

EXHIBIT 1003

FILE HISTORY FOR U.S. PATENT NO. 8,599,001

("THE '001 FH")

TRW Automotive U.S. LLC: EXHIBIT 1003  
PETITION FOR *INTER PARTES* REVIEW  
OF U.S. PATENT NUMBER 8,599,001

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
**CERTIFICATE OF CORRECTION**

PATENT NO. : 8,599,001 B2  
APPLICATION NO. : 13/680534  
DATED : December 3, 2013  
INVENTOR(S) : Kenneth Schofield et al.

Page 1 of 1

It is certified that error appears in the above-identified patent and that said Letters Patent is hereby corrected as shown below:

In the Specification

Column 29

Line 25, "mirror" should be --minor--

Column 31

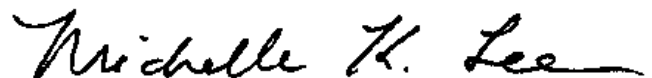
Line 6, "\$500)" should be --S500)--

Column 35

Line 27, "FLAY" should be --F<sub>DAY</sub>--

Line 37, "FLAY" should be --F<sub>DAY</sub>--

Signed and Sealed this  
Twelfth Day of August, 2014



Michelle K. Lee  
*Deputy Director of the United States Patent and Trademark Office*



## UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNDER SECRETARY OF COMMERCE FOR INTELLECTUAL PROPERTY AND  
DIRECTOR OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

July 14, 2014

Timothy Flory  
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Drive SE  
Suite 207  
Grand Rapids, MI 49546

Patent No.: 8,599,001 B2  
Inventor(s): Kenneth Schofield, et al.  
Issued: December 3, 2013  
For: **VEHICULAR VISION SYSTEM**  
Docket No.: MAG04 P-1943

Re: Request for Certificate of Correction

Consideration has been given your request for the issuance of a Certificate of Correction in the above-identified patent.

The word "mirror" purported to be in column 42, line 42 cannot be found in the printed patent

In view of the foregoing, your request in this matter is hereby denied.

Further correspondence concerning this matter should be filed and directed to the Certificate of Correction Branch

*Virginia Tolbert*  
Virginia Tolbert  
Decisions and Certificate of Corrections  
(571) 272-0460 (v)  
(571) 270-9892 (f)

/vt

## UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE CERTIFICATE OF CORRECTION

Page 1 of 1

PATENT NO. : 8,599,001  
APPLICATION NO.: 13/680,534  
ISSUE DATE : December 3, 2013  
INVENTOR(S) : Kenneth Schofield, Mark L. Larson

It is certified that an error appears or errors appear in the above-identified patent and that said Letters Patent is hereby corrected as shown below:

### Column 29

Line 25, "mirror" should be --minor--

### Column 31

Line 6, "5500)" should be --S500)--

### Column 35

Line 27, "F<sub>LAY</sub>" should be --F<sub>DAY</sub>--

Line 37, "F<sub>LAY</sub>" should be --F<sub>DAY</sub>--

### Column 42

Line 42, "mirror" should be --minor--

### MAILING ADDRESS OF SENDER (Please do not use customer number below):

GARDNER, LINN, BURKHART & FLORY, LLP  
2851 Charlevoix Drive SE, Suite 207  
Grand Rapids, MI 49546

This collection of information is required by 37 CFR 1.322, 1.323, and 1.324. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1.0 hour to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: **Attention Certificate of Corrections Branch, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

*If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.*

## Electronic Acknowledgement Receipt

<b>EFS ID:</b>	19294390
<b>Application Number:</b>	13680534
<b>International Application Number:</b>	
<b>Confirmation Number:</b>	1034
<b>Title of Invention:</b>	VEHICULAR VISION SYSTEM
<b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>	Kenneth Schofield
<b>Customer Number:</b>	15671
<b>Filer:</b>	Timothy A. Flory/Ashley Babiak
<b>Filer Authorized By:</b>	Timothy A. Flory
<b>Attorney Docket Number:</b>	MAG04 P-1943
<b>Receipt Date:</b>	13-JUN-2014
<b>Filing Date:</b>	19-NOV-2012
<b>Time Stamp:</b>	11:21:56
<b>Application Type:</b>	Utility under 35 USC 111(a)

### Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

### File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Transmittal Letter	TransmittalLetter_MAG04_P19 43.pdf	130211 <small>5a05bf101b421ddfb2ea6f70a3706e14718e b467</small>	no	1

### Warnings:

### Information:

1003-004

2	Request for Certificate of Correction	RequestCertificateCorrection_MAG04_P1943.pdf	99925 0551fe2e2a444fa707b7a4ae3faf5fd4ef07354	no	1
---	---------------------------------------	--	--	----	---

**Warnings:**

**Information:**

<b>Total Files Size (in bytes):</b>	230136
-------------------------------------	--------

**This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.**

**New Applications Under 35 U.S.C. 111**

**If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.**

**National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371**

**If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.**

**New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office**

**If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.**

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

<b>TRANSMITTAL FORM</b>  <small>(to be used for all correspondence after initial filing)</small>	Application Number	13/680,534
	Filing Date	November 19, 2012
	First Named Inventor	Kenneth Schofield
	Art Unit	2684
	Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Total Number of Pages in This Submission	2	Attorney Docket Number MAG04 P-1943

<b>ENCLOSURES (Check all that apply)</b>				
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement  <input type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____ <input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): - Request for Certificate of Correction		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 100px;">Remarks</td> <td></td> </tr> </table>			Remarks	
Remarks				

<b>SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT</b>			
Firm Name	GARDNER, LINN, BURKHART & FLORY, LLP		
Signature	/taf/		
Printed name	Timothy A. Flory		
Date	June 13, 2014	Reg. No.	42540

<b>CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING</b>			
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below:			
Signature	/avb/		
Typed or printed name	Ashley V. Babiak	Date	June 13, 2014

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

*If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.*



APPLICATION NO.	ISSUE DATE	PATENT NO.	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/680,534	12/03/2013	8599001	MAG04 P-1943	1034

15671 7590 11/13/2013  
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Dr., SE, Suite 207  
Grand Rapids, MI 49546

### ISSUE NOTIFICATION

The projected patent number and issue date are specified above.

#### **Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)** (application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment is 0 day(s). Any patent to issue from the above-identified application will include an indication of the adjustment on the front page.

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (<http://pair.uspto.gov>).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Application Assistance Unit (AAU) of the Office of Data Management (ODM) at (571)-272-4200.

APPLICANT(s) (Please see PAIR WEB site <http://pair.uspto.gov> for additional applicants):

Kenneth Schofield, Holland, MI;  
Mark L. Larson, Grand Haven, MI;  
DONNELLY CORPORATION, Holland, MI

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation, and commercialization of new technologies. The USA offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to encourage and facilitate business investment. To learn more about why the USA is the best country in the world to develop technology, manufacture products, and grow your business, visit [SelectUSA.gov](http://SelectUSA.gov).



Receipt date: 08/22/2013

13680534 (GAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	19	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		4357558	11-02-1982	Massoni et al.	
		4355271	10-19-1982	Noack	
		4288814	09-08-1981	Talley et al.	
		4281898	08-04-1981	Ochiai	
		4277804	07-07-1981	Robison	
		4266856	05-12-1981	Wainwright	
		4257703	03-24-1981	Goodrich	
		4249160	02-03-1981	Chilvers	
		4247870	01-27-1981	Gabel et al.	
		4236099	11-25-1980	Rosenblum	
		4218698	08-19-1980	Bart et al.	
		4214266	07-22-1980	Myers	
		4200361	04-29-1980	Malvano	
		3985424	10-12-1976	Steinacher	
		3751711	08-07-1973	Schick	
		2959709	10-08-1960	Vanaman et al.	
		2598420	05-27-1952	Onksen et al.	
		2012/0045112	02-23-2012	Lundblad et al.	
		2009/0234824 0243824	10-01-2009	Hook et al.	
		2009/0201137	08-13-2009	Weller et al.	
		2009/0190015	07-30-2009	Bechtel et al.	
		2009/0113509	04-30-2009	Tseng et al.	
		2009/0052003	02-26-2009	Schofield et al.	
		2008/0147321	06-19-2008	Howard et al.	
		2009/0256938	04-09-2008	Bechtel et al.	
		2007/0242339	10-18-2007	Bradley	
		2007/0120657	05-31-2007	Schofield et al.	
		2007/0109406	05-17-2007	Schofield et al.	
		2007/0104476	05-10-2007	Yasutomi et al.	
		2006/0250501	11-09-2006	Wildmann et al.	
		2006/0103727	05-18-2006	Tseng	
		2006/0091813	05-04-2006	Stam et al.	

Change(s) applied to document, /G.R.P./ 11/6/2013

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (CAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0657-0034

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	18	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		4671615	06-09-1987	Fukada	
		4669825	06-02-1987	Itoh	
		4665321	05-12-1987	Chang et al.	
		4653316	03-31-1987	Fukuhara	
		4647161	03-03-1987	Müller	
		4638287	01-20-1987	Umebayashi et al.	
		4632509	12-30-1986	Ohmi	
		4630109	12-16-1986	Barton	
		4629941	12-16-1986	Ellis	
		4626850	12-02-1986	Chey	
		4623222	11-18-1986	Itoh	
		4620141	10-28-1986	McCumber et al.	
		4614415	09-30-1986	Hyatt	
		4603946	08-05-1986	Kato	
		4600913	07-15-1986	Caine	
		4599544	07-08-1986	Martin	
		4580875	04-08-1986	Bechtel et al.	
		4572619	02-25-1986	Reininger	
		4571082	02-18-1986	Downs	
		4549208	10-22-1985	Kamejima et al.	
		4546551	10-15-1985	Franks	
		4529873	07-16-1985	Ballmer	
		4529275	07-16-1985	Ballmer	
		4512637	04-23-1985	Ballmer	
		4491390	01-01-1985	Tong-Shen	
		<del>4488496</del> 5488496	01-30-1996	Pine	
		4481450	11-06-1984	Watanabe et al.	
		4460831	07-17-1984	Oettinger et al.	
		4443057	04-17-1984	Bauer	
		4431896	02-14-1984	Lodetti	
		4420238	12-13-1983	Felix	
		4381888	05-03-1983	Momiyama	

Change(s) applied to document, /G.R.P./ 11/6/2013

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (GAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO				<b>Complete if Known</b>	
<b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
				Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
Sheet	9	of	30		

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6292752	09-18-2001	Franke et al.	
		6291906	09-18-2001	Marcus et al.	
		6285393	09-04-2001	Shimoura et al.	
		6266442	07-24-2001	Laumeyer et al.	
		6266082	07-24-2001	Yonezawa et al.	
		6259412	07-10-2001	Duroux	
		6250148	06-26-2001	Lynam	
		6243003	06-05-2001	DeLine et al.	
		6229319	05-08-2001	Johnson	
		6222460	04-24-2001	DeLine et al.	
		6222447	04-24-2001	Schofield et al.	
		6201642	03-13-2001	Bos	
		6198409	03-06-2001	Schofield et al.	
		6175300	01-16-2001	Kendrick	
		6175164	01-16-2001	O'Farrell et al.	
		6172613	01-09-2001	DeLine et al.	
		<del>6166629</del> 6166628	12-26-2000	Andreas	
		6150014	11-21-2000	Chu et al.	
		6144158	11-07-2000	Beam	
		6144022	11-07-2000	Tenenbaum et al.	
		6139172	10-31-2000	Bos et al.	
		<del>6138870</del> 6318870	11-20-2001	Spooner et al.	
		6124886	09-26-2000	DeLine et al.	
		6124647	09-26-2000	Marcus et al.	
		6116743	09-12-2000	Hoek	
		6107939	08-22-2000	Sorden	
		6097024	08-01-2000	Stam et al.	
		6097023	08-01-2000	Schofield et al.	
		6087953	07-11-2000	DeLine et al.	
		6084519	07-04-2000	Coulling et al.	
		6066933	05-23-2000	Ponziana	
		6057754	05-02-2000	Kinoshita et al.	

Change(s) applied to document, /G.R.P./ 11/6/2013

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (CAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO				<b>Complete if Known</b>	
<b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
				Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
Sheet	7	of	30		

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6650455	11-18-2003	Miles	
		6650233	11-18-2003	DeLine et al.	
		6648477	11-08-2003	Hutzel et al.	
		6636258	<del>10-21-2003</del>	Strumolo	10-2003
		6631994	10-14-2003	Suzuki et al.	
		6627918	09-30-2003	Getz et al.	
		6611610	08-26-2003	Stam et al.	
		6611202	08-26-2003	Schofield et al.	
		6594583	07-15-2003	Ogura et al.	
		6593565	07-15-2003	Heslin et al.	
		6589625	07-08-2003	Kothari et al.	
		6587573	07-01-2003	Stam et al.	
		6578017	06-10-2003	Ebersole et al.	
		6574033	06-03-2003	Chui et al.	
		6559435	05-06-2003	Schofield et al.	
		6553130	04-22-2003	Lemelson et al.	
		6547133	04-15-2003	DeVries Jr. et al.	
		6540193	04-01-2003	DeLine	
		6539306	03-25-2003	Turnbull	
		6534884	03-18-2003	Marcus et al.	
		6523964	02-25-2003	Schofield et al.	
		6516664	02-11-2003	Lynam	
		6516272	02-04-2003	Lin	
		6513252	02-04-2003	Schierbeek et al.	
		6498620	12-24-2002	Schofield et al.	
		6497503	12-24-2002	Dassanayake et al.	
		6485155	11-26-2002	Duroux et al.	
		6477464	11-05-2002	McCarthy et al.	
		6472979	10-29-2002	Schofield et al.	
		6469739	10-22-2002	Bechtel et al.	
		6442465	08-27-2002	Breed et al.	
		6441748	08-27-2002	Takagi et al.	

Change(s) applied to document, /G.R.P./ 11/6/2013

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (GAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	6	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6822563	11-23-2004	Bos et al.	
		6819231	11-16-2004	Berberich et al.	
		6812463	11-02-2004	Okada	
		6806452	10-19-2004	Bos et al.	
		6802617	10-12-2004	Schofield et al.	
		6801244	10-05-2004	Takeda et al.	
		6801127	10-05-2004	Mizusawa	
		6795221	09-21-2004	Urey	
		6794119	09-21-2004	Miles	
		6784828	08-31-2004	Delcheccolo et al.	
		6765480	07-20-2004	Tseng	
		6764210	07-20-2004	<del>Patrick et al.</del> Akiyama	
		6762867	07-13-2004	Lippert et al.	
		6757109	06-29-2004	Bos	
		6744353	06-01-2004	Sjönell	
		6741377	05-25-2004	Miles	
		6735506	05-11-2004	Breed et al.	
		6728623	04-27-2004	Takenaga et al.	
		6728393	04-27-2004	Stam et al.	
		6717610	04-06-2004	Bos et al.	
		6714331	03-30-2004	Lewis et al.	
		6711474	03-23-2004	Treyz et al.	
		6710908	03-23-2004	Miles et al.	
		6704621	03-09-2004	Stein et al.	
		6703925	03-09-2004	Steffel	
		6700605	03-02-2004	Toyoda et al.	
		6690268	02-10-2004	Schofield et al.	
		6680792	01-20-2004	Miles	
		6678614	01-13-2004	McCarthy et al.	
		6678056	01-13-2004	Downs	
		6674562	01-06-2004	Miles	
		6672731	01-06-2004	Schnell et al.	

Change(s) applied to document, /G.R.P./ 11/6/2013

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (GAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	4	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		7202987	04-10-2007	Varaprasad et al.	
		7202776	04-10-2007	Breed	
		7195381	03-27-2007	Lynam et al.	
		7187498	03-06-2007	Bengoechea et al.	
		7167796	01-23-2007	Taylor et al.	
		7149613	12-12-2006	Stam et al.	
		7133661	11-07-2006	Hatae et al.	
		7123168	10-17-2006	Schofield	
		7121028	10-17-2006	Shoen et al.	
		7116246	10-03-2006	Winter et al.	
		7110156	09-19-2006	Lawlor et al.	
		7110021	09-19-2006	Nobori et al.	
		7106213	09-12-2006	White	
		7095432	08-22-2006	Nakayama et al.	
		7092548	08-15-2006	Laumeyer et al.	
		7085637	08-01-2006	Breed et al.	
		7085633	08-01-2006	Nishira et al.	
		7068289	06-07-2006	Satoh et al.	
		7065432	06-20-2006	Moisel et al.	
		7062300	06-13-2006	Kim	
		7057681	06-06-2006	Hinata et al.	
		7057505	06-06-2006	Iwamoto	
		7046448	05-16-2006	Burgner	
		7038577	05-02-2006	Pawlicki et al.	
		<del>7030778</del> 7030775	04-18-2006	Sekiguchi	
		7030738	04-18-2006	Ishii	
		7023331	04-04-2006	Kodama	
		7012727	03-14-2006	Hutzel et al.	
		7005974	02-28-2006	McMahon et al.	
		7004606	02-28-2006	Schofield	
		7004593	02-28-2006	Weller et al.	
		6995687	02-07-2006	Lang et al.	

Change(s) applied to document, /G.R.P./ 11/6/2013

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (CAU): 2684

Approved for use through 07/31/2009. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	3	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>			

Change(s) applied to document /G.R.P. 11/6/2013

		<del>7432248</del> 7423248	09-09-2008	Schofield et al	
		7429998	09-30-2008	Kawauchi et al.	
		7425076	09-16-2008	Schofield et al.	
		7423821	09-09-2008	Bechtel et al.	
		7423248	09-09-2008	Schofield et al	
		7420756	09-02-2008	Lynam	
		7402786	07-22-2008	Schofield et al.	
		7388182	06-17-2008	Schofield et al.	
		7380948	06-03-2008	Schofield et al.	
		7375803	05-20-2008	Bamji	
		7370983	05-13-2008	DeWind et al.	
		7360932	04-22-2008	Uken et al.	
		7355524	04-08-2008	Schofield	
		7344261	03-18-2008	Schofield et al.	
		7339149	03-04-2008	Schofield et al.	
		7338177	03-04-2008	Lynam	
		7337055	02-26-2008	Matsumoto et al.	
		7325935	02-05-2008	Schofield et al.	
		7325934	02-05-2008	Schofield et al.	
		7311406	12-25-2007	Schofield et al.	
		7304661	12-04-2007	Ishikura	
		7271951	09-18-2007	Weber et al.	
		7255451	08-14-2007	McCabe et al.	
		7253723	08-07-2007	Lindahl et al.	
		7249860	07-31-2007	Kulas et al.	
		<del>7240287</del> 7248283	07-24-2007	Takagi et al.	
		7235918	06-26-2007	McCullough et al.	
		7227611	06-05-2007	Hull et al.	
		7227459	06-05-2007	Bos et al.	
		7224324	05-29-2007	Quist et al.	
		7221363	05-22-2007	Roberts et al.	
		7205904	04/17/2005	Schofield	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 150
Alexandria, Virginia 22303-1450
www.uspto.gov

Table with 7 columns: APPLICATION NUMBER, FILING or 371(c) DATE, OR PART UNIT, FD. FEE REC'D, ATTY. DOCKET NO., TOT. CLAIMS, IND. CLAIMS. Row 1: 13/680,534, 11/19/2012, 2684, 7328, MAG04 P-1943, 109, 4

CONFIRMATION NO. 1034

CORRECTED FILING RECEIPT

15671
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP
2851 Charlevoix Dr., SE, Suite 207
Grand Rapids, MI 49546



Date Mailed: 10/18/2013

Receipt is acknowledged of this non-provisional patent application. The application will be taken up for examination in due course. Applicant will be notified as to the results of the examination. Any correspondence concerning the application must include the following identification information: the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. If an error is noted on this Filing Receipt, please submit a written request for a Filing Receipt Correction. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the USPTO processes the reply to the Notice, the USPTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections

Inventor(s)

Kenneth Schofield, Holland, MI;
Mark L. Larson, Grand Haven, MI;

Applicant(s)

DONNELLY CORPORATION, Holland, MI

Assignment For Published Patent Application

DONNELLY CORPORATION, Holland, MI

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 15671

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a CON of 13/525,763 06/18/2012 PAT 8314689 \*
which is a CON of 13/351,098 01/16/2012 PAT 8203440
which is a CON of 11/074,521 03/08/2005 PAT 8098142
which is a CON of 10/940,700 09/14/2004 PAT 6953253
which is a CON of 10/372,873 02/24/2003 PAT 6802617
which is a CON of 09/975,232 10/11/2001 PAT 6523964
which is a CON of 09/227,344 01/08/1999 PAT 6302545
which is a CON of 08/478,093 06/07/1995 PAT 5877897

(\*)Data provided by applicant is not consistent with PTO records.

Foreign Applications for which priority is claimed (You may be eligible to benefit from the Patent Prosecution Highway program at the USPTO. Please see http://www.uspto.gov for more information.) - None.

Foreign application information must be provided in an Application Data Sheet in order to constitute a claim to foreign priority. See 37 CFR 1.55 and 1.76.



**If Required, Foreign Filing License Granted:** 12/11/2012

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 13/680,534**

**Projected Publication Date:** Not Applicable

**Non-Publication Request:** No

**Early Publication Request:** No

**Title**

VEHICULAR VISION SYSTEM

**Preliminary Class**

340

**Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications:**

### **PROTECTING YOUR INVENTION OUTSIDE THE UNITED STATES**

Since the rights granted by a U.S. patent extend only throughout the territory of the United States and have no effect in a foreign country, an inventor who wishes patent protection in another country must apply for a patent in a specific country or in regional patent offices. Applicants may wish to consider the filing of an international application under the Patent Cooperation Treaty (PCT). An international (PCT) application generally has the same effect as a regular national patent application in each PCT-member country. The PCT process **simplifies** the filing of patent applications on the same invention in member countries, but **does not result** in a grant of "an international patent" and does not eliminate the need of applicants to file additional documents and fees in countries where patent protection is desired.

Almost every country has its own patent law, and a person desiring a patent in a particular country must make an application for patent in that country in accordance with its particular laws. Since the laws of many countries differ in various respects from the patent law of the United States, applicants are advised to seek guidance from specific foreign countries to ensure that patent rights are not lost prematurely.

Applicants also are advised that in the case of inventions made in the United States, the Director of the USPTO must issue a license before applicants can apply for a patent in a foreign country. The filing of a U.S. patent application serves as a request for a foreign filing license. The application's filing receipt contains further information and guidance as to the status of applicant's license for foreign filing.

Applicants may wish to consult the USPTO booklet, "General Information Concerning Patents" (specifically, the section entitled "Treaties and Foreign Patents") for more information on timeframes and deadlines for filing foreign patent applications. The guide is available either by contacting the USPTO Contact Center at 800-786-9199, or it can be viewed on the USPTO website at <http://www.uspto.gov/web/offices/pac/doc/general/index.html>.

For information on preventing theft of your intellectual property (patents, trademarks and copyrights), you may wish to consult the U.S. Government website, <http://www.stopfakes.gov>. Part of a Department of Commerce initiative, this website includes self-help "toolkits" giving innovators guidance on how to protect intellectual property in specific countries such as China, Korea and Mexico. For questions regarding patent enforcement issues, applicants may call the U.S. Government hotline at 1-866-999-HALT (1-866-999-4258).

**LICENSE FOR FOREIGN FILING UNDER**  
**Title 35, United States Code, Section 184**  
**Title 37, Code of Federal Regulations, 5.11 & 5.15**

**GRANTED**

The applicant has been granted a license under 35 U.S.C. 184, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" followed by a date appears on this form. Such licenses are issued in all applications where the conditions for issuance of a license have been met, regardless of whether or not a license may be required as set forth in 37 CFR 5.15. The scope and limitations of this license are set forth in 37 CFR 5.15(a) unless an earlier license has been issued under 37 CFR 5.15(b). The license is subject to revocation upon written notification. The date indicated is the effective date of the license, unless an earlier license of similar scope has been granted under 37 CFR 5.13 or 5.14.

This license is to be retained by the licensee and may be used at any time on or after the effective date thereof unless it is revoked. This license is automatically transferred to any related applications(s) filed under 37 CFR 1.53(d). This license is not retroactive.

The grant of a license does not in any way lessen the responsibility of a licensee for the security of the subject matter as imposed by any Government contract or the provisions of existing laws relating to espionage and the national security or the export of technical data. Licensees should apprise themselves of current regulations especially with respect to certain countries, of other agencies, particularly the Office of Defense Trade Controls, Department of State (with respect to Arms, Munitions and Implements of War (22 CFR 121-128)); the Bureau of Industry and Security, Department of Commerce (15 CFR parts 730-774); the Office of Foreign Assets Control, Department of Treasury (31 CFR Parts 500+) and the Department of Energy.

**NOT GRANTED**

No license under 35 U.S.C. 184 has been granted at this time, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" DOES NOT appear on this form. Applicant may still petition for a license under 37 CFR 5.12, if a license is desired before the expiration of 6 months from the filing date of the application. If 6 months has lapsed from the filing date of this application and the licensee has not received any indication of a secrecy order under 35 U.S.C. 181, the licensee may foreign file the application pursuant to 37 CFR 5.15(b).

---

***SelectUSA***

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation, and commercialization of new technologies. The U.S. offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to promote and facilitate business investment. SelectUSA provides information assistance to the international investor community; serves as an ombudsman for existing and potential investors; advocates on behalf of U.S. cities, states, and regions competing for global investment; and counsels U.S. economic development organizations on investment attraction best practices. To learn more about why the United States is the best country in the world to develop technology, manufacture products, deliver services, and grow your business, visit <http://www.SelectUSA.gov> or call +1-202-482-6800.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
United States Patent and Trademark Office  
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450  
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILED DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/680,534	11/19/2012	Kenneth Schofield	MAG04 P-1943	1034
15671	7590	10/10/2013	EXAMINER PHAM, TOAN NGOC	
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP 2851 Charlevoix Dr., SE, Suite 207 Grand Rapids, MI 49546			ART UNIT	PAPER NUMBER
			2684	
			NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
			10/10/2013	ELECTRONIC

**Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.**

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

sytsma@glbf.com  
patents@glbf.com  
clark@glbf.com

**Supplemental  
Notice of Allowability**

<b>Application No.</b> 13/680,534	<b>Applicant(s)</b> SCHOFIELD ET AL.	
<b>Examiner</b> TOAN N. PHAM	<b>Art Unit</b> 2684	<b>AIA (First Inventor to File) Status</b> No

**-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--**

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

- This communication is responsive to IDS filed on 9/10/2013.  
 A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on \_\_\_\_\_.
- An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on \_\_\_\_\_; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.
- The allowed claim(s) is/are \_\_\_\_\_. As a result of the allowed claim(s), you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see [http://www.uspto.gov/patents/init\\_events/pph/index.jsp](http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp) or send an inquiry to [PPHfeedback@uspto.gov](mailto:PPHfeedback@uspto.gov).
- Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

**Certified copies:**

- a)  All    b)  Some    \*c)  None of the:
- Certified copies of the priority documents have been received.
  - Certified copies of the priority documents have been received in Application No. \_\_\_\_\_.
  - Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

\* Certified copies not received: \_\_\_\_\_.

Applicant has **THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE"** of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in **ABANDONMENT** of this application.

**THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.**

- CORRECTED DRAWINGS** ( as "replacement sheets") must be submitted.  
 including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date \_\_\_\_\_.  
**Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).**
- DEPOSIT OF and/or INFORMATION** about the deposit of **BIOLOGICAL MATERIAL** must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding **REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL**.

**Attachment(s)**

- Notice of References Cited (PTO-892)
- Information Disclosure Statements (PTO/SB/08),  
Paper No./Mail Date \_\_\_\_\_
- Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit  
of Biological Material
- Interview Summary (PTO-413),  
Paper No./Mail Date \_\_\_\_\_.
- Examiner's Amendment/Comment
- Examiner's Statement of Reasons for Allowance
- Other \_\_\_\_\_.

/TOAN N PHAM/  
Primary Examiner, Art Unit 2684  
10/4/2013

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE                  STATEMENT BY APPLICANT</b> (Use as many sheets as necessary)		<b>Complete if Known</b>	
		Application Number	13/680,534
		Filing Date	November 19, 2012
		First Named Inventor	Kenneth Schofield
		Art Unit	2872
		Examiner Name	Toan N. Pham
Sheet	1	of	3
		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		
/TP/		5535144	07-09-1996	Kise	
/TP/		4037134	07-19-1977	Loper	
/TP/		2827594	03-18-1953	Rabinow	
/TP/		2632040	03-17-1953	Rabinow	

Examiner Signature	/Toan Pham/	Date Considered	10/04/2013
--------------------	-------------	-----------------	------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. Applicant's unique citation designation number (optional). See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. Filer Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST 3). For language patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST 16 if possible. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file and by the USPTO to process an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22303-1450. DO NOT SEND FILES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

003-020

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO			<b>Complete if Known</b>	
<b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>			Application Number	13/680,534
			Filing Date	November 19, 2012
			First Named Inventor	Kenneth Schofield
			Art Unit	2872
			Examiner Name	Toan N. Pham
			Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
Sheet	2	of	3	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear
		Country Code <sup>2</sup> Number <sup>1</sup> -Kind Code <sup>3</sup> <i>(if known)</i>			

/TP/		JP02190978	07-26-1990	Mazda Motor Corp.	X
/TP/		JP06113215	04-22-1994	Olympus Optical Co. Ltd.	X
/TP/		JP06321007	11-22-1994	Koito Mfg. Co. Ltd.	X
/TP/		JP07078240	03-20-1995	Sumitomo Electric Ind. Ltd.	X

Examiner Signature	/Toan Pham/	Date Considered	10/04/2013
--------------------	-------------	-----------------	------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. Applicant's unique citation designation number (optional). See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. Filer Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST 3). For language patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST 16 if possible. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Receipt date: 09/10/2013

13680534 (CAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO		<b>Complete if Known</b>	
<b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		Application Number	13/680,534
		Filing Date	November 19, 2012
		First Named Inventor	Kenneth Schofield
		Art Unit	2872
		Examiner Name	Toan N. Pham
		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
Sheet	3	of	3

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>
		DENYER, Peter B.; RENSHAW, David; WANG, Gouyu; LU, Ming Ying; and ANDERSON, Stuart, On-Chip CMOS Sensors for VLSI Imaging Systems, pp. 461.1-461.5.	
		Improved Obstacle Detection by Sensor Fusion, pg. 1	
		Article entitled "Generation of Vision Technology," published by VLSI Vision Limited, publication date unknown.	
/TP/		R.H. Tribe, Intelligent Autonomous Systems for Cars, Advanced Robotics and Intelligent Machines, Peter Peregrinus (Nov. 1994).	
/TP/		R.H. Tribe et al., Collision Warning, Autotech '93, Seminar 9, NEC Birmingham, UK (Nov. 1993).	
/TP/		M.A. Arain et al., Action planning for the collision avoidance system using neural networks, Intelligent Vehicle Symposium, Tokyo, Japan (July 1993)	
/TP/		P.E. An et al., Aspects of Neural Networks in Intelligent Collision Avoidance Systems for Prometheus, JFIT 93, pp. 129-135 (March 1993).	
/TP/		R. Page et al., Advanced technologies for collision avoidance, Eureka on Campus (Summer 1992).	
/TP/		S. Kidd et al., Speed Over Ground Measurement, SAE Technical Paper Series, no. 910272, pp. 29-36 (Feb.-March 1991)	
/TP/		Andreas Kuehnle, Symmetry-based recognition of vehicle rears, Pattern Recognition Letters 12, pp. 249-258 (1991).	
/TP/		M.A. Arain et al., Application of Neural Networks for Traffic Scenario Identification, 4th Prometheus Workshop, University of Compiegne, Paris, France, pp. 102-111 (Sept. 1990).	
/TP/		R.H. Tribe, Collision Avoidance, Advances, Issue No. 4, May 1990.	
/TP/		R.H. Tribe et al., Collision Avoidance, Lucas International Symposium, Paris, France (1989).	
/TP/		S.J. Pacaud et al., Ground Speed Sensing, Lucas International Symposium, Paris, France (1989).	

Examiner Signature	/Toan Pham/	Date Considered	10/04/2013
--------------------	-------------	-----------------	------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting this burden. The completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

**PART B - FEE(S) TRANSMITTAL**

**Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail Mail Stop ISSUE FEE  
 Commissioner for Patents  
 P.O. Box 1450  
 Alexandria, Virginia 22313-1450  
 or Fax (571)-273-2885**

**INSTRUCTIONS:** This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

15671                      7590                      09/13/2013  
**Gardner, Linn, Burkhart & Flory, LLP**  
 2851 Charlevoix Dr.  
 SE, Suite 207  
 Grand Rapids, MI 49546

**Certificate of Mailing or Transmission**

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

<b>Amanda R. Sytsma</b>	(Depositor's name)
<b>/ars/</b>	(Signature)
<b>October 10, 2013</b>	(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/680,534	11/19/2012	Kenneth Schofield	MAG04 P-1943	1034

TITLE OF INVENTION: VEHICULAR VISION SYSTEM

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	\$1780	\$300	\$0	\$2080	12/13/2013

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
PHAM, TOAN NGOC	2684	340-425500

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363). <input type="checkbox"/> Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached. <input type="checkbox"/> "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. <b>Use of a Customer Number is required.</b>	2. For printing on the patent front page, list (1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively, (2) the name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.	<b>GARDNER, LINN, BURKHART &amp; FLORY, LLP</b> 1 _____ 2 _____ 3 _____
--	---	--

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE	(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)
<b>MAGNA ELECTRONICS INC.</b>	<b>AUBURN HILLS, MI</b>

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) :     Individual     Corporation or other private group entity     Government

4a. The following fee(s) are submitted: <input checked="" type="checkbox"/> Issue Fee <input checked="" type="checkbox"/> Publication Fee (No small entity discount permitted) <input type="checkbox"/> Advance Order - # of Copies _____	4b. Payment of Fee(s): ( <b>Please first reapply any previously paid issue fee shown above</b> ) <input type="checkbox"/> A check is enclosed. <input type="checkbox"/> Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached. <input checked="" type="checkbox"/> The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number <b>50-5553</b> (enclose an extra copy of this form).
--	--



5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

- Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29
- Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27
- Applicant changing to regular undiscounted fee status.

NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see form PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.

NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.

NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

---

NOTE: The Issue Fee and Publication Fee (if required) will not be accepted from anyone other than the applicant; a registered attorney or agent; or the assignee or other party in interest as shown by the records of the United States Patent and Trademark Office.

---

Authorized Signature  Date October 10, 2013

Typed or printed name Timothy A. Flory Registration No. 42540

---

This collection of information is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

---

## Electronic Patent Application Fee Transmittal

<b>Application Number:</b>	13680534
<b>Filing Date:</b>	19-Nov-2012
<b>Title of Invention:</b>	VEHICULAR VISION SYSTEM
<b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>	Kenneth Schofield
<b>Filer:</b>	Timothy A. Flory/Amanda Sytsma
<b>Attorney Docket Number:</b>	MAG04 P-1943

Filed as Large Entity

### Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
<b>Basic Filing:</b>				
<b>Pages:</b>				
<b>Claims:</b>				
<b>Miscellaneous-Filing:</b>				
<b>Petition:</b>				
<b>Patent-Appeals-and-Interference:</b>				
<b>Post-Allowance-and-Post-Issuance:</b>				
Utility Appl Issue Fee	1501	1	1780	1780
Publ. Fee- Early, Voluntary, or Normal	1504	1	300	300
				1003-025

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
<b>Extension-of-Time:</b>				
<b>Miscellaneous:</b>				
<b>Total in USD (\$)</b>				<b>2080</b>

## Electronic Acknowledgement Receipt

<b>EFS ID:</b>	17089104
<b>Application Number:</b>	13680534
<b>International Application Number:</b>	
<b>Confirmation Number:</b>	1034
<b>Title of Invention:</b>	VEHICULAR VISION SYSTEM
<b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>	Kenneth Schofield
<b>Customer Number:</b>	15671
<b>Filer:</b>	Timothy A. Flory/Amanda Sytsma
<b>Filer Authorized By:</b>	Timothy A. Flory
<b>Attorney Docket Number:</b>	MAG04 P-1943
<b>Receipt Date:</b>	10-OCT-2013
<b>Filing Date:</b>	19-NOV-2012
<b>Time Stamp:</b>	15:35:10
<b>Application Type:</b>	Utility under 35 USC 111(a)

### Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Credit Card
Payment was successfully received in RAM	\$2080
RAM confirmation Number	2304
Deposit Account	
Authorized User	

### File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part (if appl.)	Pages (if appl.)
				1003-027	

1	Issue Fee Payment (PTO-85B)	IssueFeeTransmittal.pdf	251882	no	2
			04fd4056fed6ad7c08877cd870a8e75ba7af2e4c		

**Warnings:**

**Information:**

2	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	32045	no	2
			1a545e1db12beaec25a61c6a18d3f5b7539695ce		

**Warnings:**

**Information:**

<b>Total Files Size (in bytes):</b>			283927		
-------------------------------------	--	--	--------	--	--

**This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.**

**New Applications Under 35 U.S.C. 111**

**If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.**

**National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371**

**If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.**

**New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office**

**If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.**



NOTICE OF ALLOWANCE AND FEE(S) DUE

15671 7590 09/13/2013
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP
2851 Charlevoix Dr.
SE, Suite 207
Grand Rapids, MI 49546

EXAMINER

PHAM, TOAN NGOC

ART UNIT PAPER NUMBER

2684

DATE MAILED: 09/13/2013

Table with 5 columns: APPLICATION NO., FILING DATE, FIRST NAMED INVENTOR, ATTORNEY DOCKET NO., CONFIRMATION NO.

13/680,534

11/19/2012

Kenneth Schofield

MAG04 P-1943

1034

TITLE OF INVENTION: VEHICULAR VISION SYSTEM

Table with 7 columns: APPLN. TYPE, ENTITY STATUS, ISSUE FEE DUE, PUBLICATION FEE DUE, PREV. PAID ISSUE FEE, TOTAL FEE(S) DUE, DATE DUE

nonprovisional

UNDISCOUNTED

\$1780

\$300

\$0

\$2080

12/13/2013

THE APPLICATION IDENTIFIED ABOVE HAS BEEN EXAMINED AND IS ALLOWED FOR ISSUANCE AS A PATENT. PROSECUTION ON THE MERITS IS CLOSED. THIS NOTICE OF ALLOWANCE IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS. THIS APPLICATION IS SUBJECT TO WITHDRAWAL FROM ISSUE AT THE INITIATIVE OF THE OFFICE OR UPON PETITION BY THE APPLICANT. SEE 37 CFR 1.313 AND MPEP 1308.

THE ISSUE FEE AND PUBLICATION FEE (IF REQUIRED) MUST BE PAID WITHIN THREE MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS NOTICE OR THIS APPLICATION SHALL BE REGARDED AS ABANDONED. THIS STATUTORY PERIOD CANNOT BE EXTENDED. SEE 35 U.S.C. 151. THE ISSUE FEE DUE INDICATED ABOVE DOES NOT REFLECT A CREDIT FOR ANY PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE IN THIS APPLICATION. IF AN ISSUE FEE HAS PREVIOUSLY BEEN PAID IN THIS APPLICATION (AS SHOWN ABOVE), THE RETURN OF PART B OF THIS FORM WILL BE CONSIDERED A REQUEST TO REAPPLY THE PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE TOWARD THE ISSUE FEE NOW DUE.

HOW TO REPLY TO THIS NOTICE:

I. Review the ENTITY STATUS shown above. If the ENTITY STATUS is shown as SMALL or MICRO, verify whether entitlement to that entity status still applies.

If the ENTITY STATUS is the same as shown above, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.

If the ENTITY STATUS is changed from that shown above, on PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, complete section number 5 titled "Change in Entity Status (from status indicated above)".

For purposes of this notice, small entity fees are 1/2 the amount of undiscounted fees, and micro entity fees are 1/2 the amount of small entity fees.

II. PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, or its equivalent, must be completed and returned to the United States Patent and Trademark Office (USPTO) with your ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). If you are charging the fee(s) to your deposit account, section "4b" of Part B - Fee(s) Transmittal should be completed and an extra copy of the form should be submitted. If an equivalent of Part B is filed, a request to reapply a previously paid issue fee must be clearly made, and delays in processing may occur due to the difficulty in recognizing the paper as an equivalent of Part B.

III. All communications regarding this application must give the application number. Please direct all communications prior to issuance to Mail Stop ISSUE FEE unless advised to the contrary.

IMPORTANT REMINDER: Utility patents issuing on applications filed on or after Dec. 12, 1980 may require payment of maintenance fees. It is patentee's responsibility to ensure timely payment of maintenance fees when due.

**PART B - FEE(S) TRANSMITTAL**

**Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail Mail Stop ISSUE FEE  
**Commissioner for Patents**  
**P.O. Box 1450**  
**Alexandria, Virginia 22313-1450**  
 or Fax **(571)-273-2885****

**INSTRUCTIONS:** This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

15671                      7590                      09/13/2013  
**Gardner, Linn, Burkhart & Flory, LLP**  
 2851 Charlevoix Dr.  
 SE, Suite 207  
 Grand Rapids, MI 49546

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

**Certificate of Mailing or Transmission**

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
13/680,534	11/19/2012	Kenneth Schofield	MAG04 P-1943	1034

TITLE OF INVENTION: VEHICULAR VISION SYSTEM

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	\$1780	\$300	\$0	\$2080	12/13/2013

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
PHAM, TOAN NGOC	2684	340-425500

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363). <input type="checkbox"/> Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached. <input type="checkbox"/> "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. Use of a <b>Customer Number is required.</b>	2. For printing on the patent front page, list (1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively, (2) the name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed. <table style="width:100%"> <tr><td style="width:50%">1 _____</td></tr> <tr><td style="width:50%">2 _____</td></tr> <tr><td style="width:50%">3 _____</td></tr> </table>	1 _____	2 _____	3 _____
1 _____				
2 _____				
3 _____				

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE \_\_\_\_\_ (B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY) \_\_\_\_\_

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) :  Individual  Corporation or other private group entity  Government

4a. The following fee(s) are submitted: <input type="checkbox"/> Issue Fee <input type="checkbox"/> Publication Fee (No small entity discount permitted) <input type="checkbox"/> Advance Order - # of Copies _____	4b. Payment of Fee(s): ( <b>Please first reapply any previously paid issue fee shown above</b> ) <input type="checkbox"/> A check is enclosed. <input type="checkbox"/> Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached. <input type="checkbox"/> The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).
--	--

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

- Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29
- Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27
- Applicant changing to regular undiscounted fee status.

NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see form PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.

NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.

NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

---

NOTE: The Issue Fee and Publication Fee (if required) will not be accepted from anyone other than the applicant; a registered attorney or agent; or the assignee or other party in interest as shown by the records of the United States Patent and Trademark Office.

---

Authorized Signature \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

Typed or printed name \_\_\_\_\_

Registration No. \_\_\_\_\_

---

This collection of information is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

---





UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

Table with 5 columns: APPLICATION NO., FILING DATE, FIRST NAMED INVENTOR, ATTORNEY DOCKET NO., CONFIRMATION NO.
13/680,534 11/19/2012 Kenneth Schofield MAG001 P-1943 1031

15671 7590 09/13/2013
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP
2851 Charlevoix Dr.
SE, Suite 207
Grand Rapids, MI 49546

EXAMINER

PELAM, TOAN NGOC

ART UNIT PAPER NUMBER

2684

DATE MAILED: 09/13/2013

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)

(application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment to date is 0 day(s). If the issue fee is paid on the date that is three months after the mailing date of this notice and the patent issues on the Tuesday before the date that is 28 weeks (six and a half months) after the mailing date of this notice, the Patent Term Adjustment will be 0 day(s).

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (http://pair.uspto.gov).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Customer Service Center of the Office of Patent Publication at 1-(888)-786-0101 or (571)-272-4200.

## Privacy Act Statement

**The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579)** requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspection or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

<b>Notice of Allowability</b>	<b>Application No.</b> 13/680,534	<b>Applicant(s)</b> SCHOFIELD ET AL.	
	<b>Examiner</b> TOAN N. PHAM	<b>Art Unit</b> 2684	<b>AIA (First Inventor to File) Status</b> No

**-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--**

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1.  This communication is responsive to application filed on 11/19/2012.  
 A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on \_\_\_\_\_.
2.  An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on \_\_\_\_\_; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.
3.  The allowed claim(s) is/are 1-109. As a result of the allowed claim(s), you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see [http://www.uspto.gov/patents/init\\_events/pph/index.jsp](http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp) or send an inquiry to [PPHfeedback@uspto.gov](mailto:PPHfeedback@uspto.gov).
4.  Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

**Certified copies:**

- a)  All    b)  Some    \*c)  None of the:
1.  Certified copies of the priority documents have been received.
  2.  Certified copies of the priority documents have been received in Application No. \_\_\_\_\_.
  3.  Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).
- \* Certified copies not received: \_\_\_\_\_.

Applicant has **THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE"** of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in **ABANDONMENT** of this application.  
**THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.**

5.  **CORRECTED DRAWINGS** ( as "replacement sheets") must be submitted.  
 including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date \_\_\_\_\_.  
**Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).**
6.  **DEPOSIT OF and/or INFORMATION** about the deposit of **BIOLOGICAL MATERIAL** must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding **REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL**.

**Attachment(s)**

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <input type="checkbox"/> Notice of References Cited (PTO-892)</li> <li>2. <input checked="" type="checkbox"/> Information Disclosure Statements (PTO/SB/08),<br/>Paper No./Mail Date _____</li> <li>3. <input type="checkbox"/> Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material</li> <li>4. <input checked="" type="checkbox"/> Interview Summary (PTO-413),<br/>Paper No./Mail Date _____</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>5. <input checked="" type="checkbox"/> Examiner's Amendment/Comment</li> <li>6. <input checked="" type="checkbox"/> Examiner's Statement of Reasons for Allowance</li> <li>7. <input type="checkbox"/> Other _____</li> </ol> |
|---|--|

**DETAILED ACTION**

***EXAMINER'S AMENDMENT***

An examiner's amendment to the record appears below. Should the changes and/or additions be unacceptable to applicant, an amendment may be filed as provided by 37 CFR 1.312. To ensure consideration of such an amendment, it MUST be submitted no later than the payment of the issue fee.

Authorization for this examiner's amendment was given in a telephone interview with Timothy A. Flory on September 6, 2013.

The application has been amended as follows:

In claim 9, line 5, delete "the" before "path" and insert --a--.

In claim 11, line 2, delete "the" before "presence" and insert --a--.

In claim 31, line 2, delete "the" before "responsive" and insert --a--.

In claim 46, line 3, delete "the" before "horizon" and insert --a--.

In claim 62, line 4, delete "the" before "driver" and insert --a--.

In claim 63, line 5, delete "the" before "path" and insert --a--.

In claim 64, line 2, delete "the" before "presence" and insert --a--.

In claim 74, line 3, delete "the" before "horizon" and insert --a--.

In claim 79, line 14, delete "the" before "presence" and insert --a--.

In claim 84, line 2, delete "the" before "presence" and insert --a--.

In claim 89, line 3, delete "the" before "horizon" and insert --a--.

In claim 98, line 2, delete "the" before "presence" and insert --a--.

In claim 103, line 2, delete "the" before "horizon" and insert --a--.

***Allowable Subject Matter***

Claims 1-109 are allowed.

The following is an examiner's statement of reasons for allowance: The present invention is directed to a vehicular vision system. Each independent claim identifies the uniquely distinct features:

Regarding independent claim 1: "the photosensor array is operable at a plurality of exposure periods; and wherein said plurality of exposure periods comprises a first exposure period and a second exposure period, and wherein the time period of exposure of said first exposure period is longer than the time period of exposure of said second exposure period".

Regarding independent claim 56: "the control comprises logic and control circuitry; wherein said logic and control circuitry comprises an image processor, and wherein said image processor processes image data captured by said photosensor array to detect an object viewed by said imager; and wherein at least two of (a) said module includes a heat sink for at least a portion of said logic and control circuitry, (b) said module includes a connector for electrically connecting to a power source of the equipped vehicle, and (c) said module includes at least a portion of said logic and control circuitry".

Regarding independent claim 79: "imager is disposed in a module that releasably mounts to a mounting element adhesively attached at the windshield of the equipped vehicle; a control comprising an image processor for processing image data

Art Unit: 2684

captured by said photosensor array; wherein said image processor processes captured image data to detect an object viewed by said imager; and at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said vehicular vision system determines the presence of at least one of fog, snow and rain present exterior and forward of the equipped vehicle”.

Regarding independent claim 96: “the photosensor array comprises an array of columns and rows of photosensor elements and wherein said array has more columns than rows, and wherein said array comprises at least 40 rows; wherein said imager has a field of view forward of the equipped vehicle, and wherein said field of view comprises a horizontal span and a vertical span and wherein said horizontal span is greater than said vertical span; a control comprising an image processor, said image processor processing image data captured by said photosensor array; and wherein said image processor processes captured image data to detect an object viewed by said imager”.

The prior art fail to teach the above limitations obvious.

Any comments considered necessary by applicant must be submitted no later than the payment of the issue fee and, to avoid processing delays, should preferably accompany the issue fee. Such submissions should be clearly labeled “Comments on Statement of Reasons for Allowance.”

***Conclusion***

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to TOAN N. PHAM whose telephone number is (571)272-2967. The examiner can normally be reached on M-F.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Benjamin C. Lee can be reached on (571) 272-2963. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see <http://pair-direct.uspto.gov>. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/TOAN N PHAM/  
Primary Examiner, Art Unit 2684  
9/6/2013

<b>Examiner-Initiated Interview Summary</b>	<b>Application No.</b> 13/680,534	<b>Applicant(s)</b> SCHOFIELD ET AL.	
	<b>Examiner</b> TOAN N. PHAM	<b>Art Unit</b> 2684	

All participants (applicant, applicant's representative, PTO personnel):

- (1) TOAN N. PHAM. (3)\_\_\_\_\_.
- (2) TIMOTHY A. FLORY. (4)\_\_\_\_\_.

Date of Interview: 06 September 2013.

Type:  Telephonic  Video Conference  
 Personal [copy given to:  applicant  applicant's representative]

Exhibit shown or demonstration conducted:  Yes  No.  
If Yes, brief description: \_\_\_\_\_.

Issues Discussed 101 112 102 103 Others  
(For each of the checked box(es) above, please describe below the issue and detailed description of the discussion)

Claim(s) discussed: 9,11,31,46,62-64,74,79,84,89,98 and 103.

Identification of prior art discussed: none.

**Substance of Interview**

(For each issue discussed, provide a detailed description and indicate if agreement was reached. Some topics may include: identification or clarification of a reference or a portion thereof, claim interpretation, proposed amendments, arguments of any applied references etc...)

Mr. Flory agreed to make the changes as indicated in the attached Examiner's Amendment in order to place this application in condition for allowance.

**Applicant recordation instructions:** It is not necessary for applicant to provide a separate record of the substance of interview.

**Examiner recordation instructions:** Examiners must summarize the substance of any interview of record. A complete and proper recordation of the substance of an interview should include the items listed in MPEP 713.04 for complete and proper recordation including the identification of the general thrust of each argument or issue discussed, a general indication of any other pertinent matters discussed regarding patentability and the general results or outcome of the interview, to include an indication as to whether or not agreement was reached on the issues raised.

Attachment





**UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
 United States Patent and Trademark Office  
 Address: COMMISSIONER FOR PATENTS  
 P.O. Box 1450  
 Alexandria, Virginia 22313-1450  
 www.uspto.gov

**BIB DATA SHEET**
**CONFIRMATION NO. 1034**

SERIAL NUMBER	FILING or 371(c) DATE	CLASS	GROUP ART UNIT	ATTORNEY DOCKET NO.		
13/680,534	11/19/2012	340	2684	MAG04 P-1943		
<b>APPLICANTS</b>						
Kenneth Schofield, Holland, MI; Mark L. Larson <sup>1</sup> , Grand Haven, MI; DONNELLY CORPORATION, Holland, MI						
<b>** CONTINUING DATA *****</b>						
This application is a CON of 13/525,763 06/18/2012 PAT 8314689 * which is a CON of 13/351,098 01/16/2012 PAT 8203440 which is a CON of 11/074,521 03/08/2005 PAT 8098142 which is a CON of 10/940,700 09/14/2004 PAT 6953253 which is a CON of 10/372,873 02/24/2003 PAT 6802617 which is a CON of 09/975,232 10/11/2001 PAT 6523964 which is a CON of 09/227,344 01/08/1999 PAT 6302545 which is a CON of 08/478,093 06/07/1995 PAT 5877897 (*)Data provided by applicant is not consistent with PTO records.						
<b>** FOREIGN APPLICATIONS *****</b>						
<b>** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED **</b>						
12/11/2012						
Foreign Priority claimed 35 USC 119(a-d) conditions met Verified and Acknowledged	<input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No  <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No  TOAN NGOC PHAM, Examiner's Signature	<input type="checkbox"/> Met after Allowance  Initials	<b>STATE OR COUNTRY</b>  MI	<b>SHEETS DRAWINGS</b>  25	<b>TOTAL CLAIMS</b>  109	<b>INDEPENDENT CLAIMS</b>  4
<b>ADDRESS</b>						
Gardner, Linn, Burkhart & Flory, LLP 2851 Charlevoix Dr. SE, Suite 207 Grand Rapids, MI 49546 UNITED STATES						
<b>TITLE</b>						
VEHICULAR VISION SYSTEM						
<b>FILING FEE RECEIVED</b>  7028	FEES: Authority has been given in Paper No. _____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No. _____ for following:			<input type="checkbox"/> All Fees <input type="checkbox"/> 1.16 Fees (Filing) <input checked="" type="checkbox"/> 1.17 Fees (Processing Ext. of time) <input type="checkbox"/> 1.18 Fees (Issue) <input type="checkbox"/> Other _____ <input type="checkbox"/> Credit		

<b>Search Notes</b>  	<b>Application/Control No.</b>  13680534	<b>Applicant(s)/Patent Under Reexamination</b>  SCHOFIELD ET AL.
	<b>Examiner</b>  TOAN N PHAM	<b>Art Unit</b>  2684

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
340	425.5, 438, 815.4, 426, 433, 937	9/6/13	TNP
348	148, 151	9/6/13	TNP

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
EAST	3/25/12, 4/19/12, 8/16/12, 9/6/13	TNP

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner
340	425.5, 438, 937	9/6/13	TNP
348	148, 151	9/6/13	TNP

--	--

Receipt date: 08/22/2013

13680534 - GAU: 2684  
PTO/SB/08A (07-05)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	1	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		8405726	03-26-2013	Schofield et al.	
		8339526	12-25-2012	Minikey Jr. et al.	
		8324552	12-04-2012	Schofield et al.	
		8314689	11-20-2012	Schofield et al.	
		8308325	11-13-2012	Takayanazi et al.	
		8305471	11-06-2012	Bechtel et al.	
		8289430	10-16-2012	Bechtel et al.	
		8224031	07-17-2012	Saito	
		8222588	07-17-2012	Schofield et al.	
		8203440	06-19-2012	Schofield et al.	
		8184159	05-22-2012	Luo	
		8120652	02-21-2012	Bechtel et al.	
		8098142	01-17-2012	Schofield et al.	
		8095310	01-10-2012	Taylor et al.	
		8090153	01-03-2012	Schofield et al.	
		8027691	09-27-2011	Bernas et al.	
		8017898	09-13-2011	Lu et al.	
		7994462	08-09-2011	Schofield et al.	
		7965357	06-21-2011	Van De Witte et al.	
		7949152	05-24-2011	Schofield et al.	
		7930160	04-19-2011	Hosagrahara et al.	
		7914187	03-29-2011	Higgins-Luthman et al.	
		7903335	03-08-2011	Nieuwkerk et al.	
		7903324	03-08-2011	Kobayashi et al.	
		7881496	02-01-2011	Camilleri	
		7859565	12-28-2010	Schofield et al.	
		7855778	12-21-2010	Yung et al.	
		7855755	12-21-2010	Weller et al.	
		7854514	12-21-2010	Conner et al.	
		7843451	11-30-2010	Lafon	
		7842154	11-30-2010	Lynam	
		7792329	09-07-2010	Schofield et al.	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>	
		Application Number	13/680,534
		Filing Date	November 19, 2012
		First Named Inventor	Kenneth Schofield
		Art Unit	2684
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet 2	of 30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		7791694	09-07-2010	Molsen et al.	
		7742864	06-22-2010	Sekiguchi	
		7731403	06-08-2010	Lynam et al.	
		7724434	05-25-2010	Cross et al.	
		7720580	05-18-2010	Higgins-Luthman	
		7676087	03-09-2010	Dhua et al.	
		7663798	02-16-2010	Tonar et al.	
		7655894	02-02-2010	Schofield et al.	
		7653215	01-26-2010	Stam	
		7639149	12-29-2009	Katoh	
		7633383	12-15-2009	Dunsmoir et al.	
		7629996	12-08-2009	Rademacher et al.	
		7619508	11-17-2009	Lynam et al.	
		7616781	11-10-2009	Schofield et al.	
		7613327	11-03-2009	Stam et al.	
		7567291	07-28-2009	Bechtel et al.	
		7565006	07-21-2009	Stam et al.	
		7561181	07-14-2009	Schofield et al.	
		7551103	06-23-2009	Schofield	
		7548291	06-16-2009	Lee et al.	
		7545429	06-09-2009	Travis	
		7543946	06-09-2009	Ockerse et al.	
		7541743	06-02-2009	Salmeen et al.	
		7526103	04-28-2009	Schofield et al.	
		7525604	04-28-2009	Xue	
		7495719	02-24-2009	Adachi et al.	
		7489374	02-10-2009	Utsumi et al.	
		7474963	01-06-2009	Taylor et al.	
		7460007	12-02-2008	Schofield et al.	
		7459664	12-02-2008	Schofield et al.	
		7446924	11-04-2008	Schofield et al.	
		7432967	10-07-2008	Bechtel et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (CAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	3	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		7432248	09-09-2008	Schofield et al	
		7429998	09-30-2008	Kawauchi et al.	
		7425076	09-16-2008	Schofield et al.	
		7423821	09-09-2008	Bechtel et al.	
		7423248	09-09-2008	Schofield et al	
		7420756	09-02-2008	Lynam	
		7402786	07-22-2008	Schofield et al.	
		7388182	06-17-2008	Schofield et al.	
		7380948	06-03-2008	Schofield et al.	
		7375803	05-20-2008	Bamji	
		7370983	05-13-2008	DeWind et al.	
		7360932	04-22-2008	Uken et al.	
		7355524	04-08-2008	Schofield	
		7344261	03-18-2008	Schofield et al.	
		7339149	03-04-2008	Schofield et al.	
		7338177	03-04-2008	Lynam	
		7337055	02-26-2008	Matsumoto et al.	
		7325935	02-05-2008	Schofield et al.	
		7325934	02-05-2008	Schofield et al.	
		7311406	12-25-2007	Schofield et al.	
		7304661	12-04-2007	Ishikura	
		7271951	09-18-2007	Weber et al.	
		7255451	08-14-2007	McCabe et al.	
		7253723	08-07-2007	Lindahl et al.	
		7249860	07-31-2007	Kulas et al.	
		7248287	07-24-2007	Takagi et al.	
		7235918	06-26-2007	McCullough et al.	
		7227611	06-05-2007	Hull et al.	
		7227459	06-05-2007	Bos et al.	
		7224324	05-29-2007	Quist et al.	
		7221363	05-22-2007	Roberts et al.	
		7205904	04/17/2005	Schofield	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	4	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		7202987	04-10-2007	Varaprasad et al.	
		7202776	04-10-2007	Breed	
		7195381	03-27-2007	Lynam et al.	
		7187498	03-06-2007	Bengoechea et al.	
		7167796	01-23-2007	Taylor et al.	
		7149613	12-12-2006	Stam et al.	
		7133661	11-07-2006	Hatae et al.	
		7123168	10-17-2006	Schofield	
		7121028	10-17-2006	Shoen et al.	
		7116246	10-03-2006	Winter et al.	
		7110156	09-19-2006	Lawlor et al.	
		7110021	09-19-2006	Nobori et al.	
		7106213	09-12-2006	White	
		7095432	08-22-2006	Nakayama et al.	
		7092548	08-15-2006	Laumeyer et al.	
		7085637	08-01-2006	Breed et al.	
		7085633	08-01-2006	Nishira et al.	
		7068289	06-07-2006	Satoh et al.	
		7065432	06-20-2006	Moisel et al.	
		7062300	06-13-2006	Kim	
		7057681	06-06-2006	Hinata et al.	
		7057505	06-06-2006	Iwamoto	
		7046448	05-16-2006	Burgner	
		7038577	05-02-2006	Pawlicki et al.	
		7030778	04-18-2006	Sekiguchi	
		7030738	04-18-2006	Ishii	
		7023331	04-04-2006	Kodama	
		7012727	03-14-2006	Hutzel et al.	
		7005974	02-28-2006	McMahon et al.	
		7004606	02-28-2006	Schofield	
		7004593	02-28-2006	Weller et al.	
		6995687	02-07-2006	Lang et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	5	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6989736	01-24-2006	Berberich et al.	
		6975775	12-13-2005	Rykowski et al.	
		6968736	11-29-2005	Lynam	
		6967569	11-22-2005	Weber et al.	
		6961661	11-01-2005	Sekiguchi et al.	
		6961178	11-01-2005	Sugino et al.	
		6959994	11-01-2005	Fujikawa et al.	
		6953253	10-11-2005	Schofield et al.	
		6950035	09-27-2005	Tanaka et al.	
		6946978	09-20-2005	Schofield	
		6940423	09-06-2005	Takagi et al.	
		6933837	08-23-2005	Gunderson et al.	
		6932669	08-23-2005	Lee et al.	
		6914521	07-05-2005	Rothkop	
		6909753	06-21-2005	Meehan et al.	
		6906639	06-14-2005	Lemelson et al.	
		6906620	06-14-2005	Nakai et al.	
		6898518	05-24-2005	Padmanabhan	
		6891563	05-10-2005	Schofield et al.	
		6889161	05-03-2005	Winner et al.	
		6888447	05-03-2005	Hori et al.	
		6882287	04-19-2005	Schofield	
		6873253	03-29-2005	Veziris Spyros	
		6861809	03-01-2005	Stam	
		6859148	02-22-2005	Miller et al.	
		6847487	01-25-2005	Burgner	
		6842189	01-11-2005	Park	
		6838980	01-04-2005	Gloger et al.	
		6831261	12-14-2004	Schofield et al.	
		6824281	11-30-2004	Schofield et al.	
		6823261	11-23-2004	Sekiguchi	
		6823241	11-23-2004	Shirato et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	6	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>			

		6822563	11-23-2004	Bos et al.	
		6819231	11-16-2004	Berberich et al.	
		6812463	11-02-2004	Okada	
		6806452	10-19-2004	Bos et al.	
		6802617	10-12-2004	Schofield et al.	
		6801244	10-05-2004	Takeda et al.	
		6801127	10-05-2004	Mizusawa	
		6795221	09-21-2004	Urey	
		6794119	09-21-2004	Miles	
		6784828	08-31-2004	Delcheccolo et al.	
		6765480	07-20-2004	Tseng	
		6764210	07-20-2004	Pastrick et al.	
		6762867	07-13-2004	Lippert et al.	
		6757109	06-29-2004	Bos	
		6744353	06-01-2004	Sjönell	
		6741377	05-25-2004	Miles	
		6735506	05-11-2004	Breed et al.	
		6728623	04-27-2004	Takenaga et al.	
		6728393	04-27-2004	Stam et al.	
		6717610	04-06-2004	Bos et al.	
		6714331	03-30-2004	Lewis et al.	
		6711474	03-23-2004	Treyz et al.	
		6710908	03-23-2004	Miles et al.	
		6704621	03-09-2004	Stein et al.	
		6703925	03-09-2004	Steffel	
		6700605	03-02-2004	Toyoda et al.	
		6690268	02-10-2004	Schofield et al.	
		6680792	01-20-2004	Miles	
		6678614	01-13-2004	McCarthy et al.	
		6678056	01-13-2004	Downs	
		6674562	01-06-2004	Miles	
		6672731	01-06-2004	Schnell et al.	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	7	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>			

		6650455	11-18-2003	Miles	
		6650233	11-18-2003	DeLine et al.	
		6648477	11-08-2003	Hutzel et al.	
		6636258	10-21-2003	Strumolo	
		6631994	10-14-2003	Suzuki et al.	
		6627918	09-30-2003	Getz et al.	
		6611610	08-26-2003	Stam et al.	
		6611202	08-26-2003	Schofield et al.	
		6594583	07-15-2003	Ogura et al.	
		6593565	07-15-2003	Heslin et al.	
		6589625	07-08-2003	Kothari et al.	
		6587573	07-01-2003	Stam et al.	
		6578017	06-10-2003	Ebersole et al.	
		6574033	06-03-2003	Chui et al.	
		6559435	05-06-2003	Schofield et al.	
		6553130	04-22-2003	Lemelson et al.	
		6547133	04-15-2003	DeVries Jr. et al.	
		6540193	04-01-2003	DeLine	
		6539306	03-25-2003	Turnbull	
		6534884	03-18-2003	Marcus et al.	
		6523964	02-25-2003	Schofield et al.	
		6516664	02-11-2003	Lynam	
		6516272	02-04-2003	Lin	
		6513252	02-04-2003	Schierbeek et al.	
		6498620	12-24-2002	Schofield et al.	
		6497503	12-24-2002	Dassanayake et al.	
		6485155	11-26-2002	Duroux et al.	
		6477464	11-05-2002	McCarthy et al.	
		6472979	10-29-2002	Schofield et al.	
		6469739	10-22-2002	Bechtel et al.	
		6442465	08-27-2002	Breed et al.	
		6441748	08-27-2002	Takagi et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Receipt date: 08/22/2013

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
 13680534 (CAU): 2684

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet 8	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943	

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6433817	08-13-2002	Guerra	
		6433676	08-13-2002	DeLine et al.	
		6430303	08-06-2002	Naoi et al.	
		6429594	08-06-2002	Stam et al.	
		6428172	08-06-2002	Hutzl et al.	
		6424273	07-23-2002	Gutta et al.	
		6420975	07-16-2002	DeLine et al.	
		6411328	06-25-2002	Franke et al.	
		6411204	06-25-2002	Bloomfield et al.	
		6396397	05-28-2002	Bos et al.	
		6388580	05-14-2002	Graham	
		6388565	05-14-2002	Bernhard et al.	
		6370329	04-09-2002	Teuchert	
		6366236	04-02-2002	Farmer et al.	
		6366213	04-02-2002	DeLine et al.	
		6362729	03-26-2002	Hellmann et al.	
		6353392	03-05-2002	Schofield et al.	
		6341523	01-29-2002	Lynam	
		6333759	12-25-2001	Mazzilli	
		6329925	12-11-2001	Skiver et al.	
		6326613	12-04-2001	Heslin et al.	
		6324450	11-27-2001	Iwama	
		6320282	11-20-2001	Caldwell	
		6320176	11-20-2001	Schofield et al.	
		6317057	11-13-2001	Lee	
		6315421	11-13-2001	Apfelbeck et al.	
		6313454	11-06-2001	Bos et al.	
		6311119	10/30/2001	Sawamoto et al.	
		6310611	10-30-2001	Caldwell	
		6302545	10-16-2001	Schofield et al.	
		6297781	10-02-2001	Turnbull et al.	
		6294989	09-25-2001	Schofield et al.	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet 9	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943	

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6292752	09-18-2001	Franke et al.	
		6291906	09-18-2001	Marcus et al.	
		6285393	09-04-2001	Shimoura et al.	
		6266442	07-24-2001	Laumeyer et al.	
		6266082	07-24-2001	Yonezawa et al.	
		6259412	07-10-2001	Duroux	
		6250148	06-26-2001	Lynam	
		6243003	06-05-2001	DeLine et al.	
		6229319	05-08-2001	Johnson	
		6222460	04-24-2001	DeLine et al.	
		6222447	04-24-2001	Schofield et al.	
		6201642	03-13-2001	Bos	
		6198409	03-06-2001	Schofield et al.	
		6175300	01-16-2001	Kendrick	
		6175164	01-16-2001	O'Farrell et al.	
		6172613	01-09-2001	DeLine et al.	
		6166629	12-26-2000	Andreas	
		6150014	11-21-2000	Chu et al.	
		6144158	11-07-2000	Beam	
		6144022	11-07-2000	Tenenbaum et al.	
		6139172	10-31-2000	Bos et al.	
		6138870	11-20-2001	Spooner et al.	
		6124886	09-26-2000	DeLine et al.	
		6124647	09-26-2000	Marcus et al.	
		6116743	09-12-2000	Hoek	
		6107939	08-22-2000	Sorden	
		6097024	08-01-2000	Stam et al.	
		6097023	08-01-2000	Schofield et al.	
		6087953	07-11-2000	DeLine et al.	
		6084519	07-04-2000	Coulling et al.	
		6066933	05-23-2000	Ponziana	
		6057754	05-02-2000	Kinoshita et al.	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	10	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6049171	04-11-2000	Stam et al.	
		6037975	03-14-2000	Aoyama	
		6037860	03-14-2000	Zander et al.	
		6031484	02-29-2000	Bullinger	
		6020704	02-01-2000	Buschur	
		6009336	12-28-1999	Harris et al.	
		6001486	12-14-1999	Varaprasad et al.	
		5990649	11-23-1999	Nagao et al.	
		5990469	11-23-1999	Bechtel et al.	
		5986796	11-16-1999	Miles	
		5971552	10-26-1999	O'Farrell et al.	
		5964822	10-12-1999	Alland et al.	
		5963247	10-05-1995	Banitt	
		5959555	09-28-1999	Furuta	
		5959367	09-28-1999	O'Farrell et al.	
		5956181	09-21-1999	Lin	
		5949331	09-07-1999	Schofield et al.	
		5942853	08-24-1999	Piscart	
		5940120	08-17-1999	Frankhouse et al.	
		5938320	08-17-1999	Crandall	
		5929786	07-27-1999	Schofield et al.	
		5923027	07-13-1999	Stam et al.	
		5914815	06-22-1999	Bos	
		5912534	06-15-1999	Benedict	
		5899956	05-04-1999	Chan	
		5896085	04-20-1999	Mori et al.	
		5890021	03-30-1999	Onoda	
		5884212	03-16-1999	Lion	
		5883739	03-16-1999	Ashihara et al.	
		5878370	03-02-1999	Olson	
		5877897	03-02-1999	Schofield et al.	
		5877707	03-02-1999	Kowalick	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	11	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5867591	02-02-1999	Onda	
		5850254	12-15-1998	Takano et al.	
		5850176	12-15-1998	Kinoshita et al.	
		5848802	12-15-1998	Breed et al.	
		5845000	12-01-1998	Breed et al.	
		5844682	12-01-1998	Kiyomoto et al.	
		5844505	12-01-1998	Van Ryzin	
		5841126	11-24-1998	Fossum et al.	
		5837994	11-17-1998	Stam et al.	
		5835613	11-10-1998	Breed et al.	
		5835255	11-10-1998	Miles	
		5811888	09-22-1998	Hsieh	
		5808589	09-15-1998	Ferguson	
		5798575	08-25-1998	O'Farrell et al.	
		5796094	08-18-1998	Schofield et al.	
		5793420	08-11-1998	Schmidt	
		5793308	08-11-1998	Rosinski et al.	
		5790973	08-04-1998	Blaker et al.	
		5790403	08-04-1998	Nakayama	
		5786772	07-28-1998	Schofield et al.	
		5781437	07-14-1998	Wiemer et al.	
		5765940	06-16-1998	Levy et al.	
		5765116	06-09-1998	Wilson-Jones et al.	
		5764139	06-09-1998	Nojima et al.	
		5761094	06-02-1998	Olson et al.	
		5760962	06-02-1998	Schofield et al.	
		5760931	06-02-1998	Saburi et al.	
		5760828	06-02-1998	Cortes	
		5760826	06-02-1998	Nayer	
		5757949	05-26-1998	Kinoshita et al.	
		5737226	04-07-1998	Olson et al.	
		5724316	03-03-1998	Brunts	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	12	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5724187	03-03-1998	Varaprasad et al.	
		5715093	02-03-1998	Schierbeek et al.	
		5699057	12-16-1997	Ikeda et al.	
		5699044	12-16-1997	Van Lente et al.	
		5680263	10-21-1997	Zimmermann et al.	
		5677851	10-14-1997	Kingdon et al.	
		5676484	10-14-1997	Chamberlin et al.	
		5675489	10-07-1997	Pomerleau	
		5673019	09-30-1997	Dantoni	
		5670935	09-23-1997	Schofield et al.	
		5668663	09-16-1997	Varaprasad et al.	
		5666028	09-09-1997	Bechtel et al.	
		5661303	08-26-1997	Teder	
		5660454	08-26-1997	Mori et al.	
		5650944	07-22-1997	Kise	
		5648835	07-15-1997	Uzawa	
		5646612	07-08-1997	Byon	
		5642299	06-24-1997	Hardin et al.	
		5638116	06-10-1997	Shimoura et al.	
		5634709	06-03-1997	Iwama	
		5627586	05-06-1997	Yamasaki	
		5619370	04-08-1997	Guinosso	
		5614788	03-25-1997	Mullins	
		5612883	03-18-1997	Shaffer et al.	
		5594222	01-14-1997	Caldwell	
		5582383	12-10-1996	Mertens et al.	
		5581464	12-03-1996	Woll et al.	
		5574443	11-12-1996	Hsieh	
		5568316	10-22-1996	Schrenck et al.	
		5568027	10-22-1996	Teder	
		5555555	09-10-1996	Sato et al.	
		5555312	09-10-1996	Shima et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	13	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5555136	09-10-1996	Waldmann et al.	
		5550677	08-27-1996	Schofield et al.	
		5541590	07-30-1996	Nishio	
		5539397	07-23-1996	Asanuma et al.	
		5537003	07-16-1996	Bechtel et al.	
		5535314	07-09-1996	Alves et al.	
		5530771	06-25-1996	Maekawa	
		5530420	06-25-1976	Tsuchiya et al.	
		5530240	06-25-1996	Larson et al.	
		5529138	06-25-1996	Shaw et al.	
		5528698	06-18-1996	Kamei et al.	
		5521633	05-28-1996	Nakajima et al.	
		5515448	05-07-1996	Nishitani	
		5510983	04-23-1996	Iino	
		5508592	04-16-1996	Lapatovich et al.	
		5500766	03-19-1996	Stonecypher	
		5498866	03-12-1996	Bendicks et al.	
		5493392	02-20-1996	Blackmon et al.	
		5487116	01-23-1996	Nakano et al.	
		5483060	01-09-1996	Sugiura et al.	
		5475494	12-12-1995	Nishida et al.	
		5471515	11-28-1995	Fossum et al.	
		5469298	11-21-1995	Suman et al.	
		5467284	11/14/1995	Yoshioka et al.	
		5461361	10-24-1995	Moore	
		5461357	10-24-1995	Yoshioka et al.	
		5457493	10-02-1995	Leddy et al.	
		5451822	09-19-1995	Bechtel et al.	
		5444478	08-22-1995	Lelong et al.	
		5440428	08-08-1995	Hegg et al.	
		5434927	07-18-1995	Brady et al.	
		5434407	07-18-1995	Bauer et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	14	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5430431	07-04-1995	Nelson	
		5426294	06-20-1995	Kobayashi et al.	
		5424952	06-13-1995	Asayama	
		5416478	05-16-1995	Morinaga	
		5416318	05-16-1995	Hegy	
		5416313	05-16-1995	Larson et al.	
		5414461	05-09-1995	Kishi et al.	
		5414257	05-09-1995	Stanton	
		5410346	04-25-1995	Saneyoshi et al.	
		5408346	04-18-1995	Trissel et al.	
		5406395	04-11-1995	Wilson et al.	
		5394333	02-28-1995	Kao	
		5386285	01-31-1995	Asayama	
		5379196	01-03-1995	Kobayashi et al.	
		5374852	12-20-1994	Parkes	
		5371535	12-06-1994	Takizawa	
		5355118	10-11-1994	Fukuhara	
		5351044	09-27-1994	Mathur et al.	
		5341437	08-23-1994	Nakayama	
		5336980	08-09-1994	Levers	
		5331312	07-19-1994	Kudoh	
		5329206	07-12-1994	Slotkowski et al.	
		5325386	06-28-1994	Jewell et al.	
		5325096	06-28-1994	Pakett	
		5313072	05-17-1994	Vachss	
		5309137	05-03-1994	Kajiwara	
		5307136	04-26-1994	Saneyoshi	
		5305012	04-19-1994	Faris	
		5298732	03-29-1994	Chen	
		5289321	02-22-1994	Secor	
		5289182	02-22-1994	Brillard et al.	
		5285060	02-08-1994	Larson et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
				Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
Sheet	15	of	30		

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5276389	01-04-1994	Levers	
		5253109	10-12-1993	O'Farrell	
		5246193	09-21-1993	Faidley	
		5245422	09-14-1993	Borcherts et al.	
		5235178	08-10-1993	Hegy	
		5225827	07-06-1993	Persson	
		5214408	05-25-1993	Asayama	
		5208701	05-04-1993	Maeda	
		5204778	04-20-1993	Bechtel	
		5193029	03-09-1993	Schofield	
		5193000	03-09-1993	Lipton et al.	
		5189561	02-23-1993	Hong	
		5187383	02-16-1993	Taccetta et al.	
		5184956	02-09-1993	Langlais et al.	
		5182502	01-26-1993	Slotkowski et al.	
		5177685	01-05-1993	Davis et al.	
		5172235	12-15-1992	Wilm et al.	
		5170374	12-08-1992	Shimohigashi et al.	
		5168378	12-01-1992	Black	
		5166681	11-24-1992	Bottesch et al.	
		5148014	09-15-1992	Lynam	
		5144685	09-01-1992	Nasar et al.	
		5130709	07-14-1992	Toyama et al.	
		5124549	06-23-1992	Michaels et al.	
		5121200	06-09-1992	Choi	
		5100093	03-31-1992	Rawlinson	
		5097362	03-17-1992	Lynas	
		5096287	03-17-1992	Kakinami et al.	
		5086510	02-04-1992	Guenther et al.	
		5086253	02-04-1992	Lawler	
		5072154	12-10-1991	Chen	
		5064274	11-12-1991	Alten	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	16	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5063603	11-05-1991	Burt	
		5059877	10-22-1991	Teder	
		5055668	10-08-1991	French	
		5050966	09-24-1991	Berman	
		5044706	09-03-1991	Chen	
		5036437	07-30-1991	Macks	
		5027200	06-25-1991	Petrossian et al.	
		5027001	06-25-1991	Torbert	
		5016977	05-21-1991	Baude et al.	
		5012082	04-30-1991	Watanabe	
		5008946	04-16-1991	Ando	
		5003288	03-26-1991	Wilhelm	
		5001558	03-19-1991	Burley et al.	
		4991054	02-05-1991	Walters	
		4987410	01-22-1991	Berman et al.	
		4987357	01-22-1991	Masaki	
		4975703	12-04-1990	Delisle et al.	
		4974078	11-27-1990	Tsai	
		4971430	11-20-1990	Lynas	
		4970653	11-13-1990	Kenue	
		4967319	10-30-1990	Seko	
		4961625	10-09-1990	Wood et al.	
		4956591	09-11-1990	Schierbeek	
		4953305	09-04-1990	Van Lente et al.	
		4937796	06-26-1990	Tendler	
		4917477	04-17-1990	Bechtel et al.	
		4916374	04-10-1990	Schierbeek	
		4910591	03-20-1990	Petrossian et al.	
		4907870	03-13-1990	Brucker	
		4900133	02-13-1990	Berman	
		4896030	01-23-1990	Miyaji	
		4895790	01-23-1990	Swanson et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
<b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
				Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
Sheet	17	of	30		

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		4892345	01-09-1990	Rachael III	
		4891559	01-02-1990	Matsumoto et al.	
		4886960	12-12-1989	Molyneux	
		4882565	11-21-1989	Gallmeyer	
		4882466	11-21-1989	Friel	
		4881019	11-14-1989	Shiraishi et al.	
		4872051	10-03-1989	Dye	
		4871917	10-03-1989	O'Farrell et al.	
		4867561	09-19-1989	Fujii et al.	
		4862037	08-29-1989	Farber et al.	
		4859031	08-22-1989	Berman et al.	
		4855822	08-08-1989	Narendra et al.	
		4847772	07-11-1989	Michalopoulos et al.	
		4838650	06-13-1989	Stewart	
		4825232	04-25-1989	Howdle	
		4820933	04-11-1989	Hong	
		4817948	04-04-1989	Simonelli	
		4793690	12-27-1988	Gahan	
		4789904	12-06-1988	Peterson	
		4772942	09-20-1988	Tuck	
		4768135	08-30-1988	Kretschmer et al.	
		4741603	05-03-1988	Miyagi	
		4731669	03-15-1988	Hayashi et al.	
		4727290	02-23-1988	Smith	
		4717830	01-05-1988	Botts	
		4713685	12-15-1987	Nishimura et al.	
		4701022	10-20-1987	Jacob	
		4697883	10-06-1987	Suzuki	
		4692798	09-08-1987	Seko et al.	
		4690508	09-01-1987	Jacob	
		4676601	06-30-1987	Itoh	
		4672457	06-09-1987	Hyatt	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (CAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	18	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		4671615	06-09-1987	Fukada	
		4669825	06-02-1987	Itoh	
		4665321	05-12-1987	Chang et al.	
		4653316	03-31-1987	Fukuhara	
		4647161	03-03-1987	Müller	
		4638287	01-20-1987	Umebayashi et al.	
		4632509	12-30-1986	Ohmi	
		4630109	12-16-1986	Barton	
		4629941	12-16-1986	Ellis	
		4626850	12-02-1986	Chey	
		4623222	11-18-1986	Itoh	
		4620141	10-28-1986	McCumber et al.	
		4614415	09-30-1986	Hyatt	
		4603946	08-05-1986	Kato	
		4600913	07-15-1986	Caine	
		4599544	07-08-1986	Martin	
		4580875	04-08-1986	Bechtel et al.	
		4572619	02-25-1986	Reininger	
		4571082	02-18-1986	Downs	
		4549208	10-22-1985	Kamejima et al.	
		4546551	10-15-1985	Franks	
		4529873	07-16-1985	Ballmer	
		4529275	07-16-1985	Ballmer	
		4512637	04-23-1985	Ballmer	
		4491390	01-01-1985	Tong-Shen	
		4488496	01-30-1996	Pine	
		4481450	11-06-1984	Watanabe et al.	
		4460831	07-17-1984	Oettinger et al.	
		4443057	04-17-1984	Bauer	
		4431896	02-14-1984	Lodetti	
		4420238	12-13-1983	Felix	
		4381888	05-03-1983	Momiyama	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (PAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	19	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>			

		4357558	11-02-1982	Massoni et al.	
		4355271	10-19-1982	Noack	
		4288814	09-08-1981	Talley et al.	
		4281898	08-04-1981	Ochiai	
		4277804	07-07-1981	Robison	
		4266856	05-12-1981	Wainwright	
		4257703	03-24-1981	Goodrich	
		4249160	02-03-1981	Chilvers	
		4247870	01-27-1981	Gabel et al.	
		4236099	11-25-1980	Rosenblum	
		4218698	08-19-1980	Bart et al.	
		4214266	07-22-1980	Myers	
		4200361	04-29-1980	Malvano	
		3985424	10-12-1976	Steinacher	
		3751711	08-07-1973	Schick	
		2959709	10-08-1960	Vanaman et al.	
		2598420	05-27-1952	Onksen et al.	
		2012/0045112	02-23-2012	Lundblad et al.	
		2009/0234824	10-01-2009	Hook et al.	
		2009/0201137	08-13-2009	Weller et al.	
		2009/0190015	07-30-2009	Bechtel et al.	
		2009/0113509	04-30-2009	Tseng et al.	
		2009/0052003	02-26-2009	Schofield et al.	
		2008/0147321	06-19-2008	Howard et al.	
		2009/0256938	04-09-2008	Bechtel et al.	
		2007/0242339	10-18-2007	Bradley	
		2007/0120657	05-31-2007	Schofield et al.	
		2007/0109406	05-17-2007	Schofield et al.	
		2007/0104476	05-10-2007	Yasutomi et al.	
		2006/0250501	11-09-2006	Wildmann et al.	
		2006/0103727	05-18-2006	Tseng	
		2006/0091813	05-04-2006	Stam et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>	
		Application Number	13/680,534
		Filing Date	November 19, 2012
		First Named Inventor	Kenneth Schofield
		Art Unit	2684
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	20	of	30
		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		2006/0050018	03-09-2006	Hutzel et al.	
		2006/0018511	01-26-2006	Stam et al.	
		2006/0018512	01-26-2006	Stam et al.	
		2005/0237385	10-27-2005	Kosaka et al.	
		2005/0219852	10-06-2005	Stam et al.	
		2005/0073853	04-07-2005	Stam	
		2004/0200948	10-14-2004	Bos et al.	
		2003/0222982	12-04-2003	Hamdan et al.	
		2003/0137586	07-24-2003	Lewellen	
		2002/0113873	08-22-2002	Williams	
		D351370	10-11-1994	Lawlor et al.	
		Re30835	12-29-1981	Giglia	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. Applicant's unique citation designation number (optional). See Kind Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. Filing Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST 3). For language patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST 16 if possible. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file and by the USPTO to process an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22303-1450. DO NOT SEND FILES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22303-1450. 003-061

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2821
				Examiner Name	
Sheet	21	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		DE1152627	08-08-1963	Klaus		X
		DE1182971	12-03-1964	Zuse KG		X
		DE1190413	04-08-1965	Zuse KG		X
		DE1196598	07-15-1965	Zuse KG		X
		DE1214174	04-14-1966	Zuse		X
		DE19518978	11-30-1995	Mitsubishi Electric Corp.		X
		DE3004247	08-13-1981	Werner		X
		DE3101855	08-05-1982	Werner		X
		DE3248511	07-05-1984	Bissenden		X
		DE3601388	07-23-1987	Robert Bosch GmbH		X
		DE3637165	05-05-1988	Ashauer		X
		DE3833022	04-05-1990	Fraunhofer		X
		DE3839512	05-31-1990	Messerschmitt Boelkow Blohm		X
		DE3839513	05-31-1990	Messerschmitt Boelkow Blohm		X
		DE3840425	06-07-1990	Messerschmitt Boelkow Blohm		X
		DE3844364	07-05-1990	Robert Bosch GmbH		X
		DE4107965	09-26-1991	Loidl		X
		DE4111993	10-24-1991	Volkswagen AG		X
		DE4116255	12-12-1991	Nissan Motor Co. Ltd.		X
		DE4122531	01-14-1993	Robert Bosch GmbH		X
		DE4124654	01-28-1993	Bundesrep Deutschland		X
		DE4130010	03-19-1992	Mitsubishi Electric Corp.		X
		DE4133882	04-30-1992	Volkswagen AG		X
		DE4137551	11-03-1993	Daimler Benz AG		X
		DE4231137	02-17-1994	Luenig Hermann		X
		DE4238599	06-09-1994	Block		X
		DE4300941	07-22-1993	Honda Motor Co. Ltd.		X

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2821
				Examiner Name	
Sheet	22	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		DE4328304	03-03-1994	Fuji Heavy Ind. Ltd.		X
		DE4332612	04-07-1994	Yazaki Corp.		X
		DE4332836	09-15-1994	Daimler Benz AG		X
		DE4336288	03-30-1995	Daimler Benz AG		X
		DE4341409	06-08-1995	Robert Bosch GmbH		X
		DE4407082	09-08-1994	Nippon Denso Co.		X
		DE4407757	09-15-1994	Mazda Motor		X
		DE4411179	10-06-1994	Mitsubishi Electric Corp.		X
		DE4412669	10-20-1994	Fuji Heavy Ltd.		X
		DE4418122	12-01-1994	Mazda Motor		X
		DE4423966	01-12-1995	Mazda Motor		X
		DE4428069	03-02-1995	Putzmeister Maschf		X
		DE4434698	03-30-1995	Hitachi Ltd.		X
		DE4480341	03-21-1996	Mitsubishi Motors Corp.		X
		DE69107283	07-13-1995	Mitsubishi Electric Corp.		X
		DE9010196	09-06-1990	Nagl		X
		EP0202460	10-09-1991	Yazaki Corporation		X
		EP0426503	05-08-1991	Donnelly Corp.		
		EP0450553	04-02-1991	Yazaki Corp.		X
		EP0492591	07-01-1992	Gentex Corp.		
		EP0513476	11-19-1992	Bundo		X
		EP0605045	07-06-1994	Philips Electronique Lab		X
		EP0788947	08-13-1997	Donnelly Corp.		
		EP0830267	05-22-1993	Donnelly Corp.		
		EP0889801	07-16-2008	Donnelly Corp.		
		EP361914	04-04-1990	Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha		X
		EP454516	10-30-1991	Renault		X
		EP455524	11-06-1991	Renualt		X
		EP477986	04-01-1992	Isuzu Motors Limited		X

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **003-000**  
 Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>		
				Application Number	13/680,534	
				Filing Date	November 19, 2012	
				First Named Inventor	Kenneth Schofield	
				Art Unit	2821	
				Examiner Name		
Sheet	23	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		EP487100	05-27-1992	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha		X
		EP495508	07-22-1992	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha		X
		EP496411	07-29-1992	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha		X
		EP505237	09-23-1992	Renault		X
		EP514343	11-19-1992	Aisin Seiki		X
		EP527665	02-17-1993	Matra Sep Imagerie ET		X
		EP582236	02-09-1994	Takata Corp.		X
		EP617296	09-28-1994	Peugeot		X
		EP626654	11-30-1994	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd.		X
		EP640903	03-01-1995	Lucas Industries Public Ltd. Company		X
		EP642950	03-15-1995	Valeo Vision		X
		EP654392	05-24-1995	Koyo Seiko Co. Ltd.		X
		EP686865	12-13-1995	Delco Electronics Corp.		X
		FR2687000	08-06-1993	Renault		X
		GB1000265	08-04-1965	Baumanns		X
		GB1054064	01-04-1967	Zuse		X
		GB914827	01-02-1963	Hayden		X
		JP01123587	05-16-1989	Mitsubishi Motors Corp.		X
		JP02190978	07-26-1990	Maxda Motor Corp.		X
		JP03099952	04-25-1991	Nissan Motor Co. Ltd.		X
		JP03266739	11-27-1991	Aisin Seiki Co. Ltd.		X
		JP04239400	11-01-1991	Toshiba Corp.		X
		JP04127280	04-28-1992	Nippon Denso Co. Ltd.		X
		JP05050883	03-02-1993	Noritake Co. Ltd.		X
		JP05093981	11-04-1994	Sharp KK		X

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>		
				Application Number	13/680,534	
				Filing Date	November 19, 2012	
				First Named Inventor	Kenneth Schofield	
				Art Unit	2821	
				Examiner Name		
Sheet	24	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		JP0577657	03-30-1993	Fujitsu Ltd.		X
		JP05244596	09-21-1993	Hughes Aircraft Co		X
		JP06000927	01-10-1994	Fuji Photo Film Co. Ltd.		X
		JP06107035	04-19-1994	Toshiba Corp.		X
		JP06113215	12-08-1995	Fujitsu Ten Ltd.		X
		JP06117924	04-28-1994	Nippon Denso Co. Ltd.		X
		JP06150198	05-31-1994	Nippon Seiki Co. Ltd.		X
		JP06230115	08-19-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06247246	09-06-1994	Mitsubishi Electric Corp.		X
		JP06267304	09-22-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06270733	09-27-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06276524	09-30-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06295601	10-21-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06321007	07-09-1996	Mitsubishi Materials Corp.		X
		JP07004170	01-13-1995	Matsushita Electric Ind. Co. Ltd.		X
		JP07025286	01-27-1995	Daihatsu Motor Co. Ltd.		X
		JP07078240	09-24-1996	Dainippon Printing Co. Ltd.		X
		JP07105496	04-21-1995	Hino Motors Ltd.		X
		JP2003083742	03-19-2003	Hanawa		X
		JP2630604	04-25-1997	Honda Giken Kogyo Co., Ltd.		X
		JP4114587	04-15-1992	Matsushita Electric Ind. Co. Ltd.		X
		JP4291405	10-15-1992	Nec Corp.		X
		JP5189694	07-30-1993	Matsushita Electric Ind Co Ltd.		X
		JP5213113	08-24-1993	Fujitsu Ten Ltd		X
		JP59114139	07-02-1984	Niles Co. Ltd		X

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO				<b>Complete if Known</b>		
<b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		Application Number	13/680,534			
		Filing Date	November 19, 2012			
		First Named Inventor	Kenneth Schofield			
		Art Unit	2821			
		Examiner Name				
Sheet 25 of 30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943				

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		JP60240545	11-29-1985	Nippon Denso Co. Ltd.		X
		JP6079889	05-07-1985	Matsushita Electric Co. Ltd.		X
		JP6080953	05-08-1985	Niles Parts Co. Ltd.		X
		JP62131837	06-15-1987	Hirohiko Yanagawa		X
		JP6227318	08-16-1994	Hitachi Ltd.		X
		JP6272245	05-08-1987	Toshiba Corp.		X
		JP06274626	09-30-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP6414700	01-18-1989	Aisin AW Co. Ltd.		X
		JP7032935	02-03-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7047878	02-21-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7052706	02-28-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7069125	03-14-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7125571	05-16-1995	Hitachi Ltd.		X
		JP7137574	05-30-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7186818	07-25-1995	Koito Mfg. Co. Ltd.		X
		JP732936	02-03-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JPS5539843	03-21-1980	Nissan Motor		X
		JP58110334	06-30-1983	Hino Motors Ltd.		X
		JPS62115600	05-27-1987	Nippon Denso		
		JP08166221	06-25-1996	Nippon Denso Co. Ltd.		X
		SE336535	04-13-1970	Lundell		
		WO1986005147	09-12-1986	Flaaten		
		WO1996021581	07-18-1996	Nine Lights & Company		

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /PT/

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	26	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		BOW, Sing T., "Pattern Recognition and Image Preprocessing (Signal Processing and Communications)", CRC Press, January 15, 2002, Pages 557-559.	
		G. WANG, D. RENSHAW, P.B. DENYER AND M. LU, CMOS Video Cameras, article, 1991, 4 pages, University of Edinburgh, UK.	
		J. BORENSTEIN ET AL., "Where am I? Sensors and Method for Mobile Robot Positioning", University of Michigan, April 1996, Pages 2, 125-128.	
		PRATT, "Digital Image Processing, Passage - ED.3", John Wiley & Sons, US, January 1, 2001, pages 657-659, XP002529771.	
		Reexamination Control No. 90/007,519, dated June 9, 2005, Reexamination of U.S. Patent No. 6,222,447, issued to Schofield et al.	
		Reexamination Control No. 90/007,520, dated June 9, 2005, Reexamination of U.S. Patent No. 5,949,331, issued to Schofield et al.	
		Reexamination Control No. 90/011,477, dated March 14, 2011, Reexamination of U.S. Patent No. 5,949,331, issued to Schofield et al.	
		Reexamination Control No. 90/011,478, dated March 28, 2011, Reexamination of U.S. Patent No. 6,222,447, issued to Schofield et al.	
		TOKIMARU et al., "CMOS Rear-View TV System with CCD Camera", National Technical Report Vol. 34, No. 3, pages 329-336, June 1988 (Japan).	
		VAN LEEUWEN et al., "Motion Estimation with a Mobile Camera for Traffic Applications", IEEE, US, vol. 1, October 3, 2000, pages 58-63.	
		VAN LEEUWEN et al., "Motion Interpretation for In-Car Vision Systems", IEEE, US, vol. 1, September 30, 2002, page 135-140.	
		VAN LEEUWEN et al., "Requirements for Motion Estimation in Image Sequences for Traffic Applications", IEEE, US, vol. 1, May 24, 1999, pages 145-150, XP010340272.	
		VAN LEUVEN et al., "Real-Time Vehicle Tracking in Image Sequences", IEEE, US, vol. 3, May 21, 2001, pages 2049-2054, XP010547308.	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>	
		Application Number	13/680,534
		Filing Date	November 19, 2012
		First Named Inventor	Kenneth Schofield
		Art Unit	2684
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet 27	of 30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		VLACIC ET AL., (Eds), "Intelligent Vehicle Technologies, Theory and Applications", Society of Automotive Engineers Inc., edited by SAE International, 2001.	
		Donnelly Panoramic Vision™ on Renault Talisman Concept Car At Frankfort Motor Show, PR Newswire, Frankfort, Germany September 10, 2001.	
		Schwarzinger 1992; 07/01/1992; Schwarzinger et al.; "Vision-based car-following: detection, tracking, and identification"	
		Jochem 1995; 09/26/1995; Jochem et al.; "PANS: a portable navigation platform"	
		Taktak 1994; 11/16/1995; Taktak et al.; "Vehicle detection at night using image processing and pattern recognition"	
		Ritter 1995; 10/1995; Ritter et al.; "Traffic sign recognition using colour information"	
		Kuehnle 1991; Kuehnle; 04/1991; "Symmetry-based recognition of vehicle rears"	
		Dubuisson-Jolly 1996; 03/1996; Dubuisson-Jolly; "Vehicle segmentation and classification using deformable templates"	
		Mendis-1993 ; 12/08/1993; Mendis et al.; "A 128x128 CMOS active pixel image sensor for highly integrated imaging systems"	
		Thomanek-1994 ; 10/1994; Thomanek et al.; "Multiple object recognition and scene interpretation for autonomous road vehicle guidance"	
		Vosselman 1995; 1995; Vosselman et al.; "Road tracking by profile matching and Kalman filtering"	
		Dickmanns-1992; 02/1992; Dickmanns et al.; "Recursive 3-D road and relative ego-state recognition"	
		Dickmanns; 1991; Dickmanns; "4-D dynamic vision for intelligent motion control"	
		Dickmanns 1990; 12/1990; Dickmanns et al.; "An integrated spatio-temporal approach to automatic visual guidance of autonomous vehicles"	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **603-968** TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Receipt date: 08/22/2013

13680534 (GAU): 2684

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0657-0034

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	28	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		Fossum-1995; 10/11/1995; Fossum; "Low power camera-on-a-chip using CMOS active pixel sensor technology"	
		Auty 1995; 03/14/1995; Auty et al.; "Image acquisition system for traffic monitoring applications"	
		Barron-1996 ; 03/1996; Barron et al.;"The role of electronic controls for future automotive mechatronic systems"	
		Cassiano-1992 ; 02/14/1992; Cassiano et al.; "Review of filtering methods in mobile vision from ground vehicles in low light conditions"	
		Huijsing-1992 ; 1992; Huijsing; "Integrated smart sensors"	
		Lee 1994; 11/16/1994 ; Lee et al.; "Automatic recognition of a car license plate using color image processing"	
		Malik 1995; 09/1995; Malik et al.; "A Machine Vision Based System for Guiding Lane-change Maneuvers"	
		Nguyen-1992 ; 07/01/1992; Nguyen et al.; "Obstacle detection using bi-spectrum CCD camera and image processing"	
		Nixon 1995; 1995; Nixon et al.; "128X128 CMOS Photodiode-Type Active Pixel Sensor With On-Chip Timing, Control And Signal Chain Electronics"	
		Raglan Tribe Video-1994 ; 1994; Raglan Tribe; "Robot Car Raglan Tribe" <a href="http://www.youtube.com/watch?v=AllZhcnpXYI">http://www.youtube.com/watch?v=AllZhcnpXYI</a>	
		Smith 1992; 05/11/1992; Smith et al.; "Optical sensors for automotive applications"	
		Smith 1994; 10/05/1994; Smith et al.; "Vision sensing for intelligent vehicle and highway systems"	
		Vellacott 1994; 05/19/1994; Vellacott; "CMOS in camera"	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>	
		Application Number	13/680,534
		Filing Date	November 19, 2012
		First Named Inventor	Kenneth Schofield
		Art Unit	2684
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet 29	of 30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		Yu 1995; 1995; Yu et al.; "Vehicles Recognition By Video Camera"	
		Sukthankar 1992; 10/1992; Sukthankar; "RACCOON: A Real-time Autonomous Car Chaser Operating Optimally at Night"	
		IEEE Paper 1988; Thorpe, at al, "Vision and Navigation for the Carnegie-Mellon Navlab	
		IEEE Paper 1988; Turk, et al., "VITS—A Vision System for Autonomous Land Vehicle Navigation"	
		Paper from Society of Automotive Engineers, Inc. 1988; Metzler, "Computer Vision Applied to Vehicle Operation"	
		IEE Paper 1991; Crisman and Thorpe; "UNSCARF, A Color Vision System for the Detection of Unstructured Roads"	
		Technical Report AIP-77 Department of Psychology, Carnegie Mellon University; 3/13/90; Pomerleau; "Alvinn: An Autonomous Land Vehicle in a Neural Network"	
		Nguyen, HG et al., "Obstacle detection using bi-spectrum CCD camera and image processing", Proceedings of the Intelligent Vehicles '92 Symposium, June 29-July 1, 1992, p. 42-50	
		Donnelly Panoramic Vision™ on Renault Talisman Concept Car At Frankfort Motor Show, PR Newswire, Frankfort, Germany September 10, 2001.	
		Proceedings of the Intelligent Vehicles Symposium, 1992-present	
		Industrial Electronics, Control, Instrumentation, and Automation, 1992. Power Electronics and Motion Control., Proceedings of the 1992 International Conference on Date of Conference: 9-13 Nov 1992	
		Ichiro Masaki , Vision-based vehicle guidance, Springer-Verlag, New York, 1992	
		J Manigel, W Leonhard, "Computer control of an autonomous road vehicle by computer vision" - Industrial Electronics, Control and Instrumentation, 1991. Proceedings. IECON '91., 1991 International Conference on, p. 19- 24 vol.1	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. 6008-070  
 Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Receipt date: 08/22/2013

13680534 GAU: 2684

Approved for use through 09/30/2008  
 U.S. Patent and Trademark Office U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	30	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		Linkwitz, K., High Precision Navigation: Integration of Navigational and Geodetic Methods. Springer-Verlag, July 5, 1989	
		Yu, X., Road tracking, lane segmentation and obstacle recognition by mathematical morphology. Intelligent Vehicles '92 Symposium, Proceedings of the, p. 166-172	
		EURIEKA Prometheus Project, 1987-1995, and any corresponding publications and public demonstrations	
		Lucas Demonstrates Intelligent Cruise Control, Detroit Feb. 27, 1995 available at <a href="http://www.thefreelibrary.com/LUCAS+DEMONSTRATES+INTELLIGENT+CRUISE+CONTROL+OL=a016602459">http://www.thefreelibrary.com/LUCAS+DEMONSTRATES+INTELLIGENT+CRUISE+CONTROL+OL=a016602459</a>	
		Siegle, G. "Autonomous Driving on a Road Network." Proceedings of the Intelligent Vehicles '92 Symposium Detroit, Michigan. ISBN 0-7803-0747-X; June 29-Jul 1 1992	
		<del>John Oldenburg; "Comments on the Autronic Eyes"</del>	
		Roberts, J.M., "Attentive Visual Tracking and Trajectory Estimation for Dynamic Scene Segmentation," December, 1994, University of Southampton, PhD submission	
		Matthews, N.D., "Visual Collision Avoidance," October, 1994, University of Southampton, PhD submission	
		Manigel, J. "Vehicle control by computer vision," Industrial Electronics, IEEE Transactions on, Jun 1992 v. 39 issue 3, 181-188	

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /TP/

Examiner Signature	/Toan Pham/	Date Considered	09/06/2013
--------------------	-------------	-----------------	------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. Applicant's unique citation designation number (optional). See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. Filer Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST 3). For language patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST 16 if possible. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file and by the USPTO to process an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22303-1450. DO NOT SEND FILES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22303-1450



## EAST Search History

## EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	0	vehicle with camera with windshield with imager with object	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2013/09/06 16:57
L2	42	vehicle with camera with windshield with object	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2013/09/06 16:57
L3	0	2 and captured and fog and snow and rain	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2013/09/06 16:58
L4	459	vehicle and vision and system and responsive and rain and fog and snow and windshield	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2013/09/06 16:59
L5	425	4 and forward and direction	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2013/09/06 16:59
L6	292	5 and sensor and arrays	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2013/09/06 16:59
L7	42	6 and photosensor	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2013/09/06 16:59
S1	13	("8098142" "6953253" "6802617" "6523961" "6302545" "5877897").FN.	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/03/23 15:50
S2	3	vehicle with vision with (photosensor adj2 array)	US-PGPUB;	OR	OFF	2012/03/25 16:57

			USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT			
S3	151	vehicle and vision and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:01
S4	94	S3 and (image adj2 data)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:02
S5	57	S4 and exterior and vehicle	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:02
S6	2	340/425.5.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:07
S7	0	340/426.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:07
S8	2	340/901.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:07
S9	6	340/435.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:07
S10	5	340/461.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:07
S11	3	340/438.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:08
S12	0	340/815.4.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB;	OR	OFF	2012/03/25 17:08

			USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT			
S13	0	340/433.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:08
S14	1	340/937.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:08
S15	18	359/604.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:08
S16	11	359/601.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:09
S17	4	359/603.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:09
S18	3	359/265.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:09
S19	22	348/148.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:10
S20	1	348/151.ccls. and vehicle and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/03/25 17:10
S21	38	vehicle with image with data with control with windshield	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPC; DERWENT	OR	OFF	2012/04/19 08:34
S22	27	vehicle with (photosensor adj2 array) with windshield	US- PGPUB;	OR	OFF	2012/04/19 08:41

			USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT			
S23	31	vehicle with (photosensor adj2 array) with forward with view	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/04/19 08:44
S24	25	S23 and analyzing and exterior and image and data	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/04/19 08:45
S25	24	("8098142" "6953253" "6802617" "6523964" "6302545" "5877897" "8203440").PN.	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 08:35
S26	182	("8,203,440" "8,098,142" "7,561,181" "7,149,613" "6,953,253" "6,831,261" "6,802,617" "6,703,925" "6,650,233" "6,559,435" "6,523,964" "6,442,465" "6,433,676" "6,320,176" "6,302,545" "6,243,003" "6,097,023" "5,877,897" "5,848,802" "5,845,000" "5,844,682" "5,844,505" "5,837,994" "5,835,255" "5,798,575" "5,796,094" "5,793,420" "5,793,308" "5,790,973" "5,790,403" "5,786,772" "5,781,437" "5,765,116" "5,761,094" "5,760,962" "5,760,931" "5,760,828" "5,760,826" "5,737,226" "5,276,389" "5,724,316" "5,724,187" "5,699,044" "5,677,851" "5,670,935" "5,668,663" "5,666,028" "5,661,303" "5,660,454" "5,650,944" "5,648,835" "5,642,299" "5,634,709" "5,619,370" "5,614,788" "5,594,222" "5,581,464" "5,574,443" "5,568,027" "5,555,555" "5,550,677" "5,541,590" "5,539,397" "5,537,003" "5,535,314" "5,530,420" "5,530,240" "5,529,138" "5,528,698" "5,521,633" "5,515,448" "5,510,983" "5,500,766" "5,498,866" "5,475,494" "5,471,515" "5,469,298" "5,461,361" "5,461,357" "5,457,493" "5,451,822" "5,444,478" "5,440,428" "5,434,407" "5,430,431" "5,426,294" "5,424,952" "5,416,478" "5,416,318" "5,416,313").pn.	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 12:53
S27	233	("5,386,285" "5,374,852" "5,355,118" "5,351,044" "5,341,437" "5,336,980" "5,331,312" "5,329,206" "5,325,386" "5,325,096" "5,313,072" "5,309,137" "5,307,136" "5,305,012" "5,289,321" "5,289,182" "5,285,060" "5,253,109" "5,245,422" "5,208,701" "5,204,778" "5,204,778" "5,193,029" "5,193,000" "5,189,561" "5,184,956" "5,182,502" "5,177,685" "5,172,235" "5,170,374"	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 12:54

		"5,168,378" "5,148,014" "5,130,709" "5,124,549" "5,121,200" "5,097,362" "5,096,287" "5,086,253" "5,072,154" "5,064,274" "5,059,877" "5,055,668" "5,044,706" "5,027,200" "5,027,001" "5,016,977" "5,012,082" "5,003,288" "5,001,558" "4,991,054" "4,987,357" "4,974,078" "4,971,430" "4,970,653" "4,967,319" "4,961,625" "4,956,591" "4,953,305" "4,937,796" "4,917,477" "4,916,374" "4,910,591" "4,907,870" "4,896,030" "4,895,790" "4,892,345" "4,891,559" "4,886,960" "4,882,565" "4,881,019" "4,872,051" "4,871,917" "4,867,561" "4,862,037" "4,855,822" "4,847,772" "4,838,650" "4,825,232" "4,820,933" "4,817,948" "4,793,690" "4,789,904" "4,772,942" "4,768,135" "4,741,603" "4,731,669" "4,727,290" "4,717,830" "4,713,685" "4,701,022" "4,697,883" "4,692,798" "4,690,508" "4,676,601" "4,672,457").pn.				
S28	293	("4,671,615" "4,669,826" "4,669,825" "4,653,316" "4,647,161" "4,638,287" "4,632,509" "4,630,109" "4,629,941" "4,626,850" "4,623,222" "4,620,141" "4,614,415" "4,603,946" "4,600,913" "4,580,875" "4,572,619" "4,571,082" "4,549,208" "4,546,551" "4,529,873" "4,529,275" "4,512,637" "4,491,390" "4,481,450" "4,460,831" "4,443,057" "4,431,896" "4,420,238" "4,381,888" "4,357,558" "4,355,271" "4,288,814" "4,281,898" "4,277,804" "4,266,856" "4,249,160" "4,247,870" "4,236,099" "4,218,698" "4,214,266" "4,200,361" "4,161,653" "4,111,720" "4,093,364" "4,052,712" "4,037,134" "3,986,022" "3,985,424" "3,962,600" "3,947,095" "3,862,798" "3,813,540" "3,811,046" "3,807,832" "3,746,430" "3,708,231" "3,689,695" "3,680,951" "3,665,224" "3,612,666" "3,601,614" "3,349,394" "2,827,594" "2,632,040" "20020015153" "20020044065" "20020113873" "20020159270" "20030137586" "20030222982" "20030227777" "20040012488" "20040016870" "20040032321" "20040051634" "20040114381" "20040128065" "20040200948" "20050078389" "20050134966" "20050134983" "20050146792" "20050169003" "20050195488" "20050200700" "20050232469" "20050264891" "20060018511" "20060018512" "20060028731" "20060050018" "20060091813" "20060103727" "20060164230" "20060250501" "20070023613" "20070104476" "20070109406" "20070109651" "20070109652" "20070109653" "20070109654" "20070120657" "20070176080" "20080180529"	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 12:54

		"20090113509" "20100045797").pn.				
S29	0	S26 and photosensor and array and vehicular and vision and forward and view and windshield and vipers and travel and direction and analyzing and images and exterior and object and present	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 12:56
S30	0	S27 and photosensor and array and vehicular and vision and forward and view and windshield and vipers and travel and direction and analyzing and images and exterior and object and present	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 12:56
S31	0	S28 and photosensor and array and vehicular and vision and forward and view and windshield and vipers and travel and direction and analyzing and images and exterior and object and present	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 12:56
S32	0	photosensor and array and vehicular and vision and forward and view and windshield and vipers and travel and direction and analyzing and images and exterior and object and present	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 12:56
S33	0	photosensor and array and vehicle and vision and forward and view and windshield and vipers and travel and direction and analyzing and images and exterior and object and present	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 13:49
S34	4934	vehicle with vision with system	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 14:48
S35	653	S34 and (photosensor camera) and array and windshield	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 14:49
S36	166	S35 and (forward adj2 view) and exterior and travel\$3 and direction	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 14:49
S37	38	S36 and analyzes and image\$2	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/16 14:49
S38	244	vehicle with image with (camera photosensor) with array	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO;	OR	OFF	2012/08/17 09:08

S39	0	S38 and windshield and object and present and image and captured	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/17 09:08
S40	29	S38 and windshield and object and presence and image and captured	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/17 09:09
S41	11132	vehicle with image with processing	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/17 15:45
S42	710	S41 and analyzing and (image adj2 data)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/17 15:52
S43	22	S42 and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/17 15:53
S44	116	S41 and (ambient adj2 light adj2 level)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/17 16:09
S45	13	S44 and (photosensor adj2 array)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/17 16:10
S46	159	vehicle with vision with (image adj2 data)	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/17 17:03
S47	33	S46 and windshield and forward and view	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/17 17:04
S48	221	("20030169522"   "5550677"   "5715093" "6201236"   "6222447"   "6243003"   "6941216"   "4970653"   "5304980"   "5745310"   "5845000"   "5929786"   "6824281"   "7005974"   "20020003571"	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO;	OR	OFF	2012/08/28 11:27


		"20020188392"   "20030025597"   "20030156015"   "5424952"   "5500766"   "5642299"   "6285393"   "6411204"   "6485155"   "6580996"   "6594583"   "7038577"   "7295682"   "20030236622"   "4931937"   "5426294"   "5760962"   "6218960"   "6292111"   "20020159270"   "5177685"   "5189561"   "5790403"   "6278377"   "6968266"   "20060125919"   "5786772"   "6104552"   "6882287"   "7133661"   "5097362"   "5581464"   "5877897"   "5884212"   "5949331"   "6097023"   "6173222"   "6201642"   "6313454"   "6317057"   "6320176"   "6433676"   "6671607"   "6691008"   "7151844"   "5448484"   "5487116"   "5541590"   "5617085"   "5892855"   "6169940"   "6246961"   "6690268"   "6717610"   "20030052773"   "4600913"   "5521633"   "6044321"   "6269308"   "6282483"   "5128874"   "5365603"   "5537003"   "6292752"   "6341523"   "5796094"   "6420975"   "6708100"   "7463138"   "20060164230"   "5369590"   "5837994"   "6049619"   "6226592"   "6250148"   "6590719"   "4971430"   "6009337"   "6823241"   "20060171704"   "4258979"   "4847772"   "5642093"   "5890083"   "6005492"   "6757109"   "20040149504"   "4907870"   "5670935"   "6353392"   "6396397"   "6748312"   "20050232469"   "4942533"   "5929784"   "6226389"   "6249214"   "6330511"   "6498620").PN.	DERWENT			
S49	707	vehicle with (vision camera) with forward with view	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/29 09:40
S50	8	S49 and analyzes and image and data and photosensor and array	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/29 09:40
S51	78	S49 and exposure and light and level and ambient	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/29 09:42
S52	24	("8203440" "8098142" "6953253" "6802617" "6523964" "6302545" "5877897").pn.	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2012/08/29 12:57
S53	18	("8314689" "8230440" "8098142" "6953253" "6802617" "6523964" "6302545" "5877898").pn.	US- PGPUB; USPAT; FPRS;	OR	OFF	2013/08/22 18:22



			EPO; JPO; DERWENT			
S54	3	"8314689".pn.	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2013/09/06 09:10
S55	2	"7526103".pn.	US- PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; DERWENT	OR	OFF	2013/09/06 09:13

9/6/2013 5:00:41 PM


C:\Users\tpham2\Documents\EAST\Workspaces\vehicle vision system.wsp

<b>Issue Classification</b> 	<b>Application/Control No.</b> 13680534	<b>Applicant(s)/Patent Under Reexamination</b> SCHOFIELD ET AL.
	<b>Examiner</b> TOAN N PHAM	<b>Art Unit</b> 2684

CPC			Type	Version
Symbol				


CPC Combination Sets				
Symbol	Type	Set	Ranking	Version

NONE		<b>Total Claims Allowed:</b>	
(Assistant Examiner)	(Date)	109	
/TOAN N PHAM/ Primary Examiner, Art Unit 2684	09/06/2013	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	1C, 1D

<b>Issue Classification</b> 	<b>Application/Control No.</b> 13680534	<b>Applicant(s)/Patent Under Reexamination</b> SCHOFIELD ET AL.
	<b>Examiner</b> TOAN N PHAM	<b>Art Unit</b> 2684

US ORIGINAL CLASSIFICATION				INTERNATIONAL CLASSIFICATION									
CLASS		SUBCLASS		CLAIMED				NON-CLAIMED					
340		425.5		B	6	0	0	1-CO (2008 01 01)					
<b>CROSS REFERENCE(S)</b>													
CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)												
340	435	937											
348	148	151											

NONE		<b>Total Claims Allowed:</b>	
(Assistant Examiner)	(Date)	109	
/TOAN N PHAM/ Primary Examiner, Art Unit 2684	09/06/2013	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	1C, 1D

<b>Issue Classification</b> 	<b>Application/Control No.</b> 13680534	<b>Applicant(s)/Patent Under Reexamination</b> SCHOFIELD ET AL.
	<b>Examiner</b> TOAN N PHAM	<b>Art Unit</b> 2684

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Claims renumbered in the same order as presented by applicant</b> <input type="checkbox"/> <b>CPA</b> <input type="checkbox"/> <b>T.D.</b> <input type="checkbox"/> <b>R.1.47</b>															
Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original
	1		17		33		49		65		81		97		
	2		18		34		50		66		82		98		
	3		19		35		51		67		83		99		
	4		20		36		52		68		84		100		
	5		21		37		53		69		85		101		
	6		22		38		54		70		86		102		
	7		23		39		55		71		87		103		
	8		24		40		56		72		88		104		
	9		25		41		57		73		89		105		
	10		26		42		58		74		90		106		
	11		27		43		59		75		91		107		
	12		28		44		60		76		92		108		
	13		29		45		61		77		93		109		
	14		30		46		62		78		94				
	15		31		47		63		79		95				
	16		32		48		64		80		96				

NONE		<b>Total Claims Allowed:</b>	
		109	
(Assistant Examiner)	(Date)	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
/TOAN N PHAM/ Primary Examiner. Art Unit 2684	09/06/2013	1	1C, 1D
(Primary Examiner)	(Date)		

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Art Unit : 2872  
Inventor : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
Serial No. : 13/680,534  
Filing Date : November 19, 2012  
For : VEHICULAR VISION SYSTEM

Notice of Allowance Mailing Date: September 13, 2013  
Confirmation No.: 1034

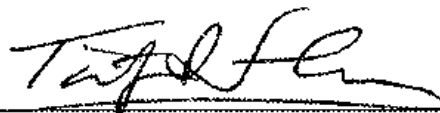
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

RESPONSE TO INFORMATIONAL NOTICE TO APPLICANT

Responsive to the Informational Notice to Applicant mailed December 19, 2012, enclosed herewith are newly signed Declarations. Entry and approval of these signed Declarations is respectfully requested.

Respectfully submitted,



Date: September 13, 2013

---

Timothy A. Flory  
Registration No. 42 540  
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Drive, S.E., Suite 207  
Grand Rapids, Michigan 49546  
(616) 975-5500

## DECLARATION (37 CFR 1.63) FOR UTILITY OR DESIGN APPLICATION USING AN APPLICATION DATA SHEET (37 CFR 1.76)

Title of  
Invention

VEHICULAR VISION SYSTEM

As the below named inventor, I hereby declare that:

This declaration  
is directed to:

The attached application, or

United States application or PCT International application number 13/680,534

filed on November 19, 2012

The above-identified application was made or authorized to be made by me.

I believe that I am the original inventor or an original joint inventor of a claimed invention in the application.

I hereby acknowledge that any willful false statement made in this declaration is punishable under 18 U.S.C. 1001 by fine or imprisonment of not more than five (5) years, or both.

### WARNING:

Petitioner/applicant is cautioned to avoid submitting personal information in documents filed in a patent application that may contribute to identity theft. Personal information such as social security numbers, bank account numbers, or credit card numbers (other than a check or credit card authorization form PTO-2038 submitted for payment purposes) is never required by the USPTO to support a petition or an application. If this type of personal information is included in documents submitted to the USPTO, petitioners/applicants should consider redacting such personal information from the documents before submitting them to the USPTO. Petitioner/applicant is advised that the record of a patent application is available to the public after publication of the application (unless a non-publication request in compliance with 37 CFR 1.213(a) is made in the application) or issuance of a patent. Furthermore, the record from an abandoned application may also be available to the public if the application is referenced in a published application or an issued patent (see 37 CFR 1.14). Checks and credit card authorization forms PTO-2038 submitted for payment purposes are not retained in the application file and therefore are not publicly available.

LEGAL NAME OF INVENTOR

Inventor: Kenneth Schofield

Date (Optional): \_\_\_\_\_

Signature: K. Schofield

Note: An application data sheet (PTO/AIA/14 or equivalent), including naming the entire inventive entity, must accompany this form. Use an additional PTO/SB/AIA01 form for each additional inventor.

This collection of information is required by 35 U.S.C. 115 and 37 CFR 1.63. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 1 minute to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

*If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.*

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

**DECLARATION (37 CFR 1.63) FOR UTILITY OR DESIGN APPLICATION USING AN APPLICATION DATA SHEET (37 CFR 1.76)**

Title of Invention:	VEHICULAR VISION SYSTEM
---------------------	-------------------------

As the below named inventor, I hereby declare that:

This declaration is directed to  The attached application, or  
 United States application or PCT international application number 13/680,534  
filed on November 19, 2012

The above-identified application was made or authorized to be made by me.

I believe that I am the original inventor or an original joint inventor of a claimed invention in the application.

I hereby acknowledge that any willful false statement made in this declaration is punishable under 18 U.S.C. 1001 by fine or imprisonment of not more than five (5) years, or both.

**WARNING:**

Petitioner/applicant is cautioned to avoid submitting personal information in documents filed in a patent application that may contribute to identity theft. Personal information such as social security numbers, bank account numbers, or credit card numbers (other than a check or credit card authorization form PTO-2038 submitted for payment purposes) is never required by the USPTO to support a petition or an application. If this type of personal information is included in documents submitted to the USPTO, petitioners/applicants should consider redacting such personal information from the documents before submitting them to the USPTO. Petitioner/applicant is advised that the record of a patent application is available to the public after publication of the application (unless a non-publication request in compliance with 37 CFR 1.213(a) is made in the application) or issuance of a patent. Furthermore, the record from an abandoned application may also be available to the public if the application is referenced in a published application or an issued patent (see 37 CFR 1.14). Checks and credit card authorization forms PTO-2038 submitted for payment purposes are not retained in the application file and therefore are not publicly available.

**LEGAL NAME OF INVENTOR**

Inventor: Mark L. Larson Date (Optional): 9-13-2013  
Signature: \_\_\_\_\_

Note: An application data sheet (PTO/AIA/14 or equivalent), including naming the entire inventive entity, must accompany this form. Use an additional PTO/US/AIA01 form for each additional inventor.

This collection of information is required by 35 U.S.C. 115 and 37 CFR 1.63. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 1 minute to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

## Electronic Acknowledgement Receipt

<b>EFS ID:</b>	16852435
<b>Application Number:</b>	13680534
<b>International Application Number:</b>	
<b>Confirmation Number:</b>	1034
<b>Title of Invention:</b>	VEHICULAR VISION SYSTEM
<b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>	Kenneth Schofield
<b>Customer Number:</b>	15671
<b>Filer:</b>	Timothy A. Flory/Amanda Sytsma
<b>Filer Authorized By:</b>	Timothy A. Flory
<b>Attorney Docket Number:</b>	MAG04 P-1943
<b>Receipt Date:</b>	13-SEP-2013
<b>Filing Date:</b>	19-NOV-2012
<b>Time Stamp:</b>	16:51:44
<b>Application Type:</b>	Utility under 35 USC 111(a)

### Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

### File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Miscellaneous Incoming Letter	ResponsetoInformationalNotic e.pdf	15289 <small>1c78dd6dd79c7a52c643f115a3b13d7aaf1 9b648</small>	no	1

### Warnings:

### Information:

1003-087



2	Oath or Declaration filed	SignedDeclarations.pdf	949778 <small>734e8af28aad45a0099dc6de564bfbbd72a ee496</small>	no	2
---	---------------------------	------------------------	--	----	---

**Warnings:**

The page size in the PDF is too large. The pages should be 8.5 x 11 or A4. If this PDF is submitted, the pages will be resized upon entry into the Image File Wrapper and may affect subsequent processing

**Information:**

<b>Total Files Size (in bytes):</b>	965067
-------------------------------------	--------

**This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.**

**New Applications Under 35 U.S.C. 111**

**If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.**

**National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371**

**If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.**

**New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office**

**If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.**

Substitute for form 1449/PTO  <h2 style="text-align: center;">INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</h2> <p style="text-align: center;"><i>(Use as many sheets as necessary)</i></p>				<b>Complete if Known</b>	
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2872		
		Examiner Name	Toan N. Pham		
		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943		
Sheet	1	of	3		

**U. S. PATENT DOCUMENTS**

Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number <i>Number-Kind Code<sup>2 (if known)</sup></i>	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
-----------------------	--------------------------	---	--------------------------------	--	---

		5535144	07-09-1996	Kise	
		4037134	07-19-1977	Loper	
		2827594	03-18-1953	Rabinow	
		2632040	03-17-1953	Rabinow	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS.

Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2872		
		Examiner Name	Toan N. Pham		
Sheet	2	of	3	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

FOREIGN PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear
		Country Code <sup>2</sup> Number <sup>3</sup> -Kind Code <sup>4</sup> <i>(if known)</i>			

		JP02190978	07-26-1990	Mazda Motor Corp.	X
		JP06113215	04-22-1994	Olympus Optical Co. Ltd.	X
		JP06321007	11-22-1994	Koito Mfg. Co. Ltd.	X
		JP07078240	03-20-1995	Sumitomo Electric Ind. Ltd.	X

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>1</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>2</sup> Inter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST 3). <sup>3</sup> For language patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>4</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST 16 if possible. <sup>5</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file and by the USPTO to process an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22303-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **003-090**

Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22303-1450

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2872		
		Examiner Name	Toan N. Pham		
Sheet	3	of	3	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>
		DENYER, Peter B.; RENSHAW, David; WANG, Gouyu; LU, Ming Ying; and ANDERSON, Stuart, On-Chip CMOS Sensors for VLSI Imaging Systems, pp. 4b1.1-4b1.5.	
		Improved Obstacle Detection by Sensor Fusion, pg. 1	
		Article entitled "Generation of Vision Technology," published by VLSI Vision Limited, publication date unknown.	
		R.H. Tribe, Intelligent Autonomous Systems for Cars, Advanced Robotics and Intelligent Machines, Peter Peregrinus (Nov. 1994).	
		R.H. Tribe et al., Collision Warning, Autotech '93, Seminar 9, NEC Birmingham, UK (Nov. 1993).	
		M.A. Arain et al., Action planning for the collision avoidance system using neural networks, Intelligent Vehicle Symposium, Tokyo, Japan (July 1993)	
		P.E. An et al., Aspects of Neural Networks in Intelligent Collision Avoidance Systems for Prometheus, JFIT 93, pp. 129-135 (March 1993).	
		R. Page et al., Advanced technologies for collision avoidance, Eureka on Campus (Summer 1992).	
		S. Kidd et al., Speed Over Ground Measurement, SAE Technical Paper Series, no. 910272, pp. 29-36 (Feb.-March 1991)	
		Andreas Kuehnle, Symmetry-based recognition of vehicle rears, Pattern Recognition Letters 12, pp. 249-258 (1991).	
		M.A. Arain et al., Application of Neural Networks for Traffic Scenario Identification, 4th Prometheus Workshop, University of Compiegne, Paris, France, pp. 102-111 (Sept. 1990).	
		R.H. Tribe, Collision Avoidance, Advances, Issue No. 4, May 1990.	
		R.H. Tribe et al., Collision Avoidance, Lucas International Symposium, Paris, France (1989).	
		S.J. Pacaud et al., Ground Speed Sensing, Lucas International Symposium, Paris, France (1989).	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **02-190978**

(43)Date of publication of application : **28.07.1990**

(51)Int.Cl. **G06F 15/62**

**G06F 15/70**

(21)Application number : **01-011520**

(71)Applicant : **MAZDA MOTOR CORP**

(22)Date of filing : **19.01.1989**

(72)Inventor : **SASAKI HIDEYUKI  
KUROSUMI TAKASHI**

### (54) VISUAL SENSE RECOGNIZING DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To accurately and rapidly detect a vehicle by picking up only the red image out of landscape including a vehicle, processing the image and extracting a rear lamp.

**CONSTITUTION:** Red light penetrated through a red light transmitting filter 1 is picked up by a visual sensor 2, an image outputted from a visual sensor 2 is converted into an image indicating red light density by an image processing part 4 and the density-converted image is divided into plural picture element areas by a dividing means 51. A picture element area whose difference in density change is larger than a prescribed value is extracted from the divided picture element areas and the rear lamp of the vehicle traveling in the front is discriminated from the extracted picture element area, so that the position of the front vehicle can be checked on the image. Thus, the vehicle traveling in the front can be properly recognized.



公開特許公報(A)

平2-190978

Int. Cl.<sup>4</sup>

G 06 F 15/82  
15/70

識別記号

3 8 0  
3 3 5 A

庁内整理番号

8419-5B  
7368-5B

公開 平成2年(1990)7月26日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

発明の名称 車両用視覚認識装置

特 願 平1-11520

出 願 平1(1989)1月19日

発 明 者	佐々木 英行	広島県安芸郡府中町新地3番1号	マツダ株式会社内
発 明 者	黒 角 高 意	広島県安芸郡府中町新地3番1号	マツダ株式会社内
出 願 人	マツダ株式会社	広島県安芸郡府中町新地3番1号	
代 理 人	弁理士 小谷 悦司	外2名	

摘 要

1. 発明の名称

車両用視覚認識装置

2. 発明請求の範囲

1. 赤外線透過フィルタを介して車両の前方視界を照らす視覚センサと、この視覚センサからの画像に基づいて視覚認識装置を作成する画像処理手段と、この視覚認識装置を複数の画像領域に分割する分割手段と、この分割された画像領域の中から過度露出の差分が所定値よりも大きい画像領域を抽出する抽出手段と、この抽出された画像領域の中から前方を走行する車両のリヤランプを識別する識別処理手段とを備えたことを特徴とする車両用視覚認識装置。

3. 発明の特長

(産業上の利用分野)

本発明は、視覚センサからの画像を処理して前方を走行する車両を識別する車両用視覚認識装置に関するものである。

(従来の技術)

従来から、車両走行の安全を図るために衝突回避装置が多く開発されている。この衝突回避装置としては、赤外線、ドップラレーダを用いて前方を走行する車両と自車両との距離を測出するものがある。しかし、このドップラレーダでは前方の車両距離を測出し、この車両に向けて音波等を正確に送達しなければ前方の車両までの距離を正確に測出することができず、精度な測距が必要となる。

一方、障害物(移動体)の位置および方向を測出する手段として、所定の位置に固定されたカメラ(視覚センサ)により撮られた画像を画像処理するものがある(特開昭61-240307号公報)。

(発明が解決しようとする課題)

車両走行中においては周囲の現象となる障害物、例えば、前方を走行する車両を即時に検出する必要がある。

一方、カメラ等の視覚センサからの画像を処理して障害物を識別するには大量のデータを処理す

る必要があり、この大差のデータのゆかり前方を  
進行する車線を確保して適正に減速することは  
望ましいといえる問題がある。

本発明は、上記問題を解決するもので、簡単に  
操縦の始末を進行する車線全体を通過して減速  
することのできる自動用視覚装置を提供する  
ことを目的とする。

(問題を解決するための手段)

前記目的を達成するために、本発明は赤色光透  
過フィルタを介して車両の前方向を照らす投  
光センサと、この投光センサからの画像に基づい  
て道路視覚画像を生成する画像処理部と、この新  
生成視覚画像を複数の画像領域に分割する分割手  
段と、この分割された画像領域の中からの画像領域  
の差分が所定値より大きい画像領域を抽出する抽  
出手段と、この抽出された画像領域の中から前方  
を進行する車両のリヤランプを識別する識別手  
段とを備えたものである。

(作用)

上記構成の自動用視覚装置によれば、赤色

して、投光センサ2は前方を進行する車線全体の  
車線等を照らす投光赤色光透過フィルタを備  
えて構成し、画像処理部として抽出するよう  
にしている。

A-D映像部3は投光センサ2からの画像処理  
をサンプリングしてデジタルデータに変換する  
ものである。画像処理部4はA-D映像部3から  
のデジタルデータに基づいて2値化データある  
いは多値化データである画像データからなる  
画像処理画像を生成するものである。なお、上  
記構成データは投光センサ2からの画像処理  
の赤色の画像に生成するものである。

中央制御部5は抽出手段5-1と抽出手段5-2と  
は抽出手段5-3とを備え、画像処理部4から  
の画像処理画像に基づいて前方を進行する車  
線を確保するものである。分割手段5-1は上  
記構成画像を複数の画像領域にそれぞれ分割  
するものである。抽出手段5-2は分割手段  
5-1により分割された画像領域毎の画像デー  
タと、画像処理画像の差分に基づいて抽出した

赤色光透過フィルタを透過した赤色光が投光  
センサに照らされ、投光センサから出力され  
た画像が画像処理部により赤色光の画像を  
生成する。この生成された画像領域が分割手  
段により複数の画像領域に分割され、この分  
割された画像領域の中から画像領域の差分  
が所定値より大きい画像領域が抽出され、  
抽出された画像領域の中から前方を進行す  
る車両のリヤランプが識別されることによ  
り、前方の車両の位置が自動的に検出され  
る。

(実施例)

図1図は本発明に係る自動用視覚装置の概  
略図である。

自動用視覚装置は赤色光透過フィルタ1と  
投光センサ2とA-D映像部3と画像処理部4と  
中央制御部5と抽出部7とを備え、これら  
から構成される。

赤色光透過フィルタ1は赤色光透過の板状  
のもので、700nm～7500nmの赤色光を透過  
させるものである。投光センサ2はカラー  
カメラ等からなるもので、照射しない車  
線の位置に配置される。そ

の画像データとの差分データを求め、この  
差分データの絶対値が予め設定された所  
定値より大きい画像領域を抽出するもの  
である。

抽出手段5-3は抽出手段5-2により抽出  
された画像領域に基づいて前方を進行す  
る車線を確保するリヤランプを識別し、かつ、  
これらリヤランプ間の距離に基づいて前方  
を進行する車線までの距離を抽出するもの  
である。

制御部5はM、R、A、S等からなり、中央  
制御部5の制御プログラムや画像処理部の  
画像データを記憶するものである。抽出部  
7は表示装置、ブザー等からなり、抽出  
された上記画像領域が予め設定された安全  
距離以内の場合に警報表示あるいは警報  
音を発するものである。

次に、上記構成の動作について説明する。

例えば、図2図の(a)に示される車両8は  
前方を進行しているとする。

この場合、図2図の(b)に示すように、  
車両8の位置に抽出された赤色のり

リヤランプ9、10や車室内の壁面に配設された赤色の補助ランプ11のみが赤色光透過フィルタ1を通過して検視センサ2に照射され、検視センサ2から検出信号として出力される。

この画像情報はA-D変換部3によりデジタルデータに変換され、画像処理部4により画像データからなる画像処理画像に処理される。また、この画像処理画像は分割手段1により複数の画像領域に分割される。

そして、抽出手段5により上記分割された各画像領域毎にそれぞれ検出あるいは検出方向に隣接した画像領域との差分データの差分データが求められ、この差分データの絶対値が予め設定された所定値より大きい画像領域が検出される。

すなわち、リヤランプ9、10や補助ランプ11に属する画像領域の画像データはそれ以外の画像領域の画像データよりも強く、したがって、リヤランプ9、10や補助ランプ11の輪郭に属した画像領域の差分データが上記所定値よりも大きくなる。このため、第2図の(カ)に示すように、

リヤランプ9、10や補助ランプ11の輪郭を形成する画像領域が画像処理画像上に於いて検出される。

この検出された輪郭の内から、同程度の面積および形状の輪郭が左右に2個検出されると、この輪郭を軸瓦を走行する車両の左右両側部に配設されたリヤランプ9、10と認識する。

このうち、リヤランプ9、10に係る各輪郭の両側部間の距離が画像処理画像上の偵知距離Xとして検出され、この偵知距離Xに基づいて車幅と検出点との距離距離が算出される。すなわち、前方を走行する車両との距離との検出距離が異なる場合と異なる場合との検出距離が異なる場合と異なる場合とが長くなる程、上記偵知距離Xは異なる。このため、例えば、画像処理画像上の偵知距離Xと実際の所定距離との対応関係を記憶させたテーブルに基づき、上記偵知距離Xに対応した上記車幅距離の算出値を算出することができる。

そして、この車幅距離が予め設定した安全距離

以下になると、警報部7により警報表示あるいは警報音が発せられる。

このように、リヤランプ9、10を照射して前方を走行する車両を検出するようとしたので、検出点を含む領域の内から赤色のみを透過して画像処理を行い、リヤランプ9、10を抽出することで車両を正確かつ迅速に検出することができる。すなわち、画像処理に必要なデータ量が少なくなるので、車両を含む領域を撮影してからリヤランプ9、10を抽出するまでの処理時間が極めて短くなり、簡単に車両を検出することができる。

次に、第3図において、前方を走行する車両32のボディカラーが赤色の場合について説明する。

車両32の右リヤランプ13の外輪14は通常赤色のシールドからなり、車両32の車体15および右リヤランプ13とは赤色が異なっている。また、上記外輪14は赤色のシールドからなるものであって車体15および右リヤランプ13とは異なる色を異なっている。

このため、第3図の(カ)に示す車両12を赤色の光透過フィルタ1を通過して検視センサ2に照射され、画像処理画像に検出されたとき、第3図の(シ)に示すように、車体15と右リヤランプ13とが外輪14よりも強い赤色の画像データになる。なお、第3図の(リ)では、強い赤色の画像データのみの(車体15と右リヤランプ13)は弱い赤色の画像データのみの(外輪14)よりも強い赤色の画像データを得ることにより、その差額を返している。

上記画像処理画像が複数の画像領域に分割され、各画像領域毎にそれぞれ検出された画像領域との差分データが求められる。この差分データに車体15および右リヤランプ13と外輪14との差額で七大きくなる。

したがって、上記外輪14との境界での差分データが所定値よりも大きくなるように設定することで、第3図の(ロ)に示すように、車体15および右リヤランプ13の輪郭を形成する画像領域を輪郭として検出することができる。



一方、車両12の右リヤランプ（図示せず）およびそのための検知を形成する検知部は、前記として構成される。

そして、これらの検知された検知の傍から、その検知部は、大きさをから左のリヤランプに検知する検知部が検出され、車両12の左のリヤランプと認識される。

このため、右のリヤランプに係る各検知の検知距離の差が検知距離Xとして検出される。この検知距離Xに比べて車両12の検知距離が短くなる。この検知距離が安全距離以下になると、図示部7により検知部表示あるいは検知部が点せられる。

このように、車両12のボディカラーが赤色の場合でも、車体15と左のリヤランプとは色色は異なるが、あるの色検知であって検知結果は右リヤランプの検知の検知により、車体15とリヤランプとは区別して検知することができ、

なお、上記検知部では、右のリヤランプ側の距離を一定と検知して前方を進行する車両までの距離

検知部を構成しているが、車両12のボディ色は左のリヤランプ側の距離が一定ではない。このため、上記検知部は、右のリヤランプと異なる距離検知部には検知が異なる。

そこで、本発明に係る検知部は、検知部を構成して、前方を進行する車両の右のリヤランプ色を検知するとともに、検知されたリヤランプ側の中央部に向けてレーザから検知部を形成するよう検知することにより、レーザの検知部である前方の検知部を形成でき、その結果、前方を進行する車両までの距離をより正確に検知することが出来る。

(発明の効果)

本発明は、赤色光透過フィルムにより検知センサは右リヤランプ側の色色の検知部は形成されるので、検知部の対象を限定することが出来る。なお、検知部は、赤色光透過フィルムを透過し、検知部の検知部を形成することが出来る。

したがって、リアルタイムで前方を進行する車両を検知することができ、この検知部と検知部との

検知部を形成する検知部により、検知部を形成して検知部の検知部を形成することが出来る。

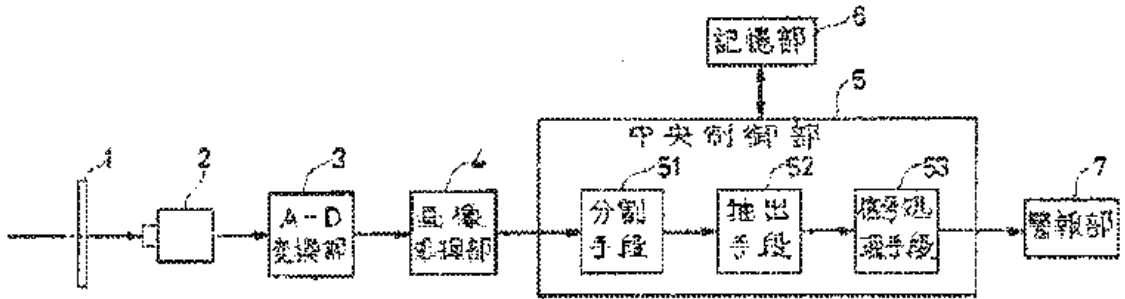
4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る検知部を構成する検知部の構成、第2図は、本発明に係る検知部の検知部の検知部の動作を説明するための図である。

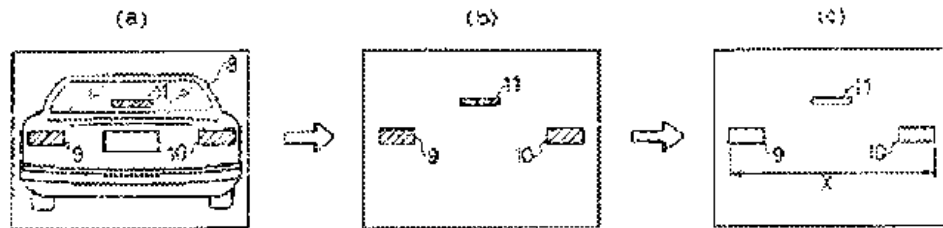
- 1…赤色光透過フィルム、2…検知センサ、4…検知部、5…中央制御部、6…検知部、7…検知部

特許代理人                    マツダ株式会社  
 代理人                        井原 圭     小谷 隆男  
                                  谷本 正     岡田 正  
                                  谷本 正     井原 圭夫

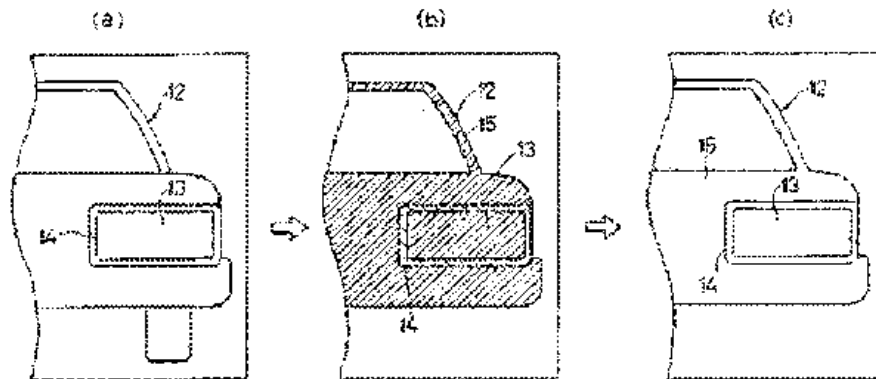
第 1 図



第 2 図



第 3 図



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-113215

(43)Date of publication of application : 22.04.1994

(51)Int.Cl.

H04N 5/335

(21)Application number : 04-283508

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 30.09.1992

(72)Inventor : NOMOTO TETSUO  
NAKAMURA TSUTOMU

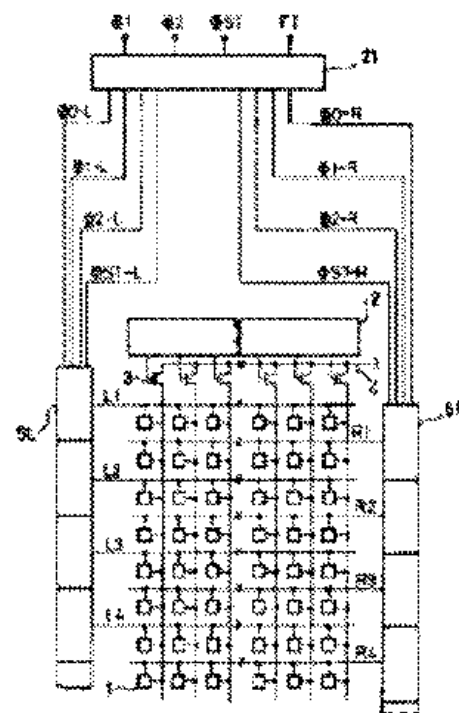
## (54) SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a solid-state image pickup device formed such that the scanning mode is switched with a simple control and the difference from the image quality due to the scanning mode is not caused.

**CONSTITUTION:** The device is provided with 1st and 2nd vertical scanning circuits 5L, 5R in which picture elements 1 are arranged in a 2-dimensional array and the picture elements arranged in the row direction are scanned via a vertical selection line.

Furthermore, each scanning unit of the 1st vertical scanning circuit 5L corresponds to each vertical selection line of an odd numbered order and each scanning unit of the 2nd vertical scanning circuit 5R corresponds to each vertical selection line of an even numbered order. A clock group driving each of the vertical scanning circuits 5L, 5R is controlled to select the scanning mode by a control clock generating circuit 21.



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-113215

(43)公開日 平成6年(1994)4月22日

(5)Int.Cl.<sup>5</sup>  
H04N 5/335

識別記号 庁内整理番号  
Z

F1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6(全17頁)

(21)出願番号 特願平4-283506  
(22)出願日 平成4年(1992)9月30日

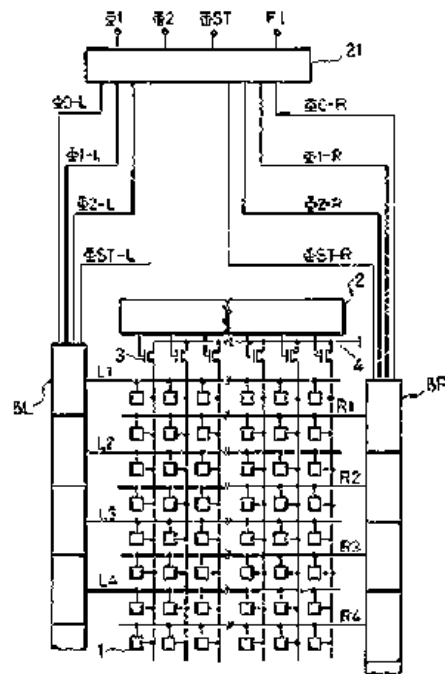
(71)出願人 000000376  
オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
(72)発明者 野本 哲夫  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(73)発明者 中村 力  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(74)代理人 弁理士 最上 健治

(54)【発明の名称】 固体撮像装置

(57)【要約】

【目的】 簡単な制御で走査モードが切り替えられ、且つ走査モードによる画質の差異が生じないように構成した固体撮像装置を提供する。

【構成】 画素1を2次元アレイ状に配列し、垂直選択線を介して行方向に配列された画素の走査を行う第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rを設け、第1の垂直走査回路5Lの各走査ユニットを奇数番目の各垂直選択線に、第2の垂直走査回路5Rの各走査ユニットを偶数番目の各垂直選択線に対応させ、各垂直走査回路5L、5Rを駆動するクロック群を制御して走査モードを切り替える制御クロック発生回路21を設けて固体撮像装置を構成する。



21: 左象形線発振クロック発生回路

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2次元アレイ状に配列された複数個の光電変換素子と、列方向に配列された前記光電変換素子に対応して設けられた水平選択線群と、該水平選択線群を介して列方向に配列された光電変換素子の走査を行う水平走査回路と、行方向に配列された前記光電変換素子に対応して設けられた垂直選択線群と、該垂直選択線群を介して行方向に配列された光電変換素子の走査を行う第1及び第2の垂直走査回路とを有する固体撮像装置において、前記第1及び第2の垂直走査回路はそれぞれ複数段の走査ユニットによって構成されており、第1の垂直走査回路の各走査ユニットを前記垂直選択線群の奇数番目の各垂直選択線に対して1対1に対応させると共に、第2の垂直走査回路の各走査ユニットを前記垂直選択線群の偶数番目の各垂直選択線に対して1対1に対応させ、更に前記第1及び第2の垂直走査回路を駆動するためのクロック群を制御して走査モードを切り替える制御クロック発生手段を設けたことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 前記制御クロック発生手段は、前記第1及び第2の垂直走査回路を駆動するためのクロック群の一部の周波数を変化させて走査モードを切り替えることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項3】 前記制御クロック発生手段は、前記第1及び第2の垂直走査回路を駆動するためのクロック群の一部の位相関係を変化させて走査モードを切り替えることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項4】 請求項2記載の固体撮像装置において、周波数が変化するクロックの周波数は、その他のクロックの周波数の半分であることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項5】 請求項3記載の固体撮像装置において、位相関係が変化するクロックの位相差は、該クロックの周期の1/2であることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項6】 前記光電変換素子としてCMDを用い、前記制御クロック発生手段を前記第1及び第2の垂直走査回路と共に光電変換素子アレイと同一基板上に形成したことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、インターレース走査とノンインターレース走査のいずれの走査にも対応できるようにした固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、標準テレビ方式として一般に用いられている2行混合インターレース走査方式（以下単にインターレース走査と略称する）を、XYアドレス型イメージセンサに適用する場合の構成としては、例えば特公昭58-53830号公報に開示されているように、垂直走査回路と垂直選択線との間にインターレース回路

を設ける構成が知られている。図24に、その構成例を示す。この構成例のイメージセンサは、2次元アレイ状に並べられた光電変換素子からなる画素1、列選択のための水平走査回路2、水平選択線に接続された水平選択スイッチ3、出力信号線4、行選択のための垂直走査回路5、及びインターレース回路6により構成されている。そして垂直方向2列の画素に対して垂直走査回路5の1ビットが対応しており、制御信号F1、F2で制御されるインターレース回路6によってフィールド毎に組み合わせの異なる垂直選択線V1、V2、V3、…が選択されるようになっている。

【0003】ところで、最近ビデオカメラの産業用あるいは計測用への応用が盛んになされるようになってきており、標準テレビ方式のインターレース走査以外に、各垂直選択線を独立に選択できる順次走査、いわゆるノンインターレース走査にも対応できるイメージセンサの必要性が高まっている。

【0004】しかしながら図24に示したような標準テレビ方式対応の構成のイメージセンサでは、ノンインターレース走査を行うことはできない。そこでインターレース走査とノンインターレース走査の2種類の走査モードに対応できる垂直走査回路の構成が提案されている。例えば特開昭63-292773号公報には、垂直走査回路と垂直選択線との間に走査モード制御回路を設けた構成のものが開示されている。図25にその構成を示す。図24に示した構成のものと比較すると、垂直走査回路5と垂直選択線V1、V2、V3、…とを接続する走査モード制御回路7の部分の構成のみが異なっている。すなわち、垂直走査回路5の各出力端子にそれぞれ3個の選択用MOSトランジスタQ<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>、Q<sub>3</sub>の各ゲートが接続され、MOSトランジスタQ<sub>1</sub>は駆動バイアスB1を垂直選択線V1、V3、V5、…に、MOSトランジスタQ<sub>2</sub>は駆動バイアスB2を垂直選択線V2、V4、V6、…に、MOSトランジスタQ<sub>3</sub>は駆動バイアスB3を垂直選択線V1、V3、V5、…に順次転送するように構成されており、したがって駆動バイアスB1、B2、B3を適当に組み合わせることで、走査モードを制御できるようになっている。また全く同じ発想に基づいて、図26に示すように垂直走査回路5の出力が直接、垂直選択線V1、V2、V3、…を駆動するように構成した走査モード制御回路8を用いることもできる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図25、26に示した構成のイメージセンサを用い、インターレースとノンインターレースの2種類の走査モードによる撮像が可能なビデオカメラシステムを構成した場合、走査モードの切り替え時に垂直走査のタイミングと水平走査のタイミングの関係がくずれるという問題がある。すなわち走査モードの切り替えの際に、垂直走査あるいは水平走

査のためのクロック周波数を変更する必要がある。例えば水平走査のためのクロック周波数を固定してイメージセンサからの出力のデータレートを両走査モード間で同一にする、すなわちフレームレートを揃える場合、ノンインターレース走査時には垂直走査回路を駆動するクロックの周波数をインターレース走査時の半分にしないではいけぬ。そして、そのためのクロックの周波数制御を含んだタイミングコントロール回路を、イメージセンサの内部あるいは外部に設ける必要がある。

【0006】また図25、26に示した構成のイメージセンサでは、垂直選択線V1、V2、V3、…に接続されている選択用のMOSトランジスタの数が1線毎に異なっている。すなわち奇数番目の垂直選択線V3、V5、V7、…には2個、偶数番目の垂直選択線V2、V4、V6、…には1個のMOSトランジスタが接続されている。したがって、この構成では垂直選択線の寄生容量が1線毎に異なることになり、横スジ状の固定パターンノイズの発生要因となる。この現象は、インターレース走査の場合と、ノンインターレース走査の場合とで、現れ方が異なる。インターレース走査時は、必ず寄生容量が異なる2本の垂直選択線がペアで選択されるため、寄生容量の違いの影響はかなりの程度緩和されるが、ノンインターレース走査時は各垂直選択線が独立に選択されるため、寄生容量の違いの影響はまともに受けることになる。その結果、両走査モード間で画質に差が生じてしまう。

【0007】更にはまた図26に示した構成のイメージセンサでは、垂直走査回路5に含まれる垂直選択線を駆動するバッファ回路の負荷が、走査モードによって異なるという問題がある。インターレース走査の場合には、垂直走査回路の1ビットの受け持つ垂直選択線は2本であるが、ノンインターレース走査の場合には1本となる。このようにバッファ回路の負荷が異なることで、画素に与えられるバイアスに違いを生じ、その結果走査モードによって画質に差が生じてしまう。

【0008】本発明は、従来の走査モード切り替え可能な固体撮像装置における上記問題点を解消するためになされたもので、簡単な制御で走査モードが切り替えられ、且つ走査モードによる画質の差異が生じないように構成した固体撮像装置を提供することを目的とする。

【0009】  
【課題を解決するための手段及び作用】上記問題点を解決するため、本発明は、2次元アレイ状に配列された複数個の光電変換素子と、列方向に配列された前記光電変換素子に対応して設けられた水平選択線群と、該水平選択線群を介して列方向に配列された光電変換素子の走査を行う水平走査回路と、行方向に配列された前記光電変換素子に対応して設けられた垂直選択線群と、該垂直選択線群を介して行方向に配列された光電変換素子の走査を行う第1及び第2の垂直走査回路とを有する固体撮像

装置において、前記第1及び第2の垂直走査回路はそれぞれ複数段の走査ユニットによって構成されており、第1の垂直走査回路の各走査ユニットを前記垂直選択線群の奇数番目の各垂直選択線に対して1対1に対応させると共に、第2の垂直走査回路の各走査ユニットを前記垂直選択線群の偶数番目の各垂直選択線に対して1対1に対応させ、更に前記第1及び第2の垂直走査回路を駆動するためのクロック群を制御して走査モードを切り替える制御クロック発生手段を設けて構成するものである。

【0010】このように第1及び第2の垂直走査回路を設け、制御クロック発生手段において、両垂直走査回路に入力するクロック群を制御することにより、インターレース走査とノンインターレース走査が切り替えられ、且つ走査モードの切り替え時に垂直走査回路の駆動クロックの周波数を変更する必要がなく、走査モードによって画質に差がでない固体撮像装置が実現できる。

【0011】  
【実施例】次に実施例について説明する。図1は、本発明に係る固体撮像装置の第1実施例の概略構成を示す図で、図25、26に示した従来例と同一又は対応する部材には同一符号を付して示し、その説明を省略する。本発明は、図1の実施例に示すように、図25、26に示した従来例と比較して、走査モード制御回路がないこと、及び垂直走査回路が2つ設けられていることが特徴である。

【0012】次に、本発明の骨子である第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rの構成について具体的に説明する。なお、第1及び第2の垂直走査回路5L並びに5Rは同一の回路構成となっており、垂直選択線群への接続のされかたが異なるだけである。すなわち第1の垂直走査回路5Lは奇数行の垂直選択線L1、L2、…に、第2の垂直走査回路5Rは偶数行の垂直選択線R1、R2、…にそれぞれ接続されている。まず、これらの垂直走査回路の説明に先立って、従来の垂直走査回路に用いられているシフトレジスタの構成列を図2に基づいて説明する。この構成例は、クロックド・インバータ2段によって1ユニット9を構成する方式であり、これを模式的な概念図で示すと図3のように表される。図4にその動作タイミングを示す。クロックはφ1、φ2の2相で、初段ユニット9の入方にスタートパルスφSTが印加されることにより、クロックφ1の立ち上がりに同期して各シフトレジスタユニット9の出力端子SR1、SR2、SR3、…より、順次出力がなされるようになっている。なお図2において、/φ1、/φ2は、φ1、φ2の反転クロックを示している。

【0013】次に本発明の実施例における第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rに用いる走査回路の構成例の一部を図5に示す。この走査回路を構成するユニット19は、図2に示した従来のシフトレジスタと同様なクロックド・インバータ2段によるパルスシフトユニット19Aと、該ユニット19Aのシフトパルスの立ち上がり遷移を

検出してパルスを発生する出力パルス生成ユニット19Bとで構成されている。図5においては、2段目のユニットを代表的に示しており、SR2.5とはパルスシフトユニット19Aを構成する2段のクロックド・インバータの1段目の出力端子を示している。図6に、その動作タイミングを示す。クロックは $\phi 0$ 、 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ の3相で、初段のパルスシフトユニット19Aの入りにスタートパルス $\phi ST$ が印加されることにより、クロック $\phi 1$ の立ち上がり同期して各出力パルス生成ユニット19Bの出力端子S1、S2、S3、…より順次出力がなされるよう

になっている。図6において $\phi 0$ が $\phi 1$ と同一のクロックである場合は、図2及び図3に示した従来のシフトレジスタのタイミング図(図4)で示した出力と同様の出力となることは明らかである。  
【0014】一方、本実施例のシフトレジスタは図6に示した動作モード以外の異なった動作モードでも動作が可能である。その動作タイミングの例を図7に示す。図6のタイミング図に示した動作モードと異なる点は、3相のクロック $\phi 0$ 、 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ のうち、クロック $\phi 0$ と $\phi 2$ は図6の動作モードと同様なタイミングでパルスが印加されるものの、クロック $\phi 1$ は図6の動作モードと異なりクロック $\phi 0$ の2倍の周期となっており、クロック $\phi 0$ のハイレベルが1周期毎に失われたパルスがクロック $\phi 1$ として印加されている点にある。このようなクロック $\phi 0$ 、 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ を印加することにより、パルスシフトユニット19Aはクロック $\phi 1$ と $\phi 2$ により駆動されるので、パルスシフトの周期はクロック $\phi 1$ の周期： $T_1 = 2 \cdot T_2 = 2 \cdot T_3$ 。(T<sub>2</sub>：クロック $\phi 2$ の周期、T<sub>3</sub>：クロック $\phi 0$ の周期)となり、一方、シフトパルスの立ち上がり遷移を検出してパルスを発生する出力パルス生成ユニット19Bはクロック $\phi 0$ 及びパルスシフトユニット19Aの出力により駆動されるので、シフトレジスタの各出力パルス生成ユニット19Bの出力端子S1、S2、S3、…から出力される選択パルスの有効パルス幅は、クロック $\phi 0$ と $\phi 2$ の周期： $T_1 = T_2 = T_3 / 2$ となる。

【0015】次に、図6及び図7に示したシフトレジスタの動作モードを図1に示した実施例の垂直走査回路に適用する場合について説明する。図8は図1に示した実施例に上記シフトレジスタの動作モードを適用する場合の固体撮像装置の構成例を示す。図8では、動作の様子に関する端子のみ図示しているが、第1フィールドと第2フィールドを識別するフィールドインデックスパルスF1と、第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rを駆動するための基本クロック $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、及び垂直走査スタートパルス $\phi ST$ を入力する走査回路制御クロック発生回路21を備え、該回路21に入力されたフィールドインデックスパルスF1、クロック $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、スタートパルス $\phi ST$ は、第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rに入力されるパルス群 $\phi 0-L$ 、 $\phi 1-L$ 、 $\phi 2-L$ 、 $\phi ST$

$-L$ 及び $\phi 0-R$ 、 $\phi 1-R$ 、 $\phi 2-R$ 、 $\phi ST-R$ にそれぞれ加工され、それぞれ第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rに入力されるように構成されている。

【0016】次に、このように構成された固体撮像装置におけるインターレース走査時の動作を、図9に示すタイミング図を用いて説明する。インターレースモードにおいては、走査回路制御クロック発生回路21において、基本クロック $\phi 1$ はそのまま $\phi 0-L$ 、 $\phi 1-L$ 、及び $\phi 0-R$ 、 $\phi 1-R$ として出力され、また基本クロック $\phi 2$ はそのまま $\phi 2-L$ 、 $\phi 2-R$ として出力される。更に、フィールドインデックスパルスF1がローレベルである第1フィールドにおいては、第1の垂直走査回路5Lに入力されるスタートパルス $\phi ST-L$ は、第2の垂直走査回路5Rに入力されるスタートパルス $\phi ST-R$ よりも、基本クロック $\phi 1$ の1周期分先行して入力するように制御される。これにより第1の垂直走査回路5L及び第2の垂直走査回路5Rのなかをシフトするパルスは、基本クロック $\phi 1$ の1周期分の位相差を有するため、選択行すなわち垂直選択線はL1、L2とR1、L3とR2、…の順番に選択される。

【0017】一方、フィールドインデックスパルスF1がハイレベルである第2フィールドにおいては、走査回路制御クロック発生回路21において、第1の垂直走査回路5Lに入力されるスタートパルス $\phi ST-L$ と、第2の垂直走査回路5Rに入力されるスタートパルス $\phi ST-R$ の位相が同一となるように制御されて出力される。このため、第1の垂直走査回路5L及び第2の垂直走査回路5Rのなかをシフトするパルスは同一のタイミングとなり、選択行すなわち垂直選択線はL1とR1、L2とR2、L3とR3、…の順番に選択される。以上のように垂直選択線を駆動することにより、最も一般的なインターレース走査、つまり、フィールド毎に加算される垂直方向の2画素の組み合わせが異なる2行複合読み出しが実現される。

【0018】次に、図10に示すタイミング図を用いてノンインターレース走査時の動作を説明する。第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rを駆動するための基本クロック $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 及び垂直走査スタートパルス $\phi ST$ が、走査回路制御クロック発生回路21に入力され、該回路21において第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rに入力されるパルス群 $\phi 0-L$ 、 $\phi 1-L$ 、 $\phi 2-L$ 、 $\phi ST-L$ 及び $\phi 0-R$ 、 $\phi 1-R$ 、 $\phi 2-R$ 、 $\phi ST-R$ にそれぞれ加工され、それぞれ第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rに入力される。ノンインターレースモードにおいては、基本クロック $\phi 1$ はそのまま $\phi 0-L$ 及び $\phi 0-R$ として出力され、また基本クロック $\phi 2$ はそのまま $\phi 2-L$ 、 $\phi 2-R$ として出力される。しかしながら前述のインターレース走査時とは異なり、 $\phi 1-L$ 及び $\phi 1-R$ は基本クロック $\phi 1$ のハイレベルが1周期毎に失われた形で供給される。しかも、 $\phi 1-L$ と $\phi 1-R$

はそれぞれの周期の半周期分、すなわち基本クロックφ1の1周期分だけ位相がずれたタイミングとなっている。このようなパルス群を第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rに印加することにより、各垂直走査回路5L、5Rのシフトレジスタを構成するパルスシフトユニット19Aはφ1-Lないしφ1-Rと、φ2-Lないしφ2-Rにより駆動されるので、パルスシフトの周期はφ1-Lないしφ1-Rの周期： $T_1 = 2 \cdot T_2 = 2 \cdot T_0$ となり、一方、シフトパルスの立ち上がり遷移を検出してパルスを発生する出力パルス生成ユニット19Bはφ0-Lないしφ0-R及びパルスシフトユニット19Aの出力により駆動されるので、シフトレジスタの単位ユニットから出力される選択パルスの幅は、φ0-L、φ0-Rとφ2-L、φ2-Rの周期： $T_0 = T_2 = T_1 / 2$ となる。よって、選択行すなわち垂直選択線はL1、R1、L2、R2、L3、R3、…の順番に選択される。以上のような垂直走査回路の駆動を行うことにより、イメージセンサの全ての画素の信号を縦方向の隣接画素の信号と混合することなく独立に、しかも逐次読み出す、いわゆるノンインターレース読み出しが可能となる。

【0019】次に第2の実施例について説明する。第1実施例において、パルスシフトユニット19Aの出力を受けて行選択パルスを発生する出力パルス生成ユニット19Bを一部変更することにより、第1実施例と同様にインターレース走査及びノンインターレース走査が可能であるのと同時に、電子シャッター機能を実現することが可能となる。

【0020】次に、本実施例における第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rに用いる走査回路の構成例の一部を図11に示す。この走査回路を構成するシフトレジスタユニット29は図2に示した従来のシフトレジスタと同様なクロック・インバータ2段によるパルスシフトユニット29Aと、シフトパルスの立ち上がり及び立ち下がり遷移を検出してパルスを発生する出力パルス生成ユニット29Bとで構成されており、図11においては、2段目のユニットを代表的に示している。図12に、その動作タイミングを示す。クロックはφ0、φ1、φ2の3相で、初段のパルスシフトユニット29Aの入力にスタートパルスφSTが印加されることにより、クロックφ1の立ち上がり及び立ち下がりに同期して各出力パルス生成ユニット29Bの出力端子S1、S2、S3、…より順次出力がなされるようになっている。図12においてφ0がφ1と同一のクロックである場合は、図6のタイミング図で示した第1の実施例の場合と同様の出力に加え、シフトパルスSR1、SR2、…の立ち下がり位置でも、クロックφ2の立ち上がりからクロックφ1の立ち上がりまでの間に、出力がなされる構成となっている。

【0021】一方、本実施例のシフトレジスタは図12に示した動作モード以外の異なった動作モードでも動作が

可能である。その動作タイミングの例を図13に示す。図12のタイミング図で示した動作モードと異なる点は、3相のクロックφ0、φ1、φ2のうち、クロックφ0とφ2は図12に示した動作モードと同様なタイミングでパルスが印加されるものの、クロックφ1は図12の動作モードと異なりクロックφ0の2倍の周期となっており、クロックφ0のハイレベルが1周期毎に失われたパルスがクロックφ1として印加されている点にある。このようなクロックφ0、φ1、φ2を印加することにより、パルスシフトユニット29Aはクロックφ1とφ2により駆動されるので、パルスシフトの周期はクロックφ1の周期： $T_1 = 2 \cdot T_2 = 2 \cdot T_0$ となり、一方、シフトパルスの立ち上がり及び立ち下がり遷移を検出してパルスを発生する出力パルス生成ユニット29Bはクロックφ0及びパルスシフトユニット29Aの出力により駆動されるので、各出力パルス生成ユニット29Bの出力端子S1、S2、S3、…から出力される選択パルスの有効パルス幅は、シフトパルスSR1、SR2、SR3、…の立ち上がり遷移においてはクロックφ0とφ2の周期： $T_0 = T_2 = T_1 / 2$ となり、シフトパルスSR1、SR2、SR3、…の立ち下がり遷移においては、クロックφ2の立ち上がりからクロックφ0の立ち上がりまでの間、並びにクロックφ0の立ち下がりからクロックφ1の立ち上がりまでの間の2回、出力がなされるようになっている。

【0022】次に、図12及び図13に示した動作モードをもつシフトレジスタを図1に示した第1実施例の垂直走査回路に適用して第2実施例の固体撮像装置を構成した場合について説明する。第2実施例の固体撮像装置においては、いわゆる電子シャッター機能を具備しており、シャッタースピードの情報は垂直走査回路内をシフトするパルスのデューティ比に含まれており、該パルスの立ち上がり及び立ち下がりを検出して画素の読み出しやりセットを行う素子構成となっている。このシフトパルスの立ち上がり及び立ち下がりを利用する技術は、本件出願人が特開平3-127567号において既に開示しているものを、本発明においても使用する。

【0023】図12及び図13の動作モードをもつシフトレジスタを用いた場合の固体撮像装置の構成例は、第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rの内部構成を除いて、図8に示した第1実施例と同様となるので、図8を利用して第2実施例を説明する。第1フィールドと第2フィールドを識別するフィールドインデックスパルスF1と、第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rを駆動するための基本クロックφ1、φ2、及び垂直走査スタートパルスφSTは、走査回路制御クロック発生回路21に入力され、該回路において第1及び第2の垂直走査回路5L、5Rに入力されるパルス群φ0-L、φ1-L、φ2-L、φST-L及びφ0-R、φ1-R、φ2-R、φST-Rにそれぞれ加工され、それぞれ第1及び第2の

10  
20  
30  
40  
50



垂直走査回路5 L, 5 Rに入力されるように構成されている。

【0024】次に、このように構成されている固体線像装置におけるインターレース走査時の動作を、図14、15に示すタイミング図を用いて説明する。なお図14及び図15は本来一体的なものを分割したもので、点線で示すタイミングは同一のタイミングを示している。インターレース・モードにおいては、走査回路制御クロック発生回路21において、基本クロック $\phi$ 1はそのまま $\phi$ 0-L,  $\phi$ 1-L, 及び $\phi$ 0-R,  $\phi$ 1-Rとして出力され、また基本クロック $\phi$ 2はそのまま $\phi$ 2-L,  $\phi$ 2-Rとして出力される。更に、フィールドインデックスパルスF1がローレベルである第1フィールドにおいては、第1の垂直走査回路5 Lに入力されるスタートパルス $\phi$ ST-Lは、第2の垂直走査回路5 Rに入力されるスタートパルス $\phi$ ST-Rよりも、基本クロック $\phi$ 1の1周期分先行して入力されるように制御される。これにより第1の垂直走査回路5 L及び第2の垂直走査回路5 Rの中をシフトするパルスは、基本クロック $\phi$ 1の1周期分の位相差を有するため、シフトパルスの立ち上がり遷移を検出して生成される。クロック $\phi$ 1の立ち上がりからクロック $\phi$ 0の立ち上がりの間にわたるパルスS1-L, S2-L, S3-L, … S1-R, S2-R, S3-Rで選択される選択行すなわち垂直選択線はL1, L2とR1, L3とR2, …の順番となる。またシフトパルスの立ち下がり遷移を検出して生成されるパルスはクロック $\phi$ 2の立ち上がりからクロック $\phi$ 1の立ち上がりの間にわたり、垂直選択線はL1, L2とR1, L3とR2, …の順番で選択するように出力される。

【0025】よって、クロック $\phi$ 1の立ち上がりからクロック $\phi$ 1の立ち上がりの間にわたる周期、つまり水平走査期間1周期の中を、クロック $\phi$ 1の立ち上がりからクロック $\phi$ 2の立ち上がりの間にわたる期間を画素からのデータの読み出しに、クロック $\phi$ 2の立ち上がりからクロック $\phi$ 1の立ち上がりの間にわたる期間を画素データのリセットに用いるようにイメージセンサを構成すれば、スタートパルス $\phi$ STがハイレベルである期間だけ、第1の実施例に比べ画素信号を得るための露光時間が短縮されることになる。

【0026】一方、フィールドインデックスパルスF1がハイレベルである第2フィールドにおいては、走査回路制御クロック発生回路21により、第1の垂直走査回路5 Lに入力されるスタートパルス $\phi$ ST-Lと第2の垂直走査回路5 Rに入力されるスタートパルス $\phi$ ST-Rの位相が同一となるように制御されて入力される。このため第1の垂直走査回路5 L及び第2の垂直走査回路5 Rのなかをシフトするパルスは同一のタイミングとなり、シフトパルスの立ち上がり遷移を検出して生成される、クロック $\phi$ 1の立ち上がりからクロック $\phi$ 0の立ち上がりの間にわたる行選択パルスで選択される選択行、すなわ

ち垂直選択線はL1とR1, L2とR2, L3とR3, …の順番となる。またシフトパルスの立ち下がり遷移を検出して生成される行選択パルスは、クロック $\phi$ 2の立ち上がりからクロック $\phi$ 1の立ち上がりの間にわたり、垂直選択線はL1とR1, L2とR2, L3とR3, …の順番で選択するように出力される。

【0027】よって、フィールドインデックスパルスF1がローレベルである第1フィールドの場合と同様に、クロック $\phi$ 1の立ち上がりからクロック $\phi$ 1の立ち上がりの間にわたる周期、つまり水平走査期間1周期の中を、クロック $\phi$ 1がハイレベルの期間を画素からのデータの読み出しに、クロック $\phi$ 1がローレベルの期間を画素データのリセットに用いるようにイメージセンサを構成すれば、スタートパルス $\phi$ STがハイレベルである期間だけ、第1の実施例に比べ画素信号を得るための露光時間が短縮されることになる。なお、この機能を実現するための垂直走査回路のユニットの具体的な構成例については、図19、図20、図21をもとに後述する。

【0028】以上のように垂直走査回路を駆動することにより、最も一般的なインターレース走査、つまり、フィールド毎に加算される垂直方向の2画素の組み合わせが異なる2行混合読み出しが実現され、しかもイメージセンサに外部から印加するスタートパルスの幅を変えることにより、画像信号を出力するための露光時間を通常のフィールド周期よりも短縮することが可能となるので、オンチップの電子シャッターが実現できることになる。

【0029】次に、図16及び図17に示すタイミング図を用いノンインターレース走査時の動作を説明する。なお、図16と図17は本来一体的なものを分割したもので、点線で示しているタイミングは同一のタイミングである。第1及び第2の垂直走査回路5 L, 5 Rを駆動するための基本クロック $\phi$ 1,  $\phi$ 2及び垂直走査スタートパルス $\phi$ STは、走査回路制御クロック発生回路21に入力され、該回路21において第1及び第2の垂直走査回路5 L, 5 Rに入力されるパルス群 $\phi$ 0-L,  $\phi$ 1-L,  $\phi$ 2-L,  $\phi$ ST-L及び $\phi$ 0-R,  $\phi$ 1-R,  $\phi$ 2-R,  $\phi$ ST-Rにそれぞれ加工され、それぞれ第1及び第2の垂直走査回路5 L, 5 Rに入力される。ノンインターレース・モードにおいては、基本クロック $\phi$ 1はそのまま $\phi$ 0-L及び $\phi$ 0-Rとして出力され、また基本クロック $\phi$ 2はそのまま $\phi$ 2-L,  $\phi$ 2-Rとして出力される。しかしながら前述のインターレース走査時とは異なり、 $\phi$ 1-L及び $\phi$ 1-Rは、基本クロック $\phi$ 1のハイレベルが1周期毎に失われた形で供給される。しかも、 $\phi$ 1-Lと $\phi$ 1-Rはそれぞれの周期の半周期分、すなわち基本クロック $\phi$ 1の1周期分だけ位相がずれたタイミングとなっている。

【0030】このようなパルス群を第1及び第2の垂直走査回路5 L, 5 Rに印加することにより、各垂直走査

回路5L, 5Rのシフトレジスタを構成するパルスシフトユニット29Aは $\phi 1-L$ ないし $\phi 1-R$ と $\phi 2-L$ ないし $\phi 2-R$ により駆動されるので、パルスシフトの周期は $\phi 1-L$ ないし $\phi 1-R$ の周期:  $T_1 = 2 \cdot T_2 = 2 \cdot T$ 。となり、一方、シフトパルスの立ち上がり遷移を輸出してパルスを発生する出力パルス生成ユニット29Bは、 $\phi 0-L$ 又は $\phi 0-R$ 、及びパルスシフトユニット29Aの出力により駆動されるので、シフトパルスの立ち上がり遷移を輸出して生成される選択パルスの幅は、 $\phi 0-L$ 又は $\phi 0-R$ と $\phi 2-L$ 又は $\phi 2-R$ の周期:  $T_0 = T_2 = T_1 / 2$ となる。よって、シフトパルスの立ち上がり遷移を輸出して生成される選択パルスで選択される行、すなわち垂直選択線はL1, R1, L2, R2, L3, R3, ...の順番となる。またシフトパルスの立ち下がり遷移を輸出して生成される選択パルスは、 $\phi 2-L$ 又は $\phi 2-R$ の立ち上がりから $\phi 0-L$ 又は $\phi 0-R$ の立ち上りの間、及び $\phi 0-L$ 又は $\phi 0-R$ の立ち下がりから $\phi 1-L$ 又は $\phi 1-R$ の立ち上りの間にわたり、垂直選択線をL1, R1, L2, R2, L3, R3, ...の順番で選択するように出力される。

【0031】よって、クロック $\phi 1$ の立ち上がりからクロック $\phi 1$ の立ち上りの間にわたる周期、つまり水平走査期間1周期の中を、クロック $\phi 1$ がハイレベルの間を画素からのデータの読み出しに、クロック $\phi 1$ がローレベルの間を画素データのリセットに用いるようにイメージセンサを構成すれば、スタートパルス $\phi ST$ がハイレベルである期間だけ、第1の実施例に比べ画素信号を得るための露光時間が短縮されることになる。なお、この機能を実現するための垂直走査回路のユニットの具体的な構成例については、図19、図20、図21をもとに後述する。

【0032】以上のように垂直走査回路を駆動することにより、イメージセンサの全ての画素の信号を縦方向の隣接画素の信号と複合することなく独立に、しかも逐次読み出す、いわゆるノンインターレース読み出しが実現され、しかもイメージセンサに外部から印加するスタートパルスの幅を変えることにより、画像信号を出力するための露光時間を通常の露光周期よりも短縮することが可能となるので、オンチップの電子シャッターが実現できることになる。

【0033】以上説明した各実施例における各走査モードの切り替えのための走査回路制御クロック発生回路21は、簡単な論理回路によって実現可能であり、例えば、図18に示すような構成とすれば、センサと同一基板上に、殆ど面積を増大させることなく形成することができる。特にCMDイメージセンサのようにCMOSFETによる走査回路を内蔵している場合には、クロック・ドライバもCMOSFETで構成可能なため、上述の制御クロック発生回路をCMOSFETで構成し、クロック・ドライバと共にセンサと同一基板上に形成するこ

とは、極めて容易である。なお、図18において、INTは走査モードを制御する信号であり、インターレース走査の場合はローレベル、ノンインターレース走査の場合はハイレベルに設定することにより、外部より簡単に走査モードを切り替えることができる。

【0034】次に、本発明を増幅型固体線像素子であるCMD受光素子を用いたイメージセンサに適用した場合の垂直走査回路のユニットについて説明する。CMD受光素子から映像信号を出力させる場合、2次元アレイ状に配列されたCMD受光素子の各行の共通ゲートラインに印加する信号としては、蓄積電圧VSS、オーバーフロー電圧VOF、読み出し電圧VRD、リセット電圧VRSの4つの電圧を時系列に組み合わせたパルスが必要とされる。まず、最も一般的な読み出し方式の場合を説明する。非選択行においては、映像信号の水平有効期間中は蓄積電圧VSS、水平帰線期間中はオーバーフロー電圧VOFとなり、また、選択行においては、映像信号の水平有効期間中は読み出し電圧VRD、水平帰線期間中はリセット電圧VRSが必要とされている。以上のような信号をCMD受光素子のゲートに印加するために、前述した選択/非選択の2値の理論出力が各走査段から得られる構成の回路と、図19に示すようなレベル・ミックス回路とを備えた垂直走査回路が用いられる。図19において、31がパルスシフトユニット、33がレベル・ミックス回路である。この構成においてはクロック $\phi 1$ のハイレベルが映像信号の有効期間に、ローレベルが水平帰線期間に対応している。

【0035】しかしながら、図19に示したCMDイメージセンサの一般的な垂直走査回路の構成例は、パルスシフトユニット内をシフトするクロックパルスの幅が1クロック分であることを前提としており、本発明のようなパルスシフトユニット内をシフトするクロックパルスの幅が1クロック分以上であることを前提とした場合には、図20に示すように、パルスシフトユニット31と、CMD受光素子のゲートラインに印加するパルスが出力される端子G1を有するレベル・ミックス回路33の間に、出力パルス生成ユニット32を設けることが必要となる。この図20に示す構成のパルスシフトユニット31と出力パルス生成ユニット32及び出力パルス生成ユニット32の出力にインバータを加えた部分を示し説明したのが、図5に示した第1実施例の垂直走査回路の構成の一部である。このように構成することにより、図21に示すように、クロック $\phi 1$ のパルスのハイレベル期間中に映像信号の有効期間が入るようなパルス位相の設定を行えば、従来例と同様な選択シーケンスによりインターレース走査における映像信号が得られると共に、ノンインターレース走査における映像信号も得られることは明らかである。

【0036】次に、図11に示した第2実施例の垂直走査回路のパルスシフトユニットと出力パルス生成ユニット

にレベル・ミックス回路を接続した場合の構成を、図22に基づいて説明する。図22において、31はパルスシフトユニット、42は出力パルス生成ユニット、33はレベル・ミックス回路である。この場合、CMD受光素子のゲートラインに印加されるパルス波形は、図23に示すようになるので、クロックパルスΦ1のハイレベル期間中に映像信号の有効期間が入るようなパルス位相の設定を行えば、従来例と同様な選択シーケンスによりインターレース走査における映像信号が得られると共に、ノンインターレース走査における映像信号も得られ、更には、両走査モードにおいて垂直走査パルスの時間幅により、CMD受光素子の露光時間を制御できるので電子シャッター機能も実現できることは明らかである。

【0037】このレベル・ミックス回路は、本件出願人が出願した特願平4-56076号において、従来例として開示している回路構成であるが、同出願における発明の実施例として開示されている回路構成を始めとして、上記の4値のパルスを発生するレベル・ミックス回路であれば、同様の接続により同様の効果を得られることは明らかである。

【0038】また、上記実施例では、出力パルス生成ユニットとしては他の構成のダイナミック論理を用いた回路を始め、スタティック論理を用いた回路構成を利用することが可能であることは言うまでもない。

【0039】

【発明の効果】以上実施例に基づいて説明したように、本発明に係る固体撮像装置によれば、従来どおりのインターレース走査における映像信号が得られると共に、ノンインターレース走査における映像信号も得られ、また走査モードの切り替え時に走査回路制御クロック発生回路に加えるクロックの変更をする必要がなく、走査モードによって画質に差が無く、更には、両走査モードにおいて電子シャッター機能をもたせた固体撮像装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る固体撮像装置の第1実施例の概略構成を示す回路構成図である。

【図2】一般的なシフトレジスタの構成例を示す回路構成図である。

【図3】図2に示したシフトレジスタを模式的に示す概念図である。

【図4】図2に示したシフトレジスタの動作を説明するためのタイミング図である。

【図5】第1実施例の垂直走査回路の一部を示す図である。

【図6】図5に示した垂直走査回路の動作を説明するためのタイミング図である。

【図7】図5に示した垂直走査回路の他の動作モードを説明するためのタイミング図である。

【図8】図1に示した第1実施例の具体的な構成例を示

す図である。

【図9】図8に示した第1実施例のインターレース走査時の動作を説明するためのタイミング図である。

【図10】図8に示した第1実施例のノンインターレース走査時の動作を説明するためのタイミング図である。

【図11】第2実施例の垂直走査回路の一部を示す図である。

【図12】図11に示した垂直走査回路の動作を説明するためのタイミング図である。

【図13】図11に示した垂直走査回路の他の動作モードを説明するためのタイミング図である。

【図14】第2実施例の固体撮像装置のインターレース走査時の動作を説明するためのタイミングの一部を示す図である。

【図15】第2実施例の固体撮像装置のインターレース走査時の動作を説明するためのタイミングの他の部分を示す図である。

【図16】第2実施例の固体撮像装置のノンインターレース走査時の動作を説明するためのタイミングの一部を示す図である。

【図17】第2実施例の固体撮像装置のノンインターレース走査時の動作を説明するためのタイミングの他の部分を示す図である。

【図18】走査回路制御クロック発生回路の構成例を示す回路図である。

【図19】CMDイメージセンサに用いる一般的な垂直走査回路の構成例を示す図である。

【図20】本発明をCMDイメージセンサに適用した実施例における垂直走査回路の構成例を示す図である。

【図21】図20に示した垂直走査回路の動作を説明するためのタイミング図である。

【図22】本発明をCMDイメージセンサに適用した実施例における垂直走査回路の他の構成例を示す図である。

【図23】図22に示した垂直走査回路の動作を説明するためのタイミング図である。

【図24】従来例の固体撮像装置の構成例を示す構成図である。

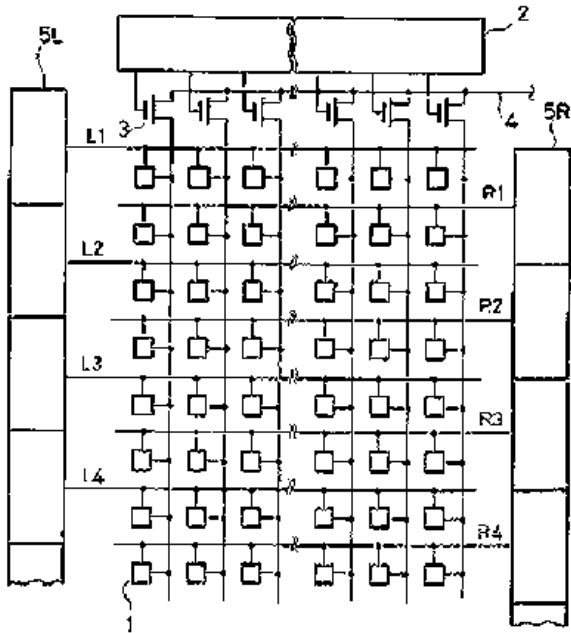
【図25】従来例の走査モード切り替え可能な固体撮像装置の構成例を示す構成図である。

【図26】従来例の走査モード切り替え可能な固体撮像装置の他の構成例を示す構成図である。

【符号の説明】

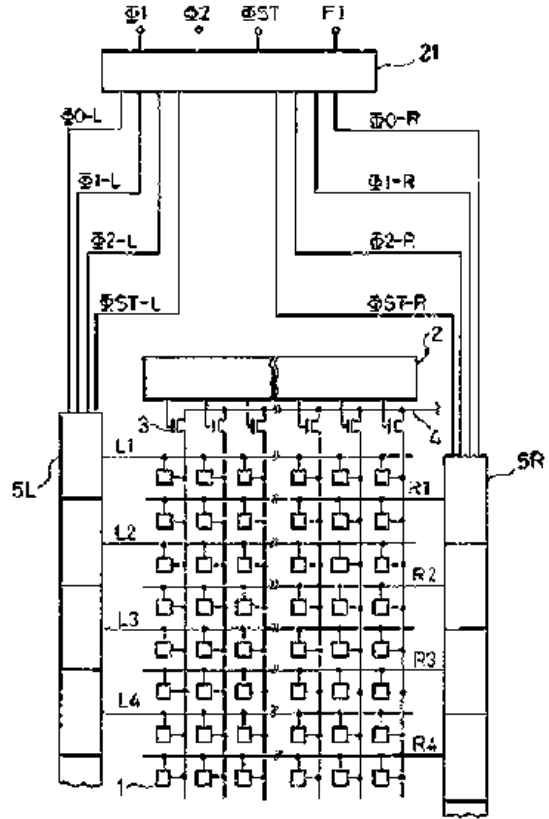
- 1 画素
- 2 水平走査回路
- 3 水平選択スイッチ
- 4 出力信号線
- 5 L 第1の垂直走査回路
- 5 R 第2の垂直走査回路
- 19 シフトレジスタユニット
- 19A パルスシフトユニット

【図1】



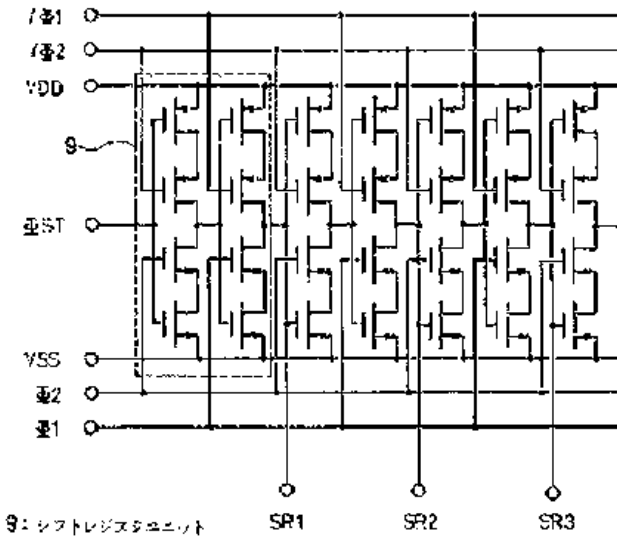
- 1: 閂素
- 2: 水平走査回路
- 3: 水平選択スイッチ
- 4: 出力信号線
- 5L: 第1の垂直走査回路
- 5R: 第2の垂直走査回路

【図8】



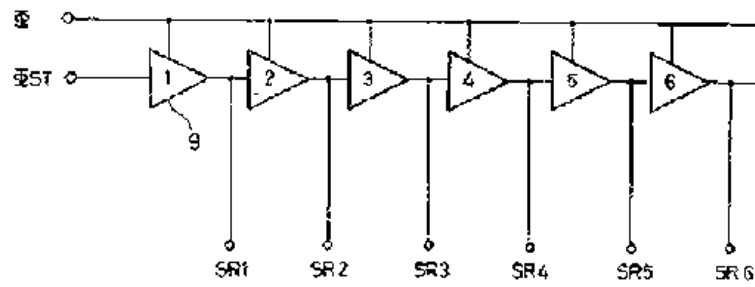
21: 定数回路制御クロック発生回路

【図2】

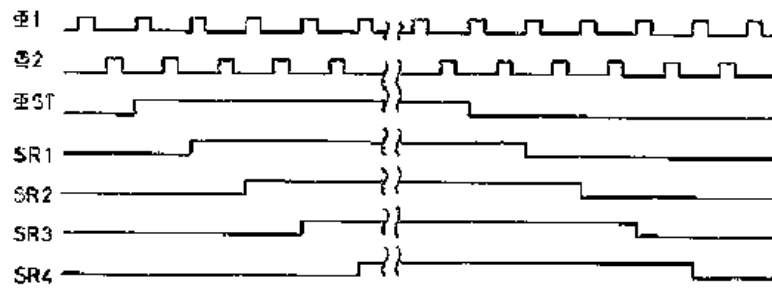


9: シフトレジスタユニット

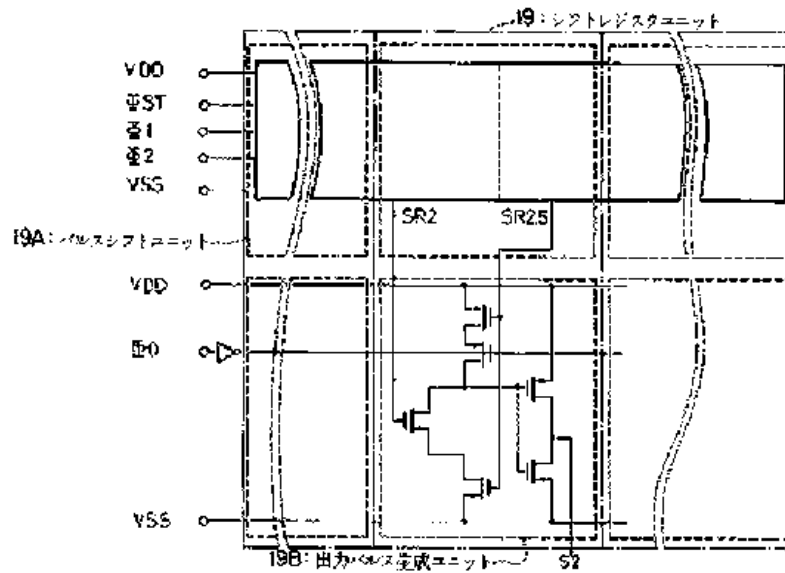
【図3】



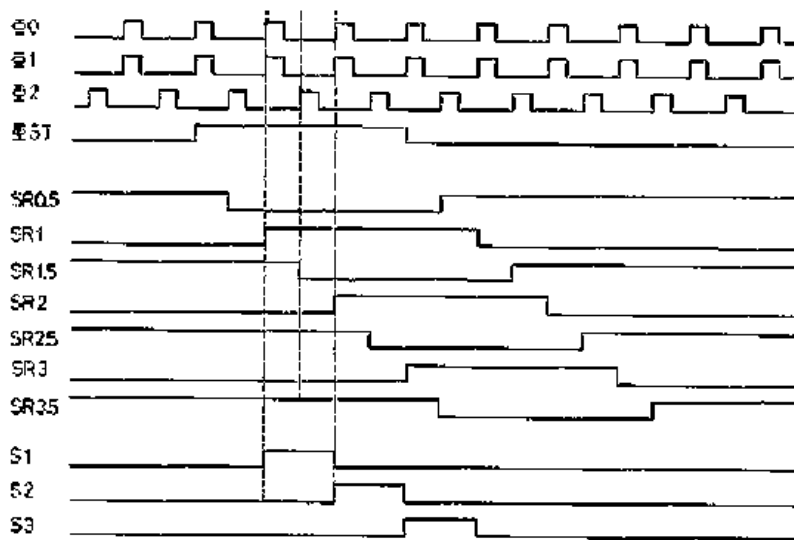
【図4】



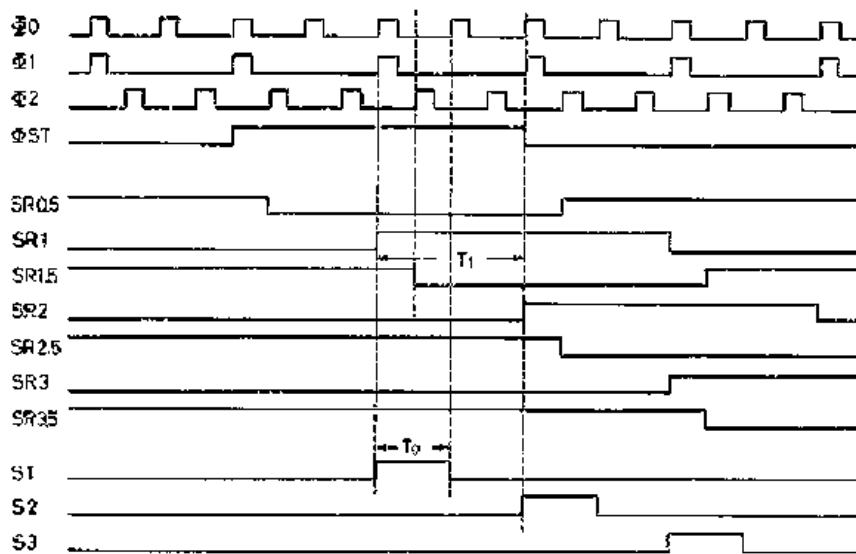
【図5】



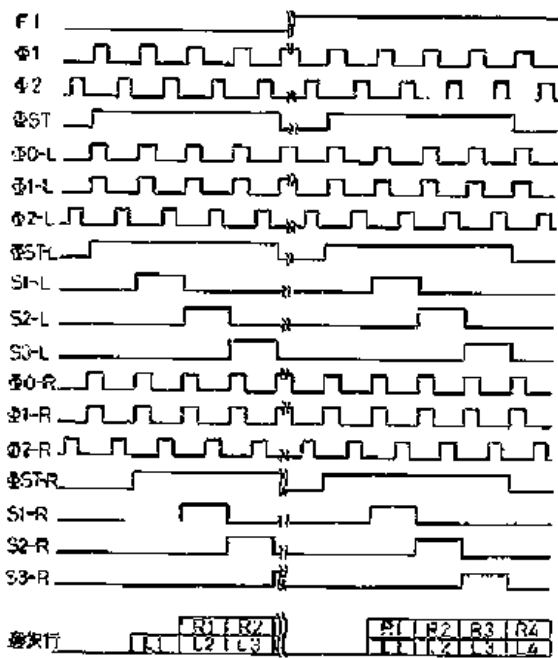
【図6】



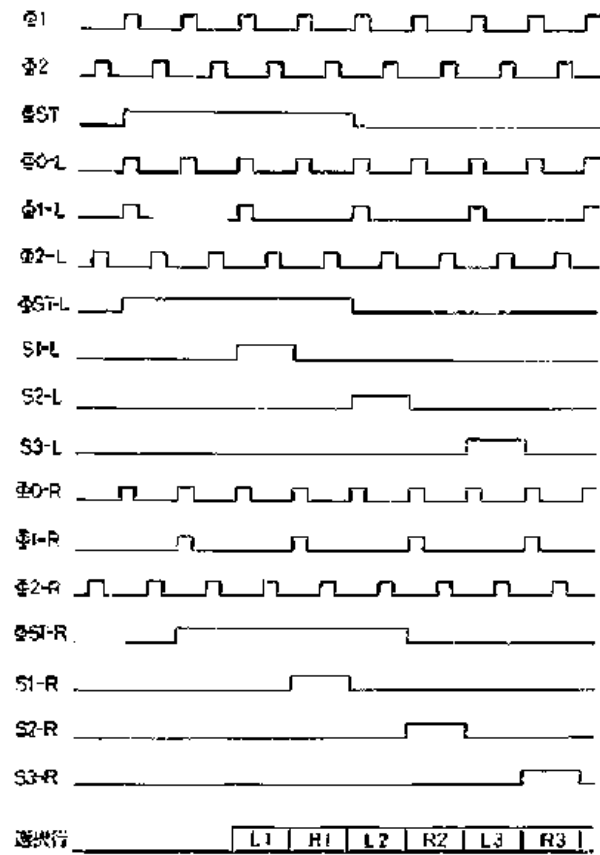
【図7】



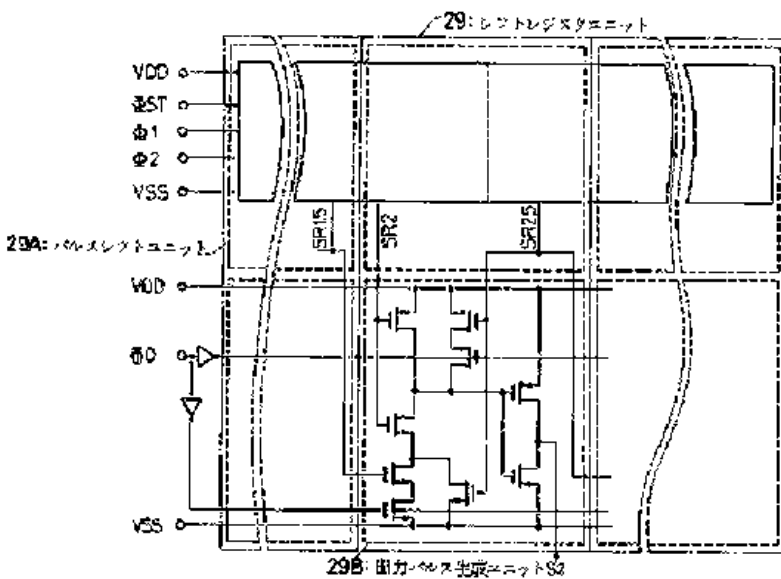
【図9】



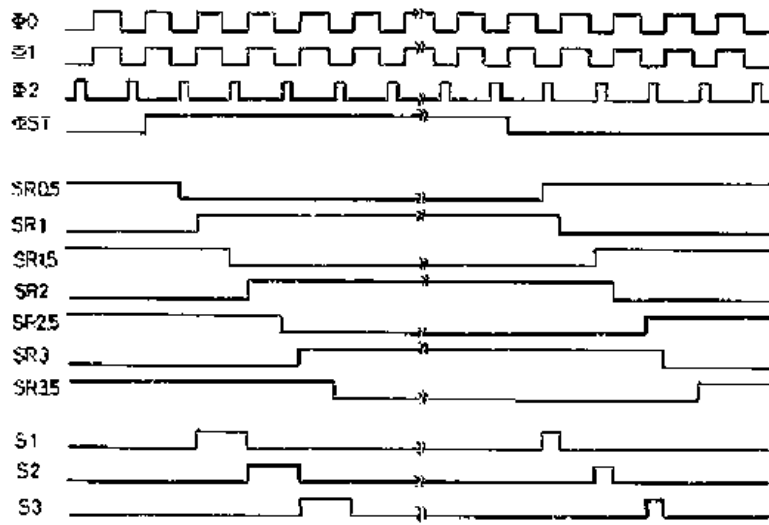
【図10】



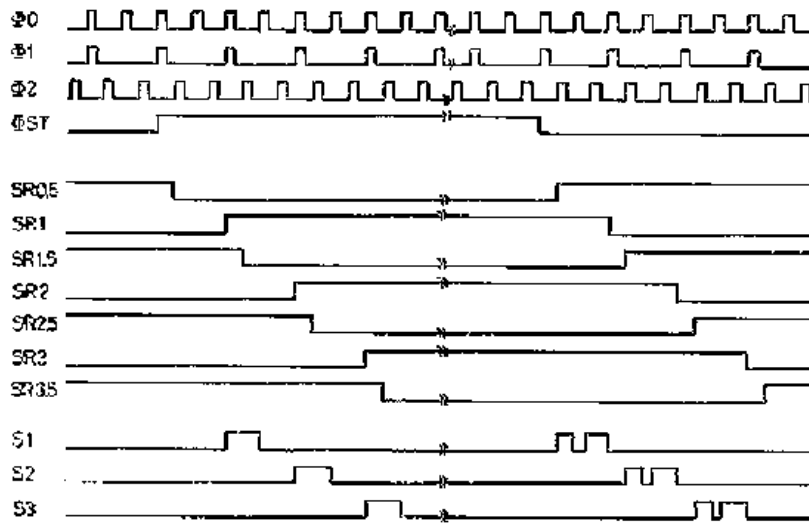
【図11】



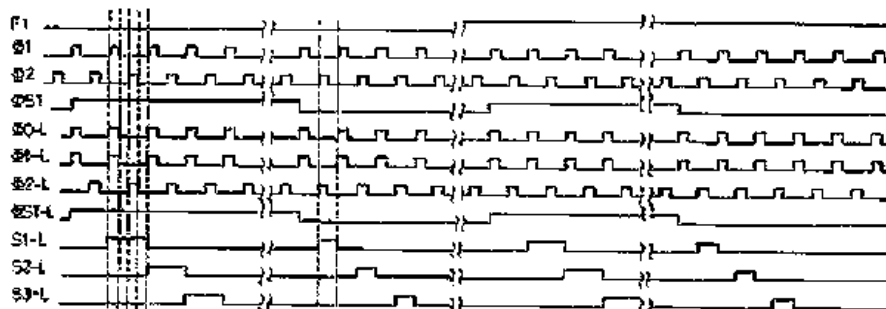
【図12】



【図13】

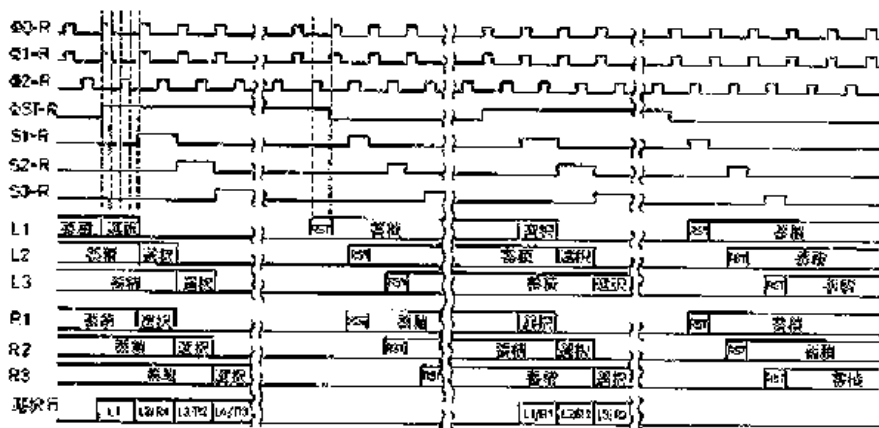


【図14】

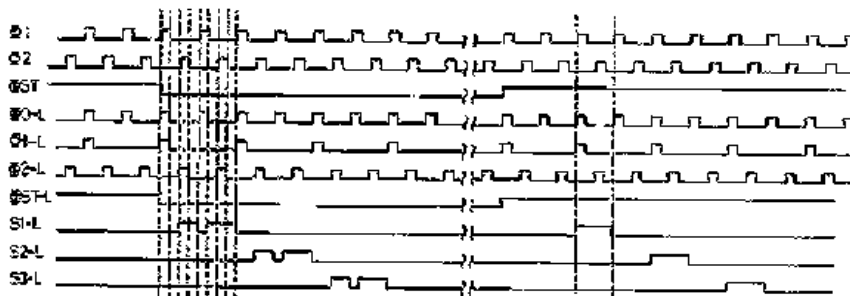




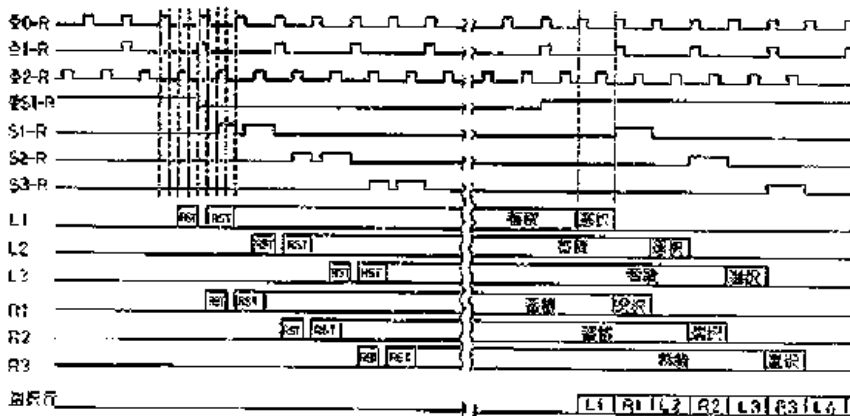
【図15】



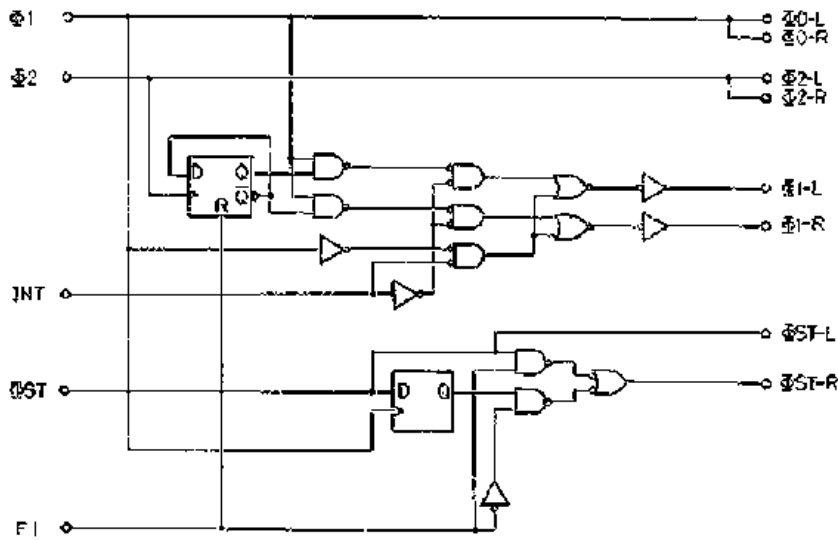
【図16】



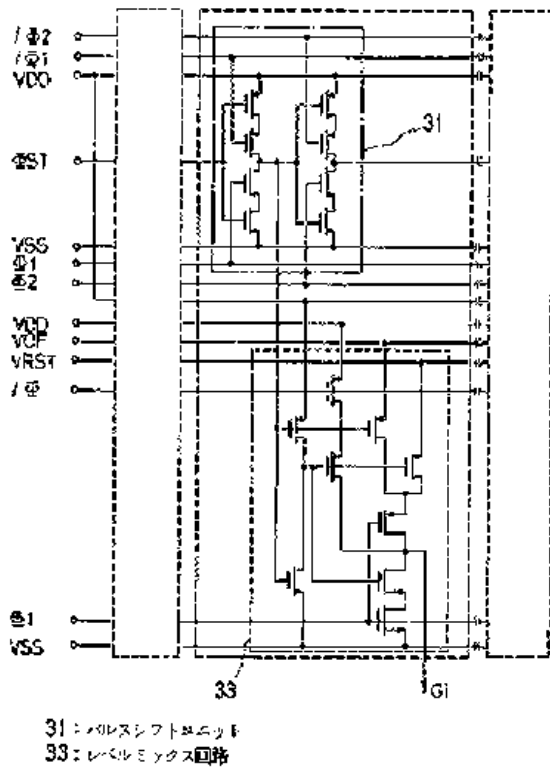
【図17】



【図18】

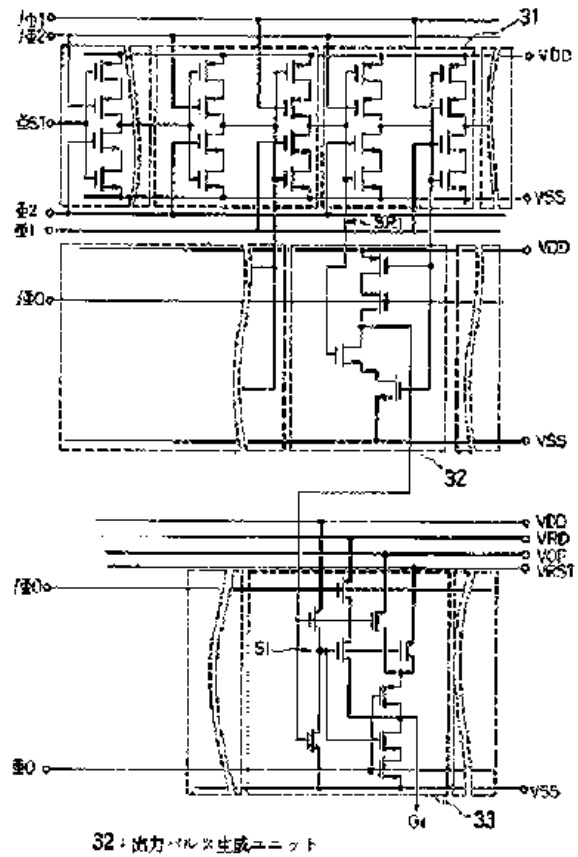


【図19】



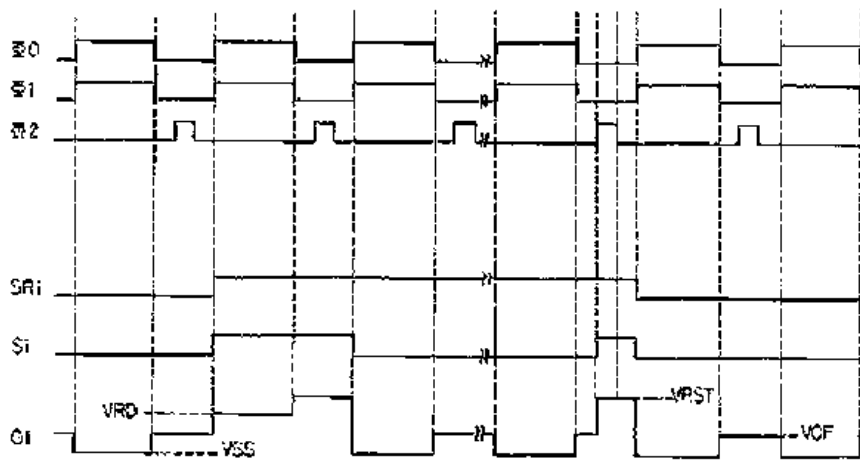
31: パルスシフトユニット  
 33: レベルメモリス回路

【図20】

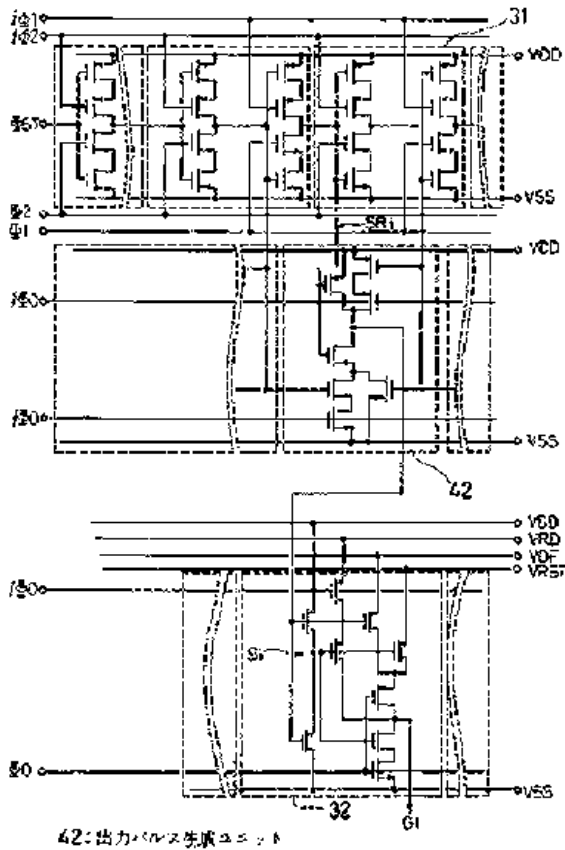


32: 出力パルス生成ユニット

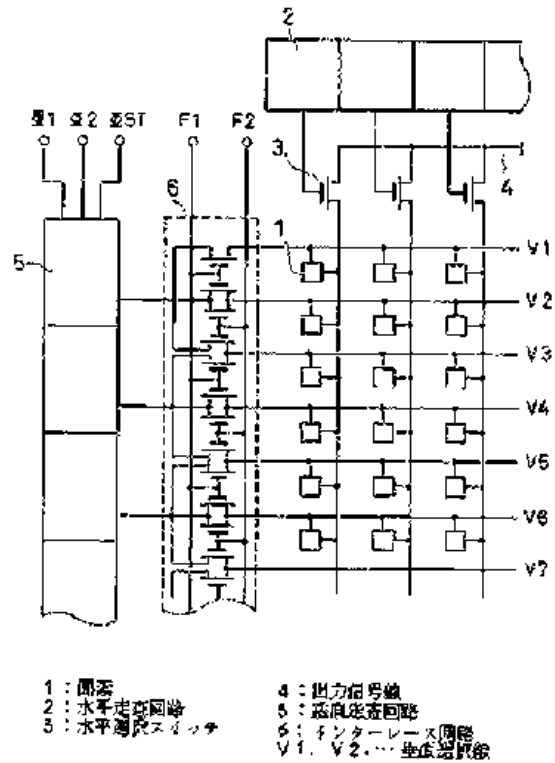
【図21】



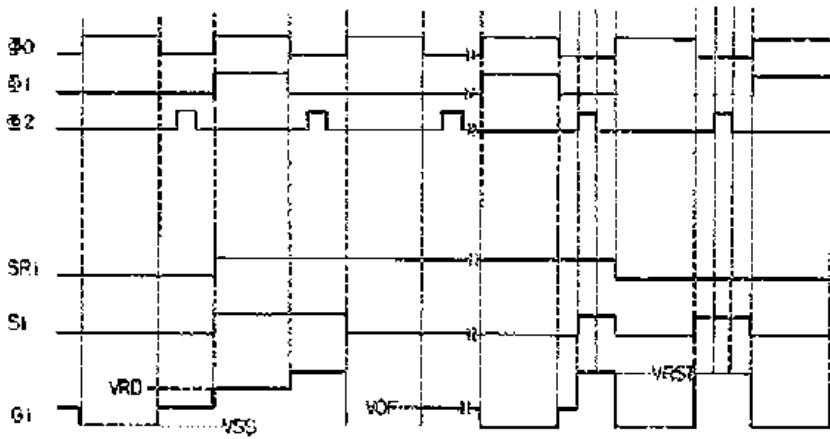
【図22】



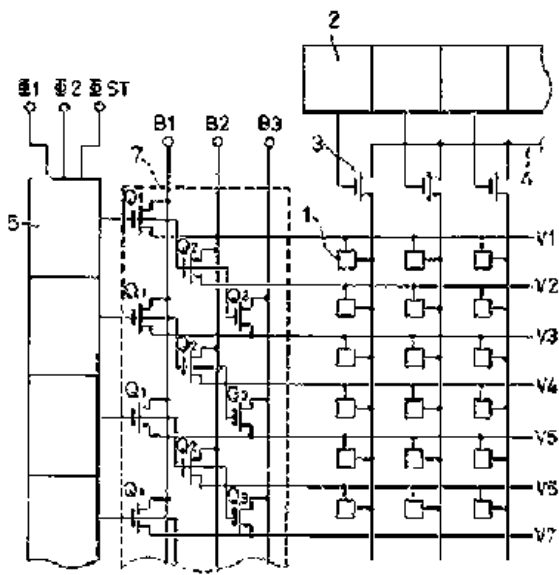
【図24】



【図23】

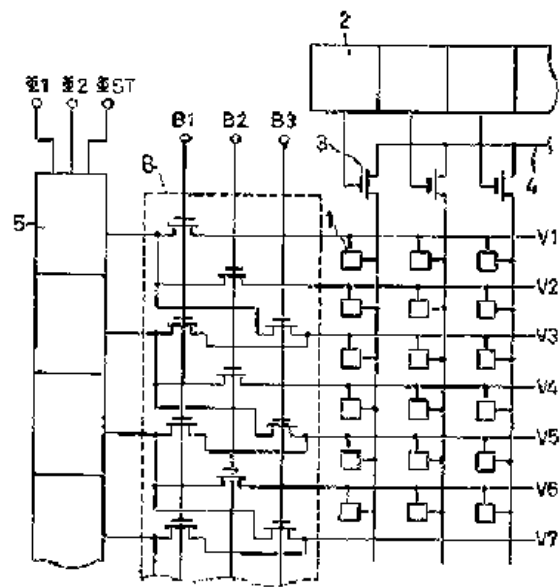


【図25】



7: 定電流源制御回路

【図26】



8: 電流源制御回路

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **06-321007**

(43)Date of publication of application : **22.11.1994**

(51)Int.Cl. **B60Q 1/14**  
**F21M 3/18**  
**G01J 3/50**  
**G02B 27/00**  
 // **G02B 15/16**

(21)Application number : **05-136920**

(71)Applicant : **KOITO MFG CO LTD**

(22)Date of filing : **14.05.1993**

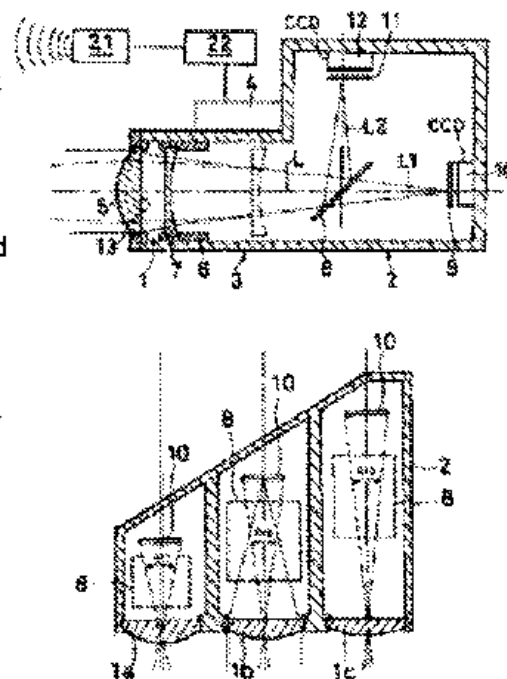
(72)Inventor : **KOBAYASHI MASAJI**

## (54) VEHICULAR DAZZLE SENSOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable the color of a light source to be accurately discriminated and detected regardless of the distance of the light source going to be discriminated by constituting a condensing objective lens by means of a zoom-type lens or a plurality of objective lens to be used differently depending upon their distances.

**CONSTITUTION:** CCD image pickup elements 10, 12 are arranged on the rear optical axis L of a zoom-type objective lens 1, and luminous flux incident the objective lens 1 is condensed on the surfaces of the CCD pickup elements 10, 12 so as to judge the color of incident luminous flux. In the objective lens 1, the focal position of the lens system is displaced by a lens driving device 4 and constituted by the zoom-type lens system for always condensing light on the CCD image pickup surface. Or the objective lens 1 is constituted by arranging, in parallel objective lenses 1a, 1b, 1c respectively having different focal lengths instead of the zoom-type lens. In this case, the CCD image pickup elements 10, 12 are arranged on the rear optical axes of respective objective lens 1a, 1b, 1c. By this structure, far image can be received into a large image, and the detecting performance is improved.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-321007

(43)公開日 平成6年(1994)11月22日

(5)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 Q	1/14	A	8715-3K	
F 2 1 M	3/18		0249-3K	
G 0 1 J	3/50			
G 0 2 B	27/00	F	7025-2K	
// G 0 2 B	15/16		9120-2K	

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-136920

(22)出願日 平成5年(1993)5月14日

(71)出願人 000001133

株式会社小糸製作所  
東京都港区高輪4丁目8番9号

(72)発明者 小林 正自

静岡県清水市北臨500番地 株式会社小糸  
製作所静岡工場内

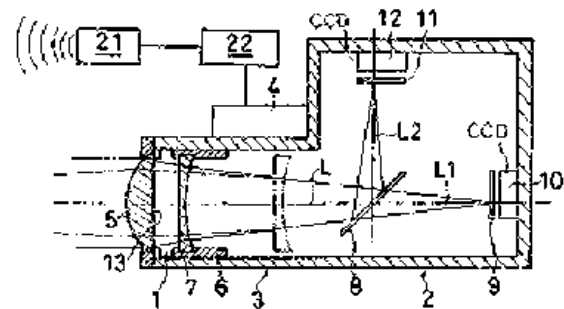
(74)代理人 弁理士 前田 和男

(54)【発明の名称】 自動車用眩光センサ

(57)【要約】

【目的】 識別しようとする対象光源の遠近に関係なく明確に光線の色を識別検知する。

【構成】ズーム式対物レンズ1の後方光軸上にCCD撮像素子10、12を配置して、対物レンズ1に入射する光線をCCD撮像素子10、12面に集光して入射光線の色を判別する。対物レンズ1は、レンズ駆動装置4によってレンズ系の焦点位置を変位し、常時CCD撮像素子10面に集光するズーム式レンズ系によって構成するか、又は焦点距離を異にするレンズを並列した複数のレンズ系によって構成し、各対物レンズ1a、1b、1cの後方光軸上に一對のCCD撮像素子10、12を配置した焦点距離別の複数のレンズ系によって構成したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対物レンズの後方光軸上にCCD撮像素子を配置し、対物レンズに入射する光束をCCD撮像素子面に集光して該入射光束の色を判別する自動車用眩光センサにおいて、

前記対物レンズが、レンズ駆動装置によってレンズ系の焦点位置を変位し、常時CCD撮像素子面に集光するように制御するズーム式レンズ系によって構成するか、

又は、対物レンズが焦点距離を異にするレンズを並列した複数のレンズ系によって構成し、各対物レンズの後方光軸上に一対のCCD撮像素子を配置した焦点距離別の複数のレンズ系によって構成してなることを特徴とする自動車用眩光センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、自動車の前方に存在する先行車又は対向車を識別して自車の前照灯の配光を制御するための自動車用眩光センサに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、自動車の前照灯は一般走行時とすれ違い走行時とによって、照射光束の配光を変更し、対向車に対する眩光を防止して運転上の安全性を確保することができる配光可変型前照灯が使用されている。

【0003】しかし、従来の配光可変型前照灯は、配光の切換を運転者がマニュアルで行っているのが実状であり、頻繁に走行条件が異なる路上において自動車の運転中に前照灯の配光を切替操作することは、運転操作を煩雑にするものであり、安全運転上好ましいものではなかった。

【0004】このため、前方に存在する先行車両、或は対向車両の別を判別して自動車の前照灯の配光を制御するため、従来より図1に示すような眩光センサが知られている。即ち、自動車の前方視界内に存在する物体を所定位置に結像させる対物レンズ50後方の光軸L1上に、ハーフミラーからなるビームスプリッター51を光軸L1に対して45度の傾斜角度をもって取り付けると共に、該ビームスプリッター51の透過光軸L1上と反射光軸L2上に、それぞれ赤外線カットフィルター52、54を介してCCD素子53、55を設けている。

【0005】そして上記ビームスプリッター51は、透過光軸L1方向に黄色光を透過し、また反射光軸L2方向に青色光を反射する多層膜構造になっており、透過光軸L1上の赤外線カットフィルター52は黄色又は赤色系のフィルター、また反射光軸L2上の赤外線カットフィルター54は青色系のフィルターを用いた構造になっている。

【0006】上記のように構成した眩光センサは、自車の前方視界内に存在する先行車の尾灯の光束、或は対向車のヘッドランプの光束をCCD素子53、55面に結

像して、その存在を検知し、この検知信号によって自車のヘッドランプの配光を好ましい状態に可変制御し、他車への眩光を解消するように作動している。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の眩光センサでは、対物レンズ50が固定焦点であるため、識別対象の光源が遠距離にある場合はCCD素子面の映像が小さくなりすぎ、また近距離にある場合はCCD素子面の映像がボケるため、S/N比が小さくなり物体の検知性能が悪くなるという問題を有していた。

【0008】本発明は、上記問題に鑑みて創案されたものであり、自動車の前方に存在する先行車又は対向車を自動的に識別して自車の前照灯の配光を自動制御するための自動車用眩光センサにおいて、識別しようとする対象光源の遠近に関係なく明確に光源の色を識別検知することができる自動車用眩光センサを提供することを目的とするものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る自動車用眩光センサは、対物レンズの後方光軸上にCCD撮像素子を配置し、対物レンズに入射する光束をCCD撮像素子面に集光して該入射光束の色を判別する自動車用眩光センサにおいて、

(1) 対物レンズを、レンズ駆動装置によってレンズ系の焦点位置を変位し、常時CCD撮像素子面に集光するように制御するズーム式レンズ系によって構成する。

(2) 対物レンズを焦点距離を異にするレンズを並列した複数のレンズ系によって構成し、各対物レンズの後方光軸上に一対のCCD撮像素子を配置した焦点距離別の複数のレンズ系によって構成する。

## 【0010】

【作用】上記(1)の構成では、検知対象車両の距離によってレンズ駆動装置によってズーム式対物レンズの焦点位置を変位し、常時CCD撮像素子面に結像するように焦点位置を変更する。従って、対象車両が遠方にある場合は、ズーム式対物レンズは焦点位置を延ばすように作動して、先行車又は対向車のランプ像をCCD撮像素子面に拡大して結像する。

【0011】また(2)の場合では、複数のレンズ系から対象車両が遠方にある場合は、焦点距離が長いレンズ系のものが選択され、先行車又は対向車のランプ像をCCD撮像素子面に拡大して結像する。

【0012】このように遠方の対象物の像を拡大してCCD撮像素子面上に写し込むことにより識別性能が向上するようになる。

## 【0013】

【実施例】以下、本発明に係る自動車用眩光センサの好ましい実施例を図面に従って説明する。図1乃至図3はズーム式光学系を使用した第一の実施例を示すものであ

り、図1は自動車用眩光センサの縦断面図、図2はレンズ駆動装置部の拡大図である。

【0014】符号1は、器筐2の筒状部3に構成したズーム式対物レンズであり、筒状部3の先端に固定した第一レンズ系と該第一レンズ系に対してレンズ駆動装置4によって変位する第二レンズ系とによって構成してなる。上記第一レンズ系は、凸レンズからなる固定レンズ5によって構成してあり、第二レンズ系は、上記筒状部3に対して固定レンズ5の光軸Lと平行に摺動自在に内挿した摺動筒6に固設した凹レンズによって移動レンズ7を構成したものである。

【0015】そして、上記摺動筒6は後述するレンズ駆動装置4を介して光軸L方向に変位するように制御し、固定レンズ5に対して移動レンズ7を光軸L方向に移動し相対距離を変えてズーム式対物レンズ1の焦点位置を変更する構成になっている。上記ズーム式対物レンズ1の第一レンズ系と第二レンズ系のレンズの組合せは、種々に変換実施が可能であるが、色収差を除去する必要から本実施例では、第一レンズ系の固定レンズ5を凸レンズ、第二レンズ系の移動レンズ7を凹レンズの組合せによって構成してある。

【0016】上記固定レンズ5後方の光軸L上には、多層膜構造のハーフミラーからなるビームスプリッター8が、光軸Lに対して4.5度の傾斜角度をもって取り付けられており、該ビームスプリッター8の後方透過光軸L1上位置に赤色フィルター9を介してCCD撮像素子10を配置する。また、上記ビームスプリッター8の後方反射光軸L2上に青色フィルター11を介してCCD撮像素子12を配置してある。尚、上記両CCD撮像素子10、12は、図3に示すように、その水平軸Hに対して上部が下部よりも広い上下非対称とし、またその撮像面を横長にするのが望ましい。

【0017】尚、前記固定レンズ5の内面側には、選択透過光薄膜状の赤外線カット膜13がコーティングされている。

【0018】上記レンズ駆動装置4は、摺動筒6に突設した連結ピン14を筒状部3に穿設し、光軸L方向に延びる長孔15から導出すると共に、筒状部3に回動自在に外挿したヘリカル筒16のヘリカル溝17に対して摺動自在に係合してある。このヘリカル筒16の端縁外周に形成したギヤ18は、器筐2に小螺子等によって取り付けられた正逆転制御可能な制御モータ19の駆動軸に着着した駆動ギヤ20と噛み合っており、該制御モータ19の回転駆動によってヘリカル溝17に係合した連結ピン14を筒軸方向に変位させ、移動レンズ7を光軸Lに沿って前後に変位するように構成したものである。

【0019】上記のように構成した自動車用眩光センサは、検知対象車両の距離によってレンズ駆動装置4によってズーム式対物レンズ1の移動レンズ7を変位し、CCD撮像素子10、12面に結像する(図4参照)よう

に焦点位置を変更するものであり、自車と検知対象車両間の距離は、例えば、公知の赤外線距離計測器21によって計測し、中央制御装置22を介して制御モータ19を予め設定した回転角だけ回動して移動レンズ7をヘリカル機構を介して所定的位置まで変位移動させる。

【0020】そして、透過光軸L1上のCCD撮像素子10側にランプ像TLを検出した場合は、これを「先行車の尾灯」として検知し、自車の前照灯を下向きに偏向するように光束の向きを変える。また、反射光軸L2上のCCD撮像素子12側にランプ像HLを検出した場合は、これを「対向車の前照灯」として検知し、自車の前照灯を斜め左向きに偏向する(左側通行の場合)ように光束の向きを変える等の光軸偏向処理を自動的に行うための検知信号とする。

【0021】上記赤外線距離計測器21は、発受光部をもちレーザーレーダからパルス状の近赤外レーザービームを前方に照射し、自動車後部(先行車の場合)又は自動車前部(対向車の場合)のリフレクタからの反射光を利用して受光すると共に、発光から受光までの光速時間の半分を対象車両までの距離として演算回路により算出するものである。

【0022】従って、対象車両が遠方にある場合は、移動レンズ7は固定レンズ5側に近くなるように(図1実線参照)変位制御され、先行車又は及び対向車のランプ像をCCD撮像素子10、12面に結像する。このように移動レンズ7を変位することによりCCD撮像素子10、12面上に宜時鮮明な像が得られるようになり、遠方対象車両の場合の像が拡大されるから識別性能が向上するようになる。

【0023】上記自車と対象車両との距離の計測では、赤外線距離計測器21を使用するものについて説明したが、対象車両として先行車両と対向車両が存在するため、透過光軸L1側のCCD撮像素子10を使用して、その結像位置から距離Dを計測することも可能である(図5参照)。

【0024】固定レンズ5の焦点距離を $f_1$ 、移動レンズ7の焦点距離を $f_2$ 、また両レンズの距離を $d$ とすると、両レンズを組み合わせたときの移動レンズ7からの焦点距離 $f'$ は、

$$1/f' = 1/(f_1 - d) + 1/f_2$$

であり、理論的な焦点距離 $f$ は、

$$1/f = 1/f_1 + 1/f_2 - d/f_1 \times f_2$$

である。従って、図5(a)に示すようにCCD撮像素子10面の光軸Oを通る水平線Hより上方 $h$ にランプ像Gがあれば、

$$f \times \tan \theta = h \quad \tan \theta = (HS - HL) / D$$

(HS:センサの取り付け高さ HL:ランプの取り付け高さ)

であるから、この演算によって自車と対象車両の距離Dを算出することが可能で、中央制御装置22を介してレ



ンス駆動装置4を制御駆動し、移動レンズ7を好ましい位置に変位する。

【0025】尚、上記CCD撮像素子10を使用する距離Dの測定では、CCD撮像素子10面上に複数の発光体(ランプ)の像が同時に存在する場合があります。このような場合には最高輝度の像を選択するように画像処理を施すことにより上記と同様の方法で計測を行うことが可能である。

【0026】図6及び図7は、本発明に係る自動車用眩光センサの第二の実施例を示すものである。本実施例は前記第一の実施例に構成したズーム式対物レンズ1に変えて、それぞれ焦点距離を異にする凸レンズからなる遠距離用固定レンズ1a、中距離用固定レンズ1b、及び近距離用固定レンズ1cを対物レンズとして並べて設けると共に、各固定レンズ1a、1b、1cの光軸後方に第一の実施例と同様に、ビームスプリッター8と二個のCCD撮像素子10、12をそれぞれ設け、遠距離用、中距離用、及び近距離用のセンサ部を構成したものである。

【0027】上記構成では、遠距離用固定レンズ1a、中距離用固定レンズ1b、及び近距離用固定レンズ1cを対物レンズとして、識別対象車両と自車の距離に応じて画角 $\omega_1$ 、 $\omega_2$ 、 $\omega_3$ を異にする(近距離側の画角が遠距離側の画角より大きくなるように設定してある。)構造になり、CCD撮像素子10、12上の結像が略一定になるように構成されている。

【0028】このように対象車両との距離に応じて、遠距離用、中距離用、及び近距離用の専用のセンサ部によって検出することによりCCD撮像素子10、12面上に常時鮮明な像が得られるようになり、遠方対象車両の場合の像が小さくなることのないから識別性能が向上するようになる。

【0029】更に図8及び図9は、本発明に係る自動車用眩光センサの第三の実施例を示すものである。本実施例では、前記第二の実施例において、凸レンズによって対物レンズを構成している各固定レンズ1a、1bの焦平面位置(矢印A)からビームスプリッター8の間を多数本の光ファイバ23、23…(導光レンズであってもよい)によって光導通した構造になるもので、実施例では一対の遠距離用センサ部と一対の近距離用センサ部から構成している。

【0030】この実施例の構成では、固定レンズ1a、1bの焦平面位置(矢印A)とビームスプリッター8の間を光ファイバ23、23…によって光導通しているため、遠距離用センサ部と近距離用センサ部とで焦平面位置Aが異なっても、ビームスプリッター8を介してCCD撮像素子10、12面に入射する光量を略一定にすることができるものである。

【0031】以上、本発明の各実施例について、尾灯と前照灯を識別するための前記各実施例のビームスプリッ

ター8は、干渉膜を応用した多層膜構造によって分光するものについて説明したが、該ビームスプリッター8の構造は、図10に示すように、対物レンズ1の後方光軸上、導光器24を介してプリズム状の反射鏡25を配置し、その反射光束を一対のCCD撮像素子10、12によって受光するように構成にすることも可能である。尚、符号26は青色フィルターである。

【0032】

【発明の効果】本発明に係る自動車用眩光センサは、上記の如く前方視界の車両の灯具からの光束をCCD撮像素子面に受光して灯色を検知するに際して、集光用の対物レンズをズーム式、或は距離によって使い分ける複数の対物レンズによって構成したことにより、遠方の像であってもCCD撮像素子面に大きく受像することができるようになり、S/N比が改善される。従って、識別しようとする対象光源の遠近に関係なく明確に光源の色を識別検知することができ、良好な物体の検知性能を発揮して自動車の前方に存在する先行車又は対向車を自動的に識別することができる特徴を有するものであり、本発明の実施により得られる効果はきわめて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る自動車用眩光センサの第一の実施例を示す縦断面略図である。

【図2】同レンズ駆動装置部の一実施例を示す拡大図である。

【図3】CCD撮像素子の正面図である。

【図4】CCD撮像素子面の結像を示す説明図である。

【図5】(a)及び(b)は、CCD撮像素子面の像による測距方法を示す説明図である。

【図6】第二の実施例を示す縦断面略図である。

【図7】同横断面略図である。

【図8】第三の実施例を示す縦断面略図である。

【図9】同横断面略図である。

【図10】ビームスプリッターの他の実施例を示す要部略図である。

【図11】従来の自動車用眩光センサの実施例を示す縦断面略図である。

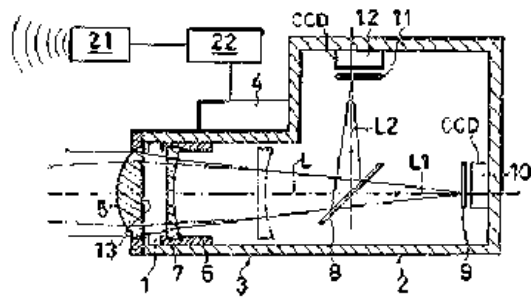
【符号の説明】

- 1 ズーム式対物レンズ
- 1a 遠距離用固定レンズ
- 1b 中距離用固定レンズ
- 1c 近距離用固定レンズ
- 4 レンズ駆動装置
- 5 固定レンズ
- 6 摺動筒
- 7 移動レンズ
- 8 ビームスプリッター
- 9 赤色フィルター
- 10 CCD撮像素子
- 11 青色フィルター

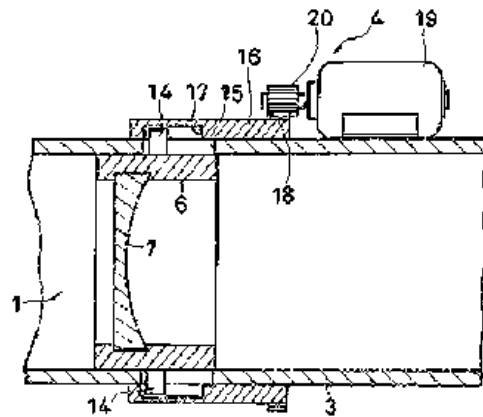
- 12 CCD撮像素子
- 13 赤外線カット膜
- 19 制御モータ

- \* 21 赤外線感能計測器
- 22 中央制御装置
- \* 23 光ファイバー

【図1】



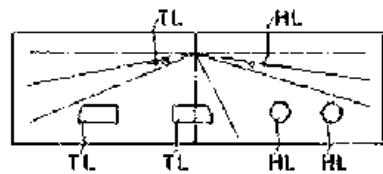
【図2】



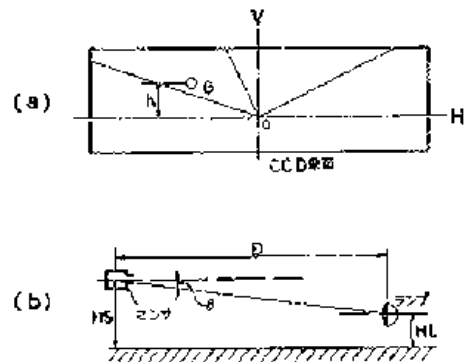
【図3】



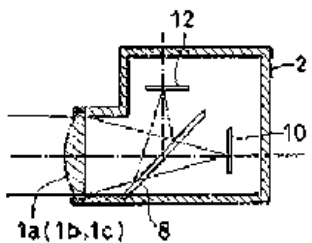
【図4】



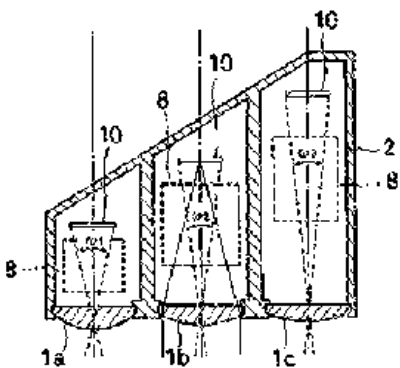
【図5】



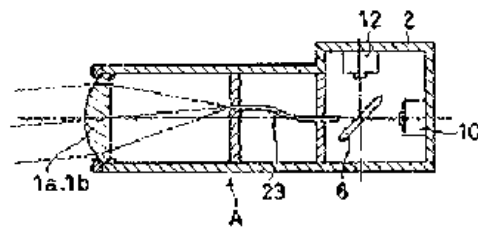
【図6】



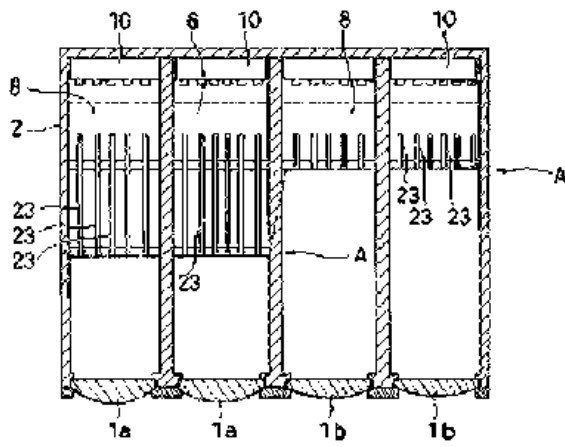
【図7】



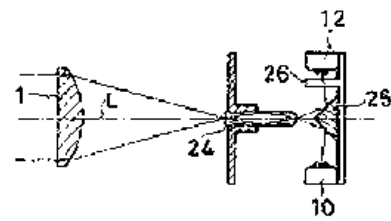
【図8】



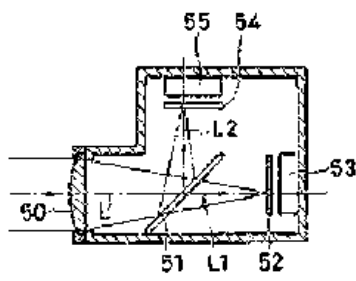
【図9】



【図10】



【図11】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-078240**

(43)Date of publication of application : **20.03.1995**

(51)Int.Cl. **G06T 1/00**  
**B60R 11/04**  
**G06T 7/00**  
**G08G 1/0968**  
**G09B 29/10**

(21)Application number : **05-223356**

(71)Applicant : **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**

(22)Date of filing : **08.09.1993**

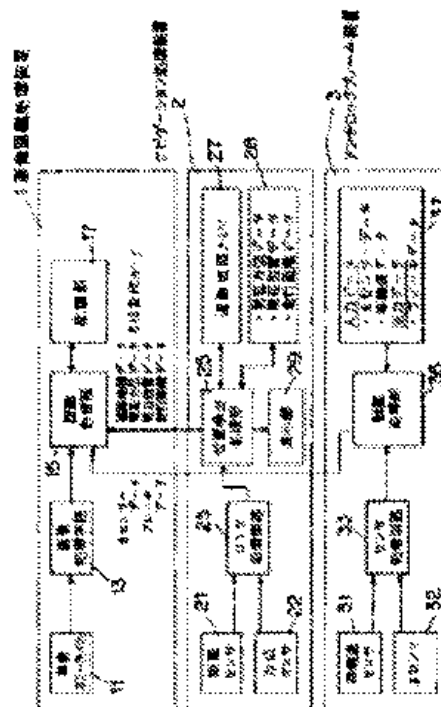
(72)Inventor : **SHIMOURA HIROSHI**  
**TENMOKU KENJI**

### (54) CALCULATING METHOD FOR ROAD DISAPPEARING POINT

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To find a road disappearing point where a road disappears on a screen image-picked up by an on-vehicle camera.

**CONSTITUTION:** A recognition processing part 15 recognizes a prescribed kind of object on the screen image-picked up by the on-vehicle camera 11. Recognition is performed by finding the coordinate of the road disappearing point on the screen. Firstly, a straight line candidate point that is a point to form a straight line part on the screen. The intersection of the straight lines to which the straight line candidates belong can be found by applying Hough transform processing twice repeatedly to the coordinate of the straight line candidate point as the road disappearing point. In this way, the road disappearing point can be found with high accuracy even when the straight line is discontinued on the screen.



(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
G 0 6 T 1/00				
B 6 0 R 11/04		8012-3D		
G 0 6 T 7/00				
		9287-5L	G 0 6 F 15/ 62	3 8 0
		7459-5L	15/ 70	3 9 0 F
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 32 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号	特願平5-223356	(71) 出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目6番33号
(22) 出願日	平成5年(1993)9月8日	(72) 発明者	下瀬 弘 大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
		(72) 発明者	天目 健二 大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
		(74) 代理人	弁理士 亀井 弘勝 (外1名)

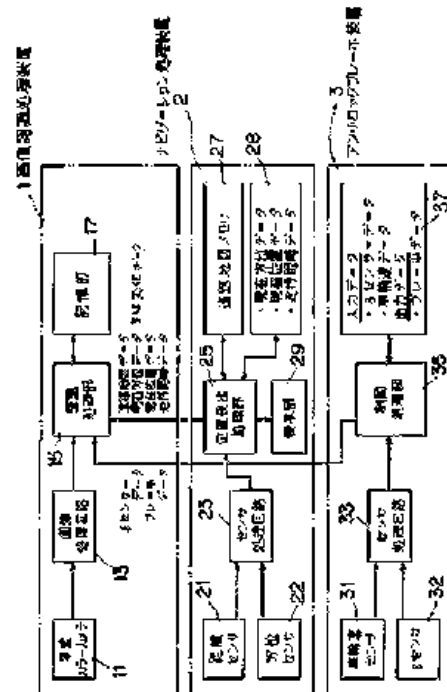
(54) 【発明の名称】 道路消失点の算出方法

(57) 【要約】

【目的】 車載カメラによって撮像された画面中において道路が消失する点である道路消失点を求めること。

【構成】 認識処理部15は、車載カメラ11によって撮像された画面中の所定種類の物体を認識する。認識に当たり、画面中の道路消失点の座標が求められる。まず、画面中の直線部分を形成する点である直線候補点が求められる。この直線候補点の座標に対してHough変換処理を2回繰り返して行うことによって、直線候補点が属する直線の交点が道路消失点として求められる。

【効果】 画面内において直線が途切れている場合であっても、道路消失点を精度良く求めることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】車両の前方または後方を撮像することができる車載カメラによって撮像された画面中において道路が消失する点である道路消失点を算出する方法であつて、

上記車載カメラによって撮像された画面中において直線部分を形成する点である直線候補点の座標を抽出し、抽出された直線候補点の座標に対してHough変換処理を2回繰り返して行うことにより、上記直線候補点に属する直線の交点を上記道路消失点として求めることを特徴とする道路消失点の算出方法。

【請求項2】上記2回のHough変換処理のうちの1回目のHough変換処理では、上記直線候補点に属する直線の方程式の係数を第1の変換座標とし、この第1の変換座標の座標平面の所定範囲内に設定された一定の大きさの格子升目の各計数値が求められ、

上記2回のHough変換処理のうちの2回目のHough変換処理では、上記1回目のHough変換処理において格子升目の計数値が一定値以上となる点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が一定値以上となる点のみが使用され、この使用される点を通る直線の方程式の係数を第2の変換座標とし、この第2の変換座標の座標平面の所定範囲内に設定された一定の大きさの格子升目の各計数値が求められ、

上記第2の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が最大である点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が最大となる点を求め、この点の座標に基づいて道路消失点を求めることを特徴とする請求項1記載の道路消失点の算出方法。

【請求項3】上記第1の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が所定値以上である点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が所定値以上である点を、上記第1の変換座標の座標平面における距離が所定値以下である点が同一群に属するように分類することを特徴とする請求項2記載の道路消失点の算出方法。

【請求項4】上記第1の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が一定値以上となる点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が一定値以上となる点であつて、同一群に属する点のうち、その座標を係数として使用した直線が上記道路消失点の最も近くを通る点の座標を、道路平行線の係数として求めることを特徴とする請求項3記載の道路消失点の算出方法。

【請求項5】求められた道路平行線の係数のうち直線の傾きに係わるものの符号に基づいて、当該道路平行線が車両の左側にあるか右側にあるかを判定することを特徴とする請求項4記載の道路消失点の算出方法。

【請求項6】求められた道路平行線の係数のうち道路平行線の傾きに関するものが、正または負のいずれか一方の符号のもののみであるときには、求められた道路消失

点および道路平行線を無効にすることを特徴とする請求項4または5記載の道路消失点の算出方法。

【請求項7】上記第1の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が一定値以上となる点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が一定値以上となる点が一定数以上存在しない群については、その群に属する点を2回目のHough変換処理では使用しないことを特徴とする請求項3乃至6のいずれかに記載の道路消失点の算出方法。

【請求項8】上記第1の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が所定値以上である点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が所定値以上である点の群が、2つ未満であるときには道路消失点の算出を禁止することを特徴とする請求項3乃至7のいずれかに記載の道路消失点の算出方法。

【請求項9】上記2回目のHough変換処理では、上記第1の変換座標の座標平面において分類された各群のなかで格子升目の計数値が最大となる点または周辺の所定範囲内の計数値の合計値が最大となる点のみが用いられることを特徴とする請求項3乃至8のいずれかに記載の道路消失点の算出方法。

【請求項10】上記第2の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値の最大値が一定値に満たない場合、または所定範囲内の格子升目の計数値の合計値の最大値が一定値に満たない場合には、道路消失点の算出を禁止することを特徴とする請求項2乃至9のいずれかに記載の道路消失点の算出方法。

【請求項11】少なくとも車両が走行している道路の直線性に関する情報を保有している装置からの情報を取得し、走行中の道路が一定値以上の直線性を有しているかどうかを判定し、走行中の道路が一定値以上の直線性を有していない場合には道路消失点の算出を禁止することを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の道路消失点の算出方法。

【請求項12】少なくとも車両が走行している道路の属性に関する情報を保有している装置からの情報を取得し、走行中の道路の属性が一定の基準を満たしているかどうかを判定し、走行中の道路が一定の基準を満たしていない場合には道路消失点の算出を禁止することを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の道路消失点の算出方法。

【請求項13】少なくとも車両の現在位置、車両の進行方向および車両が走行中の道路の方位に関する情報を保有している装置からの情報を取得し、車両の進行方向と道路の方位とに一定値以上の差があるかどうかを判定し、車両の進行方向と道路の方位とに一定値以上の差がある場合には、道路消失点の算出を禁止することを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の道路消失点の算出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車載カメラで車両の前方または後方を撮像して得られた画像情報に基づき、撮像された画面内において道路が消失する点である道路消失点を算出する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】車載カメラによって車両の前方や後方を撮像し、撮像された画像中の物体を認識するための技術が種々提案されている。たとえば、車両の前方を車載カメラで撮像し、撮像された画像を画像処理して前方の他車両を認識することができれば、この認識結果は事故を回避するための自動運転に用いることができる。すなわち、他車両が異常接近したときには、ステアリングやブレーキを自動的に動作させることによって、自動的に事故を回避できる。また、道路標識を認識することができれば、この認識された道路標識に対応する情報を、ナビゲーション装置におけるいわゆる経路誘導機能のために用いることができる。

【0003】車載カメラによって撮像される物体を画像認識する場合、画面中における物体の位置が刻々と変化する。このように画面中で移動していく物体を時々刻々と画像認識する場合に、その認識効率を高めるためには、道路に対する車載カメラの姿勢を表すカメラ姿勢パラメータを正確に確定する必要がある。すなわち、カメラ姿勢パラメータを正確に定めることによって、画面中における物体の挙動が推定できる。この推定結果を利用すれば、撮像された画面から物体を含む画像部分を切り出し、この切り出された画像に関して画像認識処理を行うことができる。

【0004】ところで、カメラ姿勢パラメータを算出する場合には、車両が走行中の道路が画面上において消失する点である道路消失点の座標が必要となる。この道路消失点は道路の無限遠点に相当するため、カメラ姿勢パラメータの算出の際の基準として用いられる。道路消失点は、道路に描かれた中央白線のような道路平行線の交点として検出することができる。つまり、画面上の2本以上の直線を抽出し、この直線の交点を求めれば、この交点を道路消失点とすることができる。画面上の直線を抽出する際には、たとえば、白線のエッジ部では傾度が大きく変化することが利用される。すなわち、白線のエッジ部が直線候補点として検出され、この直線候補点を結ぶ直線が道路平行線として抽出される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、画面上における道路平行線が道路消失点まで連続していることは稀である。すなわち、車両の前方に他車両があれば、道路中央線などは車両の影に隠れるから、画面上では途中で途切れてしまう。したがって、直線候補点を結ぶ直線を求めようとしても、最小自乗法のような通常の方法では困難である。

【0006】また、画面上において道路平行線が道路消失点まで連続している場合でも、最小自乗法のような通常の方法では必ずしも正確な直線を見出すことができないおそれがある。そのため、カメラ姿勢パラメータの演算が可能にほど正確な道路消失点を求めることが難しいという問題がある。ところで、従来から、車両による走行を支援する目的でナビゲーション処理装置が車両に搭載されて用いられている。ナビゲーション処理装置は、走行路線および進行方位に基づいて車両の現在位置を検出し、それを道路地図とともに表示装置に表示することを基本機能とする装置である。

【0007】このナビゲーション処理装置が保有しているデータには、道路消失点の算出に少なからず影響を及ぼすものがある。それにもかかわらず、従来技術では、ナビゲーション処理装置によって取り扱われるデータが有効に利用されていない。そのため、道路消失点の算出が必ずしも効率良く行われていなかった。そこで、本発明の目的は、上述の技術的課題を解決し、道路消失点を正確にかつ正確に求めることができる道路消失点の算出方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段および作用】上記の目的を達成するための請求項1記載の道路消失点の算出方法は、車両の前方または後方を撮像することができる車載カメラによって撮像された画面内において道路が消失する点である道路消失点を算出する方法であって、上記車載カメラによって撮像された画面中において直線部分を形成する点である直線候補点の座標を抽出し、抽出された直線候補点の座標に対してHough変換処理を2回繰り返して行うことにより、上記直線候補点が属する直線の交点を上記道路消失点として求めることを特徴とする。

【0009】この方法では、Hough変換処理を2回繰り返すことによって、道路消失点が求められる。そのため、画面内で直線部分が途切れていたりする場合であっても、道路消失点を求めることができる。しかも、最小自乗法のような通常の方法とは異なり、極めて正確に道路消失点を求めることができる。請求項2記載の道路消失点の算出方法は、上記2回のHough変換処理のうちの1回目のHough変換処理では、上記直線候補点が属する直線の方程式の係数を第1の変換座標とし、この第1の変換座標の座標平面の所定範囲内に設定された一定の大きさの格子目目の各計数値が求められ、上記2回のHough変換処理のうちの2回目のHough変換処理では、上記1回目のHough変換処理において格子目目の計数値が一定値以上となる点、または周辺の所定範囲内の格子目目の計数値の合計値が一定値以上となる点のみが使用され、この使用される点を通る直線の方程式の係数を第2の変換座標とし、この第2の変換座標の座標平面の所定範囲内に設定された一定の大きさの格子目目の各計数値が求められ、上記第2の変換座標の座標平面において、

格子升目の計数値が最大である点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が最大となる点を求め、この点の座標に基づいて道路消失点を求めることを特徴とする。

【0010】車載カメラによって撮像された画面内の複数の直線部分が道路消失点で交わるとき、上記第1の変換座標の座標平面では、格子升目の計数値が極大値をとる点は1つの直線上に並ぶ。この直線の係数は、道路消失点の座標と1:1に対応する。したがって、格子升目の計数値が大きな点に関して2回目のHough処理を上記第2の変換座標の座標平面に対して行くと、格子升目の係数値が最大となる点の座標に基づいて、道路消失点を求めることができる。

【0011】請求項3記載の道路消失点の算出方法は、上記第1の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が所定値以上である点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が所定値以上である点を、上記第1の変換座標の座標平面における距離が所定値以下である点が同一群に属するように分類することを特徴とする。

【0012】車載カメラによって撮像された画面内において同一直線に属する直線候補点は、上記第1の変換座標の座標平面では或る1つの点の近傍に集まる。そこで、第1の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が大きな点を、近接しているもの同士が同一群に属するように分類すれば、各群には1つの直線に属する直線候補点に対応した点が属することになる。このようにすれば、2回目のHough変換処理において用いる点を容易に見出すことができるほか、各群に属する点に注目すれば、道路平行線を見出すことができる。

【0013】請求項4記載の道路消失点の算出方法は、上記第1の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が一定値以上となる点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が一定値以上となる点であって、同一群に属する点のうち、その座標を係数として使用した直線が上記道路消失点の最も近くを通る点の座標を、道路平行線の係数として求めることを特徴とする。

【0014】このようにして、各群に属する点を用いて道路平行線の係数を求めることができる。なお、求められた道路平行線の係数のうち直線の傾きに係わるもの符号に基づいて、当該道路平行線が車両の左側にあるか右側にあるかを判定することができる(請求項5)。これは、車載カメラによって撮像された画像中では、車両の右側にある道路平行線と左側にある道路平行線とが、異なる符号の傾きを有するという経験的事実に基づく。

【0015】また、求められた道路平行線の係数のうち道路平行線の傾きに関するものが、正または負のいずれか一方の符号のもののみであるときには、求められた道路消失点および道路平行線を無効にすることが好ましい(請求項6)。すなわち、上記の場合には、車両のい

れか一方の側に存在する道路平行線のみが求まったに過ぎないから、道路消失点が精度良く求められていないおそれがあるからである。

【0016】さらに、上記第1の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が一定値以上となる点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が一定値以上となる点が一定数以上存在しない群については、その群に属する点を2回目のHough変換処理では使用しないことが好ましい(請求項7)。上記の状況は、或る直線に属する直線候補点の数が少ない場合に生じる。このような直線候補点の座標を用いると、道路消失点の算出精度が悪くなるおそれがある。

【0017】また、上記第1の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値が所定値以上である点、または周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が所定値以上である点の群が、2つ未満であるときには道路消失点の算出を禁止することが好ましい(請求項8)。群の数が2つ未満の場合とは、直線候補点が属する直線の数が1本以下の場合である。この場合には、直線の交点を求めることができないから、道路消失点を求めることができない。したがって、群の数が2つ未満の場合には道路消失点の算出を禁止することとすれば、無駄な算出処理を省くことができる。

【0018】なお、上記2回目のHough変換処理では、上記第1の変換座標の座標平面において分類された各群のなかで格子升目の計数値が最大となる点または周辺の所定範囲内の計数値の合計値が最大となる点のみが用いられてもよい(請求項9)。また、上記第2の変換座標の座標平面において、格子升目の計数値の最大値が一定値に満たない場合、または所定範囲内の格子升目の計数値の合計値の最大値が一定値に満たない場合には、道路消失点の算出を禁止することが好ましい(請求項10)。このような場合には、道路消失点の算出精度が悪くなるおそれがあるからである。

【0019】請求項11記載の道路消失点の算出方法は、少なくとも車両が走行している道路の直線性に関する情報を保有している装置からの情報を取得し、走行中の道路が一定値以上の直線性を有しているかどうかを判定し、走行中の道路が一定値以上の直線性を有していない場合には道路消失点の算出を禁止することを特徴とする。

【0020】この方法では、車両が走行している道路の直線性に関する情報を保有している装置からの情報が取得される。このような装置の典型的な例は、ナビゲーション処理装置である。取得された情報に基づいて、走行中の道路が一定値以上の直線性を有しているかどうかを判定され、一定値以上の直線性を有しなければ、道路消失点の算出が禁止される。或る程度の直線性を有する道路を走行していなければ画面中には道路消失点は存在しない。したがって、上記の方法によれば、道路消失点が



無駄に算出されることを防止できる。

【0021】請求項12記載の道路消失点の算出方法は、少なくとも車両が走行している道路の属性に関する情報を保有している装置からの情報を取得し、走行中の道路の属性が一定の基準を満たしているかどうかを判定し、走行中の道路が一定の基準を満たしていない場合には道路消失点の算出を禁止することを特徴とする。この方法では、車両が走行している道路の属性に関する情報を保有している装置からの情報が取得される。このような装置の典型例は、ナビゲーション処理装置である。取得された情報に基づき、走行中の道路が一定の基準を満たしている場合に限り、道路消失点の算出が行われる。これにより、たとえば細南路を走行中の場合のように、前方または後方を見通すことができる可能性が少なく、したがって道路消失点が算出できる可能性が少ないような場合には、道路消失点の算出が行われることを防止できる。

【0022】請求項13記載の道路消失点の算出方法は、少なくとも車両の現在位置、車両の進行方向および車両が走行中の道路の方位に関する情報を保有している装置からの情報を取得し、車両の進行方向と道路の方位とに一定値以上の差があるかどうかを判定し、車両の進行方向と道路の方位とに一定値以上の差がある場合には、道路消失点の算出を禁止することを特徴とする。

【0023】この方法では、車両の現在位置、車両の進行方向および車両が走行中の道路の方位に関する情報を保有している装置からの情報が取得される。このような装置の典型例は、ナビゲーション処理装置である。取得された情報に基づき、車両の進行方向と道路の方位とに一定値以上の差があると判定されたときには、道路消失点の算出が禁止される。車両が道路と平行に走行していないときには画面内に道路消失点が存在していない可能性が高いからである。

【0024】

【実施例】以下では、本発明の一実施例が適用された車両用画像認識システムについて詳細に説明する。

1. 車両用画像認識処理システムの概要

以下で説明する車両用画像認識処理システムは、車両に搭載されたカラーカメラで車両の周囲を撮像し、撮像された画像に基づいて道路の周辺の物体を認識するための装置である。認識される物体は、たとえば、信号機、道路標識、道路の表面に描かれた道路表示および走行中の道路と立体交差している高架道路等の道路施設ならびに他車両などである。

【0025】車両用画像認識処理システムは、次の①～④の4つの処理を実行することによって、車載カラーカメラで撮像された画像から、道路に関連した施設などの物体を認識する。なお、②、③および④の各処理に関しては、必ずしもカラーカメラが用いられる必要はない。

① 直線部抽出処理

② 道路消失点算出処理

③ カメラ姿勢パラメータ算出処理

④ 物体認識処理

直線部抽出処理とは、車載カラーカメラによって撮像された画像中の車両の進行方向に沿った直線部分を抽出する処理である。直線部分には、道路の両側部、道路上の白線や黄線、中央分離帯、路側帯、前方の車両の輪郭線などがある。

【0026】道路消失点算出処理とは、自車両が走行している道路が画面上で消失する点を演算する処理である。具体的には、直線部抽出処理によって抽出された直線の交わる点が道路消失点として算出される。カメラ姿勢パラメータ算出処理とは、道路に対する車載カメラの姿勢などを求めるための処理である。この処理には、道路消失点算出処理によって得られた道路消失点を利用される。

【0027】物体認識処理とは、車載カメラで撮像された画像中の物体を画像認識するための処理である。物体認識処理では、特定の物体を認識する際に、その物体が含まれている画像領域を画面から切り出す処理が行われる。この場合、画面中における物体の位置は車両の走行に伴って変化していく。そこで、物体の画面上における変位が、上記のカメラ姿勢パラメータなどに基づいて推定され、これに基づいて画像の切り出しが行われる。

【0028】このような車載用画像認識処理システムによれば、自車両の周囲の物体を認識することができる。そのため、認識結果を車両のステアリングやブレーキの自動制御に利用することにより、車両の自動運転への途がひらかれ、車両の安全な運行に寄与できる。以下では、先ず、車載用画像認識処理システムの構成について説明する。そして、上記①～④の直線部抽出処理、道路消失点算出処理、カメラ姿勢パラメータ算出処理および物体認識処理について順に詳述する。

2. 車両用画像認識処理システムの構成

図1は、車両用画像認識処理システムの概略的構成を示すブロック図である。この車両用画像認識処理システムは、車両の周囲の物体を画像認識するための画像認識処理装置1を備えている。この画像認識処理装置1には、車両の現在位置および車両の進行方向を検出して道路地図とともに表示装置に表示するためのナビゲーション処理装置2と、急制動操作時などにおいて車輪がロック状態となることを回避するためのアンチロックブレーキ装置3とが接続されている。画像認識処理装置1における処理には、ナビゲーション処理装置2およびアンチロックブレーキ装置3の各内部情報が支援情報として用いられる。

【0029】画像認識処理装置1は、車両のたとえば前方部や車室内に取り付けられた車載カラーカメラ11を備えている。この車載カラーカメラ11は、車両の前方を撮像することができるものである。車載カラーカメラ

10

20

30

40

50

11のほかに、または車載カラーカメラ11に代えて、車両の後方や車両の側方を撮像できる別の車載カメラが備えられていてもよい。

【0030】車載カラーカメラ11は、撮像した画面の各点をカラー表現したアナログ電気信号を出力する。このアナログ信号は、画像処理回路13において、アナログ/デジタル変換等の処理を受けて、画像データに変換される。この画像データは、マイクロコンピュータなどを含む認識処理部15に入力される。認識処理部15には、RAM(ランダム・アクセス・メモリ)などを含む記憶部17が接続されている。また、認識処理部15には、ナビゲーション処理装置2およびアンチロックブレーキ装置3からの支援情報が与えられている。

【0031】ナビゲーション処理装置2は、車両の走行距離を検出するための距離センサ21および車両の進行方位を検出するための方位センサ22を備えている。これらのセンサ21および22の出力は、センサ処理回路23において処理されることにより、走行距離データおよび現在方位データに変換される。これらのデータが、マイクロコンピュータなどを内部に含む位置検出処理部25に入力される。位置検出処理部25は、センサ処理回路23から入力されるデータに基づいて、車両の現在位置データを算出する。

【0032】位置検出処理部25には、道路地図を記憶した道路地図メモリ27と、RAMなどを含む記憶部28と、CRT(陰極線管)や液晶表示パネルからなる表示部29とが接続されている。道路地図メモリ27は、たとえば、CD-ROMで構成されている。位置検出部25は、算出された現在位置データに基づいて道路地図メモリ27を検索し、現在位置の周辺の道路地図を読み出す。この道路地図は、表示部29に表示される。このとき、車両の現在位置を表すマークが道路地図上に重ねて表示される。

【0033】位置検出処理部25は、画像認識処理装置1の認識処理部15に、道路地図データ、現在方位データ、現在位置データおよび走行距離データを、支援情報として与える。これらのデータの他に、単位時間当たりまたは単位走行距離当たりの進行方位の変化量を表す方位変化データが支援情報として認識処理部15に与えられてもよい。

【0034】アンチロックブレーキ装置3は、車輪の回転速度を検出する車輪速センサ31と車体の加速度(減速度を含む)を検出するためのgセンサ32とを備えている。これらのセンサ31、32の出力は、センサ処理回路33で処理されることにより、車輪速データおよびgセンサデータに変換される。これらのデータは、マイクロコンピュータを内部に含む制動処理部35に入力される。制動処理部35には、RAMなどからなる記憶部37が接続されている。なお、距離センサ21と車輪速センサ31とは共用化が可能であり、いずれか1つのセ

ンサのみを設け、その1つのセンサの出力をナビゲーション処理装置2およびアンチロックブレーキ装置3において共通に用いてもよい。

【0035】制動処理部35は、ブレーキペダルが操作されると、車輪速データおよびgセンサデータに基づいて、ブレーキデータを作成する。そして、このブレーキデータに基づいて図外の電磁ソレノイドなどを制御する。これによって、各車輪のブレーキ圧力が制御され、車輪がロックすることが防止される。制動処理部35は、gセンサデータおよびブレーキデータを画像認識処理装置1の認識処理部15に、支援情報として与える。

### 3. 直線部抽出処理

次に、直線部抽出処理について説明する。

【0036】図2は、車載カラーカメラ11によって撮像された画像例を示す図である。車両の前方に向けられた車載カラーカメラ11によって撮像される画像中には、走行中の道路41が入っている。道路41には、中央白線42が形成されており、路側付近には、路側白線43が形成されている。また、道路41の側部には、路側帯44が設けられている。画面中において、走行中の道路41が消失する箇所が、道路消失点NPである。なお、46、47、48は、前方を走行中の他車両である。

【0037】図3は、画像中の直線部分を抽出した図である。すなわち、道路41の両側部、中央白線42、路側白線43、路側帯44の側部、および他車両46、47、48の輪郭が、直線部分として抽出されている。この図3から明らかなように、道路消失点NPは、車両の進行方向50(図2参照)に沿った直線L1、L2、…の交点として求めることができる。

【0038】直線部抽出処理では、車載カラーカメラ11で撮像された画像は、水平走査方向DHに沿って走査される。この走査が、画面の上端から下端まで行われる。水平方向DHに沿った各走査線上において、直線L1、L2、…上の点が直線候補点 $P_{11}$ 、 $P_{12}$ 、…； $P_{21}$ 、 $P_{22}$ 、…として検出される。この直線候補点の検出処理は、車載カラーカメラ11から認識処理部15を通過して記憶部17に記憶された画像データを順に読み出すようにして実行される。

【0039】直線候補点は、水平走査方向DHに沿って画面を構成する各画素を走査したときに、色度もしくは輝度またはその両方が安定している安定状態と、色度もしくは輝度またはその両方が大きく変化する不安定状態との間で遷移したことに基いて検出される。安定状態および不安定状態は、それぞれ、次のようにして検出される。

【0040】たとえば、車載カラーカメラが、赤(R)、緑(G)および青(B)に対応した3原色信号を出力するものであるとする。この3原色信号は色調を表す信号である。色調とは、色度と輝度とを合わせて表

11

現した値である。この場合、記憶部17には、RGBの3原色画像データが記憶されることになる。水平走査方向DHに沿った走査線上の任意の点におけるR、G、Bの各画像データを $r(t)$ 、 $g(t)$ 、 $b(t)$ とする。tは、処理シーケンスを表し、水平走査方向DHに沿った走査線上の1つの点に対応する。

【0041】この場合に、不安定状態は、下記第(1)式で定義される判定値 $P(t)$ に対して、下記第(2)式が成\*

$$P(t) = j_1 \cdot |r(t) - r(t-1)| + j_2 \cdot |g(t) - g(t-1)| + j_3 \cdot |b(t) - b(t-1)| \dots (1)$$

$$P(t) > m1 \dots (2)$$

すなわち、水平走査方向DHに沿って隣接する2つの処理対象点の色調の変化の絶対値の線形和が、所定の定数 $m1$ よりも大きい場合に、色調が大きな変化を示していることが検出される。隣接する処理対象点は、必ずしも隣接する2つの画素とは限らず、或る所定数の画素間隔で処理対象点を設定してもよい。

$$P_1(t) = k_1 \cdot \{r(t) - r(t-1)\}^2 + k_2 \cdot \{g(t) - g(t-1)\}^2 + k_3 \cdot \{b(t) - b(t-1)\}^2 \dots (3)$$

$$P_1(t) > m2 \dots (4)$$

この場合には、水平走査方向DHに沿って隣接する2つの処理対象点の色調の変化の自乗の線形和が、所定の定数 $m2$ よりも大きい場合に、不安定状態であることが検出される。

【0044】一方、色調の安定状態は、上記第(1)式の★

$$P(t) < n1 \dots (5)$$

すなわち、水平走査方向DHに隣接する2つの処理対象点の色調の変化の絶対値の線形和が、所定の定数 $n1$ よりも小さい状態が、一定個数の処理対象点に関して続いている場合に、色調が安定していることが検出される。

【0045】なお、上記第(3)式の判定値 $P_1(t)$ を用い ☆

$$P_1(t) < n2 \dots (6)$$

この場合には、水平走査方向DHに沿って隣接する2つの処理対象点の色調の変化の自乗の線形和が所定の定数 $n2$ よりも小さい状態が、一定個数の処理対象点に関して続いている場合に、安定状態であることが検出される。

【0046】安定状態の検出には、上記の手法の他にも、指数平滑を用いた手法を適用することができる。たとえば、上記第(1)式の判定値 $P(t)$ を用いて下記第(7)式の新たな判定値 $Q(t)$ を求め、この判定値 $Q(t)$  ◆

$$Q(t) = \alpha \cdot P(t) + (1 - \alpha) \cdot Q(t-1) \dots (7)$$

$$Q(t) < n3 \dots (8)$$

同様に、上記第(3)式の判定値 $P_1(t)$ を用いて下記第(9)式の新たな判定値 $Q_1(t)$ を求め、この判定値 $Q_1(t)$ が下記第(10)式を満たすことに基づいて安定状態を検出\*

$$Q_1(t) = \alpha \cdot P_1(t) + (1 - \alpha) \cdot Q_1(t-1) \dots (9)$$

$$Q_1(t) < n4 \dots (10)$$

12

\* 立することに基づいて検出される。 $m1$ は定数である。また、 $j_1$ 、 $j_2$ 、および $j_3$ は重み付けのための定数である。たとえば、Rデータは明るさの変化に対する変動が大きいので定数 $j_1$ は比較的大きな値とされ、Bデータは明るさの変化に対する変動が小さいので定数 $j_3$ は比較的小きな値とされる。

【0042】

※【0043】なお、上記の判定値 $P(t)$ の代わりに、下記第(3)式で定義される判定値 $P_1(t)$ を用い、この判定値 $P_1(t)$ が下記第(4)式を満たすときに不安定状態であるものと判定してもよい。なお、 $m2$ は定数である。また、 $k_1$ 、 $k_2$ 、および $k_3$ は重み付けのための定数である。

★判定値 $P(t)$ に対して、下記第(5)式が、一定個数(たとえば10個)以上の連続する処理対象点に関して成立することに基づいて検出される。 $n1$ は定数である(ただし、 $n1 < m1$ )。

☆い、この判定値 $P_1(t)$ が、下記第(6)式を、一定個数(たとえば10個)以上の連続する処理対象点に関して満たすときに、安定状態であるものと判定してもよい。なお、 $n2$ は定数である(ただし、 $n2 < m2$ )。

◆が下記第(8)式を満たすことに基づいて安定状態を検出してよい。この場合には、一定個数の連続する処理対象点に対する判定結果を継続して監視する必要がない。また、この指数平滑を用いた手法では、画像中のノイズの影響を排除して、安定状態の検出を良好に行えるという利点がある。なお、下記第(7)式の $\alpha$ および下記第(8)式の $n3$ は、いずれも定数である。

【0047】

\* することもできる。 $n4$ は定数である。

【0048】

なお、RGBデジタル信号を用いる場合だけでなく、HCV (Hue(彩度), Contrast (明度), Value(輝度)) デジタル信号や、YUVデジタル信号(1つの輝度情報および2つの色情報からなる信号)を用いる場合についても、上記と同様にして安定状態および不安定状態をそれぞれ検出することができる。また、輝度および色度のうちのいずれか一方のみを用いて安定状態および不安定状態を検出してもよい。なお、彩度および明度は色度\*

$$Y = 0.2990 \cdot R + 0.5870 \cdot G + 0.1140 \cdot B \quad \dots (11)$$

$$U = -0.1684 \cdot R - 0.3316 \cdot G + 0.5000 \cdot B \quad \dots (12)$$

$$V = 0.5000 \cdot R - 0.4187 \cdot G - 0.0813 \cdot B \quad \dots (13)$$

$$R = Y \quad + 1.4020 \cdot V \quad \dots (14)$$

$$G = Y - 0.3441 \cdot U - 0.7139 \cdot V \quad \dots (15)$$

$$B = Y + 1.7718 \cdot U - 0.0012 \cdot V \quad \dots (16)$$

図4は直線候補点の検出処理を説明するための図である。図4(a)は車載カラーカメラ11によって撮像された画像例を示し、図4(b)は或る走査線SHL上におけるR、G、Bデジタルデータの変化を示す。R、G、Bの各データの変化は、それぞれ曲線LR、LG、LBで示されている。この図4から、道路51に形成された白線52、53、54および中央分離帯55の付近では、色調が激しく変化することが理解される。また、白線などが形成されていない道路表面に対応した画像部分に対しては、色調が安定していることが理解される。

【0050】図5は、直線候補点を検出するために認識処理部15によって実行される処理を説明するためのフローチャートである。ステップS1では、車載カラーカメラ11で撮像される1枚のカラー画像のデータが記憶部17に格納される。そして、画像の上端から水平方向に画素を走査しながら、処理対象の画素に対する処理が行われる(ステップS2)。或る1本の走査線上の全ての処理対象の画素に対する処理が終了したときには(ステップS3)、走査する対象を垂直方向に移動して処理が実行される(ステップS4)。垂直方向への処理も終了すれば(ステップS5)、1枚のカラー画像に対する直線候補点の検出処理を終了する。

【0051】水平走査方向に沿った走査線上の全ての処理対象の画素に対する処理が終了する以前には、ステップS3からステップS6に処理が移る。ステップS6では、或る1つの処理対象の画素に対して安定状態か不安定状態かを検出するために必要なデータが記憶部17から読み出される。そして、ステップS7では、不安定状態であるかどうかを判定される。すなわち、上記第(2)式または上記第(4)式が満たされているかどうかを判定される。不安定状態であると判定されたときには、ステップS8において、それ以前には、安定状態であるとの判定がなされていたかどうかを判断される。もしそうであれば、その時点の処理対象の画素は、安定状態から不安定状態への変化点の画素である。したがって、ステップS11において、その処理対象の画素の座標(画面上

\*に相当する。

【0049】RGBデジタル信号と、HCVデジタル信号またはYUVデジタル信号とは、互に変換可能である。たとえば、RGBデジタル信号とYUVデジタル信号とは、下記第(11)式乃至第(16)式によって相互に変換することができる(「インタフェース」1991年12月号参照)。

における座標)が、直線候補点の座標として記憶部17に格納される。ステップS7において不安定状態と判定される以前にも不安定状態と判定されていた場合には、不安定状態が継続しているだけであるから、直線候補点が発見されていないものとして、ステップS2に戻る。

【0052】ステップS7において不安定状態でないとは判定されたときには、ステップS9に進む。ステップS9では、それ以前に処理された一定個数(N)の処理対象画素に関して、色調の変化が小さいかどうかを調べられる。すなわち、上記第(5)式または第(6)式を満たす処理対象点在一定個数(N)以上連続しているかどうかを判断される。上記第(5)式または第(6)式を満たす処理対象点在一定個数(N)以上連続していれば、ステップS10において、さらに、(N+1)個前の処理対象点において、不安定状態が発見されたかどうかを判断される。不安定状態が発見されていれば、その不安定状態が発見された処理対象点が発見された座標が記憶部17に格納される(ステップS11)。

【0053】一方、ステップS9において一定個数(N)分の処理対象点に関して色調の変化が小さい状態が継続しているわけではないと判断されたときは、ステップS2に戻る。また、ステップS10において、(N+1)個前の処理対象点において不安定状態が発見されていないときにも、ステップS2に戻る。このようにして、車載カラーカメラ11で撮像された画像が水平走査方向に沿って走査され、走査線上における色調の変化の程度が調べられる。そして、色調が安定している安定状態と、色調が不安定な不安定状態とが切り換わる処理対象点が発見された座標として検出される。

【0054】直線を検出するためには、たとえば単に輝度の強弱の変化点のみを捕らえて直線候補点とすることも考えられる。しかし、この場合には、道路上の白線のように、コントラストの明瞭な直線のみしか検出できないおそれがある。これに対して、色度もしくは輝度またはその両方の安定状態と不安定状態との切り換わりに基

ついて直線候補点を検出するようにした上記の構成では、路側帯や中央分離帯および車線の輪郭に対応した処理対象点をも、直線候補点として抽出することができる。したがって、画像中に含まれる多数の直線を抽出することができるので、次に説明する道路消失点算出処理を良好に行うことができる。

【0055】なお、画像中に含まれるノイズの影響を排除するために、不安定状態の検出に当たり、色調などの変化が大きな状態が一定個数の処理対象点に関して継続していることを条件としてもよい。また、1本の走査線上のデータだけでなく、近傍の定査線上のデータも利用して直線候補点の検出を行ってもよい。たとえば、或る処理対象点が直線候補点であると考えられる場合に、垂直方向に隣接する点が直線候補点であることを条件として、その処理対象点を直線候補点と決定するようにしてもよい。このようにすれば、画像中に含まれるノイズの影響を排除して、直線候補点を良好に検出できる。

4. 道路消失点算出処理

道路消失点算出処理は、直線部抽出処理によって得られた直線候補点を用いて、図2に示す道路消失点NPを求める処理である。図3から明らかなように、道路消失点を求める処理は、直線候補点 $P_{11}, P_{12}, \dots; P_{21}, P_{22}, \dots$ を連結する直線の交点を求める処理にほかならない。

【0056】道路消失点算出処理は、直線候補点の座標列に対して、Hough変換処理を2回繰り返して施すことによって行われる。そこで、まず、Hough変換について概説する。図6(a)および図6(b)はHough変換を説明するための図である。図6(a)に示すように、複数の点 $(x_i, y_i)$  (ただし、 $i = 1, 2, 3, \dots$ )が直線 $x = ay + b$ の上に存在していれば、任意の $i$ に対して、 $x_i = ay_i + b$ が成立する。この式を $(a, b)$ を変数とみなして $a, b$ 座標平面で考えると、この座標平

$$x = C(y - y_0) + x_0 = Cy + (x_0 - Cy_0) \quad \dots (17)$$

そこで、 $a = C, b = x_0 - Cy_0$ とおくと、変換式 $x = ay + b$ が得られ、 $a, b$ の関係は下記第(18)式で表

$$b = -ay_0 + x_0 \quad \dots (18)$$

直線候補点 $P_{11}, P_{12}, \dots; P_{21}, P_{22}, \dots; P_{31}, P_{32}, \dots$ の座標に対してHough変換を施した場合、 $a, b$ 座標平面では、複数の直線 $L_1, L_2, L_3$ に対応して、計数値が極大値をとる格子升目が複数個得られるはずである。しかし、直線 $L_1, L_2, L_3$ は一点 $(x_0, y_0)$ で交わるのであるから、極大値をとる格

$$b = ma + n$$

$a, b$ 座標平面において計数値が極大となる格子升目 $D_1, D_2, D_3$ は第(18)式の直線上にあるから、 $m, n$ 座標平面では、 $m = -y_0, n = x_0$ に対応した格子升目の計数値が最大となる。これにより、 $x, y$ 座標平面における道路消失点NPの座標 $(x_0, y_0)$ を求めることができる。

\*面での直線の式は、 $b = -y; a = x_i$ となる。全ての $i$ についての $a, b$ 平面上におけるグラフ化は、図6(b)に示されている。すなわち、複数の $i$ に対応した複数の直線群は、或る一点 $(a_0, b_0)$ を通る。これは、複数の点 $(x_i, y_i)$ がいずれも1つの直線上に存在していることの当然の帰結である。

【0057】そこで、 $a, b$ 座標平面を十分に細かな格子升目に区画し、 $(x_i, y_i)$ に対応する直線が或る格子升目を通過するものであるときに、その格子升目の計数を1だけ増やす。この操作を全ての $(x_i, y_i)$ に関して行う操作がHough変換である。上記の場合、 $(a_0, b_0)$ の点の格子升目の計数値が最大となるはずである。そこで、 $a, b$ 座標平面上で計数値が最大の格子升目を求めれば、 $(a_0, b_0)$ が求まる。したがって、複数の点 $(x_i, y_i)$ を通る直線の方程式は、 $x = a_0y + b_0$ と定めることができる。このように、Hough変換は、画像処理の分野において、複数の点 $(x_i, y_i)$ を通る直線を求める際に用いられる。

【0058】図7はHough変換を2回繰り返して道路消失点を求めるための処理を説明するための図である。図7(a)には車載カメラ11によって撮像された画面に対応した座標平面である $x, y$ 座標平面が示されており、図7(b)には1回目のHough変換における変換座標(第1の変換座標)平面である $a, b$ 座標平面が示されており、図7(c)には2回目のHough変換における変換座標(第2の変換座標)平面である $m, n$ 座標平面が示されている。

【0059】図7(a)に示すように、直線候補点 $P_{11}, P_{12}, \dots; P_{21}, P_{22}, \dots; P_{31}, P_{32}, \dots$ がそれぞれ属する直線 $L_1, L_2, L_3$ は、道路消失点 $(x_0, y_0)$ で交わる。座標 $(x_0, y_0)$ を通る直線の方程式は、下記第(17)式のとおりである。なお、 $C$ は定数である。

【0060】

$$x = C(y - y_0) + x_0 = Cy + (x_0 - Cy_0) \quad \dots (17)$$

\*される。

$$b = -ay_0 + x_0 \quad \dots (18)$$

★格子升目 $D_1, D_2, D_3$ は、上記第(18)式の直線上にないなければならない(図7(b)参照)。

【0061】そこで、極大値をとる格子升目 $D_1, D_2, D_3$ の座標に対して、下記第(19)式の変換式を用いて、2回目のHough変換を $m, n$ 座標平面上に行う。

$$\dots (19)$$

【0062】図8、図9、図10および図14は道路消失点を算出するために認識処理部15(図1参照)において実行される処理を説明するためのフローチャートである。まず、ナビゲーション処理装置2から与えられる支援情報が参照される(ステップS21)。この情報を基に、車道の前方の道路が直線道路であるかどうか(ス

ステップS22)、走行道路の属性(幹線道路かどうかなど)が所定の基準を満たしているかどうか(ステップS23)、および車両が道路とほぼ平行に走行しているかどうか(ステップS24)が調べられる。いずれかの条件が満たされていないときには、道路消失点の算出を禁止して、処理を終了する。これらの全ての条件が満たされていない場合は道路消失点を算出できない可能性が高いので、無駄な処理を省く目的である。たとえば、カーブ走行中であれば、車載カメラ11によって撮像される画面の中には道路消失点がない可能性が高く、しかも、直線を抽出できないからHough変換による道路消失点の算出は困難である。また、走行中の道路が幹線道路以外の細い道路であれば、あまり長い直線区間が続かないことが多いので、道路消失点が見つからない可能性が高い。さらに、車線変更中のように車両が道路と平行に走行していないときには、撮像された画面中に道路消失点が存在していないおそれがある。

【0063】なお、走行中の道路が直線道路かどうかの判断や、その道路が所定の属性の道路であるかどうかの判断は、ナビゲーション処理装置2から与えられる道路地図データに基づいて行われる。ナビゲーション処理装置2の位置検出処理部25は、車両が走行している道路\*

$$k1 \leq a \leq k2 \text{ (たとえば、} k1 = -2, k2 = 2 \text{)} \quad \dots (20)$$

続いて、ステップS27では、下記第(21)式に従って、係数bの値が求められる。

$$b = -a y + x \quad \dots (21)$$

ステップS28では、求められたbが下記第(22)式の範囲内の値かどうか調べられる。この範囲は、上記車両が道路と平行に走行している場合に画面中に現れる直線★

$$k3 \leq b \leq k4 \text{ (たとえば、} k3 = -511, k4 = 768 \text{)} \quad \dots (22)$$

bの値が上記の範囲内でなければ(ステップS29)、ステップS26に戻り、aの値を変化させて(0.01ずつ変化させる。)同様な処理が行われる。bの値が上記の範囲内であれば、該当する格子升目の計数値がカウントアップされる(ステップS30)。ステップS31では、上記のa、bの範囲内の格子升目の計数値のうちの最大値pが記憶部17に記憶される。

【0068】このような処理が、上記第(20)式のaの範囲に関して行われる(ステップS32)。そして、上記第(20)式的全範囲のaについての処理が終了すると、次の直線候補点の座標(x、y)が記憶部17から読み出されて同様な処理が行われる(ステップS33)。このようにして、全ての直線候補点に関してステップS25~S33の処理が行われることにより、1回目のHough変換処理が達成される。

【0069】1回目のHough変換処理が終了すると、格子升目の計数値が1つずつ順に参照される(図9のステップS34)。ステップS35では、参照された計数値が一定値k5・p(k5は定数であり、たとえば0.5とされる。このとき、k・pは最大計数値pの2分の1

\*に関するデータを道路地図メモリ27から読み出して、認識処理部15に与える。また、車両が道路と平行に走行しているかどうかの判断は、走行中の道路の方位(道路地図データとしてナビゲーション処理装置2から与えられる。)と、車両の進行方位に対応した現在方位データとを照合することによって行われる。

【0064】上述のステップS22、S23およびS24の各条件が満たされているときには、ステップS25に進む。ステップS25では、1回目のHough変換処理のために、記憶部17から直線候補点の座標(x、y)が読み出される。変換式は、 $x = a y + b$ である。また、画面上ではx、yは、それぞれ $1 \leq x \leq 256$ 、 $1 \leq y \leq 256$ の範囲内の値をとるものとする。なお、a,b座標平面においては、a軸方向に沿う長さΔaが「0.01」でb軸方向に沿う長さΔbが「1」の格子升目が設定される。

【0065】ステップS26では、直線の傾きに対応した係数aの値が下記第(20)式の範囲内のいずれかの値に設定される。この第(20)式の範囲は、車両が道路にほぼ沿って走行している場合には、道路消失点に至る画面中の全直線の傾きをカバーできる範囲である。

※【0066】

★であって道路消失点に至るものをカバーするのに必要充分な範囲である。

【0067】

となる。)以上かどうか調べられる。計数値が一定値k5・p未満であれば、ステップS34に戻って、次の格子升目の計数値に対して同様な処理が実行される。また、計数値がk5・p以上のときは、さらに、一定値k6(たとえば、3とされる。)以上かどうか調べられる(ステップS36)。これは、最大計数値pが小さい場合を考慮したものである。計数値が一定値k6に満たなければ、ステップS34に戻る。

【0070】次に、格子升目の計数値が十分に大きいと判断された点の座標が、記憶部17に登録されている格子升目代表値と比較される(ステップS37)。格子升目代表値とは、格子升目の計数値が十分に大きな点であって所定距離範囲内(たとえば、格子升目50個分)にある点のグループを代表する点の座標である。つまり、格子升目の計数値が大きな点は、近くに有るもの同士が同一群に属するようにグループ分けされる。格子升目代表値は、グループ中の1つの格子升目の点の座標である。たとえば、そのグループ内に最後に登録された点の座標が、格子升目代表値とされる。各グループには群番号が行与される。

【0071】近くに格子升目代表値がない場合には(ステップS38)、処理対象となっている格子升目の点の座標が格子升目代表値として登録され、この格子升目代表値に群番号が付与される(ステップS39)。近くに格子升目代表値があれば、この処理は省かれる。次に、処理対象の格子升目の点に対して、格子升目代表値に対応した群番号が付与される(ステップS40)。このようにして格子升目の計数値の大きな点に対しては、いずれかの群番号が付与され、これによって格子升目の分類が達成される。

【0072】上記のような処理が、上記第(20)式および第(22)式のa、bの範囲内の全格子升目に関して実行される(ステップS41)。そして、ステップS42では、格子升目代表値が登録されたグループが、2つ以上あるかどうか判断される。2つ以上のグループがなければ、道路消失点の算出を禁止して、処理を終了する(ステップS42)。この場合には、1つの直線しか見つからない場合であるので、道路消失点を算出することができないからである。2つ以上のグループが登録されているときには、図10のステップS43からの2回

目のHough変換処理が実行される。

【0073】2回目のHough変換処理では、群番号が付与された点のみ、すなわち格子升目の計数値が大きな点のみが用いられる。なお、上記の処理では格子升目が一定値以上の点に対して群番号を付与しているが、その代わりに、周囲の所定範囲内(たとえば格子升目5個分の範囲内)の格子升目の計数値の合計値を求め、この合計値が一定値以上となる点にのみ群番号を付与し、この群番号が付与された点のみを2回目のHough変換処理に用いてもよい。また、各群内において格子升目の計数値が\*

$$k7 \leq m \leq k8 \text{ (たとえば、} k7 = -256, k8 = -1) \dots (23)$$

続いて、ステップS46では、下記第(24)式に従って、nの値が求められる。

$$n = -ma + b \dots (24)$$

ステップS47では、求められたnが下記第(25)式の範囲内の値かどうか調べられる。この範囲は、上記車両が道路と平行に走行している場合に画面中に現れる直線★

$$k9 \leq n \leq k10 \text{ (たとえば、} k9 = 1, k10 = 256) \dots (25)$$

nの値が上記の範囲内でなければ(ステップS48)、ステップS45に戻り、mの値を変化させて同様な処理が行われる。nの値が上記の範囲内であれば、該当する格子升目の計数値がカウントアップされる(ステップS49)。ステップS50では、上記のm、nの範囲内の格子升目の計数値のうちの最大値qが記憶部17に記憶される。

【0079】このような処理が、上記第(23)式のmの範囲内で行われる(ステップS51)。そして、上記第(23)式的全範囲のmについての処理が終了すると、次の格子升目の点の座標(a、b)が記憶部17から読み出されて同様な処理が行われる(ステップS52)。こ

\*最大である点のみを2回目のHough変換処理に用いたり、各群内において周囲の所定範囲内の格子升目の計数値の合計が最大である点のみを2回目のHough変換処理のために用いたりして、2回目のHough変換処理を軽減してもよい。

【0074】さらに、格子升目の計数値が一定値以上となる点、または周囲の所定範囲内の格子升目の計数値の合計値が一定値以上となる点が一定数(たとえば5個)以上存在しない群については、その群に属する点を2回目のHough変換処理では使用しないようにしてもよい。こうすれば、たとえば図3の直線L5~L10のように車両の輪郭線などに対応した直線候補点に相当する点を排除して、道路平行線に対応した点のみを2回目のHough変換処理のために用いることができる。そのため、道路消失点の算出精度を高めることができる。

【0075】図10を参照して、2回目のHough変換処理について説明する。ステップS43では、記憶部17に記憶されているa,b座標平面上の点の座標(a、b)が順に参照される。そして、群番号が付与されている点に関してのみ(ステップS44)、Hough変換処理が行われる。この場合の変換式は、 $b = ma + n$ である。なお、m,n座標平面においては、m軸方向に沿う長さΔmが「1」でn軸方向に沿う長さΔnが「1」の格子升目が設定される。

【0076】ステップS45では、mの値が下記第(23)式の範囲内のいずれかの値に設定される。この第(23)式の範囲は、車両が道路にほぼ沿って走行している場合において、道路消失点に至る画面中の全直線をカバーできる範囲である。

※【0077】

★であって道路消失点に至るものをカバーするのに必要十分な範囲である。

【0078】のようにして、全ての格子升目の点に関する処理が行われることにより、2回目のHough変換処理が達成される。

【0080】2回目のHough変換処理が終了すると、m,n座標平面上の格子升目の計数値が1つずつ順に参照される(ステップS53)。ステップS54では、参照された計数値が一定値 $k11 \cdot q$ (k11は定数であり、たとえば0.5とされる。このとき $k11 \cdot q$ は最大計数値qの2分の1となる。)以上かどうか調べられる(ステップS54)。計数値が一定値 $k11 \cdot q$ 未満であれば、ステップS53に戻って、次の格子升目の計数値に対して同様な処理が実行される。また、計数値が $k11 \cdot q$ 以上

のときは、その点の周辺の所定範囲内にある格子升目の計数値の合計値が算出される(ステップS55)。たとえば、m軸方向およびn軸方向に関して±5個分の格子升目の合計値が算出される。

【0081】ステップS56では、上記の合計値の最大値rと、この最大値rに対応した点の座標(m<sub>e</sub>、n<sub>e</sub>)とが記憶部17に記憶される。このような処理が、上記算(23)式および算(25)式のm、nの範囲内の全格子升目に関して実行される(ステップS57)。その結果、上記の座標(m<sub>e</sub>、n<sub>e</sub>)は、上記のm、nの範囲内

で、周辺の所定範囲内の格子升目の計数値の合計が最も大きい点の座標となる。  
【0082】ステップS58では、上記合計値の最大値rが一定値k12(たとえば、50)以上かどうか判断される。最大値rが一定値k12に満たなければ、確信度が低いものとして、道路消失点の算出を禁止して、処理を終了する。最大値rが一定値k12以上であるときには、(n<sub>e</sub>、-m<sub>e</sub>)が道路消失点として決定される。なお、周辺の所定範囲内の格子升目の計数値が最大となる点を求める代わりに、格子升目の計数値が最大となる点を求めて、この点の座標に基づいて道路消失点を求め

てもよい。この場合に、格子升目の計数値の最大値が一定値に満たない場合には、道路消失点の算出を禁止するようにすればよい。  
【0083】ステップS60からの処理は、道路に平行な直線である道路平行線を求めるための処理である。まず、ステップS60では、記憶部17の記憶内容が検索され、a-b座標平面における格子升目の点のなかの特定の群番号のものが参照される。ステップS61では、b-(am<sub>e</sub>+n<sub>e</sub>)の絶対値が誤差として算出される。b=am<sub>e</sub>+n<sub>e</sub>が成立すれば、そのときの(a、b)は、道路消失点(x<sub>e</sub>、y<sub>e</sub>)を通る直線の切片および傾きを与える。そのため、b-(am<sub>e</sub>+n<sub>e</sub>)の絶対値が最小値をとる(a、b)を見出すことによって、道\*

$$L1: x = 1.333y - 106.7$$

$$L2: x = 0.863y - 26.8$$

$$L3: x = -0.992y + 288.7$$

$$L4: x = -1.844y + 433.5$$

なお、各群番号ごとに得られた係数aがいずれも正の値であるか、またはいずれも負の値である場合には、求められた道路消失点および道路平行線を無効にすることが好ましい。このような場合には、車両の左側または右側のいずれかの側に位置する道路平行線のみが検出されているため、道路消失点の算出精度が低いおそれがあるからである。

【0087】本件発明者は、次の①～④のとおりの場合について、上記の道路消失点算出処理を試験的に実行した。

① 図3の直線L2、L3上の直線候補点の座標データを使用。

\* 路平行線が求められる。つまり、同一群に属する点のうち、その座標を係数として使用したx-y座標平面における直線が道路消失点の最も近くを通る点の座標が、道路平行線の係数として求められる。

【0084】ステップS62では、ステップS61で誤差として求められたb-(am<sub>e</sub>+n<sub>e</sub>)の絶対値が一定誤差k13(たとえば、5)以内であるかどうか判断される。一定誤差k13以内なら、その誤差が、当該群番号が付与された点であって既に処理が終了しているものの座標に対応した誤差のうちで、最小かどうか判定される(ステップS63)。最小値であれば(ステップS64)、その格子升目の点の座標に関して得られた誤差が、当該群番号が付与されたグループにおける最小誤差とされる(ステップS65)。

【0085】ステップS66では、或る群番号が付与された全ての格子升目の点に対する処理が終了したかどうか調べられる。同一群番号が付与された全ての点の処理が終了すると、さらに、全群番号に関して処理が終了したかどうか調べられる(ステップS67)。全群番号に関して上記の処理が終了すると、各群の最小誤差の格子升目が参照される(ステップS68)。そして、最小誤差が記憶部17に記憶されている格子升目グループに関しては、その最小誤差に対応した格子升目の座標(a、b)が道路平行線の係数(傾きおよび切片)とされる(ステップS69)。そして、係数aが正の場合には、その道路平行線が車両の左側の道路平行線とされ(ステップS70)、係数aが負のときにはその道路平行線が車両の右側の道路平行線とされる。

【0086】図3の場合には、道路平行線L1、L2、L3、L4に関して係数aおよびbが求まる。この場合、各道路平行線L1、L2、L3、L4の方程式は、下記算(26)式～算(29)式のとおりであり、道路消失点N Pの座標は(120、170)である。

.... (26)

.... (27)

.... (28)

.... (29)

② 図3の直線L2、L3、L5～L10上の直線候補点の座標データを使用。

③ 図3の直線L1～L3、L5～L10上の直線候補点の座標データを使用。

【0088】④ 図3の直線L1～L10上の直線候補点の座標データを使用。

これらのいずれの場合にも、道路消失点の座標は正しく求めることができた。とくに、②、③、④の場合には前方の他車両の輪郭線に対応した直線候補点が含まれている場合であるが、このような場合にも、道路消失点の座標が正しく求まることが確認された。また、道路平行線についても、ほぼ誤差なく求めることができた。ただ



し、④の場合には、直線L4に関しては、道路平行線として求めることができなかった。これは、直線候補データのサンプルデータが少ないためであると考えられる。したがって、サンプルデータを増やすことにより、直線L4に関する道路平行線を求めることができると考えられる。

【0089】このようにして求められた道路消失点と道路平行線とは、次に説明するカメラ姿勢パラメータ算出処理において用いられる。

5. カメラ姿勢パラメータ算出処理

この処理では、道路に対する車載カメラ11の姿勢を表す姿勢パラメータが求められる。姿勢パラメータには、鉛直軸まわりの回転角であるヨー角、車両の進行方向まわりの回転角であるロール角、水平面に沿うとともに進行方向と直交している方向のまわりの回転角であるピッチ角、および道路に平行な所定の基準線からのカメラの俯ずれ（道路に対する俯方向の相対位置）が含まれる。

【0090】車載カメラ11は、所定の姿勢で正確に車両に取り付けるが、取り付け誤差の発生は回避できない。

そこで、カメラ姿勢パラメータ算出処理では、車載カメラ

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \dots (30)$$

ただし、 $R_{11} = \cos \phi \cos \theta - \sin \theta \sin \phi \sin \psi$   
 $R_{12} = \cos \phi \sin \theta + \sin \theta \sin \phi \cos \psi$   
 $R_{13} = -\cos \theta \sin \phi$   
 $R_{21} = -\cos \theta \sin \psi$   
 $R_{22} = \cos \theta \cos \psi$   
 $R_{23} = \sin \theta$   
 $R_{31} = \sin \phi \cos \psi + \sin \theta \cos \phi \sin \psi$   
 $R_{32} = \sin \phi \sin \psi - \sin \theta \cos \phi \cos \psi$   
 $R_{33} = \cos \theta \cos \phi$

【0093】各回転角が微小であれば、上記第(30)式は、下記第(31)式の近似式に変形できる。

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \phi & -\theta \\ -\phi & 1 & \psi \\ \phi & -\theta & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \dots (31)$$

【0095】点P(X, Y, Z)が撮像面上の点p'(x', y')に投影されるとき、次式が成立する。ただし、座標(x', y')は撮像面上における2次元座★

$$x' = F \cdot X' / Y'$$

\*ラ11の車両に対する取り付け姿勢も併せて算出される。まず、座標系について説明する。道路座標系XYZと、カメラ座標系X'Y'Z'とが定義される。車両の移動によらずに道路座標系の原点に車両があるものとし、車両の進行方向にY軸がとられている。また、進行方向に対して右方向にX軸がとられ、鉛直方向にZ軸がとられている。カメラ座標系と道路座標系とは原点を共有している。車載カメラ11の撮像面は、XZ平面に平行で原点から距離F（Fはカメラ11のレンズの焦点距離）のところにあるものとする。

【0091】X, Y, Z軸のまわりの回転角をそれぞれピッチ角 $\theta$ 、ロール角 $\phi$ 、ヨー角 $\psi$ とし、いずれも右ねじの方向を正方向とする。このとき、カメラの取り付け誤差または車両の回転に伴うカメラの座標系の変換式は、下記第(30)式で与えられる。ただし、車載カメラ11のレンズの主軸方向にY'軸をとり、撮像面と平行にX軸およびZ'軸をとるものとする。

【0092】  
【数1】

10

★標である。x'軸はカメラ座標系のX'軸方向にとられ、y'軸はカメラ座標系のZ'軸方向にとられている。

$$\dots (32)$$

25

$$y' = F \cdot Z' / Y'$$

カメラの姿勢パラメータは、ピッチ角 $\theta$ 、ロール角 $\phi$ およびヨー角 $\psi$ に関して、それぞれ次のように分割される。

【0096】ピッチ角 $\theta$ ：（道路に対する車両のピッチ角 $\theta_0$ 。）+（車両に対する車載カメラ11の取付けピッチ角 $\theta_1$ 、）

ロール角 $\phi$ ：（道路に対する車両のロール角 $\phi_0$ 。）+（車両に対する車載カメラ11の取付けロール角 $\phi_1$ 、）

ヨー角 $\psi$ ：（道路に対する車両のヨー角 $\psi_0$ 。）+（車両に対する車載カメラ11の取付けヨー角 $\psi_1$ 、）

道路に対する車両のヨー角 $\psi$ 。については、ナビゲーション処理装置2から与えられる道路地図データおよび現在方位データから求めることができる。つまり、車両が走行中の道路の方向が道路地図データから判り、車両の実際の進行方向が現在方位データから判る。そのため、道路の方位に対する実際の進行方向の差を、道路に対する車両のヨー角 $\psi$ 。とすればよい。

【0097】道路に対する車両のロール角 $\phi_0$ 。やピッチ角 $\theta_0$ 。は、それ自体は検出することができないが、平均値「0」でばらつくノイズとして把握できる。つまり、\*

$$x_0 = R_{12} \bar{F} \approx \sin(\phi_0 + \psi_0) F = (\sin \phi_0 + \psi_0, \cos \phi_0) F \quad \dots (34)$$

$$y_0 = R_{22} \bar{F} \approx \{\phi_0 \sin(\phi_0 + \psi_0) - \theta_0 \cos(\phi_0 + \psi_0)\} F \quad \dots (35)$$

さらに、 $\psi_0$ 。が微小であれば、下記第(36)式および第(37)式を得る。 ※

$$x_0 = (\phi_0 + \psi_0) F \quad \dots (36)$$

$$y_0 = -\theta F \quad \dots (37)$$

特に、車両が道路に平行に走行しているときには、 $\psi_0 = 0$ であるので、下記第(38)式および第(39)式が得られ★

$$x_0 = R_{12} \bar{F} \approx \psi F = \phi, F \quad \dots (38)$$

$$y_0 = R_{22} \bar{F} \approx -\theta F \quad \dots (39)$$

一方、上記各パラメータが微小であるとする、上記第(31)式ならびに上記第(32)式および第(33)式より、下☆

$$x' = F (X + \psi, Y - \phi Z) / (-\psi, X + Y + \theta Z) \quad \dots (41)$$

$$y' = F (\phi X - \theta Y + Z) / (-\psi, X + Y + \theta Z) \quad \dots (42)$$

道路平行線の高さ $Z$ は、道路から車載カメラ11までの高さ $h$ である場合、 $-h$ となる。また、道路に平行な基準線に対する車載カメラ11のX方向へのずれを $A$ と◆

$$X = A / \cos \phi_0 + Y \tan \phi_0 \approx A + Y \phi_0 \quad \dots (43)$$

したがって、上記第(41)式および第(42)式は、下記第(44)式および第(45)式にそれぞれ書き換えられる。 \* 【数3】

$$x' = \frac{F \{A + (\phi_0 + \psi_0) Y + \phi h\}}{-\phi_1 A + (1 - \phi_0 \phi_1) Y - \theta h} \quad \dots (44)$$

$$y' = \frac{F \{\phi A + (\phi \phi_0 - \theta) Y - h\}}{-\phi_1 A + (1 - \phi_0 \phi_1) Y - \theta h} \quad \dots (45)$$

【0104】これより、 $Y$ を消去すると、下記第(46)式を得る。

26  
..... (33)

\* 十分に長い時間に渡るロール角 $\phi$ およびピッチ角 $\theta$ の各平均値をとれば、この平均値のなかには道路に対する車両のロール角 $\phi_0$ 。やピッチ角 $\theta_0$ 。は含まれていないと考えて差し支えない。

【0098】車両が道路に対して $\psi_0$ 。の角度をなす方向に走行しているものとし、道路は充分遠くまで直線かつ車両の平面(XY平面)内にあるものとする。また、道路バンクや車両の左右の傾きは無視できるとする。そして、道路座標系XYZにおける道路消失点の座標を(X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>、Z<sub>0</sub>)（ただし、Y<sub>0</sub> = ∞である。）とし、この道路消失点の撮像面への写像点の座標が(x<sub>0</sub>、y<sub>0</sub>)であるとする。この写像点の座標は、上記の道路消失点算出処理によって求められた道路消失点に他ならない。

【0099】 $\psi_0$ 。以外の姿勢パラメータが微小であるとするれば、 $\psi_0 = \psi_0 + \psi_1$ 、であり、 $\theta_0$ 、 $\phi_0$ および $\psi_1$ は微小であるから、上記第(30)式ならびに上記第(32)式および第(33)式より、下記第(34)式および第(35)式が得られ

20

※【0100】

★

☆ 下記第(41)式および第(42)式が得られる。

【0101】

◆ すると、車両が道路と $\psi_0$ 。の方向に走行しているため、下記第(43)式が成り立つ。

【0102】

【0103】

【0105】

【数4】

$$x' = a y' + b$$

$$a = \frac{\phi_1^2 A + (\theta h - \phi h \phi_0) \phi_1 + A + \phi h + \theta h \phi_0}{\phi A - h(1 - \phi_0 \phi_1) - \theta \phi_1 A - \theta^2 h + \theta h \phi \phi_0}$$

$$b = \frac{(\phi A \phi_1 - \phi_1 h + \theta A + \theta \phi h - \phi_0 h - \phi^2 \phi_0 h) F}{\phi A - h(1 - \phi_0 \phi_1) - \theta \phi_1 A - \theta^2 h + \theta h \phi \phi_0}$$

.... (46)

【0106】もし、道路平行線が2本得られ、これらの間隔Bが既知であれば、第(46)式と同様な下記第(47)および第(48)式ならびに第(49)式が得られる。ただし、係数a、bおよびAに付いた添字「1」、「2」は、それ\*

\*が付与された係数が2本の道路平行線のそれぞれに対応するものであることを表す。

【0107】

【数5】

$$x' = a_1 y' + b_1$$

$$a_1 = \frac{\phi_1^2 A_1 + (\theta h - \phi h \phi_0) \phi_1 + A_1 + \phi h + \theta h \phi_0}{\phi A_1 - h(1 - \phi_0 \phi_1) - \theta \phi_1 A_1 - \theta^2 h + \theta h \phi \phi_0}$$

$$b_1 = \frac{(\phi A_1 \phi_1 - \phi_1 h + \theta A_1 + \theta \phi h - \phi_0 h - \phi^2 \phi_0 h) F}{\phi A_1 - h(1 - \phi_0 \phi_1) - \theta \phi_1 A_1 - \theta^2 h + \theta h \phi \phi_0}$$

.... (47)

$$x' = a_2 y' + b_2$$

$$a_2 = \frac{\phi_1^2 A_2 + (\theta h - \phi h \phi_0) \phi_1 + A_2 + \phi h + \theta h \phi_0}{\phi A_2 - h(1 - \phi_0 \phi_1) - \theta \phi_1 A_2 - \theta^2 h + \theta h \phi \phi_0}$$

$$b_2 = \frac{(\phi A_2 \phi_1 - \phi_1 h + \theta A_2 + \theta \phi h - \phi_0 h - \phi^2 \phi_0 h) F}{\phi A_2 - h(1 - \phi_0 \phi_1) - \theta \phi_1 A_2 - \theta^2 h + \theta h \phi \phi_0}$$

.... (48)

$$B = A_2 - A_1 \quad (A_2 > A_1 \text{ のとき})$$

.... (49)

【0108】このようにして、道路消失点(x<sub>0</sub>、y<sub>0</sub>)および道路平行線の添数aまたはbと、道路平行線の間隔Bとが得られれば、上記第(36)式および第(37)式または上記第(38)式および第(39)式からφ<sub>1</sub>およびθが求まり、上記第(47)式、第(48)式および第(49)式からφならびにA<sub>1</sub>およびA<sub>2</sub>が求まる。上記第(47)式お

よび第(48)式のうち、a<sub>1</sub>、a<sub>2</sub>に関する式を利用して解くと、下記第(50)式、第(51)式および第(52)式より、それぞれA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>およびφが求まる。

【0109】

【数6】

40

$$\begin{aligned}
& (a_1 - a_2) (1 + \phi_1^2) A_1^2 \\
& + (a_1 - a_2) \{B(1 + \phi_1^2) + 2\theta h(\phi_0 + \phi_1)\} A_1 \\
& - Bh(1 + \theta^2)(1 - \phi_0 \phi_1) a_1 a_2 \\
& + h^2 \{\theta^2(1 + \phi_0^2) + (1 - \phi_0 \phi_1)^2\} + \theta \phi_0 Bh(1 + \phi_1^2) a_1 \\
& + [-h^2 \{\theta^2(1 + \phi_0^2) + (1 - \phi_0 \phi_1)^2\} \\
& \quad + \theta Bh(\phi_0 \phi_1^2 - 2\phi_1 - \phi_0)] a_2 \\
& - Bh(1 + \phi_1^2)(1 - \phi_0 \phi_1) \\
& = 0 \qquad \dots (50)
\end{aligned}$$

$$A_2 = A_1 + B \qquad \dots (51)$$

$$\phi = \frac{(1 + \phi_1^2 + \theta \phi_1 a_1) A_1 + h(1 - \phi_0 \phi_1 + \theta^2) a_1 + \theta h(\phi_0 + \phi_1)}{(A_1 + \theta h \phi_0) a_1 - h(1 - \phi_0 \phi_1)} \qquad \dots (52)$$

【0110】なお、間隔Bには、たとえば道路の幅や道路の白線の間隔を用いることができる。これらの間隔は、道路地図データから取得できる。たとえば、高速道路の道路幅が決まっているから、ナビゲーション処理装置2において高速道路を走行中であることが検出されたときのみ、上記のカメラ姿勢パラメータ算出処理を行ってもよい。

【0111】また、上記の処理を車両が一定距離を走行する度に行うこととし、求められた姿勢パラメータのうち $\theta$ および $\phi$ について平均化処理を行ってもよい。この場合、 $\theta$ 、および $\phi$ の平均値は上記のように零であると考えられるので、車両に対する車載カメラ11の取付けピッチ角 $\theta_1$ 、および取付けロール角 $\phi_1$ を、求めることができる。したがって、上記の処理は、車両に対する車載カメラ11の取付け姿勢を算出するための初期設定処理として実行することもできる。したがって、 $\theta$ 、 $\phi$ が無視できる程度に小さければ、通常の周期処理では、初期設定処理の結果のみで代用することも可能である。

【0112】 $\phi$ が上記無視できる程度に小さい値であれば、周期処理において、上記第(46)式において $\phi$ を初期設定処理で求めた $\phi$ 、とおけば、道路平行線の道路間隔Bが未知であっても、横方向のずれAを求めることができる。図12は、上述のカメラ姿勢パラメータ算出処理のために認識処理部15において実行される処理を説明するためのフローチャートである。ステップS81では、車載カメラ11で撮像された1枚の画像の画像データが記憶部17に格納される。ステップS82ではナビゲーション処理装置2からの支援データが取り込まれ、ステップS83ではアンチロックブレーキ装置3からの支援データが取り込まれる。そして、ステップS84で

は、ナビゲーション処理装置2から与えられたデータに基づいて、道路に対する車両のヨー角 $\psi$ が算出される。

【0113】ステップS85では、道路消失点の算出が可能かどうか判断される。算出不能の場合には処理を終了し、算出が可能であれば上述の道路消失点算出処理を実行して道路消失点( $x_0$ ,  $y_0$ )を算出する(ステップS86)。さらにステップS87では、道路平行線の係数a、bが算出される。道路消失点の算出が可能かどうかの判断は、たとえば道路に対する車両のヨー角 $\psi$ が所定値以下であるかどうかに基づいてなされる。その他にも、道路消失点算出処理に関連する説明で明らかにしたように、走行道路が直線道路であるかどうか、走行道路の属性が一定の基準を満足しているかどうかなどの条件も判断される。

【0114】道路消失点および道路平行線の係数が算出されると、次に、姿勢パラメータの算出が可能かどうか判断される(ステップS88)。この際の判断基準は次の①~④のとおりである。

① 車両の進行方向と道路平行線とのなす角が零であるとみなすことができる場合には、姿勢パラメータの算出が可能であるものとする。このような条件を課すのは、道路に対する車両のヨー角 $\psi$ が大きいと、その誤差が大きい可能性があるからである。この場合、たとえば、一定距離走行前後の車両の進行方位の変化と、上記一定方位方向前後における道路の方位(道路地図データから得られる。)の差との誤差が一定値以内(たとえば、 $0.1^\circ$ 以内)であるときに、車両が道路に平行に走行しているものとして、進行方向と道路平行線とのなす角が零であることと判定してもよい。また、車両の進行方位が一定距離以上連続して一定値以下(たとえば $0.1$

以下)の変化しか示さなかった場合に、走行道路が直線で、かつ、車両が道路に平行に走行しているものとして、進行方向と道路平行線とのなす角が零であると判定してもよい。

【0115】② 車両の速度が一定範囲内(たとえば、100km/h以内)である場合に、姿勢パラメータの算出が可能であるものとする。車両の速度は、現在位置データまたは走行距離データから推定することができる。車両の速度が上記一定範囲内にない場合には、車体に振動が生じたりして、道路に対する車両の姿勢パラメータが

大きくなる可能性があり、姿勢パラメータの算出が不良になるおそれがある。

【0116】③ 車両の加速度(減速度を含む)が一定値(たとえば0.1g)未満である場合に、姿勢パラメータの算出が可能であるものとする。加速度は、現在位置データまたは走行距離データから推定することもできるし、gセンサデータやブレーキデータから求めることもできる。また、ブレーキデータからブレーキが操作されたことが検知されたときには、姿勢パラメータの算出を行わないこととしてもよい。車両の減速度が上記一定値以上の場合には、道路に対する車両のピッチ角 $\theta$ 、が異常に大きくなる可能性があり、姿勢パラメータの算出が不良になるおそれがある。

【0117】④ 一定距離走行前後の車両の進行方向の変化が一定値(たとえば $0.1^\circ$ )未満のときに、姿勢パラメータの算出が可能であるものとする。一定距離走行前後の進行方向の変化が上記一定値以上の場合には、車両がカーブを走行していると考えられ、この場合には遠心力のために道路に対する車両のロール角 $\phi$ 、が異常に大きくなるおそれがある。

【0118】姿勢パラメータの算出が可能であると判断されると、ステップS89において、上記第(36)式または第(38)式に従い、車載カメラ11の車両に対する取付けヨー角 $\psi$ 、が求められる。さらに、上記第(37)式によってピッチ角 $\theta$ が求められ(ステップS90)、上記第(46)式または第(52)式によってロール角 $\phi$ が求められる(ステップS91)。そして、上記第(46)式または第(50)式および第(51)式により傾ずれAが算出される(ステップS92)。

【0119】ステップS93では、それまでに求められた取付けヨー角 $\psi$ 、ピッチ角 $\theta$ およびロール角 $\phi$ の平

均値がとられる。この場合、図12に示された姿勢パラメータ算出処理を一定走行距離(たとえば100km)ごとに行うようにしていれば、一定走行距離ごとに求められたパラメータの平均値がとられる。また、一定時間間隔(たとえば2時間)で姿勢パラメータ算出処理を行うようにしている場合には、一定時間ごとに求められたパラメータの平均値が求められる。この平均値を求める処理によって、もっともらしい取付けヨー角 $\psi$ 、ピッチ角 $\theta$ およびロール角 $\phi$ が求まる。

【0120】さらに、ピッチ角 $\theta$ の平均値が車両に対する車載カメラ11の取付けピッチ角 $\theta_1$ 、とされ(ステップS94)、ロール角 $\phi$ の平均値が車両に対する車載カメラ11の取付けロール角 $\phi$ 、とされる(ステップS95)。これらの処理が妥当なのは、道路に対する車両のピッチ角 $\theta$ 、およびロール角 $\phi$ 、は、十分に長い期間にわたる時間平均をとることによって零にすることができるという事実に照らせば明らかであろう。

【0121】このような処理によって、車載カメラ11の姿勢パラメータ $\theta$ 、 $\psi$ および $\phi$ が求まる。これらの姿勢パラメータは、次に説明する物体認識処理において活用される。

## 6. 物体認識処理

物体認識処理は、車載カメラ11によって撮像された画像中の一定種類の物体を認識するための処理である。すなわち、道路標識、道路上の表示、他車両などが画像認識される。この画像認識に当たっては、カメラ姿勢パラメータやナビゲーション処理装置2およびアンチロックブレーキ装置3から与えられる支援情報が用いられる。

【0122】以下では、先ず道路標識や道路上の表示などのような静止物体の追従認識について説明し、その後、他車両などのような移動物体の追従認識について述べる。

### 6-1. 静止物体の追従認識

カメラ姿勢パラメータ算出処理の説明において用いた上記第(41)式および(42)式において、X、Yを変数とし、撮像面の点( $x'$ 、 $y'$ )、カメラ姿勢パラメータおよび変数Zが既知であるものとして解くと、次式が得られる。

【0123】

【数7】

33  
 $A = T^{-1}U$

34  
 .... (53)

ただし

$$A = \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}$$

$$T = \begin{pmatrix} F + \phi_1 x' & F \phi_1 - x' \\ \phi_1 F + \phi_1 y' & -F \theta - y' \end{pmatrix}$$

$$U = \begin{pmatrix} F \phi_1 + \theta x' \\ -F + \theta y' \end{pmatrix} Z$$

【0124】ところで、各変数やパラメータは時間tの変数であり、時間経過とともに変化する。時刻tにおいて、或る物体の画像面上における位置が(x', y', z')で得られ、カメラ姿勢パラメータと車両からみた物体の高さ方向の位置Z(一定値)が既知であれば、本

\*車両から見た物体の位置(X, Y, Z)は、上記第(53)式において時刻tを隠に表現した下記第(54)式により与えられる。

$A_t = T_t^{-1}U_t$  ..... (54)

ただし

$$A_t = \begin{pmatrix} X_t \\ Y_t \end{pmatrix}$$

$$T_t = \begin{pmatrix} F + \phi_{1t} x_t' & F \phi_{1t} - x_t' \\ \phi_{1t} F + \phi_{1t} y_t' & -F \theta_t - y_t' \end{pmatrix}$$

$$U_t = \begin{pmatrix} F \phi_{1t} + \theta_t x_t' \\ -F + \theta_t y_t' \end{pmatrix} Z$$

【0125】  
 【数8】

【0126】さらに、車両が走行して時刻t+1になったとする。時刻tから時刻t+1の間の車両の走行距離データをL<sub>t,t+1</sub>、現在方位データから求まる方位変化データ(ナビゲーション処理装置2から方位変化データが与えられる場合には、それをそのまま用いることもでき

る。)をΔφ<sub>t,t+1</sub>とすると、時刻t+1の物体の位置A<sub>t+1</sub>(X<sub>t+1</sub>, Y<sub>t+1</sub>, Z)は、時刻を隠に表現して次式で与えられる。

【0127】  
 【数9】

$$\Lambda_{t+1} = \Phi_{t+1} (\Lambda_t + \Psi_{t+1})$$

$$\dots (55)$$

ただし

$$\Lambda_{t+1} = \begin{bmatrix} X_{t+1} \\ Y_{t+1} \end{bmatrix}$$

$$\Phi_{t+1} = \begin{bmatrix} \cos \Delta \phi_{0,t+1} & \sin \Delta \phi_{0,t+1} \\ -\sin \Delta \phi_{0,t+1} & \cos \Delta \phi_{0,t+1} \end{bmatrix}$$

$$\approx \begin{bmatrix} 1 & \Delta \phi_{0,t+1} \\ -\Delta \phi_{0,t+1} & 1 \end{bmatrix}$$

(方位変化データが微小な場合)

$$\Psi_{t+1} = \begin{bmatrix} L_{t+1} \sin \Delta \phi_{0,t+1} \\ -L_{t+1} \cos \Delta \phi_{0,t+1} \end{bmatrix}$$

$$\approx \begin{bmatrix} L_{t+1} \Delta \phi_{0,t+1} \\ -L_{t+1} \end{bmatrix}$$

(方位変化データが微小な場合)

【0128】この第(55)式を、上記第(41)式および第(42)式において時刻を陽に表現した下記第(56)式および第(57)式に代入することによって、時刻t+1における物体の画面上での位置(x<sub>t+1</sub>'、y<sub>t+1</sub>')を推定する\*

$$x_{t+1}' = \frac{F(X_{t+1} + \phi_{1,t+1} Y_{t+1} - \theta_{1,t+1} Z)}{-\phi_{1,t+1} X_{t+1} + Y_{t+1} + \theta_{1,t+1} Z} \dots (56)$$

$$y_{t+1}' = \frac{F(\phi_{1,t+1} X_{t+1} - \theta_{1,t+1} Y_{t+1} + Z)}{-\phi_{1,t+1} X_{t+1} + Y_{t+1} + \theta_{1,t+1} Z} \dots (57)$$

【0130】つまり、時刻tにおける物体の位置が判れば、時刻t+1においてその物体が画面上のどの位置に移動するかが、カメラ姿勢パラメータなどに基づいて推定される。そのため、時々刻々と撮像される画面から或る物体を認識する場合に、推定された位置の周辺の領域の画像を切り出して認識処理を行えばよいので、認識処理効率を高めることができる。

【0131】推定された位置の周辺の画像切り出し範囲

は、推定された画面上の位置である推定値と、実際に認

識された物体の位置である実績値との誤差を監視することによって確定される。具体的に説明する。まず、時刻tにおける推定値を("x<sub>t</sub>'、"y<sub>t</sub>')とし、実績値を("x<sub>t</sub>'、"y<sub>t</sub>')と表す。さらに、平均操作をaveと表し、分散操作をvarと表し、平方根操作をsqrtと表すと、下記第(58)式～第(63)式が得られる。

【0132】

$$\text{var}(x) = \text{ave} (x - \text{ave}(x))^2 \dots (58)$$

$$\text{std}(x) = \text{sqrt} (\text{var}(x)) \dots (59)$$

$$x = "x_t' - "x_t' \dots (60)$$

$$\text{var}(y) = \text{ave} (y - \text{ave}(y))^2 \dots (61)$$

$$\text{std}(y) = \text{sqrt} (\text{var}(y)) \dots (62)$$

$$y = "y_t' - "y_t' \dots (63)$$

したがって、画面上の位置のx軸およびy軸方向の各誤差は、たとえば、k・std(x)、k・std(y)として求めることができる(kは定数である)。そこで、この誤差範囲を含む画像の範囲を画像切り出し範囲とす

れば、認識対象の物体を含む画像を切り出すことができる。

【0133】なお、定数kを、車両の走行速度、方位変化、姿勢パラメータの信頼度等に基づいて可変設定する

ようにしておけば、誤差範囲をより適切に設定できる。具体的には、走行速度が一定値（たとえば100 km/h）以上の場合に、定数kを車両の走行速度にほぼ比例するように設定してもよい。また、車両の進行方位の単位時間当たりまたは単位走行距離当たりの変化量が一定値（たとえば0.1°）以上のときに、この方位変化量にほぼ比例するように上記定数kの値を設定してもよい。

【0134】また、誤差範囲は認識すべき物体の種類ごとに変化させてもよく、物体の種類によらずに共通の誤差範囲を用いてもよい。物体が認識されたときには、新たに得られた画面上の位置（ $x_{t+1}, y_{t+1}$ ）に基づき、上記第(54)式（ただし、tをt+1に置き換えた式）に従って、空間上における物体の実際の位置（ $X_{t+1}, Y_{t+1}, Z_{t+1}$ ）を求める。これを用いて、次の時刻における物体の位置が推定され、新たな画像切出し範囲が求められる。

【0135】なお、第(54)式および第(55)式が誤差を含むものであるとして、カルマンフィルタ等を用いて、走行距離、方位変化の誤差、姿勢パラメータの推定誤差、\*

$$\Lambda_{t+1} = \Phi_{t+1} (\Lambda_t + \Delta\Lambda_t + \Delta\Psi_{t+1}) \quad \dots (64)$$

ただし、

$$\Lambda_{t+1} = \begin{vmatrix} X_{t+1} \\ Y_{t+1} \end{vmatrix}$$

$$\Delta\Lambda_t = \Lambda_t - \Lambda_{t-1}$$

$$\Phi_{t+1} = \begin{vmatrix} \cos \Delta\phi_{t+1} & \sin \Delta\phi_{t+1} \\ -\sin \Delta\phi_{t+1} & \cos \Delta\phi_{t+1} \end{vmatrix}$$

$$\approx \begin{vmatrix} 1 & \Delta\phi_{t+1} \\ -\Delta\phi_{t+1} & 1 \end{vmatrix}$$

(方位変化データが微小な場合)

$$\Delta\Psi_{t+1} = \begin{vmatrix} L_{t+1} \sin \Delta\phi_{t+1} - L_t \sin \Delta\phi_{t+1} \\ -L_{t+1} \cos \Delta\phi_{t+1} + L_t \cos \Delta\phi_{t+1} \end{vmatrix}$$

$$\approx \begin{vmatrix} L_{t+1} \Delta\phi_{t+1} - L_t \Delta\phi_{t+1} \\ -L_{t+1} + L_t \end{vmatrix}$$

(方位変化データが微小な場合)

【0137】上式から明らかなように、最初に物体を認識した次の処理周期では、 $\Lambda_{t+1}$  が定義されていない。したがって、このときには誤差範囲を十分に大きくしておく必要がある。認識対象の移動物体が前方の他車両である場合に、たとえばこの他車両の後部のみを追従してゆくときには、その左右の最下部を追従対象とすれば、その高さがほぼ特定できる。

【0138】なお、どのような道路を走行しているかにより、認識対象となる物体を変えて、目的に沿った認識

\*画面上の位置（ $x', y'$ ）の推定値と実績値との差等から、フィタリングにより、物体の位置（ $X, Y, Z$ ）を時々刻々推定したりすることもできる。このようにして、たとえば、道路標識や信号機を時々刻々と追従して認識する場合に、認識対象の物体の高さがほぼ一定であるものとして標識、信号機の中心部を追従対象としたり、またはその接地面の高さがカメラの高さだけ低いものと考えて追従対象とすれば、上記の方法で探索範囲を限ることによって、物体を容易に追従して認識することができる。

6-2. 移動物体の追従認識

移動物体を追従して認識する場合には、上記第(55)式の変換式を用いることができない。なぜなら、移動物体の運動特性が未知だからである。そこで、移動物体の位置の時間的な変化を考慮した下記第(64)式が上記第(55)式に代えて用いられる。

【0136】  
【数11】

を行うことができる。たとえば、高速道路を走行している場合には、車両の安全な走行を目的として自動車のみを認識対象とし、その他の幹線道路を走行している場合には、道路標識や信号機のみを認識対象とするなどの方法が考えられる。前方の他車両の認識結果は、衝突防止のために警報を発したり、ブレーキを自動制御したりするために用いることができる。また、たとえば、ナビゲーション処理装置2の表示部29に経路誘導情報を表示して目的地までの経路誘導を行う場合などには、道路標



識を認識することによって、交通規制に違反するような経路誘導が行われることを事前に防止できる。さらには、信号機を認識することによって、走行中の道路が一般道路であるのか高速道路であるのかの判別を行ったりすることもできる。

### 6-3. 物体の認識

画面上のデータから物体を認識する方法について概説する。画像データに基づいて物体を認識する方法は従来から種々考案されている。たとえば、白黒カメラによるデータ（輝度データのみ）の場合、濃度が大きく変化するエッジ点を検出し、複数のエッジ点を接続することによって物体の輪郭が抽出される。この輪郭の形状をチェックしたり、予め登録されている対象物体の標準的なパターンとのパターンマッチングを行ったりすることによって、画面上の物体が認識される。カラーのデータを用いる場合には、濃度だけでなく、色度のデータも利用できるので、認識率を高めることができる。

【0139】画像データから抽出される認識対象ごとの特徴例を以下に示す。たとえば、画像認識処理装置1の記憶部17には、これらの特徴についての標準的な値が記憶されている。認識処理部15は、画像データから下記の特徴を抽出し、抽出された特徴と記憶部17に記憶されている標準的な特徴とを照合することによって、物体の認識を行う。

#### 【0140】(1) 道路標識

- ① 円
- ② 円の半径
- ③ 円周の色度
- ④ 円内のデータ
- (2) 信号機
- ① 長方形
- ② 縦、横の大きさ
- ③ 3個の円
- ④ 円の半径
- ⑤ 灯色

#### (3) 自動車

- ① 前部、後部の形状
- ② 横部の形状
- ③ 車高、車幅、車長

### 6-4. 認識処理部の処理

次に、図13および図14のフローチャートを参照して、物体の認識のために認識処理部15が実行する処理を説明する。この処理は、一定の周期で実行される。

【0141】まず、ステップS101において、車載カメラ11が撮像した1枚の画像が記憶部17に取り込まれる。そして、ステップS102では、カメラの姿勢パラメータの信頼度が算出される。この信頼度は、姿勢パラメータが用いられた経緯に基づいて算出される。たとえば、当該周期における姿勢パラメータの算出を行うことができず、以前に求めた姿勢パラメータの平均値を当

該周期における姿勢パラメータとして代用するような場合には、信頼度は低くなる。また、車両の加速度（減速度を含む。）が一定値（たとえば0.1g）以上のときには、姿勢パラメータの信頼度は低くなる。加速度は、現在位置データ、走行距離データ、ブレーキデータまたはgセンサデータから求まる。さらに、ブレーキデータによってブレーキが操作されたことが検知されたときにも、信頼度は低くなる。

【0142】姿勢パラメータの信頼度が算出されると、次に、車両が走行している道路の属性（高速道路、一般道路など）が参照される（ステップS103）。道路の属性は、道路地図データ中に含まれている。そして、走行中の道路の属性に基づいて、認識対象の物体の種類が決定される（ステップS104）。すなわち、たとえば高速道路を走行中であれば前方の他車両が認識対象物体とされ、一般道路走行中であれば信号機や道路標識が認識対象物体とされる。

【0143】次いで、前の周期のときの道路の属性が変化したかどうか調べられる（ステップS105）。そして、属性が前周期と変化していなければ、認識物体が記憶部17に1つでも登録されているかどうか判断される（ステップS106）。道路属性が前周期と異なる場合には、ステップS130において、それ以前に記憶部17に登録されていた全ての認識物体がクリアされる。

【0144】ステップS106において認識物体が1つも登録されていないと判断されたとき、およびステップS130において過去に登録されていた全認識物体がクリアされたときには、ステップS131に進み、画面の全領域を認識対象領域とした初期認識が行われる。そして、認識された物体の位置（X、Y、Z）が算出され（ステップS132）、その物体が位置（X、Y、Z）とともに記憶部17に登録されて（ステップS133）、当該周期の処理を終了する。

【0145】ステップS107では、認識対象物体の種類に関する処理が順に行われる。すなわち、記憶部17には、認識対象物体がその種類ごとに分類して記憶されており、各種類ごとの情報が参照される。認識対象物体の種類のうちで、未処理の種類があれば（ステップS108）、その種類の認識対象物体のうちで前周期に認識された物体があるかどうか調べられる（ステップS109）。無ければステップS107に戻る。前周期に認識された物体があれば、その物体の種類が自動車であるかどうか調べられる（ステップS110）。そうであれば、前々周期においてもその物体（自動車）が認識されているかどうか調べられる（ステップS111）。そして、その物体が前々周期において認識されていなければ、ステップS112において、画像抽出し領域を決めるときの誤差範囲が十分に大きな一定値に設定される。これは、上述の移動物体の追従認識に関して説明し

たとおり、本周期における移動物体の画面上の位置を正確に推定するためには、前周期と前々周期との移動物体の位置が必要であるからである。したがって、前々周期において移動物体が認識されていないときには、十分に大きな誤差範囲を設定することによって、その移動物体が確実に含まれている画像領域を切り出すことができる。

【0146】ステップS113では、前周期の物体の位置(X, Y, Z)が参照され、さらにステップS114では、前周期と本周期との間の走行距離、および方位変化データ $\Delta\theta$ が、ナビゲーション処理装置2から与えられる支援情報に基づいて求められる。次いで、図14のステップS115に処理が移る。ステップS115では、上記第(55)式に従って、本周期の物体の位置(X, Y, Z)が算出される。これに基づいて、本周期における画面上での物体の位置(x', y')が上記第(56)式および第(57)式に従って推定される(ステップS116)。

【0147】ステップS117では、走行速度、進行方向の変化、および姿勢パラメータの信頼度が参照される。そして、これらに基づいて推定位置の誤差範囲の大きさが修正される(ステップS118)。すなわち、誤差範囲を定めるための上記の定数kの値が更新される。ステップS119では、上記の誤差範囲に基づいて定められた画像切り出し範囲の画像が本周期の画面から切り出され、この切り出された画像に基づいて物体認識処理が行われる。この処理によって処理対象の物体が正常に認識できなければ(ステップS120)、その物体の登録を抹消して(ステップS121)、図13のステップS107に戻る。一方、処理対象の物体が正常に認識されたときには、物体の画面上の正確な位置(x', y')が求められ(ステップS122)、さらにそれに基づいて上記第(54)式に従って物体の空間上の正確な位置(X, Y, Z)が求められる(ステップS123)。その後は、それまでに得られた推定値と実績値とから誤差範囲を定めた後に(ステップS124)、図13のステップS107に戻る。

【0148】このようにして、或る処理周期で認識された物体の次処理周期の画面上における位置が推定され、その推定位置および誤差範囲に基づいて画像の切り出し範囲が求められる。そして、この切り出された画像部分に関してのみ、物体認識処理が行われる。そのため、各周期において全ての画像領域に関して物体認識処理を行う必要がない。これにより、物体認識処理が極めて効率的に、かつ、高速に行える。このことは、車載カメラ11の撮像面で変位する物体を時々刻々と認識する際に極めて有益である。

## 7. むすび

以上のようにこの車載画像認識処理システムによれば、直線抽出処理においては白線以外の道路平行線をも算出

できるから、これに基づく道路消失点の算出が確実に行える。そして、算出された道路消失点を基にカメラ姿勢パラメータが求められ、このカメラ姿勢パラメータに基づいて画面内で刻々と移動していく物体を良好に認識することができる。各処理には、必要に応じてナビゲーション処理装置2やアンチロックブレーキ装置3からの支援情報が用いられている。

【0149】このような構成により、車両の前方の物体が確実に認識できるようになるから、認識結果を用いて車両の自動運転を行ったり、ナビゲーション処理装置2における経路誘導のための支援情報を作成したりすることができる。なお、上記の例では、主として車両の前方の物体の認識について説明したが、車両の後方を撮像するカメラを設けて、後方の物体の認識を行うようにしてもよい。

【0150】また、上記の例では、画像認識処理装置1、ナビゲーション処理装置2およびアンチロックブレーキ装置3が個別に構成されているが、いずれか2つまたは全部の装置を統合した構成としてもよい。その他、本発明の要旨を変更しない範囲で、種々の設計変更を施すことができる。

## 【0151】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、Hough変換処理を2回繰り返すことによって、道路消失点が求められるので、画面内で直線部分が途切れていたりする場合であっても、道路消失点を求めることができる。しかも、最小自乗法のような通常の方法とは異なり、極めて正確に道路消失点が求まる。このようにして算出された道路消失点を利用すれば、車載カメラによって撮像された画像中の物体の認識を効率的に行うことができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例が適用された画像認識処理システムの構成を示すブロック図である。

【図2】車載カメラによって撮像された画像例を示す図である。

【図3】図2の画像から直線部分を抽出した例を示す図である。

【図4】直線部抽出処理を説明するための図である。  
(a) は車載カメラによって撮像された画像例を示し、  
(b) は或る走査線上における3原色画像データの変動を示す。

【図5】直線部抽出処理を説明するためのフローチャートである。

【図6】Hough変換を説明するための図である。

【図7】Hough変換処理を2回繰り返して道路消失点を求めるための処理を説明するための図である。

【図8】道路消失点算出処理を説明するためのフローチャートである。

【図9】道路消失点算出処理を説明するためのフローチャートである。

【図10】 道路消失点算出処理を説明するためのフローチャートである。

【図11】 道路消失点算出処理を説明するためのフローチャートである。

【図12】 カメラ姿勢パラメータ算出処理を説明するためのフローチャートである。

【図13】 物体認識処理を説明するためのフローチャートである。

【図14】 物体認識処理を説明するためのフローチャートである。

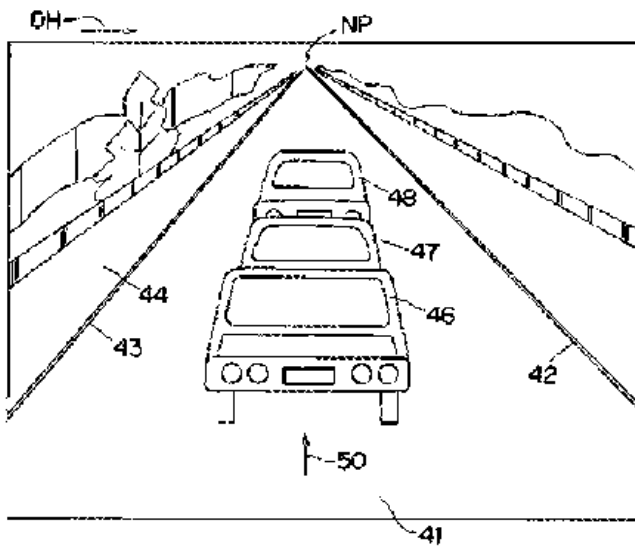
【符号の説明】

- 1 画像認識処理装置
- 2 ナビゲーション処理装置
- 3 アンチロックブレーキ装置

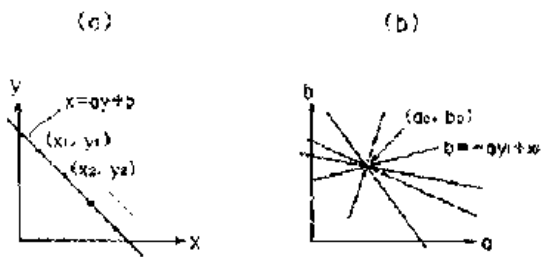
- \* 11 車載カラーカメラ
- 15 認識処理部
- 17 記憶部
- 21 距離センサ
- 22 方位センサ
- 25 位置検出処理部
- 27 道路地図メモリ
- 28 記憶部
- 29 表示部
- 10 31 車輪速センサ
- 32 gセンサ
- 35 制動処理部
- 37 記憶部

\*

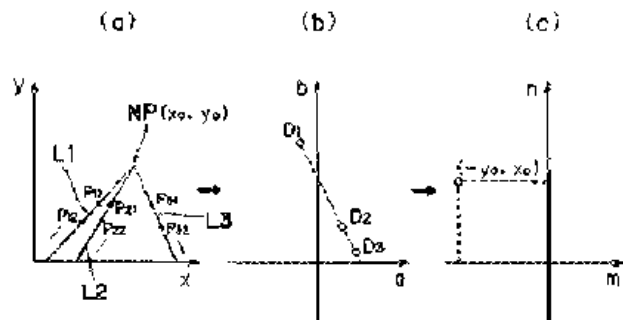
【図2】



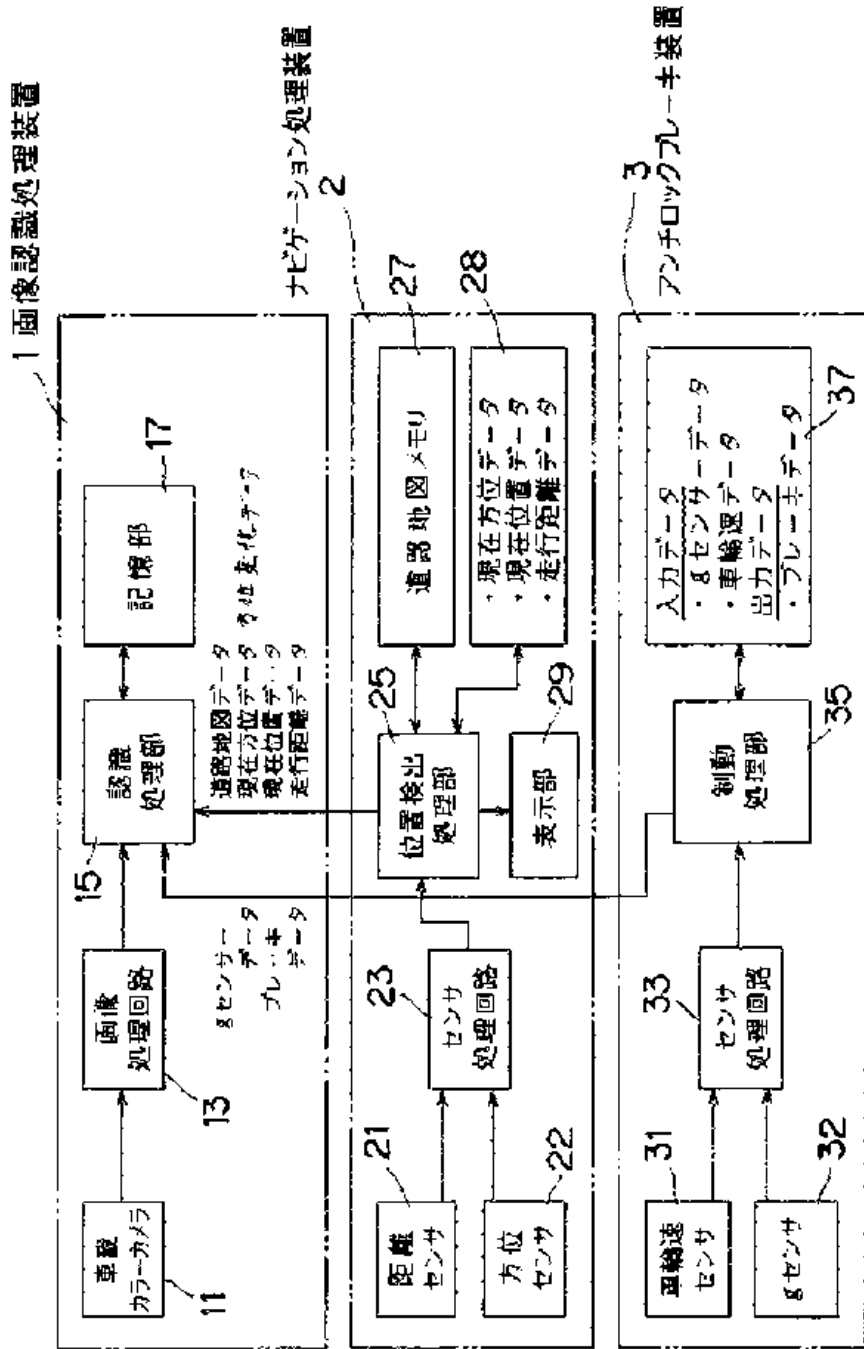
【図6】



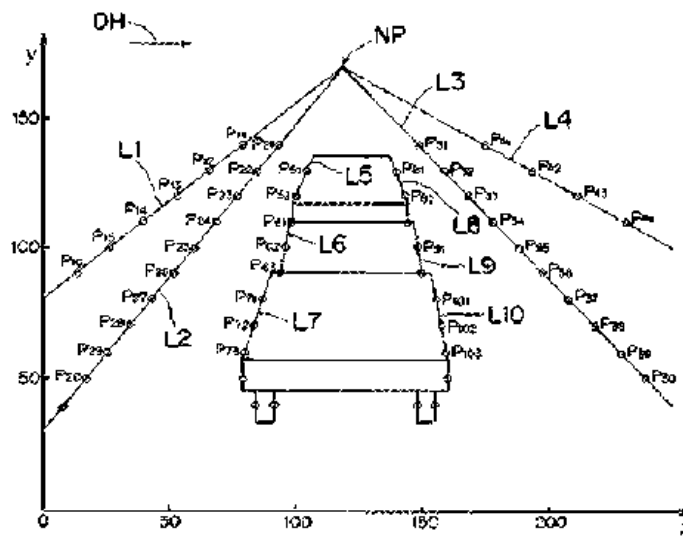
【図7】



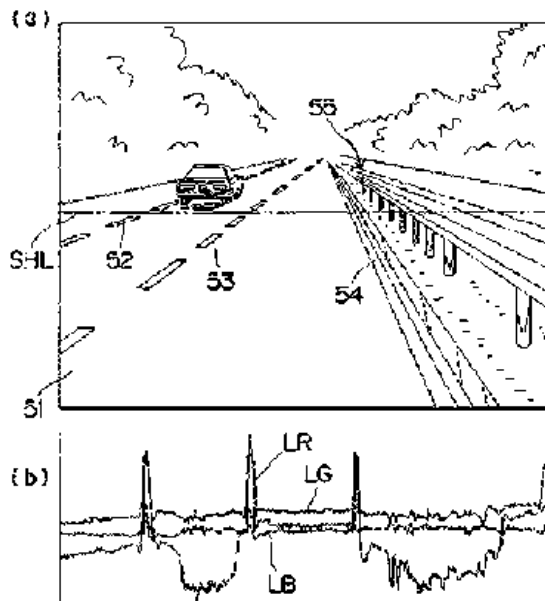
(図1)



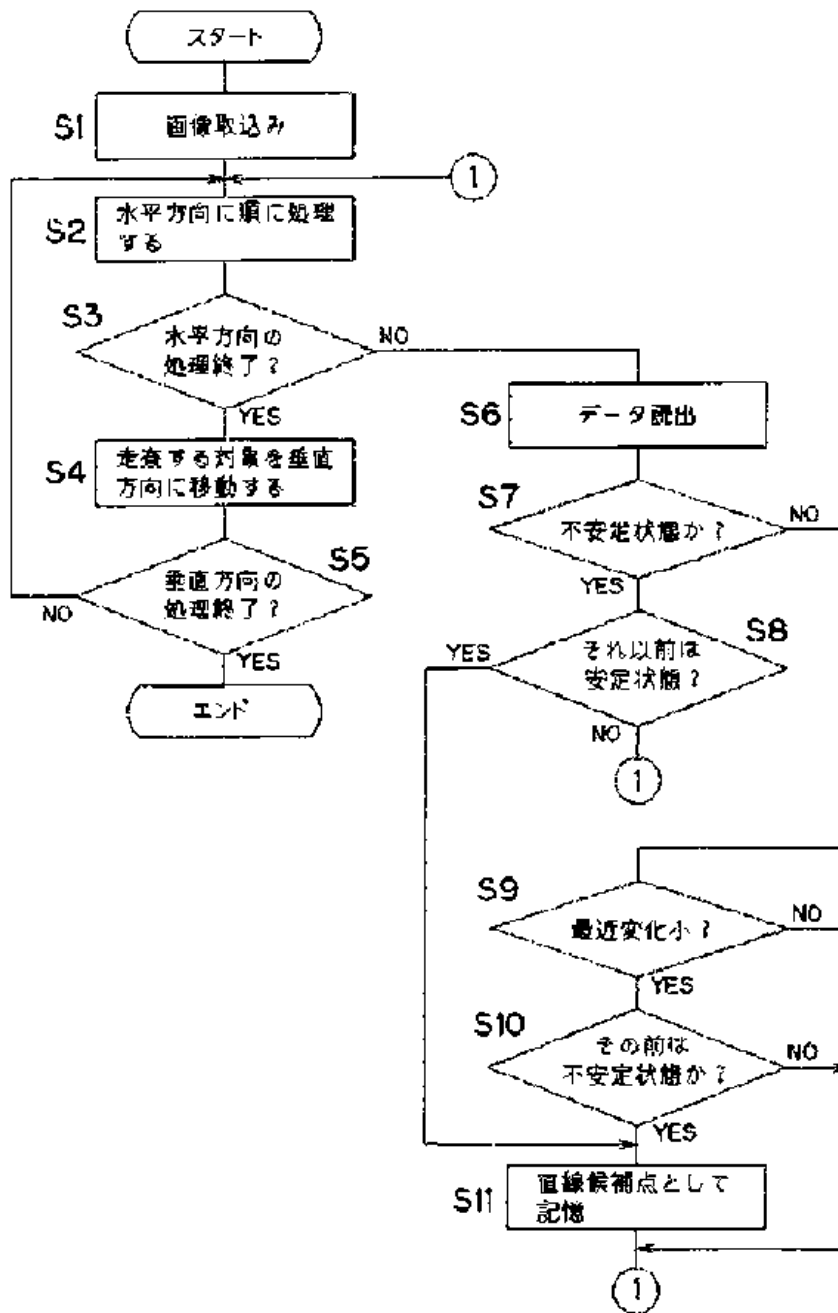
[圖3]



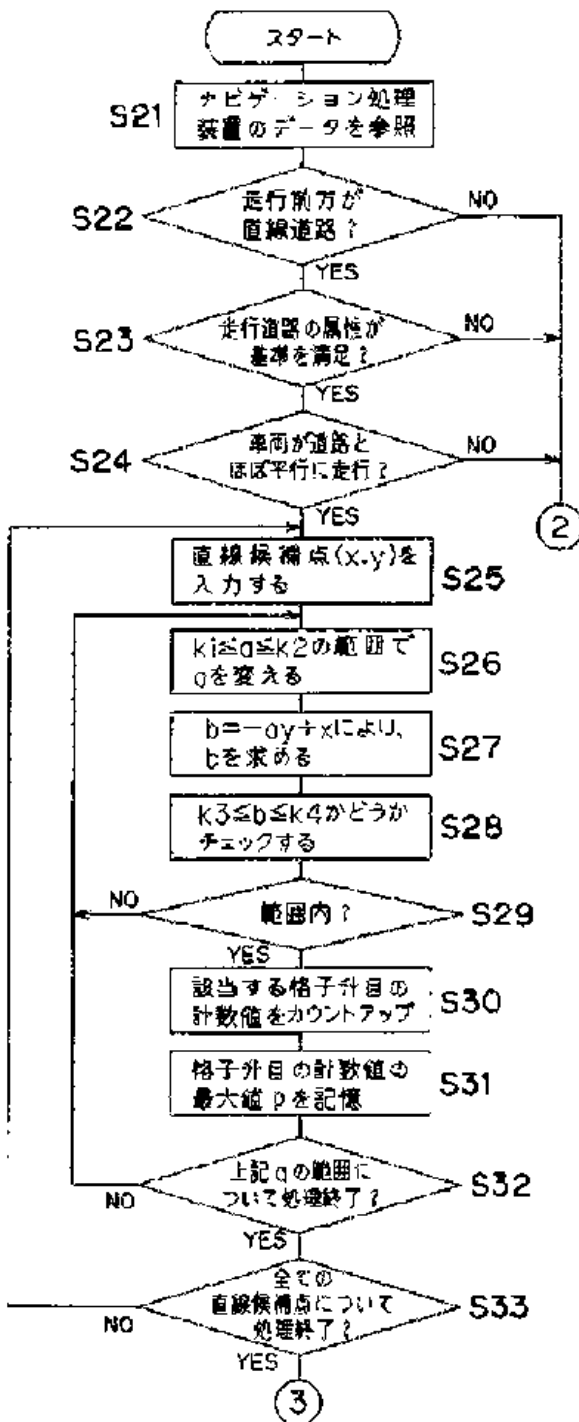
[圖4]



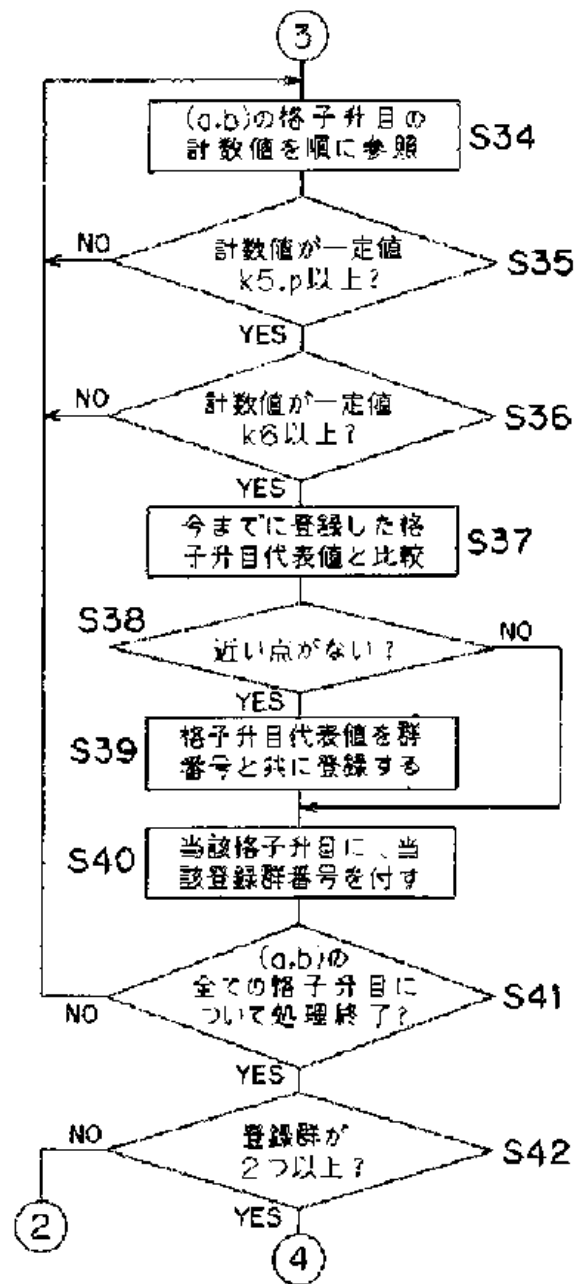
【図5】



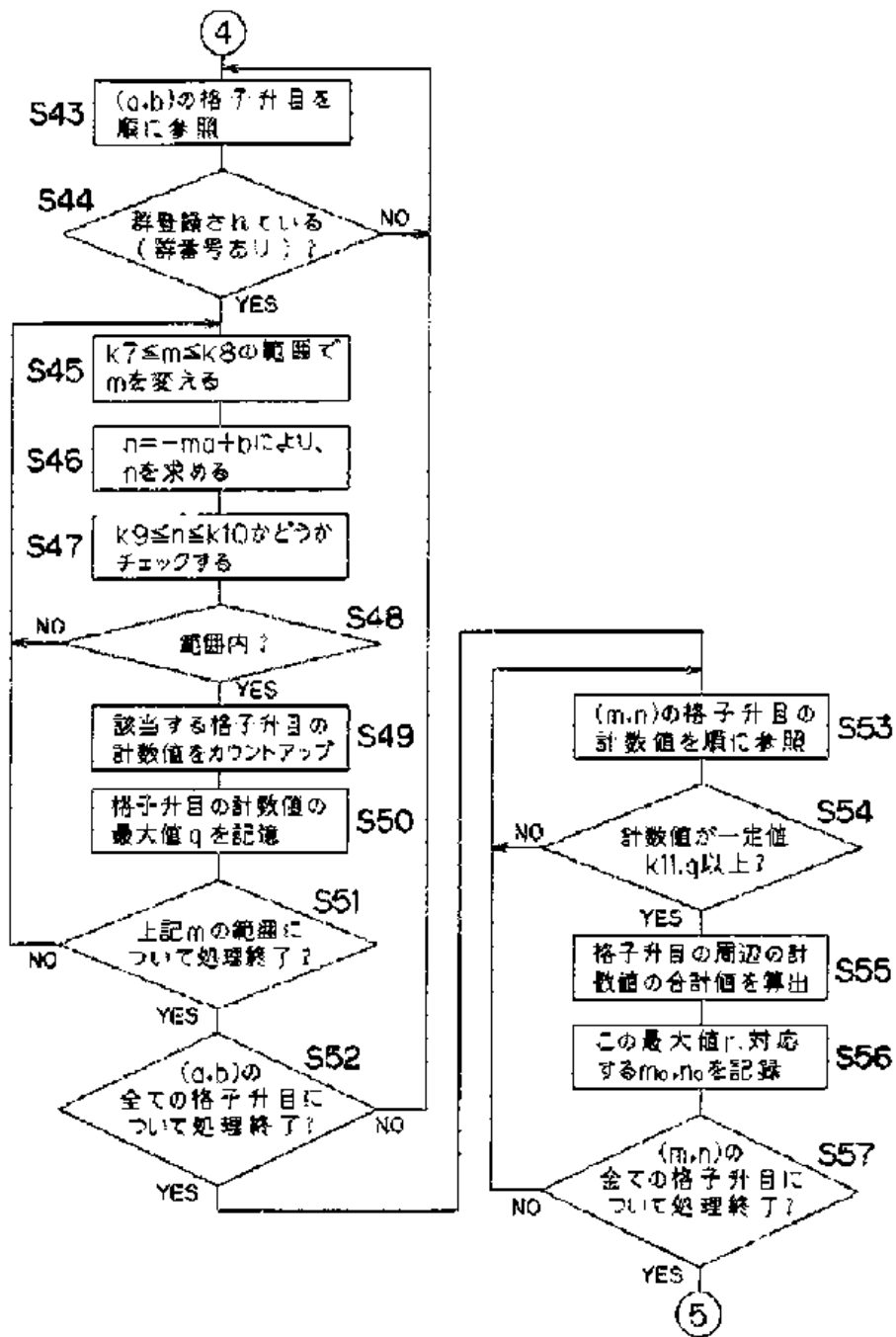
【図8】



【図9】

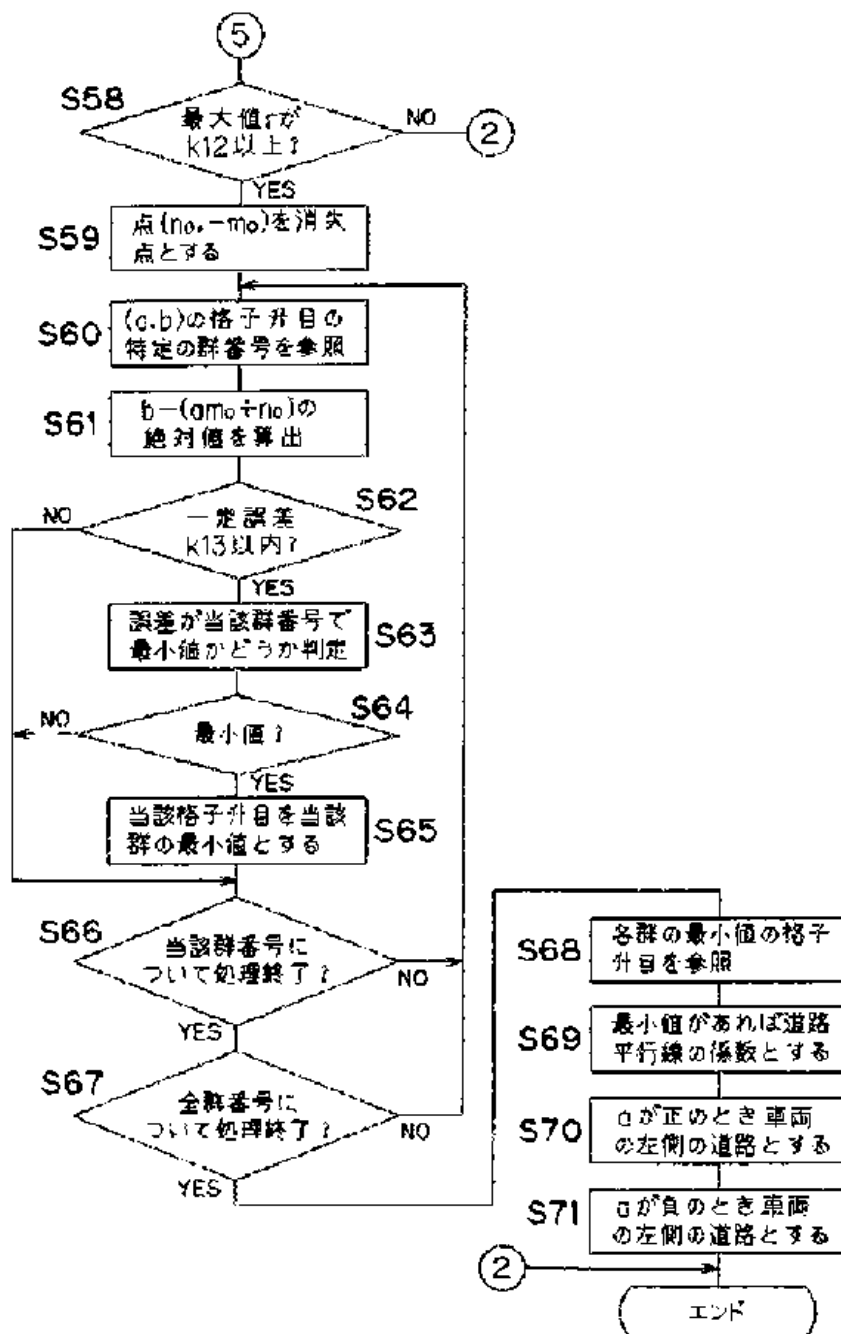


【図10】

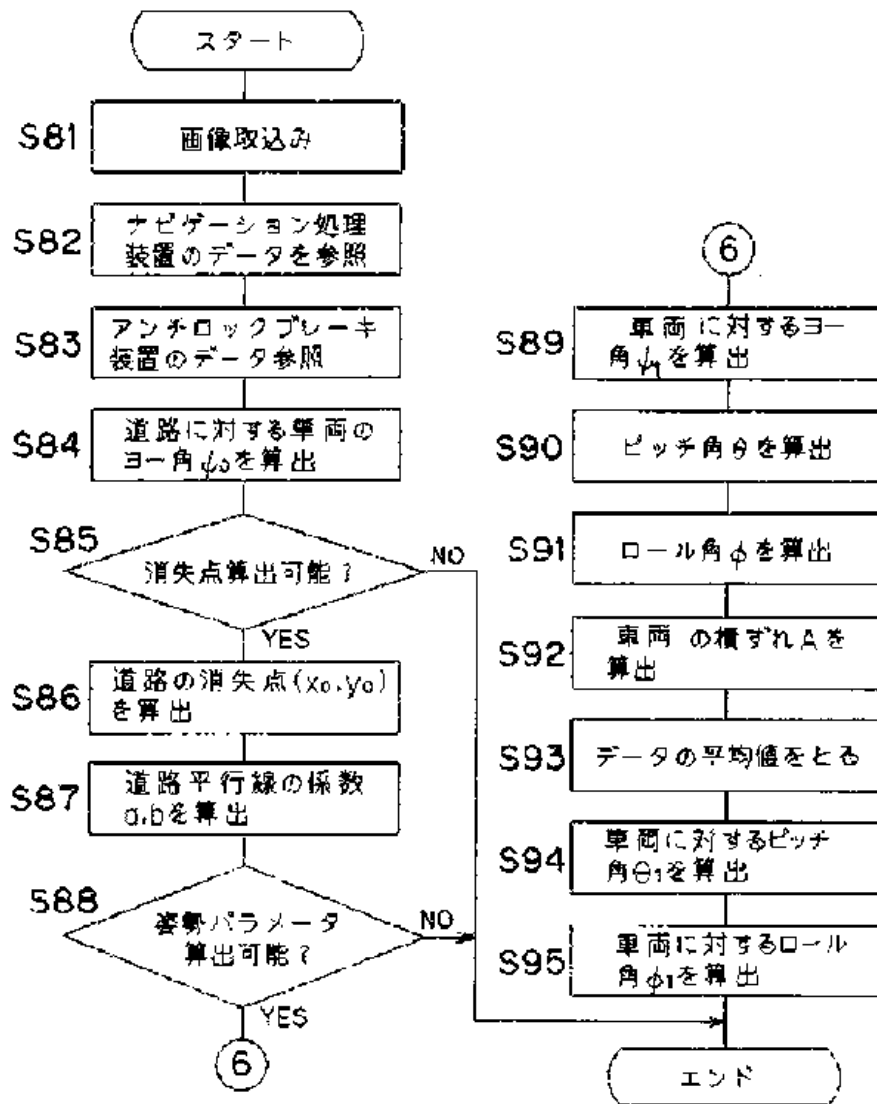




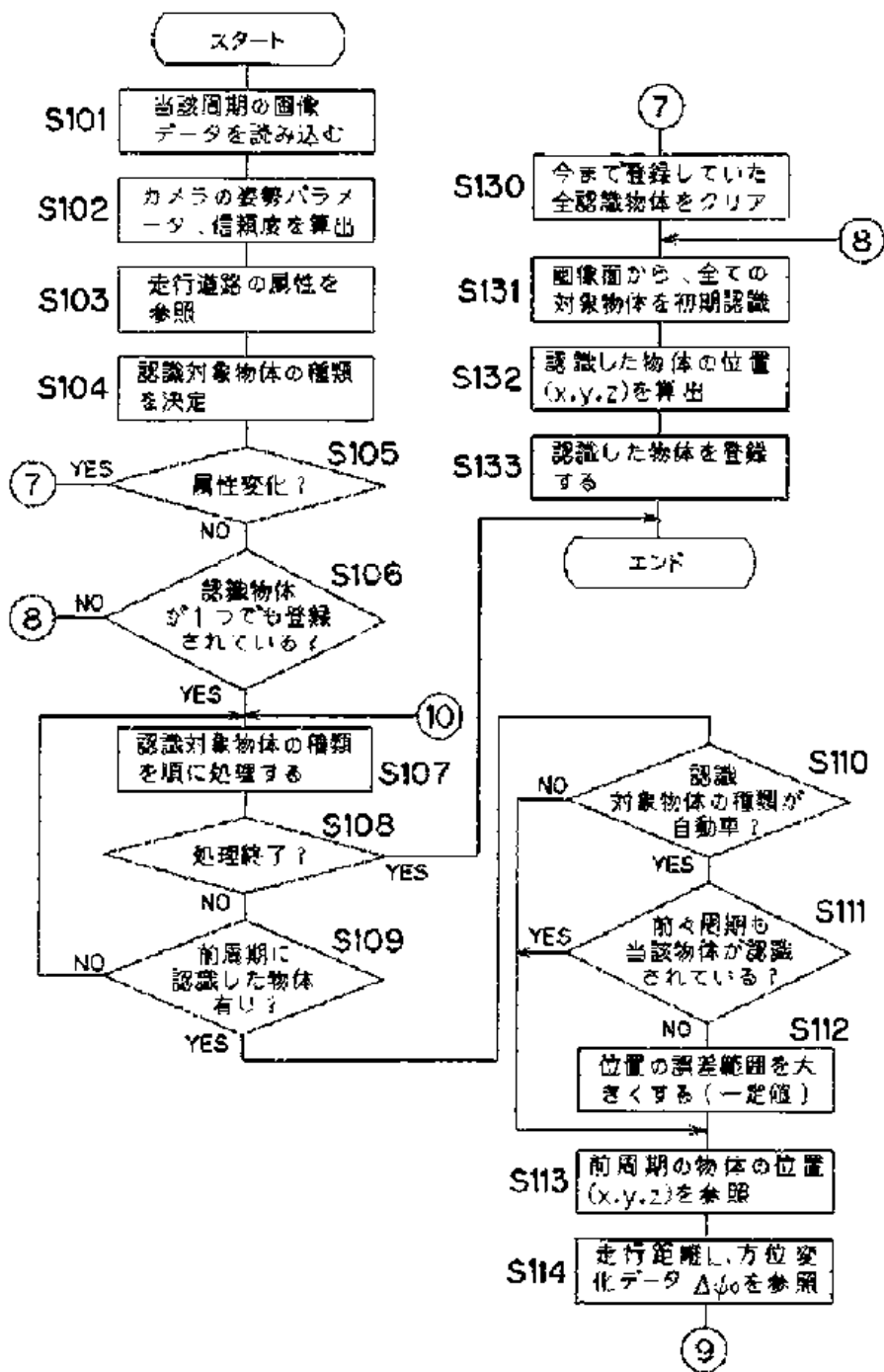
【図1】



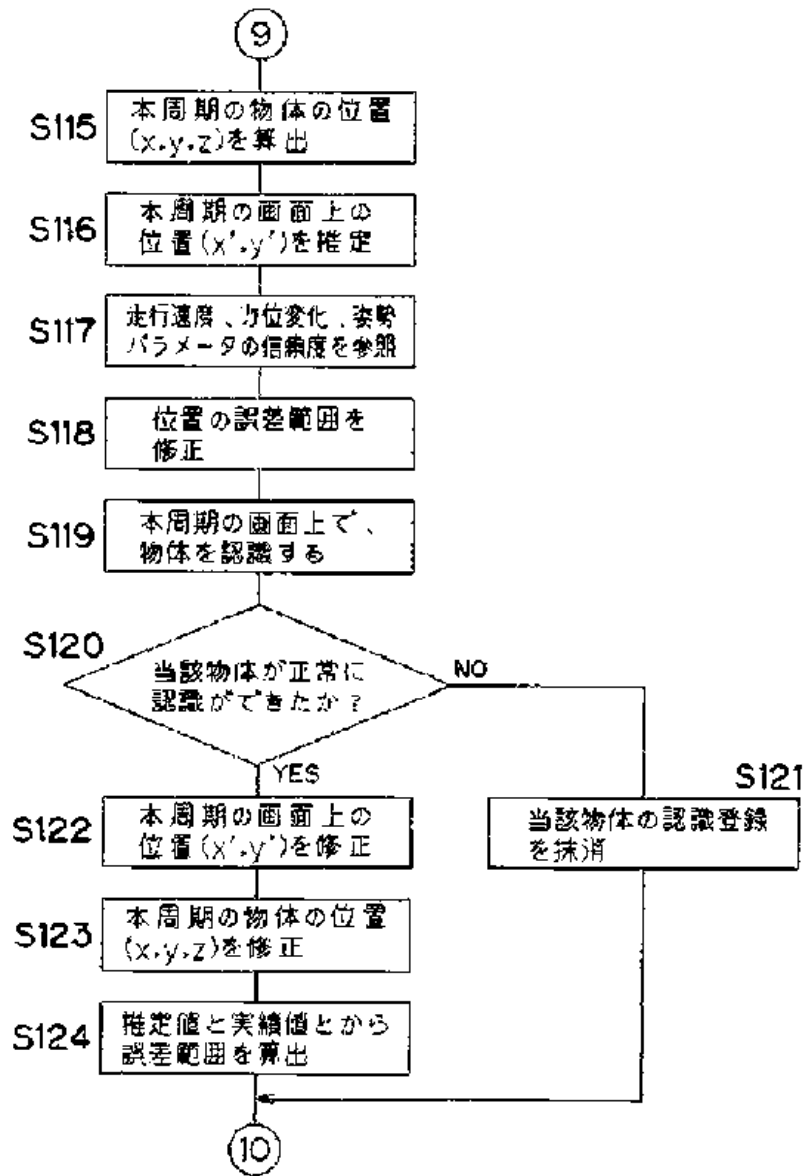
【図12】



【図3】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>  
 G 0 8 G 1/0968  
 G 0 9 B 29/10

識別記号 庁内整理番号  
 B 7531-3H  
 A

F I

技術表示箇所

## Electronic Acknowledgement Receipt

<b>EFS ID:</b>	16812320
<b>Application Number:</b>	13680534
<b>International Application Number:</b>	
<b>Confirmation Number:</b>	1034
<b>Title of Invention:</b>	VEHICULAR VISION SYSTEM
<b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>	Kenneth Schofield
<b>Customer Number:</b>	15671
<b>Filer:</b>	Timothy A. Flory/Amanda Sytsma
<b>Filer Authorized By:</b>	Timothy A. Flory
<b>Attorney Docket Number:</b>	MAG04 P-1943
<b>Receipt Date:</b>	10-SEP-2013
<b>Filing Date:</b>	19-NOV-2012
<b>Time Stamp:</b>	15:19:10
<b>Application Type:</b>	Utility under 35 USC 111(a)

### Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

### File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Transmittal Letter	TransmittalForm.pdf	119785 <small>37a6ca10c18a4a6f583e20421d7f2eeefbc8f38c6</small>	no	1

### Warnings:

### Information:

1003-156

2	Transmittal Letter	SIDSLetter.pdf	16082	no	2
			95cee34b5057431f7454c1a7110dc8f8b0be7e1a		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
3	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	SIDSForms.pdf	61725	no	3
			eb6a9bdb23fcb8358d935fb924a7fa4ee53bba9c		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
4	Foreign Reference	JP02190978.pdf	160621	no	6
			306f5be58d668251baf4b162b8218509957c1ba4		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
5	Foreign Reference	JP06113215.pdf	595767	no	18
			5be1f6639cdb1dee7a34597602e1345a7e9677bf		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
6	Foreign Reference	JP06321007.pdf	265177	no	7
			31cd55c52be5fd6d41eab3e67657474b68c5ff		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
7	Foreign Reference	JP07078240.pdf	1178691	no	33
			63c6693058ba3017dc4b2300ec497d8c5548b0e0		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
8	Non Patent Literature	On-ChipCMOSSensorsPublication.pdf	909081	no	7
			c811645221bc37be42f8007117b652568e9ef3c5		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
9	Non Patent Literature	RHTribeetal-IntelligentAutonomousSystemsforCarsAdvancedRoboticsandIntelligentMachines.pdf	639948	no	8
			d4e50ca2858e356bb343d58c6a2ed7f1c88308f		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
10	Non Patent Literature	RHTribeetal-CollisionWarningAutotech.pdf	354213	no	5
			5b1cd86a06d60bd2ab393b0c4c6b484c98742ac		

<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
11	Non Patent Literature	MAArain-ActionPlanningfortheCollisionAvoidanceSystemUsingNeuralNetworks.pdf	445324 41cc35437488b25b138f7ba8ba1c01f482fdfb0b	no	6
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
12	Non Patent Literature	PE-AnAspectofNeuralNetworksinIntelligentCollisionAvoidance.pdf	471646 c8cf96766690910449de9cbfd62863ae7b093dc	no	7
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
13	Non Patent Literature	RPageetal-AdvancedTechnologiesforCollisionAvoidance.pdf	185341 b8a7d981cda3fa3d32b0961ec526fc7756d037f1	no	2
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
14	Non Patent Literature	SKidd-SpeedOverGroundMeasurement.pdf	646324 9480c9aa39a971cf9d760c60b76e3241645bf444	no	10
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
15	Non Patent Literature	Kuehne-SymmetryBasedRecognitionofVehicleRears.pdf	479921 8d1aae499b47bfc3523d4fd5839f2fccf917334	no	10
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
16	Non Patent Literature	MAArain-ApplicationsofNeuralNetworksforTrafficSecenarioidentification.pdf	426004 67d37431129d4d74f780ac63ac16290c27bb986f	no	10
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
17	Non Patent Literature	RHTribeetal-CollisionAvoidanceAdvancesIssue4.pdf	118798 eef5b245cadb48344c00c36643bd3df9fe04c45	no	1
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
18	Non Patent Literature	RHTribeetal-CollisionAvoidanceLucasIntlSymposiumParisFrance1989.pdf	564986 08b09e36c2771dcffa1704395595f93954d1fd3	no	14
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
19	Non Patent Literature	SJPacaudeta-IGroundSpeedSensing.pdf	503755 08d95d355bbbd6da3fc81c9067ddaaceaa4d8b36	no 1003-158	11

<b>Warnings:</b>	
<b>Information:</b>	
<b>Total Files Size (in bytes):</b>	8143189
<p><b>This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.</b></p> <p><b><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u></b>  <b>If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.</b></p> <p><b><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u></b>  <b>If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.</b></p> <p><b><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u></b>  <b>If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.</b></p>	



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

<b>TRANSMITTAL FORM</b>  <small>(to be used for all correspondence after initial filing)</small>	Application Number	13/680,534
	Filing Date	November 19, 2012
	First Named Inventor	Kenneth Schofield
	Art Unit	2872
	Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Total Number of Pages in This Submission	Attorney Docket Number	MAG04 P1943

<b>ENCLOSURES (Check all that apply)</b>		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input checked="" type="checkbox"/> Information Disclosure Statement  <input type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____ <input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
Remarks		

<b>SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT</b>			
Firm Name	GARDNER, LINN, BURKHART & FLORY, LLP		
Signature	/taf/		
Printed name	Timothy A. Flory		
Date	September 10, 2013	Reg. No.	42540

<b>CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING</b>			
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below:			
Signature	/ars/		
Typed or printed name	Amanda R. Sytsma	Date	September 10, 2013

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

*If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.*

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Group : 2684  
Examiner : Toan Ngoc Pham  
Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
Serial No. : 13/680,534  
Filing Date : November 19, 2012  
For : VEHICLE VISION SYSTEM

Mail Stop Amendment  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

In accordance with 37 CFR 1.51, 1.56, 1.97 and 1.98, Applicants submit herewith patents, publications or other information listed on the attached Forms PTO/SB/08A for consideration by the Examiner in connection with examination of the present application. Some of the references cited in the attached forms were brought to the attention of Applicant by a competitor.

The assignee of the present application is involved in litigation pertaining to U.S. Patent Nos. 6,907,023; 7,423,248; 7,459,664; 7,339,149; 7,344,261; 7,655,894; 7,994,462; 8,203,440; 8,222,588; 8,314,689 and 8,324,552. The lawsuit is Magna Electronics Inc. vs. TRW Automotive Holdings Corp., et al. (Case No. 1:12-cv-00654, Western District of Michigan).

A listing of all patents known to Applicant, including patents brought to Applicant's attention as a result of the foregoing litigation, was disclosed in the previously submitted PTO/SB/08A forms. The attached PTO/SB/08A forms list additional references not previously submitted and recently brought to Applicant's attention as a result of the foregoing litigation. Applicant has submitted only some of the references cited in the attached forms, since the other references have not yet been provided to Applicant.

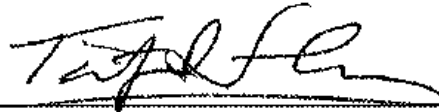
This Information Disclosure Statement is not intended to constitute an admission that any patent, publication or other information referred to herein is "prior art" for this invention unless specifically designated as such.

Under 37 CFR 1.97, the filing of this Information Disclosure Statement shall not be construed to mean that a search has been made or that no other material information as defined in 37 CFR 1.56(a) exists.

Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
Serial No. : 13/680,534  
Page : 2

An early and favorable action on the merits is respectfully requested.

Respectfully submitted,



Date: September 10, 2013

---

Timothy A. Flory  
Registration No. 42 540  
Gardner, Linn, Burkhart & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Drive, S.E., Suite 207  
Grand Rapids, Michigan 49546  
(616) 975-5500

TAF/ars

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	1	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		8405726	03-26-2013	Schofield et al.	
		8339526	12-25-2012	Minikey Jr. et al.	
		8324552	12-04-2012	Schofield et al.	
		8314689	11-20-2012	Schofield et al.	
		8308325	11-13-2012	Takayanazi et al.	
		8305471	11-06-2012	Bechtel et al.	
		8289430	10-16-2012	Bechtel et al.	
		8224031	07-17-2012	Saito	
		8222588	07-17-2012	Schofield et al.	
		8203440	06-19-2012	Schofield et al.	
		8184159	05-22-2012	Luo	
		8120652	02-21-2012	Bechtel et al.	
		8098142	01-17-2012	Schofield et al.	
		8095310	01-10-2012	Taylor et al.	
		8090153	01-03-2012	Schofield et al.	
		8027691	09-27-2011	Bernas et al.	
		8017898	09-13-2011	Lu et al.	
		7994462	08-09-2011	Schofield et al.	
		7965357	06-21-2011	Van De Witte et al.	
		7949152	05-24-2011	Schofield et al.	
		7930160	04-19-2011	Hosagrahara et al.	
		7914187	03-29-2011	Higgins-Luthman et al.	
		7903335	03-08-2011	Nieuwkerk et al.	
		7903324	03-08-2011	Kobayashi et al.	
		7881496	02-01-2011	Camilleri	
		7859565	12-28-2010	Schofield et al.	
		7855778	12-21-2010	Yung et al.	
		7855755	12-21-2010	Weller et al.	
		7854514	12-21-2010	Conner et al.	
		7843451	11-30-2010	Lafon	
		7842154	11-30-2010	Lynam	
		7792329	09-07-2010	Schofield et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	2	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		7791694	09-07-2010	Molsen et al.	
		7742864	06-22-2010	Sekiguchi	
		7731403	06-08-2010	Lynam et al.	
		7724434	05-25-2010	Cross et al.	
		7720580	05-18-2010	Higgins-Luthman	
		7676087	03-09-2010	Dhua et al.	
		7663798	02-16-2010	Tonar et al.	
		7655894	02-02-2010	Schofield et al.	
		7653215	01-26-2010	Stam	
		7639149	12-29-2009	Katoh	
		7633383	12-15-2009	Dunsmoir et al.	
		7629996	12-08-2009	Rademacher et al.	
		7619508	11-17-2009	Lynam et al.	
		7616781	11-10-2009	Schofield et al.	
		7613327	11-03-2009	Stam et al.	
		7567291	07-28-2009	Bechtel et al.	
		7565006	07-21-2009	Stam et al.	
		7561181	07-14-2009	Schofield et al.	
		7551103	06-23-2009	Schofield	
		7548291	06-16-2009	Lee et al.	
		7545429	06-09-2009	Travis	
		7543946	06-09-2009	Ockerse et al.	
		7541743	06-02-2009	Salmeen et al.	
		7526103	04-28-2009	Schofield et al.	
		7525604	04-28-2009	Xue	
		7495719	02-24-2009	Adachi et al.	
		7489374	02-10-2009	Utsumi et al.	
		7474963	01-06-2009	Taylor et al.	
		7460007	12-02-2008	Schofield et al.	
		7459664	12-02-2008	Schofield et al.	
		7446924	11-04-2008	Schofield et al.	
		7432967	10-07-2008	Bechtel et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO				<b>Complete if Known</b>	
<b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
				Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
Sheet	3	of	30		

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		7432248	09-09-2008	Schofield et al	
		7429998	09-30-2008	Kawauchi et al.	
		7425076	09-16-2008	Schofield et al.	
		7423821	09-09-2008	Bechtel et al.	
		7423248	09-09-2008	Schofield et al	
		7420756	09-02-2008	Lynam	
		7402786	07-22-2008	Schofield et al.	
		7388182	06-17-2008	Schofield et al.	
		7380948	06-03-2008	Schofield et al.	
		7375803	05-20-2008	Bamji	
		7370983	05-13-2008	DeWind et al.	
		7360932	04-22-2008	Uken et al.	
		7355524	04-08-2008	Schofield	
		7344261	03-18-2008	Schofield et al.	
		7339149	03-04-2008	Schofield et al.	
		7338177	03-04-2008	Lynam	
		7337055	02-26-2008	Matsumoto et al.	
		7325935	02-05-2008	Schofield et al.	
		7325934	02-05-2008	Schofield et al.	
		7311406	12-25-2007	Schofield et al.	
		7304661	12-04-2007	Ishikura	
		7271951	09-18-2007	Weber et al.	
		7255451	08-14-2007	McCabe et al.	
		7253723	08-07-2007	Lindahl et al.	
		7249860	07-31-2007	Kulas et al.	
		7248287	07-24-2007	Takagi et al.	
		7235918	06-26-2007	McCullough et al.	
		7227611	06-05-2007	Hull et al.	
		7227459	06-05-2007	Bos et al.	
		7224324	05-29-2007	Quist et al.	
		7221363	05-22-2007	Roberts et al.	
		7205904	04/17/2005	Schofield	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO				<b>Complete if Known</b>	
<b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
				Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
Sheet	4	of	30		

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		7202987	04-10-2007	Varaprasad et al.	
		7202776	04-10-2007	Breed	
		7195381	03-27-2007	Lynam et al.	
		7187498	03-06-2007	Bengoechea et al.	
		7167796	01-23-2007	Taylor et al.	
		7149613	12-12-2006	Stam et al.	
		7133661	11-07-2006	Hatae et al.	
		7123168	10-17-2006	Schofield	
		7121028	10-17-2006	Shoen et al.	
		7116246	10-03-2006	Winter et al.	
		7110156	09-19-2006	Lawlor et al.	
		7110021	09-19-2006	Nobori et al.	
		7106213	09-12-2006	White	
		7095432	08-22-2006	Nakayama et al.	
		7092548	08-15-2006	Laumeyer et al.	
		7085637	08-01-2006	Breed et al.	
		7085633	08-01-2006	Nishira et al.	
		7068289	06-07-2006	Satoh et al.	
		7065432	06-20-2006	Moisel et al.	
		7062300	06-13-2006	Kim	
		7057681	06-06-2006	Hinata et al.	
		7057505	06-06-2006	Iwamoto	
		7046448	05-16-2006	Burgner	
		7038577	05-02-2006	Pawlicki et al.	
		7030778	04-18-2006	Sekiguchi	
		7030738	04-18-2006	Ishii	
		7023331	04-04-2006	Kodama	
		7012727	03-14-2006	Hutzel et al.	
		7005974	02-28-2006	McMahon et al.	
		7004606	02-28-2006	Schofield	
		7004593	02-28-2006	Weller et al.	
		6995687	02-07-2006	Lang et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>		
				Application Number	13/680,534	
				Filing Date	November 19, 2012	
				First Named Inventor	Kenneth Schofield	
				Art Unit	2684	
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham	
Sheet	5	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943	

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6989736	01-24-2006	Berberich et al.	
		6975775	12-13-2005	Rykowski et al.	
		6968736	11-29-2005	Lynam	
		6967569	11-22-2005	Weber et al.	
		6961661	11-01-2005	Sekiguchi et al.	
		6961178	11-01-2005	Sugino et al.	
		6959994	11-01-2005	Fujikawa et al.	
		6953253	10-11-2005	Schofield et al.	
		6950035	09-27-2005	Tanaka et al.	
		6946978	09-20-2005	Schofield	
		6940423	09-06-2005	Takagi et al.	
		6933837	08-23-2005	Gunderson et al.	
		6932669	08-23-2005	Lee et al.	
		6914521	07-05-2005	Rothkop	
		6909753	06-21-2005	Meehan et al.	
		6906639	06-14-2005	Lemelson et al.	
		6906620	06-14-2005	Nakai et al.	
		6898518	05-24-2005	Padmanabhan	
		6891563	05-10-2005	Schofield et al.	
		6889161	05-03-2005	Winner et al.	
		6888447	05-03-2005	Hori et al.	
		6882287	04-19-2005	Schofield	
		6873253	03-29-2005	Veziris Spyros	
		6861809	03-01-2005	Stam	
		6859148	02-22-2005	Miller et al.	
		6847487	01-25-2005	Burgner	
		6842189	01-11-2005	Park	
		6838980	01-04-2005	Gloger et al.	
		6831261	12-14-2004	Schofield et al.	
		6824281	11-30-2004	Schofield et al.	
		6823261	11-23-2004	Sekiguchi	
		6823241	11-23-2004	Shirato et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	6	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6822563	11-23-2004	Bos et al.	
		6819231	11-16-2004	Berberich et al.	
		6812463	11-02-2004	Okada	
		6806452	10-19-2004	Bos et al.	
		6802617	10-12-2004	Schofield et al.	
		6801244	10-05-2004	Takeda et al.	
		6801127	10-05-2004	Mizusawa	
		6795221	09-21-2004	Urey	
		6794119	09-21-2004	Miles	
		6784828	08-31-2004	Delcheccolo et al.	
		6765480	07-20-2004	Tseng	
		6764210	07-20-2004	Pastrick et al.	
		6762867	07-13-2004	Lippert et al.	
		6757109	06-29-2004	Bos	
		6744353	06-01-2004	Sjönell	
		6741377	05-25-2004	Miles	
		6735506	05-11-2004	Breed et al.	
		6728623	04-27-2004	Takenaga et al.	
		6728393	04-27-2004	Stam et al.	
		6717610	04-06-2004	Bos et al.	
		6714331	03-30-2004	Lewis et al.	
		6711474	03-23-2004	Treyz et al.	
		6710908	03-23-2004	Miles et al.	
		6704621	03-09-2004	Stein et al.	
		6703925	03-09-2004	Steffel	
		6700605	03-02-2004	Toyoda et al.	
		6690268	02-10-2004	Schofield et al.	
		6680792	01-20-2004	Miles	
		6678614	01-13-2004	McCarthy et al.	
		6678056	01-13-2004	Downs	
		6674562	01-06-2004	Miles	
		6672731	01-06-2004	Schnell et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	7	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6650455	11-18-2003	Miles	
		6650233	11-18-2003	DeLine et al.	
		6648477	11-08-2003	Hutzel et al.	
		6636258	10-21-2003	Strumolo	
		6631994	10-14-2003	Suzuki et al.	
		6627918	09-30-2003	Getz et al.	
		6611610	08-26-2003	Stam et al.	
		6611202	08-26-2003	Schofield et al.	
		6594583	07-15-2003	Ogura et al.	
		6593565	07-15-2003	Heslin et al.	
		6589625	07-08-2003	Kothari et al.	
		6587573	07-01-2003	Stam et al.	
		6578017	06-10-2003	Ebersole et al.	
		6574033	06-03-2003	Chui et al.	
		6559435	05-06-2003	Schofield et al.	
		6553130	04-22-2003	Lemelson et al.	
		6547133	04-15-2003	DeVries Jr. et al.	
		6540193	04-01-2003	DeLine	
		6539306	03-25-2003	Turnbull	
		6534884	03-18-2003	Marcus et al.	
		6523964	02-25-2003	Schofield et al.	
		6516664	02-11-2003	Lynam	
		6516272	02-04-2003	Lin	
		6513252	02-04-2003	Schierbeek et al.	
		6498620	12-24-2002	Schofield et al.	
		6497503	12-24-2002	Dassanayake et al.	
		6485155	11-26-2002	Duroux et al.	
		6477464	11-05-2002	McCarthy et al.	
		6472979	10-29-2002	Schofield et al.	
		6469739	10-22-2002	Bechtel et al.	
		6442465	08-27-2002	Breed et al.	
		6441748	08-27-2002	Takagi et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	8	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6433817	08-13-2002	Guerra	
		6433676	08-13-2002	DeLine et al.	
		6430303	08-06-2002	Naoi et al.	
		6429594	08-06-2002	Stam et al.	
		6428172	08-06-2002	Hutzl et al.	
		6424273	07-23-2002	Gutta et al.	
		6420975	07-16-2002	DeLine et al.	
		6411328	06-25-2002	Franke et al.	
		6411204	06-25-2002	Bloomfield et al.	
		6396397	05-28-2002	Bos et al.	
		6388580	05-14-2002	Graham	
		6388565	05-14-2002	Bernhard et al.	
		6370329	04-09-2002	Teuchert	
		6366236	04-02-2002	Farmer et al.	
		6366213	04-02-2002	DeLine et al.	
		6362729	03-26-2002	Hellmann et al.	
		6353392	03-05-2002	Schofield et al.	
		6341523	01-29-2002	Lynam	
		6333759	12-25-2001	Mazzilli	
		6329925	12-11-2001	Skiver et al.	
		6326613	12-04-2001	Heslin et al.	
		6324450	11-27-2001	Iwama	
		6320282	11-20-2001	Caldwell	
		6320176	11-20-2001	Schofield et al.	
		6317057	11-13-2001	Lee	
		6315421	11-13-2001	Apfelbeck et al.	
		6313454	11-06-2001	Bos et al.	
		6311119	10/30/2001	Sawamoto et al.	
		6310611	10-30-2001	Caldwell	
		6302545	10-16-2001	Schofield et al.	
		6297781	10-02-2001	Turnbull et al.	
		6294989	09-25-2001	Schofield et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	9	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6292752	09-18-2001	Franke et al.	
		6291906	09-18-2001	Marcus et al.	
		6285393	09-04-2001	Shimoura et al.	
		6266442	07-24-2001	Laumeyer et al.	
		6266082	07-24-2001	Yonezawa et al.	
		6259412	07-10-2001	Duroux	
		6250148	06-26-2001	Lynam	
		6243003	06-05-2001	DeLine et al.	
		6229319	05-08-2001	Johnson	
		6222460	04-24-2001	DeLine et al.	
		6222447	04-24-2001	Schofield et al.	
		6201642	03-13-2001	Bos	
		6198409	03-06-2001	Schofield et al.	
		6175300	01-16-2001	Kendrick	
		6175164	01-16-2001	O'Farrell et al.	
		6172613	01-09-2001	DeLine et al.	
		6166629	12-26-2000	Andreas	
		6150014	11-21-2000	Chu et al.	
		6144158	11-07-2000	Beam	
		6144022	11-07-2000	Tenenbaum et al.	
		6139172	10-31-2000	Bos et al.	
		6138870	11-20-2001	Spooner et al.	
		6124886	09-26-2000	DeLine et al.	
		6124647	09-26-2000	Marcus et al.	
		6116743	09-12-2000	Hoek	
		6107939	08-22-2000	Sorden	
		6097024	08-01-2000	Stam et al.	
		6097023	08-01-2000	Schofield et al.	
		6087953	07-11-2000	DeLine et al.	
		6084519	07-04-2000	Coulling et al.	
		6066933	05-23-2000	Ponziana	
		6057754	05-02-2000	Kinoshita et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	10	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		6049171	04-11-2000	Stam et al.	
		6037975	03-14-2000	Aoyama	
		6037860	03-14-2000	Zander et al.	
		6031484	02-29-2000	Bullinger	
		6020704	02-01-2000	Buschur	
		6009336	12-28-1999	Harris et al.	
		6001486	12-14-1999	Varaprasad et al.	
		5990649	11-23-1999	Nagao et al.	
		5990469	11-23-1999	Bechtel et al.	
		5986796	11-16-1999	Miles	
		5971552	10-26-1999	O'Farrell et al.	
		5964822	10-12-1999	Alland et al.	
		5963247	10-05-1995	Banitt	
		5959555	09-28-1999	Furuta	
		5959367	09-28-1999	O'Farrell et al.	
		5956181	09-21-1999	Lin	
		5949331	09-07-1999	Schofield et al.	
		5942853	08-24-1999	Piscart	
		5940120	08-17-1999	Frankhouse et al.	
		5938320	08-17-1999	Crandall	
		5929786	07-27-1999	Schofield et al.	
		5923027	07-13-1999	Stam et al.	
		5914815	06-22-1999	Bos	
		5912534	06-15-1999	Benedict	
		5899956	05-04-1999	Chan	
		5896085	04-20-1999	Mori et al.	
		5890021	03-30-1999	Onoda	
		5884212	03-16-1999	Lion	
		5883739	03-16-1999	Ashihara et al.	
		5878370	03-02-1999	Olson	
		5877897	03-02-1999	Schofield et al.	
		5877707	03-02-1999	Kowalick	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	11	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5867591	02-02-1999	Onda	
		5850254	12-15-1998	Takano et al.	
		5850176	12-15-1998	Kinoshita et al.	
		5848802	12-15-1998	Breed et al.	
		5845000	12-01-1998	Breed et al.	
		5844682	12-01-1998	Kiyomoto et al.	
		5844505	12-01-1998	Van Ryzin	
		5841126	11-24-1998	Fossum et al.	
		5837994	11-17-1998	Stam et al.	
		5835613	11-10-1998	Breed et al.	
		5835255	11-10-1998	Miles	
		5811888	09-22-1998	Hsieh	
		5808589	09-15-1998	Ferguson	
		5798575	08-25-1998	O'Farrell et al.	
		5796094	08-18-1998	Schofield et al.	
		5793420	08-11-1998	Schmidt	
		5793308	08-11-1998	Rosinski et al.	
		5790973	08-04-1998	Blaker et al.	
		5790403	08-04-1998	Nakayama	
		5786772	07-28-1998	Schofield et al.	
		5781437	07-14-1998	Wiemer et al.	
		5765940	06-16-1998	Levy et al.	
		5765116	06-09-1998	Wilson-Jones et al.	
		5764139	06-09-1998	Nojima et al.	
		5761094	06-02-1998	Olson et al.	
		5760962	06-02-1998	Schofield et al.	
		5760931	06-02-1998	Saburi et al.	
		5760828	06-02-1998	Cortes	
		5760826	06-02-1998	Nayer	
		5757949	05-26-1998	Kinoshita et al.	
		5737226	04-07-1998	Olson et al.	
		5724316	03-03-1998	Brunts	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	12	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5724187	03-03-1998	Varaprasad et al.	
		5715093	02-03-1998	Schierbeek et al.	
		5699057	12-16-1997	Ikeda et al.	
		5699044	12-16-1997	Van Lente et al.	
		5680263	10-21-1997	Zimmermann et al.	
		5677851	10-14-1997	Kingdon et al.	
		5676484	10-14-1997	Chamberlin et al.	
		5675489	10-07-1997	Pomerleau	
		5673019	09-30-1997	Dantoni	
		5670935	09-23-1997	Schofield et al.	
		5668663	09-16-1997	Varaprasad et al.	
		5666028	09-09-1997	Bechtel et al.	
		5661303	08-26-1997	Teder	
		5660454	08-26-1997	Mori et al.	
		5650944	07-22-1997	Kise	
		5648835	07-15-1997	Uzawa	
		5646612	07-08-1997	Byon	
		5642299	06-24-1997	Hardin et al.	
		5638116	06-10-1997	Shimoura et al.	
		5634709	06-03-1997	Iwama	
		5627586	05-06-1997	Yamasaki	
		5619370	04-08-1997	Guinosso	
		5614788	03-25-1997	Mullins	
		5612883	03-18-1997	Shaffer et al.	
		5594222	01-14-1997	Caldwell	
		5582383	12-10-1996	Mertens et al.	
		5581464	12-03-1996	Woll et al.	
		5574443	11-12-1996	Hsieh	
		5568316	10-22-1996	Schrenck et al.	
		5568027	10-22-1996	Teder	
		5555555	09-10-1996	Sato et al.	
		5555312	09-10-1996	Shima et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	13	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5555136	09-10-1996	Waldmann et al.	
		5550677	08-27-1996	Schofield et al.	
		5541590	07-30-1996	Nishio	
		5539397	07-23-1996	Asanuma et al.	
		5537003	07-16-1996	Bechtel et al.	
		5535314	07-09-1996	Alves et al.	
		5530771	06-25-1996	Maekawa	
		5530420	06-25-1976	Tsuchiya et al.	
		5530240	06-25-1996	Larson et al.	
		5529138	06-25-1996	Shaw et al.	
		5528698	06-18-1996	Kamei et al.	
		5521633	05-28-1996	Nakajima et al.	
		5515448	05-07-1996	Nishitani	
		5510983	04-23-1996	Iino	
		5508592	04-16-1996	Lapatovich et al.	
		5500766	03-19-1996	Stonecypher	
		5498866	03-12-1996	Bendicks et al.	
		5493392	02-20-1996	Blackmon et al.	
		5487116	01-23-1996	Nakano et al.	
		5483060	01-09-1996	Sugiura et al.	
		5475494	12-12-1995	Nishida et al.	
		5471515	11-28-1995	Fossum et al.	
		5469298	11-21-1995	Suman et al.	
		5467284	11/14/1995	Yoshioka et al.	
		5461361	10-24-1995	Moore	
		5461357	10-24-1995	Yoshioka et al.	
		5457493	10-02-1995	Leddy et al.	
		5451822	09-19-1995	Bechtel et al.	
		5444478	08-22-1995	Lelong et al.	
		5440428	08-08-1995	Hegg et al.	
		5434927	07-18-1995	Brady et al.	
		5434407	07-18-1995	Bauer et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	14	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5430431	07-04-1995	Nelson	
		5426294	06-20-1995	Kobayashi et al.	
		5424952	06-13-1995	Asayama	
		5416478	05-16-1995	Morinaga	
		5416318	05-16-1995	Hegy	
		5416313	05-16-1995	Larson et al.	
		5414461	05-09-1995	Kishi et al.	
		5414257	05-09-1995	Stanton	
		5410346	04-25-1995	Saneyoshi et al.	
		5408346	04-18-1995	Trissel et al.	
		5406395	04-11-1995	Wilson et al.	
		5394333	02-28-1995	Kao	
		5386285	01-31-1995	Asayama	
		5379196	01-03-1995	Kobayashi et al.	
		5374852	12-20-1994	Parkes	
		5371535	12-06-1994	Takizawa	
		5355118	10-11-1994	Fukuhara	
		5351044	09-27-1994	Mathur et al.	
		5341437	08-23-1994	Nakayama	
		5336980	08-09-1994	Levers	
		5331312	07-19-1994	Kudoh	
		5329206	07-12-1994	Slotkowski et al.	
		5325386	06-28-1994	Jewell et al.	
		5325096	06-28-1994	Pakett	
		5313072	05-17-1994	Vachss	
		5309137	05-03-1994	Kajiwara	
		5307136	04-26-1994	Saneyoshi	
		5305012	04-19-1994	Faris	
		5298732	03-29-1994	Chen	
		5289321	02-22-1994	Secor	
		5289182	02-22-1994	Brillard et al.	
		5285060	02-08-1994	Larson et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	15	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5276389	01-04-1994	Levers	
		5253109	10-12-1993	O'Farrell	
		5246193	09-21-1993	Faidley	
		5245422	09-14-1993	Borcherts et al.	
		5235178	08-10-1993	Hegy	
		5225827	07-06-1993	Persson	
		5214408	05-25-1993	Asayama	
		5208701	05-04-1993	Maeda	
		5204778	04-20-1993	Bechtel	
		5193029	03-09-1993	Schofield	
		5193000	03-09-1993	Lipton et al.	
		5189561	02-23-1993	Hong	
		5187383	02-16-1993	Taccetta et al.	
		5184956	02-09-1993	Langlais et al.	
		5182502	01-26-1993	Slotkowski et al.	
		5177685	01-05-1993	Davis et al.	
		5172235	12-15-1992	Wilm et al.	
		5170374	12-08-1992	Shimohigashi et al.	
		5168378	12-01-1992	Black	
		5166681	11-24-1992	Bottesch et al.	
		5148014	09-15-1992	Lynam	
		5144685	09-01-1992	Nasar et al.	
		5130709	07-14-1992	Toyama et al.	
		5124549	06-23-1992	Michaels et al.	
		5121200	06-09-1992	Choi	
		5100093	03-31-1992	Rawlinson	
		5097362	03-17-1992	Lynas	
		5096287	03-17-1992	Kakinami et al.	
		5086510	02-04-1992	Guenther et al.	
		5086253	02-04-1992	Lawler	
		5072154	12-10-1991	Chen	
		5064274	11-12-1991	Alten	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	16	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		5063603	11-05-1991	Burt	
		5059877	10-22-1991	Teder	
		5055668	10-08-1991	French	
		5050966	09-24-1991	Berman	
		5044706	09-03-1991	Chen	
		5036437	07-30-1991	Macks	
		5027200	06-25-1991	Petrossian et al.	
		5027001	06-25-1991	Torbert	
		5016977	05-21-1991	Baude et al.	
		5012082	04-30-1991	Watanabe	
		5008946	04-16-1991	Ando	
		5003288	03-26-1991	Wilhelm	
		5001558	03-19-1991	Burley et al.	
		4991054	02-05-1991	Walters	
		4987410	01-22-1991	Berman et al.	
		4987357	01-22-1991	Masaki	
		4975703	12-04-1990	Delisle et al.	
		4974078	11-27-1990	Tsai	
		4971430	11-20-1990	Lynas	
		4970653	11-13-1990	Kenue	
		4967319	10-30-1990	Seko	
		4961625	10-09-1990	Wood et al.	
		4956591	09-11-1990	Schierbeek	
		4953305	09-04-1990	Van Lente et al.	
		4937796	06-26-1990	Tendler	
		4917477	04-17-1990	Bechtel et al.	
		4916374	04-10-1990	Schierbeek	
		4910591	03-20-1990	Petrossian et al.	
		4907870	03-13-1990	Brucker	
		4900133	02-13-1990	Berman	
		4896030	01-23-1990	Miyaji	
		4895790	01-23-1990	Swanson et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	17	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		4892345	01-09-1990	Rachael III	
		4891559	01-02-1990	Matsumoto et al.	
		4886960	12-12-1989	Molyneux	
		4882565	11-21-1989	Gallmeyer	
		4882466	11-21-1989	Friel	
		4881019	11-14-1989	Shiraishi et al.	
		4872051	10-03-1989	Dye	
		4871917	10-03-1989	O'Farrell et al.	
		4867561	09-19-1989	Fujii et al.	
		4862037	08-29-1989	Farber et al.	
		4859031	08-22-1989	Berman et al.	
		4855822	08-08-1989	Narendra et al.	
		4847772	07-11-1989	Michalopoulos et al.	
		4838650	06-13-1989	Stewart	
		4825232	04-25-1989	Howdle	
		4820933	04-11-1989	Hong	
		4817948	04-04-1989	Simonelli	
		4793690	12-27-1988	Gahan	
		4789904	12-06-1988	Peterson	
		4772942	09-20-1988	Tuck	
		4768135	08-30-1988	Kretschmer et al.	
		4741603	05-03-1988	Miyagi	
		4731669	03-15-1988	Hayashi et al.	
		4727290	02-23-1988	Smith	
		4717830	01-05-1988	Botts	
		4713685	12-15-1987	Nishimura et al.	
		4701022	10-20-1987	Jacob	
		4697883	10-06-1987	Suzuki	
		4692798	09-08-1987	Seko et al.	
		4690508	09-01-1987	Jacob	
		4676601	06-30-1987	Itoh	
		4672457	06-09-1987	Hyatt	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	18	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		4671615	06-09-1987	Fukada	
		4669825	06-02-1987	Itoh	
		4665321	05-12-1987	Chang et al.	
		4653316	03-31-1987	Fukuhara	
		4647161	03-03-1987	Müller	
		4638287	01-20-1987	Umebayashi et al.	
		4632509	12-30-1986	Ohmi	
		4630109	12-16-1986	Barton	
		4629941	12-16-1986	Ellis	
		4626850	12-02-1986	Chey	
		4623222	11-18-1986	Itoh	
		4620141	10-28-1986	McCumber et al.	
		4614415	09-30-1986	Hyatt	
		4603946	08-05-1986	Kato	
		4600913	07-15-1986	Caine	
		4599544	07-08-1986	Martin	
		4580875	04-08-1986	Bechtel et al.	
		4572619	02-25-1986	Reininger	
		4571082	02-18-1986	Downs	
		4549208	10-22-1985	Kamejima et al.	
		4546551	10-15-1985	Franks	
		4529873	07-16-1985	Ballmer	
		4529275	07-16-1985	Ballmer	
		4512637	04-23-1985	Ballmer	
		4491390	01-01-1985	Tong-Shen	
		4488496	01-30-1996	Pine	
		4481450	11-06-1984	Watanabe et al.	
		4460831	07-17-1984	Oettinger et al.	
		4443057	04-17-1984	Bauer	
		4431896	02-14-1984	Lodetti	
		4420238	12-13-1983	Felix	
		4381888	05-03-1983	Momiyama	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2684
				Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Sheet	19	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>	MM-DD-YYYY		

		4357558	11-02-1982	Massoni et al.	
		4355271	10-19-1982	Noack	
		4288814	09-08-1981	Talley et al.	
		4281898	08-04-1981	Ochiai	
		4277804	07-07-1981	Robison	
		4266856	05-12-1981	Wainwright	
		4257703	03-24-1981	Goodrich	
		4249160	02-03-1981	Chilvers	
		4247870	01-27-1981	Gabel et al.	
		4236099	11-25-1980	Rosenblum	
		4218698	08-19-1980	Bart et al.	
		4214266	07-22-1980	Myers	
		4200361	04-29-1980	Malvano	
		3985424	10-12-1976	Steinacher	
		3751711	08-07-1973	Schick	
		2959709	10-08-1960	Vanaman et al.	
		2598420	05-27-1952	Onksen et al.	
		2012/0045112	02-23-2012	Lundblad et al.	
		2009/0234824	10-01-2009	Hook et al.	
		2009/0201137	08-13-2009	Weller et al.	
		2009/0190015	07-30-2009	Bechtel et al.	
		2009/0113509	04-30-2009	Tseng et al.	
		2009/0052003	02-26-2009	Schofield et al.	
		2008/0147321	06-19-2008	Howard et al.	
		2009/0256938	04-09-2008	Bechtel et al.	
		2007/0242339	10-18-2007	Bradley	
		2007/0120657	05-31-2007	Schofield et al.	
		2007/0109406	05-17-2007	Schofield et al.	
		2007/0104476	05-10-2007	Yasutomi et al.	
		2006/0250501	11-09-2006	Wildmann et al.	
		2006/0103727	05-18-2006	Tseng	
		2006/0091813	05-04-2006	Stam et al.	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>			<b>Complete if Known</b>		
			Application Number	13/680,534	
			Filing Date	November 19, 2012	
			First Named Inventor	Kenneth Schofield	
			Art Unit	2684	
			Examiner Name	Toan Ngoc Pham	
Sheet	20	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

U. S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Document Number	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code <sup>2 (if known)</sup>			

		2006/0050018	03-09-2006	Hutzel et al.	
		2006/0018511	01-26-2006	Stam et al.	
		2006/0018512	01-26-2006	Stam et al.	
		2005/0237385	10-27-2005	Kosaka et al.	
		2005/0219852	10-06-2005	Stam et al.	
		2005/0073853	04-07-2005	Stam	
		2004/0200948	10-14-2004	Bos et al.	
		2003/0222982	12-04-2003	Hamdan et al.	
		2003/0137586	07-24-2003	Lewellen	
		2002/0113873	08-22-2002	Williams	
		D351370	10-11-1994	Lawlor et al.	
		Re30835	12-29-1981	Giglia	

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2821
				Examiner Name	
Sheet	21	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		DE1152627	08-08-1963	Klaus		X
		DE1182971	12-03-1964	Zuse KG		X
		DE1190413	04-08-1965	Zuse KG		X
		DE1196598	07-15-1965	Zuse KG		X
		DE1214174	04-14-1966	Zuse		X
		DE19518978	11-30-1995	Mitsubishi Electric Corp.		X
		DE3004247	08-13-1981	Werner		X
		DE3101855	08-05-1982	Werner		X
		DE3248511	07-05-1984	Bissenden		X
		DE3601388	07-23-1987	Robert Bosch GmbH		X
		DE3637165	05-05-1988	Ashauer		X
		DE3833022	04-05-1990	Fraunhofer		X
		DE3839512	05-31-1990	Messerschmitt Boelkow Blohm		X
		DE3839513	05-31-1990	Messerschmitt Boelkow Blohm		X
		DE3840425	06-07-1990	Messerschmitt Boelkow Blohm		X
		DE3844364	07-05-1990	Robert Bosch GmbH		X
		DE4107965	09-26-1991	Loidl		X
		DE4111993	10-24-1991	Volkswagen AG		X
		DE4116255	12-12-1991	Nissan Motor Co. Ltd.		X
		DE4122531	01-14-1993	Robert Bosch GmbH		X
		DE4124654	01-28-1993	Bundesrep Deutschland		X
		DE4130010	03-19-1992	Mitsubishi Electric Corp.		X
		DE4133882	04-30-1992	Volkswagen AG		X
		DE4137551	11-03-1993	Daimler Benz AG		X
		DE4231137	02-17-1994	Luenig Hermann		X
		DE4238599	06-09-1994	Block		X
		DE4300941	07-22-1993	Honda Motor Co. Ltd.		X

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2821
				Examiner Name	
Sheet	22	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		DE4328304	03-03-1994	Fuji Heavy Ind. Ltd.		X
		DE4332612	04-07-1994	Yazaki Corp.		X
		DE4332836	09-15-1994	Daimler Benz AG		X
		DE4336288	03-30-1995	Daimler Benz AG		X
		DE4341409	06-08-1995	Robert Bosch GmbH		X
		DE4407082	09-08-1994	Nippon Denso Co.		X
		DE4407757	09-15-1994	Mazda Motor		X
		DE4411179	10-06-1994	Mitsubishi Electric Corp.		X
		DE4412669	10-20-1994	Fuji Heavy Ltd.		X
		DE4418122	12-01-1994	Mazda Motor		X
		DE4423966	01-12-1995	Mazda Motor		X
		DE4428069	03-02-1995	Putzmeister Maschf		X
		DE4434698	03-30-1995	Hitachi Ltd.		X
		DE4480341	03-21-1996	Mitsubishi Motors Corp.		X
		DE69107283	07-13-1995	Mitsubishi Electric Corp.		X
		DE9010196	09-06-1990	Nagl		X
		EP0202460	10-09-1991	Yazaki Corporation		X
		EP0426503	05-08-1991	Donnelly Corp.		
		EP0450553	04-02-1991	Yazaki Corp.		X
		EP0492591	07-01-1992	Gentex Corp.		
		EP0513476	11-19-1992	Bundo		X
		EP0605045	07-06-1994	Philips Electronique Lab		X
		EP0788947	08-13-1997	Donnelly Corp.		
		EP0830267	05-22-1993	Donnelly Corp.		
		EP0889801	07-16-2008	Donnelly Corp.		
		EP361914	04-04-1990	Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha		X
		EP454516	10-30-1991	Renault		X
		EP455524	11-06-1991	Renault		X
		EP477986	04-01-1992	Isuzu Motors Limited		X

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2821
				Examiner Name	
Sheet	23	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		EP487100	05-27-1992	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha		X
		EP495508	07-22-1992	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha		X
		EP496411	07-29-1992	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha		X
		EP505237	09-23-1992	Renault		X
		EP514343	11-19-1992	Aisin Seiki		X
		EP527665	02-17-1993	Matra Sep Imagerie ET		X
		EP582236	02-09-1994	Takata Corp.		X
		EP617296	09-28-1994	Peugeot		X
		EP626654	11-30-1994	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd.		X
		EP640903	03-01-1995	Lucas Industries Public Ltd. Company		X
		EP642950	03-15-1995	Valeo Vision		X
		EP654392	05-24-1995	Koyo Seiko Co. Ltd.		X
		EP686865	12-13-1995	Delco Electronics Corp.		X
		FR2687000	08-06-1993	Renault		X
		GB1000265	08-04-1965	Baumanns		X
		GB1054064	01-04-1967	Zuse		X
		GB914827	01-02-1963	Hayden		X
		JP01123587	05-16-1989	Mitsubishi Motors Corp.		X
		JP02190978	07-26-1990	Maxda Motor Corp.		X
		JP03099952	04-25-1991	Nissan Motor Co. Ltd.		X
		JP03266739	11-27-1991	Aisin Seiki Co. Ltd.		X
		JP04239400	11-01-1991	Toshiba Corp.		X
		JP04127280	04-28-1992	Nippon Denso Co. Ltd.		X
		JP05050883	03-02-1993	Noritake Co. Ltd.		X
		JP05093981	11-04-1994	Sharp KK		X

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				<b>Complete if Known</b>	
				Application Number	13/680,534
				Filing Date	November 19, 2012
				First Named Inventor	Kenneth Schofield
				Art Unit	2821
				Examiner Name	
Sheet	24	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		JP0577657	03-30-1993	Fujitsu Ltd.		X
		JP05244596	09-21-1993	Hughes Aircraft Co		X
		JP06000927	01-10-1994	Fuji Photo Film Co. Ltd.		X
		JP06107035	04-19-1994	Toshiba Corp.		X
		JP06113215	12-08-1995	Fujitsu Ten Ltd.		X
		JP06117924	04-28-1994	Nippon Denso Co. Ltd.		X
		JP06150198	05-31-1994	Nippon Seiki Co. Ltd.		X
		JP06230115	08-19-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06247246	09-06-1994	Mitsubishi Electric Corp.		X
		JP06267304	09-22-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06270733	09-27-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06276524	09-30-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06295601	10-21-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP06321007	07-09-1996	Mitsubishi Materials Corp.		X
		JP07004170	01-13-1995	Matsushita Electric Ind. Co. Ltd.		X
		JP07025286	01-27-1995	Daihatsu Motor Co. Ltd.		X
		JP07078240	09-24-1996	Dainippon Printing Co. Ltd.		X
		JP07105496	04-21-1995	Hino Motors Ltd.		X
		JP2003083742	03-19-2003	Hanawa		X
		JP2630604	04-25-1997	Honda Giken Kogyo Co., Ltd.		X
		JP4114587	04-15-1992	Matsushita Electric Ind. Co. Ltd.		X
		JP4291405	10-15-1992	Nec Corp.		X
		JP5189694	07-30-1993	Matsushita Electric Ind Co Ltd.		X
		JP5213113	08-24-1993	Fujitsu Ten Ltd		X
		JP59114139	07-02-1984	Niles Co. Ltd		X

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> (Use as many sheets as necessary)				<b>Complete if Known</b>			
				Application Number		13/680,534	
				Filing Date		November 19, 2012	
				First Named Inventor		Kenneth Schofield	
				Art Unit		2821	
				Examiner Name			
Sheet	25	of	30	Attorney Docket Number		MAG04 P-1943	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T <sup>6</sup>
		Country Code <sup>3</sup> Number <sup>4</sup> -Kind Code <sup>5</sup> (if known)	MM-DD-YYYY			

		JP60240545	11-29-1985	Nippon Denso Co. Ltd.		X
		JP6079889	05-07-1985	Matsushita Electric Co. Ltd.		X
		JP6080953	05-08-1985	Niles Parts Co. Ltd.		X
		JP62131837	06-15-1987	Hirohiko Yanagawa		X
		JP6227318	08-16-1994	Hitachi Ltd.		X
		JP6272245	05-08-1987	Toshiba Corp.		X
		JP06274626	09-30-1994	Toyota Motor Corp.		X
		JP6414700	01-18-1989	Aisin AW Co. Ltd.		X
		JP7032935	02-03-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7047878	02-21-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7052706	02-28-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7069125	03-14-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7125571	05-16-1995	Hitachi Ltd.		X
		JP7137574	05-30-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JP7186818	07-25-1995	Koito Mfg. Co. Ltd.		X
		JP732936	02-03-1995	Toyota Motor Corp.		X
		JPS5539843	03-21-1980	Nissan Motor		X
		JP58110334	06-30-1983	Hino Motors Ltd.		X
		JPS62115600	05-27-1987	Nippon Denso		
		JP08166221	06-25-1996	Nippon Denso Co. Ltd.		X
		SE336535	04-13-1970	Lundell		
		WO1986005147	09-12-1986	Flaaten		
		WO1996021581	07-18-1996	Nine Lights & Company		

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	26	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		BOW, Sing T., "Pattern Recognition and Image Preprocessing (Signal Processing and Communications)", CRC Press, January 15, 2002, Pages 557-559.	
		G. WANG, D. RENSHAW, P.B. DENYER AND M. LU, CMOS Video Cameras, article, 1991, 4 pages, University of Edinburgh, UK.	
		J. BORENSTEIN ET AL., "Where am I? Sensors and Method for Mobile Robot Positioning", University of Michigan, April 1996, Pages 2, 125-128.	
		PRATT, "Digital Image Processing, Passage - ED.3", John Wiley & Sons, US, January 1, 2001, pages 657-659, XP002529771.	
		Reexamination Control No. 90/007,519, dated June 9, 2005, Reexamination of U.S. Patent No. 6,222,447, issued to Schofield et al.	
		Reexamination Control No. 90/007,520, dated June 9, 2005, Reexamination of U.S. Patent No. 5,949,331, issued to Schofield et al.	
		Reexamination Control No. 90/011,477, dated March 14, 2011, Reexamination of U.S. Patent No. 5,949,331, issued to Schofield et al.	
		Reexamination Control No. 90/011,478, dated March 28, 2011, Reexamination of U.S. Patent No. 6,222,447, issued to Schofield et al.	
		TOKIMARU et al., "CMOS Rear-View TV System with CCD Camera", National Technical Report Vol. 34, No. 3, pages 329-336, June 1988 (Japan).	
		VAN LEEUWEN et al., "Motion Estimation with a Mobile Camera for Traffic Applications", IEEE, US, vol. 1, October 3, 2000, pages 58-63.	
		VAN LEEUWEN et al., "Motion Interpretation for In-Car Vision Systems", IEEE, US, vol. 1, September 30, 2002, page 135-140.	
		VAN LEEUWEN et al., "Requirements for Motion Estimation in Image Sequences for Traffic Applications", IEEE, US, vol. 1, May 24, 1999, pages 145-150, XP010340272.	
		VAN LEUVEN et al., "Real-Time Vehicle Tracking in Image Sequences", IEEE, US, vol. 3, May 21, 2001, pages 2049-2054, XP010547308.	

Examiner Signature	Date Considered
-----------------------	--------------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	27	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		VLACIC ET AL., (Eds), "Intelligent Vehicle Technologies, Theory and Applications", Society of Automotive Engineers Inc., edited by SAE International, 2001.	
		Donnelly Panoramic Vision™ on Renault Talisman Concept Car At Frankfort Motor Show, PR Newswire, Frankfort, Germany September 10, 2001.	
		Schwarzinger 1992; 07/01/1992; Schwarzinger et al.; "Vision-based car-following: detection, tracking, and identification"	
		Jochem 1995; 09/26/1995; Jochem et al.; "PANS: a portable navigation platform"	
		Taktak 1994; 11/16/1995; Taktak et al.; "Vehicle detection at night using image processing and pattern recognition"	
		Ritter 1995; 10/1995; Ritter et al.; "Traffic sign recognition using colour information"	
		Kuehnle 1991; Kuehnle; 04/1991; "Symmetry-based recognition of vehicle rears"	
		Dubuisson-Jolly 1996; 03/1996; Dubuisson-Jolly; "Vehicle segmentation and classification using deformable templates"	
		Mendis-1993 ; 12/08/1993; Mendis et al.; "A 128x128 CMOS active pixel image sensor for highly integrated imaging systems"	
		Thomanek-1994 ; 10/1994; Thomanek et al.; "Multiple object recognition and scene interpretation for autonomous road vehicle guidance"	
		Vosselman 1995; 1995; Vosselman et al.; "Road tracking by profile matching and Kalman filtering"	
		Dickmanns-1992; 02/1992; Dickmanns et al.; "Recursive 3-D road and relative ego-state recognition"	
		Dickmanns; 1991; Dickmanns; "4-D dynamic vision for intelligent motion control"	
		Dickmanns 1990; 12/1990; Dickmanns et al.; "An integrated spatio-temporal approach to automatic visual guidance of autonomous vehicles"	
Examiner Signature		Date Considered	

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	28	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		Fossum-1995; 10/11/1995; Fossum; "Low power camera-on-a-chip using CMOS active pixel sensor technology"	
		Auty 1995; 03/14/1995; Auty et al.; "Image acquisition system for traffic monitoring applications"	
		Barron-1996 ; 03/1996; Barron et al.; "The role of electronic controls for future automotive mechatronic systems"	
		Cassiano-1992 ; 02/14/1992; Cassiano et al.; "Review of filtering methods in mobile vision from ground vehicles in low light conditions"	
		Huijsing-1992 ; 1992; Huijsing; "Integrated smart sensors"	
		Lee 1994; 11/16/1994 ; Lee et al.; "Automatic recognition of a car license plate using color image processing"	
		Malik 1995; 09/1995; Malik et al.; "A Machine Vision Based System for Guiding Lane-change Maneuvers"	
		Nguyen-1992 ; 07/01/1992; Nguyen et al.; "Obstacle detection using bi-spectrum CCD camera and image processing"	
		Nixon 1995; 1995; Nixon et al.; "128X128 CMOS Photodiode-Type Active Pixel Sensor With On-Chip Timing, Control And Signal Chain Electronics"	
		Raglan Tribe Video-1994 ; 1994; Raglan Tribe; "Robot Car Raglan Tribe" <a href="http://www.youtube.com/watch?v=AllZhcnpXYI">http://www.youtube.com/watch?v=AllZhcnpXYI</a>	
		Smith 1992; 05/11/1992; Smith et al.; "Optical sensors for automotive applications"	
		Smith 1994; 10/05/1994; Smith et al.; "Vision sensing for intelligent vehicle and highway systems"	
		Vellacott 1994; 05/19/1994; Vellacott; "CMOS in camera"	

Examiner Signature	Date Considered
--------------------	-----------------

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Substitute for form 1449/PTO		<b>Complete if Known</b>	
<b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		Application Number	13/680,534
		Filing Date	November 19, 2012
		First Named Inventor	Kenneth Schofield
		Art Unit	2684
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham
		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
Sheet	29	of	30

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		Yu 1995; 1995; Yu et al.; "Vehicles Recognition By Video Camera"	
		Sukthankar 1992; 10/1992; Sukthankar; "RACCOON: A Real-time Autonomous Car Chaser Operating Optimally at Night"	
		IEEE Paper 1988; Thorpe, et al, "Vision and Navigation for the Carnegie-Mellon Navlab"	
		IEEE Paper 1988; Turk, et al., "VITS—A Vision System for Autonomous Land Vehicle Navigation"	
		Paper from Society of Automotive Engineers, Inc. 1988; Metzler, "Computer Vision Applied to Vehicle Operation"	
		IEE Paper 1991; Crisman and Thorpe; "UNSCARF, A Color Vision System for the Detection of Unstructured Roads"	
		Technical Report AIP-77 Department of Psychology, Carnegie Mellon University; 3/13/90; Pomerleau; "Alvinn: An Autonomous Land Vehicle in a Neural Network"	
		Nguyen, HG et al., "Obstacle detection using bi-spectrum CCD camera and image processing", Proceedings of the Intelligent Vehicles '92 Symposium, June 29-July 1, 1992, p. 42-50	
		Donnelly Panoramic Vision™ on Renault Talisman Concept Car At Frankfort Motor Show, PR Newswire, Frankfort, Germany September 10, 2001.	
		Proceedings of the Intelligent Vehicles Symposium, 1992-present	
		Industrial Electronics, Control, Instrumentation, and Automation, 1992. Power Electronics and Motion Control., Proceedings of the 1992 International Conference on Date of Conference: 9-13 Nov 1992	
		Ichiro Masaki , Vision-based vehicle guidance, Springer-Verlag, New York, 1992	
		J Manigel, W Leonhard, "Computer control of an autonomous road vehicle by computer vision" - Industrial Electronics, Control and Instrumentation, 1991. Proceedings. IECON '91., 1991 International Conference on, p. 19- 24 vol.1	

Examiner Signature		Date Considered	
-----------------------	--	--------------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.



Substitute for form 1449/PTO  <b>INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT</b> <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		<b>Complete if Known</b>			
		Application Number	13/680,534		
		Filing Date	November 19, 2012		
		First Named Inventor	Kenneth Schofield		
		Art Unit	2684		
		Examiner Name	Toan Ngoc Pham		
Sheet	30	of	30	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. <sup>1</sup>	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T <sup>2</sup>

		Linkwitz, K., High Precision Navigation: Integration of Navigational and Geodetic Methods, Springer-Verlag, July 5, 1989	
		Yu, X., Road tracking, lane segmentation and obstacle recognition by mathematical morphology, Intelligent Vehicles '92 Symposium, Proceedings of the, p. 166-172	
		EUREKA Prometheus Project, 1987-1995, and any corresponding publications and public demonstrations	
		Lucas Demonstrates Intelligent Cruise Control, Detroit Feb. 27, 1995 available at <a href="http://www.thefreelibrary.com/LUCAS+DEMONSTRATES+INTELLIGENT+CRUISE+CONTR+OL=a016602459">http://www.thefreelibrary.com/LUCAS+DEMONSTRATES+INTELLIGENT+CRUISE+CONTR+OL=a016602459</a>	
		Siegle, G. "Autonomous Driving on a Road Network," Proceedings of the Intelligent Vehicles '92 Symposium Detroit, Michigan, ISBN 0-7803-0747-X; June 29-Jul 1 1992	
		John Oldenburg; "Comments on the Autronic Eye"	
		Roberts, J.M., "Attentive Visual Tracking and Trajectory Estimation for Dynamic Scene Segmentation," December, 1994, University of Southampton, PhD submission	
		Matthews, N.D., "Visual Collision Avoidance," October, 1994, University of Southampton, PhD submission	
		Manigel, J. "Vehicle control by computer vision," Industrial Electronics, IEEE Transactions on, Jun 1992 v. 39 issue 3, 181-188	

Examiner Signature		Date Considered	
-----------------------	--	--------------------	--

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. <sup>1</sup> Applicant's unique citation designation number (optional). <sup>2</sup> See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) or MPEP 901.04. <sup>3</sup> Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>4</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>5</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>6</sup> Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.



# AUSLEGESCHRIFT 1 152 627

B 49157 II/63 c

ANMELDETAG: 4. JUNI 1958

BEKANNTMACHUNG  
DER ANMELDUNG  
UND AUSGABE DER  
AUSLEGESCHRIFT:

8. AUGUST 1963

## 1

In den letzten Jahren hat die Zahl der Unfälle im Straßenverkehr derart zugenommen, daß es notwendig erscheint, die durch menschliche Unzulänglichkeit verursachten Verkehrsunfälle durch Einrichtungen, welche automatische Steuerfunktionen ausführen, zu vermindern. Eine große Anzahl von Verkehrsunfällen wird durch die langsame menschliche Reaktionszeit, die sogenannte Schrecksekunde, verursacht, durch welche der Halteweg eines Fahrzeuges, insbesondere bei großen Geschwindigkeiten, stark vergrößert wird.

Es wurden bereits Versuche unternommen, den durch die menschliche Unzulänglichkeit verursachten Reaktionsweg zu Null zu machen, indem man in ein Kraftfahrzeug ein Radargerät einbaute, welches bei Auftauchen eines Hindernisses im Fahrweg des Fahrzeuges die automatische Bremsung des Fahrzeuges veranlaßt. Eine derartige Radarordnung ist jedoch sehr teuer, so daß sie für den serienmäßigen Einbau in Kraftfahrzeuge nicht in Frage kommt. Die von dem Radargerät ausgesandten elektromagnetischen Wellen haben eine so große Wellenlänge, daß die Bündelung dieser Strahlen — das Radargerät muß einen scharf gebündelten Strahl erzeugen, der keine seitlich der Straße liegenden Hindernisse auffaßt — nur durch relativ große Antennenanordnungen erzeugt werden kann. Da die Auslösung der Bremsung davon abhängig gemacht werden muß, welchen Abstand das Hindernis vom Fahrzeug hat und mit welcher Geschwindigkeit das Fahrzeug fährt, müssen komplizierte elektronische Einrichtungen vorgesehen sein, die das Radargerät entfernungsempfindlich machen.

Zweck der Erfindung ist es, zur Verminderung der Unfallwahrscheinlichkeit eine Anordnung zu schaffen, die in einem Fahrzeug Steuerfunktionen automatisch auslöst und wesentlich einfacher und billiger herzustellen ist als die hierzu bisher benutzten Radargeräte.

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum automatischen Auslösen von Steuerfunktionen in einem Fahrzeug. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß in dem Fahrzeug ein in Fahrtrichtung gerichtetes Objektiv für Lichtwellen vorgesehen ist, dessen Brennweite derart bemessen ist, daß es einen begrenzten Entfernungsbereich scharf zeichnet, daß Mittel zum elektrischen oder optischen Abtasten des vom Objektiv gezeichneten Bildes vorgesehen sind und daß die Abtastsignale — bei optischer Abtastung die in elektrische Signale umgewandelten Abtastsignale — gegebenenfalls nach vorheriger Verstärkung zur Auslösung der Steuerfunktionen ausgenutzt werden. Da-

## Anordnung zum automatischen Auslösen von Steuerfunktionen in einem Fahrzeug

Anmelder:

Klaus-Peter Beisse,  
Ulm/Donau, Burgunderweg 9

Klaus-Peter Beisse, Ulm/Donau,  
ist als Erfinder geuanut worden

## 2

bei wird die Bildweite des Objektivs und damit der Entfernungsbereich, in welchem das Objektiv scharf zeichnet, derart in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges verändert, daß der Abstand des Objektivs zum Beginn des Tiefenschärfbereiches bei jeder Geschwindigkeit etwa dem Bremsweg entspricht.

Zunächst soll die Wirkungsweise des gemäß der Erfindung im Fahrzeug angeordneten Objektivs beschrieben werden. Objektive großer Brennweite zeichnen bekanntlich nur in einem begrenzten Entfernungsbereich um die eingestellte Gegenstandsebene herum scharf. Auf der Abbildungsebene des Objektivs werden nur Bilder von Objekten dargestellt, die sich im Tiefenschärfbereich befinden. In den übrigen unscharfen Entfernungsbereichen befindliche Objekte ergeben auf der Abbildungsfläche des Objektivs kein Bild, sondern nur eine einheitlich graue Fläche. Vorzugsweise wird bei der Erfindung, insbesondere wenn sie für Straßenfahrzeuge Verwendung finden soll, ein Objektiv benutzt, dessen Bildweite und damit dessen Tiefenschärfbereich in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit veränderbar ist, und zwar soll diese Veränderung derart erfolgen, daß der Abstand des Objektivs zum Beginn des Tiefenschärfbereiches bei jeder Geschwindigkeit etwa dem jeweiligen Bremsweg entspricht. Diese Verhältnisse sind in der Fig. 1 schematisch dargestellt, und zwar für einen Kraftwagen 1, der sich mit 100, 50 und 20 km/h bewegen soll. Mit 2 ist jeweils der Sichtbereich des Objektivs bezeichnet. Die Tiefenschärfbereiche innerhalb der Keulen 2 sind durch Schraffur gekennzeichnet. Die im Objektiv eingestellte Gegenstandsebene ist durch die senkrechten Linien 3 kenntlich gemacht. In die Fig. 1

sind außerdem Bremswege eingezeichnet, die der maximalen Entfernung des Tiefenschärfebereiches vom Kraftwagen 1 entsprechen.

Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anordnung soll nachstehend an Hand der Fig. 2 näher erläutert werden. Mit 4 ist das Objektiv bezeichnet, dessen Bildweite in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges verändert werden kann. Die Veräuderung der Bildweite geschieht mittels eines in der Zeichnung in seinen Einzelheiten nicht dargestellten Getriebes 5, welches zweckmäßig über die Tachometerwelle 6 gesteuert wird. Die Einstellung des Objektivs ändert sich also in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges. Die Abbildungsfläche dieses Objektivs ist mit 7 bezeichnet. Das durch das Objektiv in der Abbildungsfläche 7 gezeichnete Bild braucht nicht gänzlich ausgenutzt zu werden. Es genügt zur Auswertung ein schlitzförmiger Ausschnitt des Bildes. Hierzu ist in der Abbildungsfläche 7 eine Blende mit einem Querschlitze 8 vorgesehen. Vor dieser Schlitzblende 8 bewegt sich eine Blendenscheibe 9. Diese kann entweder eine rotierende kreisförmige Scheibe mit so viel Lochblenden sein, daß sich immer eine Lochblende in der Abtastscheibe 9 vor der Schlitzblende 8 befindet. An Stelle einer rotierenden Lochscheibe kann auch eine hin und her pendelnde, vorzugsweise kreissektorförmige Blendenscheibe vorgesehen sein. Hinter der Blende 8 ist eine Fozozelle 10 vorgesehen, die die Aufgabe hat, über eine Lochblende der Blendenscheibe 9 und die Schlitzblende 8 hindurchgelassenen Lichtsignale in elektrische Signale umzuwandeln. In der Blende 8 erscheinen aber nur dann Lichtsignale, wenn sich im Tiefenschärfebereich des Objektivs Hindernisse, z. B. ein Fahrzeug, ein Fußgänger oder, wenn sich das Fahrzeug vor einer Kurve befindet, Telegraphenmasten oder Randsteine, befinden. Liegen die Hindernisse im Unschärfbereich des Objektivs, dann erscheinen in der Abbildungsebene keine Konturen, sondern nur eine einheitlich graue Fläche, die bei der Abtastung in der Fozozelle 10 keine Signale auslöst. Da es bei der Abbildung nur darauf ankommt, daß Hindernisse überhaupt aufgezeichnet werden, kann das Objektiv 4 ohne weiteres verzerrt zeichnen. Da das Objektiv 4 außerdem wegen der geringen notwendigen Abbildungsqualität nicht vergütet sein muß, lassen sich die Kosten für das Objektiv äußerst niedrig halten. Die von der Fozozelle aufgenommenen elektrischen Signale werden dem Eingang eines Wechselstromverstärkers 11, der auf die Abtastfrequenz abgestimmt ist, zugeführt. Vorzugsweise ist die Fozozelle über ein RC-Glied an den Eingang angekoppelt, welches derart dimensioniert ist, daß die elektrischen Signale differenziert werden, wodurch ein besseres Ansprechen des Verstärkers bewirkt wird. Der Verstärker 11 kann relativ einfach aufgebaut sein. In einem praktischen Ausführungsbeispiel wurde ein zweistufiger Verstärker benutzt. Die Ausgangsspannung des Verstärkers 11 wird den hintereinandergeschalteten Erregerwicklungen zweier Relais 12 und 13 zugeführt. Die Relais 12 und 13 sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel derart ausgebildet, daß sie bei unterschiedlichen Erregerströmen ansprechen; so kann z. B. das eine Relais bereits ansprechen, wenn sich im Übergangsbereich vom Unschärfbereich zum Tiefenschärfebereich ein Hindernis befindet, und das andere erst, wenn das Hindernis wei-

ter in den Tiefenschärfebereich eingewandert ist. Zweck des bei geringem Erregerstrom ansprechenden Relais 13 ist es, eine Drosselung des Antriebsmotors des Fahrzeuges anzulösen. Bei durch Verbrennungsmotore angetriebenen Fahrzeugen geschieht dies zweckmäßig durch Regelung eines Ventils in der Vergaser- oder Treibstoffzuleitung. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Drosselung durch ein Ventil in der Vergaserleitung vorangesetzt. Die Kontakte des Relais 13 liegen zusammen mit einer Erregerwicklung 14 zur Steuerung eines Ventils 15 im Stromkreis der Wagenbatterie 16, die gleichzeitig zur Gleichspannungsversorgung für den Verstärker 11 ausgenutzt ist. Der Vergaser ist mit 17 bezeichnet, die Vergaserleitung, in der das Ventil 15 liegt, mit 18. Beim Schließen der Kontakte des Relais 13 wird die Wicklung 14 erregt, und das Ventil 15 schließt die Vergaserleitung teilweise oder vollständig. Das Drosseln des Antriebsmotors hat den Zweck, die Geschwindigkeit herabzumindern. Gleichzeitig wird dadurch dem Fahrer des Kraftfahrzeuges angezeigt, daß sich ein Hindernis im Fahrweg des Fahrzeuges befindet, daß er also die Bremsung einleiten muß. Sollte der Fahrer hierauf nicht reagieren, dann wird nach einiger Zeit, wenn sich das Fahrzeug dem Hindernis weiter nähert, das Hindernis also weiter in den Tiefenschärfebereich einwandert, das Relais 12 erregt und über die Kontakte des Relais 12 eine Erregerwicklung 19 vom Strom durchfließen. Die Erregerwicklung 19 dient ebenfalls zur Betätigung eines Ventils, in diesem Fall zum Öffnen eines Ventils 20. Es befindet sich zwischen der Bremsölleitung 21 des Kraftfahrzeuges und einem oder mehreren Druckzylindern, durch deren bewegliche Kolben eine Bremsung ausgelöst wird. Nachdem das Fahrzeug zum Stillstand gekommen ist, kann der Kolben im Druckzylinder 22 mittels eines Handgriffes 23 wieder in die Bereitschaftsstellung zurückgeschoben werden, so daß die Bremse wieder gelöst ist.

Selbstverständlich stellt die in Fig. 2 dargestellte Anordnung nur eine von vielen Ausführungsformen der Erfindung dar. An Stelle der optischen Abtastung mittels einer Lochscheibe 9 kann die Abtastung auch elektrisch erfolgen; es ist dabei möglich, die Bildfläche einer Fernsehaufnahmeröhre oder eines Bildwandlers in die Abbildungsebene zu legen und den abtastenden Elektronenstrahl der Röhre periodisch über die Bildfläche zu bewegen. Die elektrischen Abtastsignale können dann von der Kathode der Fernsehaufnahmeröhre direkt dem Eingang des Verstärkers zugeführt werden.

Selbstverständlich ist es auch möglich, in den Erregerkreis des Verstärkers nur ein Relais zu legen, das entweder nur eine Bremsung oder nur eine Motordrosselung bewirkt.

Die Erfindung ist natürlich nicht nur auf die Verwendung in Straßenfahrzeugen beschränkt, sie kann vielmehr auch bei anderen Fahrzeugen, z. B. Schienenfahrzeugen, Verwendung finden. Die Anwendung der Erfindung ist beispielsweise auch in durch Motore angetriebenen selbstbeweglichen Spielzeugen möglich. Hierbei kann das Erscheinen eines Hindernisses im Fahrtbereich des Fahrzeuges sowohl eine Bremsung als auch irgendwelche Ausweichbewegungen auslösen.

Die erfindungsgemäße Anordnung arbeitet auch bei Nacht, da die Hindernisse durch Scheinwerfer

beluchtet werden. Soll die Anordnung auch bei Nebel fehlerfrei arbeiten, dann empfiehlt es sich, am Fahrzeug einen in Fahrtrichtung des Fahrzeuges strahlenden Infrarotscheinwerfer anzubringen. Bekanntlich durchdringt die dem menschlichen Auge nicht sichtbare Infrarotstrahlung auch Nebel und Dunkelheit. Das für sichtbares Licht ausgelegte Objektiv ist auch für den Infrarotbereich zu gebrauchen.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Anordnung zum automatischen Auslösen von Steuerfunktionen in einem Fahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem Fahrzeug ein in Fahrtrichtung gerichtetes Objektiv für Lichtwellen vorgesehen ist, dessen Brennweite derart bemessen ist, daß es einen begrenzten Entfernungsbereich scharf zeichnet, daß Mittel zum elektrischen oder optischen Abtasten des vom Objektiv gezeichneten Bildes vorgesehen sind und daß die Abtastsignale — bei optischer Abtastung die in elektrische Signale umgewandelten Abtastsignale — gegebenenfalls nach vorheriger Verstärkung zur Auslösung der Steuerfunktionen ausgenutzt werden, wobei die Bildweite des Objektivs und damit der Entfernungsbereich, in welchem das Objektiv scharf zeichnet, derart in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges verändert wird, daß der Abstand des Objektivs zum Beginn des Tiefenschärfebereiches bei jeder Geschwindigkeit etwa dem Bremsweg entspricht.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ~~Sauerstoff~~ Steuerfunktionen über Relais ausgelöst werden. ~~Steuer-~~

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die auszulösende(n) Steuerfunktion(en) im Drosseln des Antriebs-

motors und/oder in einer Bremsung besteht (bestehen).

4. Anordnung nach Anspruch 3 für ein Fahrzeug, welches durch einen Verbrennungsmotor angetrieben wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosseln des Antriebsmotors durch teilweises oder völliges Schließen eines Ventils in der Vergaserleitung oder Treibstoffleitung bewirkt wird.

5. Anordnung nach Anspruch 3 für ein Fahrzeug mit Öldruckbremsung, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsung durch Öffnen eines Ventils zwischen der Öldruckleitung und einem oder mehreren Bremszylinder(n) ausgelöst wird.

6. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung der Bildweite des Objektivs über die Tachometerwelle gesteuert wird.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Fahrzeug ein in Fahrtrichtung strahlender Infrarotscheinwerfer vorgesehen ist, damit die Anordnung auch bei Nacht und Nebel fehlerfrei arbeitet.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Objektiv gezeichnete Bild durch eine rotierende oder pendelnde Lochscheibe abgetastet wird und die Lichtschwankungen nach Umwandlung in elektrische Schwankungen mittels einer Fotozelle einem Verstärker zugeführt werden.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Objektiv gezeichnete Bild auf die Bildfläche einer Fernsehaufnahmeröhre oder eines Bildwandlers projiziert wird, daß die Bildfläche durch einen pendelnden Elektronenstrahl abgetastet wird und daß die dadurch erhaltenen elektrischen Signale von der Kathode der Fernsehaufnahmeröhre abgenommen und einem Verstärker zugeführt werden.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



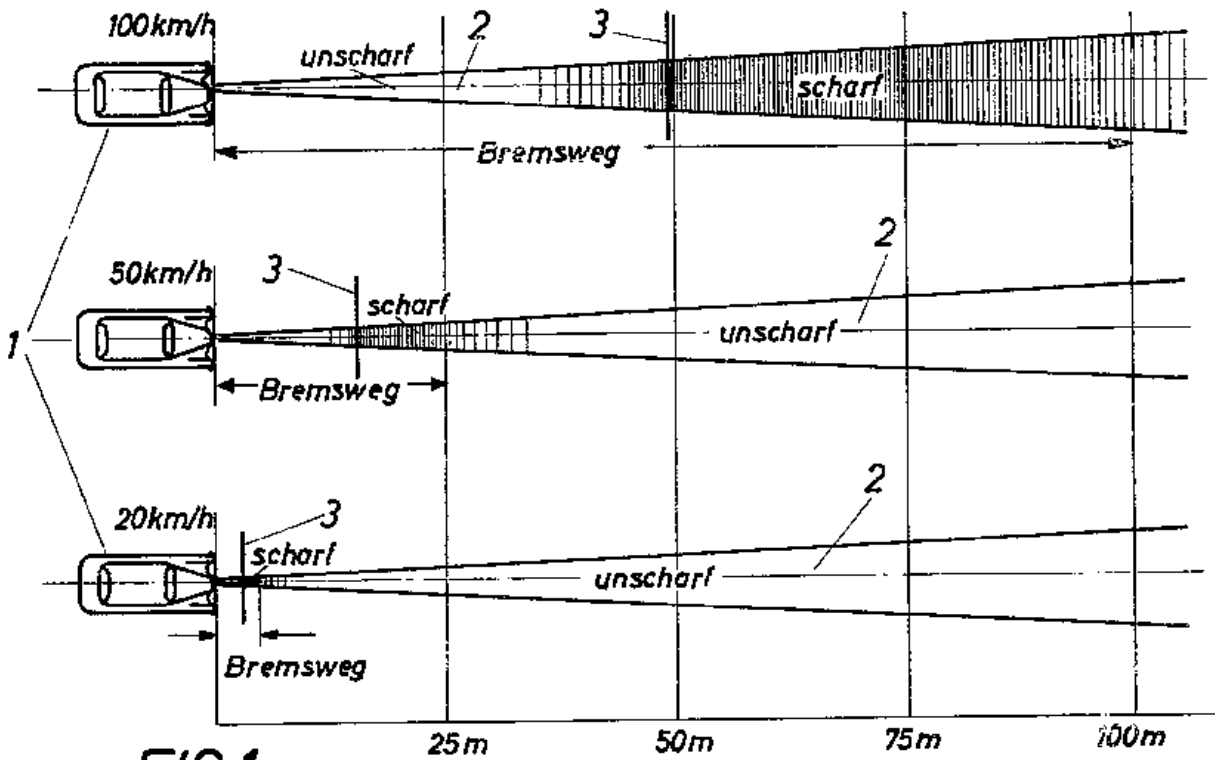


FIG. 1

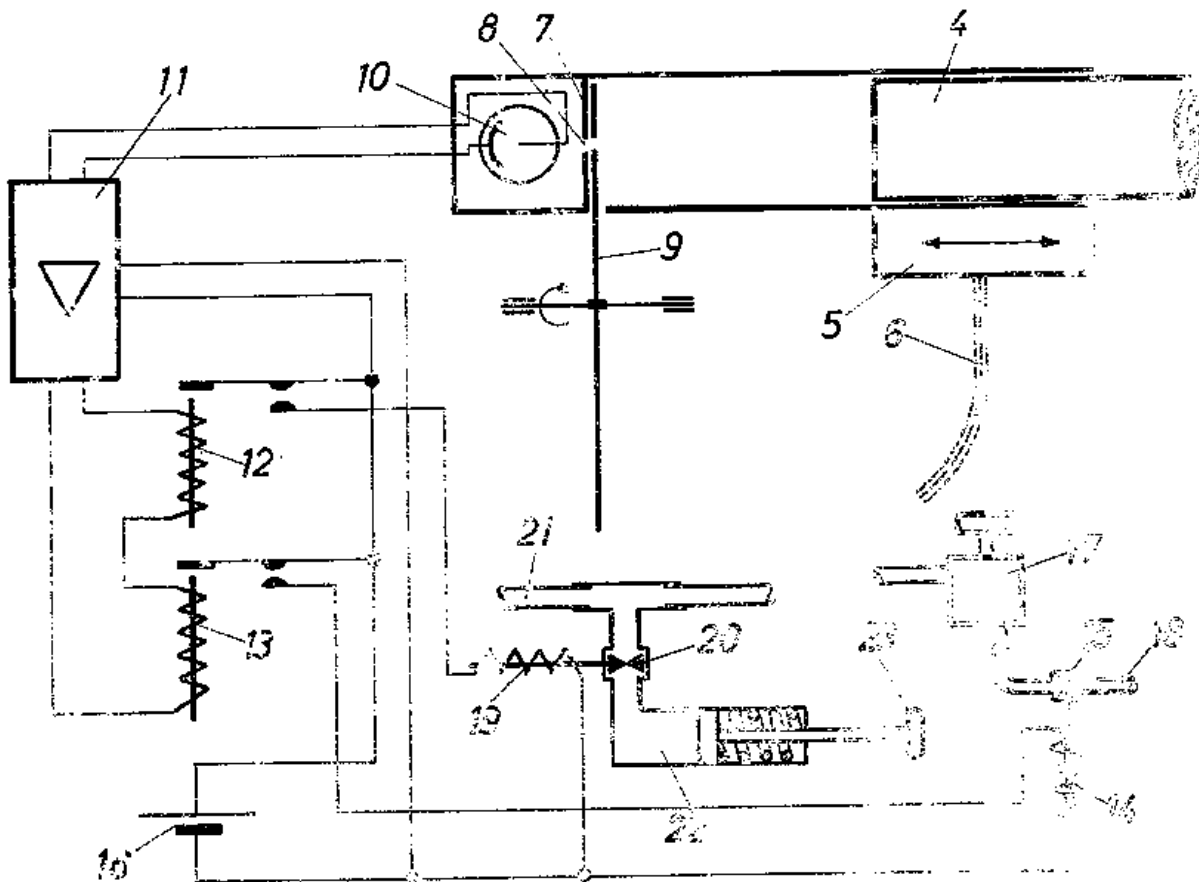


FIG. 2



# AUSLEGESCHRIFT

## 1 182 971

Internat. Kl.: B 62 d

Deutsche Kl.: 63 c - 65

Nummer: 1 182 971

Aktenzeichen: Z 10801 II/63 c

Anmeldetag: 27. März 1958

Auslegungstag: 3. Dezember 1964

**1**

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge mit einer richtungsabhängig auf Gegenlicht ansprechenden Steuereinrichtung und mit wenigstens einer Scheinwerfereinheit, deren Lichtbündel von der fotoelektrischen Steuereinrichtung derart steuerbar ist, daß der Raumbereich, aus welchem Gegenlicht anfällt, stets nicht vom Scheinwerfer ausgeleuchtet wird.

Bei einer bekannten Beleuchtungseinrichtung dieser Art sind vor dem Scheinwerfer und vor der Fotozelle der Steuereinrichtung schwenkbare Blenden angeordnet, welche das Lichtbündel des Scheinwerfers bzw. das Blickfeld der Fotozelle mehr oder weniger abdecken. Beide Blenden sind an den Drehspulen zweier Galvanometer befestigt und bewegen sich synchron, da die Drehspulen in Reihe geschaltet sind und von dem verstärkten Fotozellenstrom durchflossen sind. Diese Steueranlage arbeitet demnach in der Weise, daß bei Belichtung der Fotozelle durch Gegenlicht ein Steuerimpuls erzeugt wird, durch welchen das Lichtbündel des Scheinwerfers und das Blickfeld der Fotozelle von rechts nach links mehr und mehr abgedeckt wird, bis das Blickfeld der Fotozelle auf einen Restraum beschränkt ist, in welchem kein Gegenlicht vorhanden ist. In diesem Zustand hört der Steuerimpuls auf, so daß die Rückbewegung der Abdeckblenden beginnt. Bei dieser Arbeitsweise tritt ein ständiges Pendeln der Einrichtung auf, und eine fehlerfreie Anpassung der Beleuchtung an gegebene Verhältnisse läßt sich nicht erreichen. Auch kann dabei nur die Blendung für ein einziges entgegenkommendes Fahrzeug verhindert werden.

Diese Nachteile lassen sich nach der Erfindung dadurch vermeiden, daß die fotoelektrische Steuereinrichtung zwei Fotozellen aufweist, deren Blickfelder unmittelbar aneinander angrenzen und einem durch den Scheinwerfer nach links scharf begrenzt ausgeleuchteten ersten Raumbereich (für die erste Fotozelle) bzw. dem links daran anschließenden, nicht vom Scheinwerfer ausgeleuchteten zweiten Raumbereich (für die zweite Fotozelle) zugeordnet sind, daß ferner die fotoelektrische Steuereinrichtung und der Scheinwerfer gemeinsam in horizontaler Ebene schwenkbar ausgebildet sind und daß zu ihrer Schwenkung nach links oder nach rechts ein Antrieb mit einer Wendekupplung vorgesehen ist, die durch die Fotozellen in der Weise geschaltet wird, daß bei Nichtbeleuchtung beider Fotozellen eine Linksschwenkung, bei Beleuchtung nur der einen Fotozelle durch Gegenlicht ein Stillstand und bei Beleuchtung auch der zweiten Fotozelle eine Rechtsschwen-

Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge

Anmelder:

Zuse K. G., Bad Hersfeld

Als Erfinder benannt:

Dipl.-Ing. Dr. Konrad Zuse, Hünfeld

**2**

kung von Scheinwerfer und Steuereinrichtung bewirkt wird, wobei die Schwenkbewegungen in beiden Richtungen durch je einen Endlagenschalter begrenzt sind.

Die wesentlichen Hauptvorteile dieser Einrichtung bestehen darin, daß ein pendelungsfreier Stillstand des Scheinwerferlichtes möglich ist und daß bei entgegenkommenden Fahrzeugkolonnen jeweils das am weitesten rechts auftretende Gegenlicht bereits das Schwenken des erfindungsgemäß gesteuerten Scheinwerfers bewirkt. Neben die zwei Schaltzustände der bekannten Einrichtung, nämlich die Rechts- und die Linksschwenkung, tritt als dritter Schaltzustand der Stillstand hinzu. Dies ist die Folge davon, daß nicht nur der Raum, der bei auftretendem Gegenlicht nicht beleuchtet werden soll, sondern auch der Raum, in dem die Beleuchtung unschädlich ist, durch zwei getrennte Fotozellen überwacht wird und daß deren Meßergebnisse mit der erfindungsgemäß ausgebildeten Anordnung gemeinsam ausgewertet werden. Ferner ist es von Vorteil, daß durch Schwenken des Scheinwerfers an Stelle des Schwenkens der Abdeckblenden die volle Lichtleistung des Scheinwerfers erhalten bleibt und nur ihre Richtung geändert wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt, welche stark schematisiert eine fotoelektrische Steuereinrichtung zeigt, während die Scheinwerfereinheit nicht dargestellt ist.

Das optische System der Steuereinrichtung weist zwei Fotozellen 51 und 52 auf, denen durch eine Linse 53 gebildete Blickfelder 54 (für Zelle 51) und 55 (für Zelle 52) zugeordnet sind. Dieses optische System ist in horizontaler Ebene nach links und nach rechts schwenkbar ausgebildet. Jeweils dieselben Schwenkbewegungen führt ein mit dem optischen System gekuppelter, nicht dargestellter Scheinwerfer aus, dessen nach links scharf begrenztes Lichtbündel

genau mit dem Blickfeld 54 der Fozozelle 51 übereinstimmt. Da das System und der Scheinwerfer gemeinsam geschwenkt werden, kann das Licht des Scheinwerfers niemals in den Bereich gelangen, der dem Blickfeld 55 der Fozozelle 52 entspricht. An die Fozozelle 51 ist ein Relais 56 mit einem Wechselkontakt 58 und an die Fozozelle 52 ein Relais 57 mit einem Ruhekontakt 59 angeschlossen. Die Endlagenkontakte 60 und 61 sind der linken bzw. rechten Endlage des Scheinwerfers zugeordnet und werden durch den Scheinwerfer oder das schwenkbare Fozozellensystem in den beiden Endlagen geöffnet. Schaltmagnete 62 und 63 wirken auf eine Wendekupplung eines nicht dargestellten Antriebes ein, durch den ein Schwenken der fotoelektrischen Steuereinrichtung und der mit ihr gemeinsam schwenkbaren Scheinwerfereinheit nach links (mit dem Magnet 62) bzw. nach rechts (mit dem Magnet 63) bewirkt wird.

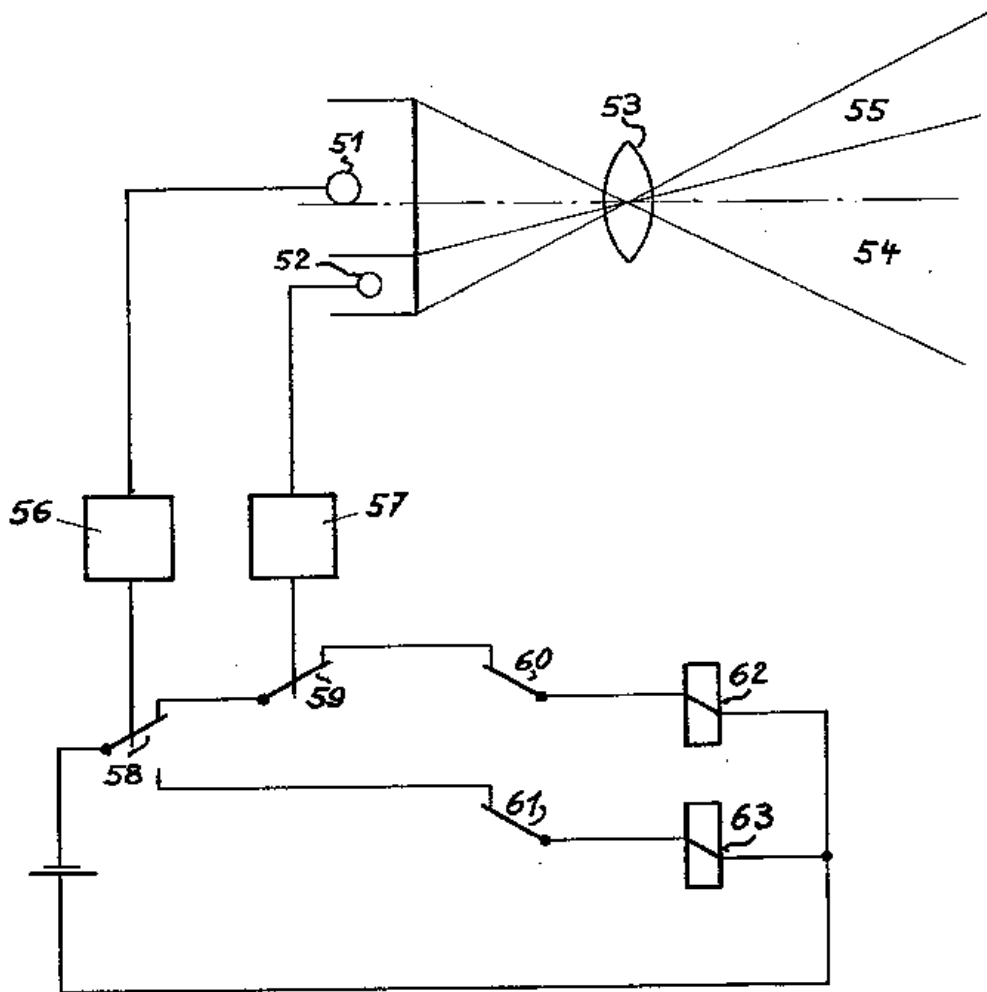
Sind beide Fozozellen 51 und 52 von Gegenlicht nicht getroffen, so sind die Kontakte 58 und 59 geschlossen, und der Magnet 62 bewirkt eine Linksschwenkung der Scheinwerfereinheit, bis diese in ihrer linken Endlage den Endlagenkontakt 60 öffnet. Bei Beleuchtung der Fozozelle 52 durch Gegenlicht wird der Kontakt 59 geöffnet, und es erfolgt keine Bewegung des Scheinwerfers, und zwar auch dann nicht, wenn er sich nicht in seiner linken Endlage befindet. Erhält auch die Fozozelle 51 Gegenlicht, so wird über den Wechselkontakt 58 der Magnet 63 eingeschaltet, und es setzt eine Rechtsschwenkung des Scheinwerfers ein, bis diese durch den Scheinwerfer in seiner rechten Endlage unterbrochen wird, sofern die Schwenkbewegung nicht bereits vorher dadurch aufhört, daß beim Schwenken der Steuereinrichtung nur noch die Fozozelle 52, aber nicht mehr die Fozozelle 51 vom Gegenlicht beleuchtet wird.

#### Patentanspruch:

Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge mit einer richtungsabhängig auf Gegenlicht ansprechenden Steuereinrichtung und mit wenigstens einer Scheinwerfereinheit, deren Lichtbündel von der fotoelektrischen Steuereinrichtung derart steuerbar ist, daß der Raumbereich, aus welchem Gegenlicht anfällt, stets nicht vom Scheinwerfer ausgeleuchtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die fotoelektrische Steuereinrichtung zwei Fozozellen (51 und 52) aufweist, deren Blickfelder (54 und 55) unmittelbar aneinander angrenzen und einem durch den Scheinwerfer nach links scharf begrenzt ausgeleuchteten ersten Raumbereich (für die Fozozelle 51) bzw. dem links daran anschließenden, nicht vom Scheinwerfer ausgeleuchteten zweiten Raumbereich (für die Fozozelle 52) zugeordnet sind, daß die fotoelektrische Steuereinrichtung und der Scheinwerfer gemeinsam in horizontaler Ebene schwenkbar ausgebildet sind und daß zu ihrer Schwenkung nach links oder nach rechts ein Antrieb mit einer Wendekupplung vorgesehen ist, die durch die Fozozellen in der Weise geschaltet wird, daß bei Nichtbeleuchtung beider Fozozellen eine Linksschwenkung, bei Beleuchtung nur der einen Fozozelle (52) durch Gegenlicht ein Stillstand und bei Beleuchtung auch der zweiten Fozozelle (51) eine Rechtsschwenkung von Scheinwerfer und Steuereinrichtung bewirkt wird, wobei die Schwenkbewegungen in beiden Richtungen durch je einen Endlagenschalter begrenzt sind.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
USA.-Patentschrift Nr. 2 753 487.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen







## AUSLEGESCHRIFT

1 190 413

Int. Cl.: F 21 c

Deutsche Kl.: 4 b - 11/06

Nummer: 1 190 413

Aktenzeichen: Z 6580 IX a/4 b

Anmeldetag: 27. März 1958

Auslegungstag: 8. April 1965

## 1

Zur Verbesserung der Verhältnisse im Straßenverkehr sind Beleuchtungseinrichtungen für Kraftfahrzeuge bekannt mit mindestens einer Scheinwerfereinheit, deren Lichtbündel für den Raumbereich, aus welchem Gegenlicht anfällt, unterbrochen wird, so daß der Fahrer des entgegenkommenden Fahrzeuges nicht geblendet wird. Dies wird durch eine fotoelektrische Steuereinrichtung erreicht, die richtungsabhängig auf Gegenlicht anspricht und den Scheinwerfer stencrt.

Durch die Richtungsabhängigkeit der Steuerungwirkung unterscheiden sich derartige Vorrichtungen von bekannten fotoelektrisch gesteuerten Abblendvorrichtungen, bei denen durch auftretendes Gegenlicht der Scheinwerfer vom Fernlicht auf Abblendlicht umgeschaltet wird, so daß in dem gesamten anzustrahlenden Raum die Beleuchtungsstärke gleichmäßig herabgesetzt wird.

Es ist aber auch bereits eine richtungsabhängig gesteuerte Beleuchtungseinrichtung bekannt. Sie besitzt sowohl vor der Fotozelle als auch vor dem Scheinwerfer je eine schwenkbare Blende, wobei die Bewegungen beider Blenden, durch welche das Gegenlicht und das Licht des Scheinwerfers von links nach rechts zunehmend abgedeckt wird, völlig gleich sind. Im Gegensatz hierzu erfaßt gemäß der Erfindung die fotoelektrische Steuereinrichtung den vom Scheinwerfer anzustrahlenden Raum in aneinander anschließenden Teilbereichen und die Scheinwerferstrahlung ist in an sich bekannter Weise in aneinander anschließende Teilbereiche aufgeteilt. Durch die Erfassung des Raumes durch die fotoelektrische Steuereinrichtung in aneinander anschließenden Teilbereichen ist eine vielstufige Abstufung möglich, wodurch die Beleuchtungseinrichtung sich den gegebenen Verhältnissen viel besser anpassen kann. Schließlich wird ein Pendeln der Scheinwerferstrahlung, das bei der bekannten Einrichtung auftritt und zu Blendungen führt, gänzlich vermieden.

In den Zeichnungen sind verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

Fig. 1 zeigt das Schema einer Vorrichtung mit Aufteilung in getrennte Leuchtbereiche,

Fig. 2 eine Variante dieser Vorrichtung mit jedem Teilbereich zugeordneten Scheinwerfern,

Fig. 3 ein Beispiel für ein Schema der Ausbildung der einzelnen Teilbereiche,

Fig. 4 eine besondere Ausführungsform der Steuerung für eine Beleuchtungsvorrichtung,

Fig. 5 eine Ergänzung einer Steuerung entsprechend Fig. 4,

Fotoelektrisch durch Gegenlicht stencrbare Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge

Anmelder:

Zuse K. G., Bad Hersfeld, Wehnebergerstr. 4

Als Erfinder benannt:

Dipl.-Ing. Dr. Konrad Zuse, Hünfeld --

## 2

Fig. 6 eine Vorrichtung mit scharf begrenztem und schnell bewegtem Lichtstrahl,

Fig. 7, 8 und 9 verschiedene Aufteilungen des Leuchtspektors für eine Vorrichtung gemäß Fig. 7,

Fig. 10 eine rotierende Spiegeleinrichtung für eine Lichtstrahlableitung entsprechend dem Schema von Fig. 9,

Fig. 11 eine Variante der Vorrichtung entsprechend Fig. 6.

Sämtliche Vorrichtungen werden nachfolgend nur in ihrem Prinzip so weit beschrieben, daß ein Fachmann mit den heute bekannten Mitteln danach die Konstruktion durchführen kann.

Gemäß Fig. 1 werden von mehreren Lichtquellen 1 über ein optisches System, z. B. eine Linse 2, nebeneinanderliegende Lichtbündel ausgestrahlt. Ein entsprechendes System von Fotozellen 3, welches über ein optisches System 4 angestrahlt wird, steuert über Schaltelemente 5 die Lichtquellen in dem Sinne, daß diejenige Fotozelle, welche Gegenlicht empfängt, die zugeordnete Lichtquelle abschaltet. Die von den Fotozellen erfaßten und von den Lichtquellen angestrahelten Teilbereiche sind dabei annähernd identisch und können vorteilhaft dem Schema der Fig. 3 entsprechend aufgeteilt werden. Der Raum vor dem Fahrzeug ist dabei in mehrere parallele lotrechte Streifen aufgeteilt, die je einer Lichtquelle bzw. einer Fotozelle zugeordnet sind. Da in der Regel das Gegenlicht von links her auftritt, werden also die Lichtquellen von links nach rechts fortlaufend so weit abgeschaltet, daß der Raum rechts neben dem entgegenkommenden Fahrzeug beleuchtet bleibt. Alle Angaben dieser Erfindung bezüglich rechter und linker Lage bzw. Richtung der Bauelemente gelten für Länder mit Rechtsverkehr. Für Länder mit Linksverkehr gelten sinngemäße Vertauschungen.

Fig. 2 zeigt eine konstruktive Variante der Beleuchtungseinrichtung, die nach dem gleichen Prinzip

509 538/81

arbeitet, wobei aber jede Lichtquelle ihren eigenen Scheinwerfer 6 hat und ein gemeinsames optisches System 2 demzufolge entfällt.

Fig. 4 zeigt eine Ausführung, bei der mit einer einzigen Fotozelle 9 sämtliche Lichtquellen 6 einzeln gesteuert werden. Die Lichtquellen bzw. Scheinwerfer 6 werden durch elektrische Steuerglieder 22 ein- ( $\rightarrow 1\leftarrow$ ) bzw. ausgeschaltet ( $\rightarrow 0\leftarrow$ ). Die Fotozelle 9 wird über ein optisches System 8 durch ein begrenztes Strahlenbündel 7 erregt. Dieses Strahlenbündel wird durch ein rotierendes Spiegelrad 11 laufend von rechts nach links über den anzustrahlenden Raum bewegt. Der Antrieb des Spiegels erfolgt über einen Motor 14 und Zahnräder 12, 13. Synchron mit der Spiegelbewegung, jedoch entsprechend der Spiegelzahl des Spiegelrades 11 übersetzt, läuft ein Verteilerarm 15, welcher über Lamellen 16 und Leitungen 17 nacheinander synchron mit der Ablenkung des Lichtstrahles 7 Impulse auf die Steuerglieder 22 gibt. Diese Impulse steuern durch das Schaltelement 10 die Leitungen 20, 21 und die Schaltglieder 18, 19 so, daß für den Fall, daß zu dem betreffenden Zeitpunkt in dem betreffenden Teilbereich Gegenlicht auftritt, die zugeordnete Lichtquelle abgeschaltet wird. Sie behält dann bis zum nächsten Umlauf ihre Position.

Fig. 5 zeigt eine Abwandlung der Ausführung der Fig. 4, bei der in die Kreise der abschaltenden Impulsleitungen Gleichrichter 23 derartig eingefügt sind, daß bei Auftreten eines Gegenlichtes in einem Teilbereich auch alle Lichtquellen der links davon liegenden Teilbereiche mit ausgeschaltet werden.

Eine weitere Möglichkeit, das eigene Licht im Bereich des Gegenlichtes abzublenden, besteht darin, nur einen engbegrenzten Lichtstrahl anzuwenden und diesen sehr schnell über den anzustrahlenden Raum zu bewegen. Durch kurzzeitige Ablenkung unmittelbar im Bereich des Gegenlichtes wird die Blendung des Gegenfahrzeuges vermieden. Voraussetzung ist dabei eine genügend schnelle Bewegung des Leuchtspektors, so daß kein lästiges Flimmern entsteht. Ferner ist es erforderlich, Lichtquellen zu verwenden, welche sich mit genügender Schnelligkeit kurzzeitig unterbrechen lassen. Bei normalen Glühbirnen ist hier eine Grenze gegeben; jedoch gibt es heute schon Lichtquellen, welche dieser Forderung genügen, z. B. Xenon-Lampen. Wesentlich für die Konstruktion ist die Art der Begrenzung des Lichtstrahles und seiner Bewegung. In Fig. 7, 8 und 9 sind Beispiele für verschiedene Ausführungsmöglichkeiten gegeben.

Fig. 6 zeigt das Grundprinzip eines solchen Beleuchtungssystems. Das Licht der Lichtquelle 80 wird über ein optisches System 81 geformt und über ein rotierendes Spiegelrad 82 in die gewünschte Richtung projiziert, wobei durch die Schwenkung der Spiegel die Bewegung des Lichtstrahles von rechts nach links bewirkt wird. Das System der Fotozelle 83 mit dem optischen System 84 und dem Drehspiegel 85 wird synchron über die gleiche Achse 86 mit etwas Vorlauf angetrieben.

Die Fotozelle 83 wirkt über ein Schaltelement 87 auf die Lichtquelle 80 in dem Sinne ein, daß das Licht bei Auftreten von Gegenlicht unterbrochen wird.

Fig. 7 zeigt einen etwa lotrechten schmalen Lichtstreifen, der fortlaufend von rechts nach links bewegt wird.

Fig. 8 zeigt eine Aufteilung mit zwei gleichzeitig arbeitenden Systemen, von denen das eine einen etwa lotrechten, das andere einen etwa waagerechten Lichtstreifen laufend über das Blickfeld bewegt. Es entsteht dann im Falle eines entgegenkommenden Fahrzeuges etwa das gezeichnete Bild.

Um die in Fig. 9 dargestellte Wirkung zu erzielen, wird ein Strahlenbündel in Form eines spitzen Kegels, das einen engbegrenzten Lichtfleck ergibt, zeilenweise über das gesamte Blickfeld bewegt. Diese Variante ist besonders wirkungsvoll, erfordert aber eine sehr schnell reagierende Lichtquelle. Hierfür ist ein komplizierter Spiegelmechanismus nach Fig. 10 erforderlich, bei dem die einzelnen Spiegel relativ zur Drehachse des Spiegelrades zunehmend geneigt angeordnet sind, so daß eine zweidimensionale Schwenkung des Strahlenbündels erreicht wird.

Fig. 11 zeigt noch eine Variante des Prinzips der Fig. 6. Um zu bewirken, daß der gesamte Leuchtsektor links bzw. oberhalb vom Gegenlicht abgeschaltet wird, wird ein Schaltelement 94 benutzt, welches von der Fotozelle 83 abgeschaltet und über den Nockenschalter 92, 93 am Ende einer jeden Schwenkungsperiode wieder eingeschaltet wird. Der Nockenschalter läuft dabei synchron mit dem rotierenden Spiegel, was über Zahnräder 90, 91 erreicht werden kann.

Es empfiehlt sich ferner, das Gesamtbeleuchtungssystem so auszuführen, daß die bisher üblichen Abblendlichter dauernd eingeschaltet bleiben. Ferner sollte das zusätzliche variable Licht eventuell über einen Fußschalter abschaltbar sein.

#### Patentansprüche:

1. Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge mit einer richtungsabhängig auf Gegenlicht ansprechenden fotoelektrischen Steuereinrichtung und mit wenigstens einer Scheinwerfereinheit, deren Lichtbündel von der fotoelektrischen Steuereinrichtung derart steuerbar ist, daß der Raumbereich, aus welchem Gegenlicht anfällt, stets nicht vom Scheinwerfer angelenchtet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die fotoelektrische Steuereinrichtung den vom Scheinwerfer anzustrahlenden Raum in aneinander anschließenden Teilbereichen erfaßt und die Scheinwerferstrahlung in an sich bekannter Weise in aneinander anschließende Teilbereiche aufgeteilt ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der anzustrahlende Raum in nebeneinanderliegende parallele Streifen aufgeteilt ist, deren jedem eine Fotozelle (3) und ein Scheinwerfer (1) zugeordnet sind, die paarweise über ein ein Schaltorgan (5) unabhängig von den übrigen Fotozellen-Scheinwerfer-Paaren zusammenwirken (Fig. 1).

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der anzustrahlende Raum in nebeneinanderliegende parallele Streifen aufgeteilt ist, deren jedem ein Scheinwerfer (6) zugeordnet ist, während das Gegenlicht aus den einzelnen Streifen fortlaufend periodisch mittels rotierender Spiegel (11) über ein optisches System (8) eine gemeinsame Fotozelle (9) und eine mit dem Spiegelträger gekuppelte Verteilerschaltung (15 bis 22) auf die einzelnen Scheinwerfer (6) wirkt (Fig. 4).

4. Einrichtung nach Anspruch 2 oder 3, bei welcher der anzustrahlende Raum in im wesentlichen lotrechte Streifen aufgeteilt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschaltimpulsleitungen der Schaltorgane (5) bzw. der Verteilerschaltung (15 bis 22) durch Gleichrichter (23) verbunden sind, so daß der auf einen Scheinwerfer wirkende Abschaltimpuls zugleich alle links (oder rechts) von ihm liegenden Scheinwerfer abschaltet (Fig. 5).

5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheinwerferstrahlung ein sich schnell bewegendes Lichtstrahlenbündel ist, welches die Form eines schmalen, vorzugsweise lotrechten Lichtstreifens hat und sich durch rotierende Spiegel (82) etwa rechtwinklig zu seiner Längserstreckung bewegt, während das Gegenlicht in gleicher Weise streifenförmig durch gleichartige, synchron rotierende Spiegel (85) der Fotozelle (83) zugeleitet wird, wobei die Spiegel (85) der Fotozelle gegenüber den Spiegeln (82) des Scheinwerfers eine geringe Voreilung haben und die Fotozelle (83) für die Dauer des Empfanges von Gegenlicht über ein Schaltelement (87, 94) das Licht des Scheinwerfers abschaltet (Fig. 6 und 11).

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltelement (94) den während einer Periode erhaltenen Abschaltimpuls bis zum Ende der Periode beibehält und zu Beginn der neuen Periode einschaltbar ist (Fig. 11).

7. Einrichtung mit zwei gleichartigen Vorrichtungen nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationsachsen der beiden Spiegelpaare sowie die Lage der Licht-

streifen und ihre Bewegungsrichtungen zueinander geneigt sind (Fig. 8).

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das eine Strahlenbündel einen annähernd lotrechten Lichtstreifen mit geringer Neigung von links unten nach rechts oben und das andere Strahlenbündel einen annähernd waagerechten Lichtstreifen mit geringer Steigung von links unten nach rechts oben bildet (Fig. 8).

9. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheinwerferstrahlung ein sich schnell bewegendes Lichtstrahlenbündel ist, welches die Form eines spitzen Kegels hat und durch eine Ablenkeinrichtung zeilenweise über den auszustrahlenden Raum geführt wird, während für die Zuführung des Gegenlichtes zur Fotozelle eine synchron und vorzugsweise mit geringer Voreilung angetriebene Ablenkeinrichtung vorgesehen ist, wobei die Fotozelle (83) für die Dauer des Empfanges von Gegenlicht über ein Schaltelement (87, 94) das Licht des Scheinwerfers abschaltet (Fig. 9).

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkeinrichtung aus einem drehbaren Spiegelrad besteht, dessen einzelne Spiegel zur Bildung des Zeilenabstandes unterschiedliche Neigungen zur Radachse besitzen (Fig. 10).

In Betracht gezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschriften Nr. 360 552, 951 442, 962 153, 1 035 074;  
französische Patentschrift Nr. 1 101 545;  
USA.-Patentschriften Nr. 2 562 258, 2 753 487.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

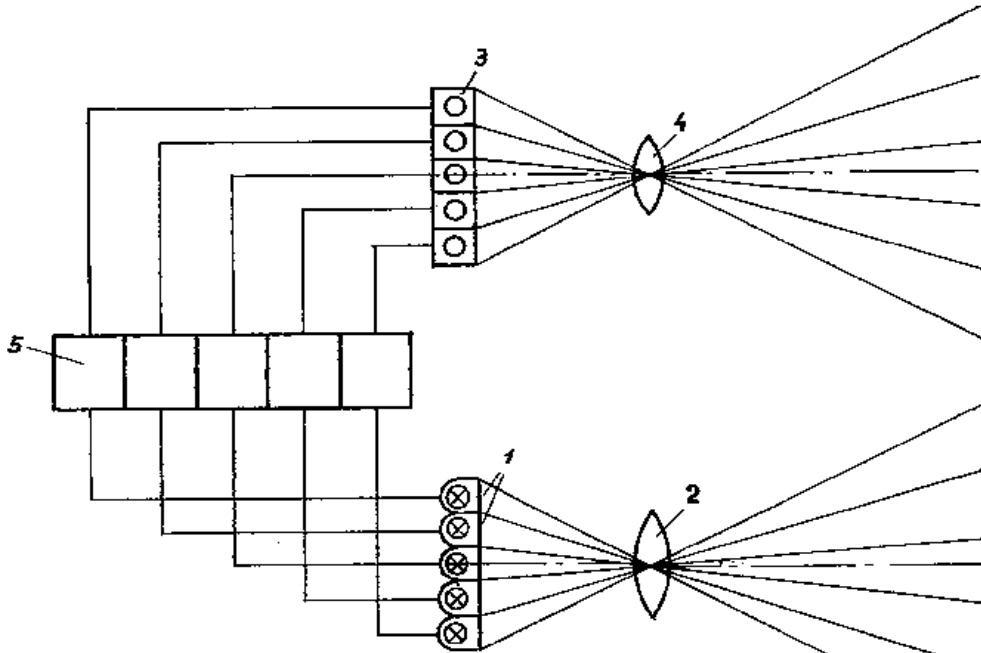


Fig. 1

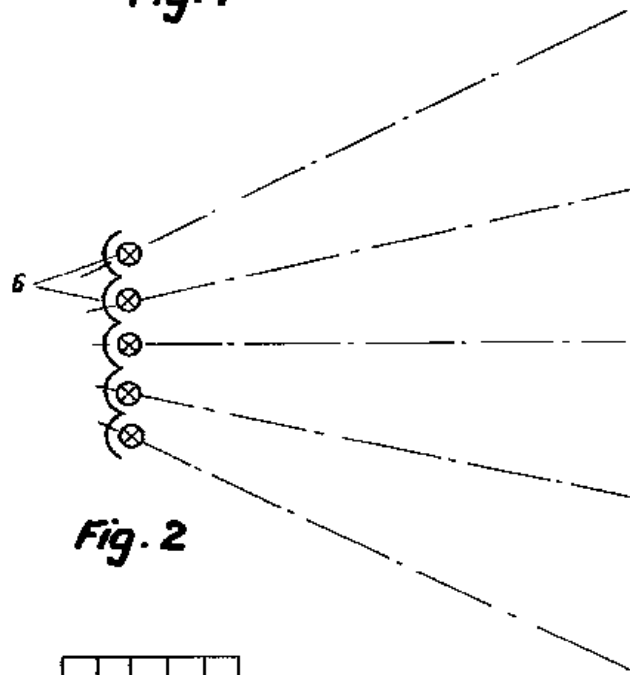


Fig. 2

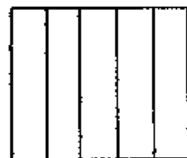


Fig. 3

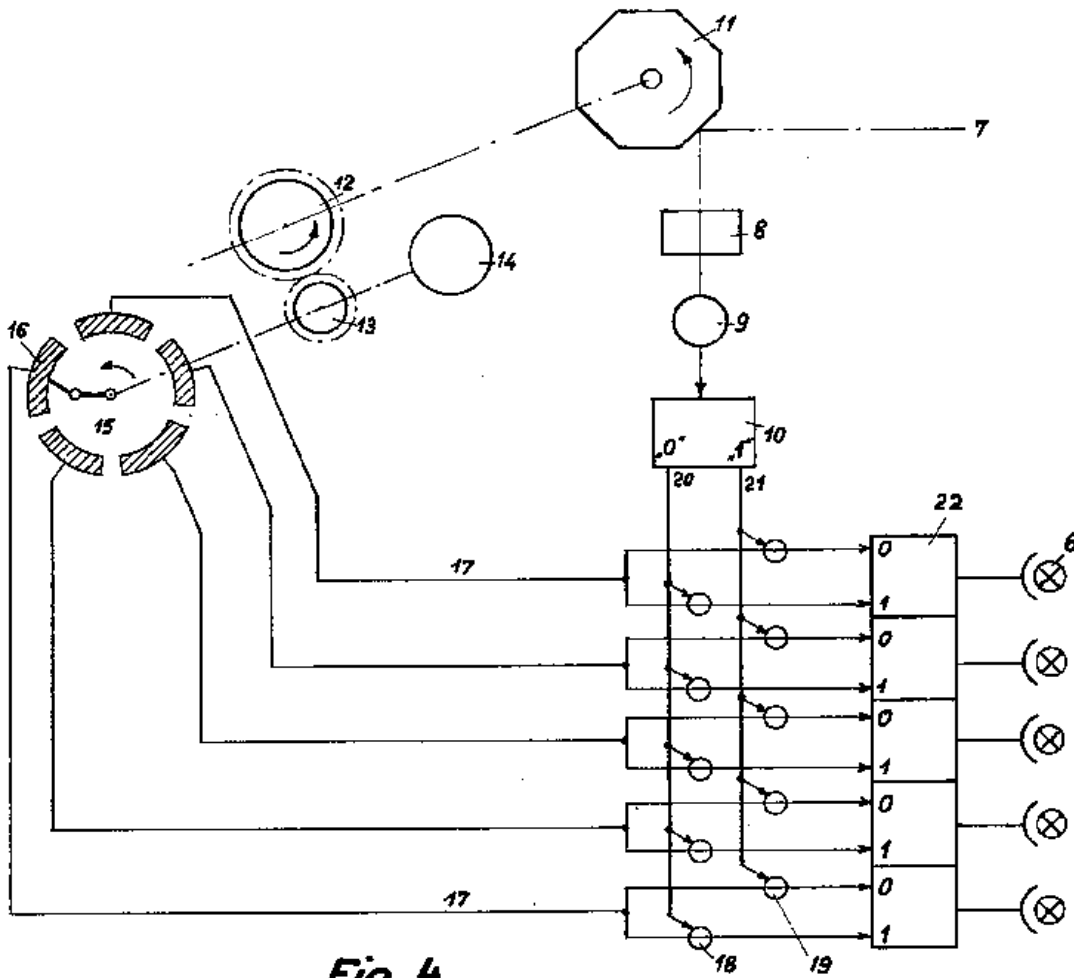


Fig. 4

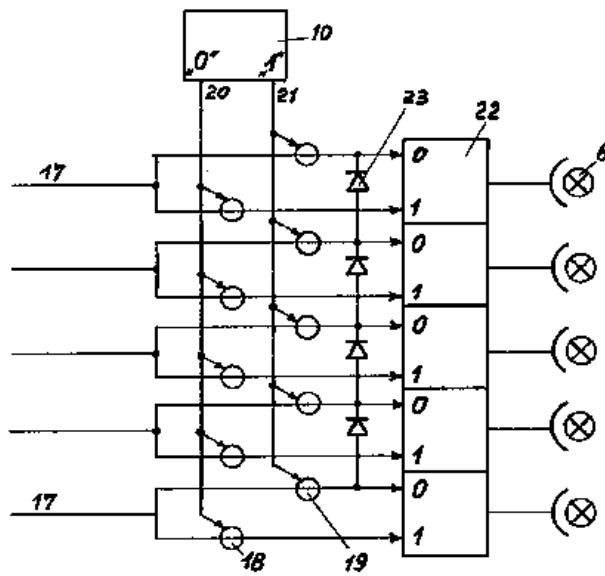


Fig. 5

509 538/61

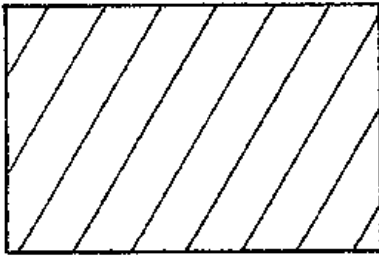


Fig. 7

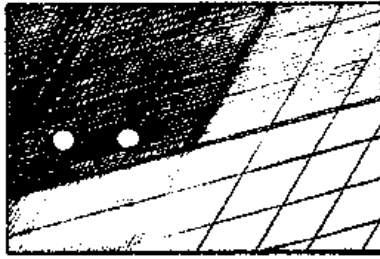


Fig. 8

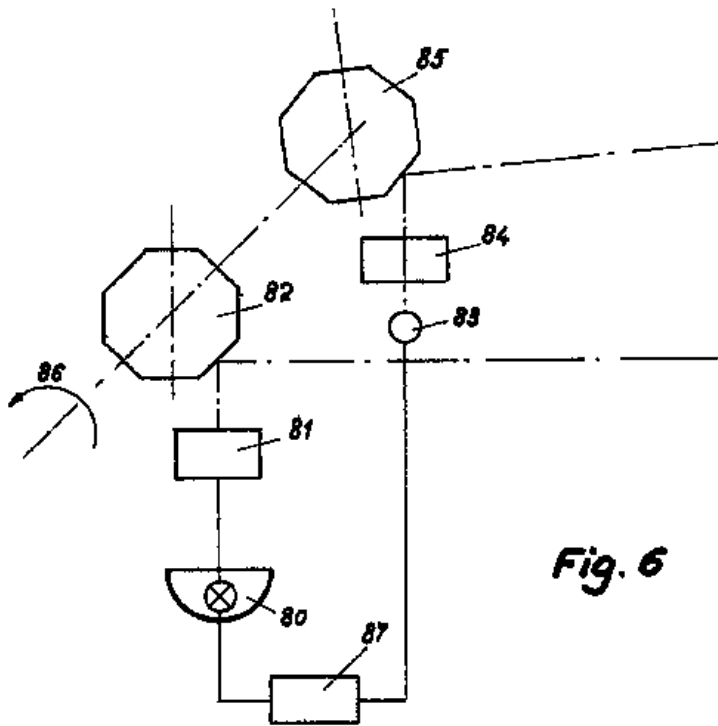


Fig. 6



Fig. 9

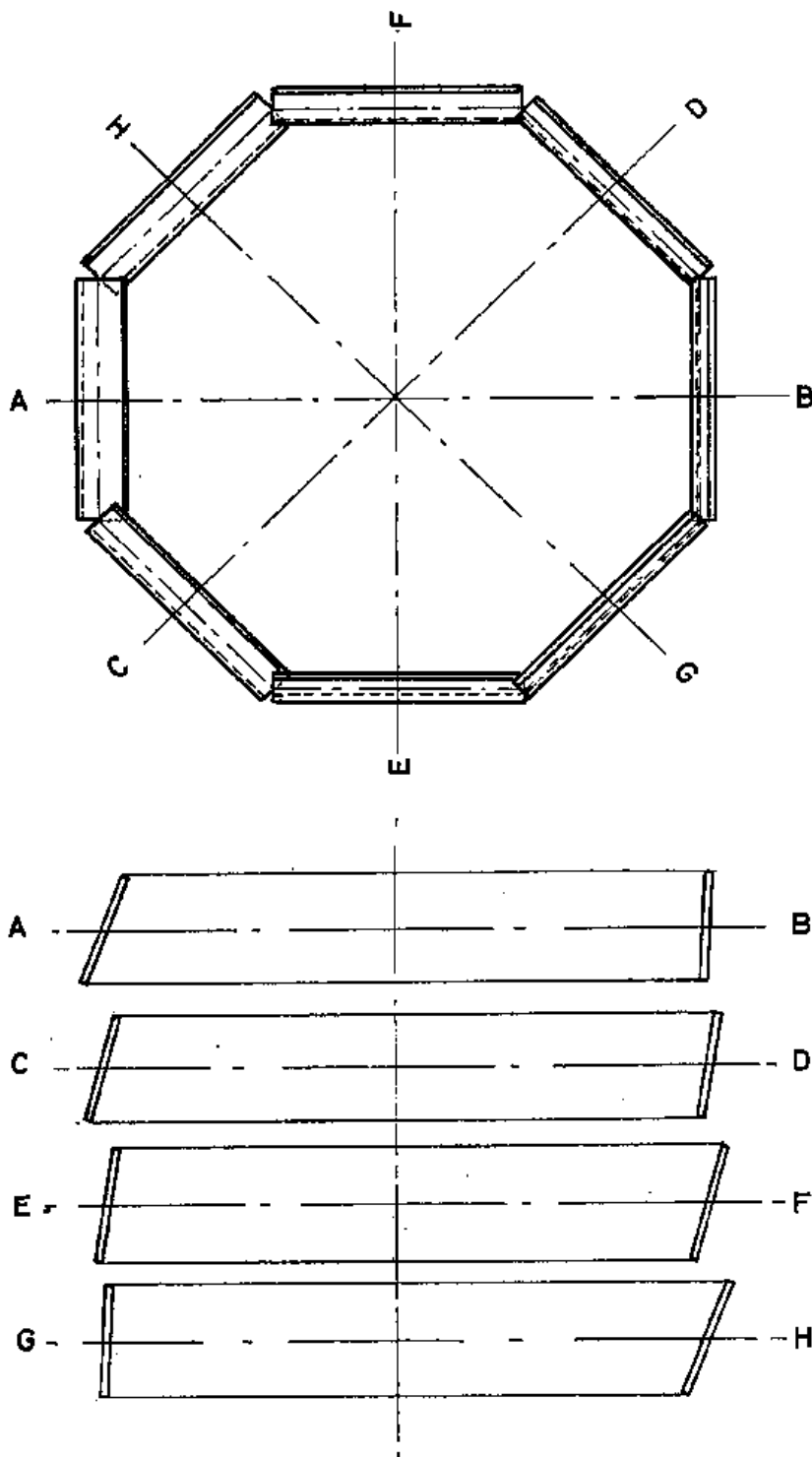


Fig. 10

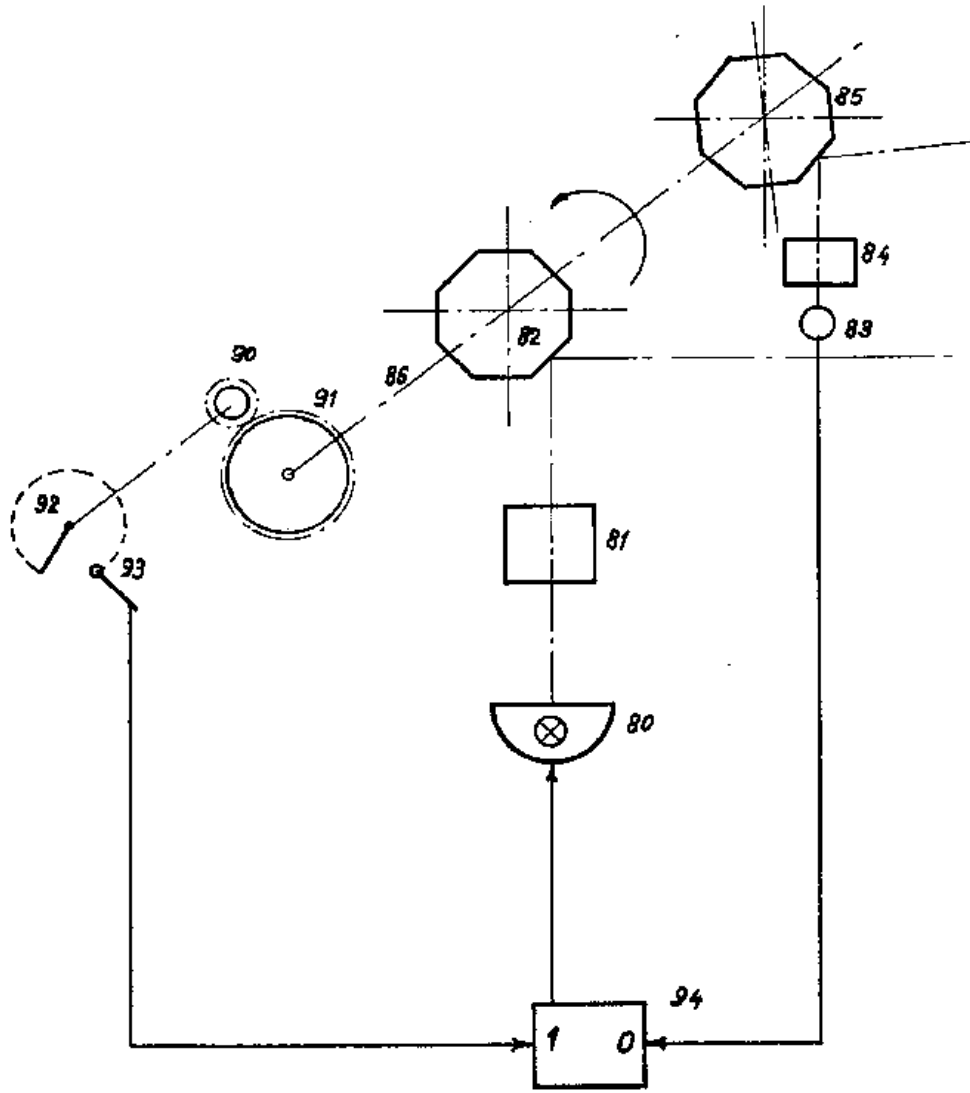


Fig. 11





# AUSLEGESCHRIFT

## 1 196 598

Nummer: 1 196 598  
 Aktenzeichen: Z 7098 IX a/4 b  
 Anmeldetag: 4. Februar 1959  
 Auslegungstag: 15. Juli 1965

### 1

Um Blendungen im Straßenverkehr durch das Scheinwerferlicht von Kraftfahrzeugen zu vermeiden, hat man den Scheinwerfer mit einer schwenkbaren Blende versehen, welche durch das Licht entgegenkommender Fahrzeuge derart gesteuert wird, daß die Lichtstrahlen des eigenen Scheinwerfers von einem durch das einfallende Gegenlicht bestimmten Raum abgeschirmt werden, so daß dieser Raum unbeleuchtet bleibt, solange in ihm Gegenlicht vorhanden ist. Zur Feststellung des Gegenlichtes weist die Steuereinrichtung eine Fotozelle auf. Damit deren Blickfeld auf den durch den Scheinwerfer beleuchteten Raum beschränkt wird — da ja nur Gegenlicht aus diesem Raumteil korrigierende Veränderungen der Blendenstellung erforderlich macht —, ist auch vor der Fotozelle eine Blende angeordnet, welche mit der Blende des Scheinwerfers mechanisch oder elektrisch zu annäherndem Gleichlauf verbunden ist.

Gegenstand eines älteren Patents ist eine Beleuchtungseinrichtung, bei der an Stelle einer schwenkbaren Blende ein Scheinwerfer verwendet wird, dessen Strahlung auf einen Teil des zu beleuchtenden Raumes beschränkt ist und fortlaufend über diesen geführt wird. Die Steuerung durch das Licht entgegenkommender Fahrzeuge löscht dabei den Scheinwerfer aus, sobald und solange seine Strahlung in den Raum fallen würde, in dem sich die Gegenlichtquelle befindet. Die Fotozelle der Steuereinrichtung hat ein Blickfeld, das wie die Strahlung des Scheinwerfers auf einen Teil des Raumes vor dem Fahrzeug beschränkt ist und synchron und im wesentlichen phasengleich mit der Strahlung des Scheinwerfers über den Raum geführt wird.

Demgegenüber ist gemäß der Erfindung bei einem Scheinwerfer mit einer durch Gegenlicht gesteuerten Blende der eingangs beschriebenen Art diese Blende durch eine fotoelektrische Einrichtung gesteuert, die das Blickfeld der Fotozelle fortlaufend über den anzustrahlenden Raum bewegt. Diese Bauart vereinigt in sich auf der Scheinwerferseite die Vorteile einer Lichtquelle, welche nicht dauernd unterbrochen werden muß, und auf der Seite der fotoelektrischen Steuereinrichtung die Vorteile eines über den zu prüfenden Raum bewegten Blickfeldes, das auf einen schmalen Teil dieses Raumes beschränkt ist: eine solche Einrichtung spricht auf eine örtlich konzentrierte Gegenlichtquelle wesentlich empfindlicher an als eine Einrichtung, deren Blickfeld den gesamten Raum umfaßt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht die fotoelektrische Einrichtung aus

### Beleuchtungsvorrichtung für Kraftfahrzeuge

Anmelder:

Zuse K. G., Bad Hersfeld

Als Erfinder benannt:

Dr. Konrad Zuse, Hünfeld

### 2

einer Fotozelle mit einem zugeordneten optischen System und einem umlaufenden Spiegelrad.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist mit dem umlaufenden Spiegelrad ein rotierender Zylinder am eigenen Scheinwerfer gekuppelt, dessen durch Brennpunkt und Lichtquelle des Reflektors gehende Rotationsachse parallel zur Schwenkachse der Schwenkblende ist und der mindestens eine weitere schmale Blende zur streifenweisen Abdunklung des anzustrahlenden Raumes aufweist und derart angetrieben ist, daß jeweils der Raumbereich, auf den das Blickfeld der Fotozelle durch das Spiegelrad gerichtet ist, abgedunkelt ist. Durch diese Einrichtung ist die Gefahr behoben, daß die Steuereinrichtung Licht aufnimmt, welches nicht von einem entgegenkommenden Fahrzeug stammt, sondern reflektiertes Licht des eigenen Scheinwerfers ist.

In dem rotierenden Zylinder können vorteilhaft radial auf seine Rotationsachse zu gerichtete Lamellen angeordnet sein, vorzugsweise parallel zur Abbleukante der schwenkbaren Blende. Dadurch ergibt sich neben einer die Lichtquelle kühlenden Ventilation eine gute Ausrichtung der Lichtstrahlen, welche der Ausbildung einer scharfen Hell-Dunkel-Grenze durch die schwenkbare Blende förderlich ist.

Was einen Steuerimpuls der Steuereinrichtung auf die Scheinwerferblende auslösen soll, ist Gegenlicht, das aus dem vom Scheinwerfer beleuchteten Raum kommt, während Gegenlicht, das aus dem abgeblendeten Raum kommt, keine Wirkung haben soll. Aus der unterschiedlichen Bewegungscharakteristik der schwenkbaren Scheinwerferblende, die ihre Stellung nur nach Maßgabe vorhandenen Gegenlichtes ändert,

und der fortlaufend das Blickfeld über den Raum führenden Steuereinrichtung ergibt sich die Notwendigkeit, die jeweilige Stellung der Blende auf die Funktion der Steuereinrichtung in besonderer Weise einwirken zu lassen. Dies geschieht durch einen von der schwenkbaren Blende betätigten Gleitkontakt eines Unterbrechers für den Fotozellenstrom, der den Strom unterbricht, sobald das Blickfeld der Fotozelle in den von der schwenkbaren Blende abgeschirmten Raumbereich gelangt.

Der Stellantrieb für die schwenkbare Blende kann zweckmäßig an die ständig umlaufende Antriebvorrichtung für die Steuereinrichtung angeschlossen werden. Sie ist dann als Differentialgetriebe ausgebildet, dessen Planetenräder mit der Blende verbunden sind und dessen Sonnenräder vorzugsweise über ständig angetriebene Rutschkupplungen im Verhältnis 1:2 gegenläufig antreibbar sind, wobei zur Umkehr der Blendenbewegung das schneller angetriebene Sonnenrad durch eine von der Fotozelle gesteuerte Bremse blockiert werden kann, so daß durch Blockierung dieses Sonnenrades oder durch Lösen der Blockierung ein Schwenken der schwenkbaren Blende in der einen oder anderen Richtung herbeigeführt wird. Die Vorteile eines solchen Stellantriebes für die Blende sind nicht auf die Anwendung bei einer Konstruktion der vorbeschriebenen Art beschränkt.

Von großer Wichtigkeit für eine sichere Blendenschutzwirkung ist die Ausbildung einer scharfen Helligkeitsgrenze in Richtung der Blendenkante. Hierzu dienen folgende Merkmale:

- eine Lichtquelle mit einem geraden, zur Abblendkante parallelen Leuchtdraht;
- ein Reflektor, der einen zum Leuchtdraht konzentrischen, kreisförmigen Querschnitt und einen parabolischen oder hyperbolischen oder elliptischen Längsschnitt hat;
- eine vor der Lichtaustrittsöffnung zur Abblendkante parallel angeordnete koaxial-konvexe, vorzugsweise zylindrische Sammellinse, deren größte Dicke, in Strahlenrichtung gesehen, links von der Mitte der Lichtaustrittsöffnung liegen kann.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen und den Ansprüchen. Es zeigt

Fig. 1 eine Beleuchtungsvorrichtung in vereinfachter Darstellung, senkrecht geschnitten,

Fig. 2 einen horizontalen Schnitt nach Linie C-D der Fig. 1,

Fig. 3 einen horizontalen Schnitt nach Linie A-B der Fig. 1,

Fig. 4 einen horizontalen Schnitt nach Linie E-F der Fig. 1,

Fig. 5 ein Schaltschema,

Fig. 6 und 7 eine Glühbirne des Scheinwerfers in Ansicht und horizontalem Schnitt.

Das Grundprinzip der Beleuchtungsvorrichtung besteht darin, daß ein von einer Lichtquelle I ausgehendes radiales Strahlenbündel durch eine schwenkbare Blende 9 so weit abgeblendet wird, daß lediglich der rechts von der Kante 10 der Blende 9 liegende Raumwinkel beleuchtet wird, wobei die Lage der Kante laufend so eingestellt wird, daß sie etwas rechts von dem entgegenkommenden Fahrzeug liegt. Die Lage der Blendenkante 10 wird dabei am besten senkrecht

gewählt, jedoch kommen auch kleine Neigungen in Frage.

Im folgenden wird in der Beschreibung eine senkrechte Lage vorausgesetzt. Die zugehörigen Angaben sind bei anderer Neigung sinngemäß zu ändern. Dieses Prinzip setzt voraus, daß das Strahlenbündel sauber radial angerichtet ist. Dies wird dadurch erreicht, daß die Lichtquelle 1 einen parallel zur Abblendkante 10 verlaufenden Leuchtdraht 40 enthält. Durch diese linearförmige Lichtquelle wird erreicht, daß die Streuung des Lichtbündels senkrecht zur Abblendkante 10 lediglich durch die Dicke des Leuchtdrahtes bestimmt ist. In der Richtung parallel zur Kante 10 ist die Streuung durch die Länge des Drahtes gegeben und dementsprechend erheblich größer. Dies ist jedoch unwesentlich, da in dieser Dimension keine scharfe Bündelung des Strahlenbündels erforderlich ist. Eine derartige Lichtquelle wäre in ihrer Leuchtkraft schlecht ausgenutzt, da nur ein verhältnismäßig kleiner Teil des gesamten Raumwinkels zur Wirkung kommt. Um die gesamte Strahlung der Lichtquelle nutzbar zu machen, werden bei Scheinwerfern üblicher Art rotationssymmetrische Reflektoren verwendet, welche im Meridianschnitt im allgemeinen parabolisch oder annähernd parabolisch geformt sind. Auch ist es bekannt, Vorsatzlinsen zu verwenden, um dem Strahlenbündel einen engeren Winkel zu geben. Diese Maßnahmen sind nun nicht ohne weiteres bei der vorliegenden Lichtquelle anwendbar. Die durch den annähernd parabolischen Spiegel reflektierten Strahlen haben einen anderen gemeinsamen Schnittpunkt als die direkten von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen. Der durch die Kante 10 der Blende 9 abgeschnittene Raumwinkel ist daher nicht einheitlich, wodurch eine unzulässige Abblendwirkung entsteht. Dieser Nachteil ließe sich vermeiden, wenn man statt eines Parabolspiegels einen kegelförmigen Reflektor benutzt, in dessen Mittelpunkt die Lichtquelle liegt. Die reflektierten Strahlen werden dann wieder auf die Lichtquelle zurückgeworfen, und das dadurch entstehende Strahlenbündel ist in gleicher Weise ausgerichtet wie das von der Lichtquelle direkt ausgehende Strahlenbündel. Diese Einrichtung hat zwei Nachteile. Einmal findet keine eigentliche, scheinwerferartige Konzentration des Strahlenbündels statt. Die Verstärkung der Lichtintensität in Richtung des erforderlichen Raumwinkels ist also nur gering. Ferner muß das reflektierte Licht durch den Leuchtdraht der Lichtquelle hindurchgehen, was eine gewisse Abschwächung zur Folge hat.

Eine brauchbare Wirkung wird durch einen Spiegel 2 erreicht, der im waagerechten Schnitt (Fig. 2) kreisförmig und im senkrechten Schnitt (Fig. 1) parabolisch geformt ist. Hierbei ist der Umstand günstig, daß bei senkrechter Lage der Abblendkante 10 eine scharfe Bündelung nur in der waagerechten Richtung erforderlich ist. Dies wird durch die rotationssymmetrische Ausbildung des Spiegels 2 um den senkrechten Leuchtfaden 40 erreicht. Dagegen ist eine scharfe Bündelung in senkrechter Richtung nicht erforderlich, so daß der Spiegel 2 in dieser Dimension nach dem Gesichtspunkt der Konzentration des Strahlenbündels, also parabolisch, hyperbolisch oder elliptisch ausgebildet ist. Hierdurch wird auch erreicht, daß nur ein Teil der reflektierten Strahlen durch das Gebiet des Leuchtdrahtes hindurchtreten muß.

Da in der senkrechten Richtung das Strahlenbündel bereits weitgehend konzentriert ist, ist nur noch eine Zusammenfassung in waagerechter Richtung erforderlich. Dies läßt sich durch eine zylindrische Vorsatzlinse 7 erreichen, die durch zwei Zylinderflächen mit zur Ablendkante 10 paralleler Achse begrenzt ist. Eine solche Linse weist allerdings chromatische Abweichungen auf, wobei das durch die Ablendkante 10 abgeschnittene Strahlenbündel für die einzelnen Farben verschiedene Grenzwinkel aufweist, was einmal eine unsaubere Begrenzung des Strahlenbündels und zum anderen Farbeffekte zur Folge hat, die zu nicht erwünschten Nebenwirkungen führen können. Diese Fehler treten nur am Rande der Linse auf, während die durch die Mitte gehenden Strahlen nicht betroffen werden. Es ist deshalb vorteilhaft, die optische Mitte 8 der Linse etwas unsymmetrisch nach links von der Mitte der Lichtaustrittsöffnung zu legen, da im allgemeinen die Ablendkante links von dieser Mitte liegen wird. Dadurch wird erreicht, daß im allgemeinen keine störenden Farbeffekte auftreten.

Eine weitere Ausrichtung des Strahlenbündels kann durch in den Strahlengang eingebaute Lamellen erfolgen, die lediglich Licht in gewünschter Richtung durchlassen. Es ist daher ein um eine durch die Lichtquelle gehende senkrechte Achse rotierender Zylinder 4 vorgesehen, welcher senkrecht radial ausgerichtete Lamellen 5 enthält (Fig. 1, 2).

Die Blende 9 wird vorteilhaft zwischen dem rotierenden Zylinder 4 und die Linse 7 gelegt, jedoch kann sie auch außerhalb der Linse liegen. Die seitlichen festen Begrenzungen der Lichtaustrittsöffnung sind nicht eingezeichnet.

Der rotierende Zylinder 4 enthält ferner noch Blenden 6, welche in gleicher Phase mit der nachfolgend beschriebenen fotoelektrischen Steuereinrichtung arbeiten. Sie erzeugen Schattenstreifen und bewirken, daß Eigenlicht nicht in den Raumsektor fällt, der jeweils durch die fotoelektrische Steuereinrichtung angepeilt wird.

Der Mechanismus zum Erkennen des entgegenkommenden Lichtes ist in Fig. 1 und 3 gezeigt. Durch einen rotierenden Spiegel 14 wird das Blickfeld 17 einer Fotozelle 16 periodisch von rechts nach links geschwenkt. Durch ein optisches System 15 wird das Bild des Gegenlichtes auf die Fotozelle bzw. Fotodiode 16 abgebildet. Vor der Fotozelle bzw. Fotodiode 16 befindet sich eine Blende 45, welche lediglich das Bild eines schmalen senkrechten Streifens freigibt. Das Spiegelrad 14 wird durch Zahnräder 11, 12, 13 synchron mit dem Zylinder 4 angetrieben. Die Zahnraduntersetzung ist so bemessen, daß die Winkelgeschwindigkeit des Blickfeldes 17 etwa gleich der Winkelgeschwindigkeit der durch die rotierenden Blenden 6 gebildeten Schattenstreifen außerhalb der Linse 7 ist.

Um den Wirkungsbereich der Steuereinrichtung auf den von der Blende 9 nicht abgedeckten Raumsektor zu begrenzen, ist an dem rotierenden Zylinder 4 ein Schleifring 21 angeordnet, der drei leitende Lamellen 22 aufweist (Fig. 4). Durch diese Lamellen werden zwei Kontaktbürsten 23, 24 leitend verbunden, deren eine (23) feststeht und der rechten Begrenzung der Lichtaustrittsöffnung entspricht. Die andere Kontaktbürste 24 ist mit der schwenkbaren Blende 9 verbunden und entspricht der jeweiligen Stellung der Ablendkante 10 und somit der linken

Begrenzung der Scheinwerferstrahlung. Die Kontaktbürsten 23 und 24 sind somit durch die Lamellen 22 nur so lange verbunden, wie das Blickfeld 17 der Fotozelle 16 sich in dem nicht abgeblendeten Raumsektor rechts von der Ablendkante befindet. Sie können unmittelbar oder, wie zu Fig. 5 beschrieben werden wird, mittelbar im Stromkreis der Fotozelle 16 liegen.

Der Antrieb der schwenkbaren Blende 9 und des rotierenden Zylinders 4 ist in Fig. 1 rechts unten dargestellt. Ein Motor 35 treibt über Kegelräder 20 und Zahnräder 19, 18 den Zylinder 4 mit konstanter Geschwindigkeit an. Auf der Motorwelle sitzen zwei Zahnräder 30 und 31, welche zwei Zahnräder 28 und 32 antreiben. Die Geschwindigkeit des Zahnrades 32 ist doppelt so groß wie die des Zahnrades 28, die Drehrichtungen sind infolge eines Zwischenrades 29 gegenläufig. Mit den Zahnrädern 28 und 32 sind über Rutschkupplungen Sonnenräder 27 bzw. 33 eines Planetengetriebes verbunden, dessen Planetenradträger 26 über eine Schneckenwelle ein Schneckenrad 25 antreibt, welches die schwenkbare Blende 9 trägt. Auf das Sonnenrad 33 wirkt eine magnetisch lösbare Bremse 34, welche an der Rutschkupplung des Zahnrades 32 angreift.

Ist die Bremse 34 nicht gelöst, so ist das Sonnenrad 33 blockiert, und durch die Drehung des Sonnenrades 27 wird über die Planetenräder und das Schneckenrad 25 die Blende 9 gleichmäßig nach links geschwenkt bis zu einer Endstellung, die durch einen nicht gezeichneten Anschlag gegeben ist.

Wird von der Fotozelle 16 Gegenlicht in dem beleuchteten Raumteil festgestellt, so wird die Magnetbremse 34 gelöst, so daß das Sonnenrad 33 mit doppelter Geschwindigkeit wie das Sonnenrad 27 läuft. Dies hat über die Planetenräder und das Schneckenrad 25 eine Schwenkung der Blende 9 nach rechts zur Folge.

Die elektrische Steuerung des Bremslösemagneten 34 erfolgt über die Fotozelle bzw. über die Fotodiode 16 und die Bürsten 23, 24 (Fig. 5). Der durch das Licht ausgelöste Strom wirkt über einen Verstärker 36 auf ein Stromtor 37. Dieses wird ferner über eine Verbindung Bürste 24, Schleifringlamellen 22 und Bürste 23 gesteuert und nur freigegeben, wenn sich das Blickfeld 17 (Fig. 3) etwa im Bereich des durch die Blende 9 freigegebenen Leuchtsektors befindet. Durch den von der Fotozelle gesteuerten Strom wird ein Kondensator 38 aufgeladen, welcher das intermittierende Arbeiten der Fotozelle ausgleicht. Dieser Kondensator wirkt abermals über einen Verstärker 39 auf den Bremslösemagneten 34. Solange sich also Gegenlicht im Bereich des nicht abgeblendeten Leuchtsektors befindet, wird die Bremsung des Sonnenrades 33 (Fig. 1) aufgehoben und somit die Blende nach rechts verschoben, bis der Leuchtsektor so weit eingeschränkt ist, daß das Gegenlicht außerhalb desselben liegt.

Fig. 6 zeigt noch eine für den speziellen Zweck besonders vorteilhafte Ausbildung einer Glühbirne. Es ist zunächst erforderlich, daß der Leucht draht 40 möglichst genau linienförmig und senkrecht in der Achse des Gesamtsystems verläuft. Da die durch den Spiegel 2 reflektierten Lichtstrahlen 43, 44 wiederum durch die Mitte des Systems laufen, jedoch auf Grund der Ausdehnung des Leucht drahtes und der etwa parabolischen Ausbildung des Spiegels im senkrechten Schnitt aber auch oberhalb und unterhalb

des Leuchtdrahtes wieder durch die Birne hindurchtreten können, muß dieses Raumgebiet im Bereich der Achse freigehalten werden. Dementsprechend werden die Halterungen 41, 42 des Leuchtdrahtes 40 seitlich gelegt.

Es empfiehlt sich ferner, dem Scheinwerfer einen eigenen Scheibenwischer zu geben, da Verschmutzungen im Strahlengang des Systems Störungen zur Folge haben können, die die Abblendung herabsetzen können.

Man kann den gesteuerten Scheinwerfer als Sonderbeleuchtung neben ungesteuerten Scheinwerfern benutzen. Es ist auch möglich, einen der ungesteuerten Scheinwerfer, vorzugsweise den rechten, durch einen gesteuerten zu ersetzen. In beiden Fällen kann auf das normale Fernlicht verzichtet werden, wobei der oder die ungesteuerten Scheinwerfer waagrecht abgeblendet sind. Die Abblendung kann dabei vorteilhafterweise etwas stärker geneigt als bisher üblich verlaufen. Es muß nämlich vermieden werden, daß das Eigenlicht dieser nicht gesteuerten Scheinwerfer durch Reflexion störend auf den gesteuerten Scheinwerfer einwirkt. Diesem Umstand kann auch noch dadurch Rechnung getragen werden, daß die Empfindlichkeit des optischen Erkennungssystems für Gegenlicht aus dem unteren Teil des Raumes vor dem Fahrzeug herabgesetzt wird. Dies kann durch Einsetzen von passend geformten Graufiltern vor die Blende 45 erfolgen. Diese Filter werden so eingestellt, daß etwa der durch den oder die nicht gesteuerten Scheinwerfer beleuchtete Raumwinkel auf das optische Erkennungssystem abgeschwächt einwirkt. Eine vollständige Abblendung dieser Einwirkung darf nicht erfolgen, da es vor Bergkuppen möglich ist, daß Gegenlicht auch in dem relativ zu der in der Fahrtrichtung liegenden Achse des Fahrzeuges tiefliegenden Raumwinkel auftritt. In diesem Falle ist das Gegenlicht jedoch so stark, daß die Fotozelle bzw. Fotodiode trotz des vorgesetzten Graufilters anspricht.

Die verminderte Beleuchtung durch die stärker geneigt abgeblendeten, ungesteuerten Scheinwerfer kann ungenügend sein, wenn der oder die gesteuerten Scheinwerfer ganz abgeschaltet werden, z. B. in Ortschaften. Dann können die ungesteuerten Scheinwerfer so eingerichtet werden, daß durch Betätigen des üblichen Fußschalters nicht das volle Fernlicht, sondern lediglich das Abblendlicht entsprechend den gültigen Bestimmungen, eingeschaltet wird. Zwecks Vereinfachung der Schaltungsvorgänge ist es besonders günstig, mit dem normalen Fußschalter den gesteuerten Scheinwerfer abzuschalten und gleichzeitig das normale Abblendlicht einzuschalten.

Werden mehrere gesteuerte Scheinwerfer an demselben Fahrzeug verwendet, so muß die Bewegung der Fotozellenblickfelder aller Scheinwerfer phasengleich sein, so daß auch die rotierenden Blenden 6 gleichzeitig denselben Raumwinkel abdecken und das Einwirken von reflektiertem Eigenlicht verhindern.

Es können noch besondere Maßnahmen getroffen werden, um Fußgänger nicht zu blenden. Da ein Fußgänger keine Steuerung des Scheinwerfers durch Gegenlicht hervorruft, müßte an sich der Scheinwerfer durch den Fahrer voll abgeschaltet werden. Man kann nun eine Sonderblende für Fußgänger einbauen. Da die Fußgänger vorschriftsmäßig rechts auf das Fahrzeug zukommen müssen, genügt die Abblendung des rechts vom Fahrzeug liegenden Raum-

winkels. Dies kann durch eine besonders von rechts über einen Magneten und eine Sondertaste eingeschwenkte Blende erfolgen.

#### Patentansprüche:

1. Beleuchtungsvorrichtung für Kraftfahrzeuge mit einer durch das Licht entgegenkommender Fahrzeuge gesteuerten, schwenkbaren Blende, welche die Lichtstrahlen des eigenen Scheinwerfers von einem durch einfallendes Gegenlicht bestimmten, unbeleuchtet bleibenden Raum abschirmt, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (9) durch eine fotoelektrische Einrichtung (14, 15, 16) gesteuert ist, die das Blickfeld der Fotozelle (16) fortlaufend über den anzustrahlenden Raum bewegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die fotoelektrische Einrichtung (14, 15, 16) aus einer Fotozelle (16) mit einem zugeordneten optischen System (15) und einem umlaufenden Spiegelrad (14) besteht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem umlaufenden Spiegelrad (14) ein rotierender Zylinder (4) am eigenen Scheinwerfer gekuppelt ist, dessen durch Brennpunkt und Lichtquelle (1) des Reflektors (2) gehende Rotationsachse parallel zur Schwenkachse der Schwenkblende (9) ist und der mindestens eine weitere schmale Blende (6) zur streifenweisen Abdunklung des anzustrahlenden Raumes aufweist und der derart angetrieben ist, daß jeweils der Raumbereich, auf den das Blickfeld der Fotozelle (16) durch das Spiegelrad (14) gerichtet ist, abgedunkelt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Zylinder (4) radial auf seine Rotationsachse zu gerichtete Lamellen (5) angeordnet sind, vorzugsweise parallel zur Abblendkante (10) der schwenkbaren Blende (9).

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch einen von der schwenkbaren Blende (9) betätigten Gleitkontakt (24) eines Unterbrechers (22, 23, 24) für den Fotozellenstrom, der den Strom unterbricht, sobald das Blickfeld der Fotozelle (16) in den von der schwenkbaren Blende (9) abgeschirmten Raumbereich gelangt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der von der schwenkbaren Blende (9) betätigte Unterbrecher (22, 23, 24) für den Fotozellenstrom aus einer mit ihr verbundenen, beweglichen Kontaktbürste (24) und einer feststehenden Kontaktbürste (23) besteht, welche über einen mit dem umlaufenden Spiegelrad (14) gekuppelten Schleifring (21, 22) für eine durch die Stellung der beweglichen Kontaktbürste (24) bestimmte Dauer leitend verbunden sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch ein Differentialgetriebe (26) zum Antrieb der schwenkbaren Blende (9), dessen Planetenräder mit ihr verbunden sind und dessen Sonnenräder (27 bzw. 33), vorzugsweise über ständig angetriebene Rutschkupplungen, im Verhältnis 1:2 gegenläufig antreibbar sind, wobei zur Umkehr der Blendenbewegung das schneller angetriebene Sonnenrad durch eine von der Fotozelle ge-

gesteuerte Bremse blockiert werden kann, so daß durch Blockierung dieses Sonnenrades oder durch Lösen der Blockierung ein Schwenken der schwenkbaren Blende in der einen oder anderen Richtung herbeigeführt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch die gemeinsame Anwendung folgender Merkmale zur Erzeugung einer scharfen, senkrechten Hell-Dunkel-Grenze:

- a) eine Lichtquelle mit einem geraden, zur Abblendkante parallelen Leuchtdraht;
- b) einen Reflektor, der einen zum Leuchtdraht konzentrischen, kreisförmigen Querschnitt und einen parabolischen oder hyperbolischen oder elliptischen Längsschnitt hat;
- c) eine vor der Lichtaustrittsöffnung zur Abblendkante (10) parallel angeordneten, konkav-konvexen, vorzugsweise zylindrischen Sammellinse (7),
- d) deren größte Dicke, in Strahlenrichtung gesehen, links von der Mitte der Lichtaustrittsöffnung liegt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, in der Verwendung neben einem normalen, ungesteuerten Abblendscheinwerfer an demselben Fahrzeug, dadurch gekennzeichnet, daß der Fotozelle (16) lichtdämpfende Filter vorgeschaltet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfindlichkeit der Fotozelle in vertikaler Richtung abgestuft ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, in mehrfacher Anwendung an demselben Fahrzeug, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung der Fotozellenblickfelder aller Vorrichtungen phasengleich ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch zusätzliche, wahlweise einschaltbare Abblendvorrichtungen, welche bei Rechtsverkehr das Licht rechts von der Fahrbahn abblenden.

In Betracht gezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschriften Nr. 647 299, 973 887;  
deutsche Auslegeschriften Nr. 1 025 741,  
1 038 499, 1 040 985.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

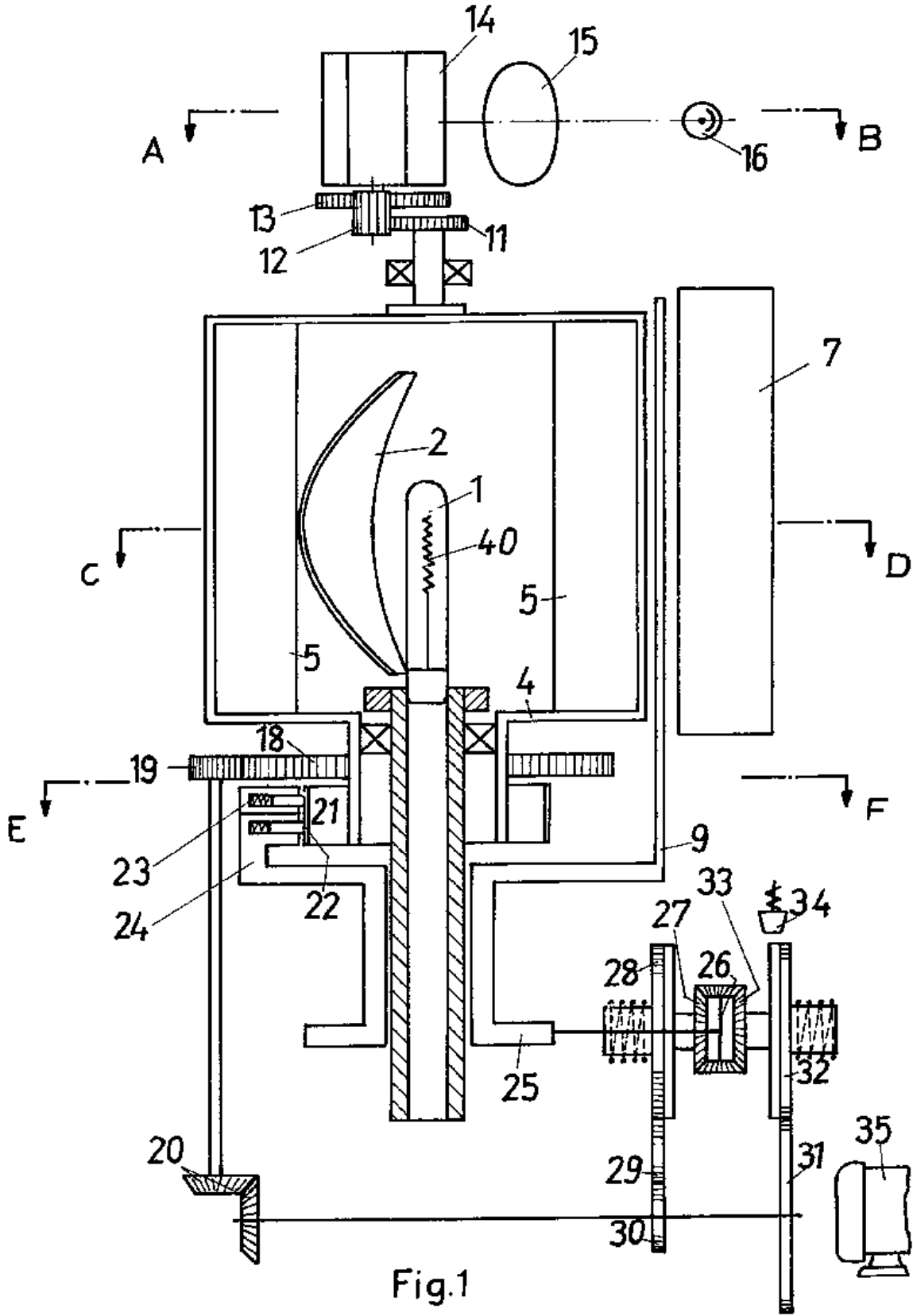


Fig.1

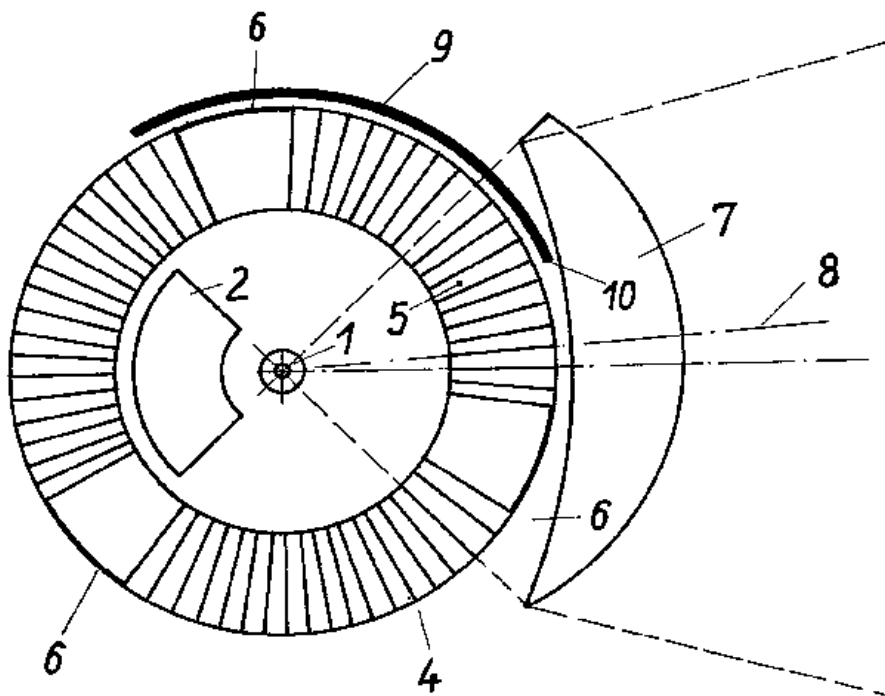


Fig. 2

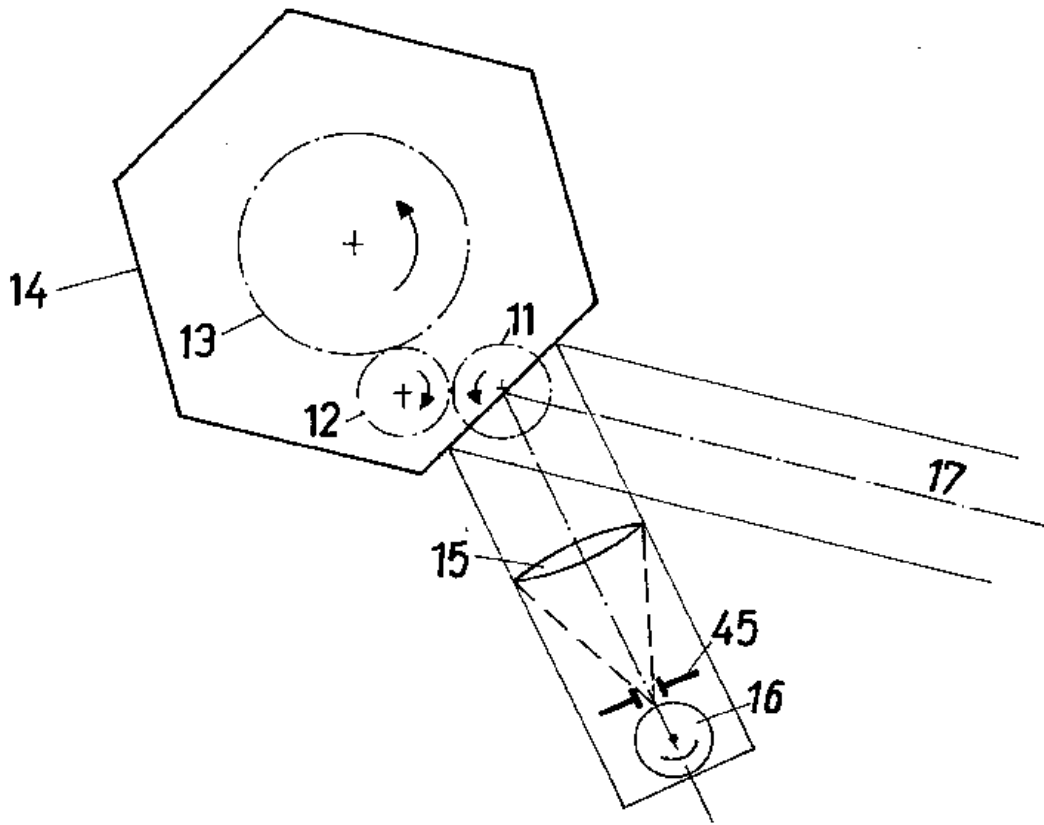


Fig. 3

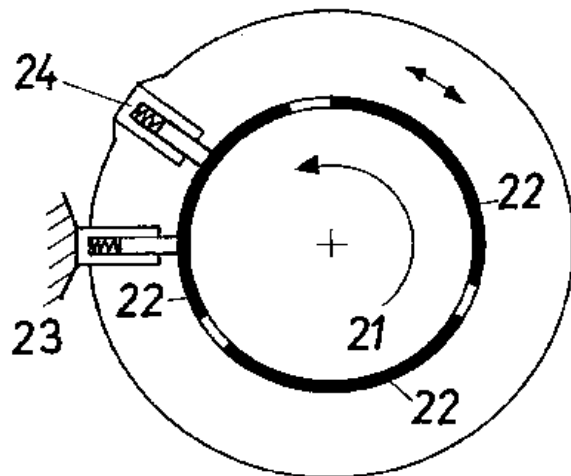


Fig. 4



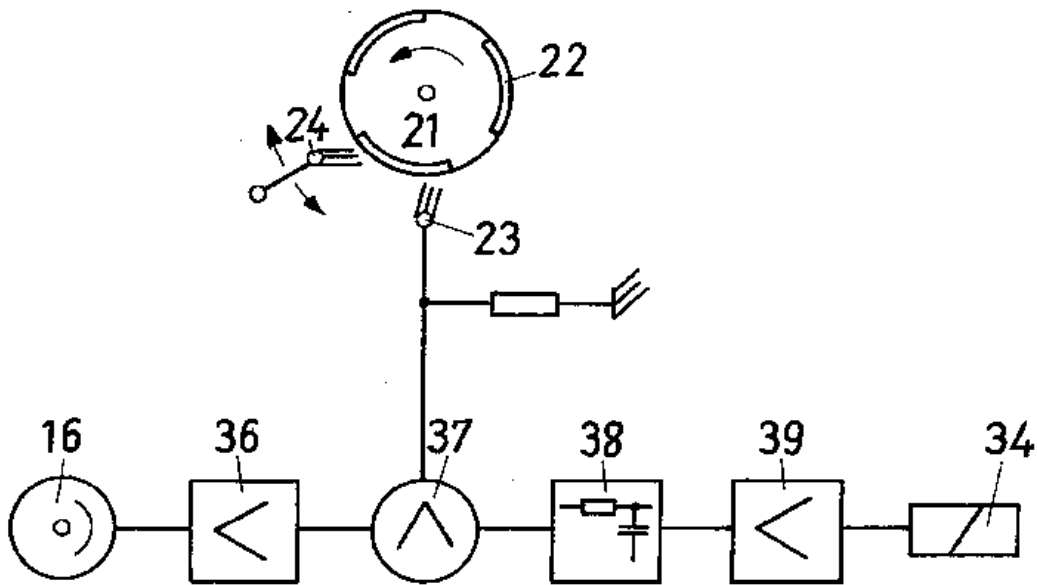


Fig. 5

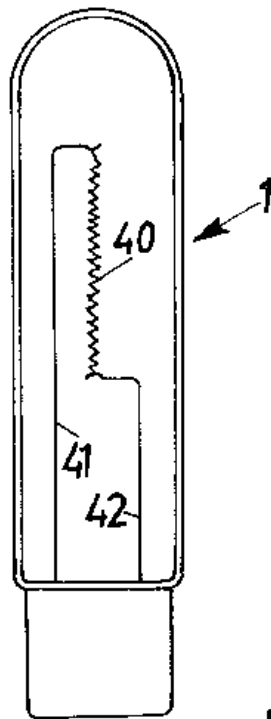


Fig.6

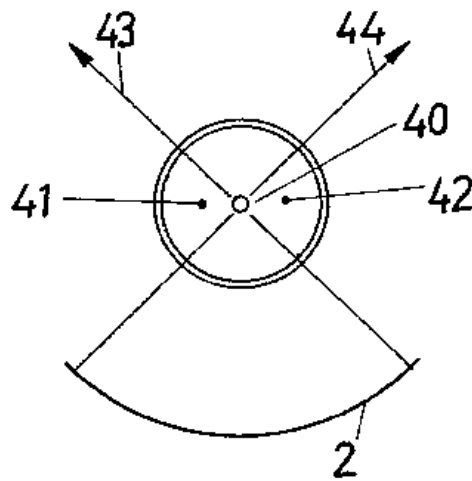


Fig.7



## AUSLEGESCHRIFT

1 214 174

## 1

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge mit einer auf Gegenlicht ansprechenden fotoelektrischen Einrichtung, welche den oder die Scheinwerfer des Fahrzeuges derart steuert, daß der Raum, aus welchem Gegenlicht anfällt, nicht oder nicht voll ausgeleuchtet wird, um eine Blendung des entgegenkommenden Verkehrsteilnehmers zu vermeiden. Die Erfindung ist besonders geeignet, eine Beleuchtungseinrichtung nach dem Patent 1 190 413 zu verbessern, bei welcher eine richtungsabhängig ansprechende fotoelektrische Steuereinrichtung den vom Scheinwerfer anstrahlenden Raum in aneinander anschließenden Teilbereichen erfaßt und die Scheinwerferstrahlung in aneinander anschließende Teilbereiche aufgeteilt ist.

Schaltet man, wie es in dem Patent beschrieben ist, beim Auftreten von Gegenlicht in einem Teilbereich, deren jedem ein Scheinwerfer zugeordnet ist, die Scheinwerfer für diesen Teilbereich und die links von ihm liegenden Teilbereiche ab, so ergibt sich — je nach Richtung der Gegenlichtquelle — ein mehr oder weniger beschränkter Restbereich, der noch die volle Beleuchtung erhält. Dies ist besonders störend, wenn das Gegenlicht nicht von einem Verkehrsteilnehmer ausgeht, dessen Blendung vermieden werden müßte, sondern wenn die fotoelektrische Steuereinrichtung auf Gegenlicht anspricht, welches vom eigenen Fahrzeug ausgeht und durch Fensterscheiben, Wegmarkierungen od. ä. reflektiert wird. Die Beschränkung der eigenen Beleuchtungsanlage ist dann völlig nutzlos und würde deshalb besser unterbleiben.

Zu diesem Zweck wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, je eine Unterbrechereinrichtung für das Scheinwerferlicht und das einfallende Gegenlicht vorzusehen, die frequenzgleich und alternativ mit einer für das Auge unmerklichen Frequenz arbeiten. Die Unterbrechereinrichtung kann aus einer im Strahlengang des Scheinwerfers bzw. der fotoelektrischen Steuereinrichtung liegenden beweglichen, vorzugsweise rotierenden Blende bestehen oder aus einem im Stromkreis des Scheinwerfers bzw. der fotoelektrischen Steuereinrichtung liegenden Schaltorgan. Soweit reflektiertes Eigenlicht als Gegenlicht auftritt, kann es keinen Steuerimpuls auslösen, weil die fotoelektrische Steuereinrichtung während der Leuchtperiode des Scheinwerfers unwirksam ist und, umgekehrt, während der Wirkperiode der Steuereinrichtung der oder die Scheinwerfer nicht leuchten. Die für den genannten Zweck geeigneten Unterbrechereinrichtungen sind dem Fachmann ohne weiteres zugänglich, so daß auf die Beschreibung von Ausführungs-

Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge

Zusatz zum Patent: 1 190 413

Anmelder:

Dipl.-Ing. Dr. Konrad Zuse,  
Hünfeld, Im Haselgrund 21

Als Erfinder benannt:

Dipl.-Ing. Dr. Konrad Zuse, Hünfeld

## 2

beispielen und deren zeichnerische Darstellung verzichtet werden kann.

Offensichtlich ist die erfindungsgemäße Verbesserung auch nützlich, wenn sie bei andersartigen Beleuchtungsanlagen angewendet wird, sofern diese durch eine auf Gegenlicht ansprechende Einrichtung gesteuert werden. Alle diese Anlagen sind mit dem Nachteil behaftet, daß die Steuereinrichtung Gegenlicht einer fremden Lichtquelle nicht von reflektiertem Eigenlicht zu unterscheiden vermag.

In der deutschen Patentschrift 895 431 ist eine Beleuchtungseinrichtung beschrieben, bei welcher ebenfalls das Scheinwerferlicht fortlaufend unterbrochen wird, indem es in eine ständige Folge von sehr kurzen Lichtblitzen aufgeteilt ist. Diese Lichtblitze leuchten jeweils gerade in dem Augenblick auf, in dem die entgegengesetzt zur Blickrichtung des Fahrers einfallenden und von einem bewegten optischen System abgelenkten Strahlen des Gegenlichtes in die Beobachtungsrichtung fallen. Hier finden die periodischen Unterbrechungen des Scheinwerferlichtes und des Blickfeldes synchron statt; sie sind im Verhältnis zur Periode von langer Dauer, wie es sich aus der mit dieser Maßnahme gelösten Aufgabe als notwendig ergibt: Das Gegenlicht soll durch diese langdauernden Unterbrechungen möglichst stark geschwächt werden, während die Lichtquelle des eigenen Fahrzeuges, die mit jeder kurzzeitigen Freigabe des Blickfeldes aufleuchtet, keine Schwächung erfährt.

Vom der Erfindung unterscheidet sich die vorerwähnte bekannte Beleuchtungseinrichtung sowohl

hinsichtlich der Aufgabe — sie dient nicht dazu, die fehlerhafte Beeinflussung einer Steuereinrichtung durch reflektiertes Eigenlicht zu verhindern — als auch hinsichtlich der Lösung; die Unterbrechungen des Scheinwerferlichtes und des einfallenden Gegenlichtes finden nicht alternierend, sondern simultan statt.

Patentansprüche:

1. Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge mit einer auf Gegenlicht ansprechenden fotoelektrischen Einrichtung zur Steuerung des oder der Fahrzeugscheinwerfer, insbesondere mit einer richtungsabhängigen Steuerung nach Patent I 190 413, gekennzeichnet durch je eine Unterbrechereinrichtung für das Scheinwerferlicht und das einfallende Gegenlicht, die frequenz-

gleich und alternativ mit einer für das Auge unmerklichen Frequenz arbeiten.

2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbrechereinrichtung aus einer im Strahlengang des Scheinwerfers bzw. der fotoelektrischen Steuereinrichtung liegende bewegliche, vorzugsweise rotierende Blende besteht.

3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbrechereinrichtung aus einem im Stromkreis des Scheinwerfers bzw. der fotoelektrischen Steuereinrichtung liegenden Schaltorgan besteht.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschriften Nr. 895 431, 962 153;  
USA.-Patentschrift Nr. 2 814 000.

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
11 **DE 30 04 247 A 1**

51 Int. Cl. 3:  
**B 60 Q 1/14**

21 Aktenzeichen: P 30 04 247.8-31  
22 Anmeldetag: 6. 2. 80  
43 Offenlegungstag: 13. 8. 81

71 Anmelder:  
Bruhn, Werner, 5216 Niederkassel, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

56 Recherchenergebnis gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG:

DE-PS	11 96 598
DE-AS	11 90 413
AT	2 32 880 =
US	33 16 442 =
DE-OS	21 57 459
FR	21 14 887 =
US	37 31 141 =
DE-OS	21 44 197
FR	21 07 771 =
GB	13 52 999 ..
DE-OS	21 44 033
CH	4 95 235

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 **Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge**

DE 30 04 247 A 1

DE 30 04 247 A 1

Patentanspruch:



Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge

dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Blendschutzkamera die vor dem Kfz liegende  
Fahrbahnszene auf ihrer fotoelektrischen Schicht auf-  
nimmt und diejenigen Signale ausfiltert, die von der  
Beleuchtung entgegenkommender oder vorausfahrender Kfz  
erzeugt werden. Es können auch mehrere Kameras verschie-  
denen Bildausschnitten zugeordnet sein. Die Signale  
dienen zur Steuerung einer Schattenprojektionsscheibe,  
die sich an einer zur Projektion geeigneten Stelle in  
dem (den) Blendschutzscheinwerfer (n) befindet. Die Schat-  
tenprojektionsscheibe kann an beliebigen Stellen ihrer  
lichtdurchlässigen Fläche durch elektronische Steuerung  
lichtundurchlässig gemacht werden. Dadurch werden Schatten  
in die vom Blendschutzscheinwerfer beleuchtete Fahrbahn-  
szene projiziert und so gesteuert, daß sie den Raum ober-  
halb einer jeden identifizierten Lichtquelle in der Fahr-  
bahnszene in der Weise belegen, daß die Fahrer entgegenkom-  
mender Kfz, unabhängig von der Bewegung der Fahrzeuge zu-  
einander, vor Blendung geschützt sind, ohne daß die übrige  
Szene mehr als notwendig verdunkelt wird.

130033/0250

Werner Bruhn  
Zeisigweg 6  
5216 Niederkassel 6

-2-

Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft eine Scheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge, bei der die erforderliche Abblendung zum Schutz des Gegenverkehrs elektronisch gesteuert, gezielt und automatisch ausgeführt wird.

Die bei Kfz verwendeten Scheinwerfer sollen die vor dem Kfz liegende Fahrbahnszene so vollständig wie möglich ausleuchten, dürfen aber die Fahrer entgegenkommender oder vorausfahrender Kfz nicht blenden.

Wie allgemein bekannt, werden Kfz-Scheinwerfer deshalb mit einer Umschaltmöglichkeit ausgestattet, die entweder uneingeschränkte Sichtverhältnisse (Fernlicht) oder einen Lichtkegel mit definierter Obergrenze und definiertem Gefälle zum Schutz vor Blendung erzeugen läßt (Fahrlicht). Spezielle Kameras wie Ikonoskopkameras oder optoelektrische Zellen nach Art der Flüssigkristallzellen, die durch Einfluß von Elektrizität lichtundurchlässig gemacht werden können, (Zeitschrift: Bild der Wissenschaft Nr. 12 Dezember 1979, Seite 116 ff) wurden in diesem Zusammenhang noch nicht verwendet.

Die herkömmliche Anordnung hat den Nachteil, daß bei Benutzung des Fahrlichts die Obergrenze des Lichtkegels infolge Eigenbewegung des Fahrzeugs, Fahrbahnwelligkeit oder evtl. auch Änderung des Beladezustandes, auf- und abschwankt und nicht immer gute Sichtverhältnisse gewährt. Ausserdem wird regelmässig ein viel größerer Teil der Fahrbahnszene abgedunkelt, als zur Ausschließung der Blendung notwendig wäre.

130033/0250

Die Aufgabe der Erfindung besteht in einer grundlegenden Verbesserung der Sichtverhältnisse bei nächtlichen Kfz-Fahrten, indem die genannten Nachteile bei der Beleuchtung der Fahrbahnszene durch Kfz-Scheinwerfer unter Einsatz elektronischer Mittel beseitigt werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Blendschutzscheinwerferanlage gelöst, bei der eine Blendschutzkamera die vor dem Kfz liegende Fahrbahnszene auf ihrer fotoelektrischen Schicht aufnimmt und diejenigen Signale ausfiltert, die von der Beleuchtung entgegenkommender oder vorausfahrender Kfz erzeugt werden. Es können auch mehrere Kameras verschiedenen Bildausschnitten zugeordnet sein. Die Signale dienen zur Steuerung einer Schattenprojektionsscheibe, die sich an einer zur Projektion geeigneten Stelle in dem (den) Blendschutzscheinwerfer (n) befindet. Die Schattenprojektionsscheibe kann an beliebigen Stellen ihrer lichtdurchlässigen Fläche durch elektronische Steuerung lichtundurchlässig gemacht werden. Dadurch werden Schatten in die vom Blendschutzscheinwerfer beleuchtete Fahrbahnszene projiziert und so gesteuert, daß sie den Raum oberhalb einer jeden identifizierten Lichtquelle in der Fahrbahnszene in der Weise belegen, daß die Fahrer entgegenkommender Kfz unabhängig von der Bewegung der Fahrzeuge zueinander vor Blendung geschützt sind, ohne daß die übrige Szene mehr als notwendig verdunkelt wird.



Die Vorteile der Erfindung bestehen in einer erheblichen Verbesserung der Sichtverhältnisse im nächtlichen Kfz-Verkehr, bewirkt durch maximale Vergrößerung des durch die Blendschutzscheinwerfer erfaßten Bereichs der vor dem Kfz liegenden Fahrbahnszene bei gleichzeitiger Verbesserung des Blendschutzes. Subjektiv gesehen fährt man selbst voll aufgeblendet und der Gegenverkehr hat bestens abgeblendet. Dadurch kann die Verkehrssicherheit, besonders für Fußgänger wesentlich gesteigert werden. Die manuelle Tätigkeit des Abblendens bei Gegenverkehr entfällt.

Die Blendschutzscheinwerferanlage soll Schatten produzieren, die wie senkrecht stehende Rechtecke geformt sind, deren obere Seiten durch die Grenze des Lichtkegels gegeben sind, die unteren Seiten werden etwa auf die Höhe der Scheinwerfer oder Rücklichter entgegenkommender oder vorausfahrender Kfz eingerichtet. Die seitlichen Begrenzungen werden entweder durch vorgegebene feste seitliche Abstände von der empfangenen Lichtquelle bestimmt, oder sie werden, bei höherer Präzisionsforderung, durch die Charakteristik der Lichtquelle so veränderlich gemacht, daß sie beim Herannahen eines entgegenkommenden Kfz größer werden, damit der Fahrer in dem breiter werdenden Schatten verbleibt. Jede als charakteristisch erkannte Lichtquelle im Lichtkegelbereich der Blendschutzscheinwerfer soll auf diese Weise mit einem Schatten belegt werden. Die Schatten können sich, wenn mehrere Lichtquellen vorhanden sind, beliebig überlappen und werden so groß eingestellt, daß die mehr oder weniger oberhalb

der Scheinwerfer befindlichen Augen des entgegenkommenden Fahrers gerade nicht vom Licht der Blendschutzscheinwerfer erreicht werden können. Die beiden durch die Scheinwerfer eines entgegenkommenden Autos hervorgerufenen Schatten sollten sich bei blendintensivem Abstand der Fahrzeuge von einander zumindest vereinigen, wodurch ein "Autoschatten" breiter ausfällt als z.B. ein "Motorradschatten".

Zur technischen Realisierung müssen sich die Blendschutzscheinwerfer in einem geringen Grade zur Projektion eignen, einfacherweise dadurch, daß eine Glühlampe nach Art der Projektionslampen verwendet wird, die das Licht bevorzugt nach vorn und hinten abstrahlt. Ein hinter der Lampe angebrachter Hohlspiegel sammelt das nach hinten gerichtete Licht in der Nähe der Glühfäden. Ein oder zwei Sammellinsen, von denen die vordere evtl. den Scheinwerferverschluß bilden kann, schränken die Divergenz des die Lampe verlassenden Lichtes soweit ein, daß ein geeigneter Lichtkegel entsteht.

Unmittelbar hinter dem vorderen Scheinwerferverschluß ist die Schattenprojektionsscheibe angebracht. Die Schärfe der projizierten Schatten dürfte ohne große Bautiefe der Scheinwerfer ausreichen, wenn die Leuchtfäden der Lampe nicht zu großflächig sind.

Die Schattenprojektionsscheibe kann aus einer Vielzahl von waagrecht nebeneinander und senkrecht übereinander angeordneten optoelektrischen Zellen bestehen, die lichtdurchlässig oder undurchlässig gemacht werden können. Die Anzahl der Zellen richtet sich nach der gewünschten Präzision des Schattenwurfs. Jede senkrechte Spalte übereinander angeordneter Zellen kann einen vom Steuersignal abhängigen, von einer Seite ausgehenden mehr oder weniger langen undurchsichtigen Streifen erzeugen. Durch geeignete Schaltung wird bewirkt, daß die Ansteuerung eines beliebigen senkrechten Streifens zur Folge hat, daß eine fest- oder einstellbare Zahl benachbarter Streifen

von dem gleichen Steuersignal erreicht wird. Dadurch wird eine rechteckige Fläche der Undurchsichtigkeit erzeugt und die Breite des Schattens bestimmt. Abhängig von der verwendeten Kamera ist evtl. eine Speichermöglichkeit vorzusehen, die bei Verwendung von periodisch wiederkehrenden Kurzzeitimpulsen die Impulswerte über eine Periode festhält.

#### Die Schattenprojektionsscheibe

kann den gleichen optischen Effekt alternativ auch mit elektrodynamischen Mitteln hervorbringen. z.B. wird die Scheibe aus der erforderlichen Anzahl senkrecht nebeneinanderstehender Kammern aus durchsichtigem Material gebildet. Die Kammern sind mit zwei untereinander nicht mischbaren Flüssigkeiten gefüllt, von denen eine durchsichtig ist, und diejenige mit dem höheren spezifischen Gewicht sich unten befindet. Jede Kammer wird oben und unten durch einen Behälter erweitert, der die davor befindliche Flüssigkeit aufnehmen kann. Die Behälter sind flexibel, die an der einen Seite der Platte nebeneinander befindlichen Behälter setzen die Flüssigkeiten durch eine mechanische Nachgiebigkeit unter Druck, die an der anderen Seite verändern ihr Volumen durch die Bewegung eines elektrodynamischen Systems. Abhängig von der zugeführten elektrischen Energie wandert die Grenze der Flüssigkeiten auf oder ab, wodurch mehr oder weniger lange undurchsichtige Streifen erzeugt werden.

#### Die Blendschutzkamera

kann aus einer kleinen Ikonoskopkamera (Fernsehkamera) bestehen, die schmutzgeschützt im linken Scheinwerfergehäuse oder an anderer geeigneter Stelle des Kfz untergebracht ist und deren Aufnahmerichtung und -winkel etwa den Lichtkegeln der Blendschutzscheinwerfer entspricht. Das auf der lichtempfindlichen Schicht der Kamera befindliche Bild der vor dem Kfz liegenden Fahrbahnszene wird in senkrechten Zeilen abgetastet. Mehrere Zeilen können schalttechnisch zu senkrechten Streifen zusammengefaßt sein. Anstelle der Zusammenfassung kann auch ein waagrecht strichförmiger Elektronenstrahl zur Abtastung

verwendet werden, wobei die Strichbreite der Streifenbreite entspricht. Die Anzahl der Streifen auf der lichtempfindlichen Schicht entspricht der Streifenzahl der Schattenprojektionsplatte. Die den waagerechten Zeilen-bzw. Streifensprung bewirkende Ablenkungseinrichtung der Kamera aktiviert den analogen Streifen der Schattenprojektionsscheibe zur Steuerimpulsaufnahme.

Die senkrechte Auslenkung des Elektronenstrahls erfolgt in Relation zu der abgebildeten Szene von unten nach oben. Die dabei abgelesenen elektrischen Impulse werden einer Filtereinrichtung zugeführt, die den ersten Impuls jeder Zeile oder jeden Streifens passieren läßt, der die Charakteristik des kurzen Rechteckimpulses aufweist, wie er durch einen Scheinwerfer eines entgegenkommenden Kfz erzeugt wird. Auswahlkriterien sind: Beginn auf der Nulllinie, Flankensteilheit, Maximalzeitdauer und Minimalintensität. Der Impuls sollte möglichst nicht mit den durch Reflexion auf regennasser Straße erzeugten, anders geformten Impulsen, verwechselt werden. Die Intensitätseinstellung sollte auch die Rücklichter von vorausfahrenden Kfz bis zu einer gewissen Entfernung berücksichtigen. Aus Impulsdauer in Verbindung mit der Intensität läßt sich ein grober Schätzwert für die Entfernung der Scheinwerfer entgegenkommender Kfz ableiten. Dadurch kann die Anzahl der zu aktivierenden Streifen im Blendschutzscheinwerfer geregelt werden.

Der den Filter verlassende Impuls aktiviert einen Schaltkreis, der die augenblickliche Spannung der für die senkrechte Ablenkung des Elektronenstrahls benutzten Kippschwingung an den Eingang des zugehörigen Streifens im Blendschutzscheinwerfer weitergibt. Dieser Spannungswert ist der Höhe der auslösenden Lichtquelle in Relation zur Fahrzeuglängsachse proportional und dient zur Einstellung der lichtundurchlässigen Teile der Streifen. Dadurch wird die untere Seite der Schatten eingestellt.

#### Die Blendschutzkamera

kann aus einem Objektiv und einer Bildplatte bestehen, deren lichtempfindliche Seite aus einer Vielzahl von miniaturisierten Fotodioden gebildet wird. Diese stehen mit einem Rechner auf der Rückseite der Bildplatte in Verbindung, der aus der Menge der angebotenen Potentiale diejenigen bestimmt, die von ausreichend punktförmigen Lichtquellen stammen. Durch die Lage der ausgewählten Dioden auf der Platte sind die erforderlichen Winkeldaten gegeben. Wenn sich die Blendschutzkamera entsprechend verkleinern läßt, ist ihre Unterbringung auf der Schattenprojektionsscheibe vorstellbar.

Die Blendschutzkamera kann, um Steuer- oder Rechenvorgänge zu vereinfachen, aus mehreren Teilen bestehen. Jeder senkrechte Streifen der Schattenprojektionsscheibe kann z.B. mit einer kleinen Kamera verbunden sein, die optisch so eingerichtet ist, daß sie nur Signale aus dem schmalen Winkelbereich der Fahrbahnszene empfängt, der bildmäßig dem betreffenden Streifen zuzuordnen ist. Jeder Streifen wird so durch seine eigene Kamera gesteuert, alle Kameras zusammen erfassen den Bildinhalt der gesamten Fahrbahnszene.

#### Die Blendschutzscheinwerferanlage

sollte nach ausreichender Entwicklung zweckmässigerweise das herkömmliche "Fernlicht" ersetzen. Das herkömmliche "Fahrlicht" kann mit den Blendschutzscheinwerfern entweder durch entsprechende Ansteuerung der Schattenprojektionsscheibe oder, wie bisher, durch Anordnung eines zweiten Glühfadens an passender Stelle erreicht werden. Das "Fahrlicht" wird natürlich weiterhin für Ortsdurchfahrten, Nebelfahrten und zum Schutz entgegenkommender Fußgänger benötigt.

**Bibliographic data: DE3101855 (A1) — 1982-08-05****Anti-dazzle headlight system for motor vehicles**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** BRUHN WERNER [DE] ± (BRUHN,WERNER, ; BRUHN, WERNER, 5216 NIEDERKASSEL, DE)**Applicant(s):** BRUHN WERNER ± (BRUHN,WERNER, ; BRUHN, WERNER, 5216 NIEDERKASSEL, DE)**Classification:** - **international:** B60Q1/00; B60Q1/14; (IPC1-7): B60Q1/14  
- **cooperative:** B60Q1/0023; B60Q1/14; B60Q2300/056**Application number:** DE19813101855 19810122**Priority number(s):** DE19813101855 19810122 ; DE19803004247 19800206**Also published as:** DE3101855 (C2)**Abstract of DE3101855 (A1)**

System in which the dazzling from motor vehicle headlights is controlled electronically by means of a special camera in such a way that only the space above the light sources of oncoming motor vehicles remains excluded from the illumination. The light-sensitive layer of the camera and a disc which is projected forwards by the headlight are divided up into vertical strips which are assigned to one another. Small panels which are located one next to the other in vertical fashion form with their narrow sides the light-sensitive layer of the camera and contain the required circuits. A direct current control controls the displaceable transparency threshold of strip-shaped optoelectrical cells on the projection disc so that above each light source in the region of the headlights a rectangular shadow whose width and height are controlled is produced. The light of the headlight which is not utilised for projection forms the far side parts of the region of illumination of the headlights. Projection disc and lamp can be replaced by a projected light source which is divided up into corresponding strips. If required, the light source can be switched off in rapid succession for imperceptibly short times whilst the camera receives the control signals.



(21) Aktenzeichen:  
(22) Anmeldetag:  
(43) Offenlegungstag:

P 31 01 855 6 31  
22. 1. 81  
5. 8. 82

(71) Anmelder:  
Bruhn, Werner, 5216 Niederkassel, DE

(61) Zusatz zu: P 30 04 247.8

(72) Erfinder:  
Bruhn, Werner, 5216 Niederkassel, DE

DE 3101855 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) **Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge**

Anlage, bei der die Abblendung von Kfz-Scheinwerfern mittels einer besonderen Kamera optoelektronisch gesteuert wird, daß nur der Raum oberhalb der Lichtquellen entgegenkommender Kfz von der Beleuchtung ausgeschlossen bleibt. Die lichtempfindliche Schicht der Kamera und eine vom Scheinwerfer nach vorn projizierte Scheibe sind in einander zugeordnete senkrechte Streifen eingeteilt. Kleine, senkrecht nebeneinander stehende Platten bilden mit ihren Schmalseiten die lichtempfindliche Schicht der Kamera und enthalten die erforderlichen Schaltungen. Eine Gleichstromsteuerung regelt die verschiebbare Durchsichtigkeitsgrenze von streifenförmigen optoelektrischen Zellen auf der Projektionsscheibe so, daß oberhalb jeder Lichtquelle im Scheinwerferbereich ein rechteckiger, in Breite und Höhe gesteuerter Schatten entsteht. Das nicht zur Projektion genutzte Licht des Scheinwerfers bildet die weit seitlichen Teile des Scheinwerferleuchtbereiches. Projektionsscheibe und -lampe können durch eine in entsprechende Streifen aufgeteilte und projizierte Lichtquelle ersetzt werden. Erforderlichenfalls wird die Lichtquelle für unsichtbar kurze Zeiten in schneller Folge abgeschaltet, während die Kamera die Steuersignale aufnimmt. (31 01 855)

DE 3101855 A1

Patentansprüche:

- (1.) Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge bestehend aus einer Blendschutzkamera, die von der durch den Scheinwerfer der Anlage erleuchteten Szene auf der Fahrbahn ein Bild auf ihrer fotoelektrischen Schicht erzeugt. Durch eine Vielzahl von lichtempfindlichen Zellen der in senkrechte Streifen eingeteilten Schicht werden Signale gewonnen, die zur Steuerung einer Schattenprojektionsscheibe dienen. Diese ist in analoge senkrechte Streifen gleicher Anzahl und Raumzuordnung eingeteilt, bei denen die Lichtemission in Form einer in Längsrichtung verschieblichen Grenze auf elektrische Weise regelbar ist. Die Schattenprojektionsscheibe wird durch den besonderen Scheinwerfer der Anlage nach vorn projiziert. Dabei werden mit den Steuersignalen der Blendschutzkamera rechteckige Schatten regelbarer Breite erzeugt, die den Raum oberhalb jeder von anderen Kfz stammenden Lichtquelle im Leuchtbereich der Scheinwerfer von der Beleuchtung ausschließen, um Blendung zu vermeiden, dadurch gekennzeichnet, daß die Blendschutzkamera eine der erforderlichen Streifenzahl entsprechende Menge kleiner, im wesentlichen rechteckiger Platten enthält, die auf oder in sich die zur Steuerung der Schattenprojektionsscheibe erforderlichen, möglichst integrierten Schaltungen tragen. Die Platten stehen senkrecht dicht aneinander, jeweils eine Schmalseite ist dem in Brennweite davor befindlichen Objektiv zugekehrt und trägt die zu der Platte gehörigen Lichtempfänger, die in der erforderlichen Anzahl dicht übereinander angeordnet sind.

Die lichtempfindliche Fläche der einzelnen Empfangselemente



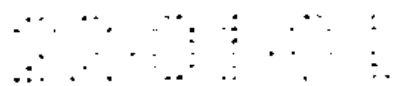
- 10 -

- 2 -

ist so klein, daß die Abbildung einer kleinen Lichtquelle schon den unteren Empfindlichkeitsgrenzwert überschreitet und signalauslösend wirkt, während eine großflächige Lichtquelle gleicher Intensität unberücksichtigt bleibt.

Die von der Blendschutzkamera gesteuerten Streifen auf der Schattenprojektionsscheibe sind je durch eine streifenförmige optoelektrische Zelle gebildet, die in Abhängigkeit vom Steuersignal einen in der Länge veränderlichen Streifen der Undurchsichtigkeit hervorbringt, der von einer Seite ausgeht.

Die zur Projektion der Schattenprojektionsscheibe benutzten Scheinwerfer enthalten einen Reflektor ( 1 ), der so geformt ist, daß das nach hinten die Glühbirne verlassende Licht zur Ausnutzung bei der Projektion in bekannter Weise in Glühdrahtnähe gesammelt wird. Das seitlich die Glühbirne verlassende Licht, das bei der Projektion nicht verwendet werden kann, wird neben der Projektionseinrichtung nach vorne geführt und als Streulicht zur Fahrbahnerleuchtung mit herangezogen. Die Lichtquelle des Scheinwerfers kann in für das Auge unsichtbar kurzen Abständen kurzzeitig abgeschaltet, oder die Lichtemission des Scheinwerfers durch entsprechende kurzzeitige Aktivierung aller Streifen reduziert werden. Die Signalgewinnung erfolgt impulsartig während der Zeiten, in denen keine störenden Reflexionen durch den eigenen Scheinwerfer hervorgerufen werden können.



- 2. Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die lichtempfindlichen Zellen an den Plattenschmal-  
seiten Fotowiderstände ( 6 ) sind, von denen jeder über die  
Basis eines Transistors einen Schaltvorgang auslösen kann,  
der eine feste Bezugsspannung ( 4 ) an einen Spannungsteiler  
( 8 ) legt. Die Spannungsteiler sind so eingeteilt, daß  
die abgegriffene Spannung zur Lage des betreffenden Ele-  
mentes auf der Platte proportional ist. Die Abgriffe sind  
über Dioden mit dem Ausgang ( 7 ) verbunden, die nur die  
höchste Spannung weitergeben. Die von der Lichtstärke ab-  
hängige Potentialverschiebung an den Fotowiderständen er-  
zeugt das Signal der Intensität an Ausgang ( 9 ). Dieses  
Signal gelangt an die Basis von Transistoren, deren Emitter  
an einem festeingestellten Spannungsteiler liegen und  
steuert die Weitergabe des Höhenwinkelsignals intensitäts-  
abhängig an bestimmte Ebenen eines Diodennetzwerkes, von  
denen jede die Ansteuerung einer bestimmten Zahl benach-  
barter Streifen bewirkt. Die Signale von Ausgang ( 11 ) und  
den entsprechenden Ausgängen werden erforderlichenfalls nach  
Wechselrichtung und Glättung zur Steuerung streifenförmiger  
Flüssigkristallzellen mit spannungsabhängig verschieblicher  
Durchsichtigkeitsgrenze auf der Schattenprojektionsscheibe  
verwendet.
  
- 3. Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge bestehend  
aus einer Blendschutzkamera, die von der durch den Schein-  
werfer der Anlage erleuchteten Szene auf der Fahrbahn ein  
Bild auf ihrer fotoelektrischen Schicht erzeugt. Durch eine  
Vielzahl von lichtempfindlichen Zellen der in senkrechte  
Streifen eingeteilten Schicht werden Signale gewonnen,  
die zur Steuerung einer Schattenprojektionsscheibe dienen.  
Diese ist in analoge senkrechte Streifen gleicher Anzahl

und Raumzuordnung eingeteilt, bei denen die Lichtemission in Form einer in Längsrichtung verschieblichen Grenze auf elektrische Weise regelbar ist. Die Schattenprojektionsscheibe wird durch den besonderen Scheinwerfer der Anlage nach vorn projiziert. Dabei werden mit den Steuersignalen der Blendschutzkamera rechteckige Schatten regelbarer Breite erzeugt, die den Raum oberhalb jeder von anderen Kfz stammenden Lichtquelle im Leuchtbereich der Scheinwerfer von der Beleuchtung ausschließen, um Blendung zu vermeiden,

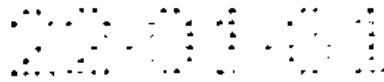
dadurch gekennzeichnet,

daß die Schattenprojektionsscheibe aus einer flächenhaften Lichtquelle, vorzugsweise aus einer Gasentladungslampe besteht, bei der die Lichtemission an beliebigen Stellen auf elektrische Weise unterbunden werden kann.

4. Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine flächenhafte Quecksilberhochdrucklampe in senkrechte Kammern eingeteilt ist. Dabei läßt sich die Länge der einzelnen leuchtenden Quecksilberdampfsäulen durch geeignet angebrachte Elektroden regeln.



3101855

Werner Bruhn  
Zeisigweg 6  
5216 Niederkassel 6

- 5 -

Aktenzeichen:

Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung bezieht sich auf eine Blendschutzscheinwerferanlage für Kraftfahrzeuge gemäß Patentanmeldung A.Z.: P 30 04 247.8-31, bestehend aus einer Blendschutzkamera, die von der durch den Scheinwerfer der Anlage erleuchteten Szene auf der Fahrbahn ein Bild auf ihrer fotoelektrischen Schicht erzeugt. Durch eine Vielzahl von lichtempfindlichen Zellen der in senkrechte Streifen eingeteilten Schicht werden Signale gewonnen, die zur Steuerung einer Schattenprojektionsscheibe dienen. Diese ist in analoge senkrechte Streifen gleicher Anzahl und Raumzuordnung eingeteilt, bei denen die Lichtemission in Form einer in Längsrichtung verschieblichen Grenze auf elektrische Weise regelbar ist. Die Schattenprojektionsscheibe wird durch den besonderen Scheinwerfer der Anlage nach vorn projiziert. Dabei werden mit den Steuersignalen der Blendschutzkamera rechteckige Schatten regelbarer Breite erzeugt, die den Raum oberhalb jeder von anderen Kfz stammenden Lichtquelle im Leuchtbereich der Scheinwerfer von der Beleuchtung ausschliessen, um Blendung zu vermeiden.

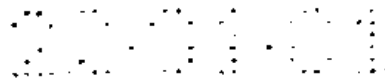
Bekannt sind Scheinwerfer, bei denen eine geradlinige Hell-Dunkelgrenze durch das Licht entgegenkommender Kfz so gesteuert wird, daß sie, von einer Seite ausgehend, den Raum von der Beleuchtung ausschließt, aus dem das Licht kommt. Auch werden mehrere zusammengehörige Scheinwerfer dieser Art so gesteuert, daß die Hell-Dunkelgrenzen unabhängig voneinander verschiedene Bereiche erfassen.

- DE - PS 11 96 598
- DE - AS 11 90 413
- DE - OS 21 57 459
- DE - OS 21 44 197
- CH        4 95 235

Bei den Scheinwerfern, die eine lichtdurchlässige, beleuchtete Scheibe nach vorn projizieren, können festgelegte Bereiche durch elektrische Kräfte (z.B. Kerr-Effekt) automatisch undurchsichtig gemacht werden.

- DE - OS 21 44 033

Die Scheinwerfer dieser Art bewirken, soweit sie richtungsmäßig steuerbar sind, die Abblendung eines wesentlich größeren Teiles der Fahrbahn, als zur Ausschliessung der Blendung nötig wäre. Bei Auslösung durch Lichtquellen, die nicht von Fahrzeugen stammen, kann es zu schädlichen Verdunklungen des Scheinwerferleuchtbereiches kommen. Zur Erzeugung einer ausreichend scharfen-Hell-Dunkelgrenze werden ferner bewegliche Teile benötigt. Sofern die Projektion einer ohne mechanische Teile veränderlichen Scheibe vorgesehen ist, lassen sich die erzeugten Abblendungsbereiche nicht richtungsmäßig steuern.



3101855

- 5 -

- 7 -

Die mit o.a. Anmeldung angestrebte Verbesserung der automatisch gesteuerten Abblendung erfordert einen höheren technischen Aufwand als notwendig. Auch geht bei der Projektion das seitlich die Glühbirne verlassende Licht verloren. Ferner ist nicht mit Sicherheit auszuschließen, daß reflektiertes Licht der eigenen Scheinwerfer zu Störungen der Anlage führt.

Aufgabe der Erfindung ist daher die Verbesserung und weitere Ausbildung der o.a. Patentanmeldung zugrundeliegenden Technik besonders in Richtung einer Vereinfachung und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Die Lösung dieser Aufgabe wird durch eine Blendschutzkamera erreicht, bei der die dem Objektiv zugekehrte lichtempfindliche Schicht aus den Schmalseiten kleiner, rechteckiger Platten zusammengesetzt ist, die senkrecht dicht aneinander stehen und die notwendigen Schaltungen möglichst in integrierter Form tragen. Jede lichtempfindliche Schmalseite enthält dicht übereinander die notwendigen lichtempfindlichen Zellen. Bei der Bemessung der Größe der lichtempfindlichen Schicht jeder einzelnen Zelle ist einerseits von den Grenzen auszugehen, die durch die Fertigungsmöglichkeiten besonders im Hinblick auf die angestrebte Miniaturisierung der Blendschutzkamera gegeben sind. Andererseits hat eine Aufteilung der lichtempfindlichen Schicht in möglichst viele kleine Bereiche zur Folge, daß großflächige Lichtquellen auf natürliche Weise unterdrückt werden, weil ein Signal erst ausgelöst wird, wenn jeder Teil großflächiger Lichtquellen, der in der Abbildung die Größe eines lichtempfindlichen Bereiches hat, genügend Licht abstrahlt.

Auf diese Weise kann verhindert werden, daß die Anlage durch Reflexionen ihrer eigenen Scheinwerfer, z.B. durch einen hell gekleideten Fußgänger, ausgelöst wird, obwohl ihre Empfindlichkeit zur Auslösung bei Rücklichtern und entfernten, abgeblendeten Kfz. ausreicht.

Die spezielle Empfindlichkeit für Rücklichter läßt sich durch die Verwendung von Zellen mit besonderer Empfindlichkeit für die passende Lichtwellenlänge oder Anordnung von Rotfiltern vor der lichtempfindlichen Schicht verbessern.

Die Schaltung jeder Platte liefert ein Signal, das die Information über die Lage des von Licht getroffenen Empfangselementes bzw. die Höhe enthält, in der die Platte von Licht getroffen wird und ein weiteres Signal, das die Information über die Intensität der stärksten auf ihrer Schmalseite abgebildeten Lichtquelle enthält.

Jede Platte enthält ferner je ein Element einer Schaltung, die den Wert des Höhenwinkelsignals an die benachbarten Platten weitergibt, um die Schattenbreite zu regeln. Dabei bestimmt das Intensitätssignal die Anzahl dieser Platten. In einer vereinfachten Ausführung wird auf die Regelung der Schattenbreite verzichtet und eine festliegende Platten- bzw. Streifenzahl über Zweigleitungen mit Dioden angesteuert.

Die gleiche Wirkung kann auch durch Anordnung einer senkrecht zylindrischen Linse unmittelbar vor oder hinter dem Objektiv erreicht werden, die jeden Lichtpunkt auf der lichtempfindlichen Schicht zu einem kleinen waagerechten Strich auseinanderzieht, wodurch mehrere Platten von Licht getroffen werden.

3101855

3101855

- 5 -

- 9 -

Jede Platte der Blendschutzkamera ist in bekannter Weise mit einem Streifen auf der Schattenprojektionsscheibe verbunden, der bei der Projektion den gleichen Raum erfaßt, wie der Abbildungsbereich des lichtempfindlichen Streifens auf der Platte. Die Streifen auf der Schattenprojektionsscheibe werden durch je eine streifenförmige optoelektrische Zelle gebildet, die in Abhängigkeit vom Steuersignal einen in der Länge veränderlichen Streifen der Undurchsichtigkeit hervorbringt, der von oben oder unter ausgeht. Die von den Platten kommenden Höhenwinkelsignale steuern die zugehörigen Streifen so, daß die gewünschte Wirkung entsteht.

Die zur Projektion der Schattenprojektionsscheibe benutzten Scheinwerfer sind entweder nach der in der o.a. Anmeldung angegebenen Art oder wie ein herkömmlicher Projektor aufgebaut. (Fig. 1). In jedem Fall ist es zweckmässig, das seitlich die Lampe verlassende Licht, das nicht zur Projektion verwendet werden kann, auszunützen. Dieses geschieht durch einen geeigneten Reflektor 1, der die seitlichen Lichtstrahlen unter Umgehung der Projektionseinrichtung nach vorne leitet, wo sie als Streulicht austreten, das den weit seitlichen Nahbereich des Scheinwerfers aufhellt und zur Auslösung der Anlagen entgegenkommender Kfz dient.

Die Blendschutzkamera 2 kann hinter der Windschutzscheibe im Wischbereich der Scheibenwischer angebracht werden oder sie wird, bei ausreichender Kleinheit, gemäß Fig. 1 fest mit der Schattenprojektionsscheibe 3 verbunden. Diese Anordnung ist bei regennasser Straße günstig zur Ablendung der Scheinwerferspiegelbilder. Die Scheinwerfer sollten dafür nicht zu weit unterhalb der Augen der Fahrer angebracht sein. Der rechte Scheinwerfer kann den rechten und der linke Scheinwerfer den linken Teil des durch die Fahrzeugmittellinie geteilten Leuchtbereiches erfassen. Die Scheinwerfer sollten vor Verschmutzung geschützt werden.



Unter ungünstigen Umständen, deren Eintritt nach bisherigen Versuchsergebnissen kaum zu befürchten ist, kann bei hoher Leuchtstärke der Scheinwerfer das durch Reflexion zur Blendschutzkamera zurückkehrende Licht zu Störungen führen. In diesem Fall kann es erforderlich werden, die Leuchtkraft des Scheinwerfers während der Signalaufnahme zu reduzieren. Dieses muß in für das Auge unsichtbar schneller Folge geschehen. Dabei muß während der Dunkelzeiten genügend Streulicht erhalten bleiben, sonst besteht die Gefahr des Aufblendens, wenn die verwendete Rechteckschwingung sich in Phasengleichheit zu der des Gegenverkehrs befindet. Bei genügender Schaltgeschwindigkeit der optoelektrischen Zellen kann die Lichtabschaltung durch impulsreihenartige Ganzauslösung aller Zellen der Schattenprojektionsscheibe geschehen. Sonst kommt die kurzzeitige Abschaltung einer geeigneten Projektionslampe, z.B. eine Quecksilberdampf Lampe oder die Anordnung einer geeigneten Drehblende in der Nähe der Lampe infrage.

Die Vorteile der Erfindung bestehen in einer Vereinfachung der Blendschutzkamera und der Schattenprojektionsscheibe, einer besseren Lichtausnutzung der Scheinwerfer und der Schaffung einer sicheren Möglichkeit der Ausschaltung störender Reflexe.

In dem folgenden Ausführungsbeispiel wird lediglich die Schaltung der Platten in der Blendschutzkamera und deren Anschluß an die Schattenprojektionsscheibe näher erläutert. Dabei kommt eine Gleichspannungsanalogsteuerung zur Anwendung. Die Fotowiderstände einer Platte sind in eine Schaltung eingefügt, die in Fig.2 ausschnittsweise für drei Schaltelemente dargestellt ist. Eine feste Spannung, z.B. 8 Volt, liegt an

- 7 -

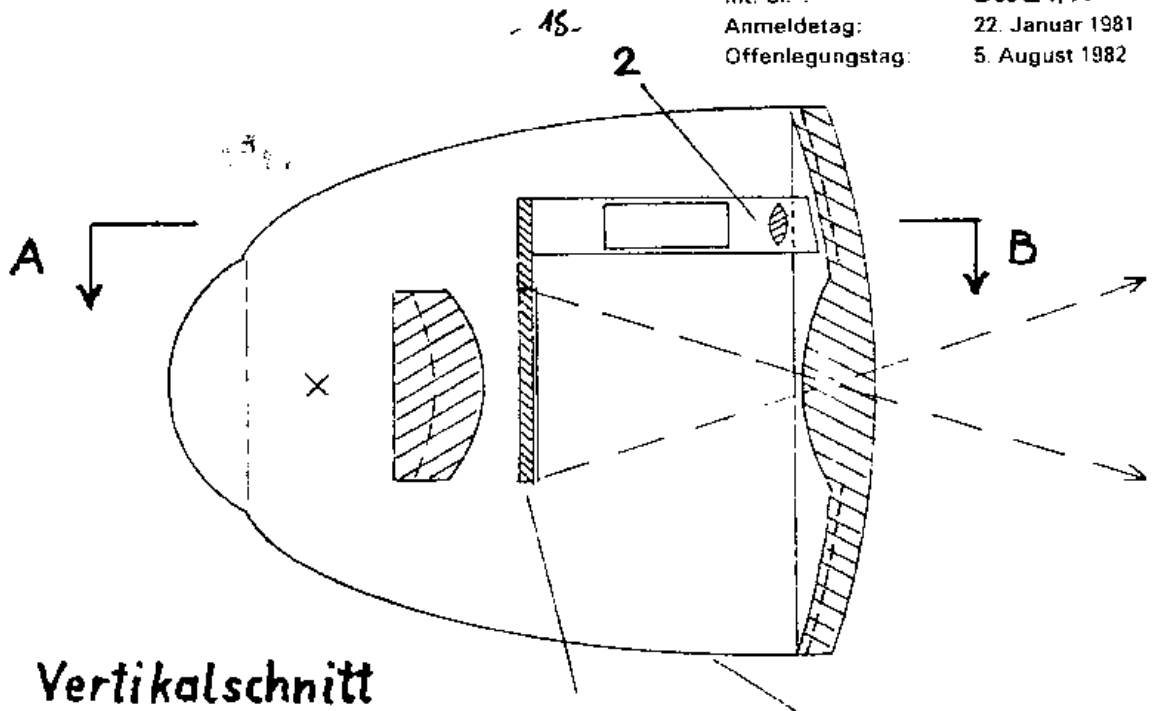
M

Anschluß 4, Anschluß 5 dient zur Einstellung der Empfindlichkeit (7,5 - 12 Volt). Wird beispielsweise der Fotowiderstand 6 belichtet, erscheint am Anschluß 7 ein Signal, das durch den Spannungsteiler 8, der für jedes Element passend eingestellt ist, proportional zur Lage des Elementes auf der Platte bzw. zum Vertikalwinkel gemacht wird. Die Signalspannung steigt also von Element zu Element gleichmässig an und zwar so, daß die niedrigste Lichtquelle, die sich auf dem betreffenden Streifen abbildet, das Signal mit der höchsten Spannung erzeugt. Bei mehreren belichteten Fotowiderständen wird nur die höchste Spannung berücksichtigt. An Anschluß 9 wird ein invertiertes Signal gewonnen, das zur Lichtstärke auf dem am meisten beleuchteten Fotowiderstand der Platte proportional ist. Die Signale von Anschluß 7 werden, erforderlichenfalls nach Dämpfung zu schneller und sprunghafter Änderungen an Anschluß 10 der in Fig.3 auszugsweise dargestellten Schaltung geführt, von der jede Platte eines der drei dargestellten Schaltelemente enthält. Das Signal gelangt an Ausgang 11 und über Dioden an die beiden benachbarten Ausgänge. Das Signal von Anschluß 9 wird auf einen Spannungsspielraum zwischen 12 und 9 Volt eingestellt und an Anschluß 12 geführt. Von hier aus löst es über die an einem Spannungsteiler liegenden Transistoren die Weitergabe des Vertikalwinkelsignals bei steigender Lichtintensität an zwei oder vier weitere benachbarte Streifen aus. Vom Ausgang 11 gelangt das Vertikalwinkelsignal evtl. nach Wechselrichtung an eine streifenförmige Flüssigkristallzelle, deren Durchsichtigkeitsgrenze sich proportional zur angelegten Spannung in Längsrichtung ändert. Die FK-Zellen befinden sich nebeneinander auf einer durchsichtigen Platte und sind so angeordnet, daß bei Projektion dieser Platte die gewünschte Wirkung entsteht.

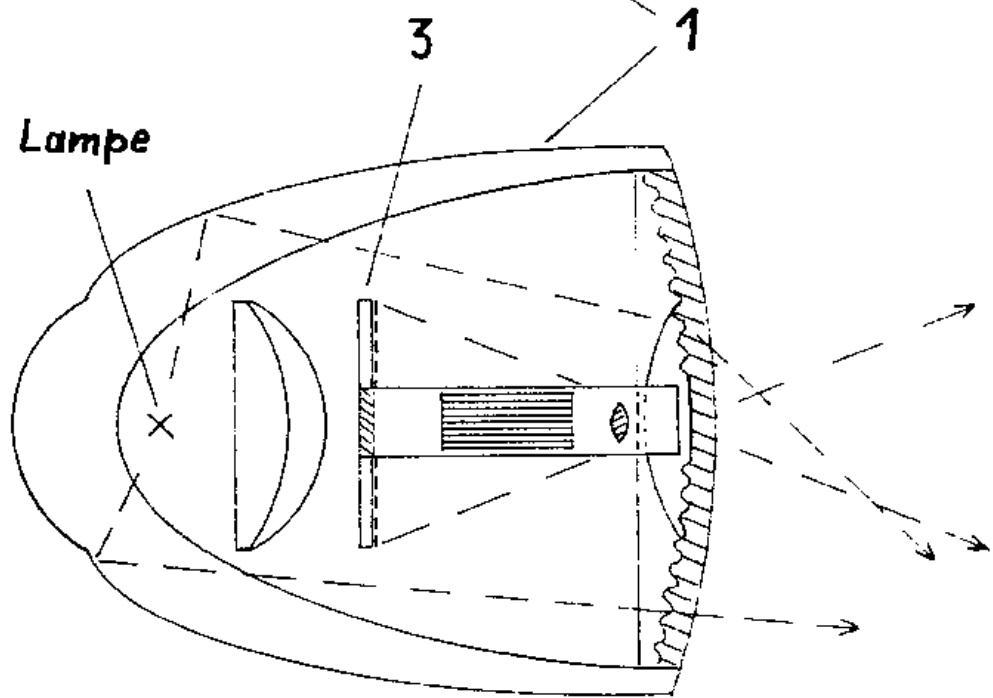
Bei einer abweichenden Ausführung der Schattenprojektions-scheibe stellt diese selbst die Projektionslichtquelle dar. Dazu ist eine flächenhafte Lichtquelle erforderlich, die das Licht möglichst senkrecht zur Fläche in eine Richtung abstrahlt. Die Lichtemission muß in senkrechte Streifen einteilbar sein, die sich in der Länge regeln lassen. Die Vorteile dieser Ausführung werden in einer Vereinfachung des Scheinwerfers durch Wegfall der Kondensorlinsen sowie in einer Verringerung der erforderlichen Einbautiefe gesehen.

In einem Ausführungsbeispiel besteht diese Lichtquelle aus einer entsprechend gebauten Quecksilberhochdrucklampe, bei der die Gasentladung in streifenförmigen, senkrecht stehenden Kammern erfolgt. Durch geeignete evtl. gitterartige Elektroden dürfte sich die Streifenlänge regeln lassen. Diese Art Lampe läßt sich fast trägheitslos kurzzeitig abschalten.

Nummer. 3101855  
Int. Cl.<sup>3</sup> B60Q 1/14  
Anmeldetag: 22. Januar 1981  
Offenlegungstag: 5. August 1982



Vertikalschnitt



Horizontalschnitt bei A-B

Fig. 1

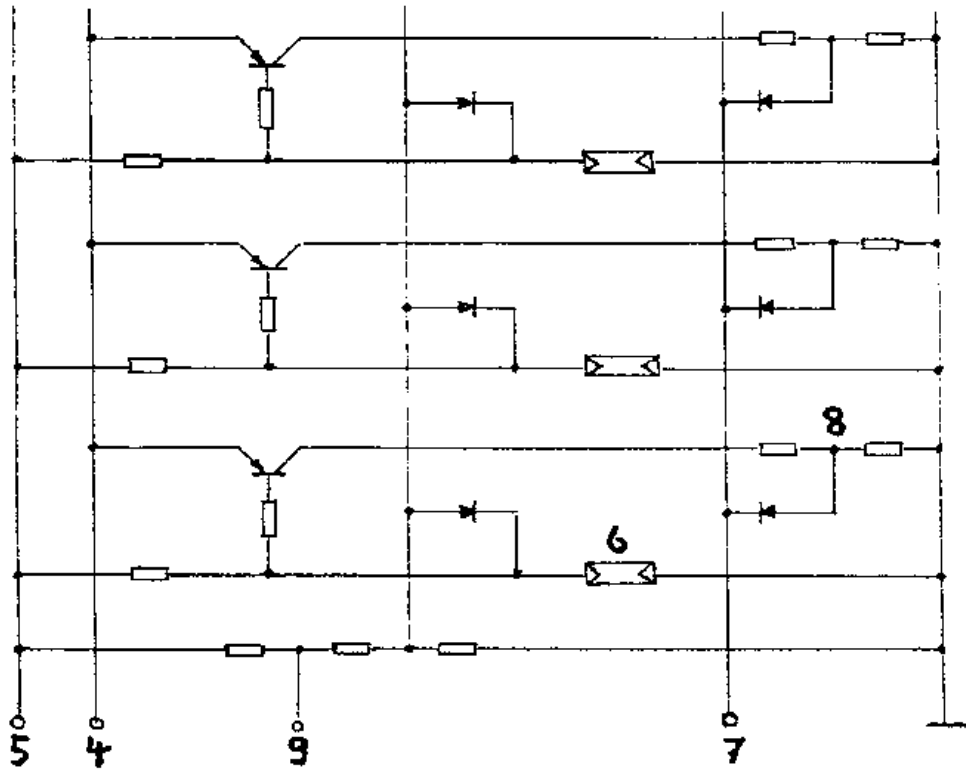


Fig.2

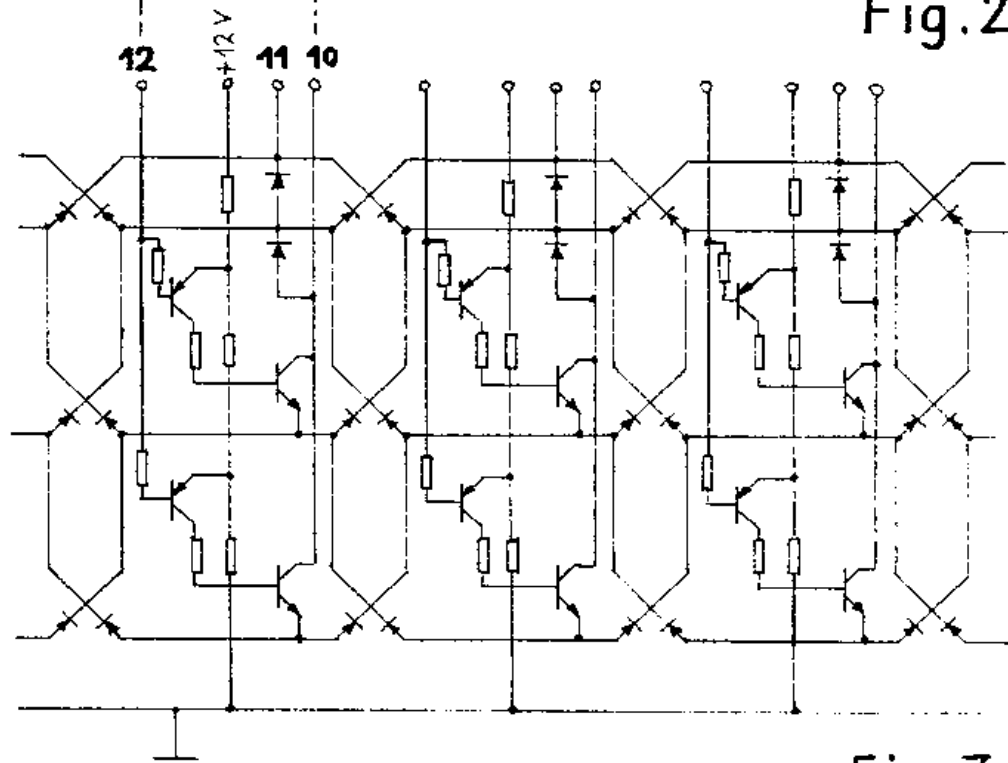


Fig.3

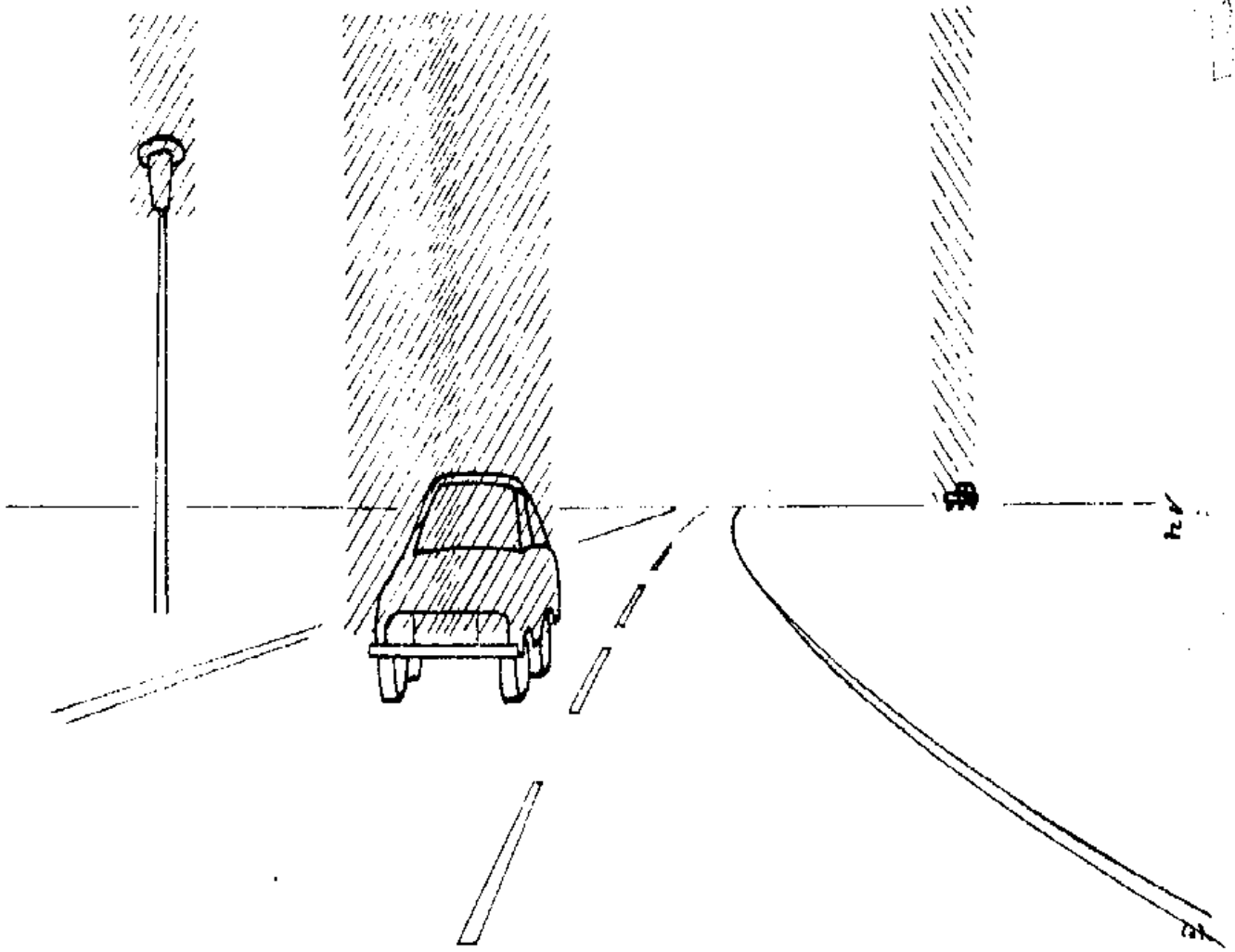


Fig. 4

3 1 0 1 8 5 5



Espacenet

Bibliographic data: DE3248511 (A1) — 1984-07-05

## All-round viewing device for motor vehicles

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** BISSENDEN DEREK [DE] ± (BISSENDEN,DEREK)  
**Applicant(s):** BISSENDEN DEREK ± (BISSENDEN,DEREK)  
**Classification:** - **international:** *B60R1/00*; (IPC1-7): B60R1/10  
- **cooperative:** B60R1/00; B60R2300/105  
**Application number:** DE19823248511 19821229  
**Priority number(s):** DE19823248511 19821229

## Abstract of DE3248511 (A1)

In a motor vehicle, a display is arranged in the field of vision of the driver of the vehicle. The said display is connected by means of optical waveguides, in particular optical fibres to image sensors which are arranged distributed in the exterior surfaces of the motor vehicle in such a way that the driver of the motor vehicle can monitor all the sectors surrounding the motor vehicle which are of interest. The image sensors are correspondingly aligned funnels in which lens systems are located which focus the incident light on the end face of the optics of the optical fibre. In the individual displays, which are preferably combined in a group, funnel-shaped connecting elements are also provided, which connecting elements contain corresponding lens systems with which the image which emerges from the optical fibres in a grid form is deflected onto the display surface.



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 32 48 511.5  
22 Anmeldetag: 29. 12. 82  
43 Offenlegungstag: 5. 7. 84

DE 3248511 A1

71 Anmelder:  
Bissenden, Derek, 2110 Buchholz, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder



54 Rundum-Sichtgerät für Kraftfahrzeuge

In einem Kraftfahrzeug wird im Blickfeld des Fahrzeugführers ein Display angeordnet, welches über Lichtleiter, insbesondere Lichtleitfaserbündel mit Bildaufnehmern verbunden ist, die so in den Außenflächen des Kraftfahrzeuges verteilt angeordnet sind, daß der Kraftfahrzeugführer alle interessierenden das Kraftfahrzeug umgebenden Sektoren überwachen kann. Bei den Bildaufnehmern handelt es sich um entsprechend ausgerichtete Trichter, in denen sich Linsensysteme befinden, die das einfallende Licht auf die Stirnfläche der Lichtfaser-Optik fokussieren. Bei den einzelnen Displays, die vorzugsweise in einer Gruppe zusammengefaßt sind, sind ebenfalls trichterförmige Verbindungstücke vorgesehen, die entsprechende Linsensysteme enthalten, mit denen das aus den Lichtfasern gerastert austratende Bild auf die Displayfläche gelenkt wird.

DE 3248511 A1



Patentansprüche

1. Rundum-Sichtgerät für Kraftfahrzeuge, gekennzeichnet durch ein im Blickfeld des Fahrers angeordnetes Display (10), welches über einen flexiblen Lichtleiter (81) mit einem am Fahrzeugheck angeordneten Bildaufnehmer (31) verbunden ist.
2. Sichtgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Display (10) mit einer Mehrzahl von Displayfeldern (11-16) versehen ist, die über separate Lichtleiter an eine Mehrzahl von Bildaufnehmern (31-36) angeschlossen sind und in ihrer Gesamtheit eine Panoramaaufnahme des Fahrzeugumfeldes liefern.
3. Sichtgerät nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein hinterer und zwei seitliche Bildaufnehmer (31, 33, 35) vorgesehen sind, die am Display (10) über Lichtleiter (81) an ein mittleres Displayfeld (11) für den Rückblick und zwei seitliche Displayfelder (13, 15) für die Seitenblicke angeschlossen sind.
4. Sichtgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die Fahrzeugseiten jeweils zwei Bildaufnehmer (33, 34, 35, 36) für einen vorderen und einen hinteren Blicksektor (113, 115, 114, 116) vorgesehen sind, die über die Lichtleiter mit entsprechend am Display (10) angeordneten Displayfeldern (13 bis 16) verbunden sind.

3248511

3.

Rechtsanwälte  
DR. HEINZ HARMSEN  
DR. WOLFGANG UTESCHER  
DIPL.-CHEM. PETER HARMSEN  
H. J. BARTHOLATUS  
DR. MICHAEL SCHAEFFER  
DR. FRIEDRICH W. FRICKE

Anwälte Harmsen, Utescher pp., Postf. 102905, 2000 Hamburg 1

Derek Bissenden  
Sprötzer Bahnhofstr. 32A  
2110 Buchholz-Sprötze

Patentanwälte  
DR. G. SIEWERS  
DIPL.-ING. HANS W. SCHÖNING  
zugelassene Vertreter beim  
Europäischen Patentamt

Unser Zeichen  
Pt 67/82 sg 5/as

Ihr Zeichen

Betreff:

Datum 28.12.1982

Rundum-Sichtgerät für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft ein Rundum-Sichtgerät für Kraftfahrzeuge.

Für das sichere Manövrieren von Kraftfahrzeugen ist es erforderlich, daß der Fahrer nicht nur einen freien Blick nach vorne hat, sondern auch die Möglichkeit erhält, die Straße links und rechts seines Fahrzeuges zu überwachen. Dies geschieht seit vielen Jahrzehnten mit Rückspiegeln, die als Innenspiegel durch das Rückfenster einen relativ kleinen Bereich der Straße hinter dem Fahrzeug zeigen und über außenliegende Seitenteile einen Einblick in sehr kleine Sektoren neben dem Fahrer und gegebenenfalls auch an der Beifahrerseite ermöglichen. So gehört es zu üblichem Fahrverhalten, daß der Fahrer eines Kraftfahrzeuges stark ermüdende Bewegungen mit seinen Augen oder sogar dem ganzen Kopf durchführen muß. Sein Blick hat ständig zu wechseln zwischen einem vorderen Blick auf die Fahrbahn, einem nach oben gerichteten Blick zum mittleren Rückspiegel und einem seitlichen Blick zu dem oder den Außenspiegeln. Je höher die Fahrgeschwindigkeiten werden, desto häufiger muß der Kraftfahrer seine

5. Sichtgerät nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein Bildaufnehmer (32) vorgesehen ist, der in Fahrtrichtung zeigt und im Display (10) ein mittig angeordnetes Feld (12) versorgt.
6. Sichtgerät nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleiter aus mit Schläuchen ummantelten Bündeln flexibler Lichtleitfasern bestehen, die an ihren Enden gefaßt, miteinander verklebt und an der Stirnfläche geschliffen und optisch poliert sind.
7. Sichtgerät nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfasern des Lichtleiters über die ganze Länge in genauer paralleler Ausrichtung verbunden sind.
8. Sichtgerät nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleiter mindestens 10 000 Lichtleitfasern enthalten, deren Durchmesser 0,01 mm oder weniger beträgt.
9. Sichtgerät nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildaufnehmer (31-36) und Displays (11-16) trichterförmig ausgebildet sind und Linsensysteme enthalten, die die einfallenden Lichtstrahlen auf das Lichtleiterende fokussieren bzw. das Lichtleiterende auf einer Displayfläche abbilden (Fig. 7 und 8).
10. Sichtgerät nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Bildaufnehmer und/oder innerhalb der den Displays zugeordneten Optiken Bildverstärker angeordnet sind.
11. Sichtgerät nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildaufnehmer mit die Sicht nicht hindernden Schmutzabweisern versehen sind.

ORIGINAL INSPECTED

---

-2-4

Blickrichtungen ändern. Es ist offensichtlich, daß die Beobachtung der Rückspiegel zu einer starken Ermüdung des Kraftfahrers führen muß, so daß sich nach einer gewissen Zeit die Unfallwahrscheinlichkeit durch Unaufmerksamkeit stark vergrößert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Beseitigung des vorstehend geschilderten Nachteiles und die Schaffung eines besonders einfachen Rundum-Sichtgerätes, welches dem Fahrer eines Kraftfahrzeuges ständig ein vollständiges Panorama, mindestens aber zusätzlich ein vollständiges Bild der hinter dem Kraftfahrzeug liegenden Fahrbahn liefert.

Um die vorstehende Aufgabe zu lösen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, im Blickfeld des Fahrzeugführers ein Display anzuordnen, welches über eine Glasfaseroptik an einen Bildaufnehmer angeschlossen ist, der sich am Heck des Fahrzeuges befindet, wo er durch keine Fahrzeugteile behindert ist, so daß der Fahrzeugführer praktisch ohne den Kopf oder die Augen wenden zu müssen neben einem Ausblick auf die vor ihm liegende Straße auch einen hundertprozentigen Rückblick hat, so daß Überholmanöver nachfolgender Verkehrsteilnehmer schon sofort bemerkt und berücksichtigt werden können.

Vorzugsweise ist das erfindungsgemäße Rundum-Sichtgerät mit einer Mehrzahl von Bildaufnehmern versehen, die über die Seiten und das Heck des Fahrzeuges so verteilt sind, daß mindestens die Seiten und das Heck als vollständiges Panorama abgedeckt sind.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Nachfolgend werden anhand der beigefügten Zeichnungen bevorzugte Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Rundum-Sichtgerätes näher erläutert.

- 7-5 -

In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Personenkraftwagens mit erfindungsgemäßem Rundum-Sichtgerät,
- Fig. 2 eine schematische Seitenansicht eines Kraftfahrzeuges mit Wohnanhänger, an welchem die Bildaufnehmer des erfindungsgemäßen Sichtgerätes angeordnet sind,
- Fig. 3 eine schematische Seitenansicht eines Sattelschleppers mit erfindungsgemäßem Sichtgerät,
- Fig. 4 eine schematische Ansicht des Armaturenbrettes in einem Kraftfahrzeug mit dem Display des erfindungsgemäßen Sichtgerätes,
- Fig. 5 das in Fig. 4 dargestellte Display in größerem Maßstabe,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf ein Kraftfahrzeug mit Kennzeichnung der von den Bildaufnehmern überdeckten Sektoren,
- Fig. 7 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie VII-VII der Fig. 5,
- Fig. 8 einen Querschnitt durch einen Bildaufnehmer und
- Fig. 9 eine schematische Seitenansicht einer Kupplungsstelle für die Glasfaseroptik.

Bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung befindet sich - wie Fig. 4 zeigt - am Armaturenbrett des in Fig. 1 dargestellten Pkw's im Blickfeld des Kraftfahrzeugführers ein Display 10. Wie die vergrößerte Darstellung der Fig. 5 zeigt, ist das Display 10 in sechs

Teilfelder unterteilt. Ein mittleres unteres Feld 11 soll den Bereich darstellen, der in Fig. 6 am Heck des Kraftfahrzeuges 20 mit 111 bezeichnet ist. Das obere mittlere Feld 12 des Displays gibt das Bild wider, welches in Fig. 6 mit dem Bezugszeichen 112 bezeichnet ist. Dieses Displayfeld 12, welches auch fortfallen kann, deckt sich praktisch mit dem Bild, das auch der Kraftfahrzeugführer okular wahrnehmen kann.

In entsprechender Weise zeigen die kleineren seitlichen Felder 13, 14, 15 und 16 die Blickwinkel, die in der Fig. 6 mit 113, 114, 115 und 116 bezeichnet sind. Sofern der Sektor 111 für das Displayfeld 11 breit genug ausgebildet ist, kann gegebenenfalls auf die Displays 14 und 16 verzichtet werden, die den weiter nach hinten gerichteten Sektor der Kraftfahrzeugseiten abdecken.

Der Kernpunkt der vorliegenden Erfindung liegt nun darin, daß in besonders einfacher Weise die Darstellungen der Rundum-Blicke, die sich wie Fig. 6 zeigt über  $360^{\circ}$  erstrecken können, mit Hilfe von Glasfaseroptiken zum Display 10 übertragen werden. So ist das erfindungsgemäß ausgebildete Fahrzeug gemäß Fig. 1 anstelle von oder zusätzlich zu Außen- und Rückspiegeln mit Bildaufnehmern 31, 32, 33/34 und 35/36 versehen. Zwischen den einzelnen Bildaufnehmern 31 bis 36 und den Feldern 11 bis 16 des Displays 10 befinden sich Glasfaseroptiken. Vorzugsweise handelt es sich um Lichtleiter aus mit Schläuchen ummantelten Bündeln flexibler Lichtleiterfasern, die an den Enden gefaßt, miteinander verklebt und an der Stirnfläche geschliffen und optisch poliert sind. Damit im Lichtleitersystem möglichst geringe Verluste auftreten, sind die einzelnen Lichtleiterfasern über die gesamte Länge in genauer paralleler Anordnung verbunden, so daß keine reflektorische Zickzack-Übertragung, sondern eine koaxiale Weiterleitung des Bildes in den parallelen Lichtleiterfasern erfolgt. Die Lichtleiter haben mindestens 10 000 Fasern, wobei die einzelne Faser einen Durchmesser von 0,01 mm oder weniger hat.

ORIGINAL INSPECTED

So ist es bei den vorerwähnten Dimensionierungen möglich, die von den Bildaufnehmern 31 bis 36 aufgenommenen Bilder gerastert zum Display 10 mit beispielsweise 10 000 bis 40 000 Punkten zu übertragen.

Die einzelnen Bildaufnehmer bestehen, wie die Fig. 8 erkennen läßt, aus einem Trichter 80, in dem am Trichterboden der Lichtleiter 81 einmündet. Innerhalb des Trichters 80 befindet sich eine Optik, die das parallel einfallende Licht vom abzubildenden Bild auf der optisch plangeschliffenen Stirnfläche des Lichtleiters 81 abbildet.

Im allgemeinen wird das über den Trichter 80 einfallende Licht ausreichend hell sein, um eine entsprechende Darstellung am Display 10 zu erzeugen, doch kann gegebenenfalls auch innerhalb des Trichters 80 oder auch im Bereich des Displays ein Bildverstärker üblichen Aufbaus angeordnet werden.

Wie die Fig. 7 zeigt, endet der in Fig. 8 dargestellte Lichtleiter 81 vor einem Feld des Displays 10. Auch hier ist zwischen der Fläche des Displays 10 und dem Ende des Lichtleiters 81 ein trichterförmiges Gehäuse 70 angeordnet, welches gegebenenfalls - wie schon erwähnt - einen Lichtverstärker enthalten kann.

Wenn es sich beispielsweise bei dem in Fig. 8 dargestellten Bildaufnehmer um den rückwärtigen Bildaufnehmer 31 am Heck des Fahrzeuges handelt, erblickt der Kraftfahrzeugführer, dessen Auge 71 in Fig. 7 dargestellt ist, auf der unteren mittigen Displayfläche 11 das Bild, daß der Aufnehmer 31 der Fig. 8 erblickt.

In Verbindung mit Fig. 1 ist noch zu erwähnen, daß die Bildaufnehmer 33 bis 36, welche die bisher üblichen seitlichen Außenspiegel ersetzen, auch so angeordnet werden können, daß sie der Fahrzeugführer nicht sehen kann, wenn dies beispielsweise bezüglich

der Freiheit des Blickwinkels oder bezüglich von Unbequemlichkeiten an den Kraftfahrzeugtüren erwünscht ist.

Wird das erfindungsgemäße Rundum-Sichtgerät in Verbindung mit einem relativ breiten Wohnanhänger 40 verwendet, ist es von Vorteil, die seitlichen Bildaufnehmer 41 am Wohnanhänger anzubringen, da sich hierdurch ein größerer rückwärtiger Blickwinkel ergibt. Etwas Entsprechendes gilt auch für den rückseitigen Bildaufnehmer 42, der an der Rückseite des Wohnanhängers 40 angeordnet werden kann. Für andere geschleppte Anhänger gilt selbstverständlich das gleiche. Da in diesem Falle der Wohnanhänger 40 auch abkuppelbar sein muß, verwendet man als Lichtfaser-Optikverbinder eine Kupplung, wie sie in Fig. 9 dargestellt ist. Hier sind die beiden miteinander zu verbindenden Kupplungsköpfe 43 und 44, die mit den Glasfaserleitern 45 bzw. 46 verbunden, so ausgebildet, daß in der Kupplungsebene die optisch plangeschliffenen Stirnflächen der Faserbündel bündig aufeinander zu liegen kommen.

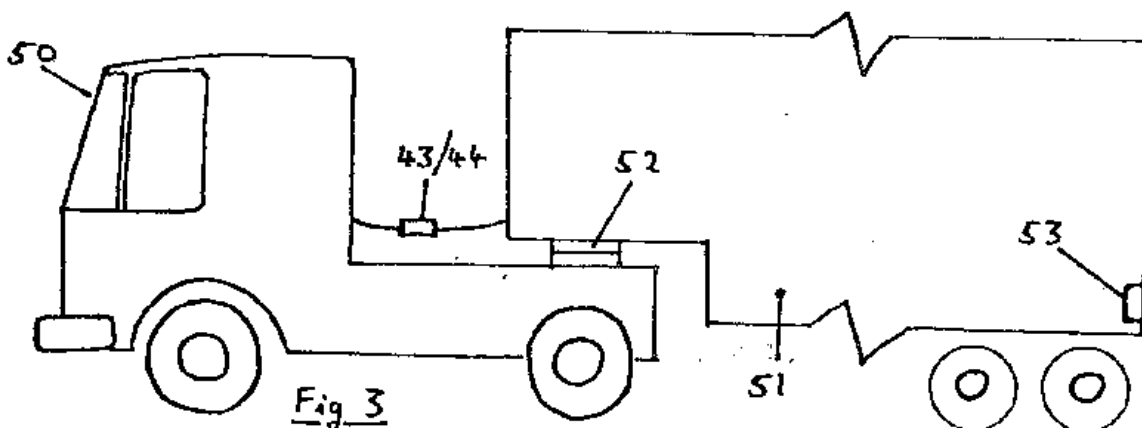
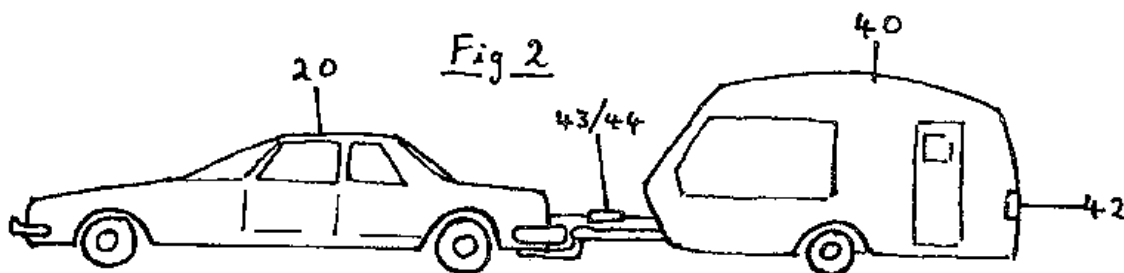
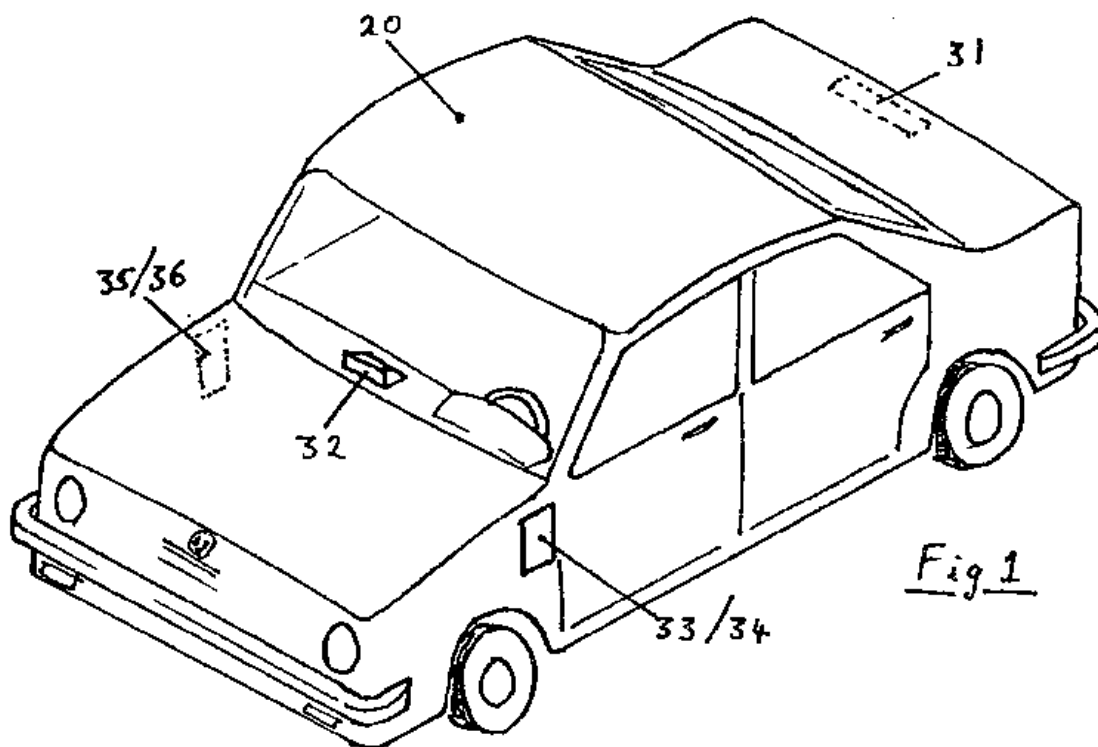
Etwas Entsprechendes gilt auch, wenn es sich gemäß Fig. 3 darum handelt, bei einem Sattelschlepper das erfindungsgemäße Rundum-Sichtgerät zu verwenden. Da die Zugmaschine 50 und der aufgesattelte Anhänger 51 nur über das Lager 52 verbunden sind, verwendet man zur Verbindung des heckseitigen Bildaufnehmers 53 mit dem im Fahrerraum vorhandenen Display ebenfalls die in Fig. 9 dargestellte Kupplung 43, 44.

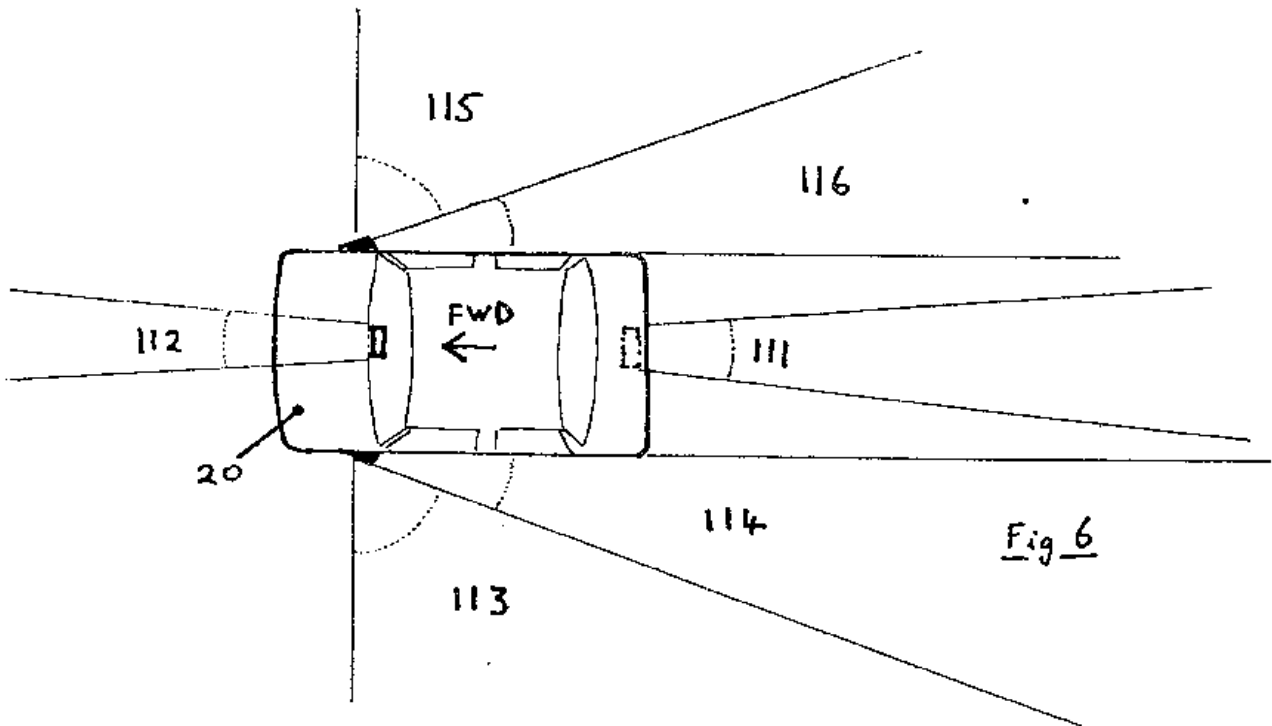
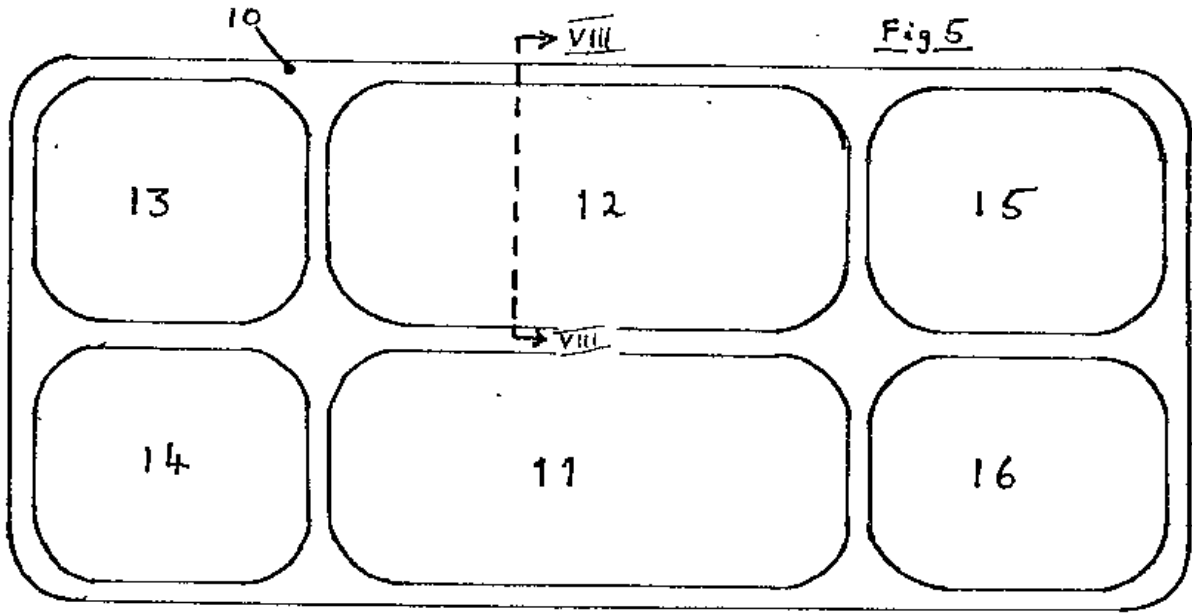
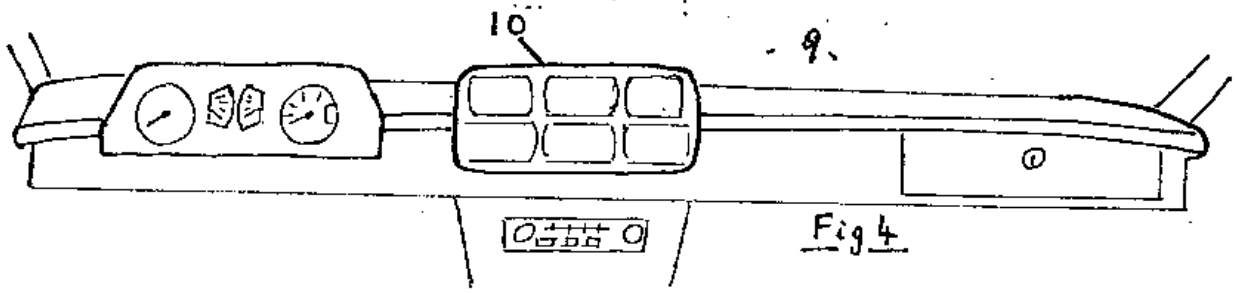
Die außen am Kraftfahrzeug angebrachten Bildaufnehmer sind vorzugsweise mit Abdeckungen oder Blenden versehen, die den Blick nicht versperren aber das Auftreffen von Schmutz verhindern, wie es für Scheinwerfer, Verkehrs- und Sicherheitsampeln u.dgl. bekannt ist.



AA.

Nummer: 32 48 511  
Int. Cl. 3: B 60 R 1/10  
Anmeldetag: 29. Dezember 1982  
Offenlegungstag: 5. Juli 1984





10.

Fig 7

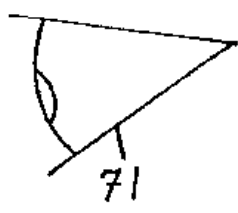
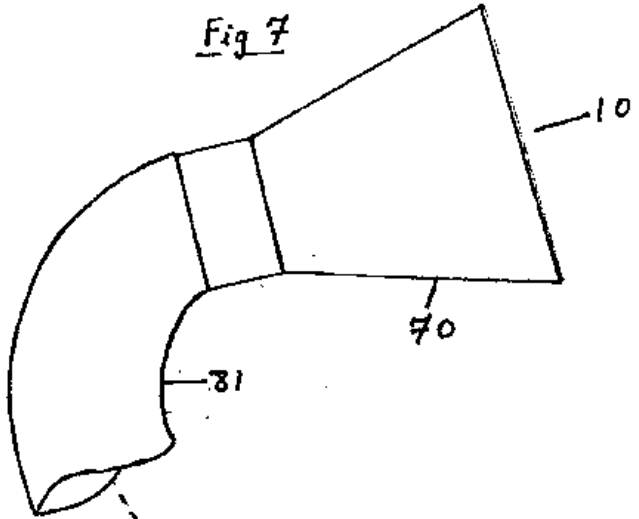


Fig 8

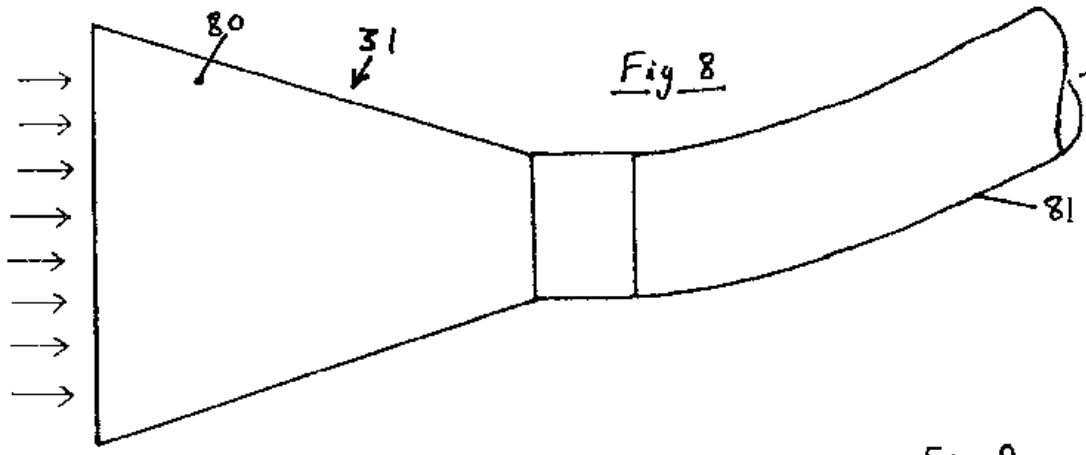
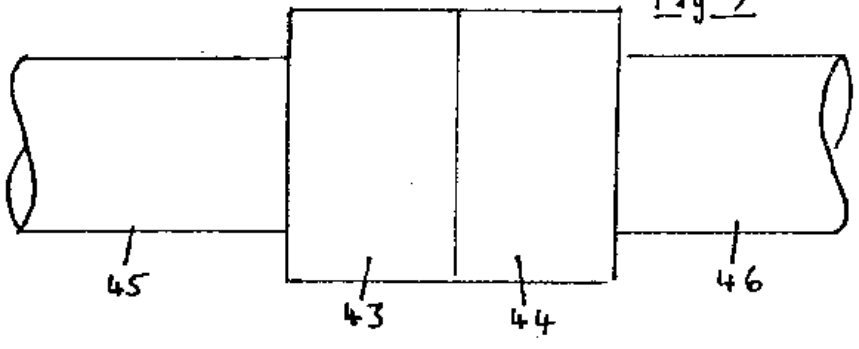


Fig 9



ORIGINAL INSPECTED

**Bibliographic data: DE3601388 (A1) — 1987-07-23**

**Headlight device for vehicles, especially for motor vehicles.**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** KRETSCHMER HEINZ [DE]; LIETAR CHRISTIAN [CH]; LINDAE GERHARD [DE]; LOEWE RICHARD [DE]; LONGCHAMP JEAN-FRANCOIS [CH]; NEUMANN RAINER [DE]; NOELTE ECKHARD [DE]; PERTHUS PETER [DE] ± (KRETSCHMER, HEINZ, ; LIETAR, CHRISTIAN, DIPL.-ING, ; LINDAE, GERHARD, DIPL.-ING, ; LOEWE, RICHARD, ; LONGCHAMP, JEAN-FRANCOIS, DIPL.-PHYS, ; NEUMANN, RAINER, DIPL.-PHYS.DR, ; NOELTE, ECKHARD, DIPL.-ING, ; PERTHUS, PETER)

**Applicant(s):** BOSCH GMBH ROBERT [DE] ± (ROBERT BOSCH GMBH)

**Classification:** - **international:** **B60Q1/08; B60Q1/14; F21V14/06;**  
(IPC1-7): B60Q1/06; B60Q1/14; F21M3/18  
- **cooperative:** **B60Q1/085; F21S48/1721; B60Q2300/112;**  
**B60Q2300/312; B60Q2300/322**

**Application number:** DE19863601388 19860118

**Priority number(s):** DE19863601388 19860118

**Also published as:** EP0230620 (A2) EP0230620 (A3) EP0230620 (B1) US4768135 (A)

**Abstract not available for DE3601388 (A1)**

**Abstract of corresponding document: EP0230620 (A2)**

Die Scheinwerferanlage hat einen nach dem Prinzip der Abbildungsoptik wirkenden Abblendlicht-Scheinwerfer (11), dessen Lichtverteilung durch ein steuerbares Stellglied (23) veränderbar ist. Ein Sensor (16) leitet die registrierte Verkehrssituation (17) als Signal (20) einem elektronischen Rechner (21) zu, in welchem durch Vergleich mit gespeicherten Parametern (9) ein das Stellglied (23) steuerndes Ausgangssignal (22) erzeugt wird. Durch die Anpassung der Lichtverteilung an die unterschiedlichen Verkehrssituationen (17) wird ein optimales Fahrverhalten erreicht (Figur 1).

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

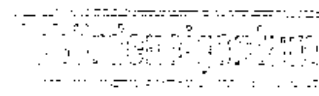


DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3601388 A1

51 Int. Cl. 4:  
B 60 Q 1/06  
B 60 Q 1/14  
F 21 M 3/18

21 Aktenzeichen: P 36 01 388.9  
22 Anmeldetag: 18. 1. 86  
43 Offenlegungstag: 23. 7. 87



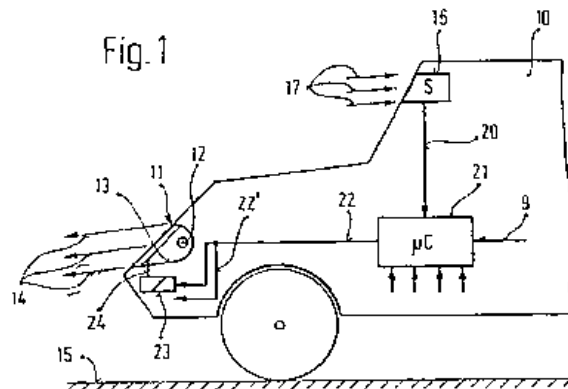
DE 3601388 A1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Kretschmer, Heinz, 7124 Bönnigheim, DE; Liétar, Christian, Dipl.-Ing., Morges, CH; Lindae, Gerhard, Dipl.-Ing., 7250 Leonberg, DE; Loewe, Richard, 7016 Gerlingen, DE; Longchamp, Jean-François, Dipl.-Phys., Lausanne, CH; Neumann, Rainer, Dipl.-Phys. Dr., 6000 Frankfurt, DE; Noelte, Eckhard, Dipl.-Ing., 7252 Weil der Stadt, DE; Perthus, Peter, 7000 Stuttgart, DE

54 Scheinwerferanlage für Fahrzeuge, insbesondere für Kraftfahrzeuge

Die Scheinwerferanlage hat einen nach dem Prinzip der Abbildungsoptik wirkenden Abblendlicht-Scheinwerfer (11), dessen Lichtverteilung durch ein steuerbares Stellglied (23) veränderbar ist. Ein Sensor (16) leitet die registrierte Verkehrssituation (17) als Signal (20) einem elektronischen Rechner (21) zu, in welchem durch Vergleich mit gespeicherten Parametern (9) ein das Stellglied (23) steuerndes Ausgangssignal (22) erzeugt wird. Durch die Anpassung der Lichtverteilung an die unterschiedlichen Verkehrssituationen (17) wird ein optimales Fahrverhalten erreicht (Figur 1).



DE 3601388 A1

1. Scheinwerferanlage für Fahrzeuge, insbesondere für Kraftfahrzeuge, dessen Lichtquelle (12) und dessen Reflektor (13) ein Lichtbündel (14) bilden, das die Fahrbahn (15) in einer vorgegebenen Lichtverteilung ausleuchtet, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein steuerbares Mittel (23) zur Änderung der Lichtverteilung angeordnet ist.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Vorrichtung (21) im Fahrzeug angeordnet ist, welche die von mindestens einem Sensor (16) aufgenommene Verkehrssituation (17) vor dem Fahrzeug (10) registriert und durch Vergleich mit mindestens einem vorgegebenen Parameter Signale (20) bildet, die das Mittel (23) zur Änderung der Lichtverteilung steuern.
3. Anlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung ein elektronischer Rechner (21) ist, der mit dem Sensor (16) und mit dem Mittel (23) elektrisch verbunden ist.
4. Anlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Rechner (21) verschiedene Verkehrssituationen als Parameter gespeichert sind.
5. Anlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Rechner (21) als Parameter die möglichen Geschwindigkeiten des Fahrzeugs gespeichert sind und als Signal (9) die jeweilige Geschwindigkeit des Fahrzeugs dem Rechner (21) zugeleitet werden.
6. Anlage nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Parameter u.a. die Fahrbahnführung, Fahrbahnbeschaffenheit, Verkehrsdichte, Witterung sind.
7. Anlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der die Verkehrssituation (17) aufnehmende Sensor (16) aus einer Aufnahmeoptik (18) und einer Diodenmatrix (19) besteht und daß die Aufnahmeoptik (18) die Verkehrssituation (17) auf der Diodenmatrix (19) abbildet.
8. Anlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Diodenmatrix (19) mindestens 144 und höchstens 1296 Dioden aufweist.
9. Anlage nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Diodenmatrix (19) sich in ihrer Breite zur Höhe verhält wie 4 : 1.
10. Nach dem Prinzip der Abbildungsoptik wirkende Anlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Scheinwerfer (11) ein aus zwei Linsen (27, 28) bestehendes Objektiv aufweist und daß durch das Mittel (23) zur Änderung der Lichtverteilung mindestens eine der beiden Linsen (27, 28) in Richtung der Achse (26) des Scheinwerfers (11) verstellbar ist.
11. Abblendlicht-Scheinwerfer, insbesondere nach Anspruch 10, mit einer Blende (25), deren optisch wirksame Kante die Helldunkelgrenze des Lichtbündels bildet, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mittel zur Änderung der Lichtverteilung eine quer zur Achse (26) des Scheinwerfers (11) verschiebbare Zusatzblende (37) ist, die von mindestens einem Parameter, insbesondere gemäß Anspruch 6, steuerbar ist.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Scheinwerferanlage für Fahrzeuge, insbesondere für Kraftfahrzeuge, nach der Gattung des Anspruchs 1. Die Lichtverteilung derartiger Anlagen wird bestimmt durch die Meßvorschrift der jeweiligen ECE-Regelung und ist ein Kompromiß unterschiedlicher, das Fahrverhalten beeinflussender Faktoren. Somit kann die einmal festgelegte Lichtverteilung, insbesondere bei extremen Witterungseinflüssen, bei denen eine gezielte Ausleuchtung der Fahrbahn unerlässlich ist, nicht optimal sein; dies erschwert die Fahrzeuglenkung und führt zu riskanten, unfallträchtigen Verkehrssituationen.

## Vorteile der Erfindung

Mit der Erfindung wird das im vorerwähnten Stand der Technik dargelegte Problem in technisch einfacher Weise gelöst. Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die Lichtverteilung und mithin die Ausleuchtung der Fahrbahn entsprechend den jeweils vorherrschenden Einflußfaktoren zu optimieren. Hierdurch wird die Fahrzeuglenkung erleichtert und riskante, unfallträchtige Verkehrssituationen im wesentlichen vermieden.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben. Mit der Ausgestaltung der Anlage nach Anspruch 2 wird die Steuerung des Mittels zur Änderung der Lichtverteilung ohne Zutun des Fahrzeugführers erreicht.

Bei Scheinwerferanlagen, die nach dem Prinzip der Abbildungsoptik wirken und anstatt der Lichtscheibe ein Objektiv aufweisen, wird mit Anspruch 10 die Änderung der Lichtverteilung in einfacher Weise erreicht. Ist die Scheinwerferanlage als Abblendlichtscheinwerfer mit einer Blende ausgebildet, deren optisch wirksame Kante die Helldunkelgrenze des Lichtbündels bildet, so erreicht man mit Anspruch 11 ebenfalls die Änderung der Lichtverteilung.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der Figurenbeschreibung näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** abschnittsweise die Frontpartie eines stilisierten Personenkraftfahrzeugs mit dem Blockschaltbild der Scheinwerferanlage;

**Fig. 2** den prinzipiellen Aufbau eines Sensors in nicht maßstäblicher Darstellung;

**Fig. 3** einen nach dem Prinzip der Abbildungsoptik wirkenden Abblendlicht-Scheinwerfer in axialer Darstellung mit einem durch Computer gesteuerten Mittel für die axiale Verschiebung eines Objektivteiles und/oder einer querverschiebbaren Zusatzblende;

**Fig. 4** die nur rechte Hälfte der Lichtverteilung gemäß Position A des Objektivteiles in **Fig. 3**; und

**Fig. 5** nur die rechte Hälfte der Lichtverteilung gemäß Position B des Objektivteiles in **Fig. 3**.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Eine Scheinwerferanlage für einen nur abschnittsweise dargestellten Personenkraftwagen 10 hat zwei Frontscheinwerfer 11 (von denen der zweite hinter dem ersten liegt) mit einer als Glühbirne 12 ausgebildeten Lichtquelle, deren Lichtstrahlen von einem Reflektor 13 reflektiert werden und ein Lichtbündel 14 bilden. Dieses

leuchtet die Fahrbahn 15 in einer vorgegebenen Lichtverteilung aus, die der Meßvorschrift der zugehörigen ECE-Regelung entspricht.

Die Scheinwerferanlage hat im Bereich der Frontscheibe einen Sensor 16, der die durch Pfeile 17 dargestellte Verkehrssituation vor dem Fahrzeug 10 registriert und vor allem feststellt, wo im Gesichtsfeld des Kraftfahrzeugführers Änderungen und Einflüsse auftauchen, die u. a. dessen Fahrverhalten beeinflussen könnten. Gemäß Fig. 2 hat der Sensor 16 eine Aufnahmeoptik 18, welche die Verkehrssituation 17 (Helligkeit, Farbe u.dgl.) durch Lichtstrahlen 17' auf einer Diodenmatrix 19 als Bildpunkte abbildet, die bezüglich ihrer Helligkeit ausgewertet werden. Die Diodenmatrix 19 weist mindestens 144 und höchstens 1296 Dioden (nicht dargestellt) auf, und ihre Breite verhält sich zur Höhe wie 4 : 1.

Wie auch in Fig. 1 dargestellt, wird die Verkehrssituation wie Fahrbahnführung, Fahrbahnbeschaffenheit, Verkehrsdichte, Witterung und vor allem augenblickliche Fahrgeschwindigkeit als ein oder mehrere Signale 20 einem als Mikroprozessor ausgebildeten elektrischen Rechner 21 zugeführt, in welchem vorgegebene Parameter der Verkehrssituation u.a. die möglichen Fahrgeschwindigkeiten 9, gespeichert sind. Durch Vergleich dieser Parameter mit dem Signal 20 wird ein Ausgangssignal 22 gebildet.

Die Scheinwerferanlage hat darüber hinaus im Bereich eines jeden Frontscheinwerfers 11 ein als Stellglied 23 ausgebildetes, steuerbares Mittel, das vom Ausgangssignal 22 angesteuert wird und ein in den Frontscheinwerfer 11 ragendes Stößel 24 aufweist. In gleicher Weise wird das Stellglied des zweiten (nicht dargestellt) Frontscheinwerfers durch das Ausgangssignal 22' angesteuert. Der Sensor 16 und der Rechner 21 sowie das Stellglied 23 sind miteinander elektrisch verbunden und bilden eine Vorrichtung.

Ein nach dem Prinzip der Abbildungsoptik wirkender Abblendlicht-Scheinwerfer in Fig. 3 hat einen Reflektor 13, dessen Meridianschnitte Kurven höherer Ordnung sind, und eine im Bereich des Reflektor-Brennpunktes angeordnete Glühlampe 12 sowie eine Blende 25, deren optisch wirksame Kante die Helldunkelgrenze des Abblendlicht-Bündels bildet. Der Abblendlichtscheinwerfer hat die Achse 26.

Ein zweiteiliges Objektiv besteht aus einer bikonvexen Linse 27 und aus einer konkav-konvexen Linse 28, an deren Randbereich der Stößel 24 des Stellgliedes 23 befestigt ist. In der Stellung "A" wird ein Abblendlicht-Bündel erzeugt mit einer Lichtverteilung (nur rechtsseitig dargestellt) gemäß Fig. 4. Auf einem Meßschirm 29 schneiden sich die Horizontale H und die Vertikale V im HV-Punkt. Hierin sind die Isoluxlinien 30-36 gleicher Beleuchtungsstärke eingezeichnet.

Steuert der Stößel 24 des Stellgliedes 23 die Linse 28 in Richtung der Achse 26 in die Position "B", so wird die Lichtverteilung verändert, und zwar gemäß der in Fig. 5 dargestellten Weise; die zugehörigen Isoluxlinien sind 30'-36'. Selbstverständlich gibt es zwischen den beiden Positionen "A" und "B" der Linse 28 stufenlose Zwischenstellungen mit jeweils zugehöriger Zwischenlichtverteilung.

Die Scheinwerferanlage, d. h. der Abblendlichtscheinwerfer, hat als weiteres steuerbares Mittel zur Änderung der Lichtverteilung eine Zusatzblende 37, die quer zur optischen Achse 26 gemäß Doppelpfeil 38 verschiebbar ist. In nicht dargestellter Weise erfolgt die Verschiebung ebenfalls durch ein Stellglied, das durch

das Ausgangssignal 22 des Rechners 21 steuerbar ist; hierbei sind von Einfluß insbesondere die Parameter: Fahrbahnführung, Fahrbahnbeschaffenheit, Verkehrsdichte und Witterung.

- Leerseite -



3601388

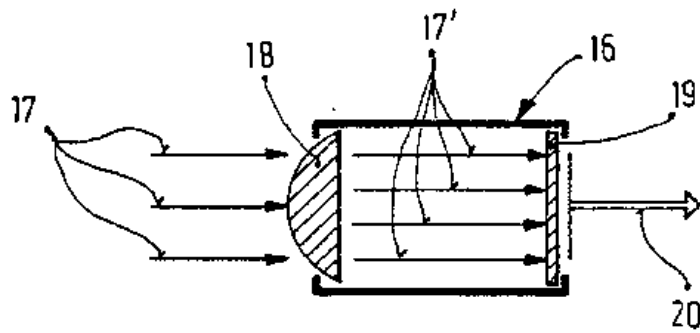
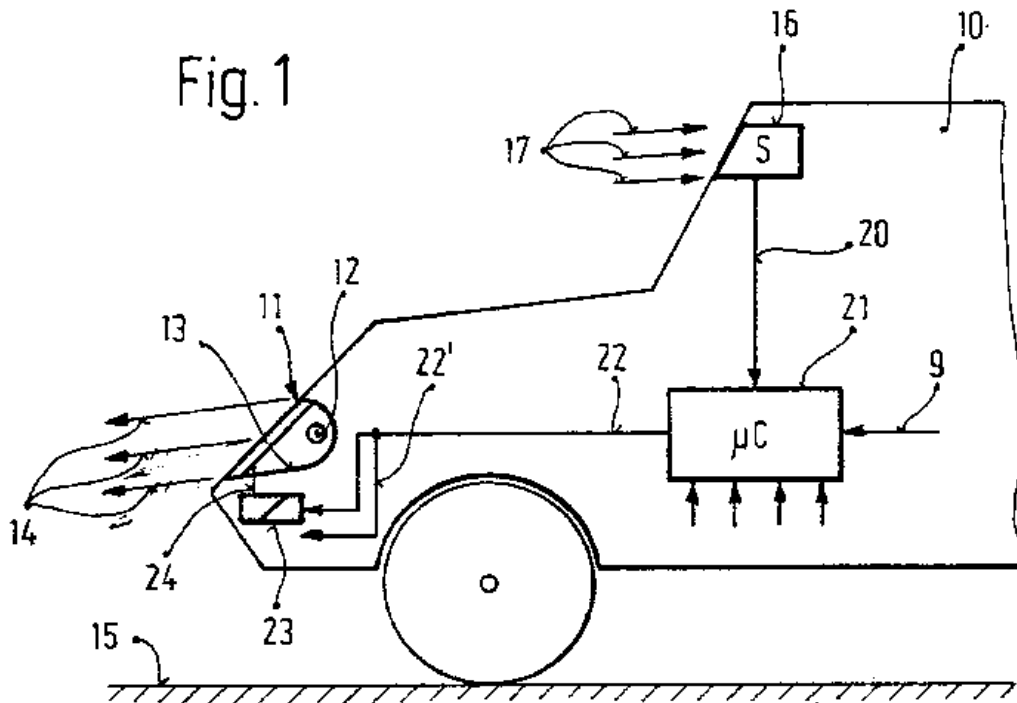


Fig. 2

3601388

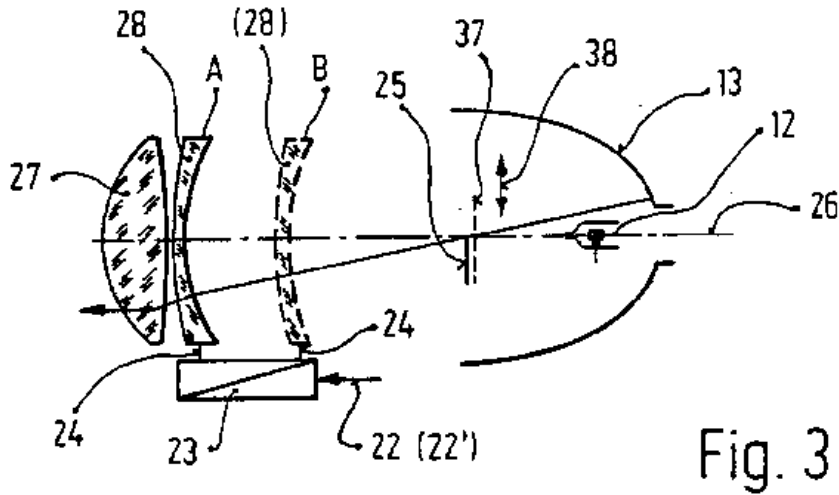


Fig. 3

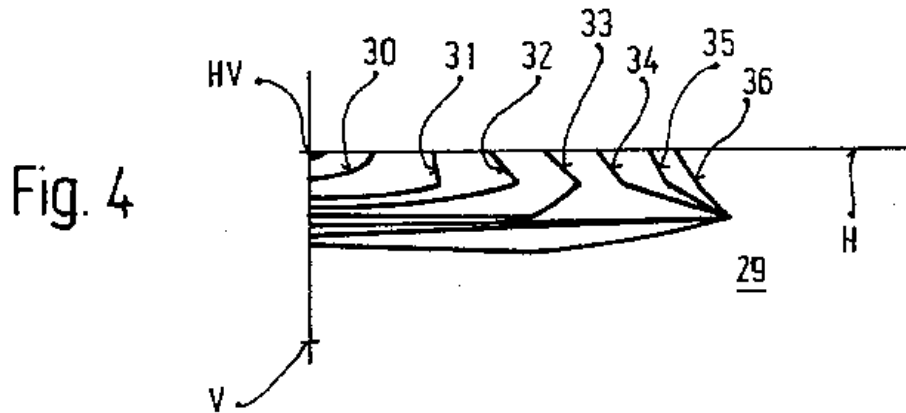


Fig. 4

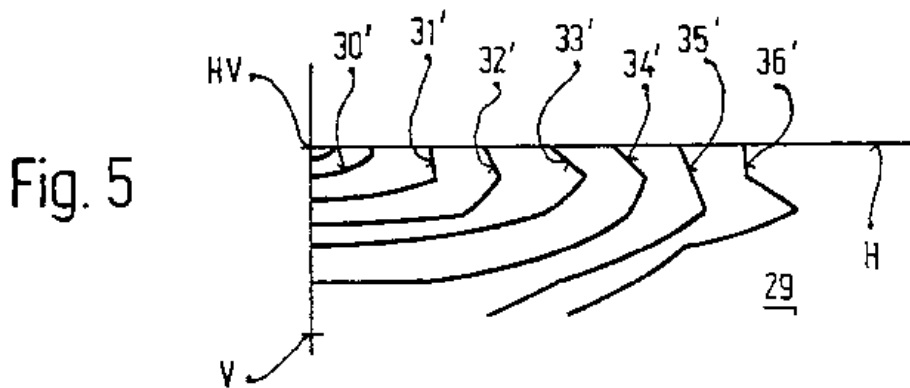


Fig. 5

Bibliographic data: DE3637165 (A1) — 1986-03-03

**Method and device for preventing crashes, especially for motor vehicles in road traffic**

No documents available for this priority number

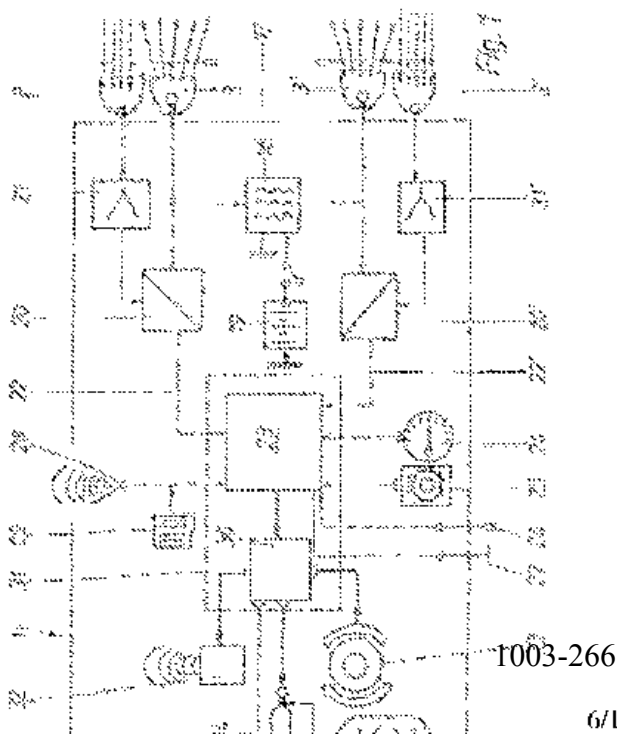
**Inventor(s):** ASHAUER RAINER [DE] ± (ASHAUER,RAINER)**Applicant(s):** ASHAUER RAINER [DE] ± (ASHAUER,RAINER)

**Classification:** - **international:** B60K31/00; B60Q1/52; B60R16/02; B60R16/023; B60R19/20; B60R19/40; B60R21/01; G01S17/93; G01S7/481; G01S7/491; B60R21/0134; B60W50/02; B60W50/08; (IPC1-7): B60Q1/52; B60Q9/00; B60R21/00; B60R21/16; B60R22/46; G01S13/93; G08G1/16; H04N13/00

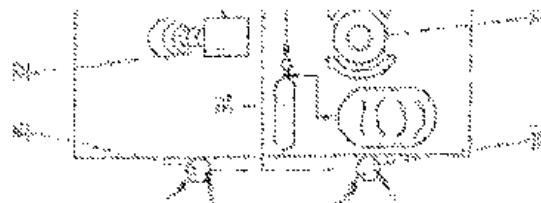
- **cooperative:** B60K31/0008; B60Q1/525; B60Q9/008; B60R16/0237; B60R19/205; B60R19/40; B60R21/0134; G01S17/936; G01S7/4811; G01S7/491; B60R19/02; B60R2021/01259; B60R2021/01265; B60T2201/022; B60W2050/021; B60W2050/143

**Application number:** DE19863637165 19861031**Priority number(s):** DE19863637165 19861031**Abstract of DE3637165 (A1)**

Impact accidents (crashes) in road traffic are predominantly caused by even only instantaneous inattention of the vehicle driver. There is therefore a requirement for a system which is integrated in the vehicle, records hazard situations, especially the risk of impact, independently of the vehicle driver, and initiates counter measures. The requirement is achieved by means of a method and a device which is suitable for this purpose for preventing crashes, especially in road traffic, in the case of which device situation parameters, vehicle parameters and environmental parameters are detected with the aid of suitable sensor systems (2/3 24, 25, 26, 27), which parameters are evaluated in an evaluator unit (23) and are matched to the determined hazard level of the situation, alarm steps



performance are evaluated in an evaluation unit (23) and are matched to the determined hazard level of the situation, alarm steps (32) are initiated, and suitable counter measures (33, 34, 35) are triggered. The method according to the invention minimises the hazard risk caused by human inattention in road traffic, particularly relating to the risk of crashes



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
11 **DE 3637 165 A 1**

21 Aktenzeichen: P 36 37 165.3  
22 Anmeldetag: 31. 10. 88  
43 Offenlegungstag: 5. 5. 88

51 Int. Cl. 4:  
**G 01 S 13/93**  
B 60 R 21/00  
B 60 Q 9/00  
B 60 Q 1/52  
G 08 G 1/16  
// B60R 21/16,22/46,  
H04N 13/00

DE 3637 165 A 1

Verfahren und Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen

71 Anmelder:  
Ashauer, Rainer, 4600 Dortmund, DE  
74 Vertreter:  
Henfling, F., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4600 Dortmund

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

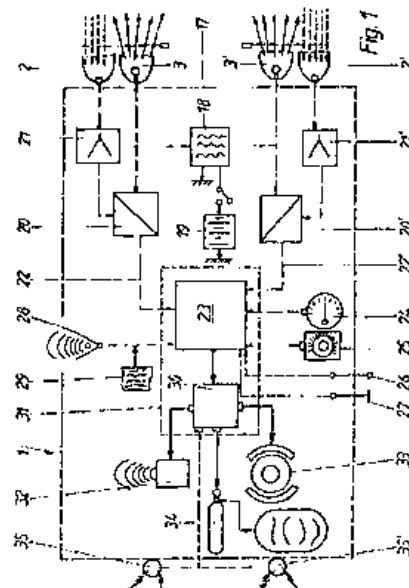
54 **Verfahren und Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr**

Verfahren und Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr.

Auffahrunfälle im Straßenverkehr sind überwiegend auf wenn auch nur momentane Unaufmerksamkeit des Fahrzeugführers zurückzuführen. Es besteht deshalb das Bedürfnis nach einem in das Fahrzeug integrierten System, das Gefahrensituationen, insbesondere die Gefahr des Auffahrens, unabhängig vom Fahrzeugführer registriert und Gegenmaßnahmen auslöst.

Dem Bedürfnis wird mit einem Verfahren und einer dafür geeigneten Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere im Straßenverkehr gelöst, bei der mit Hilfe von geeigneten Sensorsystemen (2/3, 24, 25, 26, 27) Situations-, Fahrzeug- und Umweltparameter erfaßt werden, die Parameter in einer Auswertereinheit (23) ausgewertet werden und dem ermittelten Gefährlichkeitsgrad der Situation angepaßt, Alarmstufen (32) ausgelöst sowie geeignete Gegenmaßnahmen (33, 34, 35) veranlaßt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren minimiert das auf menschliche Unzulänglichkeit zurückzuführende Gefahrenrisiko im Straßenverkehr, insbesondere was die Gefahr von Zusammenstößen betrifft.



DE 3637 165 A 1

1. Verfahren zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr, durch Abstandswarnung bewegter oder unbewegter Ortungsobjekte wie Fremdfahrzeuge, Verkehrskulissen oder dergleichen Hindernisse im Bereich der Fahrbahn, unter Verwendung eines elektromagnetische Signale sendenden und empfangenden Sensorsystems, wobei dieses eine insbesondere mit zusätzlichen Meßwertgebern und einer zugeordneten Warneinrichtung zusammenwirkende Auswerteinheit aufweist, welche die Signale verstärkt und auswertet und wobei das Sensorsystem zumindest folgende Parameter erfaßt:

- a) Situationsparameter wie veränderliche Abstände zu vorausfahrenden oder in die Fahrbahn plötzlich einscherenden Objekten,
- b) Fahrzeugparameter wie Eigengeschwindigkeit, Eigengewicht, Lenkstellung,
- c) Umweltparameter wie Temperatur, Feuchtigkeit/Regen, Glättezustand (Eisgefahr) der Fahrbahn,

gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:

- a) die Auswerteinheit errechnet aus den vom Sensorsystem erfaßten Parametern: die relative Annäherungsgeschwindigkeit des Objektes, die theoretische Zeitspanne bis zum Aufprall ohne Reaktion, die momentan erforderliche Reaktion (Verzögerung) zur sicheren Verhinderung des Aufpralls, die mögliche Bremsverzögerung unter Berücksichtigung der erfaßten Fahrzeug- und Umweltparameter, den Beginn und die Bremskraft einer die Kollision verhindernden Bremsung,
- b) die Auswertung unterscheidet aufgrund der Ergebnisse von a)

ALARMSTUFE I bei Unterschreitung eines ausreichenden Sicherheitsabstandes und veranlaßt hierfür:

- akustische und/oder optische Warnung des Fahrers,
- optische Warnung des Nachfolgeverkehrs, z. B. durch Warnblinkung nach hinten,

ALARMSTUFE II bei weiterer Unterschreitung des Sicherheitsabstandes ohne ausreichende Reaktion und veranlaßt hierfür:

- zusätzlich zu den Maßnahmen der Stufe I eine selbsttätige Aktivierung des Bremssystems in zuvor berechneter Bremskraft nach a),

ALARMSTUFE III bei erheblicher Unterschreitung des Sicherheitsabstandes durch ein plötzlich erkennbares Hindernis etc. und veranlaßt:

- maximale Aktivierung des Bremssystems, Aktivierung zusätzlicher Sicherheitseinrichtungen wie Aufblasen von Airbags, Stoßstangenausfahrunge, Straffung der Sicherheitsgurte

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorsystem zur Ortung eines Ortungsobjektes mindestens je einen vorzugsweise in Fahrtrichtung elektromagnetische Signale ausstrahlenden Sender und mindestens je einen Echo-Signale nach Reflexion am Objekt auffangenden Empfänger verwendet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise die an sich bekannte Reflexion von ausgestrahltem Infrarotlicht (T) zur Bestimmung von Positionsdaten des Ortungsobjektes verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ortung des Objektes zwei vom Eigenfahrzeug ausgestrahlte gebündelte Ortungsstrahlen verwendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ortung drei Ortungsstrahlen verwendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ortung vier Ortungsstrahlen verwendet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ortung mehr als vier Ortungsstrahlen verwendet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ortungsstrahlen im wesentlichen parallel ausgerichtet sind.

9. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ortungsstrahlen um jeweils einen geringen Winkelbetrag von etwa 1° bis 2° divergierend ausgerichtet sind.

10. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ortungsstrahlen einen eng begrenzten, eine schmale Strahlungskeile erzeugenden Ausbreitungswinkel zwischen 1° und 3°, vorzugsweise von 2°, aufweisen.

11. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstrahlungsorte der einzelnen Strahlen im wesentlichen in gleichmäßigen Abständen über die Breite der Fahrzeug-Vorderseite verteilt sind.

12. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz eines jeden Ortungsstrahles mit frequenzmodulierten Signalen überlagert ist und die Ortung eines Objektes bei relativer Geschwindigkeitsänderung zum Eigenfahrzeug durch Messen der Laufzeitveränderung der Signale mit Hilfe der durch Dopplereffekt erzeugten Laufzeit-Interferenzen erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere zur Entfernungsmessung sowie zur Unterscheidung ruhender bzw. bewegter Ortungsobjekte als Sensoren wenigstens zwei Bildobjektive aufweisende hochempfindliche Schwarz/Weiß-Halbleiterkameras in Stereosicht-Anordnung verwendet werden, deren Bilder von einem Bildverarbeitungsprogramm ausgewertet und das Ergebnis vorzugsweise zuzüglich zur Unterscheidung einer Alarmstufe bestimmter Ordnung dem Sensorsystem aufgeschaltet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kompensation der Fahrzeuglenkrichtung selbsttätig nachführbare richtungsveränderliche Sensoren verwendet werden.

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß zur Kompensation einer Fahrzeug-Nickbewegung einer künstlich angezeigten Straßen-Ebene erzeugt und zur Korrektur der Ortungsdaten dem Sensorsystem aufgeschaltet wird, und daß das Referenzsignal vorzugsweise durch einen Referenzkreisel erzeugt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als zusätzlicher Meßwertgeber zur Beurteilung der Beschaffenheit der Fahrbahndecke in an sich bekannter Weise ein Ultraschallsensor verwendet wird.

17. Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr, mit Mitteln zur Abstandswarnung gegenüber bewegten und/oder unbewegten Hindernissen als Ortungsobjekte wie Fremdfahrzeuge oder andere Hindernisse in der Fahrbahn, unter Verwendung eines Sensorsystems, wobei dieses insbesondere im Zusammenwirken mit zusätzlichen Meßwertgebern und einer nachgeordneten Warneinrichtung sowie mit einer zugeordneten Prozeßperipherie wie Impulsgeneratoren, Verstärker, Signalumwandler bzw. Demodulator sowie elektronischem Filter zur Ausfilterung von Stör-signalen z. B. schnellerer Ortungsobjekte u. dergl. ausgebildet ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung eine zentrale Auswerteinheit (23) in Verbindung mit einer Recheneinheit (30) aufweist, welche sowohl mit Mitteln (32, 35) zur Warnung von Fahrer und Nachfolerverkehr als auch mit Mitteln (ABS) (33) zur graduellen Einleitung eines Bremsvorganges als auch fallweise mit Mittel zur Aktivierung zusätzlicher Sicherheitseinrichtungen wie Airbags (34), Ausfahren der Stoßstange, Straffung der Sicherheitsgurte etc. über Steuerleitungen in funktioneller Verbindung stehen.

18. Einrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß sie an der Vorderfront (17) des überwachten Fahrzeugs (1) wenigstens zwei Infrarot-(IR)Richtungsstrahler (3, 9) als Sendeeinheiten und wenigstens zwei IR-Echosignal-Empfänger (2) als Empfangseinheiten aufweist.

19. Einrichtung nach Anspruch 17 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Sender (3) als IR-Richtstrahler mit einer engbündelnden Richt-Charakteristik zur Erzeugung einer Strahlenkeule (4) mit einer Strahlenausbreitung von 1° bis 4°, vorzugsweise ca. 2° ausgebildet sind.

20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfänger (2) als hochempfindliche IR-Halbleiter-Fotodetektoren (6) ausgebildet sind.

21. Einrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Empfänger (3) einen vorzugsweise parabolischen Empfangsspiegel (5) aufweist, in dessen Brennpunkt die Halbleiterdetektoren (6) angeordnet sind.

22. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Sender (3) und ein Empfänger (2) eine selbständige Einheit (7) bildend miteinander verbunden bzw. in einem Gehäuse (8) integriert und somit als eine am Fahrzeug (1) als Zusatzgerät leicht anbringbare Baugruppe ausgebildet sind.

23. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sender/

Empfänger-Einheiten (7) in gleichen Abständen an einem starren Trägerelement (10) angeordnet und mit diesem als Montage-Einheit (11) am Fahrzeug (1) anbringbar ausgebildet sind.

24. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gehäuse (8) einer Sender/Empfänger-Einheit (7) nach vorn von einer Quarz-Scheibe (12) abgedeckt bzw. verschlossen ist und diese außen Mittel zur Scheibenreinigung (13) aufweist.

25. Einrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß diese insbesondere als zusätzliche Sensoren wenigstens zwei, Bildobjektive aufweisende, hochempfindliche Schwarz/Weiß-Halbleiterkameras (14) in Stereosicht-Anordnung aufweist, die über Signalleitungen mit einem Bildauswert- bzw. Bildverarbeitungscomputer (15) in Verbindung stehen.

26. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß diese einen Referenzkreisel (16) aufweist.

27. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß diese eine Einrichtung zum selbsttätigen Nachführen der Sensoren (2, 3, 7, 8) in die Fahrzeuglenkrichtung aufweist.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr, durch Abstandswarnung bewegter oder unbewegter Ortungsobjekte wie Hindernisse, Fremdfahrzeuge oder dergleichen im Bereich der Fahrbahn unter Verwendung eines in der Fahrtrichtung elektromagnetische Signale ausstrahlende und Echosignale nach Reflexion am Hindernis auffangenden mindestens je einen Sender und einen Empfänger aufweisenden Sensorsystems, wobei dieses eine mit der Sender/Empfänger-Einrichtung gekoppelte und insbesondere mit zusätzlichen Meßwertgebern und einer nachgeordneten Warneinrichtung zusammenwirkende Auswerteinheit aufweist, welche die Echosignale verstärkt und auswertet, und wobei das Sensorsystem zumindest folgende Parameter erfaßt:

- Situationsparameter wie veränderliche Abstände zu vorausfahrenden oder in die Fahrbahn plötzlich eintretenden Objekten,
- Fahrzeugparameter wie Eigengeschwindigkeit, Eigengewicht, Lenkstellung,
- Umweltparameter wie Temperatur, Feuchtigkeit/Regen, Glättezustand (Eisefahr) der Fahrbahn.

Systeme zum Verhindern von Zusammenstößen zur Benutzung bei einem sich bewegenden Fahrzeug sind seit langem in vielfacher Ausführung bekannt.

Viele dieser Systeme verwenden als technische Grundlage im wesentlichen eine Radar-Anlage mit Sender und Empfänger, welche nach dem Rückstrahlprinzip arbeiten und mit Hilfe einer elektronischen Auswertungs-Einheit die Messung von Abstand und/oder Relativgeschwindigkeit zu einem Ortungsobjekt bzw. einem Hindernis im Bereich der Fahrbahn ermöglicht.

Ein Beispiel hierfür ist in der Zeitschrift "Spektrum der Wissenschaft", 6/80, Seite 24—34 beschrieben.

Beispielsweise kann mit einem kontinuierlich strahlenden FM-CW-Radar eine Abstandsortung mit Hilfe

einer geeigneten Frequenzmodulation ermittelt werden. Die Relativgeschwindigkeit zum Objekt kann unmittelbar aus der Doppler-Frequenzverschiebung ermittelt werden. Die Relativgeschwindigkeit zum Objekt kann unmittelbar aus der Doppler-Frequenzverschiebung abgeleitet werden (DE-OS 24 60 826).

Bei einer nach diesem Prinzip arbeitenden elektronischen Auswertung kann jedoch weder mit dem Doppler-Effekt noch mit Hilfe einer Echo-Signalfolge allein sicher unterschieden werden, ob das Echo von einem mitfahrenden, gefährlichen Hindernis oder von einem stationären Objekt, wie beispielsweise einem Baum an der Peripherie einer Kurve stammt. Aus dieser Schwierigkeit resultiert eine vergleichsweise hohe Fehlalarmquote, welche einer Einführung solcher Kollisions-Verhinderungssysteme bisher im Wege stand.

Die Fehlalarmquote der bekannten Systeme zu verringern ist die Aufgabenstellung der Erfindung. Die Lösung der Aufgabe wurde bereits auf vielfältige Weise versucht, jedoch bisher ohne durchgreifenden Erfolg. Weil es mit den bekanntgewordenen und zumeist im Versuchsstadium befindlichen Systemen grundsätzlich unmöglich ist, Fehlalarme bei vollständiger Überwachung des Fahrzeuges sicher auszuschließen, wurden viele Versuche darauf gerichtet, den Überwachungsbereich einzuschränken, um damit die Fehlerquote zu verringern.

Beispielsweise wird zu diesem Zweck das Wirkungsfeld der Radarkeule eingeschränkt, und zwar sowohl in der Ortungstiefe von maximal 100 bis 120 m, als auch im Ausbreitungswinkel auf maximal 2°. Hierfür wurde eine spezielle Art der Bündelung durch Überlagerung zweier gleichgerichteter Radarkeulen und eine besondere Auswertung der Echosignale vorgeschlagen (DE-OS 23 27 186).

Nach dieser Vorveröffentlichung ergibt sich eine Schwierigkeit insbesondere dadurch, daß bei bekannten Rückstrahl-Meßgeräten, die die Amplituden der empfangenden rückgestrahlten Schwingungen auswerten, der Streuquerschnitt beispielsweise zwischen einem Motorradfahrer und einem Kühlwagen etwa um den Faktor 10 hoch 4 verschieden ist. Auch ist es unzumutbar, Rückstrahl-Meßgeräte mit größeren Keulenebenen von z. B. 10° bis 15° heranzuziehen, weil hierdurch verwirrenderweise auch Fahrzeuge oder andere ungefährliche angemessene Rückstrahl-Objekte neben der eigenen Fahrbahn erfaßt werden und eine nicht vorhandene Kollisionsgefährdung vortäuschen. Um hier eine Verringerung der Fehlerquote herbeizuführen, wurde gemäß einem in der DE-OS 33 37 135 veröffentlichten Kollisionsverhinderungssystem für Fahrzeuge vorgeschlagen, ein Paar von Radargeräten zu verwenden, um eine Entfernung zwischen dem Fahrzeug und einem Objekt zu ermitteln und um zwei Dopplersignale in Übereinstimmung mit der Bewegung bezüglich des Fahrzeugs zu erzeugen. Dieses System weist eine Differentialeinrichtung zum Differenzieren einer Phasendifferenz zwischen den Dopplersignalen bezüglich der Entfernung Fahrzeug/Objekt und eine Auswerteinrichtung zum Bestimmen der Kollisionsgefahr des Fahrzeugs mit dem Objekt auf der Basis des Ergebnisses eines Vergleichs des Differentialwertes mit einem vorbestimmten Bezugswert auf.

Um die nötige Sicherheit der Ortungsaussage zu gewinnen, muß gemäß Ausführungen in der vorgenannten Vorveröffentlichung, insbesondere auf Seite 3, ein äußerst genaues Erfassungssystem mit einem Fehler von 1% oder weniger geschaffen werden. Dabei ist es erforder-

lich, eine Genauigkeit von mehr als 99% für den gesamten Bereich der Dopplerfrequenz zu erzielen. Dies zwingt zu einer außerordentlich komplizierten Schaltungsanordnung, um die Frequenzen der beiden Dopplersignale mit der erforderlichen hohen Genauigkeit in kurzer Zeit zu erhalten.

Der Erfindung liegt im Hinblick auf die vorangehend aufgezeigte Problematik und die bekannten Lösungen die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr anzugeben, welche es ermöglichen, die Kollisionsgefahr eines Fahrzeugs mit einem Hindernis in der Fahrbahn unter Verwendung möglichst unkomplizierter, preisgünstiger und sicher funktionierender Mittel zu verhindern und somit die Sicherheit im Straßenverkehr wesentlich zu erhöhen. Ein wesentlicher Teil der Aufgabenstellung beruht auch darin, ein Kollisionsverhinderungssystem für Fahrzeuge zu schaffen, welches die Möglichkeit aufweist, den Grad der akuten Gefährdung stufenweise zu unterscheiden und demgemäß jeweils die entsprechend erforderlichen und in jedem Falle richtigen Reaktionen durch den Fahrer oder selbsttätig auszulösen.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt in einem Verfahren gemäß Oberbegriff von Anspruch 1, wobei das Sensorsystem sowohl Situationsparameter als auch Fahrzeugparameter sowie Umweltparameter erfaßt, durch die folgenden Arbeitsschritte:

A. die Auswerteinheit errechnet aus den vom Sensorsystem erfaßten Parametern:

1. die relative Annäherungsgeschwindigkeit des Objektes,
2. die theoretische Zeitspanne bis zum Aufprall ohne Reaktion,
3. die momentan erforderliche Reaktion (Verzögerung) zur sicheren Verhinderung des Aufpralls,
4. die mögliche Bremsverzögerung unter Berücksichtigung der erfaßten Fahrzeug- und Umweltparameter,
5. den Beginn und die Bremskraft einer die Kollision verhindernden Bremsung,

B. die Auswerteinheit unterscheidet aufgrund der Ergebnisse von A.

ALARMSTUFE I bei Unterschreitung eines ausreichenden Sicherheitsabstandes und veranlaßt hierfür:

- akustische und/oder optische Warnung des Fahrers,
- optische Warnung des Nachfolgeverkehrs durch Warnblinkung nach hinten,

ALARMSTUFE II bei weiterer Unterschreitung des Sicherheitsabstandes ohne ausreichende Reaktion und veranlaßt hierfür:

- zusätzlich zu den Maßnahmen der Stufe I eine selbsttätige Aktivbremsung des Bremssystems in zuvor berechneter Bremskraft nach A.,

ALARMSTUFE III bei dramatischer Unterschreitung des Sicherheitsabstandes durch ein plötzlich erkennbares Hindernis etc. und veranlaßt: maximale Aktivierung des Bremssystems, Aktivierung zusätzlicher Sicherheitseinrichtungen wie Aufblasen von Airbags, Stoßstange ausfahren, Straffung der Sicherheitsgurte etc.



Mit großem Vorteil durch die von der Auswerteinheit errechnete Unterscheidung zwischen vorzugsweise unterschiedlich gefährlichen Alarmstufen wird die für jeden Gefährlichkeitsgrad der Situation entsprechend richtige Entscheidung hinsichtlich der erforderlichen Situation getroffen. Zugleich wird hierdurch erreicht, daß selbst im Fall eines zunächst fälschlich eingeschätzten Objektes keine gravierende Fehlreaktion eintreten kann, während andererseits bei einem hohen Gefährdungsgrad beispielsweise der Alarmstufe III, bei dramatischer Unterschreitung des Sicherheitsabstandes durch ein plötzlich in die Fahrbahn einscherendes oder erkennbares Hindernis die maximal mögliche Reaktion, nämlich 100% Aktivierung des Bremssystems und zuzügliche Aktivierung weiterer Sicherheitseinrichtungen wie Aufblasen von Airbags, Stoßstange ausfahren, Straffung der Sicherheitsgurte etc. veranlaßt wird. Selbstverständlich könnten durch das System auch mehr oder weniger als drei Alarmstufen unterschieden werden, die vorgeschlagene Stufung in drei Stufen I, II und III wird jedoch als optimal hinsichtlich Aufwand und Ergebnis angesehen.

Das zur Unterscheidung der Alarmstufen vorgesehene Computerprogramm basiert im wesentlichen auf den Grundgleichungen der mechanischen Physik für bewegte Massen (Körper).

Diese können wie folgt ausgedrückt werden:

$$\begin{aligned} 1. s &= a/2 * t^2 \\ 2. v &= a * t \\ 3. s &= 1/2 * v^2/a \end{aligned}$$

Im folgenden werden folgende Formelzeichen verwendet:

$v_f$  = Fahrzeuggeschwindigkeit,  
 $v_o$  = Objektgeschwindigkeit,  
 $v_a$  = Annäherungsgeschwindigkeit,  
 $a$  = maximal mögliche Bremsbeschleunigung; von den Umweltbedingungen abhängiger Erfahrungswert. Der Computer mißt Wagengewicht und den Straßenzustand (Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc.) und ermittelt aus Vergleichswerten den aktuell gültigen Wert.

Unter Berücksichtigung der vorstehenden Gleichungen, trifft die Auswerteinheit aufgrund eines vorgegebenen Algorithmus folgende Unterscheidungen, beispielsweise durch Rechnung mit allen Parametern:

falls  $a_{min} 0,25 * a_{max}$ , dann Alarmstufe I  
 falls  $a_{min} 0,50 * a_{max}$ , dann Alarmstufe II  
 falls  $a_{min} 0,80 * a_{max}$ , dann Alarmstufe III

Ob es sich bei dem Objekt um einen Fußgänger, Zweiradfahrer oder ein Auto handelt, kann der Computer anhand der Objektgeschwindigkeit und der ungefähren Größe des Objekts (bestimmbar anhand der Anzahl der das Objekt messenden Sensoren oder anhand der Stärke des reflektierenden Signals) ermitteln. Somit können speziell auf das Auffahrobject abgestimmte Notmaßnahmen ergriffen werden, falls ein Aufprall nicht mehr zu verhindern ist. Dazu gehört die Anpassung der Knautschzone und das später beschriebene Aktivieren zusätzlicher Sicherheitssysteme. (Für Fußgänger z. B. ist naturgemäß eine nachgiebigere Knautschzone nötig als für schwere oder starre Objekte.)

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß das Sensorsystem zur Ortung eines Ortungsobjektes mindestens je einen vorzugsweise in Fahrtrichtung elektromagnetische Signale ausstrahlenden Sender und mindestens je einen Echosignale nach Reflexion am Objekt auffangenden Empfänger verwendet.

Die Verwendung dieser Funktionselemente ist mit vergleichsweise unkomplizierten Mitteln möglich, zudem preisgünstig und zuverlässig in der Funktion.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht weiter vor, daß vorzugsweise die an sich bekannte Reflexion von ausgestrahltem Infrarotlicht zu Bestimmung von Positionsdaten des Ortungsprojektes verwendet wird. Infrarot-Ortung ist bekanntlich unkompliziert, zuverlässig bei Tag und Nacht und mit handelsüblichen Mitteln kostengünstig durchführbar.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht weiter vor, daß zur Ortung des Objektes zwei vom Eigenfahrzeug ausgestrahlte gebündelte Ortungsstrahlen verwendet werden.

Durch eine starke Bündelung der Ortungsstrahlen werden Fehlalarme vermieden, wie sie bei stärker divergierenden Strahlen durch seitlich, beispielsweise in vergleichsweise dichtem Abstand fahrenden Fahrzeuge, in der Praxis vielfach ausgelöst werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sehen jeweils vor, daß zur Ortung drei Ortungsstrahlen, vier Ortungsstrahlen oder mehr als vier Ortungsstrahlen verwendet werden. Bei sehr dichter Basisentfernung solcher Ortungsstrahlen und einer vergleichsweise größeren Anzahl werden auch in größerer Nähe befindliche kleinere Objekte sicher erfaßt, wie sie beispielsweise von Mopedfahrern, Kindern, kleineren Hindernissen etc. dargestellt werden.

Dabei sieht eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung vor, daß die Ortungsstrahlen im wesentlichen parallel ausgerichtet sind. Sie können aber auch jeweils um einen geringen Winkelbetrag von etwa 1° bis 2° divergierend ausgerichtet sein. Dementsprechend ist auch die Reichweite unterschiedlich, und zwar bei divergierenden Ortungsstrahlen etwas geringer als bei im wesentlichen parallel ausgerichteten Ortungsstrahlen.

Vorteilhaft können entsprechend einer weiteren Ausgestaltung die Ortungsstrahlen einen engbegrenzten, einen schmale Strahlungskeule erzeugenden Ausbreitungswinkel zwischen 1° und 3°, vorzugsweise 2°, aufweisen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht weiter vor, daß die Abstrahlungsorte der einzelnen Strahlen im wesentlichen in gleichmäßigen Abständen über die Breite der Fahrzeug-Vorderseite verteilt sind.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens nach der Erfindung sieht vor, daß die Frequenz eines jeden Ortungsstrahls mit frequenzmodulierten Signalen überlagert ist und die Ortung eines Objektes bei relativer Geschwindigkeitsänderung zum Eigenfahrzeug durch Messen der Laufzeitveränderung der Signale mit Hilfe der durch Dopplereffekt erzeugten Laufzeit-Interferenzen erfolgt.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung können insbesondere zur Entfernungsmessung sowie zur Unterscheidung ruhender bzw. bewegter Ortungsobjekte als Sensoren — fallweise auch zusätzlich — wenigstens zwei Bildobjektive aufweisende, hochempfindliche Schwarz/Weiß-Halbleiterkameras in Stereosicht-Anordnung verwendet werden, deren Bilder von einem Bildverarbeitungscomputer im Vergleich mit einem vorgegebenen Mustererkennungsprogramm ausgewertet und das Ergebnis vorzugsweise zuzüglich zur Unter-

scheidung einer Alarmstufe bestimmter Ordnung dem Sensorsystem aufgeschaltet wird.

Durch Kombination mehrerer dieser Kameras mit einem speziellen Bildverarbeitungscomputer ist sowohl eine Abstandsmessung, als auch eine Bewertung des Verkehrsgeschehens durch ein Mustererkennungsprogramm möglich. Mit dessen Hilfe können noch weitere differenzierte Entscheidungen wie beispielsweise das Ausweichen von Hindernissen ermöglicht werden.

Für eine erhöhte Funktionsfähigkeit in Kurven sind sich der Fahrzeuglenkrichtung automatisch anpassende Sensoren vorteilhaft. Sie verwenden eine drehbare Lagerung und eine Ausrichtung über ein Servosystem. Infolgedessen sieht eine Ausgestaltung des Verfahrens vor, daß zur Kompensation der Fahrzeuglenkrichtung selbsttätig nachführbare richtungsveränderliche Sensoren verwendet werden.

Vorteilhaft muß bei einem sicheren System für eine Kompensation von Meßfehlern gesorgt werden, welche durch Nickbewegungen des Fahrzeugs, beispielsweise durch Bodenunebenheiten verursacht werden können. Hierfür sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung weiter vor, daß zur Kompensation einer Fahrzeug-Nickbewegung relativ zur Fahrbahnebene ein Korrektur-Referenzsignal einer künstlich angezeigten Straßen-Ebene erzeugt und zur Korrektur der Ortungsdaten dem Sensorsystem aufgeschaltet wird und daß das Referenzsignal vorzugsweise durch einen Referenzkreisel erzeugt wird.

Und schließlich sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens weiter vor, daß als zusätzlicher Meßwertgeber zur Beurteilung der Beschaffenheit der Fahrbahndecke in an sich bekannter Weise ein Ultraschallsensor verwendet wird.

Eine Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr, mit Mitteln zur Abstandswarnung gegenüber bewegten und/oder unbewegten Hindernissen als Ortungsobjekte wie Fremdfahrzeuge oder andere Hindernisse in der Fahrbahn unter Verwendung eines Sensorsystems, wobei dieses im Zusammenwirken insbesondere mit zusätzlichen Meßwernergebnissen und einer nachgeordneten Warneinrichtung mit zugeordneter Prozeßperipherie wie Impulsgeneratoren, Verstärker, Signalumwandler bzw. Demodulator sowie elektronische Filter zur Ausfilterung von Störsignalen, z. B. schnellerer Ortungsobjekte u. dergl. ausgebildet ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung, ist dadurch gekennzeichnet, daß diese an der Vorderfront des überwachten Fahrzeuges wenigstens zwei Infrarot-(IR)-Echosignal-Empfänger als Empfangs-Einheiten aufweist.

Mit Vorteil sind die Sender als IR-Richtstrahler mit einer engbündelnden Richt-Charakteristik zur Erzeugung einer Strahlenkeule mit einer Strahlausbreitung von  $1^\circ$  bis  $4^\circ$ , vorzugsweise ca.  $2^\circ$  ausgebildet.

Weiterhin können die Empfänger als hochempfindliche IR-Halbleiter-Fotodetektoren ausgebildet sein.

Hierbei ist insbesondere eine Ausbildung vorteilhaft, bei der jeder Empfänger einen vorzugsweisen paraboloidischen Empfangsspiegel aufweist, in dessen Brennpunkt die Halbleiterdetektoren angeordnet sind.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Einrichtung sind entsprechend den Merkmalen der Ansprüche 21 bis 26 vorgesehen.

Die Erfindung wird in schematischen Zeichnungen in einer bevorzugten Ausführungsform gezeigt, wobei aus den Zeichnungen weitere vorteilhafte Einzelheiten der Erfindung entnehmbar sind. Die Zeichnungen zeigen im

einzelnen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen,

Fig. 2 eine zusätzliche Anordnung zweier schwarz-weiß Halbleiterkameras in Stereosicht-Anordnung als zusätzliche Sensoren zur Entfernungsmessung eines Ortungsobjektes, ebenfalls als vereinfachtes Blockschaltbild,

Fig. 3 einen Sender und einen Empfänger in einem gemeinsamen Gehäuse integriert, als eigenständige Baugruppe ausgebildet, in rein schematischer Darstellung im Schnitt,

Fig. 4 in Draufsicht mehrere in gleichen Abständen an einem Trägerelement angeordnete Sender/Empfänger-Einheiten.

In Fig. 1 bezeichnet Ziffer 1 ein Fahrzeug, an dessen Vorderfront 17 je zwei Richtungsstrahl-Sender 3, 3' und zwei Empfänger 2, 2' angeordnet sind. Es handelt sich hierbei um IR-Sender 3, 3' bzw. Empfänger 2, 2'. Diese weisen jeweils eine scharf bündelnde Richtcharakteristik auf, entsprechend üblichen Licht-Scheinwerfern. Die Sender stehen in Verbindung mit einem Frequenzgenerator bzw. Modulator 18, der seinerseits von der Batterie 19 gespeist wird. Die Sender 3, 3' stehen weiterhin mit einer Steuerleitung in Verbindung mit den Demodulatoren 20, 20', denen auch die von den Empfängern 2, 2' aufgefangenen Impulse über die Verstärker 21, 21' aufgeschaltet werden. In den Demodulatoren 20, 20' wird die Frequenzabweichung  $\Delta f$  des empfangenen Signals gegenüber dem ausgesandten Signal  $f$  gewonnen. Diese ist ein niederfrequentes Interferenz-Signal. Es wird über die Signalleitungen 22, 22' der zentralen Auswert-Einheit 23 aufgeschaltet. An diese sind weiterhin eine Reihe von zusätzlichen Sensoren ange-schaltet, und zwar ein Sensor 24 zur Signalisierung der Fahrzeuggeschwindigkeit, ein Sensor 25 mit einer Digitaleinstellung für das Fahrzeuggewicht, weiterhin ein Sensor 26 für die Witterungs-Außentemperatur und ein Sensor 27, welcher Trockenheit oder Regel signalisiert. Und schließlich ist ein Sensor 28 mit einer kombinierten Ultraschall-Sender/Empfänger-Einheit angeschlossen, der gegen die Fahrbahn gerichtet den Zustand der Straßendecke signalisiert und als zusätzliche Parameter der zentralen Auswerteinheit 23 aufschaltet ist. Der zugeordnete Ultraschall-Generator ist mit der Ziffer 29 bezeichnet. Mit der zentralen Auswerteinheit 23 integriert ist eine Rechneinheit 30 zur Unterscheidung der Alarmstufen aufgrund der Auswertung der der zentralen Auswerteinheit aufgeschalteten Parameter. Die beiden mit einer unterbrochenen dünnen rechteckigen Linie umgrenzten Einheiten, nämlich die zentrale Auswerteinheit 23 und die Rechneinheit 30, welche miteinander funktionell verbunden und integriert sind, stellen gemeinsam gewissermaßen den Sicherheits-Bordcomputer 31 dar. Dieser steuert als Kernstück der Einrichtung die Reaktionsmechanismen, und zwar einerseits für die Alarmstufe I eine akustische und vorzugsweise gleichzeitig optische Warneinrichtung 32 zur Warnung des Fahrers, welche an geeigneter Stelle im Cockpit angeordnet ist, sowie ein vom Computer 31 steuerbares, rein schematisch angedeutetes Bremssystem, wie es beispielsweise beim sogenannten ABS-Bremssystem bereits in der Praxis verwirklicht und angewendet ist. Damit können graduelle Bremsungen schwach-mittelvoll vorgegeben und realisiert werden, wobei eine Vollbremsung mit maximaler Verzögerung jedoch so erfolgt, daß die gebremsten Räder nicht blockieren können.

Als zusätzliche Sicherheitssysteme kommen alle diejenigen in Frage, welche in sehr kurzer Zeit, in Sekundenbruchteilen die sogenannte "Knautschzone" vergrößern. Dabei ist auch an Mechanismen gedacht, die die Verletzungsgefahr von Fußgängern verringern. Hier ist als Beispiel im System mit der Ziffer 34 ein Airbag-System rein schematisch angedeutet, mit einer Preßluftflasche und dem eigentlichen Gummiballon. Ein solcher kann sowohl zwischen Fahrer und Lenksäule als auch vor der Stoßstange und fallweise auch am Heck des Fahrzeugs aufblasbar angeordnet sein. Hierdurch wird die Sicherheit wesentlich vergrößert, falls trotz aller Vorsicht und Vollbremsung ein Aufprall dennoch nicht verhindert werden kann. Zu erwähnen sind noch spezielle rückseitige Warnblinkleuchten 35, welche bereits bei Alarmstufe I in Tätigkeit gesetzt werden und durch ein besonders intensives Rot-Blinklicht mit kurzen Blinkintervallen den nachfolgenden Verkehr auf erhöhte Gefahrensituationen aufmerksam macht.

Selbstverständlich muß sich das beschriebene System durch eine außerordentlich hohe Zuverlässigkeit auszeichnen. Dazu gehört insbesondere auch die Vermeidung von Fehlalarmen. Das kann im einzelnen durch folgende Maßnahmen unterstützt werden:

Für das System sind permanente Selbsttestverfahren vorgesehen. Das System schaltet sich bei Störungen automatisch ab und warnt den Fahrer. Ein Maximum an Sicherheit kann weiterhin durch doppelte Auslegung aller wichtigen Funktionseinheiten und Signal- bzw. Steuerleitungen erreicht werden. Bei den Sensoren empfiehlt sich ein Reinigungssystem, wie es bei Scheinwerfern verwendet wird.

Weiterhin können regelmäßige Messungen mit Eichentfernungen die Funktion und Zuverlässigkeit der Abstandssensoren sicherstellen. Diese Messungen können auch automatisch vom System intern vorgenommen werden, wenn die Sensoren mit einer Soll-Eichstrecke versehen werden, auf die die Sensoren zu Testzwecken ausgerichtet werden.

Zusätzlich können die Meßwerte permanent auf Plausibilität kontrolliert werden. Dies geschieht unter besonderer Beachtung typischer Fehlerursachen wie Ausfall/Verschmutzung eines Sensors, Fahrzeugschwankungen etc.

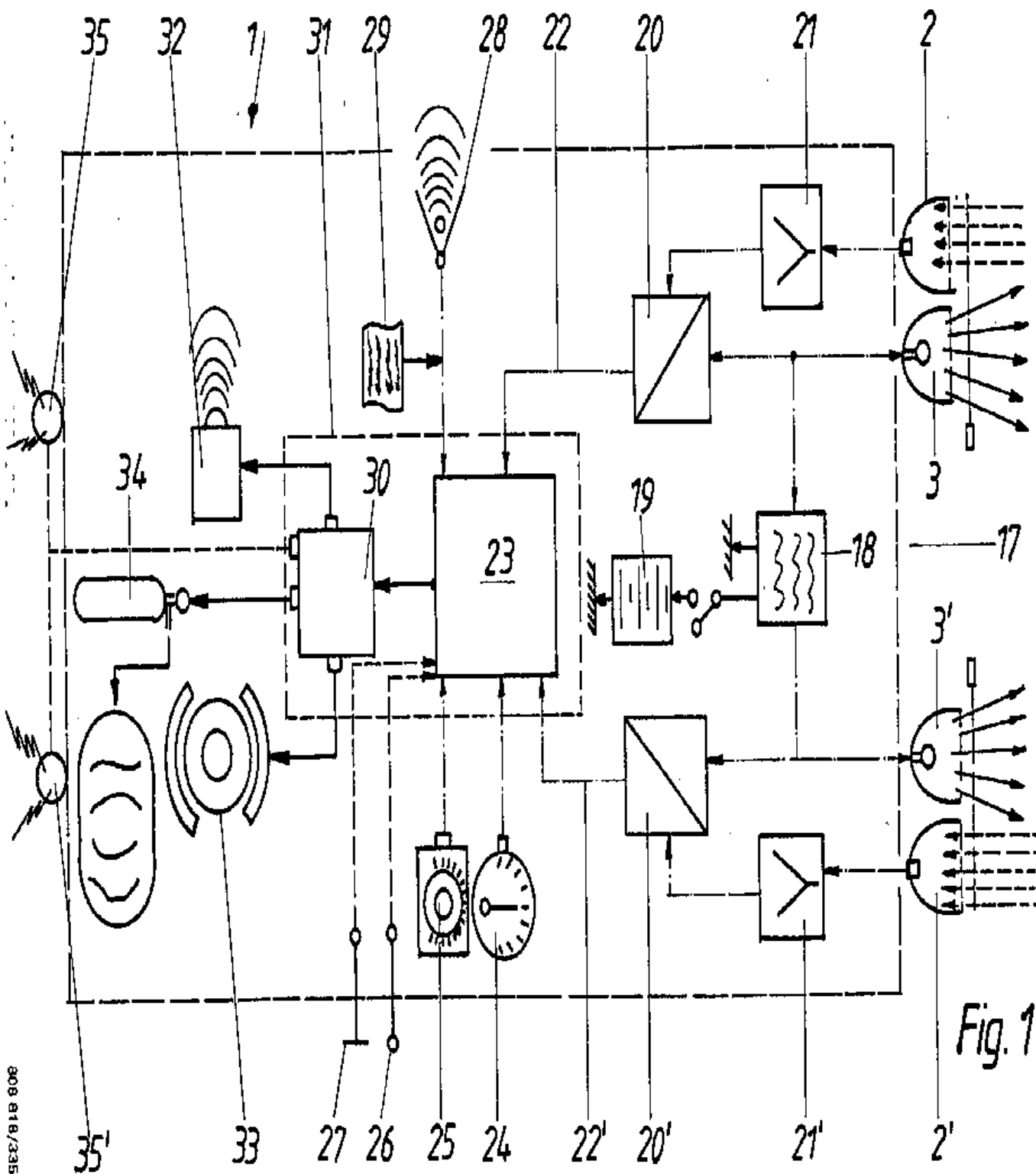
Die entscheidend neue Eigenschaft des erfindungsgemäßen Systems beruht in der Unterscheidung der Alarmstufen und der entsprechend selbsttätigen Einleitung stufenweiser Reaktionen einschließlich eines selbsttätigen und in der Stärke vorausberechneten Bremsvorganges bei Unterschreitung eines situationsbedingten Sicherheitsabstandes. Dabei können verschiedene Ausbaustufen realisiert werden. Diese reichen von einer akustischen bzw. optischen Warnung des Fahrers in unterschiedlichen Stufen bis hin zum komplexen System der Objekterkennung und Einleitung optimaler Reaktionen, wozu vor allem abgestufte Bremsvorgänge vorgesehen sind, und schließlich sind Ausbaustufen bis zur Aktivierung zusätzlicher Sicherheitssysteme wie Airbags und in einem noch weiter fortgeschrittenen Sicherheitsstadium die automatische Steuerung des Fahrzeugs, gestützt auf die komplexen Grundfunktionen des Bordcomputers 31, mit dem System nach der Erfindung möglich.

Fig. 2 zeigt die zusätzliche Anordnung zweier Halbleiterkameras 14, 14' in Stereosicht-Anordnung, deren Sichtstrahlen 36, 36' ein langsamer vorausfahrendes Objekt 37 erfassen. Diese stehen über Signalleiter 38, 38' mit einem Bildverarbeitungscomputer 15 in Verbin-

dung, welchem aus einer Einheit 38 mit digitaler Sollwert-Eingabe 39 ein Musterkennungsprogramm aufgeschaltet wird. Das Ergebnis wird zusätzlich zu den übrigen Informationen durch die in Fig. 1 gekennzeichneten Parameter mit der Signalleitung 40 dem zentralen Bordcomputer 31 aufgeschaltet und in üblicher Weise als zusätzliche Entscheidungshilfe vom Computer 31 verwendet.

Fig. 3 zeigt eine Montageansicht 11 mit einem Sender 3 und einem Empfänger 2 in einem gemeinsamen Gehäuse 8. Beide Geräte sind von einer gemeinsamen Quarzscheibe 12 abgedeckt, welche zur permanenten Reinigung eine an sich bekannte Scheibenwischenanordnung 13 mit einem Wischermotor 41 aufweist. Sowohl der Sender 3 als auch der Empfänger 2 weisen paraboloidische Reflektoren mit Richtcharakteristik auf. Im Brennpunkt des Empfangsspiegels 5 vom Empfänger 2 befindet sich, wie dies an sich bekannt ist, ein Halbleiterdetektor 6. Ebenso befindet sich im Brennpunkt des paraboloidischen Spiegels beim Sender 3 der Infrarotstrahler 42.

3637165



Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

3637165  
G 01 S 13/93  
31. Oktober 1986  
5. Mai 1988

Fig. 1

909 818/335

25

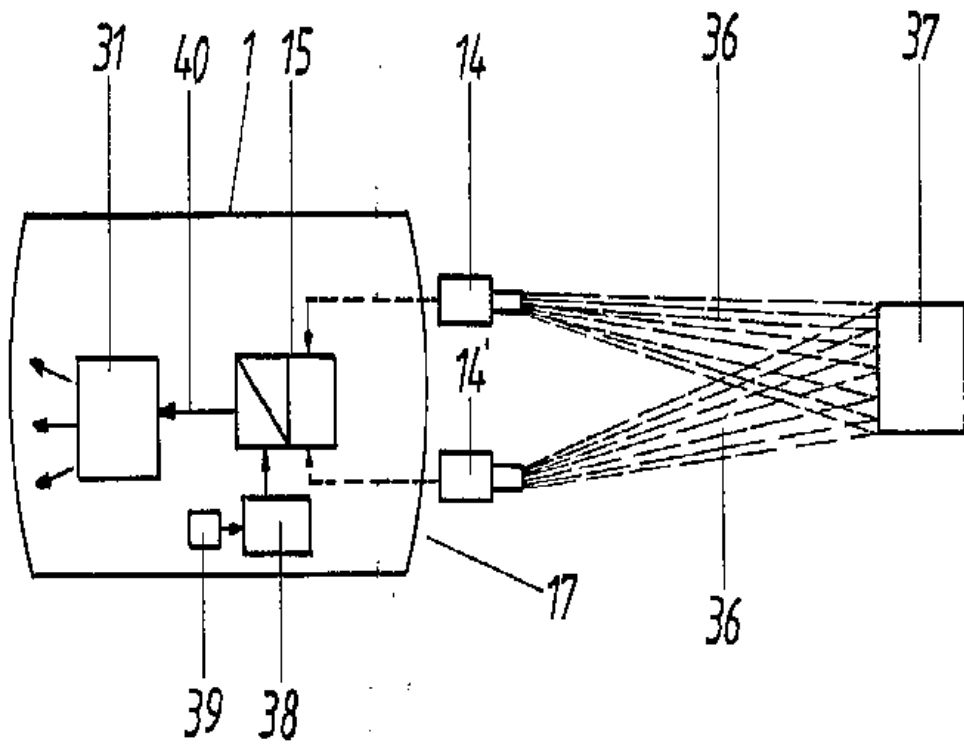


Fig. 2

3 6 3 7 1 6 5

NACHGEREICHT

FIG. 2

26

3637165

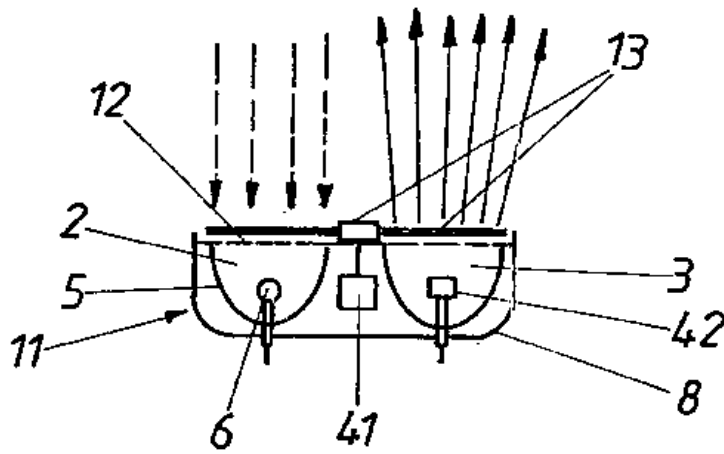


Fig. 3

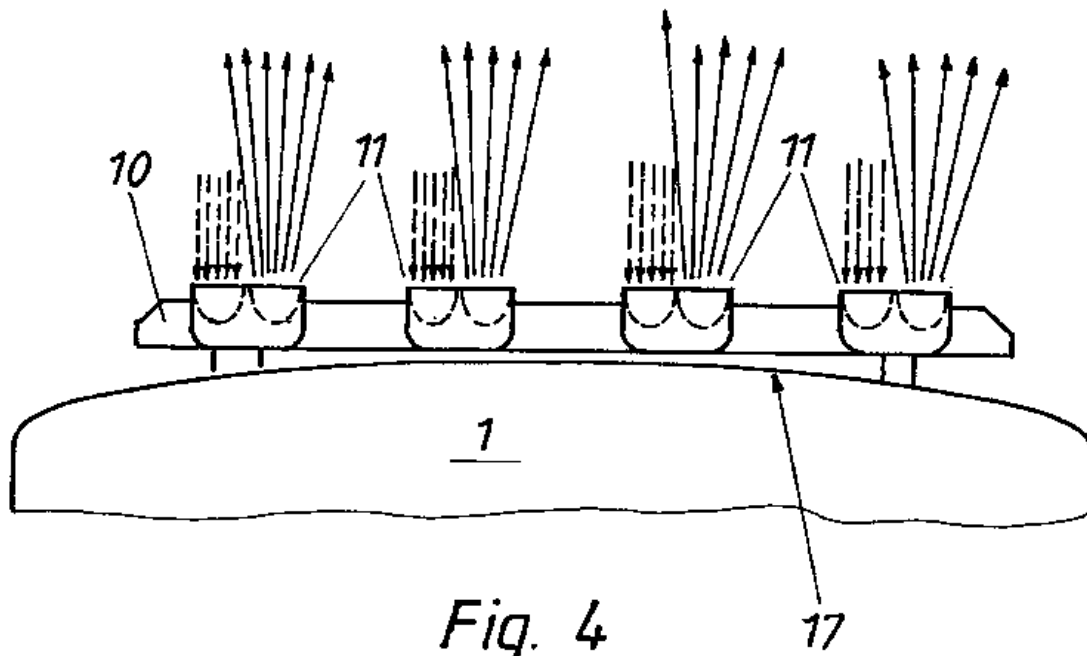


Fig. 4

Bibliographic data: DE3833022 (A1) — 19880929

Method for safeguarding a vehicle against collision, and vehicle so safeguarded.

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** KUGLER HANS-PETER [DE]; SINN FRANK [DE] ± (KUGLER, HANS-PETER, 7519 ZAISENHAUSEN, DE, ; SINN, FRANK, 7507 PFINTZTAL, DE)

**Applicant(s):** FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE] ± (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG EV, 8000 MUENCHEN, DE)

**Classification:** - **international:** **G01S17/93**; (IPC1-7): B60K28/00; G01S17/88  
- **cooperative:** **G01S17/936**

**Application number:** DE19883833022 19880929

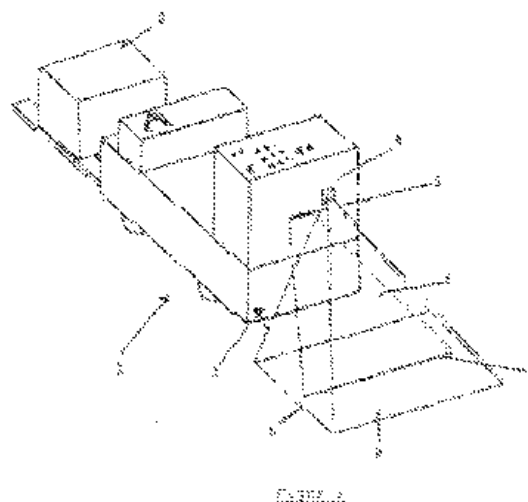
**Priority number(s):** DE19883833022 19880929

**Also published as:** DE3833022 (C2) EP0361188 (A2) EP0361188 (A3)  
EP0361188 (B1)

Abstract not available for DE3833022 (A1)

Abstract of corresponding document: EP0361188 (A2)

For safeguarding a vehicle against collisions, the invention proposes that the travel path of the vehicle should be illuminated in front of it by a light curtain directed from the vehicle obliquely to the floor, said curtain striking the ground in an impact line extending essentially transversely to the travel direction, that the impact line is monitored from the vehicle and that in the event of interruptions or displacement of line regions, the drive of the vehicle receives a control command. A corresponding vehicle to be protected is equipped with a laser (12) arranged on the vehicle (1), the beam of which is directed, at least after emergence from the vehicle, obliquely to the floor, with a completely cylindrical lens arranged in the laser beam (4) eccentrically in respect of the latter and with a camera (8) which monitors the impact line area of the laser light (4) on a floor (9) as well as with an evaluation unit (10).





21 Aktenzeichen: P 38 33 022.9  
22 Anmeldetag: 29. 9. 88  
43 Offenlegungstag: 5. 4. 90

71 Anmelder:  
Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

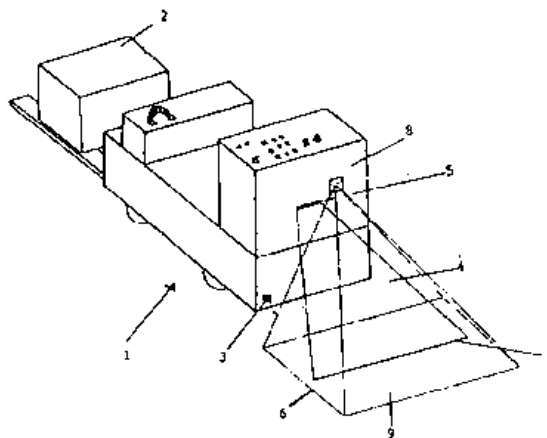
74 Vertreter:  
Lichti, H., Dipl.-Ing.; Lempert, J., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7500 Karlsruhe

72 Erfinder:  
Kugler, Hans-Peter, 7519 Zaisenhausen, DE; Sinn,  
Frank, 7507 Pfinztal, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Schutz eines Fahrzeugs gegen Kollisionen und kollisionsgeschütztes Fahrzeug

Die Erfindung schlägt zum Schutz eines Fahrzeugs gegen Kollisionen vor, daß der Fahrweg des Fahrzeugs vor diesem durch einen von dem Fahrzeug schräg zum Boden hin gerichteten Lichtvorhang beleuchtet wird, der auf den Boden in einer sich im wesentlichen quer zur Fahrtrichtung erstreckenden Auftrefflinie auftrifft, daß die Auftrefflinie vom Fahrzeug aus überwacht wird und daß bei Unterbrechungen oder Versatz von Linienbereichen der Antrieb des Fahrzeugs einen Steuerbefehl erhält. Ein entsprechendes zu schützendes Fahrzeug ist ausgerüstet durch einen auf dem Fahrzeug (1) angeordneten Laser (12), dessen Strahl zumindest nach Austritt aus dem Fahrzeug schräg zum Boden hin gerichtet ist, durch eine im Laserstrahl (4) exzentrisch zu diesem angeordnete vollzylindrische Linse und durch eine den Auftrefflinienbereich des Laserlichts (4) auf einen Boden (9) überwachende Kamera (8) sowie durch eine Auswerteeinheit (10).



Figur 1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schutz eines Fahrzeugs gegen Kollisionen sowie ein kollisionsgeschütztes, insbesondere fahrerloses Fahrzeug mit einer Kollisionsschutzeinrichtung.

Der klassische Kollisionsschutz für automatisierte Transportfahrzeuge ist ein Auffahrbügel. Berührt dieser ein Hindernis, so wird ein Endschalter betätigt und das Fahrzeug durch einen Notstop zum Stillstand gebracht. Eine Weiterbildung dieses "Notstop-Prinzips" sieht eine Lichtleiter aus einem Glasfaserkern mit hohem Brechungsindex sowie einem Mantel mit geringerem Brechungsindex vor. Um den Leiter kann eine Kunststoffspirale gewickelt sein. Wird ein Druck auf diese ausgeübt, so bewirkt dies eine schlangenförmige Krümmung des Leiters, so daß schon bei geringer Verformung der größte Teil des in den Lichtwellenleiter eingespeisten Lichts verlorengeht, da der Grenzwinkel der Totalreflexion unterschritten wird, so daß Licht den Leiter verlassen kann. Erhält derart eine an einem Ende des Lichtleiters angebrachte Auswerteelektronik weniger Licht, so wird hierdurch der Antrieb des Fahrzeugs abgeschaltet. Es wurde weiterhin ein Kollisionsschutz mit zwei durch eine gelochte elastische Isolierschicht getrennten leitfähigen Folien in einer Ummantelung vorgeschlagen. Bei Druckeinwirkung berühren sich die beiden Folien, so daß von der einen zur anderen Folie ein Arbeitsstrom fließen kann, was durch eine Auswerteelektronik zum Stillsetzen des Fahrzeugs ausgewertet wird.

Alle diese Vorrichtungen werden erst bei Auftreffen des Fahrzeugs auf ein Hindernis wirksam und erfordern ein sofortiges Stillsetzen des Fahrzeugs mittels eines "Notstops". Empfindliche Hindernisse können beschädigt werden. Auch kann bei einem "Notstop" empfindliche Ladung auf dem Fahrzeug verrutschen oder ebenfalls beschädigt werden.

Es wurde weiterhin schon vorgeschlagen, mit einem Ultraschallsender und -empfänger zu arbeiten. Dieses Meßverfahren ist aber fehleranfällig und von der Art und insbesondere des Werkstoffs des Hindernisses abhängig.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, welches auf größere Entfernung hin zuverlässig ein Hindernis, unabhängig von dessen Art und Werkstoff, zu erkennen und das Fahrzeug rechtzeitig und stetig stillzusetzen gestattet.

Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe durch ein Verfahren zum Schutz eines Fahrzeugs gegen Kollisionen gelöst, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß der Fahrweg des Fahrzeugs vor diesem durch einen von dem Fahrzeug schräg zum Boden hin gerichteten Lichtvorhang beleuchtet wird, der auf den Boden in einer sich im wesentlichen quer zur Fahrtrichtung erstreckenden Auftrefflinie auftrifft, daß die Auftrefflinie vom Fahrzeug aus überwach wird und daß bei Unterbrechungen oder Versatz von Linienbereichen der Antrieb des Fahrzeugs einen Steuerbefehl erhält. Ein erfindungsgemäßes kollisionsgeschütztes Fahrzeug ist dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Fahrzeug mindestens ein Laser bzw. daß eine vollzylindrische Linse exzentrisch zu dem Laserstrahl bzw. den Laserstrahlen im Laserlicht angeordnet ist; daß das aus der vollzylindrischen Linse austretende Licht zumindestens nach Austritt aus dem Fahrzeug schräg zum Boden hin gerichtet ist und daß eine den Auftrefflinienbereich des Laserlichts auf einen Boden überwachende Kamera sowie eine mit dieser verbundene Auswerteeinheit vorgesehen sind.

Die Erfindung sieht die Erzeugung eines schräg auf den Boden vor dem Fahrzeug gerichteten Lichtvorhangs vor, der auf dem Boden im wesentlichen in einer quer zur Fahrtrichtung verlaufenden Linie auftritt. Die Linie kann teilbogenförmig geführt sein, um so unabhängig vom Beobachtungswinkel relativ zur Fahrtrichtung den gleichen Abstand der Auftrefflinie zum Fahrzeug zu erreichen. Die Auftrefflinie wird durch eine Videokamera beobachtet. Befindet sich im Beobachtungsbereich ein dunkler Gegenstand, so wird die Linie an seiner Stelle unterbrochen. Befindet sich ein heller, lichtreflektierender Gegenstand im Fahrweg, so ergibt sich ein Versatz des von diesem reflektierten Bereichs des Lichtvorhangs gegenüber der Auftrefflinie des Lichtvorhangs auf dem Boden. Beide Fälle werden mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens festgestellt und können zu einer Steuerung, insbesondere einer Stillsetzung des Fahrzeugs genutzt werden.

Die Eigensicherheit des erfindungsgemäßen Vorgehens ist dadurch gewährleistet, daß bei Ausfall der Lichtquelle ebenso wie der Kamera die Auswerteelektronik kein (ungestörtes) Signal erhält; in diesem Fall kann der Antrieb des Fahrzeugs angehalten werden. Aufgrund einer Dejustierung von Senderoptik oder Empfänger erfolgt eine Verschiebung des von der Kamera aufgenommenen Auftreffbereichs des Lichts gegenüber einem vorgegebenen Bereich, was ebenfalls dazu genutzt werden kann, den Antrieb des Fahrzeugs nicht in Betrieb zu setzen bzw. stillzusetzen.

Wird in bevorzugter Ausgestaltung eine Laserdiode verwendet, die insbesondere im Hinblick auf sicherheitstechnische Anforderungen eine gewünschte geringe Leistung enthält, so kann weiterhin in bevorzugter Ausgestaltung vorgesehen sein, daß eine zwischen Laserdiode und vollzylindrischer Linse angeordnete Fokussierlinse eine Zylindersammellinse ist. Eine bogenförmige Ausgestaltung der Auftrefflinie des Lichtvorhangs auf dem Boden kann dadurch erreicht werden, daß die vollzylindrische Linse unter einem Winkel von ungleich 90 Grad zum auf sie auftreffenden Laserstrahl ausgerichtet wird.

Wenn von einer vollzylindrischen Linse gesprochen wird, so ist damit nicht gemeint, daß diese vollständig massiv ausgebildet ist, sondern daß die Linse im Gegensatz zu herkömmlichen Zylindersammellinsen einen vollen Zylinder bildet. Sie kann in bevorzugter Ausgestaltung derart ausgebildet sein, daß die vollzylindrische Linse ein Hohlrohr wie ein zylindrisches Glasröhrchen ist. Bevorzugte Ausgestaltungen sehen vor, daß jeweils ein Laser auf jeder Seite einer Diagonalebene der vollzylindrischen Linse angeordnet ist, daß die Laser symmetrisch zur Diagonalebene der Linse angeordnet sind und daß die Laser unter dem gleichen Winkel zur Symmetrieachse der Linse ausgerichtet sind.

Um den fremdlichen Einfluß vollständig auszuschalten, kann gegebenenfalls in bevorzugter Ausgestaltung vorgesehen sein, daß der Laser getaktet ist.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung im einzelnen erläutert ist. Dabei zeigt:

**Fig. 1** Eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäß ausgerüsteten Fahrzeugs;

**Fig. 2** eine Seitenansicht der Anordnung und Ausrichtung der erfindungswesentlichen Beleuchtungs- und Aufnahmeteile;

**Fig. 3** eine Aufsicht entsprechend dem Pfeil III der

Fig. 2;

Fig. 4a bis b Bildschirm- und Oszilloskopdarstellungen des von der Kamera gem. Fig. 2 aufgenommenen Bildes ohne und mit Stirnenobjekten; und

Fig. 5 ein Schaltbild der Auswerteeinheit.

Fig. 1 zeigt schematisch ein fahrerloses Fahrzeug, wie es in Lagern, Lagerhallen oder dergleichen eingesetzt wird. Es handelt sich dabei beispielsweise um ein Förderfahrzeug, das in einem Lager entlang der dort gegebenen Lagerstraßen zwischen Be- und Entladeplätzen verfährt und Lagergut 2 von und zu Lagerplätzen transportiert. Gegebenenfalls kann dabei das Fahrzeug 1 in bekannter Weise zweiteilig, nämlich als Hauptförderfahrzeug mit abtrennbarem Satellitenfahrzeug ausgebildet sein.

Das Fahrzeug 1 weist an seiner Vorderseite 3 eine Beleuchtungseinheit auf, die einen Lichtvorhang 4 erzeugt, der aus einem Lichtaustritt 5, wie einem Schlitz an der Vorderseite des Fahrzeugs austritt und schräg auf den Boden 6, auf dem das Fahrzeug fährt, gerichtet ist und auf diesen in einer Linie 7 auftrifft.

Der Lichtvorhang 4 muß nicht, wie im dargestellten Ausführungsbeispiel, eine Schrägebene sein, die in einer geraden Auftrefflinie 7 auf den Boden 6 auftrifft. Der Lichtvorhang kann auch kegelteilförmig gekrümmt sein und entsprechend in einer, vom Fahrzeug aus betrachtet, konkaven Linie auf dem Boden auftreffen.

Der Bereich der Auftrefflinie 7 des Lichtvorhangs 4 auf dem Boden 6 wird durch eine ebenfalls in der Vorderseite 3 des Fahrzeugs angeordnete Kamera 8 überwacht, die ebenfalls schräg auf den Boden gerichtet ist und einen Überwachungsbereich 9 beobachtet, der die Auftrefflinie 7 des Lichtvorhangs 4 einschließt. Vor der Kamera 8 kann vorzugsweise ein Filter, wie ein Interferenzfilter angeordnet sein, welcher nur Licht der Wellenlänge des Lichtsenders durchläßt, um so störendes Umgebungslicht weitgehend auszufiltern und das Signal-Rausch-Verhältnis zu verbessern.

Die Beleuchtungseinheit 11 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel einen Laser 12, vorzugsweise eine Halbleiter-Laserdiode auf, der bzw. die unter einem spitzen Winkel schräg zur Bodenfläche 6, auf der das Fahrzeug 1 verfährt, gerichtet ist (Fig. 2). Vor dem Laser 12 ist ein transparentes Röhrchen 13, insbesondere Glasröhrchen angeordnet, dessen Achse 14 senkrecht zur Achse des Laserstrahls 15 steht und in einer Ebene senkrecht zur Bodenfläche 6 liegt. Hierdurch wird der ebene Lichtvorhang 4 und die gerade Auftrefflinie 7 gebildet. Durch eine vom rechten Winkel abweichende Anstellung des Röhrchen 13 gegenüber der Laserstrahlrichtung 15 kann ein teilkegelförmiger Lichtvorhang und damit eine bogenförmige Auftrefflinie erzeugt werden.

Zwischen Laser 12 und Röhrchen 13 ist eine Fokussierungslinse in Form einer Zylindersammellinse 16 angeordnet, die den Laserstrahl auf die Oberfläche des Röhrchen fokussiert. Die größte Breitenstreckung des aus der Laserdiode austretenden kollimierten Laserstrahls liegt dabei gegebenenfalls parallel zum Boden 6. Die Achse der Zylindersammellinse 16 steht senkrecht zu dieser größten Breitenstreckung, verläuft also in Richtung der geringeren Höhe des aus der Diode austretenden Strahls 15 (Fig. 2 und 3).

Schließt man an den Ausgang der Kamera einen Monitor bzw. an eine am Ausgangssignal der Kamera 8 ein X- und ein Y-Signal ableitende Verarbeitungseinheit ein Oszilloskop an, so ergeben sich die in den Fig. 4a bis d dargestellten Darstellungen. Hierbei ist zu beachten,

daß die Kamera gegenüber ihrer üblichen Halteposition um ihre optische Achse um 90 Grad verschwenkt angeordnet ist, wodurch die horizontale Auftrefflinie 7 auf dem Boden 6 als vertikale Linie 22 auf dem Bildschirm 21 dargestellt wird (Fig. 4a). Liegt die Linie 7 genau senkrecht zur Verfahrrichtung des Fahrzeugs (und damit die Linie 22 senkrecht auf dem Monitor 21), so stellt das rechts in Fig. 4a oben dargestellte X-Signal der Auswerteeinheit eine konstante Spannung dar. Ein Bildschirmbild ist dabei in der rechten Darstellung der Fig. 4 der Bereich zwischen zwei Spitzen des Vertikalsynchronsignals, das separat auf der dritten Linie jeder Teilfigur 4a bis 4d aufgetragen ist. Das Y-Signal (zweite Linie in den Teilfiguren rechts) stellt bei der gewählten Auswertung (die weiter unten erläutert wird) eine Sägezahnspannung zwischen den Peaks des Vertikalsynchronsignals dar.

Verläuft die Linie 7 schräg zur Verfahrrichtung des Fahrzeugs (Fig. 4b) so stellt auch das X-Signal eine Sägezahnlinie dar.

Befindet sich vor dem Fahrzeug ein dunkler Gegenstand, der verhindert, daß die Linie 7 auf dem Boden 6 vollständig von der Kamera 8 gesehen wird, die Linie 22 auf dem Bildschirm also eine Unterbrechung aufweist (Fig. 4c), so geht der (invertierte) Ausgang der Spannung in den Bereichen (Zeilen des Bildschirm), in denen kein Lichtfleck vorhanden ist, auf den maximalen Spannungspegel (mit 23 bezeichnet). Im Y-Signal wird in diesem Bereich der Wert gehalten, der der Position des letzten, noch erkannten Lichtflecks entspricht: Der Sägezahnanstieg des Y-Signals wird also durch ein Plateau 24 unterbrochen.

Befindet sich im Beobachtungsbereich 9 der Kamera 8 vor der Auftrefflinie des Lichtvorhangs 4 auf dem Boden 6 ein helles, reflektierendes Objekt, so sieht die Kamera einen zur Linie 7 (und deren Bildschirmabbildung 22) in X-Richtung versetzten Teilstrich 26 (Fig. 4d, links), ist im X-Signal ein Einbruch zu erkennen (Fig. 4d, rechts).

Von Vorteil ist der Einsatz eines zweidimensionalen Detektorelements, vorzugsweise wird eine CCD-Kamera eingesetzt. Die durch Lichteinfall erzeugten Ladungen in den einzelnen Zellen einer solchen Kamera werden zeilenweise ausgegeben. Die Taktung erfolgt mittels Horizontal- und Vertikalsynchronsignalen. Die Vertikalsynchronsignale kennzeichnen den Beginn und das Ende eines Bildes, während die Horizontalsynchronsignale Anfang und Ende einer Zeile des Bildsensors kennzeichnen.

Letzteres wird zur Synchronisation eines Spaltenzählers SZ (Fig. 5) benutzt, der wesentlich schneller als die Horizontalfrequenz getaktet wird. Der Beginn eines neuen Bildes wird durch das Vertikalsynchronsignal festgelegt und ein Zeilenzähler ZZ gestartet, der durch das Horizontalsynchronsignal inkrementiert wird, das heißt bei jeder neuen Zeile wird der Zeilenzähler um eine Stufe erhöht.

Die Zähler SZ und ZZ zählen so lange, bis ein Lichtfleck erkannt wird. Das Auftauchen des Lichtflecks bewirkt eine Übernahme des aktuellen Standes in die Register, die den Zählern angeschlossen sind. Der Spaltenzähler SZ gibt dann an, in welcher Spalte der Lichtfleck auftritt, der Inhalt des Zeilenzählers ZZ gibt Aufschluß darüber, in welcher Zeile der Lichtfleck sich befindet. Eine Digital-Analogwandlung der Registerstände hatte als Ergebnis zwei Analogspannungen als X-Signal und Y-Signal mit dem oben unter Bezug auf die Oszilloskopdarstellung gegebenen Verlauf (bei senkrechter unun-

terbrochener Linie bleibt der X-Wert konstant, der Registerinhalt des Zeilenzählers ZZ wird von Zeile zu Zeile größer, wodurch sich die Sägezahnspannung ergibt).

Im Falle einer geraden Lichtspur quer zur Fahrtrichtung genügt im Prinzip ein einzeliges Detektorelement. Die Lichtspur wird über eine Linse oder ein Linsensystem (Objektiv) auf das Detektorelement abgebildet. Ein Kriterium für das Vorhandensein eines Hindernisses ist das Fehlen der Signale einzelner Elemente innerhalb der Detektorzeile. Dies kann besonders einfach über einen Amplitudendiskriminator beim Auslesen der Zeile erkannt und zur Anzeige bzw. zur Betätigung eines Alarms gebracht werden.

Hierbei ist die Abbildung der Lichtspur auf die Detektorzeile etwas größer als die Dicke der Zeilenelemente, was gegebenenfalls durch die optische Anordnung ohne weiteres erreicht werden kann.

Zur korrekten Grundeinstellung der beobachteten Auftrefflinie 7 gehört eine bestimmte Spaltennummer, gegebenenfalls mit einem Toleranzbereich, in der sich der Lichtfleck befinden muß. Wird diese Spaltennummer in einem rückwärts zählenden Spaltenzähler SZ mit "0" belegt, so wird bei Auftreten eines Lichtflecks vor der Normspalte "0" der Zähler gestoppt und der Registerinhalt ausgelesen. Der im Register befindliche Wert entspricht dem X-Abstand, um den der aufgefundenen Strahl verschoben ist. Über die Digital-Analogwandlung entsteht das fragliche analoge X-Signal des Ausgangs und dieses weist gegenüber der ungestörten Darstellung entsprechende sprunghafte Änderungen in Form von Einbrüchen 27 auf.

Eine Möglichkeit der Überwachung der Strahlposition in einem vorgegebenen Toleranzbereich kann im Falle einer geraden Lichtspur mit Hilfe einer Verzögerungsschaltung, insbesondere eines Monoflops 31 erfolgen. Es bleibt so lange in seinem instabilen Zustand wie der zeitliche Abstand zwischen Lichtpunkt und zwei aufeinanderbleibender Zeilen unterhalb der eingestellten Verzögerungszeit bleibt, d.h. so lange entlang der Linie 22 (Fig. 4) das Lichtsignal auftritt. Verzögert sich das Auftreten des Lichtflecks, so kehrt die Schaltung in ihren stabilen Zustand zurück. Dieser Zustandswechsel zeigt damit an, daß sich der Lichtstrahl außer halb seiner vorgegebenen Toleranzgrenzen bewegt oder unterbrochen wird.

Das Abfallen des Monoflops stoppt den Zeilenzähler ZZ, der durch das Horizontalsignal inkrementiert wird. Der Registerinhalt entspricht der Nummer der Zeile, in der der Strahl versetzt oder unterbrochen ist. Der Ausgang wird über einen DigitalAnalogwandler 33 (Fig. 5) in das analoge Y-Signal des Hindernisses umgewandelt.

Durch logische Verknüpfung mittels UND-Gliedern 36 bis 38 der Ausgänge des Monoflops 31 und des Spaltenzählers SZ kann die Art der Störung charakterisiert werden. Liegt im Register des Spaltenzählers SZ ein von "0" verschiedenes Signal — Verschiebung gegenüber der Linie 7, 22 — an, ist aber gleichzeitig das Monoflop mit seinem genannten Ausgang auf Hoch-Pegel, also in seinem instabilen Zustand, so bedeutet dies, daß die Linie 7, 22 zwar durchgehend vorhanden ist (Zustand des Monoflops), sich aber nicht in der vorgegebenen Soll-Position befindet (Inhalt des Spaltenzählers SZ). Die UND-Verknüpfung dieser beiden Bedingungen führt zur Anzeige eines Signals "Grundeinstellung nicht korrekt" über eine Signalleitung 41, mittels deren beispielsweise das Fahrzeug stillgestellt werden kann. Hierdurch ist die Eigensicherheit des erfindungsgemäßen Überwachungsverfahrens gegeben.

Das Anstehen eines von "0" verschiedenen X-Signals im Spaltenzähler, selbst bei gleichzeitigem Niedrig-Pegel des Monoflops, signalisiert einen Versatz im Strahlverlauf (Bild 4d), wenn die Bedingungen gemeinsam erfüllt sind. Dies wird über das UND-Gatter 37 festgestellt und über eine Signalleitung 42 ein entsprechendes Signal ausgegeben.

Ist der Strahl nicht nur versetzt, sondern vollständig unterbrochen, so wird der Spaltenzähler SZ in den entsprechenden Zeilen nicht gestoppt; es steht also auch kein dem X-Signal entsprechender Registerinhalt an. Die Umverknüpfung des negierten X-Signals mit dem Niedrig-Pegel-Ausgang des Monoflops im UND-Gatter 37 ergibt ein Ausgangssignal "Strahlunterbrechung über die Signalleitung 43".

Mit der Schaltung können im Falle einer geraden Lichtspur alle auftretenden Störungsarten analysiert werden; über die Verknüpfung der Zählerinhalte und den Zustand des Monoflops — und die Position des Hindernisses über die gegebenenfalls analog gewandelten Zählerinhalte — festgestellt werden.

Im Falle einer gekrümmten Lichtspur wird der Bildinhalt des Sollverlaufs (= kein Hindernis) mit Hilfe der Zähler SZ und ZZ erfaßt und einmalig abgespeichert. Dadurch steht für jede Zeile ein zugeordneter Sollwert für den Spaltenzähler zur Verfügung. Im Einsatz wird in jedem Bild ein Vergleich der aktuellen Lichtfleckposition im Spaltenzähler mit der zugehörigen Sollposition Zeile für Zeile durchgeführt. Beim Überschreiten der vorgegebenen Toleranzgrenzen (= Hindernis) wird ein Alarm ausgelöst. Diese Art der Signalverarbeitung im Echtzeitbetrieb ist mit einfachsten Mitteln an Hard- und Software möglich; die sonst in der klassischen Bildverarbeitung übliche Merkmalsextraktion geschieht hier bereits durch die Art der Bildaufnahme.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Schutz eines Fahrzeugs gegen Kollisionen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Fahrweg des Fahrzeugs vor diesem durch einen von dem Fahrzeug schräg zum Boden hin gerichteten Lichtvorhang beleuchtet wird, der auf den Boden in einer sich im wesentlichen quer zur Fahrtrichtung erstreckenden Auftrefflinie auftrifft, daß die Auftrefflinie vom Fahrzeug aus überwacht wird und daß bei Unterbrechungen oder Versatz von Linienbereichen der Antrieb des Fahrzeugs einen Steuerbefehl erhält.
2. Kollisionsgeschütztes, insbesondere fahrerloses Fahrzeug mit einer Kollisionsschutzeinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf dem Fahrzeug (1) mindestens ein Laser (12) bzw. daß eine vollzylindrische Linse (13) exzentrisch zu dem Laserstrahl bzw. den Laserstrahlen im Laserlicht (4) angeordnet ist; daß das aus der vollzylindrischen Linse (13) austretende Licht zumindestens nach Austritt aus dem Fahrzeug schräg zum Boden hin gerichtet ist und daß eine den Auftrefflinienbereich des Laserlichts (4) auf einen Boden (9) überwachende Kamera (8) sowie eine mit dieser verbundene Auswertereinheit (10) vorgesehen sind.
3. Fahrzeug nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der oder die Laser (12) unter einem Winkel ungleich 90 Grad zur Symmetrieachse der Linse (13) ausgerichtet sind.
4. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils ein Laser auf

jeder Seite einer Diagonalebene der vollzylindrischen Linse (13) angeordnet ist.

5. Fahrzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Laser symmetrisch zur Diagonalebene der Linse (13) angeordnet sind.

6. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 4 oder 5 und nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Laser (12) unter dem gleichen Winkel zur Symmetrieachse der Linse (13) ausgerichtet sind.

7. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Laser eine Laserdiode (12) ist.

8. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Laser (12) und vollzylindrischer Linse (13) eine Fokussierlinse (16) angeordnet ist.

9. Fahrzeug nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussierlinse (16) eine Zylindersammellinse ist.

10. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die vollzylindrische Linse ein Hohlrohr ist.

11. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß Laser (12) und die Kameraempfangsbereitschaft synchron getaktet sind.

12. Fahrzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Kamera (8) ein elektrooptischer Schalter zum Takteten der Kameraempfangsbereitschaft angeordnet ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

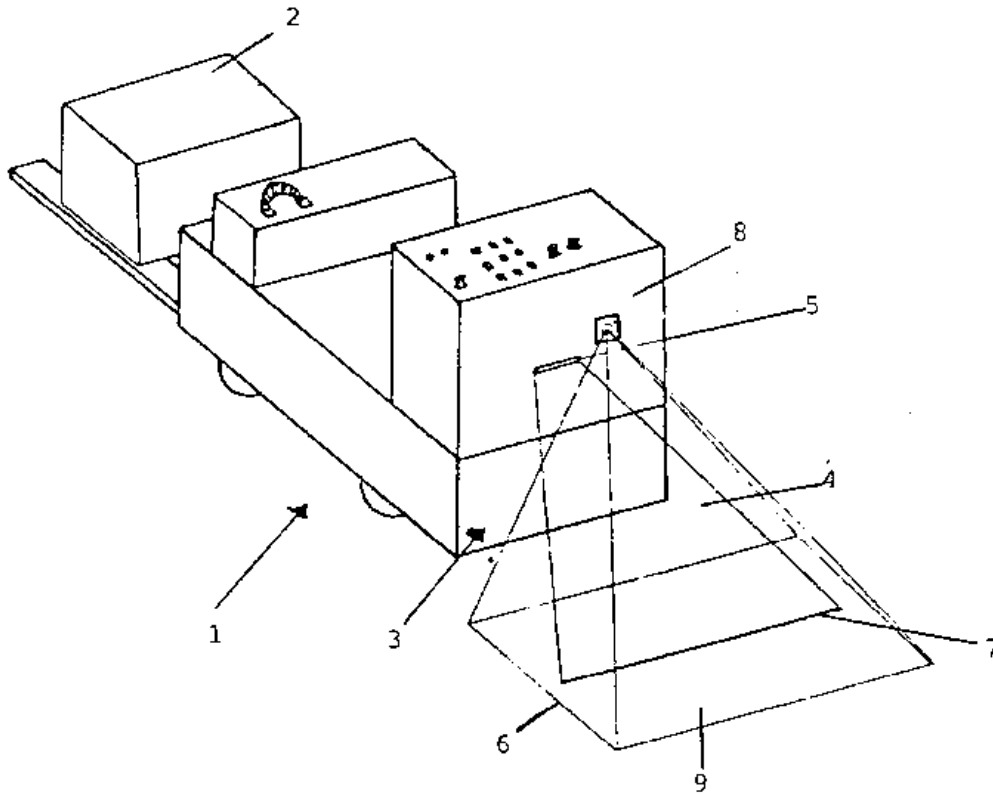
50

55

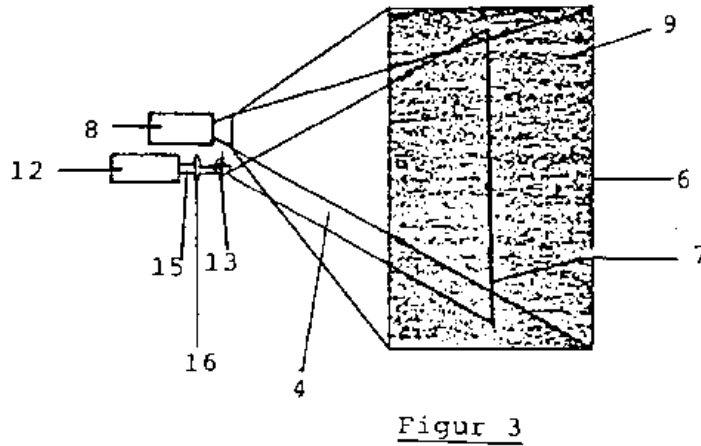
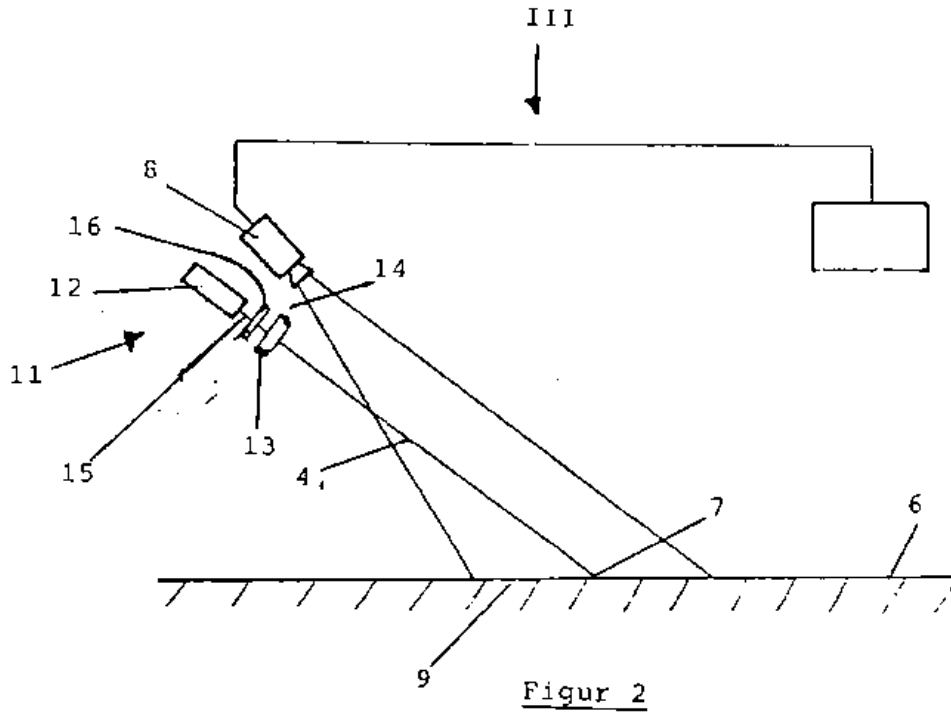
60

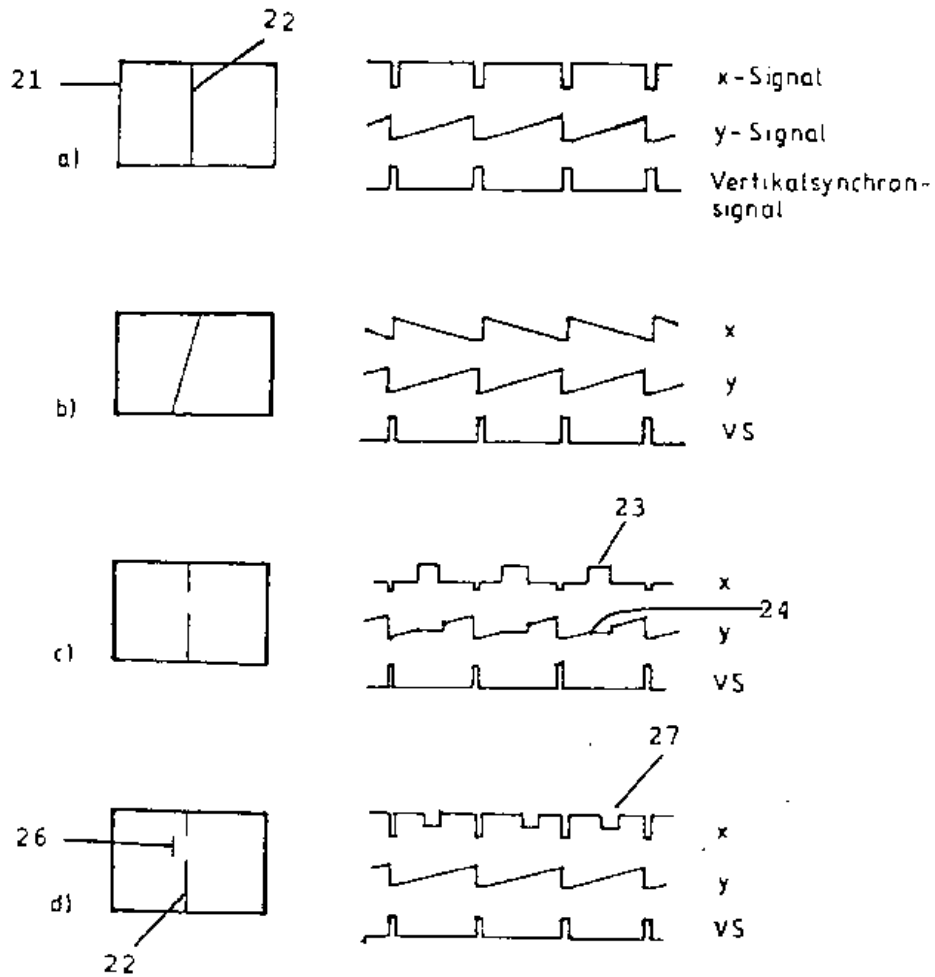
65

– Leerseite –



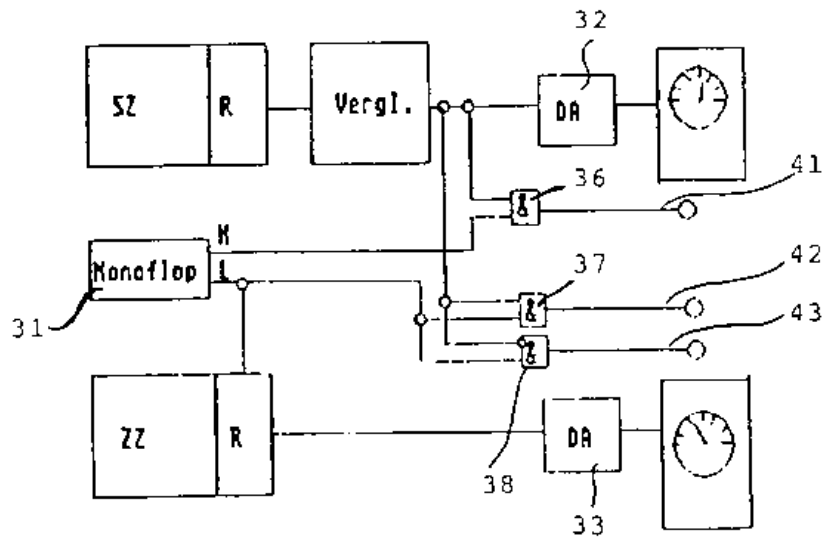
Figur 1





Figur 4





Figur 5

**Bibliographic data: DE3839512 (A1) — 1990-05-31****Image sensor**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** SPIES HANS [DE]; WOEHL ALFONS [DE]; SPIES MARTIN [DE] ±  
(SPIES, HANS, 8068 PFAFFENHOFEN, DE, ; WOEHL, ALFONS,  
8898 SCHROBENHAUSEN, DE, ; SPIES, MARTIN, 8068  
PFAFFENHOFEN, DE)

**Applicant(s):** MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM [DE] ± (MESSERSCHMITT-  
BOELKOW-BLOHM GMBH, 8012 OTTOBRUNN, DE)

**Classification:** - international: **G01S17/89; G01S7/481; H01L27/148;**  
(IPC1-7): B60Q9/00; G01B11/14; G01C3/08;  
G01S17/88; G05D1/02; H01L27/148; H01L29/66;  
H01L31/107; H04N1/028; H04N3/15  
- cooperative: **G01S17/89; G01S7/481; H01L27/148**

**Application number:** DE19883839512 19881123

**Priority number(s):** DE19883839512 19881123 ; DE19883844654 19881123

**Also published as:** DE3844654 (A1)

**Abstract of DE3839512 (A1)**

Semiconductor-based image sensor, in particular in a CCD structure, having a row-shape or planar (two-dimensional) array and a parallel or serial read-out. An avalanche diode is arranged on one side of the semiconductor

18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
11 **DE 3839512 A1**

21 Aktenzeichen: P 38 39 512.6  
22 Anmeldetag: 23. 11. 88  
43 Offenlegungstag: 31. 5. 90

51 Int. Cl. 5:  
**H01 L 27/148**

H 01 L 31/107  
H 01 L 29/66  
G 01 C 3/08  
G 01 B 11/14  
G 01 S 17/88  
G 05 D 1/02  
H 04 N 1/028  
H 04 N 3/15  
B 60 Q 9/00

DE 3839512 A1

71 Anmelder:  
Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012  
Ottobrunn, DE

62 Teil in: P 38 44 654.5

72 Erfinder:  
Spies, Hans, 8068 Pfaffenhofen, DE; Wöhrle, Alfons,  
8898 Schrobenhausen, DE; Spies, Martin, 8068  
Pfaffenhofen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Bildsensor**

Bildsensor auf Halbleiterbasis insbesondere in CCD-  
Struktur mit einem zeilenförmigen oder flächenhaften  
(zweidimensionalen) Array und einer parallelen oder seriel-  
len Auslesung, wobei auf der einen Seite des Halbleiters  
eine Avalanche-Diode angeordnet ist.

DE 3839512 A1

Die Erfindung betrifft einen Bildsensor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es sind Bildsensoren auf der Basis von Halbleiterelementen vielfach bekannt. Ein Übersichtsartikel ist z.B. in Elektronik-Praxis Nr. 9 September 1978 Seiten 12 ff. enthalten. Es handelt sich bei den Bildsensoren um Schaltungen, bei denen höchste Integrationsfähigkeit wichtig ist und bei der deshalb große Anforderungen an die Herstellungstechnologie zu stellen sind. Dies gilt insbesondere dann wenn die Ausgangssignale, die in dem Sensor z.B. nach Einfallen einer Strahlung abgegeben werden können, nur sehr klein sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Bildsensor zu schaffen auf Halbleiterbasis, der eine wesentlich höhere Ausbeute (Signal-Rauschabstand) bzw. ein gesteigertes Nutzsignal erbringt und auf einfache Weise steuerbar ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Bildsensor, dessen fotoempfindliches Element auf Halbleiterbasis, wie CCD-Element oder Elementenanordnung, durch Erzeugen eines Avalanche-Effektes in einer Schicht optisch steuerbar ist.

Durch die Ausnützung des Avalanche-Effektes bzw. einer flächenhaften Avalanche-Diode an einem CCD-Sensor wird eine Empfindlichkeitserhöhung des Sensorelementes um das 100-fache erreicht.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind den weiteren Ansprüchen, sowie der Beschreibung und Zeichnung von Ausführungsbeispielen zu entnehmen. Es zeigt

Fig. 1 den Aufbau des optischen Gesamtsystems in einer ersten Anwendung,

Fig. 2 einen optischen Empfänger einer ersten Art,

Fig. 3 ein Empfangselement (CCD-Element) zu Fig. 2, Fig. 4 ein Empfangselement anderer Art, abgewandelt gegenüber Fig. 3,

Fig. 5 ein CCD-Element weiter abgewandelter Art,

Fig. 6 ein Empfänger zu Fig. 5,

Fig. 7 eine Anordnung zu Fig. 6 im Querschnitt,

Fig. 8 ein Diagramm von Signalfolgen zu einem Element nach Fig. 7,

Fig. 9 ein Blockschaltbild für einen optisch steuerbaren Bildsensor und einer Anwendung hierfür.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen erläutert ohne hierauf beschränkt zu sein. Sie umfaßt selbstverständlich auch Abwandlungen und Kombinationen von beanspruchten, beschriebenen und dargestellten Merkmalen.

Wie Fig. 1 zeigt, läßt sich ein Bildsensor flächenhafter Ausführung in Halbleiterbauweise als CCD-Array so gestalten, daß er zusammen mit einer Empfangsoptik den Empfänger des Systems bildet, während ein Laser-Sender und eine Sendeoptik die optische Strahlung ausenden, die empfangen wird. Um Abbildungen z.B. einer Straße, wenn die Anwendung auf dem Fahrzeugsektor liegt zu erlangen, insbesondere in einem Kraftfahrzeugabstandswarnsystem, bei dem ebenfalls Laser-Strahlen ausgesendet, empfangen und ausgewertet werden, z.B. zur Abstandsmessung zu Hindernissen und/oder vorausfahrenden Fahrzeugen.

Der Sender ist mit 1, die Sendeoptik mit 2, der Empfänger als CCD-Array 3 ausgebildet und die Empfangsoptik mit 4 bezeichnet. Eine Abbildung wie vom Sensor gewonnen ist direkt unter diesem verkleinert dargestellt. Die Auswerteschaltung und Auswertemittel sind an sich bekannter Art und deshalb nicht dargestellt und

auch nicht näher erläutert.

Neu und erfindungswesentlich ist, daß auf der Fläche des CCD-Sensors, bei diesem Ausführungsbeispiel auf der Rückseite von der die Strahlung einfällt, eine Avalanche-Diode aufgebracht ist. Dies wird durch Implantieren einer geeigneten Beschichtung auf der Rückseite des CCD-Chips erreicht. Die Herstellungstechnologie kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden. Die Materialien zum Implantieren bzw. Dotieren sind ebenfalls bekannter Art.

Fig. 2 zeigt als Detail des Gesamtsystems ein CCD-Array 3 mit Empfangsoptik 4 wobei von Fig. 1 abweichend ein steuerbarer Verschuß 5 in Gating-Ausführung für die herkömmliche CCD-Halbleiterelementanordnung getroffen wurde, z.B. kann ein Halbleiter-Laser hier verwendet werden mit einer Gating-Wellenlänge zum Ansteuern zwischen bevorzugt 1400 nm bis etwa 1800 nm. Wichtig ist, daß diese Ansteuerwellenlänge ausreichend unterschieden werden kann von der Meßwellenlänge des einfallenden Lichtes insbesondere 800–950 nm, wie sie bei Halbleiter-Lasern für Entfernungsmessen angewandt wird. Die Ansteuerung des Halbleiter-Lasers für das Gating ist in einem Ausführungsbeispiel in Fig. 8 gezeigt. Geometrisch ist eine Ausführung und Anwendung in Fig. 3 gezeigt insbesondere für den genannten optischen Verschuß, wie Belichtungssteuerung. Dabei ist die Schichtfolge des Aufbaus p-n-p. Auf die in Fig. 3 unterste Schicht erfolgt die Einstrahlung in dieser Darstellung von unten und es wird eine Spannung von bis etwa –300 V angelegt, an die im mittleren Bereich ausgebildete n-Schicht eine Spannung von etwa +5 V, während die in Fig. 3 oberste Struktur zum Auslesen dient. Die einfallende Strahlung kann dann wie in der Zeichnung Fig. 3 ersichtlich nach Anlegen der Spannung durchsteuerbar sein und dann ggfs. an Elektroden auslesbar sein, z.B. gem. einem Blockschaltbild nach Fig. 9.

In Fig. 4 ist die Ausführung so getroffen daß nicht auf der Rückseite des Strahlungseinfalls die Ausnutzung des Avalanche-Effektes wie in Fig. 3 erfolgt, sondern im Gegenteil seitlich d.h. in Fig. 4 horizontal nebeneinander erfolgt. Dabei ist auf einem transparenten oder semitransparenten eine Substrat hochohmige nSi-Schicht und darauf eine CCD-Struktur im horizontal und im Querschnitt gesehenen mittigen Bereich abgeschieden. In Fig. 4 von oben aus ist kegelförmig nach unten in durchgehenden Bereichen insbesondere transparentes SiO<sub>2</sub> über pSi und zwischen nSi in der untersten Schicht auf dem Substrat eingebettet. Die CCD-Struktur ist aus pSi über der in Fig. 4 rechts angeordneten Auslestruktur, insbesondere Elektrodenstruktur wie Aluminium-Elektroden o.ä., aufgebracht.

Auf der in Fig. 4 linken Seite ist eine dünne Schicht aus transparentem Werkstoff, wie Gold, aufgebracht und bevorzugt eine oder mehrere Filterschichten für die zu messende einfallende Strahlung insbesondere ein Bild mit der Wellenlänge  $\lambda_1$ . Hiervon verschieden ist die einfallende Strahlung für das Gating bzw. Ansteuern mit der Wellenlänge  $\lambda_2$ , wobei ebenfalls über dem SiO<sub>2</sub> noch eine Filterschicht angeordnet sein kann.

Eine weitere Ausführung eines optisch steuerbaren Bildsensors ist in Fig. 5 ersichtlich. Es handelt sich hierbei wiederum um eine Einzeldarstellung eines halbleitenden Elementes im Querschnitt, wobei der Aufbau und die Schichtenfolge deutlich wird. Über eine Goldschicht die die Einstrahlungsseite für die Bildinformation abgibt in Fig. 5 unten ist pSi aufgebracht. Hierüber folgt wieder nSi sehr hochohmig und darauf wieder pSi.

Abweichend gegenüber Fig. 3 ist jedoch in der unteren pSi-Schicht SiO<sub>2</sub> oder dergleichen Material zwischen einzelnen pSi-Bereichen jeweils lateral beabstandet angeordnet. Die Anordnung ist mit Vorteil so getroffen, daß die Einstrahlung für die Bildinfo nicht vertikal unterhalb der Einfallrichtung des Steuerlichtes liegt, sondern seitlich nebeneinander. Anders als bei der Ausführung nach Fig. 3 erfolgt das Einstrahlen des Steuerlichtes von dem pulsierenden Laser in Fig. 5 von der Oberseite her, um eine Raumladung in dem Halbleiterelement zu erzeugen. An die nSi-Schicht ist wiederum eine unterschiedliche Spannung im Verhältnis zur pSi-Schicht angelegt. Auf der Oberseite ist über der pSi-Schicht eine transparente oder semitransparente Schicht bevorzugt aus SiO<sub>2</sub> aufgebracht auf der in Maskentechnik, insbesondere nach fotolithographischem Verfahren, die Ausleseelektronenstruktur insbesondere mit Aluminium- oder Goldelektroden o.ä. in Form von Parallel-Bahnen aufgebracht ist.

Eine andere Anwendung ist in Fig. 6 dargestellt. Hier kann die Bildauswertung im Empfangsteil anders gestaltet sein und insbesondere für eine automatische Fahrzeugführung im gegenseitigem vorbestimmtem Abstand mit Vorteil angewandt werden. Dabei wird in dem Empfangsteil mit Sendeoptik und Empfangsoptik ein Abtastlaser verwandt, der auf der bei Strahlungseinfall der zu messenden Strahlung abgekehrten Seite des CCD-Arrays angeordnet ist. Der Sendelaser kann für die Szenenbeleuchtung wiederum 800-900 nm Meßwellenlänge mit Hilfe der Sendeoptik erzeugen oder einer anderen Meßwellenlänge, die für die Abbildung und automatische Lenkung bzw. Führung eines Fahrzeugs geeignet ist. Ein Querschnitt durch das CCD-Element zu Fig. 6 ist in Fig. 7 dargestellt, wobei der Grundaufbau wiederum die p-n-p-Folge ist. Die einfallende Strahlung kommt in Fig. 7 von oben und die Metallausleseelektroden sind bei dieser Ausführung ebenfalls oben angeordnet und in Maskentechnik insbesondere auf photolithographischem Wege aufgebracht. Die Auswertung ist an sich bekannter Art.

In Fig. 8 ist eine Signalfolge dargestellt, die zum Verständnis der Funktion hier angeführt ist. Im oberen Teil ist die zumessende Strahlung  $\epsilon$  aufgetragen bei einer Beleuchtungsstärke bis etwa 10 000 lux wird eine Spannung angelegt bis zu etwa 300 V negativer Spannung, um die optische Steuerung des Bildsensors (Gating) durchzuführen. Im unteren Teil des Diagramms ist der Stromfluß  $\Phi$  dargestellt und die zeitliche Tastung des Abtastlasers. Die Tastimpulse liegen z.B. im Bereich von 10 ns und kleiner. Selbstverständlich sind geeignete andere Tastungen oder Taktungen oder Pulsfolgen oder Modulation möglich.

In Fig. 9 ist ein Blockschaltbild des Gesamtsystems in der Anwendung für Fahrzeuge wie vorbeschrieben dargestellt. Die Einzelheiten sind den jeweiligen Funktionsblöcken zu entnehmen. Ebenso die Gesamtschaltanordnung.

Aus vorstehenden wird deutlich, daß ein flächenhafter Bildsensor geschaffen wurde mit einerseits hoher Empfindlichkeit und andererseits der Möglichkeit diesen in sehr kurzer vorgegebener Zeit zu steuern (ca. 5 ns). Damit ist ein elektrischer Verschluss für eine CCD-Kamera geschaffen, die auch in Fahrzeugen anwendbar ist. Die Empfindlichkeitserhöhung um den Faktor 100, ist dank der Ausnutzung des Avalanche-Effekts gegeben. Der Verstärkungsfaktor ist mit Hilfe der Avalanche-Spannung einstellbar.

Die Anwendung der Erfindung ist bei einem Ab-

standswarnsystem und Entfernungssystem mittels Laser nach DE 36 40 449 A1 von Vorteil.

Die Anwendung bei einem automatischen Führungssystem "Prometheus" vgl. Bild der Wissenschaft 5 10 - 1988, S. 134 ist besonders vorteilhaft.

#### Patentansprüche

1. Bildsensor auf Halbleiterbasis insbesondere in CCD-Struktur mit einem zeilenförmigen oder flächenhaften (zweidimensionalen) Array und einer parallelen oder seriellen Auslesung **dadurch gekennzeichnet, daß**

- auf der einen Seite des Halbleiters eine Avalanchediode angeordnet ist,
- durch die ein bei Lichteinfall von außen erzeugter Photostrom verstärkt wird,
- eine Raumladung im anschließenden Halbleitergebiet erzeugt wird und ein Ladungsträgertransport zur CCD-Auslesestruktur hin erfolgt,
- in der auf der anderen Seite des Halbleiters angeordneten CCD-Auslesestruktur ein Kontrast- oder Entfernungsbild ausgegeben wird.

2. Bildsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er durch Einleiten gepulsten Lichtes in das Halbleitergebiet in dem die Raumladung erzeugt wurde, optisch steuerbar ist.

3. Bildsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er zugleich als Verschluss (shutter) ansteuerbar ist.

4. Bildsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er in einem KFZ-Abstandswarnsystem mit Laser-Sender als Empfänger angewandt wird.

5. Bildsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß er in automatischen Fahrzeugführungssystem (mit ISDN-Leitspur) mit automatischer Abstandseinhaltung (gegenseitig) angewandt wird.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

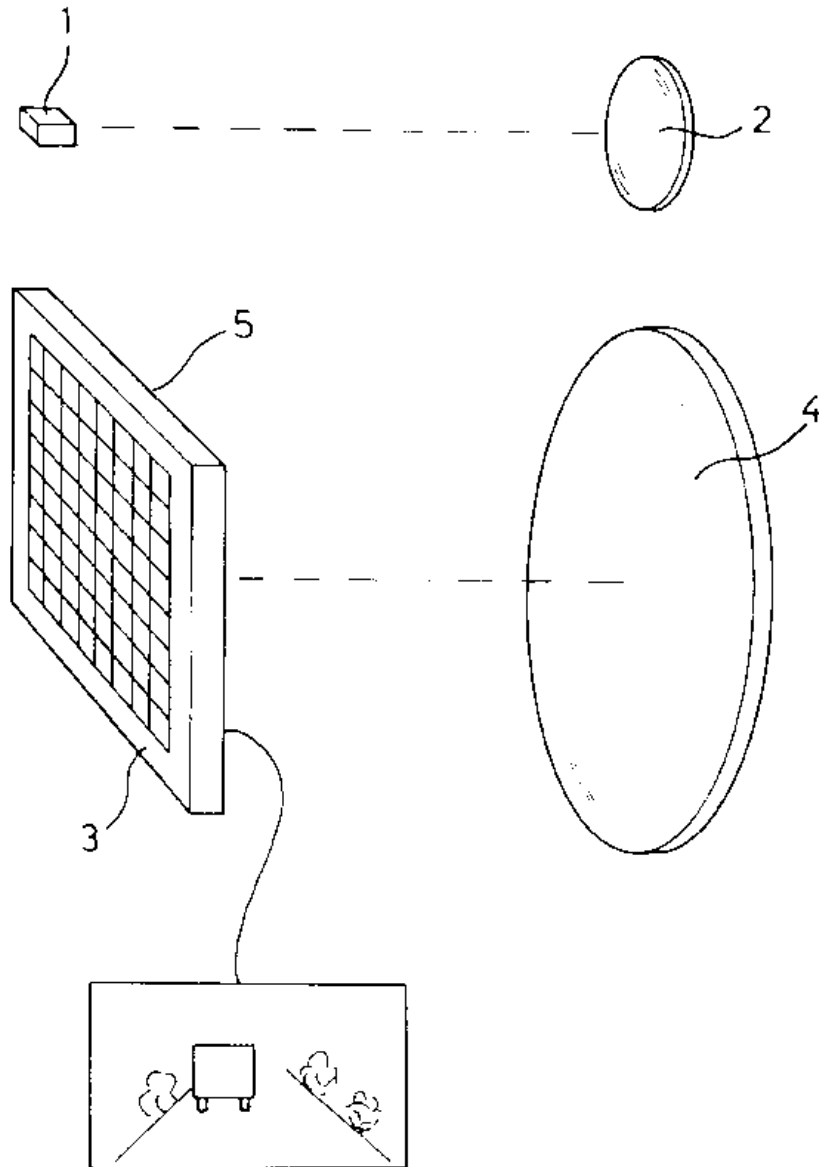


FIG. 1

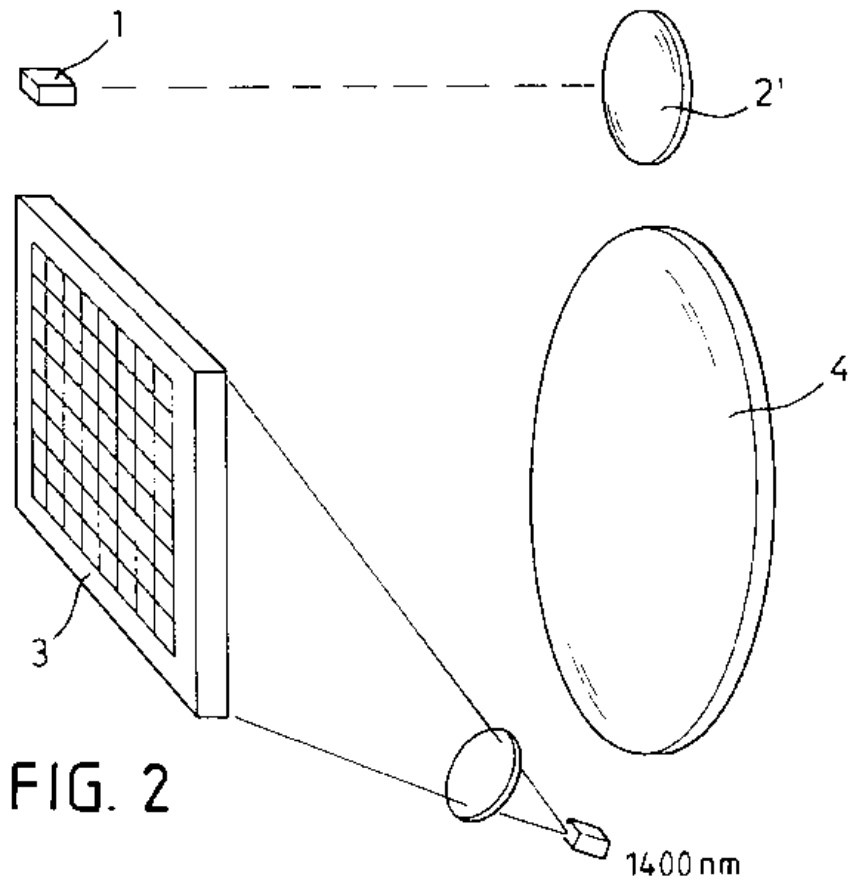
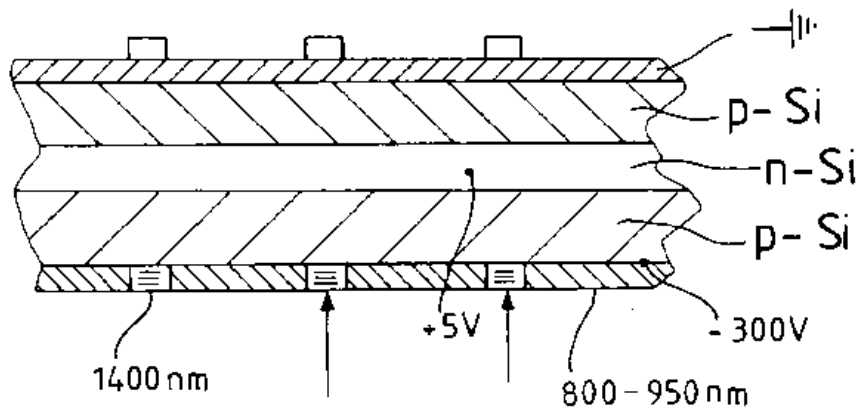
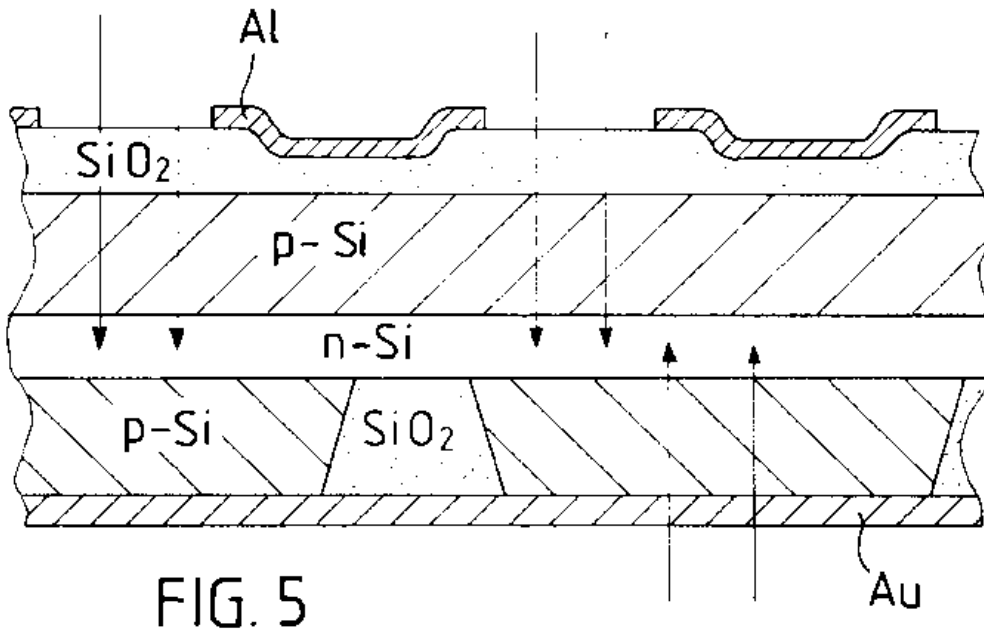
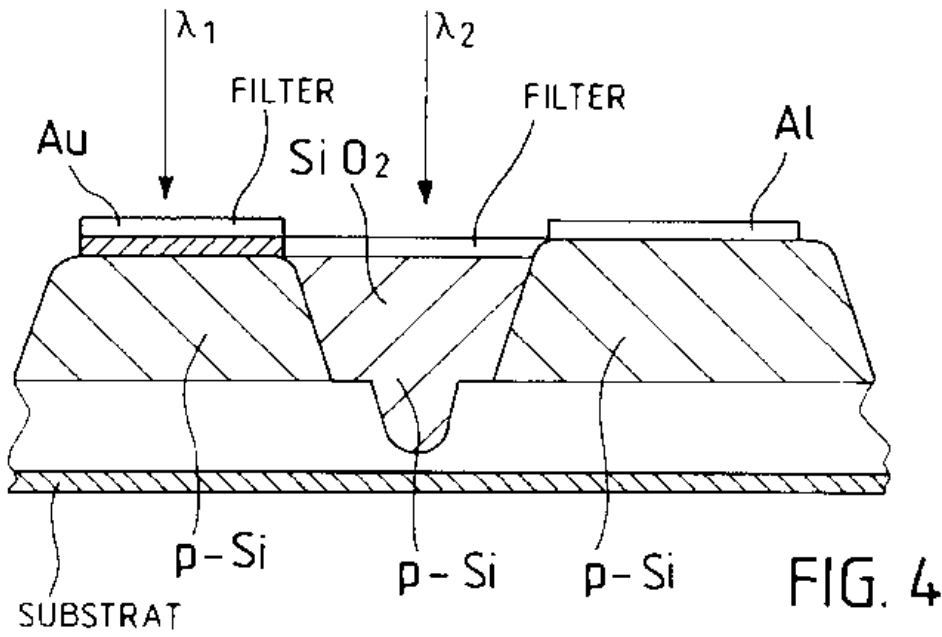


FIG. 3







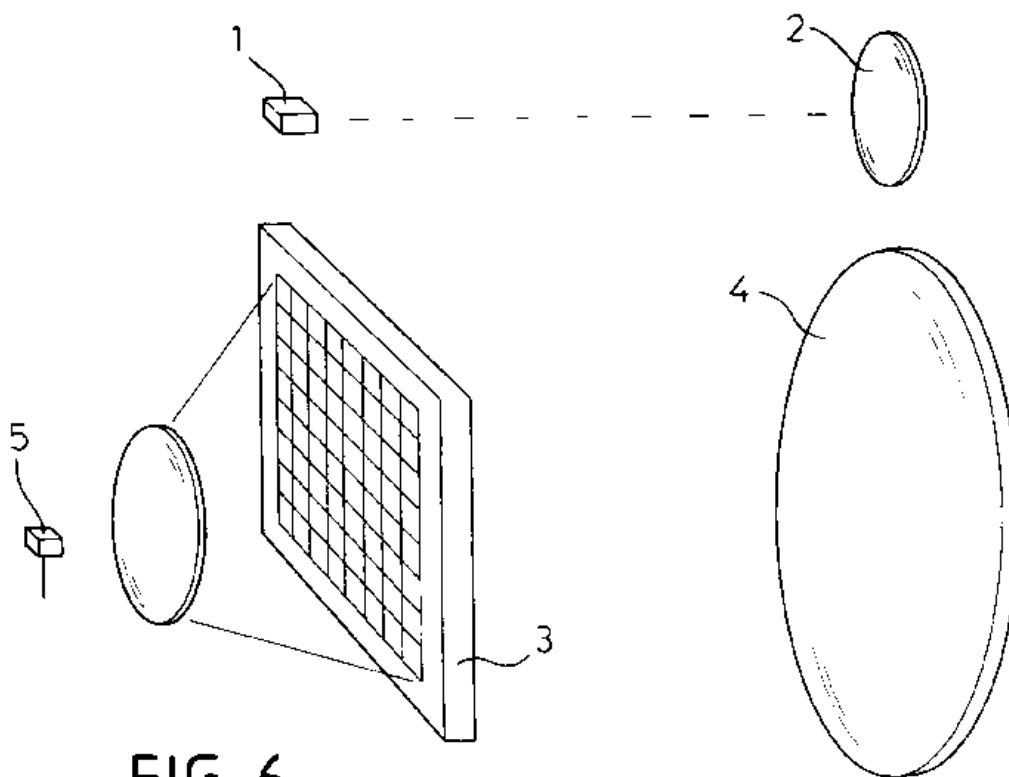


FIG. 6

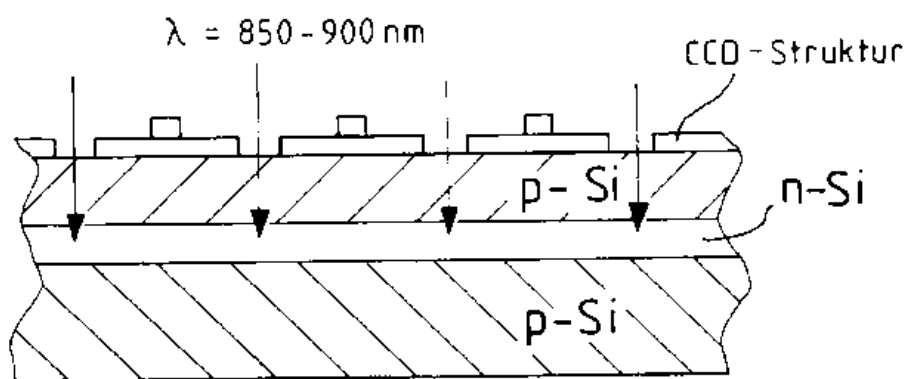


FIG. 7

↑ λ 850-900 nm

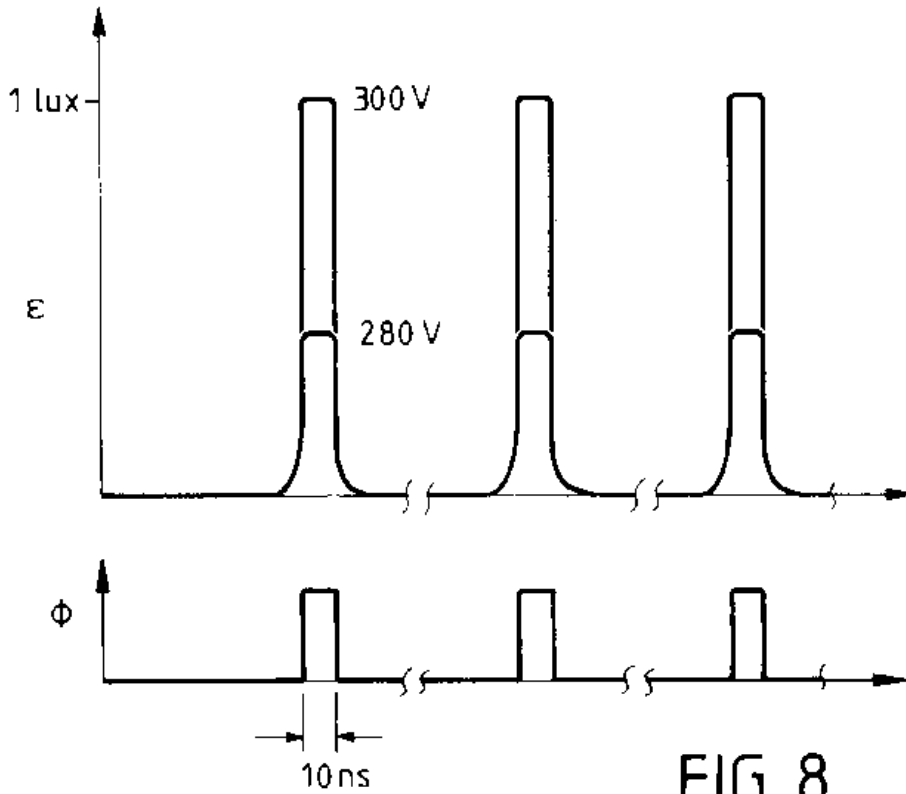


FIG. 8

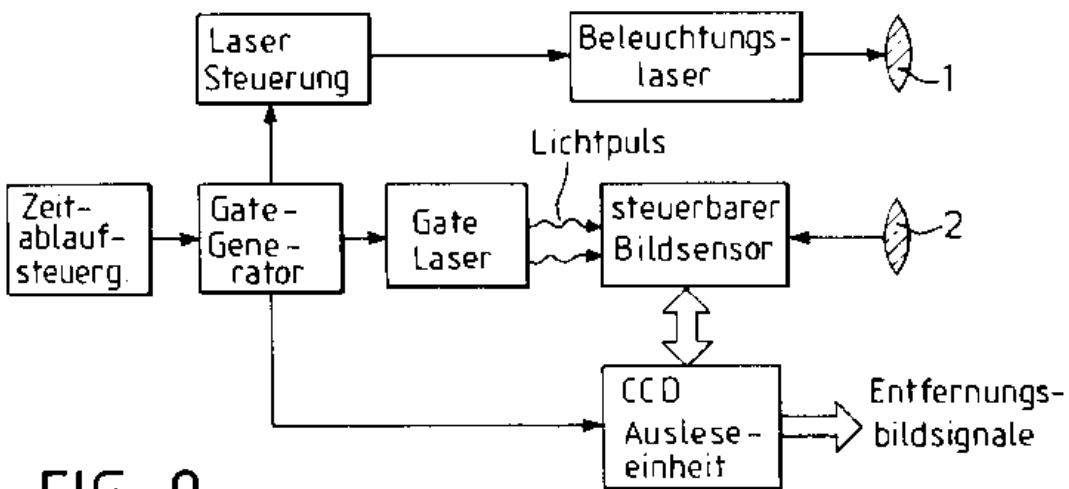


FIG. 9

**Bibliographic data:** DE3839513 (A1) — 19880031

**Semiconductor image sensor, in particular for a CCD structure.**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** SPIES HANS [DE]; WOEHL ALFONS [DE]; SPIES MARTIN [DE] ±  
(SPIES, HANS, 8068 PFAFFENHOFEN, DE, ; WOEHL, ALFONS,  
8898 SCHROBENHAUSEN, DE, ; SPIES, MARTIN, 8068  
PFAFFENHOFEN, DE)

**Applicant(s):** MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM [DE] ± (MESSERSCHMITT-  
BOELKOW-BLOHM GMBH, 8012 OTTOBRUNN, DE)

**Classification:** - international: ***B60Q9/00; G01S17/89; G01S17/93; G01S7/481;  
G01S7/486; G05D1/02; H01L27/14; H01L27/148;  
H01L31/107; H04N3/15; H04N5/335;***  
(IPC1-7): B60Q9/00; G01S17/88; G05D1/02;  
H01L31/10; H04N1/028; H04N3/15  
- cooperative: **G01S17/89; G01S17/936; G01S7/4816; G01S7/486;  
H01L27/14831; H01L31/107; H04N3/1556**

**Application number:** DE19883839513 19881123

**Priority number(s):** DE19883839513 19881123

**Also published as:** DE3839513 (C2) EP0377078 (A2) EP0377078 (A3)  
EP0377078 (B1) US5086342 (A) more

Abstract not available for DE3839513 (A1)

Abstract of corresponding document: EP0377078 (A2)

A semiconductor-based image sensor, particularly in a CCD structure, comprising a row-shaped or area-type (two-dimensional) array and a parallel or serial read-out and avalanche diode arranged on one side of the semiconductor, in which the charge carriers coming from the avalanche diode are transferred to the CCD structure via an electrode.

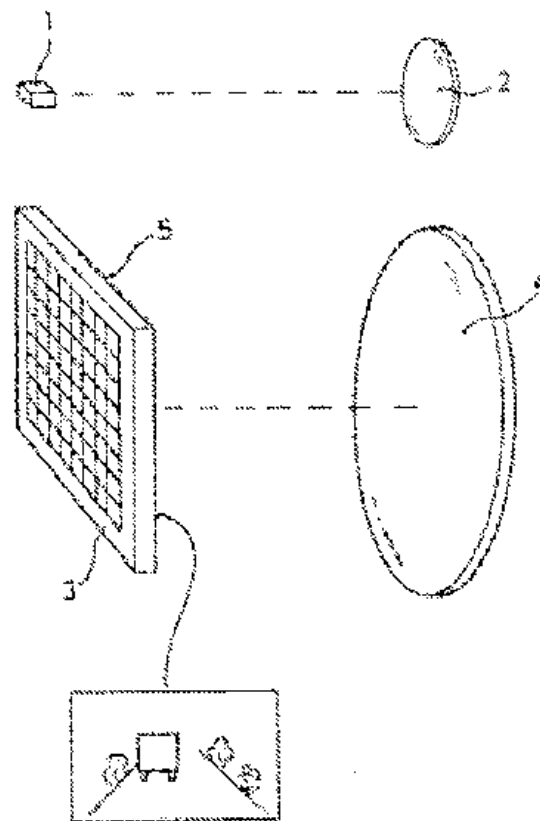


FIG. 1

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
11 **DE 3839513 A1**

21 Aktenzeichen: P 38 39 513.4  
22 Anmeldetag: 23. 11. 88  
43 Offenlegungstag: 31. 5. 90

51 Int. Cl. 5:  
**H04N 3/15**

H 04 N 1/028  
B 60 Q 9/00  
G 01 S 17/88  
G 05 D 1/02  
H 01 L 31/10

DE 3839513 A1

71 Anmelder:  
Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012  
Ottobrunn, DE

72 Erfinder:  
Spies, Hans, 8068 Pfaffenhofen, DE; Wöhrl, Alfons,  
8898 Schrobenhausen, DE; Spies, Martin, 8068  
Pfaffenhofen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Bildsensor

Bildsensor auf Halbleiterbasis insbesondere in CCD-Struktur mit einem zeilenförmigen oder flächenhaften (zweidimensionalen) Array und einer parallelen oder seriellen Auslesung, sowie auf einer Seite des Halbleiters angeordneter Avalanche-Diode, bei der die aus der Avalanche-Diode kommenden Ladungsträger über eine Elektrode an die CCD-Struktur übergeben werden.

DE 3839513 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Bildsensor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Halbleiterbildsensoren sind bekannt. Ihre Anwendung ist z.B. in einem Übersichtsaufsatz in der Zeitschrift Elektronik-Praxis Nr. 9 September 1978 Seite 12 ff. beschrieben.

Die Schwierigkeiten liegen in der Hochintegration und der anzuwendenden Technologie, die bewältigt werden muß.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, einen Bildsensor zu schaffen, der unter Anwendung bekannter Halbleiterbauelemente und Technologien ein steuerbaren Sensor mit großem Nutzsignal ist und damit neue Anwendungen möglich werden.

Die Lösung dieser Aufgabe ist in Anspruch 1 enthalten. Damit wird ein elektrischer Verschluß für ein Photoelement geschaffen, dessen Nutzsignal gegenüber bekannten CCD-Anordnungen etwa 100-fach erhöht ist und bei dem der Verstärkungseffekt mit Hilfe einer steuerbaren Avalanche-Spannung einstellbar ist.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist es, daß ein CCD-Sensor geschaffen wird, der aufastbar ist in der Größenordnung etwa 10 ns und darunter (zwischen 1 und 10 ns). Eine Gesamtanordnung bzw. der Aufbau des Gesamtsystems mit Sender und Empfänger ist in Fig. 1 ersichtlich. Die Erfindung gestattet die Anwendung eines Bildsensors für automatische Fahrzeugführung, -lenkung, -leitung oder mit besonderem Vorteil in KFZ-Laser-Abstandswarnsystemen, bei denen eine Laser-Entfernungsmessung zu dem Hindernis das stillsteht oder sich bewegt (Fahrzeug) mißt. Eine Abbildung, wie sie mit dem neuen Bildsensor gewonnen wird, ist unter dem CCD-Array in Fig. 1 verkleinert dargestellt.

In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild mit den Funktionsblöcken selbstredend dargestellt.

In Fig. 3 ist der Aufbau einer einzelnen fotoempfindlichen Zelle im Querschnitt dargestellt, wobei der Strahlungseinfall, z.B. Licht, in Fig. 3 von unten kommt. Im wesentlichen weist das Bildsensorelement auf Halbleiterbasis eine pnp-Struktur auf. Auf der Unterseite im Grenzgebiet zwischen dem p-Silizium und dem n-Silizium über dem dann wieder eine p-Siliziumschicht und darauf eine Siliziumdioxid-Schicht folgt, ist eine Avalanche-Diode mit Verstärker 10 ausgebildet. Die elektrische Steuerung dieses Bildsensors erfolgt, indem eine Raumladung für den CCD-Transport erzeugt wird in einem Gebiet 11, das wie Fig. 3 zeigt, räumlich mit Vorteil etwa in einem zentralen Bereich des p-Siliziums über der hochohmiger n-Silizium-Schicht liegt. Über dem p-Silizium ist die transparente Schicht, z.B. Silizium-Dioxyd, angeordnet und in einer leichten Senke hierauf ebenso die CCD-Auslesestruktur z.B. Bereiche von Poly-Silizium oder ähnlich geeignetem Material, das in einer bekannten Technik für partielles Beschichten zum Herstellen einer Auslesestruktur hergestellt wurde. Das Auslesen und Auswerten ist an sich bekannt, daher nicht näher erläutert oder dargestellt.

Eine Einzelheit aus dem Bildsensorelement ist in Fig. 4 dargestellt. Im oberen Teil dieser Fig. 4 ist wieder der wesentliche Schichtaufbau zu erkennen mit der pnp-Struktur mit hochohmiger n-Schicht im mittleren Bereich (sandwichartig). Auf der Oberseite in Fig. 4 ist eine dünne SiO<sub>2</sub>-Schicht von Aluminium-Elektroden teilweise bedeckt für das Auslesen der CCD-Struktur. Der Lichteinfall bei einer Wellenlängen 11 der zumessenden Strahlung kommt in Fig. 4 von unten. Der Avalanche-

Effekt, insbesondere Verstärkungseffekt bis zu 100-facher Verstärkung, ist symbolisch darunter dargestellt und das Anlegen einer negativen Steuerspannung, durch Auftasten im Bereich von etwa 5 ns, ebenfalls angedeutet in Fig. 4 rechts unten, im Querschnitt neben der Schichtstruktur.

Das wesentliche am Aufbau des flächenhaften CCD-Sensors ist, daß an einer Seite des Halbleiters die flächenhafte CCD-Struktur und auf der entgegengesetzten Seite (Rückseite) des CCD-Sensors eine Avalanche-Diode ausgebildet ist, insbesondere durch Implantieren bzw. Dotieren mit an sich bekannten Stoffen. Wird bei dem vorstehend beschriebenen Aufbau zwischen der hochohmigen n und der letzten p-Schicht eine hohe Spannung angelegt, dann entsteht bei Lichteinfall an der entsprechenden Stelle durch den Avalanche-Effekt eine hohe Feldstärke, die ihrerseits Ladungsträger in der p-Schicht unter der CCD-Struktur erzeugt (vgl. Fig. 3), welche mit Hilfe eines geeigneten Elektrodenaufbaus auslesbar sind. Da die Avalanche-Diode über die gesamte Fläche wirksam ist aber der Ladungstransport einzeln im Volumen des Halbleiters zu der CCD-Struktur hin erfolgt entsteht ein flächenhaftes Kontrast-Bild zum Zeitpunkt des Auftastens oder der Übertragung. Damit ist durch geeignete Wahl des Auftastzeitpunktes und der Auftastdauer und Korrelation der Auftastimpulse mit den Sendeimpulsen ein Entfernungsbild darstellbar.

Der Erfindung wird ein elektrischer Verschluß für ein fotoempfindliches Element, wie Bildsensor geschaffen, das neben der großen Verstärkung oder Empfindlichkeitserhöhung etwa um den Faktor 100 einen elektrischen Verschluß insbesondere für eine CCD-Kamera schafft, die steuerbar ist in kurzen Zeiten einer Größenordnung, insbesondere unter 10 ns Auftastzeit, die bisher jedenfalls bei vergleichbarem Aufwand nicht erzielbar ist.

Die Anwendung der Erfindung ist bei einem Abstandswarnsystem und Entfernungssystem mittels Laser nach DE 36 40 449 A1 von Vorteil.

Die Anwendung bei einem automatischen Führungssystem "Prometheus" vgl. Bild der Wissenschaft 10-1988, S. 134 ist besonders vorteilhaft.

## Patentansprüche

1. Bildsensor auf Halbleiterbasis insbesondere in CCD-Struktur mit einem zeilenförmigen oder flächenhaften (zweidimensionalen) Array und einer parallelen oder seriellen Auslesung **dadurch gekennzeichnet, daß**

- auf der einen Seite des Halbleiters, eine Avalanche-Diode angeordnet ist,
- durch die ein bei Lichteinfall von außen erzeugter Photostrom verstärkt wird,
- eine Raumladung im anschließenden Halbleitergebiet erzeugt wird und ein Ladungsträgertransport zur CCD-Struktur über eine steuerbare Elektrode erfolgt,
- in der auf der anderen Seite des Halbleiters angeordneten CCD-Auslesestruktur mit Auslese-Elektroden ein Kontrast- oder Entfernungsbild ausgegeben wird.

2. Bildsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er durch Anlegen einer Spannung zwischen einer p-dotierten Schicht auf der Seite für den Lichteinfall und einer anschließenden hochohmigen n-dotierten Schicht elektrisch steuerbar ist.

3. Bildsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-

kennzeichnet, daß er zugleich als Verschuß (shutter) angewendet wird.

4. Bildsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er in einem KFZ-Abstandswarnsystem mit Laser-Sender und -Empfänger angewandt wird. 5

5. Bildsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß er in automatischen Fahrzeugführungssystem (mit ISDN-Leitspur) mit automatischer Abstandseinhaltung (gegenseitig) angewandt wird. 10

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

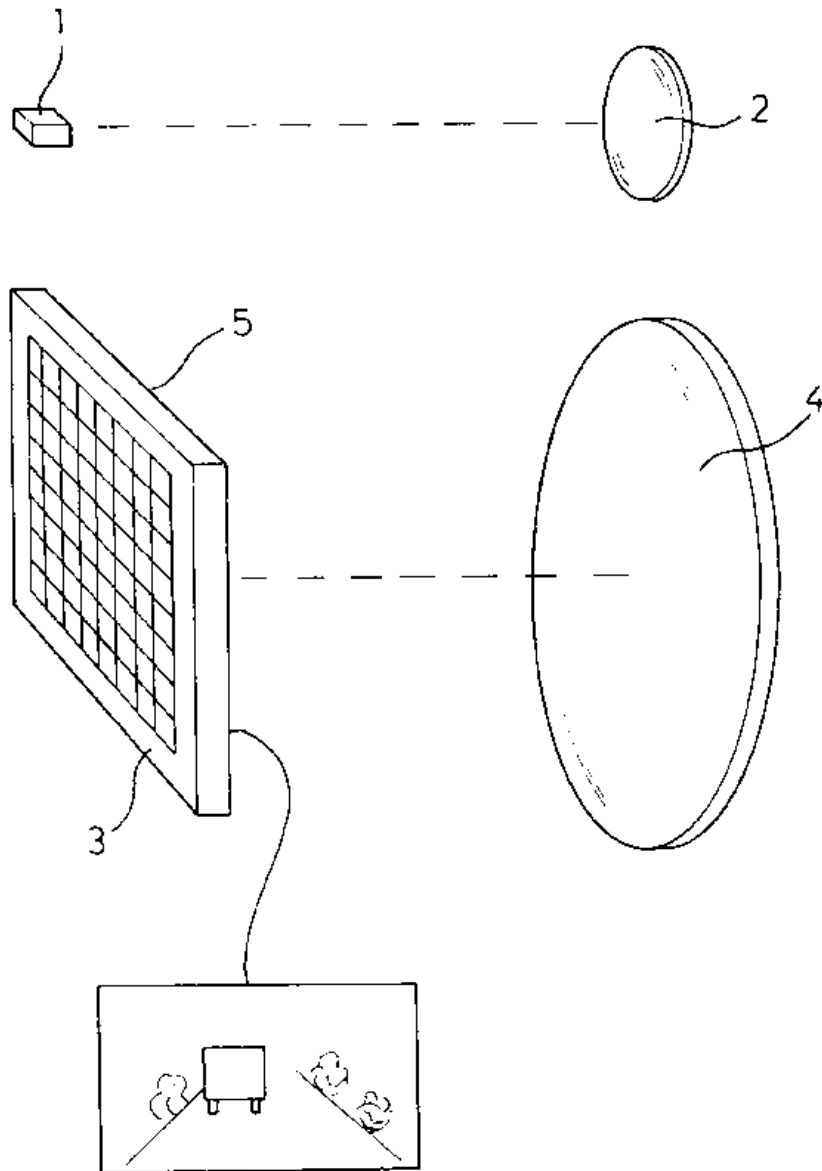


FIG. 1



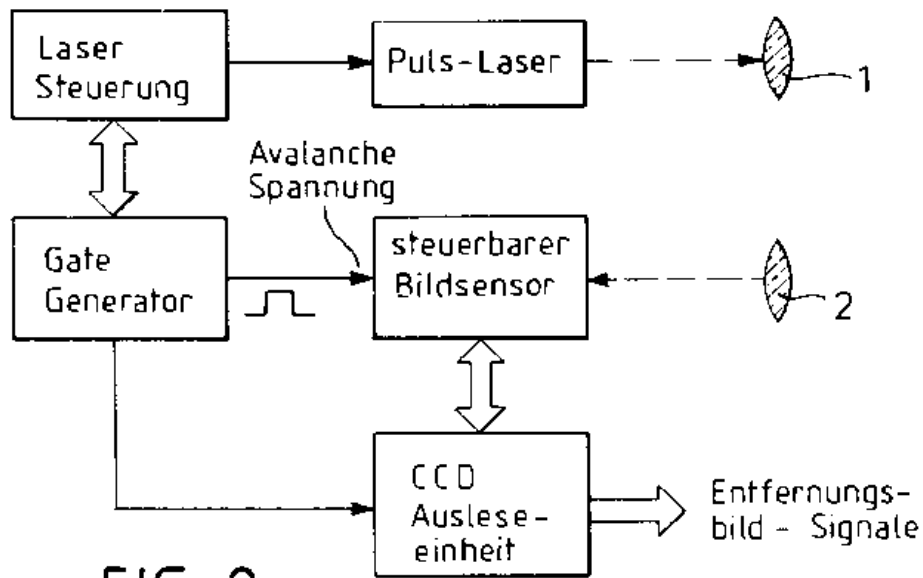


FIG. 2

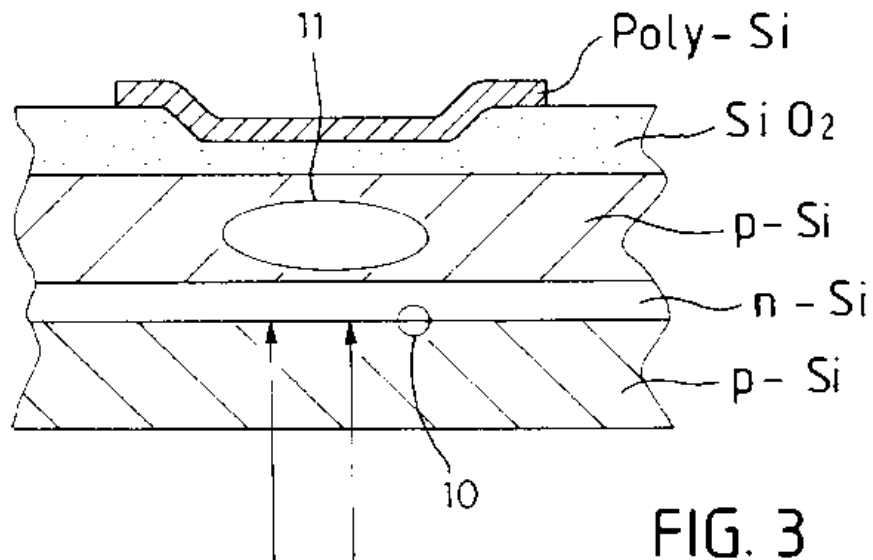


FIG. 3

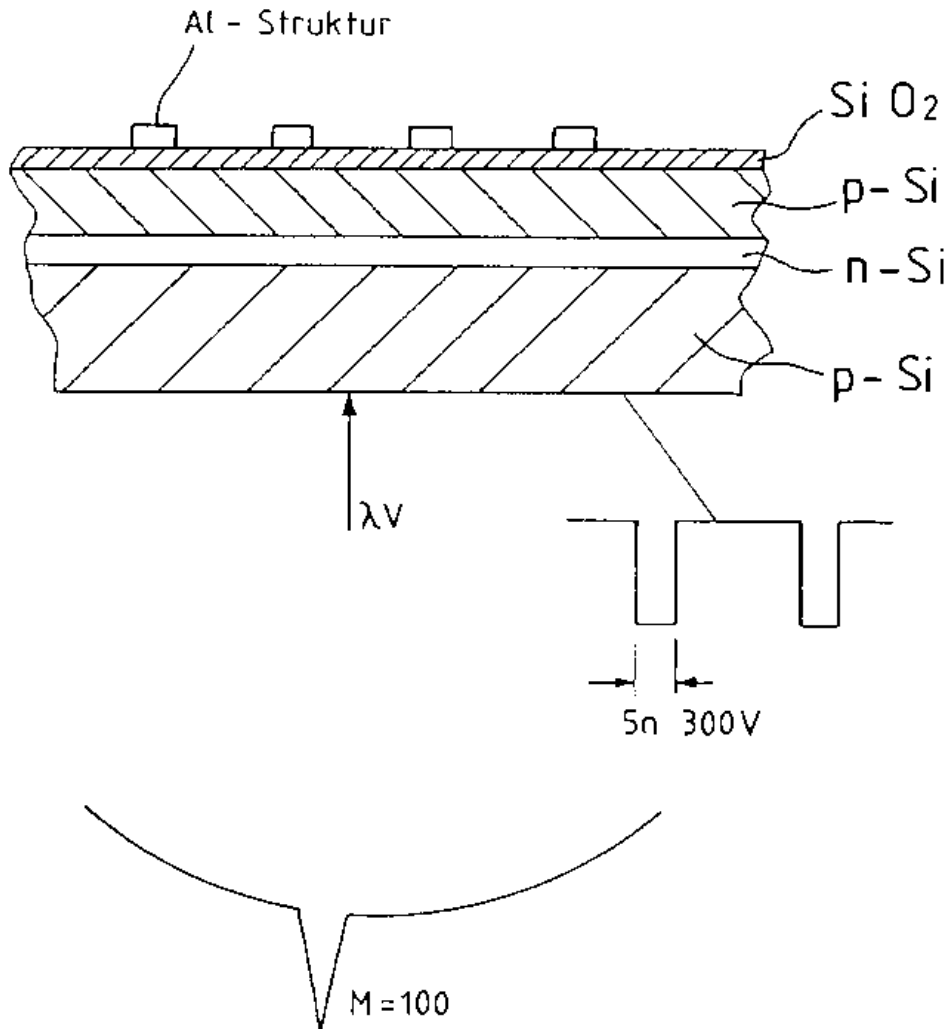


FIG. 4

**Bibliographic data: DE3840425 (A1) — 1990-06-07****Range image sensor**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** SPIES HANS [DE]; WOEHL ALFONS [DE]; SPIES MARTIN [DE] ±  
(SPIES, HANS, 8068 PFAFFENHOFEN, DE, ; WOEHL, ALFONS,  
8898 SCHROBENHAUSEN, DE, ; SPIES, MARTIN, 8068  
PFAFFENHOFEN, DE)

**Applicant(s):** MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM [DE] ± (MESSERSCHMITT-  
BOELKOW-BLOHM GMBH, 8012 OTTOBRUNN, DE)

**Classification:** - international: **G01S17/89; G01S7/481; G05D1/02; H01L27/148;**  
**H01L31/107; H04N3/15;** (IPC1-7): B60Q9/00;  
G01S17/10; G05D1/02; H01L27/14; H04N1/028;  
H04N3/15  
- cooperative: **G01S17/89; G01S7/4816; G05D1/0248;**  
**H01L27/14831; H01L31/107; H04N3/155**

**Application number:** DE19883840425 19881201

**Priority number(s):** DE19873732347 19870925 ; DE19883840425 19881201

**Abstract of DE3840425 (A1)**

A range image sensor based on semiconductors, especially using a CCD structure with an array in the form of rows or an area (two-dimensional) and a parallel or serial read-out, as well as an avalanche diode which is arranged on one side of the semiconductor and in the case of which the charge carriers coming from the avalanche diode are passed to the CCD structure via an electrode.

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
11 **DE 3840425 A1**

21 Aktenzeichen: P 38 40 425.7  
22 Anmeldetag: 1. 12. 88  
43 Offenlegungstag: 7. 6. 90

51 Int. Cl. 5:  
**G01S 17/10**  
H 04 N 1/028  
H 04 N 3/15  
B 60 Q 9/00  
G 05 D 1/02  
H 01 L 27/14  
// G01S 17/88

DE 3840425 A1

71 Anmelder:  
Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012  
Ottobrunn, DE

61 Zusatz zu: P 37 32 347.4

72 Erfinder:  
Spies, Hans, 8068 Pfaffenhofen, DE; Wöhrl, Alfons,  
8898 Schrobenhausen, DE; Spies, Martin, 8068  
Pfaffenhofen, DE

54 Entfernungsbild-Sensor

Entfernungsbild-Sensor auf Halbleiterbasis insbesondere in CCD-Struktur mit einem zeilenförmigen oder flächenhaften (zweidimensionalen) Array und einer parallelen oder seriellen Auslesung, sowie auf einer Seite des Halbleiters angeordneter Avalanche-Diode, bei der die aus der Avalanche-Diode kommenden Ladungsträger über eine Elektrode an die CCD-Struktur übergeben werden.

DE 3840425 A1

Die Erfindung betrifft einen Entfernungsbild-Sensor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Halbleiterbildsensoren sind bekannt. Ihre Anwendung ist z.B. in einem Übersichtsaufsatz in der Zeitschrift Elektronik-Praxis Nr. 9 September 1978 Seite 12 ff. beschrieben.

Die Schwierigkeiten liegen in der Hochintegration und der anzuwendenden Technologie, die bewältigt werden muß.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, einen Bildsensor zu schaffen, der unter Anwendung bekannter Halbleiterbauelemente und Technologien ein steuerbarer Sensor mit großem Nutzsignal ist und damit neue Anwendungen möglich werden.

Die Lösung dieser Aufgabe ist in Anspruch 1 enthalten. Damit wird ein elektrischer Verschuß für ein Photoelement geschaffen, dessen Nutzsignal gegenüber bekannten CCD-Anordnungen etwa 100-fach erhöht ist und bei dem der Verstärkungseffekt mit Hilfe einer steuerbaren Avalanche-Spannung einstellbar ist.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist es, daß ein CCD-Sensor geschaffen wird, der aufastbar ist in der Größenordnung etwa 10 ns und darunter (zwischen 1 und 10 ns). Eine Gesamtanordnung bzw. der Aufbau des Gesamtsystems mit Sender und Empfänger ist in Fig. 1 ersichtlich. Die Erfindung gestattet die Anwendung eines Bildsensors für automatische Fahrzeugführung, -lenkung, -leitung oder mit besonderem Vorteil in KFZ-Laser-Abstandswarnsystemen, bei denen eine Laser-Entfernungsmessung zu dem Hindernis, das stillsteht oder sich bewegt (Fahrzeug), mißt. Eine Abbildung, wie sie mit dem neuen Bildsensor gewonnen wird, ist unter dem CCD-Array in Fig. 1 verkleinert dargestellt.

In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild mit den Funktionsblöcken selbstredend dargestellt.

In Fig. 3 ist der Aufbau einer einzelnen fotoempfindlichen Zelle im Querschnitt dargestellt, wobei der Strahlungseinfall, z.B. Licht, in Fig. 3 von unten kommt. Im wesentlichen weist das Bildsensorelement auf Halbleiterbasis eine pnp-Struktur auf. Auf der Unterseite im Grenzgebiet zwischen dem p-Silizium und dem n-Silizium, über dem dann wieder eine p-Siliziumschicht und darauf eine Siliziumdioxid-Schicht folgt, ist eine Avalanche-Diode mit Verstärker 10 ausgebildet. Die elektrische Steuerung dieses Bildsensors erfolgt, indem eine Raumladung für den CCD-Transport erzeugt wird in einem Gebiet 11, das wie Fig. 3 zeigt, räumlich mit Vorteil etwa in einem zentralen Bereich des p-Siliziums über der hochohmigen n-Silizium-Schicht liegt. Über dem p-Silizium ist die transparente Schicht, z.B. Silizium-Dioxyd, angeordnet und in einer leichten Senke hierauf ebenso die CCD-Auslesestruktur z.B. Bereiche von Poly-Silizium oder ähnlich geeignetem Material, das in einer bekannten Technik für partielles Beschichten zum Herstellen einer Auslesestruktur hergestellt wurde. Das Auslesen und Auswerten ist an sich bekannt, daher nicht näher erläutert oder dargestellt.

Eine Einzelheit aus dem Bildsensorelement ist in Fig. 4 dargestellt. Im oberen Teil dieser Fig. 4 ist wieder der wesentliche Schichtaufbau zu erkennen mit der pnp-Struktur mit hochohmiger n-Schicht im mittleren Bereich (sandwichartig). Auf der Oberseite in Fig. 4 ist eine dünne SiO<sub>2</sub>-Schicht von Aluminium-Elektroden teilweise bedeckt für das Auslesen der CCD-Struktur. Der Lichteinfall bei einer Wellenlänge 11 der zu messenden Strahlung kommt in Fig. 4 von unten. Der Avalanche-

Effekt, insbesondere Verstärkungseffekt bis zu 100-facher Verstärkung, ist symbolisch darunter dargestellt und das Anlegen einer negativen Steuerspannung, durch Auftasten im Bereich von etwa 5 ns, ebenfalls angedeutet in Fig. 4 rechts unten, im Querschnitt neben der Schichtstruktur.

Das wesentliche am Aufbau des flächenhaften CCD-Sensors ist, daß an einer Seite des Halbleiters die flächenhafte CCD-Struktur und auf der entgegengesetzten Seite (Rückseite) des CCD-Sensors eine Avalanche-Diode ausgebildet ist, insbesondere durch Implantieren bzw. Dotieren mit an sich bekannten Stoffen. Wird bei dem vorstehend beschriebenen Aufbau zwischen der hochohmigen n- und der letzten p-Schicht eine hohe Spannung angelegt, dann entsteht bei Lichteinfall an der entsprechenden Stelle durch den Avalanche-Effekt eine hohe Feldstärke, die ihrerseits Ladungsträger in der p-Schicht unter der CCD-Struktur erzeugt (vgl. Fig. 3), welche mit Hilfe eines geeigneten Elektrodenaufbaus auslesbar sind. Da die Avalanche-Diode über die gesamte Fläche wirksam ist aber der Ladungstransport einzeln im Volumen des Halbleiters zu der CCD-Struktur hin erfolgt entsteht ein flächenhaftes Kontrast-Bild zum Zeitpunkt des Auftastens oder der Übertragung. Damit ist durch geeignete Wahl des Auftastzeitpunktes und der Auftastdauer und Korrelation der Auftastimpulse mit den Sendeimpulsen ein Entfernungsbild darstellbar.

Mit der Erfindung wird ein elektrischer Verschuß für ein fotoempfindliches Element, wie Bildsensor, geschaffen, das neben der großen Verstärkung oder Empfindlichkeitserhöhung etwa um den Faktor 100 einen elektrischen Verschuß insbesondere für eine CCD-Kamera schafft, die steuerbar ist in kurzen Zeiten einer Größenordnung, insbesondere unter 10 ns Auftastzeit, die bisher jedenfalls bei vergleichbarem Aufwand nicht erzielbar ist.

Die Anwendung der Erfindung ist bei einem Abstandswarnsystem und bei einem automatischen Führungssystem "Prometheus" vgl. Bild der Wissenschaft 10 — 1988, S. 134 besonders vorteilhaft.

#### Patentansprüche

1. Entfernungsbild-Sensor mit einer gepulsten Lichtquelle mit Sende- und Empfangsoptik und einer Zeitablaufsteuerung und einem mit steuerbaren Verschuß (shutter) versehenen CCD-Array hinter der Empfangsoptik nach Patent 37 32 347, **dadurch gekennzeichnet, daß**
  - auf der einen Seite des Halbleiters, eine Avalanche-Diode angeordnet ist,
  - durch die ein bei Lichteinfall von außen erzeugter Photostrom verstärkt wird,
  - eine Raumladung im anschließenden Halbleitergebiet erzeugt wird und ein Ladungsträgertransport zur CCD-Struktur über eine steuerbare Elektrode erfolgt,
  - in der auf der anderen Seite des Halbleiters angeordneten CCD-Auslesestruktur mit Auslese-Elektroden ein Kontrast- oder Entfernungsbild ausgegeben wird.
2. Bildsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er durch Anlegen einer Spannung zwischen einer p-dotierten Schicht auf der Seite für den Lichteinfall und einer anschließenden hochohmigen n-dotierten Schicht elektrisch steuerbar ist.
3. Bildsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er zugleich als Verschuß (shut-

ter) angewendet wird.

4. Bildsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er in einem KFZ-Abstandswarnsystem mit Laser-Sender und -Empfänger angewandt wird.

5

5. Bildsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß er in automatischen Fahrzeugführungssystem (mit ISDN-Leitspur) mit automatischer Abstandseinhaltung (gegenseitig) angewandt wird.

10

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

– Leerseite –

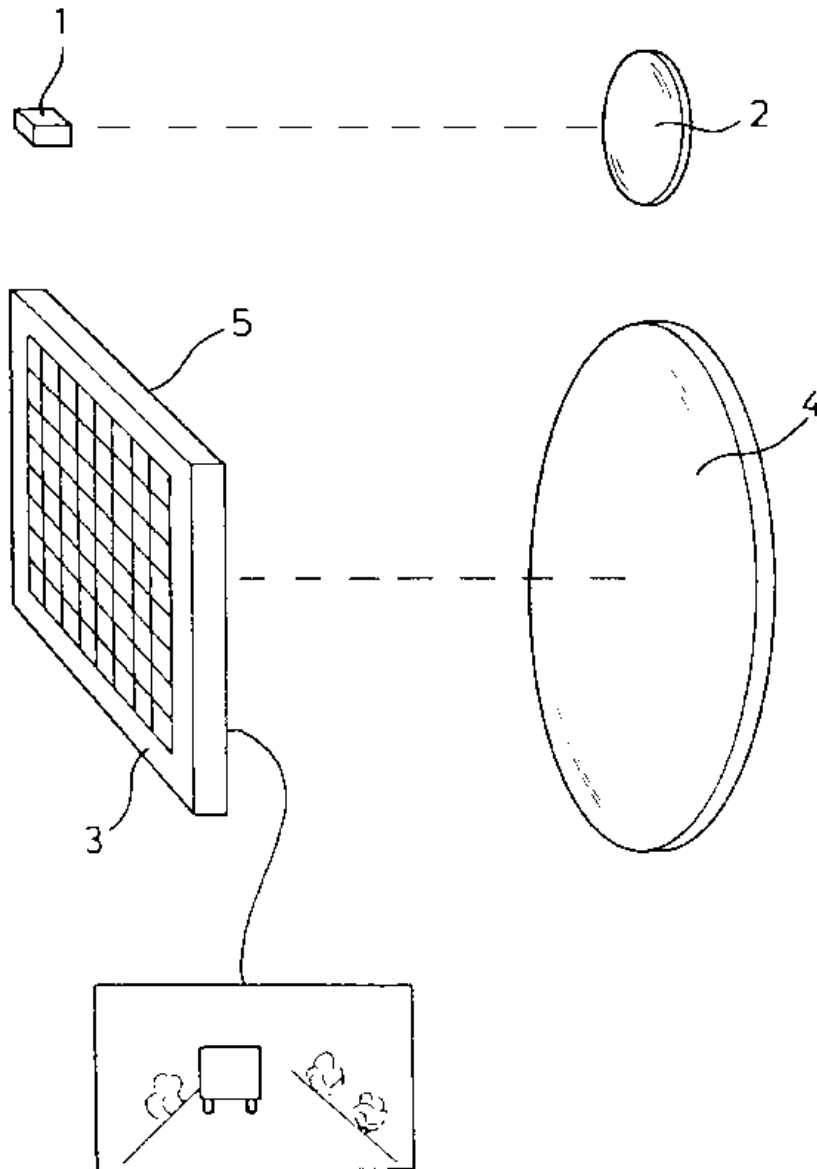


FIG. 1



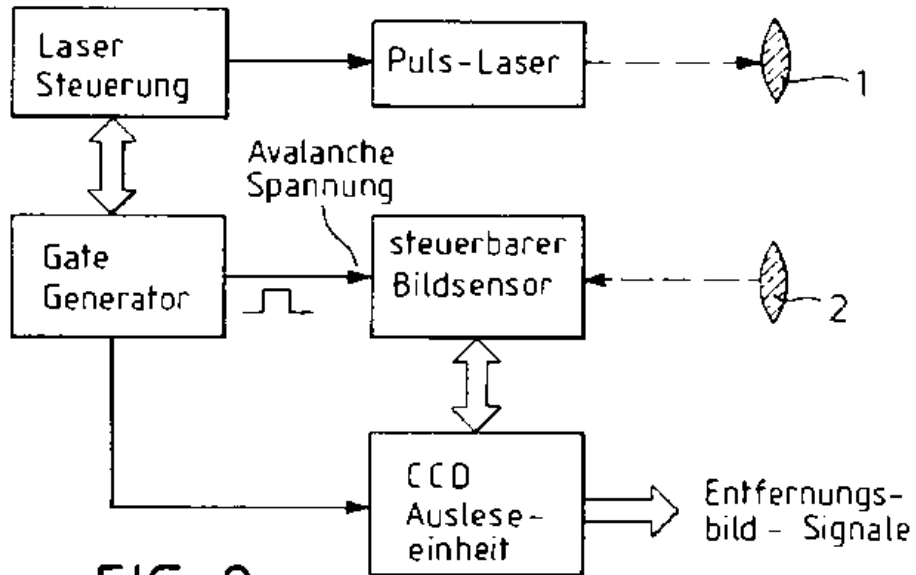


FIG. 2

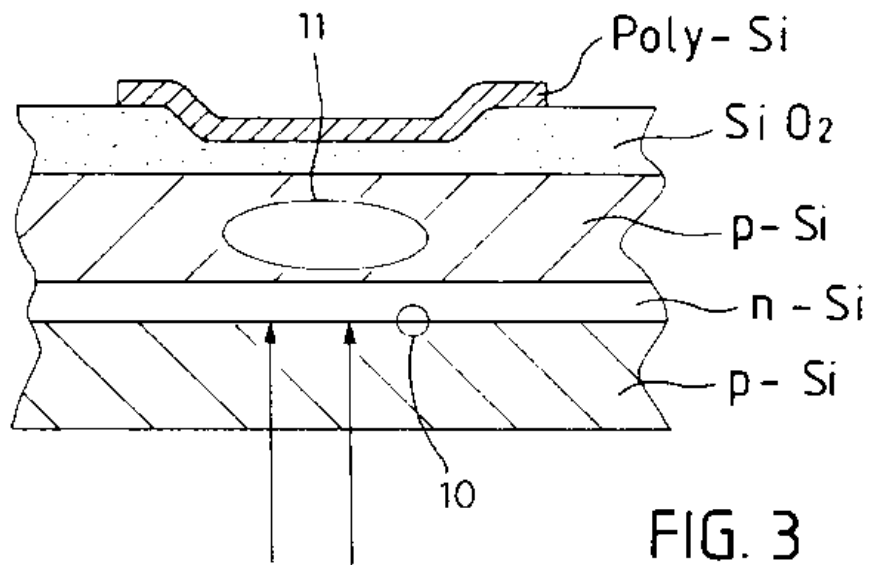


FIG. 3



Espacenet

Bibliographic data: DE3844364 (A1) — 1990-07-05

Method and device for controlling the emission of light of a head lamp arrangement of a vehicle

No documents available for this priority number

**Inventor(s):** WOERNER BERNHARD DIPL ING [DE] ± (WOERNER, BERNHARD, DIPL.-ING., 7000 STUTTGART, DE)

**Applicant(s):** BOSCH GMBH ROBERT [DE] ± (ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART, DE, ; ROBERT BOSCH GMBH, 70469 STUTTGART, DE)

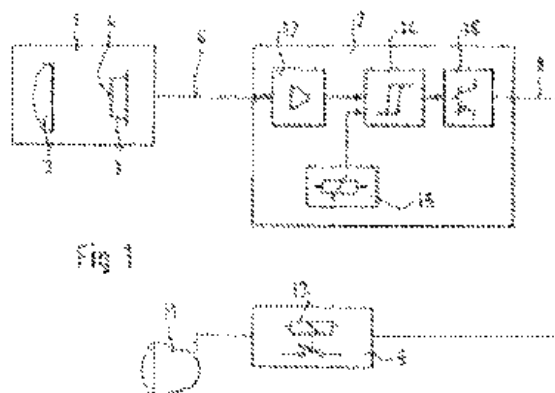
**Classification:** - international: **B60Q1/08; B60Q1/18**; (IPC1-7): B60Q1/04  
 - cooperative: **B60Q1/085; B60Q1/18**; B60Q2300/054;  
B60Q2300/056; B60Q2300/112; B60Q2300/21;  
B60Q2300/312; B60Q2300/314; B60Q2300/42

**Application number:** DE19883844364 19881230

**Priority number(s):** DE19883844364 19881230

**Also published as:** DE3844364 (C2) FR2641237 (A1)

Abstract of DE3844364 (A1)



A method for controlling the emission of light of a head lamp arrangement and a head lamp arrangement for carrying out the method are proposed, in which, in order to avoid reducing the vision of the driver when strong oncoming light sources occur, the carriageway of the driver's own vehicle is illuminated with a higher light level. The increased illumination is then limited or eliminated when the emission of light from the carriageway of the motor vehicle and/or from another area which cannot be assigned to the opposite carriageway exceeds a threshold value.

List updated: 13 05 2013 [Preview Database](#) 5 5 9, 2013

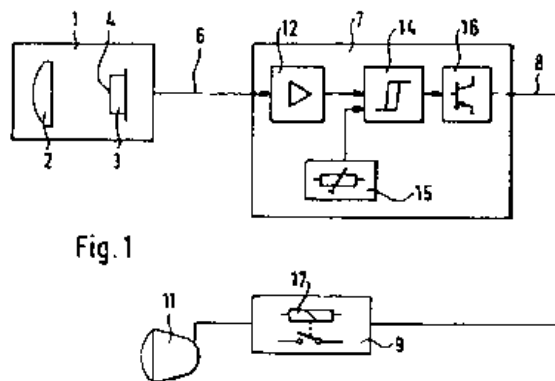


71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Woerner, Bernhard, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

54 Verfahren und Einrichtung zur Steuerung der Lichtemission einer Scheinwerferanordnung eines Fahrzeuges

Es wird ein Verfahren zur Steuerung der Lichtemission einer Scheinwerferanordnung sowie eine Scheinwerferanordnung zur Durchführung des Verfahrens vorgeschlagen, bei dem zur Vermeidung einer Minderung der Seheleistung des Fahrers eines Fahrzeugs bei Auftreten von entgegenkommenden starken Lichtquellen die Richtungsfahrbahn des Fahrzeugs mit höherem Lichtpegel ausgeleuchtet wird. Die erhöhte Beleuchtung wird dann begrenzt oder rückgängig gemacht, wenn die Lichtemission aus dem Bereich der Richtungsfahrbahn des Kraftfahrzeuges und/oder einem anderen, der Gegenfahrbahn nicht zuzuordnenden Bereich einen Schwellwert überschreitet.



## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren gemäß der Gattung des Patentanspruchs 1. Ein solches Verfahren ist durch die DE-OS 21 44 197 bekannt. Dort sind zur Verbesserung der Ausleuchtung der Fahrbahn bei einem Fahrzeug zwei Abblendscheinwerfer vorgesehen, die stark zur Fahrbahn gerichtete Lichtbündel ausstrahlen. Zusätzlich sind zwei Zusatzscheinwerfer vorgesehen, die als Fernscheinwerfer konzipiert sind, aber gesteuert von je einem Lichtsensor bezüglich ihrer Lichtabgabe so gesteuert werden, daß sie zu verschiedenen Fahrbahnbereichen abgeschattet werden können mit vertikal verlaufender Hell/Dunkelgrenze. Die Steuerung arbeitet dabei so, daß wenn die Lichtsensoren entgegenkommendes Licht erfassen, jeweils eine Abschattung im Bereich des einfallenden Lichtes im Vorfeld des Fahrzeugs erfolgt, damit der Fahrer des entgegenkommenden Fahrzeugs durch die Zusatzscheinwerfer nicht geblendet wird. Im übrigen Bereich wird die Fahrbahn voll ausgeleuchtet. In Betrieb sind also alle vier Scheinwerfer ständig eingeschaltet. Wobei die Lichtabgabe der Zusatzscheinwerfer selektiv unterbunden wird.

Diese Einrichtung hatte den Nachteil, daß durch eine völlige Abschattung in Richtung entkommendes Fahrzeug einmal die Fahrbahn in dieser Richtung unzureichend ausgeleuchtet ist und schwarze Löcher im Sichtfeld des Fahrers entstehen, was zu gefährlichen Verkehrssituationen im Fußgängerbereich führen kann und daß zum anderen innerhalb dieser schwarzen Löcher nun verstärkt das Licht des entgegenkommenden Fahrzeugs auf den Fahrer des Fahrzeugs der bekannten Scheinwerferanordnung trifft und aufgrund der Helligkeitsunterschiede zwischen schwarzem Loch und entgegenkommendem Licht diesen erheblich blenden kann.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß bei entgegenkommendem Licht das eigene Licht, das speziell die eigene Fahrbahn ausleuchtet, verstärkt wird, so daß die Lichtkontraste zwischen der beleuchteten eigenen Fahrbahn und dem entgegenkommenden Licht verringert werden und somit auch die Blendung des Fahrers verringert wird. Mit dem erhöhten Beleuchtungspegel wird beim Fahrer etwa die Sehleistung erreicht, die er bei Normallicht ohne Fahrzeugbegegnung hat. In vorteilhafter Weise wird die Erhöhung der Lichtemission des Fahrzeugs automatisch gesteuert, und zwar dann, wenn die Lichtintensität bzw. Lichtemission im Sichtfeld des Fahrers einen bestimmten Schwellwert erreicht hat. Dieser Schwellwert kann optimiert werden. Die Einführung eines solchen Schwellwerts hat den Vorteil, daß die Erhöhung der Lichtemission des Scheinwerfers nicht zu früh oder zu spät auftritt. Tritt die Erhöhung zu früh auf, so erfolgt eine zu frühe Eingewöhnung an die höhere Lichtemission, so daß ein Teil des anfänglichen Gewinnes an Sehleistung wieder eingebüßt wird. Der Effekt der Sehleistungsminderung infolge Blendwirkung durch das Scheinwerferlicht des begegnenden Fahrzeugs wird dagegen nicht wesentlich gemindert.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbil-

dungen des Gegenstands des Hauptanspruchs angegeben. Bei der Ausgestaltung gemäß Anspruch 2 ergibt sich vorteilhaft eine verringerte Blendung des Fahrers des Fahrzeugs, wenn Licht in bestimmten Bereichen des Sichtfeldes des Fahrers eine zu hohe Intensität aufweist. Dies betrifft insbesondere die Reflektion des eigenen Scheinwerferlichtes an reflektierenden Flächen wie Verkehrsschildern oder Nebelwände.

Mit den Ansprüchen 8 bis 17 sind vorteilhafte Weiterbildungen gegeben als Scheinwerferanordnung zur Durchführung des Verfahrens der vorstehenden Ansprüche. Dabei ergibt sich mit der Anordnung gemäß Anspruch 9 eine vorteilhafte Auswertung des vom Lichtsensor empfangenen Lichts zur Steuerung des Scheinwerfers. Mit dem Gegenstand von Anspruch 9 läßt sich eine sehr schnell arbeitende Auswerteeinrichtung verwirklichen, wobei die empfangenen Signale auf kürzestem Weg zu einer Verstell- oder Schaltvorrichtung für die Lichtemission des Scheinwerfers durchgeschaltet werden. Bei der Ausgestaltung nach Anspruch 10 ergibt sich insbesondere eine kostengünstige Schalteinrichtung mit einem geringen Sensoraufwand. Mit der Weiterbildung nach Anspruch 13 ist die Anlage bei Bedarf umschaltbar, während in der Weiterbildung gemäß Anspruch 14 vorteilhaft zu hohe Schaltheufigkeit vermieden wird.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen: **Fig. 1** eine prinzipmäßige Darstellung einer Scheinwerferanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, **Fig. 2** den Aufbau einer ersten Ausführungsform eines Lichtsensors zur Erfassung der Lichtemission aus dem Sichtfeld des Fahrers des mit der Scheinwerferanordnung ausgestatteten Fahrzeugs, wobei ein lichtempfangendes Feld durch eine Blende begrenzt wird, **Fig. 3** eine zweite Ausführungsform des Lichtsensors, bei der das lichtempfangende Feld durch mehrere lichtempfindliche Einzelelemente gebildet wird, **Fig. 4** ein drittes Ausführungsbeispiel in Abwandlung zum Ausführungsbeispiel nach **Fig. 3**, **Fig. 5** ein viertes Ausführungsbeispiel mit einem einzigen lichtempfindlichen Element, auf das das Sichtfeld durch eine Licht ablenkende Vorrichtung im schnellen Wechsel mit Hilfe eines Abtastverfahrens abgebildet wird, **Fig. 6** eine Darstellung der Aufteilung des Sichtfeldes des Fahrers in verschiedene Licht abstrahlende Felder, die auf ein entsprechendes Licht empfangendes Feld des Lichtsensors abgebildet werden, **Fig. 7** eine elektrische Prinzipschaltung zur Auswertung des Lichtsensorsignalausgangs und **Fig. 8** eine Prinzipdarstellung zur Änderung der Lichtemission der Scheinwerferanordnung.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In einem nicht weiter dargestellten Kraftfahrzeug ist an der Frontseite ein Lichtsensor 1 angeordnet, der sich in Fahrtrichtung orientiert und das Sichtfeld des Fahrers des Fahrzeugs erfaßt. Der Lichtsensor besteht aus einer Abbildungsoptik 2, der in der Abbildungsebene ein oder mehrere lichtempfindliche Elemente 3 nachgeschaltet ist, die ein lichtempfangendes Feld 4 bilden. Die lichtempfindlichen Elemente geben über ihren Signalausgang 6 Steuersignale ab an eine Auswerteschaltung 7, deren Ausgang 8 mit einer Schalteinrichtung 9 verbun-

den ist, über die die Lichtemission oder Lichtverteilung eines Scheinwerfers 11 gesteuert wird. Dieser Scheinwerfer kann entweder eine Zusatzscheinwerfer sein, der in Unterstützung eines Abblendlichtscheinwerfers zugeschaltet oder abgeschaltet werden kann oder es kann ein modifizierter Scheinwerfer oder Abblendlichtscheinwerfer, der zur Standardausstattung des Fahrzeugs gehört, so angesteuert werden, daß seine Lichtemission in der gewünschten Weise erfolgt. Dabei soll der Scheinwerfer die Lichtemission in Richtung eigener Fahrbahn als Begegnungslicht bei Auftreten einer Lichtquelle auf der Gegenfahrbahn erhöhen oder die Lichtemission senken, wenn eine zu hohe Lichtemission aus bestimmten Bereichen des Sichtfelds des Fahrers auftritt, wie nachstehend noch näher erläutert wird. Die Auswerteschaltung besteht im Prinzip aus einem Verstärker 12, der die vom Signalausgang 6 kommenden Signale verstärkt und einem Schwellwertschalter 14 zuführt, dem ein Schwellwertgeber 15 zugeordnet ist. Der Ausgang des Schwellwertschalters steuert einen Leistungstransistor 16 oder ein anderes Schaltelement, über das ein Leistungsstromkreis gesteuert werden kann. Vorzugsweise steuert der Leistungstransistor 16 die Schaltvorrichtung 9 an, die beispielsweise aus einem Relais 17 bestehen kann, das den Stromversorgungskreis eines Begegnungslichtscheinwerfers 11 im Sinne eines Zuschaltens oder Abschaltens steuert. Alternativ dazu kann durch die Schalteinrichtung eine Stelleinrichtung für die Scheinwerfereinstellung oder eine Zusatzlichtquelle im Scheinwerfer oder eine Abblendeinrichtung des Scheinwerfers gesteuert werden.

Zum Verständnis der obenbeschriebenen Vorrichtung ist weiterhin ein Sichtfeld des Fahrers des Fahrzeugs gemäß Fig. 6 in Betracht zu ziehen. Dort ist erkennbar, daß das Sichtfeld in drei Licht abstrahlende Felder aufgeteilt ist, einem ersten Licht abstrahlenden Feld 18, einem zweiten Licht abstrahlenden Feld 19 und einem dritten Licht abstrahlenden Feld 20. Das erste Licht abstrahlende Feld 18 umfaßt die oben schon als eigene Fahrbahn bezeichnete Richtungsfahrbahn 22 des Fahrzeugs, das mit der erfindungsgemäßen Scheinwerferanordnung ausgestattet ist, den daran angrenzenden Fahrbahnrand 23 sowie bis zu einem bestimmten Betrag den über der Richtungsfahrbahn 22 bzw. Fahrbahnrand 23 liegenden Bereich 24. Das zweite Licht abstrahlende Feld 19 umfaßt die Gegenfahrbahn 25 und deren angrenzenden Fahrbahnrand 26 sowie einen ebenfalls darüberliegenden Bereich 27. Das dritte Licht abstrahlende Feld schließlich liegt oberhalb den Bereichen 24 und 27 des ersten und zweiten Licht abstrahlenden Felds und umfaßt Lichtquellen, die sich oberhalb einer bestimmten Höhe oder eines bestimmten Winkels über der Fahrbahn befinden. Im Bereich des dritten Lichtfeldes treten Lichtemissionen auf, die von hoch liegenden Lichtquellen stammen können, von Lichtreflexionen an Brückenbauwerken oder von Lichtreflexionen von Nebelwänden.

Durch die Ausgestaltung des Lichtsensors von Fig. 1 mit Abbildungsoptik 2 und lichtempfindlichen Element 3 werden die Licht abstrahlenden Felder auf dem lichtempfangenden Feld 4 abgebildet und bezüglich der Lichtemission ausgewertet. Die Lichtemission des Licht abstrahlenden Feldes wird als Signal dem Verstärker 12 zugeleitet, mit einem einstellbaren Schwellwert im Schwellwertschalter 14 verglichen, der je nach Überschreiten oder Unterschreiten des Schwellwerts den Leistungstransistor 16 bzw. die Schalteinrichtung 9 ansteuert. Der Schwellwert kann individuell eingestellt

werden oder auch automatisch nach einem allgemeinen Lichtpegel, Fahrgeschwindigkeit oder sonstigen die Schleistung beeinflussenden Parametern geführt werden. Die Einrichtung arbeitet so, daß wenn der Signalpegel entsprechend dem Licht aus dem zweiten Licht abstrahlenden Feld 19 den eingegebenen Schwellwert überschreitet, der Schwellwertschalter über die Schalteinrichtung 9 den Scheinwerfer 11 als Begegnungslicht zuschaltet bzw. die Lichtemission des Fahrzeugs in Richtung der Richtungsfahrbahn 22 erhöht. Überschreitet hingegen die Lichtemission des ersten lichtabstrahlenden Feldes und/oder des dritten lichtabstrahlenden Feldes seinen vorgegebenen Schwellwert, so wird das Begegnungslicht, der Scheinwerfer 11 oder eine entsprechend ausgestaltete Einrichtung abgeschaltet, mit dem Ziel die Ausleuchtung der Richtungsfahrbahn 22 zu mindern. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn durch Erhöhung der Lichtemission und der gegebenen Sichtverhältnisse die Richtungsfahrbahn des Fahrzeugs zu stark beleuchtet wird oder wenn aufgrund der erhöhten Lichtemission bei Auftreffen auf rückstrahlende Flächen der Fahrer zu sehr geblendet werden kann. Dies tritt insbesondere bei Nebelbildung auf. Zur Auswertung der Lichtemissionen aus den Licht abstrahlenden Feldern werden diese auf den Lichtsensor 1 derart übertragen, daß entweder mit Hilfe der Abbildungsoptik oder durch entsprechend ausgestaltete lichtempfangende Felder 4 die Licht abstrahlenden Felder in der gewünschten Weise selektiv ausgewertet werden können.

Ein erstes Ausführungsbeispiel des Lichtsensors ist in Fig. 2 dargestellt. Dort ist schematisch eine Abbildungsoptik 2 dargestellt in Form einer Sammellinse, der eine weitere Sammellinse 29 nachgeschaltet ist, die wiederum das über die Optik 2 empfangene Licht zu einem lichtempfindlichen Element 3 führt. Dabei kann das entsprechende lichtabstrahlende Feld im Sichtfeld des Fahrers über eine der weiteren Sammellinse 29 vorgeschaltete, das lichtempfangende Feld 4 bildende Blende 30 abgebildet werden. Das lichtempfindliche Element 3, das nun einem bestimmten Licht abstrahlenden Feld zugeordnet ist, erfaßt in der Summe die Lichtemission des Licht abstrahlenden Feldes, bildet ein dieser Lichtemission entsprechendes Ausgangssignal, das wiederum in der Auswerteschaltung 7 auf Überschreiten oder Unterschreiten eines Schwellwerts abgefragt wird und weiterverarbeitet wird wie obenbeschrieben. Es kann den einzelnen Licht abstrahlenden Feldern jeweils ein solcher Sensor zugeordnet werden.

In Weiterbildung zu Fig. 2 läßt sich ein Lichtsensor auch so gestalten, daß wiederum über die Abbildungsoptik 2 die Licht abstrahlenden Felder auf eine Anordnung 32 von mehreren lichtempfindlichen Elementen abgebildet werden. Dabei können in Reihe angeordnete einzelne lichtempfindliche Elemente 33 vorgesehen werden, von denen eines oder mehrere jeweils einem der Licht abstrahlenden Felder 18, 19, 20 zugeordnet sind. Die Ausgangssignale dieser einzelnen lichtempfindlichen Elemente werden einzelnen oder, bei mehreren pro Feld zusammengefaßt, von der Auswerteschaltung ausgewertet. Dabei kann eine einzige Auswerteschaltung für die gesamte Anordnung 32 von lichtempfindlichen Elementen vorgesehen werden, wenn die in jeweils einzelnen Licht abstrahlenden Feldern zugeordneten lichtempfindlichen Elemente 33 nacheinander im schnellen Wechsel ausgewertet werden. Entsprechend dem Auswerteergebnis wird dann der Scheinwerfer 11 geschaltet.

Fig. 4 zeigt eine Abwandlung der Ausgestaltung nach

**Fig. 3** mit ebenfalls in Reihe oder in den Licht abstrahlenden Feldern nachgebildeten Flächen angeordneten einzelnen lichtempfindlichen Elementen 33, denen jeweils Sammeloptiken 34 vorgeschaltet sind. Durch diese vorzugsweise zylindrischen Linsen der Sammeloptik 34 können die lichtempfindlichen Einzelelemente 33 exakt den Licht abstrahlenden Feldern zugeordnet werden.

Will man einen erhöhten Aufwand für lichtempfindliche Elemente insbesondere gemäß **Fig. 4** verringern, so kann man gemäß einer Ausführung nach **Fig. 5** mit einem einzigen lichtempfindlichen Element 36 auskommen, wenn man eine entsprechend umgestaltete Optik diesem Element vorschaltet und eine entsprechende Auswerteschaltung nachschaltet.

In **Fig. 5** ist wie in den vorstehenden Figuren eine Abbildungsoptik 2 vorgesehen, der ein Schwingenspiegel 37 nachgeschaltet ist. Der Schwingenspiegel wird in regelmäßiger Amplitude durch einen Antrieb 38 hin- und herbewegt und tastet dabei über die Abbildungsoptik verschiedene Bereiche des Sichtfeldes des Fahrers des Fahrzeugs ab und bildet sie jeweils über eine nachgeschaltete Sammellinse 39 auf das lichtempfindliche Element 36 ab. Auf diesem werden demzufolge im Wechsel alle Teile des Sichtfeldes, insbesondere die Licht abstrahlenden Felder 18 und 19 abgebildet. Das Ausgangssignal des lichtempfindlichen Elements wird synchronisiert mit der Bewegung des Schwingenspiegels sequentiell abgetastet und über einen Schwellwertschalter ausgewertet, der wiederum das Begegnungslicht bzw. den Scheinwerfer 11 in der vorerwähnten Weise steuert. Die Auswerteschaltungen der vorstehenden Ausführungsbeispiele können eine Vergleichseinrichtung enthalten, den Schwellwertschalter 14, die mit gleichen, allen Licht abstrahlenden Feldern zugeordneten Schwellwerten oder mit unterschiedlichen Schwellwerten arbeiten. Im letztgenannten Falle wird vermieden, daß ein zu häufiges Schalten des Begegnungslichtes bei ungünstigen Sichtverhältnissen auftritt. Um im speziellen Falle ein Schalten zu vermeiden, wenn aufgrund der erhöhten Lichtemission in Richtung zum ersten Licht abstrahlenden Feld am Fahrbahnrand Reflexionsflächen auftreten, die die Lichtemission kurzzeitig aus diesem Licht abstrahlenden Feld 18 erhöhen können im Bereich, wo solche Reflexionen auftreten können, z. B. bei reflektierenden Verkehrsschildern oder Verkehrszeichen, die lichtempfangenden Felder 4 bzw. die lichtempfindlichen Elemente 33 dort eine Abdeckung entsprechend der in **Fig. 6** schraffierten Fläche 40 erhalten. Auf diese Weise tragen Lichtemissionen aus diesem Bereich nicht zur Steuerung des Begegnungslichtes bei. Besteht der Lichtsensor aus einer Vielzahl von lichtempfindlichen Elementen, so können in diesem Bereich lichtempfindliche Elemente ausgenommen werden.

In **Fig. 7** ist eine Auswerteschaltung 107 dargestellt mit je einem einen der Licht abstrahlenden Feldern 18, 19, 20 zugeordneten Sensor 1a, 1b und 1c, denen jeweils ein Verstärker 12a, 12b und 12c nachgeschaltet ist, denen wieder Schwellwertschalter 14a, 14b und 14c folgen. Der Ausgang der jeweiligen Schwellwertschalter führt zu Schaltern 16a, 16b und 16c, die jeweils den Lichtsensoren 1a bis 1c zugeordnet sind und in Reihe in einer Stromzufuhrleitung 42 liegen. Die Stromzufuhrleitung 42 führt zu der Schalteinrichtung 9, über die der Scheinwerfer 11 bzw. das Begegnungslicht geschaltet wird. Zusätzlich zu den Schaltern ist in die Stromzufuhrleitung 42 noch ein weiterer Schalter 43 eingefügt, der von einer willkürlich durch den Fahrer des Fahrzeugs betätigbaren Schaltvorrichtung 44 gesteuert wird.

Diese Auswerteschaltung erlaubt eine Bewertung der von den Licht abstrahlenden Feldern ausgehenden Lichtemission und es kann bei Überschreiten oder Unterschreiten eines Schwellwertes, diesem Tatbestand der Vorrang gegenüber den Verhältnissen im Bereich der übrigen Licht abstrahlenden Flächen gegeben werden, indem das Begegnungslicht dann zu- bzw. abgeschaltet wird. Es ist der Lichtsensor 1a z. B. dem ersten Licht abstrahlenden Feld 18, der Lichtsensor 1b dem zweiten Licht abstrahlenden Feld 19 und der Lichtsensor 1c dem dritten Licht abstrahlenden Feld 20 zugeordnet. Je nach Schaltlogik der Schalteinrichtung 9 können dann die Verhältnisse so liegen, daß, wenn die dem ersten und dem dritten Licht abstrahlenden Feld 18, 20 zugeordneten Schwellwerte nicht überschritten sind, die entsprechenden Schalter 16b und 16c geschlossen sind. Wird dann der Schwellwert des zweiten Licht abstrahlenden Felds 19 überschritten, so wird bei entsprechend ausgelegtem Schalter bzw. Schwellwertschalter auch der Schalter 16b geschlossen, so daß dann bei ebenfalls geschlossenem Schalter 43 die Schalteinrichtung 9 angesteuert wird, daß das Begegnungslicht 11 eingeschaltet wird. Wird der Schwellwert, der dem zweiten Licht abstrahlenden Feld 19 zugeordnet ist wieder unterschritten, so öffnet der Schalter 16b, das Relais der Schalteinrichtung 9 fällt ab und das Begegnungslicht wird wieder ausgeschaltet. Der gleiche Vorgang tritt dann auf, wenn der Schwellwert, der dem ersten Licht abstrahlenden Feld 18 oder dem dritten Licht abstrahlenden Feld 20 zugeordnet ist, überschritten wird. Dann öffnen die Schalter 16a bzw. 16c und es wird der Stromkreis ebenfalls unterbrochen. Durch Betätigung der Schaltvorrichtung 44 kann ferner das Begegnungslicht über den Schalter 43 ebenfalls ausgeschaltet werden.

In Ergänzung dieser Ausgestaltung kann, um ein zu häufiges Hin- und Herschalten beim Durchfahren der vorgegebenen Schwellwerte zu vermeiden, eine Zusatzeinrichtung vorgesehen werden mit einem Stromflußerkennungssensor 46, der z. B. als Induktivspule ausgestaltet einen Stromfluß in der Stromzufuhrleitung 16 erkennt und einen von diesem angesteuerten Zeitschalter 47. Der Zeitschalter liegt in einer parallel zu den Schaltern 16a bis 16c und 43 liegenden Stromleitung 48, die von einer Stromquelle bzw. Spannungsquelle abführt, über die die übrige Scheinwerferanlage 49 geschaltet wird. Sobald die Stromflußerkennungseinrichtung 46 einen Stromfluß erkennt, wird über den Zeitschalter die Stromleitung 48 mit der Schalteinrichtung 9 verbunden, so daß über die Dauer der im Zeitschalter vorgegebenen Zeit die Schalteinrichtung 9 angesteuert bleibt unabhängig von der Stellung der Schalter 16a bis 16c bzw. 43. Erst nach Ablauf der vorgegebenen Zeit wird die Verbindung der Stromleitung 48 zur Schalteinrichtung 9 wieder unterbrochen und diese gemäß den Stellungen der vorgenannten Schalter gesteuert.

In alternativer Ausgestaltung kann eine Auswerteschaltung so ausgestaltet werden, daß bei Sensorausgestaltung gemäß **Fig. 3** oder 4 die einzelnen lichtempfindlichen Elemente 33 in schneller Zeitfolge und vorgegebener Frequenz abgefragt und mit einem vorgegebenen oder auch wechselnd schaltbaren Schwellwert verglichen werden und das Vergleichsergebnis jeweils in einem Speicher abgelegt wird, welcher Speicher dann nach dem Höchstwert abgefragt werden, der wiederum bestimmend für die Schaltung des Begegnungslichtes ist. Die Auswertung erfolgt somit in Multiplextechnik. In anderer Ausgestaltung können die einzelnen lichtempfindlichen Elemente nach **Fig. 3** oder 4 simultan über

analoge Gatter auf Höchstwerte abgefragt werden, wobei dann wiederum der jeweilige Höchstwert die Schaltung der Schalteinrichtung bzw. das Ein- oder Ausschalten des Begegnungslichtes bestimmt.

In Fig. 8 ist eine solche Einrichtung schematisch dargestellt mit einer Abbildungsoptik 2, mit einer Anordnung 32 von mehreren lichtempfindlichen Elementen 33 und einer Schwellwerteinrichtung 50, über die ein Höchstwert 51, der den Schwellwert 52 überschreitet, erfaßt wird und entsprechend dem die Schalteinrichtung 9 angesteuert wird. Durch die Schalteinrichtung 9 kann nun ein Stellmotor 54 geschaltet werden, über den eine Blende 55 verstellbar wird, die in den Strahlengang 56 eines Begegnungslichtscheinwerfers 57 eingreift. Der Begegnungslichtscheinwerfer hat eine Lichtquelle 58, die dann ständig eingeschaltet ist, zusammen mit der übrigen Scheinwerferanlage und einen Reflektor 59 mit einem nachgeschalteten Objektiv 60, durch das die Kante 61 der Blende 55 auf die Fahrbahn bzw. auf das Sichtfeld des Fahrers abgebildet wird. Bei dieser Blende handelt es sich um eine, die eine vertikale Hell/Dunkelgrenze erzeugt derart, daß jeweils nur die Richtungsfahrbahn 22 beleuchtet werden kann. Grundsätzlich kann dabei die Lichtverteilung der Lichtemission des Scheinwerfers verändert werden und insbesondere die Veränderung so vorgenommen werden, daß in diejenige Richtung 62, aus der ein einen bestimmten Schwellwert übersteigendes Signal abgeleitet wird, viel Licht und in einen vorbestimmten anderen Bereich von Richtungen kein oder wenig Licht ausgestrahlt wird. In Fig. 8 ist eine Alternative aufgezeigt, durch die statt der Blende 15 die Lichtquelle 58 mit Hilfe eines Stellmotors 63 verschoben wird, so daß sich die Lage der höchsten Lichtintensität 64 des von der Scheinwerferanlage abgegebenen Lichtes auf die Richtungsfahrbahn 22 des Fahrzeugs im Sichtfeld 65 beschränkt.

Mit den vorstehenden Maßnahmen wird vorteilhaft bei Auftreten eines erhöhten Lichtpegels auf der Gegenfahrbahn die Beleuchtungsintensität der Richtungsfahrbahn 22 im Bereich des ersten Licht abstrahlenden Feldes 18 erhöht, um so die Sehleistung des Fahrers des Fahrzeugs zu verbessern bzw. den Beleuchtungscontrast zwischen entgegenkommendem Licht und der beleuchteten eigenen Fahrbahn zu mindern. Ist jedoch die Lichtemission aus dem ersten Licht abstrahlenden Feld zu hoch, was seine Ursachen in reflektierenden Flächen, reflektierenden Fahrbahnbelägen oder Umweltbedingungen wie Nebelwände finden kann, so wird das Begegnungslicht abgeschaltet. Für solche Fälle ist auch ein weiteres, das dritte Licht abstrahlende Feld 20 vorgesehen, über das Begegnungslicht in gleicher Weise gesteuert wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Lichtemission einer Scheinwerferanordnung eines Fahrzeugs mit einem Scheinwerfer (11), dessen Lichtemission durch wenigstens einen Lichtsensor (1) gesteuert wird, der die auf den Fahrer des Fahrzeugs einwirkende Lichtemission aus dem Sichtfeld (65, 18, 19, 20) des Fahrers in Fahrtrichtung des Fahrzeugs erfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß in wenigstens in dem Bereich des Sichtfeldes, in dem Lichtquellen auftreten können, die der Gegenfahrbahn zuzuordnen sind, die Lichtintensität erfaßt wird, mit einem Schwellwert verglichen wird und bei Überschreiten des Schwellwertes die Lichtemission der Schein-

werferanordnung und/oder die Lichtverteilung der Scheinwerferanordnung zu Erhöhung der Ausleuchtung der Fahrbahn des Fahrzeugs in Fahrtrichtung erhöht wird.

2. Verfahren insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Bereich des Sichtfeldes außerhalb der Gegenfahrbahn, in dem durch die Lichtemission der Scheinwerferanordnung auf den Fahrer einwirkende Lichtreflexionen auftreten können, die Lichtintensität durch den Lichtsensor erfaßt wird und bei Überschreiten eines Schwellwertes der Lichtintensität zur Absenkung der Lichtemission in Richtung dieser Bereiche die Lichtemission der Scheinwerferanordnung abgesenkt wird und/oder die Lichtverteilung verändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung der Lichtverteilung so vorgenommen wird, daß die Lichtemission in Richtung des Sichtfeldbereiches aus dem die den Schwellwert überschreitende Lichtemission herrührt, vermindert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung der Lichtverteilung durch Veränderung der Lage der maximalen Lichtintensität der Lichtemission der Scheinwerferanordnung erzielt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung der Lichtverteilung durch Veränderung der Lage einer Hell/Dunkelgrenze der Lichtemission der Scheinwerferanordnung erzielt wird.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhöhung der Lichtemission oder die Veränderung der Lichtverteilung für eine vorgegebene Mindestzeitdauer nach Überschreiten des Schwellwertes erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Veränderung der Lichtemission oder der Lichtverteilung der Scheinwerferanordnung ein Scheinwerfer zu- oder abschaltbar ist.

8. Scheinwerferanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren vorstehenden Ansprüche mit einem mit einer vorgeschalteten Optik (2) versehenen Lichtsensor (1) an der Frontseite des Fahrzeugs, welche Optik in Richtung des Sichtfeldes des Fahrers des Fahrzeugs weist, mit einer Steuereinrichtung, die mit dem Ausgang (6) des Lichtsensors (1) verbunden ist und mit einer Einrichtung zur Veränderung der Lichtemission eines Scheinwerfers der Scheinwerferanordnung, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtsensor (1) wenigstens ein Licht empfangendes Feld (4) aufweist, auf das über die Optik (2) wenigstens ein Licht abstrahlendes Feld (18, 19, 20) des Sichtfeldes abbildbar ist.

9. Scheinwerferanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, verschiedenen Bereichen des Sichtfeldes zugeordnete Lichtsensoren (1, 1a, 1b, 1c) oder Gruppen von Lichtsensoren (32) sind, die verschiedenen Bereichen des Sichtfeldes zugeordnet sind, vorgesehen sind und die Lichtsensoren oder Gruppen von Lichtsensoren nacheinander jeweils mit einer Auswerteschaltung (7) einer Steuereinrichtung verbunden sind, die eine Vergleichseinrichtung (14) aufweist, welche einerseits mit einem Schwellwertgeber (15) für einen



Lichtemissionswert und andererseits mit dem Lichtsensor (1, 1a, 1b, 1c) oder der Lichtsensorgruppe (32) verbunden ist und deren Ausgangswerte über einen Signalspeicher und insbesondere über eine logische Verknüpfungsschaltung mit einer Stell- oder Schalteinrichtung (9, 54, 63) verbunden ist, durch die die Lichtemission eines Scheinwerfers der Scheinwerferanordnung veränderbar ist.

10. Scheinwerferanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Lichtsensoren oder ein Lichtsensor mit Gruppen (32) von lichtempfindlichen Elementen (33) vorgesehen sind, die verschiedenen Bereichen des Sichtfeldes zugeordnet sind und die Ausgänge der Lichtsensoren bzw. lichtempfindlichen Elemente mit jeweils einer Schwellwertvergleichseinrichtung (14, 50) verbunden sind, deren Ausgänge mit einer logischen Verknüpfungsschaltung (16a, 16b, 16c) verbunden sind, wobei die Verknüpfungsschaltung mit einer Stell- oder Schalteinrichtung (9) verbunden ist, durch die die Lichtemission des Scheinwerfers verändert wird. (Fig. 7)

11. Scheinwerferanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein einziger Lichtsensor vorgesehen ist, dessen Optik (2) eine Abtasteinrichtung (37, 38) nachgeschaltet ist, durch die verschiedenen Teilbereiche des Sichtfeldes nacheinander auf ein lichtempfindliches Element (36) des Lichtsensors abgebildet werden, und der Ausgang des lichtempfindlichen Elements mit einer Schaltung verbunden ist, durch die in der Frequenz der Abtastung durch die Abtasteinrichtung die Ausgangssignale des lichtempfindlichen Elementes einer Auswerteschaltung zugeführt werden, die eine Vergleichseinrichtung aufweist, in der die Ausgangssignale mit einem Schwellwert verglichen werden, wobei die Ausgangswerte der Vergleichseinrichtung über einen Signalspeicher, insbesondere eine logische Verknüpfungsschaltung mit einer Stell- oder Schalteinrichtung verbunden ist, durch die die Lichtemission des Scheinwerfers veränderbar ist.

12. Scheinwerferanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Sichtfeld auf mehrere lichtempfindliche Elemente eines oder mehrerer Lichtsensoren abgebildet wird, die Ausgänge der lichtempfindlichen Elemente zugleich mit einer logischen Verknüpfungsschaltung verbunden sind, über die ein Maximalwert des Ausgangssignale der einzelnen lichtempfindlichen Elemente erfaßbar ist, welcher Maximalwert einer Schwellwertvergleichseinrichtung zugeführt wird, deren Ausgangssignal eine Stell- oder Schalteinrichtung steuert, durch die die Lichtemission des Scheinwerfers veränderbar ist.

13. Scheinwerferanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Stell- oder Schalteinrichtung willkürlich zu- und abschaltbar ist.

14. Scheinwerferanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Stell- und Schalteinrichtung (9) über ein Zeitglied (47), das durch ein erstes Schalten oder einen ersten Stellvorgang setzbar ist, für eine vorgegebene Zeit in der ersten Schalt- oder Stellposition gehalten wird.

15. Scheinwerferanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Stell- oder Schalteinrichtung einen

Stellmotor (54) aufweist, durch den eine Blende (55) in den Strahlengang des Scheinwerfers schaltbar oder die Position der Lichtquelle (58) änderbar ist.

16. Scheinwerferanordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Stell- oder Schalteinrichtung ein Relais (17) aufweist, durch das der Stromfluß zur Lichtquelle (58) des Scheinwerfers (57) zu- oder abschaltbar ist.

17. Scheinwerferanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (55) eine senkrecht verlaufende Blendenkante (61) aufweist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

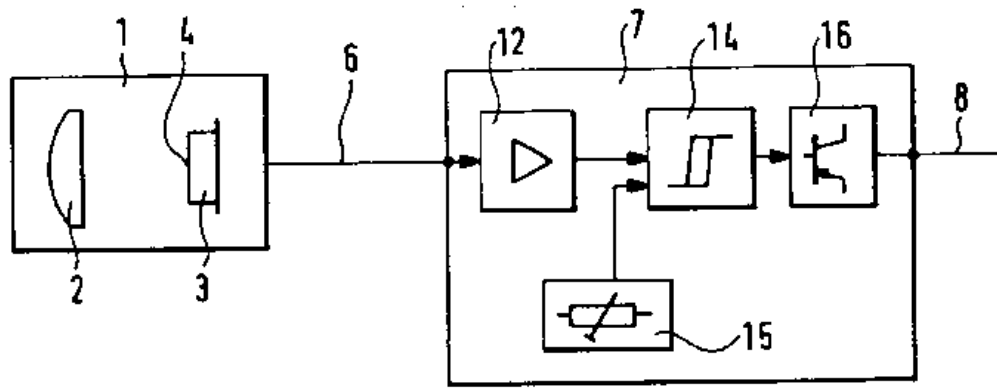


Fig. 1

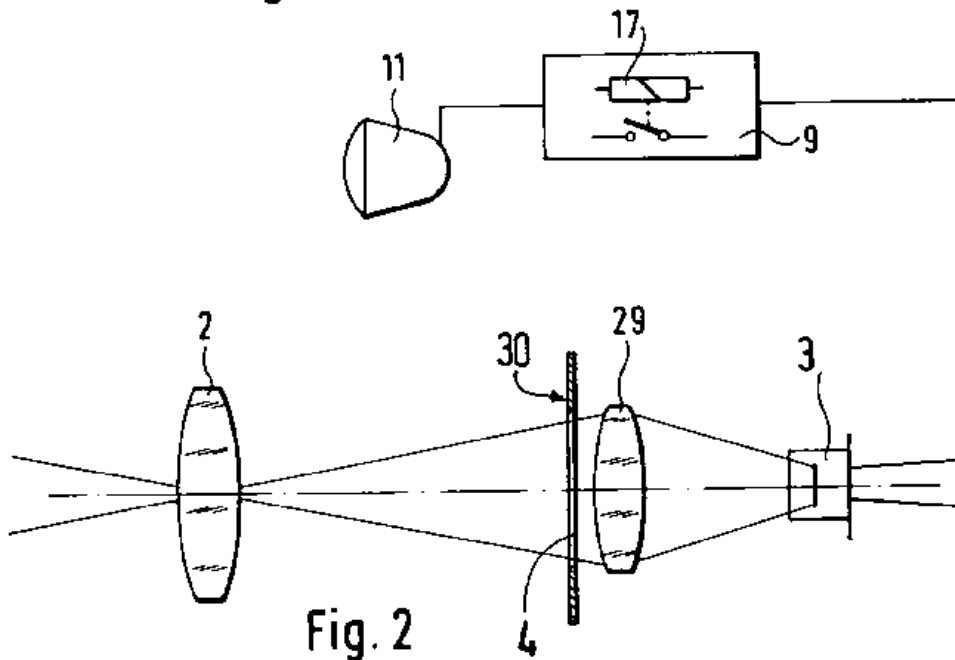


Fig. 2

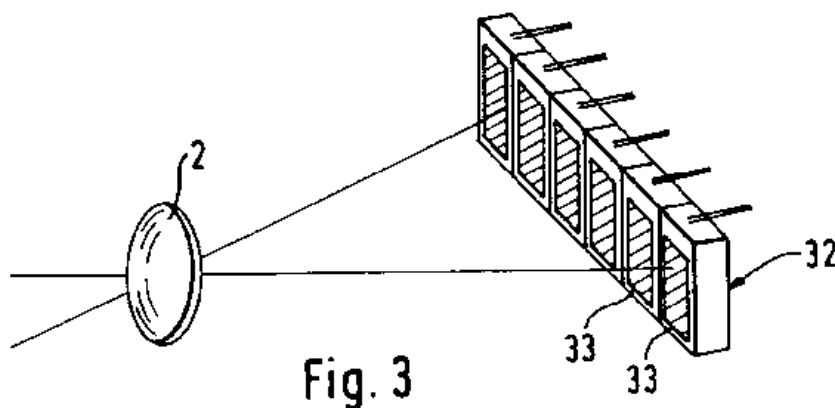
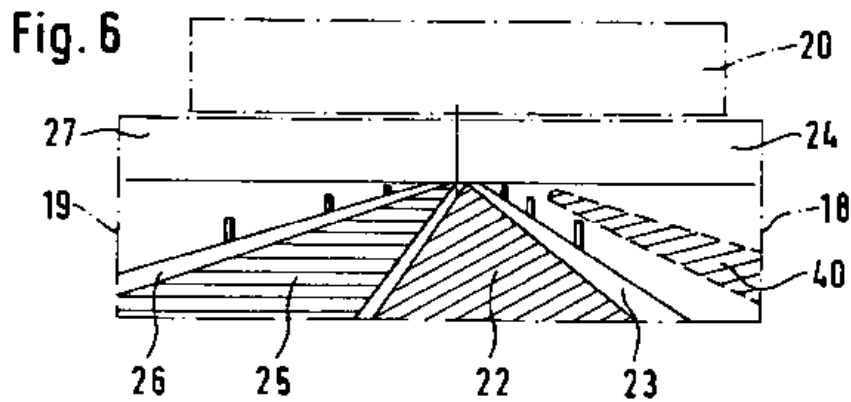
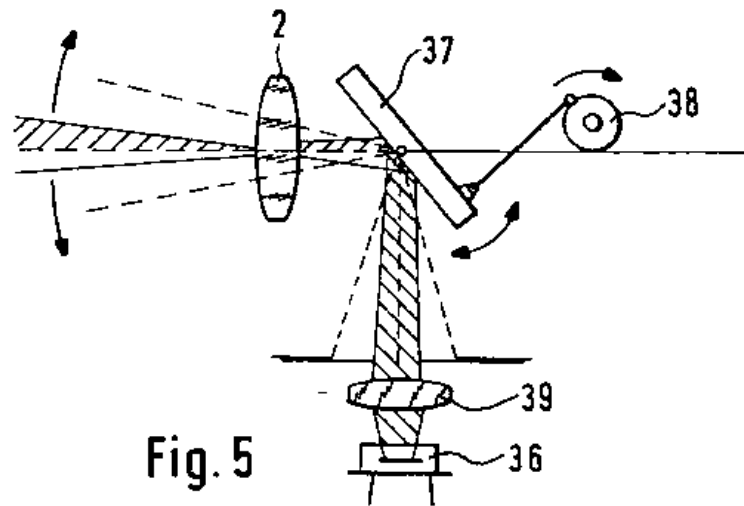
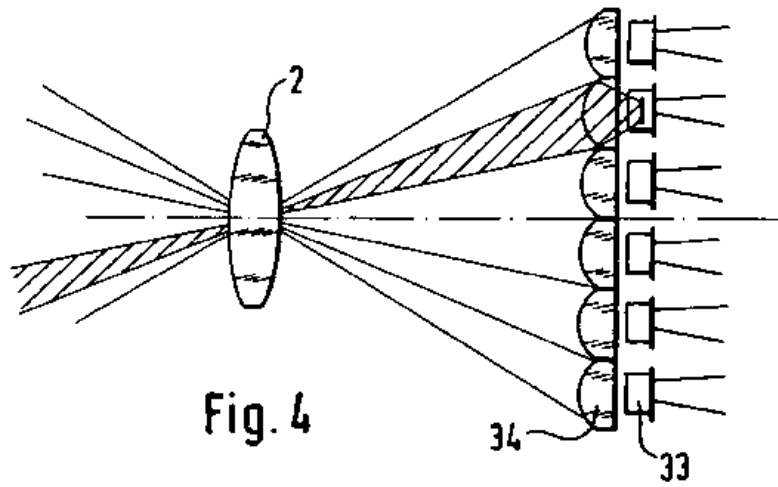


Fig. 3



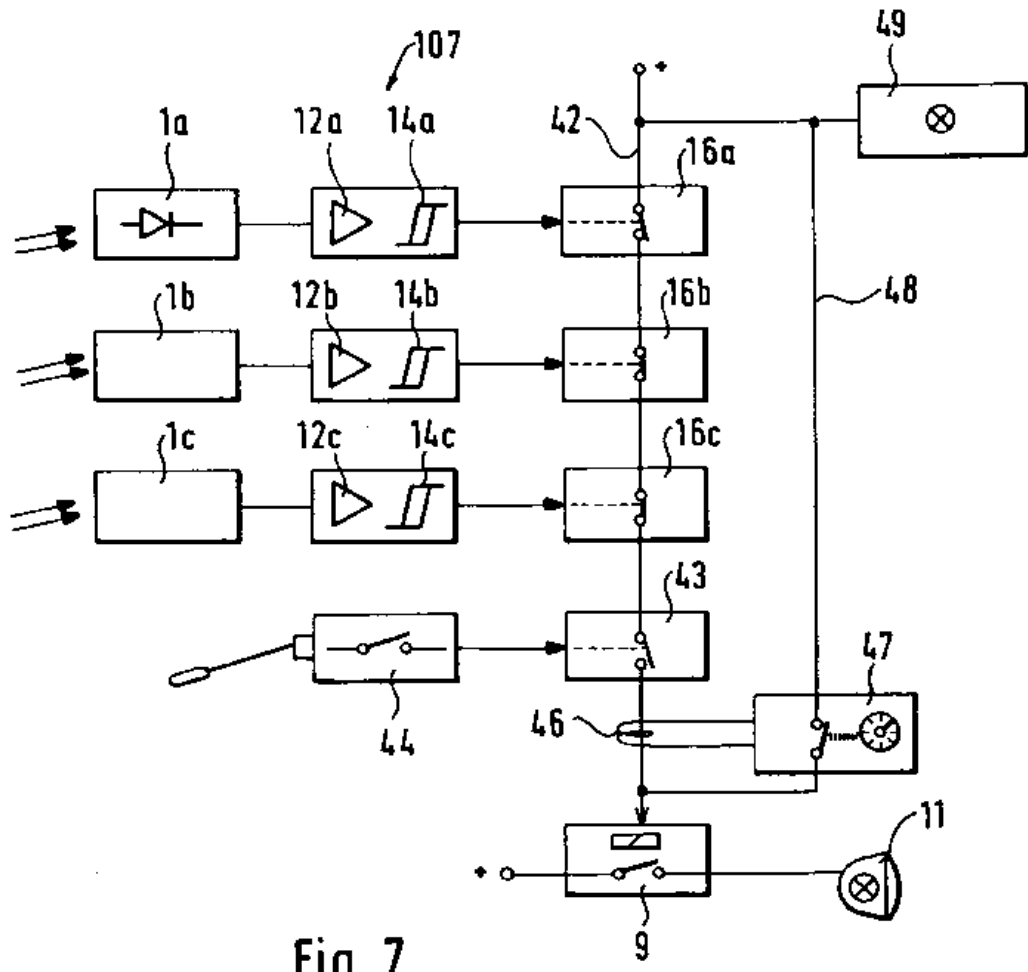


Fig. 7

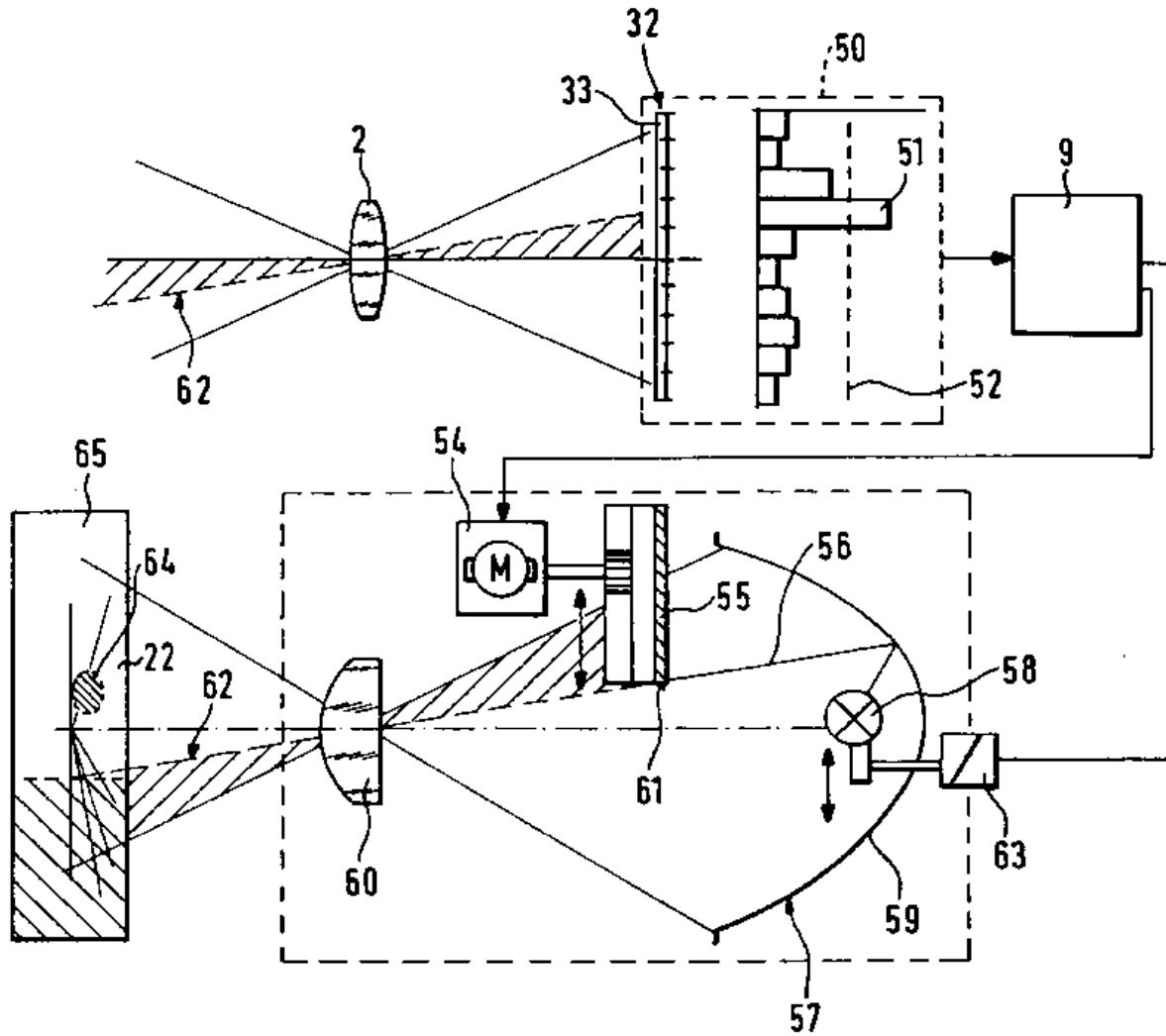


Fig. 8

**Espacenet****Bibliographic data: DE4107965 (A1) — 1991-09-26**

**All-round viewing mirror system for motor vehicle - combines views normally obtd. from wing mirrors into panoramic display lenses and fibre=optic bundles**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** LOIDL WALTER [DE] ± (LOIDL, WALTER, 2381 SCHAALBY, DE)

**Applicant(s):** LOIDL WALTER [DE] ± (LOIDL, WALTER, 2381 SCHAALBY, DE)

**Classification:** - international: ***B60R1/00***; (IPC1-7): B60R1/10  
- cooperative: **B60R1/00**

**Application number:** DE19914107965 19910313

**Priority number(s):** DE19914107965 19910313

**Abstract of DE4107965 (A1)**

Views to the rear and along both sides of the vehicle are presented by the objective lenses integrated with the bodywork and optically coupled by respective fibre bundles to a panoramic display in front of the driver. The display may take the form of a narrow horizontal strip either on or above the instrument panel. Safety may be enhanced by interrupted all-round vision without the driver's being required to turn his or her head continually. ADVANTAGE - Blind spots are eliminated without recourse to external mirrors which add to air resistance.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 41 07 965 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
B 60 R 1/10

21 Aktenzeichen: P 41 07 965.5  
22 Anmeldetag: 13. 3. 91  
43 Offenlegungstag: 26. 9. 91

DE 41 07 965 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
Loidl, Walter, 2381 Schaalby, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

54 Spiegelsystem für Kraftfahrzeuge

57 Spiegelsystem für Kraftfahrzeuge, bei dem die Wahrnehmungen mittels optischer Fasern zu einem Sichtgerät vor dem Lenker führen. Es ist möglich, die Seitensichten mit der Sicht nach hinten zu kombinieren und somit ein Panoramabild, das außer dem Sehwinkel des Fahrers liegenden Bereichs vor ihm darzustellen. Die Außenspiegel wären damit unnötig geworden.

DE 41 07 965 A 1

## Beschreibung

Trotzdem man die Fahrzeugtechnik auf hohem Standard wähnt, ist das Problem der seitlichen Außenspiegel eigentlich ungelöst. Der "tote Winkel" existiert, auch verschiedene Zusatzspiegel bilden nur eine Teillösung. 5

Bleibt aber immer noch das Problem der Extremität. Nachdem die Antennen schon integriert werden können, blieb nur mehr die Lösung, die mehr oder weniger abstehenden Seitenspiegel als Stilelemente zu kaschieren. Der erhöhte Luftwiderstand läßt sich aber nicht wegdiskutieren. 10

Diese Anmeldung soll eine Lösung aufzeigen, die dem heutigen Stand der Technik entspricht.

Optische Fasern sind immer mehr in den Vordergrund gerückt und werden immer vielfältiger eingesetzt. Es stellt kein technisches Problem dar, zum Beispiel am seitlichen Dachrand des Autos optische "Augen" (Objektive) in die Karosserie zu integrieren. Eventuell 2 pro Seite um den "toten Winkel" auszuschalten. Das Bild wird mittels der bereits erwähnten optischen Fasern zur "Wiedergabestelle" geleitet. Hier wird das Bild optisch aufbereitet (z. B. über ein Linsensystem) und in einem schmalen Band in oder über der Instrumentierung dem Fahrer präsentiert. Von da ist es nicht weit bis zu dem Schritt, auch den Rückspiegel durch die Faseroptik zu ersetzen und so auf dem "Sichtband" eine Panoramansicht, des hinter dem Sehwinkel des Fahrers liegenden Bereichs zu erzeugen. So ist es möglich, eine sichere, ohne Rücksicht auf die Bauweise des Fahrzeugs, ununterbrochene "Rundumsicht" zu erstellen und damit wesentlich zur Sicherheit beizutragen. Ein weiterer Pluspunkt wäre, daß das ständige Drehen des Kopfes entfallen kann und das Augenmerk auf die Fahrbahn gerichtet bleibt. 15  
20  
25  
30  
35

## Patentansprüche

1. Spiegelsystem für Kraftfahrzeuge ist **dadurch gekennzeichnet**, daß die Außen- bzw. Seitenspiegel durch in die Karosserie integrierte Objektive ersetzt, und damit entsprechende Aerodynamische Vorteile erreicht werden. 40
2. Spiegelsystem nach Anspruch 1, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Wahrnehmung über optische Faserbündel an ein Sichtband vor dem Fahrer geleitet wird. 45
3. Spiegelsystem nach Anspruch 1, ist dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrer die Seitensicht oder auch eine Panoramansicht des hinter seinem Sehwinkel liegenden Teils, vor sich am Amaturenbrett haben kann. 50
4. Spiegelsystem nach Anspruch 1, ist dadurch gekennzeichnet, daß der "tote Winkel" wegfällt und insgesamt ein Schritt weiter in Richtung Sicherheit getan ist. 55

60

65



**Bibliographic data: DE4111993 (A1) — 1991-10-24**

**Video camera for viewing road - has separate wide angle and telephoto objective lenses extending parallel**

No documents available for this priority number

**Inventor(s):** WILM THOMAS DIPL ING [DE]; KUEGLER DIRK [DE] ± (WILM, THOMAS, DIPL.-ING, ; KUEGLER, DIRK, 3180 WOLFSBURG, DE, ; WILM, THOMAS, ; KUEGLER, DIRK)

**Applicant(s):** VOLKSWAGEN AG [DE] ± (VOLKSWAGEN AG, 3180 WOLFSBURG, DE, ; VOLKSWAGEN AG)

**Classification:** - **international:** **B60R1/00; B60R21/00; G03B15/00; H04N5/225; H04N7/18;** (IPC1-7): B60R11/04; G02B15/00; G03B11/00; G03B15/00; G03B17/56; G03B19/00; H04N5/225  
- **cooperative:** **G03B15/00; H04N5/2254**

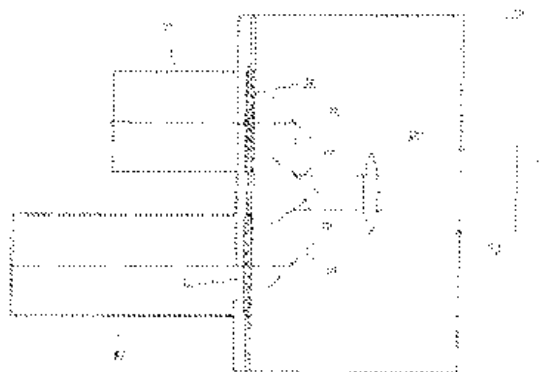
**Application number:** DE19914111993 19910412

**Priority number(s):** DE19914111993 19910412 ; DE19904012862 19900423

**Also published as:** DE4111993 (B4) US5172235 (A) JPH04228336 (A)

**Abstract of DE4111993 (A1)**

The video camera has a CCD image sensor (21) receiving images from a telephoto objective (10) and a wide angle objective (11) which extend parallel to one another, each associated with a respective stripe filter (14, 15). The latter have complementary strip transmission zones, with angled deflection mirrors (16, 17; 18, 19) for combining the two strip images. The strip images are imaged onto the CCD image sensor (21) via a collector lens (20).  
ADVANTAGE - Reduced overall complexity.





18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 41 11 993 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 03 B 15/00  
B 60 R 11/04  
G 03 B 17/56  
G 02 B 15/00  
G 03 B 11/00  
G 03 B 19/00  
H 04 N 5/225

21 Aktenzeichen: P 41 11 993.2  
22 Anmeldetag: 12. 4. 91  
43 Offenlegungstag: 24. 10. 91

DE 41 11 993 A 1

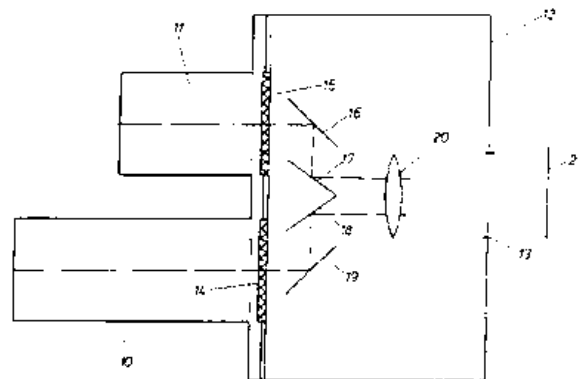
30 Innere Priorität: 32 33 31  
23.04.90 DE 40 12 862.8

71 Anmelder:  
Volkswagen AG, 3180 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:  
Wilm, Thomas, Dipl.-Ing.; Kügler, Dirk, 3180  
Wolfsburg, DE

54 Kamera für ein Bildverarbeitungssystem, insbesondere zur Erfassung einer vor einem Fahrzeug liegenden Fahrstrecke

57 Zur gleichzeitigen Erfassung insbesondere einer vor einem Fahrzeug liegenden Fahrstrecke mit einem telezentrischen und einem Weitwinkel-Strahlengang sind einem Empfänger (21) mit Bildpunktabtastung achsparallel ein Teleobjektiv (10) und ein Weitwinkelobjektiv (11) mit individuellen Streifenfiltern (14, 15) vorgeschaltet, deren streifenförmige Durchlaßbereiche komplementär zueinander verlaufen; den Streifenfiltern (14, 15) sind Umlenkspiegel (16, 17, 18, 19) zur Zusammenfassung der beiden Streifenbilder nachgeschaltet (Fig. 4)



DE 41 11 993 A 1

Die Erfindung betrifft eine Kamera gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Betrachtet man den bevorzugten Einsatzfall der Erfindung, nämlich zur Erfassung von Verlauf und Objekten auf einer vor einem Kraftfahrzeug liegenden Straßenstrecke, so ist erforderlich, zur einwandfreien Erkennung von Hindernissen und anderen Objekten mit einer relativ großen Brennweite und zur Erfassung des allgemeinen Verlaufs und der näheren Umgebung der Fahrstrecke mit einer relativ kleinen Brennweite (Weitwinkelleffekt) zu arbeiten. Die einfachste Lösung dieses Problems besteht darin, zwei getrennte Kameras vorzusehen, von denen die eine mit einem Teleobjektiv und die andere mit einem Weitwinkelobjektiv ausgerüstet ist. Abgesehen davon, daß ein derartiger Aufwand schon aus Platz- und Kostengründen zumindest für einen serienmäßigen Einsatz einer derartigen Anordnung in Fahrzeugen nicht geeignet ist, müssen auch getrennte Auswerteschaltungen zur Erzeugung der Bilder vorgesehen sein.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Kamera zu schaffen, die bei geringem konstruktiven und platzmäßigen Aufwand sowohl ein telezentrisches Bild der Fahrstrecke selbst als auch ein Weitwinkel-Bild des Verlaufs von Fahrstrecke nebst Umgebung für eine nachgeschaltete Auswerteeinrichtung zu erzeugen gestattet.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht in den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs, vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei der Erfindung wird also in vorteilhafter Weise durch entsprechende Ausbildung des Vorsatzes ein und derselbe Empfänger mit zwei Bildern bzw. mit Bildelementen beaufschlagt, die teils durch einen telezentrischen, teils durch einen Weitwinkel-Strahlengang erzeugt sind. Dies kann gemäß den Ansprüchen 2 und 3 durch Verwendung von optischen Elementen — Objektiven bzw. Linsen, Spiegeln — geschehen, deren Abbildungseigenschaften, d. h. deren Brennweite, über ihren Querschnitt betrachtet nicht konstant sind, sondern einer Funktion folgen, die den erwünschten zentralen telezentrischen Strahlengang sowie den ebenfalls erwünschten äußeren Weitwinkelstrahlengang sicherstellen.

Eine hinsichtlich des Herstellungsaufwands für die erforderliche Genauigkeit besonders günstige Ausführungsform der Erfindung ist jedoch im Anspruch 4 beschrieben. Hier werden durch komplementäre Streifenfilter, von denen jedes einem Teleobjektiv bzw. einem Weitwinkelobjektiv nachgeschaltet ist, komplementäre, d. h. abwechselnd aufeinander folgende Streifen aus dem jeweiligen Bild ausgeblendet, und die durchgelassenen streifenförmigen Bildelemente werden über Umlenkspiegel und Sammellinsen auf ein und denselben Empfänger der Kamera geworfen, in dem die Bildelemente abgetastet und als elektrische Signale in eine Verarbeitungseinheit geleitet werden. Verständlicherweise ist es auch möglich, die Bildelemente zu jeweils einem dann in einer Richtung, vorzugsweise in senkrechter Richtung, gleichsam zusammengestachten Tele- und Weitwinkelbild zusammensetzen, wobei man dann einen Auflösungsverlust in Kauf nimmt. Die Streifenfilter können auch sehr fein ausgeführt sein; die Grenze der Streifenbreite ist durch die Notwendigkeit der Ausblendung jeweils zumindest einer Abtastzeile beim Empfänger gegeben.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung erläutert, deren Figuren schematisch mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung wiedergeben.

Betrachtet man zunächst Fig. 1, so ist dort lediglich der Verlauf der Brennweite  $f$  über dem Querschnitt  $q$  einer kombinierten Tele-Weitwinkel-Objektivlinse einer Kamera wiedergegeben. Wie man erkennt, besitzt die Brennweite  $f$  ihr Maximum im Bereich der Mittelachse  $m$  der Objektivlinse und fällt dann nach beiden Seiten in einer horizontalen Ebene kontinuierlich auf einen Wert ab, der der gewünschten Weitwinkelwirkung des Objektivs entspricht.

Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht einer anderen Ausführungsform der Kamera sowie des vor dem Fahrzeug liegenden Bereichs einer Straße 1. Die eigentliche Kamera, enthaltend im wesentlichen einen CCD-Bildsensor als Empfänger sowie einen hier durch einen speziell geformten Spiegel 2 enthaltenden Vorsatz, ist allgemein bei 3 angedeutet. Wie Fig. 2 zeigt, erfaßt der Spiegel 2 in dieser Seitenansicht einen vor dem Fahrzeug liegenden Bereich der Straße 1. Gemäß Fig. 3 besitzt der Spiegel 2 in Draufsicht betrachtet eine solche Form, daß ein mittlerer Bereich 4 gleichsam ein Telebild nur der Fahrstrecke auf den Empfänger wirft, während seitlich davon befindliche Bereiche 5 und 6 so gewölbt sind, daß auf denselben Kameraempfänger Weitwinkelbilder der Randbereiche der Fahrstrecke einschließlich der näheren Umgebung derselben projiziert werden.

Während die beiden bisher beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung zwar getrennte Objektive für den telezentrischen und den Weitwinkel-Strahlengang vermeiden, dafür aber einen relativ großen Herstellungsaufwand für die zur Erzeugung der beiden Strahlengänge dienenden optischen Mittel — Linsen, Spiegel — erfordern, verwendet das nunmehr anhand der Fig. 4, 5 und 6 zu beschreibende Ausführungsbeispiel der Erfindung zwei Objektive, nämlich ein Teleobjektiv 10 und ein Weitwinkelobjektiv 11, die in paralleler Anordnung am Vorsatzgehäuse 12 gehalten sind, das bei 13 zum Anschluß der demgemäß den Empfänger, hier wiederum einen CCD-Sensor, enthaltenden eigentlichen Kamera eingerichtet ist. Im Wege des Strahlengangs jedes der beiden Objektive 10 und 11 ist ein Streifenfilter 14 bzw. 15 angeordnet, die mit komplementär zueinander verlaufenden Streifen versehen sind. Dies zeigt ein Vergleich der Fig. 5 und 6, von denen Fig. 5 den Streifenverlauf des Filters 14, dagegen Fig. 6 den Streifenverlauf des Filters 15 wiedergibt. Wie man erkennt, sind die hellen, durchlässigen Filterbereiche bzw. die schraffierten, undurchlässigen Filterbereiche der beiden Filter 14 und 15 in den Fig. 5 und 6 gegeneinander vertauscht.

Die so gewonnenen Streifenbilder werden über Umlenkspiegel 16, 17, 18 und 19 gleichsam zusammengefaßt und über die Sammellinse 20 auf den bei 21 angedeuteten CCD-Sensor gelenkt. Durch übliche zeilenweise Abtastung des Empfängers parallel zu den Bildstreifen werden diese in elektrische Signale umgesetzt, die in einer nachgeschalteten Auswerteeinrichtung verarbeitet werden.

Mit der Erfindung sind demgemäß den Aufwand von zwei getrennten Kameras vermeidende Möglichkeiten zur gleichzeitigen Erfassung eines Objekts mit einem telezentrischen und einem Weitwinkel-Strahlengang geschaffen.

## Patentansprüche

1. Kamera für ein Bildverarbeitungssystem, insbesondere zur Erfassung einer vor einem Fahrzeug liegenden Fahrstrecke, mit einem Empfänger mit Bildabtastung und einem diesem vorgeschalteten, Linsen enthaltenden lichteptischen Vorsatz, **dadurch gekennzeichnet**, daß der lichteptische Vorsatz zur gleichzeitigen Erzeugung von Bildelementen auf dem Empfänger (21) mit telezentrischem und Weitwinkel-Strahlengang eingerichtet ist. 5 10
2. Kamera nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Objektiv, dessen Brennweite ( $f$ ) von einem zentralen telezentrischen Bereich nach außen kontinuierlich abnimmt. 15
3. Kamera nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen zur Erzeugung beider Strahlengänge gewölbten Spiegel (2). 20
4. Kamera nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch individuelle parallel angeordnete Objektive (11, 12) für die beiden Strahlengänge, denen komplementäre Streifenbilder erzeugende Streifenfilter (14, 15) sowie Umlenkspiegel (16, 17, 18, 19) nachgeschaltet sind. 25

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

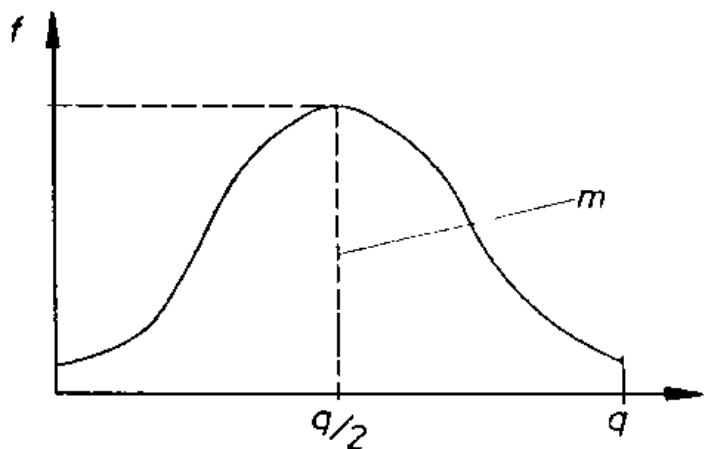


FIG1

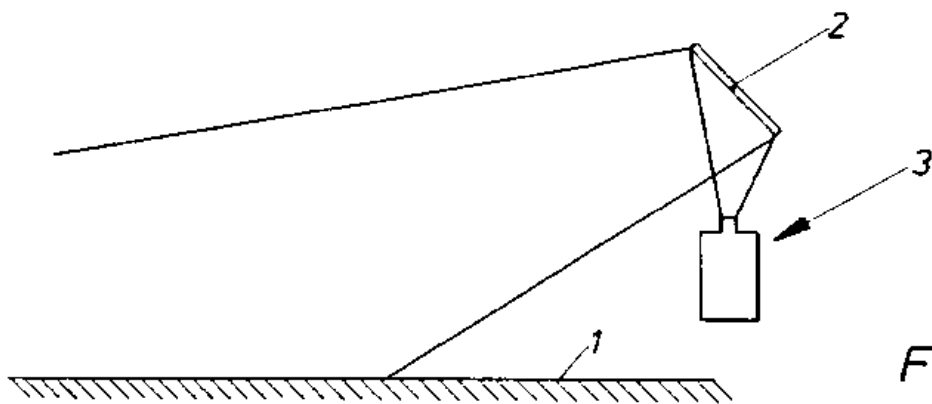


FIG2

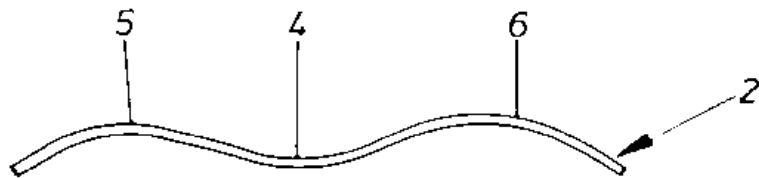
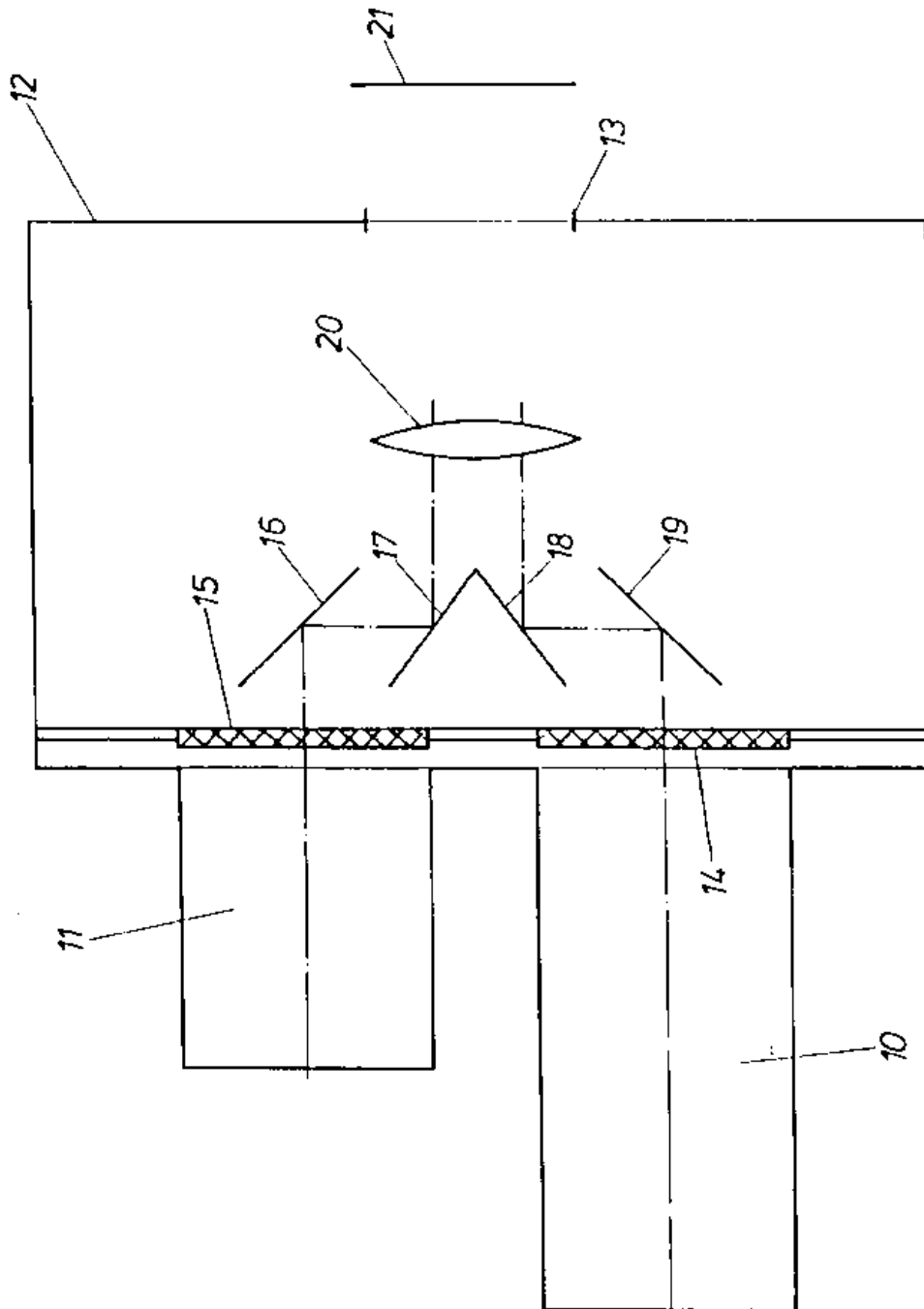


FIG3



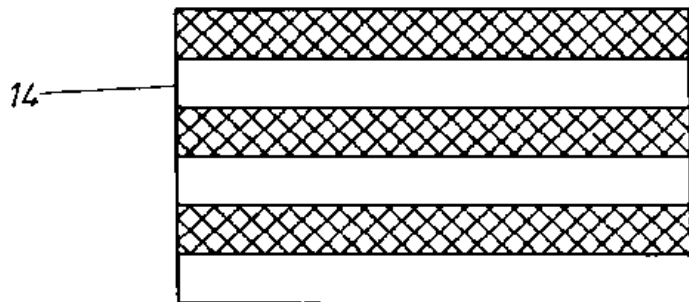


FIG 5

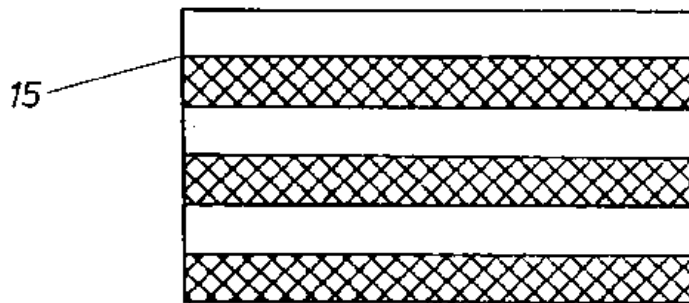


FIG 6



Espacenet

Bibliographic data: US5163002 (A) — 1992-11-10

METHOD AND APPARATUS FOR AUTOMATIC STEERING CONTROL OF  
AUTOMOBILE

No documents available for this priority number

**Inventor(s):** KURAMI KUNIHICO [JP] ± (KURAMI, KUNIHICO)

**Applicant(s):** NISSAN MOTOR [JP] ± (NISSAN MOTOR CO., LTD)

**Classification:** - international: **G01B11/00; G01C15/00; G05D1/02; G06T1/00; G06T7/60;** (IPC1-7): G06F15/50  
- cooperative: **G05D1/0246; G05D2201/0213**

**Application number:** US19910700707 19910516

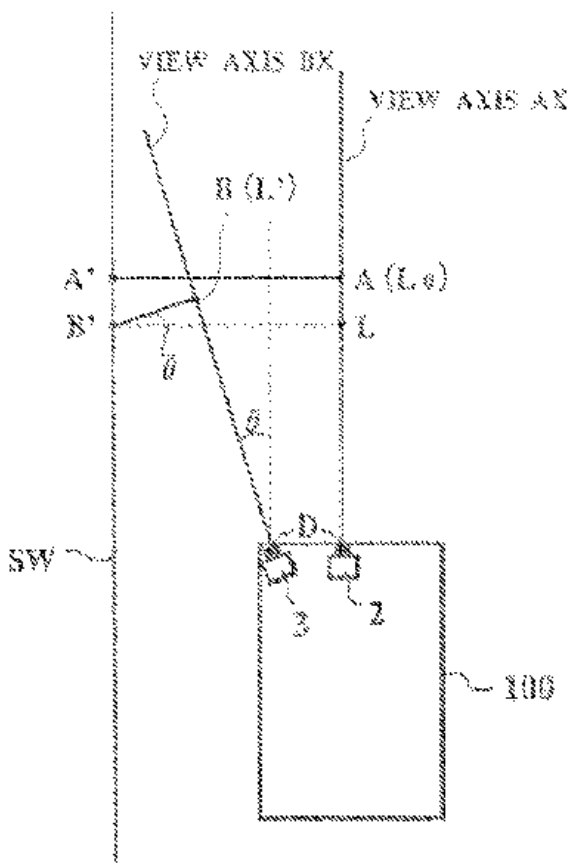
**Priority number(s):** JP19900126884 19900518

**Also published as:** DE4116255 (A1) JPH0423107 (A)

## Abstract of US5163002 (A)

A method and an apparatus for automatic steering control of an automobile, which can be carried out efficiently by using only one regression equation for calculating a steering angle. In the apparatus, a white line drawn on a road is detected by camera; a distance of the detected white line with respect to a view axis of the camera is determined; the determined distance is transformed into a corresponding distance of the white line with respect to a prescribed point on a central axis of the automobile; a steering angle is calculated according to the obtained corresponding distance; and a steering of the automobile is controlled according to the calculated steering angle such that the automobile follows the white line.







19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 41 16 255 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 05 D 1/02**  
B 62 D 1/28

21 Aktenzeichen: P 41 16 255.2  
22 Anmeldetag: 17. 5. 91  
43 Offenlegungstag: 12. 12. 91

DE 41 16 255 A 1

30 Unionspriorität: 22 33 31  
18.05.90 JP P 2-126884

71 Anmelder:  
Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

74 Vertreter:  
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae. E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,  
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufananger, M., Dipl.-Ing.;  
Klitzsch, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:  
Kawasaki, Green P., Kawasaki, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs

57 Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs, wobei die Steuerung unter Verwendung lediglich einer einzigen Regressionsgleichung für die Berechnung eines Lenkwinkels effizient ausgeführt werden kann. Hierzu werden von einer Kamera eine auf einer Straße gezogene weiße Linie erfaßt, ein Abstand der erfaßten weißen Linie bezüglich einer optischen Achse der Kamera bestimmt, der bestimmte Abstand in einen entsprechenden Abstand der weißen Linie bezüglich eines vorgegebenen Punktes auf der mittigen Längsachse des Kraftfahrzeugs umgeformt, ein Lenkwinkel entsprechend dem erhaltenen jeweiligen Abstand berechnet und die Lenkung des Kraftfahrzeugs gemäß dem berechneten Lenkwinkel so gesteuert, daß das Kraftfahrzeug der weißen Linie folgt.

DE 41 16 255 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Steuerung der Lenkung eines zum Fahren in einer automatischen Lenkbetriebsart fähigen Kraftfahrzeuges gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 und eine Vorrichtung zur automatischen Steuerung der Lenkung eines solchen Kraftfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 9.

Eine automatische Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeuges wird im Stand der Technik dadurch erzielt, daß eine auf einer Straße gezogene weiße Linie erfaßt wird und die Lenkung des Kraftfahrzeugs automatisch so gesteuert wird, daß das Kraftfahrzeug dieser weißen Linie folgt. Ein solches herkömmliches Verfahren ist in Fig. 6 gezeigt.

In diesem in Fig. 6 gezeigten herkömmlichen Verfahren zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs wird ein Abstand  $AA'$  zwischen einem Punkt A, der sich auf der optischen Achse AX einer an einem Kraftfahrzeug 100 montierten und in Richtung der mittigen Fahrzeuglängsachse orientierten Kamera CA befindet, und einem Punkt A', der sich auf einer auf einer Straße gezogenen weißen Linie SW befindet und in dem eine zur optischen Achse AX im Punkt A senkrechte Linie SA die weiße Linie SW schneidet, berechnet; anhand dieses berechneten Abstandes  $AA'$  wird ein Lenkwinkel berechnet. Dabei wird die Berechnung Lenkwinkel  $\Phi$  unter Verwendung einer sogenannten Regressionsgleichung ausgeführt. Mit dieser Regressionsgleichung wird der Lenkwinkel  $\Phi$  aus drei Abständen  $AA'(i-2)$ ,  $AA'(i-1)$  und  $AA'(i)$ , die in aufeinanderfolgenden Zeitpunkten  $i-2$ ,  $i-1$  und  $i$  nacheinander erfaßt werden, gemäß der folgenden Gleichung (1) berechnet:

$$\Phi = a_i AA'(i) + A_{i-1} AA'(i-1) + a_{i-2} AA'(i-2) + a_0 \quad (1)$$

wobei  $a_i$ ,  $a_{i-1}$ ,  $a_{i-2}$  und  $a_0$  Konstanten sind.

Zur Erweiterung des Blickwinkels der Kamera CA kann diese mit einer weiteren Kamera CB funktional verbunden werden, die ebenfalls am Kraftfahrzeug 100 mit einer zur mittigen Fahrzeuglängsachse um einen Winkel  $\Theta$  zur Vorderseite des Kraftfahrzeugs 100 geneigten Richtung montiert ist. In diesem Fall wird ein Abstand  $BB'$  zwischen einem Punkt B, der sich auf der optischen Achse BX der Kamera CB befindet, und einem Punkt B', der sich auf der auf der Straße gezogenen weißen Linie SW befindet und in dem eine zur optischen Achse BX im Punkt B senkrechte Linie SB die weiße Linie SW schneidet, berechnet; anhand dieses berechneten Abstandes  $BB'$  wird unter Verwendung der Regressionsgleichung für die Kamera CB, die eine zur Gleichung (1) für die Kamera CA ähnliche Form besitzt, ein Lenkwinkel berechnet.

Bei diesem herkömmlichen Verfahren zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeuges, in dem eine Mehrzahl von in verschiedenen Richtungen orientierten und in einer Folgeschaltung angeordneten Kameras verwendet werden, um einen größeren Blickwinkel der Kamera zu erzielen, ist es erforderlich, Regressionsgleichungen in einer der Anzahl der vorhandenen Kameras entsprechenden Anzahl vorzusehen, was dieses Verfahren schwerfällig macht.

Ferner besteht hierbei das Problem, daß es bei der Ersetzung der Mehrzahl der Kameras durch eine einzige Kamera, deren Orientierung durch Drehung verändert werden kann, erforderlich ist, unendlich viele Regressionsgleichungen vorzusehen, was unpraktisch ist.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs zu schaffen, mit denen die automatische Steuerung unter Verwendung einer einzigen Regressionsgleichung zur Berechnung eines Lenkwinkels effizient ausgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 und bei einer Vorrichtung der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruches 9 gelöst.

Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung sind in den Unteransprüchen, die sich auf besondere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beziehen, angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert; es zeigt

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung;

Fig. 2 eine Darstellung zur Erläuterung eines Verfahrens zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs, das von der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung ausgeführt wird;

Fig. 3 eine weitere Darstellung zur Erläuterung eines Verfahrens zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs, das von der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung ausgeführt wird;

Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Erläuterung eines Verfahrens zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs, das von der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung ausgeführt wird;

Fig. 5 eine Darstellung zur Erläuterung eines alternativen Verfahrens zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs, das von der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung ausgeführt wird; und

Fig. 6 eine Darstellung zur Erläuterung eines herkömmlichen Verfahrens zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs.

Nun wird mit Bezug auf Fig. 1 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs im einzelnen beschrieben.

Die Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung umfaßt eine Mehrzahl (in Fig. 1: drei) von Kameras 1, 2 und 3, deren optische Achsen in unterschiedlichen, um die Vorwärtsrichtung des Kraftfahrzeugs verteilten Orientierungen ausgerichtet sind, wobei die Kamera 2 längs einer mittigen Fahrzeuglängsachse orientiert ist, die

Kamera 1 längs einer zur mittigen Fahrzeulängsachse nach rechts geneigten Richtung und die Kamera 3 längs einer zur mittigen Fahrzeulängsachse nach links geneigten Richtung orientiert ist. Ferner umfaßt die erfindungsgemäße Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung eine Bildverarbeitungseinheit 5 für den Empfang von Bildsignalen von den Kameras 1, 2 und 3 und zur Berechnung des Abstandes zu einer weißen Linie auf der Straße entsprechend den von jeder der Kameras 1, 2 und 3 empfangenen Bildsignalen, eine Aufnahmepunkt-Berechnungseinheit 7 zum Umformen der von der Bildverarbeitungseinheit 5 entsprechend den Bildsignalen von den Kameras 1 und 3 berechneten Abstände in umgeformte Abstände, die auf die Koordinaten der optischen Achse der Kamera bezogen sind, und eine Lenk-Steuereinheit 9 zur Berechnung der Lenkung oder des Lenkwinkels des Kraftfahrzeugs unter Verwendung der von der Aufnahmepunkt-Berechnungseinheit 7 erhaltenen umgeformten Abstände und zur Steuerung der Lenkung des Kraftfahrzeugs entsprechend dem erhaltenen Lenkwinkel. 5

Nun wird mit Bezug auf die Fig. 2 und 3 die Operation einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung beschrieben. 10

In Fig. 2 besitzt ein vorgegebener Punkt A auf der optischen Achse AX der auf der mittigen Längsachse des Kraftfahrzeugs 100 befindlichen Kamera 2 die Koordinate  $L_0$ , während ein beliebiger Punkt B auf der optischen Achse BX der Kamera 3 die Koordinate  $L'$  besitzt. Die optische Achse BX der Kamera 3 besitzt gegenüber der optischen Achse AX der Kamera 2 einen Neigungswinkel  $\Theta$ , wobei die Kameras 2 und 3 im Kraftfahrzeug 100 durch einen Abstand D getrennt sind. 15

Eine zur optischen Achse BX der Kamera 3 im Punkt B senkrechte Linie schneidet die weiße Linie SW auf der Straße im Punkt B', während eine zur optischen Achse AX der Kamera 2 im Punkt A senkrechte Linie die weiße Linie SW auf der Straße im Punkt A' schneidet. Der Punkt B' wird entlang einer zur optischen Achse AX senkrechten Richtung auf eine Projektionskoordinate L auf der optischen Achse AX der Kamera 2 projiziert. 20

Dann gilt die durch die folgende Gleichung (2) gegebene geometrische Beziehung:

$$L = L' \cdot \cos \Theta - BB' \cdot \sin \Theta \quad (2) \quad 25$$

Wenn der Punkt B auf der optischen Achse BX der Kamera 3 längs der optischen Achse BX allmählich verschoben wird, bis die Projektionskoordinate L mit der Koordinate  $L_0$  im Punkt A übereinstimmt, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist, entspricht der von der Kamera 3 beobachtete Abstand  $BB'$  dem vom Aufnahmepunkt A der Kamera 2 beobachteten Abstand  $AA'$ . In diesem Fall ist der Abstand  $AA'$  durch die folgende Gleichung (3) gegeben: 30

$$AA' = L_0 \cdot \tan \Theta + D + BB' / \cos \Theta \quad (3)$$

Dieser Abstand  $AA'$ , der durch die Beobachtung des Abstandes  $BB'$  mit der Kamera 3 in einem Fall, in dem die obige Gleichung (3) gilt, und durch die Umformung des beobachteten Abstandes  $BB'$  in den entsprechenden Abstand  $AA'$  gemäß der obigen Gleichung (3) erhalten wird, kann zur Berechnung eines Lenkwinkels  $\Phi$  der oben für eine herkömmliche Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung beschriebenen Regressionsgleichung (1), die für die Kamera 2 geeignet ist, verwendet werden. 35

Um mit dieser Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung den obenbeschriebenen Fall zu erreichen, in dem die obige Gleichung (3) gilt, wird der Punkt B auf der optischen Achse BX der Kamera 3 allmählich entlang der optischen Achse BX so verschoben, wie im folgenden durch die Koordinate  $L'$  des Punktes B ausgedrückt wird: 40

$$L' = L' - \Delta L, \text{ wenn } L \geq L_0 \quad (i) \quad 45$$

und

$$L' = L' + \Delta L, \text{ wenn } L < L_0, \quad (ii) \quad 50$$

wobei  $\Delta L$  eine kleine Verschiebung ist. 55

Nun wird der Betrieb dieser Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung mit Bezug auf das Flußdiagramm in Fig. 4 beschrieben.

Zunächst wird im Schritt 110 auf der optischen Achse BX der Kamera 3 ein beliebiger Punkt B mit der Koordinate  $L'$  gesetzt. 60

Dann wird im Schritt 120 von der Bildverarbeitungseinheit 5 der Abstand  $BB'$  zwischen dem Punkt B und dem Punkt B', in dem eine zur optischen Achse BX im Punkt B senkrechte Linie die weiße Linie SW auf der Straße schneidet, erhalten.

Anschließend wird im Schritt 130 die Projektionskoordinate L des Punktes B' auf der optischen Achse AX der Kamera 2 in einer zur optischen Achse AX senkrechten Richtung gemäß der obenbeschriebenen Gleichung (2) aus dem Abstand  $BB'$  erhalten. 65

Dann wird im Schritt 140 die berechnete Projektionskoordinate L mit der Koordinate  $L_0$  des Punktes A verglichen. Wenn  $L \geq L_0$  ist, wird die Koordinate  $L'$  des Punktes B im Schritt 150 gemäß der Gleichung  $L' = L' - \Delta L$  verkleinert, während im Fall, daß  $L < L_0$  gilt, die Koordinate  $L'$  des Punktes B im Schritt 160 gemäß der Gleichung  $L' = L' + \Delta L$  vergrößert wird.

Anschließend wird im Schritt 170 geprüft, ob sich die Koordinaten L und  $L_0$  nur innerhalb einer vorgegebenen Toleranz  $\epsilon$  unterscheiden, d. h. ob gilt:  $|L - L_0| \leq \epsilon$ . Wenn sich L und  $L_0$  nicht nur innerhalb einer vorgeschriebenen Toleranz  $\epsilon$  unterscheiden, kehrt die Verarbeitung zum Schritt 120 zurück, um die Anpassung der Koordinate 70

L' des Punktes B zu wiederholen. Wenn sich andererseits L und L<sub>0</sub> nur innerhalb der vorgeschriebenen Toleranz  $\epsilon$  unterscheiden, wird im Schritt 180 der dem im Schritt 120 erhaltenen Abstand BB' entsprechende Abstand AA' von der Aufnahmepunkt-Berechnungseinheit 7 gemäß der obenerwähnten Gleichung (3) berechnet.

Dann wird im Schritt 190 von der Lenk-Steuereinheit 9 unter Verwendung der obenerwähnten Regressionsgleichung (1) anhand des Abstandes AA', der im Schritt 180 berechnet worden ist, und den zwei vorhergehenden Werten für die Abstände AA' der Lenkwinkel berechnet, so daß die Lenkung des Kraftfahrzeugs 100 von der Lenksteuereinheit 9 gemäß dem auf diese Weise erhaltenen Lenkwinkel  $\Theta$  gesteuert werden kann.

Die Kamera 1 wird auf die gleiche Weise, wie oben in bezug auf die Kamera 3 beschrieben, betrieben.

Somit können in der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur automatischen Lenksteuerung die Abstände, die von den entlang den von der mittigen Längsachse des Kraftfahrzeugs verschiedenen Richtungen orientierten Kameras 1 und 3 erhalten werden, in entsprechende Abstände für die entlang der mittigen Längsachse des Kraftfahrzeugs orientierte Kamera umgeformt werden, so daß über eine Mehrzahl von Kameras, die in unterschiedlichen Richtungen orientiert sind, lediglich eine Regressionsgleichung erforderlich ist.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Mehrzahl der Kameras, die in der obigen Ausführungsform verwendet werden und in verschiedenen Richtungen orientiert sind, durch eine einzige Kamera ersetzt werden können, die durch Drehung ihre Orientierung ändern kann. In diesem Fall entspricht die in Fig. 2 gezeigte Situation für die obenbeschriebene Ausführungsform der in Fig. 5 gezeigten Situation, wobei der Abstand D, in dem sich die Kameras in Fig. 2 befinden, den Wert Null besitzt. Somit kann in diesem Fall der Abstand AA' mittels der obenbeschriebenen Gleichung (3) berechnet werden, wobei D=0 gesetzt wird.

Außerdem können viele Abwandlungen und Veränderungen der obigen Ausführungsform ausgeführt werden, ohne daß von den neuen und vorteilhaften Merkmalen der vorliegenden Erfindung abgewichen wird. Daher ist beabsichtigt, sämtliche Abwandlungen und Veränderungen in den durch die Patentansprüche definierten Umfang der vorliegenden Erfindung einzuschließen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs, mit den Schritten des Erfassens einer auf einer Straße gezogenen weißen Linie (SW) durch ein Kameramittel (1, 2, 3) und des Bestimmens eines Abstandes (BB') der im Erfassungsschritt erfaßten weißen Linie (SW) in bezug auf eine optische Achse (BX) des Kameramittels (1, 2, 3),

**gekennzeichnet durch** die Schritte

des Umformens des im Bestimmungsschritt bestimmten Abstandes (BB') in einen entsprechenden Abstand (AA') der weißen Linie (SW) in bezug auf einen vorgegebenen Punkt (A) auf der mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100);

des Berechnens eines Lenkwinkels ( $\Theta$ ) gemäß den im Umformungsschritt erhaltenen entsprechenden Abstand (AA'); und

des Steuern der Lenkung des Kraftfahrzeugs (100) gemäß dem im Berechnungsschritt berechneten Lenkwinkel ( $\Theta$ ), derart, daß das Kraftfahrzeug (100) der weißen Linie (SW) folgt.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

das Kameramittel eine Mehrzahl von Kameraeinheiten (1, 2, 3) umfaßt, die in untereinander verschiedenen Richtungen orientiert sind; und

im Erfassungsschritt die weiße Linie (SW) zu einem bestimmten Zeitpunkt von einer (1; 3) der Kameraeinheiten (1, 2, 3) erfaßt wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

das Kameramittel eine einzige Kameraeinheit (2) umfaßt, deren Orientierung geändert werden kann; und im Erfassungsschritt die weiße Linie (SW) zu einem bestimmten Zeitpunkt bei einer bestimmten Orientierung der einzigen Kameraeinheit (2) erfaßt wird.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Berechnungsschritt der Lenkwinkel ( $\Theta$ ) unter Verwendung einer Regressionsgleichung zur Berechnung des Lenkwinkels ( $\Theta$ ) aus Abständen (AA' (i)) bezüglich des vorgegebenen Punktes (A) der mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs berechnet wird.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Bestimmungsschritt der Abstand (BB') der weißen Linie (SW) bezüglich der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) als Abstand zwischen einem Punkt (B) auf der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) und einem Schnittpunkt (B') einer im Punkt (B) zur optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) senkrechten Linie mit der weißen Linie (SW) bestimmt wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Bestimmungsschritt einen Schritt des Anpassens einer Koordinate (L') des Punktes (B) auf der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) vor der Bestimmung des Abstandes (BB') enthält, daß die Projektion des Schnittpunktes (B') auf die mittige Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) in einer zur mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) senkrechten Richtung im wesentlichen mit dem vorgegebenen Punkt (A) auf der mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) übereinstimmt.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Anpassungsschritt eine Koordinate (L) der Projektion des Schnittpunktes (B') anhand einer Koordinate (L') des Punktes (B) auf der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) und anhand dem im Bestimmungsschritt bestimmten Abstand (BB') der weißen Linie (SW) bezüglich der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) bestimmt wird.

8. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Umformungsschritt der im Bestimmungsschritt bestimmte Abstand (BB') entsprechend einer Koordinate (L<sub>0</sub>) des vorgegebenen Punktes (A) auf der

mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) in einen Abstand (AA') der weißen Linie (SW) bezüglich der mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) umgeformt wird.

9. Vorrichtung zur automatischen Steuerung der Lenkung eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem Kameramittel (1, 2, 3) zur Erfassung einer auf einer Straße gezogenen weißen Linie (SW); und

einem Mittel (5) zum Bestimmen eines Abstandes (BB') der durch das Kameramittel (1, 2, 3) erfaßten weißen Linie (SW) bezüglich einer optischen Achse (BX) des Kameramittels (1, 2, 3), gekennzeichnet durch

ein Mittel (7) zum Umformen des vom Bestimmungsmittel (5) bestimmten Abstandes (BB') in einen entsprechenden Abstand (AA') der weißen Linie (SW) bezüglich eines vorgegebenen Punktes (A) auf der mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100),

ein Mittel (9) zum Berechnen eines Lenkwinkels ( $\Theta$ ) gemäß dem vom Umformungsmittel (7) erhaltenen entsprechenden Abstand (AA'); und

ein Mittel (9) zum Steuern der Lenkung des Kraftfahrzeugs gemäß dem vom Berechnungsmittel (9) berechneten Lenkwinkel ( $\Theta$ ), derart, daß das Kraftfahrzeug (100) der weißen Linie (SW) folgt.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Kameramittel eine Mehrzahl von Kameraeinheiten (1, 2, 3) umfaßt, die in untereinander verschiedenen Richtungen orientiert sind; und die weiße Linie (SW) zu einem bestimmten Zeitpunkt von einer (1; 3) der Kameraeinheiten (1, 2, 3) erfaßt wird.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Kameramittel eine einzige Kameraeinheit (2) umfaßt, deren Orientierung veränderbar ist; und die weiße Linie (SW) zu einem bestimmten Zeitpunkt bei einer bestimmten Orientierung der einzigen Kameraeinheit (2) erfaßt wird.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Berechnungsmittel (9) den Lenkwinkel ( $\Theta$ ) unter Verwendung einer Regressionsgleichung des Lenkwinkels ( $\Theta$ ) aus Abständen (AA') bezüglich des vorgegebenen Punktes (A) der mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) berechnet.

13. Vorrichtung gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Bestimmungsmittel (5) den Abstand (BB') der weißen Linie (SW) bezüglich der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) als Abstand zwischen einem Punkt (B) auf der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) und einem Schnittpunkt (B') einer im Punkt B zur optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) senkrechten Linie und der weißen Linie (SW) bestimmt.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Bestimmungsmittel (5) ein Mittel zur Anpassung einer Koordinate (L') des Punktes (B) auf der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1, 3) vor der Bestimmung des Abstandes (BB') enthält, derart, daß eine Projektion des Schnittpunktes (B') auf die mittige Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) in einer zur mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) senkrechten Richtung mit dem vorgegebenen Punkt (A) auf der mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) im wesentlichen übereinstimmt.

15. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Anpassungsmittel anhand einer Koordinate (L') des Punktes (B) auf der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) und anhand dem vom Bestimmungsmittel (5) bestimmten Abstand (BB') der weißen Linie (SW) bezüglich der optischen Achse (BX) des Kameramittels (1; 3) eine Koordinate (L) der Projektion des Schnittpunktes (B) bestimmt.

16. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Umformungsmittel (7) den vom Bestimmungsmittel (5) bestimmten Abstand (BB') gemäß einer Koordinate (L<sub>0</sub>) des vorgegebenen Punktes (A) auf der mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) in einen Abstand (AA') der weißen Linie (SW) bezüglich der mittigen Längsachse (AX) des Kraftfahrzeugs (100) umformt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

– Leerseite –

FIG.1

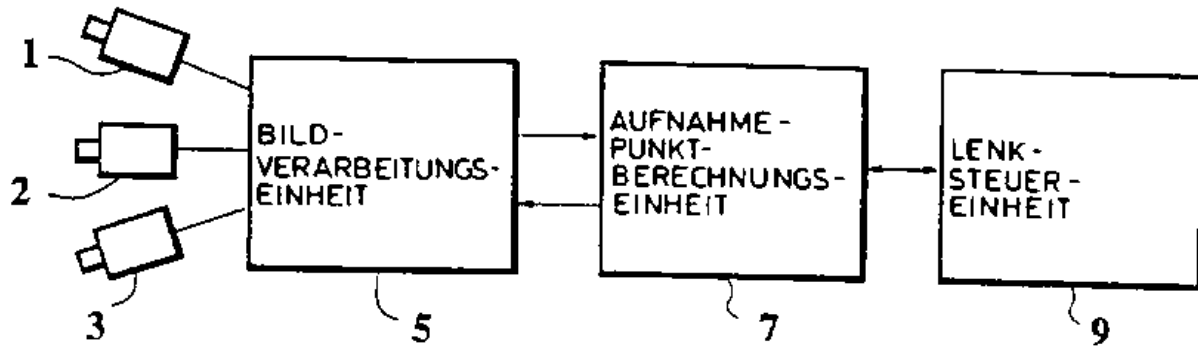


FIG.5

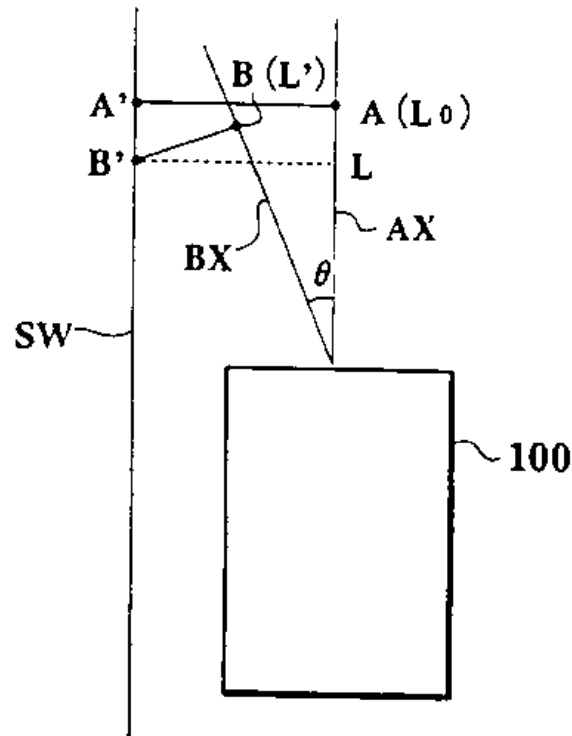




FIG. 2

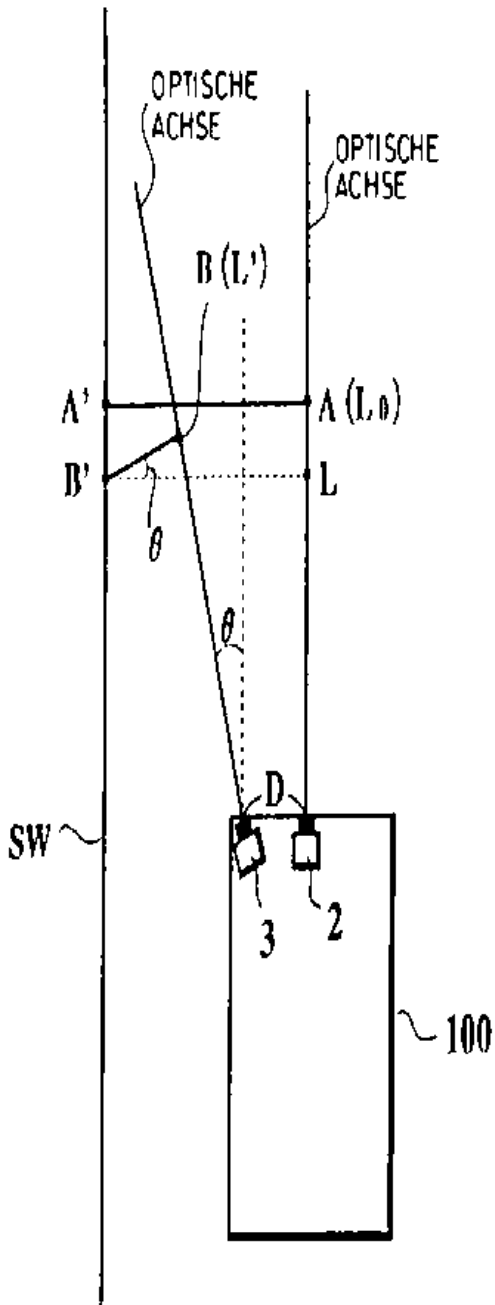
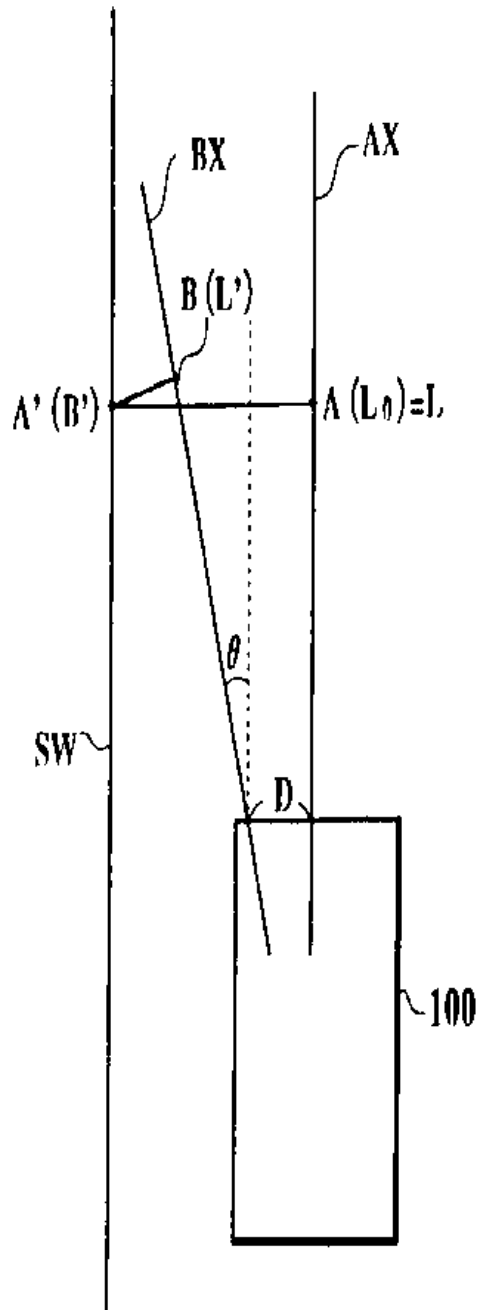
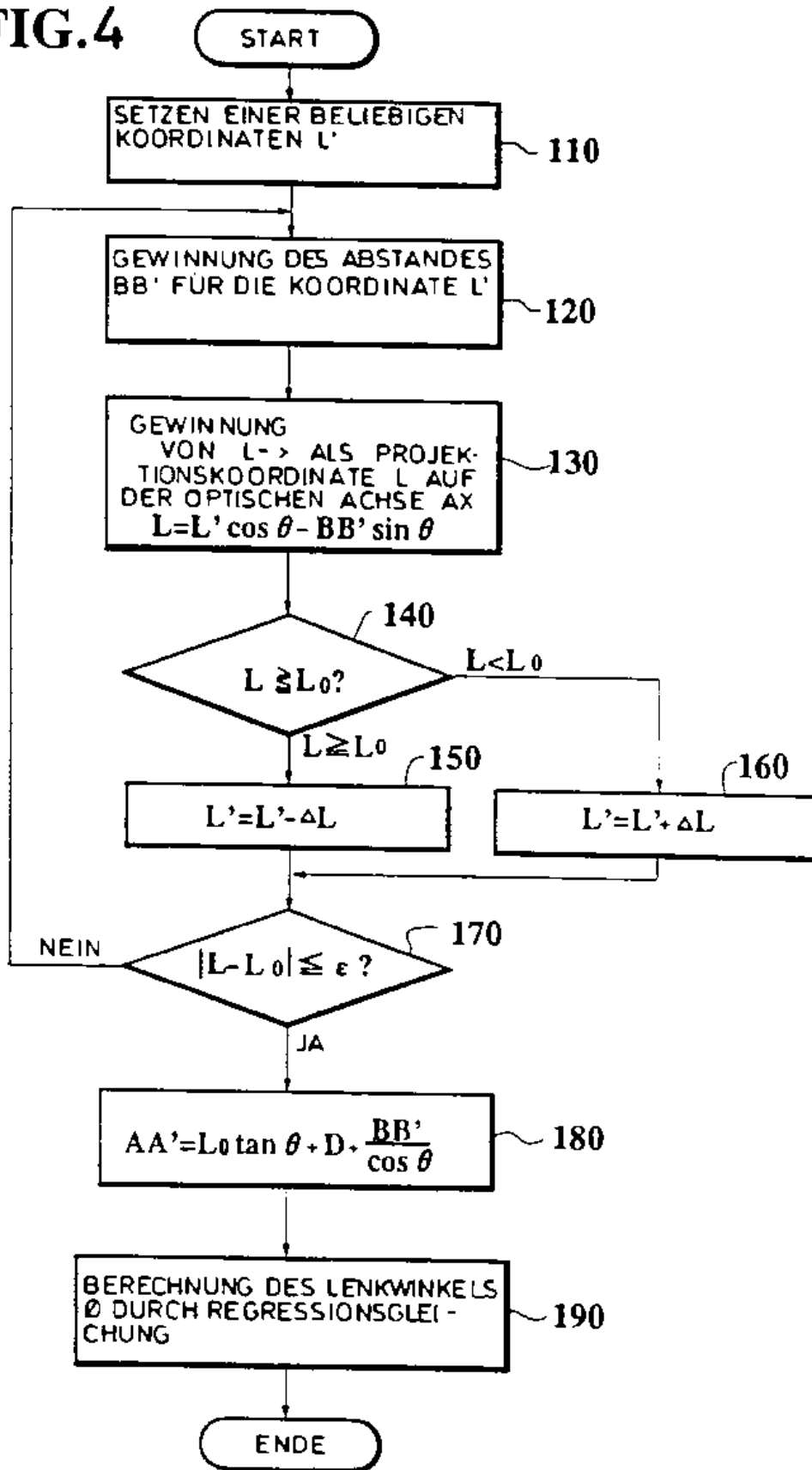


FIG. 3

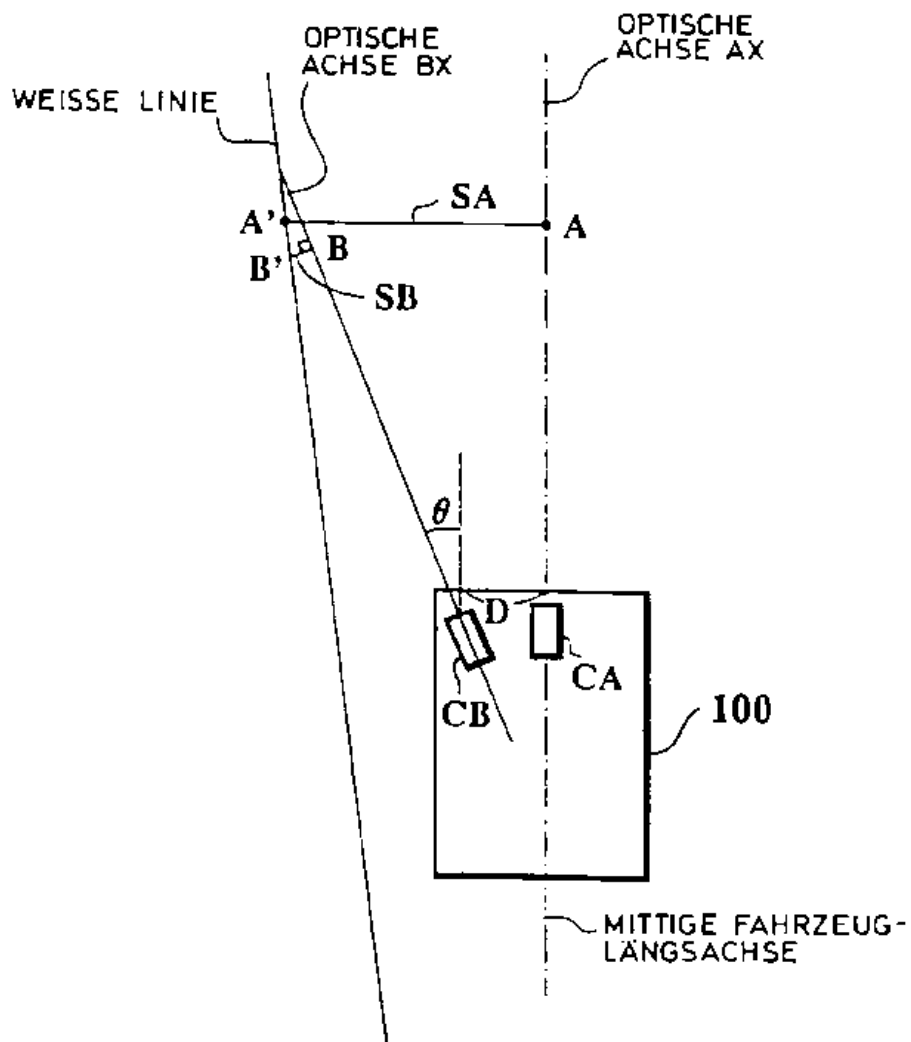


Nummer: DE 41 16 288 A1  
 Int. Cl. 5: G 06 D 1/02  
 Offenlegungstag: 12. Dezember 1991

FIG. 4



**FIG. 6**  
STAND DER TECHNIK



# APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING THE LIGHT-RANGE OF MOTOR VEHICLE HEADLIGHTS

No documents available for this priority number

**Inventor(s):** LIETAR CHRISTIAN [US]; LONGCHAMP JEAN-FRANCOIS [US]; LOPEZ ELADIO [CH] ± (LIETAR, CHRISTIAN, ; LONGCHAMP, JEAN-FRANCOIS, ; LOPEZ, ELADIO)

**Applicant(s):** BOSCH GMBH ROBERT [DE] ± (ROBERT BOSCH GMBH)

**Classification:** - international: **B60Q1/08; B60Q1/10; B60Q1/115; B60Q1/14; G01J1/02**; (IPC1-7): B60Q1/06  
- cooperative: **B60Q1/10; G01M11/068; B60Q2300/132**

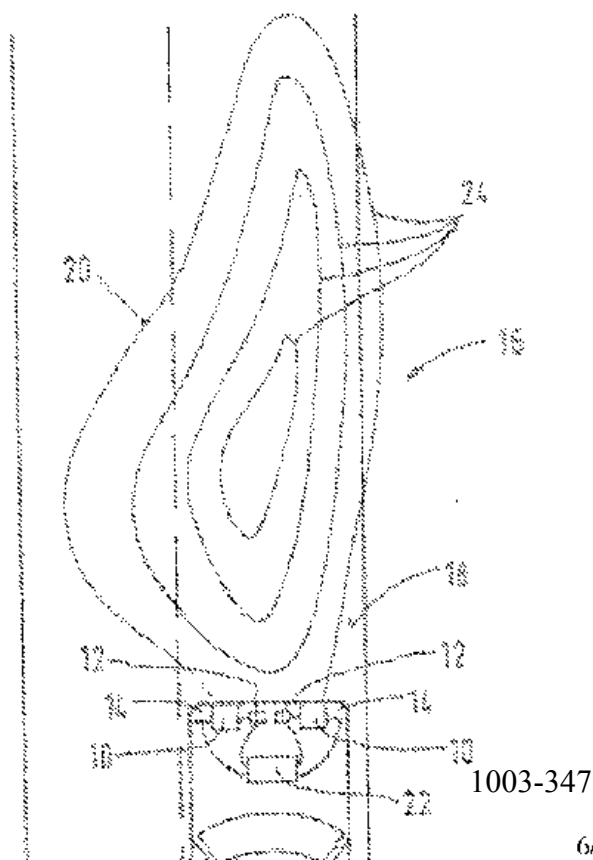
**Application number:** US19920904437 19920625

**Priority number(s):** DE19914122531 19910708

**Also published as:** DE4122531 (A1) JPH05229383 (A)

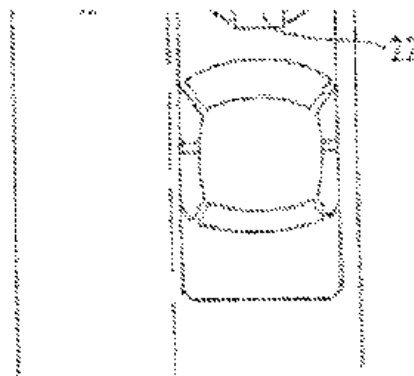
## Abstract of US5193894 (A)

The apparatus for control of a light-range of headlights of a motor vehicle includes two headlight orientation adjusting devices; at least one electro-optic sensor detecting actual values of light intensities of light reflected from an illuminated portion of the road; and an analyzer/control unit connected to the at least one electro-optic sensor and the adjusting devices to control the adjusting devices and the headlight orientation according to the sensor signal. To maintain the light-range of the headlights regardless of load conditions, the analyzer/control unit contains a memory device for storing data including set values of the light intensities for a desired headlight orientation and for storing other data including actual values of the reflected light intensities for actual headlight orientations when the headlights are set in the actual orientations; a comparator device for comparing the actual values for different



1003-347

orientations; a comparator device for comparing the actual values for different actual orientations and the set values for the desired orientations; and a control device for controlling the adjusting devices according to the comparator device to set the headlights in various other actual orientations until the differences between the set values and actual values are minimized to determine the actual orientation closest to the desired orientation.





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 41 22 531 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
B 60 Q 1/10

21 Aktenzeichen: P 41 22 531.7  
22 Anmeldetag: 8. 7. 91  
43 Offenlegungstag: 14. 1. 93

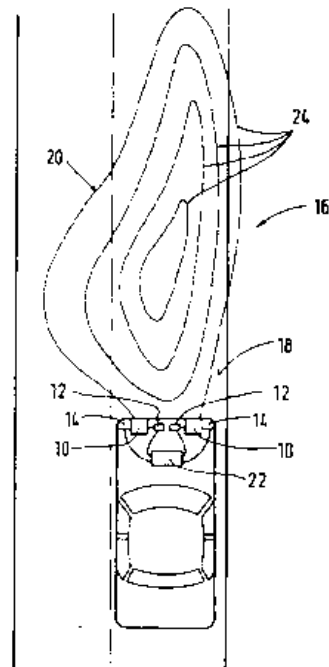
DE 41 22 531 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Lieter, Christian, Dipl.-Ing., Morges, CH;  
Longchamp, Jean-Francois, Dipl.-Phys., Lausanne,  
CH; Lopez, Eladio, Renens, CH

54 Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite von Scheinwerfern von Kraftfahrzeugen

57 Die Einrichtung weist an der Vorderseite des Kraftfahrzeugs angeordnete optoelektronische Sensoren (14) auf, eine Auswerteeinrichtung (22) und den Scheinwerfern zugeordnete Verstelleinrichtungen (12). Durch die Sensoren (14) wird die Ausleuchtung der Fahrbahn (18) vor dem Kraftfahrzeug in Form des von der Fahrbahn reflektierten Lichts der Scheinwerfer registriert. Die Sensoren (14) weisen lichtempfindliche Elemente auf, durch die die Lage der Ausleuchtungsgrenze (20) der Ausleuchtung der Fahrbahn (18) erkannt werden kann. Die Sensoren (14) leiten der Auswerteeinrichtung (22) Signale über die Ist-Ausleuchtung der Fahrbahn zu, wobei in der Auswerteeinrichtung eine Soll-Ausleuchtung in Form von Daten gespeichert ist. In der Auswerteeinrichtung (22) werden die Signale der Sensoren (14) über die Ist-Ausleuchtung mit den gespeicherten Soll-Daten verglichen und abhängig von der festgestellten Abweichung die Verstelleinrichtungen (12) angesteuert, durch die die Scheinwerfer (10) verstellt werden, bis die Ist-Ausleuchtung mit geringstmöglicher Abweichung der Soll-Ausleuchtung entspricht.



DE 41 22 531 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite von Scheinwerfern von Kraftfahrzeugen nach der Gattung des Anspruchs 1.

Eine solche Einrichtung ist durch die DE-OS 23 33 983 bekannt. Diese Einrichtung weist einen Ultraschallsensor auf, durch den der Abstand der Karosserie des Kraftfahrzeugs zur Fahrbahn erfaßt wird. Den Scheinwerfern sind Verstellrichtungen zugeordnet, durch die diese in ihrer Neigung verstellbar sind. Der Sensor bildet ein vom Abstand der Karosserie von der Fahrbahn, und damit vom Beladungszustand des Kraftfahrzeugs abhängiges Signal, das einer Auswerteeinrichtung zugeführt wird. In der Auswerteeinrichtung wird das Signal verarbeitet, und die Verstellrichtungen des Scheinwerfers werden von dieser so angesteuert, daß die Leuchtweite der Scheinwerfer bei jedem Beladungszustand des Kraftfahrzeugs konstant bleibt. Bei dieser bekannten Einrichtung wird dabei vorausgesetzt, daß die Scheinwerfer eine korrekte Grundeinstellung aufweisen, von der ausgehend die Einstellung bei Beladung des Kraftfahrzeugs korrigiert wird. Ist die Grundeinstellung der Scheinwerfer jedoch nicht korrekt, so führt dies auch bei der Verstellung der Scheinwerfer bei Beladung des Kraftfahrzeugs zu einer Fehleinstellung.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite von Scheinwerfern von Kraftfahrzeugen weist demgegenüber den Vorteil auf, daß die von den Scheinwerfern erzeugte tatsächliche Ausleuchtung des Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug registriert wird und somit eine korrekte Grundeinstellung der Scheinwerfer nicht erforderlich ist, sondern die Einstellung der Scheinwerfer durch Prüfen der tatsächlichen Ausleuchtung erfolgt.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gekennzeichnet. Wie im Anspruch 6 gekennzeichnet, kann die Einrichtung auch dynamisch eingesetzt werden, so daß während der Fahrt des Kraftfahrzeugs auftretende Änderungen ausgeglichen werden können. Durch die den Bereich vor dem Kraftfahrzeug erfassenden Sensoren ist dabei eine schnelle Korrektur der Scheinwerfereinstellung möglich, im Gegensatz zu der beschriebenen bekannten Einrichtung, bei der Fahrbahnebenen und Änderungen der Fahrbahnführung erst erfaßt werden können, wenn das Kraftfahrzeug diese bereits erreicht hat.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die Figur zeigt ein Kraftfahrzeug und die vor diesem liegende Fahrbahn in der Ansicht von oben.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Ein in der Figur dargestelltes Kraftfahrzeug weist an dessen Vorderseite zwei an der Karosserie befestigte Abblendlichtscheinwerfer 10 auf. Ferner sind an der

Vorderseite des Kraftfahrzeugs zwei Verstellrichtungen 12, mittels derer die Neigung der Scheinwerfer verstellbar werden kann, und zwei optoelektronische Sensoren 14 angeordnet. Die Abblendlichtscheinwerfer 10 erzeugen im Betrieb ein Lichtbündel 16, das die vor dem Kraftfahrzeug liegende Fahrbahn ausleuchtet. Das Lichtbündel 16 weist eine für Abblendlichtscheinwerfer vorgeschriebene Hell-Dunkel-Grenze 20 auf, um eine Blendung entgegenkommender Fahrzeuge zu vermeiden. Die Abblendlichtscheinwerfer können eine Gasentladungslampe oder eine Glühlampe als Lichtquelle aufweisen. Bei Beladung des Kraftfahrzeugs ändert sich die Neigung der Karosserie und der an dieser befestigten Abblendlichtscheinwerfer 10. Dabei ändert sich auch die Lage der Hell-Dunkel-Grenze 20, so daß eine Blendung des Gegenverkehrs auftritt. Zum Ausgleich dieser Neigungsänderung sind die Scheinwerfer 10 durch die Verstellrichtungen 12 verstellbar.

Die Verstellrichtungen 12 und die Sensoren 14 sind Teil einer Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite der Scheinwerfer 10. Die Einrichtung weist außerdem eine Auswerteeinrichtung 22 auf, die mit den Sensoren 14 und den Verstellrichtungen 12 verbunden ist. Die Sensoren 14 können an der Karosserie des Kraftfahrzeugs feststehend angeordnet sein oder an den Scheinwerfern 10 angeordnet sein und somit die Verstellbewegung der Scheinwerfer mit ausführen. Außerdem kann auch ein einziger optoelektronischer Sensor 14 vorgesehen sein, der für beide Scheinwerfer 10 verwendet wird.

Die Sensoren 14 sind auf den von den Scheinwerfern 10 ausgeleuchteten Bereich der Fahrbahn 18 vor dem Kraftfahrzeug sowie eventuell vor dem Kraftfahrzeug liegende Hindernisse gerichtet. Die Sensoren 14 registrieren die Ausleuchtung der Fahrbahn 18 in Form des von der Fahrbahn sowie den Hindernissen reflektierten Lichts der Scheinwerfer und bilden abhängig davon elektrische Signale, die der Auswerteeinrichtung 22 zugeführt werden. Die Sensoren 14 können eine Abbildungsoptik aufweisen, durch die das einfallende Licht auf ein oder mehrere lichtempfindliche Elemente, beispielsweise Fotozellen, abgebildet wird. Jeder Bereich der Abbildungsoptik mit dem dazugehörigen lichtempfindlichen Element ist einem bestimmten Bereich der Fahrbahn 18 zugeordnet. Die Auswertung der Ausleuchtung der Fahrbahn sowie der eventuell vorhandenen Hindernisse kann nach einem photometrischen Verfahren oder nach einem geometrischen Verfahren erfolgen.

Beim photometrischen Verfahren werden dabei die Ausleuchtungsverhältnisse, das heißt Lichtstärkewerte in einzelnen Bereichen des von den Sensoren erfaßten Bereichs ermittelt. In der Figur sind die Ausleuchtungsverhältnisse anhand mehrerer Isoluxlinien 24, das heißt Linien gleicher Lichtstärke, dargestellt. In Abhängigkeit von den detektierten Ausleuchtungsverhältnissen in Form der Lichtstärkewerte in den verschiedenen Bereichen des erfaßten Bereichs werden von den Sensoren 14 die Signale für jeden Bereich der Fahrbahn gebildet und der Auswerteeinrichtung 22 zugeführt. In der Auswerteeinrichtung 22 sind Soll-Ausleuchtungsverhältnisse in Form von Daten gespeichert, die unabhängig von der Beladung des Kraftfahrzeugs beibehalten werden sollten. In der Auswerteeinrichtung 22 werden die Signale der Sensoren 14, die die tatsächlichen Ist-Ausleuchtungsverhältnisse repräsentieren, mit den gespeicherten Daten für die Soll-Ausleuchtungsverhältnisse verglichen und abhängig von der Abweichung der Ist- von der Soll-Ausleuchtung Signale gebildet, durch die

die Verstelleinrichtungen 12 angesteuert werden, um die Abweichung zu beseitigen.

Bei der Auswertung der Ausleuchtungssituation der Fahrbahn nach einem geometrischen Verfahren wird die Lage der Ausleuchtungsgrenze 20, das heißt der Hell-Dunkel-Grenze auf der Fahrbahn 18 ermittelt. Die Lage der Ausleuchtungsgrenze 20 kann dabei mittels der starken Abnahme der Lichtstärkewerte in deren Bereich festgestellt werden.

Die Sensoren 14 bilden wie beim photometrischen Verfahren Signale für jeden Bereich der Fahrbahn 18, die der Auswerteeinrichtung 22 zugeführt werden. In der Auswerteeinrichtung 22 ist die Soll-Lage der Ausleuchtungsgrenze 20 in Form von Daten gespeichert. In der Auswerteeinrichtung 22 werden die Signale der Sensoren 14 mit den gespeicherten Daten verglichen und somit die Abweichung der Ist-Lage von der Soll-Lage der Ausleuchtungsgrenze 20 festgestellt. Abhängig von der Abweichung werden die Verstelleinrichtungen 12 der Scheinwerfer 10 durch die Auswerteeinrichtung 22 so angesteuert, daß die Abweichung beseitigt wird.

Die vorstehend beschriebene Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite kann in einer ersten Variante so eingesetzt werden, daß diese nur bei stehendem Kraftfahrzeug, also statisch, arbeitet. Die Einrichtung kann dabei durch Einschalten der Beleuchtung des Kraftfahrzeugs aktiviert werden. Die Überprüfung der Einstellung und die Einstellung der Scheinwerfer kann wie nachstehend beschrieben erfolgen. Die Scheinwerfer 10 werden durch die Verstelleinrichtungen 12 ausgehend von einer Endstellung, also einer Stellung mit maximaler oder minimaler Neigung der Scheinwerfer, stufenweise zur anderen Endstellung bewegt. Diese Verstellung zur Überprüfung der Einstellung kann durch ein Prüfprogramm der Auswerteeinrichtung 22 bewirkt werden, durch das die Verstelleinrichtungen entsprechend angesteuert werden. Für jede Stellung der Scheinwerfer 10 wird durch die Sensoren 14 die Rückstrahlung des von den Scheinwerfern ausgesandten Lichts durch die Fahrbahn registriert und der Auswerteeinrichtung 22 zugeführt und dort gespeichert. Nach Durchlauf des gesamten Verstellbereichs der Scheinwerfer 10 wird in der Auswerteeinrichtung 22 durch Vergleich der gespeicherten Ist-Ausleuchtungen für die einzelnen Stellungen mit der gespeicherten Soll-Ausleuchtung die Stellung der Scheinwerfer 10 ermittelt, in der die Abweichung der Ist- von der Soll-Ausleuchtung am geringsten von allen Stellungen ist. Die Verstelleinrichtungen 12 werden von der Auswerteeinrichtung 22 dann so angesteuert, daß die Scheinwerfer 10 in diese Stellung bewegt werden. Die Verstelleinrichtungen sind über eine Rückkopplung mit der Auswerteeinrichtung verbunden, um die momentane Stellung der Scheinwerfer zu erfassen.

Eine andere Möglichkeit zur Überprüfung der Einstellung und zur Einstellung der Scheinwerfer ist ein iteratives Verfahren. Die Scheinwerfer 10 werden dabei ausgehend von einer ersten Stellung durch die Verstelleinrichtungen 12 bewirkt, die von der Auswerteeinrichtung 22 entsprechend angesteuert werden, in eine zweite Stellung bewegt, wobei in beiden Stellungen die Ist-Ausleuchtung der Fahrbahn registriert und in der Auswerteeinrichtung 22 gespeichert wird. In der Auswerteeinrichtung wird für beide Stellungen der Scheinwerfer die Abweichung der Ist- von der Soll-Ausleuchtung ermittelt und festgestellt, ob die Abweichung von der ersten zur zweiten Stellung zu- oder abnimmt. Wird eine Abnahme der Abweichung festgestellt, so wird der Scheinwerfer in der gleichen Richtung weiterverstellt,

bis eine Zunahme der Abweichung festgestellt wird, wobei dann in der letzten Stellung der Scheinwerfer, bevor eine Zunahme der Abweichung festgestellt wird, die Abweichung minimal ist und die Scheinwerfer optimal eingestellt sind. Wird von der ersten zur zweiten Stellung der Scheinwerfer eine Zunahme der Abweichung festgestellt, so werden die Scheinwerfer in entgegengesetzter Richtung verstellt, bis wie vorstehend beschrieben, die optimale Einstellung der Scheinwerfer gefunden ist.

Es ist auch möglich die beiden vorstehend beschriebenen Verfahrensweisen zur Überprüfung der Einstellung und zur Einstellung der Scheinwerfer zuerst bei dem dem Gegenverkehr zugewandten Scheinwerfer, also bei Rechtsverkehr dem linken Scheinwerfer, durchzuführen und anschließend beim anderen, also rechten Scheinwerfer.

Bei einer zweiten Variante kann die Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite so eingesetzt werden, daß diese auch bei fahrendem Kraftfahrzeug, das heißt dynamisch arbeitet. Hierbei erfolgt die Überprüfung der Einstellung und die Einstellung der Scheinwerfer vorzugsweise nach dem vorstehend beschriebenen iterativen Verfahren. Durch den Zustand der Fahrbahn und den Fahrbahnverlauf verursachte Ausleuchtungsänderungen während der Fahrt des Kraftfahrzeugs müssen dabei unberücksichtigt bleiben, was beispielsweise durch eine Unterdrückung dieser Einflüsse durch eine geeignete elektronische Schaltung der Auswerteeinrichtung erreicht werden kann. Die optoelektronischen Sensoren 14 können zusätzlich auch noch für andere Aufgaben verwendet werden, wie zum Beispiel zur Erkennung des Straßenrands oder ähnliches. Außerdem kann mit Hilfe der Sensoren 14 festgestellt werden, ob eine Umschaltung von Fernlicht auf Abblendlicht erforderlich ist und durch die Auswerteeinrichtung 22 kann diese Umschaltung automatisch bewirkt werden.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite von Scheinwerfern von Kraftfahrzeugen mit den Scheinwerfern (10) zugeordneten Verstelleinrichtungen (12) und mit wenigstens einem Sensor (14), der den Beladungszustand des Kraftfahrzeugs zumindest mittelbar erfaßt und in Abhängigkeit davon Signale erzeugt, die einer Auswerteeinrichtung (22) zugeführt werden, in der die Signale des Sensors verarbeitet werden und durch die die Verstelleinrichtungen zur Konstanthaltung der Leuchtweite der Scheinwerfer angesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der wenigstens eine Sensor (14) ein optoelektronischer Sensor ist, der eine Ausleuchtungssituation in Form des von der Fahrbahn (18) oder von vor dem Kraftfahrzeug liegenden Hindernissen reflektierten Lichts im von den Scheinwerfern (10) ausgeleuchteten Bereich vor dem Kraftfahrzeug erfaßt, daß in der Auswerteeinrichtung (22) Sollwerte der Ausleuchtungssituation in Form von Daten gespeichert sind und daß die Auswerteeinrichtung (22) durch Vergleich der Ist-Ausleuchtungssituation mit der Soll-Ausleuchtungssituation die Verstelleinrichtungen (12) ansteuert, bis die Ausleuchtung durch die Scheinwerfer zumindest annähernd der gespeicherten Soll-Ausleuchtung entspricht.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (14) eine Vielzahl einzelner lichtempfindlicher Elemente aufweist, von de-



- nen jedes einen Teilbereich des von der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug reflektierten Lichts erfaßt.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Sensor (14) die Ausleuchtungsverhältnisse in Form der Lichtstärkewerte in einzelnen Bereichen der Fahrbahn (18) im Vorfeld des Kraftfahrzeugs erfaßt werden und diese mit in der Auswerteeinrichtung (22) gespeicherten Soll-Ausleuchtungsverhältnissen für diese Bereiche der Fahrbahn (18) verglichen werden.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Sensor die Lage der Ausleuchtungsgrenze (20) im Bereich der Fahrbahn im Vorfeld des Kraftfahrzeugs erfaßt wird und diese mit einer in der Auswerteeinrichtung (22) gespeicherten Soll-Lage für die Ausleuchtungsgrenze (20) verglichen wird.
5. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diese nur bei stehendem Fahrzeug wirksam ist.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß diese bei fahrendem Fahrzeug wirksam ist und im Fahrbetrieb auftretende Änderungen der Ausleuchtung durch die Scheinwerfer erfaßt und ausgleicht.
7. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Scheinwerfer (10) ein optoelektronischer Sensor (14) zugeordnet ist.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein optoelektronischer Sensor (14) für alle Scheinwerfer vorgesehen ist.
9. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (14) feststehend am Kraftfahrzeug angeordnet ist.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (14) die Verstellbewegung der Scheinwerfer (10) mit ausführt.
11. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die Einstellung des in Fahrtrichtung auf der Gegenverkehrsseite liegenden Scheinwerfers (10) überprüft und gegebenenfalls korrigiert wird und anschließend die des auf der Seite der eigenen Richtungsfahrbahn liegenden Scheinwerfers.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellung der Scheinwerfer (10) gleichzeitig überprüft und gegebenenfalls korrigiert wird.
13. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheinwerfer (10) zunächst durch die Verstelleinrichtung (12) bewirkt in mehreren Stufen zwischen zwei Endstellungen verstellt werden, daß für jede Stellung die Ausleuchtungssituation vom Sensor (14) erfaßt und in der Auswerteeinrichtung (22) gespeichert wird, und daß die Scheinwerfer (10) durch die von der Auswerteeinrichtung (22) angesteuerten Verstelleinrichtungen (12) abschließend in die Stellung gebracht werden, in der die Ausleuchtung der Fahrbahn (18) mit der geringsten Abweichung aller Stellungen der gespeicherten Soll-Ausleuchtung entspricht.
14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheinwerfer (10) durch die Verstelleinrichtungen (12) iterativ in die

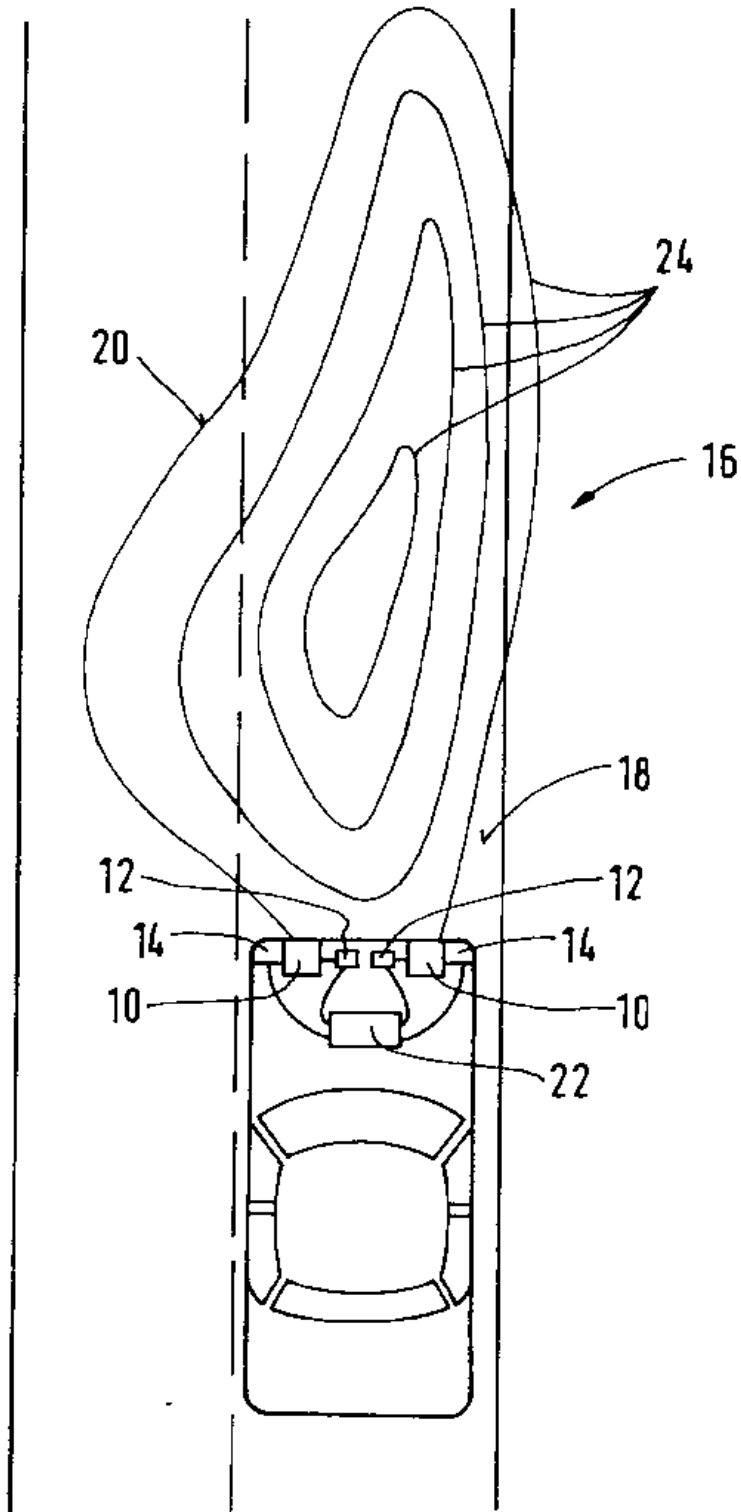
Stellung verstellt werden, in der die Ausleuchtung der Fahrbahn (18) mit der geringsten Abweichung der gespeicherten Soll-Ausleuchtung entspricht, indem für jede Stellbewegung der Scheinwerfer (10) die vom Sensor (14) erfaßte Ausleuchtungssituation mit der gespeicherten Soll-Ausleuchtung verglichen wird, auf Zu- oder Abnahme der Abweichung von der Soll-Ausleuchtung und die Verstelleinrichtungen (12) durch die Auswerteeinrichtung (22) in der für eine Minimierung der Abweichung erforderlichen Richtung betrieben werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



**Bibliographic data: DE4124654 (A1) — 1993-01-28**

**Continuous automatic vehicle orientation on road - using monocular image and modelling to estimate road curvature and width from geometry and dynamic aspects of scene**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** DICKMANN ERNST D PROF DR ING [DE]; MYSLIWETZ BIRGER DR ING [DE] ± (DICKMANN ERNST D., PROF. DR.-ING., 8011 HOFOLDING, DE, ; MYSLIWETZ, BIRGER, DR.-ING., 8130 STARNBERG, DE)

**Applicant(s):** BUNDESREP DEUTSCHLAND [DE] ± (BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DEN BUNDESMINISTER DER VERTEIDIGUNG, DIESER VERTRETEN DU)

**Classification:** - **international:** G05D1/02; (IPC1-7): B60K31/00; B62D6/00; G05D1/02; G06F15/48  
- **cooperative:** G05D1/0246; G05D2201/0213; Y02T10/84

**Application number:** DE19914124654 19910725

**Priority number(s):** DE19914124654 19910725

**Abstract of DE4124654 (A1)**

The method involves using an image generating system and a computerised image processor to produce vehicle control data. The image data of one monocular image of a sequence of images is modelled by orientation with spatially geometrical and temporally dynamic aspects of a scene, using a program-controlled computer. A recursive estimation procedure is used to determine the road parameters, i.e. the predicted horizontal and vertical curve paths, as well as the road width and the characteristic road situation. A complete cycle of the procedure, including the utilisation of the control data, pref. lasts 1/10 to 1/30 of a second. USE/ADVANTAGE - For automatic vehicle guidance. Interprets monocular image data from camera mounted on vehicle, for determination of road course.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 41 24 654 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 05 D 1/02**  
G 06 F 15/48  
B 60 K 31/00  
B 62 D 6/00

21 Aktenzeichen: P 41 24 654.3  
22 Anmeldetag: 25. 7. 91  
43 Offenlegungstag: 28. 1. 93

DE 41 24 654 A 1

71 Anmelder:

Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Bundesminister der Verteidigung, dieser vertreten durch den Präsidenten des Bundesamtes für Wehrtechnik und Beschaffung, 5400 Koblenz, DE

72 Erfinder:

Dickmanns, Ernst D., Prof. Dr.-Ing., 8011 Hofolding, DE; Mysliwetz, Birger, Dr.-Ing., 8130 Starnberg, DE

54 Verfahren zur kontinuierlichen und automatischen Fahrzeugorientierung auf einer Fahrbahn

57 Es wird ein Verfahren vorgeschlagen, welches modellierte räumlich-geometrische und zeitlich-dynamische Aspekte einer monokular erfaßten Szene und ihre Veränderungen mittels rekursiver Schätzverfahren bewertet, um so die Fahrzeugsituation relativ zur Fahrbahn sowie den Fahrbahnverlauf zur Erzeugung von Fahrzeugsteuerdaten zu erfassen.

DE 41 24 654 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur kontinuierlichen und automatischen Fahrzeugorientierung auf einer Fahrbahn mit einem bilderzeugenden System und einer computerisierten Bildauswertung zur Erzeugung von Fahrzeugsteuerdaten.

Aufgrund einer wachsenden Verkehrsleistung ist eine immer stärkere Transportkapazitätsauslastung von Verkehrswegen unvermeidlich.

Derzeit stößt diese Erweiterung jedoch auf eine Begrenzung, die durch den Menschen wegen seiner psychischen und physischen Möglichkeiten als Fahrzeugführer vorgegeben ist.

Als Ausweg bietet sich der teilweise oder vollständige Ersatz des Fahrzeugführers durch eine automatische Fahrzeugführung an, die auch schon unter den gegenwärtigen Bedingungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und Komfortsteigerung wünschenswert wäre.

Zur Realisierung einer automatischen Fahrzeugführung ist es notwendig, wenn sich der Ersatz des Menschen nicht nur auf eine bloße Geschwindigkeitsregelung beschränken soll, über ein System zu verfügen, welches die selbstständige Orientierung des Automaten auf der Fahrbahn ermöglicht.

Bisher zu diesem Zweck geschaffene Einrichtungen sind hierzu nur sehr eingeschränkt fähig.

So ist z. B. ein Automat zur Fahrzeuglenkung aus dem EUREKA-Projekt "Prometheus" bekannt.

Diese Einrichtung weist zur Orientierung und Lenkung des Fahrzeuges auf der Fahrbahn eine Kamera auf, die so ausgerichtet ist, daß sie die rechte Fahrbahnbegrenzung anvisiert.

Aus dem erzeugten Bild wird mittels eines computerisierten Auswerteverfahrens versucht, nach Farbkontrasten eine Leitspur zu ermitteln.

Die Spur dient dann als Bezug für die Fahrzeugsteuerung.

Abgesehen von der Möglichkeit, ein Kraftfahrzeug schienenfahrzeuggleich auf einer Straße führen zu können, muß als hauptsächlichster Nachteil dieser Vorgehensweise festgestellt werden, daß es so nicht möglich ist, sich am tatsächlichen Fahrbahnverlauf zu orientieren.

Eine vorausschauende Bewertung des weiteren Straßenverlaufs ist nicht möglich.

Des weiteren führen Kontraste, die einen Eindruck einer Spur verursachen, aber nicht in Fahrbahnrichtung verlaufen, bzw. etwaige Auslöschungen des vom System z. B. als Spur aufgefaßten Randstreifens durch Bremspuren, Schlagschatten etc., zu nicht akzeptablen Funktionsausfällen.

Eine andere diskutierte Einrichtung zur automatischen Fahrzeuglenkung trägt die Bezeichnung "Train".

Zur Sicherstellung einer fortwährend zuverlässigen Lenkung ist es bei ihr vorgesehen, die Kamera und die zugehörige Bildauswertung gegen einen Stromabnehmer, der zugleich ein seitliches Führungssignal erzeugen kann, auszutauschen.

Dem Vorteil der exakten zuverlässigen Fahrzeuglenkung steht hier allerdings der erhebliche Nachteil gegenüber, nur auf Straßen zu funktionieren, die über eine entsprechende Ausrüstung verfügen.

Wegen der erwähnten Unzulänglichkeiten der bisher in Realisierung bzw. Diskussion befindlichen Systeme zur automatischen Fahrzeugführung stellt sich die Erfindung die Aufgabe, ein Verfahren zu schaffen, welches implementiert in eine Einrichtung zur automatischen Fahrzeugführung, diese in die Lage versetzt, monokulare Bildfolgen einer am Fahrzeug montierten Kamera modellgestützt zur räumlichen Fahrbahnverlaufserfassung zu interpretieren.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß von einer Fernsehkamera, die möglichst hoch über der Fahrbahn am Fahrzeug aufgehängt ist, ständig digitalisierte Bildfolgen im Videotakt an ein Rechnersystem mit einem Programm zur speziellen verfahrensgemäßen Ausgestaltung der Signalverarbeitung und Interpretation im Fahrzeug übertragen werden.

Im Verfahren werden generische Straßenmodelle und einfache generische dynamische Modelle für die Fahrzeugbewegung ausgenutzt, um bisher enthaltene Ergebnisse der Fahrbahn- und Fahrzeugrelativlage — Erkennung zur Auswertung des nächsten Bildes verwenden zu können.

Hierzu werden drei Teilmodelle kombiniert.

Monokulare Bilddaten nur des letzten Bildes werden mit rekursiven Schätzverfahren zur Bestimmung der Straßenparameter und des eigenen Relativzustands ausgewertet.

Dadurch entsteht im Rechner eine räumliche Vorstellung des aktuellen Straßenverlaufs im Vorausschaubereich.

In vorteilhafter Weise gelingt dabei eine Umsetzung von Veränderungen im Bild in regelungsorientierte Zustandsgrößen innerhalb nur eines Verfahrenszyklus.

Im folgenden wird das Verfahren zur kontinuierlichen und automatischen Orientierung auf einer Fahrbahn näher erläutert in der folgenden Anlage.

## 1. Modellgestützte Bildfolgen-Interpretation zur räumlichen Fahrbahnverlaufserfassung

### 1.1 Die modellierten Fahrzeug- und Fahrbahn-Freiheitsgrade

Die Modellierung stellt das zur "höheren" Interpretation nötige, meist anwendungsspezifische, Vorwissen über eine Szene dar. Erst hiermit wird eine Umsetzung vom "anonymen" Bildsignal in problemorientierte Bedeutung möglich.

Der 4D-Ansatz zur Bildfolgeninterpretation nutzt die Modellierung räumlich-geometrischer und zeitlich-dynamischer Aspekte einer Szene und ihrer Veränderungen. Diese raum/zeitliche Modellvorstellung leistet in Kombination mit rekursiven Schätzverfahren in der hier beschriebenen Anwendung zur Straßenfahrzeugführung sowohl die Erkennung des fahrzeugeigenen Lateralzustandes relativ zur Fahrbahn, als auch die Erfassung

des räumlichen Fahrbahnverlaufes aus der 2D-Bildfolge während des Entlangfahrens. Hierfür existieren zwei schwach gekoppelte dynamische Teilsysteme: das der Fahrzeug-Querdynamik sowie der Fahrbahnkrümmungsdynamik.

Die Struktur des Differentialgleichungssystems, das die Fahrzeugseitenbewegung bzw. die Fahrbahnkrümmungsdynamik beschreibt, die geometrischen Modell- und Abbildungsparameter, das eingesetzte Zustands-schätzverfahren (Kalman Filter) sowie die zugehörigen Kovarianzen der Meßfehler und Prozeßstörungen stellen "analytisches Wissen" [Isermann u. Nold, 88] über den optisch zu erfassenden (und in der Folge zu steuernden) Prozeß "Entlangfahren an einer Straße" dar.

Die wesentlichen modellierten — und damit erfaßbaren — Freiheitsgrade und ihre Auswirkung auf das Bild der Fahrbahn sollen im folgenden qualitativ veranschaulicht werden (**Bild 1a bis e**):

Es zeigen im einzelnen Bild:

- a) Einfluß einer Seitenablage von der Fahrbahnmitte nach rechts,
- b) Einfluß eines Gierwinkels zwischen Fahrzeuglängs- bzw. Kameraachse und Fahrbahnrichtung nach links,
- c) Einfluß von horizontaler Fahrbahnkrümmung (Kurven)
- d) e) Einfluß von vertikaler Fahrbahnkrümmung (Steigungsänderungen)

**Bild 1:** Mögliche Erscheinungsbilder der Fahrbahn. Der Referenzverlauf der Fahrbahnbegrenzungen für eine zentrierte, ausgerichtete Fahrzeugposition auf ebener und gerader Straße ist jeweils mit dünner Strichstärke eingezeichnet.

## 1.2 Geometrisch-räumliche Modellierung — das Fahrbahnmodell

### 1.2.1 Allgemeines zum Fahrbahnmodell

Der räumliche Fahrbahnverlauf (bzw. der einer Skelettlinie) wird im wesentlichen durch die geometrischen Parameter der horizontalen bzw. vertikalen Fahrbahnkrümmung ( $c_{0h}$ ,  $c_{0v}$ ) über der Lauflänge beschrieben (vgl. **Bild 2**). Die Fahrbahnbegrenzungen werden als parallel verlaufend mit Abstand  $b$  angenommen. Die Fahrbahnwölbung und -verwindung, d. h. Änderungen des Hängewinkels, innerhalb des Vorausschaubereichs seien vernachlässigbar klein.

**Bild 2** gibt einen räumlichen Fahrbahnverlauf mit horizontaler und vertikaler Krümmung wieder.

Die horizontale Krümmung  $c_{0h}$  (Krümmungsradius  $R_h = 1/c_{0h}$ ) kann sich linear mit der Lauflänge  $l$  ändern ( $dc_{0h}/dl = c_{1h} = \text{const.}$ ). Dies entspricht den grundlegenden Bauvorschriften und Auslegungskriterien für Straßen für höhere Fahrgeschwindigkeiten [RAS-L-1, 84]. Der Fahrbahnverlauf im Lageplan (d. h. in der Draufsicht) besteht somit aus Segmenten konstanter Krümmung, also Geraden und stationären Kurven, sowie aus Kurvenübergängen mit sich linear ändernder Krümmung (Klothoiden). Kuppen und Wannen im Höhenverlauf haben näherungsweise Kreisform (in Realität durch quadratische Parabeln approximiert).

Abgesehen von der unmittelbaren Bedeutung der horizontalen Fahrbahnkrümmung für die Seiten- und Längsführung des Fahrzeugs [Dickmanns u. Zapp, 86] läßt sich über die lokalen Krümmungsparameter der räumliche Straßenverlauf im Vorausschaubereich sehr effizient geometrisch in einem beobachterbezogenen, mitbewegten Koordinatensystem beschreiben. Darüber hinaus lassen sich die zeitlichen, über den Vorausschaubereich gemittelten Beziehungen zwischen  $c_{0h}$ ,  $c_{1h}$  und  $\dot{c}_{0h}$  aufgrund des Entlangfahrens mit bekannter Eigengeschwindigkeit  $v$  als kompaktes System linearer Differentialgleichungen formulieren, wie von [Dickmanns, 88] vorgeschlagen. Dies gilt weitgehend analog auch für die Vertikalkrümmungsparameter  $c_{0v}$ ,  $c_{1v}$  und  $\dot{c}_{0v}$ . D. h. es existiert ein dynamisches Modell der Fahrbahn-Krümmungsparameter, das in Verbindung mit der geometrischen Modellierung und den bekannten Abbildungsgesetzmäßigkeiten die Bestimmung dieser Größen aus der Bildfolge mittels rekursiver Schätzverfahren erlaubt (vgl. Abschnitt 1.3).

### 1.2.2 Das lineare Krümmungsmodell zur Beschreibung des Fahrbahnverlaufs

In der Linienführung von Straßen für mittlere und höhere Fahrgeschwindigkeiten wird u. a. die Fahrdynamik dadurch berücksichtigt, daß Krümmungsänderungen, und damit auf das Fahrzeug wirkende Querkraftänderungen, nicht sprunghaft, sondern stetig verlaufen. Dies wird durch Kurvenübergänge (Klothoiden) mit sich linear über der Lauflänge  $l$  ändernder Krümmung erreicht, d. h. es gilt

$$c(l) = c_0 + c_1 \cdot l \quad (1)$$

Hierbei ist  $c = 1/R$  (Kurvenradius  $R$ ) die lokale Krümmung an der Lauflängenkoordinate  $l$  und  $c_0$  der Anfangswert der Krümmung am Ort  $l = 0$ .

$$c_1 = dc/dl \quad (2)$$

stellt die abschnittsweise konstante Krümmungsänderung über der Lauflänge dar, die mit dem sog. Klothoidenparameter  $A$  über  $c_1 = 1/A^2$  zusammenhängt (vgl. [RAS-1-L, 84]).

Der Fahrbahnverlauf im Lageplan kann somit durch die Horizontal-Krümmungsparameter als Abfolge von Geraden, Kurvenübergangsegmenten (Klothoiden) und Kreisbögen dargestellt werden:

Gerade:	$c_0 = 0$	und $c_1 = 0$
Übergangsbogen:	$c_0 \neq 0$ oder $c_0 = 0$	und $c_1 \neq 0$
Kreisbogen:	$c_0 \neq 0$	und $c_1 = 0$

5 Die Fahrbahnrichtungsänderung  $\Delta\chi_c$  (Bild 3) ergibt sich in Anwendung der Definition für die Krümmung  $c = d\chi_c = d\chi/d\underline{l}$  in der Differentialgeometrie als Integral der Krümmung über der Lauflänge mit Gl. (1) zu

10 
$$\Delta\chi_c = \int_0^{\Delta l} c(\lambda) d\lambda = c_0 \Delta l + c_1 \frac{\Delta l^2}{2} \quad (3)$$

15 Die durch die Richtungsänderung über der Lauflänge auftretende laterale Ablage  $\Delta y_c$  von der ursprünglichen Tangente (Bild 3) wird durch einen weiteren Integrationsschritt bestimmt.

Bild 3 stellt die lokale Geometrie eines Bogensegments dar.

Für kleine Winkeländerungen  $\Delta\chi \ll 1$  (mit  $\sin\Delta\chi$  und  $\cos\Delta\chi \approx 1$  und Gl. (3)) lassen sich in einem kartesischen Koordinatensystem folgende Näherungsbeziehungen für die Längs- und Querablage eines Punktes an der Lauflängenkoordinate  $\Delta l$  auf der Klothoide angeben:

25 
$$\Delta y_c = \int_0^{\Delta l} \sin[\chi(\lambda)] d\lambda \approx \int_0^{\Delta l} \chi(\lambda) d\lambda = c_0 \frac{\Delta l^2}{2} + c_1 \frac{\Delta l^3}{6} \quad (4)$$

30 
$$\Delta x_c = \int_0^{\Delta l} \cos[\chi(\lambda)] d\lambda \approx \int_0^{\Delta l} d\lambda = \Delta l \quad (5)$$

Abschätzung des Linearisierungsfehlers

Bei einer maximalen Vorausschauentfernung von  $\Delta l = 20$  [m] und einer Krümmung von  $c_0 = 0,01$  [1/m] (Kurv radius 100 m) ergibt sich folgender Näherungswert für die Querablage:

$$\Delta y_c = c_0 \frac{\Delta l^2}{2} = 2,0$$
 [m].

40 Gegenüber dem mathematisch exakten Wert

$$\Delta y_{cex} = \frac{1}{c_0} \cdot (1 - \cos\Delta\chi) = 1,99$$
 [m] mit  $\Delta\chi = \Delta l \cdot c_0$

45 beträgt der Fehler durch die Linearisierung also ca. 0,5%.

50 Entsprechend [RAS-1-1, 84] werden Steigungsänderungen der Fahrbahn durch im Vertikalprofil parabolische, näherungsweise kreisförmige Übergangsegmente (Wannen u. Kuppen) realisiert. Als Parameter der Fahrbahn-Vertikalgeometrie werden hier die über die Vorausschauweite gemittelte vertikale Fahrbahnkrümmung  $c_{0vm}$ , sowie – als Hilfsgröße zur dynamischen Modellierung (speziell beim Übergang von ebenen zu vertikal gekrümmten Fahrbahnbereichen, vgl. Kap. 3.2) – die mittlere Änderung der Vertikalkrümmung über der Lauflänge  $c_{1vm} = dc_{vm}/d\underline{l}$  angesetzt.

55 Analog zu Gl. (1) bis (4) gilt dann für die Fahrbahn-Höhenänderung  $\Delta H_{cv}$  aufgrund vertikaler Fahrbahnkrümmung über der Lauflänge  $\Delta l$  (ausgehend von horizontaler Fahrbahn):

$$\Delta H_{cv} = c_{0vm} \frac{\Delta l^2}{2} + c_{1vm} \frac{\Delta l^3}{6} \quad (6)$$

60 1.2.3. Die horizontale Fahrbahn- und Abbildungsgeometrie

Im Fahrbahnerfassungs-Modul gehen die räumliche Fahrbahngeometrie und die perspektivischen Abbildungsgesetzmäßigkeiten explizit in den Erkennungsprozeß mit ein.

65 Es zeigt:

**Bild 4:** Horizontale Fahrbahn- und Abbildungsgeometrie. Der Fahrzeugschwerpunkt ist mit SP gekennzeichnet, das Projektionszentrum der Kamera durch PZ.

Für die Größen in Bild 4 gilt folgende Indexkonvention:



V = Fahrzeug; K = Kamera, R = Fahrbahn, B = in Bildkoordinaten,  
g = rel. zu geodätischem Koordinatensystem.

Die horizontale Bildkoordinate  $y_B$  eines Fahrbahnrand-Kantenelementes in der Vorausschauentfernung L vom Projektionszentrum (PZ) wird durch die Abbildungsparameter sowie folgende Größen der Kamera- und Fahrzeug-Relativlage bzw. der ebenen Fahrbahngeometrie bestimmt:

- f – Brennweite [mm],
- $k_y$  – Kameraskalierfaktor (horizontal) [px/mm],
- L – Vorausschauentfernung [m],
- d – Abstand des Projektionszentrums vom Fahrzeugschwerpunkt [m],
- $\psi_{KV}$  – Kamera-Gierwinkel relativ zur Fahrzeuglängsachse [rad],
- $y_V$  – Ablage des Fahrzeugschwerpunkts von der Fahrbahnmitte [m],
- $\psi_V$  – Gierwinkel zwischen Fahrzeuglängsachse und Fahrbahntangente [rad],
- b – Fahrbahnbreite [m],
- $c_{ohm}$  – mittlere horizontale Fahrbahnkrümmung [1/m],
- $c_{thm}$  – mittlere horizontale Fahrbahnkrümmungsänderung [1/m<sup>2</sup>].

Für alle Winkelbeziehungen der horizontalen Abbildungsgeometrie werden vereinfachend die Linearisierungen der trigonometrischen Grundfunktionen  $\sin(\psi) \approx \psi$  bzw.  $\cos(\psi) \approx 1$  benutzt. Für kleine Winkel  $|\psi| < 10^\circ$  beträgt hierbei der maximale Fehler ca. 1.5%. Wegen des kleinen Verhältnisses von Brennweite zu Vorausschauentfernung ( $f/L \ll 1$ ) bzw. des kleinen Abstandes zwischen Projektionszentrum und Kameradrehpunkt wird näherungsweise für die weiteren Herleitungen die Lage des Projektionszentrums, der Bildebene und des Kameradrehpunktes auf der optischen Achse als identisch angenommen.

Es ergeben sich somit in einer Vorausschauentfernung L von der Kamera-Bildebene folgende (laterale) Ablageanteile der Fahrbahnbegrenzungen von der Fahrspurmitte (vgl. Bild 4):

$$y_{Rg} = y_c \pm \frac{b}{2} \quad (6)$$

wobei +b/2 für den rechten und –b/2 für den linken Fahrbahnrand gilt, und

$$y_c = \frac{(L+d)^2}{2} c_{ohm} + \frac{(L+d)^3}{6} c_{thm} \quad (7)$$

gemäß Gl. (1.4) im vorigen Abschnitt.

Entsprechend gilt für die Ablage der Fahrbahnbegrenzung von der Kamera-(Blickrichtungs)-Achse (vgl. Bild 4):

$$y_{RK} = y_{Rg} - (y_V + y_{\psi_V} + y_{\psi_{KV}}) \quad (8)$$

mit

$$y_{\psi_V} = (L+d) \cdot \psi_V \quad (9)$$

und

$$y_{\psi_{KV}} = L \cdot \psi_{KV}. \quad (10)$$

Die Perspektivabbildung

$$y_B = \frac{f \cdot k_y}{L} \cdot y_{RK} \quad (11)$$

ergibt mit  $c_{y_{Abb}} = f \cdot k_y$  für die horizontale Bildkoordinate (skaliert in Pixel-Einheiten [px]) eines Kantenelementes der Fahrbahnbegrenzungen in der Vorausschauentfernung L

$$y_B = \frac{c_{y_{Abb}}}{L} \left( \pm \frac{b}{2} - y_V - y_{\psi_V} - y_{\psi_{KV}} + y_c \right). \quad (12)$$

Die entsprechenden Elemente der Jacobischen Matrix C der Abbildungsgleichungen für das ebene und räumliche Fahrbahnmodell sind im Anhang A2 angegeben. Im ebenen Fall ist die Vorausschauentfernung L nur von der Kameraneigung gegenüber der Fahrbahn sowie von einer gewählten Bild-Vertikalkoordinate (Bildzeile) abhängig. Weist die Fahrbahn auch vertikale Krümmung auf, so geht diese in die Berechnung der Vorausschauentfernung mit ein (s. folgender Abschnitt). Da im räumlichen Fall die Vertikalkrümmungsparameter des Zu-

standsvektors des dynamischen Fahrbahnkrümmungsmodells sind, werden dann die Abbildungsgleichungen vom momentanen Vertikalkrümmungszustand abhängig, und damit nichtlinear bezüglich des Zustandsvektors.

1.2.4 Die vertikale Fahrbahn- und Abbildungsgeometrie

Die vertikale Abbildungsgeometrie wird im wesentlichen von der vertikalen Kameraposition und -Nicklage relativ zur Fahrbahn sowie von einer evtl. vorhandenen vertikalen Fahrbahnkrümmung bestimmt (vgl. Bild 5). Es wird angenommen, daß die Fahrzeug-Längsachse immer parallel zur Fahrbahn-Tangentialebene am Ort des Fahrzeug-Schwerpunkts liegt, d. h. hochfrequente Nicklagestörungen kleiner Amplitude werden vernachlässigt. Dies hat sich für stationäre Fahrzustände auf "normalen", d. h. glatt asphaltierten Straßen als realistisch erwiesen. Allerdings gilt dies nicht für unebene Straßen oder bei starken Beschleunigungs- und Abbremsmanövern, die deutliche Nickbewegungen verursachen können. Um diese Fälle bei gleichzeitiger korrekter Erkennung der Fahrbahnvertikalkrümmung bzw. Fahrbahnbreite behandeln zu können, wäre eine direkte Erfassung oder Schätzung der Fahrzeug-Nicklageänderung erforderlich.

Verdeutlicht wird in Bild 5 die vertikale Fahrbahn- und Abbildungsgeometrie.

Die benutzten Größen der vertikalen Fahrbahn- und Abbildungsgeometrie sind im folgenden zusammengefaßt:

- f — Brennweite [mm],
- k<sub>z</sub> — Kameraskalierfaktor (vertikal) [pxl/mm],
- d — Abstand des Projektionszentrums vom Fahrzeugschwerpunkt [m],
- H<sub>K</sub> — Höhe der Kamera über der Fahrbahntangentialebene [m],
- Θ<sub>K</sub> — Kamera-Nickwinkel relativ zur Fahrzeuglängsachse [rad],
- z<sub>B</sub> — Bild-Vertikalkoordinate in Pixel-Einheiten [pxl],
- L<sub>0</sub> — Vorausschauentfernung bei ebener Fahrbahn [m],
- L<sub>cv</sub> — Vorausschauentfernung bei vertikal gekrümmter Fahrbahn [m],
- H<sub>cv</sub> — Höhenänderung aufgrund vertikal gekrümmter Fahrbahn [m],
- c<sub>0vm</sub> — mittlere Vertikalkrümmung der Fahrbahn [1/m],
- c<sub>1vm</sub> — mittlere Vertikalkrümmungsänderung der Fahrbahn [1/m<sup>2</sup>].

Die zur Berechnung der Jacobischen Matrix C der Meßgleichungen (Gl. (12)) erforderliche Vorausschauentfernung L<sub>i</sub> = L(z<sub>Bi</sub>, H<sub>K</sub>, Θ<sub>K</sub>, f, k<sub>z</sub>, c<sub>0vm</sub>, c<sub>1vm</sub>) wird bzgl. einer ausgewählten Bild-Vertikalkoordinate (Bildzeile) z<sub>Bi</sub> wie folgt ermittelt:

Die Neigung des Sehstrahls durch z<sub>Bi</sub> gegenüber der Fahrbahntangentialebene ergibt sich zu

$$\Theta_{z_{Bi}} = \Theta_K + \arctan \frac{z_{Bi}}{f \cdot k_z} \quad (13)$$

Im Falle einer ebenen Fahrbahn berechnet sich die der Bildvertikalkoordinate z<sub>Bi</sub> entsprechende Vorausschauentfernung zu

$$L_{0i} = \frac{H_K}{\tan \Theta_{z_{Bi}}} \quad (14)$$

Gemäß Gl. (6) gilt für die Fahrbahnhöhenänderung durch eine mittlere Vertikalkrümmung bzw. Krümmungsänderung über der Lauflänge L<sub>cv</sub> + d (d. h. relativ zur lokalen Fahrbahntangentialebene am Ort des FZG-Schwerpunktes)

$$H_{cv} = c_{0vm} \frac{(L_{cv} + d)^2}{2} + c_{1vm} \frac{(L_{cv} + d)^3}{6} \quad (15)$$

Mit Gl. (13) läßt sich die Fahrbahnhöhenänderung innerhalb der Vorausschau abhängig von z<sub>Bi</sub> ausdrücken als

$$H_{cv} = H_K - L_{cv} \cdot \tan \Theta_{z_{Bi}} \quad (16)$$

Aus (16) und (15) folgt für L<sub>cv</sub> ein Polynom 3. Ordnung

$$a_3 L_{cv}^3 + a_2 L_{cv}^2 + a_1 L_{cv} + a_0 = 0 \quad (17)$$

mit den Koeffizienten

$$a_3 = \frac{c_{1vm}}{6},$$

$$a_2 = \frac{1}{2} (c_{0vm} + d \cdot c_{1vm}),$$

$$a_1 = d \cdot \left( c_{0vm} + \frac{d \cdot c_{1vm}}{2} \right) + \tan \Theta_{z_{Bi}},$$

$$a_0 = \frac{d^2 \cdot c_{0vm}}{2} + \frac{d^3 \cdot c_{1vm}}{6} - H_K,$$

das über die Newton-Iteration [Heinhold u. Behringer, 76] numerisch gelöst wird. Wenn als Iterations-Startwert für  $L_{cv}$  die Lösung des jeweils vorhergehenden Abtastintervalls (oder auch der Wert für den ebenen Fall gemäß Gl. (14)) eingesetzt wird, konvergiert die Iteration typischerweise in 2–3 Schritten, d. h. der numerische Rechenaufwand ist relativ gering.

Durch Vernachlässigen des  $c_{1vm}$ -Einflusses auf die Vorausschauweite läßt sich das Polynom Gl. (17) auf 2. Ordnung vereinfachen und ist damit direkt analytisch lösbar (vgl. Gl. (19) unten). Der  $c_{0vm}$ -Schätzwert folgt einem Sprung im realen Vertikalkrümmungsverlauf wegen der Mittelung über die Vorausschauweite jedoch nur leicht verzögert ("Verschleifungseffekt"). Ein Vernachlässigen des  $c_{1vm}$ -Einflusses bewirkt beim Einfahren in vertikal gekrümmte Fahrbahnbereiche Fehler in der Vorausschauentfernung und entsprechende Differenzen in der erwarteten Breite des Fahrbahnbildes. Das seitliche Nachführverhalten der Auswertefenster auf die mit einer Vertikalkrümmungsänderung verbundene Breitenänderung des Fahrbahnbildes konnte durch explizite Berücksichtigung des  $c_{1vm}$ -Einflusses deutlich verbessert werden.

Ab einer gewissen negativen Vertikalkrümmung der Fahrbahn kann der Fall eintreten, daß das Fahrbahnbild unterhalb der gewählten Bildzeile  $z_{Bi}$  liegt, also auf der Höhe von  $z_{Bi}$  keine Kantenelemente als Merkmale extrahierbar sind. Der Krümmungswert für diesen Grenzfall (bei dem der Sehstrahl durch  $z_{Bi}$  die Tangente an die nach unten gekrümmte Fahrbahn in der Entfernung  $L_{cv}$  bildet) läßt sich näherungsweise, unter Vernachlässigung des  $c_{1vm}$ -Einflusses, aus einem Polynom 2. Ordnung für  $L_{cv}$  abschätzen. Aus

$$H_{cv} = c_{0vm} \frac{L_{cv}^2}{2} \quad (18)$$

und Gl. (16) ergibt sich die vereinfachte, quadratische Gleichung

$$\frac{c_{0vm}}{2} L_{cv}^2 + \tan \Theta_{z_{Bi}} L_{cv} - H_K = 0 \quad (19)$$

für  $L_{cv}$  mit den Lösungen

$$L_{cv, \pm} = \frac{1}{2} \left( -2 \frac{\tan \Theta_{z_{Bi}}}{c_{0vm}} (\pm) \pm \sqrt{\left( 2 \frac{\tan \Theta_{z_{Bi}}}{c_{0vm}} \right)^2 + 8 \frac{H_K}{c_{0vm}}} \right). \quad (20)$$

Der Grenzfall für die maximale negative Krümmung ("Tangentenfall") abhängig von  $z_{Bi}$  wird dadurch bestimmt, daß der Ausdruck unter der Wurzel  $\geq 0$  sein muß für reelle Lösung von  $L_{cv}$ , also

$$\left( \frac{2 \tan \Theta_{z_{Bi}}}{c_{0vm}} \right)^2 + 4 \frac{2 H_K}{c_{0vm}} > 0 \quad (21)$$

gilt. Dies ist erfüllt, solange die Vertikalkrümmung größer als der Grenzwert

$$c_{0vm} \geq - \frac{1}{2} \frac{\tan^2 \Theta_{z_{Bi}}}{H_K} + \Delta c_{0res} \quad (22)$$

ist, wobei wegen der Vernachlässigung von  $d$  und  $c_{1vm}$  noch ein "Sicherheits-Abstand"  $\Delta c_{0res} = 0,0005$  gegenüber dem "Tangentenfall"-Grenzwert aus dem quadratischen Ansatz eingeführt wurde.

Falls Gl. (22) nicht mehr erfüllt ist, entfällt die Berechnung der  $z_{Bi}$  entsprechenden Vorausschauentfernung, da die Nullstelleniteration für Gl. (17) keine (hier) sinnvolle Lösung ergeben kann. Da zudem in der Bildzeile  $z_{Bi}$  ein Fahrbahn-Kantenelement nicht mehr zuverlässig extrahierbar ist, wird bei der sequentiellen Zustands-Innovation des Kalman Filters der entsprechende Meßwert ausgelassen (vgl. Abschnitt 1.4.3.1).

Als zusätzliche Beschränkung sind die Vertikalkrümmungsparameter auf die bei einspurigen Straßen im freien Gelände als maximal angenommenen Wertebereiche von  $-0,003 \leq c_{0vm} \leq 0,005$  bzw.  $-0,00015 \leq c_{1vm} \leq 0,00015$

begrenzt (d. h. auf Krümmungsradien zwischen 330 m negativ und 200 m positiv, bei einer maximalen vertikalen Krümmungsänderung von ebener Straße auf 300 m Radius innerhalb 20 m Vorausschau).

### 1.3 Dynamische Modellierung

5

#### 1.3.1 Die horizontale Fahrbahnkrümmungsdynamik

In Bild 6 sind für eine S-Kurve im Fahrbahnverlauf qualitativ die horizontale Krümmung bzw. Krümmungsänderung über der Lauflänge  $l$  (entsprechend dem linearen Krümmungsmodell, vgl. Abschnitt 1.2.2) sowie deren zeitliche Änderung aufgrund des Entlangfahrens mit einer konstanten Geschwindigkeit dargestellt. Für die Zeitableitung der Krümmung  $c_{0h}$  gilt:

$$\dot{c}_{0h} = \frac{dc_{0h}}{dt} = \frac{dc_{0h}}{dl} \cdot \frac{dl}{dt} = c_{1h} \cdot v. \quad (23)$$

15

Zur besseren Unterscheidung von der Ziffer 1 ("Eins") wird die Lauflängenkoordinate  $l$  immer mit Unterstrich geschrieben.

Es zeigt Bild 6 den Fahrbahnverlauf und horizontale Krümmungsgrößen.

20

Die Unstetigkeit des  $c_{1h}$ -Verlaufs über der Lauflänge bewirkt theoretisch Dirac-Impulse in der Zeitableitung  $\dot{c}_{1h}$ , die real bzw. als Differential-Beziehungen nicht modellierbar sind. Dies läßt sich jedoch umgehen, wenn hierfür näherungsweise über den lokalen Vorausschaubereich  $L$  gemittelte Größen  $c_{0hm}$  und  $c_{1hm}$  eingeführt werden, die in ihrem "Krümmungs-Effekt" über  $L$  dem der theoretischen Größen  $c_{0h}$  und  $c_{1h}$  über  $l_c$  äquivalent sind, d. h. die gleiche Krümmungsablage  $\Delta y_c$  erzeugen (vgl. Bild 7). Dieser Ansatz wurde von [Dickmanns, 88]

25

$$\Delta y_{cm}(c_{0hm}, c_{1hm}, L) = \Delta y_c(c_{0h}, c_{1h}, l_c). \quad (24)$$

Zur Verdeutlichung

30

**Bild 7:** Die durch die gemittelten Krümmungsparameter ( $c_{0hm}, c_{1hm}$ ) über die Vorausschauentfernung  $L$  bewirkte Ablage  $\Delta y_{cm}$  ist gleich der über die "Eindringtiefe"  $l_c$  in den  $c_{1h}$ -Stufenbereich auftretenden Querablage  $\Delta y_c$ .

Die Beiträge der gemittelten Größen zur Querablage

$$\Delta y_{cm} = \Delta y_{c_{0hm}} + \Delta y_{c_{1hm}} \quad (25)$$

35

sind

$$\Delta y_{c_{1hm}} = c_{1hm}(l_c) \cdot \frac{L^3}{6} \quad (26)$$

40

und

45

$$\Delta y_{c_{0hm}} = c_{0hm}(l_c) \cdot \frac{L^2}{2} = \left[ \int_0^{l_c} c_{1hm}(\lambda) d\lambda \right] \cdot \frac{L^2}{2}. \quad (27)$$

50

Für  $\Delta y_c(l_c)$  gilt im Bereich  $0 \leq l_c \leq L$

$$\Delta y_c(l_c) = c_{1h} \cdot \frac{l_c^3}{6}. \quad (28)$$

55

Gleichsetzen von Gl. (25) mit Gl. (28) und Differenzieren nach  $l_c$  ergibt für  $c_{1hm}$  folgende Differentialgleichung:

$$c_{1h} \cdot \frac{l_c^2}{2} = \frac{dc_{1hm}}{dl_c} \cdot \frac{L^3}{6} + c_{1hm} \cdot \frac{L^2}{2}. \quad (29)$$

60

Die Substitution  $\frac{dc_{1hm}}{dl_c} = c'_{1hm}$  und eine Normierung auf  $L$  mit  $\xi = \frac{l_c}{L}$  (d. h. für die normierte Eindringtiefe gilt  $0 \leq \xi \leq 1$ ) ergibt

65

$$c'_{1hm}(\xi) = 3\xi^2 c_{1h} - 3c_{1hm}(\xi). \quad (30)$$

Z. B. via Laplace-Transformation ist folgende Lösung herleitbar:

$$c_{1hm}(\xi) = c_{1hm}(0)e^{-3\xi} + c_{1h} \left( \xi^2 - \frac{2}{3}\xi + \frac{2}{9}(1 - e^{-3\xi}) \right). \quad (31)$$

Am Ort des  $c_{1h}$ -Sprungs (d. h. an  $\xi = 1$  bzw.  $\underline{l}_c = L$ ) mit dem Anfangswert  $c_{1hm}(0) = 0$  ergibt sich als Amplitude des gemittelten  $c_{1h}$ -Verlaufes

$$c_{1hm}(1) = c_{1h} \left( 1 - \frac{2}{3} + \frac{2}{9}(1 - e^{-3}) \right) = c_{1h} \cdot 0,5445. \quad (32)$$

Ab  $\xi \geq 1$  liegt der Vorausschaubereich  $L$  voll im  $c_{1h}$ -Stufenbereich. Es wird eine neue, um  $L$  gegenüber  $\underline{l}_c$  (bzw. normiert um 1 gegenüber  $\xi$ ) nach rechts verschobene Laufkoordinate  $\xi' = \xi - 1$  eingeführt.

Gl. (24) gilt nach wie vor, jedoch ist nun im Vorausschaubereich der Krümmungs-Anfangswert  $c_{0h}(\xi') \neq 0$ . Damit ergibt sich für die Querablage des Straßenrandes von der Tangente infolge der Krümmung

$$\Delta y_c(L) = c_{0h} \cdot \frac{L^2}{2} + c_{1h} \cdot \frac{L^3}{6} = c_{0hm} \cdot \frac{L^2}{2} + c_{1hm} \cdot \frac{L^3}{6} = \Delta y_{cm}(L) \quad (33)$$

bzw. nach Normieren auf  $L$

$$c_{0h} + \frac{c_{1h}}{3} = c_{0hm} + \frac{c_{1hm}}{3}. \quad (34)$$

Gl. (34) differenziert nach  $\xi'$  ergibt, mit  $dc_{0h}/d\xi' = c_{1h}$

$$c_{1h} = \frac{1}{3} \frac{dc_{1hm}}{d\xi'} + c_{1hm} \quad (35)$$

bzw. mit der Substitution  $c'_{1hm} = \frac{dc_{1hm}}{d\xi'}$

$$c'_{1hm}(1) = 3c_{1h} - 3c_{1hm}(\xi') \quad (\text{für } \xi \geq 1, \text{ d. h. } \xi' \geq 0). \quad (36)$$

Obige Differentialgleichung hat die Lösung

$$c_{1hm}(\xi') = c_{1hm}(\xi' = 0) \cdot e^{-3\xi'} + c_{1h}(1 - e^{-3\xi'}). \quad (37)$$

Wegen des Anfangswertes am Ort der Stufe  $c_{1hm}(\xi' = 0) = c_{1h} \cdot 0,5445$  (vgl. Gl. (32)) kann die Lösung auch als

$$c_{1hm}(\xi') = c_{1h}(1 - 0,4555 \cdot e^{-3\xi'})$$

geschrieben werden.

Statt eines Dirac-Pulses im Fall der sprunghaftigen Krümmungsänderung gilt nun für die Zeitableitung der gemittelten Krümmungsänderung

$$\dot{c}_{1hm} = \frac{dc_{1hm}}{dt} = \frac{dc_{1hm}}{d\xi'} \cdot \frac{d\xi'}{dt} = \frac{dc_{1hm}}{d\xi'} \cdot \frac{v}{L}. \quad (38)$$

Mit Gl. (30) und (38) gilt für die Zeitableitung der gemittelten Krümmungsänderung  $c_{1hm}$  im Intervall  $0 \leq \xi \leq 1$ , d. h. für  $0 \leq \underline{l}_c \leq L$ :

$$\dot{c}_{1hm} = 3 \frac{v}{L} \left( \frac{\underline{l}_c}{L} \right)^2 \cdot c_{1h} - 3 \frac{v}{L} \cdot c_{1hm}. \quad (39)$$

Aus Gl. (36) bis (38) folgt für die Zeitableitung der gemittelten Krümmungsänderung  $c_{1hm}$  im Intervall ab  $\xi \geq 1$  bzw.  $\xi' \geq 0$ , d. h. nach vollständigem Eindringen der Vorausschau in den  $c_{1h}$ -Stufenbereich:

$$\dot{c}_{1hm} = 3 \frac{v}{L} \cdot c_{1h} - 3 \frac{v}{L} \cdot c_{1hm}. \quad (40)$$

Da der Ort einer Krümmungsänderung (d. h.  $c_{1h}$ -Stufe) in der Vorausschau, und damit die eventuelle "Eindringtiefe"  $\underline{l}_c$ , jedoch nicht im voraus bekannt ist und nur sehr unzuverlässig aus dem geschätzten  $c_{1h}$ -Verlauf bei

realen, verrauschten Meßwerten ermittelt werden kann, wird näherungsweise die  $c_{1hm}$ -Dynamik immer nach Gl. (40) modelliert. In der experimentellen Erprobung bzw. im Vergleich zu bekannten Referenzverläufen aus der Simulation lieferte die gemittelte Krümmungsdynamik sehr gute Schätzergebnisse (vgl. Schätzwertverläufe in Abschnitt 6).

Hiermit existieren kompakte, sehr einfache Differentialbeziehungen zwischen den für die optische Fahrbahnverfolgung und Fahrzeugquerführung gleichermaßen relevanten gemittelten Horizontalkrümmungsparametern sowie dem theoretischen (unstetigen)  $c_{1h}$ -Verlauf. Für die Zustandsschätzung wird die zeitliche Änderung von  $c_{1h}$  (theoretisch aus einer Folge von Dirac-Impulsen bestehend, deren Zeitpunkte unbekannt sind) als mittelwertfreier, weißer, gaußverteilter Rauschprozeß angesetzt. Der  $c_{1h}$ -Schätzwert wird somit im Kalman Filter ausschließlich über die Innovation durch die Meßwerte aus der Bildfolge "angetrieben".

Das Differentialgleichungssystem der horizontalen Fahrbahnkrümmungsdynamik lautet dann zusammengefaßt:

$$\dot{c}_{0hm} = c_{1hm} \cdot v,$$

$$\dot{c}_{1hm} = -3 \frac{v}{L} \cdot c_{1hm} + 3 \frac{v}{L} \cdot c_{1h},$$

$$\hat{c}_{1h} = n_{c_{1h}}(t),$$

bzw. in Matrix-Vektor-Notation

$$\dot{x}_{c_h} = A_{c_h} x_{c_h} + n_{c_{1h}} = \begin{bmatrix} 0 & v & 0 \\ 0 & -\frac{3v}{L} & \frac{3v}{L} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_{0hm} \\ c_{1hm} \\ c_{1h} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ n_{c_{1h}} \end{bmatrix}. \quad (41)$$

### 1.3.2 Die vertikale Fahrbahnkrümmungsdynamik

Wie schon in Abschnitt 1.2.2 bzw. 1.2.4 erläutert, wird der lokale Vertikalverlauf der Fahrbahn über der Lauflänge  $l$  durch die beiden Parameter der mittleren Vertikalkrümmung  $c_{0vm}$  bzw. der mittleren Vertikalkrümmungsänderung  $c_{1vm}$  im Vorausschaubereich bis  $L$  dargestellt.

Analog zu Gl. (23) im vorigen Abschnitt gilt für die Zeitableitung der gemittelten Vertikalkrümmung

$$\dot{c}_{0vm} = \frac{dc_{0vm}}{dt} = \frac{dc_{0vm}}{dl} \cdot \frac{dl}{dt} = c_{1vm} \cdot v. \quad (42)$$

Die Zeitableitung der Krümmungsänderung  $c_{1v}$ , die bei Einfahren in ein im Höhenprofil kreisförmiges Fahrbahnsegment (Kuppe, Wanne) wegen des Krümmungssprungs theoretisch einen Dirac-Impuls aufweist, wird ebenso wie  $\hat{c}_{1h}$  im vorigen Abschnitt als mittelwertfreier, weißer, gaußverteilter Rauschprozeß  $n_{c_{1v}}$  angesetzt.

Das kontinuierliche Teilsystem der gemittelten Vertikalkrümmungsdynamik lautet somit:

$$\dot{c}_{0vm} = c_{1vm} \cdot v$$

$$\hat{c}_{1vm} = n_{c_{1v}}(t)$$

bzw. in Matrix-Vektor-Notation

$$\dot{x}_{c_v} = A_{c_v} x_{c_v} + n_{c_{1v}} = \begin{bmatrix} 0 & v \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_{0vm} \\ c_{1vm} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ n_{c_{1v}} \end{bmatrix}. \quad (43)$$

### 1.3.3 Die Fahrzeug-Querdynamik

Im 4D-Ansatz wird u. a. die Kenntnis der aktuellen Steuergrößen und deren Auswirkung auf die Eigenbewegung des Fahrzeuges (bzw. der Kamera) relativ zur Umgebung dazu genutzt, Veränderungen des Bildes im nächsten Verarbeitungszyklus vorzuberechnen, also zu "erwarten". Für die Fahrzeugspurführung durch Rechnersehen sind neben der Krümmung die laterale Fahrzeugposition und Winkellage relativ zu den Fahrbahnbegrenzungen wesentlich. Innerhalb des Fahrerfassungsmoduls muß also die Seitenbewegung des Fahrzeuges modelliert sein. Eine gegenüber dem Modell von [Zapp, 88] vereinfachte Modellierung der Fahrzeugquerdynamik als System 3. Ordnung mit einem zusätzlichen Integrator als Lenkstelliglied erwies sich für die optische Fahrbahn- und Relativlageerfassung als völlig ausreichend.

Bild 8 zeigt das Ersatzmodell der Fahrzeugseitenbewegung. Modellparameter der Fahrzeugquerdynamik sind

$a_{\text{Achs}}$  – Achsabstand (3,5 m),  
 $k_r$  – Reifen-Seitenkraftbeiwert (150 kN/rad),  
 $m$  – Fahrzeugmasse (4000 kg),  
 $v$  – Fahrgeschwindigkeit.

In Klammern sind jeweils die Werte für das Versuchsfahrzeug "VaMoRs" L508D angegeben.  
 Die Zustandsgrößen der Seitenbewegung sind

$\lambda$  – Lenkwinkel [rad],  
 $\beta$  – Schwimmwinkel [rad],  
 $y_v$  – Seitenablage von der Fahrbahnmitte [m],  
 $\psi_v$  – Gierwinkel relativ zur Fahrbahntangente [rad].

Als abgeleitete Größe, die nicht explizit im Modell auftritt, sei noch der Bahnwinkel  $\chi_v$  relativ zur Fahrbahntangente aufgeführt.

Das benutzte Fahrzeugquerdynamikmodell (vgl. Bild 8) entspricht in seiner Struktur weitgehend dem linearen ebenen Einspurmodell nach [Mitschke, 72; Donges, 78], das von [Zapp, 88] für den Fahrzeug-Querreglerentwurf benutzt wurde, jedoch mit folgenden zusätzlichen Vereinfachungen:

1. Der Fahrzeug-Schwerpunkt wird (symmetrisch) in der Mitte zwischen Vorder- und Hinterachse angenommen. Dadurch entfällt eine Unterscheidung zwischen der Hebelarmlänge vor und hinter dem Schwerpunkt. Es bleibt nur mehr ein Geometrieparameter  $a_{\text{Achs}}$ .
2. Die auf die Reifen wirkenden Umfangskräfte werden vernachlässigt. Die Seitenkraftbeiwerte für die Vorder- und Hinterreifen werden gleich groß angesetzt und für beide Reifen einer Achse im Parameter  $k_r$  zusammengefaßt.
3. Der Einfluß des Lenkwinkelschlags  $\lambda$  auf die Gierrate  $\dot{\psi}_v$  des Fahrzeugs ist gegenüber dem Modell nach Donges auf eine kinematische Beziehung vereinfacht. Unter der Annahme einer symmetrischen Schwerpunktlage entfällt zum einen der Einfluß des Schwimmwinkels  $\beta$  auf die Gierwinkelgeschwindigkeit. Zusätzlich wird eine kleine geschwindigkeitsabhängige Zeitkonstante von 0,1 bis 0,2 s (bei den in [Zapp, 88] benutzten Fahrzeugparameterwerten) zwischen  $\lambda$  und  $\dot{\psi}_v$  vernachlässigt, die in der ursprünglichen Differentialgleichung modelliert ist.

Bezüglich des Ansatzes der ursprünglichen Seitenbewegungsgleichungen aus dem Querkräftegleichgewicht bzw. Momentengleichgewicht um die Fahrzeughochachse wird auf [Donges, 78] und [Zapp, 88] verwiesen. Im folgenden werden die Bewegungsgleichungen für das vereinfachte, ebene Einspurmodell 3. Ordnung mit einem Integrator als Stellglied angegeben.

Die Lenkantriebsdynamik lautet also

$$\dot{\lambda}(t) = k_\lambda \cdot u_\lambda(t). \quad (44)$$

Mit den oben aufgeführten Vereinfachungen des Modells nach Donges lautet die Differentialgleichung für den Schwimmwinkel

$$\dot{\beta}(t) = \left( -2 \frac{k_r}{m v(t)} \right) \beta(t) + \frac{v(t)}{a_{\text{Achs}}} - \frac{k_r}{m v(t)} \lambda(t). \quad (45)$$

Für die Gierwinkelrate abhängig von Lenkwinkel und Fahrgeschwindigkeit kann eine kinematische Näherung angewandt werden: Die Querablage der Vorderachse durch ein mit Lenkeinschlag  $\lambda$  gefahrenes Weginkrement  $d_1$  ergibt sich für kleine  $\lambda$  (vgl. Bild 9) zu

$$dy = d_1 \cdot \sin \lambda \approx d_1 \cdot \lambda \quad (46)$$

Näherungsweise kann diese Querablage auch über

$$dy \approx a_{\text{Achs}} \cdot d\psi_v \quad (47)$$

ausgedrückt werden.

Bild 9 veranschaulicht die Lenkinematik.

Durch Gleichsetzen von Gl. (46) mit (47) und Differenzieren nach der Zeit folgt

$$\frac{d\psi_v}{dt} = \frac{\lambda}{a_{\text{Achs}}} \cdot \frac{d_1}{dt}$$

bzw.

$$\dot{\psi}_V = \frac{\lambda}{a_{\text{Achse}}} \cdot v \quad (48)$$

- 5 für die inertielle Gierrate des Fahrzeugs aufgrund eines Lenkeinschlags  $\lambda$  bei der Fahrgeschwindigkeit  $v$ . Die (zeitliche) Richtungsänderung der Fahrbahntangente aufgrund des Einfahrens in eine Kurve mit der Krümmung  $c_{0h} = d\chi_R/dl$  ergibt sich zu

$$10 \quad \frac{d\chi_R}{dt} = c_{0h} \cdot \frac{dl}{dt}$$

bzw.

$$15 \quad \dot{\chi}_R = c_{0h} \cdot v. \quad (49)$$

Für die relative Gierrbewegung zwischen Fahrzeug und Fahrbahn folgt dann aus der Differenz von Gl. (48) und Gl. (49)

$$20 \quad \dot{\psi}_V = \dot{\psi}_V - \dot{\chi}_R = \frac{\lambda}{a_{\text{Achse}}} \cdot v - c_{0h} \cdot v. \quad (50)$$

- 25 Der Bahnwinkel  $\chi_V$  des Fahrzeugs relativ zur lokalen Fahrbahntangente am Ort des Fahrzeug-Schwerpunktes (vgl. Bild 6) ergibt sich zu

$$\chi_V = \psi_V + \beta, \quad (51)$$

so daß für die Bewegungskomponente quer zur Fahrbahnrichtung

$$30 \quad \dot{y}_V = v \cdot \sin \chi_V = v \cdot \chi_V \quad (52)$$

gilt.

- 35 Das kontinuierliche, lineare und geschwindigkeitsabhängige Zustandsmodell 4. Ordnung der Fahrzeugquerdynamik lautet somit zusammengefaßt

$$\dot{\lambda}(t) = k_\lambda \cdot u_\lambda(t),$$

$$40 \quad \dot{\beta}(t) = \left( -2 \frac{k_r}{m \cdot v(t)} \right) \beta(t) + \left( \frac{v(t)}{a_{\text{Achse}}} - \frac{k_r}{m \cdot v(t)} \right) \lambda(t),$$

$$\dot{y}_V(t) = v(t) \left( \psi_V(t) + \beta(t) \right),$$

$$45 \quad \dot{\psi}_V(t) = \frac{v(t)}{a_{\text{Achse}}} \lambda(t) - v(t) c_{0h}(t),$$

bzw. in Matrix-Vektor-Notation

$$50 \quad \dot{\chi}_V = A_V \chi_V + b_V u_\lambda + b_C c_{0h}$$

Hierbei bedeuten

$$55 \quad A_V = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_F & a_F & 0 & 0 \\ 0 & v & 0 & v \\ c_F & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad x_V = \begin{bmatrix} \lambda \\ \beta \\ y_V \\ \psi_V \end{bmatrix} \quad b_V = \begin{bmatrix} k_\lambda \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad b_C = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -v \end{bmatrix} \quad (53)$$

mit den Elementen

$$65 \quad c_F = \frac{v}{a_{\text{Achse}}}, \quad a_F = 2 \left( -\frac{k_r}{m \cdot v} \right) \text{ und } b_F = \frac{k_r}{m \cdot v} + c_F.$$



1.3.4 Das kontinuierliche Gesamtsystem

Die Systemmatrix des vollständigen, kontinuierlichen dynamischen Modells des Fahrbahnerfassungsmoduls setzt sich aus den Teilsystemen der Fahrzeugquerdynamik  $A_v$ , der Horizontalkrümmungsdynamik  $A_{ch}$ , sowie der Vertikalkrümmungsdynamik  $A_{cv}$  zusammen. Als Alternative zur dynamischen Modellierung der vertikalen Fahrbahnkrümmung wurde auch die Schätzung der Fahrbahnbreite als stationärer (aber verrauschter, 'unsicherer') Parameter realisiert. Hierfür müssen die letzten beiden Spalten bzw. die untersten Zeilen der Gesamtsystemmatrix (Gl. (54)) durch eine Nullspalte bzw. Nullzeile ersetzt werden.

In Matrix-Vektor-Notation lautet das Gesamtsystem somit:

$$\dot{x} = Ax + bu_\lambda + n$$

bzw. ausgeschrieben

$$\begin{bmatrix} \lambda \\ \beta \\ y_v \\ \psi_v \\ c_{0hm} \\ c_{1hm} \\ c_{1h} \\ c_{0vm} \\ c_{1vm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_F & a_F & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & v & 0 & v & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ c_F & 0 & 0 & 0 & -v & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & v & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -3\frac{v}{L} & 3\frac{v}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & v \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \lambda \\ \beta \\ y_v \\ \psi_v \\ c_{0hm} \\ c_{1hm} \\ c_{1h} \\ c_{0vm} \\ c_{1vm} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_\lambda \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot u_\lambda + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ n_{c_{1h}} \\ 0 \\ n_{c_{1v}} \end{bmatrix} \quad (54)$$

wobei  $a_F$ ,  $b_F$  und  $c_F$  im vorigen Abschnitt angegeben sind. Die Elemente der A und b entsprechenden zeitdiskreten Transitionsmatrix  $\Phi$  bzw. des diskreten Eingangverstärkungsvektors  $g$  sind im Anhang A3 angegeben.

1.4 Rekursive Zustandsschätzung als Interpretationsmechanismus

1.4.1 Zentrale Funktionen der Zustandsschätzung

Die Zustandsschätzung erfolgt im 4D-Ansatz zur Bildfolgenauswertung über ein instationäres Kalman Filter. Es erfüllt zwei zentrale Funktionen im visuellen Interpretationsprozeß:

- a) Es stellt im Sinne einer abstrahierenden und datenreduzierenden Verarbeitungskomponente eine direkte Transformation von Merkmalskoordinaten in der Bildebene in problembezogene, d. h. hier regelungsorientierte, physikalische Größen (z. B. Fahrzeugrelativposition und Fahrbahnverlauf) in Raum und Zeit dar. Diese Transformation beinhaltet wiederum zwei wesentliche Komponenten:
  - i) die Inversion der perspektivischen Abbildung durch die Anpassung der Bewegungsmodelle im Sinne kleinster Fehlerquadrate der Vorhersagefehler.
  - ii) die Glättung verrauschter Prozeß- und Meßdaten.
 Beide Aspekte werden in einem einzigen Schritt und damit sehr effizient abgearbeitet.
- b) Gleichzeitig bildet die Zustandsschätzung im Sinne einer in der Verarbeitungshierarchie nach unten gerichteten Verarbeitungskomponente die Kontroll- und Steuerungsinstanz für die lokale, verteilte Merkmalsextraktion.

Das Grundprinzip der rekursiven Zustandsschätzung zur robusten Bildfolgeninterpretation soll im folgenden kurz skizziert werden (eine ausführliche Darstellung der angewandten Verfahren erfolgt in den anschließenden Abschnitten):

Mittels der bekannten, modellierten Fahrzeug- und Fahrbahnparameter-Dynamik (letztere infolge der Eigengeschwindigkeit  $v$  des Fahrzeugs auf der Fahrbahn, beide zusammengefaßt in Form der Transitionsmatrix  $\Phi(v)$ , Gln. (54) bzw. (55) unten) kann ausgehend von einem Schätzwert für den aktuellen Systemzustand ( $\hat{x}$ ) der zukünftige Systemzustand ( $\hat{x}$ ) zum nächsten Verarbeitungszyklus vorausgerechnet werden. Die auf das Fahrzeug wirkenden Stellgrößen ( $u$ ) und die Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ) gehen in die zeitliche Zustands-Extrapolation explizit mit ein, zufällige auf das System wirkende Störungen jedoch nicht. Über die nichtlinearen Abbildungsgesetzmäßigkeiten (Gln. (12) bzw. (56) unten) ist damit auch das 'erwartete' Bild der Fahrbahn berechenbar, in Form eines Vektors neuer Merkmalskoordinaten  $\hat{y}$  in der (2D)-Bildebene. Diese Information kann direkt zur Steuerung der Merkmalsextraktion verwendet werden, nämlich wo im Bild (= Fensterposition) und in welchem Sektor von Vorzugsorientierungen (= Operator-Richtungsauswahl) Kantenkandidaten zu extrahieren sind.

Die Vorhersagefehler ( $y - \hat{y}$ ), d. h. die Abweichungen zwischen erwarteten und tatsächlichen Merkmalpositionen im Bild, führen über eine Gewichtungsmatrix  $K$  zu einer Korrektur des erwarteten Zustands  $\hat{x}$  (Gl. (58)). Dieser als Innovation bezeichnete Schritt bringt durch die Meßwerte neue Information über den beobachteten Prozeß in die Schätzung ein. Die räumlich-zeitliche Modellvorstellung in Form des Zustandsvektors  $\hat{x}$  wird somit

den 2D-Szenenveränderungen im Bild nachgeführt.

Aus einem redundanten und mehrdeutigen Satz von Kantenelementen werden nur die selektiert und gehen in die Zustands-Innovation ein, die den erwarteten Koordinaten  $\dot{y}$  am nächsten liegen (Gl. (57)). Der Selektions-schritt wird durch die in der Schätzfehler-Kovarianzmatrix  $P$  enthaltene Information unterstützt, die der 'Unsi-  
5 cherheit' der aktuellen Schätzwerte entspricht: Die Abbildung der um einen Zeitschritt extrapolierten Schätzfehlerkovarianz in den Meßwertraum liefert die sogenannte 'innovations variance' [Bierman, 77]. Diese stellt ein Maß für den zulässigen Toleranzbereich dar, in dem neu extrahierte Kantenelemente um die erwarteten Koordinaten  $\dot{y}$  streuen dürfen.

Bei sequentieller, skalarer Verarbeitung des Meßwertvektors können so 'Ausreißer' eliminiert werden. D. h. mit der Modellvorstellung inkonsistente Kantenkandidaten werden schon vor der Innovation aussortiert. Die Selektionsfähigkeit trägt dadurch wesentlich zur Schätzqualität, ganz besonders aber zur Robustheit des Ansatzes gegenüber Störungen bei. Auch stellt die Anzahl der verworfenen Merkmale unmittelbar ein Bewertungskriterium für die aktuelle Übereinstimmung von Modell und Realität dar.

Die Abbildungsgleichungen (Gl. (56)) werden hierbei nur vorwärts ausgewertet, d. h. vom Zustandsraum (als 'Interpretations-Welt') in den Meßraum (Bildebene) abbildend und damit in der gleichen Richtung wie der parallel dazu stattfindende 'echte', physikalische Abbildungsvorgang über den Sensor. Die nicht-eindeutige inverse Perspektivtransformation von der Bildebene zurück in räumliche Koordinaten wird umgangen. Sie erfolgt implizit bei der Nachführung der Modellvorstellung auf die Szenenveränderungen durch Minimierung der Summe der Quadrate der Vorhersagefehler.

Der Kalman Filter Algorithmus wurde in einer optimierten, numerisch effizienten und stabilen Form nach [Bierman, 77] implementiert. Hierbei ist die Schätzfehler-Kovarianzmatrix faktorisiert in  $P=U \cdot D \cdot U^T$ , wobei  $U$  eine obere Einheits-Dreiecksmatrix und  $D$  eine Diagonalmatrix darstellt. Die Anwendbarkeit und hohe Effizienz dieses Ansatzes für die visuelle Bewegungserfassung und -Steuerung in der Robotik wurde erstmals von [Wünsche, 86] demonstriert. Der vollständige Selektions-, Innovations- und Prädiktionszyklus für die Kovarianz und den Zustand des dynamischen Modells im Fahrbahnerfassungs-Modul, bei Verarbeitung von acht  
25 Kantenelementen der Fahrbahnbegrenzungen, wird z. B. in etwa 40 ms Rechenzeit auf einem Objektprozessor (20 MHz 80 386/87) des Multiprozessorsystems ausgeführt.

Die grundlegenden Schritte des Zustands-Schätzzyklus bei der Bildfolgenauswertung im '4D-Ansatz' sind:

$$\dot{\hat{x}}_k = \Phi_{k-1}(v) \cdot \hat{x}_{k-1} + b_{k-1}(v) \cdot u_{k-1} \quad (\text{Prädiktion}) \quad (55)$$

$$\dot{y}_k = g(\dot{\hat{x}}_k, p) \quad (\text{nichtlineare Perspektivabbildung vorwärts, } p \text{ enthält Abbildungsparameter}) \quad (56)$$

$$y_k = \{y_{ki} \mid |y_{ki} - \dot{y}_{ki}| < \epsilon(P)\} \quad (\text{Selektion}) \quad (57)$$

$$\hat{x}_k = \dot{\hat{x}}_k - \dot{y}_k \quad (\text{Innovation}) \quad (58)$$

wobei  $\dot{\hat{x}}$  der Vektor der extrapolierten Zustände und  $\hat{x}$  die vom Filter geschätzten Zustände sind;  $y$  beinhaltet die Positionen der für die Innovation selektierten Merkmale (Kantenelemente). Die Berechnung der Filterverstärkungsmatrix  $K$  sowie der Schätzfehler-Kovarianzen  $P$  im UD-faktorisierten Verfahren nach Bierman wird in Abschnitt 1.4.3 eingehender erläutert.

Zusammengefaßt bietet der räumlich-zeitlich modellgestützte, rekursive Ansatz zur Bildfolgenauswertung folgende Vorteile:

- 1) Nur das jeweils letzte Bild der Bildfolge geht in die Verarbeitung ein. Ein Abspeichern von Bildsequenzen, und eine entsprechend zeitlich verzögerte Rückwärtsauswertung, entfällt.
- 2) Die Prädiktionsfähigkeit über das dynamische Modell erlaubt 'Erwartungen' der Szenenveränderungen zur Kontrolle und Steuerung der Merkmalsextraktion stützend miteinzubeziehen. Dies trägt besonders bei hohen Störanteilen oder lokalen Mehrdeutigkeiten im Bild wesentlich zur Robustheit des Ansatzes bei.
- 3) Die Anzahl der Meßwerte (verwertete Merkmale) pro Verarbeitungszyklus darf variieren, zeitweise kann sogar totales Ausbleiben von neuer Meßinformation über die dynamischen Modelle kompensiert werden. Dies ist in der Bildfolgenauswertung ebenfalls nutzbar bei schlechter Szenenqualität bzw. sich ändernden Sichtbarkeitsverhältnissen, z. B. bei Verdeckungen.
- 4) Meßunsicherheiten und Systemstörungen können im Kalman Filter explizit berücksichtigt werden. Darüber hinaus lassen sich daraus auch Bewertungsmaße für die aktuelle Schätzqualität bestimmen.
- 5) Der Zustandsvektor stellt eine extrem kompakte Datenstruktur zur Beschreibung des momentanen Systemzustandes dar. Er eignet sich dadurch sehr gut zu effizientem Informationsaustausch zwischen Teilmodulen bzw. zu höheren Ebenen der Bildauswertung.
- 6) Das Verfahren ist in Kombination mit parallelen, lokalen Merkmalsextraktionsverfahren rechentechnisch sehr effizient. Verarbeitungsraten von 10 bis 25 Hz sind für Modelle achter bis zehnter Ordnung mit der derzeitigen Rechenleistung eines einzigen 32-bit Standard-Mikroprozessors ohne weiteres erreichbar.

#### 1.4.2 Allgemeines zum Kalman Filter

Das Kalman Filter nach [Kalman, 60] ist ein zeitdiskreter, optimaler Schätzer für den Zustand eines dynamischen Systems, auf das Steuerungen und stochastische Störungen einwirken. Es stellt einen rekursiven, linearen Schätzalgorithmus nach der Minimierung der Summe der gewichteten Fehlerquadrate dar, um den unbekanntem Zustand eines dynamischen Systems aus verrauschten, zeitdiskreten Meßwerten bestmöglich zu bestimmen. Die

statistischen Kenngrößen der Störgrößen und Meßfehler werden dafür als bekannt vorausgesetzt. Die Struktur des Kalman Filters findet sich auch im Luenberger-Beobachter wieder [Brammer u. Siffling, 75]. Der Unterschied besteht darin, daß die Rückführungswichtungen der Vorhersagefehler bei letzterem nicht nach stochastischen, sondern nach rein deterministischen Kriterien (vorgegebene Beobachterdynamik) abgeleitet werden.

Gegeben sei ein zeitdiskretes dynamisches System

$$x_{k+1} = \Phi_k x_k + b_k u_k + w_k \quad (59)$$

auf das die Prozeßstörungen  $w_k$  einwirken und von dem die mit Meßfehlern  $v_k$  behafteten Messungen

$$y_k = C_k x_k + v_k \text{ (für lineare Meßgleichungen)} \quad (60)$$

bzw.

$$y_k = g(x_k, p) + v_k \text{ (für nichtlineare Meßgleichungen)} \quad (61)$$

zur Verfügung stehen. Die Störungen  $v_k$  und  $w_k$  werden als gaußverteilt, zeitlich unkorreliert (weiß) und mittelwertfrei angenommen, d. h. mit Erwartungswerten  $E\{w\} = 0$  und  $E\{v\} = 0$ , und den Kovarianzmatrizen  $R = E\{ww^T\}$  und  $Q = E\{vv^T\}$ . Die Systemstörungen und Meßfehler sind zudem untereinander nicht korreliert.

Für den Schätzfehler  $\tilde{x} = \hat{x} - x$ , wobei  $x$  den nicht zugänglichen 'wahren' Systemzustand und  $\hat{x}$  den Schätzwert darstellt, gelte  $E\{\tilde{x}\} = 0$  bzw. für dessen Kovarianzmatrix  $P = E\{\tilde{x}\tilde{x}^T\}$ .

Die konventionelle Kalman Filter Rekursion zur Berechnung der Schätzfehlerkovarianzen  $P$  bzw. der Filterverstärkungsmatrix  $K$  (für den  $k$ -ten Zeitschritt ausgehend von bekannten Anfangskovarianzen  $\hat{P}_0$ ) lautet:

$$\hat{P}_k = \Phi_{k-1} \hat{P}_{k-1} \Phi_{k-1}^T + Q_{k-1} \text{ (Prädiktion)} \quad (62)$$

$$K_k = \hat{P}_k C_k^T (C_k \hat{P}_k C_k^T + R_k)^{-1} \quad (63)$$

$$\hat{P}_k = \hat{P}_k - K_k C_k \hat{P}_k \text{ (Innovation)} \quad (64)$$

Hierbei ist  $C_k$  im Fall nichtlinearer Meßgleichungen die Jacobische Matrix der Meßgleichungen zum Zeitpunkt  $k$ , d. h. die Matrix der partiellen Ableitungen der  $m$ -vektorwertigen Funktion  $g(x_k, p)$  nach den  $n$  Elementen des Zustandsvektors  $x_k$  (vgl. auch Anhang A2).

$$C_k = \frac{\partial g(x_k, p)}{\partial x_k} \quad (65)$$

Die wesentlichen Nachteile einer Implementierung des Algorithmus in obiger Form bezüglich Rechenaufwand und numerischer Eigenschaften sind:

- a) Gl. (63) erfordert die explizite Inversion einer  $n \times n$  Matrix.
- b) In Gl. (64) sind potentielle Größenordnungsunterschiede der Operanden im Hinblick auf numerische Stabilität und Rechengenauigkeit kritisch.

### 1.4.3 Varianten des Kalman Filter

Im Rahmen der Raumfahrtprojekte der NASA Mitte der 60er Jahre wurden intensive Weiterentwicklungen der rekursiven Filterverfahren durchgeführt. Diese Arbeiten wurden zum einen wesentlich durch die Implementationsbeschränkungen der damaligen Bordcomputer bezüglich Wortlänge, Rechenleistung und Arbeitsspeichergröße motiviert, aber auch generell durch numerische Probleme, die in der konventionellen Formulierung des Kalman-Filter-Algorithmus auftreten können [Bierman, 77; Maybeck, 79].

#### 1.4.3.1 Sequentielle Filter

Der zeitaufwendige Schritt einer expliziten Matrixinversion bei der Berechnung der Schätzfehlerkovarianzen läßt sich vermeiden, wenn  $R_k = \text{Diag}(r_i)$  eine Diagonalmatrix ist. Dies ist gegeben, wenn die Meßfehler untereinander nicht korreliert, also unabhängig sind (ein diagonales  $R$  ist auch für korrelierte Meßfehler durch eine entsprechende Transformation der Meßgleichungen zu erreichen, vgl. [Chui u. Chen, 87]). Hierbei können die Meßwerte  $y_i$  bzw. deren Fehlervarianzen  $r_i$  einzeln (in skalarer Form), nacheinander eingebracht werden. Dadurch ergibt sich ein sequentieller Algorithmus anstelle von Gl. (63) und (64), der pro Zeitschritt  $k$  für den Meßwertindex  $i = 1, m_k$  durchlaufen wird (Gln. (56) bis (69)). Die Meßmatrix  $C$  wird entsprechend nur zeilenweise verarbeitet. Die konventionelle sequentielle Innovation für Schätzwert und Kovarianz für den  $i$ -ten Meßwert (mit  $x_{i0} = \hat{x}_k$  und  $P_{i0} = \hat{P}_k$ ) lautet (zum  $k$ -ten Zeitschritt, wobei zur besseren Übersichtlichkeit der Zeitindex  $k$  hier weggelassen wurde):

$$P_i = P_{i-1} - \left( P_{i-1} c_i^T \right) \cdot \frac{1}{\alpha_i} \cdot \left( c_i P_{i-1} \right) \quad (66)$$

mit

$$\alpha_i = c_i P_{i-1} c_i^T + r_i. \quad (67)$$

5 Die Jacobische Matrix C kann hierbei innerhalb eines Zeitschritts konstant bleiben. Für den Vektor der Filterverstärkungen ergibt sich somit

$$k_i = P_i c_i^T \frac{1}{\alpha_i}. \quad (68)$$

10

Die Korrektur des aktuellen Zustandsschätzwerts durch Einbringen des i-ten Meßwerts lautet

$$x_i = x_{i-1} + k_i [y_i - \dot{y}_i]. \quad (69)$$

15

wobei

$$\dot{y}_i = g_i(x_{i0}, p) = g_i(\hat{x}_k, p). \quad (70)$$

20

Die Matrixinversion aus Gl. (63) ist somit auf eine Rekursion mit skalarer Division zurückgeführt worden. Die sequentielle Verarbeitung skalarer Meßwerte anstatt blockweiser Verarbeitung ganzer Meßwertvektoren konstanter Länge ermöglicht es zudem, eine jeweils pro Zeitschritt variierende Anzahl  $m_k$  von Meßwerten zu berücksichtigen. Dies ist ein wichtiger Aspekt für die Anwendung dieser Schätzverfahren zur Bildfolgenauswertung. Dabei kann sich die Anzahl der aktuell sichtbaren bzw. extrahierbaren Merkmale abhängig von den

25

Aspektbedingungen (vgl. [Wünsche, 88]) oder bedingt durch Szeneninhalte und -Qualität (speziell im Fall natürlicher Szenen) signifikant ändern.

#### 1.4.3.2 Square-Root Filter

30

Eine weitere rechentechnisch vorteilhafte Modifikation des konventionellen Kalman Filters bilden die sogenannten 'Square-Root Filter', wobei Dreieckszerlegungen der Kovarianzmatrix P in der Form

$$P = S \cdot S^T$$

35

benutzt werden, S also einer 'Quadratwurzel' von P entspricht. Diese Varianten wurden ursprünglich angegeben von [Potter, 64; Andrews, 68]. Abgesehen davon, daß S nur mehr  $\frac{n(n+1)}{2}$  anstatt  $n^2$  Elemente enthält und Dreiecksmatrizen einfacher zu invertieren sind (sofern überhaupt nötig), ist damit automatisch die definitionsgemäße, aber im konventionellen Fall durch numerische Effekte 'verlierbare' Symmetrie von P garantiert. Darüber

40

hinaus weisen diese Filter wesentlich bessere numerische Eigenschaften auf, da nur mehr die Quadratwurzeln von potentiell sehr großen bzw. sehr kleinen Elementen vorkommen und damit die Größenordnungsunterschiede (Exponenten) von Operanden halbiert werden.

#### 1.4.4 Das UD-faktorierte Kalman Filter

45

Eine Sonderform der Square-Root Filter bildet das UD-faktorierte Kalman Filter nach [Bierman, 75]. Hierbei ist die  $n \times n$  Schätzfehlerkovarianzmatrix P faktorisiert in

$$P = U \cdot D \cdot U^T \quad (71)$$

50

wobei D eine Diagonalmatrix und U eine obere Einheits-Dreiecksmatrix (d. h. mit Einsen auf der Diagonale) darstellt. Die ursprüngliche, 'ausmultiplizierte' Form der  $n \times n$  Kovarianzmatrix P tritt im Algorithmus nicht mehr explizit auf.

55

Zu den numerisch günstigen Eigenschaften dieser Faktorisierung in Kombination mit der sequentiellen Formulierung des Kalman Filter kommen noch sehr effiziente Implementationsmöglichkeiten, die speziell für Echtzeitanwendungen optimierte Algorithmen ergeben. So werden z. B. Dreiecksmatrizen spaltenweise dicht in eindimensionalen Feldern abgelegt. Durch Indextabellen läßt sich der Adreßberechnungsaufwand gegenüber 2-dimensionalen Feldern wesentlich reduzieren. Auch kann die Besetzungsstruktur der Transitionsmatrizen ggf. vorteilhaft genutzt werden. Die Rechengenauigkeit und numerische Stabilität übertrifft selbst bei ausschließlicher Benutzung von Gleitkommaoperanden einfacher Genauigkeit (32-bit) die des konventionellen, nicht-faktorierten Kalman Filters bei Verwendung von Variablen doppelter Genauigkeit (64-bit).

60

##### 1.4.4.1 Sequentielle Kovarianz-Innovation im UD-Algorithmus

65

Der Rechengang für die sequentielle, skalare Kovarianz-Innovation (engl. 'measurement update') in der UD-faktorierten Form entspricht grundsätzlich Gl. (66) bis (68) unter Anwendung der Substitution  $P = U \cdot D \cdot U^T$ . Er ist detailliert bei [Bierman, 77] oder [Maybeck, 79, pp. 392 ff.] angegeben. Ein zentraler Schritt ist dabei jeweils die Faktorisierung einer symmetrischen, positiv semidefiniten Matrix über eine Variante der sogenannten

Cholesky-Zerlegung.

Der skalare Term  $\alpha_i$  aus Gl. (67) wird von [Bierman, 77] als 'innovations variance' bezeichnet. Er gibt die in den Meßwertraum (hier Merkmalskoordinaten in der Bildebene) abgebildete Varianz des extrapolierten Schätzzustands (für den k-ten Zeitschritt vor Berücksichtigung des i-ten Meßwertes) an, addiert zur Varianz  $r_i$  des i-ten Meßwertes. Die 'innovations variance' entspricht somit einer Varianz des Vorhersagefehlers zwischen dem neuem Meßwert  $y_i$  und dem erwarteten Wert  $\hat{y}_i = g_i(\hat{x}, p)$  aus der Prädiktion.

Unter der Annahme gaußverteilter Störungen mit Varianz  $\sigma_{y_i}^2 = \alpha_i$  liegen 99% aller Meßwerte in einem Band von  $\pm 3\sigma_{y_i}$  um den erwarteten Wert  $\hat{y}_i$ . Die Innovations-Varianz  $\alpha_i$  kann somit, wie von [Wünsche, 86; 88] realisiert, zur Meßwert-Konsistenzüberprüfung bzw. als Selektionskriterium zur Aussonderung von 'Meßwert-ausreißern' angewendet werden. D. h. Meßwerte, die die Bedingung

$$|y_i - \hat{y}_i| < 3\sigma_{y_i} \text{ bzw. } (y_i - \hat{y}_i)^2 < 9\alpha_i \quad (72)$$

nicht erfüllen, gehen demnach nicht in die Zustands- und Kovarianzinnovation ein. Dies trägt wesentlich zur Robustheit gegenüber Störungen bzw. Mehrdeutigkeiten bei, die sich besonders in natürlichen Szenen durch die lokale Merkmalsextraktion ergeben können (vgl. auch Abschnitt 4 zur Merkmalsextraktion bzw. Abschnitt 6). Die im Fahrbahnerfassungsmodul benutzten Werte der Meßwertvarianzen  $r_i$ , die u. a. in die 'Innovations-Varianzen'  $\alpha_i$  und damit in die Bestimmung der Selektionskriterien eingehen, sind im Anhang A4 angegeben.

#### 1.4.4.2 Kovarianz-Prädiktion im UD-Algorithmus

Die zeitliche Extrapolation der Schätzfehlerkovarianzen nach Gl. (73) bewirkt immer eine Zunahme der Schätz-'Unsicherheit', da unter Störungseinfluß einen Zeitschritt vorausgerechnet wird (vgl. additiver Beitrag von Q), ohne daß (zunächst) neue Information über den Systemzustand mit eingeht. Der Kovarianz-Prädiktions-schritt nimmt bei Filtern mit relativ wenigen Meßwerten (d. h. deren Anzahl entspricht etwa der Systemordnung) einen signifikanten Anteil des Rechenaufwands pro Zeitschritt ein.

Deswegen sind speziell bei den Algorithmus-Varianten für Echtzeitanwendungen laufzeitoptimierende Implementationsaspekte sehr stark berücksichtigt worden.

Die konventionelle Kovarianz-Prädiktion lautet

$$\hat{P}_{k+1} = \Phi_k \hat{P}_k \Phi_k^T + Q_k \quad (73)$$

Mit der Substitution  $\hat{P} = \hat{U} \hat{D} \hat{U}^T$  bzw.  $\hat{P} = \hat{U} \hat{D} \hat{U}^T$  ergibt Gl. (73)

$$\hat{U}_{k+1} \hat{D}_{k+1} \hat{U}_{k+1}^T = \Phi_k \hat{U}_k \hat{D}_k \hat{U}_k^T \Phi_k^T + Q_k \quad (74)$$

bzw. mit  $\hat{W} = \Phi \hat{U}$  als Zwischenprodukt gilt

$$\hat{U}_{k+1} \hat{D}_{k+1} \hat{U}_{k+1}^T = \hat{W}_k \hat{D}_k \hat{W}_k^T + Q_k \quad (75)$$

In der UD-faktorierten Formulierung des Kalman-Filter Algorithmus nach Bierman und Thornton gliedert sich der Kovarianz-Prädiktions-schritt (engl. auch 'time update' oder 'time propagation') grundsätzlich in zwei aufeinanderfolgende Unterschritte:

- a) Die Matrixmultiplikation zur Berechnung des Zwischenproduktes  $\hat{W} = \Phi \hat{U}$ . Die Berechnung von  $\hat{W}$  erfolgt bei allgemeinen, voll besetzten Transitionsmatrizen als konventionelle  $n \times n$  Matrixmultiplikation. Im nicht seltenen Fall einer dünn besetzten Transitionsmatrix  $\Phi$  kann die Matrixmultiplikation jedoch durch einen speziellen Algorithmus nach [Thornton u. Bierman, 80] ausgeführt werden, der nur die nichtverschwindenden Elemente von  $\Phi$  benutzt und entsprechend schneller ist.
- b) Die neuerliche Orthogonalzerlegung von  $\hat{W}$ ,  $\hat{D}$  und  $Q$  in  $\hat{U}$  und  $\hat{D}$ , die Faktoren der um einen Zeitschritt extrapolierten Kovarianzmatrix  $\hat{P}$ , erfolgt über den sogenannten 'modifizierten Gram-Schmidt' Algorithmus [Lawson u. Hanson, 74; Stewart, 79; Maybeck, 79].

Die 'modifizierte Gram-Schmidt Orthogonalisierung' ist Kern der Zerlegung von  $\hat{W}$  und  $\hat{D}$  und soll hier kurz skizziert werden, da im folgenden Abschnitt eine laufzeitreduzierende Implementationsvariante diskutiert wird. Für die gewichteten Skalarprodukte zweier Vektoren wird die Notation

$$[v, w]_{w_D} = v^T D w = \sum_{i=1}^n v_i D_i w_{i,i} \quad (76)$$

und

$$|v|_D^2 = v^T D v = \sum_{i=1}^n v_i^2 D_{i,i} \quad (77)$$

eingeführt.

Die neuen UD-Faktoren  $\hat{U}$  und  $\hat{D}$  von  $\hat{D}$  in Gl. (75) werden rekursiv über die folgenden Schritte für  $j = n, n-1, \dots, 1$  berechnet (der Rekursionsindex ist hochgestellt, gegenüber tiefgesetzten Zeilen- oder Spaltenindizes):

5 
$$\hat{d}_{jj} = |w_j^{n-j}|_{\hat{D}}^2 \quad (78)$$

10 
$$\hat{u}_{ij} = \frac{1}{\hat{d}_{jj}} [w_i^{n-j}, w_j^{n-j}]_{\hat{D}} \quad (79)$$

$$w_i^{n-j+1} = w_i^{n-j} - \hat{u}_{ij} \cdot w_j^{n-j} \quad (80)$$

15 Eine sehr effiziente FORTRAN-Implementation dieses Algorithmus, unter Benutzung vektorgespeicherter Matrizen, wurde von Thornton und Bierman angegeben. Eine leicht modifizierte Variante dieses Algorithmus gab [Wünsche, 88] an, wobei die Kovarianzmatrix der Systemstörungen  $Q$  als reine Diagonalmatrix eingeht. Dadurch ergeben sich weitere laufzeitreduzierende Vereinfachungen. Die Kovarianzmatrix  $Q$  der diskreten Systemstörungen wurde hier ebenfalls als konstante Diagonalmatrix angesetzt. Deren Elemente wurden über  
20 den Prozeß des sogenannten 'filter tuning' [Maybeck, 79] iterativ-experimentell bestimmt (die Werte der  $Q$ -Elemente sind zusammen mit den Anfangswerten der Schätzfehlerkovarianz  $\hat{P}_0$  im Anhang A4 angegeben).

1.4.4.3 Laufzeitoptimierung der UD-Kovarianz-Prädiktion unter Berücksichtigung der  $\Phi$ -Besetzungsstruktur

25 Die Transitionsmatrix  $\Phi$  der Bewegungsgleichungen technischer Systeme kann bei geringer Kopplung der Bewegungsfreiheitsgrade, wie auch im hier beschriebenen Anwendungsfall, blockweise Dreiecksstruktur oder dreiecksähnliche Besetzungsstruktur aufweisen. Dies trifft auch auf zwei weitere Systeme zu, deren Bewegungserfassung mittels Rechnersehen und dem UD-faktorierten Filteransatz am Institut für Systemdynamik und Flugmechanik untersucht wurden: a) das Satelliten-Andockmanöver [Wünsche, 86: 88], und b) die Relativlage-  
30 schätzung zu Hindernissen von einem Straßenfahrzeug aus [Christians et al., 89].

Bei Verarbeitung von relativ wenigen Meßwerten durch das Filter, d. h. deren Anzahl entspricht der Systemordnung oder ist noch kleiner, bildet die Kovarianz-Extrapolation den größten geschlossenen (unteilbaren) Rechenzeit-Block innerhalb eines Zeitschritts. Im vorliegenden Fall wurden bei Systemen achter bzw. neunter  
35 Ordnung Rechenzeiten von ca. 12 bis 16 ms für die Kovarianz-Extrapolation benötigt (auf 80 386/387, 20 MHz, ohne Wartezyklen), wogegen für die sequentielle Innovation pro Meßwert nur 2,3 bis 2,7 ms erforderlich sind. Bei einer Gesamtzykluszeit von 40 ms (zwei Bildtakte bei 50 Hz Bildfrequenz) stellt dies einen signifikanten Anteil der zur Verfügung stehenden Rechenzeit dar.

In weiterführenden Untersuchungen von Anwendungen des UD-faktorierten Ansatzes wurde von [Bierman, 81] u. a. auf die Möglichkeit hingewiesen, Blockdreiecksstrukturen der Transitionsmatrix zur Laufzeitverbesserung bei der Kovarianz-Prädiktion zu berücksichtigen. Wegen des oben erwähnten hohen Rechenzeitbedarfs relativ zur Gesamtzykluszeit, und da die Transitionsmatrix hier unterhalb der Diagonalen weitgehend unbesetzt  
40 ist, wurde diese Eigenschaft der Besetzungsstruktur von  $\Phi$  zur weiteren Reduzierung des Rechenaufwandes genutzt. Hierbei können unbesetzte Bereiche unterhalb der Diagonalen zeilenweise berücksichtigt werden.

Die Transitionsmatrix  $\Phi$  des Gesamtsystems der Fahrzeugquerdynamik und der Fahrbahnkrümmungsdynamik (vgl. Anhang A3) weist hier folgende Besetzungsstruktur auf:

Bild 10:

Die Besetzungsstruktur der Transitionsmatrix des Fahrbahnerfassungsmoduls

50

X	0	0	0	0	0	0	0	0
X	X	0	0	0	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	X	X	0
X	0	0	X	X	X	X	0	0
55	0	0	0	0	X	X	X	0
0	0	0	0	0	0	X	X	0
0	0	0	0	0	0	0	X	0
0	0	0	0	0	0	0	0	X
0	0	0	0	0	0	0	0	X

60

Hierbei sind von  $n^2 = 81$  Elementen  $k_{nz} = 24$  ungleich Null (Anteil  $\lambda_{nz} = k_{nz}/n^2 = 30\%$ ) bzw. unterhalb der Diagonale sind  $l_z = 32$  unbesetzt (Anteil  $\lambda_{l_z} = l_z/n^2 = 40\%$ ). Zum Vergleich seien auch die entsprechenden Besetzungsdichten der oben erwähnten Anwendungen angegeben:

System	$\lambda_{nz}$	$\lambda_{lz}$
Fahrzeug/Fahrbahn	30%	40%
a) Satellitendocking	23%	42%
b) Fahrzeug/Hindernis	16%	44%

5

Die dünne Besetzungsdichte  $\lambda_{nz}$  wird bereits im 'sparse  $\Phi$  multiplication' Algorithmus von [Thornton u. Bierman, 80] bei der Berechnung von  $W = \Phi U$  genutzt, um die Anzahl der Gleitkomma-Operationen des Typs  $A := A + B \cdot C$  proportional zur Besetzungsdichte  $\lambda_{nz}$  zu reduzieren.

10

Im ursprünglich angegebenen Algorithmus wird jedoch im darauffolgenden Schritt (Gl. (75)) der neuerlichen Faktorisierung über den 'modifizierten Gram-Schmidt Algorithmus' die von  $\Phi$  auf  $W$  übertragene Besetzungsstruktur noch nicht berücksichtigt. Wegen der oberen Dreiecksform von  $U$  bleibt nämlich bei der Matrixmultiplikation  $W = \Phi U$  die Besetzungsstruktur von  $\Phi$  erhalten.

15

Im Gram-Schmidt Algorithmus werden innerhalb einer zweifach geschachtelten Schleife (vgl. Gl. (79)) aus Zeilenvektoren von  $W$  die gewichteten Skalarprodukte der Art  $[w_i, w_j]_B$  gebildet. Die zur Skalarproduktberechnung nötigen Operationen, in einer dreifach geschachtelten Schleife ausgeführt, werden also proportional  $n^3$  wiederholt. Hierbei werden die Zeilenvektoren  $w_i$  elementweise von links nach rechts verarbeitet. Da  $W$  die gleiche Besetzungsstruktur wie  $\Phi$  besitzt (vgl. Bild 10), die ersten  $n_{si}$  Elemente jeder Zeile von  $W$  gleich Null sind und somit keinen Beitrag zum Skalarprodukt liefern, können pro  $i$ -ter Zeile von  $W$  jeweils  $n_{si}$  Schleifendurchläufe in Gl. (78) und (79) weggelassen werden.

20

Daraus resultiert eine signifikante Verringerung der Rechenzeit für die UD-Kovarianz-Prädiktion, die bei den gegebenen Systemordnungen etwa proportional zum Anteil der Nullelemente unterhalb der Diagonalen in  $\Phi$  ist, hier also ca. 40% beträgt (bei höheren Systemordnungen aber noch größer sein kann). Die Laufzeiten der Kovarianz-Prädiktion für ein System achter Ordnung konnten damit von 11,8 auf 6,9 ms reduziert werden, für ein System neunter Ordnung von 15,8 auf 9,6 ms.

25

Gegenüber der Algorithmusversion nach Bierman, die in [Wünsche, 88] angegeben ist, mußten als Änderungen nur ein weiteres Indexarray der Dimension  $n$  als Übergabeparameter eingeführt werden, sowie die Startwerte zweier Schleifenindexvariablen von 1 auf  $n_{si}$  gesetzt werden. Das Indexarray enthält die Spaltenindizes des jeweils ersten nichtverschwindenden Elementes einer Transitionsmatrixzeile. Insgesamt wurden damit nur drei Statements modifiziert um obige Laufzeitbesserung zu realisieren.

30

Anhang A1 zu Abschnitt 1.2.3

35

Die Elemente der Jacobischen Matrix der Meßgleichungen

Die Abbildungsgleichung Gl. (12) läßt sich verallgemeinert als Funktion  $g_i$  des Zustandsvektors  $x$  und der im Vektor  $p_i$  zusammengefaßten Abbildungsparameter  $(c_{yAbb}, L_i, d, \psi_k)$  darstellen als

40

$$y_{Bi} = g_i(x, p_i) \quad (A.1.1)$$

bzw. vektoriell geschrieben

$$y_B = g(x, p) \quad (A.1.2)$$

45

Hierbei ist  $y_B$  der Vektor der (bis zu 8 verwerteten) horizontalen Bildkoordinaten der Fahrbahnbegrenzungen an verschiedenen Vorausschauentfernungen  $L_i$ .

Die Meßmatrix  $C$  gibt im Fall nichtlinearer Abbildungsbeziehungen den linearisierten Zusammenhang zwischen einer (kleinen) Änderung des Zustandes  $\Delta x$  um den aktuellen Zustand  $x_0$  und der entsprechenden Verschiebung der Merkmalskoordinaten  $\Delta y_B$  im Bild an. Sie ist die Jacobische Matrix der Abbildungsgleichungen, d. h. die Matrix der partiellen Ableitungen der Elemente von  $g$  nach den Elementen des Zustandsvektors  $x$ :

50

$$C = \left. \frac{\partial g(x, p)}{\partial x} \right|_{x_0} \quad (A.1.3)$$

55

$$\Delta y_B = C \cdot \Delta x \quad (A.1.4)$$

60

Für das dynamische Modell mit Horizontalkrümmungserkennung und Fahrbahnbreitenschätzung (d. h. für den Fall einer ebenen Fahrbahn) enthält der Zustandsvektor die Elemente

$$x^T = (\xi, \beta, y_V, \psi_V, c_{0hm}, c_{1hm}, c_{1h}, b) \quad (A.1.5)$$

65

Die Zustandsgrößen  $\xi, \beta$  und  $c_{1h}$  gehen nicht in die Abbildungsbeziehungen Gl. (12) ein. Damit ergibt sich für die  $i$ -te Zeile  $c_i$  (bzgl. des  $i$ -ten Bildkoordinaten-Meßwerts) der Meßmatrix  $C$ :

$$c_i = c_{y_{Abb}} \left( 0 \left| 0 \right| - \frac{1}{L_i} \left| - \frac{L_i + d}{L_i} \left| \frac{(L_i + d)^2}{2 L_i} \left| \frac{(L_i + d)^3}{6 L_i} \right| 0 \right| \pm \frac{b}{2} \right), \quad (A 1.6)$$

5 wobei  $+b/2$  für Bildkoordinaten-Meßwerte der rechten und  $-b/2$  für solche der linken Fahrbahnbegrenzung gilt.

Für das dynamische Modell zur Erfassung des räumlichen Fahrbahnverlaufes, d. h. mit Vertikalkrümmungserkennung, enthält der Zustandsvektor die Elemente

$$10 \quad x^T = (\lambda, \beta, y_V, \psi_V, c_{0vm}, c_{1vm}, c_{1h}, c_{0vm}, c_{1vm}). \quad (A 1.7)$$

Hierbei ist die Vorausschauentfernung  $L$  abhängig von den Vertikalkrümmungsgrößen  $c_{0vm}$  und  $c_{1vm}$ , d. h. abhängig vom aktuellen Zustand  $x_0$  (vgl. vertikale Abbildungsgeometrie, Abschnitt 5.2.4). Die  $i$ -te Zeile  $c_i$  (bzgl. 15 des  $i$ -ten Bildkoordinaten-Meßwerts  $y_{Bi}$ ) der Jacobischen Matrix  $C$  der Meßgleichungen lautet hierfür:

$$c_i = c_{y_{Abb}} \left( 0 \left| 0 \right| - \frac{1}{L_i} \left| - \frac{L_i + d}{L_i} \left| \frac{(L_i + d)^2}{2 L_i} \left| \frac{(L_i + d)^3}{6 L_i} \right| 0 \right| \frac{\partial y_{Bi}}{\partial c_{0vm}} \left| \frac{\partial y_{Bi}}{\partial c_{1vm}} \right) \right), \quad (A 1.8)$$

20 Eine analytische Differentiation der Abbildungsgleichung Gl. (12) nach den Vertikalkrümmungszuständen  $c_{0vm}$  und  $c_{1vm}$  ist nicht mehr möglich, da für die Abhängigkeit der Vorausschauweite  $L$  von den Vertikalkrümmungszuständen kein analytischer Ausdruck vorliegt. Die partiellen Ableitungen  $\partial y_{Bi} / \partial c_{0vm}$  bzw.  $\partial y_{Bi} / \partial c_{1vm}$  zum aktuellen Zustand  $x_0$  werden dann über numerische Differentiation bestimmt via

$$25 \quad \frac{\partial y_{Bi}}{\partial c_{0vm}} \Big|_{x_0} \approx \frac{\Delta y_{Bi}}{\Delta c_{0vm}} \Big|_{x_0} = \frac{y_{Bi}(x_0, c_{0vm} + \epsilon_{cv}) - y_{Bi}(x_0, c_{0vm} - \epsilon_{cv})}{2 \epsilon_{cv}} \quad (A 1.9)$$

30 und

$$\frac{\partial y_{Bi}}{\partial c_{1vm}} \Big|_{x_0} \approx \frac{\Delta y_{Bi}}{\Delta c_{1vm}} \Big|_{x_0} = \frac{y_{Bi}(x_0, c_{1vm} + \epsilon_{cv}) - y_{Bi}(x_0, c_{1vm} - \epsilon_{cv})}{2 \epsilon_{cv}} \quad (A 1.10)$$

35

### Anhang A2 zu Abschnitt 1.3

#### Die Elemente des diskreten Zustandsraummodells

40 Das kontinuierliche Modell der Fahrzeugseitenbewegung bzw. der Fahrbahnkrümmungsdynamik (Gl. (54)) ist von der Fahrgeschwindigkeit  $v$  als auch evtl. von der Vorausschauweite  $L$  abhängig. Die Elemente der Transitionsmatrix  $\Phi$  und des diskreten Stellverstärkungsvektors  $g$  müssen daher zu jedem Abtastzeitpunkt neu berechnet werden. D. h. für diese Größen müssen entsprechende analytische Ausdrücke vorliegen. Innerhalb eines Abtastschrittes werden  $L$  und  $v$  als konstant angenommen.

45 Über die Laplace-Transformation lassen sich die Elemente der Transitionsmatrix in analytischer Form aus der kontinuierlichen Systemmatrix herleiten (vgl. [Ackermann, 83]):

$$\Phi(T) = L^{-1} ((sI - A)^{-1}). \quad (A 2.1)$$

50

Für den diskreten Eingangsverstärkungsvektor  $g$  abhängig von  $\Phi$  und  $b$  gilt

$$55 \quad g = \int_0^T \Phi(\tau) b \, d\tau. \quad (A 2.2)$$

Aus dem kontinuierlichen Zustandsraummodell  $A, b$  ergibt sich damit die entsprechende diskrete Darstellung zu:

60

65



$$\Phi = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & 1 & \varphi_{34} & \varphi_{35} & \varphi_{36} & \varphi_{37} & 0 & 0 \\ \varphi_{41} & 0 & 0 & 1 & \varphi_{45} & \varphi_{46} & \varphi_{47} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \varphi_{56} & \varphi_{57} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \varphi_{66} & \varphi_{67} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \varphi_{89} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{und } g = \begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \\ g_3 \\ g_4 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (\text{A 2.3})$$

Für die Modellvariante mit Fahrbahnbreitenschätzung anstelle der Vertikalkrümmungserkennung ist in der obigen Transitionsmatrix nur die letzte Spalte bzw. Zeile zu streichen; ansonsten bestehen keine Unterschiede in den diskreten Formen der dynamischen Modelle.

Mit den Faktoren

$$c_F = \frac{v}{a_{\text{Achse}}}, \tag{20}$$

$$a_F = 2 \left( -\frac{k_r}{m \cdot v} \right), \tag{25}$$

$$b_F = -\frac{k_r}{m \cdot v} + c_F \text{ und} \tag{25}$$

$$a_c = -3 \frac{v}{L} \tag{30}$$

ergeben sich für die nichtverschwindenden bzw. nichttrivialen Elemente der Transitionsmatrix folgende Terme:

2. Zeile 35

$$\varphi_{21} = \frac{b_F}{a_F} (e^{a_F T} - 1); \quad \varphi_{22} = e^{a_F T}; \tag{40}$$

3. Zeile 40

$$\varphi_{31} = \frac{b_F v}{a_F} \left( \frac{e^{a_F T} - 1}{a_F} - T \right) + \frac{c_F v T^2}{2}; \quad \varphi_{32} = \frac{v}{a_c} (e^{a_c T} - 1); \tag{45}$$

$$\varphi_{34} = v T; \quad \varphi_{35} = -\frac{v^2 T^2}{2}; \quad \varphi_{36} = v^3 \left( \frac{1 - e^{a_c T}}{a_c^3} + \frac{T}{a_c^2} + \frac{T^2}{2 a_c} \right); \tag{45}$$

$$\varphi_{37} = v^3 \left( -\frac{1 - e^{a_c T}}{a_c^3} - \frac{T}{a_c^2} - \frac{T^2}{2 a_c} - \frac{T^3}{6} \right); \tag{50}$$

4. Zeile 55

$$\varphi_{41} = c_F T; \quad \varphi_{45} = -v T; \quad \varphi_{46} = \frac{v^2}{a_c^2} (a_c T + 1 - e^{a_c T}); \tag{55}$$

$$\varphi_{47} = -v^2 a_c \left( \frac{1 - e^{a_c T}}{a_c^3} + \frac{T}{a_c^2} + \frac{T^2}{2 a_c} \right); \tag{60}$$

65

## 5. Zeile

$$\varphi_{56} = -\frac{v}{a_c} (1 - e^{a_c T}); \quad \varphi_{57} = \frac{v}{a_c} (a_c T + 1 - e^{a_c T});$$

## 6. Zeile

$$\varphi_{66} = e^{a_c T}; \quad \varphi_{67} = 1 - e^{a_c T};$$

## 8. Zeile

$$\varphi_{88} = v T.$$

Die Ausdrücke für die nichtverschwindenden Elemente des diskreten Eingangsverstärkungsvektors  $g$  lauten:

$$g_1 = T,$$

$$g_2 = \frac{b_F}{a_F} \left( \frac{e^{a_F T} - 1}{a_F} - T \right),$$

$$g_3 = -\frac{b_F v}{a_F^2} \left( T + \frac{a_F T^2}{2} - \frac{e^{a_F T} - 1}{a_F} \right) + \frac{c_F v T^3}{6} \quad \text{und}$$

$$g_4 = \frac{c_F T^2}{2}.$$

## Anhang A3 zu Abschnitt 1.4.4.1

Die Elemente der Meßfehler-Kovarianzmatrix  $R$ 

Für die Varianzen der Meßfehler, die als unkorreliert angenommen werden,

$$R = \text{Diag}(r_i) = \text{Diag}(\sigma_\lambda^2, \sigma^2_{y_{R1}}, \sigma^2_{y_{B2}}, \dots, \sigma^2_{y_{BB}})$$

wurden im Fahrbahnerfassungsmodul folgende Werte angesetzt:

$$\sigma_\lambda^2 = 1,0E-6 [\text{rad}^2] \text{ bzw. } \sigma^2_{y_{B1}} = 5,0 [\text{px}^2].$$

Die Streuung des Lenkwinkelmeßwerts  $\sigma_\lambda = 1,0E-3 [\text{rad}] \approx 0,057^\circ$  entspricht somit etwa einem viertelten Quantisierungsschritt des mit  $0,24^\circ$  Auflösung digitalisierten Lenkwinkels. Für die Streuung der Kantenkoordinatenmeßwerte in natürlichen Straßenszenen wurde  $\sigma_{y_{B1}} \approx 2,24 [\text{px}]$  angesetzt, womit auch einer gewissen Kanten-'Unschärfe' von nicht markierten, unregelmäßigen Fahrbahnbegrenzungen, wie z. B. bei einem direkten Übergang von Asphalt zu Gras, Rechnung getragen wird.

## Anhang A4 zu Abschnitt 1.4.4.2

Die Elemente der Systemstörungs-Kovarianzmatrix  $Q$  und die Anfangswerte der Schätzfehlerkovarianzmatrix  $P_0$ 

Die Kovarianzmatrix  $Q$  der diskreten Systemstörungen wurde für das Fahrbahnerfassungsmodul als konstante Diagonalmatrix angesetzt. Deren Elemente wurden über den Prozeß des sogenannten 'filter tuning' [Maybeck, 79] iterativ-experimentell bestimmt zu

$$Q = \text{Diag}(1.E-7, 1.E-5, 1.E-4, 1.E-7, 1.E-9, 1.E-11, 1.E-10, 3.E-9, 1.E-10). \quad (\text{A 4.1})$$

Die dabei gemachten Vereinfachungen, d. h. die Vernachlässigung der Nebendiagonalelemente sowie der Geschwindigkeitsabhängigkeit, erwiesen sich aus folgenden Gründen als sinnvoll und zulässig:

- In der Praxis hat sich ein konstantes, diagonales  $Q$  bewährt.
- Die numerische Berechnung von  $Q$  (diskret) aus einem kontinuierlichen, diagonalen  $\underline{Q}$  über die Integration

$$Q = \int_0^1 \Phi(v, \tau) \underline{Q} \Phi'(v, \tau) d\tau \quad (A 4.2)$$

(vgl. [Brammer u. Siffing, 75, pp. 93 ff]) ergab schon eine deutliche Diagonaldominanz der Elemente von  $Q$ .

Darüber hinaus würde eine explizite on-line Berechnung von  $Q$  über obige Beziehung selbst bei Vernachlässigung aller Terme mit höheren Potenzen als  $T^2$  einen nicht unerheblichen Rechenmehraufwand für die Kovarianz-Prädiktion bedeuten.

Im Gegensatz zu  $Q$  und  $R$ , welche das 'langfristige' Filterverhalten beeinflussen, wird durch die Anfangsschätzfehlerkovarianz  $\hat{P}_0$  hauptsächlich das Einschwingverhalten bestimmt. Als günstige Wahl für schnelles Einschwingen erwies sich die Besetzung

$$\hat{P}_0 = \text{Diag } \{0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0\}, \quad (A 4.3)$$

d. h. die Anfangswerte des Schwimmwinkels sowie der Krümmungsänderungen (im Stand) werden als exakt angesehen. Mit  $\hat{P}_0$  als Diagonalmatrix gilt zusätzlich

$$\hat{D}_0 = \hat{P}_0 \text{ sowie } \hat{U}_0 = I, \quad (A 4.4)$$

womit sich also eine anfängliche Zerlegung von  $\hat{P}_0$  erübrigt.

#### Literatur

- [Andrews, 68] A. Andrews: A Square Root Formulation of the Kalman Covariance Equations, AIAA Journal Vol. 6, No. 6, 1968, pp. 1165—1166.
- [Bierman, 77] G. J. Bierman: Factorization Methods for Discrete Sequential Estimation. Academic Press, New York, 1977.
- [Bierman, 81] G. J. Bierman: Efficient Time Propagation of U-D Covariance Factors. IEEE Trans. Automatic Control, Vol. AC-4, Nr. 4, Aug. 1981, pp. 890—894.
- [Christians et al., 89] T. Christians, H. J. Wünsche, E. D. Dickmanns: Räumliche Relativlageschätzung von Objekten (in einer Ebene) durch Rechnersehen. Interner Bericht am Institut für Systemdynamik und Flugmechanik der Universität der Bundeswehr München, LRT/WE 13/IB/89-6, April 1989.
- [Chui u. Chen, 87] C. K. Chui, G. Chen: Kalman Filtering with Real-Time Applications. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1987.
- [Dickmanns, 87] E. D. Dickmanns: 4D-Szenenanalyse mit integralen raum-/zeitlichen Modellen. In Paulus (Hrsg.): 9.DAGM-Symposium Mustererkennung, Braunschweig: Informatik Fachberichte 149, Springer-Verlag, Sept./Okt. 1987.
- [Dickmanns, 88] E. D. Dickmanns: Dynamic Computer Vision for Mobile Robot Control. Proc. Int. Symposium on Robot Control, Sydney, Nov. 1988.
- [Dickmanns u. Zapp, 86] E. D. Dickmanns, A. Zapp: A Curvature-based Scheme for Improving Road Vehicle Guidance by Computer Vision. Proc. SPIE Conf. on Mobile Robots, Vol. 727, Cambridge, MA, USA, 1986, pp. 161—168.
- [Donges, 78] E. Donges: Der Fahrsimulator des Forschungsinstitutes für Anthropotechnik. Forschungsbericht Nr. 41, FGAN e. V., Forschungsinstitut für Anthropotechnik, Wachtberg-Werthhoven, Juli 1978.
- [Heinhold u. Behringer, 76] J. Heinhold, F. Behringer: Einführung in die Höhere Mathematik, Teil 2: Infinitesimalrechnung, Carl Hanser Verlag, 1976.
- [Isermann u. Nold, 88] R. Isermann, S. Nold: Wissensbasierte Fehlerdiagnose Technischer Prozesse. Proc. Prozeßrechensysteme 88, Informatik-Fachberichte 167, R. Lauber (Hrsg.), Stuttgart, 1988, pp. 738—748.
- [Maybeck, 79] P. S. Maybeck: Stochastic Models, Estimation and Control. Vol.1. Academic Press, 1979.
- [Mitschke, 72] M. Mitschke: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1972.
- [Ozawa, Rosenfeld, 86] S. Ozawa, A. Rosenfeld: Synthesis of a road image as seen from a vehicle, Pattern Recognition, Vol. 19, No. 2, 1985, S. 123—145.
- [RAS-L-1, 84] Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS), Teil: Linienführung, Abschnitt 1: Elemente der Linienführung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) Köln, Ausgabe 1984.
- [Sakurai et al., 87] K. Sakurai, H. Zen, H. Ohta, Y. Ushioda, S. Ozawa: Analysis of a road image as seen from a vehicle. Proc. 1st ICCV, London, 1987, pp. 651—656.
- [Stewart, 73] G. W. Stewart: Introduction to Matrix Computations. Academic Press, 1973.
- [Thornton u. Bierman, 80] C. L. Thornton, G. J. Bierman: UDU<sup>T</sup> Covariance Factorization for Kalman Filtering. In: Control and Dynamic Systems, Advances in Theory and Application, Vol. 16, Academic Press, New York, 1980, pp. 178—248.
- [Wünsche, 86] H. J. Wünsche: Detection and Control of Mobile Robot Motion by Real-Time Computer Vision. Proc. SPIE Conf. on Mobile Robots Vol. 727, Cambridge, MA, USA, Oct. 1986, pp. 100—109.
- [Wünsche, 88] H. J. Wünsche: Bewegungssteuerung durch Rechnersehen. Fachberichte Messen, Steuern, Regeln Bd. 20, Springer-Verlag, Berlin 1988.
- [Zapp, 88] A. Zapp: Automatische Straßenfahrzeugführung durch Rechnersehen. Dissertation an der Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik der Universität der Bundeswehr München, 1988.

Patentansprüche

5 1. Verfahren zur kontinuierlichen und automatischen Fahrzeugorientierung auf einer Fahrbahn mit einem  
bilderzeugenden System und einer computerisierten Bildauswertung zur Erzeugung von Fahrzeugsteuer-  
daten, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bilddaten eines letzten monokular erzeugten Bildes einer fortlau-  
fenden Bildfolge mit Hilfe eines einen elektronischen Rechner steuernden Programms, orientiert an räum-  
lich-geometrischen und zeitlich-dynamischen Aspekten einer Szene, modelliert werden, um sie dann mittels  
10 rekursiver Schätzverfahren zur Bestimmung der Straßenparameter, speziell des horizontalen und des verti-  
kalen Krümmungsverlaufs im Vorausschaubereich sowie der Breite und der eigenen straßenbezogenen  
Situation heranzuziehen.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß ein kompletter Verfahrenszyklus inklusive  
einer Aktualisierung der Steuerdaten 1/10 bis 1/30 Sekunden dauert.

15 Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

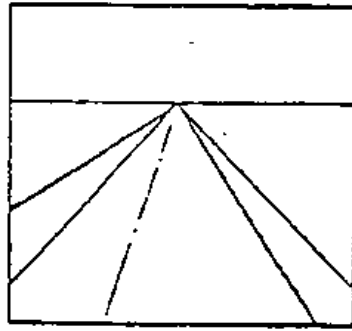
45

50

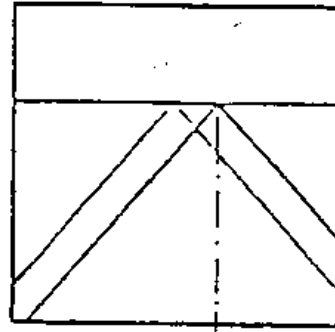
55

60

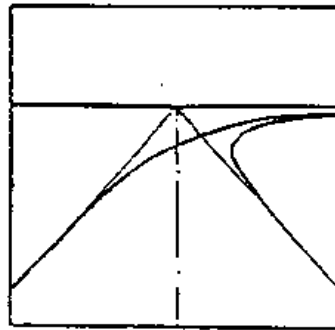
65



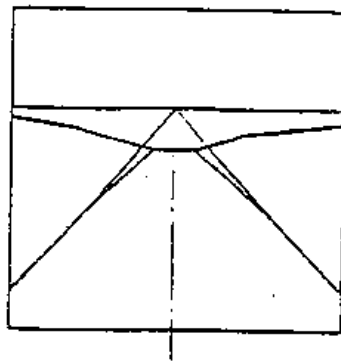
a)



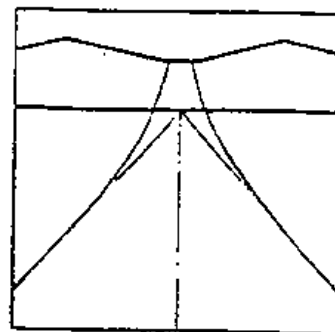
b)



c)



d)



e)

*Bild 1*

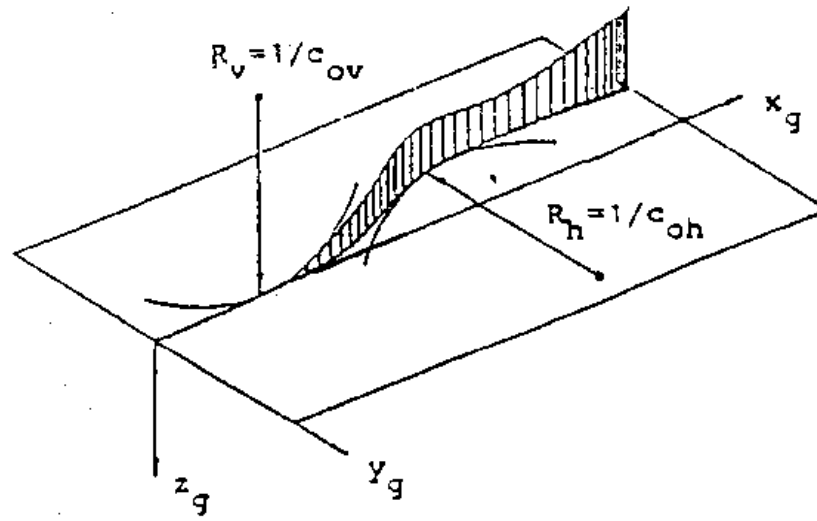


Bild 2

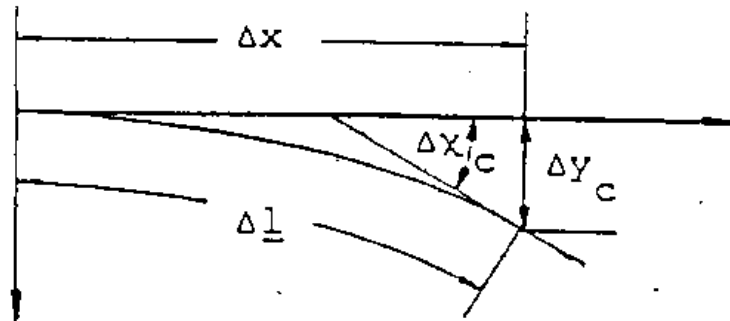


Bild 3

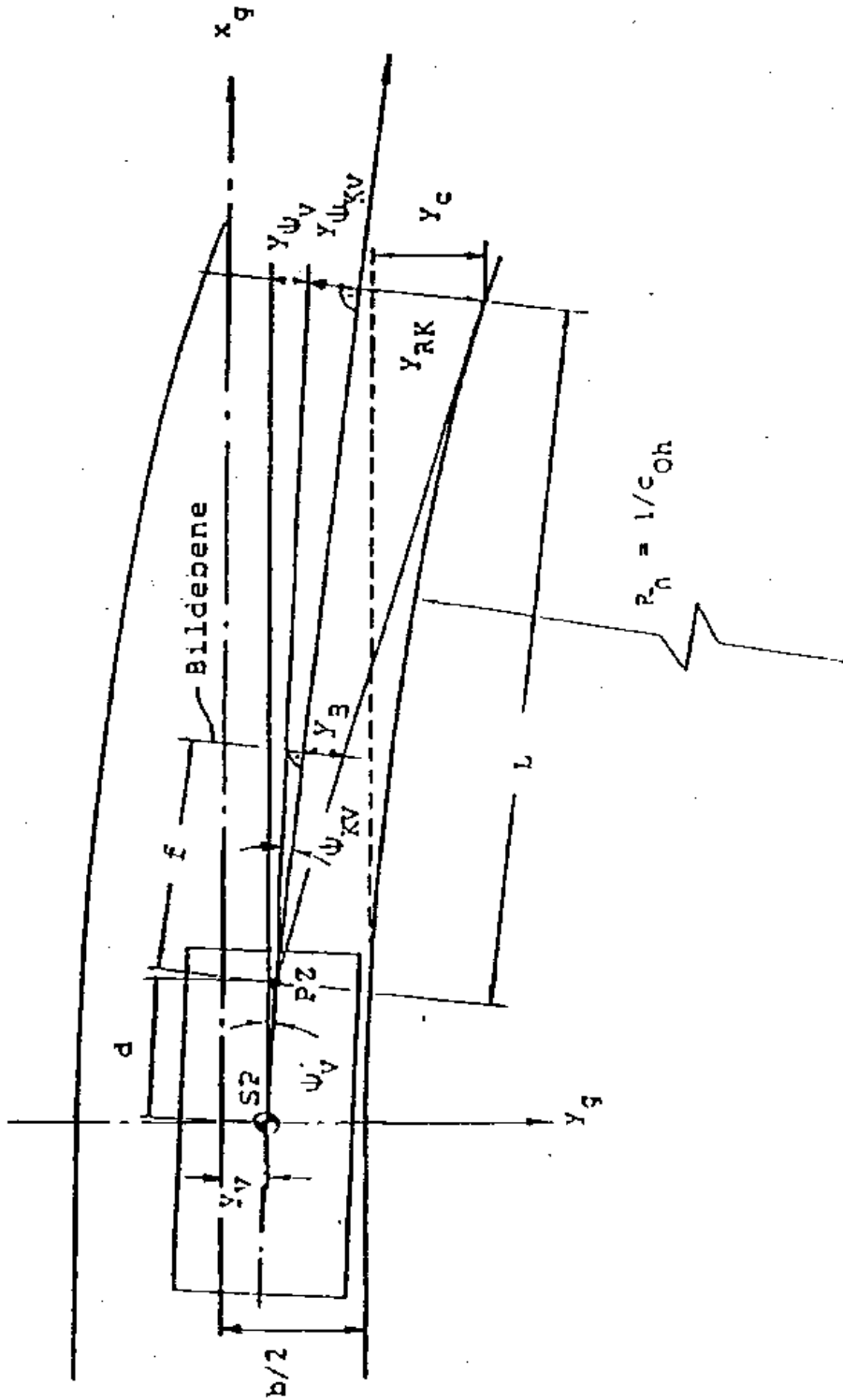
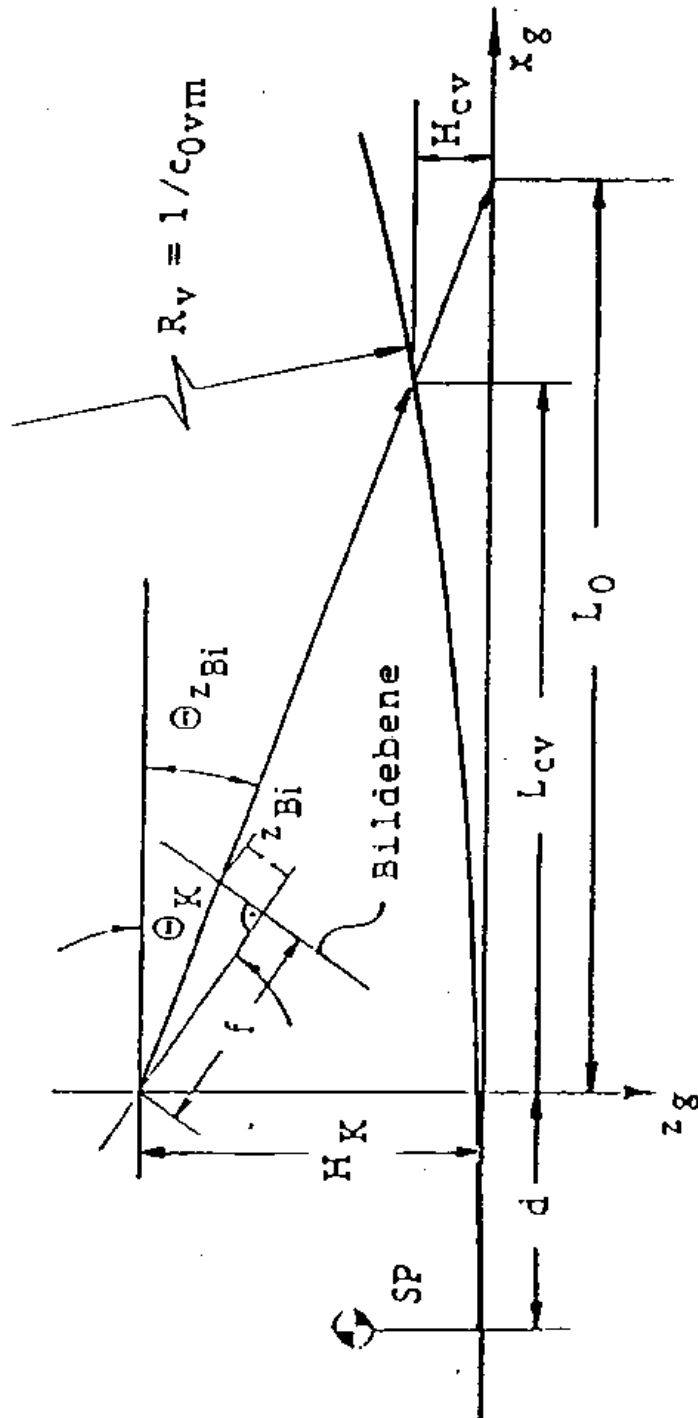


Bild 4



Bil. 5



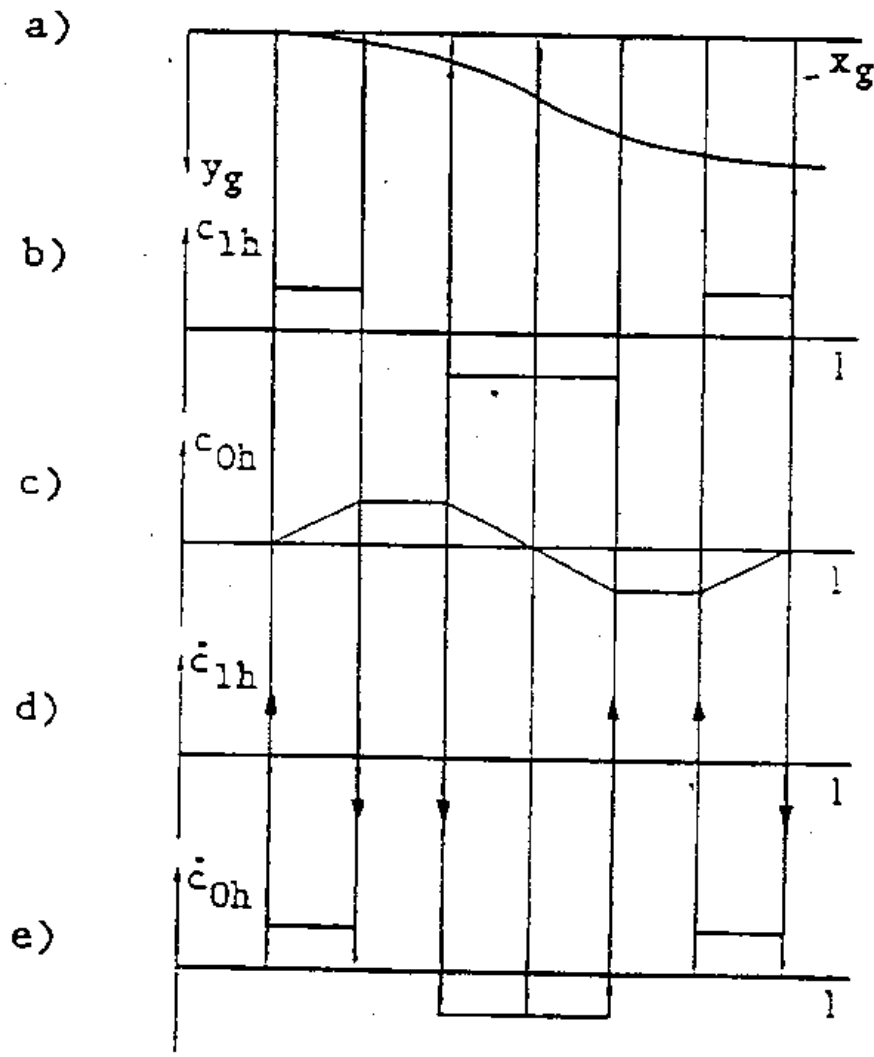


Bild 6

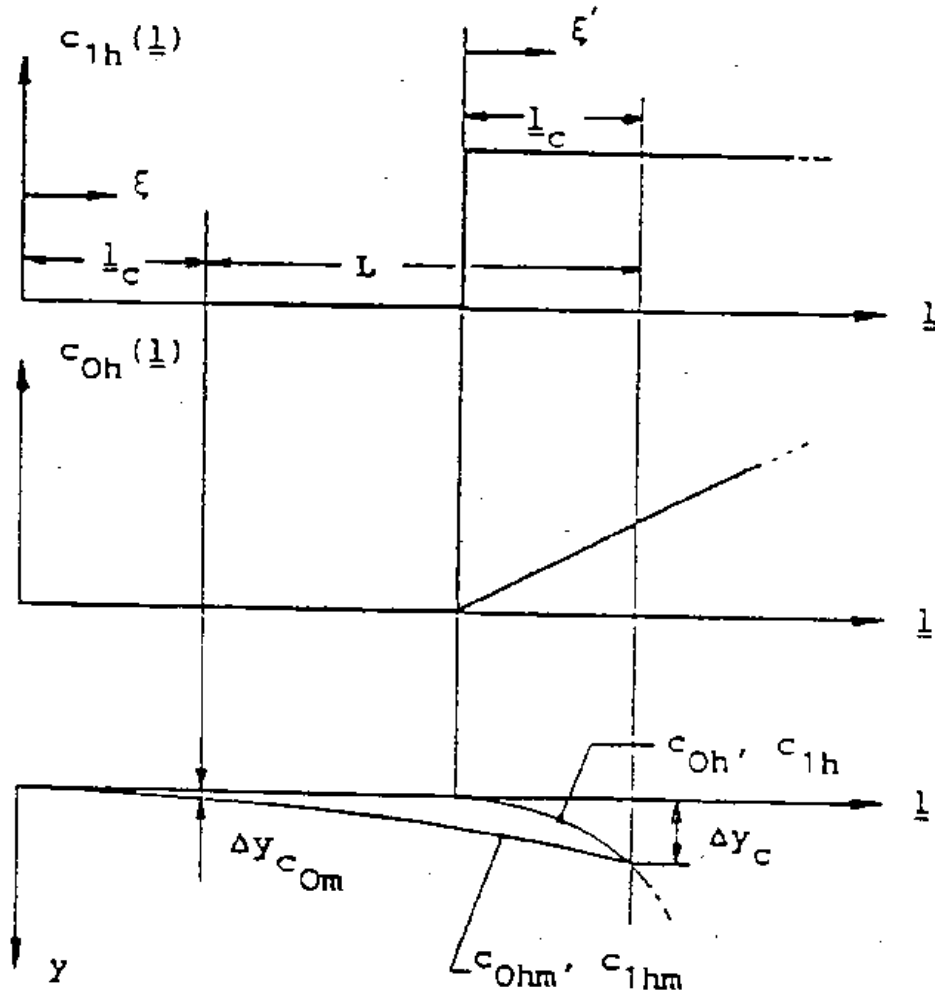


Bild 7

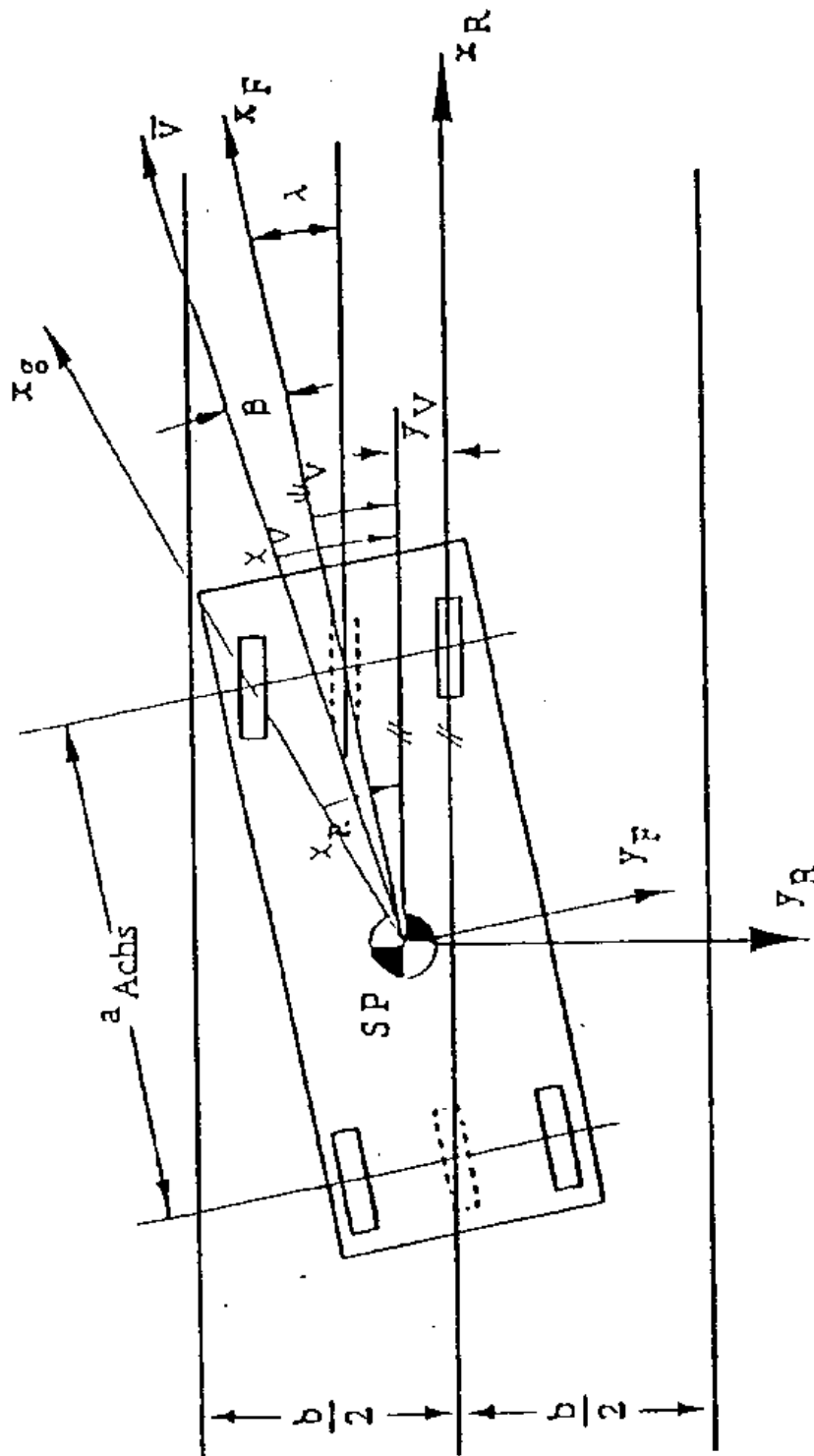


Bild 8

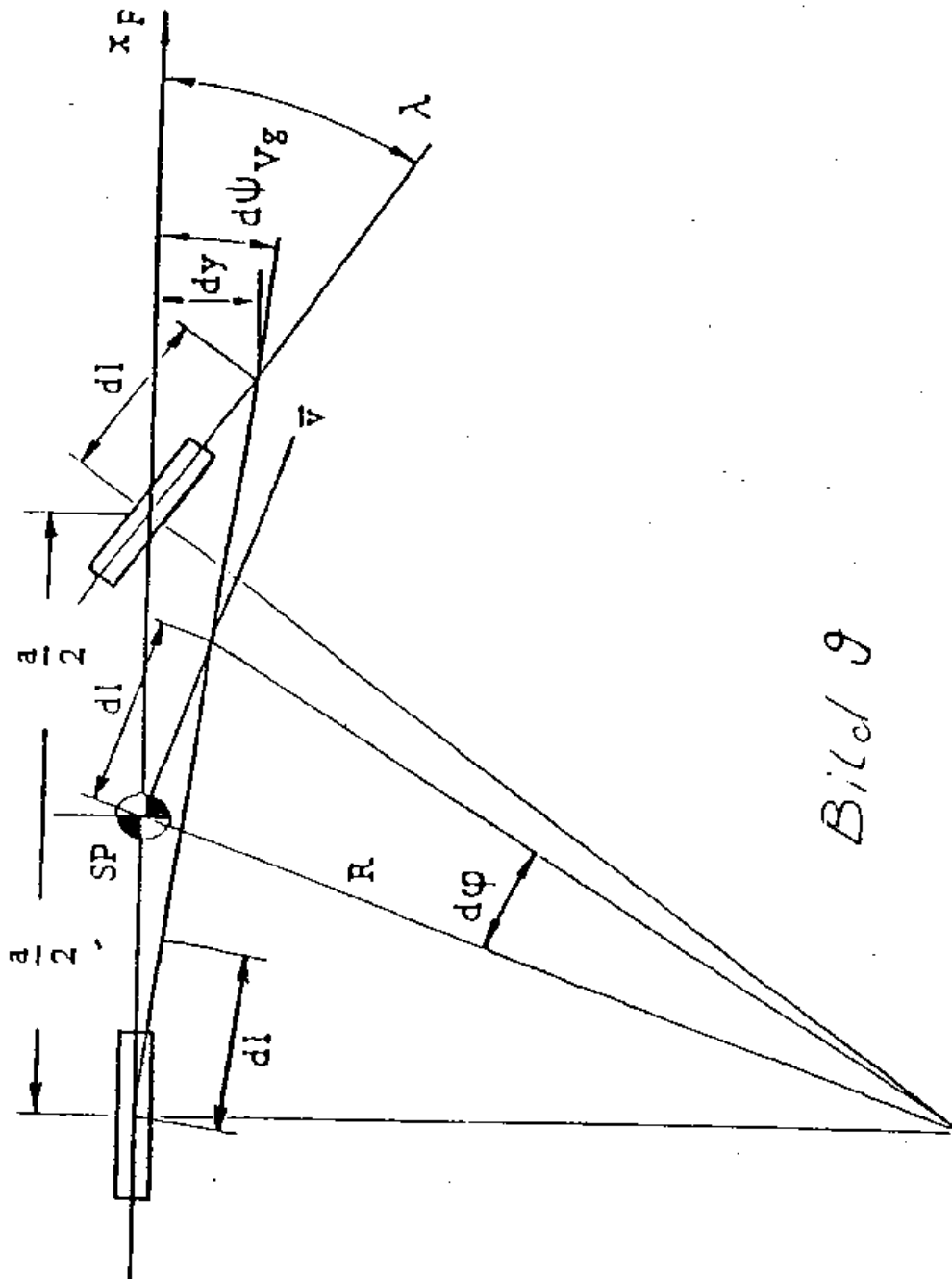


Bild 9

## VEHICLE FOLLOWING APPARATUS WITH A DISTANCE MEASURING FUNCTION

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** TANAKA SHOICHI [JP] ± (TANAKA, SHOICHI)

**Applicant(s):** MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP] ± (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA)

**Classification:** - international: **G01C3/06; G01S11/12; G01S3/782; G06T1/00; H04N7/18;** (IPC1-7): H04N7/18

- cooperative: **G01S11/12**

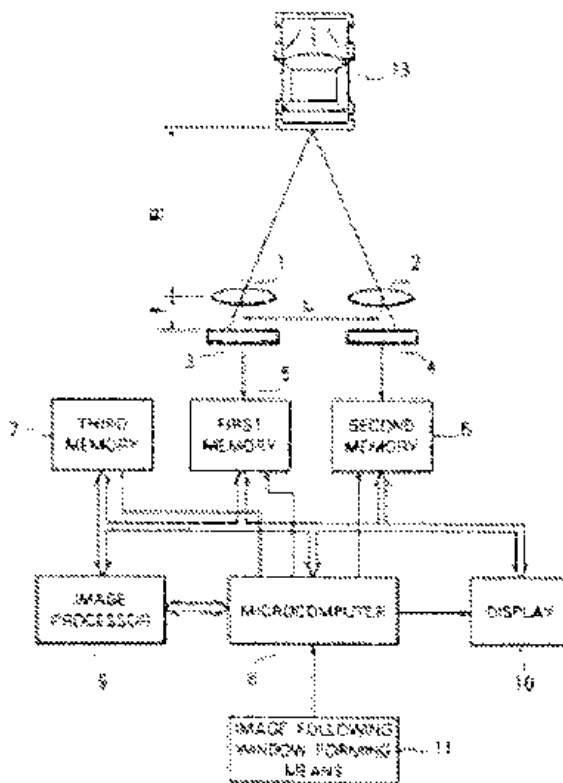
**Application number:** US19910755947 19910906

**Priority number(s):** JP19900240940 19900910

**Also published as:** FR2666649 (A1) JPH04120413 (A) DE4130010 (A1)

### Abstract of US5136327 (A)

A vehicle following apparatus with a distance measuring function is provided in which once the driver roughly sets a vehicle following window on a display screen, the exact position and size of the window can be automatically adjusted so as to locate the image of a target preceding vehicle as sensed in the center of the window, and in which the distance to the target preceding vehicle can be successively measured in an exact manner while following the target vehicle. A pair of image sensors sense an object from two different points to form a pair of first and second images thereof. A window forming means defines a vehicle-following window of a variable size within the first images. A memory successively stores an image in the vehicle-following window. An image processor finds, from the first images at a current time, a new image which is the most similar to the image stored in the memory at a previous time. The image processor defines a provisional window containing therein the thus found new image. A controller not only calculates the distance to the preceding vehicle, but also adjusts the location of the provisional window





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 41 30 010 A 1

51 Int. Cl. 5:  
G 01 C 3/06  
G 01 B 11/14  
B 60 K 28/00  
B 60 K 35/00

21 Aktenzeichen: P 41 30 010.6  
22 Anmeldetag: 10. 9. 91  
43 Offenlegungstag: 19. 3. 92

DE 41 30 010 A 1

30 Unionspriorität: 22 33 31  
10.09.90 JP 2-240940

71 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

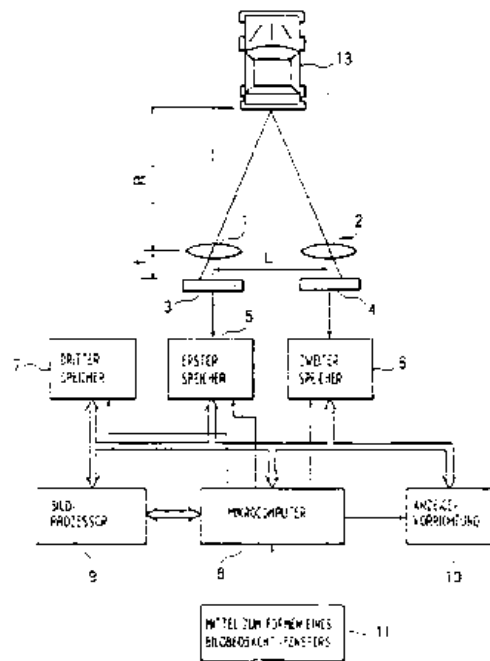
74 Vertreter:  
Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.  
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,  
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,  
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Kolb, H.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ritter und Edler von  
Fischern, B., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte; Nette, A.,  
Rechtsanw., 8000 München

72 Erfinder:  
Tanaka, Shoichi, Himeji, Hyogo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Fahrzeugbeobachtungs-Vorrichtung mit Abstandsmeß-Funktion

57 Es ist eine Fahrzeugbeobachtungs-Vorrichtung mit Abstandsmeß-Funktion offenbart, in der der Fahrer zunächst grob ein Fahrzeug-Beobachtungsfenster (15) auf einem Bildschirm (10) einstellt, wobei die genaue Lage und Größe des Fensters automatisch so eingestellt werden kann, daß das Bild des vorausfahrenden Zielfahrzeuges (16) in der Mitte des Fensters (15) erfaßt wird, wobei der Abstand zum vorausfahrenden Zielfahrzeug genau gemessen werden kann, während man dem Zielfahrzeug beobachtend folgt. Ein Paar von Bildsensoren (3, 4) erfassen den Gegenstand (16) von verschiedenen Punkten aus, um ein Paar von ersten und zweiten Bildern des Gegenstandes zu bilden. Ein fensterbildendes Mittel definiert ein Fahrzeug-Beobachtungsfenster veränderbarer Größe innerhalb der ersten Bilder. Ein Speicher (5, 6, 7) speichert fortlaufend ein Bild im Fahrzeug-Beobachtungsfenster (15). Ein Bildprozessor (9) findet aus den ersten Bildern laufend ein neues Bild heraus, das dem vorher im Speicher (5, 6, 7) gespeicherten Bild am ähnlichsten ist. Der Bildprozessor (9) bildet ein provisorisches Fenster, in dem das so gefundene neue Bild enthalten ist. Eine Steuervorrichtung (8) berechnet nicht nur den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug, sondern stellt darüber hinaus die Lage des provisorischen Fensters ein, um auf diese Weise ein neues Fenster zu bilden, so daß das neue, so gebildete Fenster die höchste Anzahl von horizontalen Linien enthält. Durch Verwendung des provisorischen Fensters (15) werden



DE 41 30 010 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrzeugbeobachtungs-Vorrichtung mit Abstandsmeß-Funktion, die in der Lage ist, kontinuierlich in automatischer Weise einem vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen und dabei auf optischem Wege fortlaufend den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug zu messen.

Einige typische Beispiele von Abstandsmeß-Vorrichtungen sind in den japanischen Patentveröffentlichungen Nr. 63-38 085 und 63-46-363 offenbart. Die darin offenbarten Vorrichtungen haben im allgemeinen ein Paar von ersten und zweiten parallelen optischen Systemen mit zwei konvexen Linsen 101, 102, die in horizontaler Richtung mit einem vorgeschriebenen Abstand L voneinander ausgerichtet sind, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist. Ein Paar von separaten Bildsensoren 103, 104 ist jeweils waagrecht in den Brennpunkten der Linsen 101, 102 angeordnet, und zwar im Abstand von deren Brennweite "f" von den Standorten der entsprechenden Linsen 101, 102, um auf diese Weise entsprechende Bildsignale zu erzeugen, die einem gemeinsamen Signalprozessor 120 zugeleitet werden. Der Signalprozessor 120 verschiebt die Bildsignale von den Bildsensoren 103, 104 fortlaufend und überlagert sie elektrisch übereinander, so daß der Abstand R von den Linsen 101, 102 zum Gegenstand 121 anhand der Prinzipien der Trigonometrie aufgrund folgender Formel berechnet werden kann:

$$R = (f) \times L/d$$

wobei d ein Verschiebungsabstand ist, um den die Bildsignale bewegt werden, um die beste Abgleichung zu erreichen.

Andererseits ist ein typisches Verfahren des Beobachtens eines vorausfahrenden Fahrzeuges, wenn es mit Hilfe eines Bildsensors oder dergleichen erfaßt wird, in der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 60-33 352 offenbart. Um bei diesem Verfahren ein Ziel auf einem Bildschirm zu beobachten, muß ein Fahrer ein Beobachtungstor oder -fenster, das das zu beobachtende Ziel umfaßt, auf dem Bildschirm einstellen, während er auf diesen sieht.

Mit den üblichen Abstandsmeß-Vorrichtungen, wie sie oben beschrieben sind, bei denen die gesamten, von dem rechten und dem linken Bildsensor 101, 102 zum Messen des Abstandes zu einem vorausfahrenden Fahrzeug aufgenommenen Bilder miteinander verglichen werden, ist es ziemlich schwierig, das Bild des vorausfahrenden Fahrzeuges unter anderen Bildern, die von den Bildsensoren 101, 102 aufgenommen werden, zu unterscheiden, und daher ist es schwierig, wegen des Einflusses der Hintergrund-Bilder um das zu messende Fahrzeugbild herum eine genaue Entfernungsmessung durchzuführen.

Darüber hinaus sind die Hintergrund-Bilder um das Bild des vorausfahrenden Fahrzeuges herum im allgemeinen kompliziert, und aus diesem Grunde ist es unmöglich, das vorausfahrende Fahrzeug automatisch zu unterscheiden und zu beobachten, so daß der Fahrer genötigt ist, fortlaufend ein Fahrzeug-Beobachtungsfenster der gewünschten Form von Hand auf dem Bildschirm zu erzeugen. Eine solche Betätigung durch den Fahrer vermindert in erheblichem Maße die Sicherheit beim Fahren.

Demzufolge liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die oben beschriebenen Schwierigkeiten bei den üblichen Vorrichtungen zu vermeiden und eine neue und

verbesserte Fahrzeug-Beobachtungsvorrichtung mit einer Abstandsmeß-Funktion anzugeben, bei der der Fahrer einmal grob ein Fahrzeug-Beobachtungsfenster auf dem Bildschirm einstellt, wobei die genaue Lage und das Ausmaß des Fensters automatisch so eingestellt werden kann, daß das Bild eines als Ziel vorausfahrenden Fahrzeuges in der Mitte des Fensters erfaßt wird und bei dem der Abstand zu dem als Ziel vorausfahrenden Fahrzeuges fortlaufend genau gemessen werden kann, während das Zielfahrzeug beobachtet wird.

Um diese Aufgabe zu lösen, ist gemäß der vorliegenden Erfindung eine Fahrzeug-Beobachtungsvorrichtung mit Abstandsmeßfunktion vorgesehen, die durch folgende Teile gekennzeichnet ist:

15 Bildsensor-Mittel zum Abbilden eines Gegenstandes von zwei verschiedenen Punkten aus, um ein Paar von ersten und zweiten Bildern des Gegenstandes herzustellen;

fensterformende Mittel zum Bestimmen eines Fahrzeug-Beobachtungsfensters veränderbarer Größe innerhalb der ersten Bilder;

ein Speicher zum laufenden Speichern eines Bildes im Fahrzeugbeobachtungs-Fenster;

ein Bildprozessor zum laufenden Auffinden eines neuen Bildes aus den ersten Bildern, das den im Speicher vorher gespeicherten Bild am ähnlichsten ist, wobei der Bildprozessor so betätigbar ist, daß er ein provisorisches Fenster bildet, das das so gefundene neue Bild enthält; und

30 eine Steuervorrichtung zum Berechnen des Abstandes zum vorausfahrenden Fahrzeug auf der Grundlage der Verschiebungsentfernung, um die das neue Bild in den ersten Bildern relativ zum entsprechenden Bild in den zweiten Bildern verschoben worden ist, um die beste Abgleichung dazwischen zu erhalten und wobei die Steuervorrichtung so betätigbar ist, daß sie die Stelle des provisorischen Fensters, um ein neues Fenster zu bilden, so einstellt, daß das so gebildete neue Fenster die meiste Anzahl horizontaler Linien enthält.

40 Unter Verwendung des provisorischen Fensters werden die Unterschiede zwischen vertikal benachbarten Bildsignalen innerhalb des provisorischen Fensters über die horizontale Länge des provisorischen Fensters addiert, um die horizontalen Linien im provisorischen Fenster zu extrahieren, so daß das neue Fenster in einer vertikalen Stellung gebildet wird, in der die Summe der Differenzen einen Höchstwert annimmt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden die Gesamtsumme  $S_a$  der Unterschiede zwischen vertikal benachbarten Bildsignalen  $S_{n, a}, S_{n, a-1}$  innerhalb einer oberen Hälfte des provisorischen Fensters und die Gesamtsumme  $S_b$  der Unterschiede zwischen vertikal benachbarten Bildsignalen  $S_{n, b}, S_{n, b-1}$  innerhalb einer unteren Hälfte des provisorischen Fensters aufgrund der folgenden Gleichungen berechnet:

$$50 \text{ wobei } S_a = \sum_{n-P+K}^{P+K+r} (S_{n, a} - S_{n, a-1})$$

$$q + l + s/2 < a < q + l + s.$$

$$55 \text{ wobei } S_b = \sum_{n-P+K}^{P+K+r} (S_{n, b} - S_{n, b-1})$$

$$q + l < b < q + l + s 2.$$

Auf der Grundlage des Unterschiedes zwischen dem Wert  $a$  der  $S_a$  maximiert und dem Wert von  $b$ , der  $S_b$  maximiert, werden die vertikale Höhe  $sl$  und die horizontale Länge  $rl$  des neuen Fensters wie folgt bestimmt:

$$sl = a - b + o$$

$$rl = r + (sl - s)$$

wobei  $o$  eine Verschiebung des neuen Fensters gegenüber dem provisorischen Fenster darstellt.

Das neue Fenster dieser Größe wird neu definiert, wobei seine linke, untere Ecke und seine rechte, obere Ecke jeweils an den Punkten  $(p+k, b-o/2)$  und  $(p+k+rl, a+o/2)$  liegen.

Anhand der beigefügten Zeichnungen wird nun eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung im einzelnen beschrieben, wobei weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale noch klarer hervortreten werden. Es zeigt

**Fig. 1** ist ein schematisches Blockdiagramm einer Fahrzeug-Beobachtungsvorrichtung mit Abstandsmeß-Funktion nach der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 2a bis 2e** sind erläuternde Ansichten, die das Verfahren des Beobachtens eines vorausfahrenden Fahrzeuges darstellen, das mit der Fahrzeug-Beobachtungsvorrichtung nach **Fig. 1** ausgeführt wird; und

**Fig. 3** ist ein schematisches Blockdiagramm einer üblichen Abstandsmeß-Vorrichtung.

Es wird nun eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im einzelnen anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben.

**Fig. 1** stellt eine schematische Konstruktion einer Fahrzeug-Beobachtungsvorrichtung mit einer Abstandsmeß-Funktion nach der vorliegenden Erfindung dar. Die dargestellte Vorrichtung umfaßt ein Paar von ersten und zweiten parallelen, optischen Systemen mit zwei konvexen Linsen **1, 2**, die in horizontaler Richtung mit einem vorgeschriebenen Abstand  $L$  voneinander ausgerichtet sind sowie aus einem Paar von getrennten ersten und zweiten (bzw. linken und rechten) Bildsensoren **3, 4**, die horizontal an den Brennpunkten der Linsen **1, 2** jeweils in einem Abstand " $f$ " von den Aufstellorten der entsprechenden Linsen **1, 2** angeordnet sind, und zwar zum Schaffen jeweiliger Bildsignale in analoger Form, die ihrerseits ein zweidimensionales Bild zu einem Paar entsprechender erster und zweiter Speicher **5, 6** weiterleiten. Ein dritter Speicher **7** speichert Bilder, die auf ihn über eine Hauptleitung von dem ersten Speicher **5** übertragen worden sind. Mit dem ersten bis dritten Speicher **5 bis 7** sind ein Bildprozessor **9** und eine Steuereinrichtung **8** in Form eines Mikrocomputers zum Bild-Verarbeiten der Daten, die in den Speichern **5 bis 7** gespeichert sind, und zwar unter der Steuerung des Mikrocomputers **8**. Eine Anzeigevorrichtung **10** mit einem Bildschirm ist mit dem Bildprozessor **9** und dem Mikrocomputer **8** verbunden, um ein Bild eines vorausfahrenden Fahrzeuges darzustellen, das durch den Bildprozessor **9** unter der Steuerung des Mikrocomputers **8** gebildet worden ist. Ein Mittel **11** zum Bilden eines Bildbeobachtungsfensters ist mit dem Mikrocomputer **8** verbunden, um ein Bildbeobachtungsfenster auf dem Bildschirm der Anzeigevorrichtung **10** zu bilden.

Es wird nun die Wirkungsweise der oben beschriebenen Vorrichtung mit besonderer Bezugnahme auf die **Fig. 2a bis 2e** beschrieben. Als erstes wird ein Bild eines Gegenstandes in Form eines vorausfahrenden und zu beobachtenden Fahrzeuges **13** durch die Bildsensoren **3, 4** erfaßt und in den ersten und zweiten Speicher **5, 6**

eingetragen. Das so eingetragene Bild des vorausfahrenden Fahrzeuges **13** wird dann von den Speichern **6, 7** zur Anzeigevorrichtung **10** übertragen, wo es auf dem Bildschirm einer Kathodenstrahlröhre (CRT) angezeigt wird. Bei dieser Gelegenheit betätigt der Fahrer das Mittel **11** zum Bilden eines Bildbeobachtungsfensters, um den Ort und die Größe des Bildbeobachtungsfensters anzuzeigen oder einzugeben, das auf dem Bildschirm gebildet werden soll. Der Mikrocomputer **8** liest diese Instruktionen und bewirkt, daß das eingetragene Fenster auf dem Bildschirm gebildet wird, während die entsprechenden Adressen in den Speichern **5, 6** bestimmt werden.

Es soll nun angenommen werden, daß der Fahrer ein geeignetes Bildbeobachtungsfenster auf dem Bildschirm mit Hilfe des Mittels **11** zum Bilden eines Fensters zu einem Zeitpunkt  $t_0$  einstellt, so daß der Mikrocomputer **8** den Abstand zum vorausfahrenden Zielfahrzeug mißt oder berechnet. Ein Verfahren zum Bestimmen des Bildbeobachtungsfensters ist in den **Fig. 2a bis 2e** dargestellt. Wie dies beispielsweise in **Fig. 2a** gezeigt ist, betätigt der Fahrer zunächst das Mittel **11** zum Bilden eines Fensters, so daß ein rechteckig geformtes Fenster **15** vorbestimmter Größe, das ein Bild **16** eines vorausfahrenden Fahrzeuges enthält, grob aus dem ersten oder linken Bild gebildet wird, das durch den ersten oder linken Bildsensor mit seiner unteren, linken Ecke und seiner oberen, rechten Ecke erfaßt wird, die jeweils an Stellen  $(pq)$  und  $(p+r, q+s)$  im Koordinatensystem der Bildelemente liegen. Der Mikrocomputer **8** speichert das so gebildete Fenster **15** im ersten Speicher **5** durch Einspeichern der oben genannten Stellen an den entsprechenden Adressen im ersten Speicher **5**.

Danach wird ein rechteckiger Bereich derselben Größe, wie die des in obiger Weise im ersten Speicher **5** gespeicherten Fensters **15** laufend aus den zweiten oder rechten Bildern in einem Suchbereich **17** herausgeschnitten oder -genommen, der sich in der Form eines sich horizontal erstreckenden Bandes mit einer vertikalen Höhe von der Linie " $p$ " bis zur Linie " $p+r$ " erstreckt, wie dies durch Schraffur in **Fig. 2b** dargestellt ist, um ein Bild **18** in diesem Suchbereich mit dem Bild **16** des vorausfahrenden Fahrzeuges im Fenster **15** im ersten Speicher zu vergleichen. Unter der Voraussetzung, daß die Bildsignale für die ersten oder linken Bilder durch  $S_{i,j}$  und die Bildsignale für die zweiten oder rechten Bilder durch  $SI_{i,j}$  bezeichnet werden, wird die totale Summe  $S_k$  der absoluten Werte der Unterschiede zwischen den entsprechenden Signalen für die ersten und zweiten Bilder  $(S_{i,j} - SI_{i,j})$  durch den Bildprozessor wie folgt berechnet wird:

$$S_k = \sum_{j=q}^{q+s} \sum_{i=p}^{p+r} |S_{i,j} - SI_{i+k,j}| \quad (1)$$

wobei  $k$  eine positive ganze Zahl ist, die sich der Reihe nach von Null unterscheidet.

Als Ergebnis wird ein Wert von " $k$ " erhalten, der die Summe  $S_k$  der obigen Gleichung (1) minimiert. Durch Verwendung dieses Wertes von  $k$  ebenso wie die Differenz zwischen  $p-k$ , berechnet der Mikrocomputer **8** den Abstand  $R$  zum vorausfahrenden Fahrzeug in derselben Weise, wie dies im Zusammenhang mit **Fig. 3** beschrieben worden ist.

Danach werden die Bildsignale im ersten Speicher **5** in den dritten Speicher **7** übertragen. Wie dies in **Fig. 2c**



dargestellt ist, werden zu einem Zeitpunkt  $t_1$  nach einer vorbestimmten Zeit nach dem oben erwähnten Zeitpunkt  $t_0$  Bildsignale aus dem ersten und dem zweiten Speicher 5, 6 ausgelesen. Da zu diesem Zeitpunkt der dritte Speicher 7 das Bild 16 speichert, wie es durch den ersten Bildsensor 3 zur Zeit  $T_0$  erfaßt worden ist, wohingegen der erste Speicher 5 das Bild 16' speichert, das vom ersten Bildsensor zu einem Zeitpunkt  $t_1$  erfaßt worden ist, kann der Ort des Zielfahrzeuges, das vor dem eigenen Fahrzeug zu einem Zeitpunkt  $t_1$  vorherfährt, durch Suchen im ersten Speicher 3 nach einem Bild bestimmt werden, das dem Bild 16 des vorherigen Fahrzeuges zu einem Zeitpunkt  $t_0$  am meisten ähnelt, wobei das Fenster im dritten Speicher 7 als Bezug genommen wird.

Im einzelnen wird, unter der Voraussetzung, daß die Bildelemente oder Bildsignale innerhalb des Fensters 15 zum Zeitpunkt  $t_0$  durch  $S_{i,j}$  dargestellt werden (wobei  $i$  sich von  $p$  zu  $(p+t)$  verändert und  $j$  sich von  $q$  zu  $(q+s)$  verändert), und daß die entsprechenden Bildsignale bei den ersten Bildern zum Zeitpunkt  $T_1$  durch  $SII_{i,j}$  dann eine totale Summe  $S_{k,l}$  der absoluten Werte der Unterschiede zwischen den Bildsignalen  $SII_{i,j}$  zum Zeitpunkt  $t_0$  und den Bildsignalen  $S_{i,j}$  zum Zeitpunkt  $t_1$  wie folgt ausgedrückt werden:

$$S_{k,l} = \sum_{j=q}^{q+s} \sum_{i=p}^{p+r} |SII_{i,j} - S_{i+k,j+l}| \quad (2)$$

Der Bildprozessor 7 berechnet die obige Gleichung (2), wobei sich die Zuwächse der Werte von  $k$  und  $l$  laufend ändern, Schritt für Schritt. Ein dem Bild folgendes Fenster wird dann durch Anwendung solcher spezifischer Werte von  $k$  und  $l$  eingeleitet, welche die totale Summe  $S_{k,l}$  minimieren. Das bedeutet, daß das Fenster so eingestellt wird, daß die linke, untere Ecke des Fensters am Punkt  $(p+k, q+l)$  liegt und die obere, rechte Ecke am Punkt  $(p+k+r, q+l+s)$ , so daß die Lagen der Bildelemente innerhalb eines so eingestellten Fensters durch  $(i, j)$  repräsentiert werden, wobei  $i$  einen Wert von  $(p+k)$  bis  $(p+k+r)$  hat und  $j$  den Wert von  $(q+l)$  bis  $(q+l+s)$ .

Im einzelnen umfaßt in den Fällen, in denen der Gegenstand, bis zu dem die Entfernung gemessen werden soll, ein Fahrzeug ist, das Profil des Fahrzeugs im allgemeinen viele horizontale Linien, die aus den von den Bildsensoren 3, 4 empfangenen Bildern extrahiert werden können, um auf diese Weise die Stellung des Fensters genau zu korrigieren oder einzustellen und so eine verbesserte Genauigkeit beim Beobachten des vorausfahrenden Zielfahrzeuges zu erreichen. Zu diesem Zweck werden unter Verwendung eines provisorischen Fensters, wie es nach obiger Beschreibung eingestellt worden ist, die Unterschiede zwischen vertikal benachbarten Bildsignalen innerhalb des provisorischen Fensters über die horizontale Länge des provisorischen Fensters aufaddiert, um horizontale Linien im provisorischen Fenster zu extrahieren, so daß ein neues Fenster definiert wird, das durch eine vertikale Lage bestimmt wird, welche die Summe der Differenzen maximiert.

Beispielsweise wird eine totale Summe  $S_a$  der Unterschiede zwischen vertikal benachbarten Bildsignalen  $S_{n,a}, S_{n,a-1}$  innerhalb einer oberen Hälfte des provisorischen Fensters und die totale Summe  $S_b$  von Unterschieden zwischen vertikal benachbarten Bildern  $S_{n,b}, S_{n,b-1}$  innerhalb einer unteren Hälfte des provisorischen

fensters aufgrund der folgenden Gleichungen berechnet:

$$\text{wobei } S_a = \sum_{n=p+k}^{p+k+r} (S_{n,a} - S_{n,a-1})$$

$$q+l+s/2 < a < q+l+s.$$

$$\text{wobei } S_b = \sum_{n=p+k}^{p+k+r} (S_{n,b} - S_{n,b-1})$$

$$q+l < b < q+l+s/2.$$

Wie dies in der Fig. 2d dargestellt ist, wird zusätzlich auf der Grundlage des Unterschiedes zwischen dem Wert von  $a$ , der  $S_a$  in der oberen Hälfte des provisorischen Fensters maximiert und dem Wert  $B$ , der  $S_b$  in der unteren Hälfte des provisorischen Fensters maximiert, die vertikale Höhe  $sl$  und die horizontale Länge  $rl$  des neuen Fensters wie folgt bestimmt:

$$sl = a - b + o$$

$$rl = r + (sl - s)$$

wobei  $o$  eine Versetzung darstellt. Das neue Fenster dieses Ausmaßes wird auf diese Weise neu definiert mit einer linken, unteren Ecke und einer oberen, rechten Ecke, die jeweils an Punkten  $(p+k, b-o/2)$  und  $(p+k+r, a+o/2)$  liegen. Auf diese Weise kann ein neues Fenster in verlässlicher Art und Weise bestimmt werden, das in seiner Mitte ein Bild des Gegenstandes, wie z. B. eines Fahrzeuges mit vielen horizontalen Linien enthält.

Durch Einstellen des Fensters auf diese Weise zu einem Zeitpunkt  $t_1$  kann der Abstand zum vorausfahrenden Zielfahrzeug auf der Grundlage der ersten und zweiten (oder linken und rechten) Bilder gemessen werden. Durch Wiederholung des oben beschriebenen Vorganges kann der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug laufend gemessen werden, während man ihm beobachtend folgt.

Obwohl bei der obigen Beschreibung die dem Systempaar angehörenden ersten und zweiten Systeme in bezug zueinander horizontal entfernt sind, können sie auch anderweitig angeordnet werden und dabei im wesentlichen dieselben Ergebnisse liefern. Zum Beispiel können sie in bezug zueinander einen vertikalen Abstand haben, wobei ihre Basislinie, die die Mittelpunkte der ersten und zweiten optischen Systeme miteinander verbindet, auf der Horizontalen senkrecht steht oder sie können so angeordnet werden, daß sie schräg übereinander sind, wobei ihre Basislinie um einen willkürlichen Winkel relativ zur Horizontalen geneigt ist.

Obwohl in der obigen Beschreibung das Paar von getrennten Bildsensoren 3, 4 verwendet wird, kann darüber hinaus auch nur ein einzelner Bildsensor verwendet werden, dessen Abbildungsbereich in zwei Bereiche unterteilt ist.

Patentansprüche

1. Fahrzeug-Beobachtungsvorrichtung mit Abstandsmeß-Funktion, gekennzeichnet durch: Bildsensor-Mittel (3, 4) zum Abbilden eines Gegenstandes (16) von zwei verschiedenen Punkten aus,

um ein Paar von ersten und zweiten Bildern des Gegenstandes zu bekommen,

Fensterbildungsmittel (11) zur Darstellung eines Fahrzeug-Beobachtungsfensters (15) veränderbarer Größe innerhalb der ersten Bilder;

ein Speicher (5, 6, 7) zum laufenden Speicher eines Bildes im Fahrzeugbeobachtungs-Fenster (15);

einen Bild-Prozessor (9) zum laufenden Auffinden eines neuen Bildes aus den ersten Bildern, wobei das neue Bild dem vorher im Speicher (5, 6, 7) gespeicherten Bild am ähnlichsten ist und wobei der Bildprozessor (9) in der Lage ist, ein provisorisches Fenster zu bilden, das das so gefundene neue Bild umfaßt; und

eine Steuervorrichtung (8) zum Errechnen des Abstandes zum vorausfahrenden Fahrzeug aufgrund der Verschiebungsentfernung, um die das neue Bild in den ersten Bildern relativ zu einem entsprechenden Bild in den zweiten Bildern verschoben ist, um zwischen diesen Bildern die beste Abgleichung zu erreichen, wobei die Steuervorrichtung (8) in der Lage ist, die Lage des provisorischen Fensters (15) einzustellen, um ein neues Fenster zu bilden, so daß das so gebildete neue Fenster die höchste Anzahl an Horizontallinien enthält.

2. Fahrzeugbeobachtungs-Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bildprozessor (9) das neue Bild unter Verwendung der Gesamtsumme ( $S_{k, i}$ ) der absoluten Werte der Unterschiede zwischen den Bildsignalen ( $S_{11, i, j}$ ), wie sie im Speicher (5, 6, 7) zu einer vorhergehenden Zeit ( $t_0$ ) und den entsprechenden Bildsignalen ( $s_{i, j}$ ) in den ersten Bildern zur laufenden Zeit ( $t_1$ ) findet, wobei das neue Bild durch einen minimalen Wert für die Gesamtsumme bestimmt wird.

3. Fahrzeugbeobachtungs-Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtsumme ( $S_{k, i}$ ) durch die folgende Gleichung ausgedrückt wird:

$$S_{k, i} = \sum_{j=q}^{q+s} \sum_{l=p}^{p+r} |S_{11, i, j} - s_{i, j+k, l}|$$

wobei ( $S_{i, j}$ ) ein Bildsignal an der Stelle ( $i, j$ ) in den ersten Bildern zum Zeitpunkt ( $t_1$ ), d. h.  $i$  verändert sich von  $p$  zu  $(p+r)$ , und  $j$  verändert sich von  $q$  zu  $(q+s)$  und ( $S_{11, i, j}$ ) ist ein Bildsignal an der Stelle ( $i, j$ ), innerhalb des Fensters zum Zeitpunkt ( $t_0$ ).

4. Fahrzeugbeobachtungs-Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Bildprozessor (9) das provisorische Fenster (15) von rechteckiger Form so einstellt, daß die linke, untere Ecke des Fensters an einem Punkt ( $p+k, q+l$ ) liegt und die obere, rechte Ecke an einem Punkt ( $p+k+r, q+l+s$ ).

5. Fahrzeugbeobachtungs-Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unter Verwendung des provisorischen Fensters (15) die Unterschiede zwischen vertikal benachbarten Bildsignalen innerhalb des provisorischen Fensters (15) über die Länge des provisorischen Fensters aufaddiert werden, um horizontale Linien im provisorischen Fenster zu extrahieren, so daß das neue Fenster auf der Basis einer vertikalen Lage gebildet wird, in der die Summe der Differenzen einen Höchstwert annimmt.

6. Fahrzeugbeobachtungs-Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gesamtsumme ( $S_a$ ) der Unterschiede zwischen vertikal benachbarten Bildsignalen ( $S_{n, a}, S_{n, a-1}$ ) innerhalb einer oberen Hälfte des provisorischen Fensters (15) und eine Gesamtsumme ( $S_b$ ) der Unterschiede zwischen vertikal benachbarten Bildsignalen ( $S_{n, b}, S_{n, b-1}$ ) innerhalb einer unteren Hälfte des provisorischen Fensters aufgrund der folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$\text{wobei } S_a = \sum_{n=p+k}^{p+k+r} (S_{n, a} - S_{n, a-1})$$

$$q + l + s/2 < a < q + l + s.$$

$$\text{wobei } S_b = \sum_{n=p+k}^{p+k+r} (S_{n, b} - S_{n, b-1})$$

$$q + l < b < q + l + s/2;$$

und auf der Grundlage des Unterschiedes zwischen den Werten ( $a$ ), der ( $S_a$ ) maximiert und dem Wert ( $b$ ), der ( $S_b$ ) maximiert, wird die vertikale Höhe ( $s$ ) und die horizontale Länge ( $r$ ) des neuen Fensters wie folgt bestimmt:

$$s_l = a - b + o$$

$$r_l = r + (s_l - s)$$

wobei  $o$  eine Versetzung des neuen Fensters gegenüber dem provisorischen Fenster ist; und wobei das neue Fenster dieser Abmessung neu so gebildet wird, daß seine linke, untere Ecke und seine rechte, obere Ecke jeweils an Punkten ( $p+k, b-o/2$ ) und ( $p+k+r_l, a+o/2$ ) liegen.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

# FIG. 1

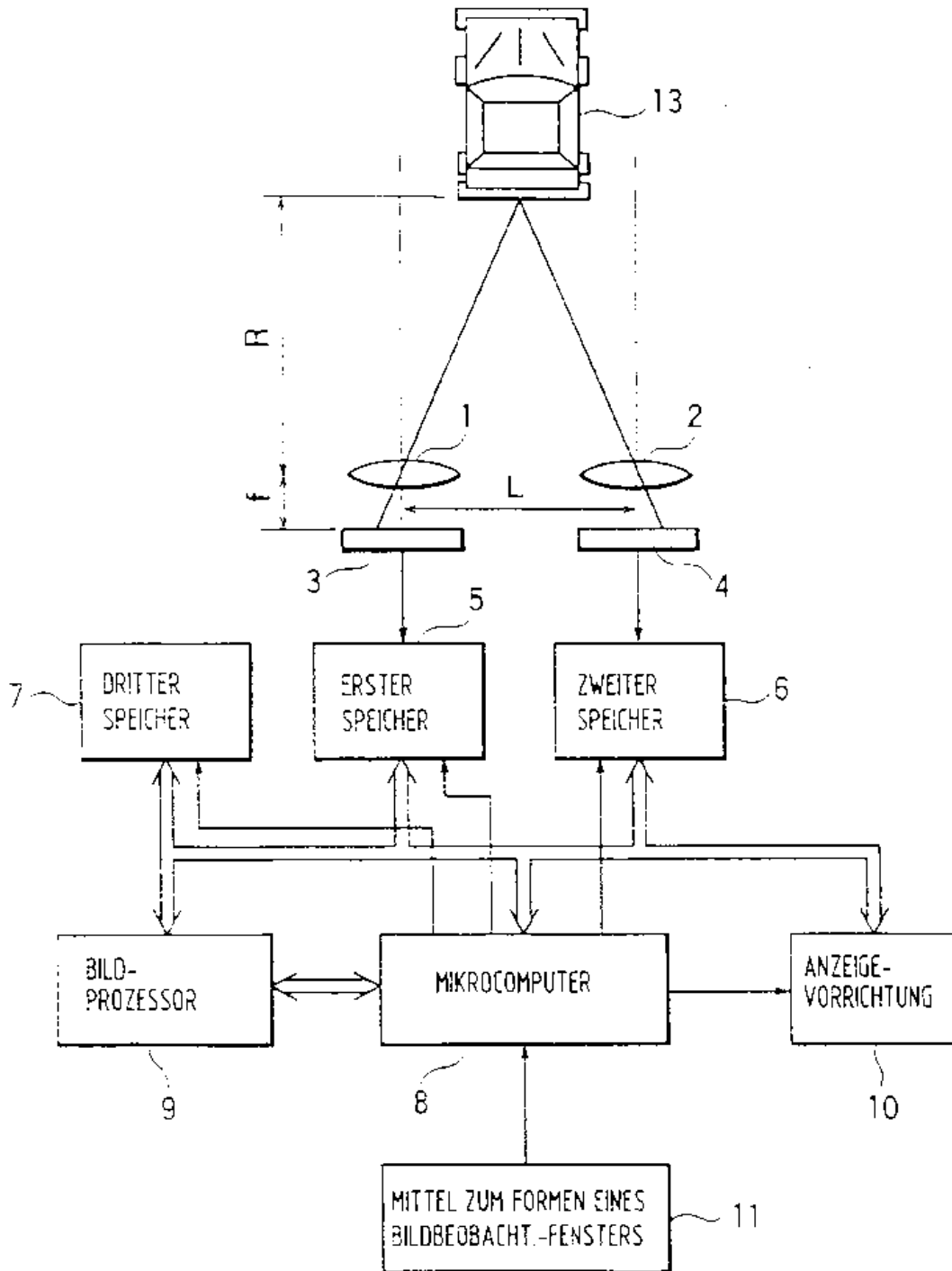


FIG. 2 (a)

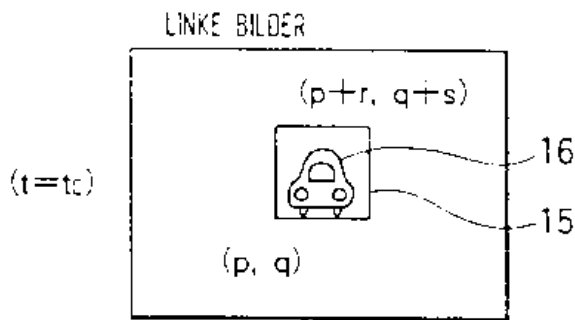


FIG. 2 (b)

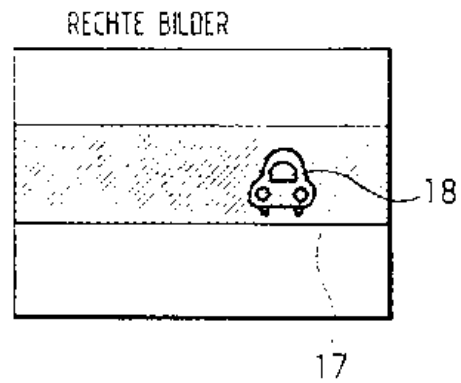
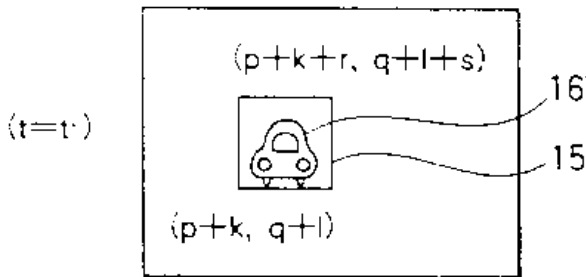


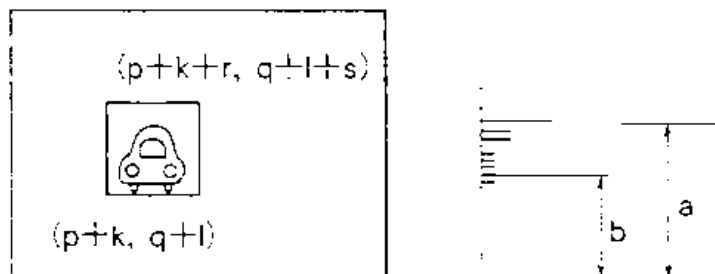
FIG. 2 (c)



FENSTER-EINSTELLUNG

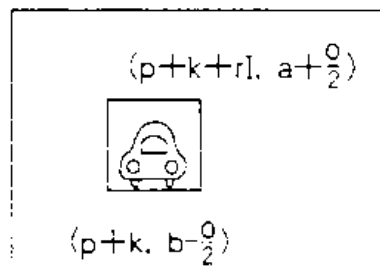
SUMME DER UNTERSCHIEDE ZWISCHEN  
 VERTIKAL BENACHBARTEN BILD-SIGNALEN  
 INNERHALB DES FENSTERS ÜBER  
 DESSEN HORIZONTALE LÄNGE

FIG. 2 (d)



BILDEN DES NEUEN FENSTERS

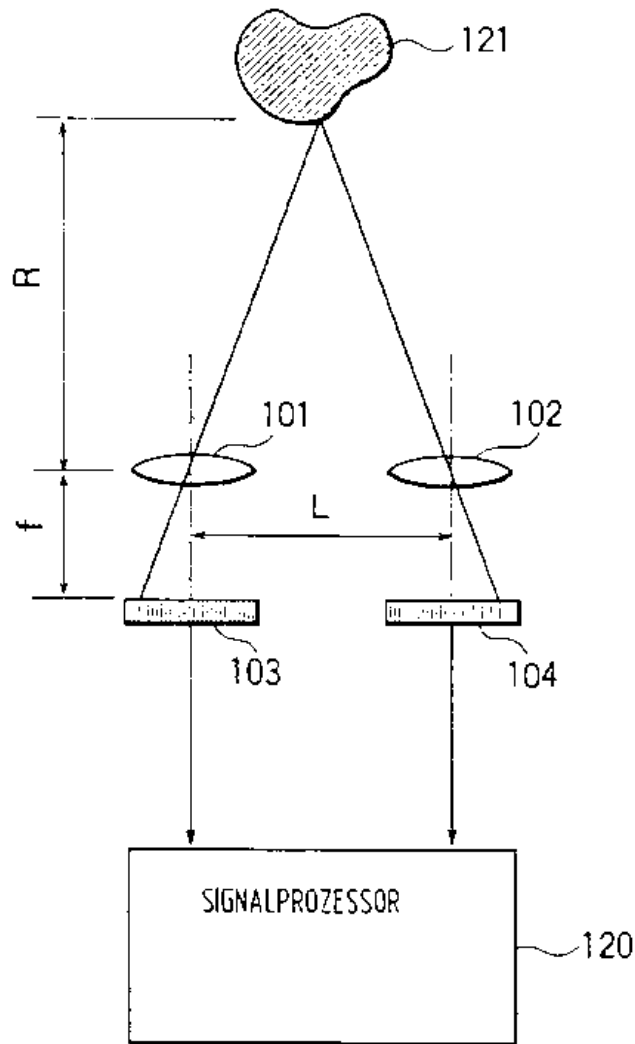
FIG. 2 (e)



$$s' = a - b + 0$$

$$r' = r + (s' - s)$$

# FIG. 3





Espacenet

Bibliographic data: DE4133882 (A1) — 1992-04-30

Automatic vehicle guidance system - allows vehicle to accurately follow path taken by lead vehicle

Full documents available for this priority number:

**Inventor(s):** GEFKEN HEINER DIPL ING [DE] ± (GEFKEN, HEINER, DIPL.-ING., 3300 BRAUNSCHWEIG, DE)

**Applicant(s):** VOLKSWAGEN AG [DE] ± (VOLKSWAGEN AG, 3180 WOLFSBURG, DE)

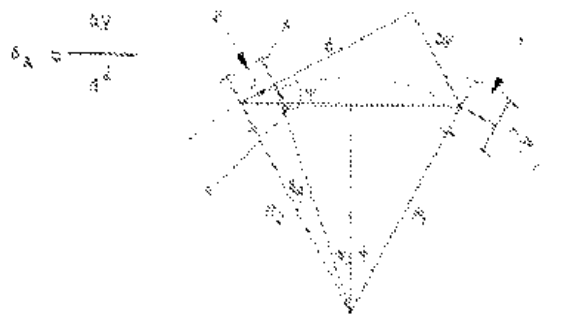
**Classification:** - **international:** G05D1/02; (IPC1-7): B60K31/00; B62D6/00; G05D1/02  
- **cooperative:** G05D1/0246; G05D1/0289; G05D1/0293; G05D2201/0213

**Application number:** DE19914133882 19911012

**Priority number(s):** DE19914133882 19911012 ; DE19904033718 19901024

#### Abstract of DE4133882 (A1)

The automatic guidance system is used to allow one vehicle to follow the path taken by a guide vehicle. The position of a lead vehicle (1) is continuously monitored by an electronic camera mounted on the following vehicle (1). As the vehicles move around a curve the distance (d) and offset (Delta Y) between the vehicles are determined. The steering angle (delta A) of the following vehicle is determined by the formula, delta A is approx. equal to Delta Y divided by d squared. USE/ADVANTAGE - Safe and accurate guidance of vehicle.



Last updated: 13.03.2013 Worldwide Database 1-8 11 1 59p



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 41 33 882 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 05 D 1/02**  
B 62 D 6/00  
B 60 K 31/00  
// G08G 1/16

21 Aktenzeichen: P 41 33 882.0  
22 Anmeldetag: 12. 10. 91  
43 Offenlegungstag: 30. 4. 92

DE 41 33 882 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31  
24.10.90 DE 40 33 718.9

71 Anmelder:  
Volkswagen AG, 3180 Wolfsburg, DE

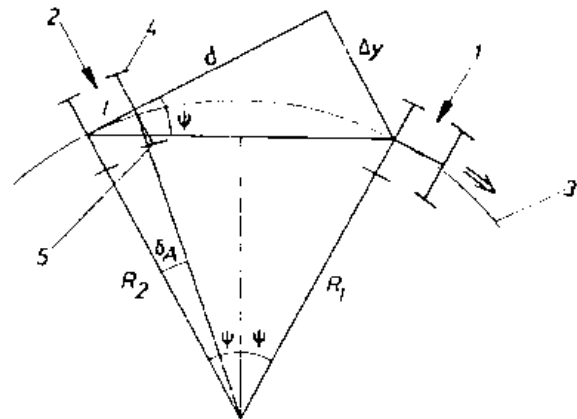
72 Erfinder:  
Gefken, Heiner, Dipl.-Ing., 3300 Braunschweig, DE

54 Verfahren zum selbsttätigen Nachführen eines Fahrzeugs auf der Spur eines vorausfahrenden Fahrzeugs

57 Bei einem Verfahren zum Führen eines Fahrzeugs (2) auf der Spur (3) eines mit Abstand (d) vorausfahrenden Führungsfahrzeugs (1) werden signifikante Heckbereiche des Führungsfahrzeugs (1) mittels einer Fernsehkamera bildmäßig erfaßt; durch Bildauswertung werden der Seitenversatz ( $\Delta y$ ) des Führungsfahrzeugs (1) zur Längsrichtung des Fahrzeugs (2) sowie der Abstand (d) zwischen den Fahrzeugen (1, 2) ermittelt und daraus der erforderliche Lenkwinkel ( $\delta_A$ ) des Fahrzeugs (2) zu

$$\delta_A \approx \frac{\Delta y}{d^2}$$

berechnet (Fig. 1).



DE 41 33 882 A 1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Oberstes Ziel eines derartigen Verfahrens ist es, dem Fahrer des Fahrzeugs, worunter im Rahmen der Erfindung stets das dem Führungsfahrzeug folgende Fahrzeug verstanden wird, das Fahren zu erleichtern und dadurch die Sicherheit im Verkehr zu erhöhen.

Wie aus der DE-PS 29 28 972 hervorgeht, gehören zum Stand der Technik nicht nur beispielsweise mit Radar- oder Lasereinrichtungen ausgerüstete Fahrzeuge, in denen Vorrichtungen vorgesehen sind, die bei Unterschreiten eines kritischen Abstandswerts zu einem vorausfahrenden Fahrzeug Stellbefehle für die Antriebsmaschine und/oder die Bremse des Fahrzeugs erzeugen, sondern auch bereits Vorrichtungen, die eine Führung des Fahrzeugs durch das vorausfahrende Führungsfahrzeug durch Erzeugung entsprechender Steuerbefehle sicherstellen. Dabei bezieht sich die Schrift speziell auf den Fall des Kolonnenfahrens, d. h. mit mechanischer Berührung zwischen entsprechenden Einrichtungen an den aufeinanderfolgenden Fahrzeugen.

Bekannt (DE-PS 33 32 615, JSME International Journal, Vol. 31, 1988, Seite 108 ff.) sind auch optisch unter Verwendung einer Fernsehkamera derart geführte Fahrzeuge, daß die fahrzeugfeste Kamera das Bild eines auf dem Boden, d. h. der Fahrbahn, verlegten Führungstreifens erfaßt und aus den Bildsignalen Steuersignale für das Fahrzeug gewonnen werden. Nachteilig dabei ist die erforderliche Änderung der Infrastruktur.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zu schaffen, das ohne Anforderungen an die Infrastruktur auskommt und dem Fahrer eines Fahrzeug die Möglichkeit bietet, in einem endlichen Abstand einem Führungsfahrzeug zu folgen, also ohne "Ankoppeln" an dieses.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht in den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs, vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung beschreiben die Unteransprüche.

Soweit bisher Fahrzeuge mit Einrichtungen zur Ermittlung des Abstands zu einem vorausfahrenden Fahrzeug ausgerüstet wurden, handelt es sich um Radar- oder Lasereinrichtungen, die jedoch allenfalls für eine Abstandsmessung, nicht aber für eine Steuerung des Fahrzeugs auch längs gekrümmter Bahnen oder Spuren die erforderliche Genauigkeit besitzen. Das erfindungsgemäße Verfahren verwendet demgegenüber eine starr in das Fahrzeug eingebaute elektronische Kamera (Video- oder Fernsehkamera), die signifikante, d. h. bildmäßig leicht auswertbare Heckbereiche des Führungsfahrzeugs zur Gewinnung von Bildsignalen erfaßt, die dann in an sich bekannter Weise zur Gewinnung von Signalen für den jeweils erforderlichen Wert des Lenkwinkels gemäß der im Kennzeichen der Ansprüche 1 und 2 angegebenen Beziehung ausgewertet werden. Die so gewonnenen Signale dienen zur direkten Beeinflussung der Lenkung des Fahrzeugs, ohne daß der Fahrer eingreifen muß. Dazu können sie einem mit einer Lenkwelle des Fahrzeugs verbundenen Schrittmotor zugeführt werden.

Die eigentliche Problematik bei der Führung eines Fahrzeugs tritt bei Kurvenfahrt auf, d. h. wenn das Führungsfahrzeug eine Kurve beschreibt und das ihm folgende Fahrzeug ebenfalls längs dieser Kurve fahren soll. Zunächst muß davon ausgegangen werden, daß der

Krümmungsradius der Kurvenbahn eine Rolle spielt, der meßtechnisch nicht zu erfassen ist. Das erfindungsgemäße Verfahren eliminiert in eleganter Weise diese Schwierigkeiten, da die Beziehung diesen Krümmungsradius nicht mehr enthält. Dabei wird von der Tatsache ausgegangen, daß der Abstand zwischen den beiden Fahrzeugen erheblich größer als der Radstand des Fahrzeugs ist, und daß dasselbe hinsichtlich der Größe des Abstands in bezug auf die zu erwartenden seitlichen Abweichungen des Führungsfahrzeugs von der Längsachse des ihm folgenden Fahrzeugs gilt. Damit verwendet das erfindungsgemäße Verfahren für die Auswertung nur zwei Meßgrößen, nämlich den Abstand zwischen den Fahrzeugen und die seitliche Abweichung des Führungsfahrzeugs von der Längsachse des ihm folgenden Fahrzeugs. Diese seitliche Abweichung ist verständlicherweise bei linearer Fahrstrecke Null, bei Kurvenfahrt dagegen verschieden von Null und explizit nicht bestimmbar.

Zur Erläuterung der verschiedenen verwendeten Beziehungen ist in Fig. 1 der Fall der stationären Kreisfahrt von zwei Fahrzeugen 1 (Führungsfahrzeug) und 2 auf der Fahrkurve 3 dargestellt. Die Fahrtrichtung ist durch den Pfeil angedeutet. Das Fahrzeug 2 durchfährt in dem betrachteten Augenblick aufgrund des entsprechenden Lenkeinschlags seiner Vorderräder 4 und 5 eine Kurve mit dem Krümmungsradius  $R_2$ , das Führungsfahrzeug 1 eine Kurve mit dem Krümmungsradius  $R_1$ . Wie unmittelbar ersichtlich, ist der Achsabstand 1 des Fahrzeugs 2 relativ klein gegenüber dem in Achsrichtung des Fahrzeugs 2 gemessenen Abstand  $d$  zum Führungsfahrzeug 1 (in Wirklichkeit sind die Seitenabweichungen  $\Delta y$  kleiner, so daß sie durch bildmäßiges Erfassen signifikanter Bereiche des Hecks des Führungsfahrzeugs 1 ermittelt werden können).

Mit der im Hauptanspruch angegebenen Formel können bei beliebigen Fahrzeugabständen  $d$  Lenkwinkelsignale für die Lenkung des Fahrzeugs 2 gewonnen werden, so daß sich bei der in Fig. 1 angenommenen Kreisfahrt beider Fahrzeuge 1 und 2 ein Gleichgewichtszustand einstellt, bei dem letztlich die durch Bildauswertung gemessene Querabweichung  $\Delta y$  dem eingestellten Lenkwinkel entspricht und das Fahrzeug 2 auf dem gleichen Radius wie das Führungsfahrzeug 1 fährt. Bei konstantem Abstand  $d$  ändert sich der erforderliche Lenkwinkel  $\delta_A$  proportional zu der jeweiligen Querabweichung  $\Delta y$ . Das bedeutet, daß sich bei größeren Querabweichungen  $\Delta y$ , wie sie durch einen Spurversatz oder durch eine Schrägstellung in kurvenäußerer Richtung auftreten können, ein größerer Lenkwinkel ergibt; damit wird vom Fahrzeug 2 ein kleinerer Radius befahren, so daß sich dieses wieder nach dem Führungsfahrzeug ausrichtet. Störungen werden sowohl bei stationärer Kreisfahrt als auch bei Geradeausfahrt ausgeglichen. Der stationäre Fahrzustand ist erreicht, wenn der Seitenversatz konstant ist.

Bei diesem Fahrbetrieb kann man sagen, daß das Fahrzeug 2 gleichsam wie ein Anhänger von dem Führungsfahrzeug 1 elektronisch gezogen wird.

Schwierigkeiten können sich dann ergeben, wenn der Abstand  $d$  zwischen den Fahrzeugen in bezug auf die Fahrspur so groß ist, daß das Führungsfahrzeug 1 bereits in eine Kurve hineingefahren ist, während das Fahrzeug 2 sich noch auf einem geradlinigen Teil der Spur befindet. Dieser Fall ist in Fig. 2 dargestellt. Das Fahrzeug 2 befindet sich noch auf dem linearen Bereich 20 der Fahrspur, während das Führungsfahrzeug 1 bereits unter Erzeugung eines Querabstands  $\Delta y$  auf dem

gekrümmten Spurbereich 21 fährt. Geht man davon aus, daß die Kamera starr am Fahrzeug 2 befestigt ist, so haben bei diesem fahrdynamischen Modell zwei Faktoren einen besonderen Einfluß: Der Schwimmwinkel, d. h. der Winkel zwischen der Geschwindigkeitsrichtung und der Längsachse des Fahrzeugs 2, beeinflusst die Messung der Querabweichung  $\Delta y$ . Ferner erfordert der Schräglaufwinkel der Vorderräder des Fahrzeugs 2 eine Korrektur des gemäß der Beziehung im Hauptanspruch berechneten Lenkwinkels  $\delta_A$ .

Man könnte nun daran denken, diese beiden Werte exakt zu berechnen. Nachteilig ist aber, daß eine derartige Berechnung genaue Daten des Fahrzeugs und der Reifen erfordern, die demgemäß fahrzeugindividuell sind.

Die im Anspruch 2 angegebene Beziehung vermeidet diese Problematik, indem sie davon ausgeht, daß Schwimmwinkel und Schräglaufwinkel der Querschleunigung und damit dem Quadrat der Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs 2 proportional sind. Sie werden daher durch einen Korrekturfaktor  $a \cdot v^2$  berücksichtigt, worin  $a$  eine fahrzeugtypspezifische Konstante ist, die experimentell ermittelt wird.

Wie sich gezeigt hat, ergibt die Vernachlässigung des Kurvenradius bei diesem Korrekturfaktor nur sehr kleine Fehler in der Querabweichung, so daß diesbezüglich eine zusätzliche Korrektur nicht erforderlich ist.

Auch in diesem fahrdynamischen Falle dient die Ermittlung des jeweils erforderlichen Lenkwinkels  $\delta_A$  zur Gewinnung von Ansteuersignalen für die Lenkung des Fahrzeugs 2.

Mit der Erfindung ist demgemäß ein gattungsgemäßes Verfahren geschaffen, das mit hoher Genauigkeit ohne Aufwand seitens der Infrastruktur oder seitens des Führungsfahrzeugs das Nachführen eines folgenden Fahrzeugs auf einer ggf. auch gekrümmten Spur gestattet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum selbsttätigen Nachführen eines Fahrzeugs auf der Spur eines vorausfahrenden Fahrzeugs (Führungsfahrzeugs), **dadurch gekennzeichnet**, daß mittels einer fahrzeugseitig angeordneten elektronischen Kamera laufend Bildsignale für signifikante Heckbereiche des Führungsfahrzeugs (1) erzeugt, daraus durch elektronische Bildauswertung laufend der in Richtung der Längsachse des Fahrzeugs (2) gemessene Abstand ( $d$ ) zwischen diesem und dem Führungsfahrzeug (1) sowie der Seitenversatz ( $\Delta y$ ) desselben gegen die Längsachse des Fahrzeugs (2) ermittelt und die erforderlichen Werte des Lenkwinkels ( $\delta_A$ ) gemäß

$$\delta_A \approx \frac{\Delta y}{d^2} = \frac{\Psi}{d}$$

errechnet werden, worin  $\Psi$  der relative Gierwinkel des Fahrzeugs ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Berücksichtigung des Schwimmwinkels und des Schräglaufwinkels der Vorderräder (4, 5) des Fahrzeugs (2) die erforderlichen Werte ( $\delta_A$ ) des Lenkwinkels gemäß

$$\delta_A \approx \frac{\Delta y}{d^2} + a \cdot v^2 = \frac{\Psi}{d} + a \cdot v^2$$

errechnet werden, worin  $v$  die Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs (2) und  $a$  ein experimentell ermittelter fahrzeugspezifischer Faktor sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als signifikanter Heckbereich des Führungsfahrzeugs (1) die Spurbreite als Querabstand zwischen Hinterreifen bildmäßig erfaßt wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

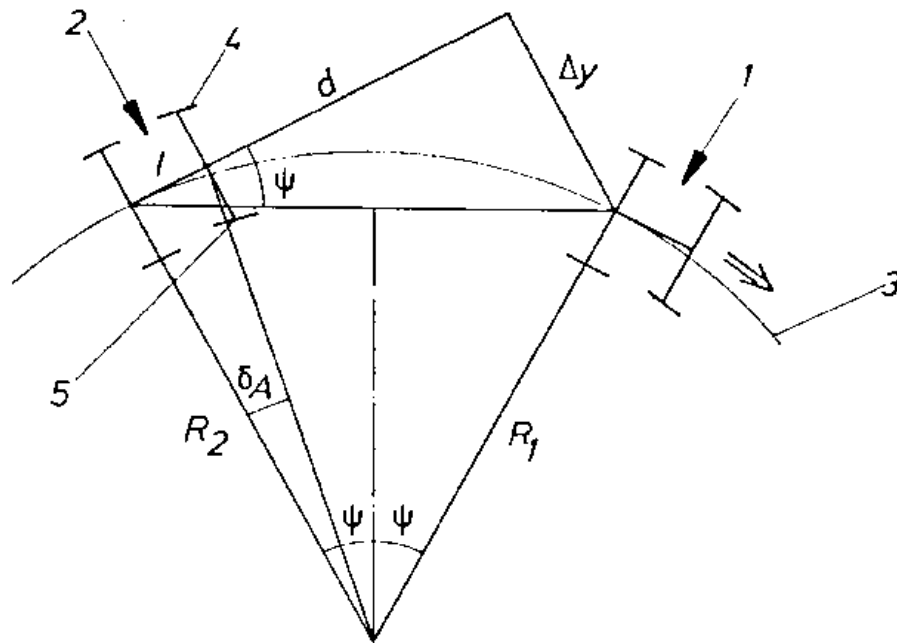


FIG 1

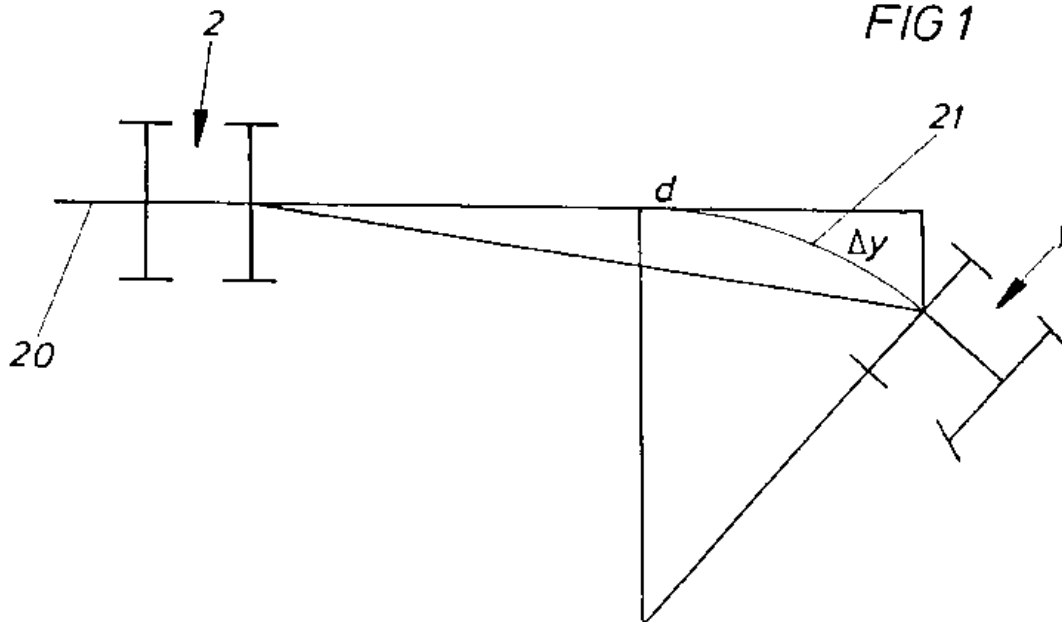


FIG 2

**Bibliographic data: DE4137551 (A1) — 1993-03-11**

**View improving appts., partic. for vehicle - converts impinging light into output signals in reception optic depending on distance.**

*No documents available for this priority number*

**Inventor(s):** WEIDEL EDGAR DIPL PHYS [DE] ± (WEIDEL, EDGAR, DIPL.-PHYS., 7913 SENDEN, DE)

**Applicant(s):** DAIMLER BENZ AG [DE] ± (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE)

**Classification:** - **international:** B60Q1/08; G01S17/88; G01S7/481; H04N7/18;  
(IPC1-7): B60Q1/00; G01S17/88; G01S7/48;  
H04N7/18  
- **cooperative:** G01S17/88; G01S7/4816; H04N1/02865; H04N7/183

**Application number:** DE19914137551 19910909

**Priority number(s):** DE19904039467 19901211 ; DE19914137551 19910909 ;  
DE19904007646 19900310 ; DE19914107850 19910312

**Abstract of DE4137551 (A1)**

The appts. has an illuminative optic, radiating a light beam widened in one plane, and a narrow focussed beam orthogonal to the first one. It scans a preset spatial angle by swivelling towards the narrow focussed beam. A reception optic is offset from the above plane w.r.t. the illuminative optic. The reception optic receives light in separate image plane lines from different distance regions of the spatial angle irradiated by the illumination optic and converts it into electric and/or visible optical output signals. The conversion of the impinging light in the reception optic output signals is such the different conversion factors are used according to distance regions. USE/ADVANTAGE - For car driver's vision improvement, with improved image reception from field of vision.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 41 37 551 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 S 17/88**  
G 01 S 7/48  
H 04 N 7/18  
B 60 Q 1/00

21 Aktenzeichen: P 41 37 551.3  
22 Anmeldetag: 9. 9. 91  
43 Offenlegungstag: 11. 3. 93

DE 41 37 551 A 1

71 Anmelder:  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart, DE

61 Zusatz zu: P 41 07 850.0

72 Erfinder:  
Weidel, Edgar, Dipl.-Phys., 7913 Senden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

- DE 40 16 973 C1
- DE 40 03 774 A1
- DE 39 30 272 A1
- DE 39 00 667 A1
- DE 37 01 340 A1
- DE 33 27 793 A1

54 Anordnung zur Verbesserung der Sicht, insbesondere in Fahrzeugen

57 Für eine Anordnung zur Verbesserung der Sicht, insbesondere in Fahrzeugen, mit einer Beleuchtungsoptik und einer Empfangsoptik mit der Möglichkeit der Entfernungstrennung einfallenden Lichts wird vorgeschlagen, die Abnahme der Intensität des beleuchtenden Lichts durch entfernungsabhängige Maßnahmen in der Aufnahmeoptik zu kompensieren.

DE 41 37 551 A 1

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Verbesserung der Sicht, insbesondere in Fahrzeugen, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, nach Patent (Patent-

anmeldung P 41 07 850).  
Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Patents... (Patentanmeldung P 41 07 850) erzeugt eine Beleuchtungsoptik ein in einer Ebene aufgeweitetes und senkrecht dazu eng gebündeltes Infrarot-Lichtbündel und eine Empfangsoptik, die gegen die Beleuchtungsoptik aus der genannten Ebene heraus versetzt angeordnet ist, nimmt das aus dem beleuchteten Raumwinkel einfallende Licht auf. Bei durch Nebel oder dergleichen beeinträchtigten Sichtverhältnissen wird durch die versetzte Anordnung von Beleuchtungsoptik und Empfangsoptik der störende Einfluß von Streulicht stark verringert. Darüber hinaus bringt die versetzte Anordnung aber auch noch die Möglichkeit einer Entfernungseinteilung des einfallenden Lichts in der Bildebene der Empfangsoptik, wenn die Bildebene in Richtung der engen Bündelung des Lichtbündels mit getrennten Detektoreinrichtungen, z. B. mehreren übereinanderliegenden Detektorzeilen ausgestaltet ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art anzugeben, welche eine weiter verbesserte Bildaufnahme des Beobachtungsraums ermöglicht.

Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Die Erfindung berücksichtigt, daß die Intensität des von der Beleuchtungsoptik abgestrahlten Lichts und damit auch die Leuchtdichte der beleuchteten Objekte mit der Entfernung abnehmen und kompensiert diese entfernungsabhängige Abnahme durch Maßnahmen in der Empfangsoptik, wo eine Entfernungstrennung möglich ist.

Bei klarer Sicht nimmt die Intensität des beleuchtenden Lichts quadratisch mit der Entfernung ab, während bei z. B. durch Nebel beeinträchtigten Sichtverhältnissen die Beleuchtungsintensität mit der Entfernung schneller abnimmt. Vorzugsweise ist daher die z. B. durch einen Umsetzungsfaktor beschreibbare Abhängigkeit der Intensität oder Amplitude eines Ausgangssignals von der Intensität des einfallenden Lichts nicht nur entfernungsabhängig, sondern auch veränderlich einstellbar. Die Einstellung erfolgt vorteilhafterweise automatisch nach Maßgabe einer Gesamtbildauswertung, wo z. B. die Lichtverteilung über die Entfernung ausgewertet wird. Der Verlauf der Abhängigkeit des Umsetzungsfaktors von der Entfernung kann je nach Lichtverhältnissen kontinuierlich oder quasikontinuierlich veränderlich sein oder es können mehrere Verläufe zur Auswahl vorgegeben sein.

Die Abbildung zeigt eine Beleuchtungsoptik BO, welche z. B. eine Halbleiterlaseranordnung und optische Linsen und/oder Spiegelemente enthält und in einer Ebene aufgeweitetes (z. B. 20°) und senkrecht dazu eng gebündeltes (z. B. 0,025°) Lichtbündel LB erzeugt. In der Abbildung liegt die Richtung enger Bündelung in der Zeichenebene und das Lichtbündel ist nur als Beleuchtungsstrahl eingezeichnet. Die Aufweitung des Lichtbündels verläuft senkrecht zur Zeichenebene und ist für die Erläuterung der vorliegenden Erfindung von untergeordneter Bedeutung.

Eine Empfangsoptik K, z. B. eine Kamera mit CCD-

Bildaufnahmeelementen ist in einem Abstand D von der Beleuchtungsoptik in der Zeichenebene und damit aus der Ebene der Aufweitung des Lichtbündels LB heraus versetzt angeordnet. Mittels eines optischen Abbildungssystems O der Brennweite f wird in einer Bildebene B der Kamera ein Bild des Beobachtungsraums erzeugt. In der Bildebene B sind eine Mehrzahl m von getrennten Detektorzeilen vorgesehen, die jeweils eine Zeilenhöhe p überdecken. Wie aus der Abbildung ersichtlich, kann jeder Detektorzeile  $Z_n$  ein Abstandsbe-

$$l_n = \frac{D \cdot f}{n \cdot p}$$

reich von  $l_n$  bis  $l_{n+1}$  zugeordnet werden, wobei und  $n = 0$  die zur Strahlrichtung des Lichtbündels LB parallele Linie bezeichnet.

Das Lichtbündel ist in der Zeichenebene schwenkbar, z. B. über einen Winkelbereich von 15°. Die Empfangsoptik kann synchron zum Lichtbündel schwenkbar sein, die Schwenkung kann aber auch durch Verschiebung des zur Bildauswertung herangezogenen Ausschnitts der Bildebene ersetzt werden. Die Schwenkung kann alternativ dazu auch in der Beleuchtungsoptik und/oder der Empfangsoptik mittels optischer Elemente erfolgen. Das Gesamtbild ergibt sich durch Überlagerung aller bei der Schwenkung aufgenommenen Einzelbilder. Vor der Kamera sind noch Polarisations- und Wellenlängenfilter F angeordnet.

Die Intensität des beleuchtenden Lichts im Lichtbündel LB nimmt mit zunehmender Entfernung von der Beleuchtungsoptik bei klarer Sicht quadratisch ab. In gleichem Maße nimmt damit auch die Leuchtdichte beleuchteter Gegenstände mit der Entfernung ab. Da die Zeilennummer n einer Bildzeile  $Z_n$  mit einem Abstandsbe-

reich  $d_n$  von  $l_n$  bis  $l_{n+1}$  fest korreliert ist, kann diese Abnahme in der Empfangsoptik durch entfernungsabhängige Beeinflussung der Umsetzung des einfallenden Lichts in elektrische und/oder sichtbare optische Ausgangssignale kompensiert werden.

Bevorzugte Ausführungsformen sehen hierzu alternativ oder in Kombination folgende Maßnahmen vor:

- a) vor der Bildebene B wird ein optisches Filter mit senkrecht zur Zeilenrichtung variierender Dämpfung bzw. Transmission angeordnet
- b) die Verstärkung bzw. Empfindlichkeit der optoelektronischen Detektorelemente einschließlich damit ggf. verbundener Verstärkerelemente variiert senkrecht zur Zeilenrichtung
- c) die mittels opto-elektronischer Detektorelemente gewonnenen elektrischen Signale werden analog oder digital mit senkrecht zur Zeilenrichtung variierenden Korrekturfaktoren gewichtet bzw. multipliziert.

Bei durch Nebel beeinträchtigter Sicht nimmt die Intensität des beleuchtenden Lichts mit der Entfernung schneller ab als bei klarer Sicht. Zur Berücksichtigung unterschiedlicher Sichtverhältnisse ist die quantitative Wirkung der Kompensationsmaßnahmen vorteilhafterweise veränderlich einstellbar, z. B. durch Verwendung von optischen Filtersätzen und/oder Veränderung der elektronischen Verstärkung oder der Korrekturfaktoren. Eine zusätzliche Verstärkung kann durch Zusammenfassen von benachbarten Bildpunkten erreicht werden.

## Patentansprüche

1. Anordnung zur Verbesserung der Sicht, insbesondere in Fahrzeugen, mit einer Beleuchtungsoptik, die ein in einer Ebene aufgeweitetes, senkrecht zu dieser Ebene eng gebündeltes Lichtbündel erzeugt, und mit einer Empfangsoptik, die aus der genannten Ebene heraus gegen die Beleuchtungsoptik versetzt angeordnet ist und in getrennten Bildebenen-Zeilen Licht aus unterschiedlichen Abstandsbereichen des von der Beleuchtungsoptik ausgeleuchteten Raumwinkels empfängt und in elektrische und/oder sichtbare optische Ausgangssignale umsetzt, (nach Patent P..... (Patentanmeldung P 41 07 850) **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Empfangsoptik die Umsetzung des einfallenden Lichts in Ausgangssignale in der Weise entfernungsabhängig erfolgt, daß Licht aus einen entfernteren Abstandsbereich mit einem höheren Umsetzungsfaktor in ein Ausgangssignal umgesetzt wird als Licht aus einem näheren Abstandsbereich.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfangsoptik ein vor der Bildebene angeordnetes optisches DämpfungsfILTER mit senkrecht zur Zeilenrichtung der Bildebene variierender Transmission enthält.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Umsetzung des einfallenden Lichts in elektrische Signale mittels Detektorelementen mit senkrecht zur Zeilenrichtung der Bildebene variierender Verstärkung erfolgt.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mittels opto-elektronischer Detektorelemente gewonnene elektrische Ausgangssignale mit senkrecht zur Zeilenrichtung variierenden Korrekturfaktoren gewichtet werden.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsabhängigkeit der Umsetzungs-faktoren veränderlich einstellbar ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

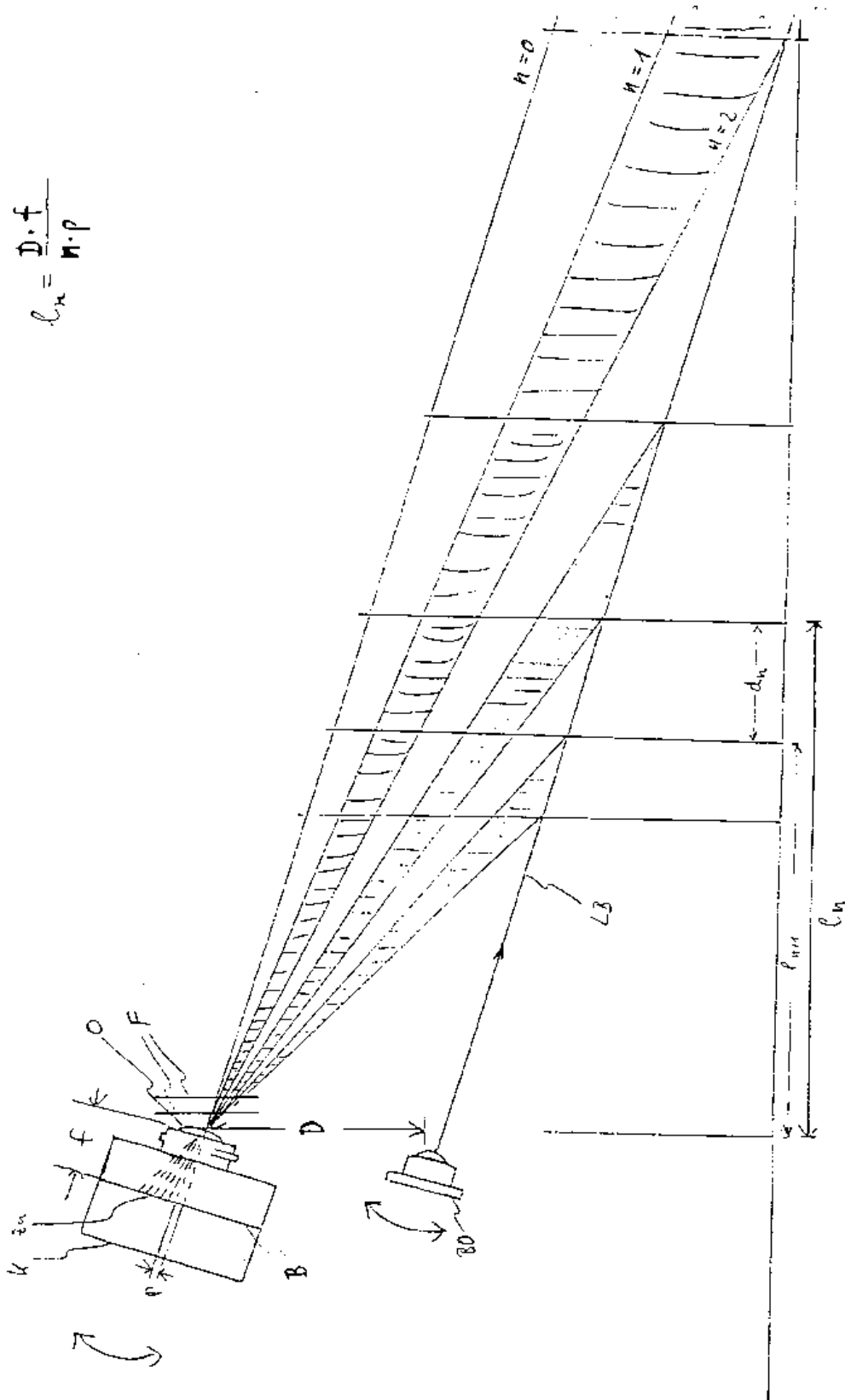
50

55

60

65

$$c_n = \frac{D \cdot f}{M \cdot p}$$





**Bibliographic data: DE4231137 (A1) — 1994-02-17**

**Safety computer for motor cars - contains various computer modules performing safety functions, e.g. monitoring and indicating distance to preceding vehicle**

*No documents available for this priority number*

**Inventor(s):** LUENIG HERMANN K DIPL ING [DE] ± (LUENIG, HERMANN K., DIPL.-ING. (TH), 4130 MOERS, DE)

**Applicant(s):** LUENIG HERMANN K DIPL ING TH [DE] ± (LUENIG, HERMANN K., DIPL.-ING. (TH), 4130 MOERS, DE)

**Classification:** - **international:** **B60K28/06**; **B60K31/00**; **B60K31/02**; **B60R25/00**; **G01C21/26**; **G07C5/08**; (IPC1-7): B60K28/06; B60K31/02; B60R25/00; G01B21/16; G01C3/00; G01J1/00; G05D13/00; G06F15/50; G07C5/08; G07C9/00  
- **cooperative:** **B60K28/06**; **B60K31/0008**; **B60K31/0058**; **B60K31/02**; **B60R25/00**; **G01C21/26**; **G07C5/085**; **B60W2550/402**

**Application number:** DE19924231137 19920917

**Priority number(s):** DE19924231137 19920917

**Abstract of DE4231137 (A1)**

The computer contains computer modules, individually or as a computer unit, an able to be combined with a car radio and can be installed by the vehicle owner or manufacturer. It contains a functional module for measuring the distance of the preceding vehicle with a display and an automatic speed control and/or braking in the event of danger. Another module measures the distance of the following vehicle and indicates insufficient braking distance. Another module records the current speed limit and displays it and optionally controls the speed accordingly. There is a position module, an automatic driving module and a driving time monitoring and warning module. USE/ADVANTAGE - For use in a motor vehicle. The safety computer is designed to reduce the dangers associated with driving by a combination of monitoring, indication and automatic control.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 42 31 137 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 60 K 31/02**

B 60 R 25/00  
B 60 K 28/06  
G 07 C 5/08  
G 07 C 9/00  
G 06 F 15/50  
G 01 B 21/16  
G 01 C 3/00  
G 01 J 1/00  
G 05 D 13/00

21 Aktenzeichen: P 42 31 137.3  
22 Anmeldetag: 17. 9. 92  
43 Offenlegungstag: 17. 2. 94

DE 42 31 137 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
Lünig, Hermann K., Dipl.-Ing. (TH), 4130 Moers, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

54 Sicherheits-Computer für Automobile

57 Die Erfindung betrifft ein elektronisches Zusatzgerät für Automobile mit Modulen zur Entfernungsmessung vorausfahrender und folgender Fahrzeuge, mit automatischer Geschwindigkeitsregelung, mit Geschwindigkeitsanzeige und/oder -regelung, entsprechend der Anzeige der Straßenverkehrsschilder, mit Ziel-, Entfernungs- und Ortsangabe, mit automatischer Lenkung, GeschwindigkeitsEinstellung, Bremsung, Halt und Stillsetzung des Fahrzeuges, sowie zur Diebstahlsicherung und zum Schutz des Fahrers gegen Übermüdung.

DE 42 31 137 A 1

Die Erfindung betrifft einen Sicherheits-Computer, mit dem Auffahrunfälle auf vorausfahrende Fahrzeuge durch fehlerhafte Abstandseinschätzung aus Unkenntnis der Einflüsse von Reaktionszeit und Bremsweg vermieden werden sollen. Außerdem soll dem Folgefahrzeug ein Signal gegeben werden, wenn der Abstand so gering geworden ist, daß bei plötzlicher Bremsung ein Unfall unvermeidlich wird.

Dieser Sicherheits-Computer wird als Zusatzeinrichtung für Automobile erforderlich, weil ab Januar 1993 Autofahrer bestraft werden, wenn sie bei 80 km/h Geschwindigkeit den Abstand des halben Tachowertes unterschreiten. Da aber der Autofahrer bislang den Abstand nur nach der Länge der weißen Mittelstreifen mit den Zwischenräumen auf den Autobahnen abschätzen kann und diese Methode der Abstandsermittlung gefährlich ist, weil sie zu sehr ablenkt, wird eine Meßeinrichtung im Fahrzeug dringend erforderlich.

Außerdem soll ab Januar 1993 das dritte Bremslicht in der Mitte des Fahrzeugs Vorschrift werden, das sich als Blinklicht für Drängler anbietet, wenn sie den absolut notwendigen Sicherheitsabstand unterschreiten.

Bei der Entwicklung eines Sicherheits-Computers liegt es nahe, das Gerät entsprechend den Ansprüchen 1 und 2 auch zur Absicherung des Fahrzeugs zu verwenden. Hier gibt es eine neue Fülle von Möglichkeiten, wobei die Entnahme des Gerätes mit Hilfe einer Steck- und Führungsvorrichtung die einfachste ist, um mit Sicherheit zumindest den Diebstahl des Computers oder der Module zu vermeiden. Außerdem können die Geräte im Störfall schnell durch eine Ersatzeinheit ausgetauscht werden.

Die Verwendung eines Codes entsprechend Anspruch 2, der in den Computer zur Betriebsbereitschaft des Fahrzeugs eingegeben werden soll, kann in besonderen Fällen wichtig sein, um sicherzustellen, daß nur bestimmte Personen das Fahrzeug benutzen können.

Anspruch 4 der Erfindung behandelt die Abstandsmessung mit Ultraschall, Radar, Laser und Video-Kameras. Ultraschall läßt sich wahrscheinlich nur für Entfernungen bis etwa 20 m anwenden, reicht also zur Entfernungsmessung des vorausfahrenden Fahrzeugs nicht aus. Auch die Radar- und Lasermessung sind schwierig anwendbar, weil entgegenkommende Fahrzeuge die Radarmessung stören und bei Kurvenfahrten der Laserstrahl nur schwierig reflektiert werden kann. Man braucht hierfür komplizierte Führungsgeräte.

Leichter dagegen ist die Abstandsmessung mit einer einfachen Video-Kamera, da das vorausfahrende Fahrzeug mit zunehmender Entfernung immer kleiner wird und somit die Größe des Fahrzeuges im Bild ein Maß für die Entfernung ist. Zeichnet man mit dem Computer eine horizontale Linie, deren Höhe von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges bestimmt wird, so kann man diese so einstellen, daß sie beim Abstand des halben Tachowertes der Höhe des Fahrzeuges entspricht. Eine zweite Linie sollte vielleicht am Berührungspunkt der Räder mit dem Boden gezogen werden.

Ist nun die Entfernung zum vorausfahrenden Fahrzeug kleiner als vorgeschrieben, so schneidet die obere Linie das Fahrzeug und man erkennt, daß man den Abstand durch eine kleinere Motordrehzahl wieder vergrößern sollte. Liegt die obere Linie dagegen über dem Fahrzeug, so ist der Abstand größer als vorgeschrieben und damit sicher ausreichend. Da die Abstandsmessung mit der normalen Video-Kamera nur bei Tageslicht,

funktioniert, empfiehlt es sich, gegebenenfalls eine Infrarot-Kamera zu verwenden, die auch nachts noch die Abstandsmessung ermöglicht.

In den Serienfahrzeugen werden auf Wunsch heute schon Geschwindigkeitsregler eingebaut, die eine vorgewählte Geschwindigkeit des Fahrzeugs konstant halten. Somit ist auch gemäß Anspruch 5 die Möglichkeit gegeben, durch einen Vergleich von Fahrzeuggröße und Geschwindigkeit im Computer ein Signal zu errechnen und dem Geschwindigkeitsregler zuzuführen, das den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug auf den vorgeschriebenen Wert konstant hält. Parallel dazu kann der Fahrer mit dem Gashebel, z. B. für Überholvorgänge, eingreifen und das Fahrzeug selbst fahren.

Fährt ein Fahrer zu eng auf das vorausfahrende Fahrzeug auf, so gibt es einen Mindestabstand, der bei plötzlicher Bremsung des Vorderwagens zum Auffahrunfall führt. Dieser Wert, vielleicht mit einem Sicherheitsbeitrag, soll dem Fahrer optisch oder akustisch signalisiert werden, weil meistens den Fahrern das physikalische Verständnis über Auffahrunfälle fehlt. Besser als die Warnung erscheint eine automatische Verringerung der Geschwindigkeit durch den Computer mit dem Geschwindigkeitsregler. Erkennt der Rechner die schnelle Verringerung des Abstandes zum vorausfahrenden Fahrzeug und ermittelt er hieraus einen voraussehbaren Auffahrunfall, so soll die Bremsung automatisch durchgeführt werden.

Mit Anspruch 6 der Erfindung soll die Unfallgefahr durch ein folgendes Fahrzeug verringert werden, indem mit einem Ultraschall-Meßgerät der kritische Abstand gemessen wird, bei dessen Unterschreitung es im Falle eines plötzlichen Bremsvorganges zum Auffahrunfall kommt. (Falls dieser Abstand nicht größer als etwa 20 m ist!). Der Computer verarbeitet das Signal des Ultraschallgerätes zu einem Blinksignal, dessen Dauer und Leerpause eingestellt werden können, damit es nicht als Dauerblinklicht den Fahrer zu sehr provoziert, der auf Grund seiner größeren Fahrzeugleistung überholen möchte. Als Blinklicht könnte das dritte Bremslicht verwendet werden, das Anfang 1993 in alle Pkw's per Gesetz eingebaut werden soll.

Wird der kritische Grenzabstand genügend schnell durchfahren, wie z. B. an Ampeln und im Stau, so erfolgt kein Blinken. Das gilt auch für das Anfahren der Pkw's.

Autofahrer, besonders wenn sie durch Mitfahrer abgelenkt werden, übersehen häufig die Schilder mit vorgeschriebener Maximalgeschwindigkeit. Die Ansprüche 6 und 7 der Erfindung gehen davon aus, daß die Fahrbahnen in der Höhe der Schilder streifenartige Markierungen erhalten, die ein Sensor abtastet und dem Computer mitteilt. Breite und Abstand der Markierungen ergeben beim Abtasten Signale, die im Computer zur Geschwindigkeitsangabe verarbeitet und angezeigt werden, solange, bis eine neue Vorgabe erfolgt. Der Fahrer kann sich also ständig informieren, welche Geschwindigkeit einzuhalten ist. Mit dem Computer kann aber auch entsprechend Anspruch 5 die vorgeschriebene Geschwindigkeit des Fahrzeuges automatisch eingestellt und konstant gehalten werden.

Die Fahrbahnmarkierungen können jederzeit auf Straßen und Autobahnen aufgebracht werden, z. B. als Farbstreifen, mit Schmelz-Kunststoff-Klebern, mit Farb-Zement-Mischungen, als Bitumenkleber mit Magnetpulverzusätzen für induktive Geber etc. Hier sind die Erfahrungen der Straßenbauer zu berücksichtigen.

Die gleichen Einrichtungen und Mittel sind auch gemäß Anspruch 7 für die Ortsanzeige anwendbar. Man

verwendet hierfür die gleichen Sensoren und Fahrbahnmarkierungen, nur die Zahl- und Ausführung der Streifen entsprechend dem Informationsinhalt, z. B. mit dem Bar-Code, ändert sich.

Um die Ortsbestimmung richtig nutzen zu können, gibt man in den Computer das Fahrziel ein. Mit der Anzeige des jeweiligen Ortes und des Fahrzieles wird die jeweilige Distanz in km angezeigt. Um das Einlesen des Fahrzieles leicht zu machen, kann man hierfür z. B. einen Bar-Code-Griffel und eine Städtetabelle mit Bar-code verwenden.

Die Ansprüche 9 bis 13 der Erfindung betreffen die automatische Lenkung des Fahrzeugs. Sie erfordert einen zusätzlichen Lenkantrieb für Automatikbetrieb, z. B. elektromotorisch, hydraulisch oder pneumatisch, einen Führungstreifen auf der Straße oder auf der Autobahn, einen Sensor und den Computer für die Signalverarbeitung und Ausgabe. Der Antrieb ist so konzipiert, daß der Fahrer ständig eingreifen und die Lenkautomatik korrigieren kann. Auch wenn man der Meinung ist, eine Automatiklenkung sei überflüssig, so ist sie doch im Zusammenhang mit den Ansprüchen 4 bis 8 von nicht zu unterschätzender Bedeutung, besonders für Fahrer von langen Strecken. Automatische Lenkung sollte auch automatisches Fahren mit automatisch eingehaltenen Sicherheitsabständen sein.

In der Regeltechnik beginnt die Fuzzy-Logik immer größere Bedeutung zu bekommen. In Anspruch 14 soll deshalb sicher gestellt werden, daß dieses Prinzip zur Anwendung kommen soll, wenn Experimente zeigen sollten, daß hiermit eine größere Zuverlässigkeit bei besserem Regelverhalten erzielt werden kann.

Der Anspruch 15 der Erfindung ist eine Möglichkeit, das Problem der Übermüdung der Fahrer etwas besser zu beherrschen, wenn der gute Wille da ist. Bei LKW'S und Personen-Bussen könnte zusätzlich eine Zwangspause gesetzlich eingeführt werden, die den Fahrern einen Rechtsanspruch auf Ruhepausen gewährleistet.

Meistens nehmen Autofahrer die gefahrene Zeit nicht zur Kenntnis. Erst wenn die Augen vor Übermüdung kurz zufallen und sie angstvoll auf den nächsten Blakout warten, bemühen sie sich, einen Parkplatz für einen kurzen Schlaf zu erreichen. Das kann aber manchmal zu spät sein. Deshalb kann die Fahrzeitmessung mit selbst gewählter Fahrzeit und Signalisierung des Endes dieser Fahrzeit durchaus ein sicheres Mittel sein, Unfälle durch Übermüdung zu vermeiden.

Die Ansprüche 16 bis 18 der Erfindung behandeln die Ausführungsmöglichkeiten. Eine Kombination mit dem Autoradio soll zwar möglich sein, ist aber wohl keine optimale Lösung. Wenn die Funktionsmodule entwickelt werden, ist wohl die Anwendung eines einzelnen Moduls, z. B. für die Abstandsmessung, zunächst zu erwarten.

Ein Sicherheits-Computer mit allen Funktionen der Erfindung würde wohl etwa die Größe eines Autoradios haben, einen kleinen Monitor besitzen, und könnte ähnlich wie dieses im Auto eingebaut werden.

#### Patentansprüche

1. Sicherheits-Computer für Automobile, **gekennzeichnet durch folgende Merkmale:**

- Computer-Module, einzeln oder als Computereinheit, als Bauteile oder Gesamtgerät (ähnlich einem Autoradio) ausgeführt, auch mit einem Autoradio kombinierbar, einbaufähig vom Fahrzeughalter oder Fahrzeugher-

steller, mit folgenden Funktionen bzw. Funktions-Modulen;

- Funktions-Modul für die Messung der Entfernung des vorausfahrenden Automobils mit Anzeige und einschaltbarer automatischer Geschwindigkeitsregelung und/oder Bremsung im Gefahrenfall;

- Funktions-Modul für die Messung der Entfernung des folgenden Automobils mit automatischer Signalisierung bei zu geringem Bremsabstand, der einen Auffahrunfall verursachen kann;

- Funktions-Modul für die Registrierung der vorgegebenen maximalen Geschwindigkeit des betreffenden Straßenabschnittes mit Anzeige und wählbarer automatischer Geschwindigkeitseinstellung entsprechend dem vorgegebenen Wert;

- Funktions-Modul mit Anzeige der aktuellen Ortssituation, mit Zielangabe und Entfernungsanzeige, sowohl für Automatikbetrieb, als auch für die Handeingabe;

- Funktions-Modul für die Automatikfahrt mit automatischer Lenkung, automatischer Geschwindigkeitseinstellung, Bremsung, Halt und Stillsetzung des Fahrzeugs;

- Funktions-Modul zur Fahrzeitmessung mit Vorgabe der zumutbaren Fahrzeit des Fahrers und Signal bei Überschreitung zum Schutz gegen Übermüdung.

2. Sicherheits-Computer gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer oder die Module beim Verlassen des Fahrzeugs entnommen und bei Benutzung wieder eingesetzt werden können, so daß ein wirksamer Diebstahlschutz erreicht wird.

3. Sicherheits-Computer gemäß Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Computer eine Code-Zahl oder ein Code-Wort eingegeben werden kann, um das Fahrzeug betriebsbereit zu machen.

4. Sicherheits-Computer gemäß Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die Abstandsmessung Ultraschall-, Radar-, ein zielgeführtes Lasermeßgerät oder eine Video-Kamera, auch Infrarot-Kamera für den Nachtbetrieb, verwendet werden können und daß die Meßwerte sowohl numerisch, alphanumerisch als auch durch Bildanzeige und Bildvergleich auf elektronischen Anzeigen oder Bildschirmen dargestellt werden können.

5. Sicherheits-Computer gemäß Ansprüchen 1 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreitung fest vorgegebener oder errechneter Entfernungen entsprechend den gesetzlich festgelegten, geschwindigkeitsabhängigen Sicherheitsabständen zum vorherfahrenden Fahrzeug Signale vom Computer optisch und/oder akustisch ausgegeben werden, die den Fahrer warnen oder wahlweise automatisch die Geschwindigkeit so reduzieren, daß der gesetzlich vorgeschriebene Sicherheitsabstand schnellstens wieder hergestellt wird. Bei Unterschreitung eines wählbaren Mindestabstandes, der leicht zum Auffahrunfall führen kann und bei großer Bremsverzögerung des vorausfahrenden Fahrzeugs soll eine automatische Bremsung erfolgen, die auch vom Fahrer parallel von Hand durchgeführt werden kann.

6. Sicherheits-Computer gemäß Ansprüchen 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, daß bei unzulässig kleinem Abstand des folgenden Fahrzeuges der Fahrer in diesem Fahrzeug durch blinkende Bremslichter oder ein drittes Zusatzblinklicht vor der Möglichkeit eines Auffahrunfalls gewarnt wird, wobei die Dauer des Blinkens und evtl. Pausen bis zur nächsten Blinkfolge eingestellt werden können.

7. Sicherheits-Computer gemäß Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe geeigneter Sensoren, optisch, induktiv, kapazitiv oder pneumatisch, Fahrbahnmarkierungen erfaßt und vom Computer angezeigt werden, und zwar die zulässige Maximal-Geschwindigkeit, die Ortsanzeige, die Fahrtrichtung, etc.

8. Sicherheits-Computer gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß für die Fahrbahnmarkierungen farbige Streifen, Kunststoff-Kleb- oder Schweiß-Folien, leicht magnetische Kleb- oder Farb-Materialien, Metallstreifen oder eingelegte Drahtgewebe etc. verwendet werden und daß die Signalübertragung zum Computer mit Hilfe eines Codes, z. B. des BCD- oder Bar-Codes, erfolgt.

9. Sicherheits-Computer gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale, z. B. die Geschwindigkeitsvorgaben, Orts- und Zielangaben etc. auch von Hand eingegeben werden, z. B. mit dem Bar-Code-Einlesegriffel, und daß der Computer aus diesen Eingaben die Informationen errechnet und ausweist.

10. Sicherheits-Computer gemäß Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die automatische Lenkung elektromechanische, optische, und/oder induktive oder pneumatische Sensoren verwendet werden, die einen in der Fahrbahn eingebrachten Führungstreifen abtasten und die Signale auf den Computer übertragen, der den Lenkungsantrieb, elektromotorisch oder hydraulisch, betätigt.

11. Lenkungsantrieb gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß für die Fahrbahnmarkierung die Mittel und Materialien gemäß Anspruch 8 verwendet werden und daß für elektromechanische Sensoren auch Führungsschienen zur Anwendung kommen.

12. Lenkungsantrieb gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß dieser, wie üblich, auch von Hand mit dem Lenkrad gleichzeitig betätigt werden kann.

13. Automatische Lenkung gemäß Anspruch 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie automatisch zusammen mit den Funktions-Modulen gemäß den Ansprüchen 3 bis 9 betrieben werden kann.

14. Sicherheits-Computer gemäß den Ansprüchen 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß für die Regel- und Steuervorgänge die Fuzzy-Logik angewendet wird, falls sie die Sicherheit der Standard-Systeme übertrifft.

15. Sicherheits-Computer gemäß Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zeituhr verwendet wird, die bei jedem Start die Zeit erneut mißt und beim Überschreiten eines eingestellten Wertes, den der Fahrer selbst eingibt, diesen auf die notwendige Erholungspause hinweist, um Unfälle durch Übermüdung zu vermeiden.

16. Sicherheits-Computer gemäß Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer mit dem Autoradio eine Funktionseinheit bildet.

17. Sicherheits-Computer gemäß Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer ei-

ne vom Autoradio getrennte Einheit ist, die nach Empfehlung des Produzenten im Fahrzeug zusätzlich eingebaut werden kann.

18. Sicherheits-Computer gemäß Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktions-Module einzeln hergestellt und nur für die jeweilige Funktion eingesetzt werden können, wobei die Montage vom Fahrzeughalter oder vom Fahrzeughersteller nach Anweisung durchgeführt werden kann.

**Bibliographic data: DE4238599 (A1) — 1994-06-09**

Safe-distance computing aid for motor vehicle driver - uses contactless range-finding scanner with programmed control computer, read-out and warning devices.

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** BLOCK HUBERT K [DE] ± (BLOCK, HUBERT K., 51702 BERGNEUSTADT)

**Applicant(s):** BLOCK HUBERT K [DE] ± (BLOCK, HUBERT K., 51702 BERGNEUSTADT)

**Classification:** - **international:** **B60Q1/48**; **G01S13/93**; (IPC1-7): B60Q9/00; B60R1/10  
- **cooperative:** **B60Q9/005**; **B60Q9/006**; **G01S13/931**;  
**G01S2013/9317**; **G01S2013/9332**; **G01S2013/9375**;  
**G01S2013/9378**; **G01S2013/9385**

**Application number:** DE19924238599 19921116

**Priority number(s):** DE19924238599 19921116

**Abstract of DE4238599 (A1)**

A distance scanner is installed in the vicinity of the leading or trailing edge of the vehicle, or on its roof, or on a trailer or towed caravan, and is connected to an on-board computer having a program diskette and a link to the speedometer. The distance from a preceding or a following vehicle or a stationary obstacle may be measured by focusing in a photographic or vide camera or by ultrasonic or radio echo ranging. **ADVANTAGE** - Drivers can read more easily the distance measurements and calculations, can discern opportunities for lane-changing and overtaking manoeuvres, and can judge distances from loading ramps when reversing.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 42 38 599 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 60 Q 9/00**  
B 60 R 1/10

21 Aktenzeichen: P 42 38 599.7  
22 Anmeldetag: 18. 11. 92  
43 Offenlegungstag: 9. 6. 94

DE 42 38 599 A 1

71 Anmelder:  
Block, Hubert K., 51702 Bergneustadt, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

54 Distanzberechnungs-Vorrichtung für Kfz's als individuelle Entscheidungs-Hilfe für Kraftfahrzeug führende Personen

DE 42 38 599 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 94 408 023/13

1/37

1003-414

## Beschreibung

Bei der Erfindung handelt es sich um eine Vorrichtung entsprechend der obigen Bezeichnung — und entsprechend der einleitenden Teile des Anspruchs 1.

Betreffs der Faktoren: Sicherheitsabstandsmessung bei fahrenden Kraftfahrzeugen; Autobahnfahrspurwechselpflicht auf Autobahnen in "über 20-Sekunden-Abstandslücken" zwischen rechtsspurfahrenden Kfz; rückwärtiges Abstandmessen dicht nachfolgender Fahrzeuge; rückwärtiges und/oder seitwärtiges "Verlade-Anparken" an Rampen; Überholmanöver relevante Gegebenheiten; Fahrspur-Aussicherung relevante Gegebenheiten entsprechend des "toten Winkels"; nach Überholmanöver: richtig Abstand relevantes zurückordnen des Kfz auf die Ausgangsspur, usw. — je in bezug auf die Geschwindigkeit des eigenen und/oder des Fremdfahrzeugs — der Fremdfahrzeuge — und dergl, sowie in bezug von vorhandenen bzw. benötigten Abständen ist, die Kfz-führende Person derzeit größtenteils auf Schätzungen, eigene Überschlagsrechnungen und auf Erfahrungswerte angewiesen. Das ist durch eine wechselnd antreffbare Begabtheitsbandbreite und die Erfahrungsschwankungen der Vielzahl von Fahrzeugführenden Personen oftmals ein unzureichendes Faktorium mit Fehlerquellen, die zu Unfällen mit Personen- und Sachschäden führen können.

Die Erfindungsaufgabe besteht darin, eine Einrichtung für Kfz zu kreieren, wodurch Kfz-führende Personen verschiedene — z. T. auch ineinandergreifende — Distanz- und Dynamikmessungen und -berechnungen in bezug auf das eigene und/oder auf ein fremdes Fahrzeug u. dergl. hilfsweise leichter erstellen und/oder ableiten kann, als dies bis dato praktiziert wird.

Die Aufgabe wurde dadurch gelöst, daß mindestens ein Distanz-Taster (verbindungsloses — Stab- und Bandloses — Entfernungsmessgerät) im Bereich des Kraftfahrzeugs vorgesehen ist — mit einer Ableser-Einrichtung.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

## Patentansprüche

1. Distanzberechnungs-Vorrichtung für Kfz als individuelle Entscheidungs-Hilfe für Kraftfahrzeuge führende Personen bezüglich eines jeweiligen Fahrzeug-Sicherheitsabstandes, und eines jeweiligen Autobahn-Fahrspurwechsels in Lücken (rechtsseitige Fahrspur) zwischen Kfz, als auch eines jeweiligen rückwärtigen Abstand-Messens zu nachfolgenden Fahrzeugen, und eines jeweiligen rückwärtigen (o. seitlichen) Messens zum Laderampen-Anparken, und eines jeweilig angestrebten Überholmanövers, und schließlich als Ausschere-Hilfe und "toten Winkel"-Austaster etc., wobei Entfernungsmessrichtungen zur Anwendung gelangen, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein Distanz-Taster (verbindungsloses — Stab- und Bandloses — Entfernungsmessgerät) im Bereich des Kraftfahrzeugs vorgesehen ist — mit einer Ableser-Einrichtung.
2. Vorrichtung nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanz-Taster-Einrichtung mit einem Computer — dem "Bordcomputer" — schalttechnisch verbunden ist.
3. Vorrichtung nach dem Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Disketten — mit vorgearbeiteten

Berechnungsprogrammen — für die Distanztaster-Einrichtung — und dessen Rechner vorhanden/vorgesehen sind, wobei auch die Distanztaster- und Berechnungs-Einrichtung und/oder der Computer mit der/einer Kfz-Geschwindigkeitsmeßeinrichtung schalttechnisch verbunden ist.

4. Vorrichtung nach dem Anspruch 1, sowie den Ansprüchen 2+3, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanztaster-Einrichtung im Bereich vor und/oder hinter dem Kfz — "Bug- und Heckbereich" — positioniert ist.

5. Vorrichtung nach dem Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanztaster-Einrichtung im Bereich etwa der vier Ecken und/oder auf dem Dach des Kfz positioniert ist.

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 4+5, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanztaster-Einrichtungen im Bereich der Seiten — ergo rundum — positioniert sind — auch bodenseits —, und/oder in verschiedenen Höhen angeordnet sind, im Bereich des Kraftfahrzeugs wie auch im Bereich von Anhängern/Wohnmobilen positioniert sind.

7. Vorrichtung nach dem Anspruch 1 sowie den Ansprüchen 4—6, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanztaster-Einrichtungen beweglich — respektive individuell bewegbar/ausrichtbar — positioniert vorgesehen sind.

8. Vorrichtung nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanztaster-Einrichtungen mit Impulsgebern und mit Impulsempfängern ausgerichtet sind.

9. Vorrichtung nach dem Anspruch 8 — und einem weiteren Anspruch —, dadurch gekennzeichnet, daß für selbige fototechnische — videotechnische — Einrichtungen vorgesehen sind, insbesondere zur Distanzermittlung über die Fokusermittlungsbasis/-technik.

10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8+9, dadurch gekennzeichnet, daß für selbige Ultraschall- und/oder Radio- und/oder Infrarotwellen-Sender und -Empfänger vorgesehen sind.

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1—10, dadurch gekennzeichnet, daß selbiger mit einem/dem vorhandenen — einer Art — Fahrtschreiber/-registrierer kombinier/gekoppelt — schalttechnisch verbunden — ist.

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1—11, dadurch gekennzeichnet, daß selbige nachträglich montierbar ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1—12, dadurch gekennzeichnet, daß selbige mit einem Bewegungsanzeiger gekoppelt/kombiniert — schalttechnisch verbunden — ist.

14. Vorrichtung nach dem Anspruch 11, und einem weiteren Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß selbige für den Selbst- und Fremdwarnbereich — wie auch für nachvollziehbare Registrierungen — vorgesehen ist.

15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 11—13 — sowie einem weiteren Anspruch —, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere für nachvollziehbare Registrierungen mit selbiger Intervallmessungen — in punktueller und/oder linearer und/oder entsprechend rundumlaufender Art — vorgesehen sind.

16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1—15, dadurch gekennzeichnet, daß selbige automatisch und/oder manuell ablaufend/bedienbar ausgestal-



tet ist.

17. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–16, dadurch gekennzeichnet, daß selbige mit einer Zeitmeßeinrichtung/-einrichtung schalttechnisch verbunden ist.

5

18. Vorrichtung nach den vorgenannten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß selbige mit einer Warnzeichen gebenden Einrichtung komplettiert/kombiniert – schalttechnisch verbunden – ist.

10

19. Vorrichtung nach dem Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß selbige mit einer "defekt" anzeigenden Einrichtung mit Warnanzeige vorgesehen ist.

20. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–19, dadurch gekennzeichnet, daß selbige mit einer Außentemperatur messenden Einrichtung schalttechnisch verbunden/gekoppelt ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**Bibliographic data: DE4300941 (A1) — 1993-07-22**

Automatic control of moving body, e.g. automobile - uses camera to monitor road to allow comparison of vehicle position with required path for steering control

No documents available for this priority number

**Inventor(s):** ISHIDA SHINNOSUKE [JP] ± (ISHIDA, SHINNOSUKE, WAKO, SAITAMA, JP, ; ISHIDA, SHINNOSUKE)

**Applicant(s):** HONDA MOTOR CO LTD [JP] ± (HONDA GIKEN KOGYO K.K., TOKIO/TOKYO, JP, ; HONDA GIKEN KOGYO K.K)

**Classification:** - **international:** **A63F13/00; B62D6/00; G05D1/02; G05D1/08; G09B9/00;** (IPC1-7): B62D6/00; G05D1/00; G05D1/02  
- **cooperative:** **B62D6/00; G05D1/0221; G05D1/0246; G05D2201/0213**

**Application number:** DE19934300941 19930115

**Priority number(s):** JP19920006894 19920117

**Also published as:** DE4300941 (B4) US5350912 (A) JPH05197423 (A)

**Abstract of DE4300941 (A1)**

The automatically steered vehicle (W) has front wheel steering (6) provided by a control system that depends upon a video camera (1) to provide road information to a processor (2) coupled to an identification unit (3). This connects via a target path unit (4) to the control computer (5). The target path is defined in the form of a curve and points on this are related to actual position. Distances and angles are determined and used to generate a command for the steering input. **ADVANTAGE** - Accurate control of vehicle path. Vehicle does not meander about target path.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 00 941 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 05 D 1/00  
G 05 D 1/02  
B 62 D 6/00  
// B62D 101:00,  
111:00,113:00

21 Aktenzeichen: P 43 00 941.7  
22 Anmeldetag: 15. 1. 93  
43 Offenlegungstag: 22. 7. 93

DE 43 00 941 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
17.01.92 JP 4-6894

71 Anmelder:  
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
Weickmann, H., Dipl.-Ing.; Fincke, K., Dipl.-Phys.  
Dr.; Weickmann, F., Dipl.-Ing.; Huber, B.,  
Dipl.-Chem.; Liska, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Prechtel,  
J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Böhm, B., Dipl.-Chem.Univ.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:  
Ishida, Shinnosuke, Wako, Saitama, JP

54 System zur Steuerung eines beweglichen Körpers

57 Ein beweglicher Körper, bspw. ein Automobil, wird durch ein Steuersystem derart gesteuert, daß er sich im wesentlichen längs eines Zielwegs bewegt. Das Steuersystem bestimmt einen Zielpunkt auf dem Zielweg, eine Steuergröße, bspw. eine Gierrate, zur Erreichung des Zielpunkts, um den beweglichen Körper zu veranlassen, den Zielpunkt von einer beliebigen Position aus zu erreichen, die Richtung, in der sich der bewegliche Körper im Zielpunkt bewegt, auf Grundlage der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts, die Winkeldifferenz zwischen der Richtung und dem Zielweg im Zielpunkt als eine Zielpunkt-Winkeldifferenz und eine Zielsteuergröße, bspw. eine Zielgierrate, für den beweglichen Körper durch Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts auf Grundlage der Zielpunkt-Winkeldifferenz. Der bewegliche Körper wird auf Grundlage der Zielsteuergröße gesteuert.

DE 43 00 941 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Steuersystem zum Bewegen eines reellen beweglichen Körpers, bspw. eines Automobils, eines Flugzeugs, eines Schiffs, eines automatischen Gehroboters oder eines Roboterarms, oder eines virtuellen beweglichen Körpers in einem Computerspiel, einer Simulationsvorrichtung oder dergl. längs eines Zielwegs.

Bewegliche Körper, die zur Bewegung in sich verändernde Richtungen gesteuert werden, umfassen einen reellen beweglichen Körper, bspw. ein Automobil, ein Flugzeug, ein Schiff, einen automatischen Gehroboter oder einen Roboterarm, oder einen virtuellen beweglichen Körper in einem Computerspiel, einer Simulationsvorrichtung oder dergl. Einige bekannte bewegliche Körper können zur automatischen Bewegung im wesentlichen längs eines vorbestimmten Zielwegs gesteuert werden.

Aus der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 3-2 31 311 ist bspw. ein automatisch fahrendes Fahrzeug bekannt, welches automatisch derart gesteuert wird, daß es im wesentlichen längs eines Zielwegs fährt, welcher in einem möglichen Bereich auf einer Straße oder dergl. festgelegt worden ist.

Das bekannte automatisch fahrende Fahrzeug weist eine abbildende Vorrichtung an seinem Frontteil auf sowie einen Prozessor zur Bearbeitung eines von der abbildenden Vorrichtung erzeugten Bilds, um auf einer Straße einen möglichen Bereich zu bestimmen, und zur Bestimmung eines Zielwegs in dem möglichen Bereich, längs welchem das Fahrzeug fahren soll. Das Maß, um den die Räder des Fahrzeugs gelenkt werden sollen, d. h. der Lenkwinkel, wird derart gesteuert, daß sich das Fahrzeug im wesentlichen längs des Zielwegs bewegt.

Der Lenkwinkel wird auf die nachfolgend beschriebene Weise gesteuert.

Wie in Fig. 3 der beigefügten Zeichnung dargestellt sei angenommen, daß ein Fahrzeug W und ein Zielweg M wie dargestellt relativ zueinander angeordnet sind, und daß ein xy-Koordinatensystem seinen Ursprung 0 bei dem Fahrzeug W hat, wobei eine x-Achse zu der Längsachse des Fahrzeugs W und eine y-Achse zu der Querachse des Fahrzeugs W ausgerichtet ist.

Zur Steuerung des Lenkwinkels des Fahrzeugs W wird ein Zielpunkt P auf dem Zielweg M vor dem Fahrzeug W festgesetzt.

Der Zielpunkt P weist eine x-Koordinate oder eine Komponente längs der x-Achse auf, die im wesentlichen gleich einem Abstand  $x_P (= VT)$  ist, die durchlaufen wird, wenn sich das Fahrzeug W für eine vorbestimmte vorgeschriebene Zeit T mit einer derzeitigen Fahrzeuggeschwindigkeit V längs der x-Achse bewegt.

Falls die Gierrate (Winkelgeschwindigkeit) des Fahrzeugs W  $\tau$  ist, so fährt das Fahrzeug W je nach Gierrate  $\tau$  längs eines imaginären gebogenen Wegs S. Derzeit bewegt sich das Fahrzeug W längs des Wegs S um die Entfernung  $x_P$  längs der x-Achse zu einem Punkt Q und das Fahrzeug W wird in Querrichtung, d. h. in Richtung der y-Achse, um eine Entfernung y versetzt. Die Entfernung y, d. h. die y-Koordinate des Punkts Q bzw. dessen Komponente längs der y-Achse, wird angenähert durch die folgende Gleichung (1) ausgedrückt:

$$y = \frac{x_P^2}{2V} \cdot \tau = \frac{VT^2}{2} \cdot \tau \quad (1)$$

Die Entfernung, um die das Fahrzeug W in Querrichtung, d. h. in Richtung der y-Achse, zum Zielpunkt P hin versetzt wird, wird mit  $y_P$  bezeichnet, d. h. die y-Koordinate des Punkts P bzw. seine Komponente längs der y-Achse wird mit  $y_P$  bezeichnet. Falls die Länge  $y_P$  in Gleichung (1) substituiert wird und diese nach  $\tau$  aufgelöst wird, so ist die Gierrate  $\tau_P$ , mittels derer das Fahrzeug W zum Zielpunkt P gebracht wird, durch Gleichung (2) gegeben:

$$\tau_P = \frac{2V}{x_P^2} \cdot y_P = \frac{2}{VT^2} \cdot y_P \quad (2)$$

Wenn die derzeitige Gierrate  $\tau$  des Fahrzeugs W auf die so bestimmte Gierrate  $\tau_P$  korrigiert wird, so kann das Fahrzeug W längs eines imaginären gebogenen Wegs  $S_P$  zum Zielpunkt P fahren.

Falls der Lenkwinkel der lenkbaren Räder 6 des Fahrzeugs W  $\delta$  ist, wie in Fig. 1 der beigefügten Zeichnung dargestellt, so stehen der Lenkwinkel  $\delta$  und die Gierrate  $\tau$  miteinander gemäß der folgenden Gleichung in Beziehung:

$$\delta = \frac{L(1+KV^2)}{V} \cdot \tau \quad (3)$$

wobei L der Achsstand des Fahrzeugs W und K ein Stabilitätsfaktor ist, der auf den Lenkungseigenschaften des Fahrzeugs W basiert.

Folglich wird der Lenkwinkel  $\delta$  zur Erzeugung der Gierrate  $\tau_P$  durch Substitution der Gierrate  $\tau_P$  gemäß Gleichung (2) in Gleichung (3) bestimmt und das Fahrzeug W kann durch Lenken der lenkbaren Räder um den so bestimmten Lenkwinkel  $\delta$  derart gesteuert werden, daß es zum Zielpunkt P fährt.

Die vorstehend dargelegten Berechnungen und das Verfahren zur Steuerung des Lenkwinkels werden sukzessive in vorbestimmten Zeitintervallen ausgeführt, um das Fahrzeug W zum Zielweg M und schließlich längs des Zielwegs M zu bewegen.

Bei dem bekannten automatisch fahrenden Fahrzeug wird der Lenkwinkel im wesentlichen derart gesteuert,

daß lediglich die Differenz zwischen der Position des Fahrzeugs W und des Zielwegs M in Querrichtung, d. h. in Richtung der y-Achse, am Ort des Fahrzeugs W nach der vorgeschriebenen Zeit T reduziert wird, um das Fahrzeug W zur Fahrt längs des Zielwegs M zu steuern. Daher kann, wie in Fig. 3 dargestellt, je nach Krümmung des Zielwegs M der Winkel  $\Phi_{PW}$ , um den das Fahrzeug W am Zielpunkt P geneigt ist, deutlich von dem Winkel  $\Phi_{PM}$  abweichen, um den der Zielweg M am Zielpunkt P geneigt ist.

Wenn dies geschieht, so konvergiert der tatsächliche Weg, längs welchem das Fahrzeug W fährt, allmählich zu dem Zielweg M, während er jedoch in großem Maß um den Zielweg M oszilliert. Daher ändert das Fahrzeug W bei seiner Fahrt häufig seine Fahrtrichtung und der tatsächliche Weg verläuft mäanderförmig um den Zielweg M.

Zur Vermeidung des vorstehend genannten Nachteils kann es wirksam sein, den Zielpunkt P auf dem Zielweg M so weit wie möglich von dem Fahrzeug W entfernt zu wählen, d. h. die x-Koordinate  $x_P$  des Zielpunkts P zu erhöhen (d. h., da  $x_P = VT$ , die vorgeschriebene Zeit T zu erhöhen).

Wie aus Fig. 3 ersehen werden kann, liegt der Grund hierfür darin, daß die Gierrate  $\tau_P$ , die erforderlich ist, um das Fahrzeug W zum Zielpunkt P zu bringen, mit zunehmender Entfernung des Zielpunkts P vom Fahrzeug W abnimmt und somit auch der Winkel  $\Phi_{PW}$  des Fahrzeugs W am Zielpunkt P.

Um den Zielpunkt P in größtmöglicher Entfernung vom Fahrzeug W festzusetzen, ist es jedoch auch notwendig, den Zielweg M über eine größtmögliche Strecke vom Fahrzeug W weg zu bestimmen. Wenn sich das Fahrzeug W mit hoher Geschwindigkeit bewegt, ist die zu bestimmende Strecke des Zielwegs M sehr groß.

Da der Zielweg M tatsächlich auf Grundlage der durch die abbildende Vorrichtung erzeugten Bildinformation vor dem Fahrzeug W bestimmt wird, bestehen gewisse Beschränkungen für die Strecke des Zielwegs M, die festgesetzt werden kann.

Aus den vorstehend beschriebenen Gründen ist es schwierig, das Fahrzeug W derart zu steuern, daß es dem Zielweg M längs eines glatten Wegs folgt, insbesondere, wenn das Fahrzeug W mit hoher Geschwindigkeit fährt.

Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, ein System bereitzustellen, mittels dessen die Fahrt eines beweglichen, einem Zielweg folgenden Körpers längs eines glatten Wegs gesteuert werden kann, um den beweglichen Körper im wesentlichen längs des Zielwegs zu bewegen, so daß der bewegliche Körper dem Zielweg glatt folgen kann, insbesondere wenn er mit hoher Geschwindigkeit fährt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein System zur Steuerung eines beweglichen Körpers zur Bewegung im wesentlichen längs eines Zielwegs gelöst, welche eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Zielpunkts auf dem Zielweg, eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts, um den beweglichen Körper zu veranlassen, den Zielpunkt von einer beliebigen Position aus zu erreichen, eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Richtung, in der sich der bewegliche Körper an dem Zielpunkt bewegt, auf Grundlage der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts, eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Winkeldifferenz zwischen der Richtung und dem Zielweg am Zielpunkt als Zielpunkt-Winkeldifferenz, eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Zielsteuergröße für den beweglichen Körper durch Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts auf Grundlage der Zielpunkt-Winkeldifferenz und eine Vorrichtung zum Steuern des beweglichen Körpers auf Grundlage der Zielsteuergröße umfaßt.

Die Vorrichtung zum Bestimmen einer Zielsteuergröße umfaßt eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Zielsteuergröße unter Verwendung einer Zustandsgröße des Zielwegs.

Die Zustandsgröße des Zielwegs umfaßt eine Krümmung und eine Breite des Zielwegs, wobei die Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts um einen Betrag in die Zielsteuergröße korrigiert wird, der abnimmt, wenn die Krümmung zunimmt, und der zunimmt, wenn die Breite zunimmt.

Die Vorrichtung zur Bestimmung einer Zielsteuergröße umfaßt eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Zielsteuergröße unter Verwendung einer Zustandsgröße des beweglichen Körpers.

Die Zustandsgröße des beweglichen Körpers umfaßt eine Geschwindigkeit des beweglichen Körpers, wobei die Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts um einen Betrag in die Zielsteuergröße korrigiert wird, der zunimmt, wenn die Geschwindigkeit zunimmt.

Die Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts, um den beweglichen Körper auf dem Zielweg zum Zielpunkt zu bringen, wird im wesentlichen durch die relative Positionierung des beweglichen Körpers und des Zielpunkts auf dem Zielweg bestimmt. Da die Zielsteuergröße durch Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts auf Grundlage der Zielpunkt-Winkeldifferenz zwischen dem beweglichen Körper und dem Zielweg bestimmt wird, wird bei der Bestimmung der Zielsteuergröße zusätzlich zur relativen Positionierung des beweglichen Körpers und des Zielwegs ferner die Richtungsbeziehung zwischen dem beweglichen Körper und dem Zielweg berücksichtigt. Wenn der bewegliche Körper auf Grundlage der so bestimmten Zielsteuergröße gesteuert wird, kann der bewegliche Körper daher derart bewegt werden, daß er dem Zielweg sowohl in seiner Position als auch in seiner Richtung folgt.

Falls der auf der Zielpunkt-Winkeldifferenz basierende Betrag zur Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts in die Zielsteuergröße relativ klein ist, so ist es möglich, den beweglichen Körper schnell zum Zielweg zu führen, wodurch die Fähigkeit des beweglichen Körpers, dem Zielweg in seiner Position zu folgen, verbessert wird. Falls der Betrag zur Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts in die Zielsteuergröße relativ klein ist, so kann die Fähigkeit des beweglichen Körpers, dem Zielweg in seiner Richtung zu folgen, verbessert werden.

Bei der Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts zur Bestimmung der Zielsteuergröße ist es bevorzugt, die Zielsteuergröße unter Verwendung von Zustandsgrößen des Zielwegs zu bestimmen, bspw. dessen Krümmung und Breite, und einer Zustandsgröße des beweglichen Körpers, bspw. dessen Geschwindigkeit.

Bei der Bestimmung der Zielsteuergröße unter Verwendung der Krümmung und Breite des Zielwegs ist es bevorzugt, den Betrag zur Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts in die Zielsteuergröße mit

zunehmender Krümmung zu erniedrigen und mit zunehmender Breite zu erhöhen.

Der Grund hierfür ist, daß es bevorzugt ist, den beweglichen Körper schneller zum Zielweg zu bewegen, d. h. die Fähigkeit des beweglichen Körpers zu verbessern, dem Zielweg in seiner Position zu folgen, wenn die Krümmung des Zielwegs größer ist, und daß es bevorzugt ist, die Fähigkeit des beweglichen Körpers zu erhöhen, dem Zielweg in seiner Richtung zu folgen, um den beweglichen Körper in die Lage zu versetzen, dem Zielweg längs eines glatteren Wegs zu folgen, wenn die Breite des Zielwegs größer ist.

Bei der Bestimmung der Zielsteuergröße unter Verwendung der Geschwindigkeit des beweglichen Körpers ist es bevorzugt, den Betrag zur Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts in die Zielsteuergröße mit zunehmender Geschwindigkeit des beweglichen Körpers zu erhöhen.

Der Grund hierfür ist, daß es bevorzugt ist, die Fähigkeit des beweglichen Körpers zu verbessern, dem Zielweg in seiner Richtung zu folgen, um den beweglichen Körper in die Lage zu versetzen, dem Zielweg längs eines glatteren Wegs zu folgen, wenn die Geschwindigkeit des beweglichen Körpers höher ist.

Die erfindungsgemäßen Prinzipien können auf ein automatisch fahrendes Fahrzeug, bspw. ein Automobil oder dergl., angewendet werden. Bei dem automatisch fahrenden Fahrzeug kann die am Fahrzeug hervorgerufene Gierrate als die Steuergröße des beweglichen Körpers verwendet werden.

Da die Gierrate des Fahrzeugs und der Lenkwinkel der lenkbaren Räder des Fahrzeugs in einer bestimmten Beziehung zueinander stehen, ist es nach Bestimmung der Zielgierrate möglich, einen Ziellenkwinkel zum Erhalt der Zielgierrate zu bestimmen, und die lenkbaren Räder können derart gelenkt werden, daß der so bestimmte Ziellenkwinkel erhalten wird.

Zur Bestimmung der Zielsteuergröße wird ein Betrag zur Korrektur der Gierrate, der zur Eliminierung der Zielpunkt-Winkeldifferenz erforderlich ist, mit einem Korrekturkoeffizienten multipliziert, dessen Wert je nach Krümmung und Breite des Zielwegs und je nach Geschwindigkeit des beweglichen Körpers im Bereich von 0 bis 1 liegt, um einen Betrag zur Korrektur der Gierrate zur Erreichung des Zielpunkts als Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts in eine Zielgierrate als Zielsteuergröße zu bestimmen. Wenn der Korrekturkoeffizient größer ist, d. h. näher bei 1 liegt, so ist der Betrag zur Korrektur der Gierrate zur Erreichung des Zielpunkts in die Zielgierrate größer. Daher wird die Fähigkeit des automatisch fahrenden Fahrzeugs verbessert, dem Zielweg in seiner Richtung zu folgen. Wenn der Korrekturkoeffizient kleiner ist, d. h. näher bei 0 liegt, so ist der Betrag zur Korrektur der Gierrate zur Erreichung des Zielpunkts in die Zielgierrate kleiner. Daher wird die Fähigkeit des automatisch fahrenden Fahrzeugs, dem Zielweg in seiner Position zu folgen, verbessert.

Zur Bestimmung des Betrags zur Korrektur der Gierrate zur Erreichung des Zielpunkts in die Zielgierrate in Abhängigkeit von Krümmung und Breite des Zielwegs und der Geschwindigkeit des automatisch fahrenden Fahrzeugs kann der Korrekturkoeffizient bspw. gemäß einem Prozeß unter Einsatz unscharfer Logik, in Fachkreisen auch als Fuzzy Logic bekannt, bestimmt werden.

Bei einem automatisch fahrenden Fahrzeug erfährt der Lenkwinkel beim Lenken der lenkbaren Räder allgemein eine Ansprechverzögerung und auch die Gierrate des Fahrzeugs erfährt beim Ansprechen auf den Lenkwinkel eine Ansprechverzögerung. Selbst wenn die lenkbaren Räder zur Erzeugung der Zielgierrate gelenkt werden, wird daher allgemein eine Ansprechverzögerung hervorgerufen, welche die Richtung beeinflusst, in der sich das automatisch fahrende Fahrzeug am Zielpunkt auf dem Zielweg bewegt.

Unter Berücksichtigung der Ansprecheigenschaften des Lenkwinkels und der Ansprecheigenschaften der Gierrate relativ zum Lenkwinkel ist es daher möglich, die Richtung, in der sich das automatisch fahrende Fahrzeug am Zielpunkt bewegt, in einer Weise zu bestimmen, daß diese mit den tatsächlichen Fahrzeugzuständen übereinstimmt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Es stellt dar:

**Fig. 1** ein Blockdiagramm eines automatisch fahrenden Fahrzeugs mit einem erfindungsgemäßen Steuersystem;

**Fig. 2** ein Flußdiagramm des Betriebsablaufs des Steuersystems;

**Fig. 3** ein Diagramm zur Darstellung der Art und Weise, in der das automatisch fahrende Fahrzeug arbeitet;

**Fig. 4** ein Diagramm zur Darstellung der Art und Weise, in der das automatisch fahrende Fahrzeug arbeitet;

**Fig. 5** ein Diagramm zur Darstellung der Art und Weise, in der das automatisch fahrende Fahrzeug arbeitet;

**Fig. 6a bis 6d** Diagramme zur Darstellung der Art und Weise, in der das automatisch fahrende Fahrzeug arbeitet;

**Fig. 7a, 7b und 7c** Blockdiagramme einer Systemkonfiguration des automatisch fahrenden Systems;

**Fig. 8a, 8b und 8c** Diagramme, die Ergebnisse von Simulationsrechnungen für das automatisch fahrende Fahrzeug darstellen;

**Fig. 9a, 9b und 9c** Diagramme, die Ergebnisse von Simulationsrechnungen für das automatisch fahrende Fahrzeug darstellen;

**Fig. 10a, 10b und 10c** Diagramme, die Ergebnisse von Simulationsrechnungen für das automatisch fahrende Fahrzeug darstellen;

**Fig. 11a, 11b und 11c** Diagramme, die Ergebnisse von Simulationsrechnungen für das automatisch fahrende Fahrzeug darstellen; und

**Fig. 12a, 12b und 12c** Diagramme, die Ergebnisse von Simulationsrechnungen für das automatisch fahrende Fahrzeug darstellen.

Wie in **Fig. 1** dargestellt basiert ein automatisch fahrendes Fahrzeug (beweglicher Körper) **W**, das mit einem erfindungsgemäßen Steuersystem ausgerüstet ist, auf einem herkömmlichen vierrädrigen Automobil mit lenkbaren Vorderrädern **6**. Das Steuersystem umfaßt eine abbildende Einheit **1** zur Erzeugung von Bildinformation einer Straße oder dergl. vor dem Fahrzeug **W**, eine Bildverarbeitungseinheit **2** zur Bearbeitung der durch die abbildende Einheit **2** erzeugten Bildinformation, eine Fahrbahnerkennungseinheit **3** zur Erkennung des Fahr-

bahnbereich, in dem sich das Fahrzeug W bewegen kann, aus den von der Bildverarbeitungseinheit 2 bearbeiteten Informationen, eine Zielwegfestsetzungseinheit 4 zum Festlegen eines Zielwegs in dem Fahrbahnbereich, längs dessen sich das Fahrzeug W bewegen soll, eine Rechen- und Steuereinheit 5 zur Ausführung verschiedener Berechnungen und eines (nachfolgend zu beschreibenden) Steuerprozesses, eine Lenkeinheit 7 zum Lenken der lenkbaren Vorderräder 6, einen Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensor 8 zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit V des Fahrzeugs W, einen Gierraten-Sensor 9 zur Erfassung der Gierrate  $\tau$  des Fahrzeugs W und einen Lenkwinkel-Sensor 10 zur Erfassung des Lenkwinkels  $\delta$  der lenkbaren Vorderräder 6, d. h. des Winkels, um den die lenkbaren Vorderräder 6 gelenkt worden sind.

Die abbildende Einheit 1 umfaßt eine Videokamera oder dergl. und die Bildverarbeitungseinheit 2, die Fahrbahnerkennungseinheit 3, die Zielwegfestsetzungseinheit 4 und die Rechen- und Steuereinheit 5 liegen in Form eines Mikro-Computers oder dergl. vor. Die Lenkeinheit 7 umfaßt einen gewöhnlichen Lenkmechanismus und ein Stellglied zum Betrieb des Lenkmechanismus.

Die durch die Bildverarbeitungseinheit 2, die Fahrbahnerkennungseinheit 3 und die Zielwegfestsetzungseinheit 4 ausgeführten Bildverarbeitungsoperationen sind bekannter Art, wie sie bspw. aus der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 2-0 27 688 bekannt sind. Die Bildverarbeitungsoperationen extrahieren im wesentlichen Straßenliniensegmente aus der durch die abbildende Einheit 1 erzeugten Bildinformation, erkennen aus den extrahierten Straßenliniensegmenten zweidimensional einen Fahrbahnbereich und legen gemäß vorbestimmten Regeln in dem Fahrbahnbereich einen Zielweg fest, legen einen Zielweg bspw. zentral in dem Fahrbahnbereich fest.

Wie in Fig. 3 dargestellt, kann der Zielweg als eine Kurve M ausgedrückt werden, die aus einer Reihe von Punkten in einem xy-Koordinatensystem mit Ursprung 0 in dem Fahrzeug W zusammengesetzt ist, wobei eine x-Achse zur Längsachse des Fahrzeugs W und eine y-Achse zur Querachse des Fahrzeugs W ausgerichtet ist.

Die Rechen- und Steuereinheit 5 führt gemäß dem in Fig. 2 dargestellten Flußdiagramm vorbestimmte Berechnungen und einen Steuerprozeß aus, nachdem die Zielwegfestsetzungseinheit 4 den Zielweg errechnet hat. Allgemein wird eine Zielgierrate (Zielsteuergröße)  $\tau_m$ , um eine Fahrt des Fahrzeugs W längs des Zielwegs zu bewirken, auf Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit V, der Gierrate  $\tau$  und des Lenkwinkels  $\delta$  bestimmt, die in zyklischen Abständen (bspw. 10 ms) von den jeweiligen Sensoren 8, 9, 10 erfaßt werden. Dann wird aus der Zielgierrate  $\tau_m$  ein Ziellenkwinkel  $\delta_m$  bestimmt. Hierauf wird die Lenkeinheit 7 gesteuert, um die lenkbaren Räder 6 derart zu lenken, daß ihr tatsächlicher Lenkwinkel  $\delta$  gleich dem Ziellenkwinkel  $\delta_m$  wird. Wie nachfolgend beschrieben, umfaßt die Rechen- und Steuereinheit 5 eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Zielpunkts auf dem Zielweg, eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Gierrate zur Erreichung des Zielpunkts, d. h. einer Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts, eine Vorrichtung zur Bestimmung der Richtung, in der das Fahrzeug W in dem Zielpunkt fährt als einen Winkel, um den das Fahrzeug W geneigt ist, eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Winkeldifferenz zwischen dem Fahrzeug W und dem Zielweg im Zielpunkt, d. h. einer Zielpunkt-Winkeldifferenz, und eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Zielgierrate  $\tau_m$  als Zielsteuergröße durch Korrektur der Gierrate zur Erreichung des Zielpunkts auf Grundlage der Zielpunkt-Winkeldifferenz. Die Lenkeinheit 7 umfaßt eine Vorrichtung zum Lenken der lenkbaren Räder 6 auf Grundlage der durch die Rechen- und Steuereinheit 5 bestimmten Zielgierrate  $\tau_m$ .

Im folgenden wird die Arbeit der Rechen- und Steuereinheit 5 im einzelnen mit Bezug auf die Fig. 2 und 3 näher erläutert werden.

In Fig. 3 ist angenommen, daß die Information über die Straße, auf der das Fahrzeug W fährt, und die durch die abbildende Einheit 1 neu erhaltene Bildinformation (Straßeninformation) in einem festen XY-Koordinatensystem bearbeitet werden, welches bei Initialisierung des Steuersystems angenommen und festgelegt wird, und daß ein Zielweg M festgelegt ist und der Zielweg M und das Fahrzeug W relativ zueinander wie in Fig. 3 dargestellt angeordnet sind.

Die Rechen- und Steuereinheit 5 nimmt in dem festen XY-Koordinatensystem zunächst ein relatives xy-Koordinatensystem mit Ursprung 0 in dem Fahrzeug W an, wobei die x-Achse zur Längsachse des Fahrzeugs W und die y-Achse zur Querachse des Fahrzeugs W ausgerichtet sind.

Zur Annahme eines derartigen relativen xy-Koordinatensystems ist es erforderlich, die derzeitige Position des Fahrzeugs W in dem festen XY-Koordinatensystem zu bestimmen, d. h. die Koordinaten ( $X_w$ ,  $Y_w$ ) des Ursprungs 0 und des Winkels  $\Theta_w$ , um den das Fahrzeug W in dem festen XY-Koordinatensystem geneigt ist.

Dann legt die Rechen- und Steuereinheit 5 in dem relativen xy-Koordinatensystem einen Zielpunkt auf dem Zielweg M fest, wie dies von dem herkömmlichen automatisch fahrenden Fahrzeug bekannt ist.

Insbesondere wird der Zielpunkt P als ein Punkt auf dem Zielweg M festgelegt, der eine x-Koordinate hat, die gleich der Länge  $x_p (= VT)$  ist, die durchlaufen wird, wenn sich das Fahrzeug W für eine vorbestimmte vorgeschriebene Zeit T mit einer derzeitigen Fahrzeuggeschwindigkeit V längs der x-Achse bewegt.

Um den Zielpunkt P in dem relativen xy-Koordinatensystem festzulegen, ist es erforderlich, den in dem festen XY-Koordinatensystem festgesetzten Zielweg M als eine Reihe von Punkten in dem relativen Koordinatensystem auszudrücken. Dies wird durch Transformation der Koordinaten (X, Y) eines Punkts auf dem Zielweg M in dem festen XY-Koordinatensystem in seine Koordinaten (x, y) in dem relativen xy-Koordinatensystem unter Verwendung einer bekannten Formel zur Koordinatentransformation ausgeführt.

Eine derartige bekannte Formel zur Koordinatentransformation lautet:

$$\begin{pmatrix} \cos \Theta_w & -\sin \Theta_w \\ \sin \Theta_w & \cos \Theta_w \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X - X_w \\ Y - Y_w \end{pmatrix} \quad (4)$$



Auf diese Weise ist es mit einem als eine Reihe von Punkten in dem relativen xy-Koordinatensystem ausgedrückten Zielweg M möglich, den Zielpunkt P festzusetzen, indem nach einem Punkt auf dem Zielweg M gesucht wird, dessen x-Koordinate  $x_p = VT$  ist.

Die derzeitige Fahrzeuggeschwindigkeit V des Fahrzeugs W, die zur Festsetzung des Zielpunkts P erforderlich ist, wird von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 8 erfaßt.

Dann bestimmt die Rechen- und Steuereinheit 5 wie bei dem herkömmlichen automatisch fahrenden Fahrzeug die Gierrate  $\tau_p$ , um das Fahrzeug W von seiner derzeitigen Position (Ursprung 0) zum Zielpunkt P zu bringen, d. h. die Gierrate  $\tau$  zur Erreichung des Zielpunkts, gemäß der Gleichung (2):

$$\tau_p = \frac{2V}{X_p^2} \cdot y_p = \frac{2}{VT^2} \cdot y_p \quad (2)$$

wobei  $x_p$  die x-Koordinate des Zielpunkts P in dem relativen xy-Koordinatensystem ist. Unter Verwendung der Y-Koordinate  $y_p$  des Zielpunkts in dem festen XY-Koordinatensystem wird die y-Koordinate  $y_p$  wie folgt ausgedrückt:

Falls der Zielpunkt P in dem relativen xy-Koordinatensystem die Koordinaten  $x_p, y_p$  und in dem festen XY-Koordinatensystem die Koordinaten  $X_p, Y_p$  hat, so ist aufgrund  $x_p = VT$  und Gleichung (4) die folgende Gleichung (5) erfüllt:

$$VT \sin \Theta_w + y_p \cos \Theta_w = Y_p - Y_w \quad (5)$$

Daher wird die y-Koordinate  $y_p$  des Zielpunkts P bestimmt durch:

$$y_p = \frac{Y_p - Y_w - VT \sin \Theta_w}{\cos \Theta_w} \quad (6)$$

Unter der Annahme, daß der Winkel  $\Theta_w$  des Fahrzeugs W ausreichend klein ist, wird aus Gleichung (6) aufgrund der Tatsache, daß  $\sin \Theta_w \approx \Theta_w$  und  $\cos \Theta_w \approx 1$  gilt:

$$y_p = Y_p - (Y_w + VT \Theta_w) \quad (7)$$

Dann nimmt die Rechen- und Steuereinheit 5 an, daß das Fahrzeug W von der derzeitigen Position (Ursprung 0) mit der Gierrate  $\tau_p$  zur Erreichung des Zielpunkts zum Zielpunkt P fährt, d. h. daß das Fahrzeug W längs eines imaginären Wegs  $S_p$  in Fig. 3 fährt, und bestimmt den Winkel  $\Phi_{pw}$ , um den das Fahrzeug W in dem relativen xy-Koordinatensystem am Zielpunkt P geneigt ist, nachdem es sich längs des Wegs  $S_p$  bewegt hat.

Der Winkel  $\Phi_{pw}$  wird wie folgt bestimmt:

Zuerst wird in Fig. 3 angenommen, daß das im Ursprung 0 des relativen xy-Koordinatensystems angeordnete Fahrzeug W mit einer Gierrate  $\tau$  längs eines gebogenen Wegs S fährt.

Wenn das Fahrzeug W einen Punkt Q erreicht, nachdem es sich um eine Strecke  $x_p (= VT)$  in Richtung der x-Achse längs des Wegs S bewegt hat, so erfüllen der Winkel  $\Phi$ , um den das Fahrzeug W in dem relativen xy-Koordinatensystem geneigt ist, und der Radius R des Wegs S die folgende Gleichung:

$$R \sin \Phi = X_p = VT \quad (8)$$

Da die Gierrate  $\tau$  eine Winkelgeschwindigkeit ist, gilt  $R = V/\tau$ . Substituiert man dies in Gleichung (8) so erhält man:

$$\Phi = \sin^{-1}(\tau T) \quad (9)$$

Falls die vorgeschriebene Zeit T bspw. etwa 1 Sekunde beträgt, so gilt  $\sin^{-1}(\tau T) \approx \tau T$ , da in der Praxis  $\tau T \ll 1$  ist. Durch Substitution in Gleichung (9) erhält man:

$$\Phi = \tau T \quad (10)$$

Wenn man die Zeit, in der das Fahrzeug W mit der Gierrate  $\tau$  den Punkt Q erreicht, mit  $t_q$  bezeichnet, so wird der Winkel  $\Phi$  exakt durch  $\Phi = \tau t_q$  angegeben. Ein Vergleich dieser Gleichung mit Gleichung (10) zeigt, daß die Zeit  $t_q$ , die abgelaufen ist, bis das Fahrzeug W den Punkt Q erreicht hat, im wesentlichen gleich der vorgeschriebenen Zeit T ist, sofern nur die vorgeschriebene Zeit T relativ klein ist.

Die vorstehende Gleichung (10) ist eine allgemeine Gleichung zur Bestimmung des Winkels  $\Phi$  des Fahrzeugs W in der Position, die erreicht wird, wenn sich das Fahrzeug W vom Ursprung 0 um die Entfernung  $x_p (= VT)$  in Richtung der x-Achse bewegt. Daher ist der Winkel  $\Phi_{pw}$  des Fahrzeugs W am Zielpunkt P, der erreicht wird, wenn das Fahrzeug W mit der Gierrate  $\tau_p$  zur Erreichung des Zielpunkts vom Ursprung 0 zum Zielpunkt P fährt, durch die folgende Gleichung gegeben:

$$\Phi_{pw} = \tau_p T \quad (11)$$

Nach Bestimmung des Winkels  $\Phi_{PW}$  des Fahrzeugs W im Zielpunkt P bestimmt die Rechen- und Steuereinheit 5 die Differenz zwischen dem Winkel  $\Phi_{PW}$  und dem Winkel  $\Phi_{PM}$ , um den der Zielweg M geneigt ist, d. h. einen Winkel  $\Delta\Phi_P$  (Zielpunkt-Winkeldifferenz  $\Delta\Phi_P$ ) zwischen der Richtung, in der das Fahrzeug W im Zielpunkt P fährt, und dem Zielweg M gemäß der folgenden Gleichung:

$$\Delta\Phi_P = \Phi_{PW} - \Phi_{PM} \quad (12)$$

Dann bestimmt die Rechen- und Steuereinheit 5 eine Gierraten-Korrekturgröße  $\Delta\tau_P$ , die erforderlich ist, um die Zielpunkt-Winkeldifferenz  $\Delta\Phi_P$  zu eliminieren.

Da aus Gleichung (10) insbesondere  $\Delta\Phi_P = \Delta\tau_P T$  gilt, wird dies in Gleichung (12) eingesetzt, dann Gleichung (12) nach  $\Delta\tau_P$  aufgelöst, woraus

$$\Delta\tau_P = \frac{\Delta\Phi_P}{T} = \frac{\Phi_{PW} - \Phi_{PM}}{T} \quad (13)$$

folgt, und somit die Gierraten-Korrekturgröße  $\Delta\tau_P$  bestimmt.

Um die Gierraten-Korrekturgröße  $\Delta\tau_P$  gemäß Gleichung (13) zu bestimmen, ist es notwendig, vorher den Winkel  $\Phi_{PM}$  des Zielwegs M im Zielpunkt P im relativen xy-Koordinatensystem zu bestimmen. Ein Verfahren zur Bestimmung des Winkels  $\Phi_{PM}$  wird weiter unten beschrieben.

Dann bestimmt die Rechen- und Steuereinheit 5 eine Zielgierrate  $\tau_m$ , um das Fahrzeug W in dessen derzeitiger Position längs des Zielwegs M zu lenken, gemäß der folgenden Gleichung:

$$\tau_m = \tau_P - K_m \Delta\tau_P \quad (14)$$

Alternativ werden Gleichungen (2), (11), (13) und  $x_P = VT$  in Gleichung (14) eingesetzt, um eine Zielgierrate  $\tau_m$  gemäß der folgenden Gleichung zu bestimmen:

$$\tau_m = \frac{2}{VT^2} \cdot y_P - \frac{K_m}{T} \left( \frac{2}{VT^2} \cdot y_P \cdot T - \Phi_{PM} \right) = \frac{2(1-K_m)}{VT^2} \cdot y_P + \frac{K_m}{T} \cdot \Phi_{PM} \quad (15)$$

wobei  $K_m$  in Gleichungen (14), (15) ein Korrekturkoeffizient ist, dessen Wert im Bereich von 0 bis 1 liegt. Der Korrekturkoeffizient  $K_m$  wird auf eine weiter unten beschriebene Weise bestimmt.

Die Gleichung (14) oder (15) hat die folgende Bedeutung:

Falls bspw.  $K_m = 1$ , so gilt  $\tau_m = \tau_P - \Delta\tau_P$ . Aus der Definition von  $\Delta\tau_P$  ist zu ersehen, daß dann, wenn das Fahrzeug W von der derzeitigen Position aus mit der Zielgierrate  $\tau_m$  fährt, der Winkel  $\Phi$  des Fahrzeugs W in der nach einer Bewegung um den Abstand  $x_P$  in Richtung der x-Achse erreichten Position, d. h. der Winkel  $\Phi$  des Fahrzeugs nach der vorgeschriebenen Zeit T, mit dem Winkel  $\Phi_{PM}$  des Zielwegs M in der Zielposition P übereinstimmt, und somit die Winkeldifferenz  $\Delta\Phi_P$  zwischen diesen Winkeln gleich Null wird. Im allgemein erreicht das Fahrzeug W jedoch den Zielpunkt P nicht in dieser Zeit.

Falls bspw.  $K_m = 0$ , so gilt  $\tau_m = \tau_P$ . Wenn das Fahrzeug W mit der Zielgierrate  $\tau_m$  fährt, so erreicht das Fahrzeug W nach der vorgeschriebenen Zeit T den Zielpunkt P. Mit anderen Worten wird die Differenz der Position des Fahrzeugs W und des Zielpunkts P in Richtung der y-Achse nach der vorgeschriebenen Zeit T gleich Null. Allgemein stimmen jedoch der Winkel  $\Phi_{PW}$  des Fahrzeugs W im Zielpunkt P und der Winkel  $\Phi_{PM}$  des Zielwegs M zu diesem Zeitpunkt nicht miteinander überein.

Falls für den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  ein großer Wert aus dem Bereich von 0 bis 1 gewählt wird, so wird daher die Fähigkeit des Fahrzeugs W erhöht, dem Zielweg M in Richtung der y-Achse (seiner Querrichtung) in seiner Richtung zu folgen, wohingegen die Fähigkeit des Fahrzeugs herabgesetzt wird, dem Zielweg M in Richtung der y-Achse in seiner Position zu folgen.

Falls im Gegensatz hierzu für den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  ein kleiner Wert aus dem Bereich von 0 bis 1 gewählt wird, so wird die Fähigkeit des Fahrzeugs W erhöht, dem Zielweg M in seiner Position zu folgen, wohingegen die Fähigkeit des Fahrzeugs W gemindert wird, dem Zielweg M in seiner Richtung zu folgen. Falls für den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  ein mittlerer Wert aus dem Bereich von 0 bis 1 gewählt wird, so wird die Fähigkeit des Fahrzeugs W, dem Zielweg M sowohl in seiner Richtung als auch in seiner Position zu folgen, in gewissem Maß auf einem befriedigenden Wert gehalten. Der Ausdruck  $K_m \Delta\tau_P$  in Gleichung (14) zeigt an, ob relativ zu der Winkeldifferenz, die bei der Gierrate  $\tau_P$  zur Erreichung des Zielpunkts auftritt, nach der vorgeschriebenen Zeit T eine Gierraten-Korrekturgröße zur Reduzierung der Winkeldifferenz  $\Delta\Phi_P$  zwischen dem Fahrzeug W und dem Zielweg M erforderlich ist, es sei denn, daß  $K_m = 0$  gilt.

Zur Bestimmung der Zielgierrate  $\tau_m$  gemäß Gleichung (14) oder (15), bestimmt die Rechen- und Steuereinheit 5 zunächst einen Korrekturkoeffizienten  $K_m$  in Abhängigkeit der Krümmung der Fahrbahn, auf welcher der Zielweg festgelegt wird, der Straßenbreite und der Fahrzeuggeschwindigkeit V und bestimmt dann die Zielgierrate  $\tau_m$  unter Verwendung des so bestimmten Korrekturkoeffizienten  $K_m$ .

Hierauf bestimmt die Rechen- und Steuereinheit 5 einen Lenkwinkel  $\delta$  (nachfolgend als Ziellenkwinkel  $\delta_m$  bezeichnet) für die lenkbaren Räder 6, um am Fahrzeug W die Zielgierrate  $\tau_m$  zu erzeugen.

Da die Gierrate  $\tau$  und der Lenkwinkel  $\delta$  miteinander über Gleichung (3) in Beziehung stehen, kann der Ziellenkwinkel  $\delta_m$  durch die folgende Gleichung bestimmt werden:

$$\delta_m = \frac{L(1+KV^2)}{V} \cdot \tau_m \quad (3')$$

5 Alternativ wird angenommen, daß eine Gierraten-Korrekturgröße zur Korrektur der derzeitigen Gierrate  $\tau$  in die Zielgierrate  $\tau_m$  durch  $\Delta\tau_m (\tau_m - \tau)$  dargestellt wird und eine Lenkwinkel-Korrekturgröße (nachfolgend als Ziellenkwinkel-Korrekturgröße bezeichnet) zur Korrektur des derzeitigen Lenkwinkels  $\delta$  in den Ziellenkwinkel  $\delta_m$  durch  $\Delta\delta_m (\delta_m - \delta)$  dargestellt wird. Da aufgrund von Gleichung (3) die Gleichung

$$10 \Delta\delta_m = \frac{L(1+KV^2)}{V} \cdot \Delta\tau_m \quad (16)$$

erfüllt ist, kann der Ziellenkwinkel  $\delta_m$  gemäß der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$15 \delta_m = \delta + \Delta\delta_m = \delta + \frac{L(1+KV^2)}{V} \cdot \Delta\tau_m \quad (17)$$

20 Die derzeitige Gierrate  $\tau$  und der derzeitige Lenkwinkel  $\delta$  werden durch den Gierraten-Sensor 9 bzw. den Lenkwinkel-Sensor 10 erfaßt.

In Gleichungen (3'), (16) und (17) stellt L den Achsstand des Fahrzeugs W und K den Stabilitätsfaktor der Lenkungseigenschaften dar.

Die Rechen- und Steuereinheit 5 führt der Lenkeinheit 7 (siehe Fig. 1) den Ziellenkwinkel  $\delta_m$ , oder die Ziellenkwinkel-Korrekturgröße  $\Delta\delta_m$  zu und ermöglicht es der Lenkeinheit 7, die lenkbaren Räder 6 derart zu steuern, daß der Lenkwinkel der lenkbaren Räder 6 gleich dem Ziellenkwinkel  $\delta_m$  wird. Der vorstehend beschriebene Rechen- und Steuerprozeß wird in vorbestimmten zyklischen Zeiten wiederholt.

Das Verfahren zur Bestimmung der derzeitigen Position des Fahrzeugs W in dem festen XY-Koordinatensystem, d. h. die X- und Y-Koordinaten ( $X_w$ ,  $Y_w$ ) des Ursprungs 0 des relativen xy-Koordinatensystems, des Winkels  $\Theta_w$  und des Winkels  $\Phi_{PM}$  des Zielwegs M im Zielpunkt P beim Betrieb der Rechen- und Steuereinheit 5 wird im folgenden mit Bezug auf Fig. 4 beschrieben werden.

Es sei angenommen, daß das Fahrzeug W und der Zielweg M relativ zueinander angeordnet sind, wie es in Fig. 4 dargestellt ist, daß die derzeitige Gierrate des Fahrzeugs W  $\tau$  ist und die Fahrzeuggeschwindigkeit V ist und daß das Fahrzeug W innerhalb einer Zykluszeit, in der der vorstehend genannte Rechen- oder Steuerprozeß ausgeführt wird, zu einem Punkt Q fährt.

35 Falls die Zykluszeit ausreichend klein ist, so können die Gierrate  $\tau$  des Fahrzeugs W und die Fahrzeuggeschwindigkeit V als konstant angesehen werden und das Fahrzeug W fährt von der derzeitigen Position zu dem Punkt Q längs eines gebogenen Wegs S mit Krümmungsradius R, der in Abhängigkeit von der Gierrate  $\tau$  bestimmt wird.

40 Falls die Änderung des Winkels des Fahrzeugs W bis zum Erreichen des Punkts Q mit  $\Delta\Phi$  bezeichnet wird, so ist die Änderung  $\Delta\Phi$  gleich dem Winkel, um den sich das Fahrzeug W auf dem Weg S dreht, wenn es sich von der derzeitigen Position zum Punkt Q bewegt. Wird die Zykluszeit mit  $\Delta t$  bezeichnet, so ist die Änderung  $\Delta\Phi$  gegeben durch:

$$45 \Delta\Phi = \tau \Delta t \quad (18)$$

Falls das Steuersystem derart initialisiert ist, daß das relative xy-Koordinatensystem bezüglich des Fahrzeugs W und das feste XY-Koordinatensystem einander gleichgesetzt werden, wenn das Fahrzeug W ruht, so kann demgemäß der Winkel  $\Theta_w$  des Fahrzeugs W in dem festen XY-Koordinatensystem durch Integration der Gierrate  $\tau$  in jeder Zykluszeit  $\Delta t$  bestimmt werden.

Somit wird der Winkel  $\Theta_w$  wie folgt ausgedrückt:

$$50 \Theta_w = \int_0^t \tau dt \quad (19)$$

Wird der derzeitige Winkel  $\Theta_w$  des Fahrzeugs W mit  $\Theta_w$  bezeichnet, so folgt für eine Versetzung  $\Delta X_w$  des Fahrzeugs W in Richtung der X-Achse und eine Versetzung  $\Delta Y_w$  des Fahrzeugs W in Richtung der Y-Achse innerhalb der Zykluszeit  $\Delta t$ , da die X- und Y-Koordinaten der Fahrzeuggeschwindigkeit V in dem festen XY-Koordinatensystem  $V \cos \Theta_w$  bzw.  $V \sin \Theta_w$  sind:

$$60 \Delta X_w = V \cos \Theta_w \cdot \Delta t \quad (20)$$

$$65 \Delta Y_w = V \sin \Theta_w \cdot \Delta t \quad (21)$$

Sofern das relative xy-Koordinatensystem bezüglich des Fahrzeugs W und das feste XY-Koordinatensystem, wie vorstehend beschrieben, einander gleichgesetzt werden, wenn das Fahrzeug W ruht, so werden die X- und Y-Koordinaten des Fahrzeugs W in dem festen XY-Koordinatensystem durch Integration (Aufsummieren) der

Koordinaten  $V \cos \Theta_w$ ,  $V \sin \Theta_w$  relativ zur Zykluszeit  $\Delta t$  bestimmt.

Das heißt, die X-Koordinate  $X_w$  und die Y-Koordinate  $Y_w$  des Fahrzeugs  $W$  werden wie folgt bestimmt:

$$X_w = \int_0^t V \cos \Theta_w dt \quad (22)$$

5

$$Y_w = \int_0^t V \sin \Theta_w dt \quad (23)$$

10

Der Winkel  $\Theta_w$  kann einen Wert aufweisen, der gemäß Gleichung (19) bestimmt wird.

Falls der Winkel  $\Theta_w$  ausreichend klein ist, so können die Gleichungen (22), (23) wie folgt abgändert werden, da  $\cos \Theta_w \approx 1$ ,  $\sin \Theta_w \approx \Theta_w$ :

$$X_w = \int_0^t V dt \quad (24)$$

15

$$Y_w = \int_0^t V \Theta_w dt \quad (25)$$

20

Der Winkel  $\Theta_{PM}$  des Zielwegs  $M$  im Zielpunkt  $P$  im relativen  $xy$ -Koordinatensystem wird in der nachfolgend beschriebenen Weise bestimmt:

Falls der durch den vorstehend beschriebenen Rechen- oder Steuerprozeß relativ zur derzeitigen Position des Fahrzeugs  $W$  erzeugte Zielpunkt durch  $P$  dargestellt wird und die Zielposition im nachfolgenden Rechen- und Steuerzyklus durch  $P'$  dargestellt wird, so können die Zielpunkte  $P$ ,  $P'$  unter der Voraussetzung, daß die Zykluszeit  $\Delta t$  ausreichend klein ist, als ausreichend eng beieinanderliegend angesehen werden.

25

Unter der Annahme, daß die Entfernung vom Zielpunkt  $P'$  zum Zielpunkt  $P$  in Richtung der X-Achse  $\Delta X_P$  ist, die Entfernung vom Zielpunkt  $P'$  zum Zielpunkt  $P$  in Richtung der Y-Achse  $\Delta Y_P$  ist und der Winkel des Zielwegs  $M$  im Zielpunkt  $P$  in dem festen  $XY$ -Koordinatensystem  $\Theta_{PM}$  ist, so ist dann in der Folge die folgende Gleichung angenähert erfüllt:

30

$$\tan \Theta_{PM} = \frac{\Delta Y_P}{\Delta X_P} \quad (26)$$

35

Wie vorstehend beschrieben, wird der Zielpunkt  $P$  als ein Punkt auf dem Zielweg  $M$  festgesetzt, der in dem relativen  $xy$ -Koordinatensystem bezüglich der derzeitigen Position des Fahrzeugs  $W$  eine x-Koordinate von  $VT$  aufweist und der Zielpunkt  $P'$  ist ein Punkt auf dem Zielweg  $M$ , der eine x-Koordinate von  $VT$  in dem relativen  $xy$ -Koordinatensystem bezüglich der Position des Fahrzeugs  $W$  zu einem Zeitpunkt aufweist, der dem derzeitigen Zeitpunkt um die Zykluszeit  $\Delta t$  vorhergeht. Innerhalb der ausreichend kleinen Zykluszeit  $\Delta t$  kann jegliche Änderung des Winkels des Fahrzeugs  $W$  als ausreichend gering vernachlässigt werden.

40

In dem relativen  $xy$ -Koordinatensystem bezüglich der derzeitigen Position des Fahrzeugs  $W$  ist eine Entfernung  $\Delta X_P$  vom Zielpunkt  $P'$  zum Zielpunkt  $P$  in Richtung der x-Achse daher angenähert gegeben durch:

45

$$\Delta X_P = V \Delta t \quad (27)$$

Falls der derzeitige Winkel des Fahrzeugs  $W$  in dem festen  $XY$ -Koordinatensystem, wie in **Fig. 4** dargestellt,  $\Theta_w$  ist, so ist die folgende Gleichung erfüllt:

50

$$\Delta X_P = \frac{\Delta X_P}{\cos (\Theta_{PM} - \Theta_w)} \cdot \cos \Theta_{PM} \quad (28)$$

Der Nenner von Gleichung (28) wird gemäß dem Additionstheorem erweitert und dann Nenner und Zähler durch  $\cos \Theta_{PM}$  geteilt. Substituiert man hierauf Gleichung (27), so folgt:

55

$$\Delta X_P = \frac{V \Delta t}{\cos \Theta_w + \tan \Theta_{PM} \cdot \sin \Theta_w} \quad (29)$$

60

Dann werden Gleichungen (26) und (29) als simultane Gleichungen für  $\tan \Theta_{PM}$  gelöst, was folgendes ergibt:

$$\tan \Theta_{PM} = \frac{\Delta Y_P \cos \Theta_w}{V \Delta t - \Delta Y_P \sin \Theta_w} \quad (30)$$

65

Aus Gleichung (30) kann der Winkel  $\Theta_{PM}$  des Zielwegs  $M$  im Zielpunkt  $P$  im festen  $XY$ -Koordinatensystem

bestimmt werden. Da der Winkel  $\Theta_{PM}$  des Zielwegs M im Zielpunkt P im relativen xy-Koordinatensystem die Differenz zwischen dem Winkel  $\Theta_{PM}$  und dem Winkel  $\Theta_W$  des Fahrzeugs W ist, kann er durch die folgende Gleichung bestimmt werden:

$$5 \quad \Phi_{PM} = \Theta_{PM} - \Theta_W \quad (31)$$

Falls  $\Theta_W$ ,  $\Theta_{PM}$  und  $\Delta Y_P$  in Gleichung (30) ausreichend klein sind, so folgt mit  $\tan \Theta_{PM} \approx \Theta_{PM}$ ,  $\cos \Theta_W \approx 1$ ,  $V \Delta t \gg \Delta Y_P \sin \Theta_W$  aus Gleichung (30):

$$10 \quad \Theta_{PM} = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta Y_P}{\Delta t} \quad (30')$$

Daher kann der Winkel  $\Theta_{PM}$  bestimmt werden, indem man die Y-Koordinate des Zielpunkts P in dem festen XY-Koordinatensystem nach der Zeit differenziert und das Differential durch die Fahrzeuggeschwindigkeit V teilt. D.h., daß  $\Theta_{PM}$  gegeben ist durch:

$$15 \quad \Theta_{PM} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dY_P}{dt} \quad (32)$$

20 **Fig. 2** zeigt ein Flußdiagramm der vorstehend beschriebenen Arbeitsabfolge der Rechen- und Steuereinheit 5 zur Ausführung des vorstehend beschriebenen Rechen- und Steuerprozesses.

Das Verfahren zur Bestimmung des Korrekturkoeffizienten  $K_m$ , der bei der Bestimmung der Zielgierrate  $\tau_m$  und des Zielenkwinkels  $\delta_m$  benötigt wird, wird nachfolgend mit Bezug auf die **Fig. 2**, 5 und 6 beschrieben werden.

Wie vorstehend beschrieben, ist der Korrekturkoeffizient  $K_m$  ein Faktor, der die Fähigkeit des Fahrzeugs W beeinflusst, dem Zielweg in seiner Richtung und seiner Position zu folgen. Je größer der Korrekturkoeffizient  $K_m$  ist, desto größer ist die Fähigkeit des Fahrzeugs W, dem Zielweg in seiner Position zu folgen. Je kleiner der Korrekturkoeffizient  $K_m$  ist, desto größer ist die Fähigkeit des Fahrzeugs W, dem Zielweg in seiner Richtung zu folgen.

Es ist daher bevorzugt, den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  in Abhängigkeit von Zustandsgrößen der Fahrbahn, auf dem der Zielweg festgelegt werden soll, und ferner des Fahrzustands des Fahrzeugs W zu bestimmen. Insbesondere sollte der Korrekturkoeffizient  $K_m$  vorzugsweise in Abhängigkeit von Krümmung und Straßenbreite der Fahrbahn vor dem Fahrzeug W und auch in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit V des Fahrzeugs W bestimmt werden.

Die Gründe für die vorstehend genannte Bestimmung des Korrekturkoeffizienten  $K_m$  sind die folgenden: Wenn die Krümmung der Fahrbahn größer ist, krümmt sie sich vor dem Fahrzeug W in größerem Maße. Daher ist es bevorzugt, das Fahrzeug W zu veranlassen, dem auf der Fahrbahn festgelegten Zielweg schnell zu folgen und somit den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  auf einen kleineren Wert festzusetzen, um hierdurch die Fähigkeit des Fahrzeugs W, dem Zielweg in seiner Position zu folgen, zu erhöhen.

Wenn die Krümmung der Fahrbahn kleiner ist, so sind die Fahrbahn und der darauf festgelegte Zielweg gerader. Somit ist es eher bevorzugt, das Fahrzeug W zu veranlassen, dem Zielweg glatt zu folgen als dem Zielweg schnell zu folgen, und somit den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  auf einen größeren Wert festzusetzen, um eine höhere Fähigkeit des Fahrzeugs W zu erzielen, dem Zielweg in seiner Richtung zu folgen.

Falls die Straßenbreite der Fahrbahn kleiner ist, so ist es bevorzugt, das Fahrzeug W zu veranlassen, dem auf der Fahrbahn festgelegten Zielweg schnell zu folgen und somit den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  auf einen kleineren Wert festzusetzen, um eine höhere Fähigkeit des Fahrzeugs W zu erzielen, dem Zielweg in seiner Position zu folgen.

Falls die Straßenbreite der Fahrbahn größer ist, so ist es eher bevorzugt, das Fahrzeug W zu veranlassen, dem Zielweg glatt zu folgen als dem Zielweg schnell zu folgen, und somit den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  auf einen größeren Wert festzusetzen, um eine höhere Fähigkeit des Fahrzeugs W zu erzielen, dem Zielweg in seiner Richtung zu folgen.

Falls die Fahrzeuggeschwindigkeit V größer ist, so ist es bevorzugt, das Fahrzeug W zu veranlassen, dem Zielweg glatt zu folgen und somit den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  auf einen größeren Wert festzusetzen, um eine höhere Fähigkeit des Fahrzeugs W zu erzielen, dem Zielweg in seiner Richtung zu folgen.

Falls die Fahrzeuggeschwindigkeit V niedriger ist, so ist es bevorzugt, den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  unter Beibehaltung eines angemessenen Gleichgewichts zwischen sich und der Krümmung und Straßenbreite der Fahrbahn festzusetzen.

Wie in dem Flußdiagramm gemäß **Fig. 2** dargestellt, bestimmt die Rechen- und Steuereinheit 5 zunächst die Krümmung  $\phi$  und die Straßenbreite D der Fahrbahn gleichzeitig mit dem vorstehend beschriebenen Rechen- und Steuerprozeß und bestimmt dann den Korrekturkoeffizienten  $K_m$  aus der Krümmung  $\phi$ , der Straßenbreite D und der vom Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensor 8 erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit V unter Verwendung eines bekannten Fuzzy-Logic-Verfahrens.

Die Krümmung  $\phi$  und die Straßenbreite D der Fahrbahn werden auf Grundlage von Bilddaten, die durch die Fahrbahnerkennungseinheit 3 (siehe **Fig. 1**) erfaßt wurden, wie folgt bestimmt:

Falls ein Fahrbahnbereich (Fahrbahn) A relativ zum Fahrzeug W in dem festen XY-Koordinatensystem erkannt wird, wie in **Fig. 5** dargestellt, so wird die Straßenbreite D als die Entfernung zwischen einem Paar

Straßenliniensegmenten a bestimmt, welches die Fahrbahn A in einer dem Fahrzeug W nächstgelegenen Position definiert.

Die Krümmung  $\phi$  wird als der Kehrwert des Radius R eines Bogens C bestimmt, der durch Punkte  $U_1$ ,  $U_2$  und  $U_3$  verläuft, die auf der Mittellinie der Fahrbahn A abgeleitet wurden.

Die Straßenbreite D kann durch Messung der Entfernungen zwischen den Straßensegmenten a, a der Fahrbahn A an verschiedenen Stellen und Mittelung dieser Entfernungen bestimmt werden.

Die Krümmung  $\phi$  kann durch Ableiten von drei Punkten auf einem der Straßensegmente a oder drei Punkten auf dem auf der Fahrbahn A festgelegten Zielweg und Ermitteln der Krümmung eines durch die abgeleiteten drei Punkte verlaufenden Bogens bestimmt werden.

Der Korrekturkoeffizient  $K_m$  wird aus der Krümmung  $\phi$ , der Straßenbreite D und der Fahrzeuggeschwindigkeit V unter Verwendung des bekannten Fuzzy-Logic-Verfahrens wie folgt bestimmt: Zuerst werden, wie in Fig. 6a bis 6d dargestellt, Zugehörigkeitsfunktionen der Krümmung  $\phi$ , der Straßenbreite D, der Fahrzeuggeschwindigkeit V und des Korrekturkoeffizienten  $K_m$  festgelegt und dann die in Tabelle 1 angegebenen Fuzzy-Regeln bestimmt.

Tabelle 1

Regel Nr.	ersterer Teil Krümmung	Straßenbreite	Fahrzeuggeschw.	letzterer Teil
1	PS	PS	PS	PM
2	PS	PS	PM	PM
3	PS	PS	PB	PM
4	PS	PM	PS	PM
5	PS	PM	PM	PB
6	PS	PM	PB	PB
7	PS	PB	PS	PB
8	PS	PB	PM	PB
9	PS	PB	PB	PB
10	PM	PS	PS	PS
11	PM	PS	PM	PM
12	PM	PS	PB	PB
13	PM	PM	PS	PM
14	PM	PM	PM	PM
15	PM	PM	PB	PB
16	PM	PB	PS	PB
17	PM	PB	PM	PB
18	PM	PB	PB	PB
19	PB	PS	PS	PS
20	PB	PS	PM	PS
21	PB	PS	PB	PM
22	PB	PM	PS	PS
23	PB	PM	PM	PS
24	PB	PM	PB	PM
25	PB	PB	PS	PM
26	PB	PB	PM	PM
27	PB	PB	PB	PM

Die Fuzzy-Regeln in Tabelle 1 stimmen im wesentlichen mit den bevorzugten Beziehungen zwischen dem Korrekturkoeffizienten  $K_m$ , der Krümmung  $\phi$ , der Straßenbreite D und der Fahrzeuggeschwindigkeit V überein.

Die Rechen- und Steuereinheit 5 führt dann Schlußfolgerungsrechnungen von Krümmung  $\phi$ , Straßenbreite D und Fahrzeuggeschwindigkeit V auf Grundlage der Zugehörigkeitsfunktionen und der Fuzzy-Regeln gemäß dem sogenannten "MAX-MIN-Verfahren" aus. Aus dem Ergebnis der Schlußfolgerung wird gemäß dem sogenannten "Schwerpunktverfahren" der Korrekturkoeffizient  $K_m$  bestimmt.

Falls die bestimmte Krümmung  $\phi$  und die bestimmte Straßenbreite D die Werte  $\phi_0$  bzw.  $D_0$  aufweisen und die erfaßte Fahrzeuggeschwindigkeit V einen Wert  $V_0$  aufweist, wie in Fig. 6a bis 6c dargestellt, so sind die Paßgüten der Fuzzy-Regeln Nr. 11 und 12 in Tabelle 1  $\mu_{11}$  bzw.  $\mu_{12}$  und die Paßgüten der anderen Fuzzy-Regeln sind "0". Daher wird das Ergebnis der Schlußfolgerung als ein schraffierter Bereich in Fig. 6d erhalten. Durch Bestimmung der Position des Schwerpunkts G in dem schraffierten Bereich wird ein bestimmter Wert " $K_{m0}$ " des Korrekturkoeffizienten  $K_m$  bestimmt, der von der Krümmung  $\phi_0$ , der Straßenbreite  $D_0$  und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_0$  abhängt.

Die Systemkonfiguration des vorstehend beschriebenen, automatisch fahrenden Fahrzeugs ist in den Blockdiagrammen gemäß Fig. 7a bis 7c unter Verwendung von Transferfunktionen der Laplace-Transformation dargestellt.

Das Blockdiagramm gemäß Fig. 7a stellt das automatisch fahrende Fahrzeug als ein System dar, welches als Eingangsgröße in einem Anfangsschritt die Y-Koordinate  $Y_p$  des Zielpunkts P in dem festen XY-Koordinaten-

system empfängt und als Ausgangsgröße im letzten Schritt die Y-Koordinate  $Y_w$  der derzeitigen Position des Fahrzeugs  $W$  erzeugt. Das System umfaßt eine Addier-/Subtrahier-Einheit 11 zur Bestimmung der y-Koordinate  $y_p$  des Zielpunkts  $P$  in dem relativen xy-Koordinatensystem gemäß Gleichung (7) (Näherung von Gleichung (6)), eine Differential-Transfereinheit 12 zum Differenzieren der Y-Koordinate  $Y_p$  des Zielpunkts  $P$  gemäß Gleichung (32) (Näherung von Gleichung (30')), um den Winkel  $\Theta_{PM}$  des Zielwegs  $M$  im Zielpunkt  $P$  zu bestimmen und auszugeben, eine Addier-/Subtrahier-Einheit 13 zum Subtrahieren des Winkels  $\Theta_w$  des Fahrzeugs  $W$  von dem Winkel  $\Theta_{PM}$  des Zielwegs  $M$ , um den Winkel  $\Theta_{PM}$  des Zielwegs  $M$  im Zielpunkt  $P$  zu bestimmen, eine Transfereinheit 14 zum Bestimmen und Ausgeben der Zielgierrate  $\tau_m$  aus dem Winkel  $\Theta_{PM}$  und der y-Koordinate  $y_p$  des Zielpunkts  $P$  gemäß Gleichung (15), eine Addier-/Subtrahier-Einheit 15 zum Subtrahieren der derzeitigen Gierrate  $\tau$  von der Zielgierrate  $\tau_m$ , um die Gierraten-Zielkorrekturgröße  $\Delta\tau_m (= \tau_m - \tau)$  zu bestimmen, eine Transfereinheit 16 zum Bestimmen der Lenkwinkel-Zielkorrekturgröße  $\Delta\delta_m$  aus der Gierraten-Zielkorrekturgröße  $\Delta\tau_m$  gemäß Gleichung (16), eine Addier-/Subtrahier-Einheit 17 zum Addieren des derzeitigen Lenkwinkels  $\delta$  zu der Lenkwinkel-Zielkorrekturgröße  $\Delta\delta_m$ , um den Ziellenkwinkel  $\delta_m$  zu bestimmen, eine dem Lenkmechanismus entsprechende Transfereinheit 18 zum Erzeugen des tatsächlichen Lenkwinkels  $\delta$  in Antwort auf den Ziellenkwinkel  $\delta_m$ , eine dem gesamten Fahrzeug entsprechende Transfereinheit 19 zur Ausgabe der tatsächlichen Gierrate  $\tau$  in Antwort auf den tatsächlichen Lenkwinkel  $\delta$ , eine Integral-Transfereinheit 20 zum Integrieren der tatsächlichen Gierrate  $\tau$  gemäß Gleichung (19), um den Winkel  $\Theta_w$  des Fahrzeugs  $W$  zu bestimmen und auszugeben, eine Integral-Transfereinheit 21 zum Integrieren des Winkels  $\Theta_w$  gemäß Gleichung (25) (Näherung von Gleichung (23)), um die Y-Koordinate  $Y_w$  der derzeitigen Position des Fahrzeugs  $W$  zu bestimmen und auszugeben, eine Transfereinheit 22 zum Bestimmen und Ausgeben des Werts des zweiten Terms in der Klammer in Gleichung (7) in Antwort auf den Winkel  $\Theta_w$ , und eine Addier-/Subtrahier-Einheit 23 zum Addieren der Y-Koordinate  $Y_w$  der derzeitigen Position des Fahrzeugs  $W$  und der Ausgangsgröße der Transfereinheit 22 gemäß der Klammer in Gleichung (7) und zur Ausgabe des Ergebnisses an die Addier-/Subtrahier-Einheit 11.

Den Transfereinheiten 12, 14, ... sind jeweils Transferfunktionen zugeordnet, die ihre Eingangs-/Ausgangseigenschaften darstellen. Diese Transferfunktionen sind durch Umkehrfunktionen unter Verwendung des Operators  $s$  der bekannten Laplace-Transformation bezeichnet.

Außer jenen den Transfereinheiten 18, 19 entsprechenden sind diese Transferfunktionen entsprechend den Transfereinheiten 12, 14, ... durch die Umkehrfunktionen der Gleichungen 32, 15, ... ausgedrückt. Die den Transfereinheiten 18, 19 entsprechenden Transferfunktionen werden unter Berücksichtigung der mechanischen Eigenschaften des Lenkmechanismus und des Fahrzeugsystems wie nachfolgend beschrieben bestimmt.

Die dem Lenkmechanismus entsprechende Transfereinheit 18 erzeugt in Antwort auf den Eingangswinkel (Ziellenkwinkel)  $\delta_m$  eine Ansprechverzögerung des Ausgangswinkels (tatsächlicher Lenkwinkel)  $\delta$ , die allgemein von einer mechanischen Verzögerung des Lenkmechanismus herrührt. Die Ansprechverzögerung ist durch eine Exponentialfunktion angegeben, die durch eine Zeitkonstante  $T_d$  (nachfolgend als Lenkwinkelzeitkonstante  $T_d$  bezeichnet) festgelegt ist, welche dem Lenkmechanismus inhärent ist.

Wie im Stand der Technik wohlbekannt ist, wird die Transferfunktion, die eine derartige Ansprechverzögerung darstellt, unter Verwendung des Operators  $s$  als  $1/(1 + sT_d)$  ausgedrückt. Diese Transferfunktion entspricht der Transfereinheit 18.

In der dem Fahrzeugsystem entsprechenden Transfereinheit 19 wird die Ausgabe (tatsächliche Gierrate)  $\tau$ , die in Antwort auf die Eingabe (tatsächlicher Lenkwinkel)  $\delta$  erzeugt wird, nicht instantan gleich der gemäß Gleichung (3) relativ zu Lenkwinkel und Gierrate bestimmten Gierrate, sondern erfährt aufgrund der Trägheitskraft des Fahrzeugs  $W$  und anderer Faktoren eine Ansprechverzögerung. Wie bei der Transfereinheit 18 wird diese Ansprechverzögerung durch eine Exponentialfunktion angegeben, die durch eine Zeitkonstante  $T_r$  (nachfolgend als Gierratenkonstante  $T_r$  bezeichnet) festgelegt ist, welche dem Fahrzeugsystem inhärent ist.

Daher ist die der Transfereinheit 19 entsprechende Transferfunktion aus einer Transferfunktion  $V/(L \cdot (1 + KV^2))$ , die die Eingabe  $\delta$  gemäß Gleichung (3) in eine Gierrate umwandelt, und einer Transferfunktion  $1/(1 + sT_r)$ , die eine Ansprechverzögerung relativ zur Gierrate ausdrückt, zusammengesetzt.

Das Blockdiagramm gemäß Fig. 7b zeigt einige der Elemente des Blockdiagramms gemäß Fig. 7a. Eine in Fig. 7b dargestellte Transfereinheit 24 entspricht den Transfereinheiten 17 bis 19 gemäß Fig. 7a. Die Transfereinheit 24 dient zum Empfang der Zielgierrate  $\tau_m$  als Eingangsgröße und zur Ausgabe der tatsächlichen Gierrate  $\tau$ . Ihre Eingangs-/Ausgangs-Eigenschaften sind durch eine in Fig. 7b dargestellte Transferfunktion angegeben.

Das Blockdiagramm gemäß Fig. 7c zeigt alle Elemente des Blockdiagramms gemäß Fig. 7b als eine Transfereinheit 25, die die Y-Koordinate  $Y_p$  des Zielpunkts  $P$  als Eingangsgröße empfängt und die Y-Koordinate  $Y_w$  der derzeitigen Position des Fahrzeugs  $W$  ausgibt. Die Eingangs-/Ausgangs-Eigenschaften der Transfereinheit 25 sind durch eine in Fig. 7c dargestellte Transferfunktion angegeben.

Im folgenden werden mit Bezug auf die Fig. 8a—8c bis 12a—12c Simulationsrechnungen beschrieben werden, die für das automatisch fahrende Fahrzeug ausgeführt wurden. Die Fig. 8a—8c bis 12a—12c stellen die Ergebnisse der Simulationsrechnungen dar.

Auf Grundlage der in Fig. 25 dargestellten Transferfunktion führte der Erfinder Simulationsrechnungen für das Fahrzeug  $W$  aus, um zu sehen, wie der von dem Fahrzeug  $W$  beschriebene Weg dem Zielweg unter verschiedenen Bedingungen einschließlich der vorgeschriebenen Zeit folgt.

Die verschiedenen Bedingungen in den Simulationsrechnungen waren hierbei wie folgt:

Der Zielweg  $M$  war gerade und verlief parallel zur X-Achse des festen XY-Koordinatensystems (siehe Fig. 3). Die Fahrt des Fahrzeugs  $W$  wurde vom Ursprung des festen XY-Koordinatensystems aus in Richtung der Y-Achse gestartet.

Der Korrekturwert  $K_m$  war in jeder der Simulationsrechnungen konstant.

In Tabelle 2 sind verschiedene für die Simulationsrechnungen erforderliche Werte einschließlich der vorgeschriebenen Zeit  $T$  angegeben.

Tabelle 2

Figur	T	$T_d$	$T_r$	$K_m$	
8a	1 sec	0.3	0.2	0	5
8b	1 sec	0.3	0.2	0.5	
8c	1 sec	0.3	0.2	0.9	
9a	0.8 sec	0.3	0.2	0	10
9b	0.8 sec	0.3	0.2	0.5	
9c	0.8 sec	0.3	0.2	0.9	
10a	1 sec	0.3	0.1	0	
10b	1 sec	0.3	0.1	0.5	
10c	1 sec	0.3	0.1	0.9	15
11a	0.8 sec	0.3	0.1	0	
11b	0.8 sec	0.3	0.1	0.5	
11c	0.8 sec	0.3	0.1	0.9	
12a	1 sec	0.5	0.2	0	20
12b	1 sec	0.5	0.2	0.5	
12c	1 sec	0.5	0.2	0.9	

In jeder der in den **Fig. 8a, 9a, 10a, 11a und 12a** dargestellten Simulationsrechnungen hatte der Korrekturkoeffizient  $K_m$  den Wert "0". Wie aus Gleichung (14) zu ersehen ist, stimmt in diesen Simulationsrechnungen die Zielgierrate  $\tau_m$  mit der Gierrate  $\tau_p$  überein, um das Fahrzeug W zu veranlassen, zum Zielpunkt P zu gelangen. Daher sind diese Simulationsrechnungen grundlegend die gleichen wie der Steuerprozeß zur Steuerung des herkömmlichen, automatisch fahrenden Fahrzeugs.

Wie aus **Fig. 8a, 9a, 10a, 11a und 12a** zu ersehen ist, erreicht das herkömmliche, automatisch fahrende Fahrzeug, bei dem der Korrekturkoeffizient  $K_m = 0$  ist, schnell den Zielweg M, jedoch oszilliert der von dem Fahrzeug W beschriebene Weg S relativ weit um den Zielpfad M und konvergiert allmählich zu dem Zielpfad M. Daher weist das Fahrzeug W eine geringe Fähigkeit auf, dem Zielpfad M in seiner Richtung zu folgen.

Ein Vergleich zwischen **Fig. 8a und 9a** oder den **Fig. 10a und 11a** zeigt, daß die Fähigkeit des Fahrzeugs, dem Zielweg M in seiner Richtung zu folgen, geringer ist, wenn die vorgeschriebene Zeit T kleiner ist. Ein Vergleich zwischen den **Fig. 8a und 12a** zeigt, daß die Fähigkeit des Fahrzeugs, dem Zielweg M in seiner Richtung zu folgen, wesentlich geringer ist, wenn die Lenkwinkelzeitkonstante  $T_d$  größer ist, d. h. die mechanische Ansprechverzögerung des Lenkmechanismus größer ist. Ferner kann aus einem Vergleich der **Fig. 9a und 11a** ersehen werden, daß die Fähigkeit des Fahrzeugs, dem Zielweg M in seiner Richtung zu folgen, ebenso geringer ist, wenn die Gierzeitkonstante  $T_r$  größer ist, d. h. die Ansprechverzögerung der tatsächlichen Gierrate  $\tau$  relativ zum tatsächlichen Lenkwinkel  $\delta$  des Fahrzeugsystems größer ist.

Bei dem erfindungsgemäßen automatisch fahrenden Fahrzeug, bei dem der Korrekturkoeffizient  $K_m$  einen Wert im Bereich  $0 < K_m < 1$  aufweist, ist die zum Erreichen des Zielpunkts P erforderliche Zeit für das Fahrzeug W geringfügig länger, jedoch konvergiert der Weg S glatter zu dem Zielweg M, wenn der Wert des Korrekturkoeffizienten  $K_m$  größer ist.

Wie aus den **Fig. 8b, 8c, 9b, 9c, 10b, 10c, 11b, 11c, 12b und 12c** zu ersehen ist, wird die vorstehend beschriebene Tendenz nicht wesentlich beeinträchtigt, selbst wenn die vorgeschriebene Zeit T klein ist oder die Lenkwinkelzeitkonstante  $T_d$  groß ist oder die Gierzeitkonstante  $T_r$  groß ist. Wenn der Wert des Korrekturkoeffizienten  $K_m$  größer ist, konvergiert insbesondere der Weg S des Fahrzeugs W glatter zu dem Zielweg M ungeachtet der Größe der vorgeschriebenen Zeit T, der Lenkwinkelzeitkonstante  $T_d$  oder der Gierzeitkonstante  $T_r$ .

Somit kann das erfindungsgemäße automatisch fahrende Fahrzeug derart gesteuert werden, daß es dem Zielweg M glatt folgt, so daß der Fahrkomfort des Fahrzeugs W wesentlich verbessert wird.

Da das Fahrzeug W dem Zielweg M glatt folgen kann, selbst wenn die vorgeschriebene Zeit T herabgesetzt wird, kann insbesondere der Zielpunkt P auf eine dem Fahrzeug W relativ nahe Position festgesetzt werden, selbst wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V in dem vorstehend beschriebenen Rechen- und Steuerprozeß relativ hoch ist. Dies bedeutet, daß es, obwohl der Zielweg M auf Grundlage der Bildinformation vor dem Fahrzeug W festgelegt wird und die Entfernung, über die der Zielweg M festgelegt werden kann, begrenzt ist, möglich ist, das Fahrzeug W zu veranlassen, mit hoher Geschwindigkeit zu fahren, während es gleichzeitig dem Zielweg M glatt folgt. Dies bedeutet ferner, daß insofern die Fahrzeuggeschwindigkeit V sich in einem mittleren Bereich befindet, keinerlei Probleme auftreten, wenn die zur Festlegung des Zielpunkts P erforderliche Datenmenge für den Zielweg M und die Menge an Bildinformation zur Festlegung des Zielpunkts P klein sind. Entsprechend kann die zur Verarbeitung der Bildinformation benötigte Zeit verkürzt werden.

Insofern als der Korrekturkoeffizient  $K_m$  in Abhängigkeit von der Krümmung  $\phi$  und der Straßenbreite D der Fahrbahn und der Fahrzeuggeschwindigkeit V bestimmt wird, kann das Fahrzeug derart gesteuert werden, daß es sich in einer den Straßenzuständen und den Fahrzuständen angemessenen Weise längs des Zielwegs M bewegt.

Wie in **Fig. 3** dargestellt, wird der Winkel  $\Phi_{pw}$  des Fahrzeugs W im Zielpunkt P unter der Annahme bestimmt, daß die Gierrate des Fahrzeugs W sich instantan von der derzeitigen Gierrate  $\tau$  in die Gierrate  $\tau_p$  zur Erreichung



des Zielpunkts ändert. Tatsächlich ändert sich die Gierrate des Fahrzeugs W jedoch nicht instantan, sondern ändert sich, indem sie den Lenkwinkel  $\delta$  der lenkbaren Räder 6 in einen Lenkwinkel zur Erzeugung der Gierrate  $\tau_p$  zur Erreichung des Zielpunkts ändert.

5 Eine Änderung der Gierrate durch Korrektur des Lenkwinkels  $\delta$  der lenkbaren Räder 6 führt zu einer Ansprechverzögerung aufgrund der mechanischen Eigenschaften des Lenksystems und des Fahrzeugsystems.

Daher sollte eine derartige mechanische Ansprechverzögerung vorzugsweise bei der Bestimmung des Winkels  $\Phi_{PW}$  des Fahrzeugs W im Zielpunkt P, d. h. des Winkels  $\Phi_{PW}$  des Fahrzeugs W nach der vorgeschriebenen Zeit T berücksichtigt werden.

10 Bei gegebener mechanischer Ansprechverzögerung wird der Winkel  $\Phi_{PW}$  des Fahrzeugs W im Zielpunkt P wie folgt bestimmt:

Wie in der in Fig. 7b dargestellten Transfereinheit 24 angegeben, ist die Transfercharakteristik für die Ausgangsgierrate (tatsächliche Gierrate)  $\tau$  in Antwort auf die Eingangsgierrate (Zielgierrate)  $\tau_m$  in dem kombinierten Lenk- und Fahrzeugsystem unter Verwendung der in Fig. 7b dargestellten Transferfunktion wie folgt gegeben:

$$15 \quad \frac{\tau}{\tau_m} = \frac{1}{s^2 T_d T_r + s T_d + 1} \text{ bzw. } \tau_m = (s^2 T_d T_r + s T_d + 1) \cdot \tau \quad (33)$$

20 Die Eingangsgierrate  $\tau_m$  in Gleichung (33) wird durch die Gierrate  $\tau_p$  ersetzt, um den Zielpunkt zu erhalten, und dann wird Gleichung (33) wie folgt durch eine zeitliche Differentialgleichung ausgedrückt:

$$25 \quad T_d T_r \frac{d^2 \tau}{dt^2} + T_d \frac{d\tau}{dt} + \tau = \tau_p \quad (34)$$

Durch Lösen der Differentialgleichung (34) wird die tatsächliche Gierrate  $\tau$  als Zeitfunktion durch Korrektur des Lenkwinkels bestimmt, um die Gierrate  $\tau_p$  zum Erhalt des Zielpunkts zu erzeugen.

30 Wenn die tatsächliche Gierrate  $\tau$  einmal als Zeitfunktion bestimmt ist, wird der Winkel  $\Phi_{PW}$  des Fahrzeugs W nach der vorgeschriebenen Zeit T wie folgt durch Integration der Gierrate  $\tau$  in einem Zeitbereich von 0 bis T mittels einer bestimmten Integration bestimmt:

$$35 \quad \Phi_{PW} = \int_0^T \tau dt \quad (35)$$

40 Unter Berücksichtigung der mechanischen Ansprechverzögerung des Lenksystems und des Fahrzeugsystems bei der Bestimmung des Winkels  $\Phi_{PW}$  des Fahrzeugs W nach der vorgeschriebenen Zeit T ist es möglich, den Winkel  $\Phi_{PW}$  des Fahrzeugs W nach der vorgeschriebenen Zeit T mit größerer Genauigkeit zu bestimmen und den Lenkwinkel in einer den tatsächlichen Fahrzeugzuständen angemessenen Weise zu steuern.

Bei der Korrektur der Gierrate  $\tau_p$  zur Erreichung des Zielpunkts zur Bestimmung der Zielgierrate  $\tau_m$  werden bei dem Ausführungsbeispiel die Krümmung  $\phi$  und die Straßenbreite D der Fahrbahn als Zustandsgrößen des Zielwegs und die Fahrzeuggeschwindigkeit V als Zustandsgröße des Fahrzeugs eingesetzt. Jedoch können ferner der Reibungskoeffizient  $\mu$  und der Neigungswinkel als Zustandsgrößen des Zielwegs und ein Bremszustand, ein Beschleunigungszustand, ein Kupplungsbetriebszustand, ein Lenkzustand, ein Getriebebetriebszustand und ein Spoilerbetriebszustand als Zustandsgrößen des Fahrzeugs zur Korrektur der Gierrate  $\tau_p$  zur Erreichung des Zielpunkts eingesetzt werden.

45 Obleich vorstehend ein Automobil als beweglicher Körper beschrieben wurde, können die erfindungsgemäßen Prinzipien auch auf die Steuerung anderer beweglicher Körper einschließlich eines Flugzeugs, eines Schiffs, eines automatischen Gehroboters oder eines Roboterarms oder eines virtuellen beweglichen Körpers in einem Computerspiel, einer Simulationsvorrichtung oder dergl. angewendet werden. In derartigen anderen Anwendungen wird wie in dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine Steuergröße zur Erreichung eines Zielpunkts zur Bewegung des beweglichen Körpers zu dem Zielpunkt auf einem Zielweg auf Grundlage eines Winkels korrigiert, der zwischen dem Zielweg und dem beweglichen Körper im Zielpunkt gebildet wird, um hierdurch eine Zielsteuergröße zur Steuerung des beweglichen Körpers zu bestimmen, so daß dieser dem Zielweg folgt, wobei die Richtung des beweglichen Körpers relativ zum Zielweg berücksichtigt wird.

50 Eine Zustandsgröße des Zielwegs, die bei der Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts in die Zielsteuergröße verwendet wird, kann eine Krümmung, eine Breite oder ein Neigungswinkel einer Flugroute für ein Flugzeug oder einer Seeroute für ein Schiff sein. Eine Zustandsgröße des beweglichen Körpers kann ein Lenkzustand für ein Flugzeug oder ein Schiff oder ein Betriebszustand einer Klappe oder dergl. sein.

Für einen dreidimensional bewegbaren Körper, bspw. ein Flugzeug, ist es möglich, eine Zielsteuergröße nicht nur auf Grundlage eines zweidimensionalen Winkels zwischen dem beweglichen Körper und dem Zielweg in einer Gierrichtung, sondern auch eines dreidimensionalen Winkel in einer Kipprichtung zu bestimmen.

65 Obwohl vorstehend eine bestimmte bevorzugte Ausführungsform der Erfindung dargestellt und im einzelnen beschrieben wurde, ist festzuhalten, daß verschiedene Änderungen und Modifikationen durchgeführt werden können, ohne vom Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche abzuweichen.

Zusammenfassend wurde vorstehend ein beweglicher Körper, bspw. ein Automobil, beschrieben, der durch ein Steuersystem derart gesteuert wird, daß er sich im wesentlichen längs eines Zielwegs bewegt. Das Steuersy-

stem bestimmt einen Zielpunkt auf dem Zielweg, eine Steuergröße, bspw. eine Gierrate, zur Erreichung des Zielpunkts, um den beweglichen Körper zu veranlassen, den Zielpunkt von einer beliebigen Position aus zu erreichen, die Richtung, in der sich der bewegliche Körper im Zielpunkt bewegt, auf Grundlage der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts, die Winkeldifferenz zwischen der Richtung und dem Zielweg im Zielpunkt als eine Zielpunkt-Winkeldifferenz und eine Zielsteuergröße, bspw. eine Zielgierrate, für den beweglichen Körper durch Korrektur der Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts auf Grundlage der Zielpunkt-Winkeldifferenz. Der bewegliche Körper wird auf Grundlage der Zielsteuergröße gesteuert.

#### Patentansprüche

1. System zur Steuerung eines beweglichen Körpers (W) zur Bewegung im wesentlichen längs eines Zielwegs (M), umfassend:  
 eine Vorrichtung (4) zur Bestimmung eines Zielpunkts (P) auf dem Zielweg (M);  
 eine Vorrichtung (5) zum Bestimmen einer Steuergröße ( $\tau_P$ ) zur Erreichung des Zielpunkts (P), um den beweglichen Körper (W) zu veranlassen, den Zielpunkt (P) von einer beliebigen Position aus zu erreichen;  
 eine Vorrichtung (5) zum Bestimmen einer Richtung ( $\Phi_{PW}$ ), in der sich der bewegliche Körper (W) an dem Zielpunkt (P) bewegt, auf Grundlage der Steuergröße ( $\tau_P$ ) zur Erreichung des Zielpunkts (P);  
 eine Vorrichtung (5) zum Bestimmen einer Winkeldifferenz ( $\Delta\Phi_P$ ) zwischen der Richtung ( $\Phi_{PW}$ ) und dem Zielweg (M) am Zielpunkt (P) als Zielpunkt-Winkeldifferenz;  
 eine Vorrichtung (5) zum Bestimmen einer Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) für den beweglichen Körper (W) durch Korrektur der Steuergröße ( $\tau_P$ ) zur Erreichung des Zielpunkts (P) auf Grundlage der Zielpunkt-Winkeldifferenz ( $\Delta\Phi_P$ ); und  
 eine Vorrichtung (7) zum Steuern des beweglichen Körpers (W) auf Grundlage der Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ).
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Bestimmen einer Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) unter Verwendung einer Zustandsgröße ( $\varphi, D$ ) des Zielwegs (M) umfaßt.
3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zustandsgröße des Zielwegs (M) eine Krümmung ( $\varphi$ ) des Zielwegs (M) ist, wobei die Anordnung derart ist, daß die Steuergröße ( $\tau_P$ ) zur Erreichung des Zielpunkts (P) um einen Betrag in die Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) korrigiert wird, der abnimmt, wenn die Krümmung ( $\varphi$ ) zunimmt.
4. System nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zustandsgröße des Zielwegs (M) eine Breite (D) des Zielwegs (M) ist, wobei die Anordnung derart ist, daß die Steuergröße ( $\tau_P$ ) zur Erreichung des Zielpunkts (P) um einen Betrag in die Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) korrigiert wird, der zunimmt, wenn die Breite (D) zunimmt.
5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Bestimmung einer Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) unter Verwendung einer Zustandsgröße (V) des beweglichen Körpers (W) umfaßt.
6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zustandsgröße des beweglichen Körpers (W) eine Geschwindigkeit (V) des beweglichen Körpers (W) ist, wobei die Anordnung derart ist, daß die Steuergröße ( $\tau_P$ ) zur Erreichung des Zielpunkts (P) um einen Betrag in die Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) korrigiert wird, der zunimmt, wenn die Geschwindigkeit (V) zunimmt.
7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der bewegliche Körper ein automatisch fahrendes Fahrzeug (W) mit einem lenkbaren Rad (6) umfaßt, wobei die Steuergröße eine Gierrate ( $\tau_P$ ) des automatisch fahrenden Fahrzeugs (W) ist.
8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Steuerung des beweglichen Körpers (W) auf Grundlage der Zielgierrate ( $\tau_m$ ) als Zielsteuergröße umfaßt:  
 eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Ziellenkwinkels ( $\delta_m$ ) für das lenkbare Rad (6), um die Zielgierrate ( $\tau_m$ ) auf Grundlage einer vorbestimmten Gierrate ( $\tau$ ) und eines Lenkwinkels ( $\delta$ ) des lenkbaren Rads (6) zu erzeugen, und  
 eine Vorrichtung zur Korrektur des Lenkwinkels ( $\delta$ ) in den Ziellenkwinkel ( $\delta_m$ ).
9. System nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Bestimmen einer Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) eine Vorrichtung umfaßt zur Multiplikation eines Betrags zur Korrektur der Gierrate ( $\tau$ ), der erforderlich ist, um die Zielpunkt-Winkeldifferenz ( $\Delta\Phi_P$ ) zu eliminieren, mit einem Korrekturkoeffizienten ( $K_m$ ), der in Abhängigkeit von einer Krümmung ( $\varphi$ ) und einer Breite (D) des Zielwegs (M) und einer Geschwindigkeit (V) des beweglichen Körpers (W) einen Wert zwischen 0 und 1 aufweist, um einen Betrag zur Korrektur einer Gierrate ( $\tau_P$ ) zur Erreichung des Zielpunkts (P) als die Steuergröße zur Erreichung des Zielpunkts in eine Zielgierrate ( $\tau_m$ ) als Zielsteuergröße zu bestimmen.
10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Bestimmen einer Zielsteuergröße ( $\tau_m$ ) eine Vorrichtung umfaßt zum Bestimmen des Korrekturkoeffizienten ( $K_m$ ) aus der Krümmung ( $\varphi$ ), der Breite (D) und der Geschwindigkeit (V) gemäß einem Prozeß unter Einsatz unscharfer Logik (Fuzzy Logic) derart, daß der Korrekturkoeffizient ( $K_m$ ) abnimmt, wenn die Krümmung ( $\varphi$ ) zunimmt, der Korrekturkoeffizient ( $K_m$ ) zunimmt, wenn die Breite (D) zunimmt und der Korrekturkoeffizient ( $K_m$ ) zunimmt, wenn die Geschwindigkeit (V) zunimmt.
11. System nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Bestimmen einer Richtung eine Vorrichtung umfaßt zum Bestimmen der Richtung unter Berücksichtigung des Ansprechverhaltens des Lenkwinkels ( $\delta$ ) des lenkbaren Rades (6), wenn das lenkbare Rad (6) gelenkt wird, um die Gierrate ( $\tau_P$ ) zum Erreichen des Zielpunkts (P) zu erzeugen, und unter Berücksichtigung des

Ansprechverhaltens der Gierrate ( $\tau$ ) auf den Lenkwinkel ( $\delta$ ).

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

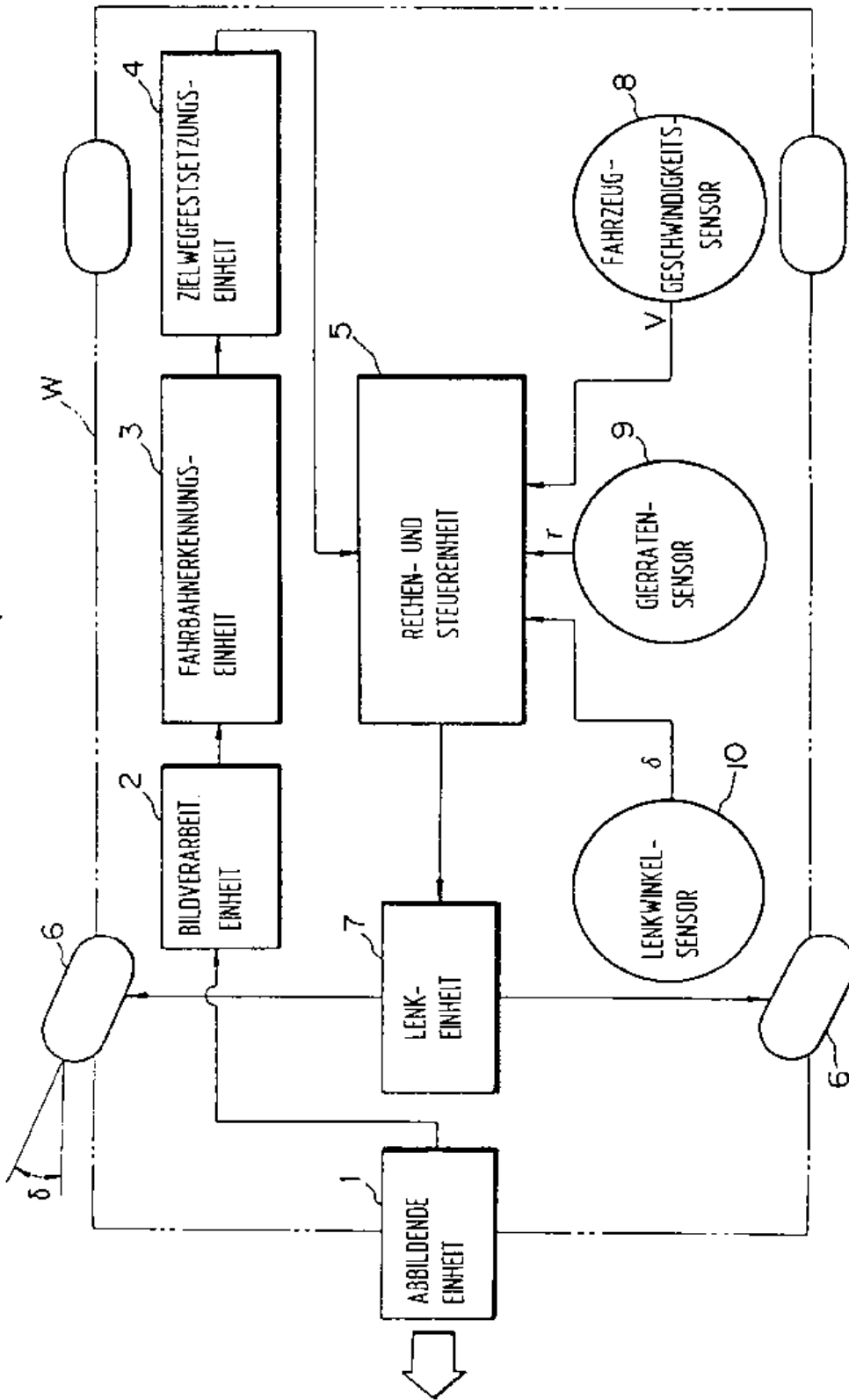


FIG. 2

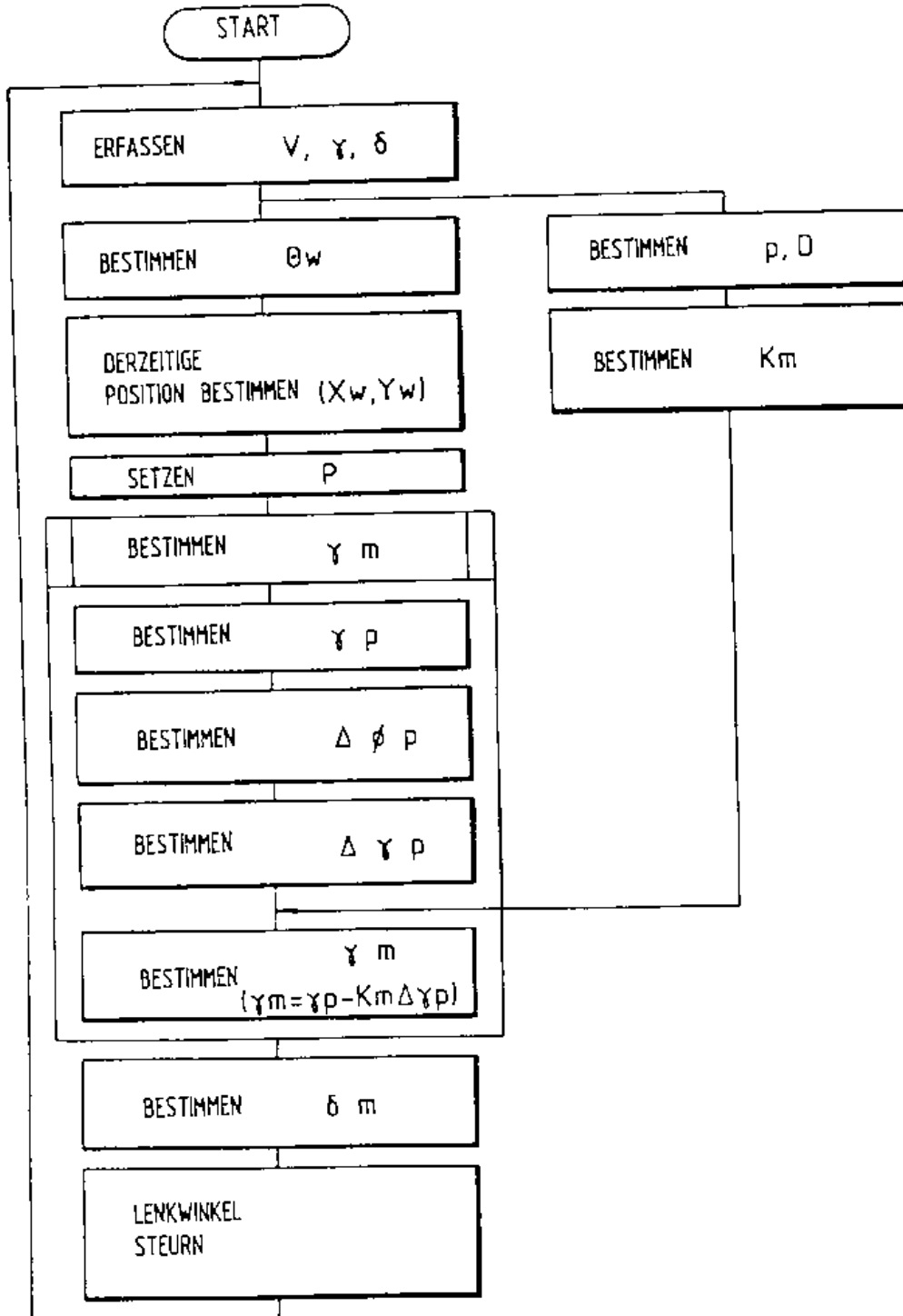




FIG. 4

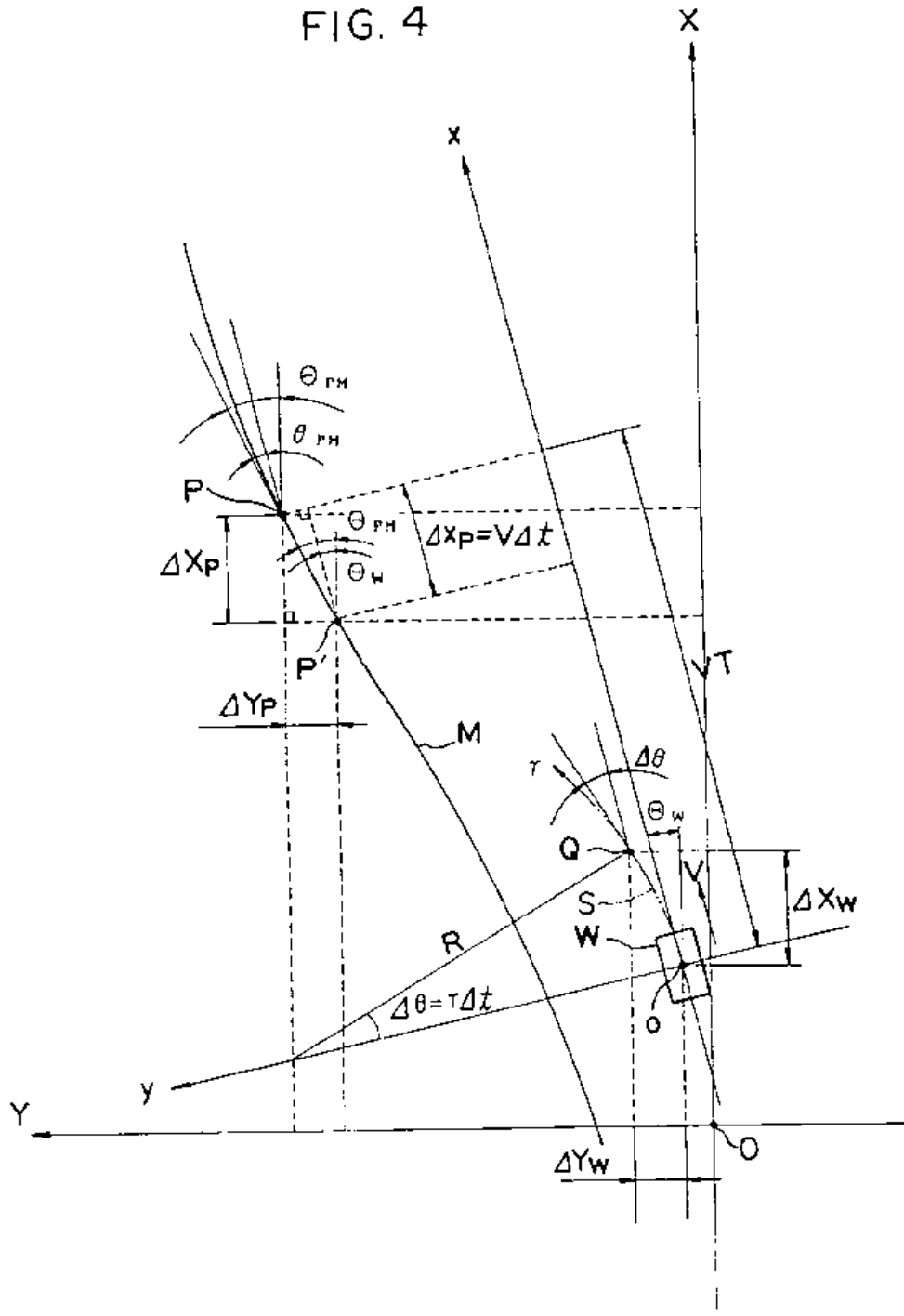
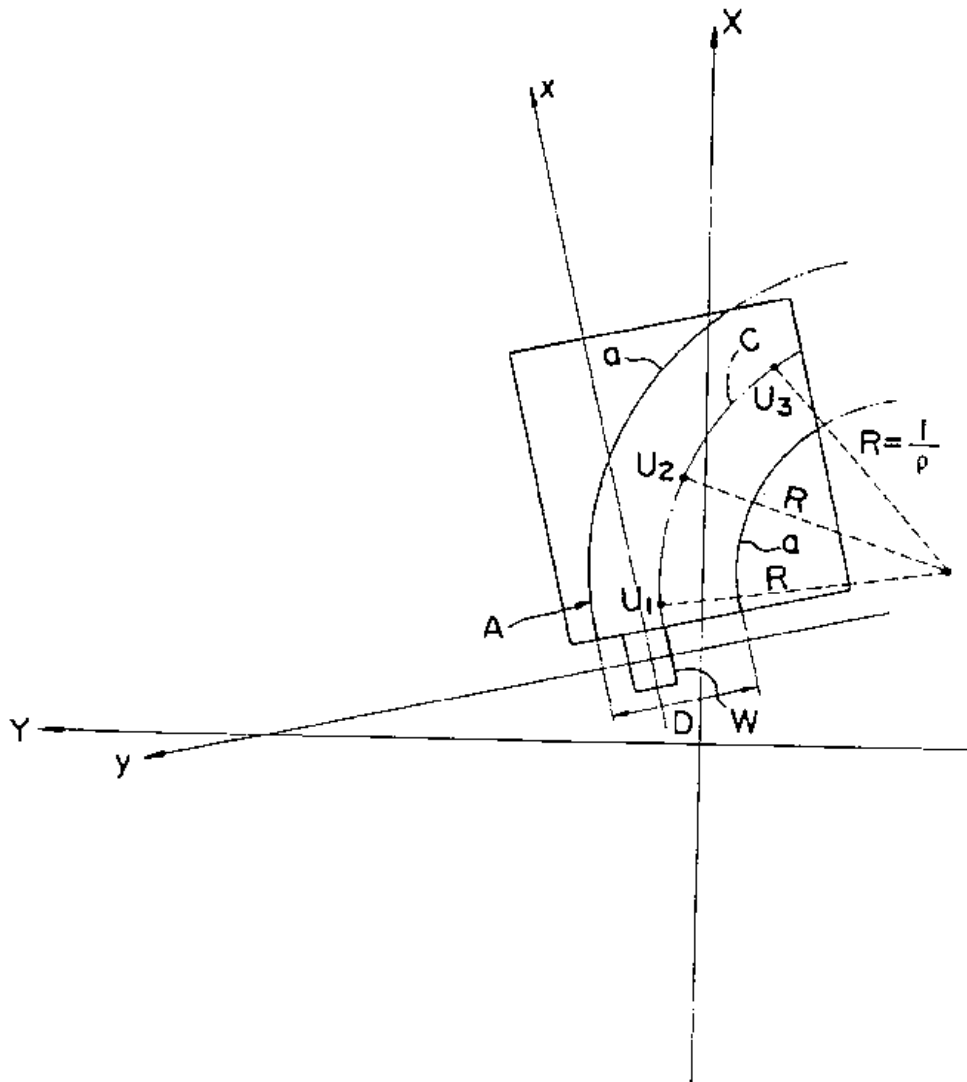


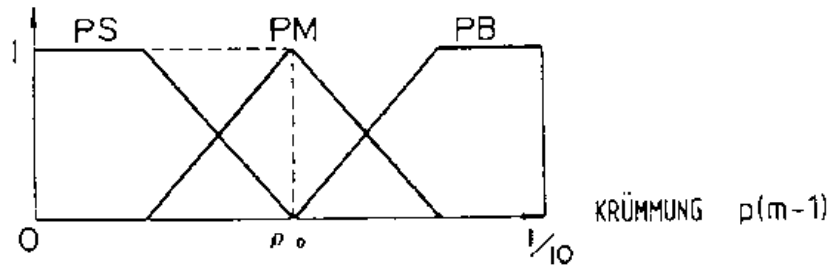
FIG. 5





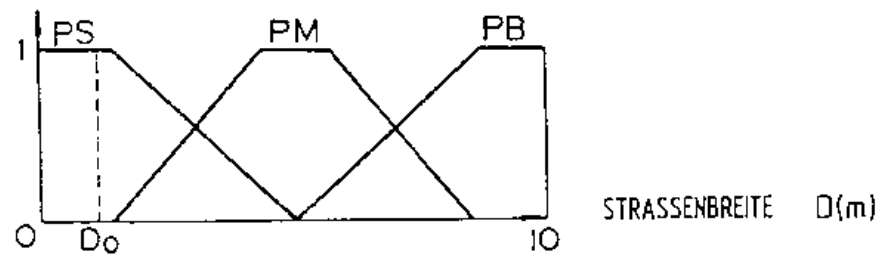
ZUGEHÖRIGKEITS -  
GRAD

FIG. 6(a)



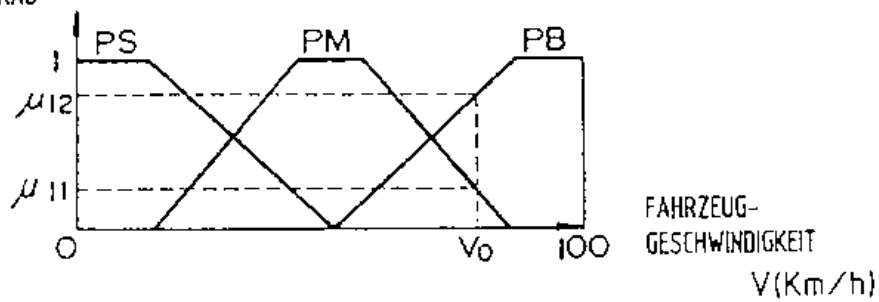
ZUGEHÖRIGKEITS -  
GRAD

FIG. 6(b)



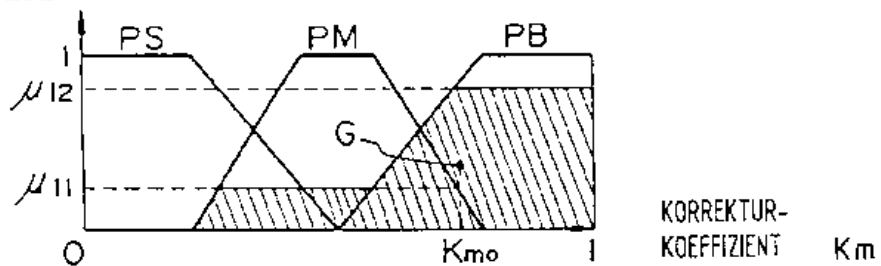
ZUGEHÖRIGKEITS -  
GRAD

FIG. 6(c)



ZUGEHÖRIGKEITS -  
GRAD

FIG. 6(d)



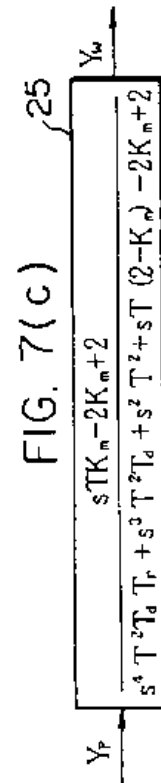
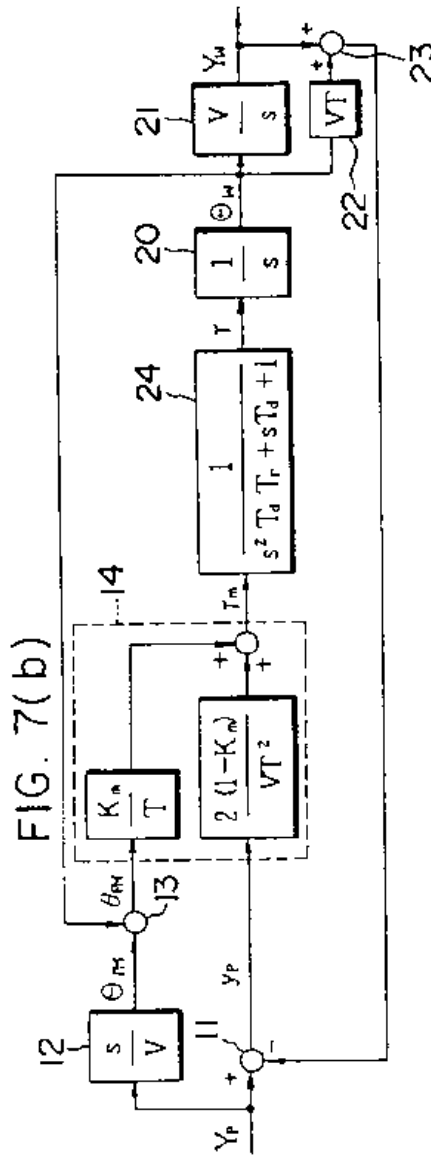
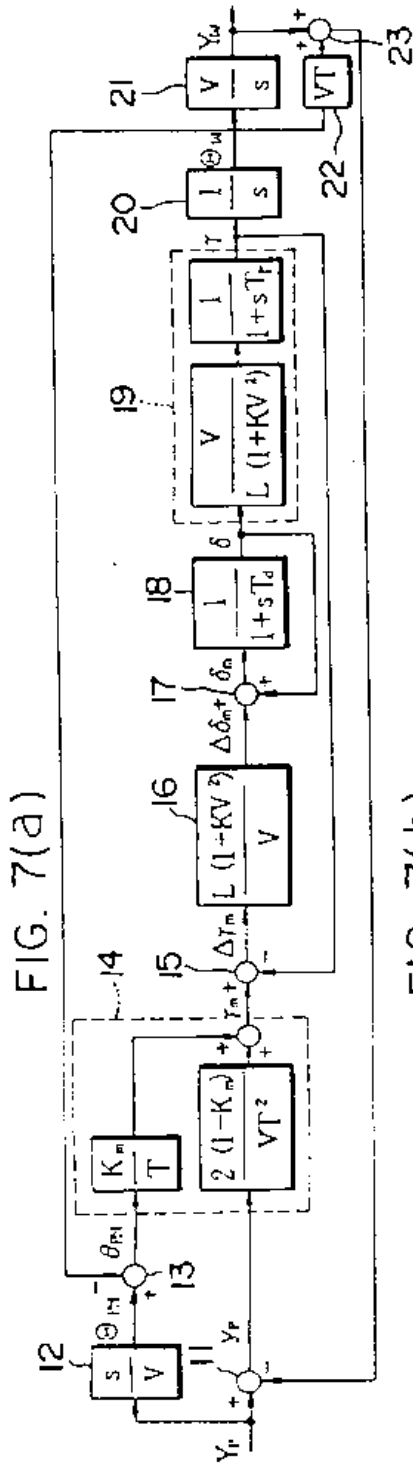


FIG. 8(a)

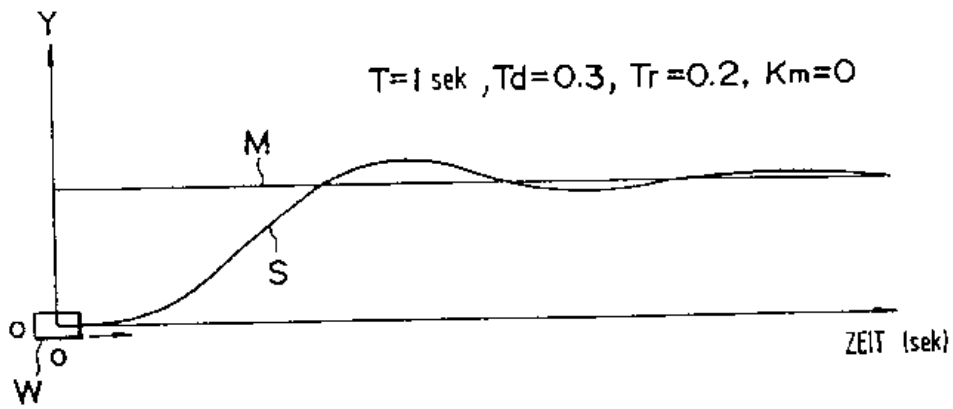


FIG. 8(b)

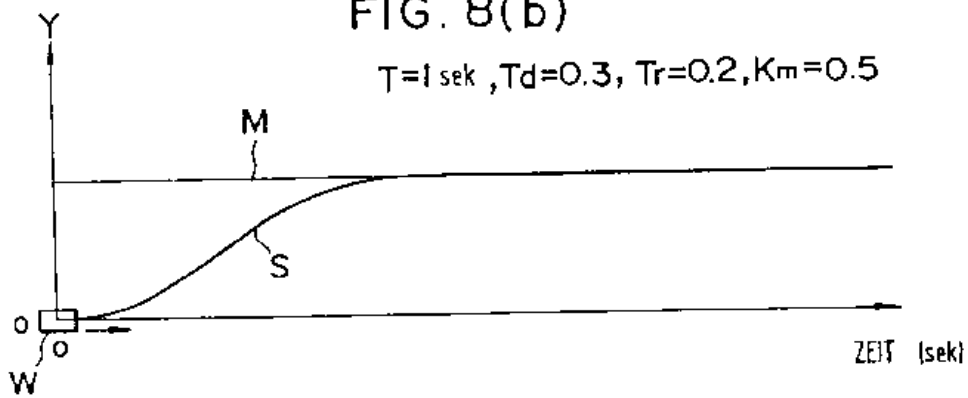


FIG. 8(c)

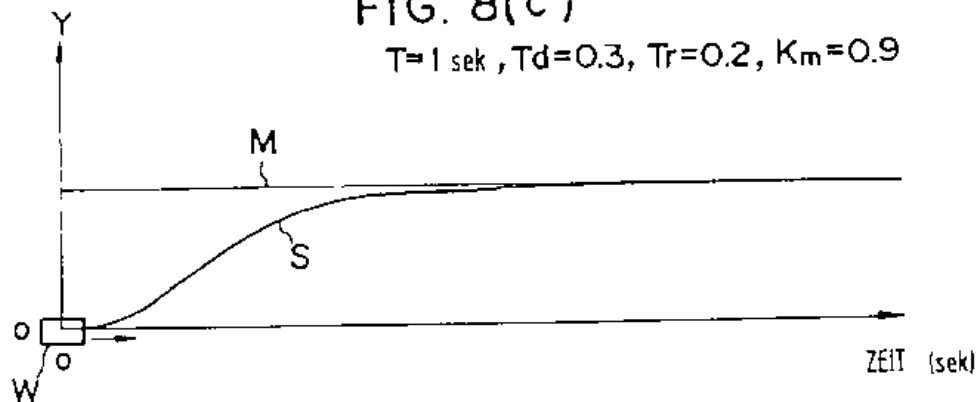


FIG. 9(a)

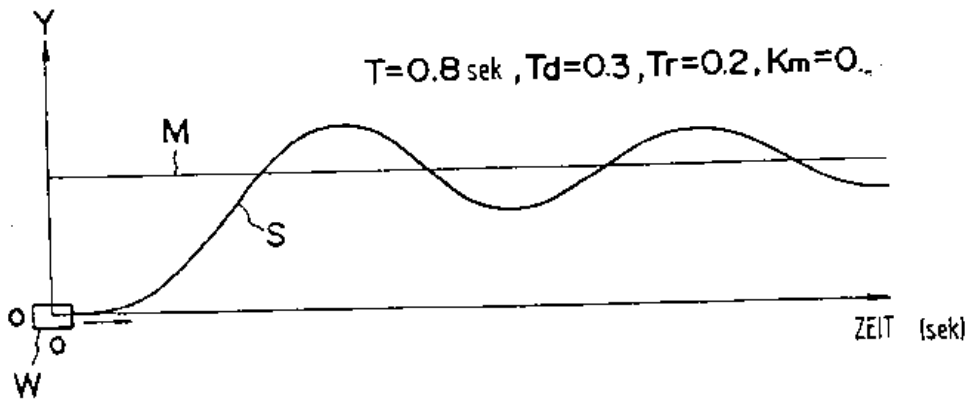


FIG. 9(b)

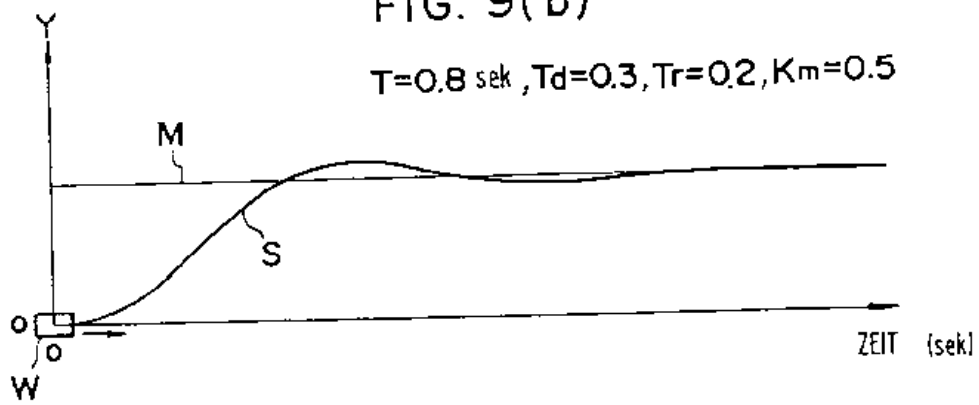
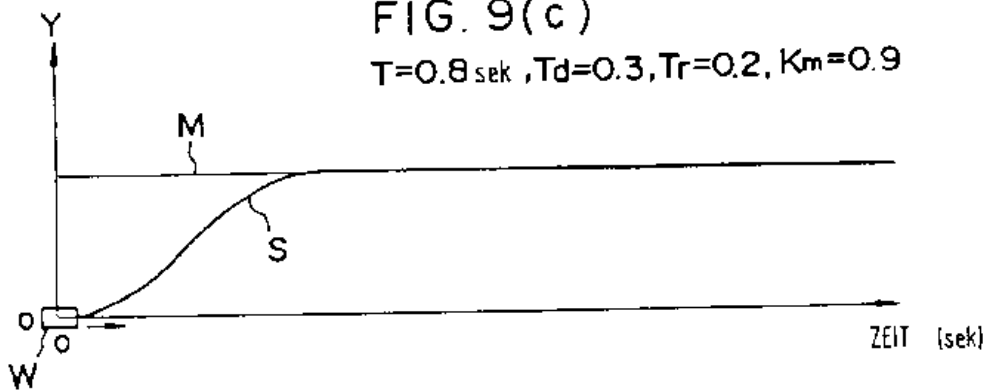


FIG. 9(c)



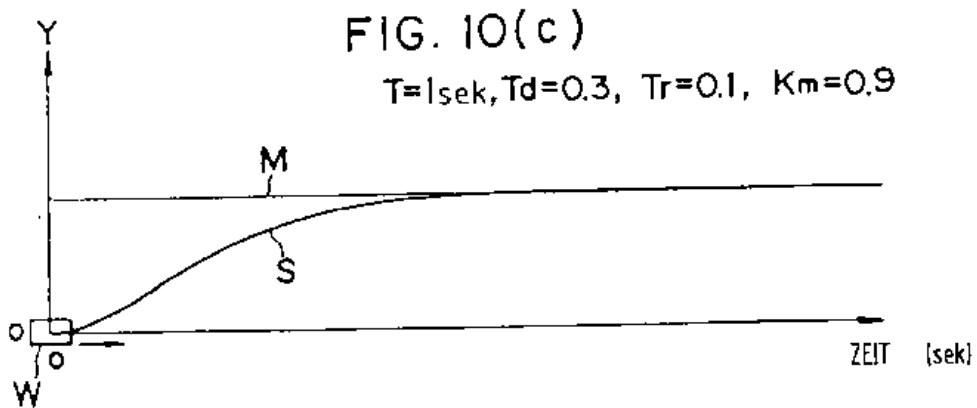
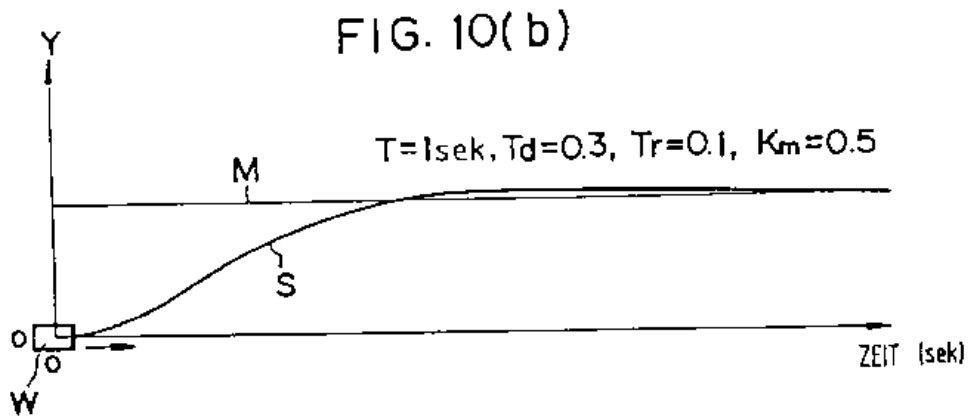
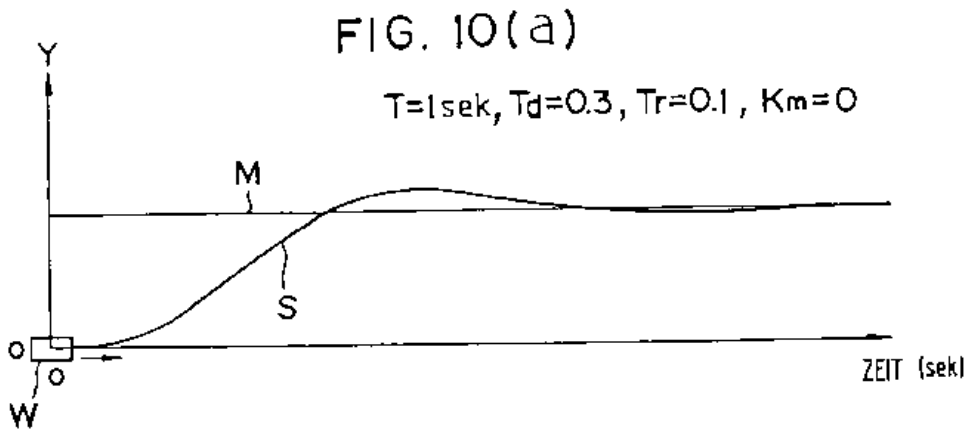


FIG. 11(a)

$T=0.8\text{sek}$ ,  $T_d=0.3$ ,  $T_r=0.1$ ,  $K_m=0$

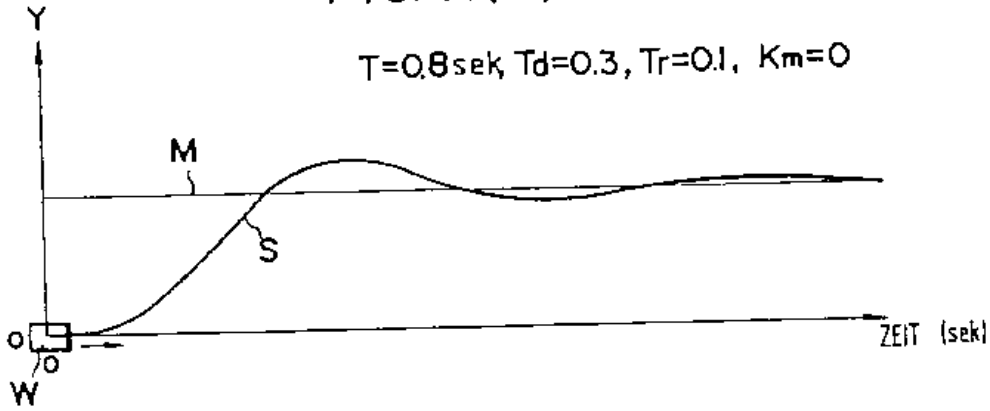


FIG. 11(b)

$T=0.8\text{sek}$ ,  $T_d=0.3$ ,  $T_r=0.1$ ,  $K_m=0.5$

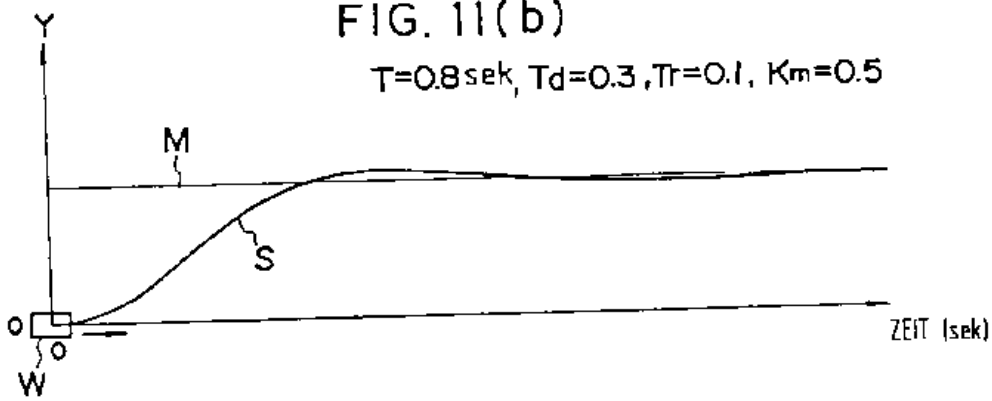
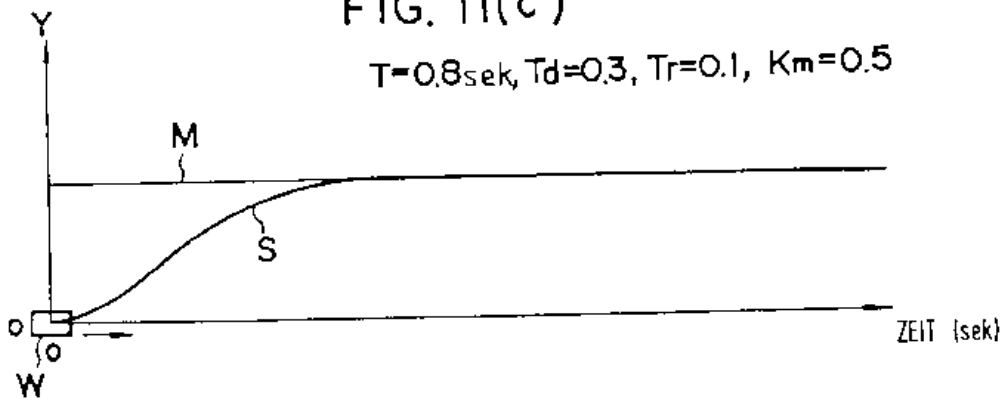
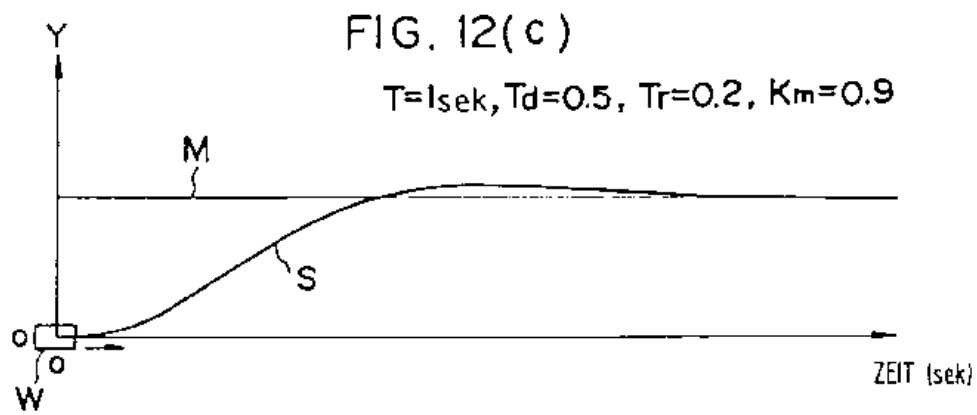
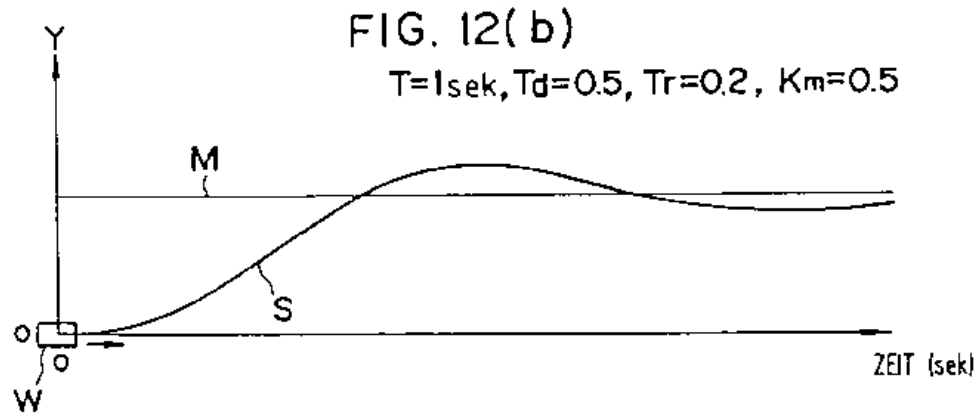
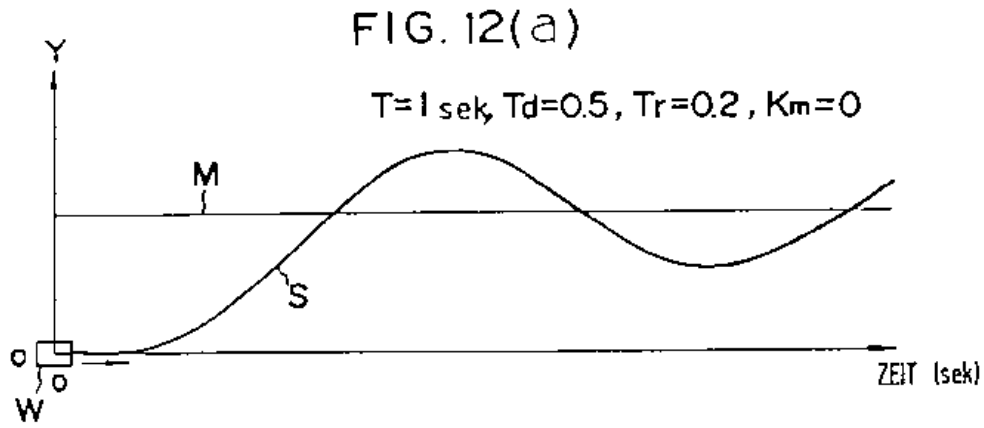


FIG. 11(c)

$T=0.8\text{sek}$ ,  $T_d=0.3$ ,  $T_r=0.1$ ,  $K_m=0.5$





**Automatic brake system and control method thereof**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** FUKAMACHI KAZUHIRO [JP] ± (FUKAMACHI, KAZUHIRO)

**Applicant(s):** FUJI HEAVY IND LTD [JP] ± (FUJI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA)

**Classification:** - international: **B60T13/66**; **B60T7/12**; **B60T7/22**; **B60T8/00**;  
(IPC1-7): B60T8/58  
- cooperative: **B60T13/662**; **B60T7/22**; **B60T8/4054**; **B60T8/4809**

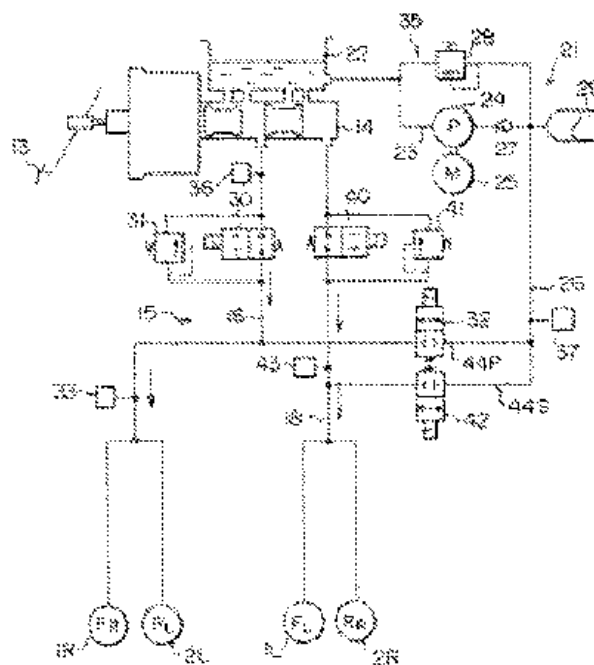
**Application number:** US19930100368 19930802

**Priority number(s):** JP19920248699 19920825

**Also published as:** DE4328304 (A1) JPH0672297 (A) GB2270353 (A)

**Abstract of US5447363 (A)**

In an automatic brake system provided with a pressure source including both an oil pump and an accumulator, one or more brake systems are controlled on the basis of pump pressure smoothly at low speed, but on the basis of accumulator pressure at medium or high speed. Since the pump pressure and the accumulator pressure can be used properly according to vehicle speed, the vehicle can be braked automatically and appropriately in case of the presence of a collision against another vehicle running ahead.







19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 43 28 304 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 60 T 7/12**

21 Aktenzeichen: P 43 28 304.7  
22 Anmeldetag: 23. 8. 93  
43 Offenlegungstag: 3. 3. 94

DE 43 28 304 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
25.08.92 JP P 248699

71 Anmelder:  
Fuji Jukogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
Boehmert, A., Dipl.-Ing.; Hoormann, W., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing., 28209 Bremen; Goddar, H., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat.; Liesegang, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 80801  
München; Winkler, A., Dr.rer.nat., 28209 Bremen;  
Tönhardt, M., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,  
40593 Düsseldorf; Stahlberg, W.; Kuntze, W.;  
Kouker, L., Dr., 28209 Bremen; Huth, M., 6228 Eitville;  
Ebert-Weidenfeller, A., Dr. jur., 28209 Bremen;  
Nordemann, W., Prof. Dr.; Vinck, K., Dr.; Hertin, P.,  
Prof. Dr.; vom Brocke, K.; Omsels, H.; Hummel, H.,  
10719 Berlin; Titz, G., Rechtsanwälte, 04103 Leipzig

72 Erfinder:  
Fukamachi, Kazuhiro, Oota, Gunma, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Automatisches Bremssystem und Steuerungsverfahren dafür

57 In einem automatischen Bremssystem mit einer Druck-  
quelle, die sowohl eine Ölpumpe als auch einen Speicher  
umfaßt, werden die Bremssysteme bei niedriger Geschwin-  
digkeit auf der Basis des relativ niedrigen Pumpendrucks  
weich angesteuert, dagegen bei mittlerer oder hoher Ge-  
schwindigkeit auf der Basis des relativ hohen Speicher-  
drucks. Da Pumpendruck und Speicherdruck in geeigneter  
Weise entsprechend der Geschwindigkeit des Fahrzeugs  
eingesetzt werden können, kann das Fahrzeug automatisch  
und in geeigneter Weise abgebremst werden, wenn die  
Gefahr einer Kollision mit einem anderen, vorausfahrenden  
Fahrzeug besteht.

DE 43 28 304 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein automatisches Bremssystem und ein Verfahren zu dessen Steuerung, insbesondere auf ein System zum automatischen Abbremsen eines Automobils zur Verhinderung einer Kollision mit einem anderen, vorausfahrenden Fahrzeug, und auf ein System zum automatischen Steuern des Bremssystems auf der Basis sowohl eines Pumpendrucks als auch eines Speicherdrucks.

Als neuere Sicherheitsmaßnahme für Automobile ist ein automatisches Bremssystem vorgeschlagen worden, mit dem ein Fahrzeug automatisch abgebremst werden kann, wenn eine Kollision mit einem entgegenkommenden Objekt während der Fahrt vorhergesagt wird. Im allgemeinen enthält das Bremssystem eine Druckquelle, die sich aus einer von einem Motor angetriebenen Pumpe, um ein Hydraulikmedium (z. B. Öl) unter Druck zu setzen, und einem Speicher zum Speichern des von der Pumpe erzeugten Drucks bei einem höheren Druckwert zusammensetzt, wobei das normale Bremssystem gewöhnlich mit einem automatischen Bremssystem, einem ABS (Antiblockierbremssystem), einem TCS (Traktionssteuersystem) etc. ausgestattet ist. Der im Speicher gespeicherte, hohe Druck wird über ein Solenoidventil intermittierend in das Bremssystem eingeführt, um das Ansprechen des Bremssystems auf den Druck zu verbessern.

Mit dem automatischen Bremssystem muß das Fahrzeug allerdings über einen weiten Geschwindigkeitsbereich von niedriger Fahrgeschwindigkeit bis zu hoher Fahrgeschwindigkeit automatisch abgebremst werden. Wenn das Bremssystem lediglich auf der Basis des Speicherdrucks betätigt wird, um nur die Ansprechcharakteristik des Bremssystems zu verbessern, entstehen daher wie folgt verschiedene Probleme: Da der hohe Speicherdruck durch ein Solenoidventil gesteuert wird, wird unvermeidlich ein übermäßiger, stoßartiger Druck erzeugt, jedesmal wenn das Solenoidventil kurzzeitig geöffnet oder geschlossen wird, wodurch sich der Hydraulikdruck schrittweise ändert, mit dem Ergebnis, daß der Fahrkomfort insbesondere bei niedriger Fahrgeschwindigkeit deutlich verschlechtert wird. Wenn andererseits das Bremssystem lediglich auf der Basis des Pumpendrucks betätigt wird, kann der stoßartige Druckanstieg reduziert und der Hydraulikdruck daher weich gesteuert werden, wenn auch die Ansprechcharakteristik des Bremssystems nicht zufriedenstellend ist, so daß es ziemlich schwierig ist, eine Notfallbremse an das Fahrzeug angreifen zu lassen, wenn es bei mittlerer oder hoher Geschwindigkeit fährt.

Ein Beispiel eines automatischen Bremssystems aus dem Stand der Technik ist in der offengelegten, japanischen Gebrauchsmusteranmeldung 63-24078 offenbart. Bei diesem Stand der Technik wird ein von einer hydraulischen Druckquelle erzeugter hydraulischer Druck in einem Speicher gespeichert, und der gespeicherte, hydraulische Druck wird ansprechend auf ein Steuersignal auf Radzylinder gegeben, um Betätigungsteile zu betätigen, wenn eine Kollisionsgefahr mit einem entgegenkommenden Objekt besteht.

In dem obengenannten automatischen Bremssystem entsteht allerdings, da das Bremssystem lediglich auf der Basis des Speicherdrucks betätigt wird, das folgende Problem: Wenn der Hydraulikdruck für die Notfallbremse in der Weise geeignet festgelegt wird, daß er ausreicht, wenn das Fahrzeug mit mittlerer oder hoher Geschwindigkeit fährt, ist es schwierig, das Fahrzeug

sanft abzubremsen, wenn es mit geringer Geschwindigkeit fährt, so daß der Fahrkomfort verschlechtert wird, wobei darüber hinaus ein übermäßiges Bremsen häufig eine Gefahr darstellt.

Unter Vergegenwärtigung dieser Probleme besteht daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein automatisches Bremssystem mit einer aus einer Pumpe und einem Speicher zusammengesetzten Druckquelle zu schaffen, das einen Bremsdruck in geeigneter Weise über einen weiten Geschwindigkeitsbereich aufbringen kann, indem der Pumpendruck und der Speicherdruck entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit zweckmäßig eingesetzt werden.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht in einem Steuerungssystem für eine automatische Bremse für ein Automobil, welches umfaßt: ein Mittel zur Vorhersage einer Kollision mit einem anderen Fahrzeug; ein Mittel zur Berechnung einer erforderlichen Verzögerungsgeschwindigkeit; wenn eine Kollision von dem besagten Vorhersagemittel vorhergesagt wird; ein Mittel zur Berechnung eines Zielbremsdrucks auf der Basis der berechneten Verzögerungsgeschwindigkeit; ein Mittel zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit; ein Mittel zum Hochpumpen eines Hydraulikmediums zum Erzeugen eines relativ niedrigen Pumpenbremsdrucks; ein Mittel zum Speichern des niedrigen Pumpenbremsdrucks zum Erzeugen eines relativ hohen Speicherbremsdrucks; ein Mittel zum Einführen des niedrigen Pumpenbremsdrucks und des hohen Speicherbremsdrucks in wenigstens ein Bremsleitungssystem; und ein Steuermittel zum Steuern des besagten Pumpenmittels, des Speicherdrucks und des Bremsdruckeinführungsmittels, so daß der Bremsdruck auf der Basis des niedrigen Pumpenbremsdrucks bei geringer Fahrzeuggeschwindigkeit und des hohen Speicherbremsdrucks bei mittlerer oder hoher Fahrzeuggeschwindigkeit bis zum berechneten Zielbremsdruck erhöht werden kann.

Das Bremsdruckeinleitungsmittel umfaßt wenigstens ein unter Druck setzendes Solenoidventil, das zwischen dem Pumpen- und Speichermittel und dem Bremsleitungssystem angeordnet ist, wobei das Steuermittel das unter Druck setzende Solenoidventil bei niedriger Fahrzeuggeschwindigkeit in der Weise steuert, daß der hohe Speicherbremsdruck zunächst durch das besagte Solenoidventil in das Bremsleitungssystem entlassen wird und dann der Bremsdruck allmählich durch Einleiten des niedrigen Pumpenbremsdrucks in das Bremsleitungssystem durch das besagte Solenoidventil bis zum Zielbremsdruck erhöht wird.

Das Bremsdruckeinleitungsmittel umfaßt wenigstens ein unter Druck setzendes Solenoidventil, das zwischen dem Pumpen- und Speichermittel und dem Bremsleitungssystem angeordnet ist, und das Steuermittel umfaßt ein Speichersteuermittel, wobei das Speichersteuermittel bei mittlerer oder hoher Fahrzeuggeschwindigkeit den hohen Speicherbremsdruck innerhalb eines vorbestimmten Druckbereichs hält und das Steuermittel das unter Druck setzende Solenoidventil so steuert, daß der Bremsdruck schrittweise bis zum Zielbremsdruck erhöht wird, indem der zurückgehaltene, hohe Speicherbremsdruck intermittierend durch das besagte Solenoidventil in das Bremsleitungssystem eingeleitet wird.

Darüber hinaus umfaßt das Einleitungsmittel wenigstens ein druckentlastendes Solenoidventil, das zwischen einem Hauptzylinder und dem Bremsleitungssystem angeordnet ist, um den Hauptzylinder beim normalen Bremsbetrieb mit dem Bremsleitungssystem zu verbinden und um den Hauptzylinder im automatischen

Bremsbetrieb vom Bremsleitungssystem zu trennen.

Um die genannte Aufgabe zu lösen, schafft die Erfindung weiter ein Verfahren zum automatischen Abbremsen eines Automobils, welches folgende Schritte umfaßt: Feststellen, ob eine Kollisionsgefahr mit einem anderen Fahrzeug besteht oder nicht; Feststellen der Fahrgeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs, wenn eine Kollisionsgefahr mit einem anderen Fahrzeug besteht; Prüfen, ob die festgestellte Fahrgeschwindigkeit eine vorbestimmte Geschwindigkeit überschreitet; Erhöhen des Bremsdrucks auf einen Zielbremsdruckwert auf der Basis eines niedrigen, von einer Hydraulikpumpe erzeugtem Bremsdrucks, wenn die festgestellte Fahrgeschwindigkeit geringer ist, als die vorbestimmte Geschwindigkeit; und Erhöhen des Bremsdrucks auf den Zielbremsdruckwert auf der Basis eines hohen, von einem Speicher zum Speichern des Hydraulikpumpendrucks erzeugten Bremsdrucks, wenn die festgestellte Fahrgeschwindigkeit höher ist als die vorbestimmte Geschwindigkeit.

Darüber hinaus umfaßt der Schritt des Steuerns des Bremsdrucks auf der Basis des niedrigen Bremsdrucks die folgenden Schritte: Ablassen des Speicherdrucks; Betätigen der Hydraulikpumpe zum Erzeugen niedrigen Bremsdrucks; allmähliches Einleiten des niedrigen Bremsdrucks in ein Bremsleitungssystem bis zum Zielwert, Prüfen, ob der niedrige Bremsdruck den Zielwert erreicht; und Beenden der Betätigung der Hydraulikpumpe und Halten des Zielbremsdruckwertes.

Darüber hinaus umfaßt der Schritt des Steuerns des Bremsdrucks auf der Basis des hohen Bremsdrucks folgende Schritte: Aufrechterhalten des Sammlerdrucks innerhalb eines vorbestimmten, hohen Druckbereichs durch Betätigen einer Hydraulikpumpe; intermittierendes Einleiten des hohen Bremsdrucks in ein Bremsleitungssystem, schrittweise bis zum Zielwert, Prüfen, ob der hohe Bremsdruck den Zielwert erreicht; und Beenden des Einleitens des hohen Bremsdrucks in das Bremsleitungssystem und Halten des Zielbremsdruckwertes.

In dem automatischen Bremssystem und bei dem Verfahren zur Steuerung dieses Systems wird, wenn sich bei niedriger Geschwindigkeit eine Kollisionsgefahr mit einem anderen Gegenstand ergibt, das Bremsleitungssystem auf der Basis eines relativ niedrigen, von der Pumpe erhaltenen Bremsdrucks sanft unter Druck gesetzt, so daß es möglich ist, das Fahrzeug sanft abzubremsen, ohne daß der Fahrer und Mitreisende einem Stoß ausgesetzt werden. Andererseits wird im Fall einer Kollisionsgefahr mit einem anderen Gegenstand bei mittlerer oder hoher Geschwindigkeit das Bremsleitungssystem auf der Basis eines relativ hohen, vom Speicher erhaltenen Bremsdrucks unter Druck gesetzt, so daß es möglich ist, das Fahrzeug scharf abzubremsen, um eine Kollision mit einem anderen Gegenstand zu vermeiden.

Die Erfindung ist nachfolgend an Hand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen weiter erläutert, wobei

Fig. 1 eine schematische Darstellung ist, die ein Antriebssystem und ein Bremssystem eines Automobils zeigt;

Fig. 2 ein Hydraulikschaltkreis ist, der eine Hydraulikeinheit eines automatischen Bremssystems zeigt;

Fig. 3 ein Blockschaltbild ist, das eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen, automatischen Bremssystems zeigt;

Fig. 4 ein Ablaufschema ist, das das Steuerverfahren für das erfindungsgemäße, automatische Bremssystem zeigt;

Fig. 5 ein Schaubild des zeitlichen Ablaufs ist, das den Bremsdrucksteuervorgang in dem erfindungsgemäßen, automatischen Bremssystem bei niedriger Geschwindigkeit zeigt; und

Fig. 6a und 6b Schaubilder des zeitlichen Ablaufs zur weiteren Erläuterung des Bremsdrucksteuervorgangs bei mittlerer oder hoher Geschwindigkeit in dem erfindungsgemäßen, automatischen Bremssystem sind.

Nachfolgend wird zunächst unter Bezugnahme auf Fig. 1 ein Antriebs- und ein Bremssystem eines Automobils beschrieben. Ein Automobil besitzt vier Räder (vorne rechts, vorne links, hinten rechts und hinten links) 1R, 1L, 2R und 2L. Das Antriebssystem besteht aus einem Motor 3, einer Kupplung 4, einem Getriebe 5, einer Antriebswelle 6, einem Differentialgetriebe 7, einer Hinterradachse 8 etc. Die Kraft des Motors 3 wird durch diese Elemente 4 bis 8 des Antriebssystems an die beiden Hinterräder 2R und 2L übertragen. Ein Drosselventil 10 des Motors 3 ist mit einer Betätigung 11 (z. B. einem Motor) verbunden. Die Betätigung 11 wird durch eine Drosselsteuereinheit 12 angetrieben, so daß das Drosselventil 10 zur Antriebssteuerung, Fahrgeschwindigkeitssteuerung, automatischen Bremssteuerung etc. gesteuert werden kann.

Das Bremssystem besteht aus einem Bremspedal 13, einem mit dem Bremspedal 3 verbundenen Hauptzylinder 14, zwei Diagonalebremssystemen 15, einem ersten Bremsleitungssystem 16 und einem zweiten Bremsleitungssystem 18, etc. Das erste Bremsleitungssystem 16 steht mit zwei Radzylindern 17 des rechten Vorderrades 1R und des linken Hinterrades 2L in Verbindung, und das zweite Bremsleitungssystem 18 steht mit zwei Radzylindern 19 des linken Vorderrades 1L und des rechten Hinterrades 2R in Verbindung. In der vorliegenden Ausführungsform ist weiterhin ein automatisches Bremssystem 20 für das normale, wie oben beschriebene Bremssystem vorgesehen. Im einzelnen besteht ein automatisches Bremssystem 20 aus einer Automatikbremms-Hydraulikeinheit 21, die in der Mitte an das erste und zweite Bremsleitungssystem angeschlossen ist, und einer Automatikbremms-Steuereinheit 21 auf der Basis von Steuersignalen. Wenn ein ABS (Antiblockierbremssystem) für das normale Bremssystem vorhanden ist, ist die ABS-Hydraulikeinheit an die stromab gelegene Seite der Automatikbremms-Hydraulikeinheit 20 in Reihe damit angeschlossen, um eine Radblockierung während der automatischen Bremsbetätigung zu vermeiden.

Die Automatikbremms-Hydraulikeinheit 21 wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 im Detail beschrieben. Wie bereits erläutert, ist das Bremsleitungssystem 15 in zwei diagonale Systeme, das erste Bremsleitungssystem 16 und das zweite Bremsleitungssystem 18, aufgeteilt. Die Automatikbremms-Hydraulikeinheit 21 besteht im wesentlichen aus einer Druckquelle 35 zum Einspeisen von Bremsdruck in die Bremsleitungssysteme 16 und 18; aus zwei druckentlastenden Solenoidventilen 30 und 40 zum Ablassen des Bremsdrucks aus den Bremsleitungssystemen; zwei unter Druck setzenden Solenoidventilen 32 und 42, um Bremsdruck auf die Bremsleitungssysteme 16 und 18 aufzubringen; einer Vielzahl von Druckentlastungsventilen 28, 31 und 41 zum Ablassen eines übermäßigen Drucks; und einer Vielzahl von Drucksensoren 36, 37, 33 und 43.

Die Druckquelle 35 besteht aus einer Ölpumpe 24, um ein Hydraulikmedium zum Erzeugen des Bremsdrucks hochzupumpen, einem Motor 25 zum Antreiben der Öl-

pumpe 24, einem Entlastungsventil 28, einem Speicher 29 zum Speichern des erzeugten Bremsdrucks, und einem Rückschlagventil 27, um zu vermeiden, daß der gespeicherte Druck in der umgekehrten Richtung eingespeist wird. Die Ölpumpe 24 ist mit einem Ölvorrats-  
 5 tank 22 des Hauptzylinders 14 über eine Leitung 23 verbunden und wird vom Motor 25 angetrieben, um einen Öldruck zu erzeugen. Die Abgabeseite der Ölpumpe 24 ist mit dem Ablaßventil 28 und dem Speicher 29 über das Rückschlagventil 27 verbunden. Weiter sind  
 10 die Ölpumpe 24 und der Speicher 29 an das erste Bremsleitungssystem 16 über eine Leitung 26, eine Leitung 44P und über das unter Druck setzende Solenoidventil 32 angeschlossen. In gleicher Weise sind die Ölpumpe 24 und der Speicher 29 mit dem zweiten Bremsleitungssystem 18 über die Leitung 26, über die von der Leitung 44P abgezwigte Leitung 44S und über das unter Druck setzende Solenoidventil 42 angeschlossen.

Wenn daher das unter Druck setzende Solenoidventil 32 aktiviert wird, um zu öffnen, kann ein relativ niedriger Pumpendruck  $P_p$  oder ein relativ hoher Speicherdruck  $P_a$  als Bremsdruck für den automatischen Bremsbetrieb in die ersten Bremsleitungssysteme 16 eingespeist werden. Wenn andererseits das unter Druck setzende Solenoidventil 32 deaktiviert wird und schließt,  
 20 kann kein Bremsdruck für normalen Bremsbetrieb in die ersten Bremsleitungssysteme 16 eingespeist werden.

Auf gleiche Weise kann, wenn das unter Druck setzende Solenoidventil 42 aktiviert wird und öffnet, ein relativ niedriger Pumpendruck  $P_p$  oder ein relativ hoher Speicherdruck  $P_a$  in die zweiten Bremsleitungssysteme 18 als Bremsdruck für den Betrieb der Automatikbremse eingespeist werden. Wenn das unter Druck setzende Solenoidventil 42 andererseits deaktiviert wird und schließt, kann kein Bremsdruck für normalen Bremsbetrieb in die zweiten Bremsleitungssysteme 18 eingespeist werden.

Weiterhin ist der Hauptzylinder 14 über das druckentlastende Solenoidventil 30 und das Ablaßventil 31 mit dem ersten Bremsleitungssystem 16 und mit dem zweiten Bremsleitungssystem 18 über das druckentlastende Solenoidventil 40 und das Ablaßventil 41 verbunden.

Wenn daher das druckentlastende Solenoidventil 30 geschlossen wird, wird der Hauptzylinder 14 vom ersten Bremsleitungssystem 16 für automatischen Bremsbetrieb getrennt, so daß der Bremsdruck im ersten Bremsleitungssystem 16 aufrecht erhalten werden kann. Wenn es aber deaktiviert wird und öffnet, ist der Hauptzylinder 14 für normalen Bremsbetrieb unter Verwendung des Bremspedals 13 und des Hauptzylinders 14 mit dem ersten Bremsleitungssystem 16 verbunden.

In der gleichen Weise ist, wenn das druckentlastende Solenoidventil 40 geschlossen ist, der Hauptzylinder 14 für automatischen Bremsbetrieb vom zweiten Bremsleitungssystem 18 getrennt, so daß der Bremsdruck im zweiten Bremsleitungssystem 18 aufrechterhalten werden kann. Wenn es aber deaktiviert ist und öffnet, ist der Hauptzylinder 14 mit dem zweiten Bremsleitungssystem 18 für normalen Bremsbetrieb unter Verwendung des Bremspedals 13 und des Hauptzylinders 14 verbunden.

Weiterhin ist ein hydraulischer Drucksensor 36 an den Hauptzylinder 14 angeschlossen, um einen Pedaldruck zu erfassen; ein hydraulischer Drucksensor 37 ist mit dem Speicher 29 verbunden, um den Speicherdruck zu erfassen; ein hydraulischer Drucksensor 33 ist mit dem ersten Bremsleitungssystem 16 verbunden, um den

Druck des ersten Bremsleitungssystems zu erfassen; und ein hydraulischer Drucksensor 43 ist mit dem zweiten Bremsleitungssystem 18 verbunden, um den Druck des zweiten Bremsleitungssystems zu erfassen.

5 Unter Bezugnahme auf Fig. 3 wird nachfolgend eine Automatikbrems-Steuereinheit 60 im einzelnen beschrieben. Die Automatikbrems-Steuereinheit 60 enthält einen Abschnitt 61 zur Vorhersage einer Kollision, einen Abschnitt 62 zum Unterscheiden des Schließens der Drossel, einen Abschnitt 63 zum Berechnen der erforderlichen Verzögerung, einen Abschnitt 64 zum Berechnen des Zielbremsdrucks, einen Bremsdrucksteuerabschnitt 65 für niedrige Geschwindigkeit und einen aus einem Speichersteuerabschnitt 67 und einem Bremsdrucksteuerabschnitt 68 zusammengesetzten Bremsdrucksteuerabschnitt 66 für mittlere oder hohe Geschwindigkeit. An diese Automatikbrems-Steuereinheit 60 sind verschiedene Sensoren und Schalter angeschlossen, wie etwa eine CCD-Kamera (charge coupled device, ladungsgekoppelte Vorrichtung), ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 51, ein Automatikbremswahlschalter 52, bereits erläuterte, hydraulische Drucksensoren 33, 37 und 43, ein Bremsschalter 53, ein Drosselöffnungs-  
 15 geschwindigkeitssensor 54, etc.

Der Abschnitt 61 zur Vorhersage einer Kollision ist an die CCD-Kamera 50, den Automatikbremswahlschalter 52 und den Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 51 angeschlossen. Der Abschnitt 61 zur Vorhersage einer Kollision berechnet eine relative Entfernung  $L$  zwischen dem eigenen Fahrzeug und einem anderen, vorausfahrenden Fahrzeug und eine relative Geschwindigkeit  $V_s$  zwischen beiden auf der Basis einer Bildinformation der CCD-Kamera 50 und einer Geschwindigkeitsinformation des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 51, wenn der Automatikbremswahlschalter 52 eingeschaltet ist, um das Vorhanden- oder nicht Vorhandensein einer Gefahr eines Auffahrunfalls mit einem anderen, vorausfahrenden Fahrzeug vorherzusagen. Im Fall des Vorhandenseins einer Kollisionsgefahr aktiviert der Abschnitt 61 zur Vorhersage einer Kollision einen Alarmgenerator 55, um ein Annäherungsalarmsignal an den Fahrer auszugeben.

Weiter ist der Abschnitt 62 zum Unterscheiden des Schließens der Drossel mit dem Drosselöffnungs-  
 20 geschwindigkeitssensor 54 und dem Kollisionsvorhersageabschnitt 61 verbunden und gibt ein Drosselschließensignal an eine Drosselsteuereinheit 12 aus, wenn die Drosselöffnungsgeschwindigkeit einen vorbestimmten Wert überschreitet, unter der Bedingung, daß der Kollisionsvorhersageabschnitt 61 das Vorhandensein der Gefahr eines Auffahrunfalls vorhersagt.

Der Abschnitt 63 zum Berechnen der erforderlichen Verzögerung ist mit dem Kollisionsvorhersageabschnitt 61 verbunden und berechnet eine erforderliche Verzögerungsgeschwindigkeit  $G$  auf der Basis der berechneten Ergebnisse des Kollisionsvorhersageabschnitts 61, um einen Auffahrunfall zu vermeiden.

Der Zielbremsdruckberechnungsabschnitt 64 erhält die berechnete, erforderliche Verzögerungsgeschwindigkeit  $G$  sowie ein Bremssignal des Bremsschalters 53 und berechnet einen Zielbremsdruck  $P_t$  entsprechend der erforderlichen Verzögerungsgeschwindigkeit  $G$ , wenn der Bremsschalter ausgeschaltet ist (d. h. wenn keine Bremse betätigt wird).

Um den Bremsdruck entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  zu steuern, umfaßt hier die Bremssteuereinheit 60 insbesondere den Bremsdrucksteuerabschnitt 65 für niedrige Geschwindigkeit und den Brems-

drucksteuerabschnitt 66 für mittlere und hohe Geschwindigkeit. Diese beiden Bremsdrucksteuerabschnitte 65 und 66 sind mit dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 51 und den hydraulischen Drucksensoren 37, 34 und 43 verbunden.

Wenn die automatische Bremse bei niedriger Fahrzeuggeschwindigkeit betätigt werden soll, gibt der Bremsdrucksteuerabschnitt 65 für niedrige Geschwindigkeit ein Einschaltssignal an die unter Druck setzenden Solenoidventile 32 und 42 aus (diese Ventile sind im aktivierten Zustand geöffnet), um den Speicherdruck Pa in das Bremsleitungssystem 15 abzulassen. Hier gibt der Steuerabschnitt 65, wenn der hydraulische Drucksensor 37 feststellt, daß der Speicherdruck Pa niedriger als ein vorbestimmter Wert ist, ein Einschaltssignal zu den druckentlastenden Solenoidventilen 30 und 40 aus (diese Ventile sind im aktivierten Zustand für automatischen Bremsbetrieb geschlossen) und weiter ein Antriebssignal an den Motor 25, um das Hydraulikmedium auf den Pumpendruck Pp hochzupumpen. Im weiteren stoppt der Steuerabschnitt 65 die Ausgabe des Motorantriebssignals, wenn einer der tatsächlichen Bremsdrücke, die von den hydraulischen Drucksensoren 33 und 43 festgestellt werden, den Zielbremsdruck Pt erreicht, und gibt weiter ein Ausschaltssignal an die unter Druck setzenden Solenoidventile 32 und 42 aus (diese Ventile sind im deaktivierten Zustand geschlossen), um den Zielbremsdruck Pt aufrechtzuerhalten. Danach, wenn die Betätigung der automatischen Bremse gelöst worden ist, gibt der Steuerabschnitt 65 das Ausschaltssignal an die druckentlastenden Solenoidventile 30 und 40 (diese Ventile sind im deaktivierten Zustand geöffnet) aus, um zum normalen Bremsbetrieb zurückzukehren.

Andererseits umfaßt der Drucksteuerabschnitt 66 für mittlere und hohe Geschwindigkeit den Speichersteuerabschnitt 67 und den Bremsdrucksteuerabschnitt 68. Der Speichersteuerabschnitt 67 gibt ein Antriebssignal an den Motor 25 aus, wenn der vom hydraulischen Drucksensor 37 erfaßte Speicherdruck Pa unterhalb eines unteren Druckgrenzwerts bei mittlerer und hoher Fahrgeschwindigkeit abfällt, und ein Stoppsignal an den Motor 25, wenn Pa über einen oberen Druckgrenzwert steigt, um den Speicherdruck Pa auf einem hohen Bremsdruck zu halten, wenn das Fahrzeug mit mittlerer und hoher Geschwindigkeit fährt. Der Bremsdrucksteuerabschnitt 68 gibt ein Einschaltssignal an die druckentlastenden Solenoidventile 30 und 40 (diese Ventile sind im aktivierten Zustand geschlossen) für den automatischen Bremsbetrieb ab, und gibt weiterhin mehrere Male Ein- und Ausschaltssignale an die unter Druck setzenden Ventile 32 und 42 ab (diese Ventile werden wiederholt zum Öffnen aktiviert oder zum Schließen deaktiviert), auf der Basis des Unterschieds zwischen dem Zielbremsdruck Pt und dem tatsächlichen Bremsdruck Pb, der von den hydraulischen Drucksensoren 33 und 34 erfaßt wird. Wenn die beiden Bremsdrücke Pt und Pb zueinander passen, gibt der Steuerabschnitt 68 ein Ausschaltssignal an die unter Druck setzenden Ventile 32 und 42 ab (im deaktivierten Zustand geschlossen) und hält den Zielbremsdruck Pt aufrecht. Danach, wenn die automatische Bremsbetätigung gelöst worden ist, gibt der Steuerabschnitt 68 das Ausschaltssignal an die druckentlastenden Solenoidventile 30 und 40 ab (im deaktivierten Zustand geöffnet), um zur normalen Bremsbetätigung durch Hauptzylinder 14 und Bremspedal 13 zurückzukehren.

Das Steuerverfahren der automatischen Bremssteuerreinheit 60, die in Fig. 3 dargestellt ist, wird unter Bezug-

nahme auf ein in Fig. 4 gezeigtes Fließschema erläutert.

Wenn ein Zündschalter eingeschaltet wird, wird das Steuerprogramm initialisiert (in Schritt S1). Danach prüft die Steuerung, ob der Automatikbremswählschalter 52 ein- oder ausgeschaltet ist (in Schritt S2). Wenn der Schalter 52 ausgeschaltet ist, ist die Steuerung ohne Ausführung eines Verfahrens beendet. Andererseits, wenn der Schalter 52 angeschaltet ist, schreitet die Steuerung zum nachfolgenden Schritt fort, um die Fahrzeuggeschwindigkeit V (in Schritt S3) zu prüfen. Wenn das Fahrzeug nicht fährt ( $V = 0$ ), ist die Steuerung beendet. Wenn das Fahrzeug fährt ( $V \neq 0$ ), schreitet die Steuerung zum nachfolgenden Schritt fort, um zu prüfen, ob ein anderes Fahrzeug vorausfährt, und berechnet eine relative Entfernung L zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem anderen Fahrzeug. Wenn ein anderes Fahrzeug vorausfährt und auch die berechnete Entfernung L geringer ist als ein vorbestimmter Wert a (in Schritt S4), berechnet die Steuerung eine relative Geschwindigkeit Vs zwischen den beiden Fahrzeugen, und wenn die berechnete relative Geschwindigkeit Vs abnimmt ( $V_s < 0$ : die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs überschreitet die Geschwindigkeit des anderen, vorausfahrenden Fahrzeugs) und daher die Gefahr ein Auffahrkollision besteht (in Schritt S5), schreitet die Steuerung zum nachfolgenden Schritt fort, um einen Annäherungsalarm (in Schritt S6) zu erzeugen. Danach prüft die Steuerung, ob der Bremsschalter 53 eingeschaltet ist oder nicht. Wenn der Bremsschalter eingeschaltet ist und daher die Bremse durch das Bremspedal 13 und den Hauptzylinder 14 (in Schritt S7) betätigt wird, kehrt die Steuerung zu Schritt S2 zurück.

Wenn andererseits der Bremsschalter ausgeschaltet ist, da dies anzeigt, daß das Bremspedal 13 nicht niedergedrückt wird, schreitet die Steuerung zum nachfolgenden Schritt fort, um die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs zu prüfen. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V niedriger ist als ein vorbestimmter Fahrzeuggeschwindigkeitswert Vs (d. h. das Fahrzeug fährt mit niedriger Geschwindigkeit) (in Schritt S8), wählt die Steuerung die automatische Bremsdrucksteuerung für niedrige Geschwindigkeit (in Schritt S9). Wenn andererseits die Fahrzeuggeschwindigkeit V höher ist als eine festgesetzte Fahrzeuggeschwindigkeit Vs (d. h. das Fahrzeug fährt mit mittlerer oder hoher Geschwindigkeit) (in Schritt S8), wählt die Steuerung die automatische Bremsdrucksteuerung für mittlere und hohe Geschwindigkeit (in Schritt S10).

Die automatische Bremsdrucksteuerung für niedrige Geschwindigkeit wird unter Bezugnahme auf ein Schaubild des zeitlichen Ablaufs erläutert, wie es in Fig. 5 gezeigt ist. Der Drucksteuerabschnitt 65 für niedrige Geschwindigkeit schaltet zunächst die unter Druck setzenden Solenoidventile 32 und 42 ein, um den Speicherdruck Pa des Speichers 29 der Druckquelle 35 in das erste und zweite Bremsleitungssystem 16 und 18 einzuleiten, so daß der Speicherdruck Pa scharf abfällt. Wenn der Speicherdruck Pa unterhalb des festgesetzten Werts abfällt, aktiviert der Steuerabschnitt 65 die druckentlastenden Solenoidventile 30 und 40 (diese Ventile werden geschlossen), um die Bremsleitungssysteme 16 und 18 vom Hauptzylinder 14 zu trennen, und treibt weiterhin über den Motor 25 die Ölpumpe 24 an. Daher kann der Pumpendruck Pp aufgebaut werden und dann in das erste und zweite Bremsleitungssystem 16 und 18 eingeleitet werden. In diesem Fall kann der pulsierende Druck der Ölpumpe 24 vom Speicher 29 absorbiert werden. Entsprechend steigt der Bremsdruck Pb weich an,

sowohl aufgrund der Druckeigenschaften der Pumpe selbst als auch aufgrund der Absorptionseigenschaften des Speichers 29 für Druckschwankungen.

Wenn der Bremsdruck  $P_b$  der Bremsleitungssysteme 16 und 18 den Zielbremsdruck  $P_t$  erreicht, wird der Motor 25 angehalten und die unter Druck setzenden Solenoidventile 32 und 42 werden durch Deaktivierung geschlossen, so daß der Zielbremsdruck  $P_t$  gehalten wird. Unter diesen Bedingungen ist es möglich, da die auf die vier Räder 1L, 1R, 2L und 2R aufgebrachte Bremskraft sanft ansteigen kann, das Fahrzeug bei geringer Geschwindigkeit weich abzubremsen, ohne den Fahrkomfort zu beeinträchtigen oder eine Gefahr hervorzurufen, um eine Auffahrkollision mit einem anderen, vorausfahrenden Fahrzeug zu vermeiden. Wenn keine Gefahr einer Kollision besteht, werden die druckentlastenden Solenoidventile 30 und 40 durch Deaktivieren geöffnet, um den Bremsdruck des Hauptzylinders 14 mit dem ersten und zweiten Bremsleitungssystem 16 in Verbindung zu setzen, so daß vom automatischen Bremsbetrieb zum normalen Bremsbetrieb zurückgekehrt werden kann.

Die automatische Bremsdrucksteuerung für mittlere oder hohe Geschwindigkeit wird unter Bezugnahme auf ein Schaubild des zeitlichen Ablaufs erläutert, wie es in Fig. 6a und b gezeigt ist. Der Bremsdrucksteuerabschnitt 66 für mittlere oder hohe Geschwindigkeit hält den Speicherdruck  $P_a$  innerhalb eines vorbestimmten Bereichs zwischen einem oberen Grenzwert und einem unteren Grenzwert, indem die Ölpumpe 24 durch den Motor 25 in oder außer Betrieb gesetzt wird, wie in Fig. 6a dargestellt. Unter diesen Bedingungen aktiviert der Drucksteuerabschnitt 66 die Druck entlastenden Solenoidventile 30 und 40 (geschlossen) und aktiviert und deaktiviert die unter Druck setzenden Solenoidventile 30 und 40 wiederholt mehrere Male (abwechselnd geöffnet und geschlossen), so daß es möglich ist, den hohen Speicherbremsdruck  $P_a$  intermittierend in die Bremsleitungssysteme 16 und 18 einzuleiten. In diesem Fall ist es möglich, obwohl der Bremsdruck  $P_b$  durch die Erzeugung stoßartiger Druckanstiege aufgrund des Ein- und Ausschaltens des Speicherdrucks  $P_a$  fluktuiert, den Bremsdruck schrittweise bei hoher Ansprechgeschwindigkeit zu erhöhen, wie in Fig. 6b dargestellt.

Wenn der Bremsdruck  $P_b$  im ersten und zweiten Bremsleitungssystem 16 und 18 durch Rückkopplungsregelung der automatischen Bremssteuereinheit 60 zum Zielbremsdruck  $P_t$  paßt, werden die unter Druck setzenden Solenoidventile 32 und 42 durch Deaktivieren geschlossen, um den Zieldruck  $P_t$  aufrechtzuerhalten. Unter diesen Bedingungen ist es möglich, da die auf die vier Räder 1L, 1R, 2L und 2R aufgebrachte Bremskraft abrupt ansteigen kann, das Fahrzeug bei mittlerer und hoher Geschwindigkeit wirksam abzubremsen, um eine Auffahrkollision mit einem anderen, vorausfahrenden Fahrzeug zu vermeiden. Wenn keine Kollisionsgefahr besteht, werden die beiden druckentlastenden Solenoidventile 30 und 40 durch Deaktivieren geöffnet, um den Bremsdruck des Hauptzylinders 14 mit dem ersten und zweiten Bremsleitungssystem 16 und 18 in Verbindung zu bringen, so daß vom automatischen Bremsbetrieb zum normalen Bremsbetrieb zurückgekehrt werden kann.

Wie vorstehend beschrieben, werden im erfindungsgemäßen, automatischen Bremssystem die Ölpumpe und der Speicher der Bremsdruckquelle zweckmäßigerweise wie folgt eingesetzt: bei automatischem Bremsbetrieb bei niedriger Geschwindigkeit wird der Bremsdruck durch die Pumpe erhöht. In diesem Fall, da der

Bremsdruck weich und ohne Erzeugung von Druckstößen erhöht werden kann, kann das Fahrzeug bei niedriger Fahrgeschwindigkeit weich und daher sicher abgebremst werden, wodurch der Fahrkomfort verbessert wird. Im automatischen Bremsbetrieb bei mittlerer oder hoher Geschwindigkeit andererseits wird der Bremsdruck durch den Speicher erhöht. In diesem Fall, da der Bremsdruck bei hoher Ansprechgeschwindigkeit abrupt erhöht werden kann, kann das Fahrzeug bei mittlerer oder hoher Fahrgeschwindigkeit scharf und daher sicher abgebremst werden.

Darüber hinaus kann die Druckquelle in dem erfindungsgemäßen, automatischen Bremssystem, da sie aus der Ölpumpe und dem Speicher zusammengesetzt ist, durch Aktivieren und Deaktivieren der Solenoidventile gesteuert werden, so daß der Aufbau und das Steuerverfahren vereinfacht werden. Weiter ist es möglich, da die Charakteristik der Ölpumpe und des Speichers jeweils in zweckmäßiger Weise eingesetzt werden, die Bremsdruckcharakteristik jeweils entsprechend der Fahrgeschwindigkeit bei sehr schneller Verfügbarkeit geeignet festzulegen.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

#### Patentansprüche

1. Steuersystem einer automatischen Bremse für ein Automobil mit Mitteln zum Feststellen der Fahrzeuggeschwindigkeit, **gekennzeichnet durch:** ein Mittel (61) zum Vorhersagen einer Kollision mit einem anderen Fahrzeug; ein Mittel (63) zum Berechnen einer erforderlichen Verzögerungsgeschwindigkeit (G), wenn eine Kollision von dem besagten Vorhersagemittel (61) vorhergesagt wird; ein Mittel (64) zum Berechnen eines Zielbremsdrucks ( $P_t$ ) auf der Basis der berechneten Verzögerungsgeschwindigkeit; ein Mittel (24), um ein Hydraulikmedium unter Druck zu setzen, um einen relativ niedrigen Pumpenbremsdruck zu erzeugen; ein Mittel (29) zum Speichern des niedrigen Pumpenbremsdrucks, um einen relativ hohen Speicherbremsdruck zu erzeugen; ein Mittel (32 oder 42) zum Einleiten des niedrigen Pumpenbremsdrucks und des hohen Speicherbremsdrucks in wenigstens ein Bremsleitungssystem (15); und ein Steuermittel (60) zum Steuern des Pumpenmittels (24), des Speichermittels (29) und des Bremsdruckeinleitungsmittels (32 oder 42), um den Pumpenbremsdruck bis zum berechneten Zielbremsdruck ( $P_t$ ) zu erhöhen, auf der Basis des niedrigen Pumpenbremsdrucks bei niedriger Fahrzeuggeschwindigkeit und des hohen Speicherbremsdrucks bei mittlerer oder hoher Fahrzeuggeschwindigkeit.
2. Steuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremsdruckeinleitungsmittel wenigstens ein unter Druck setzendes Solenoidventil (32 oder 42) enthält, das zwischen dem Pumpen- und Speichermittel (24, 29) und dem Bremsleitungssystem (15) angeordnet ist, wobei das Fahrzeug mit niedriger

Geschwindigkeit fährt;

das Steuermittel (60) das unter Druck setzende Solenoidventil so steuert, daß der hohe Speicherbremsdruck in das Bremsleitungssystem durch das Solenoidventil (32 oder 42) abgelassen wird und der Bremsdruck allmählich bis zum Zielbremsdruck (Pt) erhöht wird, indem der niedrige Pumpenbremsdruck durch das Solenoidventil in das Bremsleitungssystem (15) eingeleitet wird.

3. Steuersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß

das Bremsdruckeinleitungsmittel wenigstens ein unter Druck setzendes Solenoidventil (32 oder 42) enthält, das zwischen dem Pumpen- und Speicherbremsmittel (24, 29) und dem Bremsleitungssystem (15) angeordnet ist;

das Steuermittel (60) ein Speichersteuermittel (67) enthält;

das Speichersteuermittel (67) den hohen Speicherbremsdruck innerhalb eines vorbestimmten Druckbereichs hält, wobei das Fahrzeug mit mittlerer oder hoher Geschwindigkeit fährt; und

das Steuermittel (60) das unter Druck setzende Solenoidventil so steuert, daß der Bremsdruck schrittweise bis zum Zielbremsdruck (Pt) ansteigt, indem der zurückgehaltene, hohe Speicherbremsdruck intermittierend durch das Solenoidventil in das Bremsleitungssystem eingeleitet wird.

4. Steuersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das

Bremsdruckeinleitungsmittel weiterhin wenigstens ein druckentlastendes Solenoidventil (30, 40) umfaßt, das zwischen einem Hauptzylinder (14) und dem Bremsleitungssystem (16, 18) angeordnet ist, so daß der Hauptzylinder beim normalen Bremsbetrieb mit dem Bremsleitungssystem verbunden und beim automatischen Bremsbetrieb vom Bremsleitungssystem getrennt ist.

5. Steuersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Automatikbremswahlschalter (52), der mit dem Vorhersagemittel (61) verbunden ist, um zu ermöglichen, daß das Vorhersagemittel eine Kollision mit einem anderen Fahrzeug vorhersagt, wenn der Automatikbremswahlschalter (52) eingeschaltet ist, um den automatischen Bremsbetrieb anzuzeigen.

6. Steuersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Bremsschalter (53), der an das Mittel (64) zum Berechnen eines Zielbremsdrucks angeschlossen ist, um dem Mittel zum Berechnen des Zielbremsdrucks zu ermöglichen, den Zielbremsdruck (Pt) zu berechnen, wenn der Bremsschalter (53) ausgeschaltet ist, um keinen normalen Bremsbetrieb am Fahrzeugkörper anzuzeigen.

7. Verfahren zum automatischen Bremsen eines Automobils, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

Feststellen, ob eine Gefahr einer Kollision mit einem anderen Fahrzeug besteht oder nicht;

Feststellen der Fahrgeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs, wenn eine Kollisionsgefahr mit einem anderen Fahrzeug besteht;

Prüfen, ob die festgestellte Fahrgeschwindigkeit eine vorbestimmte Geschwindigkeit überschreitet;

Erhöhen des Bremsdrucks bis zu einem Zielbremsdruckwert (Pt) auf der Basis des niedrigen, von einer Hydraulikpumpe (24) erzeugten Bremsdrucks,

wenn die festgestellte Fahrgeschwindigkeit niedriger ist als die vorbestimmte Geschwindigkeit; und Erhöhen des Bremsdrucks bis zum Zielbremsdruckwert (Pt) auf der Basis eines hohen, von einem Speicher (29) zum Speichern des Hydraulikpumpendrucks erzeugten Bremsdrucks, wenn die festgestellte Fahrgeschwindigkeit höher ist als die vorbestimmte Geschwindigkeit.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Steuerns des Bremsdrucks auf der Basis des niedrigen Bremsdrucks folgende Schritte umfaßt:

Ablassen des Drucks des Speichers (29);

Betätigen der Hydraulikpumpe (24), um den niedrigen Bremsdruck zu erzeugen;

Einleiten des niedrigen Bremsdrucks in ein Bremsleitungssystem, allmählich bis zum Zielwert;

Prüfen, ob der niedrige Druck den Zielwert erreicht; und

Beenden der Betätigung der Hydraulikpumpe und Halten des Zielbremsdruckwerts.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Steuerns des Bremsdrucks auf der Basis des hohen Bremsdrucks folgende Schritte umfaßt:

Aufrechterhalten des Speicherdrucks innerhalb eines vorbestimmten, hohen Druckbereichs durch Betätigen der Hydraulikpumpe (24);

Intermittierendes Einleiten des hohen Bremsdrucks in das Bremsleitungssystem, schrittweise bis zum Zielwert (Pt);

Prüfen, ob der hohe Bremsdruck den Zielwert erreicht oder nicht; und

Beenden des Einleitens des hohen Bremsdrucks in das Bremsleitungssystem und Halten des Zielbremsdruckwerts.

10. Verfahren nach Anspruch 7, 8 oder 9, gekennzeichnet durch den Schritt, einen Alarm zu erzeugen, wenn die Gefahr einer Kollision mit einem anderen Fahrzeug festgestellt wird.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



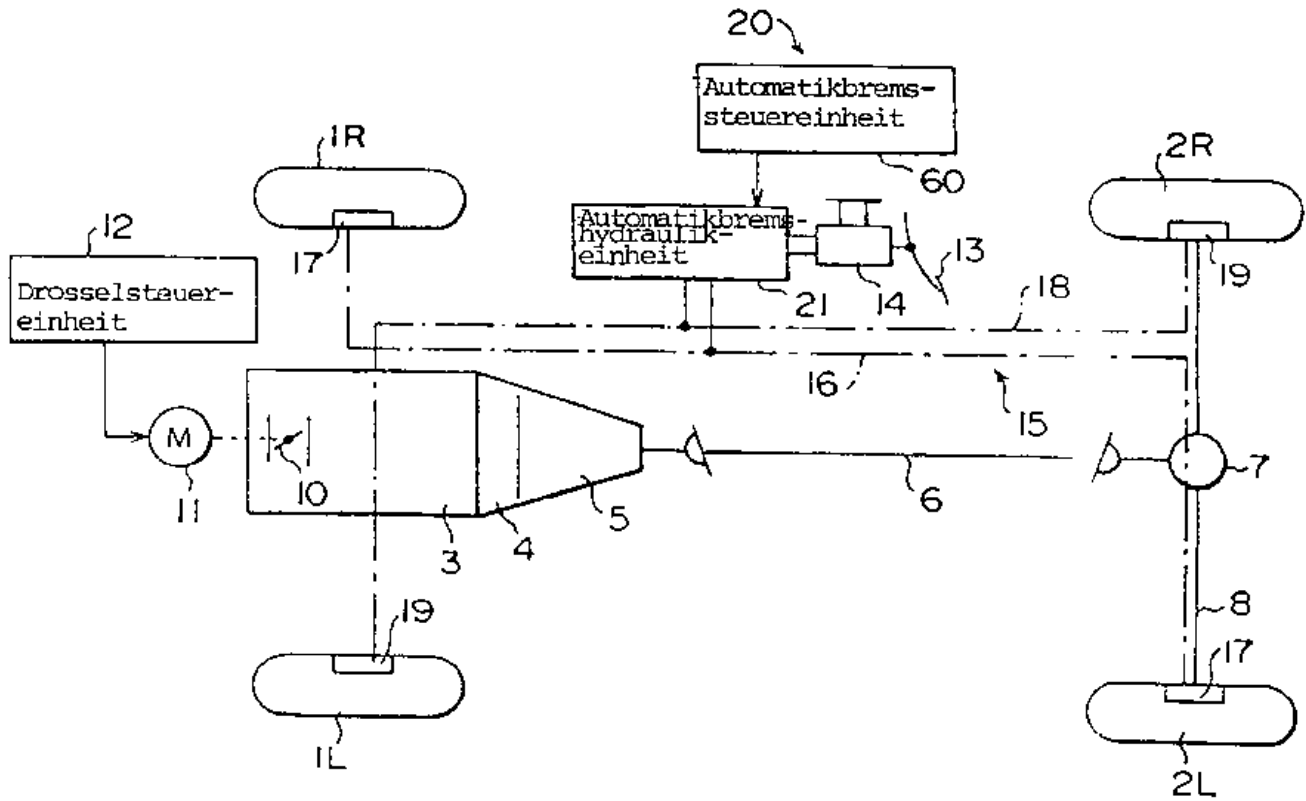


FIG. 1

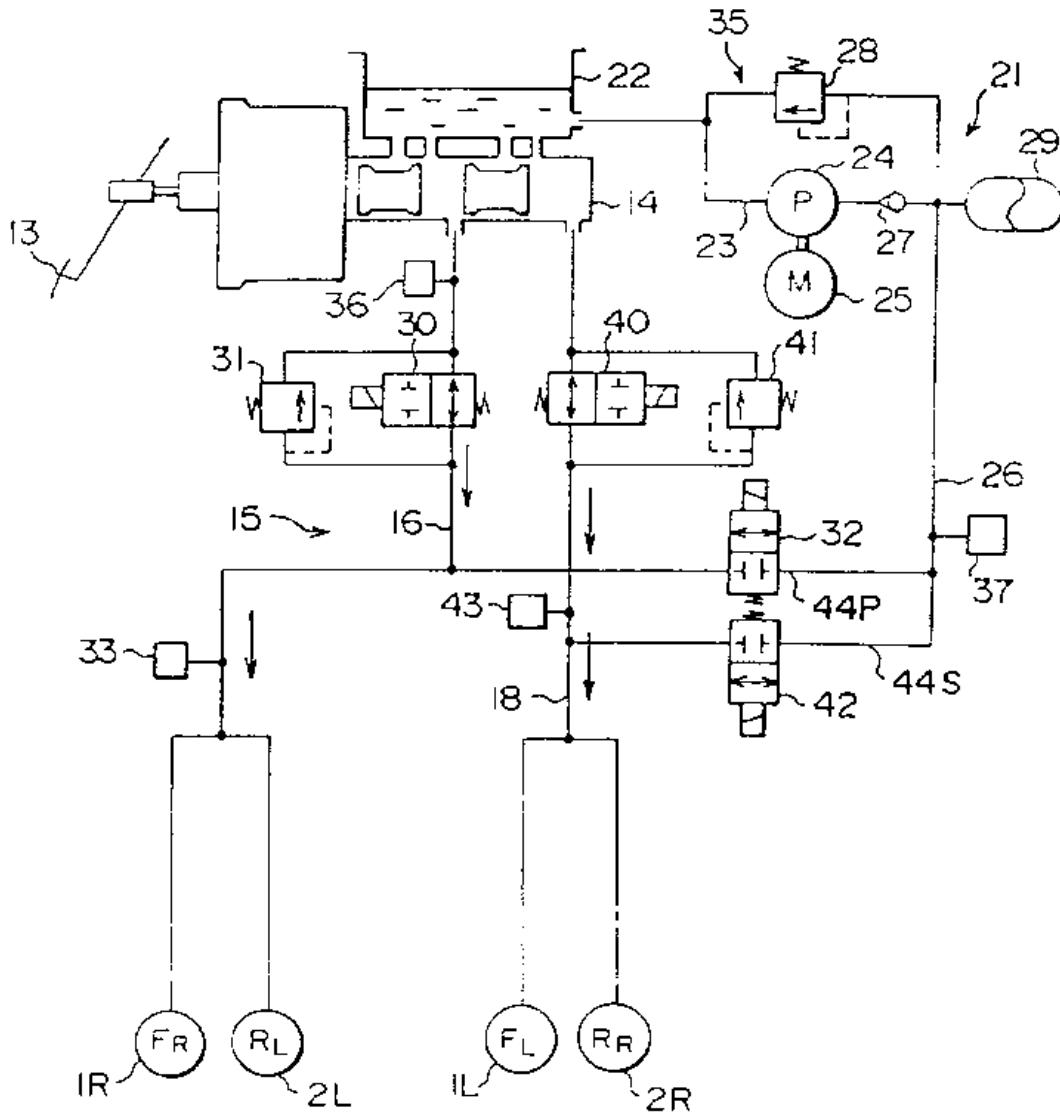


FIG. 2

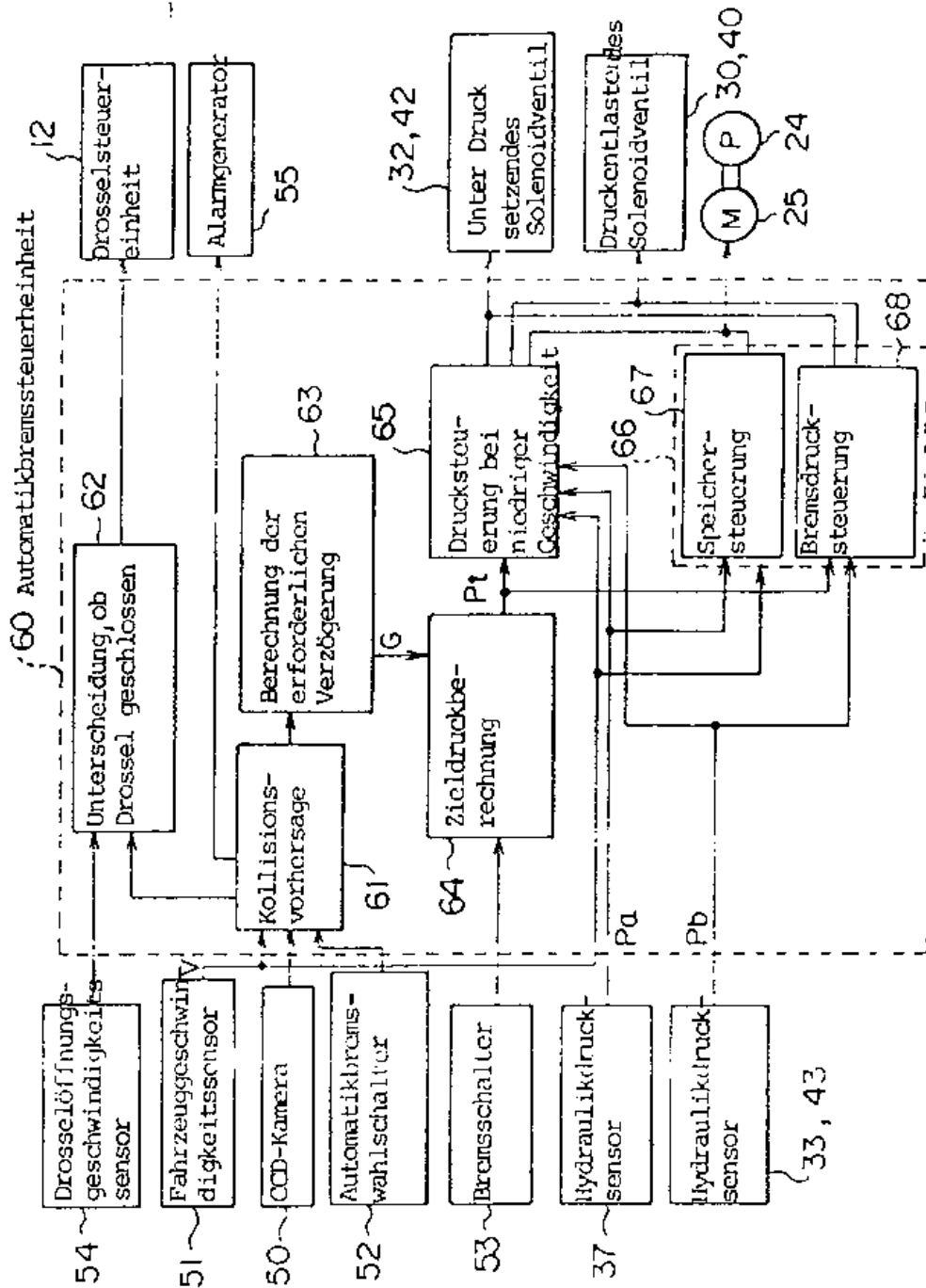


FIG. 3

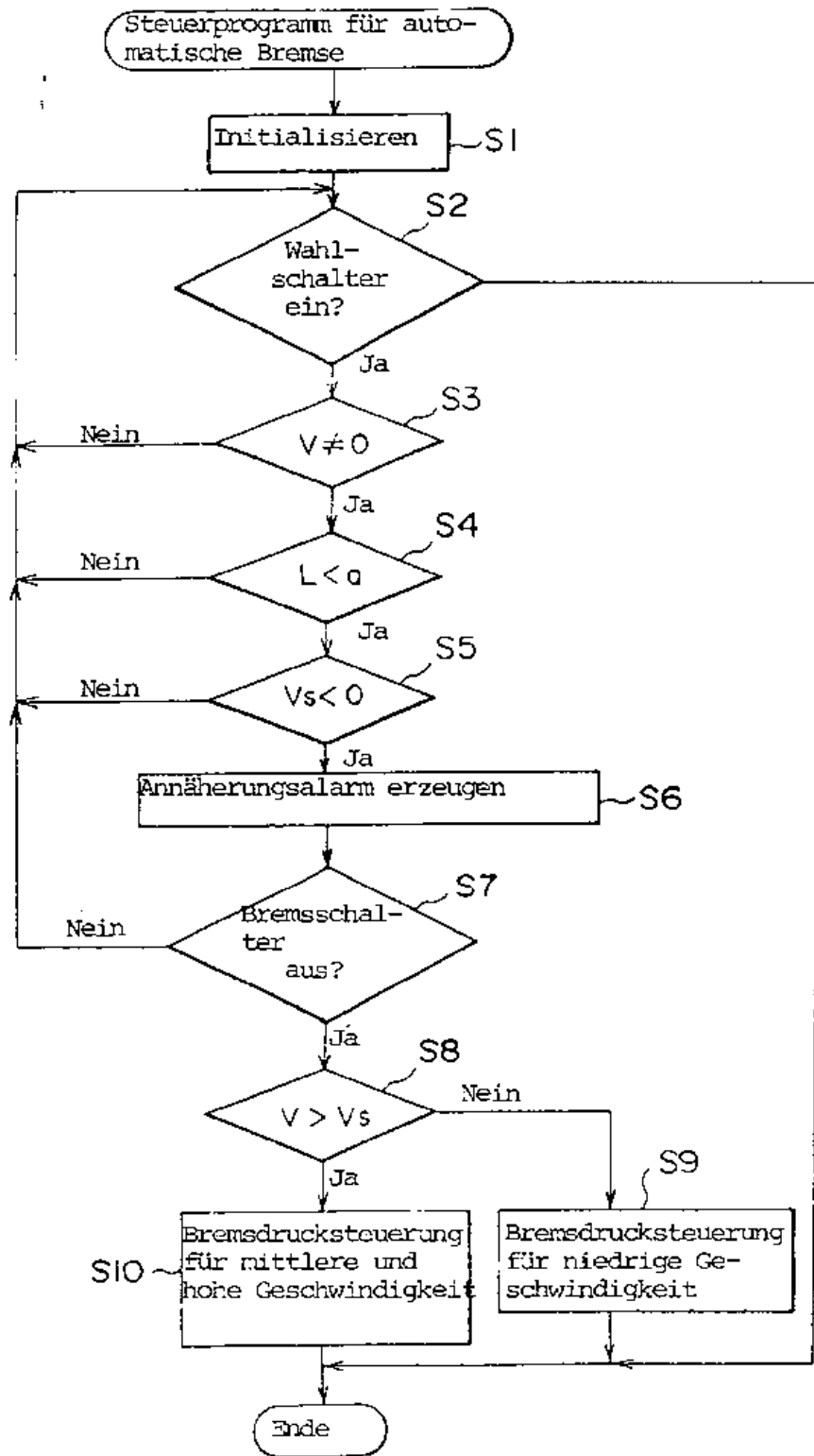


FIG. 4

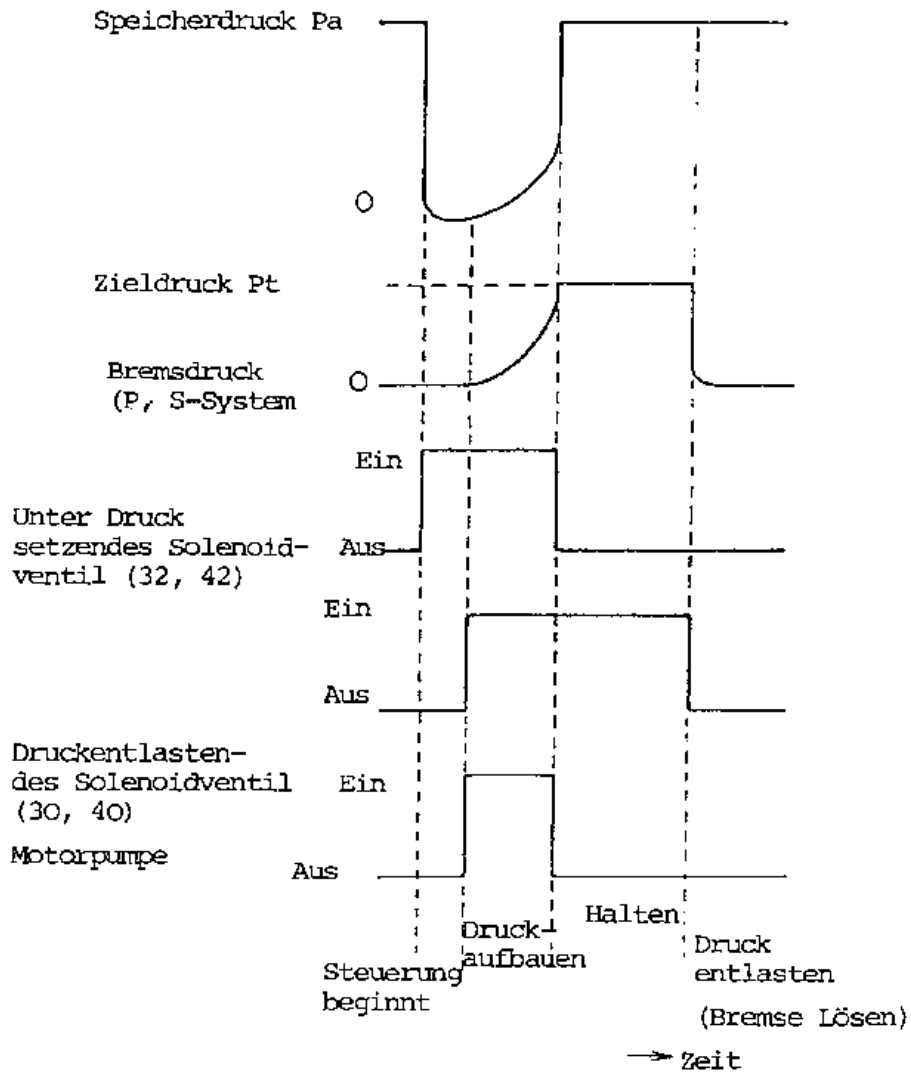


FIG. 5

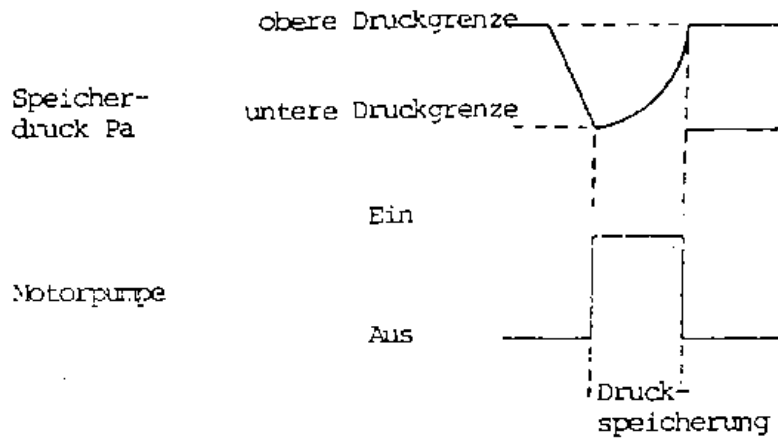


FIG. 6a

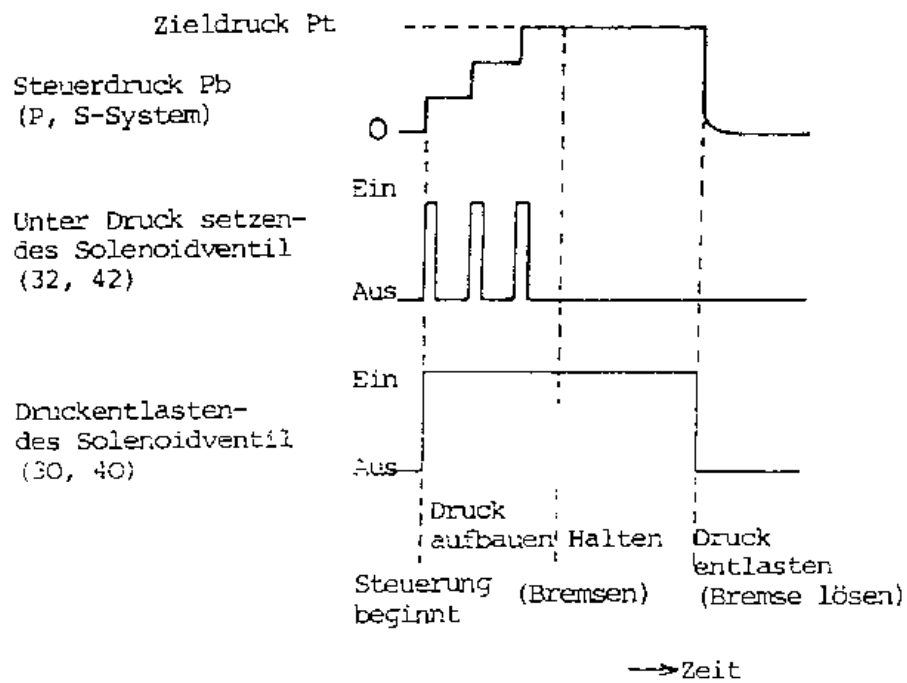


FIG. 6b

**Bibliographic data: DE4332612 (A1) — 19930924**

**Monitoring process for use in road vehicles for warning of obstructions and objects - using externally looking video cameras to provide information processed to allow warning to be generated**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** NAKAJIMA MASATO [JP]; FUJISHIRO TAKAHIRO [JP]; KITAMURA NORIO [JP]; SASAKI KAZUYUKI [JP]; OIKAWA TAKAHIRO [JP]; ISHII KOUJI [JP] ± (NAKAJIMA, MASATO, CHOFU, TOKIO/TOKYO, JP, ; FUJISHIRO, TAKAHIRO, YOKOHAMA, KANAGAWA, JP, ; KITAMURA, NORIO, SHIMADA, SHIZUOKA, JP, ; SASAKI, KAZUYUKI, SUSONO, SHIZUOKA, JP, ; OIKAWA, TAKAHIRO, SUSONO, SHIZUOKA, JP, ; ISHII, KOUJI, SUSONO, SHIZUOKA, JP)

**Applicant(s):** YAZAKI CORP [JP] ± (YAZAKI CORP., TOKIO/TOKYO, JP)

**Classification:** - **international:** B60Q1/52; G06K9/00; G06T7/20; G01S11/12;  
(IPC1-7): B60K28/10; B60Q9/00; B60R1/10;  
B60R21/00; G06K9/64  
- **cooperative:** B60Q9/008; B60R1/00; G06K9/00791; G06T7/2013;  
G06T7/2033; B60G2401/142; B60W2550/10;  
B60W2550/308; G01S11/12; G06T2207/10016;  
G06T2207/30236; G06T2207/30248

**Application number:** DE19934332612 19930924

**Priority number(s):** JP19920256268 19920925 ; JP19930196186 19930806

**Also published as:** DE4332612 (C2) US5521633 (A)

**Abstract of DE4332612 (A1)**

The video monitoring system for in vehicle use can be used to provide warning of objects or obstructions to the front, rear or sides of the vehicle. The basic system has a video camera (1) that monitors external conditions and provides input to an arithmetic logic unit (2) for image processing. The output of this stage provides input along with the tachometer to a second processor (4) that determines danger conditions. When threshold levels are exceeded an alarm unit (5) is triggered. USE/ADVANTAGE - Provides early warning of danger conditions.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 32 612 A 1

51 Int. Cl. 5:  
B 60 Q 9/00  
B 60 R 1/10  
B 60 K 28/10  
B 60 R 21/00  
G 06 K 9/64

21 Aktenzeichen: P 43 32 612.9  
22 Anmeldetag: 24. 9. 93  
43 Offenlegungstag: 7. 4. 94

DE 4332612 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
25.09.92 JP P 4-256268 08.08.93 JP P 5-196186

71 Anmelder:  
Yazaki Corp., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,  
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,  
Dipl.-Ing.Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.;  
Klitzsch, G., Dipl.-Ing.; Vogelsang-Wenke, H.,  
Dipl.-Chem. Dipl.-Biol.Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,  
80538 München

72 Erfinder:  
Nakajima, Masato, Chofu, Tokio/Tokyo, JP;  
Fujishiro, Takahiro, Yokohama, Kanagawa, JP;  
Kitamura, Norio, Shimada, Shizuoka, JP; Sasaki,  
Kazuyuki, Susono, Shizuoka, JP; Oikawa, Takahiro,  
Susono, Shizuoka, JP; Ishii, Kouji, Susono,  
Shizuoka, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Außenansichts-Überwachungsverfahren für Kraftfahrzeuge

57 Bei dem Beobachtungsüberwachungsverfahren gemäß  
der vorliegenden Erfindung wird das Vorhandensein einer  
Gefahr aus der Größe eines optischen Flußvektors dadurch  
beurteilt, daß als der optische Flußvektor eine Bewegung  
eines einzigen Punktes auf einem Objekt erfaßt wird,  
welches in zwei Bildern aufgenommen wird, wobei ein Bild  
zu einem früheren Zeitpunkt und das andere Bild zu einem  
späteren Zeitpunkt bei einer Reihe aufgenommener Beob-  
achtungsbilder aufgenommen wird. Ein langes und enges  
Fenster, welches in einer Radialrichtung von einem Expansions-  
brennpunkt (FOE) des früheren Bildes eingestellt wird,  
wird in derselben Richtung auf dem späteren Bild bewegt.  
Ein optischer Flußvektor eines Zielpunktes wird durch einen  
Pfeil festgelegt, welcher den Mittelpunkt eines Ortes eines  
Fensters, in welchem die Summe von Absolutwerten der  
Helligkeitsdifferenzen zwischen dem langen und engen  
Fenster und einem Bereich des späteren Bildes, welcher  
dieses lange und enge Fenster überlappt, minimalisiert wird,  
und einem Mittelpunkt eines Ortes verbindet, an welchem  
das lange und enge Fenster in dem früheren Bild eingestellt  
ist. Allerdings wird angenommen, daß der Punkt, für wel-  
chen ein optischer Fluß gefunden werden soll, auf einen  
Punkt begrenzt ist, in welchem die Helligkeitsdifferenz  
zwischen dem früheren und späteren Bild eine vorbestimmte  
Schwelle überschreitet, und daß jeglicher Einfluß von Sze-  
nen außerhalb der Straße und von Spurunterteilungslinien,  
Zeichen oder Symbolen, die auf ...

DE 4332612 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen



Die Erfindung betrifft ein Überwachungsverfahren für Beobachtungen in Vorder-, Seiten- oder Rückrichtung eines Kraftfahrzeuges, wobei das Verfahren einen Fahrer alarmieren kann, unter Verwendung von Bildern, die von einer Videokamera aufgenommen werden, die auf dem Vorderteil, Seitenteil oder Rückteil eines Kraftfahrzeugs, wie beispielsweise eines Autos, angebracht ist, und ein Kraftfahrzeug oder ein Hindernis vor dem eigenen Fahrzeug des Fahrers während einer Fahrt ermittelt.

Ein konventionelles Verfahren dieser Art ist in der Veröffentlichung der japanischen ungeprüften Patentanmeldung Nr. 241855/1990 beschrieben. Das in dieser Veröffentlichung beschriebene Verfahren umfaßt folgende Schritte: Aufnahme einer Beobachtung in Vorderrichtung von dem sich bewegenden, eigenen Kraftfahrzeug des Fahrers; Erkennen einer Bewegung eines einzigen Punktes in der aufgenommenen Vorderansicht als optischer Fluß zu jedem vorbestimmten Zeitpunkt; Sammeln von Information, also der Position eines voraus fahrenden Kraftfahrzeugs in Bezug auf das eigene Kraftfahrzeug des Fahrers und die Relativgeschwindigkeit, auf der Grundlage des optischen Flusses, und auf der Grundlage eines Abstandssensors zum Messen der Entfernung zum vorausfahrenden Kraftfahrzeug; und Warnen des Fahrers bezüglich einer Gefahr, wenn das Vorhandensein einer Gefahr festgestellt wird.

Zur Berechnung des optischen Flusses wurde bislang ein Verfahren eingesetzt, welches als Anpassungsverfahren bezeichnet wird. Das Anpassungsverfahren stellt einen korrespondierenden Punkt in zwei Bildern fest. Das Anpassungsverfahren umfaßt folgende Schritte: Einstellen eines Fensters W1 für einen Zielbildpunkt (Target-Pixel) P in einem Bild zu einem Zeitpunkt t, wie in Fig. 10(a) gezeigt; Berechnen eines Korrelationswertes, während das Fenster über den gesamten Teil des Bildes oder einen Nachbarbereich bewegt wird; und Auffinden eines korrespondierenden Punktes in einem Fenster W2, definiert zum Zeitpunkt, an welchem der Korrelationswert ein Maximum annimmt, also eines Pixels Q gemäß Fig. 10(b). Ein Pfeil PQ bezeichnet einen optischen Fluß. Zur Berechnung des voran stehend erwähnten Korrelationswertes wird die nachstehende Gleichung verwendet.

$$\Sigma(W1_{(x,y)} \times W2_{(x,y)} / (\Sigma W1^2_{(x,y)} \times \Sigma W2^2_{(x,y)})^{1/2} \quad (1)$$

hierbei sind  $W1_{(x,y)}$ ,  $W2_{(x,y)}$  die Ausgangswerte der Koordinaten  $(x, y)$  innerhalb der Fenster W1, W2.

Zur Beurteilung einer Gefahr erfordert das konventionelle Verfahren allerdings einen Abstandssensor zum Messen der Entfernung zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug, um die Position des vorausfahrenden Kraftfahrzeugs in Bezug auf das eigene Kraftfahrzeug des Fahrers festzustellen, zusätzlich zur Videokamera zur Aufnahme des Bildes in Vorwärtsrichtung.

Zur Berechnung des optischen Flusses muß der Vorgang der Ermittlung des korrespondierenden Punktes in einem Bild durchgeführt werden. Wie voranstehend erläutert, umfaßt ein derartiger Vorgang die Ermittlung sämtlicher Bildpunkte (Pixel) in dem gesamten Teil oder einem Nachbarbereich des Bildes in Bezug auf einen einzigen Bildpunkt innerhalb des Bildes, um einen einzigen, korrespondierenden Punkt aufzufinden. Zur Erfassung des korrespondierenden Punktes über den gesamten Teil des Bildes muß dieser Vorgang für sämtliche

Bildpunkte durchgeführt werden. Zusätzlich ist die Durchführung einer großen Anzahl von Berechnungen erforderlich, um Korrelationswerte zu finden, die als Suchindizes verwendet werden sollen.

Daher führt der große Umfang der Berechnungen dazu, daß eine Bearbeitung in Echtzeit unmöglich ist. Zur Durchführung einer Bearbeitung in Echtzeit ist ein Hochgeschwindigkeitsprozessor erforderlich, was die Hardwarekosten erhöht. Es ist nicht einfach, die Quelle eines optischen Flusses zu unterscheiden; also ob der optische Fluß von dem voraus fahrenden Kraftfahrzeug herrührt oder von Szenen außerhalb der Straße, oder von Zeichen, Symbolen oder weißen Linien auf der Straßenoberfläche, oder dergleichen.

Die Erfindung wurde unter Berücksichtigung der voranstehenden Umstände entwickelt. Daher besteht ein Vorteil der Erfindung in der Bereitstellung eines Überwachungsverfahrens für Beobachtungen in Vorwärtsrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung für ein Kraftfahrzeug, welches automatisch die Gefahrenrate bezüglich eines voraus fahrenden Kraftfahrzeugs oder anderer Hindernisse in Vorwärtsrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung beurteilen kann, während Bilder in Vorwärtsrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung verwendet werden, die von einer Videokamera überwacht werden, die am Vorderteil, Seitenteil oder Rückteil des Kraftfahrzeugs angebracht ist, ohne die Entfernung zwischen dem voraus fahrenden Kraftfahrzeug und dem eigentlichen Kraftfahrzeug des Fahrers zu messen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Überwachungsverfahrens für Beobachtungen in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung für ein Kraftfahrzeug, welches schnell eine Bewegung desselben Punktes in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung bei einer Bildaufnahme durch die Videokamera für jeden vorbestimmten Zeitpunkt als optischen Fluß identifizieren kann.

Zur Erzielung der voranstehenden Vorteile wird gemäß einer ersten Zielrichtung der Erfindung ein Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug mit Beobachtungen in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung zur Verfügung gestellt, welches sich durch folgende Schritte auszeichnet: Aufnehmen einer Beobachtung in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung von einem sich bewegenden, eigenen Kraftfahrzeug des Fahrers; Ermittlung einer Bewegung eines einzigen Punktes in zwei Bildern als ein optischer Fluß, wobei das eine Bild dieser beiden Bilder zu einer vorherigen Zeit und das andere Bild dieser beiden Bilder bei einem nachfolgenden Zeitpunkt aufgenommen wird; und Überwachen einer Korrelation des eigenen Kraftfahrzeugs des Fahrers bezüglich einem voran fahrenden Kraftfahrzeug oder einem Hindernis auf einer Straße. Bei einem derartigen Überwachungsverfahren für Beobachtungen in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung wird eine Gefahrenrate abhängig von der Größe und dem Ort eines Vektors eines optischen Flusses beurteilt, der von einem Punkt auf dem vorausfahrenden Kraftfahrzeug oder dem Hindernis auf der Straße abgeleitet wird.

Gemäß einer zweiten Zielrichtung der Erfindung wird ein Überwachungsverfahren für Beobachtungen in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung eines Kraftfahrzeugs zur Verfügung gestellt, welches sich weiterhin durch folgende Schritte auszeichnet: Einstellen eines langen und engen Fensters in demjenigen Bild der beiden Bilder, welches an dem vorherigen Zeitpunkt

aufgenommen wurde, wobei sich das lange und enge Fenster in einer Radialrichtung relativ zu einem einzelnen Zielpunkt von einem Punkt im Unendlichen entsprechend einem einzigen Punkt erstreckt, welcher eine Vorwärtsrichtung des sich bewegenden, eigenen Kraftfahrzeugs des Fahrers angibt; Berechnung einer Summe von Absolutwerten von Differenzen der Leuchtstärke (Luminanz) zwischen dem langen und engen Fenster des Bildes, welches an dem vorherigen Zeitpunkt aufgenommen wurde, und eines Bereiches des anderen Bildes, welches bei dem nachfolgenden Zeitpunkt aufgenommen wurde, wobei der Bereich des anderen Bildes das lange und enge Fenster überlappt, während das lange und enge Fenster in der Radialrichtung von dem Punkt im Unendlichen in dem anderen Bild bewegt wird, welches an dem nachfolgenden Zeitpunkt aufgenommen wird; und Definieren eines Pfeils als optischer Fluß für den einzelnen Zielpunkt, wobei der Pfeil einen Mittelpunkt eines Ortes eines Fensters, welches zu dem Zeitpunkt erhalten wurde, an welchem die Summe minimalisiert wurde, und einen Mittelpunkt eines Ortes des langen und engen Fensters verbindet, welches in dem Bild eingestellt wurde, das an dem vorherigen Zeitpunkt aufgenommen wurde.

Gemäß einer dritten Zielrichtung der Erfindung werden bei dem voranstehend erwähnten Überwachungsverfahren für Beobachtungen in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung eines Kraftfahrzeuges weiterhin folgende Schritte vorgenommen: Berechnung von Leuchtdichtedifferenzen der jeweiligen Punkte zwischen den beiden Bildern; und Berechnung optischer Flüsse nur solcher Punkte, für welche die Leuchtdichtedifferenzen eine vorbestimmte Schwelle überschreiten.

Gemäß einer vierten Zielrichtung der Erfindung werden bei dem voranstehend erwähnten Überwachungsverfahren für Beobachtungen in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung für ein Kraftfahrzeug weiterhin folgende Schritte vorgenommen: Entfernen optischer Flüsse, die von Szenen abgeleitet werden, die außerhalb der Straße liegen, von Straßenunterteilungslinien, von Zeichen, Symbolen oder dergleichen, die auf eine Straßenoberfläche aufgemalt sind, bei der Berechnung eines optischen Flusses.

Gemäß einer fünften Zielrichtung der Erfindung werden folgende Schritte durchgeführt: Voreinstellung von Bereichen, entsprechend Szenen einer Straße; und Unterdücken der Bearbeitung der vorbestimmten Bereiche, wenn ein optischer Fluß berechnet wird.

Eine sechste Zielrichtung der Erfindung zeichnet sich durch folgende Schritte aus: Berechnung einer Höhe von einer Straßenunterteilungslinie, einem Zeichen, einem Symbol oder dergleichen auf einer Straßenoberfläche, von welcher ein optischer Fluß zu einer Videokamera abgeleitet wird, auf der Grundlage optischer Flußdaten unter Verwendung der Videokamera zur Aufnahme einer Beobachtung in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung von dem eigenen Fahrzeug des Fahrers, welches sich bewegt; und Entfernen eines optischen Flusses, für welchen die Höhe von der Straßenoberfläche mit der Höhe der Videokamera zusammenfällt.

Eine siebte Zielrichtung der Erfindung zeichnet sich durch folgende Schritte aus: Unterteilung einer vorbestimmten Fläche in mehrere Zonen; Gewichtung einer Summe von Längen optischer Flußvektoren, die in jeder Zone vorhanden sind, auf einer Zonenbasis; und Beurteilung einer Gefahrenrate auf der Grundlage einer Größe des gewichteten Wertes.

Bei einer achten Zielrichtung der Erfindung werden folgende Schritte vorgenommen: Einstellen einer vorbestimmten Schwelle für jede der zugehörigen Zonen; und Beurteilung, daß eine Zone gefährlich ist, in welcher die Summe der Längen der optischen Flußvektoren die vorbestimmte Schwelle überschreitet.

Eine neunte Zielrichtung der Erfindung zeichnet sich durch folgende Schritte aus: Beurteilung eines Pegels der Gefahrenrate auf der Grundlage von Pegeln jeder Schwelle, welche die Summe der Längen optischer Flußvektoren überschritten hat, durch Einstellung mehrerer Pegel für die Schwelle.

Eine zehnte Zielrichtung der Erfindung zeichnet sich durch folgende Schritte aus: Abgabe eines Alarms entsprechend der berechneten Größe der Gefahrenrate.

Berücksichtigt man die Tatsache, daß der optische Fluß desto größer wird, je kleiner die Entfernung zwischen dem eigenen Fahrzeug des Fahrers und dem voraus fahrenden Kraftfahrzeug oder Hindernis ist, oder je größer die Relativgeschwindigkeit ist, so ist das erfindungsgemäße Verfahren so ausgelegt, daß die Gefahr von der Größe eines optischen Flusses her beurteilt wird, der von einem Punkt auf einem voraus fahrenden Kraftfahrzeug oder einem Hindernis auf der Straße abgeleitet wird. Daher ist es nicht besonders erforderlich, ein Abstandsmeßgerät anzubringen, um die Entfernung zum vorausfahrenden Kraftfahrzeug zu messen.

Berücksichtigt man die Tatsache, daß optische Flüsse in Radialrichtungen von einem Punkt im Unendlichen ausgebildet werden, der einem einzigen Punkt entspricht, der eine Vorwärtsbewegungsrichtung des eigenen Kraftfahrzeuges eines Fahrers anzeigt, so ist das Verfahren gemäß der Erfindung so ausgelegt, daß es folgende Schritte umfaßt: Einstellen eines langen und engen Fensters in demjenigen der beiden Bilder, welches an dem vorherigen Zeitpunkt aufgenommen wurde, wobei sich das lange und enge Fenster in einer Radialrichtung in Bezug auf einen einzelnen Zielpunkt von einem Punkt im Unendlichen aus erstreckt, entsprechend einem einzigen Punkt, der eine Vorwärtsbewegungsrichtung des eigenen Kraftfahrzeuges des Fahrers anzeigt, welches sich bewegt; Berechnen einer Summe von Absolutwerten von Differenzen der Leuchtdichte (Leuchtstärke oder Helligkeit) zwischen dem langen und engen Fenster des Bildes, welches an dem vorherigen Zeitpunkt aufgenommen wurde, und einem Bereich des anderen Bildes, welches zu dem nachfolgenden Zeitpunkt aufgenommen wurde, wobei der Bereich des anderen Bildes das lange und enge Fenster überlappt, während das lange und enge Fenster in der Radialrichtung von dem Punkt im Unendlichen aus in dem anderen Bild bewegt wird, welches an dem nachfolgenden Zeitpunkt aufgenommen wird, und Definieren eines Pfeils als optischer Fluß für den einzelnen Zielpunkt, wobei der Pfeil einen Mittelpunkt eines Ortes eines Fensters, welches erhalten wird, wenn die Summe minimalisiert wird, mit einem Mittelpunkt eines Ortes des langen und engen Fensters verbindet, welches in dem Bild eingestellt wird, das an dem vorherigen Zeitpunkt aufgenommen wurde. Daher kann der Umfang der Berechnung verringert werden, was zur Ausführung einer Hochgeschwindigkeitsverarbeitung beiträgt.

Berücksichtigt man die Tatsache, daß es Orte gibt, deren Helligkeit oder Lichtstärke sich zeitlich nicht ändert, beispielsweise der Himmel und eine Straßenoberfläche, die in einem Bild enthalten sind, so ist das Verfahren gemäß der Erfindung so ausgelegt, daß es folgende Schritte umfaßt: Berechnen von Differenzen der Hellig-

keit oder Leuchtstärke der jeweiligen Punkte zwischen den beiden Bildern; und Berechnung optischer Flüsse nur von Punkten, für welche die Helligkeitsdifferenzen eine vorbestimmte Schwelle überschreiten. Daher wird die Anzahl der Punkte innerhalb des Bildes, für welche optische Flüsse berechnet werden müssen, wesentlich verringert, was dazu beiträgt, überflüssige Bearbeitungsvorgänge einzusparen, und auf diese Weise zur Einführung einer Hochgeschwindigkeitsverarbeitung beiträgt.

Bei der Berechnung eines optischen Flusses ist das erfindungsgemäße Verfahren so ausgelegt, daß es den Schritt der Voreinstellung von Bereichen entsprechend Szenen außerhalb einer Fahrspur umfaßt, in welcher sich das Fahrzeug bewegen soll, wobei die vorbestimmten Bereiche nicht bearbeitet werden. Daher läßt sich eine Hochgeschwindigkeitsverarbeitung ausführen.

Das Verfahren der Erfindung ist so ausgelegt, daß es folgende Schritte umfaßt: Berechnung einer Höhe von einer Spureunterteilungslinie, einem Zeichen, einem Symbol oder dergleichen auf einer Straßenoberfläche, von welcher ein optischer Fluß zu einer Videokamera abgeleitet wird, auf der Grundlage optischer Flußdaten unter Verwendung der Videokamera zur Bildaufnahme einer Beobachtung in Vorderrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung von dem sich bewegenden, eigenen Kraftfahrzeug des Fahrers; und Entfernen eines optischen Flusses, für welchen die Höhe von der Straßenoberfläche mit einer Höhe der Videokamera zusammenfällt. Daher kann der optische Fluß bearbeitet werden, der nur von dem vorausfahrenden Kraftfahrzeug oder Hindernis herrührt, wodurch nicht nur die Erfassung der Gefahrenrate auf der Grundlage des optischen Flusses ermöglicht wird, sondern auch ein Beitrag zu einer Hochgeschwindigkeitsverarbeitung geleistet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist so ausgelegt, daß es folgende Schritte umfaßt: Unterteilung eines vorbestimmten Bereiches in mehrere Zonen; Gewichtung einer Summe von Längen optischer Flußvektoren, die in jeder Zone vorhanden sind, auf zonaler Basis; und Beurteilung einer Gefahrenrate aus einer Größe des gewichteten Wertes. Daher läßt sich der spezifische Ort ermitteln, in welchem eine Gefahr vorliegt. Weiterhin ist das erfindungsgemäße Verfahren so ausgelegt, daß es folgende Schritte umfaßt: Einstellen einer vorbestimmten Schwelle für jede der zugehörigen Zonen; und Beurteilen, daß eine Zone gefährlich ist, in welcher die Summe der Längen der optischen Flußvektoren die vorbestimmte Schwelle überschreitet. Daher kann die Gefahrenrate auf einer Zonenbasis ermittelt werden. Weiterhin ist das erfindungsgemäße Verfahren so ausgelegt, daß es folgende Schritte umfaßt: Beurteilung eines Pegels der Gefahrenrate aus Pegeln jeder Schwelle, welche die Summe der Längen optischer Flußvektoren überschritten haben, durch Einstellung mehrerer Pegel für die Schwelle; und Abgabe eines Alarms entsprechend der berechneten Größe der Gefahrenrate.

Die Erfindung wird nachstehend anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, aus welchen weitere Vorteile und Merkmale hervorgehen. Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer beispielhaften Vorrichtung zur Ausführung eines Verfahrens gemäß der Erfindung;

Fig. 2(a) bis 2(b) Diagramme mit einer Darstellung einer Beobachtung in Vorwärtsrichtung und von Bildern, die durch eine Videokamera aufgenommen werden sollen, und erhaltenen optischen Flüssen;

Fig. 3 ein Diagramm, welches erläutert, wie ein Hindernis oder dergleichen durch das erfindungsgemäße Verfahren erfasst wird;

Fig. 4(a) und 4(b) Diagramme zur Erläuterung, wie ein optischer Fluß durch das erfindungsgemäße Verfahren berechnet wird;

Fig. 5 ein Diagramm mit einer Darstellung eines beispielhaften Bereiches, der so eingestellt ist, daß der optische Fluß durch das erfindungsgemäße Verfahren berechnet werden kann;

Fig. 6 ein Diagramm zur Erläuterung, wie der optische Fluß, der von einer Spureunterteilungslinie auf einer Straßenoberfläche abgeleitet ist, durch das erfindungsgemäße Verfahren eliminiert wird;

Fig. 7 ein Diagramm mit einer Darstellung beispielhafter Zonen, die so definiert sind, daß die Gefahrenrate durch das erfindungsgemäße Verfahren beurteilt werden kann;

Fig. 8 ein Diagramm mit einer Darstellung einer Reihe von Verarbeitungsschritten, die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen sind;

Fig. 9(a) bis 9(d) Diagramme mit einer Darstellung einer Beobachtung in Vorderrichtung und von Bildern, die von einer Videokamera aufgenommen werden sollen, sowie von erhaltenen optischen Flüssen; und

Fig. 10(a) und 10(b) Diagramme zur Erläuterung von Problemen, die bei einem konventionellen Verfahren auftreten.

Fig. 1 zeigt den Aufbau einer Vorrichtung, in welcher das erfindungsgemäße Verfahren verwirklicht ist. In Fig. 1 bezeichnet die Bezugsziffer 1 eine Videokamera zur Aufnahme einer Beobachtung in Vorderrichtung, 2 bezeichnet eine Arithmetik- und Logikeinheit zur Durchführung einer Bildbearbeitung (die nachstehend beschrieben wird) durch Empfang eines Bildes, welches von der Videokamera 1 erhalten wird; 3 bezeichnet einen Tachometer zur Messung der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs des Fahrers; 4 bezeichnet eine Arithmetik- und Logikeinheit zur Ausführung einer Gefahrenbeurteilungsverarbeitung durch Empfang des Bildbearbeitungsergebnisses, welches von der Arithmetik- und Logikeinheit 2 erhalten wird, und der Geschwindigkeit des eigenen Kraftfahrzeugs des Fahrers, welche von dem Tachometer 3 erhalten wird; und 5 bezeichnet eine Alarmvorrichtung.

Die Fig. 2(a) bis (d) stellen Diagramme zur Erläuterung einer Änderung eines Bildes in Vorwärts-Beobachtungsrichtung dar, welches von der Videokamera 1 erhalten wird. Ein Teil (b) ist ein Bild, welches von der Videokamera 1 zu einem Zeitpunkt  $t$  in einer Situation aufgenommen wird, die im Teil (a) gezeigt ist, einschließlich des eigenen Kraftfahrzeugs des Fahrers; und Teil (c) ist ein Bild, welches zu einem Zeitpunkt  $t + \Delta t$  aufgenommen wird.

Es wird nunmehr angenommen, daß sich das eigene Kraftfahrzeug des Fahrers geradeaus auf einer flachen Straße bewegt. Wenn die Videokamera auf ein Straßenverkehrszeichen und ein Gebeuge fokussiert ist, wie in Fig. 2(a) gezeigt, dann werden im Verlauf der Zeit die in Fig. 2(b) und 2(c) gezeigten Bilder zu einem Zeitpunkt  $t$  und zu einem Zeitpunkt  $t + \Delta t$  aufgenommen. Wenn entsprechende Punkte in diesen beiden Bildern aufgesucht und verbunden werden, lassen sich Geschwindigkeitsvektoren erhalten, die in Fig. 2(d) gezeigt sind. Diese Vektoren stellen das dar, was als "optische Flüsse" bezeichnet wird.

Diese optischen Flüsse erscheinen radial von einem einzigen Punkt aus, der als ein Expansionsbrennpunkt

(FOE) innerhalb eines Bildes bezeichnet wird. Der Begriff FOE bezeichnet auch einen Punkt im Unendlichen oder einen verschwindenden Punkt, und entspricht einem einzigen Punkt auf dem Bild, wobei der einzige Punkt die Vorwärtsbewegungsrichtung des eigenen Kraftfahrzeugs des Fahrers angibt, wenn sich das Kraftfahrzeug geradeaus bewegt. Daher befinden sich die optischen Flüsse, die erhalten werden, wenn das eigene Kraftfahrzeug des Fahrers fährt, von dem FOE aus in Radialrichtungen. Optische Flüsse, die von einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug abgeleitet werden, umfassen Information wie beispielsweise die Entfernung des voraus fahrenden Kraftfahrzeuges zum eigenen Kraftfahrzeug des Fahrers, und die Relativgeschwindigkeit. Es wird angenommen, daß das Ausmaß der Gefahr desto größer wird, je länger die optischen Flüsse sind.

Einzelheiten des Verfahrens werden unter Bezug auf Fig. 3 beschrieben. Nimmt man an, daß bei der optischen Anordnung von Fig. 3 die Bezugsziffer 11 eine Linse der Videokamera bezeichnet; 12 eine Bildebene der Videokamera bezeichnet; f eine Entfernung von der Linse 11 zu der Bildebene 12 bezeichnet; P (X, Y, Z) eine willkürlichen Punkt auf einem voraus fahrenden Kraftfahrzeug oder auf einem Hindernis bezeichnet; und p einen Punkt auf der Bildebene 12 entsprechend dem Punkt P bezeichnet, dann gilt

$$x = f \cdot X/Z \quad (2)$$

und zwar aus dem Ähnlichkeitsverhältnis zwischen Dreiecken.

Wird Gleichung (2) umgeschrieben und nach der Zeit differenziert, so erhält man

$$X' = (\Delta X/\delta t \cdot Z + x \cdot Z')/f \quad (3)$$

Da eine Komponente u in der Richtung von x des optischen Flusses gegeben ist durch

$$u = \Delta x/\Delta t \quad (4)$$

ergibt sich unter Verwendung von Gleichung (4),

$$Z = (f \cdot X' - X - Z')/u \quad (5)$$

da Z' gleich einer Relativgeschwindigkeit zwischen dem voraus fahrenden Kraftfahrzeug oder dem Hindernis und dem eigenen Kraftfahrzeug des Fahrers ist, und zwar gleich  $-\alpha$  (6) kann die voranstehende Gleichung (5) folgendermaßen umgeschrieben werden

$$Z = (f \cdot X' + \alpha)/u \quad (7)$$

Daher ergibt sich die Komponente u in der X-Richtung des optischen Flusses als

$$u = (f \cdot X' + \alpha)/Z \quad (8)$$

Das gleiche gilt für Y.

Aus der voranstehenden Gleichung (8) sieht man, daß die x-Komponente des optischen Flusses desto größer wird, je kleiner Z ist (also je geringer die Entfernung zum vorausfahrenden Kraftfahrzeug oder zum Hindernis ist), oder je größer  $\alpha$  ist (also je größer die Relativgeschwindigkeit in Bezug auf das voraus fahrende Kraftfahrzeug ist). Das gleiche gilt für die Y-Richtung.

Daher wird der optische Fluß länger bei kleineren Entfernungen zum voraus fahrenden Kraftfahrzeug

oder dergleichen, oder bei größeren Relativgeschwindigkeiten. Dies führt dazu, daß angenommen wird, daß die Gefahrenrate in Bezug auf das voraus fahrende Fahrzeug oder auf das Hindernis relativ desto größer wird, je länger der optische Fluß ist.

Die Erfindung ist so ausgelegt, daß optische Flüsse mit hoher Geschwindigkeit berechnet werden, während von der Tatsache Gebrauch gemacht wird, daß optische Flüsse in Radialrichtungen von dem FOE aus aufgefunden werden können. Nachstehend wird unter Bezug auf Fig. 4 ein Verfahren zur Berechnung eines optischen Flusses beschrieben.

Fig. 4(a) und (b) sind Diagramme zur Erläuterung eines beispielhaften Verfahrens zur Berechnung eines optischen Flusses mit hoher Geschwindigkeit. Zuerst wird ein langes und enges Fensters in einer Radialrichtung von dem FOE aus eingestellt, in Bezug auf einen einzigen Punkt, der als Ziel in einem Bild zu einem Zeitpunkt t genommen wird (Fig. 4(a)). Dann wird in einem Bild zum Zeitpunkt t +  $\Delta t$  die Summe von Absolutwerten der Differenz der Helligkeit zwischen dem Fenster zum Zeitpunkt t und dem Fenster zum Zeitpunkt t +  $\Delta t$  berechnet, während das Fenster zum Zeitpunkt t in der Radialrichtung bewegt wird, und zwar punktweise von dem FOE aus. Eine Fensterbewegungsentfernung zu dem Zeitpunkt, an welchem die Summe den Minimalwert annimmt, wird als ein Geschwindigkeitsvektor des Zielpunktes berechnet (Fig. 4(b)). Die Helligkeitsdifferenzen treten zwischen den jeweiligen Bildpunkten auf, welche das Fenster bilden, also beispielsweise zwischen den Bildpunkten, die in den Fig. 4(a) und (b) von Kreisen umschlossen sind. Die optischen Flüsse des gesamten Teils des Bildes können dadurch erhalten werden, daß die voranstehend geschilderte Bearbeitung für sämtliche Punkte auf dem Bild zum Zeitpunkt t wiederholt wird.

Ein konventionelles Verfahren verwendet gegenseitige Korrelationswerte beim Vergleich der entsprechenden Fenster. Im Gegensatz hierzu kann das erfindungsgemäße Verfahren, welches sich dadurch auszeichnet, daß die Summe der Absolutwerte der Differenzen der Helligkeit verwendet wird, den Umfang der Berechnung verringert, wodurch die Bearbeitungsgeschwindigkeit verbessert wird.

In Bezug auf den Geschwindigkeitsvektor zeichnet sich die erfindungsgemäße Bearbeitung dadurch aus, daß zuerst Differenzen der Helligkeit zwischen einem Bild zum Zeitpunkt t und einem Bild zum Zeitpunkt t +  $\Delta t$  berechnet werden, und dann nur Punkte bearbeitet werden, für welche derartige Differenzen eine vorbestimmte Schwelle überschreiten, anstatt die Geschwindigkeitsvektoren für sämtliche Punkte innerhalb des Bildes aufzufinden.

Im allgemeinen weisen Beobachtungen in Vorderichtung, die von einer Videokamera aufgenommen werden, während ein Kraftfahrzeug fährt, in den meisten Fällen Orte auf, bei denen wenige Änderungen der Helligkeit in einem bestimmten Zeitraum auftreten, beispielsweise den Himmel und eine Straße. Es ist grundsätzlich unmöglich, an solchen Orten optische Flüsse festzustellen. Daher trägt das erfindungsgemäße Verfahren dazu bei, überflüssige Bearbeitungsvorgänge entbehrlich zu machen, und daher Zeit zu sparen, da sich das Verfahren nämlich dadurch auszeichnet, daß bei der Bearbeitung Helligkeitsdifferenzen zwischen einem Bild zum Zeitpunkt t und einem Bild zum Zeitpunkt t +  $\Delta t$  berücksichtigt werden.

Durch das voranstehend geschilderte Verfahren las-

sen sich schnell optische Flüsse erhalten. Die hier erhaltenen optischen Flüsse umfassen solche, die von anderen Objekten als Hindernisse abgeleitet werden, beispielsweise von Szenen außerhalb der Straße und von Spurunterteilungslinien auf der Straßenoberfläche. Daher ist es schwierig, das Vorhandensein eines Hindernisses in Vorwärtsrichtung zu bewerten, oder die Gefahrenrate, die durch ein derartiges Hindernis hervorgerufen wird, wenn derartige optische Flüsse verwendet werden. Daher ist es erforderlich, die optischen Flüsse zu entfernen, die von den Szenen außerhalb der Straße und der Spurunterteilungslinien auf der Straßenoberfläche abgeleitet werden. Nachstehend wird ein Verfahren zur Durchführung einer derartigen Bearbeitung beschrieben.

Fig. 5 zeigt ein beispielhaftes Verfahren zum Entfernen optischer Flüsse, die von Szenen außerhalb der Straße abgeleitet werden. In Fig. 5 bezeichnet der schraffierte Bereich einen Ort auf der Straße, und es wird angenommen, daß an anderen Orten als an diesem Ort keine Bearbeitung durchgeführt wird. Dies ist ein Verfahren zum Isolieren optischer Flüsse, die von Szenen außerhalb der Straße abgeleitet sind, seit dem Beginn der Bearbeitung. Ein derartiges Verfahren mit einer Begrenzung des Bereichs, welcher bearbeitet wird, dient dem Zweck der Verkürzung der Bearbeitungszeit.

Nachstehend wird unter Bezug auf Fig. 6 ein Verfahren zum Ausschalten von Markierungen auf der Straßenoberfläche beschrieben. Fig. 6 zeigt ein beispielhaftes Verfahren. Zuerst wird die optische Anordnung beschrieben. Fig. 6 ist so dargestellt, daß angenommen wird, daß die gesamte Straßenoberfläche einem Kraftfahrzeug entgegenkommt, welches mit einer Videokamera ausgerüstet ist, statt daß ein derartiges Kraftfahrzeug geradeaus fährt. Die Bezugsziffer 11 bezeichnet eine Linse der Videokamera zur Abbildung einer Beobachtung in Vorwärtsrichtung; 12 bezeichnet eine Bildebene der Videokamera; und 13 und 14 bezeichnen Spurunterteilungslinienabschnitte vor und nach einer Bewegung des Kraftfahrzeuges. Sowohl dreidimensionale Koordinaten mit dem Zentrum der Linse als Ursprung, als auch zweidimensionale Koordinaten mit dem voranstehend erwähnten FOE als Ursprung werden betrachtet.

Falls angenommen wird, daß ein Ort des Spurunterteilungslinienabschnitts vor der Bewegung P (X, Y, Z +  $\Delta Z$ ) ist, und daß dessen Ort nach einer Bewegung um  $\Delta Z$  in der Z-Richtung gleich groß Q (X, Y, Z) ist, dann ergibt sich aus dem Ähnlichkeitsverhältnis zwischen zwei Dreiecken die Höhe zwischen der Spurunterteilungslinie, von welcher ein optischer Fluß abgeleitet wird, und der Videokamera aus der nachstehende Gleichung (9).

$$Y = y^2 \Delta Z / f \Delta y \quad (9)$$

Unter Verwendung der auf diese Weise erhaltenen Höhendaten können optische Flüsse gelöscht werden, die von Markierungen oder dergleichen auf der Straßenoberfläche abgeleitet sind, deren Höhen gleich der Höhe der Videokamera sind.

Hierbei ist  $\Delta Z$  die Entfernung, um welche sich das Kraftfahrzeug während eines Zeitintervalls  $\Delta t$  zwischen den beiden Bildern vorwärts bewegt hat. Diese Daten können berechnet werden, wenn die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeuges bekannt ist. Durch die voranstehend beschriebene Verarbeitung können die optischen Flüsse entfernt werden, die von Objekten abgesehen von Hin-

dernissen in Vorwärtsrichtung abgeleitet sind. Daher kann die Gefahrenrate, welche das Ausmaß der Gefahr eines Hindernisses in Vorwärtsrichtung angibt, aus den Positionen und Längen optischer Flüsse berechnet werden, die nach dem Entfernen verblieben sind.

Nachstehend wird ein Verfahren zur Berechnung der Gefahrenrate beschrieben. Fig. 7 zeigt ein beispielhaftes Verfahren. Zuerst wird der Aufbau geschildert. Die Bezugszeichen I bis IV stellen Zonen dar, die jeweils den nächsten Teil der Spur des Fahrers anzeigen, deren entfernten Teil, und den nahen Teil einer benachbarten Spur. Die Gefahrenrate wird beurteilt unter Verwendung des Wertes, der durch Gewichtung auf Zonenbasis der Summe der Längen optischer Flüsse erhalten wird, die in jeder Zone vorhanden sind. Weiterhin wird für jede Zone eine vorbestimmte Schwelle festgelegt, so daß dann, wenn die Summe der Längen der in einer Zone vorhandenen optischen Flüsse die Schwelle überschreitet, eine derartige Zone als gefährlich beurteilt wird. Die Gefahr kann durch den Pegel bewertet werden, wenn mehrere Pegel von Schwellen eingestellt werden.

Im letzten Schritt kann der Fahrer auf das Vorhandensein einer Gefahr durch eine Alarmvorrichtung aufmerksam gemacht werden, entsprechend der Größe der ermittelten Gefahrenrate. Die Gefahrenrate kann auf einer Anzeigevorrichtung durch die Zone angezeigt werden. Abhängig von dem Gefahrenpegel kann der Alarmton geändert werden.

Fig. 8 faßt das Verfahren der voranstehend erwähnten Bildbearbeitung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zusammen. Im Schritt S1 wird ein Bild zum Zeitpunkt t gelesen, und im Schritt S2 wird ein Bild zum Zeitpunkt t +  $\Delta t$  gelesen. Dann wird im Schritt S3 ein FOE eingestellt, und im Schritt S4 ein Bearbeitungsreich eingestellt. Daraufhin werden im Schritt S5 Zonen herausgezogen, in welchen die Helligkeits- oder Leuchtdichtedifferenzen zwischen den Bildern zum Zeitpunkt t und zum Zeitpunkt t +  $\Delta t$  eine vorbestimmte Schwelle überschritten haben. Im Schritt S6 werden in jeder herausgezogenen Zone optische Flüsse berechnet, und im Schritt S7 werden optische Flüsse eliminiert, die von Objekten abgesehen von Hindernissen auf der Straße abgeleitet sind. Im Schritt S8 wird die Gefahrenrate unter Verwendung des auf der Grundlage der Zone gewichteten Wertes berechnet.

Bei der voranstehend geschilderten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Beispiel für das Überwachungsverfahren für Beobachtungen in Vorwärtsrichtung für ein Kraftfahrzeug beschrieben. Allerdings kann die vorliegende Erfindung auch für ein entsprechendes Überwachungsverfahren für Beobachtungen in Seitenrichtung oder Rückwärtsrichtung für Kraftfahrzeuge eingesetzt werden, wenn eine Videokamera zur Bildaufnahme einer Beobachtung in Seitenrichtung oder Rückwärtsrichtung vorgesehen wird. Fig. 9(a) bis (d) sind Diagramme zur Erläuterung einer Änderung eines Bildes in Rückwärtsbeobachtungsrichtung, welches von der Videokamera 1 erhalten wird. Ein Teil (b) ist ein Bild, welches von der Videokamera 1 zu einem Zeitpunkt t in einer Situation aufgenommen wird, die im Teil (a) gezeigt ist, und das eigene Kraftfahrzeug des Fahrers einschließt, und Teil (c) ist ein Bild, welches zu einem Zeitpunkt t +  $\Delta t$  aufgenommen wird.

Nunmehr wird angenommen, daß das eigene Kraftfahrzeug des Fahrers sich in Geradeausrichtung auf einer flachen Straße vorwärtsbewegt. Ist die Videokamera auf ein Verkehrsschild und ein Gebäude fokussiert,

wie beispielsweise in Fig. 2(a) gezeigt ist, dann werden Bilder wie in Fig. 2(b) und (c) gezeigt zu einem Zeitpunkt  $t$  und einem Zeitpunkt  $t + \Delta t$  in Verlauf der Zeit aufgenommen. Wenn korrespondierende Punkte in diesen beiden Bildern aufgesucht und verbunden werden, können solche Geschwindigkeitsvektoren erhalten werden, wie sie in Fig. 2(d) gezeigt sind. Diese Vektoren stellen die sogenannten "optischen Flüsse" dar. Wie aus Fig. 9(d) hervorgeht, ergibt sich eine Richtung des Geschwindigkeitsvektors in Gegenrichtung, verglichen mit der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform, wenn ein hinterherfahrendes Fahrzeug sich nahe am eigenen Kraftfahrzeug des Fahrers befindet. Das übrige Verfahren zur Berechnung der Gefahrenrate verläuft ebenso wie bei der vorherigen Ausführungsform, so daß eine entsprechende Beschreibung unterbleiben kann.

Wie auf den voranstehenden Seiten beschrieben kann die Erfindung das Vorliegen eines Hindernisses in Vorwärtsrichtung, Seitenrichtung oder Rückwärtsrichtung oder die Gefahrenrate automatisch beurteilen, wodurch ein sicheres Fahren eines Kraftfahrzeuges sichergestellt wird.

Insbesondere zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, daß die Gefahrenrate durch die Größe eines optischen Flusses beurteilt wird, der von einem Punkt auf einem voraus fahrenden Kraftfahrzeug oder auf einem Hindernis abgeleitet wird. Daher ist eine Videokamera zur Abbildung einer Beobachtung in Vorwärtsrichtung, Seitenrichtung oder Rückrichtung von einem sich bewegenden, eigenen Kraftfahrzeug des Fahrers vorgesehen, welches keine Abstandsmeßvorrichtung zum Messen der Entfernung zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug benötigt. Dies führt dazu, daß eine kostengünstige Vorrichtung erhalten werden kann.

Weiterhin tragen die Merkmale, wie beispielsweise die Verringerung des Berechnungsaufwands, die Ausschaltung unnötiger Bearbeitung, und die Begrenzung der Bearbeitungszonen zur Erhöhung der Bearbeitungsgeschwindigkeit bei, wodurch eine Verarbeitung in Echtzeit ermöglicht wird.

Darüber hinaus lassen sich Vorteile in der Hinsicht erzielen, daß bei Kenntnis einer gefährlichen Zone ein geeigneter Alarm abgegeben werden kann, und die Gefahrenrate angegeben werden kann.

Die voran stehende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung erfolgte zum Zwecke der Erläuterung und Beschreibung. Hierdurch soll die Erfindung nicht auf die exakte, beschriebene Form erschöpft oder begrenzt werden, und es wird darauf hingewiesen, daß Änderungen und Variationen angesichts der voranstehend geschilderten Lehre möglich sind, oder sich bei der Praktizierung der Erfindung ergeben können. Die Ausführungsformen wurden zu dem Zweck ausgewählt oder beschrieben, um die Grundlagen der Erfindung zu erläutern, sowie deren praktische Umsetzbarkeit, damit ein Fachmann auf diesem Gebiet die Erfindung in unterschiedlichen Ausführungsformen und mit verschiedenen Modifikationen einsetzen kann, wie sich dies für einen bestimmten Einsatzzweck als erforderlich erweisen kann.

#### Patentansprüche

1. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug, gekennzeichnet durch folgende Schritte: Aufnahme einer Außenansicht vom eigenen Kraftfahrzeug des Fahrers aus, welches sich bewegt;

Erfassung einer Bewegung eines einzelnen Punktes in zwei Bildern als ein optischer Fluß, wobei eines der beiden Bilder zu einem früheren Zeitpunkt und das andere der beiden Bilder zu einem späteren Zeitpunkt aufgenommen wird; und Überwachung einer Korrelation des eigenen Kraftfahrzeugs des Fahrers bezüglich zumindest entweder einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug, einem hinterherfahrenden Kraftfahrzeug, oder einem Hindernis auf einer Straße, wobei eine Gefahrenrate beurteilt wird in Abhängigkeit von einer Größe und einem Ort eines Vektors eines optischen Flusses, der von einem Punkt auf zumindest entweder dem vorausfahrenden Kraftfahrzeug, dem hinterherfahrende Kraftfahrzeug oder dem Hindernis auf der Straße abgeleitet wird.

2. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

Einstellen eines langen und engen Fensters in dem Bild unter den beiden Bildern, welches an dem früheren Zeitpunkt aufgenommen wird, wobei sich das lange und enge Fenster in einer Radialrichtung relativ zu einem einzelnen Zielpunkt von einem Punkt im Unendlichen entsprechend einem einzigen Punkt erstreckt, der eine Vorwärtsbewegungsrichtung des eigenen Kraftfahrzeugs des Fahrers anzeigt, welches sich bewegt;

Berechnung einer Summe von Absolutwerten von Differenzen der Helligkeit zwischen dem langen und engen Fenster des Bildes, welches an dem früheren Zeitpunkt aufgenommen wird, und eines Bereiches des anderen Bildes, welches an dem späteren Zeitpunkt aufgenommen wird, wobei der Bereich des anderen Bildes das lange und enge Fenster überlappt, während das lange und enge Fenster in der Radialrichtung von dem Punkt im Unendlichen in dem anderen Bild bewegt wird, welches an dem späteren Zeitpunkt aufgenommen wird; und Festlegung eines Pfeils als ein optischer Fluß für den einzelnen Zielpunkt, wobei der Pfeil einen Mittelpunkt eines Ortes eines Fensters, welches erhalten wird, wenn die Summe minimalisiert wird, mit einem Mittelpunkt eines Ortes des langen und engen Fensters verbindet, welches in dem Bild eingestellt ist, das an dem früheren Zeitpunkt aufgenommen wird.

3. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Schritte: Berechnen von Helligkeitsdifferenzen der jeweiligen Punkte zwischen den beiden Bildern; und Berechnung optischer Flüsse nur von Punkten, für welche die Helligkeitsdifferenzen eine vorbestimmte Schwelle überschreiten.

4. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgenden Schritt: Entfernen optischer Flüsse, die von Szenen außerhalb der Straße abgeleitet sind, von Spurunterteilungslinien, von Zeichen, Symbolen oder dergleichen, die auf eine Straßenoberfläche aufgemalt sind, bei der Berechnung eines optischen Flusses.

5. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Schritte: Voreinstellung von Bereichen entsprechend Sze-

nen außerhalb einer Spur, in welcher gefahren werden soll; und

Behandlung nur eines Bereiches abgesehen von den voreingestellten Bereichen bei der Berechnung eines optischen Flusses.

6. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

Berechnung einer Höhe gegenüber einer Spurunterteilungslinie, einem Zeichen, einem Symbol oder dergleichen auf einer Straßenoberfläche, von welcher ein optischer Fluß zu einer Videokamera abgeleitet wird, auf der Grundlage optischer Flußdaten unter Verwendung der Videokamera zur Bildaufnahme einer Außenbeobachtung von dem sich bewegenden, eigenen Kraftfahrzeugs des Fahrers; und

Entfernen eines optischen Flusses, für welchen die Höhe gegenüber der Straßenoberfläche mit der Höhe der Videokamera zusammenfällt.

7. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

Unterteilung eines vorbestimmten Bereiches in mehrere Zonen;

Gewichtung einer Summe von Längen optischer Flußvektoren, die in jeder Zone vorhanden sind, auf einer Zonen-Grundlage; und

Beurteilung einer Gefahrenrate aus einer Größe des gewichteten Wertes.

8. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

Einstellung einer vorbestimmten Schwelle für jede der entsprechenden Zonen; und

Beurteilung, daß eine Zone gefährlich ist, in welcher die Summe der Längen der optischen Flußvektoren die vorbestimmte Schwelle überschreitet.

9. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch folgenden Schritt:

Beurteilung eines Pegels der Gefahrenrate aus Pegeln jeder Schwelle, welche die Summe der Längen optischer Flußvektoren überschritten haben, durch Einstellung mehrerer Pegel für die Schwelle.

10. Außenbeobachtungs-Überwachungsverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch folgenden Schritt:

Abgabe eines Alarms entsprechend der berechneten Größe der Gefahrenrate.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

FIG. 1

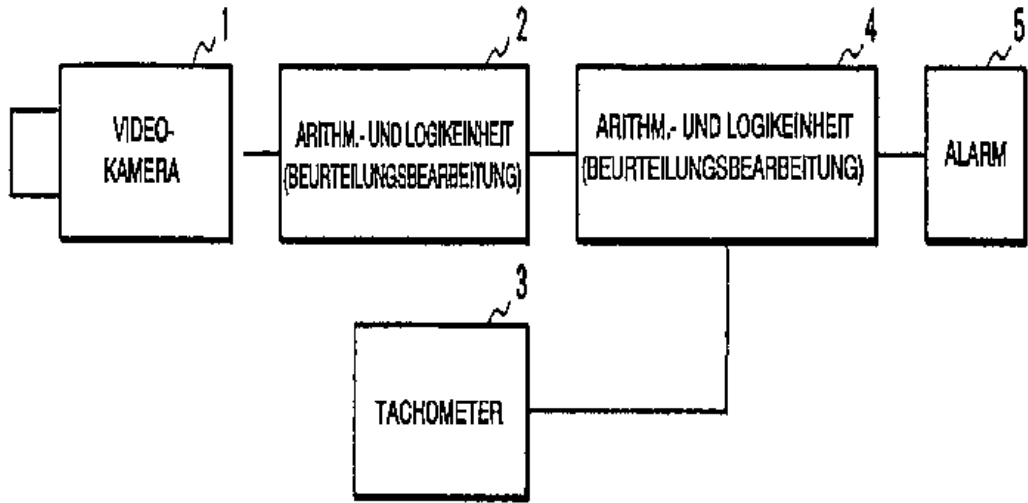
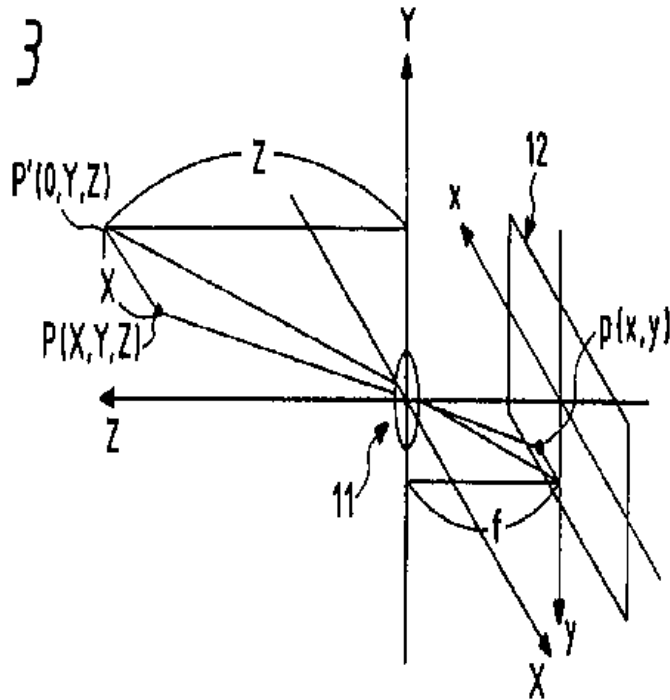


FIG. 3



Nummer:  
Int. Cl. S:  
Offenlegungstag:

DE 43 32 812 A1  
B 80 Q 9/00  
7. April 1994



FIG. 2(a)

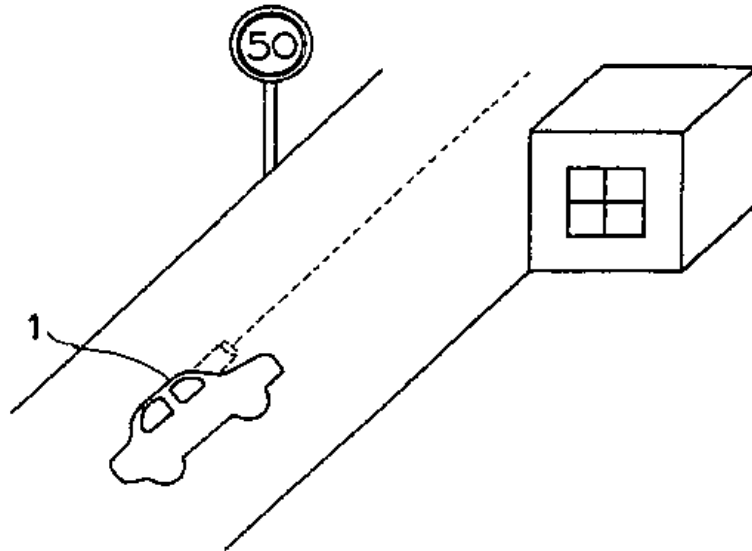


FIG. 2(b)

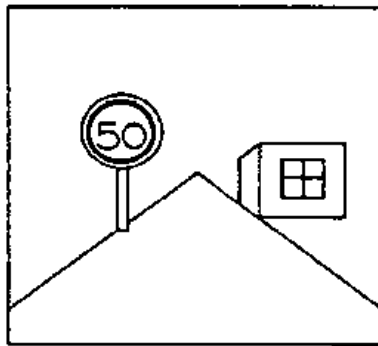


FIG. 2(c)

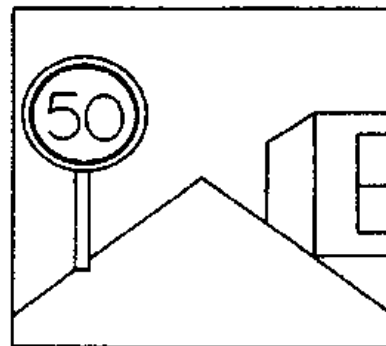


FIG. 2(d)

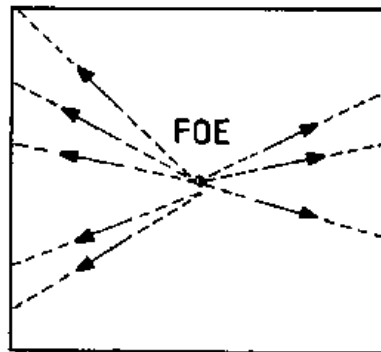


FIG. 4(a)

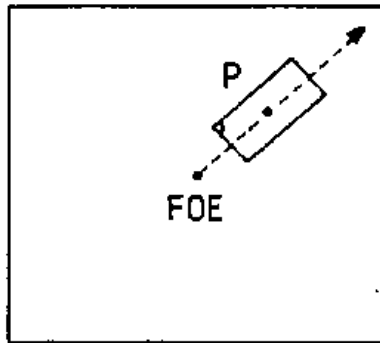


FIG. 4(b)

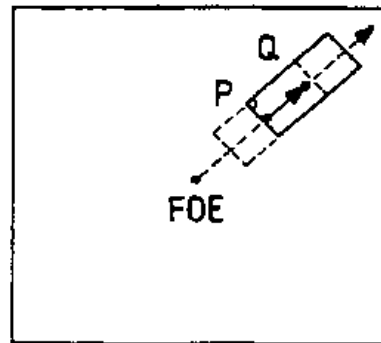


FIG. 5

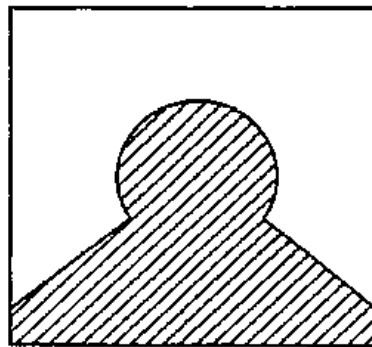


FIG. 10(a)

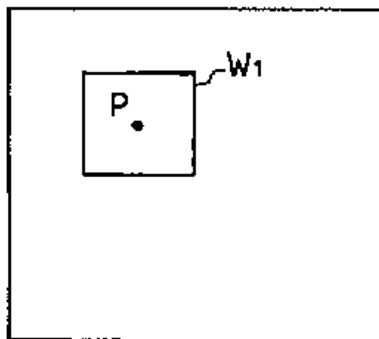


FIG. 10(b)

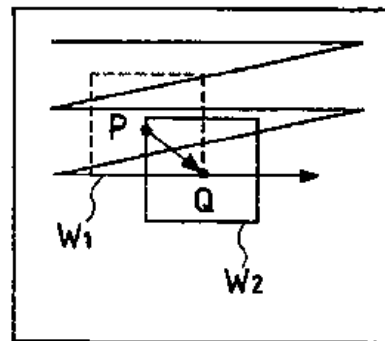


FIG. 6

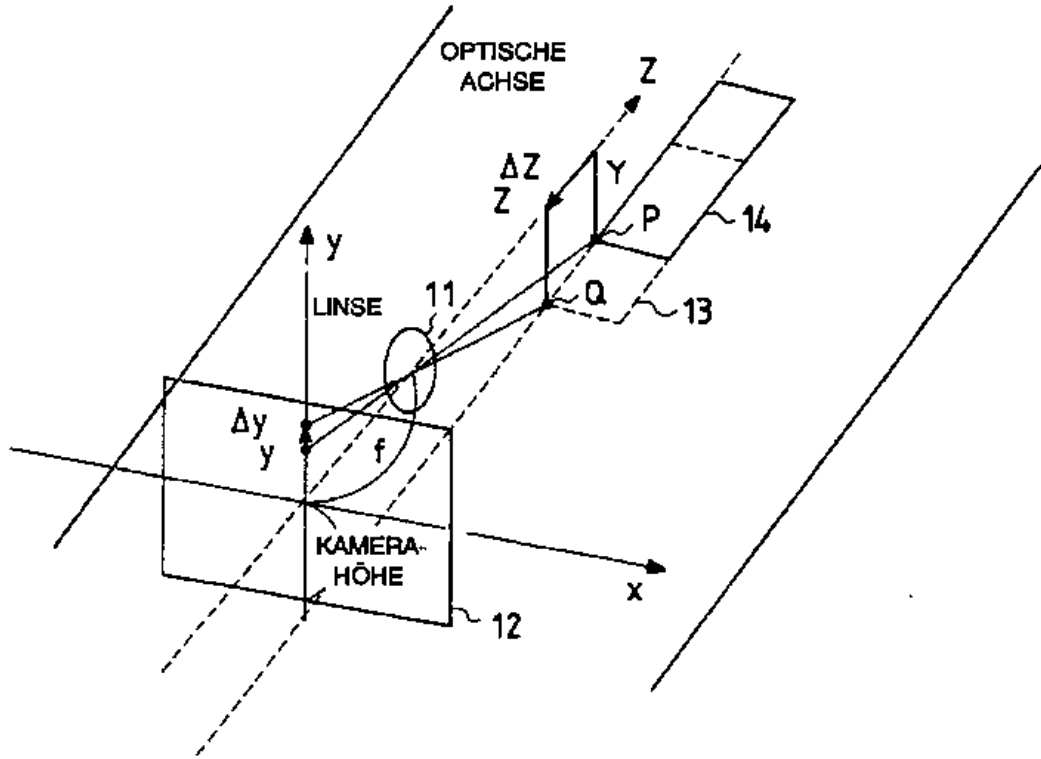


FIG. 7

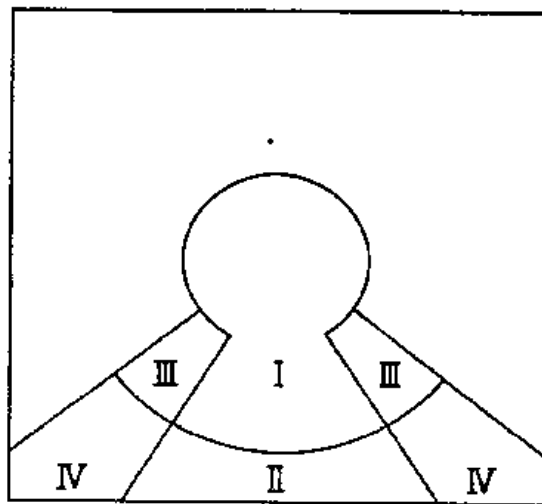


FIG. 8

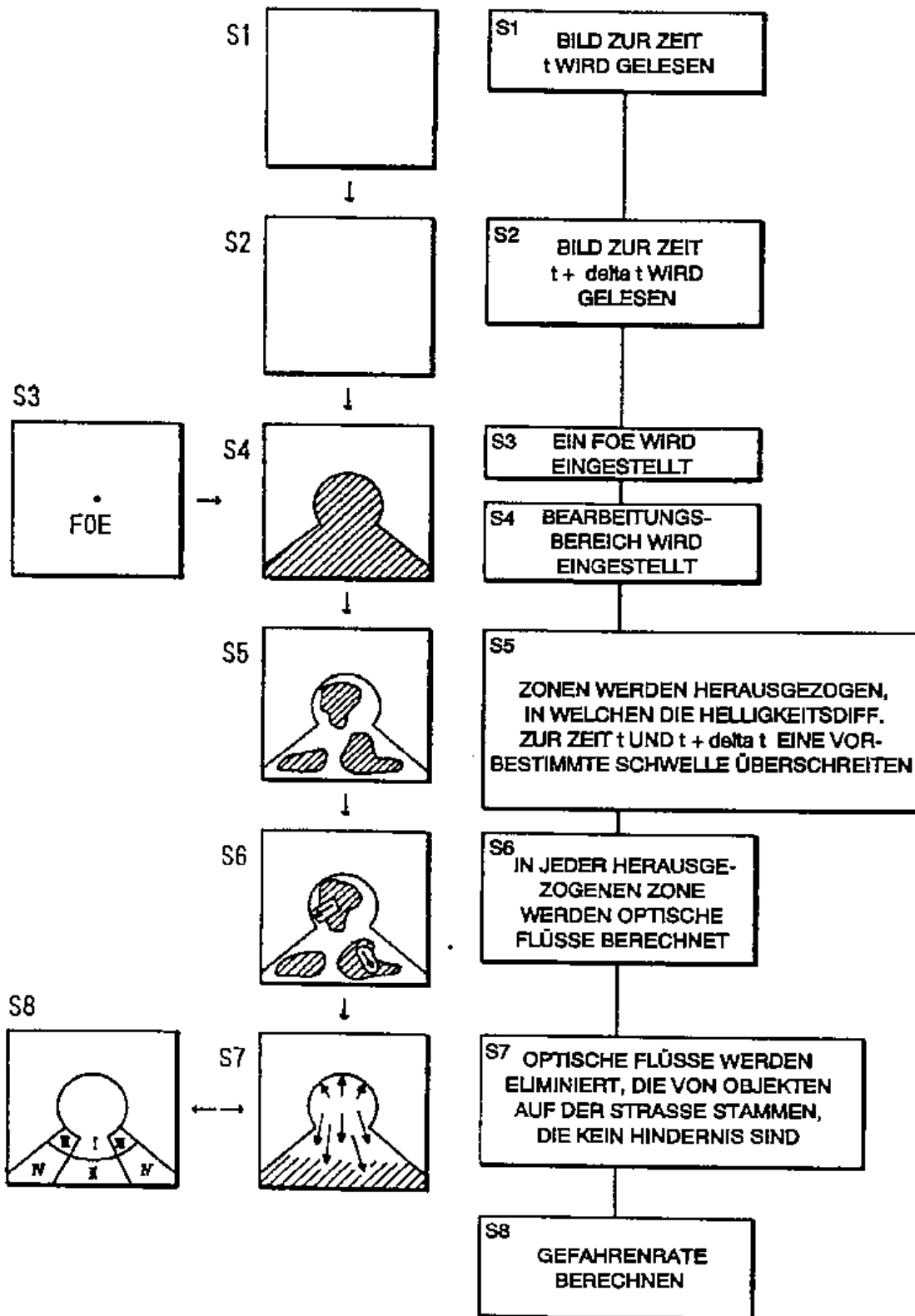


FIG. 9(a)

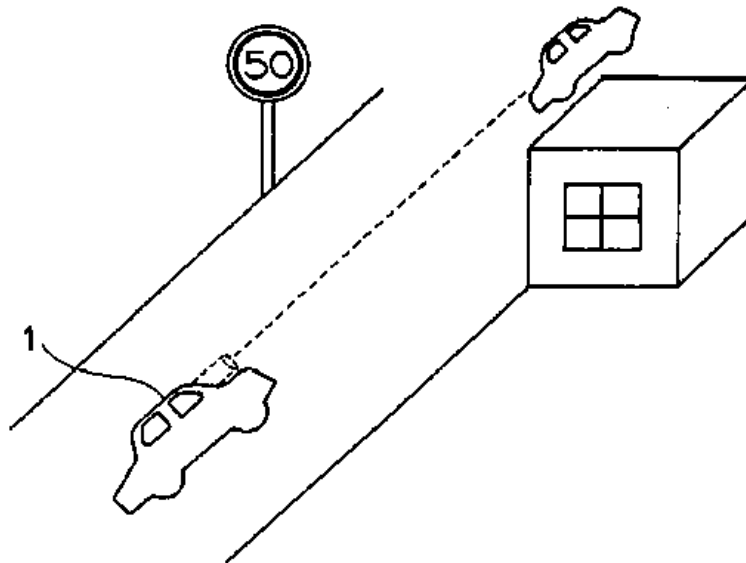


FIG. 9(b)

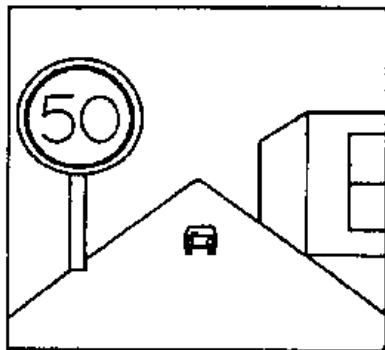


FIG. 9(c)

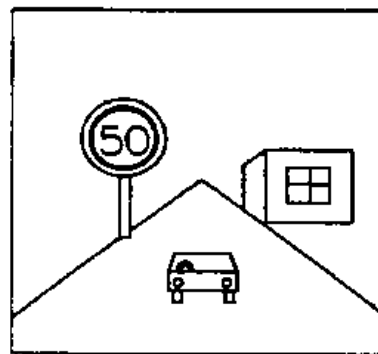
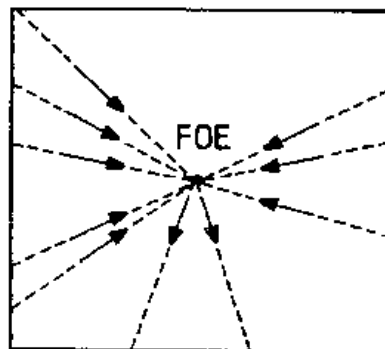


FIG. 9(d)



Bibliographic data: DE4332836 (C1) — 1994-09-15

**Device for steering a vehicle with controlled tracking**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** FRANKE UWE DR ING [DE]; HAHN STEFAN DIPL ING [DE]; SUISSA AVSHALOM DIPL ING [DE] ± (FRANKE, UWE, DR.-ING., 73066 UHINGEN, DE, ; HAHN, STEFAN, DIPL.-ING., 73770 DENKENDORF, DE, ; SUISSA, AVSHALOM, DIPL.-ING., 71229 LEONBERG, DE)

**Applicant(s):** DAIMLER BENZ AG [DE] ± (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 70567 STUTTGART, DE)

**Classification:** - **international:** **B60W30/00**; **B62D1/28**; **B62D6/00**; **G05D1/02**; **G08G1/09**; **B62D101/00**; **B62D113/00**; **B62D137/00**; (IPC1-7): B62D1/28  
- **cooperative:** **B62D15/025**; **G05D1/0246**; **B60T2201/08**; **B60T2201/087**; **G05D2201/0213**

**Application number:** DE19934332836 19930927

**Priority number(s):** DE19934332836 19930927

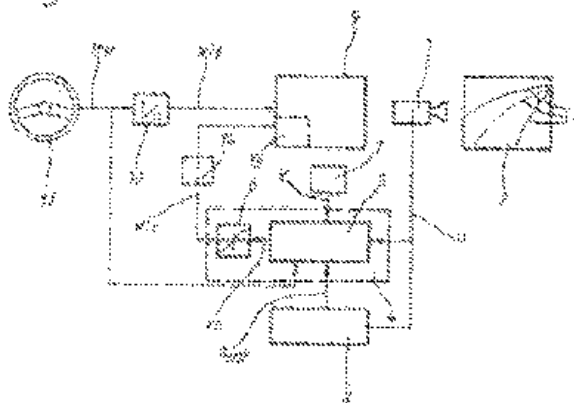
**Also published as:** US5485378 (A) JPH07172337 (A) ITRM940597 (A1)  
GB2282241 (A) FR2710602 (A1)

**Abstract of DE4332836 (C1)**

In known devices for controlling steering, either switching takes place between a manual and automatic mode, the driver having no direct means of intervention in automatic mode, or the control prescribes a steering torque in addition to that applied by the driver which is intended to indicate the correct course to the driver. In addition to a vehicle position-detection device (1) and a steering control device (4) which acts on a steering angle adjustment device (9), the new device contains a preselectable limiter

for limiting the steering angle adjustment required by the control and a means for superimposing a steering angle adjustment requested by the control on a steering angle adjustment requested by the driver, the steering angle adjustment device setting the steering angle in accordance with this superimposition means. In this way, relatively small steering movements are handled by the control while the driver simultaneously retains his possibility of intervening for larger steering movements, e.g. for changing lane and for avoidance manoeuvres. To be used for example for steering passenger cars.

Fig 2





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 43 32 836 C 1

51 Int. Cl. 5:  
B 62 D 1/28

21 Aktenzeichen: P 43 32 836.9-21  
22 Anmeldetag: 27. 9. 93  
43 Offenlegungstag: —  
46 Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 15. 9. 94

DE 43 32 836 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart, DE

72 Erfinder:

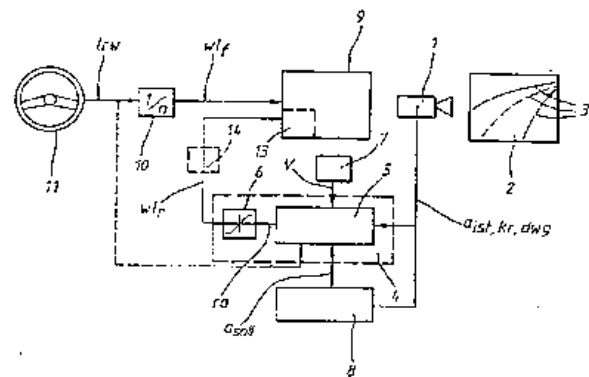
Franke, Uwe, Dr.-Ing., 73066 Uhingen, DE; Hahn, Stefan, Dipl.-Ing., 73770 Denkendorf, DE; Suissa, Avshalom, Dipl.-Ing., 71229 Leonberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 14 891 C2  
Franke, U.: Real time 3D-road modeling for autonomous vehicle guidance, Theory and Applications of Image Analysis, Johansen und Olsen, In: World Scientific, 1992, S. 277-284;

54 Vorrichtung zur spurhaltungsgeregelten Lenkung eines Fahrzeugs

57 Bei bekannten lenkregelnden Vorrichtungen wird entweder zwischen manuellem und automatischem Betrieb umgeschaltet, wobei der Fahrer im automatischen Betrieb keine direkte Eingriffsmöglichkeit besitzt, oder die Regelung gibt ein zusätzlich zum Fahrer aufgebrachtes Lenkmoment vor, das dem Fahrer Hinweise auf die richtige Spur geben soll. Die neue Vorrichtung beinhaltet neben einer Fahrzeuglageerkennungseinrichtung (1) und einer Lenkregelungseinrichtung (4), die eine Lenkwinkelstelleinrichtung (9) beaufschlagt, eine vorwählbare Begrenzung der regelungsangeforderten Lenkwinkelseinstellung sowie die Überlagerung einer fahrerangeforderten Lenkwinkelseinstellung mit der regelungsangeforderten Lenkwinkelseinstellung, wobei die Lenkwinkelstelleinrichtung den Lenkwinkel gemäß dieser Überlagerung einstellt. Damit werden kleinere Lenkbewegungen von der Regelung bewältigt, während der Fahrer gleichzeitig seine Eingriffsmöglichkeit für größere Lenkbewegungen, z. B. für Fahrspurwechsel und Ausweichmanöver, behält. Verwendung z. B. für die Lenkung von Personenkraftwagen.



DE 43 32 836 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur spurhaltungsgeregelten Lenkung eines Fahrzeugs, insbesondere Straßenfahrzeugs, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Derartige Vorrichtungen sind bereits aus Experimentalstraßenfahrzeugen bekannt. Hierbei wird die Lage des Fahrzeugs relativ zur Fahrbahn, z. B. mit Videokameras, erfaßt und aufgrund dieser Daten die Lenkung des Fahrzeugs auf der Straße so geregelt, daß dieses eine bestimmte Fahrspur einhält. Die Fahrbahnlageerfassung kann durch Bildanalyseverfahren unterstützt werden, die den kommenden Fahrbahnverlauf und die Lage des Fahrzeugs relativ zur Fahrbahn aus einer Folge von Videobildern ermitteln. Ein derartiges Bildanalyseverfahren ist in U. Franke, Real time 3D-road modeling for autonomous vehicle guidance, Theory & Applications of Image Analysis, Hrsg. P. Johansen und S. Olsen, World Scientific, 1992 beschrieben.

Die bisher in Experimentalfahrzeugen realisierten Lenkregelverfahren lassen sich in zwei Gruppen unterteilen. Bei der einen Gruppe ist vorgesehen, daß der Fahrer zwischen manuellem und automatischem Lenkbetrieb umschaltet, wobei der manuelle Betrieb die normale Lenkradbetätigung durch den Fahrer darstellt, während im automatischen Betrieb z. B. mittels einer gattungsgemäßen Vorrichtung der Lenkwinkel oder die Lenkwinkelgeschwindigkeit alleine von einer Lenkregelung vorgegeben wird, ohne daß der Fahrer eine direkte Eingriffsmöglichkeit besitzt. Bei den Regelverfahren der anderen Gruppe gibt ein Regler ein zusätzlich zum Fahrer aufgebrachtes Lenkmoment vor, das dem Fahrer Hinweise auf die richtige Spur geben oder bei losgelassenem Lenkrad auch eine weitgehend automatische Fahrt realisieren soll.

Eine Lenkeinrichtung dieser Art ist in der Patentschrift DE 34 14 891 C2 angegeben. Dort kann zwischen manuellem Lenken und selbsttätiger Querführung umgeschaltet werden. Die Einrichtung zur selbsttätigen Querführung ist hierbei an ein Hydrauliksystem der als Servolenkung ausgelegten manuellen Lenkeinrichtung angekopfelt, so daß der Fahrer im Notfall die selbsttätige Querführung überspielen kann. Dazu hat er durch Lenkradbetätigung ein Lenkmoment aufzubringen, das so groß ist, daß die dadurch induzierte Lenkkraft größer als diejenige ist, die von der selbsttätigen Querführungsregelung erzeugt wird. Dabei stellt die selbsttätige Querführung jeweils einen Lenkkraftwert ein, der voll demjenigen Wert entspricht, der sich aus der erfaßten Regelabweichung der Fahrzeuglage ergibt.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Schaffung einer Vorrichtung zur spurhaltungsgeregelten Fahrzeuglenkung zugrunde, bei der einerseits der Fahrer seine Eingriffsmöglichkeiten in die Fahrzeuglenkung, insbesondere für größere Lenkmanöver behält und die ihn andererseits weitgehend von dauernden Lenkeingriffen entlastet.

Dieses Problem wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Die Überlagerung der fahrerangeforderten Lenkungseinstellung mit der regelungsangeforderten Lenkungseinstellung durch die Lenkwinkelstelleinrichtung sowie die Begrenzung der von der Regeleinrichtung angeforderten Lenkwinkelverstellung machen es möglich, daß der Fahrer einerseits die Kontrolle über größere Änderungen der Fahrzeuglenkung behält, z. B. zur Durchführung von Ausweichmanövern oder Fahrspurwechseln, er andererseits jedoch insbesondere auf annähernd geradlinigen oder schwach gekrümmten Streckenabschnitten von normalerweise ständig nötigen kleinen Lenkkorrekturbewegungen entlastet wird. Mit dieser Vorrichtung werden folglich geringfügige Lenkbewegungen zur Einhaltung eines vorgegebenen Sollwerts der Fahrzeuglage von der Regeleinrichtung spurhaltend durchgeführt, während der Fahrer gleichzeitig die Möglichkeit zur Vornahme größerer Lenkbewegungen, die sich dem regelungsinduzierten Lenkverhalten überlagern, behält. Gleichzeitig wird ein sehr gleichmäßiger Übergang zwischen rein manuell gesteuertem und rein automatisch geregeltm Lenkverhalten erreicht.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 2 dient ein einzuhaltender Abstand von einer Fahrspurberandung, z. B. eines Fahrbahnmittelstreifens, als Sollwert für die Fahrzeuglage, wobei zu dessen Einhaltung jeweils der momentan vorliegende Abstand, der Winkel zwischen der Fahrzeuglängsachse und der Tangente an die Fahrspurberandung sowie die Krümmung der Fahrspurberandung bestimmt werden.

Besonders vorteilhaft ist eine Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3, die eine Nachführung des Sollabstands an in einem vorangegangenen Zeitraum insbesondere vom Fahrer eingestellte Fahrzeuglagen, d. h. Abstände zur Fahrspurberandung, realisiert, so daß während einer Fahrt unterschiedliche Sollabstände je nach vorangegangenem Fahrverhalten einregelbar sind. Besonders günstig ist hierbei eine dynamische Nachführung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 4, mit der sich die Regelung gleitend an Übergänge zwischen instationären Fahrtabschnitten, z. B. vor, während und nach einem Spurwechselfvorgang, anpassen läßt.

Mit einer nach Anspruch 5 vorgesehenen Diskretisierung des Lenkhilfe-Stellsignals der Lenkregelung ist es möglich, die Lenkwinkelstelleinrichtung konstruktiv einfach und robust auszuliegen, insbesondere was die Verbindung zwischen einem dort vorgesehenen Steuergerät und der zugehörigen Aktuatorik bzw. die Aktuatorik selbst betrifft.

Ein sehr wirksamer Regelungseingriff läßt sich erreichen, wenn gemäß Anspruch 6 die regelungsangeforderte Lenkungseinstellung an der Fahrzeugvorderachse additiv zur fahrerangeforderten Lenkungseinstellung durchgeführt wird. Dabei ist es günstig, wenn gemäß Anspruch 7 gleichzeitig eine Lenkmomentkompensation stattfindet, durch die verhindert wird, daß sich die aufgrund des Reglereingriffs veränderte Rückstellkraft der Reifen für den Fahrer unangenehm bemerkbar macht.

Möglich ist nach Anspruch 8 auch die regelungsangeforderte Lenkungseinstellung an der Fahrzeughinterachse. Dies ermöglicht besonders in dem Fall, in dem das Fahrzeug bereits mit einer elektronischen Vierradlenkung ausgerüstet ist, eine einfache Realisierung der Vorrichtung, für die es dann stielgliedseitig ausreicht, das vorhandene elektronische Steuergerät um eine zusätzliche Eingangsgröße, die der Vierradlenkung einen zusätzlichen zu stellenden Lenkwinkel vorgibt, zu ergänzen.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines mit einer Videobildeinrichtung ausgerüsteten Straßenfahrzeugs auf einer Fahrbahn zur Veranschaulichung der fahrerangeforderten Lenkungseinstellung und der regelungsangeforderten Lenkungseinstellung.

Fig. 2 ein Blockdiagramm einer Vorrichtung mit



Lenkregleinrichtung zur spurhaltungsgeregelten Lenkung für ein Fahrzeug mit elektronischer Vierradlenkung, wobei die Lenkregleinrichtung auf den Lenkwinkel der Hinterachse einwirkt,

Fig. 3 ein Blockdiagramm einer Vorrichtung mit Lenkregleinrichtung zur spurhaltungsgeregelten Fahrzeuglenkung, bei der die Lenkriegelung auf den Lenkwinkel der Vorderachse einwirkt, und

Fig. 4 ein Blockdiagramm einer Vorrichtung wie in Fig. 3, bei der zusätzlich eine Lenkmomentkompensation vorgesehen ist.

In Fig. 1 sind die zur Festlegung der Fahrzeuglage relevanten Parameter veranschaulicht. Das Fahrzeug, angedeutet durch seinen Schwerpunkt (S), seine Längsrichtung (x) und seine Querrichtung (y), befindet sich auf einer Fahrspur (2), die eine Berandung (3) mit einer Krümmung (kr) aufweist. Das geregelt zu lenkende Fahrzeug ist mit einer Einrichtung (1) zur Erkennung der Fahrzeuglage relativ zur Fahrbahn ausgerüstet, die aus einer Videokamera mit nachgeschalteter Bildverarbeitungseinheit besteht. Die Bildverarbeitungseinheit bestimmt selbsttätig die Qualität der aufgenommenen Videobilder und daraus die Zuverlässigkeit der gewonnenen Meßwerte, wobei bei Unterschreiten einer vorgegebenen Zuverlässigkeitsgrenze ein nicht weiter gezeigtes Signal ausgesandt wird, das bewirkt, daß ein Lenkreglereingriff unterbleibt. Zur Stützung der Bildverarbeitung bei schwierigen Umgebungsbedingungen kann das Verfahren durch eine genaue elektronische Straßenkarte in einer Datenbank ergänzt werden.

Durch die Fahrzeuglageerkennungseinrichtung (1) wird der Querabstand (a) des Fahrzeugs zur Fahrbahnberandung (3), die Fahrbahnkrümmung (kr) sowie eine Gierwinkeldifferenz (dwg) erfaßt, wobei letztere den Winkel zwischen der Fahrzeuglängsrichtung (x) und der Tangente an die Fahrspurberandung (3) darstellt. In die Beschreibung der Fahrzeuglagedynamik geht des weiteren die Giergeschwindigkeit (vg) sowie der Abstand (xk) ein, um den die Kamera der Fahrzeuglageerkennungseinrichtung (1) vor dem Fahrzeugschwerpunkt (S) liegt. Für die Regelung der Fahrzeuglenkung werden dann die beiden kinematischen

$$\begin{aligned} d(a)/dt &= (v_x + v_g \cdot a) \tan(dwg) + v_y + xk \cdot v_g, \\ d(dwg)/dt &= v_g - v_x \cdot kr \end{aligned}$$

sowie die beiden dynamischen Differentialgleichungen

$$\begin{aligned} d(v_y)/dt &= -v_x \cdot v_g + (S_v \cos(wl) + S_h)/m + g \cdot ww, \\ d(vg)/dt &= (l_v \cdot S_v \cdot \cos(wl) - l_h \cdot S_h)/I_z \end{aligned}$$

zugrunde gelegt, wobei neben den bereits erläuterten Größen die Bezeichnungen (ww) den (Wank-)winkel zwischen Fahrzeug und Fahrspuraneigung, (S<sub>v</sub>) die vordere und (S<sub>h</sub>) die hintere Seitenkraft, (g) die Erdbeschleunigung, (m) die Fahrzeugmasse, (I<sub>z</sub>) das Trägheitsmoment um die Hochachse, (l<sub>v</sub>) und (l<sub>h</sub>) den Schwerpunktabstand nach vorn bzw. hinten sowie (wl) den Lenkwinkel repräsentieren. Dieses Gleichungssystem für die Größen (a, dwg, v<sub>y</sub>, vg) läßt sich in üblicher, hier nicht näher auszuführender Weise durch eine lineare, zeitabhängige Transformation in eine Regelungsnormalform überführen, deren genaue Form und Parameterwerte unter anderem davon abhängen, ob der Lenkreglereingriff an der Vorder- oder an der Hinterachse erfolgt. In dieser Regelungsnormalform ist dann die Bestimmung des Regelgesetzes einfach. Verschiedene daraus resultierende konkrete Beispiele von Lenkregler-

eingriffen werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 4 näher erläutert.

Bei der in Fig. 2 gezeigten Vorrichtung zur spurhaltungsgeregelten Fahrzeuglenkung erfaßt die Fahrzeuglageerkennungseinrichtung (1) die Fahrspur (2), insbesondere über dort randseitig angeordnete Markierungen, optisch und wertet die erhaltenen Daten aus. Das Ausgangssignal der Fahrzeuglageerkennungseinrichtung (1) enthält die Information über den Istabstand (a<sub>ist</sub>) von der Fahrspurberandung (3), über die momentane Fahrbahnkrümmung (kr) sowie über die momentane Gierwinkeldifferenz (dwg) und wird zum einen einer Lenkregelungseinrichtung (4) und zum anderen einem Sollspurgeber (8) zugeführt.

Die Lenkregelungseinrichtung (4) enthält eine Reglereinheit (5) und einen nachgeschalteten Begrenzer (6). Der Reglereinheit (5) sind neben den Daten der Fahrzeuglageerkennungseinrichtung (1) Daten von dem Sollspurgeber (8) über einen einzuhaltenen Soll-Abstand (a<sub>soll</sub>) sowie ein Signal über die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit (v) zugeführt, das von einem Geschwindigkeitssensor (7) abgegeben wird. Zudem ist der Reglereinheit (5) eine Information über den von Fahrer an einem Lenkrad (11) eingestellten Lenkradwinkel (lrw) zugeführt. Die Zuführung dieser Information ist optional, weshalb die zugehörige Zuführungsleitung gestrichelt gezeichnet ist. Der Lenkradwinkel (lrw) wird außerdem über eine Lenkübersetzungseinheit (10) in ein Signal einer fahrerangeforderten Lenkwinkeleinstellung (wl<sub>f</sub>) transformiert, das seinerseits einer elektronischen Vierradlenkungseinheit (9) des Fahrzeugs als Lenkwinkelstelleinrichtung zugeführt ist.

Aus den ihr zugeführten Eingangssignalen ermittelt die Reglereinheit (5) unter Zuhilfenahme des aus obigem Gleichungssystem abgeleiteten Normalform-Regelgleichungssystems ein Regelabweichungssignal (ra) derart, daß sich mit diesem Regelabweichungssignal (ra) die Abweichung zwischen Ist-Wert und Soll-Wert des Abstands (a) von der vorgewählten Fahrspurberandung (3) vollständig kompensieren ließe. Damit dies jedoch nur für kleinere Lenkkorrekturen erfolgt und der Fahrer weiterhin die Möglichkeit größerer Lenkeingriffe hat, ist in der Lenkreglereinrichtung (4) der Begrenzer (6) vorgesehen, durch den das Regelabweichungssignal (ra) unter beidseitiger betragsmäßiger Begrenzung in ein Lenkhilfe-Stellsignal (wl<sub>f</sub>) transformiert wird, das als Signal über die regelungsangeforderte Lenkwinkeleinstellung gleichfalls der elektronischen Vierradlenkungseinheit (9) zugeführt wird. Das Lenkwinkel-Stellsignal (wl<sub>f</sub>) ist in diesem Beispiel dazu vorgesehen und in der Reglereinheit (5) entsprechend berechnet, an der Hinterachse eine zusätzliche Lenkwinkelverstellung dergestalt zu bewirken, daß sich der Ist-Abstand (a<sub>ist</sub>) wieder dem Soll-Abstand (a<sub>soll</sub>) annähert. Zur Durchführung dieser zusätzlichen Lenkwinkelverstellung an der Hinterachse ist es in diesem Beispiel ausreichend, eine elektronische Vierradlenkungseinheit (9) marktüblicher Bauweise zu verwenden, bei der lediglich das elektronische Steuergerät um eine zusätzliche Eingangsgröße erweitert ist, die der Vierradlenkung den vom Lenkhilfe-Stellsignal (wl<sub>f</sub>) geforderten, zusätzlich zu stellenden Hinterachs-Lenkwinkel als Stellgröße vorgibt.

Die von der elektronischen Vierradlenkungseinheit (9) durchgeführte Lenkwinkeleinstellung findet jeweils durch eine Überlagerung der fahrerangeforderten und der regelungsangeforderten Lenkwinkeleinstellung statt. Durch die Begrenzung der Größe des Lenkwinkel-Stellsignals (wl<sub>f</sub>) von der Lenkreglereinrichtung (4) ist

gewährleistet, daß vom Fahrer angeforderte größere Lenkbewegungen, z. B. bei Fahrspurwechseln, nicht von der Regelung eliminiert werden, sondern im wesentlichen in dem vom Fahrer angeforderten Maß eingestellt werden. Demgegenüber bleibt der Fahrer von ständig nötigen kleineren Lenkkorrekturen entlastet, die zuverlässig von der Lenkregelung durch das Lenkhilfe-Stellsignal ( $w_{lr}$ ) übernommen werden.

Da der Fahrer durch seine Lenkbewegungen größere Amplitude einen wesentlichen Einfluß über die vom Fahrzeug verfolgte Fahrlinie behält, wäre es unzumutbar, wenn die Lenkregelung stets auf denselben Sollwert eines einzuhaltenden Abstands ( $a_{soll}$ ) von einer Fahrspurmarkierung abgestellt würde. Denn es ist in Betracht zu ziehen, daß der Fahrer beispielsweise nicht notwendigerweise eine stets gleiche Fahrlinie, z. B. die Mitte einer bestimmten Fahrspur als Sollkurs wünscht. Zu diesem Zweck ist die Vorrichtung zur spurhaltungsgeregelten Fahrzeuglenkung mit dem Sollspurgeber (8) ausgestattet, mit dem eine Nachführung des jeweils gewünschten Abstand-Sollwerts ( $a_{soll}$ ) erzielt wird. Zu diesem Zweck wird dem Sollspurgeber (8) jeweils der Abstands-Istwert ( $a_{ist}$ ) von der Fahrzeuglageerkennungseinrichtung (1) zugeführt. Der Sollspurgeber (8) beobachtet über einen vorgegebenen Zeitraum (T) den Verlauf dieses Abstand-Istwertes ( $a_{ist}$ ) und bestimmt den während diesem Zeitraum (T) auftretenden minimalen ( $a_{min}$ ) und maximalen Abstand ( $a_{max}$ ) sowie die daraus resultierende Differenz ( $a_d = a_{max} - a_{min}$ ). Neben dem Zeitraumparameter (T), der typischerweise bis zu zwei Sekunden beträgt, wird zur Nachführung des bisherigen Abstand-Sollwerts ( $a_{soll}(alt)$ ) noch ein Breitenparameter (E) vorgegeben, der typischerweise auf ungefähr 15 cm gesetzt wird. Die Nachführung erfolgt dann mittels der Beziehung:

$$a_{soll}(neu) = \min(\max(a_{soll}(alt), a_{min} - E), a_{max} + E).$$

Dies bedeutet, daß der alte Abstand-Sollwert beibehalten wird, wenn er innerhalb des durch den unteren Wert ( $a_{min} - E$ ) und den oberen Wert ( $a_{max} + E$ ) begrenzten Fensters liegt, während als neuer Abstand-Sollwert ( $a_{soll}(neu)$ ) der obere Fenstergrenzwert ( $a_{max} + E$ ) gewählt wird, wenn der alte Abstand-Sollwert ( $a_{soll}(alt)$ ) oberhalb des Fensters liegt, und der untere Fenstergrenzwert ( $a_{min} - E$ ) gewählt wird, wenn der alte Abstand-Sollwert ( $a_{soll}(alt)$ ) unterhalb des Fensters liegt. Diese Maßnahme erlaubt die Anpassung des als Führungsgröße der Regelung vorzugebenden Abstand-Sollwerts an das jeweils vorangegangene Fahrverhalten. Hierbei wird der Sollwert ( $a_{soll}$ ) für den einzuregelnden Querabstand (a) bei jedem Manöver des Fahrers in Abhängigkeit vom aktuellen Istwert des Querabstands ( $a_{ist}$ ) verändert und nur dann unverändert belassen, wenn der Fahrer das Fahrzeug bereits stationär ohne größere Querabweichung parallel zur Fahrbahnrichtung steuert. Um des weiteren den Übergang zwischen instationären Fahrtabschnitten, z. B. kurz vor, während und kurz nach Spurwechseln, zu verbessern, paßt der Sollspurgeber (8) die anfangs vorgegebenen Parameter (T, E) zusätzlich dynamisch an, wobei die beiden Parameter (T, E) jeweils verkleinert werden, wenn die ermittelte Differenz ( $a_d$ ) zwischen minimalem und maximalem Abstand ( $a_{min}, a_{max}$ ) während der vorgegebenen anfänglichen Zeitdauer (T) den anfänglichen Wert des Breitenparameters (E) von z. B. 15 cm überschreitet, und die Parameter (T, E) vergrößert werden, wenn diese Differenz ( $a_d$ ) den anfänglichen Wert von z. B. 15 cm unter-

schreitet. Die Verkleinerung des Zeitraumparameters (T) erfolgt linear um eine Sekunde pro Sekunde bis auf Null, seine Vergrößerung um 2 Sekunden pro Sekunde bis auf den Wert 2. Die Verkleinerung des Längenparameters (E) erfolgt mit 15 cm pro Sekunde bis auf Null und die Vergrößerung mit 30 cm pro Sekunde bis auf den Wert 15 cm.

Wird der Reglereinheit (5) die Information über den vom Fahrer eingestellten Lenkradwinkel ( $lrw$ ) zugeführt, so erfolgt die Regelung derart, daß das Regelabweichungssignal ( $ra$ ) hinsichtlich einer vollen Kompensierung des Fahrerlenkeingriffs ( $w_{lr}$ ) ermittelt wird, d. h.  $ra = -w_{lr} + dra$ , mit ( $dra$ ) als dem eigentlichen Regelabweichungssignal, das bei Übereinstimmung von Abstand-Ist- und Abstand-Sollwert zu Null wird. Durch den Begrenzer (6) wird jedoch das Regelabweichungssignal ( $ra$ ) größtmäßig begrenzt, z. B. so, daß es einem maximalen Lenkradwinkel von  $\pm 3^\circ$  entspricht, so daß größere fahrerangeforderte Lenkeingriffe ( $w_{lr}$ ) nicht mehr durch die Regelung eliminiert, sondern zur Lenkwinkleinstellung herangezogen werden. Wird, was alternativ möglich ist, auf eine Zuführung der Information über die Lenkradwinkleinstellung an die Reglereinheit (5) verzichtet, so muß die Regelung in dieser Hinsicht robust sein, wozu dann eine gleitende Regelung angewendet wird. Bei dieser werden für bestimmte Größen des Regelungs-Differentialgleichungssystems plausible Schätzungen als Eingangswerte zur Lösung dieser Gleichungen vorgenommen, wobei insbesondere der fahrerseitig eingestellte Lenkradwinkel ( $lrw$ ) am besten anhand der gemessenen Fahrbahnkrümmung ( $kr$ ) geschätzt wird. Mit dem dergestalt gewonnenen Regelabweichungssignal ( $ra$ ) wird dann die Regelung wie im Fall des gemessenen und der Reglereinheit (5) zugeführten Lenkradwinkels ( $lrw$ ) durchgeführt.

Insgesamt ergibt die Vorrichtung nach Fig. 2 eine Lenkregelung, mit der ein vorteilhaft gleichmäßiger Übergang zwischen fahrgesteuerter und geregelter Lenkung erreicht ist, wobei der Fahrer seine Eingriffsmöglichkeiten für größere Lenkbewegungen, z. B. für Fahrspurwechsel und Ausweichmanöver, behält, während die geringen, ausgleichenden, spurhaltenden Lenkbewegungen zuverlässig von der Regelung durchgeführt werden, die hierzu die vorhandene elektronische Vierradlenkung zu einer zusätzlichen Hinterachs-Lenkwinkleinstellung veranlaßt, wobei eine dynamische Führungsgrößenanpassung erfolgt.

Alternativ ist es für ein Fahrzeug ohne vorhandene Vierradlenkung möglich, einen regelungsinduzierten Stelleingriff durch Anordnung eines entsprechenden zusätzlichen Stellgliedes direkt an der Hinterachse zu realisieren, wobei ein elektromechanisches, hydraulisches oder piezoelektrisches Stellglied verwendbar ist.

Wahlweise ist des weiteren vorgesehen, das Lenkhilfe-Stellsignal ( $w_{lr}$ ) zu diskretisieren, wozu die in Fig. 2 gestrichelt angedeutete Diskretisierungseinheit (14) vorgesehen werden kann. Diese diskretisiert das Lenkhilfe-Stellsignal ( $w_{lr}$ ), vorzugsweise auf einige wenige Werte, so daß die entsprechenden Stellglieder nur zur Einstellung dieser wenigen diskretisierten Werte ausgelegt sein brauchen. Selbstverständlich ist es möglich, die Diskretisierungseinheit nicht, wie in Fig. 2 gezeigt, separat, sondern innerhalb der Lenkreglereinrichtung (4), z. B. innerhalb der Begrenzerstufe (6), oder aber erst innerhalb der die Stelleinheit der Regelung darstellenden Vierradlenkungseinheit (9) anzuordnen.

Alternativ zur beschriebenen Verwendung des Lenkwinkels selbst als Stellgröße ist es zudem möglich, die

Lenkwinkelgeschwindigkeit als Stellgröße zu verwenden. In Verbindung mit einer auch in diesem Fall möglichen Diskretisierung des Lenkhilfe-Stellsignals genügt es z. B. in einer einfachen Ausführungsform, drei diskrete Werte für die Lenkwinkelgeschwindigkeit, z. B.  $-0,5^\circ/s$ ,  $0^\circ/s$  und  $0,5^\circ/s$ , durch das Lenkhilfe-Stellsignal ( $w_{lr}$ ) einstellen zu können.

Als weitere Variante der oben beschriebenen Vorrichtung nach Fig. 2 ist es möglich, zur Beschränkung der Stellgröße eine entsprechende Begrenzungseinrichtung auf der Aktuatorseite, d. h. in Fig. 2 innerhalb der Vierradlenkungseinheit (9), wie dies durch die gestrichelt markierte Begrenzungseinrichtung (13) in Fig. 2 angedeutet ist, zusätzlich bzw. bevorzugt anstelle des Begrenzers (6) vorzusehen. Diese aktuatorseitige Begrenzungseinrichtung (13) wird vorzugsweise konstruktiv einfach durch ein Stellglied mit entsprechenden Einstellbereichsgrenzen bereitgestellt. Mit einer solchen Anordnung läßt sich beispielsweise als Stellgröße die Lenkwinkelgeschwindigkeit, z. B. mit den drei obigen diskreten Einstellwerten, bei gleichzeitiger Beschränkung der regelungsangeforderten Lenkwinkeleinstellung, z. B. auf  $\pm 0,2^\circ$ , verwenden. Durch die Sicherstellung derartiger Grenzwerte der regelungsangeforderten Lenkwinkeleinstellung von z. B.  $\pm 0,2^\circ$  mittels entsprechender konstruktiver Auslegung der verwendeten Stellglieder ist ohne weitere zusätzliche Vorkehrungen ein sicherer Systembetrieb möglich, da die kleinen regelungsangeforderten Lenkwinkeleinstellungen jederzeit vom Fahrer überspielt werden können. Wenn zudem die Stellgröße stark diskretisiert wird, bietet dies den Vorteil, daß die Verbindung zwischen dem Steuergerät und der Aktuatorik innerhalb der Vierradlenkungs-Stelleinrichtung (9) sowie die Aktuatorik selbst einfach und robust auslegbar sind.

Ein Beispiel einer Vorrichtung zur spurhaltungsgeregelten Fahrzeuglenkung, bei der der regelungsangeforderte ebenso wie der fahrerangeforderte Lenkeingriff an der Vorderachse erfolgt, ist in Fig. 3 dargestellt. Hierbei bezeichnen gleiche Bezugszeichen funktionell gleiche Bauteile wie bei der Vorrichtung nach Fig. 2. Insbesondere erfolgt in gleicher Weise die Erzeugung des fahrerangeforderten Lenkwinkeleinstellsignals ( $w_{lf}$ ) sowie des Lenkhilfe-Stellsignals ( $w_{lr}$ ), das von der Lenkreglereinrichtung (4) erzeugt wird. Auch die Gewinnung dieses Lenkhilfe-Stellsignals innerhalb der Lenkregelungseinrichtung (4) entspricht völlig der zur Vorrichtung der Fig. 2 beschriebenen Vorgehensweise, wobei lediglich die in die Regelungs-Differentialgleichungen eingehenden Parameter auf die Tatsache eines Lenkeingriffs auf die Vorderachse anstatt auf die Hinterachse abzustellen und geeignet zu wählen sind.

Im Unterschied zur Vorrichtung der Fig. 2 werden bei der Vorrichtung nach Fig. 3 das fahrerseitig erzeugte Lenkwinkelstellsignal ( $w_{lf}$ ) und das reglerseitig erzeugte Lenkhilfe-Stellsignal ( $w_{lr}$ ) einem Addierer (15) zur Summierung zugeführt, wodurch ein resultierendes Lenkwinkelstellsignal ( $w_l$ ) erzeugt wird. Dieses Lenkwinkelstellsignal ( $w_l$ ) beaufschlagt dann eine Vorderachs-Lenkwinkelstelleinrichtung (9), die den entsprechenden, sich aus der additiven Überlagerung der fahrerseitig geforderten und der reglerseitig geforderten lenkwinkeleinstellung ergebenden Lenkwinkel einstellt. Ebenso wie bei der Vorrichtung nach Fig. 2 ist auch hier eine Nachführung des Abstand-Sollwerts ( $a_{soll}$ ) in der zur Fig. 2 beschriebenen Weise durch die Anordnung des Sollspurgebers (8) gewährleistet.

Anstelle der Aufaddierung des Lenkhilfe-Stellsignals

( $w_{lr}$ ) zum fahrererzeugten Lenkwinkelstellsignal ( $w_{lf}$ ) in dem der Stelleinrichtung (9) vorgelagerten Addierer (15) ist es als Variante möglich, das Lenkhilfe-Stellsignal ( $w_{lr}$ ) separat vom fahrererzeugten Lenkwinkelstellsignal ( $w_{lf}$ ) der Stelleinrichtung (9) zuzuführen. Dabei wird dann ein zusätzliches Stellelement für die Vorderachse innerhalb der Stelleinrichtung (9) vorgesehen, die durch elektromechanische oder hydraulische Verstellung des Lenkgetriebes, der Spurstange bzw. ihrer Anlenkpunkte zusätzlich zur vom Fahrer über das Lenkrad (11) initiierten Verstellung den zusätzlichen kleinen regelungsbasierenden Lenkwinkel additiv zu dem vom Fahrer vorgegebenen einstellt. Dieses zusätzliche Stellelement läßt sich wiederum konstruktiv sehr einfach auslegen, wenn eine Diskretisierung des Lenkhilfe-Stellsignals vorgenommen wird, wie dies zu der Vorrichtung nach Fig. 2 oben beschrieben ist. Auch ist es dann wiederum möglich, eine aktuatorseitige Beschränkung der reglerinduzierten Lenkwinkelverstellung in einfacher Weise durch Auswahl eines Stellelements mit entsprechendem begrenztem Stellbereich vorzunehmen.

Eine Variante der in Fig. 3 gezeigten Vorrichtung ist in Fig. 4 gezeigt, wobei wiederum gleiche Bezugszeichen funktionsgleiche Elemente markieren. Die Funktionsweise der Vorrichtung hinsichtlich der Einstellung des Lenkwinkels an der Vorderachse entspricht völlig der zur Fig. 3 beschriebenen. Zusätzlich ist im Beispiel der Fig. 4 eine Lenkmomentkompensation vorgesehen. Durch die zusätzliche Lenkwinkelverstellung aufgrund des Lenkhilfe-Stellsignals ( $w_{lr}$ ) der Regelung entsteht ein für den Fahrer unerwarteter Verlauf des Lenkradmoments, da eine geringfügige Lenkradwinkelverstellung, die in derselben Richtung wie das Lenkhilfe-Stellsignal ( $w_{lr}$ ) wirkt, nicht zu einer effektiven Lenkwinkelverstellung, sondern nur dazu führt, daß die Regelung den Wert des Lenkhilfe-Stellsignals ( $w_{lr}$ ) entsprechend zurücknimmt. Zur Kompensation wird über eine geeignete Stelleinrichtung (12), z. B. ein auf die Lenksäule wirkendes elektrisches Torquemeter, ein zusätzliches Lenkradmoment bereitgestellt, das zusammen mit dem konventionell über Reifenmoment, Lenkgetriebe bzw. Servolenkung erzeugten Lenkradmoment ( $M_G$ ) ein resultierendes Lenkradmoment ( $M_L$ ) ergibt, welches dem Fahrer wieder das erwartete Lenkgefühl vermittelt. Im übrigen sind auch bei der in Fig. 4 gezeigten Vorrichtung zur spurhaltungsgeregelten Fahrzeuglenkung die zu den Fig. 2 und 3 beschriebenen Alternativen und Varianten möglich, insbesondere hinsichtlich Diskretisierung des Lenkhilfe-Stellsignals und der aktuatorseitigen Begrenzung der reglerinduzierten Lenkwinkelverstellung zusätzlich oder anstatt des Vorsehens des Begrenzers innerhalb der Lenkregelungseinrichtung. Außerdem sind selbstverständlich statt der gezeigten Fahrzeuglageerkennungseinrichtung andere gebräuchliche Fahrzeuglagesensoranordnungen einsetzbar. Hauptsächliches Anwendungsgebiet der Lenkregelungsvorrichtung sind Straßenfahrzeuge, jedoch läßt sich die Vorrichtung auch für andere gelenkte Fahrzeuge verwenden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur spurhaltungsgeregelten Lenkung eines Fahrzeugs, insbesondere eines Straßenfahrzeugs, mit
  - einer Einrichtung (1) zur Erkennung der Fahrzeuglage relativ zu einer Fahrbahn,
  - einer Lenkregelungseinrichtung (4), die aus der

- von der Fahrzeuglageerkennungseinrichtung (1) ermittelten Ist-Fahrzeuglage und einer vorgegebenen Soll-Fahrzeuglage ein Regelabweichungssignal ( $ra$ ) ermittelt und ein zugehöriges Lenkhilfe-Stellsignal ( $wl_r$ ) abgibt sowie 5
- einer mit dem Lenkhilfe-Stellsignal beaufschlagbaren Lenkwinkelstelleinrichtung (9),  
**dadurch gekennzeichnet**, daß
  - eine die regelungsangeforderte Lenkwinkelverstellung vorbestimmbar begrenzende Einrichtung (6, 13) vorgesehen ist und 10
  - die Lenkwinkelstelleinrichtung (9) zusätzlich mit einer fahrerangeforderten Lenkwinkelstellensignalkomponente ( $wl_f$ ) beaufschlagbar ist, wobei die Lenkwinkelstelleinrichtung den Lenkwinkel durch Überlagerung der vorbestimmbar begrenzbaren, regelungsangeforderten Lenkwinkelverstellung mit der fahrerangeforderten Lenkwinkelverstellung einstellt. 20
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuglageerkennungseinrichtung (1) die Istwerte des Abstands ( $a$ ) zu einer markierten Fahrspurberandung (3), der Krümmung ( $kr$ ) dieser Fahrspurberandung sowie des Winkels ( $dwg$ ) zwischen Fahrzeuglängsachsenrichtung ( $x$ ) und der Tangente an die Fahrspurberandung ermittelt und daß als Soll-Fahrzeuglage ein Sollabstand ( $a_{soll}$ ) zur Fahrspurberandung (3) vorgegeben ist. 25 30
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, weiter gekennzeichnet durch einen Sollspurgeber (8), zur Nachführung des Sollabstands ( $a_{soll}$ ) in Abhängigkeit des während eines vorwählbaren Zeitraums ( $T$ ) erfaßten Istabstands ( $a_{ist}$ ). 35
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Sollspurgeber (8) zur Durchführung einer dynamischen Sollabstandsnachführung eingerichtet ist, wobei er den anfänglichen Zeitraumparameter ( $T$ ) sowie eine vorgegebene erlaubte Abstandsschwankungsbreite ( $E$ ) bei großen Istabstandsschwankungen verkleinert und bei kleinen Istabstandsschwankungen vergrößert. 40
5. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, weiter gekennzeichnet durch eine Diskretisierungseinrichtung (14), die das Lenkhilfe-Stellsignal ( $wl_r$ ) in wenige diskrete Werte einteilt. 45
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Lenkwinkeleinstellung durch additive Überlagerung der fahrerangeforderten und der regelungsangeforderten Lenkwinkeleinstellung und mittels einer Vorderachs-Lenkwinkelstelleinrichtung (9a, 9b) an einer Fahrzeugvorderachse vorgenommen wird. 50
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter gekennzeichnet durch eine Einrichtung (12, 16) zur Lenkmomentkompensation eines durch das Lenkhilfe-Stellsignal ( $wl_r$ ) hervorgerufenen Lenkradspiels. 55
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter dadurch gekennzeichnet, daß das fahrerinduzierte Lenkwinkelstellensignal ( $wl_f$ ) und das Lenkhilfe-Stellsignal ( $wl_r$ ) einer elektronischen Vierradlenkungseinheit (9) zugeführt sind, die gemäß des Lenkhilfe-Stellsignals ( $wl_r$ ) eine zusätzliche regelungsangeforderte Hinterachs-Lenkwinkelverstellung vornimmt. 60 65

Fig. 1

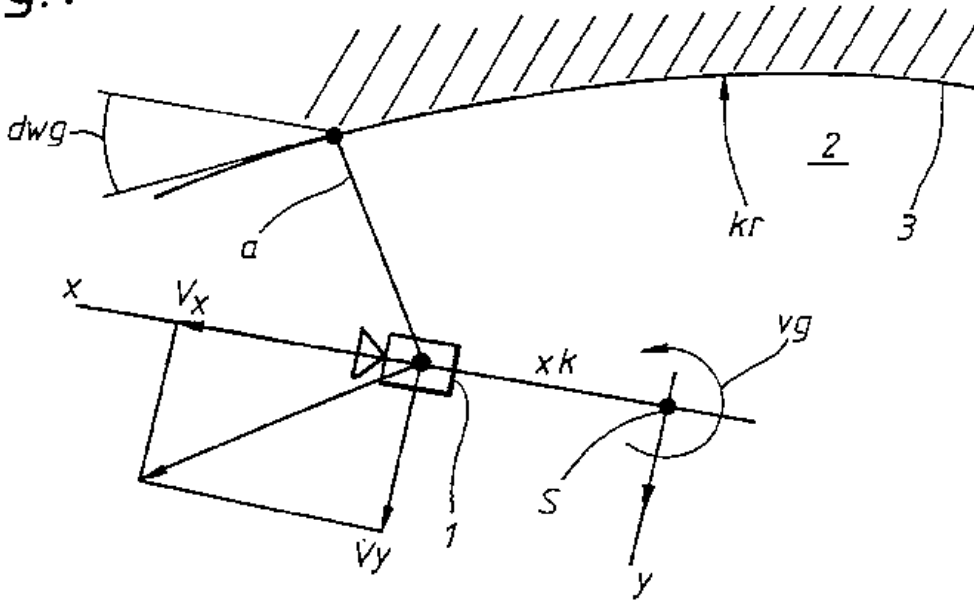


Fig. 2

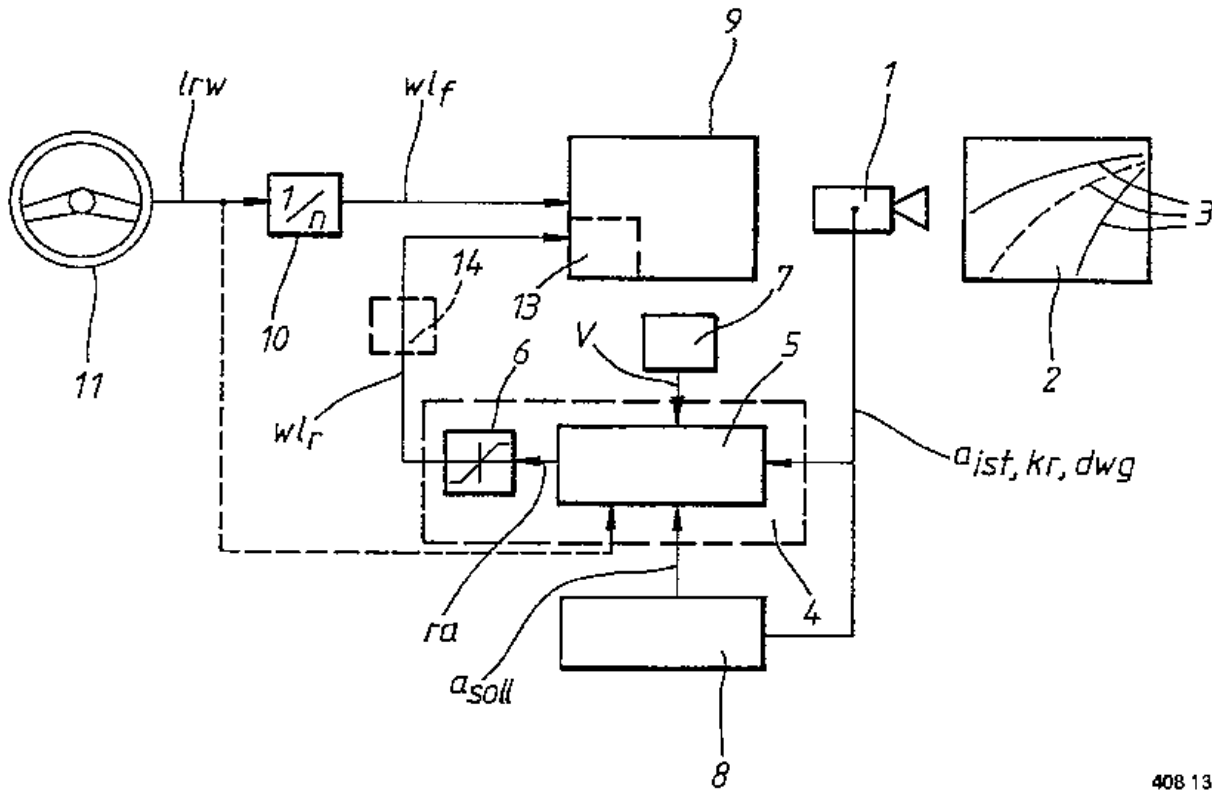


Fig. 3

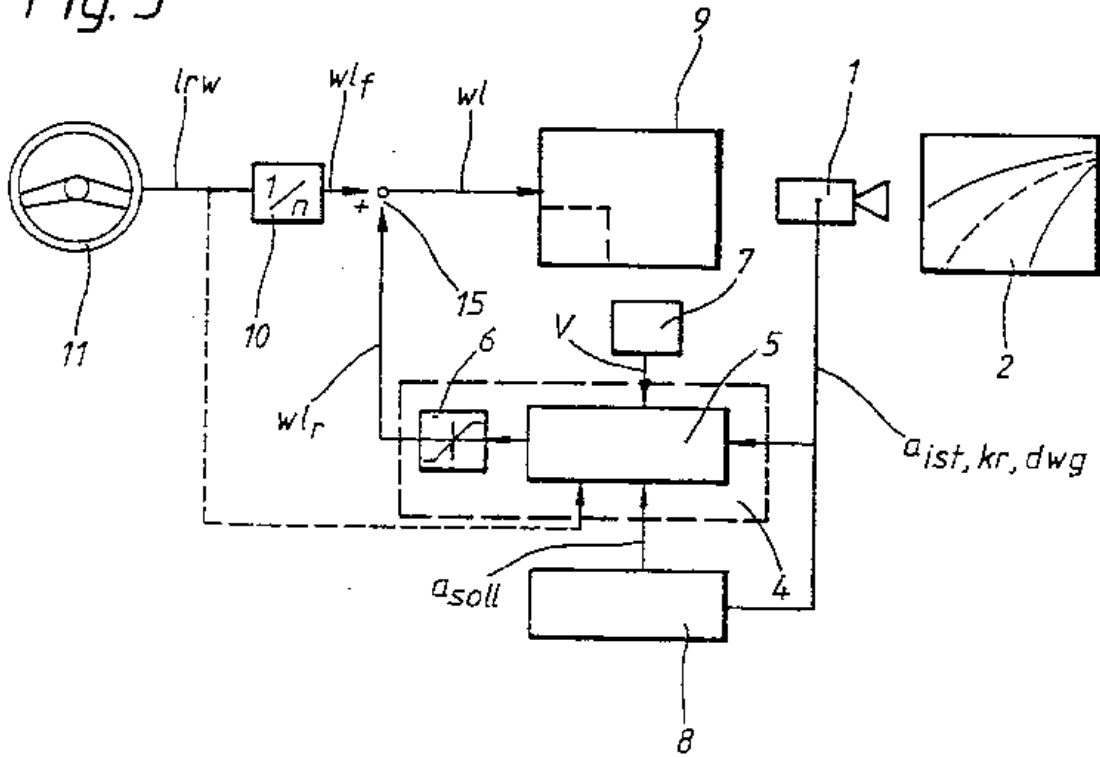
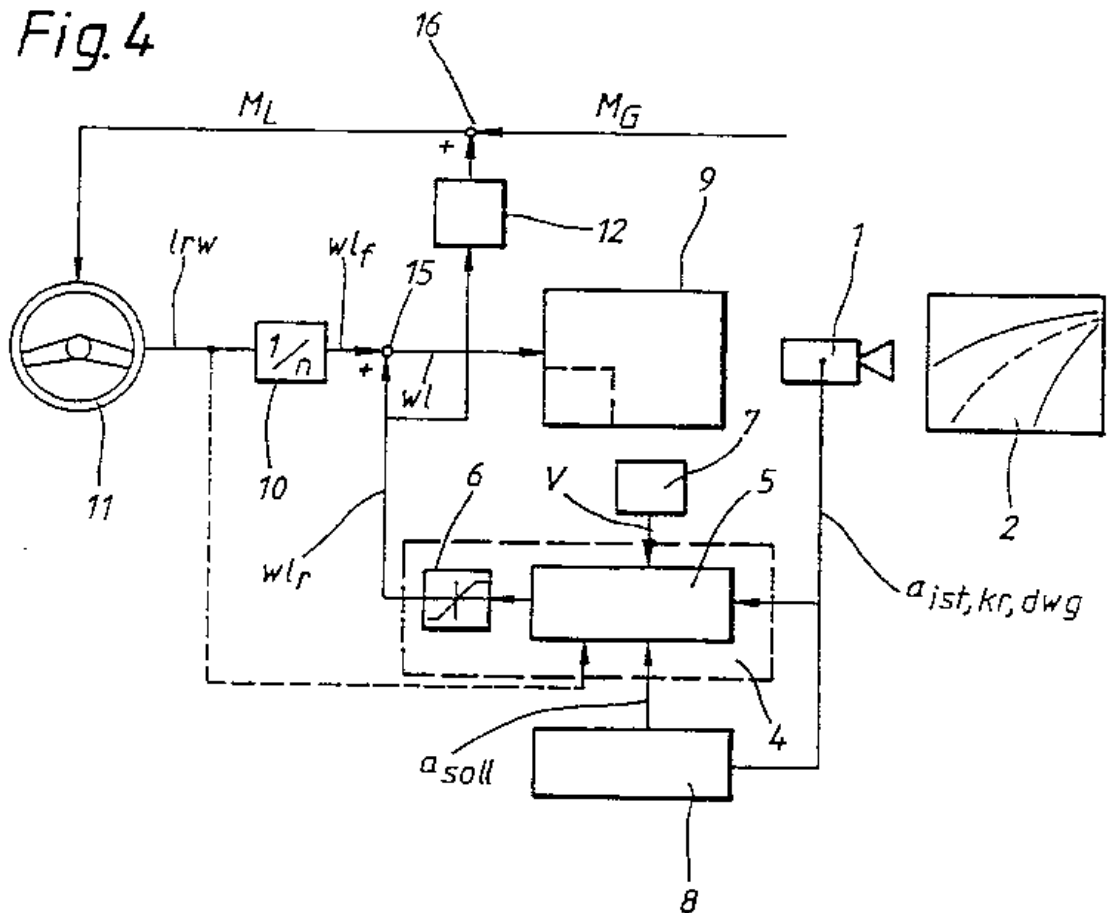


Fig. 4



**System for monitoring the front or rear parking space of a motor vehicle**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** ABERSFELDER GUENTER [DE]; GRANTZ HELMUT [DE];  
ODEBRECHT WOLFGANG [DE] ± (ABERSFELDER, GUENTER, ;  
GRANTZ, HELMUT, ; ODEBRECHT, WOLFGANG)

**Applicant(s):** DAIMLER BENZ AG [DE] ± (MERCEDES-BENZ AG)

**Classification:** - **international:** B60Q1/48; B60R1/00; H04N7/18; (IPC1-7): B60Q1/48  
- **cooperative:** B60Q9/005; B60Q9/007; B60R1/00; H04N7/183;  
H04N7/185; B60R2300/101; B60R2300/802;  
B60R2300/806; B60R2300/808; B60T2201/10

**Application number:** US19940328671 19941025

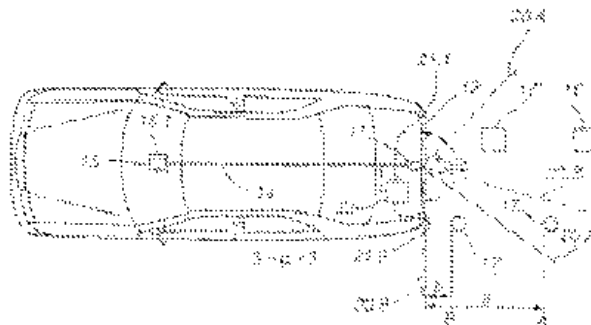
**Priority number(s):** DE19934336288 19931025

**Also published as:** DE4336288 (C1) ITRM940684 (A1) GB2283149 (A)  
FR2711593 (A1)

**Abstract of US5646614 (A)**

A system for monitoring the rear or front space of a motor vehicle being parked is provided. The system is based on a video camera having an image sharpness control, which can follow an object once detected, in terms of its sharpness, with the camera's autofocus over the whole search field, for example by using fuzzy logic. The device uses this property for an image-processing-

supported tracking of the viewing angle of a video camera which is designed to be pivotable and is used for rear-space or front-space monitoring, by which an object limiting the rearward or forward penetration depth of the vehicle can be seen up until contact with the vehicle's bumper. The device eliminates obstacles which previously prevented the use of such video cameras in the rear space monitoring of private cars. A corresponding device can also be provided and used for monitoring the front space of a vehicle.





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 43 36 288 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 60 R 1/10  
G 08 G 1/16  
H 04 N 7/18

21 Aktenzeichen: P 43 36 288.5-51  
22 Anmeldetag: 25. 10. 93  
43 Offenlegungstag: --  
46 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30. 3. 95

DE 43 36 288 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

72 Erfinder:  
Abersfelder, Günter, Dipl.-Phys. Dr., 71065  
Sindelfingen, DE; Grantz, Helmut, 71067  
Sindelfingen, DE; Odebrecht, Wolfgang, 71067  
Sindelfingen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 43 03 066 A1  
DE 93 03 338 U1  
DE 92 15 502 U1  
FR 24 65 612  
JP 2-2 99 944 A in Pat. Abstr. Jap., M-1085, Vol. 15,  
No. 77;  
JP 1-1 64 637 A in Pat. Abstr. Jap., M-874, Vol. 15,  
No. 432;  
JP 4-2 74 941 A in Pat. Abstr. Jap., M-1365, Vol. 13,  
No. 68;  
JP 3-5 43 A in Pat. Abstr. Jap., M-1091, Vol. 15,  
No. 101;  
IEEE Spectrum, July 1992 »Fuzzy Logic...«, S. 32-35;

54 Einrichtung zur Überwachung des Rück- bzw. Frontraumes eines einparkenden Kraftfahrzeugs

57 Eine Einrichtung zur Überwachung des Rück- bzw. Frontraumes eines einparkenden Kraftfahrzeugs wird vorgeschlagen. Sie stützt sich auf eine Video-Kamera mit einer Bildscharfsteuerung, welche ein einmal erkanntes Objekt schärfemäßig mit dem Autofokus (AF) über das gesamte Sucherfeld verfolgen kann, beispielsweise per Fuzzy Logic. Erfindungsgemäß nutzt die Einrichtung diese Eigenschaft zu einer bildverarbeitungsgestützten Nachführung des Blickwinkels einer verschwenkbar (schwenk- und neigbar) ausgebildeten, zur Rück- bzw. Frontraumüberwachung eingesetzten Video-Kamera, wodurch ein die rück- bzw. frontseitige Eintauchtiefe des Fahrzeugs begrenzender Gegenstand bis zur Berührung der Stoßstange eingesehen werden kann. Insgesamt räumt die erfindungsgemäße Einrichtung wesentliche Hindernisse aus, die dem Einsatz von Video-Kameras insbesondere bei der Rückraumüberwachung bei Personenkraftwagen bislang im Wege standen. Gleichwohl kann eine entsprechende Einrichtung auch zur Überwachung des Frontraumes eines Fahrzeugs vorgesehen und eingesetzt werden.

DE 43 36 288 C 1



Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Überwachung des Rück- bzw. Frontraumes eines einparkenden Kraftfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Annäherungsprobleme beim Parken von Fahrzeugen sind hinreichend bekannt. Die DE 43 03 066 A1 beschreibt eine Parkhilfe für Kraftfahrzeuge, die auf zwei den Rückraum eines Fahrzeug schräg nach unten geneigt abtastenden optischen Sende-/Empfangssensoren basiert. Solche aktiven Systeme mit Infrarotlicht oder auf der Basis von Ultraschall analog wirkende kranken an mangelnder Meßgenauigkeit, Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit.

Die DE 92 15 502 U1 behandelt eine Distanzberechnungs-Vorrichtung für ein Kraftfahrzeug als Entscheidungshilfe für den Fahrzeugführer, welche auch zum Rückwärtsheranparken etwa an eine Laderampe vorgesehen werden kann. Sie stützt sich auf einen Distanztafter in Form eines berührungslosen Entfernungsmessgeräts, das beispielsweise im Heckbereich oder im Bereich der vier Ecken oder auf dem Dach eines Kraftfahrzeugs positioniert ist. Dabei kann die Vorrichtung auch videotechnische Mittel zur Messung verwenden.

Die JP 1-164637 A2 und die JP 2-299944 A2 beschreiben Systeme, die Rückraum-Videokameras vorsehen, um Hindernisse im Fahrzeugrückraum für den Fahrzeugführer erkennbar zu machen. Bei Personenkraftwagen haben sich solche Systeme jedoch aufgrund des durch die Kontur der Fahrzeugkarosserie beschränkten Blickwinkels solcher Systeme bzw. wegen der dadurch nur beschränkten Nähe von zu erkennenden Zielobjekten nicht bewährt.

Nun wäre jedoch gerade bei Personenkraftfahrzeugen der Einsatz von Kameras wünschenswert, weil der immer knapper werdende Parkraum oft zentimetergenaues Fahren erfordert, die unübersichtlicher werdenden Heckpartien der Fahrzeuge dies jedoch erschweren. Die Heckgeometrie üblicher Personenkraftwagen macht jedoch extreme Weitwinkelobjektive erforderlich, die dem Fahrzeugführer ein kaum noch interpretierbares Bild liefern.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Einrichtung zur Überwachung des Rück- bzw. Frontraumes eines einparkenden Kraftfahrzeugs zu schaffen, welche dem Fahrzeugführer eine übersichtliche und leicht interpretierbare Darstellung des Fahrzeugrückraumes und seiner Begrenzungsänderer bzw. Hindernisse liefert.

Diese Aufgabe wird durch eine gattungsgemäße Einrichtung gelöst, die eine Video-Kamera und Mittel zu ihrem Verschwenken (Neigen und Schwenken) in Abhängigkeit von elektrischen Ansteuersignalen aufweist, wobei die Kamera vom Typ mit objektbezogener Bildschärfesteuerung ihrer Optik ist, wobei diese Schärfesteuerung über den gesamten erfaßten Bildwinkel wirksam ist. Die Einrichtung umfaßt des weiteren eine Bildverarbeitung, welche das aufgenommene Bild in Felder oder Quadranten und/oder einen Randbereich außerhalb und einen Zentralbereich innerhalb eines Hilfsrahmens unterteilt und die momentane Position des Schärfemeßfeldes in Bezug auf wenigstens ein Feld bzw. einen Quadranten und/oder auf besagten Hilfsrahmen zu diskriminieren vermag und in Abhängigkeit von einer Tendenz, daß das Schärfemeßfeld das ursprüngliche Feld bzw. den ursprünglichen Quadranten verläßt, ein vorbestimmtes Feld bzw. einen vorbestimmten Quadranten nicht erreicht und/oder vom Zentralbereich aus

besagten Hilfsrahmen in den Randbereich hinein überschreitet die vorgenannten Ansteuersignale für die Verschwenkmittel erzeugt nach der Maßgabe, daß die Verschwenkung der Kamera der auslösenden Tendenz entgegenwirkt bzw. diese aufhebt bzw. beseitigt.

Die Erfindung macht sich zunutze, daß modernen Videokameras, die zunehmend per "Fuzzy Logic" gesteuert werden, ein einmal erkanntes Objekt schärfemäßig mit dem Autofokus (AF) über das gesamte Sucherfeld bzw. den gesamten Bildwinkel verfolgen können, wodurch das Entfernungs- bzw. Schärfemeßfeld mit dem Objekt mitwandert, d. h. bei dessen Annäherung oder Entfernung quasi mitgeschleppt wird. Die SchärfEinstellung ist insofern nicht mehr sucherfeld-, sondern objektbezogen.

Erfindungsgemäß wird diese Eigenschaft zu einer elektronischen Nachführung des Blickwinkels einer solchen zur Rück- bzw. Frontraumüberwachung eingesetzten Video-Kamera ausgenutzt, wodurch ein die rück- bzw. frontseitige Eintauchtiefe des Fahrzeugs begrenzender Gegenstand bis zur Berührung beispielsweise der Stoßstange eingesehen und der verbleibende Abstand bis zu seinem Verschwinden sehr gut eingesehen bzw. beurteilt werden kann.

Dabei weist die erfindungsgemäße Einrichtung insgesamt den Vorteil auf, daß sehr kompakt bauende Kameraobjektive eingesetzt werden können, mangels Erfordernis eines Ausfahrens der Kamera zwecks Realisierung eines ausreichenden Blickwinkels die Montage der Kamera somit innerhalb der Fahrzeug-Kontur möglich ist, dem Fahrer die Bildinterpretation durch die Konzentration des Bildausschnittes auf das wesentliche Hindernis erleichtert wird, und eine aufwendige Bildverarbeitung und Bildaufbereitung, wie bei Extremweitwinkeloptiken unverzichtbar, entfallen kann.

Erfindungsgemäß vorteilhafte Weiterbildungen sind nach Lehre der abhängigen Ansprüche 2 bis 10 möglich.

Demnach kann das hauptansprüchlich "passive" System mit objektbezogen geführter Video-Kamera wenigstens durch ein zusätzliches "aktives" System, beispielsweise ein Ultraschall- oder Infrarot- oder Lasersystem unterstützt werden, indem ein solches zusätzliches System entweder in Situationen, in denen das passive System Funktionseinschränkungen unterliegt, redundant wirkt, oder indem Signale wenigstens eines solchen Systems die kameraseitige Hinderniserkennung bei z. B. der Rückraumüberwachung aktiv unterstützen.

Dies erweist sich als vorteilhaft bei z. B. nur gering strukturierten Hindernissen, bei denen auch eine Autofokus-Steuerung einer Video-Kamera durch Fuzzy Logic versagt oder allein eine zu große Entschlußzeitverzögerung lieferte.

Anders als bei herkömmlichen aktiven Ultraschall- bzw. Lichtmeßsystemen kann wenigstens ein derartiges zusätzliches System hier primär also nicht zur Warnung bzw. Alarmgabe, sondern zur Beeinflussung bzw. Unterstützung des Fang- und Objektfolgeverhaltens der elektronischen Autofokus-Funktion einer Video-Kamera herangezogen werden. Durch die Verbindung des passiven Systems mit wenigstens einem der vorgenannten aktiven Systeme in einer Einrichtung werden also die jeweiligen Schwächen der betreffenden Einzelsysteme jedenfalls überbrückt.

Insgesamt räumt die Erfindung wesentliche Hindernisse, die dem Einsatz von Video-Kameras insbesondere bei der Rückraumüberwachung bei Personenkraftfahrzeugen bislang im Wege standen, aus. Es versteht sich von selbst, daß die Einsatzmöglichkeit der erfindungsgemä-

mäßen Einrichtung nicht auf den Rückraum eines Fahrzeugs beschränkt ist; gleichwohl kann eine entsprechende Einrichtung auch zur Überwachung des Frontraumes eines Fahrzeugs vorgesehen und eingesetzt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht der Einrichtung, welche in einem Fahrzeug vorgesehen ist, sowie zwei beispielhafte, beim Rückwärtseinparken relevante Hindernisse;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf die um wenigstens ein aktives System und entsprechende Sensoren erweiterte Einrichtung, welche in einem Fahrzeug eingebaut ist, sowie zwei beispielhafte, beim Rückwärtseinparken relevante Hindernisse;

Fig. 3a, 3b zwei schematische Darstellungen der dem Fahrzeugführer auf einem Bildschirm sich darbietenden Situationsdarstellungen während des Rückwärtsfahrens, die einem größeren Abstand a und einem kleineren Abstand b der Stoßstange vom nächstliegenden Hindernis entsprechen.

Gemäß Fig. 1 umfaßt die erfindungsgemäße Einrichtung beispielhaft eine im Heck 12 eines Fahrzeugs 10 eingebaute Video-Kamera 11, die mit einem Autofocus-Meßsystem ausgestattet ist und die über eine Verbindungsleitung 14 mit einem Sicht- und Kontrollgerät 15 im Einsehbereich des Fahrzeugführers in Verbindung steht. Dabei ist die Kamera 11 durch figurlich nicht dargestellte Mittel elektronisch gesteuert verschwenkbar (d. h. neig- und schwenkbar) um den in der Draufsicht gemäß Fig. 2 veranschaulichten Winkel  $\delta$ . Das Sicht- und Kontrollgerät 15 besitzt einen Bildschirm 15.1 zur fahrerseitigen Darstellung des aktuellen Kamerabildes bzw. Blickfeldes.

Ersichtlich ist ferner die Stoßstange 13 und des weiteren ein mit F gekennzeichnetes Fernhindernis 16 bzw. 16' und ein mit N bezeichnetes Nahhindernis, letzteres gekennzeichnet mit 17 im Zustand A noch größerer Entfernung a von der Rückfront bzw. Stoßstange 13 des Fahrzeugs 10 und gekennzeichnet mit 17' im Zustand B geringerer Entfernung b von der Rückfront bzw. Stoßstange 13 des Fahrzeugs 10. Die Kennzeichen 16 und 16' entsprechen analog den beiden Zuständen A und B. Außerdem sind die Begrenzungsstrahlen 20.A und 20.B der jeweiligen Blickwinkel der Kamera 11 in den beiden (stationären) Zuständen A und B ersichtlich.

Fig. 2 zeigt die Konfiguration gemäß Fig. 1 in der Draufsicht. Über die aus Fig. 1 bekannten Elemente hinausgehend sind hier noch der Bildwinkel  $\alpha$ , der Scanwinkel  $\beta$  und der Schwenkwinkel  $\delta = \{\beta - \alpha\}$ , sowie zusätzliche Sensoren 21.1 und 21.2 in den beiden Endbereichen der Stoßstange 13 wenigstens eines aktiven ultraschall- oder lichtbasierten Meßsystems dargestellt. Dessen Signalverarbeitung bzw. -auswertung kann in einem besonderen Modul 22 untergebracht sein, in welchem auch die für die Ansteuerung der kameraseitigen Verschwenkeinrichtung erforderliche Elektronik untergebracht sein kann. Ein solches Modul 22 kann direkt mit der Kamera oder dem Sicht- und Kontrollgerät 15 oder durch Verbindung mit der Leitung 14 auch mit beiden verbunden sein. Auch hier sind die Begrenzungsstrahlen 20.A und 20.B der jeweiligen Blickwinkel der Kamera 11 in den beiden (stationären) Zuständen A und B ersichtlich.

In Fig. 3a ist auf dem Bildschirm 15.1 ein Hilfsrahmen 18 beispielsweise mit Feld- oder Quadranteneinteilung 18.1 erkennbar. Des weiteren sind die Objekte 16 und

17, wie sie die Kamera im Zustand A, d. h. bei noch größeren Abstand a der Stoßstange 13 vom Nahobjekt 17 sieht, dargestellt.

Es befinden sich hierbei also noch beide Objekte 16 und 17 innerhalb des durch die Begrenzungsstrahlen 20.A symbolisierten Bildwinkels der Kamera 11. Außerdem befindet sich das nähergelegene Objekt 17 innerhalb des aktuellen Schärfemeßfeldes 19, ist also der die Bildschärfe aktuell steuernde und das Meßfeld 19 insoweit mitschleppende Bildinhaltsteil. Es ist veranschaulicht, daß im Zustand A die Kamera 11 im wesentlichen noch den gesamten Rückraum und somit alle Hindernisse erfaßt, mit denen das Fahrzeug kollidieren könnte.

Die Darstellung auf dem Bildschirm 15.1 gemäß der Fig. 3b entspricht dem Zustand B bei schon erheblich geringerem Abstand b der Stoßstange 13 vom nähergelegenen Objekt, das hier entsprechend den Fig. 1 und 2 mit 17' gekennzeichnet ist; das Blickfeld entspricht dabei dem Bildfeldwinkel zwischen den Begrenzungsstrahlen 20.B in den Fig. 1 und 2.

Während das Objekt 17' also immer noch im mitschleppten Meßfeld 19 im Zentralbereich 15.Z des Bildschirms 15.1 sich befindet, ist das — bereits im Zustand A, d. h. schon aus größerer Entfernung a im Zentralbereich 15.Z nicht dominante — Fernobjekt 16 aus dem ursprünglichen Feld oder Quadranten 18.1 über den Hilfsrahmen 18 und den Randbereich 15.R. des Bildschirms hinaus aus dem (inzwischen bereits verschwenkten) Blickfeld der Kamera 11 verschwunden und in letzteres — infolge der Verschwenkung der Kamera 11 — statt dessen ein Teil der Heckkontur des Fahrzeugs gerückt, nämlich die Stoßstange 13.

Durch die so möglich gewordene Einsicht des immer geringer werdenden Abstandes b kann das Fahrzeug also zentimetergenau gefahren werden z. B. bis die Stoßstange 13 das Nahobjekt 17' berührt. Es ist nachvollziehbar, daß sich dabei der Bildwinkel der Kamera sich nicht wesentlich ändern muß, so daß kein aufwendiges, langbauendes bzw. teures Objektiv erforderlich ist.

Figürlich nicht weiter ausgeführt ist eine beliebig realisierte Bildverarbeitung, die entweder vollständig in der Kamera 11' vollständig im Sicht- und Kontrollgerät 15, auf die Kamera 11 und das Sicht- und Kontrollgerät 15 verteilt oder auch überwiegend innerhalb der Meßeinheit 22 untergebracht bzw. implementiert sein kann.

Für die Erfindung wesentlich ist nur, daß besagte Bildverarbeitung als Bestandteil der Einrichtung in der Lage ist, eine Verlagerung des objektbezogenen Schärfemeßfeldes 19 in der Bildebene zu erkennen und in wenigstens ein Verschwenksignal auszuwerten, welches — als Ansteuersignal den Mitteln zum Verschwenken der Kamera zugeführt — eine Verschwenkung der Kamera bewirkt in der Weise, daß das Schärfemeßfeld 19 wahlweise einen ursprünglichen Erfassungsquadranten nicht verläßt, wenigstens einen vorbestimmten Erfassungsquadranten erreicht und ausfüllt und/oder — so weit möglich — vom Zentralbereich des Bildfeldes nicht über den Hilfsrahmen 18 hinaus in den Randbereich des Bildfeldes, d. h. aus dem Blickwinkel der Kamera wandert.

Die bildverarbeitungsgestützte Kooperation der Kamera 11 mit dem Sicht- und Kontrollgerät 15 — optional auch in Abhängigkeit von Signalen, welche von zusätzlichen abstandserfassenden Sensoren 21.1 und 21.2 an wenigstens ein zusätzliches schall- oder lichtbasiertes Meßsystem 22 abgegeben werden wie weiter unten ausgeführt — ist folgende.

Bei Erreichen eines kritischen Abstandes zu einem Hindernis sucht die Bildverarbeitung durch einen Scan-

Zyklus unter Verschwenken der Kamera um den Schwenkwinkel  $\delta = (\beta - \alpha)$  [mit  $\beta =$  Scanwinkel,  $\alpha =$  Bildwinkel] zunächst im gesamten Erfassungsbereich der Kamera (Bildfeld + Schwenk) das für eine weitere Annäherung nächste und insoweit kritische Hindernis 17. Einmal erkannt, stellt das Autofocus-Meßsystem der Kamera 11 deren Optik auf das entsprechende nächstliegende Hindernis 17 ein.

Ab diesem Zeitpunkt ist das Nahhindernis 17 dominant, d. h., die Autofocus-Steuerung der Kamera in Verbindung mit der vorgenannten Bildverarbeitung bewirkt das Mitschleppen des auf das dominante Objekt gefallenen Meßfeldes 19 unabhängig von weiteren Relativbewegungen zwischen Kamera 11 und Nahhindernis 17. Die Bildverarbeitung sorgt also insgesamt dafür, daß nicht nur bezüglich einer im Meßfeld 19 einmal identifizierten Kontur der Schärfebereich entsprechend der Entfernung bzw. Bewegung des Fahrzeugs relativ zum Nahhindernis 17, 17' in der Raumtiefe verlagert wird, sondern daß die Kamera zusätzlich noch so verschwenkt wird, daß das Schärfemeßfeld 19 unabhängig von seiner ggfs. auch wandernden Position auf dem Bildschirm nicht über dessen Rand hinaus und insoweit auch das interessierende Hindernis nicht aus dem Sichtfeld des Fahrzeugführers verschwinden kann.

Während dieses Schleppvorganges kann der sich entsprechend verändernde Abstand a, b zwischen der Stoßstange 13 und dem Nahhindernis 17, 17' durch geeignete Mittel laufend gemessen und in den Bildschirm 15.1 mit eingeblendet werden. Hierzu eignen sich separate oder von der Einrichtung erwähnertmaßen als zusätzliche Mittel ohnehin umfaßte Schall- und/oder Lichtmeßmittel.

Für eine hohe Meßgenauigkeit und eine komfortable Abbildungsgröße praktisch vorkommender Hindernisse und eine leichte Beurteilbarkeit der dargestellten Abstandsrelationen erweist sich ein Kameraobjektiv als zweckmäßig, das nicht allzu zueinanderweit ist. Weil der mit einem solchen erreichbare Bildwinkel nicht ausreicht, um aus einer Grundstellung der Kamera 11 heraus z. B. auch das ganze Fahrzeugheck mit abzubilden, sorgt die Bildverarbeitung dafür, daß dann, wenn bei weiterer Annäherung das Nahhindernis 17' zum Bildfeldrand wandert und aus dem dargestellten Blickfeld zu entschwinden droht, die Kamera so nachgeschwenkt wird, daß das Nahobjekt das wiedergegebene Blickfeld der Kamera nur dadurch verlassen kann, daß das Blickfeld durch die Heck- bzw. Frontkontur des Fahrzeugs begrenzt wird.

Das dem Fahrzeugführer auf dem Bildschirm 15.1 dargebotene Bild zeigt also das Hindernis bei überhaupt geringstmöglichem Abstand b gemessen in Längsrichtung zum Fahrzeug am Schluß immer in Relation zu der irgendwo am Rande des Bildschirms auftauchenden Fahrzeugkontur, gemäß Fig. 3b beispielsweise in Relation zur Stoßstange 13.

Sollte sich z. B. bei der rückwärtigen Annäherung des Fahrzeugs 10 das Hindernis 16 oder 17' aus dem Blickfeld der Kamera 11 entfernen (nämlich nach vorne am Fahrzeug vorbei), wird es als nicht kollisionsgefährlich erkannt und die Bildverarbeitung sucht sich mittels eines neuen Scan-Vorgangs das nächste in Frage kommende Hindernis.

Es kann jedoch vorkommen, daß zwar ein vorhandenes Hindernis als kritisch erkannt und verfolgt wird, zwischenzeitlich aber ein noch näheres und insoweit noch relevanteres Hindernis aufgetaucht ist, das dann mangels scharfer Abbildbarkeit (außerhalb des vom

schon vorhandenen Hindernis nachgeschleppten Meßfeldes 19) nicht erfassbar ist.

Um dem vorzubeugen, wird der erwähnte Scan-Vorgang in zeitlichen Mindestabständen wiederholt, und zwar mit einer solchen Schnelle, daß der Fahrzeugführer beim Heranfahren an das Hindernis nicht gestört wird. Es ist dabei nur wesentlich, daß der Fahrzeugführer entsprechend der Fahrtrichtung des Fahrzeugs das für ihn wichtige Hindernis jedenfalls präsentiert bekommt.

Im Rahmen der Erfindung liegt ferner, daß die Einrichtung anstelle von Mitteln oder zusätzlich zu Mitteln zur Auslösung und Bewirkung des besagten Scan-Vorgangs noch eine unabhängige Einheit 22 zur Erfassung des jeweils nächstliegenden Hindernisses mit umfaßt. Es kann sich dabei z. B. um einen Laser-Scanner mit bewegtem Strahl oder ein auf CCD-Bilderfassungselemente als Sensoren 21.1 und 21.2 gestütztes System handeln. Jedenfalls können diese Mittel wenigstens mit dem fahrerseitigen Sicht- und Kontrollgerät 15 in Verbindung stehen, so daß auch Erfassungsergebnisse solcher zusätzlichen Abtastmittel z. B. auch eingeblendet in die laufende Bildübertragung auf dem Bildschirm 15.1 des Sicht- und Kontrollgerätes 15 darstellbar sind.

Im Rahmen der Erfindung liegt ferner, daß die zusätzlichen Mittel mit der Bildverarbeitung in der Weise wirkverbunden sind und letztere so ausgebildet ist, daß sie Daten über die relevante Lage eines Hindernisses im Bildfeld des Erfassungsraums der zusätzlichen Mittel ableiten und wenigstens zur Schwenkvoreinstellung der Video-Kamera zwecks Sofortzentrierung deren Schärfemeßfeldes an die Verschwenkmittel der Kamera übertragen kann, um so eine schnellstmöglich scharfe Abbildung des kritischen Hindernisses zu erlangen.

Erfindungsgemäß überwacht ein solches Zusatzmodul ständig den gesamten Raum hinter oder vor einem entsprechend ausgerüsteten Fahrzeug, um somit auftauchende Hindernisse kontinuierlich zu erfassen. Es weist hierzu Mittel auf, welche zum Zwecke der Schwenkeinstellung der Kamera 11 im Falle der (weitwinkligen) Erfassung eines relevanten Hindernisses dessen Position innerhalb des Gesamtblickfeldes besagter unabhängiger Erfassungseinheit an das Sicht- und Kontrollgerät 15 oder unmittelbar an die Kamera 11 bzw. die mit dieser verbundenen Verschwenkmittel übertragen können, so daß der Blickwinkel der Kamera 11 somit immer auf das relevanteste Hindernis voreingestellt bzw. hingezogen wird.

Da bei nur gering strukturierten Hindernissen die Autofokus-Funktion verlangsamt ist oder gänzlich versagt, kann die Einrichtung alternativ dazu auch ein zusätzliches Ultraschall- oder Infrarot-Lichtmeßsystem umfassen, welches den Raum hinter oder vor dem Fahrzeug permanent überwacht.

Ein solches System als Bestandteil der Einrichtung kann dabei sowohl redundant betrieben werden als auch als mit der Kamera 11 und dem Sicht- und Kontrollgerät 15 kooperierendes System wirken, das für letztere eine analoge Funktion der Hindernisauswahl zur Vorpositionierung der Kamera 11 leistet.

Zwecks Optimierung der Brennweite des Kameraobjektivs erwies es sich als zweckmäßig, für die Kamera 11 einen Schwenk- und Neigewinkel von bis zu ca. 30° aus der Neutrallage vorzusehen. Bei einem solchen Schwenkwinkel ist die Kamera 11 bzw. deren Objektiv noch überwiegend innerhalb der Kontur des Fahrzeuges 10 unterbringbar, so daß ein guter Schutz ohne größeren Aufwand realisierbar ist.

## Patentansprüche

1. Einrichtung zur Überwachung des Rück- bzw. Frontraumes eines einparkenden Kraftfahrzeugs, mit einer im Heck bzw. in der Front des Fahrzeugs eingebauten Video-Kamera und mit einem mit dieser in Verbindung stehenden Sicht- und Kontrollgerät im Blickfeld des Fahrzeugführers, letztwelches mit einem Bildschirm ausgestattet ist, **dadurch gekennzeichnet**,
- daß die Video-Kamera (11) mit Mitteln zu ihrem Verschwenken (Schwenken und Neigen) in Abhängigkeit von elektrischen Ansteuersignalen ausgestattet und vom Typ mit objektbezogener Bildschärfesteuerung ihrer Optik ist, wobei diese Schärfesteuerung über den gesamten erfaßten Bildwinkel wirksam ist, so daß ein entsprechendes Schärfemeßfeld einem einmal erfaßten Objekt über den gesamten Bildschirm hinweg zu folgen vermag, und daß die Einrichtung weiter umfaßt:
- eine Bildverarbeitung, welche das aufgenommene Bild in Felder oder Quadranten (18.1) und/oder einen Randbereich (15.R) außerhalb eines Hilfsrahmens (18) unterteilt und die momentane Position des Schärfemeßfeldes (19) in Bezug auf wenigstens eines/n der Felder bzw. Quadranten und/oder auf besagten Hilfsrahmen (18) zu diskriminieren vermag und in Abhängigkeit von einer Tendenz, daß das Schärfemeßfeld (19) das/den ursprüngliche/n Feld/Quadranten verläßt, ein vorbestimmtes Feld bzw. einen vorbestimmten Quadranten nicht erreicht und/oder vom Zentralbereich (15.Z) aus über besagten Hilfsrahmen (18) hinaus in den Randbereich (15.R) des Bildfeldes wandert, die vorgenannten Ansteuersignale für die Verschwenkmittel erzeugt nach der Maßgabe, daß die dadurch bewirkte Verschwenkung der Kamera der auslösenden Tendenz entgegenwirkt oder diese aufhebt bzw. beseitigt.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- daß die Scharfsteuerung des Objektivs der Video-Kamera mit Hilfe einer Fuzzy-Logic erfolgt.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- daß die Bildverarbeitung so ausgebildet ist, daß sie vor dem Erfassen eines nächstliegenden Hindernisses (17, 17') und/oder nach dem Verlieren eines schärfedominanten Nahhindernisses (17') wenigstens eine den Verschwenkwinkel  $\delta$  der Video-Kamera voll überstreichende Abtastverschwenkung der Kamera (11) zur Erfassung des insgesamt möglichen Blickfeldes (B) auslöst.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
- daß die Bildverarbeitung des weiteren so ausgebildet ist, daß sie auch im Verlaufe der Verfolgung eines schärfedominanten Nahhindernisses (17') einen entsprechenden Abtastlauf zwecks Erfassung neu auftretender Hindernisse zyklisch mit hoher Geschwindigkeit vornehmen kann.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
- daß Mittel vorhanden sind, um das jeweils letzte Bild elektronisch zu speichern, und daß das während des zyklischen Verschwenkens (Abtastlauf) der Kamera aufgenommene Bild so lange ausgeblendet und statt dessen das vor dem Abtastlauf zuletzt dargestellte und gespeicherte Bild zusammen mit einer hinzugefügten Warnmarkierung auf dem Bildschirm darstellbar ist, und daß eine sofortige Einblendung des Bildschirmbildes vom aktuell in Ausführung begriffenen zyklischen Abtastlauf erfolgt, wenn die Bildverarbeitung dabei ein kritischeres als das schon aktuell in Verfolgung begriffene Nahhindernis erkennt.
6. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- daß sie ferner zusätzliche aktive schall- und/oder lichtgestützte Mittel (22) und damit kooperierende Sensoren (21.1, 21.2) zur Erfassung eines jeweils nächstliegenden Hindernisses (17, 17') umfaßt.
7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
- daß die zusätzlichen Mittel (22; 21.1, 21.2) wenigstens mit dem fahrerseitigen Sicht- und Kontrollgerät (15) in Verbindung (14) stehen und daß auch Erfassungsergebnisse der zusätzlichen Mittel auf dem Bildschirm (15.1) des Sicht- und Kontrollgerätes darstellbar sind.
8. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
- daß die zusätzlichen Mittel mit der Bildverarbeitung wirkverbunden sind und letztere so ausgebildet ist, daß sie Daten eines relevanten Hindernisses über deren relative Lage im Bildfeld des Erfassungsraums der zusätzlichen Mittel ableiten und wenigstens zur Schwenkvoreinstellung der Video-Kamera zwecks Sofortzentrierung deren Schärfemeßfeldes an die Verschwenkmittel der Kamera übertragen kann.
9. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- daß sie zusätzlich Laser-Abtastmittel (21.1, 21.2, 22) mit bewegtem Strahl zur Erfassung eines jeweils nächstliegenden Hindernisses (17, 17') umfaßt.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
- daß die Laser-Abtastmittel wenigstens mit dem fahrerseitigen Sicht- und Kontrollgerät in Verbindung stehen und daß Erfassungsergebnisse dieser Abtastmittel ebenfalls auf dem Bildschirm des Sicht- und Kontrollgerätes darstellbar sind.
11. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- daß Mittel vorhanden sind, die es erlauben, daß während der laufenden Erfassung und Darstellung der Abstandssituation zum aktuell nächstgelegenen Hindernis (17, 17') die Entfernung des Fahrzeugs von letzterem gemessen und auf dem Bildschirm mit angezeigt wird.
12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
- daß es sich dabei um Schall- und/oder Licht-

meßmittel handelt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

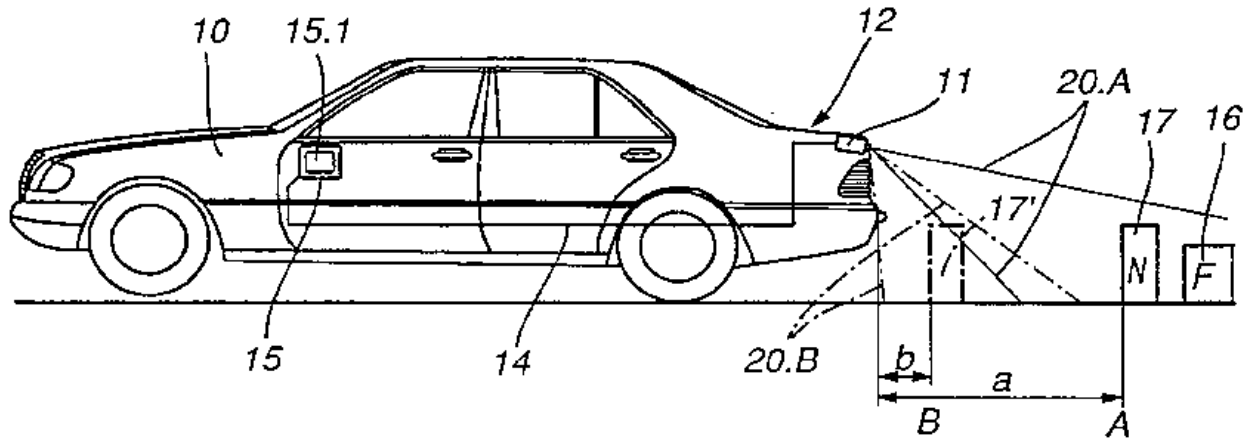


Fig. 2

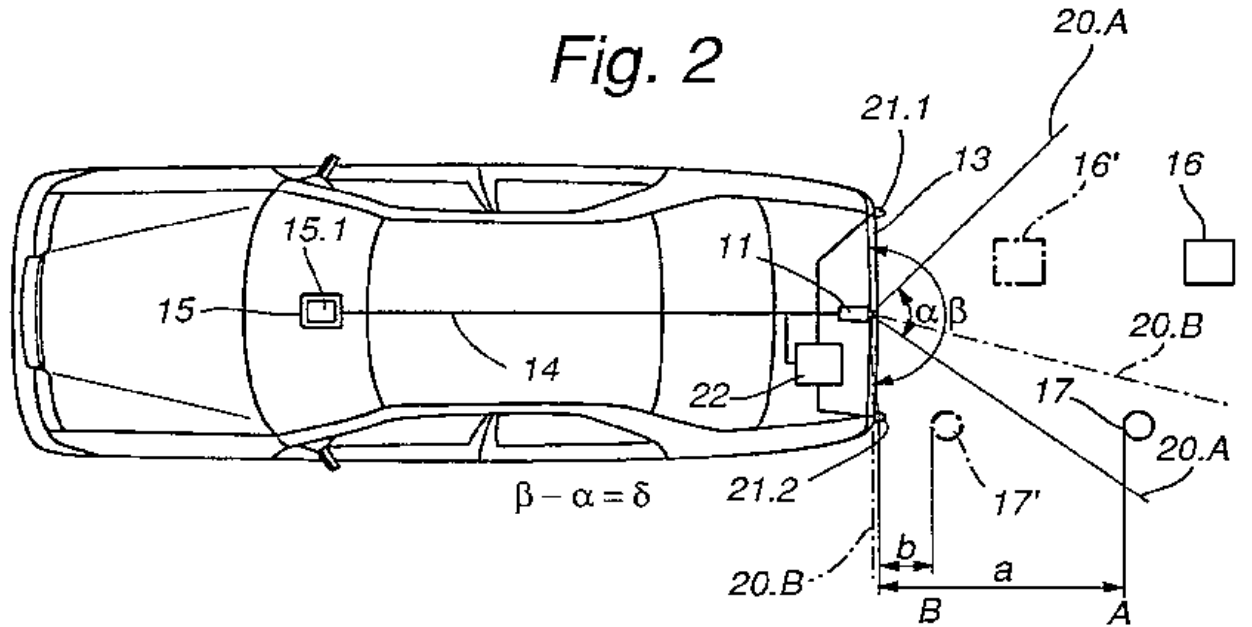


Fig. 3a

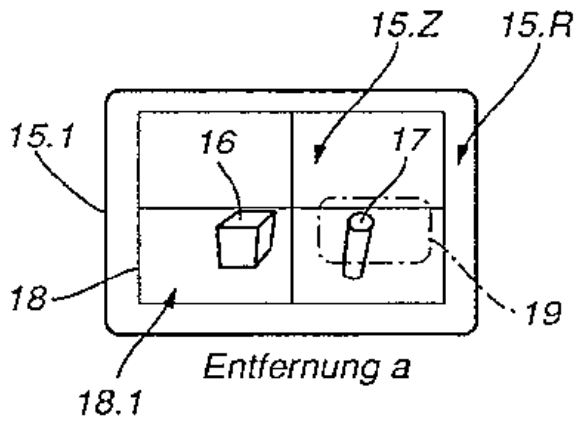
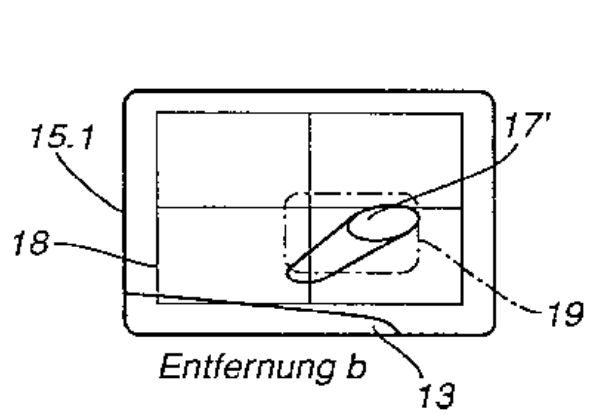


Fig. 3b



Bibliographic data: DE4341409 (A1) — 1993-00-00

**Control of headlamp beam width**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** COCHARD ROLAND ING [CH]; HEIZMANN FRIEDER ING [CH] ±  
(COCHARD, ROLAND, ING., MORGES, CH, ; HEIZMANN, FRIEDER,  
ING., DENENS, CH, ; COCHARD, ROLAND, ; HEIZMANN, FRIEDER)

**Applicant(s):** BOSCH GMBH ROBERT [DE] ± (ROBERT BOSCH GMBH, 70469  
STUTTGART, DE, ; ROBERT BOSCH GMBH)

**Classification:** - **international:** B60Q1/00; B60Q1/06; B60Q1/08; B60Q1/18;  
F21V8/00; (IPC1-7): B60Q1/08  
- **cooperative:** B60Q1/0011; B60Q1/0023; B60Q1/085; B60Q1/18;  
G01M11/068; G02B6/0006; B60Q2300/112;  
B60Q2300/122; B60Q2300/132; Y10S362/802

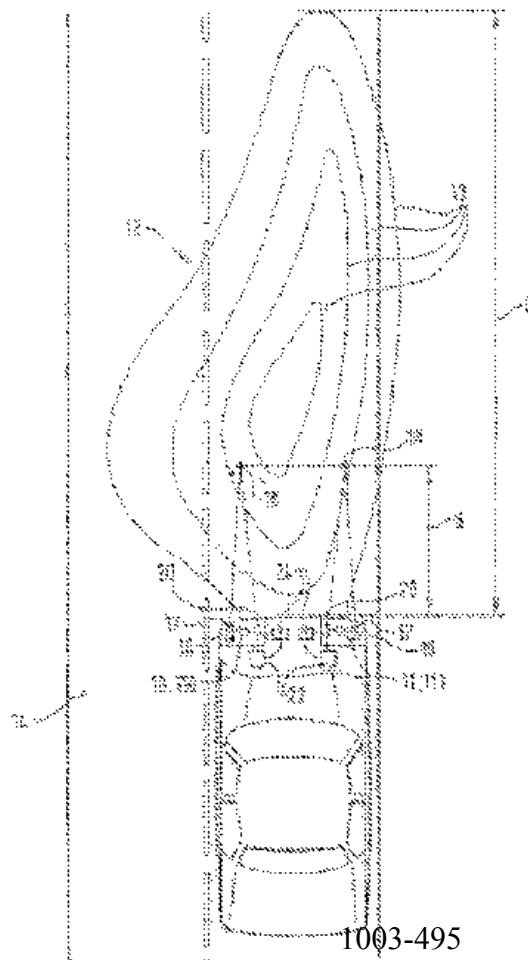
**Application number:** DE19934341409 19931204

**Priority number(s):** DE19934341409 19931204

**Also published as:** DE4341409 (C2) US5499168 (A) JPH07186814 (A)  
FR2713165 (A1)

**Abstract of DE4341409 (A1)**

A device to control the beam width of car headlamps has a transmitter (16) for electromagnetic radiation aimed at a spot (18) on the road surface a certain distance S away from the car. A sensor (20) receives reflected radiation from the road surface and this is passed to an evaluation circuit (22). The sensor has several light-sensitive elements and a focussing system, through which the received radiation is aimed at one of the elements according to its incident angle. From this angle, the distance S can be determined and compared with a required distance S<sub>0</sub>. The evaluation circuit ascertains which element has been used and accordingly activates the headlamp adjuster.







19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 43 41 409 A 1**

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 60 Q 1/08

21 Aktenzeichen: P 43 41 409.5  
22 Anmeldetag: 4. 12. 93  
43 Offenlegungstag: 8. 6. 95

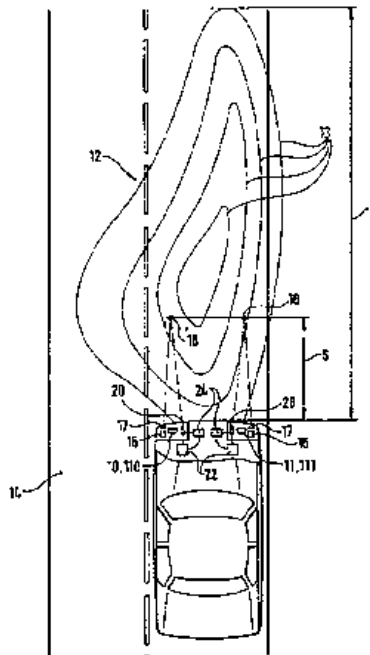
DE 43 41 409 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70489 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Cochard, Roland, Ing., Morges, CH; Heizmann,  
Frieder, Ing., Danens, CH

54 **Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite von Scheinwerfern von Kraftfahrzeugen**

57 Die Einrichtung weist einen Sender (16) auf, durch den elektromagnetische Strahlung ausgesandt wird, die auf der Fahrbahn (14) in einem Abstand S vom Kraftfahrzeug einen Strahlungsfleck (18) mit geringer Ausdehnung erzeugt. Bei korrekt eingestellter Leuchtweite des Scheinwerfers befindet sich der Bereich (18) im Abstand  $S_0$  vom Fahrzeug. Weiterhin sind ein Sensor (20), der von der Fahrbahn (14) reflektierte Strahlung erfäßt, und eine mit diesem verbundene Auswerteeinrichtung (22) vorhanden. Der Sensor (20) weist mehrere für die vom Sender (16) ausgesandte Strahlung empfindliche Elemente (28) und eine Abbildungsoptik (26) auf, durch die die einfallende Strahlung je nach deren Einfallswinkel auf eines der Elemente (28) gerichtet wird. Über den Einfallswinkel kann auf die Abweichung des tatsächlichen Abstands S vom korrekten Abstand  $S_0$  geschlossen werden. Durch die Auswerteeinrichtung (22) wird ermittelt, auf welches der Elemente (28) die einfallende Strahlung trifft, und abhängig davon wird eine dem Scheinwerfer (10) zugeordnete Verstelleinrichtung (24) angesteuert, um den Abstand S und damit die Leuchtweite auf einen vorgegebenen Wert einzustellen, wobei der Sender (16) und damit der Abstand S mitverstellt wird.



DE 43 41 409 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 95 508 023/284

15/29

1003-496

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite von Scheinwerfern von Kraftfahrzeugen nach der Gattung des Patentanspruchs 1.

Eine solche Einrichtung ist durch die DE-A1 41 22 531 bekannt. Bei dieser Einrichtung ist einem Scheinwerfer eine Verstellvorrichtung zugeordnet, durch die die Leuchtweite des von diesem ausgesandten Lichtbündels verändert werden kann. Außerdem ist ein optoelektronischer Sensor vorhanden, der eine Ausleuchtungssituation vor dem Kraftfahrzeug erfaßt. Vom Sensor wird dabei ein von der Fahrbahn reflektierter Teil des vom Scheinwerfer ausgesandten Lichts, welches allgemein elektromagnetische Strahlung ist, erfaßt. Der Scheinwerfer dient hier somit als Sender, der elektromagnetische Strahlung in Form von sichtbarem Licht aussendet. Der Sensor ist mit einer Auswerteinrichtung verbunden, in der Sollwerte für die Ausleuchtungssituation vor dem Kraftfahrzeug gespeichert sind. Durch die Auswerteinrichtung wird die vom Sender erfaßte tatsächliche Ausleuchtungssituation mit der gespeicherten Soll-Ausleuchtungssituation verglichen und wenn eine Abweichung vorliegt wird die Verstellvorrichtung angesteuert, um diese Abweichung zu beseitigen. In der Auswerteinrichtung werden dabei entweder Beleuchtungsstärkewerte in einzelnen Bereichen der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug ausgewertet oder es wird die Lage der Helldunkelgrenze des vom Scheinwerfer ausgesandten Lichtbündels ermittelt. In beiden Fällen ist nicht nur eine qualitative sondern eine quantitative Auswertung der Beleuchtungssituation und somit ein aufwendiges Auswerteverfahren erforderlich. Aus diesem Grund stellen auch unterschiedliche Reflexionseigenschaften der Fahrbahn einen wesentlichen Unsicherheitsfaktor dar, der eine Auswertung erschwert.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite von Scheinwerfern von Fahrzeugen mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß durch den zusätzlich zum vom Scheinwerfer ausgesandten Lichtbündel Strahlung aus sendenden Sender und die Erfassung des von diesem bestrahlten Bereichs, der nur eine geringe Ausdehnung besitzt, nur eine Abstandsermittlung erforderlich ist, was ein einfaches Auswerteverfahren ermöglicht. Außerdem sind die Reflexionseigenschaften der Fahrbahn ohne Einfluß auf die Auswertung, da nur die Lage des vom Sender bestrahlten begrenzten Bereichs ermittelt zu werden braucht.

In den abhängigen Patentansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung angegeben. Durch die Ausbildung gemäß Patentanspruch 2 ist sichergestellt, daß keine Beeinflussung der Auswertung durch das vom Scheinwerfer ausgesandte Licht erfolgt. Eine besonders genaue Regelung der Leuchtweite ist durch die Ausbildung gemäß Patentanspruch 3 erreicht. Durch die Ausbildungen gemäß Patentanspruch 4 und 5 ist ein einfacher Aufbau der Einrichtung ermöglicht. Gemäß Patentanspruch 10 werden Elemente des Scheinwerfers auch für den Sender verwendet, so daß die Einrichtung nur wenige zusätzliche

Bauteile erfordert. Auch durch die Ausbildung gemäß Patentanspruch 12 ist die Zahl der Bauteile der Einrichtung gering gehalten.

## Zeichnung

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Kraftfahrzeug mit Scheinwerfern und einer Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite des von den Scheinwerfern ausgesandten Lichtbündels mit davorliegender Fahrbahn in stark vereinfachter Darstellung in der Ansicht von oben, Fig. 2 einen Sensor der Einrichtung und verschiedene Beleuchtungssituationen vor dem Kraftfahrzeug, Fig. 3 den Einsatz der Einrichtung bei einem Scheinwerfer nach einem ersten Ausführungsbeispiel, Fig. 4 den Einsatz der Einrichtung bei einem Scheinwerfer nach einem zweiten Ausführungsbeispiel, Fig. 4a den Scheinwerfer von Fig. 4 in einem vertikalen Längsschnitt entlang der Linie IV-IV in Fig. 4 und die Fig. 5 bis 7 verschiedene Ausführungsvarianten des Scheinwerfers nach dem zweiten Ausführungsbeispiel, wobei in den Fig. 5a und 6a jeweils der Scheinwerfer in einem vertikalen Längsschnitt entlang der Linie V-V in Fig. 5 beziehungsweise entlang der Linie VI-VI in Fig. 6 dargestellt ist, Fig. 8 einen von den Scheinwerfern des Kraftfahrzeugs beleuchteten Meßschirm und Fig. 9 eine Weiterbildung eines Scheinwerfers mit einer zusätzlichen Verstellvorrichtung.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Ein in Fig. 1 dargestelltes Kraftfahrzeug weist an dessen Vorderseite zwei an der Karosserie befestigte Scheinwerfer 10, 11 auf. Der eine Scheinwerfer 10 ist am Fahrzeug zur Gegenverkehrsseite hin, bei den Ausführungsbeispielen mit Rechtsverkehr also links angeordnet und der andere Scheinwerfer 11 ist der Gegenverkehrsseite abgewandt, also rechts am Fahrzeug angeordnet. Die Scheinwerfer 10, 11 können reine Abblendlichtscheinwerfer oder kombinierte Abblendung Fernlichtscheinwerfer sein. In der Betriebsstellung Abblendlicht wird von den Scheinwerfern 10 ein Lichtbündel 12 ausgesandt, durch das der vor dem Kraftfahrzeug liegende Bereich, unter anderem die Fahrbahn 14, beleuchtet wird. Das Lichtbündel 12 ist in Fig. 1 anhand von mehreren Isolux-Linien, das sind Linien gleicher Beleuchtungsstärke, dargestellt. Zur Verhinderung einer Blendung des Gegenverkehrs weisen die Lichtbündel 12 eine obere Helldunkelgrenze auf, was bewirkt, daß die Fahrbahn 14 nur bis zu einer bestimmten Entfernung D vor dem Kraftfahrzeug beleuchtet wird. Die Reichweite D der von den Scheinwerfern 10 ausgesandten Lichtbündel 12 stellt dabei die Leuchtweite der Scheinwerfer dar. Bei einer wechselnden Beladung des Kraftfahrzeugs oder bei während der Fahrt des Kraftfahrzeugs auftretenden Neigungsänderungen des Kraftfahrzeugs, beispielsweise infolge von Brems- oder Beschleunigungsmanövern, wird die Leuchtweite der Scheinwerfer und die Lage der Helldunkelgrenze verändert, so daß entweder das Vorfeld der Fahrbahn 14 nicht mehr ausreichend beleuchtet wird oder eine Blendung des Gegenverkehrs nicht mehr ausgeschlossen ist. Erfindungsgemäß ist eine Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite vorgesehen, durch die auch bei Neigungsänderungen des Kraftfahrzeugs die Leuchtweite konstant gehalten wird.

Die Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite kann mit dem Betrieb der Scheinwerfer 10 des Kraftfahrzeugs aktiviert werden oder ständig während des Betriebs des Kraftfahrzeugs und weist einen Sender 16 auf, der elektromagnetische Strahlung aussendet, durch die ein begrenzter Bereich 18 der Fahrbahn 14 bestrahlt wird, der sich in einem Abstand S vor dem Kraftfahrzeug befindet. Vorzugsweise wird durch den Sender 16 ein Strahlungsfleck mit geringer Ausdehnung erzeugt, wobei die vom Sender 16 ausgesandte Strahlung durch eine Abbildungsoptik oder Linse 17 gebündelt wird. Die elektromagnetische Strahlung kann sichtbares Licht sein oder im nicht sichtbaren Wellenlängenbereich liegen, beispielsweise im Infrarot- oder Ultraviolett-Bereich. Die Einrichtung weist außerdem einen optoelektronischen Sensor 20 auf, der für die vom Sender 16 ausgesandte elektromagnetische Strahlung empfindlich ist und durch den ein von der Fahrbahn 14 im Bereich 18 zurückgestrahlter Teil der vom Sender 16 ausgesandten elektromagnetischen Strahlung erfaßt wird. Der Sensor 20 ist mit einer Auswerteeinrichtung 22 verbunden, in der die Signale des Sensors 20 verarbeitet werden. Um eine Änderung der Leuchtweite des vom Scheinwerfer 10 ausgesandten Lichtbündels 12 zu ermöglichen, ist dem Scheinwerfer 10 eine Verstelleinrichtung 24 zugeordnet, die von der Auswerteeinrichtung 22 in Abhängigkeit vom Ergebnis der Auswertung der Signale des Sensors 20 angesteuert wird. Der Sender 16 ist so angeordnet, daß er eine durch die Verstelleinrichtung 24 bewirkte Verstellung der Leuchtweite des Scheinwerfers 10 mit ausführt, also zwischen dem Abstand S des vom Sender 16 auf der Fahrbahn 14 erzeugten Strahlungsflecks vom Kraftfahrzeug und der Leuchtweite D des vom Scheinwerfer 10 ausgesandten Lichtbündels 12 eine feste Zuordnung besteht. Bei korrekter Einstellung der Leuchtweite D des vom Scheinwerfer 10 ausgesandten Lichtbündels 12 ist der vom Sender 16 bestrahlte Bereich 18 in einem bestimmten Abstand  $S_0$  vom Kraftfahrzeug entfernt angeordnet. Dieser Wert  $S_0$  für den Abstand des Bereichs 18 ist in der Auswerteeinrichtung 22 gespeichert. Durch den Sensor 20 werden der Auswerteeinrichtung 22 Informationen über den tatsächlichen Abstand S des Bereichs 18 vom Kraftfahrzeug zugeführt. In der Auswerteeinrichtung 22 wird dann ein Vergleich zwischen dem tatsächlichen Abstand S und dem vorgegebenen Abstand  $S_0$  durchgeführt und bei bestehender Abweichung wird die Verstelleinrichtung 24 in dem Sinne angesteuert, daß diese Abweichung beseitigt wird. Das heißt, wenn der tatsächliche Abstand S kleiner als der vorgegebene Abstand  $S_0$  ist, wird der Scheinwerfer 10 durch die Verstelleinrichtung 24 so verstellt, daß die Leuchtweite von dessen Lichtbündel vergrößert wird, bzw. wenn der tatsächliche Abstand S größer ist als der vorgegebene Abstand  $S_0$ , wird der Scheinwerfer 10 durch die Verstelleinrichtung 24 so verstellt, daß die Leuchtweite von dessen Lichtbündel verringert wird. Der Sender 16 wird bei der Verstellung des Scheinwerfers 10 durch die Verstelleinrichtung 24 mitgeführt, so daß der tatsächliche Abstand S des Bereichs 18 wie die Leuchtweite des Lichtbündels des Scheinwerfers 10 verändert wird und eine Rückmeldung über die Verstellung vorhanden ist.

In Fig. 2 ist der Sensor 20 vergrößert dargestellt und anhand dieser Figur wird nachfolgend das Funktionsprinzip des Sensors 20 erläutert. Der Sensor 20 weist eine Abbildungsoptik oder Linse 26 auf und ein oder mehrere für einfallende elektromagnetische Strahlung, die im Wellenlängenbereich der vom Sender 16 ausge-

sandten Strahlung liegt, empfindliche Elemente 28. Da keine absolute Entfernungsmessung durchgeführt zu werden braucht, sondern nur überprüft werden muß, ob der Abstand des Bereichs 18 vom Fahrzeug korrekt eingestellt ist, genügt auch ein Element 28. Durch die Linse 26 wird die einfallende Strahlung auf das oder die Elemente 28 abgebildet. Das oder die Elemente 28 können Photo-Widerstände, Photo-Dioden, PSD (Position Sensing Detector) oder andere geeignete Elemente sein, die auf auftreffende elektromagnetische Strahlung mit einer Änderung ihrer physikalischen Eigenschaften reagieren. Bei einem Photo-Widerstand ändert sich abhängig von der auf diese treffenden Strahlung deren elektrischer Widerstand, was auf einfache Weise durch die Auswerteeinrichtung 22 festgestellt werden kann. Bei einer Photo-Diode wird durch auftreffende Strahlung ein Stromfluß bewirkt, was ebenfalls durch die Auswerteeinrichtung 22 festgestellt werden kann. Bei einem Position Sensing Detector wird durch die auf das Element 28 auftreffende Strahlung abhängig von deren Auftreffpunkt ein Stromfluß bewirkt, was ebenso durch die Auswerteeinrichtung 22 festgestellt werden kann. Nachfolgend wird eine Ausführungsvariante beschrieben, bei der mehrere Elemente 28 verwendet werden. Die Elemente 28 sind beispielsweise in einer Reihe übereinander angeordnet und jeweils mit der Auswerteeinrichtung 24 verbunden. Nach dem sogenannten Triangulations-Verfahren kann durch die Auswerteeinrichtung 24 aus den Signalen der Elemente 28 der Abstand des Bereichs 18 vom Kraftfahrzeug ermittelt werden, von dem aus Strahlung in den Sensor 20 einfällt. Beim Triangulations-Verfahren wird allgemein die Tatsache genutzt, daß Strahlung, die aus unterschiedlichen Entfernungen in den Sensor 20 einfällt, unter unterschiedlichen Winkeln in den Sensor einfällt. Vom Bereich 18 reflektierte Strahlung gelangt in den Sensor 20, wobei diese durch die Linse 26 tritt und dabei auf eines der Elemente 28 abgelenkt wird. Durch die Auswerteeinrichtung 22 wird ermittelt, auf welches der Elemente 28 Strahlung auftrifft, was durch die dabei auftretende Änderung der physikalischen Eigenschaften, beispielsweise des elektrischen Widerstands, ermöglicht wird. In der Auswerteeinrichtung 22 ist dabei gespeichert, bei welchem Element 28 diese charakteristische, durch die auftreffende Strahlung hervorgerufene Änderung der physikalischen Eigenschaften auftritt, wenn sich der Bereich 18 im vorgegebenen Abstand  $S_0$  vom Kraftfahrzeug befindet und somit die Leuchtweite des vom Scheinwerfer 10 ausgesandten Lichtbündels korrekt eingestellt ist. Bei der Auswertung braucht dabei die räumliche Ausdehnung des Bereichs 18 nicht berücksichtigt zu werden, wenn dieser wie vorstehend angegeben nur ein Strahlungsfleck mit geringen Abmessungen ist. In Fig. 2 ist mit durchgezogenen Linien der Bereich 18 dargestellt, der sich im vorgegebenen Abstand  $S_0$  vom Kraftfahrzeug befindet. Bei diesem Abstand  $S_0$  des Bereichs 18 wird von diesem reflektierte Strahlung unter einem Winkel  $\alpha_0$  zur Fahrbahn auf die Linse 26, tritt durch diese hindurch und wird dabei durch die Linse 26 auf das mittlere Element 28a abgelenkt. Durch die Auswerteeinrichtung 22 wird in der vorstehend erläuterten Weise ermittelt, daß die Strahlung auf das Element 28a trifft und daß dies das Element ist, auf das die Strahlung bei vorgegebenem Abstand  $S_0$  des Bereichs 18 trifft. In diesem Fall besteht somit Übereinstimmung zwischen vorgegebenem Abstand  $S_0$  und tatsächlichem Abstand, so daß eine Ansteuerung der Verstelleinrichtung 24 durch die Auswerteeinrichtung 22 nicht erforderlich ist.

Bei einer in Fig. 2 gestrichelt eingezeichneten Beleuchtungssituation ist der Bereich 18' in einem Abstand  $S_1$  vom Kraftfahrzeug angeordnet, der größer ist als der vorgegebene Abstand  $S_0$ , so daß auch die Leuchtweite des vom Scheinwerfer 10 ausgesandten Lichtbündels zu groß ist. In diesem Fall trifft vom Bereich 18' reflektierte Strahlung unter einem vom Winkel  $\alpha_0$  verschiedenen Winkel  $\alpha_1$  zur Fahrbahn auf die Linse 26 auf, tritt durch diese hindurch und wird dabei wegen des vom Winkel  $\alpha_0$  verschiedenen Winkels  $\alpha_1$  auf andere Weise abgelenkt und trifft auf das Element 28b. Dies wird durch die Auswerteeinrichtung 22 ermittelt und die bestehende Abweichung festgestellt. Von der Auswerteeinrichtung 22 wird dann die Verstellereinrichtung 24 zur Beseitigung dieser Abweichung angesteuert durch die wiederum der Scheinwerfer 10 und mit diesem der Sender 16 in dem Sinne verstellt werden, daß der Abstand  $S$  des Bereichs 18' vom Kraftfahrzeug auf den vorgegebenen Abstand  $S_0$  eingestellt wird und die Leuchtweite des vom Scheinwerfer 10 ausgesandten Lichtbündels 12 auf die vorgegebene Leuchtweite verringert wird.

Wird vom Sender 16 in Fig. 2 mit 18'' bezeichneter Bereich bestrahlt, dessen Abstand  $S_2$  vom Kraftfahrzeug kleiner ist als der vorgegebene Abstand  $S_0$ , so ist die Leuchtweite des vom Scheinwerfer 10 ausgesandten Lichtbündels 12 zu gering. In diesem Fall trifft vom Bereich 18'' reflektierte Strahlung unter einem vom Winkel  $\alpha_0$  verschiedenen Winkel  $\alpha_2$  auf die Linse 26 auf, tritt durch diese hindurch und wird so abgelenkt, daß sie auf das Element 28c trifft. Dies wird durch die Auswerteeinrichtung 22 ermittelt und die bestehende Abweichung festgestellt. Von der Auswerteeinrichtung 22 wird dann die Verstellereinrichtung 24 zur Beseitigung dieser Abweichung angesteuert durch die wiederum der Scheinwerfer 10 und mit diesem der Sender 16 in dem Sinne verstellt werden, daß der Abstand  $S$  des Bereichs 18'' vom Kraftfahrzeug auf den vorgegebenen Abstand  $S_0$  eingestellt wird und die Leuchtweite des vom Scheinwerfer 10 ausgesandten Lichtbündels 12 auf die vorgegebene Leuchtweite vergrößert wird.

Die vorstehend beschriebene Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite kann bei beliebigen Scheinwerfern verwendet werden. In Fig. 3 ist ein erstes Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Scheinwerfer 10 von konventioneller Bauart sind und jeweils einen Reflektor 40 aufweisen, in dem eine Lichtquelle 42 angeordnet ist. Die Lichtquelle 42 kann eine Glühlampe oder eine Gasentladungslampe sein. Der Reflektor 40 ist in einem Gehäuse 44 oder einer anderen Halterung verstellbar angeordnet, welche an der Karosserie des Kraftfahrzeugs befestigt ist. Die Lichtaustrittsöffnung der Scheinwerfer 10 ist mittels je einer lichtdurchlässigen Abdeckscheibe 46 abgedeckt, die als glatte Scheibe ausgeführt sein kann oder mit optischen Elementen zur Beeinflussung des vom Reflektor 40 reflektierten Lichts versehen sein kann. Der Sender 16 ist so am Scheinwerfer 10 angeordnet, daß dieser bei Neigungsänderungen des Kraftfahrzeugs die gleichen Bewegungen ausführt wie der Scheinwerfer 10. Auf diese Weise können Fehleinstellungen der Leuchtweite vermieden werden. Vorzugsweise ist der Sender 16 im Scheinwerfer 10 integriert, also innerhalb des Scheinwerfergehäuses 44 oder der Halterung angeordnet, und ist mit dem Reflektor 40 gekoppelt, so daß er dessen durch die Verstellereinrichtung 24 bewirkte Verstellbewegung mit ausführt. Der Sensor 20 ist ebenfalls vorzugsweise im Scheinwerfer 10 integriert. Die Auswerteeinrichtung 22 kann beliebig angeordnet sein, jedoch ist eine Anordnung möglichst

nahe am Scheinwerfer 10 vorteilhaft, um lange elektrische Leitungen zu vermeiden. Der aus dem Sender 16, dem Sensor 20 und der Auswerteeinrichtung 22 bestehende Teil der Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite kann bei beiden Scheinwerfern 10 vorhanden sein oder nur bei einem Scheinwerfer. Außerdem kann jedem Scheinwerfer 10 eine Verstellereinrichtung 24 zugeordnet sein oder nur einem Scheinwerfer und durch die Verstellereinrichtung 24 kann entweder der gesamte Scheinwerfer 10 oder nur dessen Reflektor 40 um eine horizontale Achse 48 geschwenkt werden. Die Verstellereinrichtungen 24 können hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch angetrieben werden. Bei der elektrischen Ausführung kann als Antrieb ein Elektromotor vorgesehen sein oder ein Elektromagnet.

Sind nur bei einem der Scheinwerfer 10, 11 Sender, Sensor, Auswerteeinrichtung und Verstellereinrichtung vorhanden, so muß die Verstellung dieses Scheinwerfers auf den anderen Scheinwerfer übertragen werden, das heißt der andere Scheinwerfer muß in der gleichen Weise verstellt werden. Hierzu kann eine mechanische Kopplung 25, beispielsweise über ein Gestänge, einen Seilzug oder ähnlichem, zwischen der Verstellereinrichtung 24 und dem anderen Scheinwerfer vorhanden sein. Es ist auch möglich, bei dem einen Scheinwerfer die durch dessen Verstellereinrichtung 24 bewirkte Verstellung mittels einer Sensoreinrichtung 27 zu erfassen, und durch diese eine dem anderen Scheinwerfer zugeordnete Verstellereinrichtung 29 so anzusteuern, daß diese den anderen Scheinwerfer in der gleichen Weise verstellt.

In den Fig. 4 bis 7 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Scheinwerfer 110, 111 dargestellt. Dabei weisen die Scheinwerfer 110, 111 eine externe Lichterzeugereinheit 112 auf, die wiederum eine Lichtquelle 114 aufweist. Die Lichterzeugereinheit 112 kann außerdem einen als Hohlkörper ausgebildeten Reflektor 119 aufweisen, um das von der Lichtquelle 114 ausgesandte Licht zu bündeln. Von der Lichterzeugereinheit 112 führen mehrere Lichtleiterelemente 118 zu Lichtverteilereinheiten 120, 121 der Scheinwerfer 110, 111 ab, in die das von der Lichtquelle 114 ausgesandte und gegebenenfalls vom Reflektor 119 reflektierte Licht eintritt. Die Lichtverteilereinheiten 120, 121 der Scheinwerfer 110, 111 bestehen jeweils aus mehreren Lichtverteileruntereinheiten 120a bis 120d bzw. 121a bis 121d. Jeder Lichtverteileruntereinheit 120a bis 120d bzw. 121a bis 121d ist ein Linsenelement 122a bis 122d und ein Ende eines Lichtleiterelements 118a bis 118d zugeordnet. Durch jedes Linsenelement 122a bis 122d wird das aus dem zugeordneten Lichtleiterelement 118a bis 118d aus tretende Licht erfaßt und beim Durchtritt durch das Linsenelement abgelenkt. Die Lichtaustrittsöffnung der Lichtverteilereinheit 120, 121 ist mit einer lichtdurchlässigen Abdeckscheibe 125 verschlossen, die als glatte Scheibe ausgeführt sein kann oder mit optischen Elementen zur Beeinflussung des durch sie hindurchtretenden Lichts versehen sein kann. Es ist dabei möglich, daß den Lichtverteileruntereinheiten 120a bis 120d Bereiche der Abdeckscheibe 125 mit unterschiedlichen optischen Elementen zugeordnet sind. Die Linsenelemente 122a bis 122d und die optischen Elemente der Abdeckscheibe 125 sind so ausgebildet, daß das durch diese hindurchtretende Licht in einer bestimmten Weise abgelenkt und verteilt wird. Durch die Überlagerung des von allen Lichtverteileruntereinheiten 120a bis 120d bzw. 121a bis 121d stammenden Lichts entsteht insgesamt das Abblendlichtbündel. Der Sender 16 und der Sensor 20 sind wie beim ersten Ausführungsbeispiel nahe am Scheinwerfer 110, 111 an-

geordnet. Bei den Ausführungen der Fig. 4 bis 6 sind der Sender 16 und der Sensor 20 in der Lichtverteilereinheit 120, 121 integriert. Beim Sender 16 wird als Linse zur Bündelung der von diesem ausgesandten Strahlung das Linsenelement 122a der Lichtverteileruntereinheit 120a genutzt und als Linse zur Abbildung der vom Bereich 18 der Fahrbahn reflektierten Strahlung beim Sensor 20 wird das Linsenelement 122d der Lichtverteileruntereinheit 120d genutzt. Bei der in den Fig. 4 und 4a dargestellten Ausführungsvariante ist die gesamte Lichtverteilereinheit 120, 121 durch die Verstelleinrichtung 124 zu einer Änderung der Leuchtweite des aus der Lichtverteilereinheit 120, 121 austretenden Lichtbündels um eine horizontale Achse 130 schwenkbar.

Bei der in den Fig. 5 und 5a dargestellten Ausführungsvariante sind die der Lichtverteilereinheit 120, 121 zugeordneten Enden der Lichtleiterelemente 118 durch die Verstelleinrichtung 124 zur Änderung der Leuchtweite des aus der Lichtverteilereinheit 120 austretenden Lichtbündels vertikal bewegbar. Der Sender 16 und der Sensor 20 werden dabei mit den Enden der Lichtleiterelemente 118 mitbewegt. Bei einer in den Fig. 6 und 6a dargestellten Ausführungsvariante sind durch die Verstelleinrichtung 124 zur Änderung der Leuchtweite des aus der Lichtverteilereinheit 120, 121 austretenden Lichtbündels die Linsenelemente 122 vertikal bewegbar. Da das Linsenelement 122a zugleich als Abbildungsoptik für den Sender 16 dient und das Linsenelement 122d als Abbildungsoptik für den Sensor 20 dient, wird die Verstellung ohne weitere Maßnahmen auf den Sender 16 und den Sensor 20 übertragen.

In Fig. 7 ist eine weitere Ausführungsvariante dargestellt, bei der der Scheinwerfer 110, 111 wie vorstehend beschrieben ausgebildet ist. Der Sender 116 selbst ist bei dieser Variante jedoch nicht in der Lichtverteilereinheit 120, 121 integriert, sondern außerhalb von dieser angeordnet. Die vom Sender 116 ausgesandte elektromagnetische Strahlung wird in eine Übertragungseinrichtung 138, die beispielsweise ein Lichtleiterelement ist, eingespeist, deren Ende der Lichtverteilereinheit 120, 121 zugeordnet ist. Die aus der Übertragungseinrichtung 138 austretende Strahlung wird durch das der Lichtverteileruntereinheit 120a zugeordnete Linsenelement 122a gebündelt und tritt aus der Lichtverteilereinheit 120 aus. Diese Ausführung bietet den Vorteil, daß die Übertragungseinrichtung 138 mit geringer Exzentrizität zum der Lichtverteileruntereinheit 120a zugeordneten Lichtleiterelement 118a angeordnet werden kann und damit durch das Linsenelement 122a eine besonders gute Bündelung der aus der Übertragungseinrichtung 128 austretenden Strahlung möglich ist und damit ein Strahlungsfleck 18 mit geringer Ausdehnung erzeugt wird.

Bei sämtlichen vorstehend beschriebenen Ausführungsarten der Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite ist es auch möglich, den Sender 16 bzw. 116 gepulst zu betreiben, das heißt, daß dieser nicht ständig Strahlung aussendet, sondern einzelne nacheinander folgende Strahlungspulse. Der Sensor 20 und die Auswerteeinrichtung 22 werden dann synchron mit dem Sender 16, 116 betrieben.

Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen der Scheinwerfer 10, 11 bzw. 110, 111 ist es möglich, daß von beiden am Fahrzeug angeordneten Scheinwerfern 10 und 11 bzw. 110 und 111 jeweils gleiche Lichtbündel ausgesandt werden. Es kann jedoch auch vorgesehen werden, daß von den beiden am Fahrzeug angeordneten Scheinwerfern 10, 11 bzw. 110, 111 unterschiedliche Lichtbündel ausgesandt werden. In Fig. 8 ist

ein vor dem Fahrzeug angeordneter Meßschirm 150 dargestellt, auf dem die von den Scheinwerfern 10, 11 bzw. 110, 111 beleuchteten Bereiche markiert sind. Der Meßschirm 150 repräsentiert dabei die vor dem Fahrzeug angeordnete Verkehrssituation, die beim realen Einsatz des Fahrzeugs entsprechend beleuchtet wird. Vom Scheinwerfer 10 bzw. 110 des Fahrzeugs, der zur Gegenverkehrsseite, also bei Rechtsverkehr links am Fahrzeug angeordnet ist, wird ein Lichtbündel ausgesandt, das den Meßschirm 150 im Bereich 152 beleuchtet, welcher im wesentlichen nur auf der eigenen Verkehrsseite, also rechts der Mitte des Meßschirms 150 angeordnet ist. Dieser Bereich 152 ist nach oben durch eine von der Mitte des Meßschirms 150 zum äußeren Rand der eigenen Verkehrsseite, also nach rechts ansteigenden Helldunkelgrenze 154 begrenzt. Zur Gegenverkehrsseite hin, also nach links, ist der Bereich 152 durch eine seitliche Helldunkelgrenze 156 begrenzt. Durch das vom Scheinwerfer 10 bzw. 110 ausgesandte Lichtbündel wird somit im wesentlichen nur die eigene Verkehrsseite beleuchtet.

Von dem der Gegenverkehrsseite abgewandt, also rechts am Fahrzeug angeordneten Scheinwerfer 11 bzw. 111 wird auf dem Meßschirm 150 ein mit 158 bezeichneter Bereich beleuchtet. Dieser Bereich 158 erstreckt sich sowohl auf der eigenen Verkehrsseite als auch auf der Gegenverkehrsseite und ist nach oben durch eine etwa horizontale Helldunkelgrenze 160 begrenzt. Die ansteigende Helldunkelgrenze 154 und die horizontale Helldunkelgrenze 160 berühren sich etwa in der Mitte des Meßschirms 150.

Bei einer einfachen Ausführung ist die vorstehend beschriebene Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite nur an dem Scheinwerfer 11, 111 vorhanden, durch den sowohl die eigene Verkehrsseite als auch die Gegenverkehrsseite beleuchtet werden, da der andere, nur die eigene Verkehrsseite beleuchtende Scheinwerfer 10, 110 keine Blendung entgegenkommender Fahrzeuglenker hervorrufen kann.

Bei den vorstehend erläuterten Ausführungsvarianten der Scheinwerfer 110, 111 gemäß den Fig. 4 bis 7 ist es möglich, zusätzlich zu der mit der Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite verbundenen Möglichkeit der Änderung der Leuchtweite auch eine Änderung des von den Scheinwerfern 110, 111 ausgesandten Lichtbündels abhängig vom Lenkeinschlag des Fahrzeugs vorzusehen. Eine Änderung des von den Scheinwerfern 110, 111 ausgesandten Lichtbündels erfolgt dabei in dem Sinne, daß eine verstärkte Ausleuchtung der Verkehrssituation vor dem Fahrzeug in der durch den Lenkeinschlag vorgegebenen Richtung erfolgt. Eine solche Ausführung ist in Fig. 9 dargestellt. Dabei ist eine Verstelleinrichtung 180 vorgesehen, durch die die Enden der Lichtleiterelemente 118 und/oder die Linsenelemente 122 in etwa horizontaler Richtung bewegt werden können. Die Verstelleinrichtung 180 ist entweder mit Teilen der Lenkung des Fahrzeugs verbunden oder mit einer Steuereinrichtung 182, die den Lenkeinschlag erfaßt und abhängig davon die Verstelleinrichtung 180 ansteuert. Das Lichtleiterelement 118a, dessen Bewegung bei einer Änderung der Leuchtweite der Sender 16 folgt, und die Linsenelemente 122a und 122d, die für den Sender 16 und den Sensor 20 verwendet werden, werden durch die Verstelleinrichtung 180 nicht bewegt. Es ist möglich, nur bei einem Scheinwerfer 110 oder 111 des Fahrzeugs die Verstelleinrichtung 180 vorzusehen. Bei der horizontalen Bewegung der Lichtleiterelemente 118 und/oder der Linsenelemente 122 kann auch die Fahrgeschwindigkeit

des Fahrzeugs hinsichtlich des Bewegungswegs und/oder der Bewegungsgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Schließlich kann die horizontale Bewegung der Lichtleitelemente 118 und/oder der Linsenelemente 122 bei Betätigung der Fahrtrichtungsanzeiger des Fahrzeugs erfolgen, in dem Sinne, daß der Verkehrsraum, in den eingefahren werden soll, stärker beleuchtet wird.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite von Scheinwerfern von Kraftfahrzeugen mit einer dem Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) zugeordneten Verstelleinrichtung (24; 124), mit einem Sender (16; 116), der elektromagnetische Strahlung aussendet, durch die ein Bereich (18) der vor dem Kraftfahrzeug liegenden Fahrbahn bestrahlt wird, mit einem optoelektronischen Sensor (20), der vom Sender (16; 116) ausgesandte und von der Fahrbahn reflektierte Strahlung erfaßt und in Abhängigkeit von der erfaßten Strahlung Signale erzeugt, die in einer Auswerteeinrichtung (22) verarbeitet werden, durch die die Verstelleinrichtung (24; 124) zur Konstanthaltung der Leuchtweite des vom Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) ausgesandten Lichtbündels (12) angesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sender (16; 116) zusätzlich zum Lichtbündel (12) des Scheinwerfers (10, 11; 110, 111) Strahlung aussendet und einer durch die Verstelleinrichtung (24; 124) bewirkten Verstellung der Leuchtweite des vom Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) ausgesandten Lichtbündels (12) folgt, daß der durch die vom Sender (16; 116) ausgesandte Strahlung bestrahlte Bereich (18) der Fahrbahn eine geringe Ausdehnung besitzt und bei korrekt eingestellter Leuchtweite des vom Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) ausgesandten Lichtbündels (12) in einem vorgegebenen Abstand ( $S_0$ ) vom Kraftfahrzeug angeordnet ist, daß durch die Auswerteeinrichtung (22) aus den Signalen des Sensors (20) die Abweichung des tatsächlichen Abstands (S) des Bereichs (18) vom Kraftfahrzeug ermittelt wird und bei bestehender Abweichung die Verstelleinrichtung (24; 124) zur Einstellung des vorgegebenen Abstand ( $S_0$ ) angesteuert wird.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Sender (16; 116) ausgesandte elektromagnetische Strahlung eine andere Wellenlänge besitzt als das vom Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) ausgesandte Licht.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Sender (16; 116) bestrahlte Bereich (18) zumindest annähernd punktförmig ist.

4. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender (16) im Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) integriert ist.

5. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (20) im Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) integriert ist.

6. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (20) ein für die vom Sender (16; 116) ausgesandte Strahlung empfindliches Element (28) und eine Abbildungsoptik (26) aufweist, durch die die einfallende Strahlung abhängig von deren Einfallswinkel in unterschiedlicher Weise auf das Element (28) gerichtet wird.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (20) mehrere für die vom Sender (16; 116) ausgesandte Strahlung empfindliche Elemente (28) und eine Abbildungsoptik (26) aufweist, durch die die einfallende Strahlung abhängig von deren Einfallswinkel auf einzelne der Elemente (28) gerichtet wird, wobei durch die Auswerteeinrichtung (22) ermittelt wird, auf welches der Elemente (28) Strahlung trifft.

8. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Scheinwerfer (110; 111) eine Lichtverteilereinheit (120; 121) und eine Lichterzeugereinheit (112) aufweist, welche über Lichtleiterelemente (118) miteinander verbunden sind, wobei die der Lichtverteilereinheit (120; 121) zugeordneten Enden der Lichtleiterelemente (118) durch die Verstelleinrichtung (124) zur Änderung der Leuchtweite des aus dem Scheinwerfer (110; 111) austretenden Lichtbündels in vertikaler Richtung bewegbar sind.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Scheinwerfer (110; 111) eine Lichtverteilereinheit (120; 121) und eine Lichterzeugereinheit (112) aufweist, die über Lichtleiterelemente (118) miteinander verbunden sind, daß die Lichtverteilereinheit (120; 121) Linsenelemente (122) aufweist, durch die das aus den Lichtleiterelementen (118) austretende Licht hindurchtritt und abgelenkt wird, wobei die Linsenelemente (122) durch die Verstelleinrichtung (124) zur Änderung der Leuchtweite des aus dem Scheinwerfer (110; 111) austretenden Lichtbündels in vertikaler Richtung bewegbar sind.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender (16; 116) eine Strahlbündelungseinrichtung aufweist, durch die die vom Sender (16; 116) ausgesandte Strahlung gebündelt wird, wobei als Strahlbündelungseinrichtung eines der Linsenelemente (122a) der Lichtverteilereinheit (120; 121) dient.

11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Sender (116) ausgesandte Strahlung über eine Übertragungseinrichtung (138) zur Lichtverteilereinheit (120; 121) geleitet wird, wobei die aus dem der Lichtverteilereinheit (120; 121) zugeordneten Ende der Übertragungseinrichtung (138) austretende Strahlung durch das Linsenelement (122a) hindurchtritt und dieses Ende der Übertragungseinrichtung (138) mit geringem Abstand zum Ende des dem Linsenelement (122a) zugeordneten Lichtleiterelements (118a) angeordnet ist.

12. Einrichtung nach Anspruch 7 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Abbildungsoptik für den Sensor (20) ein Linsenelement (122d) der Lichtverteilereinheit (120; 121) verwendet wird.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Scheinwerfer (110; 111) eine Lichtverteilereinheit (120; 121) und eine Lichterzeugereinheit (112) aufweist, die über Lichtleiterelemente (118) miteinander verbunden sind, wobei die Lichtverteilereinheit (120; 121) durch die Verstelleinrichtung (124) zur Änderung der Leuchtweite des aus dieser austretenden Lichtbündels in ihrer Neigung verstellbar ist.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Scheinwerfer (10, 11) einen Reflektor (40) aufweist, in den eine Licht-

quelle (42) eingesetzt ist, wobei der Reflektor (40) durch die Verstelleinrichtung (24) zur Änderung der Leuchtweite des aus dem Scheinwerfer (10, 11) austretenden Lichtbündels in seiner Neigung verstellbar ist.

15. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftfahrzeug wenigstens zwei Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) aufweist, wobei nur bei einem Scheinwerfer der Sender (16; 116), der Sensor (20) und die Auswerteeinrichtung (22) vorhanden sind, und der wenigstens eine weitere Scheinwerfer eine mechanische Kopplung mit dem einen Scheinwerfer aufweist, durch die eine durch die Verstelleinrichtung (24; 124) bewirkte Verstellung des einen Scheinwerfers auf den wenigstens einen weiteren Scheinwerfer übertragen wird.

16. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftfahrzeug wenigstens zwei Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) aufweist, wobei nur bei einem Scheinwerfer der Sender (16; 116), der Sensor (20) und die Auswerteeinrichtung (22) vorhanden sind und eine Sensoreinrichtung (27) vorgesehen ist, durch die die durch die Verstelleinrichtung (24; 124) bewirkte Verstellung des einen Scheinwerfers erfaßt und auf eine dem wenigstens einen weiteren Scheinwerfer zugeordnete Verstelleinrichtung (29) übertragen wird.

17. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender (16; 116) gepulst betrieben wird und der Sensor (20) synchron mit dem Sender (16; 116) betrieben wird.

18. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftfahrzeug wenigstens zwei Scheinwerfer (10, 11; 110, 111) aufweist, wobei ein Scheinwerfer (10; 110) zur Gegenverkehrsseite hin am Kraftfahrzeug angeordnet ist und nur die eigene Verkehrsseite beleuchtet und ein anderer Scheinwerfer (11; 111) von der Gegenverkehrsseite abgewandt am Kraftfahrzeug angeordnet ist und zumindest die Gegenverkehrsseite beleuchtet, und wobei die Einrichtung zur Regelung der Leuchtweite nur dem Scheinwerfer (11; 111) zugeordnet ist, der auch die Gegenverkehrsseite beleuchtet.

---

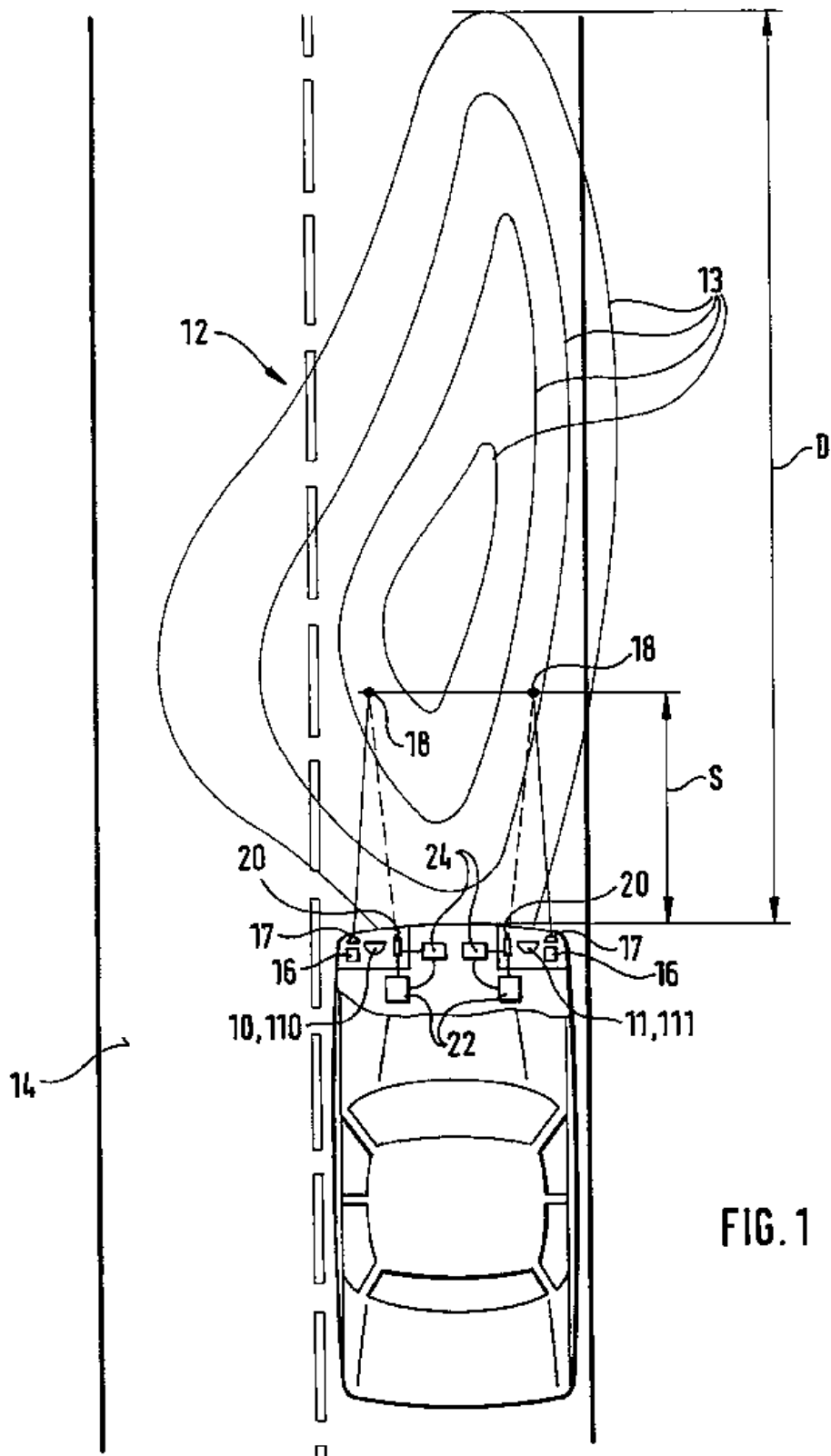
Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65





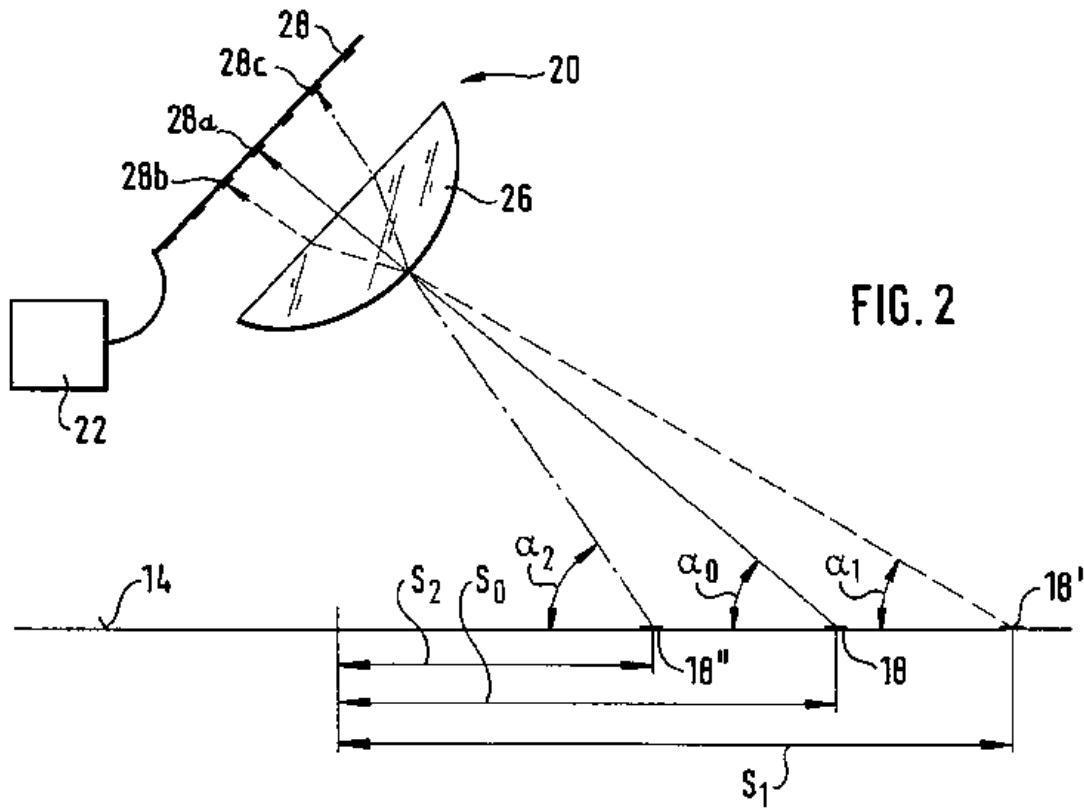


FIG. 2

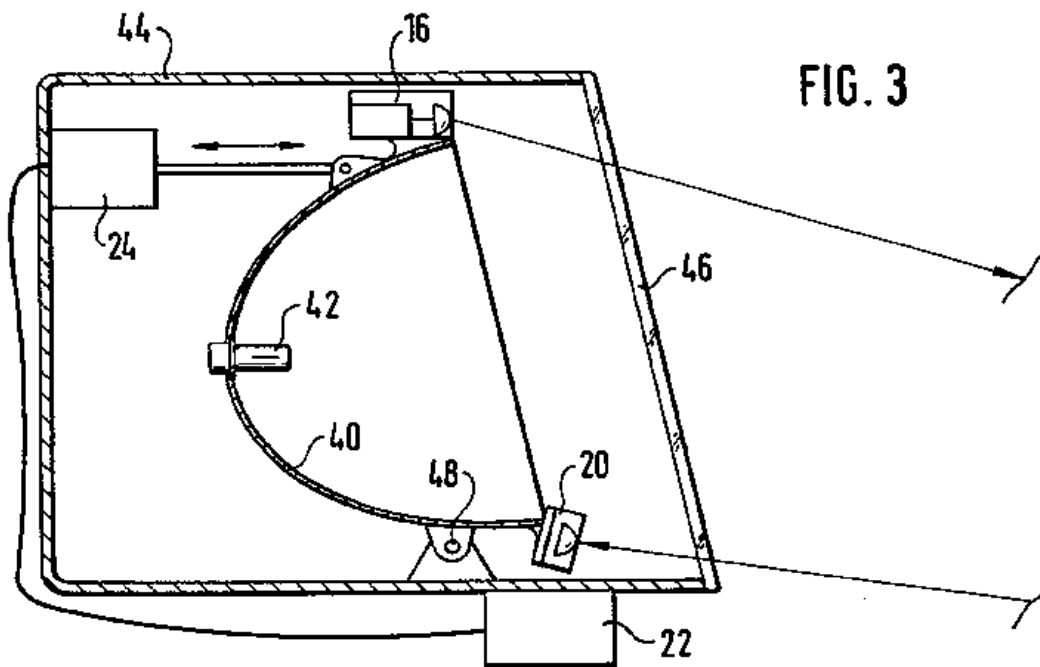


FIG. 3

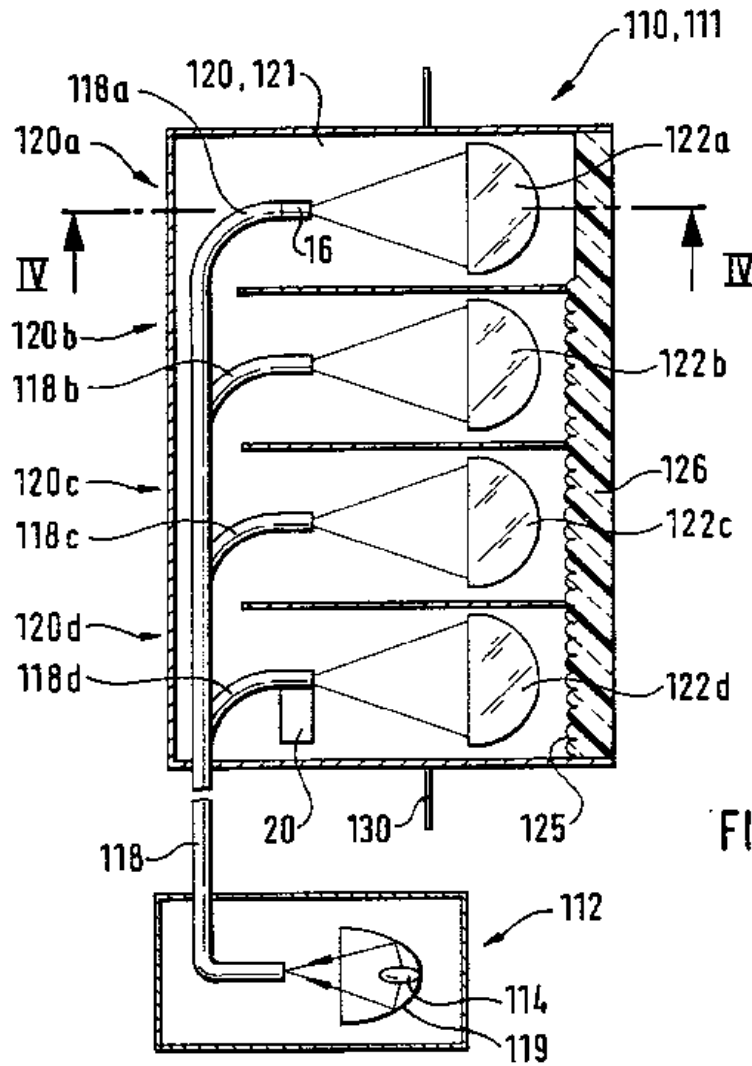


FIG. 4

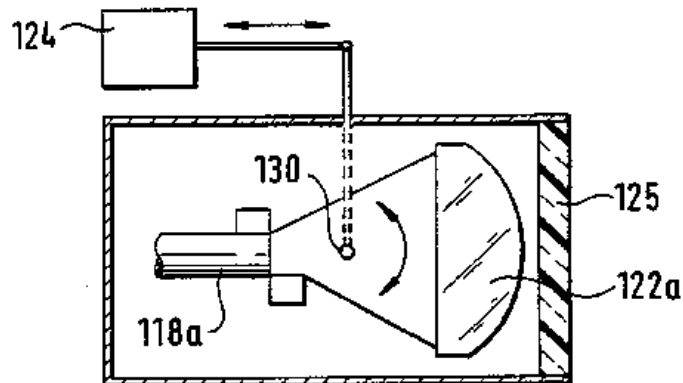


FIG. 4a

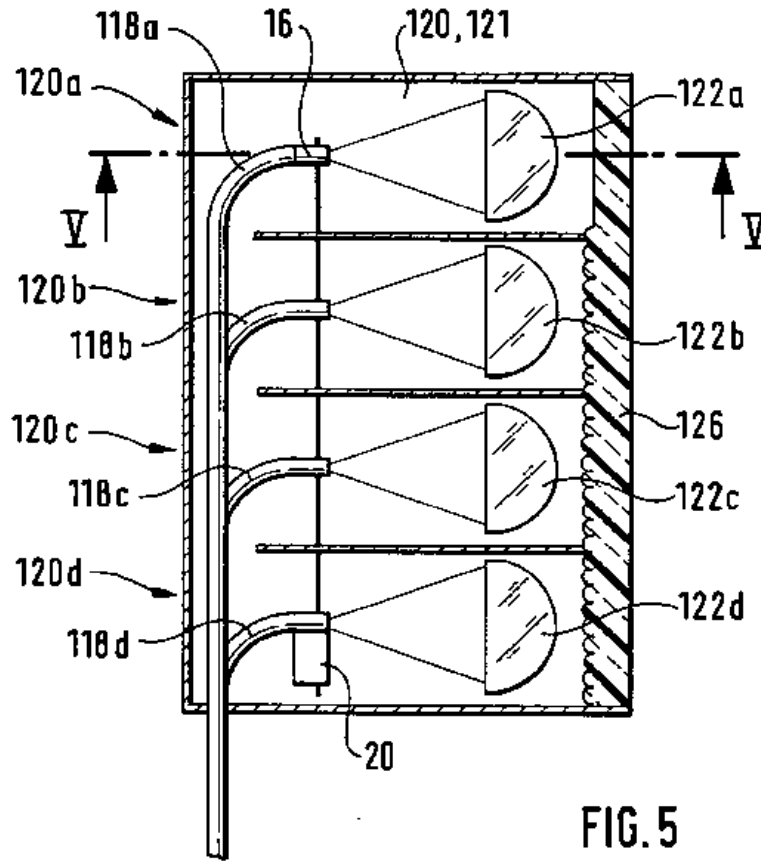
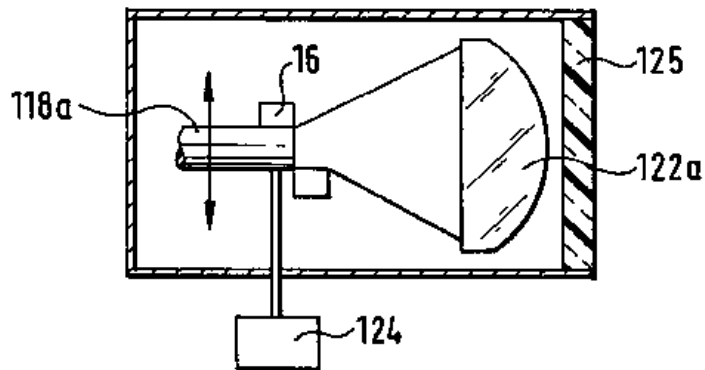


FIG. 5a



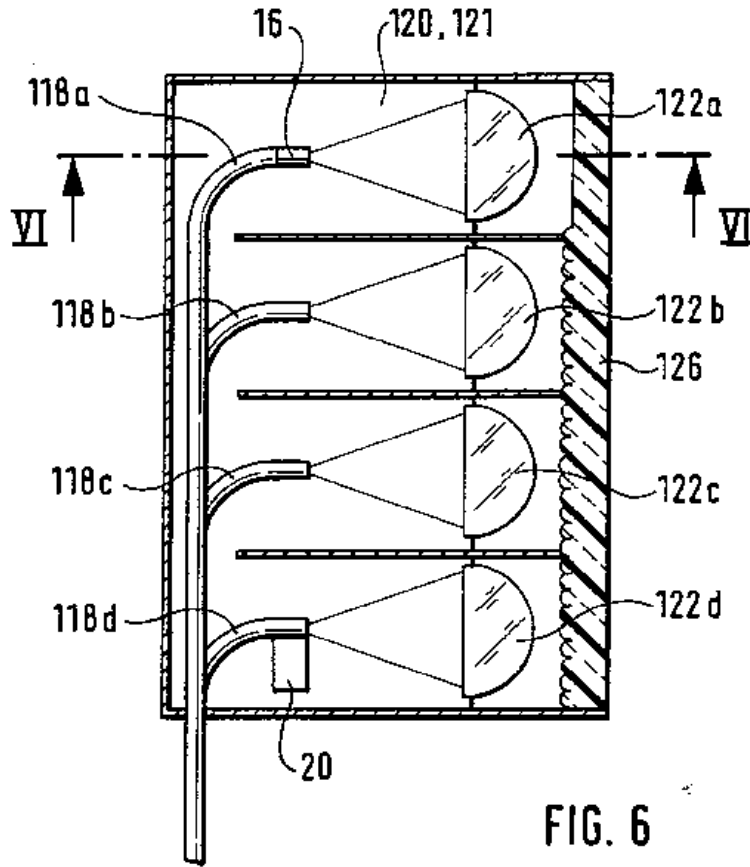
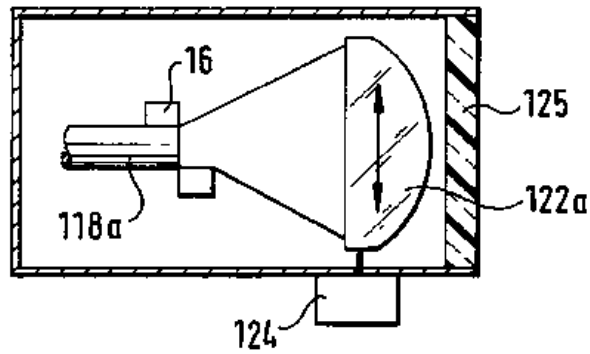


FIG. 6a



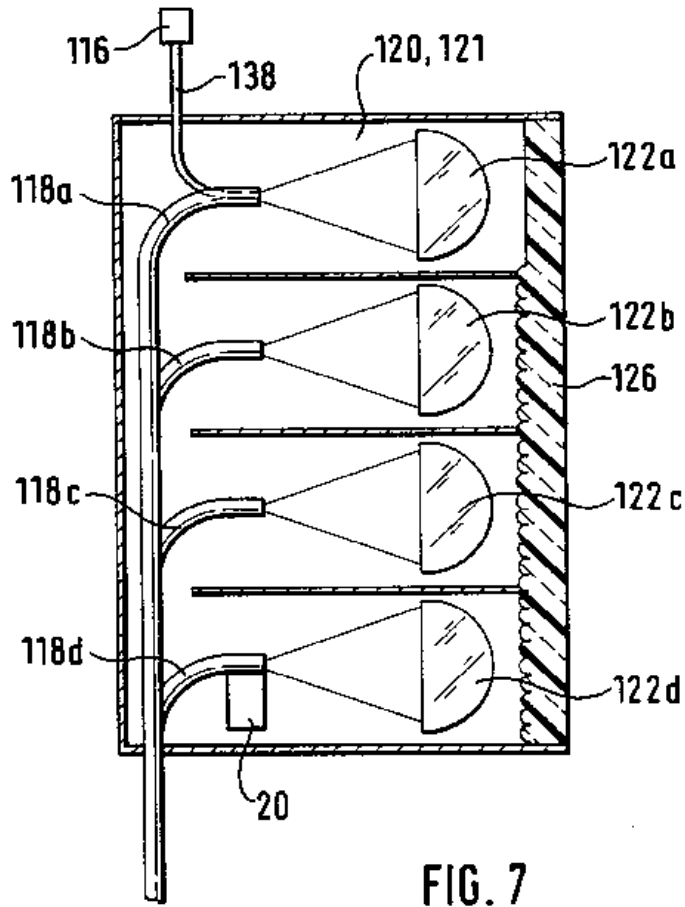


FIG. 7

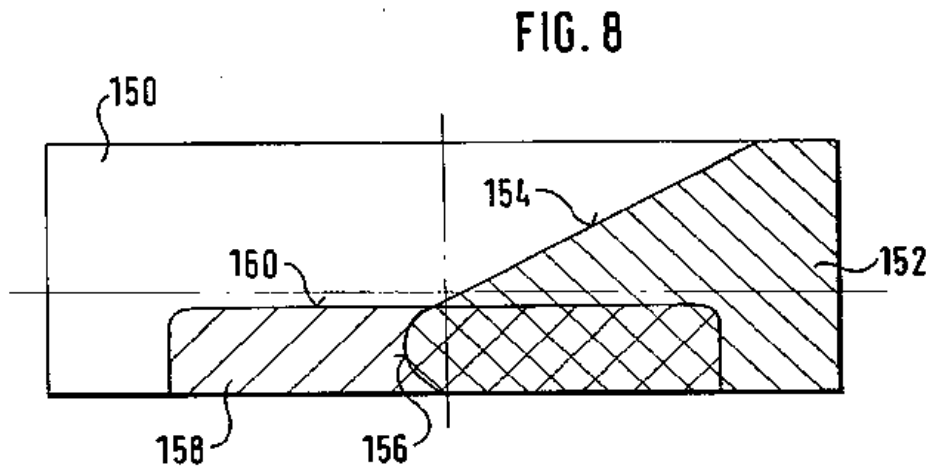


FIG. 8

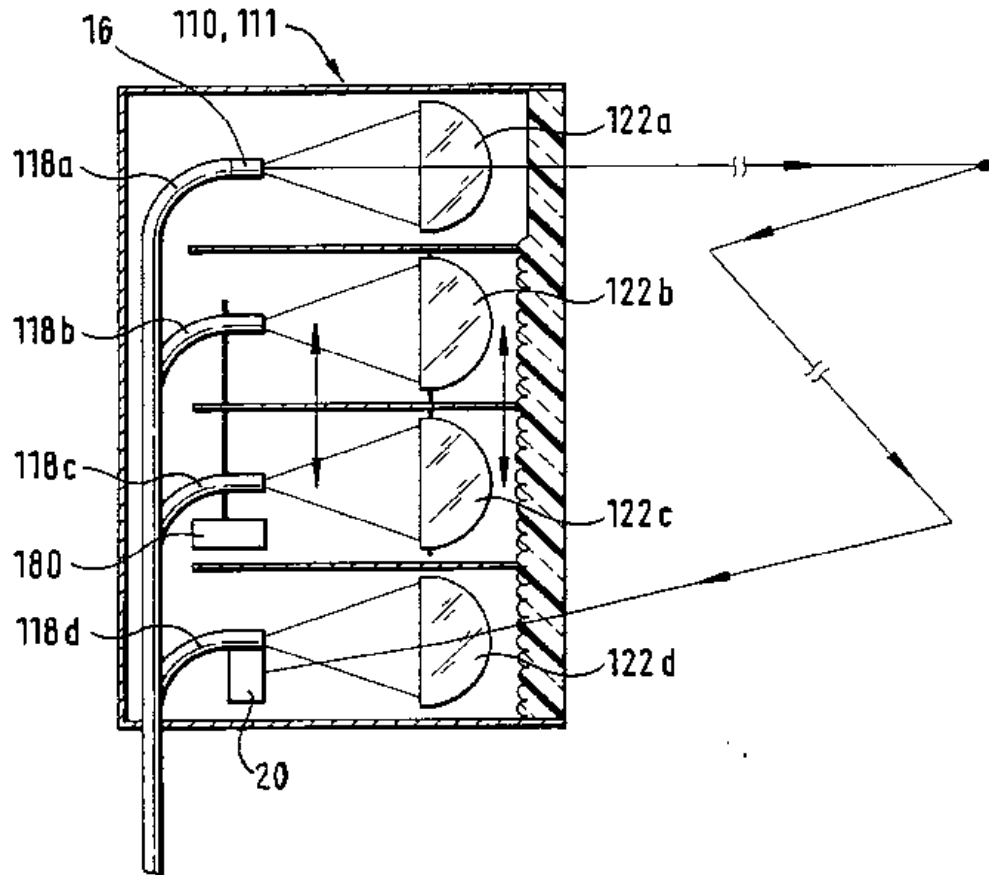


FIG. 9

**Bibliographic data: DE4407082 (A1) — 1994-09-08****Vehicle speed control system**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** KURAHASHI AKIRA [JP]; HIBINO KATSUHIKO [JP]; SHIMAMOTO MAMORU [JP]; HASHIMOTO MITSUFUMI [JP] ± (KURAHASHI, AKIRA, AICHI, JP, ; HIBINO, KATSUHIKO, TOYOAKE, AICHI, JP, ; SHIMAMOTO, MAMORU, NAGOYA, JP, ; HASHIMOTO, MITSUFUMI, SHIZUOKA, JP, ; KURAHASHI, AKIRA, ; HIBINO, KATSUHIKO, ; SHIMAMOTO, MAMORU, ; HASHIMOTO, MITSUFUMI)

**Applicant(s):** NIPPON DENSO CO [JP] ± (NIPPONDENSO CO., LTD., KARIYA, AICHI, JP, ; DENSO CORPORATION)

**Classification:** - **international:** **B60K31/00**; **B60R21/00**; **B60W30/00**; **G05D13/62**; **G01S13/93**; **G01S17/93**; (IPC1-7): B60K26/00; B60K28/00; B60K31/00  
- **cooperative:** **B60K31/0008**; **B60W30/16**; **B60W2550/308**; **G01S17/936**; **G01S2013/9321**

**Application number:** DE19944407082 19940303

**Priority number(s):** JP19930042785 19930303

**Also published as:** DE4407082 (B4) US5529139 (A) JPH06255391 (A)

**Abstract of DE4407082 (A1)**

A vehicle speed control system is disclosed for controlling the speed of a vehicle in such a way that this follows a detected preceding vehicle at a constant distance. If, in this system, a vehicle is detected travelling in front of the controlled vehicle, a check is performed on whether the detected preceding vehicle fulfils a predetermined following condition. If the said following condition is detected, this is indicated to the driver. The system responds to a driver manual control once the driver has perceived that the preceding vehicle can be followed in order to initiate a control for a constant inter-vehicle distance.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 44 07 082 A 1**

61 Int. Cl. 5:  
**B 60 K 31/00**  
B 60 K 26/00  
B 60 K 28/00

21 Aktenzeichen: P 44 07 082.9  
22 Anmeldetag: 3. 3. 94  
43 Offenlegungstag: 8. 9. 94

DE 44 07 082 A 1

30 Unionspriorität: 12 33 31  
03.03.93 JP 5-42785

71 Anmelder:  
Nippondenso Co., Ltd., Kariya, Aichi, JP

7A Vertreter:  
Kuhnen, R., Dipl.-Ing.; Wacker, P., Dipl.-Ing.  
Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Fűrniß, P., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat.; Brandl, F., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte;  
Hübner, H., Dipl.-Ing., Rechtsanw., 85354 Freising

72 Erfinder:  
Kurahashi, Akira, Aichi, JP; Hibino, Katsuhiko,  
Toyoake, Aichi, JP; Shimamoto, Mamoru, Nagoya,  
JP; Hashimoto, Mitsufumi, Shizuoka, JP

54 **Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem**

57 Es wird ein Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem für eine derartige Steuerung der Geschwindigkeit eines gesteuerten Fahrzeugs offenbart, daß dieses einem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug in einem konstanten Abstand folgt. Wenn bei diesem System ein vor dem gesteuerten Fahrzeug fahrendes Fahrzeug erfaßt wird, wird geprüft, ob das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug eine vorgegebene Verfolgungsbedingung erfüllt. Wenn diese Verfolgungsbedingung erkannt wird, wird dies dem Fahrer mitgeteilt. Das System spricht auf eine manuelle Bedienung des Fahrers an, nachdem der Fahrer wahrgenommen hat, daß das vorausfahrende Fahrzeug verfolgt werden kann, um eine Steuerung für einen konstanten Zwischenfahrzeugabstand einzuleiten.

DE 44 07 082 A 1



Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem und insbesondere auf ein solches Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem, das auf eine manuelle Bedienung eines Fahrers anspricht, um die Geschwindigkeit eines gesteuerten Fahrzeugs automatisch derart zu steuern, daß es einem vorausfahrenden Fahrzeug in einem konstanten Abstand folgt.

In der ersten Veröffentlichung der japanischen Patentanmeldung 60-121130 ist ein Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem offenbart, das in der Lage ist, einen Zwischenfahrzeug-Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug, das beispielsweise unter Verwendung einer Radareinheit erfaßt wird, zu ändern. Dieses herkömmliche Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem hält die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit selbst dann aufrecht, wenn das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug verschwunden ist. Im Stand der Technik ist weiterhin ein anderes System bekannt, das in der Lage ist, das gesteuerte Fahrzeug bis zu einem eingestellten Geschwindigkeitswert zu beschleunigen, wenn das System ein erfaßtes vorausfahrendes Fahrzeug verloren hat.

Diese herkömmlichen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssysteme haben jedoch den Nachteil, daß dann, wenn sich ein vorausfahrendes Fahrzeug mit einer geringen Geschwindigkeit in einem vorderen Erfassungsbereich bewegt und das System dieses aus irgendeinem Grund, wie beispielsweise wegen eines Erfassungssensors für ein vorausfahrendes Fahrzeug, gleichwohl nicht erfassen kann, das gesteuerte Fahrzeug von einer Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung ungewollt unter eine Reisegeschwindigkeitssteuerung mit einer konstanten Geschwindigkeit gebracht wird.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, unter Ausschaltung der dem Stand der Technik anhaftenden Nachteile ein Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem zu schaffen, das ein gesteuertes Fahrzeug in die Lage versetzt, hinter einem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug in einem konstanten Abstand zurückzubleiben, nachdem ein Fahrer die Anwesenheit des erfaßten vorausfahrenden Fahrzeugs erkennt.

Mit der Erfindung soll darüber hinaus ein verbessertes Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem geschaffen werden, das einen Zwischenfahrzeug-Abstand zu einem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug unter vorgewählten Bedingungen selbst dann aufrechterhält, wenn sich das vorausfahrende Fahrzeug aus einem Erfassungsbereich herausbewegt hat.

Gemäß einem ersten Gesichtspunkt der Erfindung wird zur Lösung dieser Aufgabe ein System zum Steuern der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs vorgeschlagen, das eine Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines vorausfahrenden Fahrzeugs, das sich vor dem von diesem System gesteuerten Fahrzeug befindet, und zum Liefern eines dies anzeigenden Signals, eine Vorausfahrzeug-Identifizierungseinrichtung, die auf das Signal aus der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung anspricht, um das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug als ein Fahrzeug zu identifizieren, das eine vorgewählte Verfolgungsbedingung, die dem gesteuerten Fahrzeug das Verfolgen des erfaßten vorausfahrenden Fahrzeugs ermöglicht, erfüllt, um ein diesen Zustand anzeigendes Signal zu liefern, eine Informationseinrichtung, die auf das Signal aus der Vorausfahrzeug-Identifizierungseinrichtung anspricht, um einem Fahrer

ein Signal zu liefern, das darüber informiert, daß das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug die vorgewählte Verfolgungsbedingung erfüllt, eine Steuerungs-Einleitungseinrichtung, die auf eine manuelle Bedienung des Fahrers anspricht, nachdem der Fahrer darüber informiert ist, daß das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug die vorgewählte Verfolgungsbedingung erfüllt, um ein Steuerungs-Einleitungssignal zu liefern, und eine Zwischenfahrzeugabstands-Steuerungseinrichtung zum Steuern der Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs aufweist, damit das gesteuerte Fahrzeug dem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug mit einem eingestellten konstanten Abstand zwischen beiden nachfolgt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist weiterhin eine Identifizierungseinrichtung für das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug vorgesehen, die in der Lage ist, das verfolgte vorausfahrende Fahrzeug zu überwachen. Wenn sich das vorausfahrende Fahrzeug aus einem vorgegebenen Erfassungsbereich der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung herausbewegt hat, wird die Zwischenfahrzeugabstands-Steuerungseinrichtung deaktiviert.

Nachdem sich das vorausfahrende Fahrzeug aus dem vorgegebenen Erfassungsbereich der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung herausbewegt hat, kann eine momentane Fahrzeuggeschwindigkeit für eine vorgewählte Zeitdauer aufrechterhalten werden.

Die Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung kann so ausgelegt sein, daß sie einen Abstand zwischen dem gesteuerten Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug sowie eine Relativgeschwindigkeit zu dem vorausfahrenden Fahrzeug bestimmt. Wenn eine Änderung im Abstand und eine Änderung in der Relativgeschwindigkeit kleiner als jeweils vorgewählte Schwellenwerte sind, kann daraus geschlossen werden, daß das vorausfahrende Fahrzeug erfaßt ist.

Darüber hinaus kann ein Zwischenfahrzeugabstands-Einstellschalter vorgesehen werden, der auf die manuelle Bedienung des Fahrers anspricht, um ein einen momentanen Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug anzeigendes Signal zu liefern. Die Steuerungs-Einleitungseinrichtung spricht auf das Signal aus dem Zwischenfahrzeugabstands-Einstellschalter an, um das Steuerungs-Einleitungssignal zu liefern, damit das gesteuerte Fahrzeug dem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug in dem momentanen Abstand nachfolgt.

Die vorgewählte Verfolgungsbedingung kann in einer vorgegebenen Beziehung zwischen dem Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug und der Relativgeschwindigkeit zu dem vorausfahrenden Fahrzeug definiert werden.

Wenn in einem vorderen Erfassungsbereich der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung eine Vielzahl von Fahrzeugen vorhanden ist, kann die Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung dasjenige unter der Vielzahl von Fahrzeugen, das im kürzesten Abstand vorausfährt, als das vorausfahrende Fahrzeug identifizieren.

Wenn ein vorausfahrendes Fahrzeug einen Steuerungszyklus vorher nicht erfaßt wurde, wird eine Abstandsdifferenz zwischen einem Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, der in dem letzten Steuerungszyklus bestimmt worden ist, und einem momentanen erfaßten Abstand bestimmt. Wenn die Abstandsdifferenz kleiner als ein vorgewählter Wert ist, kann die Vorausfahrzeug-Identifizierungseinrichtung annehmen, daß sich das im letzten Steuerungszyklus identifizierte vorausfahrende Fahrzeug im vorderen Erfassungsbereich der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung befindet.

Beim Einleiten der Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung bestimmt die Zwischenfahrzeugabstands-Steuerungseinrichtung einen Sollbetrag der Änderung in der Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs auf der Basis der Relativgeschwindigkeit und eines vom Fahrer gewählten Sollabstands zum vorausfahrenden Fahrzeug sowie eines tatsächlichen Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug. Eine Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit zum Aufrechterhalten des eingestellten konstanten Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug wird daraufhin auf der Basis des Sollbetrags der Änderung in der Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs bestimmt.

Die Zwischenfahrzeugabstands-Steuerungseinrichtung steuert die Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs mittels einer Änderung eines Drosselklappen-Öffnungsmaßes und/oder geeigneter Steuerung des Getriebes und/oder geeigneter Steuerung der Bremse.

Das System weist darüber hinaus eine Biegungs- bzw. Krümmungsmaß-Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen eines Krümmungsmaßes einer kurvigen Straße, auf der sich das gesteuerte Fahrzeug bewegt, sowie eine Wahrscheinlichkeits-Bestimmungseinrichtung auf, die unter Zugrundelegung des von der Krümmungsmaß-Bestimmungseinrichtung erfaßten Krümmungsmaßes die Wahrscheinlichkeit dafür bestimmt, daß sich das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug auf der gleichen Verkehrsspur befindet, wie das gesteuerte Fahrzeug während der Kurvenfahrt auf der kurvigen Straße.

Die Krümmungsmaß-Bestimmungseinrichtung kann einen Krümmungsradius der kurvigen Straße unter Zugrundelegung eines Lenkungswinkels des gesteuerten Fahrzeugs sowie einer Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs bestimmen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 anhand eines Blockdiagramms ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems;

Fig. 2 anhand eines Blockdiagramms einen Geschwindigkeitssteuerungsabschnitt des erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems;

Fig. 3 bis 8 anhand von Flußdiagrammen logische Verarbeitungsschritte, die von einer erfindungsgemäßen Geschwindigkeitssteuerungseinheit durchgeführt werden;

Fig. 9 anhand einer graphischen Darstellung eine steuerbare Zwischenfahrzeugabstandszone, die in einer Beziehung zwischen einem Zwischenfahrzeugsabstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug und einer Relativgeschwindigkeit zu diesem definiert ist;

Fig. 10 anhand einer graphischen Darstellung einen Zwischenfahrzeugabstandsbereich, der einem gesteuerten Fahrzeug die Verfolgung eines vorausfahrenden Fahrzeugs ermöglicht;

Fig. 11 eine Tabelle zum Bestimmen eines Änderungsmaßes in der Geschwindigkeit eines gesteuerten Fahrzeugs, die das gesteuerte Fahrzeug zum Verfolgen eines vorausfahrenden Fahrzeugs benötigt;

Fig. 12 anhand einer graphischen Darstellung verschiedene Steuerungsbetriebsarten des Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems;

Fig. 13 anhand eines Blockdiagramms ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems;

Fig. 14 anhand eines Blockdiagramms einen Geschwindigkeitssteuerungsabschnitts des zweiten Aus-

führungsbeispiels des Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems; Fig. 15 und 16 anhand von Flußdiagrammen logische Verarbeitungsschritte, die von einer Geschwindigkeitssteuerungseinheit des zweiten Ausführungsbeispiels durchgeführt werden;

Fig. 17 und 18 anhand von Flußdiagrammen logische Verarbeitungsschritte, die von der Geschwindigkeitssteuerungseinheit eines dritten Ausführungsbeispiels durchgeführt werden;

Fig. 19 und 20 anhand von Flußdiagrammen logische Verarbeitungsschritte, die von der Geschwindigkeitssteuerungseinheit eines vierten Ausführungsbeispiels durchgeführt werden; und

Fig. 21 und 22 anhand von Flußdiagrammen logische Verarbeitungsschritte, die von der Geschwindigkeitssteuerungseinheit eines fünften Ausführungsbeispiels durchgeführt werden.

Es sei vorab darauf hingewiesen, daß in den Figuren gleiche Teile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind. In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems gezeigt.

Das Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem weist allgemein eine Steuerungseinheit 11, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 13, einen Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14, ein Drosselklappen-Betätigungsorgan 17, eine Getriebesteuereinheit 19 und eine manuelle bzw. manuell betätigbare Einstelleinheit 15 auf.

Die Steuerungseinheit 11 umfaßt eine Eingangsschnittstelle bzw. Eingangsinterface 111, eine Ausgangsschnittstelle 112, eine Zentraleinheit bzw. CPU 113, einen Festwertspeicher bzw. ein ROM 114 sowie einen Schreib/Lese-Speicher bzw. ein RAM 115. Die Eingangsschnittstelle 111 empfängt Geschwindigkeitssteuerungsparameter-Eingangssignale. Die Ausgangsschnittstelle 112 gibt Steuersignale aus, die unter Zugrundelegung der Geschwindigkeitssteuerungsparameter-Eingangssignale geliefert werden. Das ROM 114 speichert Programme zum Durchführen von Steuerungsabläufen sowie verschiedene Karten bzw. Tabellen für Berechnungsvorgänge der CPU 113. Das RAM 114 speichert Informationen auf der Basis einer Berechnungssteuerung.

Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 13 ist in der Lage, eine Fahrzeuggeschwindigkeit zu überwachen und der Steuerungseinheit 11 ein diese anzeigendes Signal zu liefern.

Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 13 kann beispielsweise die Drehgeschwindigkeit bzw. Drehzahl eines Rads 12 erfassen, um die Fahrzeuggeschwindigkeit zu bestimmen. Der Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 überwacht den Abstand zwischen dem Fahrzeug, das dieses System beinhaltet (nachfolgend als "eigenes" oder "gesteuertes" Fahrzeug bezeichnet), und einem voraus befindlichen Objekt wie beispielsweise einem vorausfahrenden Fahrzeug und führt der Steuerungseinheit 11 ein diesen Abstand anzeigendes Signal zu. Die manuelle Einstelleinheit 15 liefert der Steuerungseinheit 11 einige Einstellsignale, die von einem Fahrer gewählt worden sind.

Der Zwischenfahrzeugabstands-Detektor 14 beinhaltet eine Radareinheit wie beispielsweise ein bekanntes Laserradar oder ein Millimeterwellen-Radar, das dazu ausgelegt ist, eine elektromagnetische Welle in Vorwärtsrichtung auszusenden und die von einem in einem vorderen Erfassungsbereich befindlichen Objekt reflektierten Wellen zu empfangen, um einen dazwischenlie-

genden Abstand zu messen. Der Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 kann weiterhin eine Anzeigeeinheit aufweisen, die ein erfaßtes Objekt anzeigt. Die manuelle Einstellereinheit 15 weist, wie nachstehend noch näher beschrieben werden wird, Wahlvorrichtungen zur manuellen Wahl eines Soll-Zwischenfahrzeugabstands und einer Fahrzeuggeschwindigkeitsgrenze sowie einen Schalter auf, mittels dem zwischen einer Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung und einer Konstantgeschwindigkeitssteuerung (d. h. einer Reisegeschwindigkeitssteuerung bzw. Tempomat-Steuerung) umgeschaltet werden kann.

Die Steuerungseinheit 11 spricht auf Eingangssignale aus dem Geschwindigkeitssensor 13, dem Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 sowie der manuellen Einstellereinheit 15 an, um dem Drosselklappen-Betätigungsorgan 17, der Getriebe-Steuereinheit 19 und einer Anzeige/Alarm-Vorrichtung 20 Steuersignale zu liefern. Das Drosselklappen-Betätigungsorgan 17 betätigt einen Drosselklappen-Mechanismus, um die Drehzahl eines Motors 16 zu ändern. Die Getriebe-Steuereinheit 19 steuert den Betrieb eines Getriebes 18, welches das Drehmoment des Motors zu den Rädern überträgt, um dadurch eine Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu steuern. Die Anzeige/Alarm-Vorrichtung 20 ist in der Nähe des Fahrers angebracht, um die erforderliche Fahrinformation anzuzeigen und um den Fahrer in Alarm zu versetzen, falls dies erforderlich ist. Die Steuerungseinheit 11 kann für die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung darüber hinaus ein (nicht gezeigtes) Bremsbetätigungsorgan steuern.

Gemäß der Darstellung in Fig. 2 umfaßt die manuelle Einstellereinheit 15 einen Steuerungsbetriebsart-Umschaltabschnitt 152, einen Beendigungs/Beschleunigungs/Ausroll-Einstellabschnitt 155, einen Fahrzeuggrenzgeschwindigkeits-Einstellabschnitt 153, einen Einstellabschnitt für die eingestellte Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. einen Fahrzeuggeschwindigkeits-Einstellabschnitt 154 sowie einen Zwischenfahrzeugabstands-Einstellabschnitt 151.

Der Zwischenfahrzeugabstands-Einstellabschnitt 151 liefert auf eine manuelle Bedienung des Fahrers hin ein Signal, das einen Soll-Zwischenfahrzeugabstand angibt, der für den Fahrer von Interesse ist. Der Steuerungsbetriebsart-Umschaltabschnitt 152 schaltet zwischen einer Zwischenfahrzeugabstands-Steuerungsbetriebsart und einer Reisegeschwindigkeits-Steuerungsbetriebsart um. Der Fahrzeuggrenzgeschwindigkeits-Einstellabschnitt 153 gibt in Abhängigkeit von einer manuellen Bedienung des Fahrers ein Maximalgeschwindigkeitssignal aus, um während der Steuerung für einen konstanten Fahrzeugabstand bzw. der Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung eine maximale Fahrzeuggeschwindigkeit festzulegen. Der Beendigungs/Beschleunigungs/Ausroll-Einstellabschnitt 155 führt eine Beendigung bzw. Aufhebung der Steuerung, eine Beschleunigung (Erhöhung der Fahrzeuggeschwindigkeit oder Verringerung des Zwischenfahrzeugabstands) sowie ein Ausrollen (Herabsetzen der Fahrzeuggeschwindigkeit oder Vergrößerung des Zwischenfahrzeugabstands) durch.

Der Steuerungsbetriebsart-Umschaltabschnitt 152, der Beendigungs/Beschleunigungs/Ausroll-Einstellabschnitt 155, der Fahrzeuggrenzgeschwindigkeits-Einstellabschnitt 153 und der Fahrzeuggeschwindigkeits-Einstellabschnitt 154 führen einem Geschwindigkeitssteuerungsabschnitt 29 Einstellsignale zu. Der Zwischenfahrzeugabstands-Einstellabschnitt 151 liefert ei-

nem Steuerungs-Einleitungs/Fortsetzungs/Beendigungs-Bestimmungsabschnitt 25 ein Einstellsignal, wie dies nachstehend noch näher erläutert wird.

Darüber hinaus wird einem Objekt-Identifizierungsabschnitt 21 eine vom Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 stammende Zwischenfahrzeugabstands-Information zugeführt. Der Objekt-Identifizierungsabschnitt 21 bestimmt in Übereinstimmung mit einer innerhalb einer vorgewählten Zeiteinheit erfaßten Änderung im Abstand, ob ein Objekt erfaßt wird oder nicht. Wenn ein Objekt erfaßt wird, wird darüber hinaus unter Verwendung einer statistischen Analyse ein Abstand zu diesem Objekt berechnet.

Der im Objekt-Identifizierungsabschnitt 21 ermittelte Erfassungszustand und der berechnete Abstand zu dem Objekt werden einem Relativgeschwindigkeits-Berechnungsabschnitt 22 zugeführt. Der Relativgeschwindigkeits-Berechnungsabschnitt 22 bestimmt daraufhin mittels eines vorbestimmten Steuerungszyklus unter Zugrundelegung einer Änderung im erfaßten Abstand eine Relativgeschwindigkeit zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem erfaßten Objekt und liefert einem Fahrzeug-Identifizierungsabschnitt 23 ein entsprechendes Signal. Der Fahrzeug-Identifizierungsabschnitt 23 überwacht eine Änderung in der Relativgeschwindigkeit pro vorgewählter Zeiteinheit, um zu bestimmen, ob das erfaßte Objekt ein Fahrzeug ist oder nicht, und liefert einem Zielfahrzeug-Identifizierungsabschnitt 24 ein dies anzeigendes Signal.

Der Zielfahrzeug-Identifizierungsabschnitt 24 überprüft, ob das von dem Fahrzeug-Identifizierungsabschnitt 23 identifizierte Fahrzeug vorgegebene Einleitungs- bzw. Startbedingungen für die Zwischenfahrzeugabstands-Konstantabstandssteuerung erfüllt oder nicht, wenn ein Fahrzeugverfolgungs-Betriebsablauf begonnen wird, und es wird während des Fahrzeugverfolgungs-Betriebsablaufs bestimmt, ob ein momentan verfolgtes Fahrzeug ein Zielfahrzeug ist, das ursprünglich identifiziert wurde. Die Bestimmungsergebnisse werden dem Steuerungs-Einleitungs/Fortsetzungs/Beendigungs-Bestimmungsabschnitt 25 zugeführt.

Der Steuerungs-Einleitungs/Fortsetzungs/Beendigungs-Bestimmungsabschnitt 25 spricht auf das Signal aus dem Zielfahrzeug-Identifizierungsabschnitt 24 an, um zu bestimmen, ob die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung eingeleitet, fortgesetzt oder beendet werden sollte, und zwar auf der Basis der zugeführten Werte des Zwischenfahrzeugabstands und der Relativgeschwindigkeit. Der Abschnitt 25 empfängt darüber hinaus ein Signal aus dem Zwischenfahrzeugabstands-Einstellabschnitt 151, um den vom Fahrer gewählten Soll-Zwischenfahrzeugabstand einem Geschwindigkeitsänderungsmaß-Berechnungsabschnitt 26 zuzuführen.

Der Geschwindigkeitsänderungsmaß-Berechnungsabschnitt 26 bestimmt auf der Basis des Soll-Zwischenfahrzeugabstands, der Relativgeschwindigkeit zu dem identifizierten Fahrzeug sowie eines tatsächlichen Zwischenfahrzeugabstands zu dem identifizierten Fahrzeug ein Sollmaß der Änderung in der Fahrzeuggeschwindigkeit. Ein Soll-Fahrzeuggeschwindigkeits-Bestimmungsabschnitt 27 integriert das Sollmaß der Änderung in der Fahrzeuggeschwindigkeit, um eine Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit zu bestimmen, und liefert einem Steuerungsbetriebsart-Bestimmungsabschnitt 28 ein dies anzeigendes Signal.

Der Steuerungsbetriebsart-Bestimmungsabschnitt 28 vergleicht die Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit mit einer

tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit, die momentan vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 13 erfaßt wird, um zu bestimmen, ob es die bessere Alternative ist, eine Drosselklappensteuerung mittels des Drosselklappen-Betätigungsorgans durchzuführen, oder aber das Getriebe 18 über die Getriebe-Steereinheit 19 anzusteuern.

Die Ausgangssignale aus dem Soll-Fahrzeuggeschwindigkeits-Bestimmungsabschnitt 27 und dem Steuerungsbetriebsart-Bestimmungsabschnitt 28 werden dem Geschwindigkeitssteuerungsabschnitt 29 zugeführt. Der Geschwindigkeitssteuerungsabschnitt 29 steuert daraufhin das Drosselklappen-Betätigungsorgan 17 des Motors 16 an, um einen Öffnungsgrad einer Drosselklappe zur Durchführung der Reisegeschwindigkeitssteuerung zu regeln, wodurch die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit so modifiziert wird, daß sie mit der Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit übereinstimmt. Wenn es weiterhin erforderlich ist, das Getriebe zu steuern, liefert der Geschwindigkeitssteuerungsabschnitt 29 darüber hinaus der Getriebe-Steereinheit 19 ein Steuersignal zum Gangwechsel.

Der Geschwindigkeitssteuerungsabschnitt 29 spricht weiterhin auf das Signal aus dem Steuerungsbetriebsart-Umschaltabschnitt 152 an, um je nach Interesse des Fahrers entweder die Reisegeschwindigkeitssteuerung ("cruise control") oder die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung zu wählen. Wenn der Fahrer die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung wählt, wird ein Zwischenraum zwischen dem identifizierten Fahrzeug (d. h. einem vorausfahrenden Fahrzeug) und dem eigenen Fahrzeug so gesteuert, daß ein konstanter Wert beibehalten wird. Wenn der Fahrer demgegenüber die Reisegeschwindigkeitssteuerung wählt, wird das eigene Fahrzeug so gesteuert, daß es mit einer konstanten Geschwindigkeit fährt (d. h., mit der vom Fahrer über den Fahrzeuggeschwindigkeits-Einstellabschnitt 154 gewählten eingestellten Geschwindigkeit). Wenn der Fahrer die Reisegeschwindigkeitssteuerung während der Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung wählt, wird die Reisegeschwindigkeitssteuerung hingegen mit der momentanen Fahrzeuggeschwindigkeit durchgeführt. Wenn der Fahrer demgegenüber die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung während der Reisegeschwindigkeitssteuerung wählt, wird die Zwischenfahrzeugabstands-Steuerung relativ zu dem identifizierten Fahrzeug von dem Zeitpunkt an begonnen, zu dem der Fahrer den Soll-Zwischenfahrzeugabstand mittels des Zwischenfahrzeugabstands-Einstellabschnitts 151 einstellt.

Unter Bezugnahme auf die in den Fig. 3 bis 8 gezeigten Flußdiagramme wird nachfolgend ein Programm oder Ablauf in logischen Verarbeitungsschritten näher erläutert, der von der Steuerungseinheit 11 des Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerungssystems durchgeführt wird.

Nach Eintritt in das Programm verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 300, bei dem ermittelt wird, ob der Fahrer mittels des Steuerungsbetriebsarts-Umschaltabschnitts 152 die Reisegeschwindigkeits-Steuerungsbetriebsart oder die Zwischenfahrzeug-Konstantabstands-Steuerungsbetriebsart gewählt hat. Wenn die Reisegeschwindigkeits-Steuerungsbetriebsart gewählt ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 301, bei dem die Reisegeschwindigkeitssteuerung durchgeführt wird, damit das eigene Fahrzeug mit der vom Fahrer mittels des Fahrzeuggeschwindigkeits-Einstellabschnitts 154 gewählten Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit fährt. Wenn die

Reisegeschwindigkeitssteuerung während der Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung gewählt wird, wird die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß vorstehender Erläuterung als Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit eingestellt.

Wenn im Schritt 300 hingegen ermittelt wird, daß die Zwischenfahrzeug-Konstantabstands-Steuerungsbetriebsart gewählt ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 302, bei dem ein Zwischenfahrzeugabstand (d. h. ein Zwischenraum bzw. Abstand zu einem voraus befindlichen Objekt) auf der Basis des Signals aus dem Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 bestimmt wird. In einem Folgeschritt 303 wird daraufhin eine Änderung im Zwischenfahrzeugabstand innerhalb eines vorge-

wählten Steuerungszyklus ermittelt. Der Ablauf verzweigt daraufhin zu einem Schritt 304, bei dem ermittelt wird, ob die im Schritt 303 ermittelte Änderung im Zwischenfahrzeugabstand größer als ein vorgewählter Schwellenwert T ist oder nicht. Falls die Änderung im Zwischenfahrzeugabstand größer als der Schwellenwert T ist, woraus gefolgert wird, daß vor dem eigenen Fahrzeug kein Objekt vorhanden ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 305.

Im Schritt 305 werden jeweilige Werte des Zwischenfahrzeugabstands und der Relativgeschwindigkeit auf Null (0) gesetzt und es wird in einem Puffer bzw. Speicher eine Information gespeichert, die einen Objekt-Nichterfassungszustand angibt, der anzeigt, daß sich im vorderen Erfassungsbereich des Zwischenfahrzeugabstands-Detektors 14 kein Objekt befindet.

Wenn die Änderung im Zwischenfahrzeugabstand im Schritt 304 hingegen kleiner als der Schwellenwert T ist, wird daraus gefolgert, daß im vorderen Erfassungsbereich ein Objekt existiert (d. h. es liegt ein Objekt-Erfassungszustand vor).

Der Ablauf verzweigt daraufhin zu einem Schritt 306, bei dem unter Zugrundelegung der Änderung im Zwischenfahrzeugabstand die Relativgeschwindigkeit zu dem betreffenden Objekt ermittelt wird. In einem Schritt 307 wird die ermittelte Relativgeschwindigkeit im Puffer gespeichert. Wenn der Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 in der Lage ist, die Relativgeschwindigkeit unter Verwendung der Dopplerverschiebung einer vom Objekt reflektierten Welle zu messen, kann der Schritt 306 ausgelassen werden.

Nachdem im Schritt 307 eine vorgewählte Anzahl von Werten, welche die Relativgeschwindigkeit zu dem voraus vorhandenen Objekt angeben, aufeinanderfolgend gespeichert worden sind, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 308, bei dem unter Zugrundelegung der aufeinanderfolgend im Puffer gespeicherten Werte der Relativgeschwindigkeit innerhalb einer vorgewählten Zeitdauer von beispielsweise 0,5 Sekunden eine Änderung in der Relativgeschwindigkeit ermittelt wird.

In einem Schritt 309 wird ermittelt, ob die im Schritt 308 hergeleitete Änderung in der Relativgeschwindigkeit größer als ein vorgegebener Schwellenwert S ist oder nicht. Falls eine negative Antwort erhalten wird, wird das vorne vorhandene Objekt als ein Fahrzeug identifiziert und der Ablauf verzweigt zu einem Schritt 310, bei dem der Zwischenfahrzeugabstand und die Relativgeschwindigkeit zu dem identifizierten Fahrzeug sowie eine Information, welche einen Fahrzeug-Identifizierungszustand anzeigt, daß das Fahrzeug nun erfaßt ist, im Puffer gespeichert werden.

Wenn im Schritt 309 demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, d. h. wenn die Änderung in der Relativgeschwindigkeit größer als der vorgegebene

Schwellenwert S ist, wird daraus geschlossen, daß das voraus vorhandene Objekt kein Fahrzeug ist. Der Ablauf verzweigt daraufhin zu einem Schritt 311, bei dem die Entfernung zu dem Objekt im Puffer gespeichert, die Relativgeschwindigkeit auf Null eingestellt und eine Information im Puffer gespeichert wird, die einen Objekt-Identifizierungszustand anzeigt, bei dem das voraus vorhandene Objekt ein anderes Objekt als ein Fahrzeug ist.

Die vorstehend erläuterten Verarbeitungsschritte können im Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 durchgeführt werden. Die vorstehend erläuterten Verarbeitungsabläufe können darüber hinaus gleichzeitig für eine Vielzahl von Objekten und Fahrzeugen durchgeführt werden, solange diese entsprechend den jeweiligen Differenzen im Zwischenfahrzeugabstand und der Relativgeschwindigkeit identifiziert werden können.

Nach dem Schritt 310, 311 oder 305 verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 312, bei dem ermittelt wird, ob die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung zu dem identifizierten Fahrzeug im vorhergehenden Durchlauf (d. h., einen Programmzyklus vorher) eingeleitet worden ist oder nicht. Wenn erkannt wird, daß die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung noch nicht durchgeführt wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 313, bei dem eine Verarbeitung zum Identifizieren eines zu verfolgenden Fahrzeugs durchgeführt wird, der später unter Bezugnahme auf Fig. 7 noch näher erläutert werden wird. Wenn demgegenüber ermittelt wird, daß die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung im vorhergehenden Programmdurchlauf bereits eingeleitet worden ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 314, bei dem ermittelt wird, ob ein im vorhergehenden Steuerungszyklus verfolgtes Fahrzeug im momentanen Steuerungszyklus identifiziert werden kann oder nicht, wobei diese Verarbeitungsschritte später unter Bezugnahme auf Fig. 8 noch näher erläutert werden.

Die Verarbeitung zur Identifizierung eines verfolgten Fahrzeugs wird nunmehr unter Bezugnahme auf Fig. 7 näher erläutert.

In einem Anfangsschritt 401 wird zunächst geprüft, ob ein erfaßtes Fahrzeug vorhanden ist oder nicht. Wenn dies verneint wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 405, bei dem eine Information gespeichert wird, die einen Fahrzeug-Nichterfassungszustand anzeigt. Wenn demgegenüber ein erfaßtes Fahrzeug vorhanden ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 402, bei dem ermittelt wird, ob eine Vielzahl von Fahrzeugen erfaßt ist oder nicht.

Wenn lediglich ein Fahrzeug erfaßt ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 404, bei dem das erfaßte Fahrzeug auf der Basis einer vorgewählten Beziehung zwischen einem Zwischenfahrzeugabstand und einer Relativgeschwindigkeit zu dem erfaßten Fahrzeug identifiziert wird; dieses Ergebnis wird im Puffer gespeichert. Wenn hingegen eine Vielzahl von Fahrzeugen erfaßt ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 403, bei dem in Übereinstimmung mit einem vorgewählten Schema lediglich ein Fahrzeug identifiziert wird, worauf ein Zwischenfahrzeugabstand und eine Relativgeschwindigkeit zu dem erfaßten Fahrzeug gespeichert werden.

Das vorgewählte Schema besteht darin, daß unter der Vielzahl von erfaßten Fahrzeugen dasjenige Fahrzeug gewählt wird, das mit dem kürzesten Zwischenfahrzeugabstand vorausfährt. Wenn einige Fahrzeuge im wesentlichen mit dem gleichen kurzen Zwischenfahrzeugabstand vorausfahren, wird darüber hinaus be-

stimmt, daß die erfaßten Fahrzeuge nicht identifizierbar sind.

Der Ablauf verzweigt daraufhin zu einem in Fig. 4 gezeigten Schritt 315, bei dem ermittelt wird, ob ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert worden ist oder nicht.

Falls dies nicht der Fall ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 316, bei dem eine dies anzeigende Information mittels der Anzeige/Alarm-Vorrichtung 20 dem Fahrer zur Kenntnis gebracht wird. Wenn ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert worden ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 317, bei dem eine Überprüfung dahingehend durchgeführt wird, ob sich das eigene Fahrzeug in einem Zustand befindet, bei dem es möglich ist, das identifizierte Fahrzeug zu verfolgen bzw. diesem zu folgen, oder nicht. Diese Überprüfung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 9 im Detail erläutert.

Zunächst wird ermittelt, ob ein Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten Fahrzeug in eine in der Zeichnung gestrichelt dargestellte steuerbare Zone des Zwischenfahrzeugabstands fällt. Falls er innerhalb dieser Zone liegt, wird geprüft, ob eine Beziehung zwischen dem Zwischenfahrzeugabstand und der Relativgeschwindigkeit innerhalb eines Bereichs liegt, der in Fig. 10 gestrichelt dargestellt ist und durch zwei Grenzlinien A und B definiert ist. Wenn die beiden in Fig. 9 und 10 gezeigten Bedingungen erfüllt sind, wird entschieden, daß das eigene Fahrzeug dem identifizierten Fahrzeug in einem gewählten konstanten Abstand nachfolgen kann.

Die steuerbare Zone des Zwischenfahrzeugabstands definiert gemäß der Darstellung in Fig. 9 minimale und maximale steuerbare Zwischenfahrzeugabstände nach Maßgabe der Fahrzeuggeschwindigkeit. Im dargestellten Beispiel wird der minimale steuerbare Zwischenfahrzeugabstand auf einen aus Sicherheitsgründen vorgesehenen Zeitüberhang von 1,2 Sekunden eingestellt, während der maximale steuerbare Zwischenfahrzeugabstand auf den vom Zwischenfahrzeugabstands-Detektor 14 maximal erfaßbaren Abstand eingestellt wird.

Die in der Relativgeschwindigkeits-Zwischenfahrzeugabstands-Kennlinie der Fig. 10 gezeigte Grenzlinie A wird definiert, indem die maximalen Relativgeschwindigkeiten bezüglich derjenigen Zwischenfahrzeugabstände aufgetragen werden, die es dem eigenen Fahrzeug erlauben, einem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug mit einer Relativgeschwindigkeit von ungefähr Null zu folgen, wenn das eigene Fahrzeug die Verfolgung des identifizierten vorausfahrenden Fahrzeugs mit einer Beschleunigung von 2 km/h/sec. aufnimmt, was für den Fahrer komfortabel ist, jedoch verhindert, daß sich das identifizierte vorausfahrende Fahrzeug aus einer maximalen vorderen Erfassungszone des Zwischenfahrzeugabstandsdetektors 14 herausbewegt, und zwar zwei Minuten nach der Wahrnehmung des Fahrers, unter der Annahme, daß die Bedienungs-Verzögerungszeit eines Fahrers gewöhnlich in der Größenordnung von zwei Minuten liegt. Die Grenzlinie B wird gezeichnet, indem die Relativgeschwindigkeiten bezüglich der Zwischenfahrzeugabstände so aufgetragen werden, daß ein Bereich definiert wird, bei dem ein Abstand, den das eigene Fahrzeug benötigt, um durch Ausrollen mit einer Verzögerung von 0,03 G eine Relativgeschwindigkeit von Null herbeizuführen, größer als 20 m ist, jedoch nicht kleiner als die Hälfte eines Zwischenfahrzeugabstands zum Zeitpunkt des Beginns der Steuerung (d. h., einem vom Fahrer gewählten Soll-Zwischenfahrzeugabstand).

Nunmehr wird wieder auf Fig. 4 Bezug genommen, derzufolge in einem Schritt 318 geprüft wird, ob das eigene Fahrzeug in der Lage ist, dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen oder nicht. Falls dies bejaht wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 320, bei dem die Anzeige/Alarm-Vorrichtung 20 unter Verwendung beispielsweise einer Anzeigelampe, die einen jeweiligen Wert des Zwischenfahrzeugabstands zum identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug anzeigt, den Fahrer darüber informiert, daß das eigene Fahrzeug in der Lage ist, dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug (das von dem Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 erfaßt wird) zu folgen.

Wenn im Schritt 318 demgegenüber eine negative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 319, bei dem der Fahrer darüber informiert wird, daß das eigene Fahrzeug dem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug nicht zu folgen vermag. Es sei darauf hingewiesen, daß die Schritte 316 und 319 erforderlichenfalls ausgelassen werden können.

Im Anschluß an den Schritt 320 zweigt der Ablauf zu einem Schritt 321, bei dem ermittelt wird, ob der Fahrer mittels des Zwischenfahrzeugabstands-Einstellabschnitts 151 einen Einstellvorgang durchgeführt hat oder nicht. Diese Überprüfung wird durchgeführt, um sicherzustellen, ob der Fahrer, nachdem er wahrgenommen hat, daß das eigene Fahrzeug dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug folgen kann, ein Gaspedal betätigt hat, um den Abstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug auf einen gewünschten Wert zu ändern, und den Zwischenfahrzeugabstands-Einstellabschnitt 151 betätigt hat.

Falls im Schritt 321 eine negative Antwort erhalten wird, kehrt der Ablauf zum Anfangsschritt zurück. Wenn demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 322, bei dem der zu demjenigen Zeitpunkt, zu dem der Fahrer den Zwischenfahrzeugabstands-Einstellabschnitt 151 betätigt hat, vorliegende Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug gespeichert wird und bei dem geprüft wird, ob der gespeicherte Zwischenfahrzeugabstand innerhalb der in Fig. 9 gezeigten steuerbaren Zone des Zwischenfahrzeugabstands liegt oder nicht.

Wenn eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf weiter zu einem Schritt 323, bei dem der Fahrer darüber informiert wird, daß die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung mit dem vom Fahrer gewählten Zwischenfahrzeugabstand gestartet worden ist. Wenn im Schritt 322 demgegenüber eine negative Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß der vom Fahrer gewählte Zwischenfahrzeugabstand außerhalb der steuerbaren Zone des Zwischenfahrzeugabstands liegt, schreitet der Ablauf zu einem Schritt 324 fort, bei dem ein Signal erzeugt wird, das den Fahrer anmahnt, ein Rücksetzen des Zwischenfahrzeugabstands-Einstellabschnitts 151 vorzunehmen.

Nunmehr wird unter Bezugnahme auf Fig. 8 der Betriebsablauf während der Verfolgung des identifizierten vorausfahrenden Fahrzeugs näher erläutert.

Wenn in dem in Fig. 3 gezeigten Schritt 312 erkannt wird, daß die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung im vorhergehenden Steuerungszyklus gestartet worden ist, wird im Schritt 314 geprüft, ob das vorausfahrende, im vorhergehenden Steuerungszyklus verfolgte Fahrzeug auch im vorliegenden Steuerungszyklus verfolgt werden kann oder nicht. Diese Überprüfung wird in Übereinstimmung mit den in Fig. 8 gezeig-

ten logischen Schritten durchgeführt.

Nach Eintritt in den Schritt 314 verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 501, bei dem geprüft wird, ob ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wird oder nicht, d. h., ob sich das System in einem Fahrzeug-Nichtidentifizierungszustand befindet oder nicht. Diese Ermittlung wird, wie bereits erwähnt, durchgeführt, indem ein Sensorsignal aus dem Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 überwacht wird, das in jedem Steuerungszyklus erfaßt wird, um eine Änderung im Wert des Sensorsignals herzuleiten.

Falls ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug nicht erfaßt wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 502, bei dem ein Zeitgeberwert TM während jedes Steuerungszyklus erhöht bzw. inkrementiert wird, um die Länge der Zeit zu messen, während der das zu identifizierende vorausfahrende Fahrzeug nicht erfaßt wird. Daraufhin verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 503, bei dem geprüft wird, ob ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wird oder nicht.

Falls dies bejaht wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 504, bei dem während jedes Steuerungszyklus ein Zeitgeberwert TK inkrementiert wird, um die Länge derjenigen Zeit zu messen, während der ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wird. Anschließend verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 505, bei dem geprüft wird, ob das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert ist oder nicht.

Falls eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 506, bei dem die Zeitgeberwerte TM und TK auf Null zurückgesetzt werden, worauf der Ablauf zu einem Schritt 507 fortschreitet. Wenn eine Vielzahl von vorausfahrenden Fahrzeugen erfaßt sind, wird im Schritt 507 geprüft, ob ein Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug der jeweils kleinste ist oder nicht. Diese Überprüfung wird durchgeführt, weil es möglich ist, daß ein auf einer anderen Spur fahrendes Fahrzeug vor dem eigenen Fahrzeug einschert, was eine Änderung des minimalen Zwischenfahrzeugabstands hervorruft. Im Schritt 507 kann der Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug weiterhin mit demjenigen eines Objekts verglichen werden, das bei der Überprüfung erfaßt wird, ob der Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug den kleinsten Wert aufweist oder nicht.

Wenn im Schritt 507 erkannt wird, daß der Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug nicht der kleinste ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 513, bei dem die Information, daß das vorausfahrende, im vorhergehenden Steuerungszyklus identifizierte Fahrzeug verschwunden ist, d. h., daß das eigene Fahrzeug das identifizierte vorausfahrende Fahrzeug verloren hat, im Puffer gespeichert und dem Fahrer mitgeteilt wird. Wenn demgegenüber erkannt wird, daß der Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug der kleinste ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 508, bei dem geprüft wird, ob ein Zustand, bei dem ein vorausfahrendes Fahrzeug nicht erfaßt werden kann, in einem vorhergehenden Steuerungszyklus (einen Programmzyklus vorher) vorliegt oder nicht.

Falls eine negative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 510, bei dem eine Information darüber gespeichert wird, daß das eigene Fahrzeug unter "Pegel" bzw. "Stufe" 2 nachfolgt. Das Nachfolgen unter Stufe 2 bedeutet, daß ein vorausfahrendes Fahr-

zeug, das im vorhergehenden Steuerungszyklus identifiziert worden ist, im momentanen Steuerungszyklus oder einem ähnlichen Zustand mit höherer Identifikationsgenauigkeit ebenfalls identifiziert wird. Dieser Zustand tritt ein, wenn in einem Folgeschritt 509 eine positive Antwort erhalten wird.

Wenn im vorhergehenden Steuerungszyklus demgegenüber kein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt worden ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 509, bei dem ein Zwischenfahrzeugabstand zu einem zuletzt identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug mit einem Zwischenfahrzeugabstand zu dem momentan identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug verglichen wird, um zu überprüfen, ob ein Absolutwert einer Differenz im Zwischenfahrzeugabstand kleiner als oder gleich groß wie ein vorgewählter Schwellenwert L von beispielsweise 3 m ist oder nicht. Falls dies verneint wird, was bedeutet, daß der Absolutwert der Differenz im Zwischenfahrzeugabstand größer als der Schwellenwert L ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513. Wenn demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 510.

Wenn im Schritt 505 eine negative Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug noch nicht identifiziert ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 511, bei dem die Zeitgeberwerte TM und TK mit vorbestimmten Werten N1 und N2 verglichen werden. Die Werte N1 und N2 können beispielsweise auf 0,2 bzw. 0,5 Sekunden eingestellt werden. Wenn die Zeitgeberwerte TM und TK beide kleiner als der jeweils zugeordnete Wert N1 bzw. N2 sind ( $TM < N1$  und  $TK < N2$ ), verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 512, bei dem eine Information gespeichert wird, die anzeigt, daß das eigene Fahrzeug in der Stufe 1 nachfolgt. Das Nachfolgen in der Stufe 1 zeigt eine geringere Identifikationsgenauigkeit an, was bedeutet, daß das System ein vorausfahrendes Fahrzeug im vorhergehenden Steuerungszyklus identifiziert hat, jedoch im momentanen Steuerungszyklus ein vorausfahrendes Fahrzeug noch nicht identifiziert. Wenn im Schritt 511 demgegenüber eine negative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513, bei dem der Zustand, daß das im vorhergehenden Steuerungszyklus identifizierte vorausfahrende Fahrzeug verschwunden ist, im Puffer gespeichert wird.

Im Anschluß an Schritt 510, 512 oder 513 verzweigt der Ablauf zu einem in Fig. 5 gezeigten Schritt 325, bei dem überprüft wird, ob das eigene Fahrzeug das identifizierte vorausfahrende Fahrzeug im vorhergehenden Steuerungszyklus verloren hat oder nicht. Falls diese Frage bejaht wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 330, bei dem die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung beendet wird und bei dem das eigene Fahrzeug in einen Ausroll-Zustand gebracht wird, bei dem das Drosselklappenventil völlig geschlossen ist. Daraufhin schreitet der Ablauf zu einem Schritt 331, bei dem die Anzeige/Alarm-Vorrichtung 20 den Fahrer darüber informiert, daß die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung beendet worden ist. Das eigene Fahrzeug wird daher unter die manuelle Bedienung des Fahrers gestellt.

Die Beendigung der Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung kann durchgeführt werden, indem das Drosselklappenventil allmählich über eine vorgegebene Zeitdauer geschlossen wird, um das eigene Fahrzeug in den Ausroll-Zustand zu versetzen. Eine derartige Steuerung stellt dem Fahrer eine ausreichend lange Zeit zur Verfügung, die er benötigt, um die Beendigung der

Steuerung zu erkennen, bevor das eigene Fahrzeug völlig in den Ausroll-Zustand gebracht ist.

Wenn im Schritt 325 demgegenüber festgestellt wird, daß das im vorhergehenden Steuerungszyklus identifizierte vorausfahrende Fahrzeug nicht verschwindet, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 326, bei dem geprüft wird, ob die Verfolgungsstufe den Wert 1 hat oder nicht. Falls dies bejaht wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 327, bei dem die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit aufrechterhalten wird. Der Grund hierfür liegt darin, daß das eigene Fahrzeug im wesentlichen so gesteuert wird, daß es lediglich ein identifiziertes vorausfahrendes Fahrzeug verfolgt; jedoch kann das System das identifizierte vorausfahrende Fahrzeug verlieren, wenn auf einer kurvigen oder unebenen Straße gefahren wird, oder wenn eine Steigung hinauf- oder hinabgefahren wird. Der Betriebsablauf zum Aufrechterhalten der momentanen Fahrzeuggeschwindigkeit während des Verfolgens mit Stufe 1 macht eine Steuerungs-Rücksetzbedienung für den Fahrer unnötig, wenn das System das identifizierte vorausfahrende Fahrzeug für eine Zeitdauer verloren hat, während der die Zeitgeberwerte TH und TK kleiner als die Werte N1 und N2 sind.

Wenn im Schritt 326 hingegen eine negative Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß die Verfolgungsstufe nicht die Stufe 1 ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 328, bei dem geprüft wird, ob die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung beendet oder fortgesetzt werden sollte, was durch Vergleich mit einer in Fig. 10 gezeigten Grenzlinie C festgestellt wird. Die Grenzlinie C wird definiert, indem eine Relativgeschwindigkeit bezüglich eines Zwischenfahrzeugabstands aufgetragen wird, die mit einer durch Overdrive- bzw. Schnellgang-Freigabe des Getriebes 18 mittels der Getriebe-Steuereinheit 19 herbeigeführten Verzögerung (mit einem geringen Wert von 0,06 G) den Wert Null annehmen wird, bevor ein Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug den Wert 18 m annimmt.

Anschließend wird in einem Folgeschritt 329 geprüft, ob die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung fortgesetzt werden sollte oder nicht. Falls dies verneint wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 330.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf Fig. 6 der Betriebsablauf der Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung bei einem vom Fahrer gewählten Soll-Zwischenfahrzeugabstand näher beschrieben, die nach den Schritten 329 und 323 durchgeführt wird, wie dies bei der Beschreibung der Fig. 4 erwähnt wurde.

In einem Schritt 332 wird ein Änderungsmaß in der Fahrzeuggeschwindigkeit (d.h. eine Beschleunigung oder Verzögerung) unter Zugrundelegung einer Differenz zwischen dem im Puffer gespeicherten Soll-Zwischenfahrzeugabstand und einem momentan erfaßten, tatsächlichen Zwischenfahrzeugabstand berechnet. Im Ausführungsbeispiel wird das Änderungsmaß in der Fahrzeuggeschwindigkeit unter Verwendung einer in Fig. 11 gezeigten, zweidimensionalen Karte bzw. Tabelle ermittelt. Diese Tabelle zeigt vorgegebene Beschleunigungs/Verzögerungs-Werte, die durch eine Beziehung zwischen einem durch Subtraktion eines Soll-Zwischenfahrzeugabstands von einem momentanen Zwischenfahrzeugabstand abgeleiteten Wert und einer Relativgeschwindigkeit zu einem vorausfahrenden Fahrzeug definiert sind.

Die tabellierten Beschleunigungs/Verzögerungs-Werte sind derart gewählt, daß eine feinfühligere Zwischenfahrzeugabstands-Steuerung unter verschiedenen Fahrbedingungen durchgeführt werden kann. Beispiels-

weise wird das eigene Fahrzeug an einer unerwünschten Verzögerung gehindert, wenn sich das vorausfahrende Fahrzeug trotz eines geringen Zwischenfahrzeugabstands zu diesem vorausfahrenden Fahrzeug von dem eigenen Fahrzeug wegbewegt. Andererseits wird das eigene Fahrzeug bei einer Annäherung an das vorausfahrende Fahrzeug mit hoher Relativgeschwindigkeit selbst dann früher verzögert, wenn ein ausreichender Zwischenfahrzeugabstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug vorliegt.

Nachdem auf die vorstehend beschriebene Weise ein geeigneter Beschleunigungs/Verzögerungs-Wert festgelegt worden ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 333, bei dem unter Verwendung der folgenden Gleichung (1) eine Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt wird:

$$VM = VM + KVM \times DV \times dt \quad (1)$$

In dieser Gleichung ist VM eine Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit (km/h), DV ist das Änderungsmaß in der Fahrzeuggeschwindigkeit (km/h/sec) (d. h., ein Beschleunigungs/Verzögerungs-Wert, wie er im Schritt 332 hergeleitet wird), KVM hat den Wert 3, wenn VM – VN und DV dasselbe Vorzeichen aufweisen, oder den Wert 1, wenn diese ein verschiedenes Vorzeichen aufweisen, mit VN ist eine momentane Fahrzeuggeschwindigkeit bezeichnet und mit dt ist ein Steuerungszyklus (mit einer Dauer von beispielsweise 50 ms) bezeichnet. Das Vorsehen der Variable KVM dient zur Verbesserung der Ansprechverhaltens bzw. einer Reaktionszeit der Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung von der Beschleunigung zur Verzögerung und umgekehrt.

Im Anschluß an den Schritt 333 verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 334, bei dem die im Schritt 333 berechnete Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit begrenzt wird, um zu verhindern, daß diese die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit stark überschreitet. Die Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit wird beispielsweise dahingehend überprüft, ob sie die Bedingung  $(VN - 10 \text{ km/h}) < VM < (VN + 3,5 \text{ km/h})$  erfüllt oder nicht. Falls diese Bedingung erfüllt ist, wird die Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit so geändert, daß sie diese Bedingung erfüllt.

Dies hindert den Steuerungsart-Bestimmungsabschnitt 28 daran, einen abrupten Beschleunigungs- oder Verzögerungsvorgang zu wählen.

Darüber hinaus überprüft der Fahrzeuggeschwindigkeits-Einstellabschnitt 153 im Schritt 334, ob die Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als eine vom Fahrer gewählte Geschwindigkeitsgrenze ist (d. h., eine maximal zulässige Geschwindigkeit). Falls sie größer als die Geschwindigkeitsgrenze ist, wird die Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit so geändert, daß sie kleiner als die Geschwindigkeitsgrenze ist.

Daraufhin verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 335, bei dem eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit und einer momentanen Fahrzeuggeschwindigkeit berechnet wird. In sich hieran anschließenden Schritten 336 bis 339 wird die im Schritt 335 hergeleitete Geschwindigkeitsdifferenz mit den Werten –4, –6, –3 bzw. –1 (km/h) verglichen.

Wenn im Schritt 336 festgestellt wird, daß die im Schritt 335 ermittelte Geschwindigkeitsdifferenz größer als –4 (km/h) ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 340, bei dem das Drosselklappenventil völlig geschlossen wird. Wenn im Schritt 337 erkannt wird, daß die im Schritt 335 ermittelte Geschwindigkeitsdifferenz größer als –9 (km/h) ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt

341, bei dem der Schnellgang des Getriebes 18 herausgenommen wird. Wenn im Schritt 338 festgestellt wird, daß die im Schritt 335 ermittelte Geschwindigkeitsdifferenz kleiner als –3 (km/h) ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 342, bei dem der Schnellgang des Getriebes 18 wieder eingelegt wird. Falls schließlich im Schritt 339 festgestellt wird, daß die im Schritt 335 ermittelte Geschwindigkeitsdifferenz kleiner als –1 (km/h) ist, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 343, bei dem der Betrieb des Drosselklappenventils im vollständig geschlossenen Zustand beendet wird.

Die Schritte 335 bis 339 zeigen eine Arbeitsweise des Steuerungsart-Bestimmungsabschnitts 28, die jeweils unter Verwendung der in Fig. 12 gezeigten Karte gewählt wird. In dieser Karte zeigt die Abszissenachse die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit und der momentanen Fahrzeuggeschwindigkeit, wie sie im Schritt 335 ermittelt wird. Wenn in diesem Beispiel die Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit um mehr als 4 km/h kleiner als die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit ist, wird das Drosselklappenventil vollständig geschlossen. Wenn die Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit sogar um mehr als 9 km/h kleiner als die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit ist, wird der Schnellgang des Getriebes 18 herausgenommen, um ein Herunterschalten auf ein höheres Übersetzungsverhältnis herbeizuführen. Diese Betriebsabläufe werden beendet, wenn die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit um mehr als 1 km/h bzw. 3 km/h kleiner als die Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit wird. Wenn beispielsweise eine Hysterese vorgesehen wird, wird jegliche Diskontinuität der Steuerung ausgeschaltet.

Die vorstehend beschriebene Arbeitsweise des Steuerungsart-Bestimmungsabschnitts 28 ermöglicht es, automatisch einen Zustand zu erfassen, bei dem die Geschwindigkeitsdifferenz zur Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit trotz einer Verzögerung des eigenen Fahrzeugs größer wird, beispielsweise wenn das eigene Fahrzeug ein Gefälle hinabfährt, um das Getriebe 18 so anzusteuern, daß ein höheres Übersetzungsverhältnis gewählt wird, wodurch ein höheres Verzögerungsmaß herbeigeführt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem stellt der Fahrer, wie bereits erwähnt, einen Soll-Zwischenfahrzeugabstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug ein, nachdem dieses vom System identifiziert worden ist. Dadurch wird erreicht, daß die Identifizierung des vorausfahrenden Fahrzeugs durch das System mit der visuellen Wahrnehmung dieses Fahrzeugs durch den Fahrer mit einer hohen Genauigkeit übereinstimmt. Falls ein vorausfahrendes Fahrzeug, dem mit dem vom Fahrer gewählten Soll-Zwischenfahrzeugabstand gefolgt wird, aufgrund des Wechsels in eine andere Fahrspur oder aufgrund einer Unterbrechung durch ein anderes vor dem eigenen Fahrzeug befindliches Fahrzeug verschwunden ist, wird die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung beendet, das Drosselklappenventil vollständig geschlossen und das eigene Fahrzeug unter die manuelle Bedienung durch den Fahrer gestellt.

Der vorstehend beschriebene Betriebsablauf des Verfolgens eines vom Fahrer visuell identifizierten vorausfahrenden Fahrzeugs kann darüber hinaus im wesentlichen das gleiche Fahrverhalten hervorrufen, wie es beim manuellen Fahrbetrieb durch den Fahrer vorliegt. Dies verhindert jegliche Zeitverzögerung bei einer zur Vermeidung eines Unfalls durchgeführten Handlung, wie beispielsweise eines Antikollisions-Bedienungsvor-



gangs, die durch die Abhängigkeit des Fahrers vom System hervorgerufen werden könnte.

Gemäß vorstehender Beschreibung ist das Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem so ausgelegt, daß es zwischen der Zwischenfahrzeug-Konstantabstands-betriebsart und der Reisegeschwindigkeit-Steuerungsbetriebsart umschaltet bzw. hin- und herschaltet. Es sei jedoch angemerkt, daß die vorliegende Erfindung hierauf nicht beschränkt ist und vielmehr auch bei einem solchen System anwendbar ist, das ausschließlich die Zwischenfahrzeug-Konstantabstandssteuerung durchführt.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf Fig. 13 ein alternatives Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems näher erläutert. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel dadurch, daß ein Lenkungssensor 81 vorgesehen ist, der einen Lenkwinkel der Räder überwacht und der Steuerungseinheit ein diesen anzeigendes Signal liefert. Darüber hinaus ist der Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 mit einer optischen Radareinheit ausgerüstet, die so ausgelegt ist, daß sie eine Vielzahl von elektromagnetischen Wellen nach vorne in verschiedene Richtungen abstrahlt, um eine von einem in einem vorderen Erfassungsbereich vorhandenen Objekt reflektierte Welle zu empfangen, wodurch sowohl eine seitliche bzw. Winkelrichtung als auch ein Abstand zu dem Objekt überwacht werden kann. Derartige, zur Verwendung in einem Antikollisionssystem vorgesehene Radareinheiten sind beispielsweise in den US-Patentanmeldungen Nr. 08/162,276 (angemeldet am 07. Dezember 1993) und 08/118,235 (angemeldet am 09. September 1993), die beide auf die Anmelderin der vorliegenden Anmeldung zurückgehen, beschrieben, wobei auf den Inhalt dieser Druckschriften an dieser Stelle voll inhaltlich Bezug genommen wird.

Gemäß Fig. 14 weist die Steuerungseinheit 11 einen Krümmungs-Bestimmungsabschnitt 92 und einen Vorausfahrzeug-Wahrscheinlichkeitsbestimmungsabschnitt 91 auf. Der Krümmungs-Bestimmungsabschnitt 92 spricht auf Sensorsignale aus dem Lenkungssensor 81 und dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 13 an, um unter Zugrundelegung eines Lenkwinkels und einer Fahrzeuggeschwindigkeit unter Verwendung einer vorgegebenen Formel die Krümmung oder den Krümmungsradius einer Straße zu ermitteln, auf der das eigene Fahrzeug fährt. Die anderen Teile und funktionalen Zusammenhänge entsprechen denen des ersten Ausführungsbeispiels, weshalb auf eine erneute Erläuterung an dieser Stelle verzichtet wird.

Der Vorausfahrzeug-Wahrscheinlichkeitbestimmungsabschnitt 91 berechnet unter Zugrundelegung des vom Krümmungs-Bestimmungsabschnitt 92 ermittelten Krümmungsradius, einer Winkelrichtung sowie eines mittels des Zwischenfahrzeugabstandsdetektors 14 erfaßten Abstands zu einem Objekt eine Zwischenfahrzeugabstands-Wahrscheinlichkeit, die den Grad angibt, unter dem sich das erfaßte Objekt auf der gleichen Fahrspur wie das eigene Fahrzeug befindet, und liefert dem Zielfahrzeug-Identifizierungsabschnitt 24 ein diesen anzeigendes Signal.

Die Arbeitsweise dieses zweiten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Flußdiagramme näher erläutert. Ein Großteil dieses Steuerungsablaufs entspricht im wesentlichen dem des ersten Ausführungsbeispiels, weshalb lediglich hierzu unterschiedliche logische Schritte erläutert werden.

In Fig. 15 sind logische Schritte zum Identifizieren eines zu verfolgenden vorausfahrenden Fahrzeugs gezeigt, die in dem in Fig. 3 gezeigten Schritt 313 durchzuführen sind.

In einem Anfangsschritt 601 wird zunächst geprüft, ob momentan ein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wird oder nicht. Falls dies verneint wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 602, bei dem die Information, daß ein zu verfolgendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann, gespeichert und dem Fahrer angezeigt wird. Wenn demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 603, bei dem überprüft wird, ob das momentan erfaßte vorausfahrende Fahrzeug auf der gleichen Fahrspur fährt wie das eigene Fahrzeug oder nicht. Dies wird erreicht, indem die Zwischenfahrzeugabstands-Wahrscheinlichkeit bestimmt wird.

Wenn erkannt wird, daß sich das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug auf der gleichen Fahrspur befindet, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 604, bei dem dann, wenn eine Vielzahl von Fahrzeugen auf der gleichen Fahrspur erfaßt wird, dasjenige als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert wird, das den kürzesten Zwischenfahrzeugabstand aufweist.

Wenn im Schritt 603 demgegenüber festgestellt wird, daß sich auf der gleichen Fahrspur kein Fahrzeug befindet, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 610, bei dem die Information, daß ein zu verfolgendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann, gespeichert und dem Fahrer angezeigt wird.

In Fig. 16 sind in dem in Fig. 3 gezeigten Schritt 314 durchzuführende logische Schritte gezeigt, mit Hilfe derer bestimmt wird, ob ein verfolgtes vorausfahrendes Fahrzeug verschwunden ist. Diese logischen Schritte unterscheiden sich von denen in Fig. 8 lediglich dadurch, daß vor den Schritt 507 ein Schritt 706 hinzugefügt ist, weshalb die Erläuterung der anderen Schritte an dieser Stelle ausgelassen wird.

Falls im Schritt 505 eine positive Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß ein erfaßtes vorausfahrendes Fahrzeug als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert worden ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 706, bei dem darüber hinaus geprüft wird, ob sich das identifizierte vorausfahrende Fahrzeug auf der gleichen Fahrspur wie das eigene Fahrzeug bewegt oder nicht. Falls dies bejaht wird, verzweigt der Ablauf in ähnlicher Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel zum Schritt 507. Wenn demgegenüber eine negative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513, bei dem die Information, daß das verfolgte vorausfahrende Fahrzeug im vorhergehenden Steuerungszyklus verschwunden ist, dem Fahrer über die Anzeige/Alarm-Vorrichtung zugeführt wird.

Demgemäß wird mittels des vorstehend beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiels die Wahrscheinlichkeit dafür deutlich verbessert, daß ein zu verfolgendes vorausfahrendes Fahrzeug während einer Kurvenfahrt identifiziert werden kann.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 17 und 18 ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems näher erläutert.

Dieses Ausführungsbeispiel verwendet keinen Lenkungssensor 81. Der Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 ist im Unterschied zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel so ausgelegt, daß er drei elektromagnetische Wellen in die linke, frontale und rechte Richtung aussendet, so daß ein linker, zentraler und rechter Erfas-

sungsbereich geschaffen werden.

Der zentrale Erfassungsbereich ist so definiert, daß eine von dort zurückreflektierte Welle eine höhere Wahrscheinlichkeit dafür anzeigt, daß ein erfaßtes vorausfahrendes Fahrzeug auf der gleichen Fahrspur fährt, als diejenigen im linken und rechten Erfassungsbereich.

In Fig. 17 sind logische Schritte zum Identifizieren eines zu verfolgenden vorausfahrenden Fahrzeugs gezeigt, die in dem in Fig. 3 dargestellten Schritt 313 durchgeführt werden.

In einem Anfangsschritt 801 wird zunächst geprüft, ob ein vorausfahrendes Fahrzeug im zentralen Erfassungsbereich des Zwischenfahrzeugabstandsdetektors 14 erfaßt wird oder nicht.

Wenn eine negative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 602, bei dem die Information, daß das zu verfolgende Fahrzeug nicht identifiziert werden kann, gespeichert und dem Fahrer berichtet wird. Wenn demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 802, bei dem geprüft wird, ob eine Vielzahl von vorausfahrenden Fahrzeugen erfaßt wird oder nicht. Wenn lediglich ein Fahrzeug erfaßt wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 804, bei dem das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert wird.

Wenn im Schritt 802 hingegen eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 803, bei dem aus der Vielzahl erfaßter Fahrzeuge, soweit diese auf der gleichen Fahrspur fahren, dasjenige als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert wird, das den kürzesten Zwischenfahrzeugabstand aufweist. Wenn sich jedoch mehr als zwei Fahrzeuge im gleichen Zwischenfahrzeugabstand bewegen, entscheidet das System, daß ein zu verfolgendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann.

Mittels der in Fig. 18 gezeigten, in dem in Fig. 3 dargestellten Schritt 314 durchgeführten logischen Schritte wird geprüft, ob ein verfolgtes vorausfahrendes Fahrzeug verschwunden ist. Nachstehend werden in diesem Zusammenhang lediglich die Unterschiede gegenüber dem entsprechenden, in Fig. 8 gezeigten Flußdiagramm des obigen ersten Ausführungsbeispiels erläutert.

Wenn in einem Schritt 901 in keinem der Erfassungsbereiche ein Fahrzeug erfaßt wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 502, bei dem der Zeitgeberwert TM inkrementiert wird, um die Länge derjenigen Zeit zu messen, während der weder im linken noch im zentralen noch im rechten Erfassungsbereich ein Fahrzeug erfaßt wird.

In einem Schritt 903 wird geprüft, ob in irgendeinem der Erfassungsbereiche ein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wird oder nicht. Falls dies bejaht wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 504, bei dem der Zeitgeberwert TK inkrementiert wird, um die Länge derjenigen Zeit zu messen, während der das vorausfahrende Fahrzeug in einem der Erfassungsbereiche erfaßt wird.

Wenn im Schritt 905 eine positive Antwort erhalten worden ist, was bedeutet, daß das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert worden ist, verzweigt der Ablauf anschließend zum Schritt 506, bei dem die Zeitgeberwerte TM und TK auf Null zurückgesetzt werden. Der Ablauf schreitet daraufhin zum Schritt 507 fort, bei dem dann, wenn eine Vielzahl vorausfahrender Fahrzeuge erfaßt worden ist, geprüft wird, ob ein Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug der kleinste ist oder nicht.

Wenn im Schritt 507 festgestellt wird, daß der Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfah-

renden Fahrzeug nicht der kleinste ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513, bei dem das System bestimmt, daß das im vorhergehenden Steuerungszyklus verfolgte vorausfahrende Fahrzeug verschwunden ist. Wenn hingegen festgestellt wird, daß es sich bei dem Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug um den kleinsten Wert handelt, verzweigt der Ablauf zum Schritt 508, bei dem geprüft wird, ob in einem vorhergehenden Steuerungszyklus ein Zustand vorliegt, bei dem ein vorausfahrendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann, oder nicht. Falls eine negative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 510, bei dem die Information, daß das eigene Fahrzeug dem vorausfahrenden Fahrzeug in der Stufe 2 folgt, gespeichert und dem Fahrer gemeldet wird. Wenn hingegen eine positive Antwort erhalten wird, woraus gefolgert wird, daß im vorhergehenden Steuerungszyklus kein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wurde, verzweigt der Ablauf zum Schritt 509, bei dem ein Zwischenfahrzeugabstand zu einem zuletzt identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug mit einem Zwischenfahrzeugabstand zu dem momentan identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug verglichen wird, um festzustellen, ob ein Absolutwert einer Differenz im Zwischenfahrzeugabstand kleiner als oder gleich groß wie der vorgeählte Schwellenwert L ist oder nicht. Wenn eine negative Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß der Absolutwert der Differenz im Zwischenfahrzeugabstand größer als der Schwellenwert L ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513. Wenn demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, schreitet der Ablauf zum Schritt 510 fort.

Wenn im Schritt 905 eine negative Antwort erhalten wird, woraus zu folgern ist, daß ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug noch in keinem der Erfassungsbereiche erfaßt worden ist, verzweigt der Ablauf weiterhin zum Schritt 511, bei dem die Zeitgeberwerte TM und TK mit den vorbestimmten Werten N1 und N2 verglichen werden. Wenn beide Zeitgeberwerte TM und TK kleiner als der jeweils zugeordnete Wert N1 bzw. N2 sind ( $TM < N1$  und  $TK < N2$ ), verzweigt der Ablauf zum Schritt 512, bei dem die Information, daß das eigene Fahrzeug einem vorausfahrenden Fahrzeug in der Stufe 1 folgt, gespeichert und dem Fahrer gemeldet wird. Wenn im Schritt 511 demgegenüber eine negative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513, bei dem der Zustand, daß das identifizierte vorausfahrende Fahrzeug verschwunden ist, gespeichert und dem Fahrer gemeldet wird.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 19 und 20 ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems näher erläutert.

Bei diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Modifikation des vorstehend beschriebenen dritten Ausführungsbeispiels, bei der ein Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 vorgesehen ist, der so ausgelegt ist, daß er zwei Arten von elektromagnetischen Wellen aussendet, um einen breiten Erfassungsbereich und einen verringerten Erfassungsbereich, der sich mit dem zentralen Bereich des breiten Erfassungsbereichs überlappt, zu liefern und um die reflektierten Wellen der damit ausgesendeten Wellen über das gleiche Fühler-element oder verschiedene Fühler-elemente zu empfangen. Beispielsweise kann eine Millimeterwelle verwendet werden, um den breiten Erfassungsbereich bereitzustellen, während für den verringerten Erfassungsbereich ein Laserstrahl verwendet werden kann.

Gemäß der Darstellung in Fig. 14 wird der Lenkungs-sensor 81 bei diesem Ausführungsbeispiel nicht verwendet. Wenn er gleichwohl verwendet wird, können die im Rahmen des zweiten Ausführungsbeispiels erläuterten logischen Schritte zum Erfassen eines vorausfahrenden Fahrzeugs zusätzlich zu den nachfolgend beschriebenen Schritten durchgeführt werden.

Fig. 19 zeigt logische Schritte zum Identifizieren eines zu verfolgenden vorausfahrenden Fahrzeugs, die in dem in Fig. 3 gezeigten Schritt 313 durchgeführt werden.

Zunächst wird in einem Anfangsschritt 10101 überprüft, ob im verringerten Erfassungsbereich des Zwischenfahrzeugabstandsdetektors 14 ein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wird oder nicht.

Falls dies verneint wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 602, bei dem das System folgert, daß ein zu verfolgendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann, und dies dem Fahrer mitteilt. Wenn demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß im verringerten bzw. schmalen Erfassungsbereich ein Fahrzeug erfaßt wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 10102, bei dem geprüft wird, ob im breiten Erfassungsbereich das gleiche vorausfahrende Fahrzeug erfaßt wird oder nicht. Diese Überprüfung wird durchgeführt, indem ein Zwischenfahrzeugabstand und eine Relativgeschwindigkeit zu dem im verringerten Erfassungsbereich erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug mit den entsprechenden Werten zu dem im breiten Erfassungsbereich erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug verglichen werden. Wenn dies verneint wird, was bedeutet, daß im breiten Erfassungsbereich nicht das gleiche Fahrzeug erfaßt wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 602. Wenn im Schritt 10102 hingegen eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 10103, bei dem geprüft wird, ob eine Vielzahl von Fahrzeugen erfaßt wird oder nicht. Wenn in beiden Erfassungsbereichen lediglich ein Fahrzeug erfaßt wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 804, bei dem das betreffende Fahrzeug als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert wird. Wenn in diesem Schritt festgestellt wird, daß irgendein näheres Objekt als das identifizierte Fahrzeug vorhanden ist, dürfen die Inhalte des Schritts 804 nicht im Puffer gespeichert werden.

Wenn im Schritt 10103 demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 803, bei dem unter der Vielzahl der erfaßten, auf der gleichen Fahrspur fahrenden Fahrzeuge dasjenige, das den kürzesten Zwischenfahrzeugabstand aufweist, als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert wird. Wenn sich jedoch mehr als zwei Fahrzeuge im wesentlichen im gleichen Zwischenfahrzeugabstand bewegen, entscheidet das System, daß ein zu verfolgendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann.

In Fig. 20 sind in dem in Fig. 3 dargestellten Schritt 314 durchgeführte logische Schritte gezeigt, in denen überprüft wird, ob ein in einem vorausgehenden Steuerungszyklus verfolgtes vorausfahrendes Fahrzeug verschwunden ist. Nachfolgend werden die sich in diesem Flußdiagramm ergebenden Unterschiede zur Fig. 8 des ersten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Wenn in einem Schritt 10201 kein Fahrzeug im breiten Erfassungsbereich erfaßt wird, mit anderen Worten, wenn sich ein in einem vorausgehenden Steuerungszyklus identifiziertes vorausfahrendes Fahrzeug aus dem breiten Erfassungsbereich herausbewegt hat, verzweigt der Ablauf zum Schritt 502, bei dem der Zeitgeberwert TM inkrementiert wird, um die Länge derjenigen Zeit

zu messen, während der ein zu verfolgendes Fahrzeug nirgendwo im breiten und verringerten Erfassungsbereich erfaßt wird.

In einem Schritt 10203 wird überprüft, ob ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug im breiten Erfassungsbereich erfaßt wird oder nicht. Falls dies bejaht wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 504, bei dem der Zeitgeberwert TK inkrementiert wird, um die Länge derjenigen Zeit zu messen, während der das vorausfahrende Fahrzeug im breiten Erfassungsbereich erfaßt wird.

Wenn anschließend in einem Schritt 10205 eine positive Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß das im breiten Erfassungsbereich erfaßte vorausfahrende Fahrzeug als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert worden ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 506, bei dem die Zeitgeberwerte TM und TK auf Null zurückgesetzt werden. Der Ablauf verzweigt dann zum Schritt 507, bei dem, falls eine Vielzahl vorausfahrender Fahrzeuge erfaßt ist, geprüft wird, ob ein Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug der kleinste ist oder nicht.

Falls im Schritt 507 gefolgert wird, daß es sich bei dem Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug nicht um den kleinsten handelt, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513, bei dem das System festlegt, daß das im vorhergehenden Steuerungszyklus verfolgte vorausfahrende Fahrzeug verschwunden ist. Wenn hingegen erkannt wird, daß der Zwischenfahrzeugabstand zum identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug der kleinste ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 508, bei dem geprüft wird, ob in einem vorhergehenden Steuerungszyklus eine Bedingung vorliegt, bei der ein vorausfahrendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann, oder nicht. Falls dies verneint wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 510, bei dem die Information, daß das eigene Fahrzeug dem vorausfahrenden Fahrzeug in der Stufe 2 nachfährt, gespeichert und dem Fahrer mitgeteilt wird. Wenn demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß im vorhergehenden Steuerungszyklus kein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt worden ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 509, bei dem ein Zwischenfahrzeugabstand zu einem zuletzt identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug mit einem Zwischenfahrzeugabstand zu dem momentan identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug verglichen wird, um zu überprüfen, ob ein Absolutwert einer Differenz im Zwischenfahrzeugabstand kleiner als oder gleich groß wie der vorgewählte Schwellenwert L ist oder nicht. Wenn eine negative Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß der Absolutwert der Differenz im Zwischenfahrzeugabstand größer als der Schwellenwert L ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513. Wenn hingegen eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 510.

Wenn im Schritt 10205 eine negative Antwort erhalten wird, woraus zu folgern ist, daß ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug im breiten Erfassungsbereich noch nicht erfaßt worden ist, verzweigt der Ablauf weiterhin zum Schritt 511, bei dem die Zeitgeberwerte TM und TK mit den vorbestimmten Werten N1 und N2 verglichen werden. Wenn beide Zeitgeberwerte TM und TK kleiner als der jeweils zugeordnete Wert N1 bzw. N2 sind ( $TM < N1$  und  $TK < N2$ ), verzweigt der Ablauf zum Schritt 512, bei dem die Information, daß das eigene Fahrzeug einem vorausfahrenden Fahrzeug in der Stufe 1 folgt, gespeichert und dem Fahrer mitgeteilt wird. Wenn im Schritt 511 demgegenüber eine ne-

gative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513, bei dem der Zustand, daß das identifizierte vorausfahrende Fahrzeug verschwunden ist, gespeichert und dem Fahrer mitgeteilt wird.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 21 und 22 ein fünftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystems näher erläutert.

Bei diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Modifikation der vorstehend erläuterten dritten und vierten Ausführungsbeispiele. In diesem Fall handelt es sich bei dem Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 um einen Abstandsdetektor des Stereotyps mit einer CCD-Kamera, die dazu ausgelegt ist, den Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug durch Analyse eines Frontalbilds unter Verwendung der Triangulation zu messen. Ein derartiger Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 liefert der Steuerungseinheit 11 ein Signal, das einen Abstand zu einem erfaßten Objekt und dessen Erscheinungsbild (Charakteristiken des Fahrzeugkörpers bzw. der Karosserie) angibt.

Gemäß der Darstellung in Fig. 14 wird bei diesem Ausführungsbeispiel kein Lenkungssensor 81 verwendet. Alternativ kann dieser jedoch verwendet werden. Wenn der Lenkungssensor 81 verwendet wird, können die im Rahmen der Beschreibung des zweiten Ausführungsbeispiels erläuterten logischen Schritte zum Erfassen eines vorausfahrenden Fahrzeugs zusätzlich zu den nachstehend beschriebenen Schritten durchgeführt werden.

In Fig. 21 sind in dem in Fig. 3 gezeigten Schritt 313 durchgeführte logische Schritte zum Identifizieren eines zu verfolgenden vorausfahrenden Fahrzeugs dargestellt.

In einem Anfangsschritt 20101 wird zunächst überprüft, ob in einem vorderen Erfassungsbereich des Zwischenfahrzeugabstands-Detektors 14 ein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wird oder nicht.

Falls dies nicht der Fall ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 602, bei dem das System folgert, daß ein zu verfolgendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann, und dies dem Fahrer mitteilt. Wenn im Schritt 20101 demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 20102, bei dem Bilddaten analysiert werden, um zu überprüfen, ob das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert werden kann oder nicht. Wenn dies bejaht wird, verzweigt der Ablauf zu einem Schritt 20103, bei dem überprüft wird, ob eine Vielzahl von Fahrzeugen erfaßt wird oder nicht. Wenn lediglich ein Fahrzeug erfaßt wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 804, bei dem das momentan erfaßte Fahrzeug als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert wird. Wenn in diesem Schritt festgestellt wird, daß sich irgendein Objekt in geringerer Entfernung befindet als das identifizierte Fahrzeug, dürfen die Inhalte des Schritts 804 nicht im Puffer gespeichert werden.

Wenn im Schritt 20103 demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 803, bei dem unter der Vielzahl der erfaßten, auf der gleichen Fahrspur fahrenden Fahrzeuge dasjenige als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert wird, das den kürzesten Zwischenfahrzeugabstand aufweist. Wenn sich jedoch mehr als zwei Fahrzeuge im wesentlichen im gleichen Zwischenfahrzeugabstand bewegen, entscheidet das System, daß ein zu verfolgendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann.

In Fig. 22 sind in dem in Fig. 3 gezeigten Schritt 314

durchgeführte logische Schritte dargestellt, in denen überprüft wird, ob ein in einem vorausgehenden Steuerungszyklus verfolgtes vorausfahrendes Fahrzeug verschwunden ist.

Wenn im Schritt 501 unter Verwendung der Frontal-Bilddaten kein Fahrzeug erfaßt wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 502, bei dem der Zeitgeberwert TM inkrementiert wird, um die Länge derjenigen Zeit zu messen, während der ein zu verfolgendes Fahrzeug unter Verwendung der Frontal-Bilddaten nicht erfaßt wird.

Im Schritt 503 wird geprüft, ob ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt wird oder nicht. Falls dies bejaht wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 504, bei dem der Zeitgeberwert TK inkrementiert wird, um die Länge derjenigen Zeit zu messen, während der das vorausfahrende Fahrzeug vom Zwischenfahrzeugabstands-Detektor 14 erfaßt wird.

Falls im Schritt 505 eine positive Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug als ein zu verfolgendes Fahrzeug identifiziert worden ist, verzweigt der Ablauf anschließend zum Schritt 506, bei dem die Zeitgeberwerte TM und TK auf Null zurückgesetzt werden. Daraufhin schreitet der Ablauf zum Schritt 507, bei dem dann, wenn eine Vielzahl von vorausfahrenden Fahrzeugen erfaßt wird, überprüft wird, ob ein Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug der kleinste ist oder nicht.

Wenn im Schritt 507 gefolgert wird, daß der Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug nicht der kleinste ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513, bei dem das System entscheidet, daß das im vorhergehenden Steuerungszyklus verfolgte vorausfahrende Fahrzeug verschwunden ist. Wenn demgegenüber gefolgert wird, daß der Zwischenfahrzeugabstand zu dem identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug der kleinste ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 508, bei dem geprüft wird, ob im vorausgehenden Steuerungszyklus ein Zustand vorliegt, bei dem ein vorausfahrendes Fahrzeug nicht identifiziert werden kann, oder nicht. Wenn eine negative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 510, bei dem die Information, daß das eigene Fahrzeug dem vorausfahrenden Fahrzeug in der Stufe 2 nachfährt, gespeichert und dem Fahrer mitgeteilt wird. Wenn hingegen eine positive Antwort erhalten wird, woraus zu folgern ist, daß im vorhergehenden Steuerungszyklus kein vorausfahrendes Fahrzeug erfaßt worden ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 509, bei dem ein Zwischenfahrzeugabstand zu einem zuletzt identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug mit einem Zwischenfahrzeugabstand zu dem momentan identifizierten vorausfahrenden Fahrzeug verglichen wird, um zu überprüfen, ob ein Absolutwert einer Differenz im Zwischenfahrzeugabstand kleiner als oder gleich groß wie der vorgewählte Schwellenwert L ist oder nicht. Falls dies verneint wird, was bedeutet, daß der Absolutwert der Differenz im Zwischenfahrzeugabstand größer als der Schwellenwert L ist, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513. Wenn demgegenüber eine positive Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 510.

Wenn im Schritt 505 eine negative Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß ein zu identifizierendes vorausfahrendes Fahrzeug vom Zwischenfahrzeugabstandsdetektor 14 noch nicht erfaßt worden ist, verzweigt der Ablauf weiterhin zum Schritt 511, bei dem die Zeitgeberwerte TM und TK mit vorbestimmten Werten N1

und N2 verglichen werden. Wenn beide Zeitgeberwerte TM und TK kleiner als der jeweils zugeordnete Wert N1 bzw. N2 sind, verzweigt der Ablauf zum Schritt 512, bei dem die Information, daß das eigene Fahrzeug einem vorausfahrenden Fahrzeug in der Stufe 1 nachfolgt, gespeichert und dem Fahrer mitgeteilt wird. Wenn im Schritt 511 hingegen eine negative Antwort erhalten wird, verzweigt der Ablauf zum Schritt 513, bei dem der Zustand, daß das identifizierte vorausfahrende Fahrzeug verschwunden ist, gespeichert und dem Fahrer mitgeteilt wird.

In der vorstehend getroffenen Anordnung wird durch die Verwendung der CCD-Kamera der Einfluß einer elektromagnetischen Welle eliminiert, wodurch eine sehr genaue Erfassung eines vorausfahrenden Fahrzeugs ermöglicht wird.

Vorstehend wurde ein Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungssystem für eine derartige Steuerung der Geschwindigkeit eines gesteuerten Fahrzeugs offenbart, daß dieses einem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug in einem konstanten Abstand folgt. Wenn bei diesem System ein vor dem gesteuerten Fahrzeug fahrendes Fahrzeug erfaßt wird, wird geprüft, ob das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug eine vorgegebene Verfolgungsbedingung erfüllt. Wenn diese Verfolgungsbedingung erkannt wird, wird dies dem Fahrer mitgeteilt. Das System spricht auf eine manuelle Bedienung des Fahrers an, nachdem der Fahrer wahrgenommen hat, daß das vorausfahrende Fahrzeug verfolgt werden kann, um eine Steuerung für einen konstanten Zwischenfahrzeugabstand einzuleiten.

#### Patentansprüche

1. System zum Steuern der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs, mit:  
 einer Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) zum Erfassen eines vorausfahrenden Fahrzeugs, das sich vor dem von diesem System gesteuerten Fahrzeug befindet, um ein dies anzeigendes Signal zu liefern;  
 einer Vorausfahrzeug-Identifizierungseinrichtung (23), die auf das Signal aus der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) anspricht, um das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug als ein Fahrzeug zu identifizieren, daß eine vorgewählte Verfolgungsbedingung erfüllt, die es dem gesteuerten Fahrzeug erlaubt, dem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen, und um ein dies anzeigendes Signal zu liefern;  
 einer Informationseinrichtung (20), die auf das Signal aus der Vorausfahrzeug-Identifizierungseinrichtung (23) anspricht, um einem Fahrer ein Signal zu liefern, das darüber informiert, daß das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug die vorgewählte Verfolgungsbedingung erfüllt;  
 einer Steuerungs-Einleitungseinrichtung (15), die auf eine manuelle Bedienung des Fahrers anspricht, nachdem der Fahrer darüber informiert ist, daß das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug die vorgewählte Verfolgungsbedingung erfüllt, und die ein Steuerungs-Einleitungssignal liefert; und  
 einer Zwischenfahrzeugabstands -Steuerungseinrichtung (29) für eine derartige Steuerung der Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs, daß das gesteuerte Fahrzeug dem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug mit einem eingestellten konstanten Abstand zwischen beiden nachfolgt.

2. System nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Identifizierungseinrichtung für das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug zum Überwachen des verfolgten vorausfahrenden Fahrzeugs, um ein dies anzeigendes Signal zu liefern, wenn sich das vorausfahrende Fahrzeug aus einem vorgegebenen Erfassungsbereich der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) herausbewegt hat, wobei die Zwischenfahrzeugabstands-Steuerungseinrichtung (29) deaktiviert ist.

3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine momentane Fahrzeuggeschwindigkeit für eine vorgewählte Zeitdauer aufrechterhalten wird, nachdem sich das vorausfahrende Fahrzeug aus dem vorgegebenen Erfassungsbereich der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) herausbewegt hat.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) einen Abstand zwischen dem gesteuerten Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug sowie eine Relativgeschwindigkeit zu dem vorausfahrenden Fahrzeug ermittelt, wobei dann gefolgert wird, daß das vorausfahrende Fahrzeug erfaßt wird, wenn eine Änderung im Abstand und eine Änderung in der Relativgeschwindigkeit kleiner als jeweils vorgewählte Schwellenwerte sind.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) einen Abstand zwischen dem gesteuerten Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug sowie eine Relativgeschwindigkeit zu dem vorausfahrenden Fahrzeug bestimmt, wobei ferner ein Zwischenfahrzeugabstands-Einstellschalter (151) vorgesehen ist, der auf eine manuelle Bedienung des Fahrers anspricht, um ein einen momentanen Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug anzeigendes Signal zu liefern, wobei die Steuerungs-Einleitungseinrichtung auf das Signal aus dem Zwischenfahrzeugabstands-Einstellschalter (151) anspricht, um das Steuerungs-Einleitungssignal zu liefern, damit das gesteuerte Fahrzeug dem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug in dem momentanen Abstand folgt.

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgewählte Verfolgungsbedingung in einer vorgegebenen Beziehung zwischen dem Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug und der Relativgeschwindigkeit zu dem vorausfahrenden Fahrzeug definiert ist.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) dann, wenn in einem vorderen Erfassungsbereich der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) eine Vielzahl von Fahrzeugen vorhanden ist, dasjenige unter der Vielzahl von Fahrzeugen als das vorausfahrende Fahrzeug identifiziert, das im kürzesten Abstand fährt.

8. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) einen Abstand zwischen dem gesteuerten Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug sowie eine Relativgeschwindigkeit zu dem vorausfahrenden Fahrzeug bestimmt, wobei ferner eine Identifizierungseinrichtung für das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug zum Überwachen des verfolgten vorausfahrenden Fahrzeugs vorgesehen ist, die

dann eine Abstandsdifferenz zwischen einem in einem letzten Steuerungszyklus erfaßten Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug und einen momentan erfaßten Abstand bestimmt, wenn ein vorausfahrendes Fahrzeug einen Steuerungszyklus vorher nicht erfaßt worden ist, wobei die Identifizierungseinrichtung für das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug annimmt, daß das im letzten Steuerungszyklus identifizierte vorausfahrende Fahrzeug in einem vorderen Erfassungsbereich der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung vorhanden ist, wenn die Abstandsdifferenz kleiner als ein vorgewählter Wert ist.

9. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung (14) einen Abstand zwischen dem gesteuerten Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug sowie eine Relativgeschwindigkeit zu dem vorausfahrenden Fahrzeug bestimmt, wobei die Zwischenfahrzeugabstands-Steuerungseinrichtung ein Sollmaß der Änderung in der Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs auf der Basis der Relativgeschwindigkeit und eines vom Fahrer gewählten Soll-Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug sowie eines tatsächlichen Abstands zu dem vorausfahrenden Fahrzeug bestimmt, wobei eine Soll-Fahrzeuggeschwindigkeit zum Aufrechterhalten des eingestellten konstanten Abstands zu dem vorausfahrenden Fahrzeug auf der Basis des Sollmaßes der Änderung in der Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs bestimmt wird.

10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenfahrzeugabstands-Steuerungseinrichtung die Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs mittels einer Änderung eines Drosselklappenventil-Öffnungsgrads und/oder der Steuerung eines Getriebes und/oder der Steuerung einer Bremse steuert.

11. System nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch eine Krümmungs-Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen einer Krümmung einer kurvigen Straße, auf der sich das gesteuerte Fahrzeug bewegt, und durch eine Wahrscheinlichkeits-Bestimmungseinrichtung, die auf der Basis der von der Krümmungs-Bestimmungseinrichtung bestimmten Krümmung eine Wahrscheinlichkeit dafür bestimmt, daß sich während der Kurvenfahrt auf der kurvigen Straße das erfaßte vorausfahrende Fahrzeug auf der gleichen Verkehrsspur befindet wie das gesteuerte Fahrzeug.

12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmungs-Bestimmungseinrichtung einen Krümmungsradius der kurvigen Straße auf der Basis eines Lenkungswinkels des gesteuerten Fahrzeugs sowie einer Geschwindigkeit des gesteuerten Fahrzeugs bestimmt.

13. System nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenfahrzeugabstands-Steuerungseinrichtung deaktiviert wird, wenn ein weiteres Fahrzeug zwischen das verfolgte vorausfahrende Fahrzeug und das gesteuerte Fahrzeug innerhalb des vorgegebenen Erfassungsbereichs der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung einschert.

14. System nach einem der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit für die vorgewählte Zeitdauer aufrechterhalten wird, wenn ein weiteres Fahr-

zeug zwischen das verfolgte vorausfahrende Fahrzeug und das gesteuerte Fahrzeug innerhalb des vorgegebenen Erfassungsbereichs der Vorausfahrzeug-Erfassungseinrichtung einschert.

Hierzu 21 Seite(n) Zeichnungen

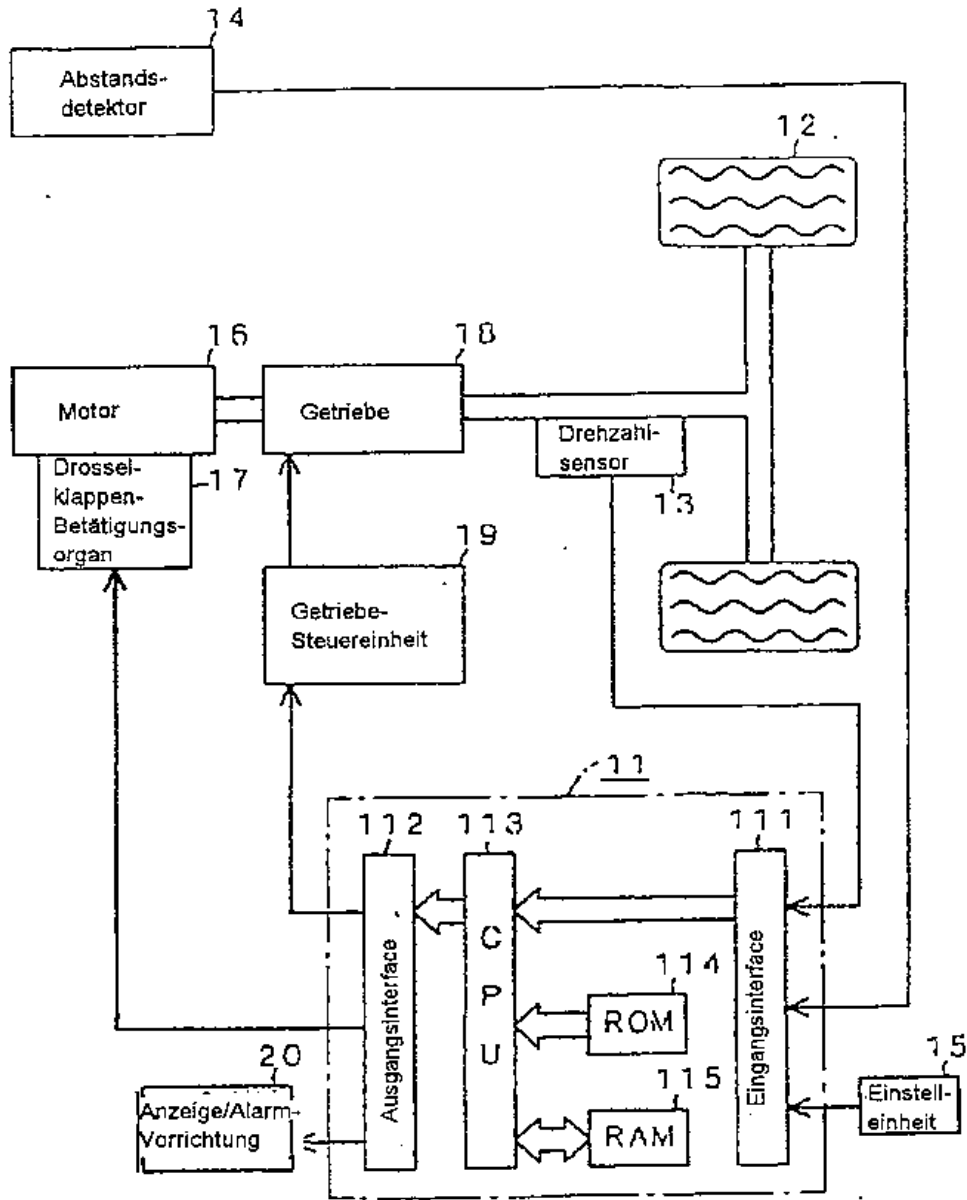


FIG. 1

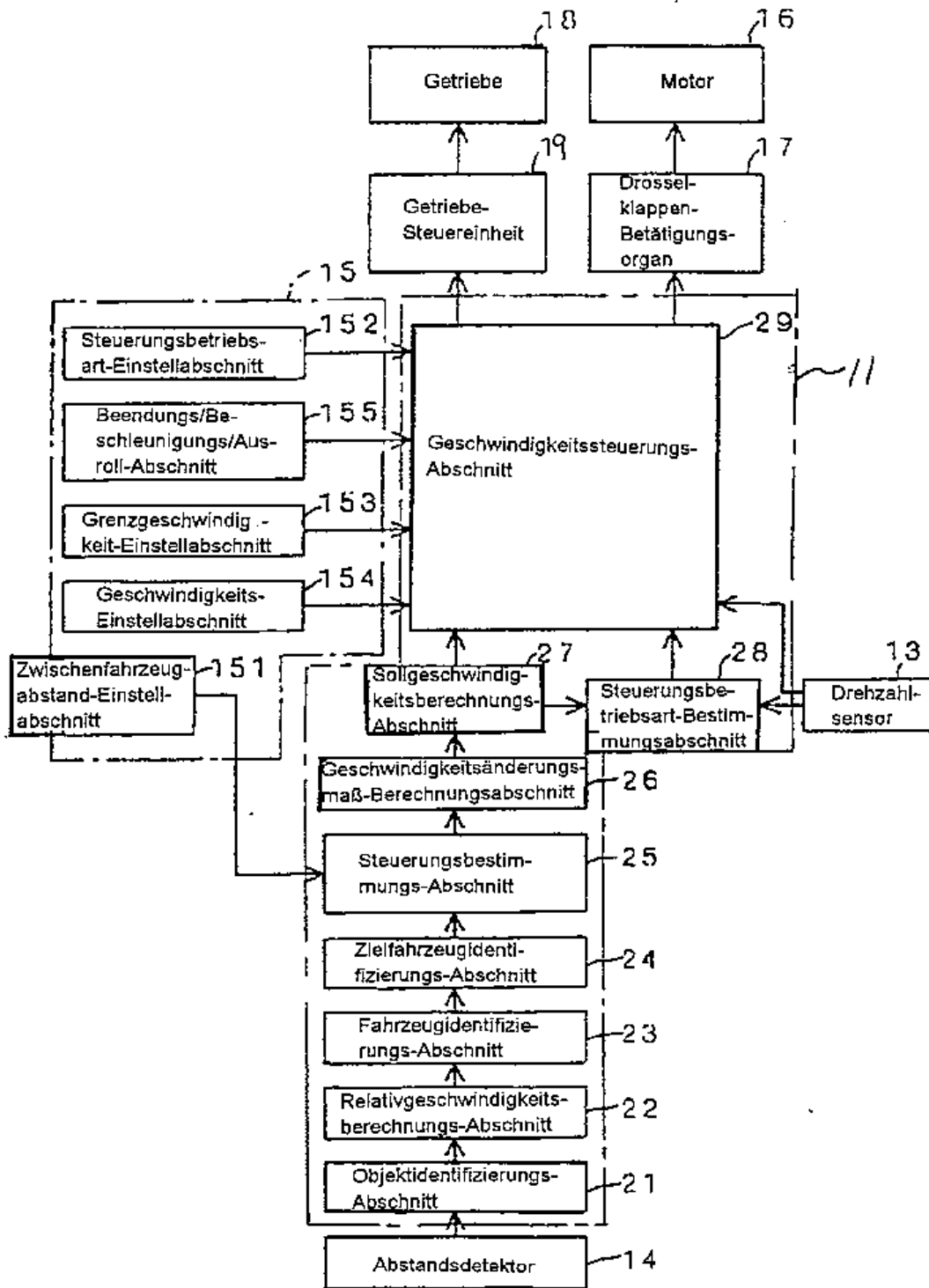


FIG. 2



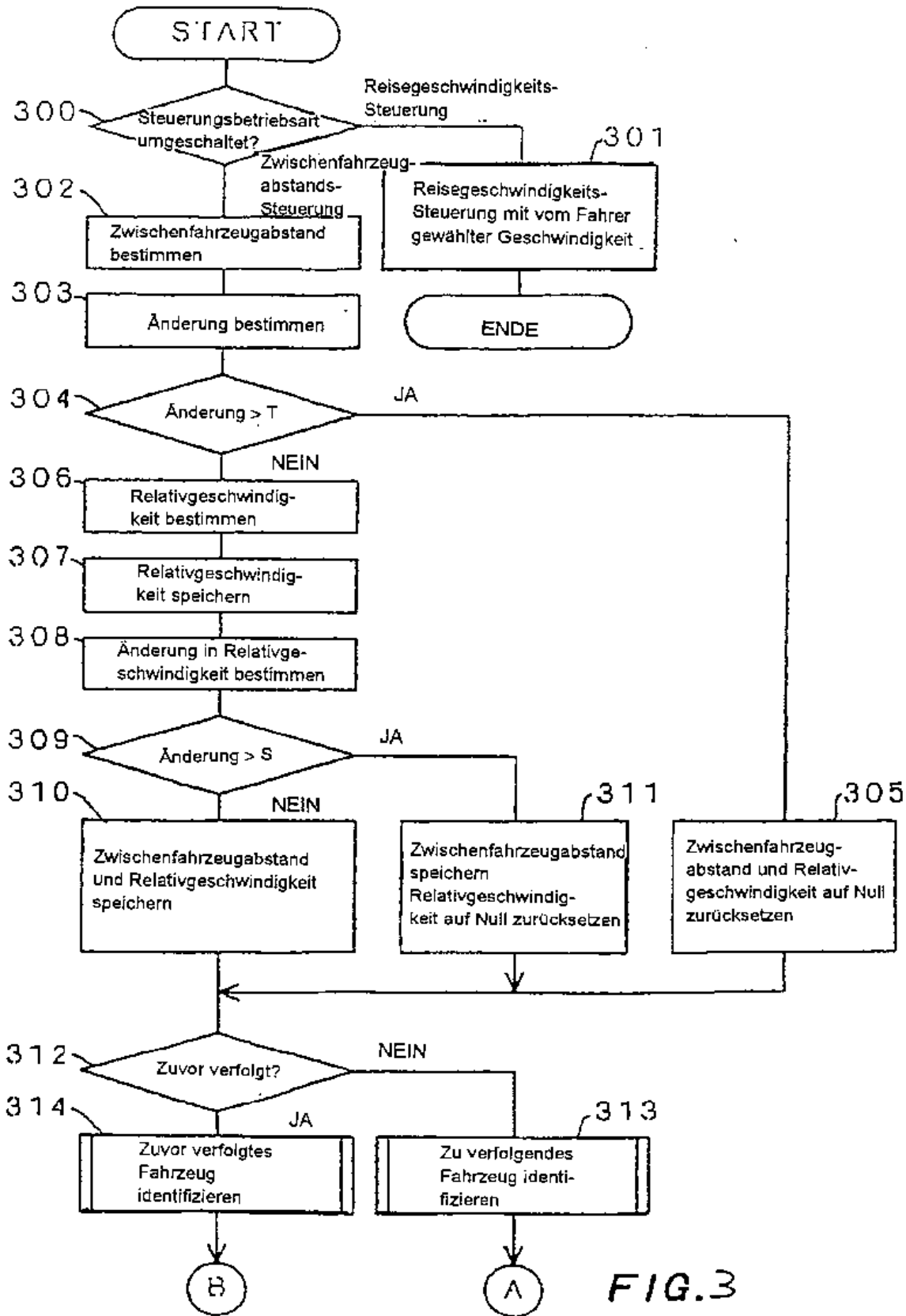


FIG.3

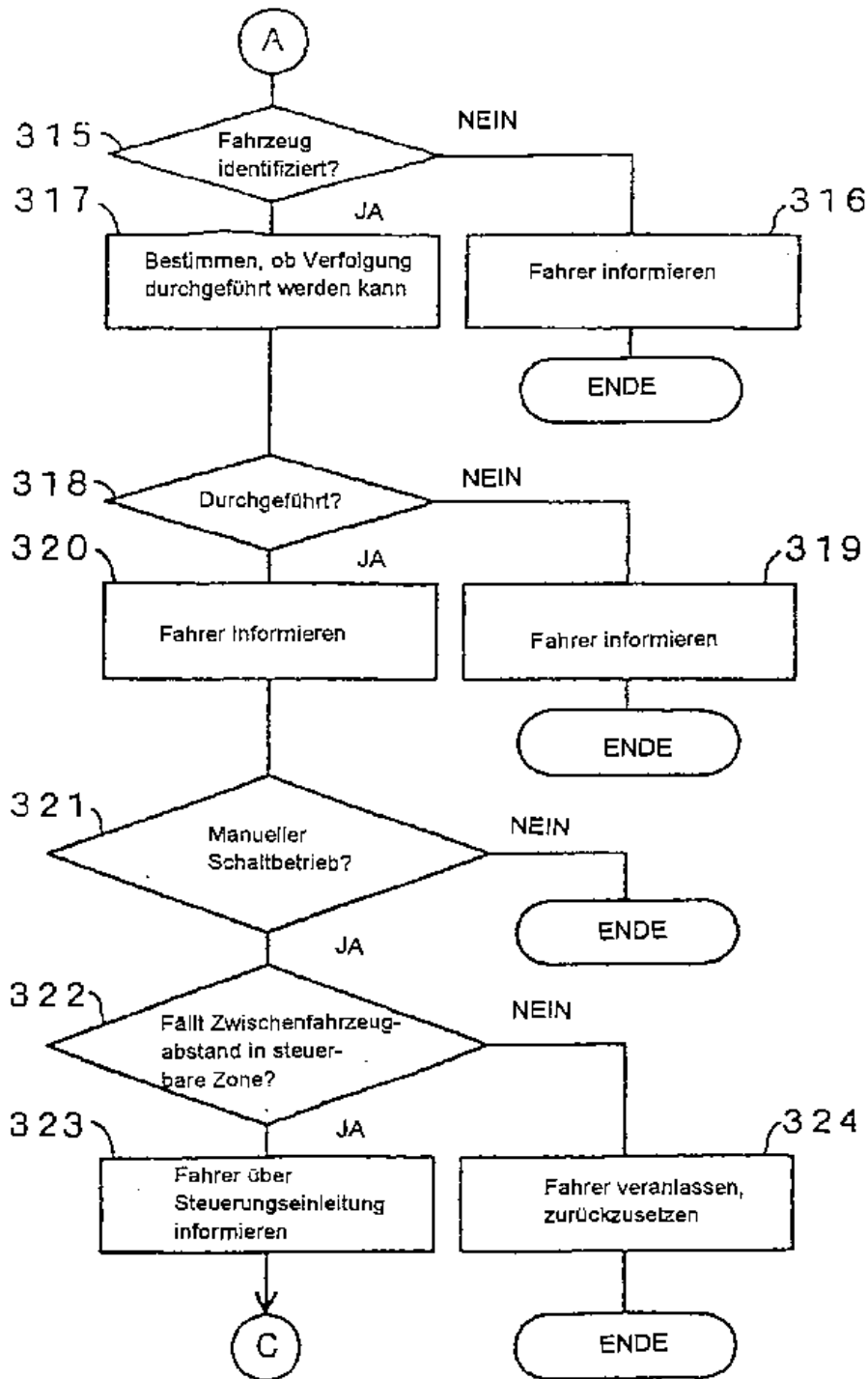


FIG. 4

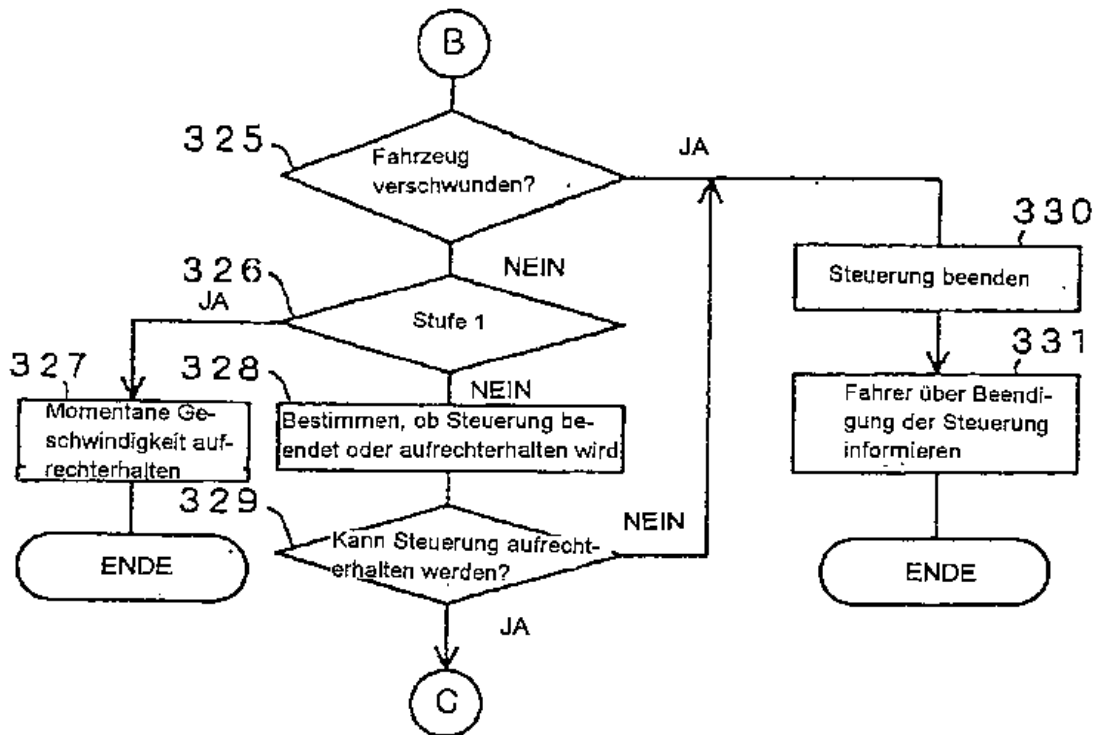


FIG. 5

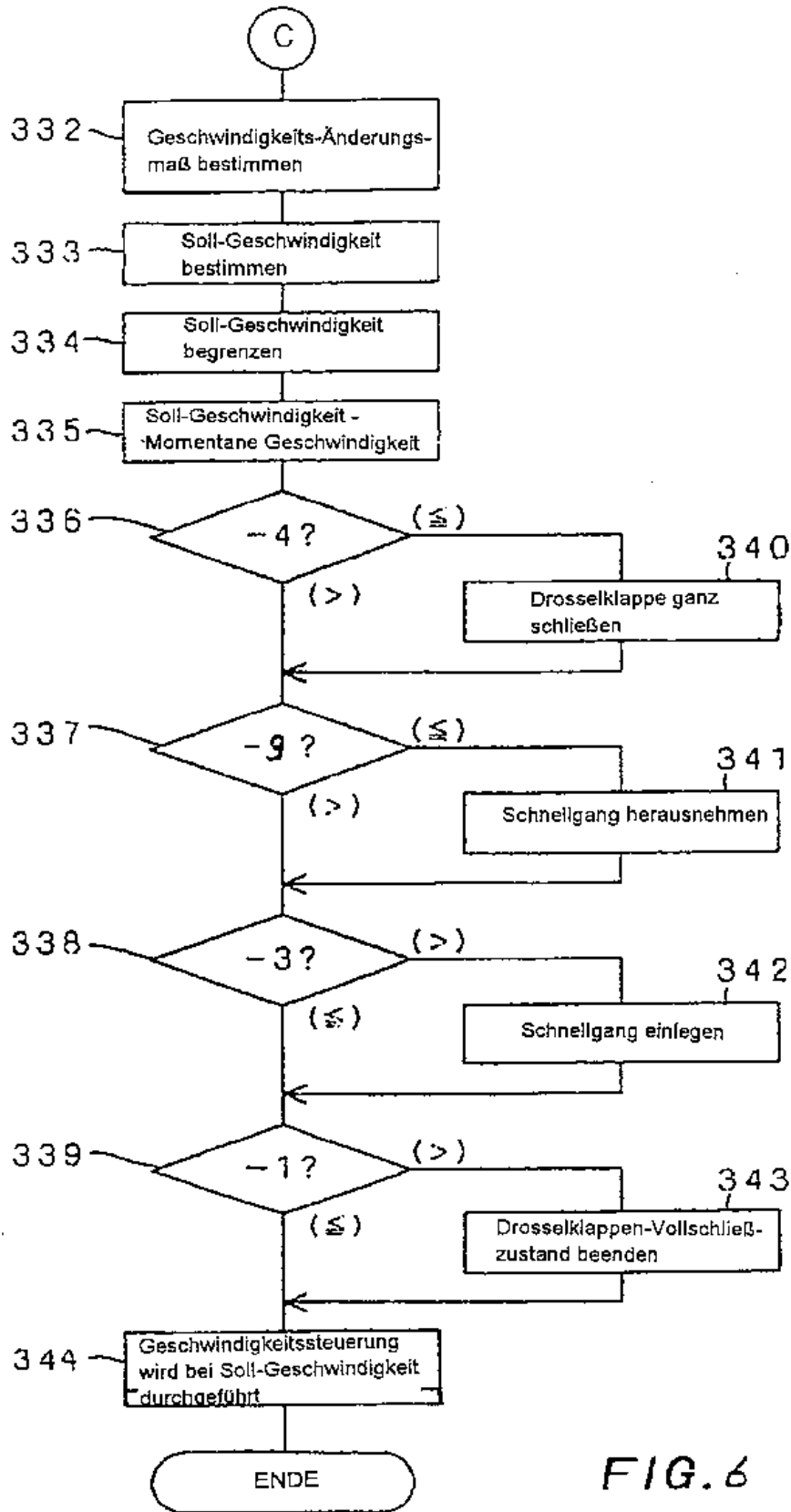


FIG. 6

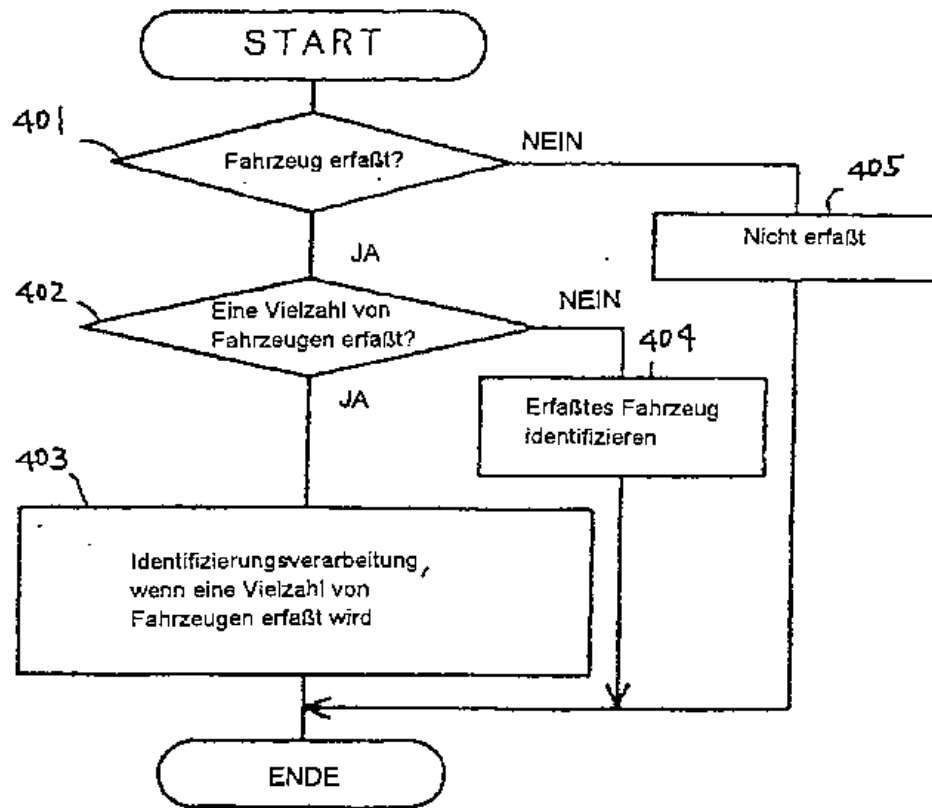


FIG. 7

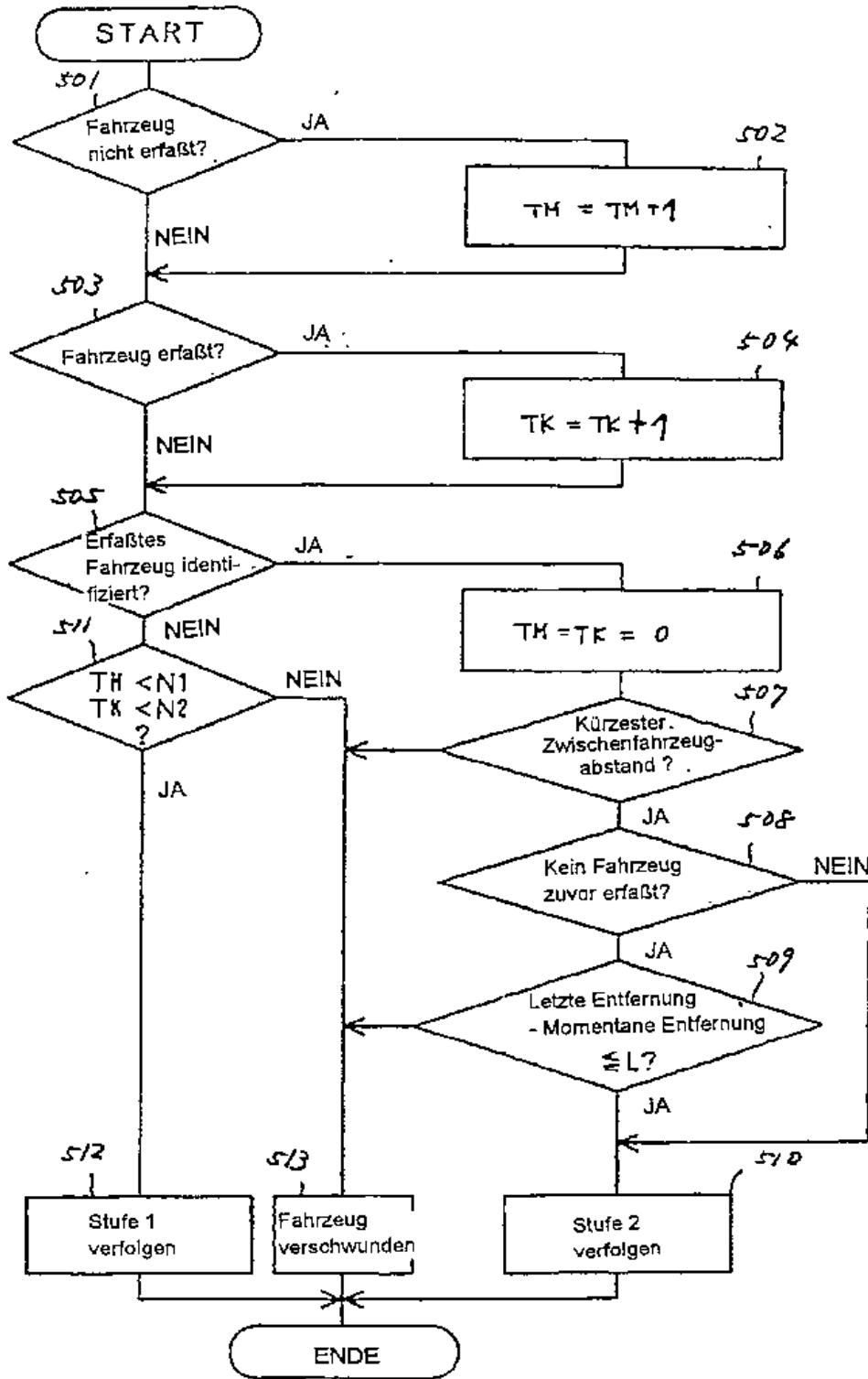


FIG. 8

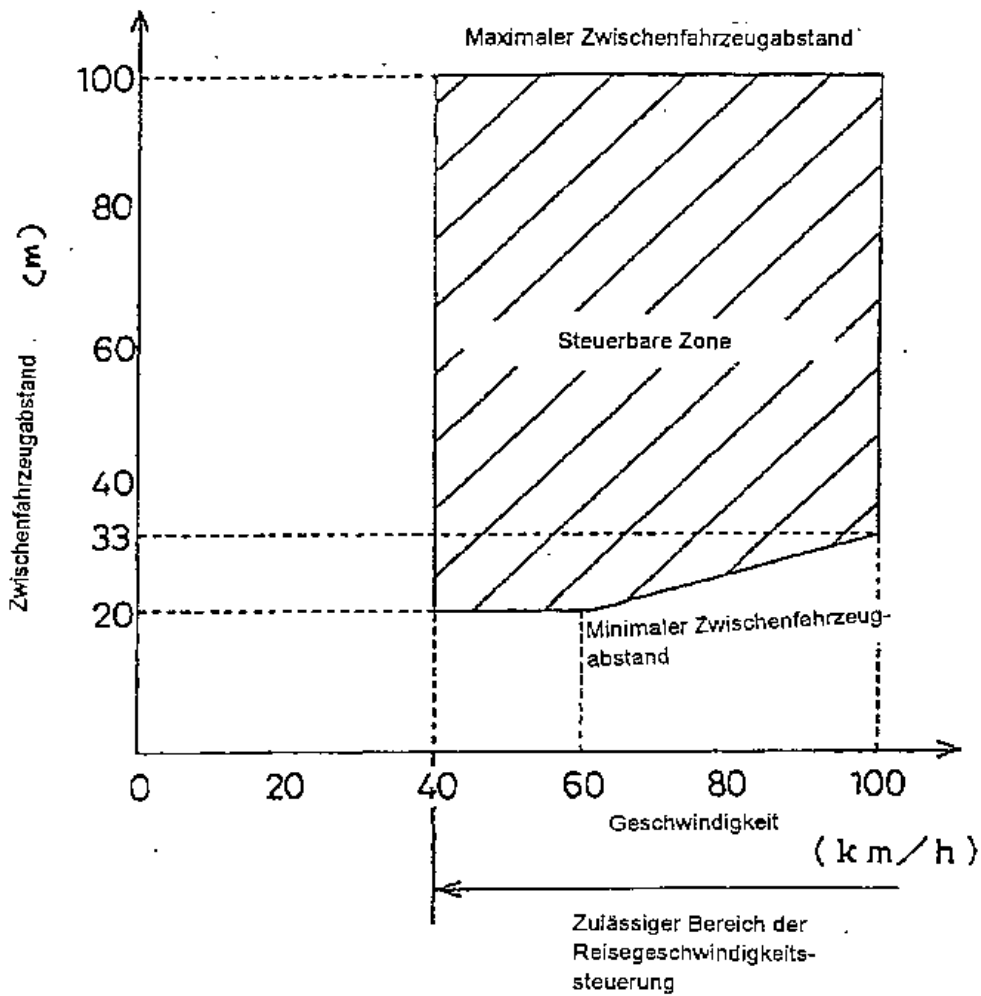
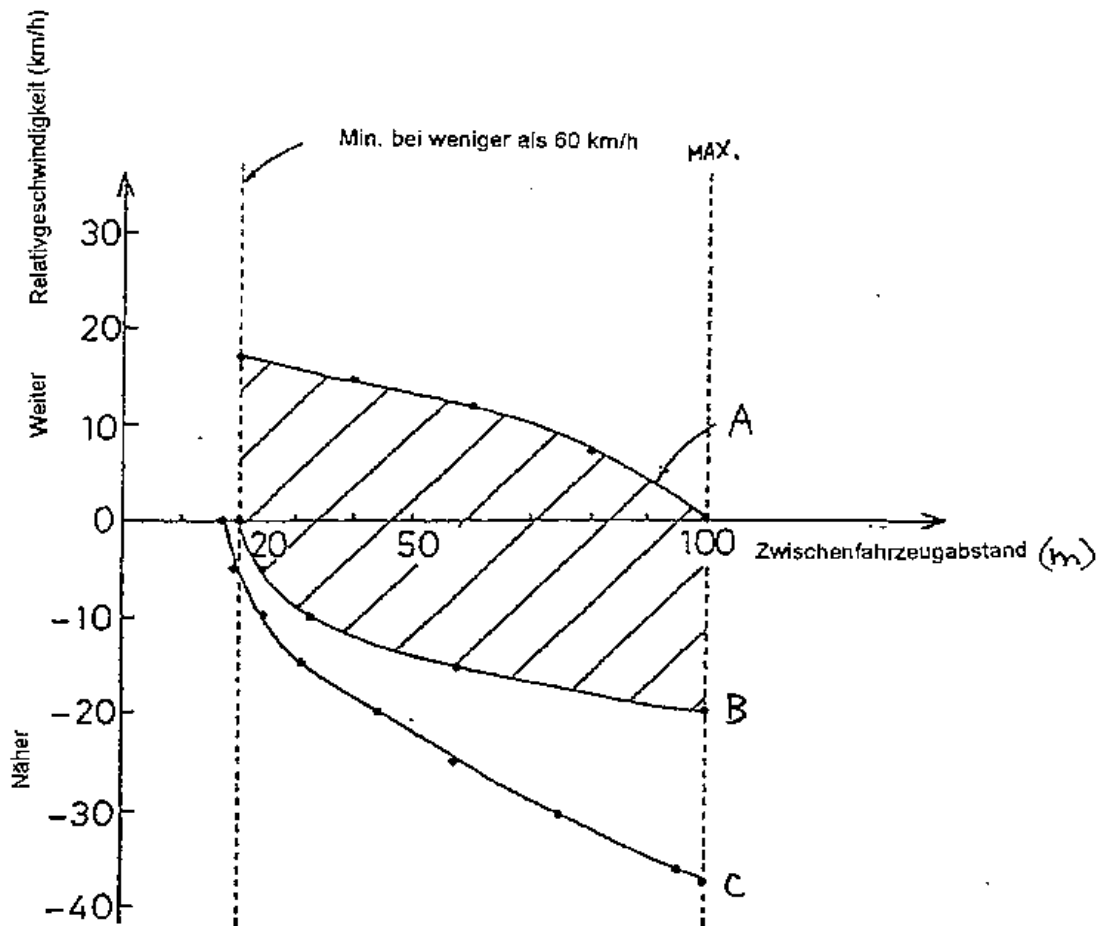


FIG. 9



LINIE A :  $DIS = 100 - \frac{3}{2} \cdot VRR^2 - 2 \cdot VRR$

LINIE B :  $DIS = \max\left(\frac{VRR^2}{0.6} + 20, 2 \cdot \frac{VRR^2}{0.6}\right)$

LINIE C :  $DIS = 18 + \frac{VRR^2}{1.2}$

DIS : Abstand zu identifiziertem Fahrzeug (m)

VRR : Relativgeschwindigkeit zu identifiziertem Fahrzeug (m/s)

FIG. 10



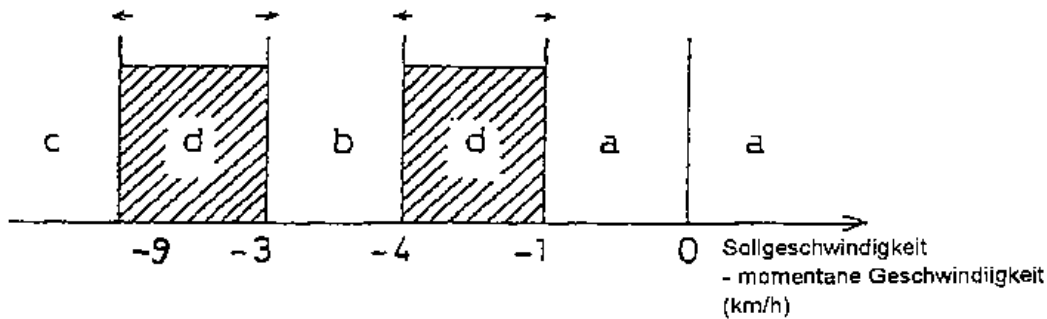
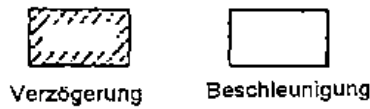
MDV : Basis-Geschwindigkeitsänderungsmaß

(Einheit km/h/sec)

Momentane Entfernung - Sollentfernung (m)		Relative Geschwindigkeit (km/h)						
		-32	-16	0	16	32	48	64
Näher	-24	-12	-12	-10	-9	-9	-9	-9
	-16	-12	-12	-10	-9	-9	-9	-9
	-8	-12	-5.5	-3	-0.8	0	0	0
KONSTANT	0	-10	-2.5	0	2.0	2.0	2.0	2.0
Weiter	8	-2.0	2.0	3.0	4.2	4.2	4.2	4.2
	16	0	3.5	5.0	6.2	6.2	6.2	6.2

Wert außerhalb des oben genannten Bereichs wird durch Interpolation bestimmt

FIG. 11



- a: Fahrgeschwindigkeitssteuerung bei Soll-Geschwindigkeit
- b: Drosselklappe völlig geschlossen
- c: Drosselklappe völlig geschlossen und Schnellgang herausnehmen
- d: Hysterese

FIG. 12

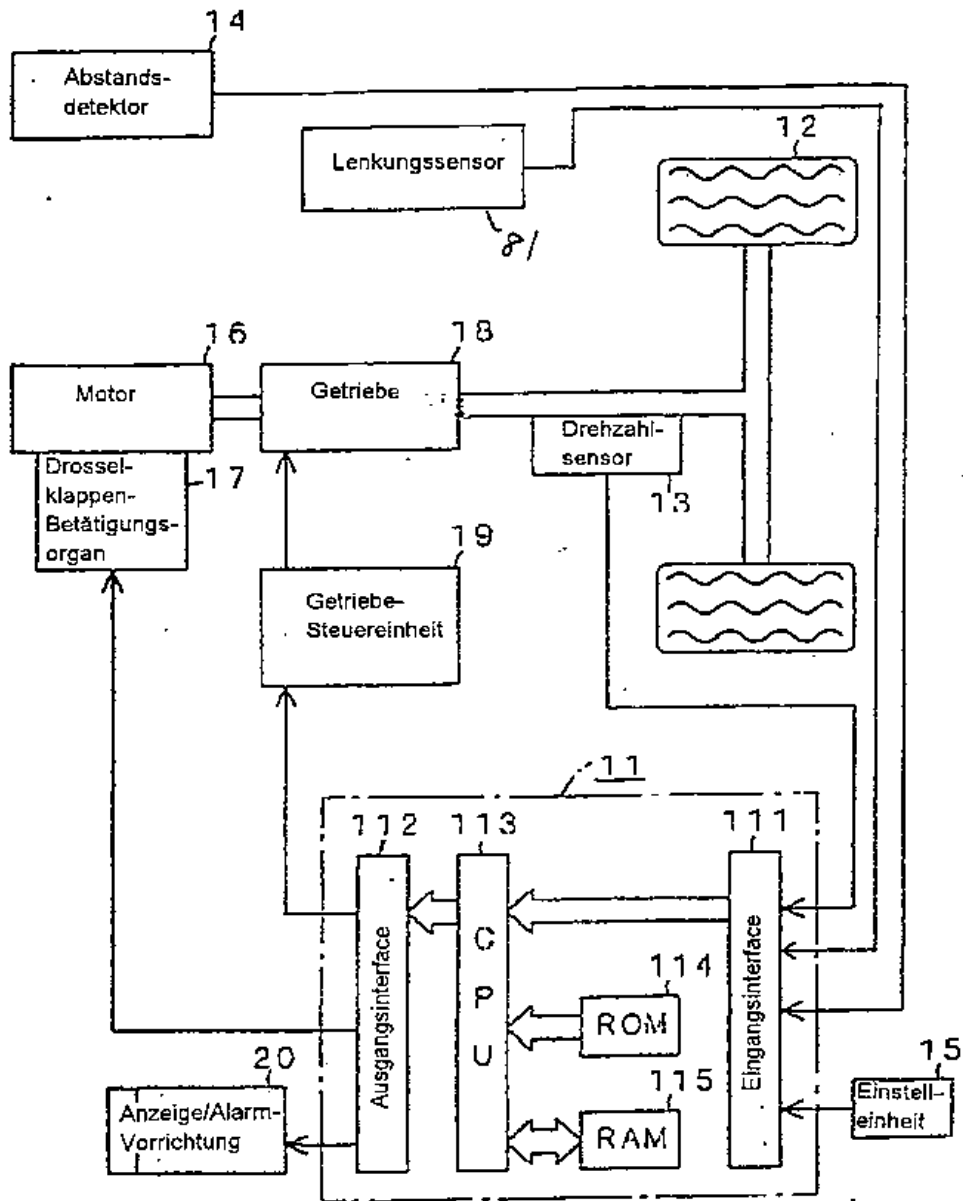


FIG. 13

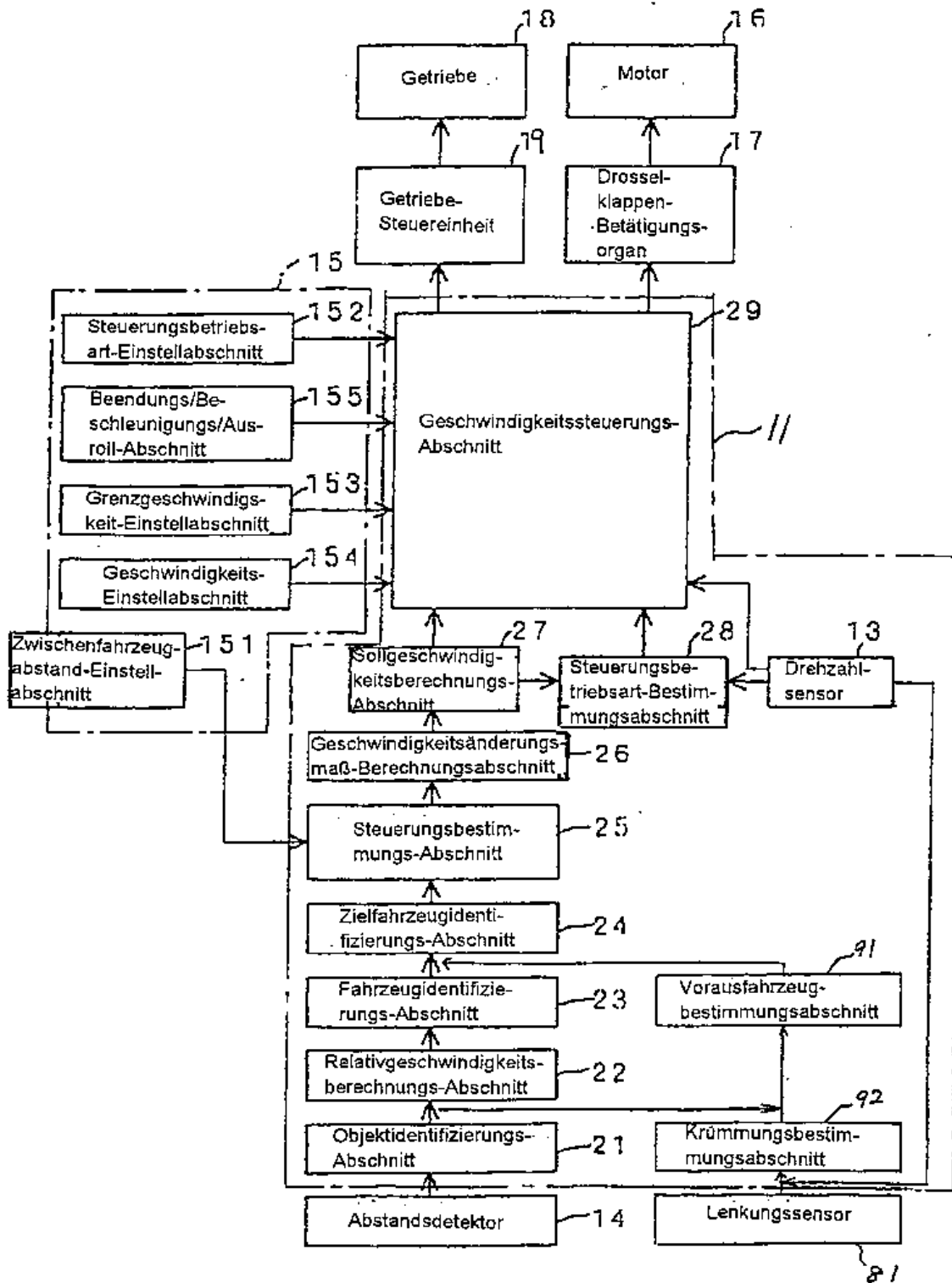


FIG. 14

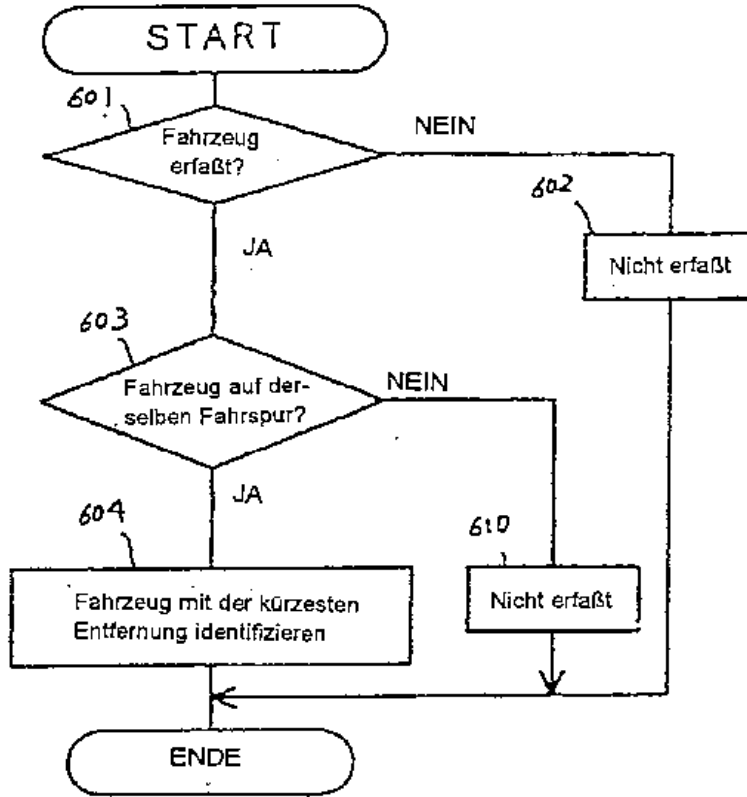


FIG. 15

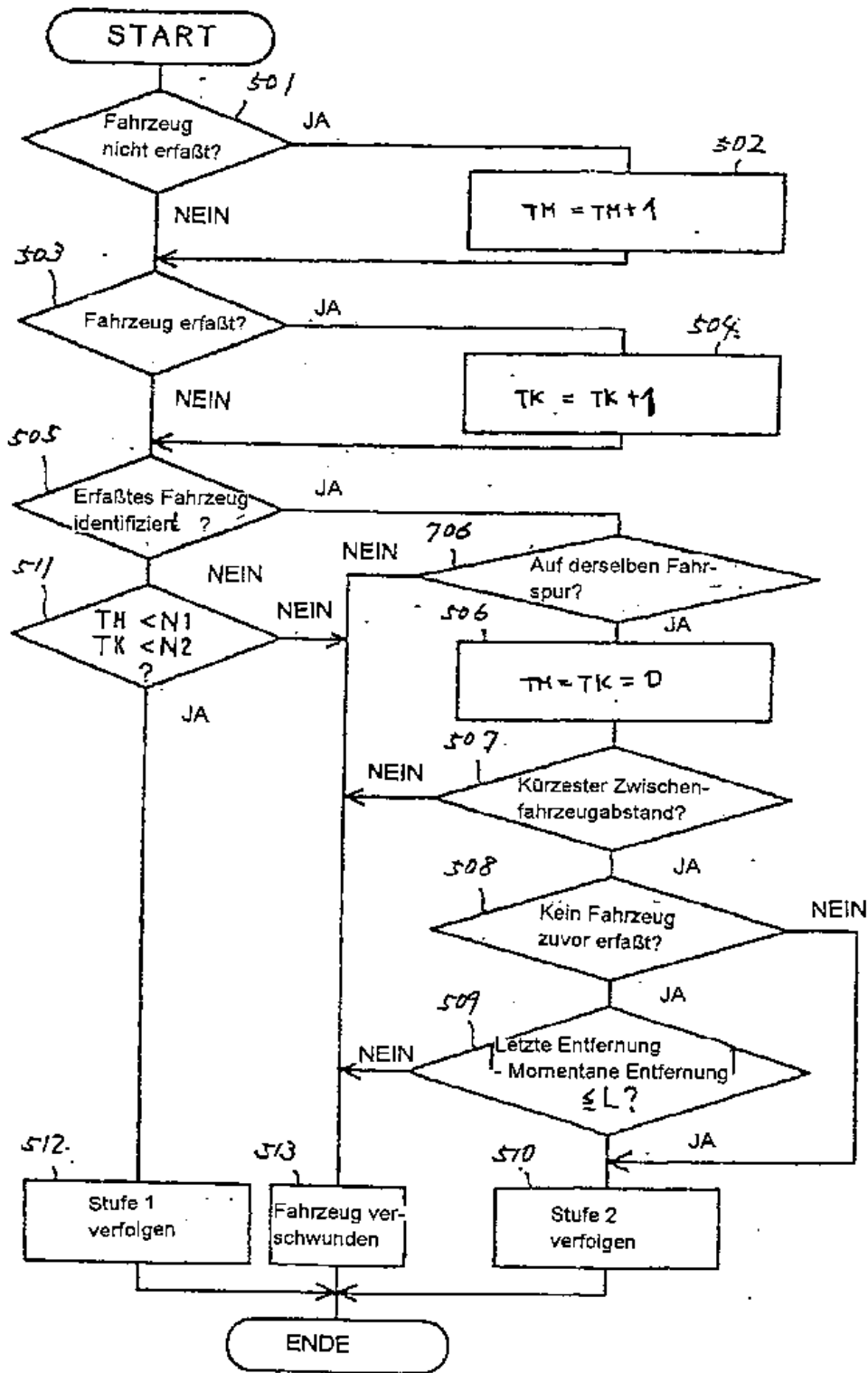


FIG. 16.

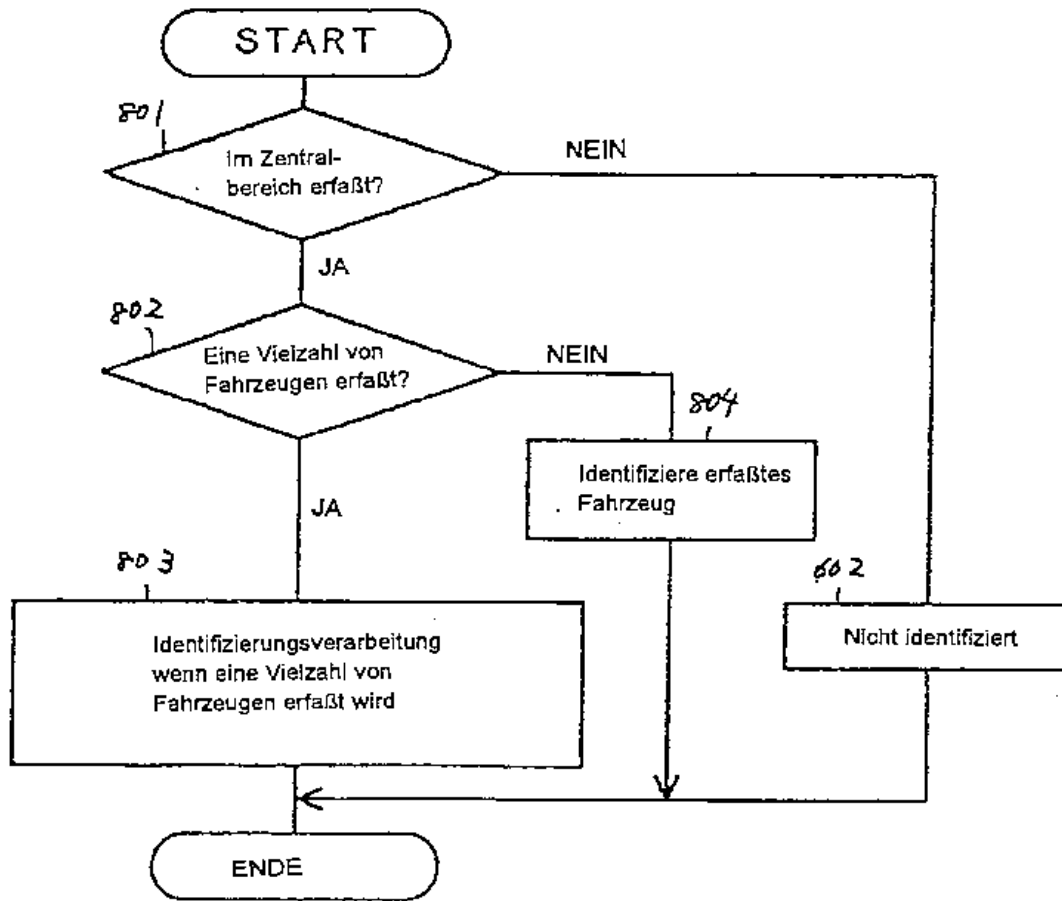


FIG. 17

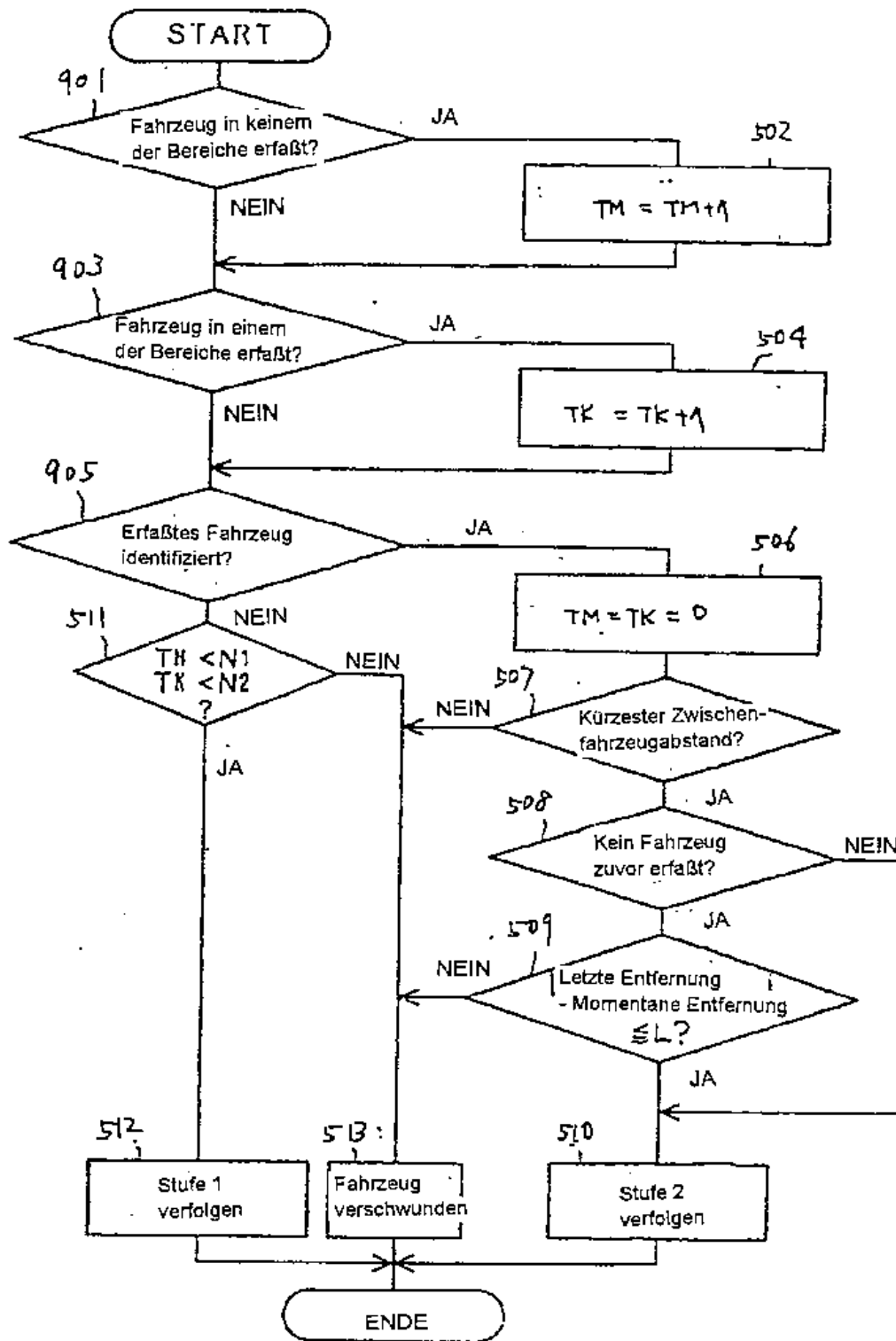


FIG. 18

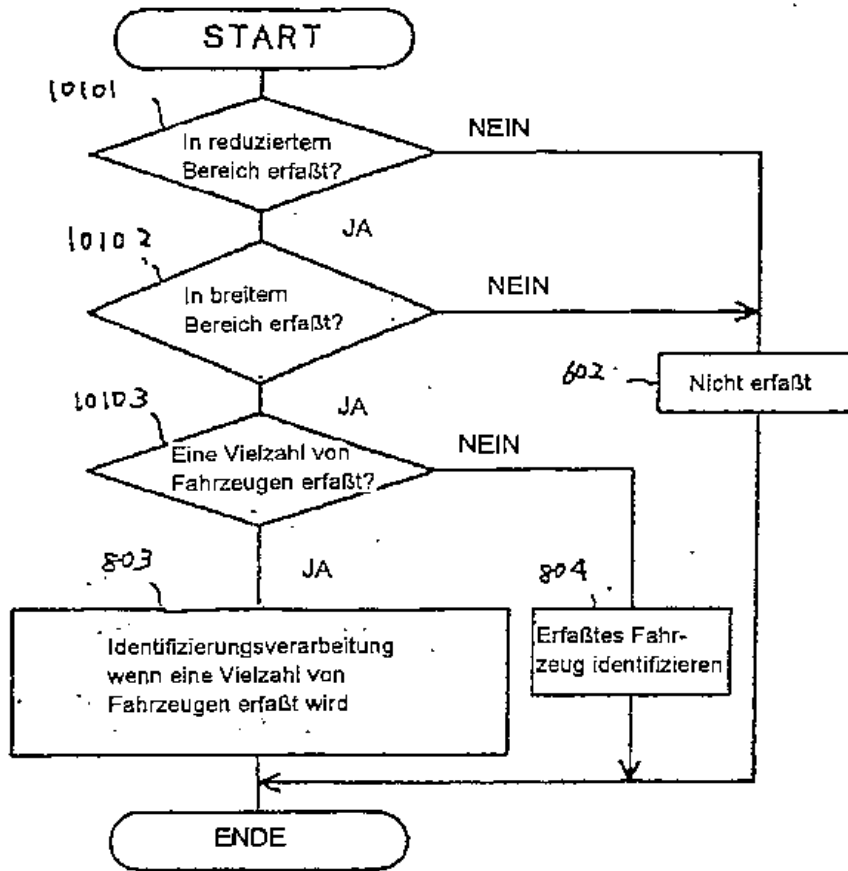


FIG. 19



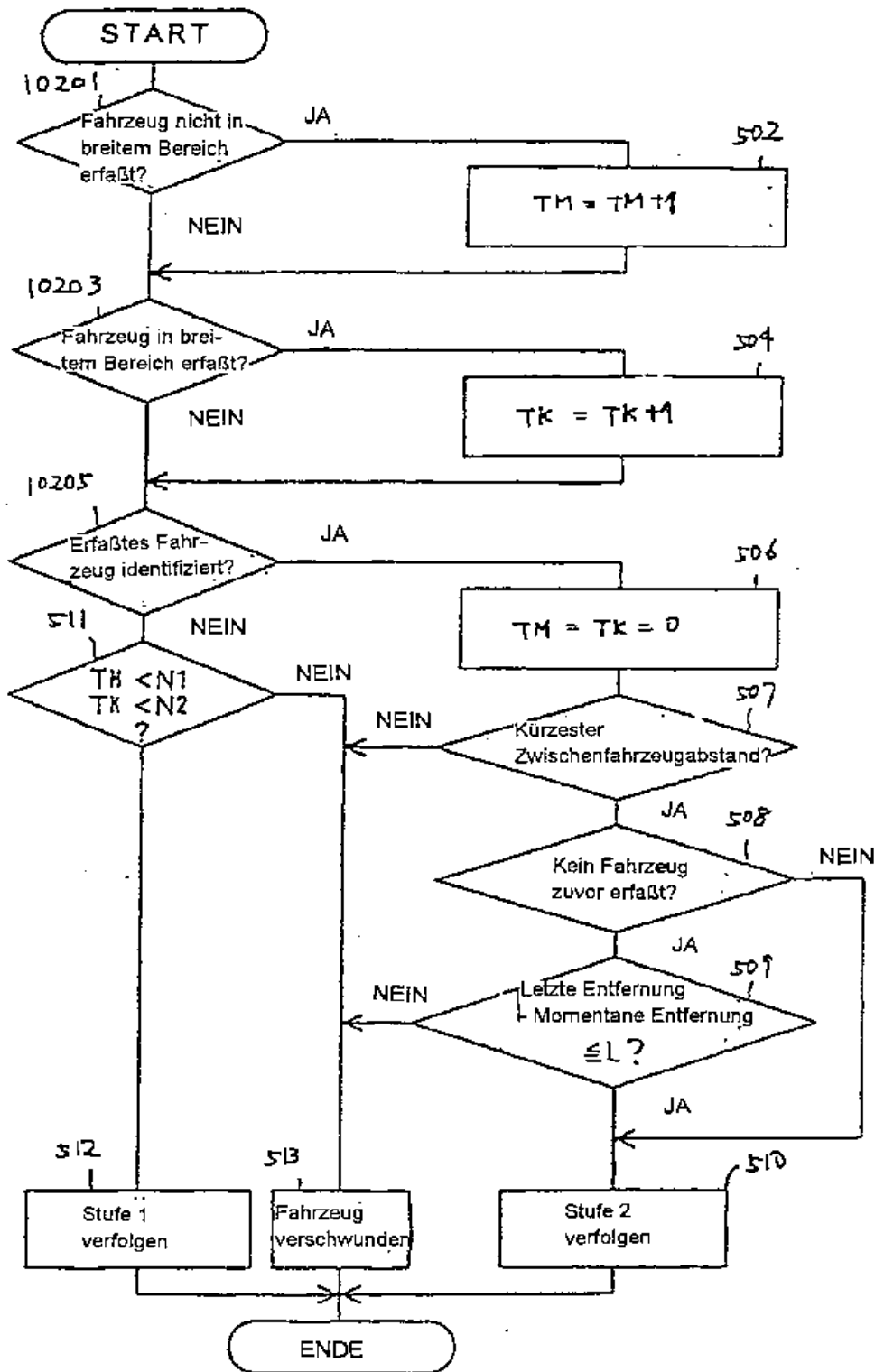


FIG. 20

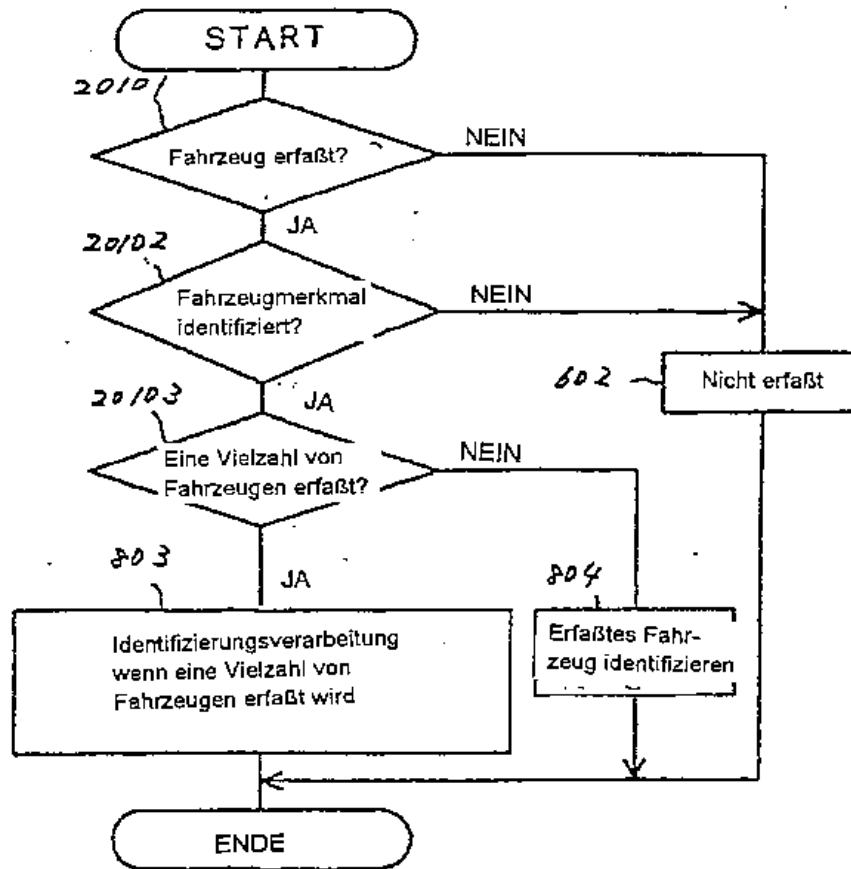


FIG. 21

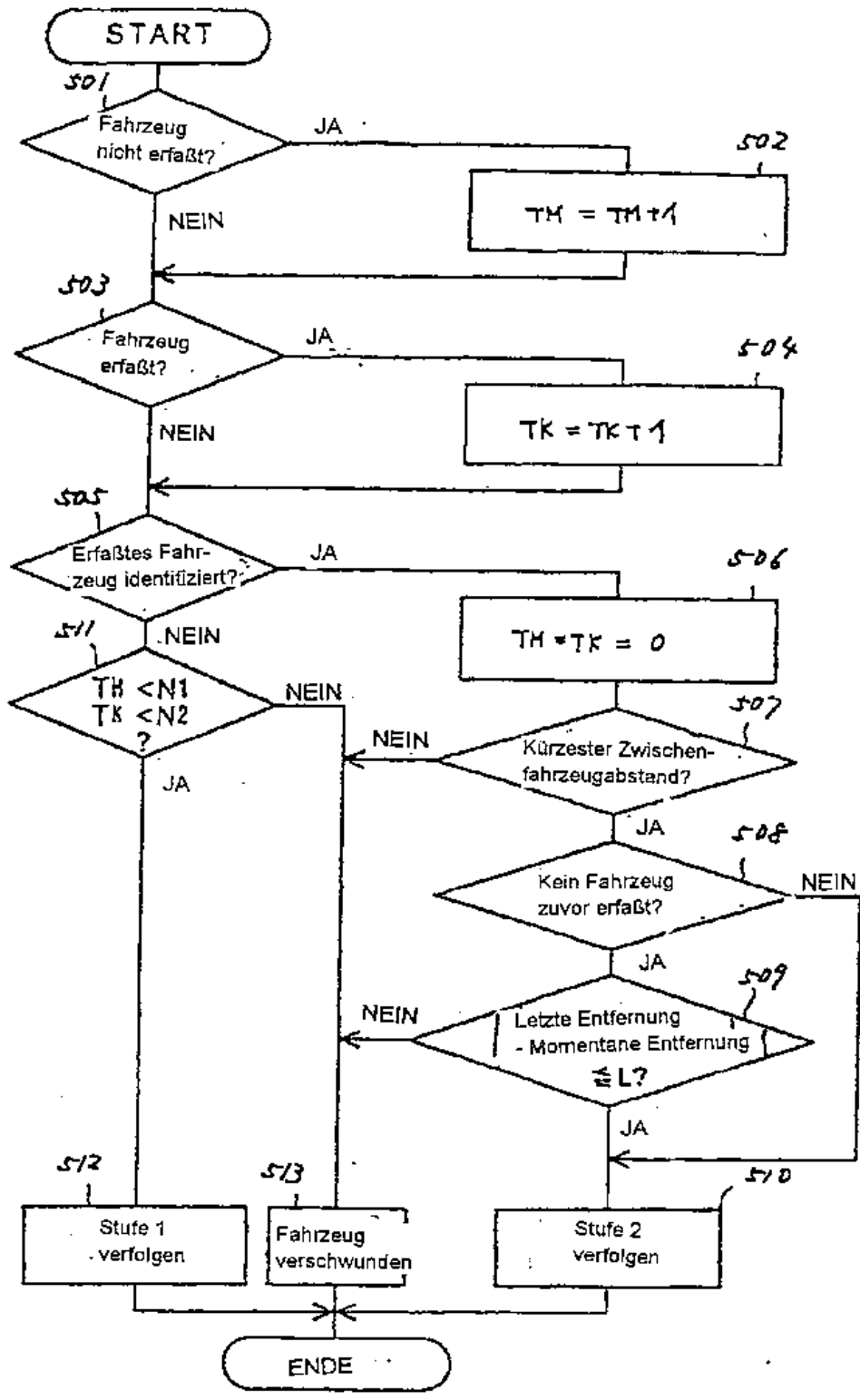


FIG. 22

Bibliographic data: DE4407757 (A1) — 1994-09-13

**Device for detecting obstacles for a vehicle**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** YOSHIOKA TOHRU [JP]; YAMAMOTO YASUNORI [JP]; ADACHI TOMOHIKO [JP]; OKUDA KEN-ICHI [JP] ± (YOSHIOKA, TOHRU, HATSUKAICHI, HIROSHIMA, JP, ; YAMAMOTO, YASUNORI, HIGASHI-HIROSHIMA, HIROSHIMA, JP, ; ADACHI, TOMOHIKO, HATSUKAICHI, HIROSHIMA, JP, ; OKUDA, KEN-ICHI, HATSUKAICHI, HIROSHIMA, JP)

**Applicant(s):** MAZDA MOTOR [JP] ± (MAZDA MOTOR CORP., HIROSHIMA, JP)

**Classification:** - **international:** **B60T7/22**; **G01S13/86**; **G01S13/93**; **G05D1/02**;  
(IPC1-7): B60T7/12; B60T8/32; G01C23/00; G05D1/02  
- **cooperative:** **B60T7/22**; **G01S13/86**; **G01S13/931**; **G05D1/0246**;  
**G05D1/0257**; **G01S2013/9346**; **G01S2013/9353**;  
**G05D2201/0213**

**Application number:** DE19944407757 19940308

**Priority number(s):** JP19930046212 19930308

**Also published as:** US5479173 (A)

**Abstract of DE4407757 (A1)**

A device for detecting obstacles for vehicles enables an efficient obstacle detection and improves the accuracy of the detection. The device comprises a section for predicting a derived travel path, on which the vehicle will travel, based on a steering angle, a yaw rate and a speed of the vehicle, a section having a CCD (charge-coupled device) camera for detecting a present travel path, on which the vehicle is moving at present, a radar unit of the scanning type for detecting obstacles in a predetermined region, and a risk potential assessment section for assessing risk potentials of the detected obstacles based on the derived travel path and the present travel path. The risk potential assessment section sets the risk potential in the following way: the obstacle which is detected in a region where the derived travel path and the present travel path overlap each other to the highest risk potential; the obstacle which is detected in a region having the present travel path and without the derived travel path to a medium risk potential; the obstacle which is detected in a region having the derived travel path and without the present travel path to a lower risk potential; and the obstacle which is detected in a region without the present and the derived travel path to the lowest risk potential.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 44 07 757 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 05 D 1/02**  
B 60 T 8/32  
B 60 T 7/12  
G 01 C 23/00

21 Aktenzeichen: P 44 07 757.2  
22 Anmeldetag: 8. 3. 94  
43 Offenlegungstag: 15. 9. 94

DE 4407757 A 1

<p>30 Unionspriorität: 32 33 31 08.03.93 JP 5-046212</p> <p>71 Anmelder: Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP</p> <p>74 Vertreter: Reinhard, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Skuhra, U., Dipl.-Ing.; Weise, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 80801 München</p>	<p>72 Erfinder: Yoshioka, Tohru, Hatsukaichi, Hiroshima, JP; Yamamoto, Yasunori, Higashi-hiroshima, Hiroshima, JP; Adachi, Tomohiko, Hatsukaichi, Hiroshima, JP; Okuda, Ken-ichi, Hatsukaichi, Hiroshima, JP</p>
--	--

54 Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen für ein Fahrzeug

57 Eine Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen für Fahrzeuge ermöglicht eine effiziente Hinderniserfassung und verbessert die Genauigkeit der Erfassung. Die Vorrichtung besteht aus einem Abschnitt zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs, auf dem das Fahrzeug fahren wird, basierend auf einem Lenkwinkel, einer Gierrate und einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs, einem Abschnitt mit einer CCD-Kamera zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs, auf dem sich das Fahrzeug gegenwärtig bewegt, einer Radareinheit vom Abtasttyp zum Erfassen von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich, und einem Gefahrenpotential-Beurteilungsabschnitt zum Beurteilen von Gefahrenpotentialen der erfaßten Hindernisse basierend auf dem abgeleiteten Fahrweg und dem gegenwärtigen Fahrweg. Der Gefahrenpotential-Beurteilungsabschnitt stellt das Gefahrenpotential folgendermaßen ein: das Hindernis, das in einem Bereich erfaßt ist, wo der abgeleitete Fahrweg und der gegenwärtige Fahrweg einander überlappen, auf das höchste Gefahrenpotential; das Hindernis, das in einem Bereich mit dem gegenwärtigen Fahrweg und ohne dem abgeleiteten Fahrweg erfaßt ist, auf ein mittleres Gefahrenpotential; das Hindernis, das in einem Bereich mit dem abgeleiteten Fahrweg und ohne dem gegenwärtigen Fahrweg erfaßt ist, auf ein niedrigeres Gefahrenpotential; und das Hindernis, das in einem Bereich ohne dem gegenwärtigen und dem abgeleiteten Fahrweg erfaßt ist, auf das niedrigste Gefahrenpotential.

DE 4407757 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen, die an einem Fahrzeug zur Vermeidung von Unfällen, wie beispielsweise Zusammenstößen, angebracht ist, und insbesondere eine Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen zum Erfassen der Entfernung zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis vor dem Fahrzeug.

Die japanische offengelegte Patentanmeldung (Kokai) mit der Nr. 2-287180 zeigt eine Radareinheit vom Abtasttyp, die Radarwellen, wie beispielsweise optische Wellen und Radiowellen, nach vorn aussendet und die von einem Hindernis vor dem Fahrzeug, wie beispielsweise einem vorausfahrenden Fahrzeug, reflektierten Radarwellen empfängt. Die Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis und die Richtung von dem Hindernis zu dem Fahrzeug werden durch Messen einer Zeitperiode zwischen dem Zeitpunkt des Sendens und dem Zeitpunkt des Empfangens vorausgesagt. Wenn die Radareinheit Radarwellen in einem vergleichsweise weiten Bereich vor dem Fahrzeug aussendet, detektiert die Radareinheit ein Hindernis auch bei einer schnellen Drehung der Fahrzeugkarosserie. Jedoch, da die Erfassung einen derart weiten Bereich überdeckt, gelangt eine große Menge unnötiger Information zu der Radareinheit. Dies verlängert eine Messung zum Bestimmen von Hindernissen höchsten Gefahrenpotentials. Da das Erfassen von Hindernissen nicht effizient durchgeführt werden kann, können Probleme beim Beurteilen der Möglichkeit auftreten mit dem Hindernis zusammenzustoßen.

Zum Bösen des obigen Nachteils bietet die japanische Patentveröffentlichung (Kokoku) mit der Nr. 51-7892 eine Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen mit einer Einrichtung zum Voraussagen eines Fahrwegs, auf dem das Fahrzeug fahren wird, basierend auf dem Fahrzeugzustand des Fahrzeugs, der durch den Lenkwinkel, die Geschwindigkeit etc. angezeigt wird. Die Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen nimmt nur Information, die in der Information über ein Hindernis enthalten ist, die aus einer Erfassung durch eine Radareinheit über einen weiten Bereich erhalten wird, in einem Bereich heraus, der den durch die Einrichtung zum Voraussagen eines Fahrwegs vorausgesagten Fahrweg überdeckt.

Unter der Annahme, daß diese herkömmliche Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen eine Fahrweg-Vorausage an einer Stelle durchführt, wo sich die Straße von einer geraden Straße zu einer kurvigen Straße ändert, wird der vorausgesagte Fahrweg nicht mit der aktuellen Straße übereinstimmen. Dies kann eine fehlerhafte Erfassung von Hindernissen verursachen. Beispielsweise kann die Leitplanke der Straße als ein Hindernis erkannt werden.

Die vorliegende Erfindung ist angesichts der obigen Situation gemacht worden, und ihre Aufgabe besteht darin, eine Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen für ein Fahrzeug zu schaffen, die beim Erfassen von Hindernissen durch ein Abtasten von einer Radareinheit das Gefahrenpotential definiert, das durch das erfaßte Hindernis verursacht wird, basierend auf einem abgeleiteten Fahrweg, der in Übereinstimmung mit dem Fahrzeugzustand vorausgesagt ist, und einem gegenwärtigen Fahrweg, auf dem das Fahrzeug gegenwärtig fährt, vorausgesagt wird. Die Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß der vorliegenden Erfindung nimmt nur eine Information über Hindernisse höchsten Gefahrenpotentials heraus. Daher kann die Erfassung eines

Hindernisses zum Beurteilen einer Möglichkeit eines Zusammenstoßes mit dem Hindernis effizient durchgeführt werden. Zusätzlich verbessert die Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen ihre Detektions-Genauigkeit.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die voranstehende Aufgabe durch Schaffen einer Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen für ein Fahrzeug gelöst, die besteht aus:

- (a) einer Einrichtung zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs, auf dem ein Fahrzeug fahren wird, basierend auf einem Lenkwinkel, einer Gier rate und einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs;
- (b) einer Einrichtung zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs, auf dem sich das Fahrzeug gegenwärtig bewegt;
- (c) einer Hindernis-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Vielzahl von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich; und
- (d) einer Einrichtung zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials eines der Hindernisse, die durch die Einrichtung zur Erfassung von Hindernissen erfaßt sind, basierend auf dem abgeleiteten Fahrweg, der durch die Einrichtung zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs vorausgesagt ist, und dem gegenwärtigen Fahrweg, der durch die Einrichtung zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs detektiert ist.

Weiterhin besteht eine Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung aus:

- (a) einer Einrichtung zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs, auf dem das Fahrzeug gegenwärtig fährt;
- (b) einer Hindernis-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Vielzahl von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich;
- (c) einer Straßenkrümmungsänderungs-Detektions-Einrichtung zum Detektieren einer Krümmungsänderung des gegenwärtigen Fahrwegs im voraus; und
- (d) einer Einrichtung zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials eines der Hindernisse, die durch die Einrichtung zur Erfassung von Hindernissen erfaßt sind, basierend auf der durch die Straßenkrümmungsänderungs-Detektions-Einrichtung detektierten Krümmungsänderung.

Weiterhin besteht eine Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung aus:

- (a) einer Einrichtung zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs, auf dem ein Fahrzeug fahren wird, basierend auf einem Lenkwinkel, einer Gier rate und einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs;
- (b) einer Einrichtung zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs, auf dem das Fahrzeug gegenwärtig fährt;
- (c) einer Hindernis-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Vielzahl von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich;
- (d) einer Einrichtung zum Korrigieren eines abgeleiteten Fahrwegs zum Definieren eines Hindernis-Beurteilungsbereichs zum Beurteilen eines Gefah-

renpotentials eines der Hindernisse basierend auf dem abgeleiteten Fahrweg, der durch die Einrichtung zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs vorausgesagt ist, und dem gegenwärtigen Fahrweg, der durch die Einrichtung zum Detektieren des gegenwärtigen Fahrwegs detektiert ist; und (e) einer Einrichtung zum Beurteilen des Gefahrenpotentials eines der Hindernisse, die durch die Hindernis-Erfassungseinrichtung erfaßt sind, basierend auf dem Hindernis-Beurteilungsbereich, der durch die Einrichtung zum Korrigieren des abgeleiteten Fahrwegs definiert ist.

Weiterhin besteht eine Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung aus:

- (a) einer Einrichtung zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs, auf dem ein Fahrzeug fahren wird, basierend auf einem Lenkwinkel, einer Gierrate und einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs;
- (b) einer Einrichtung zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs, auf dem das Fahrzeug gerade fährt;
- (c) einer Hindernis-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Vielzahl von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich;
- (d) einer Genauigkeits-Beurteilungseinrichtung zum Beurteilen der Voraussagegenauigkeit der Einrichtung zum Voraussagen des abgeleiteten Fahrwegs und der Detektionsgenauigkeit der Einrichtung zum Detektieren des gegenwärtigen Fahrwegs; und
- (e) einer Einrichtung zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials eines der Hindernisse, die durch die Hindernis-Erfassungseinrichtung erfaßt sind, basierend auf der Voraussagegenauigkeit und der Detektionsgenauigkeit, die durch die Genauigkeits-Beurteilungseinrichtung beurteilt sind.

Weitere Gegenstände und Vorteile außer den oben erörterten werden den Fachleuten aus der folgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung klar werden. In der Beschreibung wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil davon bilden, und die ein Beispiel der Erfindung darstellen. Ein derartiges Beispiel ist jedoch nicht erschöpfend für die verschiedenen Ausführungsbeispiele der Erfindung, weshalb auf die Ansprüche Bezug genommen wird, die der Beschreibung zur Bestimmung des Schutzbereichs der Erfindung folgen.

Die beigefügten Zeichnungen, die in den Unterlagen enthalten sind und einen Teil davon bilden, stellen Ausführungsbeispiele der Erfindung dar und dienen zusammen mit der Beschreibung zum Erklären der Prinzipien der Erfindung.

**Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das den Aufbau einer Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen für ein Fahrzeug gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 2** ist ein Flußdiagramm, das ein Verfahren zur Erfassung von Hindernissen durch die Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen in dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

**Fig. 3** ist ein Flußdiagramm, das ein Unterprogramm zur Voraussage eines abgeleiteten Fahrwegs zeigt;

**Fig. 4** stellt Einstellungen bezüglich der Größenordnung eines Gefahrenpotentials dar;

**Fig. 5** ist ein Blockdiagramm, das den Aufbau einer Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel zeigt;

**Fig. 6** stellt Markierungen dar, die unter eine Straßenoberfläche gelegt sind;

**Fig. 7** ist ein Flußdiagramm, das ein Unterprogramm zur Einstellung der Größenordnung des Gefahrenpotentials zeigt;

**Fig. 8** ist ein Blockdiagramm, das den Aufbau einer Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel zeigt;

**Fig. 9** ist ein Flußdiagramm, das ein Unterprogramm zur Einstellung eines Bereichs zur Erfassung von Hindernissen zeigt;

**Fig. 10** stellt eine Korrektur eines abgeleiteten Fahrwegs dar;

**Fig. 11** ist ein Blockdiagramm, das den Aufbau einer Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel zeigt; und

**Fig. 12** ist ein Flußdiagramm, das ein Unterprogramm zur Einstellung einer Größenordnung des Gefahrenpotentials zeigt.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend im Detail in Übereinstimmung mit den beigefügten Zeichnungen beschrieben.

#### [Erstes Ausführungsbeispiel]

**Fig. 1** zeigt den Aufbau einer Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen ist an einem Fahrzeug mit einem automatischen Bremssystem (ABS) angebracht, das die jeweiligen Räder automatisch mit Bremskraft versorgt. Das automatische Bremssystem arbeitet in Übereinstimmung mit Information über Hindernisse aus einer Erfassung von Hindernissen durch die Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen.

In **Fig. 1** sendet eine Radarkopf-Einheit 1, die in einem vorderen Teil einer Fahrzeugkarosserie vorgesehen ist, Laserimpulse als Radarwellen von einem Sender nach vorn und empfängt Reflexionswellen von Hindernissen, z. B. einem Auto, das vorausfährt, durch einen Empfänger. Die Radarkopf-Einheit 1 ist eine Radareinheit vom Abtasttyp, die eine Abtastung in einem vergleichsweise weiten Winkel in einer horizontalen Richtung durchführt. Signale von der Radarkopf-Einheit 1 treten über einen Signalprozessor 2 in eine Recheneinheit 3 ein, die die Entfernungen zwischen den Hindernissen und dem Fahrzeug in dem Abtastbereich, relative Geschwindigkeiten und die Richtungen von den Hindernissen zu dem Fahrzeug basierend auf Verzögerungszeitperioden bzw. Laufzeiten beim Empfangen der ausgesendeten und reflektierten Laserimpulse berechnet. Die Radarkopf-Einheit 1, der Signalprozessor 2 und die Recheneinheit 3 bilden eine Radareinheit 4 vom Abtasttyp zum Erfassen von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich vor dem Fahrzeug. Ein Lenkwinkel-Sensor 5 detektiert den Lenkwinkel eines Lenkrads (nachfolgend "Lenkwinkel" genannt). Ein Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensor 6 detektiert die Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Ein Gierraten-Sensor 7 detektiert die Gierrate des Fahrzeugs. Detektionssignale von dem Lenkwinkel-Sensor 5, dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensor 6 und dem Gierraten-Sensor 7 treten in einen Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs ein. Der Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abge-

leiteten Fahrwegs sagt einen abgeleiteten Fahrweg, auf dem das Fahrzeug fahren wird, basierend auf dem Lenkwinkel und der Fahrzeuggeschwindigkeit voraus. Es sollte beachtet werden, daß das Voraussageverfahren des Abschnitts 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs später beschrieben wird.

Eine CCD-Kamera 11, die an dem Vorderteil der Fahrzeugkarosserie befestigt ist, zeigt eine Ansicht vor dem Fahrzeug. Bilddaten der durch die CCD-Kamera 11 angezeigten Ansicht treten über einen Bildprozessor 12 in einen Abschnitt 13 zum Identifizieren eines gegenwärtigen Fahrwegs ein. Der Abschnitt 13 zum Identifizieren des gegenwärtigen Fahrwegs identifiziert einen gegenwärtigen Fahrweg durch Extrahieren rechter und linker weißer Linien auf der Straßenoberfläche (gegenwärtiger Fahrweg), auf der sich das Fahrzeug gegenwärtig bewegt. Die CCD-Kamera 11, der Bildprozessor 12 und der Abschnitt 13 zum Identifizieren des gegenwärtigen Fahrwegs bilden einen Abschnitt 14 zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs.

Eine Information über Hindernisse von der Radareinheit 4 (Recheneinheit 3), eine Voraussage-Information von dem Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs und eine Detektions-Information von dem Abschnitt 14 zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs treten in einen Abschnitt 15 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials ein. Der Abschnitt 15 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials führt eine Beurteilung über das Potential der Gefahr durch, die durch die Hindernisse verursacht wird, die durch die Radareinheit 4 erfaßt sind, und zwar basierend auf dem abgeleiteten Fahrweg, der durch den Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs vorausgesagt ist, und dem gegenwärtigen Fahrweg, der durch den Abschnitt 14 zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs detektiert ist. Der Abschnitt 15 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials gibt eine Information des höchsten Gefahrenpotentials (z. B. die Entfernung zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis und die relative Geschwindigkeit zwischen ihnen) zu einer ABS-Steuerung 21 aus. Die Steuerung 21 führt eine Verarbeitung zur Vermeidung einer Gefahr durch Steuern des Betriebs des ABS und eines Alarms aus.

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm in Fig. 2 das Verfahren zur Erfassung von Hindernissen durch die Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen bei diesem Ausführungsbeispiel beschrieben.

Zuerst wird im Schritt S1 ein abgeleiteter Fahrweg vorausgesagt. Die Voraussage des abgeleiteten Fahrwegs wird durch den Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs in Übereinstimmung mit dem Unterprogramm in Fig. 3 durchgeführt, das nachfolgend beschrieben wird.

In Fig. 3 gibt der Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs im Schritt S11 Signale von dem Lenkwinkel-Sensor 5, dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensor 6 und dem Gierraten-Sensor 7 ein. Danach sagt der Abschnitt 8 im Schritt S12 einen ersten abgeleiteten Fahrweg basierend auf dem Lenkwinkel  $\Theta_H$  und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_0$  voraus. Genauer gesagt berechnet der Abschnitt 8 einen Dreh- (Krümmungs-)Radius  $R_1$  des abgeleiteten Fahrwegs und einen lateralen Schräglaufwinkel  $\beta_1$  des Fahrzeugs aus den folgenden Gleichungen:

$$R_1 = (1 + A \cdot V_0^2) \cdot l \cdot N / \Theta_H$$

$$\beta_1 = \{-1 + (m/2l) \cdot (l_f/l_r \cdot K_r) \cdot V_0^2\} (1 + A \cdot V_0^2) \cdot (l_r/l) \cdot (\Theta_H/N) \quad (1)$$

A: Stabilitätsfaktor

N: Lenkungs-Übersetzungsverhältnis

l: Radstand bzw. Achsstand

$l_f$ : Abstand zwischen Schwerkräftszentrum des Fahrzeugs und Vorderrädern

$l_r$ : Abstand zwischen Schwerkräftszentrum des Fahrzeugs und Hinterrädern

m: Fahrzeugmasse

$K_r$ : Kurvenfahrverhalten für die Hinterräder

Als nächstes sagt der Abschnitt 8 im Schritt S13 basierend auf der Gierrate  $\gamma$  und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_0$  einen zweiten abgeleiteten Fahrweg voraus. Genauer ausgedrückt berechnet der Abschnitt 8 einen Drehradius  $R_2$  des abgeleiteten Fahrwegs und einen lateralen Schräglaufwinkel  $\beta_2$  aus den folgenden Gleichungen:

$$R_1 = V_0/\gamma$$

$$\beta_2 = \frac{\beta_1 - m \cdot \{l_f^2 \cdot K_f + l_r^2 \cdot K_r\} / (2 \cdot l^2 \cdot A \cdot K_f \cdot K_r) \cdot (1/R_2 - 1/R_1)}{\beta_1 + \{l_f^2 \cdot K_f + l_r^2 \cdot K_r\} / (l_f \cdot K_f - l_r \cdot K_r) \cdot (1/R_2 - 1/R_1)} \quad (2)$$

$R_1, \beta_1$ : aus Gleichung (1) erhaltener Wert

$K_f$ : Kurvenfahrverhalten für die Vorderräder

Danach wird im Schritt S14 bestimmt, ob der Absolutwert des Lenkwinkels  $\Theta_H$  kleiner als ein vorbestimmter Winkel  $\Theta_c$  ist. Wenn die Antwort JA ist, geht der Ablauf zum Schritt S16 weiter, in dem der zweite abgeleitete Fahrweg ausgewählt wird, der Drehradius  $R$  auf  $R_2$  eingestellt wird, und der laterale Schräglaufwinkel  $\beta$  auf  $\beta_2$  eingestellt wird. Dann kehrt der Prozeß zum Schritt S1 zurück.

Andererseits, wenn die Antwort im Schritt S14 NEIN ist, d. h. der Absolutwert des Lenkwinkels  $\Theta_H$  größer als der vorbestimmte Winkel  $\Theta_c$  ist, geht der Ablauf zum Schritt S15 weiter, in dem der Absolutwert des Drehradius  $R_1$  des ersten abgeleiteten Fahrwegs mit dem Absolutwert des Drehradius  $R_2$  des zweiten abgeleiteten Fahrwegs verglichen wird. Wenn der Drehradius  $R_1$  größer ist, d. h. wenn die Antwort im Schritt S15 JA ist, geht der Ablauf zum Schritt S17 weiter, in dem der Drehradius  $R$  des abgeleiteten Fahrwegs auf  $R_1$  eingestellt wird, und der laterale Schräglaufwinkel des Kraftfahrzeugs auf  $\beta_1$  eingestellt wird. Dann kehrt der Prozeß zum Schritt S1 zurück.

Andererseits, wenn der Drehradius  $R_2$  kleiner ist, d. h. wenn die Antwort im Schritt S15 NEIN ist, geht der Ablauf zum Schritt S16 weiter, in dem der Drehradius des abgeleiteten Fahrwegs auf  $R_2$  eingestellt wird und der laterale Schräglaufwinkel des Fahrzeugs auf  $\beta_2$  eingestellt wird. Das bedeutet, daß im Schritt S15 die Radien  $R_1$  und  $R_2$  verglichen werden und der kleinere Radius für den abgeleiteten Fahrweg ausgewählt wird.

Auf diese Weise wird der abgeleitete Fahrweg vorausgesagt. In Fig. 2 darauffolgend identifiziert der Abschnitt zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs einen gegenwärtigen Fahrweg im Schritt S2. Im Schritt S3 identifiziert die Radareinheit 4 eine Ansicht vor dem Fahrzeug.

Als nächstes wird im Schritt S4 ein Hindernis-Beurteilungsbereich eingestellt, und im Schritt S5 wird eine Größenordnung des Gefahrenpotentials eingestellt. Wie es in Fig. 4 gezeigt ist, ist der Hindernis-Beurteilungsbereich ein Bereich in dem Erfassungsbereich (mit einem Neigungswinkel  $\sigma$ ) der Radareinheit 4. Dieser Bereich hat eine Möglichkeit zum Beurteilen des Potentials der Gefahr der erfaßten Hindernisse als das höch-



ste. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der Hindernis-Beurteilungsbereich in einem abgeleiteten Fahrweg 60 oder in einem gegenwärtigen Fahrweg 70 eingestellt. Die Größenordnung des Gefahrenpotentials zeigt eine Größenordnung der Gefahrenpotentiale in dem Hindernis-Beurteilungsbereich an. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein Bereich A1, wo der abgeleitete Fahrweg 60 und der gegenwärtige Fahrweg 70 einander überlappen, als der Bereich höchsten Gefahrenpotentials bestimmt; ein Bereich A2 mit dem gegenwärtigen Fahrweg 70 und ohne dem abgeleiteten Fahrweg 60 als ein Bereich mittleren Gefahrenpotentials; und ein Bereich A3 mit dem abgeleiteten Fahrweg 60 und ohne dem gegenwärtigen Fahrweg 70 als ein Bereich niedrigeren Gefahrenpotentials. Es sollte angemerkt werden, daß ein Bereich ohne dem Hindernis-Beurteilungsbereich, d. h. ein Bereich, der weder zu dem abgeleiteten Fahrweg 60 noch zu dem gegenwärtigen Fahrweg 70 gehört, als der Bereich niedrigsten Gefahrenpotentials bestimmt ist.

Als nächstes wird im Schritt S6 ein Maskieren von Hindernisdaten basierend auf der Größenordnung des Gefahrenpotentials durchgeführt, und im Schritt S7 wird eine Information über ein Hindernis des höchsten Gefahrenpotentials ausgegeben. Man beachte, daß der Abschnitt 15 zum Beurteilen des Gefahrenpotentials die Schritte S4 bis S7 ausführt. Danach führt die ABS-Steuerung im Schritt S8 eine Steuerung zur Vermeidung einer Gefahr durch. Dann kehrt der Prozeß zurück.

Wie es oben beschrieben ist, sagt der Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs bei der Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, da die Radareinheit 4 vom Abtasttyp Hindernisse in einem vergleichsweise weiten Bereich (mit einem Neigungswinkel  $\sigma$ ) erfaßt, einen abgeleiteten Fahrweg 60, auf dem das Fahrzeug fahren wird, basierend auf dem Fahrzustand des Fahrzeugs voraus, und der Abschnitt 14 zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs detektiert einen gegenwärtigen Fahrweg 70, auf dem das Fahrzeug gegenwärtig fährt. Der Abschnitt 15 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials beurteilt das Potential der Gefahr von Hindernissen, die durch die Radareinheit 4 erfaßt sind, basierend auf dem abgeleiteten Fahrweg 60 und dem gegenwärtigen Fahrweg 70. Der Abschnitt 15 zum Beurteilen des Gefahrenpotentials gibt basierend auf den Beurteilungsergebnissen nur eine Information über ein Hindernis des höchsten Gefahrenpotentials zu der ABS-Steuerung 21 aus, um die Steuerung zur Vermeidung einer Gefahr durchzuführen. Somit kann die Detektion von Hindernissen effizient gemacht werden, und eine hohe Geschwindigkeit und eine richtige Steuerung zur Vermeidung einer Gefahr können erreicht werden.

Insbesondere wird, da dieses Ausführungsbeispiel das Gefahrenpotential des Bereichs A2 mit dem gegenwärtigen Fahrweg 70 höher einstellt als des Bereichs A3 mit dem abgeleiteten Fahrweg 60, wenn das Fahrzeug von einer geraden Straße in eine kurvige Straße gelangt oder umgekehrt, d. h. der abgeleitete Fahrweg 60 stimmt nicht mit dem gegenwärtigen Fahrweg 70 überein, ein Hindernis auf dem gegenwärtigen Fahrweg 70 als das Hindernis höchsten Gefahrenpotentials beurteilt. Dies verhindert eine fehlerhafte Erfassung, z. B. ein Beurteilen einer Leitplanke am Straßenrand als das Hindernis höchsten Gefahrenpotentials.

Der Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs führt die Voraussage eines ersten abgeleite-

ten Fahrwegs basierend auf einem Lenkwinkel  $\Theta_H$  und einer Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_0$  durch, und die Voraussage eines zweiten abgeleiteten Fahrwegs basierend auf einer Gierrate  $\gamma$  und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_0$ . Der Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs übernimmt entweder den ersten oder den zweiten abgeleiteten Fahrweg gemäß dem Fahrzustand des Fahrzeugs, das einen geeigneten abgeleiteten Fahrweg erhält. Wenn das Fahrzeug beispielsweise auf einer kurvigen Straße fährt, die geneigt ist, fährt das Fahrzeug aufgrund der Neigung eine Kurve, ohne daß das Lenkrad signifikant gedreht wird. Als ein Ergebnis wird der Drehradius  $R_2$  des zweiten abgeleiteten Fahrwegs, der basierend auf der Gierrate  $\gamma$  vorausgesagt ist, kleiner als der Drehradius  $R_1$  des ersten abgeleiteten Fahrwegs, der basierend auf dem Lenkwinkel  $\Theta_H$  vorausgesagt ist. In diesem Fall übernimmt der Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs den zweiten abgeleiteten Fahrweg, wodurch die Voraussage eines abgeleiteten Fahrwegs geeignet durchgeführt werden kann. Weiterhin sagt, wenn das Fahrzeug eine kritische Drehung durchführt, der Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs einen geeigneten abgeleiteten Fahrweg voraus, da der Abschnitt 8 voraussagt, daß der Drehradius  $R_1$  in Übereinstimmung mit dem Lenkwinkel  $\Theta_H$ , der ein großer Wert sein wird, kleiner sein wird.

[Zweites Ausführungsbeispiel]

Fig. 5 zeigt den Aufbau einer Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel. Die Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen hat einen Abschnitt 31 zum Detektieren einer Straßenkrümmungsänderung, der die Änderung der Krümmung einer Straße detektiert. Wie es in Fig. 6 gezeigt ist, detektiert der Abschnitt 31 zum Detektieren einer Straßenkrümmungsänderung die Krümmungsänderung durch Detektieren einer Markierung  $m$ , die unter eine Straßenoberfläche gelegt ist (siehe Fig. 6), und zwar an einer Position, die um einen vorbestimmten Abstand vor dem Anfangspunkt einer kurvigen Straße ist, auf die das Fahrzeug von einer gegenwärtigen geraden Straße fahren wird, oder von dem Anfangspunkt einer geraden Straße, auf die das Fahrzeug von einer gegenwärtigen kurvigen Straße fahren wird. Die Detektionsinformation von dem Abschnitt 31 zum Detektieren einer Straßenkrümmungsänderung tritt in einen Abschnitt 32 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials ein. Es sollte beachtet werden, daß die anderen Elemente in Fig. 5 identisch zu jenen in dem in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel sind, weshalb die entsprechenden Elemente dieselben Bezugszeichen haben und die Erklärungen der Elemente weggelassen wird.

Der Abschnitt 32 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials stellt eine Größenordnung des Gefahrenpotentials in Übereinstimmung mit dem Unterprogramm der Fig. 7 ein. Im Schritt S21 wird bestimmt, ob die Markierung  $m$  detektiert ist oder nicht. Wenn die Antwort JA ist, wird im Schritt S22 bestimmt, ob die Zeit, die seit der Detektion der Markierung  $m$  verstrichen ist, in einer vorbestimmten Zeitperiode liegt oder nicht. Wenn die Antwort JA ist, wird das Gefahrenpotential des gegenwärtigen Fahrwegs derart eingestellt, daß es höher als jenes eines abgeleiteten Fahrwegs ist. Danach kehrt der Prozeß zurück. Andererseits, wenn die Antwort NEIN ist, d. h. es wird bestimmt, daß die Markierung  $m$  im Schritt S21 nicht detektiert ist, und wenn ansonsten im

Schritt S22 bestimmt wird, daß die Zeit, die seit dem Zeitpunkt des Detektierens verstrichen ist, über der vorbestimmten Zeitperiode ist, geht der Prozeß weiter zum Schritt S24, in dem das Gefahrenpotential des abgeleiteten Fahrwegs derart eingestellt wird, daß es höher als jenes des gegenwärtigen Fahrwegs ist. Danach kehrt der Prozeß zurück. Das bedeutet, daß, wenn sich die Straßenkrümmung ändert, wenn eine Zeit, die seit einem Zeitpunkt eines Detektierens der Markierung m verstrichen ist, in einer vorbestimmten Zeitperiode ist, der Abschnitt 32 zum Beurteilen des Gefahrenpotentials als das Gefahrenpotential eines gegenwärtigen Fahrwegs höher als jenes eines abgeleiteten Fahrwegs einstellt.

Wie es oben beschrieben ist, legt das zweite Ausführungsbeispiel die Markierung m an eine Position vor einem Teil, wo sich die Straßenkrümmung ändert, wie beispielsweise den Anfangspunkt einer kurvigen/geraden Straße von einer geraden/kurvigen Straße. Der Abschnitt 31 zum Detektieren einer Straßenkrümmungsänderung detektiert das Gefahrenpotential des gegenwärtigen Fahrwegs und der Abschnitt 32 zum Beurteilen des Gefahrenpotentials stellt es höher als jenes des abgeleiteten Fahrwegs ein. Ähnlich zu dem ersten Ausführungsbeispiel wird, auch wenn ein abgeleiteter Fahrweg 60 nicht mit einem gegenwärtigen Fahrweg 70 übereinstimmt, ein Hindernis auf dem gegenwärtigen Fahrweg 70 als das Hindernis höchsten Gefahrenpotentials angesehen. Dies verhindert eine fehlerhafte Erfassung eines Hindernisses, z. B. eine Beurteilung einer Leitplanke an einer Straße als ein Hindernis höchsten Gefahrenpotentials. Weiterhin gibt die ABS-Steuerung 21 nur Information über das Hindernis höchsten Gefahrenpotentials (Entfernung und relative Geschwindigkeit etc.) aus und führt die Steuerung zur Vermeidung einer Gefahr durch, wodurch die effiziente Hindernis-Erfassung eine hohe Geschwindigkeit und eine geeignete Steuerung zur Vermeidung von Gefahr erreicht.

#### [Drittes Ausführungsbeispiel]

Fig. 8 zeigt den Aufbau einer Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel. Diese Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen hat einen Abschnitt 41 zur Korrektur eines Fahrwegs, der einen abgeleiteten Fahrweg basierend auf einer Voraussageinformation von dem Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs und einer Detektionsinformation von dem Abschnitt 14 zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs korrigiert. Ein Korrektursignal, das von dem Abschnitt 41 zum Korrigieren eines abgeleiteten Fahrwegs ausgegeben wird, tritt in einen Abschnitt 42 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials ein. Es sollte beachtet werden, daß die anderen Elemente in Fig. 8 identisch zu jenen in Fig. 1 sind, weshalb die entsprechenden Elemente dieselben Bezugszeichen haben und die Erklärungen dieser Elemente weggelassen werden.

Der Abschnitt 42 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials stellt den Hindernis-Beurteilungsbereich in Übereinstimmung mit dem Unterprogramm ein, wie es in Fig. 9 gezeigt ist. Als erstes wird im Schritt S31 bestimmt, ob ein abgeleiteter Fahrweg 60 in einem gegenwärtigen Fahrweg 70 ist oder nicht. Wenn die Antwort JA ist, wird im Schritt S32 nur der Bereich in dem abgeleiteten Fahrweg 60 als der Hindernis-Beurteilungsbereich bestimmt. Danach kehrt der Prozeß zu Schritt S4 zurück. Andererseits wird dann, wenn die Antwort

NEIN ist, d. h. der abgeleitete Fahrweg 60 nicht innerhalb des gegenwärtigen Fahrwegs 70 ist, im Schritt S33 der abgeleitete Fahrweg 60 korrigiert. Beispielsweise, wie es in Fig. 10 gezeigt ist, wenn ein Fahrzeug 80 von einer geraden Straße in eine kurvige Straße eintritt, krümmt sich ein gegenwärtiger Fahrweg 70 vor dem Fahrzeug 80, während ein abgeleiteter Fahrweg 60 eine gerade Linie ist, weshalb der abgeleitete Fahrweg 60 nicht mit dem gegenwärtigen Fahrweg 70 übereinstimmt. In diesem Fall korrigiert der Abschnitt 41 zum Korrigieren eines abgeleiteten Fahrwegs den abgeleiteten Fahrweg 60. Danach kehrt der Prozeß zurück. Auf diese Weise korrigiert der Abschnitt 41 zum Korrigieren eines abgeleiteten Fahrwegs, wenn ein abgeleiteter Fahrweg 60 und ein gegenwärtiger Fahrweg 70 nicht übereinstimmen, einen abgeleiteten Fahrweg 60, so daß der abgeleitete Fahrweg 60 mit einem gegenwärtigen Fahrweg 70 übereinstimmt. Der Abschnitt 42 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials beurteilt nur ein Hindernis in dem korrigierten abgeleiteten Fahrweg 90 als das Hindernis höchsten Gefahrenpotentials.

Wie es oben beschrieben ist, stellt das dritte Ausführungsbeispiel die Breite des abgeleiteten Fahrwegs 60 oder des korrigierten abgeleiteten Fahrwegs 90 enger als jene des Fahrzeugs 80 und weiter als jene des gegenwärtigen Fahrwegs 70 ein. Verglichen mit dem zweiten Ausführungsbeispiel, das das Gefahrenpotential eines gegenwärtigen Fahrwegs 70 höher als jenes eines abgeleiteten Fahrwegs 60 einstellt, kann das dritte Ausführungsbeispiel den Hindernis-Beurteilungsbereich geeigneter definieren und realisiert eine effizientere Hinderniserfassung.

#### [Viertes Ausführungsbeispiel]

Fig. 11 zeigt den Aufbau einer Vorrichtung zur Erfassung eines Hindernisses gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel. Diese Vorrichtung zur Erfassung eines Hindernisses hat einen Abschnitt 51 zum Beurteilen einer Voraussagegenauigkeit, der die Genauigkeit der Voraussage des Abschnitts 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs beurteilt, und einen Abschnitt 52 zum Beurteilen einer Detektionsgenauigkeit, der die Genauigkeit einer Detektion des Abschnitts 14 zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs beurteilt. Die Voraussage-Genauigkeitsbeurteilung berechnet beispielsweise fehlerhafte Operationen der Sensoren 5-7, eine fehlerhafte Operation einer CPU in dem Abschnitt 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs und einen holprigen Zustand einer Straßenoberfläche. Die Detektions-Genauigkeitsbeurteilung berechnet beispielsweise eine Qualität des Fotografierens durch die CCD-Kamera 11 durch Detektieren der Fotografier-Abstand der CCD-Kamera 11 basierend auf weißen Linien auf einer Straßenoberfläche oder ähnliches. Beurteilungssignale von den Beurteilungsabschnitten 51 und 52 treten in einen Abschnitt 53 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials ein. Es sollte beachtet werden, daß die anderen Elemente in Fig. 11 identisch zu jenen in Fig. 1 sind, weshalb die entsprechenden Elemente dieselben Bezugszeichen haben und die Erklärung dieser Elemente weggelassen wird.

Der Abschnitt 53 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials stellt die Gefahrenpotentiale in Übereinstimmung mit dem Unterprogramm in Fig. 12 ein. Zuerst beurteilt der Abschnitt 5 zum Beurteilen einer Voraussagegenauigkeit eine Detektionsgenauigkeit a der CCD-Kamera 11 im Schritt S41, und der Abschnitt zum

Beurteilen einer Detektionsgenauigkeit beurteilt eine Voraussagegenauigkeit b. Danach wird im Schritt S43 bestimmt, ob die Detektionsgenauigkeit a größer als ein vorbestimmter Wert  $a_0$  ist oder nicht, und im Schritt S44 oder S45 wird bestimmt, ob die Voraussagegenauigkeit b größer als ein vorbestimmter Wert  $b_0$  ist oder nicht. Wenn die Antwort in den Schritten S43 bis S45 JA ist, d. h. bestimmt wird, daß die Detektionsgenauigkeit a und die Voraussagegenauigkeit b beide größer als der vorbestimmte Wert sind, wird im Schritt S46 die Größenordnung des Gefahrenpotentials unter Benutzung eines abgeleiteten Fahrwegs 60 und eines gegenwärtigen Fahrwegs 70 eingestellt. Ähnlich zu dem ersten Ausführungsbeispiel wird das Gefahrenpotential eines Bereichs A1, wo der abgeleitete Fahrweg 60 und der gegenwärtige Fahrweg 70 einander überlappen, auf das höchste Potential eingestellt; das Gefahrenpotential eines Bereichs A2 mit dem gegenwärtigen Fahrweg 70 und ohne dem abgeleiteten Fahrweg 60 wird auf ein mittleres Potential eingestellt; und das Gefahrenpotential eines Bereichs A3 mit dem abgeleiteten Fahrweg 60 und ohne dem gegenwärtigen Fahrweg 70 wird auf ein niedrigeres Potential eingestellt. Danach kehrt der Prozeß zum Schritt S6 zurück.

Andererseits wird dann, wenn die Antwort im Schritt S43 JA und im Schritt S44 NEIN ist, d. h. die Detektionsgenauigkeit a ist ausgezeichnet, aber die Voraussagegenauigkeit b ist nicht ausgezeichnet, das Gefahrenpotential nur des gegenwärtigen Fahrwegs 70 auf das höchste Gefahrenpotential eingestellt, und der abgeleitete Fahrweg 60 wird im Schritt S47 von dem Hindernis-Beurteilungsbereich ausgeschlossen. Im Schritt S48 wird die Bewegung des Fahrzeugs als gefährlich angesehen; die ABS-Steuerung 21 läßt einen Alarm als Warnungsoperation ertönen. Dann kehrt der Prozeß zurück. Wenn die Antwort im Schritt S43 NEIN und im Schritt S45 JA ist, d. h. die Voraussagegenauigkeit b ist ausgezeichnet, aber die Detektionsgenauigkeit a ist nicht ausgezeichnet, wird im Schritt S49 nur das Gefahrenpotential des abgeleiteten Fahrwegs 60 auf das höchste Gefahrenpotential eingestellt, und der gegenwärtige Fahrweg 70 wird von dem Hindernis-Beurteilungsbereich ausgeschlossen. Im Schritt S48 führt die ABS-Steuerung 21 die Warnungsoperation durch. Dann kehrt der Prozeß zurück. Weiterhin wird, wenn die Antwort in den Schritten S43 und S45 NEIN ist, d. h. sowohl die Detektionsgenauigkeit a als auch die Voraussagegenauigkeit b niedriger als der vorbestimmte Wert ist, die Hinderniserfassung im Schritt S50 angehalten. Im Schritt S48 wird die Bewegung des Fahrzeugs als gefährlich angesehen und die ABS-Steuerung 21 führt eine Warnungsoperation durch. Dann kehrt der Prozeß zum Schritt S5 zurück.

Wie es oben beschrieben ist, stellt der Abschnitt 53 zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials, wenn entweder die Detektionsgenauigkeit a des Abschnitts 14 zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs oder die Voraussagegenauigkeit b des Abschnitts 8 zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs niedriger als ein vorbestimmter Wert ist, das Gefahrenpotential nur des Hindernisses in dem gegenwärtigen Fahrweg oder in dem abgeleiteten Fahrweg auf das höchste Gefahrenpotential ein.

Wie es oben beschrieben ist, stellt das vierte Ausführungsbeispiel dann, wenn eine Detektionsgenauigkeit a des Abschnitts 14 zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs (CCD-Kamera 11) oder eine Voraussagegenauigkeit b des Abschnitts 8 zum Voraussagen eines ab-

geleiteten Fahrwegs niedriger als ein vorbestimmter Wert ist, das Gefahrenpotential nur des Hindernisses ein, das durch den Abschnitt zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs mit einer vorbestimmten Detektionsgenauigkeit erfaßt ist, in einem gegenwärtigen Fahrweg, oder nur das Hindernis, das durch den Abschnitt zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs mit einer vorbestimmten Voraussagegenauigkeit vorausgesagt ist, in einem abgeleiteten Fahrweg auf das höchste Gefahrenpotential ein. Dies macht eine Hinderniserfassung effizient und verbessert die Zuverlässigkeit der Erfassung.

Wie es aus der obigen Beschreibung klar wird, wird das Gefahrenpotential eines erfaßten Hindernisses gemäß den Ausführungsbeispielen in Übereinstimmung mit einem abgeleiteten Fahrweg, der basierend auf dem Fahrzustand eines Fahrzeugs vorausgesagt ist, und einem gegenwärtigen Fahrweg, der durch den Abschnitt zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs detektiert ist, beurteilt. Demgemäß erreicht die vorliegende Erfindung eine effiziente Hinderniserfassung zum Beurteilen einer Möglichkeit eines Auftreffens des Fahrzeugs auf das Hindernis. Zusätzlich verhindert die vorliegende Erfindung eine fehlerhafte Erfassung, wie beispielsweise ein Beurteilen einer Leitplanke an einer Straße als ein Hindernis beim Eintreten von einer geraden Straßen zu einer kurvigen Straße.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die obigen Ausführungsbeispiele eingeschränkt und verschiedene Veränderungen und Abänderungen können innerhalb des Geistes und des Schutzzumfangs der vorliegenden Erfindung gemacht werden. Daher sind zum Unterrichten der Öffentlichkeit über den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung die folgenden Ansprüche aufgestellt worden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen für ein Fahrzeug, die besteht aus:

- (a) einer Einrichtung (8) zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs, auf dem ein Fahrzeug fahren wird, basierend auf einem Lenkwinkel, einer Gierrate und einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs;
- (b) einer Einrichtung (14) zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs, auf dem sich das Fahrzeug gegenwärtig bewegt;
- (c) einer Hindernis-Erfassungseinrichtung (4) zum Erfassen einer Vielzahl von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich; und
- (d) einer Einrichtung (15) zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials eines der Hindernisse, die durch die Hindernis-Erfassungseinrichtung erfaßt sind, basierend auf dem abgeleiteten Fahrweg, der durch die Einrichtung zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs vorausgesagt ist, und des gegenwärtigen Fahrwegs, der durch die Einrichtung zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs detektiert ist.

2. Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen für ein Fahrzeug, die besteht aus:

- (a) einer Einrichtung (14) zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs, auf dem das Fahrzeug gegenwärtig fährt;
- (b) einer Hindernis-Erfassungseinrichtung (4) zum Erfassen einer Vielzahl von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich;

- (c) einer Einrichtung (31) zum Detektieren einer Krümmungsänderung des gegenwärtigen Fahrwegs im voraus; und
- (d) einer Gefahrenpotential-Beurteilungseinrichtung (32) zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials eines der Hindernisse, die durch die Hindernis-Erfassungseinrichtung erfaßt sind, basierend auf der Krümmungsänderung, die durch die Straßenkrümmungsänderungs-Detektionseinrichtung detektiert ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, die weiterhin besteht aus:
- einer Lenkwinkel-Detektionseinrichtung (5) zum Detektieren des Lenkwinkels des Fahrzeugs,
- einer Gierraten-Detektionseinrichtung (6) zum Detektieren der Gierrate des Fahrzeugs,
- einer Geschwindigkeit-Detektionseinrichtung (7) zum Detektieren der Geschwindigkeit des Fahrzeugs, und
- einer Einrichtung (8) zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs, auf dem das Fahrzeug fahren wird, basierend auf dem detektierten Lenkwinkel, der Gierrate und der Geschwindigkeit.
4. Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen für ein Fahrzeug, die besteht aus:
- (a) einer Einrichtung (8) zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs, auf dem ein Fahrzeug fahren wird, basierend auf einem Lenkwinkel, einer Gierrate und einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs;
- (b) einer Einrichtung (14) zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs, auf dem das Fahrzeug gegenwärtig fährt;
- (c) einer Hindernis-Erfassungseinrichtung (4) zum Erfassen einer Vielzahl von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich;
- (d) einer Einrichtung (41) zum Korrigieren eines abgeleiteten Fahrwegs zum Definieren eines Hindernis-Beurteilungsbereichs zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials eines der Hindernisse basierend auf dem abgeleiteten Fahrweg, der durch die Einrichtung zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs vorausgesagt ist, und dem gegenwärtigen Fahrweg, der durch die Einrichtung zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs detektiert ist; und
- (e) einer Gefahrenpotential-Beurteilungseinrichtung (42) zum Beurteilen des Gefahrenpotentials eines der Hindernisse, die durch die Hindernis-Erfassungseinrichtung erfaßt sind, basierend auf dem Hindernis-Beurteilungsbereich, der durch die Einrichtung zum Korrigieren eines abgeleiteten Fahrwegs definiert ist.
5. Vorrichtung zur Erfassung von Hindernissen für ein Fahrzeug, die besteht aus:
- (a) einer Einrichtung (8) zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs, auf dem ein Fahrzeug fahren wird, basierend auf einem Lenkwinkel, einer Gierrate und einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs;
- (b) einer Einrichtung (14) zum Detektieren eines gegenwärtigen Fahrwegs, auf dem das Fahrzeug gegenwärtig fährt;
- (c) einer Hindernis-Erfassungseinrichtung (4) zum Erfassen einer Vielzahl von Hindernissen in einem vorbestimmten Bereich;
- (d) einer Genauigkeits-Beurteilungseinrich-

- tung (51, 52) zum Beurteilen einer Voraussagegenauigkeit der Einrichtung zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs und einer Detektionsgenauigkeit der Einrichtung zum Detektieren des gegenwärtigen Fahrwegs; und
- (e) einer Gefahrenpotential-Beurteilungseinrichtung (53) zum Beurteilen eines Gefahrenpotentials eines der Hindernisse, die durch die Hindernis-Erfassungseinrichtung erfaßt sind, basierend auf der Voraussagegenauigkeit und der Detektionsgenauigkeit, die durch die Genauigkeits-Beurteilungseinrichtung beurteilt sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, 4 oder 5, die weiterhin aus einer Lenkwinkel-Detektionseinrichtung (5) zum Detektieren des Lenkwinkels des Fahrzeugs besteht.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, 4, 5 oder 6, die weiterhin aus einer Gierraten-Detektionseinrichtung (6) zum Detektieren der Gierrate des Fahrzeugs besteht.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, 4, 5, 6 oder 7, die weiterhin aus einer Geschwindigkeit-Detektionseinrichtung (7) zum Detektieren der Geschwindigkeit des Fahrzeugs besteht.
9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung (8) zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs einen Drehradius ( $R_1$ ) eines ersten abgeleiteten Fahrwegs und eines ersten lateralen Schräglaufwinkels ( $\beta_1$ ) des Fahrzeugs basierend auf dem Lenkwinkel ( $\gamma$ ) und der Geschwindigkeit ( $V_0$ ) des Fahrzeugs berechnet.
10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung (8) zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs den Drehradius ( $R_2$ ) eines zweiten abgeleiteten Fahrwegs und einen zweiten lateralen Schräglaufwinkel ( $\beta_2$ ) des Fahrzeugs basierend auf der Gierrate ( $\gamma$ ) und der Geschwindigkeit ( $V_0$ ) des Fahrzeugs berechnet.
11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung (8) zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs den ersten abgeleiteten Fahrweg basierend auf dem Lenkwinkel ( $\Theta_H$ ) und der Geschwindigkeit ( $V_0$ ) des Fahrzeugs vorausagt, den zweiten abgeleiteten Fahrweg basierend auf der Gierrate ( $\gamma$ ) und der Geschwindigkeit ( $V_0$ ) des Fahrzeugs vorausagt, und entweder den ersten oder den zweiten abgeleiteten Fahrweg auswählt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei, wenn der Lenkwinkel ( $\Theta_H$ ) kleiner als ein vorbestimmter Wert ( $\Theta_c$ ) ist, die Einrichtung (8) zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs den zweiten abgeleiteten Fahrweg auswählt, während dann, wenn der Lenkwinkel ( $\Theta_H$ ) größer als ein vorbestimmter Wert ( $\Theta_c$ ) ist, die Einrichtung (8) zum Voraussagen eines abgeleiteten Fahrwegs denjenigen aus dem ersten und dem zweiten abgeleiteten Fahrweg auswählt, der einen kleineren Drehradius ( $R_1$  oder  $R_2$ ) hat.
13. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung zur Detektion eines gegenwärtigen Fahrwegs eine CCD-Kamera (11) ist, die den gegenwärtigen Fahrweg als ein Bild identifiziert.
14. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Hindernis-Detektionseinrichtung eine Radareinheit (1) vom Abtasttyp ist,

die eine Entfernung zwischen einem der Hindernisse und dem Fahrzeug, eine relative Geschwindigkeit zwischen dem Hindernis und dem Fahrzeug und eine Richtung des Hindernisses in bezug auf das Fahrzeug als jeweilige Hindernis-Daten berechnet.

15. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, die weiterhin aus einer Steuereinrichtung (21) für ein automatisches Bremssystem zum Steuern einer Bremskraft auf jedes Rad besteht.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Steuereinrichtung (21) für das automatische Bremssystem eine Möglichkeit eines Zusammenstoßes zwischen einem der Hindernisse und dem Fahrzeug basierend auf den Hindernis-Daten beurteilt und das automatische Bremssystem und einen Alarm als Operation zur Vermeidung einer Gefahr steuert.

17. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Gefahrenpotential-Beurteilungseinrichtung (32) das Gefahrenpotential eines der Hindernisse in einem Bereich, in dem der abgeleitete Fahrweg und der gegenwärtige Fahrweg einander überlappen, auf ein höchstes Gefahrenpotential einstellt, dann das Gefahrenpotential der jeweils anderen Hindernisse in einem Bereich mit dem gegenwärtigen Fahrweg und ohne dem abgeleiteten Fahrweg einstellt, einem Bereich mit dem abgeleiteten Fahrweg und ohne dem gegenwärtigen Fahrweg, und einem Bereich ohne dem gegenwärtigen und dem abgeleiteten Fahrweg in einer abfallenden Reihenfolge auf niedrigere Gefahrenpotentiale einstellt.

18. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Straßenkrümmungsänderungs-Detektionseinrichtung (31) ein Objekt detektiert, das unter den gegenwärtigen Fahrweg gelegt ist, und zwar an einer Stelle, die um einen vorbestimmten Abstand vor einem Teilstück ist, wo die Krümmungsänderung beginnt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei die Gefahrenpotential-Beurteilungseinrichtung (32) das Gefahrenpotential eines der Hindernisse basierend auf der Zeit beurteilt, die seit dem Detektieren des Objekts verstrichen ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei, wenn der abgeleitete Fahrweg außerhalb des gegenwärtigen Fahrwegs ist, die Einrichtung (41) zum Korrigieren eines abgeleiteten Fahrwegs den abgeleiteten Fahrweg derart korrigiert, daß der abgeleitete Fahrweg mit dem gegenwärtigen Fahrweg übereinstimmt, und den korrigierten abgeleiteten Fahrweg innerhalb des Hindernis-Beurteilungsbereichs einstellt.

21. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei, wenn irgendeine der Voraussagegenauigkeit und der Detektionsgenauigkeit niedriger als ein vorbestimmter Wert ist, die Genauigkeits-Beurteilungseinrichtung (51, 52) das Gefahrenpotential eines Hindernisses in irgendeinem von dem gegenwärtigen Fahrweg und dem abgeleiteten Fahrweg auf ein hohes Gefahrenpotential einstellt.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 21, wobei die Gefahrenpotential-Beurteilungseinrichtung (32, 42, 53) Daten, die auf ein Hindernis höchsten Gefahrenpotentials bezogen sind, zu der Steuereinrichtung (21) für das automatische Bremssystem ausgibt.

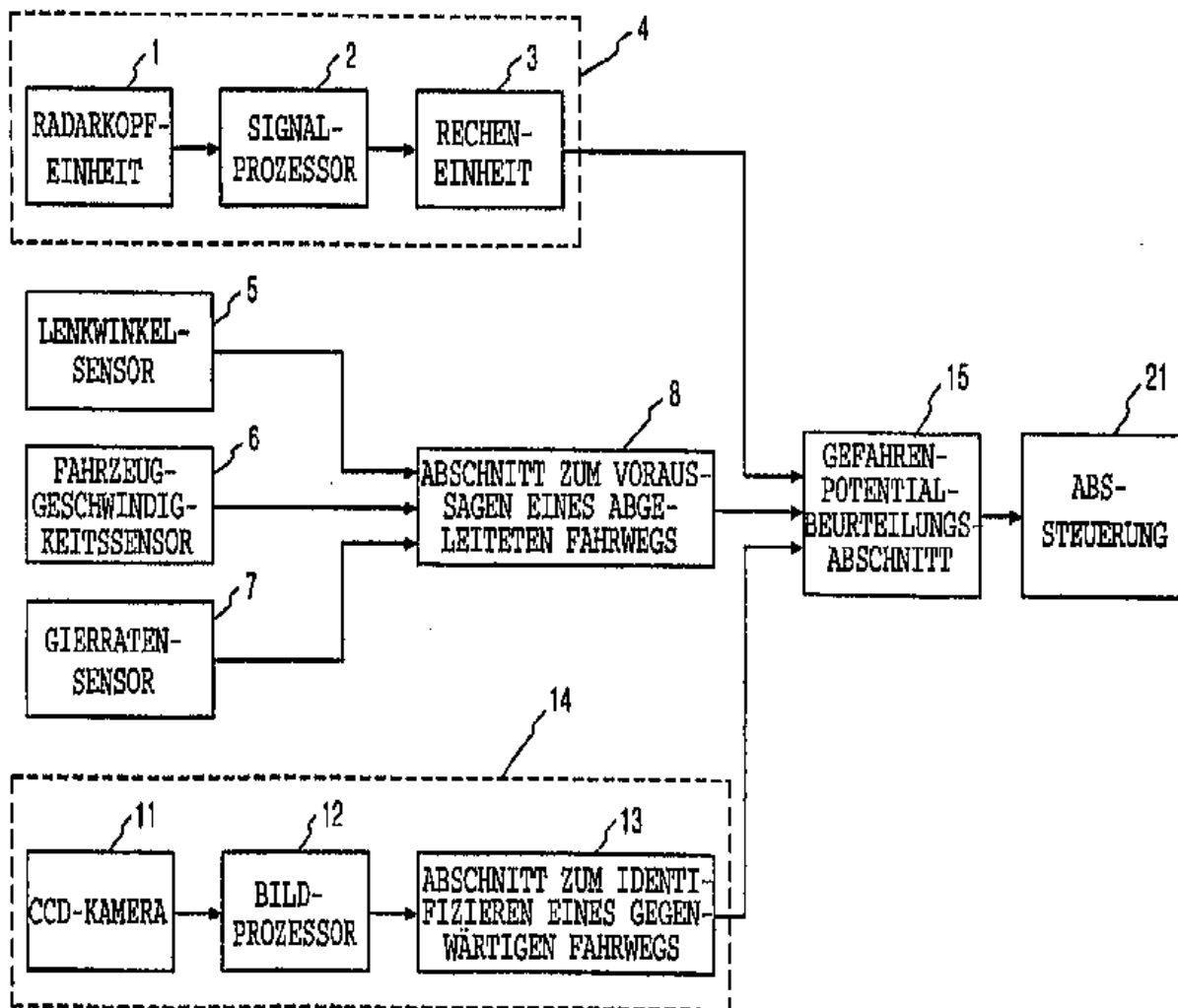
---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG. 1



Nummer:  
Int. Cl. 5:  
Offenlegungstag:

DE 44 07 767 A1  
G 06 D 1/02  
15. September 1994

FIG. 2

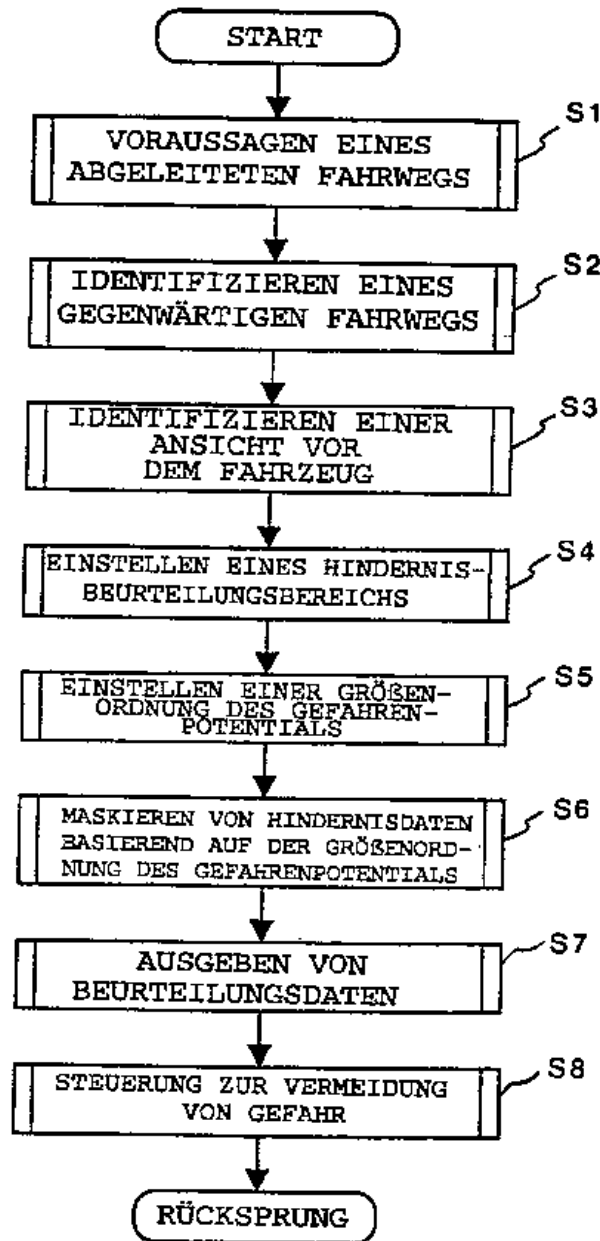




FIG. 3

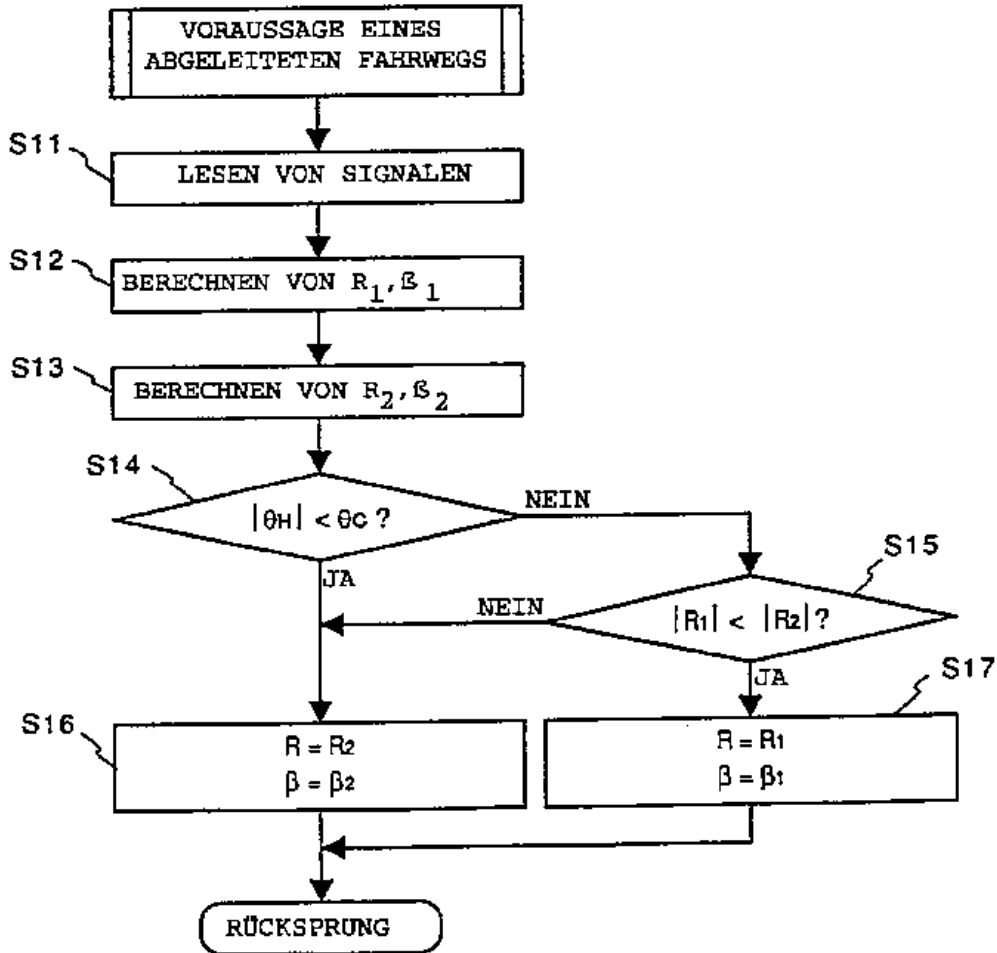


FIG. 4

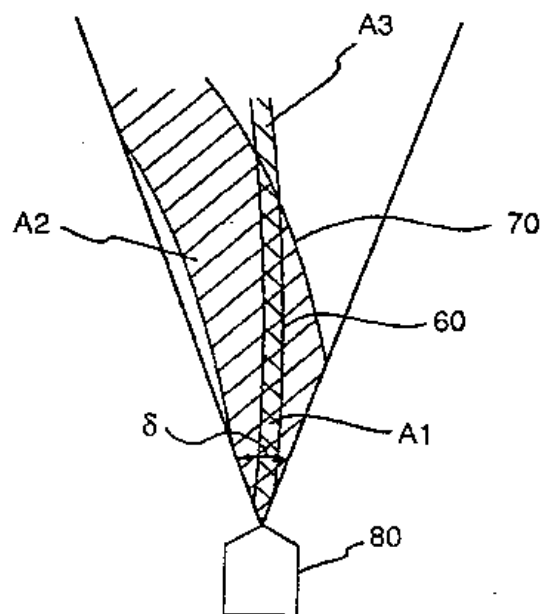
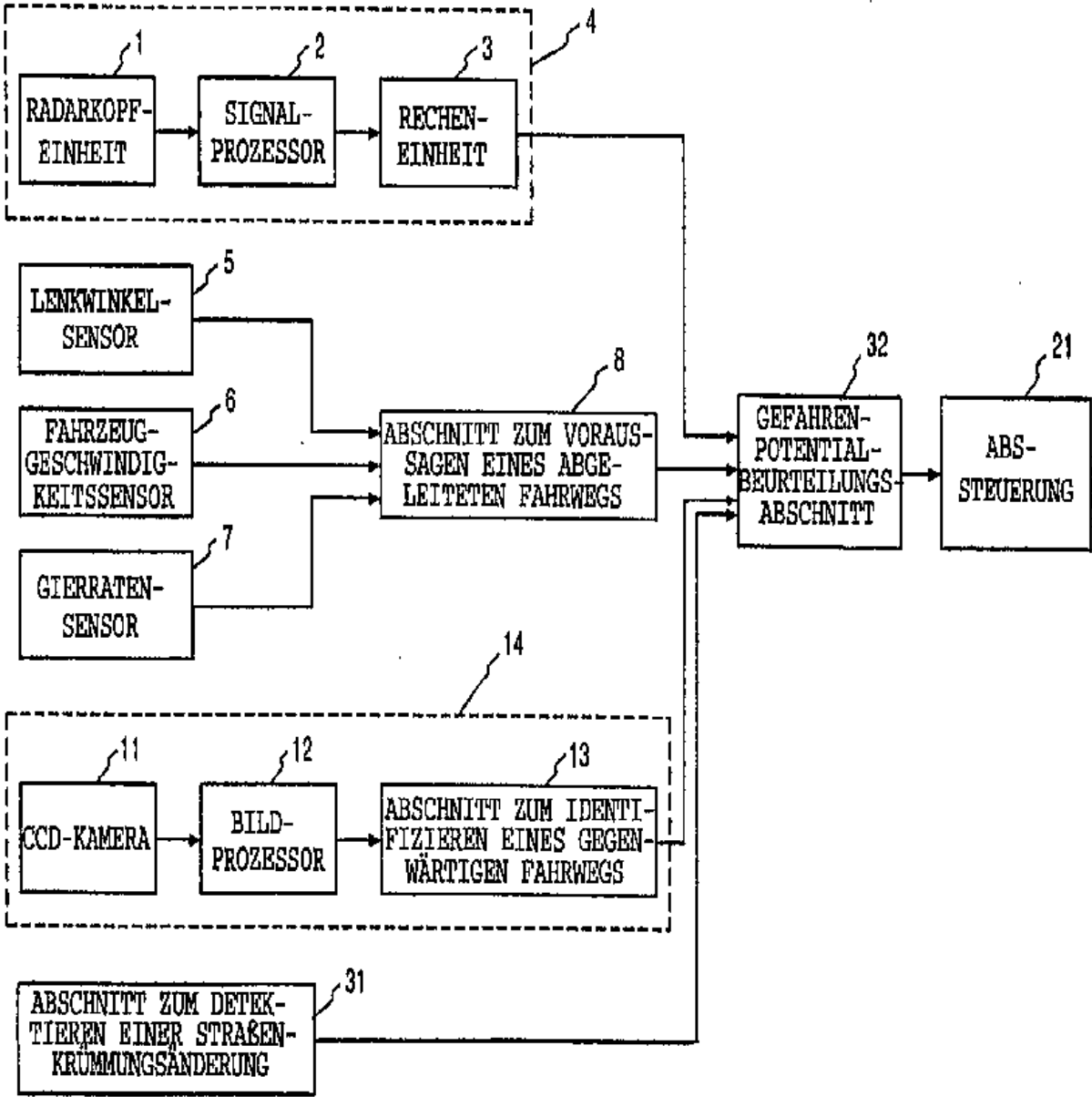


FIG. 5



Numer: 1  
Int. Cl. s:  
Offenlegungstag:

DE 44 07 767 A1  
G 08 D 1/02  
15. September 1994

403 037/592

FIG. 6

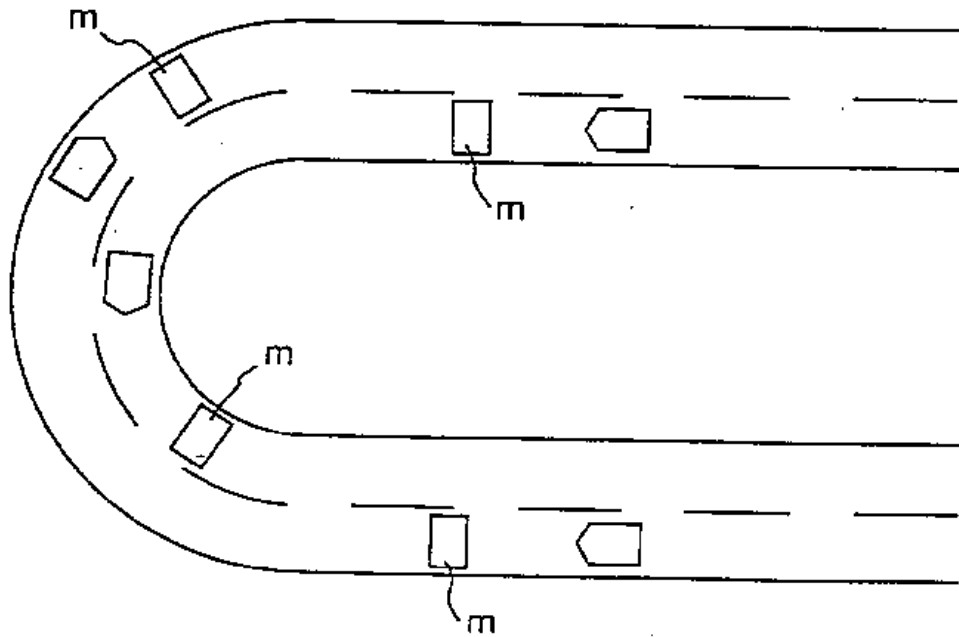


FIG. 7

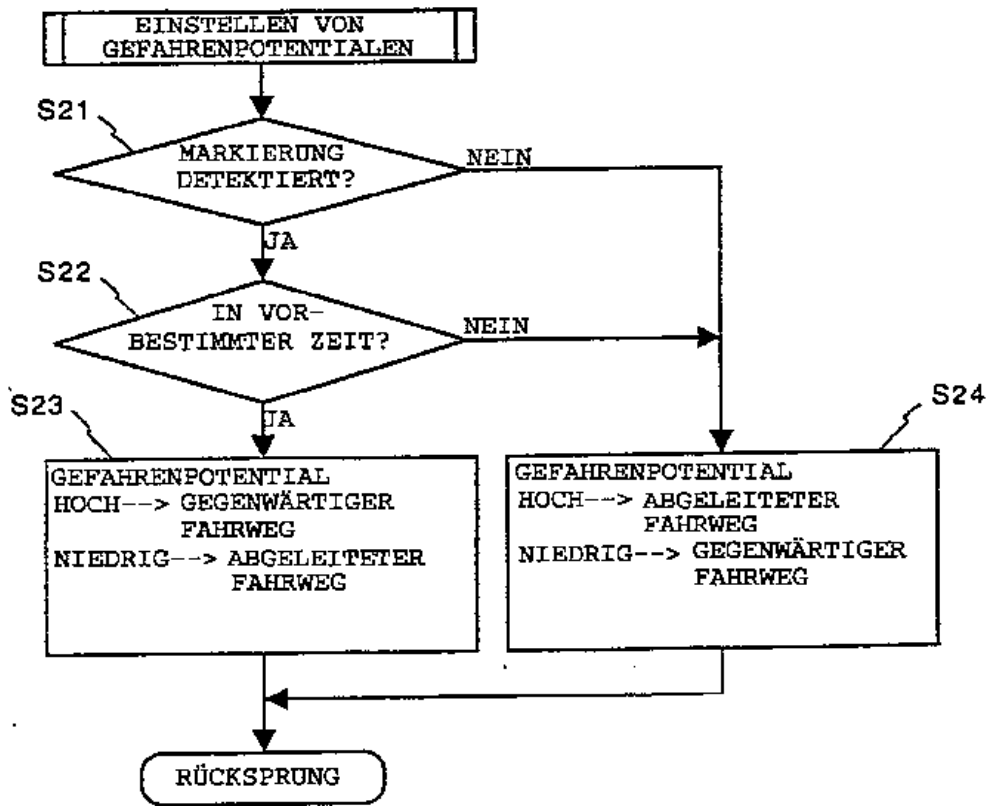


FIG. 8

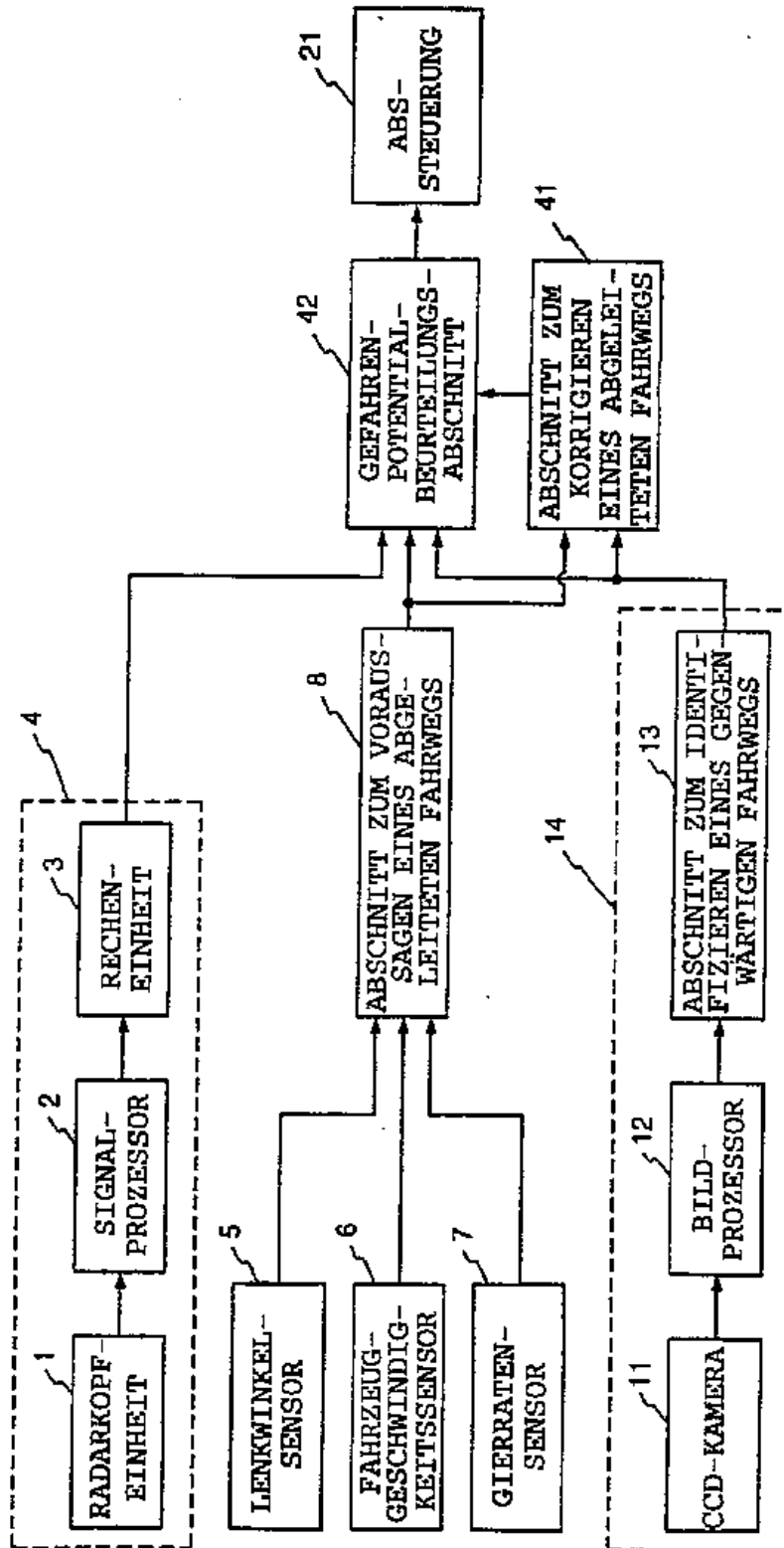


FIG. 9

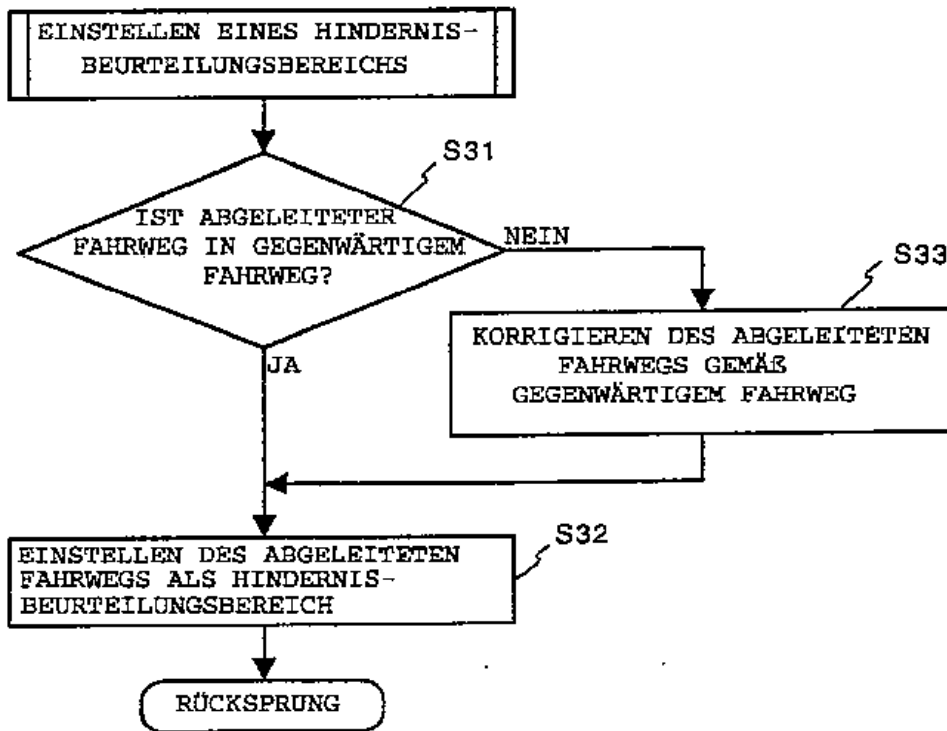


FIG. 10

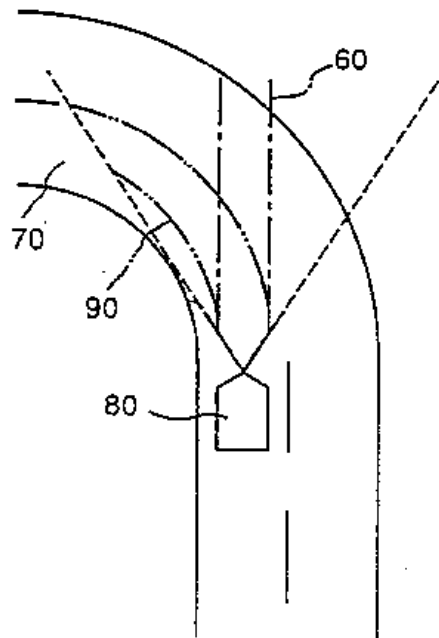




FIG. 11

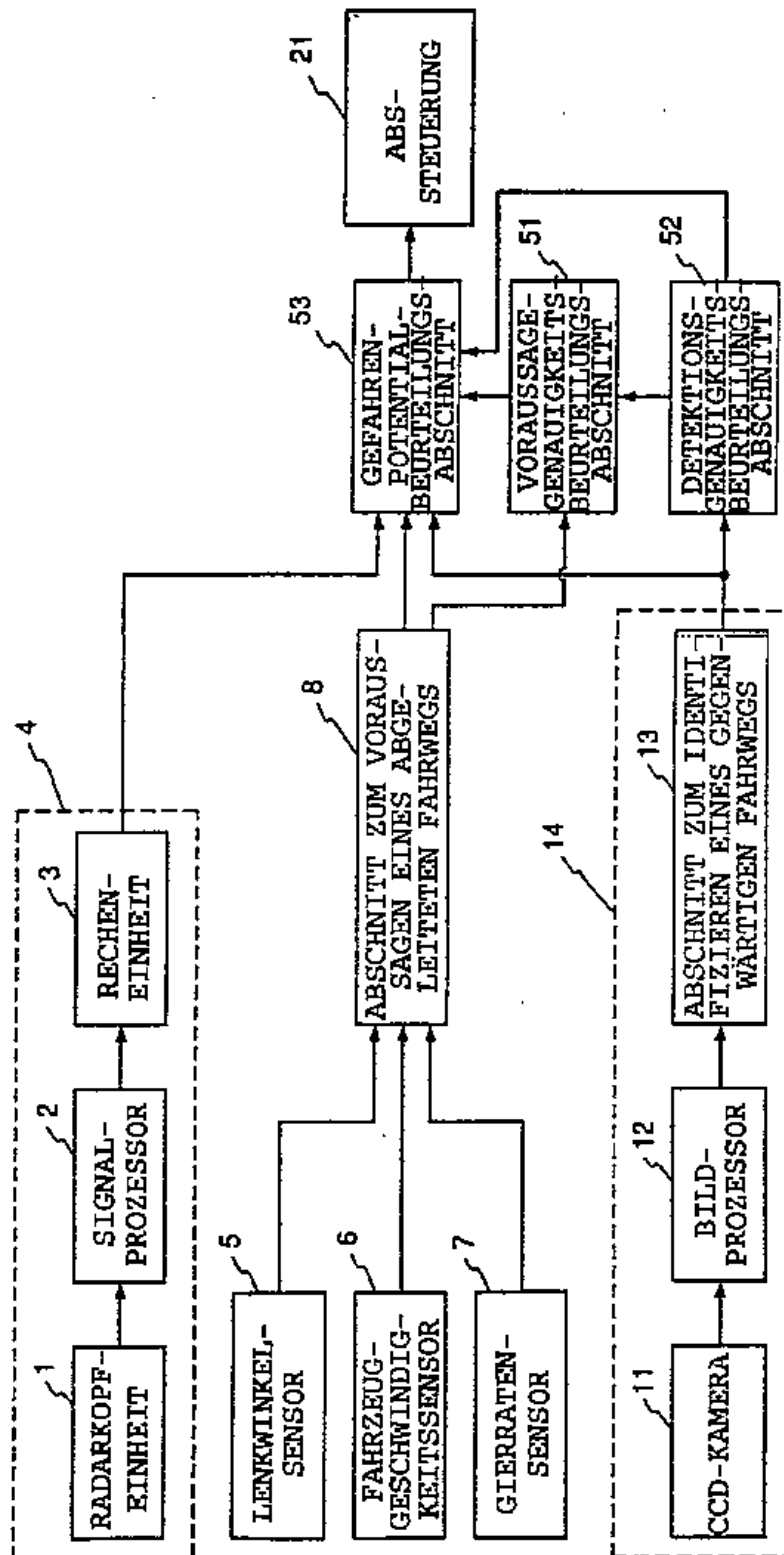
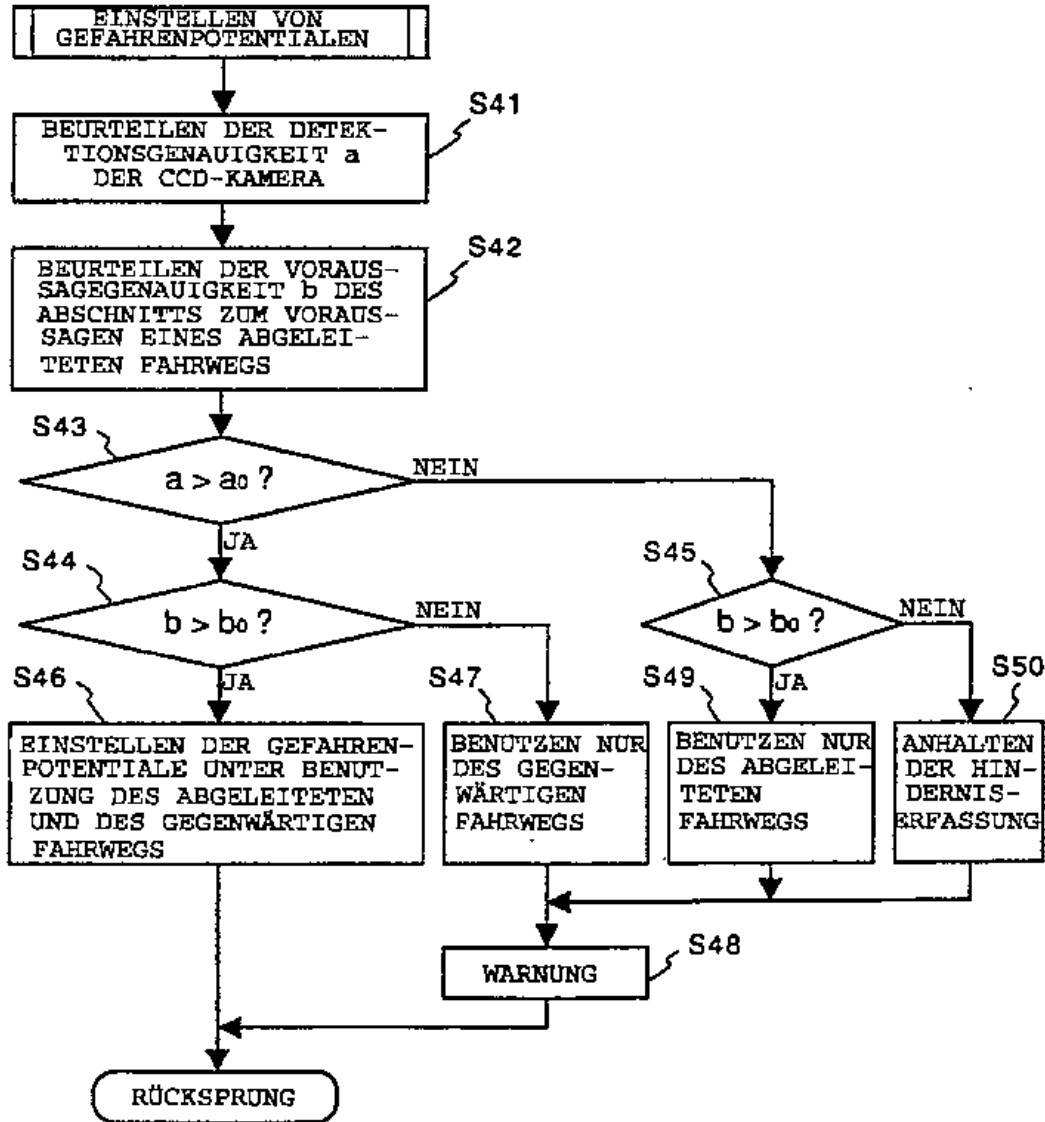


FIG. 12



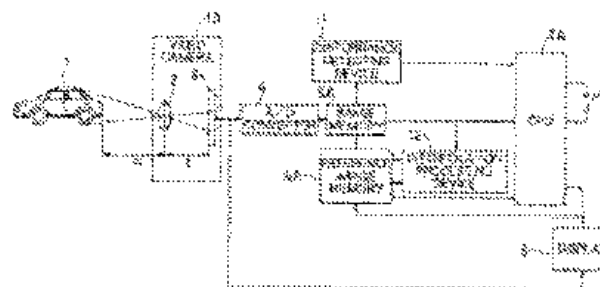
Bibliographic data: DE4411179 (A1) — 1994-10-00

**Image Tracking Apparatus**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** YABE SANAE [JP] ± (YABE, SANAE, HIMEJI, HYOGO, JP, ; YABE, SANAE)**Applicant(s):** MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP] ± (MITSUBISHI DENKI K.K., TOKIO/TOKYO, JP, ; MITSUBISHI DENKI K.K.)**Classification:** - **international:** G01C21/00; G01C21/20; G01S3/786; G06T1/00; G06T7/20; G08G1/04; H04N5/232;  
(IPC1-7): G06F15/68; G08G1/0962  
- **cooperative:** G01S3/7865; G06K9/00791; G06K9/3241; G06T7/20; H04N5/232; G06K2209/23**Application number:** DE19944411179 19940330**Priority number(s):** JP19930073945 19930331**Also published as:** DE4411179 (B4) GB2276790 (A) US5706362 (A) JPH06290256 (A)**Abstract of DE4411179 (A1)**

An imaging device such as a video camera 10 forms an image of a target such as a moving vehicle and produces image signals based on the formed image at a predetermined time interval, a first memory 5A stores the image signals, a window setting means sets a chasing/tracking window, (figure 2 not shown) on the stored image signals a predetermined time before and a second memory 6A stores, as reference image signals, the image signals on which the chasing window has been set. A disturbance detecting device detects whether or not any disturbance has been introduced into the image signals stored in the first memory (e.g. fig. 3 not shown) and a correcting device 12 corrects, by interpolation or similar technique, the image signals stored in the first memory to reduce the influence of any disturbance.; A window updating device updates the chasing window in accordance with the result of comparison between the stored reference image signals and the stored image signals or, when a disturbance has been detected, in accordance with the result of comparison between the reference image signals and the image signals which have been corrected by the correcting means.

**FIG. 1**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 44 11 179 A 1**

61 Int. Cl. 5:  
**G 06 F 15/68**  
G 08 G 1/0962

21 Aktenzeichen: P 44 11 179.7  
22 Anmeldetag: 30. 3. 94  
43 Offenlegungstag: 6. 10. 94

DE 44 11 179 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
31.03.93 JP 5-73945

71 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

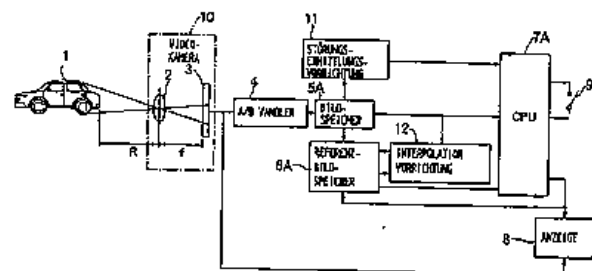
74 Vertreter:  
Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.  
Dr.rer.nat.; Löhn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,  
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,  
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Kolb, H.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ritter und Edler von  
Fischern, B., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte; Nette, A.,  
Rechtsanw., 81925 München

72 Erfinder:  
Yabe, Sanae, Himeji, Hyogo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Bildeinfangvorrichtung**

57 Eine Bildeinfangvorrichtung umfaßt eine Bilderzeugungseinrichtung, wie einen Bildsensor (3) einer Videokamera (10), zum Bilden eines Bildes von einem Ziel (1), wie einem fahrenden Fahrzeug, und zum Erzeugen von Bildsignalen auf der Grundlage des gebildeten Bildes in einem vorbestimmten Zeitintervall, einen ersten Speicher (5A) zum Speichern von durch die Bilderzeugungseinrichtung erzeugten Bildsignalen, Fenstereinstellmittel (9) zum Einstellen eines Einfangfensters (22) auf den Bildsignalen, welche eine vorbestimmte Zeit vorher gespeichert wurden, einem zweiten Speicher (6A) zum Speichern der Bildsignale, auf denen das Einfangfenster mittels der Fenstereinstelleinrichtung eingestellt wurde als Referenzbildsignale, eine Störungsermittlungseinrichtung (11) zum Ermitteln ob irgendeine Störung in die im ersten Speicher (5A) gespeicherten Bildsignale eingeführt wurde oder nicht, eine Korrektoreinrichtung (12) zum Korrigieren der im ersten Speicher (5A) gespeicherten Bildsignale mittels einer Interpolations- oder ähnlichen Technik in solcher Weise, daß, falls eine Störung vorliegt, deren Einfluß vermindert wird, und eine Fensteraktualisierungseinrichtung, welche das Einfangfenster (22) aktualisiert entsprechend dem Ergebnis eines Vergleichs der im zweiten Speicher (6A) gespeicherten Referenzbildsignale mit dem im ersten Speicher (5A) gespeicherten Bildsignalen oder, wenn die Störungsermittlungsmittel (11) festgestellt haben, daß eine Störung eingeführt wurde, entsprechend dem ...



DE 44 11 179 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bildeinfangvorrichtung, welche z. B. an einem Fahrzeug angebracht ist. Insbesondere befaßt sich die Erfindung mit einer Bildeinfangvorrichtung, die eine Videokamera benutzt und in der Lage ist, jede Abweichung eines Einfangfensters zu verhindern.

Eine bekannte Bildeinfangvorrichtung, die einen Bildsensor der in Videokameras benutzten Art einschließt, ist z. B. in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 3-197 805 offenbart. Fig. 10 zeigt als Blockdiagramm ein Beispiel einer derartigen bekannten Bildeinfangvorrichtung. Mit Bezug auf diese Figur ist ein einzufangendes Zielfahrzeug mit 1 bezeichnet. Die Bildeinfangvorrichtung umfaßt eine Linse 2, einen Bildsensor 3, der hinter der Linse 2 im Brennweitenabstand  $f$  von der Linse 2 angeordnet ist, einen mit dem Bildsensor 3 verbundenen A/D-Wandler 4, einen mit dem A/D-Wandler 4 verbundenen Bildspeicher 5, einen mit dem Speicher 5 verbundenen Referenzbildspeicher 6, einen mit den Speichern 5, 6 verbundenen Rechner (CPU) 7, eine mit der CPU 7 und ebenfalls mit dem Bildsensor 3 verbundenen Bildanzeige 8 und einen mit der CPU 7 verbundenen Schalter 9, der als Bildfenstereinstellmittel dient.

Bei der bekannten Bildeinfangvorrichtung mit dem beschriebenen Aufbau bilden die Linse 2 und der Bildsensor 3 ein optisches System einer Videokamera 10. Ein Bild des Zielfahrzeugs 1, das sich in einem Abstand  $R$  von der Frontfläche der Linse 2 befindet, wird von der Linse 2 auf dem Bildsensor 3 gebildet. Ein von dem Bildsensor 3 erzeugtes Bildsignal wird von dem A/D-Wandler 4 in ein digitales Signal umgewandelt und die so gebildeten digitalen Signale werden im Speicher 5 gespeichert. Das Einfangfenster wird mittels des Treibers durch den Schalter 9 eingestellt, so daß das Zielfahrzeug 1 in geeigneter Weise im Bereich des Fensters enthalten ist.

Im Betrieb werden erste Bildsignale im Bildspeicher 5 zu einem Zeitpunkt  $t_0$  gespeichert. Dann werden zweite Bildsignale durch Einstellen eines Einfangfensters auf den ersten Bildsignale gebildet. Die so gebildeten zweiten Bildsignale werden in einem Referenzbildspeicher 6 gespeichert. Signale innerhalb des Einfangfensters in den zweiten Bildsignalen werden als Referenzbildsignal benutzt. Beim nächsten Zeitpunkt  $t_1$  wird das von den ersten Bildsignalen gebildete erste Bild im Bildspeicher 5 aktualisiert und ein neues Fenster wird durchsuchen eines Bildes eingestellt, das mit den Referenzbildsignalen am besten korreliert, wodurch das Einfangfenster automatisch aktualisiert wird.

Diese bekannte einen Bildsensor benutzende Bildeinfangvorrichtung leidet jedoch unter dem Problem, daß der Bildkontrast infolge des Einleitens von externem Rauschen, das durch das Scheibenwischersystem oder infolge von Schwingungen des Fahrgestells des Fahrzeugs erzeugt wird, mit dem Ergebnis beeinträchtigt wird, daß die Korrelation mit dem Referenzbild geändert wird oder verloren geht, dazu neigend eine Abweichung des Einfangfensters zu bewirken. Der Fahrer ist demzufolge gezwungen, das Fenster durch Anschauen des Bildes des Zielfahrzeugs 1 auf der Anzeige 8 während desfahrens häufig nachzustellen, wodurch die Fahrsicherheit beeinträchtigt wird.

Dementsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Bildeinfangvorrichtung vorzusehen, bei welcher, sobald das Zielfahrzeug eingestellt ist, das Zielfahrzeug ohne Abweichung des Fensters eingefan-

gen ist, wodurch zur Sicherheit beim Fahren beigetragen wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Bildeinfangvorrichtung vorgesehen mit Bilderzeugungsmitteln zum Bilden eines Bildes von einem einzufangenden Ziel und zum Erzeugen von Bildsignalen auf der Grundlage des gebildeten Bildes in einem vorbestimmten Zeitintervall, mit einem ersten Speicher zum Speichern der durch die Abbildungsmittel erzeugten Bildsignale, Fenstereinstellmittel zum Einstellen eines Einfangfensters auf den Bildsignalen, die in dem ersten Speicher eine vorbestimmte Zeit vorher gespeichert wurden, mit einem zweiten Speicher zum Speichern der Bildsignale, auf denen das Einfangfenster durch die Fenstereinstellmittel eingestellt wurde, als Referenzbildsignale, mit Störungsermittlungsmitteln zum Ermitteln ob irgendwelche Störungen in die im ersten Speicher gespeicherten Bildsignale eingeführt wurden oder nicht, mit Korrekturmitteln zum Berichten der im ersten Speicher gespeicherten Bildsignale in solch einer Weise, daß der Einfluß der Störung vermindert wird, wenn die Störungsermittlungsmittel ermittelt haben, daß eine Störung aufgetreten ist, und mit Fensteraktualisierungsmitteln, welche, wenn die Störungsermittlungsmittel ermittelt haben, daß keine Störung eingeführt wurde, das Einfangfenster entsprechend dem Ergebnis eines Vergleichs der im zweiten Speicher gespeicherten Referenzbildsignale mit den im ersten Speicher gespeicherten Bildsignalen aktualisieren, während sie, wenn die Störungsermittlungsmittel ermittelt haben, daß eine Störung eingeführt wurde, das Einfangfenster entsprechend dem Ergebnis eines Vergleichs der im zweiten Speicher gespeicherten Referenzbildsignale mit den Bildsignalen, welche von den Korrekturmitteln berichtigt wurden, aktualisieren.

Nach einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Bildeinfangvorrichtung vorgesehen mit Bilderzeugungsmitteln zum Bilden eines Bildes von einem einzufangenden Ziel und zum Erzeugen von Bildsignalen auf der Grundlage des gebildeten Bildes in einem vorbestimmten Zeitintervall, mit einem ersten Speicher zum Speichern der durch die Abbildungsmittel erzeugten Bildsignale, mit Fenstereinstellmittel zum Einstellen eines Einfangfensters auf den Bildsignalen, die in dem ersten Speicher eine vorbestimmte Zeit vorher gespeichert wurden, mit einem zweiten Speicher zum Speichern der Bildsignale, auf denen das Einfangfenster durch die Fenstereinstellmittel eingestellt wurde, als Referenzbildsignale, mit Fensteraktualisierungsmitteln, zum Aktualisieren des Einfangfensters entsprechend dem Ergebnis eines Vergleichs der im zweiten Speicher gespeicherten Referenzbildsignale mit den im ersten Speicher gespeicherten Bildsignalen, mit Störungsermittlungsmitteln zum Ermitteln ob eine Störung in die im ersten Speicher gespeicherten Bildsignale eingeführt wurden oder nicht, und mit Aktualisierungsverhinderungsmitteln zum Verhindern der durchzuführenden Aktualisierung des Fensters durch die Fensteraktualisierungsmittel, wenn das Einführen einer Störung durch die Störungsermittlungsmittel ermittelt wurde.

Ausführungsbeispiele die Erfindung werden im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer Bildeinfangvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine Darstellung eines Bildes in einem einge-

stellten Fenster,

Fig. 3 eine Darstellung des geläufigsten, durch eine Störung gestörten Eingangsbildes,

Fig. 4 eine Darstellung eines Einzelbildes eines angezeigten Bildes,

Fig. 5a und 5b Darstellungen von ersten und zweiten Feldern im Suchbereich für das in Fig. 2 gezeigte Bild,

Fig. 6a und 6b Darstellungen von ersten und zweiten Feldern im Suchbereich für das in Fig. 3 gezeigte Bild,

Fig. 7 und 8 auf Bildpunkten basierende Darstellungen von Bildsignalen im Suchbereich für die in den Fig. 2 und 3 gezeigten Bilder,

Fig. 9 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung des Betriebs des ersten Ausführungsbeispiels und

Fig. 10 ein Blockdiagramm einer bekannten Bildeinfangvorrichtung.

Bezugnehmend auf Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer Bildeinfangvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung z. B. in einem Fahrzeug wie einem Automobil angebracht. Die Vorrichtung umfaßt eine Videokamera 10 und einen A/D-Wandler 4, der mit der Videokamera verbunden ist. Der A/D-Wandler 4 ist mit einem Bildspeicher 5A verbunden, mit dem ein Referenzbildspeicher 6A, eine CPU 7A, eine Störungsermittlungseinrichtung 11 und Interpolationseinrichtung 12 verbunden ist. Der Referenzbildspeicher 6A ist sowohl mit der CPU 7A als auch mit der Interpolationseinrichtung 12 verbunden. Die Störungsermittlungseinrichtung 11 ist mit der CPU 7A verbunden. Eine Anzeige 8 ist mit der Videokamera 10 und der CPU 7A verbunden. Bezugszeichen 9 bezeichnet einen Schalter, der mit der CPU 7A verbunden ist und der als Einfangfenstereinstellmittel dient. Die Videokamera 10 besitzt eine Linse 2 und einen Bildsensor 3.

Es wird nun mit Bezug auf das in Fig. 9 gezeigte Flußdiagramm eine Beschreibung des Bildeinfangprozesses gegeben, der von dem ersten Ausführungsbeispiel durchgeführt wird. In Schritt S30 werden in einem vorbestimmten Zeitintervall mittels der Videokamera 10 Bildsignale aufgenommen. Im einzelnen wird das Bild eines Zielfahrzeugs 1, welches sich vor der Linse 2 in einem Abstand R davor befindet, auf dem Bildsensor 3 gebildet, welcher hinter der Linse 2 im Brennweitenabstand f angeordnet ist, wobei Bildsignale vom Bildsensor 3 ausgegeben werden. Die analogen Bildsignale werden durch den A/D-Wandler 4 in digitale Signale gewandelt, und die so erhaltenen digitalen Signale werden in dem Bildspeicher 5A gespeichert. Die gespeicherten Bildsignale werden dann, nachdem eine vorbestimmte Zeit abgelaufen ist, zu dem Referenzbildspeicher 5B übertragen, um in letzterem gespeichert zu werden.

Der Fahrer eines Fahrzeugs, in dem das erste Ausführungsbeispiel der Bildeinfangvorrichtung angebracht ist, betätigt einen mit der CPU 7A verbundenen Schalter 9, während er das Bild auf der Anzeige 8 überwacht, und wählt dadurch das einzufangende Bild des Zielfahrzeugs aus. Als Antwort auf die Betätigung des Schalters 9 stellt die CPU 7A ein Einfangfenster auf den Bildsignalen ein, die in dem Referenzbildspeicher 6A gespeichert sind. Das ausgewählte Bild mit dem darauf eingestellten Fenster 22 ist in Fig. 2 gezeigt. In Fig. 2 kennzeichnet das Bezugszeichen 1A das Bild des Zielfahrzeugs, während 21 den Suchbereich bezeichnet, über den die Bildsignale später verglichen werden. Das Einfangfenster 22 ist im Suchbereich 21 enthalten.

Fig. 3 zeigt das allgemein üblichste Bild, das neu aufgenommen und im Bildspeicher 5A gespeichert wird. Ein Teil des Bildes ist durch einen Wischer 23 verdeckt,

der infolgedessen die Einführung einer Störung erzeugt.

Mit Bezug auf Fig. 4 wird im folgenden das von der Videokamera 10 aufgenommene Bild beschrieben. Eine Abtastung wird begonnen bei Punkt A in der linken oberen Ecke des Anzeigerahmens entlang einer Abtastlinie AA' bis zu einem Punkt A' in der rechten oberen Ecke des Anzeigerahmens.

Der nächste Abtastzyklus wird dann begonnen vom Punkt B entlang einer zur Abtastlinie AA' parallelen Abtastlinie BB'. Die Abtastung wird in der beschriebenen Weise zyklisch wiederholt entlang aufeinander folgender Abtastlinien herunter bis zur Abtastlinie ZZ'. Somit ist die Abtastung über eine vorbestimmte Anzahl von Abtastlinien, z. B. 262,5, abgeschlossen und ein erstes Feld eines Bildrahmens oder Einzelbildes wird durch die beim Abtasten erhaltenen Signale gebildet. Dann wird die Abtastung von neuem von einem Punkt "a" auf dem Einzelbild begonnen entlang einer Abtastlinie aa', welche zwischen den Abtastlinien AA' und BB' des ersten Feldes liegt. Die Abtastung wird zyklisch durchgeführt entlang aufeinander folgender Abtastlinien, die zwischen den aufeinander folgenden Abtastlinien des ersten Feldes liegen, herunter bis zu der Abtastlinie zz', so daß die Abtastung über weitere 262,5 Abtastlinien abgeschlossen ist. Ein zweites Feld des Einzelbildes wird durch die beim Abtasten erhaltenen Bildsignale gebildet. Folglich wird das Bild eines Einzelbildes von zwei Feldern aus den durch Abtasten entlang von insgesamt 525 Abtastlinien erhaltenen Signalen gebildet.

Fig. 5a und 5b zeigen in Kombination das Bild innerhalb des Suchgebietsbereichs 21 in einem in Fig. 2 gezeigten Einzelbild. Im einzelnen zeigt Fig. 5a das Bild des ersten Feldes, während Fig. 5b das Bild des zweiten Feldes zeigt.

Ähnlich zeigen Fig. 6a und 6b in Kombination das Bild im Suchgebietsbereich 21 in einem in Fig. 3 gezeigten Einzelbild. Im einzelnen zeigt Fig. 6a das Bild des ersten Feldes, während Fig. 6b das Bild des zweiten Feldes zeigt.

Fig. 7 zeigt auf der Grundlage der einzelnen Bildelemente oder Bildpunkte das Bild im in Fig. 2 gezeigten Suchbereich. Das Symbol Aij zeigt den A/D gewandelten Wert für jedes Bildelement im ersten Feld, während Bij den A/D gewandelten Wert für jedes Bildelement im zweiten Feld zeigt.

Ähnlich zeigt Fig. 8 auf der Grundlage der einzelnen Bildelemente oder Bildpunkte das Bild im in Fig. 3 gezeigten Suchbereich. Das Symbol Cij zeigt den A/D gewandelten Wert für jedes Bildelement im ersten Feld, während Dij den A/D gewandelten Wert für jedes Bildelement im zweiten Feld zeigt.

Wie oben festgestellt, wird das Bild in Schritt S30 des Flußdiagramms in Fig. 9 aufgenommen. Wenn die Aufnahme des Bildes beendet ist, geht der Prozeß weiter zu Schritt S31, in welchem die Störungsermittlungseinrichtung 11 einen Vergleich des ersten Feldbildes mit dem zweiten Feldbild des allgemein üblichsten, in Fig. 6a und 6b gezeigten Bildes ausführt, um zu bestimmen, ob irgendeine Störung in den Suchgebietsbereich 21 des Bildes der allgemein üblichsten, im Bildspeicher 5A gespeicherten Bildsignale eingeführt wurde oder nicht. Im einzelnen wird der Vergleich durch Berechnen der Summe E der Differenzen zwischen dem Bildsignalen innerhalb des Suchbereiches des ersten Feldes und denen innerhalb des Suchbereiches des zweiten Feldes entsprechend der folgenden Formel ausgeführt. Die so bestimmte Summe E wird als die Korrelation zwischen

den Bildern der beiden Felder anzeigender Vergleichswert benutzt.

$$E = \sum_i \sum_j |C_{ij} - D_{ij}| \quad (1)$$

In Schritt S32 bestimmt die Störungsermittlungseinrichtung 11 aufgrund des berechneten Vergleichswertes E ob irgendeine Störung vorliegt oder nicht. Im einzelnen bestimmt die Störungsermittlungseinrichtung 11, wenn der berechnete Vergleichswert E größer als ein vorbestimmter Wert E1 ist, daß keine Korrelation zwischen dem Bild des ersten Feldes und dem Bild des zweiten Feldes besteht, d. h., daß eine Störung vorliegt. Umgekehrt bestimmt die Störungsermittlungseinrichtung 11, wenn das Ergebnis E der Vergleichsrechnung nicht größer als 1 ist, daß eine Korrelation zwischen dem Bild des ersten Feldes und dem Bild des zweiten Feldes besteht, d. h., daß keine Störung vorliegt. Wenn in Schritt S32 bestimmt wurde, daß eine Störung eingeführt wurde, geht der Prozeß weiter zu Schritt S33, in welchem die CPU 7A das im vorhergehenden Bildaufnahmezyklus erhaltene, in Fig. 2 gezeigte Bild innerhalb des Suchbereichs benutzend eine Vergleichsrechnung ausführt, um den berechneten Vergleichswert F zu bestimmen, der die Korrelation zwischen dem Bild des in Fig. 5a gezeigten ersten Feldes des Referenzbildes und dem Bild des in Fig. 6a gezeigten ersten Feldes anzeigt, welches durch die Störung beeinflusst ist. Der Vergleichsberechnungswert F ist die Summe der Differenzen zwischen dem ersten Feld des Referenzbildes und dem ersten Feld des Bildes innerhalb des Suchbereiches und wird entsprechend der folgenden Gleichung (2) bestimmt, in der die in Fig. 7 und 8 gezeigten Symbole benutzt werden.

$$F = \sum_i \sum_j |C_{ij} - D_{ij}| \quad (2)$$

Ein gleichartiger Vergleich wird ausgeführt zwischen dem in Fig. 5b gezeigten zweiten Feld des Referenzbildes und dem in Fig. 6b gezeigten zweiten Feld des durch die Störung beeinträchtigten Bildes, um so den Vergleichsberechnungswert G entsprechend der folgenden Gleichung (3) zu bestimmen, in der die in Fig. 7 und 8 gezeigten Symbole benutzt werden.

$$G = \sum_i \sum_j |B_{ij} - D_{ij}| \quad (3)$$

Im allgemeinen ist der Vergleichsberechnungswert kleiner, wenn der Korrelationsgrad zwischen den Feldbildern höher ist. Daher bestimmt die CPU 7A in Schritt S34, daß die Feldbilder, welche den kleineren Vergleichsberechnungswert liefern, unter dem Einfluß der Störung leiden.

In Schritt S35 führt die Interpolationseinrichtung 12 die Bilder des Feldes benutzend, das in Schritt S34 als von der Störung weniger beeinträchtigt bestimmt wurde, einen Interpolationsprozeß durch entsprechend den von der CPU 7A gegebenen Instruktionen. Z.B., wenn entschieden wurde, daß das Bild des ersten Feldes weniger durch die Störung beeinträchtigt wurde als das Bild des zweiten Feldes, werden Bildsignale für das zweite Feld durch eine auf den Bildsignalen des ersten Feldes basierende Interpolation erzeugt. Die Interpolation kann dadurch durchgeführt werden, daß die Bildsignale der Bildelemente des zweiten Feldes durch die Bildsignale des ersten Feldes ersetzt werden, wie in der folgenden Gleichung (4) gezeigt. Bei einem anderen Interpolationsverfahren wird eine Rechnung durchgeführt,

um den Mittelwert der ersten Feldbildsignale für jeweils zwei benachbarte Bildelemente zu bestimmen. Der so bestimmte Mittelwert wird anstelle des zweiten Feldbildsignals eingesetzt, wie dies durch die folgende Gleichung (5) ausgedrückt wird.

$$D_{ij} = C_{ij} \text{ oder } C_{i+1j} \quad (4)$$

$$D_{ij} = (C_{ij} + C_{i+1j})/2 \quad (5)$$

In Schritt S36 führt die CPU 7A dann ein Einfangen des Zielfahrzeugs 1 mit dem aktualisierten Fenster 22 durch. Wenn in Schritt S32 entschieden wurde, daß eine Störung vorliegt, führt die CPU 7A nämlich die von der in Schritt S35 ausgeführten Interpolation gebildeten Bildsignale benutzend eine Aktualisierung des Fensters 22 durch. Wenn umgekehrt in Schritt S32 entschieden wurde, daß keine Störung vorliegt, wird die Aktualisierung des Fensters 22 unter Benutzung des gegenwärtig im Bildspeicher 5A gespeicherten Bildsignals ausgeführt. Die Aktualisierung des Fensters wird, wie im Fall des vorher beschriebenen Verfahrens, in folgender Weise durchgeführt. Die CPU 7A durchsucht nämlich die interpolierten Bildsignale und die im Bildspeicher 5A gespeicherten Bildsignale, um Bildsignale zu finden, die am engsten mit den im Referenzbildspeicher 6A gespeicherten Referenzbildsignalen korreliert sind, und stellt ein neues Fenster aufgrund der so gefundenen Referenzbildsignale ein. Somit ist es möglich, das Einfangfenster 22 automatisch zu aktualisieren, während der Einfluß der Störung unterdrückt wird.

Wie beschrieben wird beim ersten Ausführungsbeispiel die Aktualisierung des Einfangfensters 22 auf der Grundlage der Bildsignale des Feldes durchgeführt, welches durch die Störung weniger beeinträchtigt ist. Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung stellt die CPU 7A, wenn die Störungsermittlungseinrichtung eine gelegentliche Störung ermittelt hat, im Gegensatz dazu das Fenster 22 auf die selbe Position ein wie das vorher eingestellte Fenster 22, ohne eine Aktualisierung des Fensters 22 auf der Grundlage der allgemein üblichsten, von der Störung beeinträchtigten Bildsignale durchzuführen. Beim zweiten Ausführungsbeispiel wird die Aktualisierung des Fensters 22 solange verhindert, wie eine Störung von der Störungsermittlungseinrichtung ermittelt wird. Wenn ungestörte Bildsignale von der Störungsermittlungseinrichtung ermittelt werden, beginnt die CPU 7A die Aktualisierung des Fensters 22 unter Benutzung derartiger Bildsignale.

Die Bildsignale, welche aufgenommen wurden, ändern sich von Zeit zu Zeit, so daß die Gefahr besteht, daß sich die Bildsignale stark geändert haben während eines langen Aussetzens der Aktualisierung des Fensters 22. Die Anordnung kann daher so sein, daß der Einfangbetrieb selbst ausgesetzt wird, wenn die Dauer des Aussetzens der Aktualisierung des Fensters 22 eine vorbestimmte Zeit übersteigt.

Wie beschrieben, ist es beim zweiten Ausführungsbeispiel möglich, jede gelegentlichen Störungen zuzuschreibende Abweichung des Fensters zu vermeiden, so daß die selben Vorteile erlangt werden wie beim ersten Ausführungsbeispiel.

Bei dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel wird die Einstellung des Fensters manuell vom Fahrer durch Betätigen des Schalters 9 durchgeführt. Dies dient jedoch nur zur Veranschaulichung. Die Einstellung des Fensters kann entsprechend der Vorrichtung, bei der die Erfindung angewendet wird, auf verschiedene Arten

erfolgen. Z. B. ist es möglich, es so einzurichten, daß die Einstellung des Fensters durchgeführt wird unter Benutzung eines Fahrzeug-Erkennungsfilters von der Art, wie es in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 3-45898 offenbart ist, oder auf der Grundlage der symmetrischen Fahrzeugform, wie es gezeigt ist im Journal of Society of Information Processing, Vol. 127, 1986.

#### Patentansprüche

##### 1. Bildeinfangvorrichtung mit

Bilderzeugungsmitteln (10) zum Bilden eines Bildes von einem einzufangenden Ziel (1) und zum Erzeugen von Bildsignalen auf der Grundlage des gebildeten Bildes in einem vorbestimmten Zeitintervall, einem ersten Speicher (5A) zum Speichern der durch die Bilderzeugungsmittel erzeugten Bildsignale, Fenstereinstellmitteln zum Einstellen eines Einfangfensters (22) auf den Bildsignalen, die in dem ersten Speicher (5A) eine vorbestimmte Zeit vorher gespeichert wurden, einem zweiten Speicher (6A) zum Speichern der Bildsignale, auf denen das Einfangfenster (22) durch die Fenstereinstellmittel eingestellt wurde, als Referenzbildsignale, Störungsermittlungsmitteln (11) zum Ermitteln, ob irgendwelche Störungen in die im ersten Speicher (5A) gespeicherten Bildsignale eingeführt sind oder nicht, Korrekturmitteln (12) zum Berichtigen der im ersten Speicher (5A) gespeicherten Bildsignale in solch einer Weise, daß der Einfluß der Störung vermindert ist, wenn die Störungsermittlungsmittel (11) ermitteln, daß eine Störung aufgetreten ist, und Fensteraktualisierungsmitteln, welche, wenn die Störungsermittlungsmittel (11) ermitteln, daß keine Störung eingeführt ist, das Einfangfenster (22) entsprechend dem Ergebnis eines Vergleichs der im zweiten Speicher (6A) gespeicherten Referenzbildsignale mit den im ersten Speicher (5A) gespeicherten Bildsignalen aktualisieren, während sie, wenn die Störungsermittlungsmittel (11) ermitteln, daß eine Störung eingeführt ist, das Einfangfenster (22) entsprechend dem Ergebnis eines Vergleichs der im zweiten Speicher gespeicherten Referenzbildsignale mit den Bildsignalen, welche von den Korrekturmitteln (12) berichtigt sind, aktualisieren.

2. Bildeinfangvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Hilfsbilderzeugungsmittel Bildsignale eines Einzelbildes erzeugen, welches ein erstes Feld und ein zweites Feld einschließt, und daß die Störungsermittlungsmittel (11) auf der Grundlage eines Vergleichs der Bildsignale des ersten Feldes mit den Bildsignalen des zweiten Feldes ermitteln, ob eine Störung eingeführt ist oder nicht.

3. Bildeinfangvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturmittel Feldermittlungsmittel zum Ermitteln von Bildsignalen von einem von dem ersten und dem zweiten Feld, das durch die Störung weniger beeinträchtigt ist, und Interpolationsmittel (12) zur Interpolation der Bildsignale des anderen Feldes umfaßt, wobei die Signale des Feldes benutzt werden, welches von den Feldermittlungsmitteln als das ermittelt wurde, das durch die Störung weniger beeinträchtigt ist.

4. Bildeinfangvorrichtung mit Bilderzeugungsmitteln (10) zum Bilden eines Bildes

von einem einzufangenden Ziel (1) und zum Erzeugen von Bildsignalen auf der Grundlage des gebildeten Bildes in einem vorbestimmten Zeitintervall, einem ersten Speicher (5A) zum Speichern der durch die Bilderzeugungsmittel (10) erzeugten Bildsignale, Fenstereinstellmitteln zum Einstellen eines Einfangfensters (22) auf den Bildsignalen, die in dem ersten Speicher eine vorbestimmte Zeit vorher gespeichert wurden, einem zweiten Speicher (5B) zum Speichern der Bildsignale, auf denen das Einfangfenster (22) durch die Fenstereinstellmittel eingestellt ist, als Referenzbildsignale, Fensteraktualisierungsmitteln zum Aktualisieren des Einfangfensters (22) entsprechend dem Ergebnis eines Vergleichs der im zweiten Speicher (6A) gespeicherten Referenzbildsignale mit den im ersten Speicher (5A) gespeicherten Bildsignalen, Störungsermittlungsmitteln (11) zum Ermitteln ob irgendwelche Störungen in die im ersten Speicher (5A) gespeicherten Bildsignale eingeführt sind oder nicht, Aktualisierungsverhinderungsmitteln zum Verhindern der durchzuführenden Aktualisierung des Fensters durch die Fensteraktualisierungsmittel, wenn das Einführen einer Störung durch die Störungsermittlungsmittel (11) festgestellt ist.

5. Bildeinfangvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Einfangaussatzmittel zum Aussetzen des Einfangbetriebs vorgesehen sind, wenn die Zeit des Verhinderns der Aktualisierung durch die Aktualisierungsverhinderungsmittel eine vorbestimmte Zeit überschreitet.

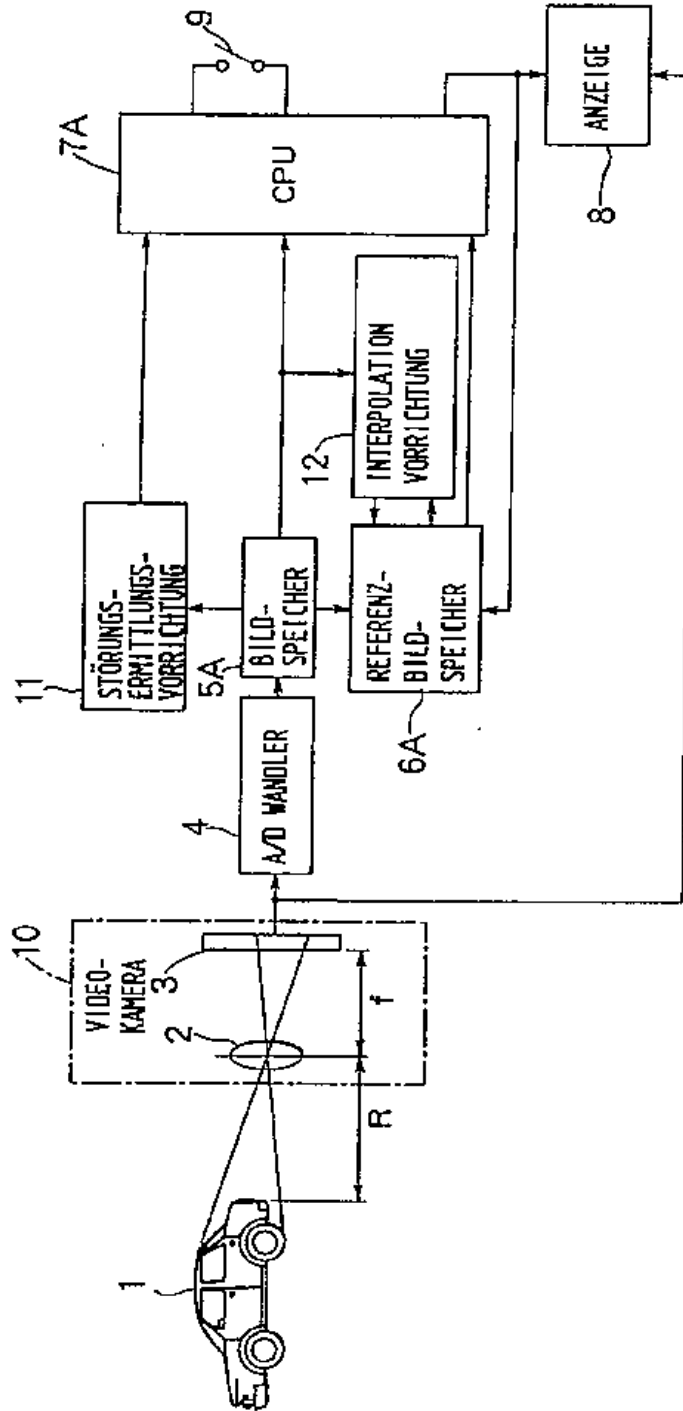
---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

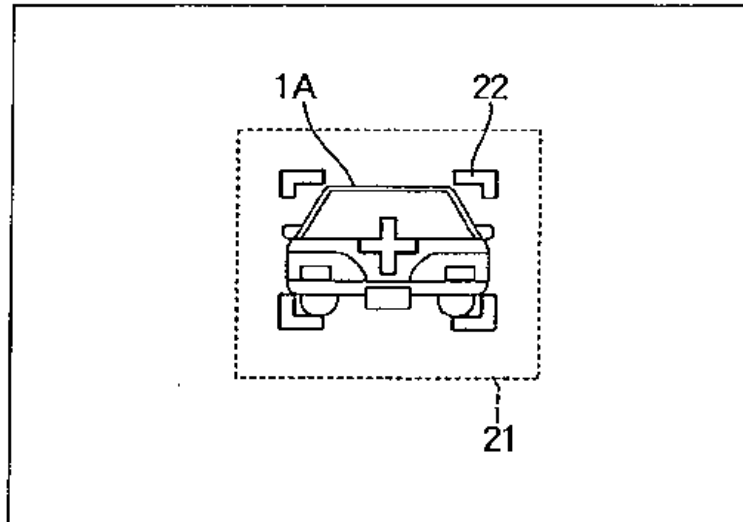
---



FIG. 1



# FIG. 2



# FIG. 3

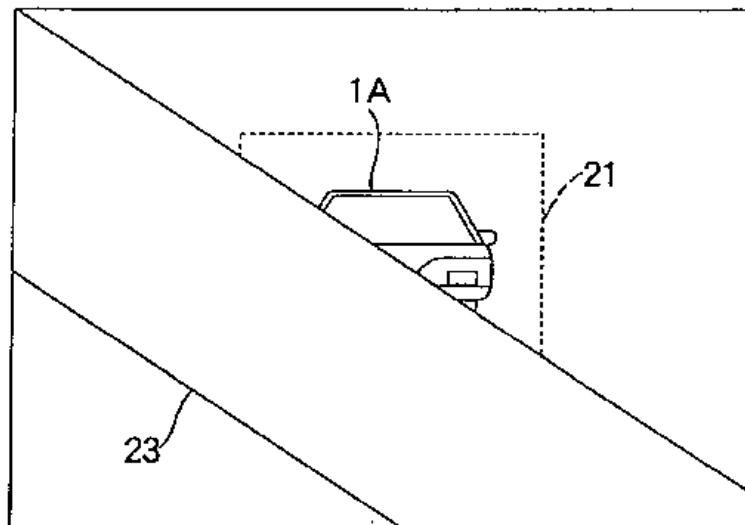


FIG. 4

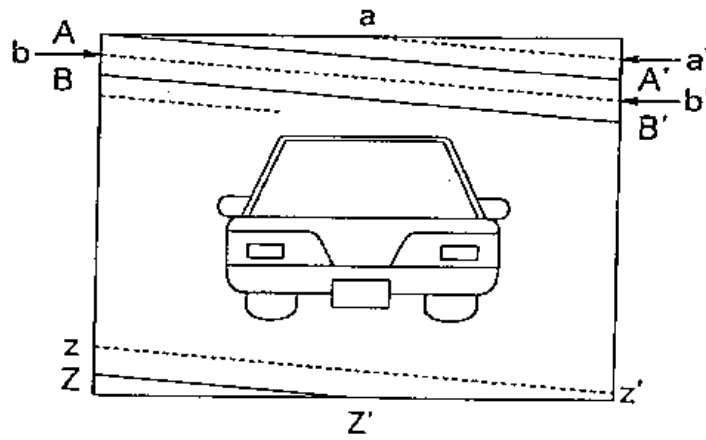


FIG. 5a

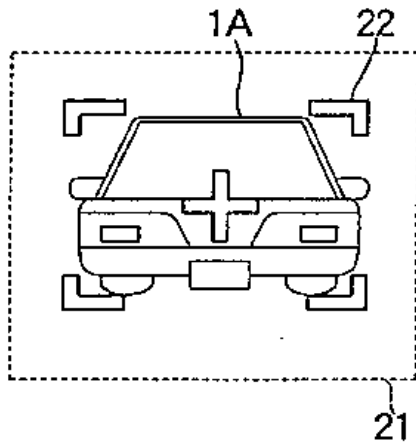


FIG. 5b

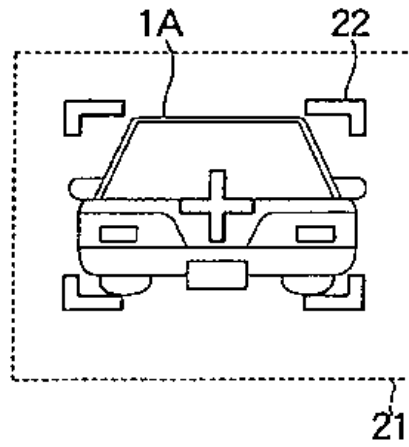


FIG. 6a

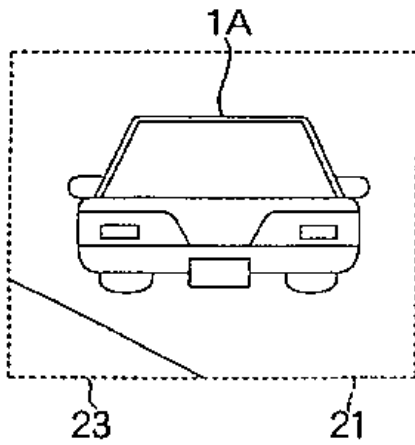


FIG. 6b

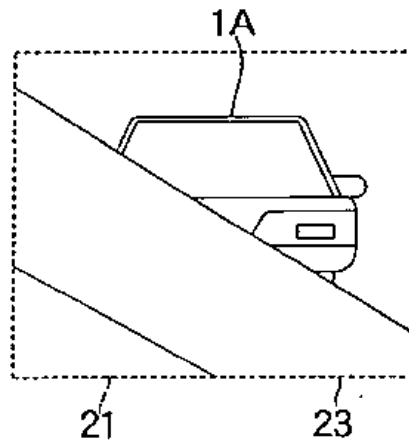


FIG. 7

$A_{i, j}$	$A_{i+1, j}$	$A_{i+2, j}$	$A_{i+3, j}$
$B_{i, j}$	$B_{i+1, j}$	$B_{i+2, j}$	$B_{i+3, j}$
$A_{i, j+1}$	$A_{i+1, j+1}$	$A_{i+2, j+1}$	$A_{i+3, j+1}$
$B_{i, j+1}$	$B_{i+1, j+1}$	$B_{i+2, j+1}$	$B_{i+3, j+1}$
$A_{i, j+2}$	$A_{i+1, j+2}$	$A_{i+2, j+2}$	$A_{i+3, j+2}$
$B_{i, j+2}$	$B_{i+1, j+2}$	$B_{i+2, j+2}$	$B_{i+3, j+2}$

FIG. 8

$C_{i, j}$	$C_{i+1, j}$	$C_{i+2, j}$	$C_{i+3, j}$
$D_{i, j}$	$D_{i+1, j}$	$D_{i+2, j}$	$D_{i+3, j}$
$C_{i, j+1}$	$C_{i+1, j+1}$	$C_{i+2, j+1}$	$C_{i+3, j+1}$
$D_{i, j+1}$	$D_{i+1, j+1}$	$D_{i+2, j+1}$	$D_{i+3, j+1}$
$C_{i, j+2}$	$C_{i+1, j+2}$	$C_{i+2, j+2}$	$C_{i+3, j+2}$
$D_{i, j+2}$	$D_{i+1, j+2}$	$D_{i+2, j+2}$	$D_{i+3, j+2}$

FIG. 9

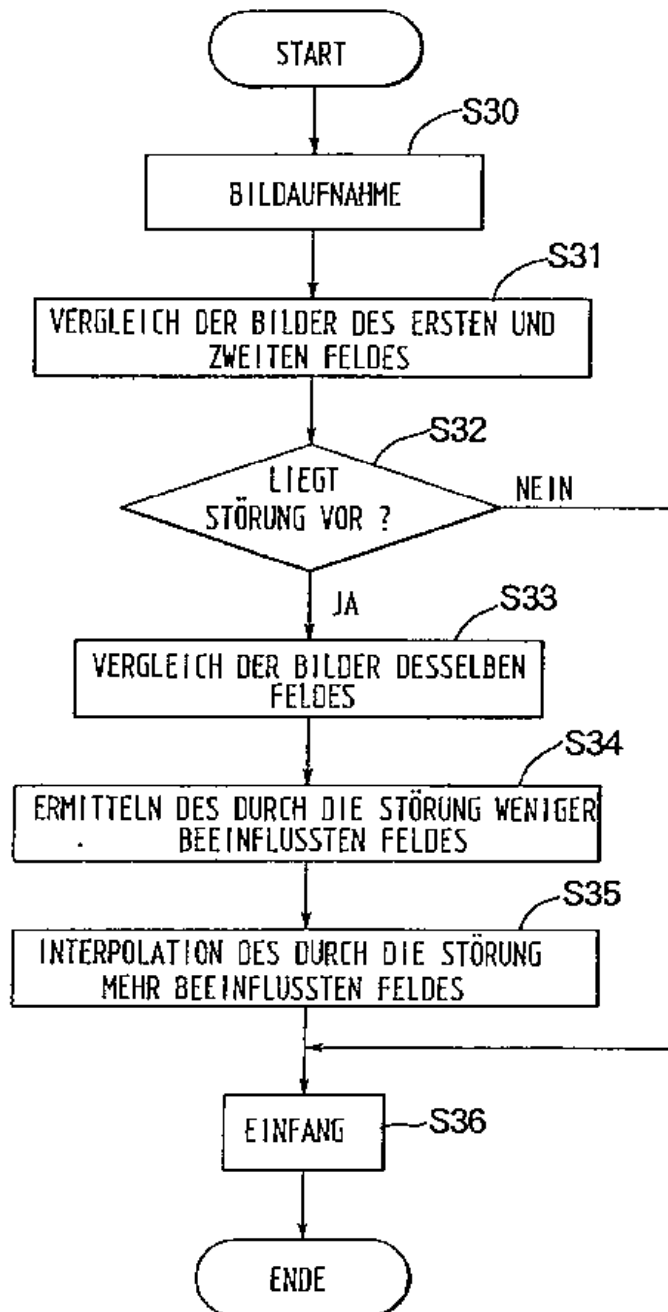
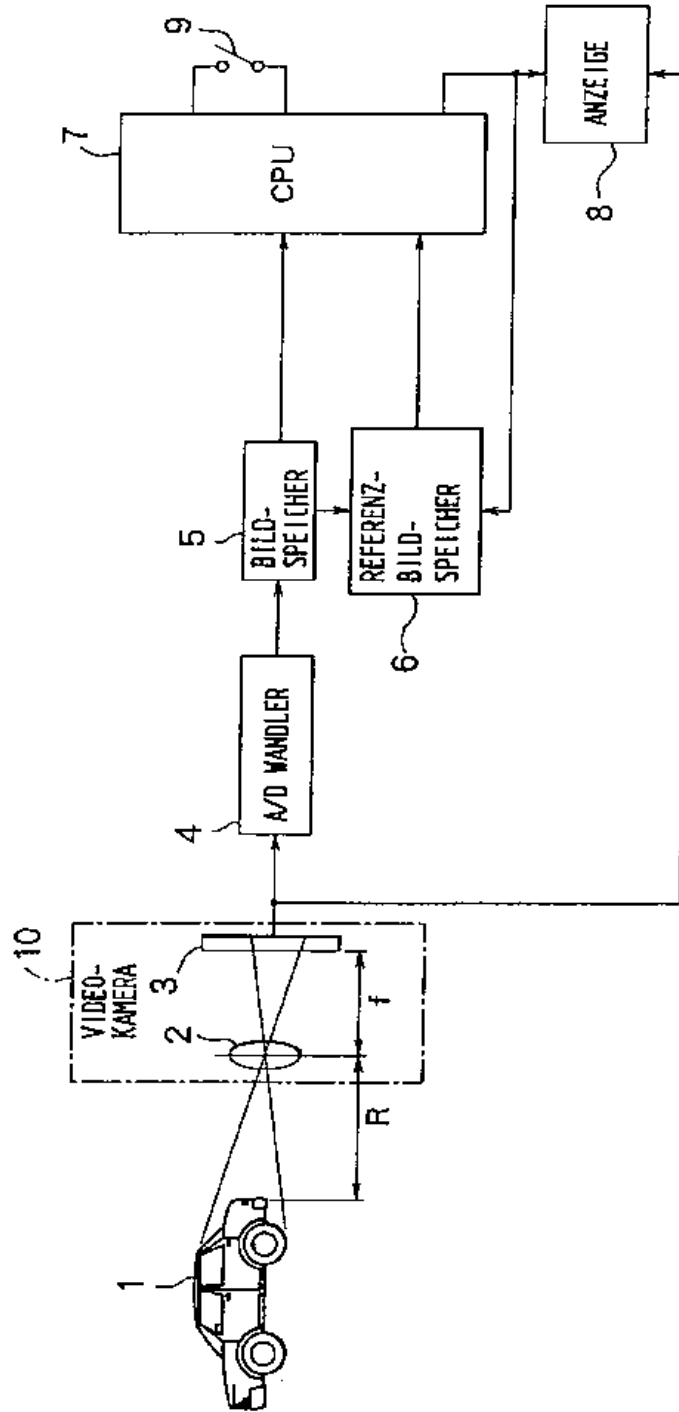


FIG. 10



**Vehicle navigation control system**

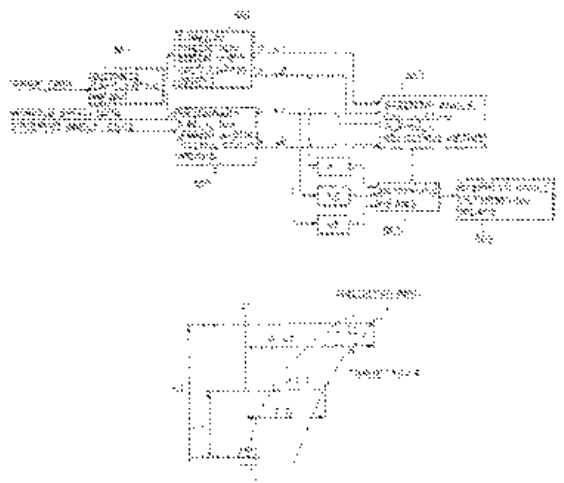
No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** ARAI KAZUMASA [JP] ± (ARAI, KAZUMASA)**Applicant(s):** FUJI HEAVY IND LTD [JP] ± (FUJI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA)

**Classification:** - international: **B60W30/00; B62D1/28; B62D6/00; G01C21/00; G05D1/02; G06T1/00; B62D101/00; B62D113/00; B62D137/00;** (IPC1-7): G01C21/10  
 - cooperative: **B62D1/28; G05D1/0246; B60T2201/08; B60T2201/089; G05D2201/0213**

**Application number:** US19940224713 19940408**Priority number(s):** JP19930088916 19930415**Also published as:** DE4412669 (A1) JPH06300581 (A) GB2277613 (A)**Abstract of US5448487 (A)**

A vehicle navigation control system has primary prediction error width calculating means for calculating a primary near-distance error width between a forward extending line of the vehicle and a target path at a predetermined near-distance observing location and for calculating a primary far-distance error width between the forward extending line and the target path at a predetermined far-distance observing location. A secondary near-distance error width between a predicted path and the target path at the predetermined near-distance observing location, and a secondary far-distance error width between the predicted path and the target path at the predetermined far-distance observing location, are calculated by a secondary prediction error width calculation means. Steering angle calculating formula selecting means determines whether the target path is a straight path or a curved path with a large curvature, a constantly curved path, or other curved path in accordance with the error







19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 44 12 669 A 1**

51 Int. Cl. 5:  
**G 05 D 1/02**  
B 62 D 6/00  
B 62 D 15/02

21 Aktenzeichen: P 44 12 669.7  
22 Anmeldetag: 13. 4. 94  
43 Offenlegungstag: 20. 10. 94

DE 44 12 669 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
15.04.93 JP 88916/93

71 Anmelder:  
Fuji Jukogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

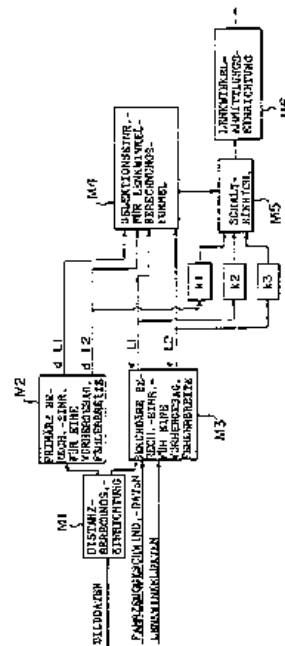
74 Vertreter:  
Reichel, W., Dipl.-Ing.; Lippert, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 60322 Frankfurt

77 Erfinder:  
Arai, Kazumasa, Oota, Gunma, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Fahrzeugnavigations-Steuersystem

57 Fahrzeugnavigations-Steuersystem mit einer primären Berechnungseinrichtung (M2) zum Berechnen einer primären Nahabstands-Fehlerbreite (d L1) zwischen einer sich vom Fahrzeug in Vorwärtsrichtung erstreckenden Linie und einem Zielweg an einer Nahabstands-Beobachtungsposition und zum Berechnen einer entsprechenden primären Fernabstands-Fehlerbreite (d L2), ferner eine zweite Berechnungseinrichtung (M3) zum Berechnen einer sekundären Nahabstands-Fehlerbreite (e L1) zwischen einem vorausgesagten Weg und dem Zielweg und einer entsprechenden sekundären Fernabstands-Fehlerbreite (e L2), eine Lenkwinkelberechnungsformel-Selektionseinrichtung (M4) zur Ermittlung, ob der Zielweg ein gerader Weg oder ein gekrümmter Weg mit einer weiten Krümmung, ein konstant gekrümmter Weg oder andersartig gekrümmter Weg ist, gemäß den ermittelten Fehlerbreiten, und zur Selektion einer optimalen Formel aus vorbestimmten Modell-Formeln und eine Lenkwinkelermittlungseinrichtung (M6) zur Substitution der entsprechenden Fehlerbreiten in die selektierte Modell-Formel zur Ermittlung des Lenkwinkels.



DE 44 12 669 A 1

Die Erfindung betrifft ein Fahrzeugnavigations-Steuersystem zum Navigieren oder automatischen Steuern eines Fahrzeugs entlang eines Wegs, um die Fahrtätigkeit eines Fahrers zu unterstützen.

In den letzten Jahren sind aus Sicherheitsgründen die Lenkbetätigungen von Fahrern und die Fahrstabilitäten der Fahrzeuge zu wichtigen Faktoren geworden. Es sind Technologien entwickelt worden, die es den Fahrern ermöglichen, sich von ermüdenden Fahrvorgängen zu befreien, und die die automatische Steuerung von Fahrzeugen gestatten.

Eine Navigationssteuerung ist eine grundlegende Technologie, um zu ermöglichen, daß ein Fahrzeug sicher und korrekt auf einem vorgezeichneten Weg fährt.

Generell bestehen Fahrwege für Fahrzeuge aus gekrümmten Linien und geraden Linien, wenn man von Bodenwelligkeiten absieht. Um dafür zu sorgen, daß ein Fahrzeug einem gekrümmten (kurvigen) Weg folgt, sollte ein Lenkwinkel gemäß der Krümmung oder Biegung des gekrümmten Wegs Position um Position vorgegeben werden.

Es sind die folgenden Fahrzeugnavigationsmodelle zum Navigieren des Fahrzeugs entsprechend einem solchen gekrümmten Weg bekanntgeworden.

#### 1) Programmiertes Lenkmodell

Es wird ein vorbestimmtes Lenkmuster entsprechend den Lenkeigenschaften des Fahrzeugs und dem Erkennungsmuster eines Vorwärtskurses selektiert. Nachdem das Fahrzeug in den gekrümmten Weg (die Kurve) eingefahren ist, wird der Lenkwinkel des Fahrzeugs gemäß dem selektierten Lenkmuster gesteuert.

#### 2) Vorwärtsfehler-Kompensationsmodell mit primärer Voraussage

Wie in Fig. 7A gezeigt ist, wird der Lenkwinkel  $\delta$  vorgegeben, indem eine Fehlerbreite  $d$  einer verlängerten Linie  $O$  der Fahrzeuglängsachse  $1$  einen Zielweg bei einer vorbestimmten Vorwärtsposition mit einer vorbestimmten proportionalen Konstante (einem Verstärkungsfaktor)  $k$  multipliziert wird, d. h. es wird gebildet  $\delta = k \times d$ .

#### 3) Vorwärtsfehler-Kompensationsmodell mit sekundärer Voraussage

Es wird eine Vorwärtsposition des Fahrzeugs durch die gegenwärtige Position, die Richtung und die Fahrbedingungen vorausgesagt. Die vorausgesagte Position wird mit einem Zielweg verglichen. Das Fahrzeug wird so navigiert, daß die Differenz zwischen der vorausgesagten Position und dem Zielweg Null wird. Wie in Fig. 7B gezeigt ist, wird die Fehlerbreite  $\epsilon$  für eine vorbestimmte Vorwärts-Beobachtungsdistanz integriert, und der resultierende Wert wird mit der proportionalen Konstanten  $k$  multipliziert. Das Ergebnis ist der Lenkwinkel  $\delta$  (d. h.  $\delta = k \sum \epsilon$ ).

Diese Simulationen sind beispielsweise in Automobile Technologies "Automobiles and Ergonomics Topic 2", Band 25, Nr. 10, 1971, auf den Seiten 1058 bis 1064 beschrieben. Es konnten jedoch im programmierten Lenkungsmodell keine optimalen Navigationseigenschaften erzielt werden, da jedwege Wegformen in Betracht zu ziehen wären. Daher würde die Anzahl der Program-

mierungsschritte gewaltig. Wenn sich darüber hinaus die Form eines Weges stark ändert, wird die Antwortverzögerung groß.

Im Vorwärtsfehler-Kompensationsmodell mit primärer Voraussage oder Prädiktion sind die Navigationseigenschaften für nahezu geradlinige Wege zufriedenstellend. Bewegt sich das Fahrzeug jedoch auf einem gekrümmten Weg mit einer kleinen Krümmung, wäre ein Faktor (proportionale Konstante) entsprechend der Krümmung erforderlich, um das Fahrzeug präzise auf dem Weg zu navigieren.

Im Vorwärtsfehler-Kompensationsmodell mit der sekundären Voraussage konnten zufriedenstellende Navigationseigenschaften auch dann erreicht werden, wenn die Krümmung des Wegs variierte, falls ein vorbestimmter (Verstärkungs)-Faktor (proportionale Konstante) gegeben war. Da jedoch die Fehlerbreite  $\epsilon$  integriert wurde, wenn sich das Fahrzeug entlang eines Weges mit einer großen oder weiten Krümmung bewegte (nämlich auf einer fast geradlinigen Bahn mit großem Krümmungsradius), nahm die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu. Daher wurde die Navigationssteuerung instabil. Liegt ferner die vorbestimmte Vorwärtsdistanz weit vom Fahrzeug auf dem Weg entfernt, wenn sich die Krümmung von Position zu Position stark ändert (nämlich z. B. auf einem S-förmigen Weg), würde sich die Krümmung des Weges, längs dessen sich das Fahrzeug bewegt, stark von der Krümmung des Zielwegs unterscheiden. Daher würde das Fahrzeug aus dem Weg herauszulaufen.

Die vorliegende Erfindung entstand vor dem Hintergrund der obigen Aspekte.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Fahrzeugnavigations-Steuersystem anzugeben, das gute Navigationseigenschaften aufweist, die jedweder Änderung beliebiger Wege Rechnung tragen.

Das erfindungsgemäße Fahrzeugnavigations-Steuersystem zum Ermitteln eines Lenkwinkels eines Fahrzeugs umfaßt eine primäre Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer primären Fehlerbreite in einem nahen Abstand zwischen einer sich vom Fahrzeug in Vorwärtsrichtung erstreckenden Linie (verlängerten Längsachse des Fahrzeugs) und einem Zielweg bei einer vorbestimmten nah gelegenen Beobachungsposition in einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs und zur Berechnung einer primären Fehlerbreite in einem fernen Abstand zwischen der sich in Vorwärtsrichtung erstreckenden Linie und dem Zielweg bei einer vorbestimmten Beobachungsposition in einem weiter entfernten Abstand, eine sekundäre Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer sekundären Fehlerbreite im nahen Abstand zwischen einem vorausgesagten Weg oder Prädiktionsweg und dem Zielweg bei der vorbestimmten Nahabstands-Beobachungsposition in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs und zum Berechnen einer sekundären Fernabstands-Fehlerbreite zwischen dem vorausgesagten Weg und dem Zielweg bei der vorbestimmten Fernabstands-Beobachungsposition, eine Selektionseinrichtung für eine Lenkwinkelberechnungsformel zum Ermitteln, ob der Zielweg ein gerader Weg oder ein gekrümmter Weg mit einer großen, weiten Krümmung (bzw. großen Krümmungsradius) ein konstant gekrümmter Weg oder ein andersartig gekrümmter Weg ist, auf der Grundlage der Fehlerbreiten, die durch die primäre und sekundäre Berechnungseinrichtung berechnet worden sind, und zur Selektion einer optimalen Formel von vorbestimmten Modellberechnungs-Formeln, und eine Lenkwinkelermittlungseinrichtung, die

die entsprechende Fehlerbreite (n) in die selektierte Modell-Formel substituiert bzw. einsetzt, um so den Lenkwinkel zu ermitteln.

Gemäß der Erfindung berechnet die primäre Berechnungseinrichtung eine Fehlerbreite zwischen einer sich vom Fahrzeug in Vorwärtsrichtung erstreckenden Ver-  
längerungslinie und einem Zielweg bei einer vorbestimmten nah-distanten Beobachtungsposition in Fahrzeuglaufrichtung. Ferner berechnet die primäre Berechnungseinrichtung eine Fehlerbreite zwischen der Vorwärtslinie des Fahrzeugs und dem Zielweg bei einer vorbestimmten fern-distanten Beobachtungsposition.

Die sekundäre Fehlerbreitenberechnungseinrichtung berechnet eine Fehlerbreite zwischen einem vorausgesagten Weg und dem Zielweg bei einer vorbestimmten nah-distanten Beobachtungsposition in Fahrzeuglaufrichtung. Ferner berechnet die sekundäre Fehlerbreitenberechnungseinrichtung eine Fehlerbreite zwischen dem vorausgesagten Weg und dem Zielweg bei einer vorbestimmten fern-distanten Beobachtungsposition.

Die Selektionseinrichtung für die Lenkwinkelberechnungsformel ermittelt, ob der Weg ein gerader Weg oder ein gekrümmter Weg mit weiter Krümmung, ein konstant gekrümmter Weg oder andersartig gekrümmter Weg ist, und zwar entsprechend den sowohl durch die primäre als auch durch die sekundäre Berechnungseinrichtung berechneten Fehlerbreiten, und selektiert eine optimale Formel aus vorbestimmten Modell-Formeln zum Festlegen eines Lenkwinkels.

Die Lenkwinkelermittlungseinrichtung selektiert die Fehlerbreite entsprechend den selektierten Modell-Formeln und substituiert die selektierte Fehlerbreite in die Modellformel.

Da eine optimale von vorbestimmten Formeln (d. h. Berechnungsmodellen) erfindungsgemäß zum Festsetzen des Lenkwinkels entsprechend jedweder Änderung beliebiger Wege selektiert wird, kann das Fahrzeug entsprechend jeder beliebigen Änderung irgendeines Weges exakt navigiert werden.

Im folgenden wird die Erfindung, ihre Merkmale und Vorteile an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild, das ein Steuersystem gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 2 ein Blockschaltbild, das ein Fahrzeugnavigations-Steuersystem gemäß der Erfindung zeigt;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht, die die Anordnung des Navigations-Steuersystems in einem Fahrzeug zeigt;

Fig. 4 ein Flußdiagramm, das einen Prozeß zum Selektieren einer Lenkwinkelberechnungsformel zeigt;

Fig. 5 eine schematische Darstellung, die einen Navigationszustand eines Fahrzeugs zeigt;

Fig. 6 eine schematische Darstellung, die die Konzeption der Navigationssteuerung veranschaulicht; und

Fig. 7A und 7B schematische Darstellungen, die die Konzepte konventioneller Navigationssteuerungen veranschaulichen.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird aus der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert.

Die Fig. 1 bis 6 zeigen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 1 ist ein schematisches Blockschaltbild, das eine Steuereinrichtung zeigt. Fig. 2 ist ein Blockschaltbild, das ein Fahrzeugnavigations-Steuersystem zeigt. Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht, die das in einem Fahrzeug installierte Navigations-Steuersystem

zeigt. Fig. 4 ist ein Flußdiagramm, das einen Selektionsprozeß für eine Lenkwinkel-Berechnungsformel zeigt. Fig. 5 ist eine schematische Darstellung, die einen Navigationszustand eines Fahrzeugs zeigt. Fig. 6 ist eine schematische Darstellung, die eine Konzeption der Navigationssteuerung zeigt.

Das Navigationssteuersystem ist in einem Fahrzeug 1, beispielsweise einem Kraftwagen, installiert. Das Navigationssteuersystem umfaßt Videokameras 2R und 2L, eine Lenkungsbetätigungseinrichtung 4, eine Bildverarbeitungseinrichtung 5, eine Steuereinrichtung 6 und eine Lenksteuerungseinrichtung 10. Die Videokameras 2R und 2L sind an einer Position am Fahrzeug 1 oben rechts bzw. oben links angeordnet. Die Videokameras 2R und 2L sind voneinander um einen vorbestimmten Abstand getrennt und sind in Vorwärtsrichtung des Fahrzeugs gerichtet. Die Lenkungsbetätigungseinrichtung 4 ist an einer Lenksäule 3 befestigt und steuert den Lenkwinkel der Vorderräder über eine (nicht dargestellte) Lenkwelle. Die Bildverarbeitungseinrichtung 5 verarbeitet Bildsignale, die sie von den Videokameras 2R und 2L empfängt. Die Steuereinrichtung 6 legt einen Lenkwinkel entsprechend den Bilddaten, von Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 7 erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten und entsprechend Lenkwinkelwerten von einem Lenkwinkelsensor 8 usw. fest. Die Lenksteuerungseinrichtung 10 gibt gemäß diesem Lenkwinkel, der von der Steuereinrichtung 6 festgesetzt worden ist, ein Steuer- oder Antriebsignal an die Lenkungsbetätigungseinrichtung 4.

Die Videokameras 2R und 2L fotografieren mit Festkörperabbildungsvorrichtungen wie CCDs (ladungsgeladenen Bausteinen) vorbestimmte Vorwärtseinrichtungen des Fahrzeugs 1, wie in Fig. 5 durch dünn gezeichnete Linien angezeigt ist.

Die Bildverarbeitungseinrichtung 5 verarbeitet Bildsignale, die sie von den Videokameras 2R und 2L empfangen hat, und selektiert ein zu erkennendes und aufzunehmendes Bild (beispielsweise eine weiße Linie, die die Breite des Weges und eines zu messenden Objekts repräsentiert), gemäß der Leuchtdichte oder Helligkeit des Bildes, der Chrom- oder Farbsättigung, der Dichte usw.

Die Steuereinrichtung 6 umfaßt eine Distanzberechnungseinrichtung M1, eine primäre Berechnungseinrichtung M2 für eine Prädiktionsfehlerbreite oder auch vorausgesagte Fehlerbreite, eine sekundäre Berechnungseinrichtung M3 für eine vorausgesagte Fehlerbreite, eine Selektionseinrichtung M4 für eine Lenkwinkelberechnungsformel, eine Schalteinrichtung M5 und eine Lenkwinkelermittlungseinrichtung M6.

Die Distanzberechnungseinrichtung M1 berechnet eine vorbestimmte Beobachtungsposition oder -stelle L1 in nahem Abstand, eine vorbestimmte Beobachtungsposition L2 in weitem Abstand und einen Weg, entlang dem das Fahrzeug 1 sich gemäß den von der Bildverarbeitungseinrichtung 5 empfangenen Daten bewegen wird (dieser Weg wird als Zielweg oder Sollweg bezeichnet). Der Zielweg kann ermittelt werden, indem die Breite eines Weges oder Pfades beispielsweise mit einer weißen Linie bestimmt wird, in der das Fahrzeug 1 fährt, und indem die Mittellinie der Wegbreite oder Wegausdehnung (vgl. Fig. 5) berechnet wird.

Die primäre Berechnungseinrichtung M2 für eine primäre vorhergesagte Fehlerbreite berechnet eine Fehlerbreite d L1 zwischen einer sich vom Zentrum des Fahrzeugs 1 erstreckenden Verlängerungslinie O und der im nahen Abstand gelegenen Position L1 auf dem Zielweg. Ferner berechnet die primäre Berechnungsein-

richtung M2 für eine vorhergesagte Fehlerbreite eine Fehlerbreite  $d_{L2}$  zwischen der Verlängerungslinie O vom Zentrum des Fahrzeugs 1 (durch die Längsachse des Fahrzeugs verlaufende Linie) und der im fernen Abstand gelegenen Stelle L2 auf dem Zielweg (vgl. Fig. 6).

Die sekundäre Berechnungseinrichtung M3 für eine vorhergesagte sekundäre Fehlerbreite berechnet gemäß einer jeweils gegenwärtigen Position, Richtung, einem aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs 1 usw., die gemäß den Lenkdaten den Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten usw. berechnet werden, einen vorausgesagten Weg. Die sekundäre Berechnungseinrichtung M3 für eine vorhergesagte Fehlerbreite berechnet eine Fehlerbreite  $\varepsilon_{L1}$  zwischen dem vorausgesagten Weg und dem Zielweg an der Stelle L1 in nahem Abstand. Darüber hinaus berechnet die sekundäre Fehlerbreite-Berechnungseinrichtung M3 eine Fehlerbreite  $\varepsilon_{L2}$  zwischen dem vorausgesagten Weg und der im fernen Abstand gelegenen Stelle L2 auf dem Zielweg (vgl. Fig. 6).

Die Selektionseinrichtung M4 für eine Lenkwinkelberechnungsformel selektiert eine optimale Formel aus vorbestimmten Lenkwinkelberechnungsformeln gemäß den Fehlerbreiten  $d_{L1}$ ,  $d_{L2}$ ,  $\varepsilon_{L1}$  und  $\varepsilon_{L2}$ .

In diesem Ausführungsbeispiel liegen drei Ausführungs- oder Modellformeln vor, die aus einer Berechnungsformel für einen primären Voraussagungslenkwinkel oder Prädiktionslenkwinkel ( $\delta = k_1 \times d_{L1}$ ), einer sekundären Voraussagungs- oder Prädiktionsformel ( $\delta = k_2 \times \sum \varepsilon_{L1}$ ) für den nahen Abstand und einer sekundären Voraussagungsformel ( $\delta = k_2 \times \sum \varepsilon_{L2}$ ) für den fernen Abstand bestehen. Der Selektionsprozeß für die Lenkwinkelberechnungsformeln wird weiter unten unter Bezugnahme auf ein Flußdiagramm erläutert.

Die Schalteinrichtung M5 selektiert eine der proportionalen Konstanten (Verstärkungsfaktoren)  $k_1$ ,  $k_2$  oder  $k_3$  und eine der Fehlerbreiten  $d_{L1}$ ,  $\varepsilon_{L1}$  und  $\varepsilon_{L2}$  entsprechend der Lenkwinkelberechnungsformel, die von der Selektionseinrichtung 4 für die Lenkwinkelberechnungsformel selektiert worden ist.

Die Lenkwinkelbestimmungseinrichtung M5 substituiert die selektierte proportionale Konstante und die selektierte Fehlerbreite ( $k_1$  und  $d_{L1}$ ,  $k_2$  und  $\varepsilon_{L1}$  oder  $k_3$  und  $\varepsilon_{L2}$ ) in der selektierten Lenkwinkelberechnungsformel.

Ein Signal gemäß diesem Lenkwinkel wird an die Lenksteuereinrichtung 10 ausgegeben.

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf ein Flußdiagramm der Fig. 4 ein Auswahlprozeß für die Lenkwinkelberechnungsformel erläutert.

Gemäß dem Flußdiagramm wird die selektierte Fehlerbreite ( $d_{L1}$ ,  $d_{L2}$ ,  $\varepsilon_{L1}$  oder  $\varepsilon_{L2}$ ) mit Bezugswerten ( $d_{01}$ ,  $d_{02}$ ,  $\varepsilon_{01}$  oder  $\varepsilon_{02}$ ) verglichen.

Ist das Ergebnis im Schritt S101  $d_{L1} \leq d_{01}$ , ist das Ergebnis im Schritt S102  $d_{L2} \leq d_{02}$  und ist das Ergebnis im Schritt S103  $\varepsilon_{L1} \leq \varepsilon_{01}$ , so wird im Schritt S104 die primäre Berechnungsformel ( $\delta = k_1 \times d_{L1}$ ) für den vorausgesagten Lenkwinkel ausgewählt.

Ist das Ergebnis im Schritt S101  $d_{L1} > d_{01}$ , ist das Ergebnis im Schritt S105  $d_{L2} > d_{02}$ , ist das Ergebnis im Schritt S106  $\varepsilon_{L1} \leq \varepsilon_{01}$  und ist das Ergebnis im Schritt S107  $\varepsilon_{L2} \leq \varepsilon_{02}$ , so wird im Schritt S108 die sekundäre Berechnungsformel für den Lenkwinkel ( $\delta = k_3 \times \sum \varepsilon_{L2}$ ) für den fernen Abstand ausgewählt.

Andernfalls wird in einem Schritt S109 die sekundäre Berechnungsformel für den sekundären Lenkwinkel im nahen Abstand ( $\delta = k_2 \times \sum \varepsilon_{L1}$ ) ausgewählt.

Zusammenfassend dargestellt, werden die Lenkwinkel-

kelberechnungsformeln wie folgt ausgewählt.

(1) Primäre Berechnungsformel für den vorausgesagten Lenkwinkel ( $d_{L1} \leq d_{01}$ ,  $d_{L2} \leq d_{02}$  und  $\varepsilon_{L1} \leq \varepsilon_{01}$ )

Der vorbestimmte Zielweg ist ein geradliniger Weg oder ein graduierlich gekrümmter Weg. Mit der primären Voraussagungs-Lenkwinkelberechnungsformel werden die Fahreigenschaften des Fahrzeugs 1 stabil.

(2) Sekundäre Berechnungsformel für den vorausgesagten Lenkwinkel im fernen Abstand ( $d_{L1} > d_{01}$ ,  $d_{L2} > d_{02}$ ,  $\varepsilon_{L1} \leq \varepsilon_{01}$  und  $\varepsilon_{L2} \leq \varepsilon_{02}$ )

Der vorbestimmte Zielweg ist ein konstant gekrümmter oder konstant kurviger Weg. Mit der sekundären Voraussagungs-Lenkwinkelberechnungsformel für den fernen Abstand wird ein ferner Beobachtungspunkt festgelegt. Auf diese Weise kann das Fahrzeug auf dem gekrümmten oder kurvigen Weg mit guten Fahreigenschaften einwandfrei navigiert werden.

(3) Berechnungsformel für den sekundären vorausgesagten Lenkwinkel für nahe Distanz abweichend von (1) und (2)

Der vorbestimmte Zielweg ist ein gekrümmter oder kurviger Weg mit einer von (1) und (2) abweichenden Fehlerbreite. Dieser Zielweg variiert von Position zu Position stark. Das heißt, der Zielweg variiert von einem geraden Weg zu einem kurvigen Weg oder S-förmigen Weg. Da der Beobachtungspunkt auf eine nahe Stelle festgelegt wird, wird die Fahrgenauigkeit des Fahrzeugs verbessert.

Die obenerwähnten Bezugswerte werden aus Versuchen gewonnen. Beispielsweise betragen:  $d_{01} = 0,25$  (m),  $d_{02} = 1,0$  (m),  $\varepsilon_{01} = 0,05$  (m) und  $\varepsilon_{02} = 0,5$  (m).

Bei der Navigation des Fahrzeugs wird in diesem Ausführungsbeispiel die primäre Voraussagungsformel oder die sekundäre Voraussageformel gemäß der Krümmung oder der Kurveneigenschaft des Weges selektiert. Darüber hinaus wird, falls die sekundäre Voraussageformel oder Prädiktionsformel selektiert wird, ein Beobachtungspunkt aus einer nahen Stelle oder einer fernegelegenen Stelle selektiert. Daher werden die Navigiereigenschaften gegenüber Änderungen der Wege verbessert.

Erfindungsgemäß werden somit von der primären Berechnungseinrichtung eine primäre nahegelegene Fehlerbreite berechnet sowie eine fernegelegene primäre Fehlerbreite jeweils bei einer nahen und fernen Beobachtungsstelle. Ferner werden jeweils für einen vorausgesagten Weg und den Zielweg eine nahegelegene Fehlerbreite und eine fernegelegene Fehlerbreite wiederum an den beiden Beobachtungsstellen berechnet. Die Lenkwinkelberechnungsformel-Selektionseinrichtung ermittelt, ob der Zielweg ein gerader Weg oder ein gekrümmter Weg mit einer großen Krümmung oder Biegung bzw. Abweichung von der Geradheit ist, ein konstant gekrümmter Weg (Weg konstanter Biegung) oder ein andersartig kurviger Weg, und zwar auf der Grundlage der Fehlerbreiten, die durch die primäre und sekundäre Berechnungseinrichtung berechnet worden sind, und selektiert eine optimale vorbestimmte Berechnungsmodellformel. Die entsprechenden Fehlerbreiten werden dann in die selektierte Modellformel eingesetzt, um den Lenkwinkel zu ermitteln.

Die Erfindung wurde an Hand eines bevorzugten

Ausführungsbeispiels beschrieben, es ist jedoch zu beachten, daß neben dieser rein veranschaulichenden Beschreibung verschiedenste Modifikationen und andersartige Auslegungen gemäß der Erfindung bzw. dem Schutzzumfang der Ansprüche möglich sind.

#### Patentansprüche

1. Fahrzeugnavigations-Steuersystem zum Ermitteln des Lenkwinkels eines Fahrzeugs, aufweisend:
  - a) eine primäre Berechnungseinrichtung (M2) zum Berechnen einer primären Fehlerbreite (d L1) für den nahen Abstand zwischen einer sich vom Fahrzeug (1) in Vorwärtsrichtung erstreckenden Linie (O) und einem Zielweg an einer vorbestimmten Beobachtungsposition in nahem Abstand in Fahrtrichtung des Fahrzeugs und zum Berechnen einer primären Fehlerbreite (d L2) im fernen Abstand zwischen der sich in Vorwärtsrichtung erstreckenden Linie (O) und dem Zielweg an einer vorbestimmten Beobachtungsposition im fernen Abstand;
  - b) eine sekundäre Berechnungseinrichtung (M3) zum Berechnen einer sekundären Fehlerbreite (ε L1) im nahen Abstand zwischen einem vorausgesagten Weg und dem Zielweg an der vorbestimmten Beobachtungsposition im nahen Abstand in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs und zum Berechnen einer sekundären Fehlerbreite (ε L2) im fernen Abstand zwischen dem vorausgesagten Weg und dem Zielweg bei der vorbestimmten Beobachtungsposition im fernen Abstand;
  - c) eine Selektionseinrichtung (M4) für eine Lenkwinkelberechnungsformel, die ermittelt, ob der Zielweg ein gerader Weg oder gekrümmter Weg mit einer großen Biegung, ein konstant gekrümmter Weg oder andersartig gekrümmter Weg ist, gemäß den Fehlerbreiten, die von der primären und sekundären Berechnungseinrichtung berechnet worden sind, und die eine optimale Formel aus vorbestimmten Modell-Formeln selektiert; und
  - d) eine Lenkwinkel-Ermittlungseinrichtung (M6), die die entsprechende Fehlerbreite zur exakten Ermittlung eines optimalen Lenkwinkels für Fahrwege jedweder Kurvenart in die selektierte Modell-Formel einsetzt.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Selektionseinrichtung (M4) für eine Lenkwinkelberechnungsformel ermittelt, daß
  - (a) der Zielweg ein gerader Weg oder ein gekrümmter Weg mit einer weiten Biegung ist, falls die primäre Nahabstands-Fehlerbreite (d L1) und die primäre Fernabstands-Fehlerbreite (d L2) gleich oder geringer als entsprechende vorbestimmte Werte sind und falls die sekundäre Nahabstands-Fehlerbreite (ε L1) gleich oder geringer als ein vorbestimmter entsprechender Wert ist,
  - (b) der Zielweg ein konstant gekrümmter Weg ist, falls die primäre Nahabstands-Fehlerbreite (d L1) und die primäre Fernabstandsfehlerbreite (d L2) gleich oder größer als die jeweils entsprechenden vorbestimmten Werte sind und falls die zweite Nahabstands-Fehlerbreite (ε L1) und die zweite Fernabstands-Fehlerbreite (ε L2) gleich oder geringer als die jeweils entsprechenden vorbestimmten Werte sind, oder daß
  - (c) der Zielweg ein andersartiger Weg ist, falls

- die Bedingungen (a) und (b) nicht erfüllt sind.
3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Selektionseinrichtung (M4) für die Lenkwinkel-Berechnungsformel selektiert:
    - (a) "Lenkwinkel = Konstante × primäre Nahabstands-Fehlerbreite", falls der Zielweg ein gerader Weg oder ein gekrümmter Weg mit einer weiten Krümmung ist,
    - (b) "Lenkwinkel = Konstante × ∑ sekundäre Fernabstands-Fehlerbreite", falls der Zielweg in konstant gekrümmter Weg ist, oder
    - (c) "Lenkwinkel = Konstante × ∑ sekundäre Nahabstands-Fehlerbreite", falls der Zielweg von (a) und (b) verschieden ist.
  4. System nach Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch:
    - a) eine Abstandsberechnungseinrichtung zur Berechnung der vorbestimmten Beobachtungsposition im nahen Abstand, der vorbestimmten Beobachtungsposition im fernen Abstand und des Zielwegs gemäß einem von einer am Fahrzeug (1) befestigten Kamera (2L, 2R) gelieferte Bildsignal.
    - b) ein System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die sekundäre Berechnungseinrichtung (M3) den vorausgesagten Weg entsprechend Fahrzeuggeschwindigkeitsdaten, die von einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor (7) geliefert werden, und Lenkwinkeldaten, die von einem Lenkwinkelsensor (8) des Fahrzeugs geliefert werden, berechnet.
    - c) ein System nach Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch: eine Lenksteuerungseinrichtung, die ein Lenkwinkelsignal von der Lenkwinkelermittlungseinrichtung M6 empfängt.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

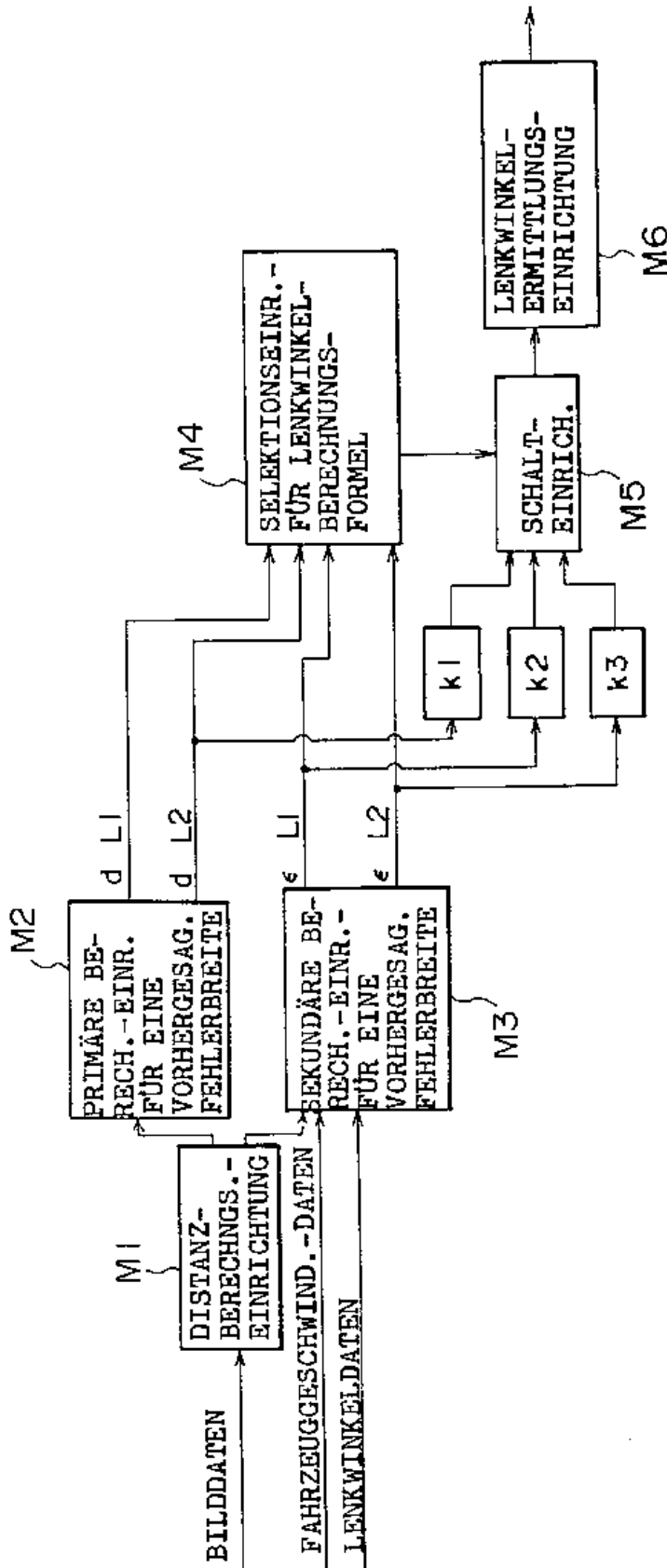


FIG. 1

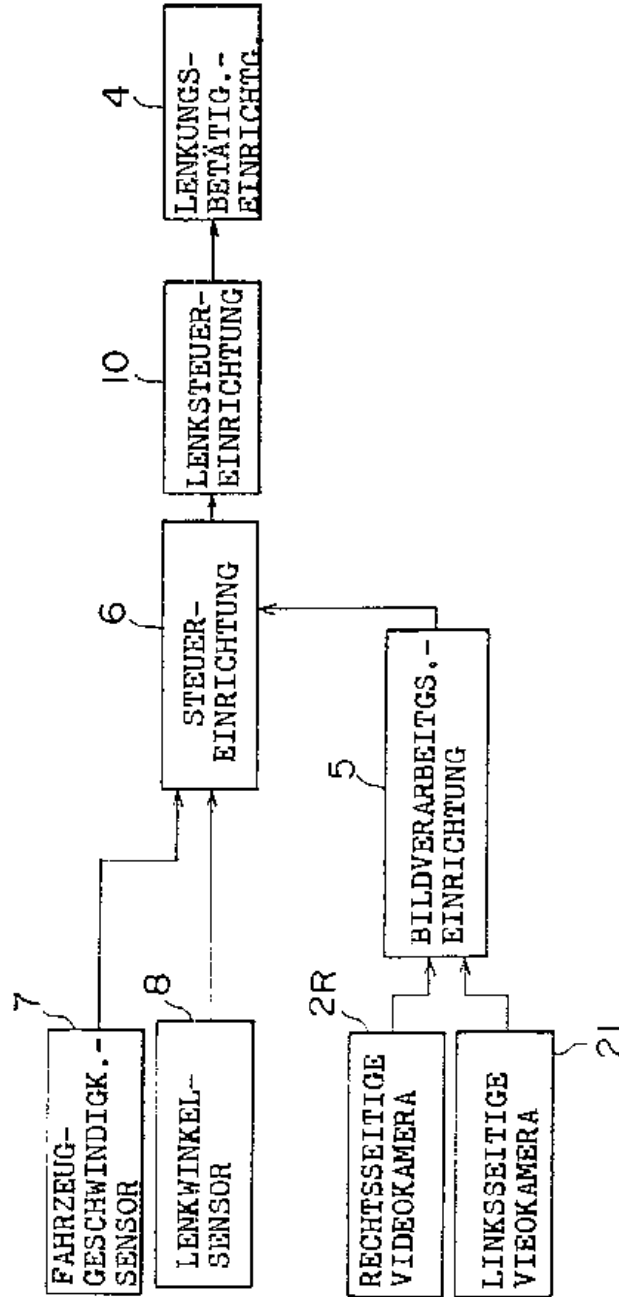


FIG. 2



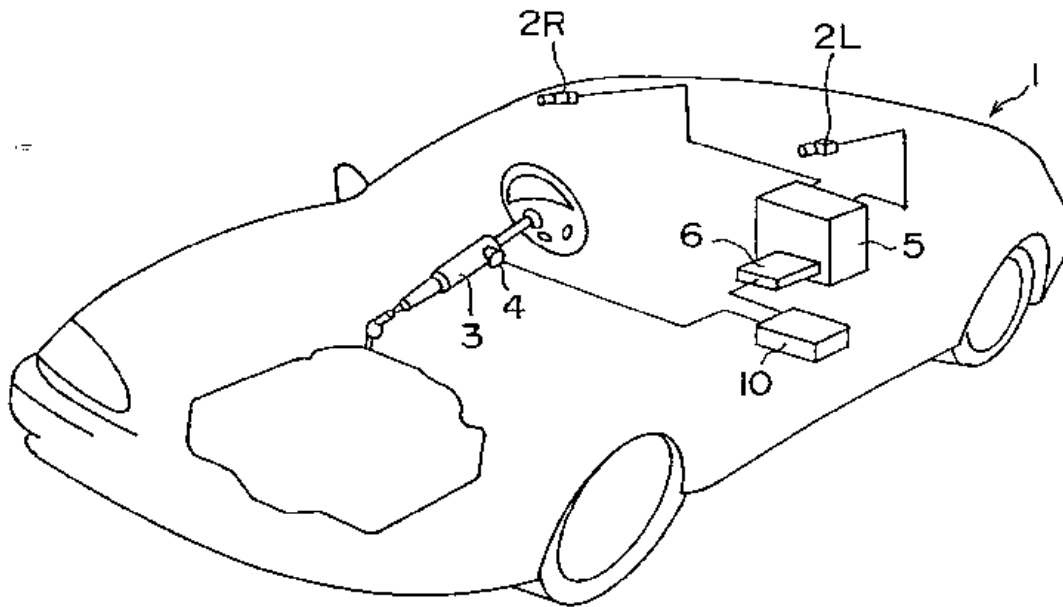


FIG. 3

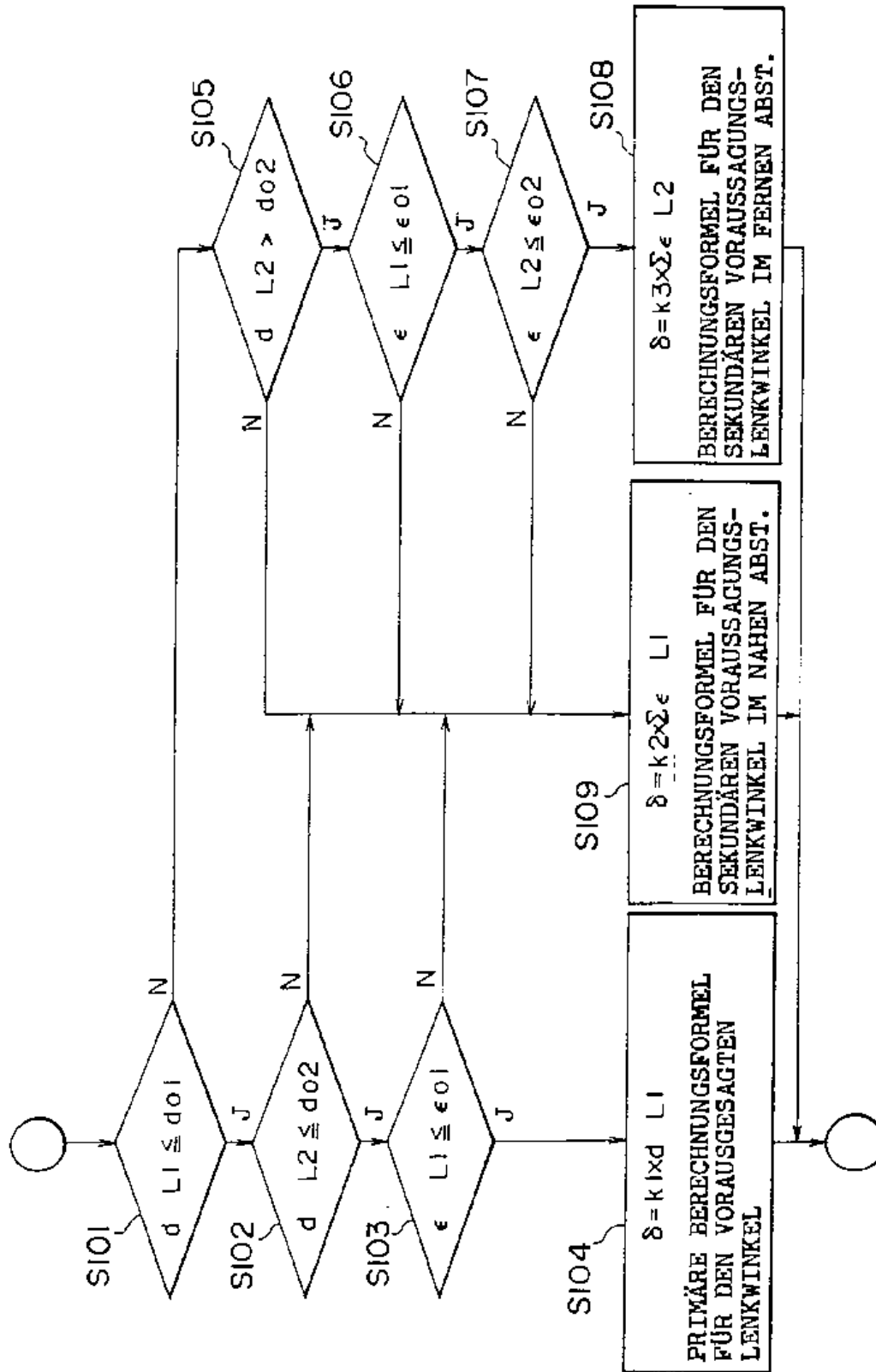


FIG. 4

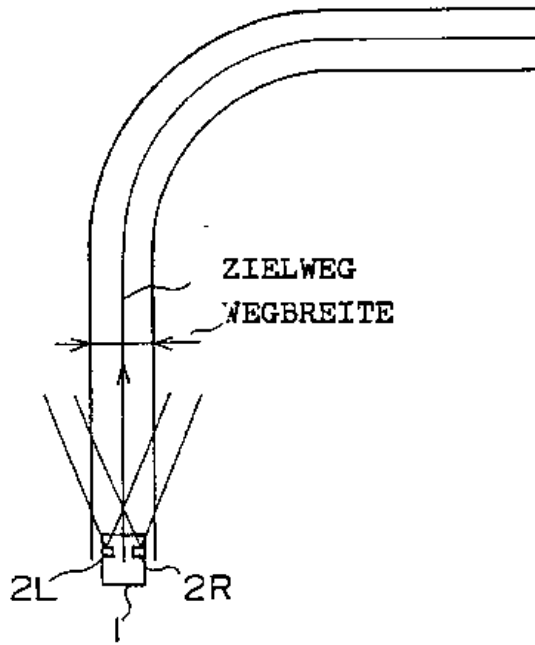


FIG. 5

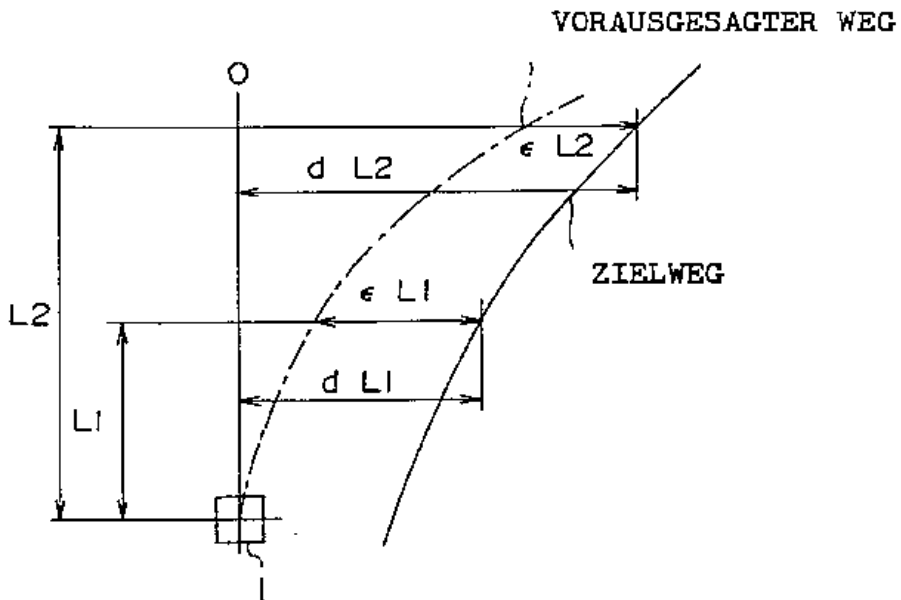


FIG. 6

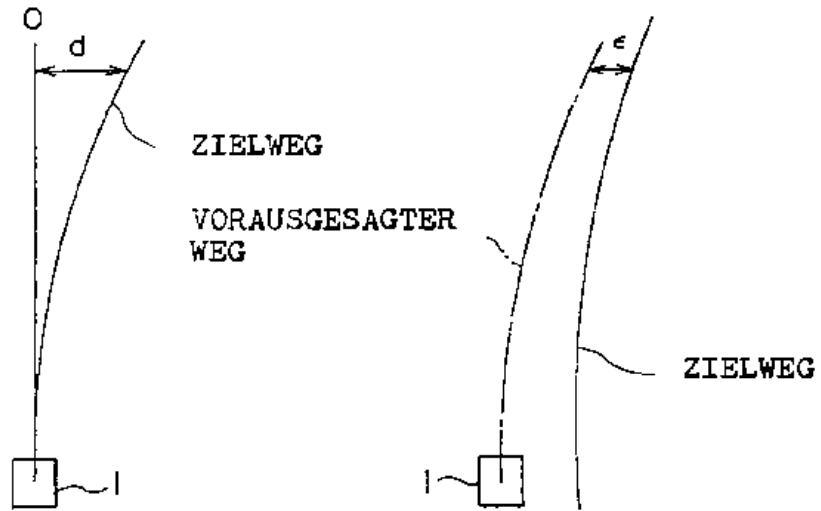


FIG. 7A

FIG. 7B

**Obstacle detection system for motor vehicle**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** YOSHIOKA TOHRU [JP]; UEMURA HIROKI [JP]; NIIBE TADAYUKI [JP]; DOI AYUMU [JP]; OKUDA KEN-ICHI [JP]; YAMAMOTO YASUNORI [JP]; ADACHI TOMOHIKO [JP]; MASUDA NAOTSUGU [JP] ± (YOSHIOKA, TOHRU, ; UEMURA, HIROKI, ; NIIBE, TADAYUKI, ; DOI, AYUMU, ; OKUDA, KEN-ICHI, ; YAMAMOTO, YASUNORI, ; ADACHI, TOMOHIKO, ; MASUDA, NAOTSUGU)

**Applicant(s):** MAZDA MOTOR [JP] ± (MAZDA MOTOR CORPORATION)

**Classification:** - international: **B60R21/00; B60W30/00; B62D1/28; G01S13/93; G01S17/93; G05D1/02; G08G1/00; G08G1/16; G01S13/86; (IPC1-7): G06F165/00**  
 - cooperative: **B62D1/28; G01S13/931; G01S17/936; G05D1/0246; G05D1/0257; G05D1/027; G05D1/0289; G01S13/86; G01S2013/9346; G01S2013/9353; G01S2013/9375; G05D2201/0213**

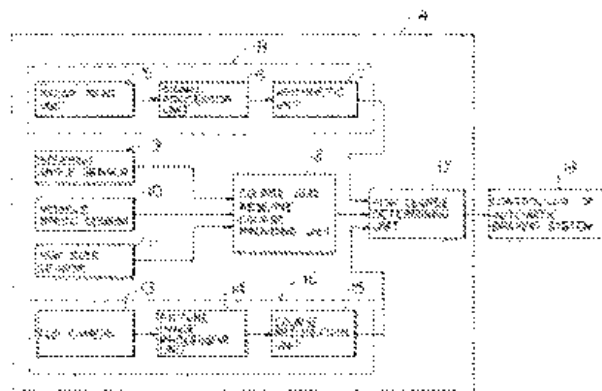
**Application number:** US19940247206 19940520

**Priority number(s):** JP19930121087 19930524

**Also published as:** DE4418122 (A1) JPH06328989 (A)

**Abstract of US5467284 (A)**

An obstacle detection apparatus for a motor vehicle detects another vehicle traveling in front of the vehicle as an obstacle. The apparatus has a first unit, providing a course on which the vehicle is supposed to travel, a second unit, providing a reserve course located outside of the course, an obstacle detector detecting the other vehicle traveling in the course or the reserve course as an obstacle, and an



obstacle detection continuation unit continuously detecting the other vehicle until a predetermined condition has been satisfied when the other vehicle moves from the course to the reserve course.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 44 18 122 A 1**

57 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 05 D 1/02**  
B 60 K 28/00  
// G01S 17/50,17/88,  
B62D 6/00

21 Aktenzeichen: P 44 18 122.1  
22 Anmeldetag: 24. 5. 94  
43 Offenlegungstag: 1. 12. 94

DE 44 18 122 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
24.05.93 JP P 121087/93

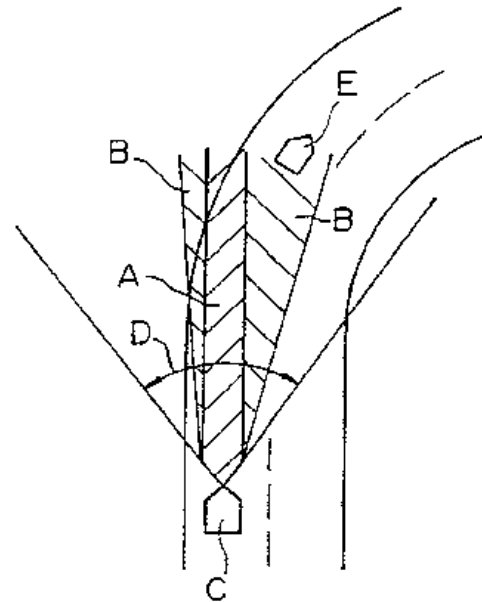
71 Anmelder:  
Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP

74 Vertreter:  
Deufel, P., Dipl.-Wirtsch.-Ing., Dr. rer. nat.; Hertel, W.,  
Dipl.-Phys.; Rutetzki, A., Dipl.-Ing. Univ.; Rucker, E.,  
Dipl.-Chem. Univ. Dr. rer. nat.; Huber, B., Dipl.-Biol.  
Dr. rer. nat.; Becker, E., Dr. rer. nat.; Steil, C.,  
Dipl.-Ing.; Kurig, T., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 80331  
München

72 Erfinder:  
Yoshioka, Tohru, Hatsukaichi, Hiroshima, JP;  
Uemura, Hiroki, Kure, Hiroshima, JP; Niibe,  
Tadayuki, Hiroshima, JP; Doi, Ayumu, Hatsukaichi,  
Hiroshima, JP; Okuda, Ken-ichi, Hatsukaichi,  
Hiroshima, JP; Yamamoto, Yasunori,  
Higashi-Hiroshima, Hiroshima, JP; Adachi,  
Tomohiko, Hatsukaichi, Hiroshima, JP; Masuda,  
Naotsugu, Hiroshima, JP

54 System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug

57 Ein Gerät zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug erkennt ein anderes vor dem Fahrzeug (C) fahrendes Fahrzeug (E) als ein Hindernis. Das Gerät weist eine erste Einheit (12) zur Festlegung eines Weges (A), auf welchem das Fahrzeug (C) in der Folge fahren soll, eine zweite Einheit zur Festlegung eines Ersatzweges (E), welcher außerhalb des Weges (A) verläuft, eine Hinderniserkennungseinrichtung zum Erkennen des anderen Fahrzeuges (E) als ein Hindernis, welches am Weg (A) oder Ersatzweg (E) fährt, und eine Hinderniserkennungsfortsetzungseinrichtung zum fortgesetzten Erkennen des anderen Fahrzeuges (E) auf, bis eine vorbestimmte Bedingung, daß sich das andere Fahrzeug (E) vom Weg (A) zum Ersatzweg (B) bewegt, erfüllt wurde.



DE 44 18 122 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 94 408 048/512

12/31  
1003-597

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug, und insbesondere auf ein System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug, welches ein vor ihm liegendes Hindernis erkennt, um einen Kontakt mit dem vor ihm liegenden Hindernis zu vermeiden.

Das bekannte System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug beinhaltet eine Einrichtung zum Abschätzen eines Weges, auf welchem das Fahrzeug danach fahren soll, wobei dies auf den Fahrbedingungen des Fahrzeuges, wie etwa dem Lenkwinkel und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit basiert.

Das System zum Erkennen eines Hindernisses kann mit hoher Genauigkeit das vor ihm liegende Hindernis, für welches eine hohe Wahrscheinlichkeit eines Kontaktes mit dem Fahrzeug besteht, unter Verwendung einer Radarvorrichtung erkennen bzw. feststellen, welche einen weiten Bereich abtastet und nur jene Information des Hindernisses auf dem Weg, welcher durch die oben genannte Abschätzvorrichtung abgeschätzt wurde, unter der von der Radarvorrichtung erhaltenen Information aufnimmt. Ein derartiges bekanntes System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug ist beispielsweise in der Japanischen Patentpublikation Nr. 51-7892 geoffenbart.

Das oben erwähnte System zum Erkennen eines Hindernisses erkennt nur das Hindernis, welches sich vor ihm auf dem abgeschätzten Weg befindet, da das System beurteilt, daß das Fahrzeug die höchste Wahrscheinlichkeit eines Kontaktes mit dem auf dem Weg befindlichen Hindernis hat. Wenn daher das Hindernis auf dem Weg erkannt bzw. festgestellt wird, so informiert das System zum Erkennen eines Hindernisses den Fahrer über diese Tatsache, so daß der Fahrer das Fahrzeug unter Beachtung des davor liegenden Hindernisses betreibt. Im Gegensatz dazu betreibt der Fahrer, wenn ein Hindernis auf dem Weg nicht festgestellt wird, das Fahrzeug auf dem Weg und weiß, daß sich kein Hindernis auf dem Weg befindet.

Das obengenannte, bekannte System zum Erkennen eines Hindernisses erkennt jedoch nicht ein Hindernis auf einem anderen Weg, welcher unmittelbar außerhalb des abgeschätzten Weges liegt. Es soll festgehalten werden, daß das Fahrzeug die zweithöchste Wahrscheinlichkeit eines Kontaktes mit dem an der Außenseite des Weges liegenden Hindernisses hat, obwohl das Fahrzeug die größte Wahrscheinlichkeit eines Kontaktes mit dem Hindernis auf dem abgeschätzten Weg hat. Weiters erkennt das bekannte System zum Erkennen eines Hindernisses das vor dem Fahrzeug fahrende Fahrzeug nicht als Hindernis, wenn sich das vor dem Fahrzeug fahrende Fahrzeug zur Außenseite des abgeschätzten Weges bewegt. Daraus resultierend ergibt sich, da der Fahrer das Fahrzeug mit wenig Aufmerksamkeit für die Hindernisse außerhalb des Weges betreibt, daß die Handlungen des Fahrers für eine Vermeidung eines Kontaktes mit dem Hindernis verzögert sind. Eine derartige Handlung des Fahrers beinhaltet eine Handlung eines Einhaltens eines ausreichenden Abstandes zwischen dem Fahrzeug und dem vor diesem liegenden Hindernis, eine Handlung der Reduzierung der Geschwindigkeit des Fahrzeuges, einen Lenkvorgang und dgl.. Die Verzögerung der Handlungen des Fahrers zur Vermeidung eines Kontaktes mit dem Hindernis sind ein Problem, welches gelöst werden soll.

Andererseits ist das bekannte Steuerungssystem für

ein Kraftfahrzeug beispielsweise in der Japanischen Offenlegungsschrift Nr. 1-197 133 geoffenbart. Das Steuerungssystem für ein Fahrzeug wird verwendet, damit das Fahrzeug sicher fährt. Das Steuerungssystem für ein Fahrzeug beinhaltet eine Einrichtung zur Steuerung des Fahrzeuges, damit es dem speziellen, vor ihm fahrenden Fahrzeug auf der Basis der Fahrbedingungen dieser zwei Fahrzeuge folgt. Da das Fahrzeug mit dem Steuerungssystem für ein Kraftfahrzeug automatisch so gesteuert ist, daß es dem vorausfahrenden Fahrzeug folgt, kann das Fahrzeug sicher unter Einhaltung des notwendigen Abstandes zwischen dem Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug fahren, solange das vorausfahrende Fahrzeug sicher fährt.

Es hat jedoch das Fahrzeug mit dem Steuerungssystem für ein Kraftfahrzeug eine Möglichkeit, dem vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen, selbst wenn das vordere Fahrzeug nicht sicher fährt. Darüberhinaus beinhaltet das Steuerungssystem für ein Kraftfahrzeug im allgemeinen keine Vorrichtung zum Erkennen eines vor ihm liegenden Hindernisses. Wenn daher ein vor ihm liegendes Hindernis existiert oder das Fahrzeug, welchem gefolgt werden soll, zu einem Hindernis wird, kann eine rasche Handlung zur Vermeidung eines Kontaktes mit dem Hindernis nicht durchgeführt werden. Selbst wenn das Fahrzeug, welchem gefolgt werden soll, sicher fährt, kann das Fahrzeug dem vorausfahrenden Fahrzeug nicht folgen, wenn sich das vordere Fahrzeug zu dem Weg bewegt, welcher an der Außenseite des Weges verläuft, auf welchem das Fahrzeug vorher fuhr. Wenn das Fahrzeug, welchem gefolgt werden soll, zu einem Hindernis wird, könnte die Vorrichtung zum Erkennen eines Hindernisses selbst dann, wenn das Steuerungssystem für ein Kraftfahrzeug eine derartige Vorrichtung zum Erkennen enthält, das vor ihm liegende Hindernis nicht erkennen, wenn sich das vordere Fahrzeug zum außenliegenden Weg bewegt.

Es ist daher ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, welches das voranfahrende Fahrzeug als ein Hindernis erkennt, selbst wenn sich das Fahrzeug zu dem Weg an der Außenseite des Weges, auf welchem das Fahrzeug vorher fuhr, bewegt.

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, welches die Fähigkeit, ein voranliegendes Hindernis zu erkennen, vergrößern kann, so daß das Fahrzeug sicher fahren kann.

Das obige Ziel wird gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung durch Schaffung eines Systems zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug, welches ein anderes vor dem Fahrzeug fahrendes Fahrzeug als ein Hindernis erkennt, erzielt, wobei das System umfaßt: eine Wegfestlegungseinrichtung zur Festlegung eines Weges, auf welchem das Fahrzeug in der Folge fahren soll; eine Ersatzwegfestlegungseinrichtung zur Festlegung eines Ersatzweges, welcher an der Außenseite des Weges verläuft; eine Erkennungseinrichtung zum Erkennen eines anderen Fahrzeuges als ein Hindernis, welches am Weg oder am Ersatzweg fährt; und eine Hinderniserkennungs-Fortsetzungseinrichtung zum fortgesetzten Erkennen des anderen Fahrzeuges, bis eine vorbestimmte Bedingung, daß sich das andere Fahrzeug vom Weg zum Ersatzweg bewegt, erfüllt wurde.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die vorbestimmte Bedingung, daß eine vorbestimmte Zeitdauer vergangen ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht die vorbestimmte Bedingung darin, daß sich das andere Fahrzeug zur Außenseite des Weges und des Ersatzweges bewegt hat.

Das obige Ziel wird gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung durch Schaffung eines Gerätes zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug, welches ein anderes vor dem Fahrzeug fahrendes Fahrzeug als ein Hindernis erkennt, erzielt, wobei das System umfaßt: eine erste Einheit zur Festlegung eines Weges, auf welchem das Fahrzeug in der Folge fahren soll; eine zweite Einheit zur Festlegung eines Ersatzweges, welcher an der Außenseite des Weges verläuft; eine Hinderniserkennungs-Einrichtung zum Erkennen eines anderen Fahrzeuges als ein Hindernis, welches am Weg oder am Ersatzweg fährt; und eine Hinderniserkennungs- Fortsetzungseinrichtung zum fortgesetzten Erkennen des anderen Fahrzeuges, bis eine vorbestimmte Bedingung, daß sich das andere Fahrzeug vom Weg zum Ersatzweg bewegt, erfüllt wurde.

Die obigen und andere Ziele und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, welche für bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verwendet werden, ersichtlich werden.

In den beigeschlossenen Zeichnungen ist:

Fig. 1 ein Blockdiagramm, welches ein System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 ein Fließdiagramm, welches einen Steuervorgang für ein System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 3 eine Draufsicht zur Erklärung, wie ein Ersatzweg in Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist, wenn der Abstand zwischen einem Fahrzeug und einem anderen, vor dem Fahrzeug fahrenden Fahrzeug kurz ist;

Fig. 4 eine Draufsicht zur Erklärung, wie ein Ersatzweg in Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist, wenn der Abstand zwischen einem Fahrzeug und einem anderen, vor dem Fahrzeug fahrenden Fahrzeug lang ist;

Fig. 5 eine Darstellung, welche den Zusammenhang zwischen einer Frequenz einer ungewollten Bewegung und einer Breite  $M$  des Ersatzweges in Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 6 eine Draufsicht zur Erklärung, wie ein Ersatzweg in Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist, wenn das Fahrzeug an einer Kurve einer Straße fährt;

Fig. 7 eine Darstellung, welche den Zusammenhang zwischen einer Zeitdauer  $T$  für die Fortsetzung der Detektion und einer Frequenz einer ungewollten Steuerung in Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 8 eine Draufsicht, welche den Zustand zeigt, daß sich das vordere Fahrzeug E vom Weg A auf den Ersatzweg B bewegt; und

Fig. 9 eine Darstellung, welche den Zusammenhang zwischen einer Zeitdauer  $T$  und der Länge  $L$  der Bewegung des vorderen, in Fig. 8 gezeigten Fahrzeuges E in

Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Nachfolgend werden die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, welches ein System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Ein System zum Erkennen eines Hindernisses ist mit einem automatischen Bremssystem versehen, welches automatisch eine Bremskraft an die entsprechenden Räder eines Fahrzeuges anlegt, und das System zum Erkennen eines Hindernisses sendet eine Information betreffend das detektierte Hindernis an das automatische Bremssystem.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 umfaßt ein System zum Erkennen eines Hindernisses 4 eine Abtastradarvorrichtung 8, welche eine Radarkopfeneinheit 5, eine Signalverarbeitungseinheit 6 und eine arithmetische Einheit 7 aufweist. Die Radarkopfeneinheit 5 ist an der Vorderseite des Fahrzeuges befestigt und umfaßt einen Sendebereich, von welchem ein gepulster Laserstrahl zu einem Hindernis, wie etwa einem anderen Fahrzeug, welches vor dem Fahrzeug fährt, ausgesandt wird, und einen Empfangsbereich, in welchem die von dem Hindernis reflektierte Welle empfangen wird. Die Radarkopfeneinheit 5 tastet den vom Sendebereich abgesandten Laserstrahl in einem weiten Bereich der horizontalen Richtung ab. Die Radarkopfeneinheit 5 sendet ein Signal durch die Verarbeitungseinheit 6 zu der arithmetischen Einheit 7, welche einen Abstand und eine relative Geschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem vor dem Fahrzeug liegenden Hindernis unter Verwendung der Verzögerungszeit zwischen der Sendezeit und der Empfangszeit des empfangenen Laserstrahls berechnet. Derart stellt die Abtastradarvorrichtung 8 ein Hindernis fest, welches in einem vorbestimmten Bereich vor dem Fahrzeug existiert.

Das System zum Erkennen eines Hindernisses 4 umfaßt weiters einen Lenkwinkelsensor 9 zur Feststellung eines Lenkwinkels des Lenkrades, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 10 zur Feststellung einer Fahrzeuggeschwindigkeit und einen Giermomentsensor 11 zur Feststellung einem Giermomentes des Fahrzeugkörpers. Die Signale von den entsprechenden Sensoren 9 bis 11 werden einer Einheit zur Festlegung eines Weges und eines Ersatzweges 12 eingegeben, welche einen Weg A abschätzt (siehe Fig. 3), auf welchem das Fahrzeug danach fahren soll, und welche den Weg A und weiters einen Ersatzweg B festlegt (siehe Fig. 3), welcher auf beiden Seiten des abgeschätzten und bereitgestellten Weges A liegt.

Das System zum Erkennen eines Hindernisses 4 umfaßt weiters eine Vorrichtung zum Erkennen des Fahrbereiches 16, welche eine CCD-Kamera 13, eine Bildverarbeitungseinheit 14 und eine Wegerkennungseinheit 15 aufweist. Die CCD-Kamera 13 ist an der Vorderseite des Fahrzeuges befestigt und zeigt eine Ansicht des sich vor dem Fahrzeug ergebenden Bildes in einem vorbestimmten Ausschnitt. Das von der CCD-Kamera dargestellte Bild wird an die Wegerkennungseinheit 15 durch die Bildverarbeitungseinheit 14 gesandt. Die Wegerkennungseinheit 15 erkennt einen Fahrbereich durch Aufnahme der Linien aus der Bildansicht, welche an beiden Seiten der Straße angeordnet sind, auf welcher das Fahrzeug fährt. Derart kann die Vorrichtung 16 zum Erkennen eines Fahrbereiches die Ecke bzw. Kurve einer Straße erkennen, wenn ein Fahrzeug die Kurve,



wie unten beschrieben, durchfährt.

Das System zum Erkennen eines Hindernisses 4 umfaßt weiters eine Einheit zur Bestimmung eines Risikogrades 17. Die Hindernisinformation der Radareinheit 8 oder der arithmetischen Einheit 7, die Information der Einheit 12 zur Bereitstellung des Weges und des Ersatzweges und die festgestellte Information der Vorrichtung 16 zum Erkennen des Fahrbereichs oder der Einheit 15 zur Feststellung des Weges werden der Einheit 17 zur Bestimmung des Risikogrades eingegeben. Darauf bestimmt die Einheit 17 zur Bestimmung des Risikogrades den Risikograd von Hindernissen, welche von der Radarvorrichtung 8 erkannt wurden, auf der Basis der Information der Einheit 12 zur Festlegung des Weges und des Ersatzweges und der festgestellten Information der Vorrichtung 16 zum Erkennen des Fahrbereichs und anschließend gibt die Einheit 17 zur Bestimmung des Risikogrades die Information (den Abstand und die relative Geschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis) betreffend das Hindernis mit dem hohen Risikograd an eine Steuereinrichtung 18 eines automatischen Bremssystems weiter. Schließlich beurteilt die Steuereinrichtung 18 die Möglichkeit eines Kontaktes des Fahrzeuges mit dem Hindernis und steuert dann das automatische Bremssystem und betreibt einen Alarmsummer (nicht dargestellt), um das Risiko zu vermeiden.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben, wie das System zum Erkennen eines Hindernisses gemäß der vorliegenden Erfindung das Hindernis vor dem Fahrzeug erkennt.

Unter Bezugnahme auf Fig. 2 werden nach dem Starten Abstände und Winkel zwischen dem Fahrzeug (welches dem Fahrzeug C in Fig. 6 entspricht) und festgestellten Objekten 1-n (welche dem Fahrzeug E in Fig. 6 entsprechen), welche auf der Basis der verschiedenen Signale der Radareinheit 8 erhalten werden, der Einheit 12 zur Festlegung eines Weges und eines Ersatzweges im Schritt S11 eingegeben. Darauf wird der Weg A (siehe Fig. 6), auf welchem das Fahrzeug in der Folge fahren soll, von der Einheit 12 zur Festlegung des Weges und des Ersatzweges im Schritt S2 festgelegt und es wird der Ersatzweg B (siehe Fig. 6), welcher zu beiden Seiten des Weges A angeordnet ist, durch die Einheit 12 zur Bereitstellung des Weges und des Ersatzweges im Schritt S3 festgelegt.

Danach wird das festgestellte Objekt i durch ein Festlegen von  $i=0$  im Schritt S4 initialisiert und es wird das festgestellte Objekt i durch ein Festlegen von  $i=i+1$  im Schritt S5 aktualisiert. Darauf wird im Schritt S6 festgestellt, ob die Verfahrensschritte sämtlicher erkannter Objekte 1-n beendet wurden oder nicht. Wenn die Antwort im Schritt S6 JA ist, so wird im Schritt S7 festgestellt, ob sich das erkannte Objekt i auf dem Weg A befindet oder nicht.

Wenn die Antwort im Schritt S7 JA ist, so kehrt das Verfahren zum Schritt S5 zurück und setzt mit den selben Schritten fort. Wenn andererseits die Antwort im Schritt S7 NEIN ist, so setzt das Verfahren beim Schritt S8 fort, in welchem festgestellt wird, ob sich das erkannte Objekt i auf dem Ersatzweg B befindet oder nicht. Das Verfahren setzt beim Schritt S9 fort, wenn die Antwort im Schritt S8 JA ist, und das Verfahren setzt beim Schritt S14 fort, wenn die Antwort im Schritt S8 NEIN ist. Im Schritt S14 wird das erkannte Objekt i ausgeblendet und danach kehrt das Verfahren wieder zum Schritt S5 zurück.

Im Schritt S9 wird festgestellt, ob sich das erkannte Objekt i im vorangehenden Zyklus auf dem Weg A

befunden hat oder nicht. Wenn die Antwort im Schritt S9 JA ist, so setzt das Verfahren beim Schritt S10 fort, in welchem die Zeitschaltung  $T_i$  betreffend das erkannte Objekt i auf Null zurückgesetzt wird. Wenn im Schritt S9 die Antwort NEIN ist, so setzt das Verfahren beim Schritt S11 fort, in welchem die Zeitschaltung  $T_i$  zu zählen beginnt. Darauf wird im Schritt S12 die Zeitdauer  $T$  für die Fortsetzung der Erkennung des Objektes durch die Formel ( $T=M/V+d$ ) festgelegt, worin  $M$  eine Breite des Ersatzweges  $B$  ist,  $V$  die Fahrzeuggeschwindigkeit ist und  $d$  eine Konstante ist. Darauf wird im Schritt S13 festgestellt, ob  $T_i$  kleiner als  $T$  ist oder nicht.

Wenn die Antwort im Schritt S13 JA ist, so kehrt das Verfahren zum Schritt S5 zurück, und wenn die Antwort im Schritt S13 NEIN ist, so setzt das Verfahren beim Schritt S14 fort, in welchem das erkannte Objekt i ausgeblendet wird, und geht dann wieder zum Schritt S5 zurück.

Wenn die Antwort im Schritt S6 NEIN ist, so setzt danach das Verfahren beim Schritt S15 fort, in welchem die Risiken des entsprechenden erkannten Objektes i beurteilt werden. Darauf wird das erkannte Objekt i mit dem höchsten Risikograd als ein im Schritt S16 zu kontrollierendes Hindernis ermittelt und es wird beispielsweise das automatische Bremssystem schließlich so betrieben, daß das Risiko, wie etwa ein Kontakt mit dem Hindernis, im Schritt S17 vermieden wird.

In der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Verwendung der Radarabstastvorrichtung 8 im Schritt S7 festgestellt, ob sich das erkannte Objekt i auf dem Weg A befindet oder nicht. Im Schritt S3 wird der Ersatzweg B, welcher zu beiden Seiten des Weges A liegt, durch die Einheit 12 zur Festlegung des Weges und des Ersatzweges festgelegt. Darauf wird das Fahrzeug E in den Schritten S8 bis S14 kontinuierlich als ein Hindernis festgestellt, bis die Zeitschaltung  $T_i$  die oben erwähnte Zeitdauer  $T$  gezählt hat, wenn sich das als ein Hindernis erkannte Fahrzeug E vom Weg A zum Ersatzweg B bewegt. Hierbei ist die Zeitdauer  $T$  auf der Basis der Breite  $M$  und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  veränderbar. Das heißt, die Zeitdauer  $T$  weist einen großen Wert auf, wenn die Breite  $M$  groß ist und die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  klein ist.

Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Ersatzweg B an beiden Seiten des Weges A vorgesehen und das System zum Erkennen eines Hindernisses erkennt kontinuierlich das voranfahrende Fahrzeug E als ein Hindernis, bis die vorbestimmte Zeitdauer  $T$  vergangen ist, wenn sich das voranfahrende Fahrzeug E vom Weg A zum Ersatzweg B bewegt. Daraus resultierend kann das Fahrzeug mit dem System zum Erkennen eines Hindernisses sicher fahren.

Nachfolgend werden andere Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 3 bis Fig. 9 beschrieben.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 3 und 4 kann die Einheit 12 zur Festlegung des Weges und Ersatzweges die Breite  $M$  des Ersatzweges B auf der Basis des Abstandes zwischen dem Fahrzeug C und dem voranfahrenden Fahrzeug E ändern. Wie dies in Fig. 3 gezeigt ist, wird insbesondere, wenn der Abstand zwischen dem Fahrzeug C und dem voranfahrenden Fahrzeug E gering ist, die Breite  $M$  des zu beiden Seiten des Weges A liegenden Ersatzweges B breit ausgehend von der Position unmittelbar vor dem Fahrzeug C im Abstastbereich D der Radarvorrichtung vorgesehen sein.

Wenn andererseits, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist, der Abstand zwischen dem Fahrzeug C und dem voranfah-

renden Fahrzeug E groß ist, so wird die Breite M des Ersatzweges B derart festgelegt, daß sie an der Stelle unmittelbar vor dem Fahrzeug C gering ist und sich verlaufend bis zu der Stelle, welche vom Fahrzeug C weit entfernt ist, im Abtastbereich D der Radarvorrichtung vergrößert.

Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie sie in den Fig. 3 und 4 gezeigt ist, kann das System zum Erkennen eines Hindernisses das vor dem Fahrzeug C fahrende Fahrzeug E ununterbrochen unabhängig von dem Abstand zwischen dem Fahrzeug C und dem voranfahrenden Fahrzeug E erkennen bzw. feststellen.

Unter Bezugnahme auf Fig. 5 kann die Einheit zur Bereitstellung des Weges und des Ersatzweges 12 die Breite M des Ersatzweges B auf der Basis einer ungewollten Bewegung der Lenkung bzw. Steuerung des Fahrzeuges C verändern. So wird nämlich die Bewegung des vorderen Fahrzeuges E in der Richtung der Breite relativ groß, wenn die Frequenz einer ungewollten Bewegung der Lenkung des Fahrzeuges C groß wird. Wenn die Breite M des Ersatzweges B als konstant vorgegeben wird, so könnte das vordere Fahrzeug E nicht erkannt werden. Derart wird gemäß der vorliegenden Erfindung, wie dies in Fig. 5 gezeigt ist, die Breite M des Ersatzweges B als groß vorgegeben, wenn die Frequenz der ungewollten Bewegung der Lenkung des Fahrzeuges C um mehr als 0,5 Hz ansteigt. Daraus resultierend kann gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das System zum Erkennen eines Hindernisses das vor dem Fahrzeug C fahrende Fahrzeug E ununterbrochen unabhängig von der Frequenz der ungewollten Bewegung der Steuerung des Fahrzeuges C erkennen.

Unter Bezugnahme auf Fig. 6 kann die Einheit 12 zur Festlegung des Weges und des Ersatzweges die Breite M des Ersatzweges B ändern, wenn das Fahrzeug C um eine Ecke bzw. Kurve der Straße fährt. Es wird nämlich die Kurve der Straße durch die Vorrichtung 16 zum Erkennen des Fahrbereiches vorher erkannt, wenn das Fahrzeug C in die Kurve der Straße einfährt, und es wird die Breite M des an der Innenseite der Kurve gelegenen Ersatzweges B groß eingestellt. Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das System zum Erkennen eines Hindernisses ununterbrochen das vor dem Fahrzeug C in der Kurve der Straße fahrende Fahrzeug E erkennen, obwohl das in der Kurve der Straße fahrende Fahrzeug E leicht unerkannt bleiben könnte.

Die obengenannte Zeitdauer T zur Weiterführung der Erkennung kann wie folgt festgelegt werden. Insbesondere wird die Zeitdauer T auf der Basis des Verhaltens des voranfahrenden Fahrzeuges E (der ungewollten Bewegung in der Breitenrichtung des Fahrzeuges E gegenüber dem Fahrzeug C) vergrößert oder verkleinert werden. Genauer wird die Zeitdauer T, wie dies in Fig. 7 gezeigt ist, als lang im Verhältnis zu der ungewollten Bewegung der Lenkung des Fahrzeuges E (Frequenz der ungewollten Bewegung größer als eine vorbestimmte Frequenz f) festgelegt. Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das System zum Erkennen eines Hindernisses das vor dem Fahrzeug C fahrende Fahrzeug E unabhängig von dem Verhalten des Fahrzeuges E erkennen, da die Zeitdauer T als lang vorgegeben wird, selbst wenn das Fahrzeug E auf Grund seines Verhaltens unentdeckt bleiben könnte.

Weiters kann die Zeitdauer T geändert werden, wenn das Fahrzeug in einer Kurve einer Straße fährt. Wie dies

in Fig. 6 gezeigt ist, wird insbesondere die Kurve der Straße vorher durch die Vorrichtung 16 zum Erkennen des Fahrbereiches festgestellt, wenn das Fahrzeug C in die Kurve der Straße einfährt, wobei dann die Zeitdauer T als lang vorgegeben wird, wenn sich das Fahrzeug E am Beginn der Kurve der Straße befindet. Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das System zum Erkennen eines Hindernisses das vor dem Fahrzeug C in der Kurve der Straße fahrende Fahrzeug E bestimmt erkennen, selbst wenn das in der Kurve der Straße fahrende Fahrzeug E leicht unentdeckt bleiben könnte.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 8 und 9 kann die Zeitdauer T auf der Basis der Länge L der Bewegung des Fahrzeuges festgelegt werden, wenn sich das Fahrzeug E vom Weg A zum Ersatzweg B bewegt. Insbesondere wird die Zeitdauer T kurz festgelegt, wenn die Länge L groß ist, da sich der Risikograd verringert, wenn die Länge L ansteigt. Andererseits wird die Zeitdauer T als lang festgelegt, wenn die Länge L klein ist, da sich der Risikograd vergrößert, wenn sich die Länge L verkleinert. Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die für ein sicheres Fahren des Fahrzeuges C erforderliche Zeitdauer T bevorzugt festgelegt werden.

Weiters kann das vor dem Fahrzeug C fahrende Fahrzeug E kontinuierlich ohne Bestimmung der Zeitdauer T erkannt werden, solange sich das Fahrzeug E am Ersatzweg B befindet, und das System zum Erkennen eines Hindernisses kann das Erkennen des Fahrzeuges E beenden, wenn sich das Fahrzeug E zur Außenseite des Weges A und des Ersatzweges B bewegt. Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Fahrzeug C sehr sicher gefahren werden.

Obwohl die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf spezielle, bevorzugte Ausführungsformen beschrieben wurde wird der Durchschnittsfachmann feststellen, daß Abänderungen und Verbesserungen durchgeführt werden können, während im Rahmen und im Geist der vorliegenden Erfindung verblieben wird. Der Rahmen der vorliegenden Erfindung wird lediglich durch die beigeschlossenen Ansprüche bestimmt.

#### Patentansprüche

1. System zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug, welches ein anderes vor dem Fahrzeug (C) fahrendes Fahrzeug (E) als ein Hindernis erkennt, wobei das System umfaßt:
  - eine Wegfestlegungseinrichtung (12) zur Festlegung eines Weges (A), auf welchem das Fahrzeug (C) in der Folge fahren soll;
  - eine Ersatzwegfestlegungseinrichtung (12) zur Festlegung eines Ersatzweges (B), welcher an der Außenseite des Weges (A) verläuft;
  - eine Erkennungseinrichtung zum Erkennen eines anderen Fahrzeuges (E) als ein Hindernis, welches am Weg (A) oder am Ersatzweg (B) fährt; und
  - eine Hinderniserkennungs-Fortsetzungseinrichtung zum fortgesetzten Erkennen des anderen Fahrzeuges (E), bis eine vorbestimmte Bedingung, daß sich das andere Fahrzeug (E) vom Weg (A) zum Ersatzweg (B) bewegt, erfüllt wurde.
2. System zum Erkennen eines Hindernisses nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Bedingung ist, daß eine vorbestimmte Zeitdauer (T) vergangen ist.
3. System zum Erkennen eines Hindernisses nach

Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hinderniserkennungs-Fortsetzungseinrichtung ausgebildet ist, um die vorbestimmte Zeitdauer (T) auf der Basis des Verhaltens des anderen Fahrzeuges (E) zu ändern.

4. System zum Erkennen eines Hindernisses nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hinderniserkennungs-Fortsetzungseinrichtung ausgebildet ist, um die vorbestimmte Zeitdauer (T) auf der Basis der Länge (L) der Bewegung des anderen Fahrzeuges (E) zu ändern, wenn sich das andere Fahrzeug (E) vom Weg (A) zum Ersatzweg (B) bewegt.

5. System zum Erkennen eines Hindernisses nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ersatzwegfestlegungseinrichtung ausgebildet ist, um eine Breite (M) des Ersatzweges (B) auf der Basis eines Abstandes zwischen dem Fahrzeug (C) und dem anderen Fahrzeug (E) zu ändern.

6. System zum Erkennen eines Hindernisses nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ersatzwegfestlegungseinrichtung ausgebildet ist, um eine Breite (M) des Ersatzweges (B) auf der Basis einer Frequenz des ungewollten Bewegens einer Steuerung des Fahrzeuges (C) zu ändern.

7. System zum Erkennen eines Hindernisses nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Bedingung darin besteht, daß sich das andere Fahrzeug (E) zur Außenseite des Weges (A) und des Ersatzweges (B) bewegt hat.

8. System zum Erkennen eines Hindernisses nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das System weiters eine Fahrbereichserkennungseinrichtung (16) zur Erkennung einer Kurve einer Straße umfaßt, auf welcher das Fahrzeug (C) danach fahren soll, wobei die Hinderniserkennungs-Fortsetzungseinrichtung ausgebildet ist, um die vorbestimmte Zeitdauer (T) zu erhöhen, wenn die Fahrbereichserkennungseinrichtung (16) die Kurve der Straße erkannt hat.

9. System zum Erkennen eines Hindernisses nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das System weiters eine Fahrbereichserkennungseinrichtung (16) zur Erkennung einer Kurve einer Straße umfaßt, auf welcher das Fahrzeug (C) danach fahren soll, wobei die Ersatzwegfestlegungseinrichtung (12) ausgebildet ist, um eine Breite (M) des Ersatzweges (B) zu erhöhen, wenn die Fahrbereichserkennungseinrichtung (16) die Kurve der Straße erkannt hat.

10. Gerät zum Erkennen eines Hindernisses für ein Kraftfahrzeug, welches ein anderes vor dem Fahrzeug (C) fahrendes Fahrzeug (E) als ein Hindernis erkennt, wobei das System umfaßt:  
eine erste Einheit (12) zur Festlegung eines Weges (A), auf welchem das Fahrzeug (C) in der Folge fahren soll;

eine zweite Einheit (12) zur Festlegung eines Ersatzweges (B), welcher an der Außenseite des Weges (A) verläuft;

eine Hinderniserkennungseinrichtung zum Erkennen eines anderen Fahrzeuges (E) als ein Hindernis, welches am Weg (A) oder am Ersatzweg (B) fährt; und

eine Hinderniserkennungs-Fortsetzungseinrichtung zum fortgesetzten Erkennen des anderen Fahrzeuges (E), bis eine vorbestimmte Bedingung, daß sich das andere Fahrzeug (E) vom Weg (A) zum

Ersatzweg (B) bewegt, erfüllt wurde.

11. Gerät zum Erkennen eines Hindernisses nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Bedingung ist, daß eine vorbestimmte Zeitdauer (T) vergangen ist.

12. Gerät zum Erkennen eines Hindernisses nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Bedingung darin besteht, daß sich das andere Fahrzeug (E) zur Außenseite des Weges (A) und des Ersatzweges (B) bewegt hat.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG. 1

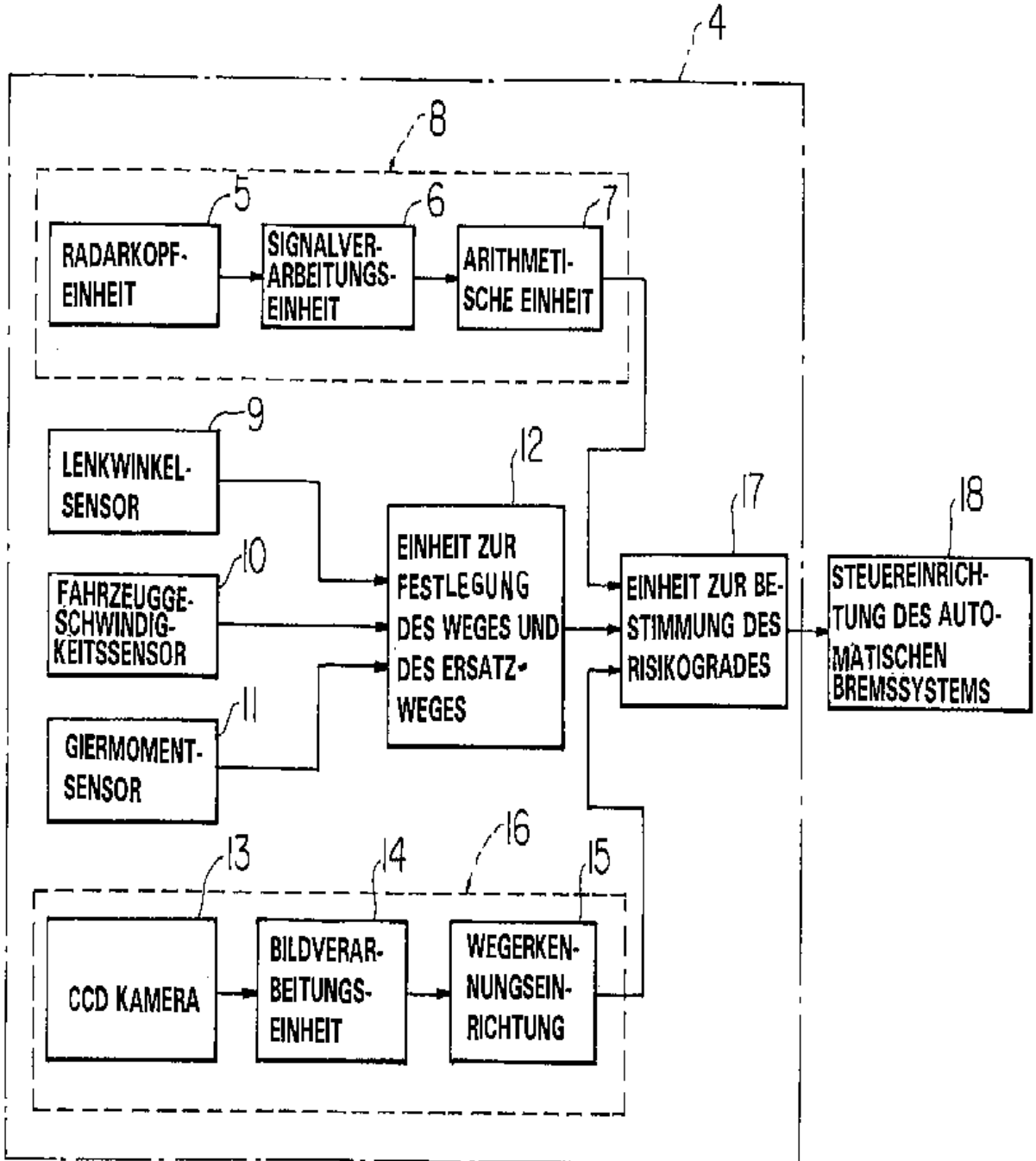


FIG. 2

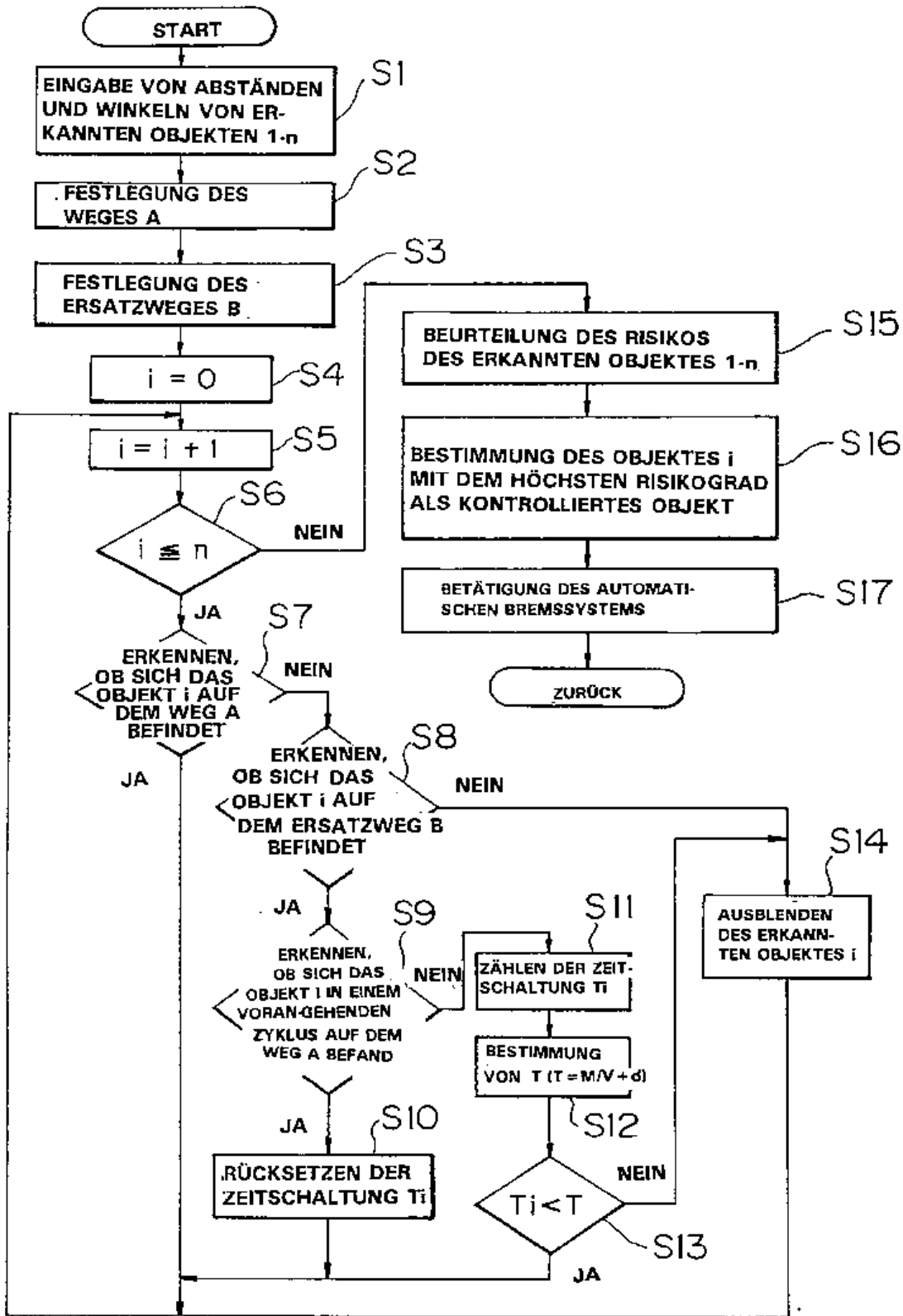


FIG. 3

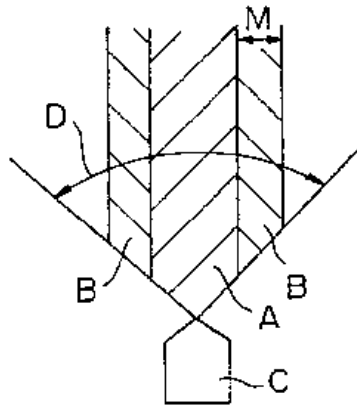


FIG. 4

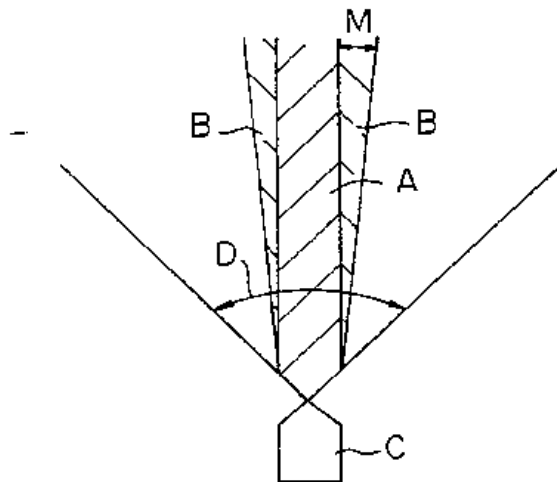


FIG. 5

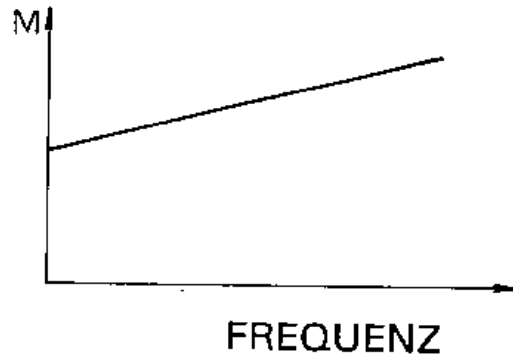


FIG. 6

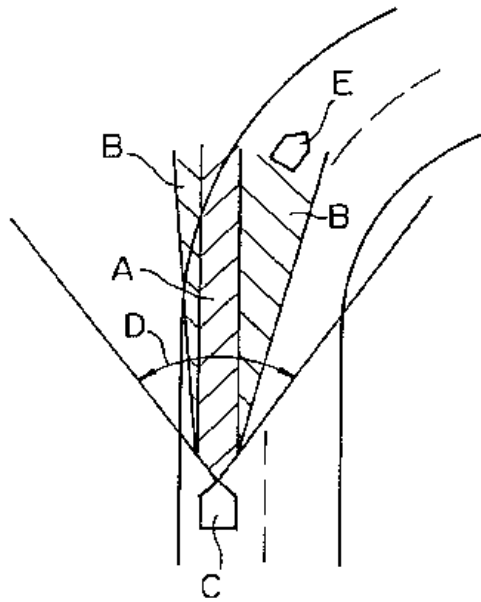




FIG. 7

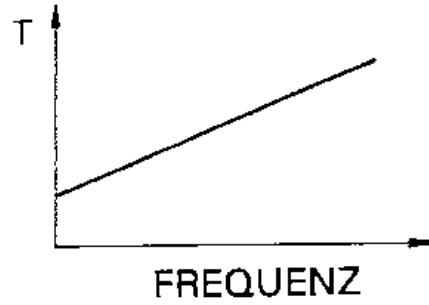


FIG. 8

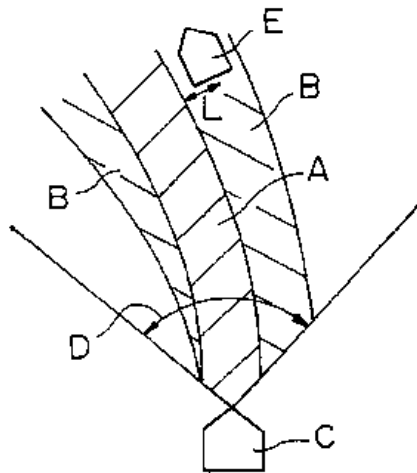
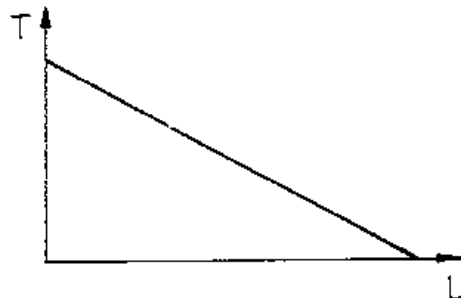


FIG. 9



**Bibliographic data: DE4423966 (A1) — 1995-01-12****Obstacle detection system for motor vehicles**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** YOSHIOKA TOHRU [JP]; NIIBE TADAYUKI [JP]; OKUDA KENICHI [JP]; ADACHI TOMOHIKO [JP]; UEMURA HIROKI [JP]; DOI AYUMU [JP]; YAMAMOTO YASUNORI [JP]; MASUDA NAOTSUGU [JP] ± (YOSHIOKA, TOHRU, HATSUKAICHI, HIROSHIMA, JP, ; NIIBE, TADAYUKI, HIROSHIMA, JP, ; OKUDA, KENICHI, HATSUKAICHI, HIROSHIMA, JP, ; ADACHI, TOMOHIKO, HATSUKAICHI, HIROSHIMA, JP, ; UEMURA, HIROKI, KURE, HIROSHIMA, JP, ; DOI, AYUMU, HATSUKAICHI, HIROSHIMA, JP, ; YAMAMOTO, YASUNORI, HIGASHIHIROSHIMA, HIROSHIMA, JP, ; MASUDA, NAOTSUGU, HIROSHIMA, JP)

**Applicant(s):** MAZDA MOTOR [JP] ± (MAZDA MOTOR CORP., HIROSHIMA, JP)

**Classification:** - **international:** **B60R21/00; B60T8/172; G01S17/93;**  
(IPC1-7): B60K28/00; G01S17/88  
- **cooperative:** **B60T8/172; G01S17/936; B60T2201/02; B60W2550/10**

**Application number:** DE19944423966 19940707

**Priority number(s):** JP19930167226 19930707

**Also published as:** US5585798 (A) JPH0717347 (A)

**Abstract of DE4423966 (A1)**

An obstacle detection system for a motor vehicle detects obstacles in front of the vehicle and searches for the dynamic relativity between the vehicle and each of the obstacles and on the basis of this an item of information is calculated relating to the level of risk between the vehicle and each obstacle in order to carry out an evaluation of risk. A frequency at which the calculation of the information relating to the level of risk is carried out is changed so as to increase or decrease according to the level of risk of the obstacles.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 44 23 966 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 K 28/00**  
G 01 S 17/88

21 Aktenzeichen: P 44 23 966.1  
22 Anmeldetag: 7. 7. 94  
43 Offenlegungstag: 12. 1. 95

DE 44 23 966 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
07.07.93 JP 5-167226

71 Anmelder:  
Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP

74 Vertreter:  
Weber, O., Dipl.-Phys.; Heim, H., Dipl.-Ing.  
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 81479 München

72 Erfinder:  
Yoshioka, Tohru, Hatsukaichi, Hiroshima, JP; Niibe,  
Tadayuki, Hiroshima, JP; Okuda, Kenichi,  
Hatsukaichi, Hiroshima, JP; Adachi, Tomohiko,  
Hatsukaichi, Hiroshima, JP; Uemura, Hiroki, Kure,  
Hiroshima, JP; Doi, Ayumu, Hatsukaichi, Hiroshima,  
JP; Yamamoto, Yasunori, Higashihiroshima,  
Hiroshima, JP; Masuda, Naotsugu, Hiroshima, JP

59 **Hinderniserfassungssystem für Kraftfahrzeuge**

57 Ein Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug erfaßt Hindernisse vor dem Fahrzeug und sucht die dynamische Relativität zwischen dem Fahrzeug und jedem der Hindernisse, auf deren Grundlage eine Information bezüglich des Gefahrenniveaus zwischen dem Fahrzeug und jedem Hindernis zur Durchführung einer Gefahrenbeurteilung berechnet wird. Eine Frequenz, bei der die Berechnung der Information in bezug auf das Gefahrenniveau durchgeführt wird, wird zunehmend oder abnehmend entsprechend den Gefahrenniveaus der Hindernisse verändert.

DE 44 23 966 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein System zur Erfassung von Hindernissen auf einer vorausgehenden Bahn und betrifft insbesondere ein Hinderniserfassungssystem zur Überprüfung von Hindernissen auf einer beabsichtigten vorausgehenden Bahn.

Hinderniserfassungsgeräte oder Systeme für Kraftfahrzeuge umfassen üblicherweise Sensoren, wie z. B. Abtastlaserradare. Ein derartiges Laserradar-Hinderniserfassungssystem strahlt ein Laserlicht nach vorne aus und empfängt das reflektierte Laserlicht, um Hindernisse auf der vorausgehenden Bewegungsbahn zu erfassen und zu überprüfen. Mit dem Hinderniserfassungssystem kann eine Gefahrenbeurteilung bei jedem erfaßten Hindernis gemacht und eine Antriebssteuerung geeignet durchgeführt werden, da die Abtastung über einen breiten und langen Sichtbereich zur Erfassung vieler Gegenstände als Hindernisse erfolgt. Ein derartiges Hinderniserfassungsgerät ist z. B. aus der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 61-6349 bekannt.

Da das in der oben erwähnten Veröffentlichung beschriebene Hinderniserfassungsgerät eine Gefahrenbeurteilung auf einer gleichen Frequenz für alle erfaßten Hindernisse anstelle des Gefahrenniveaus dieser Hindernisse durchführt, muß eine zentrale Rechereinheit (CPU) des Hinderniserfassungsgeräts eine große Anzahl Operationen für die Gefahrenbeurteilung nicht nur für hohe Gefahrenniveaus der Hindernisse, sondern ebenfalls für niedrige Gefahrenniveaus der Hindernisse durchführen. Entsprechend den Fahrumständen wird die Kapazität der CPU zur Durchführung wiederholter Operationen überschritten. In diesem Fall ist es kaum möglich, ein schnelles Ansprechen des Antriebssteuersystems auf Hindernisse hoher Priorität durchzuführen, da die Gefahrenbeurteilung für jedes der vielen Hindernisse verzögert wird. Dies führt zu Fehlern bei der Beurteilung hoher Gefahrenniveaus. Obwohl man mit einer Verwendung einer CPU mit großer Kapazität dieses Problem lösen kann, sind damit jedoch höhere Herstellungskosten des Hinderniserfassungsgeräts und damit des Kraftfahrzeugs verbunden. Entsprechend besteht ein großes Bedürfnis nach einem verbesserten Hinderniserfassungsgerät oder System, das mit niedrigen Kosten bereitgestellt werden kann.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, in dem eine zentrale Rechereinheit (CPU) nur einer verminderten Gesamtbelastung unterworfen wird, so daß keine Verzögerung bei der Operation und dem Ansprechen in Verbindung mit Hindernissen mit hohem Gefahrenniveau bewirkt wird, wodurch eine zeitgerechte und schnelle Beurteilung der Gefahr des Hindernisses durchgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug gelöst, welches eine Hinderniserfassungseinrichtung, z. B. einen Laserradar, zur Erfassung einer dynamischen Relativität des Fahrzeugs in bezug auf jedes Hindernis vor dem Fahrzeug aufweist, die mindestens durch eine Geschwindigkeit und eine Richtung des Hindernisses dargestellt wird. Das Gefahrenniveau der erfaßten Hindernisse wird entsprechend der dynamischen Relativität bestimmt, und die Gefahrenbeurteilung wird bei einer Frequenz durchgeführt, die entsprechend dem Gefahrenniveau ansteigend oder abfallend verändert wird.

Insbesondere wird ein sich bewegendes Hindernis als hohes Gefahrenniveau eingestuft, wenn es sich relativ

zum Fahrzeug annähert, wenn ein Abstand von dem Fahrzeug geringer als ein vorbestimmter Abstand ist, und/oder wenn es sich auf der vorausgehenden Bahn befindet, auf der das Fahrzeug fährt. Andererseits wird das Gefahrenniveau eines Hindernisses als niedrig bestimmt, wenn das Hindernis stillsteht, wenn es sich weit vom Fahrzeug wegbewegt, wenn es sich in einem Abstand vom Fahrzeug befindet, der größer als der vorbestimmte Abstand ist, oder wenn es sich nicht auf der vorausgehenden Bahn befindet. D.h., die Beurteilung der Gefahr wird mit einer ansteigenden Frequenz für ein Hindernis durchgeführt, wenn das Gefahrenniveau des Hindernisses hoch ist und andererseits mit einer abfallenden Frequenz durchgeführt, wenn sein Gefahrenniveau niedrig ist.

Die Bestimmung des Gefahrenniveaus für ein Hindernis außerhalb der vorausgehenden Bahn, auf der sich das Fahrzeug bewegt, wird ausgeschlossen.

Das Gefahrenniveau kann entsprechend den möglichen vorausgehenden Bewegungsbahnzonen des Fahrzeugs bestimmt werden. Die möglichen Bewegungsbahnzonen werden in überlappende Bahnzonen eingeteilt, wobei sich eine mutmaßliche, in gerader Richtung vom Fahrzeug, in die das Fahrzeug im Moment gerichtet ist, erstreckende gerade Bahn und eine sich vor dem Fahrzeug erstreckende Straßenspur einander überlappen, eine Bahnzone der Straße B, die ein Teil der Straßenspur ist, die sich von der mutmaßlichen geraden Bahn wegerstreckt, und eine gerade Bahnzone, die ein Teil der mutmaßlichen geraden Bahn ist und sich von der Straßenspur wegerstreckt. Als höchstes Gefahrenniveau wird die sich überlappende Bahnzone und als niedrigstes Gefahrenniveau die gerade Bahnzone festgesetzt.

Mit dem Hinderniserfassungssystem wird eine Gefahrenbeurteilung nicht direkt auf der Grundlage der dynamischen Relativität zwischen dem Fahrzeug und dem vor dem Fahrzeug befindlichen Hindernis durchgeführt, sondern das Gefahrenniveau wird entsprechend der dynamischen Relativität bestimmt. Die Frequenz der Operation für die Gefahrenbeurteilung eines Hindernisses wird erhöht, wenn das Hindernis ein hohes Gefahrenniveau darstellt, oder erniedrigt, wenn es ein niedriges Gefahrenniveau darstellt. D.h., die Operation der Gefahrenbeurteilung wird nicht bei gleichförmiger Frequenz für alle Hindernisse, sondern bei unterschiedlichen Frequenzen entsprechend den Gefahrenniveaus der Hindernisse durchgeführt. Entsprechend ist die Frequenz, bei der die Operation für eine Gefahrenbeurteilung durchgeführt wird, für Hindernisse mit niedrigen Gefahrenniveaus niedrig, verglichen mit Hindernissen mit hohem Gefahrenniveau, so daß nutzlose Operationen der Gefahrenbeurteilung für Hindernisse mit niedrigem Gefahrenniveau vermieden werden. Dies ermöglicht eine Steigerung der Belastung, der die CPU unterworfen werden kann. Infolge der niedrigeren Frequenz der Gefahrenbeurteilungsoperation für Hindernisse mit niedrigem Gefahrenniveau kann die CPU andererseits mit einer hohen Frequenz für Hindernisse mit hohem Gefahrenniveau arbeiten, so daß sie ohne irgendeine Verzögerung in der Operation und der Beantwortung arbeitet, so daß eine zeitgerechte und schnelle Steuerung des Fahrzeugs zur Vermeidung des Hindernisses geschaffen wird.

Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Hinderniserfassungs-

systems;

Fig. 2A und 2B ein Fließbild zur Darstellung eines Operationssteuerprogramms für einen Mikrocomputer in dem Hinderniserfassungssystem;

Fig. 3 ein Fließbild zur Darstellung eines Gefahrenniveaubestimmungsunterprogramms;

Fig. 4 ein Fließbild zur Darstellung irgendeines Gefahrenniveaubestimmungsunterprogramms; und

Fig. 5 eine erläuternde Darstellung für Gefahrenniveaus in Verbindung mit einer gekrümmten Straße.

Fig. 1 zeigt ein Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug in einem Blockdiagramm entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei das Hinderniserfassungssystem mit einem automatischen Bremssystem zum Aufbringen einer Bremskraft auf jedes der Räder zusammenwirkt. Das Hinderniserfassungssystem umfaßt einen Abstandserfassungskopf oder eine Bereichssuchereinheit 8 in Form eines Laserradars, der im vorderen Abschnitt des Fahrzeugs (nicht dargestellt) eingebaut ist. Die Laserbereichssuchereinheit 8 umfaßt eine Laserradareinheit 5, eine Signalverarbeitungseinheit 6 und eine Operationseinheit 7. Die Laserradareinheit 5 strahlt einen gepulsten Laserstrahl horizontal nach vorne aus, so daß ein weiterer Feldwinkel abgetastet wird, und empfängt einen reflektierten Strahl von einem vorausbefindlichen Hindernis, z. B. einem vorausfahrenden Fahrzeug. Die verstrichene Zeit von der Ausstrahlung des Laserimpulses bis zum Empfang des von einem vorausbefindlichen Hindernis reflektierten Laserimpulses ist dem Abstand zwischen der Laserbereichssuchereinheit 8 und dem Hindernis proportional, wobei die für jeden Laserimpuls erforderliche Zeit vom Fahrzeug zum Hindernis und zurück, die von dem Laserradarkopf 5 erfaßt wird, für den Abstand zwischen ihnen repräsentativ ist. Der Laserradarkopf 5 liefert ein Signal für den Abstand zwischen dem Fahrzeug (was im folgenden als Eigenfahrzeug bezeichnet wird) und einem im voraus befindlichen Hindernis (das im folgenden als Hindernis bezeichnet wird), das innerhalb des abgetasteten Feldes erfaßt wird, und sendet das Signal zu der Signalverarbeitungseinheit 6 und zur Operationseinheit 7. Die Operationseinheit 7 verarbeitet die Information jedes durch den Laserradarkopf 5 erfaßten Hindernisses auf eine Frequenz entsprechend dem Gefahrenniveau des Hindernisses. Ein derartiger Laserradarkopf 5 ist dem Fachmann bekannt und kann von irgendeiner Bauart sein.

Das Hinderniserfassungssystem umfaßt weiter einen Steuerwinkelsensor 9, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 10 und einen Giergeschwindigkeitssensor 11, die einem Steuerwinkel des Steuerrades, einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs bzw. einer Giergeschwindigkeit, die das Fahrzeug erzeugt, entsprechende Signale liefern. Diese Signale werden zu einer Bahneinstelleinrichtung 12 geleitet, in der die gegenwärtige Bewegungsbahn und eine zweite oder Reservebahn auf beiden Seiten der Bewegungsbahn eingestellt sind. Alle diese Sensoren 9 bis 11 sind dem Fachmann bekannt und können von irgendeiner Bauart sein. Weiter ist das Hinderniserfassungssystem mit einer Bahnerkennungseinheit 16 ausgerüstet, bestehend aus einer Kamera mit einem la-  
 60 lungsgekoppelten Gerät, nämlich einer CCD-Kamera 13, einer Bildverarbeitungseinheit 14 und einer Bahnerkennungseinheit 15. Die CCD-Kamera 13 hat einen Sichtwinkel, der mit dem Abtastwinkel zusammenfällt. Ein von der CCD-Kamera 13 gelieferter Bilddatenwert der Szene wird zu der Bildverarbeitungseinheit 14 und dann zu der Bahnerkennungseinheit 15 gesendet. Diese

Bahnerkennungseinheit 15 erkennt eine Bewegungszone durch Zeichnen weißer Spurbegrenzungen auf beiden Seiten der Bahn, auf dem sich das Fahrzeug bewegt. Die von dieser Laserbereichssuchereinheit 8 der Bahneinstelleinrichtung 12 und der Bahnerkennungseinheit 16 gelieferten Informationen werden zu einer Beurteilungseinheit 17 geleitet, in der eine Beurteilung des Gefahrenniveaus des durch den Laserradarkopf 5 erfaßten Hindernisses auf der Grundlage der Information durchgeführt wird und die eine Information liefert, die den Abstand und eine relative Geschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis für eine Steuereinheit 18 für ein automatisches Bremssystem liefert. Diese Steuereinheit 18 für das automatische Bremssystem beurteilt das Risikoniveau einer frontalen Kollision und spricht ein Bremssystem an, um eine frontale Kollision zu verhindern, und liefert eine Warnung.

Der Betrieb des Hinderniserfassungssystems gemäß der Erfindung wird weiter unter Bezugnahme auf die Fig. 2A und 2B erläutert, die ein Fließbild zur Darstellung eines Hinderniserfassungsprogramms für den Mikrocomputer des Hinderniserfassungssystems darstellen. Das Programmieren ist in der Technik bekannt. Die folgende Beschreibung soll einen Programmierer mit üblicher Ausbildung in die Lage versetzen, ein geeignetes Programm für den Mikrocomputer aufzustellen. Die besonderen Einzelheiten irgendeines Programms hängen natürlich von dem Aufbau des im einzelnen ausgewählten Computers ab.

In den Fig. 2A und 2B beginnt die Steuerung und schreitet zu Schritt S1, bei dem dem Abstand entsprechende Signale und Winkeldaten verschiedener, im voraus befindlicher Hindernisse  $N_i$  ( $N_1, \dots, N_n$ ), wie z. B. vorausfahrende Fahrzeuge (die im folgenden als Hindernisse bezeichnet werden), in bezug auf das Fahrzeug auf der Grundlage von Signalen geliefert werden, die von dem Laserradarkopf 5 auf der Grundlage des von den Hindernissen reflektierten Lichts geliefert werden. Dann stellt die Bahneinstelleinrichtung 12 bei Schritt S2 die Bewegungsbahn ein, die der Fahrer voraussichtlich auf der Grundlage der Signale von den Sensoren 9 bis 11 fährt, und stellt weiter zweite Bahnen an gegenüberliegenden Seiten der beabsichtigten Bewegungsbahn bei Schritt S3 ein.

Nach dem Rückstellen einer Variablen  $i$  auf null (0) bei Schritt S4 wird die Variable  $i$  bei Schritt S5 durch einen Zuwachs von eins (1) geändert. Darauf folgend wird bei Schritt S6 eine Entscheidung darüber getroffen, ob die Variable  $i$  gleich oder kleiner ist als die Anzahl  $n$  der im voraus befindlichen Hindernisse, d. h. ob die Prozesse von Schritt S7 bis Schritt S14, die erforderlich sind, um das Gefahrenniveau einzustellen, für jedes der im voraus befindlichen Hindernisse  $N_1$  bis  $N_n$  durchgeführt wurde. Wenn die Antwort der Entscheidung "JA" ist, wird eine Entscheidung ohne Einstellen des Gefahrenniveaus für das Hindernis  $N_i$  bei Schritt S7 durchgeführt, ob sich das Hindernis  $N_i$  auf der beabsichtigten Bewegungsbahn befindet. Wenn die Antwort der Entscheidung "JA" ist, wird, nachdem die Variable  $i$  um einen Zuwachs von eins (1) bei Schritt S5 geändert wurde, bei Schritt S6 eine Entscheidung über die Anzahl der Hindernisse getroffen. Wenn die Antwort der Entscheidung bei Schritt S7 "NEIN" ist, zeigt dies, daß sich das Hindernis  $N_i$  nicht auf der beabsichtigten Bewegungsbahn befindet, woraufhin dann bei Schritt S8 eine Entscheidung darüber getroffen wird, ob das Hindernis  $N_i$  sich auf irgendeiner der zweiten Bewegungsbahnen befindet. Wenn die Antwort der Entscheidung bei Schritt

S8 "NEIN" ist, dann wird, nachdem das Hindernis Ni bei Schritt S14 maskiert wurde, die Variable i durch einen Zuwachs von eins (1) bei Schritt S5 verändert und darauffolgend die Entscheidung bei Schritt S6 getroffen. Wenn andererseits die Antwort der Entscheidung "JA" ist, wird dann darauffolgend bei Schritt S9 eine Entscheidung darüber getroffen, ob das Hindernis Ni sich auf der beabsichtigten Bewegungsbahn beim letzten Zyklus des Steuerprogramms befunden hat. Wenn die Antwort der Entscheidung "JA" ist, wird bei Schritt S10 nach dem Rückstellen eines Zeitgebers die Variable i um einen Zuwachs von eins (1) bei Schritt S5 verändert, und darauffolgend wird eine Entscheidung bei Schritt S6 getroffen.

Wenn die Antwort der Entscheidung bei Schritt S10 "NEIN" ist, dann zählt der Zeitgeber eine Zeitdauer Ti bei Schritt S11, und darauf wird bei Schritt S12 eine kontinuierliche Überwachungszeit T berechnet. Diese kontinuierliche Überwachungszeit T wird mit folgender Formel berechnet:

$$T = V/M \times (1 + d)$$

wobei M der seitliche Abstand ist, um den das Hindernis verschoben ist;

V die Geschwindigkeit des Hindernisses ist; und d eine Konstante ist.

Darauf wird bei Schritt S13 eine Entscheidung darüber getroffen, ob die Zeitdauer Ti kleiner als die kontinuierliche Überwachungszeit T ist. Wenn die Zeitdauer Ti kleiner als die kontinuierliche Überwachungszeit T ist, kehrt die Steuerung direkt zu Schritt S5 zurück. Wenn jedoch die Antwort der Entscheidung "JA" ist, dann kehrt, nachdem das Hindernis Ni bei Schritt S14 maskiert wurde, die Steuerung zu Schritt S5 zurück.

Im Fall, daß das Hindernis Ni, das als auf der beabsichtigten Bewegungsbahn befindlich erfaßt wurde, seine Bahn in eine der zweiten Bewegungsbahnen ändert, wird das Hindernis Ni weiterhin als eins von möglichen Zielhindernissen eingestuft, bis der Zeitgeber die kontinuierliche Überwachungszeit T heraufgezählt hat. Die kontinuierliche Überwachungszeit T wird mit einer Abnahme des Abstandes zwischen den Mittellinien der beabsichtigten und zweiten Bewegungsbahnen und/oder einer Zunahme der Geschwindigkeit des Fahrzeugs verlängert.

Wenn die Antwort der Entscheidung bei Schritt S6 "NEIN" ist, zeigt dies, daß vorbereitende Maßnahmen für alle Hindernisse Ni getroffen wurden, woraufhin dann das Gefahrenniveau für jedes Hindernis Ni bestimmt wird.

Wie insbesondere in Fig. 2B dargestellt, wird, nachdem die Variable i wieder bei Schritt S15 auf null (0) gestellt wurde, die Variable i durch einen Zuwachs von eins (1) bei Schritt S16 verändert. Darauffolgend wird die gleiche Entscheidung wie bei Schritt S6 bei Schritt S17 getroffen. Wenn die Antwort der Entscheidung "JA" ist, wird das Gefahrenniveau des Hindernisses Ni bei Schritt S18 bestimmt.

Fig. 3 zeigt ein Fließbild zur Darstellung eines Gefahrenniveau-Bestimmungsunterprogramms, wobei das Gefahrenniveau grundsätzlich als hoch bestimmt wird, wenn (a) sich das im voraus befindliche Hindernis Ni bewegt; (b) das im voraus befindliche Hindernis Ni sich dem Fahrzeug nähert; (c) der Abstand des Fahrzeugs vom Hindernis Ni gering ist; oder (d) sich das Hindernis Ni auf der beabsichtigten Bewegungsbahn des Fahrzeugs befindet. Andererseits wird das Gefahrenniveau

als niedrig bestimmt, wenn das im voraus befindliche Hindernis Ni steht, sich vom Fahrzeug entfernt, sich in einem großen Abstand vom Fahrzeug befindet oder sich nicht auf der beabsichtigten Bewegungsbahn des Fahrzeugs befindet.

Andererseits kann das Gefahrenniveau noch genauer bestimmt werden, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist, die ein Bestimmungsunterprogramm für das Gefahrenniveau darstellt. In dem Unterprogramm wird ein Punkt gegeben und hinzu addiert, immer wenn die Antwort jeder Entscheidung "JA" ist. Das Gefahrenniveau des Hindernisses Ni wird entsprechend der Gesamtpunktzahl als hoch oder niedrig bestimmt.

Nach der Bestimmung des Gefahrenniveaus des Hindernisses Ni bei Schritt S18 (siehe Fig. 2B), wird bei Schritt S19 eine Entscheidung darüber getroffen, ob das Gefahrenniveau des Hindernisses Ni hoch ist. Wenn die Antwort der Entscheidung "JA" ist, wird eine relative Geschwindigkeit des Fahrzeugs relativ zu dem im voraus befindlichen Hindernis Ni bei Schritt S20 berechnet. Wenn andererseits die Antwort der Entscheidung "NEIN" ist, d. h. wenn das Gefahrenniveau des Hindernisses Ni gering ist, wird eine andere Entscheidung bei Schritt S21 darüber getroffen, ob eine Berechnung der relativen Geschwindigkeit in den letzten zehn Zyklen durchgeführt wurde. Wenn die Antwort der Entscheidung "NEIN" ist, wird dann die relative Geschwindigkeit des Fahrzeugs relativ zu dem Hindernis Ni bei Schritt S20 berechnet. Wenn andererseits die Entscheidung "JA" ist, wird die in den letzten zehn Zyklen berechnete relative Geschwindigkeit als gegenwärtige relative Geschwindigkeit bei Schritt S22 beibehalten. Diese Berechnung der relativen Geschwindigkeit wird für jedes sich im voraus befindliche Hindernis Ni durchgeführt. Wenn die Berechnung der relativen Geschwindigkeit für alle der im voraus befindlichen Hindernisse N1 bis Nn durchgeführt wurde, dann wird bei Schritt S23 eins der im voraus befindlichen Hindernisse N1 bis Nn, das das höchste Gefahrenniveau aufweist, als ein Zielhindernis ausgewählt, gegen das das Fahrzeug gesteuert wird. Schließlich steuert die automatische Bremssystemsteuereinheit 18 bei Schritt S24 das automatische Bremssystem, um das Fahrzeug abzubremsen, um das im voraus befindliche Hindernis mit höchstem Gefahrenniveau zu vermeiden. Wenn es mehrere im voraus befindliche Hindernisse mit höchstem Gefahrenniveau gibt, wird das dem Fahrzeug am nächsten befindliche Hindernis ausgewählt.

Anstelle der Beurteilung des Gefahrenniveaus der mittels der Laserradareinheit 5 erfaßten Hindernisse kann das relative Gefahrenniveau unter Berücksichtigung der Bewegungsmöglichkeit in bezug auf die beabsichtigte Bewegungsbahn und die zweiten Bewegungsbahnen beurteilt werden.

Wie in Fig. 5 dargestellt, gibt es, während sich das Fahrzeug J gerade in Richtung einer im voraus befindlichen, auf einer Straßenspur 4b, auf der das Fahrzeug fährt, Ecke fährt, drei Bahnzonen vor dem Fahrzeug, nämlich eine überlappende Bahnzone A, auf der sich eine mutmaßliche gerade Bahn 4a in einer Richtung erstreckt, in die das Fahrzeug im Moment gerichtet ist, und eine gekrümmte Straßenspur 4b, die die andere überlappt, eine gekrümmte Bahnzone B, die ein Teil der gekrümmten Straßenspur 4b ist, die sich nur allein oder teilweise von der mutmaßlichen geraden Bahn 4a erstreckt, und eine gerade Bahnzone C, die ein Teil der mutmaßlichen geraden Bahn ist, die sich allein oder teilweise von der gekrümmten Straßenspur 4b erstreckt.

Diese Bahnzonen A, B und C werden in alphabetischer Reihenfolge als Gefahrenniveaus von hoch bis niedrig bestimmt. Unterschiedliche Betriebsfrequenzen werden den Bahnzonen A, B und C zugeordnet. Insbesondere wird die Operation z. B. bei jedem Zyklus durchgeführt, wenn sich das Hindernis innerhalb der überlappenden Bahnzone A befindet, die als höchste Gefahrenzone bestimmt wird, alle zwei Zyklen durchgeführt, wenn es sich in der gekrümmten Bahnzone B befindet, die als zweitgefährliche Zone bestimmt wird, und alle fünf Zyklen durchgeführt, wenn es sich innerhalb der geraden Bahnzone C befindet, die als niedrigste Gefahrenzone bestimmt ist.

Wie oben beschrieben, wird mit dem Hinderniserfassungssystem gemäß der Erfindung die Frequenz der Operation der relativen Geschwindigkeit des Fahrzeugs in bezug auf ein Hindernis erhöht oder erniedrigt, entsprechend den Gefahrenniveaus des Hindernisses in bezug auf das Fahrzeug, wodurch die Beurteilung der Gefahr wirksam für die im voraus befindlichen Hindernisse mit höheren Gefahrenniveaus durchgeführt werden kann. Da zweite Bewegungsbahnen auf gegenüberliegenden Seiten der beabsichtigten Bewegungsbahn errichtet werden, wird, auch wenn zwischen den Hindernissen in Folge einer kleinen Anzahl auf der beabsichtigten Bewegungsbahn erfaßten Hindernisse und sich irgendeins der erfaßten Hindernisse von der beabsichtigten Bewegungsbahn auf eine der zweiten Bewegungsbahnen bewegt, auch wenn kein Unterschied zwischen den Gefahrenniveaus der Hindernisse besteht, das sich aus der beabsichtigten Bewegungsbahn herausbewegende Hindernis kontinuierlich als ein mögliches Zielhindernis für eine bestimmte kontinuierliche Überwachungszeit T eingestuft, die von der Geschwindigkeit des sich aus der beabsichtigten Bewegungsbahn herausbewegenden Hindernisses abhängt. Dies ermöglicht eine sichere Bewegung des Fahrzeugs. Da die bestimmte kontinuierliche Überwachungszeit T entsprechend dem seitlichen Abstand verändert wird, den sich das im voraus befindliche Hindernis von der beabsichtigten Bewegungsbahn zur zweiten Bewegungsbahn bewegt hat, und zwar für ein im voraus befindliches Hindernis, das sich um einen geringen seitlichen Abstand bewegt hat, der als gefährlicher in bezug auf das Fahrzeug eingestuft wird, lang eingestellt wird, und im Gegensatz dazu für ein im voraus befindliches Hindernis, das sich um einen großen seitlichen Abstand bewegt hat, der weniger gefährlich in bezug auf das Fahrzeug eingestuft wird, kurz eingestellt wird, wird kontinuierlich das im voraus befindliche Hindernis über einen für die sichere Fahrweise des Fahrzeugs erforderliche Zeit erfaßt.

Obwohl bei der obigen Ausführungsform die Operationsfrequenz für ein Hindernis mit hohem Gefahrenniveau erhöht und für ein Hindernis mit niedrigem Gefahrenniveau erniedrigt wird, kann sie steigend oder abnehmend entsprechend einer Vielzahl von Gefahrenniveaus verändert werden. In jedem Fall wird ein großer Teil der von der Laserradareinheit 5 erfaßten Hindernisse als im Gefahrenniveau niedrig beurteilt, und entsprechend wird die Beurteilung der Gefahr auf einer beträchtlich niedrigen Frequenz durchgeführt oder für diese Hindernisse andererseits nicht gefordert, so daß die CPU, die die Gefahrenbeurteilung in der Beurteilungseinheit 17 durchführt, beträchtlich niedriger belastet wird. Entsprechend wird keine Verzögerung im Betrieb und im Ansprechen der CPU in Verbindung mit einem hohen Gefahrenniveau der Hindernisse bewirkt, wodurch man eine zeitgerechte und schnelle Steuerung

des Fahrzeugs zur Vermeidung des Hindernisses erreicht.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen beschrieben wurde, sind andere Ausführungsformen und Abänderungen für den Fachmann denkbar, die in den Umfang der Erfindung fallen und von den Ansprüchen mitumfaßt werden sollen.

#### Patentansprüche

1. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug zur Erfassung von vor dem Fahrzeug befindlichen Hindernissen,

**gekennzeichnet durch**

eine Hinderniserfassungseinrichtung zur Erfassung von Hindernissen vor dem Fahrzeug und zum Finden einer dynamischen Relativität des Fahrzeugs in bezug auf jedes Hindernis;

eine Gefahrbeurteilungseinrichtung zum Verarbeiten einer Information bezüglich des Gefahrenniveaus zwischen dem Fahrzeug und jedem Hindernis auf der Grundlage der dynamischen Relativität zur Durchführung einer Gefahrenbeurteilung;

eine Gefahrenniveaubestimmungseinrichtung zur Bestimmung eines Gefahrenniveaus jedes mittels der Hinderniserfassungseinrichtung erfaßten Hindernisses; und

eine Frequenzänderungseinrichtung zum Steigern oder Vermindernden Ändern einer Frequenz entsprechend den Gefahrenniveaus der Hindernisse, mit der die Gefahrenbeurteilungseinrichtung die Information bezüglich des Gefahrenniveaus verarbeitet.

2. Hinderniserfassungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hinderniserfassungseinrichtung mindestens eine Geschwindigkeit und eine Richtung des Hindernisses relativ zum Fahrzeug als die dynamische Relativität des Fahrzeugs in bezug auf jedes Hindernis vor dem Fahrzeug erfaßt.

3. Hinderniserfassungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gefahrenniveaubestimmungseinrichtung das Hindernis als mit hohem Gefahrenniveau bestimmt, wenn sich das Hindernis bewegt, und als mit niedrigem Gefahrenniveau bestimmt, wenn das Hindernis stillsteht.

4. Hinderniserfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gefahrenniveaubestimmungseinrichtung das Hindernis als mit hohem Gefahrenniveau eines Zusammenstoßes bestimmt, wenn sich das Hindernis dem Fahrzeug relativ nähert, und als mit niedrigem Gefahrenniveau eines Zusammenstoßes bestimmt, wenn sich das Hindernis weit vom Fahrzeug wegbewegt.

5. Hinderniserfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gefahrenniveaubestimmungseinrichtung das Hindernis mit hohem Gefahrenniveau eines Zusammenstoßes bestimmt, wenn ein Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem Hindernis kleiner als ein vorbestimmter Abstand ist, und als mit niedrigem Gefahrenniveau eines Zusammenstoßes bestimmt, wenn der Abstand größer als ein vorbestimmter Abstand ist.

6. Hinderniserfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die

Gefahrenniveaubestimmungseinrichtung das Hindernis als mit hohem Gefahrenniveau eines Zusammenstoßes bestimmt, wenn sich das Hindernis auf einer Bahn vor dem Fahrzeug befindet, auf der sich das Fahrzeug bewegt, und mit einem niedrigen Gefahrenniveau eines Zusammenstoßes bestimmt, wenn sich das Hindernis außerhalb der Bahn vor dem Fahrzeug befindet.

7. Hinderniserfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gefahrenbeurteilungseinrichtung Berechnungen des Gefahrenniveaus eines Zusammenstoßes für das Hindernis ausschließt, wenn sich das Hindernis außerhalb der Bahn vor dem Fahrzeug befindet, auf der sich das Fahrzeug bewegt.

8. Hinderniserfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gefahrenniveaubestimmungseinrichtung zusätzlich einen Punkt für das Hindernis zählt, wenn sich das Hindernis bewegt, wenn sich das Hindernis relativ zum Fahrzeug annähert, wenn das Hindernis sich in einem Abstand vom Fahrzeug befindet, der kleiner als ein vorbestimmter Abstand ist, und wenn das Hindernis sich auf einer Bahn vor dem Fahrzeug befindet, auf der sich das Fahrzeug bewegt, und bestimmt, daß das Hindernis gemäß der Gesamtzahl der Gefahrenpunkte als das Hindernis eingestuft wird.

9. Hinderniserfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Gefahrenniveaubestimmungseinrichtung die Gefahrenniveaus eines Zusammenstoßes mit dem Hindernis entsprechend möglichen Bewegungsbahnzonen vor dem Fahrzeug, auf dem sich das Hindernis befindet, bestimmt.

10. Hinderniserfassungssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die möglichen Bewegungsbahnzonen in eine überlappende Bahnzone, in der sich eine mutmaßliche gerade Bahn in einer geraden Richtung erstreckt, in die das Fahrzeug momentan gerichtet ist, und eine Straßenspur vor dem Fahrzeug, die sich einander überlappen, eine Straßenbahnzone (B), die ein Teil der Straßenspur ist, die sich zum Teil von der mutmaßlichen geraden Bahn erstreckt, und eine gerade Bahnzone, die ein Teil der mutmaßlichen geraden Bahn ist, die sich von der Straßenspur wegstreckt, wobei die Gefahrenniveaubestimmungseinrichtung die überlappende Bahnzone, die Straßenbahnzone und die gerade Bahnzone von der höchsten zur niedrigsten in dieser Reihenfolge einteilt.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65



FIG. 1

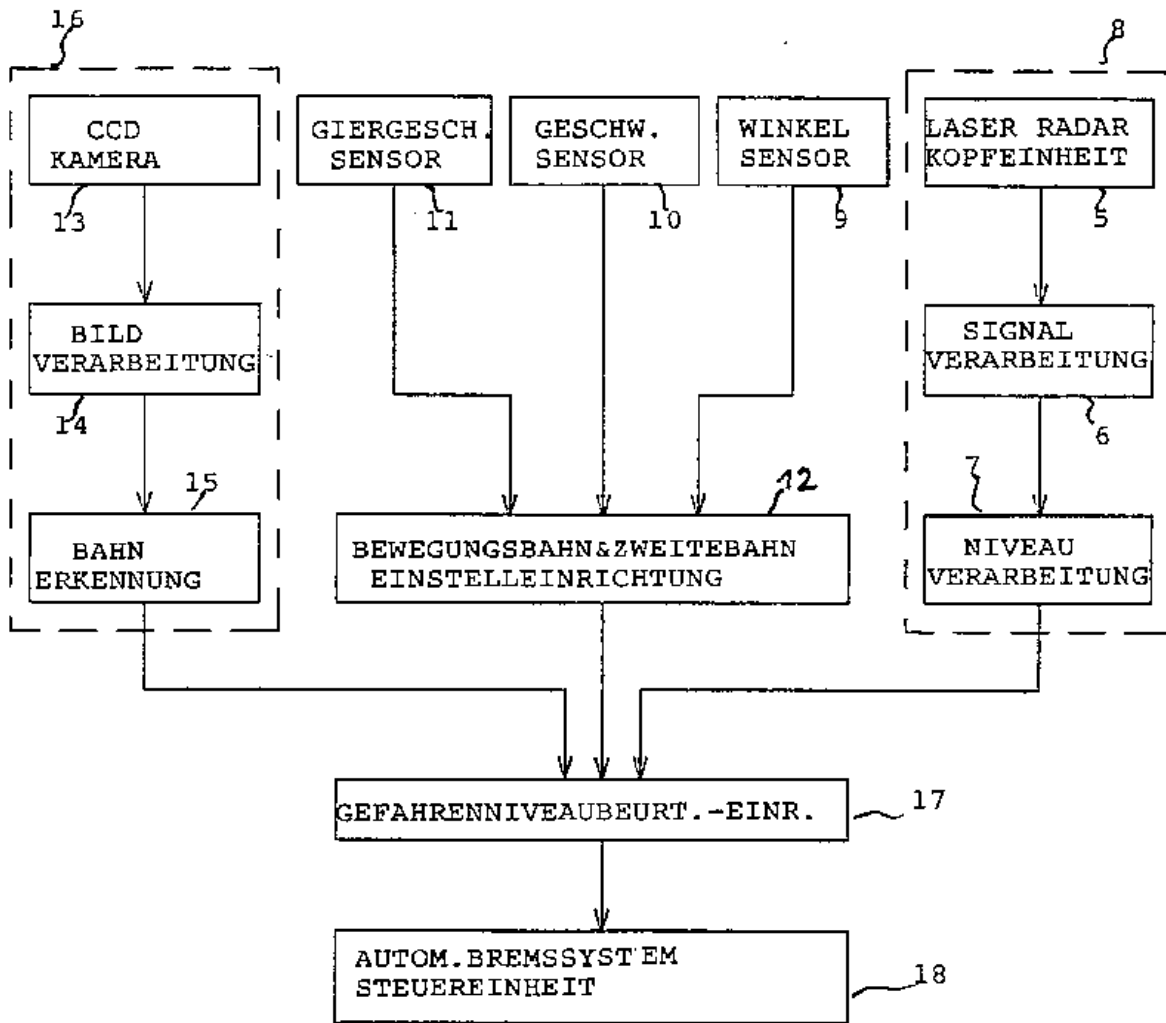


FIG. 2A

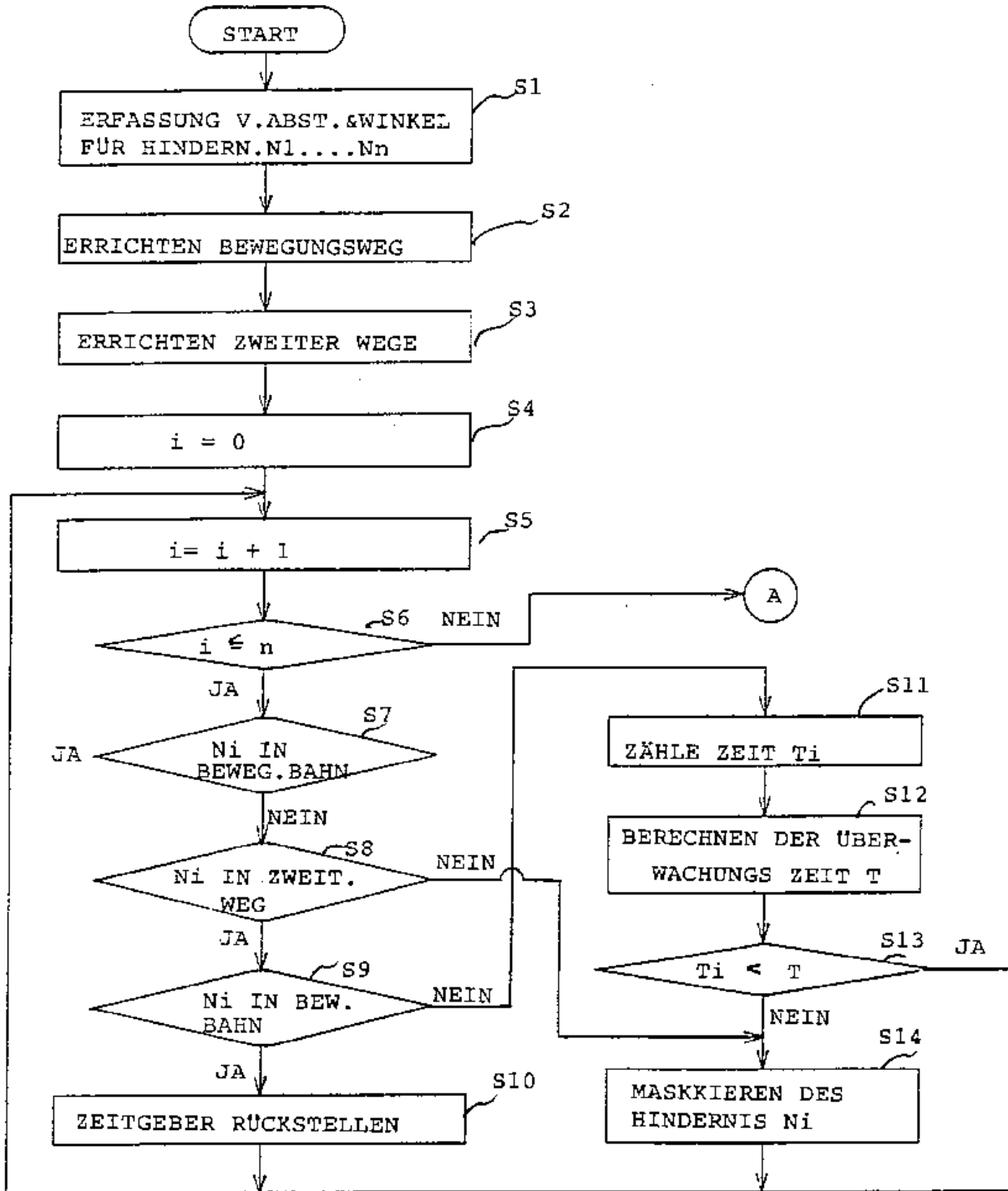


FIG. 2B

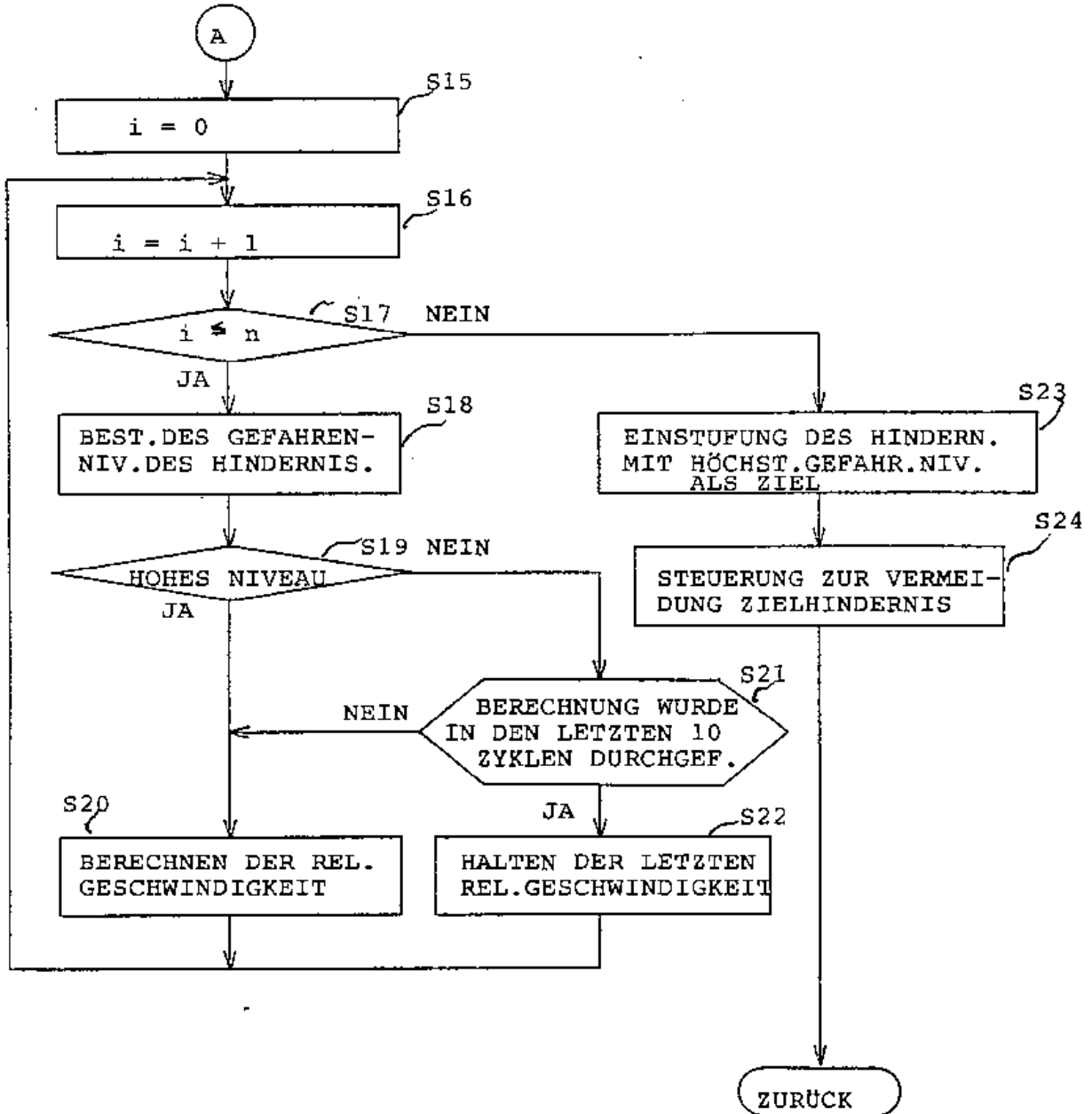


FIG. 3

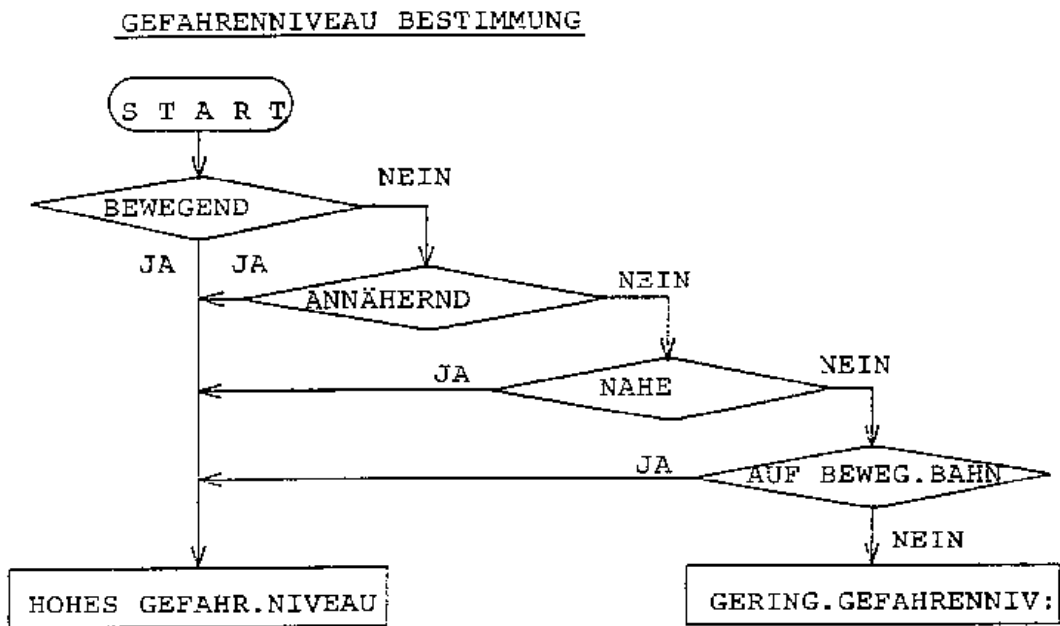


FIG. 4

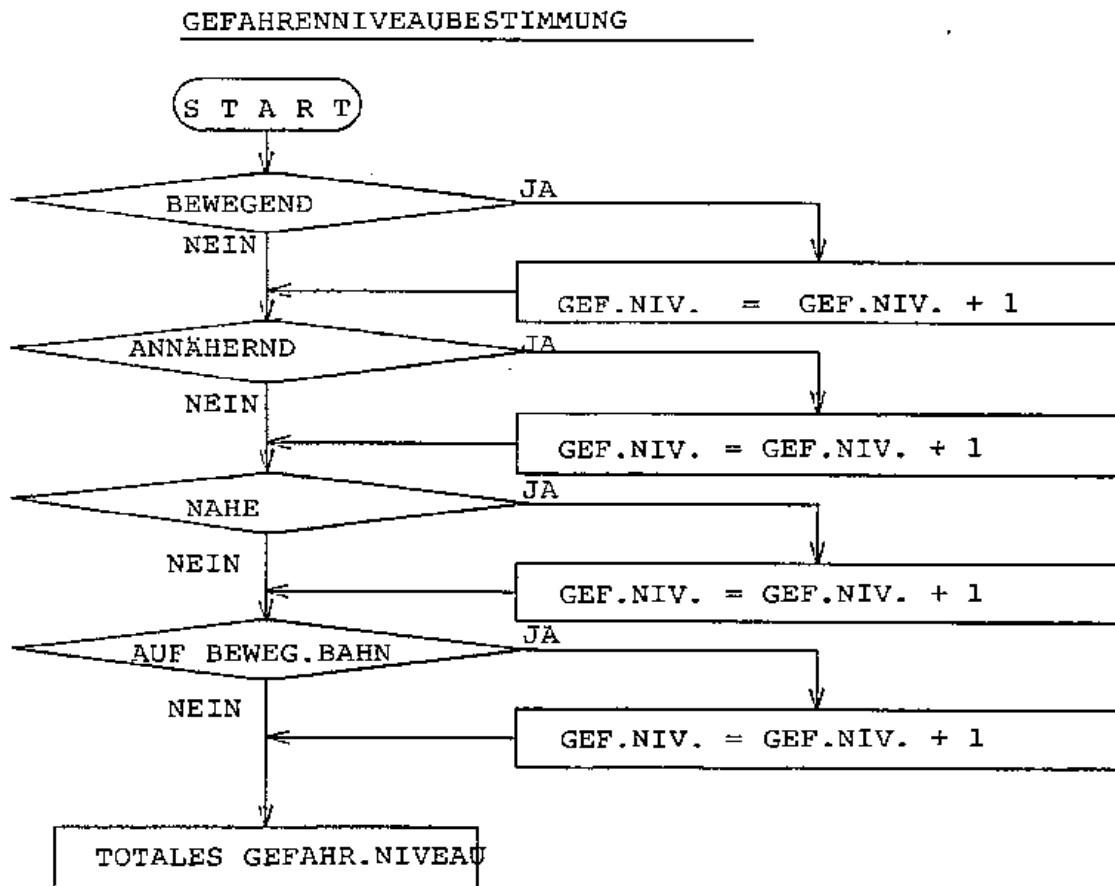
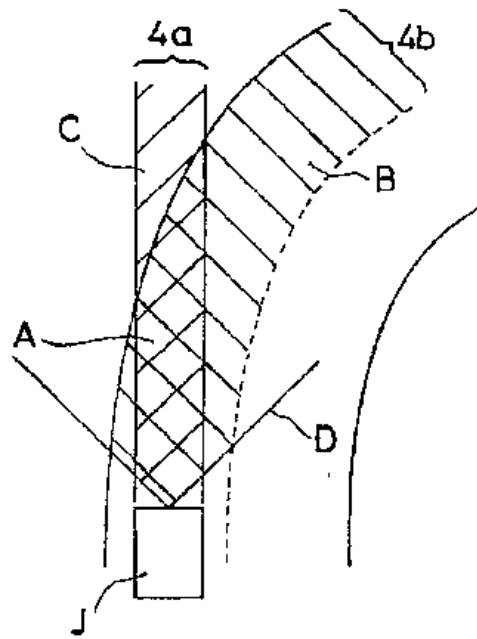


FIG. 5



Bibliographic data: DE4428069 (A1) — 1995-03-02

## Surface treatment arrangement, especially for cleaning the surfaces of large objects

No documents available for this priority number

**Inventor(s):** WANNER MARTIN [DE]; SCHLECHT KARL [DE]; FUEGEL DIETMAR [DE]; FRITZ STEFAN [DE] ± (WANNER, MARTIN, 70599 STUTTGART, DE, ; SCHLECHT, KARL, 70794 FILDERSSTADT, DE, ; FUEGEL, DIETMAR, 72649 WOLFSCHLUGEN, DE, ; FRITZ, STEFAN, 70372 STUTTGART, DE)

**Applicant(s):** PUTZMEISTER MASCHF [DE] ± (PUTZMEISTER-WERK MASCHINENFABRIK GMBH, 72631 AICHTAL, DE)

**Classification:** - international: **B60S3/04; B63B59/06; B63B59/08; B64F5/00; G01S17/89;** (IPC1-7): B08B1/04; B25J5/00; B60S3/00; B63B59/06; B64F5/00; G01B11/14; G01C3/00  
- cooperative: **B63B59/06; B64F5/0018; G01S17/89; Y10S15/02**

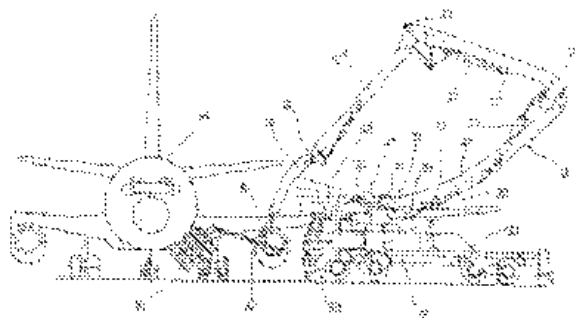
**Application number:** DE19944428069 19940809

**Priority number(s):** DE19944428069 19940809 ; DE19934329254 19930831

**Also published as:** US5720069 (A) JPH09501886 (A) EP0715584 (A1) EP0715584 (B1) WO9506587 (A1) more

### Abstract of DE4428069 (A1)

The invention relates to an arrangement for cleaning the surfaces of aircraft having a large manipulator having an articulated mast which is composed of a plurality of extension arms (12, 12', 12'', 14) which can be pivoted on swivel joints (20, 22, 24, 28) towards one another by means of hydraulic drive assemblies (30) and is mounted on a pivot bearing frame (11) of a motor-driven undercarriage (10) by its base extension arm (12) so as to be rotatable about a vertical axis (11') and having a rotating brush head (18) which is arranged on the free end of a multijoint (16) which is arranged on an end extension arm (14). In order to provide starting assistance for the undercarriage (10), adjustment of the position of the large manipulator with respect to the aircraft and/or monitoring of the washing process there is provided on the pivot bearing frame (11) of the articulated mast an optoelectronic distance imaging camera (40) which can be aligned with respect to the aircraft (44) to be processed and there is also provided a computer-assisted evaluation electronic system which can receive the output signals of the distance imaging camera (40).





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 44 28 069 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 08 B 1/04  
B 25 J 5/00  
B 64 F 5/00  
B 63 B 59/06  
G 01 B 11/14  
G 01 C 3/00  
B 60 S 3/00

21 Aktenzeichen: P 44 28 069.6  
22 Anmeldetag: 9. 8. 94  
23 Offenlegungstag: 2. 3. 95

DE 44 28 069 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31  
31.08.93 DE 43 29 254.2

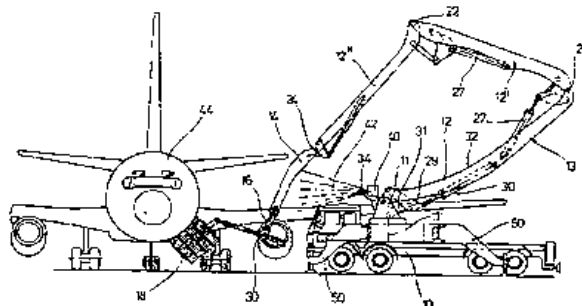
71 Anmelder:  
Putzmeister-Werk Maschinenfabrik GmbH, 72631  
Aichtal, DE

24 Vertreter:  
Wolf, E., Dipl.-Phys. Dr.-Ing.; Lutz, J., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 70193 Stuttgart

72 Erfinder:  
Wanner, Martin, 70599 Stuttgart, DE; Schlecht, Karl,  
70794 Filderstadt, DE; Fügel, Dietmar, 72649  
Wolfschlugen, DE; Fritz, Stefan, 70372 Stuttgart, DE

54 Anordnung zur Oberflächenbearbeitung, insbesondere zur Oberflächenreinigung von Großobjekten

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Oberflächenreinigung von Flugzeugen mit einem Großmanipulator, der einen aus mehreren an Drehgelenken (20, 22, 24, 28) mittels hydraulischer Antriebsaggregate (30) gegeneinander verschwenkbaren Auslegern (12, 12', 12'', 14) bestehenden, auf einem Drehlagerbock (11) eines motorgetriebenen Fahrgestells (10) mit seinem Grundausleger (12) um eine Hochachse (11') drehbar gelagerten Knickmast und einen am freien Ende eines am Endausleger (14) angeordneten Multigelenks (16) angeordneten rotierenden Bürstenkopf (18) aufweist. Um eine Anfahrhilfe für das Fahrgestell (10), eine Einmessung des Großmanipulators relativ zu dem Flugzeug und/oder eine Überwachung des Waschvorgangs zu ermöglichen, ist am Drehlagerbock (11) des Knickmasts eine gegen das zu bearbeitende Flugzeug (44) ausrichtbare optoelektronische Entfernungsbildkamera (40) und eine mit den Ausgangssignalen der Entfernungsbildkamera (40) beaufschlagte rechnergestützte Auswertelektronik vorgesehen.



DE 44 28 069 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 95 408 069/757

12/34

1003-623



Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Oberflächenbearbeitung, insbesondere zur Oberflächenreinigung von Großobjekten, wie Flugzeugen, Schiffen oder Bauwerken, mit einem Großmanipulator, der einen aus mehreren, an Drehgelenken mittels hydraulischer oder motorischer Antriebsaggregate gegeneinander verschwenkbaren Auslegern bestehenden, auf einem Drehlagerbock eines vorzugsweise als motorgetriebenes Fahrgestell ausgebildeten Geräteträgers mit seinem Grundausleger um eine Hochachse drehbar gelagerten Knickmast und ein am Endausleger des Knickmasts oder am freien Ende eines am Endausleger angeordneten Multigelenks angeordnetes, vorzugsweise als rotierender Bürstenkopf ausgebildetes Werkzeug aufweist.

In der DE-A-40 35 519 ist bereits vorgeschlagen worden, einen Großmanipulator mit einem fernsteuerbaren Bürstenkopf auszustatten. Der bekannte Großmanipulator weist einen aus mehreren, an ihren Enden gegeneinander verschwenkbaren Auslegern zusammengesetzten Knickmast auf, dessen Grundausleger an einem auf einem motorgetriebenen Fahrgestell angeordneten Drehlagerbock um eine vertikale Achse drehbar gelagert ist und dessen Endausleger ein mit dem Bürstenkopf bestückbares Multigelenk aufweist. Aus dieser Druckschrift ist es auch bekannt, den Bürstenkopf mit Sensoren auszustatten, die eine regelbare Nachführung des Bürstenkopf es gegenüber der zu bearbeitenden Oberfläche nach Maßgabe eines beim Reinigungsvorgang am Sensor auftretenden, abgreifbaren Sensorsignals ermöglichen. Bei der bekannten Anordnung weist der Knickmast insgesamt fünf in Multi-Z-Faltung gegeneinander faltbare Ausleger auf, die mit oben aufliegendem Grundausleger und unten befindlichem Endausleger mit Multigelenk und Bürstenkopf auf dem Fahrgestell zu Transportzwecken auflegbar sind. Um im Überkopfbetrieb arbeiten zu können, muß der Knickmast zunächst im Grundgelenk des Drehlagerbocks vom Fahrgestell abgehoben und um die Drehachse des Drehlagerbocks um  $180^\circ$  in die Arbeitsposition gedreht werden. Vor allem beim fahrgestellnahen Arbeiten und beim Arbeiten in Hallen wirkt sich hierbei außerdem der begrenzte Schwenkbereich des Grundgelenks von nur  $100^\circ$  bis  $110^\circ$  nachteilig aus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der eingangs angegebenen Art zu entwickeln, womit auch bei ungenauer Positionierung und Orientierung des den Großmanipulator tragenden Geräteträgers vor dem zu bearbeitenden Großobjekt eine kollisionsfreie vollautomatische Bearbeitung auch kompliziert gestalteter Oberflächen möglich ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird die im Patentanspruch 1 angegebene Merkmalskombination vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Der erfindungsgemäßen Lösung liegt der Gedanke zugrunde, daß mit einer am Großmanipulator angeordneten, gegen das zu bearbeitende Großobjekt ausrichtbaren optoelektronischen Entfernungsbildkamera und einer mit den Entfernungsbildsignalen der Entfernungsbildkamera beaufschlagten rechnergestützten Auswerteelektronik eine Anfahrhilfe für den als Fahrgestell ausgebildeten Geräteträger und/oder eine Einmessung des Großmanipulators relativ zu dem zu bearbeitenden Großobjekt und/oder eine Überwachung des Bearbeitungsvorgangs möglich ist, wobei die Entfernungsbild-

kamera an einer auf der dem Knickmast im zusammengefalteten und auf dem Geräteträger abgestützten Zustand gegenüberliegenden Seite des Drehlagerbocks angeordneten, um dessen Hochachse zusammen mit dem Knickmast drehbaren Konsole angeordnet ist. Um mit der Entfernungsbildkamera nicht nur im zusammengefalteten Zustand des Knickmasts, sondern auch in dessen Arbeitsposition Messungen und Überwachungsaufgaben ausführen zu können, wird gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß der Grundausleger um eine horizontale Achse mit einem Schwenkwinkel von etwa  $180^\circ$  schwenkbar am Drehlagerbock gelagert ist, und daß im zusammengefalteten Zustand des Knickmasts der Grundausleger unter den anderen Auslegern auf dem Fahrgestell abgestützt und der Endausleger mit in Richtung Drehlagerbock weisendem Multigelenk und Werkzeug über den anderen Auslegern angeordnet ist. Mit diesen Maßnahmen wird erreicht, daß der Knickmast beim Ausfalten von der zusammengefalteten Ruhestellung in die Arbeitsposition nicht um die Hochachse des Drehlagerbocks gedreht werden muß, so daß die mit dem Drehlagerbock verbundene Entfernungsbildkamera sowohl beim Anfahr- und Einmeßvorgang als auch beim anschließenden Bearbeitungsvorgang in Richtung Großobjekt ausgerichtet ist. Etwaige Korrekturen oder Nachführungen können über die Bewegungsachsen der Entfernungsbildkamera und/oder der Konsole ausgeführt werden.

Um im zusammengefalteten Zustand des Manipulators eine minimale Bauhöhe zu erreichen, wird gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß der Grundausleger eine in seinem auf das Fahrgestell abgelegten Zustand nach oben weisende konkave Krümmung zur Aufnahme des am Grundausleger angelenkten zweiten Auslegers in seinem eingefalteten Zustand aufweist. Eine weitere Verbesserung in dieser Hinsicht wird erzielt, wenn die Krümmung des Grundauslegers so ausgebildet ist, daß die an den beiden Enden des zweiten Auslegers befindlichen Drehgelenke bei eingefaltetem Knickmast tiefer als das Drehgelenk des Grundauslegers am Drehlagerbock liegen. In diesem Falle können sowohl der Grundausleger als auch der zweite Ausleger bei minimaler Bauhöhe kröpfungsfrei ausgebildet werden. Dadurch wird erreicht, daß in den Gelenken keine Torsionsbeanspruchungen durch das Eigengewicht der Ausleger auftreten, deren Schwingungen bei dynamischer Beanspruchung durch die in der Ebene der Knickausleger angeordneten Zylinder nicht ohne weiteres gedämpft werden könnten.

Aus Platzgründen kann der Endausleger gegenüber dem dritten Ausleger seitlich abgekröpft werden, so daß das Werkzeug bei zusammengefaltetem Knickmast in der Nähe des Drehgelenks des Grundauslegers am Drehlagerbock etwa auf dessen Höhe abgestützt werden kann. An dieser Stelle ist die Kröpfung tolerabel, weil dort die auftretenden Torsionsmomente aufgrund der kleinen Eigengewichte gering sind. Außerdem kann der Endausleger relativ kurz und kastenförmig ausgebildet werden, so daß Torsionsschwingungen weitgehend durch eine steife Konstruktion abgefangen werden können.

Aus Symmetriegründen kann es von Vorteil sein, wenn neben dem Endausleger auch der dritte Ausleger gekröpft ist, und zwar so, daß die Kröpfung des vierten Auslegers teilweise kompensiert wird, so daß das Multigelenk in Richtung Symmetrieachse des Knickmasts wandert. Eine weitere Kompensation in dieser Hinsicht kann dadurch erzielt werden, daß das Multigelenk drei

hintereinander angeordnete, abwechselnd zueinander senkrechte Achsen aufweisende, motorisch angetriebene Dreheinheiten und eine mit der letzten Dreheinheit verbundene, mit deren Drehachse fluchtende, motorisch angetriebene, im zusammengeklappten Zustand parallel zum Endausleger ausgerichtete Lineareinheit aufweist. Damit ist es möglich, daß das Multigelenk um seine Eigenachse in Richtung Symmetrieachse unter Kompensation der Kröpfung geschwenkt wird.

Um mit dem Grundausleger einen ausreichenden Schwenkbereich überstreichen zu können, sind der Grundausleger und dessen als Hydrozylinder ausgebildetes Antriebsaggregat zweckmäßig über eine Wattsche Gelenkkette mit dem Drehlagerbock gekoppelt. Die Gelenkkette weist hierzu zweckmäßig eine oberhalb des Drehgelenks am Grundausleger sowie an der Kolbenstange des Hydrozylinders angelenkte Koppelscheibe und eine mit ihren Enden unterhalb des Drehgelenks am Drehlagerbock sowie an der Koppelscheibe angelenkte, entgegengesetzt zum Grundausleger gekrümmte Druckstange auf. Mit diesen Maßnahmen wird trotz der räumlich beengten Verhältnisse im Bereich des Drehlagerbocks ein Schwenkwinkel des Grundauslegers von  $180^\circ$  erzielt.

Um im Überkopfbetrieb einen möglichst großen Arbeitsbereich von der unmittelbaren Nähe des Geräteträgers bis zur vollständigen Streckung des Knickmasts mit geringstmöglichem Energieaufwand und Eigengewicht des Knickmasts und hohe Beweglichkeit ohne Konfigurationswechsel im Verlauf eines Bewegungsvorgangs gewährleisten zu können, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß die Schwenkwinkel zwischen dem Grundausleger und dem zweiten Ausleger etwa  $180^\circ$  und zwischen dem zweiten und dritten Ausleger  $270^\circ$  betragen, während der Schwenkwinkel zwischen dem dritten Ausleger und dem Endausleger  $180^\circ$  bis  $270^\circ$  betragen sollte.

Zur Kompensation eines beim Anfahrvorgang etwa aufgrund von Hindernissen nicht fahrbaren Kurswinkels kann das Fahrgestell mit einem kombinierten Hub- und Schwenkmechanismus ausgerüstet werden, der einen zentralen Drehteller und zwei konzentrisch zum Drehteller ausrichtbare, im Winkelabstand voneinander angeordnete Antriebsrollen aufweist, die gemeinsam unter Abheben des Fahrgestells auf den Boden absenkbar sind. Das vom Boden abgehobene Fahrgestell kann sodann um die Achse des Drehtellers mit Hilfe der Antriebsrollen in die vorgeschriebene Richtung zum Großobjekt ausgerichtet werden.

Grundsätzlich kann diese Ausrichtung jedoch auch softwaremäßig durch Nachführen der schwenkbar installierten Entfernungsbildkamera und/oder des Knickmasts um seine Hochachse durchgeführt werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einiger in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1a und b eine Seitenansicht und eine Draufsicht eines auf einem Fahrgestell angeordneten Großmanipulators mit Waschbürste;

Fig. 1c eine Draufsicht entsprechend Fig. 1b für ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel eines Großmanipulators mit abgekröpftem dritten Ausleger;

Fig. 2 eine Seitenansicht des Großmanipulators nach Fig. 1a und b beim Waschen eines Flugzeugs;

Fig. 3a und b ein gegenüber Fig. 1a und b abgewandeltes Ausführungsbeispiel eines Großmanipulators mit Hub- und Schwenkmechanismus.

Der in der Zeichnung dargestellte mobile Großmani-

pulator besteht im wesentlichen aus einem auf einem Drehlagerbock 11 eines motorgetriebenen Fahrgestells 10 mit seinem Grundausleger 12 um eine vertikale Achse 11' drehbar gelagerten Knickmast 13, einem am Endausleger 14 des Knickmasts 13 angeordneten Multigelenk 16 und einem am freien Ende des Multigelenks lösbar befestigten Bürstenkopf 18. Die vier Ausleger 12, 12', 12'' und 14 des Knickmasts 13 sind an ihren einander zugewandten Enden an Gelenken 20, 22, 24 um horizontale Achsen begrenzt verschwenkbar miteinander verbunden. Das Verschwenken erfolgt mittels Hydrozylindern 27, die an geeigneten Stellen zwischen den Auslegern angeordnet sind. Der Grundausleger 12 ist an einem horizontalen Lager 28 mittels eines Hydrozylinders 30 und einer Wattschen Gelenkkette, bestehend aus einer Koppelplatte 29 und einer bananenartig gebogenen Druckstange 31 um  $180^\circ$  schwenkbar am Drehlagerbock 11 gelagert. Im zusammengefalteten Zustand befindet sich der Grundausleger 12 unter den übrigen Auslegern 12', 12'', 14, während der Endausleger 14 mit zum Drehlagerbock 11 weisendem Multigelenk 16 und Bürstenkopf 18 sich über den anderen Auslegern 12, 12', 12'' befindet. Der Grundausleger 12 ist in seiner Längserstreckung so in sich gekrümmt, daß im zusammengefalteten Zustand sein nach oben weisender Rand 32 eine konkave Mulde zur Aufnahme des eingefalteten zweiten Auslegers 12' bildet. Der Grundausleger 12 und der zweite Ausleger 12' sind ungekröpft, während der Endausleger 14 eine seitliche Kröpfung 33 aufweist, die es ermöglicht, das Multigelenk 16 und den Bürstenkopf 18 im zusammengefalteten Zustand neben den Auslegern 12, 12', 12'' zu plazieren. Der dritte Ausleger 12'' ist im Falle der Fig. 1b ungekröpft, während er bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1c nach der dem Endausleger 14 gegenüberliegenden Seite gekröpft ist. Durch die Kröpfung des dritten Auslegers wird die Kröpfung des vierten Auslegers insofern teilweise kompensiert, als dadurch das Multigelenk 16 mit dem angekoppelten Bürstenkopf 18 in Richtung Symmetrieachse 19 des Knickmasts wandert.

Diese Anordnung ermöglicht es, mit dem Bürstenkopf 18 beliebige Oberflächenkonturen innerhalb der von den Auslegern 12, 12', 12'', 14 aufgespannten Ebene abzufahren. Mit Hilfe des motorisch verstellbaren Multigelenks 16 ist es zudem möglich, den Bürstenkopf 18 um mehrere Dreh- und Schubachsen gegenüber dem Endausleger 14 zu bewegen. Wie aus Fig. 1b und 1c zu ersehen ist, besteht das Multigelenk 16 zu diesem Zweck im wesentlichen aus drei Dreheinheiten 60, 62, 64 mit zueinander senkrechten Achsen 60', 62', 64' und einer mit der letzten Dreheinheit 64 verbundenen teleskopartigen Lineareinheit 66, deren Teleskopachse 66' mit der Drehachse 64' fluchtet. Der Bürstenkopf 18 ist über eine weitere Dreheinheit 68 mit zur Teleskopachse 66' senkrechter Orientierungsachse 68' an das Multigelenk 16 angekoppelt. Auf diese Weise ergibt sich zwischen der Achse 60' der Dreheinheit 60 und den Achsen 64' und 66' der Dreheinheit 64 und der Lineareinheit 66 ein Achsversatz, der zu einer kurzen Bauweise führt und durch Drehen um die Achse 60' eine zusätzliche Kompensation der Kröpfung des Endauslegers 14 in Richtung Symmetrieachse 19 ermöglicht. Eine solche Kompensation ist insofern von Bedeutung, als dadurch beim Programmieren der Waschbahnen die Symmetrieeigenschaften des Flugzeugs und des Großroboters ausgenutzt werden können.

Der Drehlagerbock 11 weist auf seiner dem Knickmast im zusammengefalteten Zustand gegenüberliegen-

den Seite eine Konsole 34 zur Aufnahme einer optoelektronischen Entfernungsbildkamera 40 auf. Bei der Entfernungsbildkamera handelt es sich um einen 3D-Laserscanner, der einen dreidimensionalen Raum innerhalb des Blickfensters 42 erfaßt und bezüglich der Entfernung von einem Meßobjekt 44 digitalisiert. Die Entfernungsbildkamera 40 ist auf der Konsole 34 in ausreichender Höhe über dem Fahrgestell 10 angeordnet, um vom Blickfenster 42 signifikante Stellen des Meßobjekts 44 einmessen zu können. Die Entfernungsbildkamera 40 arbeitet mit einem Laserstrahl, der mit einer bestimmten Taktfrequenz über den Öffnungswinkel des Blickfensters 42 durchgeföhren wird. Die Auswertung der Entfernungssignale, die sich aus einer Zeitdifferenzmessung ergeben, läßt erkennen, ob und in welcher Entfernung eine reflektierende Fläche vorhanden ist.

Um den Großmanipulator in eine Waschposition vor dem Flugzeug 44 zu bringen, muß dieser im Zuge des Anfahrvorganges definiert abgestellt werden, damit alle bei einem Waschprogramm zu durch fahrenden Oberflächenstellen in der Reichweite und im Schwenkbereich des Knickmasts 13 mit der Waschbürste 18 liegen. Die über die Entfernungsbildkamera 40 erzeugten Bildaten werden in einer Auswerteschaltung und einem Bordrechner ausgewertet. In einem Speichermedium des Bordrechners sind für jeden zu bearbeitenden Flugzeugtyp signifikante Ausschnitte des Flugzeugs 44 bezogen auf das Blickfenster 42 der Entfernungsbildkamera 40 als Referenzbilder abgespeichert. Als Anfahrhilfe wird von der Entfernungsbildkamera laufend ein Entfernungsbild des betreffenden Flugzeugausschnitts erzeugt und mit dem abgespeicherten Referenzbild verglichen. Daraus lassen sich Richtungs- und Positionsdaten ableiten, die dem Fahrer Anweisungen für die Fahrtrichtung und die Entfernung geben. Ziel der Anfahrhilfe ist es, den Großmanipulator auf einem vorgegebenen Abstellfeld in Reichweite des Flugzeugs 44 zu positionieren. Nach Erreichen des Abstellfelds wird das Fahrgestell 10 durch Ausschwenken und Absenken der Stützbeine 50 auf dem Untergrund abgestützt und dadurch relativ zum Flugzeug positioniert.

Bei dem in Fig. 3a und b gezeigten abgewandelten Ausführungsbeispiel ist am Fahrgestell 10 zusätzlich ein Hub- und Schwenkmechanismus vorgesehen, der einen zentralen Drehteller 36 und zwei konzentrisch zum Drehteller 36 ausrichtbare, einen Winkelabstand voneinander aufweisende Antriebsräder aufweist. Mit diesem Mechanismus ist es möglich, das Fahrgestell 10 durch Absenken des Drehtellers 36 und der Antriebsräder 38 vom Untergrund abzuheben und um die durch den Drehteller definierte Hochachse mit Hilfe der Antriebsräder in die gewünschte Drehlage in Richtung des Doppelpfeils 39 bezüglich des Flugzeugs 44 zu verschwenken.

Sodann kann die Einmessung des Großmanipulators relativ zum Flugzeug 44 durchgeführt werden. Dies erfolgt ebenfalls mit Hilfe der Entfernungsbildkamera 40 durch Vergleich mit einem abgespeicherten Referenzmuster. Nach erfolgter Einmessung werden die physikalischen Werte der Neigungsgeber an der Entfernungsbildkamera 40 meßtechnisch erfaßt und durch ein Initialisierungsprogramm auf Null gesetzt. Bei einer Bewegung des Knickmasts 13 wird dann der Relativwinkel aufgrund der Neigung der Standfläche im Bewegungsprogramm berücksichtigt.

Wenn diese Vorbereitungen getroffen sind und das zum eingemessenen Standort gehörende Waschprogramm ausgewählt ist, kann der eigentliche Waschvor-

gang beginnen. Hierzu wird der Knickmast 13 entfaltet. Durch sukzessiven Abruf der Gelenkkoordinaten aus einer Arbeitsdatei erhält man Sollwerte, die durch die Waschbürste angefahren werden, wobei der Ist- und Sollwertvergleich an jedem einzelnen Gelenk durch zugeordnete Koordinatengeber erfolgt. Wegen Deformationen des Flugzeugs und des Unterbaus, Ungenauigkeiten des Verfahrens und dynamischen Fehlern des Geräts muß eine Feinkompensation durchgeführt werden. Dies ist nur durch eine zusätzliche Sensorik zu erreichen, die die genannten Fehler durch Messung des Anpreßdrucks und durch Zustellung der Hilfsachsen des Multigelenks 16 kompensiert. Bei den Hilfsachsen handelt es sich um eine Teleskopachse, die Positionsfehler und um eine Schwenkachse, die Orientierungsfehler des Bürstenkopfes 18 ausgleicht.

Da die Entfernungsbildkamera 40 bei dem gewählten Überkopfbetrieb immer in Arbeitsrichtung ausgerichtet ist, kann sie während des Ablaufs des Waschprogramms mitlaufen und zur Kollisionsüberwachung eingesetzt werden. Die Entfernungsbildkamera 40 kann hierbei einzelne Gelenke, das Flugzeug 44 oder sonstige Objekte im Arbeitsraum vermessen und hinsichtlich Kollisionen kontrollieren. Diese Betriebsweise könnte wichtig sein, wenn beispielsweise ein Meßwertaufnehmer an einem der Gelenke ausfällt und falsche Meßwerte liefert, die vom Bediener und vom Rechner nicht erkannt werden.

Zusammenfassend ist folgendes festzustellen: Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Oberflächenreinigung von Flugzeugen mit einem Großmanipulator, der einen aus mehreren an Drehgelenken 20, 22, 24, 28 mittels hydraulischer Antriebsaggregate 30 gegeneinander verschwenkbaren Auslegern 12, 12', 12'', 14 bestehenden, auf einem Drehlagerbock 11 eines motorgetriebenen Fahrgestells 10 mit seinem Grundausleger 12 um eine Hochachse 11' drehbar gelagerten Knickmast und einen am freien Ende eines am Endausleger 14 angeordneten Multigelenks 16 angeordneten rotierenden Bürstenkopf 18 aufweist. Um eine Anfahrhilfe für das Fahrgestell 10, eine Einmessung des Großmanipulators relativ zu dem Flugzeug und/oder eine Überwachung des Waschvorgangs zu ermöglichen, ist am Drehlagerbock 11 des Knickmasts eine gegen das zu bearbeitende Flugzeug 44 ausrichtbare optoelektronische Entfernungsbildkamera 40 und eine mit den Ausgangssignalen der Entfernungsbildkamera 40 beaufschlagte rechnergestützte Auswerteelektronik vorgesehen.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur Oberflächenbearbeitung, insbesondere zur Oberflächenreinigung von Großobjekten, wie Flugzeugen (44), Schiffen oder Bauwerken, mit einem Großmanipulator, der einen aus mehreren, an Drehgelenken (20, 22, 24, 28) mittels hydraulischer oder motorischer Antriebsaggregate (27, 30) gegeneinander verschwenkbaren Auslegern (12, 12', 12'', 14) bestehenden, auf einem Drehlagerbock (11) eines vorzugsweise als motorgetriebenes Fahrgestell (10) ausgebildeten Geräteträgers mit seinem Grundausleger (12) um eine Hochachse (11') drehbar gelagerten Knickmast (13) und ein am Endausleger (14) des Knickmasts (13) oder am freien Ende eines am Endausleger (14) angeordneten Multigelenks (16) angeordnetes, vorzugsweise als rotierender Bürstenkopf (18) ausgebildetes Werkzeug aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Grund-

ausleger (12) im zusammengefalteten Zustand des Knickmasts (13) unter den anderen Auslegern (12', 12'', 14) auf dem Geräteträger (10) abgestützt ist, daß der Endausleger (14) mit in Richtung Drehlagerbock (11) weisendem Multigelenk (16) und Werkzeug (18) über oder neben den anderen Auslegern (12, 12', 12'') angeordnet ist, daß an einer auf der dem Knickmast (13) im zusammengefalteten und auf dem Geräteträger abgestützten Zustand gegenüberliegenden Seite des Drehlagerbocks (11) angeordneten und um dessen Hochachse (11') zusammen mit dem Knickmast drehbaren Konsole (34) eine gegen das zu bearbeitende Großobjekt ausrichtbare optoelektronische Entfernungsbildkamera angeordnet ist, und daß eine mit den Ausgangssignalen der Entfernungsbildkamera (40) beaufschlagte, rechnergestützte Auswerteelektronik als Anfahrhilfe für das Fahrgestell (10) und/oder zur Einmessung des Großmanipulators relativ zu dem zu bearbeitenden Großobjekt (44) und/oder zur Überwachung des Bearbeitungsvorgangs vorgesehen ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsbildkamera (40) in der Nähe des Drehlagerbocks (11) starr oder beweglich, insbesondere um eine Hochachse schwenkbar und/oder um eine Horizontalachse neigbar am Großmanipulator angeordnet ist.

3. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundausleger (12) um eine horizontale Achse (28) mit einem Schwenkwinkel von etwa 180° schwenkbar am Drehlagerbock (11) gelagert ist.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundausleger (12) eine in seinem auf den Geräteträger (10) abgelegten Zustand nach oben weisende konkave Krümmung (32) zur Aufnahme des am Grundausleger (12) angelenkten zweiten Auslegers (12') in seinem eingefalteten Zustand aufweist.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die an den beiden Enden des zweiten Auslegers (12') befindlichen Drehgelenke (20,22) bei eingefaltetem Knickmast (13) tiefer als das Drehgelenk (28) des Grundauslegers (12) am Drehlagerbock (11) liegen.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundausleger (12) und der zweite Ausleger (12') kröpfungsfrei ausgebildet sind.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Endausleger (14) gegenüber dem dritten Ausleger (12'') seitlich abgekröpft ist, und daß das Werkzeug (18) bei zusammengefaltetem Knickmast (13) in der Nähe des Drehgelenks (28) des Grundauslegers (12) am Drehlagerbock (11) auf dessen Höhe abgestützt ist.

8. Anordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Ausleger gegenüber dem zweiten Ausleger nach der dem Endausleger gegenüberliegenden Seite seitlich abgekröpft ist.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Multigelenk (16) drei hintereinander angeordnete, abwechselnd zueinander senkrechte Achsen (60', 62', 64') aufweisende, motorisch angetriebene Dreheinheiten (60,62,64) und eine mit der letzten Dreheinheit (64) verbundene, mit deren Drehachse (64') fluchtende,

motorisch angetriebene, im zusammengefalteten Zustand des Knickmasts (13) parallel zum Endausleger (14) ausgerichtete teleskopartige Lineareinheit (66) aufweist, wobei das Werkzeug (18) über eine weitere Dreheinheit (68) mit zur Teleskopachse (66') senkrechter Orientierungsachse (68') an das Multigelenk (16) angekoppelt ist und wobei die Achsen (60', 66') der endauslegerseitigen Dreheinheit (60) und der Lineareinheit (66) in seitlich gegeneinander versetzten, zueinander parallelen Ebenen angeordnet sind.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundausleger (12) und dessen als Hydrozylinder (30) ausgebildetes Antriebsaggregat über eine Wattsche Gelenkkette (29, 31) mit dem Drehlagerbock (11) gekoppelt sind.

11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Wattsche Gelenkkette eine oberhalb des Drehgelenks (28) am Grundausleger sowie an der Kolbenstange des Hydrozylinders (28) angelenkte Koppelscheibe (29) und eine mit ihren Enden unterhalb des Drehgelenks (28) am Drehlagerbock (11) sowie an der Koppelscheibe (29) angelenkte, entgegengesetzt zum Grundausleger (12) gekrümmte Druckstange (31) aufweist.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkwinkel zwischen dem Grundausleger (12) und dem zweiten Ausleger (12') etwa 180° und zwischen dem zweiten und dritten Ausleger etwa 270° betragen.

13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwenkwinkel zwischen dem dritten Ausleger (12'') und dem Endausleger (14) 180° bis 270° beträgt.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der als Fahrgestell (10) ausgebildete Geräteträger einen kombinierten Hub- und Schwenkmechanismus mit einem zentralen Drehteller (36) und zwei konzentrisch zum Drehteller ausrichtbaren, im Winkelabstand voneinander angeordneten Antriebsrädern (38) aufweist, die gemeinsam unter Abheben des Fahrgestells (10) auf den Untergrund absenkbar sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

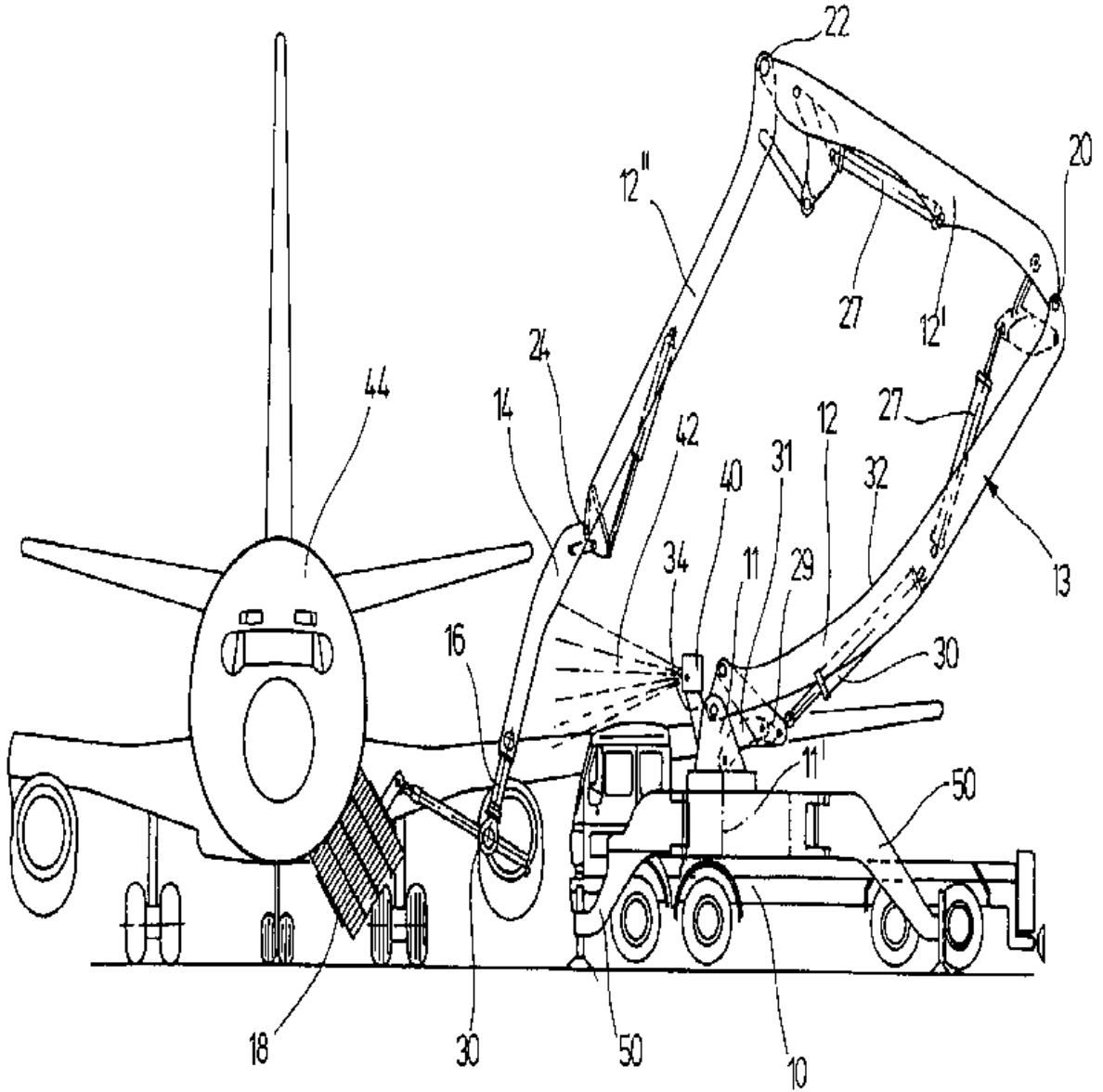


Fig. 2 \*

Nummer:  
Int. Cl. 6:  
Offenlegungstag:

DE 44 28 069 A1  
B 08 B 1/04  
2. März 1995

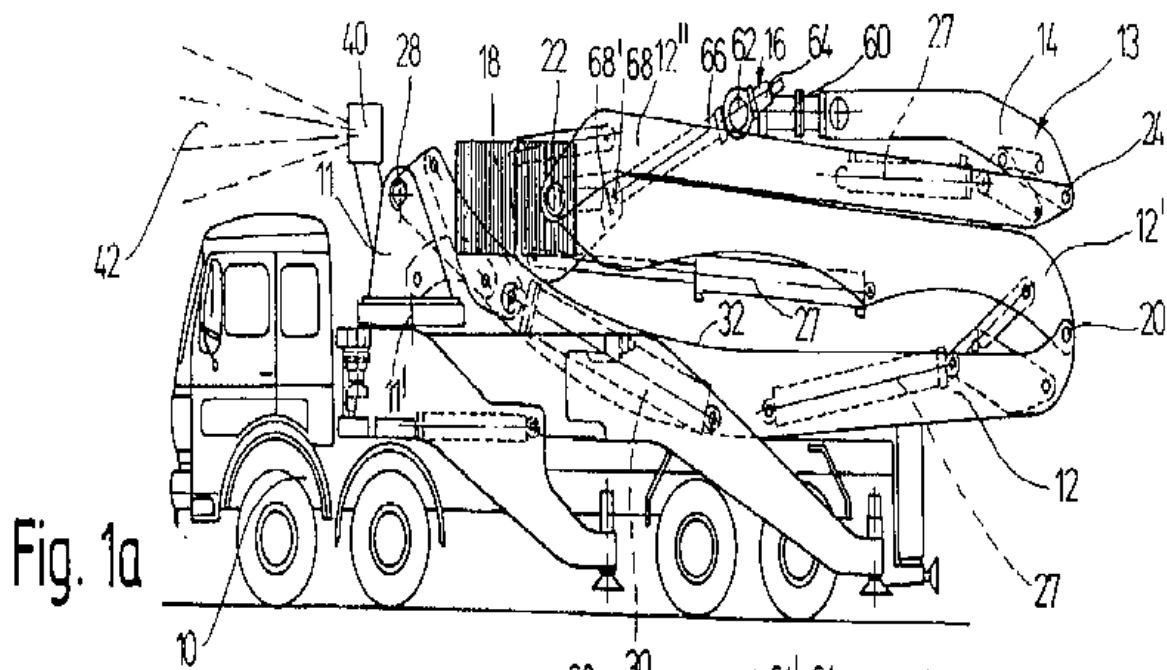


Fig. 1a

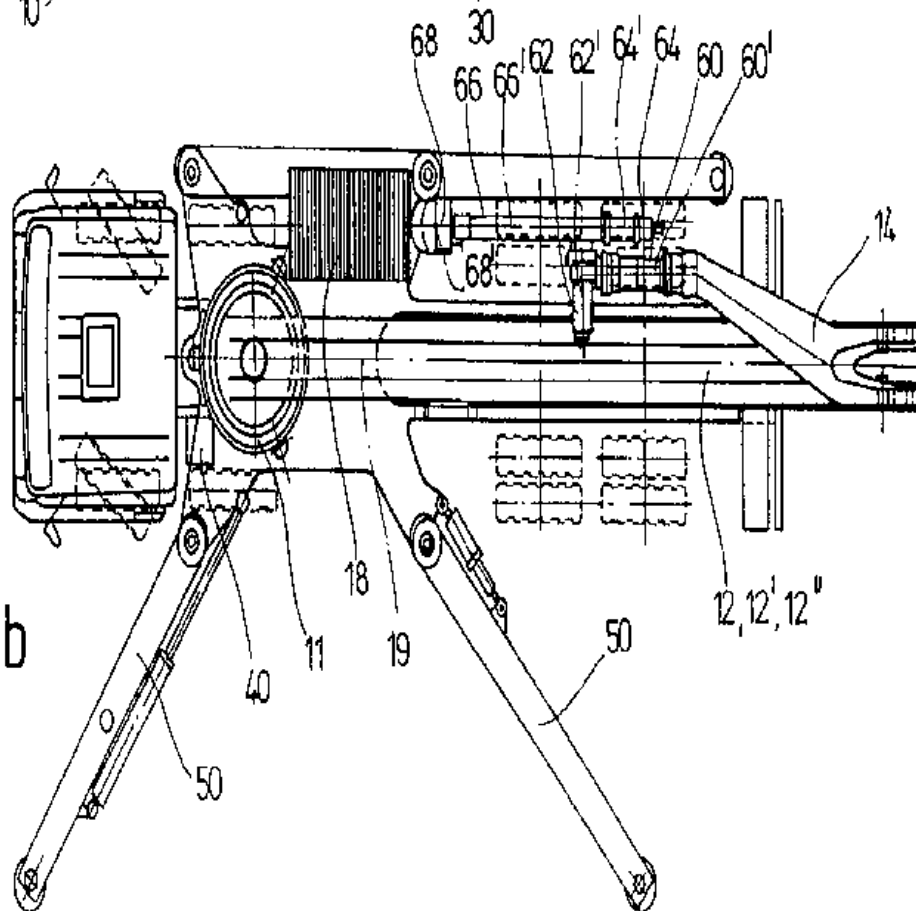


Fig. 1b

Nummer:  
Int. Cl. E:  
Offenlegungstag:

DE 44 28 089 A1  
B 08 B 1/04  
2. März 1995

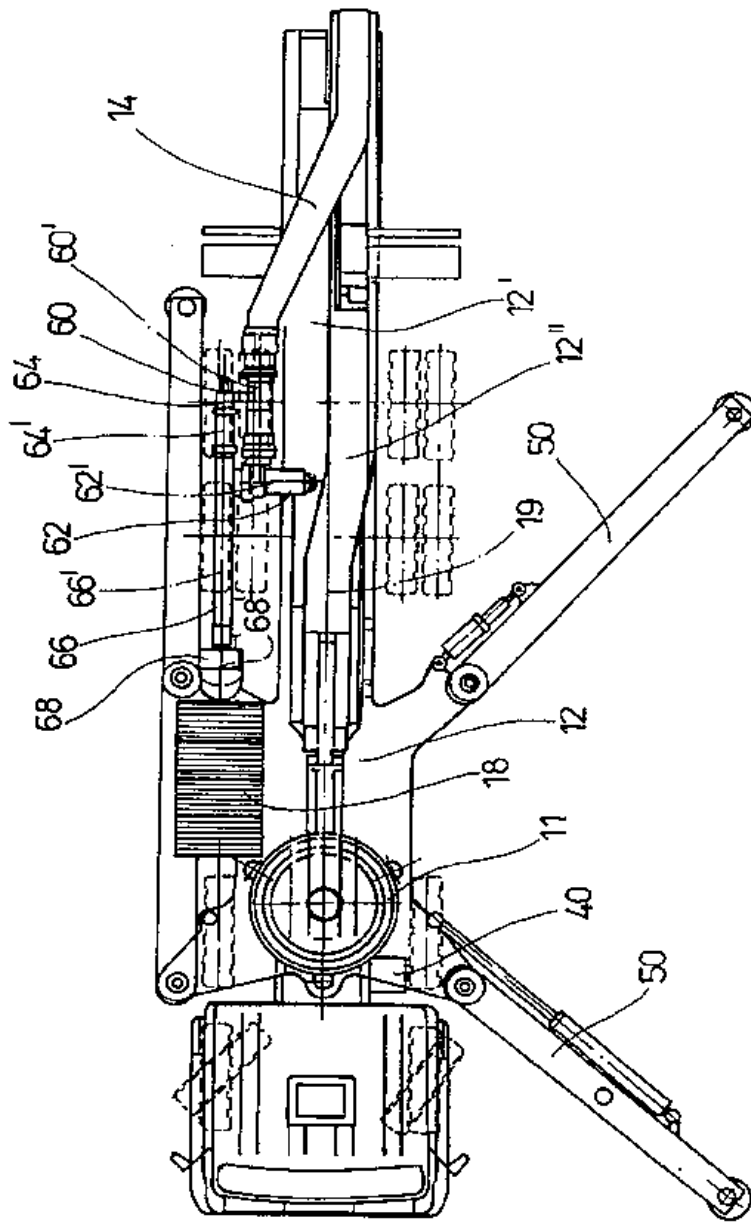


Fig. 1c



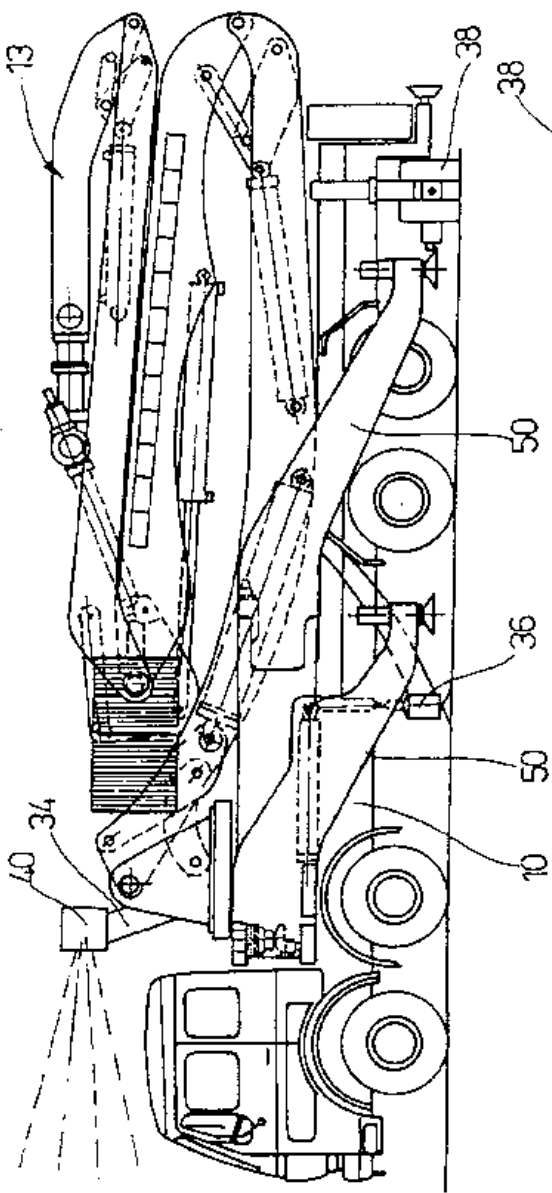


Fig. 3a

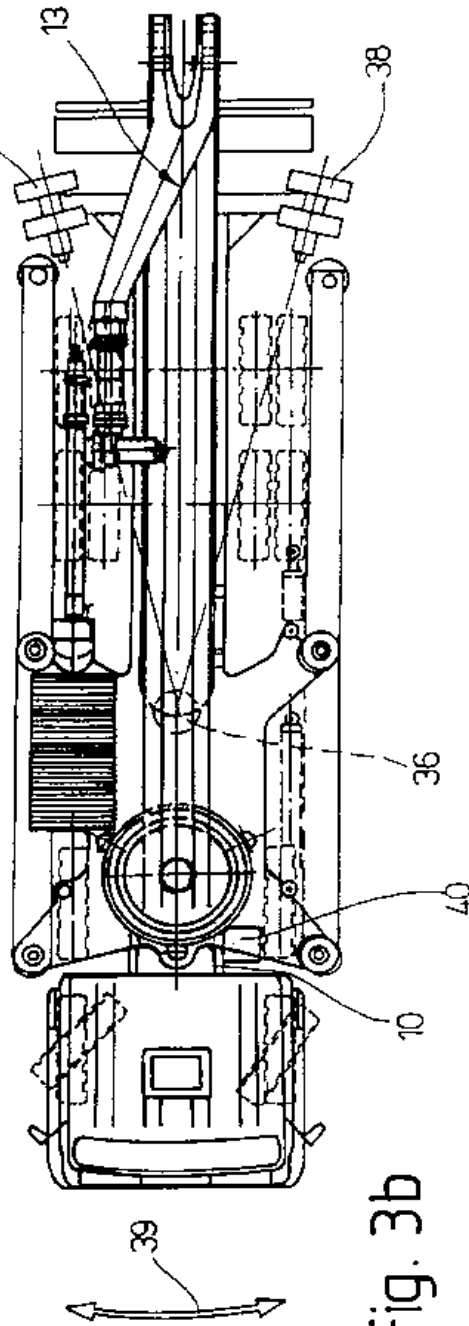


Fig. 3b

Bibliographic data: DE4434698 (A1) — 19950928

**Method and device for monitoring the situation in the surroundings of a vehicle, and an operation-supporting system which uses this method and this device**

No documents available for the priority number

**Inventor(s):** TAKANO KAZUAKI [JP]; TANAKA NAOYUKI [JP]; SHIOYA MAKOTO [JP]; IMAIDE TAKUYA [JP]; KURATA KENICHIROU [JP] ± (TAKANO, KAZUAKI, MITO, JP, ; TANAKA, NAOYUKI, ABIKO, JP, ; SHIOYA, MAKOTO, TOKIO/TOKYO, JP, ; IMAIDE, TAKUYA, FUJISAWA, JP, ; KURATA, KENICHIROU, KATSUTA, JP, ; TAKANO, KAZUAKI, ; TANAKA, NAOYUKI, ; SHIOYA, MAKOTO, ; IMAIDE, TAKUYA, ; KURATA, KENICHIROU)

**Applicant(s):** HITACHI LTD [JP] ± (HITACHI, LTD., TOKIO/TOKYO, JP, ; HITACHI, LTD)

**Classification:** - **international:** B60Q1/52; B60R21/00; B60W30/00; G05D1/02; G06T1/00; G06T7/00; G08G1/00; G08G1/16; H04N7/18; (IPC1-7): G05D1/02; G06K9/60; G08G1/16  
- **cooperative:** B60Q9/008; G05D1/0246; G05D1/0289; G06T7/2053; B60G2400/823; B60G2400/824; B60G2401/142; B60G2800/166; G05D2201/0213; G06T2207/30261

**Application number:** DE19944434698 19940928

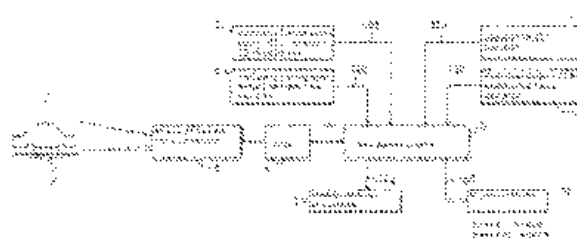
**Priority number(s):** JP19930240939 19930928

**Also published as:** DE4434698 (B4) JPH0796806 (A) US5612686 (A)

**Abstract of DE4434698 (A1)**

According to the invention, the safety distance between vehicles is assessed by monitoring whether or not an object in front of the vehicle, which is different from the road surface, that is to say a vehicle (1) which moves in front, is present in a predetermined region (AW, AS) of the road surface in front of the vehicle. The road surface in front of the vehicle is recognised

(detected) by an image-processing unit (501) which is used as sensor for the recognition of traffic states of the carriageway in front. According to the invention, it is not necessary for the image of a vehicle in front, which image may have a complicated form and different colours, to be recognised by means of complex image processing.





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 44 34 698 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 08 G 1/16**  
G 06 K 9/60  
G 05 D 1/02

21 Aktenzeichen: P 44 34 698.0  
22 Anmeldetag: 28. 9. 94  
43 Offenlegungstag: 30. 3. 95

DE 44 34 698 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
28.09.93 JP 5-240939

71 Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

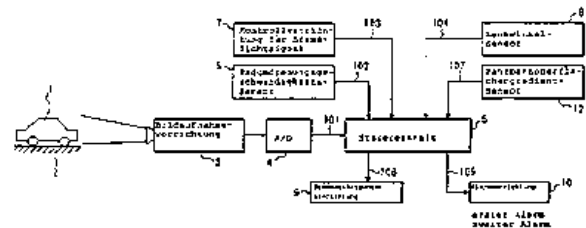
74 Vertreter:  
Beatz, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.;  
Siegfried, J., Dipl.-Ing.; Schmitt-Fumian, W., Prof.  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Mayr, C.,  
Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 80538 München

72 Erfinder:  
Takano, Kazuaki, Mito, JP; Tanaka, Naoyuki, Abiko,  
JP; Shioya, Makoto, Tokio/Tokyo, JP; Imaide,  
Takuya, Fujisawa, JP; Kurata, Kenichirou, Katsuta,  
JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen der Situation in der Umgebung eines Fahrzeugs sowie dieses Verfahren und diese Vorrichtung verwendendes Betriebsunterstützungssystem

57 Erfindungsgemäß wird der Sicherheitsabstand zwischen Fahrzeugen dadurch beurteilt, daß überwacht wird, ob ein von der Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug verschiedener Gegenstand, d. h. ein vorausfahrendes Fahrzeug (1) in einem vorgegebenen Bereich (A<sub>W</sub>, A<sub>S</sub>) der Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug vorhanden ist oder nicht. Die Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug wird durch eine Bildverarbeitungseinheit (501) erkannt, die als Sensor für die Erkennung von Verkehrszuständen der vorausliegenden Fahrbahn verwendet wird. Erfindungsgemäß ist es nicht notwendig, daß das Bild eines vorausfahrenden Fahrzeugs, das eine komplizierte Form und unterschiedliche Farben besitzen kann, mittels einer aufwendigen Bildverarbeitung erkannt wird.



DE 44 34 698 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen der Verkehrszustände in der Umgebung eines Fahrzeugs durch Bezugnahme auf mittels einer Bildaufnahmevorrichtung aufgenommene Bildinformation sowie ein Betriebsunterstützungssystem, das dieses Verfahren und diese Vorrichtung verwendet.

Aus den Patentanmeldungen JP 313200-A (1992), JP 172799-A (1983) und JP 291100-A (1990) sind Verfahren und Vorrichtungen bekannt, die den Abstand zwischen einem betrachteten Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug konstant halten oder die das betrachtete Fahrzeug, das einem vorausfahrenden Fahrzeug folgt, mittels einer Bildverarbeitungstechnik steuern, die ihrerseits Bilder einer vorausliegenden Szene verwendet, die von einer Bildaufnahmevorrichtung aufgenommen werden.

Da die obenerwähnten Techniken ein vorausfahrendes Fahrzeug unter Verwendung von Bildinformation erkennen, machen diese Techniken die Verarbeitung einer großen Bildinformationsmenge notwendig, weshalb eine große Speicherkapazität sowie eine leistungsstarke Informationsverarbeitungsvorrichtung (Computer), die äußerst schnelle Rechengänge ausführen kann, erforderlich sind.

Weiterhin besteht bei diesen Techniken das Problem, daß sie mehr Informationsverarbeitungszeit benötigen, wenn die Straße eine Kurve aufweist, da dann für die Verfolgung des voraus fahrenden Fahrzeugs die Verarbeitung einer noch größeren Bildinformationsmenge notwendig ist.

Die vorliegende Erfindung ist angesichts der obenbeschriebenen Probleme gemacht worden.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen der Verkehrszustände in der Umgebung eines Fahrzeugs sowie ein dieses Verfahren und diese Vorrichtung verwendendes Betriebsunterstützungssystem zu schaffen, mit denen die zu verarbeitende Informationsmenge und die Informationsverarbeitungszeit in hohem Maß reduziert werden können und durch die die Informationsverarbeitungseinrichtung kleinere Abmessungen erhalten kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen der Umgebung eines Fahrzeugs sowie durch ein dieses Verfahren und diese Vorrichtung verwendendes Betriebsunterstützungssystem, wie sie in den Ansprüchen beansprucht sind.

Erfindungsgemäß werden bei der Erfassung des Auftretens eines nicht als Fahrbahn bestimmten Teils oder bei der Erfassung des Eintretens eines Gegenstandes, der als von einer Fahrbahnoberfläche verschiedener Gegenstand identifiziert wird, in einen vorgegebenen vorderen Bereich der dem betrachteten Fahrzeug vorausliegenden Fahrbahnoberfläche Signale erzeugt und/oder vorgegebene Steuerungen für das Fahrzeug ausgeführt; hierbei werden die Teile oder Gegenstände unter Verwendung von Bildinformationen erkannt, die von einer Bildaufnahmevorrichtung aufgenommen werden.

Durch Bereitstellen der obenerwähnten Funktionen kann die vorliegende Erfindung Steuerungen für das betreffende Fahrzeug erzeugen oder ausführen, indem es die in den vorgegebenen vorausliegenden Bereich des betrachteten Fahrzeugs eintretenden Teile oder Gegenstände erfaßt und diese in dem vorgegebenen

vorausliegenden Bereich befindlichen Teile oder Gegenstände auf einer Anzeigevorrichtung anzeigt.

Weiterhin ist erfindungsgemäß eine Funktion vorgesehen, die durch Anwenden einer einfachen Bildverarbeitungstechnik auf die aus der Bildinformation bezüglich einer gekrümmten Straße erhaltene Fahrbahnoberflächeninformation feststellt, daß die Fahrbahn eine Kurve aufweist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung können die erforderliche Speicherkapazität sowie die Menge der verarbeiteten Informationen verringert werden, indem ein Sicherheitsabstand zwischen Fahrzeugen nicht auf der Grundlage der Erkennung eines vorausfahrenden Fahrzeugs, das seinerseits eine komplizierte Form und verschiedene Farben und Größen haben kann, sondern auf der Grundlage der Bestimmung, ob im vorgegebenen Bereich (dem vorausliegenden Bereich des betrachteten Fahrzeugs) der erkannten Fahrbahnoberfläche ein von der Fahrbahnoberfläche verschiedener Gegenstand (z. B. ein vorausfahrendes Fahrzeug) vorhanden ist oder nicht oder ob ein nicht als Fahrbahnoberfläche erkanntes Teil vorhanden ist oder nicht, ermittelt wird.

In den weiteren Nebenansprüchen und in den abhängigen Ansprüchen sind bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung definiert.

Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, die auf die Zeichnungen Bezug nimmt; es zeigen

Fig. 1 den Grundaufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Betriebsunterstützungssystems;

Fig. 2 den Aufbau einer Steuereinheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Betriebsunterstützungssystems;

Fig. 3 ein Beispiel eines Anzeigefensters, das durch eine Bildverarbeitungseinheit gemäß der vorliegenden Erfindung verarbeitet wird;

Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des von der erfindungsgemäßen Steuereinheit gesteuerten Fahrbetriebs bei einer Verkehrsstockung;

Fig. 5 ein Bild, das die Situation zeigt, in der in einem ersten individuellen Bereich ein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist, und das von der erfindungsgemäßen Bildverarbeitungseinheit erzeugt wird;

Fig. 6 ein Anzeigefenster im Fall der Verarbeitung einer eine Kurve aufweisenden Fahrbahn mittels der erfindungsgemäßen Bildverarbeitungseinheit;

Fig. 7 ein Bild, das die Situation zeigt, in der im zweiten individuellen Bereich ein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist, und das von der erfindungsgemäßen Bildverarbeitungseinheit erzeugt wird;

Fig. 8 ein Flußdiagramm zur Erläuterung der Anhalte-Steuervorgänge, die von der erfindungsgemäßen Steuereinheit bei einer Verkehrsstockung ausgeführt werden;

Fig. 9 ein Bild, das den Prozeß der Erzeugung des individuellen Bereichs durch die erfindungsgemäße Bildverarbeitungseinheit zeigt;

Fig. 10 den Grundaufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Betriebsunterstützungssystems gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 11 die in der weiteren Ausführungsform von Fig. 10 verwendete Beziehung zwischen den Y-Koordinaten der individuellen Bereiche und dem Fahrbahngradienten;

Fig. 12 ein Flußdiagramm zur Erläuterung der Fahr-

betriebssteuerungen, die von der Steuereinheit gemäß der weiteren Ausführungsform bei einer Verkehrsstockung ausgeführt werden;

Fig. 13(a) ein Bild, das die Beziehung zwischen der Position eines außerhalb des individuellen Bereichs vorhandenen voraus fahrenden Fahrzeugs und der Position des betrachteten Fahrzeugs zeigt;

Fig. 13(b) ein Bild, das die Beziehung zwischen der Position eines im individuellen Bereich vorhandenen voraus fahrenden Fahrzeugs und der Position des betrachteten Fahrzeugs zeigt;

Fig. 14 den Aufbau einer Steuereinheit gemäß einer weiteren Ausführungsform; und

Fig. 15 ein Bild, das die Beziehung zwischen den Y-Koordinaten der individuellen Bereiche und der Beschleunigung des betrachteten Fahrzeugs gemäß einer weiteren Ausführungsform zeigt.

In Fig. 1 ist der Grundaufbau der Vorrichtung zum Überwachen der Verkehrszustände in der Umgebung eines Fahrzeugs sowie eines diese Vorrichtung verwendenden Betriebsunterstützungssystems gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Eine Bildaufnahmeverrichtung 3 wie etwa eine CCD-Kamera (Kamera mit Ladungsspeicherelement) zum Aufnehmen eines voraus fahrenden Fahrzeugs 1 und einer vorausliegenden Fahrbahn 2 oder dergleichen ist über einen A/D-Umsetzer 4 mit einer Steuereinheit 5 verbunden. Mit der Eingangsseite der Steuereinheit 5 sind ein Radumdrehungsgeschwindigkeitssensor 6, eine Kontrolleinrichtung 7 für Bremslichtsignale sowie ein Lenkwinkel-Sensor 8 verbunden, während mit der Ausgangsseite der Steuereinheit 5 eine Bremsbetätigungseinrichtung 9 sowie eine Alarmvorrichtung 10 verbunden sind.

Wie in Fig. 2 gezeigt, enthält die Steuereinheit 5 eine Bildverarbeitungseinheit 501 zum Verarbeiten von Bildinformationen, einen Speicher 502, der vorgegebene Parameter ( $y_w$ ,  $y_s$ ,  $y_0$ ,  $c_1$ ,  $c_2$ ) speichert, eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit 504, eine Fahrzeugfahrzustand-Beurteilungseinheit 503, die die Fahrzustände eines Fahrzeugs beurteilt, sowie mehrere Arten von Speichern, die in der Figur nicht gezeigt sind. Bildsignale 101, die durch den A/D-Umsetzer 4 in digitale Signale umgewandelt werden, werden in die Bildverarbeitungseinheit 501 eingegeben, während das Radumdrehungsgeschwindigkeitssensor-Signal 102, ein Bremslichtsignal 103 sowie ein Lenkwinkelsensor-Signal 104 in die Fahrzeugfahrzustand-Beurteilungseinheit 503 eingegeben werden. Dann werden von der Betätigungseinrichtung-Treibereinheit 504 ein Alarmerzeugungssignal 105 und ein Bremstreiber-Signal 106 ausgegeben.

Fig. 3 zeigt die Situation, in der die verarbeitete Information bezüglich der vorausliegenden Fahrbahn 2, die von der Bildaufnahmeverrichtung 3 aufgenommen wird, in einem zweidimensionalen Fenster 11 angezeigt wird, wenn kein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist. In einer Fahrspur 201 des betrachteten Fahrzeugs werden ein durch vier Punkte  $P_{w1}$ ,  $P_{w2}$ ,  $P_{s1}$ ,  $P_{s2}$  gebildeter individueller Bereich 202 mit Trapezform sowie ein durch vier Punkte  $P_{s1}$ ,  $P_{s2}$ ,  $P_{o1}$ ,  $P_{o2}$  gebildeter, kleinerer individueller Bereich 203 mit Trapezform erzeugt. Die Punkte  $P_{w1}$ ,  $P_{s1}$  und  $P_{o1}$  bzw. die Punkte  $P_{w2}$ ,  $P_{s1}$  und  $P_{o2}$  berühren den linken bzw. den rechten weißen Seitenstreifen, wobei ihre Koordinaten durch  $(x_{w1}, y_w)$ ,  $(x_{s1}, y_s)$ ,  $(x_{o1}, y_0)$ ,  $(x_{w2}, y_w)$ ,  $(x_{s1}, y_s)$  und  $(x_{o2}, y_0)$  gegeben sind.

Die Werte von  $y_w$ ,  $y_s$  und  $y_0$  sind vorgegeben und im Speicher 502 der Steuereinheit 500 im voraus gespeichert und entsprechen der Anbringungsposition und

dem Anbringungswinkel der Bildaufnahmeverrichtung 3. Die Werte von  $y_w$  und  $y_s$  sind so festgelegt, daß der Abstand zwischen dem voraus fahrenden Fahrzeug und dem betrachteten Fahrzeug einen Sicherheitsabstand für ein in einer Verkehrsstockung fahrendes Fahrzeug darstellt, falls das vorausfahrende Fahrzeug im oberen Bereich oberhalb von  $y_w$  vorhanden ist, und daß der Abstand zwischen den Fahrzeugen einen gefährlichen Abstand darstellt, der einen Auffahrunfall zur Folge haben kann, falls sich das voraus fahrende Fahrzeug im unteren Bereich unterhalb von  $y_s$  befindet. Die Koordinate  $y_0$  ist auf die Unterkante des Fensters 11 gesetzt.

Die Differenz DL zwischen dem linken und dem rechten Seitenstreifen, die durch die beiden durch die Koordinaten  $y_w$  und  $y_s$  repräsentierten horizontalen Linien geschnitten werden, kann durch die folgende Gleichung (1) ausgedrückt werden:

$$|P_{w1}P_{o1} - P_{w2}P_{o2}| \quad (1)$$

DL wird berechnet und mit einem vorgegebenen ersten Schwellenwert  $c_1$  sowie mit einem vorgegebenen zweiten Schwellenwert  $c_2$ , der größer als  $c_1$  ist, verglichen. Im folgenden werden die Funktionsweisen der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm zur Erläuterung der Steuerung des im Fahrzustand befindlichen betreffenden Fahrzeugs (der Fahrzustand wird anhand des Radumdrehungsgeschwindigkeitssensor-Signals 102 beurteilt). Nachdem im Schritt 1001 die Situation einer Fahrbahn von der Bildaufnahmeverrichtung 3 erkannt worden ist, werden in der Bildverarbeitungseinheit 502 im Schritt 1002 ein erster individueller Bereich  $A_w$  (202) und ein zweiter individueller Bereich  $A_s$  (203) erzeugt. Im Schritt 1003 wird beurteilt, ob ein Gegenstand, d. h. ein vorausfahrendes Fahrzeug im ersten individuellen Bereich  $A_w$  vorhanden ist. Wenn in dem in Fig. 3 gezeigten individuellen Bereich  $A_w$  kein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist, wird im Schritt 1004 der Abstand zwischen dem linken und dem rechten weißen Streifen bestimmt. Wenn der Abstand kleiner als der Schwellenwert  $c_1$  ist, wird geurteilt, daß die Fahrbahn eine geradlinige Fahrbahn ist, wie sie in Fig. 3 gezeigt ist, woraufhin der Prozeß zum ersten Schritt 1001 zurückspringt.

Wenn andererseits die Beurteilung im Schritt 1003 ergibt, daß in den ersten individuellen Bereich  $A_w$  (202) ein vorausfahrendes Fahrzeug 1 eintritt, wie in Fig. 5 gezeigt ist, was bedeutet, daß das voraus fahrende Fahrzeug 1 langsamer wird oder anhält, sendet die Alarmeinheit 10 aufgrund des Alarmerzeugungssignals 105 einen ersten Alarm aus, der den Fahrer zu einem Bremsvorgang auffordert, falls im Schritt 1005 anhand des Zustands des Bremslichtsignals 1003 geurteilt wird, daß das betrachtete Fahrzeug momentan nicht gebremst wird. Wenn die Beurteilung im Schritt 1004 "nein" lautet, wird geurteilt, daß die Fahrbahn eine Kurve aufweist, wie in Fig. 6 gezeigt ist, so daß die Alarmeinheit 10 aufgrund des Alarmerzeugungssignals 105 den ersten Alarm aus sendet, um den Fahrer zum Einschlagen der gelenkten Räder des Fahrzeugs aufzufordern, falls im Schritt 1007 anhand des Zustands des Lenkwinkelsignals 104 geurteilt wird, daß die lenkbaren Räder des Fahrzeugs derzeit nicht eingeschlagen sind.

Wenn weiterhin im Schritt 1008 geurteilt wird, daß der Fahrer das Fahrzeug weder bremst noch die gelenkten Räder einschlägt, obwohl der erste Alarm erzeugt wird und das voraus fahrende Fahrzeug in den zweiten

individuellen Bereich  $A_5$  (203) eintritt, wie in Fig. 7 gezeigt ist, oder wenn im Schritt 1009 geurteilt wird, daß der Abstand zwischen dem linken und dem rechten Seitenstreifen den zweiten Schwellenwert  $C_2$  übersteigt, wird an den Fahrer der zweite Alarm ausgesandt, da möglicherweise eine Fahrzeugkollision erfolgen könnte oder ein Rad die Fahrbahn verläßt, wobei gleichzeitig durch das Bremsreibersignal 106 die Bremsbetätigungseinrichtung 9 aktiviert wird und das betrachtete Fahrzeug im Schritt 1011 automatisch angehalten wird.

In Fig. 8 ist ein Flußdiagramm zur Erläuterung der Steuerung von Anhaltevorgängen des Fahrzeugs während einer Verkehrsstockung gezeigt (der Anhaltvorgang wird unter Verwendung des Radumdrehungsgeschwindigkeitssensor-Signals 102 beurteilt).

Nachdem die Situation der Fahrbahn von der Bildaufnahmevorrichtung 3 im Schritt 2001 aufgenommen worden ist, wird im Schritt 2002 der erste individuelle Bereich  $A_w$  (202) in der Bildverarbeitungseinheit 501 erzeugt. Im Schritt 2003 wird beurteilt, ob im ersten individuellen Bereich  $A_w$  ein Gegenstand, d. h. ein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist oder nicht. Wenn im ersten individuellen Bereich  $A_w$  ein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist, wie in Fig. 5 gezeigt ist, wird geurteilt, daß das voraus fahrende Fahrzeug ebenfalls langsamer wird und der Abstand zwischen den Fahrzeugen kurz ist, woraufhin der Prozeß zum ersten Schritt 2001 zurückspringt.

Wenn andererseits im Schritt 2003 das Beurteilungsergebnis "nein" lautet, wird festgestellt, daß das vorausfahrende Fahrzeug wieder beschleunigt hat und daß zwischen den beiden Fahrzeugen ein ausreichender Abstand gewährleistet ist, wobei im Schritt 2005 durch ein Alarmerzeugungssignal 105 ein Alarm ausgesandt wird, der den Fahrer zum Freigeben der Bremsen auffordert, falls im Schritt 2004 anhand des Zustands des Bremslichtsignals 103 festgestellt wird, daß das betrachtete Fahrzeug weiterhin gebremst wird.

Wie oben erwähnt, kann erfindungsgemäß die in die Bildverarbeitungseinheit eingegebene Bildinformation verringert werden, da als Sensor für die Erfassung der vorausliegenden Situation auf der Fahrbahn nur eine Bildaufnahmevorrichtung erforderlich ist, ferner kann die in der Bildverarbeitung zu verarbeitende Information im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren in hohem Maß reduziert werden, da das voraus fahrende Fahrzeug lediglich als ein von der Fahrbahnoberfläche (einem individuellen Bereich) verschiedenes Teil behandelt wird. Durch die obenerwähnten Merkmale kann eine Verringerung der Größe der Steuereinheit erzielt werden, so daß diese ein kleines, leichtes und billiges System sein kann.

Weiterhin können die Ermüdung und die Belastung des Fahrers verringert werden, da er während einer Verkehrsstockung essen oder lesen kann, da beim Anhalten oder Anfahren des voraus fahrenden Fahrzeugs oder bei einem bevorstehenden Verlassen der Fahrbahn in einer geeigneten Zeiteinstellung ein Alarm ausgegeben wird, der den Fahrer zum Anhalten oder zum Anfahren auffordert.

Ein Fahrer kann einen durch seine Unaufmerksamkeit während einer Verkehrsstockung verursachten Unfall vermeiden, da die Bremse automatisch betätigt wird und das Fahrzeug angehalten wird, falls die Gefahr einer Fahrzeugkollision oder eines Verlassens der Fahrbahn vorhergesagt wird und der Fahrer den erzeugten Alarm nicht wahrnimmt.

Im folgenden wird mit Bezug auf Fig. 9 ein Verfahren

gemäß der vorliegenden Ausführungsform zum Erzeugen der individuellen Bereiche in dem zweidimensionalen Fenster erläutert. Es wird angenommen, daß die Fahrbahnoberfläche stets in der Mitte der Fahrbahn (die  $y$ -Koordinate ist  $y_0$ ) in horizontaler Richtung aufgenommen wird, wobei in der Mitte ein kleiner Bereich 204a gesetzt wird. Dann wird der Bereich durch vorgegebene Bildelemente nach oben, nach rechts und nach links erweitert (204b). Die Erweiterungsoperation wird wiederholt, solange im erweiterten Bereich die gleiche Farbe und die gleiche Helligkeit beibehalten werden. In dem Prozeß der Bereichserweiterung wird der eine andere Farbe besitzende Teil als weißer Streifen bestimmt, so daß die Erweiterung des Bereichs in horizontaler Richtung an dem Teil (Q-Teil von 204c) beendet wird, falls in dem erweiterten Bereich eine andere Farbe erscheint. In Aufwärtsrichtung ( $y$ -Richtung) wird die Erweiterung beendet, wenn der erweiterte Bereich die vorgegebene Höhe  $y_w$  erreicht und damit der individuelle Bereich 204 endgültig hergestellt ist.

In der vorliegenden Ausführungsform kann die Rechenbelastung für die Bildverarbeitung durch effizientes Erzeugen der individuellen Bereiche reduziert werden, wobei mit der Bereichserweiterung stets in dem erwähnten vorgegebenen Punkt des Fensters begonnen wird, ohne daß ein Fahrzeug durch Abtasten des aufgenommenen Bildes in  $x$ - und  $y$ -Richtung gesucht wird.

In einigen Fällen wird in der Mitte der Unterkante des Fensters die Motorhaube eines Fahrzeugs aufgenommen. In einem solchen Fall kann die gleiche Reduzierung der Rechenbelastung verwirklicht werden, indem der anfängliche Bereich 204a in die Nähe des mittleren oberen Teils gesetzt wird, der die Oberseite der Motorhaube berührt und indem der individuelle Bereich durch die gleiche Prozedur wie oben erwähnt erzeugt wird.

Im folgenden wird mit Bezug auf die Fig. 1 und 10 eine Ausführungsform erläutert, in der ein Fahrbahnoberflächengradient-Sensor 12 vorgesehen ist. Die Bildaufnahmevorrichtung 3 zum Aufnehmen des voraus fahrenden Fahrzeugs 1 und der vorausliegenden Fahrbahn 2 ist über den A/D-Umsetzer 4 mit der Steuereinheit 5 verbunden. Der Radumdrehungsgeschwindigkeitssensor 6, die Kontrolleinrichtung 7 für das Bremslichtsignal sowie der Fahrbahnoberflächengradient-Sensor 12 sind mit der Eingangsseite der Steuereinheit 5 verbunden, während mit der Ausgangsseite der Steuereinheit 5 die Bremsbetätigungseinrichtung 9 und die Alarmeinheit 10 verbunden sind.

Wie in Fig. 10 gezeigt, enthält die Steuereinheit 5 den Speicher 502, der die vorgegebenen Parameter ( $y_w$ ,  $y_s$ ,  $y_0$ ,  $c_1$ ,  $c_2$ ) speichert, eine Einheit 506 zum Setzen der Parameter des individuellen Bereichs, die die  $y$ -Koordinaten  $y_w$  und  $y_s$  des individuellen Bereichs entsprechend einem Fahrbahnoberflächengradientensensor-Signal 107 in Signale  $y'_w$  bzw.  $y'_s$  korrigiert und setzt, eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit 504, eine Fahrzeugfahrzustand-Beurteilungseinheit 503, die die Fahrzustände des Fahrzeugs beurteilt, sowie mehrere Arten von Speichern, die in der Figur nicht gezeigt sind.

Die durch den A/D-Umsetzer 4 in digitale Signale umgewandelten Bildsignale 101 werden in eine Bildverarbeitungseinheit 501 eingegeben, das Fahrbahnoberflächengradientensensor-Signal 107 wird in die Einheit 506 zum Setzen der Parameter des individuellen Bereichs eingegeben, während das Radumdrehungsgeschwindigkeit-Sensorsignal 102, das Bremslichtsignal 103 und das Lenkwinkelsensor-Signal 104 in die Fahrzeugfahrzustand-Beurteilungseinheit 503 eingegeben

werden. Dann werden von der Betätigungseinrichtung-Treibereinheit 504 ein Alarmerzeugungssignal 105 sowie ein Bremsstreiber-Signal 106 ausgegeben.

Fig. 3 zeigt die Situation, in der die Information der von der Bildaufnahmeverrichtung 3 aufgenommenen vorausliegenden Fahrbahn 2 in einem zweidimensionalen Fenster 11 angezeigt wird, wenn kein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist. Der individuelle Bereich  $A_w$  (202) mit Trapezform, der durch die vier Punkte  $P_{w1}$ ,  $P_{w2}$ ,  $P_{s1}$ ,  $P_{s2}$  gebildet ist, sowie ein kleinerer individueller Bereich  $A_s$  (203) mit Trapezform, der durch die vier Punkte  $P_{s1}$ ,  $P_{s2}$ ,  $P_{o1}$ ,  $P_{o2}$  gebildet ist, sind in einer Fahrspur 201 des Fahrzeugs erstellt. Die Punkte  $P_{w1}$ ,  $P_{s1}$  und  $P_{o1}$  bzw. die Punkte  $P_{w2}$ ,  $P_{s2}$ ,  $P_{o2}$  berühren den linken bzw. den rechten Seitenstreifen, wobei die Koordinaten der einzelnen Punkte durch  $(x_{w1}, y_w)$ ,  $(x_{s1}, y_s)$ ,  $(x_{o1}, y_o)$ ,  $(x_{w2}, y_w)$ ,  $(x_{s2}, y_s)$  bzw.  $(x_{o1}, y_o)$  gegeben sind. Die Koordinaten  $y_w$  und  $y_s$  werden in Übereinstimmung mit dem Fahrbahnoberflächengradienten geändert, wie in Fig. 11 gezeigt ist. Beispielsweise werden im Fall einer Zunahme des Fahrbahngradienten auf einer abschüssigen Fahrbahn die Werte  $y_w$  und  $y_s$  korrigiert und durch die Einheit 506 zum Setzen der Parameter des individuellen Bereichs in der Weise gesetzt, daß die Werte von  $y_w$  und  $y_s$  entsprechend der Gradientenzunahme größer werden. Weiterhin ist es auch möglich, die Werte von  $y_w$  und  $y_s$  direkt in Abhängigkeit vom Fahrbahnoberflächengradienten zu setzen und den Wert von  $y_o$  als  $y$ -Koordinate der Unterkante des Fensters 11 festzulegen.

Im folgenden werden die Funktionsweisen der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

Fig. 12 zeigt ein Flußdiagramm zur Erläuterung der Steuerung des Fahrzeugs in einem Fahrzustand (der Fahrzustand wird anhand des Radumdrehungsgeschwindigkeitssensor-Signals 102 beurteilt). Nachdem im Schritt 3001 die Situation einer Fahrbahn durch die Bildaufnahmeverrichtung 3 erkannt worden ist, werden im Schritt 3002 die Werte  $y_w$  und  $y_s$  durch die Einheit 506 zum Setzen der Parameter des individuellen Bereichs in Übereinstimmung mit dem vom Fahrbahnoberflächengradientensensor-Signal 107 erhaltenen Fahrbahnoberflächengradienten gesetzt und werden der erste individuelle Bereich  $A_w$  (202) und der zweite individuelle Bereich  $A_s$  (203) in der Bildverarbeitungseinheit 502 im Schritt 3003 erzeugt. Im Schritt 3004 wird beurteilt, ob im ersten individuellen Bereich  $A_w$  ein Gegenstand, d. h. ein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist oder nicht. Wenn im Bereich  $A_w$  kein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist, wie in Fig. 3 gezeigt ist, springt der Prozeß zum ersten Schritt 3001 zurück.

Wenn andererseits die Beurteilung im Schritt 3004 "nein" lautet, wird beurteilt, daß in den ersten individuellen Bereich  $A_w$  (202) ein vorausfahrendes Fahrzeug 1 eintritt, wie in Fig. 5 gezeigt ist, d. h. langsamer geworden ist oder anhält, woraufhin die Alarmerinheit 10 im Schritt 3006 aufgrund des Alarmerzeugungssignals 105 einen ersten Alarm aussendet, der den Fahrer zum Ausführen eines Bremsvorgangs auffordert, falls im Schritt 3005 anhand des Zustands des Bremslichtsignals 103 beurteilt wird, daß das Fahrzeug momentan nicht gebremst wird.

Wenn weiterhin im Schritt 3007 beurteilt wird, daß der Fahrer trotz des ersten Alarms keinen Brems- oder Lenkvorgang ausführt und das vorausfahrende Fahrzeug in den zweiten individuellen Bereich  $A_s$  (203) eintritt, wird im Schritt 3008 an den Fahrer der zweite Alarm ausgesandt, da möglicherweise eine Fahrzeug-

kollision auftreten kann, gleichzeitig wird im Schritt 3009 durch das Bremsstreiber-Signal 106 die Bremsbetätigungseinrichtung 9 angetrieben, so daß das Fahrzeug automatisch anhält.

Die Fig. 13(a) und 13(b) zeigen den Vergleich zweier Verarbeitungszustände, die in dem Fenster der Bildverarbeitungseinheit 501 für eine ebene Fahrbahn bzw. für eine Fahrbahn mit großem negativen Gradienten (stark abschüssige Fahrbahn) angezeigt werden, wobei die Position des vorausfahrenden Fahrzeugs die gleiche  $y$ -Koordinate  $y_w$  besitzt, d. h., daß in beiden Fällen der Abstand zwischen den Fahrzeugen gleich ist. Im Fall der in Fig. 13(a) gezeigten ebenen Fahrbahn wird kein Alarm erzeugt, da die  $y$ -Koordinate  $y_w$  des ersten individuellen Bereichs unter der  $y$ -Koordinate  $y_w$  des vorausfahrenden Fahrzeugs liegt. Andererseits wird in dem in Fig. 13(b) gezeigten Fall einer Fahrbahn mit stark negativem Gradienten ein Alarm erzeugt, da  $y_w$  über  $y_w$  liegt. Da der individuelle Bereich entsprechend dem Gradienten bei einer abschüssigen Fahrbahn größer ist, wird der Alarm frühzeitig erzeugt, so daß ein sicherer Bremsvorgang ausgeführt werden kann.

Im folgenden wird mit Bezug auf die Fig. 1, 14 und 15 eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert.

Diese Ausführungsform besitzt den gleichen Grundaufbau wie die in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform. Einzelheiten dieser Ausführungsform sind in Fig. 14 gezeigt. Das Radumdrehungsgeschwindigkeitssensor-Signal 102 wird sowohl in die Fahrzeugfahrzustand-Beurteilungseinheit 503 als auch in die Einheit 506 zum Setzen der Parameter des individuellen Bereichs eingegeben. Die Beschleunigung des Fahrzeugs wird beispielsweise durch Differenzieren des Radumdrehungsgeschwindigkeitssensor-Signals 102 erhalten. Der Grad des Fahrbahnoberflächengradienten wird geschätzt, ferner wird der Prozeß, der mit dem Setzen der individuellen Bereiche beginnt und mit der Erzeugung des Alarms oder mit dem Antreiben der Bremse endet, auf die gleiche Weise wie in der obenbeschriebenen Ausführungsform (siehe Fig. 12) ausgeführt. In der vorliegenden Ausführungsform wird, wie in Fig. 15 gezeigt, beurteilt, daß die Fahrbahn abschüssig ist, falls die Beschleunigung positiv ist, d. h. falls die Radumdrehungsgeschwindigkeit ansteigt, wobei die  $y$ -Koordinate  $y_w$  des ersten individuellen Bereichs und die  $y$ -Koordinate  $y_s$  des zweiten individuellen Bereichs in Übereinstimmung mit der Zunahme der Beschleunigung erhöht werden.

Mit dieser Ausführungsform können die gleichen Wirkungen wie in der obenbeschriebenen Ausführungsform erhalten werden, ferner ist eine weitere Kostenverminderung der Vorrichtung möglich, da der Fahrbahnoberflächengradient-Sensor weggelassen werden kann.

Wie oben erläutert, kann gemäß der vorliegenden Erfindung die Beurteilung hinsichtlich des sicheren Abstandes zwischen Fahrzeugen auf der Grundlage lediglich der Bestimmung ausgeführt werden, ob sich ein von einer Fahrbahn verschiedener Gegenstand, d. h. ein vorausfahrendes Fahrzeug in einem vorgegebenen Bereich vorausliegenden der Fahrbahnoberfläche befindet. Durch dieses Merkmal der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Kapazität eines Speichers und die Menge der zu verarbeitenden Informationen erheblich zu reduzieren und ein kleines, leichtes und billiges Betriebsunterstützungssystem zu schaffen.

1. Vorrichtung zum Überwachen der Situation in der Umgebung eines Fahrzeugs, mit einer Bildaufnahmevorrichtung (3), die an dem Fahrzeug befestigt ist und die Situation in der Umgebung des Fahrzeugs aufnimmt, und einer Bildverarbeitungseinheit (501), die eine Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs erkennt, indem sie von der Bildinformation der von der Bildaufnahmevorrichtung (3) aufgenommenen Situation Gebrauch macht, **gekennzeichnet durch** eine Beurteilungseinheit (501), die bei Auftreten eines nicht als Teil der Fahrbahnoberfläche identifizierten Teils in einem vorgegebenen, in Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorausliegenden Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) der erkannten Fahrbahnoberfläche Signale erzeugt.

2. Vorrichtung zum Überwachen der Situation in der Umgebung eines Fahrzeugs, mit einer Bildaufnahmevorrichtung (3), die am Fahrzeug befestigt ist und die Situation in der Umgebung des Fahrzeugs aufnimmt, einer Bildverarbeitungseinheit (501), die eine Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs erkennt, indem sie von der Bildinformation der von der Bildaufnahmevorrichtung (3) aufgenommenen Situation Gebrauch macht, und Fahrbahnoberflächendaten erzeugt, und einem Speicher (502), in dem im voraus Bildinformationen bezüglich eines vorgegebenen Bereichs (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) vor dem Fahrzeug als Bereichsdaten gespeichert worden sind, **gekennzeichnet durch** eine Beurteilungseinheit (501), die bei Auftreten eines nicht als Teil der Fahrbahnoberfläche identifizierten Teils in einem vorgegebenen, in Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorausliegenden Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) der erkannten Fahrbahnoberfläche Signale erzeugt, wobei sie die im Speicher (502) gespeicherten Bereichsdaten mit den von der Bildverarbeitungseinheit (501) erzeugten Fahrbahnoberflächendaten vergleicht.

3. Vorrichtung zum Überwachen der Situation in der Umgebung eines Fahrzeugs nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bildverarbeitungseinheit (501) eine Einrichtung enthält, die die Fahrbahnoberfläche unter Verwendung der jeweiligen Farbe und der jeweiligen Helligkeit der Bildelemente erkennt.

4. Vorrichtung zum Überwachen der Situation in der Umgebung eines Fahrzeugs, mit einer Bildaufnahmevorrichtung (3), die am Fahrzeug befestigt ist und die Situation in der Umgebung des Fahrzeugs aufnimmt, **gekennzeichnet durch** eine Anzeigevorrichtung, die Markierungen, die einen vorgegebenen Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) vor dem Fahrzeug angeben, sowie ein Bild der Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs anzeigt, und eine Beurteilungseinheit (501), die Signale erzeugt, wenn ein vorausfahrendes Fahrzeug (1), das sich auf der auf der Anzeigevorrichtung angezeigten Fahrbahnoberfläche befindet, in den vorgegebenen Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) eintritt.

5. Verfahren zum Überwachen der Situation in der Umgebung eines Fahrzeugs, das die folgenden

Schritte enthält:

Einlesen von Bildinformationen bezüglich der Situation in der Umgebung des Fahrzeugs, die von einer Bildaufnahmevorrichtung (3) aufgenommen werden,

Umsetzen (4) wenigstens der die Fahrbahnoberfläche angehenden Information aus den Bildinformationen in eine Informationsform, die durch eine digitale Signalverarbeitung verarbeitet werden kann, und

Auslesen von Bereichsinformationen, die einen vorgegebenen Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) vor dem Fahrzeug beschreiben, aus einem Speicher (502), wobei die Bereichsinformationen im voraus im Speicher (502) in einer Informationsform gespeichert worden sind, die durch eine digitale Signalverarbeitung verarbeitet werden kann,

**gekennzeichnet durch den folgenden Schritt:**

Erzeugen von Signalen, wenn im vorgegebenen Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) ein Teil auftritt, das als nicht zur Fahrbahnoberfläche gehörendes Teil identifiziert wird, wobei die die Fahrbahnoberfläche angehende Information mit der den vorgegebenen Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) vor dem Fahrzeug beschreibenden Bereichsinformation verglichen wird.

6. Verfahren zum Überwachen der Situation in der Umgebung eines Fahrzeugs, das den folgenden Schritt enthält:

Einlesen von Bildinformationen bezüglich der Situation in der Umgebung des Fahrzeugs, die von einer Bildaufnahmevorrichtung (3) aufgenommen werden, **gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:**

Umsetzen (4) der Farbinformation und der Helligkeitsinformation aus den Bildinformationen in eine Informationsform, die durch eine digitale Signalverarbeitung verarbeitet werden kann,

Erkennen einer Fahrbahnoberfläche in den Bildinformationen auf der Grundlage der Farben- und der Helligkeitsinformationen der Bildelemente, wobei die erkannten Bildinformationen bezüglich der Oberfläche in einer Informationsform gespeichert werden, die durch eine digitale Signalverarbeitung verarbeitet werden kann,

Auslesen von Bereichsinformation, die einen vorgegebenen Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) vor dem Fahrzeug beschreibt, aus einem Speicher (502), wobei die Bereichsinformation in dem Speicher (502) im voraus in einer Informationsform gespeichert worden ist, die durch eine digitale Signalverarbeitung verarbeitet werden kann, und

Erzeugen von Signalen, wenn im vorgegebenen Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) ein Teil auftritt, das als nicht zur Fahrbahnoberfläche gehörendes Teil erkannt wird, wobei die die Fahrbahnoberfläche angehende Information mit der Bereichsinformation verglichen wird, die den vorgegebenen Bereich (A<sub>w</sub>, A<sub>s</sub>) vor dem Fahrzeug beschreibt.

7. Verfahren zum Überwachen der Situation in der Umgebung eines Fahrzeugs, die die folgenden Schritte enthält:

Aufnehmen einer Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs mittels einer Bildaufnahmevorrichtung (3), die am Fahrzeug befestigt ist, und

Ausgeben eines aufgenommenen Bildes der Fahrbahnoberfläche an eine Anzeigevorrichtung, **gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:**



Anzeigen von Bereichsinformation, die einen vorgegebenen Bereich (Aw, As) vor dem Fahrzeug beschreibt, in einem Fenster (11) der Anzeigevorrichtung und Erzeugen von Signalen, wenn in dem vorgegebenen Bereich (Aw, As) vor dem Fahrzeug ein vorausfahrendes Fahrzeug auftritt.

8. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem, gekennzeichnet durch

- eine Bildaufnahmeverrichtung (3), die am Fahrzeug befestigt ist und eine Situation in der Umgebung des Fahrzeugs aufnimmt,
- eine Anzeigevorrichtung, die ein Bild der Situation, die von der Bildaufnahmeverrichtung (3) aufgenommen wird, sowie Markierungen anzeigt, die einen vorgegebenen Bereich (Aw, As) vor dem Fahrzeug beschreiben,
- eine Bildverarbeitungseinheit (501), die die Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs erkennt, indem sie von dem Bild der von der Bildaufnahmeverrichtung (3) aufgenommenen Situation Gebrauch macht, und
- eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504), die ein Befehlssignal (106) zum Bremsen des Fahrzeugs ausgibt, wenn in den vorgegebenen Bereich (Aw, As), der auf der Anzeigevorrichtung angezeigt und durch die Markierungen beschrieben ist, ein weiteres Fahrzeug eintritt.

9. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem, gekennzeichnet durch

- eine Einrichtung (3), die die Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs aufnimmt,
- eine Einrichtung, die ein Bild der aufgenommenen Fahrbahnoberfläche sowie Bereichsinformation bezüglich eines vorgegebenen Bereichs (Aw, As) in Fahrtrichtung des Fahrzeugs anzeigt, und
- eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504), die ein Befehlssignal (106) zum Bremsen des Fahrzeugs ausgibt, wenn in dem vorgegebenen Bereich (Aw, As) der Fahrbahnoberfläche ein vorausfahrendes Fahrzeug vorhanden ist.

10. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem, gekennzeichnet durch eine Bildaufnahmeverrichtung (3), die am Fahrzeug befestigt ist und die Situation in der Umgebung des Fahrzeugs aufnimmt,

- eine Bildverarbeitungseinheit (501), die die Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs erkennt, indem sie von dem Bild der von der Bildaufnahmeverrichtung (3) aufgenommenen Situation Gebrauch macht, und
- eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504), die ein Befehlssignal (106) zum Bremsen des Fahrzeugs ausgibt, wenn in einem vorgegebenen Bereich (Aw, As) der erkannten Oberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs ein Teil auftritt, das als nicht zur Fahrbahnoberfläche gehörendes Teil identifiziert wird.

11. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem, gekennzeichnet durch

- eine Einrichtung (3), die die Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs aufnimmt,
- eine Einrichtung, die ein Bild der aufgenommenen Fahrbahnoberfläche sowie Bereichsinformation bezüglich eines vorgegebenen Bereichs (Aw, As) in Fahrtrichtung des Fahrzeugs anzeigt, und
- eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504), die ein Befehlssignal (106) zum Bremsen des Fahrzeugs ausgibt, wenn in dem vorgegebenen Bereich (Aw, As) der Fahrbahnoberfläche ein vorausfah-

rendes Fahrzeug (1) vorhanden ist, und die das Befehlssignal (106) zum Bremsen des Fahrzeugs beendet, wenn das vorausfahrende Fahrzeug (1) aus dem vorgegebenen Bereich (Aw, As) der Fahrbahnoberfläche verschwindet.

12. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem, gekennzeichnet durch eine Bildaufnahmeverrichtung (3), die am Fahrzeug befestigt ist und eine Situation in der Umgebung des Fahrzeugs aufnimmt,

- eine Bildverarbeitungseinheit (501), die die Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs erkennt, indem sie von der Bildinformation bezüglich der von der Bildaufnahmeverrichtung (3) aufgenommenen Situation Gebrauch macht, und
- eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504), die ein Befehlssignal (106) zum Bremsen des Fahrzeugs ausgibt, wenn in einem vorgegebenen Bereich (Aw, As) der erkannten Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung des Fahrzeugs ein Teil auftritt, das als nicht zur Fahrbahnoberfläche gehöriges Teil bestimmt wird, und das Befehlssignal (106) zum Bremsen des Fahrzeugs beendet, wenn das vorausfahrende Fahrzeug (1) aus dem vorgegebenen Bereich (Aw, As) der Fahrbahnoberfläche verschwindet.

13. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem, dadurch gekennzeichnet, daß es enthält:

- eine Bildaufnahmeverrichtung (3), die am Fahrzeug befestigt ist und eine Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug so aufnimmt, daß die Fahrspurposition des Fahrzeugs im wesentlichen in der Mitte eines aufgenommenen Bildes angeordnet wird,

- eine Steuereinheit (5), die eine Bildverarbeitungseinheit (501) zum Verarbeiten der von der Bildaufnahmeverrichtung (3) aufgenommenen Bilddaten, eine Fahrzeugfahrzustand-Beurteilungseinheit (503), die die Zustände des Fahrzeugs beurteilt, sowie eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504) enthält, und
- eine Alarmeinheit (10), die mehrere Alarme erzeugt,

- ein trapezförmiger individueller Bereich (Aw, As) erzeugt wird, der durch einen linken und einen rechten weißen Streifen einer Fahrspur des Fahrzeugs sowie durch zwei horizontale Linien eingeschlossen ist, die ihrerseits im voraus in einem Fenster (11) zum Anzeigen eines von der Bildverarbeitungseinheit (501) verarbeiteten Bildes der Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug festgelegt werden, und dann, wenn ein von der Fahrbahn verschiedener Gegenstand (1) in den individuellen Bereich (Aw, As) eintritt, die Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504) aktiviert wird und von der Alarmeinheit (10) ein Alarm erzeugt wird, der den Fahrer zum Bremsen des Fahrzeugs auffordert.

14. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem, dadurch gekennzeichnet, daß es enthält:

- eine Bildaufnahmeverrichtung (3), die am Fahrzeug befestigt ist und die Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug aufnimmt, so daß die Fahrspurposition des Fahrzeugs im wesentlichen in der Mitte des aufgenommenen Bildes angeordnet wird,

- eine Steuereinheit (5), die eine Bildverarbeitungseinheit (501), die von der Bildaufnahme-

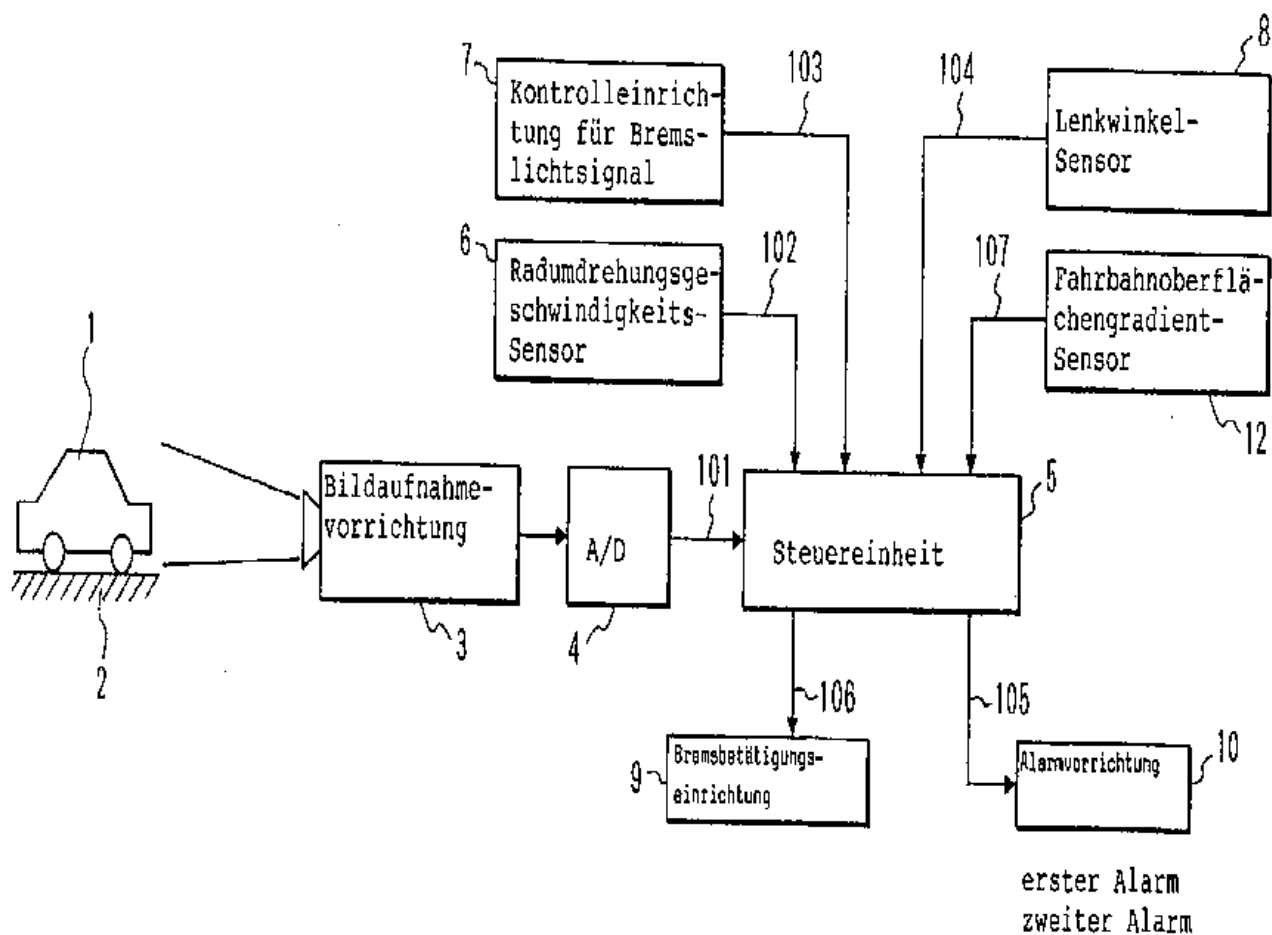
- vorrichtung (3) aufgenommene Bilddaten verarbeitet, eine Fahrzeugfahrzustand-Beurteilungseinheit (503), die die Zustände des Fahrzeugs beurteilt, und eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504) enthält, und  
 — eine Alarmeinheit (10), die mehrere Alarme erzeugen kann,  
 ein trapezförmiger individueller Bereich ( $A_w$ ,  $A_s$ ) erzeugt wird, der von einem rechten und von einem linken weißen Streifen einer Fahrspur des Fahrzeugs sowie von zwei horizontalen Linien eingeschlossen ist, die ihrerseits in einem Fenster (11) im voraus festgelegt werden, das ein von der Bildverarbeitungseinheit (501) verarbeitetes Bild einer Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug anzeigt, und dann, wenn ein in dem individuellen Bereich ( $A_w$ ,  $A_s$ ) vorhandener, von der Fahrbahn verschiedener Gegenstand aus dem individuellen Bereich ( $A_w$ ,  $A_s$ ) verschwindet, die Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504) betätigt wird und von der Alarmeinheit (10) ein Alarm erzeugt wird, der den Fahrer auffordert, den Bremsvorgang zu beenden.
15. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem, dadurch gekennzeichnet, daß es enthält:  
 — eine Bildaufnahmevorrichtung (3), die am Fahrzeug befestigt ist und eine Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug aufnimmt, so daß die Fahrspurposition des Fahrzeugs im wesentlichen in der Mitte des aufgenommenen Bildes angeordnet wird,  
 — eine Steuereinheit (5), die eine Bildverarbeitungseinheit (501), die von der Bildaufnahmevorrichtung (3) aufgenommene Bilddaten verarbeitet, eine Fahrzeugfahrzustand-Beurteilungseinheit (503), die die Zustände des Fahrzeugs beurteilt, sowie eine Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504) enthält, und  
 — eine Alarmeinheit (10), die mehrere Alarme erzeugt,  
 ein trapezförmiger individueller Bereich ( $A_w$ ,  $A_s$ ) erzeugt wird, der von einem rechten und von einem linken weißen Streifen einer Fahrspur des Fahrzeugs sowie von zwei horizontalen Linien eingeschlossen ist, die ihrerseits im voraus in einem Fenster (11) festgelegt worden sind, das ein von der Bildverarbeitungseinheit (501) verarbeitetes Bild der Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug anzeigt, und dann, wenn der Abstand zwischen dem rechten und dem linken Streifensegment des trapezförmigen individuellen Bereichs ( $A_w$ ,  $A_s$ ) einen vorgegebenen ersten Schwellenwert ( $c_1$ ) überschreitet, die Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504) betätigt wird und von der Alarmeinheit (10) ein Alarm erzeugt wird, der den Fahrer auffordert, einen Lenkvorgang auszuführen.
16. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremse des Fahrzeugs durch die Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504) automatisch betätigt wird und das Fahrzeug angehalten wird, wenn nach dem Alarm die Bremse nicht betätigt wird und ein von der Fahrbahn verschiedener Gegenstand (1) in einen vorgegebenen zweiten individuellen Bereich ( $A_s$ ) eintritt, der unterhalb des ersten vorgegebenen

- nen individuellen Bereichs ( $A_w$ ) angeordnet und kleiner als dieser ist.
17. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremse des Fahrzeugs durch die Betätigungseinrichtung-Treibereinheit (504) automatisch betätigt wird und das Fahrzeug angehalten wird, wenn nach dem Alarm die Lenkung des Fahrzeugs nicht betätigt wird und die Differenz zwischen dem rechten und dem linken Streifensegment des trapezförmigen individuellen Bereichs ( $A_w$ ,  $A_s$ ) einen vorgegebenen zweiten Schwellenwert ( $c_2$ ) übersteigt, der größer als der erste vorgegebene Schwellenwert ( $c_1$ ) ist.
18. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem nach Anspruch 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der individuelle Bereich ( $A_w$ ,  $A_s$ ) durch Erweitern eines Bereichs, der im wesentlichen die gleiche Farbe und die gleiche Helligkeit wie die Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug besitzt, ausgehend von dem Teil in der Nähe der Mitte der Unterkante des Fensters (11) zum Anzeigen eines Bildes der Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug nach rechts, nach links und nach oben erzeugt wird.
19. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem nach einem der Ansprüche 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der individuelle Bereich ( $A_w$ ,  $A_s$ ) durch Erweitern eines Bereichs, der im wesentlichen die gleiche Farbe und die gleiche Helligkeit wie die Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug besitzt, ausgehend von dem im wesentlichen mittigen oberen Teil, der die Oberseite des Motorhaube des Fahrzeugs berührt, die an der Unterkante des Fensters (11) zum Anzeigen des Bildes der Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug angeordnet ist, nach rechts, nach links und nach oben erzeugt wird.
20. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem nach Anspruch 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe des individuellen Bereichs ( $A_w$ ,  $A_s$ ) in Übereinstimmung mit einem Gradienten der Fahrbahnoberfläche, auf der das Fahrzeug fährt, geändert wird.
21. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem nach Anspruch 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe des individuellen Bereichs ( $A_w$ ,  $A_s$ ) in Übereinstimmung mit Geschwindigkeitsänderungen des Fahrzeugs bei Langsamfahrt geändert wird.
22. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer abschüssigen Fahrbahn der individuelle Bereich ( $A_w$ ,  $A_s$ ) in Fahrtrichtung verlängert wird, falls der negative Gradient der Fahrbahn zunimmt, und der individuelle Bereich ( $A_w$ ,  $A_s$ ) in Fahrtrichtung verkürzt wird, falls der negative Gradient der Fahrbahn kleiner wird.
23. Fahrzeugbetrieb-Unterstützungssystem nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß bei Langsamfahrt des Fahrzeugs der individuelle Bereich ( $A_w$ ,  $A_s$ ) in Fahrtrichtung verlängert wird, falls die Beschleunigung des Fahrzeugs größer wird, ohne daß ein Beschleunigungsvorgang bewirkt wird, oder verkürzt wird, falls die Beschleunigung des Fahrzeugs kleiner wird, ohne daß ein Bremsvorgang bei Langsamfahrt ausgeführt wird.

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

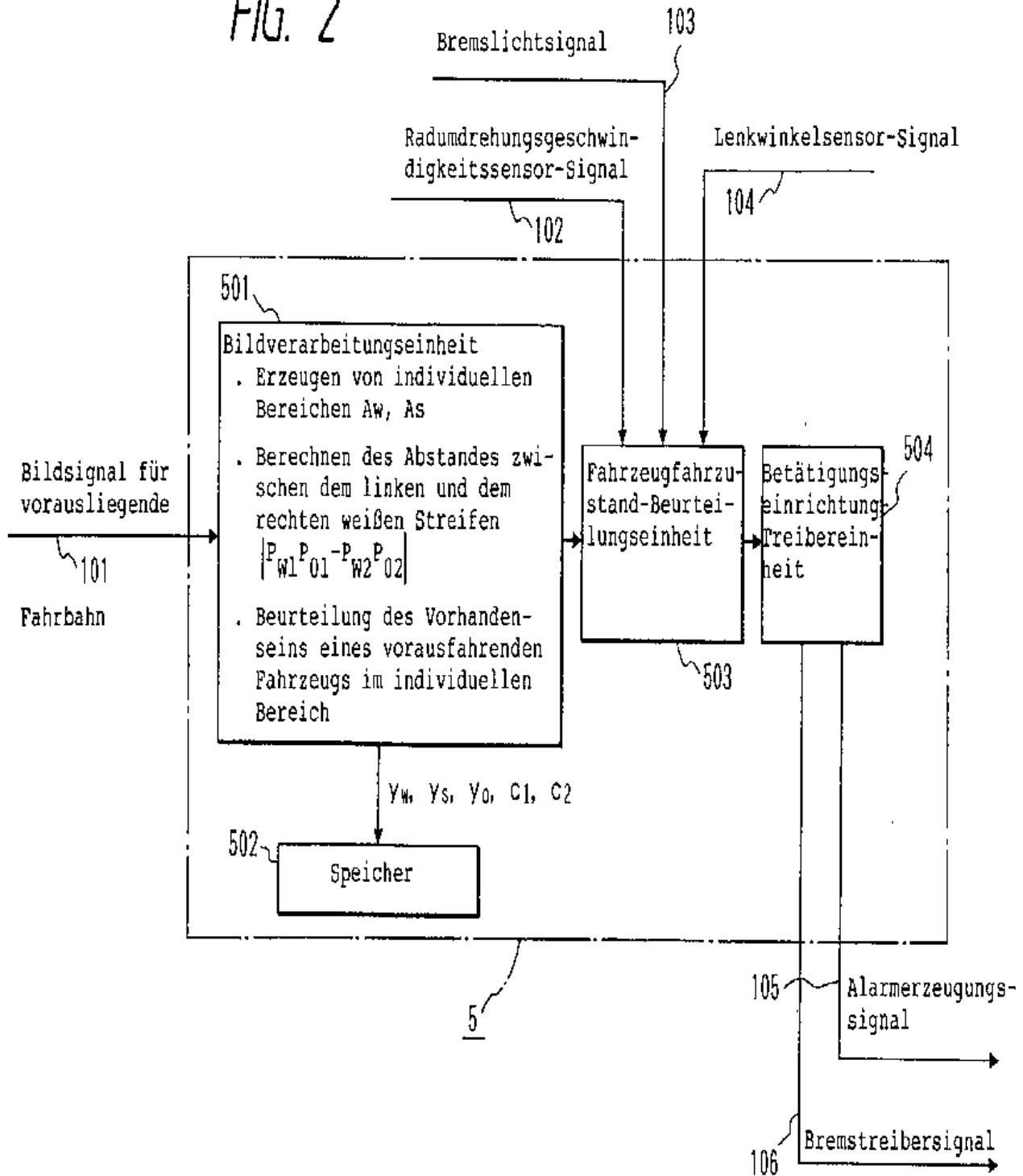
FIG. 1



Nummer:  
Int. Cl. 5:  
Offenlegungstyp:

DE 44 34 898 A1  
G 08 G 1/16  
30. März 1995

FIG. 2



508 013/714

FIG. 3

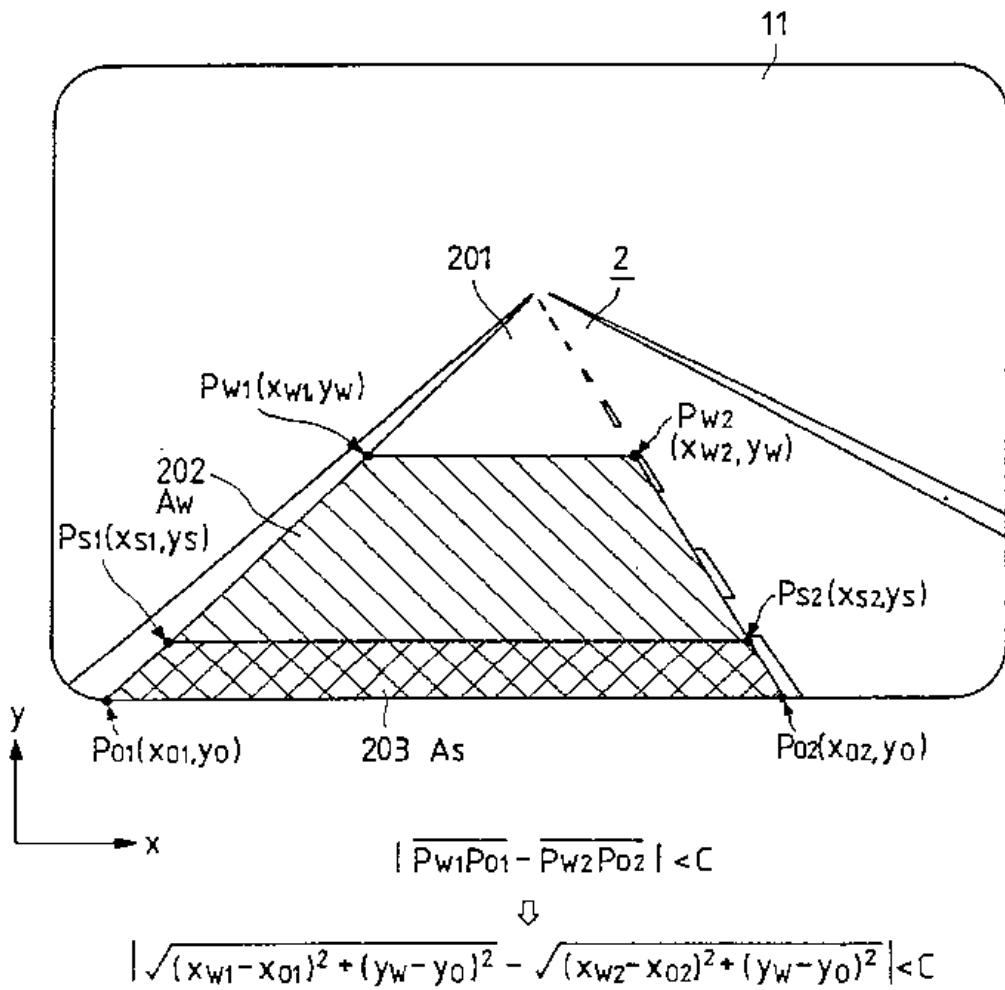


FIG. 4

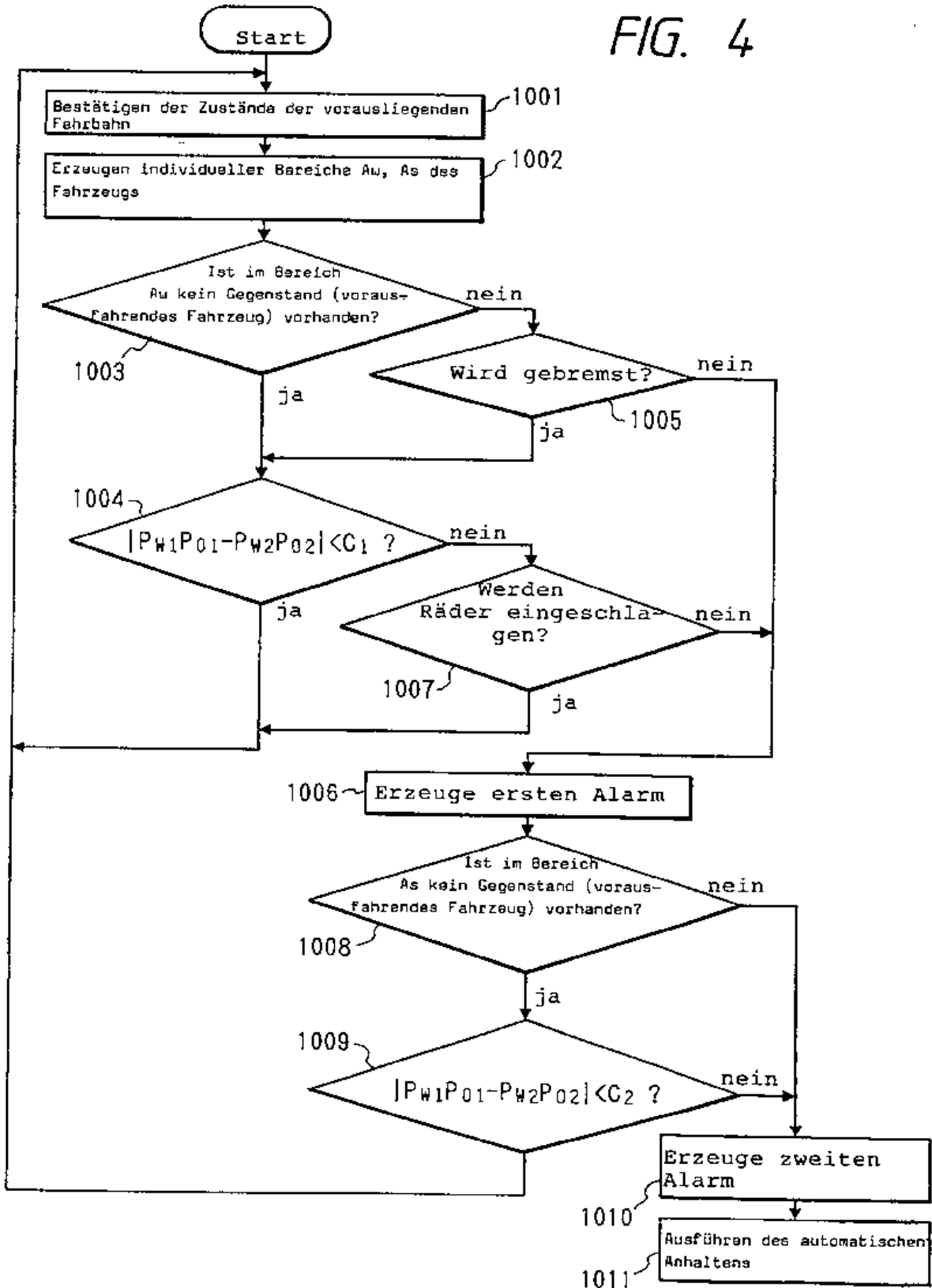


FIG. 5

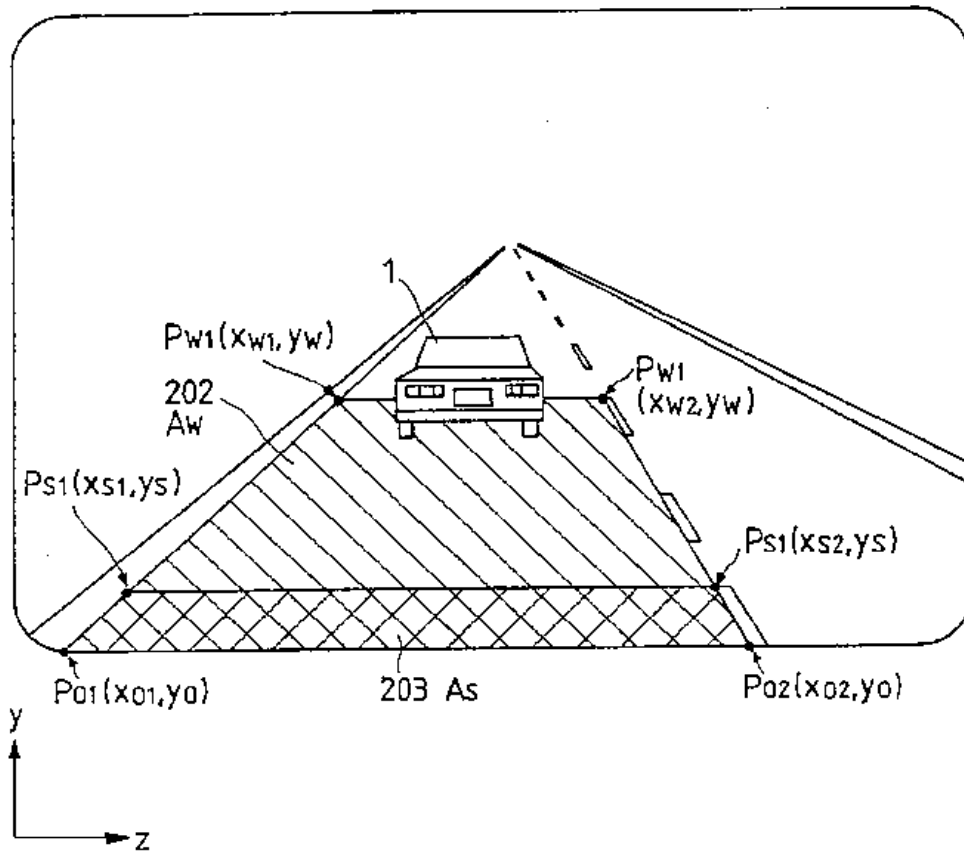
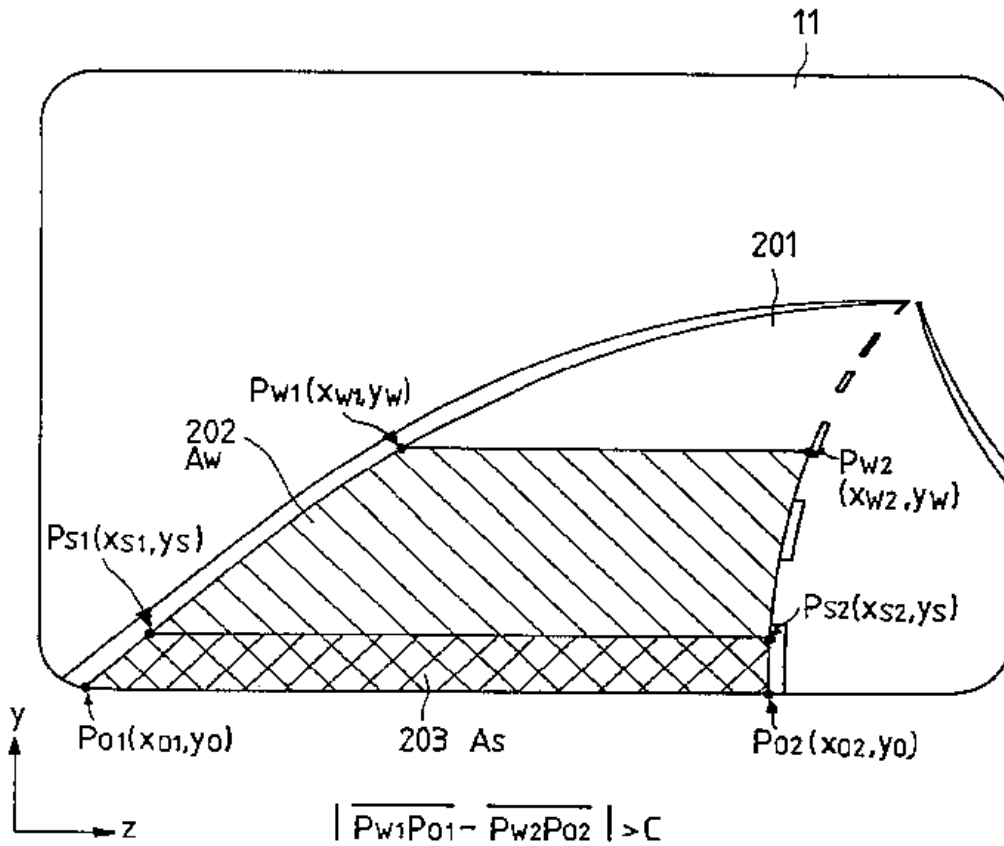




FIG. 6



$$\Downarrow$$

$$| \sqrt{(xw1 - x01)^2 + (yw - y0)^2} - \sqrt{(xw2 - x02)^2 + (yw - y0)^2} | > C$$

FIG. 7

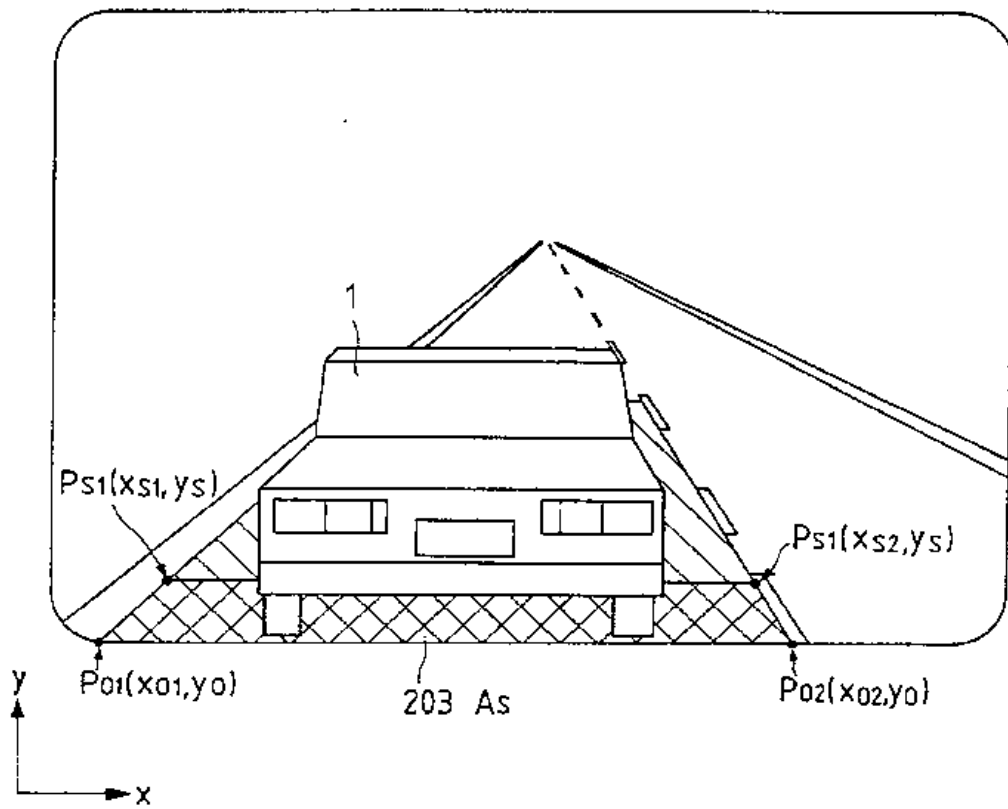


FIG. 8

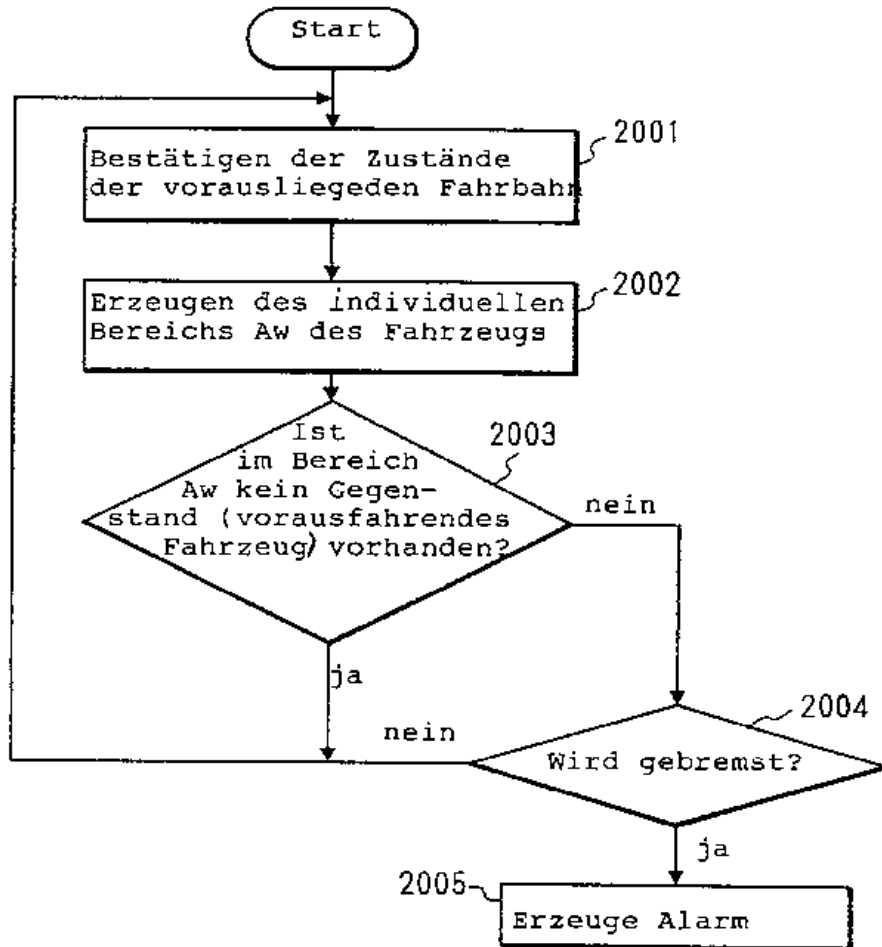


FIG. 9

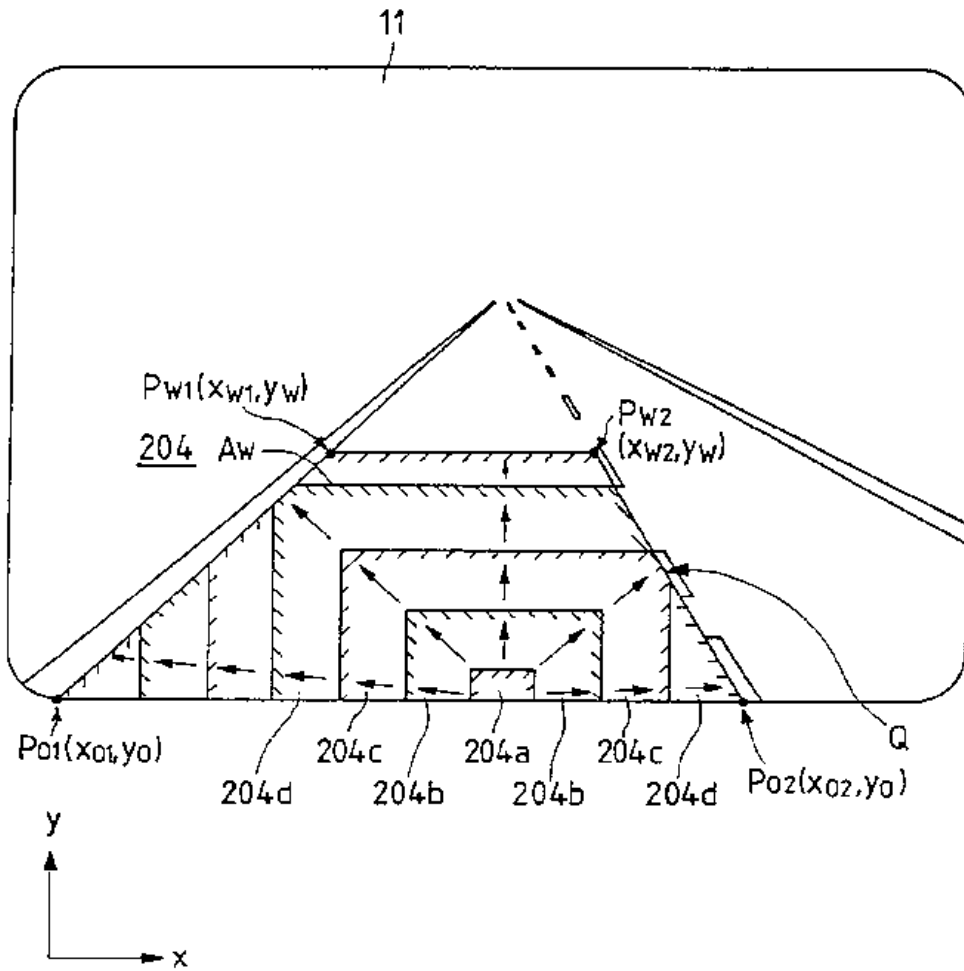


FIG. 10

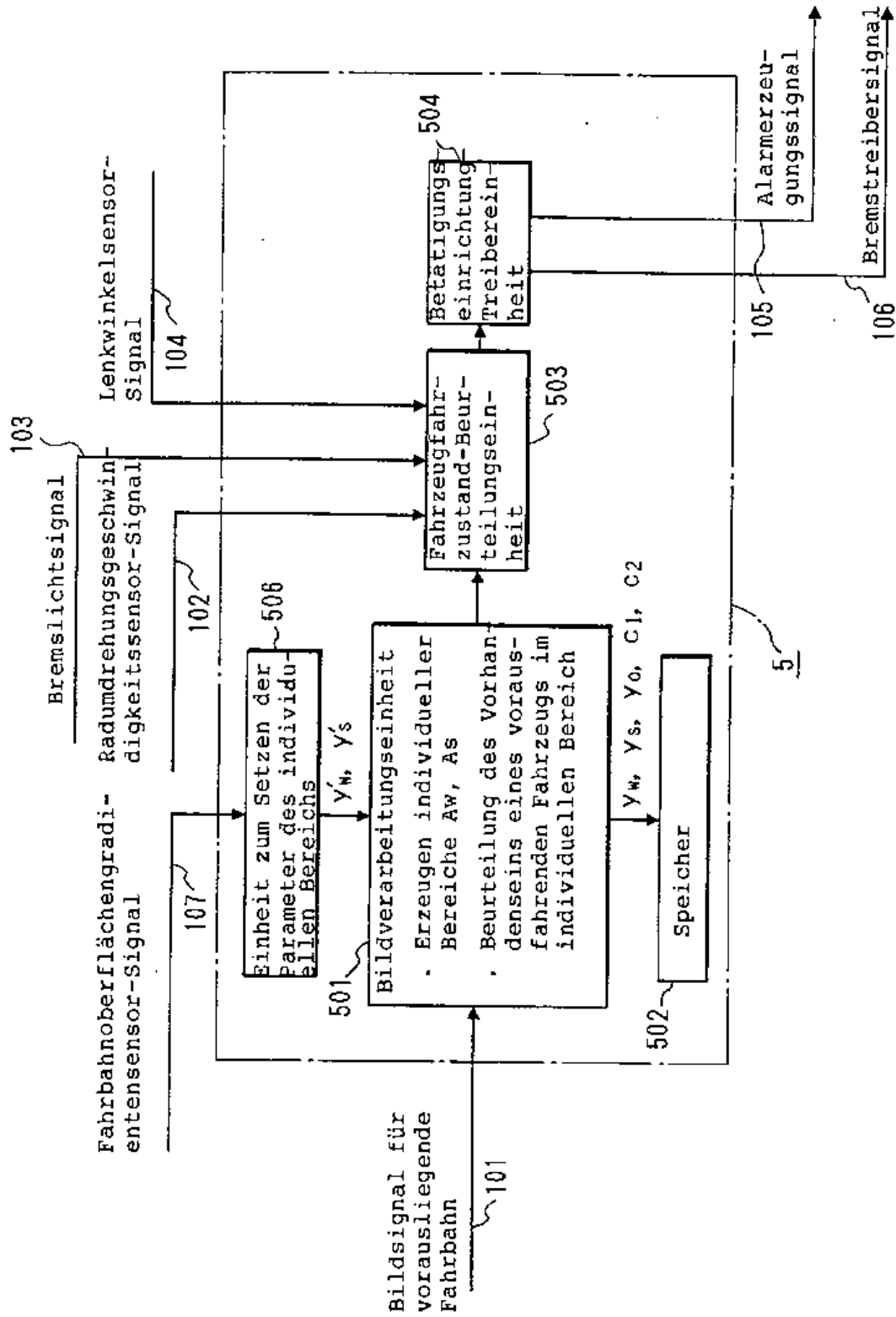


FIG. 11

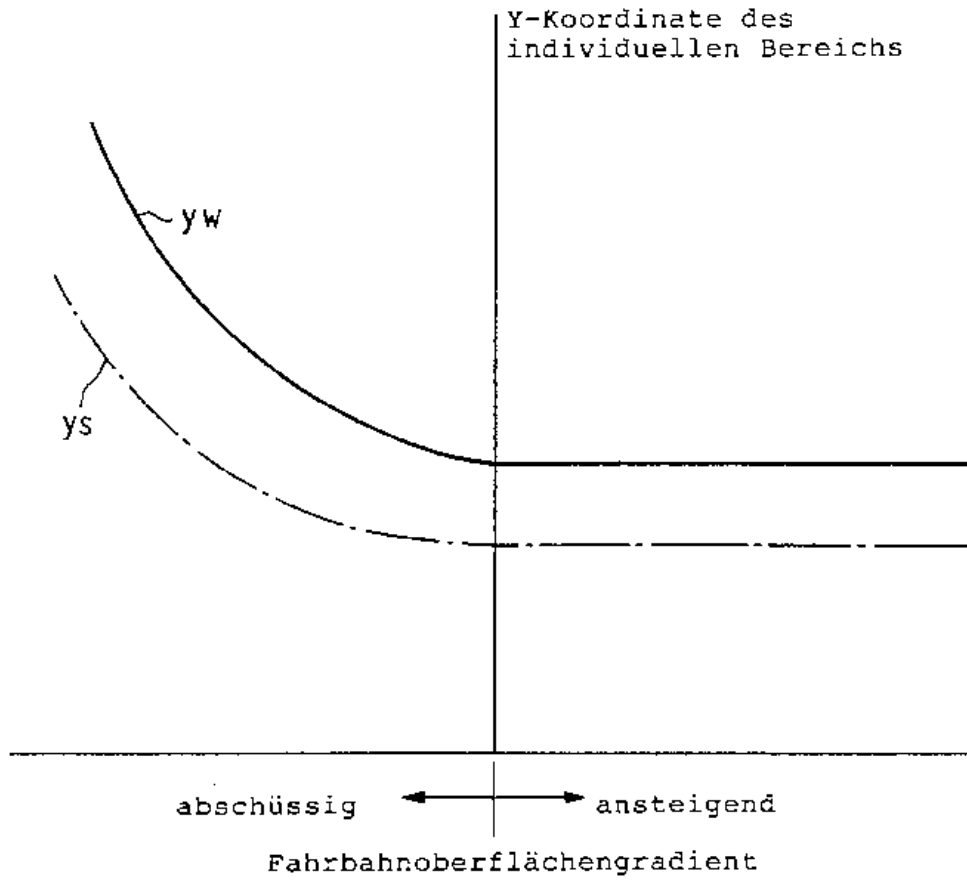


FIG. 12

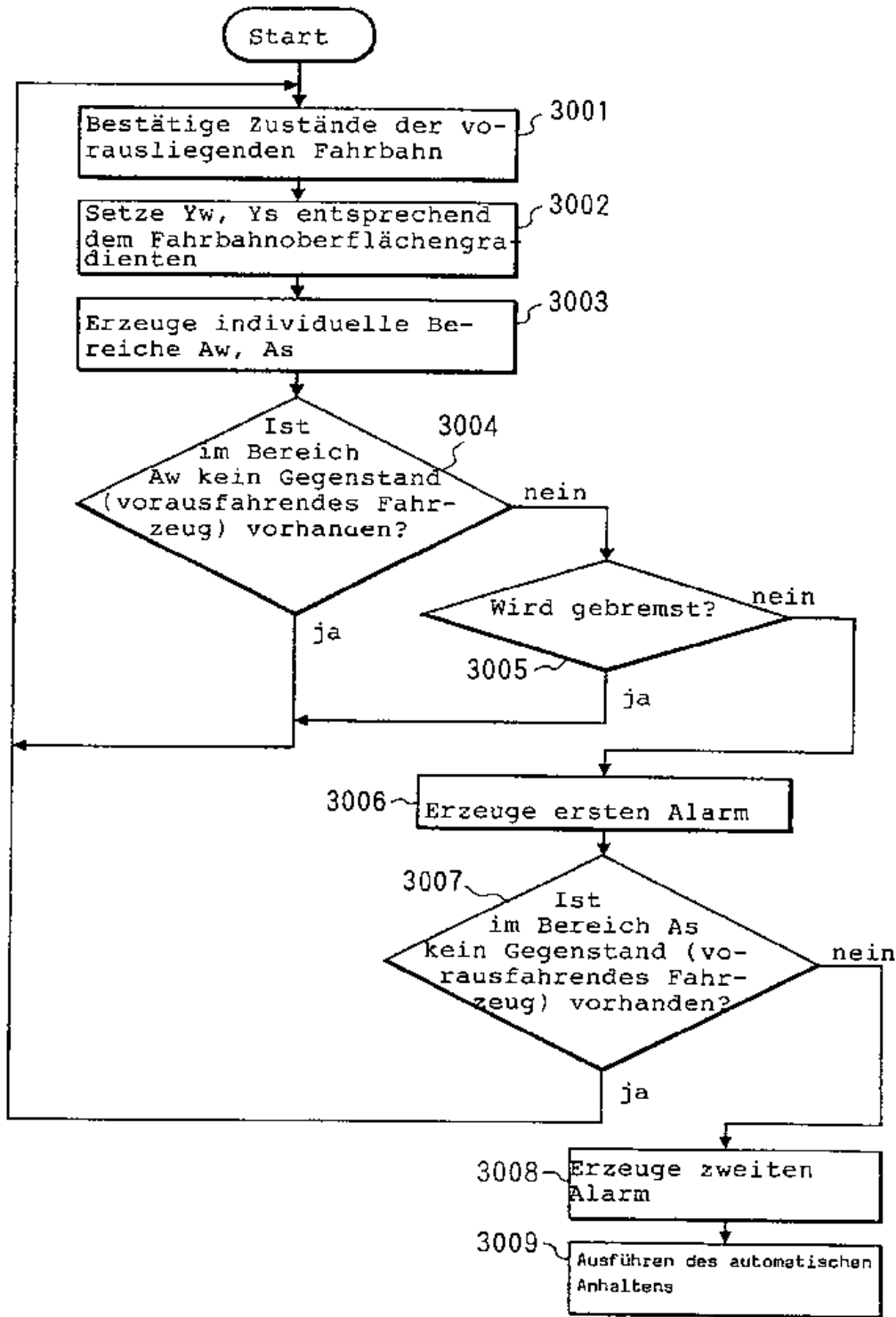


FIG. 13(a)

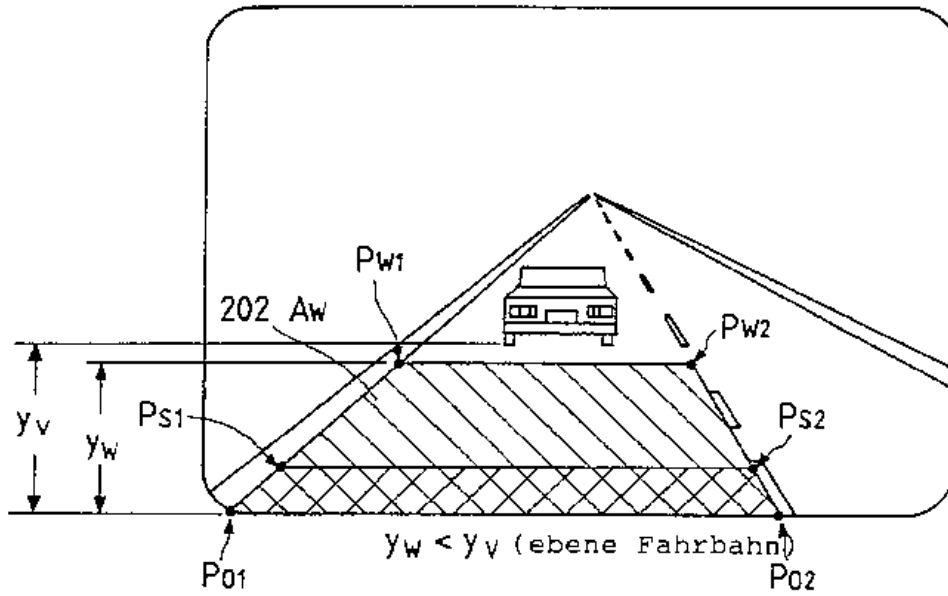


FIG. 13(b)

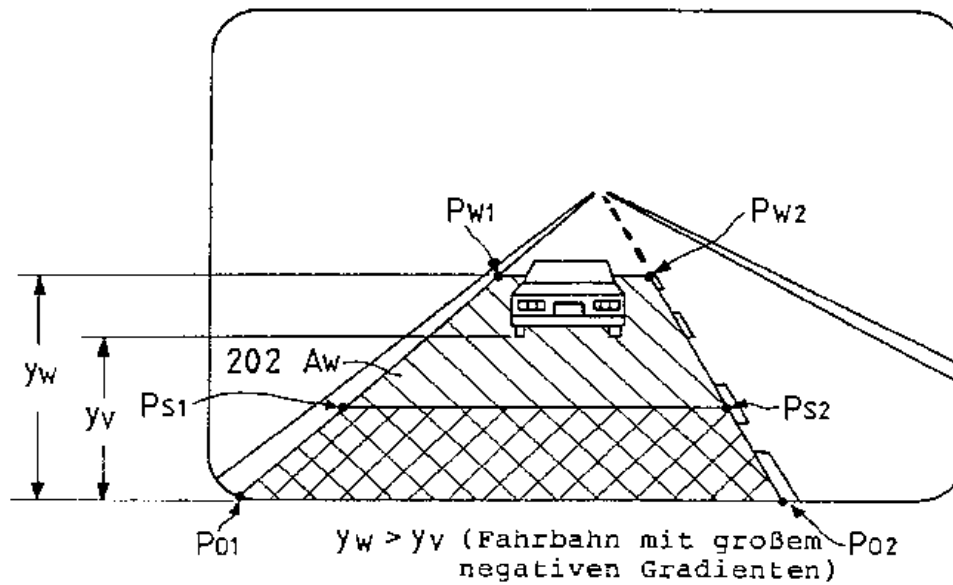




FIG. 14

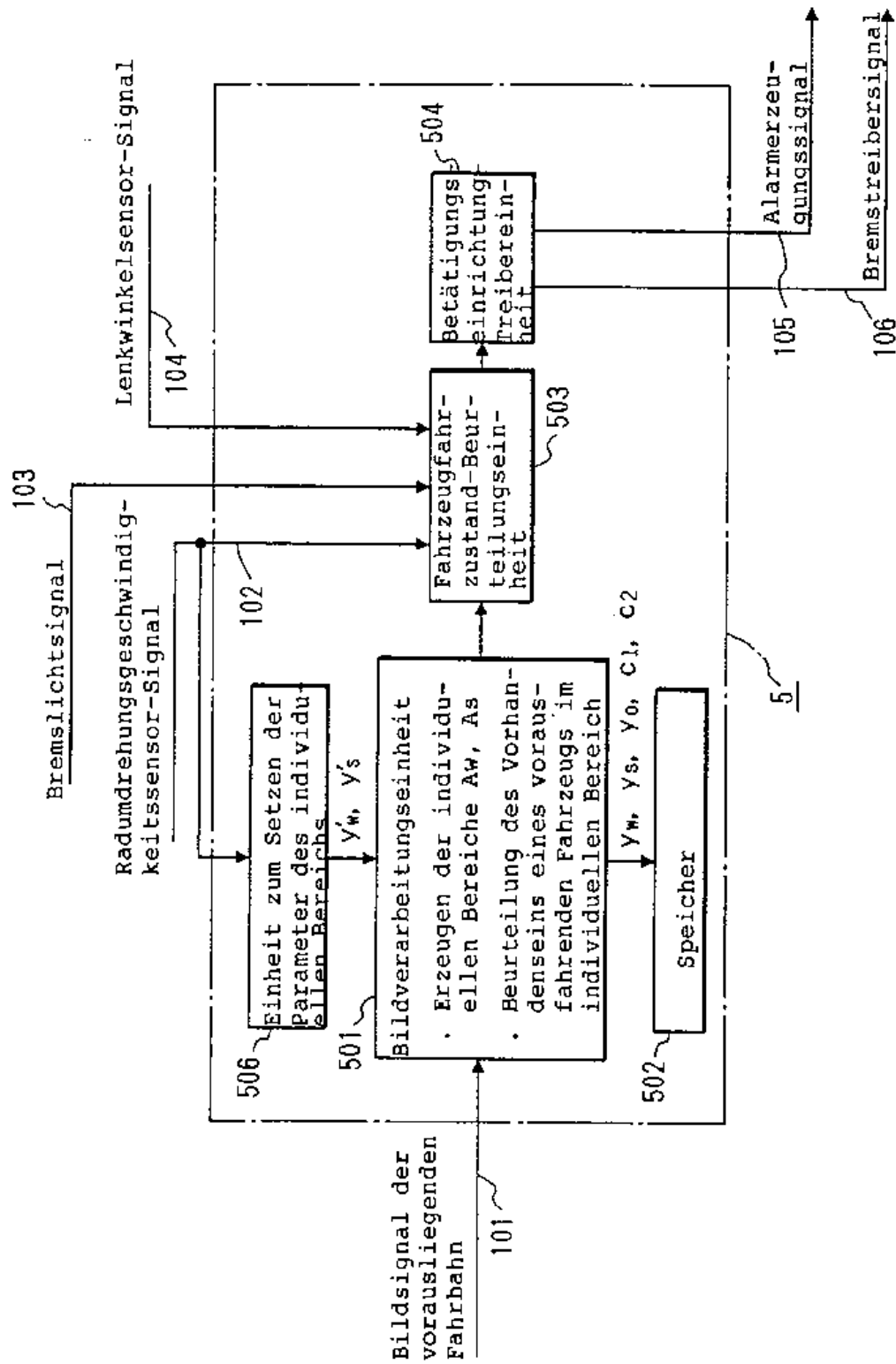
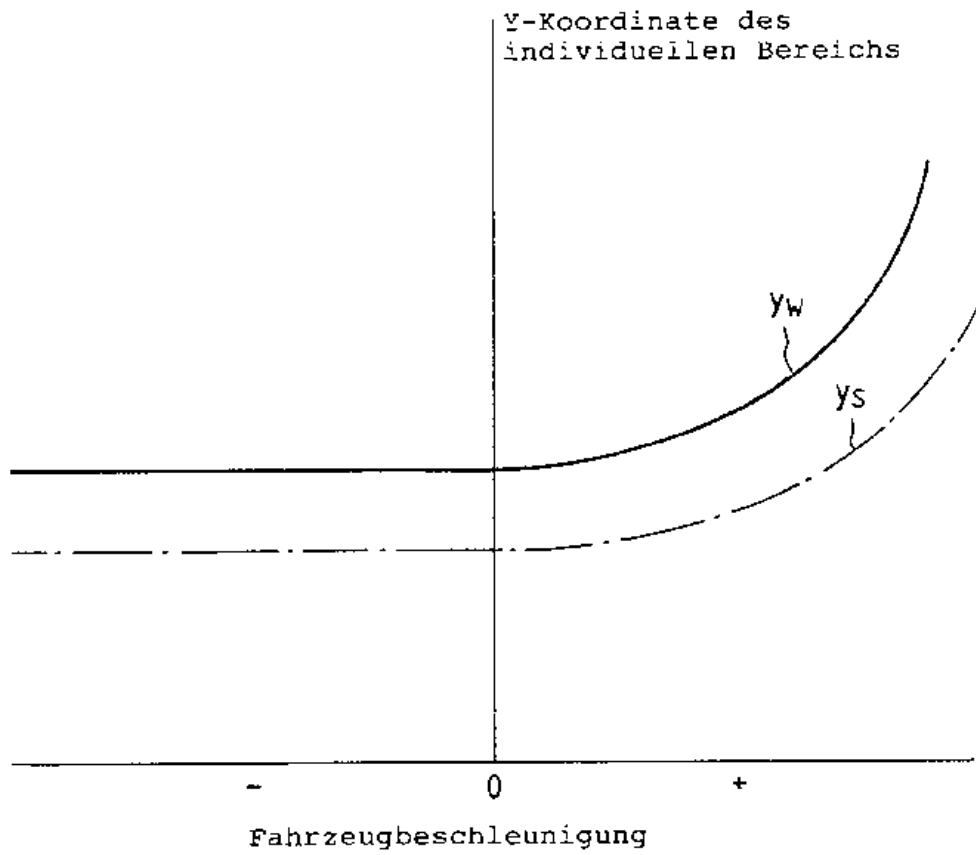


FIG. 15



**Bibliographic data: DE4480341 (T1) — 1996-03-21**

**Safety driving system**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** NAKAMURA KEIICHI [JP] ± (NAKAMURA, KEIICHI, TOKIO/TOKYO, JP)

**Applicant(s):** MITSUBISHI MOTORS CORP [JP] ± (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO K.K., TOKIO/TOKYO, JP)

**Classification:** - international: **B60K28/06; G08B21/06;** (IPC1-7): B60K28/06  
- cooperative: **B60K28/066; G08B21/06**

**Application number:** DE19944480341T 19941228

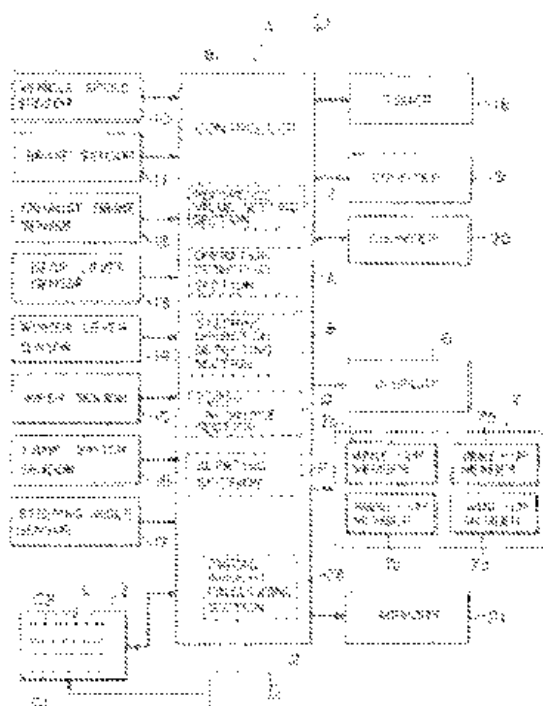
**Priority number(s):** WO1994JP02292 19941228 ; JP19930337407 19931228

**Also published as:** US5745031 (A) WO9518433 (A1) DE4480341 (B4)

**Abstract not available for DE4480341 (T1)**

**Abstract of corresponding document: US5745031 (A)**

PCT No. PCT/JP94/02292 Sec. 371 Date Aug. 28, 1995 Sec. 102(e) Date Aug. 28, 1995 PCT Filed Dec. 28, 1994 PCT Pub. No. WO95/18433 PCT Pub. Date Jul. 6, 1995A safety driving system detects a driver's alertness, thereby emitting an alarm depending on the detected alertness. The safety driving system comprises an operation detecting section A, which updates monotonousness T each time one of the driver-operated device is operated, and subtracts a weight ni, assigned to the operated device, from a value denoting the monotonousness, a steering detecting section (C) for deriving a steering amount (e.g. SQ), a running position detecting section (A) for detecting a zigzag amount (Rn) denoting a deviation of white lines detected based on an image of a road surface, a fuzzy inference section D inferring driver's alertness using membership



1003-658

detected based on an image of a road surface, a fuzzy inference section D inferring driver's alertness using membership functions of the sections (A), (B) and (C) and an alerting section F for emitting an alarm in accordance with the detected driver's alertness. The zigzag amount (Rn) may be determined on the basis of images which are taken by a camera 2 and which indicate white lines on the road surface so as to reliably determine the driver's alertness.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Veröffentlichung**  
10 **DE 44 80 341 T 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 K 28/06**

- 87 Veröffentlichungsnummer: WO 95/18433  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 int.Pat.ÜG)
- 21 Deutsches Aktenzeichen: P 44 80 341.9
- 86 PCT-Aktenzeichen: PCT/JP94/02292
- 86 PCT-Anmeldetag: 28. 12. 94
- 87 PCT-Veröffentlichungstag: 6. 7. 95
- 43 Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 21. 3. 96

DE 44 80 341 T 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
28.12.93 JP 5-337407

71 Anmelder:  
Mitsubishi Jidosha Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
Ralf Kern und Kollegen, 80686 München

72 Erfinder:  
Nakamura, Keiichi, Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Sicherheitsfahrssystem

DE 44 80 341 T 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01.95 508 872/4

1003-660/5

A

MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO K.K.  
MIT 42D  
Ba/oh

## B E S C H R E I B U N G

### Sicherheitsfahrssystem

### GEBIET DER ERFINDUNG

Die Erfindung betrifft ein Sicherheitsfahrssystem für ein Kraftfahrzeug und insbesondere ein Sicherheitsfahrssystem, das einen Fahrer warnt, der wahrscheinlich halbschlafend fährt.

### BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

Ein Kraftfahrzeug hat eine Anzahl von Vorrichtungen, die vom Fahrer betätigt werden, beispielsweise ein Lenkrad, ein Gaspedal, ein Bremspedal, einen Ganghebel, einen Blinkerhebel, einen Scheibenwischerschalter, Lampenschalter etc..

Je seltener derartige vom Fahrer betätigte Vorrichtungen betätigt werden müssen, umso monotoner wird das Fahren, und umso müder und schläfriger wird sich der Fahrer fühlen. In einem derartigen Zustand besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, daß der Fahrer wahrscheinlich in ein Fahren im Halbschlaf verfällt.

W Die japanische Patent-Offenlegungsschrift Sho 58-105844 offenbart ein Sicherheitsfahrssystem, bei dem ein Alarm ausgegeben wird, wenn eine vorbestimmte Zeitdauer verstrichen ist, bevor der Fahrer wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen betätigt.

Ferner schlägt die japanische Patent-Offenlegungsschrift Sho 58-175094 ein Sicherheitsfahrssystem vor, welches einen Alarm im folgenden Fall ausgibt. Jedesmal, wenn eine vorbestimmte Zeitdauer verstrichen ist, bevor der Fahrer wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen eine vorbestimmte Anzahl von Malen betätigt, wird der digitale Wert "1" in einem Zähler akkumuliert. Übersteigt der akkumulierte Wert einen voreingestellten Wert, wird ein Alarm ausgegeben, um den Fahrer zu warnen.

Es wurde festgestellt, daß ein Ausmaß an Zickzack-Fahren eines Fahrzeugs (im folgenden "Zickzack-Maß" genannt) von der Wachsamkeit des Fahrers abhängt. Figur 42 der beiliegenden Zeichnungen zeigt ein Beispiel von Daten, denen sich die Erfinder bewußt sind.

Die Erfassung des Zickzack-Maßes des Fahrzeugs ist in der japanischen Patent-Offlegungsschrift Sho 3-273498 offenbart. In dieser Veröffentlichung nimmt eine Videokamera Bilder einer Straßenoberfläche vor dem Fahrzeug auf. Ein Referenzpunkt einer Fahrspur wird auf der Basis eines Kreuzungspunktes von weißen Linien berechnet, welche die Fahrspur bestimmen. Weicht der Kreuzungspunkt der weißen Linien vom Referenzpunkt ab, wird überprüft,

ob die Abweichung einem Wendesignal entspricht. Falls nicht, wird ein Alarm ausgegeben.

Bei den vorerwähnten zwei Veröffentlichungen wird das Aktivitätsniveau des Fahrers auf der Basis der Häufigkeit der Betätigung von vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen periodisch erfaßt und überprüft. Es ist schwierig, die Wachsamkeit des Fahrers genau festzustellen, die sich kontinuierlich ändert.

Im dritten Beispiel wird Alarm ausgegeben, wenn die Abweichung des Fahrzeugs vom Referenzpunkt nicht genau dem Wendesignal entspricht. Es ist jedoch nicht immer zu folgern, daß ein Auseinanderfallen zwischen der Abweichung vom Referenzpunkt und dem Wendesignal genau der Wachsamkeit des Fahrers entspricht. Es ist erforderlich, genau die vorstehende Beziehung zwischen dem Zickzack-Fahren des Fahrzeugs und der Wachsamkeit des Fahrers zu erfassen.

A

Die vorliegende Erfindung soll ein Sicherheitsfahrssystem schaffen, das genau und kontinuierlich sich ändernde Wachsamkeiten des Fahrers erfaßt, nachdem er oder sie die Fahrt begonnen hat und den Fahrer warnt, falls erforderlich.

Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, ein Sicherheitsfahrssystem zu schaffen, das genau die Wachsamkeit des Fahrers durch Erkennen von weißen Linien auf einer Straßenoberfläche erfaßt und den Fahrer erforderlichenfalls warnt.



## KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Sicherheitsfahrssystem geschaffen, welches umfaßt: einen Betriebserfassungsabschnitt mit einer Akkulatoreinrichtung zum periodischen Akkulieren einer Konstante während des Betriebs eines Fahrzeugs und zum Ableiten der Monotonie, und eine Subtraktionseinrichtung zum Subtrahieren einer Gewichtung, die einer Betätigungsvorrichtung zugewiesen wird, mit Ausnahme eines Steuerrads, von einer Summe von akkulierten Konstanten und zum Aktualisieren der Monotonie; einen Steuerbetätigungserfassungsabschnitt, der einen Betrag der Steuerbetätigung innerhalb einer voreingestellten Zeitdauer erfaßt; einen Fahrpositionserfassungsabschnitt mit einem Bilddatenspeicher, der wahlweise fotografierte Bilder einer Straßenoberfläche vor einem Fahrzeug empfängt und speichert, eine Bildverarbeitungseinrichtung, die Daten von weißen Linien extrahiert, die eine Fahrspur auf der Straßenoberfläche bestimmen, und die Koordinaten der weißen Linien bestimmt, und einen Zickzack-Maß-Berechnungsabschnitt, der ein Zickzack-Maß erfaßt, das einer Abweichung der weißen Linien auf horizontalen Koordinaten entspricht; einen mehrwertigen Folgerungsabschnitt, der die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung von Mitgliedsfunktionen des Betriebserfassungsabschnitts und des Steuererfassungsabschnitts ableitet; und einen Warnabschnitt, der

Aufwachteile in Abhängigkeit der Wachsamkeit des Fahrers aktiviert.

Der Lenkerfassungsabschnitt erfaßt die Lenkbeträge des Lenkrads als Zustandsdaten auf dem Lenkrad innerhalb der voreingestellten Zeitdauer.

Der Lenkerfassungsabschnitt umfaßt wenigstens einen Lenkgeschwindigkeitssensor zum Berechnen einer durchschnittlichen Lenkgeschwindigkeit als Daten des Lenkrads innerhalb der voreingestellten Zeitdauer, oder einen Lenksensor, der die Anzahl der Lenkbetätigungen innerhalb der voreingestellten Zeitperiode erfaßt.

Der Zickzack-Maß-Berechnungsabschnitt setzt die Zickzack-Beträge auf Null, die gesammelt werden, während ein Fahrtrichtungsänderungssignal vorliegt. Dies ermöglicht, daß die Wachsamkeit des Fahrers genau erfaßt werden kann.

Der mehrwertige Folgerungsabschnitt leitet die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung des durchschnittlichen Zickzack-Maßes während einer Anfangsperiode unmittelbar nach Betätigen des Fahrzeugs als einen Referenzwert der Mitgliedsfunktion für den Fahrpositionserfassungsabschnitt ab.

Bei der vorstehenden Anordnung der Erfindung summiert der Betriebserfassungsabschnitt periodisch eine Konstante auf, um die Monotonie abzuleiten. Jedesmal, wenn eine vom Fahrer betätigbare Vorrichtung mit Ausnahme eines Lenkrads betätigt wird, wird eine der betätigten Vorrichtung

zugeordnete Gewichtung von der Summe der Konstanten abgezogen, wodurch die Monotonie aktualisiert wird. Der Lenkerfassungsabschnitt berechnet einen Lenkbetrag während der voreingestellten Zeitdauer. Im Fahrpositionserfassungsabschnitt empfängt der Bilddatenspeicher Bilder von der Straßenoberfläche vor einem Fahrzeug, die von einer Kamera aufgenommen werden, der Bildprozessor bestimmt die Koordinaten von weißen Linien in den Bildern, der Zickzack-Maß-Berechnungsabschnitt erfaßt ein Zickzack-Maß, d.h. die Abweichung der weißen Linien auf horizontalen Koordinaten, und der mehrwertige Folgerungsabschnitt transformiert die laufende Monotonie, den Lenkbetrag und das Zickzack-Maß unter Verwendung von Mitgliedsfunktionen, die diesen zugeordnet sind. Anschließend leitet der mehrwertige Folgerungsabschnitt die Wachsamkeit des Fahrers ab. Der Aufweckabschnitt betätigt die Aufweckteile in Abhängigkeit der Wachsamkeit des Fahrers, so daß der Fahrer gewarnt wird. Auf diese Weise kann das Sicherheitsfahrssystem die Wachsamkeit des Fahrers genau erfassen und den Fahrer warnen, wodurch ein sicheres Fahren sichergestellt ist.

Der Lenkerfassungsabschnitt sammelt Daten des Lenkbetrags innerhalb einer voreingestellten Zeitdauer, was ein Steuerverfahren vereinfacht.

Der Lenkerfassungsabschnitt umfaßt wenigstens einen Lenkgeschwindigkeitssensor oder einen Lenkbetätigungs-sensor, um das Steuerverfahren zuverlässig auszuführen.

Der Zickzack-Ausmaß-Berechnungsabschnitt stellt die Zickzack-Beträge auf Null, die während des Vorliegens eines Fahrtrichtungsänderungssignals gesammelt werden. Dies ermöglicht, daß die Wachsamkeit des Fahrers genau ohne Störungen erfaßt wird, welche das Zickzack-Ausmaß beeinflussen.

Der mehrwertige Folgerungsabschnitt leitet die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung eines durchschnittlichen Zickzack-Ausmaßes während einer Anfangsperiode unmittelbar nach Betätigung des Fahrzeugs als einen Referenzwert der Mitgliedsfunktion für den Fahrpositionserfassungsabschnitt ab.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist ein Sicherheitsfahrssystem vorgesehen, welches umfaßt: einen Betriebserfassungsabschnitt mit einer Akkumulationseinrichtung zum periodischen Akkumulieren einer Konstante während des Betriebs eines Fahrzeugs und zum Ableiten der Monotonie und einer Subtraktionseinrichtung zum Subtrahieren einer der betätigten Vorrichtung zugeordneten Gewichtung mit Ausnahme eines Steuerrads von einer Summe von akkumulierten Konstanten und zum Aktualisieren der Monotonie; einen Lenkbetätigungserfassungsabschnitt, der einen Betrag der Lenkbetätigung innerhalb einer vorein-gestellten Zeitdauer erfaßt; einen mehrwertigen Folgerungsabschnitt, der die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung von Mitgliedsfunktionen des Betriebserfassungsabschnitts und des Lenkerfassungsabschnitts ableitet; und einen Warnabschnitt, der

Aufweckteile in Abhängigkeit der Wachsamkeit des Fahrers aktiviert.

Bei der zweiten Anordnung der Erfindung akkumuliert die Akkumulationseinrichtung periodisch eine Konstante während des Betriebs eines Fahrzeugs und des Ableitens der Monotonie. Die Subtraktionseinrichtung subtrahiert eine der betätigten Vorrichtung zugeordnete Gewichtung mit Ausnahme eines Steuerrads von einer Summe der akkumulierten Konstanten und aktualisiert die Monotonie. Der Lenkerfassungsabschnitt erfaßt einen Betrag der Lenkbetätigung innerhalb der voreingestellten Zeitdauer. Der mehrwertige Folgerungsabschnitt leitet die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung von Mitgliedsfunktionen des Betriebserfassungsabschnitts und des Lenkbetätigungssensors ab. Der Warnabschnitt aktiviert Aufweckteile in Abhängigkeit der Wachsamkeit des Fahrers.

Die sich kontinuierlich ändernde Wachsamkeit des Fahrers wird zuverlässig und genau auf der Basis der Monotonie und des Lenkbetrags erfaßt, um den Fahrer in Abhängigkeit der Wachsamkeit zu warnen und ein sicheres Fahren sicherzustellen. Die Sicherheitsvorrichtung ist vereinfacht und wird mit verringerten Kosten hergestellt.

Der Warnabschnitt betätigt eines der Aufweckteile entsprechend der Wachsamkeit des Fahrers und warnt den Fahrer in geeigneter Weise, ohne daß eine unerwünschte Beanspruchung des Fahrers auftritt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

3

Figur 1 ist eine schematische Aufzeichnung des Aufbaus eines Sicherheitsfahrsystems gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Figur 2 ist ein Beispiel einer Bildschirmanzeige, die von einem Fahrpositionssensor des in Fig.1 gezeigten Sicherheitsfahrsystems verwendet wird;

Figur 3 ist eine graphische Darstellung eines Zickzack-Betrages eines Fahrzeugs, während ein Fahrer vollständig wach ist, und während der Fahrer schläfrig ist;

Figur 4 ist eine graphische Darstellung der Leuchtkräfte in einem Bild einer Fahrbahnoberfläche mit weißen Linien, die von einem Fahrpositionserfassungsabschnitt des Sicherheitsfahrsystems verarbeitet wird;

Figur 5 ist eine graphische Darstellung der Leuchtkräfte von Fig. 4, die unterschiedlich gefiltert sind;

Figur 6 ist eine charakteristische Kurve einer zeitabhängigen Veränderung der Mittelposition zwischen weißen Linien zu einer Zeit, wenn der Fahrer die Fahrspur wechselt;

Figur 7 ist eine schematische Darstellung der Art und Weise, wie ein Fahrzeug eine Fahrspur wechselt;

Figur 8 ist eine charakteristische Kurve einer Veränderung des Lenkradwinkels über die Zeit;

Figur 9 ist ein Flußdiagramm eines Steuerverfahrens des Sicherheitsfahrsystems;

Figur 10 ist eine Fortsetzung des Flußdiagramms von Fig. 9;

Figur 11 ist eine Fortsetzung des Flußdiagramms von Fig. 10;

Figur 12 ist eine Fortsetzung des Flußdiagramms von Fig. 11;

Figur 13 ist ein Flußdiagramm eines weiteren Steuerverfahrens des Sicherheitsfahrsystems;

Figur 14 ist eine charakteristische Kurve einer Veränderung der Monotonie über die Zeit;

Figur 15 ist eine schematische Darstellung eines Modells einer Mitgliedsfunktion, die für das Sicherheitsfahrssystem verwendet wird, um eine mehrwertige Folgerung durchzuführen;

Figur 16 ist eine graphische Darstellung einer Form einer Mitgliedsfunktion bezüglich der Wachsamkeit

AA

des Fahrers;

Figur 17 zeigt eine Form einer Mitgliedsfunktion bezüglich der Monotonie;

Figur 18 zeigt eine Form einer Mitgliedsfunktion bezüglich eines Betrages, mit dem ein Lenkrad betätigt wird;

Figur 19 zeigt eine Form einer Mitgliedsfunktion bezüglich eines Zickzack-Ausmaßes des Fahrzeugs;

Figur 20 zeigt ein Format einer Steuervorschrift, die für die mehrwertige Folgerung des Sicherheitsfahrsystems von Fig. 1 verwendet wird;

Figur 21 zeigt ein Format der Steuervorschrift, auf die mehrwertige Konversionsgrade angewendet werden;

Figur 22 ist ein Flußdiagramm, das zeigt, wie das Sicherheitsfahrsystem eine Aufweckeinheit betätigt;

Figur 23 ist eine schematische Darstellung der Ausgestaltung eines Sicherheitsfahrsystems gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Figur 24 ist ein Flußdiagramm eines Steuerverfahrens des Sicherheitsfahrsystems von Fig. 23;

Figur 25 ist eine Fortsetzung von Fig. 24;



Figur 26 ist eine Fortsetzung von Fig. 25;

Figur 27 ist eine Fortsetzung von Fig. 26;

Figur 28 ist eine charakteristische Kurve einer Beziehung zwischen der Anzahl von Lenkbetätigungen und einer Lenkgeschwindigkeit;

Figur 29 zeigt eine Form der Mitgliedsfunktion bezüglich der Lenkgeschwindigkeit, die vom Sicherheitsfahrssystem von Fig. 23 verwendet wird;

Figur 30 zeigt eine Form der Mitgliedsfunktion bezüglich der Anzahl der Lenkbetätigungen, die vom Sicherheitsfahrssystem von Fig. 23 verwendet wird;

Figur 31 zeigt ein Format einer Steuervorschrift, die für das Sicherheitsfahrssystem verwendet wird, um die mehrwertige Folgerung auszuführen;

Figur 32 zeigt ein Format der Steuervorschrift, bei der die mehrwertigen Konversionsgrade angewendet werden;

Figur 33 zeigt eine Form einer Mitgliedsfunktion bezüglich der Wachsamkeit des Fahrers, die vom Sicherheitsfahrssystem von Fig. 22 verwendet wird;

Figur 34 zeigt eine Form einer Mitgliedsfunktion bezüglich einer Nichtbetriebsperiode, die von einer

Modifikation des Sicherheitsfahrsystems von Fig. 34 verwendet wird;

Figur 35 ist eine schematische Darstellung der Ausgestaltung eines Sicherheitsfahrsystems gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung;

Figur 36 ist ein Flußdiagramm eines Steuerverfahrens des Sicherheitsfahrsystems von Fig. 35;

Figur 37 ist eine Fortsetzung von Fig. 36;

Figur 38 ist eine Fortsetzung von Fig. 37;

Figur 39 zeigt ein Format einer Steuervorschrift, die für das Sicherheitsfahrsystem von Fig. 35 verwendet wird, um eine mehrwertige Folgerung auszuführen;

Figur 40 zeigt ein Format der Steuervorschrift, bei der die mehrwertigen Konversionsgrade angewendet werden;

Figur 41 ist eine graphische Darstellung einer Mitgliedsfunktion bezüglich der Wachsamkeit des Fahrers, die vom Sicherheitsfahrsystem von Fig. 35 verwendet wird;

Figur 42 ist eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen einem Zickzack-Ausmaß des Fahrzeugs und der Wachsamkeit des Fahrers.

## BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Ein Sicherheitsfahrssystem S1 gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist ausgestaltet, wie in Figur 1 gezeigt.

Das Sicherheitsfahrssystem S1 umfaßt eine Kamera 2 (im vorderen Teil eines nicht gezeigten Fahrgastbereichs angeordnet), einen Bildprozessor 3, der mit der Kamera 2 verbunden ist, eine Steuereinheit 4, ein Display 6 und eine Aufweckeinheit 7. Die Kamera 2 nimmt Bilder der Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug auf, wie in Figur 2 gezeigt. Das Display 6 und die Aufweckeinheit 7 warnen den Fahrer.

Die Steuereinheit 4 ist mit dem Bildprozessor 3 über eine Verbindungsleitung verbunden, um Signale dazwischen zu übertragen.

Die Kamera 2 nimmt Bilder der Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug auf. Jedes Bild wird auf einem Bildschirm A0 angezeigt, wie in Figur 2 gezeigt.

Der Bildprozessor 3 besitzt bekannte Bildverarbeitungsfunktionen und enthält einen Bilddatenspeicher C1 und eine Bildverarbeitungseinheit C2, von denen beide als Teil eines Fahrpositionserfassungsabschnitts C dienen.

Der Bilddatenspeicher C1 empfängt periodisch und wahlweise Standbilder P1 von der Kamera 2 (Figur 2 zeigt

ein Beispiel derartiger Bilder auf dem Bildschirm A<sub>0</sub>), und speichert diese in seinem aktualisierten Bildbereich.

Die Bildverarbeitungseinheit C2 verarbeitet die Bilder sequentiell. Die Bildverarbeitungseinheit C2 empfängt Daten eines letzten Bildes P1 (in Figur 2 gezeigt) vom aktualisierten Bildbereich. Wie aus Figur 2 ersichtlich, erstrecken sich auf dem Bildschirm A<sub>0</sub> die Linien n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub> und n<sub>3</sub> (die vorher eingegeben werden) von einer Vielzahl von Punkten auf der Y-Achse (in vertikaler Richtung) und längs der X-Achse (in horizontaler Richtung). Ein erfaßtes Signal, das fotografisch für längs der Linien n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub> und n<sub>3</sub> vorhandene Bildelemente konvertiert wird, wird einer Analog-Digital-Umwandlung unterworfen und in ein Signal umgewandelt, das die Leuchtkräfte angibt, wie in Figur 4 gezeigt. Werte, die Leuchtkräfte der Bildelemente auf den entsprechenden Linien repräsentieren, werden unterschiedlich nacheinander gemäß der Formel (1) gefiltert.

$$f(i, j) = -1xf(i-3, j) - 1xf(i-2, j) - 1xf(i-1, j) + 0xf(i, j) + 1xf(i+1, j) + 1xf(i+2, j) + 1xf(i+3, j) \quad (1)$$

Die Werte, welche die Leuchtkräfte der Bildelemente auf den Linien n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub> und n<sub>3</sub> repräsentieren, werden geglättet und in Leuchtkraftunterschiede von benachbarten Bildelementen umgewandelt, wie in Figur 5 gezeigt.

Danach sucht der Bildverarbeitungsabschnitt C2 nach Kandidatpunkten P<sub>a</sub> der weißen Linien, indem die Leuchtkraftunterschiede der benachbarten Bildelemente auf den

Linien n1, n2 und n3 mit einem voreingestellten Scheibenlevel s1 verglichen werden.

Auf der Basis von Daten der Kandidatpunkte Pa auf den Linien n1, n2 und n3 wird eine Berechnung durchgeführt, um die rechte und linke weiße Linie  $L_R$  und  $L_L$  abzuleiten. In diesem Fall werden die Daten der Kandidatpunkte Pa auf den Linien n1, n2 und n3 unter Verwendung des Verfahrens der letzten Quadrate berechnet, um Positionen  $(Y_{Rn} = aX_{Rn} + b)$  und  $(Y_{Ln} = cX_{Ln} + d)$  der weißen Linien  $L_R$  und  $L_L$  der X- und Y-Koordinaten abzuleiten. Die abgeleiteten Positionen werden zur Steuereinheit 4 ausgegeben.

Die Steuereinheit 4 umfaßt einen Controller 8, der einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 10 aufweist, einen Bremsensensor 11, einen Auspuffbremsensensor 12, einen Ganghebelsensor 13, einen Blinkersensor 14, einen Scheiberwischersensor 15, einen Lampenschaltersensor 16 und einen Lenkwinkelsensor 17. Diese Sensoren werden verwendet, um die Betätigung der zugeordneten Vorrichtungen zu erfassen.

Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 10 erfaßt eine Fahrzeuggeschwindigkeit V. Der Bremsensensor 11 umfaßt die Betätigung eines Bremspedals. Der Abgasbremsensensor 12 erfaßt die Betätigung eines Abgasbremsenschalters. Der Ganghebelsensor 13 erfaßt die Betätigung eines Ganghebels eines Getriebes. Der Blinkersensor 14 erfaßt die Betätigung eines Blinkerhebels. Der Scheiberwischersensor 15 erfaßt die Betätigung eines Scheiben-

wischerschalters. Der Lampenschaltersensor 16 erfaßt die Betätigung eines Lampenschalters. Der Lenkwinkelsensor 17 erfaßt einen Lenkwinkel  $Q$  eines Lenkrads.

Der Controller 8 ist ebenso mit einem Timer 18, Zähler 19 und 20, dem Display 6, der Aufweckeinheit 7 und dem Speicher 21 verbunden.

Die Aufweckeinheit 7 umfaßt vier Aufweckteile 7a, 7b, 7c und 7d.

Das Aufweckteil 7a gibt einen Geruch oder eine Brise aus und bietet den geringsten Aufweckeffekt.

Das Aufweckteil 7b gibt Lichtstrahlen oder einen Luftstoß aus und bietet einen Aufweckeffekt, der größer ist als derjenige der Aufweckeinheit 7a.

Das Aufweckteil 7c gibt Töne aus oder erzeugt Vibrationen, und bietet einen Aufweckeffekt, der größer ist als derjenige der Aufweckeinheit 7b.

Das Aufweckteil 7d gibt einen Geruch, Lichtstrahlen, einen Wind oder Vibrationen in Kombination aus oder erzeugt einen elektrischen Stoß, und bietet den höchsten Aufweckeffekt.

Der Timer 18 mißt verschiedene Perioden und Steuerzyklen.

Der Speicher 21 speichert Gewichte  $n_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ), die vorher der Betätigung der verschiedenen vom Fahrer

betätigbaren Vorrichtungen zugeordnet werden. Der Speicher 21 speichert auch Daten hinsichtlich verschiedener Referenzwerte.

Die Gewichte  $n_i$  werden unter Berücksichtigung der Langweiligkeit bestimmt, die in Abhängigkeit einer Betätigungsart verringert wird, die vom Fahrer ausgeführt wird. Beispielsweise wird der Betätigung des Blinkerhebels vor der Fahrbahnänderung als Gewichtung  $n_i$  eine "1" zugeordnet. Der Betätigung des Bremspedals zum Anhalten oder Verlangsamen des Fahrzeugs wird als Gewichtung  $n_i$  "2,5" zugeordnet. Anders ausgedrückt, eine Betätigung des Blinkerhebels wird als Betätigungszahl "1" erfaßt, während eine Betätigung des Bremspedals als Betätigungszahl "2,5" erfaßt wird.

Den übrigen Betätigungen werden Gewichtungen  $n_i$  in Abhängigkeit des Ausmaßes zugeordnet, mit dem die Langweiligkeit unterbrochen wird.

Die Steuereinheit 4 besteht hauptsächlich aus einem Mikrocomputer und arbeitet als eine Zickzack-Ausmaß-Berechnungseinrichtung C3, einem Betriebserfassungsabschnitt A, einem Lenkerfassungsabschnitt B, einem mehrwertigen Folgerungsabschnitt D zum Ableiten der Wachsamkeit des Fahrers, einem Referenzwerteinstellabschnitt E und einem Warnabschnitt F.

Die Zickzack-Ausmaß-Berechnungseinrichtung C3 bildet einen Teil des Fahrpositionserfassungsabschnitts C und nimmt vom Bildprozessor wiederholt Daten auf den

Positionen ( $Y_{Rn} = cX_{Rn} + b$ ) und ( $Y_{Ln} = cX_{Ln} + d$ ) der weißen Linien  $L_R$  und  $L_L$  auf den X- und Y-Koordinaten auf. Anschließend berechnet die Zickzack-Ausmaß-Berechnungseinrichtung C3 sequentiell die X-Koordinaten ( $X_{Rn1}, X_{Ln1}$ ), ( $X_{Rn2}, X_{Ln2}$ ) und ( $X_{Rn3}, X_{Ln3}$ ) der weißen Linien  $L_R$  und  $L_L$  und leitet die Abweichungen der weißen Linien auf den X-Koordinaten, d.h. Referenzabweichungen, als Zickzack-Ausmaß  $R_n$  ab.

Wie aus Figur 3 ersichtlich, ist das Zickzack-Ausmaß  $R_n$  dann, wenn sich der Fahrer schläfrig fühlt, viel größer als das Zickzack-Ausmaß  $R_n$ , während der Fahrer wachsam ist.

Der Referenzeinstellabschnitt E bleibt für eine Anfangsperiode einer vorgegebenen Länge  $t_{s1}$  aktiv, nachdem das Fahrzeug betrieben wird. Der Referenzwertestellabschnitt E führt seine Betätigung in den folgenden vier Schritten (1) bis (4) durch.

(1) Er stellt die Anfangsperiode  $t_{s1}$  ein, nachdem das Fahrzeug gestartet wird.

(2) Er liest ein Gewicht  $n_i$  vom Speicher 21 jedesmal, wenn wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen mit Ausnahme des Lenkrads vom Fahrer betätigt wird.

(3) Er addiert die Gewichte  $n_i$  im Zähler 19 und hält eine Summe  $n$  ( $n = \sum n_i$ ) als Gesamtanzahl  $N_0$  der Betätigungen während der Anfangsperiode. Die Gewichte  $n_i$  werden



addiert, um einer gleichzeitigen Betätigung einer Vielzahl von Vorrichtungen gewachsen zu sein, obwohl eine derartige Situation tatsächlich selten ist.

(4) Er speichert im Speicher 21 die gesamte Anzahl  $N_0$  der Betätigungen, einen Mittelwert  $SQ_m$  der Lenkbeträge  $SQ$ , und einen Mittelwert  $RNs$  der Zickzack-Beträge  $Rn$  als Referenzwerte, nachdem die Anfangsperiode verstrichen ist.

Der Betriebserfassungsabschnitt A wird aktiv, nachdem die Anfangsperiode abgelaufen ist, und arbeitet in den folgenden Schritten (1) bis (8).

(1) Er läßt den Timer 18 eine Periode  $t_2$  zählen, die nach der Anfangsperiode andauert, bis das Fahrzeug angehalten wird, und wird "Fahrperiode  $t_2$ " genannt, und eine Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$ , welche eine Datensammelungsperiode und eine Datenberechnungsperiode umfaßt.

(2) Er arbeitet als Akkumulationsteil A2, das den Zähler 19 eine voreingestellte Konstante  $T_0$  jede 1/10 Sekunden zählen läßt, um die Monotonie T zu bestimmen.

(3) Er liest eine Gewichtung  $n_i$  vom Speicher 21 jedesmal, wenn wenigstens eine Vorrichtung außer dem Lenkrad vom Fahrer betätigt wird.

(4) Er addiert die gelesenen Gewichtungen  $n_i$  im Zähler 19 und hält die Summe  $n$  ( $n = \sum n_i$ ) als Gesamtanzahl  $N$  der Betätigungen.

(5) Er teilt die Fahrperiode  $t_2$  in die Anzahl  $N$  der Gesamtbetätigungen, um eine mittlere Nichtbetätigungsperiode ( $= t_2/N$ ) zwischen den Betätigungen der verschiedenen Einrichtungen abzuleiten.

(6) Er multipliziert die mittlere Nichtbetätigungsperiode ( $= t_2/N$ ) und die Konstante  $T_0$  und berechnet einen Zuwachs in der Monotonie ( $= t_2/N \cdot T_0$ ) zwischen den Betätigungen der verschiedenen Vorrichtungen.

(7) Er multipliziert den Zuwachs in der unterbrochenen Monotonie und die Summe  $n$  (aufsummierte Gewichtungen  $n_i$ ), um ein verringertes Maß der Monotonie [ $= t_2/N \cdot T_0 \cdot n$ ] durch eine laufende Betätigung abzuleiten.

(8) Er arbeitet als Subtraktionsteil  $A_2$ , um die reduzierte Monotonie vom Zähler 19 abzuziehen, und aktualisiert die Monotonie  $T$ .

Der Lenkerfassungsabschnitt B wird nach dem Verstreichen der Anfangsperiode aktiv und arbeitet in den folgenden zwei Schritten.

(1) Er speichert die Lenkwinkeldaten, die vom Lenkwinkelsensor 17 erfaßt werden.

(2) Er leitet ein Betätigungsmaß SQ (im folgenden "Lenkbetrag SQ" genannt) des Lenkrads in der Datensammelungsperiode unter Verwendung der Formel (2) auf der Basis der Lenkwinkeldaten Q ab, die in der letzten Einheitszeit (beispielsweise eine Minute) gesammelt werden.

$$SQ = \sum_{i=1}^{n-1} \text{ABS} (q_{i+1} - q_i) \quad (2)$$

Wie aus Figur 8 ersichtlich, wird jede 1/10 Sekunden (dt), d.h. dem Steuerzyklus, eine Differenz ( $q_{i+1} - q_i$ ) zwischen vorherigen Lenkwinkeldaten  $q_i$  und laufenden Lenkwinkeldaten  $q_{i+1}$  berechnet. Die berechneten Differenzen ( $q_{i+1} - q_i$ ) werden nacheinander aufsummiert, so daß die in der Einheitszeit addierten Werte ( $q_1$  bis  $q_n$ ) als Lenkbetrag SQ berechnet werden.

Der mehrwertige Folgerungsabschnitt D wird nach dem Verstreichen der Anfangsperiode aktiv und leitet die Wachsamkeit des Fahrers auf der Basis der Monotonie T (vom Betätigungsdetektor A) ab, den Lenkbetrag SQ (vom Lenkradbetätigungserfassungsabschnitt D), und das Zickzack-Ausmaß Rn (vom Fahrpositionserfassungsabschnitt C).

Der mehrwertige Folgerungsabschnitt D führt die Bestimmung der Wachsamkeit jede Minute aus, um die Wachsamkeit zu aktualisieren. In diesem Fall werden Daten, die für jeden Bestimmungszyklus verwendet werden, 10 Minuten lang unmittelbar vor jedem Bestimmungszyklus gesammelt und dem mehrwertigen Folgerungsabschnitt D mit

einer Verzögerung von einer Minute nacheinander zugeführt.

Der Warnabschnitt F wird nach dem Verstreichen der Anfangsperiode aktiv und aktiviert wahlweise die Aufweckteile 7a, 7b, 7c oder 7d entsprechend der Wachsamkeit des Fahrers.

Die vorstehende Betätigungssequenz wird unter Bezugnahme auf die in den Figuren 9 bis 13 und 22 gezeigten Flußdiagramme beschrieben.

Wird ein Zündschalter umgedreht, um einen Fahrzeugmotor zu betätigen, werden die Kamera 2, der Bildprozessor 3 und die Steuereinheit 4 aktiviert. Der Controller 8 überwacht eine Fahrzeuggeschwindigkeit V, die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 10 erfaßt wird (Schritt 101).

Der Timer 18 startet das Zählen der Anfangsperiode  $t_1$  (Sekunden), nachdem die Fahrzeuggeschwindigkeit V einen voreingestellten Wert  $V_1$  überschreitet (Schritt 102). Anschließend wird ein Fotografierbefehl zur Kamera 2 und dem Bildprozessor 3 ausgegeben. Der Bildprozessor 3 verarbeitet die Bilder, wie später beschrieben wird:

Die voreingestellte Geschwindigkeit  $V_1$  wird unter der Annahme bestimmt, daß das Fahrzeug auf einer Schnellverkehrsstraße (sehr ebene Straße) fährt, wo der Fahrer sich wahrscheinlich müde fühlt, und wird zwischen 60 km und 70 km eingestellt.

Der Fahrer lenkt sein Fahrzeug, indem er verschiedene Vorrichtungen betätigt, beispielsweise das Gaspedal, das Bremspedal, den Abgasbremsschalter, den Ganghebel, den Blinkerhebel, den Scheibenwischerschalter, den Scheinwerferschalter und das Lenkrad.

Jedesmal, wenn wenigstens eine dieser Vorrichtungen mit Ausnahme des Lenkrads betätigt wird, wird eine Gewichtung  $n_i$ , die der betätigten Vorrichtung zugeordnet worden ist, vom Speicher 21 gelesen (Schritt 105).

Die gelesene Gewichtung  $n_i$  wird dem Zähler 19 (Schritt 106) als Summe  $n$  hinzugefügt, unter Berücksichtigung, daß eine andere Vorrichtung gleichzeitig betätigt sein kann. Die Summe  $n$  wird als Gesamtzahl  $N_0$  der Betätigungen während der Anfangsperiode gehalten (Schritt 107).

$$n = \sum n_i$$

$$N_0 = N_0 + n$$

Jedesmal, wenn das Lenkrad betätigt wird, erfaßt der Lenkwinkelsensor 17 einen Lenkwinkel  $Q$ . Danach (bestätigend in Schritt 108) wird der Lenkbetrag  $SQ$  auf der Basis des Lenkwinkels  $Q$  und unter Verwendung der Formel (2) abgeleitet und im Speicher 21 gespeichert (Schritt 109).

Während der Anfangsperiode  $t_1$  liefert der Bildprozessor 3 sequentiell die Positionen  $(Y_{Rn} = aX_{Rn} + b)$  und

( $Y_{Ln} = cX_{Ln} + d$ ) der weißen Linien  $L_R$  und  $L_L$  auf den X- und Y-Koordinaten (Schritt 110), welche sequentiell im Speicher 21 gespeichert werden.

Überschreitet die Anfangsperiode  $t_1$  die voreingestellte Länge  $t_{s1}$  (beispielsweise 20 Minuten) (Schritt 111), wird der Anfangszustand als vollständig durchgeführt erkannt.

Andererseits beginnt nach dem Empfangen des Fotografierbefehls der Bildprozessor 3, die weißen Linien entsprechend einer in Figur 13 gezeigten Sequenz während der Anfangsperiode abzuleiten.

In Schritt 300 wartet der Bildprozessor 3 auf den Fotografierbefehl. In Reaktion auf den Fotografierbefehl empfängt der Bildprozessor 3 Standbilder  $P_1$ , die periodisch von der Kamera 2 aufgenommen werden und die Fahrbahnoberflächendaten repräsentieren, und speichert die Daten in einem aktualisierten Bilddatenbereich.

In Schritt 302 erhält der Bildprozessor 3 die Daten des letzten Bildes  $P_1$  wieder vom aktualisierten Bilddatenbereich und erhält Daten, welche die Leuchtkräfte aller Bildelemente angeben, die auf den Linien  $n_1$ ,  $n_2$  und  $n_3$  im Bild  $P_1$  vorhanden sind (Schritt 303). In den Schritten 304 und 305 werden die Daten, welche die Leuchtkräfte von jedem zwei benachbarten Bildelementen angeben, unterschiedlich gefiltert. Differenzen in den Leuchtkräften der Bildelemente werden mit dem Scheibenlevel  $s_1$  verglichen, wodurch nach Kandidatpunkten  $P_a$  der weißen Linien gesucht wird.

Die Daten der Kandidatpunkte  $P_a$  auf den Linien  $n_1$ ,  $n_2$  und  $n_3$ , welche die weißen Linien kreuzen, werden unter Verwendung des Verfahrens der letzten Quadrate berechnet und verwendet, um die Positionen ( $Y_{Rn} = aX_{Rn} + b$ ) und ( $Y_{Ln} = cX_{Ln} + d$ ) der weißen Linien  $L_R$  und  $L_L$  auf den X- und Y-Koordinaten abzuleiten, welche zum Controller 8 geleitet werden (Schritt 306).

In Schritt 111 der Hauptroutine wird die Anfangsperiode als vollständig durchgeführt angesehen. In Schritt 112 werden die X-Koordinaten ( $X_{Rn1}$ ,  $X_{Ln1}$ ), ( $X_{Rn2}$ ,  $X_{Ln2}$ ) und ( $X_{Rn3}$ ,  $X_{Ln3}$ ) der weißen Linien  $L_R$  und  $L_L$  sequentiell eine vorbestimmte Anzahl von Malen auf der Basis der Positionsdaten ( $Y_{Rn} = aX_{Rn} + b$ ) und ( $Y_{Ln} = cX_{Ln} + d$ ) der weißen Linien  $L_R$  und  $L_L$  berechnet. Abweichungen der weißen Linien in X-Richtung, d.h. eine normale Abweichung, die dem Fahrer während der Anfangsperiode eigen ist, werden als anfängliches Zickzack-Ausmaß  $R_{ns}$  berechnet. Das anfängliche Zickzack-Ausmaß  $R_{ns}$  wird auf der Basis der Daten des Fahrers berechnet, die gesammelt werden, während der Fahrer während der Anfangsperiode unmittelbar nach Betreiben des Fahrzeugs voll wach ist.

In Schritt 113 wird der Lenkbetrag  $SQ$  auf der Basis der im Speicher 21 gespeicherten Lenkwinkeldaten  $Q$  und unter Verwendung der Formel (2) abgeleitet. Anschließend wird der Lenkbetrag  $SQ$  gelesen, um eine Summe  $SQ_m$  der Lenkbeträge während der Anfangsperiode abzuleiten (im folgenden "anfänglicher Lenkbetrag  $SQ_m$ " genannt).

Die Gesamtzahl  $N_0$  von Betätigungen, die vom Zähler 19 angegeben wird, die Summe  $SQ_m$  der Lenkbeträge während der Anfangsperiode und das anfängliche Zickzack-Ausmaß  $R_{ns}$  werden im Speicher 21 als Referenzwerte gespeichert (Schritt 114).

Während der Anfangsperiode  $t_{s1}$  werden die persönlichen Betätigungsdaten des Fahrers in der oben beschriebenen Weise gesammelt.

Nach dem Ablauf der Anfangsperiode beginnt der Timer 18, die Fahrperiode  $t_2$  und die Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  zu zählen, um die Wachsamkeit des Fahrers zu bestimmen (Schritt 115).

Überschreitet die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  den vorbestimmten Wert  $V_1$  (bestätigend in Schritt 116), wird überprüft, ob der Blinker aktiv ist. Ist der Blinker aktiv, wird das Zickzack-Ausmaß  $R_n$  auf Null in Schritt 118 zurückgesetzt, und die Steuerlogik geht zu Schritt 121 weiter.

Wie aus Figur 7 ersichtlich, ändert sich dann, wenn das Fahrzeug von der linken auf die rechte Fahrspur und wieder zurück auf die linke Fahrspur bewegt wird, wie durch den Blinker angegeben, der Ort des Mittelpunkts zwischen den weißen Linien ( $Y_{Rn} = aX_{Rn} + b$ ) und ( $Y_{Ln} = cX_{Ln} + d$ ), wie in Figur 6 gezeigt. In diesem Fall bewegt sich der Mittelpunkt extensiv von einer durch die Linie a gezeigten Position in eine durch eine Linie b gezeigte Position (entsprechend der rechten weißen Linie



der rechten Fahrspur), und kehrt zur Position zurück, die durch die Linie a gezeigt ist. Solange der Blinker aktiv ist, wird die Zickzack-Bewegung des Fahrzeugs nicht so betrachtet, daß es durch eine verringerte Wachsamkeit des Fahrers verursacht wird. In diesem Zustand wird das Zickzack-Ausmaß  $R_n$  auf Null derart zurückgesetzt, daß die Zickzack-Bewegung nicht der verringerten Wachsamkeit zugeordnet wird. Damit kann ein Fahren im Halbschlaf zuverlässig erfaßt werden.

Wird andererseits entdeckt, daß der Blinker in Schritt 117 inaktiv ist, geht die Steuerlogik zu den Schritten 119 und 120 weiter. Die Daten der letzten Positionen der weißen Linien ( $Y_{Rn} = aX_{Rn} + b$ ) und ( $Y_{Ln} = cX_{Ln} + d$ ) werden vom Bildprozessor 3 empfangen. Eine Abweichung der X-Koordinaten ( $X_{Rn1}, X_{Ln1}$ ), ( $X_{Rn2}, X_{Ln2}$ ) und ( $X_{Rn3}, X_{Ln3}$ ) der weißen Linien von den vorherigen X-Koordinaten, d.h. das Zickzack-Ausmaß  $R_n$ , wird berechnet und im Speicher 21 gespeichert.

In Schritt 121 wird der Lenkbetrag  $SQ$  unter Verwendung der Formel (2) auf der Basis der Lenkwinkeldaten  $Q$  abgeleitet (der in Figur 8 gezeigte Wert ( $q_{i+1} - q_i$ )) die vom Lenkwinkelsensor 17 erfaßt werden. Die Daten des Lenkwinkel  $SQ$  werden im Speicher 21 gespeichert.

Der Zähler 19 akkumuliert die Konstante  $T_0$  in ihrer Zahl, wodurch die aktualisierte Monotonie  $T$  abgeleitet wird (Schritt 122).

$$T = T + T_0$$

Die Konstante  $T_0$  wird wiederholt jede  $1/10$  Sekunde akkumuliert, d.h. der Steuerzykluszeit.

Jedesmal, wenn wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen mit Ausnahme des Lenkrads betätigt wird (bestätigend in Schritt 123), wird die der betätigten Vorrichtung zugeordnete Gewichtung  $n_i$  vom Speicher 21 gelesen und in der Zahl des Zählers 19 als Summe  $n$  akkumuliert (Schritt 124). Anschließend wird die Summe  $n$  in der Gesamtzahl  $N$  akkumuliert (Schritt 125).

$$n = \sum n_i$$

$$N = N + n$$

Die Fahrperiode  $t_2$  wird durch  $N$  geteilt (der Gesamtzahl der Betätigungen), wodurch eine mittlere Nichtbetätigungsperiode ( $= t_2/N$ ) einer jeden Betätigung nach der Anfangsperiode abgeleitet wird.

Die mittlere Nichtbetätigungsperiode wird mit dem Anwachsen der Monotonie ( $= 10 \cdot T_0$ ) und der Summe  $n$  der Gewichtungen multipliziert. Damit wird die durch die laufende Betätigung reduzierte Monotonie  $[(t_2/N) \cdot 10 \cdot T_0 \cdot n]$  abgeleitet (in Schritt 126).

Die Monotonie  $T$  wird aktualisiert, indem die reduzierte Monotonie von der Zahl des Zählers 19 subtrahiert wird (Schritt 127).

$$T = T - [(t_2/N) \cdot 10 \cdot T_0 \cdot n]$$

Daher erhöht sich die Monotonie T weiterhin so lange, als keine Vorrichtung betätigt wird, wird jedoch durch eine Gewichtung reduziert, die einer Betätigungsvorrichtung zugeordnet ist, wie aus den experimentiellen Daten ersichtlich ist, die in Figur 14 gezeigt sind.

Wird die Monotonie T negativ (bestätigend in Schritt 127), wird sie auf Null zurückgesetzt (Schritt 128).

Die Monotonie T, der Lenkbetrag SQ und das Zickzack-Ausmaß Rn werden wiederholt berechnet und gespeichert, bis die Datensammelungsperiode in der Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  abläuft (Schritt 129).

Wird die Fahrzeuggeschwindigkeit V unter den vorbestimmten Wert V1 verringert (negativ in Schritt 116), wird der Lenkbetrag SQ, der im Speicher 21 gespeichert ist, auf Null gestellt (Schritt 130).

Die Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  wird gleichzeitig auf Null zurückgesetzt (Schritt 131). Wird die Fahrzeuggeschwindigkeit V Null, wird das Wachsamkeitsdisplay abgeschaltet, wie später beschrieben wird (Schritt 133). Die Monotonie T und die vorherigen X-Koordinaten der weißen Linien bleiben angezeigt.

Läuft die Datensammelungsperiode ab (bestätigend in Schritt 129), werden die gesammelten Daten bezüglich des Zickzack-Ausmaßes Rn, d.h. die Abweichung der weißen Linien auf den X-Koordinaten ( $Y_{Rn} = aX_{Rn} + b$ ) und

$(Y_{Ln} + cX_{Ln})$ , gemittelt, um ein mittleres Zickzack-Ausmaß  $R_{n1}$  zu erhalten (Schritt 134).

Lenkwinkel, die in der Datensammelungsperiode gesammelt werden, werden auf der Basis der Lenkwinkeldaten aufsummiert, die bereits gespeichert worden sind. Der Lenkbetrag  $SQ (= \sum Q_n)$  wird im Speicher 21 gespeichert (Schritt 135).

In Schritt 136 wird die Wachsamkeit  $X$  abgeleitet.

Die Mitgliedsfunktionen für das Zickzack-Ausmaß  $R_s$ , die Monotonie  $T$  und den Lenkbetrag  $SQ$  werden vom Speicher 21 abgerufen.

Wie aus Figur 15 ersichtlich, hat jede Mitgliedsfunktion eine dreieckige Form und drei Abschnitte als ein Vorderglied mit Knickpunkten A, B und C.

Die Mitgliedsfunktion hängt von den Referenzwerten ab, die während der Anfangsperiode erhalten werden (d.h. dem mittleren Zickzack-Ausmaß  $R_{ns}$ , der Monotonie  $T$ , dem Lenkbetrag  $SQ_m$ , und der Gesamtzahl  $N_0$  der Betätigungen), und von der Gesamtzahl  $N$  der Betätigungen, die nach der Anfangsperiode ausgeführt werden.

Die Knickpunkte A, B und C werden auf der Basis der in Tabelle 1 gezeigten Beziehungen bestimmt.

Tabelle 1

	A	B	C
Monotonie	$C \times 1/3$	$C \times 2/3$	40, Max. Max.-Wert , oder $a \times 12$ , hiervon der größte
Lenkbetrag	Min.-Wert oder Max. $\times 0.5$ , hiervon der kleinere	$(A+C)/2$	Max. -Wert  Max. -Wert
Zickzack-Ausmaß	Rns	$A \times 1.5$	$A \times 2$

(1) Die Mitgliedsfunktion für die Monotonie wird in drei Abschnitte "hoch", "mittel" und "niedrig" unterteilt. Der Knickpunkt A ist ein Drittel ( $1/3$ ) des Knickpunkts C, und der Knickpunkt B zwei Drittel ( $2/3$ ) des Knickpunkts C. Der Knickpunkt C ist 40, ein Maximum der Monotonie, oder  $12 \times a$  (wobei 12 eine Konstante und "a" ein Anwachsen der Monotonie während einer Nichtbetätigungsperiode bezeichnen), je nach dem, welcher der größte ist.

Das Anwachsen "a" der Monotonie wird folgendermaßen abgeleitet.

Die Anfangsperiode  $t_{s1}$  wird durch die Gesamtzahl  $N_0$  der Betätigungen dividiert, wodurch eine mittlere Nichtbetätigungsperiode "b" abgeleitet wird. Die mittlere Nichtbetätigungsperiode "b" wird mit dem Anwachsen der Monotonie pro Sekunde ( $= 10 \cdot T_0$ ) multipliziert, wodurch das Anwachsen "a" der Monotonie während der Nichtbetätigungsperiode abgeleitet wird, wie in Figur 17 gezeigt.

$$b = t_{s1}/N_0$$

$$a = (t_{s1}/N_0) \cdot 10 \cdot T_0$$

(2) Die Mitgliedsfunktion für den Lenkbetrag wird in drei Abschnitte "groß", "mittel" und "klein" unterteilt. Der Knickpunkt A ist der kleinere Wert eines minimalen Werts des Lenkbetrags  $S_{Qn}$  pro Datensammelungsperiode der Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  oder eines Werts, der durch Multiplikation des maximalen Lenkbetrags mit 0,6 abgeleitet wird. Der Knickpunkt B ist  $(A+C)/2$ , und der Knickpunkt C ist der maximale Lenkbetrag  $S_{Qn}$ . Auf Figur 18 wird Bezug genommen.

(3) Die Mitgliedsfunktion für das Zickzack-Ausmaß wird in drei Abschnitte "groß", "mittel" und "klein" unterteilt. Der Knickpunkt A ist das durchschnittliche Zickzack-Ausmaß  $R_{ns}$ , der Knickpunkt B ist  $1,5A$ , und der Knickpunkt C ist zweimal so groß wie A. Auf Figur 19 wird für tatsächliche Beispiele Bezug genommen.

Die Knickpunkte für die entsprechenden Mitgliedsfunktionen werden als Referenzwerte bestimmt, die für die mehrwertige Folgerung zu verwenden ist, wie oben beschrieben wurde. Während der Bestimmung der Wachsamkeit werden die Monotonie und der Lenkbetrag jedesmal aktualisiert, wenn sich ihre minimalen und maximalen Werte ändern, während das Zickzack-Ausmaß nicht aktualisiert wird, sobald sein Referenzwert bestimmt ist.

Die mehrwertige Schlußfolgerung wird unter Verwendung der vorstehenden Mitgliedsfunktionen ausgeführt, um die Wachsamkeit abzuleiten (Schritt 136).

Die mehrwertigen Konversionsgrade der Monotonie T werden unter Verwendung einer laufenden Monotonie T (Wert des Zählers 19) und der in Figur 17 gezeigten Mitgliedsfunktion berechnet.

Ist beispielsweise die laufende Monotonie T 20,57 und gehört sie zu den zwei "dazwischenliegenden" und "unteren" Abschnitten, werden zwei mehrwertige Konversionsgrade 0,76 und 0,24 abgeleitet.

Die mehrwertigen Konversionsgrade des Lenkbetrags werden unter Verwendung des Lenkbetrags SQn in der Datensammelungsperiode (in Schritt 135 abgeleitet) und der in Figur 18 gezeigten Mitgliedsfunktion berechnet.

Ist der durchschnittliche Lenkbetrag 6452 und gehört er beispielsweise zu den zwei Abschnitten "groß" und

"mittel", werden zwei mehrwertige Konversionsgrade 0,86 und 0,14 abgeleitet.

Die mehrwertigen Konversionsgrade des Zickzack-Ausmaßes werden unter Verwendung des durchschnittlichen Zickzack-Ausmaßes  $R_{n1}$  in der Datensammlungsperiode (in Schritt 134 abgeleitet) und der in Figur 19 gezeigten Mitgliedsfunktion berechnet.

Ist beispielsweise das Zickzack-Ausmaß 20,6 und gehört es zu den zwei Abschnitten "mittel" und "groß", werden die zwei mehrwertigen Konversionsgrade 0,95 und 0,05 abgeleitet.

Der Speicher 21 speichert ein Format einer Steuervorschrift ab, die in Figur 20 gezeigt wird. Die Wachsamkeit wird durch Anwenden der vorstehenden mehrwertigen Konversionsgrade auf die Steuervorschrift abgeleitet.

In diesem Fall werden drei mehrwertige Konversionsgrade berechnet. Die in Figur 21 mehrwertigen Konversionsgrade werden auf die in Figur 20 gezeigten unterstrichenen Werte angewendet.

Es gibt fünf Abschnitte 4, 3,5, 3, 2,5 und 2, wo die mehrwertigen Konversionsgrade für die Monotonie, den Lenkbetrag und das Zickzack-Ausmaß nicht 0 sind.

Ein dem Abschnitt 4 entsprechender maximaler mehrwertiger Konversionsgrad ist 0,05. Ein maximaler Wert der mehr-



wertigen Konversionsgrade für den Abschnitt 3,5 ist 0,05. Ein maximaler mehrwertiger Konversionsgrad für den Abschnitt 3 ist 0,14. Ein maximaler mehrwertiger Konversionsgrad für den Abschnitt 2,5 ist 0,76. Ein maximaler mehrwertiger Konversionsgrad für den Abschnitt 2 ist letztlich 0,76. Diese maximalen Werte werden unter Verwendung des sogenannten Min und Max zusammengesetzten Schwerpunktverfahrens abgeleitet.

Wie aus Figur 16 ersichtlich, hat die Mitgliedsfunktion für die Wachsamkeit eine dreieckige Form und neun Abschnitte, sowie Wachsamkeitslevel 1 bis 5. Diese Mitgliedsfunktion wird im Speicher 21 gespeichert.

Die vorstehenden mehrwertigen Konversionsgrade werden auf die Mitgliedsfunktion für die Wachsamkeit angewendet, wie durch die schraffierten Bereiche in Figur 16 gezeigt. Es wird der Schwerpunkt der schraffierten Bereiche berechnet, wodurch die Wachsamkeit X (= 2,6) abgeleitet wird. Damit ist die mehrwertige Schlußfolgerung vollständig durchgeführt. Danach wird die Wachsamkeit X auf dem Display 6 angezeigt (Schritt 137). Durch Beobachten des Displays 6 kann der Fahrer seinen Fahrzustand feststellen. Ferner kann ein Mitfahrer geeignete Schritte unternehmen, beispielsweise mit dem Fahrer sprechen, um den Fahrer zu warnen, wodurch verhindert wird, daß der Fahrer im Halbschlaf fährt.

Danach wird die Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  zwangsweise auf 60 Sekunden eingestellt (Schritt 139), so lange das Fahrzeug fährt. Anschließend wird die Steuerlogik zu

Schritt 116 zurückgeführt (Figur 10). Hört das Fahrzeug dagegen zu fahren auf, wird das Sicherheitsfahrssystem inaktiv.

Andererseits wird die durch die mehrwertige Schlußfolgerung bestimmte Wachsamkeit sequentiell mit voreingestellten Werten 4, 3, 2 und 1 verglichen, welche die Wachsamkeit repräsentieren und im Speicher 21 gespeichert worden sind (Schritte 201 bis 204).

Der Wert 4 gibt an, daß der Fahrer im wesentlichen halb-schlafend ist. Der Wert 3 gibt an, daß der Fahrer döst und gelegentlich zickzack fährt. Der Wert 2 gibt an, daß der Fahrer häufig vom Kurs abweicht und sehr schläfrig wird. Der Wert 1 gibt an, daß der Fahrer leicht schläfrig wird.

Ist die Wachsamkeit X größer als der Wert 4 (bestätigend in Schritt 210), wird das Aufweckteil 7d eine vorbestimmte Zeit lang aktiv und gibt Lichtstrahlen, einen Luftstoß, einen Klang und Vibrationen in Kombination aus, oder versetzt dem Fahrer einen elektrischen Stoß (Schritt 205).

In dem Fall, daß die Wachsamkeit X größer ist als der Wert 3 (bestätigend in Schritt 202), wird das Aufweckteil 7c für eine vorbestimmte Zeitdauer aktiv und sendet einen Klang oder Vibrationen zum Fahrer aus (Schritt 206).

Ist die Wachsamkeit X größer als der Wert 2 (bestätigend in Schritt 203), wird das Aufweckteil 7b aktiv und sendet Lichtstrahlen oder einen Windstoß zum Fahrer aus (Schritt 207).

Ist letztlich die Wachsamkeit X größer als der Wert 1 (bestätigend in Schritt 204), wird das Aufweckteil 7a aktiv und sendet einen Duft oder eine Brise zum Fahrer aus (Schritt 208).

Ist die Wachsamkeit X jedoch kleiner als der Wert 1 (negativ in Schritt 204), wird kein Aufweckteil aktiviert.

Die Gegenmaßnahmen werden getroffen, um den Fahrer in Übereinstimmung mit der Wachsamkeit X zu warnen, wodurch ein Fahren im Halbschlaf verhindert und ein sicheres und zuverlässiges Fahren sichergestellt wird.

Bei dieser Ausführungsform werden fortlaufende Veränderungen des Zustands des Fahrers als Faktoren erkannt, welche die Müdigkeit angeben. Der Lenkbetrag wird als ein Faktor erkannt, welcher ein Fahren im Halbschlaf repräsentiert. Das Zickzack-Ausmaß wird in Abweichungsausdrücken von den weißen Linien auf der Fahrbahnoberfläche vor dem Fahrzeug bestimmt. Diese Faktoren werden als Eingaben für die mehrwertige Schlußfolgerung verwendet. Ferner werden die persönlichen Fahrdaten des Fahrers gesammelt und während der Initialisierungsperiode gespeichert, in welcher der Fahrer vollständig wach und es unwahrscheinlich ist, daß er im Halbschlaf fährt. Die

Tatsache, daß der Fahrer im Halbschlaf fährt, kann daher immer ohne Verzögerung zuverlässig festgestellt werden. Weiterhin kann der Fahrer in geeigneter Weise in Schritten gemäß seiner Wachsamkeit aufgeweckt werden.

Anstelle der oben beschriebenen können verschiedene andere Aufweckteile verwendet werden, beispielsweise durch Vibrieren des Fahrersitzes.

Figur 23 ist ein Blockdiagramm, welches die Ausgestaltung eines Sicherheitsfahrsystems S2 gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt. Das Sicherheitsfahrsystem S2 unterscheidet sich vom Sicherheitsfahrssystem S1 von Figur 1 in folgender Hinsicht. Ein Lenkbetätigungsdetektor Ba und ein mehrwertiger Schlußfolgerungsabschnitt Da in einer Steuereinheit 4a arbeiten in einer Weise, die unterschiedlich ist zur Steuereinheit 4 der ersten Ausführungsform. Danach haben identische Teile die gleichen Bezugszeichen wie diejenigen der ersten Ausführungsform. Die Beschreibung konzentriert sich hauptsächlich auf diejenigen Punkte, die unterschiedlich sind.

Die Steuereinheit 4a enthält einen Controller 8a, mit dem verschiedene Sensoren in ähnlicher Weise wie mit der Steuereinheit 4 der ersten Ausführungsform verbunden sind. Der Fahrpositionserfassungsabschnitt C dient auch als eine Zickzack-Ausmaß-Berechnungseinrichtung C3. Die Steuereinheit 4a enthält auch den Betätigungserfassungsabschnitt A, den ReferenzwertEinstellabschnitt E, den Warnabschnitt F, den Lenkbetätigungsdetektor Ba und den mehrwertigen Schlußfolgerungsabschnitt Da zum Folgern der

Wachsamkeit des Fahrers, ähnlich zur Steuereinheit 4 der ersten Ausführungsform.

Der Referenzwerteeinstellabschnitt Ea wird während einer Anfangsperiode für eine vorgegebene Länge  $t_{s1}$  aktiv, nachdem das Fahrzeug betätigt wird, und arbeitet in den Schritten (1) bis (8).

(1) Er stellt die Anfangszeitdauer nach dem Start des Fahrzeugs ein.

(2) Jedesmal, wenn wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen mit Ausnahme des Lenkrads vom Fahrer betätigt wird, liest er eine Gewichtung  $n_i$  vom Speicher 21.

(3) Er addiert die Gewichtungen  $n_i$  im Zähler 19 und hält die Summe  $n$  ( $n = \sum n_i$ ), und hält sie als die Gesamtzahl  $N_0$  der Betätigungen während der Anfangsperiode. Die Gewichtungen  $n_i$  werden addiert, um eine gleichzeitige Betätigung einer Vielzahl von Vorrichtungen zu berücksichtigen, obwohl eine derartige Situation in Wirklichkeit selten ist.

(4) Er speichert im Speicher 14 die Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen pro Minute, die durch Hochsetzen der Zahl des Zählers 19 um eins für jede Lenkperiode zwischen Punkten  $t_a$  oder  $t_b$  in Figur 28 erhalten wird. Das Lenkrad wird am Punkt  $t_a$  zwischen Punkten  $q_a$  und  $q_b$  umgedreht, und wird auch im Punkt  $t_b$  zwischen den Punkten  $q_c$  und  $q_d$  umgedreht. Ein Vorzeichen (+ oder -) einer

Differenz zwischen einem vorherigen Lenkwinkel  $Q$  und einem laufenden Lenkwinkel  $Q$ , der vom Lenkwinkelsensor 17 erfaßt wird, wird an den Punkten  $t_a$  und  $t_b$  umgedreht (in Figur 28 durch Kreise gezeigt).

(5) Er bestimmt die Lenkgeschwindigkeiten (Grad/Sekunde) auf der Basis der Lenkwinkel  $Q$ , die vom Lenkwinkelsensor 17 erfaßt werden, und eine Neigung ( $= dt/dQ$ ) einer geraden Linie  $L$ , welche die Punkte  $t_a$  und  $t_b$  verbindet, die Beginn und Ende/Beginn der zwei aufeinanderfolgenden Lenkdauern repräsentieren (Figur 28), und speichert die Lenkgeschwindigkeiten im Speicher 21.

(6) Er berechnet einen Durchschnitt  $d$  der Lenkgeschwindigkeiten, die nach Ablauf der Anfangsperiode gesammelt werden.

(7) Er liest vom Speicher 21 eine Toleranz  $e$  der Lenkgeschwindigkeit (d.h. diejenige, die von den erfaßten Lenkgeschwindigkeiten abgeleitet wird, wobei die oberen und unteren 40% gestutzt werden).

(8) Er speichert im Speicher 21 die Gesamtzahl  $N$  der Betätigungen, die Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen, den Durchschnitt  $d$  der Lenkgeschwindigkeit und die Toleranz  $e$  der Lenkgeschwindigkeit als Referenzwerte, wenn die Anfangsperiode abläuft.

Der Lenkwinkelerfassungsabschnitt Ba wird nach Ablauf der Anfangsperiode aktiv und arbeitet in den folgenden Schritten.

(1) Er speichert im Speicher 21 die Lenkwinkeldaten, die vom Lenkwinkelsensor 17 erfaßt werden.

(2) Er berechnet einen Durchschnitt  $\bar{d}$  der Lenkgeschwindigkeiten auf der Basis von Daten  $Q$  der Lenkwinkel während der letzten Datensammelungsperiode (= eine Minute).

(3) Er berechnet die Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen pro Minute unter Verwendung der in der letzten Minute gesammelten Lenkwinkeldaten.

Der mehrwertige Schlußfolgerungsabschnitt Da wird nach vollständigem Ablauf der Anfangsperiode aktiv, und folgert die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung der Mitgliedsfunktionen für die Monotonie  $T$  aus dem Betätigungserfassungsabschnitt A, die Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen und Lenkgeschwindigkeiten aus dem Lenkbetätigungserfassungsabschnitt Ba und das Zickzack-Ausmaß  $R_n$  aus dem Fahrpositionserfassungsabschnitt A.

Der Betrieb des Sicherheitsfahrsystems S2 wird unter Bezugnahme auf die in den Figuren 24 bis 27 gezeigten Flußdiagramme beschrieben. Diese Flußdiagramme sind im wesentlichen gleich zu denjenigen, die in den Figuren 9 bis 12 für das Sicherheitsfahrsystem S1 der ersten Ausführungsform gezeigt sind. Identische Schritte haben

identische Bezugszeichen, und unterschiedliche Schritte werden mit Zahlen versehen, welche einen Suffix "a" haben.

Wird der Motor durch den Zündschlüssel betätigt, werden die Kamera 2, der Bildprozessor 3 und die Steuereinheit 4a im Sicherheitsfahrssystem S2 aktiv. Übersteigt eine Fahrzeuggeschwindigkeit V den vorbestimmten Wert V1, wird das Zählen der Anfangsperiode  $t_1$  gestartet. Die Steuereinheit 4a liefert einen Fotografierbefehl zur Kamera 2 und zum Bildprozessor 3 (Schritte 101-103). Der Bildprozessor 3 führt die Betriebsfolge durch, wie in Figur 13 gezeigt.

Betätigt der Fahrer wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Einrichtungen außer dem Lenkrad, wird eine Gewichtung  $n_i$  gelesen, die der betätigten Einrichtung zugeordnet ist und zum Wert des Zählers 19 als Summe  $n$  addiert wird. Die Summe  $n$  wird als die Gesamtzahl  $N_0$  der Betätigungen während der Anfangsperiode gespeichert (Schritte 104-107).

Der Lenkwinkelsensor 17 erfaßt einen Lenkwinkel  $Q$  des Lenkrads. Jedesmal, wenn das Lenkrad betätigt wird, wird der Zähler 20 um "1" erhöht, so daß die Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen sequentiell im Speicher 21 gespeichert wird (Schritte 108, 109<sub>a-1</sub>, 109<sub>a-2</sub>).

$$M = M + 1$$



Gleichzeitig wird eine Lenkgeschwindigkeit (Grad/Sekunde) pro Lenkbetätigung auf der Basis eines jeden erfaßten Lenkwinkels abgeleitet und im Speicher 21 gespeichert.

In Schritt 110 werden während der Anfangsperiode  $t_1$  die Positionen ( $Y_{Rn} = aX_{Rn} + b$ ) und ( $Y_{Ln} = cX_{Ln} + d$ ) auf den X- und Y-Koordinaten der weißen Linien  $L_R$  und  $L_L$  sequentiell von der Bildverarbeitungseinheit 3 empfangen und im Speicher 21 gespeichert (Schritt 111).

Die Anfangsperiode  $t_1$  läuft ab, wenn sie die voreingestellte Länge  $t_{s1}$  (beispielsweise 20 Minuten) überschreitet.

Andererseits folgert der Bildprozessor 3 in Reaktion auf den Fotografierbefehl während der Anfangsperiode weiße Linien, die in Figur 13 gezeigt sind, wie oben beschrieben, und berechnet das Zickzack-Ausmaß  $R_{ns}$  auf der Basis der persönlichen Fahrerdaten, die während der Anfangsperiode gesammelt werden (Schritt 112).

In Schritt S113a werden die im Speicher 21 gespeicherten Lenkgeschwindigkeiten gelesen und eine durchschnittliche Lenkgeschwindigkeit  $d$  berechnet. Damit wird die Toleranz  $e$  der Lenkgeschwindigkeit (d.h. diejenige, die nach Abschneiden der oberen und unteren 40% der erfaßten Geschwindigkeiten abgeleitet wird) berechnet. Der Speicher 21 speichert folgendes als Referenzwerte: die Gesamtanzahl  $N_0$  der Betätigungen während der Anfangsperiode, die Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen während der Anfangsperiode, die Toleranz  $e$  der Lenkgeschwindigkeit und das Zickzack-

Ausmaß  $R_{ns}$  während der Anfangsperiode, welches durch den Zähler angegeben wird (Schritt 114a).

Während der Anfangsperiode mit der Zeit  $t_{s1}$  werden die persönlichen Fahrdaten des Fahrers gesammelt, wie oben beschrieben.

Nach Ablauf der Anfangsperiode startet der Timer 18, die Fahrperiode  $t_2$  und die Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  zu zählen.

Überschreitet die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  den voreingestellten Wert  $V_1$ , überprüft der Controller 8a, ob der Fahrtrichtungsänderungsanzeiger aktiv ist. Ist der Fahrtrichtungsänderungsanzeiger aktiv, wird das Zickzack-Ausmaß  $R_{no}$  auf 0 zurückgesetzt. Anschließend geht die Steuerlogik zu Schritt 121a weiter.

Ist andererseits der Fahrtrichtungsänderungsanzeiger nicht aktiv, empfängt die Steuereinheit 4 die letzten Positionen auf den X-Koordinaten ( $X_{Rn1}$ ,  $X_{Ln1}$ ), ( $X_{Rn2}$ ,  $X_{Ln2}$ ) und ( $X_{Rn3}$ ,  $X_{Ln3}$ ) der weißen Linien ( $Y_{Rn} = aX_{Rn} + b$ ) und ( $Y_{Ln} = cX_{Ln} + d$ ), berechnet das Zickzack-Ausmaß  $R_n$ , das eine Differenz zwischen der vorhergehenden und der laufenden Position der weißen Linien auf den X- und Y-Koordinaten angibt, und speichert das Zickzack-Ausmaß  $R_n$  im Speicher 21 (Schritte 116-120).

Wird die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  unter  $V_1$  verringert, werden die existierenden Lenkwinkeldaten im Speicher 21 auf 0 gestellt. Gleichzeitig wird die Wachsamkeits-

bestimmungsperiode  $t_3$  auf 0 zurückgesetzt (Schritte 130a und 131). Wird ferner die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  auf 0 verringert, wird die Wachsamkeitsangabe ausgeschaltet (Schritte 132 und 133). Die Nichtbetriebsperiode  $t_4$ , die Monotonie  $T$  und die früherer X-Koordinaten der weißen Linien bleiben jedoch angezeigt.

In den Schritten 121a und 122 werden die Lenkwinkeldaten  $Q$ , die vom Lenkwinkelsensor 17 erfaßt werden (Daten  $q_n$ , wie in Figur 28 gezeigt) im Speicher 21 gespeichert. Die Konstante  $T_0$  wird im Zähler 19 akkumuliert, wodurch die Monotonie  $T$  abgeleitet wird.

$$T = T + T_0$$

Die Akkumulation der Konstanten  $T_0$  wird jede 1/10 Sekunde wiederholt, d.h. die Steuerzykluszeit.

Wird wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen mit Ausnahme des Lenkrads betätigt, wird die der betätigten Vorrichtung zugeordnete Gewichtung  $n_i$  gelesen und eine Summe  $n$  ( $n = \sum n_i$ ) in der Gesamtzahl  $N$  der Betätigungen im Zähler 19 akkumuliert (Schritte 123-125).

$$n = \sum n_i$$

$$N = N + n$$

Als nächstes wird eine mittlere Nichtbetätigungsperiode ( $=t_2/N$ ) zwischen den Betätigungen der vom Fahrer betätigten Vorrichtungen nach der Anfangsperiode

berechnet und mit einer Erhöhung der Monotonie ( $= 10 \cdot T_0$ ) und der gelesenen Gewichtung  $n$  multipliziert. Damit wird eine Quantität der verringerten Monotonie  $[(t_2/N) \cdot 10 \cdot T_0 \cdot n]$  berechnet. Ein Betrag der reduzierten Monotonie wird vom akkumulierten Wert des Zählers 19 subtrahiert, wodurch die Monotonie  $T$  aktualisiert wird (Schritt 126).

$$T = T - [(t_2/N) \cdot 10 \cdot T_0 \cdot n]$$

Wie aus den experimentiellen Daten in Figur 14 ersichtlich, hält das Ansteigen der Monotonie  $T$  an, wenn keine vom Fahrer betätigbare Vorrichtung mit Ausnahme des Lenkrads betätigt wird. Umgekehrt wird die Monotonie  $T$  jedesmal reduziert, wenn wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen betätigt wird.

Der Wert der Nichtbetätigungsperiode  $t_4$  wird jedesmal, wenn eine vom Fahrer betätigbare Vorrichtung betätigt wird, aktualisiert und im Speicher 21 gespeichert, und der Zähler 19 wird zurückgesetzt (Schritt 126<sub>a-1</sub>).

Wird die Monotonie  $T$  negativ, wird sie auf 0 zurückgesetzt (Schritte 127 und 128).

Die Monotonie  $T$ , die Lenkwinkeldaten und das Zickzack-Ausmaß  $R_n$  werden wiederholt berechnet und gespeichert, bis die Datensammelungsperiode der Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  ausläuft (Schritt 129).

Nach Beendigung der Datensammelungsperiode wird ein Durchschnitt  $R_{n1}$  des Zickzack-Ausmaßes  $R_n$ , das Abweichungen auf der X-Koordinate von den weißen Linien angibt ( $Y_{Rn} = aX_{Rn} + b$ ) und ( $Y_{Ln} = cX_{Ln} + d$ ) abgeleitet (Schritte 129 und 134).

In ähnlicher Weise wird ein Durchschnitt der Nichtbetätigungsperioden  $t_4$  berechnet, die während der Datensammelungsperiode gespeichert werden. Die durchschnittliche Lenkgeschwindigkeit  $d$  wird ebenso unter Verwendung der Daten auf den Lenkwinkeln  $Q$  berechnet, die während der Datensammelungsperiode gespeichert werden (Schritt 135<sub>a-1</sub>). In gleicher Weise wird die Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen während der letzten Datensammelungsperiode berechnet, wobei die Daten der Lenkwinkel  $Q$  verwendet werden (Schritt 135<sub>a-2</sub>).

In Schritt 136a leitet der mehrwertige Schlußfolgerungsabschnitt Da die Wachsamkeit  $X$  ab. Zuerst werden die vier Mitgliedsfunktionen für das Zickzack-Ausmaß  $R_n$ , die Monotonie  $T$ , die durchschnittliche Lenkgeschwindigkeit  $d$  und die Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen wieder hergestellt.

Diese Mitgliedsfunktionen hängen von den Referenzwerten ab, die während der Anfangsperiode erhalten werden, (d.h. das durchschnittliche Zickzack-Ausmaß  $R_{ns}$ , die Gesamtanzahl  $N_0$  der Betätigungen, die Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen, die durchschnittliche Lenkgeschwindigkeit  $d$  und die Toleranz  $e$  des Lenkgeschwindigkeitsbereichs) und von der Gesamtanzahl  $N$  der Betätigungen nach der Anfangsperiode. Die Knickpunkte A, B und C werden auf

der Basis der in Tabelle 2 gezeigten Beziehungen berechnet.

Tabelle 2

	A	B	C
Monotonie	$C \times 1/3$	$C \times 2/3$	40, Max.-Wert oder $a \times 12$ , hiervon der größte
Anzahl der Lenk- berätigungen	$f, (g-2xi)$ , von $(2xg-h)$ , hiervon der größte	$g$	$(g+2xi)$ $h$
Lenkgeschwindigkeit	$d-0.75e$	$d-0.25e$	$d+0.25e$
Zickzack-Ausmaß	$Rns$	$A \times 1.5$	$A \times 2$

(1) Die Mitgliedsfunktion für die Monotonie ist ähnlich zu derjenigen der in Figur 1 gezeigten Sicherheitsfahrvorrichtung S1. Ein tatsächliches Beispiel ist in Figur 16 gezeigt.

(2) Die Mitgliedsfunktion für die Lenkgeschwindigkeit hat drei Abschnitte "hoch", "mittel" und "niedrig". Die Toleranz  $e$  wird mit  $0,75$  multipliziert. Der Knickpunkt A wird durch Subtraktion des vorstehenden multiplizierten Wertes ( $= 0,75e$ ) von der durchschnittlichen Lenkgeschwindigkeit  $d$  ( $= d - 0,75e$ ) abgeleitet. Der Knickpunkt B wird durch Multiplikation der Toleranz  $e$  mit einer Konstante  $0,25$  und durch Subtraktion des multiplizierten Wertes von dem Durchschnitt  $d$  ( $= d - 0,25e$ ) abgeleitet. Die Toleranz  $e$  wird mit der Konstante  $0,25$  multipliziert, und ein resultierendes Produkt wird zum Durchschnitt  $d$  addiert ( $= d + 0,25e$ ), wodurch der Knickpunkt C abgeleitet wird. Dies ist in Figur 29 gezeigt.

(3) Die Mitgliedsfunktion für die Anzahl der Lenkbetätigungen hat drei Abschnitte "viel", "mittel" und "ein wenig". Zuerst werden ein Minimalwert "f", ein Durchschnitt  $g$ , ein Maximalwert "h" und eine Referenztoleranz  $i$  der Anzahl  $M$  der Lenkbetätigungen abgeleitet. Der Knickpunkt A ist "f",  $(g - 2 \times i)$  oder  $(2 \times g - h)$ , was immer der größte ist. Der Knickpunkt B ist "g". Es wird entweder  $(g + 2 \times i)$  oder "h" was immer der kleinere ist, als Knickpunkt C bestimmt. Tatsächliche Beispiele sind in Figur 30 gezeigt.

(4) Die Mitgliedsfunktion für das Zickzack-Ausmaß ist ähnlich zu derjenigen, die bezüglich des Sicherheitsfahrsystems S1 beschrieben wurde. Tatsächliche Beispiele sind in Figur 19 gezeigt.

Die Monotonie, die Anzahl der Lenkbetätigungen und die Lenkgeschwindigkeit werden kontinuierlich jedesmal aktualisiert, wenn sich die Minimal- und Maximalwerte ändern, während das Wachsamkeitsbestimmungsverfahren ausgeführt wird, nachdem die Knickpunkte der Mitgliedsfunktionen bestimmt worden sind. Das Zickzack-Ausmaß bleibt jedoch unverändert, nachdem der Referenzwert bestimmt worden ist.

Die mehrwertige Schlußfolgerung wird unter Verwendung der vorstehenden Mitgliedsfunktionen ausgeführt, um die Wachsamkeit abzuleiten (Schritt 136a), wie nachstehend beschrieben wird.

Die mehrwertigen Konversionsgrade der Monotonie werden auf der Basis einer laufenden Monotonie  $T$  (der laufende Wert des Zählers 19) und der Mitgliedsfunktion berechnet, wie in Figur 17 gezeigt.

Beispielsweise gehört eine Monotonie  $T$  20,57 zu den Abschnitten "mittel" und "niedrig", die in Figur 17 gezeigt sind. Damit werden zwei mehrwertige Konversionsgrade 0,76 und 0,24 abgeleitet.

Ein mehrwertiger Konversionsgrad für die Lenkgeschwindigkeit wird unter Verwendung der durchschnittlichen Lenkgeschwindigkeit  $d$  pro Datensammelungsperiode berechnet (in Schritt 135<sub>a-1</sub> abgeleitet), sowie unter Verwendung der Mitgliedsfunktion, die in Figur 29 gezeigt ist.



Beispielsweise gehört eine mittlere Lenkgeschwindigkeit von 5,54 Grad/Sekunde zum Abschnitt "niedrig", so daß der mehrwertige Konversionsgrad 1,0 abgeleitet wird.

Die Anzahl  $N$  der Lenkbetätigungen pro Datensammelungsperiode (in Schritt 135<sub>a-2</sub>) und die in Figur 30 gezeigte Mitgliedsfunktion werden verwendet, um einen mehrwertigen Konversionsgrad für die Anzahl der Lenkbetätigungen abzuleiten.

Die Anzahl der Lenkbetätigungen von 0,9 pro Datensammelungsperiode gehört zum Abschnitt "ein wenig", so daß ein mehrwertiger Konversionsgrad 1,0 abgeleitet wird.

Zwei mehrwertige Konversionsgrade für das Zickzack-Ausmaß werden unter Verwendung des durchschnittlichen Zickzack-Ausmaßes  $R_{n1}$  (Schritt 134) und der in Figur 19 gezeigten Mitgliedsfunktion berechnet.

Beispielsweise gehört ein Zickzack-Ausmaß von 20,6 zu den zwei Abschnitten "mittel" und "groß", so daß zwei mehrwertige Konversionsgrade 0,95 und 0,05 abgeleitet werden.

Der Speicher 21 speichert ein Steuervorschriftenformat, wie in Figur 31 gezeigt. Die Wachsamkeit, d.h., die notwendige Quantität, wird durch Anwenden der vorstehenden mehrwertigen Konversionsgrade auf die Steuervorschrift abgeleitet.

In diesem Fall wurden vier mehrwertige Konversionsgrade, die in Figur 31 unterstrichen sind, berechnet und auf Werte angewendet, die in Figur 32 gezeigt sind.

Die mehrwertigen Konversionsgrade der Monotonie, der Lenkgeschwindigkeit, der Anzahl der Lenkbetätigungen und des Zickzack-Ausmaßes sind in vier Abschnitten 4, 3,5, 3 und 2,5 nicht 0.

Ein maximaler Wert der mehrwertigen Konversionsgrade im Abschnitt 4 ist 0,05. Ein maximaler Wert der mehrwertigen Konversionsgrade im Abschnitt 3,5 ist 0,76. In ähnlicher Weise ist im Abschnitt 3 ein Maximalwert 0,05, und im Abschnitt 2,5 ein Maximalwert 0,24.

Die Wachsamkeit, d.h. eine nachfolgende, wird unter Verwendung einer Mitgliedsfunktion abgeleitet, welche eine dreieckige Form, neun Abschnitte und Levels 1 bis 5 aufweist. Die Mitgliedsfunktion wird im Speicher 21 gespeichert.

Die mehrwertigen Konversionsgrade, die für die entsprechenden Abschnitte abgeleitet werden, werden auf die Mitgliedsfunktionen für die Wachsamkeit angewendet, wie durch die schraffierten Bereiche in Figur 33 gezeigt. Der Schwerpunkt der schraffierten Bereiche wird derart berechnet, daß die Wachsamkeit (= 3,3) erhalten wird. Damit ist die mehrwertige Schlußfolgerung vollständig ausgeführt.

Die erhaltene Wachsamkeit  $X$  wird auf dem Display 6 angezeigt (Schritt 137). Bei Beobachten des Displays 6 kann der Fahrer seinen Fahrzustand feststellen. Ferner kann ein Mitfahrer mit dem Fahrer sprechen, den Fahrer warnen usw., wodurch verhindert wird, daß der Fahrer im Halbschlaf fährt.

In diesem Zustand wird die Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  zwangsweise auf 60 Sekunden gesetzt (Schritt 139), wenn das Fahrzeug nicht zu fahren aufhört. Die Steuerlogik kehrt zu Schritt 116 zurück. Umgekehrt wird das Sicherheitsfahrssystem inaktiv, wenn das Fahrzeug zu fahren aufhört.

Danach betätigt der Warnabschnitt F der Steuereinheit 4a wahlweise das Aufweckteil 7a, 7b, 7c oder 7d in Abhängigkeit der Wachsamkeit  $X$ , ähnlich zum Sicherheitsfahrssystem S1 der ersten Ausführungsform. Die Aufweckeinheit warnt den Fahrer in Abhängigkeit seiner Wachsamkeit  $X$ , wodurch ein Fahren im Halbschlaf verhindert wird und die Sicherheit des Fahrzeugs verbessert wird.

Das Sicherheitsfahrssystem S2 der zweiten Ausführungsform ist genauso effektiv wie das Sicherheitsfahrssystem S1 der ersten Ausführungsform. In der zweiten Ausführungsform werden nicht nur die Charakteristiken der Lenkbetätigung (d.h. die Zahl  $M$  der Lenkbetätigungen und die Lenkgeschwindigkeit  $d$ ), die besonders durch die Wachsamkeit des Fahrers beeinflußt werden, sondern auch das Zickzack-Ausmaß als Eingaben für die mehrwertige Schlußfolgerung und als Referenzwerte angepaßt, so daß es möglich ist,

die Wachsamkeit des Fahrers und die Monotonie des Fahrens genau und kontinuierlich zu erkennen. Dies ermöglicht es, daß das Sicherheitsfahrssystem das Fahren zuverlässiger und sicherer macht.

In der zweiten Ausführungsform verwendet der Lenkerfassungsabschnitt Ba die Zahl M der Lenkbetätigungen und die Lenkgeschwindigkeit  $d$  als Lenkbetrag. Alternativ kann einer der mehrwertigen Konversionsgrade auf der Basis der Nichtbetätigungsperiode  $t_4$  bestimmt werden, die in Schritt 126<sub>a-1</sub> erhalten wird. In einem derartigen Fall wird der mehrwertige Konversionsgrad für die Nichtbetätigungsperiode unter Verwendung der Mitgliedsfunktion für die Nichtbetätigungsperiode  $t_4$  berechnet, wie in Figur 34 gezeigt. Der mehrwertige Konversionsgrad für die Zahl M der Lenkbetätigungen oder die Lenkgeschwindigkeit  $d$  und die mehrwertigen Konversionsgrade für die Monotonie oder das Zickzack-Ausmaß werden berechnet. Die berechneten mehrwertigen Konversionsgrade werden verarbeitet, wie oben beschrieben, um die Wachsamkeit X abzuleiten. Dieses modifizierte Beispiel ist genauso effektiv wie das Sicherheitsfahrssystem S2 der zweiten Ausführungsform.

Ein Sicherheitsfahrssystem S3 gemäß einer dritten Ausführungsform ist derart aufgebaut, wie in Figur 35 gezeigt.

Das Sicherheitsfahrssystem S3 unterscheidet sich vom Sicherheitsfahrssystem S1 von Figur 1 in folgender Hinsicht: Nichtvorhandensein der Kamera 2 und des mit der

Kamera 2 verbundenen Bildprozessors 3, und des Zickzack-Ausmaß-Berechnungsabschnitts C3 (in der Steuereinheit 4b); sowie der Funktionen des mehrwertigen Schlußfolgerungsabschnitts Db. Identische Teile haben identische Bezugszeichen und werden hier nicht mehr im Detail beschrieben.

Die Steuereinheit 4b ist mit einer Vielzahl von Sensoren über ihren Controller 8b verbunden, um Betätigungen der verschiedenen vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen zu erfassen. Die Steuereinheit 4b wirkt auch als Betätigungserfassungsabschnitt A, Lenkerfassungsabschnitt B und Warnabschnitt, wie im Hinblick auf die Steuereinheit 4 beschrieben. Diese Einheiten werden hier nicht beschrieben.

Ferner wirkt die Steuereinheit 4b als Referenzwerteinheit Eb und als mehrwertiger Schlußfolgerungsabschnitt Db.

Der Referenzwertstellabschnitt Eb wird während der Anfangsperiode einer vorgegebenen Länge  $t_{S1}$  aktiv und läuft in den folgenden Schritten ab.

(1) Er stellt die Anfangsperiode ein, nachdem das Fahrzeug gestartet wird.

(2) Er liest vom Speicher 21 jedesmal, wenn wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen mit Ausnahme des Lenkrades betätigt wird, eine Gewichtung  $n_i$ .

(3) Er addiert die gelesenen Gewichtungen  $n_i$  zum Wert des Zählers 19 und hält eine Summe  $n$  ( $n = \sum n_i$ ) und speichert sie als Gesamtzahl  $N_0$  der Betätigungen während der Anfangsperiode. Die Gewichtungen  $n_i$  werden addiert, so daß der gleichzeitigen Betätigung einer Mehrzahl von vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen Rechnung getragen wird, obwohl eine derartige Situation nicht wahrscheinlich ist.

(4) Er speichert im Speicher 21 die Gesamtzahl  $N_0$  der Betätigungen und einen Durchschnitt  $S_{QM}$  der Lenkbeträge  $S_Q$  als Referenzwerte am Ende der Anfangsperiode.

Der mehrwertige Schlußfolgerungsabschnitt  $Db$  wird nach Ablauf der Anfangsperiode aktiv und wirkt derart, daß die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung der Mitgliedsfunktionen für die Monotonie  $T$  vom Betätigungserfassungsabschnitt  $A$  und für den Lenkbetrag  $S_Q$  vom Lenkbetätigungssensor  $B$  abgeleitet wird.

Der mehrwertige Schlußfolgerungsabschnitt  $Db$  führt einen Wachsamkeitsbestimmungszyklus jede Minute aus, um die Wachsamkeit abzuleiten. Da jedoch die für einen laufenden Bestimmungszyklus verwendeten Daten zehn Minuten lang in einem vorhergehenden Bestimmungszyklus gesammelt worden sind, werden sie sequentiell mit einer einmütigen Verzögerung empfangen.

Die Betätigung des Sicherheitsfahrersystems  $S_3$  wird unter Bezugnahme auf ein Flußdiagramm beschrieben, das in den

Figuren 36 bis 38 gezeigt ist. Dieses Flußdiagramm ist im wesentlichen gleich zum Flußdiagramm, das in Figur 9 bis 12 unter Bezugnahme auf das Sicherheitsfahrssystem S1 der ersten Ausführungsform gezeigt ist. Identische Schritte haben identische Bezugszeichen und werden hier nicht beschrieben. Die Bezugszeichen der unterschiedlichen Schritte haben jedoch einen Suffixbuchstaben "b", der den Bezugszeichen hinzugefügt ist.

Nach der Inbetriebnahme des Motors durch den Zündungsschalter wird die Steuereinheit 4b aktiv. Nachdem eine erfaßte Fahrzeuggeschwindigkeit V den voreingestellten Wert V1 überschreitet, wird das Zählen der Anfangsperiode  $t_1$  initiiert (Schritte 101 und 102).

Jedesmal, wenn eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen mit Ausnahme des Lenkrades betätigt wird, wird eine der betätigten Vorrichtung zugeordnete Gewichtung  $n_i$  gelesen und zum Wert des Zählers 19 als Summe n addiert. Die Summe n wird als Gesamtzahl No der Betätigungen während der Anfangsperiode gehalten (Schritte 104 bis 107).

Jedesmal, wenn das Steuerrad betätigt wird, wird der Wert des Zählers 20 um eins erhöht und im Speicher 21 als Zahl M der Lenkbetätigungen gespeichert (Schritte 108 und 109).

$$M = M + 1$$

Die Anfangsperiode  $t_1$  ist vollständig ausgeführt, wenn sie die vorbestimmte Periode  $t_{s1}$  (beispielsweise 20 Minuten) überschreitet (Schritt 111).

Geht die Steuerlogik zu Schritt s113 weiter, wird der Lenkbetrag  $SQ$  unter Verwendung der im Speicher 21 gespeicherten Lenkwinkel­daten  $Q$  und der Formel (2) abgeleitet. Anschließend wird der Lenkbetrag  $SQ$  gelesen, um die Lenkbeträge  $SQ_m$  während der Anfangsperiode zu lesen.

Der Speicher 21 speichert als Referenzwerte die Gesamtzahl  $No$  der Betätigungen während der Anfangsperiode und den Referenzlenkbetrag  $SQ_m$  (Schritt 114b).

Nach Ablauf der Anfangsperiode startet der Timer 18 das Zählen der Fahrperiode  $t_2$  und der Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  in Schritt 115.

Wird die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  unterhalb des voreingestellten Wertes  $V_l$  verringert, werden die existierenden Lenkbetragsdaten im Speicher 21 auf 0 gestellt (Schritte 130 und 131).

Die Anzeige der Wachsamkeit wird abgeschaltet, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  Null wird (Schritte 132 und 133). Die Monotonie  $T$  bleibt jedoch auf dem Display angezeigt.



In Schritt 121 wird der Lenkbetrag SQ unter Verwendung der Formel (2) und der Lenkwinkeldaten Q abgeleitet und im Speicher 21 gespeichert.

Der Zähler 19 akkumuliert die Konstante To, wodurch die Monotonie T abgeleitet wird (Schritt 122).

$$T = T + T_o$$

Die Konstante To wird jede 1/10 Sekunde akkumuliert, d.h. in jedem Steuerzyklus.

Wird eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen mit Ausnahme des Lenkrads betätigt (bestätigend in Schritt 123), wird die der betätigten Vorrichtung zugeordnete Gewichtung ni vom Speicher 21 gelesen und zum Wert des Zählers 19 als Summe n addiert (Schritt 125).

$$n = \sum ni$$

$$N = N + n$$

Die Fahrperiode  $t_2$  wird in die Gesamtzahl N der Betätigungen geteilt, um eine mittlere Nichtbetätigungsperiode [=  $t_2/N$ ] nach Ablauf der Anfangsperiode abzuleiten.

Die durchschnittliche Nichtbetätigungsperiode ( $t_2/N$ ) wird mit der Erhöhung der Monotonie pro Sekunde multipliziert (=  $10 \cdot T_o$ ), dessen Produkt mit der Summe n als Gewichtung ni multipliziert wird, so daß die durch die laufende

Betätigung reduzierte Monotonie [=  $(t_2/N) \cdot 10 \cdot T_0 \cdot n$ ] abgeleitet wird (Schritt 126).

Die reduzierte Monotonie wird vom Wert abgeleitet, der im Zähler 19 akkumuliert wird, wodurch die Monotonie aktualisiert wird.

$$T = T - [(t_2/N) \cdot 10 \cdot T_0 \cdot n]$$

Wie aus Figur 14 ersichtlich, wird die Monotonie kontinuierlich solange erhöht, als keine Vorrichtung mit Ausnahme des Lenkrads betätigt wird. Umgekehrt wird die Monotonie jedesmal reduziert, wenn irgendeine Vorrichtung betätigt wird.

Wie aus den experimentiellen Daten in Figur 14 ersichtlich, hält die Erhöhung der Monotonie T an, wenn keine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen mit Ausnahme des Lenkrads betätigt wird. Umgekehrt wird die Monotonie T jedesmal reduziert, wenn wenigstens eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen betätigt wird.

Wird die Monotonie T negativ (bestätigend in Schritt 127), wird sie auf 0 zurückgesetzt (Schritt 128).

Die Monotonie T, die Lenkwinkeldaten und das Zickzack-Ausmaß  $R_n$  werden wiederholt berechnet und gespeichert, bis die Datensammelungsperiode abläuft (Schritt 129).

Läuft die Datensammelungsperiode ab (bestätigend in Schritt 129), werden die während der

Datensammelungsperiode gesammelten Lenkbeträge gemäß den Daten  $Q_n$  auf den Lenkwinkeln addiert, die während der gleichen Datensammelungsperiode gespeichert werden. Damit wird ein addiertes  $SQ_n (= \sum Q_n)$  im Speicher 21 gespeichert (Schritt 135).

Die Wachsamkeit  $X$  wird in Schritt 136b abgeleitet. Zuerst werden die Mitgliedsfunktionen für die Monotonie  $T$  und den Lenkbetrag  $SQ$  abgerufen.

Wie aus Figur 15 ersichtlich, haben diese Mitgliedsfunktionen dreieckige Formen und drei Abschnitte als Antecedent mit Knickpunkten A, B und C. Die Mitgliedsfunktionen hängen von den Referenzwerten ab, die während der Anfangsperiode erhalten werden (d.h. Monotonie  $T$ , Lenkbetrag  $SQ_m$  und Gesamtzahl  $N_0$  der Betätigungen), und von der Gesamtzahl  $N$  der Betätigungen in der Datensammelungsperiode.

Die Knickpunkte A, B und C werden auf der Basis der Beziehungen berechnet, wie in Tabelle 3 gezeigt.

Tabelle 3

	A	B	C
Monotonie	$C \times 3$	$C \times 2/3$	40, Max.-Wert, oder $a \times 12$ , hiervon der größte
Lenkbetrag	Min. oder Max. $\times 0.6$ , hiervon der größere	$(A+C)/2$	Max.-Wert

(1) Die Mitgliedsfunktion für die Monotonie ist ähnlich zu derjenigen für das Sicherheitsfahrssystem S1, das in Figur 1 gezeigt ist. Ein tatsächliches Beispiel ist in Figur 17 gezeigt.

(2) Die Mitgliedsfunktion für den Lenkbetrag ist ähnlich zu derjenigen für das Sicherheitsfahrssystem S1, das in Figur 1 gezeigt ist. Ein tatsächliches Beispiel ist in Figur 18 gezeigt.

Während der Bestimmung der Wachsamkeit werden die Monotonie und der Lenkbetrag jedesmal aktualisiert, wenn

sich ihre Minimal- und Maximalwerte ändern, während das Zickzack-Ausmaß nicht aktualisiert wird, sobald sein Referenzwert bestimmt ist.

Die mehrwertige Schlußfolgerung wird unter Verwendung der vorstehenden Mitgliedsfunktionen ausgeführt.

Die mehrwertigen Konversionsgrade der Monotonie werden unter Verwendung einer laufenden Monotonie T (Wert des Zählers 19) und der in Figur 17 gezeigten Mitgliedsfunktion berechnet.

Ist beispielsweise die laufende Monotonie T 20,57 und gehört sie zu den Abschnitten "mittel" und "niedrig", werden zwei mehrwertige Konversionsgrade 0,76 und 0,24 abgeleitet.

Die mehrwertigen Konversionsgrade des Lenkbetrags werden unter Verwendung des Lenkbetrags SQn pro Datensammelungsperiode (in Schritt 135 abgeleitet) und der in Figur 18 gezeigten Mitgliedsfunktion berechnet.

Ist beispielsweise der durchschnittliche Lenkbetrag 6452 und gehört er zu den Abschnitten "groß" und "mittel", werden zwei mehrwertige Konversionsgrade 0,86 und 0,14 abgeleitet.

==

Der Speicher 21 speichert ein Format der Steuervorschrift, die in Figur 39 gezeigt ist. Die Wachsamkeit, d.h. die zu bestimmende Quantität, wird durch

Anwenden der vorstehenden mehrwertigen Konversionsgrade auf die Steuervorschrift abgeleitet.

In diesem Fall werden zwei mehrwertige Konversionsgrade berechnet (in Figur 40 gezeigt) und auf die in Figur 39 gezeigten unterstrichenen Werte angewendet.

Es gibt vier Abschnitte 3, 2,5, 1,5 und 1, wo die mehrwertigen Konversionsgrade bezüglich der Monotonie und des Lenkbetrags nicht 0 sind.

Der mehrwertige Konversionsgrad, der den Abschnitten 3 und 2,5 entspricht, ist 0,14. Der mehrwertige Konversionsgrad, der dem Abschnitt 1,5 entspricht, ist 0,76.

Ein Maximalwert der mehrwertigen Konversionsgrade für den Abschnitt 1 ist 0,24.

Wie aus Figur 41 ersichtlich, hat eine Mitgliedsfunktion für die Wachsamkeit, d.h. eine nachfolgende, eine dreieckige Form, neun Abschnitte und Wachsamkeitslevel 1 bis 5. Die Mitgliedsfunktion wird im Speicher 21 gespeichert.

Die mehrwertigen Konversionsgrade werden auf die Mitgliedsfunktion für die Wachsamkeit angewendet, wie durch die schraffierten Bereiche in Figur 41 gezeigt. Der Schwerpunkt der schraffierten Bereiche wird berechnet, wodurch die Wachsamkeit X erhalten wird (= 1,6). Damit ist die mehrwertige Schlußfolgerung vollständig ausgeführt.

Danach wird die Wachsamkeit X auf dem Display 6 angezeigt (Schritt 137). Bei Beobachten des Displays 6 kann der Fahrer seinen Fahrzustand feststellen. Ferner kann ein Mitfahrer geeignete Maßnahmen ergreifen, beispielsweise mit dem Fahrer sprechen oder ihn warnen, wodurch verhindert wird, daß der Fahrer im Halbschlaf fährt.

Danach wird die Wachsamkeitsbestimmungsperiode  $t_3$  zwangsweise auf 60 Sekunden eingestellt (Schritt 139), so lange das Fahrzeug weiter fährt. Anschließend kehrt die Steuerlogik zu Schritt 116 zurück. Hört umgekehrt das Fahrzeug zu fahren auf, wird das Sicherheitsfahrssystem inaktiv.

Im Sicherheitsfahrssystem S3 aktiviert in ähnlicher Weise wie beim Sicherheitsfahrssystem S1 der Warnabschnitt F der Steuereinheit 4b wahlweise das Aufweckteil 7a, 7b, 7c oder 7d in Übereinstimmung mit der Wachsamkeit X des Fahrers, wie im Flußdiagramm von Figur 22 gezeigt, wodurch der Fahrer gewarnt und verhindert wird, daß der Fahrer im Halbschlaf fährt, so daß die Fahrsicherheit erhöht wird.

Das Sicherheitsfahrssystem S3 der dritten Ausführungsform kann den Fahrer in Abhängigkeit seiner Wachsamkeit warnen und ist genauso effektiv wie das Sicherheitsfahrssystem S1 der ersten Ausführungsform. Ferner kann das Sicherheitsfahrssystem S3 kontinuierlich und zuverlässig die Wachsamkeit des Fahrers erfassen, weist einen einfachen Aufbau aufgrund der Abwesenheit von Einrichtungen wie Kamera 2

und Bildverarbeitungseinheit 3 auf, und kann mit reduzierten Kosten hergestellt werden.

#### INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT

Das Sicherheitsfahrssystem gemäß der Erfindung ist auf eine Vielzahl von Motorfahrzeugen anwendbar und beim Warnen des Fahrers in Abhängigkeit seiner Wachsamkeit wirksam, um ein sicheres Fahren sicherzustellen.



## Z U S A M M E N F A S S U N G

## Sicherheitsfahrssystem

Ein Sicherheitsfahrssystem erfaßt die Wachsamkeit eines Fahrers, wobei ein Alarm in Abhängigkeit der erfaßten Wachsamkeit ausgegeben wird. Das Sicherheitsfahrssystem umfaßt einen Betätigungserfassungsabschnitt (A), der die Monotonie (T) jedesmal aktualisiert, wenn eine der vom Fahrer betätigbaren Vorrichtungen betätigt wird, und eine Gewichtung ( $n_i$ ), die der betätigten Vorrichtung zugeordnet ist, von einem Wert subtrahiert, der die Monotonie bezeichnet, einen Lenkerfassungsabschnitt (C) zum Ableiten eines Lenkbetrags (beispielsweise  $SQ$ ), einen Fahrpositionserfassungsabschnitt (A) zum Erfassen eines Zickzack-Ausmaßes ( $R_n$ ), das eine Abweichung der erfaßten weißen Linien auf der Basis eines Bildes der Fahrbahnoberfläche bezeichnet, einen mehrwertigen Schlußfolgerungsabschnitt (D), der die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung von Mitgliedsfunktionen der Abschnitte (A), (B) und (C) folgert, und einen Warnabschnitt (F) zum Ausgeben eines Alarms gemäß der erfaßten Wachsamkeit des Fahrers. Das Zickzack-Ausmaß ( $R_n$ ) kann auf der Basis von Bildern bestimmt werden, die von einer Kamera (2) aufgenommen werden, und welche die weißen Linien auf der Fahrbahnoberfläche anzeigen, um die Wachsamkeit des Fahrers zuverlässig zu bestimmen.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

## 1. Sicherheitsfahrssystem mit:

einem Betätigungserfassungsabschnitt mit einer Akkumulierungseinrichtung zum periodischen Akkumulieren einer Konstante während des Betriebs eines Fahrzeugs und zum Ableiten der Monotonie, und einer Subtraktionseinrichtung zum Subtrahieren einer Gewichtung, die einer betätigten Vorrichtung mit Ausnahme eines Lenkrades zugeordnet ist, von einer Summe von akkumulierten Konstanten, und zum Aktualisieren der Monotonie;

einem Lenkerfassungsabschnitt, der Zustandsdaten an einem Lenkrad innerhalb einer voreingestellten Zeitperiode sammelt;

einem Laufpositionserfassungsabschnitt mit einem Bilddatenspeicher, der wahlweise fotografierte Bilder einer Fahrbahnoberfläche vor einem Fahrzeug empfängt und speichert, einer Bildverarbeitungseinrichtung, welche Daten auf weißen Linien der Fahrbahnoberfläche extrahiert und Koordinaten der eine Fahrspur definierenden weißen Linien bestimmt, und einem Zickzack-Ausmaß-Berechnungsabschnitt, welcher ein Zickzack-Ausmaß erfaßt, das eine Abweichung der weißen Linien auf horizontalen Koordinaten ist;

einem mehrwertigen Schlußfolgerungsabschnitt, der die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung von Mitgliedsfunktionen des Betätigungserfassungsabschnitts und des Lenkerfassungsabschnitts folgert; und

einem Warnabschnitt, der Aufweckteile in Abhängigkeit der Wachsamkeit des Fahrers aktiviert.

2. Sicherheitsfahrssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sicherheitserfassungsabschnitt Lenkbeträge des Lenkrads als Zustandsdaten am Lenkrad innerhalb der voreingestellten Zeitperiode erfaßt.

3. Sicherheitsfahrssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkerfassungsabschnitt wenigstens entweder einen Lenkgeschwindigkeitssensor aufweist, der eine durchschnittliche Lenkgeschwindigkeit des Lenkrads als Zustandsdaten des Lenkrads innerhalb der voreingestellten Zeitperiode berechnet, oder einen Lenksensor, der die Anzahl der Lenkbetätigungen innerhalb der voreingestellten Zeitperiode erfaßt.

4. Sicherheitsfahrssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zickzack-Ausmaß-Berechnungsabschnitt die Zickzack-Ausmaße auf Null stellt, während ein Blinker vorhanden ist.

5. Sicherheitsfahrssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mehrwertige Schlußfolgerungsabschnitt die Wachsamkeit des Fahrers folgert, indem ein durchschnittliches Zickzack-Ausmaß während einer Anfangsperiode unmittelbar nach Inbetriebnahme des Fahrzeugs als Referenzwert der Mitgliedsfunktion für den Fahrpositionserfassungsabschnitt verwendet wird.

6. Sicherheitsfahrssystem mit:  
einem Betätigungserfassungsabschnitt mit einer Akkumulierungseinrichtung zum periodischen Akkumulieren

einer Konstante während des Betriebs eines Fahrzeugs und zum Ableiten der Monotonie, sowie einer Subtraktionseinrichtung zum Subtrahieren einer Gewichtung, die einer betätigten Vorrichtung mit Ausnahme eines Lenkrades zugeordnet ist, von einer Summe der akkumulierten Konstanten, und zum Aktualisieren der Monotonie;

einem Lenkbetätigungserfassungsabschnitt, der einen Betrag der Lenkbetätigung innerhalb einer voreingestellten Zeitperiode erfaßt;

einem mehrwertigen Schlußfolgerungsabschnitt, der die Wachsamkeit des Fahrers unter Verwendung der Mitgliedsfunktionen des Betätigungserfassungsabschnitts und des Lenkerfassungsabschnitts folgert; und

einem Warnabschnitt, der Aufweckteile in Abhängigkeit der Wachsamkeit des Fahrers aktiviert.

7. Sicherheitsfahrssystem nach Anspruch 1 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Warnabschnitt die Wachsamkeit des Fahrers in einen von vier Level klassifiziert, eine Mehrzahl von Aufweckteilen enthält, die verschiedene Alarme gemäß der Wachsamkeit des Fahrers ausgeben, und eines der Aufweckteile in Abhängigkeit der Wachsamkeit des Fahrers aktiviert.

- Leerseite -



FIG. 1

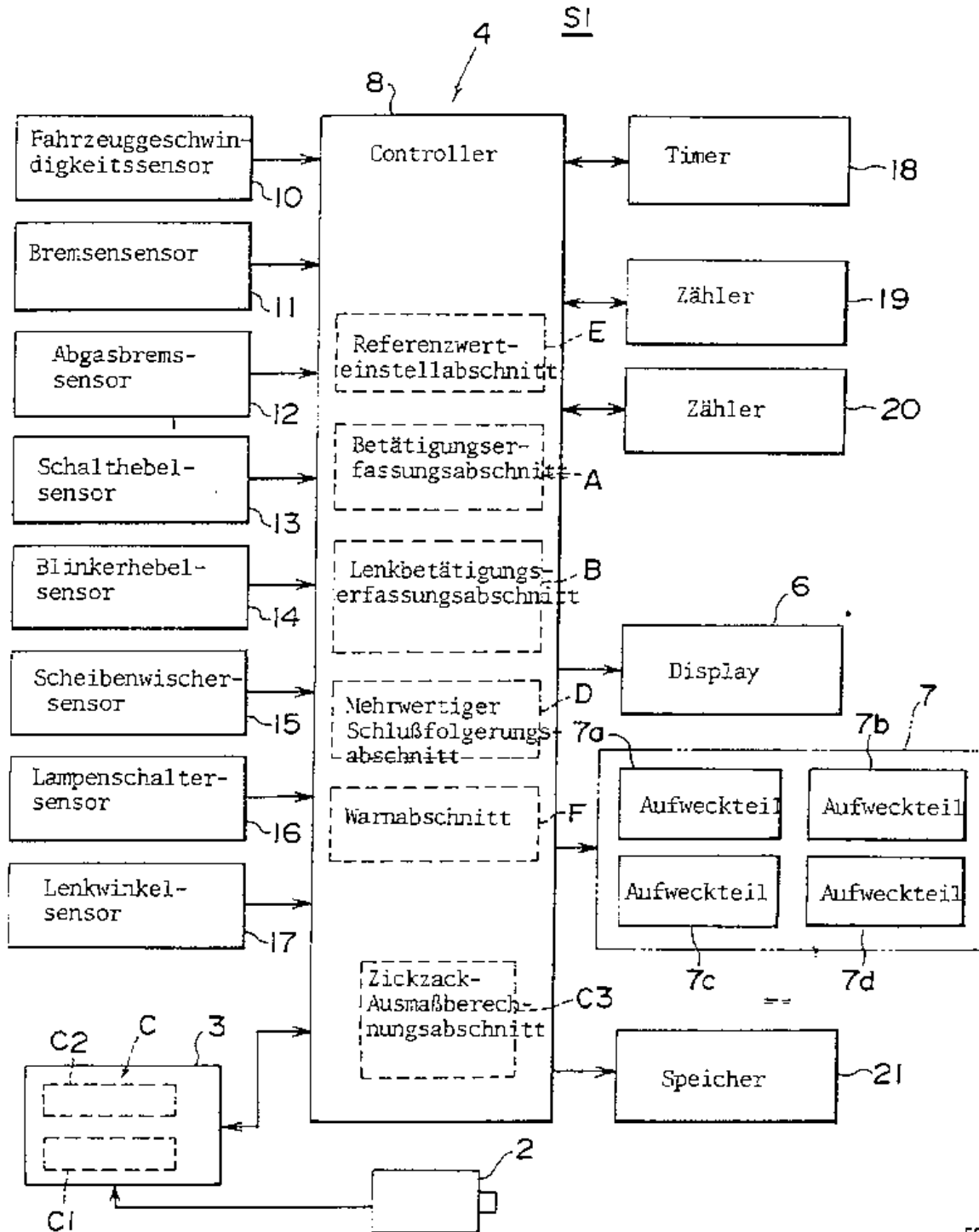


FIG. 2

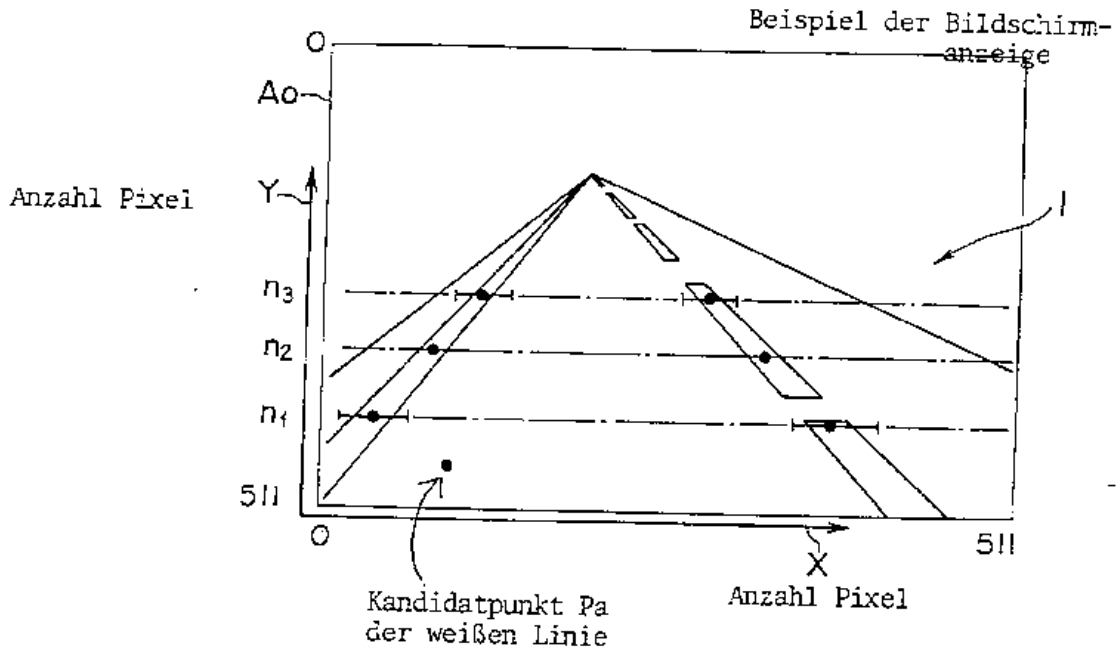
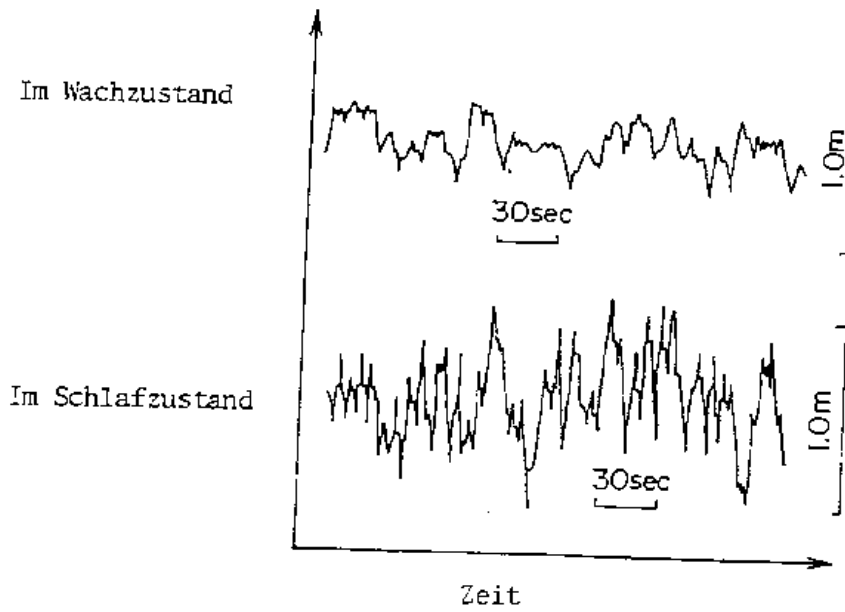


FIG. 3



(3/31)

FIG. 4

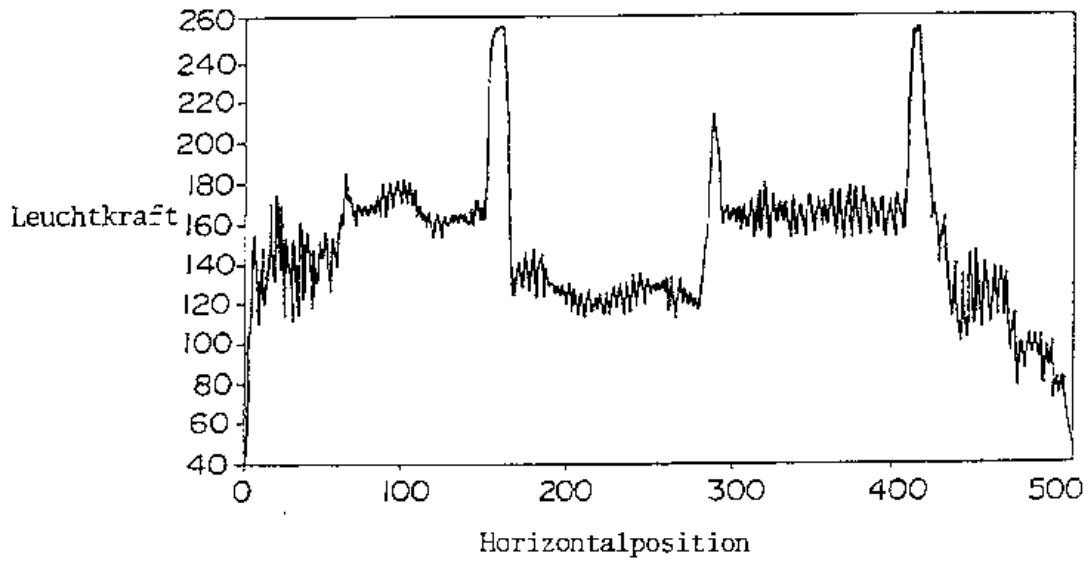


FIG. 5

Differenz zwischen Leuchtkräften

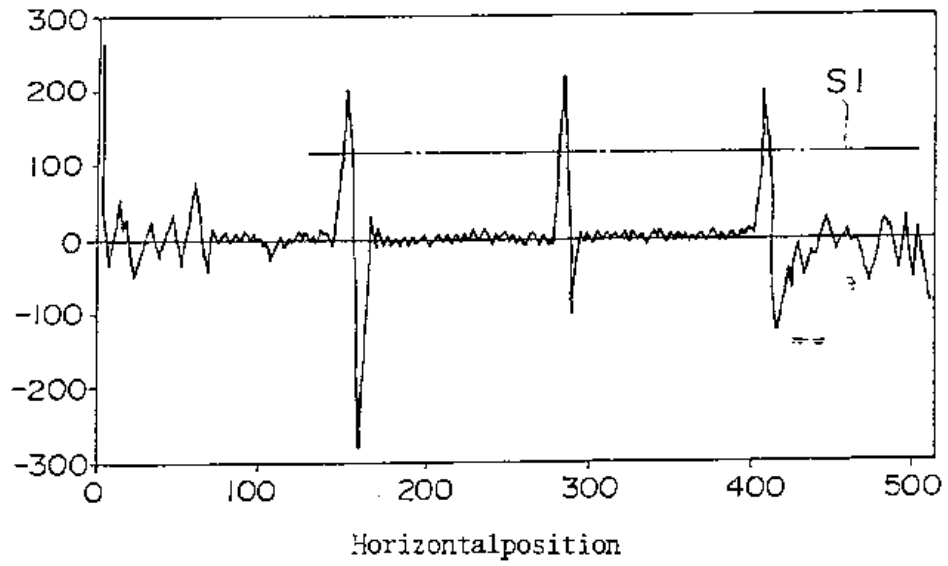




FIG. 6

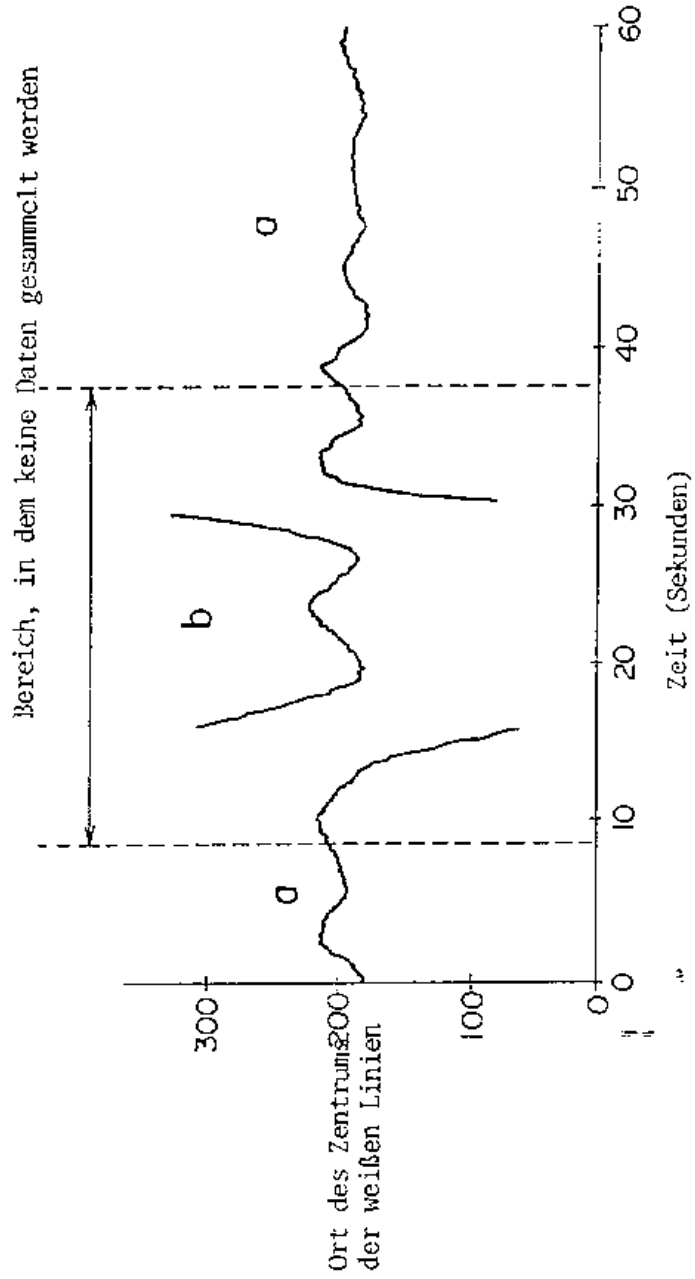


FIG. 7

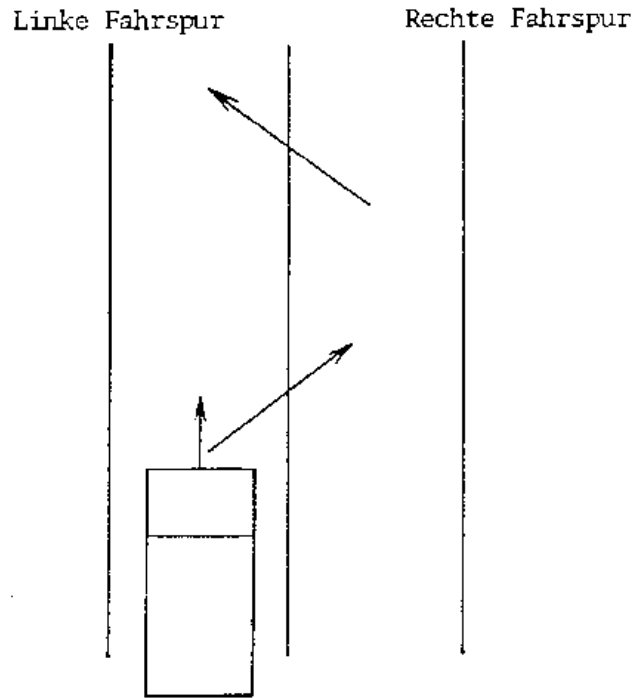
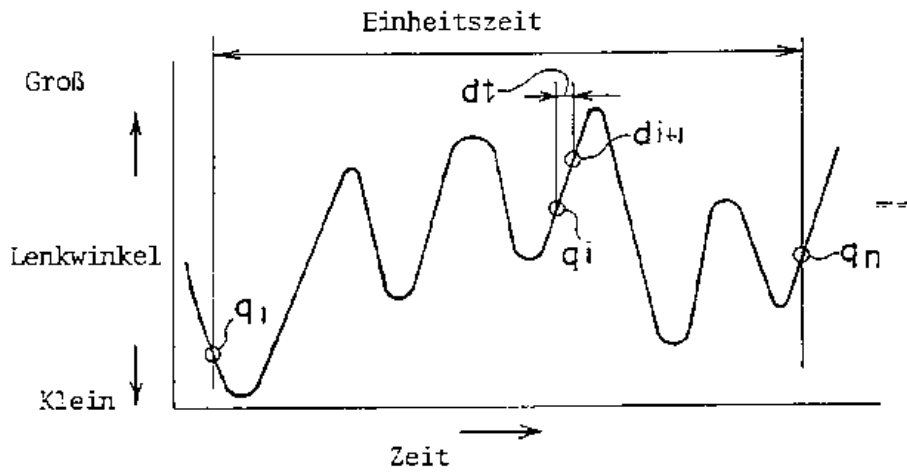


FIG. 8



(6/31)

FIG. 9

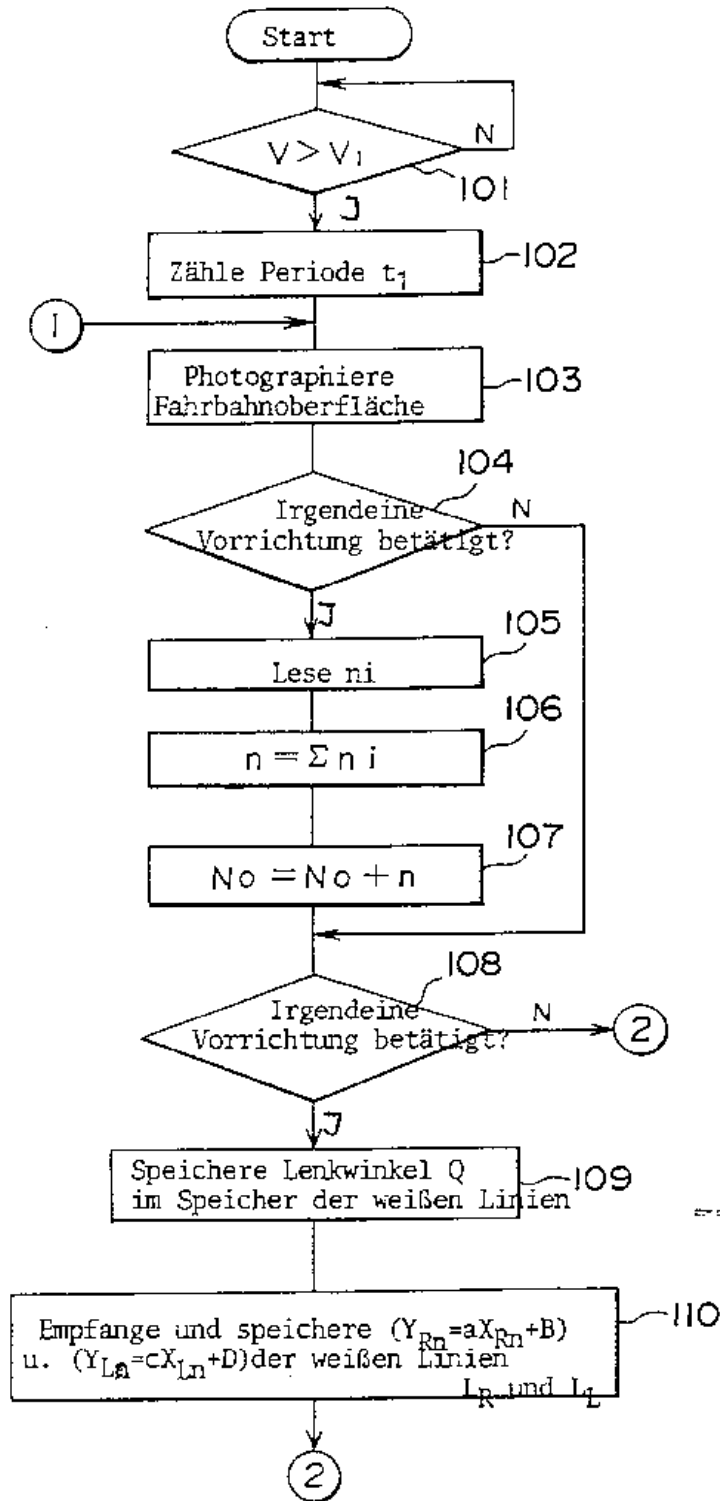


FIG. 10

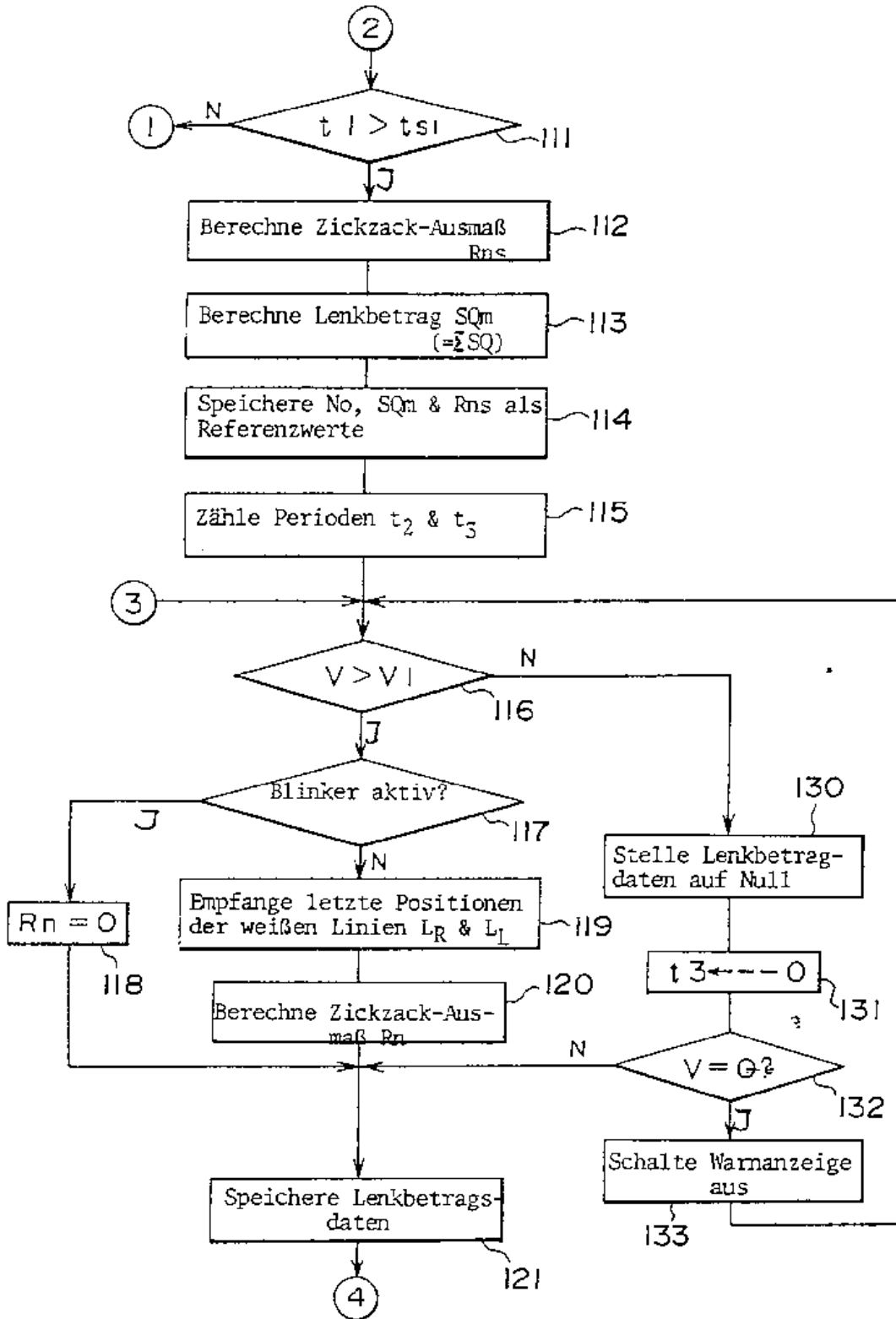


FIG. 11

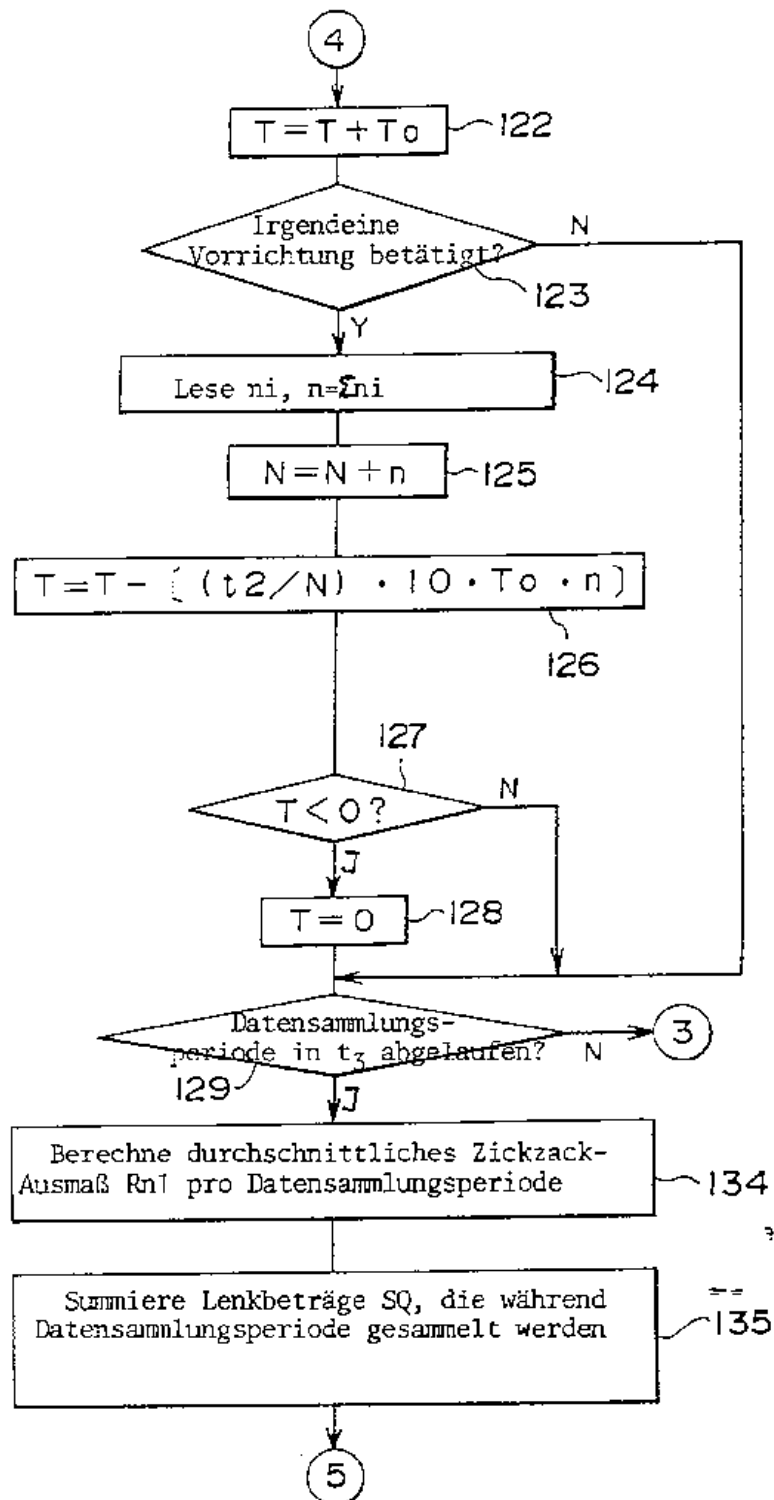


FIG. 12

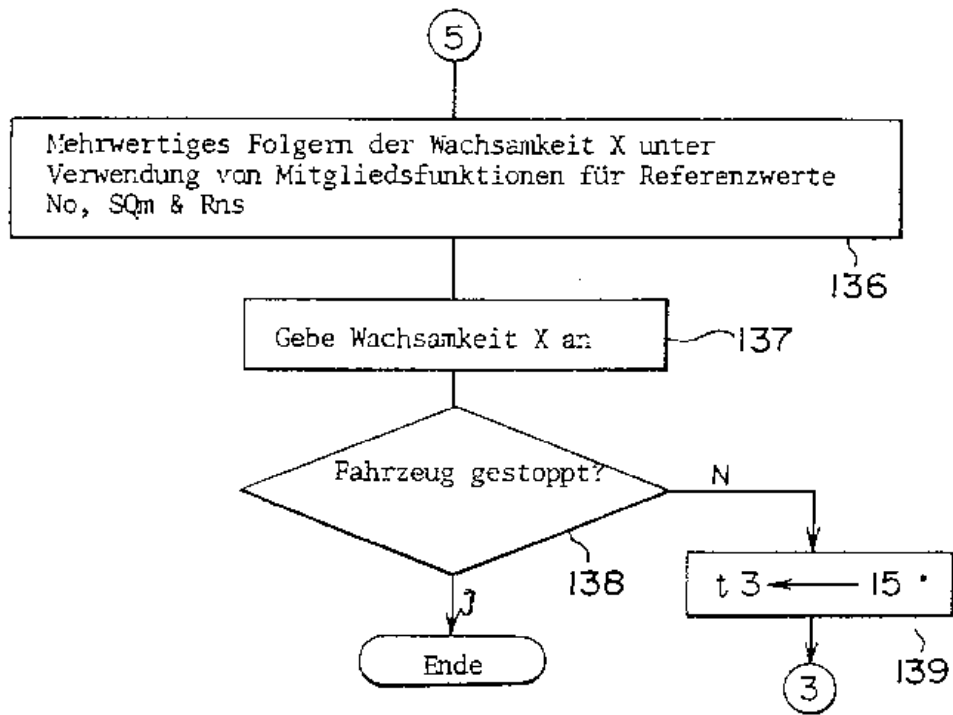


FIG. 13

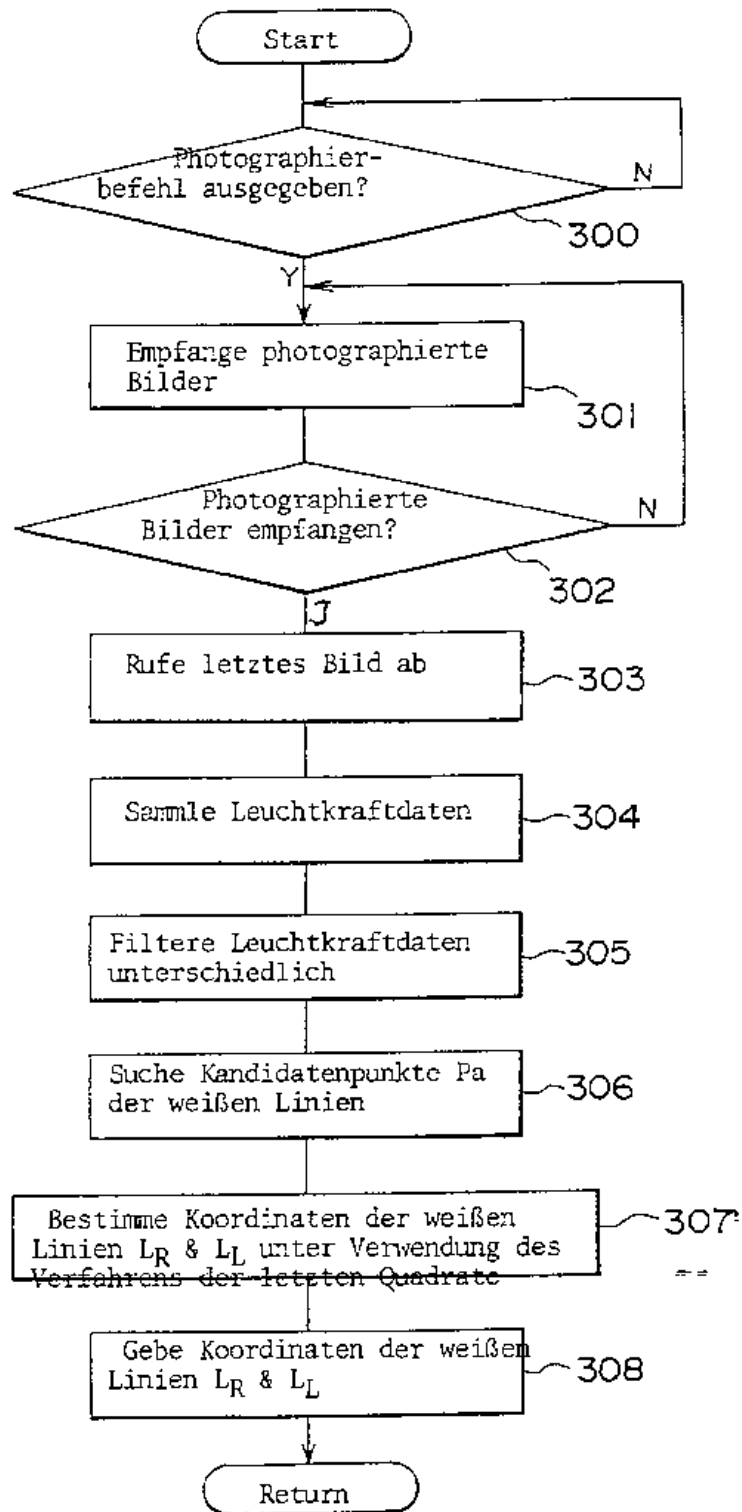


FIG. 14

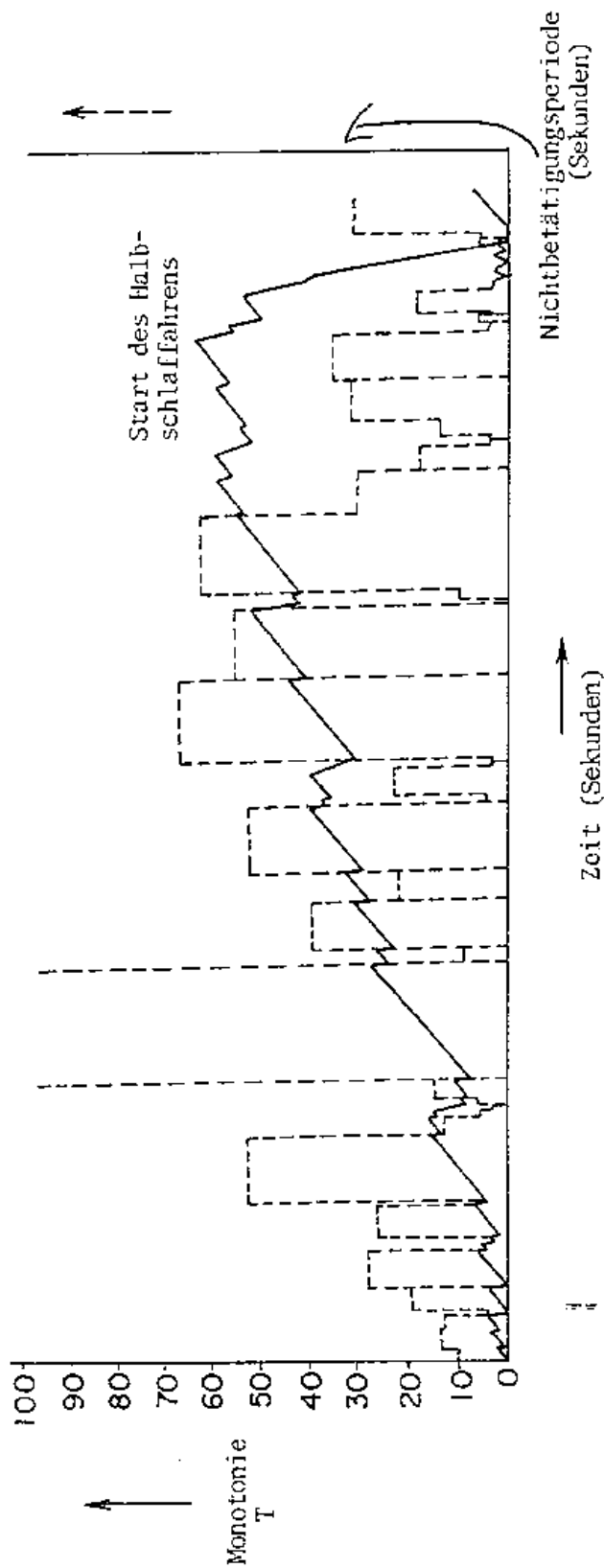




FIG. 15

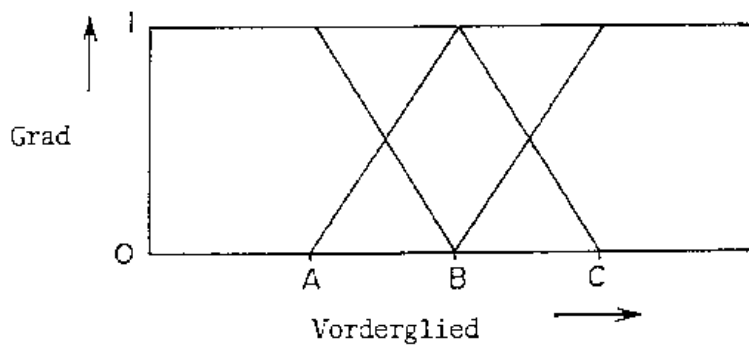


FIG. 16

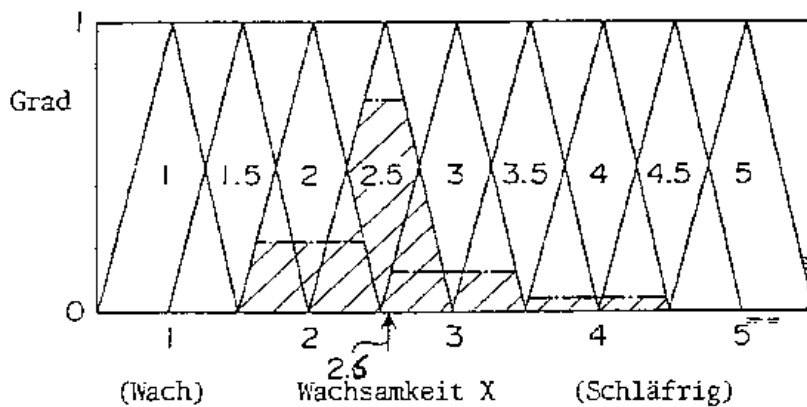


FIG. 17

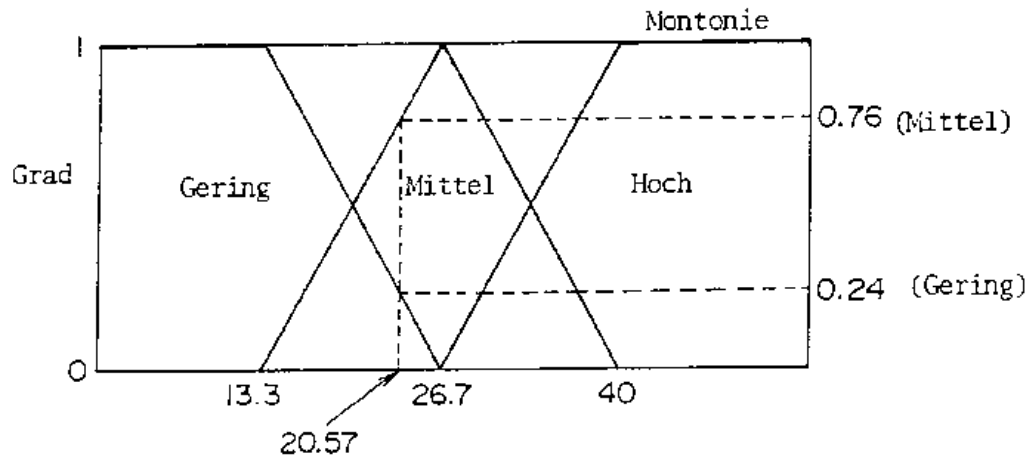


FIG. 18

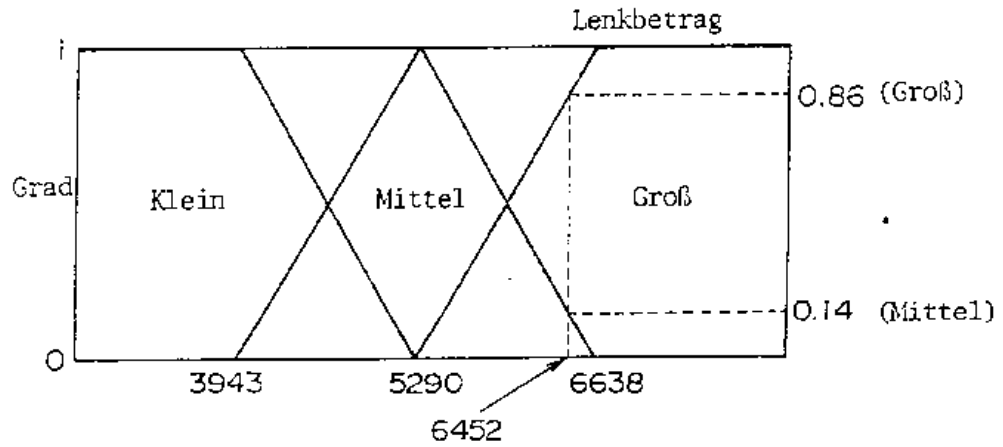
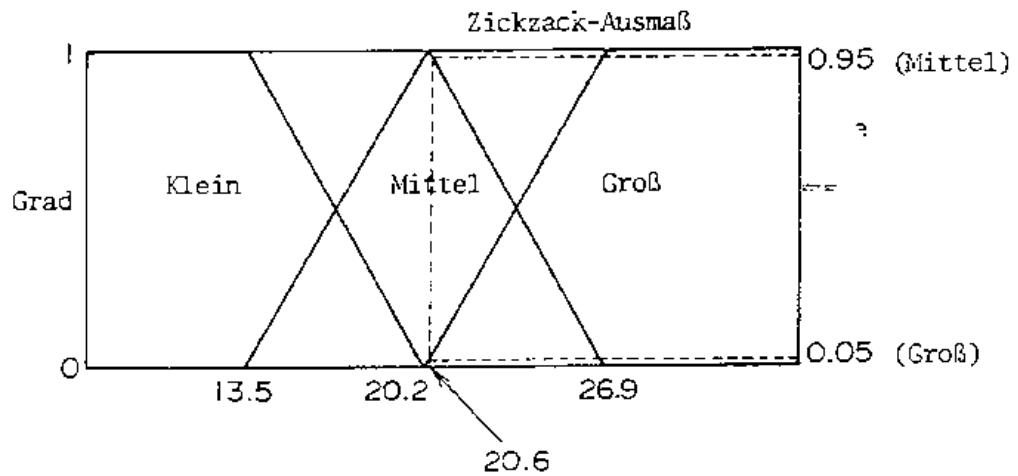


FIG. 19



(14/31)

FIG. 20

Mehrwertige Vorschrift

	Hoch			Mittel			Cering			
	Groß	Mittel	Klein	Groß	Mittel	Klein	Groß	Mittel	Klein	
Monotonie										
Lenkbetrag										
	5.0	4.5	4.0	4.5	4.0	3.5	4.0	3.5	3.0	3.0
Zick-zack-Ausmaß	4.0	3.0	2.5	3.5	3.0	2.5	3.0	2.5	2.0	2.0
	3.0	2.0	1.5	2.5	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	1.0

Groß Mittel Klein



FIG. 22

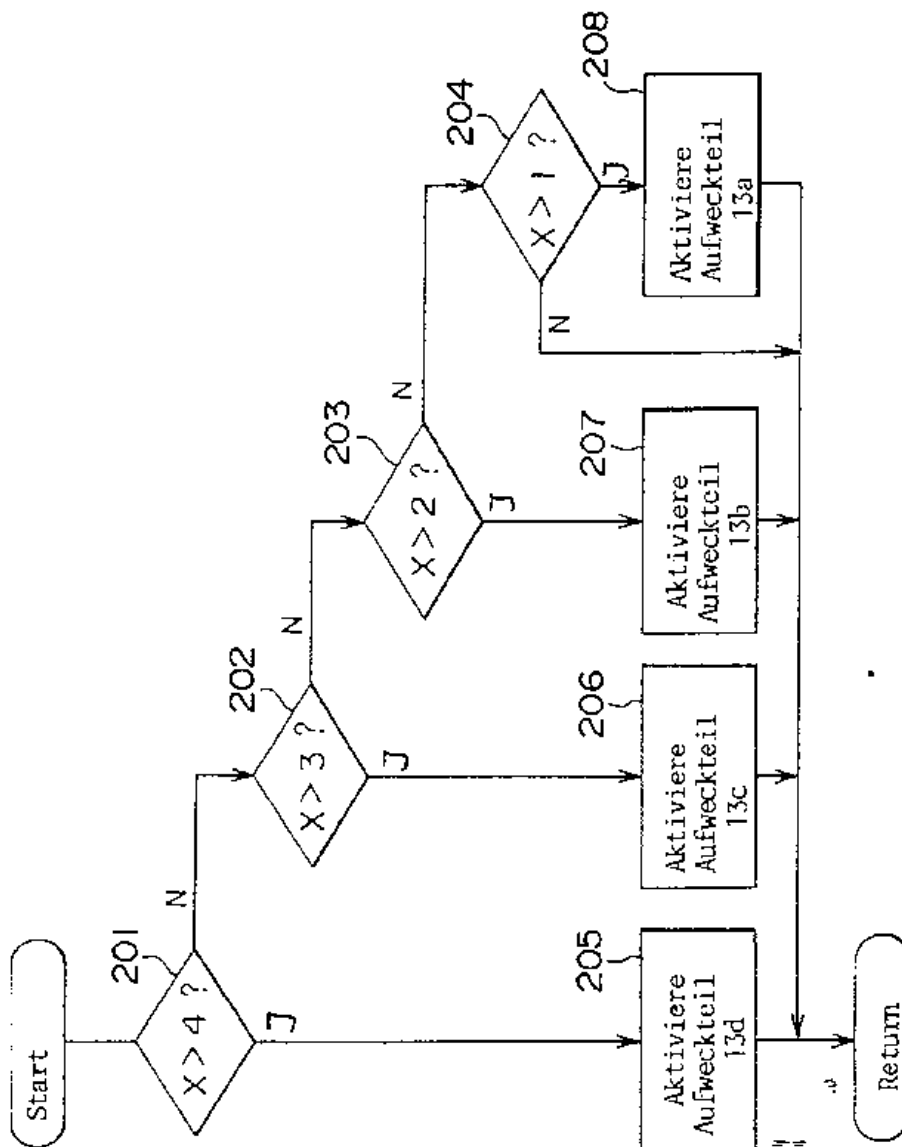


FIG. 23

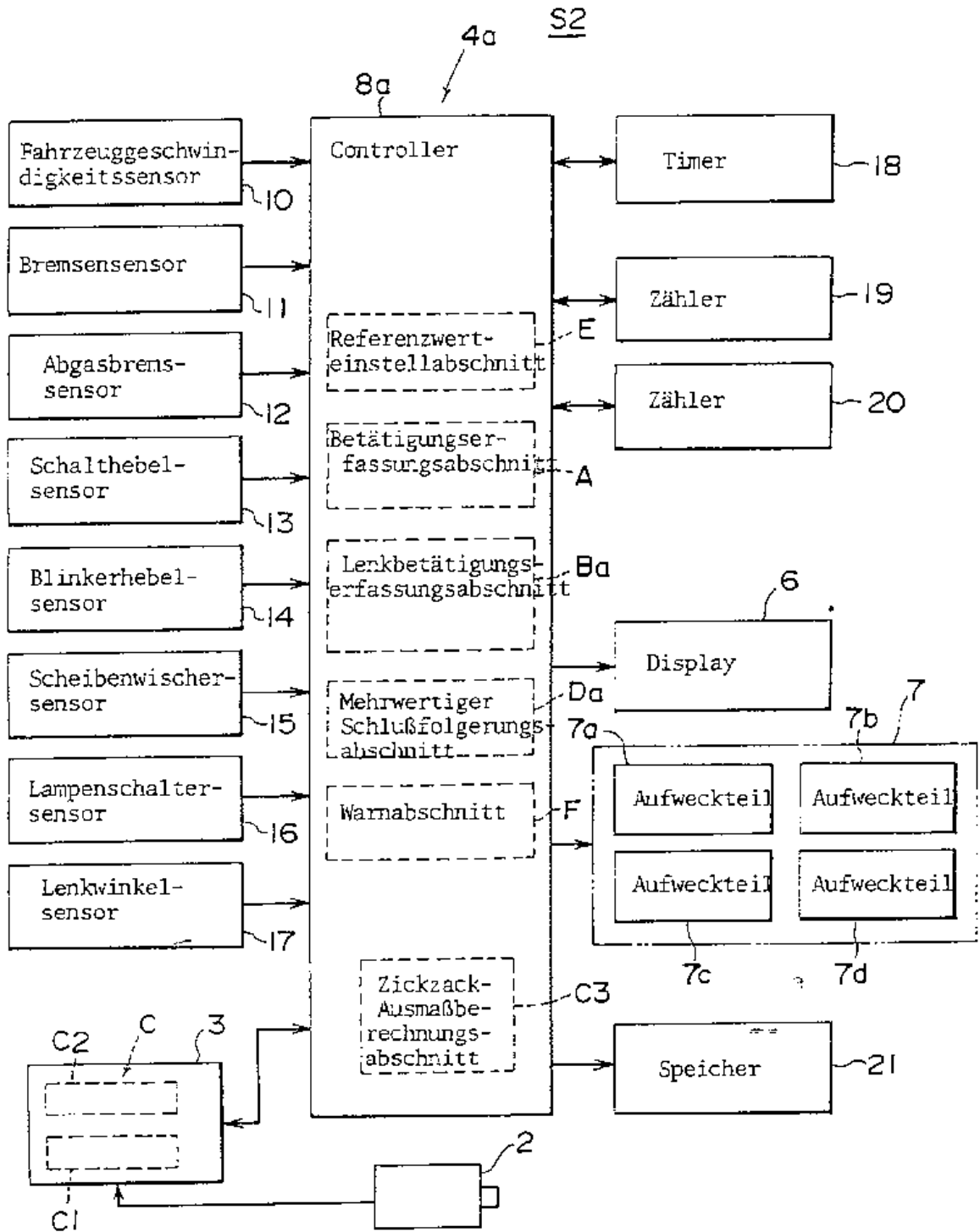


FIG. 24

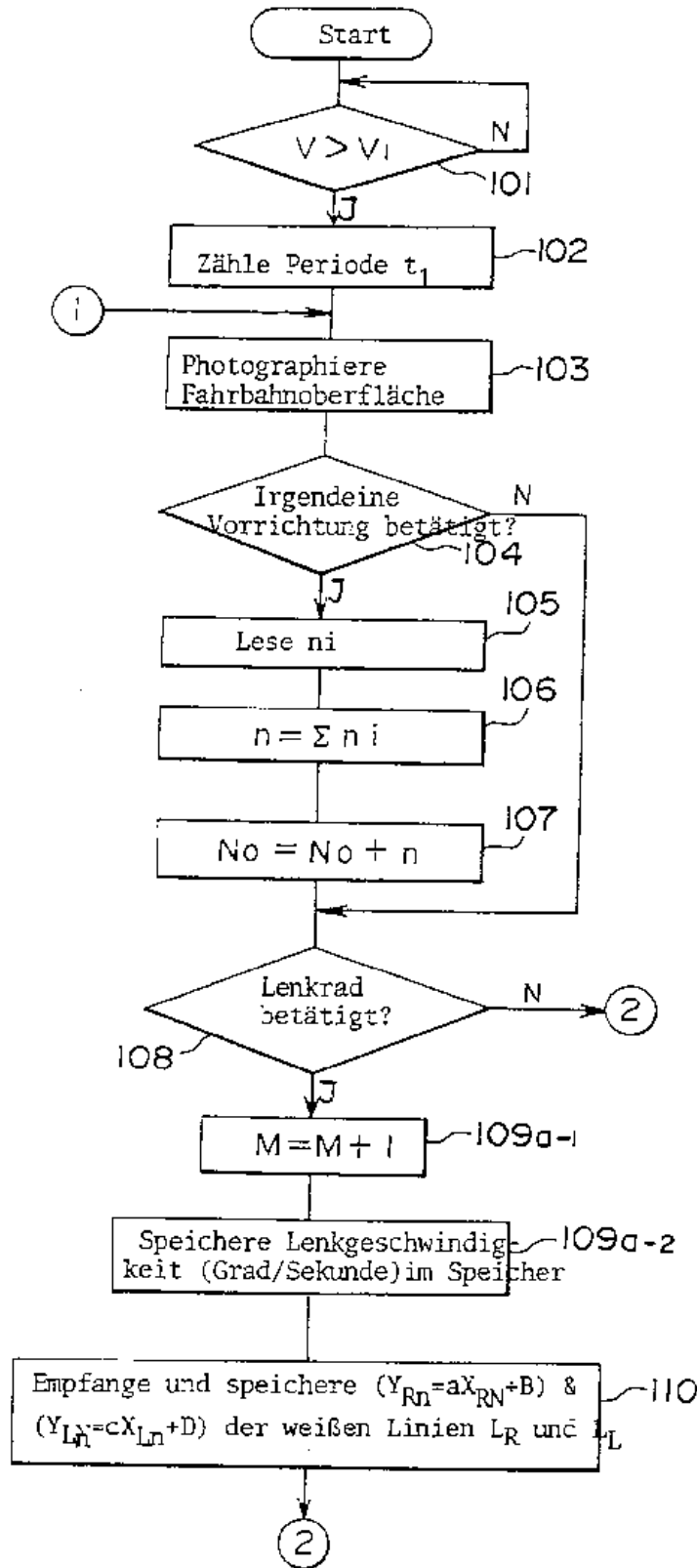


FIG. 25

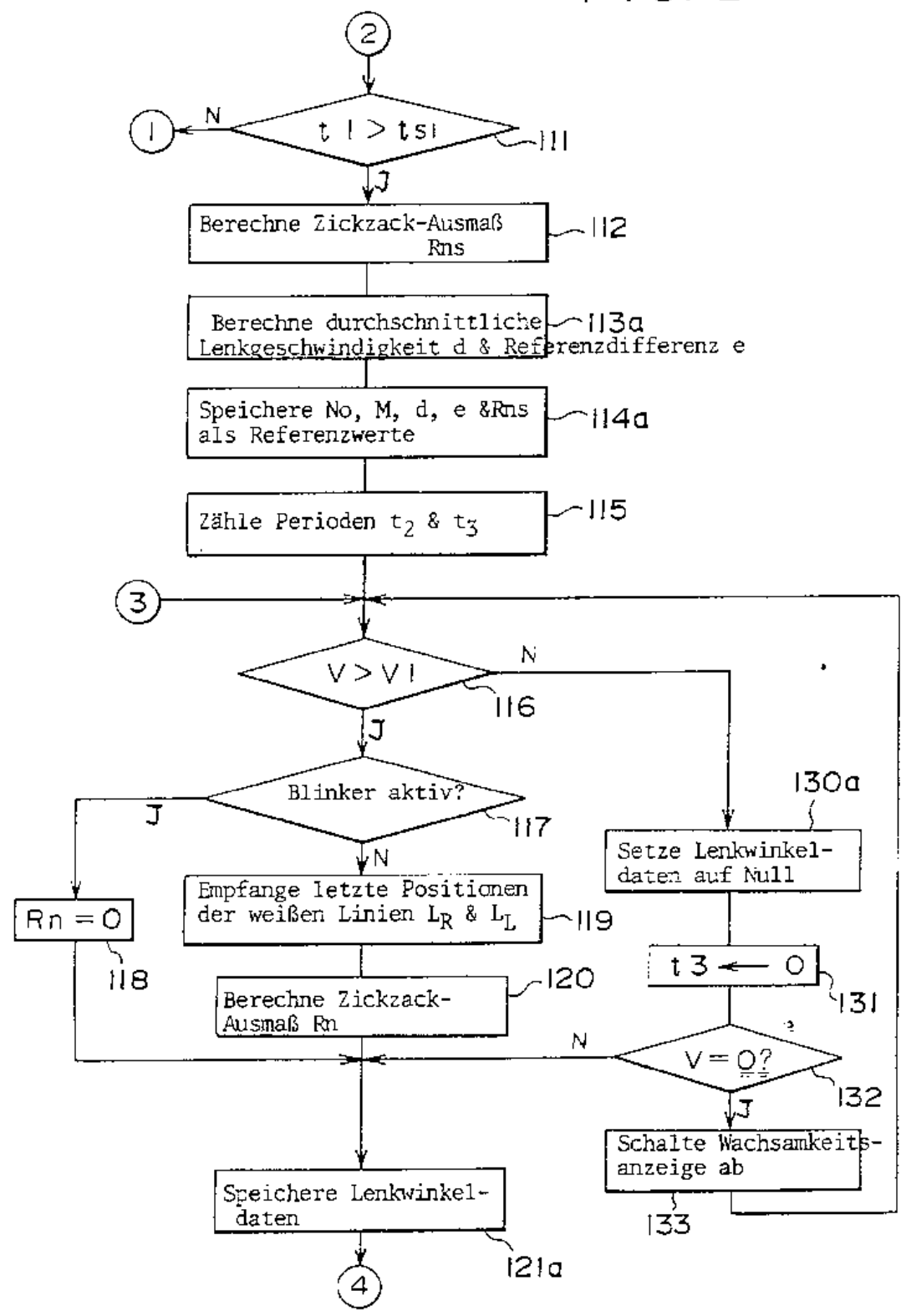
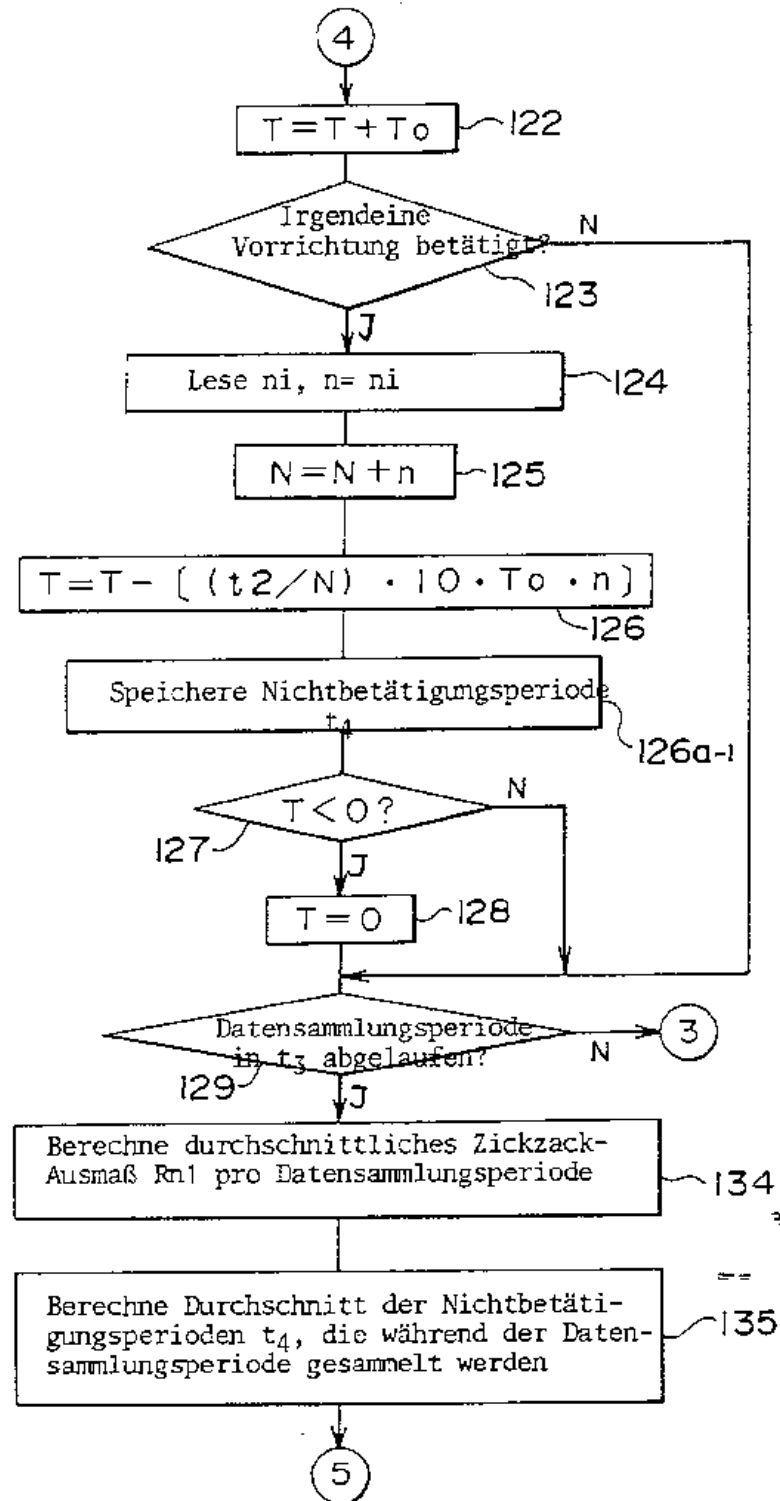




FIG. 26



(21/31)

FIG. 27

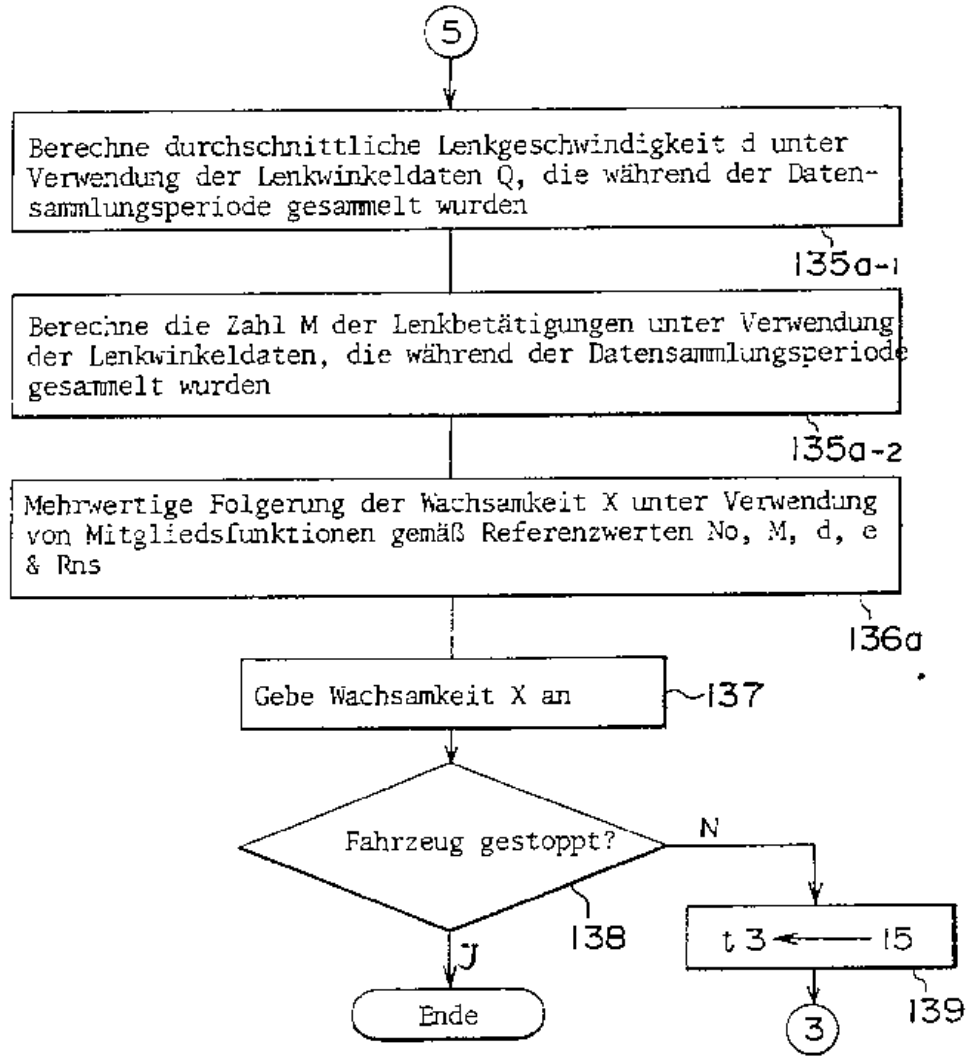


FIG. 28

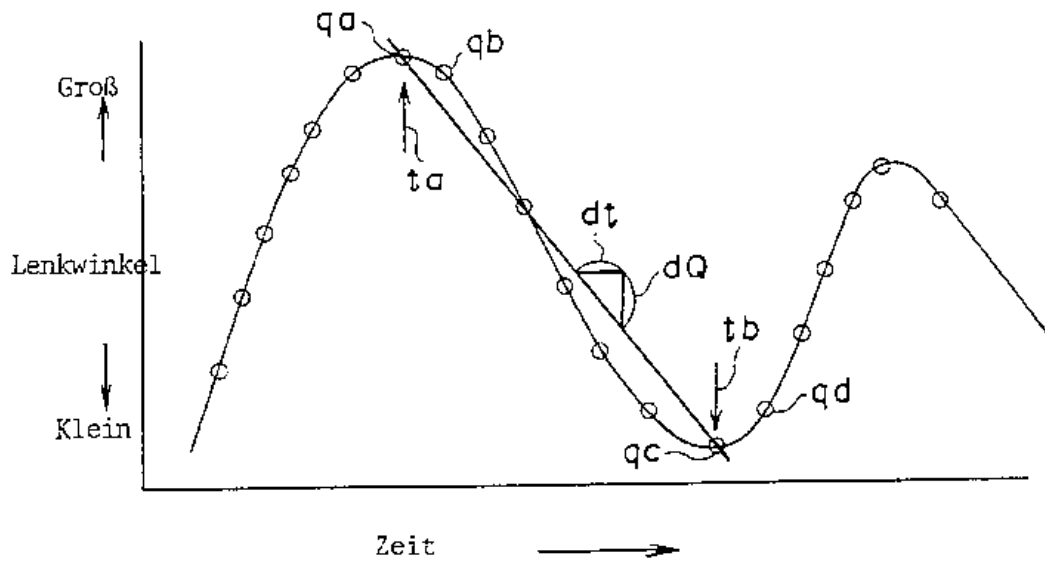


FIG. 29

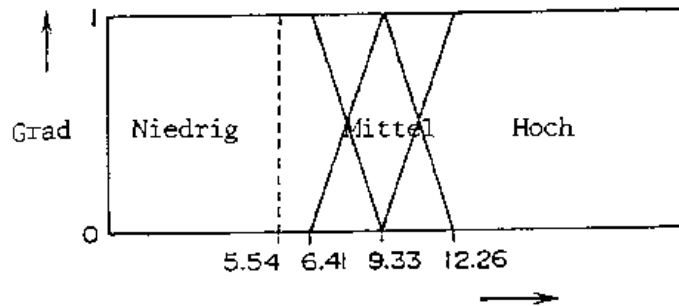
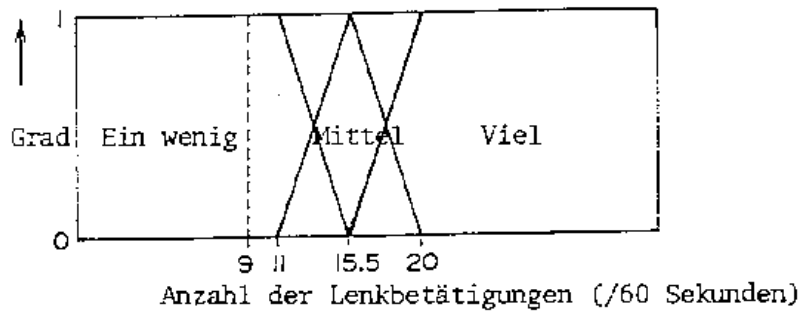


FIG. 30



# FIG. 31

Mehrwertige Vorschrift

Wachsamkeit		Gering		Mittel		Mittel		Hoch		Hoch		Hoch		Lenkgeschwindigkeit	Anzahl der Lenk- betätigungen
		Klein	Mittel	Groß	Mittel	Klein	Groß	Mittel	Klein	Mittel	Groß	Mittel	Groß		
Hoch	Groß		5	4	4	4	3.5	3	3	3	3.5	3.5	3.5		
Hoch	Mittel		4.5	4	3.5	3	3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5		
Hoch	Klein		4	3.5	3	3	3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5		
Mittel	Groß		4	3.5	3	3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5		
Mittel	Mittel		<u>3.5</u>	3	2.5	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5		
Mittel	Klein		3	2.5	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		
Gering	Groß		<u>3</u>	2	2	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1		
Gering	Mittel		<u>2.5</u>	2	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1		
Gering	Klein		2	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1		



(23/31)

94 . . . . .

44 80 341

(24/31)

FIG. 32

Wachsamkeit	Lenkgeschwindigkeit										Anzahl der Lenk- betätigungen	
	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.76	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
0.76	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
0.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
0.24	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zickzack-Ausmaß

Monotonie

FIG. 33

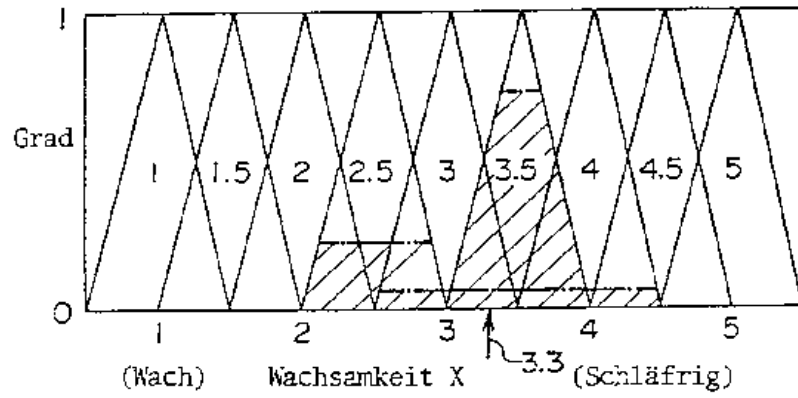


FIG. 34

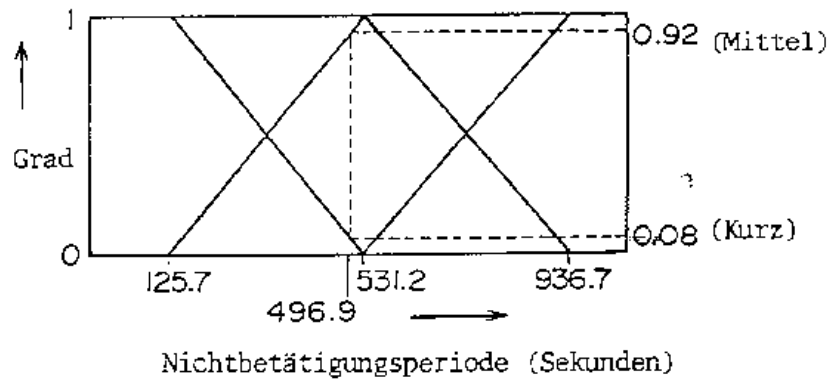


FIG. 35

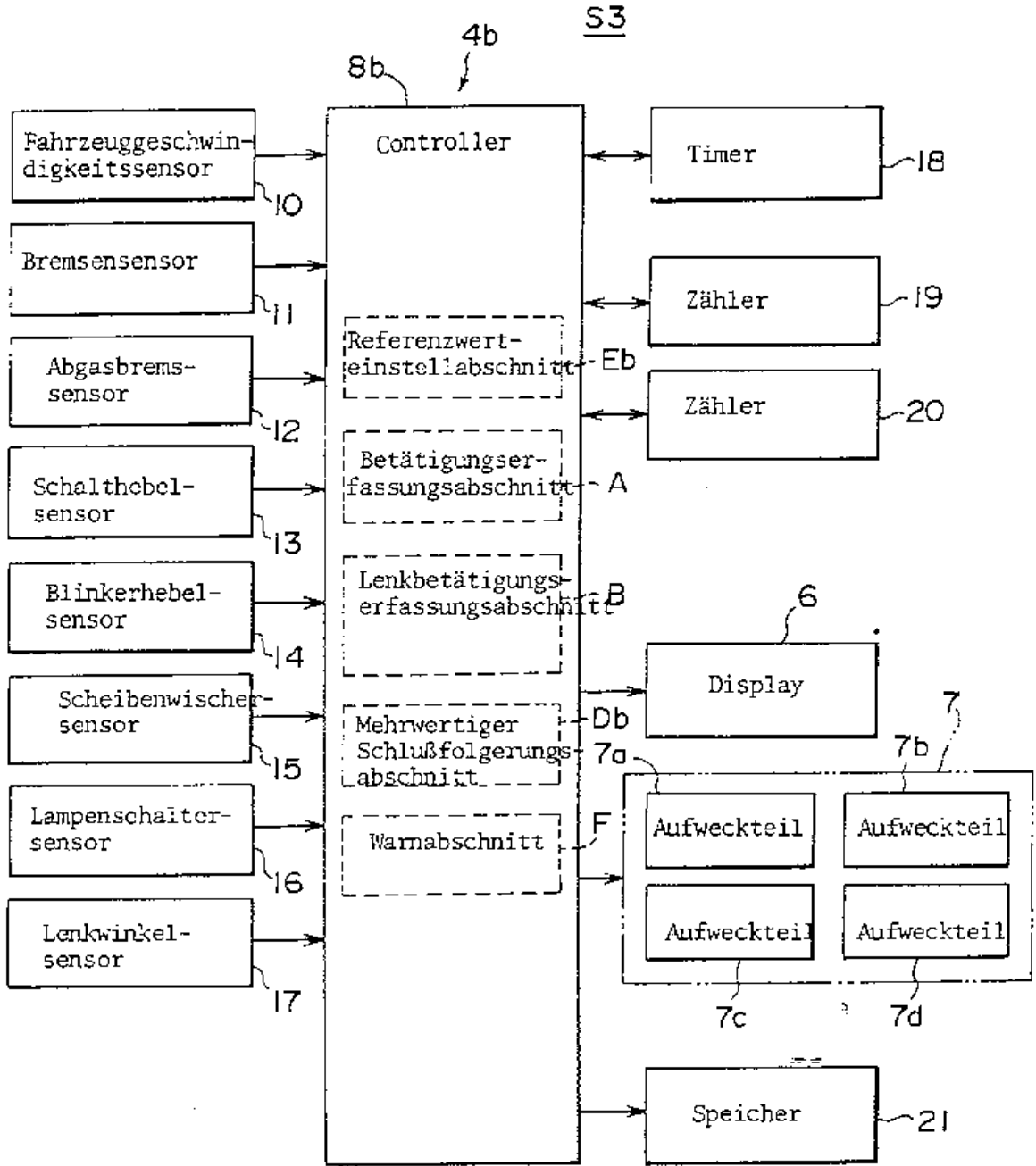
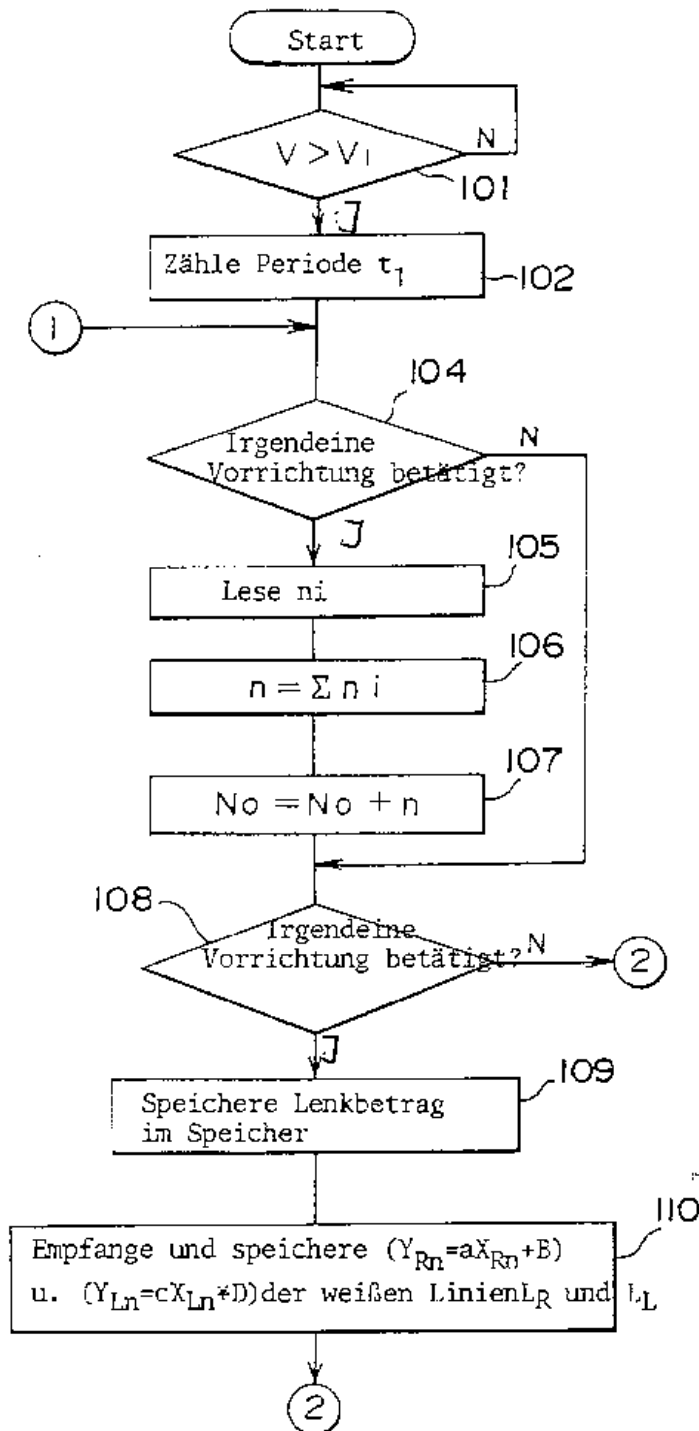


FIG. 36





(28/31)

FIG. 37

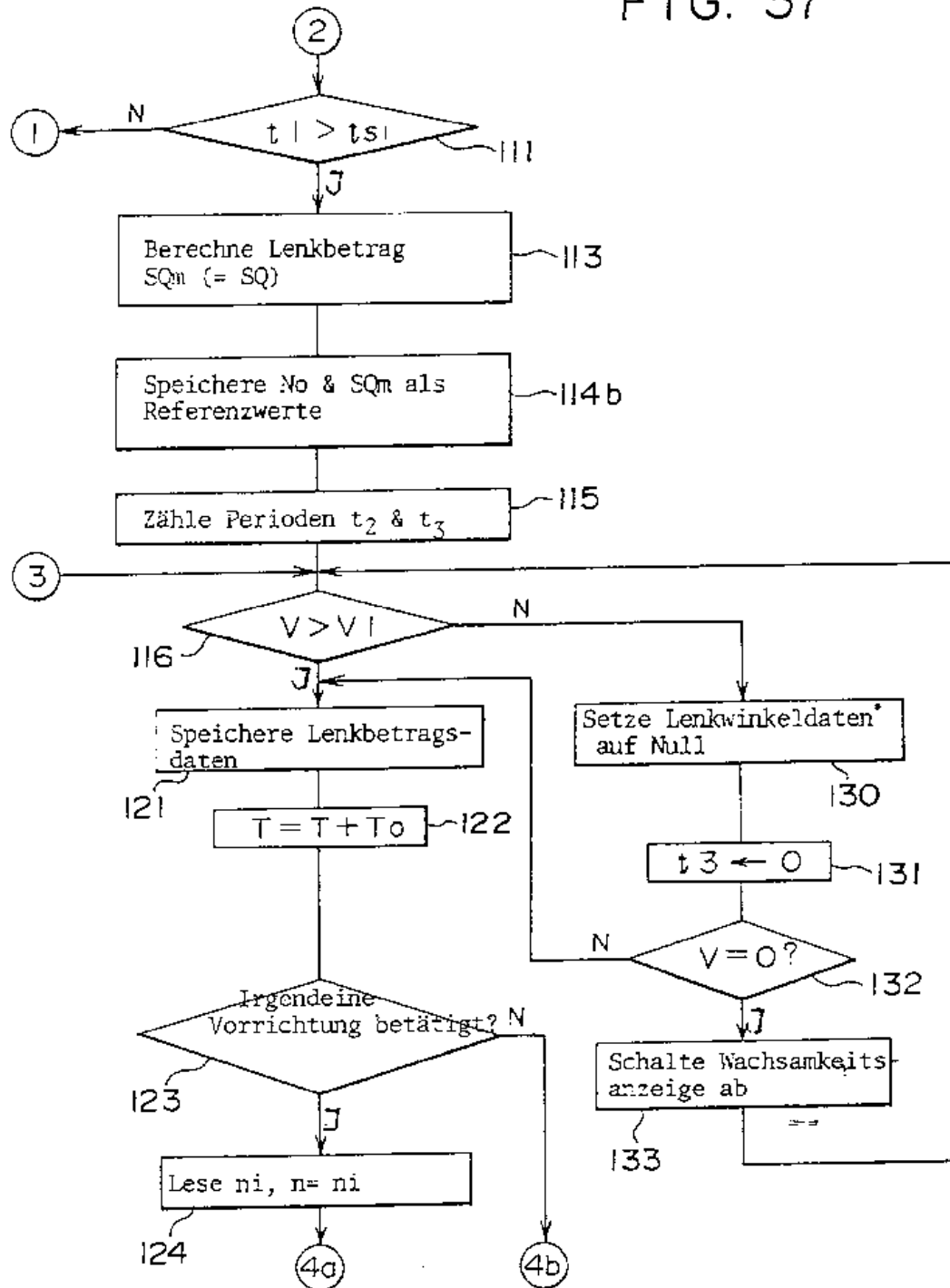
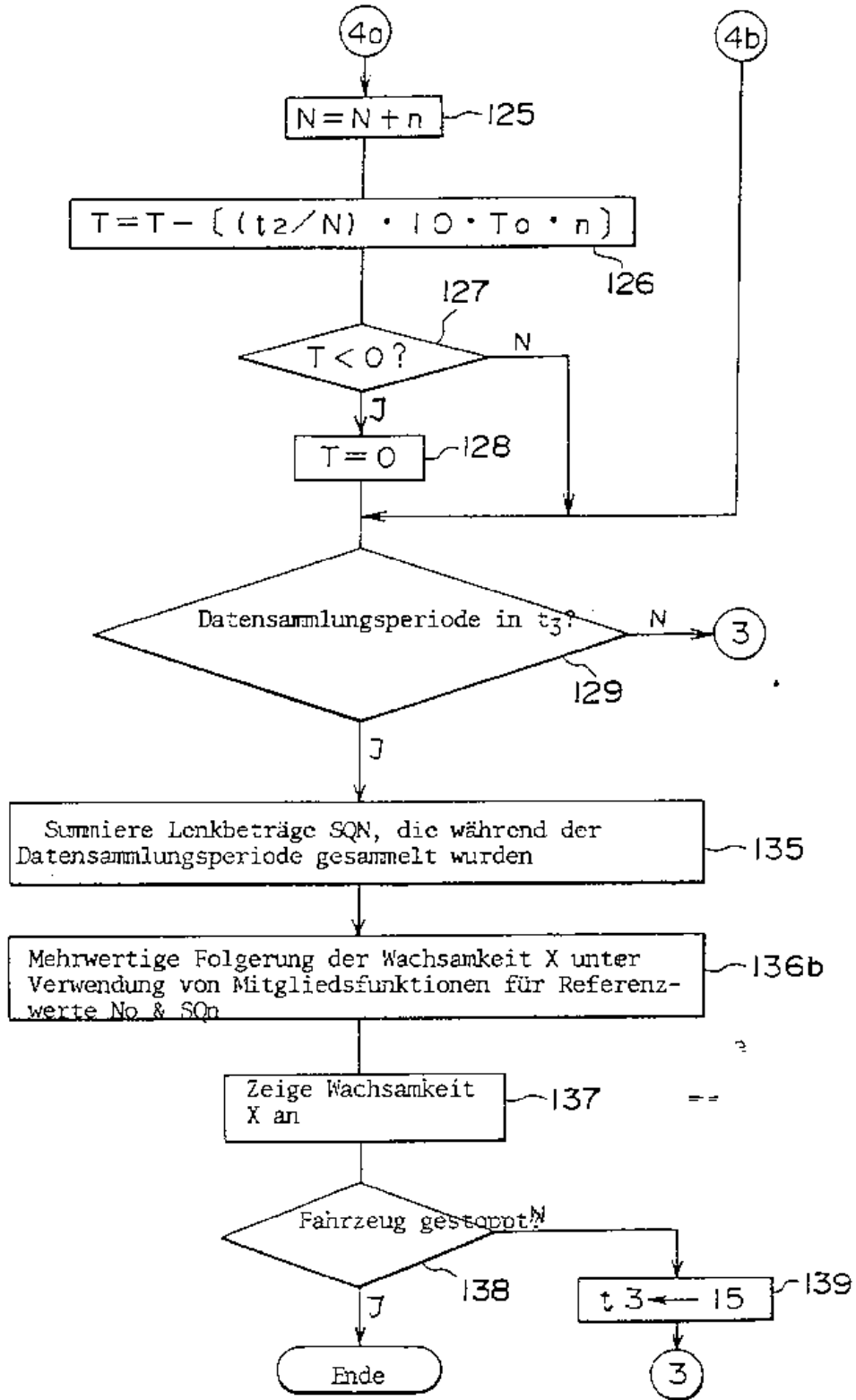


FIG. 38



101 .. .. .

44 80 341

(30/31)

FIG. 39

Mehrwertige Vorschrift

Monotonie \ Lenkbetrag	Hoch	Mittel	Gering
Klein	5.0	4.5	4.0
Mittel	3.5	<u>3.0</u>	<u>2.5</u>
Groß	2.0	<u>1.5</u>	<u>1.0</u>

FIG. 40

Monotonie \ Lenkbetrag	0	0.76	0.24
0	0	0	0
0.14	0	0.14	0.14
0.86	0	0.76	<u>0.24</u>

FIG. 41

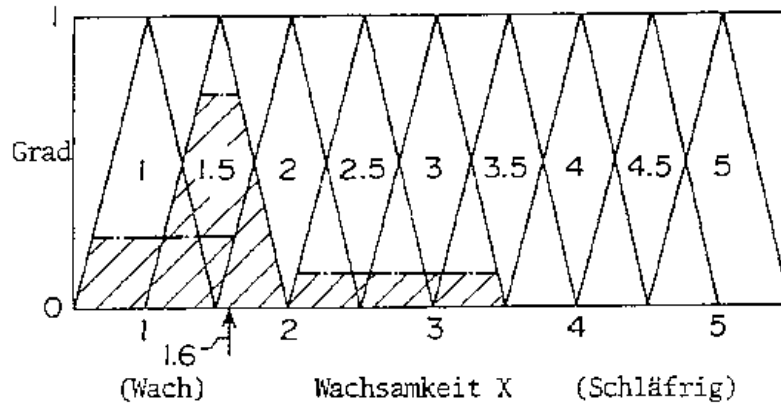
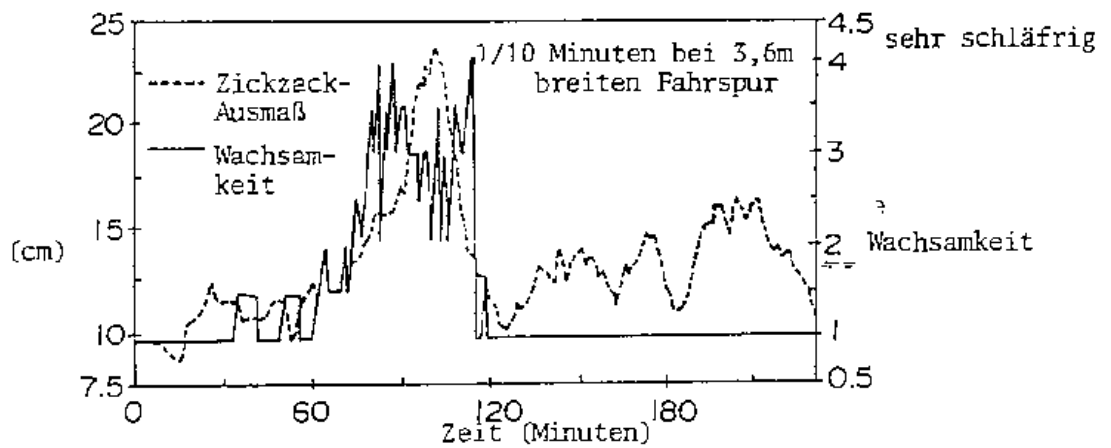


FIG. 42



⑫ **Gebrauchsmuster**

**U 1**

(11) Rollennummer G 90 10 196.0

(51) Hauptklasse A47B 63/00

Nebenklasse(n) E04B 2/74

(22) Anmeldetag 05.07.90

(47) Eintragungstag 06.09.90

(43) Bekanntmachung  
im Patentblatt 18.10.90

(54) Bezeichnung des Gegenstandes  
Mobiles Regal

(71) Name und Wohnsitz des Inhabers

LBE Nagl, Roland, 8000 München, DE  
Interesse an Lizenzvergabe unverbindlich erklärt

### Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Regal für Bücher, Ordner und dgl., daß Rollbar und Klappbar ist und somit als Regal im konventionellem Sinne, sowie auch als Raumteiler benutzt werden kann.

Mobile Regale für Bücher und Ordner und dgl. gibt es in verschiedenen Ausführungen in Form und Material.

Ein Nachteil bei bisherigen mobilen Regalen sind ihre bedingten Einsatzmöglichkeiten als Raumteiler. In Büros werden z.B. Raumteiler zur Arbeitsplatzgestaltung häufig eingesetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Funktion eines Raumteilers und die eines Regales zu einem höchst flexiblen Möbel zu vereinen.

Erreicht ist dieses Ziel dadurch, daß das Regal aus zwei Rahmenteilen besteht, die in der vertikalen Achse mit Scharnieren verbunden sind. Jedes Rahmenteil ist mit Möbelrollen ausgestattet. Das Regal ist flexibel und mobil. Bevorzugte Ausführungsform ist in den Ansprüchen 3 bis 6 gekennzeichnet.

In den Zeichnungen ist der Erfindungsgegenstand in verschiedenen Ansichten dargestellt.

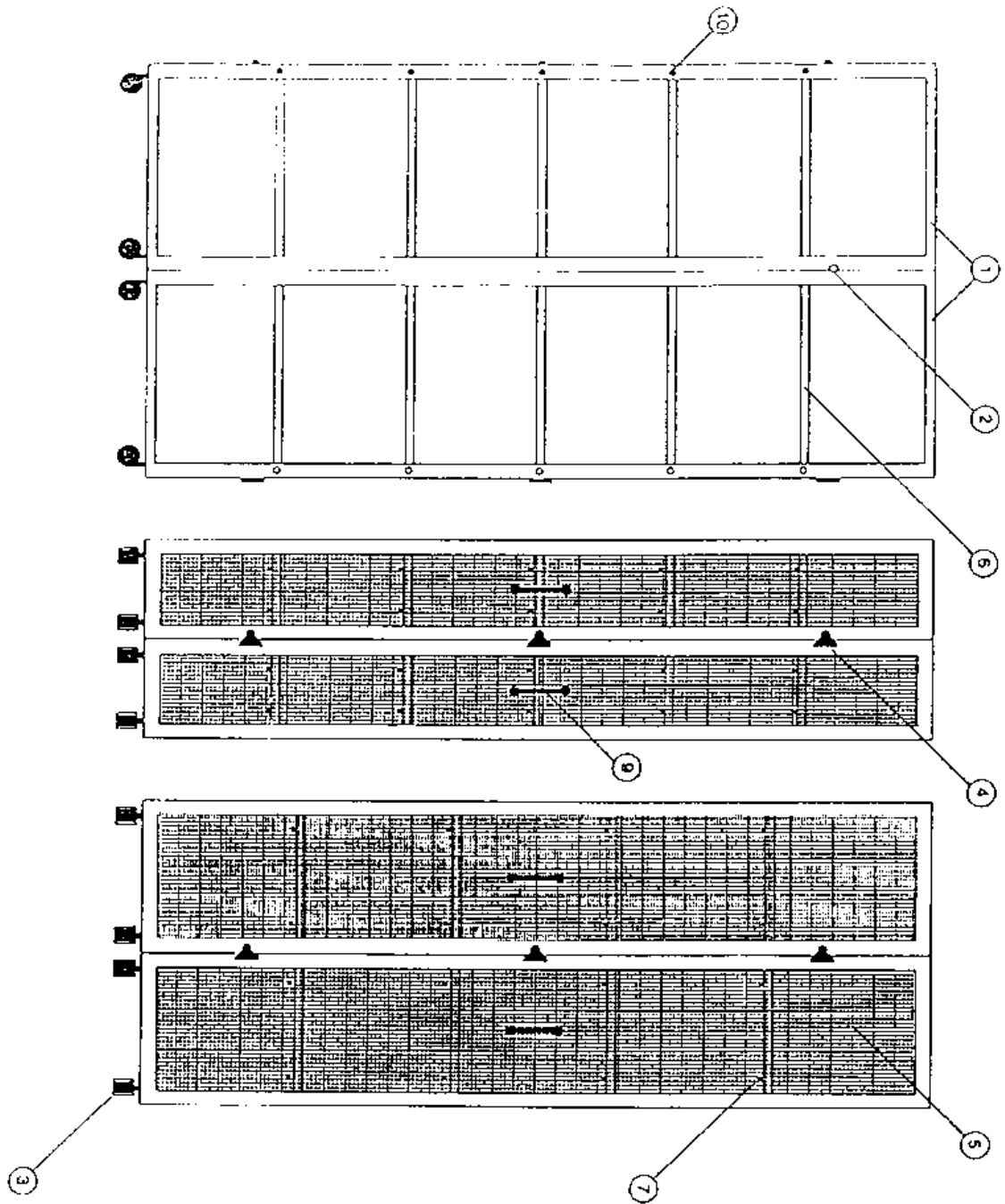
Das mobile Regal besteht aus zwei formgleichen Rahmenteilen ①, die in der vertikalen Achse mit Scharnieren ② verbunden und mit Möbelrollen ③ ausgestattet sind. Dadurch können die Rahmenteile ① stufenlos von 0° auf 180° aufgeklappt werden. Zum Klappen ist je ein Griff ⑨ an jedem Rahmenteil ① dienlich. In der 0°-Stellung ist es auch möglich, die Rahmenteile ① mit Verschlüssen ④ fest und lösbar, z.B. für die Beförderung über längere Distanzen, zu verbinden. Bündiges Zusammenfügen in der 0°-Stellung wird durch Justierzapfen ⑩ unterstützt. Die Rahmenteile sind vorzugsweise aus Holz, in denen in der jeweils rechten und linken Seite eine Lochblechplatte ⑤ eingesetzt ist. Die Fachböden ⑥ sind durch lösbare Fachbodenträger ⑦, die in die Lochblechplatten ⑤ in beliebiger Position eingesetzt werden können, höhenverstellbar. Das Regal kann zusätzlich mit abgewinkelten Buchstützen ⑧, die vorzugsweise aus Lochblech sind, ergänzt werden.

Ein erfindungsgemäßes mobiles Regal kann durch seine klapp- und rollbaren Rahmenteile vielseitig genutzt werden. Zum einen zur Aufbewahrung von Büchern, Ordnern und dgl., sowie als Raumteiler z.B. zur Arbeitsplatzgestaltung. In der 0°-Stellung ist es auch platzsparend und leicht transportabel. In der 180°-Stellung entspricht es einem konventionellem Regal. Zwei Ausführungen mit der passenden Regaltiefe für Bücher, sowie für Ordner, sind vorgesehen.

### Schutzansprüche

1. Mobiles Regal für Bücher, Ordner und dgl. dadurch gekennzeichnet, daß das Regal aus zwei formgleichen Rahmenteil<sup>en</sup> ① besteht, die in der vertikalen Achse mit Scharnieren ② verbunden sind.
2. Mobiles Regal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die formgleichen Rahmenteil<sup>e</sup> ① mit Möbelrollen ③ ausgestattet sind.
3. Mobiles Regal nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die formgleichen Rahmenteil<sup>e</sup> ① in der 0°-Stellung mit Verschlüssen ④ fest und lösbar verbunden sind.
4. Mobiles Regal nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß in die formgleichen Rahmenteil<sup>e</sup> ① an den jeweils rechten und linken Seiten eine Lochblechplatte ⑤ eingesetzt ist.
5. Mobiles Regal nach Anspruch 1, 2, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fachböden ⑥ durch lösbare Fachbodenträger ⑦, die in die Lochblechplatten ⑤ in beliebiger Position eingesteckt werden, höhenverstellbar sind.
6. Mobiles Regal nach Anspruch 1, 2, 3, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Regal zusätzlich mit abgewinkelten Buchstützen ⑧ ausgerüstet ist.





**Bibliographic data: DE19518978 (A1) — 1995-11-30****Obstacle detecting system for a motor vehicle**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** ASAYAMA YOSHIKI [JP] ± (ASAYAMA, YOSHIKI, HIMEJI, JP)**Applicant(s):** MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP] ± (MITSUBISHI DENKI K.K., TOKIO/TOKYO, JP)**Classification:** - international: **B60R21/00; B60W30/00; G01B11/02; G01C3/06; G01S17/02; G01S17/08; G01S17/93; G01S7/497; G06T1/00; G08G1/16; H04N13/00**;  
(IPC1-7): G01C11/26; G01C3/06; G01S17/89;  
G01S17/93; G08G1/16  
- cooperative: **G01S17/023; G01S17/08; G01S17/936; G01S7/497; H04N13/0239; H04N2013/0081****Application number:** DE1995118978 19950523**Priority number(s):** JP19940112798 19940526**Also published as:** DE19518978 (C2) GB2289816 (A) US5633705 (A)  
JPH07320199 (A)

Abstract not available for DE19518978 (A1)

Abstract of corresponding document: GB2289816 (A)

An obstacle detecting system for a motor vehicle which is capable of detecting not only the distance to an obstacle in front of the vehicle and the width thereof but also its height, for allowing motor vehicle control to be effected more appropriately with high reliability. The distance to the object in front of the vehicle and its width are detected by an azimuthally scanning lidar unit 1, while the distance to an object caught within one of the windows preset by window setting means 4 is also detected by a distance detecting circuit 23 of a stereoscopic video camera unit 2. An object size determining unit 3 selects a window corresponding to a distance value which is detected by the camera unit 2 and which coincides with the distance value calculated by the distance detecting unit 1, to determine the size of the object on the basis of the number of windows that it occupies.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 195 18 978 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 C 3/06**  
G 01 C 11/26  
G 01 S 17/93  
G 01 S 17/89  
G 08 G 1/16

21 Aktenzeichen: 195 18 978.7  
22 Anmeldetag: 23. 5. 95  
43 Offenlegungstag: 30. 11. 95

DE 195 18 978 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
26.05.94 JP 6-112798

71 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
Hoffmann, Eitle & Partner Patent- und  
Rechtsanwälte, 81925 München

72 Erfinder:  
Asayama, Yoshiaki, Himeji, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Hinderniserfassungssystem für Kraftfahrzeuge

57 Ein Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug kann nicht nur die Entfernung zu einem Hindernis oder zu Hindernissen feststellen, welches bzw. welche sich vor dem Kraftfahrzeug befindet bzw. befinden, sowie dessen bzw. deren Breite, sondern auch dessen bzw. deren Höhe, damit auf diese Weise die Steuerung des Kraftfahrzeugs noch besser mit hoher Verlässlichkeit durchgeführt werden kann. Eine Entfernung zu einem Gegenstand, der sich vor dem Kraftfahrzeug befindet, und die Breite des Gegenstands, werden durch eine Laserradarentfernungsmesseinheit festgestellt, wogegen eine Entfernung zu einem Gegenstand, der innerhalb eines der Fenster erfaßt wird, die durch die Fenstereinstelleinrichtung voreingestellt werden, ebenfalls durch eine Entfernungsmesseinrichtung der Stereo-Videokameraeinheit erfaßt wird. Eine Objektgrößenbestimmungseinheit ist dazu vorgesehen, ein Fenster entsprechend einem Entfernungswert auszuwählen, der von der Stereo-Videokameraeinheit festgestellt wird, und der mit einem Entfernungswert übereinstimmt, der von der Laserradarentfernungsmesseinheit berechnet wird, um hierdurch die Größe des Gegenstands auf der Grundlage der voreingestellten Position des ausgewählten Fensters zu bestimmen.

DE 195 18 978 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 95 508 048/556

14/32

1003-770

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hinderniserfassungssystem für Kraftfahrzeuge, zur Erfassung eines Gegenstandes oder Hindernisses, beispielsweise eines Fahrzeuges, welches vor dem Kraftfahrzeug fährt, oder sich davor befindet.

Bislang wurden als Hinderniserfassungssystem der voranstehend geschilderten, bekannten Art für ein Kraftfahrzeug derartige Systeme vorgeschlagen, die auf einem Laserradar-Entfernungsmeßverfahren oder einem Stereo (Binokular)-Videokameraverfahren beruhen. Beispielsweise ist ein Hinderniserfassungssystem, welches das Laserradarentfernungsmeßverfahren verwendet, in den japanischen Patentveröffentlichungen mit den Nummern 6473/1991 und 30 117/191 beschrieben.

Bei diesen bekannten Hinderniserfassungssystemen wird ein flacher Laserstrahl, welcher vertikal sektorförmig auseinanderläuft, von links nach rechts und in Gegenrichtung verschwenkt, in einer Richtung quer zu jener Richtung, in welcher das mit dem Hinderniserfassungssystem versehene Motorfahrzeug sich bewegt, um hierdurch die Entfernung zu einem Gegenstand, wie beispielsweise einem vorausfahrenden Fahrzeug, festzustellen, und ebenso dessen Breite, auf der Grundlage der Differenz zwischen einem Zeitpunkt, an welchem der Laserstrahl ausgesandt wird, und einem Zeitpunkt, an welchem ein Echostrahl empfangen wird.

Andererseits ist das Hinderniserfassungssystem für ein Motorfahrzeug, welches unter Verwendung einer Stereo-Videokamera arbeitet, beispielsweise in der japanischen Veröffentlichung einer ungeprüften Patentanmeldung Nr. 161810/1992 (JP-A-4-161810) beschrieben. Bei diesen bekannten Hinderniserfassungssystemen sind zwei optische Systeme, wie beispielsweise jene von Videokameras oder dergleichen, an der Vorderseite eines Kraftfahrzeuges in einem vertikalen oder horizontalen Feld mit einer vorbestimmten Entfernung zwischen den optischen Systemen angebracht, wodurch die Bilder eines Gegenstandes, beispielsweise eines vorausfahrenden Fahrzeugs, oder eines Hindernisses vor dem Fahrzeug, die von den optischen Systemen aufgenommen werden, auf ein Paar von Bildsensoren fokussiert werden. Durch Vergleichen der von den Bildsensoren aus gegebenen Videosignale nach einer fotoelektrischen Umwandlung und einer Darstellung der auf die Bildsensoren fokussierten Bilder, wird eine Abweichung zwischen den Bildern auf den Bildsensoren erfaßt, wodurch die Entfernung zum Gegenstand arithmetisch entsprechend dem Grundsatz der trigonometrischen Messung bestimmt wird, die an sich bekannt ist.

Die bislang bekannten Hinderniserfassungssysteme für Kraftfahrzeuge der voranstehend geschilderten Art weisen jedoch Schwierigkeiten auf, die nachstehend geschildert werden.

Bei dem Hinderniserfassungssystem, welches eine Laserradarentfernungsmeßvorrichtung verwendet, kann nur die Entfernung zu einem vorausfahrenden Fahrzeug oder einem davor befindlichen Hindernis, sowie dessen Breite erfaßt werden, infolge der Anordnung, daß der flache Laserstrahl mit der voranstehend geschilderten Form nach links und rechts oder in Querrichtung in bezug auf die Richtung ausgelenkt wird, in welcher das mit dem Hinderniserfassungssystem versehene Kraftfahrzeug fährt.

Andererseits kann bei dem Hinderniserfassungssystem, welches eine Stereo-Videokameravorrichtung

verwendet, nur das Vorhandensein eines Gegenstands, wie beispielsweise eines Hindernisses und die Entfernung zu diesem erfaßt werden, da die verwendbare Information durch Bearbeitung der Bilder des Objekts erhalten wird, welches durch ein Paar von optischen Systemen aufgenommen wird, entsprechend dem trigonometrischen Meßprinzip.

Wie aus den voranstehenden Erläuterungen deutlich wird, ist bei dem bislang bekannten Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug nur Meßinformation in bezug auf die Entfernung zu einem vorausfahrenden Fahrzeug oder einem davor befindlichen Hindernis und dessen Breite verfügbar. Es ist unmöglich, eine Information in bezug auf die Höhe des Gegenstands zu erhalten. Anders ausgedrückt ist die Informationsmenge, die von dem bekannten Hinderniserfassungssystem erhalten werden kann, nicht ausreichend zum Optimieren der Fahrsteuerung des Kraftfahrzeuges mit hoher Verlässlichkeit.

Wenn ein Fehler bei dem Hinderniserfassungssystem auftritt, welches entweder nur aus einer Laserradarentfernungsmeßvorrichtung oder aus einer Stereo-Videokameravorrichtung besteht, so entsteht die Situation, daß die Information in bezug auf den Gegenstand oder das Hindernis in Vorwärtsrichtung überhaupt nicht mehr erhalten werden kann, was zu weiteren Schwierigkeiten führt.

Angesichts des voranstehend geschilderten Standes der Technik ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung die Bereitstellung eines Hinderniserfassungssystems für ein Kraftfahrzeug, wobei dieses System nicht nur die Entfernung zu einem Gegenstand in Vorwärtsrichtung sowie dessen Breite erfassen kann, sondern auch dessen Höhe, damit hierdurch eine Kraftfahrzeugsteuerung noch besser oder optimaler mit hoher Verlässlichkeit durchgeführt werden kann.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Hindernismeßsystems für ein Kraftfahrzeug, welches eine Sicherheit gegen Ausfälle bietet.

Angesichts der voranstehenden und weiterer Ziele, die mit der weiteren Beschreibung noch deutlicher werden, wird gemäß einer Zielrichtung der vorliegenden Erfindung ein Hinderniserfassungssystem zur Verfügung gestellt, welches aus einer Laserradarentfernungsmeßeinheit besteht, die zur Erfassung einer Entfernung zu einem Gegenstand ausgebildet ist, das sich vor dem Kraftfahrzeug befindet, gesehen in einer ersten Richtung, in welcher sich das Kraftfahrzeug bewegt, aus einer Stereo-Videokameraeinheit, und aus einer Gegenstandsgrößenermittlungseinheit. Die Entfernungsmesseinheit besteht aus einer Laserstrahlenderschaltung zum Aussenden eines Laserstrahls, während der Laserstrahl in einer zweiten Richtung ausgelenkt wird, welche in Querrichtung die erste Richtung durchquert, aus einer Lichtstrahlempfangsschaltung zum Empfangen eines Echolichtstrahls, der von einer Reflexion des Laserstrahls am Gegenstand herrührt, und aus einer Entfernungsmesseinheit zur arithmetischen Bestimmung der Entfernung zum Gegenstand auf der Grundlage eines Zeitraums, der zwischen dem Aussenden des Laserstrahls und dem Empfang des Echolaserstrahls vergeht. Andererseits besteht die Stereo-Videokameraeinheit aus Stereovideokameras (einer-oberen und einer-unteren Videokamera) zur Aufnahme eines Bildes eines Gegenstands oder von Gegenständen, die sich innerhalb eines Bereichs befinden, der von dem Laserstrahl überstrichen wird, aus einer Fenstereinstelleinheit zur Vor-

einstellung mehrerer Fenster an vorbestimmten Orten auf einer Abbildungsebene der Stereo-Videokameraeinheit, und aus einer Entfernungsmessschaltung zur Erfassung einer Entfernung zu einem Gegenstand, der von der Stereo-Videokameraeinheit innerhalb zumindest eines der Fenster erfaßt wird. Weiterhin ist die voranstehend genannte Gegenstandsgrößenbestimmungseinheit so ausgelegt, daß sie ein Fenster entsprechend der Entfernung auswählt, die von der Stereo-Videokameraeinheit erfaßt wird, und mit der Entfernung zusammentrifft, die von der Laserradarentfernungsmeßeinheit bestimmt wird, um hierdurch arithmetisch die Größe des Gegenstands auf der Grundlage der voreingestellten Position des ausgewählten Fensters zu bestimmen.

Infolge der voranstehend geschilderten Ausbildung des Hinderniserfassungssystems kann nicht nur Information in bezug auf die Entfernung zum Gegenstand erhalten werden, sondern auch Information in bezug auf die Abmessungen einschließlich der Breite des Gegenstands. Durch Nutzung einer erhöhten Informationsmenge ist es daher möglich, die Fahrsteuerung des Kraftfahrzeugs, welches mit dem Hinderniserfassungssystem versehen ist, auf die optimalste und geeignetste Weise durchzuführen, einschließlich einer Alarmauslösesteuerung für das Kraftfahrzeug. Selbst wenn ein Fehler entweder in der Laserradarentfernungsmeßeinheit oder der Stereo-Videokameraeinheit auftritt, kann dann immer noch Information zumindest in bezug auf die Entfernung zum Gegenstand oder Hindernis erhalten werden. Daher läßt sich eine Verlässlichkeit der Messung sicherstellen, die mit jener der bislang bekannten Hinderniserfassungsvorrichtung vergleichbar ist, selbst wenn ein Fehler oder ein Ausfall in dem Hinderniserfassungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung auftritt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können mehrere Fenster in Form eines vertikalen Feldes auf der Abbildungsebene der Stereo-Videokameraeinheit voreingestellt sein.

Infolge der voranstehend geschilderten Anordnung kann Information in bezug auf die Höhe eines Hindernisses, welche einen Parameter in bezug auf dessen Abmessungen darstellt, erhalten werden, ohne daß eine komplizierte Verarbeitung erforderlich ist.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können mehrere vertikale Fensterreihen, die mehrere einzelne Fenster enthalten, in einer Horizontalrichtung auf der Abbildungsebene der Stereo-Videokameraeinheit voreingestellt sein. In diesem Fall kann die Anzahl an vertikalen Fensterreihen abhängig von einem Winkelbereich festgelegt werden, den von dem Laserstrahl überstrichen wird.

Durch Anordnung einer Anzahl vertikaler Fensterreihen in der Horizontalrichtung auf der Abbildungsebene entsprechend dem Winkelbereich, der vom Laserstrahl überstrichen oder abgetastet wird, ist es möglich, gleichzeitig die Höhen einer entsprechenden Anzahl an Gegenständen oder Hindernissen zu erfassen, die in Vorwärtsrichtung vorhanden sind oder sich bewegen, im wesentlichen einander überlagert, gesehen in der Richtung, in welcher das Kraftfahrzeug sich bewegt, welches mit dem Hinderniserfassungssystem versehen ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, aus welchen weitere Vorteile und Merkmale hervorgehen.

Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild der allgemeinen Anordnung eines Hinderniserfassungssystems für ein Kraftfahrzeug gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden

Erfindung;

Fig. 2 eine Außenansicht eines Kraftfahrzeugs, welches mit dem Hinderniserfassungssystem versehen ist;

Fig. 3 eine schematische Ansicht zur Darstellung eines Zustands, in welchem mehrere Fenster auf einer Abbildungsebene einer Stereo-Videokameraeinheit voreingestellt sind, welche einen Teil des Hinderniserfassungssystems bildet;

Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines Zustands, in welchem Hindernisse überstrichen oder abgetastet werden durch einen flachen Laserstrahl von einer Laserradarentfernungsmeßeinheit, welche einen Teil des Hinderniserfassungssystems bildet; und

Fig. 5 eine schematische Darstellung von Bildern, die auf dem Abbildungsschirm der Stereo-Videokameraeinheit in einem Zustand erzeugt werden, welcher dem in Fig. 4 gezeigten Zustand entspricht.

Bei der nachstehenden Beschreibung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile in den verschiedenen Darstellungen. Weiterhin wird darauf hingewiesen, daß in der nachstehenden Beschreibung solche Begriffe wie "links", "rechts" und dergleichen, aus Bequemlichkeit verwendet werden, und nicht in einschränkender Weise zu verstehen sind. Mit dem hier verwendeten Begriff "Hindernis" soll ein sich bewegendes oder ortsfestes Ziel bezeichnet werden, welches sich vor dem Kraftfahrzeug befindet, welches mit dem Erfassungssystem gemäß der Erfindung versehen ist, und auf welches der Fahrer des Kraftfahrzeugs achten muß, um beim Fahren des Fahrzeugs die Sicherheit zu gewährleisten. Daher sollte der Begriff "Hindernis" in seiner weitesten Bedeutung interpretiert werden. Der Begriff "Gegenstand" wird daher hier auch so verwendet, daß er implizit das Hindernis bezeichnet.

Nunmehr wird auf die Fig. 1 und 2 Bezug genommen, wobei Fig. 1 ein Blockschaltbild ist, welches die allgemeine Anordnung eines Hinderniserfassungssystems für ein Kraftfahrzeug gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt, und Fig. 2 die Außenansicht eines Kraftfahrzeuges ist, welches mit dem Hinderniserfassungssystem ausgerüstet ist. Wie aus Fig. 1 hervorgeht, weist das Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung allgemein eine Laserradarentfernungsmeßeinheit 1 auf, eine Stereo-Videokameraeinheit 2, und eine Größenbestimmungseinheit 3, welche die Größenbestimmungseinrichtung darstellt.

Bei dem Hinderniserfassungssystem besteht die Laserradarentfernungsmeßeinheit 1 aus einer Laserstrahlendeschaltung 10, welche eine Laserstrahlendeeinrichtung bildet, einer Laserstrahlempfangsschaltung 11, welche als Echolichtstrahlempfangseinrichtung dient, und einer Entfernungsberechnungsschaltung 12. Die Entfernungsmesseinheit ist auf ein Kraftfahrzeug 100 an einem von dessen vorderen seitenabschnitten angebracht, wie in Fig. 2 gezeigt ist. Die Laserstrahlendeschaltung 10 schickt in Vorwärtsrichtung einen flachen Laserstrahl L aus, der vertikal sektorförmig auseinanderläuft, und tastet mit dem flachen Laserstrahl L einen Raum in Vorwärtsrichtung des Kraftfahrzeugs in der Horizontalrichtung ab, also von rechts nach links und in Gegenrichtung (siehe Fig. 2). Andererseits empfängt die Laserstrahlempfangsschaltung 11 einen Echolichtstrahl, der von einer Reflexion des flachen Laserstrahls L an den Gegenstand (beispielsweise einem Hindernis) herührt, typischerweise einem Fahrzeug oder dergleichen, wenn sich dieses vor dem Kraftfahrzeug in dessen Fahrtrichtung befindet. Der empfangene Echolichts-

trahl wird in ein elektrisches Signal durch die Laserstrahlempfängerschaltung umgewandelt, und dieses Signal wird dann an die Entfernungsmeßschaltung 12 geliefert.

Andererseits bestimmt die Entfernungsmeßschaltung 12 arithmetisch eine Zeitdifferenz zwischen einem Zeitpunkt, an welchem der flache Laserstrahl L von der Laserstrahlendeschaltung 10 ausgesandt wird, und einem Zeitpunkt, an welchem der Echolichtstrahl von der Laserstrahlempfängerschaltung 11 erfaßt wird. Die Entfernungsberechnungsschaltung ermittelt oder berechnet dann eine Entfernung zum Hindernis auf der Grundlage der voranstehend genannten Zeitdifferenz, wobei ein Abtastwinkel (Ablenkwinkel) des flachen Laserstrahls L berücksichtigt wird. Wenn die momentan erfaßte Zeitdifferenz sich wesentlich oder übermäßig von der entsprechenden Zeitdifferenz unterscheidet, die unmittelbar vorher festgestellt wurde, so wird dann entschieden, daß der flache Laserstrahl in Querrichtung von einem Bereich abweicht, der von dem Hindernis eingenommen wird, und dann wird eine Breite des Hindernisses auf der Grundlage der Entfernung und dem Ablenkwinkel des Laserstrahls berechnet. Ein Signal D1, welches die Entfernung zum Hindernis und dessen Breite anzeigt, wird von der Entfernungsberechnungsschaltung 12 erzeugt, und an die Größenbestimmungseinheit 3 geliefert.

Die Stereo-Videokameraeinheit 3 weist eine obere Videokamera 10 auf, eine untere Videokamera 21, eine Fenstereinstelleinheit 4, und eine Entfernungsmeßschaltung 23, welche die Entfernungsmeßeinrichtung bildet.

Die obere Videokamera 20 und die untere Videokamera 21 sind in einem vertikalen Feld an einer Vorderseite des Fahrgastraums des Kraftfahrzeugs 100 angebracht, wie in Fig. 2 gezeigt ist, zum Aufnehmen eines Bildes eines Hindernisses, welches sich innerhalb eines Raumes befindet, der von dem flachen Laserstrahl L überstrichen wird, wobei die von der oberen Videokamera 20 und der unteren Videokamera 21 aus gegebenen Videosignale in die Entfernungsmeßschaltung 23 eingegeben werden.

Die Entfernungsmeßschaltung 23 ist so ausgebildet, daß sie die Videosignale vergleicht, die von der oberen Videokamera 20 und der unteren Videokamera 21 geliefert werden, um hierdurch eine Abweichung zwischen den durch beide Videosignale repräsentierten Bildern festzustellen, und die Entfernung zum Hindernis auf der Grundlage des trigonometrischen Meßprinzips festzustellen, welches an sich im Stand der Technik bekannt ist. Darüber hinaus werden mehrere rechteckige Fenster durch die Fenstereinstelleinheit 4 auf eine Abbildungsebene eingestellt, auf welcher die von den Videokameras 20 und 21 aufgenommenen Bilder fokussiert oder erzeugt werden.

Im einzelnen ist die Fenstereinstelleinheit 4 so ausgelegt, daß sie das Fenster entsprechend dem Abtastwinkel, also den Ablenkwinkel, des flachen Laserstrahls L erzeugt. Bei der vorliegenden Ausführungsform werden drei Fenster 41 bis 43 in einem vertikalen Feld in einer linken Hälfte der Abbildungsebene oder des Abbildungsbildschirms erzeugt, während drei Fenster 44 bis 46 in einer vertikalen Reihe in der rechten Hälfte erzeugt werden.

Weiterhin weist die Fenstereinstelleinheit 4 die Funktion auf, die Höhe h auf der Grundlage der Entfernungsinformation zu ändern, die von der Entfernungsmeßschaltung 23 geliefert wird. Im einzelnen stellt die Fenstereinstelleinheit 4 die Fenster jeweils auf eine vorbe-

stimmte Höhe  $h_0$  ein, die vorher für eine voreingestellte Entfernung festgelegt wird. Wenn jedoch die tatsächliche Entfernung zum Hindernis größer wird als die voreingestellte Höhe  $h_0$ , so wird die Höhe h des Fensters (vergl. Fig. 3) entsprechend der tatsächlichen Entfernung verringert, wogegen dann, wenn die tatsächliche Entfernung zum Hindernis kürzer wird als die voreingestellte Entfernung  $h_0$ , die Höhe h des Fensters entsprechend der tatsächlich gemessenen Entfernung vergrößert wird.

Weiterhin ist die Entfernungsmeßschaltung 23 so ausgelegt, daß sie ein Signal D2 erzeugt, welches die Entfernung zum Hindernis anzeigt, und die Information enthält, welche anzeigt, in welches der Fenster das Bild des Hindernisses fokussiert wird. Das Signal D2, welches von der Entfernungsmeßschaltung 23 ausgegeben wird, wird der Größenbestimmungseinheit 3 zugeführt.

Die Größenbestimmungseinheit 3 vergleicht das Signal D1, welches von der Entfernungsmeßschaltung 12 der Laserradarentfernungsmeßeinheit 1 geliefert wird, mit dem Signal D2, welches von der Entfernungsmeßschaltung 23 geliefert wird, die in der Stereo-Videokameraeinheit 2 vorgesehen ist, um hierdurch auf der Grundlage des Signals D2 das Fenster auszuwählen, welches das Hindernis abdeckt, das sich in jener Entfernung befindet, die mit der Entfernung übereinstimmt, die durch das Signal D1 angezeigt wird, um hierdurch die Größe des Hindernisses auf der Grundlage der voreingestellten Position des Fensters zu bestimmen, in welchem das Hindernis erscheint.

Im einzelnen wird, wie in Fig. 3 gezeigt ist, ein Gegenstand oder Hindernis 101, welches sich in einer Entfernung befindet, die durch das Signal D1 angezeigt wird, welches von der Entfernungsberechnungsschaltung 12 geliefert wird, und dessen Bild auf der Abbildungsebene 40 erzeugt wird, auf der Grundlage des Signals D2 identifiziert, woraufhin das Fenster (oder die Fenster), in welchen bzw. welchen sich das Hindernis 101 befindet, unter den Fenstern 41 bis 43 ausgesucht wird. Befindet sich beispielsweise das Fenster 101 nur innerhalb eines (beispielsweise 41) der voreingestellten Fenster 41, 42 und 43, so wird dann entschieden, daß die Höhe des Hindernisses 101 gering ist. Wird andererseits festgestellt, daß sich das Fenster 101 über zwei Fenster erstreckt, beispielsweise die Fenster 41 und 42, so wird dann entschieden, daß das Hindernis 101 eine mittlere Höhe aufweist. Wird dagegen festgestellt, daß sich das Hindernis 101 über sämtliche Fenster 41, 42 und 43 erstreckt, so wird dann entschieden, daß der Gegenstand 101 eine große Höhe aufweist.

Die Größenbestimmungseinheit 3 bestimmt dann die Größe des Hindernisses 101 auf der Grundlage von dessen Breite, die durch das Signal D1 angezeigt wird, welches von der Entfernungsmeßschaltung 12 geliefert wird, und bestimmt die Höhe des Hindernisses 101, die durch die voranstehend geschilderte Prozedur ermittelt wird. Information bezüglich der auf diese Weise ermittelten Größe wird dann einer Alarmvorrichtung und/oder einer Fahrzustandssteuereinheit (nicht gezeigt) zugeführt, zusammen mit der Information in bezug auf die Entfernung zum Hindernis.

Nachstehend wird der Betriebsablauf des Hinderniserfassungssystems gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

In Fig. 4 wird angenommen, daß ein Personenkraftwagen 102 mit einer Breite A und ein Lastkraftwagen 103 mit einer Breite B in einer Entfernung S bzw. R vor dem Kraftfahrzeug fahren, welches mit dem Hindernis-

erfassungssystem ausgerüstet ist.

Nunmehr wird angenommen, daß die Laserstrahlenschaltung 10 den flachen Laserstrahl L durch dessen Verschwenkung von links nach rechts und in umgekehrter Richtung aussendet, und daß die Echolichtstrahlen, die infolge der Reflexion des flachen Laserstrahls L am Personenkraftwagen 102 bzw. dem Lastkraftwagen 103 auftreten, von der Laserstrahlempfangsschaltung 11 empfangen werden. Daraufhin werden die Signale, die durch fotoelektrische Umwandlung erzeugt werden, in die Entfernungsberechnungsschaltung 12 eingegeben, welche dann die Entfernung S bzw. R zum Personenkraftwagen 102 bzw. zum Lastkraftwagen 103 berechnet, auf der Grundlage der Zeitdifferenzen zwischen dem Zeitpunkt, an welchem der flache Laserstrahl L ausgesandt wird, und den Zeitpunkten, an welchen der Echolichtstrahl von dem Personenkraftwagen 102 bzw. vom Lastkraftwagen 103 empfangen wird, wobei der Abtast- oder Ablenkwinkel des flachen Laserstrahls L berücksichtigt wird. Gleichzeitig werden die Breite A und die Breite B des Personenkraftwagens 102 bzw. des Lastkraftwagens 103 auf der Grundlage der berechneten Entfernungen S und R und der Ablenkwinkel des flachen Laserstrahls L berechnet. Die Signale oder Informationen D1, welche die Entfernungen S und R und die Breiten A und B anzeigen, werden dann der Größenbestimmungseinheit 3 zugeführt.

Hierbei wird der Raumbereich, der von dem flachen Laserstrahl L überstrichen wird, von der oberen Videokamera 20 und der unteren Videokamera 21 der Stereovideokameraeinheit 3 aufgenommen, und die von den Kameras 20 und 21 ausgegebenen Bildsignale werden der Entfernungsmeßschaltung 23 zugeführt.

Die Fenstereinstelleinheit 4 stellt vorher die Fenster 41, 42 und 43 jeweils auf eine Höhe h auf der Abbildungsebene an der linken Seite ein, zusammen mit einer Einstellung der Fenster 44, 45 und 46 jeweils auf die Höhe h an der rechten Seite, wie aus Fig. 3 hervorgeht. Die Entfernungsmeßschaltung 23 bestimmt dann wiederum auf der Grundlage der Bildsignale, welche von der oberen Videokamera 20 und der unteren Videokamera 21 ausgegeben werden, die Entfernung S zum Personenkraftfahrzeug 102, das in dem Fenster auf der linken Seite liegt, und die Entfernung R zum Lastkraftfahrzeug 103, das durch die Fenster auf der rechten Seite erfaßt wird.

Daraufhin wird die Höhe jedes der linken Fenster 41, 42 und 43 geändert oder aktualisiert auf den Wert h1 entsprechend zur Entfernung S, wobei die Höhe jedes der rechten Fenster 44, 45 und 46 entsprechend auf den Wert h2 in Abhängigkeit von der Entfernung R aktualisiert wird. Weiterhin werden die Entfernungen zum Personenkraftwagen 102 bzw. zum Lastkraftwagen 103, deren Bilder durch die aktualisierten Fenster 41 bis 46 erfaßt werden, durch die Entfernungsmeßschaltung 23 bestimmt. Daraufhin wird das Signal D2, welches die Entfernung S bzw. R zum Personenkraftwagen 102 bzw. zum Lastkraftwagen 103 anzeigt, und welches das Vorhandensein des Bildes des Personenkraftwagens 102 innerhalb des voreingestellten oder aktualisierten Fensters 41 und ebenso das Vorhandensein des Bildes des Lastkraftwagens 103 über die Fenster 44, 45 und 46 (vergl. Fig. 5) anzeigt, von der Entfernungsmeßschaltung 23 der Größenbestimmungseinheit 3 zugeführt.

Nach Empfang des Signals D1 von der Entfernungsmeßschaltung 12 und des Signals D2 von der Entfernungsmeßschaltung 23 bestimmt die Größenbestimmungseinheit 3 arithmetisch die Größen des Personen-

kraftwagens 102 und des Lastkraftwagens 103, auf der Grundlage der Signale D1 und D2.

Im einzelnen wird für den Personenkraftwagen 102 das Fenster auf der Abbildungsebene 40, welches den Personenkraftwagen 102 abdeckt, der sich in der Entfernung befindet, die mit der Entfernung S zusammenfällt, die durch das Signal D1 angezeigt wird, auf der Grundlage des Signals D2 ausgewählt, und daraufhin wird festgestellt, daß sich der Personenkraftwagen 102 nur innerhalb des Fensters 41 befindet, und daher die Höhe des Personenkraftfahrzeugs 102 gering ist.

Auf diese Weise wird durch die Größenbestimmungseinheit 3 festgestellt, daß der Personenkraftwagen 102, der sich in der Entfernung S befindet, eine geringe Höhe und eine große Breite A aufweist.

Andererseits werden für den Lastkraftwagen 103 die Fenster auf der Abbildungsebene 40, welche den Lastkraftwagen 103 abdecken, der sich in der Entfernung befindet, die mit der Entfernung R zusammenfällt, die durch das Signal D1 angezeigt wird, auf der Grundlage des Signals D2 ausgesucht. Wenn festgestellt wird, daß sich der Lastkraftwagen 103 über die Fenster 44, 45 und 46 erstreckt, so wird dann festgestellt, daß der Lastkraftwagen 103 eine große Höhe und eine große Breite B aufweist.

Auf diese Weise stellt die Größenbestimmungseinheit 103 fest, daß sich der in der Entfernung R befindliche Lastkraftwagen 103 eine große Höhe und eine große Breite B aufweist.

Die Größeninformation und ebenso die Entfernungsinformation, die durch den voranstehend geschilderten Betriebsablauf erhalten wurden, werden einer Alarmvorrichtung und/oder einer Fahrzustandssteuereinheit (nicht gezeigt) des Kraftfahrzeuges zugeführt.

Durch die Ausbildung des Hinderniserfassungssystems gemäß der geschilderten Ausführungsform der Erfindung ist es möglich, wie aus der voranstehenden Beschreibung deutlich geworden sein sollte, nicht nur die Entfernung zu einem Hindernis zu messen, welches beispielsweise ein Personenkraftwagen ist, der vor dem Kraftfahrzeug fährt, das mit dem Hinderniserfassungssystem versehen ist, sondern auch die Größe des Hindernisses. Anders ausgedrückt können infolge der Tatsache, daß eine größere Informationsmenge in bezug auf das Hindernis oder den Gegenstand, das bzw. der vor dem Kraftfahrzeug vorhanden ist, welches mit dem Hinderniserfassungssystem ausgerüstet ist, gemäß der Erfindung zur Verfügung gestellt wird, die Alarmvorrichtung, die Fahrzustandssteuereinheit und andere Einrichtungen, die auf dem Kraftfahrzeug angebracht sind, optimaler und genauer mit hoher Verlässlichkeit arbeiten. Selbst wenn ein Fehler entweder in der Laserradarentfernungsmeßeinheit 1 oder der Stereovideokameraeinheit 3 auftritt, so ist dann zumindest noch die Information in bezug auf die Entfernung zum Hindernis verfügbar. Selbst wenn entweder die Laserradarentfernungsmeßeinheit 1 oder die Stereovideokameraeinheit 3 ausfällt, so kann die Fähigkeit des Systems, ein Hindernis in Vorwärtsrichtung zu erfassen, zumindest in gewissem Maße sichergestellt werden, also ebenso wie bei dem bislang bekannten Hinderniserfassungssystem, bei welchem kein Fehler auftritt.

Zahlreiche Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der voranstehenden Beschreibung deutlich, und dabei sollen von den beigefügten Patentansprüchen sämtliche derartigen Merkmale und Vorteile des Systems erfaßt werden, welche innerhalb des wahren Wesens und Umfangs der Erfindung liegen.

Da zahlreiche Abänderungen und Kombinationen Fachleuten auf diesem Gebiet deutlich werden, soll die Erfindung nicht auf den exakt beschriebenen Aufbau bzw. Betriebsablauf beschränkt sein.

Zum Beispiel ist die Erfindung nicht auf irgendeine bestimmte Anzahl an Fenstern beschränkt, obwohl in Falle der voranstehend geschilderten Ausführungsform der Erfindung drei Fenster in jeder vertikalen Reihe oder jedem Feld durch die Fenstereinstelleinheit 4 erzeugt werden. Durch Bereitstellung von vier oder mehr Fenstern in jeder Reihe kann noch detailliertere Information in bezug auf die Höhe des Hindernisses und dergleichen erhalten werden. Zwar wurde beschrieben, daß die Fenster in zwei Reihen in horizontaler Richtung erzeugt werden, jedoch ist es ebenso möglich, drei oder mehr vertikale Reihen von Fenstern zu erzeugen, durch Vergrößerung des Auslenkwinkels des flachen Laserstrahls L, um das Vorhandensein eines Hindernisses über einen größeren Bereich zu erfassen, der von dem Strahl überstrichen wird. Zwar erfolgte die Beschreibung auf der Grundlage der Annahme, daß die Entfernungsberechnungsschaltung 12, die Entfernungsmeßschaltung 13, die Fenstereinstellschaltung 4 und die Größenbestimmungseinheit 3 als voneinander getrennte oder diskrete Einheiten ausgebildet sind, jedoch können sie selbstverständlich auch unter Zuhilfenahme eines Mikrocomputers ausgebildet werden, der so programmiert ist, daß er die voranstehend geschilderten Betriebsabläufe ausführt. Darüber hinaus kann die Stereo-Kameraeinheit, die zwei Kameras zur Erfassung der tatsächlichen Entfernung zum Hindernis entsprechend dem Prinzip der trigonometrischen Messung aufweist, durch ein anderes optisches Entfernungsmeßsystem ersetzt werden, beispielsweise ein solches, welches bei Autofokus-Fotokameras verwendet wird, soweit jedenfalls die tatsächliche Entfernung zum Hindernis ermittelt werden kann. Weiterhin kann das Hinderniserfassungssystem gemäß der Erfindung auch an der Rückseite des Kraftfahrzeugs angebracht sein, um Sicherheit beim Rückwärtsfahren des Kraftfahrzeugs zur Verfügung zu stellen. Selbstverständlich kann die Stereo-Kameraeinheit auch als Entfernungsmeßeinrichtung mit geteiltem Bild ausgeführt sein, die konventionellerweise bei Fotokameras eingesetzt wird. Darüber hinaus kann die Entfernungsberechnungsschaltung 12 so ausgelegt sein, daß sie die Entfernung zum Gegenstand auf der Grundlage der Phasendifferenz zwischen den ausgesandten Laserstrahl und dem empfangenen Echolichtstrahl berechnet.

Daher können alle geeigneten Abänderungen und Äquivalente eingesetzt werden, die innerhalb des Wesens und Umfangs der vorliegenden Erfindung liegen.

#### Patentansprüche

1. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug, **gekennzeichnet durch:**
  - (a) eine Laserradarentfernungsmeßeinheit zur Erfassung einer Entfernung zu einem Gegenstand, der sich vor dem Kraftfahrzeug befindet, gesehen in einer ersten Richtung, in welcher das Kraftfahrzeug fährt; wobei die Entfernungsmeßeinheit aufweist:
    - (i) eine Laserstrahlsendeinrichtung zum Aussenden eines Laserstrahls unter Ablenkung des Laserstrahls in einer zweiten Richtung, welche die erste Richtung in Querrichtung überquert;
    - (ii) eine Echolichtstrahlempfangseinrichtung

zum Empfang eines Echolichtstrahls infolge einer Reflexion des Laserstrahls an dem Gegenstand; und

- (iii) eine Entfernungsberechnungseinrichtung zum arithmetischen Bestimmen einer Entfernung zum Gegenstand auf der Grundlage eines Zeitraums, der zwischen dem Aussenden des Laserstrahls und dem Empfang des Echolichtstrahls vergeht;
- (b) eine optische Abbildungseinheit mit:
    - (i) einer optischen Abbildungseinrichtung zur Aufnahme eines Bildes eines Gegenstands, der sich innerhalb eines Bereichs befindet, der von dem Laserstrahl überstrichen wird;
    - (ii) einer Fenstereinstelleinrichtung zur Voreinstellung mehrerer Fenster an vorbestimmten Orten auf einer Abbildungsebene der optischen Abbildungseinheit; und
    - (iii) einer Entfernungsmeßeinrichtung zur Erfassung einer Entfernung zu einem Gegenstand, der von der optischen Abbildungseinheit zumindest innerhalb eines der Fenster festgestellt wird; und
  - (c) eine Gegenstandsgrößenbestimmungseinrichtung zur Auswahl eines Fensters entsprechend einem Entfernungswert, der durch die optische Abbildungseinheit festgestellt wird und mit einem Entfernungswert übereinstimmt, der von der Laserradarentfernungsmeßeinheit berechnet wird, um hierdurch die Größe des Gegenstands auf der Grundlage der voreingestellten Position des ausgewählten Fensters zu bestimmen.

2. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mehreren Fenster in einer Vertikalrichtung auf der Abbildungsebene der optischen Abbildungseinheit voreingestellt sind.

3. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mehreren Fenster feldartig in mehreren vertikalen Reihen angeordnet sind, die in feldartiger Anordnung in Horizontalrichtung auf der Abbildungsebene der optischen Abbildungseinheit vorgesehen sind, wobei die Anzahl der Reihen in Abhängigkeit von einem Winkelbereich festgelegt ist, der von dem Laserstrahl abgetastet wird.

4. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Abbildungseinheit durch eine Stereo-Videokameraeinheit gebildet wird, die ein Paar von Videokameras aufweist, die in einem vertikalen Feld angeordnet sind, und daß die Entfernungsmeßeinrichtung so ausgelegt ist, daß sie eine Entfernung zum Gegenstand auf der Grundlage von Ausgangssignalen der Videokameras entsprechend einer trigonometrischen Messung erfaßt.

5. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Abbildungseinheit durch eine Autofokus-Optikmeßeinrichtung gebildet wird.

6. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Einheit durch eine optische Entfernungsmeßeinrichtung mit Bildteilung gebildet wird.

7. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug



nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsberechnungseinrichtung, die Fenster-einstelleinrichtung, die Entfernungsmßeinrichtung und die Gegenstandsgrößenbestimmungseinrichtung durch einen entsprechend programmierten Mikrocomputer gebildet werden.

8. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hinderniserfassungssystem an einer Vorderseite des Kraftfahrzeugs angeordnet ist.

9. Hinderniserfassungssystem für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hinderniserfassungssystem an einer Rückseite des Kraftfahrzeugs angebracht ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

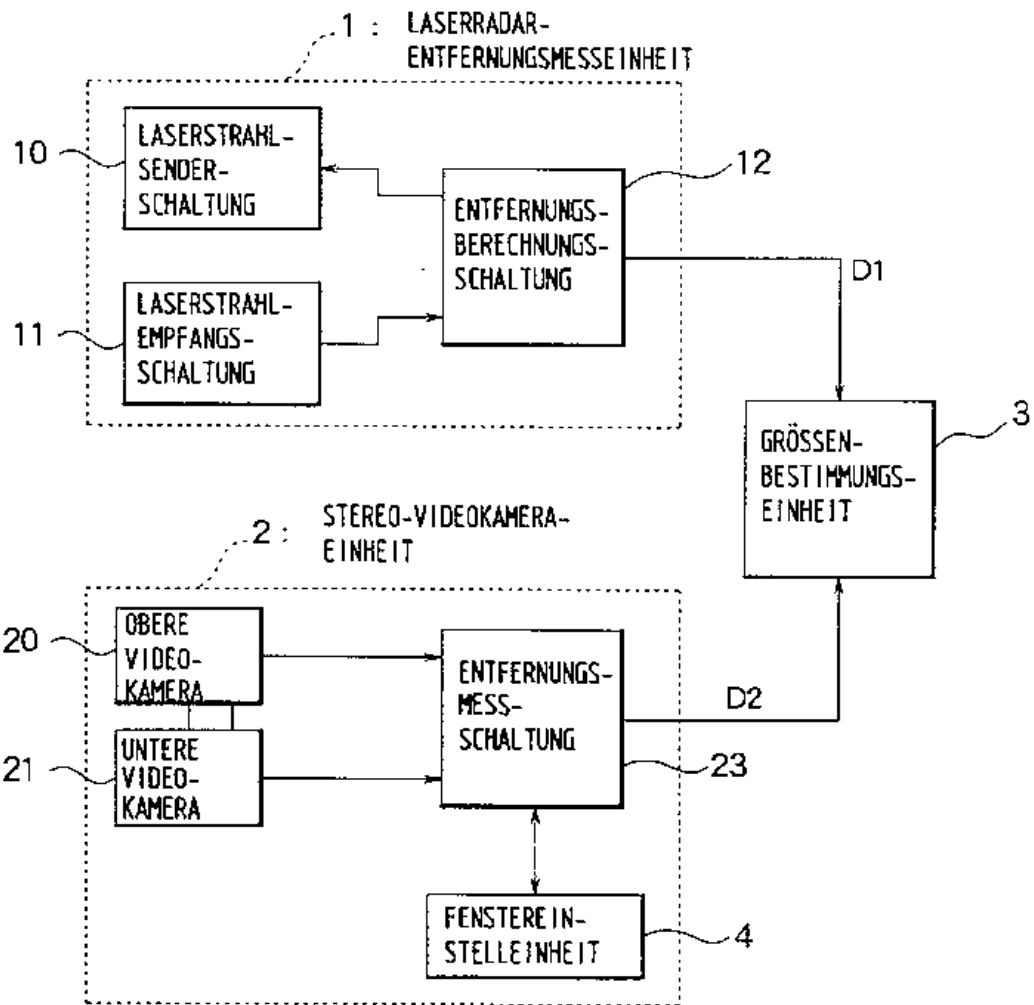


FIG. 2

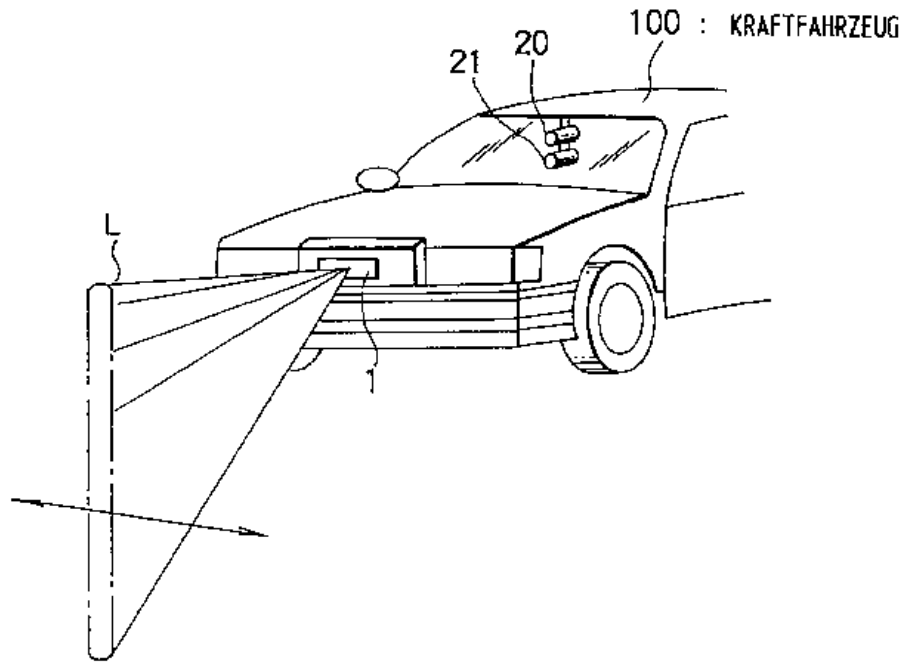


FIG. 3

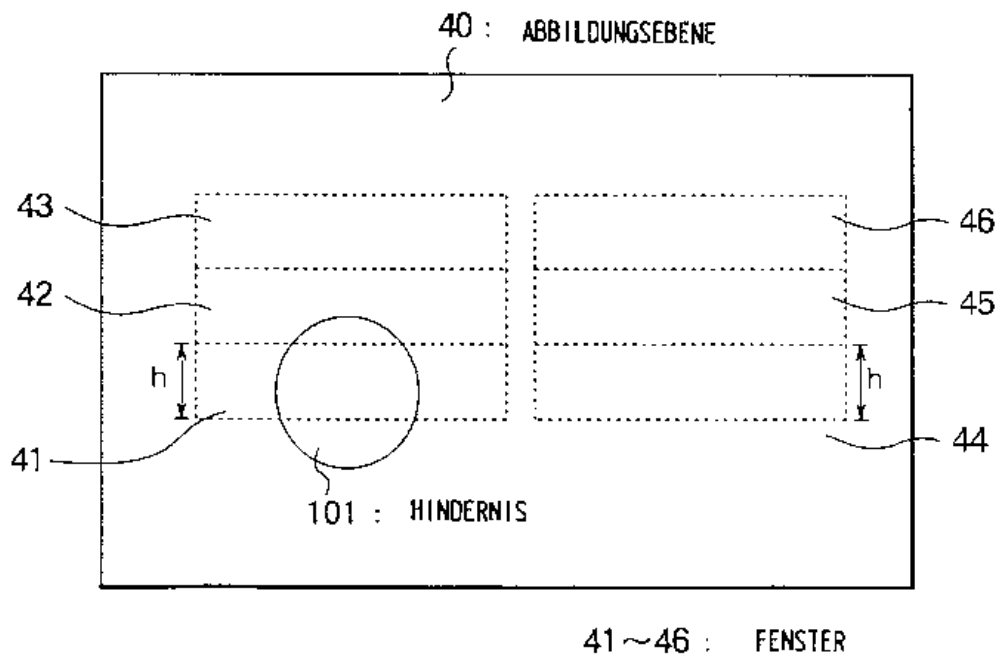


FIG. 4

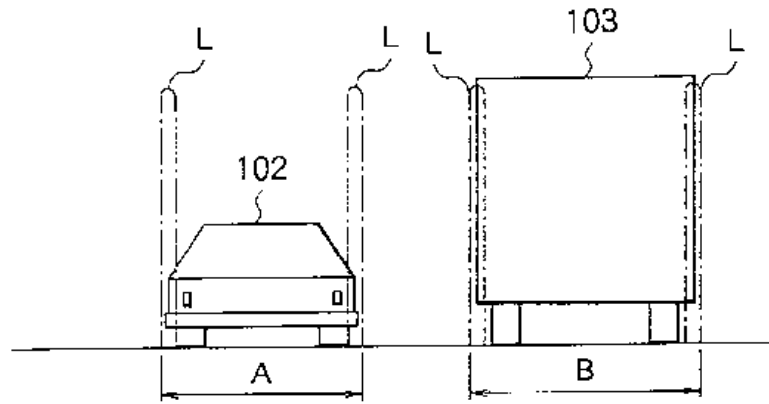
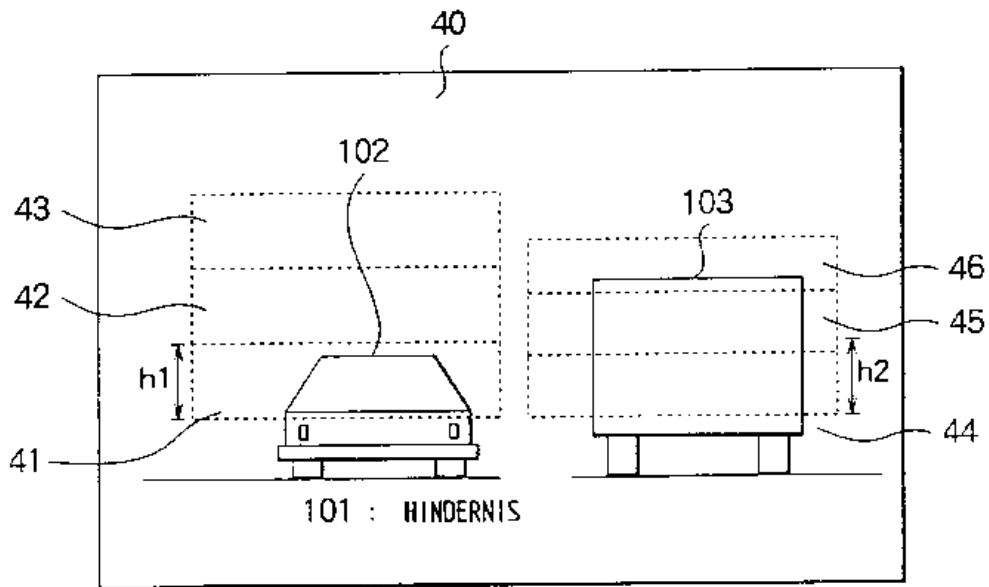


FIG. 5



Bibliographic data: DE69107283 (T2) — 1993-01-13

### Vehicle following apparatus.

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** ASAYAMA YOSHIAKI [JP] ± (ASAYAMA, YOSHIAKI, C/O MITSUBISHI DENKI K.K., HIMEJI-SHI, HYOGO-KEN, JP)

**Applicant(s):** MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP] ± (MITSUBISHI DENKI K.K., TOKIO/TOKYO, JP)

**Classification:** - international: **B60W30/00; G01C3/06; G01S11/12; G06T1/00; G08G1/16;** (IPC1-7): G01C3/08  
- cooperative: **G01S11/12**

**Application number:** DE1991607283T 19911122

**Priority number(s):** JP19900318919 19901122

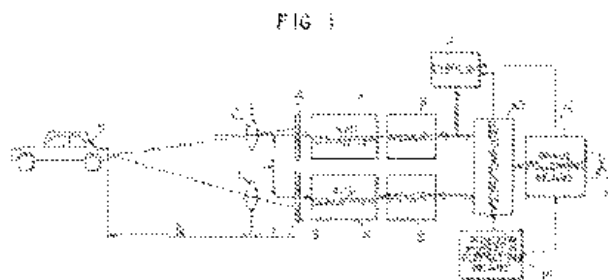
**Also published as:** EP0487100 (A1) EP0487100 (B1) US5187537 (A) JPH04188014 (A) JPH0827188 (B2)

Abstract not available for DE69107283 (T2)

Abstract of corresponding document: EP0487100 (A1)

A vehicle following apparatus is able to continuously or successively measure, once a target vehicle (5) to be followed is determined, the distance to the target vehicle (5) in a stable and reliable manner even if the subject vehicle, on which the apparatus is mounted, is momentarily

caused to move in the vertical or horizontal direction with respect to the target vehicle (5). A pair of first and second image sensors (3, 4) including a pair of optical systems (1, 2) are disposed at a predetermined distance from each other for optically sensing a plurality of objects including a preceding vehicle. A first window containing therein an image of the preceding vehicle as sensed by the image sensors (3, 4) is defined on a screen of a display (11). A second window is also defined on the screen around the first window for catching the background of the preceding vehicle. The position of the first window is controlled to automatically follow the image of the preceding vehicle by measuring the distances to the objects in the respective first and second windows.





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl. 6:  
G 01 C 3/08

87 EP 0 487 100 B1

10 DE 691 07 283 T 2

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 691 07 283.3
- 85 Europäisches Aktenzeichen: 91 119 955.2
- 86 Europäischer Anmeldetag: 22. 11. 91
- 87 Erstveröffentlichung durch das EPA: 27. 5. 92
- 87 Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: 8. 2. 95
- 47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 13. 7. 95

DE 691 07 283 T 2

30 Unionspriorität: 12 33 51  
22.11.90 JP 318919/90

73 Patentinhaber:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.  
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,  
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,  
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Kolb, H.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ritter und Edler von  
Fischern, B., Dipl.-Ing.; Zangs, R., Dipl.-Ing.; Kindler,  
M., Dipl.-Chem.Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte;  
Nette, A., Rechtsanw., 81925 München

84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR, GB

72 Erfinder:  
Asayama, Yoshiaki, c/o Mitsubishi Denki K.K.,  
Himeji-shi, Hyogo-ken, JP

54 Fahrzeugfolgevorrichtung.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 07 283 T 2

EP-Nr. 91 119 955.2-2213  
Mitsubishi Denki K.K.

55 847 q7/cb

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrzeugfolgeeinrichtung, welche es einem Fahrzeug ermöglicht, einem vorhergehendem Fahrzeug automatisch zu folgen, welches vorausfährt, unter optischem Messen des Abstandes dazu.

Aus der DE-A-40 06 989 ist eine Fahrzeugfolge-Abstandsmeß-Vorrichtung zum Messen eines Abstandes zu einem beweglichen Objekt unter Benutzung eines Triangulationsverfahrens bekannt. Diese bekannte Vorrichtung bestimmt die Abweichung zwischen ersten und zweiten Bildern von ersten und zweiten Sensoren. Ein Fenster ist gebildet in einem spezifizierten Teil von entweder dem ersten oder zweiten Bildsignal, und die Bildsignale werden periodisch abgetastet in vorbestimmten Zeitintervallen. Die Bildsignale von einem der Bildsensoren werden verglichen in einem Fenster, welches gesetzt ist in einem Bild, das dem Bildsignal entspricht, welches durch den anderen Bildsensor zum Zeitpunkt des Abtastens erzeugt wird.

Die bekannte Fahrzeugfolge-Abstandsmeß-Vorrichtung ist angepaßt zum Durchführen einer zeitabhängigen Korrelationsmessung in einem dieser Bildsignale, so daß das Fenster dem beweglichen Objekt folgt.

Jedoch verbraucht solch eine zeitabhängige Korrelationsmessung eine Menge Berechnungszeit und ist deshalb nicht sehr effektiv.

Die GB-A-2 202 104 offenbart Korrelationsvermessung. Die betreffende Ausrüstung zum kontinuierlichen Erfassen des Abstandes von einem festen oder beweglichen Punkt umfaßt vier Speicher, in denen aufeinanderfolgende Bilder von zwei synchronisierten Videokameras alternierend gespeichert

werden. Ein Cursor ist auf einem Bild angezeigt. Ein Verfolgecomputer sucht die neue Position des bestimmten Punktes in dem folgenden Bild aus derselben Kamera durch Vergleichen eines Bereichs oder Fensters in der Nachbarschaft des Cursors und analogen Fenstern in dem folgenden Bild. Ein Abstandsmeßcomputer erfaßt mittels Vergleichen von Fenstern den Punkt entsprechend der neuen Position des Punktes in einem entsprechenden Bild von der anderen Kamera. Die Differenz in der Position zwischen diesen Punkten ergibt den erwünschten Abstandswert.

Beispiele einer optischen Abstandserfassungsvorrichtung unter Benutzung von Bildsensoren sind bekannt aus den japanischen Patentveröffentlichungen Nr. 63-38085 und 63-46363. Wie in Figur 7 illustriert, haben die darin offenbarten Vorrichtungen in gemeinsamer Weise ein paar erster und zweiter paralleler optischer Systeme mit zwei konvexen Linsen 101, 102, die in einer horizontal ausgerichteten Beziehung unter einem vorgeschriebenen Abstand  $l$  voneinander weg angeordnet sind, wie in Figur 5 gezeigt. Ein paar separater Bildsensoren 103, 104 sind horizontal angeordnet an den Brennpunkten der Linsen 101, 102 unter einem Abstand  $f$  von den Orten entsprechend der Linsen 101, 102 zum Erzeugen jeweiliger Bildsignale für einen gemeinsamen Signalprozessor 120. Der Signalprozessor 120 verschiebt in sukzessiver Art und Weise die Bildsignale von den Bildsensoren 103, 104 und überlagert sie elektrisch übereinander, so daß der Abstand  $R$  von den Linsen 101, 102 zu einem Objekt 121 berechnet wird basierend auf dem Prinzip der Triangulation unter Benutzung der folgenden Formel:

$$R = (f \times L) / d$$

wobei  $d$  ein Verschiebeabstand ist, um welchen die Bildsignale bewegt werden, um die beste Übereinstimmung zu erhalten.



Andererseits ist ein typisches Verfahren des Verfolgens eines vorhergehenden Fahrzeugs unter Benutzung von Bildsensoren oder dergleichen offenbart in der japanischen Patentveröffentlichungsnr. 60-33352. In diesem Verfahren hat zum Zweck des Verfolgens eines Zieles auf einem Anzeigeschirm ein Betreiber ein Folgegatter oder Fenster auf dem Anzeigeschirm einzustellen, welches das Ziel, das zu verfolgen ist, umschließt, und zwar unter Betrachtung des Schirms.

Bei der Abstandserfassungsvorrichtung, die oben beschrieben ist, wird der Abstand zu einem Objekt gemessen auf der Basis eines Vergleichs zwischen einem Paar von Bildern, die erfaßt werden durch das Paar optischer System einschließlich der Bildsensoren. Dementsprechend ist es in Fällen, in denen diese Vorrichtung auf einem Fahrzeug angebracht ist, zum Messen des Abstandes zu einem vorhergehenden Fahrzeug, schwierig für den Fahrer, präzise zu bestimmen, zu welchem Fahrzeug die Abstandsmessung durchgeführt wird, falls es eine Vielzahl vorhergehender Fahrzeuge gibt.

Zusätzliche sei der Fall betrachtet, in dem das oben beschriebene Fahrzeugfolgeverfahren benutzt wird in Verbindung mit der oben beschriebenen Abstandserfassungsvorrichtung zum Zweck des Verfolgens eines vorhergehenden Fahrzeugs. Falls in diesem Fall ein Fahrzeug, das mit der Abstandserfassungsvorrichtung versehen ist, auf einer schlechten Straße läuft mit relativ großen Oberflächenunregelmäßigkeiten und Schlägen, wird ein Fenster, das auf einem Anzeigeschirm definiert ist zum Verfolgen des vorhergehenden Fahrzeugs, gezwungen, sich in der vertikalen Richtung zu verschieben, so daß es die Sicht des vorhergehenden Fahrzeuges verliert und unfähig wird, einen stabilen und zuverlässigen Fahrzeug-Verfolgebetrieb durchzuführen. Ebenso wird, falls das Fahrzeug auf einer kurvigen Straße reist, das Fahrzeug-Verfolgefenster veranlaßt, sich seitlich nach rechts oder links zu

verschoben, was somit in derselben Situation wie oben beschrieben resultiert.

Dementsprechend ist die vorliegende Erfindung beabsichtigt zum Überwinden der oben erwähnten Probleme, die beim oben erwähnten Stand der Technik angetroffen werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine neue und verbesserte Fahrzeugfolgevorrichtung zu schaffen, welche in der Lage ist, kontinuierlich oder sukzessiver Weise den Abstand zum Zielfahrzeug zu messen, wenn einmal ein Zielfahrzeug, das zu verfolgen ist, bestimmt ist, sogar falls das Fahrzeug, auf dem die Vorrichtung angebracht ist, momentan veranlaßt wird sich in der vertikalen oder horizontalen Richtung bezüglich des Zielfahrzeugs zu bewegen.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Fahrzeugfolgevorrichtung zu schaffen, bei der der Fahrer leicht sehen kann, zu welchem Fahrzeug der Abstand gemessen wird, sogar falls es eine Vielzahl vorhergehender Fahrzeuge gibt.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Fahrzeugfolgevorrichtung zu schaffen, bei dem der Folgebetrieb eines in einem Fenster eingefangenen Zielfahrzeuges effektiver und unter Verbrauch von weniger Berechnungszeit durchgeführt werden kann.

Diese Aufgaben werden gelöst gemäß dem Anspruch 1.

Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen aufgelistet.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung definiert die Bildfolgeeinrichtung das zweite Fenster an einem Ort anliegend und oberhalb des ersten Fensters, und

die Fensterpositions-Korrektureinrichtung bewegt die Position des ersten Fensters in einer vertikalen Richtung abhängig davon, ob der Abstand zum Objekt in dem ersten Fenster gleich oder größer ist als der Abstand zum Objekt im zweiten Fenster.

Die Fensterpositions-Korrektureinrichtung bewegt die Position des ersten Fensters in einer Aufwärtsrichtung, falls der Abstand zum Objekt im ersten Fenster gleich ist zum Abstand zum Objekt des zweiten Fensters, oder in einer Abwärtsrichtung, falls der Abstand zum Objekt im ersten Fenster größer ist als der Abstand zum Objekt im zweiten Fenster.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung definiert die Bildfolgeeinrichtung das zweite Fenster an einem Ort horizontal anliegend an einer Seite des ersten Fensters, und die Fensterpositions-Korrektureinrichtung bewegt die Position des ersten Fensters in einer horizontalen Richtung abhängig davon, ob der Abstand zum Objekt im ersten Fenster gleich ist oder größer als der Abstand zum Objekt im zweiten Fenster.

Die Fensterpositions-Korrektureinrichtung bewegt die Position des ersten Fensters in einer horizontalen Richtung zum zweiten Fenster, falls der Abstand zum Objekt im ersten Fenster gleich ist zum Abstand zum Objekt im zweiten Fenster, oder in einer Richtung weg vom zweiten Fenster, falls der Abstand zum Objekt im ersten Fenster größer ist als der Abstand zum Objekt im zweiten Fenster.

Die obigen und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden klarer erscheinen aus der folgenden und detaillierten Beschreibung einiger bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung im Zusammenhang mit der begleitenden Zeichnung.

Die Figuren zeigen im einzelnen:

Figur 1 ein schematisches Blockdiagramm zum Zeigen der allgemeinen Anordnung einer Fahrzeugfolgevorrichtung in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung;

Figur 2 eine erklärende Ansicht zum Zeigen, daß ein vorhergehendes Fahrzeug in einen Anzeigeschirm der Vorrichtung von Figur 1 kommt;

Figur 3 eine erklärende Ansicht zum Zeigen, daß das vorhergehende Fahrzeug vollständig eingetreten ist oder umschlossen worden ist durch ein erstes Fahrzeugfolgefenster, das in dem Anzeigeschirm definiert ist;

Figur 4(a) eine erklärende Ansicht zum Zeigen des ersten Fensters beim Fangen des Bildes des vorhergehenden Fahrzeugs, das in einem zweiten Speicher gespeichert ist;

Figur 4(b) eine erklärende Ansicht zum Zeigen eines Bildbereichs in einem ersten Speicher, der zu Vergleichen ist mit oder zu Durchsuchen ist nach dem Bild im ersten Fenster;

Figur 5 eine erklärende Ansicht zum Zeigen eines Zustands, in dem das erste Fenster verrückt ist in einer Abwärtsrichtung relativ zum Bild des vorhergehenden Fahrzeugs auf dem Anzeigeschirm;

Figur 6 eine erklärende Ansicht zum Zeigen eines Zustands, in dem das erste Fenster verrückt ist in eine Aufwärtsrichtung relativ zum Bild des vorhergehenden Fahrzeuges auf dem Anzeigeschirm; und

Figur 7 ein Blockdiagramm zum Zeigen der allgemeinen Anordnung einer herkömmlichen Abstandsmessvorrichtung für ein Fahrzeug.

In den Figuren sind die gleichen oder entsprechende Teile durch die gleichen Symbole identifiziert.

Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird jetzt detailliert beschrieben werden mit Bezug auf die begleitende Zeichnung.

Figur 1 illustriert in einem Blockdiagramm die schematische Anordnung einer Fahrzeugfolgevorrichtung, welche in Übereinstimmung mit den Prinzipien der Erfindung konstruiert ist und welche an einem Fahrzeug angebracht ist zum Zwecke des Verfolgens eines vorhergehenden Fahrzeugs unter Messen des Abstands dazu.

Die illustrierte Vorrichtung beinhaltet ein Paar erster und zweiter paralleler optischer Systeme mit zwei konvexen Linsen, 1, 2, die in einer vertikal ausgerichteten Beziehung unter einem vorbestimmten Abstand  $L$  voneinander weg angeordnet sind, und ein Paar separater erster und zweiter (z.B. oberer und unterer) Bildsensoren 3, 4, welche vertikal oder anderweitig angeordnet sind an Brennpunkten der Linsen 1, 2 unter einem Abstand  $f$  von Orten der entsprechenden Linsen 1, 2 zum Erzeugen erster und zweiter Bildsignale in Form von Analogsignalen, welche eingegeben werden an ein Paar entsprechender erster und zweiter Analog-Digital(A/D)-Konverter 6, 7. Die Ausgaben der A/D-Konverter 6, 7 werden eingegeben an ein Paar entsprechender erster und zweiter Speicher 8, 9 und darin gespeichert. Ein Mikrocomputer 10, welcher als eine Abstandsmeßeinrichtung agiert, und eine Hindernis-Entscheidungseinrichtung, wie von der Erfindung beansprucht, führt einen Datentransfer aus mit den Speichern 8, 9, so daß sie verschiedene Berechnungen und Bestimmungen erstellt basierend auf den in den Speichern 8, 9 eingespeicherten Daten. Eine Anzeige 11 mit einem Schirm ist verbunden mit den ersten und zweiten Speichern 8, 9 und dem Mikrocomputer 10 zum Anzeigen der Bilder von den Objekten,

die durch den ersten oder zweiten Bildsensor 8, 9 erfaßt werden, auf dem Schirm. Der Betrieb mit der Anzeige 11 wird durch den Mikrocomputer 10 gesteuert. Eine Bildfolgeeinrichtung 12 ist mit dem Mikrocomputer 10 verbunden zum Verfolgen des Bildes 5a eines vorhergehenden Fahrzeugs 5 und Definieren eines ersten Fensters 15 auf dem Schirm der Anzeige 11 zur Benutzung beim Verfolgen des Bildes 5a des vorhergehenden Fahrzeugs 5, sowie eines zweiten Fensters 16 in den Nähe oder um das erste Fenster 15 herum, welches benutzt wird zur geeigneten Einstellung in der Position des ersten Fensters 15 relativ zum Bild 5a des vorhergehenden Fahrzeugs. Ein Anweisungsschalter 13 ist verbunden mit der Bildfolgeeinrichtung 12, so daß er betrieben wird durch den Fahrer zum Instruieren der Bildfolgeeinrichtung 12, eine Verfolgung eines vorhergehenden Fahrzeugs zu starten. Eine Fensterpositions-Korrektureinrichtung 14 ist verbunden mit dem Mikrocomputer 10 und der Bildfolgeeinrichtung 13, so daß sie dient zum geeigneten Korrigieren der Position des ersten Fenster 15, wie eingestellt durch die Bildfolgeeinrichtung 12, auf der Basis von Information über die Abstände zu durch die ersten und zweiten Fenster 15, 16 eingefangenen Objekten.

Der Betrieb der obigen Ausführungsform wird im weiteren beschrieben werden mit Bezug auf Figuren 2 und 3. Zuerst sei angeonnenen, daß ein Objekt in der Form des vorhergehenden Fahrzeugs 5, welches vor dem betreffenden Fahrzeug liegt, erfaßt wird durch den zweiten oder oberen Bildsensor 4, digitalisiert wird durch den zweiten A/D-Konverter 7, gespeichert wird in dem zweiten Speicher 9 und dann angezeigt wird als ein Bild 5a auf dem Schirm der Anzeige 11, wie gezeigt in Figur 2, auf der ein erstes Fenster 15 und ein zweites Fenster 16 definiert sind durch die Bildfolgeeinrichtung 12. In diesem Fall steuert der Fahrer sein oder ihr Fahrzeug zum Bewegen desselben relativ zum vorhergehenden Fahrzeug 5, so daß das Bild 5a des vorhergehenden Fahrzeugs 5, das auf dem Schirm 11 angezeigt

wird, in das erste Fenster 15 kommt.

Wenn darauffolgend das Bild 5a das vorhergehenden Fahrzeugs vollständig hineingekommen ist umschlossen worden ist durch das erste Fenster 15, wie in Figur 3 gezeigt, betätigt der Fahrer den Anweisungsschalter 13 zum Einschalten, wodurch das Fahrzeug des Fahrers gesteuert wird, automatisch dem vorhergehenden Fahrzeug 5 zu folgen, unter Einfangen des Bildes 5a davon in dem ersten Fenster 15 ohne Scheitern, und zwar unabhängig von jeglicher Bewegung davon. In dieser Beziehung begleitet das zweite Fenster 16, welches in der illustrierten Ausführungsform definiert ist auf dem Schirm 11 gerade oberhalb des ersten Fensters 15 in vertikaler Ausrichtung damit, ebenfalls automatisch die Bewegung des ersten Fensters 15.

Hier sollte bemerkt werden, daß die oben beschriebene Fahrzeugfolgeoperation der Vorrichtung bereits bekannt ist und im wesentlichen ähnlich ist zu der, die durchgeführt wird durch das herkömmliche Fahrzeugfolgeverfahren, wie offenbart in der vorher erwähnten japanischen Patentveröffentlichungsnr. 60-33352 oder japanischen Patentveröffentlichung-Nr. 1-35305. Deshalb wird eine weitere detaillierte Beschreibung davon ausgelassen.

Als nächstes wird eine Beschreibung gemacht werden, wie der Abstand zum vorhergehenden Fahrzeug 5 zu messen ist, und zwar mit besonderem Bezug auf Figuren 4(a) und 4(b) sowie Figuren 5 und 6. Zunächst liest der Mikrocomputer 10 von dem zweiten Speicher 9 Bildsignale oder Bildelementsignale (Pixel) innerhalb des ersten Fensters 15, folgend dem Bild 5a des vorhergehenden Fahrzeugs 5, aus und macht sie zu Referenz-Bild- oder -pixelsignalen. Dann wählt der Mikrocomputer 10 von dem ersten Speicher 8, speichernd in sich Pixelsignale, die erfaßt werden durch den ersten oder unteren Bildsensor 3, einen Bereich, der vertikal dem ersten Fenster 15 entspricht, und berechnet eine Summe von

Absolutwerten von Differenzen oder Abweichungen, zwischen den so ausgewählten Pixelsignalen von dem ersten Speicher 8 und dem entsprechenden Referenzpixelsignalen durch sukzessives Verschieben der Pixelsignale in dem ersten Speicher 8 Pixel um Pixel.

D.h. die Position eines in dem ersten Speicher 8 gespeicherten Bildes, welche die beste Übereinstimmung mit dem Referenzbild 5a in dem ersten Fenster 15 bietet, wird bestimmt durch sukzessives Verschieben der von dem ersten Speicher 8 ausgewählten Pixelsignal Pixel um Pixel.

In diesem Fall ist, wie gezeigt in Figuren 4(a) und 4(b), der Bereich in dem ersten Speicher 8, der sich bezieht auf oder durchsucht zu werden ist für die obige Berechnung, ein vertikaler Bandbereich 17, welcher eine vertikale Entsprechung bildet oder in vertikaler Anordnung ist mit der Position des ersten Fensters 15, das in dem zweiten Speicher 9 gespeichert ist.

Auf der Basis des obigen Vergleichs zwischen den entsprechenden oberen und unteren Pixelsignalen von den ersten und zweiten Speichern 8, 9, wie in der obigen Art und Weise durchgeführt, ist der Abstand R zum vorhergehenden Fahrzeug 5 durch die folgende Formel gegeben:

$$R = (f \times L) / (n \times p) \quad (2)$$

wobei n ein Verschiebebetrag in der Form der Anzahl von Pixeln ist, welcher ein Minimum schafft für die Summe der Absolutwerte der obigen Differenzen; p ist der Abstand zwischen benachbarten Pixeln; L ist die Länge einer Basislinie zwischen den optischen Systemen (d.h. die Länge zwischen den Zentren der Linsen 1, 2), und f ist der Brennpunkt Abstand der Linsen 1, 2.



Auf diese Art und Weise wird es möglich, wenn einmal das vorhergehende Fahrzeug 5, das zu verfolgen ist, eingestellt ist durch den Fahrer, kontinuierlich oder in sukzessiver Weise den Abstand zum vorhergehenden Fahrzeug 5 zu messen unter Verfolgung desselben.

Zusätzlich ist es ebenfalls möglich, den Abstand zu einem Objekt in derselben Art und Weise zu messen, welches vor dem betreffenden Fahrzeug im Hintergrund des vorhergehenden Fahrzeugs 5 liegt, und welches eingefangen ist durch das zweite Fenster 16, das eingestellt ist um das erste Fenster 15 auf dem Anzeigeschirm herum.

In spezifischer Weise sei angenommen, daß es ein Berg, einen Hügel 18, oder dergleichen vor dem betreffenden Fahrzeug im Hintergrund des vorhergehenden Fahrzeugs 5, wie gezeigt in Figur 4(a) und 4(b), gibt. In diesem Fall kommt ein Bild 18 des Berges in das zweite Fenster 16, und der Mikrocomputer 10 liest die Bildsignale oder Bildelementsignale (Pixel) in dem zweiten Fenster 16 von dem zweiten Speicher 9 aus und macht sie zu Referenzbild- oder -pixelsignalen. Dann wählt der Mikrocomputer 10 von dem ersten Speicher 8, welcher in sich das Bild oder Pixelsignale speichert, die durch die ersten oder unteren Sensor 3 erfaßt sind, einen vertikalen Bandbereich 17, der eine vertikale Entsprechung bildet, oder vertikal ausgerichtet ist mit dem zweiten Fenster 16, und berechnet eine Gesamtsumme der Absolutwerte der Differenzen oder Abweichungen zwischen den entsprechenden oberen und unteren Bild- oder Pixelsignalen in den ersten und zweiten Speicher 9, 8 durch sukzessives Verschieben von Bild- oder Pixelsignalen innerhalb des Bereichs 17 bezüglich der oben definierten Referenz-Bild- oder -pixelsignalen Pixel und Pixel, zum Schaffen der Position eines Bildes in dem Bereich 17, welcher am besten übereinstimmt mit dem Bild 18 in dem zweiten Fenster 16.

Ähnlich zur Formel (2) oben ist der Abstand A zum Berg 18 im Hintergrund des vorhergehenden Fahrzeug 5 gegeben durch die folgende Formel:

$$A = (f \times L) / (m \times p) \quad (3)$$

wobei m der Verschiebetrage oder die Anzahl verschobener Pixel ist, welcher ein Minimum für die Gesamtsumme der Absolutwerte von Differenzen und Abweichungen zwischen den entsprechenden oberen oder unteren Pixelsignalen in den ersten und zweiten Speichern 9, 8 bietet.

Die Information über den Zwischenfahrzeugsabstand R (d.h. den Abstand zum vorhergehenden Fahrzeug 5), eingefangen durch das erste Fenster 15, sowie den Abstand R zum Objekt 18 (welches ein Berg in der illustrierten Ausführungsform ist), eingefangen durch das zweite Fenster 16 und berechnet in der obigen Art und Weise, wird sukzessive eingegeben an die Fensterpositions-Korrekturereinrichtung 14, wo der Zwischenfahrzeugsabstand R und der Abstand A zum Objekt 18 miteinander verglichen werden.

Falls der Abstand A zum Objekt 18 größer ist als der Zwischenfahrzeugsabstand R, bestimmt der Mikrocomputer 10, daß das Bild 18 des Objekts in dem zweiten oder oberen Fenster 16 nicht ein Abschnitt des Bildes 5a des vorhergehenden Fahrzeugs 5 ist und daß das erste Fenster 15 zu hoch positioniert sein könnte bezüglich des Bildes 5a des vorhergehenden Fahrzeugs. Somit arbeitet in diesem Fall die Fensterposition-Korrekturereinrichtung 14 zum Verschieben der Position des ersten Fensters 15 in eine Abwärtsrichtung relativ zum Bild 5a des vorhergehenden Fahrzeugs. Daraus resultierend kommt, wie gezeigt in Figur 5, ein Abschnitt des Bildes 5a des vorhergehenden Fahrzeugs in das zweite Fenster 16, so daß der Abstand zum vorhergehenden Fahrzeug 5 durch das zweite Fenster 16 gemessen werden kann.

Falls der Abstand A gleich ist vom Zwischenfahrzeugabstand R, bestimmt der Mikrocomputer 10, daß das Bild 18 des Objekts im zweiten Fenster 16 ein Abschnitt des Bildes 5a des vorhergehenden Fahrzeugs 5 ist und daß das erste Fenster 15 zu niedrig positioniert sein könnte bezüglich des Bildes 5a des vorhergehenden Fahrzeugs. Dementsprechend beginnt die Fensterpositionskorrekturereinrichtung 14 die Position des ersten Fensters 15 in eine Aufwärtsrichtung relativ zum Bild 5a des vorhergehenden Fahrzeugs zu verschieben, so daß das bild 5a des vorhergehenden Fahrzeugs 5 vollständig verschindet aus dem zweiten Fenster 16, welches dann ein Hintergrundobjekt 18 einfängt, wie z.B. einen Berg, der weiter entfernt ist von dem betreffenden Fahrzeug als das vorhergehende Fahrzeug 5, zum Messen des Abstands A zum Berg 18. Daraus resultierend wird der Abstand A größer als der Zwischenfahrzeugabstand R.

Auf die obige Art und Weise wird das erste Fenster 15 zum Verfolgen des Bildes 5a des vorhergehenden Fahrzeugs vertikal bewegt in automatischer Art und Weise, so daß die Position des ersten Fensters 15 gehindert wird vor jeglichen exzessiven vertikalen Verschiebungen bezüglich des Bildes 5a des vorhergehenden Fahrzeugs, um somit das erste Fenster 15 in die Lage zu versetzen, dieses in einer äußerst stabilen und zuverlässigen Art und Weise zu verfolgen.

Obwohl in der obigen Beschreibung das zweite Fenster 16 eingestellt wird an einem Ort neben und oberhalb dem ersten Fenster 15, um somit exzessive vertikale Verschiebungen bezüglich des Bildes 5a des vorhergehenden Fahrzeugs zu vermeiden, kann es anjeglichen anderen Ort um das erste Fenster 15 definiert werden. Beispielsweise kann es rechts oder links vom ersten Fenster 15 eingestellt werden (oder horizontal neben einer Seite davon) zum Zwecke des Verhinderns jeglicher exzessiven lateralen oder seitlichen Verrückung des ersten Fensters 15 relativ zum Bild 5a des vorhergehenden Fahrzeugs.

Zusätzliche sind die Größe und/oder die Konfiguration der ersten und zweiten Fenster 15, 16 nicht begrenzt auf die, die oben beschrieben wurden, sondern können willkürlich variiert werden in Übereinstimmung mit einem zu verfolgenden oder zu fangenden Objekt.

EP-Nr. 91 119 955.2-2213  
Mitsubishi Denki K.K.

55 847 q7/cb

### Patentansprüche

1. Fahrzeugfolgevorrichtung mit einer Abstandsmeßfunktion, umfassend:

ein Paar erster und zweiter Bildsensoren (3, 4, 6, 7) einschließlich eines Paares optischer Systeme (1, 2), angeordnet unter einem vorbestimmten Abstand voneinander, zum optischen Erfassen einer Vielzahl von Objekten (5a, 18) einschließlich eines vorhergehenden Fahrzeugs (5a), das vor einem betreffenden Fahrzeug fährt, auf dem die Fahrzeugfolgeeinrichtung angebracht ist;

einen ersten Speicher zum Speichern des Bildes der Objekte (5, 18), die erfaßt werden durch den ersten Bildsensor (3, 6), als erste Bildsignale;

einen zweiten Speicher zum Speichern der Bilder der Objekte (5a, 18), die erfaßt werden durch den zweiten Bildsensor (4, 7), als zweite Bildsignale;

eine Anzeige (11) mit einem Schirm zum Anzeigen der Bilder von den Objekten (5a, 18), welche erfaßt werden durch die ersten oder zweiten Bildsensoren (3, 4; 6, 7), auf dem Schirm;

eine Bildfolgeeinrichtung (12, 13) zum variablen Erzeugen auf dem Schirm von der Anzeige (11) eines ersten Fensters (15), welches darin ein Bild eines vorhergehenden Fahrzeugs (5a) enthält, das vor dem betreffenden Fahrzeug fährt, und eines zweiten Fensters (16) anliegend an einer Seite davon und in fester Beziehung zu dem ersten Fenster (15);

eine Abstandsberechnungseinrichtung (10) zum Berechnen von Abständen  $(R, A)$  zu den Objekten (5, 18) in den ersten und zweiten Fenstern (15, 16) basierend auf Abweichung der Bilder der Objekte (5, 18), welche durch den zweiten Bildsensor (4, 7) erfaßt und in dem zweiten Speicher (9) gespeichert werden, von entsprechenden Referenzbildern der Objekte (5, 18) in den ersten und zweiten Fenstern (15, 16), welche durch den ersten Bildsensor (2, 6) erfaßt und in dem ersten Speicher (8) gespeichert werden; und

eine Fensterpositions-Korrekturereinrichtung (14) zum Korrigieren der Position des ersten Fensters (15), das erzeugt wird durch die Bildfolgeeinrichtung (12, 13), durch Bewegen des ersten Fensters (15) hin zu oder weg von der aktuellen Position des zweiten Fensters (16) abhängig von der Beziehung der berechneten Abstände auf  $(R, A)$ , so daß das Bild des vorhergehenden Fahrzeugs (5a) stets in dem ersten Fenster (15) eingefangen ist.

2. Abstandserfassungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildfolgeeinrichtung (12, 13) das zweite Fenster (16) an einem Ort anliegend an und oberhalb des ersten Fensters (15) definiert und daß die Fensterpositions-Korrekturereinrichtung (14) die Position des ersten Fensters (15) in vertikaler Richtung abhängig davon bewegt, ob der Abstand zum Objekt in dem ersten Fenster (15) gleich oder größer ist als der Abstand zum Objekt in dem zweiten Fenster (16).

3. Abstandserfassungseinrichtung nach anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fensterpositions-Korrekturereinrichtung (14) die Position des ersten Fensters (15) in einer Aufwärtsrichtung bewegt, falls der Abstand zum Objekt im ersten Fenster (15) gleich ist zum Abstand zum Objekt in dem zweiten Fenster (16), oder in einer Abwärtsrichtung, falls der Abstand zum Objekt in dem ersten Fenster (15) größer ist als der Abstand zum Objekt in dem zweiten Fenster (16).

4. Abstandserfassungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildfolgeeinrichtung (12, 13) das zweite Fenster (16) definiert an einem Ort horizontal anliegend an einer Seite des ersten Fensters (15) und die Fensterkorrekturereinrichtung (14) die Position des ersten Fensters (15) in einer horizontalen Richtung bewegt abhängig davon, ob der Abstand zum Objekt in dem ersten Fenster (15) gleich ist zu oder größer ist als der Abstand zum Objekt in dem zweiten Fenster (16).

5. Abstandserfassungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fensterpositions-Korrekturereinrichtung (14) die Position des ersten Fensters (15) in einer horizontalen Richtung zum zweiten Fenster (16) bewegt, falls der Abstand zum Objekt in dem ersten Fenster (15) gleich ist zum Abstand zum Objekt im zweiten Fenster (16) oder in einer Richtung weg von dem zweiten Fenster (16) falls der Abstand zum Objekt in dem ersten Fenster (15) größer ist als der Abstand zum Objekt in dem zweiten Fenster (16).

6. Abstandserfassungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Bildsensoren (3, 6, 4, 7) im wesentlichen in einer vertikal beabstandeten Beziehung bezüglich zueinander angeordnet sind, und daß die Abweichungen vertikaler Abweichungen der Bilder der Objekte (5a, 18), erfaßt durch den zweiten Bildsensor (4, 7), von dem entsprechenden Referenzbild der Objekte innerhalb des ersten Fensters (15), erfaßt durch den ersten Bildsensor (3, 6), sind.

FIG. 1

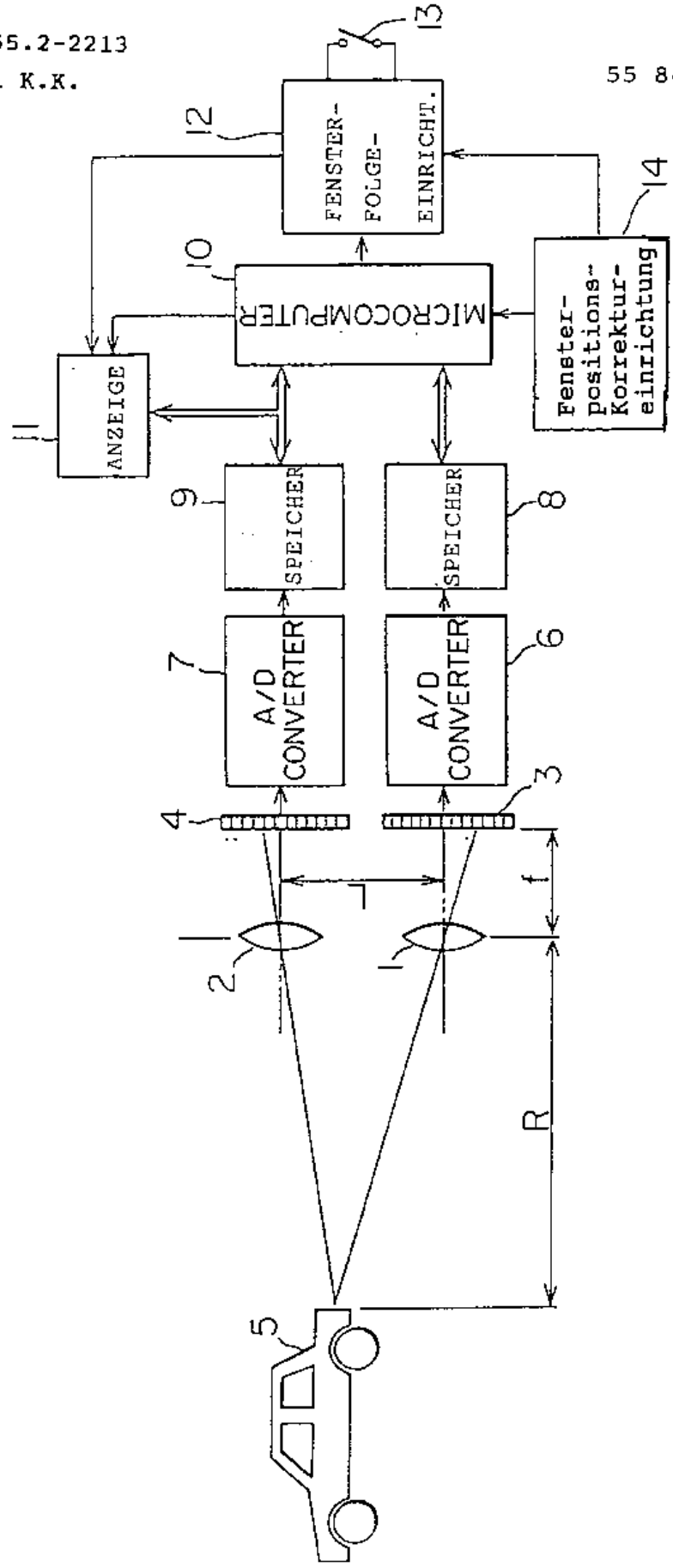




FIG. 2

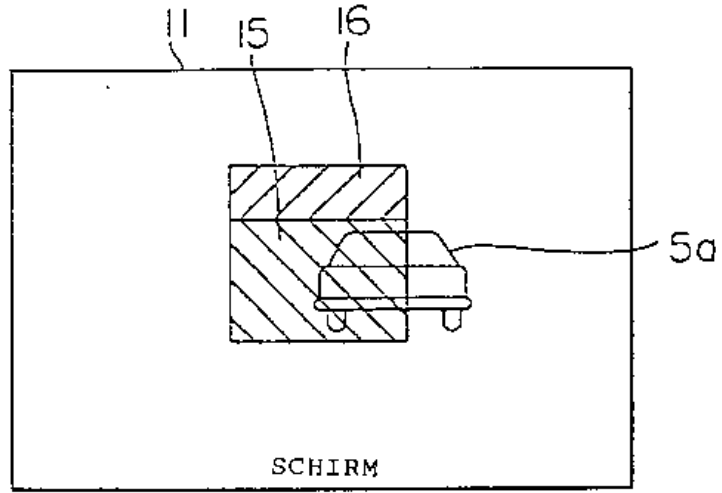


FIG. 3

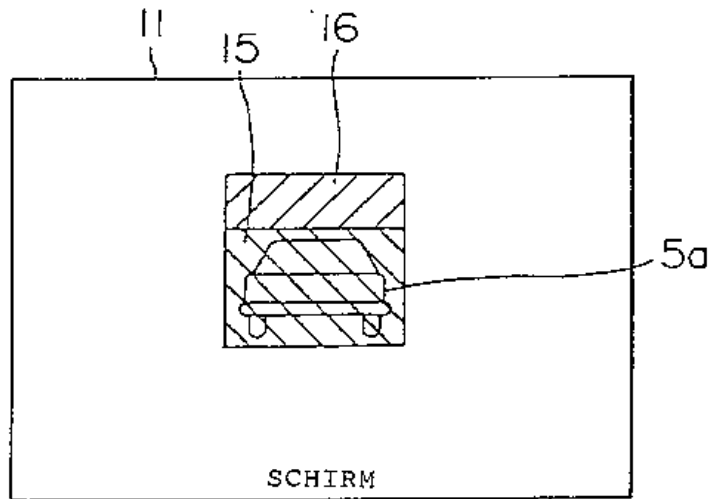


FIG. 4(a)

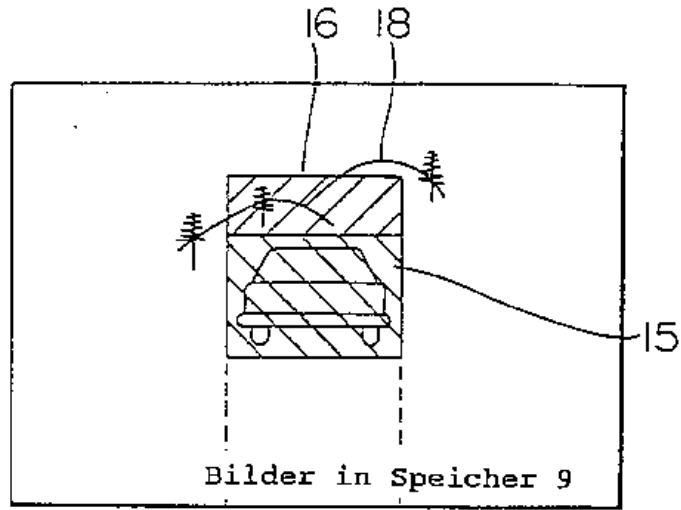


FIG. 4(b)

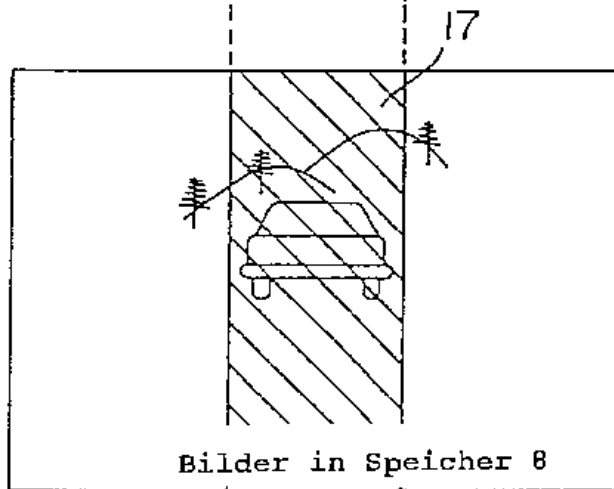


FIG. 5

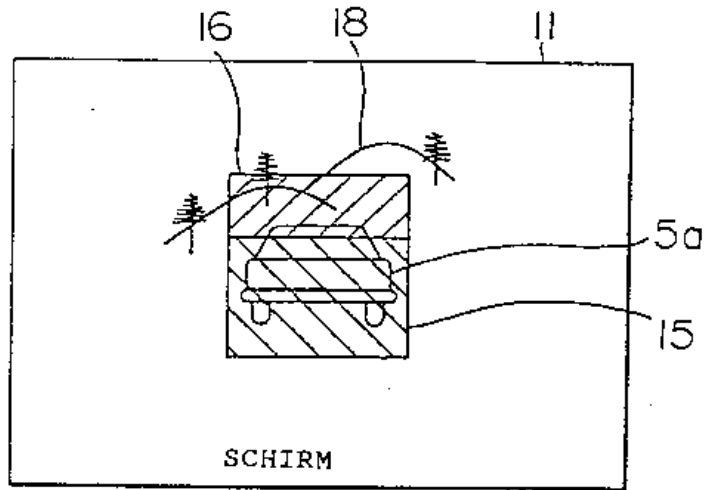


FIG. 6

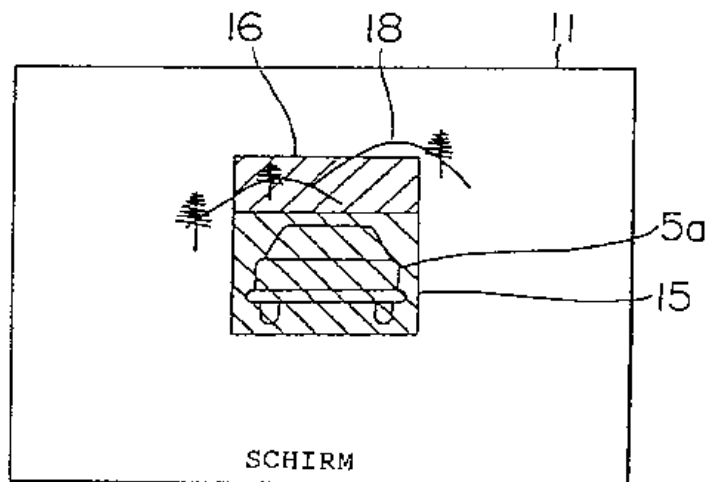
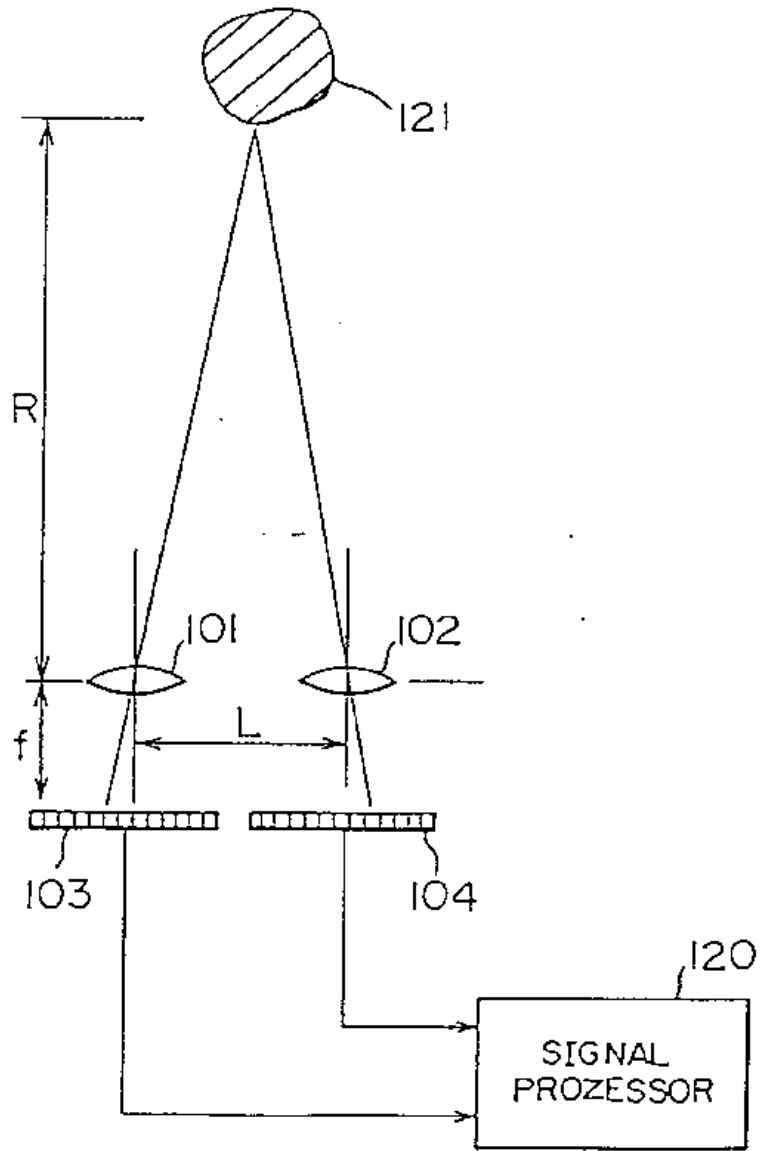


FIG. 7



19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11 Publication number:

**0 361 914  
A2**

12

**EUROPEAN PATENT APPLICATION**

21 Application number: 89309876.4

51 Int. Cl.5: G05D 1/02

22 Date of filing: 28.09.89

30 Priority: 28.09.88 JP 243329/88  
28.09.88 JP 243330/88  
28.09.88 JP 243331/88

43 Date of publication of application:  
04.04.90 Bulletin 90/14

64 Designated Contracting States:  
DE FR GB

71 Applicant: HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI  
KAISHA  
1-1, 2-chome Minami-Aoyama  
Minato-ku Tokyo(JP)

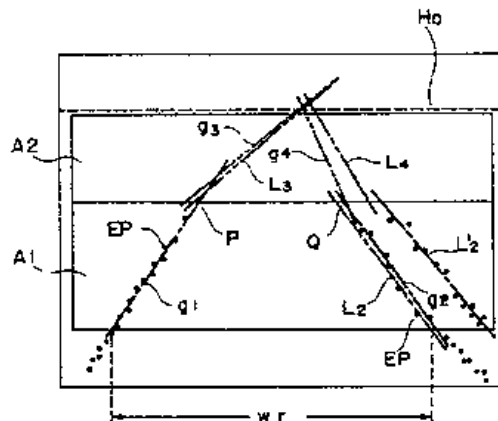
72 Inventor: Nakayama, Shigeto  
16-9, Mejirodai 3-chome  
Hachioji-shi Tokyo(JP)  
Inventor: Hasegawa, Hiroshi  
18-12-503, Niiza 2-chome  
Niiza-shi Saitama(JP)

74 Representative: Tomlinson, Kerry John et al  
Frank B. Dehn & Co. European Patent  
Attorneys Imperial House 15-19 Kingsway  
London WC2B 6UZ(GB)

54 A driving way judging device and method.

67 This invention relates to a device and a process for judging a contour of a road by processing data of an image taken of the road by a camera. In the data processing, Hough transform is used to obtain a plurality of straight lines approximate to the edges of the road. In order to recognize a contour of a road, it is most important to recognize the edges of the road. For the recognition of a road, for example, an image taken of the road is divided into upper and lower regions (A2,A1). In the lower region, two straight lines (g2,g1) are given approximate to the right and the left edges of the road. In the upper region as well, two straight lines (g4,g3) are given approximate to the right and the left edges of the road. Then, positional relationships between the intersection of the former two straight lines and that of the latter two straight lines are determined. Based on the positional relationships, it can be judged very easily whether the road is straight, curves, inclines or declines.

Fig.14



EP 0 361 914 A2

## A DRIVING WAY JUDGING DEVICE AND METHOD

This invention relates to a device and a method for judging a driving way, specifically to a driving way judging device and method which judge contours, such as straights, curves, inclines, declines, etc. by image processing.

In order to computer-control a drive of an automobile, it is necessary to recognize in real time the contour of a driving way, such as a road. To this end, it is proposed for example to draw optical or magnetic judging lines on driving ways for an optical sensor or magnetic sensor provided on the automobile to sense the judging lines. But this needs drawing judging lines on driving ways, and the automatic drive control systems for such use are not universal. Then, what is proposed here is taking an image of a driving way by a television camera installed in a vehicle and computer-processing the image data so as to recognize the contour of the driving way in real time. There are various methods for processing the image data. One example of the methods uses Hough transform as described in Japanese Patent Laid-Open Publication No 24310/1987 and Japanese Patent Laid-Open Publication No. 70916/1987. But this method has the following disadvantages. The image data prepared by taking a picture of a driving way includes not only data corresponding to the edges of the driving way but also data of buildings, trees around the driving way and data corresponding to the center line. Accordingly it takes a long data processing time to process the data accurately to distinguish the contour of the driving way. In speeding up the data processing, the computer system has to be complicated and becomes expensive. But what is firstly necessary to perform the automatic drive control of a vehicle is to distinguish the macroscopic contour of a driving way. This macroscopic judgment facilitates microscopic judgment of the contour of the driving way.

On the other hand, in the method described in the above-mentioned references, Hough transform is performed on respective characteristic points on an image taken by the camera to thereby give groups of straight lines corresponding to characteristics of characteristic point distributions. To be specific, the contours of white shoulder lines drawn on the edges of a driving way, the center line at the center thereof, guard rails along the driving way, and buildings along the driving way are given as characteristic points on the image. But the straight line groups include such a large number of straight lines that it is not easy to judge which straight lines correspond to the edges of the driving way. It is necessary especially to the case where this method is adapted to an automobile

drive control to recognize the contour of a driving way in real time. Accordingly straight lines corresponding to the edges of the driving way have to be extracted in a very short period of time. But it has been difficult for the above-described method to perform such extraction.

Although a large number of straight lines are thus obtained, they include a number of straight lines having different attributes, i.e., a number of straight lines having different positions and directions. This makes it difficult to judge a direction of continuous run of the driving way in the image, i.e., to judge the direction of continuous run of the driving way. When an image of the driving way taken by the camera is studied in terms of straight arrangements of characteristic points, the image has regions in which characteristic straight arrangements of characteristic points appear, and in which they do not clearly appear. Generally it is easy in the former region to extract an approximate straight line to an arrangement of characteristic points. In the latter region it is difficult to extract an approximate straight line. But in the above-described prior art method, basically the data in both regions are processed collectively, not separately. Consequently it has been impossible to distinguish the contour of a driving way at high speed and with ease.

A first object of this invention is to provide a device and method for judging the macroscopic contour of a driving way at high speed and with ease.

A second object of this invention is to provide a device and a method for extracting at high speed and with ease a pair of straight lines opposed to each other on the right and left edges of a driving way, based on a number of straight lines obtained by processing an image data.

A third object of this invention is to provide a device and a method for accurately judging inclines, declines and curves of a driving way, based on positional relationships between a pair of straight lines corresponding to the edges of the driving way.

A first driving way judging device according to this invention for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way comprises straight line extracting means for extracting a first straight line approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to one of the edges of the driving way on the image taken of the driving way; straight line selecting means for selecting a second straight line out of a group of straight lines approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to the other of the edges of the driving

way, based on a position of the first straight line on the image and preset width information of the driving way; and judging means for judging a contour of the driving way, based on the first and the second straight lines. This device can extract straight lines corresponding to both edges of a driving way based on preset width information of the driving way. That is, a second straight line corresponding to one of the edges of the driving way can be decided in relationship with a first straight line corresponding to the other of the edges, based on the width information of the driving way.

A second driving way judging device according to this invention comprises image dividing means for dividing the data into at least two regions including a lower region (a first region A1) of the image taken of the driving way and an upper region (a second region A2) thereof; lower straight line extracting means for extracting a first lower straight line (a first straight line  $g_1$ ) approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to one of the edges of the driving way in the lower region; lower straight line selecting means for selecting a second lower straight line (a second straight line  $g_2$ ) out of a group of straight lines approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to the other of the edges of the driving way, based on a position of the first lower straight line and preset width information of the driving way; upper straight line extracting means for extracting a first upper straight line (a third straight line  $g_3$ ) approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to one of the edges of the driving way in the upper region; upper straight line selecting means for selecting a second upper straight line (a fourth straight line  $g_4$ ) out of a group of straight lines approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to the other of the edges of the driving way, based on a position of the first upper straight line and preset width information of the driving way; and judging means for judging a contour of the driving way, based on a lower straight line intersection of the first and the second lower straight lines, and an upper straight line intersection of the first and the second upper straight lines. In this device, an image is divided into a first and a second region so as to find straight lines in the respective regions. In the lower region on the near side is an image of substantially only a driving way. Accordingly under no influence of buildings along the driving way in extracting straight lines, the contour of the driving way can be judged accurately and easily.

A first driving way judging process for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way by a camera com-

prises a first step of giving straight line groups of a plurality of straight lines corresponding to characteristic point distributions on the image taken of the driving way; a second step of computing a position of a horizon on the image, based on preset position information of the camera; a third step of extracting out of the straight line group a first straight line approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to one of the edges of the driving way on the image; a fourth step of extracting a second straight line approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to one of the edges of the driving way on the image out of those of the groups of straight lines passing near an intersection of a position of the horizon and the first straight line and spaced from the first straight line by a distance corresponding to preset width information of the driving way; and a fifth step of judging a contour of the driving way, based on the first and the second straight lines. In this process, out of a number of straight lines given by the image processing the one corresponding to one of the edges of a driving way is decided, and a straight line corresponding to the other of the edges is predicted based on relationships between a horizon and a width of the driving way (a road). Based on this prediction, a straight line corresponding to the other of the edges is extracted from the straight lines.

A second driving way judging process for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way comprises a first step of dividing the image taken of the driving way into at least two regions including a first region in which characteristic point distributions on the image appear more characteristically and a second region which is adjacent to the first region in the direction of continuation of the characteristic point distributions; a second step of giving straight line groups of a plurality of straight lines corresponding to the characteristic point distributions on the image; a third step of extracting out of the straight line groups a first straight line approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to one of the edges of the driving way in the first region; a fourth step of extracting a second straight line approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to said one of the edges of the driving way in the second region out of those of the straight line groups passing near an intersection of a boundary between the first and the second regions, and the first straight line; and a fifth step of judging a contour of the driving way, based on the first and the second straight lines. In this process a first straight line is extracted in the region (the first region) where a straight line corresponding to a

characteristic point distribution can be easily extracted, and based on the first straight line, a second straight line is extracted in the region (the second region) where a straight line cannot be extracted easily corresponding to a characteristic point distribution. The first and the second straight lines intersect each other near a boundary between the first and the second regions.

The present invention will become more fully understood from the detailed description given hereinafter and the accompanying drawings which are given by way of illustration only, and thus are not to be considered as limiting the present invention.

#### Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a functional block diagram of the device according to one embodiment of this invention.

Fig. 2 is a flow chart of the general processing of the driving way judging method according to one embodiment of this invention;

Figs. 3(a) and (b) are views explaining positions where a camera is mounted on an automobile;

Figs. 4(a) - (c) are views explaining relationships of locations of the automobile on a driving way and images taken by the camera;

Fig. 5 is a view explaining the setting of a first region A1 and a second region A2 in the image;

Figs. 6(a) and (b) are views explaining Hough transform used in the method and device according to the embodiment;

Fig. 7 is a view explaining filtering used in the method and the device according to the embodiment;

Fig. 8 is a view explaining results of the Hough transform and sorting;

Fig. 9 is a flow chart explaining the steps of clustering;

Fig. 10 is a view specifically explaining a result of the clustering;

Fig. 11 is a flow chart of extraction and selection of straight lines in a first region A1 of an image;

Fig. 12 is a flow chart of selecting a straight line;

Fig. 13 is a flow chart of extraction and selecting of straight lines in a first region A2 of an image;

Fig. 14 is a view explaining in an image the extraction and selection of straight lines  $g_1 - g_4$  corresponding to the edges of a driving way;

Figs. 15 (a) - (d) are views explaining judgment of contours of a driving way, such as a

straight, right curve, incline and decline;

Figs. 16(a) - (e) are views explaining the steps of selecting, based on a first straight line corresponding to one of the edges of a driving way, a second straight line corresponding to the other of the edges of the driving way; and

Figs. 17(a) - (f) are views explaining the steps of extracting and selecting straight lines corresponding to the edges of a driving way with an image divided in a plurality of regions.

As shown in Fig. 1, an analog image data of a driving way taken by a camera 1 mounted on a vehicle is converted into digital data by an A/D converter 2 to be temporarily stored in an image memory 3. Digital image data read from the image memory 3 is supplied to a pretreating unit 4. In the pretreating unit 4, on this digital image data are performed a differentiation for the edge detection, a threshold treatment based on a look-up table (LUT), a setting of regions to be treated, a transformation of coordinate system, etc. A DDA unit 5 performs the so-called digital differential analysis (DDA). Here in the DDA unit 5 Hough transform is conducted in the pipe-line system. This Hough transform gives groups of straight lines corresponding to characteristics of the image.

Data of the straight line groups given by the Hough transform are supplied to a neighboring peak filtering unit 6. In the unit 6, eight-neighboring peak filtering, for example, is performed to select peak data. The selected peak data are supplied to a peak sorting unit 7 to be arranged in decreasing order of magnitude. Subsequently in a clustering unit 8 a representative value of the peak data is selected. This representative value is supplied to a straight line extracting/selecting unit 9. Data of the extracted/selected straight lines are supplied to a judging unit 10. In the judging unit 10 the contour of the driving way, such as a width, curve, incline, decline, etc., are judged. A judged output is supplied to an outside device(not shown), e.g., an automatic drive controller, while supplied to a monitor control unit 11 to be displayed by a CRT monitor 12 in a live image of the driving way and also in line components. The operations of the above-described units are controlled by a controller 13. An initial value setting unit 14 is for setting initial data of the width of a driving way, etc.

The operation of the device according to the above-described embodiment will be explained below.

The flow chart of Fig. 2 shows the general procedure of a processing operation. When a processing operation is started, an initial setting is performed (Step 201). In this initial setting step, a driving way width  $WR$ , an elevation angle  $\theta_0$ , a focal length  $f$  of the lens of the camera 1, a height  $H_c$  of the position of the camera 1 are set. This



procedure will be explained with reference to Figs. 3 and 4.

Assuming that, as shown in Fig. 3(a), a vehicle 32 is driving on a driving way 31 with the camera 1 secured to the vehicle 32, an elevation angle  $\theta_0$  of the camera 1, and a height  $H_c$  of a position of the camera can be set as known values, based on the structure of the vehicle 1. A focal length  $f$  can be set as a known value, based on the structure of the camera 1. Fig. 3(b) is an enlarged view of the positional relationship of the optical system of Fig. 3(a). A driving way width  $WR$  is set as shown in Fig. 4. With the above-described data set, a driving way width  $wr$  at the lower end of an image can be given. That is, a driving way width  $wr$  on the image can be given by

$$wr = (WR \cdot f) \{ (L_{low} + H_c \cdot \tan \theta_0) \cos \theta_0 \} \quad (1).$$

A distance  $L_{low}$  which can be covered at the lower end of the image is given

$$L_{low} = H_c \cdot \tan(\theta_0 + \tan^{-1}(y_{low}/f)) \quad (2).$$

A driving way width  $WR$  for the case that the direction of the driving way is slant to the camera 1 is given based on an inclination angle  $\psi$  by

$$WR' = WR \cdot \sin \psi. \quad (3)$$

Subsequently a position of a horizon on the image is computed (Step 202 in Fig. 2). A position  $H_0$  of the horizon can be given as shown in Fig. 3(b) by

$$H_0 = f \cdot \tan \theta_0. \quad (4)$$

Then a first region A1 and a second region A2 of the image are set (Step 204 in Fig. 2). That is, as shown in Fig. 5, the first region A1 covers the near side of the driving way 31, and the second region A2 covers the far side of the driving way 31. The first and the second regions A1, A2 are set in a ratio of 3:2 so that the upper end of the second region A2 substantially agrees with a position  $H_0$  of the horizon.

When these preparatory steps are finished, image data are inputted and the processing of the data are repeatedly executed for judgment of the driving way. That is, analog image data is converted into digital data by an A/D converter 2. This digital data is inputted through an image memory 3 in Fig. 1 to a pretreating unit 4 for required pretreatment (Step 205 in Fig. 2). In the pretreating unit 4 the digital data is edge-detected by, e.g., a Sobel. The resultant edged data is Hough transformed by a DDA unit 5 in Fig. 1. The Hough transform is conducted in the pipe-line system by a plurality of serially connected DDA circuits (not shown). The processing of the edged data is explained in, e.g., U.S. Patent No. 3069654. That is, in an image showing a distribution of edge points, a straight line passing through the edge points is imaged, and a perpendicular is drawn to this straight line from a required origin. If the length of the perpendicular is  $\rho$ , the angle of this perpen-

dicular to the horizontal axis of the coordinate system on the image is  $\theta$ , and the value of  $\theta$  is varied, the straight line group is converted into a sine curve which is called Hough curve. This sine curve is drawn in the  $\rho$ - $\theta$  plane. This Hough curve varies depending on an edge point, and edge points aligned on the same straight line on the image have one intersection in the  $\rho$ - $\theta$  plane. This makes it possible to obtain the position and inclination of a straight line  $g$  approximate to an arrangement of edge points in the  $\rho$  and  $\theta$  values by checking the overlap of the Hough curves in the  $\rho$ - $\theta$  plane.

This will be explained below with reference to Fig. 6. It is assumed that there are three edge points  $EP_0, EP_1, EP_2$  in  $x$ - $y$  plane, an image plane, as shown in Fig. 6(a). Then one Hough curve (sine curve) is drawn through each edge point  $EP_0, EP_1, EP_2$  in the  $x$ - $y$  plane. Two Hough curves through the edge points  $EP_0, EP_1$  intersect at coordinates  $(\rho_1, \theta_1)$ , two Hough curves through  $EP_0, EP_2$  intersect at coordinates  $(\rho_2, \theta_2)$ . Here is assumed that fifteen edge points  $EP_0 - EP_{14}$  are arranged as shown in Fig. 16(b). One Hough curve is drawn through each edge point in the  $\rho$  -  $\theta$  plane. It is seen that nine Hough curves through the edge points  $EP_0 - EP_8$  intersect at coordinates  $(\rho_c, \theta_c)$ , the three Hough curves through the edge points  $EP_9 - EP_{10}$  at coordinates  $(\rho_b, \theta_b)$ , and the five Hough curves  $EP_{10} - EP_{14}$  intersect at coordinates  $(\rho_a, \theta_a)$ .

As seen from the above explanation, a straight line is given, based on the coordinate values  $(\rho, \theta)$  of those of the intersections of the Hough curves where the intersection takes place more frequent, approximately to the arrangement of the edge points. Based on the thus obtained straight line, a characteristic arrangement of data on the image, i.e. a characteristic point distribution can be recognized.

Next, the filtering in Step 210 in Fig. 2 will be explained below with reference to Fig. 7.

Fig. 7 shows count values in the  $\rho$ - $\theta$  coordinate system, i.e., overlaps of Hough curves corresponding to respective edge points. The eight-neighbor peak filtering is conducted by comparing a count value  $C_{ij}$  at coordinates  $(\rho_i, \theta_j)$  with the count values at eight coordinates neighboring the coordinates  $(\rho_i, \theta_j)$ . That is, when the count value  $C_{ij}$  is larger than count values  $C_{i+1, j-1} - C_{i-1, j+1}$  at coordinates  $(\rho_{i+1}, \theta_{j-1}) - (\rho_{i-1}, \theta_{j+1})$ , the count value  $C_{ij}$  is selected as peak data. Thus, in the area in Fig. 7 indicated by F1, for example, the count value 7 at coordinates  $(\rho_3, \theta_3)$  is extracted as peak data, but in the area indicated by F2 the count value 6 at coordinates  $(\rho_4, \theta_6)$  is not extracted as peak data.

The filtering is followed by the sorting. In the sorting, peak data based on  $\rho, \theta$  coordinate values and count values described above are rearranged

in decreasing order of the count values C. The sorting is conducted by a software or by an exclusive hardware.

This sorting is followed by clustering in which representative values are selected (Step 213 in Fig. 2).

Fig. 8 shows an example of sorted peak data. In Fig. 8, the count values  $C_0, C_1, C_2, \dots, C_{n-1}$  have been arranged by the sorting in the order of  $C_0 > C_1 > C_2 > \dots > C_{n-1}$ . In the clustering, as shown by the flow chart of Fig. 9, firstly  $k=0$ , and  $i=1$  are set (Step 501). Then the processings of Steps 502 - 515 are repeated. The clustering will be generally explained with  $k$  and  $i$  set as above. First, it is checked whether an  $i$ -th straight line with  $i > k$  has already been associated with other straight lines (Step 502). When not, it is checked whether coordinate values  $\rho, \theta$  have the relationships

$$\rho_k - \Delta\rho \leq \rho_i \leq \rho_k + \Delta\rho$$

$$\theta_k - \Delta\theta \leq \theta_i \leq \theta_k + \Delta\theta$$

(Step 504). Only when the above-described relationships hold, the  $i$ -th straight line is recognized as associated with a  $k$ -th straight line (Step 505). Next, 1 is added to  $i$  (Step 507), and only when data is present (Step 508), it is checked whether the  $i$ -th count value  $C_i$  is too small compared with a maximum count value  $C_0$  (Step 510). This comparison is based on the fact that a too small count value does not much need the data processing.

When the count value  $C_i$  is not too small, the processing returns again to Step 502. When the count value  $C_i$  is too small, 1 is added to  $k$  (Step 511), and another clustering processing is started in Step 513. That is, it is checked whether the  $k$ -th straight line has been already associated with other straight lines (Step 513). If it has, 1 is added to  $k$  in Step 511, and Step 513 is again executed. If the  $k$ -th straight line has not been associated with other straight lines, an  $i$ -th next to the  $k$ -th ( $=k+1$ ) straight line (Step 515) is processed again by Step 502.

Fig. 10 shows a result of the above-described clustering. In Fig. 10, first representative values are  $\rho=200$  [dots],  $\theta=45$  [deg.] at a count value of 1000. Second representative values are  $\rho=240$  [dots],  $\theta=123$  [deg.] at a count value of 780.

This processing is followed by extraction of straight lines in the first region A1 of Step 214 in Fig. 2. Figs. 11 - 13 show the flow chart of the extraction of Step 214. In extracting straight lines in the first region A1, firstly a straight line corresponding to  $N$ -th representative values is taken out as a first straight line  $g_1$  (Step 551), and it is checked whether this straight line corresponds to the edge of the driving way on the left or the right side with respect to the camera 1 (Step 552). When the straight line is on the right side, a second straight line  $g_2$  is supposed to be on the left side, and

theoretical values of the second straight line are given (Step 554). When the straight line is on the left side, the second straight line  $g_2$  is supposed to be on the right side, and the theoretical values of the second straight line are given (Step 555). The above-described processing is repeated (Step 556) until representative values other than those corresponding to the first straight line  $g_1$ , which are approximate to the theoretical values are found (Step 557). If a first straight line is represented by  $g_1 = (\rho_1, \theta_1)$ , theoretical values  $\rho_{2r}, \theta_{2r}$  of a straight line  $g_{2r} = (\rho_{2r}, \theta_{2r})$  on the right side are given by

$$\rho_{2r} = H_0 \cdot \sin \theta_{2r}$$

$$\theta_{2r} = \tan^{-1} \{[(\rho_1 \cdot \cos \theta_1) + wr] / H_0\} \quad (5)$$

On the other hand, theoretical values  $\rho_{2l}, \theta_{2l}$  of a straight line  $g_{2l} = (\rho_{2l}, \theta_{2l})$  on the left side are given by

$$\rho_{2l} = H_0 \cdot \sin \theta_{2l}$$

$$\theta_{2l} = \tan^{-1} \{[(\rho_1 \cdot \cos \theta_1) - wr] / H_0\} \quad (6)$$

Here, if it is assumed that the first straight line  $g_1$  is as shown in Fig. 14, the theoretical values are given based on the relationship between a width  $w$  of the running way and a position  $H_0$  of the horizon in the image. Further if it is assumed that a straight line of the representative values corresponding to the thus given theoretical values is the straight line  $L_2$  in Fig. 14 as a result of the processing of Step 560, an operation is performed for deciding the straight line  $L_2$  as a candidate straight line for the second straight line  $g_2$  (Step 561).

The processing of Step 561 is shown by the flow chart of Fig. 12. A group of candidate straight lines for the second straight line  $g_2$  is formed (Step 571). The group is formed by, e.g., collecting those representative values which are in a required range, a method in which the Hough transform is conducted at smaller angles, or other methods. In any method, in addition to the straight line  $L_2$  approximate to theoretical values, a group including the second straight line  $g_2$  is formed (see Fig. 14). Next, numbers of edge points EP below respective candidate straight lines are counted (Step 572). A straight line having a largest number of edge points therebelow is accepted as the second straight line  $g_2$ . Thus, free from the influence of the straight lines  $L_2, L_2'$ , the real straight line  $g_2$  can be selected. When the processing on the first region A1 as described above is over, the processing on the second region A2 is started following the steps of the flow chart of Fig. 13.

First, intersections P, Q of the first and the second straight lines  $g_1, g_2$  in the first region A1 with the upper end of the first region A1 are found (Step 581). Next, a straight line passing near the intersection P is selected as a candidate for a third straight line  $g_3$  (Step 582). The processing of the flow chart of Fig. 12 is performed on this candidate straight line for the decision of a straight line (Step

584), which enables the real third straight line  $g_3$  to be extracted under no influence of neighboring straight lines, e.g., the straight line  $L_3$  in Fig. 14. Then the step of extracting a fourth straight line  $g_4$  follows (Step 585). This step is the same as Steps 551 - 560 in Fig. 11. Finally, the processing of Fig. 12 for deciding a straight line is performed, and the fourth straight line  $g_4$  can be extracted under no influence of, e.g., the straight line  $L_4$  in Fig. 14.

The above-described processing is followed by judging a contour of the driving way (Step 217 in Fig. 2).

This judgment is made based on the relative positional relationship between the intersection  $R_1$  of the first and the second straight lines  $g_1, g_2$ , and the intersection  $R_2$  of the third and the fourth straight lines  $g_3, g_4$  as shown in Fig. 15(a). That is, when the driving way is straight and flat, the coordinates of the intersections  $R_1, R_2$  substantially agree. In contrast to this, as shown in Fig. 15(b), when the driving way curves right, the intersection  $R_2$  appears right of the intersection  $R_1$ . When the driving way curves left, the intersection  $R_2$  appears left of the intersection  $R_1$ . As shown in Fig. 15(c), when the driving way is an upward slope, the intersection  $R_2$  appears above the intersection  $R_1$ . As shown in Fig. 15(d), when the driving way is a downward slope, the intersection  $R_2$  appears below the intersection  $R_1$ . Accordingly, by obtaining coordinates of the intersections  $R_1$  and  $R_2$ , and comparing them, a contour of a driving way can be judged.

Next, examples of the extraction and selection of a straight line in another embodiment will be explained below with reference to Figs. 16 and 17. It is assumed that a view taken by a camera mounted on a vehicle is as shown in Fig. 16(a). In this view, the driving way has edges 51, 51, a guard rail 52 running along the left edge, footpaths running among fields, and mountain 55 ranging on the horizon 54. The image of this view taken by the camera is differentiated to obtain edged data, and the edged data are shown in dots 56 in, e.g., Fig. 16(b). The Hough transform is conducted on the respective dots 56 and the processings are conducted to extract line components. Then a group of straight lines including straight lines  $L_1 - L_5, g_1, g_2$  as shown in Fig. 16(c) is given.

On this result of the Hough transform the filtering, sorting and clustering are conducted, and a straight line approximate to the most characteristic arrangement of the image data (dots 56) is given in representative values. If it is assumed that a straight line  $g'$  corresponding to the right edge 51 of the driving way corresponds to maximum representative values, the straight line  $g_1$  is drawn as in Fig. 16(d), and the straight line  $g_2$  intersects the horizon position  $H_0$  and the lower parallel line  $H_w$ .

The horizon position  $H_0$  can be computed based on camera positional information, such as a position of the camera, inclinations of the camera, etc. A distance between the edges 51, 51 of the driving way at the lower parallel line  $H_w$  can be computed based on the camera positional information and driving way information, such as driving way widths. It is theoretically given that the other edge 51 is either of straight lines  $L_L$  and  $L_R$  in Fig. 16(d). Then the representative values are checked to see whether the left straight line corresponds to the other edge 51, and a second straight line  $g_2$  can be given as shown in Fig. 16(e).

Fig. 17 shows another example of the extraction and selection of a straight line in the embodiment. It is assumed that an image taken by the camera is as shown in Fig. 17(a) for example. This image is processed in the same way as Figs. 16(a) - (c) to be expressed in dots in Fig. 17(b). By counting intersections of Hough curves, a group of straight lines including straight lines  $L_1 - L_5$  as shown in Fig. 17(c) is found. As seen from Fig. 17(c) the characteristics of the straight lines corresponding to the edges 51, 51 of a driving way are comparatively clear at the lower side (near side) of the image, whereas at the upper side (far side) of the image the straight lines corresponding to the edges 51, 51 of the driving way are mixed with straight lines corresponding to the other objects in the image, and it is difficult to judge characteristics of the straight lines corresponding to the edges 51, 51.

Then as shown in Fig. 17(d), a first region A1 is set on the lower side (near side) of the image where the dots 56 arrange characteristically, and straight lines corresponding to the edges 51, 51 of the driving way are searched. This search may be made by checking representative values. In most cases, straight lines of maximum representative values correspond to the edges 51, 51. Here, if it is assumed that the straight lines  $g_1, g_1'$  corresponding to the edges 51, 51 correspond to the maximum representative values and a next maximum representative values, these straight lines  $g_1, g_1'$  can be depicted as shown in Fig. 17(d).

Then a second region A2 which is adjacent to the first region A1 is set as shown in Fig. 17(e). The second region is so set that the straight lines  $g_1, g_1'$  in the first region A1 continue. Straight lines  $g_2, g_2'$  corresponding to the edges 51, 51 in the second region A2 are extracted. Since intersections  $P_1, Q_1$  of the straight lines  $g_1, g_1'$  and  $g_2, g_2'$  are supposed to be located near the boundary between the first and the second regions A1 and A2 as shown in Fig. 17(e), straight lines  $g_2, g_2'$  in the second region can be found out of straight lines passing near the intersections  $P_1, Q_1$ . Besides, since an intersection between the straight lines  $g_2,$

$g_2$ 's supposed to be near to a horizon  $H_0$ , the straight lines  $g_2, g_2'$  can be easily extracted.

Subsequently, a third region A3 is set continuous to the second region A2, as shown in Fig. 17(f) to find straight lines  $g_3, g_3'$  corresponding to the edges 51, 51'. These straight lines  $g_3, g_3'$  can be easily obtained in the same way as the straight lines  $g_2, g_2'$  in the second region A2. In this example, first of all, the processing is performed so as to extract approximate straight lines in a region (the first region A1) where arrangements of image data (dots) are characteristic, and then, based on the processing result, approximate straight lines are given in other regions (the second region A2, and following regions).

From the invention thus described, it will be obvious that the invention may be varied in many ways. Such variations are not to be regarded as a departure from the scope of the invention, and all such modifications as would be obvious to one skilled in the art are intended to be included within the scope of the following claims.

#### Claims

1. A driving way judging device for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way, the device comprising:

straight line extracting means for extracting a first straight line approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to one of the edges of the driving way on the image taken of the driving way;

straight line selecting means for selecting a second straight line out of a group of straight lines approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to the other of the edges of the driving way, based on a position of the first straight line on the image and preset width information of the driving way; and

judging means for judging a contour of the driving way, based on the first and the second straight lines.

2. A driving way judging device for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way, the device comprising:

image dividing means for dividing the data into at least two regions including a lower region of the image taken of the driving way and an upper region thereof;

lower straight line extracting means for extracting a first lower straight line approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to one of the edges of the driving way in the lower region;

lower straight line selecting means for selecting a second lower straight line out of a group of straight lines approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to the other of the edges of the driving way, based on a position of the first lower straight line and preset width information of the driving way;

upper straight line extracting means for extracting a first upper straight line approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to one of the edges of the driving way in the upper region;

upper straight line selecting means for selecting a second upper straight line out of a group of straight lines approximate to a characteristic point distribution appearing corresponding to the other of the edges of the driving way, based on a position of the first upper straight line and preset width information of the driving way; and

judging means for judging a contour of the driving way, based on a lower straight line intersection of the first and the second lower straight lines, and an upper straight line intersection of the first and the second upper straight lines.

3. A driving way judging device according to claim 2, wherein the judging means judges that the driving way curves right when the upper straight line intersection is right of the lower straight line intersection and that the driving way curves left when the upper straight line intersection is left of the lower straight line intersection.

4. A driving way judging device according to claim 2 or 3, wherein the judging means judges that the driving way declines when the upper straight line intersection is below the lower straight line intersection, and that the driving way inclines when the upper straight line intersection is above the lower straight line intersection.

5. A driving way judging process for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way, the process comprising:

a first step of giving straight line groups of a plurality of straight lines corresponding to characteristic point distributions on the image taken of the driving way;

a second step of extracting a first straight line out of the straight line groups, said first straight line being approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to one of the edges of the driving way on the image;

a third step of extracting a second straight line approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to the other of the edges of the driving way on the image out of straight line groups spaced from a position of the first straight line by a distance corresponding to width information of the driving way; and

a fourth step of judging a contour of the driving way, based on the first and the second straight lines.

6. A driving way judging process according to claim 5, wherein the third step is characterized in that the second straight line is extracted out of two of the groups of straight lines which are spaced on the right and the left sides from a position of the first straight line on the image by a distance corresponding to the width information of the driving way.

7. A driving way judging process for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way by a camera, the process comprising:

a first step of giving straight line groups of a plurality of straight lines corresponding to characteristic point distributions on the image taken of the driving way;

a second step of computing a position of a horizon on the image, based on preset position information of the camera;

a third step of extracting a first straight line out of the straight line groups, said first straight line being approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to one of the edges of the driving way on the image;

a fourth step of extracting a second straight line approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to one of the edges of the driving way on the image out of those of the groups of straight lines passing near an intersection of a position of the horizon and the first straight line and spaced from the first straight line by a distance corresponding to preset width information of the driving way; and

a fifth step of judging a contour of the driving way, based on the first and the second straight lines.

8. A driving way judging process according to claim 7, wherein the fourth step is characterized in that the second straight line is extracted out of two of the straight line groups which are spaced on the right and the left sides from a position of the first straight line on the image by a distance corresponding to the width information of the driving way.

9. A driving way judging process for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way, the process comprising:

a first step of dividing the image taken of the driving way into at least two regions including a first region in which characteristic point distributions on the image appear more characteristically and a second region which is adjacent to the first region in the direction of continuation of the characteristic point distributions;

a second step of giving straight line groups of a

plurality of straight lines corresponding to the characteristic point distributions on the image;

a third step of extracting a first straight line out of the straight line groups, said first straight line being approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to one of the edges of the driving way in the first region;

a fourth step of extracting a second straight line approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to said one of the edges of the driving way in the second region out of those of the straight line groups

passing near an intersection of a boundary between the first and the second regions, and the first straight line; and

a fifth step of judging a contour of the driving way, based on the first and the second straight lines.

10. A driving way judging process according to claim 9, wherein the second step is executed before the first step.

11. A driving way judging process for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way, the process comprising:

a first step of dividing the image taken of the driving way into at least two regions including a first region in which characteristic point distributions on the image appear more characteristically and a second region which is adjacent to the first region in the direction of continuation of the characteristic point distributions;

a second step of giving straight line groups of a plurality of straight lines corresponding to the characteristic point distributions on the image;

a third step of extracting a first pair of straight lines approximate to the ones of the characteristic point distributions appearing corresponding to one and the other of the edges of the driving way in the first region;

a fourth step of extracting a second pair of straight lines approximate to those of the characteristic point distributions appearing corresponding to one and the other of the edges of the driving way in the second region out of those of the straight line groups passing near an intersection of a boundary of the first and the second regions and the first pair of straight lines; and

a fifth step of judging a contour of the driving way, based on the first and the second pairs of straight lines.

12. A driving way judging process according to claim 11, wherein the second step is executed before the first step.

13. A driving way judging process according to claim 11 or 12, wherein the third step includes the step of extracting one of the first pair of straight lines approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to one

of the edges of the driving way in the first region, and the step of selecting the other of the first pair of straight lines appearing corresponding to the other of the edges of the driving way, based on a position of the first straight line and preset width information of the driving way; and

the fourth step includes the steps of extracting one of the second pair of straight lines approximate to the one of the characteristic point distributions appearing corresponding to one of the edges of the driving way in the second region out of those of the straight line groups passing near an intersection of a boundary between the first and the second regions, and said one of the first group of straight lines, and selecting the other of the second pair of straight lines appearing corresponding to the other of the edges of the driving way, based on a position of the second straight line and preset width information of the driving way.

14. A driving way judging process for judging a contour of a driving way by processing data of an image taken of the driving way, the process comprising:

a first step of dividing the data into at least two regions including a lower region and an upper region of the image taken of the driving way;

a second step of extracting a pair of straight lines approximate to characteristic point distributions appearing corresponding to one and the other of the edges of the driving way in the lower region;

a third step of extracting a pair of straight lines approximate to those of the characteristic point distributions appearing corresponding to one and the other of the edges of the driving way in the upper region; and

a fourth step of judging a contour of the driving way, based on a positional relationship between an intersection of the lower straight lines of the lower pair of straight lines, and an intersection of the upper straight lines of the upper pair of straight lines.

15. A driving way judging process according to claim 14, wherein the fifth step judges that the driving way curves right when the intersection of the upper straight lines is right of the intersection of the lower straight lines, and judges that the driving way curves left when the former is left of the latter.

16. A driving way judging process according to claim 14 or 15, wherein the fifth step judges that the driving way declines when the intersection of the upper straight lines is below the intersection of the lower straight lines, and judges that the driving way inclines when the former is above the latter.

5

10

15

20

25

30

35

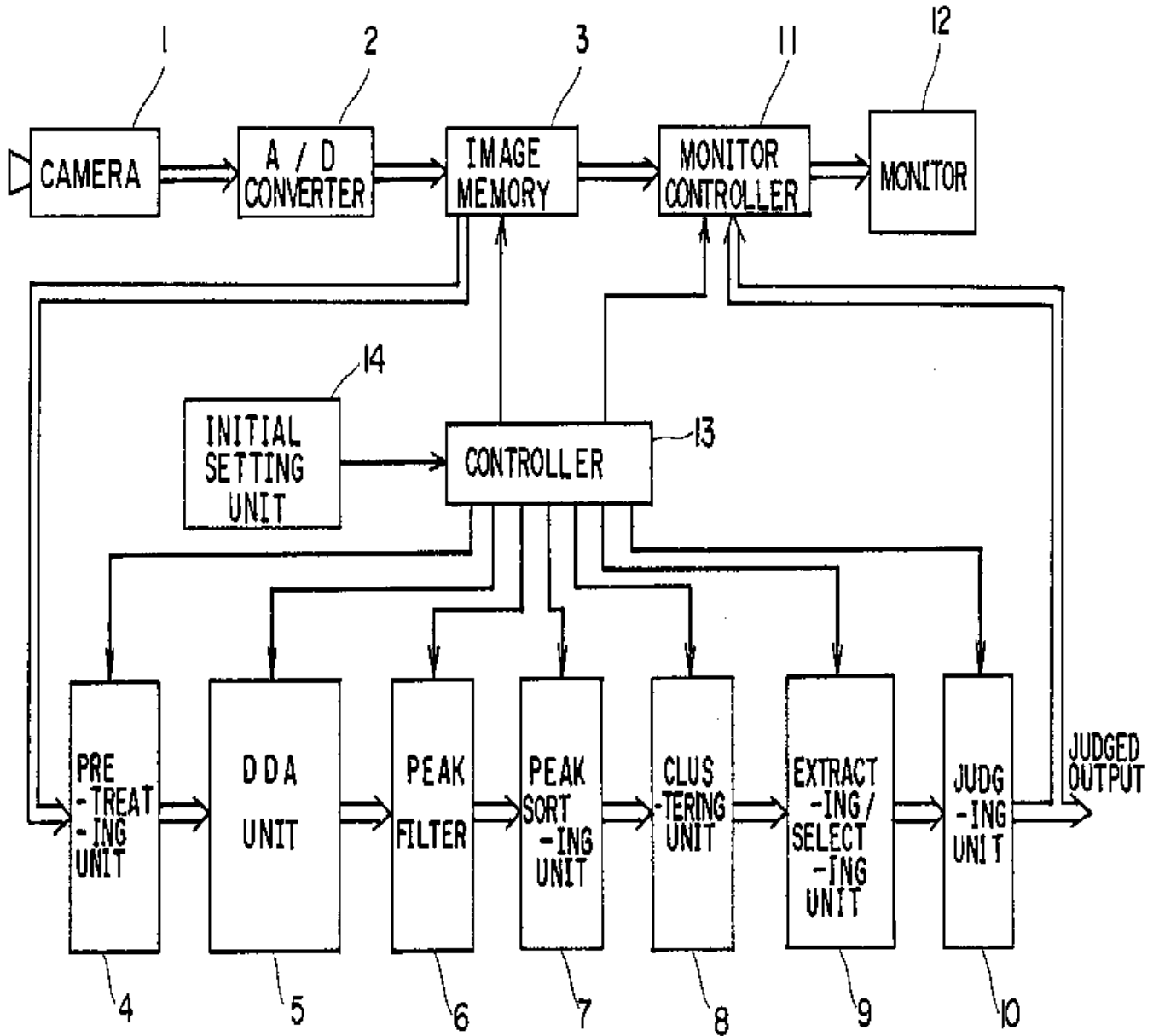
40

45

50

55

Fig. 1



EP 0 361 914 A2

Fig. 2

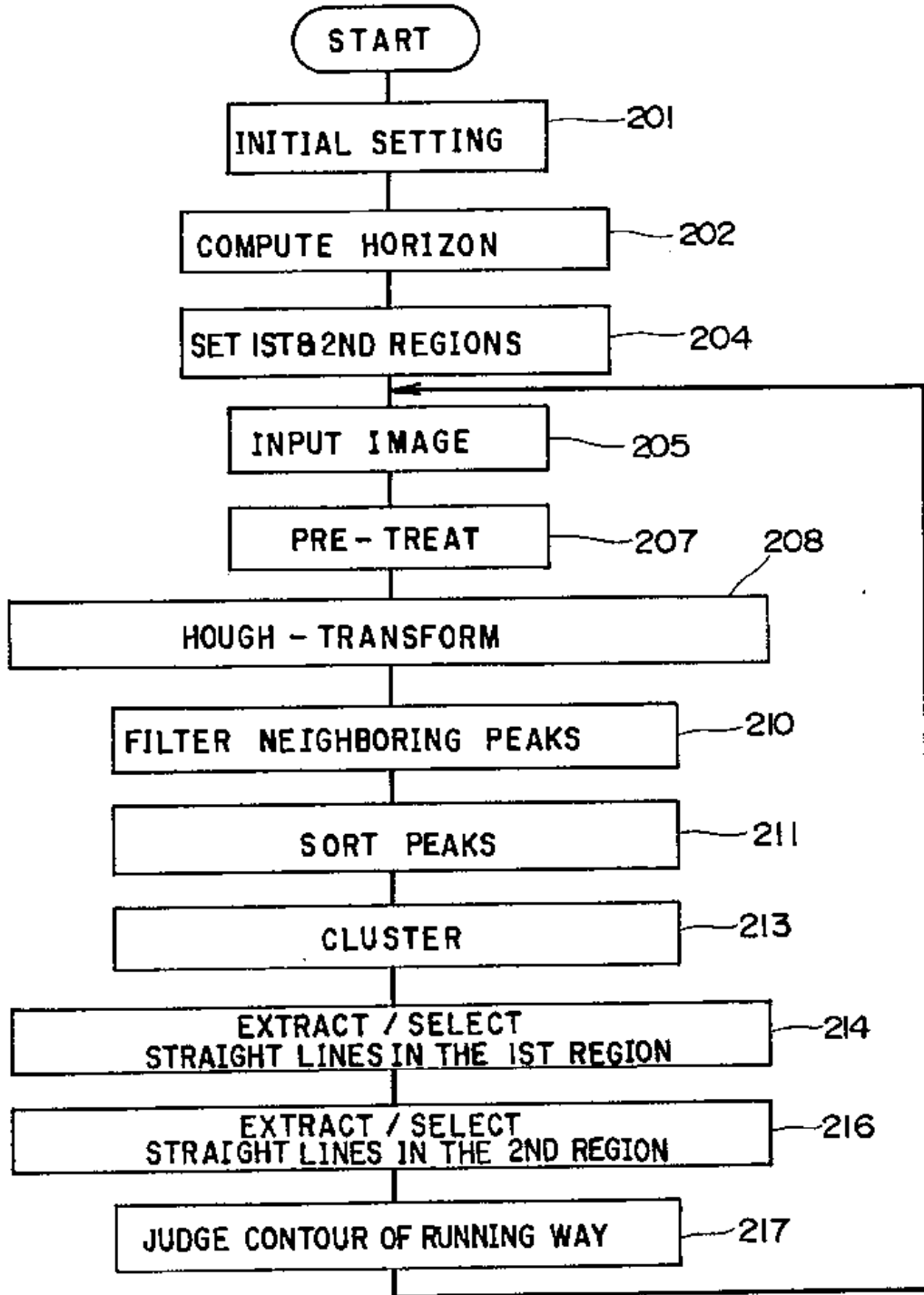




Fig.3(a)

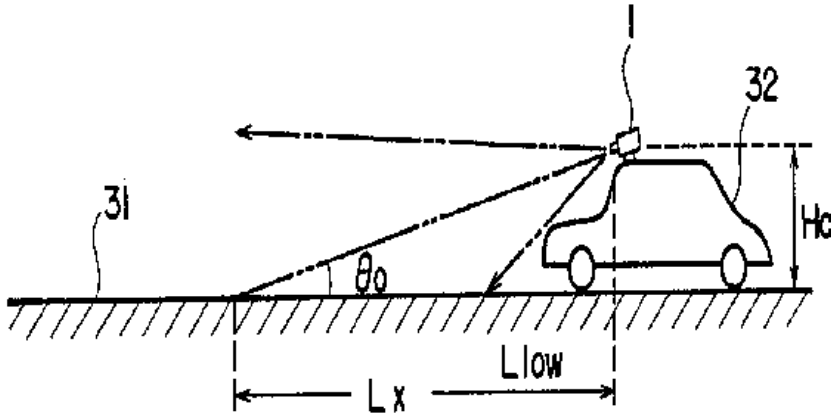


Fig.3(b)

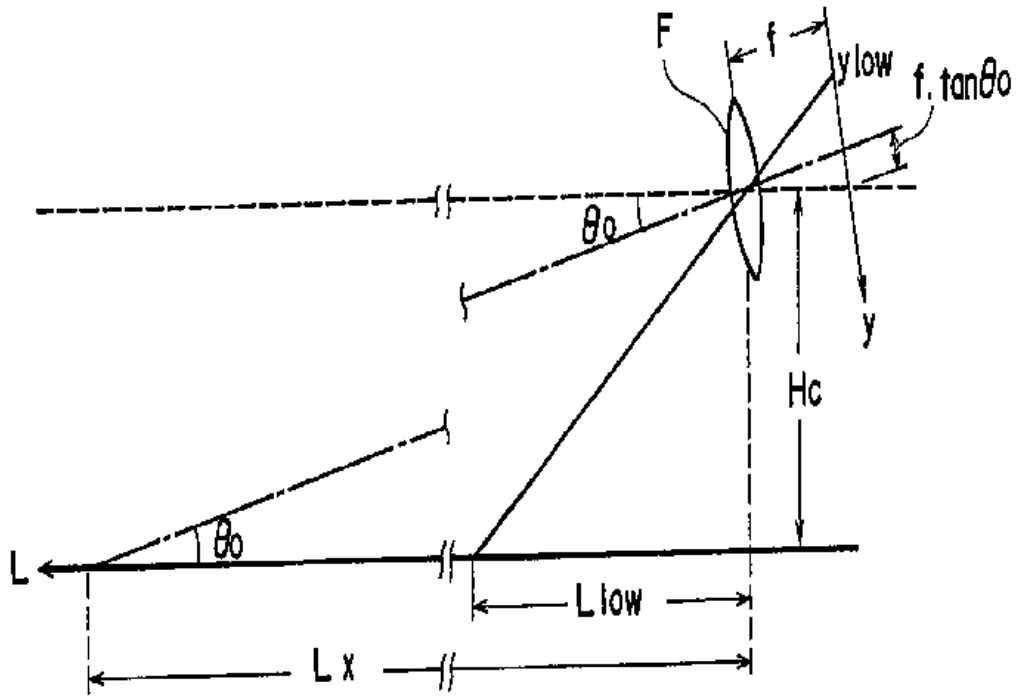


Fig.4(a)

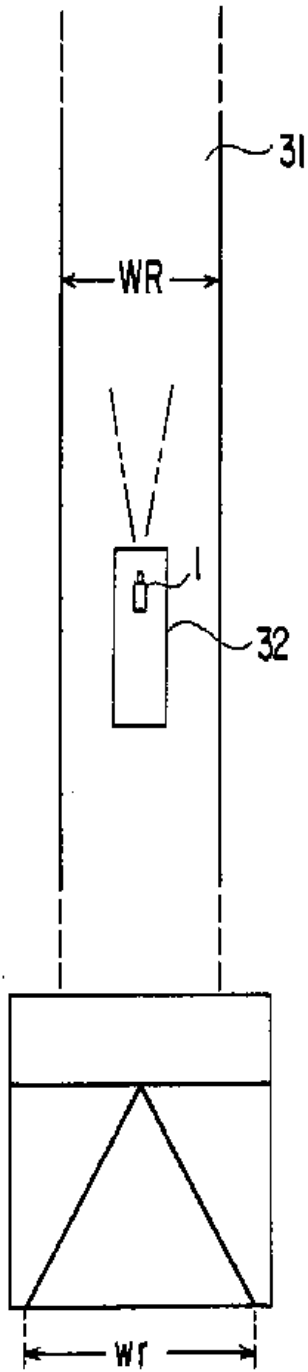


Fig.4(b)

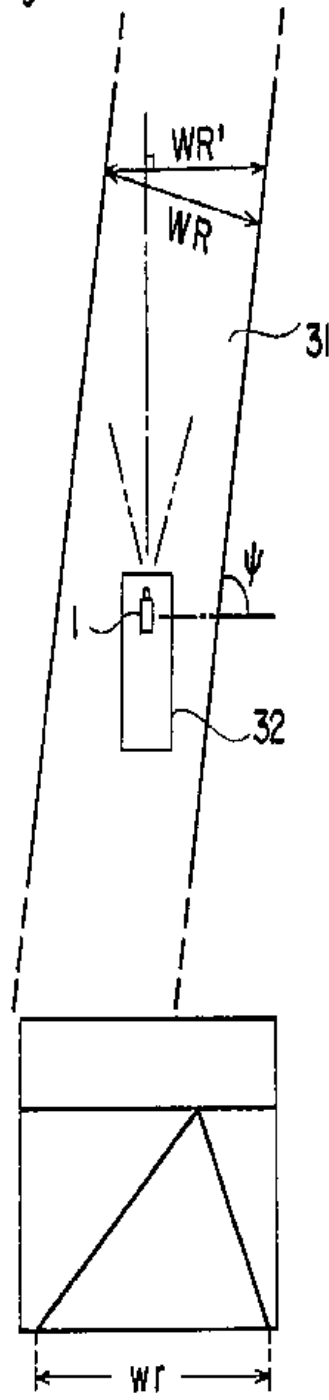


Fig.4(c)

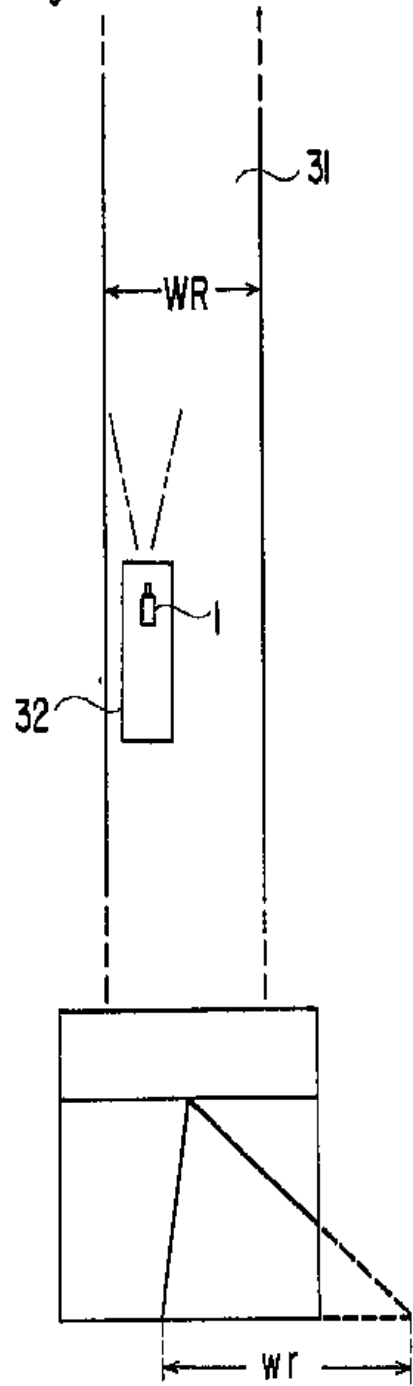


Fig.5

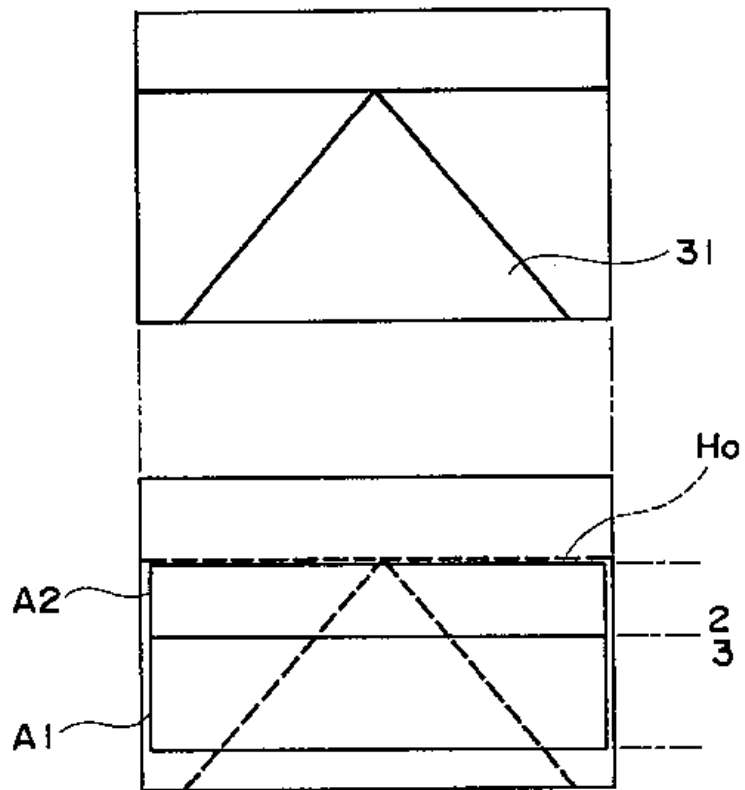


Fig.6(a)

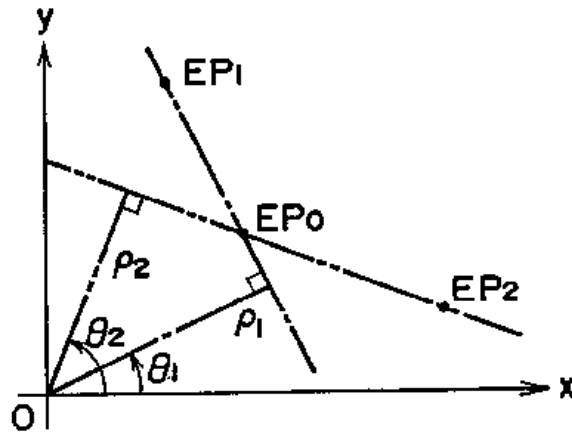


Fig.6(b)

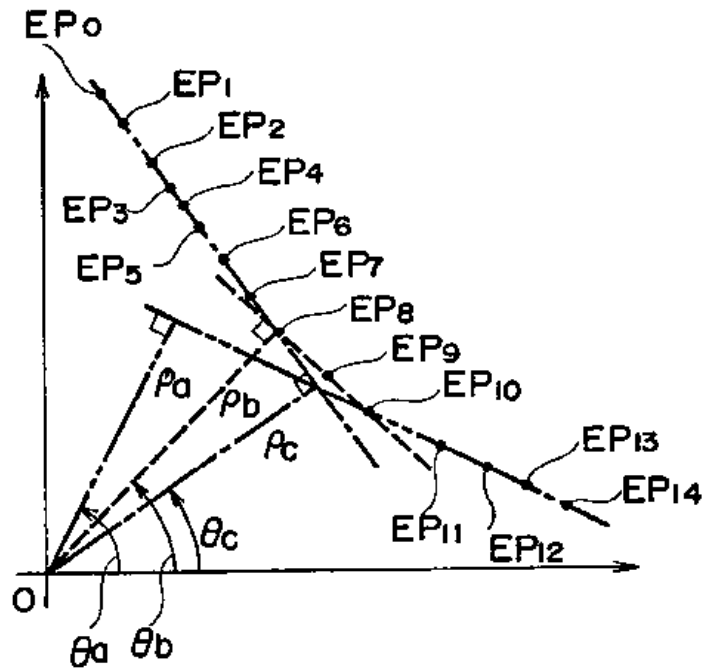


Fig.7

	$\rho_1$	$\rho_2$	$\rho_3$	$\rho_4$	$\rho_5$	...	$\rho_{i-1}$	$\rho_i$	$\rho_{i+1}$	...
$\theta_1$	0	1	2	0	0					
$\theta_2$	1	2	4	1	0					
$\theta_3$	4	6	7	2	3					
$\theta_4$	1	3	4	4	6					
$\theta_5$	2	3	7	5	1					
$\theta_6$	1	2	8	6	3					
$\theta_7$	0	1	1	2	1					
$\theta_8$	0	0	0	1	0					
:										
:										
$\theta_{j-1}$							$C_{j-1, j-1}$	$C_{i, j-1}$	$C_{i+1, j-1}$	
$\theta_j$							$C_{i-1, j}$	$C_{i, j}$	$C_{i+1, j}$	
$\theta_{j+1}$							$C_{i-1, j+1}$	$C_{i, j+1}$	$C_{i+1, j+1}$	
:										

$F_1$

$F_2$

Fig. 8

ORDER(k)	COUNT VALUE	$\rho$	$\theta$
0	$C_0$	$\rho_0$	$\theta_0$
1	$C_1$	$\rho_1$	$\theta_1$
2	$C_2$	$\rho_2$	$\theta_2$
3	$C_3$	$\rho_3$	$\theta_3$
$n-2$	$C_{n-2}$	$\rho_{n-2}$	$\theta_{n-2}$
$n-1$	$C_{n-1}$	$\rho_{n-1}$	$\theta_{n-1}$

Fig.9

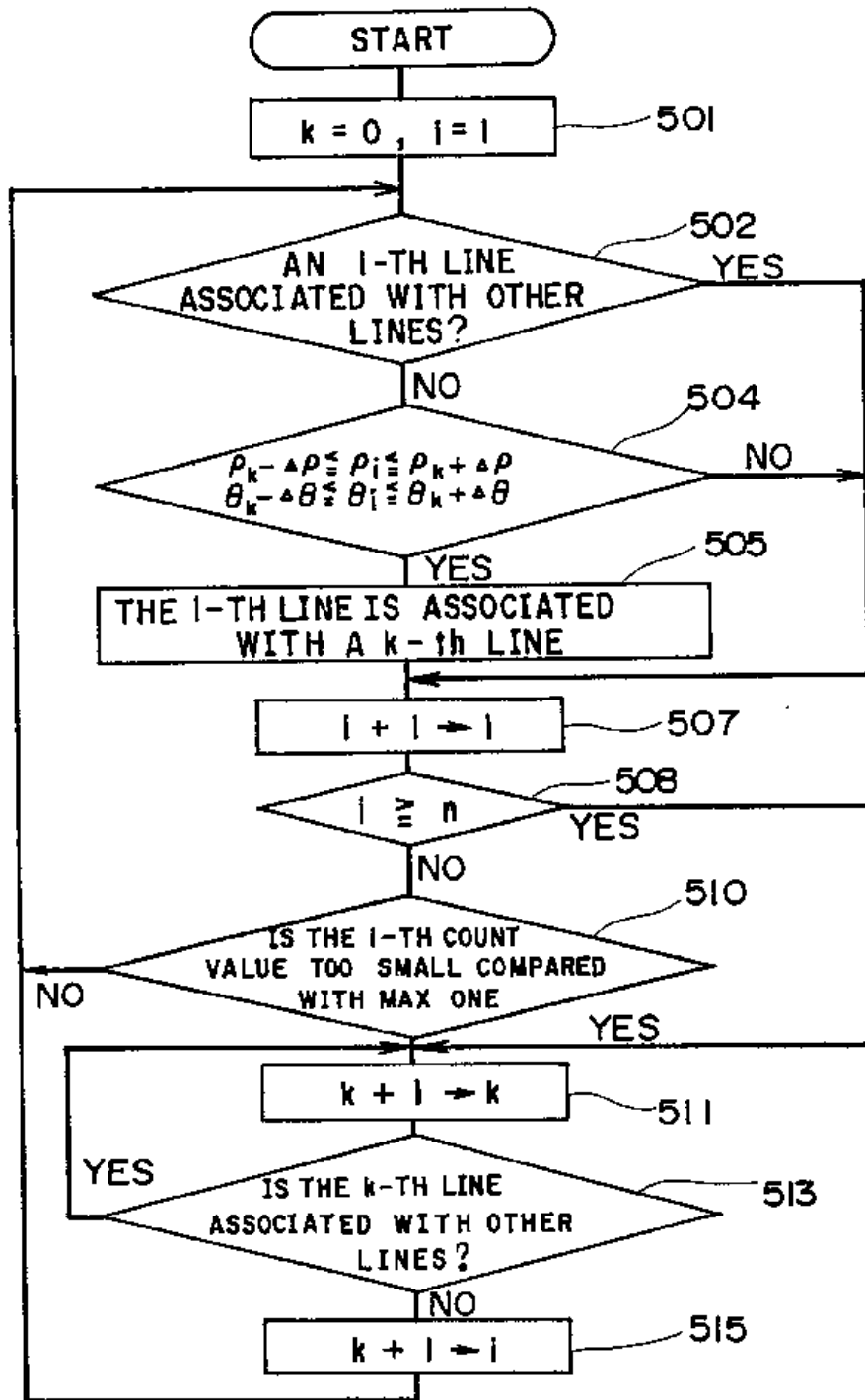


Fig.10

COUNT VALUE	$\rho$ [dots]	$\theta$ [deg]
1000	200	45
780	240	123
712	198	47
640	242	125
612	204	48

REPRESENTATIVE VALUES $\rho = 200$ $\theta = 45$	REPRESENTATIVE VALUES $\rho = 240$ $\theta = 123$
---	--



Fig. 11

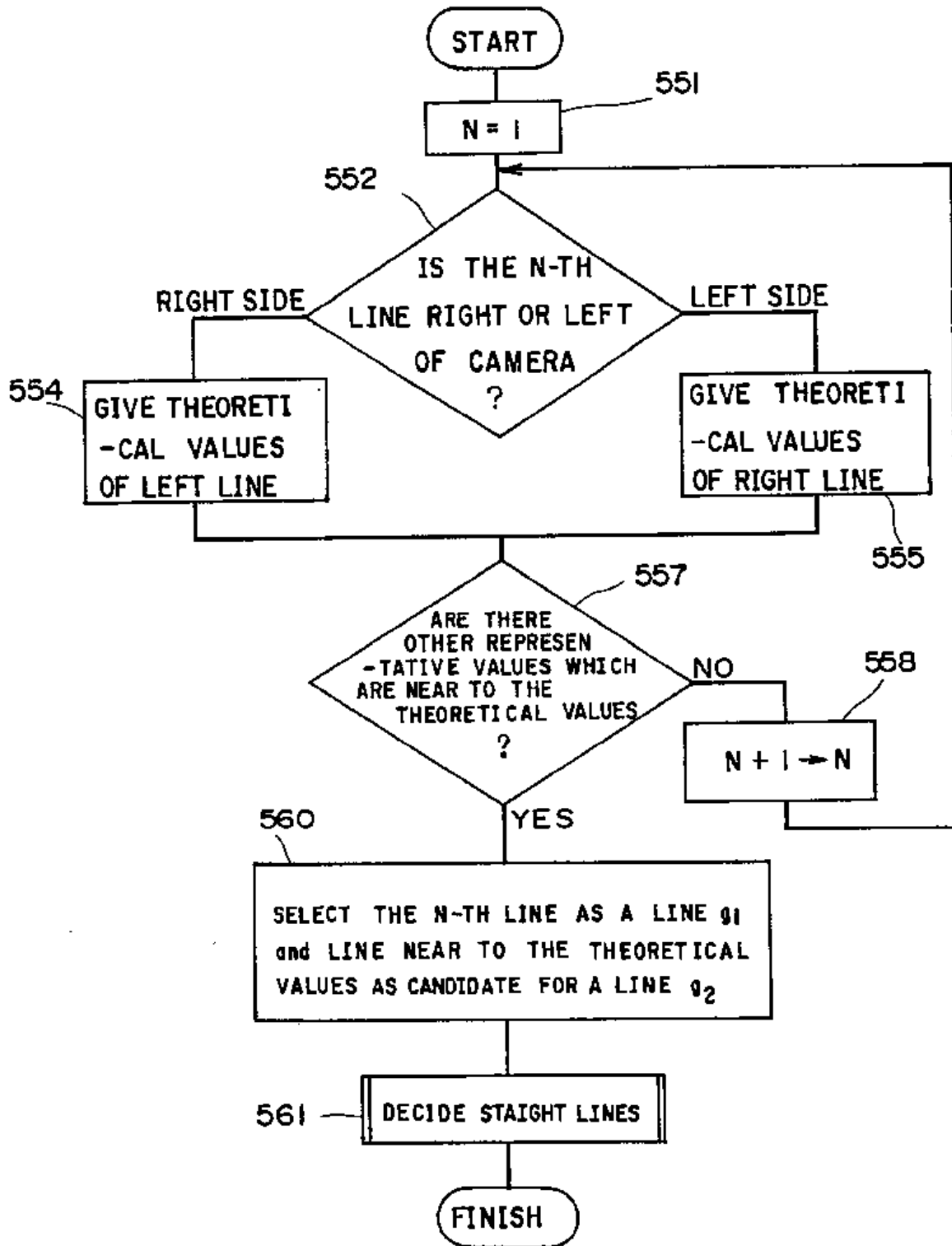


Fig. 12

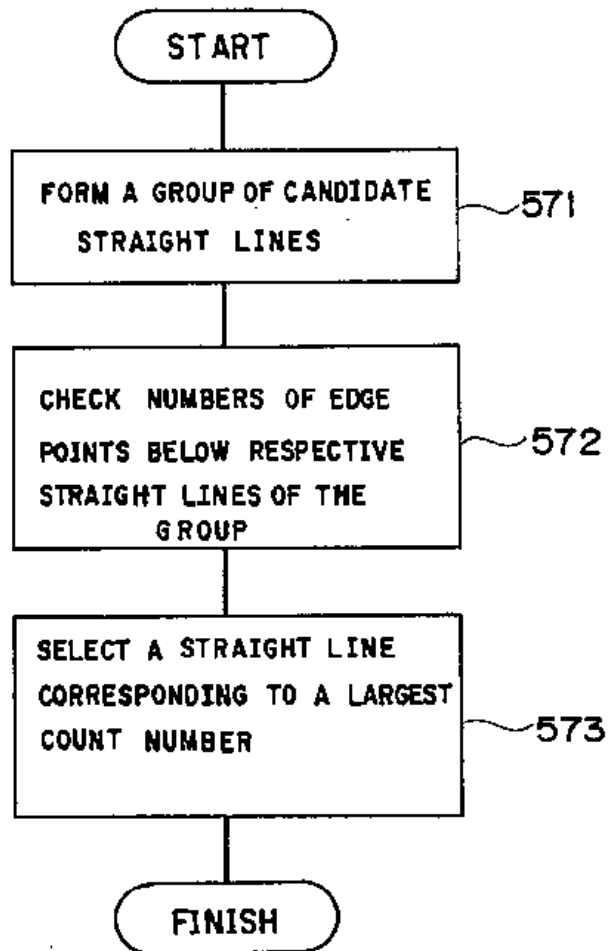


Fig.13

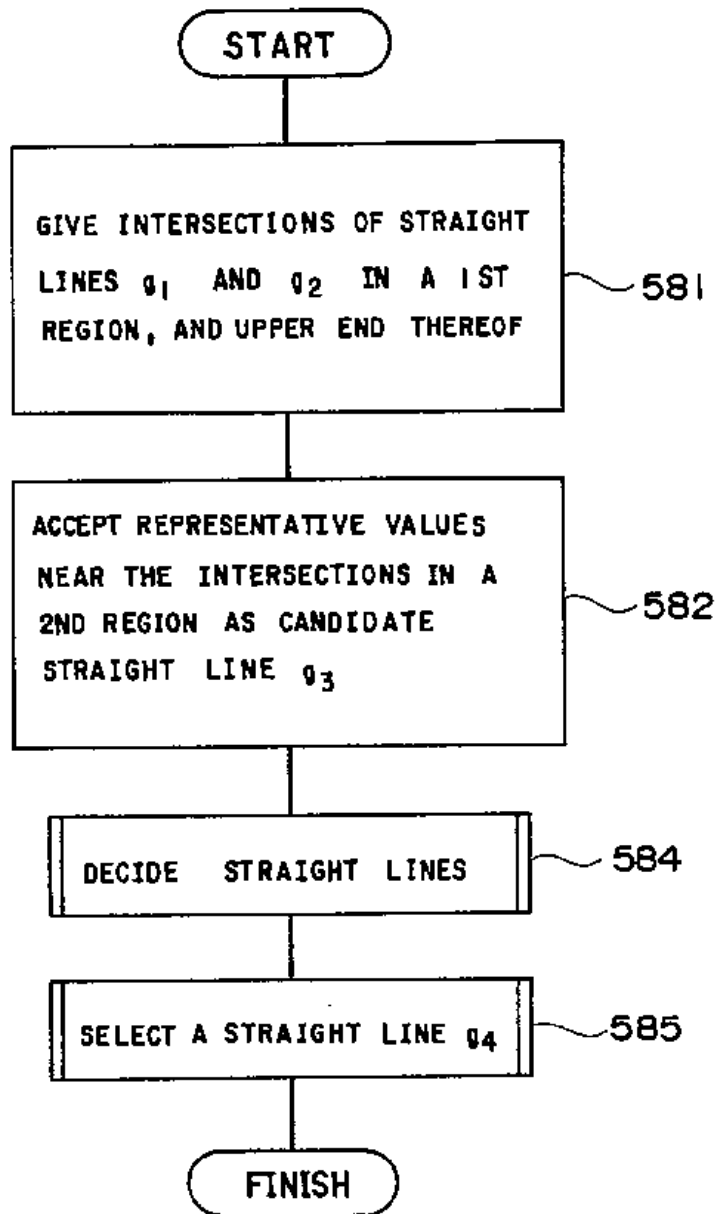


Fig.14

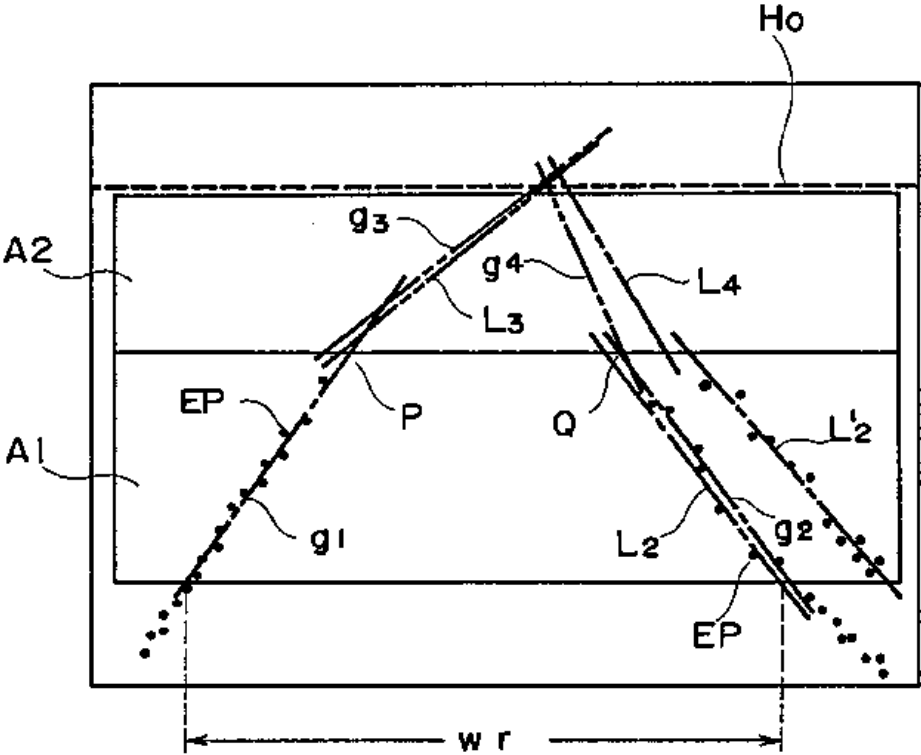


Fig.15(a)

Fig.15(b)

Fig.15(c)

Fig.15(d)

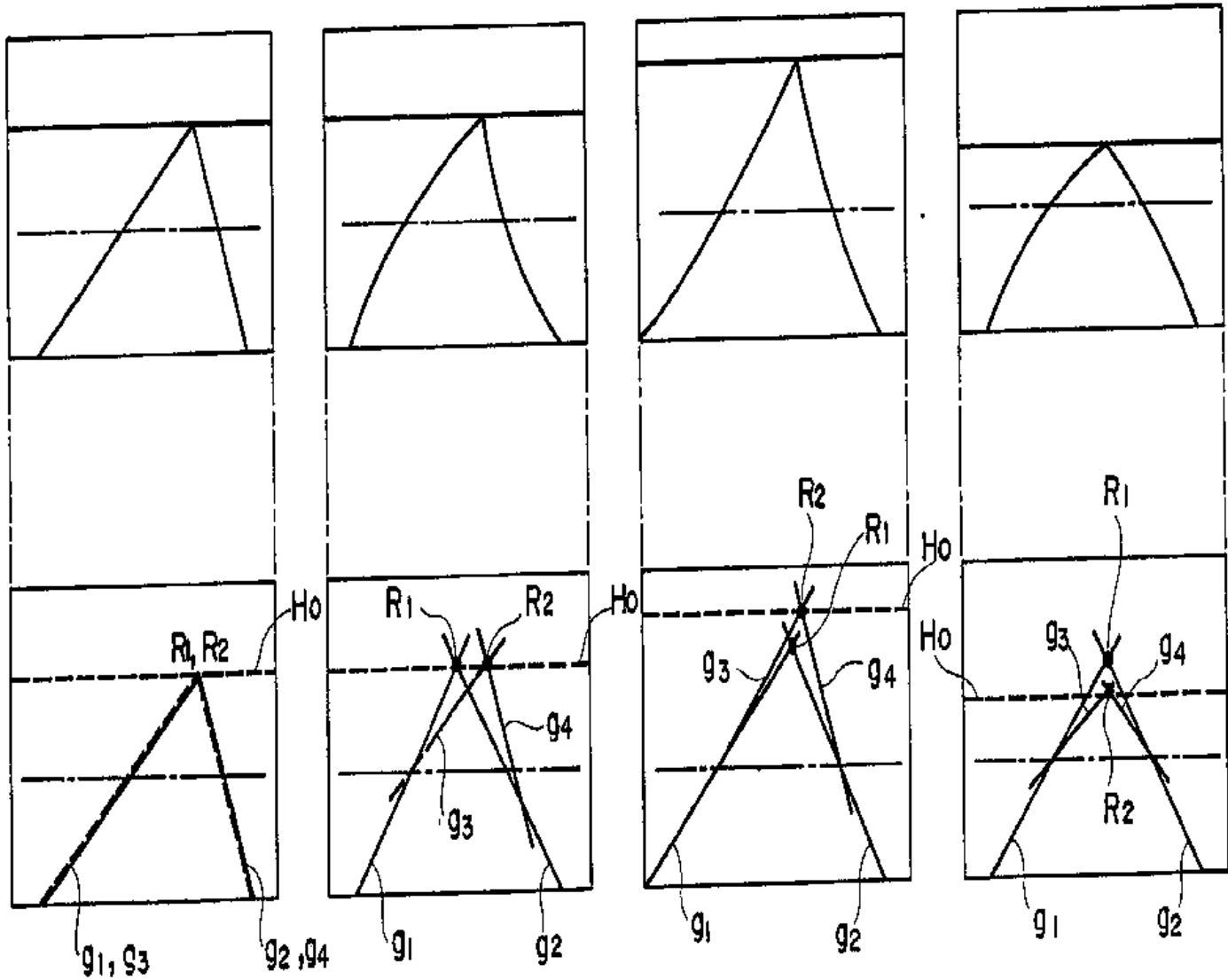


Fig.16(a)

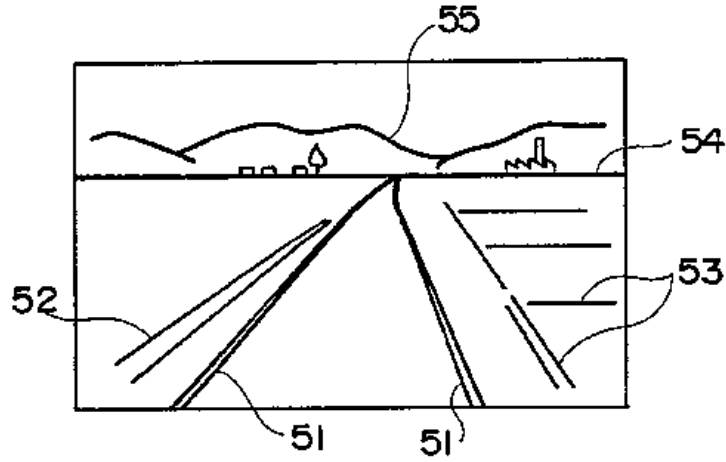


Fig.16(b)

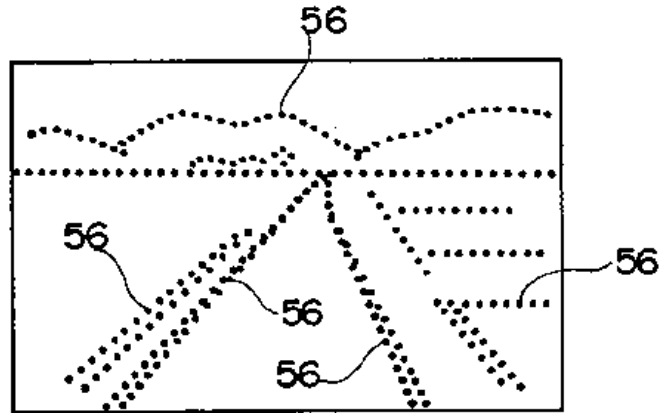


Fig.16(c)

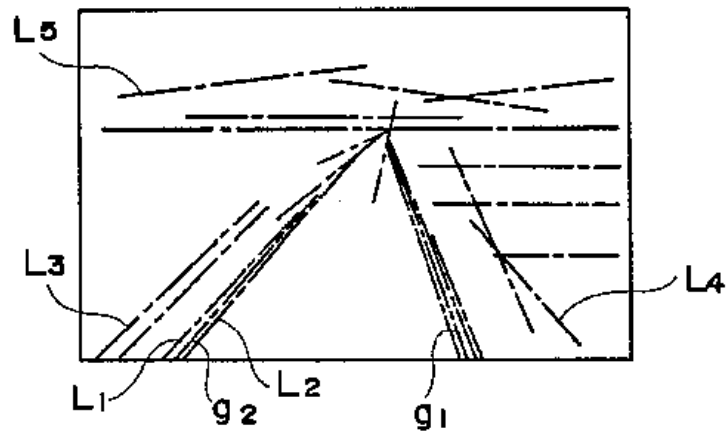


Fig.16(d)

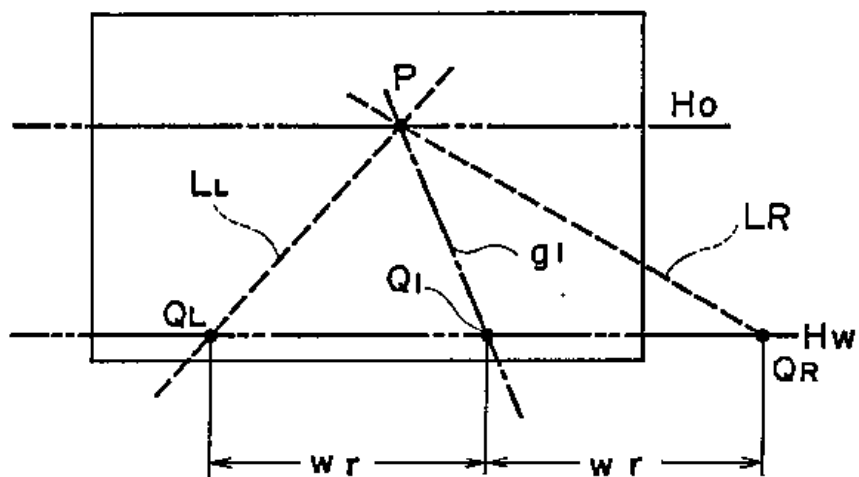


Fig.16(e)

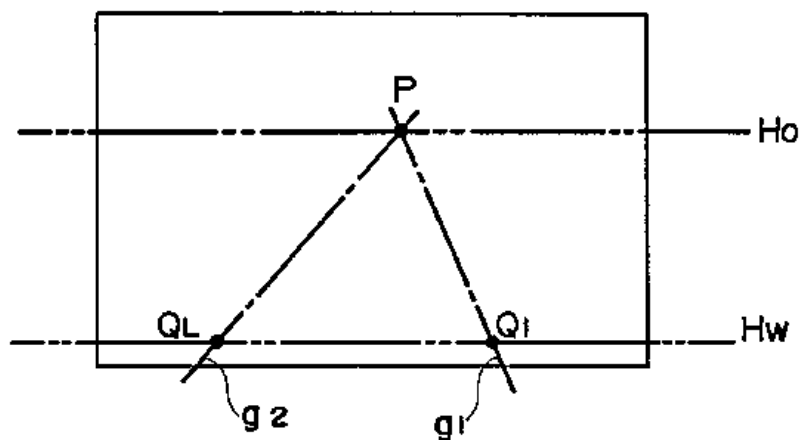


Fig.17(a)

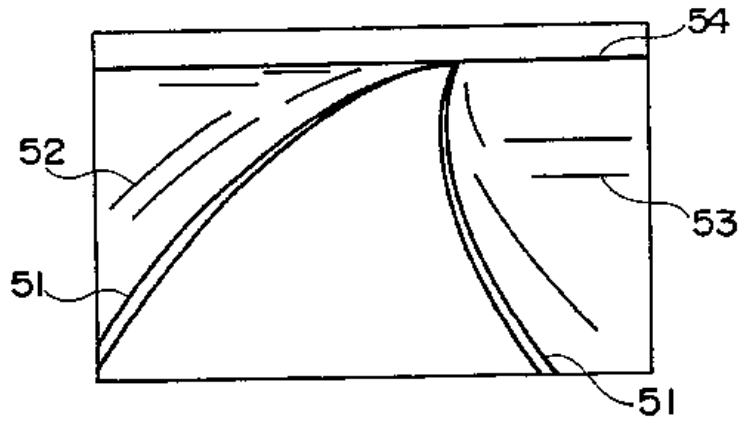


Fig.17(b)

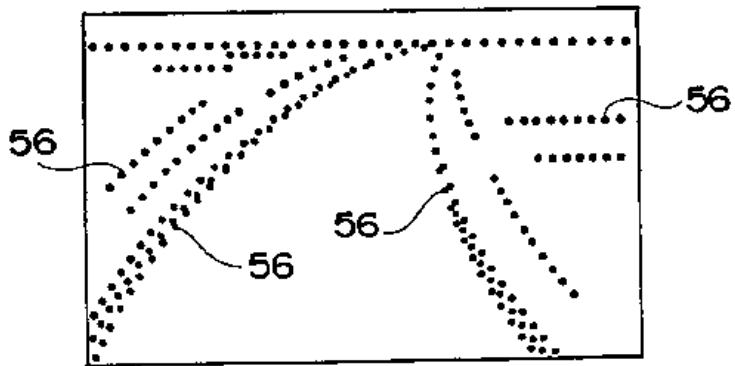


Fig.17(c)

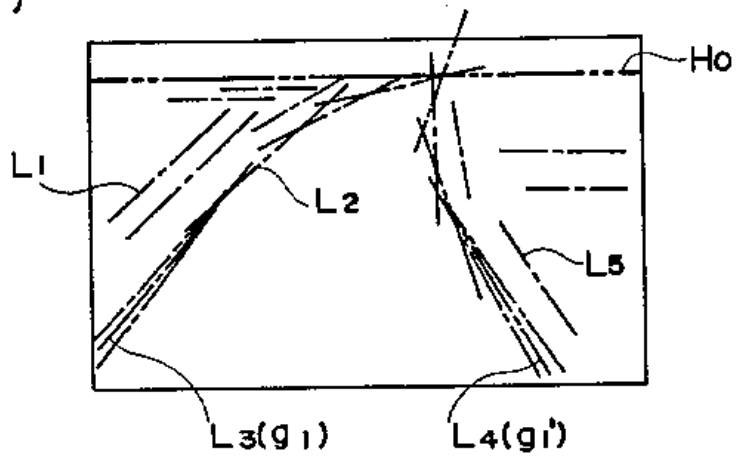




Fig.17(d)

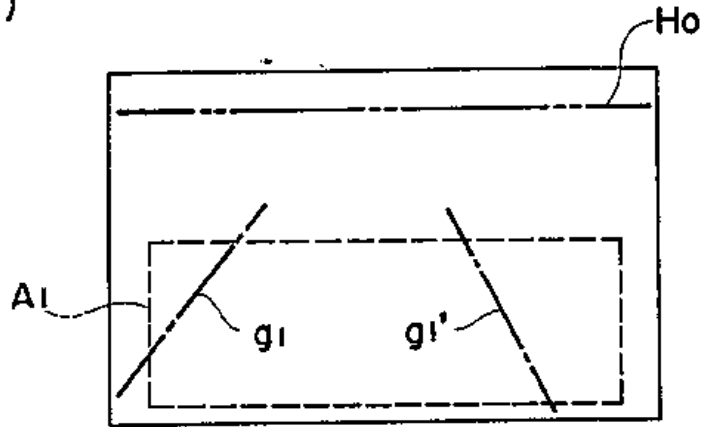


Fig.17(e)

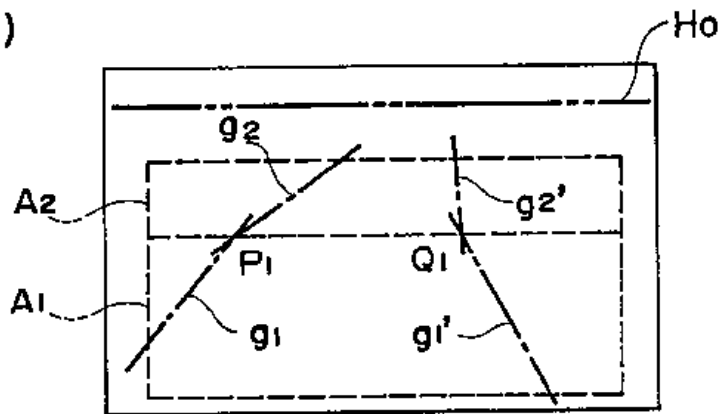
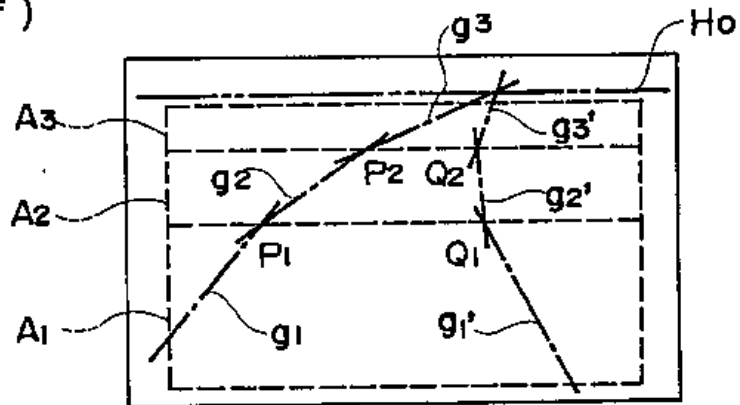


Fig.17(f)

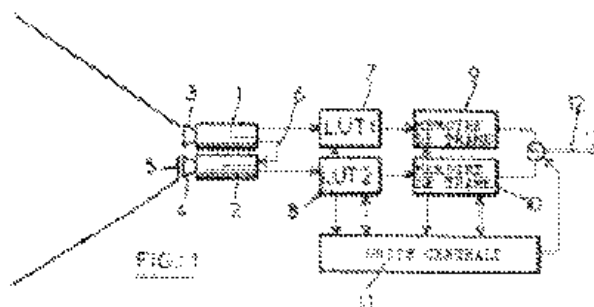


**Bibliographic data: EP0454516 (A1) — 1991-10-30****Obstacle display device, especially for automotive vehicle.**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** N GUYEN HOANG GIANG [FR] ± (N'GUYEN, HOANG GIANG)**Applicant(s):** RENAULT [FR] ± (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT S.A)**Classification:**  
- international: **G01S17/87; G01S17/93; G06K9/00; G06K9/20;**  
(IPC1-7): G01S17/87; G01S17/88  
- cooperative: **G01S17/87; G01S17/936; G06K9/00664;**  
**G06K9/2018; H04N5/332****Application number:** EP19910400862 19910329**Priority number(s):** FR19900005052 19900420**Also published as:** FR2661268 (A1)**Abstract of EP0454516 (A1)**

The device displays obstacles present in the path of the vehicle. The obstacles are detected by infra-red reflecting components such as the stop-light reflectors of another vehicle situated in the field open to the path of the vehicle equipped with the device. The device consists of: (a) a first video camera (1) with a CCD sensor, sensitive to radiation in a spectral range covering the infra-red region and wider than the latter, in order to record a video image of the field presented to the vehicle as it advances along its path, (b) a second video camera (2) with a CCD sensor, to record another image of this field in the visible radiation region, complementing the infra-red region so that together they cover substantially the sensitivity range of the first means, and (c) electronic units (11) for processing the difference between the two video images thus obtained, so as to obtain a third video image of the field presented to the vehicle which contains only a contrast image picked up from the obstacle.






**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**


 Numéro de dépôt : **91400862.8**


 Int. Cl.<sup>5</sup> : **G01S 17/88, G01S 17/87**


 Date de dépôt : **29.03.91**


 Priorité : **20.04.90 FR 9005052**


 Inventeur : **N'Guyen, Hoang Giang**  
**9, rue de Belfort**  
**F-91130 Ris-Orangis (FR)**



 Date de publication de la demande :  
**30.10.91 Bulletin 91/44**


 Mandataire : **Ernst-Schonberg, Michel et al**  
**REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT**  
**SA, Sce 0267, 860, quai de Stalingrad**  
**F-92109 Boulogne Billancourt Cédex (FR)**

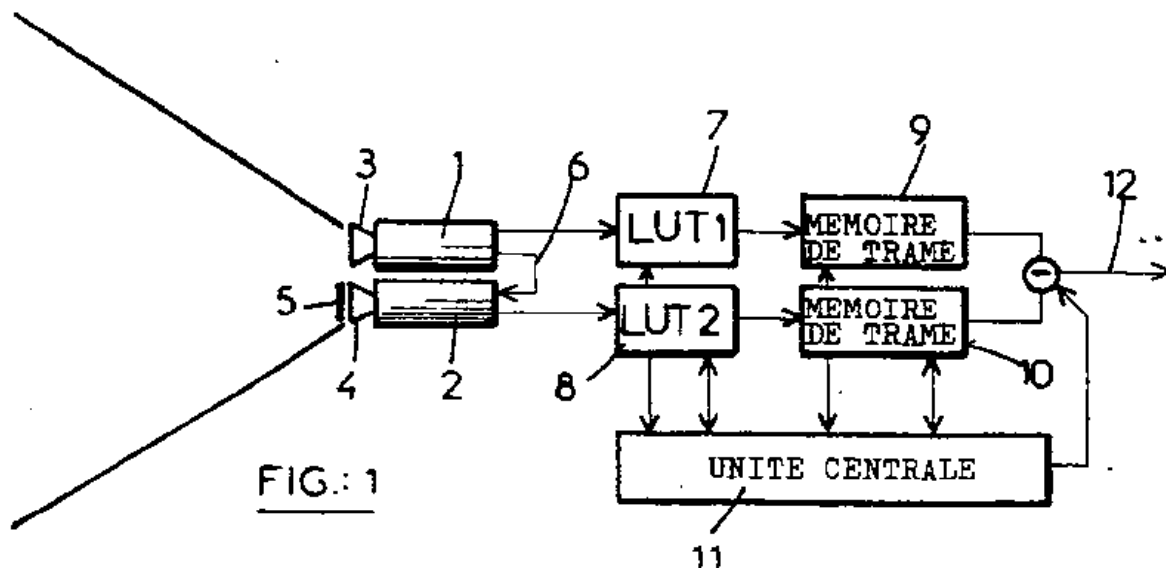

 Etats contractants désignés :  
**DE ES GB IT**


 Demandeur : **REGIE NATIONALE DES USINES**  
**RENAULT S.A.**  
**34, Quai du Point du Jour**  
**F-92109 Boulogne Billancourt (FR)**


**Dispositif de visualisation d'obstacles, notamment pour véhicule automobile.**


 Le dispositif visualise des obstacles présents sur la trajectoire du véhicule, ces obstacles étant perçus par des organes réfléchissant dans l'infrarouge tels que les réflecteurs de feux "stop" d'un autre véhicule présent dans le champ ouvert à la trajectoire du véhicule équipé du dispositif. Celui-ci comprend a) une première caméra vidéo à capteur CCD (1) sensible aux rayonnements d'un domaine spectral couvrant le domaine infrarouge et plus large que celui-ci pour saisir une image vidéo du champ ouvert à la progression du véhicule sur sa trajectoire, b) une deuxième caméra vidéo à capteur CCD (2) pour saisir une autre image de ce champ, dans le domaine du rayonnement visible complétant le domaine infrarouge pour couvrir ensemble sensiblement le domaine de sensibilité du premier moyen, et c) des moyens électroniques (11) de traitement par différence des deux images vidéo ainsi obtenues pour former une troisième image vidéo du champ ouvert au véhicule, contenant seulement une image de contraste relevé de l'obstacle.

EP 0 454 516 A1



La présente invention est relative à un dispositif de visualisation d'obstacles et, plus particulièrement, à un tel dispositif conçu pour visualiser un obstacle présent sur la trajectoire d'un véhicule automobile, cet obstacle réfléchissant ou émettant un rayonnement d'un domaine spectral prédéterminé.

Pour visualiser des obstacles présents dans le champ ouvert à la trajectoire d'un véhicule automobile, notamment lorsque la visibilité est mauvaise, on a proposé d'installer dans le véhicule une ou plusieurs caméras vidéo équipées de cibles ou capteurs CCD à couplage de charge et de filtres adéquats pour saisir des images de ce champ, et de traiter électroniquement les images saisies par la (les) caméra(s) de manière à faire ressortir certaines caractéristiques de ces images correspondant à des obstacles tels que des véhicules présents dans le champ. Des algorithmes complexes appliqués aux caractéristiques optiques des différents pixels de l'image sont alors nécessaires pour extraire de cette image le contour de la chaussée par exemple puis ceux des véhicules circulant sur cette chaussée. De tels calculs exigent, pour être exécutés en temps réel, des mémoires de grandes capacités et une très grande puissance de calcul, permettant l'exécution de quelques centaines de millions d'instructions par seconde, par exemple. De tels moyens de traitement sont d'un coût trop élevé pour être admissibles dans un véhicule automobile, du point de vue économique.

La présente invention a donc pour but de réaliser un dispositif de visualisation d'obstacles qui soit d'un coût tel que son incorporation dans un véhicule automobile soit possible.

On atteint ce but de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront dans la suite de la présente description, avec un dispositif embarqué de visualisation d'un obstacle présent sur la trajectoire d'un véhicule automobile, cet obstacle réfléchissant ou émettant un rayonnement d'un domaine spectral prédéterminé, ce dispositif comprenant a) un premier moyen sensible aux rayonnements d'un domaine spectral couvrant le domaine prédéterminé et plus large que celui-ci, pour saisir une image vidéo du champ ouvert à la progression du véhicule sur sa trajectoire, b) un deuxième moyen de saisie d'une autre image de ce champ, sensible à des rayonnements d'un domaine spectral complétant le domaine prédéterminé pour couvrir ensemble sensiblement le domaine de sensibilité du premier moyen, et c) des moyens électroniques de traitement par différence des deux images vidéo ainsi obtenues pour former une troisième image vidéo du champ ouvert au véhicule, contenant seulement une image de contraste relevé de l'obstacle.

Les moyens électroniques utilisés pour traiter par différence, pixel par pixel, les deux images vidéo, sont beaucoup moins importants que ceux nécessaires à l'extraction de contour et/ou à la reconnaissance de forme, opérations qui mettent en oeuvre des algo-

ritmes de traitement complexes, comme cela est connu du spécialiste. Suivant l'invention, il est alors possible de visualiser un obstacle avec des moyens électroniques de traitement de coût raisonnable, incorporables à un véhicule automobile.

Suivant une mise en oeuvre de l'invention, utilisable quand le domaine spectral prédéterminé dans lequel rayonne l'obstacle est celui du rayonnement infrarouge, le domaine spectral de sensibilité du premier moyen de saisie couvre le domaine visible et le domaine infrarouge, le domaine spectral de sensibilité du deuxième moyen de saisie couvrant le seul domaine visible.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le premier moyen de saisie est constitué par une caméra vidéo à capteur CCD, éventuellement équipée d'un filtre infrarouge. Le deuxième moyen de saisie est constitué par une caméra vidéo à capteur CCD équipée d'un filtre transmettant les rayonnements du seul domaine visible.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, les premier et deuxième moyens de saisie d'images vidéo comprennent des premier et deuxième objectifs formant partie d'une caméra vidéo à capteur CCD et équipés de moyens optiques défecteurs pour projeter successivement sur ce capteur des images du même champ, formées par les premier et deuxième objectifs.

Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, les premier et deuxième moyens de saisie d'images vidéo comprennent un objectif unique formant partie d'une caméra vidéo à capteur CCD équipée de moyens de filtrage agencés pour assurer que deux trames d'images vidéo successives saisies par la caméra correspondent à des images filtrées dans le domaine visible et dans le domaine infrarouge, respectivement.

Dans tous les modes de réalisation, les moyens électroniques de traitement des images vidéo saisies assurent une soustraction de signaux vidéo pixel par pixel dans des trames de tels signaux correspondant à deux images d'un même champ, constituées de rayonnements de deux domaines spectraux présentant au moins une partie non commune, pour former une trame de signaux vidéo contenant l'image de l'obstacle seulement. Ces moyens électroniques de traitement peuvent comprendre en outre des moyens de modification des histogrammes des images vidéo saisies, préalablement à la soustraction pixel par pixel des signaux vidéo représentatifs de ces images, pour accroître le contraste de l'image finale obtenue.

Le dispositif suivant l'invention est conçu notamment pour visualiser un obstacle constitué par un véhicule automobile placé dans le champ ouvert à la progression du véhicule dans lequel le dispositif est embarqué. Le dispositif comprend alors en outre une source de rayonnement infrarouge éclairant ce champ, l'obstacle constitué par le véhicule placé dans

le champ étant visualisé par les images de réflecteurs de ce rayonnement placés sur le véhicule formant obstacle.

D'autres caractéristiques et avantages du dispositif suivant l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est un schéma d'un premier mode de réalisation du dispositif de visualisation selon l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement une caméra vidéo incorporable au dispositif de la figure 1,
- la figure 3 représente les graphes des transmittances spectrales de filtres et le graphe de la sensibilité spectrale de capteurs CCD équipant des caméras vidéo, utilisés dans le dispositif suivant l'invention,
- la figure 4 est un schéma d'une variante d'un dispositif de visualisation à deux caméras, suivant l'invention,
- la figure 5 est un schéma d'un deuxième mode de réalisation du dispositif suivant l'invention, et
- la figure 6 est un schéma d'un troisième mode de réalisation du dispositif suivant l'invention.

On se réfère à la figure 1 du dessin annexé où il apparaît que le dispositif suivant l'invention, dans ce premier mode de réalisation, comprend des premier et deuxième moyens de saisie d'images constitués par des caméras vidéo 1 et 2 respectivement. De préférence ces caméras vidéo sont du type qui comprennent des capteurs CCD (à couplage de charge). Ces capteurs étant constitués par des composants "état solide", les caméras comprenant de tels capteurs sont moins fragiles que les caméras vidéo classiques à tube Vidicon, par exemple. Les caméras vidéo à capteurs CCD conviennent ainsi mieux pour être embarquées dans un véhicule qui est appelé à subir des chocs en fonction de l'état de la route.

Sur la figure 3, on a représenté en 28 le graphe de la courbe de sensibilité spectrale d'une caméra à capteur CCD typique. Il apparaît sur cette figure que cette sensibilité spectrale s'étend sur un large domaine qui couvre à la fois le domaine visible (entre 400 et 700 nanomètres) et le domaine infrarouge (entre 700 et 1200 nanomètres). Sur cette même figure 3, on a représenté en 29 le graphe de la transmittance spectrale d'un filtre optique passe-bande couvrant le domaine visible entre 400 et 700 nanomètres.

Suivant la présente invention, on équipe la caméra 2 du dispositif suivant l'invention d'un tel filtre 5 couvrant l'objectif 4 de cette caméra alors que l'objectif 3 de l'autre caméra n'est équipé d'aucun filtre. Bien entendu le filtre 5 pourrait être situé aussi derrière l'objectif 4. Les deux objectifs 3 et 4 présentent les mêmes caractéristiques optiques.

Les deux caméras 1 et 2 sont synchronisées par

l'intermédiaire d'un fil de synchronisation 6. Les signaux vidéo issus des caméras 1 et 2 sont dirigés vers des mémoires d'images 7, 8 respectivement, munies éventuellement de tables de conversion d'échelle de gris LUT 1 et LUT 2 (de l'anglais look-up table). Ces tables de conversion permettent de modifier l'histogramme de chaque image, pour un but que l'on expliquera plus loin. Les deux images saisies ainsi traitées sont ensuite mémorisées dans des mémoires de trames 9 et 10. Une unité centrale 11 coordonne le fonctionnement des mémoires 7, 8, 9, 10 et commande la soustraction, pixel par pixel des trames vidéo contenues dans les mémoires 9 et 10, des signaux représentatifs de trames de "différence" étant ainsi disponibles sur une ligne 12 en vue d'une visualisation de ces trames sur un dispositif d'affichage (non représenté).

On explique maintenant le fonctionnement du dispositif de la figure 1, en liaison avec l'examen des graphes représentés sur la figure 3. Sur cette figure, il est clair que la caméra 2, munie du filtre passe-bande 5 transmettant uniquement les rayonnements du domaine visible, ne "voit" pas les objets dont la réflectance ou l'albedo correspond à la plage supérieure de la bande spectrale de la caméra vidéo 1, plage qui correspond sensiblement au domaine infrarouge situé entre 700 et 1200 nanomètres, ces objets étant bien entendu perçus par la première caméra 1 qui n'est pas équipée de filtre. Les objectifs des deux caméras étant orientés pour couvrir le même champ, comme représenté à la figure 1, on comprend que la soustraction en temps réel des images délivrées par ces deux caméras fournit une image résultante ne comportant que des objets rayonnant ou réfléchissant dans la plage non couverte par le filtre 5, soit dans le domaine infrarouge.

Les traitements d'images par action sur leurs histogrammes sont bien connus. Ceux-ci pourront être utilisés (en 7 et 8) pour diminuer le contraste de l'image captée à travers le filtre 5 qui transmet les rayonnements du domaine visible. De même en modifiant l'histogramme de l'image saisie par la caméra 1 dépourvue de filtre, on peut renforcer le contraste des parties de l'image qui correspondent à des objets réfléchissant ou émettant dans l'infrarouge. Ces mesures permettent de renforcer le contraste de l'image obtenue par différence des images captées par les caméras 1 et 2.

Ainsi peut-on, suivant l'invention, visualiser et identifier des véhicules automobiles présents dans le champ des caméras 1 et 2. En effet ces véhicules comportent, à l'arrière, des feux de "stop" et, à l'avant des projecteurs, tous équipés de réflecteurs. Une source de rayonnement infrarouge est alors montée à l'avant du véhicule équipé du dispositif selon l'invention, pour projeter un faisceau de rayonnement infrarouge dans le champ ouvert à la trajectoire du véhicule, champ surveillé par les caméras 1 et 2. Si

un véhicule progresse, dans ce champ, dans le même sens que le véhicule équipé du dispositif suivant l'invention, les réflecteurs associés à ces feux de stop réfléchissent vers les caméras 1 et 2 une partie du rayonnement infrarouge émis par la source montée à l'avant du véhicule équipé de ces caméras. L'image formée par la caméra 1, non équipée de filtre, comprendra donc des parties d'images correspondant à ces réflecteurs de feux de stop. Si un véhicule progresse dans le champ des caméras en sens contraire de celui du véhicule équipé du dispositif suivant l'invention, ce sont les réflecteurs des projecteurs placés à l'avant du premier véhicule qui renvoient un rayonnement infrarouge vers les caméras 1 et 2. Dans les deux cas, l'image obtenue par soustraction des images produites par ces caméras contient celle des réflecteurs du véhicule formant obstacle dans le champ.

Une telle visualisation de ces réflecteurs s'avère particulièrement utile en conduite de nuit, lorsque la visibilité est mauvaise.

En outre, on peut tirer parti du fait que les véhicules automobiles sont équipés de paires de feux ou de projecteurs disposés horizontalement dans une position fixe l'un par rapport à l'autre pour obtenir une information supplémentaire de la visualisation obtenue de ces feux. En effet, la variation de la distance des images des réflecteurs associés, dans l'image filtrée et différenciée obtenue à l'aide du dispositif selon l'invention, permet de détecter si un obstacle s'approche (la distance des images s'accroît) ou s'éloigne (la distance des images décroît) ainsi que de mesurer la vitesse de l'obstacle. Une telle information peut être extraite par des moyens électroniques de traitement d'images additionnelles et communiquée au conducteur du véhicule qui peut ainsi évaluer à tout moment la proximité de l'obstacle. L'association à ce traitement d'une détection de la forme des images des réflecteurs, permet de distinguer les voitures qui circulent en sens inverse des voitures qui circulent dans le même sens que le véhicule équipé du dispositif suivant l'invention, du fait que les réflecteurs associés aux feux de stop et aux projecteurs sont de forme différente.

On notera que l'utilisation d'une source de rayonnement infrarouge invisible à l'oeil nu, à l'avant du véhicule équipé du dispositif selon l'invention, n'est pas susceptible de gêner les autres conducteurs.

On peut améliorer encore l'image des réflecteurs d'un véhicule formant obstacle dans l'image obtenue par soustraction, en plaçant un filtre infrarouge 13 sur l'axe optique de la caméra 1, comme représenté à la figure 2 où ce filtre 13 est placé entre l'objectif 3 et un capteur CCD 14. Un tel filtre présentant une transmittance spectrale conforme au graphe 30 de la figure 3, permet d'améliorer l'élimination des objets réfléchissant ou émettant dans le domaine visible, dans l'image finale obtenue.

Une variante du dispositif de la figure 1 est représentée à la figure 4. Cette variante comporte deux voies optiques constituées par des objectifs 1', 2', des filtres 15, 25, des cibles ou capteurs CCD 31, 32, et des préamplificateurs 33, 34, respectivement, placés en série dans cet ordre. Le filtre 15 transmet dans le domaine visible (400-700 nanomètres) et le filtre 25 transmet dans le domaine infrarouge (700 - 1200 nanomètres).

Le dispositif comprend une unité de traitement et de saisie 36 commune aux deux voies. Une commutation, à une fréquence de 50 Hz par exemple, entre chacune de ces voies et cette unité 36, est assurée par une unité de commande logique 35. Ainsi une trame d'images sur deux est saisie dans le spectre infrarouge, l'autre trame étant saisie dans le spectre visible. Le sortie vidéo 37 de l'unité 36 est raccordée à une unité de traitement d'images qui effectue un prétraitement sur les niveaux de gris et la différenciation suivant l'invention entre deux trames d'images successives.

On a représenté à la figure 5 un deuxième mode de réalisation du dispositif suivant l'invention. Ce dispositif prend la forme d'une caméra vidéo munie de deux objectifs 1", 2" et d'un seul capteur CCD 44. Des filtres 45 et 46 transmettant dans le domaine visible et dans le domaine infrarouge respectivement, sont placés en arrière des objectifs 1" et 2" respectivement, sur l'axe optique de ceux-ci. Des moyens optiques déflecteurs 38, 39, 41 assurent la commutation entre chacune des voies optiques et le capteur 44. Ces moyens optiques comprennent des miroirs 38 et 39 définissant entre eux un chemin optique 40, à 90° de l'axe optique de l'objectif 1", et un prisme 41 monté à rotation autour d'un axe 43 perpendiculaire au plan du capteur 44. Dans une première position, le prisme renvoie la lumière reçue du miroir 39, en provenance de l'objectif 1", vers le capteur 44 et, dans une deuxième position écartée de 180° de la première, le prisme 41 éclaire le capteur 44 avec la lumière venue de l'objectif 2", par l'intermédiaire des axes optiques 42 et 43. La rotation oscillante du prisme de renvoi 41 est synchronisée avec les signaux de "synchronisation trame", à la fréquence de 50 Hz par exemple émis par une électronique de commande associée au capteur CCD 44. Des moyens moteurs (non représentés) assurent cette rotation oscillante en synchronisme avec ces signaux. Dans cette configuration, le dispositif selon l'invention ne comprend qu'une seule électronique de traitement des signaux vidéo saisis par le capteur 44.

On a représenté à la figure 6 un troisième mode de réalisation du dispositif de visualisation selon l'invention. Celui-ci prend la forme d'une caméra vidéo à un seul objectif 47, cette caméra étant modifiée pour comprendre en outre un disque porte-filtres 48 placé en avant d'un capteur CCD 44'. Le disque porte-filtre peut comprendre deux secteurs demi cir-

culaires 49 et 51 constituant respectivement un filtre transmettant dans le domaine visible et un filtre transmettant dans l'infrarouge. Un moteur 52 entraîne le disque 48 en rotation par l'intermédiaire d'une couronne dentée. Le moteur 52 est commandé de manière à faire tourner le disque à la vitesse de 50 tours par seconde, en synchronisme avec les signaux de "synchronisation trame" émis par une électronique de commande associée au capteur 44'. Ainsi, pendant deux trames successives du signal vidéo, deux filtres 49, 51 sont successivement interposés sur l'axe optique 53 de l'objectif 47 de manière à filtrer successivement dans le visible et dans l'infrarouge, la lumière reçue par le capteur 44'. Ainsi une trame d'images sur deux est formée dans le spectre infrarouge, l'autre trame étant formée dans le spectre visible. Le traitement des trames d'images obtenues est identique à celui opéré lorsque ces deux trames d'images sont saisies par des caméras distinctes.

Les divers modes de réalisation de l'invention décrits ci-dessus sont tous susceptibles de fournir une visualisation d'obstacles réfléchissant ou rayonnant dans l'infrarouge, en permettant de se passer des traitements d'images coûteux, par extraction de contour ou reconnaissance de forme, de la technique antérieure. Ils fonctionnent parfaitement en temps réel avec des électroniques de traitement d'images présentant une puissance de calcul raisonnable.

Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, le choix de plages jointives de la bande de sensibilité spectrale du capteur CCD utilisé pourrait être modifié pour être adapté à des obstacles réfléchissant ou rayonnant dans d'autres domaines spectraux. On pourrait, dans d'autres applications, par exemple, utiliser des filtres permettant de ne faire ressortir que des objets dont l'albedo correspond à une plage de la bande spectrale du capteur CCD autre que la plage infrarouge, par exemple la plage inférieure du domaine de longueurs d'ondes auquel le capteur CCD est sensible (de 300 à 500 nanomètres par exemple).

En outre, la présence d'un projecteur de rayonnement infrarouge sur un véhicule équipé du dispositif suivant l'invention n'est pas nécessaire si les véhicules à identifier comme obstacles sont eux-mêmes équipés de sources de rayonnement infrarouge plutôt que de réflecteurs de ce rayonnement.

#### Revendications

1. Dispositif embarqué de visualisation d'un obstacle présent sur la trajectoire d'un véhicule automobile, cet obstacle réfléchissant ou émettant un rayonnement d'un domaine spectral prédéterminé, dispositif caractérisé en ce qu'il comprend :

a) un premier moyen (1) sensible aux rayonnements d'un domaine spectral couvrant le domaine prédéterminé et plus large que celui-ci pour saisir une image vidéo du champ ouvert à la progression du véhicule sur sa trajectoire,

b) un deuxième moyen (2) de saisie d'une autre image de ce champ, sensible à des rayonnements d'un domaine spectral complétant le domaine prédéterminé pour couvrir ensemble sensiblement le domaine de sensibilité du premier moyen, et

c) des moyens électroniques (11) de traitement par différence des deux images vidéo ainsi obtenues pour former une troisième image vidéo du champ ouvert au véhicule, contenant seulement une image de contraste relevé de l'obstacle.

2. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que le domaine spectral prédéterminé est celui du rayonnement infrarouge, en ce que le domaine spectral de sensibilité du premier moyen de saisie (1) couvre le domaine visible et le domaine infrarouge et en ce que le domaine spectral de sensibilité du deuxième moyen de saisie (2) est le domaine visible.

3. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que le premier moyen est constitué par une caméra vidéo (1) à capteur CCD.

4. Dispositif conforme à la revendication 3, caractérisé en ce qu'un filtre infrarouge (13) est placé sur l'axe optique de ladite caméra.

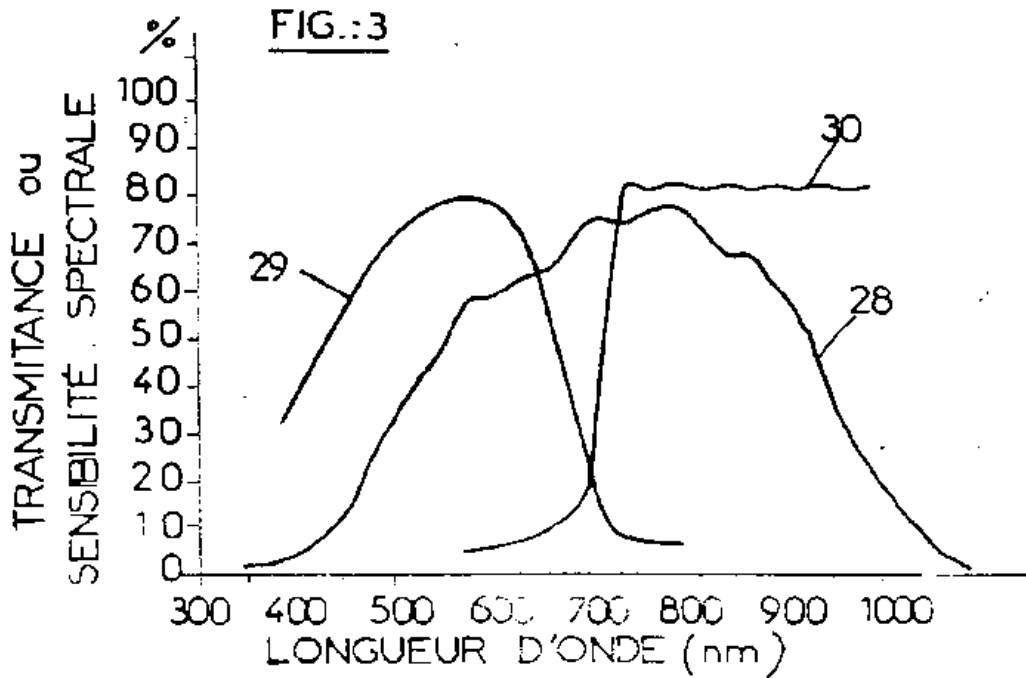
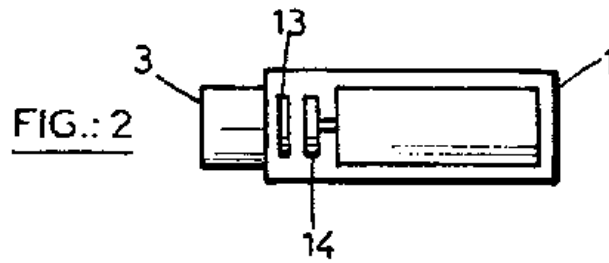
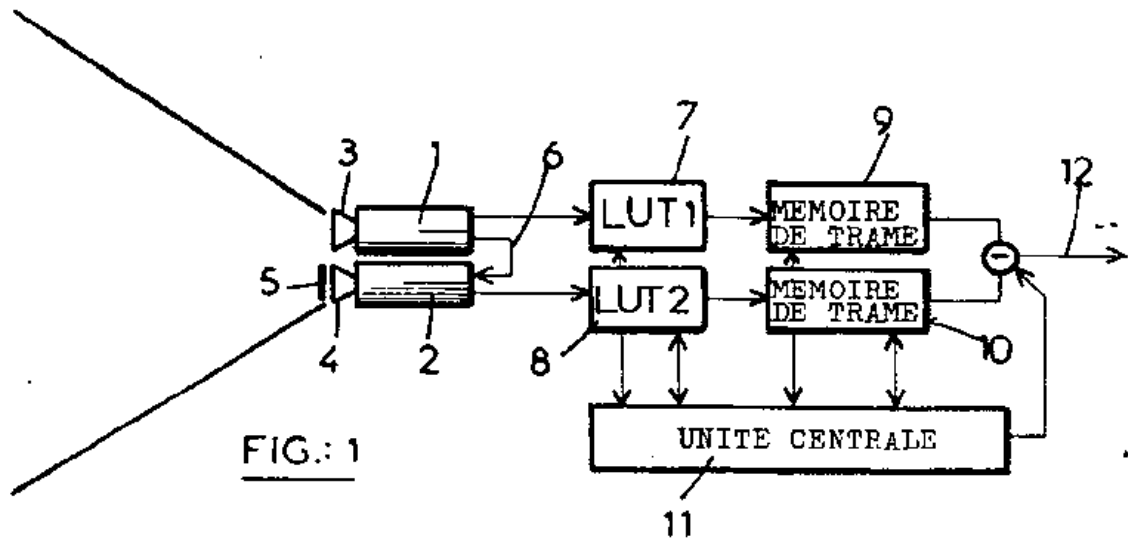
5. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le deuxième moyen de saisie est constitué par une caméra vidéo (2) à capteur CCD équipée d'un filtre (5) transmettant le rayonnement du seul domaine visible.

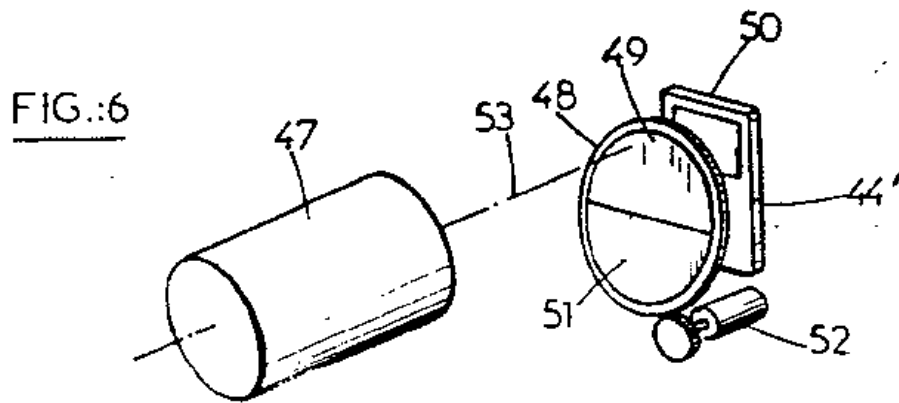
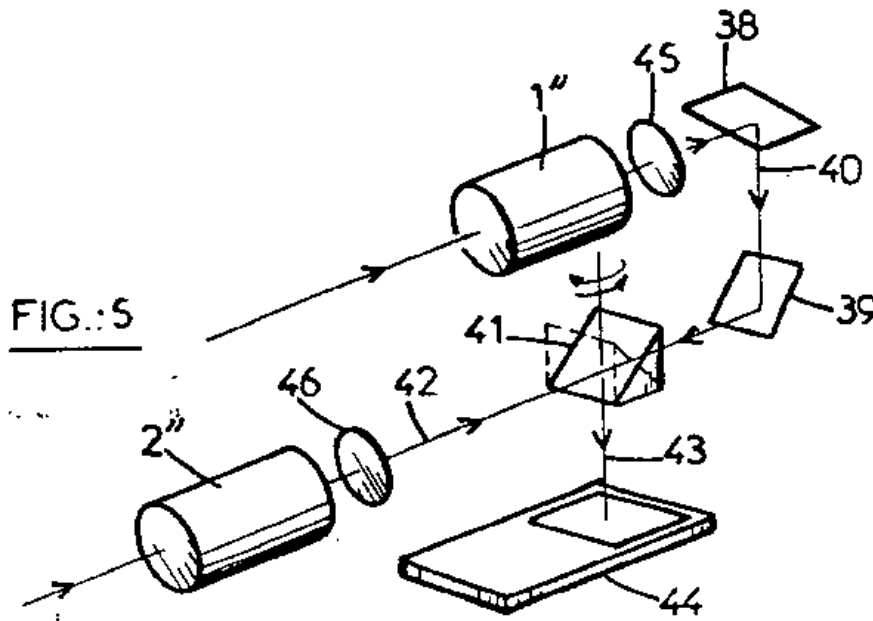
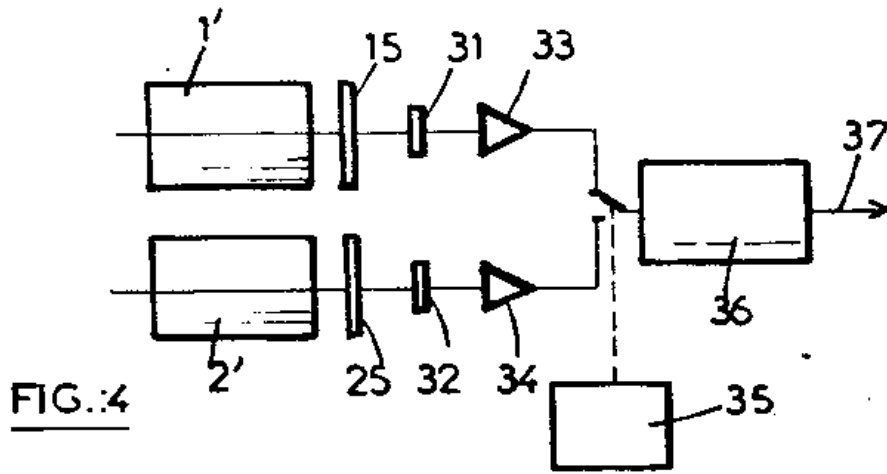
6. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que les premier deuxième moyens de saisie d'images vidéo comprennent des premier (1") et deuxième (2") objectifs formant partie d'une caméra vidéo à capteur CCD et équipée de moyens optiques défecteurs (38, 39, 41) pour projeter successivement sur ce capteur des images formées par les premier et deuxième objectifs.

7. Dispositif conforme à la revendication 6, caractérisé en ce que les premier et deuxième objectifs sont équipés respectivement de filtres (45, 46) transparents aux rayonnements des domaines infrarouge et visible, respectivement.

8. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que les premier et deuxième moyens de saisie d'images vidéo comprennent un objectif (47) unique formant partie d'une caméra vidéo à capteur CCD et équipée de moyens de filtrage (48, 49, 51, 52) agencés pour assurer que deux trames d'images vidéo successives saisies par la caméra correspondent à des images filtrées dans le domaine visible et dans le domaine infrarouge respectivement.
9. Dispositif conforme à la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens de filtrage sont constitués par un disque (48) monté à rotation dans la caméra et comprenant des premier (49) et deuxième (51) filtres transparents aux infrarouges et aux rayonnements du domaine visible, respectivement, un moteur (52) entraînant ce disque en rotation de manière que ces filtres s'interposent successivement et cycliquement sur l'axe optique (53) de l'objectif (47) en synchronisme avec la saisie de trames d'images successives par la cible CCD de la caméra.
10. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les moyens électroniques de traitement des images vidéo saisies assurent une soustraction de signaux vidéo pixel par pixel dans des trames de tels signaux correspondant à deux images d'un même champ constitués de rayonnements de deux domaines spectraux présentant au moins une partie non commune, pour former une trame de signaux vidéo contenant l'image de l'obstacle seulement.
11. Dispositif conforme à la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens électroniques de traitement comprennent des moyens (7, 8) de modification des histogrammes des images vidéo saisies, préalablement à la soustraction pixel par pixel des signaux vidéo représentatifs de ces images.
12. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 11, conçu pour visualiser l'obstacle constitué par un véhicule automobile placé dans le champ ouvert à la progression du véhicule dans lequel le dispositif est embarqué, caractérisé en ce qu'il comprend une source de rayonnement infrarouge éclairant ce champ, l'obstacle constitué par le véhicule placé dans le champ étant visualisé par les images de réflecteurs de ce rayonnement placés sur le véhicule formant obstacle.
13. Dispositif conforme à la revendication 12, caractérisé en ce que la troisième image vidéo contient
- seulement une image des réflecteurs d'une paire de feux ou de projecteurs montés sur le véhicule formant obstacle.
14. Dispositif conforme à la revendication 13, caractérisé en ce que les moyens électroniques de traitement comprennent en outre des moyens d'analyse de la troisième image vidéo, sensibles à la distance des images des réflecteurs de la paire pour en déduire la distance du véhicule formant obstacle et sa vitesse relative par rapport au véhicule dans lequel le dispositif est embarqué.
15. Véhicule automobile équipé d'un dispositif de visualisation d'obstacles conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 14.









Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 0862

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	FR-A-2 554 612 (OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES) * abrégé * * page 3, ligne 3 - ligne 9 * * page 3, ligne 24 - ligne 30 * * page 4, ligne 1 - ligne 4 * * page 5, ligne 1 - ligne 12 * * page 5, ligne 21 - ligne 27 * * page 5, ligne 29 - page 6, ligne 13 * * page 12, ligne 5 - ligne 13 * * page 21 - page 24 *	1, 3, 6, 10, 12, 15	G01S17/86 G01S17/87
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G08B G03S G06F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 31 JUILLET 1991	Examineur CHATEAU J. P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : schéma-plan technologique O : divulgation non écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 150 (03/92) (P/403)

**Bibliographic data: EP0455524 (A1) — 1991-11-06****Illumination and display system for vehicles.**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** NGUYEN HOANG GIANG [FR] ± (NGUYEN, HOANG GIANG)

**Applicant(s):** RENAULT [FR] ± (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT S.A)

**Classification:** - **international:** B60Q1/08; B60Q1/14; B60R1/00; H04N7/18;  
(IPC1-7): B60Q1/00; B60R1/00  
- **cooperative:** B60Q1/14; B60R1/00; H04N7/18; B60R2300/103;  
B60R2300/106; B60R2300/804

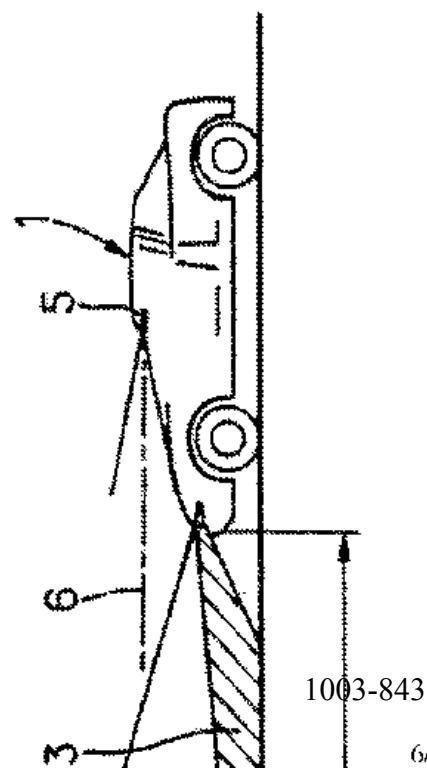
**Application number:** EP19910400864 19910329

**Priority number(s):** FR19900004195 19900402

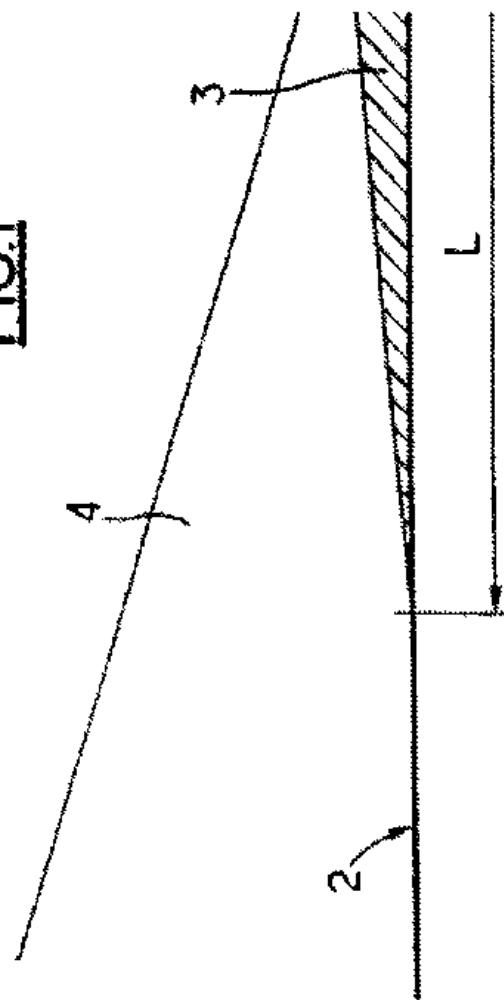
**Also published as:** EP0455524 (B1) FR2660262 (A1) DE69110752 (T2)

**Abstract of EP0455524 (A1)**

The illumination and display system for vehicles fitted with at least one headlight, at least one rear light and at least one rear brake light, which lights emit light beams (3) in the visible spectrum, comprises: - at least one front lamp emitting a light beam (4) in the near-infrared spectrum with a range greater than at least twice the range (L) of the headlight; - at least one camera (5) sensitive in the near-infrared spectrum, aiming in front of the vehicle (1) and comprising, mounted in front of the objective of the camera, an infrared filter combined with a polariser; - a processing and display unit connected to the camera to allow the driver to observe the image of the field displayed by the camera; - infrared polarisers cooperating respectively with the front lamp and the rear lights and rear brake



polarisers cooperating respectively with the front lamp and the rear lights and rear brake lights, the orientation of the polarisation of each of said polarisers being perpendicular to that of the polariser of the camera, so that the camera (5) detects only near-infrared light beams having a given polarisation in its field of vision.

**FIG.1**



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Numéro de publication : **0 455 524 A1**

⑫

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑰ Numéro de dépôt : **91400864.4**

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup> : **B60R 1/00, B60Q 1/00**

⑱ Date de dépôt : **29.03.91**

⑳ Priorité : **02.04.90 FR 9004195**

⑦ Inventeur : **Nguyen, Hoang Giang**  
9, rue de Belfort  
F-91130 Ris-Orangis (FR)

㉑ Date de publication de la demande :  
**06.11.91 Bulletin 91/45**

㉒ Etats contractants désignés :  
**DE ES GB IT**

⑧ Mandataire : **Ernst-Schonberg, Michel et al**  
**REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT**  
SA, Sca 0267, 860, quai de Stalingrad  
F-92109 Boulogne Billancourt Cédex (FR)

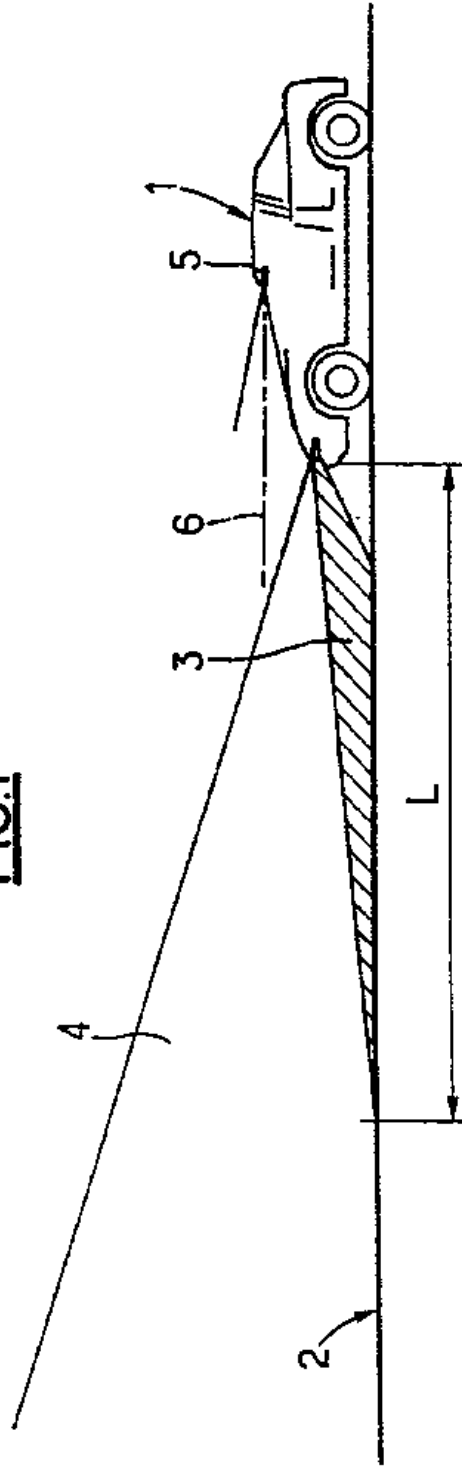
㉓ Demandeur : **REGIE NATIONALE DES USINES**  
**RENAULT S.A.**  
34, Quai du Point du Jour  
F-92109 Boulogne Billancourt (FR)

⑥ **Système d'éclairage et de visualisation pour véhicules.**

- ⑦ Le système d'éclairage et de visualisation pour véhicules équipés d'au moins un feu avant, au moins un feu arrière de position et au moins un feu arrière de stop, les feux émettant des faisceaux lumineux (3) dans le spectre visible, comprend :
- au moins un projecteur avant émettant un faisceau lumineux (4) dans le spectre proche infrarouge et dont la portée est supérieure à au moins deux fois la portée (L) du feu avant ;
  - au moins une caméra (5) sensible dans le spectre proche infrarouge, orientée vers l'avant du véhicule (1) et comprenant un filtre infrarouge combiné avec un polariseur montés devant l'objectif de la caméra ;
  - un ensemble de traitement et de visualisation relié à la caméra pour permettre au conducteur d'observer l'image du champ visualisé par la caméra ;
  - des polariseurs infrarouges coopérant respectivement avec le projecteur avant et les feux arrière de position et de stop, l'orientation de polarisation de chacun desdits polariseurs étant disposée perpendiculairement à celle du polariseur de la caméra, de façon à ce que la caméra (5) ne détecte que des rayons lumineux proches infrarouges suivant une polarisation donnée dans son champ de vision.

EP 0 455 524 A1

**FIG.1**



La présente invention concerne un système d'éclairage et de visualisation pour véhicules permettant la vision de conducteurs de véhicules, en particulier de véhicules automobiles.

Des systèmes classiques de ce genre sont constitués par une association de feux, par exemple des phares, des feux de croisement, des feux de position et des feux de stop, montés sur la carrosserie du véhicule. Lesdits feux émettent sans exception des faisceaux lumineux dans le spectre visible.

De nuit, dans la plupart des cas, le conducteur doit se contenter des feux de croisement conventionnels de son véhicule pour ne pas éblouir d'autres usagers de la route avec les phares du véhicule. De ce fait, il ne peut voir plus loin que la distance d'éclairage des faisceaux lumineux émis par les feux de croisement sur la route, ladite distance d'éclairage étant en général inférieure à 50 m. En conséquence, le conducteur du véhicule, s'il veut respecter les consignes de sécurité de la route, doit limiter la vitesse de son véhicule de façon à l'adapter à la distance d'éclairage des feux de croisement de celui-ci. En effet, si la vitesse du véhicule dépasse une certaine limite fixée par la dite distance d'éclairage, le conducteur aura du mal à contrôler son véhicule pour éviter éventuellement un obstacle sur la chaussée de la route et qui entre dans le champ de vision du conducteur trop tardivement pour lui permettre de réagir à temps.

Le même problème de visibilité et d'obstacles sur la route peuvent se poser également de jour. En effet, pendant les périodes de lever du soleil ou du coucher du soleil, les rayons solaires sont trop peu inclinés par rapport à la chaussée de la route, si bien que le conducteur du véhicule circulant face au soleil peut être ébloui par les rayons solaires qui perturbent sa vision de la route.

Dans une autre situation ou des ombres sont projetées par le soleil sur la chaussée à cause d'arbres, de bâtiments, de ponts ou autres se trouvant sur les bords de la route, il est quelquefois difficile pour le conducteur d'identifier à distance un obstacle situé dans une ombre sur la chaussée pour pouvoir l'éviter à temps.

La présente invention a pour objet de résoudre les problèmes posés ci-dessus en réalisant un système approprié permettant d'améliorer la vision de nuit et de jour du conducteur de véhicules.

Le système d'éclairage et de visualisation, selon l'invention, pour véhicules équipés d'au moins un feu avant, au moins un feu arrière de position et au moins un feu arrière de stop émettant des faisceaux lumineux dans le spectre visible, comprend :

- un projecteur avant émettant un faisceau lumineux polarisé dans le spectre proche infrarouge et dont la portée est supérieure à la portée du feu avant;
- au moins une caméra sensible dans le spectre infrarouge orientée vers l'avant du véhicule et

comprenant un filtre infrarouge combiné avec un polariseur montés devant l'objectif de la caméra;

- un ensemble de traitement et de visualisation relié à la caméra pour permettre au conducteur d'observer l'image du champ visualisé par la caméra;

- des polariseurs d'infrarouge coopérant respectivement avec le projecteur avant et les feux arrière de position et de stop, l'orientation de polarisation de chacun desdits polariseurs infrarouge étant disposée perpendiculairement à celle du polariseur de la caméra, de façon à ce que la caméra ne détecte que des rayons lumineux infrarouges suivant une polarisation donnée dans son champ de vision.

De préférence, le feu avant émet un faisceau lumineux de courte portée dont le spectre est limité de préférence entre 0,4 $\mu$ m et 0,7 $\mu$ m. Le projecteur avant émet un faisceau lumineux de longue portée dont le spectre est limité de préférence entre 0,75 $\mu$ m et 1,2 $\mu$ m. Le spectre auquel la caméra est sensible est avantageusement limité de façon identique à celui du projecteur avant, c'est-à-dire entre 0,75 $\mu$ m et 1,2 $\mu$ m.

De cette façon, la caméra est totalement insensible aux faisceaux lumineux des feux avant et des projecteurs avant des véhicules venant en sens inverse, car les uns sont en dehors du spectre de la caméra et les autres sont polarisés perpendiculairement à la polarisation du polariseur de la caméra. Il en est de même pour des feux arrière de position et de stop qui émettent de la lumière polarisée perpendiculairement à la polarisation du polariseur de la caméra.

En revanche, la caméra est sensible à la lumière réfléchie par la chaussée provenant du faisceau lumineux infrarouge du projecteur avant, de façon similaire à la visualisation directe, par le conducteur, de la chaussée éclairée par les phares du véhicule selon les systèmes classiques. L'ensemble de traitement et de visualisation restitue l'image du champ visualisé par la caméra, par exemple sur un écran à proximité du conducteur.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention pris à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par des dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 est une vue schématique d'un véhicule automobile équipé d'un système d'éclairage et de visualisation selon l'invention;

la figure 2 est une représentation schématique de l'image restituée par l'ensemble de traitement et de visualisation relié à la caméra;

la figure 3 est une vue éclatée schématisant la structure d'un projecteur avant et du feu avant selon l'invention;

la figure 4 est une vue éclatée schématisant la structure de l'ensemble formant caméra selon l'invention;

la figure 5 est une vue partielle en coupe d'un



polariseur infrarouge selon l'invention; et la figure 6 est une coupe axiale d'un second polariseur infrarouge selon l'invention.

Comme illustré sur la figure 1, le véhicule automobile 1, équipé d'un système d'éclairage de visualisation selon l'invention, circule sur la chaussée 2 d'une route. La zone hachurée 3 représente les faisceaux lumineux dans le spectre visible émis par le ou les feux avant et dont la portée L est inférieure ou égale à la portée des feux de croisement conventionnels. La zone 4 représente les faisceaux lumineux dans le spectre proche infrarouge émis par le ou les projecteurs avant du véhicule 1. La portée des faisceaux 4 est au moins trois fois supérieure à la portée L des faisceaux 3 dans le spectre visible.

Au-dessus du tableau de bord du véhicule 1 est installé une caméra 5 dirigée vers l'avant du véhicule avec son axe optique 6 sensiblement horizontal. Comme montré sur la figure 2, l'image restituée 7 par un ensemble de traitement et de visualisation relié à la caméra 5 permet au conducteur d'observer le champ visualisé par la caméra 5. Sur l'image 7, on distingue schématiquement une zone 8 éclairée par les faisceaux 4 du ou des projecteurs avant dans le spectre proche infrarouge et une zone 9 non éclairée par les faisceaux 4. Une zone 10 représentée sur la figure 2 correspondant à l'éclairage des faisceaux 3 du ou des feux avant, est en effet pratiquement inexistante sur l'image 7, car la caméra 5 est insensible au spectre visible des faisceaux 3, la zone 10 permettant simplement de montrer la différence de portée des faisceaux lumineux 3 et 4.

Grâce à la caméra 5, le conducteur peut voir aussi loin que la distance d'éclairage des faisceaux proches infrarouges 4 sur la chaussée 2. Il en résulte que dans la conception des feux avant, la portée L des faisceaux 3 dans le spectre visible peut être réduite et orientée de façon à ne pas éblouir des usagers de véhicules venant dans le sens inverse.

De jour, lorsque les problèmes de visibilité ou d'ombres sur la chaussée dues au soleil se posent, le conducteur peut allumer le ou les projecteurs avant pour éclairer la chaussée par les faisceaux 4 proche infrarouge. L'ensemble de traitement et de visualisation relié à la caméra 5 permet de restituer l'image 7 du champ visualisé par la caméra 5. Le problème de visibilité est ainsi résolu pour le conducteur, il est important de signaler que les faisceaux 4 proches infrarouges ne sont pas visibles à l'œil nu par les usagers de la route qui ne sont pas, par conséquent, gênés par lesdits faisceaux 4.

La figure 3 représente un projecteur avant 11 proche infrarouge associé à un feu avant 12 visible pour former un projecteur mixte de faisceaux lumineux dans les spectres proche infrarouge et visible respectivement. Le projecteur mixte peut comporter un boîtier commun séparé en un compartiment proche infrarouge 13 et un compartiment visible 14.

Le projecteur avant 11, logé dans le compartiment proche infrarouge 13 comprend une source lumineuse 15, un filtre infrarouge 16 et un polariseur infrarouge 17. La source lumineuse 15 peut être constituée d'une lampe à filament à large spectre, par exemple du type H<sub>2</sub> ou H<sub>4</sub> vendue dans le commerce d'automobile. Le plan d'onde du faisceau émis par la lampe 15 est représenté schématiquement par 18, immatériel, dans le but de faciliter l'explication du fonctionnement du projecteur avant 11.

On peut constater sur le plan d'onde 18 que la lumière émise par la lampe 15 ne comporte pas de polarisation préférentielle, les vecteurs de polarisation étant orientés de manière aléatoire. Autrement dit, le faisceau lumineux large spectre émis par la lampe 15 n'est pas polarisé.

Le filtre infrarouge 16 ne laisse traverser qu'une partie du faisceau lumineux dont la longueur d'onde est supérieure à un seuil déterminé, par exemple au-dessus de 0,75µm. Ainsi, le faisceau lumineux traversant le filtre infrarouge 16 se situe dans le spectre proche infrarouge. Le filtre infrarouge 16 est associé au polariseur infrarouge 17 dont la fonction est de ne laisser passer qu'une partie du faisceau lumineux ayant une polarisation déterminée. En d'autres termes, le faisceau lumineux traversant le polariseur 17 est un faisceau polarisé comme représenté sur le plan d'onde 19 avec un vecteur de polarisation horizontal.

Les figures 5 et 6 montrent respectivement deux types de polariseur 17. La figure 5 illustre un polariseur à grille constitué par une grille 20 formée de bandes métalliques parallèles et prises en sandwich entre deux couches de verre de silice 21, 22, la distance entre les bandes métalliques étant de l'ordre de quelques longueurs d'onde proches infrarouges. La lumière non polarisée traversant le filtre infrarouge 16 arrive du côté 21a du polariseur 17. La lumière sortant du polariseur 17 est polarisée selon une polarisation perpendiculaire aux bandes métalliques formant la grille 20.

La figure 6 montre un polariseur dichroïque 17 constitué par un film dichroïque 23 pris en sandwich entre une couche de verre réfléchissant la chaleur 24 et une couche de verre de silice 25. La lumière non polarisée incidente arrive du côté 24a de la couche de verre réfléchissant la chaleur 24. La lumière sortant du polariseur 17 est polarisée selon une direction perpendiculaire à celle des orientations microscopiques de cristaux dans les polymères du film dichroïque 23.

Le projecteur avant 11 peut donc émettre un faisceau lumineux dans le spectre proche infrarouge et polarisé selon une polarisation déterminée.

La structure du feu avant 12 montée dans le compartiment visible 14 est beaucoup plus simple. Le feu avant 12 comprend une source lumineuse 26 qui peut être une lampe à filament large spectre identique à la lampe 15. Le plan d'onde 27 du faisceau lumineux émis par la lampe 26 contient des vecteurs de polarisation

sation orientés de façon aléatoire comme sur le plan d'onde 18 pour la lampe 15. On dispose un filtre passe-bande 28 ou un filtre réfléchissant la chaleur devant la lampe 26 pour ne laisser passer qu'un spectre étroit de lumière visible. On peut choisir par exemple comme caractéristique une bande passante comprise entre 0,4 $\mu$ m et 0,7 $\mu$ m pour le filtre passe-bande 28. Ainsi, le feu avant émet un faisceau lumineux visible dont le spectre est en dehors du spectre proche infrarouge du projecteur avant 11.

La figure 4 représente une vue éclatée de la caméra 5 proche infrarouge. La caméra 5 comprend un boîtier 30, un senseur 31, un objectif 32, un polariseur infrarouge 33 et un filtre infrarouge 34. Le filtre infrarouge 34 peut être de caractéristique identique au filtre infrarouge 16 du projecteur avant 11. Le polariseur infrarouge 33 peut être de structure identique à celle du polariseur infrarouge 17 du projecteur avant 11. La lumière traversant le filtre 34 et le polariseur 33 est polarisée et se situe dans un spectre proche infrarouge. Cette lumière polarisée arrive sur l'objectif 32 qui projette une image sur le senseur 31, ladite image étant traitée par un ensemble de traitement et de visualisation relié au boîtier 30.

Afin d'éviter que la caméra 5 soit éblouie par les projecteurs avant 11 d'un véhicule venant d'en face, il est nécessaire que la polarisation de la lumière reçue par la caméra soit perpendiculaire à la polarisation du faisceau lumineux émis par le projecteur avant 11. De même, pour des feux arrière de position et de stop des véhicules, il est préférable d'équiper ces feux par un polariseur du type polariseur 17 du projecteur 11, afin de polariser la lumière émise par lesdits feux perpendiculairement à la polarisation de la lumière perçue par la caméra 5. Ainsi, la caméra ne sera pas éblouie par les feux arrière d'un véhicule circulant devant et dans le même sens.

Il est également possible d'équiper le véhicule avec en plus un projecteur arrière proche infrarouge et une caméra sensible dans le spectre proche infrarouge comme décrit précédemment pour permettre le conducteur de voir sur un écran associé l'image du champ visualisé par la caméra arrière.

Le système d'éclairage et de visualisation de l'invention peut être appliqué à tout genre de véhicules, notamment pour véhicules à deux roues ou à quatre roues, par exemple des motocyclettes ou des véhicules automobiles.

## Revendications

1. Système d'éclairage et de visualisation pour véhicules équipés d'au moins un feu avant, ou moins un feu arrière de position et au moins un feu arrière de stop, les feux émettant des faisceaux lumineux dans le spectre visible, caractérisé par le fait qu'il comprend :

– au moins un projecteur avant (11) émettant un faisceau lumineux dans le spectre proche infrarouge et dont la portée est supérieure à au moins deux fois la portée du feu avant (12);  
 – au moins une caméra (5) sensible dans le spectre proche infrarouge, orientée vers l'avant du véhicule (1) et comprenant un filtre infrarouge (34) combiné avec un polariseur (33) montés devant l'objectif (32) de la caméra;  
 – un ensemble de traitement et de visualisation relié à la caméra pour permettre au conducteur d'observer l'image (7) du champ visualisé par la caméra;  
 – des polariseurs infrarouges (17) coopérant respectivement avec le projecteur avant (11) et les feux arrière de position et de stop, l'orientation de polarisation de chacun desdits polariseurs étant disposée perpendiculairement à celle du polariseur (33) de la caméra, de façon à ce que la caméra (5) ne détecte que des rayons lumineux proches infrarouges suivant une polarisation déterminée dans son champ de vision.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le projecteur avant (11) comprend une lampe à filament (15) large spectre, un filtre infrarouge (16), et un polariseur (17), le faisceau lumineux émis par le projecteur avant étant dans le spectre proche infrarouge est polarisé selon une polarisation déterminée.

3. Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que le feu avant (12) comprend une lampe à filament (26) large spectre et un filtre passe-bande (28) ou un filtre réfléchissant la chaleur pour n'émettre qu'un faisceau lumineux dans le spectre visible.

4. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la caméra (5) est sensible à un faisceau lumineux polarisé dans un spectre compris entre 0,75 $\mu$ m et 1,2 $\mu$ m.

5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le projecteur avant (11) émet un faisceau lumineux polarisé dans le spectre compris entre 0,75 $\mu$ m et 1,2 $\mu$ m.

6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le feu avant (12) émet un faisceau lumineux non polarisé dans le spectre compris entre 0,4 $\mu$ m et 0,7 $\mu$ m.

7. Système selon l'une quelconque des revendica-

tions précédentes, caractérisé par le fait que le projecteur avant (11) et le feu avant (12) sont montés respectivement dans deux compartiments adjacents d'un boîtier pour former un projecteur mixte.

5

8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre un projecteur arrière proche infrarouge identique au projecteur avant (11), et une caméra arrière sensible dans le spectre proche infrarouge identique à la caméra avant (5).

10

15

20

25

30

35

40

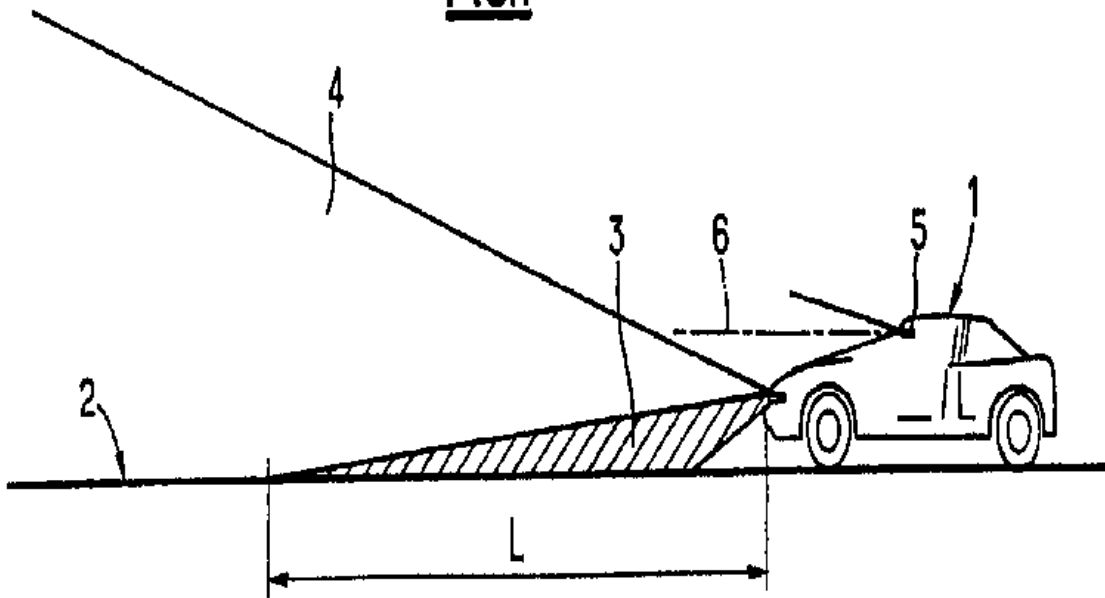
45

50

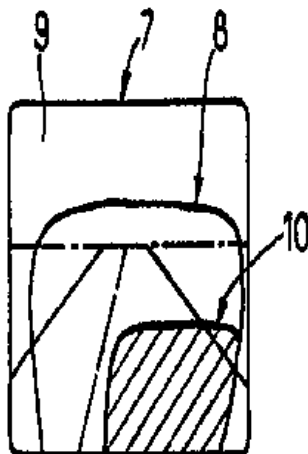
55

6

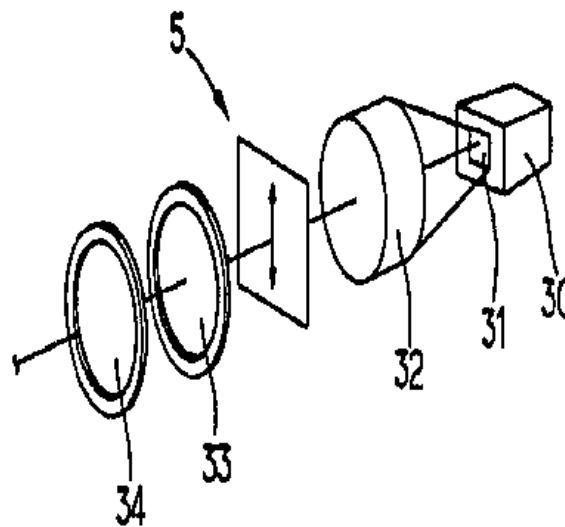
**FIG.1**



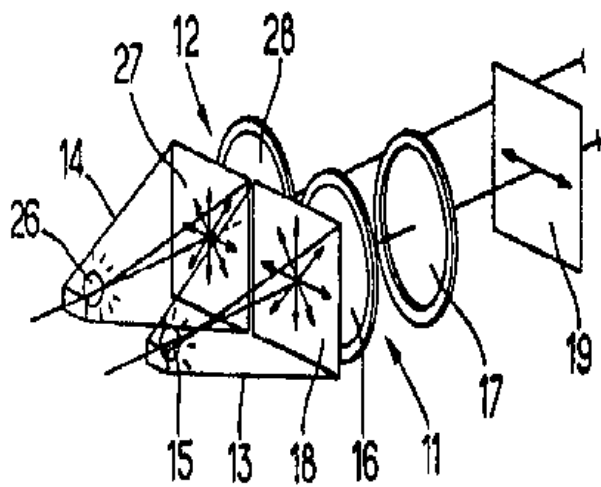
**FIG.2**



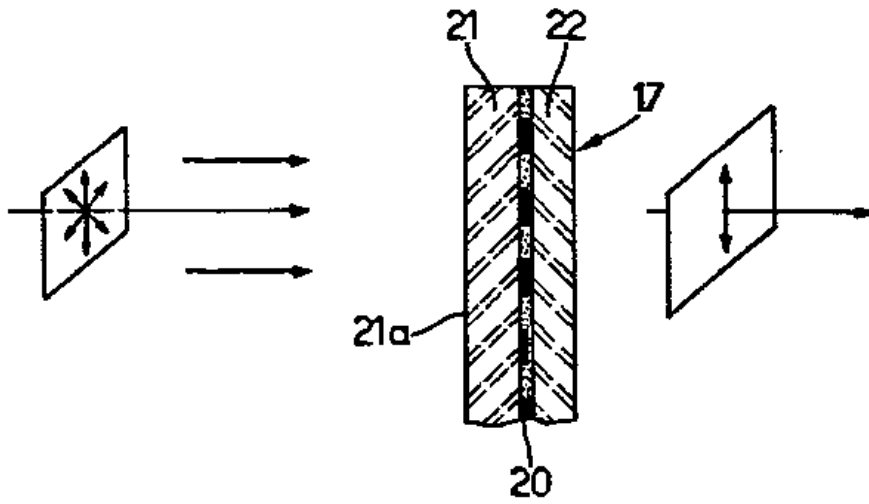
**FIG.4**



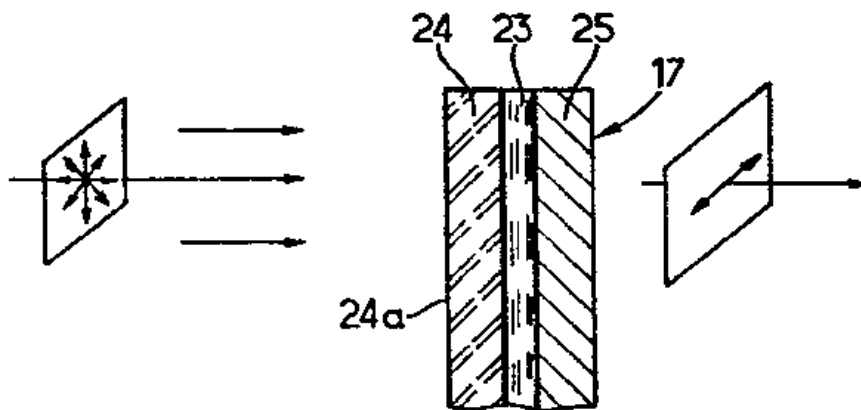
**FIG.3**



**FIG.5**



**FIG.6**




 Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 0864

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	DE-A-3342898 (KRAUSS-MAFFEI) * page 3, ligne 29 - page 4, ligne 13 *	1, 4, 5	B60R1/00 B60Q1/00
Y	AU-B-1175470 (HANSEN) * page 2, alinéa 9 - page 3, alinéa 2 *	1, 4, 5	
A	REVUE AUTOMOBILE. vol. 82, no. 51, 18 décembre 1987, BERNE, CH page 17, E. BEHRENDT: "Les infrarouges au service de la sécurité" * le document en entier *	1, 4, 5	
A	FR-A-1206561 (D'ALESSANDRO) * page 2, lignes 6 - 19 *	1	
A	AUTOMOTIVE ENGINEERING. vol. 97, no. 8, août 1989, WARRENDALE, US pages 52 - 56; "Prometheus" * page 52, ligne 59 - page 56, ligne 11 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 1 (M-656) 06 janvier 1988, & JP-A-62 166135 (FUJI ELECTRIC) 22 juillet 1987, * le document en entier *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)  B60Q B6UR B6QJ H04N
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 15 JUILLET 1991	Examinateur STÄNDRING, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non écrite F : document factuel			

EPO FORMING IIIA (1/84)



**EUROPEAN PATENT APPLICATION**

Application number: **91116608.0**

Int. Cl.<sup>5</sup>: **H04N 7/18, B60R 1/00**

Date of filing: **27.09.91**

Priority: **28.09.90 JP 262661/90**  
**28.09.90 JP 262662/90**  
**28.09.90 JP 262663/90**

**Shinagawa-ku, Tokyo(JP)**

Date of publication of application:  
**01.04.92 Bulletin 92/14**

Inventor: **Koshizawa, Toshifumi**  
**Room No. 401, Green Corpo, 80 ban-chi**  
**Kawara-guchi, Ebina city, Kanagawa**  
**Pref.(JP)**

Designated Contracting States:  
**DE FR GB**

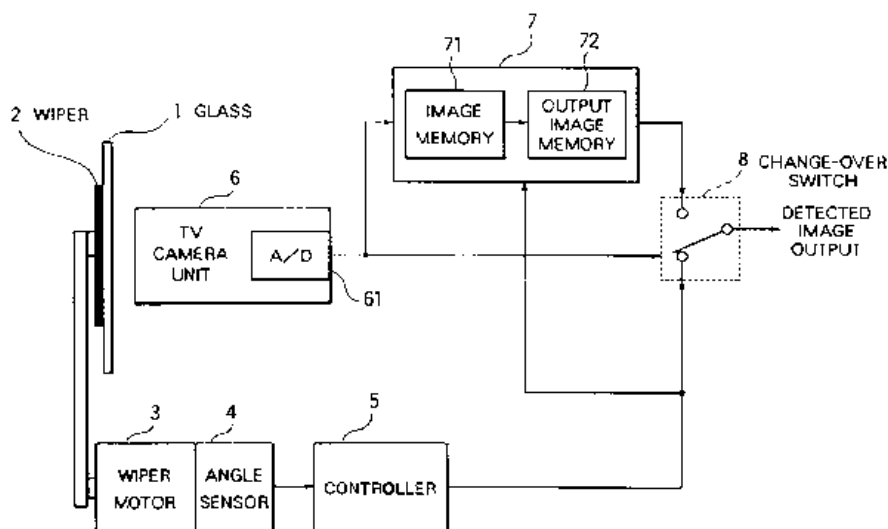
Representative: **Von Samson-Himmelstjerna,**  
**Friedrich R., Dipl.-Phys. et al**  
**Donaustrasse 24**  
**W-8000 München 80(DE)**

Applicant: **Isuzu Motors Limited**  
**26-1 Minamioi 6-chome**

**Image detection system for a car.**

An image detection system for a car arranged such that only when the drive angle of a wiper of the car resides within a predetermined image pickup angle range or a predetermined image pickup angle range corrected according to the pan angle of a TV camera unit, a change-over switch is controlled to change over to the side of an image storage from which static image data are provided as outputs. Alternatively, it can be arranged such that a masking range the wiper crosses in all of the scanning lines, of an image in front of the wiper, perpendicular to the moving direction of the wiper is determined from a drive angle of the wiper and only the image of the scanning lines for the wiper is masked and substituted by blank data or static update data.

**FIG. 1**



**EP 0 477 986 A2**



## BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention relates to an image detection system for a car, and in particular to a system for detecting and processing an image of a TV camera mounted on a car.

Heretofore, a system has been researched and developed in which a TV camera is mounted on a car as image detection means in order to find out obstacles on a forward or backward road of the car whereby an alarm is given to a driver, or a brake or a steering gear is automatically operated.

In this system, the TV camera can be mounted outside a car on one hand or inside a car on the other hand.

In the former case, it is disadvantageous in that raindrops in case of rain etc. or dust adheres to the surface of the lens of the TV camera, thereby disturbing a clear image.

A system for removing raindrops or dust which thus adheres to the surface of the lens of the TV camera is disclosed in Japanese Utility Model Application Laid-open No. 59-25528. However, this system is disadvantageous in that the lens of the TV camera should be rotated every time one desires to clean up raindrops or dust on the lens, which consumes time and disables an image taken meanwhile to be used.

Moreover, in the latter case where the TV camera is mounted outside a car, the TV camera per se is exposed to raindrops or dust so that the function thereof is easily deteriorated, resulting in a short life.

Therefore, the TV camera mounted inside a car is preferable to the one mounted outside a car.

However, it is also disadvantageous in that the image of a wiper for removing raindrops or dust intrudes into images detected by the TV camera. Therefore, if image processing is carried out as it is, a screen including the wiper image has no context with the adjacent screens so that the wiper image is to be detected as the nearest obstacle.

Thus, useless image processing with such an unavailable image, is carried out so as to cause the car erroneously to run in an automatic chase for an object.

## SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, it is an object of the present invention is to provide an image detection system for a car, with a TV camera mounted inside a car, which always makes clear images available under no influence of a wiper image.

According to the present invention, image detecting means continuously detects an image in front of a wiper and provides it for image updating-storing means and an change-over means in the form of data.

While the wiper is driven by driving means, when the drive angle of the driving means is detected by drive angle detecting means and provided for controlling means, the controlling means determines whether or not the detected drive angle of the wiper resides within a predetermined image pickup angle of the image detecting means and controls the change-over means to the side of the image updating-storing means. At the same time, the controlling means makes the updating-storing means provide the image as data output.

Thus, as shown in Fig.2, when the wiper resides outside the predetermined image pickup angle  $\beta_1 \sim \beta_2$ , the dynamic image A detected by the image detecting means is directly provided as an output without change while when the wiper resides within the predetermined image pickup angle  $\beta_1 \sim \beta_2$ , the dynamic image is unavailable so that an update image A' having been updated and stored in the image updating-storing means from the image detecting means so far is provided as an static image output.

Accordingly, a clear image is detected under no influence of the wiper image even in rainy weather etc. and useless processing time can be removed in image processing and recognition etc. which are carried out for the provided image data.

According to another aspect of the present invention, normally, for the purpose of more accurate recognition (object chase) of visual information around the car with reference to the region of the detected image A as shown in Fig.2, the image detecting means is panned in the up, down, right and left directions within a certain fixed range by panning means to obtain a desired image.

Since the image detecting means is thus panned up, down, right and left by the panning means, the detected dynamic image A in Fig.2 is relatively moved according to the panning of the image detecting means even though the moving range of the wiper is fixed.

Therefore, if the panning range of the detected dynamic image A is such as shown by dotted lines in Fig.5, and in case where the detected dynamic image A is panned up, down, right and left by the panning means to e.g. the moved lower left position shown by oblique lines in Fig.6, it is found necessary that the wiper angle  $\beta_2 - \beta_1$  of invalid image before panning is corrected for the processing to an angle  $\gamma_1 + \gamma_2$ .

Thereupon, the controlling means takes into account not only the drive angle of the driving means but

also the pan angle from the panning means in which comparison and determination are made between the predetermined image pickup angle range corrected from the above noted predetermined image pickup angle range  $\beta_1 \sim \beta_2$  according to the pan angle and the drive angle of the driving means, thereby changing the dynamic image A over to the dynamic image A'.

5 Thus, even if the image detecting means is panned up, down, left and right anyhow, a clear image is obtained under no influence of the wiper image and whatever panning position the image detecting means is controlled to chase an object

According to a further aspect of the present invention, the scanning lines of an image detected by the image detecting means is preset in the direction substantially perpendicular to the moving (cleaning) direction of the wiper as shown in Fig.9.

10 Hereupon, since the wiper has a certain width as shown by oblique lines in Fig.9, image processing means which has taken in the detected image from the image detection means determines the scanning lines in the masking range for the wiper on the basis of the drive angle of the driving means, in a range which crosses the detected image of the wiper in scanning lines forming the detected image.

15 Then, the image processing means masks only the scanning lines in the masking range and provides them as blank data output and provides as an output the detected image with respect to other scanning lines as it is.

Hereby, when the wiper image intrudes into the image processing means in the form of the detected image, the portion of the scanning lines not crossing the image of the wiper is provided as an output while only the portion of the scanning lines crossing the same is masked and then provided as an output.

Also, according to the present invention, the image processing means, instead of the above masking operation, may substitute update static detected image in a valid portion of scanning lines not including the wiper image for the image of the scanning lines in range to be masked. Therefore, only the image of the scanning lines in the masked range is transplanted with static image data for the corresponding scanning lines among an update detected image not including the wiper image.

Thus, the deterioration of the quality of the image data due to the wiper image in rainy weather etc. is kept to an extremely limited, minimum area in which the wiper can exist on the detected image.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

30 The present invention will now be more apparent to those skilled in the art from the attached drawings in which;

Fig.1 is a block diagram showing a system arrangement of one embodiment of an image detection system for a car according to the present invention;

35 Fig.2 is a principle graph for the illustration of the relationship between an operating angle of a wiper and a detected image in the present invention;

Fig.3 is a flow chart showing the processing algorithm of a controller used in Fig.1;

Fig.4 is a block diagram of a system arrangement of another embodiment of an image detection system for a car according to the present invention;

40 Fig.5 is a graph for the illustration of a movable area of an image pickup area of a TV camera unit at the time of panning in the embodiment in Fig.4;

Fig.6 is a principle graph showing the relationship between an operating angle of a wiper and a movable image pickup area when the TV camera unit is panned in the embodiment in Fig.4;

Fig.7 is a flow chart showing the processing algorithm of a controller used in the embodiment in Fig. 4;

45 Fig.8 is a block diagram showing a system arrangement of a further embodiment of an image detection system for a car according to the present invention;

Fig.9 is a graph for the illustration of the relationship between the image of a wiper and scanning lines of a TV camera unit in the embodiment in Fig.8;

Fig.10 is a principle graph for the illustration of of a method for determining a scanning line range to be masked in the embodiment in Fig.8; and,

50 Fig.11 is a flow chart showing the masking algorithm of the embodiment in Fig.8.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

55 Fig.1 is a block diagram illustrating the arrangement of one embodiment of a distance measuring equipment according to the present invention, in which a non-reflecting protective glass 1 forms a front window (or a rear window under some circumstances) of a car (not shown), a wiper 2 is provided outside the protective glass 1 to clean up raindrops or dust which adheres to the protective glass 1, a wiper motor 3

is connected to the wiper 2 and serves as means for driving the wiper 2, and an angle sensor 4 is provided for detecting a drive angle of the wiper motor 3.

A controller 5 is connected to the angle sensor 4 and serves as change-over controlling means to generate a control signal on the basis of the output signal of the angle sensor 4. A TV camera unit 6 is provided to detect an image in front of the wiper 2 and includes an A/D (Analog/Digital) converter which converts the detected image into digital data. An image storage 7 which includes an image memory 71 and an output image memory 72 is connected to the TV camera unit 6 and serves as means for updating and storing (hereinafter abbreviated as updating-storing) the output data of the TV camera unit 6. A change-over switch 8 is connected to the TV camera unit 6 and the image storage 7, and changes the image storage 7 over to the TV camera unit 6. The image storage 7 and the change-over switch 8 are under control of the controller 5.

Next, the operation of the above embodiment will be described with reference to Fig.2 and Fig.3 showing the processing algorithm of the controller 5.

The TV camera unit 6 detects an image A (Fig.2) in front of the wiper 2, converts it into digital data at the A/D converter 61 included therein, and continuously delivers the data to the image memory 71 of the image storage 7 as well as the change-over switch 8. At this time, storing the image data from the TV camera unit 6, the image memory 71 is updated by the latest image data.

In this state, the data of the image memory 71 has not yet been transferred to the output image memory 72.

In the meantime, the wiper 2 is being driven by the wiper motor 3 the drive angle  $\beta$  of which is detected by the angle sensor 4 and is read to the controller 5, as shown at Step S1 in Fig.3.

The controller 5 then determines whether or not the drive angle  $\beta$  resides within a predetermined image pickup angle range  $\beta_1 \sim \beta_2$  shown in Fig.2 of the TV camera unit 6, as shown at Step S2.

As a result of this determination, if it is found that the drive angle  $\beta$  of the wiper 2 resides in the angle range ( $\beta_0 < \beta \leq \beta_1$  or  $\beta_2 < \beta \leq \beta_3$ ) shown by oblique lines in Fig.2, which means that the detected image A is not disturbed by the wiper 2, the controller 5 makes the change-over switch 8 change over to the side of the TV camera unit 6 to provide as an output the detected image data, as shown at Step S3.

If it is found that the drive angle  $\beta$  of the wiper 2 resides in the angle range ( $\beta_1 < \beta < \beta_2$ ) other than the oblique line portion in Fig.2, the detected image A is disturbed by the wiper 2 so that it can not be used as it is. It should be noted that the angle range  $\beta_1 \sim \beta_2$  can be preset in the controller 5 so as to correspond with the detected image A as a reference.

Therefore, the controller 5 makes the change-over switch 8 change over to the side of the image storage 7, as shown at Step S4.

Then, the controller 5 makes the update image data which is always updated and stored at the image memory 71 of the image storage 7 transfer to the output image memory 72 as shown at Step S5, and makes the data of the output image memory 72 provide as an output through the change-over switch 8 as shown at Step S6.

Thus, when the wiper 2 resides outside the angle range  $\beta_1 \sim \beta_2$ , the detected image A from the TV camera unit 6 is directly provided as dynamic image data output without change, and when the wiper 2 resides inside the pickup angle range  $\beta_1 \sim \beta_2$ , the update image A' which has been stored while updated at the image memory 71 is sequentially transferred as a static image to the output image memory 72 for a time interval the wiper 2 takes to pass through the angle range  $\beta_1 \sim \beta_2$ . Then, the static image data of the output image memory 72 is read out and provided as an output through the change-over switch 8.

Fig.4 is a block diagram illustrating the arrangement of another embodiment of an image detection system according to the present invention for the purpose of chasing an object in front of the car by using an image taken by the TV camera unit 6.

For this purpose, the TV camera unit 6 is mounted on a pan head 60 which serves as panning means for panning the TV camera unit 6 in the up/down and right/left directions and provides as an output an angle signal in the respective directions at the time of panning. So, the controller 5 serving as change-over controlling means generates a control signal for the image storage 7 and the change-over switch 8 by comparing a predetermined image pickup angle range as shown in Fig.2 of the TV camera unit 6 corrected with the pan angle provided from the pan head 60 with the angle of the wiper 2 detected by the angle sensor 4. It is to be noted that a control signal shown by dotted line in Fig. 4 is provided for the pan head 60 when a control unit (not shown) finds it necessary to pan the TV camera unit 6 as a result of processing image data from the change-over switch 8, and that other elements correspond with the elements shown by the same reference numerals in Fig.1.

Next, the operation of the above embodiment in Fig.4 will be described with reference to Fig.2 and Figs.5 to 7.

It is now assumed that the TV camera unit 6 supported by the pan head 60 can pan to the maximum angle  $\pm \alpha_1$  in the up/down pickup directions and the maximum angle  $\pm \theta_1$  in the right/left pickup directions with reference to the origin 0 as shown in Fig.5. Namely, a pickup image A, shown by oblique lines, corresponding to the detected dynamic image A in Fig.2 can move within an area shown by dotted line.

5 At this time, the pan head 60 always provides as an output for the controller 5, by means of a potentiometer or a rotary encoder included therein, the angles of  $\alpha$  ( $\alpha \leq \alpha_1$ ) and  $\theta$  ( $\theta \leq \theta_1$ ) respectively in the up/down and right/left directions at the the time of panning. It is to be noted that such an angle detection may be carried out by various known techniques.

The TV camera unit 6 on the pan head 60 takes an image A (see Fig.2) in front of the wiper 2, converts it into digital data at the A/D converter 61, and continuously delivers the data to the image memory 71 of the image storage 7 and the change-over switch 8.

At this time, storing the image data from the TV camera unit 6, the image storage 71 is continuously updated by the latest image data. In this state, the data of the image memory 71 has not yet been transferred to the output image memory 72.

15 In the meantime, the wiper 2 is being driven by the wiper motor 3 the drive angle  $\beta$  of which is detected by the angle sensor 4 and is provided for the controller 5, shown at Step S11 in the flow chart of the controller 5 in Fig.7.

Also, the controller 5 is given with an up/down angle  $\alpha$  and a right/left angle  $\theta$  which are the pan angles of the TV camera unit 6, as shown at Step S12.

20 From these angles, the controller 5 recognizes the pickup direction of the TV camera unit 6 and correspondingly converts the predetermined angle range  $\beta_1 \sim \beta_2$  of the detected dynamic image A shown by oblique lines in Fig.5 into an angle  $\gamma_1$  commencing the interference with the wiper 2 and an angle  $\gamma_2$ , terminating the interference of the pickup area A as shown in Fig.6, as follows at Step S13:

At first, assuming that a distance from the panning axis 60a of the pan head 60 to the cleaning face of the wiper be  $\delta$ , the size of the pickup area A be  $L_1$  long by  $L_2$  wide, and a distance between the rotating axis of the wiper 2 and the origin 0 of the pickup area A be H, the angles  $\gamma_1, \gamma_2$  are given by the following equation:

$$30 \quad \gamma_1 = \tan^{-1} \frac{(L_2/2) + \delta \tan \theta}{H - (L_1/2) + \delta \tan \alpha}$$

$$35 \quad \gamma_2 = \tan^{-1} \frac{(L_2/2) - \delta \tan \theta}{H - (L_1/2) + \delta \tan \alpha}$$

Therefore, according to the up/down angle  $\alpha$  and the right/left angle  $\theta$  of the pan angle, pickup angles  $k_1, k_2$  are corrected from the reference angle range  $\beta_1 \sim \beta_2$  (see Fig.2) as follows:

$$k_1 = 90^\circ - \gamma_1$$

$$k_2 = 90^\circ + \gamma_2$$

45 Namely, in the angle range  $k_1 \sim k_2$ , the wiper image gets into the pickup area.

It is to be noted that the size  $L_1, L_2$  of the pickup area A can be predetermined by the aforementioned distance  $\delta$  and the pickup angle of the TV camera unit 6.

The controller 5 which has thus calculated the corrected angle range  $k_1 \sim k_2$  determines whether or not the drive angle  $\beta$  from the angle sensor 4 resides within the corrected angle range  $k_1 \sim k_2$  of the TV camera unit 6, as shown at Step S14.

As a result of this determination, if the drive angle  $\beta$  of the wiper 2 resides in the angle range ( $\beta \leq k_1$  or  $k_2 \leq \beta$ ) shown by oblique lines in Fig.6, which means that the detected dynamic image A is not disturbed by the wiper 2, the controller 5 makes the change-over switch 8 change over to the side of the TV camera unit 6 to provide as an output the detected image data without changes, as shown at Step S15.

55 On the other hand, if the drive angle  $\beta$  of the wiper 2 resides in the angle range ( $k_1 < \beta < k_2$ ) within the oblique line portion in Fig.6, the detected image A is disturbed by the wiper 2 so that it can not be used as it is.

Therefore, the controller 5 makes the change-over switch 8 change over to the side of the image

storage 7, as shown at Step S16.

Then, the controller 5 makes the update image data which is always updated and stored at the image memory 71 of the image storage 7 transfer to the output image memory 72, as shown at Step S17, and makes the data of the static image A' of the output image memory 72 provide as an output through the change-over switch 8, as shown at Step S18.

Thus, when the wiper 2 resides outside the predetermined image pickup angle range  $k_1 \sim k_2$  corrected according to the pan angle of the TV camera unit 6, the detected dynamic image A is directly provided as a dynamic image data output without changes. However, when the wiper 2 resides within the pickup angle range  $k_1 \sim k_2$ , the update static image A' which has been stored while updated at the image memory 71 is sequentially transferred as static image data to the output image memory 72 for a time interval the wiper 2 takes to pass through the pickup angle  $k_1 \sim k_2$ . Then, the data of the output image memory 72 are read out therefrom and provided as outputs through the change-over switch 8.

Fig.8 is a block diagram illustrating the arrangement of a further embodiment of an image detection system according to the present invention for the purpose of substituting predetermined data for the image of the wiper during moving.

For this purpose, an image processing circuit 50 is connected to the TV camera unit 6 and the angle sensor 4 and serves as image processing means which determines the range of scanning lines to be masked with an angle signal from the angle sensor 4 and masks the portion of scanning lines in the masked range with respect to an image signal obtained from the TV camera unit 6.

The image processing circuit 50 is formed of a horizontal synchronizing detection circuit 51 for detecting a horizontal synchronizing signal in the image signal from the TV camera unit 6, a scanning line counter 52 for counting the scanning line number of the detected image signal based on the horizontal synchronizing signal detected at the horizontal synchronizing detection circuit 51, an A/D converter 53 for converting pixel signals into the corresponding digital signals between adjacent scanning lines, a buffer memory 54 for storing the output data from the A/D converter 53, and CPU 55 responsive to the scanning line number from the counter 52 and the wiper angle  $\theta$  from the angle sensor 4 to control the A/D converter 53 and the buffer memory 54. It is to be noted that other elements correspond with the elements shown by the same reference numerals in Figs.1 and 4.

Next, the operation of the above embodiment in Fig.8 will be described with reference to Figs.9-11.

The TV camera unit 6 detects an image A of an object (see Fig.8) in front of the wiper 2 and continuously delivers the image signal to the image processing circuit 50, as shown at Step S21 in the flow chart of the image processing circuit 50 in Fig.11.

On the other hand, the wiper 2 is being electrically driven by the wiper motor 3, and a signal indicating a drive angle  $\theta$  of the wiper motor 3 is detected by the angle sensor 4 interlocked with the wiper motor 3 and is then provided for the image processing circuit 50, as shown at Step S22.

It is to be noted that the position of the camera is preset such that the direction of scanning lines of the TV camera unit 6 be perpendicular to the direction of the moving (cleaning) of the wiper 2, as shown by oblique lines in Fig.9.

Then, the image of the wiper 2 during the cleaning operation is detected by the TV camera unit 6. If the wiper image is positioned at such a position as shown by oblique lines in Fig.9 and it is assumed that the number of invalid scanning lines which the image of the wiper crosses and forms an image signal be  $n$ , the CPU 65 of the image processing circuit 50 calculates scanning line numbers  $j+1$  and  $j+n$  in the scanning line range on the basis of the drive angle  $\theta$  of the wiper 2 detected by the angle sensor 4, as shown at Step S23. It is to be noted that the drive angle at the time when the wiper 2 passes through the image pickup area A shown by a dot-dash line in Fig.9 is predetermined from the mutual positional relationship of the wiper 2 and the TV camera unit 6 so that where in the image taken by the TV camera unit 6 the image of the wiper 2 intrudes into is to be found from the drive angle  $\theta$  from the angle sensor 4.

Hereinafter, the method of calculating the above-noted scanning line numbers  $j+1$  and  $j+n$  from the drive angle of the wiper 2 will be described with reference to Fig.10.

In Fig.10, assuming that the size of the pickup area be  $L_1$  long and  $L_2$  wide and the distance between the rotational center of the wiper 2 and the origin 0 of the pickup area A be  $H$ , and the horizontal distances  $l_1$ ,  $l_2$  from the origin 0 in the range of the scanning lines  $j+1 \sim j+n$  (shown by oblique lines) which are thought to be crossing the wiper 2 are given by the respective equations:

$$\begin{aligned} l_1 &= \{H - (L_1/2)\} \tan \theta \\ l_2 &= \{H + (L_1/2)\} \tan \theta \end{aligned}$$

Namely, if the wide distance  $L_2$  of the pickup area is formed by  $N$  scanning lines, the position of the

scanning lines of the image of the wiper 2 resides between the distances  $l_1$  and  $l_2$ .

Accordingly, the scanning line numbers  $j+1$  and  $j+n$  corresponding to the distance range  $l_1 \sim l_2$  are given by the following equations because  $L_2$  corresponds to  $N$ ,  $l_1$  corresponds to  $j+1$ , and  $l_2$  corresponds to  $j+n$ , respectively:

$$j + 1 = N \left\{ \left( \frac{1}{2} \right) - \left( \frac{l_1}{L_2} \right) \right\}$$

$$j + n = N \left\{ \left( \frac{1}{2} \right) - \left( \frac{l_2}{L_2} \right) \right\}$$

5

It is to be noted that in practice a margin may be given to the above  $j+1$  and  $j+n$ , taking into account that the wiper 2 has an arm or blade as can be unintentionally moved due to its transformation.

Then, the following masking operation will be carried out with respect to the  $j+1$ st scanning line  $\sim j+n$ th scanning line to be masked as noted-above among all of the scanning lines forming the image signal provided as an output from the TV camera unit 6:

First of all, the horizontal synchronizing detection circuit 51 of the image processing circuit 50 detects a horizontal synchronizing signal from the detected image signal of the TV camera unit 6, as shown at Step S24.

Then, the scanning line counter 62 counts the scanning lines from the number of 1 to the maximum  $N$  included in the horizontal synchronizing signal as detected and the count is provided for the CPU 65, which carries out the following processing in the respective cases of the count  $a$  being such that  $j+1 \leq a \leq j+n$ ,  $a < j+1$ , or  $j+n < a$ , as shown at Step S25.

At first, in the case where the count  $a$  is such that  $j+1 \leq a \leq j+n$ , a row of blank data corresponding to the pixels of the scanning line is stored at the buffer memory 64, as shown at Step S26. It is to be noted that the blank data may be "1" if "0" data are detected for actual wiper images. Other various blank data may also be used if predetermined.

In the case where the count  $a$  is such that  $a < j+1$  or  $j+n < a$ , the CPU 65 makes the A/D converter 63 convert the pixel signals into the corresponding digital data in the scanning lines, as shown at Step S27 and stores the data row into the buffer memory 64 in correspondence with the scanning lines, as shown at Step S28.

The CPU 65 sequentially reads the data row for each scanning line out of the buffer memory 64, as shown at Step S29, and provides as image data output for one screen after the masking operation, while the wiper portion gives no rise to processing error because of the blank data disregarded for the following data processing.

It is to be noted that the scanning lines forming the image shown in Fig.9 are formed of 525 scanning lines ( $=N$  scanning lines) according to the NTSC system. In this case, the range of the scanning lines  $1 \sim j+1$  and  $j+n \sim 525$  is provided as valid image region where no image of the wiper 2 is included.

Next, the method of the present invention wherein instead of the scanning line portion as masked in the above masking operation being given blank data, this portion is substituted by data before masked will be described. It is to be noted that the flow of the processing of this alternative is shown by dotted lines.

The CPU 65 makes each of the pixel data row for each of the scanning lines after the A/D conversion which have been stored as data in the buffer memory 64 store in the frame memory 66 for one frame of the screen in the case where the count  $a$  is such that  $a < j+1$  or  $j+n < a$ , as shown at Step S30. Namely, the pixel data for each of the scanning lines stored in the frame memory 66 are update non-masked data.

Therefore, the CPU 65 reads the pixel data row of the scanning lines corresponding to the count of the scanning line counter 62 out of the frame memory 66 in the case where the count  $a$  is such that  $j+1 \leq a \leq j+n$ , as shown at Step S31.

Then, the pixel data row as read out is again stored in the buffer memory 64, as shown at Step S32.

Thereafter, the data of the buffer memory 64 are provided as outputs as aforementioned, as shown at Step S29, thereby transplanting the data just before masked into the scanning line portion to be masked.

Thus, the image of the wiper 2 intruding into the detected image is masked and blank-displayed, or substituted by image data just before masked, whereby a portion displaying no wiper, i.e. non-masked portion is provided as an output data out of the buffer memory 64 because of being valid.

While a number of alternatives and modifications have been discussed above, it will be appreciated that the invention encompasses all forms and variations within the scope of the appended claims.

## 55 Claims

1. An image detection system for a car having means (3) for driving a wiper (2) and means (6) for detecting an image in front of said wiper (2) from the inside of the car and providing it as data output,

characterized by comprising;

means (4) for detecting a drive angle of said driving means (3);

means (7) for updating-storing the image data output from said image detecting means (6);

means (8) for changing the output of said image detecting means (6) over to the output of said updating-storing means (7); and,

means (5) for controlling said change-over means (8) to the side of said image updating-storing means (7) only when said drive angle resides in a predetermined image pickup angle range of said image detecting means (6) and for providing, as an output, static image data from said updating-storing means (7).

2. An image detection system for a car having means (3) for driving a wiper (2) and means (6) for detecting an image in front of said wiper (2) from the inside of the car and providing it as data output, characterized by comprising;

means (4) for detecting a drive angle of said driving means (3);

means (60) for panning said image detecting means (6) up, down, right and left within a predetermined range and for providing, as an output, the pan angle;

means (7) for updating-storing the image data output from said image detecting means (6);

means (8) for changing the output of said image detecting means (6) over to the output of said updating-storing means (7); and,

means (5) for controlling said change-over means (8) to the side of said image updating-storing means (7) only when said drive angle resides in a predetermined image pickup angle range of said image detecting means (6) which is corrected in response to said drive angle and for providing, as an output, static image data from said updating-storing means (7).

3. An image detection system for a car as claimed in claim 1 or 2, wherein said updating-storing means (7) includes an image memory (71) continuously updated by the data output of said image detecting means (6) and an output image memory (72) connected to one side of said change-over means (8) and storing and providing as outputs the update image data of said image memory (71) when said change-over means (8) is changed over to the side of said image storage (7).

4. An image detection system for a car as claimed in claim 1 or 2, wherein said controlling means (5) controls said change-over means (8) to the side of said image detecting means (6) when said drive angle resides outside the predetermined image pickup angle range and for providing, as an output, dynamic image data from said image detecting means (6).

5. An image detection system for a car having means (3) for driving a wiper (2) and means (6) for detecting an image in front of said wiper (2), which is formed of scanning lines perpendicular to the moving direction of said wiper (2), from the inside of the car, characterized by comprising;

means (4) for detecting a drive angle of said driving means (3); and,

image processing means (50) for calculating, from said drive angle, a masking range said wiper (2) crosses in all of the scanning lines of the image detected by said image detecting means (6) and for masking only the image of the scanning lines in the masking range and providing, as outputs, blank data.

6. An image detection system for a car having means (3) for driving a wiper (2) and means (6) for detecting an image in front of said wiper (2), which is formed of scanning lines perpendicular to the moving direction of said wiper (2), from the inside of the car, characterized by comprising;

means (4) for detecting a drive angle of said driving means; and,

image processing means (50) for calculating, from said drive angle, a masking range said wiper (2) crosses in all of the scanning lines of the image detected by said image detecting means (6) and for masking only the image of the scanning lines in the masking range and providing, as outputs, static image data just before masking.

7. An image detection system for a car as claimed in claim 5 or 6, wherein said image processing means (50) includes a buffer memory (54) continuously updated by the output of said image detecting means (6) for providing as outputs the updated data and a frame memory (56) continuously storing the update image data of said buffer memory (54) and transferring the data therein corresponding to the masking range into said buffer memory (54) only when said wiper (2) crosses the masking range.

FIG. 1

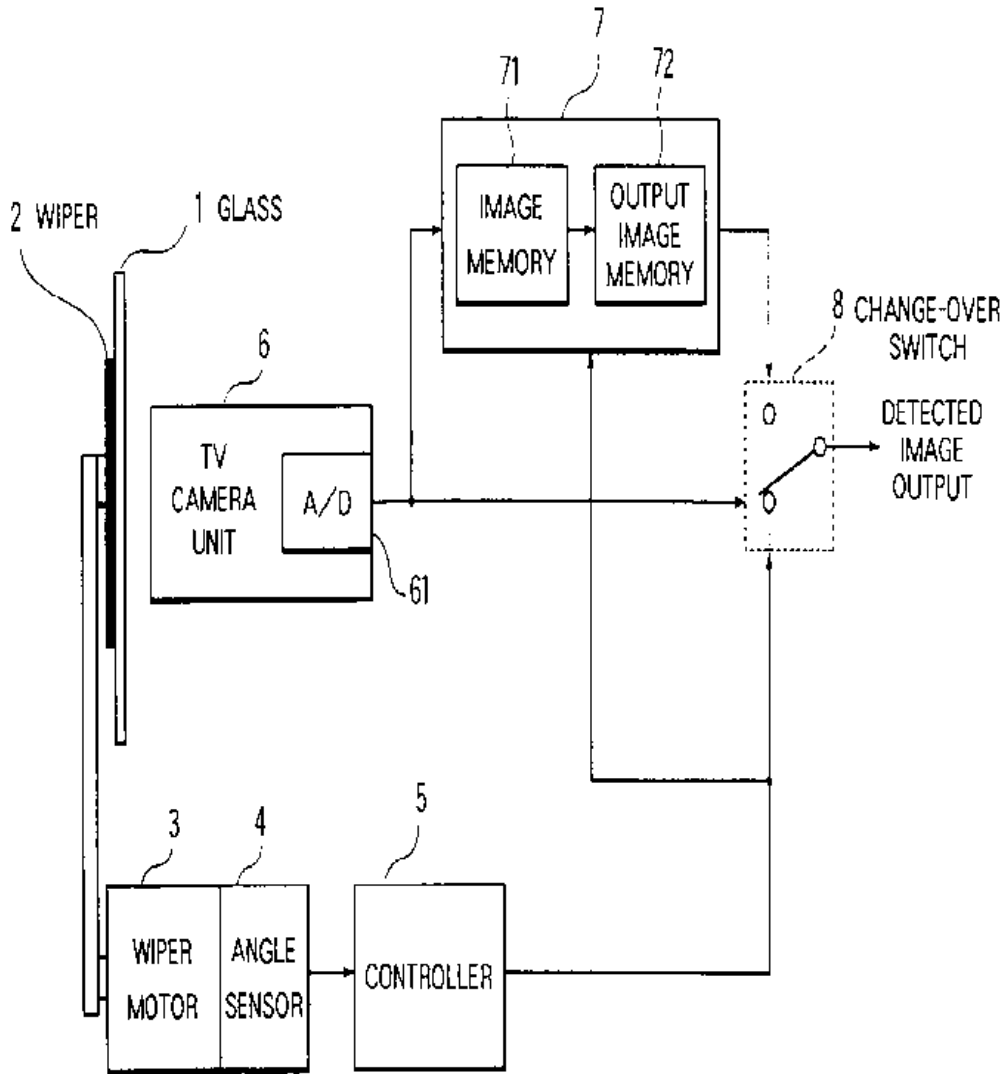




FIG. 2

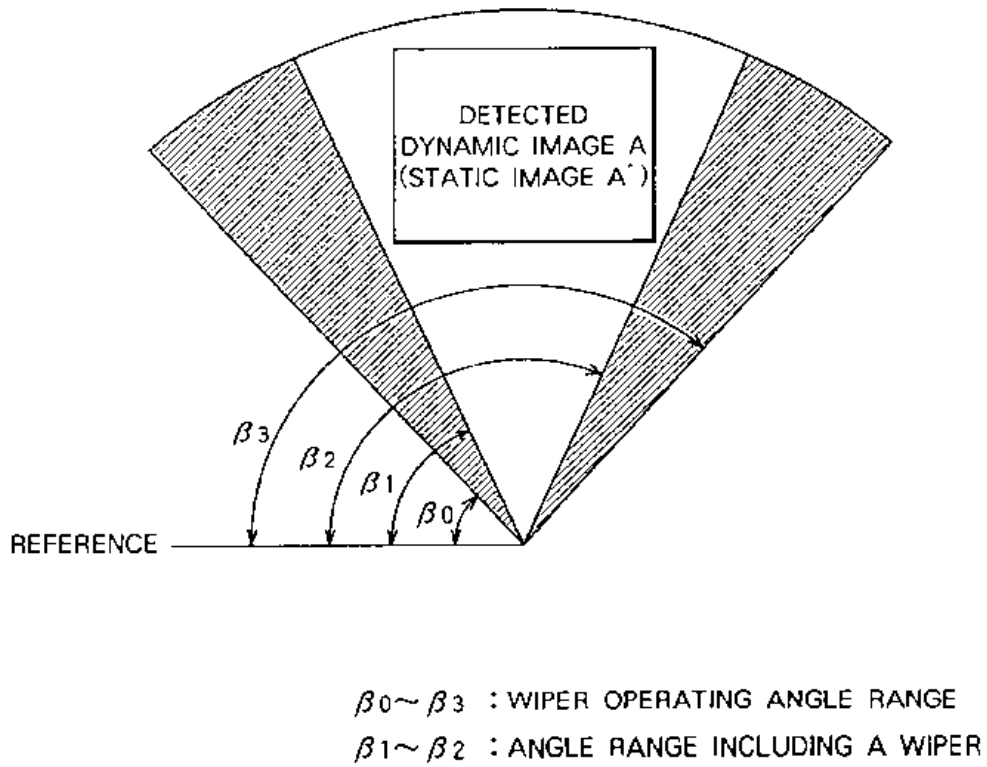


FIG. 3

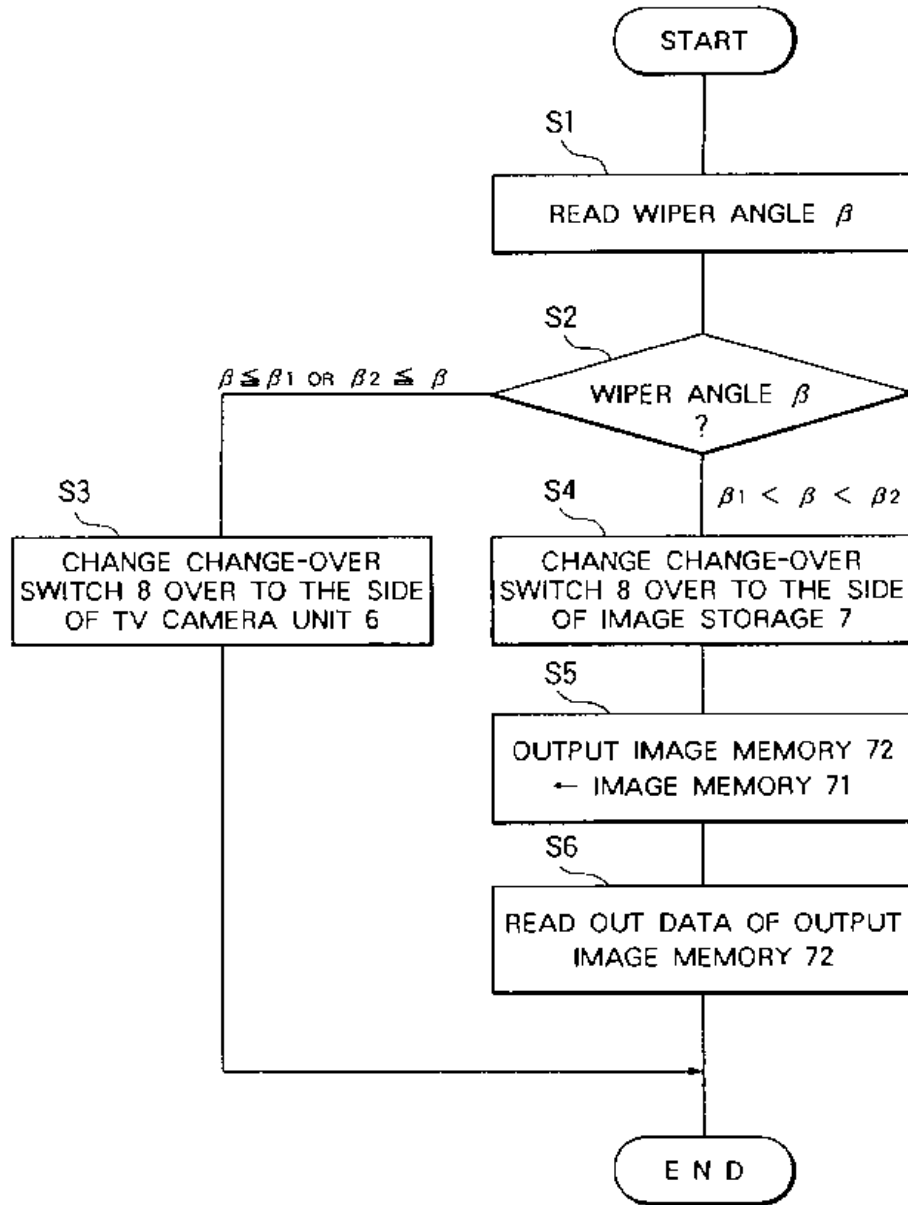


FIG. 4

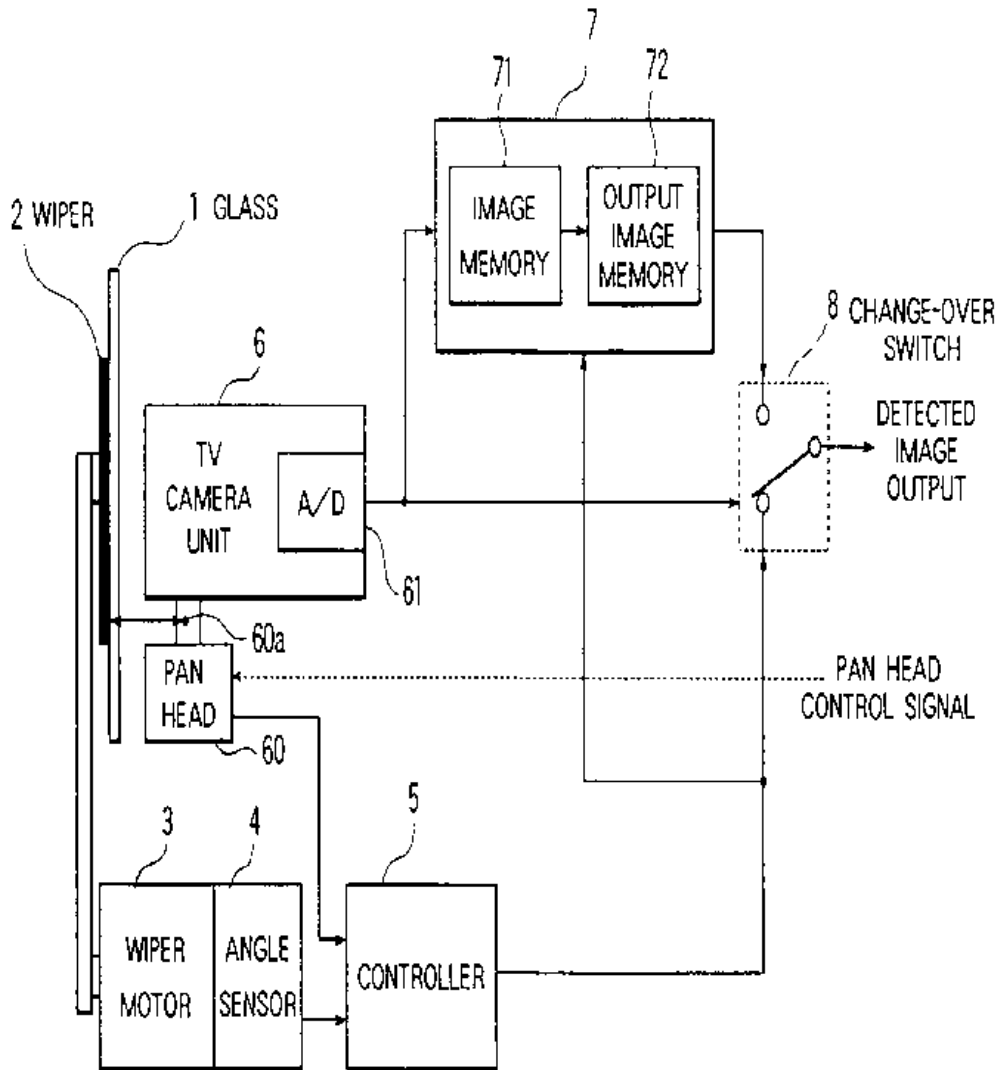


FIG. 5

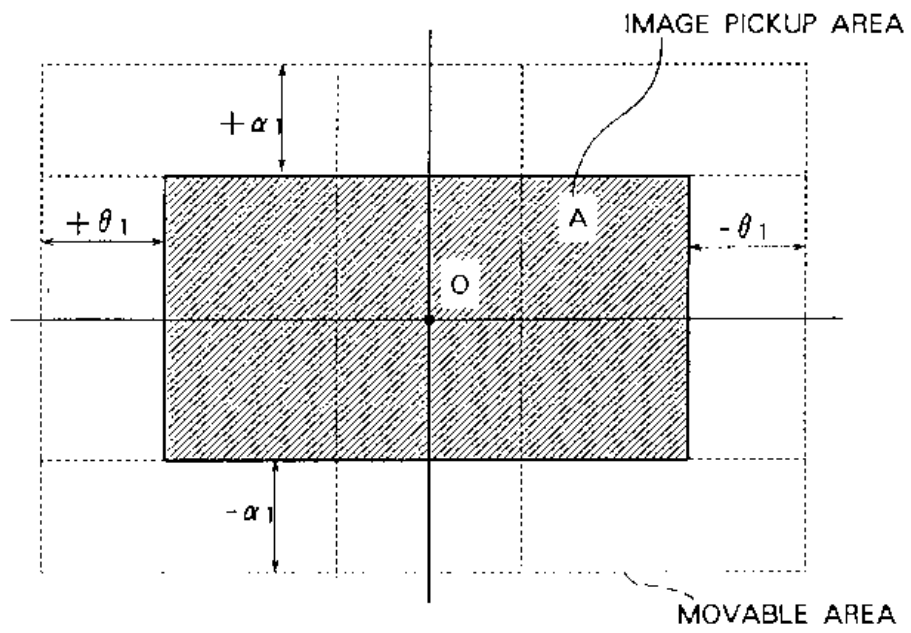


FIG. 6

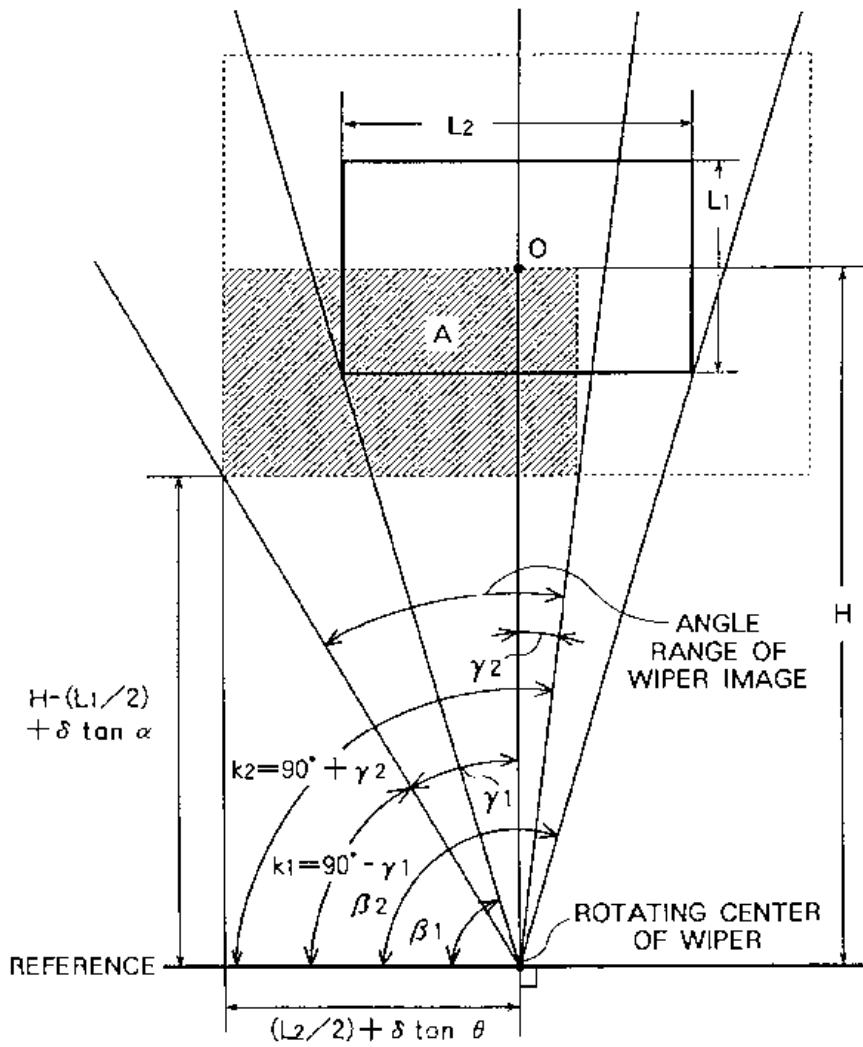


FIG. 7

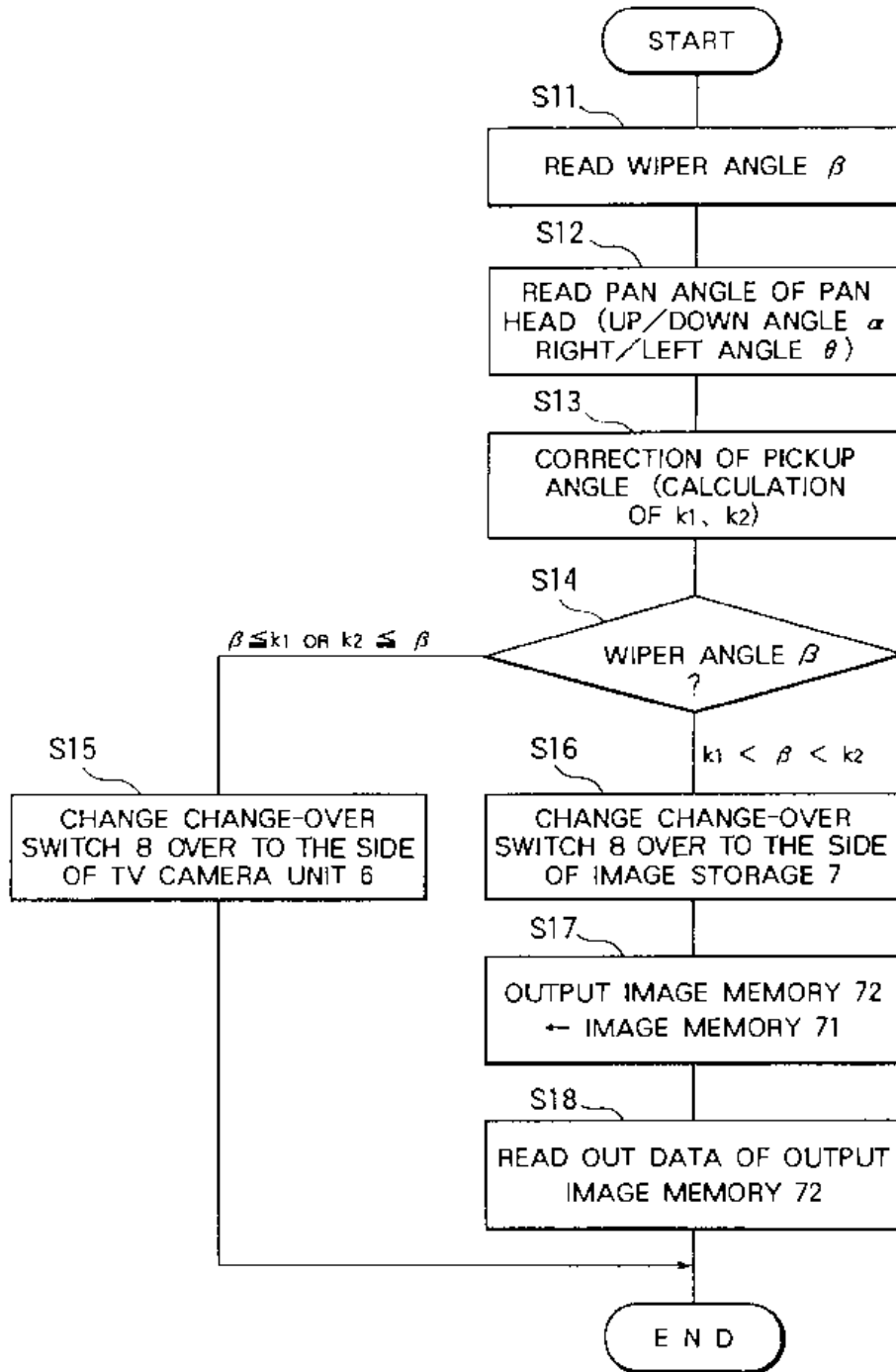


FIG. 8

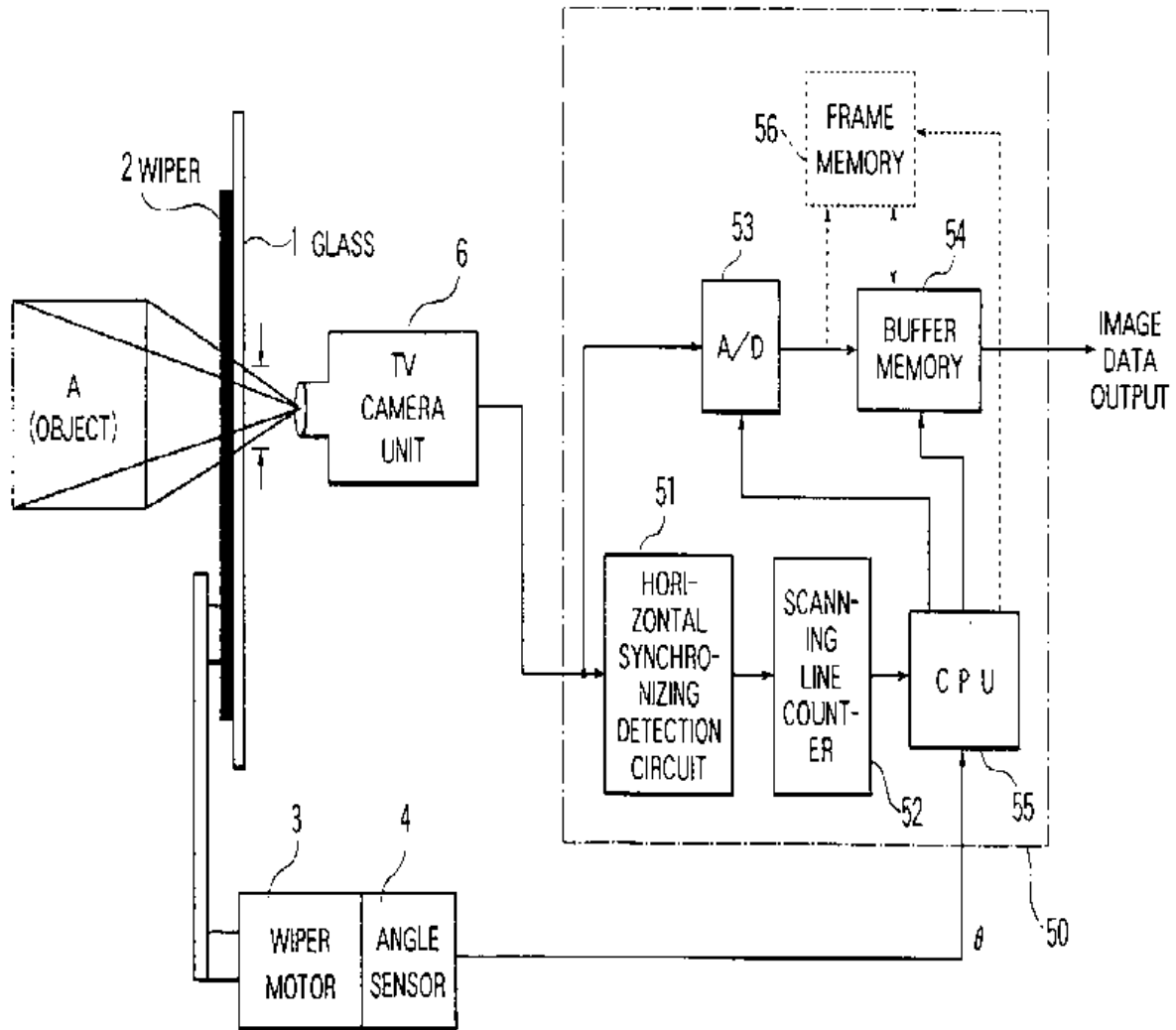


FIG. 9

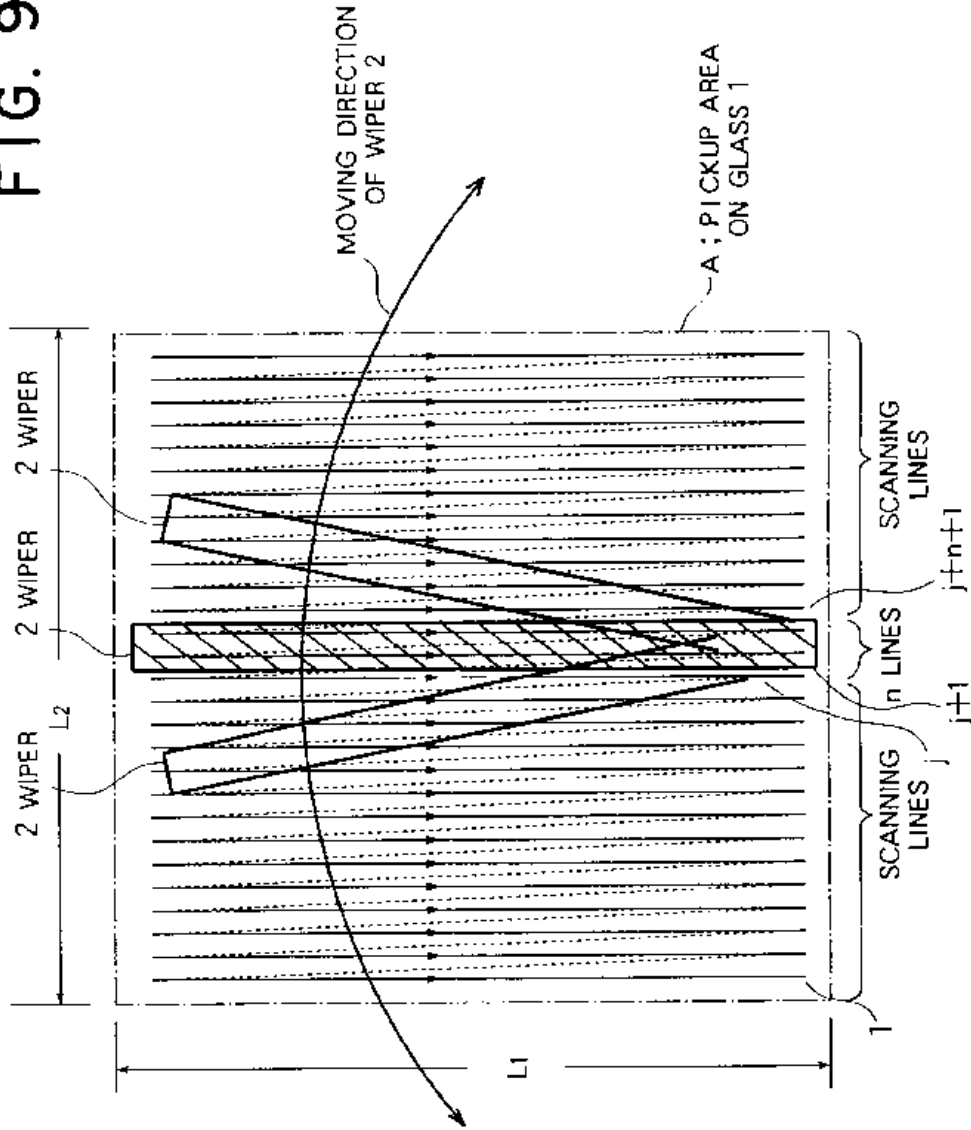




FIG. 10

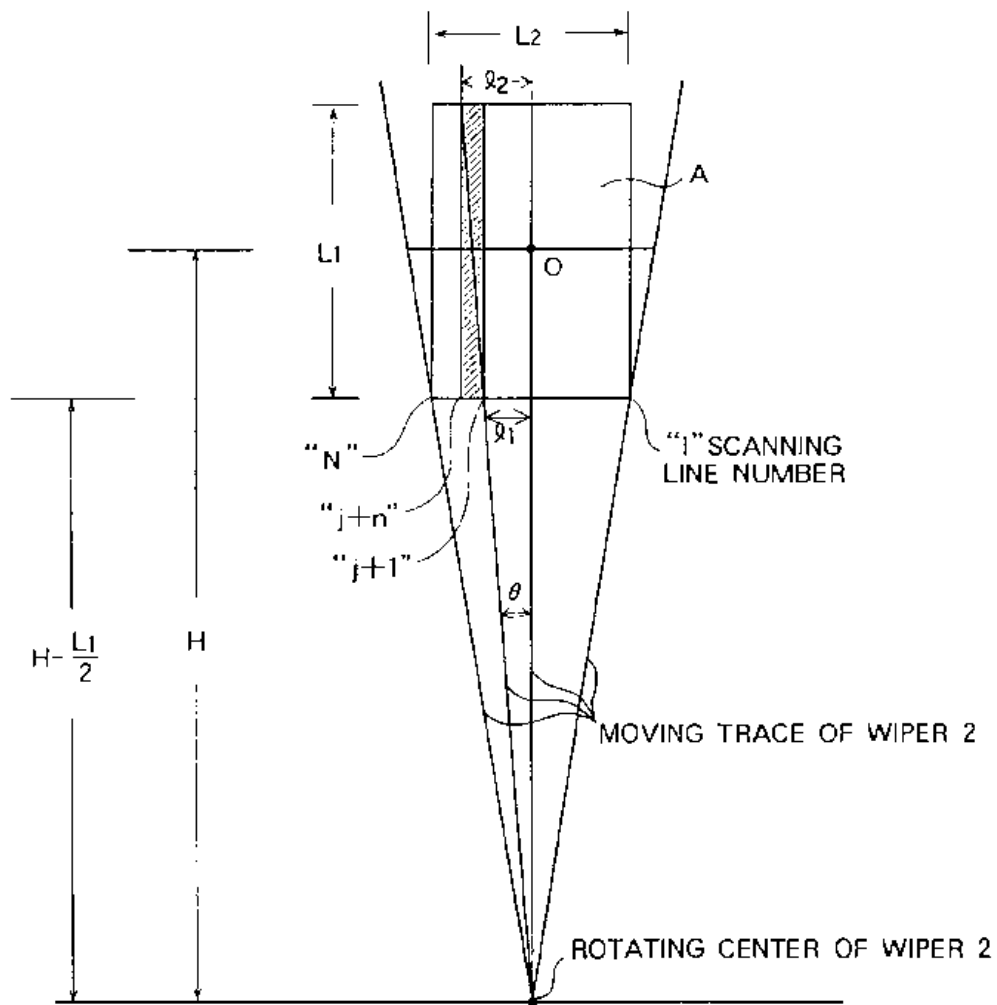
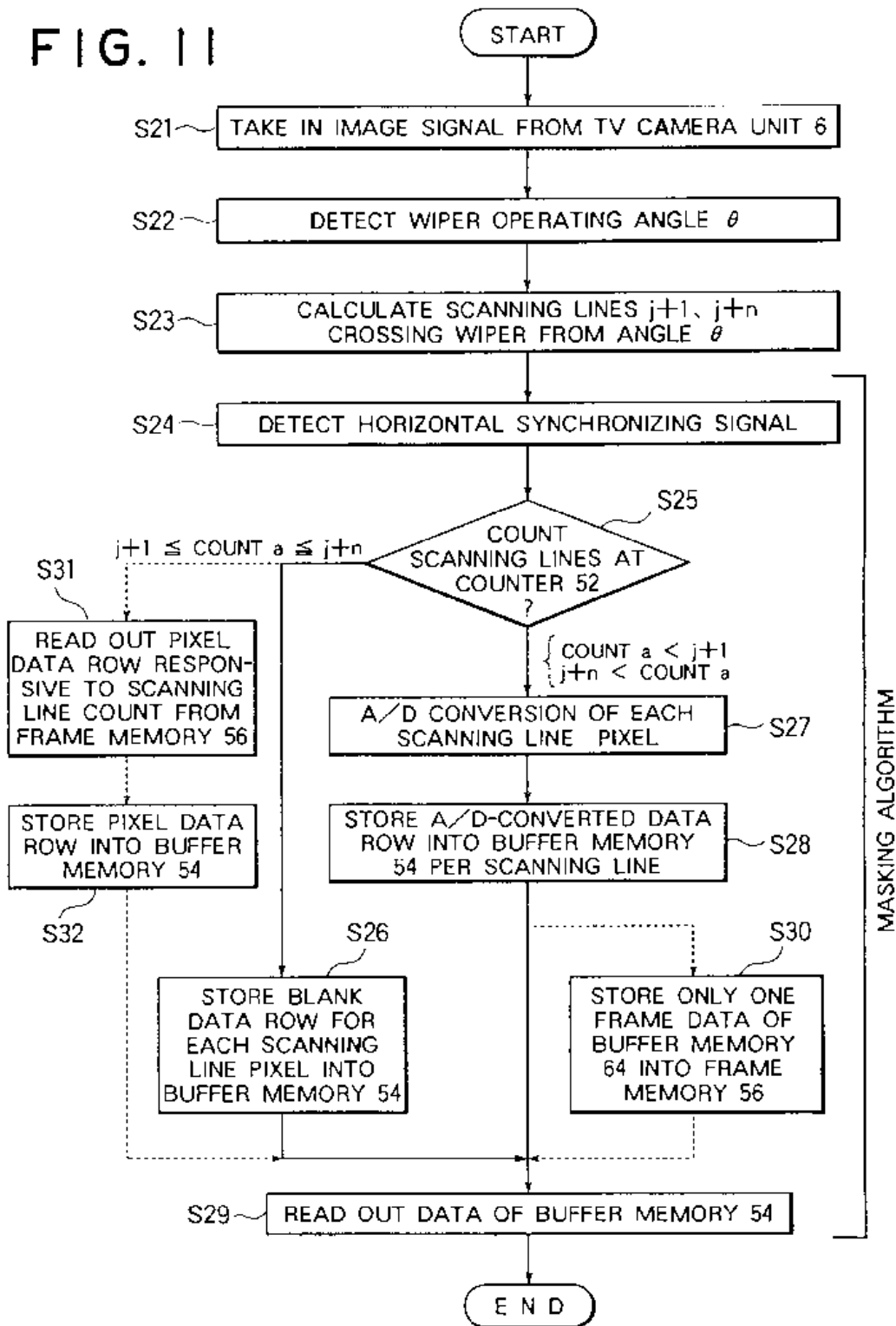


FIG. 11





⑫ **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

② Application number: 91119955.2

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>: G01C 3/08

③ Date of filing: 22.11.91

⑩ Priority: 22.11.90 JP 318919/90

⑦ Inventor: Asayama, Yoshiaki, c/o Mitsubishi  
 Denki K.K.  
 Himeji Seisakusho, 840, Chiyodacho  
 Himeji-shi, Hyogo-ken(JP)

④ Date of publication of application:  
27.05.92 Bulletin 92/22

⑧ Designated Contracting States:  
DE FR GB

⑦ Applicant: MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI  
 KAISHA  
 2-3, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku  
 Tokyo(JP)

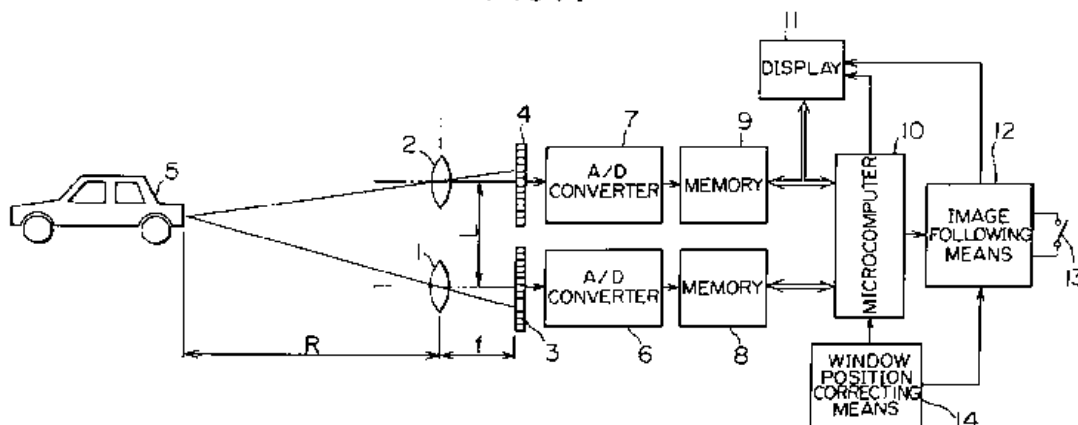
⑦ Representative: Lehn, Werner, Dipl.-Ing. et al  
 Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte  
 Arabellastrasse 4  
 W-8000 München 81(DE)

⑭ Vehicle following apparatus.

⑮ A vehicle following apparatus is able to continuously or successively measure, once a target vehicle (5) to be followed is determined, the distance to the target vehicle (5) in a stable and reliable manner even if the subject vehicle, on which the apparatus is mounted, is momentarily caused to move in the vertical or horizontal direction with respect to the target vehicle (5). A pair of first and second image sensors (3, 4) including a pair of optical systems (1, 2) are disposed at a predetermined distance from each other for optically sensing a plurality of objects

including a preceding vehicle. A first window containing therein an image of the preceding vehicle as sensed by the image sensors (3, 4) is defined on a screen of a display (11). A second window is also defined on the screen around the first window for catching the background of the preceding vehicle. The position of the first window is controlled to automatically follow the image of the preceding vehicle by measuring the distances to the objects in the respective first and second windows.

FIG. 1



## BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention relates to a vehicle following apparatus which enables a vehicle to automatically follow a preceding vehicle running ahead thereof while optically measuring the distance thereto.

Examples of an optical distance detecting apparatus utilizing image sensors are known from Japanese Patent Publication Nos. 63-38085 and 63-46363. As illustrated in Fig. 7, the apparatuses disclosed therein commonly have a pair of first and second parallel optical systems having two convex lenses 101, 102 disposed in a horizontally aligned relation at a prescribed distance L away from each other, as shown in Fig. 5. A pair of separate image sensors 103, 104 are horizontally disposed at focal points of the lenses 101, 102 at a distance f from the locations of corresponding lenses 101, 102, respectively, for generating respective image signals to a common signal processor 120. The signal processor 120 successively shifts the image signals from the image Sensors 103, 104 and electrically superposes them one over the other, so that the distance R from the lenses 101, 102 to an object 121 is calculated based on the principle of triangulation using the following formula:

$$R = (f \times L)/d$$

where d is a shift distance by which the image signals are moved to obtain the best match.

On the other hand, a typical method of following a preceding vehicle using image sensors or the like is disclosed in Japanese Patent Publication No. 60-33352. In this method, for the purpose of following a target on a display screen, an operator has to set a following gate or window on the display screen which encloses the target to be followed, while looking at the screen.

With the distance detecting apparatus as described above, the distance to an object is measured on the basis of a comparison between a pair of images sensed by the pair of optical systems including the image sensors. Accordingly, in cases where this apparatus is mounted on a vehicle for measuring the distance to a preceding vehicle, it is difficult for the driver to precisely determine to which vehicle the distance measurement is being effected if there are a plurality of preceding vehicles.

In addition, let us consider the case in which the above-described vehicle following method is used in combination with the above-described distance detecting apparatus for the purpose of following a preceding vehicle. In this case, if a vehicle provided with the distance detecting apparatus runs on a bad road having relatively large surface ir-

regularities and bounces, a window defined on a display screen for following the preceding vehicle is forced to displace in the vertical direction, so that it loses sight of the preceding vehicle and becomes unable to perform stable and reliable vehicle-following operation. Likewise, if the vehicle is travelling on a curved road, the vehicle following window is caused to displace sideways to the right or left, thus resulting in the same situation as described above.

## SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, the present invention is intended to overcome the above-mentioned problems encountered with the above-mentioned prior art.

An object of the invention is to provide a novel and improved vehicle following apparatus which is able to continuously or successively measure, once a target vehicle to be followed is determined, the distance to the target vehicle in a stable and reliable manner even if the subject vehicle, on which the apparatus is mounted, is momentarily caused to move in the vertical or horizontal direction with respect to the target vehicle.

Another object of the invention is to provide a novel and improved vehicle following apparatus in which the driver can readily see to which vehicle the distance is being measured even if there are a plurality of preceding vehicles.

In order to achieve the above objects, according to the present invention, there is provided a vehicle following apparatus with a distance measuring function, the apparatus comprising: a pair of first and second image sensors including a pair of optical systems disposed at a predetermined distance from each other for optically sensing a plurality of objects including a preceding vehicle running ahead of a subject vehicle, on which the vehicle following apparatus is mounted; a first memory for storing the images of the objects sensed by the first image sensor as first image signals; a second memory for storing the images of the objects sensed by the second image sensor as second image signals; a display with a screen for displaying the images of the objects as sensed by the image sensors on the screen; image following means for defining on the screen of the display a first window containing therein an image of a preceding vehicle running ahead of the subject vehicle, and a second window around the first window for catching the background of the preceding vehicle, the image following means being operable to control the first window in such a manner as to automatically follow the image of the preceding vehicle; distance calculating means for calculating the distances to the objects in the respective first and second windows based on deviations of the

images of the objects, which are sensed by the second image sensor and stored in the second memory, from corresponding reference images of the objects within the first window, which are sensed by the first image sensor and stored in the first memory; and window position correcting means for correcting the position of the first window on the basis of the information on the distances calculated by the distance calculating means so that the first window can catch and follow the image of the preceding vehicle without fail.

In a preferred form of the invention, the image following means defines the second window at a location adjacent and above the first window, and the window position correcting means moves the position of the first window in a vertical direction depending upon whether the distance to the object in the first window is equal to or greater than the distance to the object in the second window.

The window position correcting means moves the position of the first window in an upward direction if the distance to the object in the first window is equal to the distance to the object in the second window, or in a downward direction if the distance to the object in the first window is greater than the distance to the object in the second window.

In another preferred form of the invention, the image following means defines the second window at a location horizontally adjacent one side of the first window, and the window position correcting means moves the position of the first window in a horizontal direction depending upon whether the distance to the object in the first window is equal to or greater than the distance to the object in the second window.

The window position correcting means moves the position of the first window in a horizontal direction toward the second window if the distance to the object in the first window is equal to the distance to the object in the second window, or in a direction away from the second window if the distance to the object in the first window is greater than the distance to the object in the second window.

The above and other objects, features and advantages of the invention will become more readily apparent from the detailed description of a few preferred embodiments of the invention taken in conjunction with the accompanying drawings.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a schematic block diagram showing the general arrangement of a vehicle following apparatus in accordance with the present invention;

Fig. 2 is an explanatory view showing that a preceding vehicle comes in a display screen of

the apparatus of Fig. 1;

Fig. 3 is an explanatory view showing that the preceding vehicle has fully come in or been enclosed by a first vehicle-following window defined in the display screen;

Fig. 4(a) is an explanatory view showing the first window catching the image of the preceding vehicle stored in a second memory;

Fig. 4(b) is an explanatory view showing an image area in a first memory to be compared with or searched for the image in the first window;

Fig. 5 is an explanatory view showing a state in which the first window is displaced in a downward direction relative to the image of the preceding vehicle on the display screen;

Fig. 6 is an explanatory view showing a state in which the first window is displaced in an upward direction relative to the image of the preceding vehicle on the display screen; and

Fig. 7 is a block diagram showing the general arrangement of a conventional distance measuring apparatus for a vehicle.

In the figures, the same or corresponding parts are identified by the same symbols.

#### DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

A preferred embodiment of the present invention will now be described in detail with reference to the accompanying drawings.

Fig. 1 illustrates, in a block diagram, the schematic arrangement of a vehicle following apparatus which is constructed in accordance with the principles of the invention and which is mounted on a vehicle for the purpose of following a preceding vehicle while measuring the distance thereto.

The apparatus illustrated includes a pair of first and second parallel optical systems having two convex lenses 1, 2 disposed in a vertically aligned relation at a prescribed distance L away from each other, and a pair of separate first and second (e.g., upper and lower) image sensors 3, 4 which are vertically or otherwise disposed at focal points of the lenses 1, 2, respectively, at a distance f from the locations of the corresponding lenses 1, 2 for generating first and second image signals in the form of analog signals representative of a two-dimensional image, which are input to a pair of corresponding first and second analog-to-digital (A/D) converters 6, 7. The outputs of the A/D converters 6, 7 are input to a pair of corresponding first and second memories 8, 9 and stored therein. A microcomputer 10, which acts as a distance calculating means and an obstacle discriminating means as claimed of the invention, performs data transfer with the memories 8, 9 so that it makes

various calculations and determinations based on the data stored in the memories 8, 9. A display 11 having a screen is connected to the first and second memories 8, 9 and the microcomputer 10 for displaying the images of objects sensed by the first or second image sensor 8, 9 on the screen. The operation of the display 11 is controlled by the microcomputer 10. An image following means 12 is connected to the microcomputer 10 for following the image 5a of a preceding vehicle 5 and defining on the screen of the display 11 a first window 15 for use in following the image 5a of the preceding vehicle 5, as well as a second window 16 in the vicinity or around the first window 15, which is used for proper adjustment in the position of the first window 15 relative to the preceding vehicle image 5a. An instruction switch 13 is connected to the image following means 12 so that it is operated by the driver to instruct the image following means 12 to start following a preceding vehicle. A window position correcting means 14 is connected to the microcomputer 10 and the image following means 13 so that on the basis of information about the distances to objects caught by the first and second windows 15, 16, it serves to properly correct the position of the first window 15 as set by the image following means 12.

The operation of the above embodiment will be described below while referring to Figs. 2 and 3. First, let us assume that an object in the form of a preceding vehicle 5 lying ahead of the subject vehicle is sensed by the second or upper image sensor 4, digitized by the second A/D converter 7, stored in the second memory 9, and then displayed as an image 5a on the screen of the display 11, as shown in Fig. 2, on which a first window 15 and a second window 16 are defined by the image following means 12. In this case, the driver steers his or her vehicle to move it relative to the preceding vehicle 5 so that the image 5a of the preceding vehicle 5 displayed on the screen 11 comes inside the first window 15.

Subsequently, when the preceding vehicle image 5a has fully come inside or been enclosed by the first window 15, as shown in Fig. 3, the driver operates to turn the instruction switch 13 on whereby the vehicle of the driver is controlled to automatically follow the preceding vehicle 5 while catching the image 5a thereof in the first window 15 without fail irrespective of any movement thereof. In this regard, the second window 16, which is defined, in the illustrated embodiment, on the screen 11 just above the first window 15 in vertical alignment therewith, also automatically accompanies the movement of the first window 15.

Here, it is to be noted that the above-described vehicle-following operation of the apparatus is already known and substantially similar to what is

performed by the conventional vehicle following method as disclosed in the aforementioned Japanese Patent Publication No. 60-33352 or Japanese Patent Publication No. 1-35305. Therefore, a further detailed description thereof is omitted.

Next, description will be made of how to measure the distance to the preceding vehicle 5 with particular reference to Figs. 4(a) and 4(b) as well as Figs. 5 and 6. First, the microcomputer 10 reads out from the second memory 9 image signals or picture element (pixel) signals within the first window 15 following the image 5a of the preceding vehicle 5, and makes them as reference image or pixel signals. Then, the microcomputer 10 selects, from the first memory 8 storing therein pixel signals sensed by the first or lower image sensor 3, an area corresponding vertically to the first window 15, and calculates a sum of the absolute values of differences or deviations between the pixel signals thus selected from the first memory 8 and the corresponding reference pixel signals by successively shifting the pixel signals in the first memory 8 one pixel by one pixel.

That is, the position of an image stored in the first memory 8, which provides the best match with the reference image 5a in the first window 15, is determined by successively shifting the pixel signals selected from the first memory 8 one pixel by one pixel.

In this case, as shown in Figs. 4(a) and 4(b), the area in the first memory 8 relating to or to be searched for the above calculation is a vertical band area 17 which corresponds vertically to or is in vertical alignment with the position of the first window 15 stored in the second memory 9.

On the basis of the above comparison between the corresponding upper and lower pixel signals from the first and second memories 8, 9 as performed in the above manner, the distance R to the preceding vehicle 5 is given by the following formula:

$$R = (f \times L)/(n \times p) \quad (2)$$

where  $n$  is a shift amount in the form of the number of pixels which provides a minimum for the sum of the absolute values of the above differences;  $p$  is the pitch between adjacent pixels;  $L$  is the length of a base line between the optical systems (i.e., the length between the centers of the lenses 1, 2); and  $f$  is the focal distance of the lenses 1, 2.

In this manner, once the preceding vehicle 5 to be followed is set by the driver, it becomes possible to continuously or successively measure the distance to the preceding vehicle 5 while following it.

In addition, it is also possible to measure the distance to an object in the same manner, which

lies ahead of the subject vehicle in the background of the preceding vehicle 5 and which is caught by the second window 16 set around the first window 15 on the display screen.

Specifically, let us assume that there is a mountain, a hill 18 or the like ahead of the subject vehicle in the background of the preceding vehicle 5, as shown in Figs. 4(a) and 4(b). In this case, an image 18 of the mountain comes in the second window 16, and the microcomputer 10 reads out image signals or picture element (pixel) signals in the second window 16 from the second memory 9, and makes them as reference image or pixel signals. Then, the microcomputer 10 selects from the first memory 8, which stores therein the image or pixel signals sensed by the first or lower image sensor 3, a vertical band area 17 corresponding vertically to or aligned vertically with the second window 16, and calculates a total sum of the absolute values of differences or deviations between the corresponding upper and lower image or pixel signals in the second and first memories 9, 8 by successively shifting image or pixel signals within the area 17 with respect to the above defined reference image or pixel signals one pixel by one pixel, to provide the position of an image in the area 17 which best matches the image 18 in the second window 16.

Similar to formula (2) above, the distance A to the mountain 18 in the background of the preceding vehicle 5 is given by the following formula:

$$A = (f \times L)/(m \times p) \quad (3)$$

where m is the amount of shift or the number of shifted pixels which provides a minimum for the total sum of the absolute values of the differences or deviations between the corresponding upper and lower pixels in the second and first memories 9, 8.

The information on the inter-vehicle distance R (i.e., the distance to the preceding vehicle 5) caught by the first window 15 as well as the distance A to the object 18 (which is a mountain in the illustrated embodiment) caught by the second window 16 and calculated in the above manner is successively input to the window position correcting means 14 where the inter-vehicle distance R and the distance A to the object 18 are compared with each other.

If the distance A to the object 18 is greater than the inter-vehicle distance R, the microcomputer 10 determines that the image 18 of the object in the second or upper window 16 is not a portion of the image 5a of the preceding vehicle 5, and that the first window 15 may be positioned too high with respect to the preceding vehicle image 5a. Thus, in this case, the window position correcting means 14 operates to displace the position of the

first window 15 in a downward direction relative to the preceding vehicle image 5a. As a result, as shown in Fig. 5, a portion of the preceding vehicle image 5a comes in the second window 16, so the distance to the preceding vehicle 5 can be measured by the second window 16.

If the distance A is equal to the inter-vehicle distance R, the microcomputer 10 determines that the image 18 of the object in the second window 16 is a portion of the image 5a of the preceding vehicle 5, and that the first window 15 may be positioned too low with respect to the preceding vehicle image 5a. Accordingly, the window position correcting means 14 begins to displace the position of the first window 15 in an upward direction relative to the preceding vehicle image 5a, so that the image 5a of the preceding vehicle 5 entirely disappear from the second window 16, which then catches a background object 18 such as a mountain more distant from the subject vehicle than the preceding vehicle 5 in order to measure the distance A to the mountain 18. As a consequence, the distance A becomes greater than the inter-vehicle distance R.

In the above manner, the first window 15 following the preceding vehicle image 5a is vertically moved in an automatic fashion so that the position of the first window 15 is prevented from any excessive vertical displacements with respect to the preceding vehicle image 5a, thus enabling the first window 15 to follow it in a most stable and reliable manner.

Although in the above description, the second window 16 is set at a location adjacent and above the first window 15 so as to prevent excessive vertical displacements thereof with respect to the preceding vehicle image 5a, it can be defined at any other location around the first window 15. For example, it can be set to the right or left of the first window 15 (or horizontally adjacent one side thereof) for the purpose of preventing any excessive lateral or sidewise displacement of the first window 15 relative to the preceding vehicle image 5a.

In addition, the size and/or configuration of the first and second windows 15, 16 are not limited to those as described above but can arbitrarily be varied in accordance with an object to be followed or caught.

## Claims

1. A vehicle following apparatus with a distance measuring function, said apparatus comprising:
  - a pair of first and second image sensors including a pair of optical systems disposed at a predetermined distance from each other for optically sensing a plurality of objects including a preceding vehicle running ahead of a subject

vehicle, on which said vehicle following apparatus is mounted;

a first memory for storing the images of said objects sensed by said first image sensor as first image signals;

a second memory for storing the images of said objects sensed by said second image sensor as second image signals;

a display with a screen for displaying the images of said objects as sensed by said image sensors on the screen;

image following means for defining on the screen of said display a first window containing therein an image of a preceding vehicle running ahead of the subject vehicle, and a second window around said first window for catching the background of the preceding vehicle, said image following means being operable to control said first window in such a manner as to automatically follow the image of the preceding vehicle;

distance calculating means for calculating the distances to the objects in said respective first and second windows based on deviations of the images of the objects, which are sensed by said second image sensor and stored in said second memory, from corresponding reference images of the objects within said first window, which are sensed by said first image sensor and stored in said first memory; and

window position correcting means for correcting the position of said first window on the basis of the information on the distances calculated by said distance calculating means so that said first window can catch and follow the image of the preceding vehicle without fail.

- 2. A distance detecting apparatus according to claim 1, wherein said image following means defines said second window at a location adjacent and above said first window, and said window position correcting means moves the position of said first window in a vertical direction depending upon whether the distance to the object in said first window is equal to or greater than the distance to the object in said second window.
- 3. A distance detecting apparatus according to claim 2, wherein said window position correcting means moves the position of said first window in an upward direction if the distance to the object in said first window is equal to the distance to the object in said second window, or in a downward direction if the distance to the object in said first window is greater than the distance to the object in said second window.

4. A distance detecting apparatus according to claim 1, wherein said image following means defines said second window at a location horizontally adjacent one side of said first window, and said window position correcting means moves the position of said first window in a horizontal direction depending upon whether the distance to the object in said first window is equal to or greater than the distance to the object in said second window.

5. A distance detecting apparatus according to claim 4, wherein said window position correcting means moves the position of said first window in a horizontal direction toward said second window if the distance to the object in said first window is equal to the distance to the object in said second window, or in a direction away from said second window if the distance to the object in said first window is greater than the distance to the object in said second window.

6. A distance detecting apparatus according to claim 1, wherein said first and second image sensors are disposed substantially in a vertically spaced relation with respect to each other, and said deviations are vertical deviations of the images of the objects sensed by said second image sensor from the corresponding reference images of the objects within said first window sensed by said first image sensor.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



FIG. 1

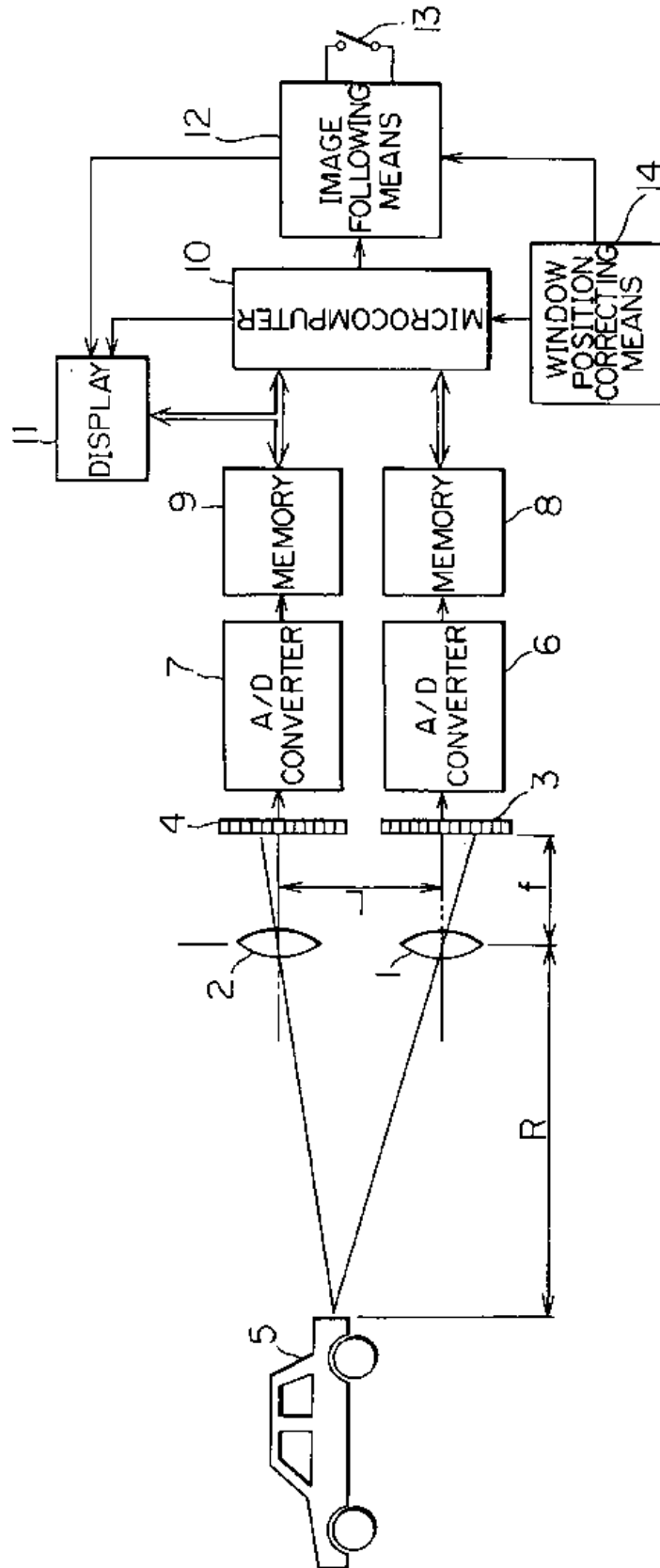


FIG. 2

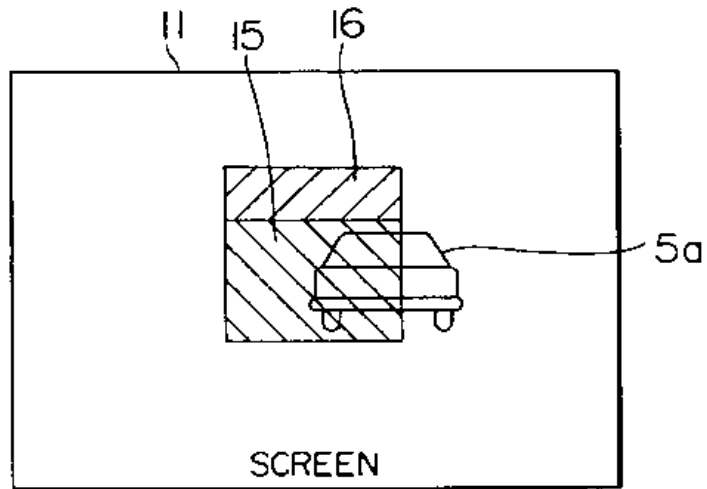


FIG. 3

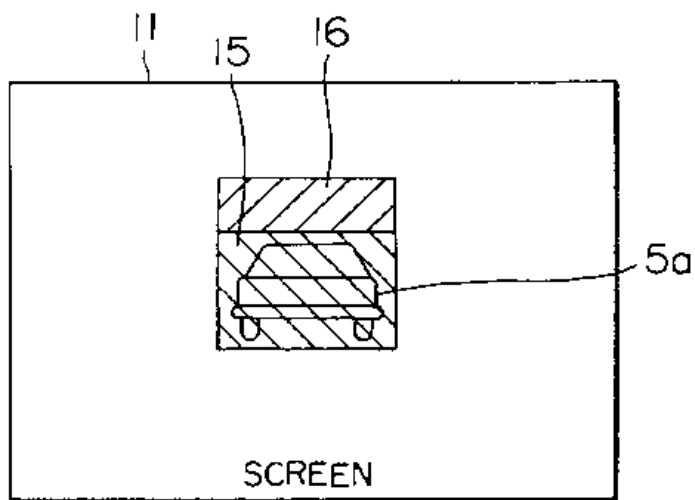


FIG. 4(a)

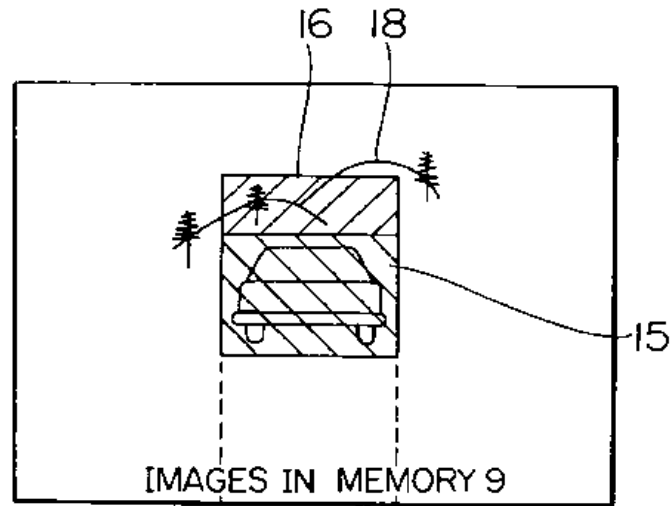


FIG. 4(b)

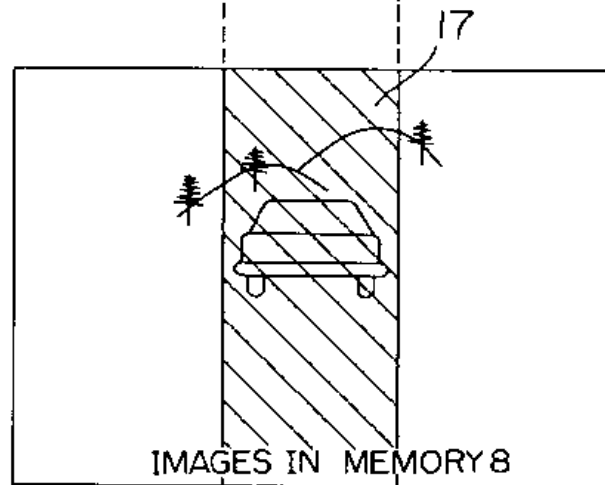


FIG. 5

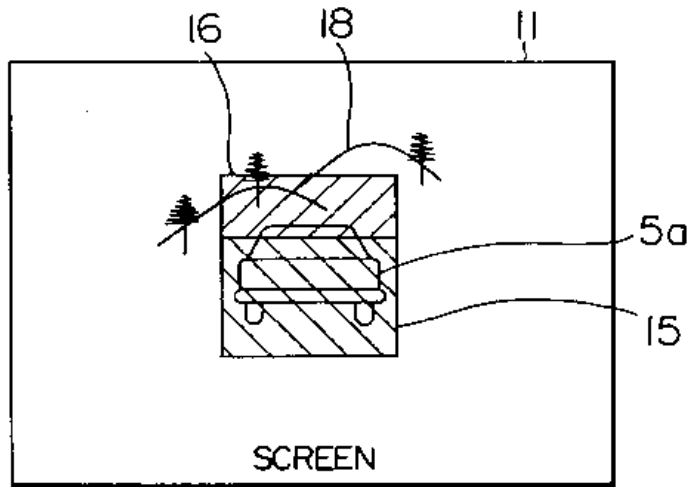


FIG. 6

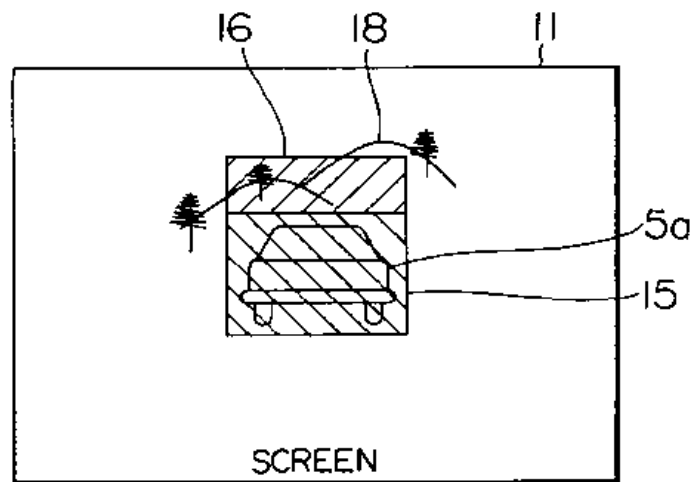
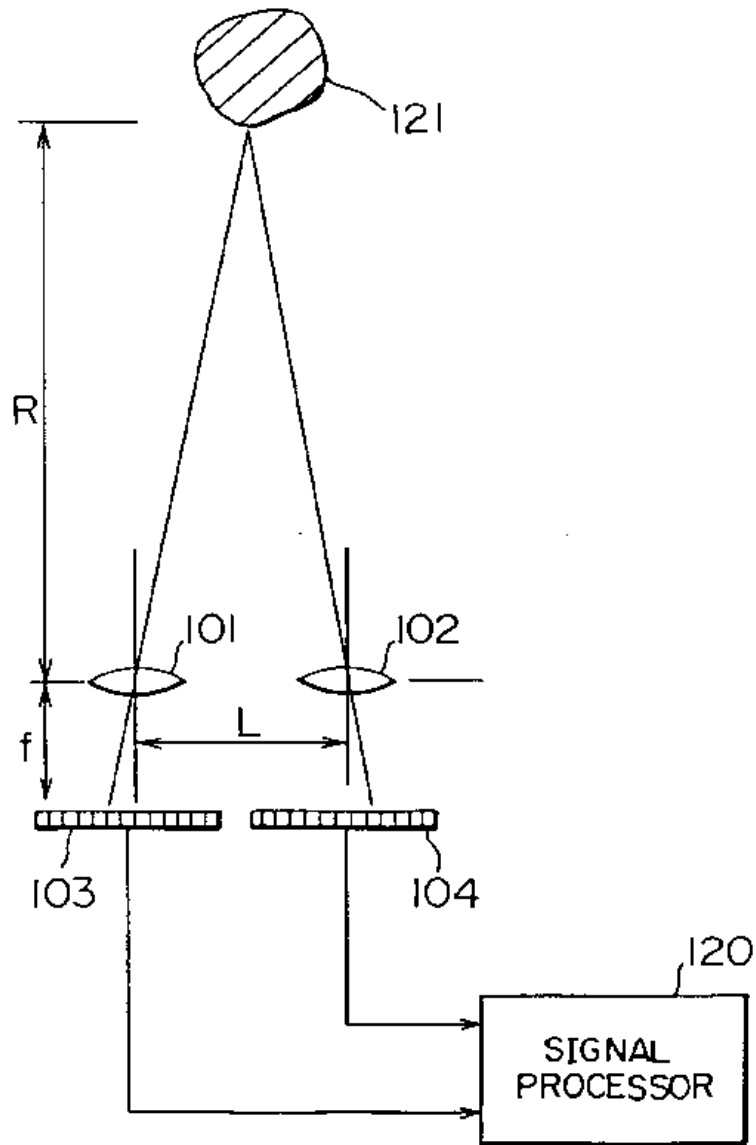


FIG. 7





DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl.5)
Y	DE-A-4 006 989 (MITSUBISHI DENKI) * the whole document * ---	1	G01C3/08
Y	GB-A-2 202 104 (TECNOMARE) * page 8, line 31 - page 9, line 29 * * page 11, line 23 - line 30; figures * ---	1	
A	US-A-4 931 937 (KAKINAMI ET AL.) * column 6, line 29 - column 7, line 24; figures 1,2 * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 276 (P-402)(1999) 2 November 1985 & JP-A-60 120 273 ( BOEICHO GIJITSU KENKYU HONBU ) 27 June 1985 * abstract * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 96 (P-193)(1241) 22 April 1983 & JP-A-58 022 975 ( MITSUBISHI DENKI ) 10 February 1983 * abstract * -----	1	
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.5)
			G01C G01S G01B
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search THE HAGUE		Date of completion of the search 14 FEBRUARY 1992	Examiner HOEKSTRA F. R.
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons ----- & : member of the same patent family, corresponding document	
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document			

EPO FORM 1503 01.82 (P/0001)




 **EUROPEAN PATENT APPLICATION**


 Application number: **92100731.6**


 Int. Cl. 5: **G06F 15/66, H04N 5/232**


 Date of filing: **17.01.92**


 Priority: **17.01.91 JP 15678/91**

 Date of publication of application:  
**22.07.92 Bulletin 92/30**


 Designated Contracting States:  
**DE FR GB**

 Applicant: **mitsubishi denki kabushiki  
 KAISHA**  
**2-3, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku  
 Tokyo(JP)**

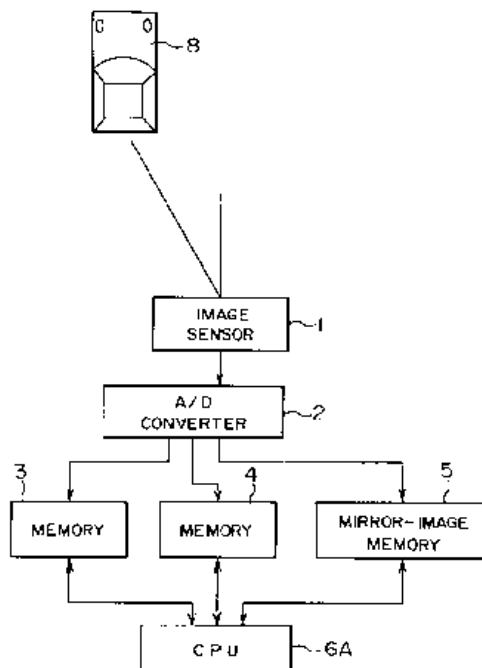
 Inventor: **Maekawa, Horoko, c/o Mitsubishi  
 Denki K.K.**  
**Himeji Seisakusho, 840, Chiyodacho  
 Himeji-shi, Hyogo-ken(JP)**

 Representative: **Lehn, Werner, Dipl.-Ing. et al  
 Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte**  
**Arabellastrasse 4  
 W-8000 München 81(DE)**

 **Image following apparatus.**

 An image following apparatus for a vehicle capable of following a moving object such as a preceding vehicle with high reliability without being influenced by external disturbances. An image of the preceding vehicle(8) is successively sensed by a video camera(1) at predetermined intervals and stored in a first and a second memory (3, 4). A mirror image signal, which is symmetric to a basic image signal of the vehicle (8) for which a window is set, is stored in a mirror-image memory(5). A CPU(6A) makes a comparison between the basic image signal and a new image signal in a new window and updates the window at a location in which the image signal in the window has the best match with the basic image signal. A new image signal in the updated window is compared with a mirror image signal in the mirror-image memory so that the position of the updated window is adjusted to a location in which the new image signal is the most symmetric to the mirror image signal.

**FIG. 1**



## BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention relates to an image following apparatus which is able to follow a moving object such as a vehicle in an automatic fashion.

A typical example of an image following apparatus utilizing an image signal generated by an image sensor is disclosed in Japanese Patent Publication No. 61-57756. Such an image following apparatus is shown in Fig. 3. In this figure, a video camera 1 images an object 7 lying ahead thereof at predetermined time intervals and accordingly generates an image signal  $a_{(i, j)}$  of analog form which is then converted from analog into digital form by an analog-to-digital (A/D) converter 2 and stored in a memory 3 or 4. A central processing unit (CPU) 6 performs image processing on a first or previously sensed image signal  $a_{(i, j)}$  stored in the memory 3 and a second or currently sensed image signal  $b_{(i, j)}$  stored in the memory 4 so as to examine a relationship therebetween. As a result, the CPU 6 forms a window on a display screen for displaying an image of the object 7 as currently sensed which has the best match with an image of the object 7 as previously sensed.

More specifically, the CPU 6 calculates such a relationship between a previous image signal  $a_{(i, j)}$   $\{1 \leq i \leq n_1 \text{ and } 1 \leq j \leq m\}$  of a reference image 10, which is stored in the memory 3 and corresponds to a window 11 as shown in Fig. 4A, and a new image signal  $b_{(i, j)}$   $\{1 \leq i \leq N_1 \text{ and } 1 \leq j \leq M\}$  of a comparison image 12, which is stored in the memory 4 and corresponds to a window-neighboring area 13 as shown in Fig. 4B, in the following manner. First, a picture element or pixel signal  $a_{(1, 1)}$  corresponding to the left-end top corner of a window-neighboring area 13, which encloses the window 11 and is larger than it, and another picture element signal  $b_{(1, 1)}$  corresponding to the left-end top corner of the window 11 are read out from the memories 3, 4, and the absolute value  $c_{(1, 1)}$  of a difference therebetween is calculated as follows:

$$c_{(1, 1)} = |a_{(1, 1)} - b_{(1, 1)}|$$

Such a calculation is sequentially carried out for all the remaining picture elements within the window 11 and the corresponding picture elements in the window-neighboring area 13, and all the absolute values thus obtained are summed up as follows:

$$s_{(1, 1)} = \sum c_{(i, j)}$$

Subsequently, the range in the window-neighboring area 13 for searching the window 11 is shifted to the right from the left top corner of the window-neighboring area 13 by one picture element, and an absolute value of a difference be-

tween a picture element signal  $b_{(1, 2)}$  corresponding to the left-end top corner of the thus shifted window searching range and the picture element signal  $a_{(1, 1)}$  corresponding to the left top corner of the window 11 is calculated as follows:

$$c_{(2, 1)} = |a_{(1, 1)} - b_{(1, 2)}|$$

Then, the absolute values thus obtained for all the picture elements within the window 11 are summed up as follows:

$$s_{(1, 2)} = \sum c_{(i, j)}$$

Similarly, the above calculations are carried out for all the remaining image signals within the window-neighboring area 13 while sequentially shifting the left-end top picture element signal  $s_{(1, i)}$   $\{i \text{ varies from } 1 \text{ to } (M - m + 1)\}$  of the window searching range in the window-neighboring area 13 to the right one picture element by one picture element. Subsequently, the window searching range is downwardly shifted from the left top corner of the window-neighboring area 13 by one picture element, and the absolute value  $c_{(1, 1)}$  of a difference between a picture element signal  $b_{(2, 1)}$  corresponding to the left top corner of the thus shifted window searching range and the picture element  $a_{(1, 1)}$  corresponding to the left top corner of the window 11 is calculated as follows:

$$c_{(1, 1)} = |a_{(1, 1)} - b_{(2, 1)}|$$

Then, the absolute values  $c_{(i, j)}$  thus obtained for all the picture elements in the window 11 are summed up in the same manner as described above to provide a total sum  $s_{(2, 1)}$   $\{i \text{ varies from } 1 \text{ to } (N - n + 1)\}$ .

Finally, a minimum total sum, which gives a minimum value among all the total sums  $s_{(i, j)}$  thus obtained for all the window searching ranges in the window-neighboring area 13, is determined, and a window searching range providing the minimum total sum is set as a new window which gives the best match with the window 11. The original window 11 is thus updated by the new window and it is stored in a memory, thus making it possible to follow the image of a moving object in the form of a preceding vehicle in an automatic fashion.

The above-described conventional image following apparatus, however, has the following drawback: if another object other than the target moving object, which has a relatively high contrast ratio (i.e., a high light reflection capability), comes into the window 11, the position of a new window as freshly set in the above manner will often be gradually deviated from the best position in which the target object is located substantially in the



center of the window 11, so the apparatus may lose sight of the image of the target object at last.

### SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, the present invention is intended to overcome the above-described problem encountered with the conventional image following apparatus, and has for its object the provision of a novel and improved image following apparatus which is always able to follow a target moving object in an extremely accurate manner without any influence from external disturbances.

In order to achieve the above object, according to the present invention, there is provided an image following apparatus which comprises: an image sensor for sensing an object and generating a corresponding image signal; memory means for storing image signals successively generated by the image sensor at predetermined intervals; window updating means for making a comparison between the successive image signals in the memory means and forming and updating a window on a display screen; mirror-image memory means for storing a mirror-image signal which is symmetrical to an image signal in the updated window formed by the window updating means with respect to a vertical axis of symmetry; and window adjusting means for making a comparison between a new image signal corresponding to the updated window and a mirror-image signal stored in the mirror-image memory while successively shifting these image signals relative to each other by at least one bit at a time, the adjusting means being operable to adjust the position of the updated window to a location in which the image signal in the updated window is the most symmetrical to the mirror-image signal with respect to the vertical axis of symmetry.

The above and other objects, features and advantages of the invention will become more readily apparent from the following detailed description of a preferred embodiment of the invention taken in conjunction with the accompanying drawings.

### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a block diagram schematically showing the general construction of an image following apparatus for a vehicle in accordance with the present invention;

Fig. 2A is a schematic view showing an original memory area storing a reference image and a mirror-image memory area storing a mirror image of the reference image;

Fig. 2B is a schematic view showing a comparison between a current image signal and the reference or mirror image signal;

Fig. 2C is a graphical representation showing a total sum of differences between the current image signal and the reference or mirror image signal with respect to the amount of horizontal displacement;

Fig. 3 is a schematic view showing the general construction of a conventional image following apparatus for a vehicle;

Fig. 4A is a view showing an original window in a reference image set by the apparatus of Fig. 3;

Fig. 4B is a view showing a window-neighboring area in a comparison image defined by the apparatus of Fig. 3; and

Fig. 4C is a view showing a new window set by the apparatus of Fig. 3 under the influence of an external disturbance.

In the drawings, the same or corresponding parts are identified by the same symbols.

### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

A preferred embodiment of the present invention will now be described in detail with reference to the accompanying drawings.

Referring to the drawings and first to Fig. 1, an image following apparatus for a vehicle constructed in accordance with the present invention is schematically illustrated in block form. The apparatus can be mounted on a vehicle for allowing it to follow a preceding vehicle. The apparatus illustrated in Fig. 1 includes an image sensor 1 in the form of a video camera for optically imaging a moving object 8 in the form of a preceding vehicle and generating a corresponding image signal of analog form, an A/D converter 2 for converting the analog output signal from the video camera 1 into digital form, a first and a second memory 3, 4 storing the digitized output signal from the A/D converter 2, a mirror-image memory storing a mirror image of the digitized output signal from the A/D converter 5, and a central processing unit (CPU) 6A for processing the image data stored in the memories 3, 4 and 5 and allowing a subject vehicle, on which the apparatus of the invention is mounted, to follow the target preceding vehicle 8.

More specifically, when the video camera 1 first catches the preceding vehicle 8 at time  $t_0$ , it generates an image signal  $a_{(i, j)}$  ( $1 \leq i \leq x_0$ , and  $1 \leq j \leq y_0$ ) representative of an image of the preceding vehicle 8, which is then converted from analog into digital form by the A/D converter 2 and stored in one of the first and second memories 3, 4. A mirror image  $a_{(i, y_0 - j + 1)}$  of the image signal  $a_{(i, j)}$  is stored in the mirror-image memory 5. A new image signal for the preceding vehicle 8, which is produced by the video camera 1 after the lapse of a predeter-

mined time from time  $t_0$ , is A/D converted by the A/D converter 2 and then stored in the other of the first and second memories 3, 4. A mirror image  $b_{(i, y_0 - j + 1)}$  of the preceding vehicle 8 at that time is also stored in the mirror-image memory 5.

As previously explained with respect to the known vehicle following apparatus illustrated in Fig. 3 and Figs. 4A through 4C, the CPU 6A performs image processing for examining a relationship such as similarity between the image signal  $a_{(i, j)}$  stored, for example, in the first memory 3 and the image signal  $b_{(i, j)}$  stored, for example, in the second memory 4, and then forming and updating a window on a display screen at a location in which the image signals  $a_{(i, j)}$  and  $b_{(i, j)}$  have the most similarity or best match. Moreover, in the image following apparatus of the invention, the CPU 6A has a further function of making a comparison between the new mirror image signal  $b_{(i, y_0 - j + 1)}$  stored in the mirror-image memory 5 and an image signal  $b_{(p, q)}$  in the updated window stored in the second memory 4, and finding a position of the window  $b_{(x, y)}$  which provides the best match between these image signals, i.e., a position in which the image signals are the most symmetric with respect to the vertical center line of the window. As a result, even if some bright object other than the preceding vehicle 8 is coming into the window, the CPU 6A acts to prevent the position of the window thus determined from being deviated due to the influence of the bright object, thus enabling the subject vehicle to follow the preceding vehicle 8, which is symmetrical with respect to the vertical center line thereof, in a precise manner.

Next, the window position adjusting function of the image following apparatus of the invention will be described in detail with particular reference to Figs. 2A through 2C. First in Fig. 2A, a window 15 freshly set in a new image signal 14 by the window updating function of the CPU 6A is represented by an image signal  $b_{(p, q)}$ ; a mirror image signal 16 formed in symmetry with respect to a vertical side line (i.e., y-axis) of the window 14 by the CPU 6A represents data stored in the mirror-image memory 5; and a mirror window 17 formed in the mirror image signal 16 in symmetry with the window 15 with respect to the vertical side line or y-axis of the window 14 is stored as data  $b_{(p, y_0 - q + 1)}$  in the mirror-image memory 5. As shown in Fig. 2B, a relationship such as similarity between the image signal  $b_{(p, q)}$  in the window 15 and the image signal  $b_{(i, j)}$  of corresponding data 16 in the mirror-image memory 5 is examined or calculated while successively displacing data 18 of a window-neighborhood area in the mirror-image memory 5, which lie in the vicinity of the mirror window 17 in a horizontal band area horizontally corresponding to the mirror window 17, in a stepwise manner, e.g., by one bit

or a plurality of bits at a time in a horizontal (i.e., x-axis) direction. As a result, a relationship or deviation between the image signal in the original window 15 and the image signal in the mirror window 17 with respect to the amount of displacement of the latter image signal is established, as illustrated in Fig. 2C. Specifically, by horizontally displacing data  $b_{(i, j)}$  of the window-neighborhood or horizontal band area 18 in the vicinity of the mirror window 17 by  $t$  bits at a time, an absolute value  $c_{(1, 1)}$  of a difference between a pixel signal  $b_{(1, 1)}$  at the left-end top corner of the original window 15 and a corresponding pixel data  $b_{(i, j)}$  is calculated as follows:

$$c_{(1, 1)} = |b_{(1, 1)} - b_{(i, j)}|$$

Then, a similar calculation is performed for every pixel in the window 15, and absolute values  $c_{(i, j)}$  thus obtained for all the pixels in the window 15 are summed up to provide a total sum  $s_{(0)}$  as follows:

$$s_{(0)} = \sum c_{(i, j)}$$

Subsequently, by displacing the window 17 by  $t$  bits in the horizontal direction, an absolute value  $c_{(1, 1)}$  of a difference between a pixel  $b_{(1, 1)}$  at the left-end top corner of the window 15 and a corresponding pixel  $b_{(i, j - t)}$  in the thus displaced window 17. Then, a total sum  $s_{(t)}$  of the differences  $c_{(i, j)}$  for all the pixels in the window 15 is calculated as follows:

$$s_{(t)} = \sum c_{(i, j)}$$

The result of such calculations is shown in Fig. 2C. If the image in the window 15 is symmetric with respect to the vertical center line thereof, the window 17 is completely superposed on or has the best match with the window 15 at a location in which the window 17 is displaced by a distance twice the distance  $l$  between the vertical center line of the window 17 and the vertical line of symmetry or y-axis. Thus, an image comparison value or total sum  $s_{(x)}$  becomes minimum when  $x$  is equal to  $2l$ . If, however, the image signal in the window 17 is not symmetric with respect to the vertical center line thereof as shown in Fig. 2C, the total sum  $s_{(x)}$  becomes minimum at a location of the window 17 in which the image therein is the most symmetric with respect to the vertical center line of the window 17, that is when  $x$  is equal to  $l$ . Accordingly, a specific value  $x_0$  for  $x$  which gives a minimum of  $s_{(x)}$  is first calculated, and then it is multiplied by  $1/2$  so that a new window having therein the most symmetric image with respect to the vertical center line thereof is set with its vertical center line being placed at a location of  $x_0/2$ .

As apparent from the foregoing, according to the present invention, even if a new window is formed at a location displaced from the best position by any external disturbances such as an object having a strong contrast ratio, the position of the new window is adjusted to the correct or best position in which the image in the window is the most symmetric with respect to the vertical center line of the window. As a result, the reliability and accuracy in following a moving object are improved, preventing the object-following function of the apparatus from becoming impossible due to an accumulation of errors produced during successive window forming operations.

Although in the above embodiment, a single image sensor in the form of a video camera is used, a pair of image sensors can be employed for measuring a distance to a moving object such as a preceding vehicle through the well-known principle of triangulation, and image following according to the present invention can be made by one of the image sensors. Thus, the present invention is applicable to an image-processing type vehicle distance measuring or warning apparatus, and an automatic vehicle following apparatus as well.

Moreover, although in the above embodiment, a pair of first and second memories are employed, one of them can be omitted. In this case, an image comparison for updating a window can be made between the data in the one memory and those in the mirror-image memory.

### Claims

1. An image following apparatus comprising:
  - an image sensor for sensing an object and generating a corresponding image signal;
  - memory means for storing image signals successively generated by said image sensor at predetermined intervals;
  - window updating means for making a comparison between the successive image signals in said memory means and forming and updating a window on a display screen;
  - mirror-image memory means for storing a mirror-image signal which is symmetrical to an image signal in the updated window formed by said window updating means with respect to a vertical axis of symmetry; and
  - window adjusting means for making a comparison between a new image signal corresponding to the updated window and a mirror-image signal stored in said mirror-image memory while successively shifting these image signals relative to each other by at least one bit at a time, said adjusting means being operable to adjust the position of the updated window to a location in which the image signal

in the updated window is the most symmetrical to the mirror-image signal with respect to the vertical axis of symmetry.

FIG. 1

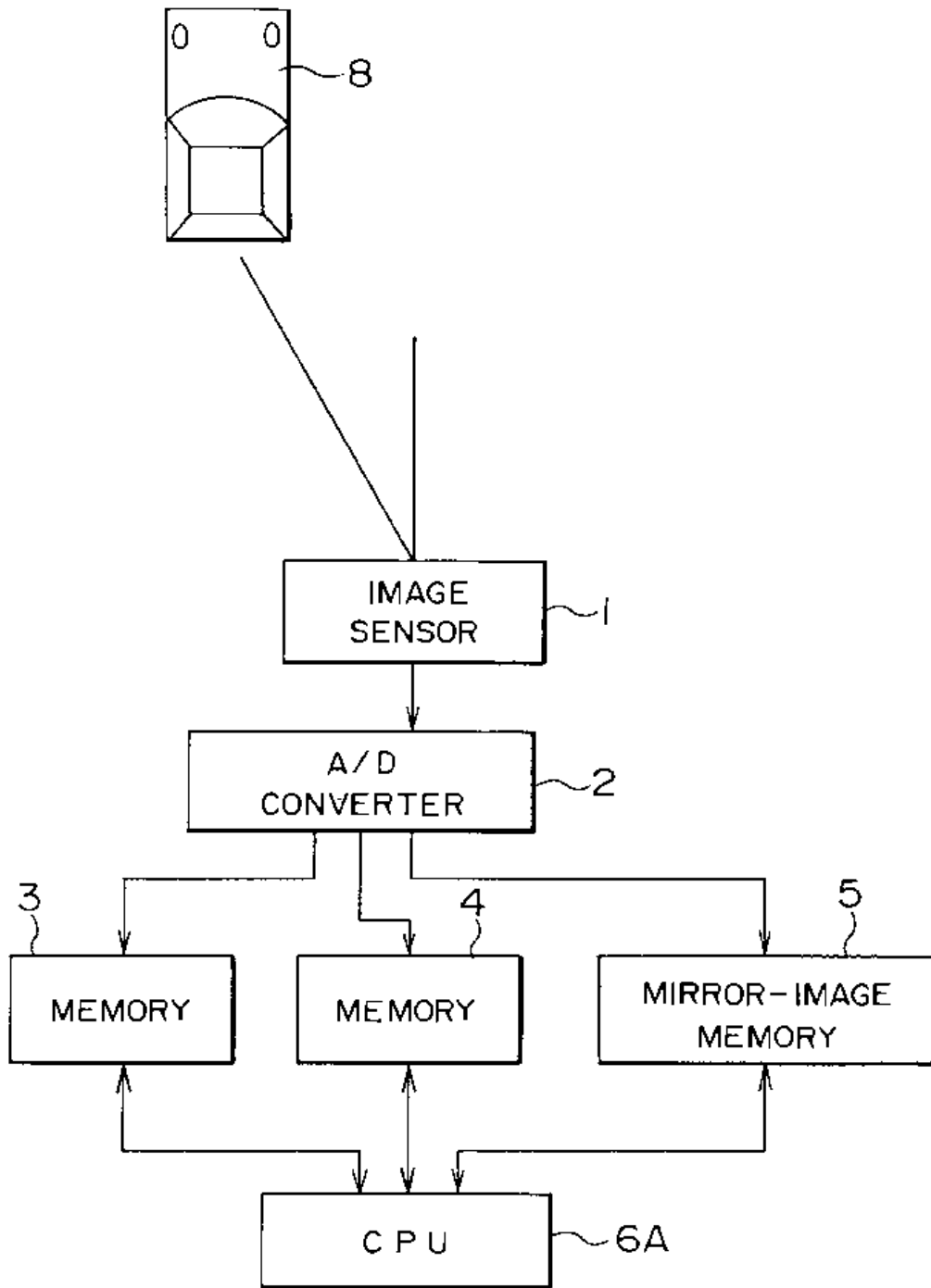


FIG. 2A

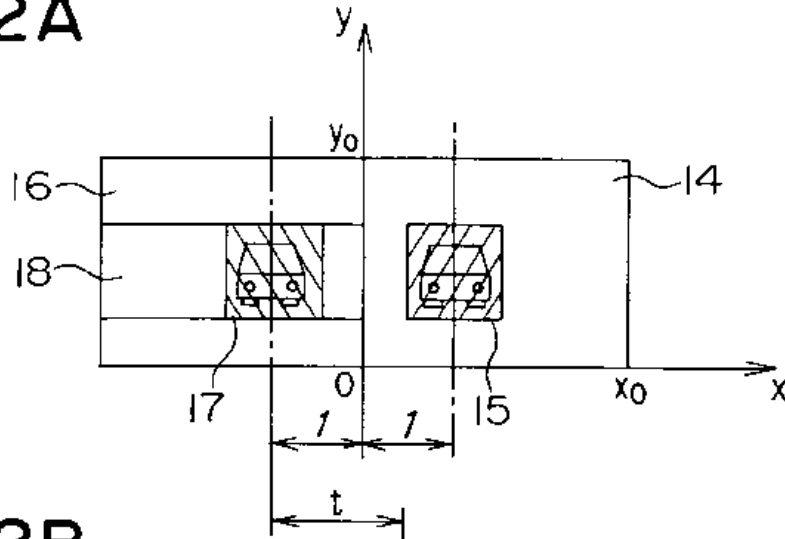


FIG. 2B

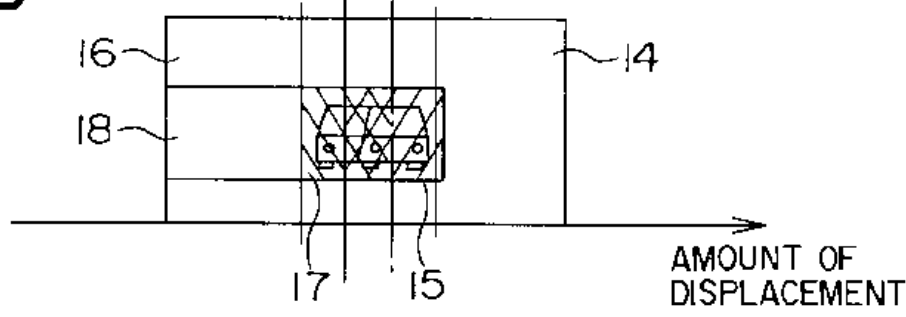


FIG. 2C

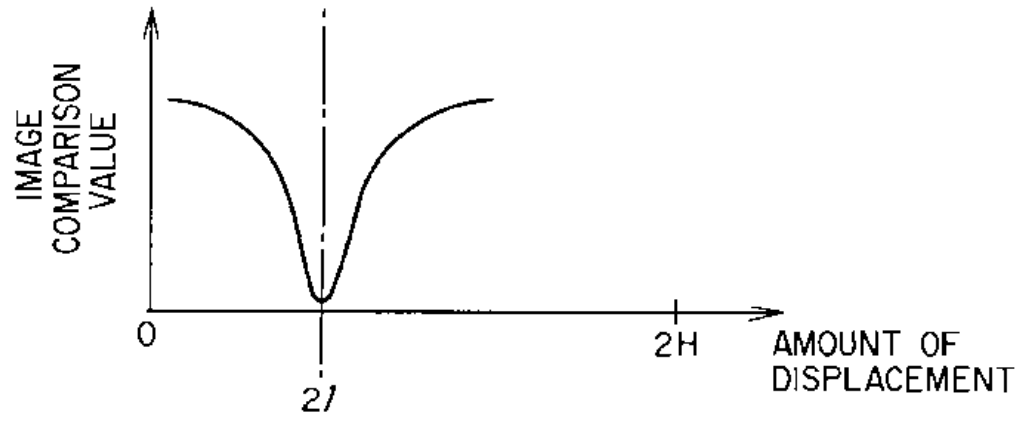


FIG. 3

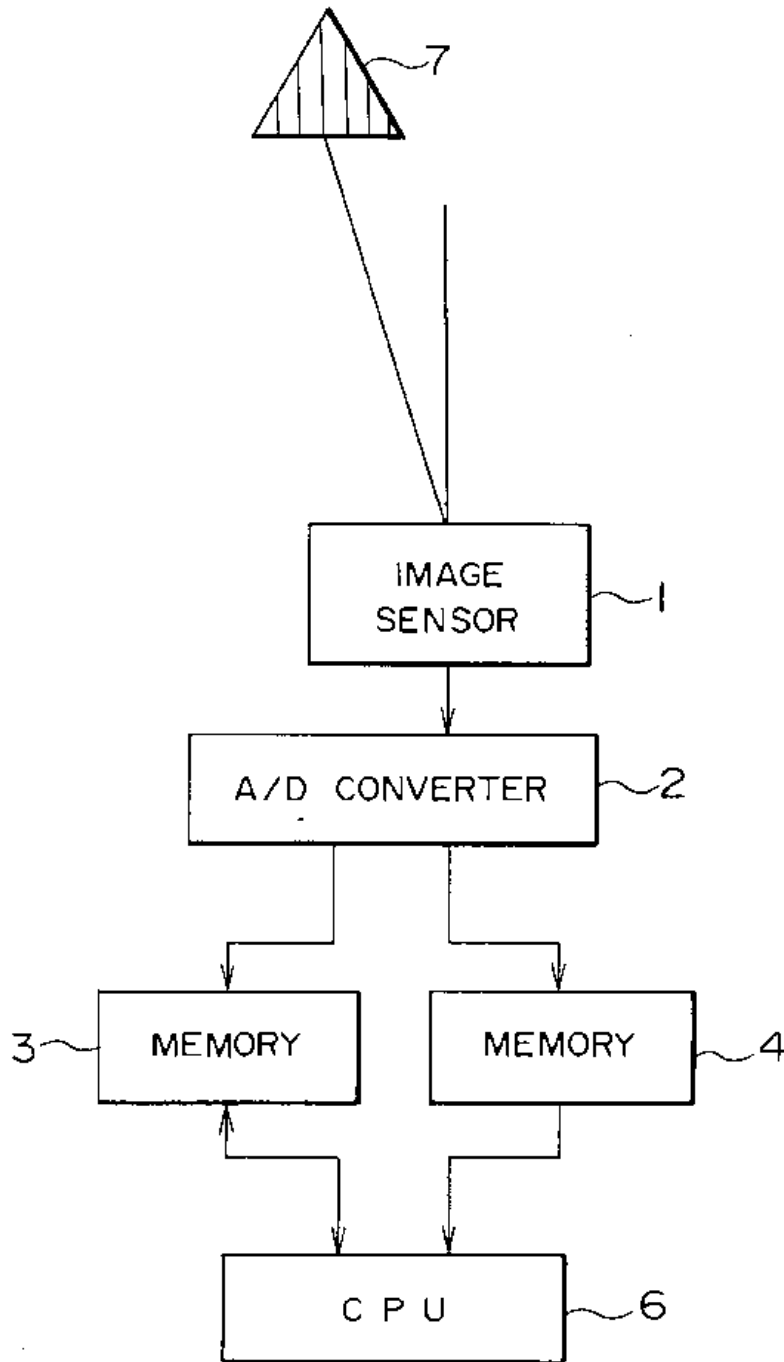


FIG. 4A

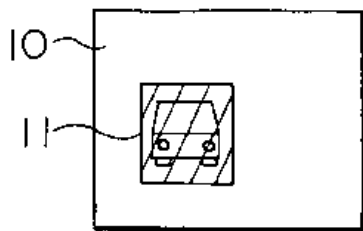


FIG. 4B

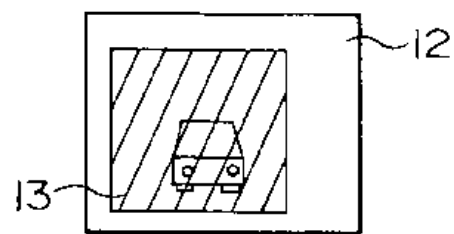
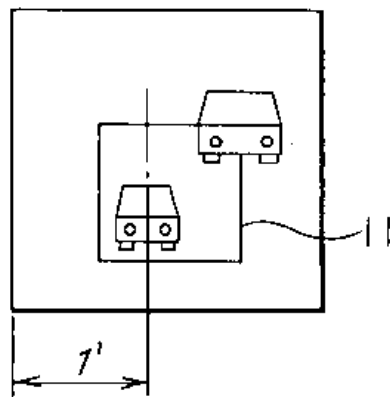


FIG. 4C





⑫ **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

② Application number: **92101138.3**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>: **G01S 11/12**

③ Date of filing: **24.01.92**

⑦ Priority: **24.01.91 JP 22715/91**

① Applicant: **mitsubishi denki kabushiki KAISHA**  
**2-3, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku Tokyo(JP)**

④ Date of publication of application: **29.07.92 Bulletin 92/31**

② Inventor: **Maekawa, Hiroko, c/o Mitsubishi Denki K.K.**  
**Himeji Seisakusho, 840, Chiyodacho Himeji-shi, Hyogo-ken(JP)**

⑧ Designated Contracting States: **DE FR GB**

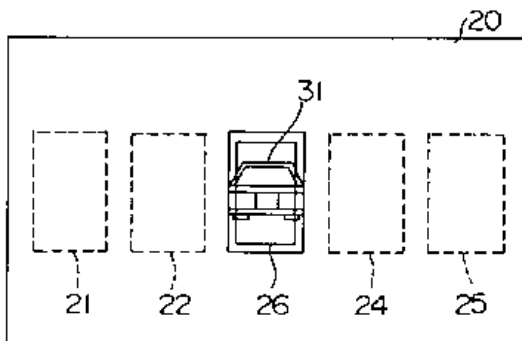
④ Representative: **Lehn, Werner, Dipl.-Ing. et al Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte Arabellastrasse 4 W-8000 München 81(DE)**

⑬ **Distance detecting apparatus for a vehicle.**

⑥ A distance detecting apparatus can not only measure the distance to a target preceding vehicle but also detect obstacles such as an intervening vehicle, other vehicles running around or adjacent the target vehicle without any movement of the apparatus itself. The apparatus includes a window setting device (13) for setting a plurality of distance-measuring windows (21 through 25) on a screen (20)

on the basis of one of two image signals generated by a pair of video cameras (5, 6), a switch (14) for setting an image-following window (26) enclosing the preceding vehicle to be followed, and a CPU (12) for measuring the distance to an object in each distance-measuring window as well as the distance to an object in the image-following window.

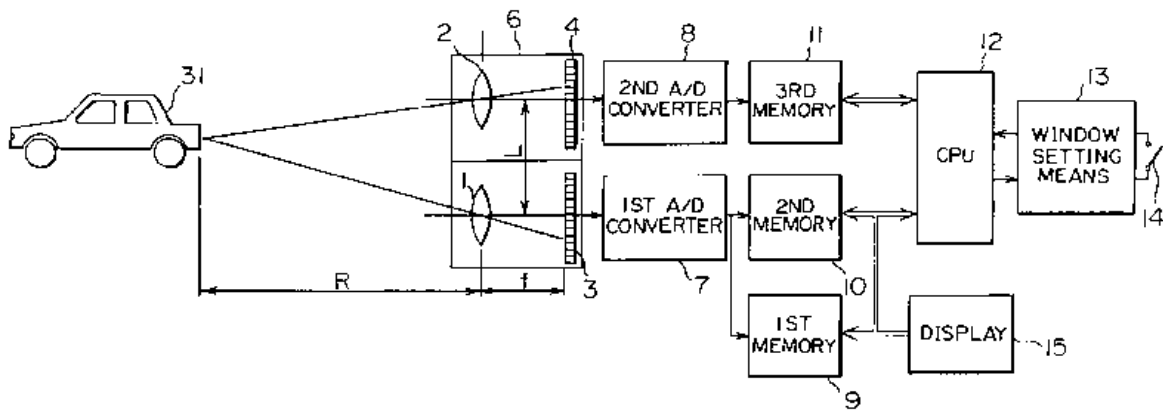
**FIG. 3**



**EP 0 496 411 A2**



FIG. 1



## BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention relates to an apparatus for optically measuring the distance from a subject vehicle, on which the apparatus is mounted, to objects such as a preceding vehicle running on the same lane of a road, obstacles such as other vehicles around the preceding vehicle which are running on other lanes of the road or coming into the same lane at locations between the preceding vehicle and the subject vehicle.

Examples of an optical distance detecting apparatus utilizing image sensors such as video cameras are known from Japanese Patent Publication Nos. 63-39085 and 63-46363. As illustrated in Fig. 6, the apparatuses disclosed therein commonly have a pair of first and second parallel optical systems having two convex lenses 101, 102 disposed in a horizontally aligned relation at a prescribed distance L away from each other, as shown in Fig. 6. A pair of separate image sensors 103, 104 are horizontally disposed at focal points of the lenses 101, 102 at a distance f from the locations of corresponding lenses 101, 102, respectively, for generating respective image signals to a common signal processor 120. The signal processor 120 successively shifts the image signals from the image sensors 103, 104 and electrically superposes them one over the other, so that the distance R from the lenses 101, 102 to an object 121 is calculated based on the principle of triangulation using the following formula:

$$R = (f \times L)/d$$

where d is a shift distance by which the image signals are moved to obtain the best match.

In addition, Japanese Patent Publication No. 60-33352 discloses a method of following an image of a preceding vehicle as sensed by an image sensor such as a video camera. According to this method, the driver of a vehicle needs to manually set and continuously adjust an image-following gate or window enclosing an object to be followed on a display screen while looking at the screen, so as not to lose sight of the image of the preceding vehicle.

With the distance detecting apparatus as described above, however, it is only possible to measure the distance to an object which lies in a direction of the axis of light which is projected from each video camera. Therefore, in cases where the apparatus is mounted on a vehicle for the purpose of measuring the distance to a preceding vehicle, it is necessary to properly move the video cameras so as to adjust the axis of light projected therefrom toward the preceding vehicle. Moreover, if there are many objects within the field of view of the

image sensors, it is unclear to which object the distance from the subject vehicle is being detected. In particular, if other vehicles travelling around or approaching the target vehicle are coming into the fields of view of the video cameras, the driver cannot tell to which vehicle the distance is detected.

## SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, the present invention is intended to overcome the above-mentioned problems encountered with the conventional apparatuses.

An object of the invention is to provide a novel and improved distance detecting apparatus for a vehicle which, once the driver sets an image-following window enclosing a target preceding vehicle, is not only able to measure the distance to the target preceding vehicle in an automatic fashion without the need of any movement of the apparatus as long as the preceding vehicle lies in the field of view of the apparatus, but also distances to a plurality of objects as well so as to detect possible obstacles such as other vehicles running near or around the target vehicle.

In order to achieve the above objects, according to the present invention, there is provided a distance detecting apparatus for a vehicle comprising: a pair of optical sensing means each for optically sensing a plurality of objects and generating a corresponding image signal; first memory means for storing the output image signal from one of the optical sensing means as a first image signal; second memory means for storing the output image signal from the other of the optical sensing means as a second image signal; a display with a screen for displaying the images of the objects as sensed by the optical sensing means; window setting means for successively setting an image-following window on the screen of the display at a location enclosing a target preceding vehicle as well as a plurality of distance-measuring windows at predetermined locations on the screen of the display; distance calculating means for comparing the images of the objects in the respective windows stored in the first memory with the corresponding images of the objects stored in the second memory so as to detect deviations therebetween, the distance calculating means individually calculating the distance to all object in each window based on the calculated deviations; and image-following-window updating means for successively comparing at predetermined intervals an image in the image-following window, which is currently sensed by one of the optical sensing means and stored in the first memory, with an image of the target vehicle, which was previously sensed by the one of the optical sensing means and stored in the first memory, so

as to update the image-following window at a location which provides the best match therebetween.

Preferably, the distance calculating means basically calculates the distance to an object in each of the distance-measuring windows as well as that in the image-following window but does not perform a distance calculation for a specific distance-measuring window of which a portion more than a predetermined ratio thereof relative to its entire area overlaps the image-following window.

Preferably, the image-following window is visible on the screen, while the distance-following windows are invisible on the screen.

The distance calculating means can also find a vehicle approaching the target vehicle from side or behind and intervening between the target vehicle and a following vehicle on which the apparatus is mounted.

The above and other objects, features and advantages of the invention will become more readily apparent from the detailed description of a few preferred embodiments of the invention taken in conjunction with the accompanying drawings.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a schematic block diagram showing the general arrangement of a distance detecting apparatus for a vehicle in accordance with the present invention;

Fig. 2 is an explanatory view showing a plurality of distance-measuring windows defined on the screen of a display by the apparatus of Fig. 1;

Fig. 3 is an explanatory view showing that an image following window for following a preceding vehicle is set in one of the plurality of windows by the apparatus of Fig. 1;

Figs. 4A through 4D are explanatory views showing a series of distance-measuring processes performed by the apparatus of Fig. 1;

Fig. 5A is an explanatory view showing the case in which there is an intervening vehicle between the preceding vehicle and the subject vehicle;

Fig. 5B is a graphical representation showing the distances measured to various objects in the distance-measuring windows in relation to time; and

Fig. 6 is a schematic view illustrating the general arrangement of a conventional distance detecting apparatus.

#### DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

A preferred embodiment of the present invention will now be described in detail with reference to the accompanying drawings.

Fig. 1 illustrates, in a block diagram, the sche-

matic arrangement of a distance detecting apparatus which is constructed in accordance with the principles of the invention and which is mounted on a subject vehicle for measuring the distances to objects such as preceding vehicles, obstacles and the like lying ahead of the subject vehicle.

The apparatus illustrated includes a pair of first and second parallel optical sensing means 5, 6 in the form of video cameras, which comprise two convex lenses 1, 2 disposed in a vertically or otherwise aligned relation at a prescribed distance L away from each other, and a pair of separate first and second (e.g., lower and upper) image sensors 3, 4 which are vertically or otherwise disposed at the focal length f of the lenses 1, 2, respectively, for successively generating at predetermined intervals first and second image signals in the form of analog signals each representative of a two-dimensional image of an object such as a preceding vehicle to be followed, which are input to a pair of corresponding first and second analog-to-digital (A/D) converters 7, 8. The first and second A/D converters 7, 8 convert the analog output signals from the first and second video cameras 5, 6 into corresponding digital values. The output of the first A/D converter 7 is input to a first and a second memory 9, 10 and stored therein as  $a(i, j)$  and  $b(i, j)$  [ $1 \leq i \leq x_0$  and  $1 \leq j \leq y_0$ ], respectively. The output of the second A/D converter 8 is input to a third memory 11 and stored therein as  $c(i, j)$ . A microcomputer 12, which acts as a distance calculating means and an image-following-window updating means as claimed of the invention, performs data transmission with the memories 10, 11 so that it makes various calculations and determinations based on the data stored in the memories 9, 10, 11. A window setting means 13 having a switch 14 is connected to the CPU 12 so that when the driver manipulates the switch 14, the window setting means 13 sends to the CPU 12 commands for setting a plurality (e.g., five in the illustrated embodiment) of distance-measuring windows 21 through 25, as shown in Fig. 2, and an image-following window 26, as designated by a solid line in Fig. 3, on a screen 20 of a display 15 which is connected to the first and second memories 9, 10 and the CPU 12. As shown in Fig. 2, the first through fifth window 21 through 25 are disposed on the display screen 20 at horizontally spaced or separate predetermined locations thereof.

The CPU 12 performs an image following function of successively examining a relationship such as similarity between a currently sensed image  $a(i, j)_t$  stored in the first memory 9 and a previously sensed image  $a(i, j)_{t-1}$  stored therein, and forming and updating an image-following window on the display screen 20 at a location in which there is the best match between the current and previous im-

ages, as described below in detail. The CPU 12 also performs a distance measuring function of measuring the distance to an object in each of the windows 21 through 26 from images  $b(i, j)$ ,  $c(i, j)$  stored in the memories 10, 11 in the same manner as previously described with reference to the conventional distance detecting apparatus of Fig. 6.

The operation of the above embodiment will be described below while referring to Figs. 2, 3 and 4A through 4D. First, the image following function of the apparatus is explained. Fig. 2 illustrates a plurality (e.g., five in the illustrated embodiment) of distance-measuring windows 21 through 25 formed on the screen 20 of the display 15 at predetermined fixed locations horizontally spaced from each other at substantially equal intervals. Actually, these windows 21 through 25 are not displayed on the screen 20 so that the driver can clearly watch the image-following window 26 in an easy manner. In cases where no setting for image following is made by the driver through the switch 13 or in the event that the apparatus becomes unable to follow the target preceding vehicle 31 during vehicle following operation, distance measurements alone are effected.

In order to follow the target preceding vehicle 31, the driver first manipulates the switch 14 of the window setting means 13 so as to define an image-following window 26 enclosing an image of the target vehicle 31 on the screen 20 of the display 15 while looking at the display screen, as shown in Fig. 3. In the illustrated example, the image-following window 26 is defined at the location of the third or central window 23. More specifically, the preceding vehicle 31 running ahead of the subject vehicle is sensed by the first or lower video camera 3 which periodically generates a corresponding analog signal. The output signal from the video camera 3 is digitized by the first A/D converter 7, and stored in the first and second memories 9, 10. When the driver properly manipulates the switch 14 of the window setting means 13 to set an image following window 26 enclosing therein an image of the target preceding vehicle 31 on the screen 20 of the display 15, as shown in Fig. 4A. The CPU 12 reads out from the first memory 9 picture element signals within the image-following window 26 that catches the preceding vehicle 31, and makes them as a reference image signal, which is used as a basis for updating the image-following window 26. Subsequently, in a predetermined time later, the CPU 12 makes a comparison between a current image signal  $a(i, j)_t$  in a vertically extending searching area 27 having a predetermined width  $H_0$  on the screen 20, which is currently sensed by the first video camera 5 and stored in the second memory 10, a previous or last image signal  $a(i, j)_{t-1}$  of the target preceding vehicle 31, which was pre-

viously sensed by the first video camera 5 and stored as the reference image signal in the first memory 9, while shifting the current image signal with respect to the last image signal one picture element by one picture element, to determine a new position 26A (Fig. 4B) of the image-following window 26 which provides the best match therebetween. Then, the CPU 12 sets and updates the image-following window at the new position 26A thus determined. A new vertical searching area 27A having the width  $H_0$  is then defined around the updated image-following window 26A, and the above process is repeated to update the window 26A. In this manner, the image-following window is successively and periodically updated so as to catch the image of the target preceding vehicle 31 in a precise manner.

Although in the above description, the search area 27 (27A) in the first memory 9 for determining a new image-following window 26 (26A) is a vertically extending band area, as designated by hatching in Figs. 4A, 4B, it can be arbitrarily determined otherwise as required.

For the successively updated image-following window 26, the distance to an object or the target preceding vehicle 31 therein is successively performed by making a comparison between an image signal of the target vehicle 31 in the window 26 stored in the second memory 10 and a corresponding image signal stored in the third memory 11 in the same manner as previously described with reference to the conventional apparatus of Fig. 6.

Likewise, distance measurement is successively carried out at predetermined intervals for each of the distance-measuring windows 21 through 25 so as to measure the distance to an object in each window. Thus, in cases where there are a plurality of preceding vehicles which are running ahead of the subject vehicle and which are caught by the respective windows 21 through 25, it is possible to concurrently detect the distances to the respective preceding vehicles.

Moreover, if the image-following window 26 overlaps a substantial portion (e.g., more than a half area) of one of the distance-measuring windows 21 through 25, an object caught by the overlapping distance-measuring window may possibly be the target preceding vehicle 31, so there is no need for distance measurement in that window. Accordingly, no distance measurement is performed for that window.

The distance-measuring windows 21 through 25 may be displayed on the screen 20 of the display 15, but preferably they are not displayed for the sake of the driver's convenience in clearly watching the image of the preceding vehicle 31 on the screen 20. The values of measured distance can be indicated or displayed for each window, or

for the image-following window alone, or no such indications may be effected as required or desired by the purposes of use of the apparatus.

Utilizing the results of distance measurements in the respective distance-measuring windows 21 through 25 as well as in the image-following window 26, it is possible to find another vehicle 32 approaching the target preceding vehicle 31 from side or behind as follows, as shown in Fig. 5A. If the measured distances to objects in the adjacent windows sequentially vary over time as illustrated in Fig. 5B, it is determined that another intervening vehicle 32 is coming inbetween the target preceding vehicle and the subject vehicle or going away therefrom. Specifically, Fig. 5B shows the distances over time as measured in the respective windows wherein an upper solid line #1 designates the distance (e.g., substantially infinity) to an object at a very large distance measured in the first window 21; a lower solid line #6 designates the distance to the preceding vehicle 31 measured in the image-following window 26; and curved lines #3, #4 and #5 designate the distances to the intervening vehicle 32 measured in the third, fourth and fifth window 23, 24 and 25, respectively. In the example illustrated in Fig. 5B, the distance measured in the image-following window 26 indicated by the lower solid line #6 is substantially constant, and the distance measured becomes the shortest first at the fifth or right-most window 25 (see line #5), then at the fourth window 24 (see line #4), and finally at the central or third window 23 (see line #3). Thus, it is determined that an object in the form of the intervening vehicle 32 is coming near to the target preceding vehicle 31 in the image-following window 26 from the right, so an indication of warning the intervening vehicle to the driver can be displayed on the screen 20. Instead of such a displayed indication, other warning means such as a buzzer can be actuated. On the contrary, if the shortest distance measured among the windows varies from the central or third window 23 to the right-most or fifth window 25 as time passes, it is determined that an object being measured is going away from the target vehicle.

Similarly, a vehicle approaching the target vehicle 31 from the right in Fig. 5A can be detected by the apparatus and warned to the driver.

Although in the above description, the number of the distance-measuring windows as illustrated is five, but any number of windows can be used as necessary. Also, a ratio of the overlapping area of a window to the entire area thereof at which distance measurement for that window is not effected, can be arbitrarily decided according to the conditions of use of the apparatus.

## Claims

1. A distance detecting apparatus for a vehicle comprising:
  - a pair of optical sensing means each for optically sensing a plurality of objects and generating a corresponding image signal;
  - first memory means for storing the output image signal from one of said optical sensing means as a first image signal;
  - second memory means for storing the output image signal from the other of said optical sensing means as a second image signal;
  - a display with a screen for displaying the images of said objects as sensed by said optical sensing means;
  - window setting means for successively setting an image-following window on the screen of said display at a location enclosing a target preceding vehicle as well as a plurality of distance-measuring windows at predetermined locations on the screen of said display;
  - distance calculating means for comparing the images of said objects in said respective windows stored in said first memory with the corresponding images of said objects stored in said second memory so as to detect deviations therebetween, said distance calculating means individually calculating the distance to an object in each window based on the calculated deviations; and
  - image-following-window updating means for successively comparing at predetermined intervals an image in said image-following window, which is currently sensed by one of said optical sensing means and stored in said first memory, with an image of said target vehicle, which was previously sensed by the one of said optical sensing means and stored in said first memory, so as to update the image-following window at a location which provides the best match therebetween.
2. A distance detecting apparatus according to claim 1, wherein said distance calculating means basically calculates the distance to an object in each of said distance-measuring windows as well as that in said image-following window but does not perform a distance calculation for a specific distance-measuring window of which a portion more than a predetermined ratio thereof relative to its entire area overlaps said image-following window.
3. A distance detecting apparatus according to claim 1, wherein said image-following window is visible on said screen, while said distance-following windows are invisible on said screen.

4. A distance detecting apparatus according to claim 1, wherein said distance calculating means can find a vehicle approaching said target vehicle from side or behind and intervening between said target vehicle and a following vehicle on which said apparatus is mounted.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

FIG. 1

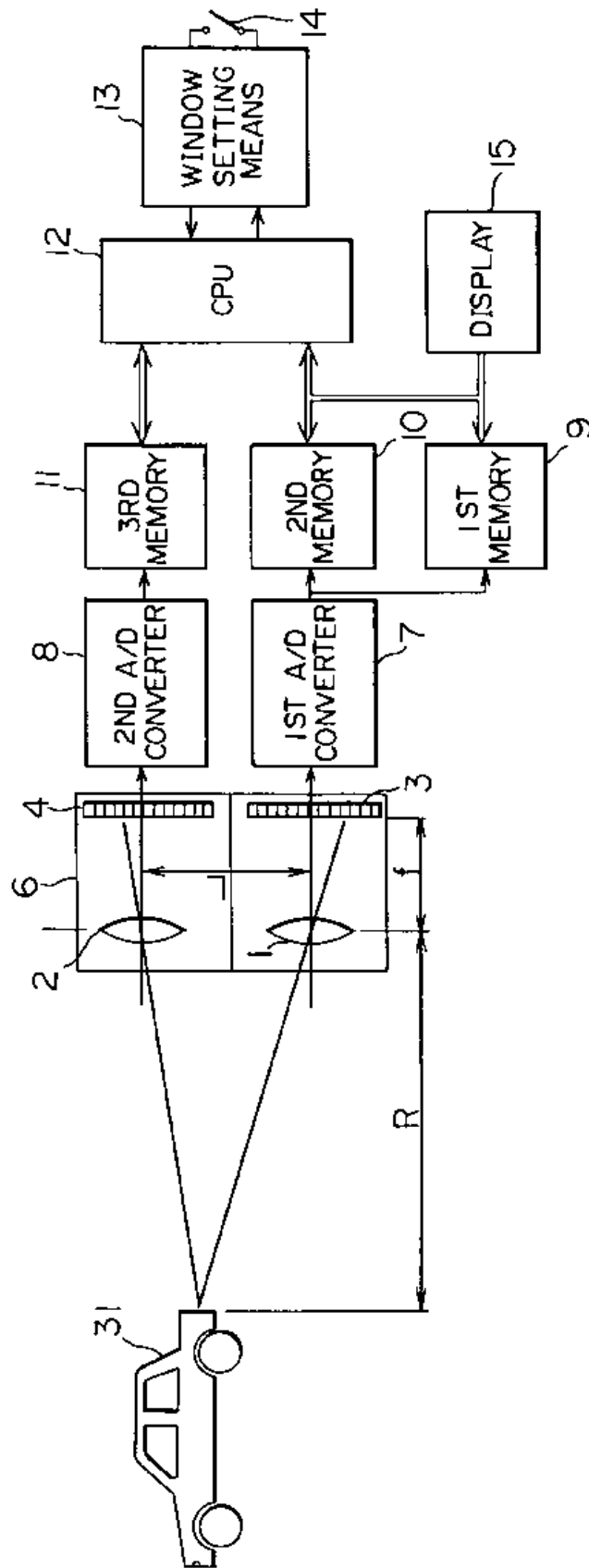


FIG. 2

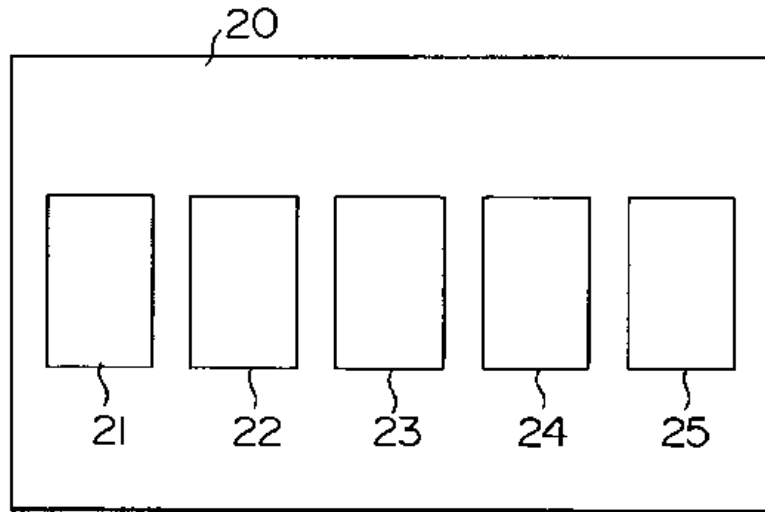


FIG. 3

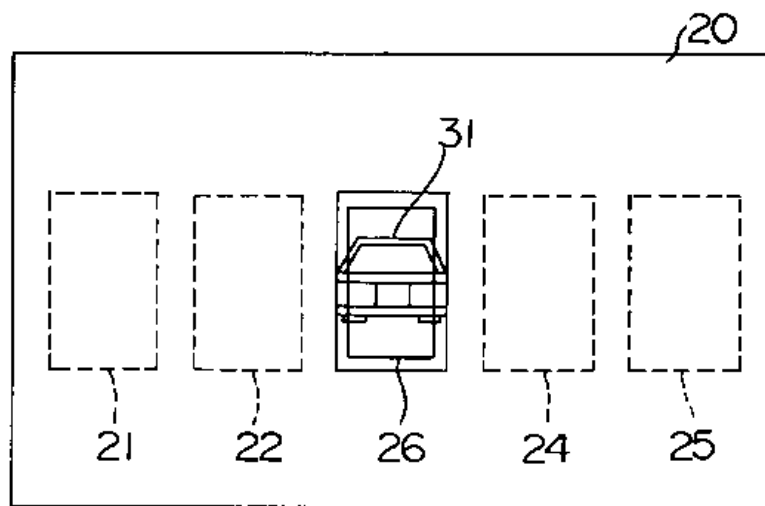




FIG.4A

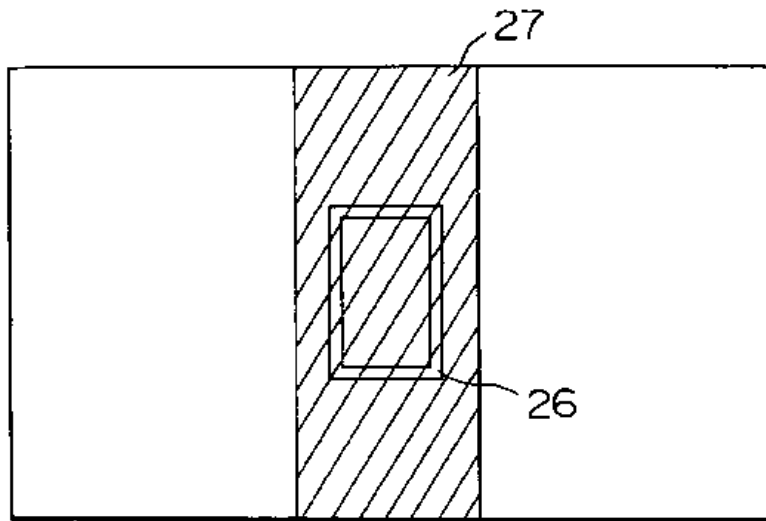


FIG.4B

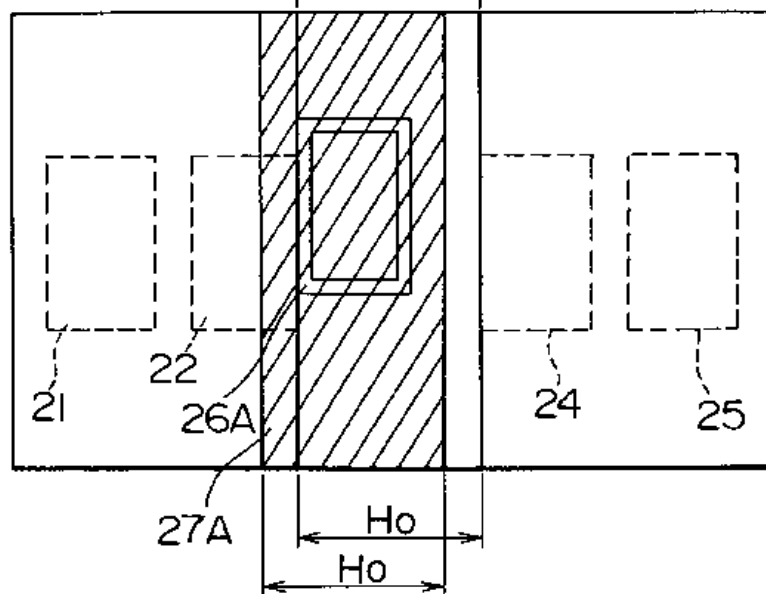


FIG. 4C

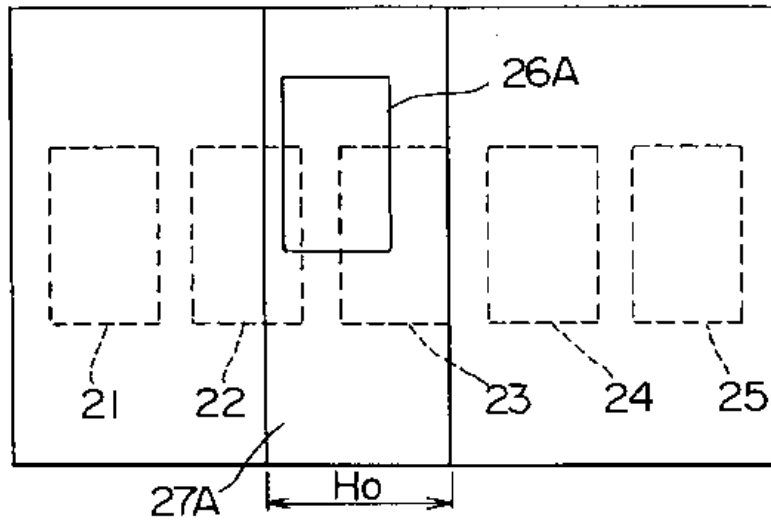


FIG. 4D

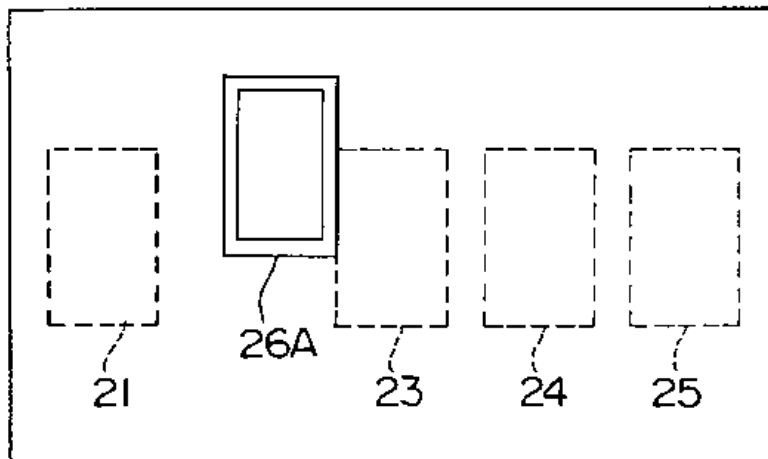


FIG. 5A

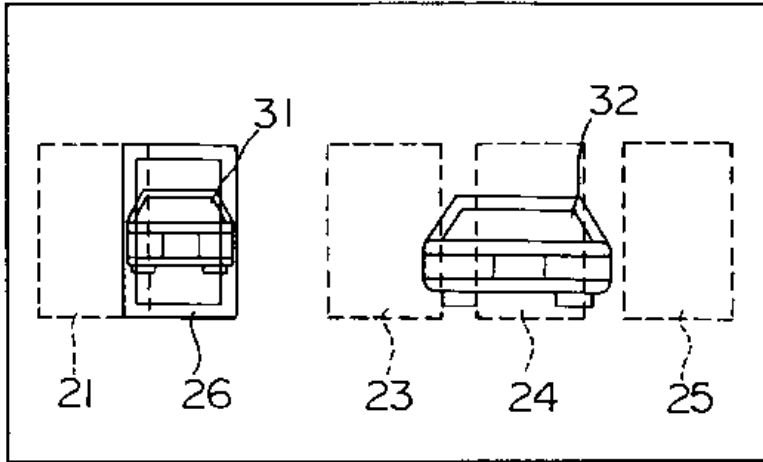


FIG. 5B

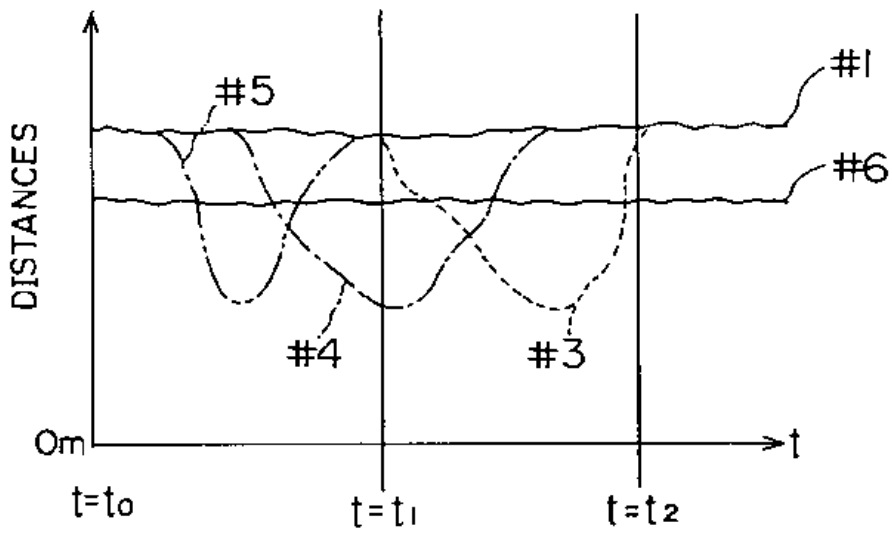
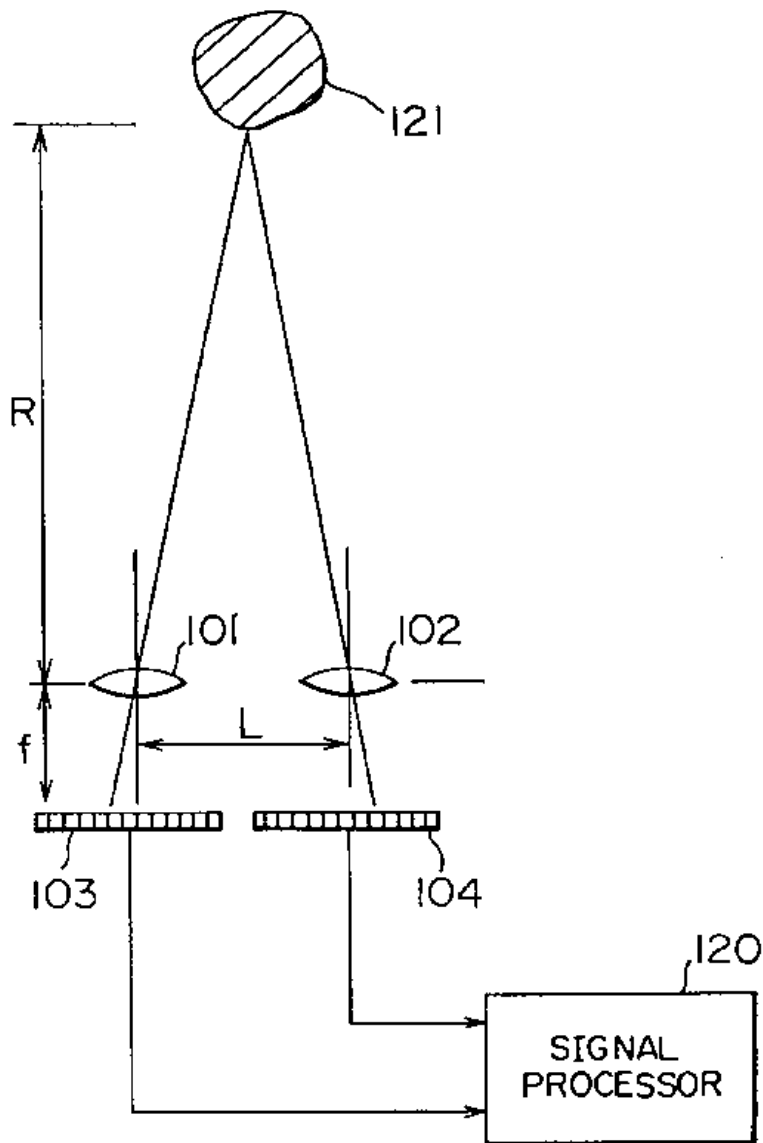


FIG. 6



**Bibliographic data: EP0505237 (A1) — 1992-09-23****Process and device for improvement of night vision in vehicles.**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** NGUYEN HOANG GIANG [FR] ± (NGUYEN, HOANG GIANG)

**Applicant(s):** RENAULT [FR] ± (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT S.A)

**Classification:** - **international:** B60Q1/08; B60Q1/14; H04N5/235; H04N5/33; H04N7/18; (IPC1-7): B60Q1/14; B60Q1/52  
- **cooperative:** B60Q1/14; H04N5/2354; H04N5/33; H04N7/181

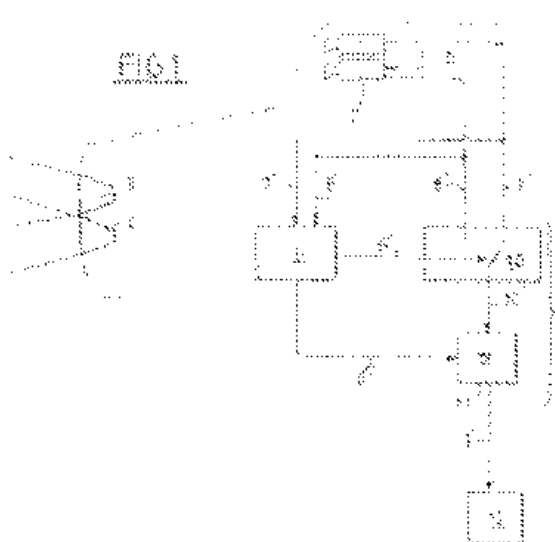
**Application number:** EP19920400627 19920311

**Priority number(s):** FR19910003484 19910322

**Also published as:** FR2674198 (A1)

**Abstract of EP0505237 (A1)**

Process for the improvement of night vision in vehicles consisting in illuminating the road and the objects therein by means of two long-range headlights (3, 4) emitting light rays of predetermined wavelength, and in sensing an image of the roadway illuminated by these rays by means of a viewing system, characterised in that the two headlights (3, 4) respectively illuminate in the close infrared and ultraviolet fields, in that the viewing is also carried out inside the spectral bands covering close infrared and ultraviolet, and in that the combined night image resulting from this double viewing is restored to the driver in or close to his normal driving field of view.





①② **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

②① Numéro de dépôt : **92400627.3**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **B60Q 1/14, B60Q 1/52**

②② Date de dépôt : **11.03.92**

③① Priorité : **22.03.91 FR 9103484**

⑦① Demandeur : **REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT S.A.**  
**34, Quai du Point du Jour**  
**F-92109 Boulogne Billancourt (FR)**

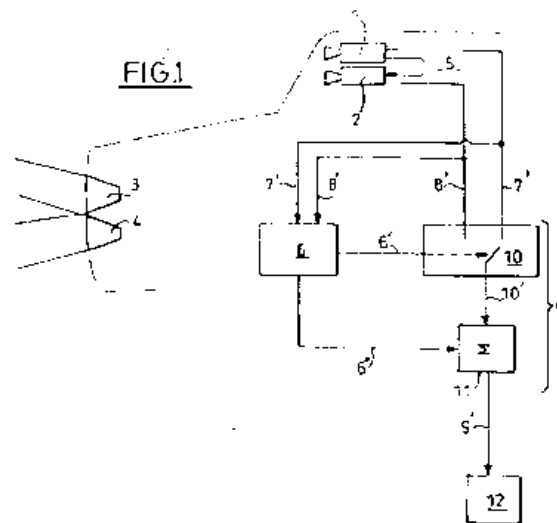
④③ Date de publication de la demande :  
**23.09.92 Bulletin 92/39**

⑧④ Etats contractants désignés :  
**DE ES FR GB**

⑦② Inventeur : **Nguyen, Hoang Glang**  
**9, rue de Belfort**  
**F-91130 Ris Orangis (FR)**

⑤④ **Procédé et dispositif d'amélioration de la vision automobile de nuit.**

⑤⑦ Procédé d'amélioration de la vision automobile de nuit consistant à éclairer la route et les objets qui s'y trouvent à l'aide de deux projecteurs longue portée (3, 4) émettant des rayons lumineux de longueurs d'ondes déterminées, et à capter une image de la chaussée éclairée par ces rayons au moyen d'un système de prise de vue, caractérisé en ce que les deux projecteurs (3, 4) éclairent respectivement dans les domaines du proche infrarouge et de l'ultraviolet, en ce que la prise de vue est également effectuée à l'intérieur de bandes spectrales couvrant le proche infrarouge et l'ultraviolet, et en ce que l'image de nuit combinée résultant de cette double prise de vue est restituée au conducteur dans ou à proximité de son champ de vision habituel de conduite.



La présente invention se rapporte au domaine technique de l'éclairage nocturne de la chaussée par les véhicules automobiles. Elle vise à améliorer la vision de chaque conducteur en conduite de nuit, sans gêner les autres usagers.

On sait que même dans des conditions météorologiques normales, c'est-à-dire des conditions de visibilité nocturne optimales, la portée réduite des projecteurs de croisement (environ 30 m) est à l'origine d'une part importante des accidents automobiles survenant la nuit. Etant donné qu'il est inconcevable d'augmenter la portée des feux de croisement, ou de conseiller aux automobilistes de conserver en permanence leurs feux de route, les constructeurs ont cherché à réaliser des ensembles d'éclairage susceptibles d'améliorer la vision nocturne en feux de croisement, sans éblouir les autres conducteurs.

Une première solution, développée sur certains dispositifs connus, consiste à éclairer la chaussée avec des rayons ultraviolets. Cette solution est illustrée notamment par la publication FR 2.648.541, qui se rapporte à un projecteur améliorant l'éclairage des panneaux de signalisation grâce à l'émission de rayons ultraviolets sur une grande portée. Selon ce type de dispositif, les longueurs d'onde inférieures à 300 nm, dangereuses pour l'homme, sont heureusement arrêtées naturellement par le verre des projecteurs. Les rayons ultraviolets peuvent par exemple être produits par des lampes à vapeur de mercure ionisée grâce à des arcs électriques créés par un dispositif d'allumage de "type balast". Ces rayons rencontrent notamment la chaussée, les bandes de signalisation horizontales, les panneaux, les piétons, etc... En fonction de la nature des objets rencontrés, un glissement de longueur d'onde réfléchi à environ 500 nm permet à l'oeil humain de voir les objets éclairés sous ultraviolets. Ce phénomène est spectaculaire dans le cas où les objets comportent une couche de peinture fluorescente.

Malheureusement, l'infrastructure ou la signalisation routière ne comportent pas toujours de surfaces réfléchissantes. De plus, l'éclairage par ultraviolets n'est efficace que vis-à-vis d'un nombre limité d'objets : lignes blanches de signalisation horizontale, panneaux de signalisation fluorescents... Concernant les piétons, des expériences ont mis en évidence que certains vêtements, les vêtements en cuir par exemple, réfléchissent mieux les ultraviolets que les vêtements en coton, tels que des pantalons en tissu "jeans". La portée de vision directe obtenue avec ce type d'éclairage, est actuellement de l'ordre de 50 m.

Une seconde solution, exploitable en vue d'améliorer la vision nocturne des conducteurs, réside dans l'utilisation d'éclairage impulsionnel du type flash, associé à une reprise d'image par une caméra CCD ("charge coupled device", en français "dispositif à transfert de charges"). Les éclairs peuvent par exem-

ple être obtenus au moyen d'un laser à impulsions. En jouant sur le temps d'intégration de la caméra CCD, on peut reconstituer une image correspondant à une scène située à une certaine distance de celle-ci.

5 Le balayage de la chaussée par un faisceau laser de longueur d'onde 900 nm (proche infrarouge), combiné à une reprise d'image par une caméra CCD sensible dans le domaine du proche infrarouge, offre un autre type de solution au problème de la vision de nuit.

10 On connaît encore d'autres systèmes pouvant être mis en oeuvre sur un véhicule pour améliorer ou compléter la vision de nuit. Le système d'éclairage et de visualisation pour véhicule, faisant l'objet du dépôt de brevet n° 90-04195 de la demanderesse, non publié à ce jour, consiste notamment à éclairer la route par un faisceau longue portée dans le domaine du proche infrarouge. L'image de la chaussée est alors reprise par une caméra CCD, sensible dans le proche infrarouge.

15 Les dispositifs connus ne procurant qu'une amélioration limitée de la vision de nuit, notamment en raison de la nature variée des objets éclairés, l'invention propose un procédé et des dispositifs spécialement conçus pour sa mise en oeuvre, résolvant de façon simple l'ensemble des problèmes évoqués.

20 L'invention concerne un procédé d'amélioration de la vision automobile de nuit consistant à éclairer la route et les objets qui s'y trouvent, à l'aide de deux projecteurs émettant des rayons lumineux de longueur d'ondes déterminés, et à capter une image de la chaussée éclairée par ces rayons, au moyen d'un système de prise de vue. Ce procédé est caractérisé en ce que les deux projecteurs longue portée éclairent respectivement dans les domaines du proche infrarouge et de l'ultraviolet, en ce que la prise de vue est également effectuée à l'intérieur de bandes spectrales couvrant le proche infrarouge et l'ultraviolet, et en ce que l'image de nuit combinée résultant de cette double prise de vue est restituée au conducteur, dans ou à proximité de son champ de vision habituel de conduite.

25 Selon un mode de réalisation de l'invention, la prise de vue dans le domaine du proche infrarouge est effectuée par une caméra du type CCD (charge coupled device), et la prise de vue dans le domaine de l'ultraviolet est effectuée à l'aide d'une caméra CID (charge injection device).

30 Selon un mode de réalisation de l'invention, la prise de vue dans le domaine du proche infrarouge et de l'ultraviolet est assurée par deux caméras de technologie CCD sensibles dans ces deux domaines spectraux.

35 Selon un mode de réalisation de l'invention, les signaux captés par chaque caméra sont transmis à un séparateur de trame isolant les lignes impaires issues de la première caméra, et les lignes paires issues de la seconde caméra, de façon à conserver une pre-

mière demi-image de la chaussée dans le domaine de l'ultraviolet, et une seconde demi-image de la chaussée dans le domaine du proche infrarouge.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les signaux sélectionnés par le séparateur de trame sont traités par un mélangeur synchrone, permettant de délivrer en temps réel une trame complète, reconstituée à partir des lignes impaires issues de la première caméra et des lignes paires issues de la seconde caméra .

L'invention concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, caractérisé en ce qu'il comporte une caméra spéciale regroupant un objectif de réception, une lame séparatrice de rayons infrarouges et ultraviolets, un premier capteur C.I.D. sensible aux ultraviolets, un second capteur C.C.D. sensible aux infrarouges, et un mélangeur synchrone permettant de délivrer en temps réel une trame complète reconstituée à partir des lignes impaires issues du premier capteur C.I.D et des lignes paires issues du second capteur C.C.D.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé comporte une caméra spéciale regroupant un objectif de réception, une lame séparatrice de rayons infrarouges et ultraviolets, deux capteurs CCD amincis sensibles aux infrarouges et aux ultraviolets et un mélangeur synchrone, capable de reconstituer en temps réel une trame complète à partir des lignes impaires issues du premier capteur et des lignes paires issues du second capteur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la lame séparatrice de signaux est située entre l'objectif de réception et les capteurs ; cette lame est traversée en direction du premier capteur par les rayons de longueur d'onde supérieur à 0,7  $\mu\text{m}$  et réfléchit les rayons appartenant à la bande 0,3 - 0,4  $\mu\text{m}$  en direction du second capteur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, ce dispositif comporte un filtre spectral, disposé entre la lame séparatrice et le second capteur, de façon à ne laisser passer que les rayons compris entre 0,7 et 1,2  $\mu\text{m}$ .

L'invention concerne également un autre dispositif spécialement conçu pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention ; ce dispositif est caractérisé en ce qu'il comporte une caméra unique du type C.I.D à large bande spectrale couvrant l'infrarouge et l'ultraviolet.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la caméra à large bande spectrale est précédée de deux filtres transparents respectivement aux ultraviolets et aux proches infrarouges.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'image de la chaussée est restituée au conducteur sur un moniteur vidéo intégré dans le tableau de bord du véhicule.

Selon un mode de réalisation de l'invention,

l'image de la chaussée est restituée au conducteur à l'aide d'un système de visualisation tête haute ou tête moyenne (en anglais Head Up Display [HUD]).

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation particulier de celle-ci, en liaison avec les dessins annexés sur lesquels :

– la figure 1 représente schématiquement un premier dispositif conforme à l'invention,

– la figure 2 illustre graphiquement la formation d'une image composée, reconstituée par le mélangeur synchrone.

– la figure 3 se rapporte à un second mode de réalisation de l'invention, selon lequel la caméra utilisée comporte deux capteurs.

– la figure 4 se rapporte à un troisième mode de réalisation de l'invention, selon lequel on utilise une seule caméra à large bande spectrale,

– la figure 5 représente les bandes spectrales de sensibilité des différents types de capteur ou de caméra utilisables dans le cadre de l'invention,

– la figure 6 illustre les courbes de transmission des filtres ultraviolet et infrarouge mis en oeuvre dans le troisième mode de réalisation de l'invention.

L'invention a pour point de départ l'observation selon laquelle certaines matières, tels que les tissus synthétiques et certains cotons réfléchissent mieux les rayons lumineux du proche infrarouge (0,7  $\mu\text{m}$  - 1,2  $\mu\text{m}$ ) que les rayons lumineux situés dans le spectre ultraviolet C non dangereux pour l'homme (300 à 400 nm). A l'inverse, d'autres matériaux, tels que le cuir, réfléchissent mieux les ultraviolets C que les rayons infrarouges.

L'invention propose de reprendre simultanément une image de la chaussée, dans deux bandes spectrales distinctes. Avantageusement, cette double prise de vue peut être effectuée par deux caméras vidéo synchronisées. Cette solution est illustrée par la figure 1. La première caméra 1 pourra par exemple relever de la technologie C.C.D (capteur à coupleur de charge) et avoir une bande spectrale de sensibilité comprise entre 0,4  $\mu\text{m}$  et 1,2  $\mu\text{m}$ , de façon à capter une première image de la chaussée dans le proche infrarouge. La seconde caméra 2 sera alors du type C.I.D (capteur à injection de charge), de façon à capter une seconde image de la chaussée dans le spectre des ultraviolets C (0,3  $\mu\text{m}$ - 0,4  $\mu\text{m}$ ). En variante, les deux caméras (1, 2) pourront comporter deux capteurs C.C.D "amincis", sensibles à la fois dans les spectres ultraviolet et infrarouge.

Conformément à l'invention les deux caméras 1, 2 sont associées à un séparateur de trame 6, apparaissant également sur la figure 1. Ce séparateur 6 a la charge de sélectionner les lignes paires 7 de l'image vidéo captée par la première caméra 1, et les lignes impaires 8 de l'image vidéo captée par la seconde caméra 2. L'ensemble des lignes 7, 8 sélec-



tionnées par le séparateur de trame 6 est transmis à un mélangeur synchrone 9, capable de fournir en temps réel une image composite de la chaussée, composée des lignes impaires 8 captées dans l'ultraviolet, alternées avec des lignes paires 7 captées dans le proche infrarouge. Cette image vidéo reconstituée sera disponible au conducteur, soit sur un moniteur vidéo 12 intégré à son tableau de bord, soit à l'aide d'un système de visualisation tête haute laissant apparaître celle-ci sur le pare-brise.

Sur la figure 1 on a également représenté schématiquement le premier projecteur 3 éclairant la chaussée avec des rayons infrarouges, et le second projecteur 4 éclairant la chaussée avec des rayons ultraviolets, ainsi que le circuit de synchronisation 5 des caméras 1 et 2. Le mélangeur synchrone 9 comporte d'une part un commutateur 10 recevant directement les deux signaux vidéo 7', 8' provenant respectivement de la première et de la seconde caméra, ainsi qu'un signal de commande 6' issu du séparateur de trame 6 et d'autre part un sommateur 11 assurant la sommation de signaux de synchronisation communs 6'' issus du séparateur de trame 6 et du signal 10' délivré par le commutateur 10.

Le signal final 9' émis par le mélangeur 9 est un signal vidéo composite qui est ensuite transmis à un moniteur 12 de type CRT ("Cathode Ray Tube", soit en français écran à tube cathodique) ou du type LCD ("liquid cristal device"), ou encore à un système de projection tête haute HUD ("Head Up Display"). Dans tous les cas, le dispositif de l'invention assure la visualisation de l'ensemble des lignes d'une image complète à la cadence vidéo-télévision.

La figure 2 illustre de façon schématique la formation d'une image composée, formée simultanément dans les spectres ultraviolet et infrarouge. Sur ce schéma, relatif à une image vidéo standard répondant à la norme "C.C.I.R." (Comité Consultatif International de Radio-communication), on a représenté en traits interrompus les lignes paires 7 issues de la caméra C.C.D 1, reproduisant une demi-image de la route dans le spectre du proche infrarouge, et en traits pleins les lignes impaires 8 issues de la caméra C.I.D 2 reproduisant une demi-image de la route captée dans l'ultraviolet.

La figure 3 se rapporte à un second mode de réalisation de l'invention, selon lequel on met en oeuvre une lame séparatrice infrarouge et ultraviolet 13, disposée à la sortie d'un objectif de réception d'image 14. Selon ce second mode de réalisation, la prise de vue est assurée par deux capteurs vidéo 16, 17 de technologies respectives C.I.D et C.C.D ou par deux capteurs "CCD amincis", sensibles à la fois dans le spectre ultraviolet et dans le proche infrarouge. Ces deux capteurs 16, 17, l'objectif 14 et la lame séparatrice 13 seront avantageusement regroupés dans un ensemble de caméra qui n'est pas mis en évidence sur ce schéma pour des raisons de clarté. La lame

séparatrice 13 peut par exemple assurer une réflexion totale dans la bande 0,3 - 0,4  $\mu\text{m}$ , en direction du premier capteur 16, et transmettre la bande spectrale 0,4  $\mu\text{m}$  - 1,2  $\mu\text{m}$  au second capteur 17, par l'intermédiaire d'un filtre spectral 15, (par exemple du type commercialisé sous la référence RG 715 de la marque SCHOTT), ne laissant passer que les longueurs d'ondes supérieures à 0,7  $\mu\text{m}$ . Ce filtre facilite notamment la réalisation de la lame séparatrice qui sera transparente aux longueurs d'ondes comprises entre 0,4  $\mu\text{m}$  et 1,2  $\mu\text{m}$ , et totalement réfléchissante aux ultraviolets.

On peut également envisager l'utilisation d'une lame séparatrice 13 totalement réfléchissante dans le proche infrarouge, et transparente entre 0,3  $\mu\text{m}$  et 0,4  $\mu\text{m}$ . Dans ce cas l'emplacement des capteurs 16 et 17 devra être inversé.

Ce schéma, mentionne également la présence des modules de pilotage et de traitement 1' et 2' des signaux issus des capteurs matriciels 16 et 17. On y retrouve le mélangeur synchrone 9, destinataire d'un signal vidéo ultraviolet 7' en provenance du premier capteur 16, et d'un signal vidéo infrarouge 8' en provenance du second capteur 17. Le mélangeur synchrone délivre un signal vidéo CCIR 9' dont la visualisation est assurée par le moniteur 12. Le fonctionnement de ce dispositif comparable à celui de la figure 1, puisque les capteurs 16 et 17 captent deux images superposables de la route, éclairées respectivement dans l'ultraviolet et le proche infrarouge. La sélection des lignes impaires 8 et paires 7 dans les images captées respectivement par le premier et le second capteur, la synchronisation des deux capteurs 1', 2' grâce au signal 5, et le mélange des deux demi-images, fournissent une image vidéo composite mixte, comme dans l'exemple de la figure 1.

Une troisième mode de réalisation de l'invention, illustré par la figure 4, consiste à éclairer la chaussée à l'aide de projecteurs longue portée 3, 4, rayonnant respectivement dans le domaine du proche infrarouge (0,7  $\mu\text{m}$  - 1,2  $\mu\text{m}$ ) et de l'ultraviolet (0,3  $\mu\text{m}$  - 0,4  $\mu\text{m}$ ), et à capter une image de la chaussée ainsi éclairée au moyen d'une caméra C.I.D unique 18 à très large bande spectrale de sensibilité : 0,2  $\mu\text{m}$  - 1,2  $\mu\text{m}$ . L'ensemble des détails réfléchissant dans le proche infrarouge et l'ultraviolet sont sélectionnés grâce à la disposition des filtres ultraviolet 19 et infrarouge 20 de façon à être captés par la caméra unique 18 et à être envoyés sur un moniteur 12 intégré au tableau de bord, ou projetés en vision tête haute sur le pare-brise.

A titre d'exemple, on a représenté sur la figure 5A la bande spectrale de sensibilité d'un capteur C.C.D, sur la figure 5B celle d'un capteur C.I.D, et sur la figure 5C celle d'un capteur C.I.D. large bande, ces trois capteurs étant utilisables conformément à l'invention.

A titre d'exemple également, les graphes des figures 6 A et 6 B reproduisent les courbes de trans-

mission de filtres ultraviolets et infrarouges utilisables conformément à la première variante de l'invention.

Selon les trois exemples de réalisation décrits, l'image perçue par le conducteur comporte des détails captés grâce à l'éclairage ultraviolet, ainsi que des détails captés grâce à l'éclairage infrarouge. Le procédé de l'invention est relativement simple à mettre en application et les coûts s'annoncent raisonnables pour l'amélioration de la vision de nuit obtenue. On peut noter à ce sujet que les techniques de traitement d'images multispectrales mises en oeuvre dans les domaines militaires et spatiaux sont beaucoup plus lourdes à mettre en oeuvre, car ils nécessitent l'adaptation d'un matériel informatique plus conséquent.

### Revendications

**[1]** Procédé d'amélioration de la vision automobile de nuit consistant à éclairer la route et les objets qui s'y trouvent à l'aide de deux projecteurs longue portée (3, 4) émettant des rayons lumineux de longueurs d'ondes déterminées, et à capter une image de la chaussée éclairée par ces rayons au moyen d'un système de prise de vue, caractérisé en ce que les deux projecteurs (3, 4) éclairent respectivement dans les domaines du proche infrarouge et de l'ultraviolet, en ce que la prise de vue est également effectuée à l'intérieur de bandes spectrales couvrant le proche infrarouge et l'ultraviolet, et en ce que l'image de nuit combinée résultant de cette double prise de vue est restituée au conducteur dans ou à proximité de son champ de vision habituel de conduite.

**[2]** Procédé d'amélioration de la vision de nuit selon la revendication 1 caractérisé en ce que la prise de vue dans le domaine du proche infrarouge est assurée par une première caméra (1) de technologie C.C.D (1), et en ce que la prise de vue dans le domaine de l'ultraviolet est assurée par une seconde caméra (2) de technologie C.I.D.

**[3]** Procédé d'amélioration de la vision de nuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que la prise de vue dans le domaine du proche infrarouge et de l'ultra violet est assurée par deux caméras de technologie CCD sensibles dans ces deux domaines spectraux.

**[4]** Procédé d'amélioration de la vision de nuit selon les revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que les signaux (7', 8') captés par chaque caméra (1, 2) sont transmis à un séparateur de trame (6) isolant les lignes impaires (7) issues de la première caméra (1) et les lignes paires (8) issues de la seconde caméra (2), de façon à conserver une première demi-image de la chaussée dans le domaine de l'ultraviolet, et une seconde demi-image de la chaussée dans le domaine du proche infrarouge.

**[5]** Procédé d'amélioration de la vision de nuit

selon la revendication 4, caractérisé en ce que les signaux (7', 8') sélectionnés par le séparateur de trame (6) sont traités par un mélangeur synchrone (9) permettant de délivrer en temps réel une trame complète (7, 8) reconstituée à partir des lignes impaires (7) issues de la caméra (1) et des lignes paires (8) issues de la seconde caméra (2).

**[6]** Dispositif d'amélioration de la vision de nuit spécialement conçu pour la mise en oeuvre du procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une caméra spéciale regroupant un objectif de réception (14), une lame séparatrice de rayons infrarouges et ultraviolet (13), un premier capteur C.I.D (16), sensible aux ultraviolets, un capteur C.C.D (17) sensible aux infrarouges, et un mélangeur synchrone (9), capable de reconstituer en temps réel une trame complète à partir des lignes impaires (7) issues du capteur C.I.D (16) et des lignes paires (8) issues du capteur C.C.D (17).

**[7]** Dispositif d'amélioration de la vision de nuit spécialement conçu pour la mise en oeuvre du procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une caméra spéciale regroupant un objectif de réception (14), une lame séparatrice de rayons infrarouges et ultraviolets (13) deux capteurs CCD "amincis", (16, 17) sensibles aux infrarouges et aux ultraviolets, et un mélangeur synchrone (9), capable de reconstituer en temps réel une trame complète à partir des lignes impaires (7) issues du premier capteur (16) et des lignes paires issues du second capteur (17).

**[8]** Dispositif d'amélioration de la vision de nuit selon les revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que la lame séparatrice des signaux est située entre l'objectif de réception (14) et les capteurs (16, 17), en ce qu'elle est traversée en direction du second capteur (17) par les rayons de longueur d'onde supérieure à 0,7  $\mu\text{m}$ , et en ce qu'elle réfléchit les rayons de longueur d'onde comprise entre 0,3  $\mu\text{m}$  et 0,4  $\mu\text{m}$  en direction du premier capteur (16).

**[9]** Dispositif d'amélioration de la vision de nuit selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte un filtre spectral (15) disposé entre la lame séparatrice (13) et le second capteur (17), de façon à ne laisser passer que les rayons compris entre 0,7 et 1,2  $\mu\text{m}$ .

**[10]** Dispositif d'amélioration de la vision de nuit spécialement conçu pour la mise en oeuvre du procédé conforme selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une caméra unique (18) du type C.I.D. à large bande spectrale sensible à l'infrarouge et à l'ultraviolet.

**[11]** Dispositif d'amélioration de la vision de nuit selon la revendication 10, caractérisé en ce que la caméra C.I.D à large bande spectrale (18) est précédée de deux filtres (19, 20) respectivement transparents aux ultraviolets et aux proches infrarouges.

**[12]** Dispositif d'amélioration de la vision de nuit

selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que l'image de la chaussée est restituée au conducteur sur un moniteur vidéo (12) intégré au tableau de bord du véhicule.

**[13]** Dispositif d'amélioration de la vision de nuit selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que l'image de la chaussée est restituée au conducteur à l'aide d'un système de visualisation tête haute. 5

**[14]** Procédé d'amélioration de la vision de nuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'image de la chaussée est restituée au conducteur sur un moniteur vidéo (12) intégré au tableau de bord du véhicule. 10

**[15]** Procédé d'amélioration de la vision de nuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'image de la route est restituée au conducteur à l'aide d'un système de visualisation tête haute. 15

20

25

30

35

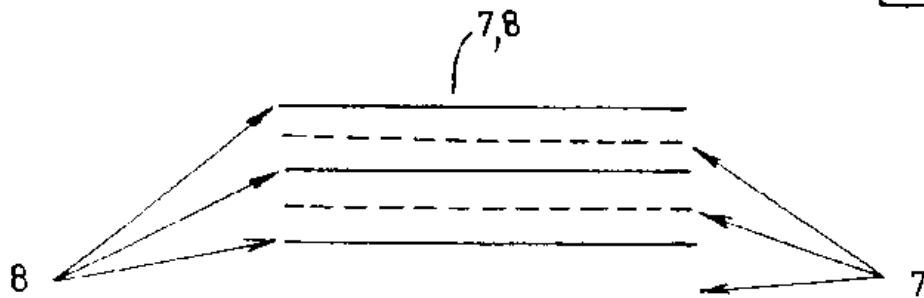
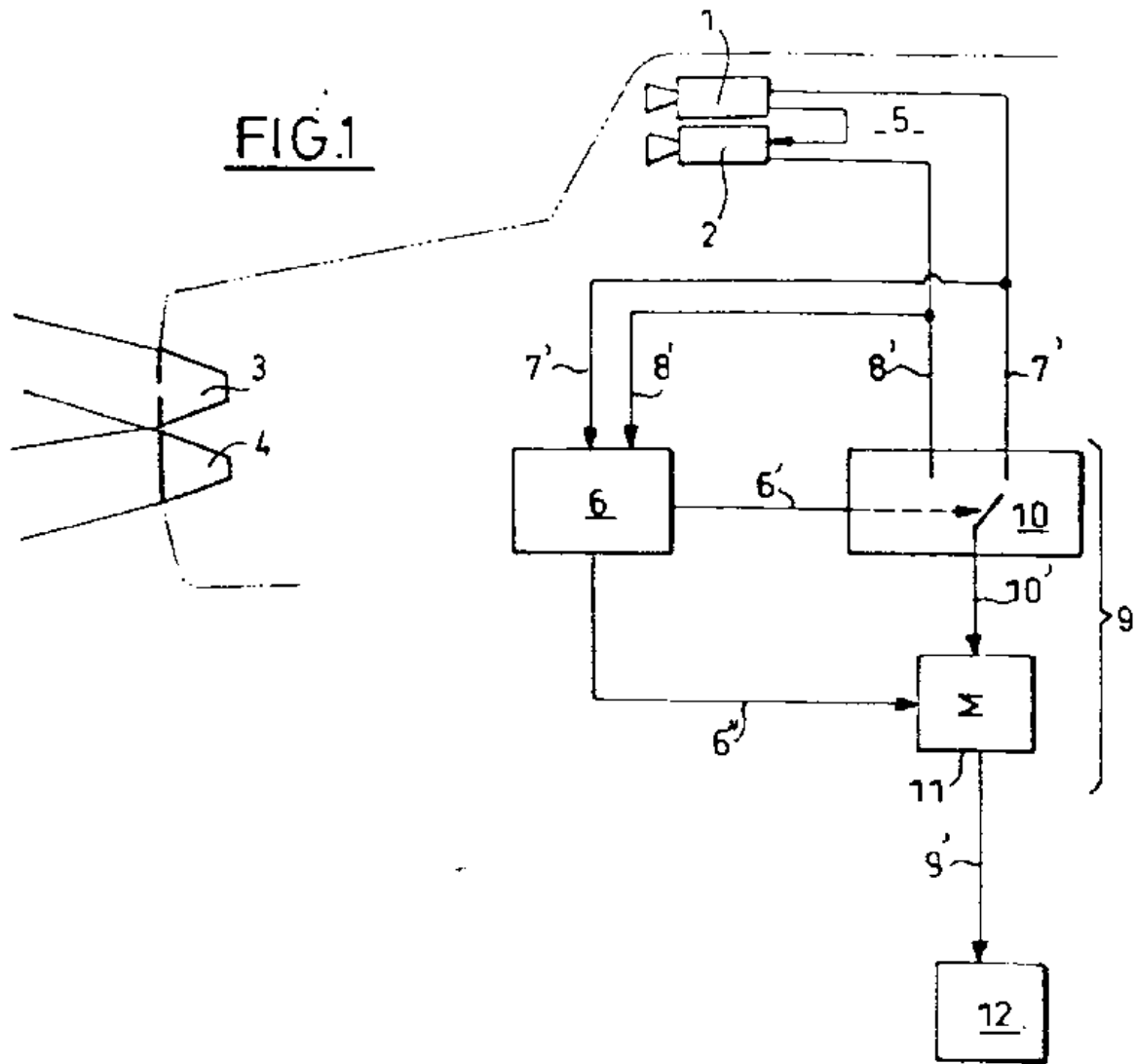
40

45

50

55

6



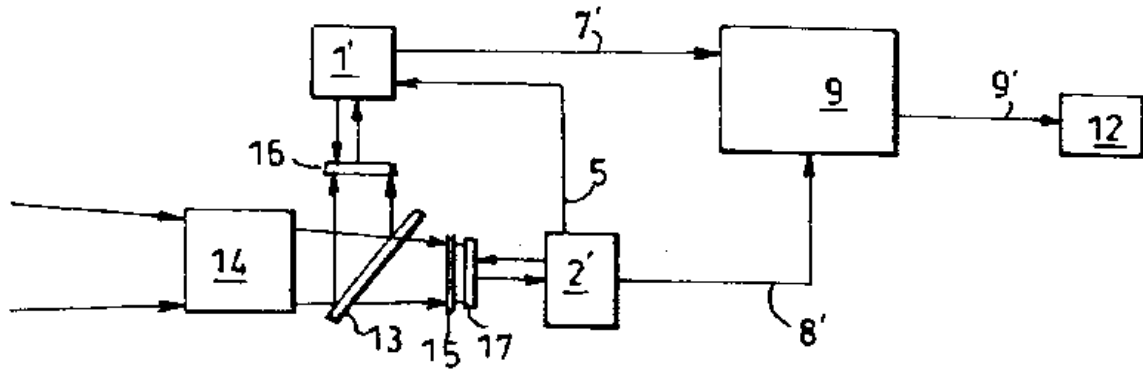


FIG. 3

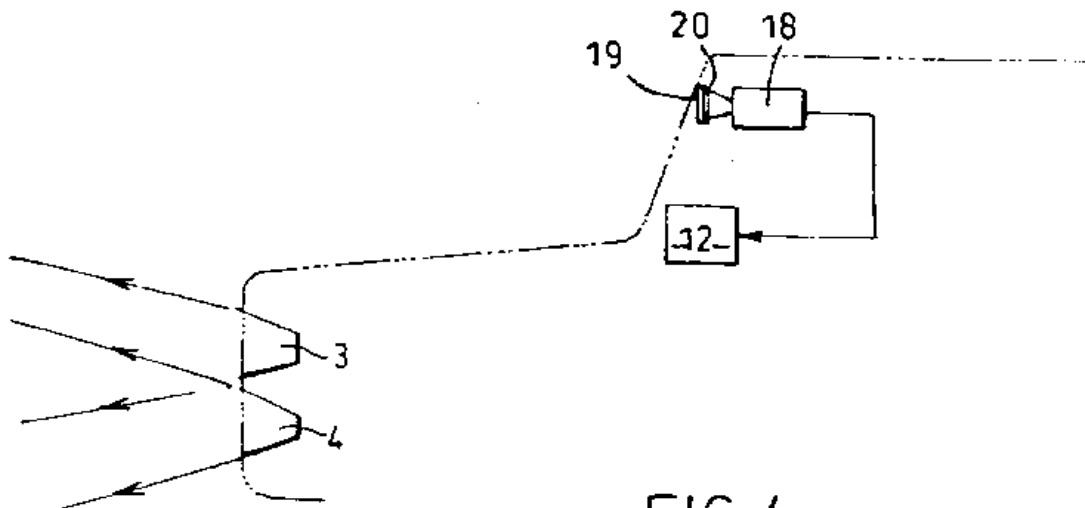


FIG. 4

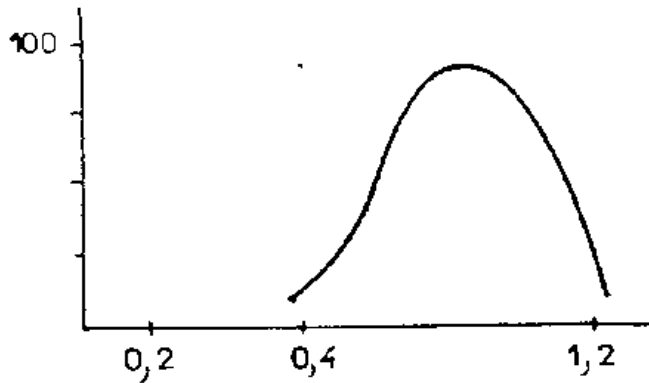


FIG. 5A

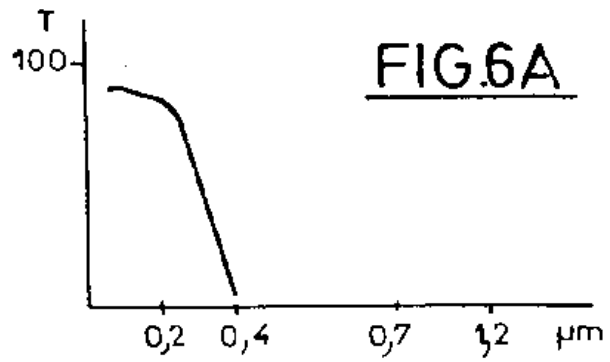


FIG. 6A

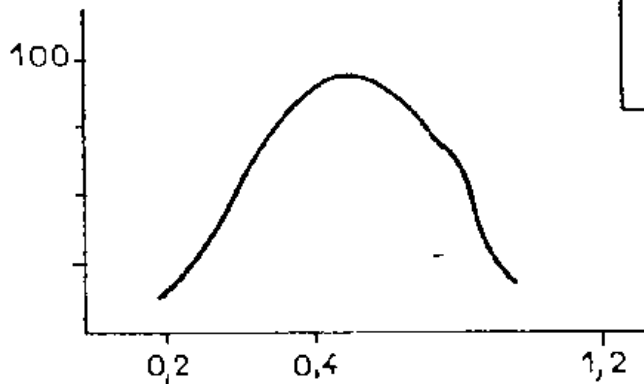


FIG. 5B

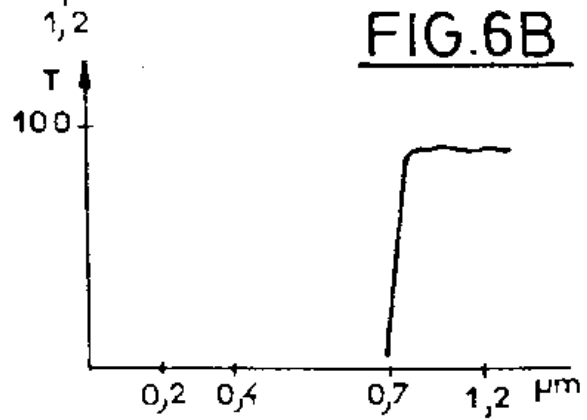


FIG. 6B

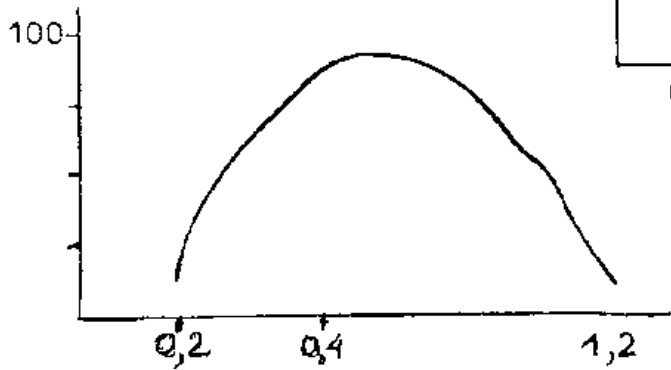


FIG. 5C



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 0627

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	US-A-4 692 798 (SEKO) * abrégé; figure 14 * ---	1	B60Q1/14 B60Q1/52
A	FR-A-2 621 872 (BONINO G. ET AL) * page 1, ligne 16 - ligne 26; figure 1 * ---	1	
A	US-A-4 985 816 (SEKO) * abrégé; figures 6,8 * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B60Q
Lieu de la recherche		Date d'échéance de la recherche	Examinateur
LA HAYE		06 MAI 1992	Onillon C, G, A,
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons à : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1501 (03/82) (P062)

**Bibliographic data: EP0514343 (A2) — 1992-11-19****Automatic lateral guidance control system.**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** MARGOLIS DONALD [US]; YASUI YOSHIYUKI [US] ± (MARGOLIS, DONALD, ; YASUI, YOSHIYUKI)**Applicant(s):** AISIN SEIKI [JP] ± (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA)**Classification:** - **international:** B62D1/28; B62D6/00; G01C21/00; G01S17/93; G05D1/02; B62D101/00; B62D137/00;  
(IPC1-7): G01S17/88; G05D1/02  
- **cooperative:** B62D1/28; G01S17/936; G05D1/0234; G05D1/0236;  
G05D2201/0213**Application number:** EP19920810363 19920514**Priority number(s):** US19910701509 19910516**Also published as:** EP0514343 (A3) EP0514343 (B1) JPH06135337 (A) DE69224555 (T2)**Abstract of EP0514343 (A2)**

An improved automatic lateral guidance control system for guiding moving vehicles is provided which includes a sensing subsystem for viewing an area in front of a vehicle, a plurality of energy radiating or energy reflective devices disposed adjacent a predetermined length of road, an apparatus for translating the radiated or reflected information from the viewed area into coordinate data representing an approximation of the predetermined path along the road, and a vehicle controller for determining the vehicle's heading with respect to the approximated path and providing an output control signal to correct the vehicle's heading with respect to the approximated path. The system uses past and present position data to calculate a predetermined path for the vehicle.; Gain factors and comfort factors are determined to maximize comfort to passengers of the system and to optimize performance of the system.





⑫

**EUROPEAN PATENT APPLICATION**

⑳ Application number : **92810363.9**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **G05D 1/02, G01S 17/88**

㉔ Date of filing : **14.05.92**

③① Priority : **16.05.91 US 701509**

④③ Date of publication of application :  
**19.11.92 Bulletin 92/47**

⑧④ Designated Contracting States :  
**DE FR GB**

⑦① Applicant : **AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA**  
**1, Asahi-machi 2-Chome**  
**Kariya City Aichi Pref. (JP)**

⑦② Inventor : **Margolis, Donald**  
**2911 N.El Macero Drive**  
**El Macero, California 95618 (US)**  
Inventor : **Yasui, Yoshiyuki**  
**1212 Alvarado Avenue, Apartment 69**  
**Davis, California 95616 (US)**

⑦④ Representative : **Kügele, Bernhard et al**  
**c/o NOVAPAT-CABINET CHEREAU 9, Rue du**  
**Valais**  
**CH-1202 Genève (CH)**

⑤④ **Automatic lateral guidance control system.**

⑤⑦ An improved automatic lateral guidance control system for guiding moving vehicles is provided which includes a sensing subsystem for viewing an area in front of a vehicle, a plurality of energy radiating or energy reflective devices disposed adjacent a predetermined length of road, an apparatus for translating the radiated or reflected information from the viewed area into coordinate data representing an approximation of the predetermined path along the road, and a vehicle controller for determining the vehicle's heading with respect to the approximated path and providing an output control signal to correct the vehicle's heading with respect to the approximated path. The system uses past and present position data to calculate a predetermined path for the vehicle. Gain factors and comfort factors are determined to maximize comfort to passengers of the system and to optimize performance of the system.

## BACKGROUND OF THE INVENTION

### 1. Field Of The Invention

5       The present invention generally relates to an automatic lateral guidance control system for controlling the direction of a moving vehicle along a predetermined path, and more particularly, to an improved vehicle controller for use in an automatic lateral guidance control system for controlling the direction of a motor vehicle on a highway. So-called "Automated Highways" are presently being contemplated, which will include vehicular-based systems that will automatically control the motor vehicle's speed, steering and braking, in order to substitute for the driver as a prime source of control over the vehicle. The expected advantages of such systems will be to improve the overall flow of traffic and increase highway safety. The present invention is directed to such a vehicular-based system for automatically controlling vehicle direction, which accurately guides a vehicle along a path while providing a comfortable ride for passengers.

### 2. Description Of The Prior Art

15       A variety of conventional guidance systems are used for controlling the movement of vehicles travelling along a predetermined path such as, for example, robotic material handling guidance systems. In some applications, a "robotic vehicle" for moving materials between separate points in a warehouse or storage area without human intervention, is provided with an automated steering control system that utilizes an inductive sensor mounted near the bottom of the vehicle in order to sense a current passing through a thin wire disposed either at or below the surface of a predetermined pathway. The inductive sensor senses the magnetic field radiated from the wire and, using conventional phase-detection techniques, produces an output signal which indicates the extent to which the vehicle has drifted laterally from the desired course. The output signals from the sensor are provided to a vehicle control circuit that typically converts the sensor's output signal into control error signal which are used to direct the vehicle back on course.

20       These inductive types of lateral guidance control systems have experienced some success in relatively slow-moving, industrial materials handling applications. However, these systems are considered to have serious drawbacks when they are contemplated for controlling motor vehicles moving at appreciable speeds on a highway. For example, the magnetic field radiated by a current-conducting wire disposed in the surface of the road may be distorted by metallic structures along the roadway or by stray magnetic fields from nearby power lines. Such inductive sensors are highly prone to sensing spurious signals radiated by other electromagnetic sources. In addition, such a system requires the installation and maintenance of power cables, transformers and power supplies along the road, which add an appreciable cost to such a system. Furthermore, the performance of such a system is severely limited because the inductive sensor cannot "look-ahead" as a human driver does. Inductive sensor systems can only react to the magnetic field received from the roadway immediately beneath the vehicle. Consequently, without a "look-ahead" capability, the reaction times of the inductive sensor control systems are very slow in comparison with those of a driver.

25       In order to overcome the above-discussed disadvantages of the inductive sensor type vehicle guidance control systems, a number of automatic guidance systems have been proposed which use optical sensors to detect reflected beams of light energy from a reflector, reflective stripe or other light reflective medium disposed at the side of the road or applied to the road's surface. The vehicle's position and direction is then determined with respect to the reflector. An example of such a "look-ahead" technique is illustrated in U.S. Patent No. 4,049,961 to Marcy. Marcy discloses an automatic guidance system for a motor vehicle which includes an optical laser transmitter/ receiver assembly. A series of spaced-apart responders (i.e., light reflective devices) are disposed in a single row parallel to the centerline of the roadway, or in a pair of rows on opposite sides of the centerline, for reflecting radiant energy from the laser transmitter back to the receiver. As shown in Marcy, the laser transmitter radiates two overlapping beams which are amplitude-modulated by sine waves that are 180 degrees out of phase. The receiver merges the two reflected beams into a single beam that is subject to a cyclic translatory shift in amplitude. The amplitude shift is translated into a voltage whose amplitude varies in accordance with the position of the vehicle. In other words, a comparison of the phase differences between the transmitted and reflected beams provides a determination of the vehicle's location with respect to the reflectors. However, the use of such a system typically requires the use of a high powered laser transmitter, which can have a prohibitively high cost. More significantly, however, the conventional laser-controlled, automatic guidance systems have limited tracking performance or accuracy with respect to controlling the vehicle's direction, because such systems do not take into account the vehicle's speed. For example, the reaction time needed to steer the vehicle in response to sensed changes in the direction of the road increases as the vehicle's speed increases. Thus, although the conventional automatic guidance systems for motor vehicles may be considered

"look-ahead" systems, the reaction time for the conventional systems is still limited at the higher vehicle speeds. Nevertheless, the present invention provides a novel arrangement for a "look-ahead" automatic lateral guidance control system that accounts for the speed of the vehicle and thereby increases the tracking performance and accuracy of the system, while providing a comfortable travelling environment.

5

#### SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, it is an object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system having an arrangement for automatically guiding the direction of a moving vehicle.

10

It is a further object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system having an arrangement for increasing the reaction time available to control the direction of a moving vehicle.

It is yet another object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system having an arrangement for automatically guiding the direction of a vehicle at higher vehicle speeds.

15

It is yet another object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system for controlling the direction of a moving vehicle without the need for human intervention.

It is yet another object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system having an arrangement for increasing the tracking accuracy of the system.

It is yet another object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system having increased intelligence and sensitivity.

20

It is yet another object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system having an arrangement for determining road geometry using past and present vehicle position information.

It is yet another object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system which creates a more comfortable travelling environment for passengers.

25

It is yet another object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system for controlling a moving vehicle which is more responsive than the control provided by an operator of the vehicle.

It is yet another object of the present invention to provide an improved automatic guidance control system that reduces of :rational maintenance and costs.

30

In accordance with the present invention, an improved automatic guidance control system for guiding moving vehicles is provided which includes a sensing subsystem for viewing an area in front of a vehicle, a plurality of energy radiating or energy reflective devices disposed adjacent a predetermined length of road, an apparatus for translating the radiated or reflected information from the viewed area into coordinate data representing an approximation of the predetermined path along the road, and a vehicle controller for determining the vehicle's heading with respect to the approximated path and providing an output control signal to correct the vehicles heading with respect to the approximated path. The system uses past and present marker and vehicle position data to calculate a predetermined path for the vehicle. GUn factors and human engineering factors are determined to maximize comfort to passengers of the vehicle and to optimize performance of the system.

35

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

40

A more complete appreciation of the present invention and many of the attendant advantages thereof will be readily obtained as the invention becomes better understood by reference to the following detailed description when considered in connection with the accompanying drawings.

FIGURE 1 is a schematic diagram of an improved automatic lateral guidance control system in accordance with a preferred embodiment of the present invention.

45

FIGURE 2 is an overall functional block diagram of the improved automatic lateral guidance control system of FIGURE 1.

FIGURE 3 illustrates a sequence of steps which may be performed to operate the improved automatic lateral guidance control system of FIGURES 1 and 2.

50

FIGURE 4 is a schematic diagram illustrating a set of steps in FIGURE 3 for calculating relative vehicle and marker position measurements.

FIGURE 5 illustrates a set of steps in FIGURE 3 for calculating past and present relative vehicle and marker position measurements.

FIGURE 6 illustrates the conversion of the past position measurements as shown in FIGURE 5 from one coordinate system to another.

55

FIGURE 7 is a block diagram of an improved automatic lateral guidance control system in accordance with a second embodiment of the present invention.

FIGURE 8 illustrates the improved automatic lateral guidance control system of FIGURE 7 operating with respect to a predetermined path.

FIGURE 9 illustrates a sequence of steps which may be performed to operate the improved automatic lateral guidance control system illustrated in FIGURES 7 and 8.

FIGURE 10 illustrates an improved automatic lateral guidance control system in accordance with a third embodiment of the present invention.

5 FIGURE 11 illustrates a sequence of steps which may be performed to operate the improved automatic lateral guidance control system of FIGURE 10.

FIGURE 12 illustrates various gain schedules for use with the automatic lateral guidance control systems of FIGURES 7, 8, 9, 10 and 11.

FIGURE 13 schematically illustrates a use of a comfort factor in accordance with the present invention.

10 FIGURE 14 schematically illustrates a relationship between the comfort factor of FIGURE 13 and the curvature of the road.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

15 Referring to the drawings in detail, wherein like numerals indicate like elements, Figure 1 is a schematic diagram of an improved automatic lateral guidance control system in accordance with a preferred embodiment of the present invention. Vehicle 8 is equipped with automatic lateral guidance control system 10 which automatically guides the heading or forward direction of vehicle 8 with respect to actual path 28. A plurality of reflectors 34 may be disposed adjacent to or along path 28. Although retroreflectors which are well known in the art may be utilized for reflectors 34 in a preferred embodiment, the present invention is not intended to be limited thereto, and any suitable optical reflecting medium may be substituted for reflectors 34. By way of example only, a series of painted, reflective stripes may be disposed along (i.e., following the length of) path 28. Actual path 28 may comprise for example, a roadway, a lane of a highway or any other like predetermined route. Vehicle 8 may comprise for example, an automobile, truck, bus, or any other suitable type of mobile vehicle for travelling along a predetermined route such as path 28. Automatic lateral guidance control system 10, the structure and operation of which will be discussed in greater detail below, guides vehicle 8 in a generally forward direction along the forward, centerline axis of vehicle 8, which axis is hereinafter defined as vehicle heading 20. Automatic lateral guidance control system 10 adjusts the course of vehicle 8 in order to cause the vehicle to follow path 28. Generally, automatic lateral guidance control system 10 adjusts the course of vehicle 8 by determining the angular displacement between vehicle heading 20 and a straight line drawn from the front of vehicle 8 to selected target point 24, whereby target point 24 is a point located on ideal road geometry 29. As described in substantive detail below, ideal road geometry 29 is a calculated approximation of actual path 28. Vehicle 8 is then steered with respect to selected target point 24. Generally, the process of determining the vehicle's heading with respect to a selected target point on ideal road geometry 29, and correcting the vehicle's heading, is an iterative process which is performed by a sequence of steps programmed into a microcomputer. Consequently, the process of determining and correcting the vehicle's heading is continuously repeated as the vehicle travel along the roadway. Thus, the system illustrated in Figures 1, 2 and 3 is considered to comprise a continuum of target points 24 or "markers" disposed along ideal road geometry 29. Such a system is hereinafter referred to as a "continuous marker system." Additionally, ideal road geometry 29 is hereinafter defined to be an accurate approximation of the curvature of actual path 28. In essence, road geometry 29 is substantially equivalent to actual path 28. A preferred technique for calculating ideal road geometry 29 is discussed in substantive detail below.

Figure 2 is an overall functional block diagram of the improved automatic lateral guidance control system of Figure 1. Automatic lateral guidance control system 10 comprises vehicle speed sensor 32, preview sensors 16, yaw rate sensor 13, signal processor 14, microcontroller 12, and steering servo system 18. Microcontroller 12 comprises a microprocessor, read only memory (ROM), read access memory (RAM), and input/output ports (I/O ports). It should be understood that microcontroller 12 may also comprise any additional circuitry, such as A/D and D/A converters, combinational logic circuitry, latching circuitry, etc., that may be necessary for the operation and interconnection of microcontroller 12 with respect to the components of automatic lateral guidance control system 10. All of the above-described components of microcontroller 12 may be located on an individual semiconductor chip. In a preferred embodiment of the present invention, microcontroller 12 may comprise, for example, a Motorola MC68HC705C8 type microcontroller. Alternatively, a Digital Signal Processing Board, such as for example, a Texas Instruments TMS 320C30, may be utilized. Although the structure and operation of a specific type of microcontroller is described herein for illustrative purposes with respect to a preferred embodiment, the type of microcontroller selected is not critical to making and using the present invention, and the present invention is not intended to be limited thereto. Any suitable microcontroller or similarly, constructed apparatus for performing the operations of the present invention may be substituted herein.

Referring to Figures 1 and 2, vehicle speed sensor 32 is coupled to microcontroller 12 and to signal proc-

essor 14 to provide a measurement of the speed of vehicle 8. Vehicle speed sensor 32 may comprise any of a number of conventional speed sensors for use in a motor vehicle such as, for example, a speed sensor connected to a wheel of vehicle 8. Preview sensors 16 are coupled to an input of signal processor 14 and provide measurements of the relative position, including distance and angle, of vehicle 8 with respect to at least one of reflectors 34 located along path 28. Yaw rate sensor 15 is coupled to an input of the signal processor 14 and provides measurements of the vehicle yaw rate information. An output from signal processor 14 is coupled to an input of microcontroller 12.

In a preferred embodiment, signal processor 14 operates to receive position measurements of reflectors 34 relative to the heading of vehicle 8 from preview sensors 16, to receive yaw rate information from yaw rate sensor 15 and to receive speed information from speed sensor 32. Signal processor 14 process this information to calculate ideal road geometry 29 and provide ideal road geometry information to microcontroller 12. Alternatively, microcontroller 12 may calculate road geometry 29 directly from the angle and distance measurements provided by preview sensors 16, speed measurements provided by vehicle speed sensor and yaw rate information provided by yaw rate sensor 15.

Steering servo system 18 is coupled to microcontroller 12 and may, for example, comprise a conventional steering control system including a steering controller and steering actuator. Steering servo system 18 operates to change the direction of vehicle 8 in response to control signals generated by microcontroller 12, in order to maintain the heading of vehicle 8 with respect to path 28.

Preview sensors 16, which are electrically coupled to microcontroller 12 and signal processor 14, may be mounted on a right front portion of vehicle 8, for example, for use in a country (such as the United States) where vehicles typically travel on the right hand side of the road. Thus, preview sensors 16 may scan reflectors or other types of road markers disposed at or near the right hand side of the roadway. It is also envisioned that preview sensors 16 may be mounted in the center front portion of vehicle 8, in order to scan both sides of the roadway. Preview sensors 16 may comprise, for example, a laser transmitter/receiver (radar) system or other optical sensing apparatus, such as a video camera. It is to be noted that preview sensors 16 are described herein with respect to an optical sensing apparatus for illustrative purposes only, but the present invention is not intended to be limited thereto. Preview sensors 16 also may include other suitable sensing devices for determining angle and distance to each of a series of "markers" disposed adjacent to a roadway such as, for example, a receiver operating at radio-frequencies (RF) that detects and processes radiated signal from a series of RF "beacon" transmitters disposed adjacent to the road, or any other suitable sensing apparatus for sensing the distance and angle with respect to vehicle 8 and each of a series of energy reflecting or energy radiating "markers". The term "reflector" refers to any reflective medium for reflecting light energy. The term "marker" more broadly may refer either to an energy reflecting device or energy radiating device disposed adjacent to a roadway. The term "marker" may also refer to a section of material radiating a static magnetic field.

In a preferred embodiment utilizing a laser radar system, each transmitter of preview sensors 16 scans or radiates a beam of light to at least one of reflectors 34. The associated laser receiver of preview sensors 16 receives a reflected signal from each of scanned reflectors 34. Preview sensors 16 measure the distance and angle between each of scanned reflectors 34 and the heading of vehicle 8. This measurement information is provided to microcontroller 12 in order to determine the location of each of scanned reflectors 34 with respect to vehicle 8. This measurement information may be computed by preview sensors 16 by measuring a phase difference between the transmitted and received laser beams, or by using a pulsed laser beam and measuring propagation time to the reflector and back.

Figure 3 illustrates a sequence of steps which may be performed to operate the improved automatic lateral guidance control system of Figures 1 and 2. In a preferred embodiment, this sequence of steps may be performed by programming microcontroller 12 using well-known programming techniques. Such programming techniques would be known to a computer programmer of ordinary skill. Referring to Figures 1, 2 and 3, preview sensors 16 measure the distance and angle between each of said reflectors (or markers) 34 and the heading of vehicle 8. Yaw rate sensor 15 measures the yaw rate of the vehicle. These measurements are provided to microcontroller 12 and/or signal processor 14, in order for either microcontroller 12 or signal processor 14 to determine the relative location of each of reflectors 34 with respect to vehicle 8. Preferably, preview sensors 16 scan an area that includes at least three of reflectors 34, although it is within the scope of the invention to scan an area of less than three reflectors. In block 300 of Figure 3, the measurement information determining the relative position for each of the three scanned reflectors 34 with respect to vehicle 8 is read into the memory area of microcontroller 12. The vehicle speed information is also read into microcontroller 12 and/or signal processor 14 from vehicle speed sensor 32.

Figure 4 is a schematic diagram illustrating a set of steps to be performed with respect to block 300 in Figure 3 for calculating angles and distances to markers. Referring to Figure 4 and using well-known mathematical techniques, preview sensors 16 detect the angles and distances to at least three of reflectors M1, M2 and M3.

As illustrated by example in Figure 4, preview sensors 16 provide measurements of angles  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  and  $\alpha_3$ , and distances  $d_1$ ,  $d_2$  and  $d_3$  with respect to the scanned three of reflectors M1, M2 and M3. With respect to a Cartesian system of coordinates fixed on vehicle heading 20, the positions of the selected reflectors (or markers) M1, M2 and M3 are  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$  and  $(x_3, y_3)$ . These positions are related to the angle and distance information provided by sensors 16 through the following set of equations:

$$\begin{aligned}(x_1, y_1) &= (d_1 * \cos(\alpha_1), d_1 * \sin(\alpha_1)) \\(x_2, y_2) &= (d_2 * \cos(\alpha_2), d_2 * \sin(\alpha_2)) \\(x_3, y_3) &= (d_3 * \cos(\alpha_3), d_3 * \sin(\alpha_3)) \quad (1)\end{aligned}$$

The method of estimating road geometry according to the instant invention utilizes both past and present relative vehicle and marker positional information in order to improve the system's sensitivity and accuracy. As illustrated in Figure 5, solid lines indicate the present position of the vehicle. Dashed lines indicate a past position of the vehicle. The solid-lined vehicle scans at least three markers (M2, M3 and M4) to locate their positions in the  $O_2X_2Y_2$  coordinate system (vehicle-body-fixed coordination). At a previous time, i.e., a few seconds before, the vehicle control system had located the position of marker M1, and had stored its positional information, with respect to the coordinate system  $O_1X_1Y_1$ , in RAM (memory) of microcontroller 12. Referring to block 302 of Figure 3, this previous marker position M1 is recalled from memory and is converted, in block 304, to a position in the  $O_2X_2Y_2$  coordinate system using the vehicle speed information ( $V_x$ ) and the yaw rate information ( $\Psi$ ).

The coordinate system transfer of previous marker position M1 is shown in detail in Figure 6. As can be seen in Figure 6, the coordinates of a position in the coordinate system  $O_1X_1Y_1$  will move a distance of  $V_x \Delta t$  in a direction of  $\Psi/2$ -degrees and with a rotation of  $\Psi$  degrees, where  $\Psi$  is calculated as follows:

$$\Psi = \int \dot{\Psi} dt \quad (2)$$

Referring again to Figure 3, block 306, marker positions on the vehicle-body-fixed coordinate system are stored into memory and are used, in block 308, to estimate road geometry in a calculation detailed below (Equations 3 and 4). According to preferred embodiment of the present invention, the road geometry is thus estimated using at least four marker positions (M1, M2, M3, M4). Additionally, the invention may be easily modified so that two or more previous marker positions may be stored in the control system memory and used for road geometry estimation. Thus, error due to missing markers is minimized and consequently, the system becomes more accurate, efficient and is more sensitive to changes in road geometry.

In block 308 of Figure 3, microcontroller 12 calculates ideal road geometry 29 from the angle and distance measurement information obtained from preview sensor 16 and from both present and past marker positions. Ideal road geometry 29 is calculated as an accurate approximation of the curvature of path 28 with respect to the portion defined by the selected markers, by using the following equation for a circle:

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2 \quad (3)$$

where  $(a, b)$  are the coordinates of the center of the curvature for the circle, and  $R$  is the radius of curvature of the circle. The values of  $a$ ,  $b$  and  $R$  are then calculated by the following set of simultaneous equations:

$$\begin{aligned}(x_1 - a)^2 + (y_1 - b)^2 &= R^2 \\(x_2 - a)^2 + (y_2 - b)^2 &= R^2 \\(x_3 - a)^2 + (y_3 - b)^2 &= R^2 \\(x_4 - a)^2 + (y_4 - b)^2 &= R^2 \quad (4)\end{aligned}$$

Alternatively, it is presently envisioned that ideal road geometry 29 may also be determined by signal processor 14. Signal processor 14 may also approximate the curvature of a portion of path 28 which has been scanned by preview sensors 16. Utilizing the angle and distance measurements with respect to scanned markers or reflectors 34, signal processor 14 provides  $x, y$  coordinate information with respect to the position and heading of vehicle 8 and path 28, which represents an accurate approximation of the curvature of path 28 (i.e., ideal road geometry). An advantage of the approximation technique used in signal processor 14 over conventional techniques is that the calculations for determining the ideal road geometry are performed with the assistance of so-called "neural network computer technology. For example, a set of functions approximating the curvature of path 28 is constructed on a neural network computer, which is typically a general purpose computer. These functions are "learned" by the computer by experimentally constructing functions that satisfy known input and output data. Signal processor 14 is programmed with the learned functions developed by the neural network computer. Signal processor 14 then provides coordinate values to microcontroller 12 that allow microcontroller 12 to determine the position and heading of vehicle 8 with respect to the approximated curvature of path 28 (i.e., ideal road geometry) that has been derived by signal processor 14. However, it is to be noted that for the preferred embodiment of the present invention, microcontroller 12 may calculate ideal road geometry independently of any information to be provided from signal processor 14, and the use of signal processor 14 is presently considered only as an alternative or possible option for calculating ideal road geometry 29 which is not critical to making or using the present invention.

Referring now to block 310 in Figure 3, microcontroller 12 next determines preview distance 23. The determination of preview distance is necessary in order to increase the reaction time available for guidance control system 10 to correct heading angle 22 in response to variations in the curvature of path 28. Preview distance 23 is a distance projected from the front of vehicle 8, and is defined as the radius of half-circle 26. The length of preview distance 23 is a function of the speed of vehicle 8. The actual values for preview distance 23 are determined by experimentation, because the selection of optimum values for preview distance 23 is a trade-off between ride comfort in the vehicle and control system performance. Consequently, the values determined for preview distance 23 must be compatible with both ride comfort and system performance. However, these values may be readily determined by system designers of ordinary skill. Finally, preview distance 23 must be sufficient to allow automatic lateral guidance control system 10 sufficient reaction time to determine heading angle 22 and to calculate the desired steering angle to be provided to steering servo system 18.

In block 312, microcontroller 12 determines target point 24 based on the length of preview distance 23. Target point 24 is determined as the intersection of the radius of half-circle 26 (i.e., the length of preview distance 23) with road geometry 29. Automatic lateral guidance control system 10 as depicted in Figures 1, 2 and 3, is defined as a continuous marker system because target point 24 may occur at any location along calculated road geometry 29. Thus, the target point may intersect a point on the approximated path even though no reflector or marker is actually located at that point. The locus of points defined by half-circle 26 is determined by the following equation:

$$x^2 + y^2 = R_p^2 \quad (5)$$

where  $R_p$  is preview distance 23. Target point 24 is the intersection point  $(x_t, y_t)$  defined by the solutions to equations (4) and (5) above.

In block 314, microcontroller 12 calculates heading angle 22. Heading angle 22 is the angle between vehicle heading 20 and a straight line from vehicle 8 to target point 24. Heading angle 22 may be calculated according to any well known mathematical technique used for calculating angles. For example, heading angle 22 may be calculated with respect to Figure 4, by the following equation:

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{y_t}{x_t} \right) \quad (6)$$

where  $\theta$  is heading angle 22.

In block 318, microcontroller 12 calculates the desired steering angle to be provided to steering servo system 18, based on heading angle 22. This step is performed by adjusting heading angle 22 to steer vehicle 8 towards target point 24. Consequently, microcontroller 12 must provide a desired steering angle as an output to steering servo system 18 that causes vehicle 8 to steer in the direction of target point 24. Desired steering angle  $\delta_d$  is calculated from the following equation:

$$\delta_d = K * \theta \quad (7)$$

where  $K$  is the control gain, or feedback gain, of the system. Control gain  $K$  is a function of vehicle speed and the curvature of the path being followed. The actual values for control gain  $K$  can be determined by experimentation, because the selection of optimum values for control gain  $K$  is a trade-off between vehicle speed and the curvature of the path being followed. Consequently, the values determined for control gain  $K$  must be compatible with vehicle speed and path curvature. However, these values may be readily determined by system designers of ordinary skill.

Figure 7 is a block diagram of an improved automatic lateral guidance control system in accordance with a second embodiment of the present invention. Referring to Figure 7, automatic lateral guidance control system 70 comprises microcontroller 12, preview sensors 16, vehicle speed sensor 32, and steering servo system 18. Signal processor 14, which is utilized in the embodiment illustrated by Figures 1, 2 and 3, is not utilized in the present embodiment. This embodiment provides an alternative structure to automatically guide a vehicle along a predetermined path. In the present embodiment, automatic lateral guidance control system 70 provides a desired steering angle  $\delta_d$  for controlling the heading of vehicle 8, by calculating a heading angle with respect to the position of a discrete reflector. Hence, the present embodiment is hereinafter called a discrete marker system of control, as opposed to the "continuous marker system" disclosed in the first embodiment.

Figure 8 illustrates the improved automatic lateral guidance control system of Figure 7 with vehicle 8 travelling along actual path 28. Referring to Figure 8, reflectors 34a-e are markers that are disposed at predetermined locations along path 28. The distance between each of reflectors 34a-e is a variable highway design constraint. For example, the distance between each of reflectors 34a-e is approximately 50 feet in the State of California. Generally, automatic guidance control system 70 guides vehicle 8 in a generally forward direction

along the forward, centerline axis of vehicle 8, which has been previously defined as vehicle heading 20. For the position of vehicle 8 shown in Figure 8, heading angle 42 is determined with respect to reflector 34b, and heading angle 43 is determined with respect to reflector 34c. Minimum preview review distance 45 is defined as the radius of circle 50. Minimum preview review distance 45 is a distance projected from one of reflectors 34 and is defined as the radius of circle 50. The length of minimum preview review distance 45 is a function of the speed of vehicle 8. The actual values for minimum preview review distance 45 are determined by experimentation, because the selection of optimum values for minimum preview review distance 45 is a trade-off between ride comfort in the vehicle and control system performance. Consequently, the values determined for minimum preview review distance 45 must be compatible with both ride comfort and system performance. However, these values may be readily determined by system designers of ordinary skill. Finally, minimum preview review distance 45 must be sufficient to allow automatic guidance control system 70 sufficient reaction time to calculate heading angles 42 and 43, and the desired steering angle  $\delta_d$  to be provided to steering servo system 18.

Figure 9 illustrates a sequence of steps which may be performed by microcontroller 12 to operate the improved automatic lateral guidance control system illustrated in Figures 7 and 8. Referring to Figures 7, 8 and 9, blocks 602-628 disclose a sequence of steps to be performed by microcontroller 12 in order to calculate a desired steering angle from angle and distance measurements to a discrete marker (reflector 34). Starting at block 602, the angle and distance measurements from reflectors 34 (markers) are read in to microcontroller 12 from preview sensors 16. Preview sensors 16 measure the distance and angle between each of reflectors 34 and vehicle 8. The vehicle speed information from vehicle speed sensor 32 is also read in to microcontroller 12. In block 606, microcontroller 12 determines the length of preview distance 23 as a function of vehicle speed. The length of preview distance 23 is determined experimentally, as it was described above with respect to block 306 in Figure 3. In block 608, microcontroller 12 selects an initial target marker (reflector 34b in this instance) by selecting a marker having the smallest distance value which is still greater than or equal to the length of preview distance 23. In block 610, microcontroller 12 then calculates heading angle 42. Heading angle 42 is the angle between vehicle heading 20 and a straight line from vehicle 8 to target marker 34b. Heading angle 42 may be calculated using the well-known mathematical techniques as disclosed above with respect to block 314 in Figure 3. In block 612, microcontroller 12 calculates desired steering angle  $\delta_d$  to be provided to steering servo system 18, based on heading angle 42. This step is performed by adjusting heading angle 42 to steer vehicle 8 towards target marker 34b. Consequently, microcontroller 12 must provide a desired steering angle as an output to steering servo system 18 that causes vehicle 8 to steer in the direction of target marker 34b. In other words, the desired steering angle is equal to the control gain K times heading angle 42. The control gain K is a function of vehicle speed and road curvature and will be described in greater detail below.

In block 614, microcontroller 12 reads in angle 42 and distance 44 with respect to reflector 34b. Reflector 34b is now referred to as the target marker. The vehicle speed is again read in from vehicle speed sensor 32. In block 616, microcontroller 12 then determines minimum preview review distance 45 as a function of vehicle speed. In block 618, microcontroller 12 compares distance 44 to minimum preview distance 45. If distance 44 (the distance to reflector 34b or the current target marker) is greater than or equal to minimum preview review distance 45, then the heading angle is then defined as heading angle 42. In block 628, microcontroller 12 then determines the magnitude of heading angle 42. In block 626, microcontroller 12 then calculates desired steering angle ( $\delta_d = \text{control gain K times heading angle 42}$ ) to be provided to steering servo system 18.

On the other hand, in block 618, if distance 44 is less than minimum preview review distance 45, then the next reflector 34c is selected as the target marker. Microcontroller 12 determines the next reflector by knowledge of the distance and angle measurements. Then, in block 622, microcontroller 12 determines the magnitude of heading angle 43 (the heading angle with respect to selected target marker 34c). The magnitude of heading angle 43 is then provided for the calculation of desired steering angle in block 626. As shown in Figure 9, the process of selecting the next target marker and calculating a desired steering angle is then repeated by returning to block 614.

Figure 10 illustrates an improved automatic lateral guidance control system in accordance with a third embodiment of the present invention. The automatic lateral guidance control system disclosed with respect to the third embodiment comprises the structure of system 70 as shown in Figure 7. Referring to Figures 7 and 10, Figure 10 illustrates the improved automatic lateral guidance control system of Figure 7 with vehicle 8 travelling along actual path 28. Reflectors 34a-e are disposed at predetermined locations adjacent to path 28. The distance between each of reflectors 34a-e is a variable highway design constraint. Generally, automatic guidance control system 70 guides vehicle 8 in a generally forward direction along the forward, centerline axis of vehicle 8, which has been previously defined as vehicle heading 20. For the position of vehicle 8 shown in Figure 10, heading angle 42 is determined with respect to reflector 34b, heading angle 43 is determined with respect to reflector 34c, and heading angle 47 is determined with respect to reflector 34d. Minimum preview review dis-



5 tance 45 is defined as the radius of circle 50. Minimum preview review distance 45 is a distance projected from one of reflectors 34. The length of minimum preview review distance 45 is a function of the speed of vehicle 8 and is determined experimentally as described with respect to the above-discussed embodiments. The length of minimum preview review distance 45 must be sufficient to allow automatic guidance control system 70 sufficient reaction time to determine heading angles 42, 43 and 44 as they are being provided by preview sensor 16, and then to determine the desired steering angle to be provided to steering servo system 18.

10 Figure 11 illustrates a sequence of steps which may be performed by microcontroller 12 to operate improved automatic lateral guidance control system 70 of Figures 7 and 10. In the embodiment illustrated in Figures 10 and 11, microcontroller 12 is attempting to determine heading angles with respect to two target markers or reflectors at a time. Thus, automatic lateral guidance control system 70 may still select at least one target marker and calculate a desired steering angle with respect to that marker even if one of the two reflectors or markers is missing from path 28, and angle and distance measurements to only one reflector is available at that point in time. Consequently, the system disclosed in the third embodiment is hereinafter referred to as a "fail-safe discrete marker system."

15 Referring to Figures 7, 10 and 11, the sequential steps performed by microcontroller 12 in blocks 802 through 816 are the same sequential steps as performed in blocks 602 through 616 in Figure 9. Referring to block 818, microcontroller 12 compares distance 44 to minimum preview distance 45. If distance 44 (the distance from vehicle 8 to the current target marker or reflector 34b) is greater than or equal to minimum preview review distance 45, then the heading angle is defined as the sum of the weighted values of heading angles 42 and 43 as disclosed in block 828. The actual values for gains  $K_{c1}$  and  $K_{c2}$  are determined by experimentation, so that the resultant heading angle (the sum of heading angles 42 and 43 in this instance) is a weighted average of heading angles 42 and 43. In other words, the resultant heading angle has an angular value which is between the angular values of heading angles 42 and 43. This resultant heading angle is selected for optimum control system performance, and the values of  $K_{c1}$  and  $K_{c2}$  to provide the optimum heading angle are described in detail below. In block 828, microcontroller 12 then determines the magnitude of the heading angle defined as the sum of the weighted values of heading angles 42 and 43. In block 826, microcontroller 12 then calculates the desired steering angle to be provided to steering servo system 18, wherein the desired steering angle  $\delta_d$  is equal to the control gain K times the value of the heading angle determined in block 828.

20 On the other hand, in block 818, if distance 44 is less than minimum preview review distance 45, then the next pair of reflectors (34c and 34d in this instance) are selected as the target markers. Then the heading angle is defined as the sum of the weighted values of heading angles 43 and 47. Then, in block 822, microcontroller 12 determines the magnitude of the sum of the weighted values of heading angles 43 and 47. The heading angle determined by block 822 is then provided for the step of calculating the desired steering angle in block 826, wherein the desired steering angle  $\delta_d$  is equal to the control gain K times the value of the heading angle determined in block 822. As shown in Figure 11, the process is then repeated by returning to block 814.

25 Referring now to Figure 12, exemplary gain schedules for the discrete marker system are pictured schematically. As seen in Figure 12(a), a constant single gain,  $K_{c1}$ , may be used for the 1-marker system described above with respect to the second embodiment of the present invention. Thus, when determining the desired steering angle of the vehicle as described above, control gain  $K_{c1}$  is multiplied by heading angle 42 (Figure 8). Similarly, for the 2-marker system, constant gains  $K_{c1}$  and  $K_{c2}$  may be used, as shown in Figure 12(b). When a marker is located at a distance  $r_p = 2\Delta s + R_{pmin}$  from the vehicle, it becomes "marker no. 2", with feedback gain  $K_{c2}$ . When a marker is located at less than a distance  $r_p = \Delta s + R_{pmin}$  from the vehicle, it becomes "marker no. 1", with feedback gain  $K_{c1}$ . With reference to Figure 10, if the vehicle system shown were a 2-marker system, when the vehicle just enters  $R_{pmin}$  (50a) of marker n-1, marker n+1 becomes "marker no. 2". When the vehicle is within the distance  $R_{pmin}$  (50a) of marker n-1, marker n becomes "marker no. 1". Thus, the desired steering angle would be calculated as follows:

$$\delta_d = K_T (K_{c1}\theta_1 + K_{c2}\theta_2) \quad (8)$$

wherein  $K_T$  is the control gain, or overall feedback gain of the system.

30 Figures 12(c) and 12(d) show a variable gain schedule for the 2- and 3- marker systems, respectively, where gain is defined as a linear function of  $r_p$ , or the distance from the vehicle to a specific marker. For the 2-marker system of Figure 12(c), when marker no. 2 is first sensed, its gain,  $K_{c2}$ , is  $K_{min}$ . As the vehicle travel in a forward direction, the marker's gain increases to  $K_{max}$ , then diminishes back to  $K_{min}$ . Also, as the vehicle travels forward, the marker which was previously "marker no. 2" becomes "marker no. 1", while the marker that was previously "marker no. 1" has been passed by the vehicle and is no longer tracked. Gains  $K_{c1}$  and  $K_{c2}$  are calculated by the microcontroller as follows:

$$K_{c1} = K_{min} + (K_{max} - K_{min}) \left( \frac{r_{p1} - r_{pmin}}{\Delta s} \right) \quad (9)$$

5 and,

$$K_{c2} = K_{min} + (K_{max} - K_{min}) \left( \frac{2\Delta s + r_{pmin} - r_{p2}}{\Delta s} \right) \quad (10)$$

15 Similarly, for the 3-marker system of Figure 12(d), when marker no. 3 is first sensed, its gain,  $K_{c3}$  is equal to  $K_{min}$ . As the vehicle travels in a forward direction, this gain increases to  $K_{max}$ , then diminishes to  $K_{min}$ . Also, as the vehicle travel forward, previous marker no. 3 becomes marker no. 2, previous marker no. 2 becomes marker no. 1, and previous marker no. 1 is passed and is no longer tracked by the system. A new marker is sensed, and becomes marker no. 3. The gains of the 3 markers  $K_{c1}$ ,  $K_{c2}$  and  $K_{c3}$  are calculated by the micro-controller 12 as follows:

$$20 \quad K_{c1} = K_{min} + (K_{max} - K_{min}) \left( \frac{r_{p1} - r_{pmin}}{\Delta s} \right) \quad (11)$$

$$25 \quad K_{c2} = K_{min} + (K_{max} - K_{min}) \left( \frac{3\Delta s + r_{pmin} - r_{p2}}{2\Delta s} \right) \quad (12)$$

$$30 \quad K_{c3} = K_{min} + (K_{max} - K_{min}) \left( \frac{3\Delta s + r_{pmin} - r_{p3}}{2\Delta s} \right) \quad (13)$$

35 Finally, the desired steering angle,  $\delta_d$ , is calculated as follows:

$$\delta_d = K_f (K_{c1}\theta_1 + K_{c2}\theta_2 + K_{c3}\theta_3) \quad (14)$$

40 where  $\theta$  is the measured angle to the nth marker, and  $K_f$  is the overall feedback gain. The angle  $\theta_1$  corresponds to the marker nearest to the vehicle, while  $\theta_3$  corresponds to the marker farthes from the vehicle. As the vehicle travel forward and  $R_{pmin}$  to the nearest marker (marker no. 1) is reached, that marker is no longer tracked by the system, previous marker no. 2 becomes marker no. 1, previous marker no. 3 becomes marker no. 2 and new marker no. 3 is sensed by the system.

45 Typically, the path on which a vehicle travels is curved. Consequently, a passenger of the vehicle may feel some mental and/or physical discomfort if there is an insufficient margin of distance between the shoulder or outer margin of the path, and the vehicle. Figures 13 and 14 schematically illustrate the provision of a human engineering factor which compensates for human psychological and physiological comfort in the vehicle guidance system of the present invention.

50 Referring to Figure 13, after road geometry is estimated in accordance with the present invention, the system shifts the target point an offsetting amount toward the inside curve of the road. This offset will, of course, depend upon such factors as the speed of the vehicle, the degree of curvature of the road, the width of the road and the individual preference of the passengers. For example, an offset of 0.5 to 1.0 meter may be appropriate for a 4 meter wide road. Figure 14 illustrates how the offset may vary depending upon the curvature of the road. Under the control of microcontroller 12, the system causes the vehicle to be centered on the target line. When microcontroller 12 shifts the target point, a greater margin of distance will be provided between the target line and the road center for a curved roadway than for a straight roadway. Thus, a greater margin of distance is provided between the vehicle and the outside shoulder of the curved roadway, and a lesser margin of distance is provided between the vehicle and the shoulder of the straight roadway. Of course, this human comfort control factor may be incorporated into any or all of the embodiments contemplated by the present invention.

This invention has been described in detail in connection with the preferred embodiments but is for illustrative purposes only and the invention is not limited thereto. It will be easily understood by those skilled in the art that variations and modifications can easily be made within the scope of this invention as defined by the appended claims.

5

### Claims

- 10 1. An apparatus for automatically guiding a moving vehicle with respect to a road, said apparatus comprising:  
 means for calculating a path approximating the road utilizing past and present vehicle position information;  
 means for identifying a point along the path; and  
 means for steering the vehicle towards the point.
- 15 2. An apparatus for automatically guiding a moving vehicle, said apparatus comprising:  
 means for sensing the position of a plurality of markers positioned along a path;  
 means for sensing yaw rate of said vehicle;  
 means for calculating an approximation of said marker path;  
 means for sensing speed of said vehicle;  
 20 means for calculating a preview distance as a function of the speed of said vehicle;  
 means for identifying a point along said approximation of said marker path which is spaced apart from said vehicle by said preview distance; and  
 means for steering said vehicle substantially toward said point.
- 25 3. The apparatus according to claim 2 wherein said position sensing means comprises an optical sensing apparatus.
4. The apparatus according to claim 3 wherein said optical sensing apparatus comprises a laser radar apparatus.
- 30 5. An apparatus for use in a system for automatically guiding a moving vehicle, said apparatus comprising:  
 means for sensing the position of a plurality of markers positioned along a path;  
 means for sensing the yaw rate of said vehicle;  
 means for sensing the speed of said vehicle; and programmable means for:  
 35 (a) calculating an approximation of said marker path utilizing past and present vehicle position information;  
 (b) calculating a preview distance as a function of the speed of said vehicle;  
 (c) identifying a point along said approximation of said marker path which is spaced apart from said vehicle by said preview distance; and  
 40 (d) generating a control signal for use in steering said vehicle substantially toward said point.
6. The apparatus according to claim 5 wherein said programmable means comprises a computing apparatus.
7. The apparatus according to claim 6 wherein said computing apparatus comprises a microcontroller.
- 45 8. An apparatus for guiding a moving vehicle responsive to signals representing the speed and yaw rate of the vehicle and representing the position of a plurality of markers positioned along a path, said apparatus comprising:  
 means responsive to said yaw rate signal for converting the position signal information of at least one of said plurality of markers from a first coordinate system to a second coordinate system;  
 50 means responsive to said position signals for calculating an approximation of said marker path;  
 means responsive to said speed signals for calculating a preview distance as a function of the speed of said vehicle;  
 means for identifying a point along said approximation of said marker path which is spaced apart from said vehicle by said preview distance; and  
 55 means for generating a control signal for use in guiding said vehicle substantially toward said point.
9. An apparatus for automatically guiding a moving vehicle, said apparatus comprising:  
 means for selecting a first marker from a plurality of markers positioned along a path;

means for sensing the position of said selected marker; means for sensing the speed of said vehicle;  
 means for calculating a minimum preview review distance as a function of the speed of said vehicle;  
 means for comparing the distance between said vehicle and the position of said selected first marker  
 5 with said minimum preview review distance and selecting a second marker from said plurality of markers  
 if the distance between said vehicle and the position of said selected first marker is equal to or exceeds  
 said minimum preview review distance;

means for determining a gain factor according to road curvature and vehicle speed; and  
 means for steering said vehicle towards the selected of said first and said second markers.

- 10 **10.** An apparatus for automatically guiding a moving vehicle, said apparatus comprising:  
 means for selecting a first marker from a plurality of markers positioned along a path;  
 means for sensing the position of said selected marker;  
 means for sensing the speed of said vehicle; and programmable means for;
- 15 (a) calculating a minimum preview review distance as a function of the speed of said vehicle;  
 (b) comparing the distance between said vehicle and the position of said selected first marker with said  
 minimum preview review distance and selecting a second marker from said plurality of markers if the  
 distance between said vehicle and the position of said selected first marker is equal to or exceeds said  
 minimum preview review distance;
- 20 (c) determining a gain factor according to road curvature and vehicle speed; and  
 (d) generating a control signal for use in steering said vehicle towards the selected of said first and said  
 second markers.

- 11.** A method for automatically guiding a moving vehicle, said method comprising the steps of:
- 25 (a) selecting a first marker from a plurality of markers positioned along a path;  
 (b) sensing the position of said selected marker;  
 (c) sensing the speed of said vehicle;  
 (d) calculating a minimum preview review distance as a function of the speed of said vehicle;  
 (e) comparing the distance between said vehicle and the position of said selected first marker with said  
 30 minimum preview review distance and selecting a second marker from said plurality of markers if the  
 distance between said vehicle and the position of said selected first marker is equal to or exceeds said  
 minimum preview review distance;  
 (f) determining a gain factor according to road curvature and vehicle speed; and  
 (g) steering said vehicle towards the selected of said first and said second markers.

- 35 **12.** An apparatus for automatically guiding a moving vehicle, said apparatus comprising:  
 means for selecting a set of at least two adjacent markers from a plurality of markers positioned  
 along a path;  
 means for sensing the position of each of said selected markers;  
 means for sensing the speed of said vehicle;  
 40 means for calculating a minimum preview review distance as a function of the speed of said vehicle;  
 means for comparing the distance between said vehicle and the position of the nearest marker of  
 said selected markers to said vehicle with said minimum preview review distance and selecting a second  
 set of at least two adjacent markers from said plurality of markers if the distance between said vehicle and  
 the position of said nearest marker is equal to or exceeds said minimum preview review distance;
- 45 means for calculating a gain factor as a function of the distance between said vehicle and each of  
 said selected adjacent markers; and  
 means for steering said vehicle substantially toward a point along said path which is located be-  
 tween said selected adjacent markers.

- 50 **13.** An apparatus for automatically guiding a moving vehicle, said apparatus comprising:  
 means for selecting a set of at least two adjacent markers from a plurality of markers positioned  
 along a path;  
 means for sensing the position of each of said selected markers;  
 means for sensing the speed of said vehicle; and programmable means for:
- 55 (a) calculating a minimum preview review distance as a function of the speed of said vehicle;  
 (b) comparing the distance between said vehicle and the position of the nearest marker of said selected  
 markers to said vehicle with said minimum preview review distance and selecting a second set of at  
 least two adjacent markers from said plurality of markers if the distance between said vehicle and the

- position of said nearest marker is equal to or exceeds said minimum preview review distance;  
(c) calculating a gain factor as a function of the distance between said vehicle and each of said selected adjacent markers; and  
(d) generating a control signal for use in steering said vehicle substantially toward a point along said path which is located between said selected adjacent markers.
- 5
14. A method for automatically guiding a moving vehicle, said method comprising the steps of:  
(a) selecting a set of at least two adjacent markers from a plurality of markers positioned along a path;  
(b) sensing the position of each of said selected markers;  
(c) sensing the speed of said vehicle;  
(d) calculating a minimum preview review distance as a function of the speed of said vehicle;  
(e) comparing the distance between said vehicle and the position of the nearest marker of said selected markers to said vehicle with said minimum preview review distance and selecting a second set of at least two adjacent markers from said plurality of markers if the distance between said vehicle and the position of said nearest marker is equal to or exceeds said minimum preview review distance;  
(f) calculating a gain factor as a function of the distance between said vehicle and each of said selected adjacent markers; and  
(g) steering said vehicle substantially toward a point along said path which is located between said selected adjacent markers.
- 10
- 15
- 20
15. An apparatus for automatically guiding a moving vehicle including a computer programmed to perform the various sequential functions of:  
(a) reading a set of sensed position values with respect to a plurality of markers positioned along a path;  
(b) reading a sensed speed value of said vehicle;  
(c) reading a sensed yaw rate of said vehicle;  
(d) calculating an approximation of said marker path;  
(e) calculating a preview distance as a function of the sensed speed of said vehicle;  
(f) identifying a point along said approximation of said marker path which is spaced apart from said vehicle by said preview distance;  
(g) calculating the angle formed between the heading of said vehicle and the position of said identified point; and  
(h) generating a control signal for use in steering said vehicle substantially toward said point, which signal is a function of said calculated angle.
- 25
- 30
- 35
16. A method for automatically guiding a moving vehicle with respect to a road, said method comprising the steps of:  
calculating a path approximating the road utilizing past and present vehicle position information;  
identifying a point along the path; and  
steering the vehicle towards the point.
- 40
17. A method for automatically guiding a moving vehicle, said method comprising the steps of:  
sensing the position of a plurality of markers positioned along a path;  
sensing yaw rate of said vehicle;  
calculating an approximation of said marker path;  
sensing speed of said vehicle;  
calculating a preview distance as a function of the speed of said vehicle;  
identifying a point along said approximation of said marker path which is spaced apart from said vehicle by said preview distance; and  
steering said vehicle substantially toward said point.
- 45
- 50
18. A method for guiding a moving vehicle responsive to signals representing the speed and yaw rate of the vehicle and representing the position of a plurality of markers positioned along a path, said method comprising the steps of:  
calculating an approximation of said marker path in response to said yaw rate and position signals;  
calculating a preview distance as a function of the speed of said vehicle in response to said speed signals;  
identifying a point along said approximation of said marker path which is spaced apart from said vehicle by said preview distance; and
- 55

generating a control signal for use in guiding said vehicle substantially toward said point.

19. A method of operating a computer to perform the sequential functions of automatically guiding a moving vehicle, said method comprising the steps of:

5

(a) reading a set of sensed position values with respect to a plurality of markers positioned along a path;

(b) reading a sensed speed value of said vehicle;

(c) reading a sensed yaw rate of said vehicle;

(d) calculating an approximation of said marker path;

(e) calculating a preview distance as a function of the sensed speed of said vehicle;

10

(f) identifying a point along said approximation of said marker path which is spaced apart from said vehicle by said preview distance;

(g) calculating the angle formed between the heading of said vehicle and the position of said identified point; and

15

(h) generating a control signal for use in steering said vehicle substantially toward said point, which signal is a function of said calculated angle.

20. An improved apparatus for automatically guiding a moving vehicle with respect to a road comprising means for identifying a point along a path and means for steering the vehicle towards the point, the improvement comprising:

20

means for providing an margin of distance between said vehicle and an edge of said road, said margin of distance being determined, at least in part, by the degree of curvature of the road.

25

30

35

40

45

50

55

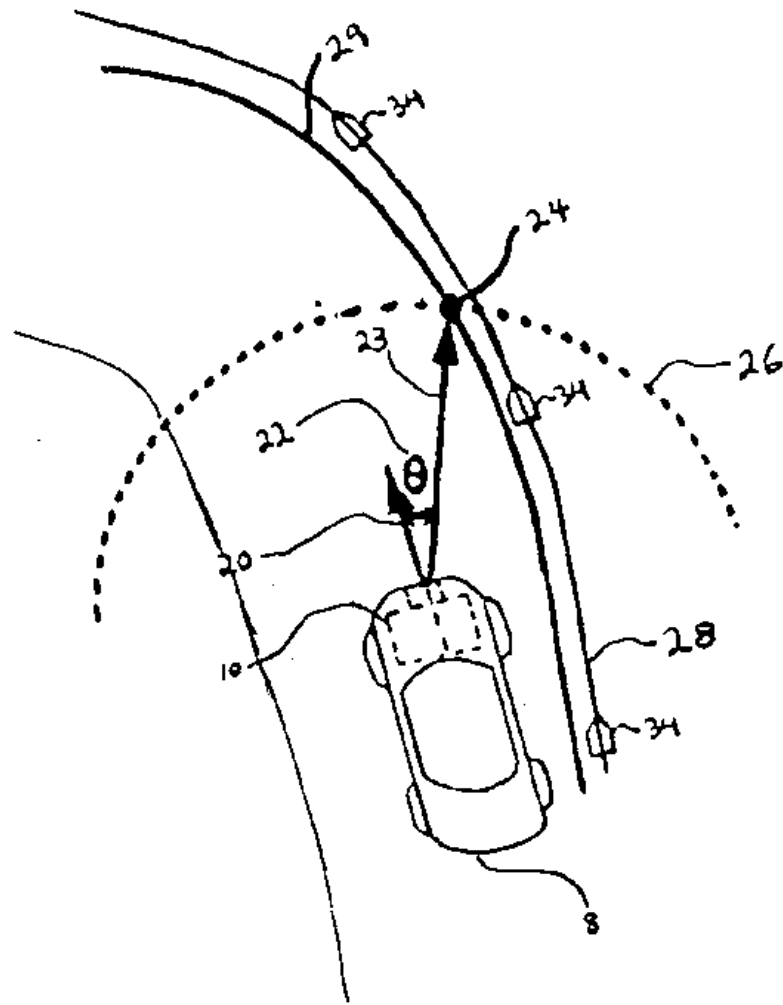


FIG. 1

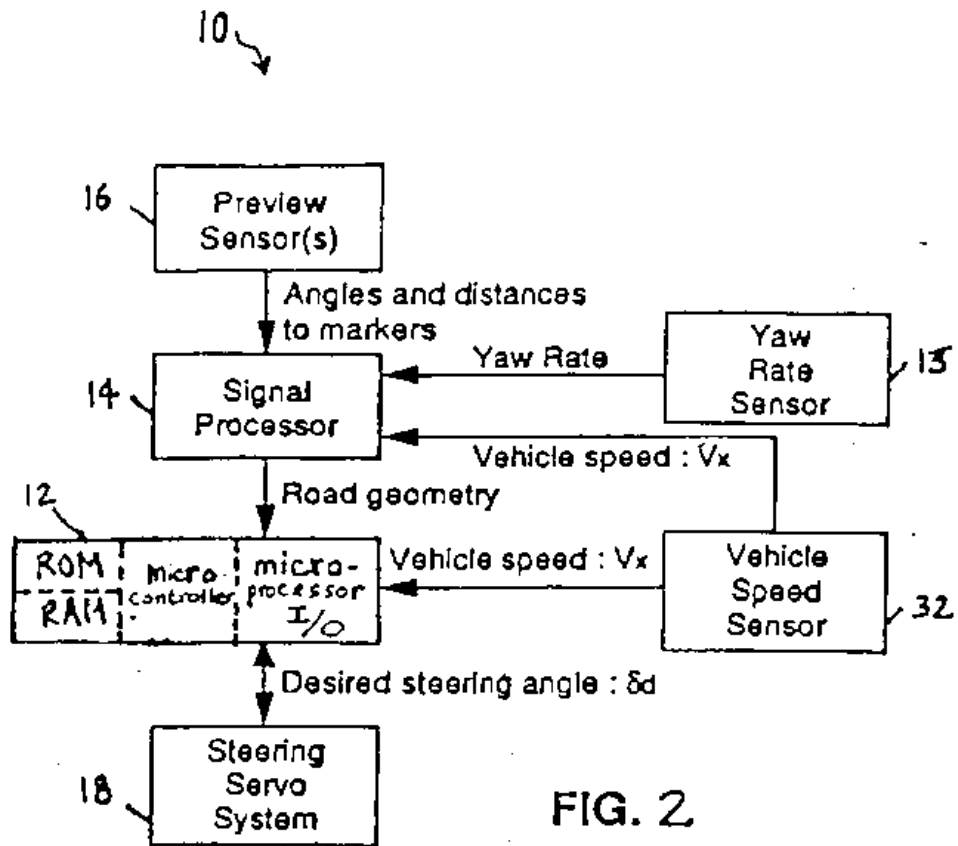


FIG. 2



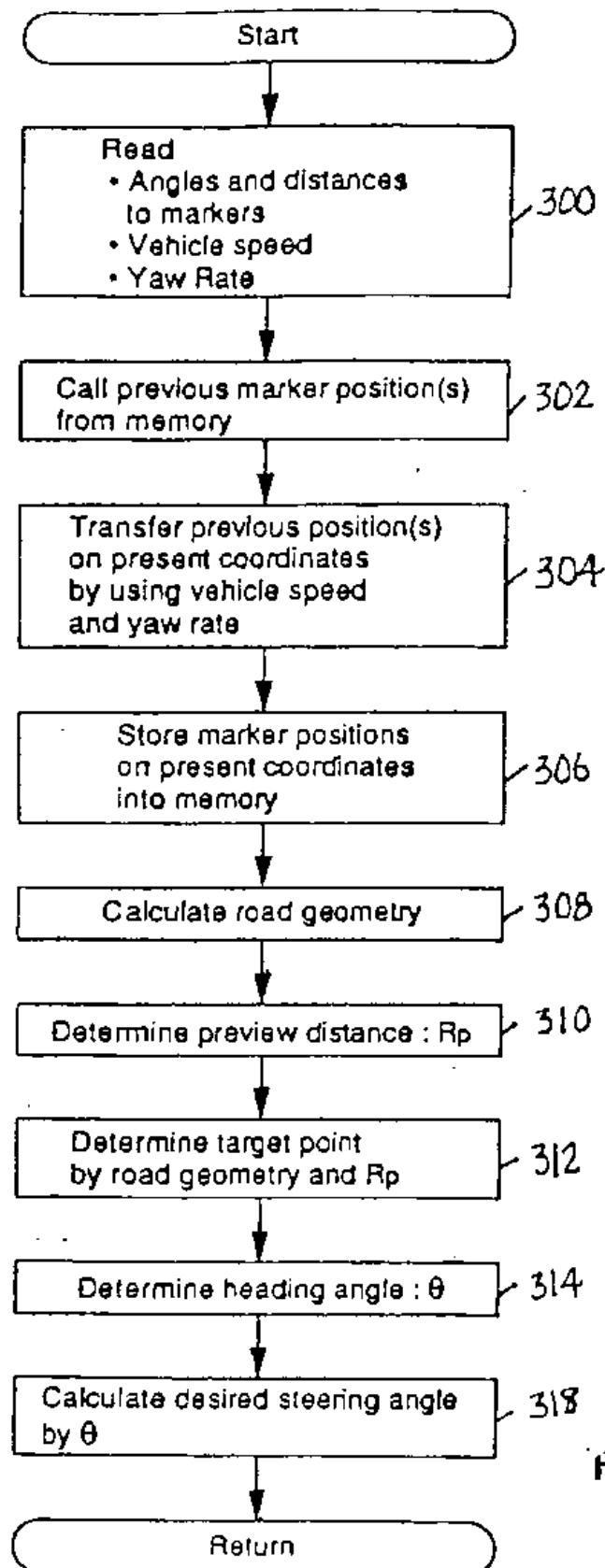


FIG. 3

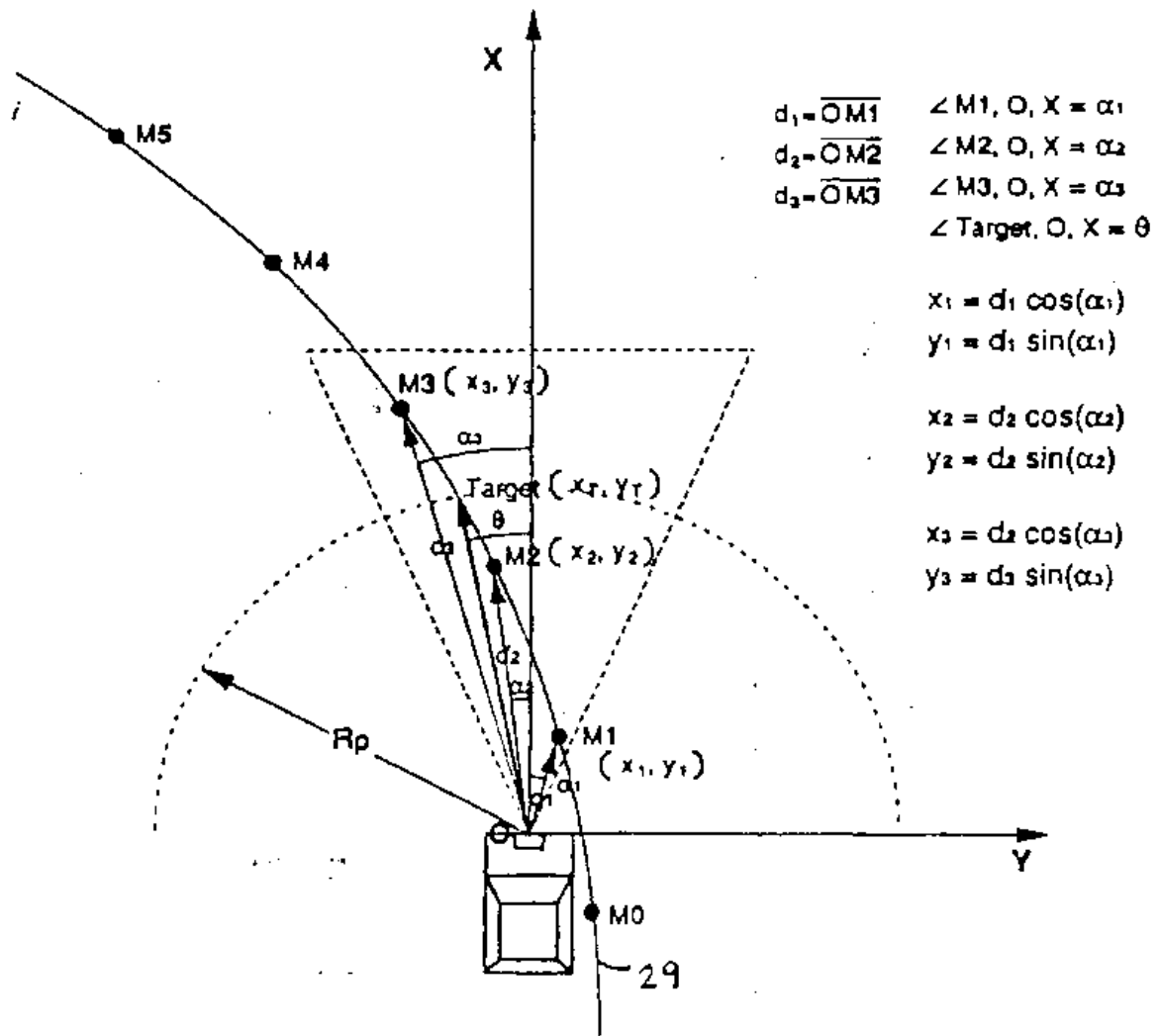


FIG. 4

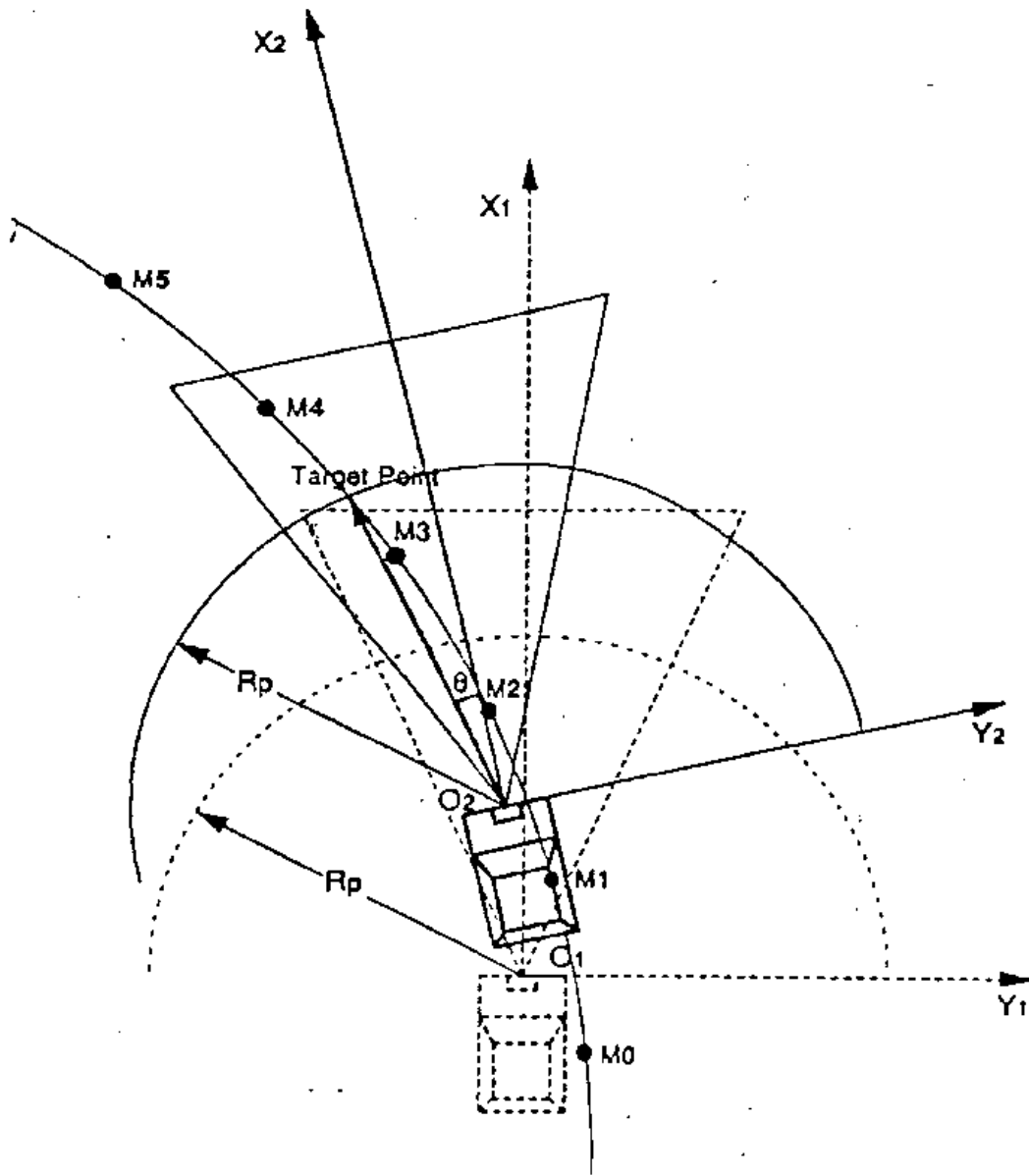


FIG. 5

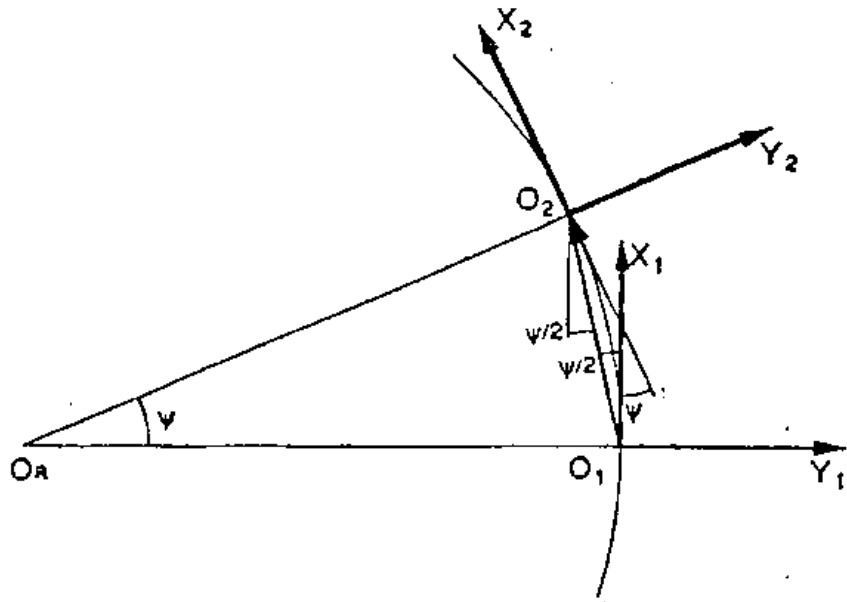


FIG. 6

70

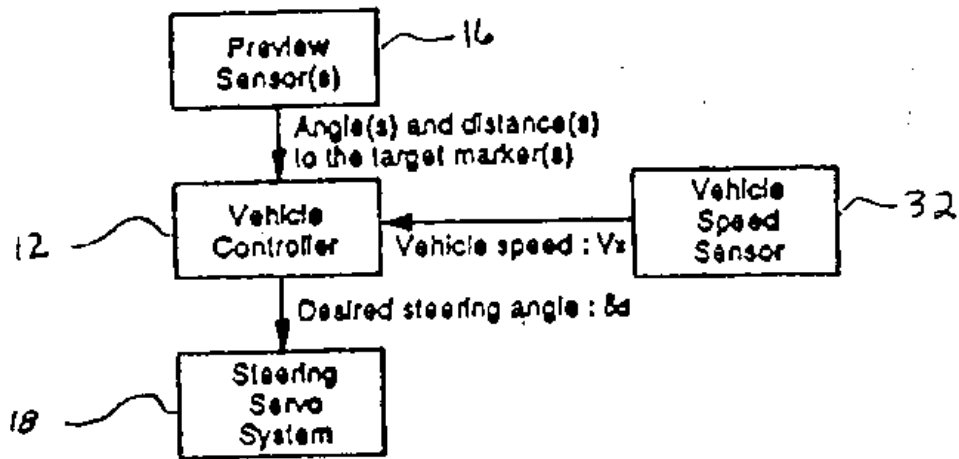
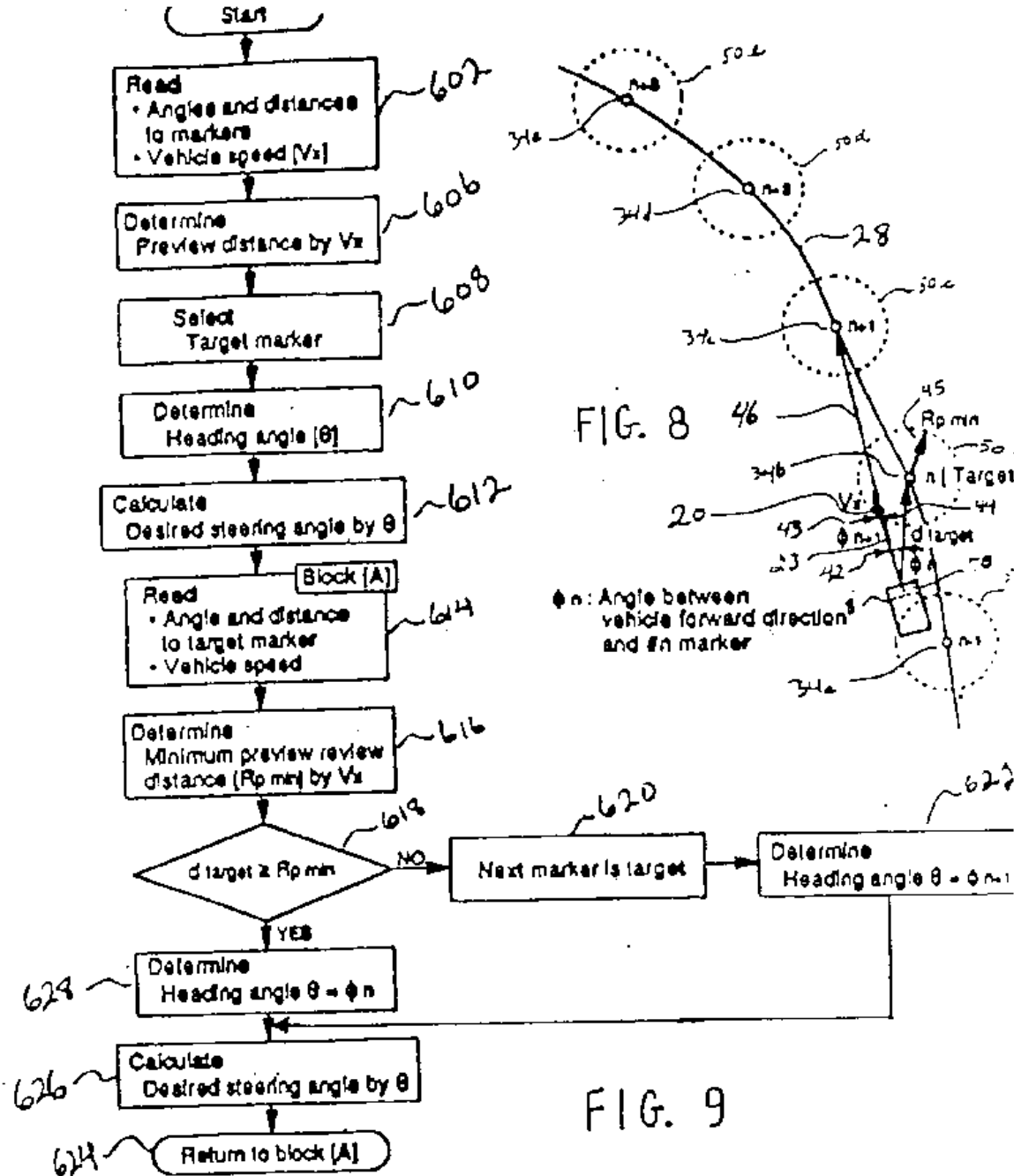
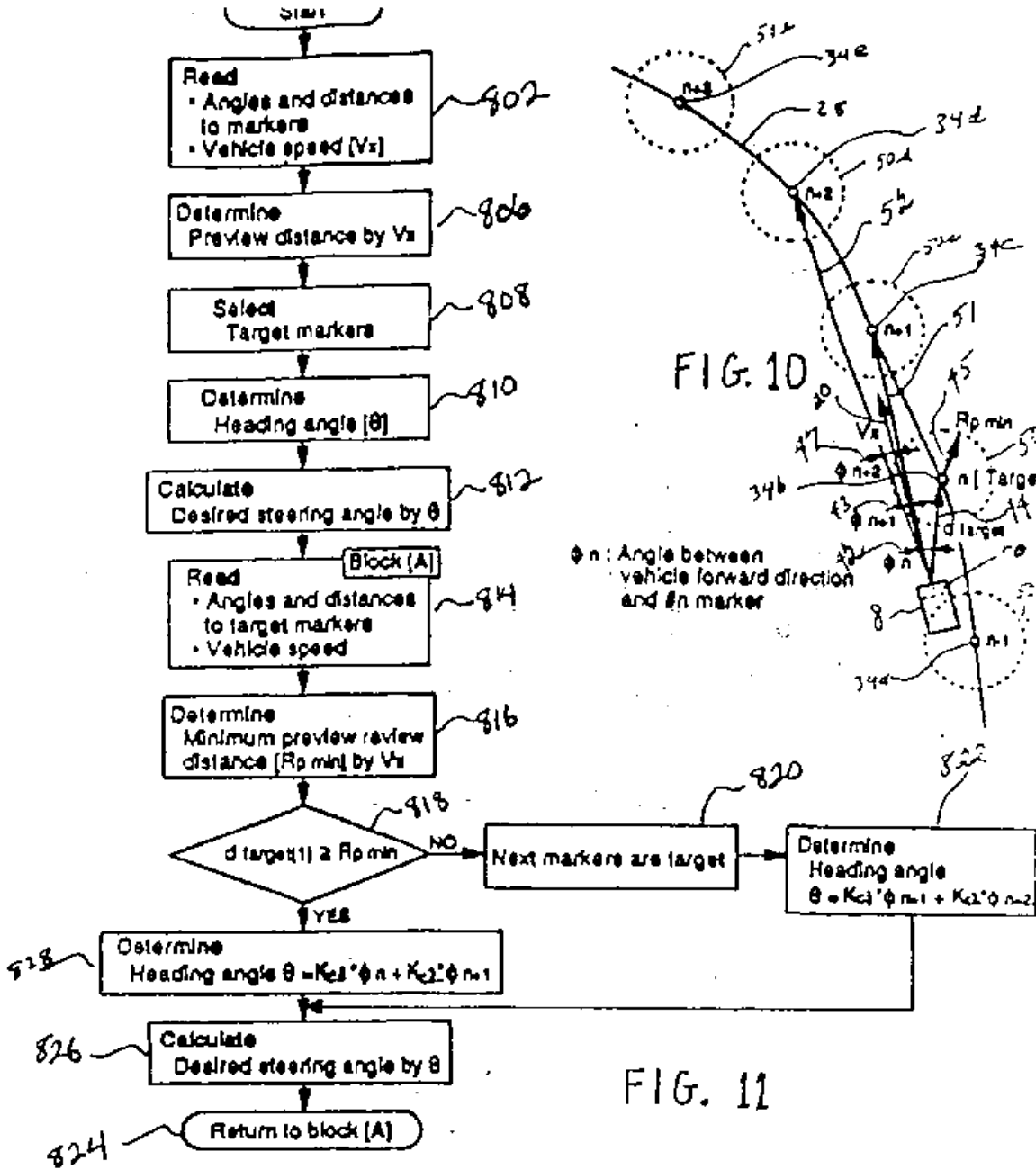


FIG. 7





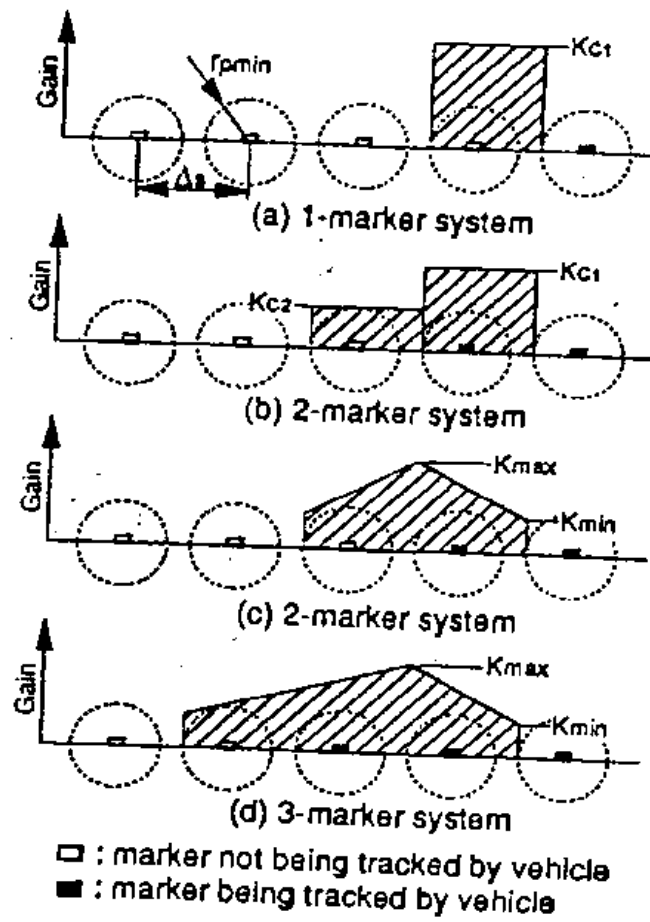


FIG. 12



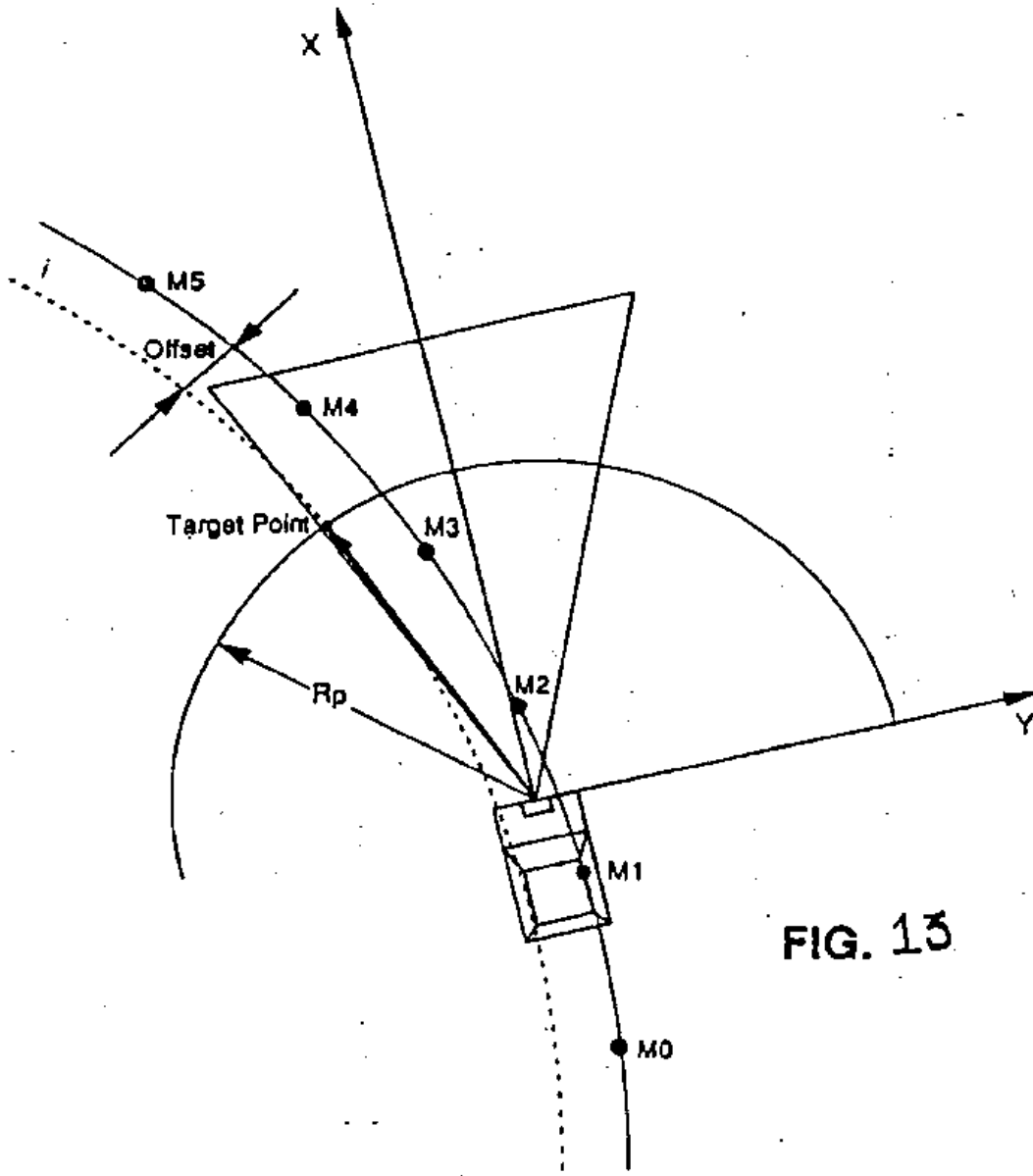


FIG. 13

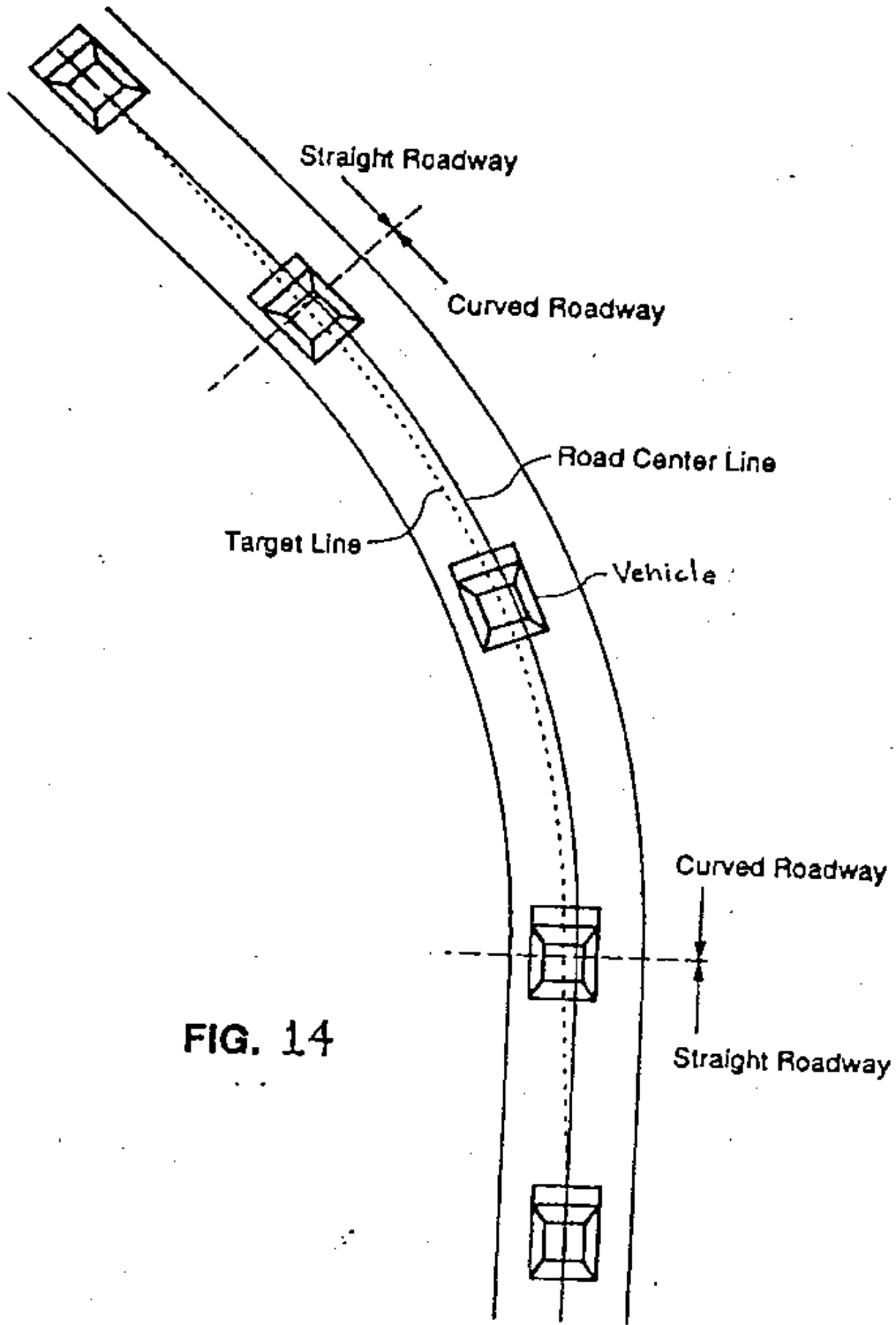


FIG. 14

**Bibliographic data. EP0527665 (A1) — 1995-02-17****Board device and method for detecting and following the position of a vehicle on the road and driving-aid device applying the method.**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** VALADE JEAN MICHEL [FR]; CALESSE CHRISTOPHE [FR] ±  
(VALADE, JEAN MICHEL, ; CALESSE, CHRISTOPHE)

**Applicant(s):** MATRA SEP IMAGERIE ET INF SOCI [FR] ± (MATRA CAP SYSTEMES)

**Classification:** - **international:** **B60K28/06**; **G05D1/02**; **G08G1/0962**;  
(IPC1-7): B60K28/06; G08B21/00  
- **cooperative:** **B60K28/066**; **B60K35/00**; **B60R1/00**; **G05D1/0246**;  
**G08G1/0962**; **G08G1/096716**; **G08G1/09675**;  
**G08G1/096783**; **B60R2300/804**; **B60T2201/08**;  
**B60T2201/089**; **B60W30/12**; **B60W50/14**;  
**G05D2201/0213**

**Application number:** EP19920402083 19920717

**Priority number(s):** FR19910009167 19910719

**Also published as:** EP0527665 (B1) FR2679357 (A1) ES2076712 (T3)  
DE69204239 (T2)

**Abstract of EP0527665 (A1)**

The device, which can be fitted on-board a road vehicle, makes it possible to monitor the position of the vehicle with respect to the road markings. It comprises a camera (10) supplying an image of the road in front of the vehicle; a programmed computer (24-28) having image-processing means making it possible to reconstruct the image in three-dimensions, taking account of perspective and, by applying probability criteria, making it possible to identify the road markings; and display or alarm means in the case of an abnormal position of the vehicle with respect to the road markings.

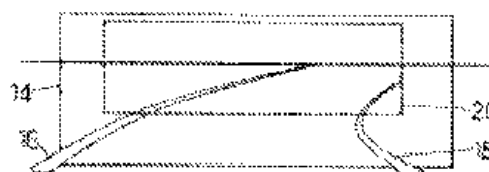


FIG. 3.



①②

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

②① Numéro de dépôt : **92402083.7**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **B60K 28/06, G08B 21/00**

②② Date de dépôt : **17.07.92**

③⑩ Priorité : **19.07.91 FR 9109167**

④③ Date de publication de la demande :  
**17.02.93 Bulletin 93/07**

⑧④ Etats contractants désignés :  
**DE ES GB IT**

⑦① Demandeur : **MATRA SEP IMAGERIE ET  
INFORMATIQUE, Société Anonyme  
Parc d'Affaires-BP 605  
F-27106 VAL DE REUIL CEDEX (FR)**

⑦② Inventeur : **Valade, Jean Michel  
26, rue des Chênes  
F-78470 Saint Remy les Chevreuses (FR)  
Inventeur : **Calessio, Christophe  
1, rue Simon l'Etoile  
F-92260 Fontenay aux Roses (FR)****

⑦④ Mandataire : **Fort, Jacques  
CABINET PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam  
F-75009 Paris (FR)**

⑤④ **Dispositif embarqué et procédé de repérage et de suivi de la position du véhicule sur la route et dispositif d'aide à la conduite en comportant application.**

⑤⑦ Le dispositif embarquable sur véhicule routier permet de suivre la position du véhicule par rapport à des bandes de marquage au sol. Il comprend une caméra (10) fournissant une image de la route en avant du véhicule ; un calculateur programmé (24-28) ayant des moyens de traitement de l'image permettant une reconstruction de l'image en trois dimensions tenant compte de la perspective et, par application de critères de vraisemblance, permettant d'identifier les bandes de marquage ; et des moyens d'affichage ou d'alarme en cas de position anormale du véhicule par rapport aux bandes de marquage.

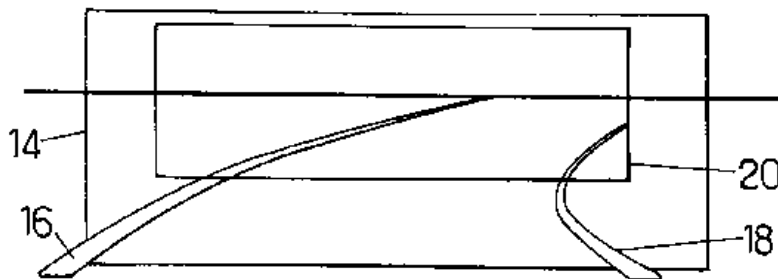


FIG. 3.

L'invention concerne le domaine de l'information du conducteur et de l'aide à la conduite d'un véhicule routier par fourniture au conducteur d'informations et d'alarmes en cas de localisation ou d'évolution anormale du véhicule sur la route.

Elle utilise le fait que la plupart des routes comporte à l'heure actuelle une signalisation au sol identifiable sur au moins une quinzaine de mètres en avant (et éventuellement en arrière) du véhicule.

Cette signalisation est malheureusement souvent partiellement effacée, susceptible d'être confondue avec des accidents de la chaussée ou des bas-côtés et elle est fréquemment interrompue, de sorte qu'il semble à première vue que toute référence à cette signalisation ou bien générera un taux très élevé de fausses alarmes ou bien sera inopérante dans de nombreux cas.

L'invention vise notamment à fournir un dispositif embarqué sur véhicule routier permettant de suivre la position du véhicule sur la route à partir de données représentatives de l'environnement, ainsi qu'un procédé.

Dans ce but l'invention propose notamment un dispositif embarqué comprenant une caméra fournissant une image de la route sur une longueur supérieure à 10 mètres en avant du véhicule et un calculateur programmé ayant des moyens de traitement de l'image permettant une reconstruction en trois dimensions tenant compte de la perspective et, par application de critères de vraisemblance, d'identifier la signalisation au sol et la position du véhicule, et des moyens d'affichage ou d'alarme en cas de position anormale du véhicule.

Le dispositif peut être prévu pour tenir uniquement compte d'une seule image représentant la situation à un instant donné, ou mieux l'évolution sur plusieurs images, ce qui est possible sauf en zone urbaine ou en cas de circulation très ralentie.

Dans un mode avantageux de réalisation, le dispositif comporte des capteurs de paramètres de conduite, notamment de l'état des indicateurs de changement de direction (clignotants), et des moyens d'alarme en cas de discordance entre la situation réelle du véhicule et les signaux fournis par les capteurs.

Le dispositif est susceptible d'être réalisé sous une forme plus ou moins élaborée, apportant une aide plus ou moins complète à la conduite.

Dans un mode de réalisation sommaire, le dispositif est prévu pour fonctionner uniquement suivant un mode qu'on peut qualifier d'informatif, donnant au conducteur une information sur la position latérale du véhicule et sa localisation par rapport à la voie suivie.

Ce mode informatif peut être complété par la génération de signaux d'alarme en cas de situation anormale. Cette situation peut être identifiée par analyse de l'image à un instant donné et des signaux fournis par les capteurs de paramètres de conduite au

même instant, c'est-à-dire pendant un même cycle courant : en particulier une telle alarme peut être fournie en cas de début de franchissement d'une ligne continue ou en cas de vitesse excessive par rapport à la courbure d'un virage décelé par la caméra en avant du véhicule.

D'autres alarmes peuvent correspondre à une situation qui exige d'effectuer une corrélation entre des paramètres acquis au cours du cycle courant (correspondant à l'exploitation d'une image) et de paramètres ou d'événements acquis au cours d'un cycle précédent et mémorisés : cela permet par exemple d'éviter l'émission d'un avertissement en cas de maintien des clignotants à l'état actionné à condition qu'intervienne un franchissement de ligne discontinue ou une mise en virage des véhicules par action sur le volant dans un délai déterminé.

L'alarme peut être visuelle ou sonore, voire kinesthétique. Plusieurs niveaux d'alarme, plus ou moins impératifs, peuvent être prévus pour s'effectuer successivement en cas de défaut de réaction du conducteur, le temps de réponse du conducteur alloué à la suite de l'alarme de chaque niveau étant établi une fois pour toute ou dynamiquement en fonction des caractéristiques de conduite.

Le dispositif peut également être prévu pour avoir un mode "actif" de fonctionnement, le passage en mode actif et hors du mode actif étant commandé par le contrôleur. Le dispositif assure alors une véritable aide à la conduite. Cela implique qu'il soit complété par des actionneurs permettant par exemple un contrôle temporaire de la direction pour commander la direction, maintenir le véhicule au milieu de la voie délimitée par des bandes de marquage au sol et pour éviter au conducteur la fatigue de la résistance à un vent latéral ; le mode actif peut être prévu pour d'autres fonctions, par exemple pour maintenir une vitesse indiquée par le conducteur, mais la réduire lorsque l'analyse de l'image fournie par la caméra indique la présence de courbes de faible rayon en amont du véhicule.

Enfin le dispositif peut être complété par des capteurs supplémentaires, notamment de position du volant, et par un programme lui permettant de fonctionner dans un mode qu'on peut qualifier de "contrôle de vigilance" permettant de déceler la fatigue ou l'assoupissement du conducteur. La baisse de vigilance peut être détectée par suivi des caractéristiques de conduite pour un conducteur donné et comparaison de l'évolution avec des conséquences, connues et mémorisées de l'assoupissement. Tout conducteur donné, à l'état de veille normal, a un mode de conduite qui lui est propre, identifiable par ses caractéristiques spatiales et temporelles (position moyenne du véhicule sur sa voie en ligne droite, écart-type par rapport à la position moyenne, amplitude et progressivité des mouvements de correction d'orientation du véhicule en sortie de virage, temps de réaction en en-

trée de virage, etc...). Ces caractéristiques sont modifiées par l'assoupissement : par exemple le conducteur fatigué ou en état de somnolence tend à circuler au milieu de la route, à laisser dériver son véhicule et à revenir brutalement en ligne. Une telle surveillance peut notamment être effectuée par un logiciel de type système expert à apprentissage..

Pour que le dispositif soit efficace, il est nécessaire qu'il ne présente qu'un taux réduit de fausses alarmes et que tout défaut de fonctionnement ou panne soit immédiatement porté à la connaissance du conducteur. La seconde condition imposera en général de munir le dispositif d'un programme d'auto-diagnostic vérifiant périodiquement son fonctionnement correct, par exemple par corrélation entre les signaux fournis par la caméra et par les différents capteurs et comparaison avec des critères de vraisemblance. Dans le cas d'un dispositif d'aide à la conduite susceptible de passer en mode actif, toute panne d'actionneur devra aller dans le sens de la sécurité, que ce soit pour l'actionnement ou le maintien du volant ou pour la commande de la vitesse.

Le dispositif susceptible de fonctionner en mode actif peut être prévu pour que le non respect d'une alarme provoque une intervention sur la vitesse et/ou la direction du véhicule. Mais le dispositif sera cependant prévu pour permettre dans tous les cas au conducteur de surmonter l'action automatique, notamment pour faire face à une situation d'urgence.

L'invention propose également un procédé de repérage et de suivi de la position d'un véhicule en circulation sur une route, caractérisé en ce que :

- on forme l'image d'une zone de la route en avant du véhicule, comportant les bandes de marquage au sol délimitant une voie de circulation au moins,
- on filtre l'image pour ne conserver que les éléments correspondant aux bandes de délimitation des voies,
- on reconstruit l'image filtrée dans le plan du sol par compensation des effets de perspective et approximation géométrique,
- on chaîne les fragments de lignes successives correspondant aux bandes pour modéliser la voie par rapport à la position du véhicule, et
- on affiche la position du véhicule ou on déclenche une alarme en cas de situation anormale révélée par le modèle.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'implantation de la caméra d'un dispositif suivant l'invention sur un véhicule ;
- la figure 2 est un synoptique de principe montrant une constitution possible d'un dispositif ca-

pable de fonctionner en mode surveillance et éventuellement en mode de contrôle de vigilance ;

- la figure 3 montre l'allure de l'image fournie par une caméra du genre montré en figure 1, pour deux orientations et deux focales différentes ;
- les figures 4A-4E montrent des étapes successives du traitement d'une image fournie par la caméra de la figure 1 ;
- les figures 5A, 5B, 5C montrent l'extraction des centres des bandes de marquage au sol à partir de la répartition de la luminance L sur une ligne de balayage x de la caméra ;
- les figures 6 et 7 sont des schémas de principe du fonctionnement, respectivement lors de la recherche de la route et lors du suivi de la route,
- la figure 8 est un logigramme de principe d'un procédé de suivi de route et d'aide à la conduite suivant l'invention ;
- la figure 9 est un schéma possible du module d'acquisition de modèle de la voie sur laquelle circule le véhicule ;
- les figures 10, 11 et 12 sont des logigrammes de modules de détection, de poursuite et de modélisation qui interviennent dans le procédé.

On décrira tout d'abord la constitution de principe d'un dispositif suivant l'invention et les caractéristiques essentielles de fonctionnement, avant de passer à une description détaillée d'un organigramme.

L'organe d'entrée essentiel du dispositif est constitué par une caméra 10 (figure 1) de fourniture d'une image de la route en avant du véhicule 12, pouvant être complétée par une caméra fournissant des indications sur la situation en arrière du véhicule 12. On utilisera généralement une caméra à matrice ou barrette de capteurs à couplage de charges, dite caméra CCD, sensible dans le domaine de l'infrarouge, qui réduit le risque de confusion entre les irrégularités de la route et le marquage au sol. Il existe au surplus des caméra CCD de prix acceptable.

Le processeur fournit, dans le mode de réalisation le plus simple, une information d'alarme à un appareil d'avertisseur sonore ou lumineux 30. Il peut également fournir sur un écran de visualisation 32 une indication de la position du véhicule sur la route.

Dans la pratique, la puissance de calcul requise exige un processeur comprenant un calculateur équivalent à un ordinateur personnel PCI 386 d'IBM et d'une carte programmable d'accélération de calcul MATROX PG 1280 pour l'acquisition et le traitement de l'image.

La caméra doit avoir un champ horizontal suffisant pour faire apparaître les lignes latérales délimitant une voie de circulation. Le choix de l'inclinaison a de la caméra résulte d'un compromis : une caméra orientée vers le bas avec une focale courte donne un champ du genre montré en 14 sur la figure 3, avec une précision élevée de positionnements latéral et

angulaire des lignes, tels que 16 et 18, à proximité du véhicule mais une faible précision à distance. Une caméra plus proche de l'horizontale, avec une focale longue, donne une meilleure précision des parties lointaines de la route, au détriment de la précision sur la position du véhicule, comme indiqué en 20.

Dans la pratique, il est nécessaire de disposer d'une image satisfaisante sur une distance  $a$  (figure 4A) allant de quelques mètres, typiquement 2 à 4 mètres, jusqu'à une vingtaine ou une trentaine de mètres.

On voit sur la figure 3 que, du fait de la perspective, les bandes de délimitation des voies de circulation représenteront un nombre de pixels par ligne de balayage de type télévision qui diminue au fur et à mesure que la distance au véhicule augmente. Au surplus ces bandes ont un tracé irrégulier. Les algorithmes de traitement de l'image tiendront compte de ces phénomènes.

La caméra 10 sera généralement équipée d'un réglage automatique d'ouverture en fonction des variations de l'éclairage ambiant. Il sera souvent utile de prévoir un polariseur devant l'optique. La caméra peut par exemple être implantée sur le véhicule à l'emplacement habituel d'un rétroviseur en haut du pare-brise, à l'intérieur de l'habitacle.

Les composants nécessaires pour constituer un dispositif de repérage et de suivi de la position du véhicule comportent, en plus de la caméra 10 et d'un convertisseur analogique-numérique 22 si la caméra fournit les indications sous forme analogique, des moyens de traitement d'informations ayant au moins un processeur 24, une mémoire vive de travail 26 (de capacité suffisante pour contenir les caractéristiques de plusieurs images si l'évolution de la scène est utilisée) et une mémoire de masse 28 contenant un logiciel de mise en oeuvre d'algorithmes de traitement. Ces algorithmes seront capables d'effectuer :

- le filtrage et la binarisation de l'image provenant de la caméra pour ne conserver que les éléments correspondant aux bandes de délimitation des voies (pointillés et lignes continues) ;
- la reconstruction de l'image traitée dans le plan du sol, c'est-à-dire la compensation des effets de perspective et une approximation (circulaire ou autre) permettant de lisser les irrégularités des tracés réels sur la route ;
- le chaînage des fragments de lignes successif.

Pour fournir une alarme par comparaison, le dispositif comporte également des capteurs de paramètre de conduite 33 tels que ceux qui seront définis plus loin.

L'opération complète est à effectuer pour repérer les caractéristiques de la route. Le suivi ultérieur peut être plus simple, étant donné la continuité des lignes, qui permet d'utiliser un algorithme de prédiction à partir de la position, de l'orientation, de la largeur et de la courbure des lignes précédemment identifiées, lors-

que la cadence des cycles est suffisamment élevée (supérieure à 10 Hz).

Les étapes successives d'un processus d'identification sont schématisées, à titre d'exemple, sur les figures 4A à 4E.

La figure 4A montre un exemple d'image fournie par la caméra. Les opérations successives effectuées seront détaillées plus loin.

On décrira les opérations successives effectuées sur une telle image.

La première opération à effectuer est un filtrage et une binarisation permettant de ramener les zones de forte luminance à des lignes ayant une probabilité accrue de représenter des bandes au sol.

Une solution satisfaisante, tenant compte de ce que les éléments recherchés sont des bandes ayant une forte luminance et une orientation proche de la verticale dans l'image consiste à effectuer un filtrage basé uniquement sur les lignes de balayage d'une image, où une bande de marquage se traduit par un pic de luminance.

La figure 5A montre un exemple de variation de luminance suivant la direction  $x$  transversale à la route (c'est-à-dire une ligne de balayage de télévision). Chacune des bandes apparaît comme un pic 34 (figure 5A). La présence du véhicule peut générer une zone supplémentaire de forte luminance 36.

Chaque ligne d'image correspond à une tranche transversale du sol située à une distance fixe et connue en avant de la caméra, où l'effet de perspective est constant. Pour une ligne de balayage donnée, la largeur des pics de luminance provoqués par une bande de marquage au sol est sensiblement constante et en tout cas inférieure à une largeur maximale, ce qui permet d'éliminer les surintensités sur une largeur trop importante.

Le filtrage peut en conséquence être effectué par une normalisation, consistant à retirer à chaque pixel une valeur égale à la luminance moyenne sur une plage de largeur  $2l_2$  située de part et d'autre d'une fenêtre de largeur  $l_1$  centrée sur le pixel P considéré (figure 5A). Ce filtrage, qui revient à soustraire la composante continue de la luminance autour de la fenêtre de largeur  $l_1$ , laisse passer les pics de largeur inférieure à  $l_1$  et atténue les pics plus larges.

Cela conduit à un signal ayant l'allure montrée en figure 5B. Les pics correspondant aux bandes peuvent alors être identifiés par comparaison à un seuil approprié S. Les centres 38 de bandes peuvent alors être identifiés par recherche de barycentre, par des algorithmes classiques, et/ou par chaînage des points proches les uns des autres le long des colonnes de l'image.

On obtient ainsi les centres des bandes sur chaque ligne d'image, à un pixel près, et les lignes qui les joignent. A l'issue du filtrage et de la binarisation, l'image disponible est réduite aux informations montrées en figure 4B.

On effectue ensuite une opération de reconstruction dans le plan du sol, tenant compte de l'inclinaison  $\alpha$  de l'axe optique de la caméra (figure 1).

Les coordonnées  $x$  et  $y$  de chaque pixel dans le plan  $z = 0$  sont données par des formules mathématiques simples en fonction des coordonnées  $x_i, y_i$  dans le plan de l'image, des fonctions trigonométriques de  $\alpha$  et des paramètres optiques de la caméra.

On obtient, à l'issue de cette opération, une présentation du genre montré en figure 4C, où les effets de perspective ont été éliminés et où la position réelle des lignes par rapport à l'emplacement 12a du véhicule est disponible.

L'opération suivante consiste en un chaînage rétablissant la continuité des lignes par une approximation, par exemple en arc de cercle par la méthode des moindres carrés. Les tronçons de ligne sont comparés les uns aux autres par des critères de cohérence afin de fusionner les pointillés, correspondant aux bandes discontinues sur la route, en une seule ligne. Chaque ligne retenue est alors représentée par un modèle (figure 4D) caractérisé par plusieurs paramètres :

- rayon et centre de courbure,
- position et orientation au niveau de la caméra (c'est-à-dire pour  $y = 0$ ),
- longueur (identifiée par le début et la fin).

Enfin les lignes qui ne répondent pas à des critères de cohérence prédéterminés, par exemple ceux correspondant à une signalisation verticale, sont éliminées (figure 4E).

À l'issue du traitement, les lignes significatives et leur position par rapport au véhicule sont disponibles pour un cycle de balayage de la caméra.

Pour permettre une exploitation plus complète des données, les moyens de traitement comporteront généralement une mémoire d'images capable de mémoriser plusieurs images successives modélisées conformément à la figure 4E.

Toutes les opérations ci-dessus sont effectuées lors d'une phase de recherche, visant à reconnaître les caractéristiques de la route, des lignes représentant une bande de limitation de voie étant recherchée indépendamment. En effet de grandes différences de distance peuvent exister entre les bandes suivant que l'on se trouve sur une autoroute ou sur une route secondaire.

Il est possible de prévoir dans le dispositif un indicateur à commande manuelle, permettant au conducteur d'indiquer s'il se trouve sur une voie de type autoroute ou de type route de campagne. Cela facilite alors la recherche, car une voie de type autoroute est caractérisée par deux lignes parallèles à droite et à gauche, de courbures similaires, dont l'écartement est compris entre des valeurs normalisées. Sur une voie de type route de campagne, il n'y a marquage que par une ligne centrale.

À défaut d'un indicateur manuel, la recherche de

type route de campagne est activée automatiquement si une voie autoroutière n'a pu être détectée pendant un délai déterminé. La largeur de la voie de roulement est alors fixée arbitrairement à partir de la ligne médiane, par exemple à 3,30 mètres, c'est-à-dire à une valeur représentative de la plupart des situations.

La recherche des paramètres de la route peut s'effectuer selon l'organigramme de la figure 6 : l'emplacement de lignes présumées représenter des bandes de marquage au sol et mémoriser. À partir de là un algorithme de prédiction indique l'emplacement attendu et permet, par comparaison, de vérifier la validité de la première identification. La liste des lignes retenues est transmise à une mémoire sur la base de laquelle s'effectue la recherche de la route par scrutation périodique. Une fois la route identifiée, ses paramètres sont mémorisés.

Une fois la route reconnue, les paramètres calculés et mémorisés sont suivis dans leur évolution. La séquence d'opération est alors celle indiquée en figure 7. L'étape de prédiction identifiée en 40 consiste à déterminer des paramètres de position, d'orientation de courbures et d'écartement des lignes définissant la voie de roulement, avec vérification du critère de parallélisme. L'identification des lignes droite et/ou gauche dans la nouvelle image traitée permet de conserver une représentation du genre montré en figure 4E.

Dans la mesure où le champ de la caméra couvre une voie de roulement située à gauche et/ou à droite de la voie occupée par le véhicule, les bandes de marquage correspondante ne sont recherchées qu'ensuite. En effet il s'agit de lignes plus éloignées de l'axe, donc plus affectées de bruit. Cette acquisition des voies latérales est utile pour la gestion des changements de file par le conducteur.

Une fois ces opérations effectuées, la gestion des alarmes peut s'effectuer par des opérations simples de comparaison, par exemple :

- émission d'une alarme de premier niveau ou d'avertissement en cas d'amorce de croisement d'une bande discontinue vers la gauche, alors qu'il n'y a pas eu préalablement mise en fonctionnement des clignotants gauches ;
- alarme de second niveau en cas de franchissement d'une ligne continue vers la gauche (sur le continent) ou vers la droite (Grande-Bretagne) ;
- alarme de premier niveau en cas de dépassement de la vitesse de 90 km à l'heure sur une voie identifiée comme une route de campagne.

Ces exemples ne sont évidemment donnés qu'à titre non limitatifs.

La figure 8 illustre les différentes séquences qui interviennent dans la mise en oeuvre du procédé, dans le cas où ce dernier est prévu pour assurer une aide à la conduite et non pas seulement une visualisation de la position et de l'évolution du véhicule.

À partir de l'initialisation du procédé, il y a d'une



part, acquisition du modèle local de la voie, comme indiqué en figure 6, et d'autre part, acquisition des paramètres internes du véhicule.

Au cours de l'acquisition du modèle local de la voie, il y a détermination éventuelle et mémorisation des paramètres qui suffisent à caractériser le modèle, c'est-à-dire :

- l'état opérationnel du système de détection de position du véhicule (recherche de route ou suivi de route) ;
- la position latérale de la caméra par rapport à la voie (c'est-à-dire la distance de la caméra aux bandes droite et gauche) ;
- la largeur de la voie ;
- l'orientation de la caméra par rapport à la voie ;
- le rayon et le sens de courbure de la voie, définis par la bande ou les bandes qui la borne ;
- le type de marquage de la ligne gauche et éventuellement de la ligne droite.

Parallèlement, les paramètres internes du véhicule à acquérir sont constitués par au moins les premiers des paramètres suivants :

- état des indicateurs de direction droit et gauche ;
- angle du braquage du volant ;
- vitesse du véhicule ;
- accélération, définie par la position de la pédale d'accélérateur ou de celle du papillon des gaz ;
- freinage (position de la pédale de frein, pression de freinage ou décélération) ;
- rapport de vitesse engagée.

Les opérations d'apprentissage qui interviennent dans l'obtention du modèle local de la voie (alors que certaines des données sont figées, telles que l'orientation de la caméra) peuvent s'effectuer suivant l'organigramme de la figure 9, qu'on pourra comparer à la figure 6. L'orientation de la caméra peut également être déterminée par apprentissage en se basant sur le parallélisme des marquages de voie observés. Ce procédé permet de s'affranchir des différences d'assiette dues à des variations de charge du véhicule.

Le module de détection intervenant dans le logigramme d'acquisition montré en figure 9 peut être celui de la figure 10, où on retrouve les opérations illustrées sur les figures 4B à 4E.

Le module de poursuite ou de pistage de la voie, qui intervient après confirmation de la détection, peut avoir la constitution montrée en figure 11, avec retour à la détection en cas d'absence ou de perte de corrélation.

Quand au module de modélisation des caractéristiques du véhicule et du conducteur, il peut avoir la constitution donnée en figure 12.

L'invention ne se limite pas aux modes particuliers de réalisation qui ont été décrits ci-dessus à titre d'exemples. Elle est susceptible de nombreuses variantes restant dans le cadre des équivalences, offrant une assistance plus ou moins étendue.

## Revendications

1. Dispositif, embarqué sur véhicule routier, de repérage et de suivi de la Position du véhicule par rapport à des bandes de marquage au sol, comprenant une caméra (10) fournissant une image de la route en avant du véhicule et des moyens d'affichage ou d'alarme en cas de position anormale du véhicule par rapport aux bandes de marquage, caractérisé en ce qu'il comporte également un calculateur programmé (24-28) ayant des moyens de traitement de l'image permettant une reconstruction de l'image en trois dimensions tenant compte de la perspective et, par application de critères de vraisemblance, permettant d'identifier les bandes de marquage (16,18).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif comporte également des capteurs (33) de paramètres de conduite, lesdits moyens d'alarme fournissant un signal en cas de discordance entre la situation du véhicule par rapport aux bandes et les signaux fournis par les capteurs indiquant une situation anormale.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif est prévu pour provoquer une alarme en cas de croisement d'une bande discontinue sans mise en action préalable de l'indicateur de changement de direction correspondant ou de franchissement de ligne continue.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par des moyens désarmables par le conducteur, commander la direction et maintenir le véhicule au milieu de la voie délimitée par les bandes de marquage au sol.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le calculateur comporte un programme de type système expert à apprentissage déterminant l'évolution des caractéristiques de conduite entre images successives et identifiant une évolution représentative d'un état d'assoupissement ou de fatigue.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la caméra (10) est munie de moyens d'orientation par apprentissage à partir de l'aspect des marquages parallèles de voies observés.
7. Procédé de repérage et de suivi de la position d'un véhicule en circulation sur une route, caractérisé en ce que :
  - on forme l'image d'une zone de la route en avant du véhicule, comportant les bandes de

- marquage au sol délimitant une voie de circulation au moins,
- on filtre l'image pour ne conserver que les éléments correspondant aux bandes de délimitation des voies, 5
  - on reconstruit l'image filtrée dans le plan du sol par compensation des effets de perspective et approximation géométrique,
  - on chaîne les fragments de lignes successives correspondant aux bandes pour modéliser la voie par rapport à la position du véhicule, et 10
  - on affiche la position du véhicule ou on déclenche une alarme en cas de situation anormale révélée par le modèle. 15
8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'on filtre l'image sur chaque ligne de balayage de type télévision, par soustraction, à la luminance de chaque pixel, de la composante continue de la luminance autour d'une fenêtre entourant le pixel et correspondant à la dimension maximale de l'image de la bande pour la ligne de balayage considérée. 20
- 25
9. Procédé selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que le chaînage de rétablissement de la continuité des lignes représentatives des bandes de marquage au sol est effectué par approximation en arc de cercle par la méthode des moindres carrés et vérification d'un critère de cohérence. 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 7

FIG. 1.

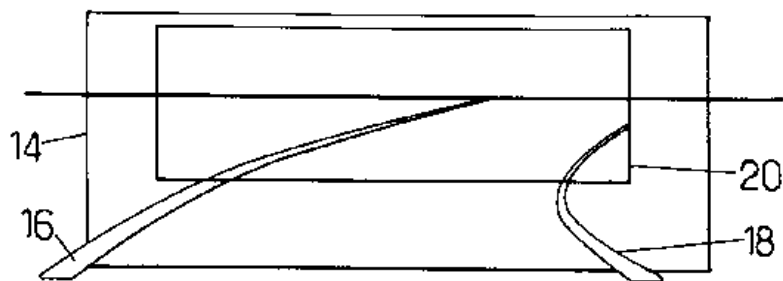
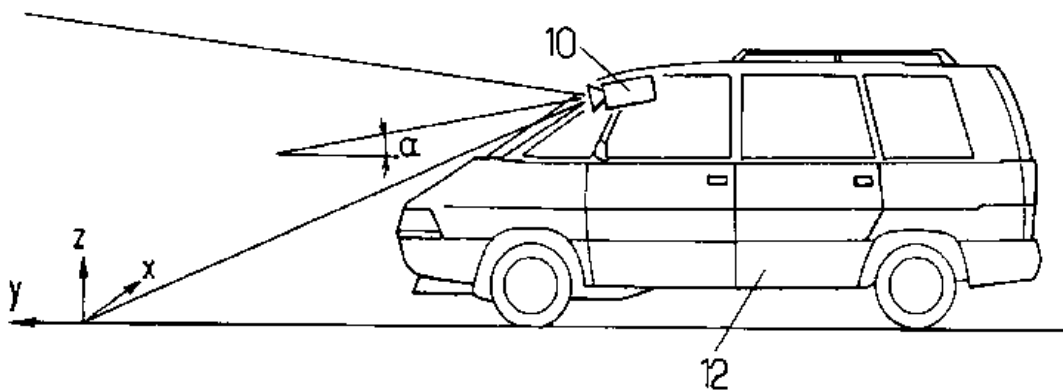


FIG. 3.

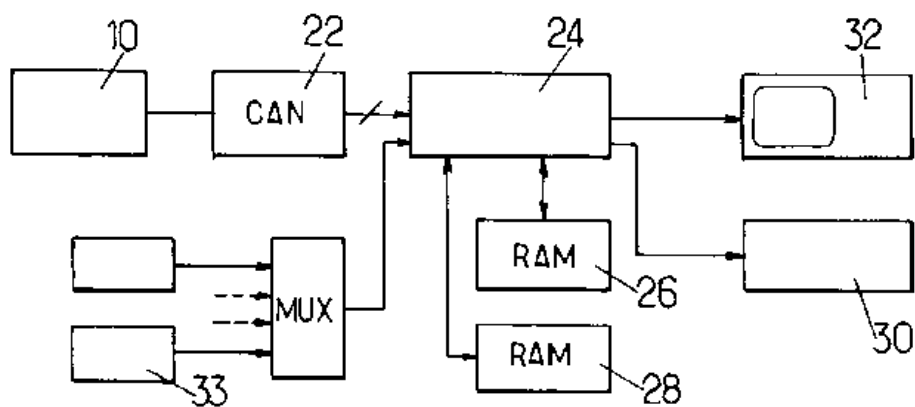


FIG. 2.

FIG.4A

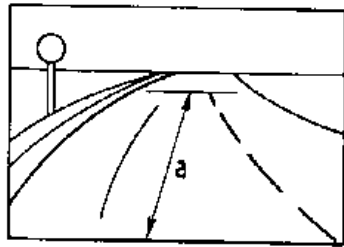


FIG.4B.

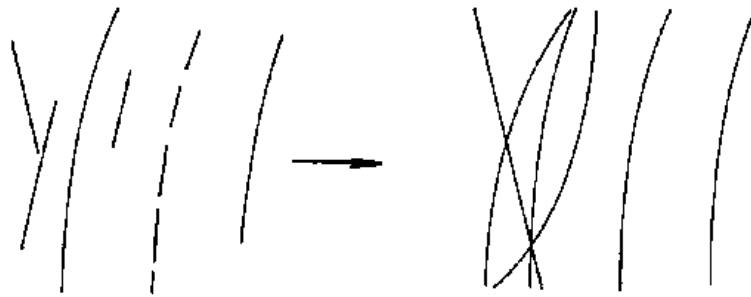
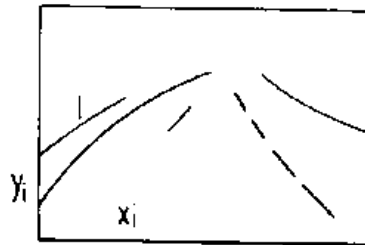

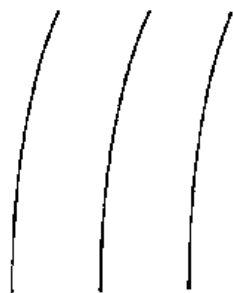


FIG.4C.  12a

12a  FIG.4D.



 12a  
FIG.4E.

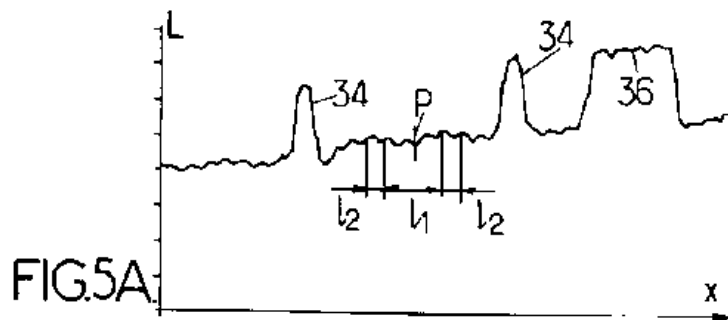


FIG.5A

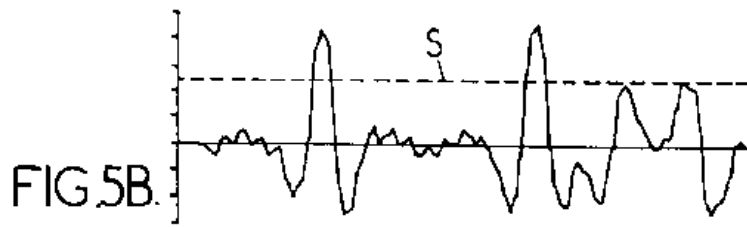


FIG.5B.

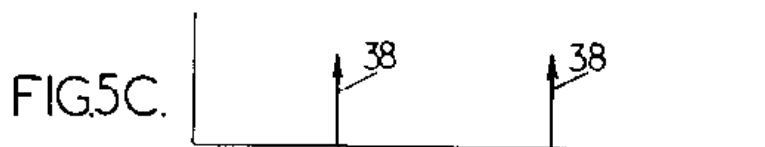


FIG.5C.

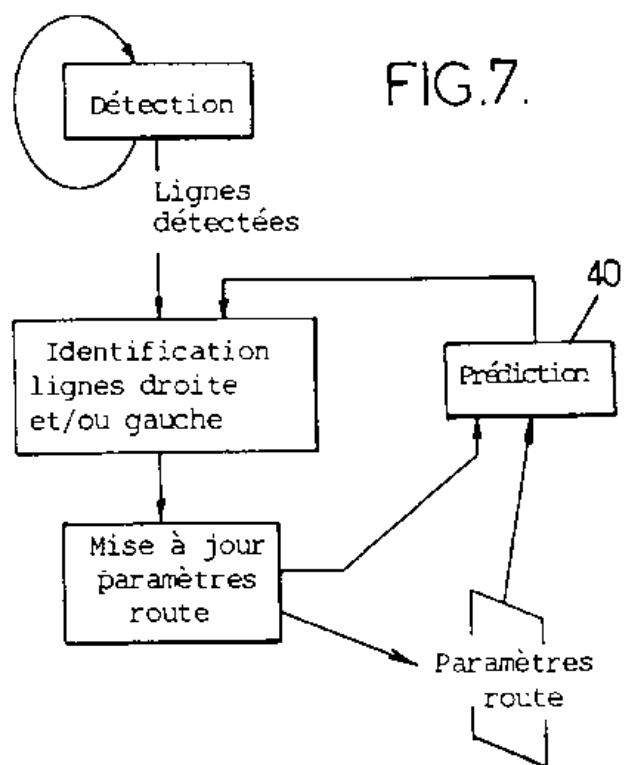
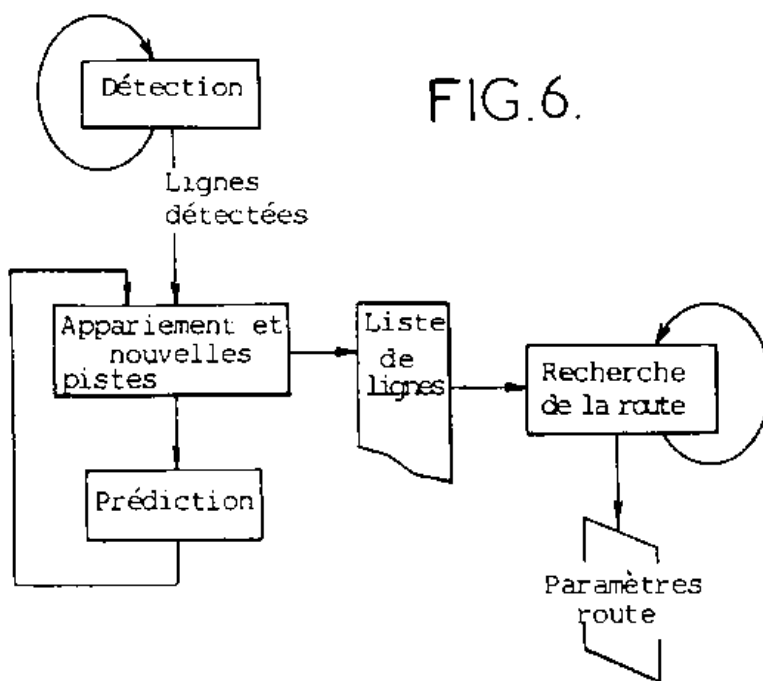
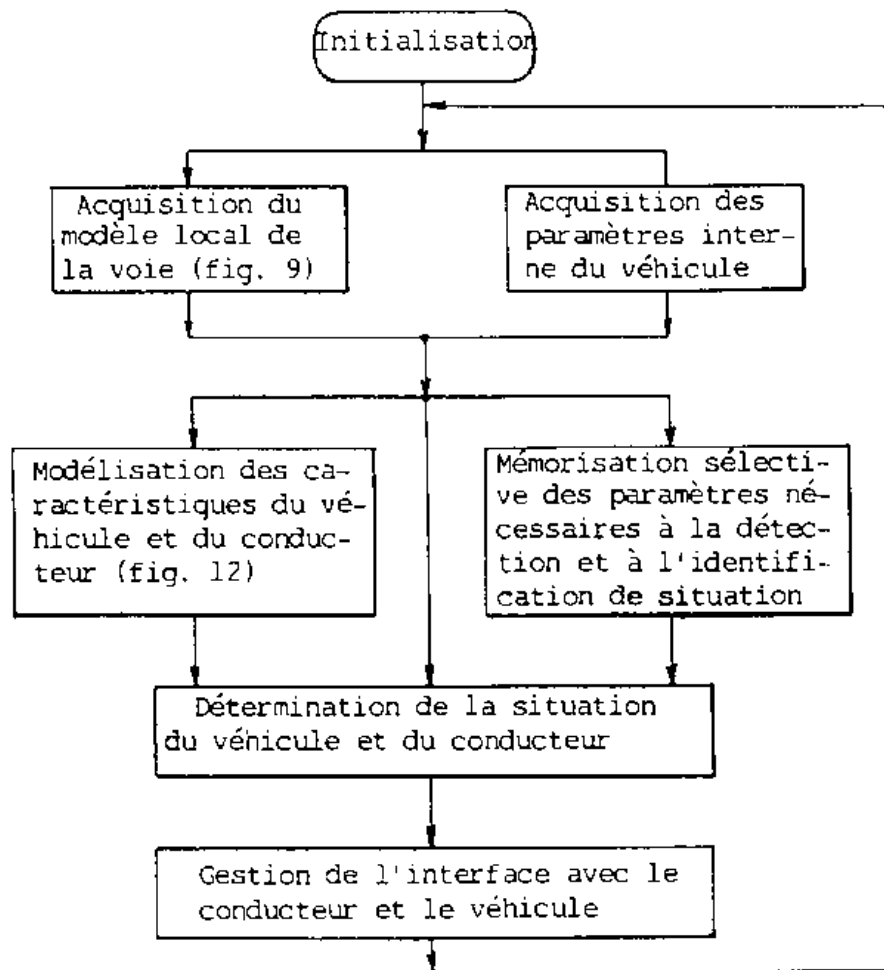


FIG.8.



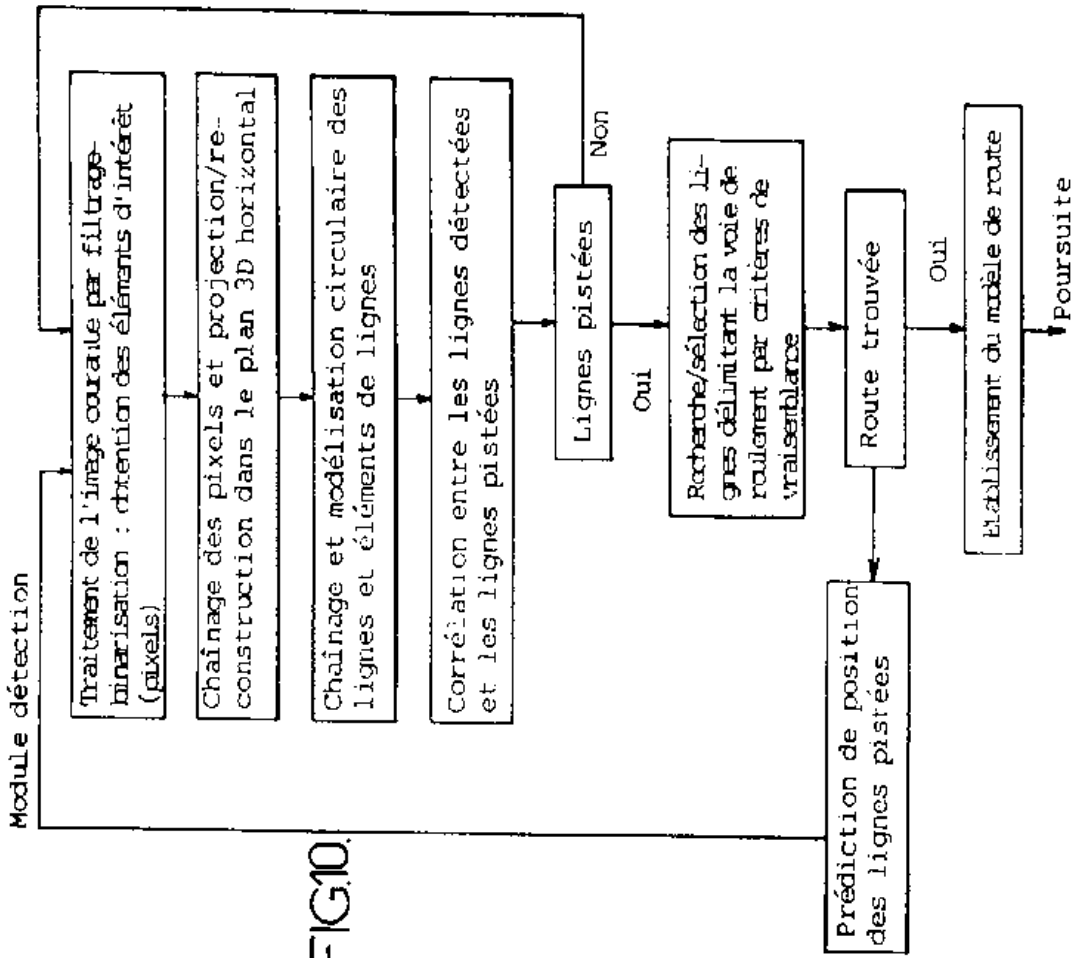


FIG. 10.

FIG. 9.

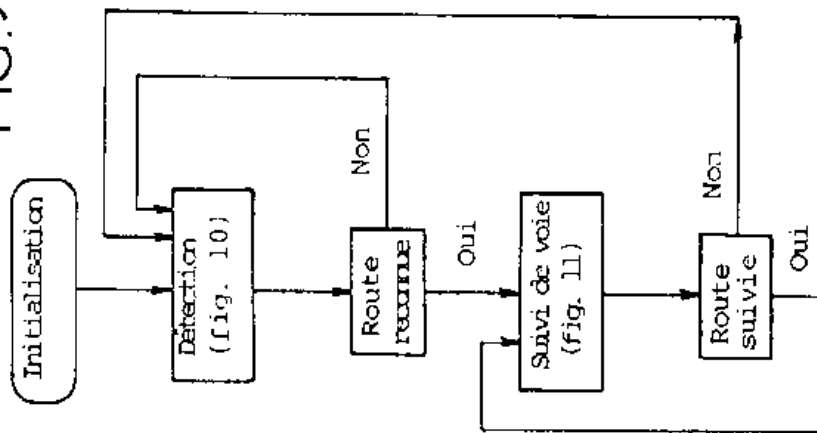


FIG.11.

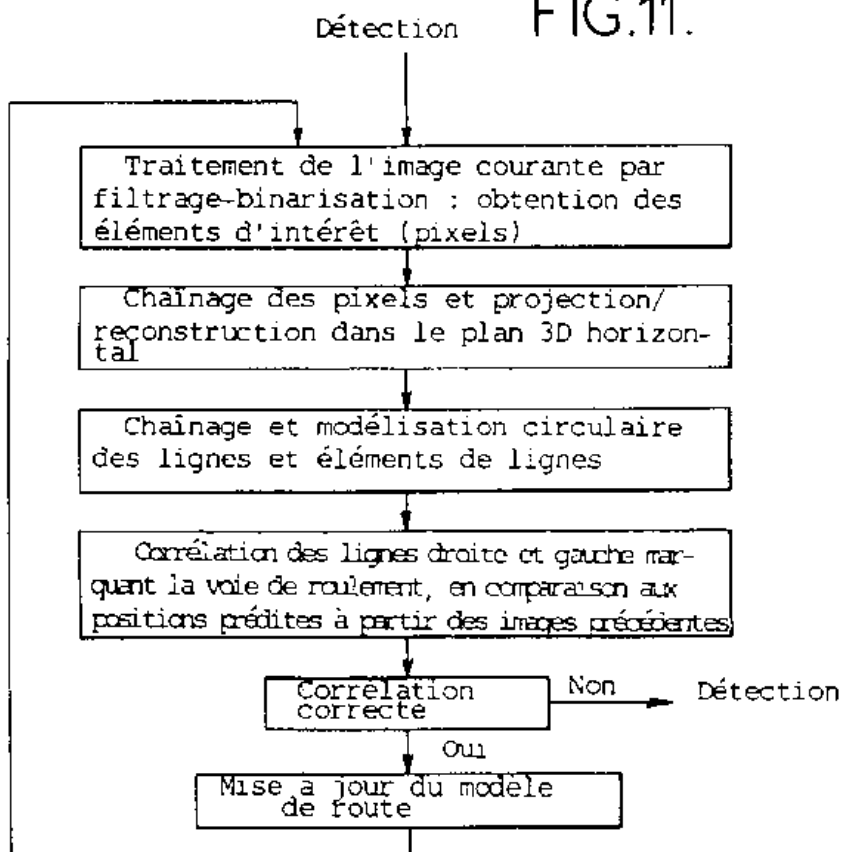
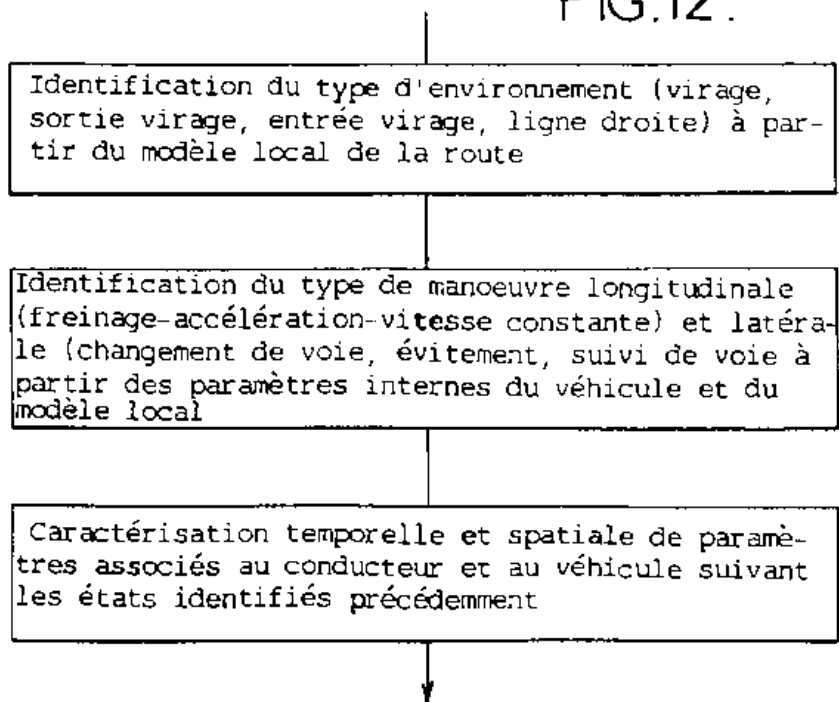


FIG.12.







Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande


EP 92 40 2083


DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 289 (M-845)5 Juillet 1989 & JP-A-10 83 423 ( MASAZUMI MURAI ) 29 Mars 1989 * abrégé *	1	B60K28/06 G08B21/00
Y	---	2,3	
Y	EP-A-0 048 492 (NISSAN MOTOR COMPANY, LTD.) * page 30, ligne 4 - ligne 19 *	2,3	
A	IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, vol. 10, no. 3, Mai 1988, NEW YORK US pages 342 - 361 MATTHEW A. TURK ET AL. 'VITS - A Vision System for Autonomous Land Vehicle Navigation' * page 347, colonne de gauche, alinéa 7 - colonne de droite, alinéa 1; figure 6 *	1,4,6,7	
A	EP-A-0 390 583 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) * colonne 5, ligne 27 - ligne 55 *	7-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)  B60K G08B G06K G06F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29 OCTOBRE 1992	Examineur Michiel Sonius
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-actrice P : document intercalaire			

EP 0 527 665 A1 (1992)





 **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

 Application number: **93112302.0**


 Int. Cl. 5: **B60R 1/00, B60R 21/00, B60K 28/00, G05D 1/02**


 Date of filing: **30.07.93**


 Priority: **04.08.92 JP 229201/92**


 Inventor: **Nishio, Tomoyuki**  
**663-28, Ozenji,**  
**Asou-ku**  
**Kawasaki-shi, Kanagawa-ken(JP)**


 Date of publication of application:  
**09.02.94 Bulletin 94/06**

 Designated Contracting States:  
**DE GB**

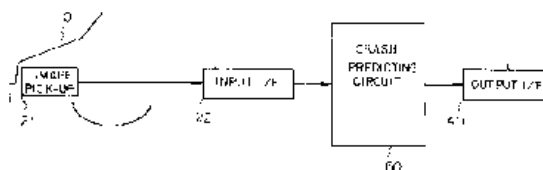
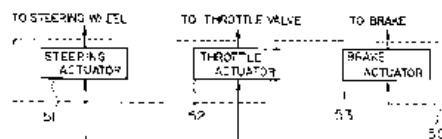
 Representative: **Helm, Hans-Karl, Dipl.-Ing. et al**  
**Weber & Helm**  
**Patentanwälte**  
**Hofbrunnstrasse 36**  
**D-81479 München (DE)**

 Applicant: **TAKATA CORPORATION**  
**4-30, Roppongi 1-chome**  
**Minato-ku, Tokyo 106(JP)**

 **Vehicle crash predictive and evasive operation system by neural networks.**

 A system for predicting and evading crash of a vehicle (10) comprising image pick-up means (21) mounted on the vehicle for picking up images of actual ever-changing views when the vehicle is on running to produce actual image data, crash predicting means (60) associated with said image pick-up means (21), said crash predicting means (60) being successively supplied with the actual image data for predicting occurrence of crash between the vehicle and potentially dangerous objects on the roadway to produce an operational signal when there is possibility of crash and safety drive ensuring means (50)

connected to said crash predicting means for actuating, in response to the operational signal, occupant protecting mechanism (51,52,53) which is operatively connected thereto and equipped in the vehicle, wherein said crash predicting means (60) comprises a neural network which is previously trained with training data to predict the possibility of crash, the training data representing ever-changing views previously picked-up said image pick-up means (21) during driving of the vehicle and just after actual crash.



F I G . 4

EP 0 582 236 A1

### Background of the Invention

This invention generally relates to a system for predicting and evading crash of a vehicle, which otherwise will certainly be happened.

A driver has an unconscious and immediate sense of various conditions through the objects in view and, as a case may be, he must take an action to evade any possible crash or collision. However, drivers will often be panicked at the emergency of above their sense. Such a panicked driver may sometimes be the last one who can cope with the emergency to ensure the active safety of the vehicle. Besides, the response delay to stimuli in varying degrees is inherent to human beings, so that it is impossible in some cases to evade crash or danger by physical considerations. With this respect, various techniques have been developed to evade collision by means of mounting on a vehicle a system for determining the possibility of crash in a mechanical or electrical manner before it happens. Accidents could be reduced if drivers had an automatic system or the like warning of potential collision situations.

An automobile collision avoidance radar is typically used as this automatic system. Such an automobile collision avoidance radar is disclosed in, for example, M. Kiyoto and A. Tachibana, Nissan Technical Review: Automobile Collision-Avoidance Radar, Vol. 18, Dec. 1982 that is incorporated by reference herein in its entirety. The radar disclosed comprises a small radar radiation element and antennas installed at the front end of a vehicle. A transmitter transmits microwaves through the radiation element towards the headway. The microwave backscatter from a leading vehicle or any other objects as echo returns. The echo returns are received by a receiver through the antennas and supplied to a signal processor. The signal processor carries out signal processing operation to calculate a relative velocity and a relative distance between the object and the vehicle. The relative velocity and the relative distance are compared with predetermined values, respectively, to determine if the vehicle is going to collide with the object. The high possibility of collision results in activation of a proper safety system or systems.

However, the above mentioned radar system has a disadvantage of faulty operation or malfunctions, especially when the vehicle implementing this system passes by a sharp curve in a road. The radar essentially detects objects in front of the vehicle on which it is mounted. The system thus tends to incorrectly identify objects alongside the road such as a roadside, guard rails or even an automobile correctly running on the adjacent lane.

An intelligent vehicle has also been proposed that comprises an image processing system for

cruise and traction controls. Ever-changing views spreading ahead the vehicle are successively picked up as image patterns. These image patterns are subjected to pattern matching with predetermined reference patterns. The reference patterns are classified into some categories associated with possible driving conditions. For example, three categories are defined for straight running, right turn and left turn. When a matching result indicates the presence of potentially dangerous objects in the picked up image, a steering wheel and a brake system are automatically operated through a particular mechanism to avoid or evade crash to that object.

The image processing system of the type described is useful in normal driving conditions where the pattern matching can be effectively made between the image patterns successively picked up and the reference patterns for safety driving control. However, image patterns representing various conditions on the roadway should be stored previously in the intelligent vehicle as the reference patterns. Vehicle orientation at initiation of crash varies greatly, so that huge numbers of reference patterns are required for the positive operation. This means that only a time-consuming calculation will result in a correct matching of the patterns, which is not suitable for evading an unexpected crash.

It is, of course, possible to increase operational speed of the pattern matching by using a large dedicated image processor. However, such a dedicated processor is generally complex in structure and relatively expensive, so that it is difficult to apply the same as the on-vehicle equipment. In addition, on-vehicle image processors, if achieved, will perform its function sufficiently only in the limited applications such as a supplemental navigation system during the normal cruising.

### Summary of the Invention

An object of the present invention is to provide a system for predicting and evading crash of a vehicle using neural networks.

Another object of the present invention is to provide a system capable of training neural networks by means of collecting image data representing ever-changing vistas along the travel direction of a vehicle until the vehicle collides with something.

It is yet another object of the present invention to provide a system for predicting crash through matching operation between data obtained on driving a vehicle and data learned by neural networks. It is still another object of the present invention to provide a system for evading crash of a vehicle using neural networks to actuate a vehicle safety

system for protecting an occupant.

In order to achieve the above mentioned objects, the present invention is provided with a system for predicting and evading crash of a vehicle comprising: an image pick-up device mounted on the vehicle for picking up images of ever-changing views when the vehicle is on running to produce image data; a crash predicting circuit associated with the image pick-up device, the crash predicting circuit being successively supplied with the image data for predicting occurrence of crash between the vehicle and potentially dangerous objects on the roadway to produce an operational signal when there is possibility of crash; and a safety driving ensuring device connected to the crash predicting circuit for actuating, in response to the operational signal, occupant protecting mechanism which is operatively connected thereto and equipped in the vehicle; wherein the crash predicting circuit comprises a neural network which is previously trained with training data to predict the possibility of crash, the training data representing ever-changing views previously picked-up the image picking-up device during driving of the vehicle and just after actual crash.

The neural network comprises at least an input layer and an output layer, and the training data are supplied to the input layer while the output layer is supplied with, as teacher data, flags representing expected and unexpected crash, respectively, of the vehicle. In addition, the neural network may comprise a two-dimensional self-organizing competitive learning layer as an intermediate layer.

Other advantages and features of the present invention will be described in detail in the following preferred embodiments thereof.

#### Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a block diagram of a conventional system for predicting and evading crash of a vehicle;

Fig. 2 is a schematic view showing a processing element in a typical neural network;

Fig. 3 is a graphical representation of a sigmoid function used as a transfer function for training neural networks;

Fig. 4 is a block diagram of a system for predicting and evading crash of a vehicle using neural networks according to the first embodiment of the present invention;

Fig. 5(a) is a schematic structural diagram of a crash predicting circuit in Fig. 4 realized by a neural network of three layers;

Fig. 5(b) shows an example of an input layer consisting of a two-dimensional array of processing elements of the neural network shown in Fig. 5(a);

Figs. 6(a) and 6(b) are exemplified views picked up, as the training image data supplied to the neural network, at different time instances during driving an experimental vehicle;

Fig. 7 is a view showing an example of an image data obtained during driving a utility vehicle;

Fig. 8 is a view showing another example of an image data obtained during driving a utility vehicle; and

Fig. 9 is a block diagram of a system for predicting and evading crash using neural networks according to the second embodiment of the present invention.

#### Detailed Description of the Preferred Embodiments

A conventional system for predicting and evading crash of a vehicle is described first to facilitate an understanding of the present invention. Throughout the following detailed description, similar reference numerals refer to similar elements in all figures of the drawing.

In the following description, the term "crash" is used in a wider sense that relates to all unexpected traffic accidents. Accidents other than crash include a turnover or fall of a vehicle, with which the phenomenon of "crash" is associated in some degrees therefore the use of term crash as a cause of traffic accidents.

As shown in Fig. 1, an image pick-up device 21 is mounted at a front portion of an automobile 10 to pick up ever-changing images as analog image data. This image pick-up device 21 is any one of suitable devices such as a charge-coupled-device (CCD) camera. The image data are subject to sampling for a sampling range  $\Delta$  during a predetermined sampling period  $\Delta t$ . The image data are collected up to crash. In this event, the image pick-up range of the image pick-up device 21 corresponds to a field of view observed through naked eyes. The image pick-up device 21 is connected to an input interface 22. The analog image data obtained by the image pick-up device 21 are supplied to the input interface 22. The input interface 22 serves as an analog-to-digital converter for converting the analog image data into digital image data. More particularly, the picked up images are digitized by means of dividing the same into tiny pixels (data elements) isolated by grids. It is preferable to eliminate noises and distortions at this stage. The input interface 22 is also connected to a speed sensor 23, a steering gear ratio sensor 24 and a signal processor 30. The speed sensor 23 supplies velocity data to the signal processor 30 through the input interface 22. The velocity data represents an actual velocity of the automobile 10 at the time instant when the image pick-up device

21 picks up an image of a view. Likewise, the steering gear ratio sensor 24 supplies steering gear ratio data to the signal processor 30 through the input interface 22. The steering gear ratio data represents an actual steering gear ratio of the automobile 10.

The signal processor 30 comprises a central processing unit (CPU) 31, a read-only memory (ROM) 32 and a random-access memory (RAM) 33. CPU 31, ROM 32 and RAM 33 are operatively connected to each other through a data bus 34. To evade potentially dangerous objects, CPU 31 carries out calculation operation in response to the image, velocity and steering gear ratio data given through the input interface 22. CPU 31 performs proper functions according to programs stored in ROM 32 and RAM 33. The outputs of the signal processor 30 is transmitted through an output interface 40. ROM 32 stores a table relating to numerical values required for the calculation. It also stores a table representing operational amount for a safety drive ensuring arrangement 50. On the other hand, RAM 33 stores programs for use in calculating an optimum operational amount for the safety drive ensuring arrangement 50. A program for this purpose is disclosed in, for example, Teruo Yatabe, Automation Technique: Intelligent Vehicle, pages 22-28.

The signal processor 30 first determines, according to the picked up image data, whether there is a space available on the roadway to pass through. When there is enough space to pass through and a potentially dangerous object is present on the roadway, the signal processor 30 calculates optimum operational amount for the safety drive ensuring arrangement 50 to operate the same. In Fig. 1, the safety drive ensuring arrangement 50 consists of a steering actuator 51, a throttle actuator 52 and a brake actuator 53. If the signal processor 30 determines that it is necessary to operate these actuators, it produces steering gear ratio command, set velocity command, and brake operation command. The steering actuator 51, the throttle actuator 52 and the brake actuator 53 are operated depending on the condition in response to the steering gear ratio command, the set velocity command and the brake operation command, respectively.

The actuators are for use in actuating occupant protecting mechanism such as a brake device. Operation of these actuators is described now.

The steering actuator 51 is a hydraulic actuator for use in rotating steering wheel (not shown) in an emergency. In this event, the steering wheel is automatically rotated according to the steering gear ratio and rotational direction indicated by the steering gear ratio command. The operational amount of the steering or hydraulic actuator can be controlled

in a well-known manner through a servo valve and a hydraulic pump, both of which are not shown in the figure.

The throttle actuator 52 acts to adjust opening amount of a throttle valve (not shown) to decrease speed while evading objects or so on.

The brake actuator 53 performs a function to gradually decrease speed of a vehicle in response to the brake operational command. The brake actuator 53 is also capable of achieving sudden brake operation, if necessary.

As mentioned above, CPU 31 carries out its operation with the tables and programs stored in ROM 32 and RAM 33, respectively, for every one picked up image data. The conventional system is thus disadvantageous in that the calculation operation requires relatively long time interval as mentioned in the preamble of the instant specification.

On the contrary, a system according to the present invention uses image data representing ever-changing views picked up from a vehicle until it suffers from an accident. These image data are used for training a neural network implemented in the present system. After completion of the training, the neural network is implemented in a utility vehicle and serves as a decision making circuit for starting safety driving arrangements to evade crash, which otherwise will certainly be happened. The neural network predicts crash and evades the same by means of properly starting an automatic steering system or a brake system.

A well-known neural network is described first to facilitate an understanding of the present invention and, following which preferred embodiments of the present invention will be described with reference to the drawing.

A neural network is the technological discipline concerned with information processing system, which has been developed and still in their development stage. Such artificial neural network structure is based on our present understanding of biological nervous systems. The artificial neural network is a parallel, distributed information processing structure consisting of processing elements interconnected unidirectional signal channels called connections. Each processing element has a single output connection that branches into as many collateral connections as desired.

A basic function of the processing elements is described below.

As shown in Fig. 2, each processing element can receive any number of incoming functions while it has a single output connection that can be fan out into copies to form multiple output connections. Thus the artificial neural network is by far more simple than the networks in a human brain. Each of the input data  $x_1, x_2, \dots, x_i$  is multiplied by its corresponding weight coefficient  $w_1, w_2, \dots, w_i$ ,

respectively, and the processing element sums the weighted inputs and passes the result through a nonlinearity. Each processing element is characterized by an internal threshold or offset and by the type of nonlinearity and processes a predetermined transfer function to produce an output  $f(X)$  corresponding to the sum ( $X = \sum x_i \cdot w_i$ ). In Fig. 2,  $x_i$  represents an output of an  $i$ -th processing element in an  $(s-1)$ -th layer and  $w_i$  represents a connection strength or the weight from the  $(s-1)$ -th layer to the  $s$ -th layer. The output  $f(X)$  represents energy condition of each processing element. Though the neural networks come in a variety of forms, they can be generally classified into feedforward and recurrent classes. In the latter, the output of each processing element is fed back to other processing elements via weights. As described above, the network has an energy or an energy function associated with it that will be minimum finally. In other words, the network is considered to have converged and stabilized when outputs no longer change on successive iteration. Means to stabilize the network depends on the algorithm used.

The back propagation neural network is one of the most important and common neural network architecture, which is applied to the present invention. In this embodiment, the neural network is used to determine if there is a possibility of crash. When the neural network detects the possibility of crash, it supplies an operational command to a safety ensuring unit in a manner described below. As well known in the art, the back propagation neural network is a hierarchical design consisting of fully interconnected layers of processing elements. More particularly, the network architecture comprises at least an input layer and an output layer. The network architecture may further comprise additional layer or  $N$  hidden layers between the input layer and the output layer where  $N$  represents an integer that is equal to or larger than zero. Each layer consists of one or more processing elements that are connected by links with variable weights. The net is trained by initially selecting small random weights and internal thresholds and then presenting all training data repeatedly. Weights are adjusted after every trial using information specifying the correct result until weights converge to an acceptable value. The neural network is thus trained to automatically generate and produce a desired output for an unknown input.

Basic learning operation of the back propagation neural network is as follows. First, input values are supplied to the neural network as the training data to produce output values, each of which is compared with a correct or desired output value (teacher data) to obtain information indicating a difference between the actual and desired outputs. The neural network adjusts the weights to reduce

the difference between them. More particularly, the difference can be represented by a well-known mean square error. During training operation, the network adjusts all weights to minimize a cost function equal to the mean square error. Adjustment of the weights is achieved by means of back propagating the error from the output layer to the input layer. This process is continued until the network reaches a satisfactory level of performance. The neural network trained in the above mentioned manner can produce output data based on the input data even for an unknown input pattern.

The generalized delta rule derived with the steepest descent may be used to optimize the learning procedure that involves the presentation of a set of pairs of input and output patterns. The system first uses the input data to produce its own output data and then compares this with the desired output. If there is no difference, no learning takes place and otherwise the weights are changed to reduce the difference. As a result of this it becomes possible to converge the network after a relatively short cycle of training.

To train the net weights on connections are first initialised randomly and input data (training data) are successively supplied to the processing elements in the input layer. Each processing element is fully connected to other processing elements in the next layer where a predetermined calculation operation is carried out. In other words, the training input is fed through to the output. At the output layer the error is found using, for example, a sigmoid function and is propagated back to modify the weight on a connection. The goal is to minimize the error so that the weights are repeatedly adjusted and updated until the network reaches a satisfactory level of performance. A graphical representation of sigmoid functions is shown in Fig. 3.

In this embodiment a sigmoid function as shown in Fig. 3 is applied as the transfer function for the network. The sigmoid function is a bounded differentiable real function that is defined for all real input values and that has a positive derivative everywhere. The central portion of the sigmoid (whether it is near 0 or displaced) is assumed to be roughly linear. With the sigmoid function it becomes possible to establish effective neural network models.

As a sigmoid function parameter in each layer, a  $y$ -directional scale and a  $y$ -coordinate offset are defined. The  $y$ -directional scale is defined for each layer to exhibit exponential variation. This results in improved convergence efficiency of the network.

It is readily understood that other functions may be used as the transfer function. For example, in a sinusoidal function a differential coefficient for

the input sum in each processing element is within a range equal to that for the original function. To use the sinusoidal function results in extremely high convergence of training though the hardware for implementing the network may be rather complex in structure.

An embodiment of the present invention is described with reference to Figs. 4 through 9.

Fig. 4 is a block diagram of a system for predicting and evading crash of a vehicle using neural networks according to the first embodiment of the present invention. A system in Fig. 4 is similar in structure and operation to that illustrated in Fig. 1 other than a crash predicting circuit 60. Description of the similar components will thus be omitted by the consideration of evading redundancy. Fig. 5 is a schematic structural diagram of the crash predicting circuit 60 illustrated in Fig. 4 realized by a neural network of three layers.

The crash predicting circuit 60 in this embodiment is implemented by a neural network architecture of a hierarchical design with three layers as shown in Fig. 5(a). The input layer 61 consists of  $n$  processing elements 61-1 through 61- $n$  arranged in parallel as a one-dimensional linear form. Each processing element in the input layer 61 is fully connected in series to the processing elements in a hidden layer 62 of the network. The hidden layer 62 is connected to an output layer 63 of a single processing element to produce an operational command described below. Fig. 5(b) shows an input layer consisting of a two-dimensional array of processing elements. In this event, the image data are supplied to the input layer as a two-dimensional data matrix of  $n$  divisions. Basically, the input and the hidden layers can have any geometrical form desired. With the two-dimensional array, the processing elements of each layer may share the same transfer function, and be updated together. At any rate, it should be considered that each processing element is fully interconnected to the other processing elements in the next layer though only a part of which are shown in Fig. 5(a) to evade complexity.

Referring now to Fig. 6 in addition to Fig. 5, illustrated are views picked up, as the image data for use in training the neural network. The image pick-up device 21 picks up ever-changing images as analog image data as described above in conjunction with the conventional system. This image pick-up device 21 is also any one of suitable devices such as a CCD camera. The image pick-up operation is carried out during running of a vehicle at higher speed than a predetermined one. The image data are subject to sampling for a sampling range  $\Delta T$  during a predetermined sampling period  $\Delta t$ . The image data are collected before and just after pseudo crash. The image pick-up range of the

image pick-up device 21 corresponds to a field of view observed through naked eyes. A view shown in Fig. 6(a) is picked up when a station wagon (estate car) 80a on the opposite lane comes across the center line. A view shown in Fig. 6(b) is picked up when an automobile 80b suddenly appears from a blind corner of a cross-street. These ever-changing images are collected as the training data for the neural network.

The image data effectively used for the crash evasive purpose are those which allow continuous recognition of the ever-changing views before and just after pseudo crash. With this respect, the image pick-up device 21 picks up the images of a vehicle or other obstructions located at a relatively short headway. In addition, the picked up images preferably are distinct reflections of the outside views.

The data elements consisting of one image are simultaneously supplied to the input layer 61 in parallel. In other words, each data element is supplied to the respective processing element of the input layer 61. The digital image data may be normalized before being supplied to the input layer 61 to increase a data processing speed. However, each processing element of the input layer 61 essentially receives the data element obtained by dividing the image data previously. The data elements are subjected to feature extraction when supplied to the hidden layer 62.

In typical image processing, feature extraction is carried out according to any one of various methods of pattern recognition to clearly identify shapes, forms or configurations of images. The feature-extracted data are quantized for facilitate subsequent calculations. In this event, separate analytical procedure is used for region partitioning or for extraction of configuration strokes. In other words, a particular program is necessary for each unit operation such as region partitioning, feature extraction, vectorization and so on. Compared with this, the prediction system according to the present invention requires no program based on each operation or procedure because a unique algorithm is established on completion of network training. This single algorithm allows to perform necessary functions without using separate algorithms or programs.

In a preferred embodiment, the feature extraction is directed to the configuration of an object defining the driving lanes such as shoulders, curbs, guard rails or the center line. The feature may also be extracted on regions such as carriageways. The neural network learns these configurations and regions during training process. This process is continued until the network reaches a satisfactory level of performance. The neural network is thus trained while carrying out feature extraction on the input

image. Weights are adjusted after every trial on the quantized image data, so that the latest training data is weighted according to the latest result of adjustment and then supplied to the hidden layer 62. In addition, the neural network can be trained with image data including an object at time-varying positions. In this event, any one of suitable methods may be used for digital image processing.

In the present embodiment, each digital data indicative of ever-changing view at a certain sampling time instance is divided into  $n$  data elements. A product of  $n$  represents a positive integer which is equal in number to the processing elements in the input layer 61. In other words, the series of time sequential data is picked up as continuous  $n$  data elements to be supplied in parallel to the  $n$  by  $m$  processing elements in the input layer 61 as the training data. At the same time, an operational signal is supplied to the output layer 63 of the network as teacher data. The operational signal may be a logic "1" for representing crash of the automobile 10 after elapse of a predetermined time interval from the sampling time instant corresponding to the image data just having been supplied to the input layer 61.

In the same manner, the picked up image data and its corresponding teacher data are successively supplied to the crash predicting circuit 60. The crash predicting circuit 60 is continuously trained until the network reaches a satisfactory level of performance. After completion of training, the network is capable of matching the picked up image with the possibility of crash. The accuracy of prediction is improved by means of supplying images for a case of "safe" state to the neural network on learning.

The neural network thus learns the relative position between the vehicle on which it is mounted and objects at a short headway. As a result of this learning, the crash predicting circuit 60 enables to prediction of crash expected to be happened a few seconds later according to this relative position. While outside views change every moment and a vehicle in practice encounters various objects and situations, a series of repeated training can yield stereotyped data patterns.

The neural network program that has already been trained can be memorized in a read only memory (ROM) as an application. In this event the network program is memorized after being compiled and translated into a machine language. The ROM is implemented in a predetermined IC chip or the like as an inherent circuit. The IC chip is mounted on a circuit for the air bag system in an automobile.

As mentioned above, the crash predicting circuit 60 supplies the operational signal to the safety drive ensuring arrangement 50 when it predicts

occurrence of crash. In response to this operational signal the safety drive ensuring arrangement 50 can perform proper function to evade crash.

For more clear understanding of the present invention, two cases are described those results in "safe" state of the automobile 80c, 80d. Fig. 7 shows an exemplified image including an oncoming vehicle 80c running on the opposite lane. The situation being far from danger as shown in Fig. 7 may allow the system of the present invention to bypass the crash predicting circuit 60. Alternatively, the crash predicting circuit 60 may produce an operational signal of logic "0" to represent this "safe" condition.

A view shown in Fig. 8 represents a situation when a vehicle 80d on the opposite lane comes across the center line in the far distance ahead. The vehicle 80d is going to return to the lane where it ought to be. The subsequent image data indicate that the oncoming vehicle 80d takes an action to evade crash. In other words, the oncoming vehicle 80d is expected to return to the proper lane before the vehicle mounting the crash predicting circuit 60 passes by the vehicle 80d. Accordingly, the crash predicting circuit 60 determines that there are no hazardous objects ahead.

If a vehicle on the opposite lane comes across the center line or a vehicle suddenly appears from a blind corner of a cross-street as shown in Figs. 5-(a) and 5(b), the crash predicting circuit 60 carries out prediction operation in accordance with the image data showing these situations. Expected hazards make the crash predicting circuit 60 actuate the safety drive ensuring arrangement 50 in the manner described above.

Another embodiment of the present invention will be described below in which the neural network comprises an intermediate layer having a self-organization function and a competitive learning function to positively respond to various unknown data with less training data. As well known in the art, in the self-organization a network modifies itself in response to inputs. Examples of the use of self-organizing training include the competitive learning law applied to the present embodiment.

As shown in Fig. 9 the neural network according to this embodiment comprises a two-dimensional self-organized competitive learning layer 64 interposed between the input layer 61 and the hidden layer 62. The two-dimensional self-organized competitive learning layer 64 is referred as to the two-dimensional Kohonen layers (2D-K layer) which in this embodiment comprises  $p$  by  $q$  layers consisting of a two-dimensional array of processing elements. The input layer 61 may consists of either one or two-dimensional array of processing elements. The 2D-K layer 64 can have any geometrical form desired. In this embodiment, it is also



considered that each processing element is fully interconnected to the other processing elements in the next layer though only a part of which are shown in Fig. 9 to evade complexity.

The processing elements in the 2D-K layer 64 compete with one another to determine the "winner" on the basis of minimum distance. More particularly, a predetermined distance can be obtained by, in this embodiment, n processing elements for each set of the input data. The similarity for each of the n input data corresponds to the distance to select similar combination of processing elements. The selected processing elements becomes "winner" for facilitating determination on attributes of unknown data.

More particularly, the winning three Kohonen's processing elements are determined among the fourth processing elements to supply output data. Unknown data are preprocessed on the basis of classification for the input data due to the self-organization on learning. The output value thereof is supplied to the subsequent hidden layer.

With an additional normalization layer 65 may be interposed between the input layer 61 and the 2D-K layer 64 as shown in Fig. 9. With this normalization layer 65, the learning efficiency in the 2D-K layer 64 will be sufficiently improved. Addition of the 2D-K layer 64 contributes to a surprising number of information processing capabilities for unknown data as well as a remarkably improved convergence efficiency on learning.

The neural network having the 2D-K layer can be completed by means of expanding the above mentioned back propagation method so that the learning procedure can be determined in a similar manner as in the back propagation method.

The self-organization requires that the system uses, during adaptation of initial several thousands times, no other information other than the incoming patterns and no data are fed back from the output layer. After completion of self-organization the network is trained according to the back propagation algorithm. The neural network having a structure according to this embodiment can be trained with less data for a shorter period of training cycle.

In the above mentioned second embodiment, the neural network already trained can be coded by using a programming language such as C-language. The network may be used as an imperative application system or packaged as a control micro-processor. In this event, the network can be memorized in a read only memory for every one type of commercial vehicles.

For the portion of algorithm that is established readily in logical, a well-known expert system may be applied to achieve a prediction system using a combination of logic circuit for the neural network and the expert system.

While the above embodiments have thus been described in conjunction with automatic crash evasive operation, it is possible to give precedence to the driver's operation. For example, it is possible to issue appropriate warnings to the driver before actuation of the safety drive ensuring arrangement 50. For this purpose, an audible signal such as an alarm sound may be generated to alert the driver to potential hazards.

It should be understood that the present invention is not limited to the particular embodiments shown and described above, and various changes and modifications may be made without departing from the spirit and scope of the appended claims.

## Claims

1. A system for predicting and evading crash of a vehicle comprising:

image pick-up means mounted on the vehicle for picking up images of actual ever-changing views when the vehicle is on running to produce actual image data;

crash predicting means associated with said image pick-up means, said crash predicting means being successively supplied with the actual image data for predicting occurrence of crash between the vehicle and potentially dangerous objects on the roadway to produce an operational signal when there is possibility of crash; and

safety drive ensuring means connected to said crash predicting means for actuating, in response to the operational signal, occupant protecting mechanism which is operatively connected thereto and equipped in the vehicle;

wherein said crash predicting means comprises a neural network which is previously trained with training data to predict the possibility of crash, the training data representing ever-changing views previously picked-up said image picking-up means during driving of the vehicle and just after actual crash.

2. A system as claimed in Claim 1, wherein the neural network comprises at least an input layer and an output layer, and

the training data are supplied to the input layer while the output layer is supplied with, as teacher data, flags representing expected and unexpected crash, respectively, of the vehicle.

3. A system as claimed in Claim 2, wherein the neural network comprises a two-dimensional self-organizing competitive learning layer as an intermediate layer.

- 4. A system as claimed in Claim 1, wherein the neural network is coded after completion of learning and implemented in the vehicle.
- 5. A system as claimed in Claim 1, wherein said safety drive ensuring means is a steering actuator and the occupant protecting mechanism is a steering system of the vehicle.
- 6. A system as claimed in Claim 1, wherein said safety drive ensuring means is a throttle actuator and the occupant protecting mechanism is a throttle system of the vehicle.
- 7. A system as claimed in Claim 1, wherein said safety drive ensuring means is a brake actuator and the occupant protecting mechanism is a brake system of the vehicle.

20

25

30

35

40

45

50

55

9

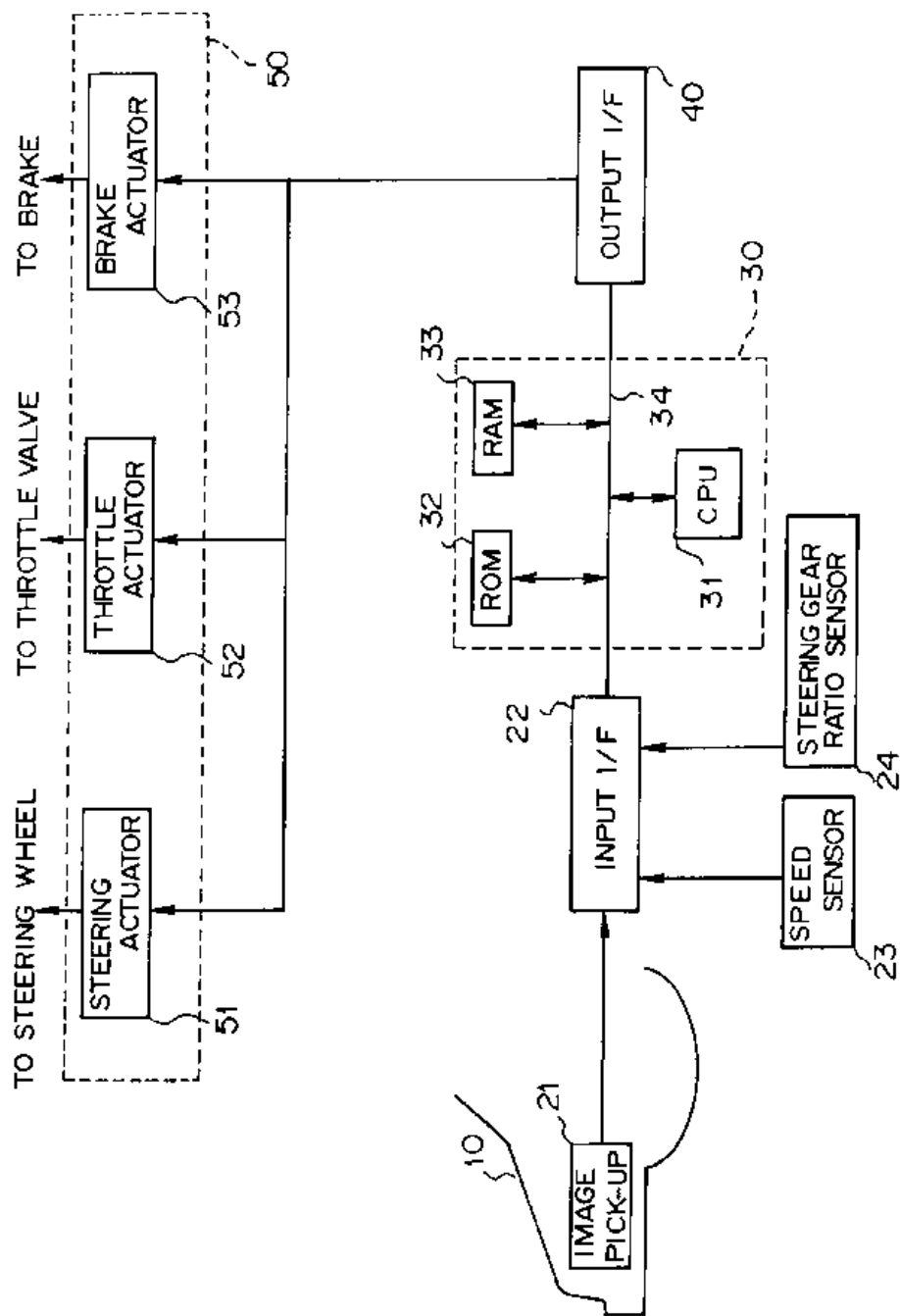


FIG. 1 PRIOR ART

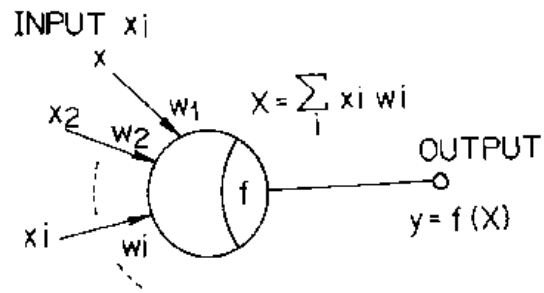


FIG. 2  
PRIOR ART

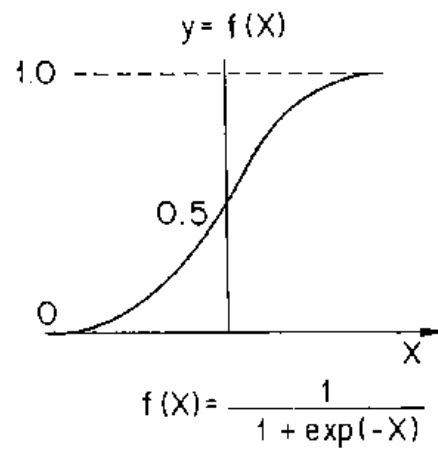


FIG. 3  
PRIOR ART

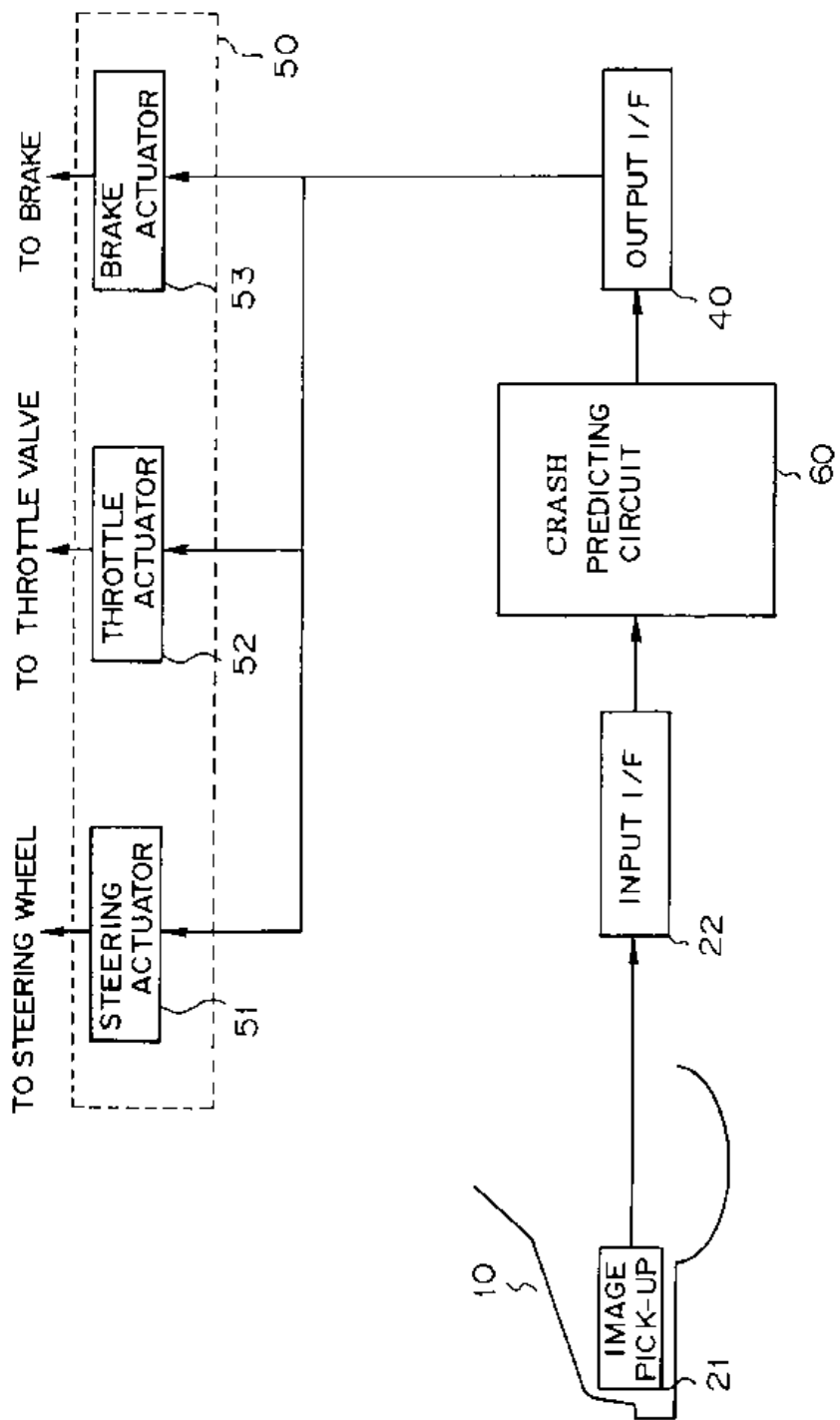
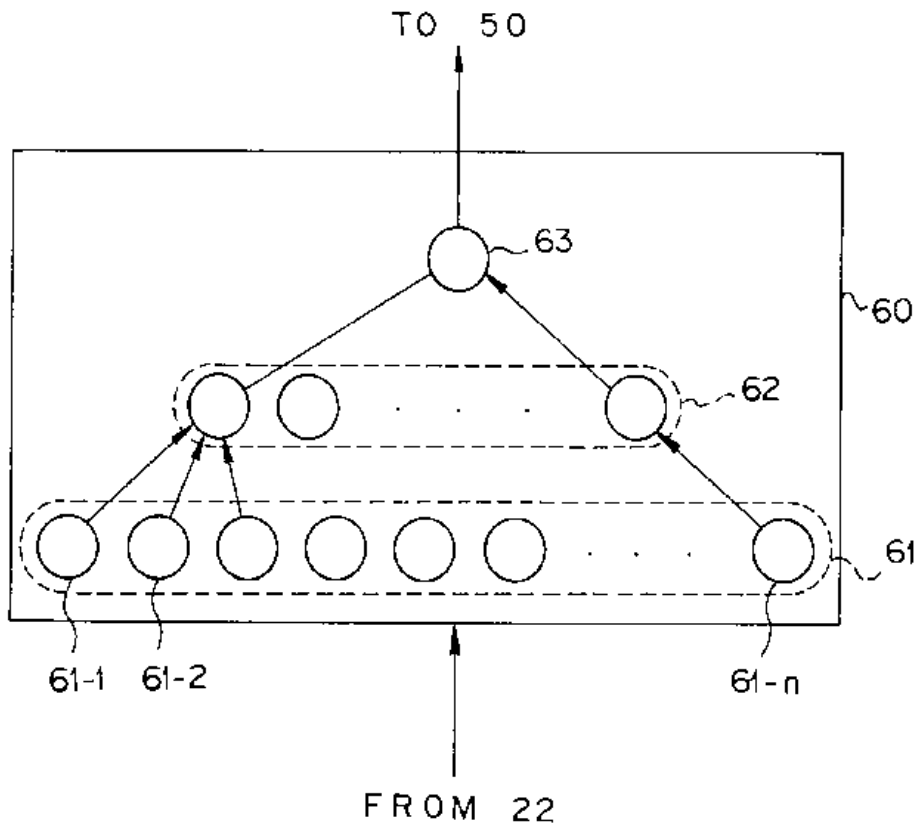
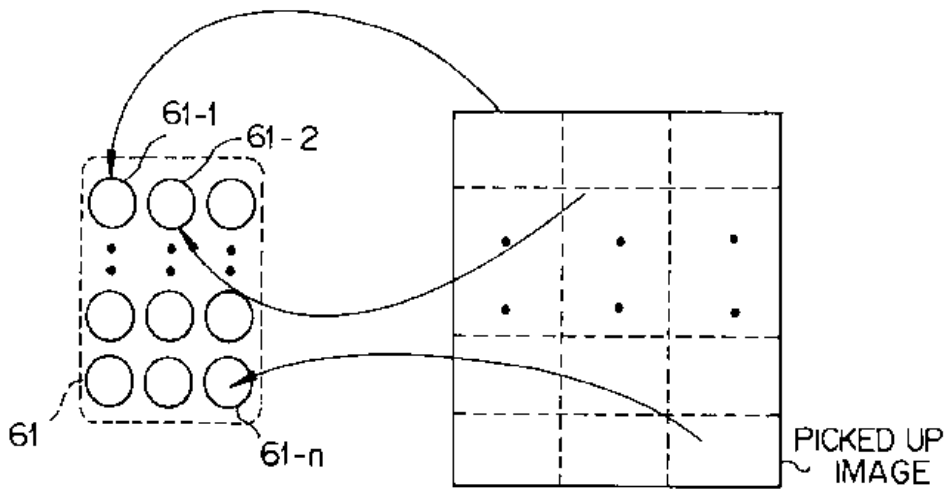


FIG. 4

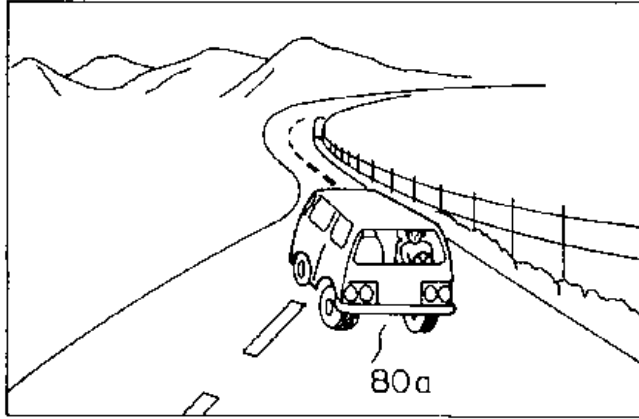


(a)

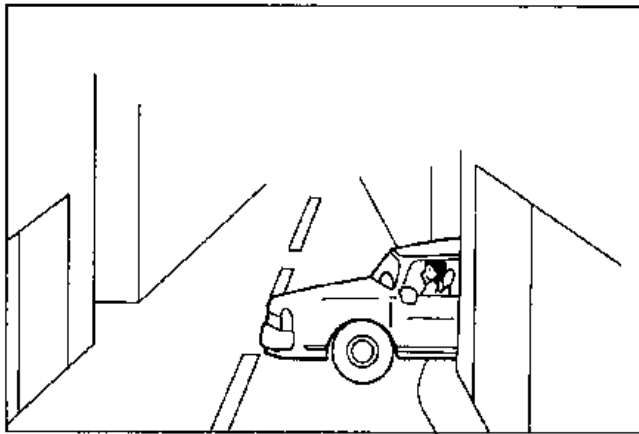


(b)

FIG. 5

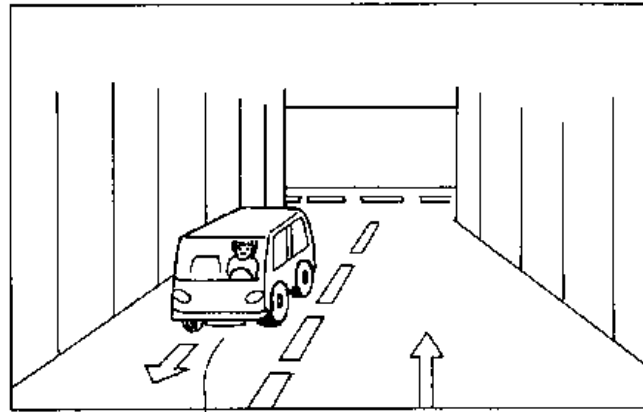


(a)



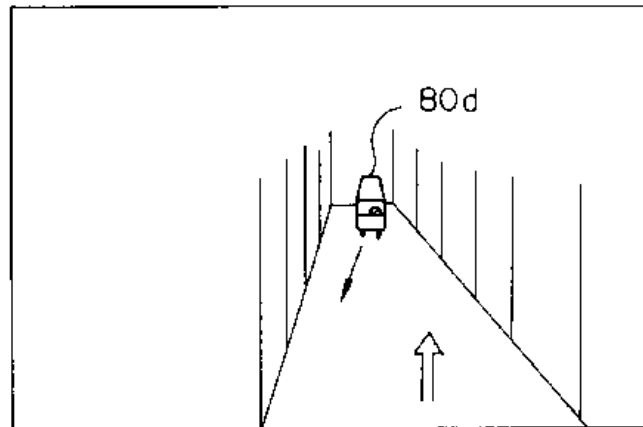
(b) 80b

F I G . 6



80c

FIG. 7



80d

FIG. 8



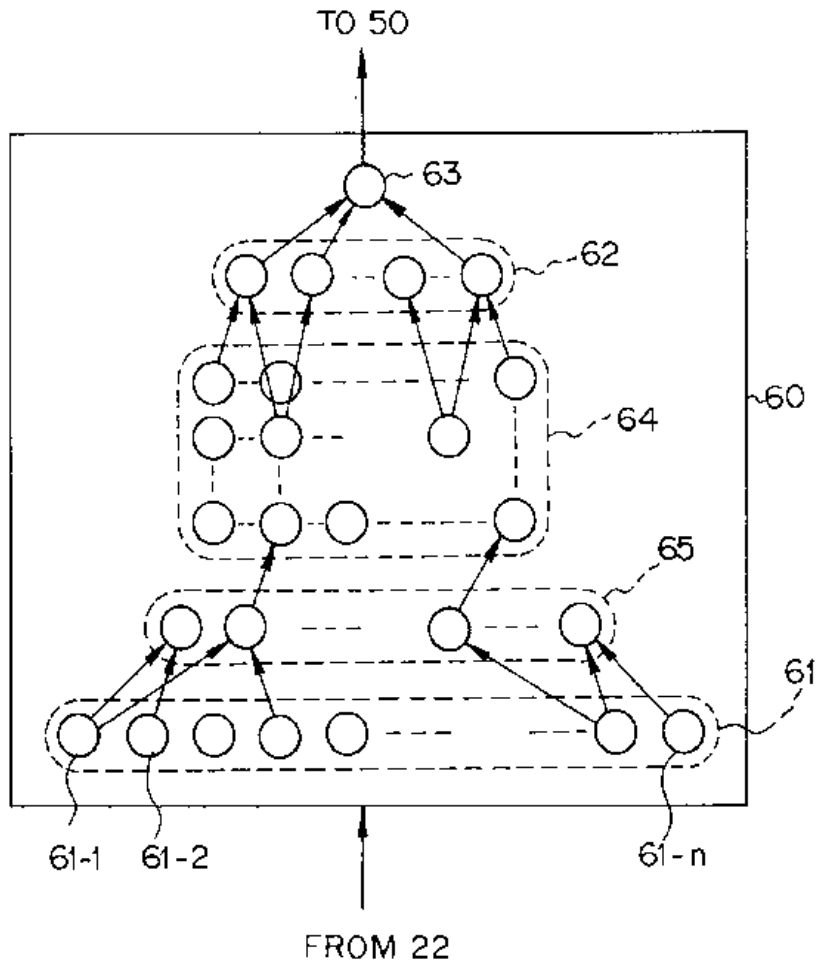


FIG. 9



DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl. 8)
Y	DE-A-4 001 493 (IBP PIETZSCH) * column 3, line 10 - line 32 * * abstract *	1,5-7	B60R1/00 B60R21/00 B60K28/00 G05D1/02
A	---	2,3	
Y	WO-A-9 002 985 (FREUND ET AL) * claim 1; figures 1,2 *	1,5-7	
A	---		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 157 (M-1236)16 April 1992 & JP-A-04 008 639 ( MITSUBISHI ELECTRIC CORP ) 13 January 1992 * abstract *	1,6,7	
A	---		
A	RUMELHART ET AL 'Parallel Distributed Processing, vol. 1: Foundations' 1986 , THE MIT PRESS , CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS, USA * page 161, paragraph 3 * * page 162, paragraph 1 *	2-4	
A	---		
A	EP-A-0 358 628 (TRANSITIONS RESEARCH CORPORATION) * column 4, line 12 - column 5, line 20 *	1,5-7	TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl. 8)
A	---		B60R B60K G05D
A	DE-A-3 837 054 (MARINITSCH) * page 3, line 10 - line 26 *	1,6,7	
A	---		
A	FR-A-2 554 612 (ONERA ET AL) * the whole document *	1	
-----			
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search	Date of completion of the search	Examiner	
BERLIN	18 NOVEMBER 1993	STANDRING M.	
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons	
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document		A : member of the same patent family, corresponding document	

EPC FORM 1503 (1992)



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **93203620.5**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **H04N 7/18**

(22) Date de dépôt: **22.12.93**

(30) Priorité: **29.12.92 FR 9215836**

(43) Date de publication de la demande:  
**06.07.94 Bulletin 94/27**

(94) Etats contractants désignés:  
**DE FR GB IE**

(71) Demandeur: **LABORATOIRES  
D'ELECTRONIQUE PHILIPS  
22, Avenue Descartes  
F-94450 Limeil-Brévannes(FR)**

(94) **FR**

(71) Demandeur: **PHILIPS ELECTRONICS N.V.  
Groenewoudseweg 1  
NL-5621 BA Eindhoven(NL)**

(94) **DE GB IE**

(72) Inventeur: **Lelong Pierre  
Société Civile S.P.I.D.,  
156 Boulevard Haussmann  
F-75008 Paris(FR)**  
 Inventeur: **Dalm, Govert  
Société Civile S.P.I.D.,  
156 Boulevard Haussmann  
F-75008 Paris(FR)**  
 Inventeur: **Klijn, Jan  
Société Civile S.P.I.D.,  
156 Boulevard Haussmann  
F-75008 Paris(FR)**

(74) Mandataire: **Lottin, Claudine et al  
Société Civile S.P.I.D.  
156, Boulevard Haussmann  
F-75008 Paris (FR)**

(54) **Procédé et dispositif de traitement d'images pour construire une image à partir d'images adjacentes.**

(57) L'invention concerne un procédé de traitement d'images, pour construire une image dite cible (I<sub>0</sub>), à partir d'images adjacentes, de cadrage fixe, dites images sources (I<sub>1</sub>,...,I<sub>j</sub>,...,I<sub>n</sub>), ayant des points de fuite sensiblement confondus. Ce procédé comprend des étapes de : numérisation des images ; détermination, pour un des pixels de l'image cible (I<sub>0</sub>), de l'adresse (A<sub>q</sub>) d'un point dit correspondant, dans une image source (I<sub>j</sub>) parmi toutes les images sources ; détermination de la valeur (F) de la luminance en ce point correspondant ; attribution au pixel de départ dans l'image cible (I<sub>0</sub>) de la valeur de luminance (F) de ce pixel correspondant ; et répétition de ces étapes pour chacun des pixels de l'image cible (I<sub>0</sub>).

L'invention concerne aussi un dispositif mettant en oeuvre ce procédé et comprenant un système de n caméras réelles fixes (C<sub>1</sub>,...,C<sub>n</sub>) qui fournissent n images sources (I<sub>1</sub>,...,I<sub>n</sub>) adjacentes couvrant un champ de vue de grand angle, et qui ont des points de fuite (P) communs ; et un système de construction d'image (100) simulant une caméra dite virtuelle (C<sub>0</sub>), mobile, pour fournir une sous-image dite cible

(I<sub>0</sub>), du champ de vue de grand angle, et construite à partir des images sources de même point de fuite (P).

Application : Dispositifs de surveillance.

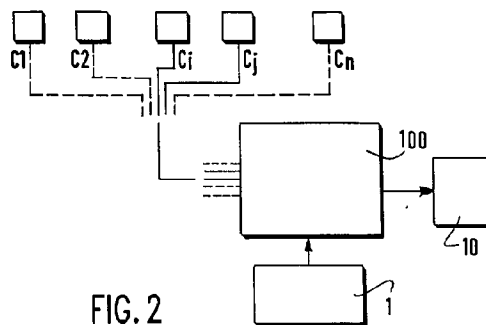


FIG. 2

EP 0 605 045 A1

L'invention concerne un procédé de traitement d'images, pour construire une image dite cible, à partir d'images adjacentes, de cadrage fixe, dites images sources, lesdites images cible et source ayant des points de fuite sensiblement confondus.

L'invention concerne également un dispositif de traitement d'images comprenant :

- un système de n caméras réelles fixes, disposées de manière à ce que leurs champs de vue individuels fusionnent pour former un seul champ de vue de grand angle pour l'observation d'une scène panoramique,
- un système de construction d'image simulant une caméra dite virtuelle, mobile, balayant continuellement la scène panoramique pour en fournir une sous-image dite cible, correspondant à une section arbitraire du champ de vue de grand angle, et construite à partir des images sources adjacentes fournies par les n caméras réelles, cette caméra virtuelle ayant un point de fuite confondu avec, ou proche de celui des caméras réelles.

L'invention trouve son application dans le domaine de la télésurveillance, ou bien dans le domaine de la télévision, lorsque des prises de vue couvrant des grands champs sont nécessaires par exemple dans le cas d'enregistrement de scènes de manifestations sportives. L'invention trouve aussi son application dans le domaine de la construction automobile pour réaliser des rétroviseurs périphériques et panoramiques sans angle mort.

Un dispositif de traitement d'image est déjà connu de la demande de brevet WO92-14341. Ce document décrit un système de traitement d'image appliqué à la télévision. Ce dispositif comprend une station émettrice incluant une pluralité de caméras fixes arrangées de manière adjacente pour que leurs champs de vue fusionnent et forment un champ de vue de grand angle. Ce système comprend aussi une station de traitement incluant des moyens pour générer un signal vidéo composite de la totalité de l'image correspondant au champ de vue de grand angle, et des moyens pour sélectionner une sous-image de cette image composite. Ce système comprend enfin des moyens, c'est-à-dire un moniteur, pour afficher cette sous-image. Cette sous-image correspond à un champ de vue d'angle inférieur à celui de l'image composite dit sous-section du champ de vue de grand angle.

Ce dispositif de traitement d'image est applicable uniquement aux systèmes de télévision classiques, où l'image est formée au moyen d'un faisceau de balayage ligne après ligne.

La station de traitement permet à un utilisateur d'opérer lui-même la sélection de la sous-section du champ de vue de grand angle. La sous-image correspondante a la même dimension que l'image fournie par une caméra individuelle. L'utilisateur

sélectionne cette sous-image en faisant varier le point de départ du balayage vis-à-vis de l'image composite correspondant au champ de vue de grand angle. Le champ de vue de grand angle a un axe parallèle au balayage vidéo, d'où il résulte que le point de départ du balayage vidéo de la sous-image peut être déplacé arbitrairement et continuellement parallèlement à cet axe.

Eventuellement, l'angle du champ de vue auquel la sous-image correspond peut être inférieur à celui d'une caméra réelle. Mais la localisation de la sous-image n'inclut pas de déplacement perpendiculairement au balayage ; sa localisation inclut seulement des déplacements parallèlement à ce balayage. Et la formation de cette sous-image n'inclut pas d'effet de zoom vis-à-vis de l'image composite, c'est-à-dire de changement de focale de la sous-image vis-à-vis de la focale des caméras de prise de vue.

Donc la station de traitement d'image comprend des moyens pour construire ligne après ligne la sous-image vidéo sélectionnée. Ces moyens incluent essentiellement un circuit de contrôle de la synchronisation des signaux vidéo des différentes caméras.

La présente invention a pour but de fournir un dispositif capable de simuler une caméra mobile, balayant le champ de vue de grand angle couvert par les n caméras fixes dont les champs de vue fusionnent.

Le but de la présente invention est tout particulièrement de fournir un tel dispositif simulant une caméra munie de toutes les facilités que pourraient avoir une caméra mobile existant réellement : c'est-à-dire à partir d'un observateur qui est fixe, des possibilités de déplacements angulaires horizontaux vers la gauche ou la droite d'une scène panoramique à observer ou à surveiller, des possibilités de déplacements angulaires verticaux vers le haut ou vers le bas de cette scène, des possibilités de rotation, et en outre des possibilités de zoom sur une partie de la surface de cette scène.

Ce but est atteint en mettant en oeuvre un procédé de traitement d'images, pour construire une image dite cible, à partir d'images adjacentes, de cadrage fixe, dites images sources, lesdites images cible et source ayant des points de fuite sensiblement confondus, caractérisé en ce qu'il comprend des étapes de :

- numérisation des images,
- détermination, pour un des pixels de l'image cible, de l'adresse d'un point dit correspondant, dans une image source parmi toutes les images sources,
- détermination de la valeur de la luminance en ce point correspondant,
- attribution au pixel de départ dans l'image cible de la valeur de luminance de ce pixel

correspondant,

- et répétition de ces étapes pour chacun des pixels de l'image cible.

Selon l'invention, pour mettre en oeuvre ce procédé, on propose en outre un dispositif de traitement d'images incluant :

- un système de n caméras réelles fixes, disposées de manière à ce que leurs champs de vue individuels fusionnent pour former un seul champ de vue de grand angle pour l'observation d'une scène panoramique,
- un système de construction d'image simulant une caméra dite virtuelle, mobile, balayant continuellement la scène panoramique pour en fournir une sous-image dite cible, correspondant à une section arbitraire du champ de vue de grand angle, et construite à partir des images dites sources adjacentes fournies par les n caméras réelles, cette caméra virtuelle ayant un point de fuite confondu avec, ou proche de celui des caméras réelles,

**caractérisé en ce que** ce système de traitement d'image est numérique et en ce que le système de construction (100) de l'image cible lo inclut :

- un calculateur d'adresse, pour faire correspondre à une adresse d'un pixel dans l'image cible, un point à une adresse dans une des images sources,
- des moyens pour calculer la valeur de luminance du point à l'adresse trouvée dans l'image source, et pour affecter cette valeur de luminance au pixel de départ à l'adresse dans l'image cible.

Ainsi, le dispositif selon l'invention permet de réaliser la construction d'une image cible comme celle que fournirait une caméra supposée, se déplaçant de manière continue ; cette image cible est formée à partir de plusieurs images sources adjacentes fournies chacune par une caméra du groupe de caméras disposées de manière fixe vis-à-vis de la scène à observer ; et, à partir de cette construction, ce dispositif peut fournir, par l'affichage sur écran, ou par enregistrement :

- soit une restitution séquentielle, image par image, de partitions de la scène observée, avec éventuellement effet de zoom,
- soit une restitution continue par balayage de la scène observée avec effet de site et d'azimut ou de rotation.

Dans une mise en oeuvre particulière, ce dispositif est caractérisé en ce que le système de reconstruction de l'image cible comprend :

- des premiers moyens de stockage des paramètres relatifs à la caméra virtuelle pour fournir au calculateur d'adresse le facteur d'échelle et l'orientation de l'axe optique de la caméra virtuelle dans un repère terrestre orthonormé fixe et indépendant des caméras,

définie par ses angles d'azimut, de site et de rotation ;

- des seconds moyens de stockage des paramètres relatifs aux caméras réelles pour fournir au calculateur d'adresse le facteur d'échelle et l'orientation de l'axe optique de chacune des caméras réelles définie par leurs angles d'azimut, de site et de rotation dans ledit repère terrestre fixe ;
- un générateur d'adresse pour générer les adresses (Ao) des pixels de l'image cible, pixel par pixel, de manière à couvrir la totalité de l'image cible, le calculateur d'adresse déterminant alors l'image source particulière et le point à l'adresse (Aq) dans cette image source, qui correspond à chaque pixel de l'image cible à partir des paramètres des caméras virtuelle et réelles.

Un autre problème technique se pose à la construction de l'image cible. En effet, on suppose que l'on dispose d'une pluralité de caméras positionnées de manière adjacentes et de telle sorte que le champ couvert par chacune ne laisse échapper aucune zone de la scène panoramique à construire : on suppose donc que l'on dispose de toutes les données pour construire l'image cible. Néanmoins, à chaque frontière entre les caméras, au passage d'une image d'une caméra, à une autre image d'une caméra adjacente, la différence d'angle de visée de ces deux caméras, pour deux zones adjacentes de la scène enregistrées par ces deux caméras différentes, crée de grandes distorsions d'image. Il en résulte que les partitions qui sont réalisées à cheval sur deux zones de la scène enregistrée par deux caméras différentes sont très inconfortables à visualiser et manquent totalement de précision.

Un autre but de l'invention est donc de fournir une telle construction d'image cible qui est corrigée en distorsion d'image à la frontière entre deux caméras, de telle sorte que cette ou ces frontières soit(ent) totalement invisible(s) par l'utilisateur.

Ce but est atteint au moyen d'un dispositif de traitement d'image tel que défini précédemment et en outre caractérisé ce que le calculateur d'adresse comporte :

- des premiers moyens de construction d'un modèle (MCo) de caméra virtuelle avec projection à travers le point de fuite,
- des seconds moyens de construction de modèles (MC1-MCn) de caméras réelles, avec projection à travers le point de fuite, et avec corrections des distorsions et défauts de perspective.

Dans une mise en oeuvre particulière, ce dispositif est caractérisé en ce que le calculateur d'adresse comporte :

- des premiers moyens de calcul de transformation géométrique pour appliquer à chaque pixel à une adresse (Ao) de l'image de la caméra virtuelle, une transformation géométrique dite "transformation perspective" inverse ( $H_0^{-1}$ ), qui prend en compte le modèle (MCo) de la caméra virtuelle fourni par les premiers moyens de construction, et les paramètres angulaires d'azimut, de site, de rotation et le facteur d'échelle de cette caméra virtuelle, fournis par les premiers moyens de stockage, pour déterminer à partir de cette transformation perspective inverse ( $H_0^{-1}$ ), le positionnement dans ledit repère terrestre, du rayon lumineux passant par ce pixel et le point de fuite,
- des moyens pour stocker le positionnement du rayon lumineux obtenu par la transformation perspective inverse ( $H_0^{-1}$ ),
- des moyens de sélection pour sélectionner l'image source particulière traversée par ce rayon lumineux,
- des seconds moyens de calcul de transformation géométrique pour appliquer à ce rayon lumineux dans ledit repère terrestre, une transformation géométrique dite "transformation perspective directe" (H1-Hn), qui prend en compte les modèles des caméras réelles fournis par les seconds moyens de construction, les paramètres angulaires d'azimut, de site, de rotation, et le facteur d'échelle de la caméra réelle correspondante, fournis par les seconds moyens de stockage,
- et des moyens de stockage pour fournir, à partir de cette transformation perspective directe (H1-Hn), l'adresse (Aq) dans l'image source particulière qui correspond au rayon lumineux, et donc au pixel d'adresse (Ao) dans l'image cible.

Avec ce dispositif, l'utilisateur qui surveille une scène panoramique obtient exactement le même confort, et les mêmes services qu'un utilisateur qui disposerait d'une caméra mobile, avec zoom, et avec des moyens mécaniques pour réaliser la variation de l'orientation de l'axe optique, c'est-à-dire pour réaliser des variations de site et d'azimut de la visée, ainsi que des rotations autour de l'axe optique de la caméra. L'avantage est que les moyens mécaniques sont évités. Ces moyens mécaniques, qui incluent des moteurs de rotation d'angles de site et d'azimut, et un moteur de réglage du zoom, sont toujours liés à des inconvénients : d'abord ils peuvent se bloquer, ensuite les déplacements engendrés sont très lents. De plus, il sont très onéreux. Enfin, étant le plus souvent installés en extérieur, ils se dégradent rapidement du fait des intempéries. Les moyens électroniques de traitement d'image utilisés selon

l'invention évitent tous ces inconvénients, car ils sont très précis, fiables, très rapides et faciles à commander. En outre, ils peuvent être disposés en intérieur, et ainsi à l'abri des intempéries. De plus, les moyens électroniques sont facilement programmables pour un fonctionnement automatique. Enfin, ils sont moins onéreux que les moyens mécaniques.

Ainsi l'utilisateur obtient, avec les moyens de l'invention, d'abord une image dépourvue de distorsions et ensuite des plus grandes précisions, et facilités d'exécution des manoeuvres de visée, que s'il disposait de moyens mécaniques. En outre, une scène panoramique de plus grand champ peut être observée, puisque l'on peut observer des champs de 180° ou même 360° selon le nombre de caméras utilisées. Par ailleurs, les manoeuvres peuvent être aisément programmées.

En matière de surveillance, il en résulte un grand progrès. Dans le domaine de la réalisation de rétroviseurs panoramiques pour automobiles, l'importance du progrès est aussi très grande.

Le fait d'utiliser plusieurs caméras pour faire la saisie des données nécessaires à la construction de l'image cible n'est pas un désavantage, car un tel ensemble de caméras fixes, à CCD (dispositif à couplage de charge), est devenu moins onéreux que ne le seraient les dispositifs mécaniques de variation de site, d'azimut et de rotation, ainsi que de zoom, associés à une seule caméra réelle mobile.

Dans une mise en oeuvre particulière ce système est caractérisé en ce que les moyens de détermination de luminance comprennent :

- un interpolateur pour calculer une valeur la plus probable d'une fonction de luminance (F) au point l'adresse (Aq) trouvée par le calculateur d'adresse dans l'image source fournie les moyens de sélection :
- des troisièmes moyens de stockage pour affecter la valeur (F) de luminance correspondant au point à l'adresse (Aq) trouvée dans l'image source, au pixel de départ dans l'image cible à l'adresse (Ao) fournie par le générateur d'adresse et en ce que le système de reconstruction de l'image cible comprend aussi :
- une interface pour permettre à un utilisateur de définir les paramètres de la caméra virtuelle, ces paramètres incluant son facteur d'échelle et l'orientation de son axe optique.

L'invention est décrite ci-après en détail, en référence avec les figures schématiques annexées dont :

- la FIG.1A représente une vue du dessus montrant les traces des différents plans images, dans le plan horizontal du repère terrestre, dans le cas où les caméras réelles ont

- des plans images perpendiculaires à ce plan horizontal ;
- la FIG. 1B représente le repère terrestre Px, Py, Pz, vu en projection dans le plan horizontal ;
  - la FIG.1C représente en vue plane, un plan image source avec son système d'axes de coordonnées particulier ;
  - la FIG.1D représente en vue plane, le plan image cible avec son système d'axes de coordonnées particulier ;
  - la FIG. 1E représente l'effet de la délimitation d'une section du champ de vue de grand angle de deux caméras réelles adjacentes, au moyen des paramètres choisis par l'utilisateur pour la caméra virtuelle, pour construire une sous-image d'une scène panoramique ;
  - la FIG.1F représente l'image cible construite par la caméra virtuelle définie par ces paramètres, cette image cible étant composée d'une première partie d'image construite à partir de l'image source fournie par la première des deux caméras réelles, et d'une seconde partie d'image construite à partir de l'image source fournie par la seconde de ces caméras ;
  - la FIG.1G représente une disposition relative de trois caméras réelles adjacentes pour couvrir un champ de vue de 180° ;
  - la FIG.2 qui représente en blocs fonctionnels le dispositif de traitement d'image avec le système de construction de l'image cible, les caméras réelles, l'interface-utilisateur et le système de visualisation de l'image cible ;
  - la FIG.3 qui représente le dispositif de traitement d'image sous forme de blocs fonctionnels plus détaillés que la FIG.2 ;
  - la FIG.4 qui illustre le calcul d'une valeur d'une fonction de luminance relativement à une adresse dans une image source ;
  - la FIG. 5A qui illustre la modélisation des caméras réelle et virtuelle ;
  - la FIG. 5B qui illustre en projection sur le plan horizontal du repère terrestre, l'effet des perspective et distorsion sur les positions des points correspondants de même luminance dans l'image cible et dans l'image source traversées par un même rayon lumineux passant par ces points ;
  - la FIG.6 qui représente, sous forme de blocs fonctionnels, le calculateur d'adresse qui calcule l'adresse du point dans l'image source, correspond à un pixel à une adresse donnée dans l'image cible ;
  - la FIG.7A qui représente une première image source numérique telle que formée par une première caméra fixe réelle et la FIG.7B qui représente une seconde image source telle

que formée par une seconde caméra fixe réelle adjacente à la première

- la FIG.7C représente une image cible numérique reconstruite de la même façon que dans le cas de la FIG. 1F, sur laquelle est mise en évidence les défauts de distorsion et perspective entre la première partie d'image cible construite à partir de la première image source, et la seconde partie d'image cible construite à partir de la seconde image source ;
- la FIG.7D représente l'image cible numérique de la FIG.7C après traitement par le dispositif de traitement d'image où les défauts de distorsion et perspective sont éliminés.

### I/ Le système de prise de vue

La Fig.1G montre une disposition possible de plusieurs caméras fixes réelles pour enregistrer les données relatives à une scène de 180° d'angle. L'enregistrement de cette scène panoramique est fait avec trois caméras fixes C1, C2, C3. Les champs optiques des caméras sont tels qu'absolument tous les détails de la scène panoramique sont enregistrés par une caméra ou par une autre, de manière à ne laisser échapper aucun objet de la surveillance. Les caméras sont disposées de manière à avoir un point de fuite commun P (en anglais : VIEW POINT) ou des points de fuite très proches.

Les axes PZ1, PZ2, PZ3 représentent respectivement les axes optiques des caméras C1, C2, C3 ; et les points O1, O2, O3 représentent respectivement les centres géométriques des images I1, I2, I3, dans les plans images, sur les axes optiques.

On pourrait effectuer une surveillance horizontale sur 360° en disposant de manière appropriée 6 caméras fixes. Mais on pourrait aussi effectuer une surveillance verticale, ou dans les deux directions. L'homme du métier peut, sans description plus approfondie des diverses dispositions des caméras fixes les unes vis-à-vis des autres, réaliser toute sorte d'observation d'une scène panoramique.

En référence avec la FIG. 1A, le dispositif de prise de vue comprend une pluralité de n caméras réelles fixes, de focales fixes et connues, disposées de manière adjacente, et de telle sorte que leurs champs de vue individuels fusionnent pour couvrir un champ de vue de grand angle. Ainsi, les n caméras fixes adjacentes fournissent n images fixes adjacentes, de sorte que ce dispositif de prise de vue peut surveiller une scène panoramique. Les champs optiques de caméras sont tels que tous les détails de la scène panoramique sont enregistrés par une caméra ou par une autre, pour ne laisser échapper aucun objet de la surveillance.

Pour obtenir ce résultat, ces n caméras fixes adjacentes sont en outre disposées de telle sorte que leurs centres optiques P, encore appelés points de fuite (ou VIEW POINT en anglais) coïncident. Le point de fuite d'une caméra est défini comme le point tel que tout rayon issu d'une source lumineuse et passant par ce point, traverse l'optique de la caméra sans déviation.

En fait, les points de fuite des n caméras ne peuvent pas physiquement coïncider. Mais on considère ci-après que la condition de coïncidence est suffisamment bien remplie si la distance qui sépare chacun de ces points de fuite les uns des autres est petite vis-à-vis de leur distance à la scène panoramique filmée, par exemple si leur distance respective est 5 cm ou 10 cm, et la distance à la scène panoramique est 5 m. Ainsi la condition de coïncidence est estimée remplie si le rapport de ces distances est de l'ordre de, ou supérieur à, 50, et il n'est pas besoin, selon l'invention, d'utiliser des optiques à miroirs difficiles à ajuster, et coûteuses, pour arriver à une coïncidence rigoureuse des points de fuite.

## II/ La formation des images par les caméras

Le but de l'invention est de fournir un système de reconstruction d'image numérique qui simule une caméra mobile capable, avec des réglages choisis par un utilisateur, de fournir une image numérique de n'importe quelle partie, ou sous-image, de la scène panoramique enregistrée par les n caméras fixes.

Les n caméras sont numérotées C1... Ci, Cj... Cn ; ces caméras fournissent respectivement des images dites sources numériques I1..., li, lj..., In. Dans ce qui suit, on considérera par exemple les images sources li et lj formées par deux caméras réelles fixes adjacentes Ci et Cj.

Ces caméras Ci et Cj réelles fixes forment des images respectives de la scène panoramique dans des plans images sources adjacents li et lj. Sur la FIG. 1A, les axes PZi et PZj, passant respectivement par les centres géométriques Oi et Oj des images sources li et lj, représentent les axes optiques des caméras réelles fixes Ci et Cj.

En référence avec la FIG. 1B, on définit d'abord un repère terrestre Px, Py, Pz, d'axes orthogonaux dans lequel les axes Px et Pz sont horizontaux, et l'axe Py est vertical.

Les images sources, telles que les images li et lj, sont numérisées, et chaque pixel m de ces images est repéré par ses coordonnées dans le plan image. A cet effet, comme représenté sur la FIG.1C, on définit dans chaque plan image un repère de coordonnées rectangulaires (OiXi, OiYi) et (OjXj, OjYj) dans lequel les axes OiXi, ou OjXj, sont horizontaux, c'est-à-dire dans le plan du repè-

re terrestre Px, Pz. Les plans images définis par (OiXi, OiYi) et (OjXj, OjYj) sont perpendiculaires aux axes optiques PZi, et PZj et ont pour centres géométriques Oi et Oj respectivement.

Une fois établis les repères individuels liés à chaque plan image des caméras, ces plans images sources fixes peuvent être liés au repère terrestre par :

- leur angle d'azimut (en anglais PAN)  $\theta_i, \theta_j$ ,
- leur angle de site (en anglais TILT)  $\phi_i, \phi_j$ .

L'angle d'azimut  $\theta_i$  ou  $\theta_j$ , est l'angle que fait un plan vertical contenant l'axe optique PZi ou PZj, avec l'axe horizontal Pz du repère terrestre. C'est donc un angle de rotation horizontale autour de l'axe vertical Py.

L'angle de site  $\theta_i$  ou  $\theta_j$  est l'angle que fait l'axe optique PZi ou PZj avec le plan horizontal (Px, Pz). C'est donc un angle de rotation verticale autour d'un axe horizontal, l'axe OiXi ou OjXj de chaque plan image.

Dans l'exposé ci-après, pour des raisons de simplicité, on a supposé, à titre d'exemple, en référence avec la FIG.1A que les plans images li, lj sources fournis par les caméras fixes Ci, Cj étaient verticaux, c'est-à-dire que leurs angles de site  $\phi_i, \phi_j$  étaient nuls.

Pour des raisons de simplicité également, on a noté par la même référence sur la FIG. 1A la trace des plans et des axes, et les plans et axes correspondants, aussi bien pour les images sources que pour l'image cible décrite plus loin.

La FIG.1A, qui est une vue du dessus schématique des images formées, laisse donc apparaître seulement les traces li et lj des plans images sources fixes représentées par des segments dans le plan horizontal Px, Pz.

La FIG.1E montre par exemple les images li et lj contiguës de la scène panoramique fournies par deux caméras fixes Ci et Cj adjacentes. Sur la FIG. 1E, pour la simplicité de l'exposé, les images li et lj sont représentées toutes les deux projetées dans un même plan, alors que dans la réalité, ces images font entre elles un angle égal à celui des axes optiques des caméras fixes. Dans ces images, l'utilisateur peut choisir de regarder n'importe quelle sous-image délimitée par la ligne Jo, plus ou moins à gauche ou à droite, plus ou moins en haut ou en bas, avec le même grandissement que les caméras fixes, ou avec un grandissement supérieur, ou éventuellement avec un grandissement inférieur.

La caméra mobile simulée est capable de construire une image dite cible lo à partir des parties d'image source Si, Sj délimitées par la ligne Jo de la FIG. 1E. Cette caméra référencée Co ci-après est appelée caméra virtuelle du fait qu'elle simule une caméra non réellement existante. Evidemment cette caméra mobile n'est pas limitée à



explorer les deux images  $li$ ,  $lj$ . Elle peut explorer toutes les images sources de  $l1$  à  $ln$ .

Cette caméra virtuelle  $Co$  peut être définie de la même façon que les caméras réelles fixes par :

- son angle d'azimut  $\theta_0$
- son angle de site  $\phi_0$
- son angle de rotation  $\psi_0$
- et son grandissement (effet de zoom) concrétisé par sa longueur focale  $PO_0$ , notée  $z_0$ ,

à condition de choisir son point de fuite  $P$  confondu avec les points de fuite  $P$  des caméras réelles fixes,  $O_0$  étant le centre géométrique de l'image cible  $lo$ . Le point de fuite de la caméra virtuelle est confondu avec le point de fuite approximatif défini plus haut pour les caméras réelles.

La FIG. 1A montre la trace notée  $lo$  du plan image de la caméra virtuelle dans le plan horizontal et son axe optique  $PZ_0$  passant par le centre géométrique  $O_0$  de l'image cible  $lo$ .

Dans la définition de cette caméra virtuelle  $Co$  mobile, l'angle d'azimut  $\theta_0$  est l'angle que fait le plan vertical contenant son axe optique  $PZ_0$  avec l'axe  $Pz$  horizontal du repère terrestre ; l'angle de site  $\phi_0$  est l'angle que fait son axe optique  $PZ_0$  avec le plan horizontal  $Px$ ,  $Pz$  du repère terrestre ; son angle  $\psi_0$  est l'angle de rotation de la caméra virtuelle autour de son propre axe optique, ce dernier étant fixe ; enfin, sa focale  $PO_0$  est variable, ce qui permet de changer le grandissement de cette image cible par rapport à celui des images sources (effet de ZOOM).

Ainsi, en faisant varier les angles d'azimut et de site,  $\theta_0$  et  $\phi_0$ , son angle de rotation  $\psi_0$  et la focale  $PO_0$ , la caméra virtuelle est tout à fait assimilable à une caméra mobile qui balaye le champ de vue de grand angle formé par les champs de vue fusionnés des différentes caméras réelles fixes  $C1$  à  $Cn$ .

On remarquera que la caméra virtuelle  $Co$  peut viser une partie petite (ou sous-section), délimitée par  $Jo$ , du champ de vue de grand angle et en réaliser une image agrandie  $lo$  par exemple de même dimension finale que chacune des images  $l1...ln$  fournie par chacune des caméras réelles  $C1...Cn$ , en jouant sur sa focale variable  $PO_0$ .

On remarquera également que le déplacement du champ de vue de la caméra mobile  $Co$  peut être continu et arbitraire ; ce champ de vue correspondant à  $Jo$  peut se trouver à cheval sur deux parties ( $Si, Sj$ ) d'image  $li$  et  $lj$  contiguës en  $LO$ , fournies par deux caméras adjacentes  $Ci$  et  $Cj$ .

Dans ce cas, l'image  $lo$  construite par la caméra virtuelle  $Co$  contient deux parties d'image différentes, l'une  $loi$  étant construite à partir des informations  $Si$  contenues dans l'image numérique  $li$ , et l'autre  $loj$  étant construite à partir des informations  $Sj$  contenues dans l'image numérique  $lj$ . Dans la FIG.1A,  $loi$  et  $loj$  représentent les traces des ima-

ges cibles  $loi$  et  $loj$  dans le plan horizontal.

Comme pour les images réelles, on définit maintenant, en référence avec la FIG.1D, dans le plan de l'image cible numérique  $lo$ , un repère de coordonnées rectangulaires ( $O_0 X_0$ ,  $O_0 Y_0$ ) dans lequel l'axe  $O_0 X_0$  est horizontal, c'est-à-dire dans le plan horizontal du repère terrestre  $Px$ ,  $Pz$ . Le pixel  $O_0$  étant le centre géométrique de l'image cible  $lo$ , en outre situé sur l'axe optique  $PZ_0$  de la caméra virtuelle  $Co$ . Chaque pixel  $m'$  du plan image cible  $lo$  est donc repéré par ses coordonnées dans ce système d'axes rectangulaires ( $O_0 X_0$ ,  $O_0 Y_0$ ).

On définit également un cadrage de l'image cible, c'est-à-dire ses dimensions en nombre de pixels selon la direction horizontale et nombre de lignes selon la direction verticale.

### III/ La méthode de construction de l'image cible à partir des images sources

La tâche des moyens de traitement d'images numériques selon l'invention est donc la construction de "l'image cible" fournie par la caméra virtuelle, à partir des "images sources" fournies par les caméras réelles fixes.

On a vu que, dans la construction de l'image cible  $lo$ , se posait un problème technique parce que les images  $li$  et  $lj$  fournies par les caméras réelles adjacentes, telles que représentées sous forme d'images numériques de paysage sur les FIG.7A et 7B, respectivement montrent des distorsions qui font qu'elles ne se raccordent pas correctement : en particulier certaines parties de lignes droites sont courbes, les verticales ne sont pas verticales etc. Ce qui fait que, au raccord, ces lignes vont être sécantes au lieu d'être dans le prolongement les unes des autres. De plus, les parties d'images sources de part et d'autre du raccord proviennent de parties de la scène panoramique à observer qui sont vues sous des perspectives différentes. D'où il résulte que les parties d'image cible  $loi$  et  $loj$  pourraient être mal raccordées, comme il apparaît dans l'image numérique cible représentée à titre d'exemple sur la FIG.7C et formée par la juxtaposition pure et simple des parties des images numériques des FIG.7A et 7B.

La présente invention propose une méthode et des moyens pour s'affranchir de ces défauts et fournir une image numérique reconstruite qui est dépourvue des défauts de distorsions et de perspectives, et dont les parties  $loi$ ,  $loj$  qui la composent se raccordent de manière telle que la droite frontière est invisible pour l'observateur et utilisateur.

La FIG.7D montre l'image numérique du paysage de la FIG.7C dans laquelle les défauts de distorsion et perspective ont été corrigés par les

moyens de l'invention.

La méthode générale de construction de l'image source comprend différentes étapes qui sont mises en oeuvre par le dispositif de traitement de signal décrit plus loin.

Cette méthode comprend d'abord une étape où :

- à chaque pixel  $m'$  ayant une adresse  $A_0$  dans l'image cible  $I_0$ , on fait correspondre un point  $m$  à une adresse  $A_q$  dans une image source, cette adresse étant définie par :
- la référence ou index de la caméra réelle qui va fournir l'image source ;
- l'adresse  $A_q$  du point  $m$  dans cette image source. Cette méthode comprend alors une seconde étape où :
- la valeur la plus probable de la luminance est évaluée en ce point  $m$  de l'image source,
- puis cette valeur de luminance est affectée au pixel  $m'$  dans l'image cible.

Ces étapes sont menées pour tous les pixels  $m'$  de l'image cible  $I_0$ .

Cependant, les moyens de traitement doivent rendre à l'image cible construite, toutes les qualités d'une image que l'observateur obtiendrait avec une caméra mobile conventionnelle :

- absence de distorsions, ajustage des perspectives,
- absence de droite de coupure à la frontière entre deux ou plusieurs images adjacentes.

Le problème est donc de rendre ces droites frontières invisibles.

#### IV/ Le dispositif de traitement d'image dans ses éléments essentiels

La Fig.2 montre sous forme de blocs fonctionnels les différents éléments du dispositif de traitement d'image selon l'invention.

Les blocs  $C_1, C_i, C_j, \dots, C_n$  représentent les  $n$  caméras fixes réelles dont les sorties fournissent les  $n$  images sources notées  $I_1, \dots, I_i, I_j, \dots, I_n$ .

Chacune des caméras réelles a des paramètres de prise de vue correspondant à son orientation par rapport à la scène, ainsi qu'un facteur d'échelle. Ces paramètres doivent être connus de manière très précise.

Le bloc 1 représente un système de contrôle qui permet à l'utilisateur de choisir et d'afficher des paramètres relatifs à l'orientation et à un facteur d'échelle de la caméra virtuelle  $C_0$ .

Le bloc 100 est un système de reconstruction d'image qui permet de calculer, à partir des images sources  $I_1, \dots, I_n$  fournies par les caméras réelles  $C_1, \dots, C_n$ , l'image dite "image cible"  $I_0$  qui serait donnée par la caméra virtuelle  $C_0$  orientée et réglée avec les paramètres définis par le système de contrôle 1, cette caméra virtuelle  $C_0$  étant dispo-

sée de telle sorte que son point de fuite est confondu ou proche du point de fuite  $P$  des caméras réelles.

Le bloc 10 correspond à des moyens d'affichage, ou bien d'enregistrement, qui peuvent être entre autres, un moniteur d'affichage numérique pour l'affichage en temps réel et/ou un magnétoscope pour l'enregistrement sur bandes magnétiques et...

D'autre part, il faut noter que les caméras réelles peuvent fournir des données analogiques. Dans ce cas, des modules de conversion analogique-numérique non représentés sont utilisés pour former les images sources numériques.

D'une façon avantageuse, l'homme du métier peut choisir des caméras à couplage de charges (CCD, de l'anglais Charge Coupled Device). Ce genre de caméra est peu onéreux, léger, robuste et fiable. Sa résolution est très bonne, et peut encore augmenter dans le futur en fonction de l'évolution des technologies.

#### V/ Le dispositif de traitement d'image dans ses éléments détaillés

La Fig.3 montre un diagramme de blocs fonctionnels correspondant aux moyens essentiels pour réaliser le traitement.

Ces moyens comportent principalement :

- une interface utilisateur 2,
- un calculateur d'adresse 200, incluant un sélecteur d'image source 205 ;
- un interpolateur 112.
- un générateur d'adresse 113 qui génère les adresses  $A_0$  des pixels de l'image cible  $I_0$ , pixel par pixel, de manière à couvrir la totalité de cette image cible  $I_0$ ,
- des premiers moyens de stockage 210 des paramètres  $\phi_0, \theta_0, \psi_0$  et  $z_0$  (le facteur d'échelle) de la caméra virtuelle  $C_0$ ,
- des seconds moyens de stockage 21.1 à 21.n des paramètres  $\phi_1$  à  $\phi_n, \theta_1$  à  $\theta_n, \psi_1$  à  $\psi_n$  et  $z_1$  à  $z_n$  (les facteurs d'échelles des caméras réelles  $C_1$  à  $C_n$ ) respectivement,
- des troisièmes moyens de stockage 117.

Pour chaque pixel  $m'$  de l'image cible  $I_0$  à construire, une adresse  $A_0$  est stockée dans le bloc 113 générateur des adresses dans l'image cible  $I_0$ . En fonction des réglages choisis par l'utilisateur qui sont entrés dans le bloc de contrôle 1 au moyen d'une interface-utilisateur proprement dite 2, et qui sont stockés sous la forme des paramètres  $\phi_0, \theta_0, \psi_0$  et  $z_0$  de la caméra virtuelle dans le bloc 210, et en fonction des paramètres  $\phi_i, \theta_i, \psi_i$  et  $z_j$  ( $j$  représentant ici l'indice de toutes les caméras de 1 à  $n$ ) des caméras réelles qui sont stockés dans les blocs 21.1, 21.j, 21.n, le calculateur d'adresse 200 fournit l'index  $j$  (parmi tous les indices 1 à  $n$ ) de la caméra réelle  $C_j$  capable de

fournir l'image Ij où trouver les données correspondant à l'adresse Ao du pixel m' de l'image cible Io.

Alors le sélecteur d'image 205 sélectionne cette caméra réelle Cj parmi les n caméras réelles, et fournit l'image source Ij correspondante où trouver ces données à traiter.

Le calculateur d'adresse 200, à partir des mêmes éléments, calcule l'adresse Aq du point m correspondant dans cette image source Ij sélectionnée, et ceci à travers les différentes transformations ou perspectives imposées par l'utilisateur en 2.

Par ces opérateurs, on établit donc une correspondance entre un pixel m' à une adresse donnée Ao de l'image cible Io, et un point m à une adresse calculée Aq d'une image source Ii.

Puis, la valeur de la luminance au point m à l'adresse Aq dans l'image source Ij est déterminée, afin d'être affectée au pixel correspondant m' à l'adresse Ao dans l'image cible Io. Et ainsi pour tous les pixels de l'image cible Io.

Mais, alors que l'adresse Ao dans l'image cible Io est réellement celle d'un pixel m', à la différence, l'adresse Aq dans l'image source Ii est précisément une adresse calculée, ce qui fait que, en général, cette adresse trouvée ne coïncide pas avec un pixel, mais avec un point m disposé entre des pixels. La luminance de ce point m doit donc être également calculée.

La Fig.4 illustre le problème qui se pose lorsque l'adresse Aq ne coïncide avec aucun pixel d'une image source Ii.

Ce problème est traité par l'interpolateur 112.

L'interpolateur 112 prend en compte l'intensité lumineuse, c'est-à-dire par exemple les niveaux de gris, ou une valeur d'une fonction de luminance des pixels d'un voisinage de l'adresse Aq, pour calculer l'intensité lumineuse à affecter à l'adresse Aq en question. Et par une méthode d'interpolation, le bloc 112 calcule l'intensité la plus probable à affecter à l'adresse Aq.

Il existe plusieurs fonctions possibles d'interpolation qui sont plus ou moins complexes, et qui fournissent selon leur complexité, des résultats plus ou moins finement ajustés.

Une fonction d'interpolation très simple est l'interpolation bilinéaire illustrée par la Fig.4. L'adresse Aq comporte une partie entière et une partie fractionnaire. L'adresse Aq se trouve pour cette raison située entre quatre pixels voisins m1, m2, m3, m4. La partie fractionnaire de l'adresse est représentée par  $\Delta x$  compté positivement de m1 vers m2, et par  $\Delta y$  compté positivement de m1 vers m3. La distance entre m1 et m3, et entre m1 et m2 est de 1 pixel.

L'intensité F ou valeur de la fonction de luminance à l'adresse Aq est calculée à partir des valeurs de  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  et des intensités (ou valeurs des

fonctions de luminance) des pixels m1, m2, m3, m4 du voisinage, soit respectivement F1, F2, F3, F4

$$F(Aq) = F1(1-\Delta x)(1-\Delta y) + F2\Delta x(1-\Delta y) + F3(1-\Delta x)\Delta y + F4\Delta x\Delta y$$

L'intensité F(Aq) calculée par l'interpolateur à l'adresse Aq dans les images sources, est ensuite attribuée comme intensité (ou valeur de fonction de luminance) au pixel m' situé à l'adresse de départ Ao dans l'image cible Io, et stockée dans le bloc 117.

## VI/ Description du calculateur d'adresse 200

En référence avec la FIG.6, le calculateur d'adresse 200 est décrit ci-après en détail.

Le calculateur d'adresse 200 prend d'abord en compte les paramètres des caméras virtuelles et réelles telle que définis précédemment.

Les paramètres  $\phi_0$ ,  $\theta_0$ ,  $\psi_0$  et  $z_0$  de la caméra virtuelle sont disponibles dans le module de stockage 210 ; les paramètres  $\phi_1$  à  $\phi_n$ ,  $\theta_1$  à  $\theta_n$ ,  $\psi_1$  à  $\psi_n$  et  $z_1$  à  $z_n$  des caméras réelles sont disponibles respectivement dans les modules de stockage 21.1 à 21.n.

On a déterminé une définition des dimensions des images en nombre de pixels qui s'exprime par largeur x hauteur (en pixels). Donc les facteurs  $z_0$  ou  $z_i$  d'échelle s'expriment en pixels/mm. Les angles sont exprimés par exemple en degrés.

Pour la caméra virtuelle, ces paramètres  $\phi_0$ ,  $\theta_0$ ,  $\psi_0$ ,  $z_0$  sont calculés à partir de l'orientation ou positionnement de l'axe optique de la caméra virtuelle, du positionnement de son point de fuite P et centre d'image Oo, et du facteur d'échelle choisis par l'utilisateur, entrés sur l'interface 2.

Pour les caméras réelles, les paramètres  $\phi_1$  à  $\phi_n$ ,  $\theta_1$  à  $\theta_n$ ,  $\psi_1$  à  $\psi_n$ , les distances focales PO1 à PO<sub>n</sub>, les facteurs d'échelle  $z_1$  à  $z_n$  et le centre O1 à On de l'image numérique sont déterminés de façon très précise, à partir de calibrages et mesures très précises effectuées sur le positionnement du point P et centre O1 à On de chaque caméra, son facteur d'échelle, et l'orientation ou positionnement de son axe optique.

Le calculateur d'adresse 200 comprend ensuite des moyens 201 et 206 pour construire une modélisation de la caméra virtuelle Co, et une modélisation des caméras réelles C1, C2, C3,...Cn.

La Fig.5A illustre le principe de modélisation des caméras virtuelle Co, et réelles C1, C2... Cn. Le modèle de projection représenté sur la Fig.5A est fondé sur une projection conique à travers un point selon laquelle tous les rayons optiques passent par le seul point de fuite P (en anglais PIN-HOLE MODEL). Le point de fuite P (en anglais :

VIEW POINT) est supposé confondu pour toutes les caméras, réelles ou virtuelle, sous les conditions exposées précédemment.

Le repère terrestre  $P_x, P_y, P_z$ , et le repère individuel de la caméra virtuelle sont définis dans le module de construction 201 ; le repère terrestre  $P_x, P_y, P_z$  et les repères individuels de chacune des caméras réelles  $C_1$  à  $C_n$  sont définis dans le module de construction 206.

Supposons, en référence avec la Fig.5A que  $M$  soit un point objet situé dans une scène à surveiller. Le point  $m'$  correspondant à  $M$  dans le plan image de la caméra virtuelle  $Co$  est situé à l'intersection de la droite  $PM$  avec le plan image  $Io$  ( $Ooxo, Ooyo$ ) de la caméra  $Co$ .

Il faut remarquer que le modèle de la FIG.5A est directement valable pour la caméra virtuelle qui est une caméra idéale sans distorsions. Lorsque l'on a affaire à une caméra réelle, par exemple munie d'un objectif à grand angle d'ouverture, il existe dans l'image des distorsions qu'il faut corriger.

La FIG.5B illustre ce problème. Cette figure 5B montre les traces des plans image cible  $Io$ , et image source  $Ij$  représentés comme dans la FIG.1A.

Le problème à résoudre, pour construire l'image cible  $Io$  à partir des images sources  $I_1$  à  $I_n$  est de déterminer à quelle adresse  $Aq$  on peut trouver le point  $m$  qui correspond exactement au pixel  $m'$  d'adresse  $Ao$ . On cherche en effet à déterminer l'intensité qui existe dans l'image source en ce point  $m$ , pour pouvoir l'affecter au point  $m'$  dans l'image cible.

Cette détermination n'est pas simple du fait des défauts de distorsions et défauts de perspective qui affectent les caméras réelles.

En référence avec la FIG.5B, on a représenté comme dans la FIG.5A que le pixel  $m'$  d'adresse  $Ao$  se trouve à l'intersection du rayon lumineux  $PM$  avec l'image cible  $Io$ ,  $PM$  étant le rayon qui joint le point de fuite  $P$  à un point  $M$  de la scène à observer puisque, dans cette caméra idéale, tout rayon passant par le point de fuite  $P$  traverse le plan image sans déviation.

Par ailleurs, ce rayon  $PM$  coupe le plan image source  $Ij$  en un point  $m^*$ . La caméra  $C_j$  sera donc la caméra réelle sélectionnée pour fournir les données nécessaires à la construction de cette partie de l'image cible.

Mais par contre, il n'est pas vrai que le point  $m^*$  situé à l'intersection entre le même rayon  $PM$  et le plan image source  $Ij$  soit le point correspondant de  $m'$  dans  $Ij$  capable de fournir la valeur d'intensité  $F$  à affecter à ce point  $m'$ .

Il faut prendre en compte que la caméra  $C_j$ , comme toute caméra, comprend un objectif optique, qui forme une image réelle sur un substrat

muni d'une matrice de CCD ; cette image réelle est ensuite transformée par un module de conversion analogique-numérique pour fournir l'image source numérique  $Ij$  qui est alors traitée par le dispositif de traitement d'image numérique selon l'invention. Du fait de la nécessité d'utiliser un objectif à lentille, on peut considérer, comme il est montré schématiquement sur la FIG.5B, que le rayon lumineux  $MP$  est dévié par le champ de distorsion  $DF$  représenté en traits pointillés, ce qui fait que le point correspondant à  $m'$  n'est pas le point  $m^*$  situé sur  $MP$ , mais bien un point  $m$  situé à une petite distance de  $m^*$  dans le plan image source  $Ij$ .

Avec les données relatives aux repères terrestre et individuel, le module de construction 201 bâtit un modèle  $MCo$  de caméra virtuelle sur le modèle de projection conique représenté sur la FIG.5A, dans lequel tout rayon  $PM$  dans l'espace à 3 dimensions correspond à un pixel  $m'$  dans l'espace à 2 dimensions constitué par le plan image cible  $Io$ , puisque la caméra virtuelle  $Co$  est considérée comme un caméra idéale.

D'autre part, avec les données relatives au repère terrestre et aux repères individuels, le module de construction 206 bâtit les modèles  $MC_1$  à  $MC_n$  relatifs à chacune des caméras réelles, sur le modèle de projection conique représenté sur la FIG.5A, dans lequel tout rayon  $PM$  dans l'espace à 3 dimensions correspond à un point  $m^*$  dans l'espace à 2 dimensions constitué par le plan image source de chacune des caméras. Et, comme ces caméras ne sont pas des caméras idéales, mais présentent au contraire des distorsions, ce module 206 de construction des modèles  $MC_1$  à  $MC_n$  contient des moyens de corrections de distorsions qui permettent de remplacer systématiquement le point  $m^*$  trouvé, qui correspond à une image source distordue, par un point  $m$  dans le même espace à deux dimensions, qui correspond à une image source corrigée. Les moyens de correction des distorsions des objectifs peuvent être tous moyens connus de l'homme du métier.

Le calculateur d'adresse 200 comprend en outre des moyens de calcul d'adresse proprement dits pour déterminer l'adresse  $Aq$  de ce point  $m$  de l'image source distordue  $Ij$ .

Ces moyens sont représentés sous forme de blocs fonctionnels sur la FIG.6, et mettent en oeuvre une méthode du calcul de l'adresse  $Aq$ , décrite ci-après, et illustrée par la FIG.5B pour la clarté de l'exposé.

#### VI a) La méthode de calcul d'adresse

Cette méthode de calcul de l'adresse  $Aq$  correspondant à une adresse de départ  $Ao$ , comporte plusieurs étapes qui incluent au moins une transformation géométrique complexe qui est le produit

de plusieurs transformations élémentaires. Cette transformation géométrique est fondée sur le fait qu'il existe maintenant, grâce au module 206 décrit précédemment, une correspondance entre chaque pixel m d'une image source d'une caméra réelle et un rayon lumineux PM, dans l'espace à trois dimensions, passant par le point de fuite P défini dans le modèle de la caméra. La localisation d'un pixel m dans l'image dépend des paramètres de la caméra relatifs à la définition du modèle de cette caméra, alors que le rayon lumineux correspondant PM a une localisation dans l'espace à trois dimensions qui peut être exprimée par rapport au "repère terrestre" fixe.

La méthode de calcul de l'adresse Aq à partir de Ao inclut les étapes suivantes :

- une première transformation dite "transformation-perspective inverse" notée  $H_0^{-1}$ , qui donne la direction du rayon lumineux PM correspondant à l'adresse de départ Ao dans l'image cible lo,
- la recherche de l'index j la caméra réelle Cj dont le champ de visée contient le rayon lumineux en question, et si plusieurs caméras sont concernées, du fait d'un recouvrement possible des champs de visée, le choix d'une caméra appropriée,
- une seconde transformation dite "transformation-perspective directe" notée H<sub>j</sub>, qui donne l'adresse Aq dans l'image lj de la caméra réelle Cj sélectionnée, correspondant au rayon lumineux PM.

Les deux transformations, inverse  $H^{-1}$  et directe H, s'appuient comme on l'a dit, sur la définition des modèles des caméras ayant un point de fuite P commun (en anglais : VIEW POINT OF THE PIN-HOLE MODEL).

Pour réaliser la transformation géométrique complexe H, on est amené à considérer en premier une opération appelée "projection-perspective" J qui permet de passer du point M d'une scène, repéré dans le repère terrestre (Px, Py, Pz), au point m positionné dans le plan image d'une caméra réelle Ci, le point m étant alors repéré dans le système orthonormé individuel lié à cette caméra réelle, c'est-à-dire (Ojxj, Ojyj, Ojzj).

L'opération "projection-perspective" J fait passer, par une méthode mathématique, le repérage d'un point d'un système à 3 dimensions, dans un système à 2 dimensions. Cette opération peut être linéarisée par l'utilisation des coordonnées homogènes qui permet d'exprimer la transformation par une matrice 4 x 4.

La transformation géométrique H dite "transformation-perspective" est le produit de plusieurs matrices en coordonnées homogènes :

T qui est une matrice représentant une translation,

S qui est une matrice représentant un changement d'échelle,

J qui est la matrice "projection-perspective" dont on a parlé plus haut,

L qui est un changement d'origine,

R qui est une rotation selon les angles  $\phi_j$ ,  $\theta_j$ ,  $\psi_j$ ,

ou  $\phi_0$ ,  $\theta_0$ ,  $\psi_0$  selon le cas.

La transformation géométrique directe s'exprime alors par :  $H = T * S * J * L * R$ , et la transformation géométrique inverse par :

$$H^{-1} = T^{-1} * S^{-1} * J^{-1} * L^{-1} * R^{-1}$$

Cette transformation peut être exprimée de manière approchée par un ensemble de fonctions polynomiales en utilisant par exemple la méthode des moindres carrés.

La transformation approchée ainsi obtenue peut alors être réalisée au moyen d'un produit du commerce référencé chez la firme TRW par TMC2302. L'adresse de cette firme est : PO Box 2472, LA JOLLA, CA92038 (US).

#### VI.b/ Description d'une mise en oeuvre particulière du calculateur d'adresse 200

Cette mise en oeuvre est illustrée au moyen de blocs fonctionnels sur la FIG.6, dans laquelle sont représentés:

- le bloc 201 qui est le premier module de construction du modèle de la caméra virtuelle MCo,
- le bloc 210 qui est le premier module de stockage des paramètres  $\phi_0$ ,  $\theta_0$ ,  $\psi_0$ ,  $z_0$  de la caméra virtuelle imposés par l'utilisateur à l'interface 2 du bloc de contrôle 1,
- le bloc 113 qui est le générateur des adresses Ao de tous les pixels m' de l'image cible lo,
- le bloc 220 qui est un premier module de calcul de transformation géométrique qui reçoit les informations suivantes :
  - \* l'adresse Ao de m', provenant du générateur d'adresse 113,
  - \* le modèle MCo de la caméra virtuelle provenant du module de construction 201,
  - \* les paramètres  $\phi_0$ ,  $\theta_0$ ,  $\psi_0$ ,  $z_0$  de la caméra virtuelle provenant du premier module de stockage 210

Le bloc de calcul 220 détermine, dans l'espace à 3 dimensions, la position du rayon PM passant par le point de fuite P et par le pixel m', à partir de la localisation de m' dans l'espace lo à deux dimensions. Ce bloc de calcul 220 applique, à cet effet, la transformation perspective inverse :  $H_0^{-1}$  décrite précédemment,

- le bloc 204 qui est un module de stockage de la position du rayon lumineux PM dans l'espace à 3 dimensions, position qui est fournie par le bloc de calcul 220,
- le bloc de sélection 205 qui est un module d'aiguillage, et qui, à partir du rayon PM localisé, sélectionne la caméra réelle  $C_j$ , et fournit l'image source correspondante  $I_j$  dans laquelle trouver le point  $m$  recherché,
- le bloc 206 qui est le second module de construction des modèles  $MC_1$  à  $MC_n$  des caméras réelles, avec des moyens incorporés de corrections des distorsions,
- les blocs 21.1 à 21.n qui sont les blocs de stockages, dits seconds moyens de stockage, des paramètres  $\phi_1$  à  $\phi_n$ ,  $\theta_1$  à  $\theta_n$ ,  $\psi_1$  à  $\psi_n$ ,  $z_1$  à  $z_n$  respectivement des caméras réelles,
- les blocs 22.1 à 22.n qui sont desdits seconds modules de calcul de transformation géométrique, et qui reçoivent respectivement les informations suivantes,
  - \* le signal de sélection provenant du module d'aiguillage 205, avec les informations relatives à l'image source  $I_j$  dans le cas décrit ici à titre d'exemple puisque la caméra  $C_j$  a été sélectionnée,
  - \* le modèle  $MC_j$  de la caméra réelle  $C_j$ , provenant du second module de construction 206,
  - \* les paramètres  $\phi_j$ ,  $\theta_j$ ,  $\psi_j$ ,  $z_j$  de la caméra réelle  $C_j$  provenant du module de stockage 21.j (seconds moyens de stockage), dans le cas décrit ici. Dans le cas présent, le module de calcul 22.j (seconds moyens de calcul de transformation géométrique) calcule, dans l'espace à 2 dimensions constitué par le plan image source  $I_j$ , la localisation du point  $m$ , à partir de la localisation fournie par le module de stockage 204 du rayon lumineux PM, et ceci au moyen de la transformation perspective directe :  $H_j$  décrite précédemment (si le module d'aiguillage 205 avait sélectionné une autre image source, alors un autre module de calcul 22.1 à 22.n aurait appliqué la transformation perspective directe appropriée  $H_1$  à  $H_n$  pour localiser le point  $m$  dans cette autre image source),
- les blocs 23.1 à 23.n qui sont enfin des blocs de stockage des adresses  $A_q$  de chaque point  $m$ . Dans le cas présent l'adresse  $A_q$  du point  $m$  recherché sera disponible dans le module de stockage 23. j.

A la suite de ces opérations effectuées dans le calculateur d'adresse 200, en référence avec la Fig.3, ce calculateur d'adresse 200 fournit alors au bloc interplateur 112 l'adresse  $A_q$ , et ce dernier

calcule la fonction de luminance  $F$  correspondante. L'image  $I_0$  peut alors être reconstituée dans le bloc de stockage 117 en faisant correspondre à chaque pixel  $m$  d'adresse  $A_0$  une valeur de la fonction  $F$  de luminance. L'image cible est maintenant reconstituée.

En référence avec la Fig.2, l'image  $I_0$  peut ensuite être affichée, ou stockée dans les moyens 10.

Si on se trouve dans le cas où plusieurs images sources sont possibles, par exemple parce qu'on a recouvrement des images sources dans une région frontière, le bloc de sélection 205 contient des moyens pour choisir une seule des deux images-sources.

Une méthode de sélection entre deux images consiste à décider que le raccord entre deux images dans la région frontière est constitué par une ligne droite qui passe sensiblement au milieu de la zone de recouvrement. Cette convention est applicable au cas des caméras juxtaposées horizontalement comme sur la Fig.1 avec des raccords verticaux.

L'homme du métier peut choisir toutes sortes de raccords. Par exemple des raccords disposés radialement sur des coniques.

En remarque, on peut noter que ce qui a été dit pour le codage des pixels en niveau de gris peut s'appliquer au codage d'une image couleur. Le codage s'effectue simplement sur un plus grand nombre de bits.

On notera que, pour qu'aucun raccord ne soit sensible dans l'image cible, il est nécessaire de prendre plusieurs mesures :

- la calibration précise des caméras fixes,
- la correction des résultats par des rebouclages, suivie d'une modification éventuelle des paramètres des modèles des caméras fixes jusqu'à ce qu'on obtienne une juxtaposition parfaite conduisant à une image cible sans défaut.

Cette opération, ou initialisation, doit être comprise comme une partie intégrante de l'opération de calibrage.

On rappelle en outre, que des corrections de distorsion sont à appliquer à chaque image source pour la construction des modèles  $MC_1$  à  $MC_n$ . Il existe dans le commerce des dispositifs capables de réaliser ces opérations. La vérification de l'opération parfaite des correcteurs de distorsion utilisés est aussi partie intégrante du calibrage.

Par ailleurs, les différentes caméras réelles peuvent montrer des courbes de réponse en intensité de niveau de gris ou couleur qui diffèrent. Il est nécessaire lors du calibrage d'effectuer une correction de ces réponses individuelles pour uniformiser l'image virtuelle.

L'interface utilisateur 2 peut être commandée automatiquement, ou bien manuellement. Dans un exemple de mise en oeuvre cette interface peut être un levier orientable (en anglais JOY-STICK).

### Revendications

1. Procédé de traitement d'images, pour construire une image dite cible (Io), à partir d'images adjacentes, de cadrage fixe, dites images sources (I1,..., Ii, Ij,..., In), lesdites images cible et source ayant des points de fuite sensiblement confondus, **caractérisé en ce qu'il comprend** des étapes de :
  - numérisation des images,
  - détermination, pour un des pixels de l'image cible (Io), de l'adresse (Aq) d'un point dit correspondant, dans une image source (Ij) parmi toutes les images sources,
  - détermination de la valeur (F) de la luminance en ce point correspondant,
  - attribution au pixel de départ dans l'image cible (Io) de la valeur de luminance (F) de ce pixel correspondant,
  - et répétition de ces étapes pour chacun des pixels de l'image cible (Io).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de calibrage incluant :
  - le stockage des paramètres des images sources, parmi lesquels les facteurs d'échelle (z1... zn) et l'orientation des axes optiques concrétisée par les angles d'azimut ( $\theta_1... \theta_n$ ), de site ( $\phi_1... \phi_n$ ) et de rotation ( $\psi_1... \psi_n$ ) dans un repère orthonormé fixe, de référence (Px, Py, Pz),
  - la construction de modèles de caméras dites réelles pour fournir les images sources avec un point de fuite sensiblement commun confondu avec l'origine du repère de référence et avec aberrations corrigées, et en ce qu'il comprend une étape d'entrée de données incluant :
  - le stockage des paramètres de l'image cible parmi lesquels le facteur d'échelle (zo) et l'orientation de son axe optique concrétisée par son angle d'azimut ( $\theta_0$ ), de site ( $\phi_0$ ) et rotation ( $\psi_0$ ) dans le repère orthonormé fixe de référence (Px, Py, Pz),
  - la construction d'un modèle de caméra dite virtuelle pour fournir l'image cible avec un point de fuite sensiblement commun avec celui des images sources.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend aussi des étapes de :
  - génération d'une adresse (Ao) pour chacun des pixels de l'image cible (Io), pixel par pixel, de manière à couvrir la totalité de l'image cible (Io),
  - détermination de l'image source particulière (Ij) et de l'adresse (Aq), dans cette image source, du point correspondant à chaque pixel de l'image cible (Io), à partir des paramètres des images source et cible.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la détermination de l'adresse (Aq) du point dit correspondant trouvé dans une image source (Ij) inclut :
  - une étape de détermination, à partir de l'adresse (Ao) d'un pixel de départ (m) dans l'image cible (Io), de l'orientation, dans le repère orthonormé fixe de référence (Px, Py, Pz) d'origine au point de fuite, du rayon lumineux passant par ce pixel donné (m) et par le point de fuite commun (P),
  - une étape de sélection de l'image source (Ij) traversée par ce rayon lumineux (Px),
  - et une étape de détermination de l'adresse (Aq), dans cette image source, du point d'intersection de ce rayon lumineux avec cette image source, ce point étant le point correspondant au pixel de départ.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que :
  - l'étape de détermination de la position du rayon lumineux dans le repère de référence comprend une transformation géométrique de perspective dite "transformation de perspective inverse" ( $H_0^{-1}$ ) qui prend en compte le modèle de la caméra virtuelle,
  - l'étape de détermination de l'adresse (Aq) du point dit correspondant au pixel de départ, comprend des transformations géométriques de perspective (H1-Hn) dites transformations de perspective directes, qui, selon l'image source particulière sélectionnée, prennent en compte respectivement le modèle de la caméra réelle correspondante.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 5, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d' :
  - interpolation pour calculer une valeur d'une fonction de luminance (F) la plus

probable à l'adresse (Aq) trouvée l'image source (Ij).

7. Dispositif de traitement d'images incluant :
- un système de n caméras réelles fixes (C1,... Ci, Cj, ... Cn), disposées de manière à ce que leurs champs de vue individuels fusionnent pour former un seul champ de vue de grand angle pour l'observation d'une scène panoramique, 5 10
  - un système de construction d'image (100) simulant une caméra dite virtuelle (Co), mobile, balayant continuellement la scène panoramique pour en fournir une sous-image dite cible (Io), correspondant à une section arbitraire du champ de vue de grand angle, et construite à partir des images dites sources (I1,...Ii, Ij... In) adjacentes fournies par les n caméras réelles, cette caméra virtuelle (Co) ayant un point de fuite (P) confondu avec, ou proche de celui des caméras réelles, **caractérisé en ce que** ce système de traitement d'image est numérique et en ce que le système de construction (100) de l'image cible Io inclut : 15 20 25
  - un calculateur d'adresse (200), pour faire correspondre à une adresse (Ao) d'un pixel dans l'image cible (Io), un point à une adresse (Aq) dans une des images sources (I1-In), 30
  - des moyens (112, 117) pour calculer la valeur (F) de luminance du point à l'adresse (Aq) trouvée dans l'image source (I1-In), et pour affecter cette valeur (F) de luminance au pixel de départ à l'adresse (Ao) dans l'image cible (Io). 35
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le système (100) de reconstruction de l'image cible (Io) comprend : 40
- des premiers moyens de stockage (210) des paramètres relatifs à la caméra virtuelle pour fournir au calculateur d'adresse (200) le facteur d'échelle (zo) et l'orientation de l'axe optique de la caméra virtuelle (Co) dans un repère terrestre orthonormé (Px, Py, Pz) fixe et indépendant des caméras, c'est-à-dire ses angles d'azimut ( $\theta_0$ ), de site ( $\phi_0$ ) et de rotation ( $\psi_0$ ) ; 45 50
  - des seconds moyens de stockage (21.1-21.n) des paramètres relatifs aux caméras réelles (C1-Cn) pour fournir au calculateur d'adresse (200) le facteur d'échelle (z1-zn) et l'orientation de l'axe optique de chacune des caméras réelles (C1,...Ci, Cj, Cn) c'est-à-dire leurs angles 55

d'azimut ( $\theta_1 - \theta_n$ ), de site ( $\phi_1 - \phi_n$ ) et de rotation ( $\psi_1 - \psi_n$ ) dans ledit repère terrestre fixe ;

- un générateur d'adresse (113) pour générer les adresses (Ao) des pixels de l'image cible (Io), pixel par pixel, de manière à couvrir la totalité de l'image cible (Io), le calculateur d'adresse (200) déterminant alors l'image source particulière (Cj) et le point à l'adresse (Aq) dans cette image source, qui correspond à chaque pixel de l'image cible (Io) à partir des paramètres des caméras virtuelle et réelles.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le calculateur d'adresse (200) comporte :
- des premiers moyens de construction (201) d'un modèle (MCo) de caméra virtuelle avec projection à travers le point de fuite P,
  - des seconds moyens de construction (206) de modèles (MC1-MCn) de caméras réelles, avec projection à travers le point de fuite P, et avec corrections des distorsions et défauts de perspective.
10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le calculateur d'adresse (200) comporte :
- des premiers moyens de calcul de transformation géométrique (220) pour appliquer à chaque pixel (m) à une adresse (Ao) de l'image (Io) de la caméra virtuelle (Co), une transformation géométrique dite "transformation perspective" inverse ( $H_0^{-1}$ ), qui prend en compte le modèle de la caméra virtuelle MCo fourni par les premiers moyens de construction (201), et les paramètres angulaires d'azimut ( $\theta_0$ ), de site ( $\phi_0$ ), de rotation ( $\psi_0$ ) et le facteur d'échelle (zo) de cette caméra virtuelle, fournis par les premiers moyens de stockage (240), pour déterminer à partir de cette transformation perspective inverse ( $H_0^{-1}$ ), le positionnement dans ledit repère terrestre, du rayon lumineux passant par ce pixel (m) et le point de fuite (P),
  - des moyens (204) pour stocker le positionnement du rayon lumineux obtenu par la transformation perspective inverse ( $H_0^{-1}$ ),
  - des moyens de sélection (205) pour sélectionner l'image source particulière (I1-In) traversée par ce rayon lumineux,



- des seconds moyens de calcul de transformation géométrique (22.1-22.n) pour appliquer à ce rayon lumineux dans ledit repère terrestre, une transformation géométrique dite "transformation perspective directe" (H1-Hn), qui prend en compte les modèles des caméras réelles fournis par les seconds moyens de construction (206), les paramètres angulaires d'azimut ( $\theta_1-\theta_n$ ) de site ( $\phi_1-\phi_n$ ), de rotation ( $\psi_1-\psi_n$ ), et le facteur d'échelle ( $z_1-z_n$ ) de la caméra (C1-Cn) réelle correspondante, fournis par les seconds moyens de stockage (21.1-21.n),
  - et des moyens de stockage (23.1-23.n) pour fournir, à partir de cette transformation perspective directe (H1-Hn), l'adresse (Aq) dans l'image source particulière (I1-I<sub>n</sub>) qui correspond au rayon lumineux, et donc au pixel d'adresse (Ao) dans l'image cible (Io).
- 11.** Dispositif selon la revendication précédente 10, caractérisé en ce que les moyens de détermination de luminance comprennent :
- un interpolateur (112) pour calculer une valeur la plus probable d'une fonction de luminance (F) à l'adresse (Aq) trouvée par le calculateur d'adresse (200) dans l'image source fournie les moyens de sélection (205) ;
  - des troisièmes moyens de stockage (117) pour affecter la valeur (F) de luminance correspondant à l'adresse (Aq) trouvée dans l'image source, au pixel de départ dans l'image cible (Io) à l'adresse (Ao) fournie par le générateur d'adresse (113).
- 12.** Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système (100) de reconstruction de l'image cible (Io) comprend aussi :
- une interface (2) pour permettre à un utilisateur de définir les paramètres de la caméra virtuelle (Co), ces paramètres incluant son facteur d'échelle ( $z_0$ ) et l'orientation de son axe optique ( $\theta_0, \phi_0, \psi_0$ ).
- 13.** Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'interface utilisateur (2) est commandée automatiquement ou manuellement.
- 14.** Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'image cible (Io) est affichée en temps réel sur un écran (10).
- 15.** Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'image cible (Io) est enregistrée.
- 16.** Dispositif de surveillance muni d'un dispositif de traitement d'image selon l'une des revendications 1 à 9.

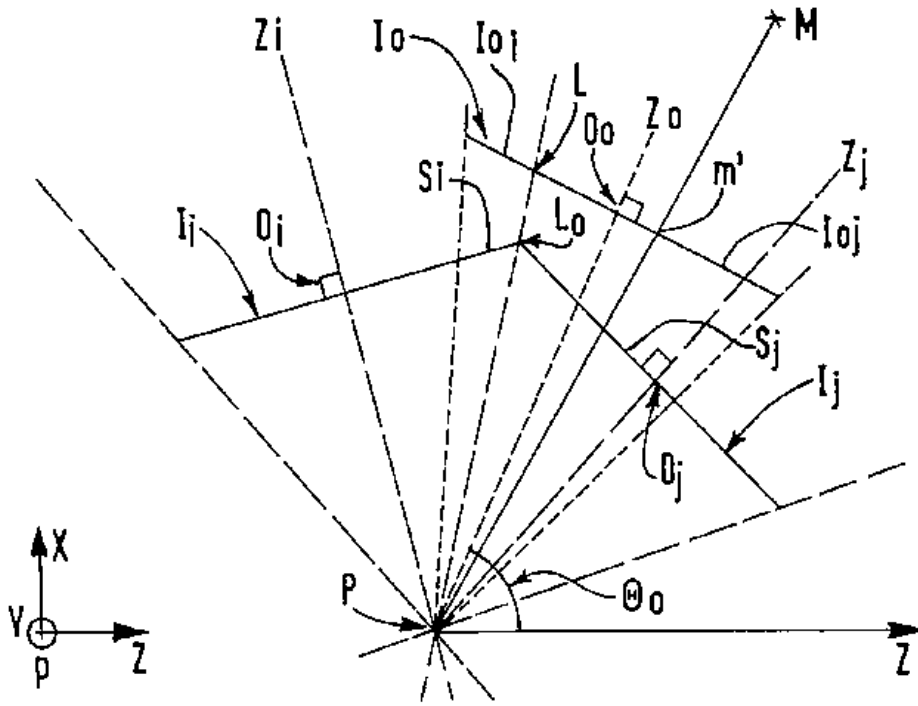


FIG. 1B

FIG. 1A

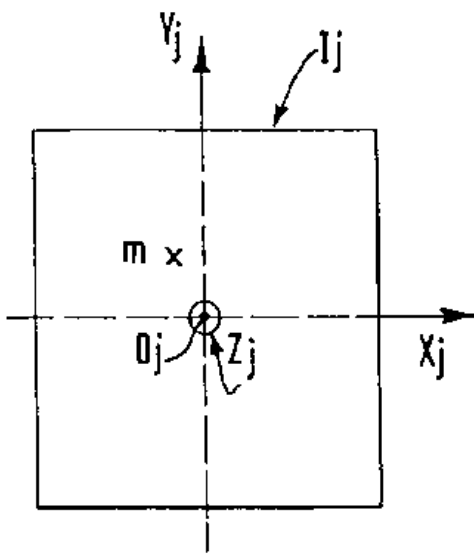


FIG. 1C

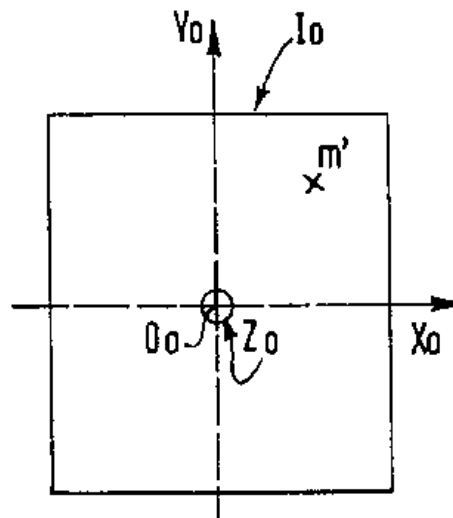


FIG. 1D

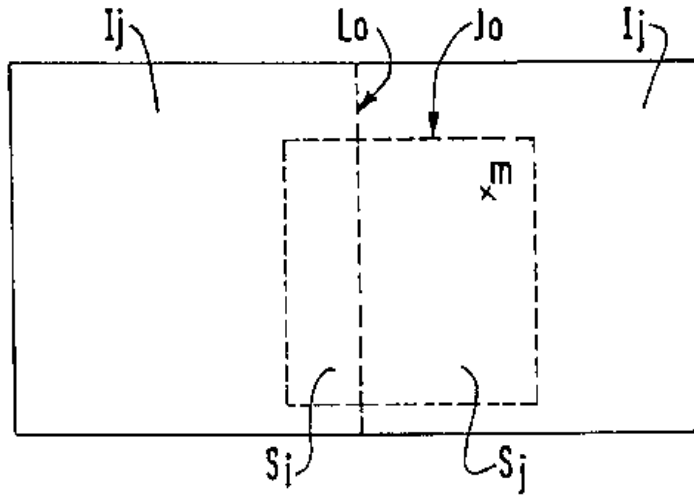


FIG. 1E

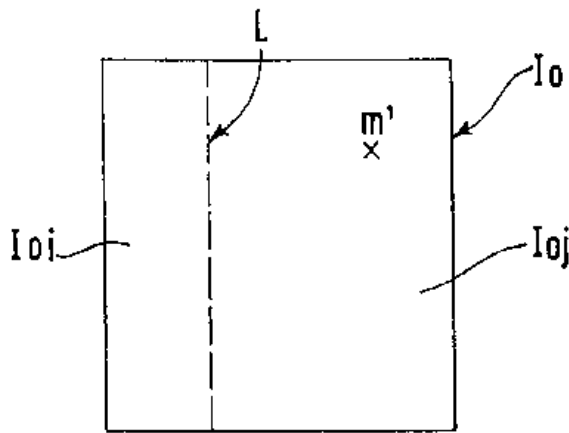


FIG. 1F

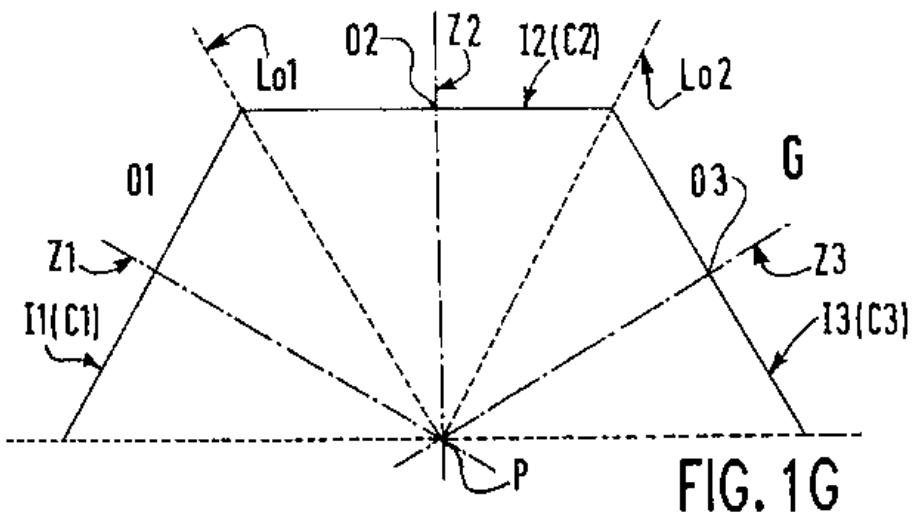
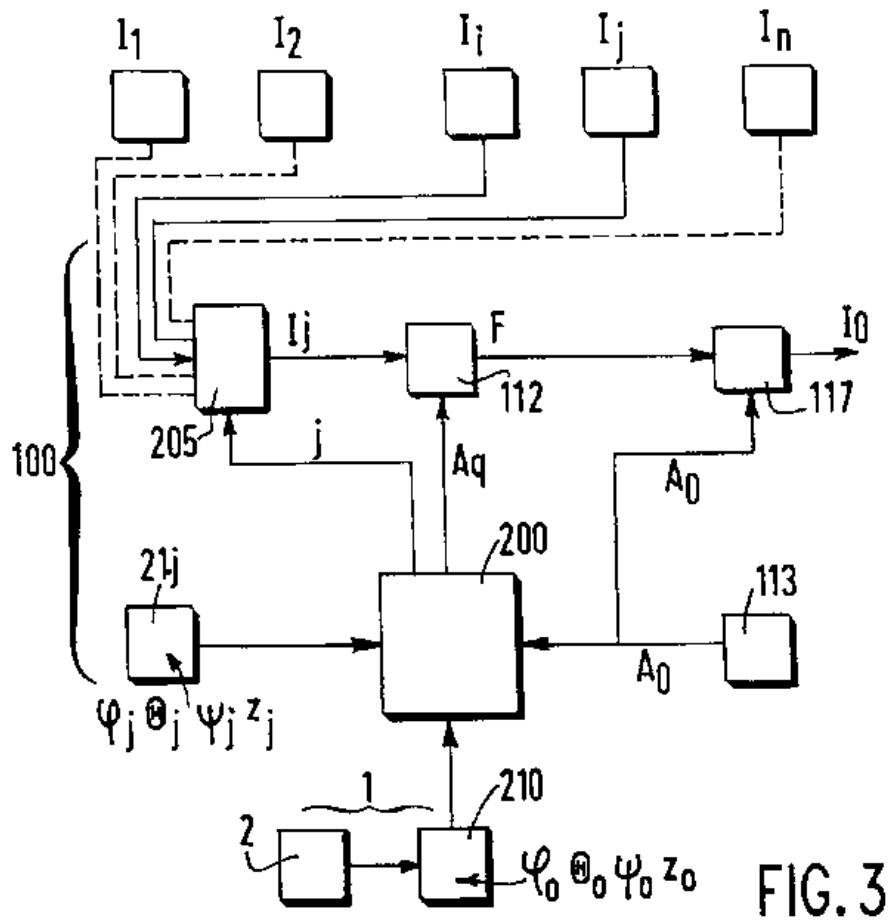
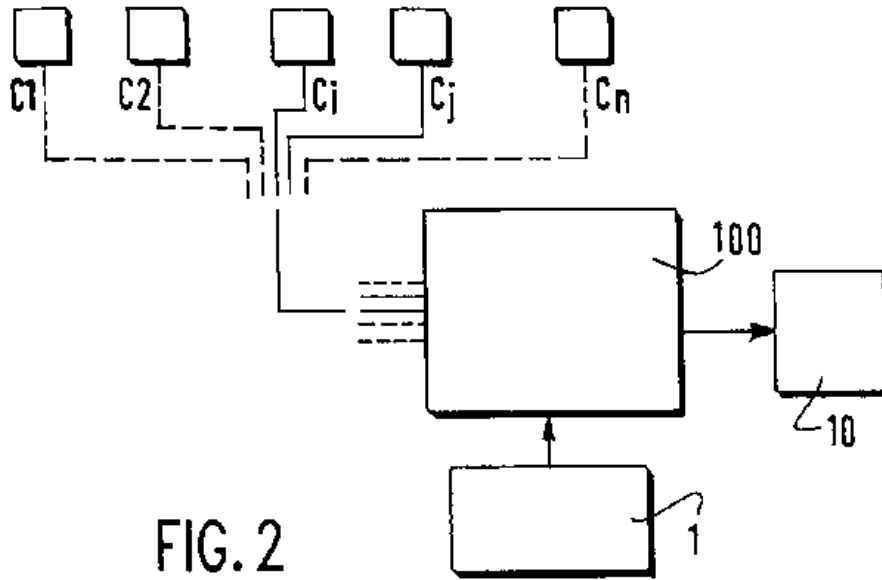


FIG. 1G



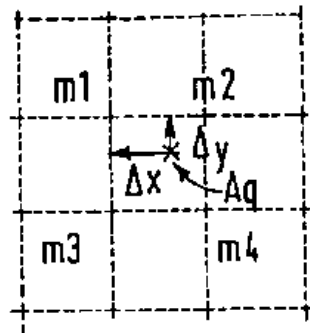


FIG. 4

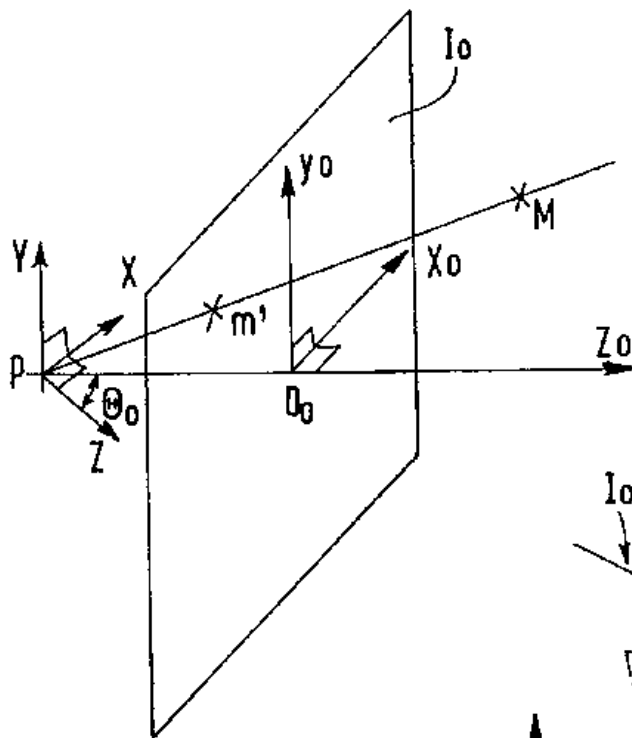


FIG. 5A

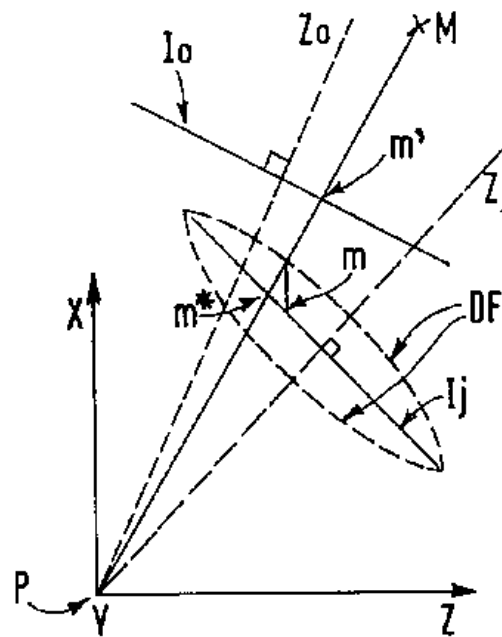


FIG. 5B

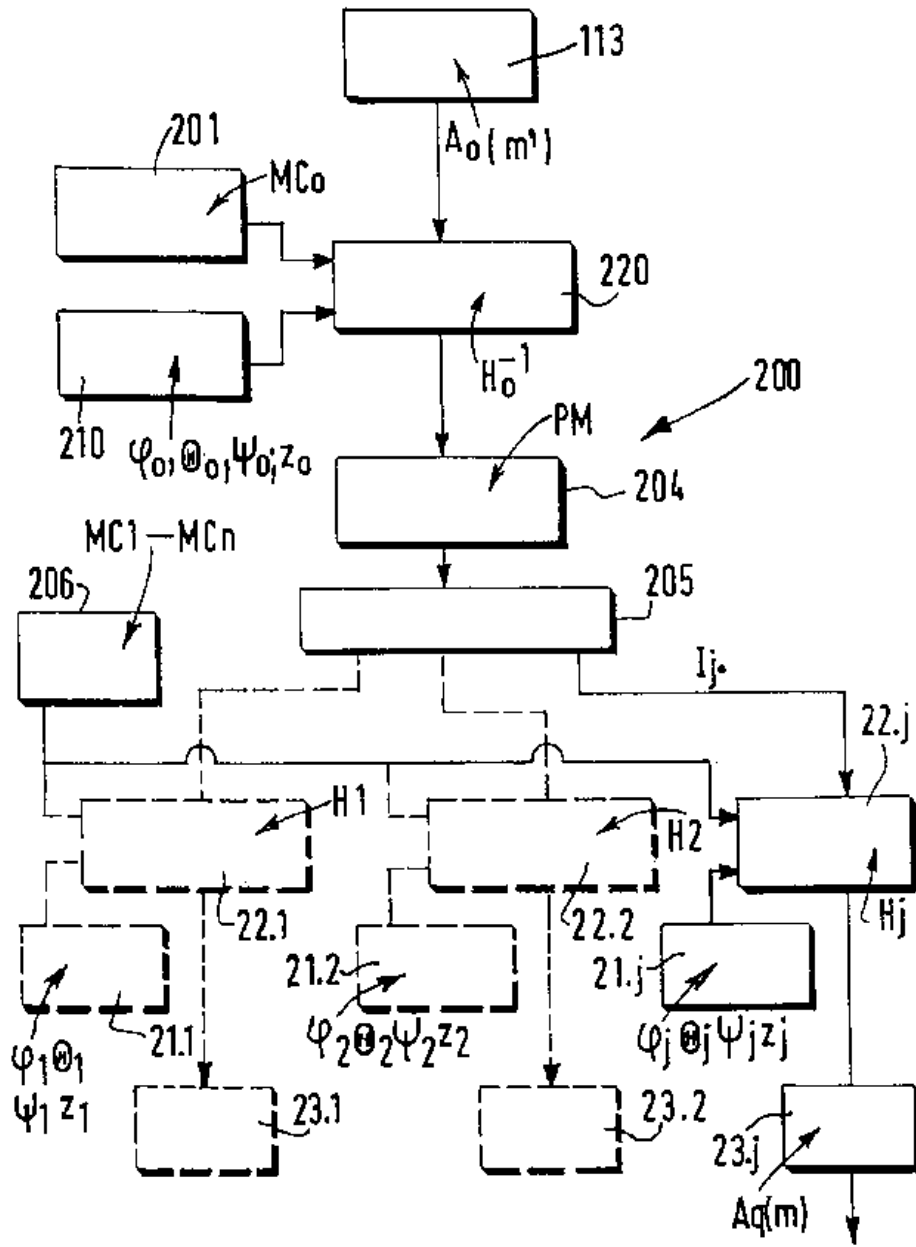


FIG. 6

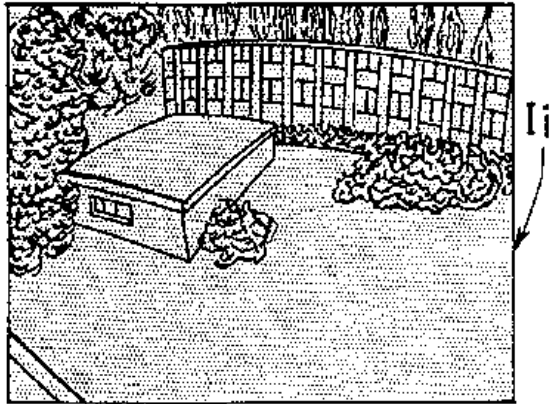


FIG. 7A

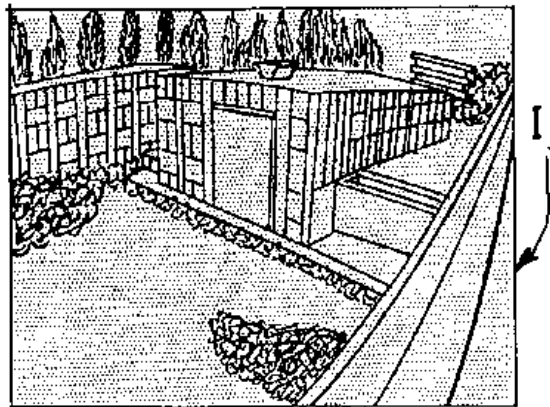


FIG. 7B

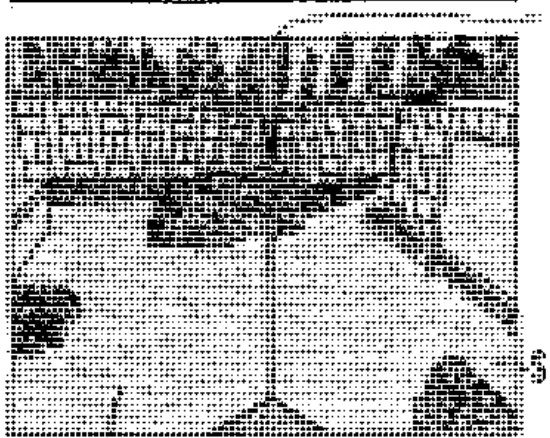


FIG. 7C

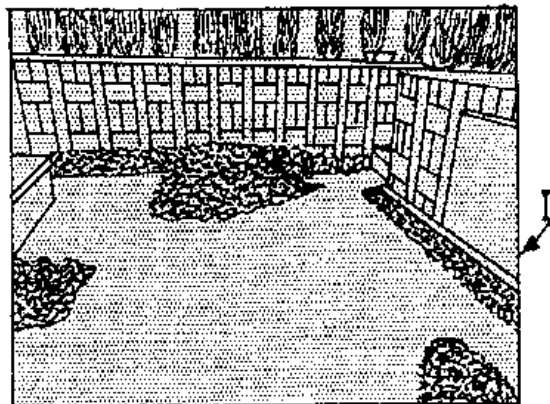


FIG. 7D

**Espacenet****Bibliographic data: EP0605045 (A1) — 1994-07-06****Image processing method and apparatus for generating one image from adjacent images.**

No documents available for this priority number.

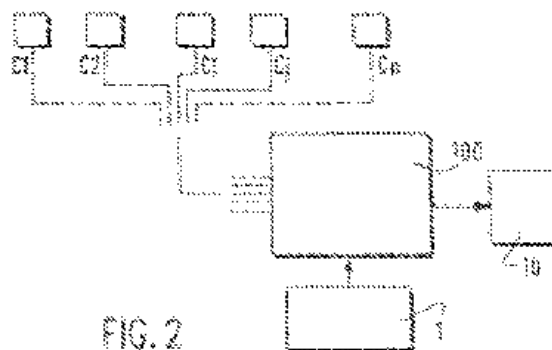
**Inventor(s):** LELONG PIERRE [FR]; DALM GOVERT [FR]; KLIJN JAN [FR] ±  
(LELONG PIERRE, ; DALM, GOVERT, ; KLIJN, JAN)**Applicant(s):** PHILIPS ELECTRONIQUE LAB [FR]; KONINKL PHILIPS  
ELECTRONICS NV [NL] ± (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE  
PHILIPS S.A.S. ; KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V)**Classification:** - international: **G06T1/00; G06T3/00; H04N7/18**; (IPC1-7): H04N7/18  
- cooperative: **H04N5/23238; H04N7/181****Application  
number:** EP19930203620 19931222**Priority  
number(s):** FR19920015836 19921229**Also published as:** EP0605045 (B1) US5444478 (A) JPH076227 (A) DE69324224 (T2)**Abstract of EP0605045 (A1)**

FIG. 2



The invention relates to an image processing method, for constructing a so-called target image (I<sub>0</sub>), from adjacent images, with fixed framing, called source images (I<sub>1</sub>, ... I<sub>j</sub>, ... I<sub>n</sub>), having substantially coincident vanishing points. This method comprises the steps of: digitising of the images; determination, for one of the pixels of the target image (I<sub>0</sub>) of the address (A<sub>q</sub>) of a so-called corresponding point in a source image (I<sub>j</sub>) among all the source images; determination of the value (F) of the luminance at this corresponding point; attribution to the starting pixel in the target image (I<sub>0</sub>) of the luminance value (F) of this corresponding pixel; and repetition of these steps for each of the pixels of the target image (I<sub>0</sub>). The invention also relates to a device implementing this method and comprising a system of n real fixed cameras (C<sub>1</sub>, ... C<sub>n</sub>) which supply n adjacent source images (I<sub>1</sub>, ... I<sub>n</sub>) covering a wide-angle field of view, and which have common vanishing points (P); and an image construction system (100) simulating a mobile, so-called virtual camera (C<sub>0</sub>), for supplying a so-called target sub-image (I<sub>0</sub>), of the wide-angle field of view, and constructed from source images with the same vanishing point (P). Application: surveillance devices.

Last updated: 13.03.2013    Preview Database    5.8.9: 21i



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 93 20 3620

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CLS)
A	US-A-5 023 725 (MCCUTCHEN) 11 Juin 1991 * abrégé; figures 2,15-17,31 * * colonne 1, ligne 17 - colonne 2, ligne 14 * * colonne 16, ligne 50 - colonne 20, ligne 31 * ---	1-16	H04N7/18
A	US-A-4 677 576 (BERLIN, JR. ET AL.) 30 Juin 1987 * abrégé; figure 1 * * colonne 4, ligne 23 - colonne 5, ligne 43 * ---	1-16	
A	US-A-4 660 157 (BECKWITH ET AL.) 21 Avril 1987 * abrégé; figure 1 * * colonne 1, ligne 23 - colonne 2, ligne 45 * * colonne 5, ligne 26 - colonne 13, ligne 51 * ---	1-16	
A	WO-A-86 01592 (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 13 Mars 1986 ---	1-16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CLS) H04N
A	EP-A-0 238 340 (RANK PULLIN CONTROLS LIMITED) 23 Septembre 1987 * abrégé; figures 1-6 * * page 1, ligne 14 - page 2, ligne 2 * * page 3, ligne 9 - page 5, ligne 6 * ---	1-16	
D,A	US-A-4 740 839 (PHILLIPS) 26 Avril 1988 * abrégé; figures 2,3 * * colonne 1, ligne 12 - colonne 2, ligne 3 * -----	1,7	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17 Février 1994	Examineur Machwirth, C
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention R : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1501 03.92 (PUBLI)

**Bibliographic data. EP0617296 (A1) — 1994-09-20****Method and system for obstacle detection, installed on a automotive vehicle.**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** DEVOS FRANCIS [FR]; DEVARIS JEAN [FR]; BRAME JEAN-LUC [FR] ± (DEVOS, FRANCIS, ; DEVARIS, JEAN, ; BRAME, JEAN-LUC)

**Applicant(s):** PEUGEOT [FR]; CITROEN SA [FR]; RENAULT [FR] ± (AUTOMOBILES PEUGEOT, ; AUTOMOBILES CITROEN, ; REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT S.A)

**Classification:** - international: **G01S11/12**; **G01S17/93**; B60R21/01; B60R21/013; (IPC1-7): G01S11/12; G01S17/88  
- cooperative: **G01S11/12**; **G01S17/936**; B60R21/013

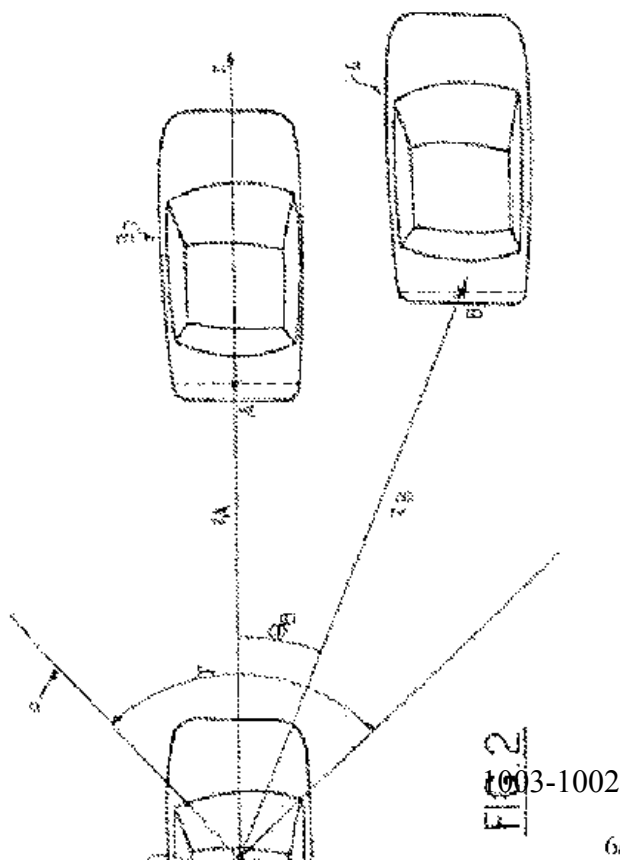
**Application number:** EP19940400449 19940303

**Priority number(s):** FR19930003253 19930322

**Also published as:** EP0617296 (B1) FR2703173 (A1) DE69409702 (T2)

**Abstract of EP0617296 (A1)**

The obstacles intersecting a plane P substantially parallel to the floor of the vehicle 1 are detected and the coordinates of each point of intersection of these obstacles with the plane P are defined in a reference frame related to the plane P. An image sensor 2 is used which consists of an objective, a matrix-configured sensor and means for electronically processing the image, these means being coupled to means for providing information to the vehicle's driver, the objective consisting of a lens or of a portion of a cylindrical lens. The image sensor is placed in the vehicle so that its field is superposed to the plane P.



**FIG 2**  
1003-1002

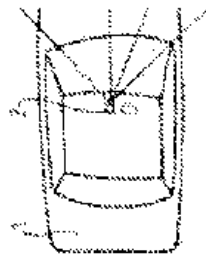


FIG.



12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt : **94400449.8**

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : **G01S 11/12, G01S 17/88**

22 Date de dépôt : **03.03.94**

30 Priorité : **22.03.93 FR 9303253**

43 Date de publication de la demande :  
**28.09.94 Bulletin 94/39**

84 Etats contractants désignés :  
**DE GB IT**

71 Demandeur : **AUTOMOBILES PEUGEOT**  
**75, avenue de la Grande Armée**  
**F-75116 Paris (FR)**

71 Demandeur : **AUTOMOBILES CITROEN**  
**62 Boulevard Victor-Hugo**  
**F-92200 Neuilly-sur-Seine (FR)**

71 Demandeur : **REGIE NATIONALE DES USINES**  
**RENAULT S.A.**  
**34, Quai du Point du Jour**  
**F-92109 Boulogne Billancourt (FR)**

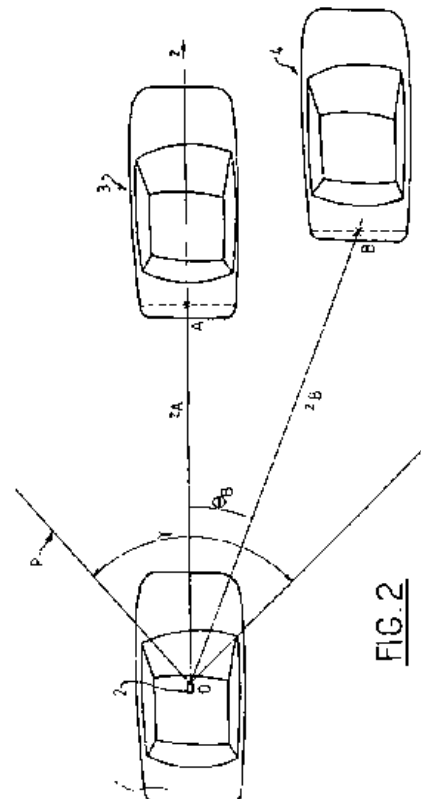
72 Inventeur : **Devos, Francis**  
**20, rue du Vieux Chemin de Monthléry**  
**F-91620 La Ville du Bois (FR)**

Inventeur : **Devars, Jean**  
**39, rue JB Corot**  
**F-91140 Villebon Sur Yvette (FR)**  
Inventeur : **Brame, Jean-Luc**  
**1 bis avenue Villemain**  
**F-75014 Paris (FR)**

74 Mandataire : **Pinchon, Odile et al**  
**GIE PSA PEUGEOT CITROEN,**  
**Propriété Industrielle - OPS/BPI,**  
**18, rue des Fauvelles**  
**F-92256 La Garenne Colombes Cédex (FR)**

54 **Procédé et dispositif de détection d'obstacles, embarqué sur un véhicule automobile.**

57 On détecte les obstacles coupant un plan P sensiblement parallèle au plancher du véhicule 1 et l'on définit dans un repère lié au plan P, les coordonnées de chaque point d'intersection de ces obstacles avec le plan P. On utilise un capteur d'images 2 constitué d'un objectif, d'un capteur matriciel et de moyens de traitement électronique de l'image couplés à des moyens d'information du conducteur du véhicule, l'objectif étant constitué d'une lentille ou d'une portion de lentille cylindrique. Le capteur d'images est placé dans le véhicule de façon que son champ se superpose au plan P.



**FIG. 2**

La présente invention se rapporte à un procédé et à un dispositif de détection d'obstacles, embarqué sur un véhicule automobile.

On connaît des systèmes de détection d'obstacles utilisant des capteurs d'images ou caméras, notamment de type CCD (c'est-à-dire "Charge Coupled Device", ou en français : "Dispositif à transfert de charge"). Cependant, si une caméra permet d'obtenir une image en deux dimensions de la scène routière, elle ne donne pas directement de renseignement concernant la profondeur, c'est-à-dire la distance de l'obstacle au point de prise de vue situé dans le véhicule.

Pour pallier cet inconvénient, on peut utiliser deux caméras et calculer la profondeur par un procédé de stéréo-vision, mais ce procédé est difficile à mettre en oeuvre. Outre le problème d'épipolarité se pose le problème de mise en correspondance, c'est-à-dire de l'appariement de chaque élément caractéristique de l'image de l'une des deux caméras avec l'élément correspondant de l'image de l'autre caméra. De plus, ce procédé demande, pour être robuste, des capacités de calcul très importantes et est donc mal adapté aux systèmes embarqués. Ces divers problèmes contribuent à un manque de précision et de fiabilité de ce procédé de stéréo-vision.

La présente invention a pour but un système de détection d'obstacles embarquable, notamment pour véhicule automobile, qui renseigne sur la distance de l'obstacle au véhicule tout en étant précis et fiable.

A cet effet, le procédé selon l'invention est caractérisé en ce qu'il consiste à détecter les obstacles coupant un plan P sensiblement parallèle au plancher du véhicule et passant par ce véhicule, et à définir, dans un repère lié au plan P, les coordonnées de chaque point d'intersection de ces obstacles avec le plan P.

Le plan P peut couper le véhicule, soit dans sa partie supérieure, par exemple au niveau du rétroviseur intérieur, et être légèrement incliné vers le bas, soit dans sa partie inférieure, par exemple au niveau des projecteurs et être légèrement incliné vers le haut.

De préférence, le procédé selon l'invention définit les coordonnées O et z de chaque point d'intersection des obstacles avec le plan P, l'origine des coordonnées étant située dans le véhicule.

Le dispositif selon l'invention, pour la mise en oeuvre du procédé, est caractérisé en ce qu'il comporte un capteur d'images constitué d'au moins un objectif, un capteur matriciel, par exemple CCD, sur lequel se forme une image, et des moyens de traitement électronique de l'image couplés à des moyens d'information du conducteur du véhicule, l'objectif étant constitué d'une lentille ou d'une portion de lentille cylindrique dont l'axe est parallèle au plan du capteur matriciel et incliné par rapport au plan de symétrie du véhicule, ce capteur d'images étant placé dans le véhicule de façon que son champ se superpose au plan P.

Selon une variante, la lentille cylindrique est remplacée par une superposition de lentilles ou de portions de lentilles sphériques décalées les unes par rapport aux autres de sorte que leurs centres optiques soient sur un même axe parallèle au plan du capteur matriciel mais incliné par rapport à celui-ci.

Les coordonnées O, z et leurs barres d'incertitude sont déterminées par les relations suivantes :

$$\text{tg } O = \frac{\delta}{d} \left( i + \frac{1}{2} \right) \pm \frac{1}{2} \frac{\delta}{d}$$

$$z = \frac{ad}{\delta} \left( \frac{\Delta i}{\Delta i^2 - 1} \pm \frac{1}{\Delta i^2 - 1} \right)$$

où:

- $\delta$  est la résolution du capteur matriciel
- d est la distance entre l'objectif et le capteur matriciel
- a est la distance entre les projections, sur le plan P, des centres optiques extrêmes de l'objectif
- i est l'abscisse de l'intersection avec la première ligne de la matrice du capteur matriciel, du segment de droite qui constitue l'image du point dont les coordonnées sont recherchées, ce segment étant extrait au moyen d'un algorithme de traitement d'image.
- $\Delta i = j - i$ , j étant l'abscisse de l'intersection avec la dernière ligne de la matrice du capteur matriciel, du segment de droite qui constitue l'image du point dont les coordonnées sont recherchées, ce segment étant extrait au moyen d'un algorithme de traitement d'image.

L'invention va maintenant être décrite plus en détail, en référence à un mode de réalisation donné à titre d'exemple et représenté par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'implantation du dispositif selon l'invention sur un véhicule,
- la figure 2 est un schéma de principe du dispositif selon l'invention,
- la figure 3 représente les éléments du dispositif selon l'invention,

- la figure 4 représente une variante de la figure 3,
- la figure 5 représente le capteur matriciel des figures 3 et 4,
- la figure 6 représente schématiquement en vue de dessus le dispositif optique des figures 3 et 4,
- la figure 7 représente, en vue agrandie, un détail de la figure 5.

5 Sur toutes ces figures, les éléments correspondants portent les mêmes repères.

On se reportera tout d'abord à la figure 1. Cette figure montre un véhicule 1 muni d'un capteur d'images 2 selon l'invention. Le capteur 2 est fixé sur la face arrière du rétroviseur intérieur du véhicule et est légèrement incliné vers le bas. Le champ de ce capteur peut être assimilé, comme on l'expliquera plus loin, à un plan P coupant l'obstacle que constitue un véhicule 3 placé devant le véhicule 1.

10 Si l'on se reporte à la figure 2, on voit que le capteur 2, qui détermine une origine O, couvre dans le plan P, un angle  $\gamma$  susceptible de couvrir toute la largeur de la route. Le plan P coupe ici le véhicule 3 de la figure 1, situé sur le même axe longitudinal que le véhicule 1, ainsi qu'un véhicule 4 situé à droite du véhicule A. Plus précisément, le plan P coupe les véhicules 3 et 4 selon des segments de droite que l'on peut, si ces véhicules sont à une certaine distance du véhicule 1, assimiler à leur milieu, respectivement A et B. Le dispositif  
15 selon l'invention permet de déterminer l'angle O et la cote z de chaque point A et B dans un repère lié au plan P et ayant pour origine la demi-droite Oz constituée par l'intersection du plan P avec le plan de symétrie du véhicule 1.

On se reportera maintenant à la figure 3 sur laquelle on a représenté un point source S, qui pourrait être l'un des points A ou B de la figure 2, un objectif 5, un capteur matriciel 6 et des moyens 7 de traitement électronique (par exemple numérisation de l'image puis analyse de l'image numérique ou calcul électronique direct) couplés à des moyens 8 d'information du conducteur pour l'aide à la conduite de celui-ci. Ces moyens 8 peuvent être des moyens visuels, les informations s'affichant par exemple sur un écran de visualisation intégré au poste de conduite et/ou sonores, tels qu'une alarme ou une voix artificielle.

L'objectif 5 est constitué d'une superposition, dans un plan parallèle à celui du capteur 6, donc sensiblement vertical, de portions parallélépipédiques de lentilles sphériques 5a, 5b, ..., 5i, ..., 5n décalées les unes par rapport aux autres de sorte que leurs centres optiques  $C_a, \dots, C_i, \dots, C_n$  soient alignés sur un axe parallèle au plan du capteur matriciel 6 et incliné par rapport au plan de symétrie du véhicule 1. Sur la figure 3, on n'a représenté que 5 portions de lentilles mais on peut en superposer par exemple une vingtaine ( $n=20$ ).

Le point source S a pour image par rapport à chacune des portions de lentilles 5a à 5n, un point-image  $S_a, S_b, \dots, S_i, \dots, S_n$ . Les centres optiques  $C_a$  à  $C_n$  étant alignés, les points-images  $S_a$  à  $S_n$  le sont aussi. Ainsi, l'image sur le capteur 6 du point S est un segment de droite. De même, tous les autres points sources, intersections d'obstacles avec le plan P ont pour image un segment de droite sur le capteur matriciel 6. Les moyens électroniques situés dans le boîtier interprètent ces images afin de déterminer les coordonnées O et z de chaque point source. Ces coordonnées sont ensuite portées à la connaissance du conducteur, sous diverses formes, par les moyens 8. L'information concernant ces coordonnées peut être complétée ou remplacée par des informations concernant par exemple la présence ou non d'obstacles, la distance de ces obstacles au véhicule, la vitesse relative de ces obstacles par rapport au véhicule.

On se reportera maintenant à la figure 4, analogue à la figure 3 mais sur laquelle l'objectif est constitué d'une portion parallélépipédique de lentille cylindrique 5' dont l'axe est parallèle au plan du capteur matriciel 6 et est incliné par rapport au plan de symétrie du véhicule 1. Cette lentille cylindrique est analogue, du point de vue optique, à la superposition de portions de lentilles sphériques de la figure 3. En effet, si l'on suppose les lentilles de la figure 3 suffisamment petites, par un passage à la limite, ces lentilles sont assimilables à une lentille cylindrique. L'axe de la lentille cylindrique 5' est analogue à l'axe sur lequel sont alignés les centres optiques  $C_a$  à  $C_n$  des portions de lentilles 5a à 5n. On a repéré par  $C_1$  et  $C_2$  les deux centres optiques extrêmes de la lentille 5'. L'image, sur le capteur 6, du point source S est, comme sur la figure 3, un segment de droite dont les extrémités sont les deux points-images  $S'_1$  et  $S'_2$ .

Pour plus de simplicité, on considérera désormais que l'on se trouve dans le cas de la figure 4, la transposition du mode de la figure 4 à celui de la figure 3 se faisant aisément en remplaçant  $C_1$  et  $C_2$  par  $C_a$  et  $C_n$  et  $S_1$  et  $S_2$  par  $S_a$  et  $S_n$ .

On se reportera maintenant à la figure 5 sur laquelle on a représenté en détail le capteur matriciel 6. Sur un axe de coordonnées O'x, on a repéré par i et j les abscisses relatives par rapport à des origines O', respectivement O'', des extrémités du segment de droite-image du point source S, c'est-à-dire des points-images  $S_1$  et  $S_2$ . Le point O'' est défini ci-après. Les moyens électroniques 7 comportent des algorithmes de traitement d'image (à titre d'exemple non limitatif : extraction de contour suivie d'une transformée de HOUGH) permettant d'extraire parmi les différents segments de droite, le segment de droite relatif à chaque point source. Pour  
55 chaque segment de droite, on extrait l'équation de ce segment et donc les abscisses i et j des points  $S_1$  et  $S_2$ .

Sur la figure 6, on a représenté schématiquement le capteur 2 en projection sur un plan perpendiculaire aux plans de la matrice 6 et de la lentille 5'. La projection dans ce plan du capteur matriciel 6 est l'axe O'x et

5  $C'_1$  et  $C'_2$  sont les projections des centres optiques  $C_1$  et  $C_2$ . On a désigné par  $a$  la distance  $C'_1 C'_2$  et par  $d$  la distance entre les droites  $C'_1 C'_2$  et  $O'x$ , c'est-à-dire la distance entre la lentille et le capteur matriciel. On a considéré que le point  $O$  de la figure 2 était confondu avec  $C'_1$ . On a désigné par  $\delta$  la résolution du capteur matriciel  $\delta$ , c'est-à-dire la distance inter-pixel. On a désigné par  $S_o$  la projection du point  $S$  sur l'axe  $Oz$ , par  $O''$  la projection de  $C'_2$  sur l'axe  $O'x$ , par  $O''z''$  un axe parallèle à l'axe  $O'z$  et par  $S''_o$  la projection de  $S$  sur cet axe  $O''z''$ .

On appelle  $\lambda$  et  $r$  les distances respectivement à l'axe  $O'z$  et  $O''z''$  des projections sur l'axe  $O'x$  des impacts lumineux que constituent les points-images  $S_1$  et  $S_2$ .

En regardant notamment la figure 7, on peut écrire :

10 
$$\begin{aligned} \delta i &< \lambda < \delta (i + 1) \\ \delta j &< r < \delta (j + 1) \\ \lambda &= \lambda_{\text{moyen}} \pm \frac{1}{2} (\lambda_{\text{max}} - \lambda_{\text{min}}) \end{aligned}$$

avec

15 
$$\lambda_{\text{moyen}} = \frac{\lambda_{\text{max}} + \lambda_{\text{min}}}{2} = \frac{\delta(i+1) + \delta i}{2} = \delta \left( i + \frac{1}{2} \right)$$

En considérant que l'impact lumineux a un diamètre d'1 pixel, on peut écrire :

$$\frac{\lambda_{\text{max}} - \lambda_{\text{min}}}{2} = \frac{\delta}{2}$$

20 d'où :

$$\lambda = \delta \left( i + \frac{1}{2} \right) \pm \frac{\delta}{2}$$

On voit d'autre part sur la figure 6 que :

25 
$$\text{tg } O_s = \frac{\lambda}{d}$$

donc :

30 
$$\boxed{\text{tg } \theta_s = \frac{\delta}{d} \left( i + \frac{1}{2} \right) \pm \frac{1}{2} \frac{\delta}{d}}$$

35

On voit encore sur la figure 6, en considérant les triangles  $OS_oS$  et  $OO'i$

$$\frac{S_oS}{OS_o} = \frac{O'i}{OO'} \quad \text{soit} \quad \frac{S_oS}{OS_o} = \frac{\lambda}{d}$$

On voit de même, en considérant les triangles  $C'_2 S''_o S$  et  $C'_2 O''j$ , que :

40 
$$\frac{a + S_oS}{C'_2 S''_o} = \frac{r}{d}$$

d'où

$$r C'_2 S''_o = d (a + S_oS)$$

Or, on a vu que :

45 
$$\frac{\lambda}{d} = \frac{S_oS}{OS_o} = \frac{S_oS}{OS_o} = \frac{S_oS}{C'_2 S''_o}$$

soit

$$\lambda C'_2 S''_o = d (S_oS)$$

Donc :

50 
$$(r - \lambda) C'_2 S''_o = a d$$

soit

$$C'_2 S''_o = \frac{ad}{r - \lambda} = \frac{ad}{\delta} \times \frac{\delta}{r - \lambda}$$

Posons :

55 
$$\alpha = \frac{ad}{2\delta}$$

d'où



$$c'_2 S''_0 = 2\alpha \left[ \frac{\delta}{\mu - \lambda} \right]$$

5

si l'on considère que  $C'_2 S''_0$  est à peu près égal à  $z_s$  on a :

$$z_s = 2\alpha \left[ \frac{\delta}{\mu - \lambda} \right]$$

10

15 Calculons  $z_s$  min et  $z_s$  max :

$$z_{s \text{ min}} = \frac{2\alpha}{j-i+1} \quad z_{s \text{ max}} = \frac{2\alpha}{j-i-1}$$

20

$$z_s \text{ moyen} = \frac{z_{s \text{ min}} + z_{s \text{ max}}}{2} = \frac{2\alpha}{2} \left[ \frac{1}{j-i+1} + \frac{1}{j-i-1} \right]$$

25

$$= \alpha \left[ \frac{2(j-i)}{(j-i+1)(j-i-1)} \right]$$

30 d'où :

$$z_s = z_s \text{ moyen} \pm \frac{z_{s \text{ max}} - z_{s \text{ min}}}{2}$$

35

$$= 2\alpha \left[ \frac{j-i}{(j-i+1)(j-i-1)} \right] \pm \frac{2\alpha}{2} \left[ \frac{1}{j-i-1} - \frac{1}{j-i+1} \right]$$

40

$$= 2\alpha \left[ \frac{j-i}{(j-i+1)(j-i-1)} \pm \frac{1}{2} \frac{2}{(j-i+1)(j-i-1)} \right]$$

45

$$= 2\alpha \left[ \frac{j-i}{(j-i+1)(j-i-1)} \pm \frac{1}{(j-i+1)(j-i-1)} \right]$$

50

55 En posant :

$$\lambda_i = j-i$$

5

$$Z_s = \frac{ad}{\delta} \left[ \frac{\Delta i}{\Delta i^2 - 1} \pm \frac{1}{\Delta i^2 - 1} \right]$$

L'invention permet de localiser tous les obstacles coupant le plan P ; elle s'applique particulièrement bien à la conduite automobile où la dimension verticale n'est pas très significative et où une dimension sensiblement horizontale suffit, ce qui permet l'utilisation d'un système optique à convergence horizontale tel que la lentille décrite ci-dessus. Elle donne des résultats précis et fiables ; en outre, elle n'utilise qu'un capteur d'images.

L'invention permet de résoudre aisément le problème de mise en correspondance, c'est-à-dire de l'appariement des points images extrêmes ( $S_a$  et  $S_n$  ou  $S_1$  et  $S_2$ ). En effet, l'interéchantillonnage créé par la superposition de lentilles entre les lentilles extrêmes (5a et 5n) ou par la lentille cylindrique inclinée, permet de relier ces points images extrêmes par un segment de droite qu'il est aisé d'extraire au moyen d'un algorithme de traitement d'image (à titre d'exemple non limitatif : extraction de contour suivie d'une transformée de HOUGH).

## 20 Revendications

1- Dispositif de détection d'obstacles, notamment pour véhicule automobile, destiné à détecter les obstacles coupant un plan P sensiblement parallèle au plancher du véhicule et passant par ce véhicule et à définir dans un repère lié au plan P, les coordonnées de chaque point d'intersection de ces obstacles avec le plan P, caractérisé en ce qu'il comporte un capteur d'images constitué d'au moins un objectif, un capteur matriciel, par exemple CCD, sur lequel se forme une image, et des moyens de traitement électronique de l'image couplés à des moyens d'information du conducteur du véhicule, l'objectif étant constitué d'une lentille ou d'une portion de lentille cylindrique, dont l'axe est parallèle au plan du capteur matriciel et incliné par rapport au plan de symétrie du véhicule, ce capteur d'images étant placé dans le véhicule de façon que son champ se superpose au plan P

2- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur d'images est fixé sur la face arrière du rétroviseur intérieur du véhicule et est légèrement incliné vers le bas.

3- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur d'images est fixé au véhicule au niveau des projecteurs et est légèrement incliné vers le haut.

4- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la lentille cylindrique est remplacée par une superposition de lentilles ou de portions de lentilles sphériques décalées les unes par rapport aux autres de sorte que leurs centres optiques soient sur un même axe parallèle au plan du capteur matriciel mais incliné par rapport à celui-ci.

5- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de traitement électronique déterminent les coordonnées  $\theta$  et  $z$  de chaque point d'intersection des obstacles avec le plan P, l'origine des coordonnées étant située au niveau du capteur, par les relations suivantes:

45

$$\text{tg}\theta = -\frac{\delta}{d} \left( i + \frac{1}{2} \right) \pm \frac{1}{2} \frac{\delta}{d}$$

50

$$= \frac{ad}{\delta} \left[ \frac{\Delta i}{\Delta i^2 - 1} \pm \frac{1}{\Delta i^2 - 1} \right]$$

55 où

- $\delta$  est la résolution du capteur matriciel
- $d$  est la distance entre l'objectif et le capteur matriciel
- $a$  est la distance entre les projections, sur le plan P, des centres optiques extrêmes de l'objectif

- $i$  est l'abscisse de l'intersection avec la première ligne de la matrice du capteur matriciel du segment de droite qui constitue l'image du point dont les coordonnées sont recherchées, ce segment étant extrait au moyen d'un algorithme de traitement d'image
- $\Delta i = j - i$ ,  $j$  étant l'abscisse de l'intersection avec la dernière ligne de la matrice du capteur matriciel, du segment de droite qui constitue l'image du point dont les coordonnées sont recherchées, ce segment étant extrait au moyen d'un algorithme de traitement d'image.

5

**6-** Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'information du conducteur sont visuels, et comportent par exemple un écran de visualisation intégré au poste de conduite.

10

**7-** Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'information du conducteur sont sonores.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

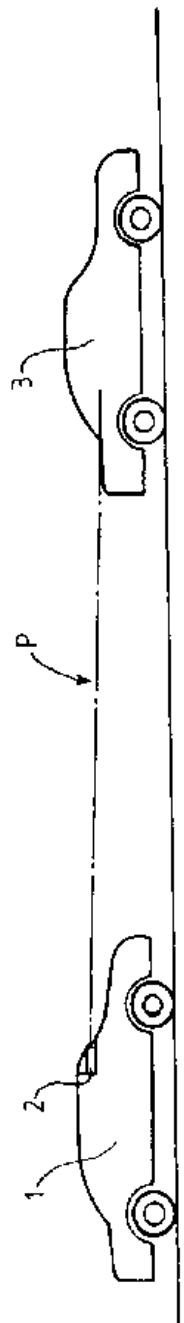


FIG. 1

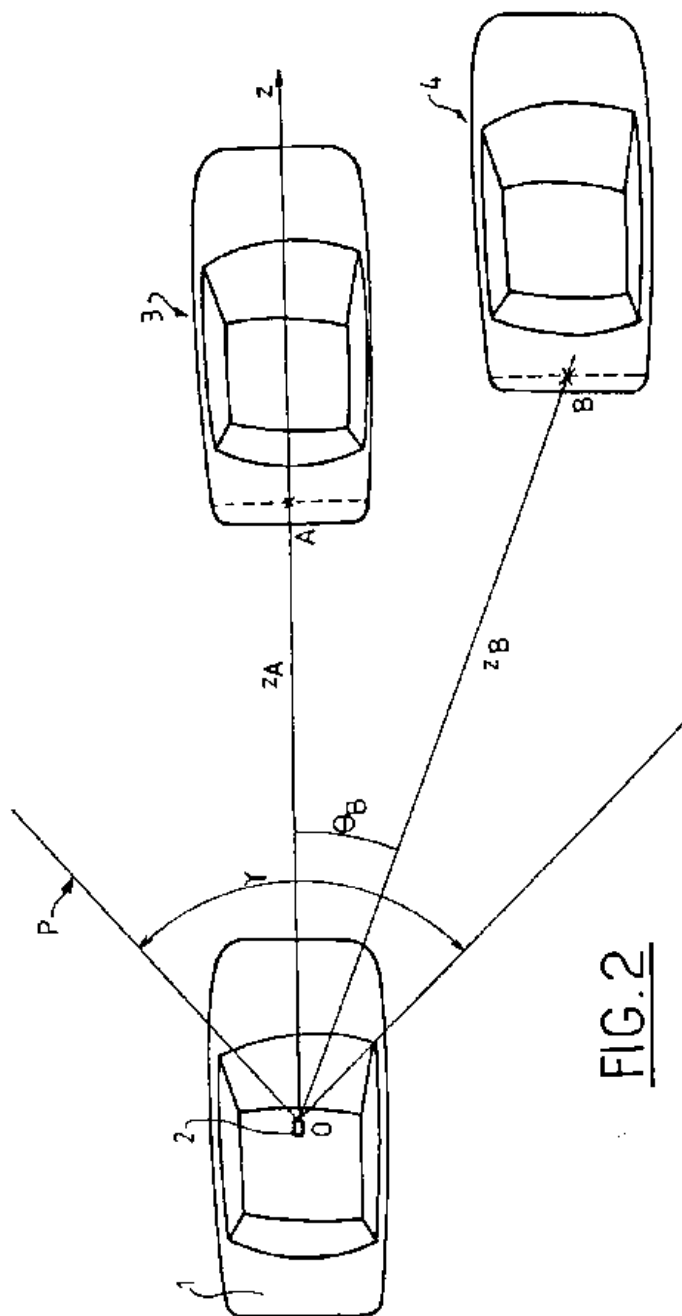


FIG. 2

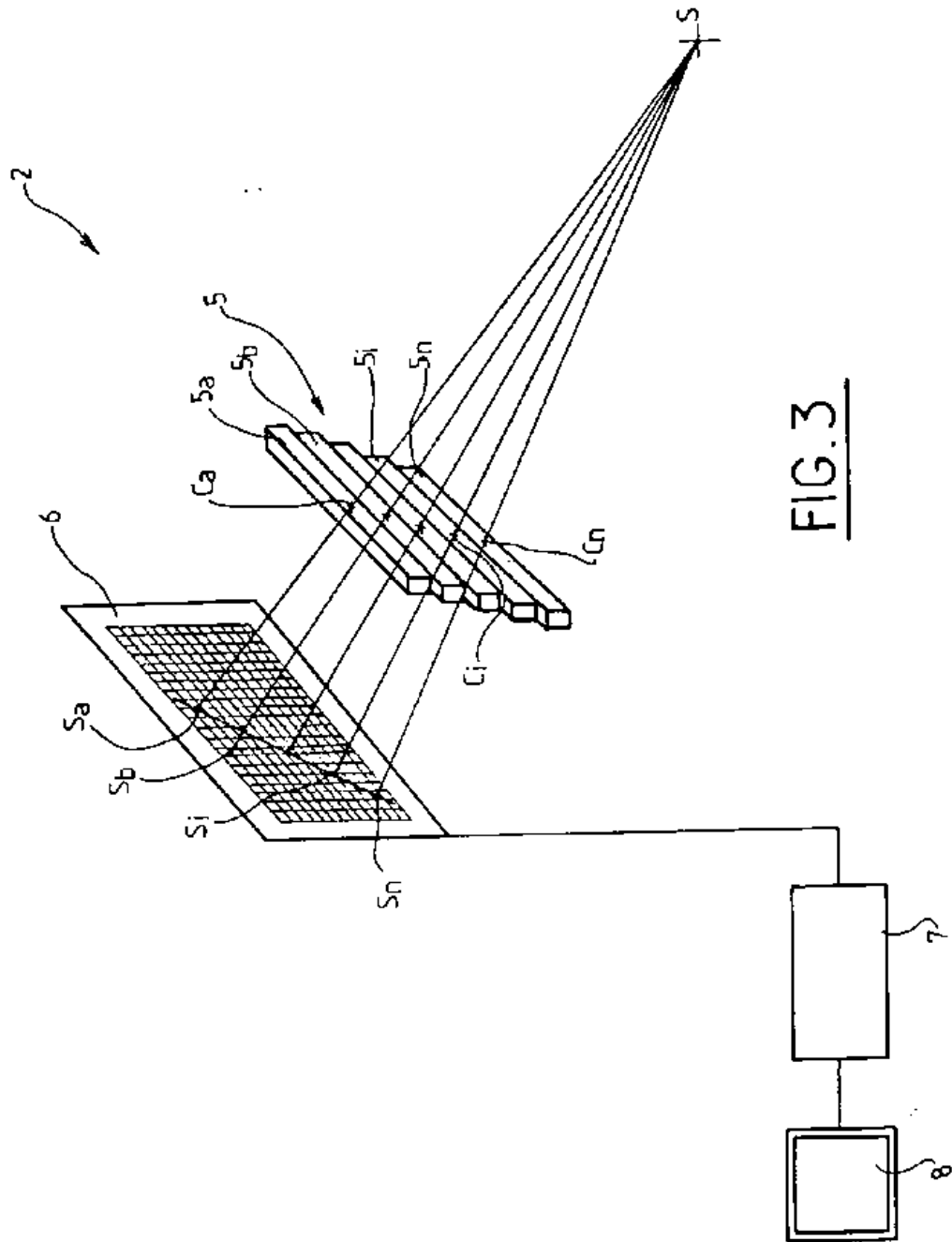


FIG. 3

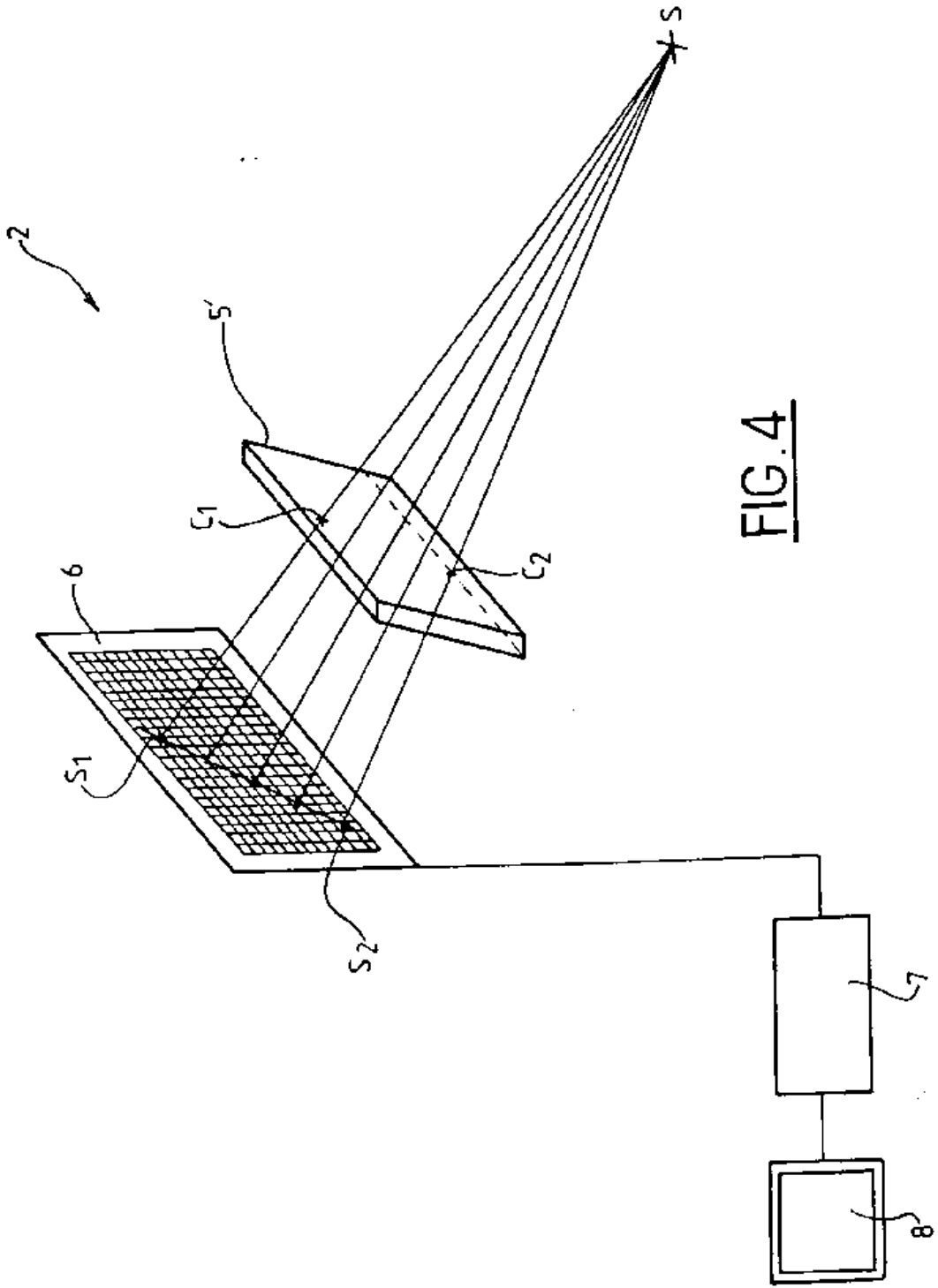


FIG. 4

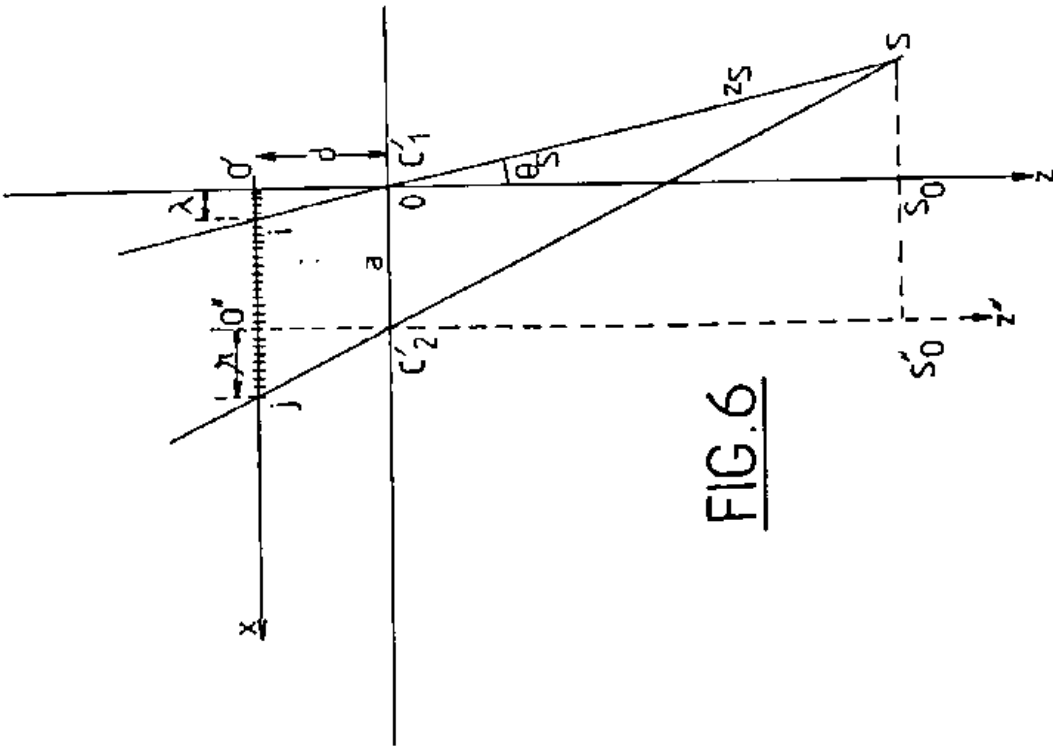


FIG. 6

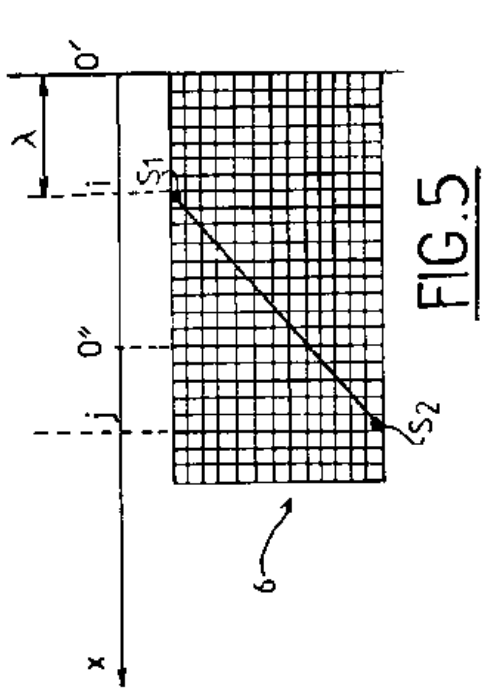


FIG. 5

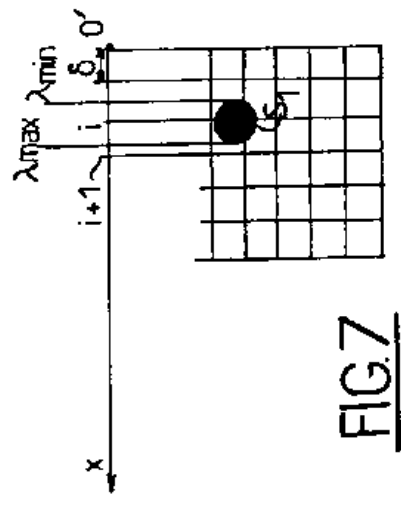


FIG. 7



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 94 40 0449

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (InCLIS)
A	GB-A-2 139 445 (NISSAN) 7 Novembre 1984 * page 2, ligne 102 - page 6, ligne 93; figures 13,17 *	1-3,5	G01S11/12 G01S17/88
A	EP-A-0 522 520 (BMW) 13 Janvier 1993 * abrégé; figure 1 *	2	
A	DE-U-87 17 494 (KOLBatz) 9 Février 1989 * figure 2 *	3	
A	FR-A-2 576 126 (REINAUD ET AL.) 18 Juillet 1986 * page 3, ligne 9 - page 4, ligne 30; figure 1 *	1,5	
A	DE-C-41 14 304 (MESSERSCHMITT) 30 Avril 1992 * abrégé; figures 1-8 *	1	
A	COMPUTER VISION GRAPHICS AND IMAGE PROCESSING, vol.21, no.2, Février 1983, DULUTH, MA US pages 222 - 238 COWART ET AL. 'The Detection of Unresolved Targets Using the Hough Transform'		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (InCLIS) G01S B60Q

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche

LA HAYE

Date d'achèvement de la recherche

17 Juin 1994

Examineur

Zaccà, F

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

- X : particulièrement pertinent à lui seul  
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  
A : arrière-plan technologique  
O : divulgation non écrite  
P : document intercalaire

- 1 : théorie ou principe à la base de l'invention  
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date  
D : cité dans la demande  
I : cité pour d'autres raisons  
& : membre de la même famille, document correspondant





② **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

① Application number: 94109081.4

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>: G06F 15/70, G01C 3/08

② Date of filing: 25.05.94

⑩ Priority: 25.05.93 JP 147026/93

⑬ Date of publication of application:  
30.11.94 Bulletin 94/48

⑭ Designated Contracting States:  
DE FR GB IT SE

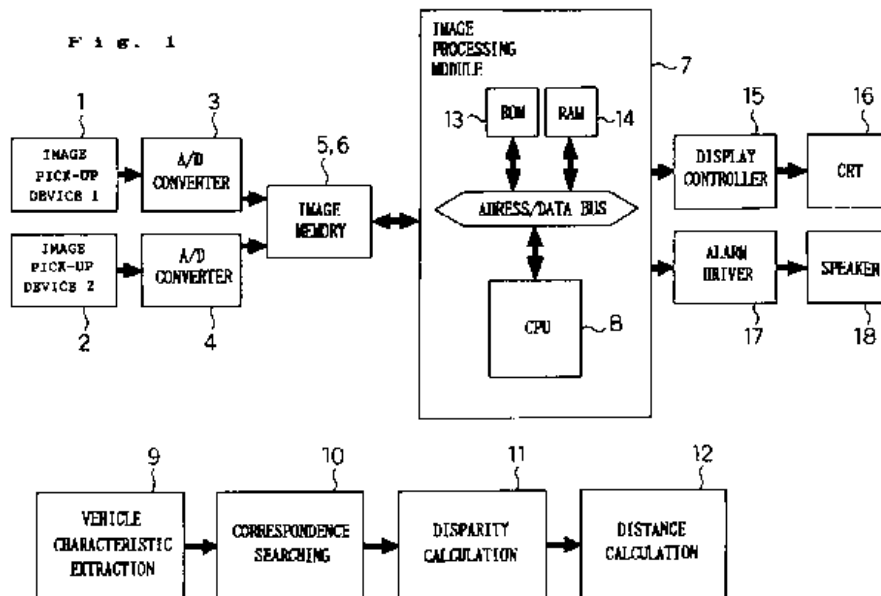
① Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD**  
1006, Oaza Kadoma,  
Kadoma-shi  
Osaka 571 (JP)

⑦ Inventor: **Suzuki, Akihiro**  
224-4, Aza Ookoshi Gogazuka  
Itami-shi, Hyogo-ken 664 (JP)

④ Representative: **Patentanwälte Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Partner**  
Maximilianstrasse 58  
D-80538 München (DE)

⑤ Apparatus for measuring intervehicle distance by stereo vision.

⑥ Horizontal edges, vertical edges, symmetrical axes, T-shaped edges, +-shaped edges, L-shaped edges, □-shaped edges, part of a preceding vehicle and the like are extracted as a vehicle characteristic in images picked up from two video cameras mounted to a vehicle, and a disparity is determined by utilizing of the correspondence relationship of the extracted vehicle characteristic, thereby measuring a distance to the preceding vehicle.



EP 0 626 654 A2

**BACKGROUND OF THE INVENTION**

## 1. Field of the Invention

5 The present invention relates to an apparatus for measuring intervehicle distance.

## 2. Description of the Prior Art

10 Conventional distance measuring apparatus using stereo vision include an apparatus disclosed by A. Grumet in U.S.Pat. No. 4,601,053. In the patent, A. Grumet describes the apparatus in which part of an object to be measured is set as a reference in one of two images obtained by two view points having a spacing between them in the horizontal direction, and searching a horizontal brightness arrangement similar to the reference in the other image causes a disparity as a shift in the horizontal direction to be determined, whereby a distance to the object is calculated by the determined disparity.

15 However, such conventional distance measuring apparatus have performed a processing using only brightness information, so that it has been difficult to set and limit a reference to a preceding vehicle, which reference is required for measuring intervehicle distance.

**SUMMARY OF THE INVENTION**

20 An object of the present invention is to provide an apparatus for measuring intervehicle distance, by which a reference on a preceding vehicle essential for the intervehicle distance measurement using stereo vision is provided in an image, thereby allowing a distance to the preceding vehicle to be positively measured.

25 An intervehicle distance measuring apparatus of the present invention has:  
 image memories for storing right/left or upper/lower images picked up from image pick-up means for picking up a preceding vehicle,  
 a vehicle characteristic extraction section for extracting a vehicle characteristic from the respective images stored in the image memories,  
 30 a correspondence searching section for determining a correspondence relationship between these images of the extracted vehicle characteristic,  
 a disparity calculation section for determining a disparity as a shift between these images, of the vehicle characteristic determined for correspondence relationship, and  
 a distance calculation section for calculating a distance to the preceding car by a use of the determined  
 35 disparity.

**BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

40 Fig.1 is a block diagram showing the basic composition of an intervehicle distance measuring apparatus of one embodiment according to the present invention.

Fig.2 is a sketch view showing an example of installation of video cameras to a vehicle.

Fig.3 is a flowchart of the operation of the same intervehicle distance measuring apparatus.

Fig.4 is an illustrative view showing stereo images picked up by the video cameras of the same intervehicle distance measuring apparatus.

45 Fig.5 is an illustrative view showing processing regions set in the stereo images of the same intervehicle distance measuring apparatus.

Fig.6 is edge images showing horizontal edges extracted in the processing regions.

Fig.7 is images showing horizontal edges approximated in straight line.

Fig.8 is a display screen outputting measured intervehicle distance results onto a CRT.

50 Fig.9 is images showing vertical edge components extracted on the horizontal edges.

Fig.10 is an illustrative view of symmetrical points extraction processing.

Fig.11 is a histogram accumulating distributions of the symmetrical points.

Fig.12 is images showing symmetrical points extracted on the horizontal edge.

Fig.13 is images showing extracted symmetrical axes.

55 Fig.14 is edge images showing vertical edges extracted in processing regions.

Fig.15 is images showing vertical edges approximated in straight line.

Fig.16 is images showing extracted, circumscribed profiles.

Fig.17 is edge images of a preceding vehicle.

Fig.18 is images showing extracted T-shaped edges.

Fig.19 is images showing extracted □-shaped edges.

Fig.20 is images showing extracted tail lamps.

## 5 DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

With reference to drawings, preferred embodiments of the present invention will be explained hereinafter.

Fig.1 is a block diagram showing the composition of an intervehicle distance measuring apparatus in a preferred embodiment of the present invention. In Fig.1, video cameras 1 and 2 are used to pick up images in front of a vehicle. The two video cameras are installed at a certain interval, and their installing direction is preferably such that the optical axes of the video cameras are parallel to each other. Preferably, in order to obtain easily the correspondence between images, they are installed side by side in the horizontal or vertical direction with respect to the surface of a road. This embodiment will be explained assuming that the two video cameras are installed in the horizontal or vertical direction with respect to the surface of a road. Fig. 2 shows an example in which the video cameras 1 and 2 are mounted to the ceiling inside a vehicle. A/D converters 3 and 4 are used to convert images picked up from the two video cameras from analog signals to digital ones, and the converted images are stored in image memories 5 and 6. The numeral 7 indicates an image processing module comprising mainly a microprocessor 8, which performs a processing for the image data stored in the image memories 5 and 6. The main processing in this embodiment is performed in four sections, a vehicle characteristic extraction section 9, a correspondence searching section 10, a disparity calculation section 11, and a distance calculation section 12, all of which have been implemented as programs of the microprocessor 8. In the vehicle characteristic extraction section 9, a vehicle characteristic is extracted, and in the correspondence searching section 10, a relationship in correspondence between two images of the extracted vehicle characteristic is determined. The vehicle characteristic in which the correspondence relationship has been determined is used to calculate a disparity in the disparity calculation section 11, and the distance calculation section 12 calculates a distance to a preceding vehicle by the use of the calculated disparity. When the apparatus is started, these programs are loaded from a ROM 13 into the microprocessor 8. A RAM 14 is a calculation region available for each processing. The calculated intervehicle distance is displayed through a display controller 15 on a CRT 16. Where the distance calculation section 12 calculates an intervehicle distance shorter than that previously set, an audio alarm is outputted through an alarm driver 17 from a speaker 18.

In the above-mentioned composition, with reference to Fig. 3, its operation will be explained.

First, when the apparatus is started, at the step 31, the apparatus is initialized. In the initialization processing, the CRT 16 and the speaker 18 are initialized, and programs are loaded from the ROM 13 to the microprocessor 8.

Then the process proceeds to the step 32, at which stereo image pick-up processing is performed. At this step, images in front of the vehicle are picked up as a pair of stereo images from the video cameras 1 and 2. The picked-up respective images are A/D converted by the A/D converters 3 and 4, and then stored in the image memories 5 and 6. Fig. 4 shows a pair of stereo images picked up from the video cameras 1 and 2.

Then the process proceeds to the step 33, at which vehicle characteristic extraction processing is performed by the vehicle characteristic extraction section 9. In this embodiment, in order to utilize the fact that the preceding vehicle picked up in the images includes many horizontal edges, a case where the horizontal edges are used for the vehicle characteristic is shown. Although any edge extraction filter well known in the image processing field may be used to extract the horizontal edges, a sobel filter most well known in the image processing field is used herein to extract pixels exceeding a specified threshold as the horizontal edges. The region in an image in which the preceding vehicle having a possibility of rear-end collision is picked up can be limited, so that whole of the image is not required to process, and thus it is preferable that the processing region for vehicle characteristic extraction is previously limited as shown in Fig. 5. In Fig. 5, the numerals 51 and 52 are limited processing regions with respect to the stereo images shown in Fig. 4, and Fig. 6 shows the horizontal edges extracted from the processing regions 51 and 52.

Then the process proceeds to the step 34, at which whether the vehicle characteristic has been extracted is checked. This judgment is performed by checking whether the number of pixels extracted as horizontal edges exceeds a specified value. Now, where the number of pixels extracted as horizontal edges is less than the specified value, the process judges that the preceding vehicle is not present, and returns to the step 32, at which the next stereo images are picked up. Where the number of pixels extracted as horizontal edges is the specified value or more, the process proceeds to the step 35.

At the step 35, correspondence searching processing is performed by the correspondence searching section 10. In this embodiment using the horizontal edges for the vehicle characteristic, the results of vehicle characteristic extraction processing is given as the distribution of horizontal edge pixels as shown in Fig. 6, so that it is preferable that the horizontal edges are approximated in straight line in order to obtain easily the correspondence relationship. Where point lines are approximated in straight line, the method of least squares as a mathematical technique, or the Hough transformation disclosed in U.S. Pat. No. 3,069,654 (1962) may be used. Fig. 7 shows the results obtained by performing Hough transformation on the horizontal edge extraction results shown in Fig. 6 and performing the straight line approximation on them. In Fig. 7, 71L through 76L and 71R through 76R are straight-line approximated horizontal edges. Where two video cameras are installed horizontally with respect to the surface of a road in such a manner that their optical axes become parallel to each other as shown in this embodiment, the positions from the lower end of horizontal edge images corresponding between two images are substantially matched to each other. Therefore, where the difference in the distance from the image lower end between the horizontal edges of the two images is within a specified range, the correspondence relationship can be judged to be established. In Fig. 7, 71L and 71R, 72L and 72R, 73L and 73R, 74L and 74R, 75L and 75R, 76L and 76R correspond to each other, respectively. Now, if there is horizontal edges not corresponding to each other, they are deleted from the data.

Then the process proceeds to the step 36, at which whether a pair of horizontal edges corresponding to each other are present is checked. Where a pair of horizontal edges corresponding to each other are not present, the process returns to the step 32, at which the next stereo images are picked up. Where a pair of horizontal edges corresponding to each other are present, the process proceeds to the step 37.

At the step 37, disparity calculation processing is performed by the disparity calculation section 11. A correlation coefficient using the brightness on horizontal edges may be utilized to calculate the disparity. The correlation coefficient Si for a pair of the "i"th horizontal edges is calculated by the following equation

$$S_i(x) = \sum_{j=0}^n |p_l(j) - p_r(j+x)| \dots (1)$$

In the equation(1), x is the shift in the horizontal direction; n is the number of pixels in the horizontal direction in the processing region shown in Fig. 5; pl (j) is the brightness of the "j"th pixel on the scanning line on which the "i"th horizontal edge having correspondence relationship of an image as a reference is present; and pr (j) is the brightness of the "j"th pixel on the scanning line on which the "i"th horizontal edge having correspondence relationship of the other image is present. As apparent from the equation (1), where two images are most matched to each other, the correlation coefficient gives the minimum value. Therefore, the shift x where the correlation coefficient gives the minimum value can be calculated as the vehicle disparity d (i) between two images. Now, although the disparity d (i) is obtained by only the number of pairs of horizontal edges having correspondence relationship, in order to obtain the distance closest to the preceding vehicle, the disparity having the largest shift among the d (i) is taken as an output dmax from this process.

Then the process proceeds to the step 38, at which distance calculation processing is performed by the distance calculation section 12. A distance D is calculated by the following equation (2) which uses the disparity dmax and utilizes the principle of triangulation:

$$D = \frac{L \cdot f}{d_{max} \cdot C} \dots (2)$$

In the equation(2), L is the installation spacing of two video cameras; f is the focal distance of the lense mounted to the video cameras; and C is a constant for converting the disparity to a distance corresponding to actual reality.

Then the process proceeds to the step 39, at which the intervehicle distance calculated by result output processing is outputted. The results can be outputted through the display controller 15 in such a manner that an image plane obtained by superimposing of the intervehicle distance on the image from one video

camera is displayed on the CRT 16. At this point, displaying the intervehicle distance near the place at which the vehicle characteristic has been extracted allows a driver to be notified of the vehicle subject to observation. Fig. 8 shows an example of result display on the CTR. Where the intervehicle distance calculated in the distance calculation section 12 is less than a specified distance, an alarm sounds through the alarm driver 17 from the speaker 18, thereby allowing the driver's attention to be drawn.

Then, another embodiment will be explained where the horizontal edges are used for the vehicle characteristic, and the vertical edge components on the horizontal edges are utilized for the disparity calculation processing at the step 37; provided that the process to the step 36 is the same as the above-mentioned embodiment, and thus the data up to the horizontal edge correspondence relationship has been determined.

Similar to the horizontal edge extraction, in order to detect the vertical edge components on the horizontal edges, the above-mentioned edge extraction filter may also be used. However, in this case, the edge extraction filter needs only to be operated on the horizontal edges, so that the pixels on the horizontal edges, whose edge intensity in the vertical direction is more than a specified threshold, are extracted. Fig. 9 shows the vertical edge components on the horizontal edges extracted by the use of the sobel filter. In Fig. 9, 91L through 96L and 91R through 96R are the extracted vertical edge components on the horizontal edges. Then, the shift between two images in the horizontal direction at the position of the vertical edge components are determined for each horizontal edge, and the determined shift is taken as the disparity  $d(i)$ . Now, where one or more vertical edge components on the corresponding horizontal edges are present, the average of the shifts obtained from a combination having the least dispersion in the shift among all combinations is employed as the disparity  $d(i)$ . Now, although the disparity  $d(i)$  is obtained by only the number of pairs of horizontal edges establishing correspondence relationship similarly to the above-mentioned embodiment, in order to obtain a distance closest to the preceding vehicle, the disparity having the largest shift among the  $d(i)$  is taken as the output  $d_{max}$  from the process, and then, in a similar manner to the above-mentioned embodiment, the intervehicle distance is calculated and the calculated results are outputted.

Then, another embodiment will be explained where the horizontal edges are used for the vehicle characteristic, and the symmetrical points on the horizontal edges are utilized for the disparity calculation processing at the step 37; provided that the process to the step 36 is the same as the above-mentioned embodiment, and thus the data up to the horizontal edge correspondence relationship has been determined.

The symmetrical points on the horizontal edges can be extracted by the use of the distribution of the edge pixels on the horizontal edges. With reference to Figs. 10 and 11, the extraction processing of the symmetrical points will be explained. First, as shown in Fig. 10, an edge pixel on the horizontal edge is taken as a reference point P. Then, a mid point R between the reference point P and the other edge pixel Q is taken as a symmetrical point candidate, and a position  $\rho$  of the point R in the image is caused to be accumulated in a histogram as shown in Fig. 11. Such accumulation is performed with all combinations of the edge pixels on the horizontal edges so as to prepare the histogram as shown in Fig. 11. At this point, the frequency at the highest symmetry position gives the maximum value, so that the position can be extracted as the symmetrical point on the horizontal edges. In Fig. 11, a position RR becomes the symmetrical point. Fig. 12 shows the results obtained by performing the symmetrical point extraction processing with each horizontal edge shown in Fig. 7. In Fig. 12, 121L through 126L and 121R through 126R are symmetrical points extracted with respect to respective horizontal edges.

Thus, where the symmetrical point on the horizontal edges are used, the symmetrical point on the horizontal edges establishing correspondence relationship correspond to each other as they are. Therefore, the disparity  $d(i)$  with respect to each pair of horizontal edges can be obtained as the shift of the symmetrical points between two images. Now, although the disparity  $d(i)$  is obtained by only the number of pairs of horizontal edges establishing correspondence relationship similarly to the above-mentioned embodiment, in order to obtain a distance closest to the preceding vehicle, the disparity having the largest shift among the  $d(i)$  is taken as the output  $d_{max}$  from the process, and then, in a similar manner to the above-mentioned embodiment, the intervehicle distance is calculated and the calculated results are outputted.

Then, another embodiment will be explained where the symmetrical axes are used for the vehicle characteristic; provided that the process to the step 32 is the same as the above-mentioned embodiment, and thus the stereo images have been picked up.

Then, in this embodiment, at the step 33, the vehicle characteristic extraction section 9 performs the vehicle characteristic extraction processing to extract the symmetrical axes as the vehicle characteristic. The symmetrical axes can be extracted by applying the above-mentioned technique for determining the symmetrical points on the horizontal edges, as it is, to whole processing regions. That is, all histograms accumulated for each scanning line within the processing region are added to each other, and a position

having the largest frequency among the added results is extracted as a symmetrical axis. Fig. 13 shows the results obtained by extracting edge pixels from the images shown in Fig. 5 and determining the symmetrical axes. In Fig. 13, the numerals 131 and 132 are the symmetrical axes.

Then the process proceeds to the step 34, at which whether the vehicle characteristic has been  
 5 extracted is checked. The judgement can be made by the use of the largest frequency of the histogram in such a manner that where the largest frequency is less than a specified value, the characteristic is judged to have not been extracted, so that the process returns to the step 32, while where the largest frequency is larger than the value, the process proceeds to the step 35.

Where the the symmetrical axes of the preceding vehicle are used, only one symmetrical axis is  
 10 extracted for each image, so that the extracted symmetrical axes have correspondence relationship as they are, thereby allowing the correspondence searching processing at the step 35 to be skipped. Therefore, the process, as it is, proceeds to the step 36, at which the shift, as it is, in the position of the symmetrical axes between two images can be taken as the disparity  $d_{max}$ . Then, in a similar manner to the above-mentioned embodiment, the intervehicle distance is calculated by the use of the the disparity  $d_{max}$  and the calculated  
 15 results are outputted.

Then, another embodiment will be explained where the vertical edges are used for the vehicle characteristic; provided that the process to the step 32 is the same as the above-mentioned embodiment, and thus the stereo images have been picked up.

Then, in this embodiment, at the step 33, the vehicle characteristic extraction section 9 performs the  
 20 vehicle characteristic extraction processing to extract the vertical edges as the vehicle characteristic. The vertical edges can be extracted by the use of the above-mentioned edge extraction filter in a similar manner to the above-mentioned embodiment using the horizontal edges as the vehicle characteristic. Fig. 14 shows the vertical edges extracted from the images shown in Fig. 5 by the use of the sobel filter.

Then the process proceeds to the step 34, at which whether the vehicle characteristic has been  
 25 extracted is checked. In a similar manner to the above-mentioned embodiment using the horizontal edges as the vehicle characteristic, the judgement can be made by checking whether the number of the pixels extracted as the vertical edges exceeds a specified value. Now, where the number of the pixels extracted as the vertical edges is less than the specified value, the preceding vehicle is judged to be not present, so that the process returns to the step 32, at which the next stereo images are picked up. Where the number of the  
 30 pixels extracted as the vertical edges is larger than the specified value, the process proceeds to the step 35.

Although at the step 35, the correspondence searching processing is performed by the correspondence  
 searching section 10, in also the step 35, it is preferable that in a similar manner to the embodiment using the horizontal edges, the distribution of the edge pixels is replaced with approximated straight lines by the use of a technique such as the Hough transformation. In Fig. 15, 151L through 154L and 151R through  
 35 154R are straight line approximated vertical edges. Now, a combination having the least dispersion in the shift among all combinations is employed, thereby allowing the correspondence relationship to be obtained. In Fig. 15, 151L and 151R, 152L and 152R, 153L and 153R, and 154L and 154R become pairs having the correspondence relationship, respectively. Now, where a vertical edge not establishing the correspondence relationship is present, the edge is deleted from the data.

Then the process proceeds to the step 36, at which although the disparity  $d(i)$  is determined from each  
 40 combination, in order to obtain a distance closest to the preceding vehicle, the disparity having the largest shift among the  $d(i)$  is taken as the output  $d_{max}$  from the process. Then, in a similar manner to the above-mentioned embodiment, the intervehicle distance is calculated by the use of the disparity  $d_{max}$  and the calculated results are outputted.

Then, another embodiment will be explained where circumscribed profiles are further determined as the  
 45 vehicle characteristic from the vertical edges; provided that the process to the step 34 is the same as the above-mentioned embodiment, and that at the step 33, the vertical edges have been approximated in straight lines.

In the step 33, among the straight-line approximated vertical edges, the two lines closest to the right and  
 50 left image ends are selected as circumscribed profiles. In the example as shown in Fig. 15, 151L and 154L, and 151R and 154R are extracted as circumscribed profiles, respectively. Fig. 16 shows the circumscribed profiles extracted from the vertical edges shown in Fig. 15.

Then, although at the step 35, the correspondence searching processing is performed by the  
 correspondence searching section 10, the correspondence is determined immediately from the positional  
 55 relationship of the extracted circumscribed profiles. However, where the distances between the two circumscribed profile lines of two images is largely different from each other, the circumscribed profiles having the larger shift than the other profiles of two images is deleted.

Then the process proceeds to the step 36, at which although the disparity  $d(i)$  is determined from each combination of the circumscribed profiles, in order to obtain a distance closest to the preceding vehicle, the disparity having the largest shift among the  $d(i)$  is taken as the output  $d_{max}$  from the process. Then, in a similar manner to the above-mentioned embodiment, the intervehicle distance is calculated by the use of the disparity  $d_{max}$  and the calculated results are outputted.

Then, another embodiment will be explained where T-shaped, + -shaped and/or L-shaped edges are used for the vehicle characteristic; provided that the process to the step 32 is the same as the above-mentioned embodiment, and thus the stereo images have been picked up.

Then, in this embodiment, at the step 33, the vehicle characteristic extraction section 9 performs the vehicle characteristic extraction processing to extract the T-shaped, + -shaped and/or L-shaped edges as the vehicle characteristic. The edges having such shapes can be extracted by such a technique disclosed by Nakayama et al. in "Use of T-junction for Reliable Stereo Matching" (IEEE/RSJ INTERNATIONAL CONFERENCE ON IROS '92, p.2169-2176). Fig. 17 shows edge images of the preceding vehicle; and Fig. 18 shows T-shaped edges extracted from the edges images of Fig. 17. In Fig. 18, 180L through 189L and 180R through 189R are the extracted T-shaped edges.

Then the process proceeds to the step 34, at which whether the vehicle characteristic has been extracted is checked. The judgement is made by checking whether T-shaped, + -shaped and/or L-shaped edges have been extracted in two images. Now, where the vehicle characteristic has not been extracted in two images, the preceding vehicle is judged to be not present, so that the process returns to the step 32, at which the next stereo images are picked up. Where the vehicle characteristic has been extracted in two images, the process proceeds to the step 35.

At the step 35, the correspondence searching processing is performed by the correspondence searching section 10. The correspondence searching in this embodiment is performed by employing a combination having the least dispersion in the shift among all combinations between the two images of the extracted vehicle characteristic. Now, the vehicle characteristic having not established correspondence relationship is deleted. In Fig. 18, 180L and 180R, 181L and 181R, 182L and 182R, 183L and 183R, 184L and 184R, 185L and 185R, 186L and 186R, 187L and 187R, 188L and 188R, and 189L and 189R become pairs having the correspondence relationship, respectively.

Then the process proceeds to the step 36, at which although the disparity  $d(i)$  is determined from each combination of the T-shaped, + -shaped or L-shaped edges in order to obtain a distance closest to the preceding vehicle, the disparity having the largest shift among the  $d(i)$  is taken as the output  $d_{max}$  from the process. Then, in a similar manner to the above-mentioned embodiment, the intervehicle distance is calculated by the use of the the disparity  $d_{max}$  and the calculated results are outputted.

Then, another embodiment will be explained where  $\square$ -shaped edges are used for the vehicle characteristic. Utilizing the  $\square$ -shaped edge allows a licence plate, tail lamps, a rear windshield, a hood, a rear bumper and the like as part of the preceding vehicle to be extracted, so that a case where the tail lamps are used for the vehicle characteristic will be shown in this embodiment.

First, the process to the step 32 is the same as the above-mentioned embodiments, thus assuming that stereo images have been picked up.

Then, in this embodiment, at the step 33, the vehicle characteristic extraction section 9 performs the vehicle characteristic extraction processing to extract the  $\square$ -shaped edges as the vehicle characteristic. The edges having such shapes can be extracted by combining the horizontal edges with the vertical edges used in the above-mentioned embodiments. In order to correspond also to the edges whose shape is trapezoidal in the image, such as the rear windshield, a template is previously prepared to perform matching process, thereby allowing the vehicle characteristic to be extracted. Fig. 19 shows  $\square$ -shaped edges extracted from the edge images of Fig. 17. Now, the extracted rectangular region is classified, in the order from the upper portion to lower of the image, into the rear windshield, the hood, the tail lamps and the licence number, and the rear bumper. Particularly for the tail lamps, two regions having substantially the same area are present side by side in the horizontal direction, so that they can be taken out as a pair. In this manner, with the results obtained by first extracting the tail lamps taken as a reference, other portions can be sequentially identified. Fig. 20 shows the results obtained by extracting only the tail lamps.

Then the process proceeds to the step 34, at which whether the vehicle characteristic has been extracted is checked. Now, where the vehicle characteristic has not been extracted in two images, the preceding vehicle is judged to be not present, so that the process returns to the step 32, at which the next stereo images are picked up. Where the vehicle characteristic has been extracted in two images, the process proceeds to the step 35.

At the step 35, the correspondence searching processing is performed by the correspondence searching section 10. The correspondence in this embodiment is immediately determined by the area and

positional relationship of the extracted rectangular region.

Then the process proceeds to the step 36, at which although the disparity  $d(i)$  is determined from each combination of the  $\square$ -shaped edges, in order to obtain a distance closest to the preceding vehicle, the disparity having the largest shift among the  $d(i)$  is taken as the output  $d_{max}$  from the process. Then, in a similar manner to the above-mentioned embodiment, the intervehicle distance is calculated by the use of the the disparity  $d_{max}$  and the calculated results are outputted.

### Claims

- 10 1. An intervehicle distance measuring apparatus comprising:
  - image memories for storing right/left or upper/lower images picked up from image pick-up means for picking up a preceding vehicle,
  - a vehicle characteristic extraction section for extracting a vehicle characteristic from the respective images stored in the image memories,
  - 15 a correspondence searching section for determining a correspondence relationship between these images of the extracted vehicle characteristic,
  - a disparity calculation section for determining a disparity as a shift between these images, of the vehicle characteristic determined for correspondence relationship, and
  - a distance calculation section for calculating a distance to the preceding car by a use of the determined disparity.
2. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 1, wherein horizontal edges are used as the vehicle characteristic.
- 25 3. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 2, wherein the disparity is calculated by the use of a brightness correlation on the horizontal edges.
4. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 2, wherein the disparity is calculated by the use of vertical edge components distributed on the horizontal edges.
- 30 5. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 2, wherein the disparity is calculated by the use of symmetrical points obtained from the edge distribution on the horizontal edges.
- 35 6. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 1, wherein symmetrical axes of a vehicle are used as the vehicle characteristic.
7. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 1, wherein vertical edges are used as the vehicle characteristic.
- 40 8. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 7, wherein the disparity is calculated by the use of the distribution of positions of the vertical edge.
- 45 9. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 7, wherein the disparity is calculated by the use of circumscribed profiles determined from the vertical edges.
10. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 1, wherein T-shaped edges are used as the vehicle characteristic.
- 50 11. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 1, wherein +-shaped edges are used as the vehicle characteristic.
12. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 1, wherein L-shaped edges are used as the vehicle characteristic.
- 55 13. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 1, wherein  $\square$ -shaped edges are used as the vehicle characteristic.



- 14. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 1, wherein a part of the preceding vehicle is extracted and used as the vehicle characteristic.
- 5 15. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 14, wherein a licence plate is used as the part of the preceding vehicle to be extracted.
- 16. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 14, wherein tail lamps are used as the part of the preceding vehicle to be extracted.
- 10 17. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 14, wherein a rear windshield is used as the part of the preceding vehicle to be extracted.
- 18. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 14, wherein a hood is used as the part of the preceding vehicle to be extracted.
- 15 19. An intervehicle distance measuring apparatus as set forth in claim 14, wherein a rear bumper is used as the part of the preceding vehicle to be extracted.

20

25

30

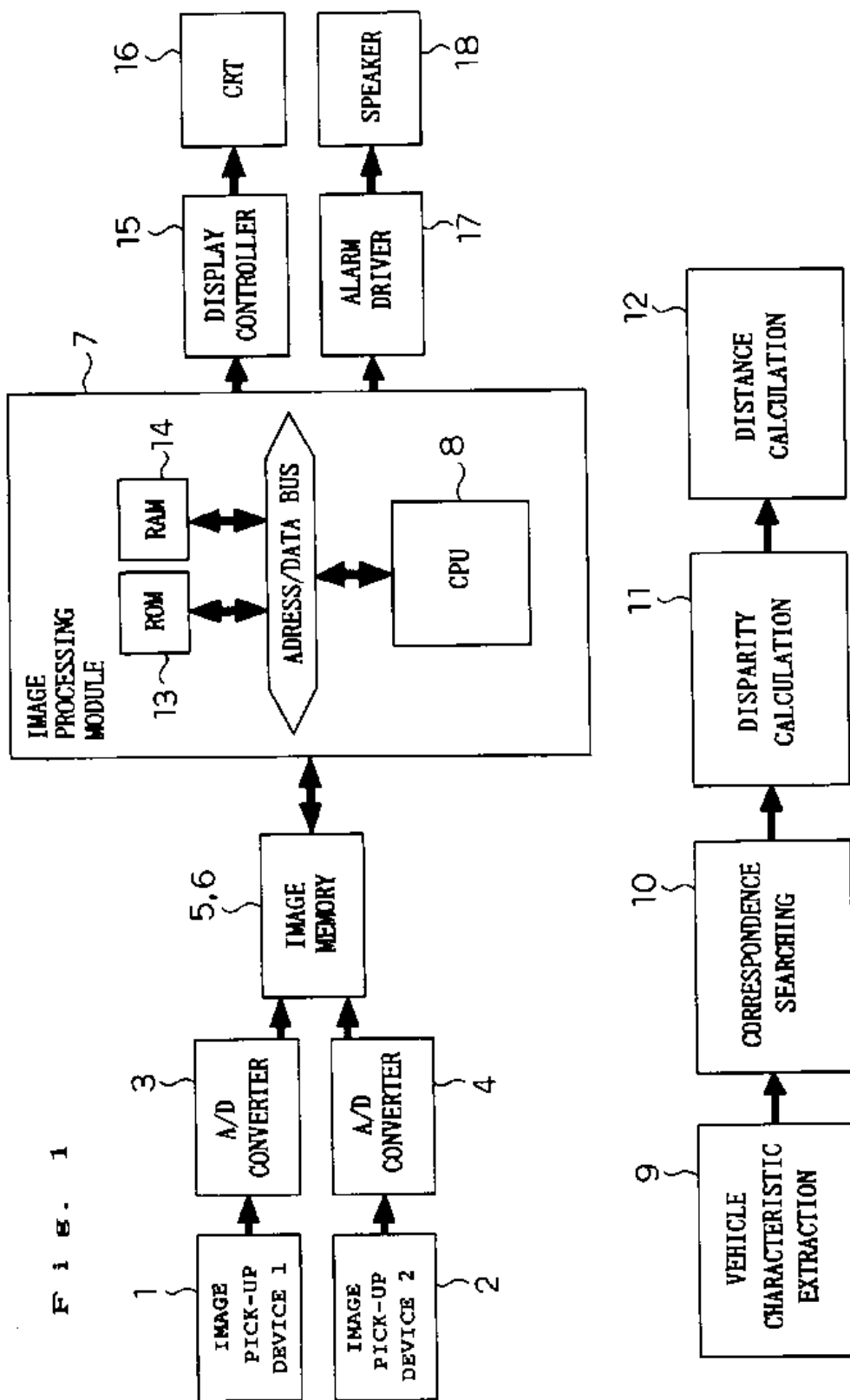
35

40

45

50

55



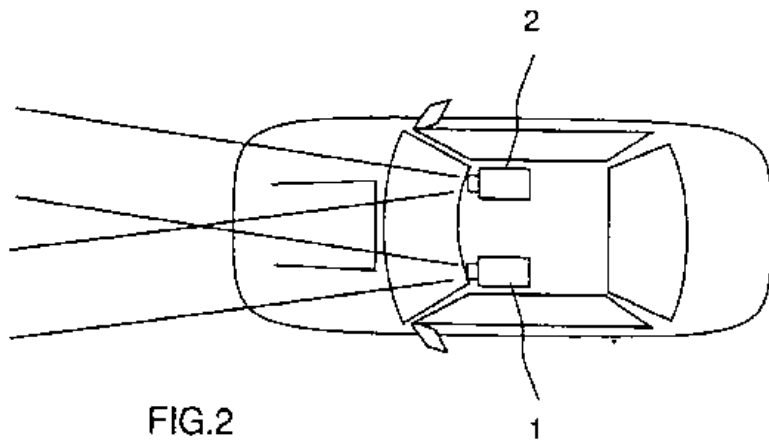
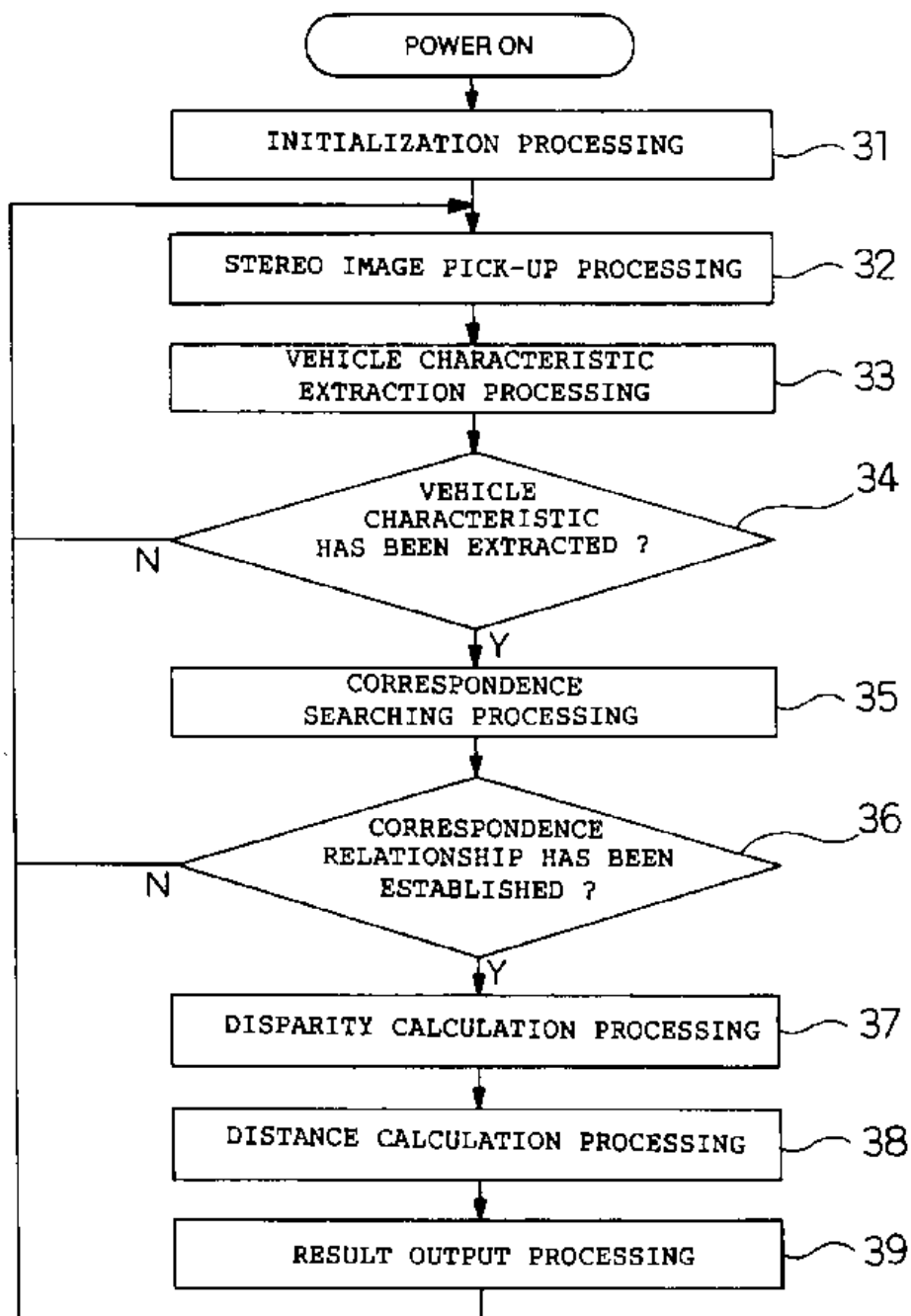
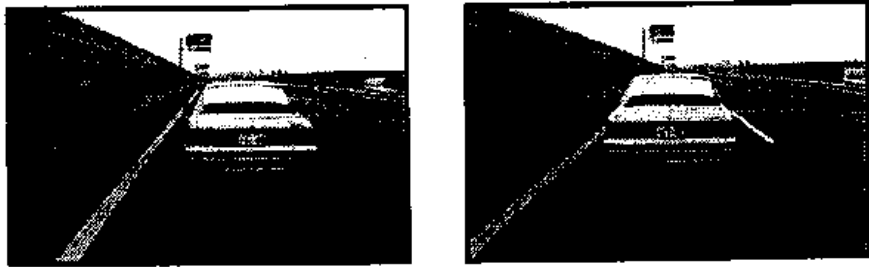


Fig. 3





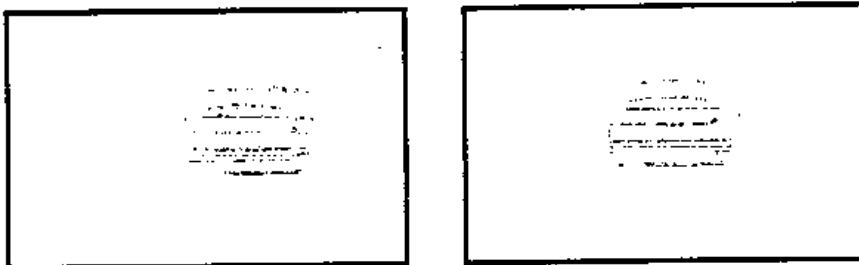
a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA    b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

FIG.4



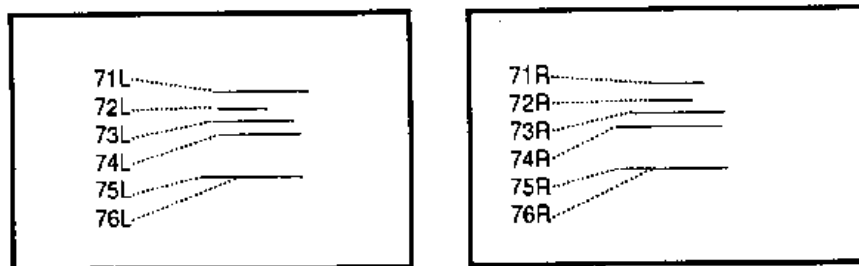
a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA    b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

FIG.5



a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA    b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

FIG.6



a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA    b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

FIG.7

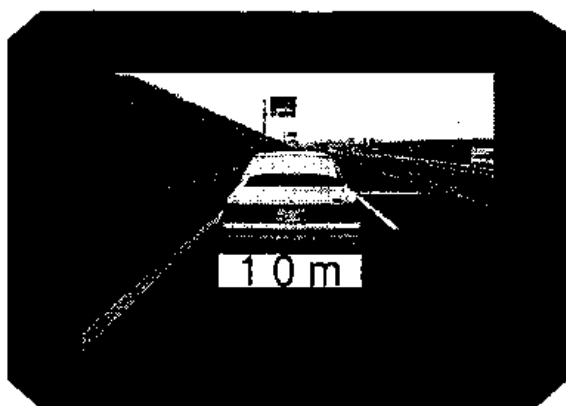
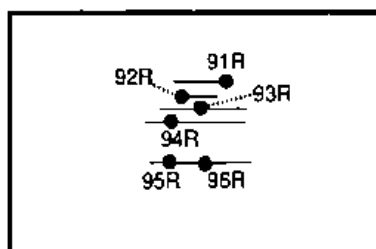
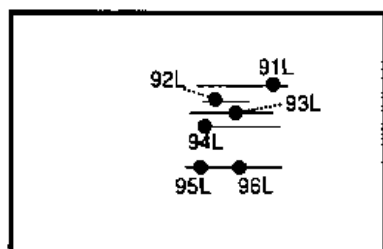


FIG. 8



a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

FIG. 9

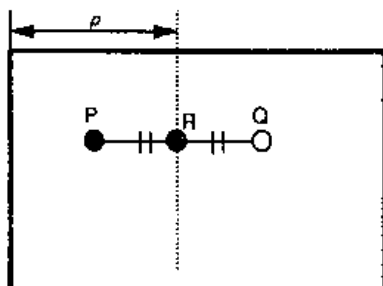


FIG. 10

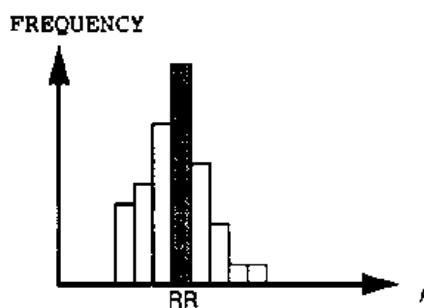
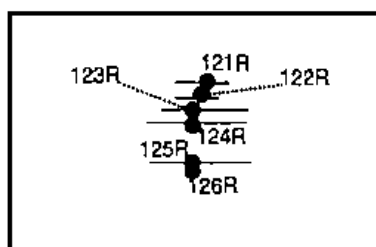
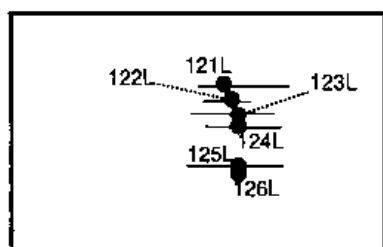
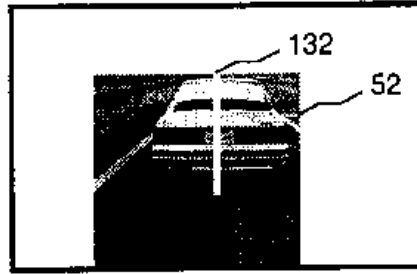
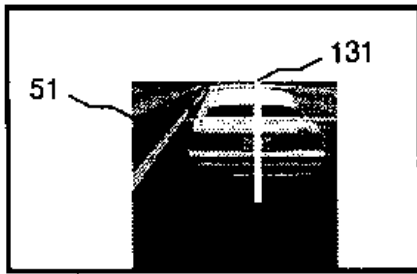


FIG. 11



a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

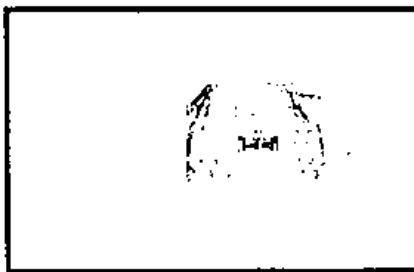
FIG. 12



a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA

b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

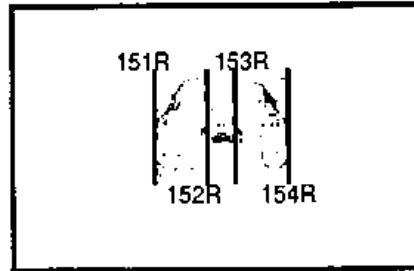
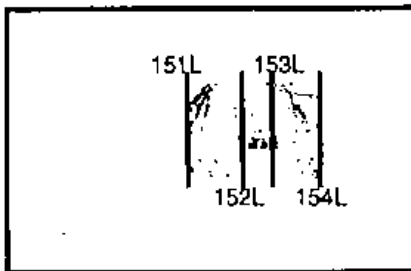
FIG.13



a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA

b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

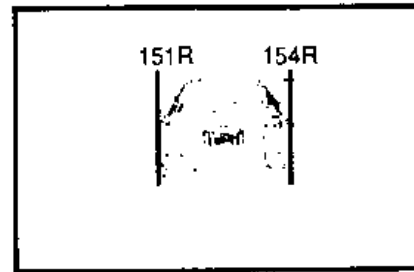
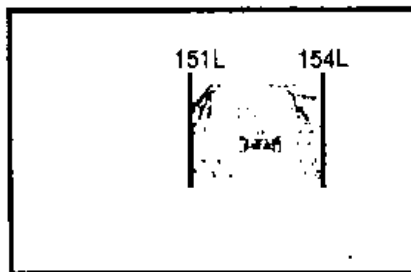
FIG.14



a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA

b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

FIG.15



a) IMAGE BY LEFT-HAND CAMERA

b) IMAGE BY RIGHT-HAND CAMERA

FIG.16

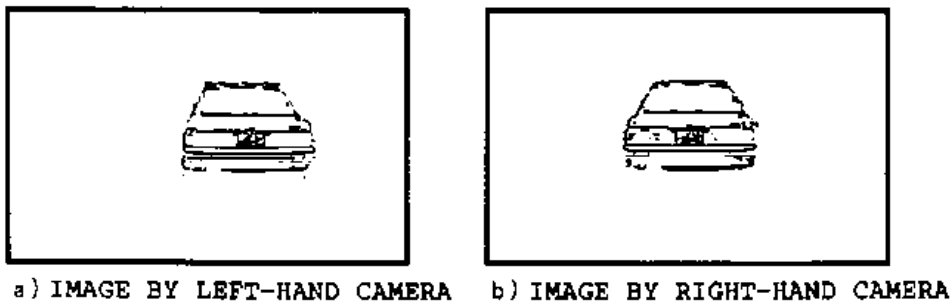


FIG.17

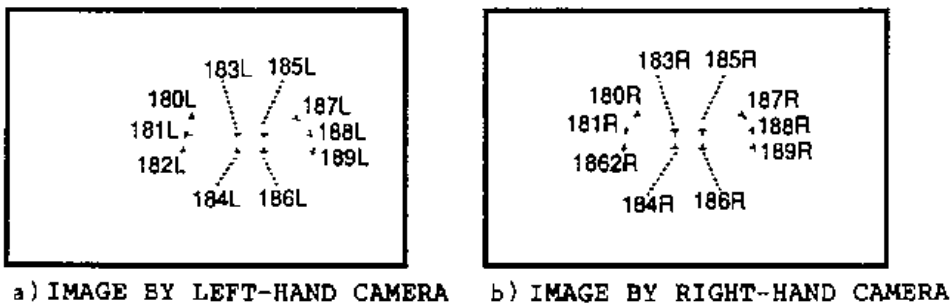


FIG.18

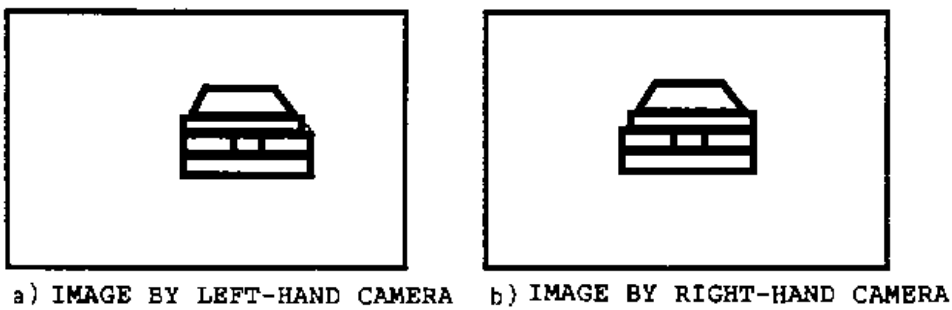


FIG.19

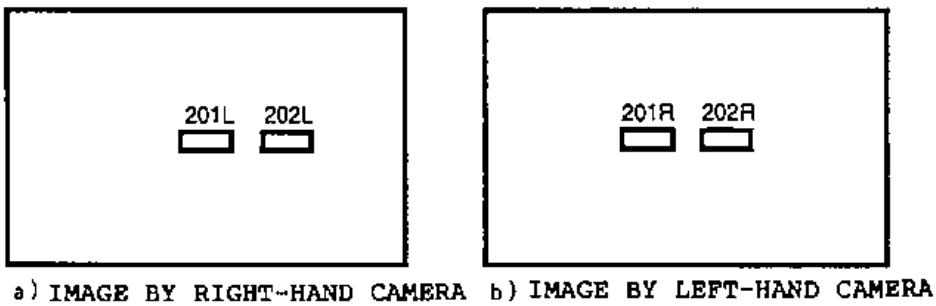


FIG.20







**EUROPEAN PATENT APPLICATION**

 Application number : **94306371.9**

 Int. Cl.<sup>6</sup> : **G05D 1/02, B62D 1/28**


 Date of filing : **30.08.94**

 Priority : **28.08.93 GB 9317983**

 Date of publication of application :  
**01.03.95 Bulletin 95/09**


 Designated Contracting States :  
**DE ES FR GB IT**

 Applicant : **LUCAS INDUSTRIES PUBLIC LIMITED COMPANY**  
**Brueton House, New Road**  
**Solihull, West Midlands B91 3TX (GB)**

 Inventor : **Wilson-Jones, Russell**  
**6 Montgomery Close**  
**Stratford-upon-Avon, Warwickshire (GB)**  
Inventor : **Tribe, Raglan Horatio Andrew**  
**Harold**  
**129 Longdon Road,**  
**Knowle**  
**Solihull, West Midlands B93 9HY (GB)**  
Inventor : **Appleyard, Michael**  
**31 Judeland**  
**Chorley, Lancashire PR7 1XJ (GB)**

 Representative : **Spall, Christopher John et al**  
**BARKER, BRETTELL & DUNCAN**  
**138 Hagley Road**  
**Edgbaston Birmingham B16 9PW (GB)**

 **A driver assistance system for a vehicle.**

 A video camera or equivalent sensor is mounted on a vehicle and used to detect the lane markings on the road (usually the white painted lines). An associated signal processor (11) estimates the vehicle's lateral position in relation to the lane markings. An electric motor (4) coupled to the steering mechanism (1) is used to provide a torque input to the steering which may either assist or oppose the steering torque from the driver. The processor (11) is designed to assist the driver to maintain the vehicle's lane position by holding the vehicle at a set-point using a biasing torque. This simulates the effect of the lane being cambered upwards towards the lane edges. However the driver is able to override or cancel the effect if the driver applied steering torque exceeds a prescribed torque threshold.

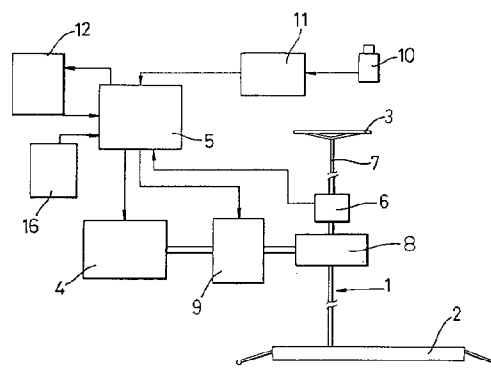


Fig. 1

This invention relates generally to a driver assistance system for a vehicle adapted to control the direction of a moving vehicle along a predetermined path.

A recent U.S. study shows that 25% of all road accidents are caused by unintended road or lane departures. Mounting evidence suggests that many of the accidents are caused by drivers falling asleep, although it is difficult to prove, as many drivers will not admit to this. Automatic lane following systems have been demonstrated operating at motorway speeds, since 1985. Such systems certainly prevent lane departure while lane markings are present, but do not prevent drivers falling asleep. Indeed, there is a danger that a reduced driver workload could even encourage drowsiness.

Presently drivers are required to maintain significant concentration and co-ordination to maintain a central position between lane markings, especially with variations of road camber, road curvature, and cross winds.

EP-A-0 514 343 discloses an automatic lateral guidance control system for guiding moving vehicles. The system includes a sensing subsystem for viewing an area in front of a vehicle, a plurality of energy radiating or energy reflective devices disposed adjacent a predetermined length of road, an apparatus for translating the radiating or reflected information from the viewed area into co-ordinate data representing an approximation of the predetermined path along the road, and a vehicle controller for determining the vehicle's heading with respect to the approximated path and providing an output control signal to correct the vehicle's heading with respect to the approximated path. The system uses past and present position data to calculate a predetermined path for the vehicle. Gain factors and comfort factors are determined to maximise comfort for passengers of the system and to optimise performance of the system. The automatic guidance control system of EP-A-0 514 343 is adapted to control the direction of a moving vehicle without the need for human intervention and the system is more responsive than the control provided by the operator of the vehicle.

According to our invention a method of tracking a contrived centre line between lane markings of a road characterised in that a steering bias is applied to the steering system of the vehicle in such a manner as to assist the driver in tracking the contrived centre line position.

The contrived centre line may be the true centre line between lane markings, for example on a motorway, or may be offset from the true centre line, for example to facilitate the negotiation of curves or bends when the contrived centre line comprises a more economical tracing a line.

Conveniently the level of steering bias applied to the steering system is relatively small when the track of the vehicle is in proximity to the contrived centre line proximity and the steering bias is adapted to be increased as the vehicle approaches the boundaries defined by the lane markings.

Conveniently a steering torque ripple is applied to the steering system as the vehicle approaches a lane boundary. In addition an audio signal may be produced to alert the driver of possible lane boundary infringement.

The audio signal may simulate that of a "rumble" strip crossing or that of crossing "cats eyes".

The frequency of the audio signal may be proportional or varied in some way according to the velocity of the vehicle and may be arranged to be produced so as to appear from the area of infringement.

The conventional audio system of the vehicle may be utilised to produce the simulated infringement signal. In such a case the conventional audio system may be inhibited during infringement signal simulation or it may be blended with the conventional audio signal output.

If the lane marking signals are lost, a warning is issued to the driver and the system is disabled. Should the lane marking signals be lost due to masking of the signals by a preceding vehicle then the system adopts a vehicle tracking approach until the lane marking signal is re-established.

This system incorporates means for cancelling the signal bias when a direction indicator of the vehicle is actuated. Preferably only that steering bias in the direction of indication is cancelled and steering bias is still applied in the opposite direction of movement of the vehicle with respect to the contrived centre line.

The steering bias is adapted to be applied to the steering system by the use of an electrically operated device, such as an electric motor, which co-operates with the existing, conventional, steering system of the vehicle, which may be power assisted.

The lane markings may be detected by the use of a video camera or equivalent sensor mounted on the vehicle which is "light sensitive" or of the "infra-red" sensing type. An associated signal processor estimates the lateral position of the vehicle in relation to the lane markings. An electric motor coupled to the steering mechanism is used to provide a torque input to the steering system, which may either assist or oppose the steering torque from the driver. The motor is designed to assist the driver in maintaining the position of the vehicle with respect to the lane markings by holding it at a set point using a biasing torque in accordance with signals from the signal processor. This simulates the effect of the lane being cambered upwards towards the lane edges, defined by the lane markings. However the driver is able to over-ride or cancel the effect if the steering torque applied to the steering system by the driver exceeds a predetermined torque threshold.

The driver has ultimate control over the vehicle and can over-ride the bias force by virtue of steering wheel

torque sensor inputs. The system supplements the existing power steering mechanism whilst also providing a failure back-up in the event of engine stall or pump drive belt failure.

5 Preferably the electric motor is coupled to the steering mechanism through a gearbox and, possibly also, a clutch. A torque sensor positioned between the steering wheel and the electric motor is adapted to detect the steering effort provided by the driver. The torque sensor typically comprises a compliant element in the steering column shaft whose angle and direction of twist are measured either optically or inductively.

Other methods of torque sensing are possible.

10 The driver assistance system can also be used as a back-up to the conventional power assisted steering system so that some steering assistance is still available in the event of engine failure, failure of the belt drive to the power steering pump, or other problem. Alternatively, the driver assistance system could be provided as a part of an EPAS (electronic power assisted steering) unit with similar back-up provisions in case of emergency. As a further alternative the system could be provided as a unit added to steering systems previously having no power assisted steering.

15 In use our invention acts as a lane support system to provide greater comfort to the driver, improved steering stability, and safety.

A method of collision avoidance for a vehicle comprising:

- a) monitoring the surroundings of the vehicle for threatening obstacles,
- b) permitting lateral movement of the vehicle if no threatening obstacles are detected by monitoring,
- c) inhibiting or deterring lateral movement of the vehicle if threatening obstacles are detected by monitoring.

20 In this way lateral movement of the vehicle from, for example, one lane on a road to another, is only permitted where space for the movement is safely available. Threatening obstacles may be other vehicles which are or are likely to intrude in the space required for the lateral movement due to the respective vehicles velocities, or they may be immobile objects such as barriers, wreckages, or the like, or even particular patterns of markings on the road surface, such as the double lines commonly signifying no overtaking.

25 If desired the system may be overridden by the vehicles driver. The override may consist of ignoring the warning or applying sufficient torque to overcome the steering bias applied by the system.

30 Preferably the lateral movement comprises movement from a position in which the vehicle tracks a first contrived centre line between lane markings of a road and a position where the vehicle tracks a second contrived centre line between lane markings defining another lane of a road. Most preferably the second contrived centre line is a lane adjacent to that of the first contrived centre line.

In this way a safe method for changing lanes on a road can be provided, or even for leaving or joining a road by means of a slip road. In such circumstances the system may even extend to velocity control to provide a safe envelope into which the vehicle can move..

35 The means for deterring lateral movement may comprise any one or more of an audible or visual warning to the driver of the vehicle, a vibration applied to the steering system, or a steering bias applied to the steering system to resist any torque applied so as to cause the undesired lateral movement, such as may be applied by the driver.

40 In a particularly preferred form the lateral movement is sought automatically in response to the driver indicating a desire to move laterally, such as by activating the vehicles directional indicators or other user/system interface. The system may apply a steering bias so as to maintain the current lateral position if an obstacle is detected or may apply a steering bias so as to affect the lateral movement if no threatening obstacle is detected. Such a system may affect a lane change as soon as possible, after its request, delaying the change for as long as necessary to ensure safe movement.

45 The monitoring may be restricted to the side and rear of a vehicle and is preferably restricted to the road's lanes.

Monitoring may be continuous or may be activated upon requires or indication of a lane change, or by approach to the edge of a lane.

Electromagnetic wave, eg visual, radar, or other forms of monitoring may be used.

Apparatus for avoiding vehicular collision, comprising:

- 50 a) monitoring means on a vehicle for detecting threatening obstacles in the vicinity of the vehicle,
- b) lateral movement means for seeking to affect lateral movement of the vehicle,
- c) means responsive to signals from monitoring means to deter lateral movement of the vehicle.

Some embodiments of our invention are illustrated in the accompanying drawings in which:-

55 Figure 1 is a layout of one embodiment of lane support system in accordance with our invention;  
Figure 2 is a diagrammatic representation of the effect, in use, of the lane support system of Figure 1;  
Figure 3 is a block diagram showing the inter-relationships between the components of the system;  
Figure 4 shows a typical autonomous intelligent cruise control (AICC) for use in the system of Figure 1;  
Figure 5 is a flow chart of the operational features of the system of Figure 1;

Figure 6 is a diagram of the virtual road camber induced by the lane support system;

Figure 7 shows the effect of manual lane change;

Figure 8 shows the effect of automatic lane change;

Figure 9 shows raw image and processed data.

5 Figure 10 shows the variables used in the lane guidance calculations;

Figure 11 shows the various states and interrelationship for a system; and

Figure 12 is a block diagram of a lane guidance control strategy.

The lane support system illustrated in the layout of Figure 1 is adapted for use with a conventional steering system 1 of a vehicle. As illustrated the conventional steering system comprises a steering rack 2 for controlling the steering position of the front wheels of a vehicle in response to manual operation of a steering wheel 3. An electrically operated motor 4 is adapted to provide servo or power assistance to augment the steering effort applied to the rack 2 from the steering wheel 3 in response to an energising current from an electronic control unit 5, in turn responsive to signals from a torque sensor 6, such as disclosed in EP 0 555 987, comprising a compliant element in the shaft of the steering column 7 whose angle and direction of twist are measured either optically or inductively. The electric motor 4 is coupled to the steering mechanism through a gearbox 8 and a clutch 9 which may be omitted from certain installations.

The vehicle is provided with a video camera 10 which is mounted on the vehicle, for example in the middle of the bonnet or grille, or in the vicinity of the internal rear-view mirror in order to detect the presence of lane markings on a road, for example the spaced white or yellow lines defining a lane of a motorway. The video camera 10 may be "light-sensitive" or of the "infra-red" sensing type. Such systems are disclosed in a technical paper presented to the IEE in October 1992 entitled "Imposed Obstacle Detection By Sensor Fusion". A signal image processor 11, in response to signals from the video camera 10, estimates the lateral position of the vehicle in relation to the lane markings. Corresponding signals from the signal processor 11 are fed into the electronic control unit 5 which is then operative to energise the motor 4 to apply a torque to the steering shaft to independently assist the driver in maintaining the position of the vehicle with respect to the lane markings by holding it at a set point by the development of an appropriate biasing torque. This simulates the effect of the lane being cambered, as shown in Figure 2 of the drawings, upwards towards the lane edges, defined by the lane markings.

The electronic control unit 5 also receives signals from, and transmits signals to, a driver interface 12 illustrated in Figure 4 of the accompanying drawings which includes a LCD display 13 and an actuation switch 14.

The electronic control unit 5 also receives a signal from a road speed sensor 16.

The interrelationship between the components of the system is illustrated in Figure 3 of the drawings. In its simplest form the video image 22 is used to detect lane markings as represented by block 20 and those detected signals control the motor 4, which in turn controls actuators 21 for operating the steering rack 2. In addition the video image is utilised with detector means 23 for detecting the visual time to impact and target status so that all targets can be tracked as represented by block 24 in accordance with the road geometry as represented by block 25, for example discontinuous or disabled lane markings.

The electronic control unit 5 responds to signals from the image processor 11 and produces signals of greater or lesser magnitude to provide, in turn, a greater or smaller bias to the steering system depending upon the displacement of the vehicle from its contrived center line position. This is equivalent to the camber effect described above, but with the addition, as the vehicle approaches a lane boundary, of inducing an artificial rumble strip 15, as shown in Figure 2 to induce or apply a feeling of vibration to the steering wheel, thereby alerting the driver to the proximity of the lane marking. The frequency of the vibration may be proportional to the vehicles velocity.

The steering bias applies by the lane support system can be switched on and off by the use of the switch 14 on the driver interface. In addition the system is automatically disabled temporarily when a direction indicator is operated to indicate that the vehicle is moving out of the lane, for example to overtake a vehicle in front. This manual lane change, for example to the left is illustrated in Figure 7 with the removal of the artificial camber to the left of the vehicle.

The operation steps and sequence of operations are set out in the flow chart of Figure 5 of the accompanying drawings.

As illustrated in Figure 5 the system is first switched on by operation of the switch 14 the display 13 indicates that this has occurred. The system then searches the lane markings. Whilst it is doing this the message on the display 13 reads "searching". As soon as the system locates the lane markings the display 13 displays "accept". If the lane marking is lost the display 13 returns "searching" until it again locates the marking with the display 13 returning to "accept". As soon as the "accept" message appears the driver then presses "accept" button to activate the lane support system. The message "following" is displayed on the display 13. The system

then checks the location of the vehicle by following the contrived centre line and applies a light bias to the steering in order to resist any movement away from the centre line position. By turning the steering wheel the driver can resist the bias, but the bias to be resisted increases as the vehicle approaches the lane markings. This provides a sensation of a "feeling" of road camber with the steering bias increasing in accordance with the steepness of the camber.

Should the driver release the steering wheel, the steering bias will automatically return the vehicle back onto the contrived centre line position.

Should the driver resist bias and move closer to the actual lane boundary itself a vibration from an artificially created rumble strip will be felt at the steering wheel. In addition audio messages may be issued as the vehicle crosses a lane marking by utilising the conventional audio system of the vehicle. The conventional audio system may be inhibited during infringement signal simulation or it may be blended with the conventional audio signal output.

At any time the driver can cancel the lane support system by operating the switch. In any case the system is disabled automatically, or may even be switched off, when the driver drives through a lane or, as described above, the camber resistance is cancelled in one direction when the traffic indicator for movement of the car in that direction is operated.

The system can simply be switched off or can be placed in the "actuate" mode in which it will be switched off automatically under the conditions described above.

The lane support system is disabled if lane markings are lost and the interface returns to displaying the "searching" mode, issuing an audible signal to indicate that "search" is taking place.

In a modification the system can be adapted continuously to monitor the outside and/or inside lane, as required, and indicate to the driver when it is clear to change lanes. If it is clear then the car will automatically change lane when the driver presses a lane change button, A or B in Figure 8, or otherwise activates the system and direction indicators may be automatically activated. The steering will feel like the camber on a banked bend as the car changes lane and as illustrated in Figure 8. Driver override is the same as before.

This modification would reduce driver stress during lane changing, and achieve greater safety and convenience.

Monitoring of the outside and inside lane can also be used to maintain the artificially created camber, even after the driver signals and would, therefore, normally disable it, if the desired lane is not clear. Alternatively or additionally the driver may be warned by either steering or audio feedback of the danger. A detection system of the type used in the forward view could be utilised, for instance a Doppler effect microwave radar device.

The use of haptic feedback in the steering wheel is considered more effective than audible warnings although, as described above, audible warnings may also be used alternatively or additionally. The system provides position related assistance/resistance in the steering to give an artificial feel of road camber of either side of the lane defined between the two lines. The driver is still expected to steer the vehicle, but experiences the sensation of driving along "the bottom of a bath tub". The system is deactivated by either the use of the indicators or by the driver exceeding the torque-motion input threshold of the steering wheel.

The provision of the clutch 9 has the advantage of improving the feel by disengaging the motor 4 when no lane support assistance is required.

The video based support system is adapted to detect vehicles and lane markings up to a distance of 60 metres. The low lane image processing acquires images from the miniature CCD camera situated by the internal rear view mirror. Edges are extracted using a dual Sobel convolution mask and intelligent thresholding. The edges are then thinned using Morphological techniques as shown in Figure 9 of the accompanying drawings. The thin edges in the image are then traced by fitting straight lines to them and turn into line vectors, which are then categorised on the basis of angle. The horizontal lines are used by car detection algorithm, and some of the non-horizontal by lane marking detection algorithm. A rear-end car filter locates cars in the image played by processing the horizontal line patterns. Classification of cars and the calculation of angle are good. Ranges estimated from the road to camber geometry by assuming a flat earth.

The operation, interrelationship and calculations involved in a particular embodiment are provided below using the following glossary of abbreviations.

ABS	Anti-lock braking system
AICC	Autonomous intelligent cruise control
CAN	Car area network
ECU	Electronic control unit
EPAS	Electric power assisted steering
HyPAS	Hydraulic power assisted steering
ICAS	Intelligent collision avoidance system
IDS	Intelligent driver support

	IDS rack	Unit containing lane marking detection electronics
	LSB	Least significant byte
	LIMIT	Saturation of limiting function
	MIL	Malfunction indicator lamp
5	MMI	Man machine interface
	MSN	Most significant nibble
	SLEWLIM	Slew limiting function (time dependent)
	TBD	To be determined
	X	"Dont care" (for logical states)

10 and the following definitions

- . A positive steering torque shall be one that acts to turn the steering wheel clockwise.
- . A positive steering velocity shall correspond to a clockwise motion of the steering wheel.
- . The lateral direction shall be positive on moving to the right and negative on moving to the left with the vehicle moving forwards.
- 15 . The rack ration is defined as the angular displacement of the steering wheel divided by the angular displacement of the road wheels around the straight ahead position.

A number of parameters must be determined in any such system their manner and interrelationship being as follows:-

20 Vehicle speed sensors

There is no direct connection between the vehicle speed sensors and the EPAS ECU. Instead, the vehicle speed is measured by the ABS sensors and the measurement is sent out on the CAN bus.

25 Steering column position sensor

An absolute steering column position measurement is provided by a potentiometer on the column and is connected to the EPAS ECU. This signal will be termed the "column position pot reading".

30 Controller input signals

Calculation of lateral position error

35 The lateral position error 100 is defined to be the difference between the lateral position of the centre of the car 101 and the lateral position of the centre of the lane 102. The error should be positive when a positive change in the steering angle is required to correct the error, i.e. when the car is to the left of the centre of the lane, the error should be positive.

This signal is provided by the IDS rack.

40 Calculation of rate of change of lateral position error

The rate of change of lateral position error should be calculated using the difference between the last two available samples of lateral position error that were received from the IDS rack. The rate of change should be positive when the lateral position error is increasing.

45 Initially the signal will not be used.

Calculation of curvature

The "curvature" is defined to be reciprocal of the "local" radius 103 of a corner, i.e.

50 
$$\text{curvature} = \frac{1}{\text{local radius}}$$

Thus when the road is straight, the radius 103 will be infinite and the curvature will be zero; when the radius 103 is 100m, the curvature will be 0.01m<sup>-1</sup> or 10km<sup>-1</sup>. The local radius 103 is estimated from the IDS rack information.

55 If the curvature signal is not valid, then the curvature should be set to zero.

This signal is provided by the IDS rack.

Calculation of heading

5 The heading is defined as the angle 104 between the cars longitudinal axis 105 and the tangent to the lane direction 106, as shown in Figure 10. The heading should be zero when the car is travelling parallel to the centre of the lane 107. The heading should be positive when the car is heading to the right of the tangent to the lane direction.

This signal is provided by the IDS rack.

Calculation of lane width

10

The lane width 108 is the distance between the 2 lane boundaries 109 measured the by IDS rack. The lane width should always be greater or equal to zero.

This signal is provided by the IDS rack.

15 Calculation of steer angle

The steer angle should be calculated using a combination of the EPAS column position measurement and the measurement from the column position potentiometer.

The EPAS column position measurement should be calculated in the standard manner to give:

20

$$\text{EPAS steer angle estimate} = f(\text{EPAS column position, EPAS steer angle centre, time})$$

The column position potentiometer should be used to obtain a value of absolute column position. To this value an offset should be added which represents how many turns the steering wheel has made to the left or to the right. The column position pot reading should be scaled to have the same units as the EPAS column position measurement.

25

$$\text{pot steer angle estimate} = \text{column position pot reading} + \text{column position pot turn size} \times \text{number of turns} - \text{column position pot zero offset}$$

The number of turns should be incremented every time the column position potentiometer wiper reaches the end of its track when the column is turning clockwise. The number of turns should be decremented every time the column position potentiometer wiper reaches the end of its track when the column is turning anti-clockwise.

30

At power-up, a "steer angle valid" flag should be set to false. The estimate of the steering wheel turn number should be set to zero when the following conditions both hold

- . the magnitude of the column torque is less than the column torque rack centre threshold
- . the vehicle speed is above the vehicle speed rack centre threshold
- 35 . the magnitude of the heading is less than the heading rack centre threshold (and the "lane markings are valid")

35

The "steer angle valid" flag can then be set to true and the steer angle can be set using the following procedure.

use  $\text{pot steer angle} = \text{column position pot reading} - \text{column position pot zero offset}$

40

then  $\text{EPAS steer angle centre} = \text{EPAS column position} - \text{pot steer angle}$

The steer angle is then calculated from the average of the EPAS steer angle estimate and the column position sensor estimate, i.e.

$$\text{steer angle} = \frac{1}{2} (\text{pot steer angle estimate} + \text{EPAS steer angle estimate})$$

45

If the magnitude of the difference between the 2 estimates is greater than a give threshold, then the "steer angle valid" flag should be set to false.

Specification	Units
column position pot turn size	bits
column position pot zero offset	bits
column torque rack centre threshold	Nm
vehicle speed rack centre threshold	kph
steer angle error threshold	degrees

50

55

Calculation of the steering torque difference

The steering torque difference is the difference between the guiding torque and the driver torque measured by the EPAS column sensor.

5 steering torque difference = guiding torque - EPAS column torque

The difference is used for diagnostics and for the lane support controller operating logic.

Transfer between the states

10 It is important that the change in torque is as smooth as possible when transferring between the states under normal operation. When a fault condition occurs, the lane support control should be turned off and the EPAS system should be shut-down as in the failure level 3, which requires servicing of the EPAS system before it can be activated again

15 The guidance torque demand shall be passed through a limiter which is ramped between 0 and the maximum guidance torque magnitude in the time specified below.

	Initial state	Final state	Guidance torque change
20	B <i>EPAS on</i>	<i>guiding</i>	ramp up limit to maximum in 1 sec
	C <i>guiding</i>	<i>EPAS on</i>	ramp down limit to zero in 1 sec
	D <i>guiding</i>	<i>suspended</i>	ramp down limit to zero in 1 sec
	E <i>suspended</i>	<i>guiding</i>	ramp up limit to maximum in 1 sec
25	F <i>suspended</i>	<i>EPAS on</i>	guidance torque should be zero
	G <i>EPAS on, guiding, suspended</i>	<i>EPAS disengaged</i>	fast change to zero guidance torque
	H <i>EPAS disengaged</i>	<i>EPAS on</i>	guidance torque should be zero

30 The letters B to H in the table indicate the state transitions as shown in Figure 11. The conditions for each state transition to occur are described below.

Intermediate conditions

35 To simplify the description of the transitions between the states, some intermediate signals shall be specified.

The "ready for engagement" condition shall be true when all of the following conditions hold

- 40 . the magnitude of driver torque is less than an engagement threshold
- . the magnitude of curvature is lower than a given threshold - i.e. road is "straight"
- . the magnitude of heading angle is lower than a given threshold - i.e. car is "straight"
- . the magnitude of steer angle is less than an engagement threshold
- . the magnitude of steering column velocity is less than an engagement threshold
- . the lane width is greater than an engagement threshold
- 45 . the magnitude of the lateral position error is less than an engagement threshold

50

55



EP 0 640 903 A1

Specification	Units
driver torque engagement threshold	Nm
road curvature engagement threshold	m <sup>-1</sup>
heading angle engagement threshold	degrees
steering angle engagement threshold	degrees
column velocity engagement threshold	rev/s
minimum lane width engagement threshold	m
lateral position error engagement threshold	m

- The "force lane support off" condition shall be true when any of the following conditions hold
- . the magnitude of driver torque exceeds the driver torque disengagement threshold
  - . the curvature of a corner is greater than a disengagement threshold
  - . the heading angle is greater than a disengagement threshold
  - . the magnitude of steer angle exceed a disengagement threshold
  - . the magnitude of the column velocity exceeds a threshold
  - . the lane width is less than a disengagement threshold
  - . the magnitude of the steering torque difference exceeds the torque difference disengagement threshold

Specification	Units
driver torque disengagement threshold	Nm
road curvature disengagement threshold	m <sup>-1</sup>
heading angle disengagement threshold	degrees
steering angle disengagement threshold	degrees
column velocity disengagement threshold	rev/s
minimum lane width disengagement threshold	m
torque difference disengagement threshold	Nm

- The "lane support data is valid" condition shall be true when all of the following conditions hold
- . the lane marking information is valid
  - . the steer angle is valid
  - . the vehicle speed is valid
  - . the CAN interface is active - i.e. there is no "CAN message fault"

Entry to EPAS on state (transition A)

- The following conditions must all hold before the system can enter the EPAS on state, 200
- . the EPAS system must pass all of its internal diagnostics to check its correct operation and be in the "normal operation" state
  - . the vehicle must be stationary

Transition from EPAS on state to guiding state (transition B)

- All of the following conditions must hold before the system can enter the guiding state 201,
- . "lane support on" signal is true
  - . all turn signals are off
  - . the "ready for engagement" condition must be true
  - . the "lane support data is valid" condition must be true

Transition from guiding state to EPAS on state (transition C)

- 5 If any of the following conditions occur, the system should revert to the EPAS on state 200,
- . a lane marking is crossed
  - . the "lane support on" signal goes false
  - . the "lane support data is valid" condition goes false
  - . the "force lane support off" condition goes true

Transitions to and from the suspended state (transitions D, E and F)

- 10 The lane support can be suspended temporarily under the conditions given below.  
 When in guidance state switch to the suspended state 202 if
- . the "turn signal is on" signal is set
- 15 When the suspended state 202, resume lane support (i.e. switch to the guiding state) if all of the following conditions hold
- . the turn signal is turned off
  - . the "ready for engagement" condition must be true
- When in the suspended state 202, exit to the EPAS on state 200 if all of the following conditions apply
- . the time in the suspended state exceeds the maximum
  - . the "lane support on" signal goes false
  - . the "lane support data is valid" condition goes false
  - . the "force lane support off" condition goes true

25

Specification	Units
maximum time in suspended state	s

Transition to and from the EPAS disengaged state (transitions G and H)

- 30 If any of the following conditions occur, the system should move to the EPAS disengaged state 203:
- . disengage EPAS flag is set true by monitor program
- The lane support controller should switch from the EPAS disengaged to the EPAS on state if all of the following conditions apply:
- . disengage EPAS flag is set false by monitor program
- 35

Exit from normal operation

- 40 The standard exit from normal operation 204 that are defined in the EPAS Functional Specification should be maintained (for example, when the ignition is turned off).
- When any of the lane support diagnostics signal a fault, the system should be shut-down to the EPAS fault level 3 that is EPAS is disabled until the system is services. The driver should be warned when such a shut-down occurs as discussed below.
- 45 The manner in which the guidance torque is removed is preferably fast, although smooth removal could be provided for.

50

55

	Specification	Units
	lane position error engagement threshold	m
5	lane position error resume threshold	m
	minimum width threshold	m
	driver torque engagement threshold	Nm
10	driver torque disengagement threshold	Nm
	torque difference disengagement threshold	Nm
	column velocity disengagement threshold	rev/s
15	column velocity engagement threshold	rev/s
	road curvature engagement threshold	m <sup>-1</sup>
	road curvature disengagement threshold	m <sup>-1</sup>
20	heading angle engagement threshold	degrees
	heading angle disengagement threshold	degrees
	guidance time-out interval	s
25	maximum time in suspended state	s
	maximum steering angle threshold	degrees

### 30 Control algorithm

The control strategy takes the lane position information from the IDS rack and combines it with the vehicle speed to produce an estimate of desired steering wheel position. The error between the desired steering wheel position and the actual steering wheel position is passed through a proportional gain and a limit to produce a guidance torque demand.

35 A block diagram of the controller is shown in Figure 12. The controller is formed from a number of loops. The innermost loop is the steering angle control loop 300. This loop takes a limited steer angle demand 301 and calculates a steer angle error 308 using the measured steering angle 302. The error is then passed through the steer angle gain 303 to give a guidance torque demand 309. The guidance torque demand 309 is limited 304 and slew rate limited 305 before being sent to augment the EPAS control torque 306. The limits on guidance torque demand 309 and on steer angle demand 301 are varied with vehicle speed. The slew rate limit output should be set to zero whenever the guiding state is entered.

$$\text{steer angle error} = \text{LIMIT}(\text{steer angle demand}) - \text{steer angle}$$

$$\text{guidance torque demand} = \text{SLEWLIM}(\text{LIMIT}(\text{steer angle gain} \times \text{steer angle error}))$$

45 The second loop 310 controls the heading angle. The heading demand 311 is limited 312. The heading error 313 is calculated from the difference of the limited heading demand 312 and the measured heading 314. The difference is passed through 2 gains. The first gain is the vehicle factor 315. The second gain is the heading gain 316. The heading gain 316 converts the error into the steer angle demand 317. The vehicle factor is a single constant that is calibrated from 3 vehicle-dependent parameters: rack ratio, wheel base length and understeer factor.

$$\text{heading error} = \text{LIMIT}(\text{heading demand}) - \text{heading}$$

$$\text{steer angle demand} = \text{heading error} \times \text{heading gain} \times \text{vehicle factor}$$

$$\text{vehicle factor} = \text{rack ratio} \times \text{wheel base/understeer factor}$$

55 The outer loop 320 controls the lateral position. The lateral position error 321 is first multiplied by the reciprocal of vehicle speed to give a "normalised" position correction heading 322. The position correction heading is added to the limited curve balance feedforward 323 to give the heading demand 311.

$$\text{position correction heading} = \text{lateral position error} \times \text{reciprocal vehicle speed}$$

$$\text{heading demand} = \text{position correction heading} + \text{curve balance feedforward}$$

The vehicle speed reciprocal calculation should only occur at speeds above 40 kph. At speeds below this, the vehicle speed reciprocal should be set to 1/40 kph<sup>-1</sup> to prevent the algorithm dividing by zero.

$$\text{vehicle speed reciprocal} = 1/\text{LIMIT (vehicle speed)}$$

5 The curve balance feedforward 323 referred to above is calculated from the produce of the curvature measurement 324 and the vehicle speed 325. This product is passed through the curve balance gain 326 and then limited 327 to give the curve balance feedforward. NB the curve balance heading limit 323 will give to be set to zero if the curvature measurement 324 is not available.

$$\text{curve balance heading} = \text{LIMIT (curvature} \times \text{vehicle speed} \times \text{curve correction gain)}$$

10 The limits on guidance torque demand and on steer angle demands are determined by ranges relating to vehicle speed.

Automatic lane change

15 The automatic lane change function senses the turn signal to change lane and uses a blind spot monitor (TBD) to establish whether the lane is clear for the car to move into. If the lane is clear, a guidance torque is applied to move the car to an adjacent lane using information from the lane marking sensor to steer the vehicle smoothly.

20 Given the various safety considerations as much of the system as possible is subject to be initiation and continuing diagnostic checks. In the event of a problem or irregularity being detected a warning may be given, or the system may temporarily shut down.

Driver warnings

25 There are 2 means for warning the driver, by means of the warning control 330, of events recognised or initiated by the system. The first is by "shaking the stick" (=steering wheel) 331 and the second is to issue an audible warning 332 to the driver.

Haptic feedback signal

30 The driver may be warned by a deliberate vibration of the steering wheel. This function shall be termed haptic feedback.

The haptic feedback will consist of a symmetric triangle wave which will be added to the guidance torque demand. The amplitude and frequency of the vibration shall be fixed.

35	Specification	Units
	Haptic feedback frequency	Hz
	Haptic feedback amplitude	Nm pk-pk
40	Haptic feedback duration	second

Audible warning signal

45 A message shall be sent to the MMI controller, requesting a driver warning. NB this may change - the IDS rack may be used to give a number of different audible warnings.

Warnings

50 The warnings are described in the following sections. The table below gives the full list of warnings, together with the operating modes in which they should be issued. The warnings should be repeated at the given rate for as long as the condition is true. In the case of the lane marking warnings, the lane markings must be valid. The warnings arise as a result of a number of inputs to the warning control, these being velocity 333, lane width 334, lateral position error 335, lane moulding threshold 336 and car width 337.

55

EP 0 640 903 A1

	Warning	Lane support state	Warning means	Warning repetition rate
	Close to lane marking	guiding only	Haptic feedback	once every 3 seconds
5	Very close to lane marking	guiding only	Haptic feedback	once every second
	Crossing solid lane marking	any except disengaged	Haptic feedback	once only
10	Lane support disengaged	disengaged	Audible signal	once only
	Shut-down	any	Audible signal	twice

15

Close to lane marking

This is given by the following condition

$$\frac{1}{2} (\text{lane width} - \text{car width}) - \text{lateral position error magnitude} < \text{lane marking close threshold}$$

20

The warning should be disabled when the width of the lane is small, i.e. when  
lane width - car width < narrow lane threshold

The narrow lane condition may not be invoked if the control logic condition on lane width is breached before the narrow lane threshold.

25

Specification	Units
lane marking close threshold	m
narrow lane threshold	m

30

Very close to lane marking

This condition holds when

$$\frac{1}{2} (\text{lane width} - \text{car width}) - \text{lateral position error magnitude} < \text{lane marking crossed threshold}$$

35

The warning should be disabled when the width of the lane is small as above.

Specification	Units
lane marking very close threshold	m

40

Crossing solid lane marking

This is similar to the "close to lane marking condition" and is given by the following condition.

45

$$\frac{1}{2} (\text{lane width} - \text{car width}) - \text{lateral position error magnitude} < \text{lane marking crossing threshold}$$

The warning should be disabled when the width of the lane is small as above. The warning should only occur when the vehicle speed is greater than the given value.

50

Specification	Units
lane marking very close threshold	m
minimum vehicle speed	kph

55

Lane support disengaged

When the lane support control is disengaged for any reason a warning should be issued.

**Claims**

- 5
1. A method of tracking a contrived centre line between lane markings of a road characterised in that a steering bias is applied to the steering system of the vehicle in such a manner as to assist the driver in tracking the contrived centre line position.
  2. A method according to claim 1 characterised in that the level of steering bias applied to the steering system is relatively small when the track of the vehicle is in proximity to the contrived centre line and the steering bias is adapted to be increased as the vehicle approaches the boundaries defined by the line markings.
  - 10 3. A method according to any preceding claim characterised in that a steering torque ripple is applied by the steering system as the vehicle approaches a lane boundary.
  4. A method according to any preceding claim characterised in that an audio signal is produced to alert the driver of a possible lane boundary infringement.
  - 15 5. A method according to claim 4 characterised in that the conventional audio system of the vehicle is utilised to produce the simulated infringement signal.
  - 20 6. A method according to any preceding claim characterised in that if the lane marking signals are lost, a warning is issued to the driver and the system is disabled.
  7. A method according to any preceding claim characterised in that the system incorporates means for cancelling the signal bias when a direction indicator of the vehicle is actuated.
  - 25 8. Apparatus for maintaining the position of the vehicle with respect to the lane markings characterised in that lane markings are detected by the use of a video camera or equivalent sensor mounted on the vehicle which is "light sensitive" or of the "infra-red" sensing type, an associated signal processor estimates the lateral position of the vehicle in relation to the lane markings, an electric motor coupled to the steering mechanism is used to provide a torque input to the steering system.
  - 30 9. Apparatus according to claim 8 characterised in that the driver is able to override or cancel the effect if the steering torque applied to the steering system by the driver exceeds a predetermined torque threshold.
  - 35 10. Apparatus according to claim 8 or claim 9 characterised in that the system supplements the existing power steering mechanism whilst also providing a failure back-up in the event of engine stall or pump drive failure.

40

45

50

55

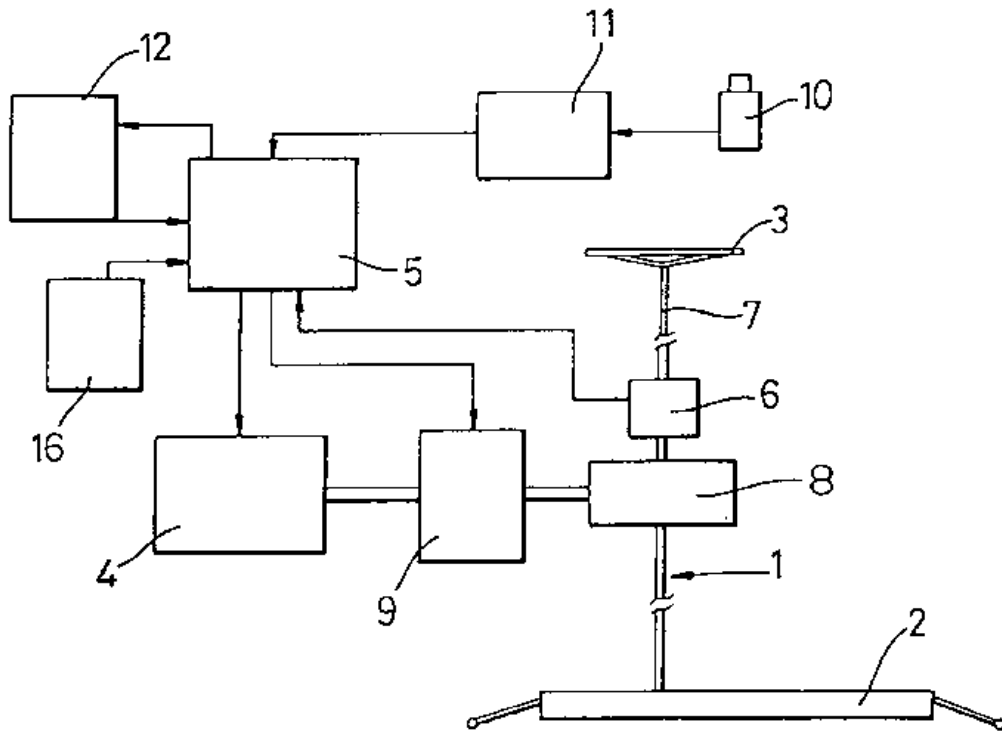


Fig. 1

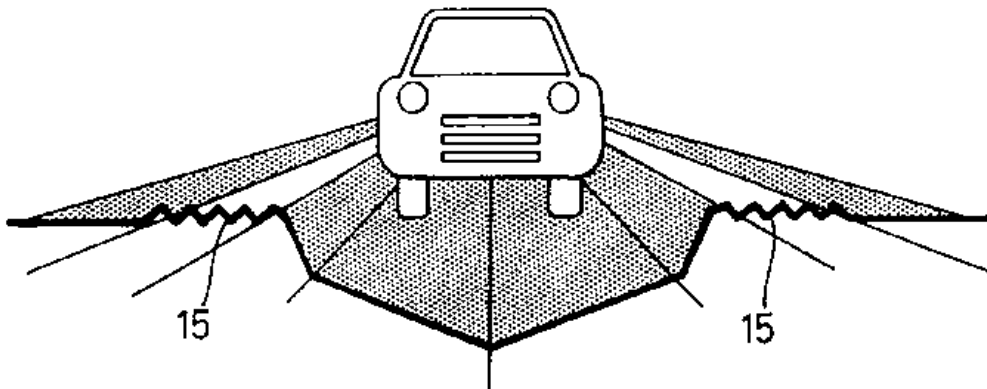


Fig. 2

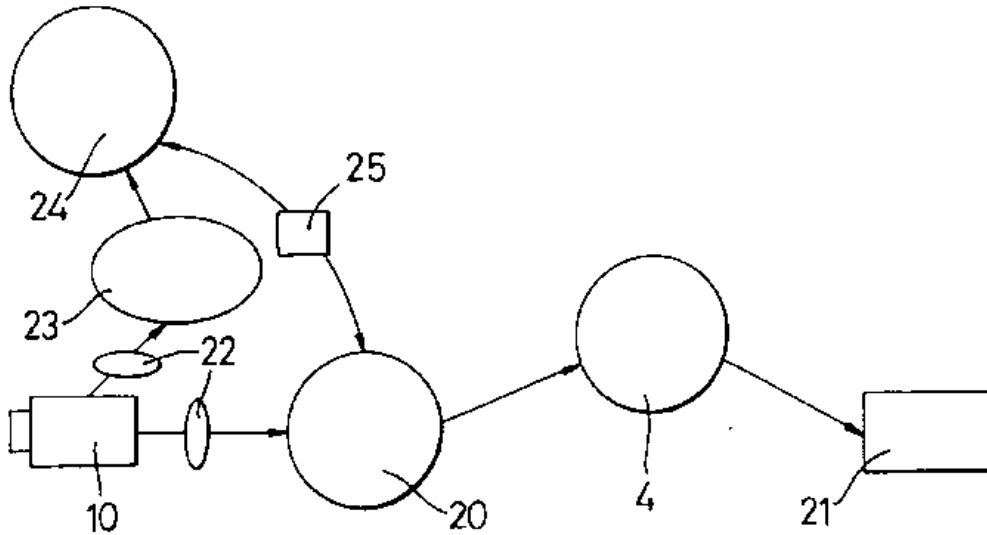


Fig. 3

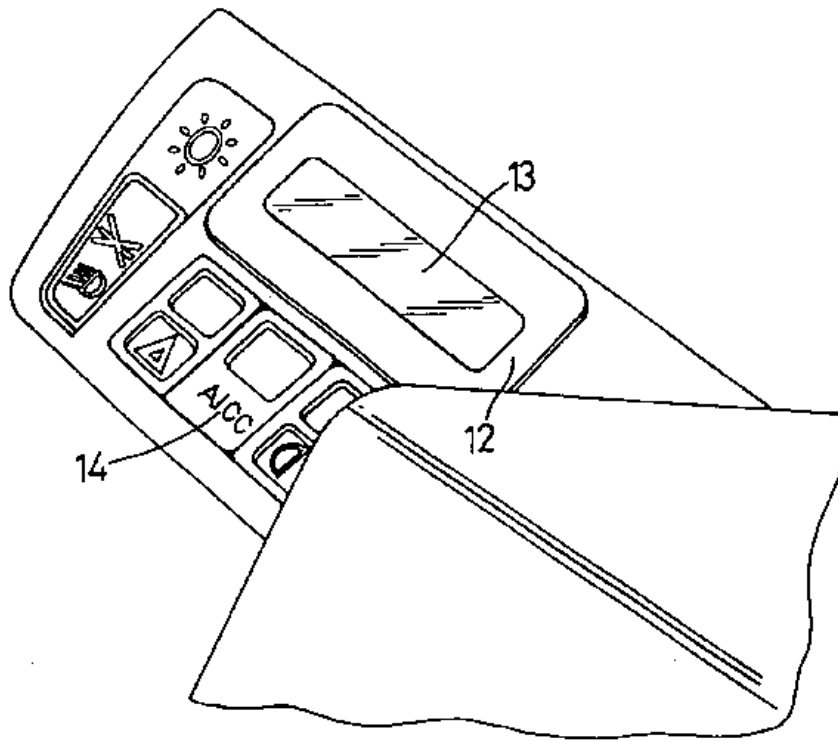


Fig. 4



LANE SUPPORT CONTROLLER

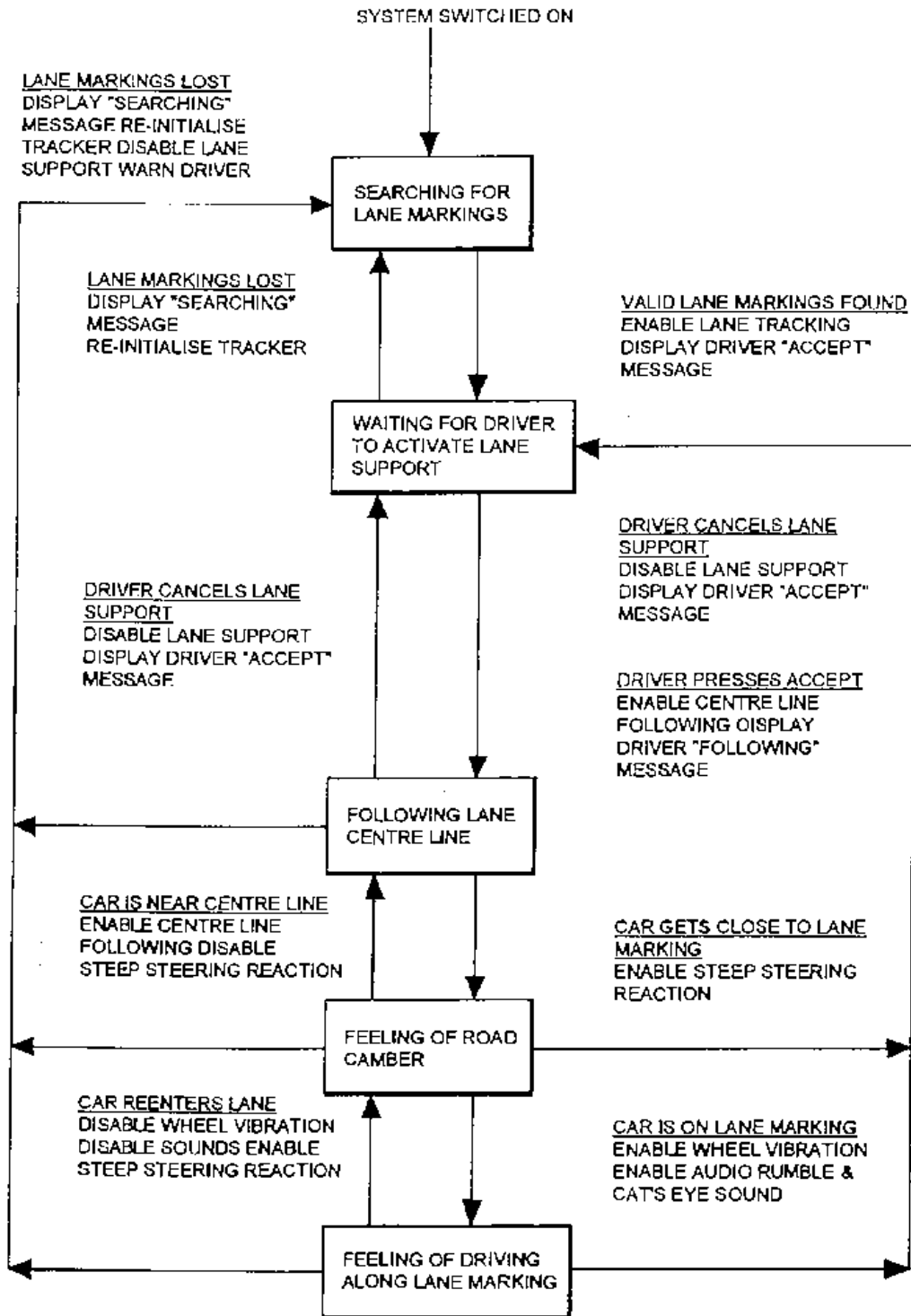


Fig.5

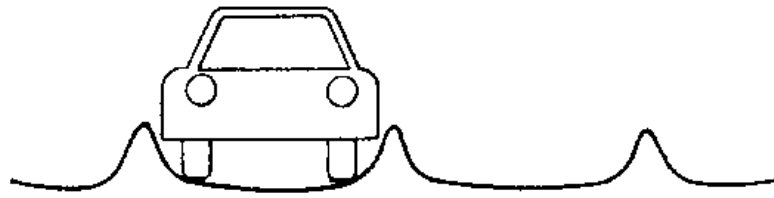


Fig. 6

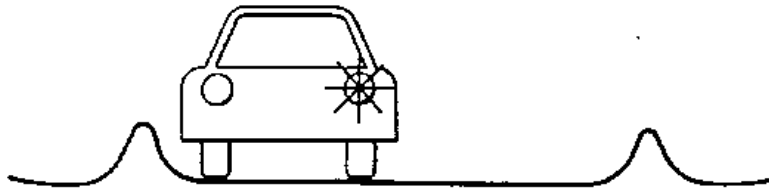


Fig. 7

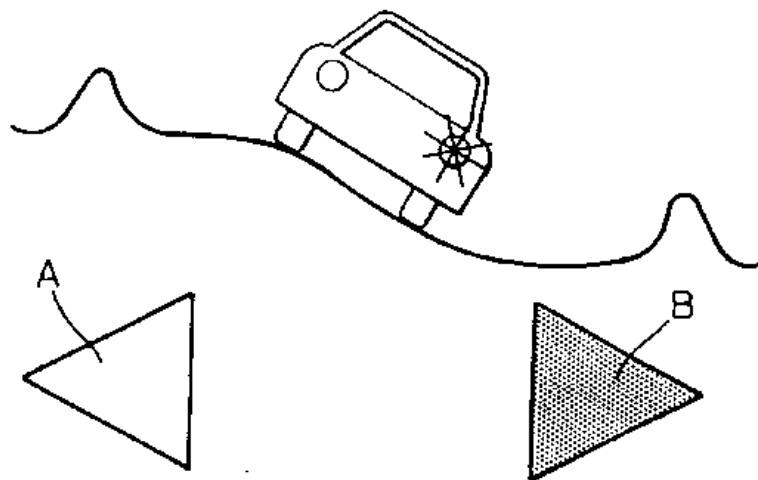


Fig. 8

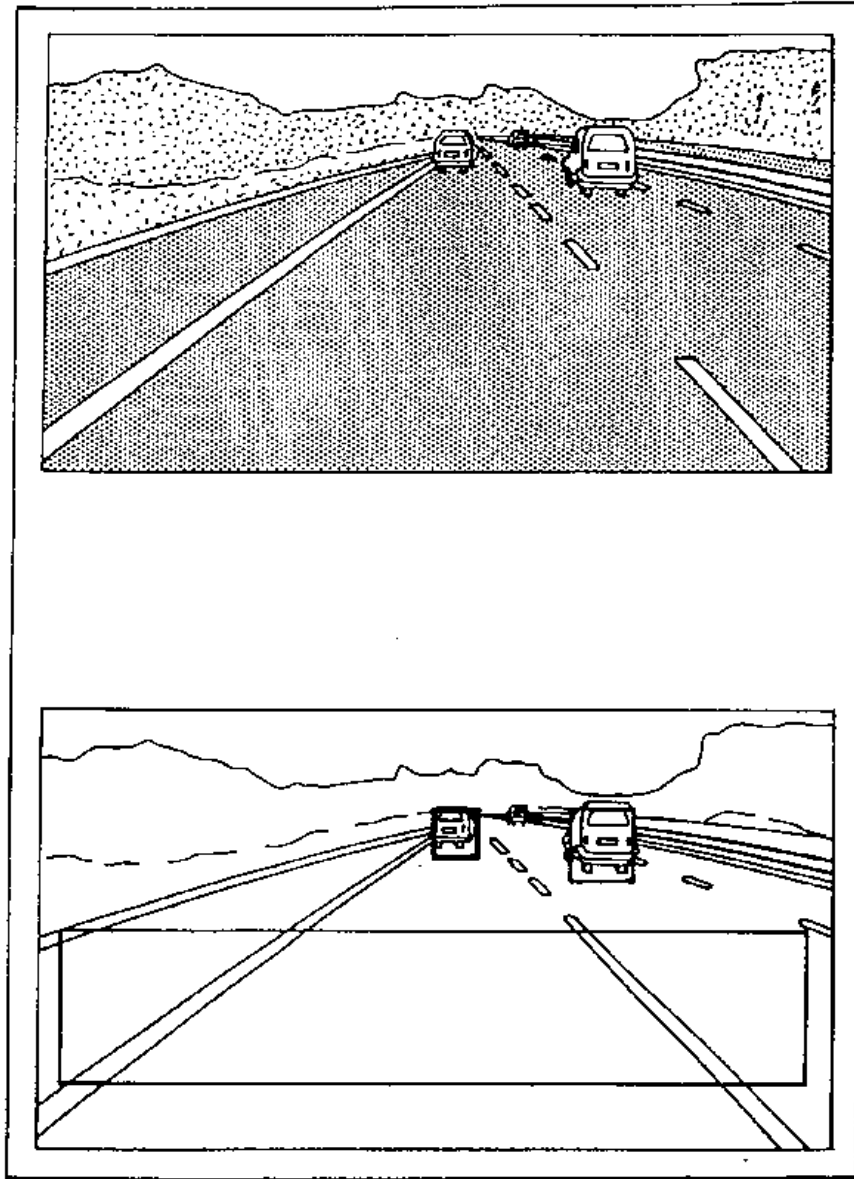
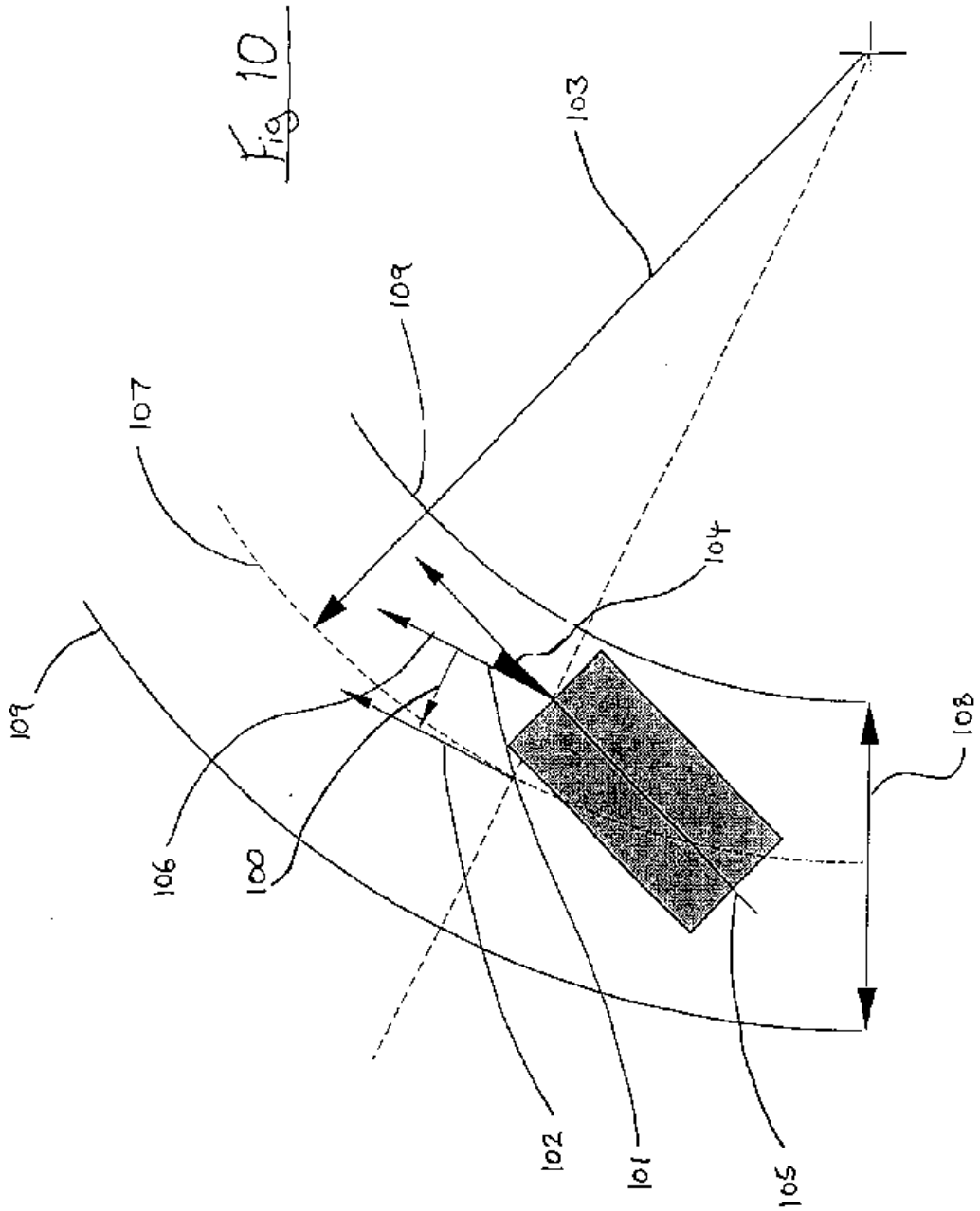


Fig. 9



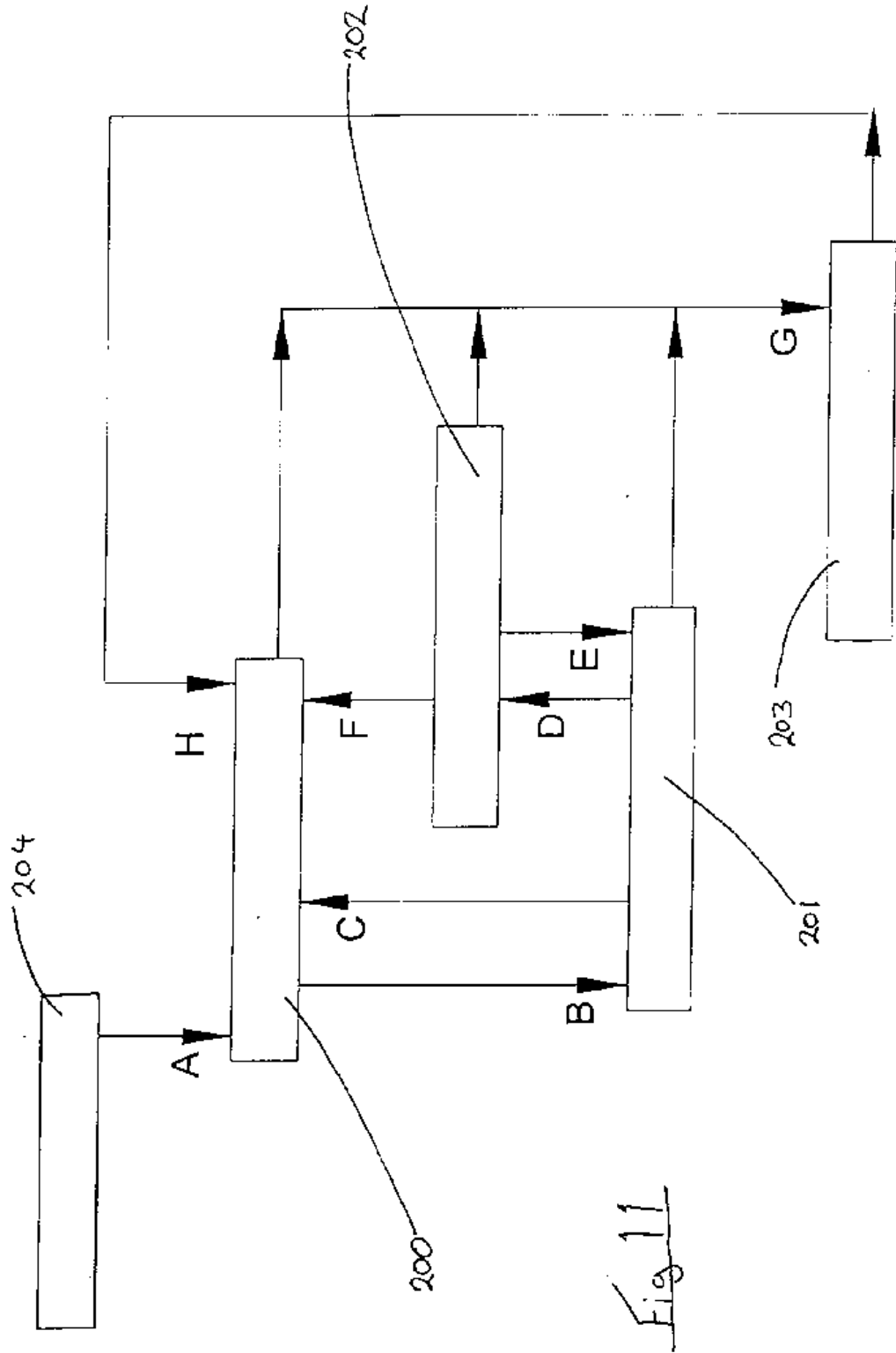
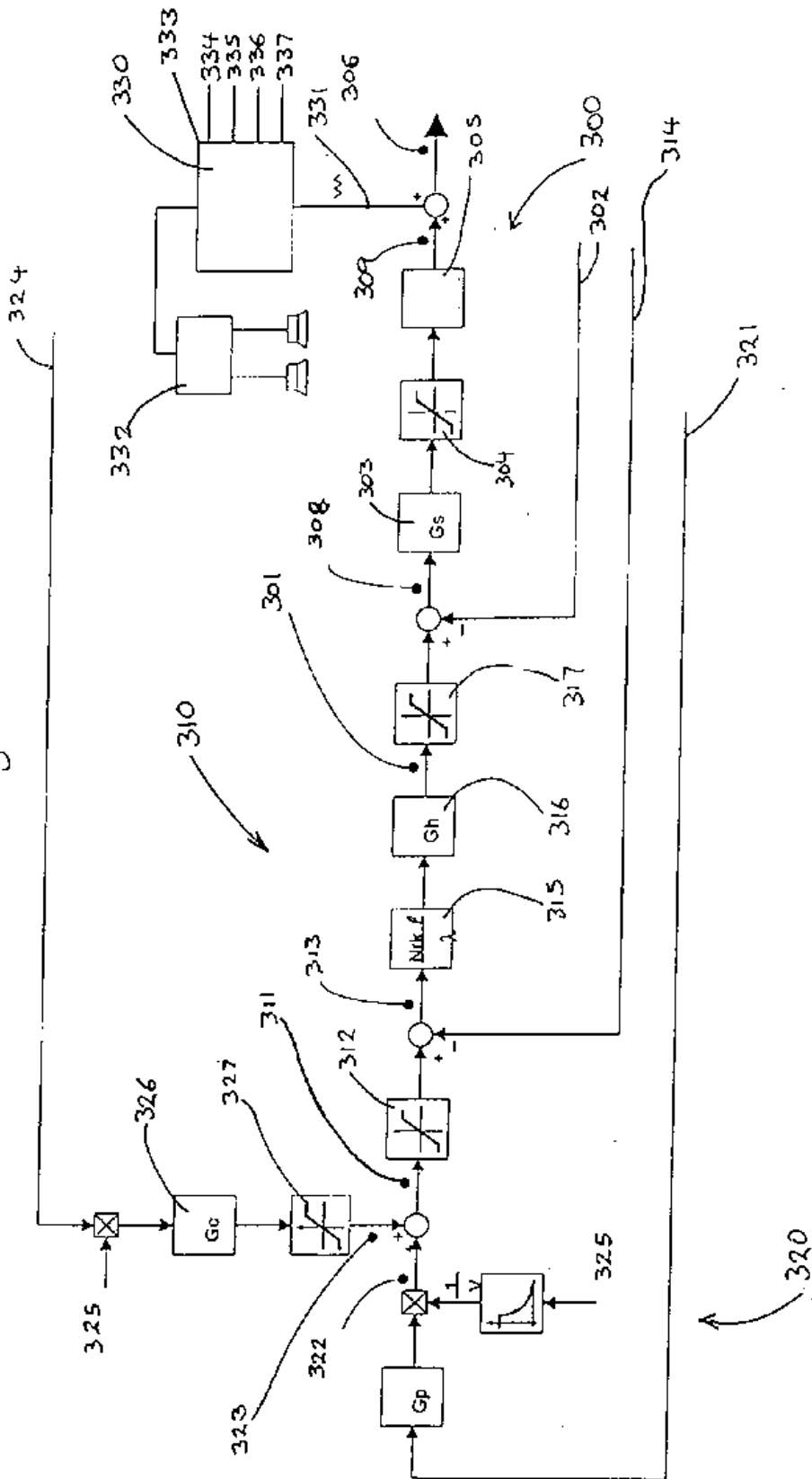


Fig 12





European Patent  
Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number  
EP 94 30 6371

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.6)
D,A	EP-A-0 514 343 (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) * abstract; page 4, line 15 - page 5, line 55; figures 1 - 3 *	1,8	G05D1/02 B62D1/28
A	DE-A-42 21 015 (ZEXEL CORP.) * abstract; column 5, line 16 - column 6, line 32; figures 1- 3 *	1,8	
A	DE-A-38 20 589 (NISSAN MOTOR CO., LTD.) * abstract; page 4, lines 24 - 49; page 5, line 26 - page 6, line 26; claims 1 - 21; figures 1-4 *	1,8	
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.6)
			G05D B62D
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search BERLIN		Date of completion of the search 28 November 1994	Examiner Beitner, M
<p><b>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</b></p> <p>X : particularly relevant if taken alone                      Y : particularly relevant if combined with another document of the same category                      A : technological background                      O : non-written disclosure                      P : prior art documents</p> <p>T : theory or principle underlying the invention                      E : earlier patent document, but published on, or after the filing date                      D : document cited in the application                      L : document cited for other reasons</p> <p>-----                      A : member of the same patent family, corresponding document</p>			

XPO FORM 1500 01/92 (P0400)

**Bibliographic data: EP0642950 (A1) — 1993-03-13**

**Automatic headlight adjustment control by tilting, according to the position of the vehicle body relative to the ground.**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** LELEVE JOEL [FR] ± (LELEVE, JOEL)

**Applicant(s):** VALEO VISION [FR] ± (VALEO VISION)

**Classification:** - **international:** B60Q1/08; B60Q1/10; B60Q1/14;  
(IPC1-7): B60Q1/115  
- **cooperative:** B60Q1/10; B60Q2300/114; B60Q2300/132

**Application number:** EP19940402039 19940913

**Priority number(s):** FR19930010978 19930915

**Also published as:** EP0642950 (B1) FR2710014 (A1) DE69401792 (T2)

### Abstract of EP0642950 (A1)

A device for automatic control of the orientation of the headlights (P) of a motor vehicle as a function of the attitude variations thereof comprises: a video camera (10) aiming towards the front of the vehicle, in the field of which the headlights of the vehicle illuminate the road, which video camera also delivers image signals containing data on back-scattering of the light from the headlights by the road, processing means (12) which receive the said image signals and can determine on the basis of the said data and of stored reference data, the variations in the orientation of the light beams emitted by the headlights with respect to a reference orientation, and capable of delivering control signals to actuator means (14) provided on the headlights.

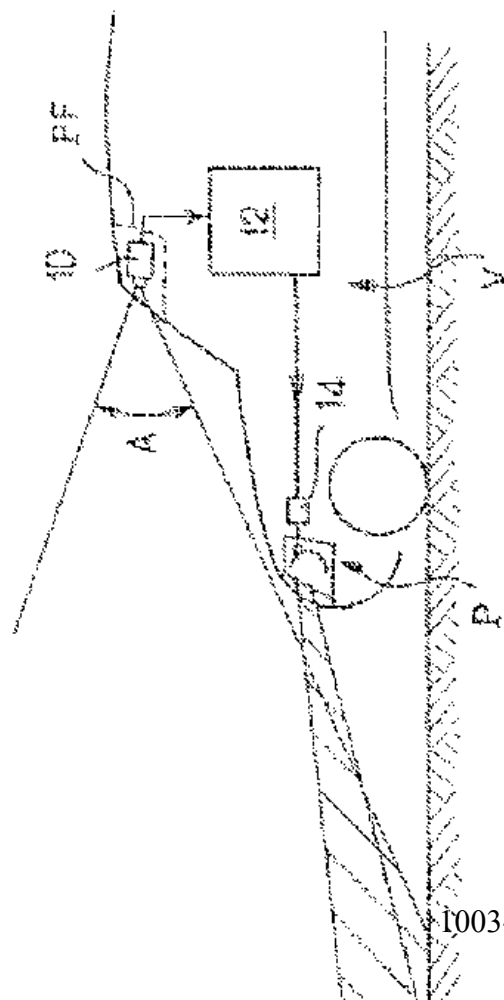




FIG.1





12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt : **94402039.5**

51 Int. Cl.<sup>6</sup> : **B60Q 1/115**

22 Date de dépôt : **13.09.94**

30 Priorité : **15.09.93 FR 9310978**

72 Inventeur : **Leleve, Joel**  
**7 Villa Renée**  
**F-93800 Epinay Sur Seine (FR)**

43 Date de publication de la demande :  
**15.03.95 Bulletin 05/11**

64 Etats contractants désignés :  
**DE ES GB IT**

74 Mandataire : **Martin, Jean-Jacques**  
**Cabinet REGIMBEAU**  
**26, Avenue Kléber**  
**F-75116 Paris (FR)**

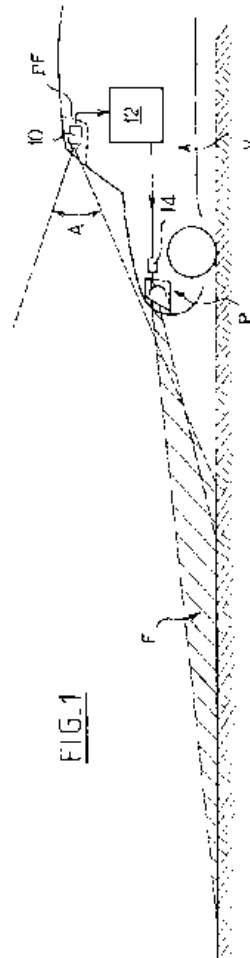
71 Demandeur : **VALEO VISION**  
**34, rue Saint-André**  
**F-93000 Bobigny (FR)**

54 **Dispositif de commande automatique de l'orientation des projecteurs d'un véhicule automobile en fonction des variations d'assiette de celui-ci.**

57 Un dispositif de commande automatique de l'orientation des projecteurs (P) d'un véhicule automobile en fonction des variations d'assiette de celui-ci comprend :

une caméra vidéo (10) visant vers l'avant du véhicule et dans le champ de laquelle les projecteurs d'éclairage du véhicule éclairent la route, et délivrant des signaux d'image contenant des informations de rétrodiffusion par la route de la lumière des projecteurs,

des moyens de traitement (12) recevant lesdits signaux d'image et aptes à déterminer à partir desdites informations et d'informations de référence mémorisées les variations de l'orientation des faisceaux lumineux émis par les projecteurs par rapport à une orientation de référence, et à délivrer des signaux de commande à des moyens actuateurs (14) prévus sur les projecteurs.



La présente invention concerne d'une façon générale un dispositif de correction automatique de l'orientation en site des projecteurs d'un véhicule automobile en fonction des variations d'assiette de celui-ci.

De façon classique en soi, l'assiette d'un véhicule automobile peut être détectée en utilisant des capteurs dans les régions avant et arrière du véhicule et en mesurant les variations de la distance verticale entre ces capteurs et la route. Les capteurs utilisés peuvent être par exemple à ultrasons ou optiques. On sait également prévoir en association avec les bras de suspension du véhicule des potentiomètres ou des capteurs de déplacement à noyau plongeur.

Les inconvénients de ces capteurs d'assiette connus résident principalement dans leur coût, dans leurs contraintes d'installation, notamment de montage et de câblage électrique sous la caisse du véhicule, dans la nécessité d'effectuer leur réglage, et enfin dans le fait que ces capteurs, exposés à un environnement mécaniquement très agressif, voient leur fiabilité et leur durée de vie réduites.

On connaît également dans la technique, notamment par le document EP-A-0 186 571, un dispositif correcteur de l'orientation en site des projecteurs d'un véhicule en fonction des variations d'assiette du véhicule dans lequel les variations d'assiette sont détectées par des moyens opto-électroniques et en particulier par une lunette de détection solidaire du miroir du projecteur et visant la route dans le champ d'éclairage du projecteur. Les variations de la luminance de la route renseignent sur les variations d'assiette du véhicule.

Ces dispositifs opto-électroniques présentent également des inconvénients. Tout d'abord, l'intégration des capteurs opto-électroniques dans le boîtier de projecteur en association avec le réflecteur impose une conception spécifique du projecteur. Ensuite, la luminance de la route est nécessairement détectée à travers la glace du projecteur, ce qui induit des perturbations dans la détection. De plus, l'environnement du capteur sur le plan thermique pose également des problèmes de conception, la température à l'intérieur d'un boîtier de projecteur pouvant atteindre 80°C ou davantage. Enfin, par nature et pour les raisons qui précèdent, les systèmes optoélectroniques sont relativement coûteux.

La présente invention vise à pallier ces inconvénients de la technique antérieure et à proposer un capteur d'assiette pour véhicule automobile qui soit facile à mettre en oeuvre et d'une bonne fiabilité, et qui évite le recours à une conception spécifique de certains éléments pré-existants du véhicule.

Ainsi la présente invention propose un dispositif de commande automatique de l'orientation des projecteurs d'un véhicule automobile en fonction des variations d'assiette de celui-ci, caractérisé en ce qu'il comprend :

une caméra vidéo visant vers l'avant du véhicule et dans le champ de laquelle les projecteurs d'éclairage du véhicule éclairent la route, et délivrant des signaux d'image contenant des informations de rétrodiffusion par la route de la lumière des projecteurs,

des moyens de traitement recevant lesdits signaux d'image et aptes à déterminer à partir desdites informations et d'informations de référence mémorisées les variations de l'orientation des faisceaux lumineux émis par les projecteurs par rapport à une orientation de référence, et à délivrer des signaux de commande à des moyens actuateurs pour amener l'orientation desdits faisceaux sur ladite orientation de référence.

Certains aspects préférés du dispositif de l'invention sont les suivants :

- lesdits moyens de traitement prennent en compte une pluralité de points lumineux d'une même colonne de l'image vidéo.
- ladite colonne est disposée dans la région centrale de l'image vidéo.
- les moyens de traitement sont aptes à déterminer les pentes respectives de deux droites situées de part et d'autre d'un point de luminance maximale de ladite pluralité de points et représentatives de l'évolution de la luminance des points le long de la colonne respectivement au-dessus et au-dessous dudit point de luminance maximale.
- les moyens de détermination de pentes comprennent des moyens pour déterminer la position de deux points d'image appartenant à la colonne et présentant des luminances égales à des fractions prédéterminées de ladite luminance maximale.
- les moyens de traitement comprennent des moyens pour comparer les deux pentes déterminées à des pentes de référence.
- la caméra est située dans un plafonnier du véhicule.

D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisation préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en référence au dessin annexé, sur lequel :

la figure 1 est une vue schématique d'un véhicule équipé d'un capteur d'assiette à caméra vidéo selon la présente invention, la figure 2 illustre un exemple d'image obtenue avec la caméra de la figure 1, et la figure 3 illustre sous forme graphique l'évolution d'une partie de l'image produite par la caméra en fonction de la hauteur dans l'image des points constituant ladite partie d'image, et ce pour différentes valeurs d'assiette du véhicule. En référence tout d'abord à la figure 1, on a re-

présenté un véhicule automobile V qui comprend, par exemple dans un plafonnier PF situé à proximité du bord supérieur du pare-brise, une caméra vidéo 10 visant en direction de la route en avant du véhicule. Il s'agit par exemple d'une caméra de type CCD (Charge Coupled Device).

Les signaux vidéo fournis par cette caméra sont appliqués à un circuit de traitement 12, qui peut être de type analogique ou numérique. Dans ce dernier cas, les signaux vidéo sont préalablement convertis en données numériques, de façon classique en soi. Le circuit de traitement 12 est conçu pour délivrer un signal de commande à une paire d'actuateurs électriques 14 montés sur des projecteurs associés P et permettant de faire varier l'orientation en site des faisceaux qu'ils émettent, par basculement des réflecteurs, de manière à adapter cette orientation aux variations d'assiette du véhicule.

De façon classique en soi, la caméra 10 délivre, à intervalles réguliers (par exemple à la cadence de 25 images/seconde), des trames d'image constituées d'informations de luminance (et de chrominance pour les caméras couleur) individuelles pour les points ou pixels d'une matrice de M lignes x N colonnes.

Selon une caractéristique de l'invention, le circuit de traitement 12 analyse la luminance en un certain nombre de points parmi les N points d'au moins une même colonne de l'image, pour déterminer à partir des valeurs de luminance recueillies une information représentative de l'assiette du véhicule. De préférence, la colonne dans laquelle se situent ces points est située dans la région centrale de l'image.

On a représenté sur la figure 2 l'image I prise par la caméra. Le faisceau est indiqué en F, et la droite verticale des points à partir desquels travaille le circuit de traitement 12 est indiquée en D.

Etant donné la répartition lumineuse d'un faisceau de croisement, il existe un point B de luminance maximale, correspondant à la zone de la route que rencontre la tache centrale de concentration du faisceau. A partir de ce point B, la luminance diminue graduellement lorsqu'on s'éloigne du véhicule (vers le haut de l'image), et diminue aussi graduellement lorsque l'on se rapproche du véhicule (vers le bas de l'image).

Ainsi, les variations de luminance selon la colonne de points peuvent être modélisées, pour une assiette et une inclinaison de projecteurs données, par une première droite inclinée AB et par une seconde droite BC d'inclinaison inverse. Le point A est le point, situé en-dessous du point B, pour lequel la luminance dépasse un certain seuil, égal par exemple à une fraction de la luminance mesurée au point B. Le point C est le point, situé au-dessus du point B, pour lequel la luminance devient inférieure à un certain seuil, lui aussi égal à une fraction déterminée de la luminance mesurée au point B. Ce deuxième seuil peut être

identique au premier seuil ou différent de celui-ci.

La modélisation précitée est illustrée sur la figure 3, sur laquelle l'abscisse représente la position du point de la colonne d'analyse D et l'ordonnée représente la luminance reçue en chacun des points.

Lorsque l'assiette du véhicule varie, la distance entre le point de la route que rencontre la tache de concentration maximale du faisceau et le véhicule varie. La première conséquence est que la luminance du point B de luminance maximale va varier. Ainsi un relèvement des projecteurs et de la caméra induit une diminution de la luminance maximale.

Dans une forme de réalisation de base de la présente invention, le circuit de traitement 12 élabore une information d'assiette sur la seule base des variations de la luminance dans la colonne D. Ainsi on établit par exemple le rapport ou la différence entre la luminance maximale au point B et la luminance en un ou plusieurs autres points situés dans la colonne de points D. Le résultat de ce(s) calcul(s) est comparé à une ou plusieurs valeurs de référence pour commander l'orientation des faisceaux des projecteurs par l'intermédiaire des actuateurs 14.

Dans ce cas, le circuit de traitement 12 comprend des moyens, par exemple à microprocesseur, pour effectuer les calculs précités, et des moyens de comparaison avec la ou les valeurs de référence, mémorisées. La sortie des moyens de comparaison est utilisée pour commander les actuateurs 14.

Dans une variante de réalisation de l'invention, on se base sur les variations de pente des droites AB et BC pour déterminer les variations d'assiette du véhicule.

Plus précisément, on a représenté sur la figure 3, outre les points A, B, C et les droites AB, BC correspondant à l'image I de la figure 2, deux autres jeux de points, respectivement A', B', C' et A'', B'', C'', correspondant à deux autres positions d'assiette du véhicule, à savoir une assiette plus plongeante et une assiette plus cabrée, respectivement.

On observe que, comme indiqué plus haut, la luminance maximale au point B a varié en fonction de l'assiette, pour être plus élevée en B' et plus faible en B''. On observe également que les positions des points B, B' et B'' (mais également des points A, A', A'' et C, C', C'', respectivement) a varié.

On observe surtout que les pentes des droites A'B' et A''B'' sont sensiblement différentes de la pente de la droite AB. De même, les pentes des droites B'C' et B''C'' sont sensiblement différentes de la pente de la droite BC. Ceci est du au fait que, la position relative de la route ayant varié dans le champ de la caméra 10, les lois de décroissance de la lumière rétrodiffusée en fonction de la distance ont également varié.

Ainsi le circuit de traitement 12 comprend avantageusement des moyens pour déterminer le point B de luminance maximale, identifié par sa position

dans la colonne D, des moyens pour comparer la luminance d'au moins un certain nombre d'autres points de la colonne D avec le ou des seuils égaux à des fractions de la luminance maximale instantanée, de manière à déterminer les points A et C identifiés par leur position dans la colonne, et enfin des moyens pour, à partir de ces données, déterminer les pentes des droites AB et BC.

Les valeurs des pentes des droites AB et BC sont ensuite comparées à des valeurs de référence.

Dans le cas où le véhicule a plongé, les pentes des droites A'B' et B'C' ont augmenté toutes les deux. Les actionneurs 14 sont alors commandés pour relever les faisceaux émis par les projecteurs P.

Inversement, dans le cas où le véhicule s'est cabré, ces pentes ont toutes les deux diminué (pentes des droites A''B'' et B''C''), et les actionneurs 14 sont alors commandés pour relever les faisceaux des projecteurs.

Bien entendu, les fonctions indiquées ci-dessus pour le circuit de traitement ne sont que des possibilités parmi d'autres. Ainsi on peut prévoir que le circuit 12 analyse les points d'une pluralité de colonnes des images vidéo produites, ou fasse des calculs plus complexes basés sur les luminances de points séparés de distances bien déterminées.

De façon avantageuse, l'image vidéo nécessaire à la mise en oeuvre de la présente invention peut être celle engendrée, de façon classique en soi, par un système d'aide à la vision ou de détection d'obstacles, basé sur la détection d'un rayonnement infrarouge. A cet égard, on observera que le dispositif de la présente invention peut être mis en oeuvre aussi bien à partir de la lumière visible que des composantes infrarouges émises par les projecteurs.

On notera par ailleurs que la caméra peut être placée en tout endroit approprié dans le véhicule. On peut par exemple l'installer à proximité des projecteurs du véhicule, voire l'intégrer à l'un des projecteurs.

Par ailleurs, pour éviter les défauts de fonctionnement dus notamment à des accélérations au freinage violents du véhicule, induisant respectivement un cabrage et une plongée prononcés de celui-ci, on peut associer au dispositif de la présente invention des moyens détecteurs d'accélération/freinage pour mettre temporairement le dispositif correcteur hors fonction dans de telles situations.

Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux formes de réalisation ci-dessus, mais l'homme de l'art saura y apporter toute variante ou modification conforme à son esprit.

## Revendications

1. Dispositif de commande automatique de l'orientation des projecteurs (P) d'un véhicule automo-

bile en fonction des variations d'assiette de celui-ci, caractérisé en ce qu'il comprend :

une caméra vidéo (10) visant vers l'avant du véhicule et dans le champ de laquelle les projecteurs d'éclairage du véhicule éclairent la route, et délivrant des signaux d'image contenant des informations de rétrodiffusion par la route de la lumière des projecteurs,

des moyens de traitement (12) recevant lesdits signaux d'image et aptes à déterminer à partir desdites informations et d'informations de référence mémorisées les variations de l'orientation des faisceaux lumineux émis par les projecteurs par rapport à une orientation de référence, et à délivrer des signaux de commande à des moyens actionneurs (14) pour amener l'orientation desdits faisceaux sur ladite orientation de référence.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de traitement (12) prennent en compte une pluralité de points lumineux d'une même colonne (D) de l'image vidéo (I).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite colonne (D) est disposée dans la région centrale de l'image vidéo.

4. Dispositif selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que les moyens de traitement (12) sont aptes à déterminer les pentes respectives de deux droites (AB, BC) situées de part et d'autre d'un point (B) de luminance maximale et représentatives de l'évolution de la luminance des points le long de la colonne (D) respectivement au-dessus et au-dessous dudit point de luminance maximale.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de détermination de pentes comprennent des moyens (12) pour déterminer la position de deux points d'image appartenant à la colonne et présentant des luminances égales à des fractions prédéterminées de ladite luminance maximale.

6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les moyens de traitement (12) comprennent des moyens pour comparer les deux pentes déterminées à des pentes de référence.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la caméra (10) est située dans un plafonnier (PF) du véhicule.

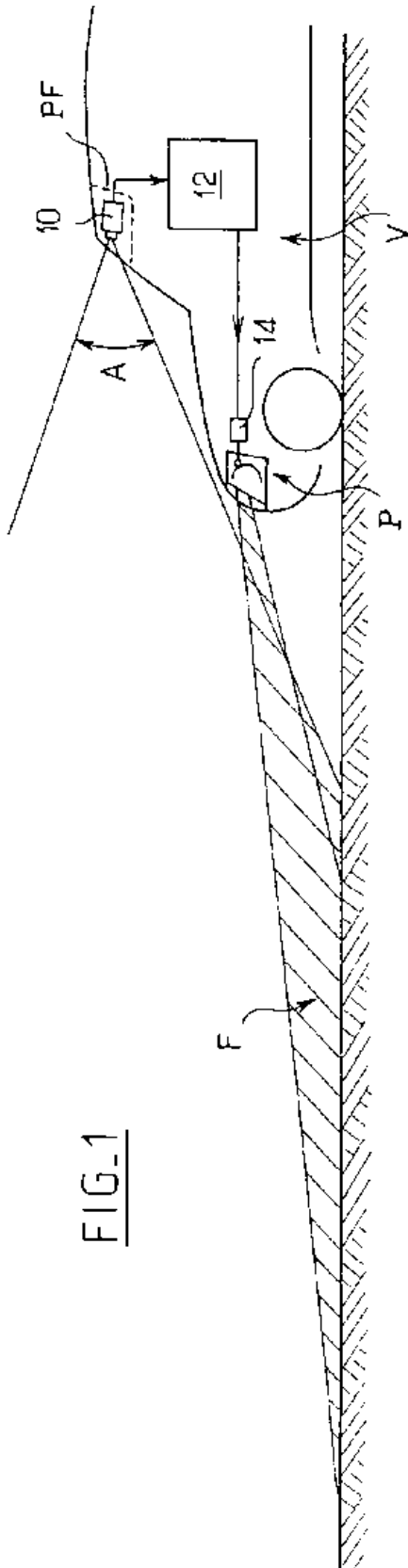


FIG. 1

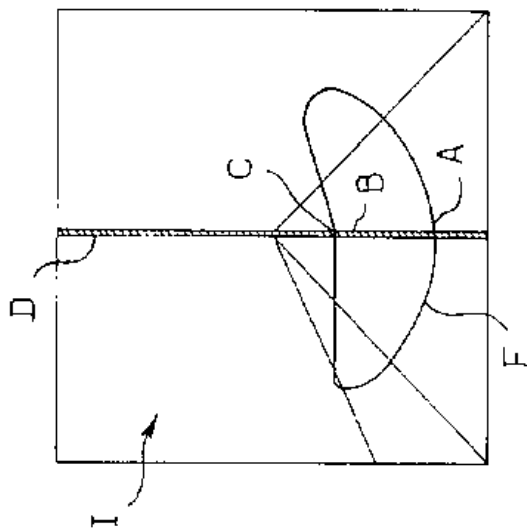


FIG. 2

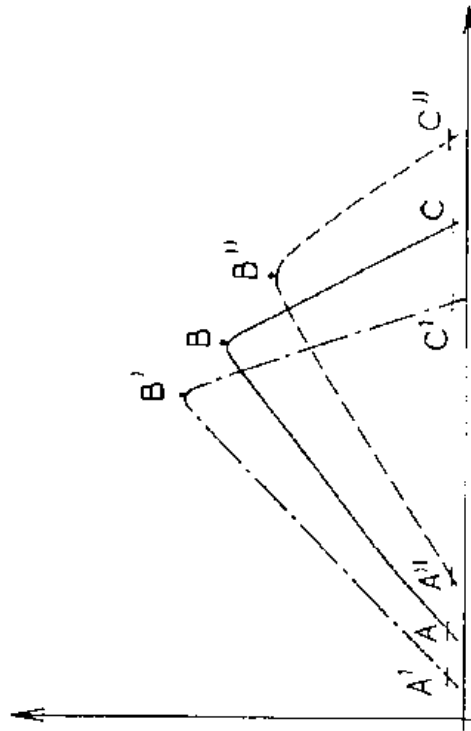


FIG. 3

Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 94 40 2039

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	EP-A-0 296 856 (HOPKINS MANUFACTURING CORPORATION) * abrégé *	1	B60Q1/115
A	* page 10, ligne 44 - ligne 46 * ---	2-6	
Y,D	EP-A-0 186 571 (CIBIE PROJECTEURS) * abrégé; figure 1 *	1	
Y	DE-A-29 46 561 (ROBERT BOSCH GMBH) * abrégé *	1	
A	* page 7, ligne 17 - page 8, ligne 19 * ---	2-6	
A	EP-A-0 533 508 (BEN-LULU) * abrégé; figure 3 *	1,7	
A	EP-A-0 132 151 (TOYOTA JIDOSHA KK) * abrégé; figure 3 * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B60Q G01M
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 Novembre 1994	Examinateur Onillon, C
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons * : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : article-patent technologique O : divulgation non-écrite F : document intercalaire			

EPO FORM 1503 01.92 (P/4C/8)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Publication number: **0 654 392 A1**

(12)

**EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(21) Application number: 94118443.4

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B62D 6/00**, B62D 5/00,  
//B62D113:00,B62D137:00

(22) Date of filing: 23.11.94

(30) Priority: 24.11.93 JP 293646/93  
27.10.94 JP 264233/94

(43) Date of publication of application:  
24.05.95 Bulletin 95/21

(94) Designated Contracting States:  
**DE FR GB IT**

(71) Applicant: **KOYO SEIKO CO., LTD.**  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku  
Osaka 542 (JP)

(72) Inventor: **Nishizaki, Katsutoshi**  
**Koyo Seiko Co.,Ltd.,**  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku,  
Osaka 542 (JP)  
Inventor: **Nakano, Shiro**  
**Koyo Seiko Co.,Ltd.,**  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku,  
Osaka 542 (JP)  
Inventor: **Shimizu, Yoshinobu**  
**Koyo Seiko Co.,Ltd.,**  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku,  
Osaka 542 (JP)  
Inventor: **Goto, Yoshihiro**

**Koyo Seiko Co.,Ltd.,**  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku,

**Osaka 542 (JP)**  
Inventor: **Obata, Yoshifumi**  
**Koyo Seiko Co.,Ltd.,**

5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku,  
**Osaka 542 (JP)**

Inventor: **Sentoku, Minoru**  
**Koyo Seiko Co.,Ltd.,**  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku,  
**Osaka 542 (JP)**

Inventor: **Kada, Tomoyasu**  
**Koyo Seiko Co.,Ltd.,**  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku,  
**Osaka 542 (JP)**

Inventor: **Matsushita, Shigehisa**  
**Koyo Seiko Co.,Ltd.,**  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku,  
**Osaka 542 (JP)**

(74) Representative: **Popp, Eugen, Dr. et al**  
**MEISSNER, BOLTE & PARTNER**  
Postfach 86 06 24  
D-81633 München (DE)

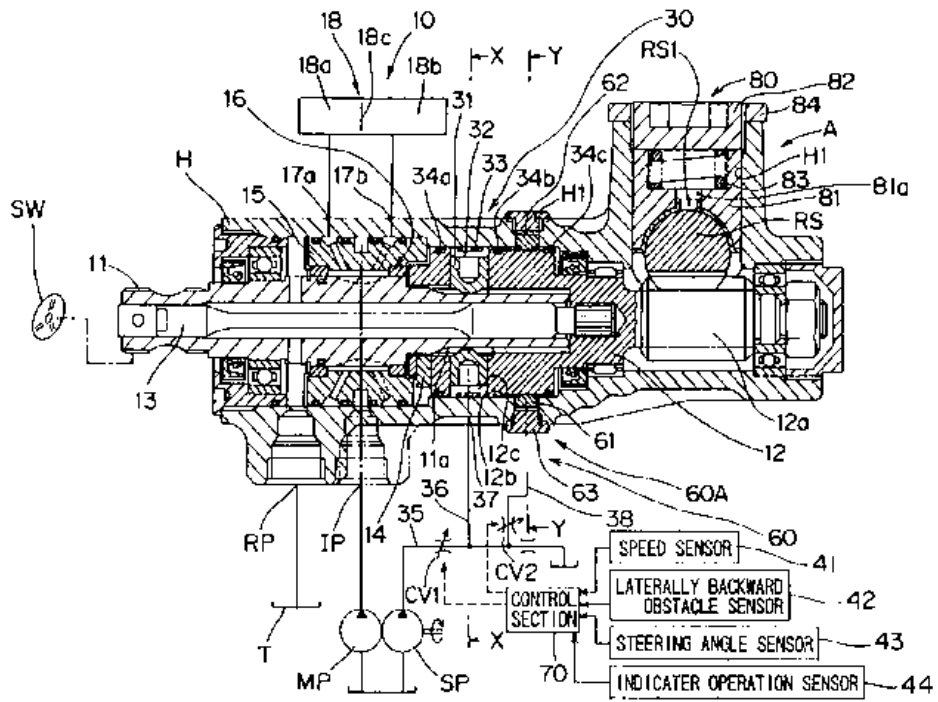
(54) **Steering apparatus for vehicle.**

(57) A steering apparatus for a vehicle adapted to steer a vehicle through operation of a steering wheel (SW) is provided. On detecting the existence of an obstacle in a predetermined region in the turning direction of the steering wheel (SW), a steering reactive force is imparted to the steering wheel (SW) against the turning of the steering wheel (SW) toward the obstacle. The steering reactive force is obtained by restricting the action of a predetermined part of a power transmission mechanism from the steering wheel (SW) to wheels.

**EP 0 654 392 A1**



FIG. 1



## FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates to a steering apparatus for use in a vehicle adapted to steer through the operation of a steering wheel.

5

## DESCRIPTION OF RELATED ART

Recently, most vehicles are equipped with power assist device for assisting in operating the steering wheels thereof. Such a device allows a driver to operate the steering wheel with a small steering force and hence confers a tremendous benefit on the driver particularly in performing stationary swing or garaging the car. However, vehicles merely featuring a small steering control force may rather turn to be dangerous when running at a high speed. In view of this drawback, vehicles are usually equipped with a steering assist adjusting mechanism for adjusting a steering assist force according to the running speed of thereof so that a smaller steering force is required at a lower running speed and a larger steering control force at a higher running speed.

According to the steering assist adjusting mechanism disclosed in Japanese Unexamined Patent Publication No. 200063/1986, for example, hydraulic pressure is used to press a plunger whose rotation is restricted by an output shaft of the power assist device against an input shaft thereby fixing the input shaft and the output shaft relative to each other, so that a torsion between the both shafts are restricted to reduce the steering assist force to zero ( or to render the steering control force required equal to that required in manual operation.)

Further according to the steering assist adjusting mechanism disclosed in Japanese Unexamined Patent Publication No. 19274/1992, an amount of oil fed to a control valve is adjusted to control the hydraulic pressure in a power cylinder, thereby regulating the steering assist force.

There is provided a vehicle which is adapted to reduce the steering assist force of its power assist device when trying to change the lane during forward running if the vehicle detects some obstacle such as another vehicle in the backward of a lateral side thereof (hereinafter referred to as laterally backward) but the driver steers the vehicle toward the obstacle without becoming aware of it (see, for example, said Japanese Unexamined Patent Publication No. 19274/1992. Such a vehicle is intended to make the driver aware of any dangerous obstacle and to inhibit the driver from steering toward said dangerous obstacle by increasing the steering control force in the aforesaid case, thereby ensuring safety.

When the vehicle is running faster than a certain speed (for example, 15 km/h), however, the steering assist force inherently becomes insignificant. Even if the steering assist force is reduced to zero at such speed, the degree of change in the steering assist force is too small for the driver to notice, which may lead to unassured safety.

Further, the aforesaid mechanism for regulating the steering assist force is not applicable to vehicles which are not equipped with the power assist device, and hence suffers a limited range of application.

## SUMMARY OF THE INVENTION

40

It is, therefore, an object of the present invention to provide a steering apparatus for a vehicle which is applicable to a wide variety of vehicles and capable of ensuring safety.

To attain this object, the present invention provides, in one embodiment thereof, a steering apparatus for use in a vehicle adapted to steer through the operation of a steering wheel thereof comprising:

steering reactive force imparting means for imparting a steering reactive force to said steering wheel, and

control means for controlling said steering reactive force imparting means such that if predetermined conditions are satisfied, said steering reactive force imparting means is caused to impart said steering wheel with the steering reactive force which is against turning of said steering wheel to a predetermined direction.

The steering apparatus according to this embodiment is adapted to impart the steering wheel with the steering reactive force which is against turning of the steering wheel to a predetermined direction when predetermined conditions are satisfied. This apparatus utilizes the steering reactive force and hence is applicable to vehicles which are not equipped with the power assist device.

In a preferred embodiment of the present invention, the steering apparatus further comprises:

obstacle detecting means for detecting an obstacle around the vehicle, and

steering direction detecting means for detecting a turning direction of said steering wheel,

wherein said predetermined conditions include detection of the existence of the obstacle within a

predetermined region in the turning direction of said steering wheel based on putouts of said obstacle detecting means and said steering direction detecting means, said predetermined turning direction of said steering wheel being a direction in which the obstacle exists.

Said embodiment is arranged such that if in turning the steering wheel to a predetermined direction, the existence of some obstacle is detected in the turning direction of the steering wheel based on outputs of the obstacle detecting means and steering direction detecting means, the steering reactive force imparting means imparts the steering wheel with a predetermined steering reactive force. The conventional mode to reduce the steering assist force leads to a drawback that even if the steering assist force is reduced to zero when the speed of the vehicle is in a range where the steering assist force inherently becomes insignificant, the degree of such change in the assist force is too small for the driver to notice it. In contrast the present invention makes it possible to obtain a greater steering reactive force than that in manual operation in general by imparting the steering wheel with a predetermined steering reactive force, whereby assuredly making the driver aware of the existence of a dangerous obstacle. In addition, the present invention utilizes the steering reactive force, and hence is widely applicable to vehicles whether equipped with the power assist device or not.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

In the drawing:

Fig. 1 is a schematic construction view including an essential partial sectional view of a steering apparatus for use in a vehicle according to the first embodiment of the present invention;  
 Fig. 2 is an enlarged sectional view illustrating an essential part of Fig. 1;  
 Fig. 3 is a sectional view taken on line X-X of Fig. 1;  
 Fig. 4 is a sectional view taken on line Y-Y of Fig. 1;  
 Fig. 5 is a flow chart illustrating the operations of control means;  
 Fig. 6 is a block diagram illustrating the electric construction of a steering apparatus for use in a vehicle according to the second embodiment of the present invention;  
 Fig. 7 is a flow chart illustrating the operations of the control means thereof;  
 Fig. 8 is a schematic construction view including an essential partial sectional view of a steering apparatus for use in a vehicle according to the third embodiment of the present invention;  
 Fig. 9 is a schematic construction view including an essential sectional view of a power cylinder modifying the third embodiment of the present invention;  
 Fig. 10 is a schematic construction view illustrating including an essential partial sectional view of a steering apparatus for use in a vehicle according to the fourth embodiment of the present invention;  
 Fig. 11 is a schematic view showing a modification of the fourth embodiment;  
 Fig. 12 is a schematic construction view including an essential partial sectional view of a steering apparatus for use in a vehicle according to the fifth embodiment of the present invention;  
 Fig. 13 is a schematic view showing a modification of the fifth embodiment;  
 Fig. 14 is a schematic construction view including an essential partial sectional view of a steering apparatus for use in a vehicle according to the sixth embodiment of the present invention;  
 Fig. 15 is a schematic construction view including an essential partial sectional view of a steering apparatus for use in a vehicle according to the seventh embodiment of the present invention;  
 Fig. 16 is a flow chart illustrating the operations of the control means of the seventh embodiment;  
 Fig. 17 is an essential sectional view of a steering apparatus for use in a vehicle according to the eighth embodiment of the present invention, showing an example of inhibition of the movement of a ball nut;  
 Fig. 18 is an essential sectional view of a steering apparatus for use in a vehicle according to the ninth embodiment of the present invention, showing an example of inhibition of the rotation of a steering shaft;  
 Fig. 19 is an essential sectional view of a steering apparatus for use in a vehicle according to the tenth embodiment of the present invention, showing an example of inhibition of the rotation of a sector shaft;  
 Fig. 20 is an essential sectional side elevation of a steering apparatus for use in a vehicle according to the eleventh embodiment of the present invention;  
 Fig. 21 is a schematic construction view including a sectional view taken on line Z-Z of Fig. 20;  
 Fig. 22 is a block diagram illustrating the electric construction of a steering apparatus for use in a vehicle according to the twelfth embodiment of the present invention;  
 Fig. 23 is a schematic view of a vehicle and lane(s) illustrating detection of a running position of the vehicle according to the twelfth embodiment of the present invention;  
 Fig. 24 is a flow chart illustrating the operations of the control means according to the twelfth embodiment of the present invention; and

Fig. 25 is a flow chart illustrating the flow of control of a steering apparatus for use in a vehicle according to the thirteenth embodiment of the present invention.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

5

With reference to the attached drawings, the following preferred embodiments will be described in detail.

#### FIRST EMBODIMENT

10

Figures 1 through 5 illustrate the first embodiment of the present invention. Referring to Fig. 1, a steering apparatus A for use in a vehicle according to this embodiment comprises: 1) a hydraulic-type power assist device 10 having a rotary valve-type control valve mechanism, 2) a speed sensor 41 for detecting a running speed of the vehicle, 3) steering assist adjusting mechanism 30 for adjusting a steering assist force of the power assist device 10 in accordance with the running speed of the vehicle, 4) a laterally backward obstacle sensor 42 as a means for detecting an obstacle in the backward of a lateral side of the vehicle, 5) a steering angle sensor 43 for detecting a turning direction of a steering wheel SW, 6) indicator operation sensor 44 as a means for detecting a predetermined operation of a turn indicator, 7) a steering reactive force imparting mechanism 60 for imparting the steering wheel SW with a steering reactive force, 20 and 8) a control section 70 which, when required, causes the steering reactive force imparting mechanism 60 to impart the steering wheel SW with a steering reactive force required depending on a turning direction of the steering wheel detected from a change in the steering angle detected by the steering angle sensor 42 and depending on the existence of the obstacle detected by the laterally backward obstacle sensor 42.

Said laterally backward obstacle sensors 42 are disposed respectively at recesses (not shown) formed near door mirrors in front fenders on both sides of the vehicle. Each of the laterally backward obstacle sensors 42 is of a known construction which is composed by integrating a radar transmitter emitting electric wave laterally backward of the vehicle, a radar receiver for receiving reflected electric wave which is from the radar transmitter and a radar sensor amplifier for amplifying the wave received by the radar receiver ( see, for example, the lower part of page 2 of Japanese Unexamined Patent Publication No. 19274/1992.

The indicator sensor 44 detects the operation of a turn indicator (either for turning to the left or to the right) taken by a driver before turning either to the right or left, or changing the lane. A specific example of such a sensor performs detection based on ON/OFF of a drive circuit of each of the indicator lamps on the both sides of the vehicle.

Said power assist device 10 is of a known construction comprising: 1) an input shaft 11 connected to the steering wheel SW in an integrally rotatable manner, 2) an output shaft 12 connected to the input shaft 11 via a torsion bar 13, 3) a valve body 15 integrally fixed to the output shaft 12 by means of a pin 14, 4) a known rotary valve mechanism 16 formed between the inner periphery of the valve body 15 and the outer periphery of the input shaft 11, 5) a main pump MP which is driven by an engine and is adapted to feed a pressure oil through an in-port IP to the rotary valve mechanism 16, and 6) a power cylinder 18 either of whose oil chambers 18a, 18b is selectively supplied through a cylinder port 17a or 17b with a pressure oil whose pressure is regulated by the rotary valve mechanism 16. The both oil chambers 18a, 18b are separated by a piston 18c.

The input shaft 11 and output shaft 12 are rotatably supported by a housing H. A pinion 12a to be mated with a rack of the rack shaft is formed at an end of the output shaft 12. In this power assist device 10, a relative angular displacement between the input shaft 11 and output shaft 12 is produced by a torsion action of the torsion bar 13, and the pressure oil from a pump P is fed through the in-port IP to the rotary valve mechanism 16 to be selectively introduced into either of the oil chambers 18a, 18b of the power cylinder 18, thereby causing said piston 18c to move axially to supplement the steering force. Fig. 1 is simplified for clarity, but in fact, the power cylinder 18 is disposed in the periphery of the rack shaft RS, and the piston 18c is connected with the rack shaft RS in a manner integrally movable therewith in the axial direction.

Referring to Fig. 1 and Fig. 2 which is an enlarged view of an essential part of Fig. 1, the steering assist adjusting mechanism 30 includes plungers 31 slidably provided in through holes 12b projected from the output shaft 12 and having spherical heads 31a, and oil chambers 32 into which a pressure oil for bringing the plungers 31 into contact with the input shaft 11 under pressure is introduced. Plurality of the through holes 12b are spaced uniformly on a circumferential groove 12c formed on the outer periphery of the head of the output shaft 12, each of the through holes penetrating the output shaft 12 radially. A ring 33 with slit is fitted with said circumferential groove 12c to restrict said plungers 31 from moving radially outwardly.

Said oil chambers 32 are formed between the outer periphery of the head of the output shaft 12 and the inner peripheral wall of the housing H, as sealed by a pair of seal rings 34a, 34b disposed on both sides of the circumferential groove 12c.

Referring to Fig. 3 which is a sectional view taken on line X-X of Fig. 1, a recessed groove 11a corresponding to each of the plungers 31 extends axially on the outer periphery of the input shaft 11 at an end side thereof. The bottom surface of the recessed groove 11a is in the form of arc having a predetermined radius from the center of the valve, and between the both sides of the groove and the spherical head 31a of the plunger, a gap S is provided equivalent to an amount of displacement of a valve neutral position and a reactive force neutral position (a position where the reactive force of oil pressure does not affect with respect to the relative displacement of the valve) which should be taken into account in view of machining precision.

The oil chamber 32 is supplied with the pressure oil through an in-port 37 and an oil passage 36 branched off from an oil passage 35 extending from an auxiliary pump SP which is driven by an engine. A control valve CV1 with a solenoid whose aperture is adjusted according to signal from the control section 70 is disposed at a portion of the oil passage 35 ahead of where the oil passage 36 is branched off. The oil chamber 32 is supplied with the pressure oil as regulated in accordance with a running speed of the vehicle.

Now with reference to Fig. 1, when the steering wheel is turned to right, the pinion 12 is not readily rotated in response to the rotation of the input shaft 11 because the pinion 12 is meshed with the rack shaft RS unmovable due to steering resistance of the steering wheel. Accordingly, there occurs a torsion displacement of the torsion bar 13, producing a rotary displacement between the input shaft 11 and valve body 15, so that the pressure oil from the main pump MP is fed to the in-port IP, cylinder port 17a and the left oil chamber 18a of the power cylinder 18.

Whereas an oil returned from the right oil chamber 18b of the power cylinder 18 is sent back to a tank T through the cylinder port 17b and a return port RP.

When the vehicle is running, the control section 70, to which a running speed of the vehicle detected by the speed sensor 41 is inputted, controls the control valve CV1 to feed the pressure oil to the oil chambers 32 depending on the running speed of the vehicle thereby bringing the heads of the plungers 31 in contact with the bottoms of the recessed grooves 11a under pressure. In this manner, a steering control force (force required for turning the steering wheel) is adjusted in accordance with the speed of the vehicle.

Referring to Fig. 1 and Fig. 4 which is a sectional view taken on line Y-Y of Fig. 1, said steering reactive force imparting mechanism 60 includes a first relative rotation inhibiting mechanism for inhibiting the relative rotation of the input shaft 11 between the output shaft 12 which is composed of said steering assist adjusting mechanism 30, and a second relative rotation inhibiting mechanism 60A for inhibiting the relative rotation of the housing H b between the output shaft 12. The second relative rotation inhibiting mechanism 60A comprises: 1) plungers 61 slidably provided in through holes H1 projected from the housing H, 2) oil chambers 62 to which the pressure oil for bringing the plungers 61 in contact with the output shaft 12 under pressure is introduced, and 3) screw members for sealing 63 threaded in the entrances of the through holes H1, defining in cooperation with the plungers 61 said oil chambers 62 in the through holes H1, and preventing the plungers 61 from falling off.

Plurality of the through holes H1 are spaced uniformly on the outer periphery of the housing H, each of the through holes penetrating the housing H radially. Said oil chambers 62 are defined between the outer periphery of the output shaft 12 and the inner peripheral wall of the housing H, as sealed by said seal ring 34b and a seal ring 34c.

The oil chamber 62 is supplied with the pressure oil through an oil passage 38 branched off from the oil passage 35 extending from the auxiliary pump SP at a downstream side of where the oil passage 36 is branched off. A control valve CV2 with a solenoid whose aperture is adjusted according to a signal from the control section 70 is disposed on the oil passage 38. The pressure oil is fed to the oil chamber 62 in accordance with the steering direction and the presence of the obstacle.

Referring to Fig. 1, the rack shaft RS is imparted with a pressing force against the pinion 12a side by a pre-load imparting mechanism 80. The pre-load imparting mechanism 80 comprises: 1) a slide member 81 slidably fit in a through hole H1 formed in the housing H and adapted to press the rack shaft RS, 2) a fixed member 82 fixed by screw at the entrance of said through hole H1, 3) a compression coil spring 83 interposed between the slide member 81 and fixed member 82 and urging the slide member 81 toward the rack shaft RS, and 4) a lock nut 84 fit by screw in said fixed member 82 and securing the fixed member 82 to the housing H.

Said slide member 81 has a groove 81a fit with a projection bar RS1 extending axially on the rack shaft RS. The groove 81a allows the projection bar RS1 to move axially along with the movement of the rack

shaft RS. Said pre-load imparting mechanism 80 adjusts backlash of a portion where the rack shaft RS and pinion 12a are meshed with, thus eliminating unnecessary play during the operation of the steering wheel.

Nextly, a description will be given on the flow of control with reference to the flow chart of Fig. 5.

When activated, the steering apparatus detects whether an indicator lamp is turned on or not based on  
 5 an output of the indicator sensor 44 (Step S1). If the indicator lamp is turned on, the turning direction of the steering wheel SW is detected according to an output of the steering angle sensor 43 (Step S2). Then outputs of the laterally backward obstacle sensors on the both sides of the vehicle are supplied (step S3), so that judgment is made on whether an obstacle exists within a predetermined region laterally backward of the steering direction (Step S4).

10 If it is determined in Step S4 that an obstacle exists within the predetermined region laterally backward of the steering direction, the following Step S5 is carried out to impart a steering reactive force. The steering reactive force is imparted in the following manner. More specifically, by controlling the control valves CV1, CV2, the control section 70 causes the plungers 31 to restrict the relative rotation of the input shaft 11 with respect to the output shaft 12 as well as the plungers 61 to restrict the relative rotation of the  
 15 housing H with respect to the output shaft 12. As a result, the relative rotation of the input shaft 11 with respect to the housing H is restricted, thereby to impart a steering reactive force such that there is required a steering control force greater than when no steering assist force is imparted. Consequently, a driver is assuredly made aware of the presence of a dangerous obstacle, and is inhibited from steering to that direction.

20 If it is determined in Step S4 that an obstacle does not exist within the predetermined region laterally backward of the steering direction, the following Step S 6 is carried out to control the control valves CV1., CV2 to cancel the impartation of the steering reactive force providing that the steering reactive force is being imparted (Step S7). Then the control flow returns to Step S1.

This embodiment of the present invention is particularly effective when the vehicle is running faster than  
 25 a given speed. More specifically, because the control assist force is very small when the vehicle is running faster than a given speed, the conventional mode to reduce the steering assist force to zero fails to make the driver aware of a change in the steering reactive force. Whereas this embodiment of the present invention has the input shaft 11 fixed to the housing H as described above, thereby exerting a greater steering reactive force than that in manual operation (or when the steering assist force is zero), so that the  
 30 driver is assuredly made aware of the existence of the dangerous obstacle.

According to the conventional mode of the steering assist adjusting mechanism disclosed in Japanese Unexamined Patent Publication No. 19274/1992 where an amount of oil fed to the control valve is adjusted, unrestricted torsion of the torsion bar 13 will result in the occurrence of an insensitive region of, for  
 35 example, initial turning angular of about 5 degrees with respect to the turning angular of 20 degrees, in which the driver is not made aware of an increase in the steering control force. This may cause a delay in the driver's recognition of danger. Whereas this embodiment of the present invention wherein a torsion of the torsion bar 13 is restricted does not result in the occurrence of the above mentioned insensitive region, and consequently, can assuredly make the driver aware of danger without time delay.

This embodiment of the present invention is particularly adapted such that after recognition of the  
 40 driver's intention from the operation of the turn indicator, the steering operation is restricted in response to the recognition, and hence, unnecessary restriction is avoided.

Said embodiment may also be adapted such that the aforesaid plungers 61 may not be pressed against, if when the vehicle is running at a low speed with a great steering assist force imparted, only  
 45 reduction of the steering assist force to zero is considered sufficient for the driver to be made aware of the change.

## SECOND EMBODIMENT

Fig. 6 is a block diagram illustrating the electric construction of the second embodiment of the present  
 50 invention, and Fig. 7 illustrates the control flow thereof. With reference to Fig. 6, the construction of this embodiment differs from that of the first embodiment in that this embodiment comprises a forward obstacle sensor 45 for detecting an obstacle ahead of the vehicle. The forward obstacle sensor 45 may be exemplified by a construction including a CCD camera as a two-dimensional image pick-up means and a signal processing portion for rendering signal of the camera processable. When fed with an image data by  
 55 said signal processing portion, the control section 70 calculates variation in the area of the two-dimensional image of an object such as a vehicle running ahead which is obtained from the two-dimensional image data, and judges that the vehicle is approaching to the object ahead thereof if the area of said two-dimensional image increases.

Referring to Fig. 7, since the procedures from Step S1 through Step S4 are the same as that of the flow chart in Fig. 5, the description thereof will be omitted. If it is determined in Step S4 that an obstacle exists in a predetermined region of the steering direction, the following Step S5 is carried out to input a signal of the forward obstacle sensor 45. Next, if it is determined in Step S6 that no obstacle is approaching from ahead, the steering reactive force is imparted (Step S7). On the other hand, if it is determined in Step S4 that there is no obstacle in the predetermined region of the steering direction, and if it is determined in Step S6 that an obstacle is approaching from ahead, the impartation of the steering reactive force is canceled providing that the steering reactive force is being imparted (Steps S8, S9).

This embodiment presents the following effect in addition to the same effect as the first embodiment. More specifically, even when the steering reactive force is being imparted to avoid a collision with an obstacle laterally backward, the impartation of the steering reactive force is canceled if the obstacle is approaching from ahead. This allows the driver to take a flexible reaction against an unforeseen occurrence like approach of an obstacle from ahead, thereby helping to prevent in advance the occurrence of the secondary accident.

#### THIRD EMBODIMENT

Fig. 8 illustrates the third embodiment of the present invention. With reference to the same figure, the construction of this embodiment differs from that of the first embodiment of Fig. 1 in that 1) the second relative rotation inhibiting mechanism 60A, oil passage 38 and control valve CV1 are eliminated, and instead that 2) a plunger 51 as a pressing member for pressing the rack shaft RS when necessary is provided.

The plunger 51 comprises a known electric plunger, and causes a rod 51a to extend/contract in response to a signal from the control section 70. The rod 51a of the plunger 51 is mounted to the fixed member 82 of the pre-load imparting mechanism 80.

When necessary, the plunger 51 is caused to extend/contract to press the projection bar RS1 of the rack shaft RS via the groove 81a of the slide member 81, thus inhibiting the rack shaft RS from moving axially. Since the inhibition of an axial movement of the rack shaft RS leads to the inhibition of relative rotation of the output shaft 12 with respect to the housing H, said plunger 51 composes the second relative rotation inhibiting mechanism of the first embodiment in Fig. 1.

According to this embodiment, the control section 70 uses the control valve CV1 to restrict the relative rotation of the input shaft 11 with respect to the output shaft 12, and causes the plunger 51 to inhibit the movement of the rack shaft RS thereby restricting the relative rotation of the output shaft 12 with respect to the housing H. This allows to impart a required steering reactive force to the steering wheel SW, and thus to assure safety just as the first embodiment.

As shown in Fig. 9, this embodiment may be arranged such that the plunger 51 is accommodated in a casing 52 fixed adjacently to the power cylinder 18. In stead of the electric plunger, an piezo-electric element may be used as the plunger 51.

#### FOURTH EMBODIMENT

Fig. 10 illustrates the fourth embodiment of the present invention. Referring to the same figure, the construction of this embodiment differs from that of the first embodiment shown in Fig. 1 in that 1) the second relative rotation inhibiting mechanism 60A, oil passage 38 and control valve CV1 are eliminated, and that 2) a control valve CV3 is provided on an oil passage 39 between the main pump MP and the in-port IP, such that by operating this control valve CV3 when necessary, at least a part of the pressure oil to be fed to the rotary valve mechanism 16 is returned through an oil passage 181 to the tank T.

According to this embodiment, the control section 70 uses the control valve CV1 to restrict the relative rotation of the input shaft 11 with respect to the output shaft 12 and uses the control valve CV3 to inhibit the supply of the pressure oil to the power cylinder 18 for restricting the axial movement of the rack shaft RS. Thus, a required steering reactive force is imparted to the steering wheel SW such that this embodiment may assure safety just as the first embodiment.

According to this embodiment, the control valve CV3 may be replaced by a switch valve for returning the pressure oil to the tank T.

As shown in Fig. 11, this embodiment may be arranged such that instead of the control valve CV3, control valves CV4, CV5 are disposed on oil passages 182, 183 respectively which communicate the oil chambers 18a, 18b to corresponding cylinder ports 17a, 17b of the power cylinder 18. In this case, by selectively closing the control valve CV4 (CV5) corresponding to the oil chamber 18a (18b) which is capable of generating the steering assist force, the axial movement of the piston 18c of the power cylinder 18 is

inhibited.

Further, this embodiment may eliminate the steering assist adjusting mechanism 30 as the first relative rotation inhibiting mechanism. In this case, the characteristic of this embodiment to inhibit the supply of pressure oil to the power cylinder applies to the typical power assist device.

5

#### FIFTH EMBODIMENT

Fig. 12 illustrates the fifth embodiment of the present invention. Referring to the same figure, the construction of this embodiment differs from that of the first embodiment in that 1) the second relative rotation inhibiting mechanism 60A, oil passage 38 and control valve CV2 are eliminated, and that 2) a communicating oil passage 184 is disposed between the oil passage 182 communicating the cylinder port 17a and the oil chamber 18a and the oil passage 183 communicating the cylinder port 17b and the oil chamber 18b, the communicating oil passage 184 including a control valve CV6.

According to this embodiment, the control section 70 uses the control valve CV1 to restrict the relative rotation of the input shaft 11 with respect to the output shaft 12, and uses the control valve CV6 to let a part of the pressure oil at a high pressure side to be fed to the power cylinder 18 flow to the low pressure side. As a result, differential pressure between the oil chambers 18a and 18b in the power cylinder 18 is made to decrease, so that the axial movement of the rack shaft RS is restricted. This allows to impart a required steering reactive force to the steering wheel SW, thereby assuring safety just as the first embodiment.

In this embodiment, the control valve CV6 which is a variable valve may be replaced by a switching valve.

This embodiment may also eliminate the steering assist adjusting mechanism 30 as the first relative rotation inhibiting mechanism. In this case, the characteristic of this embodiment to inhibit the supply of pressure oil to the power cylinder applies to the typical power assist device.

Additionally in this embodiment, the communicating oil passage 184 is disposed between the oil passages 182 and 183. As shown in Fig. 13, an alternative arrangement may be made such that a communicating oil passage 185 is disposed directly linking the oil chambers 18a and 18b, said control valve CV6 being disposed on this communicating oil passage 185.

#### SIXTH EMBODIMENT

Fig. 14 illustrates the sixth embodiment of the present invention. With reference to the same figure, the construction of this embodiment differs from that of the first embodiment in that 1) the second relative rotation inhibiting mechanism 60A, oil passage 38 and control valve CV2 are eliminated, and that 2) a control valve CV7 for controlling an oil to be returned from the power cylinder 18 is disposed on an oil passage 186 between the return port RP and tank T.

According to this embodiment, the control section 70 uses the control valve CV1 to restrict the relative rotation of the input shaft 11 with respect to the output shaft 12, and uses the control valve CV7 to limit the amount of oil to be returned from the power cylinder 18 to the tank T. This will allow to augment the pressure in the oil chamber 18a(18b) capable of generating the steering reactive force, and hence the axial movement of the rack shaft RS is restricted. Accordingly, a required steering reactive force is imparted to the steering wheel SW, and hence this embodiment may assure safety just as the first embodiment.

In this embodiment, the control valve CV7 which is a variable valve may be replaced by a switching valve.

Further in this embodiment, the steering assist adjusting mechanism 30 as the first relative rotation inhibiting mechanism may be eliminated. In this case, the characteristic of this embodiment to inhibit the supply of pressure oil to the power cylinder applies to the typical power assist device.

In said embodiment, the control valve CV7 for restricting the amount of oil to be returned is disposed on the oil passage 186 between the return port RP and the tank T. Instead, this embodiment may also be of the similar construction to that shown in Fig. 11, where the control section 70 selectively closes (or throttles) only the control valve CV4 (CV5) corresponding to the oil chamber capable of generating the steering reactive force, thereby restricting the amount of the oil to be returned from the power cylinder 18.

#### SEVENTH EMBODIMENT

55

Fig. 15 illustrates the seventh embodiment of the present invention. Referring to the same figure, the construction of this embodiment differs from that of the first embodiment in that 1) the second relative rotation inhibiting means 60A, oil passage 38 and control valve CV2 are eliminated, and that 2) an oil



passage switching mechanism 200 and an oil amount increasing mechanism 300 are disposed between the rotary valve mechanism 16 and the power cylinder 18.

The oil passage switching mechanism 200 includes: 1) a pair of the oil passages 186 and 187 for communicating the oil passages 182 and 183 respectively, 2) a switching valve V1 disposed on the oil passage 182 and capable of selectively switching the passages to make the cylinder port 17a commu-  
 5 nicated either with the oil chamber 18a or 18b, and 3) a switching valve V2 disposed on the oil passage 183 and capable of selectively switching the passages to make the cylinder port 17b communicated either with the oil chamber 18a or 18b. The switching valve V1 is switched to the oil passage 186 to make the cylinder port 17a communicated with the oil chamber 18b. The switching valve V2 is switched to the oil passage 187  
 10 to make the cylinder port 17b communicated with the oil chamber 18a. If the both switching valves V1, V2 are simultaneously switched to the oil passages 186 and 187, the combination of the cylinder ports 17a, 17b and the oil chambers 18a, 18b is inverted from a normal combination in which the steering assist force is generated, and hence the steering reactive force is generated.

The oil amount increasing mechanism 300 comprises: 1) an oil passage 301 for introducing the  
 15 pressure oil from the main pump MP, 2) oil passages 188, 189 for connecting the oil passage 301 to the oil chambers 18a, 18b respectively, and 3) a switching valve V3 disposed at a portion where the oil passage 301 is branched into the oil passages 188 and 189, and switching either to the oil passage 188 or 189.

With reference to the flow chart of the Fig. 16, description will be made on the flow of control.

Since the procedures of Step S1 through S4 are the same as in the first embodiment shown in Fig. 1,  
 20 the description thereof is omitted. If it is determined in Step S4 that an obstacle exists in the predetermined region laterally backward of the steering direction, the following Step S5 is carried out to judge if the steering angle toward the steering direction is increasing or not.

If it is determined in Step S5 that the steering angle toward the steering direction is increasing, the next  
 Step S6 is performed to impart the steering reactive force by simultaneously switching the switching valves  
 25 V1, V2. Whereas if it is determined in Step S5 that the steering angle is not increasing, Step S7 is performed to switch the switching valve V3 either to the oil passage 188 or 189 thereby increasing a supply of the pressure oil to the oil chamber 18a (18b) capable of generating the steering assist force.

Nextly, the steering angle is detected again in Step S8, and if the steering angle remains the same as  
 30 that before the steering wheel is turned, the switching valves V1, V2 are returned to the original positions, thus canceling the impartation of the steering reactive force (Steps S9, S11).

If it is determined in Step S4 that an obstacle does not exist in the predetermined region laterally  
 backward of the steering direction, the impartation of the steering reactive force is canceled providing that  
 the steering reactive force is being imparted (Steps S10, S11).

This embodiment assures safety just as the first embodiment because a required steering reactive force  
 35 is imparted to the steering wheel SW when the vehicle is steered to a dangerous direction. This embodiment is particularly effective when the vehicle is running along a curve because of the following three reasons. Whereas the conventional mode wherein the steering reactive force is simply imparted to a vehicle running along a curve may cause the vehicle deviate from the course, this embodiment 1) imparts the steering reactive force only when the vehicle is steered in a direction where the obstacle exists, 2)  
 40 cancels the impartation of the steering reactive force when the driver is returning the steering wheel to a steering angle before the driver turned it, and 3) assists steering control to facilitate an avoidance of the obstacle when the driver is steering in a direction to avoid the obstacle. This embodiment allows an active control of the vehicle with a proper steering angle to keep the vehicle on the curved course.

In this embodiment, each of the switching valves V1, V2 and V3 may be replaced by a variable control  
 45 valve.

This embodiment imparts the steering reactive force by switching the oil passages to the power  
 cylinder 18, but instead, the steering reactive force may be imparted by any of the modes of embodiments  
 shown in Figs. 1, 8, 9, 10, 11, 12, 13 and 14.

This embodiment may further eliminate the steering assist adjusting mechanism 30 as the first relative  
 50 rotation inhibiting mechanism. In this case the characteristic of this embodiment to inhibit the supply of the pressure oil to the power cylinder applies to the typical power assist device.

#### EIGHTH EMBODIMENT

55 Fig. 17 illustrates the eighth embodiment of the present invention. Although the first through seventh embodiments all employ a rack and pinion type steering gear, this embodiment employs a recirculating ball type steering gear 400 as a power transmission device, citing an example in which the steering reactive force is imparted to the recirculating ball type steering gear mechanism.

Referring to Fig. 17, the recirculating ball type steering gear 400 comprises: 1) a worm gear 402 formed on a steering shaft 401, and 2) a ball nut 404 sliding against the worm gear 402 through balls 403.

The both end sides of the steering shaft 401 having the worm gear 402 portion interposed therebetween are supported by a steering gear box 405 by means of bearings (not shown).

5 The steering gear box 405 also accommodates a sector shaft 406 having a gear 406a meshed with a gear 404a formed on the outer periphery of the ball nut 404. The sector shaft 406 extends outwardly from the steering gear box 405, and on the tip end thereof, a pitman arm 407 is integrally mounted.

When a driver operates the steering wheel, the rotation of the steering shaft 401 accompanies the axial movement of the ball nut 404 (in the direction orthogonal to this paper surface in the figure), so that the sector shaft 406 is rotated. Consequently, the pitman arm 407 is pivoted to control the steering by means of a steering linkage (not shown).

10 The mechanism for imparting the steering reactive force characterizing this embodiment is a plunger 409 accommodated in an accommodation hole 408 formed in the steering gear box 405. The plunger 409 comprises an electromagnetic plunger, which in response to a signal from the control section 70, causes a rod 408a to extend and press the outer periphery of the ball nut 404, thereby inhibiting the axial movement of the ball nut 404. A compression coil spring 410 is interposed between the plunger 409 and the bottom of the accommodation hole 408. The entrance of the accommodation hole 408 is closed with a cover 411.

#### NINTH EMBODIMENT

20

Fig. 18 illustrates the ninth embodiment of the present invention. This embodiment differs from the eighth embodiment in that whereas the eighth embodiment imparts the steering reactive force by inhibiting the movement of the ball nut 404, this embodiment imparts the steering reactive force by inhibiting the rotation of the steering shaft 401.

25 In this embodiment, the plunger 409 is adapted to press an end of the steering shaft 401. Since the rest of the construction is the same with the eighth embodiment of Fig. 17 with the designations thereof referring to the same, the description thereof is omitted.

#### TENTH EMBODIMENT

30

Fig. 19 illustrates the tenth embodiment of the present invention. This embodiment differs from the eighth embodiment in that the plunger 409 is disposed where it can press a peripheral groove 406b defined on the peripheral surface of the sector shaft 406, so that the steering reactive force is generated by inhibiting the rotation of the sector shaft 406.

35 In this embodiment, as well, the description is omitted on designations referring to the same in Fig. 17 illustrating the eighth embodiment.

#### ELEVENTH EMBODIMENT

40

Fig. 20 as well as Fig. 21 showing a sectional view taken on line Z-Z in Fig. 20 illustrate the eleventh embodiment of the present invention. Referring to Figs. 20 and 21, a steering apparatus for use in a vehicle according to this embodiment has an electric type power assist device 100 for adjusting a torque of a DC motor 101 disposed parallel to the rack shaft RS, and is adapted to impart a brake force generated by said motor 101 stopped and an decelerating mechanism for decelerating the motor 101 as the steering reactive force for the purpose of avoiding a dangerous obstacle. On the rack shaft RS, the first rack gear RS1 for receiving manual steering control force through the pinion 12a and the second rack gear RS2 for transmitting an assist force from the power assist device 100 are defined.

45 The power assist device 100 comprises: 1) said motor 101, 2) a decelerating mechanism 102 including a worm shaft 102a coaxially fixed to a drive shaft of the motor 101 and a worm wheel 102b meshed with the worm shaft 102a, 3) a powder clutch 103 including a drive shaft 103a fixed to said worm wheel 102b and a driven shaft 103 b mated with the upper surface rack gear RS2 of the rack shaft RS, and 4) a pinion 104 fixed to said driven shaft 103b of the powder clutch 103 and meshed with the second rack gear RS2 of the rack shaft RS.

55 Said decelerating mechanism 102 and powder clutch 103 are housed in a casing 106 along with a slip ring 105 for supplying electric power to the powder clutch 103. Said powder clutch 103 is of a known structure where magnetic powder is interposed between the drive shaft 103a and the driven shaft 103b. Through energizing a coil which is not shown, the powder clutch 103 couples the drive shaft 103a and the driven shaft 103b with a coupling force determined corresponding to the amount of electric power supplied.

To the control section 70, connected are the speed sensor 41, laterally backward obstacle sensor 42, steering angle sensor 43 and a torque sensor 46. Said torque sensor 46 is provided at a predetermined position of a handle column and feeds the control section 70 an output corresponding to the steering direction and load of the steering wheel SW. Through feeder circuits 90a and 90b respectively, the control section 70 feeds the motor 101 and the powder clutch 103 electric power corresponding to an output of the torque sensor 46. Thus a torque of the motor 101 is transmitted to the rack shaft RS through the decelerating mechanism 102, powder clutch 103 and pinion 104. The powder clutch 103 transmits a motor torque not more than necessary corresponding to the power supplied, and hence, an assist force depending on the load is transmitted to the rack shaft RS.

Since the control flow is the same with that of Fig. 1, the description thereof is omitted. However, in contrast to the example shown in Fig. 1 where the control valves CV1 and CV2 are controlled, this embodiment is adapted such that the motor 101 and the powder clutch 103 are controlled. More specifically, if there is another vehicle in the direction where the vehicle is steered, the control section 70 stops feeding the motor 101 while keeping feeding the powder clutch 103. Accordingly, the brake force caused by the motor 101 and decelerating mechanism 102 is imparted as the steering reactive force with respect to turning of the steering wheel SW, thereby increasing the steering control force. This will assuredly make the driver aware of the dangerous obstacle and also restricts the driver from steering to such direction.

As compared to an example where a separate means for applying the brake torque is provided, this embodiment simplifies the structure because it uses the motor 101 to obtain the steering assist force and the decelerating mechanism 102 to apply the brake torque. Further, the worm gear as the decelerating mechanism has a low inverted transmission efficiency and hence allows to obtain a sufficient resistance. What is more, the powder clutch 103 which is free from locking is employed such that no damage may be caused on the motor 101 when it serves as the brake.

Alternatively, by applying a counter electromotive force to the motor 101, a greater brake force may be attained. Otherwise, another known brake mechanism may be provided at any of the parts driven by the motor 101. In the rack and pinion type steering gear, for example, the brake force may be attained by pressing the rack shaft RS as shown in Fig. 8 of the third embodiment, or in the recirculating ball type steering gear, the brake force may be attained by pressing the ball nut, steering shaft and sector shaft as shown in Figs. 17 through 19 illustrating the eighth through the tenth embodiments.

## TWELFTH EMBODIMENT

Fig. 22 is a block diagram illustrating the electric construction of a steering apparatus for use in a vehicle according to the twelfth embodiment of the present invention. Referring to the same figure, this embodiment differs from the eleventh embodiment of Fig. 21 in that this embodiment comprises a CCD camera 47 as an image pick-up means for picking up an image in front of the vehicle and a signal processing unit 48 for processing a signal from this camera 47, the signal processing unit 48 being connected to the control section 70. The signal processing unit 48 renders a signal from the camera 47 processable for the control section 70. Said camera 47, signal processing unit 48 and control section 70 compose a running position detecting means

Referring to Fig. 23, receiving a signal from the signal processing unit 48, the control section 70 uses guide lines LR, LL ahead on a road where the vehicle K is running to detect a traveling passage P separated by the guide lines LR, LL, thereby determining whether or not the present position KA of the vehicle K deviates by more than a predetermined amount toward the steering direction from the hypothetical center line CL of the traveling passage P. If the vehicle is steered to the left (to the LL side guide line), the following equation is used to calculate a deviation DW of the present position KA of the vehicle K from the hypothetical center line CL:

$$DW = (WL - WR) / 2, \text{ and}$$

if the vehicle K is steered to the right (to the RL side guide line), the following equation is used for the calculation:

$$DW = (WR - WL) / 2$$

wherein WR is a distance from the present position KA of the vehicle K and the right side guide line LR, and WL is that from the present position KA of the vehicle K and the left side guide line LL.

If the deviation value DW is positive, it means that the present position of the vehicle deviates from the hypothetical center line to the side where the vehicle is steered. If the value DW is negative, it means that the present position of the vehicle deviates from the hypothetical center line to the opposite side where the vehicle is steered.

5 The flow of control will be described by way of the flow chart shown in Fig. 24. Steps S1 through S4 refer to the same of the flow chart shown in Fig. 5, and therefore, the description thereof is omitted.

If it is determined in Step S4 that an obstacle exists in the predetermined region laterally backward of the steering direction, the next Step S5 is performed to detect the present position of the vehicle by inputting a signal from the signal processing unit 48, and is followed by Step S6. In Step S6, providing that  
 10 the present position of the vehicle deviates more than a predetermined amount (DW exceeds a predetermined amount) from the hypothetical center line CL of the traveling passage P toward the steering direction (Step S6), the steering reactive force is imparted (Step S7). On the other hand, if it is determined in Step S4 that the obstacle does not exist in the predetermined region laterally backward of the steering direction, providing that the steering reactive force is being imparted, the impartation of the steering reactive force is  
 15 canceled (Steps S8, 9).

As shown in the following table 1, for example, if the deviation DW is positive, or in other words, the present position of the vehicle deviates from the hypothetical center line CL to the steering direction, a steering reactive force A1, A2 or A3, which is increased in the order named, is imparted depending on the degree of deviation DW. Whereas if DW is negative, or the present position of the vehicle deviates from the  
 20 hypothetical center line CL to the opposite side of the steering direction, it is adapted such that the steering reactive force is not imparted. In this table, each of the elements is in a relationship of  $0 < E1 < E2 < E3$ , and  $A1 < A2 < A3$ .

TABLE 1

25

DW	Steering Reactive Force (SRF)
$DW < 0$	SRF not imparted
$0 < DW < E1$	SRF A1 imparted
$E1 < DW < E2$	SRF A2 imparted
$E2 < DW < E3$	SRF A3 imparted
(wherein steering reactive force is in a relationship of $A1 < A2 < A3$ .)	

30

35

THIRTEENTH EMBODIMENT

40 Fig. 25 illustrates the thirteenth embodiment of the present invention. This embodiment differs from the twelfth embodiment of Fig. 22 in that the control section 70 is adapted to detect an obstacle approaching from ahead in addition to detecting the present position of the vehicle based on a signal from the signal processing unit 48.

When supplied with two-dimensional image data of forward objects such as vehicle or others taken by the camera 47, the control section 70 calculates the variation in the area of the two-dimensional image of  
 45 such object obtained from the two-dimensional image data. If the area of said two-dimensional image increases, it is judged that another vehicle is approaching from ahead.

With reference to the flow chart shown in Fig. 25, Steps S1 through S6 refer to the same in the flow chart shown in Fig. 24 and therefore, the description thereof is omitted. If it is determined in Step S6 that the present position of the vehicle deviates to the steering direction by more than a predetermined amount,  
 50 the next Step S7 is performed to input an image data from the camera 47 and to impart the steering reactive force if no obstacle is approaching from ahead (Steps S8, S9). If there the obstacle is approaching from ahead, providing that the steering reactive force is being imparted, the impartation of steering reactive force is canceled (Steps S10, S11).

55 Similar to the twelfth embodiment shown in Fig. 22, this embodiment can prevent the vehicle from deviating from the lane where it is running, when the steering reactive force is imparted to restrict the vehicle from turning to a direction where the obstacle exists. Additionally if the obstacle is approaching from ahead, the impartation of the steering reactive force is canceled. Accordingly, the driver can take a flexible reaction against an unforeseen occurrence like approach of the obstacle from ahead, and hence can

prevent in advance the occurrence of the secondary accident.

It should be appreciated that the present invention is not confined to the above embodiments but may be embodied in other specific forms without departing from the spirit or essential characteristics thereof. For example, the predetermined action detecting means should not be limited to said indicator operation sensor  
5 but may detect the operation of brake or others.

Further, the laterally backward obstacle sensor may be replaced by an environment recognition equipment by means of image processing which is disclosed in Japanese Unexamined Patent Publication No. 231190/1987.

10 Further, the control flow of the twelfth and thirteen embodiments may apply to the hydraulic power assist device of the first, the third through sixth and the eighth through thirteenth embodiments. The design of the present invention may be modified without departing from the spirit or essential characteristics thereof.

### Claims

15

1. A steering apparatus for a vehicle adapted to steer through the operation of a steering wheel (SW) thereof comprising:

steering reactive force imparting means (60) for imparting a steering reactive force to said steering wheel, and

20

control means (70) for controlling said steering reactive force imparting means (60) such that if predetermined conditions are satisfied, said steering reactive force imparting means (60) is caused to impart the steering wheel with the steering reactive force which is against turning of said steering wheel (SW) to a predetermined direction.

25

2. A steering apparatus according to claim 1 further comprising:

obstacle detecting means (42) for detecting an obstacle around the vehicle, and

steering direction detecting means (43) for detecting a turning direction of said steering wheel (SW),

30

wherein said predetermined conditions include detection of the existence of the obstacle in a predetermined region in the turning direction of said steering wheel (SW) based on outputs of said obstacle detecting means (42) and said steering direction detecting means (43), said predetermined turning direction of said steering wheel (SW) being a direction in which the obstacle exists.

35

3. A steering apparatus according to claim 2 further comprising running position detecting means (47, 48 70) for detecting a position of the vehicle running on a lane (P) with respect to a widthwise direction of the vehicle,

wherein said control means (70) finds a steering angle adjust value required for preventing the vehicle from deviating from the lane (P) based on said position of the vehicle detected by said running position detecting means (47, 48 70), and determines an amount of steering reactive force depending  
40 on said steering angle adjust value thus found.

45

4. A steering apparatus according to any one of claims 1 to 3 further comprising obstacle approach detecting means (45, 70) for detecting an obstacle approaching from ahead,

wherein said predetermined conditions include non-detection of the obstacle approaching from ahead by said obstacle approach detecting means (45, 70).

50

5. A steering apparatus according to any one of claims 1 to 4 further comprising predetermined operation detecting means (44) for detecting a predetermined operation taken by a driver during the operation of said steering wheel,

wherein said predetermined conditions include detection of the predetermined operation by said predetermined operation detecting means (44).

55

6. A steering apparatus according to claim 1 further comprising:

a power assist device (10) for assisting a steering force exerted on said steering wheel (SW),

obstacle detecting means (42) for detecting an obstacle around the vehicle, and

steering angle detecting means (43) for detecting a steering angle of said steering wheel (SW),

wherein said control means (70) causes said steering reactive force imparting means (60) to impart a required steering reactive force to said steering wheel (SW) when it is detected from outputs of said

- obstacle detecting means (42) and said steering angle detecting means (43) that there is an obstacle in a predetermined region in the turning direction of said steering wheel (SW) and that the vehicle is steered to approach the obstacle, whereas the control means (70) directs said power assist device (10) to increase steering assist force more than normal when it is determined from the outputs from said obstacle detecting means (42) and said steering angle detecting means (43) that there is an obstacle in the predetermined region in the turning direction of said steering wheel (SW) and that the vehicle is steered to move away from the obstacle.
- 5
7. A steering apparatus according to any one of claims 1 to 5 further comprising a power assist device (10) for assisting a steering force exerted on said steering wheel (SW),  
 10 wherein said steering reactive force imparting means (60) imparts the steering reactive force through said power assist device (10).
8. A steering apparatus according to claim 7, wherein said power assist device includes a power cylinder comprising a pair of oil chambers (18a, 18b) partitioned by a piston for generating a proper steering assisting force corresponding to the turning direction of said steering wheel (SW) by the use of hydraulic pressures in the respective oil chambers (18a, 18b), and  
 15 wherein said steering reactive force imparting means comprises oil amount restricting means (CV3, CV4, CV5, CV6, CV7) for restricting at least either an amount of an oil supply to said oil chamber (18a, 18b) capable of generating a force for assisting the steering operation or an amount of an oil discharge from said oil chamber (18a, 18b) capable of generating a force against the steering operation.  
 20
9. A steering apparatus according to claim 6 or 7, wherein  
 25 said power assist device (10) includes a power cylinder (18) comprising a pair of oil chambers (18a, 18b) partitioned by a piston (18c) for generating a proper steering assisting force corresponding to the turning direction of said steering wheel (SW) by the use of hydraulic pressures in the respective oil chambers (18a, 18b), and oil passages (182, 183) communicating with said respective oil chambers (18a, 18b), and  
 30 wherein said steering reactive force imparting means comprises oil passage switching means (200) for switching between said oil passages (182, 183) to establish a steering reactive force imparting condition in which said oil chamber (18a, 18b) capable of generating a force against the steering operation is communicated with an oil passage adapted to supply oil from an oil source (T) while said other oil chamber is communicated with an oil passage adapted to return oil to said oil source (T).
- 35 10. A steering apparatus according to claim 7, wherein  
 said power assist device (100) is of an electric type which is adapted to detect a steering torque of said steering wheel (SW) and adjusting a torque of a steering assist motor (101) depending on said steering torque thus detected, and  
 40 wherein said steering reactive force imparting means comprises brake torque applying means (101, 102) for applying a brake torque to a member (104) rotated in cooperation with said steering wheel (SW).
11. A steering apparatus according to claim 10 wherein said brake torque applying means comprises said motor (101) which is stopped or is applied with a counter electromotive force.  
 45
12. A steering apparatus according to claim 11, wherein  
 said power assist device (100) includes a powder clutch (103) for adjusting a transmission torque from said motor (101) to a driven member, and  
 50 wherein said control means (70) causes said powder clutch (103) to couple said motor (101) and said driven member with a predetermined coupling force thereby imparting a brake torque of said motor (101) as the steering reactive force.
13. A steering apparatus according to any one of claims 1 to 7 wherein said steering reactive force imparting means (60) comprises motion restricting means (60A, 51, 61, 409) for restricting a motion of a power transmission mechanism for transmitting a power from said steering wheel (SW) to wheels.  
 55
14. A steering apparatus according to claim 13 wherein  
 said power transmission mechanism comprises a pinion (12a) which is rotatable in response to said

steering wheel (SW) and a rack shaft (RS) to be axially driven by said pinion (12a), and wherein said motion restricting means comprises pressing means (51) for pressing said rack shaft (RS) to restrict an axial movement of said rack shaft (RS).

5 15. A steering apparatus according to claim 13 wherein  
said power transmission mechanism comprises a pinion (12a) which is rotatable in response to said steering wheel (SW) and a rack shaft (RS) to be axially driven by said pinion (12a), and  
wherein said motion restricting means comprises pressing means (61) for pressing a rotary shaft (11) of said pinion (12a) to restrict a rotation of said rotary shaft (11).

10 16. A steering apparatus according to claim 13 wherein  
said power transmission mechanism comprises a recirculating ball type steering gear mechanism (400) including a worm (402) formed on a peripheral surface of a steering shaft (401) and a nut (404) to be axially driven by said worm (402), and  
15 wherein said motion restricting means comprises pressing means (409) for pressing said steering shaft (401) to restrict a rotation of said steering shaft (401).

17. A steering apparatus according to claim 13 wherein  
said power transmission mechanism comprises a recirculating ball type steering gear mechanism (400) including a worm (402) formed on a peripheral surface of a steering shaft (401) and a nut (404) to be axially driven by said worm (402), and  
20 wherein said motion restricting means comprises pressing means (409) for pressing said nut (404) to restrict an axial movement of said nut (404).

25 18. A steering apparatus according to claim 13 wherein  
said power transmission mechanism comprises a recirculating ball type steering gear mechanism (400) including a worm (402) formed on a peripheral surface of a steering shaft (401), a nut (404) to be axially driven by said worm (402) and a shaft (406) to be rotated as driven by a rack (404a) formed on an outer peripheral surface of said nut (404), and  
30 wherein said motion restricting means comprises pressing means (409) for pressing said shaft (406) to restrict a rotation of said shaft (406).

19. A steering apparatus for a vehicle, substantially as hereinbefore described, with reference to and as illustrated in the accompanying drawings.

35

40

45

50

55

FIG. 1

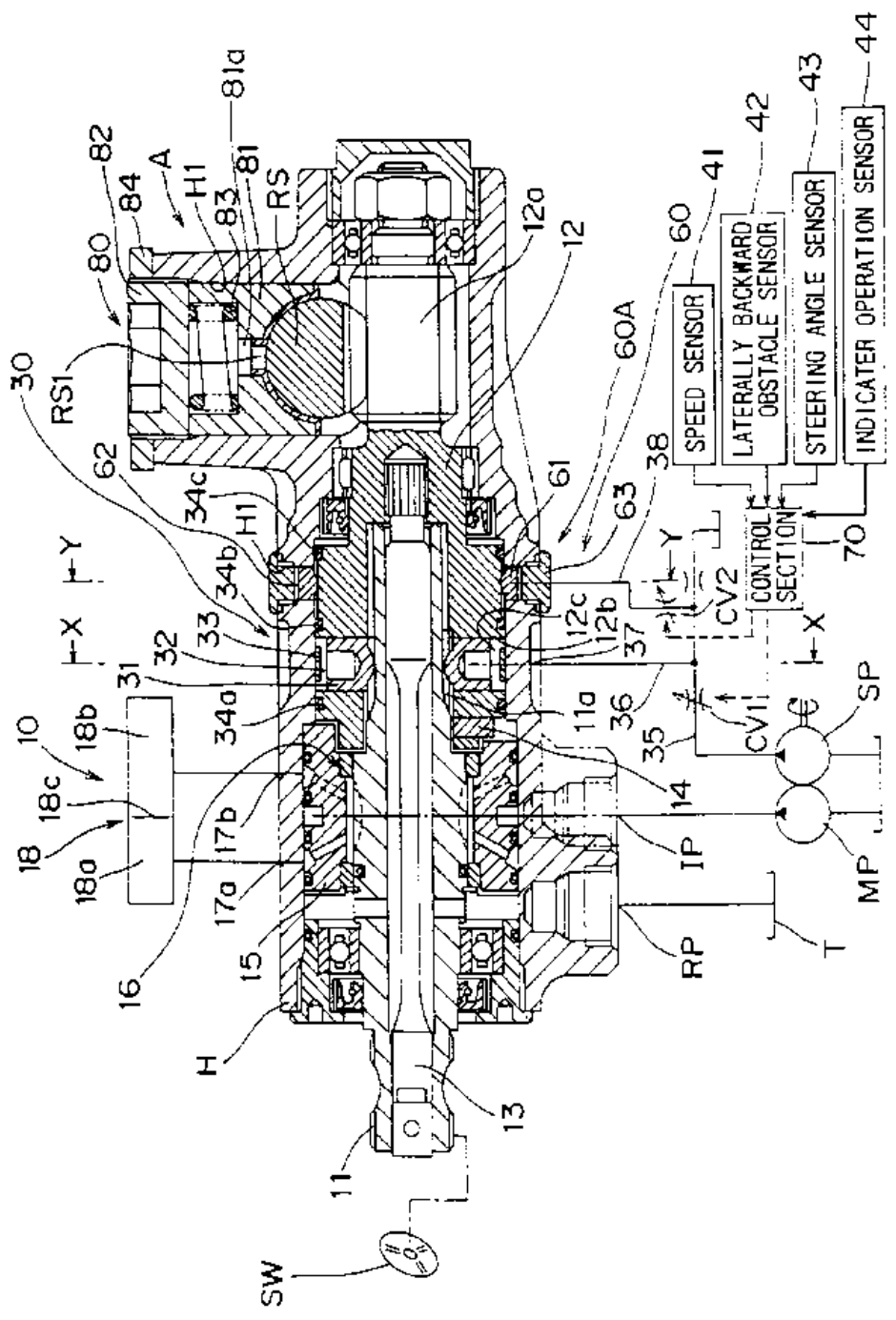




FIG. 2

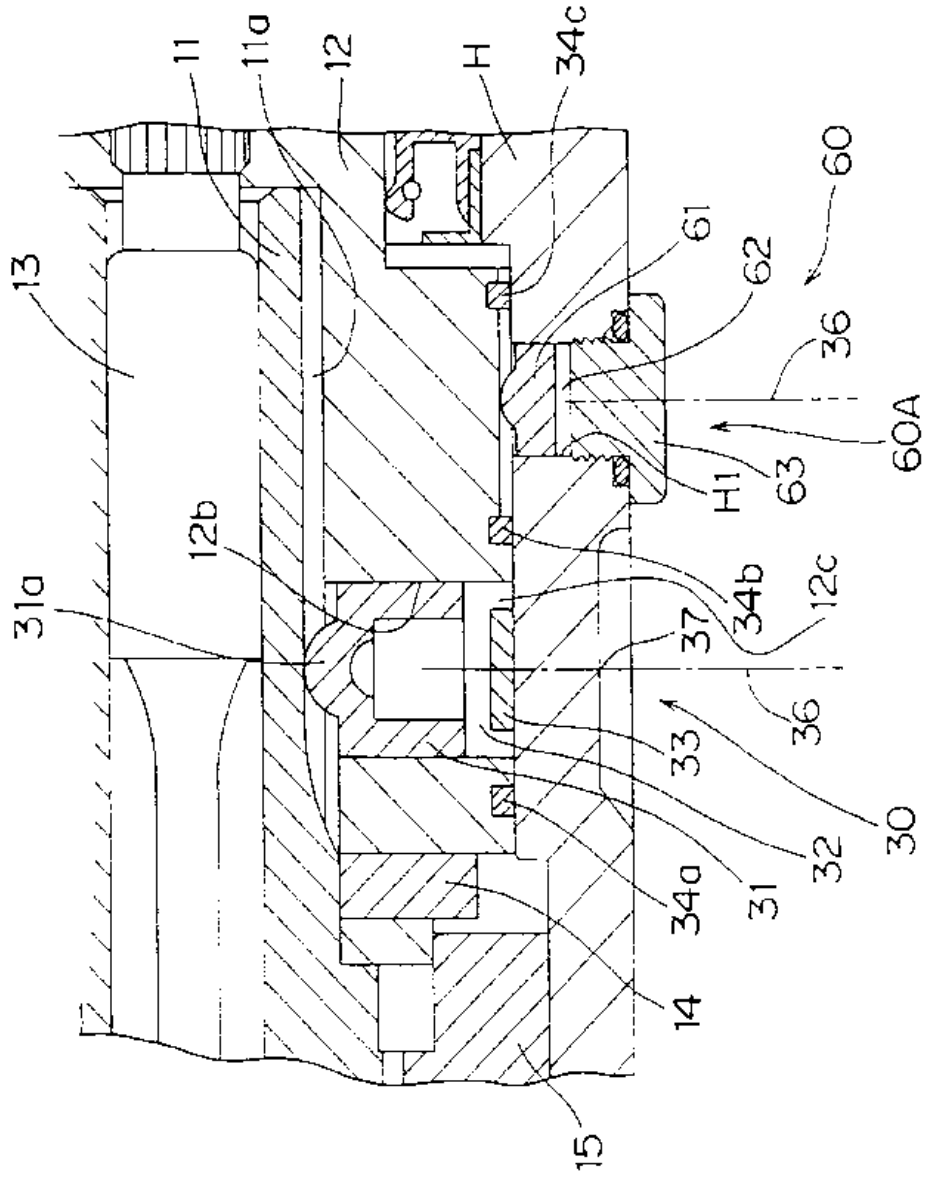


FIG. 3

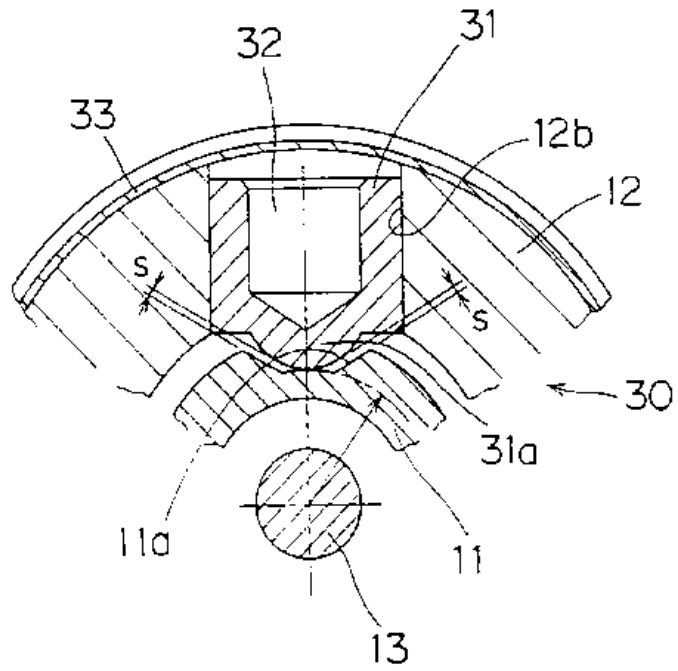


FIG. 4

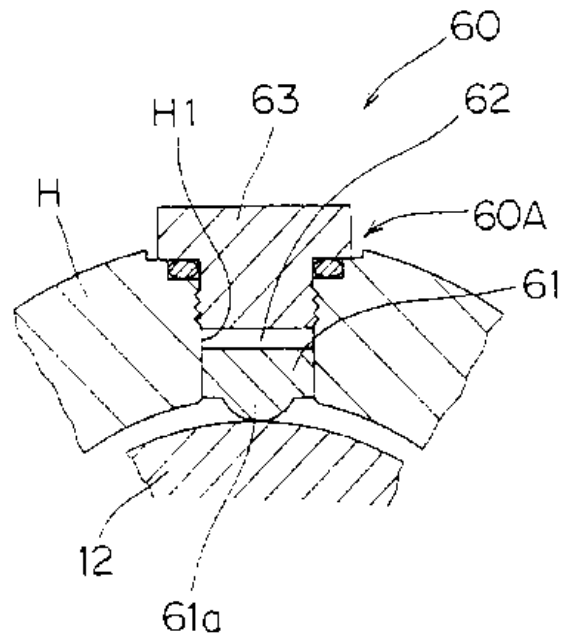


FIG. 5

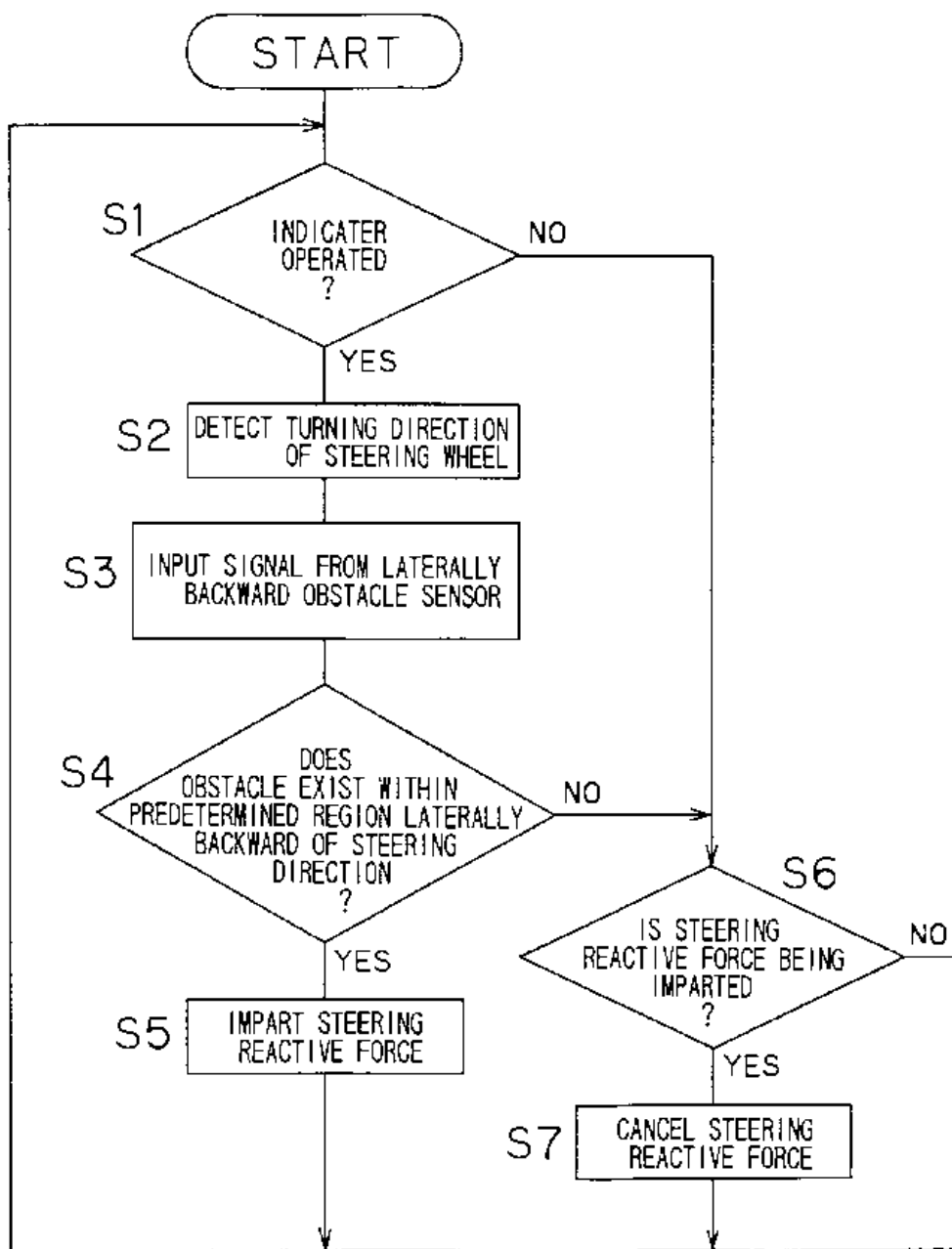


FIG. 6

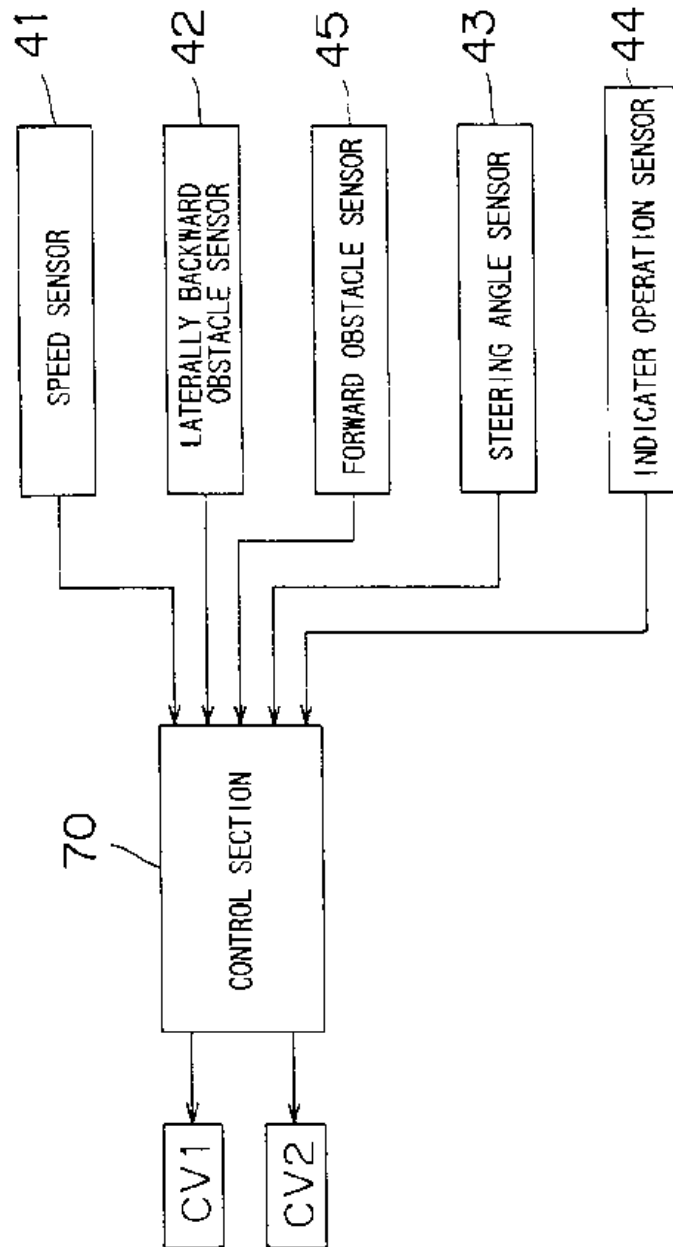


FIG. 7

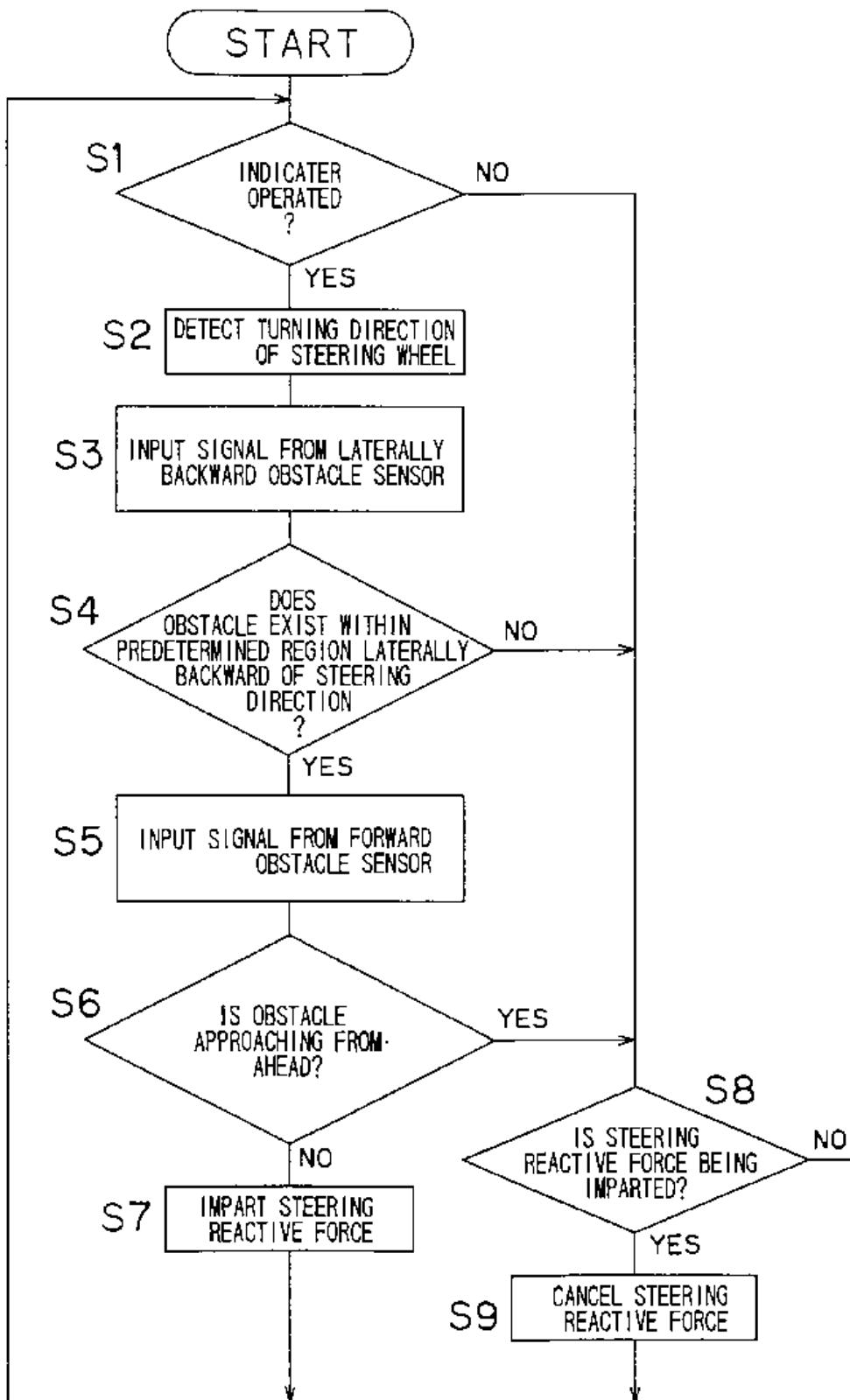


FIG. 8

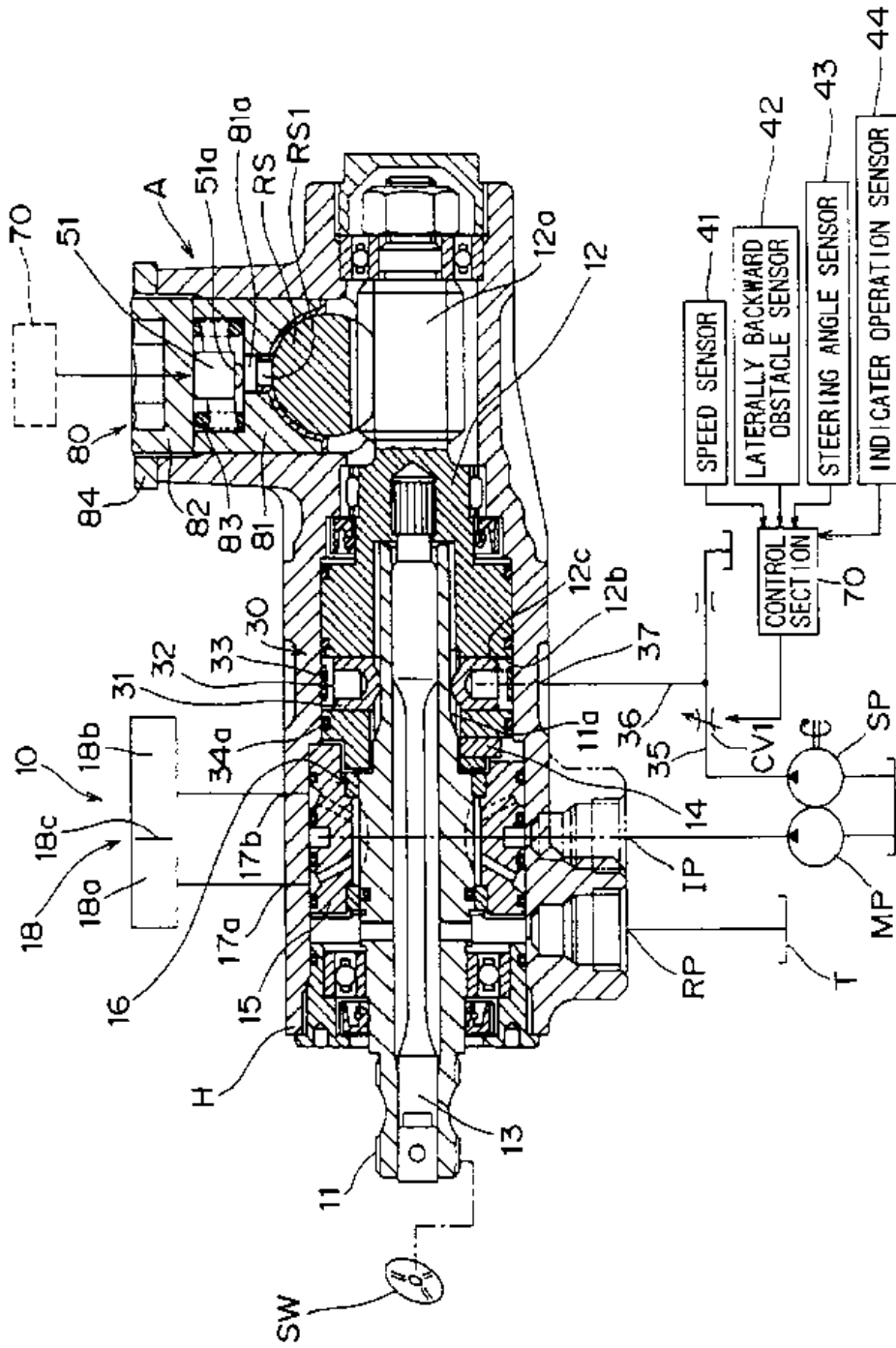


FIG. 9

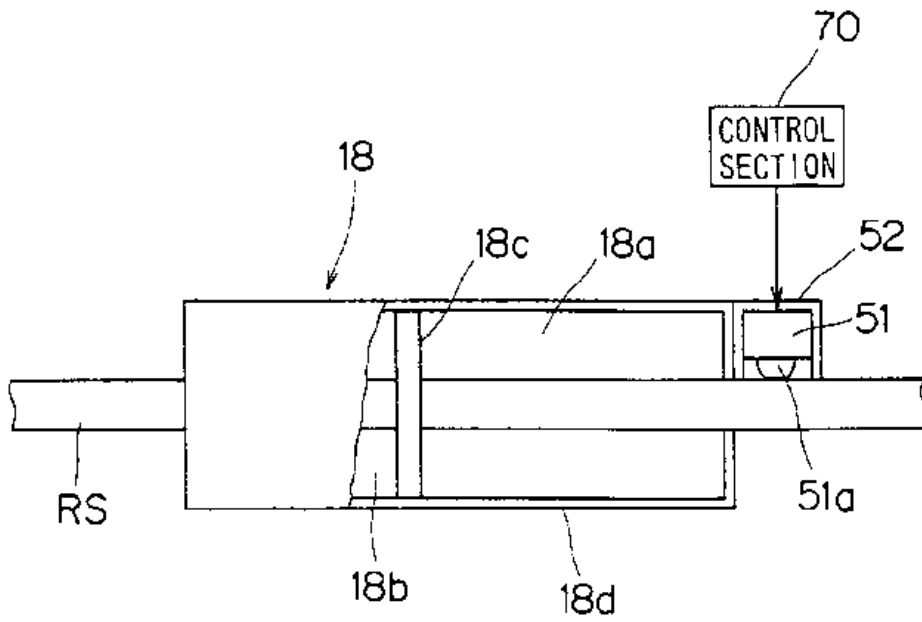


FIG. 10

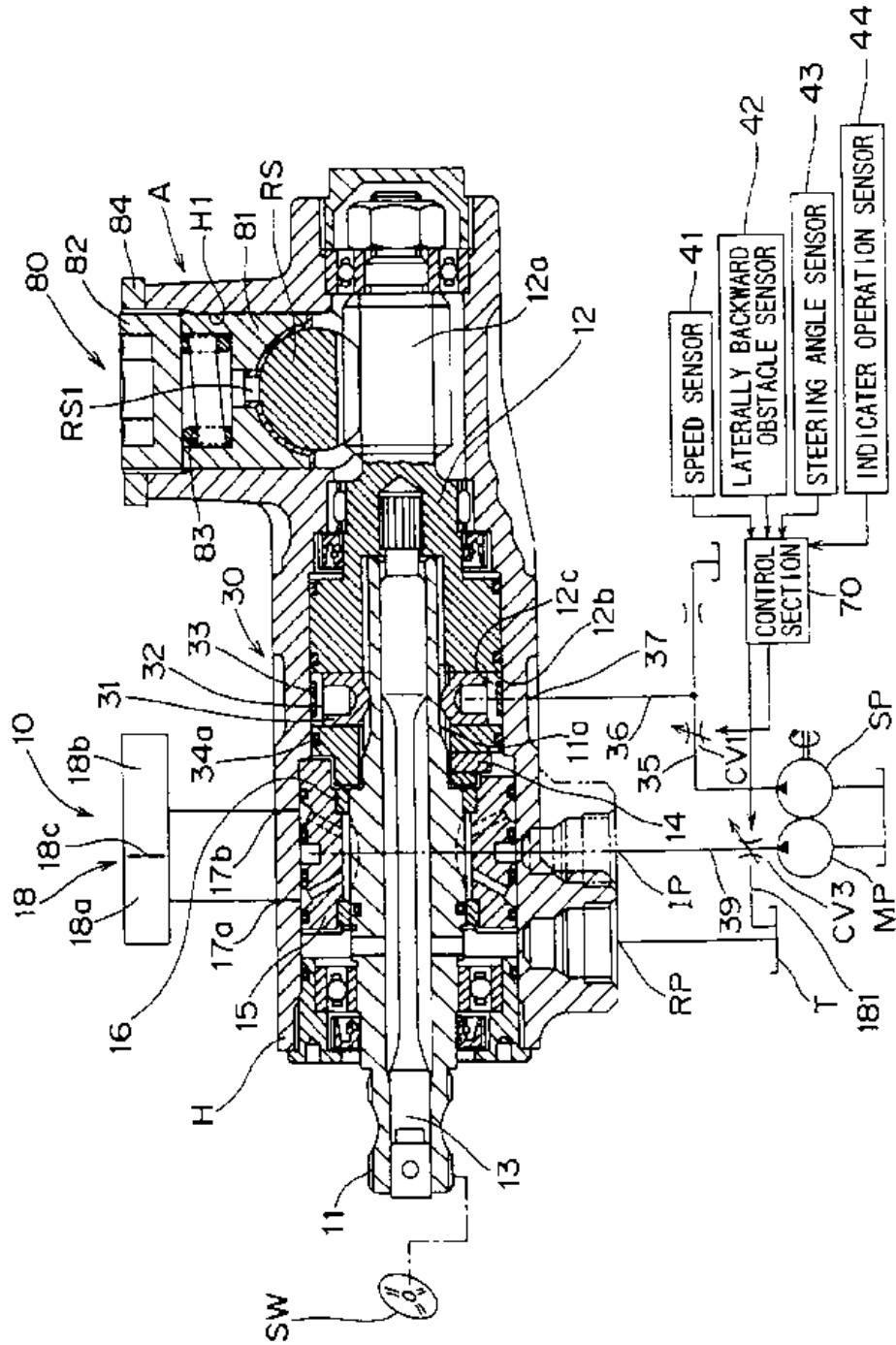




FIG. 11

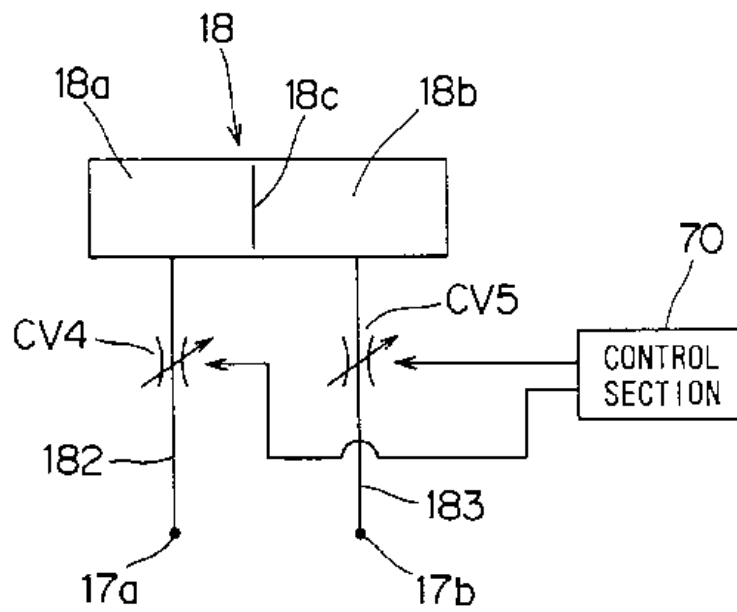


FIG. 12

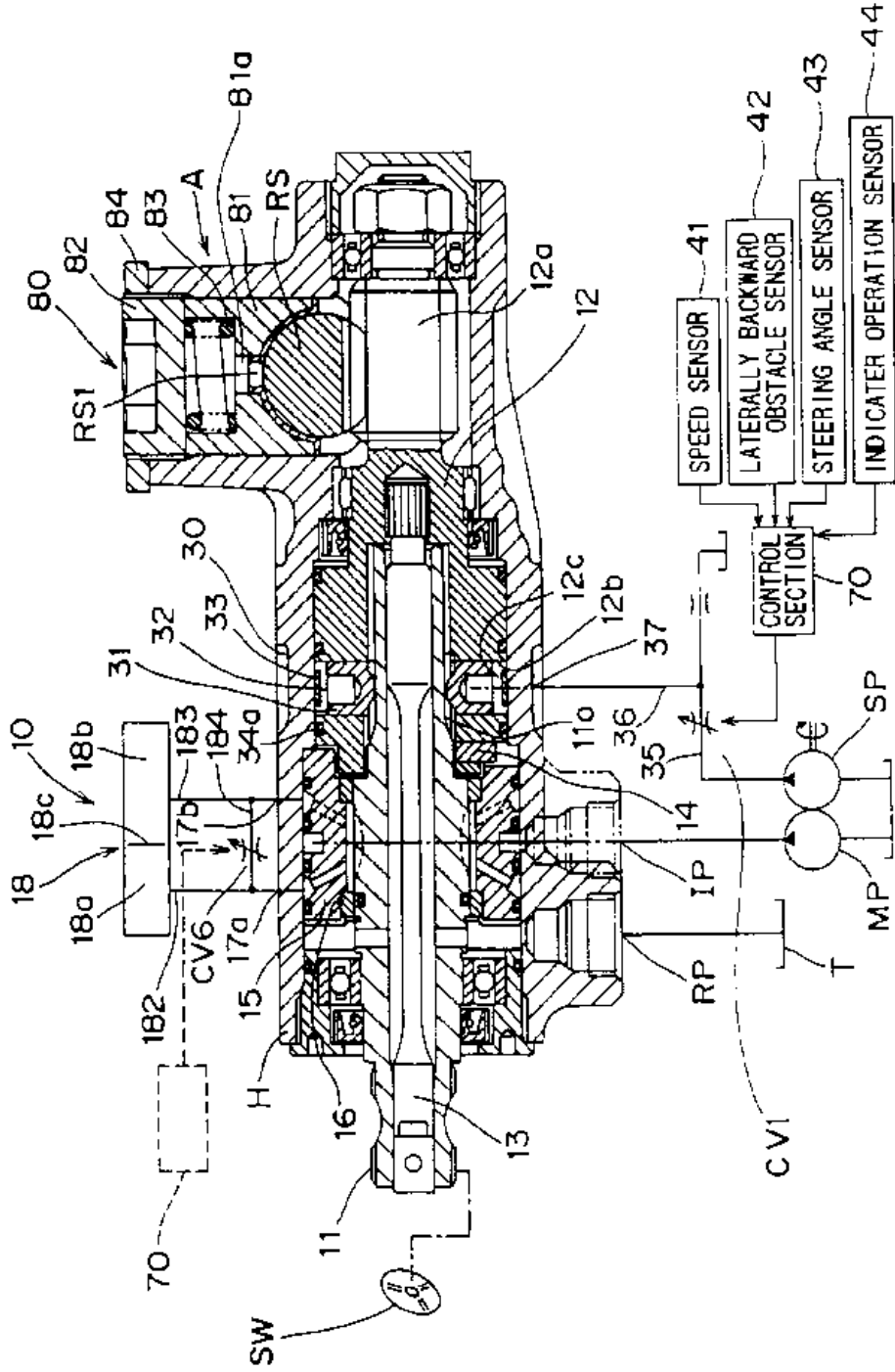


FIG. 13

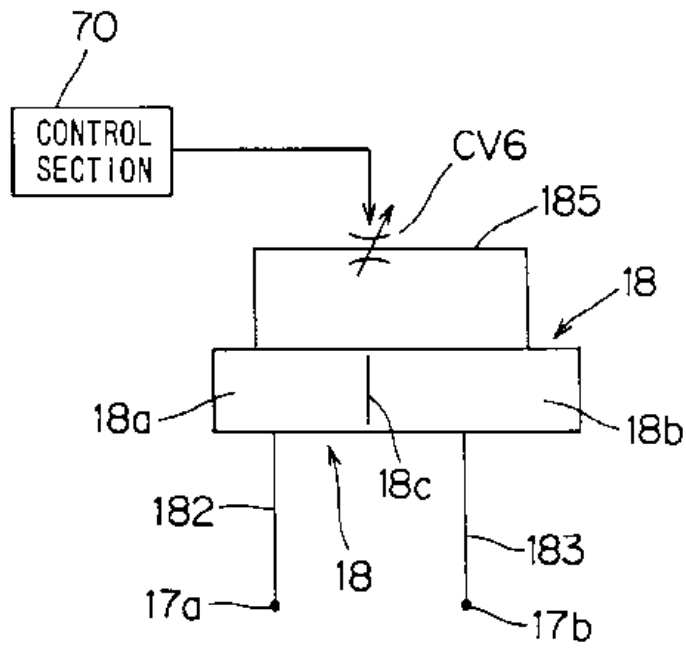




FIG. 15

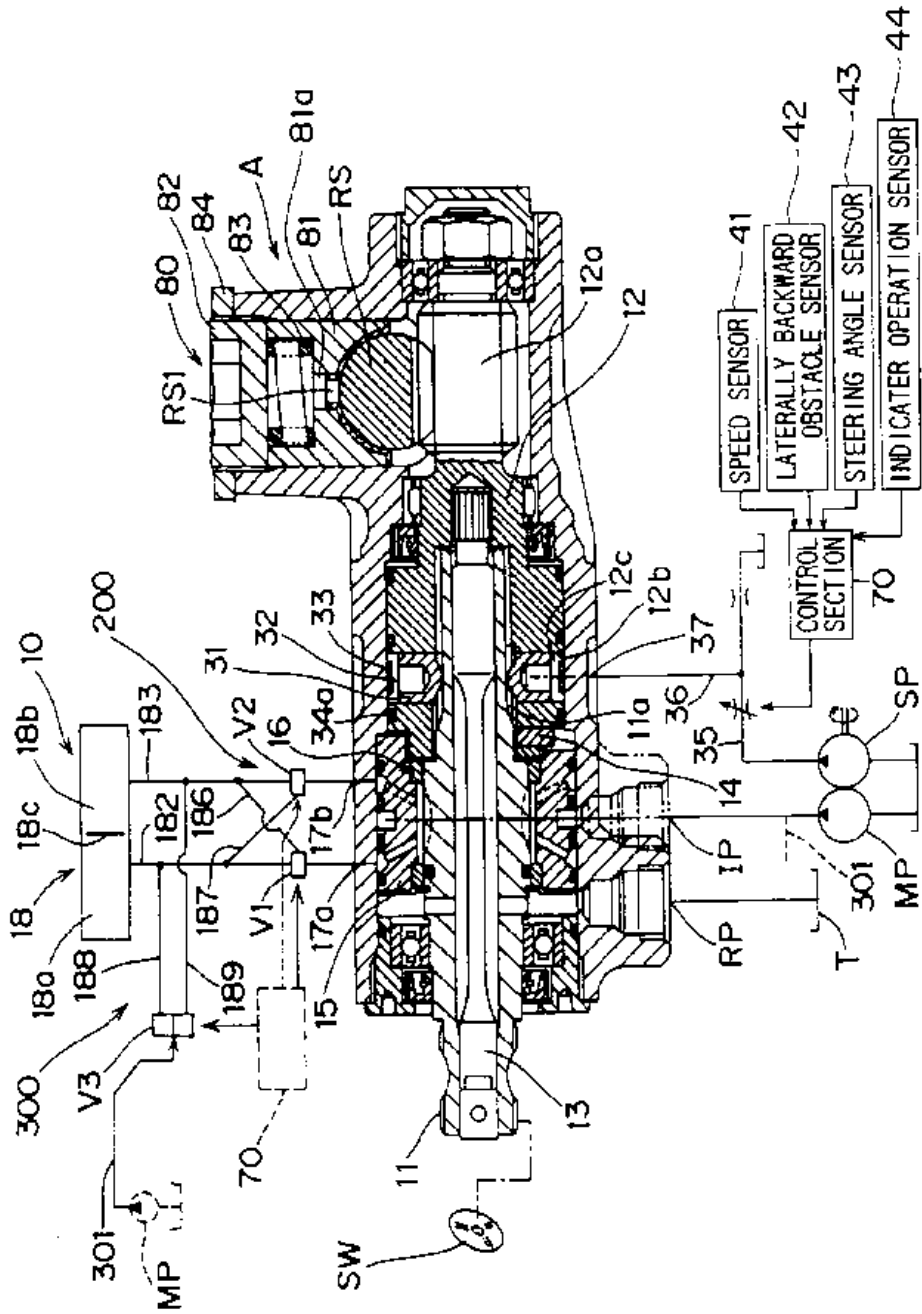


FIG. 16

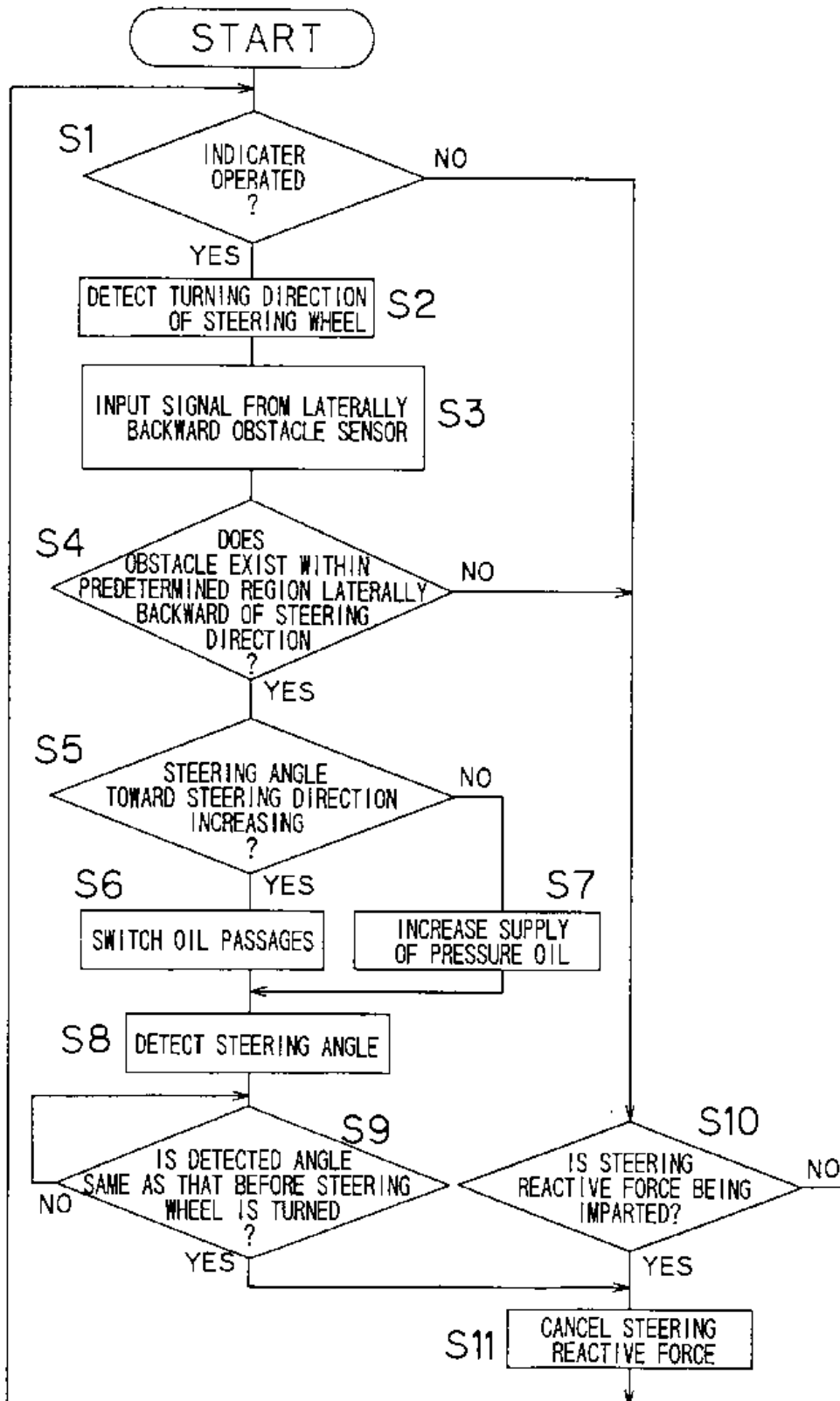


FIG. 17

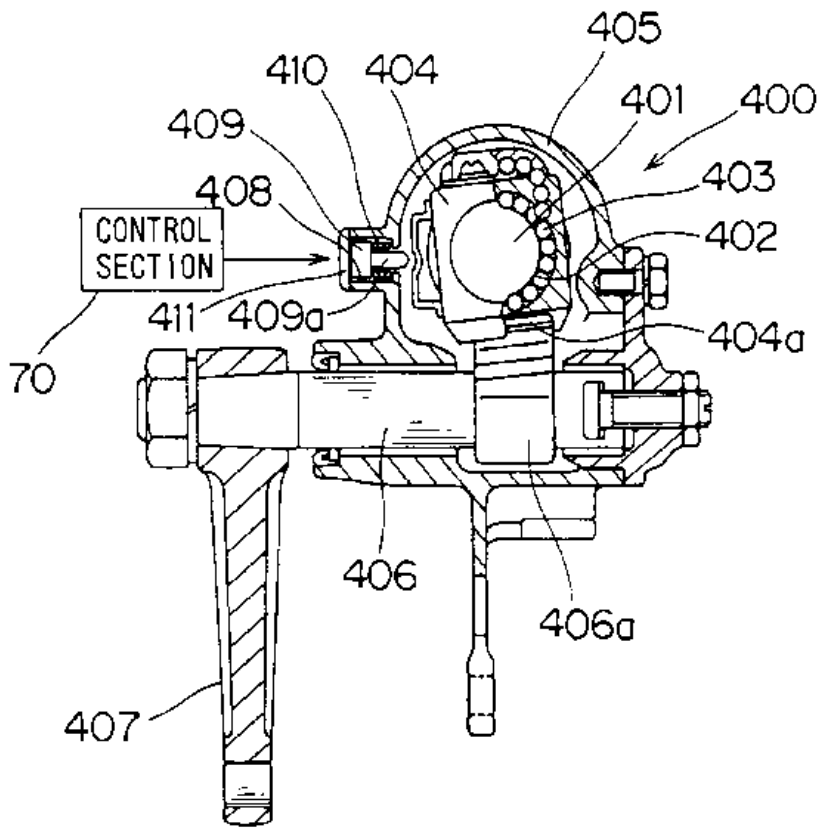


FIG. 18

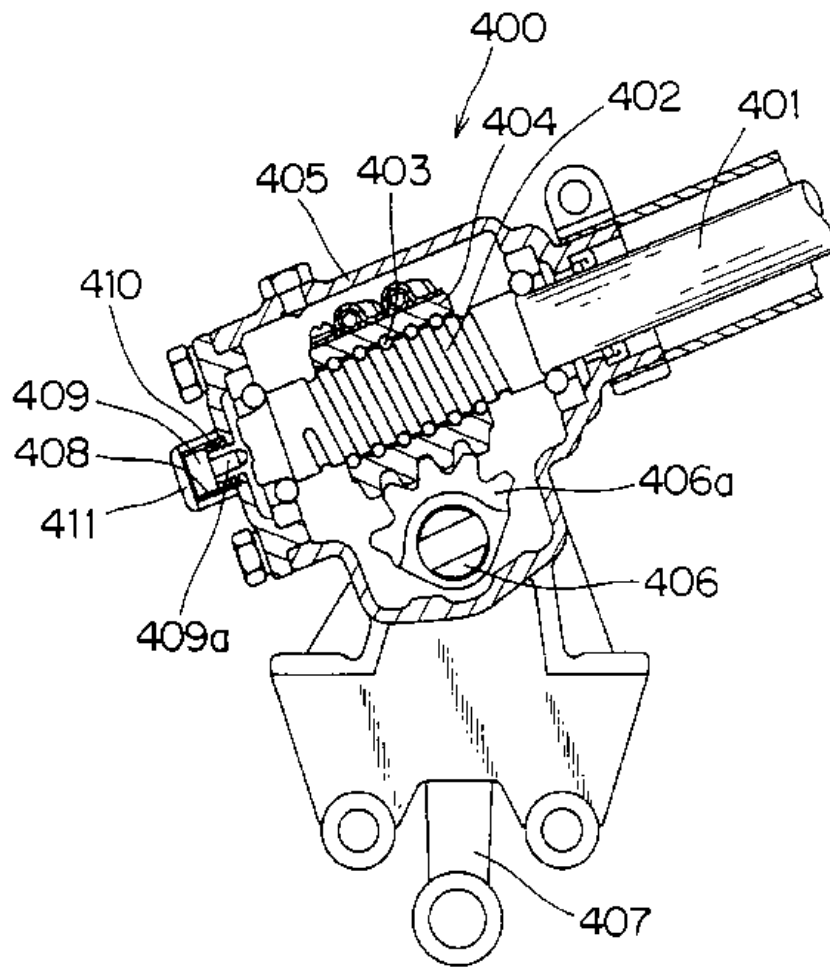




FIG. 19

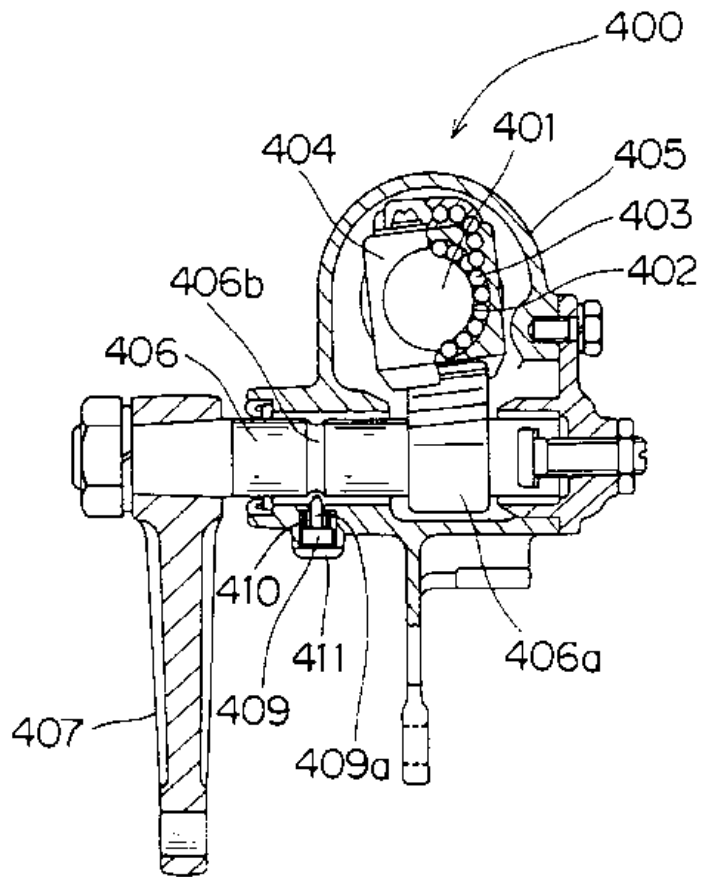
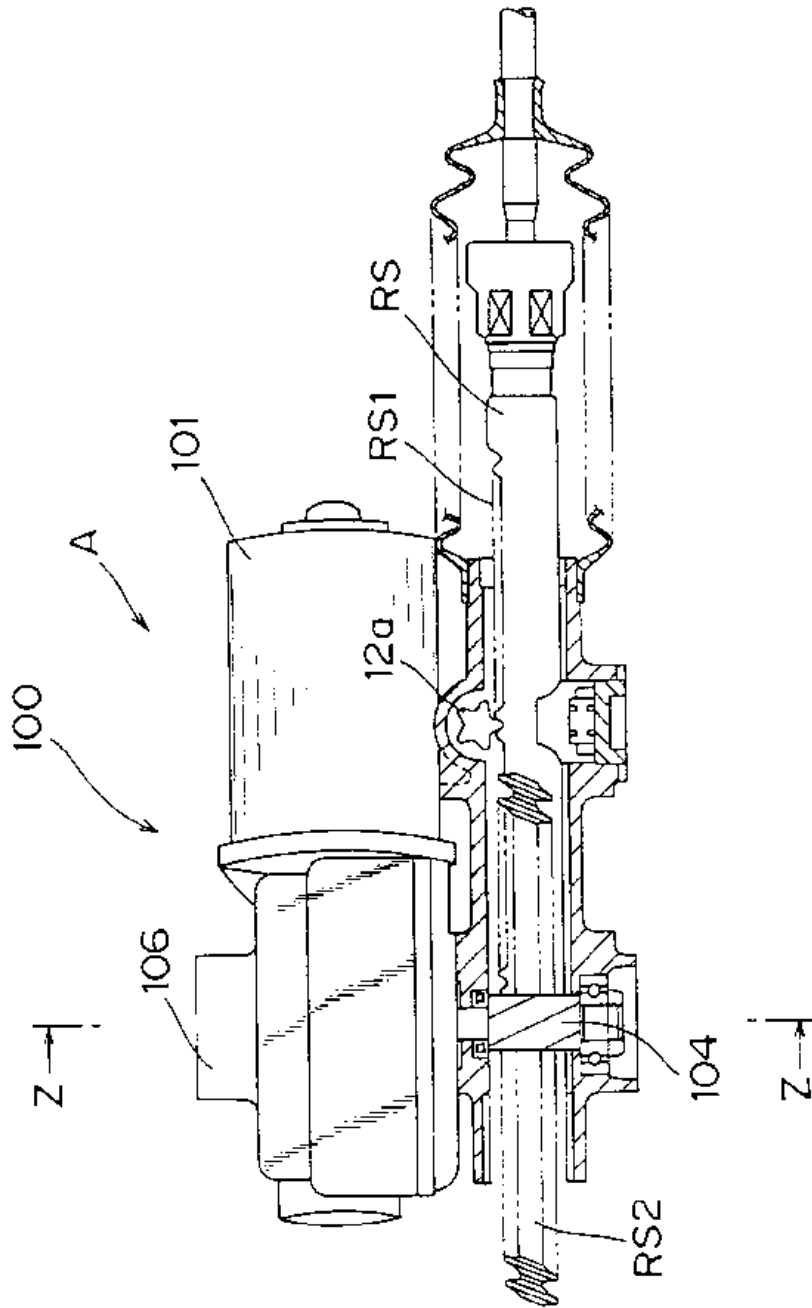


FIG. 20



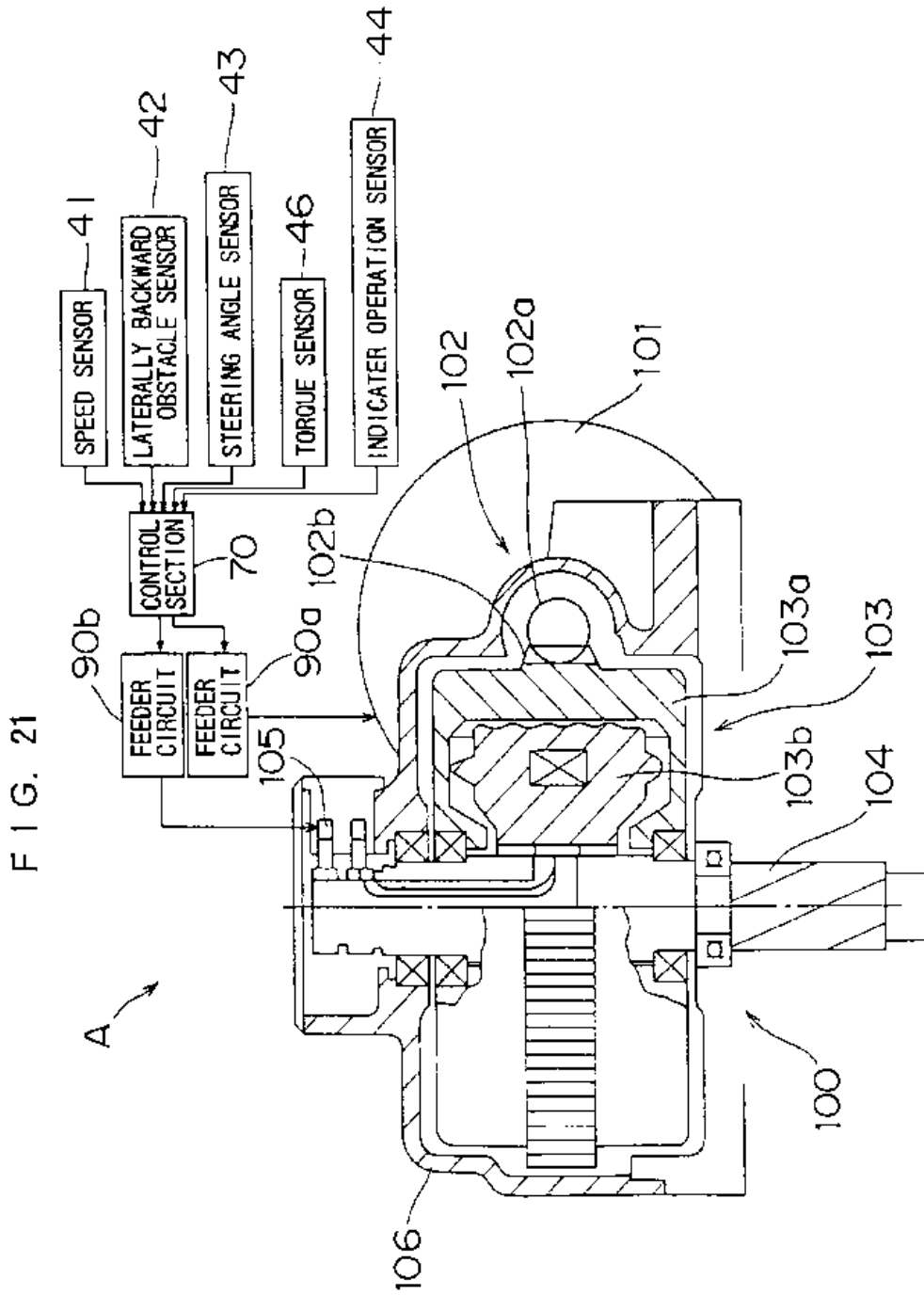


FIG. 22

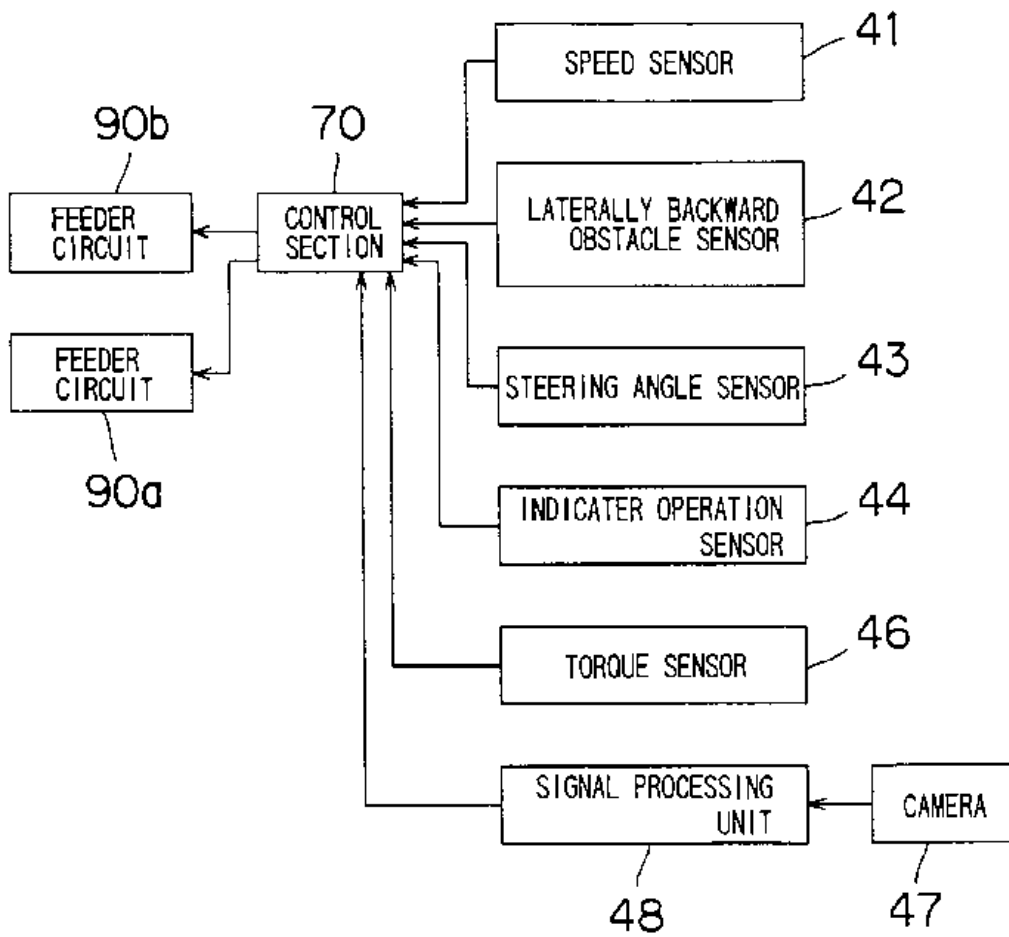


FIG. 23

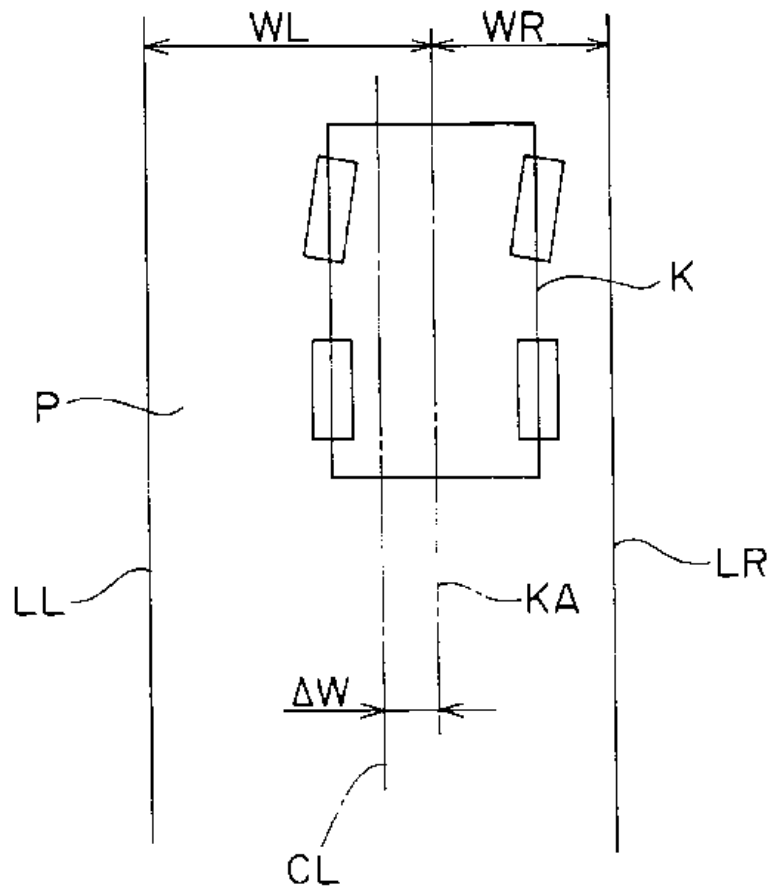


FIG. 24

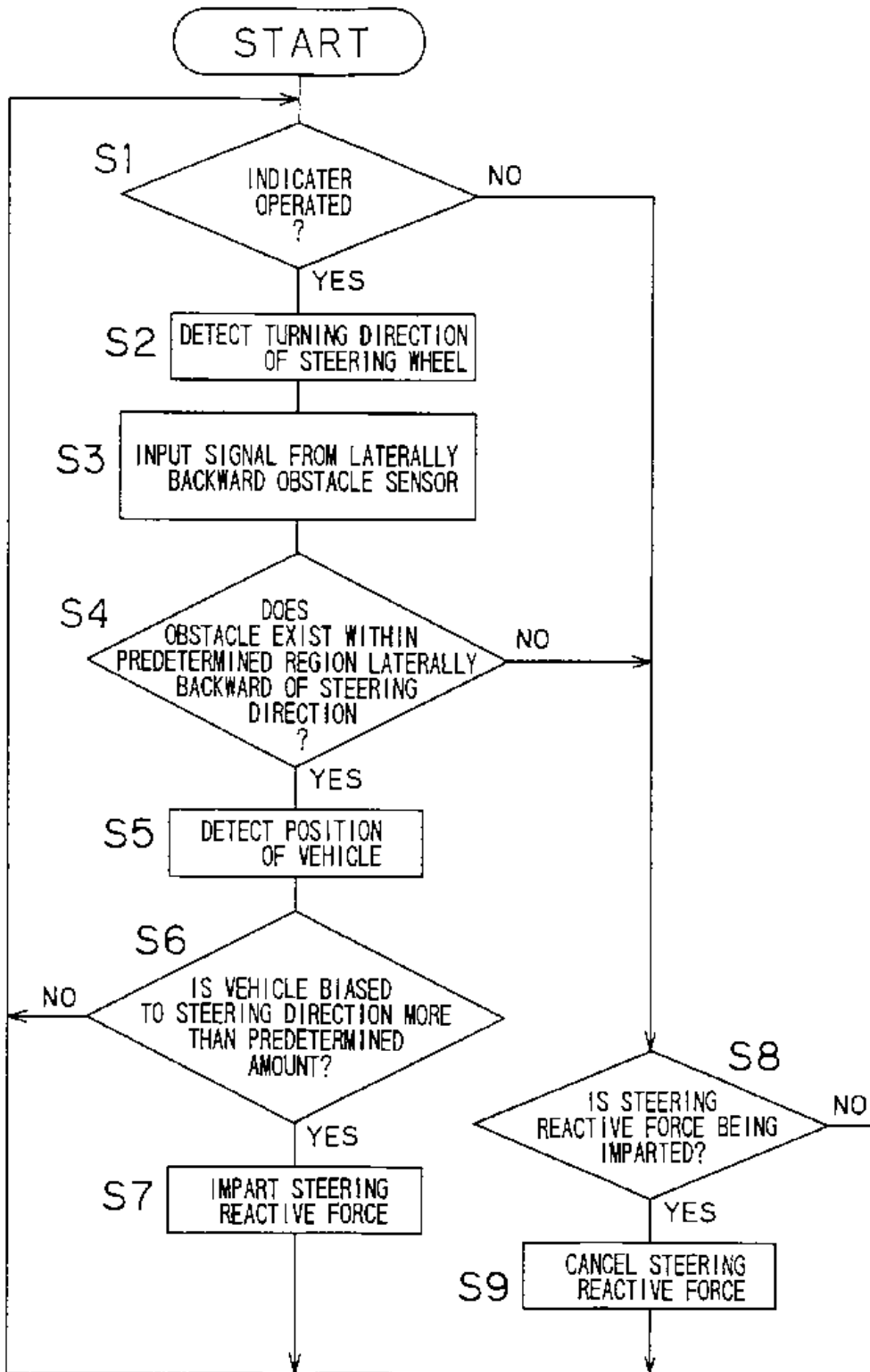
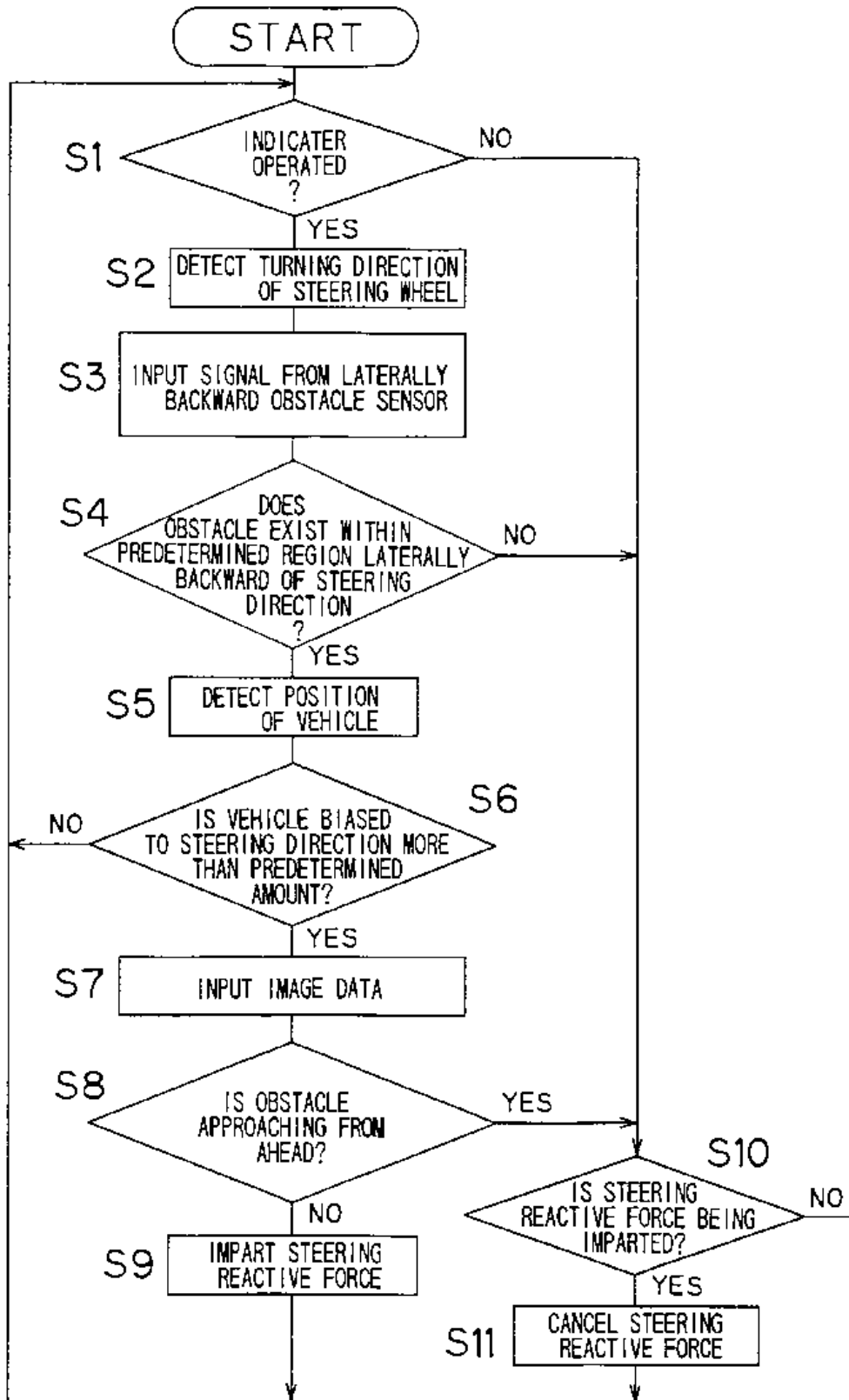


FIG. 25





DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.6)
A	DE-A-43 02 527 (MAZDA MOTOR ) 5 August 1993 * abstract * * page 3, line 38 - line 58; figure 1 *	1-6	862D6/00 862D5/00 //B62D113:00, B62D137:00
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016 no. 177 (M-1241) ,28 April 1992 & JP-A-04 019274 (MAZDA MOTOR CORP) 23 January 1992, * abstract *	1,2,5-9	
D	& JP-A-04 019 274		
A	EP-A-0 556 082 (PEUGEOT ;CITROEN SA (FR)) 18 August 1993 * column 2, line 58 - column 5, line 4; figure 1 *	1-6	
A	GB-A-2 183 573 (KOYO JIDOKI) 10 June 1987 * page 2, line 25 - page 3, line 5; figure 9 *	1,6-8	
D	& JP-A-61 200 063		TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.6)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017 no. 397 (M-1452) ,26 July 1993 & JP-A-05 077627 (MAZDA MOTOR CORP) 30 March 1993, * abstract *		B62D
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012 no. 097 (P-682) ,30 March 1988 & JP-A-62 231190 (YAMAHA MOTOR CO LTD) 9 October 1987, * abstract *		
D	& JP-A-62 231 190		
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search		Date of completion of the search	Examiner
THE HAGUE		3 March 1995	Kulozik, E
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS		I : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application I : document cited for other reasons ----- * : member of the same patent family, corresponding document	
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document			

EPO FORM 150 (04/94) (PAC/01)





 **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

 Application number: **95201181.5**


 Int. Cl.<sup>8</sup>: **G02B 27/01**


 Date of filing: **08.05.95**

 Priority: **09.06.94 US 257310**


**Inventor: Shogren, William Garrison**  
**7197 Oak Cove Lane**  
**Noblesville,**  
**Indiana 46060 (US)**  
**Inventor: Harter, Joseph Edward, Jr.**  
**11327 Cherry Hill Court**  
**Fishers, IN 46038 (US)**

 Date of publication of application:  
**13.12.95 Bulletin 95/50**


 Designated Contracting States:  
**DE GB IT**

 Representative: **Denton, Michael John et al**  
**Patent Section**  
**1st Floor**  
**Gideon House**  
**28 Chapel Street**  
**Luton**  
**Bedfordshire LU1 2SE (GB)**

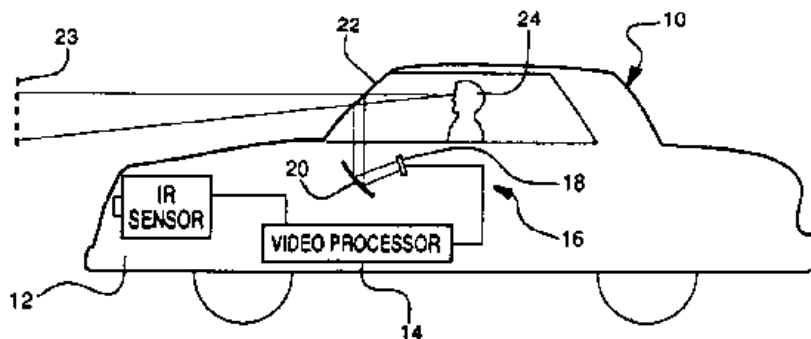
 Applicant: **DELCO ELECTRONICS CORPORATION**  
**700 East Firmin Street**  
**Kokomo**  
**Indiana 46902 (US)**

 Inventor: **Groves, Doyle Joseph**  
**13293 Golden Circle**  
**Fenton, MI 48430-1011 (US)**

 **Night vision system for motor vehicles**

 A motor vehicle (10) is equipped with an infrared camera (12) for viewing roadway conditions in terms of a thermal image, and outputs a video signal to a head up display (HUD) (18) which projects the camera view to the driver (24) via the windshield (22) or other combiner to display a virtual image (23) in the driver's field of view. The HUD (18) is configured to

magnify the image to the same size as the visual or real scene, and compensates for camera (12) and windshield (22) distortion. The virtual image is presented above or below the real scene or may be superimposed on the real scene. A video processor (14) allows selection of only the warmest objects for display.



**FIG - 1**

**EP 0 686 865 A1**

This invention relates to a night vision enhancement system for motor vehicles and particularly to such a system incorporating head up display technology.

It has often been proposed to use infrared cameras to produce images of a roadway revealing warm objects such as humans, animals or other sources of infrared radiation. This has the advantage of detecting such objects at night particularly if they are beyond the range of vehicle lights. Such systems have typically used a video monitor or the like to display the detected objects. A traditional monitor is bulky and difficult to locate in a convenient place for viewing, and requires the driver to look away from the roadway to observe the infrared image. The image would be quite small relative to the real roadway scene so that there could be some difficulty in accurately judging the distances of the objects being displayed. Thus if an object is not visible in the real scene, it is hard to determine its location.

It is also known to employ head up display techniques to project instrument images or vehicle parameter data onto the vehicle windshield or other combiner so that the display is in or immediately adjacent to the driver's line of sight. Such displays have been quite small relative to the roadway scene due to the limited space available for the required image source and projection mirrors.

The present invention seeks to provide an improved night vision system.

According to an aspect of the present invention, there is provided a night vision system for a motor vehicle as specified in claim 1.

The preferred embodiment provides enhanced night vision by infrared imaging in the line of sight of a vehicle driver. Object images may be displayed from an infrared source so as to have a one to one ratio with real objects observed by the driver.

The preferred embodiment includes an infrared sensor or camera mounted on a vehicle to view the roadway in front of the vehicle and generate a video signal representing the thermal image of the roadway, a video processor for improving characteristics of the video signal, and a head up display (HUD) having a video display responsive to the video signal, and an aspheric mirror for reflecting the display image onto the vehicle windshield or other combiner so that the vehicle driver can view a virtual image of the display image which appears to be in front of the vehicle. The optical parameters of the camera and of the HUD are preferably chosen to provide a 1:1 ratio of the image and the real scene observed by the driver.

By placing the image directly in the driver's field of view the image can be superimposed on the real scene. Then, warm objects in front of the

vehicle will be highlighted if they were illuminated by the headlight beam, and they will be displayed in proper relationship to illuminated objects even if they are beyond the range of the lights. Alternatively, the image may be directed a few degrees below the primary field of view so that the infrared image appears just below the real scene. The latter approach is easier since no image registration is necessary as it is for the superimposed images. Still, by virtue of a 1:1 image ratio, the real position of a warm object shown in the HUD display can be readily determined.

In the infrared camera, due to the high cost of lenses suitable for infrared, focusing mirrors are used for the camera optics, and these tend to introduce image distortion. In one design, for example, otherwise horizontal lines tend to droop at both ends to produce a "frown effect". The aspheric mirror is designed to correct for that distortion. The aspheric mirror has previously been used to compensate for distortion due to windshield curvature, each style of windshield requiring a custom designed mirror. In this embodiment, the aspheric mirror design takes into account the camera distortion as well as the windshield distortion.

The video processor is preferably designed so that it can be set to an "object detect" mode, if desired, to select only the signals from the warmest objects so that those objects will be displayed and other background objects will be suppressed. This will attract the driver's attention to the warmest objects which are generally the most important ones to be made aware of. By driver selection, however, a full contrast mode can be employed to display all the infrared information.

An embodiment of the present invention is described below, by way of example only, with reference to the accompanying drawings, in which:

Figure 1 is a schematic view of an embodiment of night vision enhancement system mounted in a vehicle;

Figure 2 is the display portion of the system of Figure 1;

Figure 3 is a top view of a roadway scene showing an infrared camera view of the scene;

Figures 4 and 5 are illustrations of driver views of night vision enhancement display for two different display configurations;

Figure 6 is a block diagram of a camera and display portion of the system of Figure 1; and

Figure 7 is a graph of video signals according to selectable modes of operation.

Referring to Figures 1 and 2, a vehicle 10 is equipped with night vision apparatus comprising a front-mounted infrared camera 12 or sensor which has a standard RS-170 video output signal, a video processor 14 connected to the camera 12 output, and a head up display (HUD) system 16 including

an image source or display 18 connected to the video processor output, and an aspheric mirror 20 which reflects the display image to the vehicle windshield 22, creating a virtual image 23 for viewing by the vehicle driver 24. The display 18 re-creates the image in shades of grey. A separate combiner may be used instead of the windshield. The HUD 16 is installed beneath the vehicle dash 26 which has an upper opening for light passage to the windshield.

The infrared camera 12 preferably has a field of view of about 12 degrees or more horizontally and a smaller vertical field in the range of 6 - 9 degrees. While a camera having a wider angle may be used, only the image portion within the prescribed angle should be displayed for optimum effect. The horizontal view of the camera is illustrated in Figure 3 which depicts the vehicle on a two lane roadway. The limit of the headlight range is indicated by the dashed line 28. A first person 30 is shown in the lane of the vehicle within the headlight range and a second person 32 is shown beyond the headlight range.

The infrared camera 12 comprises a sensing element operable at room temperature (i.e., cryogenic cooling is not required) and focusing optics which use mirrors instead of lenses. The camera senses the thermal pattern or the image of infrared radiation in its field of view. Preferably the camera should be sensitive to radiation in the mid-infrared range or about 8-12 micrometres. Since hot objects radiate more infrared energy than cool objects, the hot or warm objects will yield stronger signals. Thus animals, including humans, which are warm show up prominently in the image. Other heat emitters such as vehicle lights and exhaust pipes or traffic lights also show up very well. By presenting this information to the vehicle driver, the direct visual image of the roadway and its environs is augmented.

A common side effect of camera mirror arrangements is some image distortion, particularly a drooping at each side of the image. The video signal output from the camera to the display transfers that distortion to the display image. To avoid misinterpretation of the display by the driver it is desirable to correct for the distortion. Accordingly, the aspheric mirror 20 is shaped to compensate for that distortion as well as any distortion arising from the windshield curvature.

The aspheric mirror 20 is positioned to project the image to the windshield 22 or other combiner where it is reflected to the driver 24 as a virtual image which appears to be just at the front of the vehicle. The size of the image is consistent with the real scene observed by the driver. For example, if an object subtends an angle of one degree in the real image, the virtual image will also sub-

tend an angle of one degree. The location of the image may be low in the windshield, or just above the end of the headlight range in the windshield. It also may be registered with the real image; in that case the image should be projected a large distance in front of the vehicle to reduce parallax arising from the distance between the camera and the driver's eyes. In practice, using a camera having a 12 degree field of view (or using a 12 degree portion of a larger field), and an LCD display 81 mm wide, a 6 x magnification by the aspheric mirror created a virtual image having a 12 degree field of view, thereby affording a 1:1 ratio of the image to the real world scene.

Figure 4 represents the real and the display imaged seen by the driver for the Figure 3 condition. The real image 30' of the person 30 illuminated by the vehicle headlights is visible to the driver but the person 32 is invisible. Both figures are detected by the IR camera and displayed as virtual images 30" and 32" below the real image 30'. The Image 30" appears to be the same size as the image 30'. Thus the driver is forewarned of the presence of the second person 32 in the roadway. Figure 5 illustrates the condition where the HUD image is superimposed on the real image thereby correctly placing the HUD image in the roadway. This technique is more difficult to implement due to concerns of parallax caused by the separation of the camera from the driver, and the normal movement of the driver's head. A very satisfactory display location had been found to be at the lower part of the windshield where the central ray of the image is 5 degrees below horizontal.

As shown in Figure 6, the video processor 14 couples the video signal from the camera 12 to the LCD display 18, each being subject to controls 38. The controls should be easily accessible to the driver by mounting on the steering wheel or the instrument panel. Voice activation is another potential technique for control operation. The controls may select image polarity at the camera 12 to establish hot objects to be either white or black. The full contrast mode or object detect mode may be selected at the video processor 14. This is accomplished by passing the whole signal range for full contrast or suppressing weak (cool) signals to display only the warmer objects. Figure 7 shows in solid lines that low input video signals are suppressed for the object detect mode, while full contrast is shown in dotted line wherein the whole signal is passed to the display 18. Grey limit adjustment is also made at the processor 14. The display 18 is controlled to adjust brightness, adjust image position, or to turn the image on or off.

It will thus be seen that the embodiment of night vision enhancement system described can provide both a very practical implementation as

well as a very flexible system in terms of how the infrared image is presented in or adjacent to the driver's line of sight. The 1 x magnification permits an intuitive assessment of the virtual image and the relationship of IR images to the real world scene, thereby providing roadway information which is not normally available and presenting it in its most useful form.

The disclosures in United States patent application no. 08/257,310, from which this application claims priority, and in the abstract accompanying this application are incorporated herein by reference.

#### Claims

1. A night vision system for a motor vehicle comprising an infrared camera (12) mounted on the vehicle (10) for viewing a roadway scene and operative to produce a video signal representing a thermal pattern of the scene; a head up display (16) comprising a combiner (22) in the field of view of a vehicle driver, a video display (18) for emitting an image, and an aspheric mirror (20) for reflecting the image onto the combiner (22) for viewing by the driver as a virtual image; the video display (18) being responsive to the video signal for displaying the thermal pattern as a visible image; and the video display (18) and aspheric mirror together affording a one-to-one size ratio of the virtual image to the real roadway scene observed by the driver. 5
2. A night vision system according to claim 1, wherein the aspheric mirror is operative to correct camera distortion. 10
3. A night vision system according to claim 1 or 2, wherein the combiner comprises a vehicle windshield (22), the aspheric mirror being operative to compensate for distortion introduced by the windshield. 15
4. A night vision system according to claim 1, 2 or 3, wherein the horizontal field of view of the generated virtual image is of the order of 12 degrees. 20
5. A night vision system according to any preceding claim, wherein the video display is operative to display an image having substantially the same field of view as the virtual image. 25
6. A night vision system according to any preceding claim, wherein the field of view of the camera is substantially the same as that of the displayed virtual image. 30
7. A night vision system according to any preceding claim, wherein the virtual image is positioned below the driver's line of sight to the real roadway scene. 35
8. A night vision system according to any one of claims 1 to 6, wherein the virtual image is superimposed on the real roadway scene. 40
9. A night vision system according to any preceding claim, wherein the video signal is coupled to the video display (18) by a video processor (14), the video processor (18) including an object detection mode for limiting the signal to the warmest objects in the scene. 45
10. A night vision system according to claim 9, wherein the video processor includes a full contrast mode for providing a wide thermal range of object images in the signal; and a driver control for selecting the object detection mode or the full contrast mode. 50

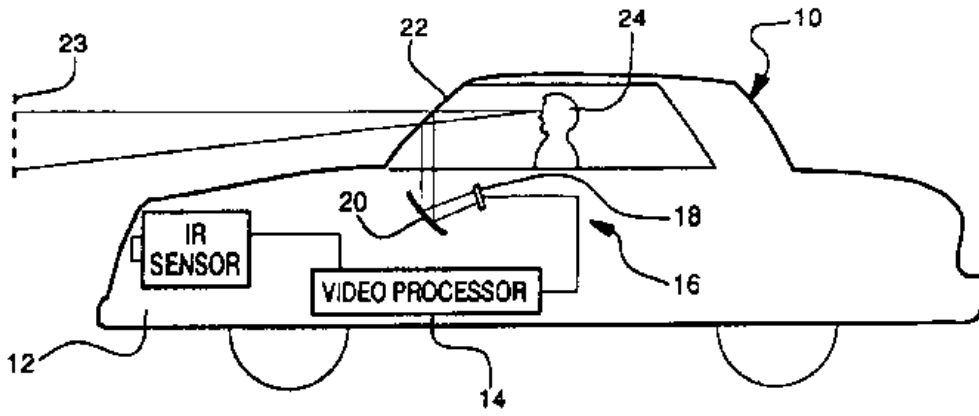
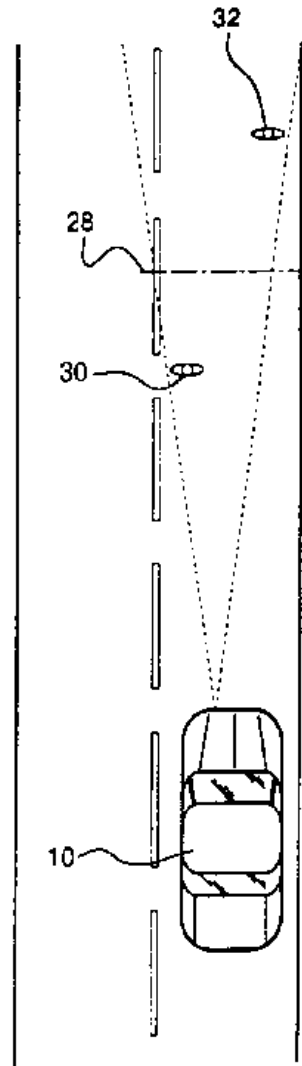
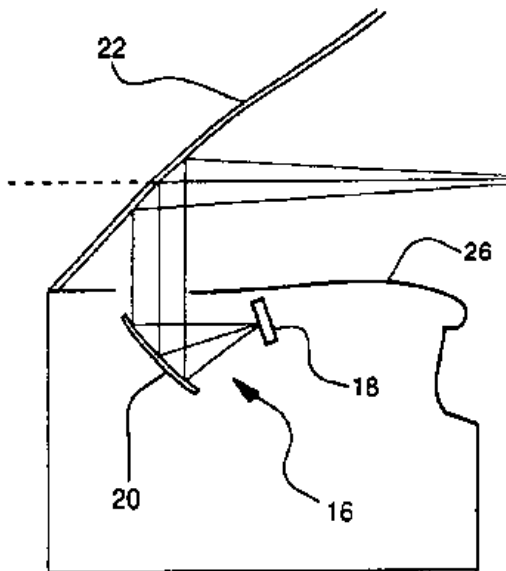


FIG - 1

FIG - 3

FIG - 2



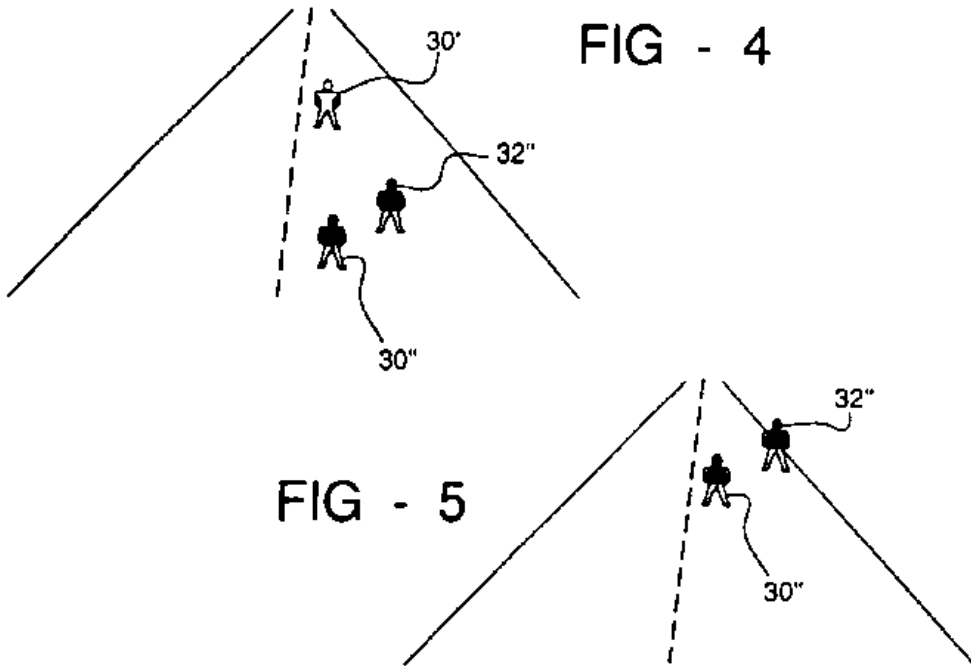


FIG - 6

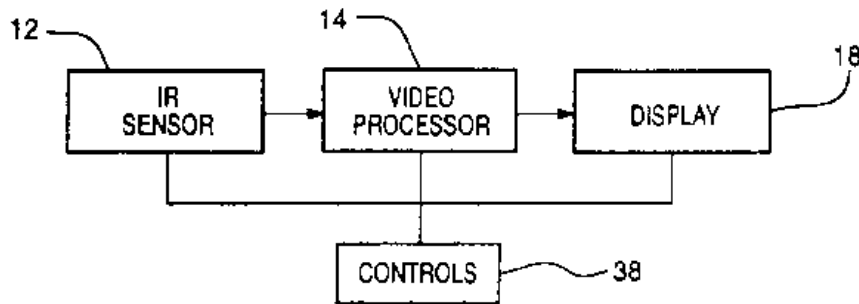
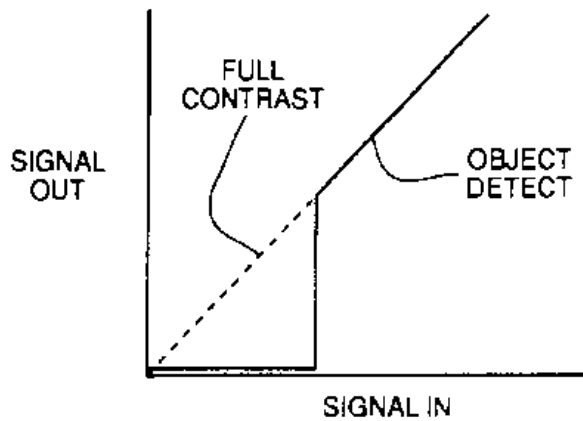


FIG - 7





DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.6)
Y	GB-A-2 271 139 (PILKINGTON PLC) 6 April 1994 * page 4, line 14 - page 5, line 3; figure 1 *	1-3	G02B27/01
Y	NAUMANN, SCHRÖDER 'Bauelemente der Optik, 4. erweiterte Ausgabe' 1983, C.HANSER VERLAG, MÜNCHEN, WIEN * page 146 - page 149 *	1-3	
A	WO-A-89 03059 (FLIGHT DYNAMICS INC) 6 April 1989 * abstract; figure 1 * * page 5, line 13 - line 23 * * page 24, line 15 - line 31 *	1,7	
A	US-A-5 113 177 (COHEN RICARD L) 12 May 1992 * column 2, line 1 - line 45 * * column 5, line 22 - line 26 * * column 5, line 53 - line 56; figure 1 *	1,5,8	
A	DE-A-40 32 927 (BOSCH GMBH ROBERT) 30 April 1992 * the whole document *	1,5,6,8	
A	US-A-5 001 558 (BURLEY HARVEY A ET AL) 19 March 1991 * column 3, line 40 - line 61; figures 2,3 *	1,9,10	
A	US-A-4 751 571 (LILLQUIST ROBERT D) 14 June 1988 * column 4, line 1 - line 28 *	1,9,10	TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.6) G02B
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search BERLIN		Date of completion of the search 25 September 1995	Examiner Hylla, W
<p><b>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</b></p> <p>X: particularly relevant if taken alone  Y: particularly relevant if combined with another document of the same category  A: technological background  Q: non-written disclosure  P: intermediate document</p> <p>T: theory or principle underlying the invention  E: earlier patent document, but published on, or after the filing date  D: document cited in the application  L: document cited for other reasons  @: member of the same patent family, corresponding document</p>			

EPO FORM 1503 (1.12.1994)



(11) **EP 0 889 801 B1**

(12) **EUROPEAN PATENT SPECIFICATION**

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent:  
**16.07.2008 Bulletin 2008/29**

(21) Application number: **97916214.6**

(22) Date of filing: **25.03.1997**

(51) Int Cl.:  
**B60Q 1/08<sup>(2006.01)</sup> B60Q 1/14<sup>(2006.01)</sup>**

(86) International application number:  
**PCT/US1997/004829**

(87) International publication number:  
**WO 1997/035743 (02.10.1997 Gazette 1997/42)**

(54) **VEHICLE HEADLIGHT CONTROL USING IMAGING SENSOR**

SCHEINWERFERSTEUERUNG FÜR KRAFTFAHRZEUGE MIT BILDSENSOR

COMMANDE DES PHARES D'UN VEHICULE AVEC UN DETECTEUR D'IMAGE

(84) Designated Contracting States:  
**DE ES FR GB IT SE**

(30) Priority: **25.03.1996 US 621863**

(43) Date of publication of application:  
**13.01.1999 Bulletin 1999/02**

(73) Proprietor: **DONNELLY CORPORATION**  
**Holland, Michigan 49423 (US)**

(72) Inventors:  
• **SCHOFIELD, Kenneth**  
**Holland, MI 49423 (US)**

• **LARSON, Mark, L.**  
**Grand Haven, MI 49417 (US)**  
• **VADAS, Keith, J.**  
**Coopersville, MI 49404 (US)**

(74) Representative: **Coyle, Philip Aidan et al**  
**F. R. KELLY & CO.**  
**27 Clyde Road**  
**Ballsbridge**  
**Dublin 4 (IE)**

(56) References cited:  
**DE-A1- 3 844 364** **US-A- 4 891 559**  
**US-A- 4 967 319** **US-A- 5 426 294**  
**US-A- 5 537 003**

**EP 0 889 801 B1**

Note: Within nine months of the publication of the mention of the grant of the European patent in the European Patent Bulletin, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to that patent, in accordance with the Implementing Regulations. Notice of opposition shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).



**Description**BACKGROUND OF THE INVENTION

[0001] This invention relates generally to vehicle control systems and, in particular, to a system and method for controlling the headlights of the vehicles. The invention is particularly adapted to controlling the vehicle's headlamps in response to sensing the headlights of oncoming vehicles and taillights of leading vehicles.

[0002] It has long been a goal to automatically control the state of a vehicle's headlights in order to accomplish automatically that which is manually performed by the driver. In particular, the driver of a vehicle whose headlights are in a high-beam state will dim the headlights upon conscious realization that the headlights are a distraction to the driver of an oncoming vehicle or a leading vehicle. It is desirable to relieve the driver of such duties and thereby allow the driver to concentrate on the driving task at hand. The ideal automatic control would also facilitate the use of high beams in conditions which allow their use, increasing the safety for the controlled vehicle as well as reducing the hazard caused by the occasional failure of the driver to dim the headlights when such headlights are distracting another driver.

[0003] Prior attempts at vehicle headlight dimming controls have included a single light sensor which integrates light in the scene forward of the vehicle. When the integrated light exceeds a threshold, the vehicle headlights are dimmed. Such approaches have been ineffective. The headlights of oncoming vehicles are, at least from a distance, point sources of light. In order to detect such light sources in an integrated scene, it is necessary to set a sufficiently low threshold of detection that many non-point-sources at lower intensities are interpreted as headlights or taillights. Such prior art vehicle headlight dimming controls have also been ineffective at reliably detecting the taillights of leading vehicles. The apparent reason is that the characteristics of these two light sources; for example, intensity, are so different that detecting both has been impractical. In order to overcome such deficiencies, additional solutions have been attempted, such as the use of infrared filtering, baffling of the optic sensor, and the like. While such modifications may have improved performance somewhat, the long-felt need for a commercially useful vehicle headlight dimming control has gone unmet.

[0004] United States Patent 5,426,294 discloses a vehicle headlamp control according to the preamble of claim 1 comprising an imaging sensor that senses light and a control circuit that is responsive to the imaging sensor in order to identify light sources of interest, including sensing oncoming vehicle headlights and sensing leading vehicle taillights, and providing a headlamp control output to said vehicle that is a function of the identification of light sources of interest.

[0005] According to the present invention there is provided a vehicle headlamp control, comprising:

an imaging sensor that senses light in spatially different regions of a field of view forward of a vehicle; and

a control circuit that is responsive to said imaging sensor to determine if individual regions of the field of view include light levels having a particular intensity level in order to identify light sources of interest, including sensing oncoming vehicle headlights using a particular sensitivity and sensing leading vehicle taillights using a sensitivity higher than said particular sensitivity, and to provide a headlamp control output to said vehicle that is a function of the identification of light sources of interest,

characterised by:

an exposure control which determines an accumulation period of time said imaging sensor senses light in order to determine a value of sensitivity, and wherein said exposure control defines at least two accumulation periods, one of said accumulation periods being a relatively short accumulation period for detecting oncoming vehicle headlights and another of said accumulation periods being a relatively long accumulation period for detecting leading vehicle taillights.

[0006] An embodiment of the present invention provides a vehicle headlight control which is exceptionally discriminating in identifying oncoming headlights and leading taillights in a commercially viable system which ignores other sources of light including streetlights and reflections of the controlled vehicle's headlights off signs, road markers, and the like. The invention is especially adapted for use with, but not limited to, photoarray imaging sensors, such as CMOS and CCD arrays.

[0007] An embodiment of the present invention will now be described, by way of example, with reference to the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**[0008]**

Fig. 1 is a side elevation of a portion of a vehicle embodying the invention;

Fig. 2 is a partial side elevation view and block diagram of a vehicle headlight dimming control system according to the invention;

Fig. 3 is a block diagram of the control system in Fig. 2;

Fig. 4 is a layout of a light-sensing array useful with the invention;

Fig. 5 is a block diagram of an imaging sensor;

Fig. 6 is an alternative embodiment of an imaging sensor;

Figs. 7a-7d are a flowchart of a control program;

Figs. 8a-8c are spectral charts illustrating spectra

regions useful with the invention;  
 Fig. 9 is the same view as Fig. 3 of another alternative embodiment;  
 Fig. 10 is the same view as Fig. 2 of an alternative mounting arrangement;  
 Figs. 11a-11c are views forward of a vehicle illustrating different forms of spatial filtering; and  
 Figs 12a and 12b are illustrations of use of the invention to detect particular atmospheric conditions.

#### DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

**[0009]** Referring now specifically to the drawings and the illustrative embodiments depicted therein, a vehicle 10 includes a vehicle headlight dimming control 12 made up of an imaging sensor module 14 which senses light from a scene forward of vehicle 10, an imaging control circuit 13 which receives data from sensor 14, and a vehicle lighting control logic module 16 which exchanges data with control circuit 13 and controls headlamps 18 for the purpose of modifying the headlight beam (Figs. 1 and 2). Such control may be a binary control of the aim of the beam, such as by switching between lamps or lamp filaments, or may be a continuous variation of the aim of a single lamp more or less forward of the vehicle. The control may also control the intensity or pattern of the beam. Additionally, the lights of a vehicle equipped with daytime running lights may be switched between a daytime running light condition and a low-beam condition. Vehicle headlight dimming control 12 can perform a wide range of additional control operations on the vehicle, including turning the headlights ON and OFF, modifying the light intensity of the instrument panel, and providing an input to an electro-optic mirror system.

**[0010]** Vehicle lighting control logic module 16 receives an input 20 from imaging control circuit 13. In particular embodiments, such as ones which adjust the state of the headlights between continuously variable states, module 16 may supply data to imaging control circuit 13, such as the speed of the vehicle, which may be combined with the data sensed by imaging sensor 14 in establishing the state of headlights 18. In the illustrated embodiment, imaging sensor module 14 may be fixedly mounted in a housing 28 by a bracket 34 mounted to, or near, the vehicle's windshield 32. Bracket 34 also mounts an interior rearview mirror 30. This is a preferred mounting for imaging sensor module 14 because the location within the interior of the vehicle substantially eliminates environmental dirt and moisture from fouling the light sensor module. Additionally, the position behind windshield 32, which typically is kept relatively clear through the use of washers and wipers and the like, ensures a relatively clear view of the scene forward of vehicle 10. Alternatively, imaging sensor module 14 may be mounted within a housing 29 of interior rearview mirror 30 facing forward with respect to vehicle 10 (Fig. 10). In such embodiment, control circuit 13 may be combined with the circuit which controls the partial reflectance level of mirror 30 if mirror

30 is an electro-optic mirror such as an electrochromic mirror. Other mounting techniques for sensor module 14 will be apparent to the skilled artisan.

**[0011]** Imaging sensor module 14 includes an optical device 36, such as a lens, an array 38 of photon-accumulating light sensors, and a spectral separation device for separating light from the scene forward of vehicle 10 into a plurality of spectral bands, such as a filter array 40 disposed between optical device 36 and light-sensing array 38. Light-sensing array 38 is described in US-A-5550677. Light-sensing array 36 includes a plurality of photosensor elements 42 arranged in a matrix of columns and rows (Fig. 4). In the illustrated embodiment, an array of 512 rows and 512 columns of light-sensing pixels, each made up of a photosensor element 42 is utilized. However, a greater or lesser number of photosensor elements may be utilized and may be arranged in matrix that is laid out in other than columns and rows. Each photosensor element 42 is connected to a common word-line 44. To access the photosensor array, a vertical shift register 46 generates word-line signals to each word-line 44 to enable each row of photosensor elements 42. Each column of photosensor elements is also connected to a bit-line 48 which is connected to an amplifier 50. As each word-line 44 is accessed, a horizontal shift register 52 uses a line 54 to output the bit-line signals on consecutive bit lines 48 to an output line 56. In this manner, each photosensor element 42 may be individually accessed by appropriate manipulation of shift registers 46 and 52. Output 56 is supplied to a digital signal processor 13 which is supplied on an output 62 as input to control circuit 13 (Figs. 3-5).

**[0012]** Digital signal processor 13 includes an analog-to-digital converter 58 which receives the output 56 of array 36 and converts the analog pixel values to digital values. A digital output 68 of A/D converter 58 is supplied to a taillight detection circuit 76, a headlight detection circuit 78, and to ambient sense logic circuit 84. A detection control circuit 72 supplies control and timing signals on a line 74 which is supplied to array 38, A/D converter 58 taillight detection circuit 76, headlight detection circuit 78, and ambient sense logic 84. Such signals coordinate the activities of these modules and provide any data, from look-up tables provided in control circuit 72, needed by each circuit to perform its function. For example, control circuit 72 may provide intensity threshold levels to taillight detection circuit 76 and headlight detection circuit 78.

**[0013]** Taillight detection circuit 76 detects a red light source having an intensity above a particular threshold as follows. For each pixel that is "red," a comparison is made with adjacent "green" pixels and "blue" pixels. If the intensity of a red pixel is more than a particular number of times the intensity of the adjacent green pixel and adjacent blue pixel, then it is determined that the light source is red. If the intensity of the "red" light source is greater than a particular threshold, an indication is provided at 80.

**[0014]** Headlight detection circuit 78 detects a white

light source having an intensity above a particular threshold as follows. A white light is a combination of red, green, and blue components. If adjacent "red," "green," and "blue" pixels all exceed a particular threshold, a ratio comparison is made of the pixels. If the ratio of the intensity of the adjacent "red," "green," and "blue" pixels is within a particular range, such as 20 percent by way of example, then a white light source is detected.

**[0015]** Vehicle headlight dimming control 12 additionally includes an ambient light-sensing circuit 84 which receives an input from digital output signal 68. Ambient detection circuit 84 samples a subset of photosensor elements and detects light levels sensed by the subset over a long period of time in order to produce significant time filtration. Preferably, the photosensor elements in the sensed subset include sensors that detect portions of the forward-looking scene that are just above the earth's horizon which is more indicative of the ambient light condition. Ambient detection circuit 84 produces an indication 88 of ambient light levels which is supplied as an input to a lighting control module 90. A high ambient light level may be used by a module 90 to inhibit headlight actuation or to switch headlights 18 to a daytime running light mode. Ambient detection circuit 84 can, optionally, perform other functions, such as switching the daytime running lights of the vehicle between daytime and nighttime modes, controlling the intensity of the vehicle's instrument panel and providing an input to an electro-optic rearview mirror system.

**[0016]** Indications 80 and 82 from the light detection units and indication 88 from ambient detection circuit 84 are supplied to a lighting control circuit 90 which produces a first indication 92 that headlights 18 are to be switched on, or switched from a daytime running condition to a night mode, and a high-beam enable indication 94 that the headlights may be switched to a high-beam state. Vehicle lighting control logic module 16 responds to indications 92 and 94 by switching headlights 18 to an appropriate mode. An output 96 from module 16 may be provided to supply lighting control circuit 90 with information with respect to vehicle telemetry, steering, speed, and any other parameter that may be incorporated into the algorithm to determine the state of the headlights of the vehicle. Digital signal processor 13 may be implemented using discrete digital circuit modules or with a suitably programmed micro-processor with input and output buffers.

**[0017]** In one embodiment, an imaging sensor module 14a includes a single photosensor array 38a, one spectral filter array 40a, and one optical device 36a (Fig. 5). In this illustrated embodiment, spectral filter array 40a includes alternating spectrum filter elements for exposing adjacent pixels to different regions of the electromagnetic spectrum in the red band or green band or blue band. This may be accomplished by arranging such filter elements in stripes or by alternating filter spectral regions in a manner known in the art. Digital signal processor 13a captures a frame of data by enabling photosensor

array 38a for a particular exposure period during which each photosensor element 42 accumulates photons. In order to detect oncoming headlights, digital signal processor 13a enables photosensor array 38a for a first exposure period. In order to detect leading taillights, digital signal processor 13a enables photosensor array 38a for a second exposure period. Because oncoming headlights have an intensity level that is substantially greater than that of leading taillights, the exposure period of the frame in which leading taillights is detected is at least approximately ten times the length of the exposure period during which oncoming headlights are detected. Most preferably, the exposure period for detecting leading taillights is approximately 40 times the exposure period for detecting oncoming headlights. In the illustrated embodiment, an exposure period of 0.004 seconds is utilized for detecting taillamps and 0.0001 seconds for detecting oncoming headlamps. The exposure period is the time during which each photosensor element 42 integrates photons before being read and reset by digital signal processor 13a. Establishing a different exposure period for detecting headlights versus taillights facilitates the use of existing and anticipated sensor technology by accommodating the dynamic range of such sensor technology. Exposure may also be adaptively established on a priority basis. In one such embodiment, exposure is set to a shorter headlight setting. If headlights are detected, the headlights 18 of vehicle 10 are dimmed and the exposure period is kept short. If no headlights are detected, the next frame is set to a longer exposure period. This has the advantage of shorter system cycle time as well as a reduction in sensitivity to sensor saturation and blooming. In another such embodiment, the exposure period is initially set to a long period. If an oncoming headlight is tentatively detected, the exposure period could then be switched to a short period to confirm the observation.

**[0018]** Vehicle headlight dimming control 12 carries out a control routine 100 (Figs. 7a-7d). At the beginning of each pass through the routine, which occurs for every frame captured by the imaging sensor, a frame is grabbed at 102 and all of the pixels in the frame are processed as follows. Counters used for detecting white headlight sources and red taillight sources are zeroed at 104. It is then determined at 106 whether the previously processed frame was for detecting headlights or taillights. This is determined by looking at a variable "process.tails" which will be set to "yes" if the previous frame was processed to detect headlights and will be set to "no" if the previous frame was processed to detect taillights. If it is determined at 106 that the variable "process.tails" is set to "yes," the control proceeds to 108 in order to process the next frame to detect taillights. If it is determined at 106 that the variable process.tails is set to "no," then control passes to 109 in order to process the next frame as a headlight detecting frame.

**[0019]** The taillight detecting frame process begins at 108 by setting the exposure period for the imaging sensor

module to grab the next frame according to a headlamp exposure level. In the illustrated embodiment, the exposure period for detecting headlights is set at 0.0001 seconds. Processing of the taillight frame proceeds at 110 by examining, for each "red" pixel, whether the intensity of light sensed by that pixel is greater than a threshold and whether the intensity of light sensed by that pixel is greater than a selected number of multiples of the intensity of light sensed by an adjacent "blue" pixel and a selected number of multiples of the intensity of light sensed by an adjacent "green" pixel. If so, then a "red" counter is incremented at 114. Preferably, the ratio of red pixel intensity to green or blue pixel intensity is selected as a power of 2 (2, 4, 8, 16 ...) in order to ease digital processing. However, other ratios may be used and different ratios can be used between red/green and red/blue pixels. In the illustrated embodiment, a ratio of 4 is selected based upon ratios established from CIE illuminant charts known to skilled artisans. Based upon these charts, a ratio greater than 4 would provide greater discrimination. Such greater discrimination may not be desirable because it could result in failure to identify a leading taillight and, thereby, a failure to dim the headlights of the controlled vehicle. After all pixels have been processed, the parameter "process.tails" is set to "no" at 116 and control proceeds to 118 (Fig. 7c).

**[0020]** In a similar fashion, processing of a headlight frame begins at 110 by setting the exposure period for the imaging sensor module to grab the next frame as a red taillight detecting frame. This is accomplished by setting the exposure period of the imaging sensor module to 0.004 seconds. It is then determined at 120 for each pixel whether an adjacent set of "red," "green," and "blue" pixels each exceeds a particular threshold and whether the pixel intensity levels all fall within a particular range, such as within 20 percent of each other. If all of the red, green, and blue pixels exceed a threshold and pass the ratio test, then it is determined that a white light source is being sensed and a "white" counter is incremented at 122. After all of the pixels in the frame have been processed, the process.tails flag is set to a "yes" state at 124. Control then passes to 118.

**[0021]** It is determined at 118 whether both the "white" and the "red" counters are below respective high-beam thresholds. If so, a high-beam frame counter is incremented and a low-beam frame counter is set to zero at 120. If it is determined at 118 that both the "white" and the "red" counters are not less than a threshold, it is then determined at 126 whether either the "red" counter or the "white" counter is greater than a respective low-beam threshold. If so, the high-beam frame counter is set to zero and the low-beam frame counter is incremented at 128. If it is determined at 126 that neither the "red" counter or the "white" counter is greater than the respective low-beam threshold, then both the high-beam frame counters and the low-beam frame counters are set to zero at 130.

**[0022]** Control then passes to 132 where it is determined if the low-beam frame counter is greater than a

particular threshold. If so, high-beam enable signal 94 is set to a "low-beam" state at 134. Additionally, the low-beam frame counter is set to the threshold level. If it is determined at 132 that the low-beam frame counter is not greater than its threshold, it is determined at 136 whether the high-beam frame counter is greater than its threshold. If so, high-beam enable signal 94 is set to "high-beam" state at 138 and the high-beam frame counter is reset to its threshold level.

**[0023]** Control routine 100 provides hysteresis by requiring that a headlight spectral signature or a taillight spectral signature be detected for a number of frames prior to switching the headlights to a low-beam state. Likewise, the absence of a detection of an oncoming headlight or a leading taillight must be made for multiple frames in order to switch from a low-beam to a high-beam state. This hysteresis guards against erroneous detection due to noise in a given frame and eliminates headlamp toggling when sources are at the fringe of detection range. In the illustrated embodiment, it is expected that a vehicle headlight control system 12 will respond to a change in the state of light sources in the forward field of view of the vehicle in less than 0.5 seconds. An additional level of hysteresis may be provided by forcing the headlamps to stay in a low-beam state for a given number of seconds after a transition from high beams to low beams. The reverse would not occur; namely, holding a high-beam state for a particular period to avoid annoyance to drivers of oncoming or leading vehicles.

**[0024]** In the illustrated embodiment, red light sources, which have the spectral signature and intensity of taillights, are detected by determining that a "red" pixel, namely a pixel which is exposed to light in the visible red band, is both greater than a given multiple of the "green" and "blue" adjacent pixels, as well as being greater than a threshold and that white light sources, which are the spectral signatures of headlights, are detected by determining that "red," "green," and "blue" pixels are both within a particular intensity range of each other as well as being greater than a threshold. This double-testing helps to reduce false detection of light sources. However, it would be possible to detect red light sources only by looking at the intensity of "red" pixels and to detect white light sources by determining that an adjacent set of "red," "blue," and "green" pixels are all above a particular threshold.

**[0025]** In the illustrated embodiment, spectral filtering is carried out in a manner which exposes each photosensing element in the photosensor array to a band of light falling within one of the primary ranges of the visible spectrum, namely red, green, or blue as illustrated in Fig. 8a. However, different bands in the frequency spectrum may be utilized including not only visible spectrum bands but invisible spectrum bands including infrared and ultraviolet bands as illustrated in Fig. 8b. The band selection could also be chosen from visible spectral regions that do not correspond with the primary spectrums. For example, the spectral filter may be selected in order to de-

tect at the pixel level red light sources and the compliment of red light sources as illustrated in Fig. 8c. These binary indications could be utilized to detect red taillights by determining that the "red" pixel is greater than a threshold and greater than a number of multiples of the intensity sensed by the "red compliment" pixel adjacent thereto. Likewise, a white light source indicative of oncoming headlights could be detected by determining that both the "red" pixel and the "red compliment" pixel adjacent thereto are both above a particular threshold and within a particular intensity range of each other. It may also be desirable to select bands that fall between primary spectrum regions or any other bands that may be desirable for a particular application.

**[0026]** Photosensing array 38 may be a charge couple device (CCD) array of the type commonly utilized in video camcorders and the like. Alternatively, photosensing array 38 could be a CMOS array of the type manufactured by VLSI Vision Ltd. (VVL) in Edinburgh, Scotland. Additionally, a hybrid of the CCD and CMOS technology may be employed. Other potentially useful photosensing technologies include CID, MOS, photo diodes, and the like.

**[0027]** In an alternative embodiment, an imaging sensor module 14b includes two or more pairs of photosensor arrays 38b (Fig. 6). Each photosensor array 38b has an associated spectral filter array 40b and optical device 36b. In this embodiment, each array 38b is operated by digital signal processor 58b to have an exposure period that is set for detecting either oncoming headlights or leading taillights. In this manner, each frame of the scene captured by each array is utilized to detect a particular light source. This is in contrast to light-sensing module 14a in Fig. 5 in which each light source is detected in alternating frames. Each spectral filter 40b is identical, whereby each array 38b is capable of detecting light sources having spectrum composition including red, green, and blue regions of the spectrum. However, the spectral filters may be custom configured to the particular application. This may result in a homogeneous composition or a more complex mosaic, especially where light sources are examined in three or more spectral regions.

**[0028]** In yet an additional single lens system embodiment, an imaging sensor module 14c includes three light-sensing arrays (not shown) and a spectral separation device overlying the light-sensing arrays which directs spectral bands to different arrays (Fig. 9). An example of such spectral separation device is a refracting optical splitter, such as dichroic mirrors or prisms. In this manner, each light-sensing array detects light in either the red or green or blue region of the spectrum. As such, imaging sensor module 14c produces three output signals on a line 64, each representing detected light in one of the red or green or blue spectral regions. The output signals on line 64 include frame-timing signals which are decoded by digital acquisition circuits 66 which produces a digital output signal 68' indicative of intensity levels of adjacent red, green, and blue pixels. Digital acquisition circuit 66 additionally produces a timing signal output 70

which is utilized by a detection control circuit 72 in order to supply synchronizing signals, at 74, to imaging sensor module 14c and digital acquisition circuit 66. A control and timing signal 86 is produced by digital acquisition circuit 66 and supplied to detection circuits 76 and 78 and ambient detection circuit 84 in order to enable the circuits to distinguish between subsequent frames captured by the light-sensing modules. As with previously described embodiments, digital output signal 68' is supplied to taillight detection circuit 76, headlight detection circuit 78, and ambient sense logic circuit 84.

**[0029]** The present invention is capable of identifying point sources of light in any particular location within the scene viewed forward of the vehicle. Additional discrimination between oncoming headlights and leading taillights may be accomplished by taking into account the relative location of the source of light within the scene. For example, as best seen by reference to Fig. 11a, particular relationships have been discovered to exist between light sources of interest and their spatial location forward of the vehicle. Oncoming headlights and leading taillights of interest can be characterized, at least in part, based upon their displacement from the central axis of the vehicle. On-axis light sources of interest can be at both close and far away separation distances. However, off-axis light sources may only be of interest if at a close separation distance from the vehicle. Assuming for illustration purposes that headlights and taillights are of the same size, headlights and taillights of interest occupy an increasing spatial area as they move off axis. Therefore, the resolution required to detect lights of interest may decrease off axis. Additionally, the fact that close-up off-axis light sources have significant spatial area would allow image-processing techniques to be employed to discriminate between close-up off-axis light sources of interest and distant off-axis light sources, which are not of interest. This may be accomplished through customized optics or other known variations in pixel resolution. Furthermore, headlights and taillights of interest are of greater intensity, because of their closeness, off axis. This allows an increase in intensity detection thresholds off axis without missing detection of such light sources. This increase in detection threshold and reduction in resolution off axis assists in avoiding false detection of light sources not of interest, such as a streetlights, building lights, and the like.

**[0030]** In order to take into account this spatial differentiation, the present invention comprehends detecting light sources at a lower threshold centrally of the scene and at a higher threshold at the periphery of the scene. This may be accomplished either optically, or electronically, or both. Optically, this may be accomplished by providing a non-uniform magnification to optical device 36. For example, an optical device may have optical magnification at a central portion thereof and an optical attenuation at a peripheral region thereof. Additionally, optical device 36 may have a relatively wide horizontal field of view and a relatively narrow vertical field of view. The

narrow vertical field of view would tend to reduce the detection of street lights and other overhead light sources. In a preferred embodiment, optical device 36 is a lens that is made from injection-molded plastic. Electronically, such spatial differentiation may be accomplished by establishing a higher threshold level for pixel intensity detection for pixels located at the periphery of the scene than for pixels located centrally of the scene. This would cause centrally positioned light sources to be detected at a lower intensity level than sources detected at the periphery of the scene. Such spatial differentiation could also be accomplished by a non-symmetrical mapping of light to the sensor array, as illustrated in Fig. 11b, or by masking portions 98a, 98b, and 98c, at the periphery of the scene, as illustrated in Fig. 11c, so that these portions are not sensed at all. Spatial differentiation could also be accomplished by providing non-uniform pixel size.

**[0031]** The present invention is exceptionally sensitive to sources of light having spectral signatures of oncoming headlights and leading taillights. By recognizing the spectral signature of the light sources, many non-relevant light sources may be ignored. By examining light sources pixel-by-pixel, relatively small light sources may be detected at great distances in order to dim the headlights well before they become a nuisance to the driver of the vehicle ahead of the control vehicle. This is accomplished, according to a preferred embodiment, by utilizing an imaging sensor made up of an array of photosensing elements in a compact design which responds to light sources in a scene forward of the vehicle. Furthermore, such sensor preferably utilizes digital processing techniques which are well adapted for use with custom digital electronic circuitry, avoiding the expense and speed constraints of general purpose programmable microprocessors.

**[0032]** The present invention takes advantage of the spectral signatures both of light sources which must be detected in a headlight dimming control as well as the spectral signatures of light sources which must be rejected in a headlight dimming control. For example, federal regulations establish specific spectral bands that must be utilized in vehicle taillights; namely red. Furthermore, federal legislation prohibits the use of red light sources in the vicinity of a highway. Lane markers, signs, and other sources of reflected light are all specified in a manner which may be readily identified by spectral signature. Oncoming headlights, according to known technology, have a visible spectral signature which is predominantly white light. As light source technology evolves, the present invention facilitates detection of other spectral signatures of light sources in the future.

**[0033]** The present invention is capable of utilizing spatial filtering to even further enhance the ability to identify light sources. By spatial filtering is meant consideration of not only whether a particular pixel, or pixel group, is detecting a light source having a particular spectral signature, but also what adjacent, or closely related, pixels or pixel groups, are detecting. For example, it can be concluded that very closely adjacent red and white light

sources are not of interest as oncoming headlights or taillights. An example where such pattern could be observed is a streetlight observed with a system having imperfect color correction, which can produce a white light surrounded by a red halo. By evaluation of adjacent pixel groups, a closely proximate red light source and white light source can be identified as a streetlight and not either a headlight or a taillight.

**[0034]** Pattern recognition may be used to further assist in the detection of headlights, taillights, and other objects of interest. Pattern recognition identifies objects of interest based upon their shape, reflectivity, luminance, and spectral characteristics. For example, the fact that headlights and taillights usually occur in pairs could be used to assist in qualifying or disqualifying objects as headlights and taillights. By looking for a triad pattern, including the center high-mounted stoplight required on the rear of vehicles, stoplight recognition can be enhanced. Furthermore, object recognition can be enhanced by comparing identified objects over successive frames. This temporal processing can yield information on object motion and can be used to assist in qualifying or disqualifying objects of interest.

**[0035]** Spatial filtering can also be useful in identifying atmospheric conditions by detecting effects on light sources caused by particular types of atmospheric conditions. One such atmospheric condition is fog. A bright light source 102 is surrounded by a transition region 104 between the intensity of the light source and the black background (Fig. 12a). Fog, or fine rain, tends to produce a dispersion effect around light sources which causes a series of transition regions 104a, 104b ... 104n which extend further from the light source (Fig. 12b). By placing appropriate limits on the size of the transition region, fog or light rain, or a mixture of both, or other related atmospheric conditions, can be detected. In response to such atmospheric conditions, vehicle headlight dimming control 12 may activate fog lights, inhibit switching to high beams, or perform other control functions. Furthermore, fog, or fine rain, can be detected, or confirmed, by analyzing the effects of headlights 18 in the forward scene as reflected off of moisture particles.

**[0036]** Spatial filtering can also be used to detect rain on windshield 32. This may be accomplished by performing statistical analyses between a pixel, or pixel group, and adjacent pixels or pixel groups. A view forward of a vehicle through a dry windshield would be sensed by an imaging sensor module as continuously varying differences between adjacent pixels, or pixel groups, assumed to be under constant illumination from light sources. When, however, a droplet of water or a snowflake is on windshield 32, an effect is created which causes a lack of continuous variation of differences between adjacent pixels, or pixel groups. This has the tendency to reduce the first derivative of the pixel, a condition which can be determined by processing.

**[0037]** Processing can be used to determine the first derivative of an image captured by image-sensing mod-

ule 14 by determining a measure of the entropy, or disarray, of a pixel, or pixel group, with respect to its neighbors. For example, an approximation of the first derivative for a pixel is:

$$\frac{d(P_i)}{dxy} = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (P_i - P_j)^2}}{N}$$

where N=8 and

where P<sub>i</sub> is a given pixel and P<sub>j</sub> is one of 8 neighboring pixels.

**[0038]** It should be apparent to those skilled in the art that the invention is capable of performing control functions other than controlling the dimming of the vehicle's headlights. For example, spectral signature identifications may be utilized to detect the state of a traffic light to either warn the driver that a light has changed from green to yellow to red or to automatically decelerate and stop the vehicle. Also, by sensing that the intensity of a leading taillight has abruptly increased, a condition where the leading vehicle is braking may be identified and suitable action taken.

**[0039]** The invention may be utilized to identify particular traffic signs by their spectral signature as well as their geometric organization. For example, red octagons may be identified as stop signs, yellow triangles as caution signs, and the like. These capabilities are a result of the present invention providing a significant reduction in the amount of data to be processed because the image forward of the vehicle is captured in a manner which preselects data. Preselection of data is accomplished by configuring the sensor array, including the optics thereof, to consider the spatial, as well as the spectral, characteristics of light sources.

**[0040]** The present invention may be used to determine the environment in which the vehicle is operated. For example, a high level of "non-qualified" light sources; namely, light sources that are not headlights or taillights, as well as "qualified" light sources can be used to determine a measurement of the activity level around the vehicle; namely, that the vehicle is in an urban environment which may be a useful input for particular control algorithms. This may be accomplished as follows. An activity counter is established which represents a total number of pixels, or pixel groups, whose red, green, or blue components exceed a threshold. The threshold is set to a relatively low value, namely just above the noise floor. This counter, which registers any real detected source, is reset and retabulated every frame, preferably during the exposure period for detecting taillights. If the activity counter exceeds a particular value, then a high activity environment is detected. One use of this information

would be to inhibit the control from switching the vehicle's headlights from a low-beam state to a high-beam state unless a low activity condition exists for awhile. The activity counter may be used by the control in combination with a low-beam duration counter which records the number of frames that the system has been in a low-beam state. It is reset upon system power-up and at every transition from the high-to-low beam states. The control may be inhibited from switching the vehicle's headlights to the high-beam state unless either the low-beam duration counter exceeds a value or the activity counter indicates a sustained low activity condition.

**[0041]** The present invention can be used to detect lane markers in order to either assist in steering the vehicle or provide a warning to the driver that a lane change is occurring. The capability of the invention to detect rain on the vehicle's windshield could be used to control the vehicle's wipers both between OFF and ON conditions and to establish a frequency of intermittent operation.

## Claims

1. A vehicle headlamp control, comprising:

an imaging sensor (14) that senses light in spatially different regions of a field of view forward of a vehicle; and

a control circuit (13, 16) that is responsive to said imaging sensor to determine if individual regions of the field of view include light levels having a particular intensity level in order to identify light sources of interest, including sensing oncoming vehicle headlights using a particular sensitivity and sensing leading vehicle taillights using a sensitivity higher than said particular sensitivity, and to provide a headlamp control output to said vehicle that is a function of the identification of light sources of interest,

characterised by:

an exposure control (13a) which determines an accumulation period of time said imaging sensor (14) senses light in order to determine a value of sensitivity, and wherein said exposure control defines at least two accumulation periods, one of said accumulation periods being a relatively short accumulation period for detecting oncoming vehicle headlights and another of said accumulation periods being a relatively long accumulation period for detecting leading vehicle taillights.

2. The vehicle headlamp control claimed in claim 1 wherein said imaging sensor (14) includes a photosensor array (38) and a spectral separation device (40) for dividing said photosensors into sensors

which are each responsive to a particular spectral region.

3. The vehicle headlight control claimed in claim 1 wherein said image sensor (14) includes an optical device which produces a higher resolution along an axis of vehicle travel than a resolution off said axis.
4. The vehicle headlamp control claimed in claim 1 wherein said image sensor includes an optical device (36) which has a magnification that is greater centrally of its field of view than at the periphery of its field of view.
5. The vehicle headlight control claimed in claim 1, wherein the imaging sensor (14) comprises a solid-state light sensor array (38) made up of a plurality of sensors (42) arranged in a matrix on at least one semiconductor substrate and a spectral separation device (40) to apply particular spectral regions to particular ones of said sensors, whereby each of said sensors responds to light in a particular spectral region, and an optical device (36) for directing light onto said sensor array in a manner which preserves spatial separation of light sources forward of the vehicle, the control circuit (13, 16) being responsive to said plurality of sensors in order to determine if spatially adjacent ones of said sensors are sensing light of a particular spectral signature above a particular intensity level in order to identify light sources that are either oncoming headlights or leading taillights to thereby control the vehicle headlights, wherein first particular ones of said sensors respond to light in a first spectral region and second particular ones of said sensors respond to light in a second spectral region different from said first spectral region and wherein said control circuit identifies light sources by comparing light levels sensed by said first sensors with light levels sensed by said second sensors.
6. The vehicle headlamp control claimed in claim 1 wherein the same portion of said array (38) senses oncoming headlights and leading taillights and said first and second light accumulation periods are sequentially varied.
7. The vehicle headlamp control claimed in claim 1 wherein different portions of said array (38) sense oncoming headlights and leading taillights and each of said portions has one of said light accumulation periods.
8. The vehicle headlamp control claimed in claim 5 including an ambient light detector (84) which enables said control circuit during low ambient light conditions.
9. The vehicle headlamp control claimed in claim 8

wherein said ambient light detector (84) includes a portion of said sensors (42) that are time-filtered in order to sense long duration changes in sensed light levels.

10. The vehicle headlight control claimed in claim 5 wherein said control circuit (13) determines if a particular light source has a particular spectral signature by comparing levels of light sensed by sensors (42) which respond to light in a particular spectral region with a threshold.
11. The vehicle headlight control claimed in claim 10 wherein said threshold is a function of the spatial location of the particular sensor (42) in the array.
12. The vehicle headlight control claimed in claim 11 wherein said threshold is higher for sensors (42) sensing light off a central forward axis of the vehicle than for sensors sensing light along said axis.
13. The vehicle headlight control claimed in claim 10 wherein said control circuit (13) determines if a particular light source has a particular spectral signature by comparing levels of light sensed by sensors (42) which respond to light in a particular spectral region with levels of light sensed by sensors which respond to light in a different spectral region.
14. The vehicle headlight control claimed in claim 5 wherein said solid-state light sensor array (38) and said optical device (36) are positioned in a housing (28) behind the vehicle's windshield (32).
15. The vehicle headlight control claimed in claim 14 wherein said housing (28) is an interior mirror housing.
16. A method of detecting light sources of interest forward of a vehicle in order to control the headlights of that vehicle, including:

providing an imaging sensor (14) that senses light in spatially different regions of a field of view forward of a vehicle; and  
in response to said imaging sensor, determining if individual regions of the field of view include light levels having a particular intensity level in order to identify light sources of interest, including sensing oncoming vehicle headlights using a particular sensitivity and sensing leading vehicle taillights using a sensitivity higher than said particular sensitivity, and providing a headlamp control output to said vehicle that is a function of the identification of light sources of interest,

**characterised in that:**



an exposure control (13a) determines an accumulation period of time said imaging sensor (14) senses light in order to determine a value of sensitivity, and wherein said exposure control defines at least two accumulation periods, one of said accumulation periods being a relatively short accumulation period for detecting oncoming vehicle headlights and another of said accumulation periods being a relatively long accumulation period for detecting leading vehicle tail-lights.

17. The method claimed in claim 16, wherein said imaging sensor comprises a solid-state photosensor array (38) made up of a plurality of sensors (42) arranged in a matrix, the method including mapping particular spatially arranged portions of a field of view forward of the vehicle onto said array in a manner which generally preserves the spatial arrangement of the field of view.
18. The method claimed in claim 17, wherein said mapping is a non-linear mapping, and wherein said method comprises restricting light received by each sensor (42) to a particular spectral region so that each sensor responds to light having a particular spectral range, and evaluating light levels sensed by each sensor in order to establish a spectral signature of light sources in said field of view in order to identify said light sources of interest in said field of view.
19. The method claimed in claim 18 wherein said non-linear mapping of the field of view forward of the vehicle onto said array (38) causes light sources positioned centrally in said field of view to be detected at a lower intensity than light sources positioned at the periphery of the field of view.
20. The method claimed in claim 18 wherein said mapping includes masking portions of the field of view forward of the vehicle.
21. The method claimed in claim 18 wherein said evaluating light levels includes comparing light levels with thresholds, said thresholds being different for particular ones of said sensors.
22. The method claimed in claim 21 wherein said thresholds are greater off a central forward axis of the vehicle than on said axis.
23. The method claimed in claim 17 wherein said light levels are evaluated at least in part as a function of a spatial distribution of each light source in said field of view using a different sensing resolution along an axis of vehicle travel than off said axis.

## Patentansprüche

1. Fahrzeugscheinwerfersteuerung, die Folgendes umfasst: einen Bilderzeugungssensor (14), der Licht in räumlich unterschiedlichen Bereichen eines Sichtfeldes vor dem Fahrzeug erfasst; und einen Steuerkreis (13, 16), der auf den Bilderzeugungssensor reagiert, um zu ermitteln, ob individuelle Bereiche des Sichtfeldes Lichtpegel umfassen, die einen bestimmten Intensitätspegel aufweisen, um Lichtquellen von Interesse zu identifizieren, einschließlich der Erfassung entgegenkommender Fahrzeugscheinwerfer unter Verwendung einer bestimmten Empfindlichkeit und der Erfassung von vorausfahrenden Fahrzeugrücklichtern unter Verwendung einer Empfindlichkeit, die größer als die bestimmte Empfindlichkeit ist, und um eine Scheinwerfersteuerungsausgabe für das Fahrzeug bereitzustellen, die eine Funktion der Identifikation von Lichtquellen von Interesse ist,  
**gekennzeichnet durch:**
- eine Belichtungssteuerung (13a), die eine Akkumulationszeitspanne ermittelt, während der der Bilderzeugungssensor (14) Licht erfasst, um einen Empfindlichkeitswert zu ermitteln, und wobei die Belichtungssteuerung mindestens zwei Akkumulationszeitspannen definiert, wobei eine der Akkumulationszeitspannen eine relativ kurze Akkumulationszeitspanne zur Erfassung entgegenkommender Fahrzeugscheinwerfer ist und eine andere der Akkumulationszeitspannen eine relativ lange Akkumulationszeitspanne zur Erfassung vorausfahrender Fahrzeugrücklichter ist.
2. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 1, wobei der Bilderzeugungssensor (14) Folgendes umfasst: eine Lichtsensoranordnung (38) und eine Spektraltrennungsvorrichtung (40) zur Unterteilung der Lichtsensoren in Sensoren, die jeweils auf einen bestimmten Spektralbereich ansprechen.
3. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 1, wobei der Bildsensor (14) eine optische Vorrichtung umfasst, die entlang einer Fahrzeugfahrrachse eine höhere Auflösung erzeugt als abseits der Achse.
4. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 1, wobei der Bildsensor eine optische Vorrichtung (36) umfasst, die eine Vergrößerung aufweist, die in der Mitte ihres Sichtfeldes größer ist als am Rand ihres Sichtfeldes.
5. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 1, wobei der Bilderzeugungssensor (14) Folgendes umfasst: eine Festkörperlichtsensoranordnung (38), die aus einer Vielzahl von Sensoren (42) besteht,

- die in einer Matrix auf mindestens einem Halbleiter-  
substrat angeordnet sind, und eine Spektralren-  
nungsvorrichtung (40), die bestimmte Spektralberei-  
che bestimmten Sensoren zuweist, wodurch jeder  
der Sensoren auf Licht in einem bestimmten Spek-  
tralbereich anspricht, und eine optische Vorrichtung  
(36), die Licht in einer Weise auf die Sensoranord-  
nung richtet, die eine räumliche Trennung der Licht-  
quellen vor dem Fahrzeug beibehält, wobei der Steuer-  
erkreis (13, 16) auf die Vielzahl von Sensoren an-  
spricht, um zu ermitteln, ob räumlich benachbarte  
Sensoren Licht einer bestimmten Spektralsignatur  
oberhalb eines bestimmten Intensitätspegels erfassen,  
um Lichtquellen zu identifizieren, die entweder  
entgegenkommende Scheinwerfer oder vorausfah-  
rende Rücklichter sind, um **dadurch** die Fahrzeugscheinwerfer zu steuern, wobei erste bestimmte  
Sensoren auf Licht in einem ersten Spektralbereich  
ansprechen und zweite bestimmte Sensoren auf  
Licht in einem zweiten Spektralbereich ansprechen,  
der sich von dem ersten Spektralbereich unterscheidet,  
und wobei der Steuerkreis Lichtquellen identifiziert,  
indem er Lichtpegel, die von den ersten Sensoren  
erfasst wurden, mit Lichtpegeln, die von den  
zweiten Sensoren erfasst wurden, vergleicht.
6. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 1,  
wobei derselbe Abschnitt der Anordnung (38) entgegenkommende Scheinwerfer und vorausfahrende Rücklichter erfasst und die erste und zweite Lichtakkumulationszeitspanne sequenziell variiert werden.
7. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 1,  
wobei verschiedene Abschnitte der Anordnung (38) entgegenkommende Scheinwerfer und vorausfahrende Rücklichter erfassen und jeder Abschnitt eine der Lichtakkumulationszeitspannen aufweist.
8. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 5,  
die einen Umgebungslichtdetektor (84) umfasst, der den Betrieb des Steuerkreises während Bedingungen mit geringem Umgebungslicht ermöglicht.
9. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 8,  
wobei der Umgebungslichtdetektor (84) einen Teil der Sensoren (42) umfasst, die zeitgefiltert sind, um Änderungen von langer Dauer bei erfassten Lichtpegeln zu erfassen.
10. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 5,  
wobei der Steuerkreis (13) ermittelt, ob eine bestimmte Lichtquelle eine bestimmte Spektralsignatur aufweist, indem Lichtpegel, die von Sensoren (42), die auf Licht in einem bestimmten Spektralbereich ansprechen, erfasst werden, mit einem Schwellenwert verglichen werden.
11. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 10,  
wobei der Schwellenwert eine Funktion der räumlichen Position des bestimmten Sensors (42) in der Anordnung ist.
12. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 11,  
wobei der Schwellenwert für Sensoren (42), die Licht abseits einer mittleren vorwärts gerichteten Fahrzeugachse erfassen, höher ist als für Sensoren, die Licht entlang der Achse erfassen.
13. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 10,  
wobei der Steuerkreis (13) ermittelt, ob eine bestimmte Lichtquelle eine bestimmte Spektralsignatur aufweist, indem Lichtpegel, die von Sensoren (42), die auf Licht in einem bestimmten Spektralbereich ansprechen, erfasst werden, mit Lichtpegeln verglichen werden, die von Sensoren erfasst werden, die auf Licht in einem anderen Spektralbereich ansprechen.
14. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 5,  
wobei die Festkörperlichtsensoranordnung (38) und die optische Vorrichtung (36) in einem Gehäuse (28) hinter der Windschutzscheibe (32) des Fahrzeugs angeordnet sind.
15. Fahrzeugscheinwerfersteuerung nach Anspruch 14,  
wobei das Gehäuse (28) ein Innenspiegelgehäuse ist.
16. Verfahren zur Erfassung von Lichtquellen von Interesse vor einem Fahrzeug, um die Scheinwerfer dieses Fahrzeugs zu steuern, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:
- Bereitstellen eines Bilderzeugungssensors (14), der Licht in räumlich unterschiedlichen Bereichen eines Sichtfeldes vor einem Fahrzeug erfasst; und  
Ermitteln als Reaktion auf den Bilderzeugungssensor, ob individuelle Bereiche des Sichtfeldes Lichtpegel umfassen, die einen bestimmten Intensitätspegel aufweisen, um Lichtquellen von Interesse zu identifizieren, einschließlich der Erfassung entgegenkommender Fahrzeugscheinwerfer unter Verwendung einer bestimmten Empfindlichkeit und der Erfassung von vorausfahrenden Fahrzeugrücklichtern unter Verwendung einer Empfindlichkeit, die größer als die bestimmte Empfindlichkeit ist, und Bereitstellen einer Scheinwerfersteuerungsausgabe für das Fahrzeug, die eine Funktion der Identifikation von Lichtquellen von Interesse ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass:**
- eine Belichtungssteuerung (13a) eine Akkumu-

lationszeitspanne ermittelt, während der der Bilderzeugungssensor (14) Licht erfasst, um einen Empfindlichkeitswert zu ermitteln, und wobei die Belichtungssteuerung mindestens zwei Akkumulationszeitspannen definiert, wobei eine der Akkumulationszeitspannen eine relativ kurze Akkumulationszeitspanne zur Erfassung entgegenkommender Fahrzeugscheinwerfer ist und eine andere der Akkumulationszeitspannen eine relativ lange Akkumulationszeitspanne zur Erfassung vorausfahrender Fahrzeugrücklichter ist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei der Bilderzeugungssensor Folgendes umfasst:

eine Festkörperlichtsensoranordnung (38), die aus einer Vielzahl von Sensoren (42) besteht, die in einer Matrix angeordnet sind, wobei das Verfahren die Abbildung bestimmter räumlich angeordneter Abschnitte eines Sichtfeldes vor dem Fahrzeug auf die Anordnung in einer Weise umfasst, die die räumliche Anordnung des Sichtfeldes im Allgemeinen beibehält.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die Abbildung eine nicht lineare Abbildung ist und das Verfahren Folgendes umfasst: Beschränken von Licht, das von jedem Sensor (42) empfangen wird, auf einen bestimmten Spektralbereich, so dass jeder Sensor auf Licht anspricht, das einen bestimmten Spektralbereich aufweist, sowie Bewerten der Lichtpegel, die von jedem Sensor erfasst werden, um eine Spektralsignatur von Lichtquellen in dem Sichtfeld zu erstellen, um die Lichtquellen von Interesse in dem Sichtfeld zu identifizieren.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die nicht lineare Abbildung des Sichtfeldes vor dem Fahrzeug auf die Anordnung (38) zur Folge hat, dass Lichtquellen, die mittig in dem Sichtfeld angeordnet sind, mit einer geringeren Intensität erfasst werden als Lichtquellen, die am Rand des Sichtfeldes angeordnet sind.

20. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Abbildung das Maskieren von Abschnitten des Sichtfeldes vor dem Fahrzeug umfasst.

21. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Bewertung von Lichtpegeln den Vergleich von Lichtpegeln mit Schwellenwerten umfasst, wobei die Schwellenwerte für bestimmte Sensoren unterschiedlich sind.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei die Schwellenwerte abseits einer mittleren vorwärts gerichteten Fahrzeugachse größer sind als auf der Achse.

23. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die Lichtpegel

mindestens teilweise als Funktion einer räumlichen Verteilung jeder Lichtquelle in dem Sichtfeld entlang einer Fahrzeugfahrachse unter Verwendung einer anderen Erfassungsauflösung bewertet werden als abseits der Achse.

## Revendications

1. Commande pour phares de véhicule, comprenant :

un capteur imageur (14) qui détecte la lumière dans différentes zones dans le plan spatial d'un champ de vision à l'avant d'un véhicule ; et un circuit de commande (13, 16) qui est sensible audit capteur imageur pour déterminer si des zones individuelles du champ de vision comportent des niveaux de lumière ayant un niveau d'intensité spécifique afin d'identifier des sources lumineuses présentant un intérêt, notamment la détection des phares d'un véhicule venant en sens inverse sur la base d'une sensibilité spécifique, et la détection des feux arrière d'un véhicule en tête sur la base d'une sensibilité qui est supérieure à ladite sensibilité spécifique, et pour fournir audit véhicule une sortie de commande des phares laquelle est fonction de l'identification des sources lumineuses présentant un intérêt,

## caractérisée par :

une commande d'exposition (13a) qui détermine un intervalle de temps d'accumulation au cours duquel ledit capteur imageur (14) détecte de la lumière afin de déterminer une valeur de sensibilité, et dans laquelle ladite commande d'exposition définit au moins deux intervalles d'accumulation, l'un desdits intervalles d'accumulation étant un intervalle d'accumulation relativement court pour détecter les phares d'un véhicule venant en sens inverse, et l'autre desdits intervalles d'accumulation étant un intervalle d'accumulation relativement long pour détecter les feux arrière d'un véhicule en tête.

2. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 1, dans laquelle ledit capteur imageur (14) comporte un réseau d'éléments photosenseurs (38) et un dispositif de séparation spectrale (40) servant à diviser lesdits éléments photosenseurs en capteurs qui sont individuellement sensibles à un domaine spectral spécifique.

3. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 1, dans laquelle ledit capteur imageur (14) comporte un dispositif optique qui produit une résolution plus élevée le long d'un axe de déplacement

du véhicule qu'une résolution hors dudit axe.

4. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 1, dans laquelle ledit capteur imageur comporte un dispositif optique (36) offrant un grossissement qui est plus élevé au centre de son champ de vision qu'à la périphérie de son champ de vision.
5. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 1, dans laquelle le capteur imageur (14) comporte un réseau de capteurs de lumière (38) à semi-conducteurs lequel est constitué d'une pluralité de capteurs (42) agencés dans une matrice sur au moins un substrat à semi-conducteurs ainsi qu'un dispositif de séparation spectrale (40) pour attribuer des domaines spectraux spécifiques à des capteurs spécifiques desdits capteurs, cas dans lequel chacun desdits capteurs réagit à la lumière dans un domaine spectral spécifique, et un dispositif optique (36) servant à diriger la lumière sur ledit réseau de capteurs suivant une manière qui préserve la séparation spatiale des sources lumineuses à l'avant du véhicule, le circuit de commande (13, 16) étant sensible à ladite pluralité de capteurs afin de déterminer si des capteurs adjacents dans le plan spatial, desdits capteurs, détectent la lumière avec une signature spectrale spécifique au-dessus d'un niveau d'intensité spécifique dans le but d'identifier les sources lumineuses qui sont soit des phares de véhicule venant en sens inverse soit des feux arrière du véhicule en tête afin de commander en conséquence les phares du véhicule, cas dans lequel les premiers capteurs spécifiques desdits capteurs réagissent à la lumière dans un premier domaine spectral tandis que les deuxièmes capteurs spécifiques desdits capteurs réagissent à la lumière dans un deuxième domaine spectral lequel est différent dudit premier domaine spectral, et dans lequel ledit circuit de commande identifie les sources lumineuses grâce à une comparaison faite entre des niveaux de lumière détectés par lesdits premiers capteurs et les niveaux de lumière détectés par lesdits deuxièmes capteurs.
6. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 1, dans laquelle la même partie dudit réseau (38) détecte les phares de véhicule venant en sens inverse et les feux arrière du véhicule en tête, alors que le premier et le deuxième intervalles d'accumulation de lumière sont variés de façon séquentielle.
7. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 1, dans laquelle différentes parties dudit réseau (38) détectent les phares de véhicule venant en sens inverse et les feux arrière du véhicule en tête, alors que chacune desdites parties est dotée de l'un desdits intervalles d'accumulation de lumière.
8. Commande pour phares de véhicule, selon la reven-

dication 5, comportant un détecteur de lumière ambiante (84) qui active ledit circuit de commande pendant des conditions de faible lumière ambiante.

9. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 8, dans laquelle ledit détecteur de lumière ambiante (84) englobe une partie desdits capteurs (42) qui font l'objet d'un filtrage temporel afin de détecter des changements de longue durée dans les niveaux de lumière ayant été détectés.
10. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 5, dans laquelle ledit circuit de commande (13) détermine si une source lumineuse spécifique a une signature spectrale spécifique suite à une comparaison faite entre des niveaux de lumière détectés par les capteurs (42) lesquels réagissent à la lumière dans un domaine spectral spécifique et un seuil.
11. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 10, dans laquelle ledit seuil est fonction de l'emplacement spatial du capteur spécifique (42) situé dans le réseau.
12. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 11, dans laquelle ledit seuil est plus élevé pour les capteurs (42) détectant la lumière hors d'un axe central en marche Avant du véhicule que pour les capteurs détectant la lumière le long dudit axe.
13. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 10, dans laquelle ledit circuit de commande (13) détermine si une source lumineuse spécifique a une signature spectrale spécifique suite à une comparaison faite entre des niveaux de lumière détectés par les capteurs (42) lesquels réagissent à la lumière dans un domaine spectral spécifique et des niveaux de lumière détectés par les capteurs lesquels réagissent à la lumière dans un domaine spectral différent.
14. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 5, dans laquelle ledit réseau de capteurs de lumière (38) à semi-conducteurs et ledit dispositif optique (36) sont positionnés dans un boîtier (28) derrière le pare-brise (32) du véhicule.
15. Commande pour phares de véhicule, selon la revendication 14, dans laquelle ledit boîtier (28) est un boîtier de rétroviseur interne.
16. Procédé servant à détecter des sources lumineuses présentant un intérêt devant un véhicule afin de commander les phares de ce véhicule, comprenant :
  - la mise à disposition d'un capteur imageur (14) qui détecte la lumière dans différentes zones

dans le plan spatial d'un champ de vision à l'avant d'un véhicule ; et en réaction audit capteur imageur, l'action consistant à déterminer si des zones individuelles du champ de vision comportent des niveaux de lumière ayant un niveau d'intensité spécifique afin d'identifier des sources lumineuses présentant un intérêt, notamment la détection des phares d'un véhicule venant en sens inverse sur la base d'une sensibilité spécifique, et la détection des feux arrière d'un véhicule en tête sur la base d'une sensibilité qui est supérieure à ladite sensibilité spécifique, et à fournir audit véhicule une sortie de commande des phares laquelle est fonction de l'identification des sources lumineuses présentant un intérêt,

**caractérisée en ce que :**

une commande d'exposition (13a) détermine un intervalle de temps d'accumulation au cours duquel ledit capteur imageur (14) détecte de la lumière afin de déterminer une valeur de sensibilité, et dans laquelle ladite commande d'exposition définit au moins deux intervalles d'accumulation, l'un desdits intervalles d'accumulation étant un intervalle d'accumulation relativement court pour détecter les phares d'un véhicule venant en sens inverse, et l'autre desdits intervalles d'accumulation étant un intervalle d'accumulation relativement long pour détecter les feux arrière d'un véhicule en tête.

17. Procédé, selon la revendication 16, dans lequel ledit capteur imageur comporte un réseau d'éléments photosenseurs (38) à semi-conducteurs lequel est constitué d'une pluralité de capteurs (42) agencés dans une matrice, le procédé englobant le mappage de parties spécifiques agencées dans le plan spatial d'un champ de vision à l'avant du véhicule sur ledit réseau suivant une manière qui préserve de façon générale l'agencement spatial du champ de vision.

18. Procédé, selon la revendication 17, dans lequel ledit mappage est un mappage non-linéaire, et dans lequel ledit procédé inclut la limitation de la lumière reçue par chaque capteur (42) sur un domaine spectral spécifique, de sorte que chaque capteur réagisse à la lumière ayant une plage spectrale spécifique, ainsi que l'évaluation des niveaux de lumière détectés par chaque capteur dans le but d'établir une signature spectrale des sources lumineuses dans ledit champ de vision afin d'identifier lesdites sources lumineuses présentant un intérêt dans ledit champ de vision.

19. Procédé, selon la revendication 18, dans lequel ledit mappage non-linéaire du champ de vision à l'avant

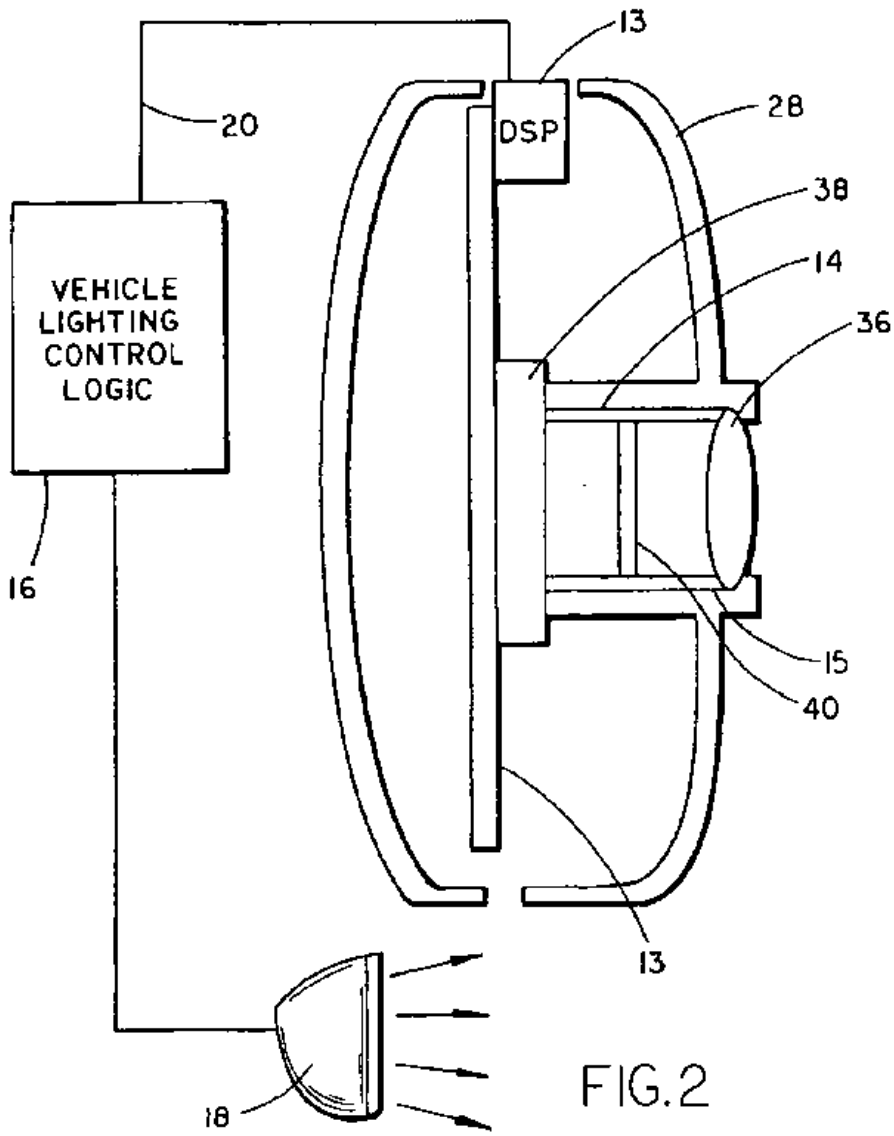
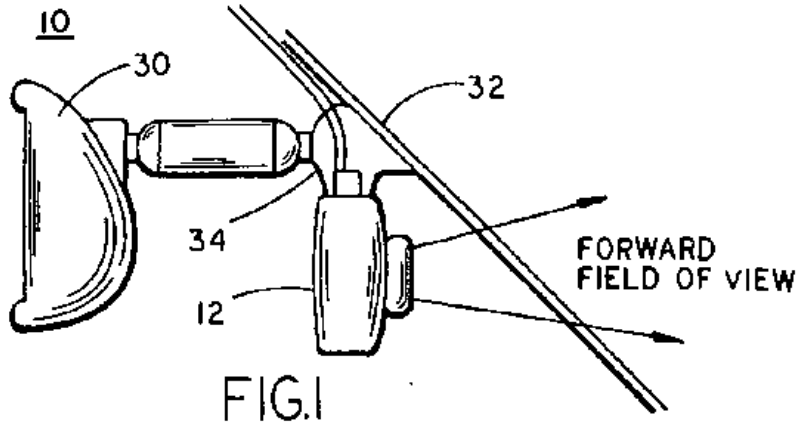
du véhicule sur ledit réseau (38) aboutit au fait que les sources lumineuses se trouvant au centre dans ledit champ de vision soient détectées à une intensité plus faible que les sources lumineuses se trouvant à la périphérie du champ de vision.

20. Procédé, selon la revendication 18, dans lequel ledit mappage englobe le masquage de certaines parties du champ de vision à l'avant du véhicule.

21. Procédé, selon la revendication 18, dans lequel ladite évaluation des niveaux de lumière englobe la comparaison entre des niveaux de lumière et des seuils, lesdits seuils étant différents pour un capteur spécifique desdits capteurs.

22. Procédé, selon la revendication 21, dans lequel lesdits seuils sont plus élevés hors d'un axe central en marche Avant du véhicule que sur ledit axe.

23. Procédé, selon la revendication 17, dans lequel lesdits niveaux de lumière sont évalués, du moins en partie, en tant que fonction d'une distribution spatiale de chaque source lumineuse située dans ledit champ de vision grâce à l'utilisation d'une résolution de détection différente le long d'un axe de déplacement du véhicule plutôt que hors dudit axe.



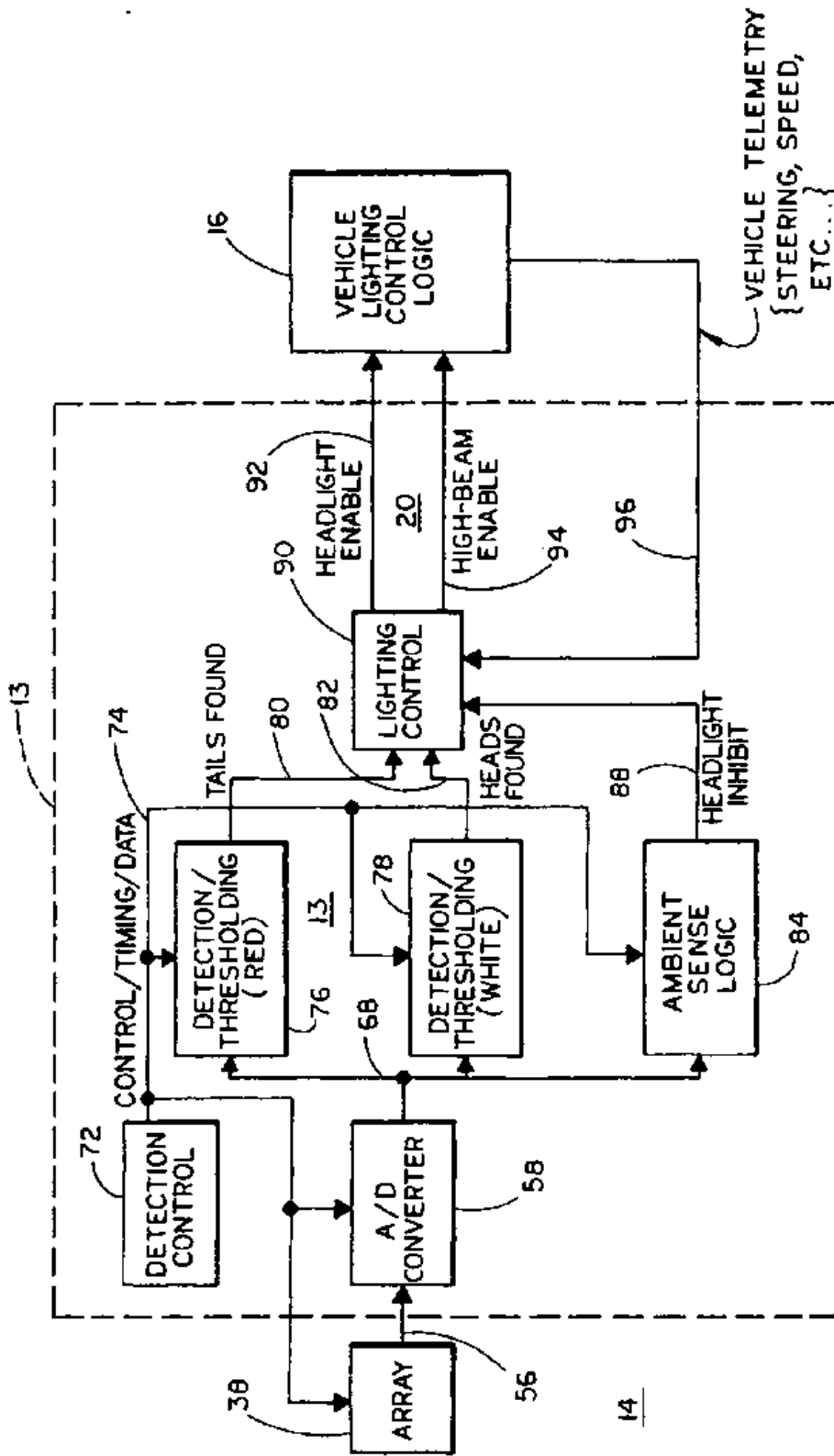
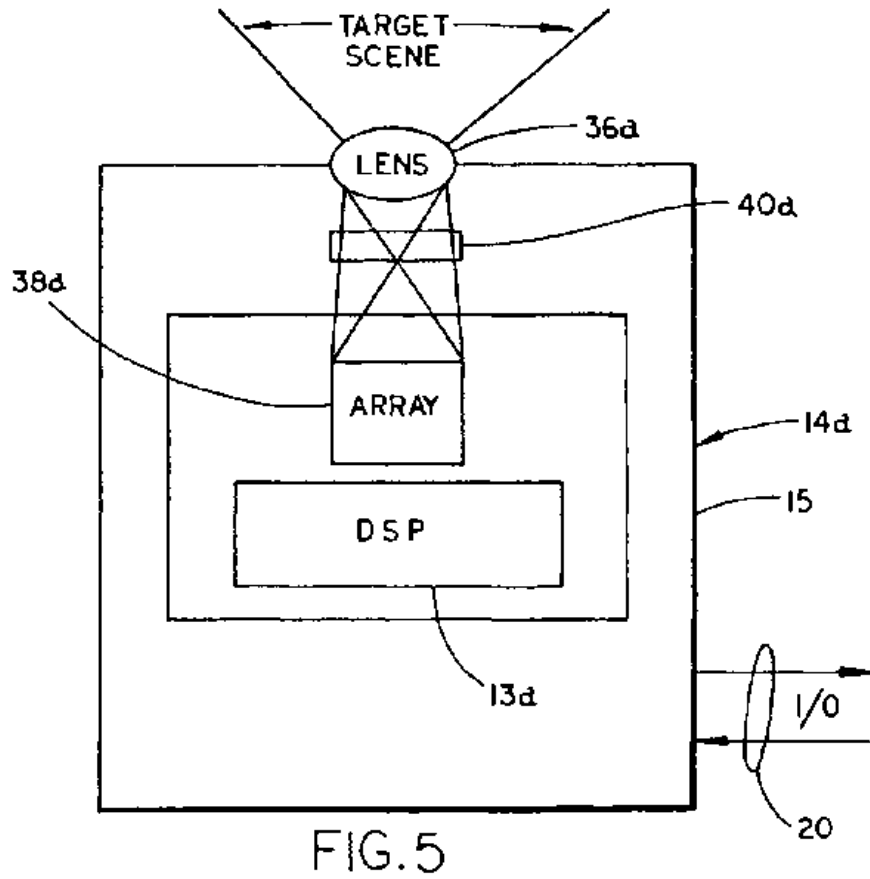
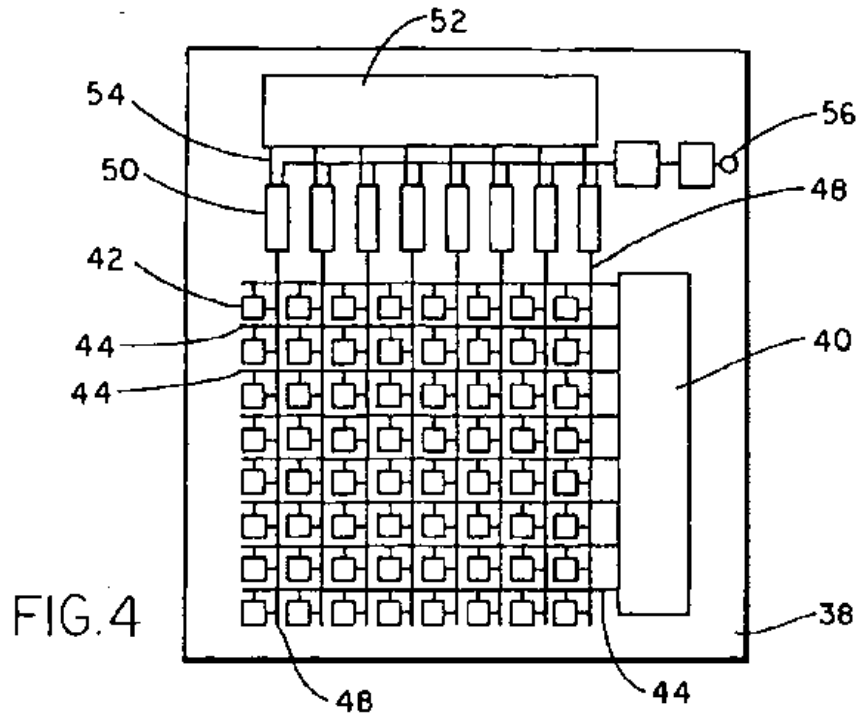
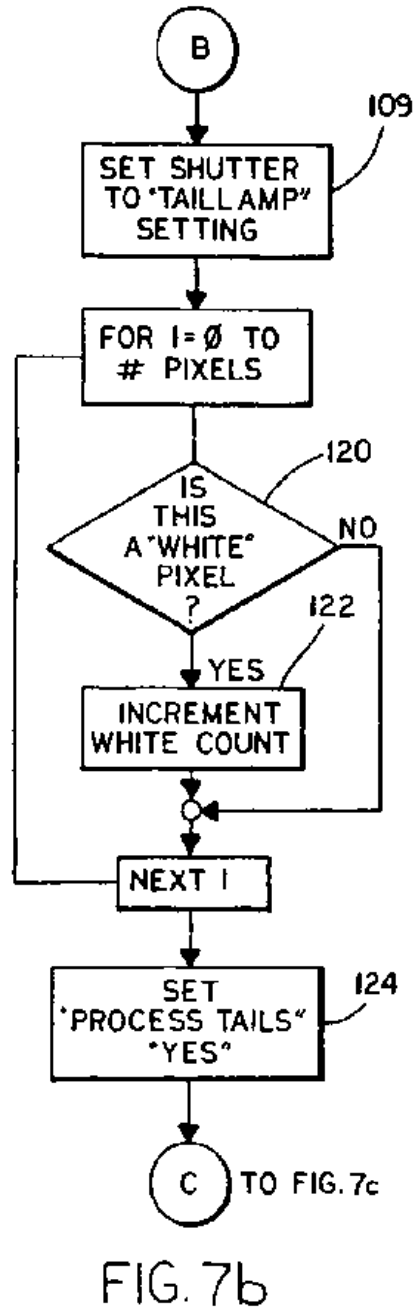
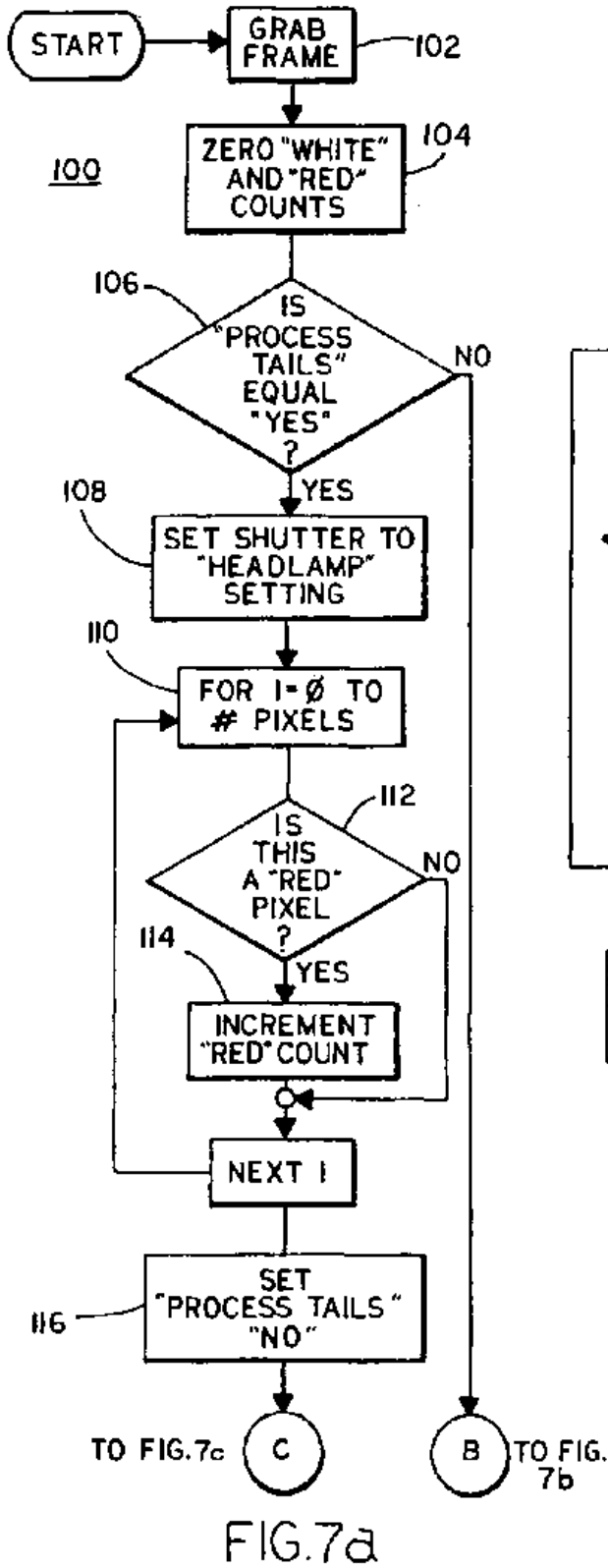


FIG. 3







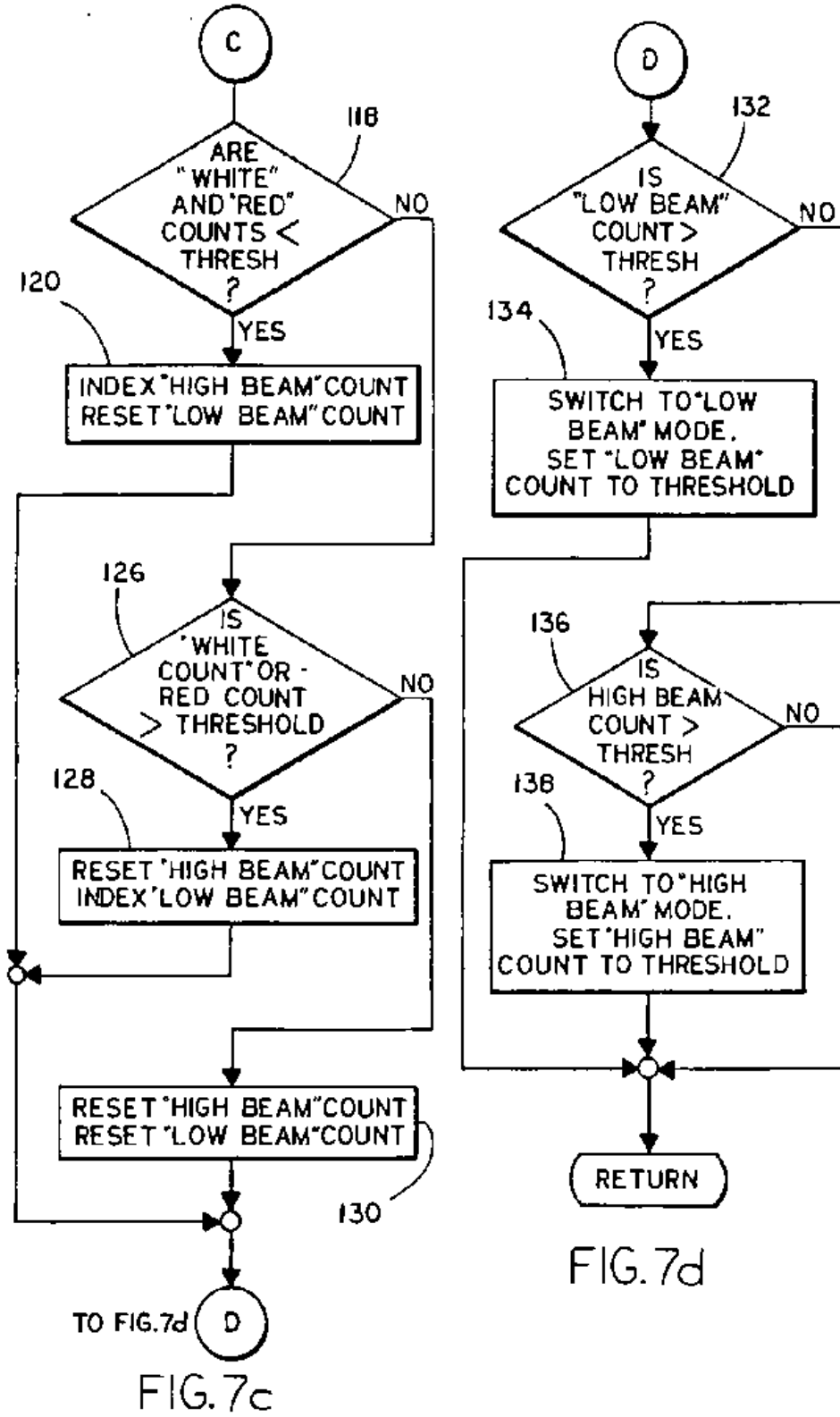


FIG. 7d

FIG. 7c

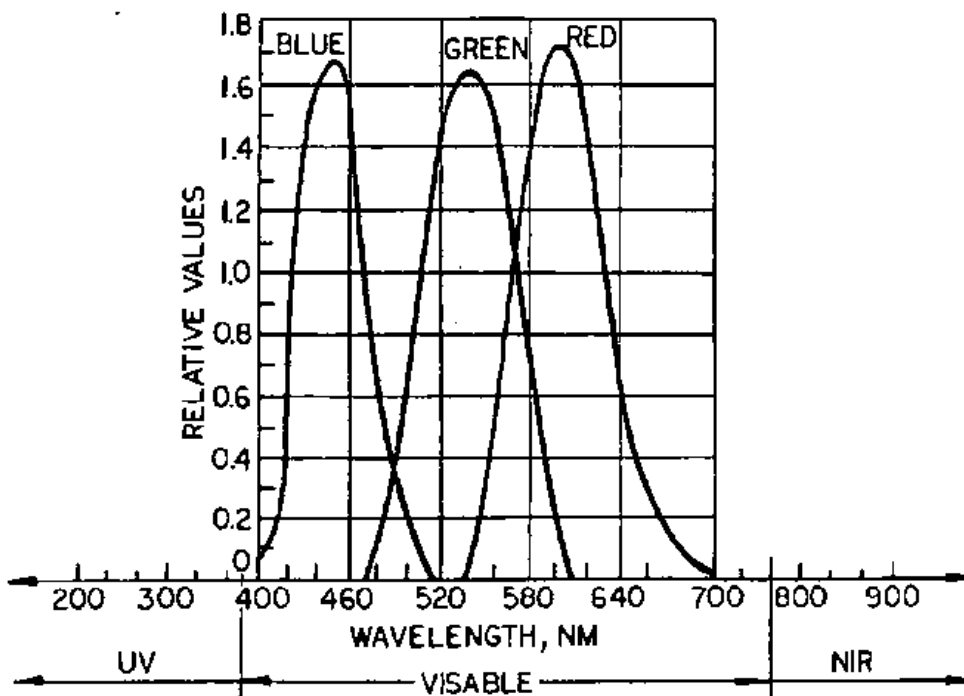


FIG. 8a

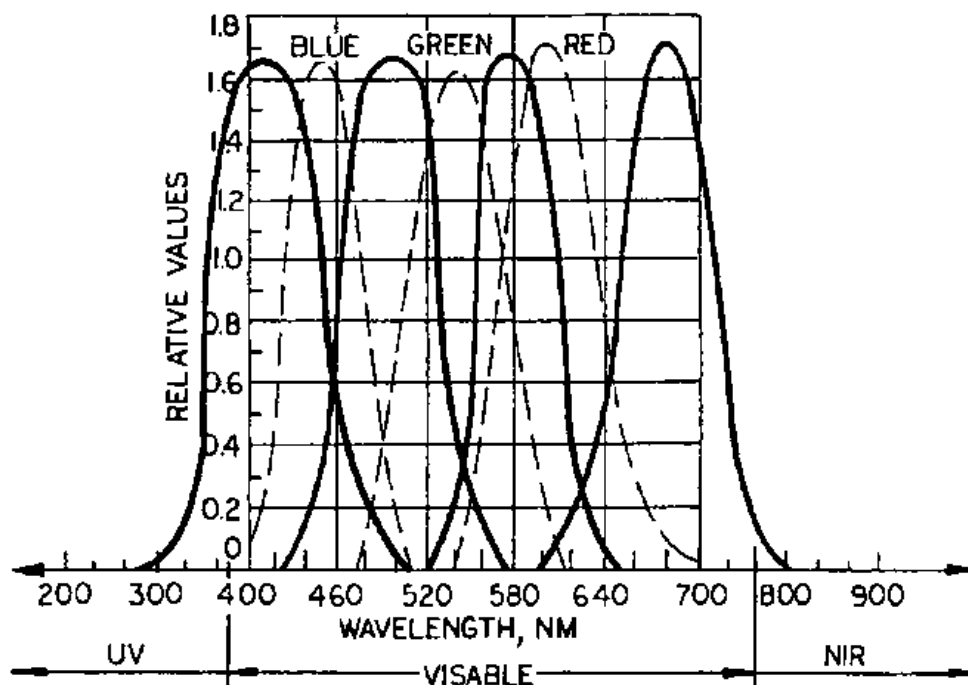


FIG. 8b

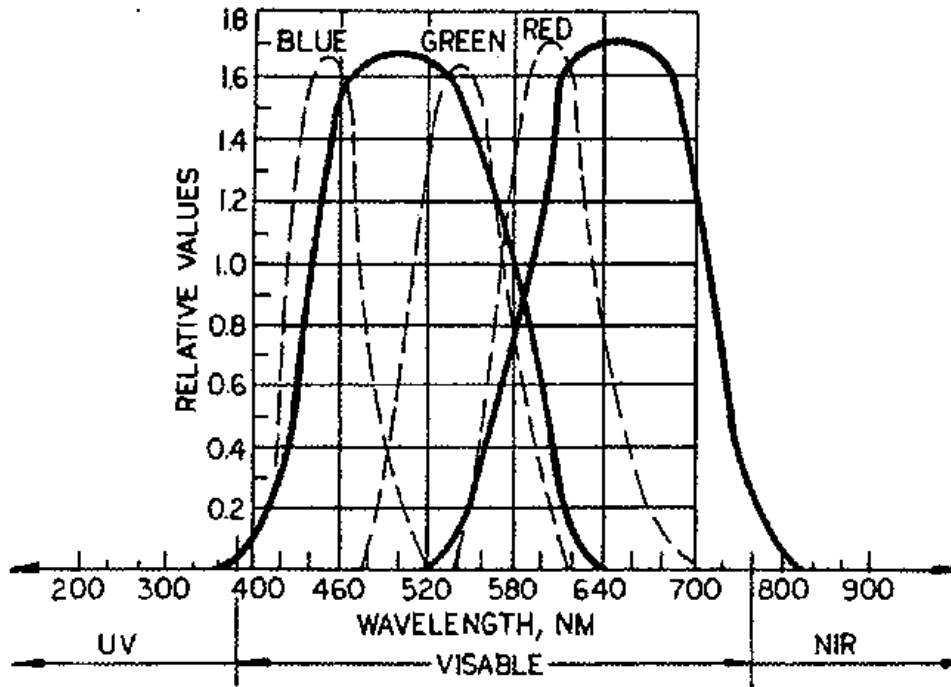


FIG. 8c

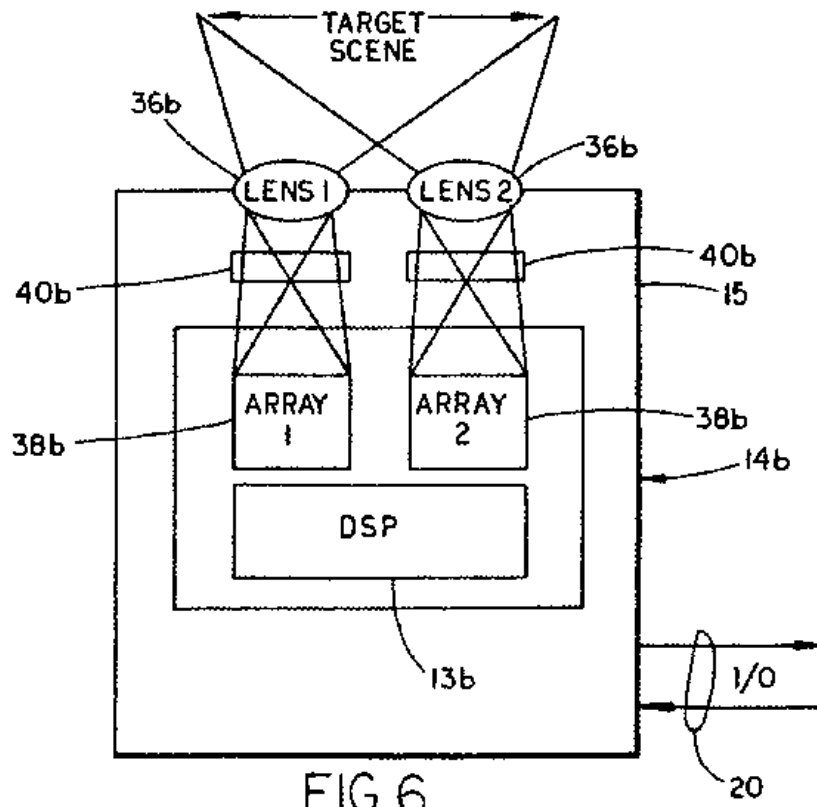


FIG. 6

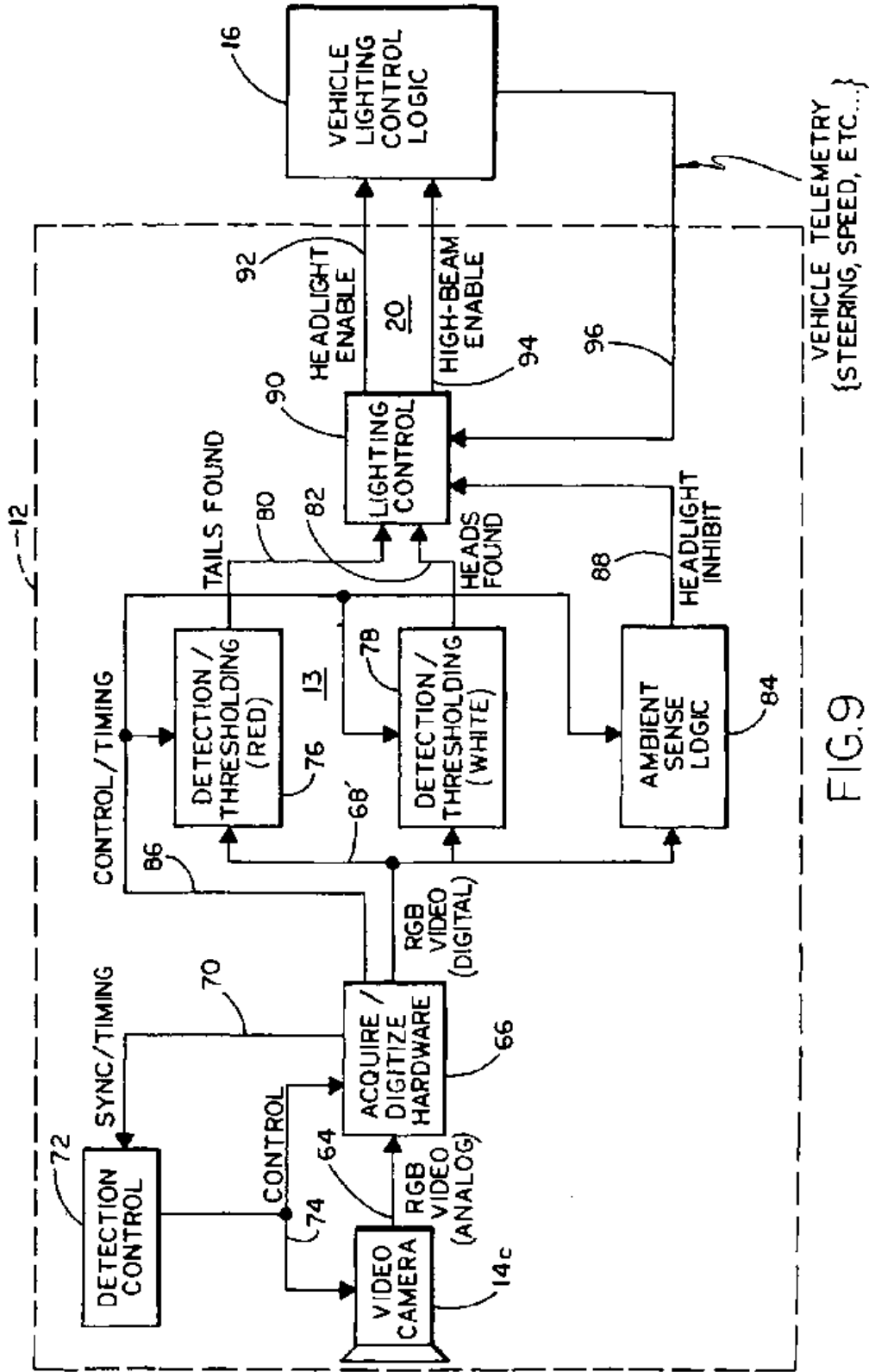


FIG. 9

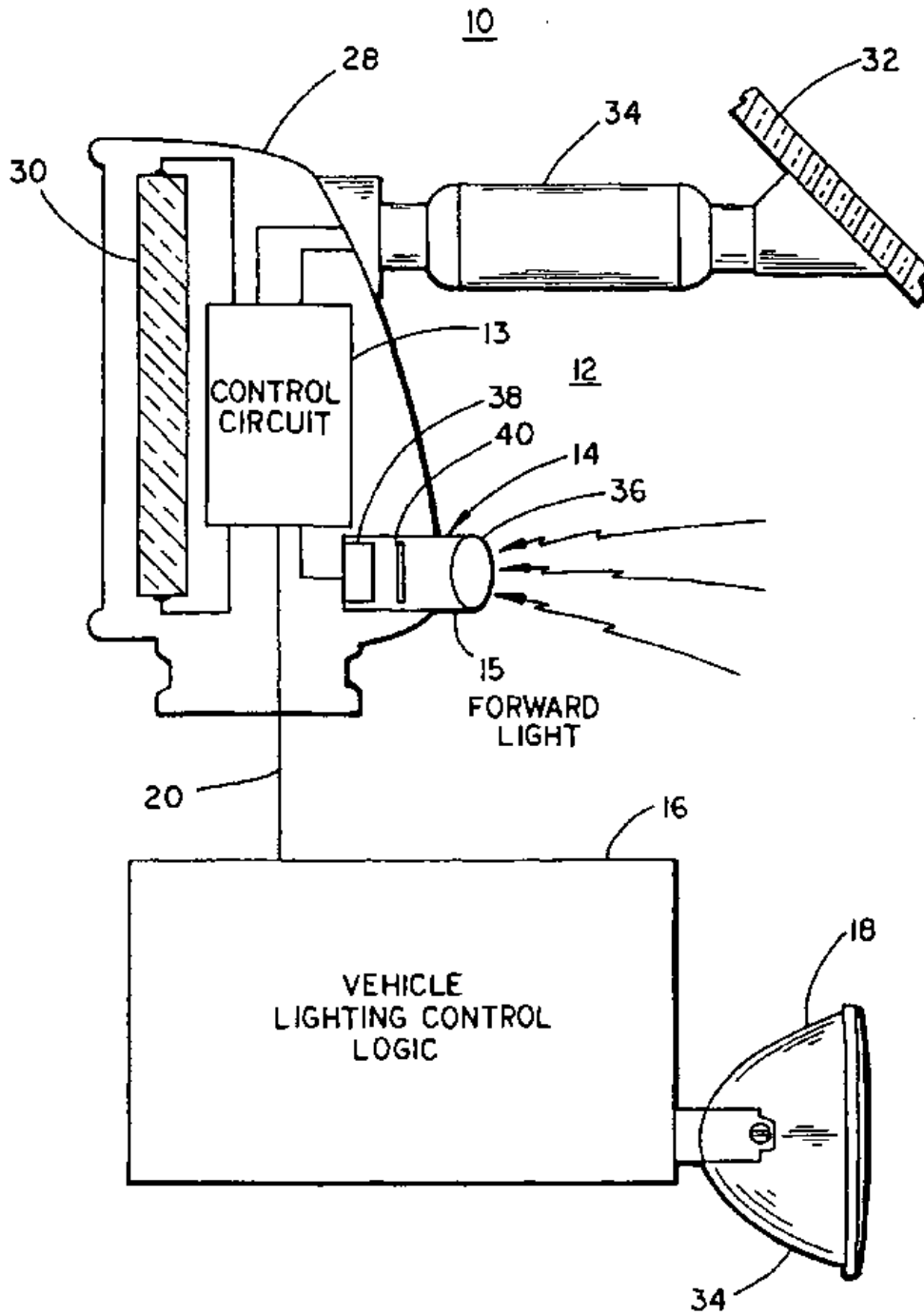


FIG. 10

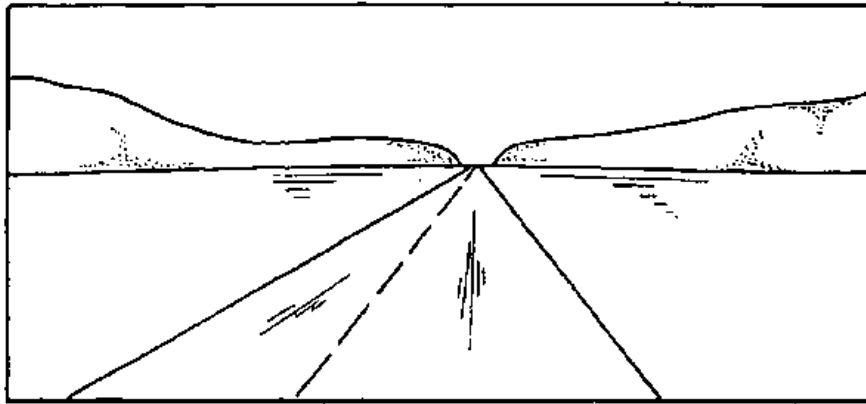


FIG. IIa

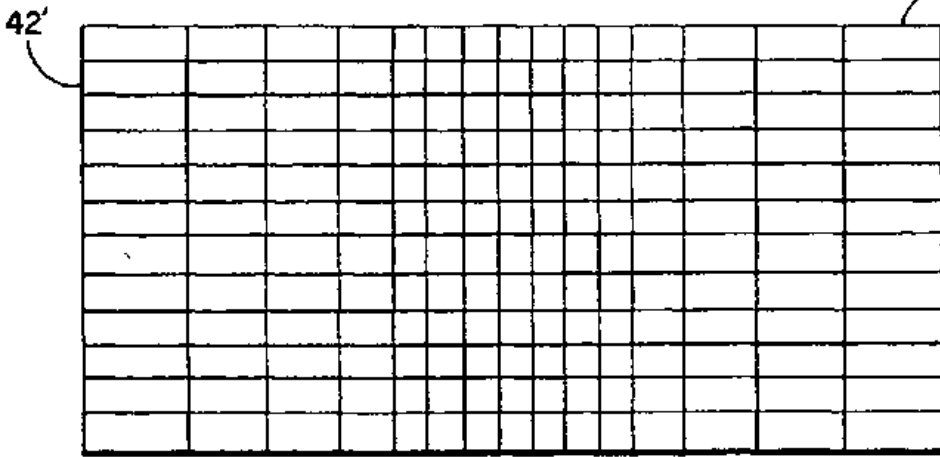


FIG. IIb

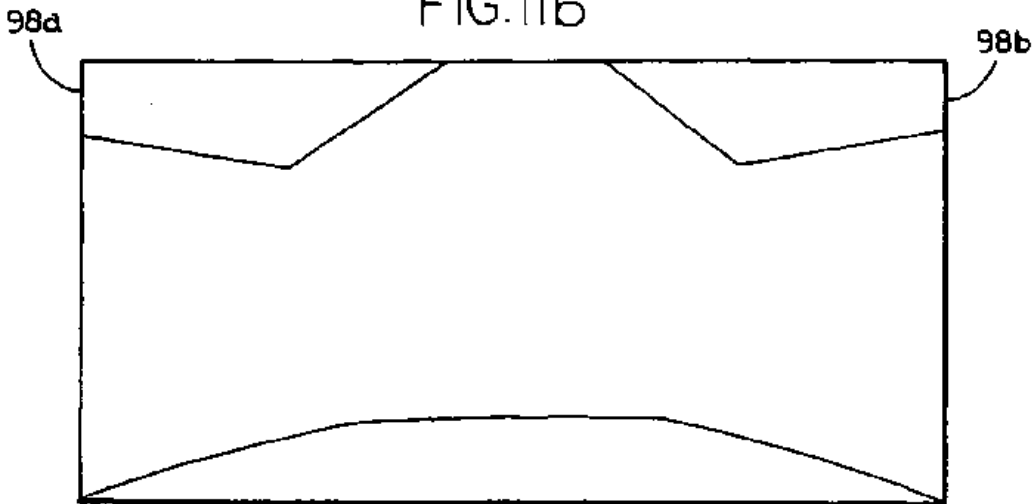


FIG. IIc

NORMAL (DRY) CONDITIONS:

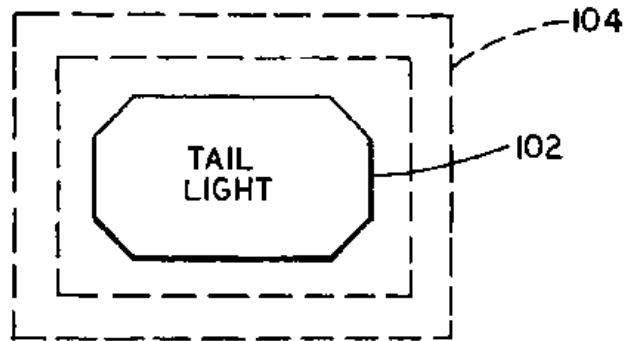


FIG. 12a

FOGGY CONDITIONS:

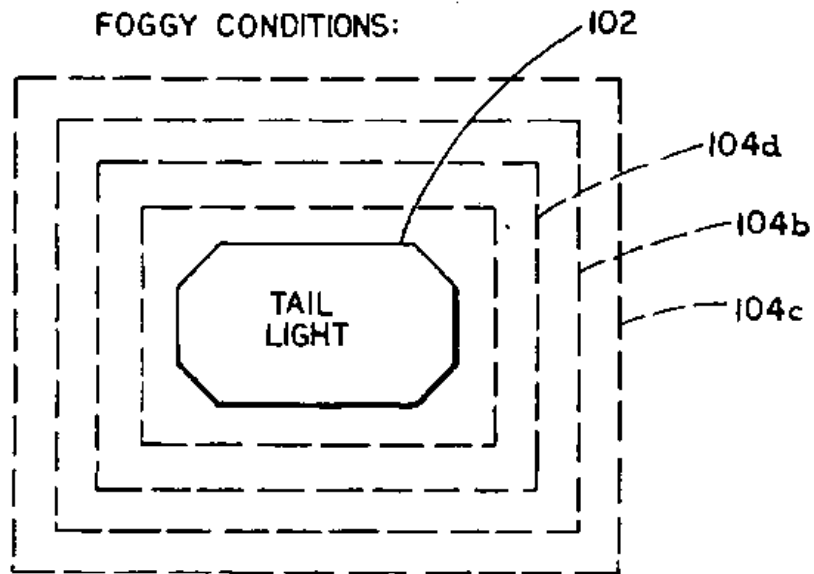


FIG. 12b



**REFERENCES CITED IN THE DESCRIPTION**

*This list of references cited by the applicant is for the reader's convenience only. It does not form part of the European patent document. Even though great care has been taken in compiling the references, errors or omissions cannot be excluded and the EPO disclaims all liability in this regard.*

**Patent documents cited in the description**

- US 5426294 A [0004]
- ♦ US 5550677 A [0011]

12 **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

21 Application number: 86105024.3

51 Int. Cl. 4: **B 60 Q 3/04**

22 Date of filing: 11.04.86

30 Priority: 12.04.85 JP 53550/85  
 11.09.85 JP 138013/85  
 11.09.85 JP 138014/85  
 18.10.85 JP 158724/85  
 25.10.85 JP 162966/85  
 29.11.85 JP 182951/85  
 12.03.86 JP 34577/86  
 25.10.85 JP 237634/85

43 Date of publication of application:  
 26.11.86 Bulletin 86/48

34 Designated Contracting States:  
 DE FR GB

71 Applicant: **YAZAKI CORPORATION**  
 4-28, Mita 1-chome  
 Minato-ku Tokyo 108(JP)

72 Inventor: **Iino, Tadashi** 1500 Mishuku  
 Susono-shi  
 Shizuoka 410-11(JP)

72 Inventor: **Nagashima, Yoshikazu** 1500 Mishuku  
 Susono-shi  
 Shizuoka 410-11(JP)

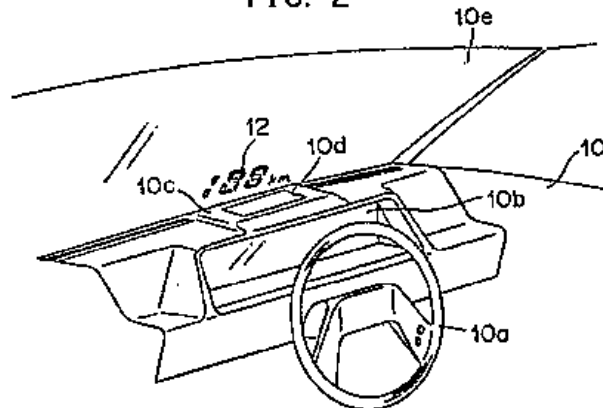
72 Inventor: **Sugita, Masaya** 1500 Mishuku  
 Susono-shi  
 Shizuoka 410-11(JP)

74 Representative: **Dr. E. Wiegand Dipl.-Ing. W. Niemann**  
**Dr. M. Kohler Dipl.-Ing. J. Glaeser Dr. H.-R. Kressin**  
 Patentanwälte  
 Flüggenstrasse 13  
 D-8000 München 19(DE)

54 **Display systems for vehicle.**

57 A display system according to the present invention is provided with a projective display unit for projecting a display image of a display device which displays various data, onto a front glass of the vehicle and forming a virtual image of the display image in front of the front glass, and a position adjusting means for adjusting the position of the virtual image formed in front of the front glass by shifting a projective optical axis of the display image extending to the front glass, whereby the whole surface of the front glass in front of the driver can be utilized as a display image projection surface and hence the virtual image of the display image can be formed in a desired position aligned with the line of vision of the driver without obstructing the front sight of the driver.

**FIG. 2**



BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention relates to a vehicular display system mounted on a vehicle such as an automobile and more particularly to a vehicular display system for displaying data concerning a vehicle such as vehicle speed, engine revolutions, time and various warnings.

As a display system of this type there has heretofore been known such a display system as disclosed in Japanese Utility Model Laid-Open Publication No. 48576/75, which is shown in Fig. 1. In this known display system, a projective display unit (not shown) comprising a lens, a display device disposed within the focus of the lens and a case which houses those components therein, is mounted inside an instrument panel 1b located in front of a steering wheel 1a of a vehicle 1, and on a dash board 1c located in front of the instrument panel 1b is disposed a half mirror at a predetermined angle relative to the above lens, the half mirror 2 having predetermined transmissivity and reflectivity. A display image which represents a data concerning the vehicle such as, for example, vehicle speed displayed on the above display device is projected on the half mirror 2 through an opening 1d formed in the dash board 1c, whereby a virtual image 3 is formed at a predetermined distance ahead of the half mirror 2.

Consequently, the driver on the driver's seat sees the virtual image 3 in an overlapped state with the external sight and thus can obtain data required for driving without taking his eyes off the external sight, thereby permitting a safe driving of the vehicle.

By the way, the vehicle driving is performed by drivers

of various constitutions or having various habits, so the line of vision for the outside greatly differs depending on drivers during vehicular driving. In this case, by making pivotable a mounting base end of the half mirror 2 onto the dash board 1c, the half mirror 2 can be adjusted to a suitable position, that is, the position of the virtual image 3 can be moved up and down for alignment with the line of vision of the driver.

However, the movable range of the virtual image 3 is restricted by the size of the half mirror 2, so where it is to cover all drivers, it becomes necessary to use the half mirror 2 having a correspondingly larger area.

But, if the half mirror 2 is made very large, the greater part of the driver's front sight will be covered with the same mirror, thus resulting in that the driver sees the front through the half mirror 2. Although the half mirror 2 is a see-through mirror, it is apparent that this mirror will be a hindrance to the driver's front sight. Besides, it exerts a bad influence upon the design of the instrument panel 1b and obstructs wiping of a front glass 1e behind the panel. Additionally, there is a serious problem also from the aspect of safety because an upper edge of the half mirror 2 faces the driver's side.

The present invention has been accomplished in order to solve the above-mentioned problems.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, it is the object of the present invention to provide a vehicular display system capable of freely changing the position of display within the driver's front

sight.

The vehicular display system provided for attaining the above object includes a projective display means mounted on a vehicle, the projective display means having a display device for displaying various data and functioning to project a display image of the display device onto a vehicular front glass and form a virtual image of the display image in front of the front glass; and also includes a position adjusting means for adjusting the position of the virtual image formed in front of the front glass by shifting a projective optical axis of the display image extending from the projective display means to the front glass.

In the above vehicular display system of the present invention, since the display image is projected on the front glass, it is not necessary to provide any special member on this side of the front glass, that is, the driver's front sight is not obstructed, and thus the display system is superior in safety, appearance and design. Further, since the position of the display image projected on the front glass can be adjusted, it is possible to form a virtual image of the display image in the most suitable position aligned with the line of vision of the driver according to the constitution and posture of each driver.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a perspective view showing an example of a conventional vehicular display system;

Fig. 2 is a perspective view of a vehicular display system according to an embodiment of the present invention;

Fig. 3 is a sectional view showing details of the display system of Fig. 2;

Fig. 4 is a sectional view showing details of a projective display unit in Fig. 3;

Fig. 5 is an explanatory view of the operation of the display system shown in Fig. 3;

Fig. 6 is a partially sectional view of a vehicular display system according to another embodiment of the present invention;

Figs. 7 and 8 are a sectional side view and a partially broken-away perspective view, respectively, showing a modified example of a projective display unit used in the display system of the invention;

Fig. 9 illustrates a control circuit for a motor which drives the projective display unit in Fig. 3 and a reflecting mirror in Fig. 6;

Fig. 10 is a time chart for explaining the operation of the circuit shown in Fig. 9;

Fig. 11 is a partially sectional view showing a modification of the display system of Fig. 6;

Fig. 12 is a partially sectional view showing a modification of the display system of Fig. 3;

Figs. 13 to 15 schematically illustrate further examples of projective display units used in the display system of the invention;

Figs. 16 to 19 illustrate an example of a display device in the projective display unit used in the display system of the invention; and

Fig. 20 illustrates a still further example of a projective display unit used in the display system of the invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE EMBODIMENTS

The present invention will be described in detail hereinunder with reference to the accompanying drawings.

Referring to Figs. 2 to 4, there is illustrated a vehicular display system embodying the present invention, in which a later-described projective display unit 20 is mounted inside an instrument panel 10b which is located in front of a steering wheel 10a of a vehicle 10. The projective display unit 20 projects a display image onto an inner surface of a front glass 10e located above a dash board 10c, through an opening 10d of the dash board and images the display image in front of the front glass 10e, as a virtual image 12.

The projective display unit 20 comprises a housing 201, a convex lens 202 as an optical system disposed in an opening at one end of the housing 201, and a display device 203 disposed at the bottom of the housing 201. As shown in Fig. 4, the display device 203 is constituted by a light transmission type liquid crystal display device comprising a liquid crystal display (LCD) cell 203a disposed inside a focus F of the convex lens 202, namely, in a position closer to the convex lens 202 than the focus F and a light source 203b, the light source 203b being a lamp which emits light

to the LCD cell 203a from a rear face of the cell.

The LCD cell 203a, which is driven by a display driver (not shown), forms a display image which represents data concerning the vehicle, e.g. vehicle speed. The display image is a negative or positive image which selectively permits or does not permit the light applied to the rear face of the LCD cell 203a from the light source 203b to pass therethrough. The light which has passed through the LCD cell 203a in the form of the display image is projected onto the front glass 10e through the convex lens 202, whereby a virtual image 12 of the display image is formed in front of the front glass 10e.

An outer wall of the housing 201 of the projective display unit 20 is provided with a rotating shaft 204 for supporting the projective display unit 20 rotatably in a space 10f which is formed inside the instrument panel 10b. Mounted on the rotating shaft 204 is a gear 207 meshing with a gear 206 which is fixed to a rotational shaft of an electric motor 205, the motor 205 being also disposed in the space 10f. The rotating shaft 204, motor 205 and gears 206, 207 constitute a rotation support mechanism for the projective display unit 20, which support mechanism permits the projective display unit 20 to rotate along with the rotating shaft 204 when the motor 205 is rotated forward or reverse selectively by operation of an adjusting knob mounted, for example, on the instrument panel 10b and serving as an operating means.

In the above construction, the driver can see the virtual image 12 of the display image projected on the front glass 10e, in an overlapped condition with the external sight. In the case where the position of the virtual image



12 is not in alignment with the line of vision of the driver, the motor 205 is rotated forward or reverse by operation of the above adjusting knob to rotate the projective display unit 20 along with the rotating shaft 204 as shown in Fig. 5. With this rotation of the projective display unit 20, a projective optical axis of the display image onto the front glass 10e from the projective display unit 20 is changed, whereby the direction of reflected light from the front glass 10e is changed as indicated by arrows a, b and c, thus permitting the virtual image 12 to be formed in a desired position aligned with the line of vision of the driver.

Referring now to Fig. 6, there is illustrated a vehicular display system according to another embodiment of the present invention, in which a display image of the projective display unit 20 is reflected by a reflecting mirror 21 and projected onto the front glass 10e, the reflecting unit 21 being disposed inside the instrument panel 10b together with the projective display unit 20. The reflecting mirror 21 is supported rotatably by a rotation support mechanism 22, to which is transmitted a rotating power from a drive source through a rotation transfer mechanism (not shown), whereby the reflecting mirror 21 is rotated in the direction of arrow A or B following a rotating shaft 221. With this rotation of the reflecting mirror 21 in the direction of arrow A or B, the projected position of the display image is moved up or down on the front glass 10e.

In this embodiment of Fig. 6, the reflecting mirror 21, which is smaller in weight and size than the projective display unit 20, is rotated to change the position of projection, so in comparison with the structure in which the

projective display unit 20 is driven, the load to the motor as the drive source is small, permitting the use of a smaller-size motor. At the same time, the area of the space 10f in the instrument panel 10b can also be reduced.

Referring now to Figs. 7 and 8, there is illustrated a vehicular display system according to a further embodiment of the present invention, in which a housing 201 of the projective display unit 20 is formed generally in L shape from a transparent synthetic resin material such as acrylic resin or polycarbonate resin. To a base end portion of the housing 201 is attached a display device 203 comprising an LCD cell 203a, a light source 203b and a light source case 203c which houses the light source 203b therein and which reflects and condenses light emitted from the light source. Further, a reflecting mirror 208 is fixed to a central bent portion of the housing 201, and a convex lens 202 is mounted in an opening portion of the housing 201. Around the opening portion is provided a display element 209 formed by a coating of fluorescent paint for example.

In such construction, a display image of the display device 203 is reflected by the reflecting mirror 208 and projected onto the front glass 10e through the convex lens 202. Part of the light emitted from the light source 203b is incident on the housing 201 from the base end face of the housing and reaches an end face of the opening portion while being conducted through the interior of the housing, thereby illuminating the fluorescent coating as the display element 209 from the rear face thereof, whereby the frame shape of the opening end face of the housing 201 is projected on the front glass 10e and a display frame image 209a is formed around the virtual image 12 of the display image.

When the projective display unit 20 is rotated along with the rotating shaft 204 for changing the position of projection of the display image of the display device 203 onto the front glass 10e, for example, at the time of change of the driver, the display frame image 209a also shifts on the front glass 10e. Therefore, even if there is no display on the display device 203, the driver can know the position in which the virtual image 12 of the display image is to be formed, upon his seeing of the display frame image 209a.

As mentioned above, since the reflecting mirror 208 is provided between the display device 203 and the objective lens 202 and an optical path reaching the convex lens 202 from the display device 203 is bent, the convex lens 202 has a long focal distance, and even when the display device 203 must be disposed away from the convex lens 202, the overall length of the projective display unit 20 is short, thus permitting a construction of a compact shape.

In the embodiment illustrated, the light from the light source 203b is conducted to the rear face of the display element 209, but when the surroundings are light, the display frame image 209a can be formed by the reflection of ambient light made by the fluorescent coating of the display element 209. Alternatively, light from a light source provided separately from the light source 203b may be conducted to the rear face of the display element 209.

Referring now to Fig. 9, there is illustrated a control circuit for an electric motor 205 for rotating the projection display unit 20 or the reflecting mirror 21, in which circuit the motor 205 is driven by a motor driver 205a. An electric current consumed during operation of the motor is detected by a detecting resistor R, while an overcurrent

in a limit position and a dash current at the time of start-up of the motor are discriminated from each other by means of a limit position detecting circuit 205b which is constituted by a comparator. Then, a motor controller 205d controls the motor driver 205a in accordance with the result of the discrimination and the state of an operating switch 205c which functions to set the rotation of the motor 205 forwardly and reversely.

The range of rotation of the projective display unit 20 and that of the reflecting mirror 21 are each restricted by a stopper (not shown) so as not to exceed a predetermined range. Therefore, if the switch 205c is so operated as to rotate the projective display unit 20 or the reflecting mirror 21 in excess of the predetermined range as shown in Fig. 10(I), the motor 205 becomes overloaded in the limit position and such an overcurrent as indicated by b in Fig. 10(II) flows in the detecting resistor R. Then, a voltage developed across the resistor R by the said overcurrent is detected by the limit position detecting circuit 205b, which in turn provides a signal to the motor controller 205d, whereupon the motor controller 205d outputs, for a predetermined time period, a driving voltage of a polarity opposite to that of the driving voltage so far provided, to rotate the motor 205 in the reverse direction.

Thus, by rotating the motor 205 reversely for a certain period of time upon exceeding of the limit position, a dash current ["a" in Fig. 10(II)] at the time of start-up in the reverse rotation of the motor 205 is much smaller than that indicated by "a" in Fig. 10(IV) which is detected when the motor 205 is stopped immediately in the limit position, and it is obviously of a magnitude different from that of the overcurrent in the limit position. As a result

of such reduction of the start-up dash current, the limit position detecting circuit 205b is prevented from being operated erroneously by the dash current.

Referring now to Fig. 11, there is illustrated a modification of the display system described above in connection with Fig. 6, in which a reflecting mirror 21 supported rotatably by the rotation support mechanism 22 serves not only as means for changing the projective position of a display image but also as means for correcting the distortion of a virtual image of the display image caused by a curvature of the front glass 10e. To this end, the reflecting mirror 21 is formed in a shape having a reflection characteristic completely reverse to that of the front glass 10e.

In general, the front glass 10e is curved in an advancing direction of the vehicle. The virtual image 12 formed by projecting the display image onto such a shape of the front glass 10e will be seen in a distorted form along the shape of the front glass 10e. The amount of the distortion is large particularly when the projection of the display image is effected from the assistant driver's seat side onto the front glass portion just in front of the driver's seat.

However, as shown in Fig. 11, where the light from the projective display unit 20 is projected onto the front glass 10e through the reflecting mirror 21, the display image is once distorted by the reflection characteristic of the reflecting mirror 21 and thereafter distorted reversely by the front glass 10e which has a reflection characteristic opposite to that of the reflecting mirror 21, so that the virtual image formed in front of the front glass 10e is a

distortion-corrected image.

Fig. 12 illustrates a modification of the display system shown in Fig. 3 with the projective display unit 20 being rotatable. In the display system of Fig. 12, a distortion of image caused by the curvature of the front glass 10e is corrected by a fixed reflecting mirror 21' which is disposed in proximity to the projective display unit 20.

Figs. 13 to 15 illustrate other preferred examples of projective display units 20 in which a display device 203 is constituted by a transmission type liquid crystal display device.

In Fig. 13, a diffusion plate 203d is disposed in a position between a light source 203b and an LCD cell 203a, sufficiently spaced from a focus F of an objective lens 202 and outside the focus F. In this arrangement, the light from the light source 203b is diffused and uniformly distributed by the diffusion plate 203d and in this state it is incident on the LCD cell 203a, so that there is obtained a display image of a small luminance difference, and a spot reflection on the diffusion plate 203d is not projected in an enlarged state through the objective lens 202, thus affording an image free from glare and capable of being seen clearly.

In Fig. 14, in the projective display unit 20 using the reflecting mirror 208 which has been described in connection with Figs. 7 and 8, a diffusion plate 208a formed from a light transmissible material is stucked to the reflection surface of the reflecting mirror 208. In this construction, as shown in Fig. 15, the light from the light source 203b is partially reflected irregularly by the

surface of the diffusion plate 208a, while the remaining portion of the light which has passed through the diffusion plate 208a is wholly reflected by a reflecting mirror surface formed at the rear face of the diffusion plate 208a and then reflected irregularly when passing through the diffusion plate 208a again. Consequently, the effect of diffusion is improved remarkably as compared with the case where the diffusion plate alone is used. Besides, since the whole of the light incident on the diffusion plate 208a from the light source 203b is reflected irregularly and applied to the LCD cell 203a, there is obtained a sufficiently light display image without loss of the light.

Referring now to Figs. 16 to 19, there is illustrated a preferred example of a light transmission type liquid crystal display device, in which an LCD cell 203a of a display device 203 is composed of a display cell 203a-1, a negative-positive change-over cell 203a-2 and a polarizing plate 203a-3, and it is connected to a display driver 32 which receives a signal indicative of a vehicle speed from a vehicle speed sensor 30. The display device 203 further includes a light source 203b which is composed of a high luminance light source 203b-1, a low luminance light source 203b-2 and a light source case 203b-3 which houses those light sources therein. The high and low luminance light sources 203b-1 and 203b-2 are separated from each other by means of a half mirror 203a-4 within the light source case 203b-3 so that the light from the high luminance light source 203b-1 which has been reflected by the half mirror 203b-4 and the light from the low luminance light source 203b-2 which has passed through the half mirror 203b-4 are applied selectively to the rear face of the LCD cell 203a.

Further, a negative-positive change-over switch 34 is

provided between the negative-positive change-over cell 203a-2 and the display driver 32, while a light source change-over switch 36 is provided between the high luminance light source 203b-1 and the low luminance light source 203b-2. These two change-over switches 34 and 36 are changed over from one to the other interlockedly with a lighting switch 38 for lamps such as clearance lamps which are turned ON during the night.

Further, between the high luminance light source 203b-1 and the half mirror 203b-4 there is disposed a transparent heat reflecting filter 203b-5 for preventing the influence of heat upon the LCD cell 203a.

In the above construction, during the daytime in which the surroundings are light, the lighting switch 38 is OFF as shown in Fig. 16 and the change-over switches 34 and 36 interlocked therewith are in such states as shown in the figure. In this condition, the display driver 32 forms a display image Q on the display cell 203a-1 of the LCD cell 203a in accordance with a signal provided from the vehicle speed sensor 30. In this connection, the polarizing direction of the polarizing plate 203a-1 is selected so that the virtual image 12 of the display image Q in front of the front glass 10e becomes such a negative display as shown in Fig. 17.

Simultaneously with the formation of the display image in the display cell 203a-1, the high luminance light source 203b-1 is turned ON. The light from the high luminance light source 203b-1 is reflected and condensed by the inner surface of the light source case 203b-3 and is incident on the half mirror 203b-4 which is mounted inclinedly at 45°. The half mirror 203b-4 reflects the incident light onto the



rear face of the LCD cell 203a. The light thus incident on the LCD cell 203a passes through the LCD cell 203a in the form of a display image of the display cell 203a-1 and is projected on the front glass 10e through the convex lens 202, whereby a virtual image 12 of such a negative display as shown in Fig. 17 is formed in front of the front glass 10e.

On the other hand, during the night in which the surroundings are dark, the lighting switch 34 is turned ON as shown in Fig. 18, and when the change-over switches 34 and 36 assume the state shown interlockedly therewith, the low luminance light source 203b-2 is turned ON and a virtual image 12 of such a positive display as shown in Fig. 19 is formed in front of the front glass 10e by the action of the negative-positive change-over cell 203a-2.

Upon turning ON of the high luminance light source 203b-1, a strong infrared ray is developed, but it is prevented from reaching the LCD cell 203a by the transparent heat reflecting filter 203b-5, so a thermal breakage of the LCD cell 203a can be prevented.

Referring now to Fig. 20, there is illustrated a further preferred example of a projective display unit 20, in which a half mirror 40 is mounted at a predetermined angle between a convex lens 202 and a display device 203, and a shutter 42 is disposed rotatably between the half mirror 40 and the display device 203.

A portion of the sunlight which is incident from the exterior of the projective display unit 20 through the convex lens 202, is detected by a light detecting element 44, which in turn provides a signal of a magnitude proportional

to the intensity of the external light. This signal is converted to a digital signal by means of an analog-digital (A-D) converter, which digital signal is fed to a control circuit 48 which is constituted by a microcomputer (CPU).

On the other hand, a temperature detecting element 50 is mounted near an LCD cell 203a of the display device 203 and an output signal from the temperature detecting element 50 is also fed to the control circuit 48 through an A-D converter 52. In accordance with the signals provided from the detecting elements 44 and 50, the control circuit 48 provides control signals to a blower drive controller 56 which controls a blower driver 54 and also to a shutter drive controller 60 which controls a shutter driver 58.

The shutter driver 58 drives the shutter 42 which is normally closed, in an opening direction. The blower driver 54 drives a blower 62 disposed near a light source 203b.

The convex lens 202, half mirror 40, shutter 42 and display device 203 are housed in a housing 201, the housing 201 having a ventilating hole 201a provided near the light source 203b of the display device 203. Numeral 32 denotes a display driver for driving the LCD cell 203a of the display device 203 to form a display image and numeral 64 denotes a light source driver for turning ON the light source 203b.

In the above construction, when the sunlight is incident on an optical axis of the projective display unit 20, a portion of the incident light is reflected by the half mirror 40 and detected by the light detecting element 44. The light detecting element 44 provides a signal proportional to the magnitude of the detected light, which signal is fed

to the control circuit 48 through the A-D converter 46. The control circuit 48 makes a discrimination on the signal provided from the light detecting element 44 and detects whether an external light of a level above a predetermined level has been incident or not. When an incidence of such an external light is detected by the control circuit 48, this control circuit provides a signal to the shutter drive controller 60. In accordance with the signal from the control circuit 48 the shutter drive controller 60 causes the shutter driver 58 to close the shutter 42 which is open, so that the sunlight is shielded by the shutter 42, whereby the LCD cell 203a is prevented from being damaged under the irradiation heat of the sunlight.

On the other hand, a radiant heat from the light source 203b is detected by the temperature detecting element 50, which in turn provides a signal to the control circuit 48 through the A-D converter 52. In accordance with an input signal of a level above the predetermined level the control circuit 48 provides a signal to the blower drive controller 56, which in turn causes the blower driver 54 to operate the blower 62 in accordance with the signal from the control circuit 48. Upon operation of the blower 62, the surroundings of the light source 203b are ventilated to prevent the rise in temperature of the surface of the LCD cell 203a.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A display system for a vehicle, including:

a projective display means mounted on the vehicle and having a display device for displaying various data, said projective display means functioning to project a display image of said display device onto a front glass of the vehicle thereby forming a virtual image of said display image in front of the front glass; and

a position adjusting means for adjusting the position of the virtual image formed in front of the front glass by shifting a projective optical axis from said projective display means to the front glass.

2. A display system according to claim 1, wherein said projective display means further has a rotatably supported housing which houses said display device therein, and said position adjusting means has an electric motor for rotating said housing, a projective display position of the display image onto the front glass being changed with the rotation of said housing driven by said electric motor.

3. A display system according to claim 2, wherein said housing has an opening for projecting the display image of said display device onto the front glass, and in said opening there is provided a display element for projecting on the front glass a projective position indicating image which indicates the position of the display image projected on the front glass.

4. A display system according to claim 3, wherein said display element is provided along an edge portion of said opening to form frame-like projective position indicating image which surrounds the virtual image of the display image

formed in front of the front glass.

5. A display system according to claim 1, wherein said projective display means has a rotatably supported reflecting member which reflects the display image of said display device to project it onto the front glass, and said position adjusting means has an electric motor for rotating said reflecting member, a projective display position of the display image onto the front glass being changed with the rotation of said reflecting member driven by said electric motor.

6. A display system according to claim 1, further including a display element for projecting on the front glass a projective position indicating image which indicates the position of the display image projected from said projective display means onto the front glass, the position of the projective position indicating image projected from said display element onto the front glass being changed with the movement of the projective optical axis effected by said position adjusting means.

7. A display system according to claim 1, wherein said position adjusting means includes:

an operating member which indicates a shifting direction of the projective optical axis of the display image;

an electric motor for shifting the projective optical axis of the display image;

a restriction member for restricting a shifting range of the projective optical axis;

a limit position detecting means which detects a limit position of said shifting range on the basis of an electric current flowing in said electric motor; and

a control means which drives said electric motor in a

direction opposite to the previous direction for a predetermined period of time in response to the detection of the limit position effected by said limit position detecting means.

8. A display system according to claim 1, wherein said projective display means is further provided with an optical system for projecting the display image of said display device onto the front glass, said display device being disposed within a focus of said optical system.

9. A display system according to claim 8, wherein said projective display means is further provided with a reflecting mirror disposed between said display device and said optical system for reflecting the display image of the display device to project it onto the front glass through the optical system.

10. A display system according to claim 8, further including:

an external light detecting means for detecting an external light incident from the exterior through said optical system, said external light detecting means outputting an electrical signal proportional to the magnitude of the external light; and

a means for preventing an external light from being incident on said display device through said optical system when the level of the external light incident through said optical system is above a predetermined value, in accordance with the electrical signal provided from said external light detecting means.

11. A display system according to claim 10, wherein said preventing means is constituted by a shutter plate disposed

between said optical system and said display device.

12. A display system according to claim 10, wherein said external light detecting means comprises:

a half mirror disposed inclinedly at a predetermined angle between said optical system and said display device; and

a light detecting element which receives a portion of the external light incident from the exterior through said optical system and reflected by said half mirror, said light detecting element outputting an electrical signal proportional to the magnitude of the external light.

13. A display system according to claim 1, wherein said display device is a light transmission type display device comprising a liquid crystal display cell and a light source which emits light so that the light is incident from a rear face of said liquid crystal display cell.

14. A display system according to claim 13, wherein said liquid crystal display cell effects a negative or positive display selectively.

15. A display system according to claim 13, wherein said light source comprises two light sources, one being for a high luminance and the other for a low luminance, and said display device further includes a change-over switch for selecting one of said two light sources.

16. A display system according to claim 15, wherein said change-over switch is interlocked with a lighting switch of the vehicle to select the light source for a high luminance when said lighting switch is ON.

17. A display system according to claim 13, wherein said display device further includes a heat protecting means for preventing a rise in temperature of said liquid crystal display cell induced by the heat generated from said light source.

18. A display system according to claim 1, wherein said projective display means is further provided with an optical system for projecting the display image of said display device onto the front glass, and said display device is a light transmission type display device comprising a liquid crystal display cell disposed within a focus of said optical system and a light source which emits light so that the light is incident from a rear face of said liquid crystal display cell.

19. A display system according to claim 18, wherein said display device is disposed between said liquid crystal display cell and said light source and is further provided with a diffusion plate for diffusion the light from said light source toward the rear face of said liquid crystal display cell, said diffusion plate being formed from a light transmissible material.

20. A display system according to claim 18, wherein said display device is further provided with a reflecting mirror disposed between said liquid crystal display cell and said light source for reflecting the light from said light source toward the rear face of said liquid crystal display cell and a diffusion plate stuck to a reflection surface of said reflecting mirror, said diffusion plate being formed from a light transmissible material.

21. A display system according to claim 1, wherein said



front glass has a curvature, said display system further comprising a distortion correcting means for correcting a distortion of the virtual image of the display image caused by the curvature of the front glass.

22. A display system according to claim 21, wherein said distortion correcting means is constituted by a reflecting mirror having a reflection characteristic opposite to that based on the curvature of the front glass, said reflecting mirror functioning to reflect the display image of the display device in said projective display device to project it onto the front glass.

23. A display system for a vehicle, including:  
a front glass of the vehicle; and  
a projective display unit, said projective display unit having a display device for displaying various data concerning the vehicle, an optical system for projecting a display image of said display device onto said front glass of the vehicle, and a case which houses therein said display device and said optical system,  
said projective display unit being disposed inside an instrument panel of the vehicle and projecting the display image onto the front glass through an opening formed in a dash board located in front of the instrument panel.

24. A display system according to claim 23, wherein said case is rotatably supported in a space formed inside the instrument panel, and there are further provided an electric motor for rotating said case and an operating means provided on the instrument panel for rotating said electric motor in a forward or reverse direction selectively, the position of the display image projected from said projective display unit onto the front glass being changed by operation of said operating means.

FIG. 1

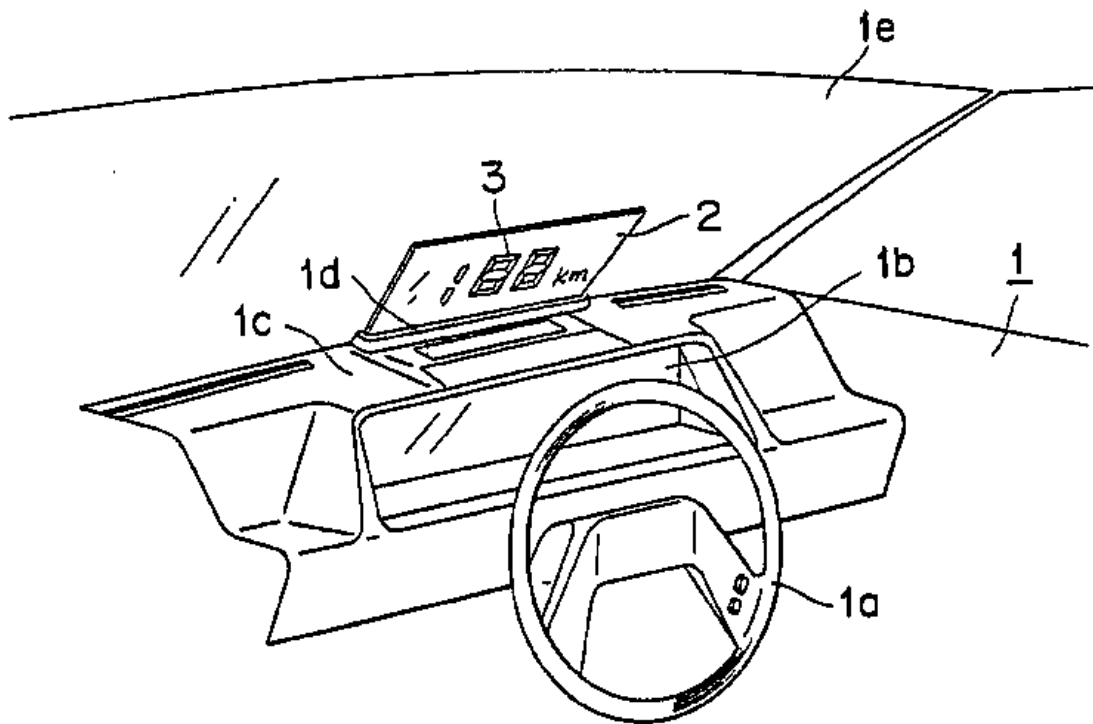


FIG. 2

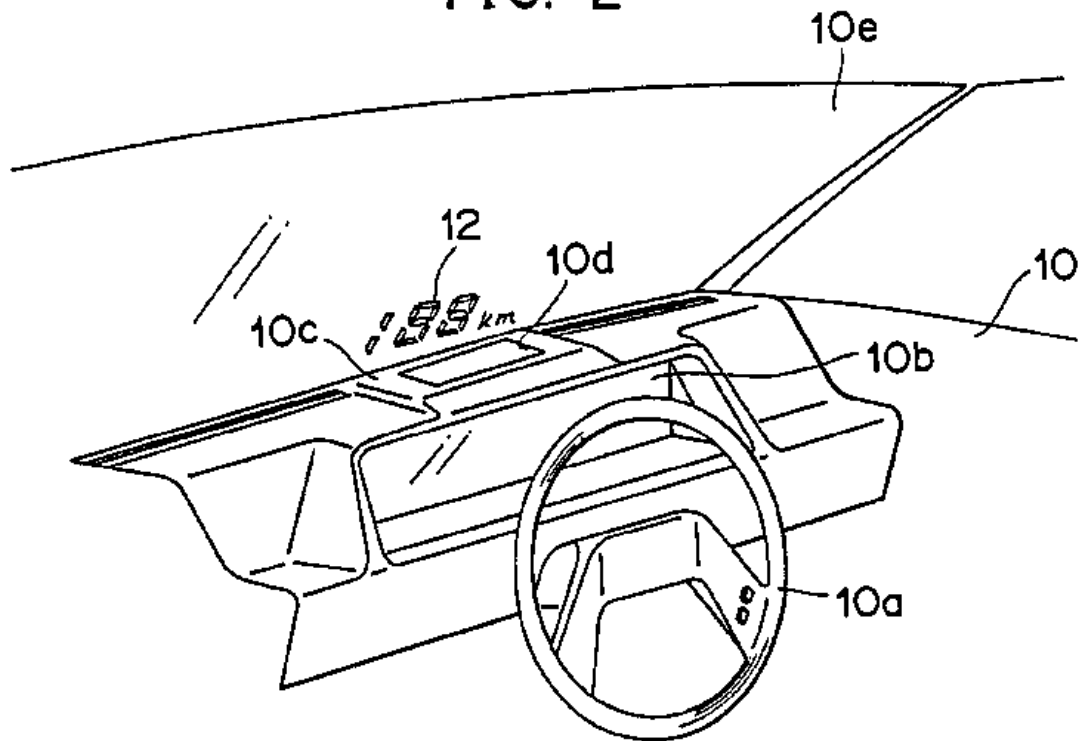


FIG. 3

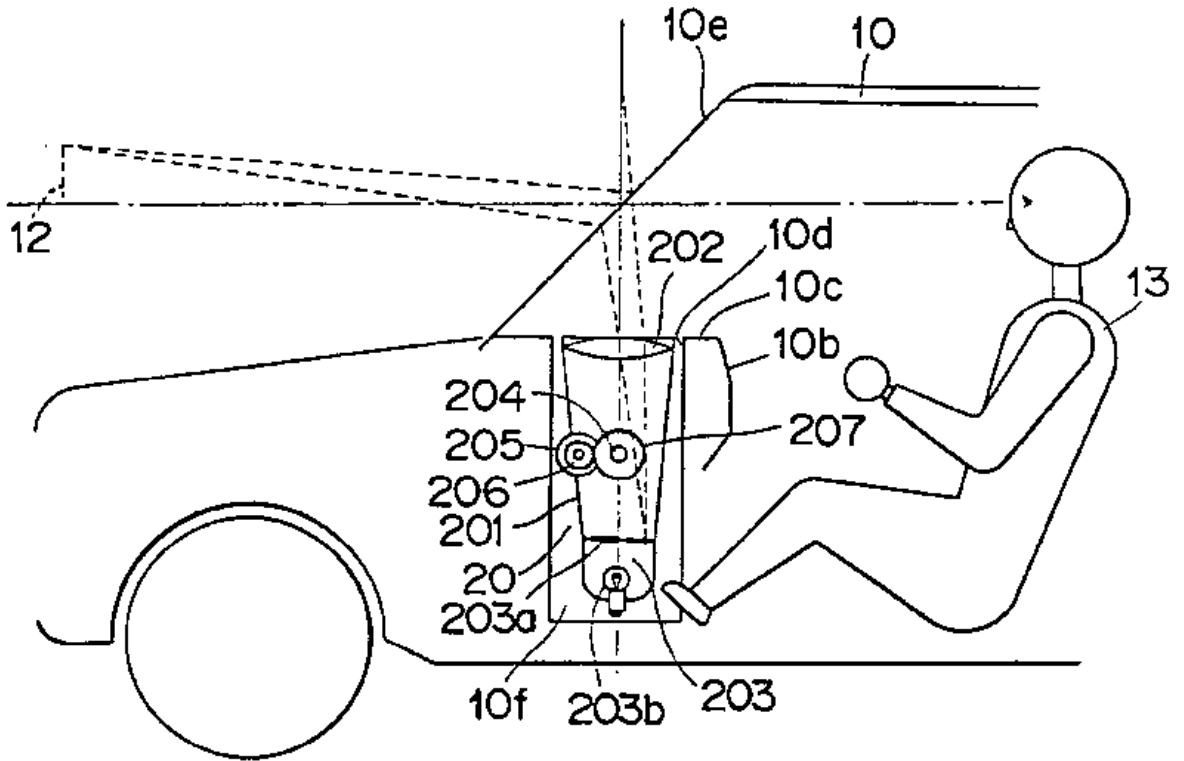


FIG. 4

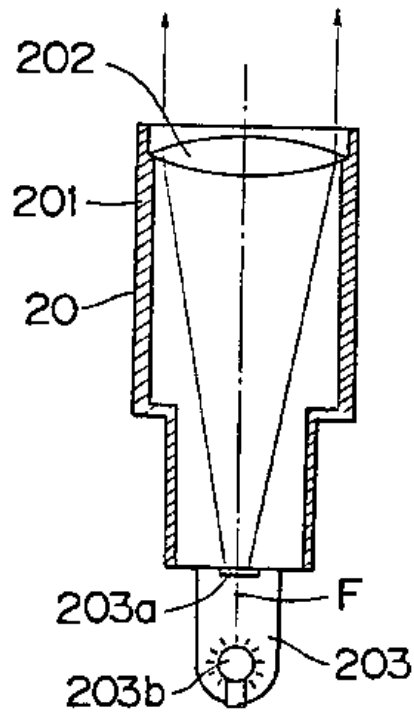


FIG. 5

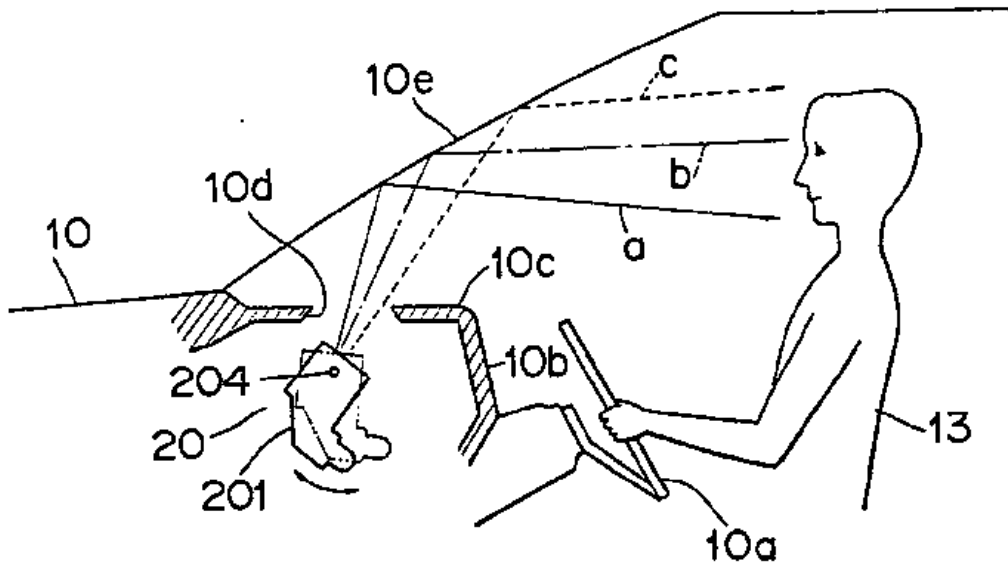


FIG. 6

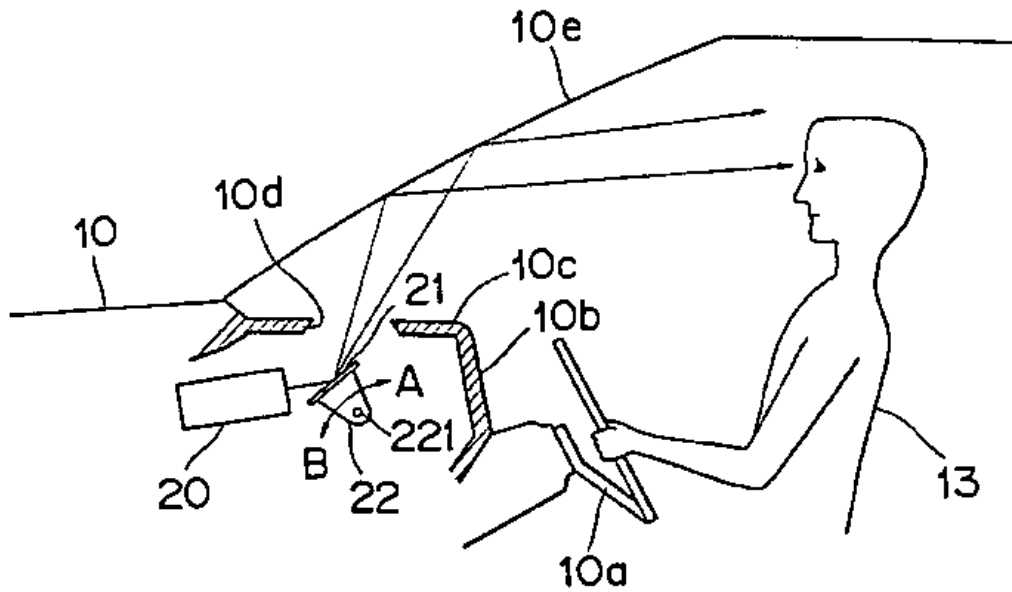


FIG. 7

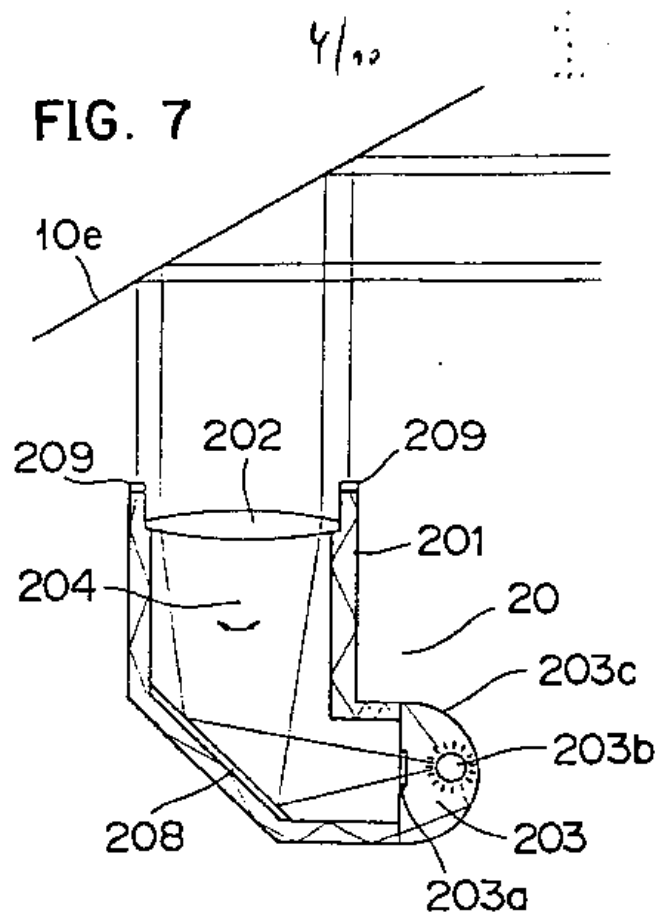
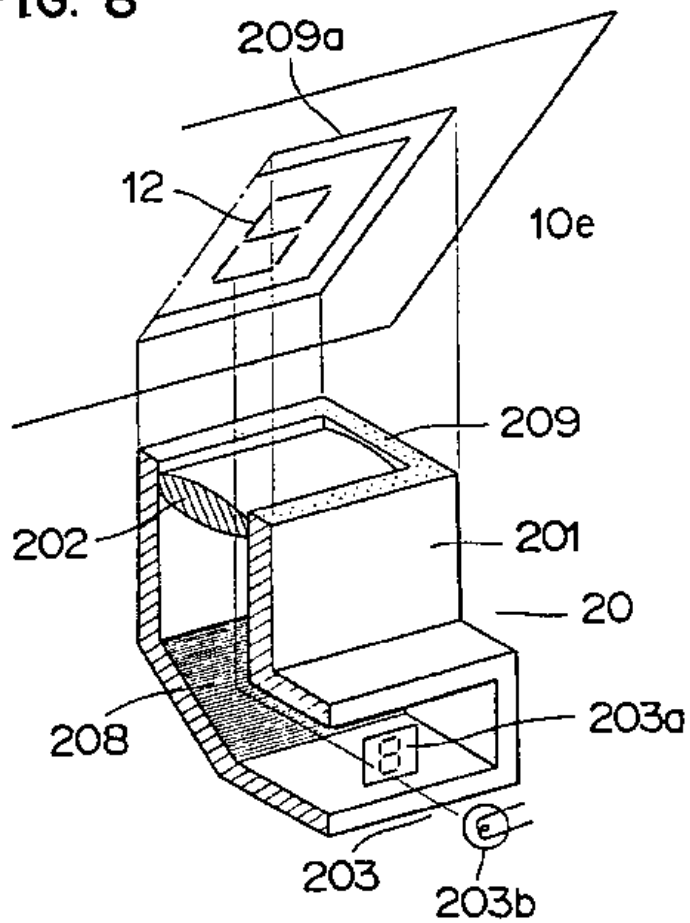
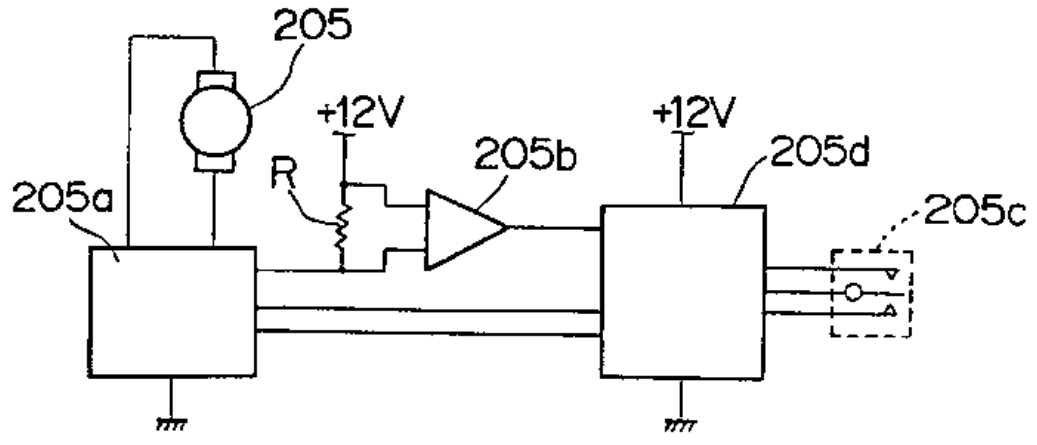


FIG. 8





**FIG. 10**

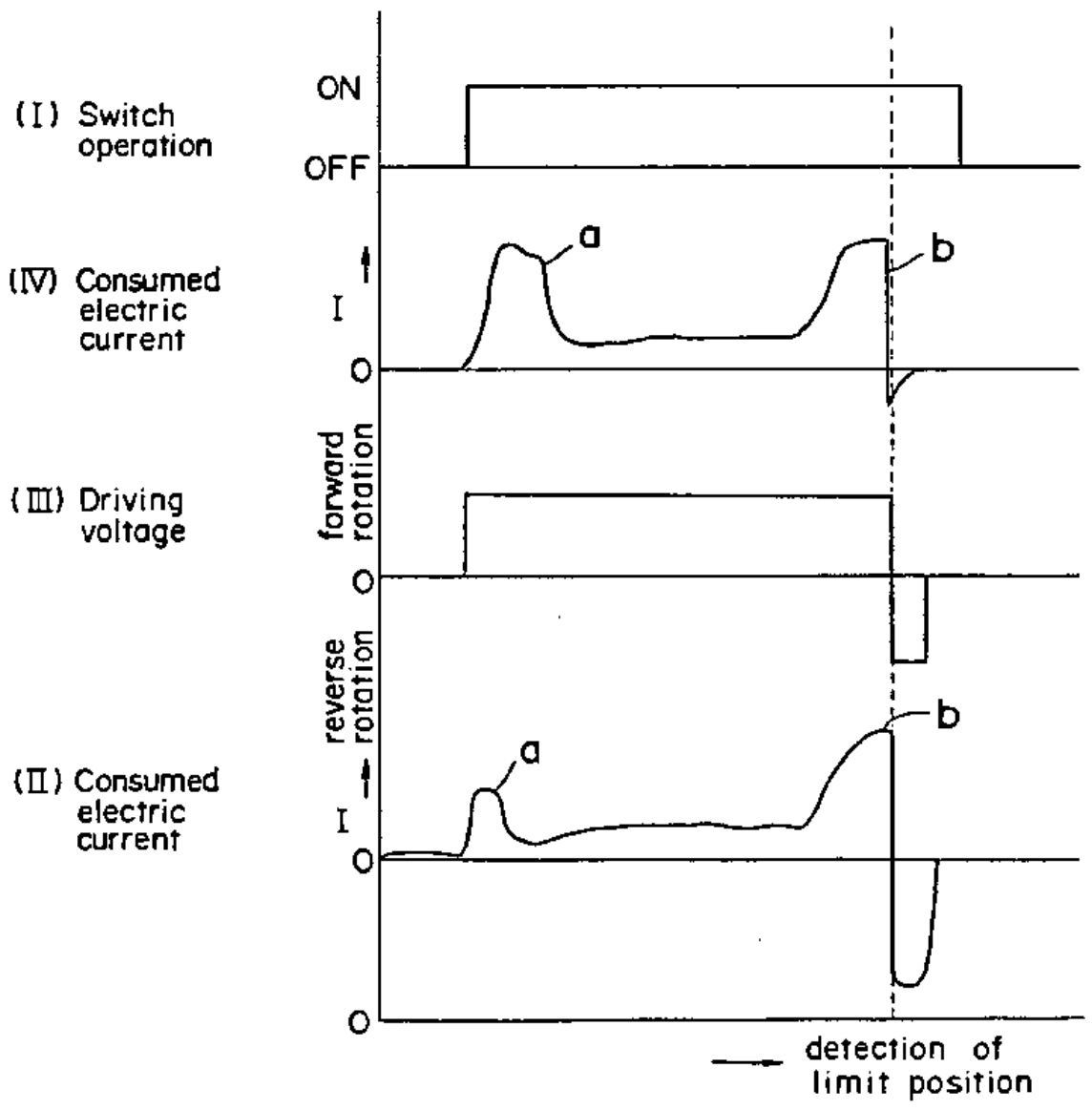


FIG. 11

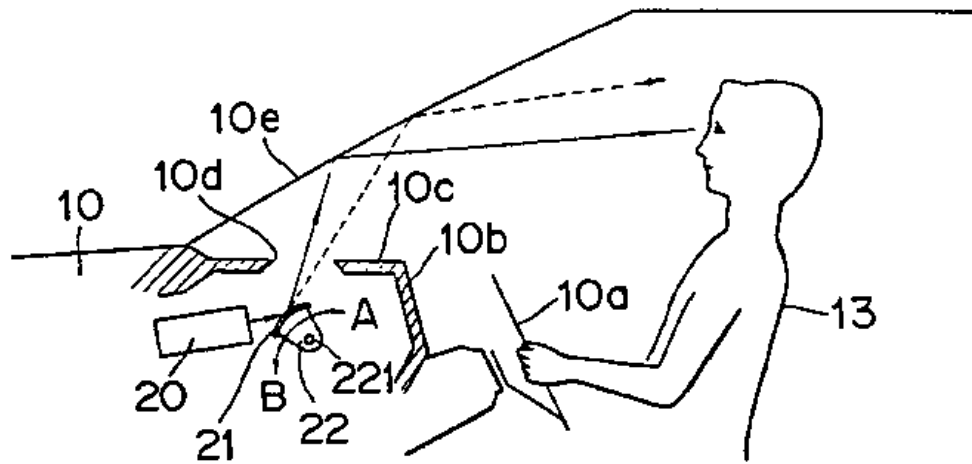


FIG. 12

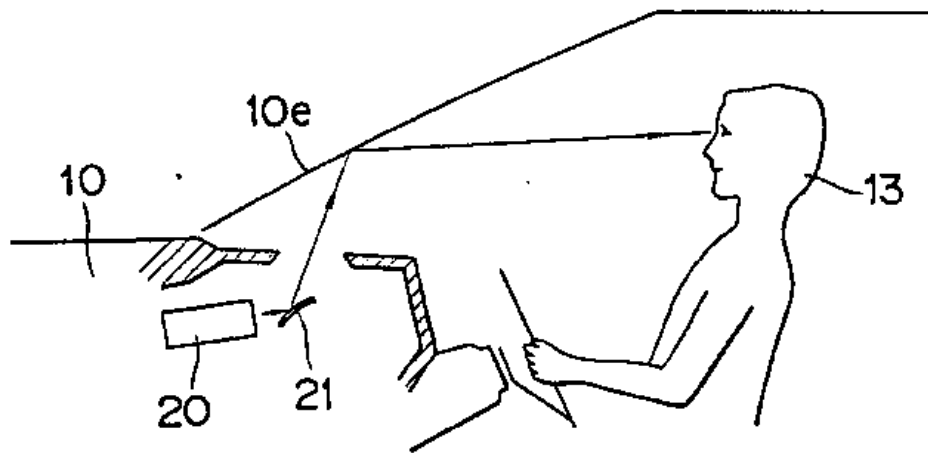


FIG. 13

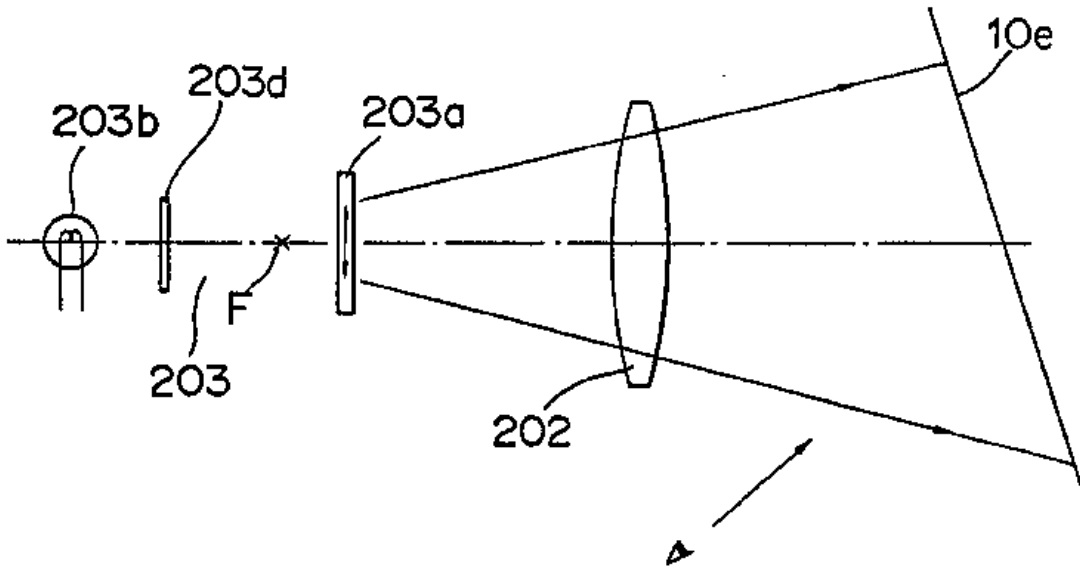


FIG. 14

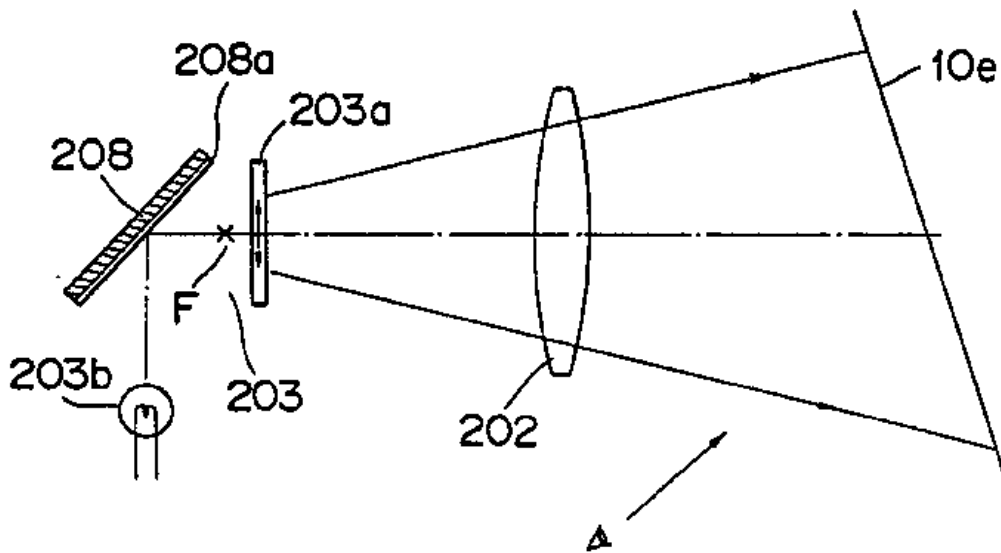




FIG. 15

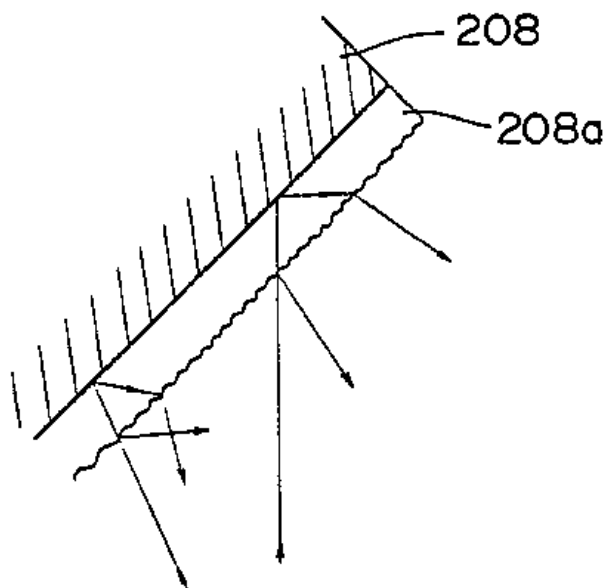


FIG. 20

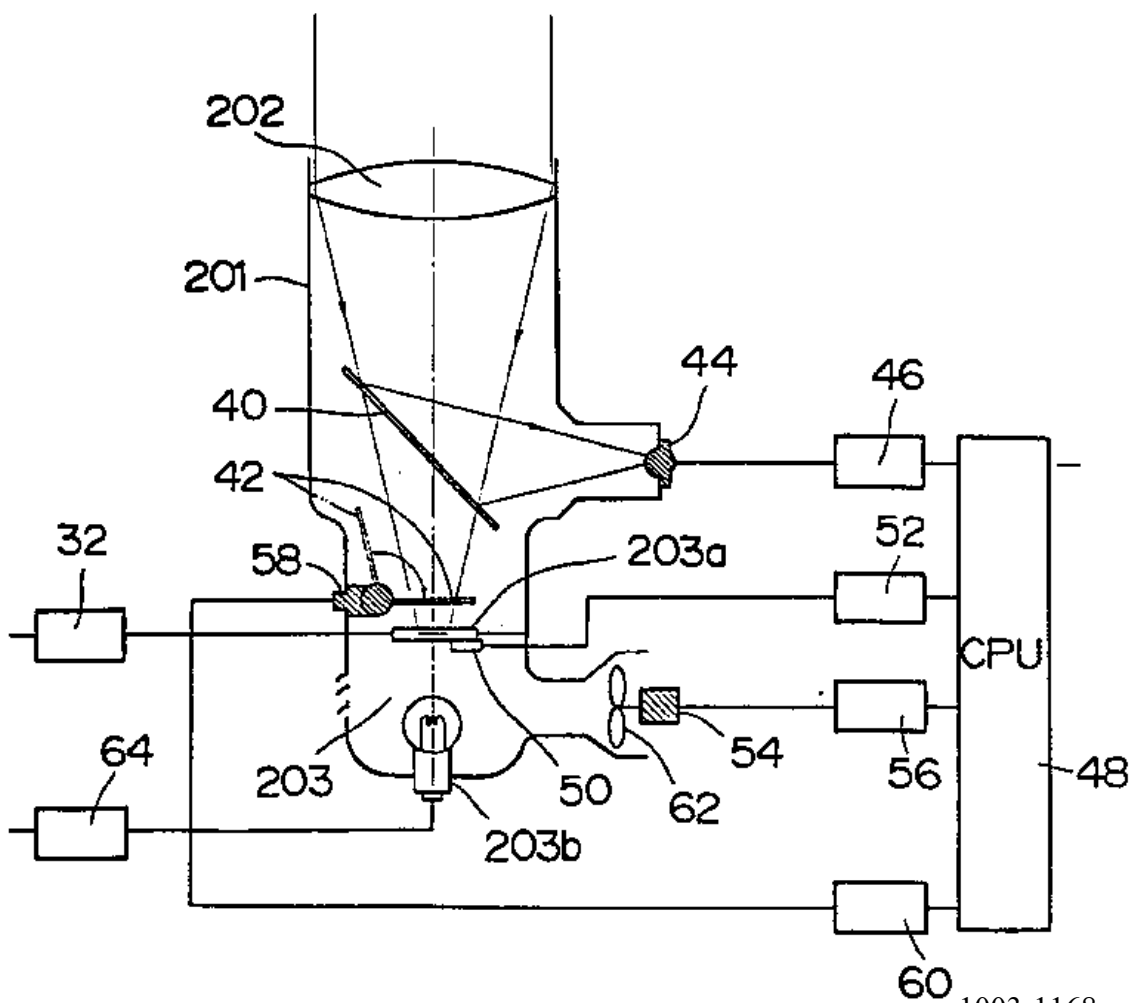


FIG. 16

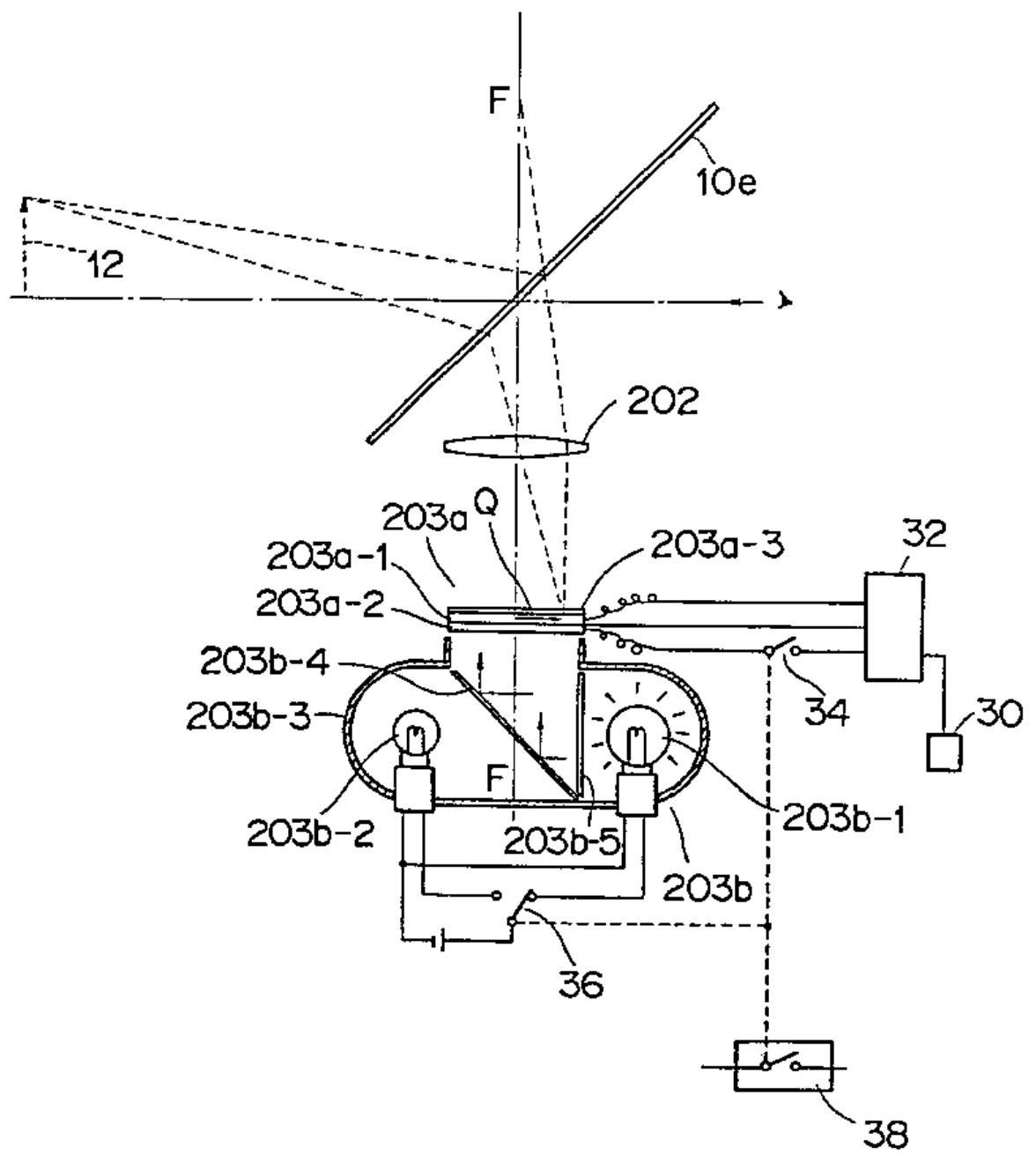


FIG. 17

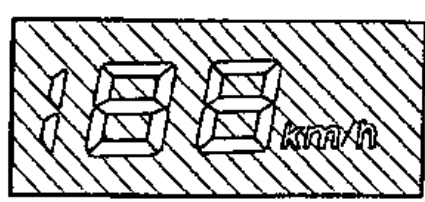


FIG. 18

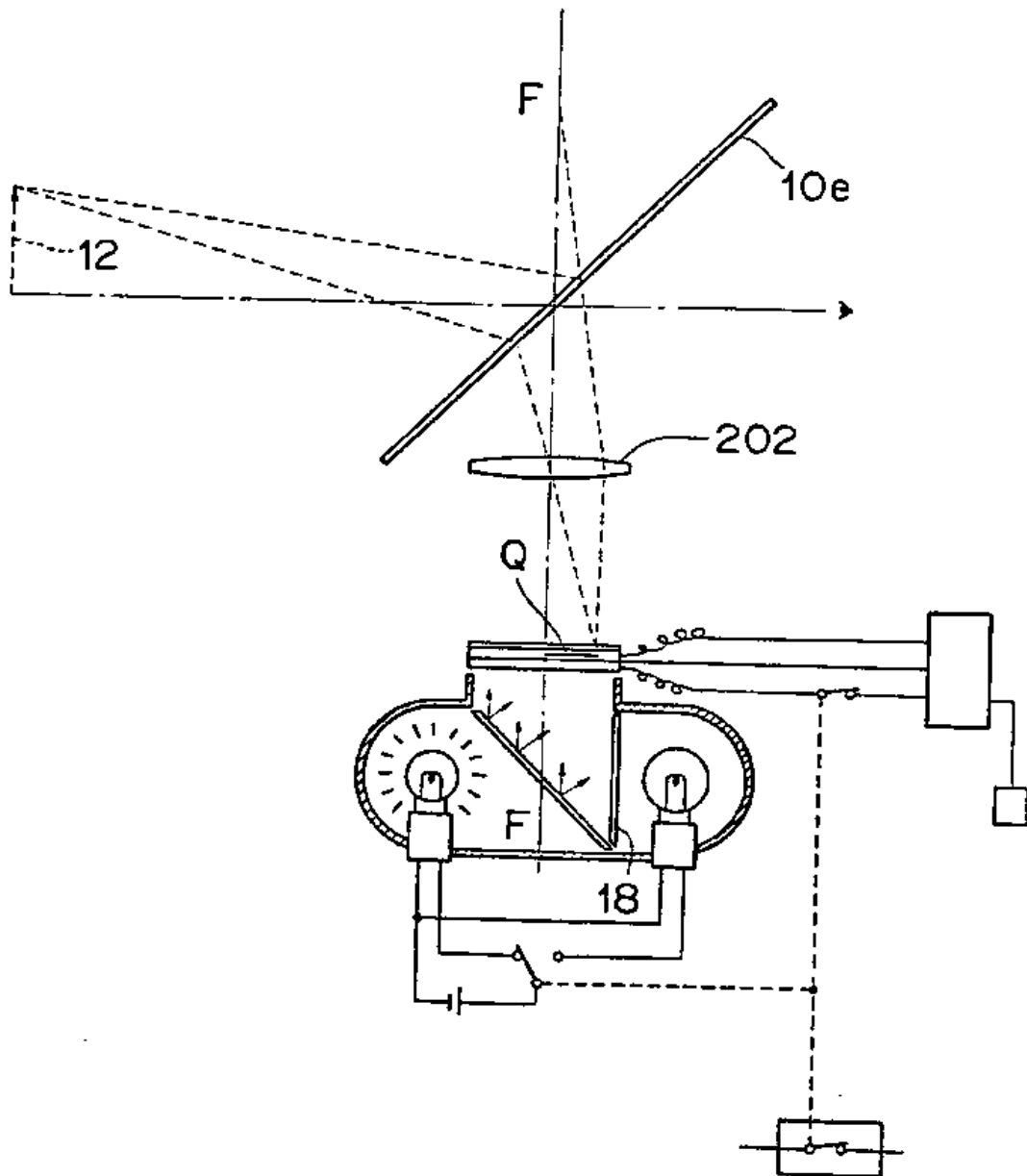


FIG. 19



**Bibliographic data:** EP0527665 (A1) — 1992-02-11

**Board device and method for detecting and following the position of a vehicle on the road and driving-aid device applying the method.**

No documents available for this priority number

**Inventor(s):** VALADE JEAN MICHEL [FR]; CALESSE CHRISTOPHE [FR] ±  
(VALADE, JEAN MICHEL, ; CALESSE, CHRISTOPHE)

**Applicant(s):** MATRA SEP IMAGERIE ET INF SOCI [FR] ± (MATRA CAP SYSTEMES)

**Classification:** - **international:** B60K28/06; G05D1/02; G08G1/0962;  
(IPC1-7): B60K28/06; G08B21/00  
- **cooperative:** B60K28/066; B60K35/00; B60R1/00; G05D1/0246;  
G08G1/0962; G08G1/096716; G08G1/09675;  
G08G1/096783; B60R2300/804; B60T2201/08;  
B60T2201/089; B60W30/12; B60W50/14;  
G05D2201/0213

**Application number:** EP19920402083 19920717

**Priority number(s):** FR19910009167 19910719

**Also published as:** EP0527665 (B1) FR2679357 (A1) ES2076712 (T3)  
DE69204239 (T2)

**Abstract of EP0527665 (A1)**

The device, which can be fitted on-board a road vehicle, makes it possible to monitor the position of the vehicle with respect to the road markings. It comprises a camera (10) supplying an image of the road in front of the vehicle; a programmed computer (24-28) having image-processing means making it possible to reconstruct the image in three-dimensions, taking account of perspective and, by applying probability criteria, making it possible to identify the road markings; and display or alarm means in the case of an abnormal position of the vehicle with respect to the road markings.

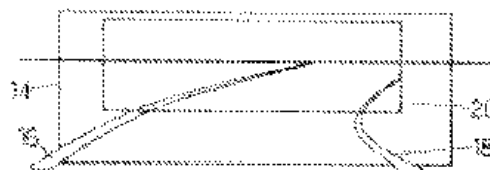


FIG. 3.



①②

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

②① Numéro de dépôt : **92402083.7**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **B60K 28/06, G08B 21/00**

②② Date de dépôt : **17.07.92**

③⑩ Priorité : **19.07.91 FR 9109167**

④③ Date de publication de la demande :  
**17.02.93 Bulletin 93/07**

⑧④ Etats contractants désignés :  
**DE ES GB IT**

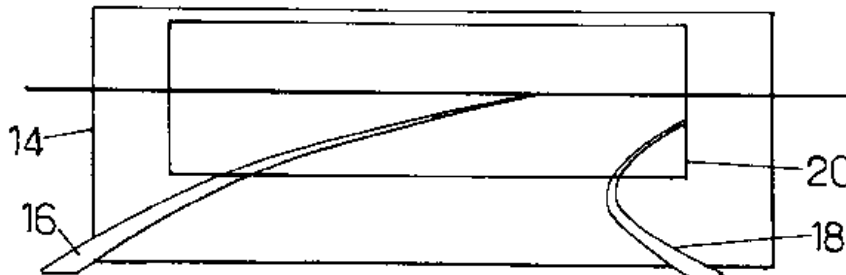
⑦① Demandeur : **MATRA SEP IMAGERIE ET  
INFORMATIQUE, Société Anonyme**  
Parc d'Affaires-BP 605  
F-27106 VAL DE REUIL CEDEX (FR)

⑦② Inventeur : **Valade, Jean Michel**  
**26, rue des Chênes**  
**F-78470 Saint Remy les Chevreuses (FR)**  
Inventeur : **Calosse, Christophe**  
**1, rue Simon l'Etoile**  
**F-92260 Fontenay aux Roses (FR)**

⑦④ Mandataire : **Fort, Jacques**  
**CABINET PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam**  
**F-75009 Paris (FR)**

⑤④ **Dispositif embarqué et procédé de repérage et de suivi de la position du véhicule sur la route et dispositif d'aide à la conduite en comportant application.**

⑤⑦ Le dispositif embarquable sur véhicule routier permet de suivre la position du véhicule par rapport à des bandes de marquage au sol. Il comprend une caméra (10) fournissant une image de la route en avant du véhicule ; un calculateur programmé (24-28) ayant des moyens de traitement de l'image permettant une reconstruction de l'image en trois dimensions tenant compte de la perspective et, par application de critères de vraisemblance, permettant d'identifier les bandes de marquage ; et des moyens d'affichage ou d'alarme en cas de position anormale du véhicule par rapport aux bandes de marquage.



**FIG. 3.**

L'invention concerne le domaine de l'information du conducteur et de l'aide à la conduite d'un véhicule routier par fourniture au conducteur d'informations et d'alarmes en cas de localisation ou d'évolution anormale du véhicule sur la route.

Elle utilise le fait que la plupart des routes comporte à l'heure actuelle une signalisation au sol identifiable sur au moins une quinzaine de mètres en avant (et éventuellement en arrière) du véhicule.

Cette signalisation est malheureusement souvent partiellement effacée, susceptible d'être confondue avec des accidents de la chaussée ou des bas-côtés et elle est fréquemment interrompue, de sorte qu'il semble à première vue que toute référence à cette signalisation ou bien générera un taux très élevé de fausses alarmes ou bien sera inopérante dans de nombreux cas.

L'invention vise notamment à fournir un dispositif embarqué sur véhicule routier permettant de suivre la position du véhicule sur la route à partir de données représentatives de l'environnement, ainsi qu'un procédé.

Dans ce but l'invention propose notamment un dispositif embarqué comprenant une caméra fournissant une image de la route sur une longueur supérieure à 10 mètres en avant du véhicule et un calculateur programmé ayant des moyens de traitement de l'image permettant une reconstruction en trois dimensions tenant compte de la perspective et, par application de critères de vraisemblance, d'identifier la signalisation au sol et la position du véhicule, et des moyens d'affichage ou d'alarme en cas de position anormale du véhicule.

Le dispositif peut être prévu pour tenir uniquement compte d'une seule image représentant la situation à un instant donné, ou mieux l'évolution sur plusieurs images, ce qui est possible sauf en zone urbaine ou en cas de circulation très ralentie.

Dans un mode avantageux de réalisation, le dispositif comporte des capteurs de paramètres de conduite, notamment de l'état des indicateurs de changement de direction (clignotants), et des moyens d'alarme en cas de discordance entre la situation réelle du véhicule et les signaux fournis par les capteurs.

Le dispositif est susceptible d'être réalisé sous une forme plus ou moins élaborée, apportant une aide plus ou moins complète à la conduite.

Dans un mode de réalisation sommaire, le dispositif est prévu pour fonctionner uniquement suivant un mode qu'on peut qualifier d'informatif, donnant au conducteur une information sur la position latérale du véhicule et sa localisation par rapport à la voie suivie.

Ce mode informatif peut être complété par la génération de signaux d'alarme en cas de situation anormale. Cette situation peut être identifiée par analyse de l'image à un instant donné et des signaux fournis par les capteurs de paramètres de conduite au

même instant, c'est-à-dire pendant un même cycle courant : en particulier une telle alarme peut être fournie en cas de début de franchissement d'une ligne continue ou en cas de vitesse excessive par rapport à la courbure d'un virage décelé par la caméra en avant du véhicule.

D'autres alarmes peuvent correspondre à une situation qui exige d'effectuer une corrélation entre des paramètres acquis au cours du cycle courant (correspondant à l'exploitation d'une image) et de paramètres ou d'évènements acquis au cours d'un cycle précédent et mémorisés : cela permet par exemple d'éviter l'émission d'un avertissement en cas de maintien des clignotants à l'état actionné à condition qu'intervienne un franchissement de ligne discontinue ou une mise en virage des véhicules par action sur le volant dans un délai déterminé.

L'alarme peut être visuelle ou sonore, voire kinesthétique. Plusieurs niveaux d'alarme, plus ou moins impératifs, peuvent être prévus pour s'effectuer successivement en cas de défaut de réaction du conducteur, le temps de réponse du conducteur alloué à la suite de l'alarme de chaque niveau étant établi une fois pour toute ou dynamiquement en fonction des caractéristiques de conduite.

Le dispositif peut également être prévu pour avoir un mode "actif" de fonctionnement, le passage en mode actif et hors du mode actif étant commandé par le contrôleur. Le dispositif assure alors une véritable aide à la conduite. Cela implique qu'il soit complété par des actionneurs permettant par exemple un contrôle temporaire de la direction pour commander la direction, maintenir le véhicule au milieu de la voie délimitée par des bandes de marquage au sol et pour éviter au conducteur la fatigue de la résistance à un vent latéral ; le mode actif peut être prévu pour d'autres fonctions, par exemple pour maintenir une vitesse indiquée par le conducteur, mais la réduire lorsque l'analyse de l'image fournie par la caméra indique la présence de courbes de faible rayon en amont du véhicule.

Enfin le dispositif peut être complété par des capteurs supplémentaires, notamment de position du volant, et par un programme lui permettant de fonctionner dans un mode qu'on peut qualifier de "contrôle de vigilance" permettant de déceler la fatigue ou l'assoupissement du conducteur. La baisse de vigilance peut être détectée par suivi des caractéristiques de conduite pour un conducteur donné et comparaison de l'évolution avec des conséquences, connues et mémorisées de l'assoupissement. Tout conducteur donné, à l'état de veille normal, a un mode de conduite qui lui est propre, identifiable par ses caractéristiques spatiales et temporelles (position moyenne du véhicule sur sa voie en ligne droite, écart-type par rapport à la position moyenne, amplitude et progressivité des mouvements de correction d'orientation du véhicule en sortie de virage, temps de réaction en en-

trée de virage, etc...). Ces caractéristiques sont modifiées par l'assouplissement : par exemple le conducteur fatigué ou en état de somnolence tend à circuler au milieu de la route, à laisser dériver son véhicule et à revenir brutalement en ligne. Une telle surveillance peut notamment être effectuée par un logiciel de type système expert à apprentissage..

Pour que le dispositif soit efficace, il est nécessaire qu'il ne présente qu'un taux réduit de fausses alarmes et que tout défaut de fonctionnement ou panne soit immédiatement porté à la connaissance du conducteur. La seconde condition imposera en général de munir le dispositif d'un programme d'auto-diagnostic vérifiant périodiquement son fonctionnement correct, par exemple par corrélation entre les signaux fournis par la caméra et par les différents capteurs et comparaison avec des critères de vraisemblance. Dans le cas d'un dispositif d'aide à la conduite susceptible de passer en mode actif, toute panne d'actionneur devra aller dans le sens de la sécurité, que ce soit pour l'actionnement ou le maintien du volant ou pour la commande de la vitesse.

Le dispositif susceptible de fonctionner en mode actif peut être prévu pour que le non respect d'une alarme provoque une intervention sur la vitesse et/ou la direction du véhicule. Mais le dispositif sera cependant prévu pour permettre dans tous les cas au conducteur de surmonter l'action automatique, notamment pour faire face à une situation d'urgence.

L'invention propose également un procédé de repérage et de suivi de la position d'un véhicule en circulation sur une route, caractérisé en ce que :

- on forme l'image d'une zone de la route en avant du véhicule, comportant les bandes de marquage au sol délimitant une voie de circulation au moins,
- on filtre l'image pour ne conserver que les éléments correspondant aux bandes de délimitation des voies,
- on reconstruit l'image filtrée dans le plan du sol par compensation des effets de perspective et approximation géométrique,
- on chaîne les fragments de lignes successives correspondant aux bandes pour modéliser la voie par rapport à la position du véhicule, et
- on affiche la position du véhicule ou on déclenche une alarme en cas de situation anormale révélée par le modèle.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'implantation de la caméra d'un dispositif suivant l'invention sur un véhicule ;
- la figure 2 est un synoptique de principe montrant une constitution possible d'un dispositif ca-

pable de fonctionner en mode surveillance et éventuellement en mode de contrôle de vigilance ;

- la figure 3 montre l'allure de l'image fournie par une caméra du genre montré en figure 1, pour deux orientations et deux focales différentes ;

- les figures 4A-4E montrent des étapes successives du traitement d'une image fournie par la caméra de la figure 1 ;

- les figures 5A, 5B, 5C montrent l'extraction des centres des bandes de marquage au sol à partir de la répartition de la luminance L sur une ligne de balayage x de la caméra ;

- les figures 6 et 7 sont des schémas de principe du fonctionnement, respectivement lors de la recherche de la route et lors du suivi de la route,

- la figure 8 est un logigramme de principe d'un procédé de suivi de route et d'aide à la conduite suivant l'invention ;

- la figure 9 est un schéma possible du module d'acquisition de modèle de la voie sur laquelle circule le véhicule ;

- les figures 10, 11 et 12 sont des logigrammes de modules de détection, de poursuite et de modélisation qui interviennent dans le procédé.

On décrira tout d'abord la constitution de principe d'un dispositif suivant l'invention et les caractéristiques essentielles de fonctionnement, avant de passer à une description détaillée d'un organigramme.

L'organe d'entrée essentiel du dispositif est constitué par une caméra 10 (figure 1) de fourniture d'une image de la route en avant du véhicule 12, pouvant être complété par une caméra fournissant des indications sur la situation en arrière du véhicule 12. On utilisera généralement une caméra à matrice ou barrette de capteurs à couplage de charges, dite caméra CCD, sensible dans le domaine de l'infrarouge, qui réduit le risque de confusion entre les irrégularités de la route et le marquage au sol. Il existe au surplus des caméra CCD de prix acceptable.

Le processeur fournit, dans le mode de réalisation le plus simple, une information d'alarme à un appareil d'avertisseur sonore ou lumineux 30. Il peut également fournir sur un écran de visualisation 32 une indication de la position du véhicule sur la route.

Dans la pratique, la puissance de calcul requise exige un processeur comprenant un calculateur équivalent à un ordinateur personnel PCI 386 d'IBM et d'une carte programmable d'accélération de calcul MATROX PG 1280 pour l'acquisition et le traitement de l'image.

La caméra doit avoir un champ horizontal suffisant pour faire apparaître les lignes latérales délimitant une voie de circulation. Le choix de l'inclinaison a de la caméra résulte d'un compromis : une caméra orientée vers le bas avec une focale courte donne un champ du genre montré en 14 sur la figure 3, avec une précision élevée de positionnements latéral et

angulaire des lignes, tels que 16 et 18, à proximité du véhicule mais une faible précision à distance. Une caméra plus proche de l'horizontale, avec une focale longue, donne une meilleure précision des parties lointaines de la route, au détriment de la précision sur la position du véhicule, comme indiqué en 20.

Dans la pratique, il est nécessaire de disposer d'une image satisfaisante sur une distance  $a$  (figure 4A) allant de quelques mètres, typiquement 2 à 4 mètres, jusqu'à une vingtaine ou une trentaine de mètres.

On voit sur la figure 3 que, du fait de la perspective, les bandes de délimitation des voies de circulation représenteront un nombre de pixels par ligne de balayage de type télévision qui diminue au fur et à mesure que la distance au véhicule augmente. Au surplus ces bandes ont un tracé irrégulier. Les algorithmes de traitement de l'image tiendront compte de ces phénomènes.

La caméra 10 sera généralement équipée d'un réglage automatique d'ouverture en fonction des variations de l'éclairement ambiant. Il sera souvent utile de prévoir un polariseur devant l'optique. La caméra peut par exemple être implantée sur le véhicule à l'emplacement habituel d'un rétroviseur en haut du pare-brise, à l'intérieur de l'habitacle.

Les composants nécessaires pour constituer un dispositif de repérage et de suivi de la position du véhicule comportent, en plus de la caméra 10 et d'un convertisseur analogique-numérique 22 si la caméra fournit les indications sous forme analogique, des moyens de traitement d'informations ayant au moins un processeur 24, une mémoire vive de travail 26 (de capacité suffisante pour contenir les caractéristiques de plusieurs images si l'évolution de la scène est utilisée) et une mémoire de masse 28 contenant un logiciel de mise en oeuvre d'algorithmes de traitement. Ces algorithmes seront capables d'effectuer :

- le filtrage et la binarisation de l'image provenant de la caméra pour ne conserver que les éléments correspondant aux bandes de délimitation des voies (pointillés et lignes continues) ;
- la reconstruction de l'image traitée dans le plan du sol, c'est-à-dire la compensation des effets de perspective et une approximation (circulaire ou autre) permettant de lisser les irrégularités des tracés réels sur la route ;
- le chaînage des fragments de lignes successif.

Pour fournir une alarme par comparaison, le dispositif comporte également des capteurs de paramètre de conduite 33 tels que ceux qui seront définis plus loin.

L'opération complète est à effectuer pour repérer les caractéristiques de la route. Le suivi ultérieur peut être plus simple, étant donné la continuité des lignes, qui permet d'utiliser un algorithme de prédiction à partir de la position, de l'orientation, de la largeur et de la courbure des lignes précédemment identifiées, lors-

que la cadence des cycles est suffisamment élevée (supérieure à 10 Hz).

Les étapes successives d'un processus d'identification sont schématisées, à titre d'exemple, sur les figures 4A à 4E.

La figure 4A montre un exemple d'image fournie par la caméra. Les opérations successives effectuées seront détaillées plus loin.

On décrira les opérations successives effectuées sur une telle image.

La première opération à effectuer est un filtrage et une binarisation permettant de ramener les zones de forte luminosité à des lignes ayant une probabilité accrue de représenter des bandes au sol.

Une solution satisfaisante, tenant compte de ce que les éléments recherchés sont des bandes ayant une forte luminosité et une orientation proche de la verticale dans l'image consiste à effectuer un filtrage basé uniquement sur les lignes de balayage d'une image, où une bande de marquage se traduit par un pic de luminosité.

La figure 5A montre un exemple de variation de luminosité suivant la direction  $x$  transversale à la route (c'est-à-dire une ligne de balayage de télévision). Chacune des bandes apparaît comme un pic 34 (figure 5A). La présence du véhicule peut générer une zone supplémentaire de forte luminosité 36.

Chaque ligne d'image correspond à une tranche transversale du sol située à une distance fixe et connue en avant de la caméra, où l'effet de perspective est constant. Pour une ligne de balayage donnée, la largeur des pics de luminosité provoqués par une bande de marquage au sol est sensiblement constante et en tout cas inférieure à une largeur maximale, ce qui permet d'éliminer les surintensités sur une largeur trop importante.

Le filtrage peut en conséquence être effectué par une normalisation, consistant à retirer à chaque pixel une valeur égale à la luminosité moyenne sur une plage de largeur  $2l_2$  située de part et d'autre d'une fenêtre de largeur  $l_1$  centrée sur le pixel P considéré (figure 5A). Ce filtrage, qui revient à soustraire la composante continue de la luminosité autour de la fenêtre de largeur  $l_1$ , laisse passer les pics de largeur inférieure à  $l_1$  et atténue les pics plus larges.

Cela conduit à un signal ayant l'allure montrée en figure 5B. Les pics correspondant aux bandes peuvent alors être identifiés par comparaison à un seuil approprié S. Les centres 38 de bandes peuvent alors être identifiés par recherche de barycentre, par des algorithmes classiques, et/ou par chaînage des points proches les uns des autres le long des colonnes de l'image.

On obtient ainsi les centres des bandes sur chaque ligne d'image, à un pixel près, et les lignes qui les joignent. A l'issue du filtrage et de la binarisation, l'image disponible est réduite aux informations montrées en figure 4B.



On effectue ensuite une opération de reconstruction dans le plan du sol, tenant compte de l'inclinaison  $\alpha$  de l'axe optique de la caméra (figure 1).

Les coordonnées  $\underline{x}$  et  $\underline{y}$  de chaque pixel dans le plan  $z = 0$  sont données par des formules mathématiques simples en fonction des coordonnées  $x_i, y_i$  dans le plan de l'image, des fonctions trigonométriques de  $\alpha$  et des paramètres optiques de la caméra.

On obtient, à l'issue de cette opération, une présentation du genre montré en figure 4C, où les effets de perspective ont été éliminés et où la position réelle des lignes par rapport à l'emplacement 12a du véhicule est disponible.

L'opération suivante consiste en un chaînage rétablissant la continuité des lignes par une approximation, par exemple en arc de cercle par la méthode des moindres carrés. Les tronçons de ligne sont comparés les uns aux autres par des critères de cohérence afin de fusionner les pointillés, correspondant aux bandes discontinues sur la route, en une seule ligne. Chaque ligne retenue est alors représentée par un modèle (figure 4D) caractérisé par plusieurs paramètres :

- rayon et centre de courbure,
- position et orientation au niveau de la caméra (c'est-à-dire pour  $y = 0$ ),
- longueur (identifiée par le début et la fin).

Enfin les lignes qui ne répondent pas à des critères de cohérence prédéterminés, par exemple ceux correspondant à une signalisation verticale, sont éliminées (figure 4E).

À l'issue du traitement, les lignes significatives et leur position par rapport au véhicule sont disponibles pour un cycle de balayage de la caméra.

Pour permettre une exploitation plus complète des données, les moyens de traitement comporteront généralement une mémoire d'images capable de mémoriser plusieurs images successives modélisées conformément à la figure 4E.

Toutes les opérations ci-dessus sont effectuées lors d'une phase de recherche, visant à reconnaître les caractéristiques de la route, des lignes représentant une bande de limitation de voie étant recherchée indépendamment. En effet de grandes différences de distance peuvent exister entre les bandes suivant que l'on se trouve sur une autoroute ou sur une route secondaire.

Il est possible de prévoir dans le dispositif un indicateur à commande manuelle, permettant au conducteur d'indiquer s'il se trouve sur une voie de type autoroute ou de type route de campagne. Cela facilite alors la recherche, car une voie de type autoroute est caractérisée par deux lignes parallèles à droite et à gauche, de courbures similaires, dont l'écartement est compris entre des valeurs normalisées. Sur une voie de type route de campagne, il n'y a marquage que par une ligne centrale.

À défaut d'un indicateur manuel, la recherche de

type route de campagne est activée automatiquement si une voie autoroutière n'a pu être détectée pendant un délai déterminé. La largeur de la voie de roulement est alors fixée arbitrairement à partir de la ligne médiane, par exemple à 3,30 mètres, c'est-à-dire à une valeur représentative de la plupart des situations.

La recherche des paramètres de la route peut s'effectuer selon l'organigramme de la figure 6 : l'emplacement de lignes présumées représenter des bandes de marquage au sol et mémoriser. À partir de là un algorithme de prédiction indique l'emplacement attendu et permet, par comparaison, de vérifier la validité de la première identification. La liste des lignes retenues est transmise à une mémoire sur la base de laquelle s'effectue la recherche de la route par scrutation périodique. Une fois la route identifiée, ses paramètres sont mémorisés.

Une fois la route reconnue, les paramètres calculés et mémorisés sont suivis dans leur évolution. La séquence d'opération est alors celle indiquée en figure 7. L'étape de prédiction identifiée en 40 consiste à déterminer des paramètres de position, d'orientation de courbures et d'écartement des lignes définissant la voie de roulement, avec vérification du critère de parallélisme. L'identification des lignes droite et/ou gauche dans la nouvelle image traitée permet de conserver une représentation du genre montré en figure 4E.

Dans la mesure où le champ de la caméra couvre une voie de roulement située à gauche et/ou à droite de la voie occupée par le véhicule, les bandes de marquage correspondante ne sont recherchées qu'ensuite. En effet il s'agit de lignes plus éloignées de l'axe, donc plus affectées de bruit. Cette acquisition des voies latérales est utile pour la gestion des changements de file par le conducteur.

Une fois ces opérations effectuées, la gestion des alarmes peut s'effectuer par des opérations simples de comparaison, par exemple :

- émission d'une alarme de premier niveau ou d'avertissement en cas d'amorce de croisement d'une bande discontinue vers la gauche, alors qu'il n'y a pas eu préalablement mise en fonctionnement des clignotants gauches ;
- alarme de second niveau en cas de franchissement d'une ligne continue vers la gauche (sur le continent) ou vers la droite (Grande-Bretagne) ;
- alarme de premier niveau en cas de dépassement de la vitesse de 90 km à l'heure sur une voie identifiée comme une route de campagne.

Ces exemples ne sont évidemment donnés qu'à titre non limitatifs.

La figure 8 illustre les différentes séquences qui interviennent dans la mise en oeuvre du procédé, dans le cas où ce dernier est prévu pour assurer une aide à la conduite et non pas seulement une visualisation de la position et de l'évolution du véhicule.

À partir de l'initialisation du procédé, il y a d'une

part, acquisition du modèle local de la voie, comme indiqué en figure 6, et d'autre part, acquisition des paramètres internes du véhicule.

Au cours de l'acquisition du modèle local de la voie, il y a détermination éventuelle et mémorisation des paramètres qui suffisent à caractériser le modèle, c'est-à-dire :

- l'état opérationnel du système de détection de position du véhicule (recherche de route ou suivi de route) ;
- la position latérale de la caméra par rapport à la voie (c'est-à-dire la distance de la caméra aux bandes droite et gauche) ;
- la largeur de la voie ;
- l'orientation de la caméra par rapport à la voie ;
- le rayon et le sens de courbure de la voie, définis par la bande ou les bandes qui la borne ;
- le type de marquage de la ligne gauche et éventuellement de la ligne droite.

Parallèlement, les paramètres internes du véhicule à acquérir sont constitués par au moins les premiers des paramètres suivants :

- état des indicateurs de direction droit et gauche ;
- angle du braquage du volant ;
- vitesse du véhicule ;
- accélération, définie par la position de la pédale d'accélérateur ou de celle du papillon des gaz ;
- freinage (position de la pédale de frein, pression de freinage ou décélération) ;
- rapport de vitesse engagée.

Les opérations d'apprentissage qui interviennent dans l'obtention du modèle local de la voie (alors que certaines des données sont figées, telles que l'orientation de la caméra) peuvent s'effectuer suivant l'organigramme de la figure 9, qu'on pourra comparer à la figure 6. L'orientation de la caméra peut également être déterminée par apprentissage en se basant sur le parallélisme des marquages de voie observés. Ce procédé permet de s'affranchir des différences d'assiette dues à des variations de charge du véhicule.

Le module de détection intervenant dans le logigramme d'acquisition montré en figure 9 peut être celui de la figure 10, où on retrouve les opérations illustrées sur les figures 4B à 4E.

Le module de poursuite ou de pistage de la voie, qui intervient après confirmation de la détection, peut avoir la constitution montrée en figure 11, avec retour à la détection en cas d'absence ou de perte de corrélation.

Quand au module de modélisation des caractéristiques du véhicule et du conducteur, il peut avoir la constitution donnée en figure 12.

L'invention ne se limite pas aux modes particuliers de réalisation qui ont été décrits ci-dessus à titre d'exemples. Elle est susceptible de nombreuses variantes restant dans le cadre des équivalences, offrant une assistance plus ou moins étendue.

## Revendications

1. Dispositif, embarqué sur véhicule routier, de repérage et de suivi de la Position du véhicule par rapport à des bandes de marquage au sol, comprenant une caméra (10) fournissant une image de la route en avant du véhicule et des moyens d'affichage ou d'alarme en cas de position anormale du véhicule par rapport aux bandes de marquage, caractérisé en ce qu'il comporte également un calculateur programmé (24-28) ayant des moyens de traitement de l'image permettant une reconstruction de l'image en trois dimensions tenant compte de la perspective et, par application de critères de vraisemblance, permettant d'identifier les bandes de marquage (16,18).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif comporte également des capteurs (33) de paramètres de conduite, lesdits moyens d'alarme fournissant un signal en cas de discordance entre la situation du véhicule par rapport aux bandes et les signaux fournis par les capteurs indiquant une situation anormale.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif est prévu pour provoquer une alarme en cas de croisement d'une bande discontinuée sans mise en action préalable de l'indicateur de changement de direction correspondant ou de franchissement de ligne continue.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par des moyens désarmables par le conducteur, commander la direction et maintenir le véhicule au milieu de la voie délimitée par les bandes de marquage au sol.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le calculateur comporte un programme de type système expert à apprentissage déterminant l'évolution des caractéristiques de conduite entre images successives et identifiant une évolution représentative d'un état d'assoupissement ou de fatigue.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la caméra (10) est munie de moyens d'orientation par apprentissage à partir de l'aspect des marquages parallèles de voies observés.
7. Procédé de repérage et de suivi de la position d'un véhicule en circulation sur une route, caractérisé en ce que :
  - on forme l'image d'une zone de la route en avant du véhicule, comportant les bandes de

- marquage au sol délimitant une voie de circulation au moins,
- on filtre l'image pour ne conserver que les éléments correspondant aux bandes de délimitation des voies, 5
  - on reconstruit l'image filtrée dans le plan du sol par compensation des effets de perspective et approximation géométrique,
  - on chaîne les fragments de lignes successives correspondant aux bandes pour modéliser la voie par rapport à la position du véhicule, et 10
  - on affiche la position du véhicule ou on déclenche une alarme en cas de situation anormale révélée par le modèle. 15
8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'on filtre l'image sur chaque ligne de balayage de type télévision, par soustraction, à la luminance de chaque pixel, de la composante continue de la luminance autour d'une fenêtre entourant le pixel et correspondant à la dimension maximale de l'image de la bande pour la ligne de balayage considérée. 20
- 25
9. Procédé selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que le chaînage de rétablissement de la continuité des lignes représentatives des bandes de marquage au sol est effectué par approximation en arc de cercle par la méthode des moindres carrés et vérification d'un critère de cohérence. 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 7

FIG. 1.

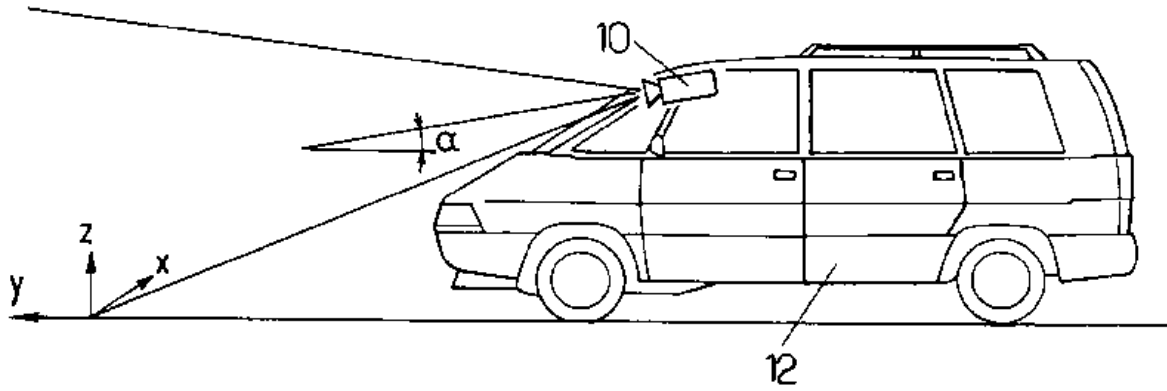


FIG. 3.

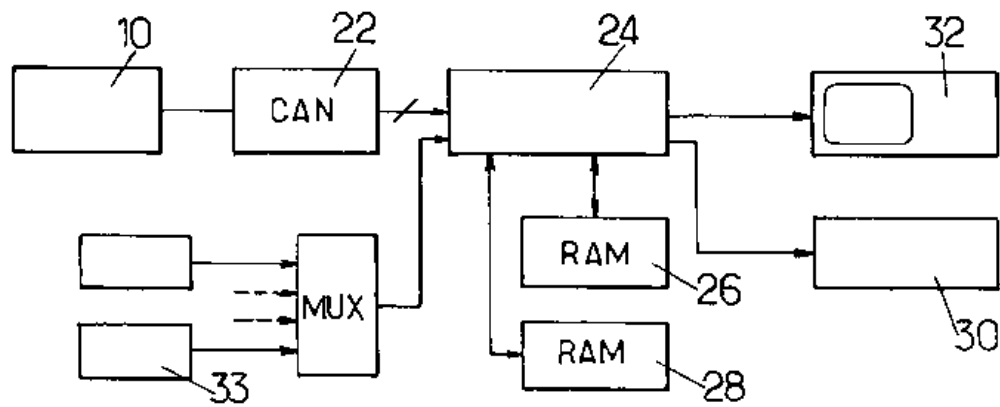
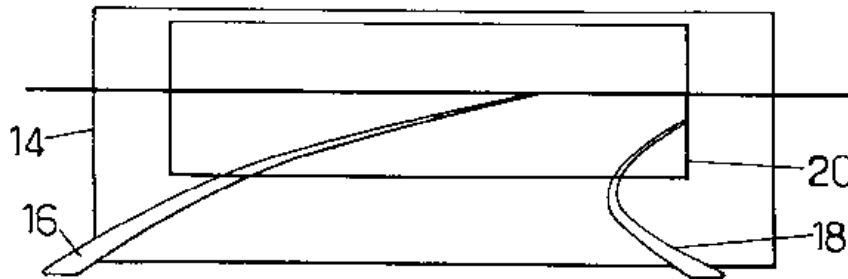


FIG. 2.

FIG.4A

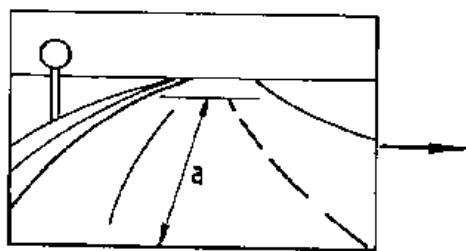


FIG.4B.

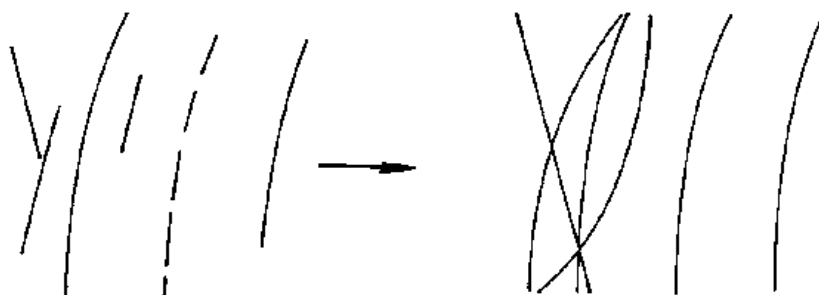
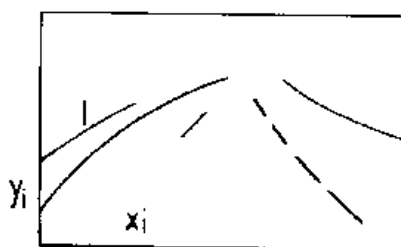
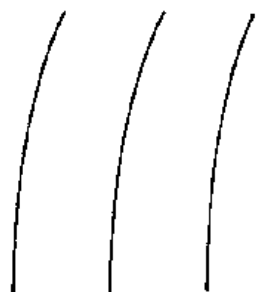



FIG.4C.  12a

12a  FIG.4D.



 12a  
FIG.4E.

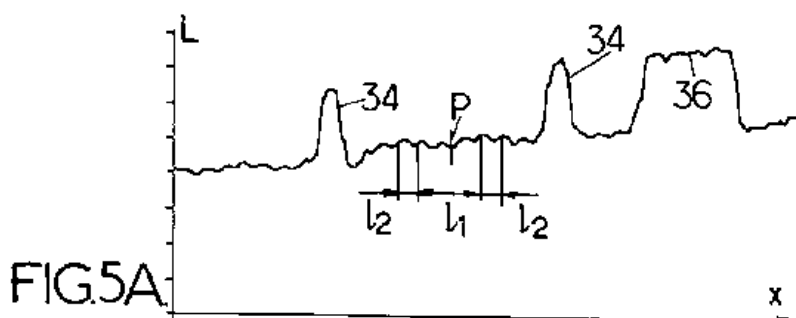


FIG.5A.

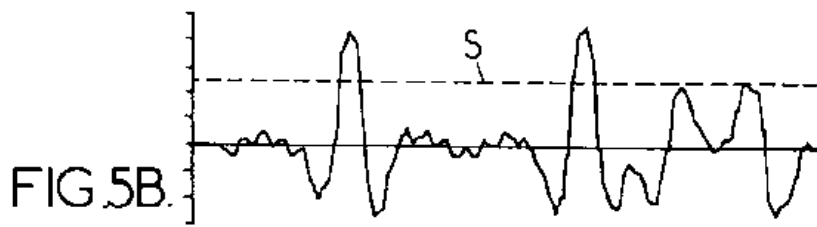


FIG.5B.

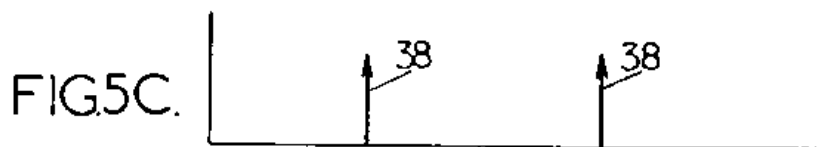


FIG.5C.

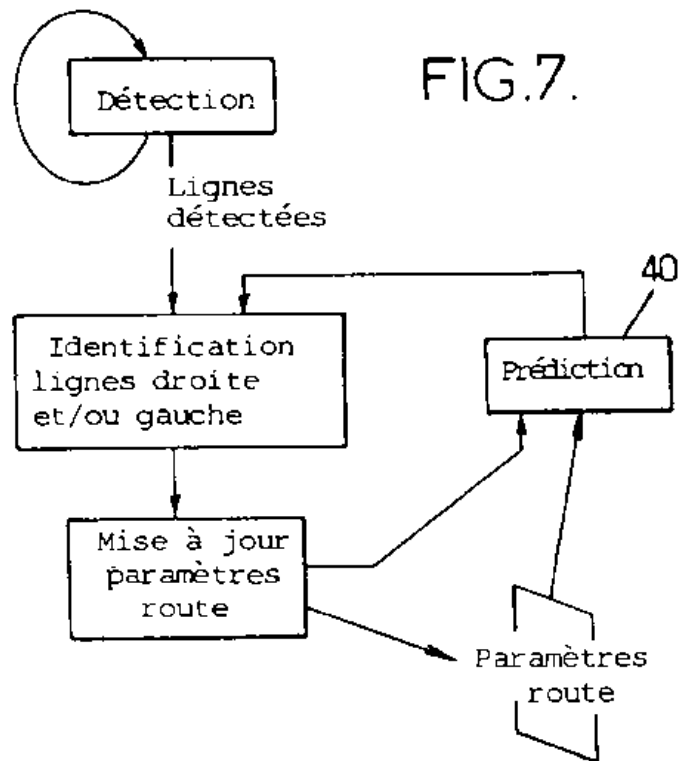
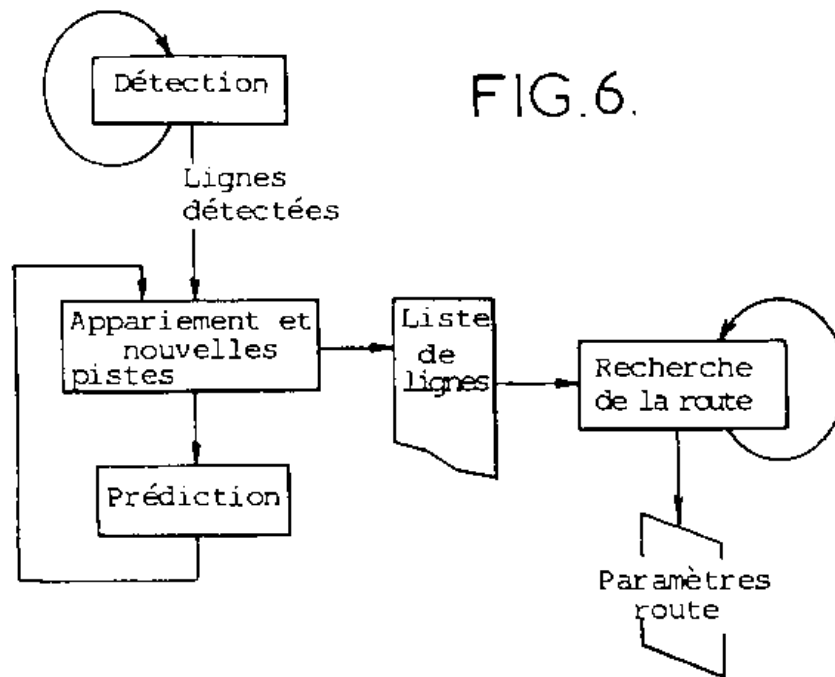
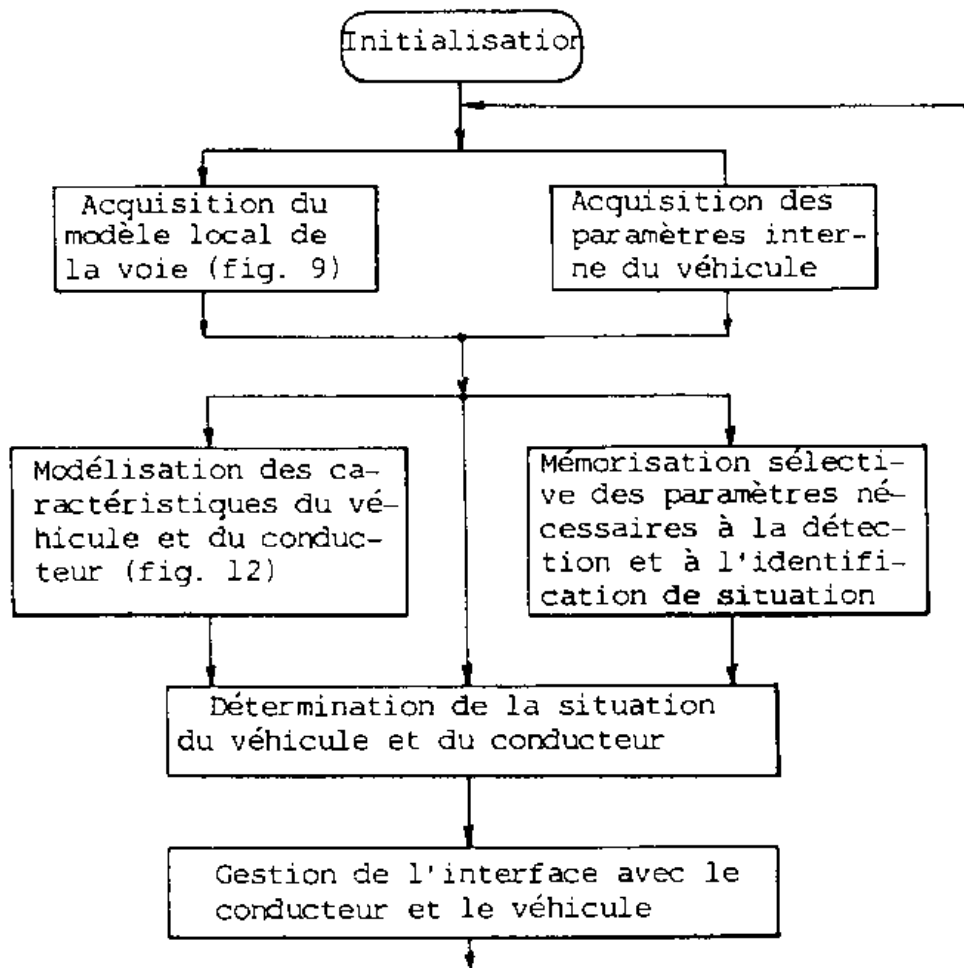


FIG.8.



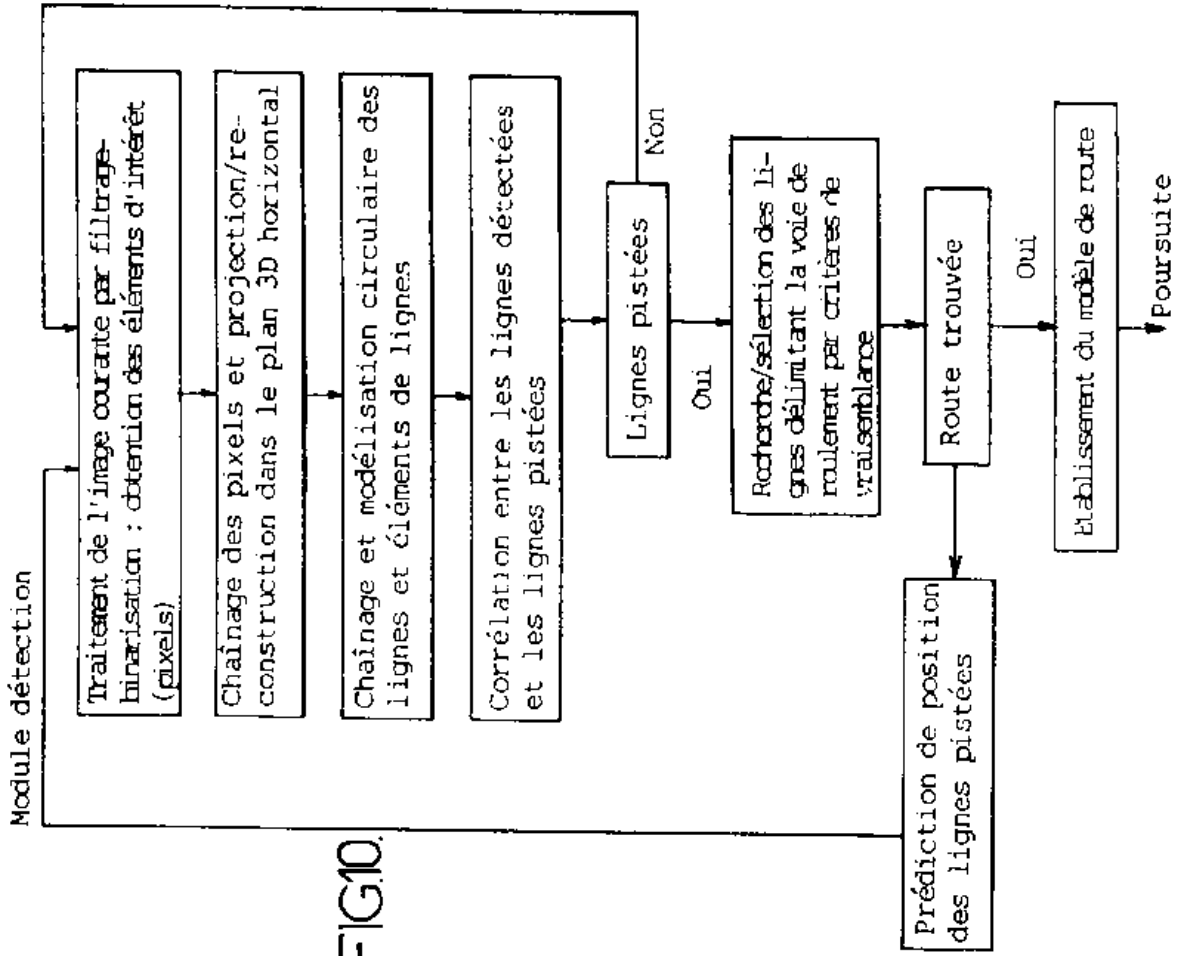
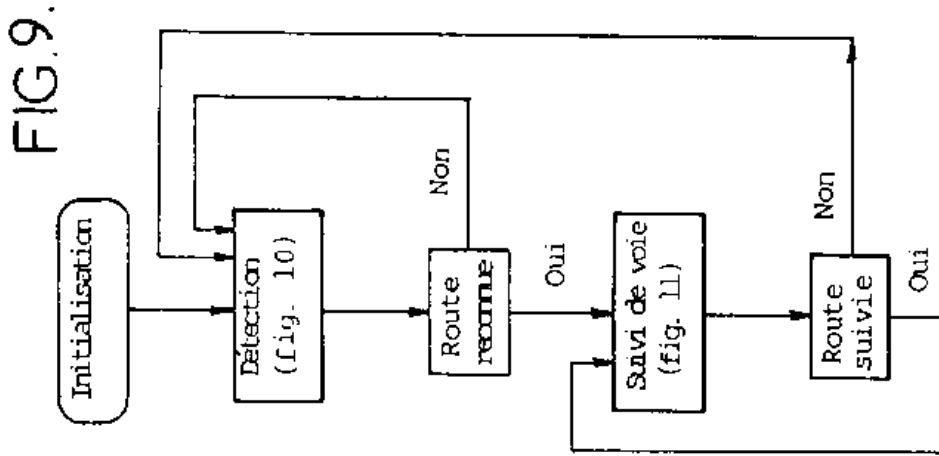


FIG. 10.





DétECTION FIG.11.

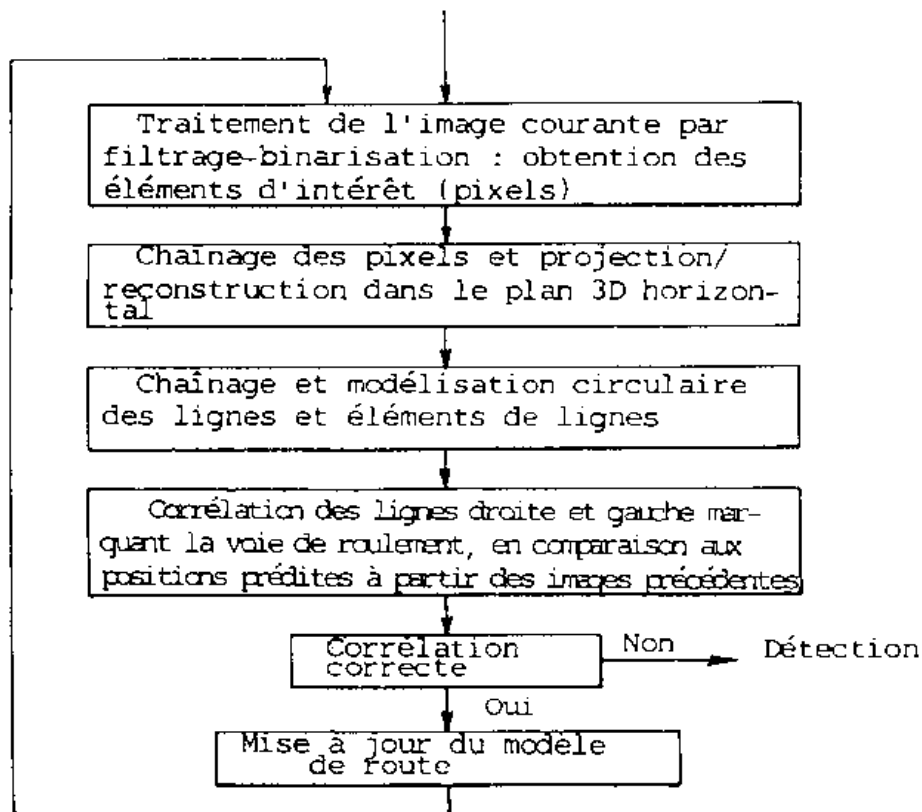
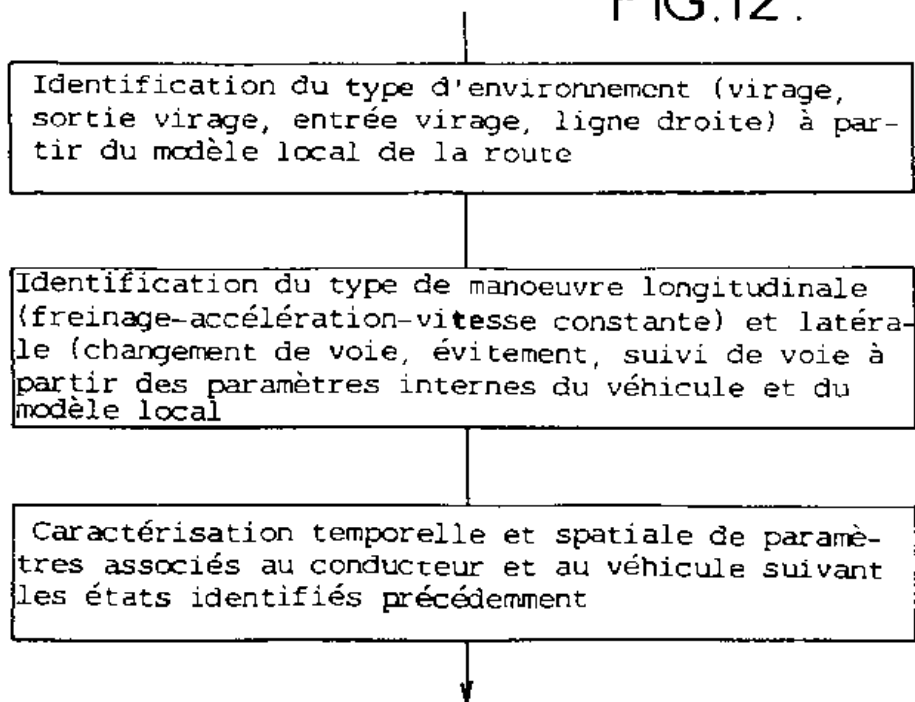


FIG.12.





Office européen  
des brevets

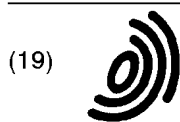
RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 2083

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 289 (M-845)5 Juillet 1989 & JP-A-10 83 423 (MASAZUMI MURAI) 29 Mars 1989 * abrégé *	1	B60K28/06 G08B21/00
Y	---	2,3	
Y	EP-A-0 048 492 (NISSAN MOTOR COMPANY, LTD.) * page 30, ligne 4 - ligne 19 *	2,3	
A	IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, vol. 10, no. 3, Mai 1988, NEW YORK US pages 342 - 361 MATTHEW A. TURK ET AL. 'VITS - A Vision System for Autonomous Land Vehicle Navigation' * page 347, colonne de gauche, alinéa 7 - colonne de droite, alinéa 1; figure 6 *	1,4,6,7	
A	EP-A-0 390 583 (HONDA GIKEN KOGYD KABUSHIKI KAISHA) * colonne 5, ligne 27 - ligne 55 *	7-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)  B60K G08B G06K G06F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>29 OCTOBRE 1992</b>	Examinateur <b>Michiel Sonius</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons * : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : article-plain technologique O : divulgation non-écrite F : document intermédiaire			

EPO FORM 150 (3.92) (P0402)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 830 267 B1**

(12) **EUROPEAN PATENT SPECIFICATION**

- (45) Date of publication and mention of the grant of the patent: **19.12.2001 Bulletin 2001/51**
- (21) Application number: **96916533.1**
- (22) Date of filing: **22.05.1996**
- (51) Int Cl.7: **B60R 1/08**
- (86) International application number: **PCT/US96/07382**
- (87) International publication number: **WO 96/38319 (05.12.1996 Gazette 1996/53)**

(54) **REARVIEW VISION SYSTEM FOR VEHICLE INCLUDING PANORAMIC VIEW**  
**FAHRZEUG-RÜCKBLICKSYSTEM MIT PANORAMISCHER SICHT**  
**SYSTEME RETROVISEUR A VUE PANORAMIQUE POUR VEHICULE**

- |   |  |                        |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
|---|--|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <p>(84) Designated Contracting States:<br/><b>DE ES FR GB IT SE</b></p> <p>(30) Priority: <b>22.05.1995 US 445527</b></p> <p>(43) Date of publication of application:<br/><b>25.03.1998 Bulletin 1998/13</b></p> <p>(73) Proprietor: <b>DONNELLY CORPORATION</b><br/><b>Holland Michigan 49423 (US)</b></p> <p>(72) Inventors:<br/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>SCHOFIELD, Kenneth</b><br/><b>Holland, MI 49423 (US)</b></li> <li>• <b>LARSON, Mark, L.</b><br/><b>Grand Haven, MI 49417 (US)</b></li> <li>• <b>VADAS, Keith, J.</b><br/><b>Coopersville, MI 49404 (US)</b></li> </ul> </p> | <p>(74) Representative: <b>Coyle, Philip Aidan et al</b><br/><b>F. R. KELLY &amp; CO. 27 Clyde Road Ballsbridge</b><br/><b>Dublin 4 (IE)</b></p> <p>(56) References cited:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><b>EP-A- 0 513 476</b></td> <td><b>WO-A-96/21581</b></td> </tr> <tr> <td><b>US-A- 4 214 266</b></td> <td><b>US-A- 4 961 625</b></td> </tr> <tr> <td><b>US-A- 5 214 408</b></td> <td><b>US-A- 5 289 321</b></td> </tr> <tr> <td><b>US-A- 5 424 952</b></td> <td><b>US-A- 5 440 428</b></td> </tr> <tr> <td><b>US-A- 5 475 494</b></td> <td><b>US-A- 5 530 420</b></td> </tr> <tr> <td><b>US-A- 5 539 397</b></td> <td><b>US-A- 5 574 443</b></td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 217 (M-245), 27 September 1983 &amp; JP 58 110334 A (HINO JIDOSHA KOGYO KK), 30 June 1983</b></li> <li>• <b>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 366 (E-806), 15 August 1989 &amp; JP 01 123587 A (MITSUBISHI MOTORS CORP), 16 May 1989</b></li> <li>• <b>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 080 (M-015), 10 June 1980 &amp; JP 55 039843 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 21 March 1980</b></li> </ul> | <b>EP-A- 0 513 476</b> | <b>WO-A-96/21581</b> | <b>US-A- 4 214 266</b> | <b>US-A- 4 961 625</b> | <b>US-A- 5 214 408</b> | <b>US-A- 5 289 321</b> | <b>US-A- 5 424 952</b> | <b>US-A- 5 440 428</b> | <b>US-A- 5 475 494</b> | <b>US-A- 5 530 420</b> | <b>US-A- 5 539 397</b> | <b>US-A- 5 574 443</b> |
| <b>EP-A- 0 513 476</b>  | <b>WO-A-96/21581</b>   |                        |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
| <b>US-A- 4 214 266</b>  | <b>US-A- 4 961 625</b>   |                        |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
| <b>US-A- 5 214 408</b>  | <b>US-A- 5 289 321</b>   |                        |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
| <b>US-A- 5 424 952</b>  | <b>US-A- 5 440 428</b>   |                        |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
| <b>US-A- 5 475 494</b>  | <b>US-A- 5 530 420</b>   |                        |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
| <b>US-A- 5 539 397</b>  | <b>US-A- 5 574 443</b>   |                        |                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

**EP 0 830 267 B1**

## Description

**[0001]** This invention relates generally to vision systems for vehicles and, more particularly, to rearview vision systems which provide the vehicle operator with scenic information in the direction rearward of the vehicle. More particularly, the invention relates to a rearview vision system utilizing image capture devices, such as CMOS imaging arrays and the like.

**[0002]** A long-felt need in the art of vehicle rearview vision systems is to reduce the amount of time spent gathering information of the condition around the vehicle in order to safely carry out a vehicle maneuver, such as a turn or a lane change. It has been determined that up to about 50 percent of maneuver time is spent gathering information with conventional rearview mirrors. This typically requires viewing one or more mirrors, turning the head and body to check blind spots, and double-checking the mirrors prior to executing the maneuver. Some improvement has been obtained by adjusting mirror optics, for example, to increase the observed field of view rearward of the vehicle. However, this is achieved with an increase in image distortion which makes driver awareness of conditions to the side and rear of the vehicle even more difficult.

**[0003]** Another long-felt need in the art of vehicle rearview vision systems has been to eliminate exterior rearview mirrors by utilizing image capture devices, such as cameras, in combination with dashboard displays. This would be beneficial because it would reduce wind drag on the vehicle, wind noise and vehicle weight. Furthermore, rearview mirrors protrude a substantial distance from the side of the vehicle, which makes maneuvering in tight spaces more difficult. Image capture devices are capable of positioning in a greater variety of locations on the vehicle, providing more flexibility of vehicle styling. It is further expected that camera systems would greatly reduce the blind spots to the sides and rear of the vehicle common with vehicles equipped with conventional rearview mirror systems. The driver cannot perceive vehicles, objects, or other road users in such blind spots without turning his or her body, which interferes with forward-looking visual activities.

**[0004]** Camera-based rearview vision systems for vehicles have not obtained commercial acceptance. One difficulty with proposed systems has been that they present a large amount of visual information in a manner which is difficult to comprehend. This difficulty arises from many factors. In order to significantly reduce blind spots, multiple image capture devices are typically positioned at various locations on the vehicle. The image of an object behind the equipped vehicle is usually captured by more than one image capture device at a time and displayed in multiple images. This may confuse the driver as to whether more than one object is present. When multiple image capture devices are positioned at different longitudinal locations on the vehicle, objects behind the vehicle are at different distances from the im-

age capture devices. This results in different image sizes for the same object. This effect is especially noticeable for laterally extending images, such as a bridge, highway crosswalk markings, the earth's horizon, and the like. Such images are at different vertical angles with respect to the image capture devices. This results in different vertical positions on the display causing the elongated image to appear disjointed.

**[0005]** JP 58 110334A discloses a vehicle vision system in which a plurality of video cameras are used to pick up views of the surroundings and the separate images from these are combined into a composite image. However, the composite image provided by JP 58 110334A is a bird's eye view from above of the entire area surrounding the vehicle.

**[0006]** JP 01 123587A disclose a system according to the pre-characterising part of claim 1. Again a plurality of video cameras are used to pick up views of the surroundings, and the separate images from these are combined into a composite image. However, the composite image provided by JP 01 123587A is simply a collocation of individual images taken from different viewpoints and of different shape and sizes.

**[0007]** Both of the foregoing systems therefore require a considerable degree of driver concentration to interpret the image and are not readily usable during general driving.

**[0008]** It is therefore an object of the invention to provide a rearview vision system providing a more driver-friendly image.

**[0009]** This object is met by the invention claimed in claim 1.

**[0010]** Embodiments of the invention will now be described, by way of example, with reference to the accompanying drawings, in which;

Fig. 1 is a top plan view of a vehicle having a rearview vision system according to the invention;

Fig. 2 is a side elevation of the vehicle in Fig. 1;

Fig. 3 is a front elevation of a display according to the invention;

Fig. 4 is the same view as Fig. 1 illustrating an alternative embodiment of the invention;

Fig. 5 is a block diagram of an electronic system according to the invention;

Fig. 6 is the same view as Fig. 3 illustrating an alternate mode of operation of the system;

Fig. 7 is the same view as Fig. 2 illustrating an alternative embodiment of the invention;

Fig. 8 is the same view as Fig. 3 illustrating an alternative embodiment of the invention;

Fig. 9 is the same view as Figs. 1 and 4 illustrating an alternative embodiment of the invention;

Fig. 10 is the same view as Figs. 3 and 8 illustrating an alternative embodiment of the invention;

Fig. 11 is a chart illustrating the horizontal row of pixels ( $n_1$ ,  $n_2$ ) on which an object will be imaged from two longitudinally separated image capture

devices as that object is spaced at different longitudinal distances from the image capture devices; Fig. 12 is a forward elevation of a vehicle passenger compartment as viewed by a vehicle driver; Fig. 13 is a sectional view taken along the lines XIII-XIII in Fig. 12; Fig. 14 is a sectional view taken along the lines XIV-XIV in Fig. 12; Fig. 15 is the same view as Fig. 14 of an alternative embodiment; Fig. 16 is the same view as Fig. 14 of another alternative embodiment; Fig. 17 is an enlarged view of the display system in Fig. 14 illustrating details thereof; Fig. 18 is a block diagram similar to Fig. 5 of an alternative embodiment of the invention; Fig. 19 is a side elevation similar to Fig. 2 of an alternative embodiment of the invention; Fig. 20 is an enlarged side elevation of an image capture device with portions of the housing removed in order to reveal internal structure thereof; Fig. 21 is a block diagram similar to Fig. 5 of another alternative embodiment of the invention; Fig. 22 is a block diagram similar to Fig. 5 of another alternative embodiment of the invention; Fig. 23 is a block diagram similar to Fig. 5 of another alternative embodiment of the invention; Fig. 24 is a block diagram similar to Fig. 5 of another alternative embodiment of the invention; and Fig. 25 is a block diagram of a rearview vision system having extended dynamic range capabilities.

**[0011]** Referring now specifically to the drawings, and the illustrative embodiments depicted therein, a vehicle 10, which may be an automobile, a light truck, a sport utility vehicle, a van, a bus, a large truck, or the like includes a rearview vision system, generally illustrated at 12, for providing a driver of the vehicle with a view rearwardly of the vehicle with respect to the direction of travel T of the vehicle (Fig. 1). Vision system 12 includes at least two side image capture devices 14 positioned, respectively, on opposite sides of vehicle 10 and a center image capture device 16 positioned on the lateral centerline of the vehicle. All of the image capture devices are directed generally rearwardly of the vehicle. Rearview vision system 12 additionally includes an image processor 18 for receiving data signals from image capture devices 14, 16 and synthesizing, from the data signals, a composite image 42 which is displayed on a display 20.

**[0012]** As will be set forth in more detail below, the images captured by image capture devices 14, 16 are juxtaposed on display 20 by image processor 18 in a manner which approximates the view from a single virtual image capture device positioned forwardly of the vehicle at a location C and facing rearwardly of the vehicle, with the vehicle being transparent to the view of the virtual image capture device. Vision system 12 provides a

substantially seamless panoramic view rearwardly of the vehicle without duplicate or redundant images of objects. Furthermore, elongated, laterally-extending, objects, such as the earth's horizon, appear uniform and straight across the entire displayed image. The displayed image provides a sense of perspective, which enhances the ability of the driver to judge location and speed of adjacent trailing vehicles.

**[0013]** Each of side image capture devices 14 has a field of view 22 and is aimed rearwardly with respect to the vehicle about an axis 24 which is at an angle, with respect to the vehicle, that is half of the horizontal field of view of the image capture device. In this manner, each of the image capture devices 14 covers an area bounded by the side of the vehicle and extending outwardly at an angle defined by the horizontal field of view of the respective side image capture device. Center image capture device 16 has a horizontal field of view 26, which is symmetrical about the longitudinal axis of the vehicle. The field of view of each side image capture device 14 intersect the field of view of center image capture device 16 at a point P which is located a distance Q behind vehicle 10.

**[0014]** Rear blind zones 30 are located symmetrically behind vehicle 10 extending from the rear of the vehicle to point P. Side blind zones 25 located laterally on respective sides of the vehicle extend rearwardly of the forward field of view 36 of the driver to the field of view 22 of the respective side image capture device 14. An object will not be captured by side image capture devices 14 or center image capture device 16 if the object is entirely within one of the blind zones 25, 30. In order for an object, such as another vehicle V or other road user travelling to the side of vehicle 10, to be observed by an operator of vehicle 10, the object must be either at least partially within the forward field of view 36 of the driver or be captured by image capture devices 14, 16 and displayed on display 20. Fig. 4 illustrates vehicle 10 travelling on a three-lane highway having lanes L1, L2, and L3 with the vehicle in lane L2. Another vehicle V is shown positioned mostly within one of the blind zones 25, but with the rearmost portion of the vehicle V extending into field of view 22 where the vehicle image will be captured by one of side image capture devices 14. In the illustrated embodiment, vehicle V is a motorcycle travelling in the center of lanes L1 or L3 and represents a worst case for observing a vehicle travelling at least partially within one of the blind zones 25. In order for a portion of vehicle V to be extending either forwardly or rearwardly of the respective blind zone 25, where the vehicle V may be observed by either the forward field of view 36 of the driver or by the rearview vision system 12, the field of view 22 of side image capture devices 14 must be sufficiently wide to capture a portion of vehicle V as illustrated in Fig. 4. Preferably, the horizontal field of view 22 of side image capture devices 14 is no greater than that required to provide sufficient coverage which would be in the range of between approximately

55 degrees and approximately 70 degrees. In the illustrated embodiment, the horizontal field of view 22 is 61 degrees. In order for a portion of vehicle V to be within a vertical field of view 40 of one of side image capture devices 14, the field of view should extend to the pavement at a plane M which intersects vehicle V (Fig. 2). Preferably, vertical field of view 40 is between approximately 60 degrees and approximately 75 degrees. In the illustrated embodiment, vertical field of view 40 is 66 degrees.

**[0015]** A left overlap zone 32 and a right overlap zone 34 extend rearward from respective points P where the horizontal fields of view of the side image capture devices intersect the field of view of center image capture device 16. Overlap zones 32, 34 define areas within which an object will be captured both by center image capture device 16 and one of the side image capture devices 14. An object in an overlap zone 32, 34 will appear on display 20 in multiple image portions in a redundant or duplicative fashion. In order to avoid the presentation of redundant information to the driver, and thereby avoid confusion and simplify the task of extracting information from the multiple images or combined images on display 20, the object should avoid overlapping zones 32, 34. In practice, this may be accomplished to a satisfactory extent by moving points P away from the vehicle and thereby increasing distance Q. It is desirable to increase distance Q to a length that will exclude vehicles travelling at a typical separation distance behind vehicle 10 from overlapping zones 32, 34. This separation distance is usually a function of the speed at which the vehicles on the highway are travelling. Therefore, optionally, distance Q may be made variable, not fixed. In such embodiment, the faster the vehicles are travelling, the further Q should be moved behind vehicle 10 to keep overlap zones 32 and 34 outside of the recommended vehicle spacing. If, however, the vehicles are travelling at a slower speed, then the generally accepted recommendation for vehicle spacing decreases and it is more likely that a vehicle will be within overlap zone 32, 34. Therefore, the distance Q may be selected to accommodate expected vehicle spacing for an average driving speed of vehicle 10.

**[0016]** Distance Q is a function of the effective horizontal field of view 26 of center image capture device 16. As field of view 26 decreases, points P move further rearward of the vehicle from a distance  $Q_1$ , to a distance  $Q_2$ , as best illustrated in Fig. 4. In order to increase distance Q to eliminate redundant and duplicative information displayed on display 20 for most driving conditions of vehicle 10, field of view 26 is preferably less than 12 degrees. In the illustrated embodiment, field of view 26 is between 6 and 8 degrees. Alternatively, distance Q may be dynamically adjusted according to some parameter, such as the speed of vehicle 10. This would allow Q to be greater when the vehicle is travelling at a faster speed, where vehicle separation tends to be larger, and vice versa. Field of view 26 may be adjusted by utilizing

a selective presentation of pixels of the captured image in the displayed image.

**[0017]** Referring to Fig. 3, image display device 20 displays a composite image 42 made up of a left image portion 44, a right image portion 46, and a center image portion 48. Each image portion 44-48 is reversed from the image as captured by the respective image capture device 14, 16 utilizing conventional techniques. These techniques include reading the image in reverse with the image capture device, writing the image in reverse to display device 20, or reversing the image in image processor 18. Left image portion 44 is joined with central image portion 48 at a boundary 50. Central image portion 48 is joined with right image portion 46 at a boundary 52. As may best be seen in Fig. 3, the image portions at boundaries 50 and 52 are continuous whereby composite image 42 is a seamless panoramic view rearwardly of the vehicle. As also is apparent from Fig. 3, central image portion 48 is narrower than either left image portion 44 or right image portion 46. This is a result of reducing the horizontal field of view 26 of center image capture device 16 sufficiently to move points P, and thus overlap zones 32 and 34, a sufficient distance behind vehicle 10 to reduce redundant and duplicative images between image portions 44-48. Composite image 42 provides a clear image, which avoids confusion and simplifies the task of extracting information from the multiple image portions 44-48. As also may be seen by reference to Fig. 3, display 20 may additionally include indicia such as the readout of a compass 54, vehicle speed 56, turn signals 58, and the like as well as other graphical or video displays, such as a navigation display, a map display, and a forward-facing vision system. In this manner, rearview vision system 12 may be a compass vision system or an information vision system.

**[0018]** In the embodiment of rearview vision system 12 having a dynamically adjusted value of distance Q, the spacing between boundaries 50 and 52 will dynamically adjust in sequence with the adjustment of distance Q. Thus, as overlap zones 32, 34 move further away from the vehicle; for example, in response to an increase in speed of the vehicle, boundary lines 50 and 52 will move closer together and vice versa. In this manner, composite image 42 is dynamic, having image portions of dynamically adaptive sizes.

**[0019]** Display 20 is of a size to be as natural as possible to the driver. This is a function of the size of the displayed image and the distance between the display and the driver. Preferably, the displayed image simulates an image reflected by a rearview mirror. As such, the size of the displayed image is approximately the combined areas of the three rearview mirrors (one interior mirror and two exterior mirrors) conventionally used with vehicles. As best seen by reference to Figs. 2 and 12, display 20 is preferably positioned within the driver's physiological field of view forward of the vehicle, generally illustrated at 70, through the windshield 72 without significantly obstructing the forward field of view. It is

known that the driver's field of view, with the head and eyes fixed forward, extends further in a downward direction than in an upward direction. Display 20 could be located above the field of view 70 wherein the display may be observed at the upward portion of the driver's field of view. However, the position for the display illustrated in Figs. 2 and 12 is preferred wherein the display is within the lower portion of the driver's field of view.

**[0020]** Display 20 may be a direct view flat panel display, such as a back-lit or reflective liquid crystal display, a plasma display, a field emission display, a cathode ray tube electroluminescent, light-emitting diode or deformable mirror display. The display may be mounted/attached to the dashboard, facia or header, or to the windshield at a position conventionally occupied by an interior rearview mirror. However, the synthesized image could be displayed using other display techniques such as to provide a projected or virtual image. Alternatively, a virtual image may be displayed on an opaque display adjacent the forward field of view. Alternatively, a virtual image may be displayed on a view-through heads-up display in which the image is superimposed on the forward field of view.

**[0021]** In the embodiment illustrated in Figs. 12-17, display 20 displays an image at a focal length that is forward of the passenger compartment of vehicle 10. Preferably, the image displayed by display 20 is at a focal length that is within the driver's normal depth of field when viewing a distant object. Display 20 includes an image generator 74, which produces an image captured by one or more image capture devices 14, 16, and an optical correction system 76, which increases the focal distance of the image generated by image generator 74. In the illustrated embodiment, optic correction system 76 increases the focal distance by collimating the rays, generally indicated at X, from diverging rays to generally parallel rays projected from the display. Optical correction system 76 additionally magnifies the image. In the illustrated embodiment, the magnification is a factor of two. In this manner, optical corrective system 76 has the advantage of extending the focal distance of the image generated by image generator 74 and enlarging the image by the factor of magnification thereof. This advantageously allows each image generator 74 to project all or a portion of an image captured by one of image capture devices 14, 16, or a combination of portions of images from one or more image capture devices, by tiling the images or image portions. This is accomplished because the images projected from optical correction system 76 may but even though the corresponding image generators 74 do not. This provides a convenient technique for joining the images synthesized from the image capture devices into a unitary image which represents a panoramic view rearward of the vehicle.

**[0022]** In the embodiment illustrated in Fig. 14, display 20 is an opaque projection display which projects the image directly toward the driver. In the embodiment illustrated in Fig. 15, a display device 120 is a view-

through heads-up display in which the rays X are projected generally upwardly by image generator 74 and optical correction system 76 which are generally vertically aligned, or aligned forward of vertical. The rays X are reflected off a first surface of windshield 72 in the direction of the driver. Windshield 72 acts as a combiner which combines the image displayed by display 120 with a portion of the forward field of view 70 observed by the driver. In the embodiment illustrated in Fig. 15, a combiner other than the windshield may be used. Examples may be holographic or diffractive optical film elements or beam splitters of metal or dielectric thin films. Furthermore, image processor 18 may generate a line in the shape of a polygon, such as a rectangle, around rear image 42. This provides a border around the image to differentiate the rear view from the view forward of the vehicle.

**[0023]** In the embodiment illustrated in Fig. 16, display 20A is oriented at an angle with respect to the forward field of view of driver D. Image rays X are reflected by a mirror 140 toward the driver. Display 20A is an opaque display, with mirror 140 blocking the driver's view of near field objects, such as wipers 98 and the like. Display 20A has the advantage of being capable of location within a forward portion of the dashboard. Additionally, the only portion of the display visible to the driver is mirror 140. This allows near field portions of the display to be significantly reduced.

**[0024]** Because display 20 has a relatively long focus distance, display 20 defines an observation cone, generally designated 78, within which the displayed image can be observed. Therefore, the head of the driver must be properly oriented with respect to observation cone 78 in order to allow the driver to observe the displayed image. However, drivers come in various sizes. Therefore, a driver may be too tall or too short to have his or her head properly positioned within observation cone 78. In order to provide for various size drivers along with various adjustments in seating positions and the like, an accommodation means, generally illustrated at 80, may be provided in order to accommodate variations in the relationship between a driver's head and observation cone 78. In the illustrated embodiment, accommodation means 80 includes adjustment means 82 for adjusting the position of observation cone 78. The adjustment means may adjust the position of the observation cone either vertically, horizontally, or both vertically and horizontally. A vertical adjustment means 82 is illustrated in Fig. 13 in which the adjustment means includes an electric actuator 84 which is joined by linkage 86 with a portion of a housing 88 of display 20. Actuator 84 is electrically interconnected through a reversing switch 90 with a driver-operated actuator 92 which may be positioned on dashboard 94 or other convenient position accessible to the driver. Housing 88 may be adjustably mounted, such as by a pivot 96, in order to allow housing 88 to be adjustably repositioned with respect to dashboard 94. In this manner, by operation of actuator 92,

housing 88 may be pivoted upwardly or downwardly with respect to pivot 96 in order to adjust the direction of observation cone 78. In this manner, the location of observation cone 78 may be adjusted in order to coincide with the location of the driver's head. In a similar fashion, the position of observation cone 78 may be adjusted laterally, if desired. If a view-through heads-up display of the type illustrated in Fig. 15 is utilized, the position of the observation cone may be adjusted vertically and laterally, in a similar manner, by mechanical or optical adjustments of display 20.

**[0025]** Accomodation means 80 may include extending the rearward field of view displayed by display 20 laterally outwardly with respect to the bezel 89 beyond that normally observed by a driver. In this manner, a driver's head located generally centrally within observation cone 78 will observe a view generally rearwardly of the vehicle. As the driver's head is moved laterally within observation cone 78, the driver will observe images more laterally to the side of the vehicle as would occur if the driver's head were to be moved with respect to a conventional optical rearview mirror system.

**[0026]** Vehicle 10 may include one or more near field view objects adjacent forward field of view 70. One such object is a windshield wiper 98 of the vehicle. Other such objects may include the top of dashboard 94, the frame around windshield 72, the hoodline, and the like. The housing of display 20 in Fig. 14 and mirror 140 in Fig. 15 are positioned with respect to forward field of view 70 such that housing 88 or mirror 140 covers any near field of view objects in the portion of the forward field of view adjacent display 20, 20A. In this manner, the gaze of the driver can switch between forward field of view 70 and the image displayed on display 20, without the eyes of the driver focusing on any significant near field objects. This is based upon a discovery that, even though the eyes of the driver are switching between the long focal distance of the forward field of view and the long focal distance of the image displayed by display 20, the eyes of the operator will unconsciously momentarily focus on any near field object positioned between the long focal distance views. Therefore, by blocking the driver's gaze of any near field objects, the eyes of the driver will be less stimulated to refocus during the transition from field of view 70 to display 20 and back again.

**[0027]** Image processor 18, which supplies a video signal 100 to image generator 74, may have a second input 102 which modulates the intensity level of the image generated by image generator 74 and displayed by display 20 (Fig. 14). The illumination level of the display is set in response to an ambient light input 104 which is an indication of the ambient light level around vehicle 10. Image processor 18 responds to the value of ambient light input 104 by producing a luminance intensity signal 102 which increases the intensity of the display in response to increases in ambient light level and decreases the intensity of the display in response to decreases in ambient light level. However, the level of dis-

play luminance may be limited to vary between upper and lower limits such that, once ambient light reaches a particular upper level, further increases in ambient light level will not result in a further increase in display intensity. Likewise, once the ambient light level decreases below a particular value, further reductions in ambient light level will not result in further reduction in display intensity. Ambient light input 104 may be produced by a separate ambient light sensor of the type which produces a continuously variable output in response to variations in ambient light levels, in which case, the intensity of display 20 may be proportionately adjusted. Alternatively, ambient light input 104 may be produced by a vehicle headlight control system (not shown) which switches the vehicle headlights on, or to a nighttime condition, in response to decreases in ambient light levels and switches the vehicle headlights off, or to a daytime running light condition, in response to increasing ambient light levels. Such system is disclosed in EP 0 693 397 A.

**[0028]** If the ambient light signal supplied to ambient light input 104 is a binary signal representative of a daytime ambient light level and a nighttime ambient light level, image processor 18 would typically provide a signal on luminance intensity line 102 that would switch the intensity level of display 20 between two intensity levels. Alternatively, ambient light input 104 may be supplied with a signal developed by one or more image capture devices 14, 16. The ambient light signal would be based upon an average intensity value sensed by all, or a group of, pixels in the image capture device or devices. This embodiment eliminates the necessity for a separate ambient light sensor. Alternatively, ambient light input 104 may be responsive to manual actuation of the vehicle's headlights by the driver. Additionally, a comfort level setting may be provided to allow the driver to adjust to a preferred brightness at one ambient light condition. Thereafter, the system automatically adjusts display brightness according to ambient light changes.

**[0029]** In the illustrated embodiment, display 20 incorporates a combined image generator and optical correction system 106 which provides for both image magnification and light ray collimation. In this manner, the image projected from display 20 is larger than the image generated by image generator 74 and has a focal length that is greater than the separation distance between the image generator and the driver and, preferably, is generally at infinity (Fig. 17). Combined image generator and an optical correction system 106 is disclosed in detail in US 5 050 966 A for an OPTICAL COMBINER COLLIMATING APPARATUS; US 4 859 031 A for an OPTICAL COLLIMATING APPARATUS; US 4 900 133 A for a HEADS-UP DISPLAY COMBINER UTILIZING A CHOLESTERIC LIQUID CRYSTAL ELEMENT; US 4 987 410 A for a MULTIPLE IMAGE FORMING APPARATUS; and US 5 408 346 A for an OPTICAL COLLIMATING DEVICE EMPLOYING CHOLESTERIC LIQUID CRYSTAL AND NON-TRANSMISSIVE REFLECTOR



**[0030]** Suffice it to say, combined image generator and optical correction system 106 includes a light source 108 which generates broad band white light which is gathered and reflected by a parabolic reflector 110. In the illustrative embodiment, light source 108 is a tungsten halogen incandescent lamp. The light rays then pass through a dielectric green filter 112 which passes light in a specific region of the green portion of the spectrum and through a hot mirror 114 which removes the infrared content of the spectrum. Light then passes through a holographic diffuser 116 which homogenizes and shapes the light pattern. The light rays then pass through a monochrome liquid crystal display with opposing linear polarizers 118 which is supplied with a video signal by image processor 18. Items 108-118 make up image generator 74, which, in the illustrative embodiment, is a transmissive backlit liquid crystal display. However, image generator 74 could additionally be an emissive display or a reflective display, all of which are well known in the art.

**[0031]** Light rays of the image generated by image generator 74 next pass through an anti-reflective coated cover glass 120 which is joined with a left-hand circular polarizer 122 which is bonded to this cover glass. The opposite surface of circular polarizer 122 is bonded to a lens 124 having a 50/50 dielectric coating. Such dielectric coating allows light rays to be both transmitted through the lens and reflected by the lens. The left-hand polarized light X' transmitted through lens 124 contacts a cholesteric liquid crystal layer (CLC) 126 which is left-hand polarized, which is what gives efficient reflection of left-hand polarized light X', as illustrated at X". Fifty percent (50%) of light rays X" get efficiently reflected by the 50/50 beam splitter on lens 124 as right-hand circular polarized light X". Right-hand polarized light X" is transmitted by CLC layer 126 and passes through a right-hand circular polarizer 128 and an anti-reflective coated cover glass 130.

**[0032]** As can be seen by reference to Fig. 17, the optical configuration of lens 124 in combination with the left-hand and right-hand circular polarizers 122, 128 and cholesteric liquid crystal layer (CLC) 126, provide image magnification as well as collimate the image light in order to produce a very long focal distance image. Advantageously, this structure allows image portions from multiple image capture devices to be tiled into a unitary image. Fig. 17 illustrates an approach using a single image generator. Merging of multiple image portions would require additional combined image generator and optical correction systems. Although image generators 74 for each of the image portions are laterally spaced apart from each other, the amplification produced by combined image generator and optical correction system 106 causes the image portions to merge at their periphery. Fig. 17 illustrates an approach using a single image generator. Merging of multiple image portions would require additional combined image generators and optical correction systems. Other optical elements such as

prisms, or other lenses, may be necessary to merge images to form a unitary image. Although the invention is illustrated with a combined image generator and optical correction system using cholesteric liquid crystal optical processing, other optical correction systems, as are known in the art, may be used. What is required is that the optical system generally collimates the light generated by the image generator and, preferably, provides amplification to the generated image.

**[0033]** In the illustrated embodiment, rear image 42, synthesized from the output of image capture devices 14, 16, has a lateral width verses vertical height aspect ratio that is between approximately 4:1 and 2:1. Most preferably, the aspect ratio of image 42 is 8:3. This allows a panoramic view rearwardly of the vehicle with an optimum information content while reducing display of irrelevant information. The aspect ratio of display 20 may be different from that of the displayed synthesized image 42. The remaining portion of the display, either above or below image 42, may be utilized to display images other than synthesized image 42. For example, the remaining portion of the display can be used to display auxiliary information such as one or more vehicle-operating parameters, such as vehicle speed indicia 56, heading indicia 54, or turn signal indicia 58. Alternatively, the remaining portion of the display can be a reconfigurable high-information content display area to selectively display various types of information. Such information may include incoming facsimile or pager information, phone numbers, and navigational aids including pull-up maps, route guidance information, global positioning system (GPS) data, intelligent vehicle highway system (IVHS) information, as well as radio and environmental system control settings, and the like. Display 20 is especially useful for displaying such alternative data. Because display 20 has a very long focal length, the driver may consult the alternative data by switching the gaze of the driver between forward field of view 70 and to display 20 which does not require extensive refocusing of the driver's eyes. This allows the driver to consult the alternative data quickly with reduced fatigue and distraction. The content of the auxiliary information displayed may be user-selectable by a keypad, trackball, or other input device on the dashboard, steering column, or other position readily accessible to the driver.

**[0034]** Although various camera devices may be utilized for image capture devices 14, 16, an electro-optic, pixilated imaging array, located in the focal plane of an optical system, is preferred. Such imaging array allows the number of pixels to be selected to meet the requirements of rearview vision system 12. The pixel requirements are related to the imaging aspect ratio of the respective image capture devices, which, in turn, are a function of the ratio of the vertical-to-horizontal field of view of the devices, as is well known in the art. In the illustrated embodiment, the imaging aspect ratio of side image capture devices 14 is 2:1 and the image aspect ratio of central image capture device 16 is variable down

to 0.1:1. Such aspect ratio will produce images which will not typically match that of commercially available displays. A commercially available display may be used, however, by leaving a horizontal band of the display for displaying alpha-numeric data, such as portions of an instrument cluster, compass display, or the like, as illustrated in Fig. 3.

**[0035]** In the illustrated embodiment, image capture devices 14, 16 are CMOS imaging arrays of the type manufactured by VLSI Vision Ltd. of Edinburgh, Scotland.

**[0036]** However, other pixilated focal plane image-array devices, which are sensitive to visible or invisible electromagnetic radiation, could be used. The devices could be sensitive to either color or monochromatic visible radiation or near or far infrared radiation of the type used in night-vision systems. Each image capture device could be a combination of different types of devices, such as one sensitive to visible radiation combined with one sensitive to infrared radiation. Examples of other devices known in the art include charge couple devices and the like.

**[0037]** Preferably, image capture devices 14 and 16 are all mounted at the same vertical height on vehicle 10, although compromise may be required in order to accommodate styling features of the vehicle. The horizontal aim of image capture devices 14 and 16 is preferably horizontal. However, the portion of the image displayed is preferably biased toward the downward portion of the captured image because significantly less useful information is obtained above the horizontal position of the image capture devices.

**[0038]** Each image-capturing device 14, 16 is controlled by appropriate supporting electronics (not shown) located in the vicinity of the imaging array such that, when operating power is supplied, either an analog or a digital data stream is generated on an output signal line supplied to image processor 18. The support electronics may be provided partially on the image chip and partially on associated electronic devices. For each exposure period, a value indicative of the quantity of light incident on each pixel of the imaging array during the exposure period is sequentially outputted in a predetermined sequence, typically row-by-row. The sequence may conform to video signal standards which support a direct view such that, when a scene is viewed by an image-capturing device, the image presented on a display represents directly the scene viewed by the image-capturing devices. However, when looking forward and observing a displayed image of a rearward scene, the driver will interpret the image as if it were a reflection of the scene as viewed through a mirror. Objects to the left and rearward of the vehicle, as viewed by the rearward-looking camera, are presented on the left-hand side of the display and vice versa. If this reversal is effected in image processor 18, it may be by the use of a data storage device, or buffer, capable of storing all of the pixel values from one exposure period. The data is read out of the

data storage device in a reversed row sequence. Alternatively, the imaging array electronics could be constructed to provide the above-described reversal at the image-capturing device or at the display.

**[0039]** Data transmission between image capture devices 14, 16 and image processor 18 and/or between image processor 18 and display 20 may be by electrically conductive leads. The leads may comprise either a serial or parallel bus. Alternatively, the data transmission may be via plastic or glass fiber-optic cable or an RF link. It is possible, for particular applications, to eliminate image processor 18 and direct drive display 20 from image capture devices 14, 16 at the pixel level. This may be accomplished by providing an interface between the output of image capture device 14, 16 and display 20 which synchronously maps image pixels captured by the image capture device, or devices, to the display. This synchronous mapping may be accomplished by providing a one-to-one mapping in which each pixel measurement is communicated to the display. Alternatively, the interface may only transmit pixel data which represents changes in the captured image. This allows for a reduction in the communication bandwidth necessary to transmit data between the image capture device, or devices, and the display. This may be accomplished by encoding the pixel data which represents changes in the captured image with additional data which designates the position of the pixel or other relevant information. Communication between the image capture device, or devices, may be multiplexed.

**[0040]** The data streams from image-capturing devices 14, 16 are combined in image processor 18 and directly mapped to the pixel array of display 20. This process is repeated preferably at a rate of at least 30 times per second in order to present an essentially real time video image. The image captured by side image capture device 14 on the right side of the vehicle is presented in right image portion 46 and the image from side image capture device 14 on the left side of the vehicle is displayed on left image portion 44. The image from center image capture device 16 is displayed on central image portion 48. The three image portions 44-48 are presented in horizontal alignment and adjacent to each other. However, the composite image may be positioned at any desired vertical position in the display 20. It is also possible to display image portions 44-48 on separate image devices which are adjacent each other.

**[0041]** In vision system 12, side image capture devices 14 are positioned preferably at a forward longitudinal position on vehicle 10 and center image capture device 16 is positioned at a rearward longitudinal position on the vehicle. As best seen by reference to Fig. 7, this positioning creates a difference in the vertical angle between each side image capture device 14 and center image capture device 16 with respect to a fixed location  $P_1$  that is a distance  $D_1$  behind the vehicle. This difference in sensing angle will cause each side image capture device 14 to image an object located at  $P_1$  on a

horizontal row of pixels that is different from the horizontal row of pixels that center image capture device 16 will image the same object. If the image is below the horizontal centerline of the image capture device, it will be imaged on a lower row of pixels by center image capture device 16 than the row of pixels it will be imaged by the side image capture devices 14, as illustrated in Fig. 7. This mismatch between horizontal pixel rows of the captured image is furthermore a function of the distance of the captured image from the rear of the vehicle. This can be understood by reference to Fig. 11 which presents a chart 90 having a first column 92 of pixel lines n1, measured from the array centerline, at which an object will be imaged by side image capture device 14 and a second column 94 of pixel lines n2, measured from the array vertical centerline, at which the same object will be imaged by center image capture device 16. The result is that an object, which is captured by both side and center image capture devices 14, 16, will be vertically disjointed at the boundary of the displayed image, if the object is captured by more than one image capture device. The amount of disjointment will be greater closer to the vehicle and less at further distances. If the object is elongated in the horizontal direction, such as earth's horizon, bridges, or cross-markings on highways, then the object will appear to be either broken or crooked.

**[0042]** In order to provide uniform display of laterally elongated images, a rearview vision system 12' is provided having a central image portion 48' which is processed differently from the image display portions 44' and 46' produced by the side image capture devices (Fig. 8). Central image portion 48' is reduced vertically, or compressed, by removing specified scan lines, or pixel rows, from the image captured by center image capture device 16 in a graduated fashion. The difference in the pixel line at which an object will be imaged by each of the side and center image capture devices is a function of the distance D of the object from the rear of the vehicle, with a greater variation occurring at shorter distances and the variation reducing to zero for infinite distances. Therefore, the compression of central image portion 48' is non-linear, with substantially no compression at the vertical center of the image and greater compression at greater distances above and below the vertical center point of the image. This is accomplished by removing specific lines from the center display in a graduated fashion with a greater number of lines removed further from the vertical center of the image. The removed lines may be merely discarded in order to vertically reduce the image. Alternatively, the data contained in the removed lines may be utilized to modify the value of adjacent pixels above and below the removed line in order to enhance the quality of the compressed image. Averaging, median filtering, or other such known techniques may also be used.

**[0043]** Each of right image portion 46' and left image portion 44' includes an upper portion 64 which extends above the compressed upper portion of the central im-

age portion 48'. In the illustrated embodiment, upper portions 64 are deleted in order to present a uniform upper horizontal boundary for display 20'. In the illustrated embodiment, the mismatch between the lower horizontal boundary of central image portion 48' and each of the left and right image portions provides a dead space 66 which provides a visual prompt to the user of the approximate location of the rearward corners S of vehicle 10. This dead space 66 in the image displayed on display 20' approximates the footprint occupied by vehicle 10 when viewed from point C. This is particularly useful because it provides a visual indication to the driver that a vehicle passing vehicle 10, as viewed in either left image portion 44' or right image portion 46', is at least partially adjacent vehicle 10 if the image of the approaching vehicle is partially adjacent to dead space 66.

**[0044]** In an alternative embodiment, the vertical compression technique may be applied to only a lower vertical portion of central image portion 48'. In most driving situations, objects imaged by rearward-facing image capture devices above the horizon are at a long distance from the vehicle while those below the horizon get progressively closer to the vehicle in relation to the distance below the horizon in the displayed image. Therefore, compression of the upper vertical portion of the central image portion may be eliminated without significant reduction in performance.

**[0045]** Compression of the central image portion may also advantageously be provided horizontally, as well as vertically. Spatial separation of center image capture device 16 from side image capture devices 14 causes similar distortion, as that described above, in the horizontal direction. This effect is spherical in nature and would require a more complex corrective action, such as compressing the image based upon the removal of pixels from an approximation to concentric circles centered on the center of the imaging array, or other techniques which would be apparent to those skilled in the art.

**[0046]** A rearview vision system 12" includes an image display 20" having a compressed central image portion 48" and left and right image portions 44" and 46", respectively (Fig. 10). A border 50' between left side image 44" and central image 48" includes a vertical central border portion 50a', an upper border portion 50b', and a lower border portion 50c'. Upper border portion 50b' and lower border portion 50c' diverge laterally outwardly, vertically away from central portion 50a'. A border 52' between central image portion 48" and right image portion 46" includes a central boundary portion 52a', an upper boundary portion 52b', and a lower boundary portion 52c'. Upper boundary portion 52b' and lower boundary portion 52c' diverge laterally outwardly vertically away from central portion 52a'. This creates an upper portion of central image portion 48" and a lower portion of central image portion 48" which extend beyond the center portion thereof. This configuration is based upon the realization that the surface of the road immediately behind

the vehicle is captured by central image capture device 16. Likewise, the horizontal plane above the vehicle, which is symmetrical with the road surface, is captured by the center image capture device. This may be seen by referring to point P in Fig. 10, which illustrate the points where the effective radius 68 of the virtual image capture device intersects dead zones 30 and by referring to point S in Fig. 10 which illustrates the corners or the rear of the vehicle (S).

**[0047]** The image displayed on display 20" includes a dead space 66' having diverging lateral sides 68a, 68b. Diverging sides 68a and 68b are configured in order to extend in the direction of travel of vehicle 10 which is parallel to lane markings of a highway on which vehicle 10 is travelling. This further enhances the visual perception of the driver by providing a visual clue of the location of images appearing on display 20" with respect to the vehicle 10. Side portions 68a, 68b, in the illustrated embodiment, are natural extensions of lower boundary portions 50c' and 52c' and extend from point S on each respective side of the vehicle to point R, which represents the intersection of the lower extent of the vertical field of view 40 of each side image capture device 14 with the pavement (Fig. 7).

**[0048]** Rearview vision systems 12' and 12" utilize a displayed synthesized image which takes into account the use of perspective in enhancing the driver's understanding of what is occurring in the area surrounding the vehicle. The images produced on displays 20' and 20" effectively remove the vehicle bodywork and replace the bodywork with a vehicle footprint as would be viewed by virtual camera C. The image displayed on display 20" further includes perspective lines which further enhance the roll of perspective in the driver's understanding of what is occurring.

**[0049]** In order to further enhance the driver's understanding of what is occurring in the area surrounding the vehicle, a rearview vision system 12" includes a display 20" having image enhancements (Fig. 6). In the illustrative embodiment, such image enhancements include graphic overlays 70a, 70b which are hash marks intended to illustrate to the driver the anticipated path of movement of vehicle 10. In the illustrated embodiment, the anticipated vehicle motion is a function of the vehicle direction of travel as well as the rate of turn of the vehicle. The forward or rearward direction of vehicle travel is determined in response to the operator placing the gear selection device (not shown) in the reverse gear position. The degree of turn of the vehicle may be determined by monitoring the movement of the vehicle steering system, monitoring the output of an electronic compass, or monitoring the vehicle differential drive system. In the embodiment illustrated in Fig. 6, the configuration of graphic overlays 70a, 70b indicates that the vehicle is in reverse gear and that the wheels are turned in a manner that will cause the vehicle to travel toward the driver's side of the vehicle. If the wheels were turned in the opposite direction, graphic overlays 70a, 70b

would curve clockwise toward the right as viewed in Fig. 6. If the vehicle's wheels were straight, graphic overlays 70a, 70b would be substantially straight converging lines. If the vehicle is not in reverse gear position, graphic overlays 70a, 70b are not presented. Other types of graphic overlays of the displayed image are comprehended by the invention.

**[0050]** Horizontal grid markings on the display may be provided to indicate distances behind the vehicle at particular markings. Such grid would allow the driver to judge the relative position of vehicles behind the equipped vehicle. In one embodiment, short horizontal lines are superimposed on the displayed image at regular rearward intervals in horizontal positions which correspond to the boundaries of the lane in which the vehicle is travelling. In order to avoid confusion when the vehicle is travelling in a curved path, from a lack of correspondence between the graphic overlay and the road, a signal indicative of the vehicle's rate of turn may be taken into account when generating the graphic overlay. In this manner, the distance indications may be moved laterally, with reduced horizontal separation, to correspond to the positions of the curved lane boundaries and vertically on the image to compensate for the difference between distances along a straight and curved path.

**[0051]** Another image enhancement is to alter the appearance of an object in a particular zone surrounding the vehicle in order to provide an indication, such as a warning, to the driver. As an example, a vehicle that is too close to the equipped vehicle for safe-lane change, may be displayed in a particular color, such as red, may flash, or otherwise be distinguishable from other images on the display. Preferably, the speed of the equipped vehicle 10, which may be obtained from known speed transducers, may be provided as an input to the rearview vision system in order to cause such warning to be a function of the vehicle speed which, in turn, affects the safe separation distance of vehicles. The operation of the turn signal may also be used to activate such highlighting of other road users or to modify the scope of the image displayed. In order to determine the distance of objects behind vehicle 10, a separate distance-measuring system may be used. Such separate system may include radar, ultrasonic sensing, infrared detection, and other known distance-measuring systems. Alternatively, stereoscopic distance-sensing capabilities of side image capture devices 14 may be utilized to determine the separation distance from trailing objects utilizing known techniques.

**[0052]** Thus, it is seen that the image displayed on display 20-20" may be different under different circumstances. Such different circumstances may relate to the vehicle's direction of travel, speed, rate of turn, separation from adjacent objects, and the like.

**[0053]** Various other forms of image processing may be utilized with rearview vision system 12-12". Luminant and chrominant blending may be applied to the images captured by image capture devices 14, 16 in order

to produce equality of the image data whereby the image portions appear as if they were produced by one image capture device. The dynamic range of the image capture devices may be extended in order to provide high quality images under all lighting conditions. Furthermore, individual pixel groups may be controlled in order to selectively compensate for bright or dark spots. For example, anti-blooming techniques may be applied for bright spots. Multiple exposure techniques may be applied to highlight dark areas. Image morphing and warping compensation techniques may additionally be applied. Resolution of the image capture devices and display may be selected in order to provide sufficient image quality for the particular application.

**[0054]** A heater may be applied to each image capture device in order to remove dew and frost that may collect on the optics of the device. Although, in the illustrative embodiment, the optical centerline of the camera coincides with the field of view, particular applications may result in the centerline of the camera pointing in a direction other than the centerline of the field of view. Although, in the illustrative embodiment, the image capture devices are fixed, it may be desirable to provide selective adjustability to the image capture devices or optical paths in particular applications. This is particularly desirable when the system is used on articulated vehicles where automated and coordinated camera aim may be utilized to maintain completeness of the synthesized image.

**[0055]** When operating the vehicle in the reverse direction, it may be desirable to provide additional data concerning the area surrounding the immediate rear of the vehicle. This may be accomplished by utilizing non-symmetrical optics for the center image capture device in order to provide a wide angle view at a lower portion of the field of view. Alternatively, a wide angle optical system could be utilized with the electronic system selectively correcting distortion of the captured image. Such system would provide a distortion-free image while obtaining more data, particularly in the area surrounding the back of the vehicle.

**[0056]** The invention additionally comprehends the use of more than three image capture devices. In addition to side image capture devices positioned at the front sides of the vehicle and a center image capture device positioned at the center rear of the vehicle, additional image capture devices may be useful at the rear corners of the vehicle in order to further eliminate blind spots. It may additionally be desirable to provide an additional center image capture device at a higher elevation in order to obtain data immediately behind the vehicle and thereby fill in the road surface detail immediately behind the vehicle. Such additional detail is particularly useful when operating the vehicle in the reverse direction. Of course, each of the image capture devices could be a combination of two or more image capture devices.

**[0057]** Although the present invention is illustrated as used in a rearview vision system, it may find utility in

other applications. For example, the invention may be useful for providing security surveillance in an area where a building or other object obstructs the view of the area under surveillance. Additionally, the invention may find application in night-vision systems and the like. For example, the invention may be applied to forward-facing night-vision systems, or other vision enhancement systems such as may be used in adverse weather or atmospheric conditions such as fog, applied to provide an enhanced display of a synthesized image, which approximates a forward-facing view from a single virtual camera located rearwardly of the driver, taking advantage of the perspective features of the image.

**[0058]** A rearview vision system 150 is provided which, in addition to displaying a rear image on display 20 which is synthesized by image processor 18 from the output of image capture devices 14, 16, also supplies drive signals to an electrically operated optical device such as electro-optic mirror 152, an electro-optic window 154, or both. Even though a panoramic view rearward of the vehicle is displayed on display 20, it may be desired to provide the driver with a rearview mirror of the type which has conventionally been provided on vehicles. One such mirror is an electro-optic mirror, such as an electrochromic mirror, a liquid crystal mirror, or a solenoid-operated prismatic mirror and the like. Additionally, vehicles may be provided with electro-optic windows, such as sunroofs, rear windows, side windows, and the like, which change transmissivity in response to a drive signal to a partial light transmittance level.

**[0059]** In US 5 550 677 A a technique is disclosed for producing a drive signal for an electrically operated optical device, such as an electro-optic mirror or window, from the image captured by a rearward-facing array. Utilizing the techniques disclosed therein, image processor 18 produces a drive signal on line 156 in order to control the partial reflectance level of electro-optic mirror 152 and a drive signal on line 158 in order to control the partial light transmittance level of electro-optic window 154.

**[0060]** A rearview vision system 160 is provided which includes a near infrared illumination device 162 in order to enhance an image captured by image capture devices 14, 15 (Fig. 19). In the illustrated embodiment, infrared illumination device 162 illuminates an area immediately behind the vehicle. Preferably, the output of illumination device 162 has a greater near infrared light output than visible light output. This allows an enhanced image to be captured by the image capture device without increasing the visible light perceived by drivers surrounding the vehicle. Infrared illumination device 162 may be actuated in response to the vehicle being placed in reverse gear. This provides backup illumination which is greatly enhanced without having an increased effect on other drivers. Alternatively, infrared illumination devices may be positioned, for example, at other locations on the side or even the front of a vehicle in order to enhance the image captured by the image capture device or devices. This is especially useful in order to utilize rearview

vision system 160 with a large truck, such as a trailer truck. This infrared illumination device may flood the area around the trailer with infrared light in order to enhance the image captured by the image capture device, or devices, without distracting other drivers.

**[0061]** Image capture device 14, 16 may include a housing 164 in which an antenna 166 is positioned. This provides a convenient and functional location for a receiving antenna, such as the type used with a global positioning system, cellular telephone, garage door opener, radar distance sensing device, and the like.

**[0062]** A heater 168 may be associated with the image capture device in order to stabilize the temperature of the device in low ambient temperature conditions. A similar heater may be supplied in display 20 in order to improve its performance in low ambient temperature conditions. A heater control 170 is provided in order to control the energization of heater 168 and, if utilized, the heater in the display. Heater control 170, preferably, energizes heater 168 prior to the vehicle being started. This allows the temperature of the image capture device to be elevated to a more desirable temperature prior to the driver operating the vehicle. This may be accomplished by heater control 170 being a proximity detector which detects a device carried by the driver as the driver approaches the vehicle. Alternatively, heater control 170 may be responsive to a signal produced by a remote keyless entry device concurrently with the doors being activated. Alternatively, heater control 170 may be responsive to the vehicle device being opened.

**[0063]** A rearview vision system 172 is provided which provides an output, generally referred to at 174, from image processor 18 to display 20. Output 174 provides an indication when an object bears a predetermined relationship to the vehicle. Such object may be of interest because the object is in a blind spot of the vehicle, may be tailgating the vehicle, or may be an object in front of the vehicle which the vehicle is too close to. Display 20 may respond to output 174 by highlighting the displayed vehicle, such as by displaying the vehicle in an artificial color, such as red, by flashing the image of the vehicle, or, otherwise, drawing the attention of the driver to the vehicle. Output 174 may be developed by image processor 18 from the outputs of image capture devices 14, 16. This may be accomplished by, for example, utilizing redundant image portions captured by the image capture devices, even though not displayed by display 20, in order to calculate relative position of the object with respect to the vehicle. Alternatively, an object sensor 176 may be provided in order to supply an output 178 indicative of a predetermined positional relationship of an object sensed by the object sensor with respect to the vehicle. In the illustrated embodiment, object sensor 176 may be a passive infrared sensor which senses the presence of an object in the vehicle's blind spot. Alternatively, object sensor 176 may be a distance-measuring device, such as an active infrared sensor, an ultrasonic sensor, a radar sensor, or the like. Such object

sensor is especially useful in determining the separation distance between the vehicle and objects in front of the vehicle. Preferably, object sensor 176 has a sensing field of view that is substantially coincident with the field of view of one or more of the image capture devices 14, 16.

**[0064]** A rearview vision system 178 is provided which has the capability of displaying stereoscopic images rearward of the vehicle. Rearview vision system 178 includes at least one pair of image capture devices 14a, which are closely positioned on the vehicle and have overlapping fields of view. Because the image capture device pairs are closely positioned, they capture substantially the same image but from a slightly different angle. This allows image processor 18 to produce a video signal 100' with stereoscopic information. This signal is utilized by a stereoscopic display 320 in order to produce a stereoscopic image rearward of the vehicle. Such stereoscopic displays are known in the art. Although one pair of image capture devices are illustrated in Fig. 22, rearview vision system 178 may include multiple pairs of image capture devices. This allows a rear image to be synthesized from the multiple pairs of image capture devices in order to produce a panoramic view rearward of the vehicle and stereoscopic image. Preferably, utilizing other aspects of the invention, the stereoscopic image is a rearward-facing view from a single location.

**[0065]** A rearview vision system 180 is provided which produces an indication 182 of road line markings. Indication 182 may also indicate road edges. Image processor 18 detects the road line markings and the road edges from the images captured by image capture devices 14, 16. This feature may be further enhanced by combining it with an infrared illumination device 162 in order to further illuminate areas behind and around the vehicle in order to enhance the image of the road line markings and the road edges. Indication 182 may be utilized by display 20 in order to provide an indication of the vehicle with respect to the road line markings and road edges. The indication may further be utilized by an indicator which indicates the relative position of the vehicle in its lane. Additionally, the indication may be utilized to determine erratic vehicle operation, such as may occur when the driver begins to fall asleep, in order to provide a suitable alarm, or the like.

**[0066]** A rearview vision system 184 is provided with capabilities for infrared communication with other vehicles and stationary beacons. Rearview vision system 184 produces a communication data output 186 which includes communication data decoded from infrared signals detected by image capture device or devices 14, 16. For example, suitable standards may be developed wherein vehicles are equipped with a pair of spaced apart infrared transmitters on a forward portion thereof. Image processor 18 may respond to the temporal and spatial patterns of infrared signals detected by image capture devices 14, 16 in order to determine the speed and distance and, thereby, the separation of the vehicles

as well as the rate of change of separation of the vehicles. Such information may be communicated to the trailing vehicle by an infrared transmitter (not shown) in order to control the speed of the trailing vehicle. This feature provides adaptive cruise control in which the speed of the trailing vehicle is controlled according to separation distance with leading vehicles. This allows high-speed convoying between vehicles. The communication system may additionally provide for the identification of emergency vehicles, and the like, which may transmit a unique temporal and/or spatial pattern of an infrared signal. The IR communication signal may additionally be utilized to receive signals from stationary devices, such as location beacons and Intelligent Vehicle Highway System (IVHS) data. Because rearview vision system 184 has a field of view which extends generally rearwardly of the vehicle, the system provides the capability for sensing information after the vehicle has passed the beacon. This provides an adjunct to infrared communication systems having a field of view generally forward of, or to the side of, the vehicle.

**[0067]** A rearview vision system 188 is provided having extended dynamic range (Fig. 25). Rearview vision system 188 includes a pair of image capture devices 14 and/or 16, each of which has an image-sensing array 190. Each image capture device is capable of operating in either a color mode, in which a color image is displayed on display 20, or a monochrome mode, in which a monochrome image is displayed on display 20. System 188 includes an image luminance sensor 192 which senses the luminance level of images captured by image capture devices 14, 16. Image luminance sensor 192 may switch the image capture devices between the color mode and the monochrome mode such that, when the image luminance is sufficiently high, the image capture device, or devices, operate in a color mode. During low image luminance conditions, the image capture device, or devices, are operated in a monochromatic mode which does not require as much image luminance. This extends the dynamic range of the system. Rearview vision system 188 may additionally include an exposure control 194 which determines the exposure period for capturing each frame by arrays 190. In order to extend the dynamic range of system 188, exposure control 194 may produce exposure intervals for arrays 190 which vary in length from interval-to-interval. Thus, a series of normal exposure intervals may be occasionally supplanted by a longer exposure interval during which greater detail of the image may be captured. This enhanced image may then be combined with the image captured during the shorter intervals into a merged image of enhanced detail.

**[0068]** Rearview vision system 188 may additionally include a plurality of infrared shutters 196 which are in the optical paths 198 of arrays 190. Each infrared shutter 196 has at least one state in which infrared energy is generally not attenuated to array 190. In another state, the infrared shutter generally blocks infrared radiation

from the array. The state of infrared shutters 196 is controlled by image luminance sensor 192. During periods of high image luminance, sensor 192 may switch the infrared shutters 196 to a state blocking near infrared radiation from arrays 190. However, during low image luminance conditions, sensor 198 may switch the infrared shutters 196 to a state in which the near infrared energy is transmitted to arrays 190. The addition of the near infrared radiation at low luminance levels enhances the image luminance sensed by arrays 190. In the illustrated embodiment, infrared shutters 196 are either electrochromic shutters or liquid crystal shutters, both of which are known in the art. Rearview vision system 188 additionally includes means for coordinating the image intensity received from multiple image capture devices and displayed on display 20. This allows a balance composite image to be displayed on the display. This may be provided by a display intensity control 200 which regulates the intensity of the output of both arrays 190 in order to produce color and luminance balancing between the multiple image capture devices. Instead of a separate display intensity control, a direct communication channel may be developed between the image capture devices in order to provide color and luminance balancing.

**[0069]** Each image pixel captured by image capture devices 14, 16 and displayed on display 20 has a resolution which affects the amount of image detail displayed. While it is desirable to have a high degree of detail of displayed image, the increase in image resolution produces a commensurate increase in system cost. While it is desirable to reduce system cost, this should not be achieved by sacrificing necessary detail in the displayed image. According to the invention, it has been determined that sufficient image detail may be obtained at a suitable system cost by having a pixel resolution in the range of between approximately 2 arc minutes and approximately 8 arc minutes. Preferably, system resolution is approximately 6 arc minutes.

**[0070]** It is known in the art to provide imaging array capture devices having mosaic filters which mask image radiation in order to produce pixels which respond respectively to red, green, and blue light. Because such known pixel filter masks do not adequately absorb near infrared radiation, it is known to supply infrared filters in order to block infrared radiation from the pixels so that the pixels respond to only the designed radiation band. However, such additional filters have undesirable characteristics including costs. It has been discovered that a pixel filter mask may be made responsive to red, green, or blue light while filtering out near infrared by adding appropriate dyes to the dyes making up the filter mask.

**[0071]** The heater supplied with each image capture device may include a transparent conductive coating applied to a window covering the device lens. Alternative heater constructions include ITO or a series of fine wire mesh. This provides protection of the lens of the

image capture device from physical harm while allowing moisture and frost to be removed from the window.

**[0072]** Various manipulation techniques may be applied to image capture devices 14, 16. For example, when the invention is applied to semi-tractor/trailer combinations, the image capture devices may be motorized and responsive to signals representing the relative position of the trailer and the cab in order to produce full panoramic view during various maneuvers of the vehicle. For example, as the vehicle turns, which may cause the trailer to otherwise block the image captured by a side image capture device, the image capture device may pivot to a different panoramic view which is not blocked by the trailer. Additionally, the panoramic view sensed by the image capture device may be different when the trailer is attached than when the trailer is not attached. In a similar fashion, rearward-mounted image capture device 16 may be motorized to move vertically upwardly and downwardly between a first position when the vehicle is moving in a forward direction and a second position when the vehicle is in reverse gear. In the second position, the motorized camera is directed more downwardly in order to capture images closer to the rear of the vehicle which may be contacted by the vehicle. Image capture devices 14, 16 may be supplied with electrical opto-mechanical zoom devices as well as vibration isolation and compensation stabilizing devices.

**[0073]** Image processor 18 may provide an input to a control for the intensity of the brake lights, turn signals, and the like for the vehicle. In this manner, the image processor may control the intensity of such lights based upon ambient lighting conditions. This allows the intensity of the rearward directed lights to be less distracting for following vehicles.

**[0074]** Additionally, the present invention may be utilized for providing guidance for a tractor/trailer or like vehicle backing to a loading dock. Additionally, the invention may provide guidance for proper alignment of the trailer and tractor which are being joined by backing of the tractor. The present invention may additionally provide accident monitoring by capturing a predetermined continuous stream of images, such as, for example, 15 seconds. This running store of image may be frozen upon impact of the vehicle, in order to record events leading up to the impact, or may be stopped by a manual input. Furthermore, the invention may be utilized to alert the driver to an impending rear-end collision. The vehicle may respond to such indication by deploying an appropriate device, such as a smart headrest or the like.

**[0075]** Thus, it is seen that the present invention enhances the relationship between the driver's primary view and the image presented on the rearview vision system. This is accomplished in a manner which provides ease of interpretation while avoiding confusion so that the driver does not have to concentrate or look closely at the image. In this manner, information presented on the display is naturally assimilated. This is

accomplished while reducing blind spots so that other vehicles or objects of interest to the driver will likely be displayed to the driver. Additionally, the use of perspective allows distances to be more accurately determined.

**[0076]** Changes and modifications in the specifically described embodiments can be carried out without departing from the principles of the invention, which is intended to be limited only by the scope of the appended claims,

#### Claims

1. A rearview vision system for a vehicle, comprising at least two image capture devices (14, 16) positioned on the vehicle (10) and directed generally rearwardly with respect to the direction of travel (T) of the vehicle, and a display system (20) which displays an image (42) synthesized from the outputs of said image capture devices, **characterised in that** the synthesized image approximates a rearward-facing panoramic view from a single location substantially without duplicate redundant images of objects.
2. The rearview vision system in claim 1 wherein said single location is forward of the driver with respect to said direction of travel and said rearward-facing view is unobstructed by the vehicle.
3. The rearview vision system claimed in claim 1 or 2 wherein the displayed image (42) includes a visual prompt of the location of said vehicle (10) in said view.
4. The rearview vision system claimed in claim 3 wherein said visual prompt is an outline of an area (66') which would substantially be occupied by said vehicle in said view.
5. The rearview vision system claimed in claim 3 wherein said visual prompt includes perspective lines which are aligned with said direction of travel.
6. The rearview vision system claimed in any one of claims 1 to 5 wherein there are at least three image capture devices including at least two side image capture devices (14) positioned on opposite lateral sides of said vehicle (10) and at least one center image capture device (16) laterally between said side image capture devices, the displayed image including an image portion (44", 46", 48") from each of said image capture devices (14, 16).
7. The rearview vision system in claim 6 wherein said at least three image capture devices are aimed along non-parallel axes.



8. The rearview vision system claimed in claim 6 or 7 wherein said image portion (48") from said center image capture device (16) has a vertically central portion and vertically upper and lower portions, wherein said upper and lower portions are laterally wider than the said central portion. 5
9. The rearview vision system claimed in claim 6, 7 or 8 wherein said image portion (48") from said center image capture device (16) is compressed. 10
10. The rearview vision system claimed in any one of claims 6 to 9 wherein said display system (20) includes multiple contiguous display surfaces, one of said surfaces for each of said image portions. 15
11. The rearview vision system claimed in any one of claims 6 to 9 wherein said display system includes a single display surface for displaying all of said image portions. 20
12. The rearview vision system claimed in any one of claims 6 to 9 wherein the displayed image (42) includes an image portion (48) from said center image capture device (16) which has a horizontal width that is narrower than the horizontal width of image portions (44, 46) from said side image capture devices (14). 25
13. The rearview vision system claimed in claim 12 wherein said horizontal width of said image portion (48) from said center image capture device is dynamically adjustable. 30
14. The rearview vision system in claim 13 wherein said horizontal width of said image portion (48) from said center image capture device is adjustable in response to vehicle speed. 35
15. The rearview vision system claimed in any preceding claim, said display system (20) also producing a graphic overlay (70a, 70B) superimposed on said displayed image visible to the driver informing the driver of what is occurring in the area surrounding the vehicle. 40
16. The rearview vision system claimed in claim 15 wherein said graphic overlay is in the form of indicia (70a, 70b) of the anticipated path of travel of the vehicle. 45
17. The rearview vision system claimed in claim 16 wherein said graphic overlay (70a, 70b) is disabled when the vehicle is not in reverse gear. 50
18. The rearview vision system claimed in claim 15 wherein said graphic overlay (70a, 70b) has a form that is a function of at least one of the direction of travel and speed of the vehicle. 55
19. The rearview vision system claimed in claim 15 wherein said graphic overlay is indicating distances of objects behind the vehicle.
20. The rearview vision system claimed in any preceding claim, wherein said display system (20) displays an image (42) at a focal length that is within the depth of field of a vehicle driver viewing a distant object.
21. The rearview vision system claimed in claim 20 wherein the displayed image (42) is substantially contiguous with the forward field of view of the vehicle driver at a focal length that is forward of the vehicle passenger compartment.
22. The rearview vision system claimed in claim 20 or 21 wherein said display system (20) includes an opaque viewing portion which blocks view of near field objects located between the forward field of view of the vehicle driver and the displayed image.
23. The rearview vision system claimed in claim 20 wherein said display system (20) defines an observation cone (78) within which the image displayed by the display system can be observed and further including accommodating means (92) for accommodating variation in relationship between a driver's head and said observation cone.
24. The rearview vision system claimed in any preceding claim wherein said display system (20) has a variable luminance output which is varied as a function of ambient light levels.
25. The rearview vision system claimed in any preceding claim wherein said display system (20) includes an image generator (74) and an image magnifier (124) which magnifies an image generated by said image generator.
26. The rearview vision system claimed in any preceding claim wherein said display device is an opaque display.
27. The rearview vision system claimed in claim 26 wherein said opaque display is at an angle with the generally forward field of view of the driver and directed toward the vehicle driver's generally forward field of view by a reflection device (140).
28. The rearview vision system claimed in any one of claims 1 to 25 wherein said display device is a view-through heads-up display which projects an image on an image combiner (72) which combines the projected image with an image forward of the vehicle.

29. The rearview vision system claimed in claim 28 wherein said image combiner (72) includes a surface of a vehicle windshield.
30. The rearview vision system claimed in any preceding claim wherein said display system (20) also displays at least one supplemental image.
31. The rearview vision system claimed in any preceding claim, wherein said rear image displayed by said display system has an aspect ratio that is between approximately 4:1 and approximately 2:1.
32. The rearview vision system claimed in any preceding claim, wherein the display system includes an electrically operated optical device (118) which is responsive to a drive signal in order to have a partial light transmission level, wherein said drive signal is produced from the output of at least one of said image capture devices.
33. The rearview vision system claimed in any preceding claim, further including a near infrared illumination device (162) positioned to illuminate an area outside of the vehicle in order to enhance an image captured by said image capture devices.
34. The rearview vision system claimed in any preceding claim, further including a housing (164) for at least one said image capture device, and an antenna (166) positioned in said housing in order to receive electromagnetic radiation of a particular characteristic.
35. The rearview vision system claimed in any preceding claim, further including designation means (174) for measuring the distance of objects from the vehicle and indicating objects which have a predetermined positional relationship to the vehicle.
36. The rearview vision system claimed in any preceding claim, further including means (18, Fig. 23) responsive to the output of at least one image capture device for detecting road lane markings rearward of the vehicle.
37. The rearview vision system claimed in any preceding claim, further including an infrared communication channel (186) which receives communications external of the vehicle.
38. The rearview vision system claimed in any preceding claim, further including an interface (18) between said outputs and said display device which synchronously maps image pixels from said outputs to said display system.
39. The rearview vision system claimed in any preced-

ing claim, wherein said at least one image capture device includes an extended dynamic range to respond to variations in image illumination.

- 5 40. The rearview vision system claimed in any preceding claim, further including a heater (168) in at least one of said image capture device and said display system, and a control (170) which energizes said heater during low temperature conditions prior to starting the vehicle.
- 10 41. The rearview vision system claimed in any preceding claim, wherein said synthesized image has a pixel resolution in the range of between approximately 2 arc-minutes and approximately 8 arc-minutes.
- 15 42. The rearview vision system claimed in claim 1, wherein said at least two image capture devices includes multiple pairs of image capture devices (14A) with at least partially overlapping fields of view, and said synthesized image is a stereoscopic image (320).
- 20 43. The rearview vision system claimed in any preceding claim, wherein said at least two image capture devices (14, 16) are CMOS imaging arrays.

### 30 Patentansprüche

- 35 1. Rückblicksystem für ein Fahrzeug, umfassend wenigstens zwei Bilderfassungsvorrichtungen (14, 16), die am Fahrzeug (10) positioniert und im Allgemeinen in Bezug auf die Fahrtrichtung (T) des Fahrzeugs rückwärts gerichtet sind, und ein Anzeigesystem (20), das ein Bild (42) anzeigt, das von den Ausgaben der genannten Bilderfassungsvorrichtungen synthetisiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das synthetisierte Bild in etwa einer hinten gelegenen Panoramaansicht von einem einzelnen Ort aus entspricht, im Wesentlichen ohne überflüssige Duplikatbilder von Objekten.
- 40 2. Rückblicksystem nach Anspruch 1, wobei sich der genannte einzelne Ort in Bezug auf die genannte Fahrtrichtung vor dem Fahrer befindet und der genannte Blick nach hinten durch das Fahrzeug nicht behindert wird.
- 45 3. Rückblicksystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das angezeigte Bild (42) eine visuelle Ausgabe des Ortes des genannten Fahrzeugs (10) in der genannten Ansicht beinhaltet.
- 50 4. Rückblicksystem nach Anspruch 3, wobei die genannte visuelle Ausgabe ein Umriss eines Bereichs (66') ist, der im Wesentlichen von dem genannten

- Fahrzeug in der genannten Ansicht eingenommen würde.
5. Rückblicksystem nach Anspruch 3, wobei die genannte visuelle Ausgabe Fluchtlinien beinhaltet, die in der genannten Fahrtrichtung ausgerichtet sind. 5
  6. Rückblicksystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei wenigstens drei Bilderfassungsvorrichtungen vorhanden sind, die wenigstens zwei Seitenbilderfassungsvorrichtungen (14), die auf gegenüberliegenden lateralen Seiten des genannten Fahrzeugs (10) positioniert sind, und wenigstens eine mittlere Bilderfassungsvorrichtung (16) lateral zwischen den genannten Seitenbilderfassungsvorrichtungen einschließen, wobei das angezeigte Bild einen Bildabschnitt (44", 46", 48") von jedem der genannten Bilderfassungsvorrichtungen (14, 16) beinhaltet. 10
  7. Rückblicksystem nach Anspruch 6, wobei die genannten wenigstens drei Bilderfassungsvorrichtungen entlang nicht parallelen Achsen gerichtet sind. 15
  8. Rückblicksystem nach Anspruch 6 oder 7, wobei der genannte Bildabschnitt (48") von der genannten mittleren Bilderfassungsvorrichtung (16) einen vertikal mittleren Abschnitt und vertikal obere und untere Abschnitte aufweist, wobei die genannten oberen und unteren Abschnitte lateral breiter sind als der genannte mittlere Abschnitt. 20
  9. Rückblicksystem nach Anspruch 6, 7 oder 8, wobei der genannte Bildabschnitt (48") von der genannten mittleren Bilderfassungsvorrichtung (16) komprimiert ist. 25
  10. Rückblicksystem nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei das genannte Anzeigesystem (20) mehrere aneinander grenzende Anzeigeflächen beinhaltet, jeweils eine genannte Fläche für die jeweiligen genannten Bildabschnitte. 30
  11. Rückblicksystem nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei das genannte Anzeigesystem eine einzige Anzeigefläche zur Anzeige aller genannten Bildabschnitte umfasst. 35
  12. Rückblicksystem nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei das angezeigte Bild (42) einen Bildabschnitt (48) von der genannten mittleren Bilderfassungsvorrichtung (16) umfasst, der eine horizontale Breite hat, die geringer ist als die horizontale Breite von Bildabschnitten (44, 46) von den genannten Seitenbilderfassungsvorrichtungen (14). 40
  13. Rückblicksystem nach Anspruch 12, wobei die genannte horizontale Breite des genannten Bildabschnitts (48) von der genannten mittleren Bilderfassungsvorrichtung dynamisch verstellbar ist. 45
  14. Rückblicksystem nach Anspruch 13, wobei die genannte horizontale Breite des genannten Bildabschnitts (48) von der genannten mittleren Bilderfassungsvorrichtung als Reaktion auf die Fahrzeuggeschwindigkeit verstellbar ist. 50
  15. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das genannte Anzeigesystem (20) außerdem eine graphische Überlagerung (70a, 70b) über dem für den Fahrer sichtbaren genannten angezeigten Bild erzeugt, das den Fahrer über die Geschehnisse in dem das Fahrzeug umgebenden Bereich informiert. 55
  16. Rückblicksystem nach Anspruch 15, wobei die genannte graphische Überlagerung die Form von Indikatoren (70a, 70b) des erwarteten Fahrwegs des Fahrzeugs hat.
  17. Rückblicksystem nach Anspruch 16, wobei die genannte graphische Überlagerung (70a, 70b) deaktiviert wird, wenn sich das Fahrzeug nicht im Rückwärtsgang befindet.
  18. Rückblicksystem nach Anspruch 15, wobei die genannte graphische Überlagerung (70a, 70b) eine Form hat, die wenigstens von der Fahrtrichtung und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs abhängig ist.
  19. Rückblicksystem nach Anspruch 15, wobei die genannte graphische Überlagerung Entfernungen von Objekten hinter dem Fahrzeug anzeigt.
  20. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das genannte Anzeigesystem (20) ein Bild (42) in einer Brennweite anzeigt, die sich innerhalb des Schärfentiefenbereichs eines Kraftfahrers befindet, der ein fernes Objekt betrachtet.
  21. Rückblicksystem nach Anspruch 20, wobei das angezeigte Bild (42) im Wesentlichen an das vordere Blickfeld des Kraftfahrers angrenzt, mit einer Brennweite, die sich vor der Fahrgastzelle des Fahrzeugs befindet.
  22. Rückblicksystem nach Anspruch 20 oder 21, wobei das genannte Anzeigesystem (20) einen lichtundurchlässigen Betrachtungsabschnitt umfasst, der die Ansicht von Nahfeldobjekten behindert, die sich zwischen dem vorderen Blickfeld des Kraftfahrers und dem angezeigten Bild befinden.
  23. Rückblicksystem nach Anspruch 20, wobei das genannte Anzeigesystem (20) einen Beobachtungskegel (78) definiert, innerhalb dessen das von dem

- Anzeigesystem angezeigte Bild beobachtet werden kann, und ferner ein Anpassungsmittel (92) zum Anpassen von Abweichungen bei der Beziehung zwischen dem Kopf eines Fahrers und dem genannten Beobachtungskegel umfasst.
24. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das genannte Anzeigesystem (20) eine variable Leuchtdichtenausgabe hat, die in Abhängigkeit vom Umgebungslichtniveau variiert.
25. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das genannte Anzeigesystem (20) einen Bildgenerator (74) und einen Bildvergrößerer (124) umfasst, der ein von dem genannten Bildgenerator erzeugtes Bild vergrößert.
26. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die genannte Anzeigevorrichtung eine lichtundurchlässige Anzeige ist.
27. Rückblicksystem nach Anspruch 26, wobei sich die genannte lichtundurchlässige Anzeige in einem Winkel zu dem allgemein vorderen Blickfeld des Fahrers befindet und in Richtung auf das allgemein vordere Blickfeld des Kraftfahrers durch eine Reflexionsvorrichtung (140) gerichtet ist.
28. Rückblicksystem nach einem der Ansprüche 1 bis 25, wobei die genannte Anzeigevorrichtung eine Durchsichtanzeige in Überkopfhöhe ist, die ein Bild auf einen Bildkombinierer (72) projiziert, der das projizierte Bild mit einem Bild vor dem Fahrzeug kombiniert.
29. Rückblicksystem nach Anspruch 28, wobei der genannte Bildkombinierer (72) eine Fläche einer Fahrzeugwindschutzscheibe beinhaltet.
30. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das genannte Anzeigesystem (20) auch wenigstens ein zusätzliches Bild anzeigt.
31. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das von dem genannten Anzeigesystem angezeigte Rückseitenbild ein Formatverhältnis hat, das zwischen etwa 4:1 und etwa 2:1 liegt.
32. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Anzeigesystem eine elektrische betriebene optische Vorrichtung (118) umfasst, die auf ein Fahrsignal anspricht, um ein partielles Lichtübertragungsniveau zu haben, wobei das genannte Fahrsignal vom Ausgang von wenigstens einem der genannten Bilderfassungsvorrichtungen erzeugt wird.
33. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend eine Beleuchtungsvorrichtung (162) im nahen Infrarot, die so positioniert ist, dass sie einen Bereich außerhalb des Fahrzeugs beleuchtet, um ein von den genannten Bilderfassungsvorrichtungen erfasstes Bild zu verbessern.
34. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend ein Gehäuse (164) für wenigstens eine der genannten Bilderfassungsvorrichtungen und eine Antenne (166), die in dem genannten Gehäuse positioniert ist, um elektromagnetische Strahlen einer bestimmten Charakteristik zu empfangen.
35. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend ein Kennzeichnungsmittel (174) zum Messen der Entfernung von Objekten zu dem Fahrzeug und zum Angeben von Objekten, die eine vorbestimmte Positionsbeziehung zu dem Fahrzeug haben.
36. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend ein Mittel (18, Fig. 23), das auf die Ausgabe von wenigstens einer Bilderfassungsvorrichtung anspricht, um Fahrbahnmarkierungen hinter dem Fahrzeug zu erfassen.
37. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend einen Infrarot-Kommunikationskanal (186), der Kommunikationen außerhalb des Fahrzeugs empfängt.
38. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend eine Schnittstelle (18) zwischen den genannten Ausgängen und der genannten Anzeigevorrichtung, die synchron Bildpixel von den genannten Ausgängen zu dem genannten Anzeigesystem überträgt.
39. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die genannte wenigstens eine Bilderfassungsvorrichtung einen erweiterten Dynamikbereich beinhaltet, um auf Bildbeleuchtungsvariationen anzusprechen.
40. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend eine Heizvorrichtung (168) in der genannten Bilderfassungsvorrichtung und/oder dem genannten Anzeigesystem, und eine Steuerung (170), die die genannte Heizvorrichtung bei Niedrigtemperaturbedingungen vor dem Starten des Fahrzeugs speist.
41. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das genannte synthetisierte Bild eine Pixelauflösung im Bereich zwischen etwa 2 Bo-

genminuten und etwa 8 Bogenminuten hat.

42. Rückblicksystem nach Anspruch 1, wobei die genannten wenigstens zwei Bilderfassungsvorrichtungen mehrere Paare von Bilderfassungsvorrichtungen (14A) mit wenigstens teilweise überlappenden Blickfeldern umfassen und das genannte synthetisierte Bild ein Stereobild (320) ist.
43. Rückblicksystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die genannten wenigstens zwei Bilderfassungsvorrichtungen (14, 16) CMOS-Abbildungsarrays sind.

#### Revendications

1. Système de rétrovision pour véhicule, comprenant au moins deux dispositifs de prise d'image (14, 16) positionnés sur le véhicule (10) et dirigés de manière générale vers l'arrière par rapport au sens de déplacement (T) du véhicule, et un système d'affichage (20) qui affiche une image (42) synthétisée à partir des sorties desdits dispositifs de prise d'image, **caractérisé en ce que** l'image synthétisée se rapproche d'une vue panoramique faisant face à l'arrière depuis un emplacement unique sensiblement sans images redondantes dupliquées d'objets.
2. Système de rétrovision selon la revendication 1, dans lequel ledit emplacement unique se situe en avant du conducteur par rapport audit sens de déplacement et ladite vue faisant face à l'arrière n'est pas obstruée par le véhicule.
3. Système de rétrovision selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'image affichée (42) comporte une indication visuelle de l'emplacement dudit véhicule (10) dans ladite vue.
4. Système de rétrovision selon la revendication 3, dans lequel ladite indication visuelle est un profil d'une zone (66') qui serait sensiblement occupée par ledit véhicule dans ladite vue.
5. Système de rétrovision selon la revendication 3, dans lequel ladite indication visuelle comporte des lignes de perspective qui sont alignées par rapport audit sens de déplacement.
6. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel existent au moins trois dispositifs de prise d'image comportant au moins deux dispositifs de prise d'image latéraux (14) positionnés sur des côtés latéraux opposés dudit véhicule (10) et au moins un dispositif de prise d'image central (16) positionné latéralement entre lesdits dispositifs de prise d'image latéraux, l'image affichée comportant une partie d'image (44", 46", 48") provenant de chacun desdits dispositifs de prise d'image (14, 16).
7. Système de rétrovision selon la revendication 6, dans lequel lesdits au moins trois dispositifs de prise d'image sont orientés selon des axes non parallèles.
8. Système de rétrovision selon la revendication 6 ou 7, dans lequel ladite partie d'image (48") provenant dudit dispositif de prise d'image central (16) a une partie verticalement centrale et des parties verticalement supérieure et inférieure, dans lequel lesdites parties supérieure et inférieure sont latéralement plus larges que ladite partie centrale.
9. Système de rétrovision selon la revendication 6, 7 ou 8, dans lequel ladite partie d'image (48") provenant dudit dispositif de prise d'image central (16) est comprimée.
10. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, dans lequel ledit système d'affichage (20) comporte de multiples surfaces d'affichage contiguës, une desdites surfaces pour chacune desdites parties d'image.
11. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, dans lequel ledit système d'affichage comporte une seule surface d'affichage pour afficher toutes lesdites parties d'image.
12. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, dans lequel ladite image affichée (42) comporte une partie d'image (48) provenant dudit dispositif de prise d'image central (16) qui a une largeur horizontale qui est plus étroite que la largeur horizontale des parties d'image (44, 46) provenant desdits dispositifs de prise d'image latéraux (14).
13. Système de rétrovision selon la revendication 12, dans lequel ladite largeur horizontale de ladite partie d'image (48) provenant dudit dispositif de prise d'image central est dynamiquement réglable.
14. Système de rétrovision selon la revendication 13, dans lequel ladite largeur horizontale de ladite partie d'image (48) provenant dudit dispositif de prise d'image central est réglable en réponse à la vitesse du véhicule.
15. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit système d'affichage (20) produisant aussi un recouvrement graphique (70a, 70B) superposé sur ladite image affichée visible par le conducteur informant le conduc-

- teur de ce qui se passe dans la zone entourant le véhicule.
16. Système de rétrovision selon la revendication 15, dans lequel ledit recouvrement graphique a la forme de références (70a, 70b) de la trajectoire anticipée de déplacement du véhicule. 5
17. Système de rétrovision selon la revendication 16, dans lequel ledit recouvrement graphique (70a, 70b) est inhibé quand le véhicule n'est pas en marche arrière. 10
18. Système de rétrovision selon la revendication 15, dans lequel ledit recouvrement graphique (70a, 70b) a une forme qui est fonction au moins d'un du sens de déplacement et de la vitesse du véhicule. 15
19. Système de rétrovision selon la revendication 15, dans lequel ledit recouvrement graphique indique des distances d'objets derrière le véhicule. 20
20. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit système d'affichage (20) affiche une image (42) à une longueur focale qui est comprise dans la profondeur de champ d'un conducteur de véhicule visualisant un objet distant. 25
21. Système de rétrovision selon la revendication 20, dans lequel l'image affichée (42) est sensiblement contiguë au champ avant de vision du conducteur de véhicule à une longueur focale qui est en avant du compartiment pour passagers du véhicule. 30
22. Système de rétrovision selon la revendication 20 ou 21, dans lequel ledit système d'affichage (20) comporte une partie de visualisation opaque qui bloque la vue des objets en champ proche situés entre le champ de vision avant du conducteur du véhicule et l'image affichée. 35
23. Système de rétrovision selon la revendication 20, dans lequel ledit système d'affichage (20) définit un cône d'observation (78) à l'intérieur duquel l'image affichée par le système d'affichage peut être observée et incluant en outre un moyen d'adaptation (92) pour adapter le système à une variation de la relation entre la tête du conducteur et ledit cône d'observation. 40
24. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit système d'affichage (20) a une sortie de luminance variable qui varie en fonction des niveaux de lumière ambiante. 45
25. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit système d'affichage (20) comporte un générateur d'images (74) et un grossisseur d'image (124) qui grossit une image générée par ledit générateur d'images. 50
26. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif d'affichage est un affichage opaque. 55
27. Système de rétrovision selon la revendication 26, dans lequel ledit affichage opaque est à un certain angle avec le champ de vision généralement avant du conducteur et dirigé vers le champ de vision généralement avant du conducteur du véhicule par un dispositif de réflexion (140).
28. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications 1 à 25, dans lequel ledit dispositif d'affichage est un collimateur de pilotage transparent qui projette une image sur un dispositif de combinaison d'images (72) qui combine l'image projetée à une image en avant du véhicule.
29. Système de rétrovision selon la revendication 28, dans lequel ledit dispositif de combinaison d'images (72) inclut une surface d'un pare-brise de véhicule.
30. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit système d'affichage (20) affiche aussi au moins une image supplémentaire.
31. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite image arrière affichée par ledit système d'affichage a un rapport hauteur/largeur qui se situe entre approximativement 4:1 et approximativement 2:1.
32. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le système d'affichage comporte un dispositif optique actionné électriquement (118) qui est sensible à un signal de commande afin d'avoir un niveau de transmission de lumière partielle, dans lequel ledit signal de commande est produit à partir de la sortie d'au moins un desdits dispositifs de prise d'image.
33. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un dispositif d'éclairage proche de l'infrarouge (162) positionné pour éclairer une zone en dehors du véhicule afin de rehausser une image prise par lesdits dispositifs de prise d'image.
34. Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un boîtier (164) pour au moins un dit dispositif de

- prise d'image, et une antenne (166) positionnée dans ledit boîtier afin de recevoir un rayonnement électromagnétique d'une caractéristique particulière.
- 5
- 35.** Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un moyen de désignation (174) pour mesurer la distance d'objets à partir du véhicule et indiquant des objets qui ont une relation de position prédéterminée avec le véhicule.
- 10
- 36.** Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un moyen (18, figure 23) sensible à la sortie d'au moins un dispositif de prise d'image pour détecter le marquage routier en arrière du véhicule.
- 15
- 37.** Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre une voie de communication infrarouge (186) qui reçoit des communications externes au véhicule.
- 20
- 38.** Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre une interface (18) entre lesdites sorties et ledit dispositif d'affichage qui met en correspondance de manière synchrone des pixels d'image provenant desdites sorties avec ledit système d'affichage.
- 25
- 30
- 39.** Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit au moins un dispositif de prise d'image comporte une gamme dynamique étendue pour répondre à des variations d'éclairage d'image.
- 35
- 40.** Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un radiateur (168) dans au moins un des dit dispositif de prise d'image et dit système d'affichage, et une commande (170) qui excite ledit radiateur durant des conditions de basse température avant de démarrer le véhicule.
- 40
- 41.** Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite image synthétisée a une résolution de pixels dans la plage d'entre approximativement 2 arc-minutes et approximativement 8 arc-minutes.
- 45
- 50
- 42.** Système de rétrovision selon la revendication 1, dans lequel lesdits au moins deux dispositifs de prise d'image comportent des paires multiples de dispositifs de prise d'image (14A) avec des champs de vision se chevauchant au moins partiellement, et ladite image synthétisée est une image stéréoscopique (320).
- 55
- 43.** Système de rétrovision selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits au moins deux dispositifs de prise d'image (14, 16) sont des réseaux d'imagerie CMOS.

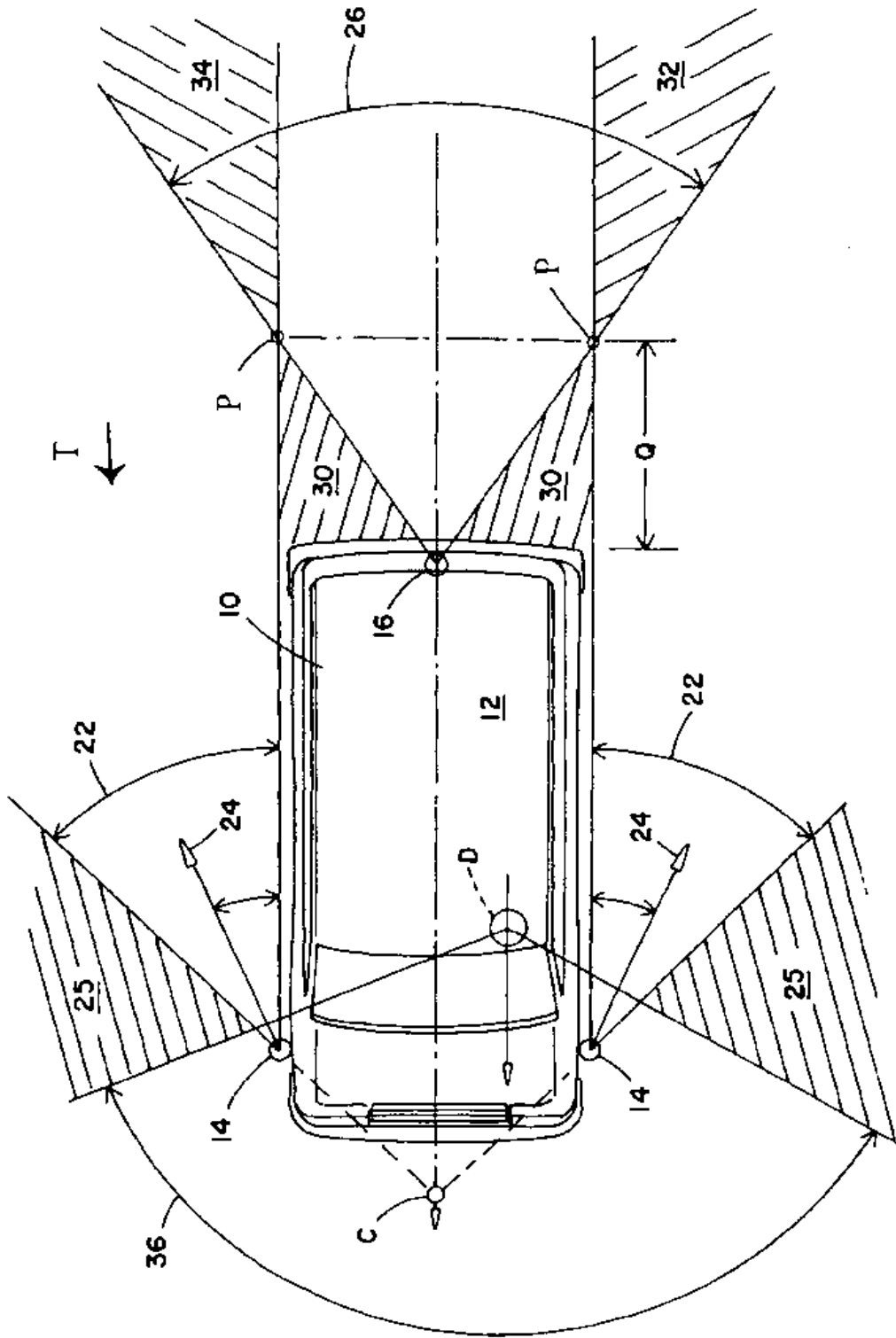


FIG. 1



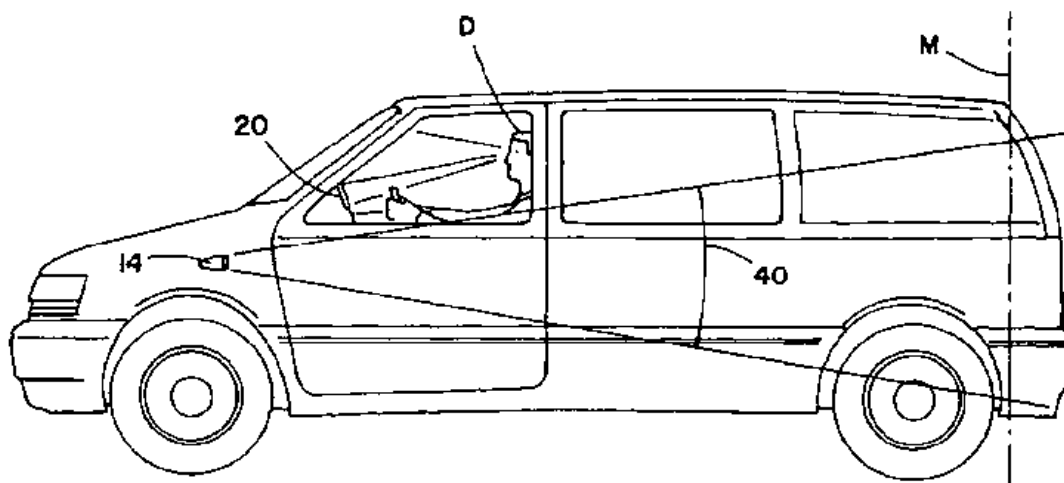


FIG. 2

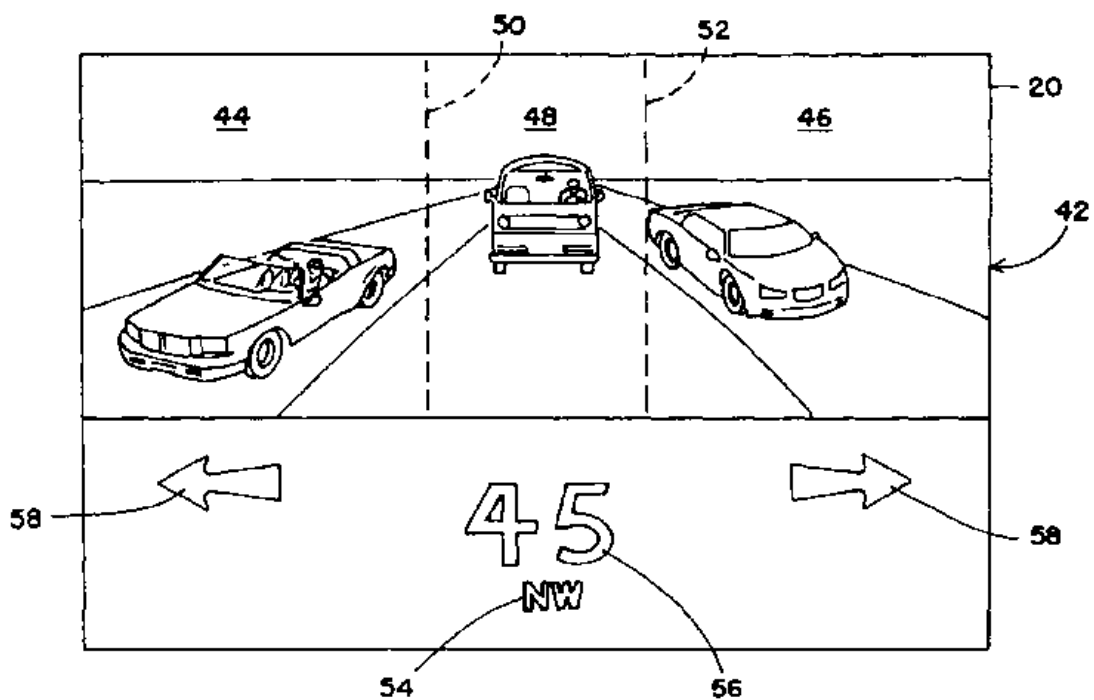


FIG. 3

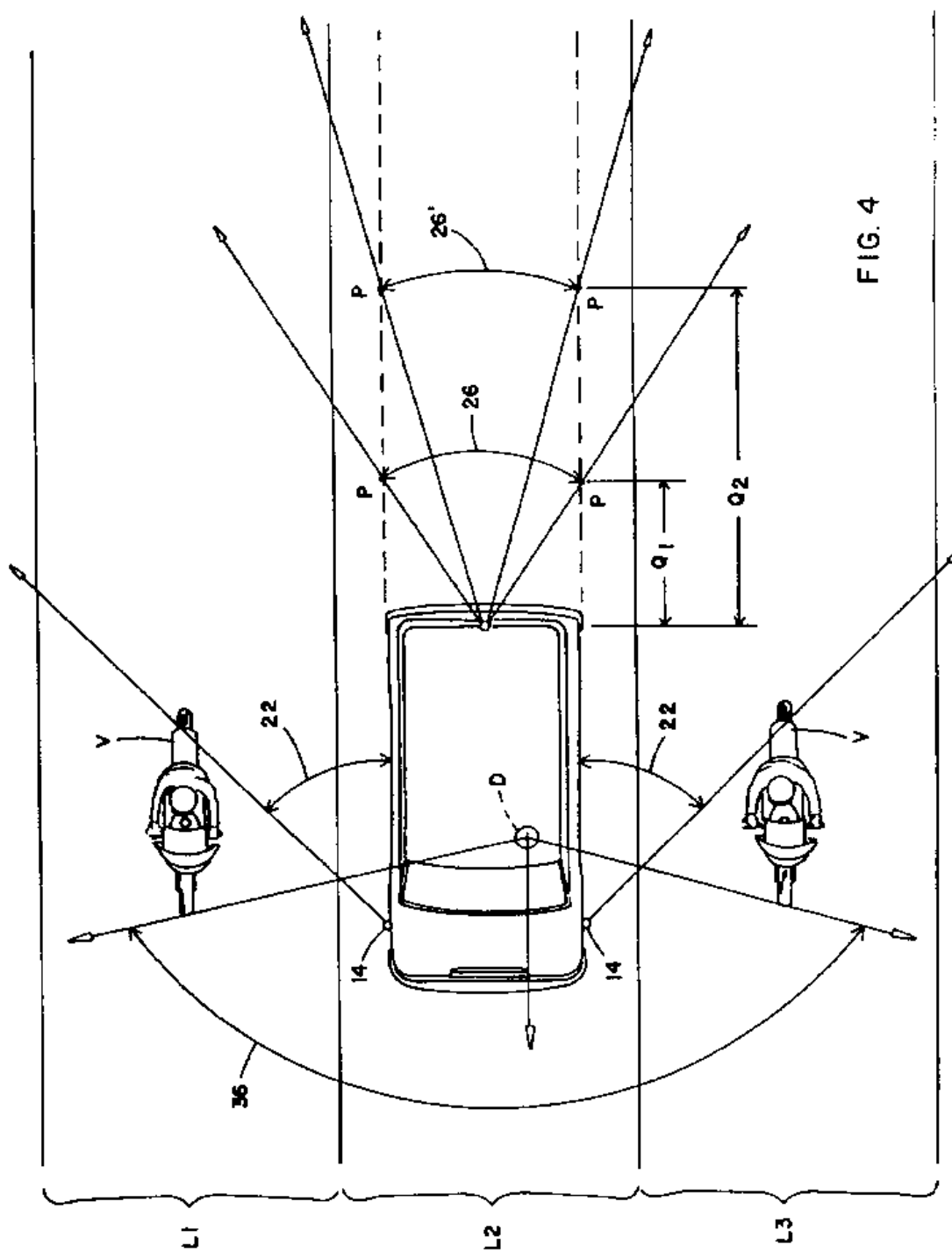
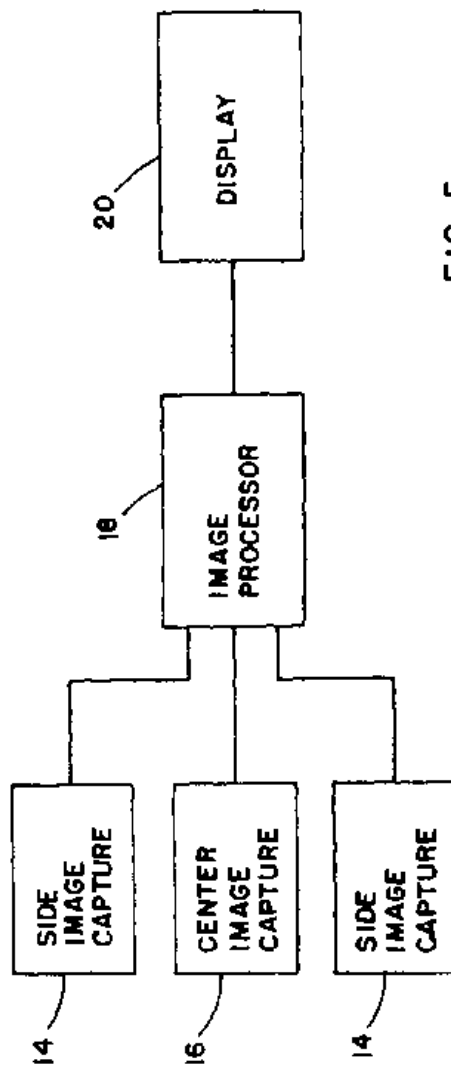
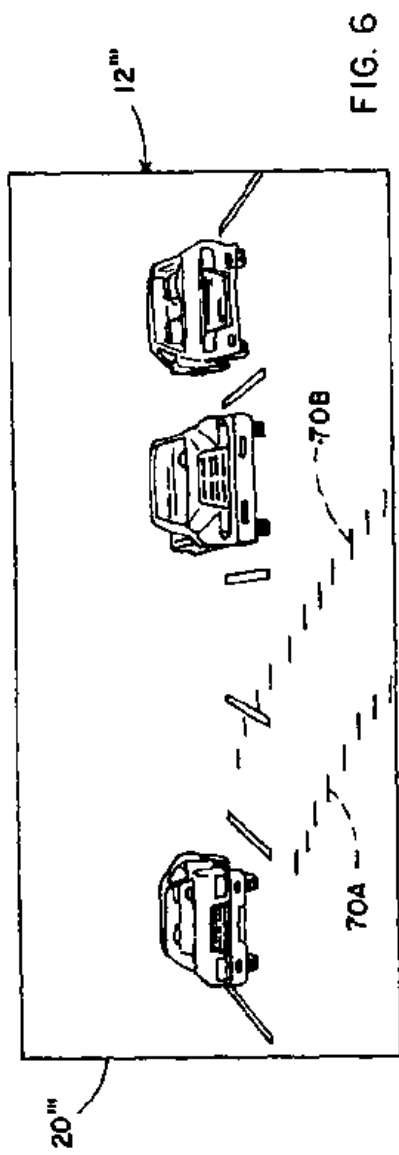
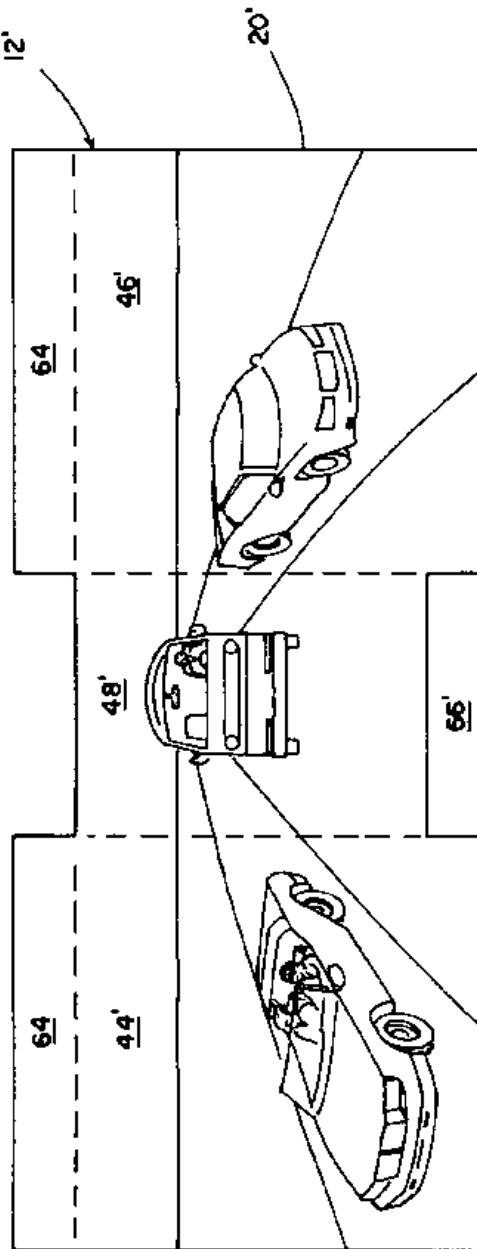
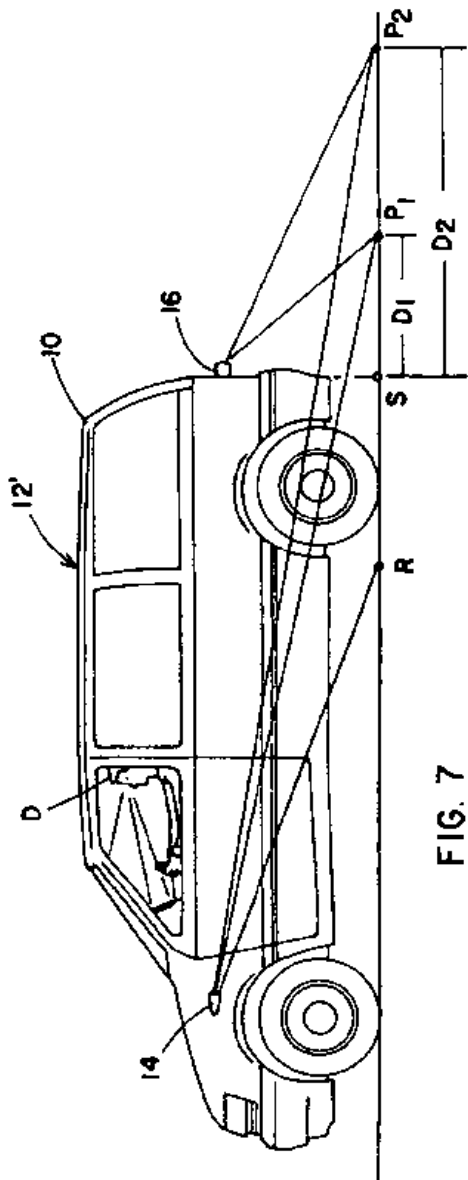


FIG. 4





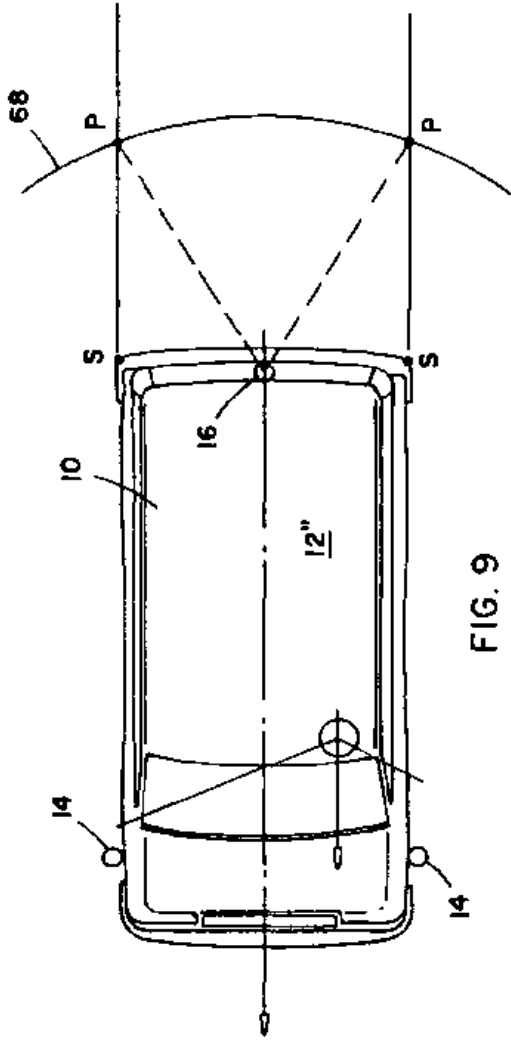


FIG. 9

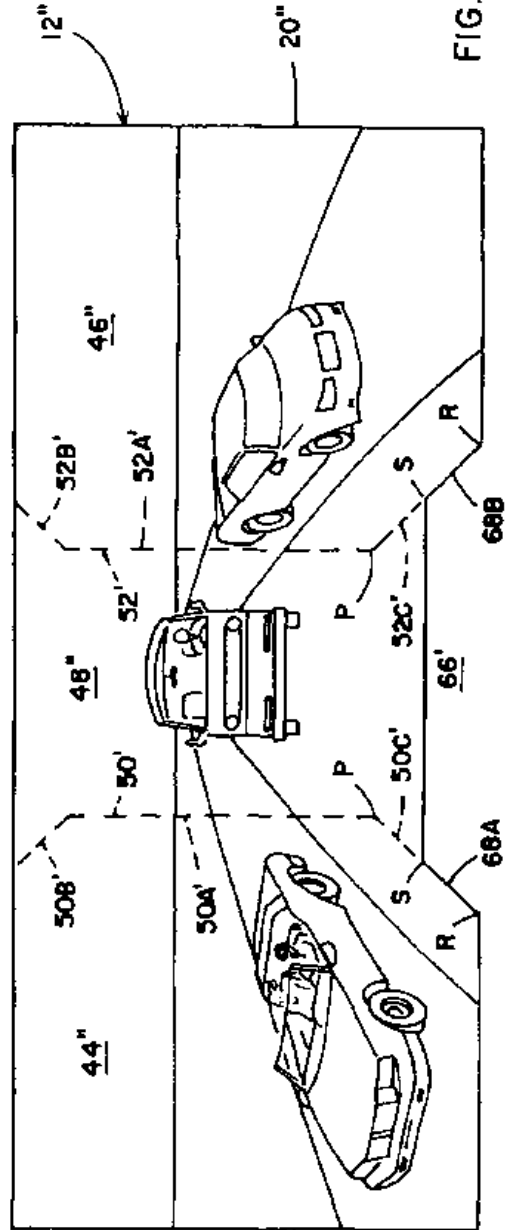


FIG. 10

		92	94	92	94	90	92	94
		N1	N2	N1	N2		N1	N2
		45	54	94	146		143	
		46	56	95	149		144	
		47	57	96	151		145	
		48	59	97	154		146	
		49	60	98	156		147	
		50	62	99	159		148	
		51	63	100	162		149	
		52	65	101	164		150	
		53	66	102	167		151	
		54	68	103	170		152	
		55	70	104	172		153	
		56	71	105	175		154	
		57	73	106			155	
		58	74	107			156	
		59	76	108			157	
		60	78	109			158	
		61	79	110			159	
		62	81	111			160	
		63	83	112			161	
		64	85	113			162	
		65	86	114			163	
		66	88	115			164	
		67	90	116			165	
		68	92	117			166	
		69	94	118			167	
		70	95	119			168	
		71	97	120			169	
		72	99	121			170	
		73	101	122			171	
		74	103	123			172	
		75	105	124			173	
		76	107	125			174	
		77	109	126			175	
		78	111	127				
		79	113	128				
		80	115	129				
		81	117	130				
		82	119	131				
		83	121	132				
		84	124	133				
		85	126	134				
		86	128	135				
		87	130	136				
		88	132	137				
		89	135	138				
		90	137	139				
		91	139	140				
		92	142	141				
		93	144	142				

FIG. 11

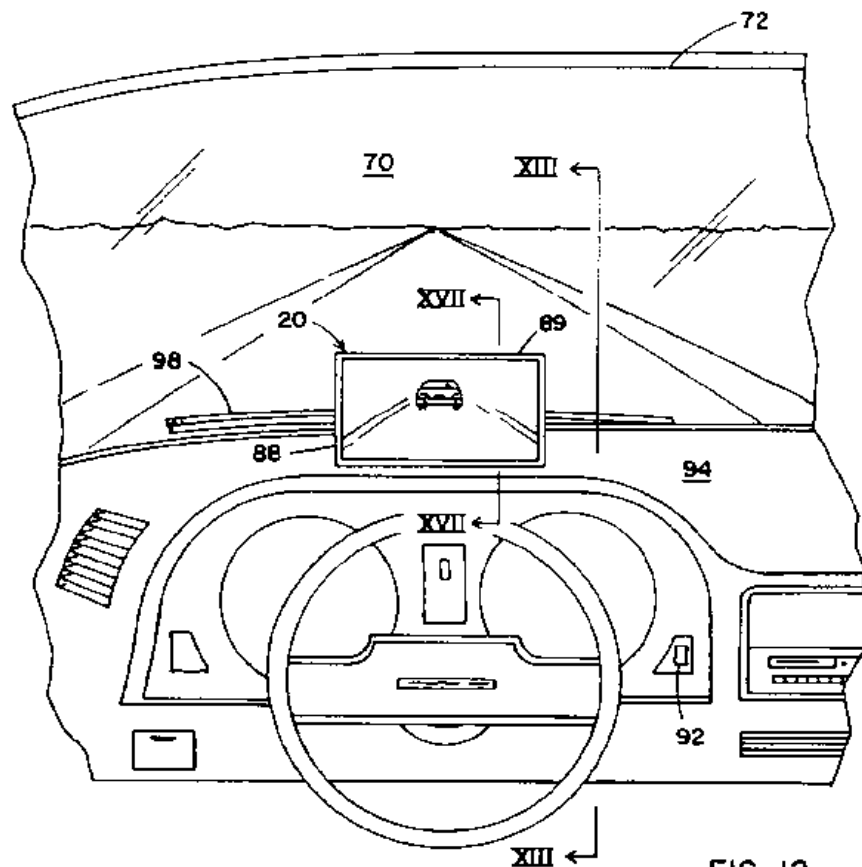


FIG. 12

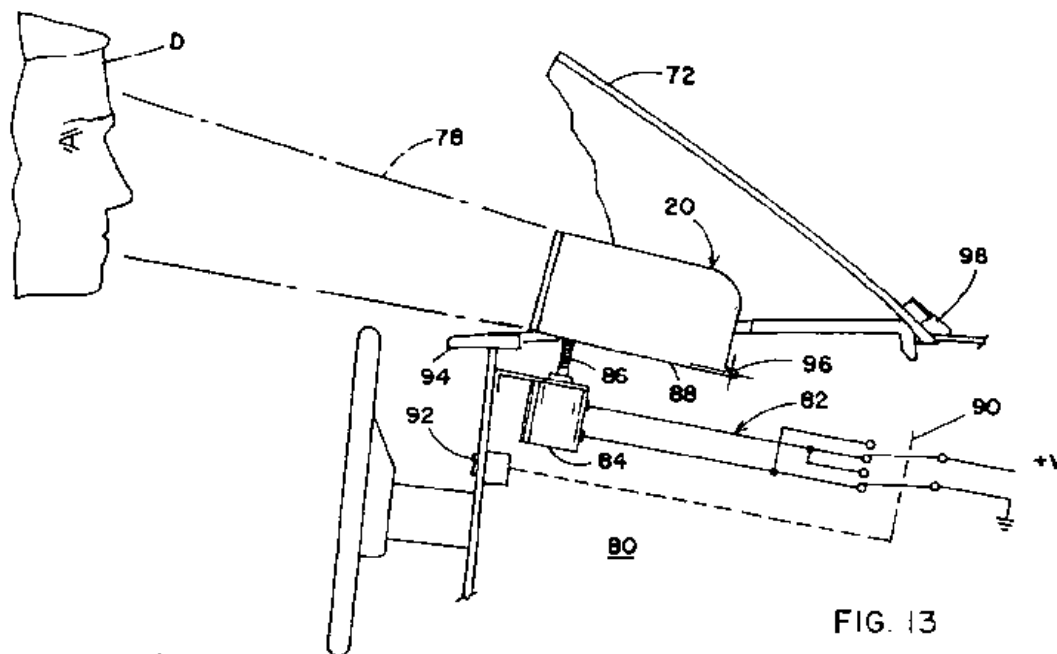
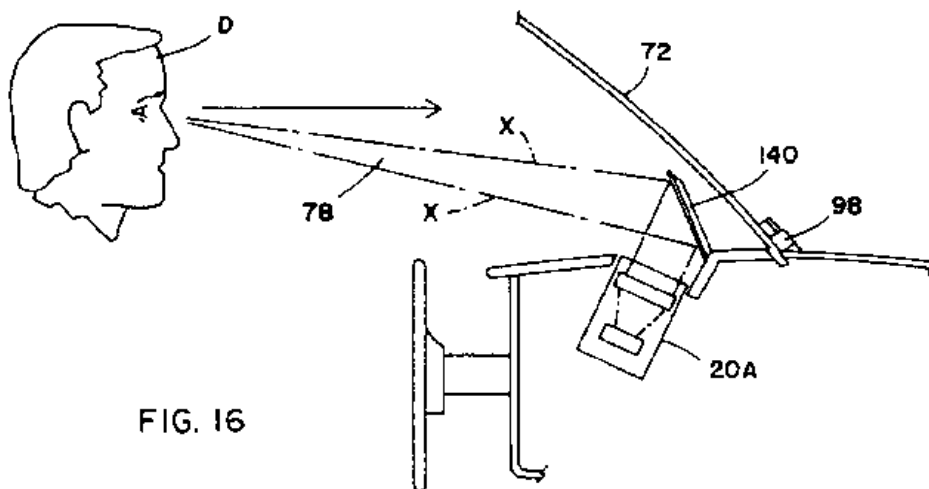
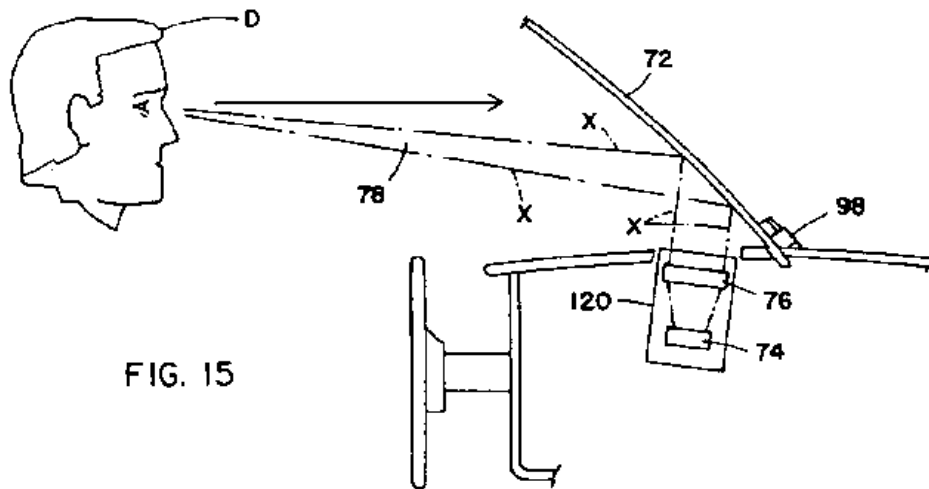
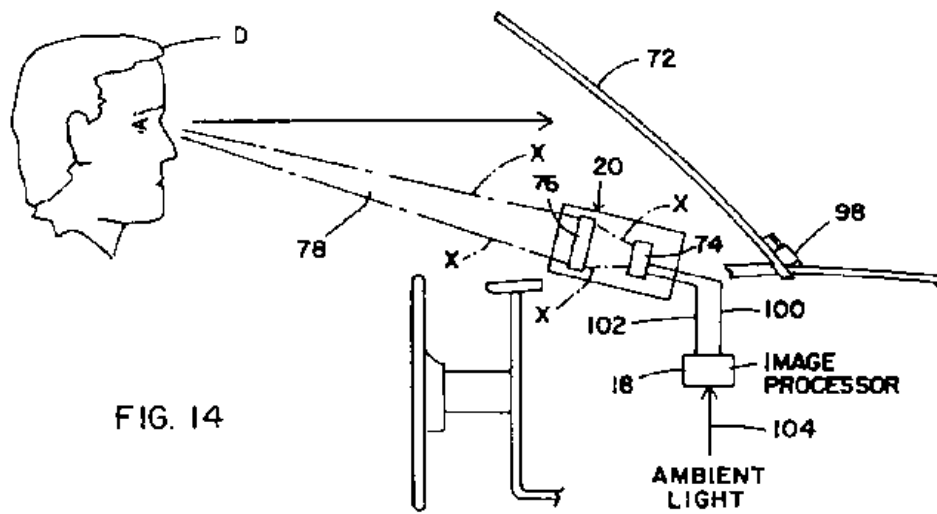
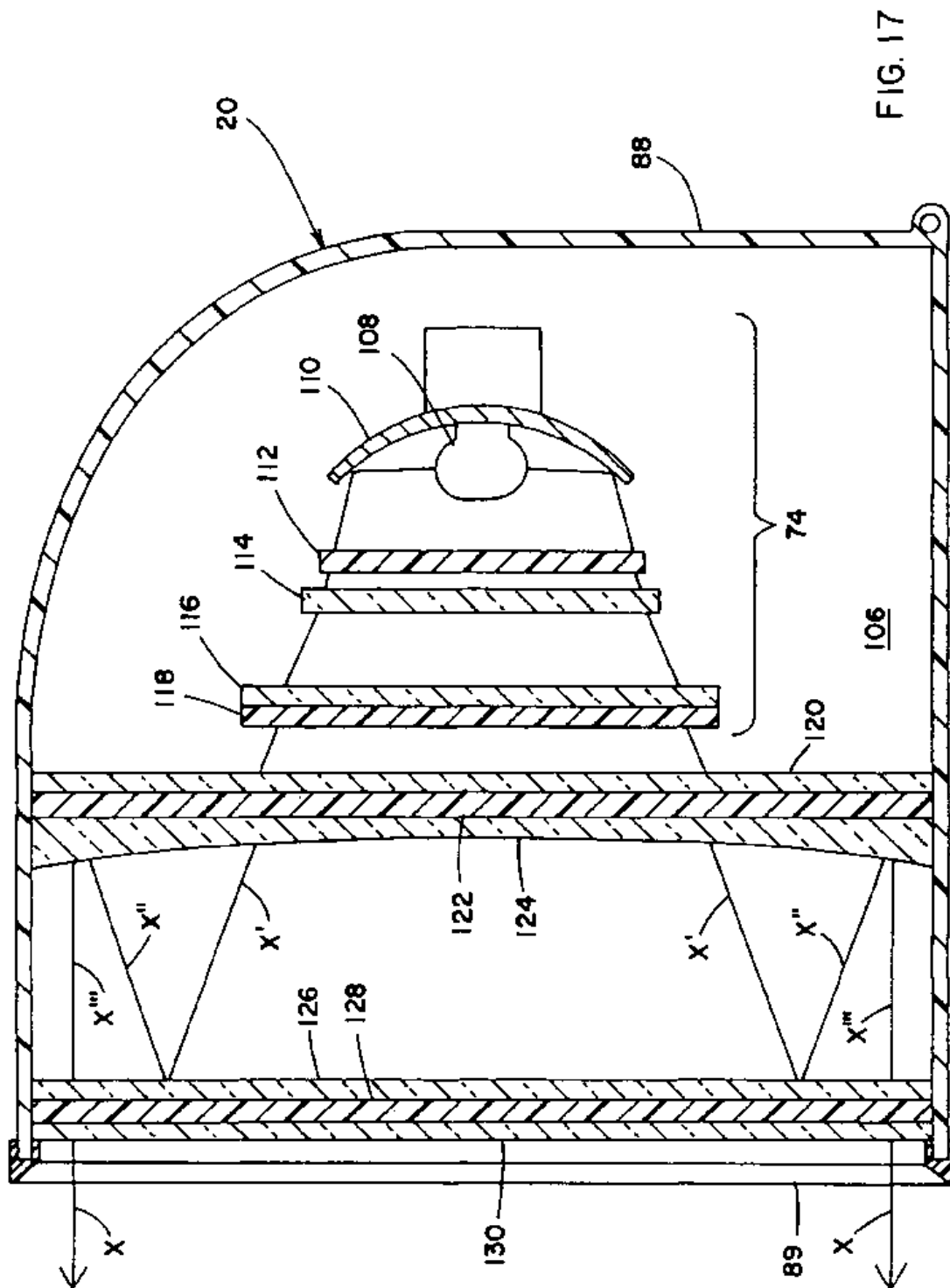


FIG. 13







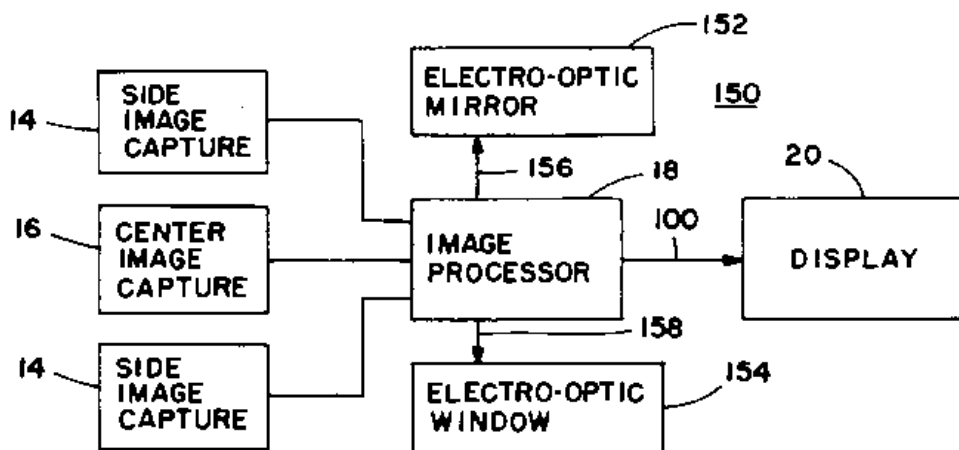


FIG. 18

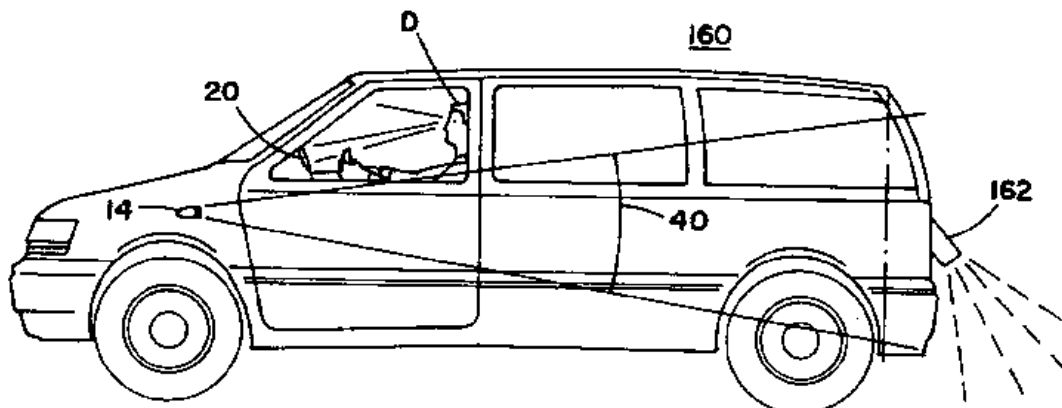


FIG. 19

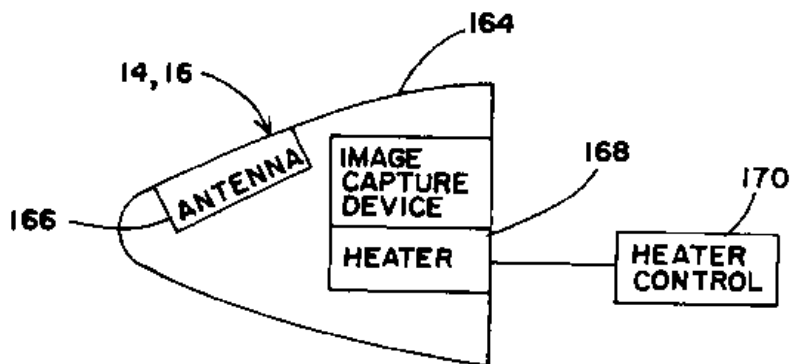


FIG. 20

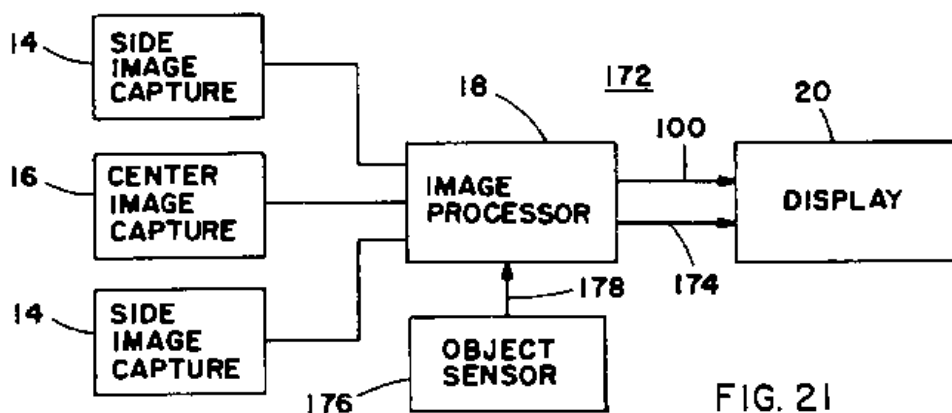


FIG. 21

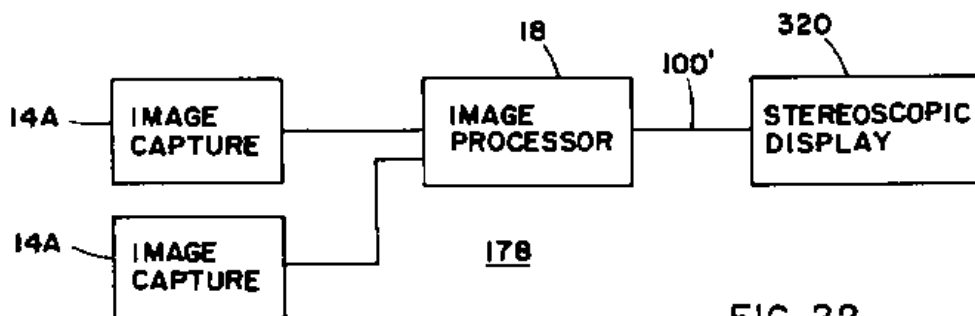


FIG. 22

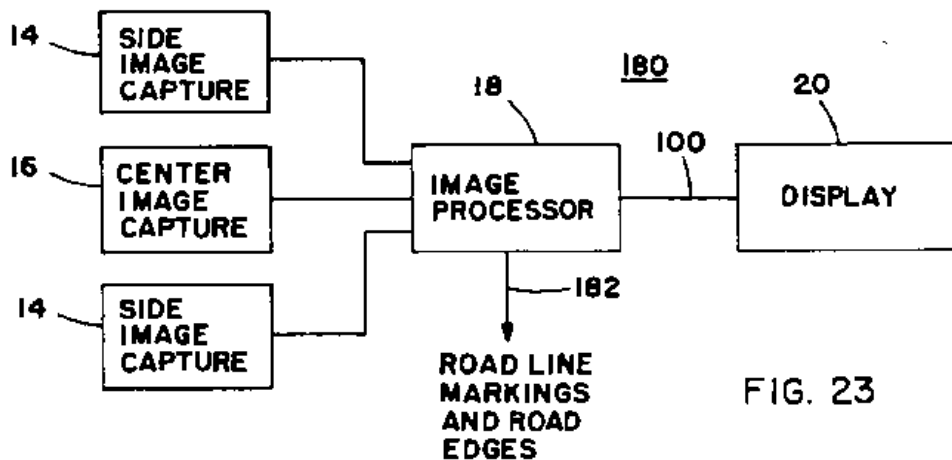
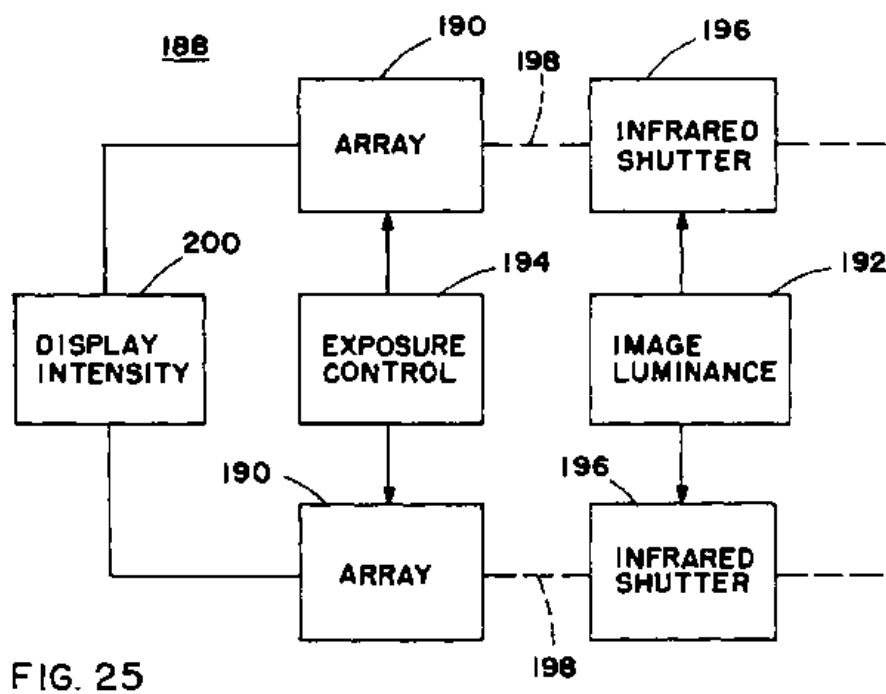
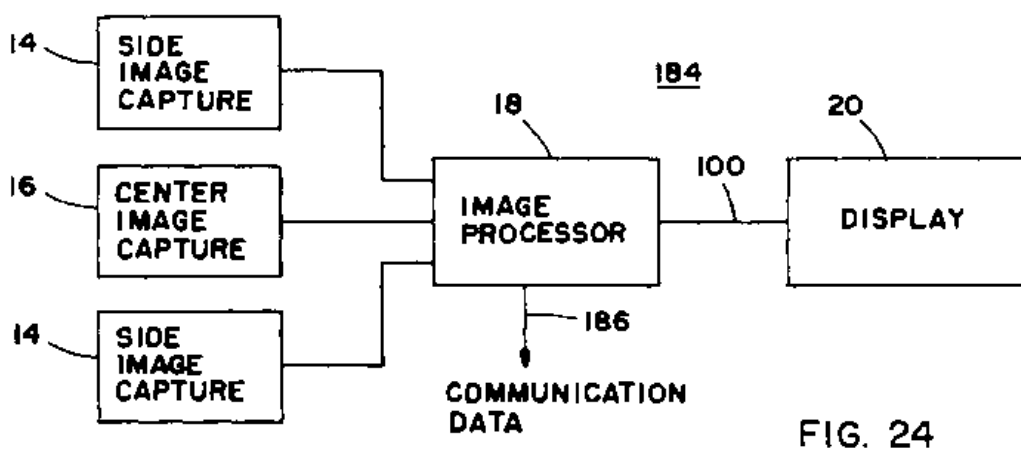


FIG. 23



**Bibliographic data: FR2687000 (A1) — 1993-08-06****Method and device for detecting vehicles and markings on the ground**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** GIANG NGUYEN HOANG ± (NGUYEN HOANG GIANG, ; GIANG NGUYEN HOANG)**Applicant(s):** RENAULT [FR] ± (RENAULT REGIE NALE USINES, ; RENAULT)**Classification:** - **international:** B60R1/00; G01S11/12; G06K9/00; G06K9/20; H04N5/33; H04N7/18; (IPC1-7): B60R1/00; G08G1/16; H04N5/235; H04N7/18  
- **cooperative:** B60R1/00; G01S11/12; G06K9/00791; G06K9/2018; H04N5/33; H04N5/332; H04N7/181; B60R2300/105; B60R2300/107; B60R2300/304; B60R2300/804**Application number:** FR19920001067 19920131**Priority number(s):** FR19920001067 19920131**Also published as:** FR2687000 (B1)**Abstract of FR2687000 (A1)**

Method of detecting obstacles present on the path of a vehicle on the basis of images of the roadway picked up by two cameras (1, 2) equipped with lenses (3, 4) taking the same picture in the visible radiation region, and in the near infrared respectively, these two images being processed by difference in order to form a third image or reproduction image, revealing only the contrast in the obstacles detected with respect to the landscape, characterised in that the two pictures are slaved to a continuous measurement of the illumination of the roadway.

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 687 000**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **92 01067**

⑤1 Int Cl<sup>3</sup> : G 08 G 1/16, B 60 R 1/00, H 04 N 7/16, 5/235

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 31.01.92.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 06.08.93 Bulletin 93/31.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société Anonyme dite: REGIE  
NATIONALE DES USINES RENAULT — FR.*

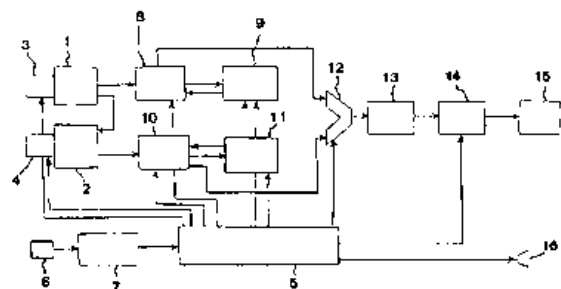
⑦2 Inventeur(s) : Nguyen Hoang Giang.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Régie Nationale des Usines Renault.

⑤4 Procédé et dispositif de détection de véhicules et de marquages au sol.

⑤7 Procédé de détection d'obstacles présents sur la trajectoire d'un véhicule à partir d'images de la chaussée captées par deux caméras (1, 2) équipées d'objectifs (3, 4) effectuant respectivement la même prise de vue, dans les domaines des rayonnements visibles, et du proche infrarouge, ces deux images étant traitées par différence pour former une troisième image ou image de restitution, relevant uniquement le contraste des obstacles détectés par rapport au paysage, caractérisé en ce que les deux prises de vue sont asservies à une mesure continue de l'éclairement de la chaussée.



FR 2 687 000 - A1



PROCEDE ET DISPOSITIF DE DETECTION DE VEHICULES ET DE  
MARQUAGES AU SOL

5

La présente invention se rapporte au domaine technique de l'aide à la conduite automobile. Plus précisément, elle concerne un procédé et un dispositif permettant de détecter et de visualiser des obstacles tels que les autres véhicules en stationnement ou en circulation sur la chaussée. Cette invention est particulièrement adaptée aux difficultés propres à la conduite dans des conditions de visibilité difficiles (nuit, brouillard...), sans que ces conditions en limitent l'application.

10

15

Une technique connue pour détecter la présence d'obstacles sur le trajet d'un véhicule automobile, consiste à balayer la chaussée avec un faisceau radar à rayon laser de longueur d'onde comprise entre 600 nm et 900 nm, appelé faisceau LIDAR, ou avec un faisceau radar à hyperfréquence dont la fréquence est de l'ordre de 76 GHz. Dans le cas du LIDAR, comme dans celui du radar à hyperfréquence, l'information fournie se limite à indiquer la présence d'obstacles sur la chaussée, tels que d'autres véhicules, sans spécifier leur position relative. Si, en cas de déplacement rectiligne, la position relative de l'obstacle détecté peut être déduite des coordonnées angulaires instantanées du faisceau intercepté, ce type de déduction devient totalement inopérant en virage, sauf à localiser l'obstacle détecté par d'autres moyens, et à recadrer l'image de celui-ci grâce à des repères appropriés.

20

25

30

35

La méthode dite "bispectrale", décrite dans la publication EP 0454 516 de la demanderesse repose sur le repérage des feux stop des véhicules se trouvant dans le champ de prospection. Cette méthode met en oeuvre deux caméras, dont la première est sensible aux rayonnements d'un domaine spectral couvrant l'infrarouge, mais plus large que celui-ci, tandis que la seconde capte les rayonnements visibles complétant l'infrarouge. Le traitement par différence des deux images captées conduit à une troisième image du champ ouvert au véhicule, relevant seulement le contraste de l'obstacle. L'application de ce procédé est toutefois d'une efficacité

limitée, en raison de la variation fréquente de l'éclairage ambiant, impliquant notamment un réglage constant des objectifs et une modification des coefficients de pondération dans le traitement numérique des images.

La présente invention vise à perfectionner la méthode "bispectrale" en fournissant au conducteur une image simplifiée, indiquant toutefois avec précision la silhouette et la position de l'obstacle détecté.

Elle concerne un procédé de détection d'obstacles présents sur la trajectoire d'un véhicule à partir d'images de la chaussée captées par deux caméras équipées d'objectifs effectuant respectivement la même prise de vue, dans les domaines des rayonnements visibles, et du proche infrarouge, ces deux images étant traitées par différence pour former une troisième image ou image de restitution, relevant uniquement le contraste des obstacles détectés par rapport au paysage. Ce procédé est caractérisé en ce que les deux prises de vue sont asservies à une mesure continue de l'éclairage de la chaussée.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les objectifs de chaque caméra sont asservis à une mesure continue de l'éclairage de la chaussée.

Selon un mode de réalisation de l'invention, chaque caméra possède un iris asservi à une mesure continue de l'éclairage de la chaussée.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les images captées par chaque caméra sont numériques.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les histogrammes des deux images captées sont égalisées, de façon à pouvoir soustraire l'image captée dans le spectre visible, de l'image captée dans le proche infrarouge.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'image de restitution est filtrée, et on détermine un seuil lumineux d'affichage, fonction de



l'éclairement de la chaussée, pour ne conserver sur l'image de restitution, que la silhouette des véhicules détectés et des marquages au sol .

5

Selon un mode de réalisation de l'invention, la silhouette des véhicules détectés et des marquages au sol est restituée au conducteur sous forme d'une signature, constituée de rectangles blancs sur fond noir.

10

Selon un mode de réalisation de l'invention, on détermine les maxima d'intensité de l'image de restitution, et on poursuit la signature des véhicules détectés, sur la base du déplacement de ces maxima dans l'image de restitution.

15

Selon un mode de réalisation de l'invention, pendant le temps de passage du véhicule effectuant la détection sous l'ombre des arbres défilant latéralement, on détermine la trajectoire des maxima uniquement à partir de l'image captée dans le spectre visible.

20

Selon un mode de réalisation de l'invention, le conducteur est averti par voie sonore de l'entrée d'un maximum à l'intérieur d'une zone de sécurité dans l'image, cette zone étant déterminée à partir de la vitesse propre du véhicule effectuant la détection et des conditions d'adhérence au sol.

25

Selon un mode de réalisation de l'invention, le signal sonore d'avertissement a une fréquence inversement proportionnelle à une mesure de l'éloignement de ce maximum.

30

L'invention concerne également un dispositif spécialement conçu pour la mise en oeuvre d'un procédé conforme à l'un quelconque des modes de réalisation précédents. Ce dispositif est caractérisé en ce qu'il comporte une unité centrale de traitement, reliée à une première caméra sensible aux rayonnements du domaine visible, et à une seconde caméra sensible aux rayonnements du proche infrarouge, dont les prises de vue sont asservies à un capteur d'éclairement également relié à l'unité centrale, en ce que chaque caméra est connectée à une unité de mémoire de trame, elle-même connectée à une unité de traitement d'image assurant sous le

35

5           contrôle de l'unité centrale l'égalisation des histogrammes des deux images  
captées, et en ce qu'il comporte une unité de soustraction des images  
égalisées, reliée aux deux unités de mémoire de trame, un ensemble de  
filtrage disposé en sortie de l'unité de soustraction et une unité de  
visualisation de l'image de restitution après filtrage.

10           Selon un mode de réalisation de l'invention, l'ensemble de filtrage est  
constitué d'un filtre passif, associé en série avec un élément de seuillage  
de luminosité, asservi.

15           Selon un mode de réalisation de l'invention, le capteur d'éclairement est  
relié à l'unité centrale par l'intermédiaire d'un luminence-mètre, et ses  
informations sont exploitées par celle-ci d'une part pour l'asservissement  
des prises de vue et de l'élément de seuillage, et d'autre part comme  
paramètre de pondération dans l'algorithme de traitement des images.

20           Selon un mode de réalisation de l'invention, le dispositif comporte un  
avertisseur sonore, délivrant sous le contrôle de l'unité centrale, un signal  
relatant l'entrée d'un obstacle à l'intérieur d'une zone de sécurité dans  
l'image, déterminée.

25           L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante  
d'un mode de réalisation de celle-ci, en liaison avec les dessins annexés,  
sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma électrique du système de détection de  
l'invention,

30           - la figure 2 est un organigramme récapitulatif du procédé de  
l'invention, et

- la figure 3 illustre le traitement d'image réalisé conformément à  
l'invention.

35

Sur la figure 1, on a indiqué schématiquement la présence des deux caméras 1, 2 nécessaires à la mise en oeuvre de l'invention, ainsi que de leurs objectifs 3, 4 respectifs. La première caméra 3 est sensible aux rayonnements du spectre visible, par exemple entre 0,4 et 0,75 microns, tandis que la seconde caméra 4 saisit une image du même champ dans le spectre proche infrarouge, par exemple entre 0,6 et 1 micron. Les deux objectifs 3, 4 sont reliés à une unité centrale de traitement 5, recevant par ailleurs des informations sur la luminosité ambiante, en provenance d'un capteur 6, associé à un luminance-mètre 7. Le capteur 6 utilisé pourra avantageusement être un capteur à semi conducteur en silicium. Une caractéristique essentielle de l'invention consiste en ce que l'éclairement de la chaussée est mesuré en permanence par le capteur 6, de façon à asservir par l'intermédiaire de l'unité centrale 5, l'ouverture des objectifs 3, 4, ou l'iris électronique des caméras 1 et 2, à l'éclairement mesuré.

En effet, l'asservissement de l'ouverture des objectifs 3, 4, peut être remplacé par le procédé connu sous le nom d'"iris électronique", notamment dans le cas où la caméra est un capteur d'images du type CCD (Charge Coupled Device). Ce procédé consiste à modifier le temps d'exposition du capteur d'image ou à contrôler les charges dues à l'effet électro-optique au niveau des éléments du CCD de manière continue, en fonction de l'éclairement.

La première caméra 1 est reliée à une unité de mémoire de trame "visible" 8, elle même raccordée à une unité de traitement d'image "visible" 9. De même, la seconde caméra 2 est reliée à une unité de mémoire de trame "infrarouge" 10, elle même reliée à une une unité de traitement d'image "infrarouge" 11. Les unités de traitement 9, 11 ont pour fonction d'égaliser l'histogramme de l'image captée dans le spectre visible avec celui de l'image captée dans le proche infrarouge. L'unité centrale 5 et les deux unités de mémoire de trame 8, 10 sont connectées à une unité de soustraction d'images 12. L'image résultant de l'ensemble des traitements et de la soustraction transite par un premier filtre 13 de type classique, puis par un second filtre 14, ou "filtre de seuillage" 14, pour apparaître sur une unité de visualisation 15 disposée dans le champ de vision habituel

5 du conducteur. Par ailleurs, l'unité centrale 5 est raccordée à un avertisseur sonore 16, dont la fonction est de signaler au conducteur la pénétration des obstacles détectés, à l'intérieur d'un périmètre de sécurité  
préablement déterminé.

10 Le fonctionnement de ce dispositif, résumé par l'organigramme de la figure 2, est le suivant. Comme indiqué plus haut, la commande de l'ouverture des objectifs 3, 4 est gérée par l'unité centrale 5, en fonction de l'éclairement de la scène, quantifié par cette même unité centrale, 5 sur la base des informations transmises par le capteur 6 et le luminance-mètre  
15 7. L'éclairement de la scène est également exploité comme, paramètre de pondération dans l'algorithme de traitement d'images, notamment pour modifier l'histogramme des images captées par les caméras 1 2, et pour fixer le seuil imposé par le second filtre, ou filtre de seuillage 14.

20 Les deux images superposées de la chaussée, acquises sous forme numérique par les caméras, l'une dans le spectre visible, et l'autre dans le proche infrarouge, sont mémorisées dans les deux unités de mémoire de trame 8, 10. En liaison avec l'unité centrale 5, les deux unités de traitement d'image 9, 11 procèdent à une égalisation de l'histogramme de l'image captée dans le spectre visible par celui de l'image captée dans le  
proche infrarouge.

25 Toujours sous le contrôle de l'unité centrale 5, l'unité de soustraction 12 effectue un traitement par différence des deux images ainsi égalisées, pour former une troisième image, ou image de restitution, relevant seulement le contraste des obstacles détectés, par rapport au paysage.

30 Le filtrage d'image effectué par le premier filtre 13 ou filtre passif est un filtrage classique. En revanche, le second filtre 14 impose un seuil de transmission d'image qui est fonction de la mesure d'éclairement de la chaussée. Le résultat de ce double filtrage est que l'image de restitution ne comporte plus que la silhouette des véhicules détectés, et celle des  
35 marquage au sol. L'image perçue par le conducteur, reproduite sur la partie droite de la figure 3 ("RESULT"), est binaire, la silhouette des

partie droite de la figure 3 ("RESULT"), est binaire, la silhouette des véhicules et les marquages constituant des signatures sous forme de simples rectangles blancs sur fond noir. Dans le cas général, la signature d'un véhicule en image binaire ainsi obtenue, se résume à deux rectangles blancs sur fond noir, correspondant à sa carrosserie vue de l'arrière.

Lorsqu'un obstacle a été détecté, le dispositif de l'invention est capable de suivre celui-ci de façon à prolonger la transmission d'informations au conducteur, sous forme binaire. Cette opération, constituant une véritable "poursuite de signature" des véhicules détectés, consiste tout d'abord à rechercher les coordonnées du maximum d'intensité de l'obstacle. Bien entendu, ce maximum ne correspond pas forcément au centre géométrique de l'obstacle. Pour éviter de focaliser la poursuite sur l'ombre du véhicule au lieu de la focaliser sur le véhicule lui-même, il est en effet nécessaire de ne pas "trainer" dans la poursuite, la signature due à l'ombre du véhicule .

Le dispositif de l'invention a en outre la capacité d'être indifférent au défilement des ombres des arbres sur les bords de la chaussée. A cet effet, l'unité centrale 5 impose temporairement au dispositif d'accrocher le maximum d'intensité de l'obstacle sur l'image captée dans le spectre visible, de façon à prévoir sur la base du déplacement de ce maximum, le déplacement du maximum d'intensité de l'image binaire résultant du traitement habituel. Cette faculté permet au dispositif de suivre en temps réel l'image des véhicules et celle des marquages au sol, sans être perturbée par les zones d'ombre.

En fonction de la vitesse propre du véhicule équipé du dispositif de détection de l'invention, et des conditions d'adhérence au sol, l'unité centrale 5 détermine enfin une zone, dite "zone de sécurité dans l'image". Le déplacement relatif des maxima d'intensité détectés, par rapport au véhicule équipé est surveillé de façon à avertir le conducteur que l'obstacle détecté pénètre dans la zone de sécurité. Une solution particulièrement avantageuse consiste à avertir le conducteur au moyen d'un signal sonore dont la fréquence est inversement proportionnelle à une mesure de

5 l'éloignement de ce maximum dans l'image. Cette mesure peut par exemple être constituée par l'ordonnée cartésienne du maximum dans un repère ayant pour axe d'abscisses un axe transversal à la direction de déplacement. Ce type de signal constitue en effet l'interface la plus efficace du point de vue de la sécurité, entre l'homme et la machine.

10 En conclusion, l'invention permet au conducteur de détecter et de suivre les obstacles surgissant sur sa trajectoire, tout en évaluant leurs positions, relatives aux marquages. De plus, le conducteur est averti par voie sonore de la proximité des obstacles, avec son véhicule. Cette invention présente donc des qualités de fiabilité et de précision, inconnus des systèmes existants.

15

20

25

30

35

REVENDEICATIONS

- 5 1) Procédé de détection d'obstacles présents sur la trajectoire d'un véhicule à partir d'images de la chaussée captées par deux caméras (1, 2) équipées d'objectifs (3, 4) effectuant respectivement la même prise de vue, dans les domaines des rayonnements visibles, et du proche infrarouge, ces deux images étant traitées par différence pour former une troisième image ou image de restitution, relevant uniquement le contraste des obstacles
- 10 détectés par rapport au paysage, caractérisé en ce que les deux prises de vue sont asservies à une mesure continue de l'éclairement de la chaussée.
- 2) Procédé de détection d'obstacles selon la revendication 1, caractérisé en ce que les objectifs (3, 4) de chaque caméra (1, 2) sont asservis à une
- 15 mesure continue de l'éclairement de la chaussée.
- 3) Procédé de détection d'obstacles selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque caméra possède un iris électronique asservi à une mesure
- 20 continue de l'éclairement de la chaussée.
- 4) Procédé de détection d'obstacles selon, les revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que les images captées par chaque caméra (1, 2) sont numériques.
- 25 5) Procédé de détection d'obstacles selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les histogrammes des deux images captées sont égalisées de façon à pouvoir soustraire l'image captée dans le spectre visible, de l'image captée dans le proche infrarouge.
- 30 6) Procédé de détection d'images selon l'une des revendications 1, à 5, caractérisé en ce que l'image de restitution est filtrée, et en ce qu'on détermine un seuil lumineux d'affichage, fonction de l'éclairement de la chaussée, pour ne conserver sur l'image de restitution, que la silhouette
- 35 des véhicules détectés et des marquages au sol .

5 7) Procédé de détection selon la revendication 6, caractérisé en ce que la silhouette des véhicules détectés et des marquages au sol, est restituée au conducteur sous forme d'une signature, constituée de rectangles blancs sur fond noir.

10 8) Procédé de détection d'obstacles selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'on détermine les maxima d'intensité de l'image de restitution, et en ce qu'on poursuit la signature des véhicules détectés, sur la base du déplacement de ces maxima dans l'image de restitution.

15 9) Procédé de détection d'obstacles selon la revendication 8, caractérisé en ce que pendant le temps de passage du véhicule effectuant la détection sous l'ombre des arbres défilant latéralement, on détermine la trajectoire des maxima uniquement à partir de l'image captée dans le spectre visible.

20 10) Procédé de détection selon les revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que le conducteur est averti par voie sonore de l'entrée d'un maximum à l'intérieur d'une zone de sécurité dans l'image, cette zone étant déterminée à partir de la vitesse propre du véhicule effectuant la détection et des conditions d'adhérence au sol.

25 11) Procédé de détection selon la revendication 10, caractérisé en ce que le signal sonore d'avertissement présente une fréquence inversement proportionnelle à une mesure de l'éloignement de ce maximum.

30 12) Dispositif de détection d'obstacles spécialement conçu pour la mise en oeuvre d'un procédé conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une unité centrale de traitement (5), reliée à une première caméra (1) sensible aux rayonnements du domaine visible, et à une seconde caméra (2) sensible aux rayonnements du proche infrarouge, dont les prises de vue sont asservies à un capteur d'éclairage (6) également relié à l'unité centrale (5), en ce  
35 que chaque caméra (1, 2) est connectée à une unité de mémoire de trame (8, 10), elle-même connectée à une unité de traitement d'image (9, 11) assurant sous le contrôle de l'unité centrale (5), l'égalisation des



5 histogrammes des deux images captées, en ce qu'il comporte une unité de soustraction (12) des images égalisées, reliée aux deux unités de mémoire de trame (8, 10), un ensemble de filtrage (13, 14) disposé en sortie de l'unité de soustraction (12), et une unité de visualisation (15) de l'image de restitution après filtrage.

10 13) Dispositif de détection d'obstacles selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'ensemble de filtrage (13, 14) est constitué d'un filtre passif (13), associé en série avec un élément de seuillage de luminosité (14), asservi.

15 14) Dispositif de détection d'obstacles selon la revendication 13, caractérisé en ce que le capteur d'éclairage (6) est relié à l'unité centrale (5) par l'intermédiaire d'un luminence-mètre (7) et en ce que ses informations sont exploitées par celle-ci d'une part pour l'asservissement des prises de vue et de l'élément de seuillage (14), et d'autre part comme paramètre de pondération dans l'algorithme de traitement des images.

20 15) Dispositif de détection d'obstacles selon les revendications 12, 13 ou 14, caractérisé en ce qu'il comporte un avertisseur sonore (16), délivrant sous le contrôle de l'unité centrale (5), un signal relatant l'entrée d'un obstacle à l'intérieur d'une zone de sécurité d'image, déterminée.

25

30

35

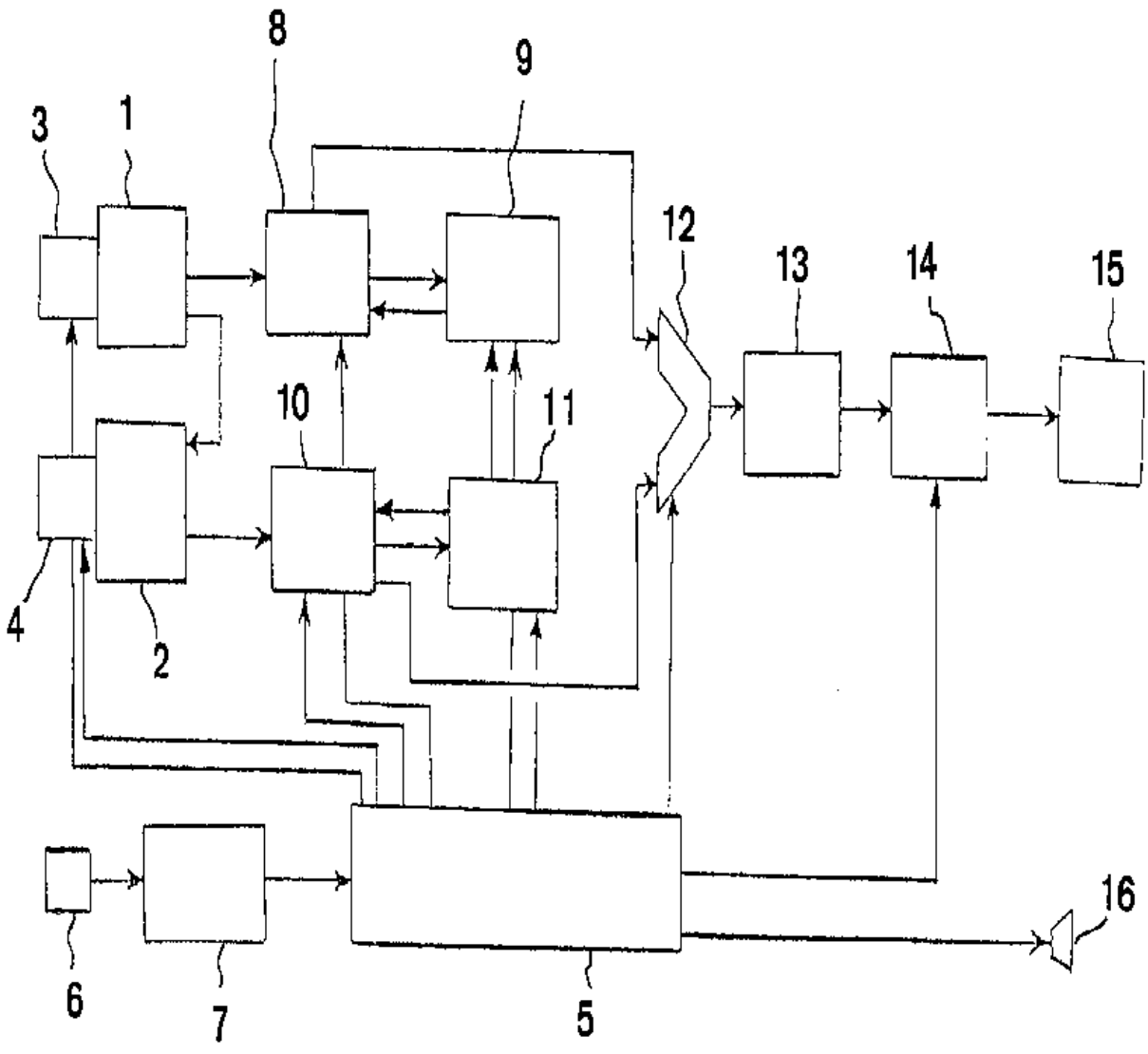


FIG.1

1/3

2687000

2/3

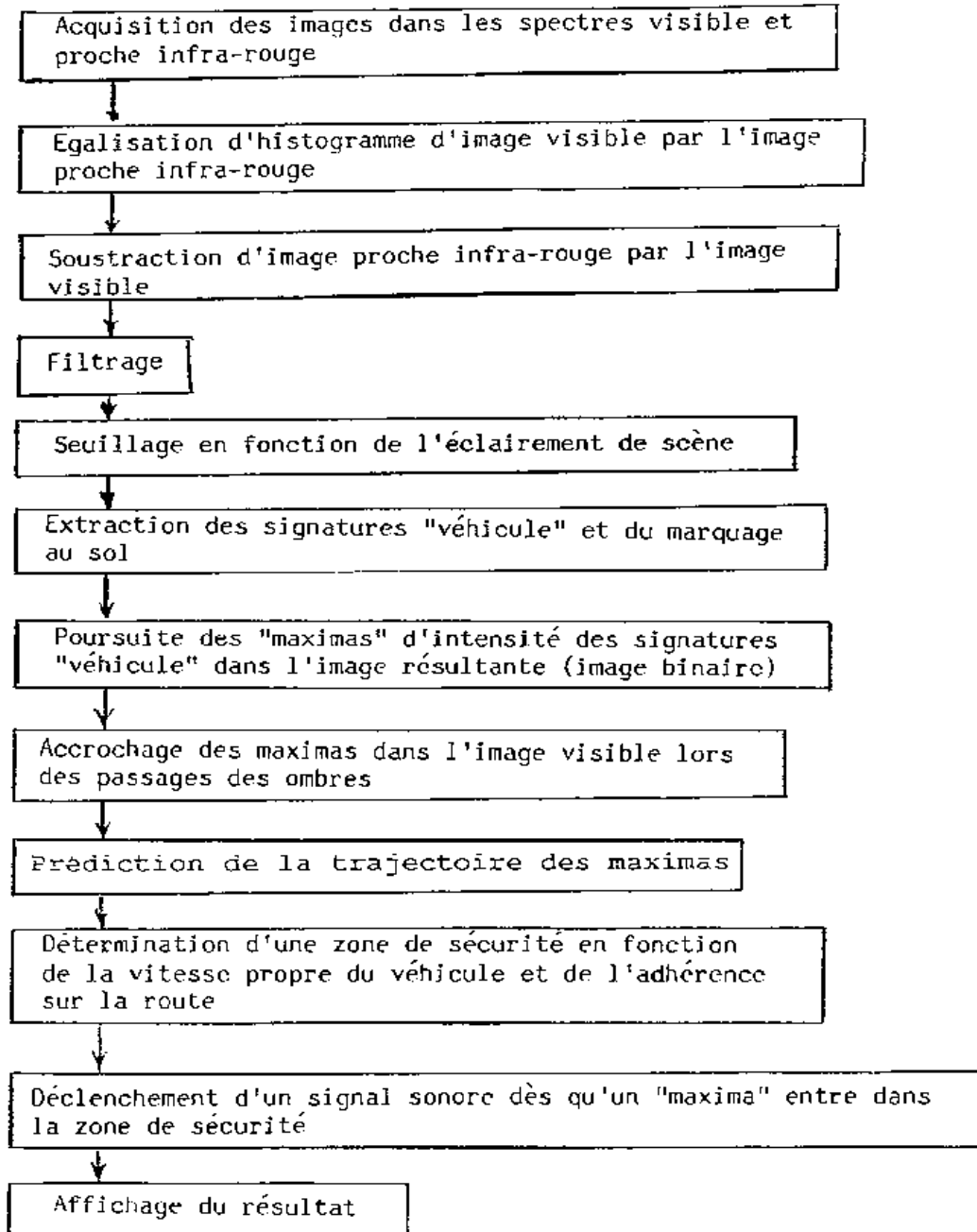


FIG.2

3/3

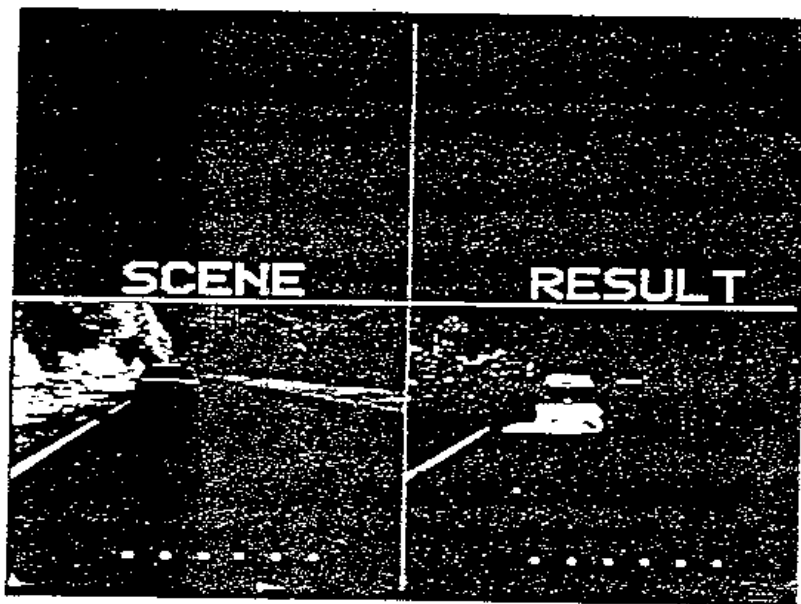


FIG.3

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9201067  
FA 473268

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D,Y	EP-A-0 454 516 (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT S.A.) 30 Octobre 1991	1-5
A	* abrégé; figure 1 * ---	6,12
Y	EP-A-0 412 886 (THOMSON-CSF) 13 Février 1991 * abrégé * * colonne 4, ligne 16 - colonne 5, ligne 27; figure 1 *	1-5
A	US-A-4 437 111 (INAI ET AL.) 13 Mars 1984 * abrégé; figures 3,4 *	1,12,14
A	EP-A-0 352 831 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEE L.E.P. , ET AL.) 31 Janvier 1990 * abrégé; figures 1,2 *	6,12
A	US-A-4 868 652 (NUTTON) 19 Septembre 1989 * figure 2 *	6,13
A	WO-A-8 605 890 (HUGHES) 9 Octobre 1986 * abrégé *	8
A	EP-A-0 392 953 (TRESSE) 17 Octobre 1990 * abrégé * * colonne 3, ligne 31 - ligne 35 *	10,11,15
A	US-A-5 001 558 (BURLEY ET AL.) 19 Mars 1991 -----	
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
02 NOVEMBRE 1992		Francesco Zaccà
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant

1

EPO FORM 1503 (04.82) (POMI)

# PATENT SPECIFICATION

DRAWINGS ATTACHED



## 914827

Date of Application and filing Complete Specification Oct. 18, 1960.

No. 35748/60.

Application made in United States of America (No. 849070) on Oct. 27, 1959.

Complete Specification Published Jan. 2, 1963.

Index at acceptance:—Classes 40(3), A5(B3:P1B:P2B:R5:R6); 38(3), J(2C:2G5A:12F:12M); 40(7), DL; and 75(3), D4M.

International Classification:—G08c, F21b, H02p, H04p.

### COMPLETE SPECIFICATION

#### Improvements in or relating to Automatic Headlight Control Systems

5 I, JOSEPH PAGE HAYDEN, a citizen of the United States of America, of c/o Midland Discount Company, First National Bank Building, Cincinnati, Ohio, United States of America, do hereby declare the invention for which I pray that a patent may be granted to me, and the method by which it is to be performed, to be particularly described in and by the following statement:—

10 The present invention relates to headlight control systems generally and particularly to the type of headlight control system which comprises an electrical and optical installation in an automobile (i.e. equipped vehicle) which so functions that a non-glare shadow is cast automatically on the zone of an oncoming vehicle, as the passing approach is made, in order to protect its operator from disability and discomfort glare, and which also functions in such a way that light of such intensity as to effect greatly improved night visibility for the driver of the equipped vehicle is projected onto the right side of the road in front of the equipped vehicle throughout the approach. As the approaching vehicles finish passing each other the light is projected down the road centrally.

20 It will be understood that in those countries in which cars drive on the left side of the road, the directional aspects of the invention should be reversed so that the light should be cast on the left side of the road instead of the right.

35 Such a system comprises generally a direction finder including photoelectric means for detecting the presence of an oncoming vehicle, in combination with a direction-finder vane which is positioned in azimuth under the ultimate control of the photoelectric means, to measure the direction of approach of the oncoming vehicle (specific-

ally, the relative bearing of the left or inner headlamp of the approaching vehicle, "inner" meaning closer to the centre line of the highway). Synchronised with the direction-finder vane are vanes in the head lamps which function in such a way as to define the projection of light and to cause overlapping shadows or non-glare areas to track the approaching vehicle until it passes or comes alongside the equipped car.

The present invention is directed to a principal objective of providing improved stability and response speed of the vane-driving circuitry.

45 According to the present invention an automatic vehicle headlighting system of the type including photosensitive signalling means and in which synchronised shadow casting and bearing indicating vanes are angularly positioned by signals from such means in accordance with the relative bearing of a light source constituted by the headlamp of an opposing vehicle, comprises reversible electromagnetic means including a winding for positioning at least one of the vanes in accordance with such bearing, said winding having two terminals, amplifying means between the photosensitive means and said terminals for energising said winding, and a non-linear shunt element in circuit between said terminals, said shunt element having a high resistance when the voltage between said terminals is high, to increase the speed of response of the vanes, and a low resistance when said voltage is low, to provide heavy damping when the vanes are tracking an oncoming vehicle.

50 Preferably an inductance is provided in shunt across said terminals, said inductance being proportioned to accelerate the response of the vanes immediately upon reversal thereof.

[Price 4s. 6d.]

Price 25s

Price 25s

Price 25s

The invention is further described with reference to the accompanying drawings, in which:—

5 Figure 1 is a perspective view of an automobile in which there is installed an improved headlight system in which the invention is used;

10 Figure 2 is a schematic outline view of a suitable mechanism for coordinating the movements of the steering linkage of the automobile and the supporting framework for the automatic headlight control system of Figure 1;

15 Figure 3 is a sectional view taken on the line 3—3 of Figure 4, looking in the direction of the arrows, showing a combination of direction finder, headlamps, and mechanical synchronising means in which the invention is used;

20 Figure 4 is a sectional view taken on line 4—4 of Figure 3, and looking in the direction of the arrows;

25 Figures 5 and 6 are circuit diagrams which in composite illustrate complete electronic circuitry, embodying the invention for driving the Figures 3—4 shaft and vanes; and

30 Figures 7—11 are schematic diagrams of the output circuitry showing various phases of its operation, these diagrams being provided for purposes of facilitating the description of the operation of the output circuitry in accordance with the invention.

35 Before proceeding with the description of the mechanical elements of the head lighting system, reference will first be made to Figure 6 and particularly to the output tubes 123 and 124. Conduction in tube 124 causes the headlamp and direction finder vanes to be driven counter-clockwise while conduction in tube 123 causes them to be driven clockwise. In normal tracking operation, the vanes are positioned as a consequence of the composite action of both tubes, and the circuitry here provided improves the stability and speed of response of the vane-driving system. The sum of the output currents of the tubes 123 and 124 flows through an armature coil 148 and it is the flow of this current which causes the direction finder and headlamp vanes to be appropriately positioned.

40 Contacts 214—215 (Figure 6) are closed by the sensing relay and that relay must be energized before the system tracks.

55 Having made reference to these major features of the invention in a general manner, the description now proceeds to a mechanical system with which it may be employed.

60 In Figure 1 there is shown in perspective an automobile generally indicated by the reference numeral 9. In the frontal portion of the bonnet of the automobile is installed a headlight system, including a direction finder lens 10 and headlight lenses 11 and

12, vertically aligned with the direction finder lens 10 on top. This vehicle has conventional steerable front wheels 13 and 14 and the wheels are angularly positioned for turning of the vehicle by a conventional linkage indicated by the reference numeral 15, as shown in Figure 2.

70 Referring now to Figures 3 and 4, there is provided a mechanical ganging means or shaft 16 to which are secured for synchronised rotation therewith the direction finder vane 17 and the headlamp vanes 18 and 19 (Figure 3). The lenses 10, 11 and 12 and the headlamp reflectors 20 and 21, each including a filament 22 or 23, are suitably positioned and mounted in a casing generally indicated by the reference numeral 24, and this casing constitutes the supporting framework of the system. The supporting framework 24 is mechanically 75 turned and co-ordinated with the steering linkage 15 through the linkage illustrated in Figure 2. It will be understood that, in operation, the direction finder vane 17 measures the bearing of and follows or 80 tracks an oncoming vehicle and the synchronised headlamp vanes 18 and 19 cast overlapping non-glare shadows on the zone of such oncoming car, while allowing greatly enhanced lighting on the right side of and 85 down the road, so far as the driver of the equipped vehicle is concerned. When the motor vehicle executes a large angle turning movement, then the supporting framework 24 is mechanically turned in the direction 90 of such movement but to a lesser angular degree.

95 In Figures 3 and 4 there is shown a photoelectric tube 25 which receives radiant energy from light sources, as for example, the inner headlamp of an oncoming vehicle such radiant energy being in the form of pulses of light. There is concentrically mounted for rotation about the photoelectric tube a discriminator cylinder 26 driven by 100 a motor 27. This cylinder is formed with alternate light-admitting and light-rejecting portions in such a way that it, in combination with photoelectric tube 25, discriminates against large areas of light and foreground light and causes the system to respond only to point sources of light in the optical field of direction finder lens 10.

105 Shaft 16 is provided with suitable bearings 28 and 29, and is mechanically coupled to the output shaft of electromagnetic means or motor 30, secured to casing 24. Means 30 is essentially a D.C. motor with a permanent magnet field and an armature winding 148. 110 Angular movement of the armature is limited by stops 60 degrees apart.

115 The entire supporting framework or mounting 24 is rigidly secured to for rotation with, a shaft 31, and this rotation is 120 125 130

controlled by the steering linkage 15 through the mechanism illustrated in Figure 2. Figure 2 shows element 24 symbolically.

Referring now to Figure 2, there is shown the shaft 31 which is rotatably journaled on the frame of the car in such a way that casing 24 is mounted for controlled angular motion relative to said frame. A push-pull control cable 32 is connected by block 33 to the linkage 15 and given a reverse bend by threading it through rigid tubing 34 in such a way that its end moves linearly to the left as the car executes a right turn, and conversely. A right turn will be assumed in this discussion. Push pull control cable 32 exerts a turning movement relative to a link 36 which is pivoted at 37 on the framework of the vehicle. Link 36 is formed with bifurcations to provide a lost motion clearance opening 38 so that linkage 36 is actuated to go through a small counter-clockwise movement before one of the bifurcations abuts against projection 39 on casing 24 and causes the casing 24 to turn clockwise, in coordination with the aforementioned right turn.

The bifurcations are symmetrically spaced from the projection 39, formed on casing 24, so that the same lost motion occurs through the first phase of a left turning movement of the vehicle wheels. Thus it will be seen that there is lost motion between the steering linkage and the initiation of the angular movement of the casing 24. The steering linkage 15 can continue to be actuated after the angular motion of the casing 24 has ceased. To this end, there are associated with the casing limit stops 8 and 40, each provided with spring biased plungers 41 and 42, respectively, the springs being shown at 43 and 44. When the heads of the plungers abut against their respective limit stops, the angular motion of the casing 24 ceases but the motion of the cable continues. To provide for this operation, cable 32 does not drive link 36 directly but this drive is accomplished through over-travel yield springs 45 and 46, which bias bushings or followers 47 and 48, respectively, against a cylindrically formed section 49 of link 36. The two bushings and the cylindrical portion are secured in slidable relationship to the straight or shaft portion of flexible cable 32, to the left of point 35. Rigidly secured to the shaft portion of the cable are thrust elements 50 and 51 which impart through the bias springs 46 and 45 respectively, to the bushings 48 and 47, respectively, a linear thrust and cause link 36 to turn. But after the turning motion of the link 36 has ceased, due to the abutments of elements 42 or 41 against the limit stops 40 or 8, respectively, the compression of springs 46 and 45, respec-

tively, permits continued motion of the cable 32.

That section of the shaft portion of cable 32 which slides immediately within section 49 is enlarged to provide thrust shoulders for the bushings, in such a way that springs 46 and 47 can be preloaded to provide positive action of element 49.

The steering and headlamp linkages may be so proportioned that, after the lost motion has been taken up, the rate of angular motion of the headlamp and direction finder supporting framework may be greater or lesser than or equal to that of the front wheels.

The lengths of the springs 46 and 45 and the spacing between the elements 50 and 48 and the elements 47 and 51 are such as to permit complete freedom of operation of the steering mechanism for the wheels 13 and 14.

The lost motion clearance illustrated at 38 allows the driving wheels to move from road shock without disturbing the operation of the automatic headlamp control system. It will be understood that the springs 46 and 45 are sufficiently strong to override the springs 44 and 43. Stops 219 and 220 limit movement of plungers 41 and 42 toward each other to centre casing 24. These stops are fixed to the frame of the car.

The description now proceeds to the improved electrical circuitry provided in accordance with the present invention, with particular emphasis on the features generally pointed out above.

Operating voltage for the photoelectric tube is supplied from a high voltage terminal 60 (at plus 250 volts, for example, Figure 6), and between such terminal and ground are serially arranged voltage divider resistors 61 (10000 ohms), 62 (10000 ohms), 63 (10000 ohms, Figure 5), 64 (6800 ohms), a parallel combination of inductance 65 (100 microhenries) and capacitor 66 (0.1 microfarad), resistor 67 (1 megohm) and resistor 68 (1 megohm). A filter network is made up of resistor 68 and a shunt capacitor 69 (0.05 microfarad) and their junction is connected through photoelectric tube load resistor 70 (10 megohms) to the anode of photocell 25, the junction of such resistor 70 and anode being in turn connected to the grid of the first stage 71 of an amplifier twin triode. Due to the fact that the light incident upon the photoelectric tube 25 is in pulses, an alternating voltage appears at the grid of the first stage, which includes cathode resistance 89 (1000 ohms) and 73 (62000 ohms), and is arranged as a cathode follower.

The output of this first stage is coupled by direct connection of its cathode to the cathode of the second stage 72, utilising the same twin triode tube. Between plate and



grid of the second amplifier stage is a parallel T network of the type shown at page 265, Figures 8—46 of the text "Basic Automatic Control Theory", Murphy, Van Nostrand, New York, 1957. It comprises resistor 74 (330,000 ohms), resistor 75 (330,000 ohms), resistor 76 (165,000 ohms), capacitor 77 (300 micromicrofarads), capacitor 78 (300 micromicrofarads), and capacitor 80 (600 micromicrofarads). Point 81 is at A.C. earth and the junction of resistors 89 and 73 is isolated from that point by a resistor 82 (470,000 ohms) and that point is earthed by capacitor 83 (0.01 microfarad). Point 81 is connected to the junction of elements 75 and 78 by a resistance 84 (470,000 ohms) and the last-mentioned junction is coupled to the anode of stage 72 by a capacitor 85 (0.01 microfarad). This circuitry between anode and grid of stage 72 comprises well-known negative feedback circuitry as described in the forementioned Murphy text. The parameters illustrated herein, although not limiting, are so chosen that there is no negative feedback at the desired signal frequency, which approximates to the output signal frequency of the photoelectric tube due to the action of the chopper.

Stage 72 is A.C. decoupled from terminal 60 by series resistor 64 (10000 ohms) and capacitor 206 (50 microfarads) and a tuned circuit 65, 66. The tuned circuit comprises an inductance 65 and capacitor 66 which form a high impedance for power supply ripple. Amplifier stage 72 is coupled to the amplifier stage 90 of a twin triode tube through a coupling capacitor 91 (0.01 microfarad). Stage 90 has the usual cathode resistor 92 (2700 ohms) and by-pass capacitor 93 (2 microfarads) and grid resistor 94 (1 megohm). Conductor 95 is shielded by a grounded shield 96 in order to minimise stray pickup. Stage 90 is A.C. decoupled from the high voltage terminal 60 by a network comprising series resistor 63 (10000 ohms) and shunt capacitor 98 (10 microfarads). The anodes of stages 90 and 99 are supplied with D.C. voltage via resistors 97 and 104 (each 330,000 ohms). Stage 90 is in turn coupled to amplifier stage 99 by a coupling capacitor 109 (0.001 microfarad) and potentiometer 101 (1 megohm maximum). Stage 99 has the usual cathode resistor 102 (3300 ohms) and by-pass capacitor 103 (2 microfarads) and is decoupled from the high voltage power supply by series resistor 63 (100,000 ohms) and shunt capacitor 98 (10 microfarads). Stage 99 is directly coupled to the first section 105 of a twin triode, which section has a cathode resistor 106 (100,000 ohms) and an anode voltage connection. Stage 105 is A.C. decoupled from the high voltage power supply by capacitor 107 (10 microfarads) and

series resistor 62 (Figure 6). The cathode output circuit of stage 105 is coupled via series coupling capacitor 109 (0.5 microfarad) and shunt resistor 112 (100,000 ohms) to a time dependent non-linear compensating network. Several such networks are known in the art. That here shown for purposes of illustration is described in the literature. It comprises a pair of oppositely-poled rectifier branch circuits including diodes 110 and 111 (Figure 5) each in series with parallel resistance-capacitance networks, such networks being designated by the reference numerals 113—114, and 115—116 (the value of the resistors in the networks being 470,000 ohms each and the values of the capacitors in the networks being 0.01 microfarad each). The output of such compensating network is coupled to the grid circuit of amplifier stage 117 by direct coupling including shunt resistance 118 (10000 ohms). Amplifier stage 117 includes plate supply resistor 119 (33000 ohms) and cathode resistor 120 (1500 ohms) by-passed by capacitor 121 (4 microfarads). Stage 117 includes one-half of a twin triode.

The overall normal operation of the circuitry so far described in detail, i.e. photoelectric tube 25 and stages in cascade therewith, is that there is produced at the output circuit of stage 117 an alternating signal which is used to control circuitry shown in the remainder of Figure 6 to drive the direction finder and headlamp vanes in such a direction that the direction finder vane 17 tends to cut off the passage of light to the photoelectric tube. In normal tracking operation, a balance is attained such that the position of the direction finder vane 17 indicates the azimuth of the on-coming headlight.

Let us now consider the operation of the Figures 5—6 system:—

When the system is turned on and the power supply connected thereto, the circuitry automatically operates to place the direction finder vane 17 in the counterclockwise position viewed from above. This is the position in which the headlamp vanes cast no shadow down the road.

Output tubes 123 and 124 have their anodes connected in opposition to the coil 148, current in which drives the vane shaft actuator or motor 30. Coil 148 is the armature winding of motor or galvanometer 30.

Tube 124 is arranged to be normally conductive when the power is turned on. During automatic operation or tracking an increment of current in tube 124 tends to cause the vanes to be driven counterclockwise. An increment of current in tube 123, on the other hand, causes the vanes to be driven clockwise. Tube 124 is rendered

normally conductive by the return of its grid 125 to its cathode 126 via a rectifier load resistor 127 (1 megohm). Tube 123 is rendered normally of lower conductivity by the return of its grid 128 via series resistor 129 (150,000 ohms) and rectifier load resistor 130 (1 megohm) to ground. The cathodes of both tubes 123 and 124 are placed at a potential above ground by connection to a positive terminal 131 (at plus 12 volts, for example). It will be seen from the foregoing that as the output from amplifier stage 117 causes greater positive voltages to be produced across resistor 130, and greater negative voltages to be produced across resistor 127, tube 123 will become more conductive and tube 124 less conductive so that the supplemental and co-operative effect of both output tubes is to drive the vanes clockwise. Conversely, as the output signal from amplifier stage 117 decreases in intensity, the positive voltage across resistor 130 and the negative voltage across resistor 127 decrease so that then the concurrent and cooperative operation of both output tubes drives the vanes in the counter clockwise direction.

The over-all operation of the system will be apparent in the light of the above description. When the headlights of an approaching car are in the direction finder's field of view, the image of this car's inner headlight is formed by the lens 10 (Figures 3 and 4). This image is appropriately focused. When the light from this image falls on the photoelectric tube 25, the electrical system drives the vanes clockwise toward the spot of light. As soon as the finder vane 17 reaches the light spot, it cuts off light to the photoelectric tube 25. The amplifying system now drives the vanes counterclockwise but before the vanes have moved any appreciable distance the photoelectric tube 25 again receives light. This reverses the direction of the drive on the vane. The result is that the direction finder vane may oscillate very slightly at a fairly high rate, about the position of the image of an approaching headlight. Appropriate selection of components may make the vane take a position which admits a very small, but constant, part of the light from oncoming headlamps, to the photoelectric tube 25. Thus the direction finder vane position is an indication of the angular position or relative bearing of the headlight of an approaching car.

The headlight shadow-casing vanes 18 and 19 cast the non-glare shadows with proper angularity, by reason of the synchronism accomplished by their being mounted on the same shaft 16.

In order to perform the above described operation of tubes 123 and 124, two outputs are taken from amplifier stage 117 at 135

and 136, and are individually coupled by coupling capacitors 137 and 138 (each 0.01 microfarad) to the rectifier networks inclusive of diodes 139 and 140 respectively. Referring to rectifier 139, its anode is connected to ground via resistor 142 (100,000 ohms) and its cathode is connected to ground via resistor 130 (1 megohm) and shunt filter capacitor 143 (0.002 microfarad), to the end that unidirectional voltages of positive polarity are applied to the grid 128 of output tube 123 through series resistor 129.

Referring now to rectifier 140, its cathode is connected to cathode 126 via resistance 145 (100,000 ohms) and its anode is connected to the same point by rectifier load resistance 127 (1 megohm), shunted by filter capacitor 146 (0.002 microfarad), to the end that unidirectional voltages of negative polarity appear across rectifier load resistance 127 and are applied to grid 125 of output tube 124 to render it less conductive when increasing light is applied to photoelectric tube 25. The anode of rectifier 140 is connected directly to grid 125.

The anodes of the two output tubes are connected in opposition to the end terminals of the armature coil 148 of the galvanometer electromagnetic means 30 or motor which drives the vanes. This armature coil is shunted by the series combination of a non-linear impedance 149 (3 watt, 120 volt lamp) and an iron core choke 150 for a purpose described below. The anodes of the output tubes 123 and 124 are connected to supply terminal 60 through rheostats 151 and 152, respectively (each 10000 ohms maximum).

It will be understood that the circuit parameters herein given are provided by way of illustration and not of limitation. In addition to the parameters previously discussed, the following are mentioned: a 50 microfarad capacitor 205 between the junction of elements 65-56 and ground, an 82000 ohm resistor 207 between the anode of stage 72 and the high voltage line; resistors 210 and 211 (each 100 ohms, between the anode and second grid of tubes 123 and 124 respectively). As an optional feature, normally open contacts 214 and 215, respectively may be located in lines 135 and 136 at the output of stage 117 and connected to the ganging expedient 170 of the sensing relay 157 in such a manner that these contacts are closed only when the system picks up on an oncoming car and when the sensing relay 157 is energized. In that event, the tracking circuits would operate only when the system has picked up. That is to say, if this option is employed the sensing relay must be energized before any tracking occurs.

Referring now to Figure 7, the operation

of the armature coil 148 and lamp 149 will now be explained. It is known that a resistance shunting a motor armature coil or galvanometer coil provides damping action for the motion of said coil. In general, low shunt resistances produce heavy damping; high shunt resistances produce light damping. Heavy damping effects mean slow motion of the armature; heavy damping of a galvanometer means that motion is slow and overshoot is not present when the galvanometer current changes. On the other hand, light damping means fast motion of an armature coil and fast motion and overshoot in the case of changing current in a galvanometer coil.

In the present invention, rapid motion of the vanes and therefore of armature coil 148 is desired when a source appears in the field of photoelectric tube 25. When an oncoming headlight appears in the field, the photoelectric tube 25 and amplifier stages 71, 72, 90, 99, 105 and 117, together with the rectifier and filter circuits connected to grids 125 and 128 cut off tube 124 and place tube 123 in heavy conduction. The voltage drop across armature coil 148 is approximately 30 volts, under such conditions, as is the voltage drop across lamp 149, its resistance being about 2000 ohms for a lamp terminal voltage of 30 volts, while the resistance of inductance 150 is quite low (less than 100 ohms). Thus for large applied voltages, the resistance of lamp 149 is quite high, resulting in light damping and therefore allowing fast motion.

Now let us consider the action of the circuit when the source is actually being tracked, that is, after "pickup". Under such circumstances, the tubes 123 and 124 are in nearly equal conduction, the voltage drops across resistances 151 and 152 are nearly equal, and the voltage across armature coil 148 and hence across lamp 149 is quite low. Under such circumstances the resistance of lamp 149 is quite low (about 200 ohms) so that the total resistance in lamp 149 and inductance 150 is about 300 ohms. Because of this low shunting resistance, the armature coil 148 has large damping, motion is slow, and the active system has increased stability.

In summary, it has been shown that damping is light when it is desired to have rapid motion, but damping is heavy when the system is tracking, resulting in improved stability under such conditions. Further, the change from light to heavy damping is accomplished automatically. It should be understood that devices other than lamp bulbs may be used, several other devices being known to the art which exhibit the required characteristic, of increasing resistance with increasing voltage.

So far nothing has been said about induct-

ance 150 other than its resistance. Reference will now be made to Figures 8, 9, 10 and 11. In these figures, Figure 7 is repeated, with only the anodes of tubes 123 and 124 shown, and with current directions indicated for various conditions. Figure 8 shows the current directions for the case where no light source is present in the field of lens 10 and the armature coil 148 is in the counterclockwise position against a limit stop. Tube 123 is essentially cut off, so that current  $i_1$  is the sum of currents  $i_2$  and  $i_3$ , and current  $i_4$  is the sum of current  $i_1$ ,  $i_4$  and  $i_5$ . It should be understood that current  $i_2$  in armature coil 148 is in the direction shown in Figure 8 produces counterclockwise rotation, while current in the opposite direction produces clockwise rotation of the vanes.

When a source appears in the field, tube 124 is cut off and tube 123 reaches full conduction. Immediately after this occurs, current directions are as shown in Figure 9. Current  $i_1$  continues to flow to the right in accordance with Lenz's Law, although steady state current directions under such circumstances are as shown in Figure 10. Current  $i_1$  in Figure 9 has two possible paths: Through armature coil 148 and through resistances 152 and 151 in series.

Consider first that part of current  $i_1$  which flows through armature coil 148. It flows to the left, in the direction required to produce clockwise rotation, and therefore aids the acceleration of the vanes 17, 18 and 19, by adding to the current which would otherwise flow in armature coil 148.

Consider next that part of current  $i_1$  which flows through resistances 152 and 151 in series. This part of current  $i_1$  flows in opposition to the current normally flowing down through resistance 152 under steady state conditions, and therefore lowers the voltage drop across resistance 152. This same current flows down through resistance 151 adding to its steady state current and therefore increases the voltage drop across this resistance. The concurrent effect of these changes in the voltage drops across resistances 152 and 151 from their steady state values is to increase the voltage drop across armature coil 148, thereby effecting a further increase in the current  $i_1$  which would flow under conditions such as those outlined below for Figure 10. The net result of the two concurrent effects as stated above is to cause a current  $i_2$  in the armature coil 148 which is substantially higher immediately after clockwise rotation is required by the system than would occur without inductance 150 being present, and higher than the current  $i_1$  flowing after current  $i_1$  has reversed its direction to that shown in Figure 10. Therefore, a large acceleration is given to the armature coil

148 and the vanes 17, 18 and 19 connected to it, resulting in increased speed of rotation.

Current  $i_L$  in Figure 9 diminishes to zero and builds up in the opposite direction as shown in Figure 10, the time required for this change in direction being approximately 15 milliseconds. Figure 10 therefore represents the conditions obtaining during clockwise rotation after current  $i_L$  has reversed and before the direction finder vane has shut off the image of an oncoming headlight.

As soon as direction finder vane covers the image of the oncoming headlight, the conditions of Figure 11 will obtain. Current  $i_L$  in armature coil 148 has reversed to produce counterclockwise rotation, but current  $i_L$  through inductance 150 will not immediately reverse in accordance with Lenz's Law. Current  $i_L$  flowing to the left has two possible paths: through armature coil 148 and through resistance 151 and 152 in series. The effect of current  $i_L$  is in general the same as described above for Figure 9 except that directions are reversed. That is, that part of current  $i_L$  which flows through armature coil 148 increases its current above the steady state value, and the changes in voltage drops across resistance 151 and 152 increase the voltage across armature coil 148, effecting a further increase in current  $i_L$ . It should be understood that in this case the voltage drop across resistance 151 is decreased, while that across resistance 152 is increased. Due to this increased current  $i_L$  the acceleration of the armature coil 148 and the vanes 17, 18 and 19 to produce counterclockwise rotation is made higher than it would be without inductance 150 being present.

Current  $i_L$  as shown in Figure 11 now diminishes to zero and increases in the opposite direction so that current directions as shown in Figure 8 represent conditions obtaining after current  $i_L$  has reversed and before the direction finder vane 17 has moved sufficiently far to readmit light to photoelectric tube 25. When light is readmitted, the currents as shown in Figure 9 flow, and the sequence of events proceeds as previously described.

The effect of inductance 150 is therefore to provide for high accelerations of motor armature coil 148 and the vanes 17, 18 and 19. By providing high accelerations, the amplitude of any hunting action is reduced to such a value and the hunting frequency is increased to such a value that the human eye cannot detect any motion of the shadows, cast by the direction finder vanes, other than that required by the motion of oncoming headlamps.

It should be understood that satisfactory operation is possible with a "hunting" system provided that the hunting amplitude is low and hunting frequency is high.

Furthermore, certain combinations of component values will produce a completely stable system in which no hunting occurs. In a linear system, the optimum value of the inductance 150 is that value which causes the ratio of the amplitude of vane motion to the amplitude of the input to the amplifier to be smallest when the angle of this ratio is 180 degrees. For a non-linear system, the optimum value of inductance 150 is that value which causes the ratio of the amplitude of vane motion to the amplitude of the input to the linear part of the amplifier to be smallest when the angle of this ratio is equal to the angle of the negative reciprocal of the describing function for the non-linear part of the system.

In our co-pending Application No. 17454/62 (Serial No. 914,828) there is disclosed and claimed a vehicle head lighting system of the type incorporating a photoelectric signalling system and a headlamp automatically controlled by a system to assume a normal driving condition or a condition protective of an oncoming vehicle, comprising sensing relay means actuated when an oncoming vehicle is within pick up range, means including a foot switch controlled by a sensing relay means for overriding the automatic control of the system to put a headlamp in the normal driving or "flash" position and search relay means for putting a headlamp into a "search" condition protective of an oncoming vehicle when the signalling relay means has not been actuated.

#### WHAT I CLAIM IS:—

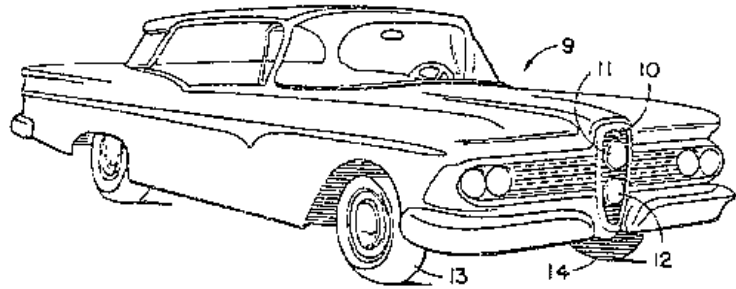
1. An automatic vehicle headlighting system of the type including photosensitive signalling means and in which synchronised shadow casting and bearing indicating vanes are angularly positioned by signals from such means in accordance with the relative bearing of a light source constituted by the headlamp of an opposing vehicle, comprising reversible electromagnetic means including a winding for positioning at least one of the vanes in accordance with such bearing, said winding having two terminals, amplifier means between the photosensitive means and said terminals for energising said winding, and a non-linear shunt element in circuit between said terminals, said shunt element having a high resistance when the voltage between said terminals is high, to increase the speed of response of the vanes, and a low resistance when said voltage is low, to provide heavy damping when the vanes are tracking an oncoming vehicle.

2. A system as claimed in Claim 1 in which the amplifier means includes a pair of output tubes, one tube being coupled to one terminal of said winding to drive the vanes in one direction and the other tube being coupled to the other terminal of

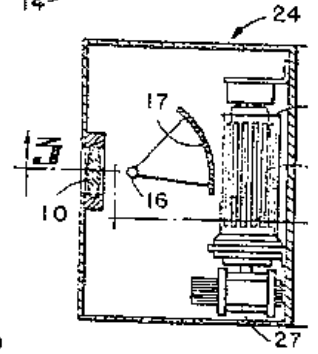
- said winding to drive the vanes in the opposite direction, a power supply having terminals in series with said tubes, said tubes being arranged in D.C. parallelism with relation to the supply, and resistors in series between said power supply and said tubes.
3. A system as claimed in Claim 1 or 2 in which the non-linear shunt element is a tungsten light bulb.
4. A system as claimed in any of Claims 1—3 wherein is provided an inductance in shunt across said terminals, the inductance being proportioned to accelerate the response of the vanes immediately upon reversal thereof.
5. A system as claimed in Claim 4 in which the value of the inductance is that value which causes the ratio of the amplitude of vane motion to the amplitude of the input of the amplifier means to be smallest when the angle of this ratio is  $180^\circ$ .
6. A system as claimed in Claim 4 in which the value of the inductance is that value which causes the ratio of the amplitude of vane motion to the amplitude of the input to the linear portion of the amplifier means to be smallest when the angle of this ratio is equal to the angle of the negative reciprocal of the describing function of the non-linear part of the system.
7. A system as claimed in any of Claims 4—6 wherein the non-linear shunt element is in series with the inductance.
8. A system as claimed in any of Claims 2—7 wherein said resistors are adjustable.
9. An automatic vehicle headlighting system incorporating the improved circuitry substantially as described herein with reference to Figures 7 to 11 of the accompanying drawings.

For the Applicant:  
**CARMAELS & RANSFORD,**  
 Chartered Patent Agents,  
 24, Southampton Buildings, Chancery Lane,  
 London, W.C.2.

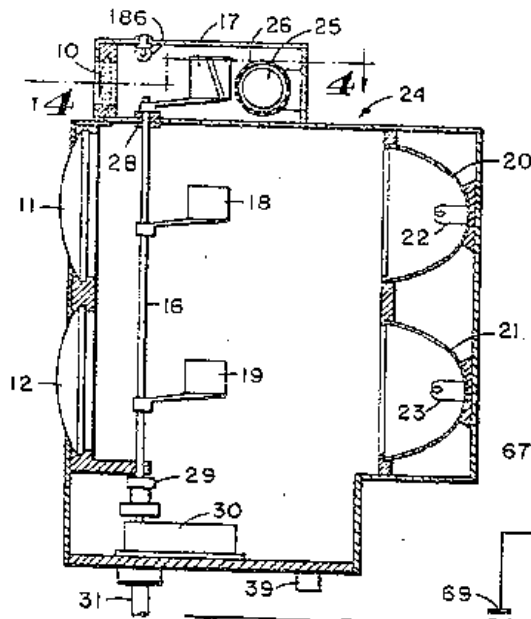
Leamington Spa: Printed for Her Majesty's Stationery Office by the Courier Press.—1963.  
 Published at The Patent Office, 25, Southampton Buildings, London, W.C.2. from which copies may be obtained.



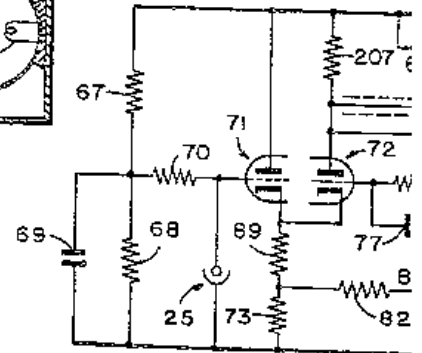
**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**



914827 COMPLETE SPECIFICATION

2 SHEETS This drawing is a reproduction of the Original on a reduced scale Sheet 1

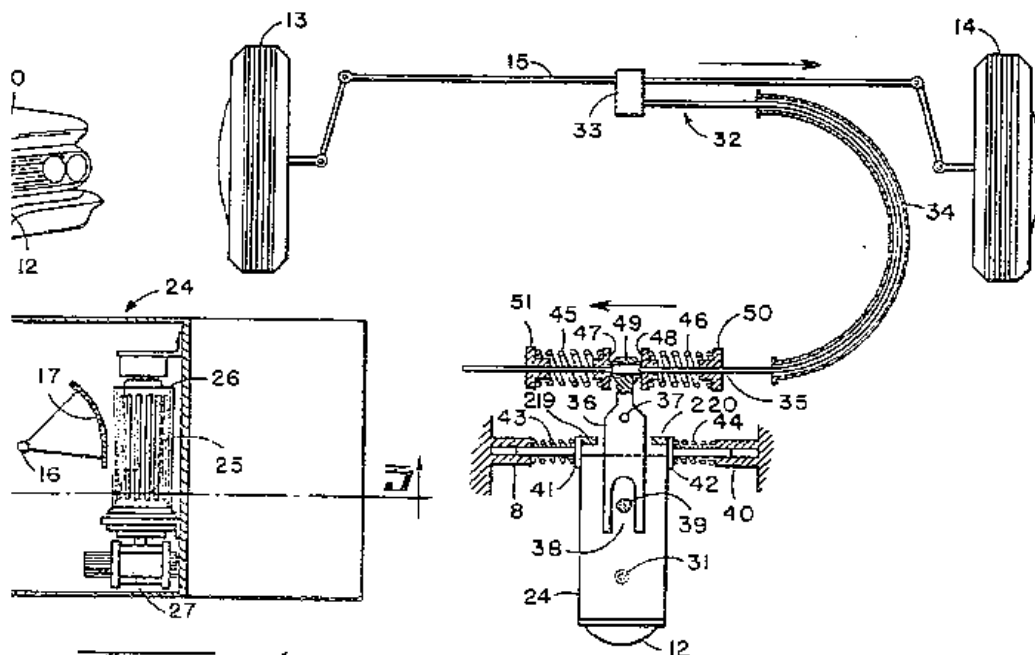


Fig. 1

Fig. 2

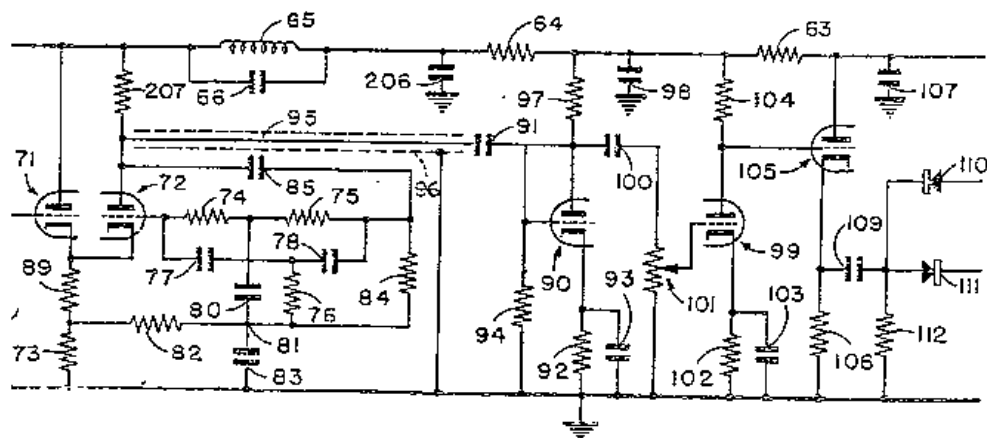


Fig. 3

914827 COMPLETE SPECIFICATION  
 This drawing is a reproduction of  
 the Original on a reduced scale  
 Sheet 1

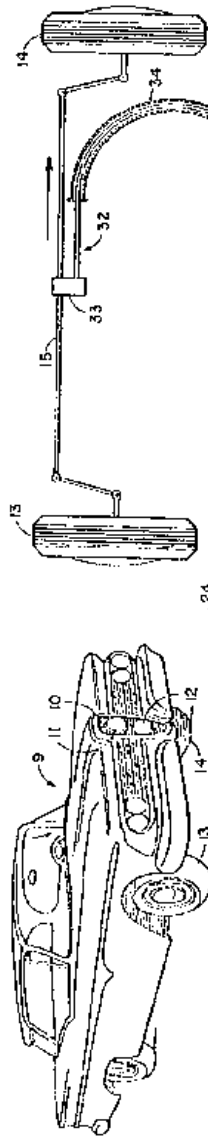


FIG 1

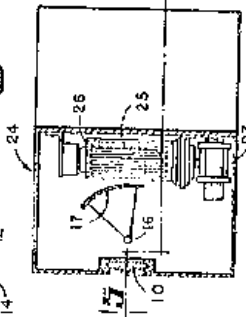


FIG 2

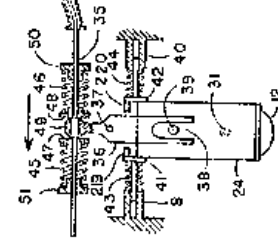


FIG 3

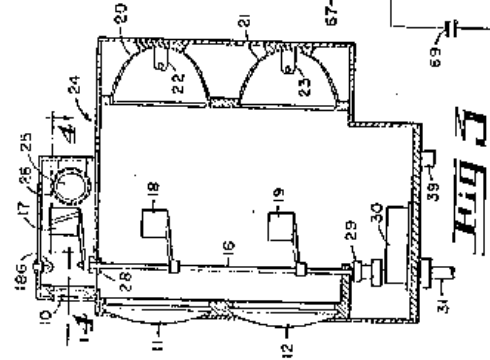


FIG 4

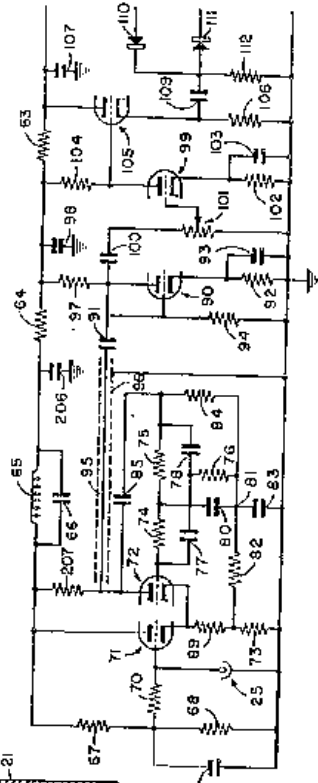
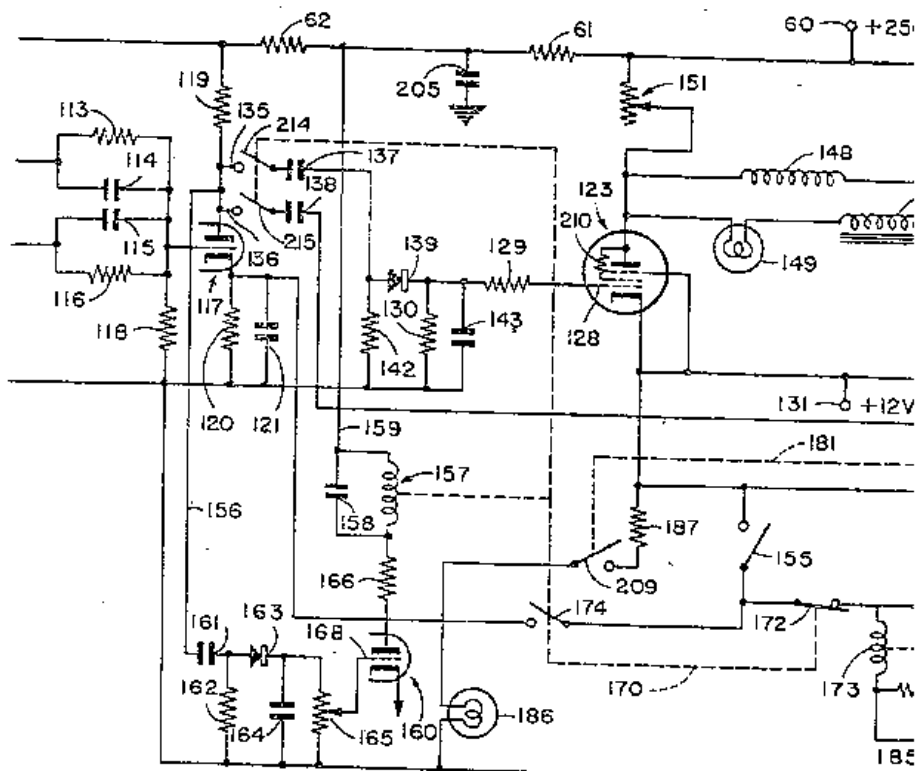
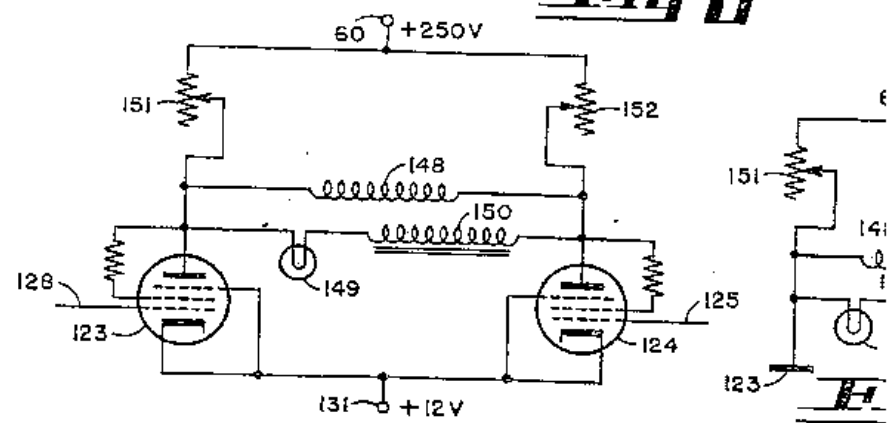


FIG 5





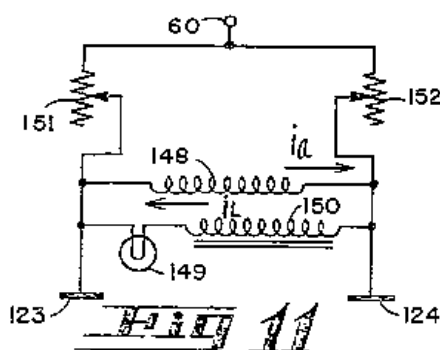
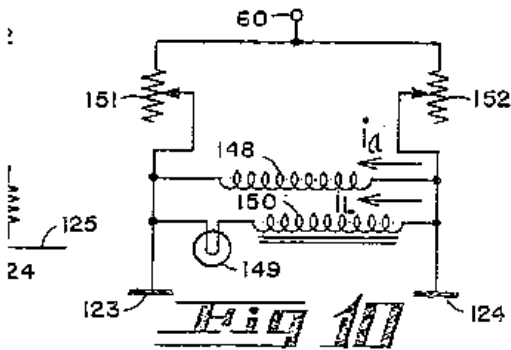
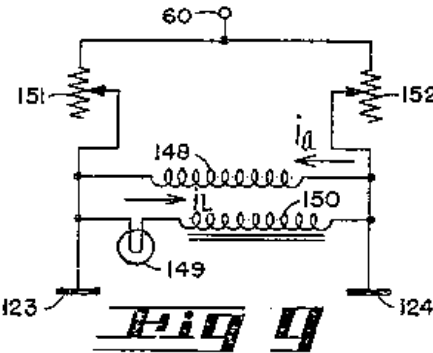
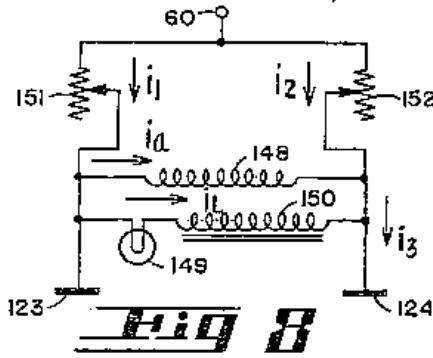
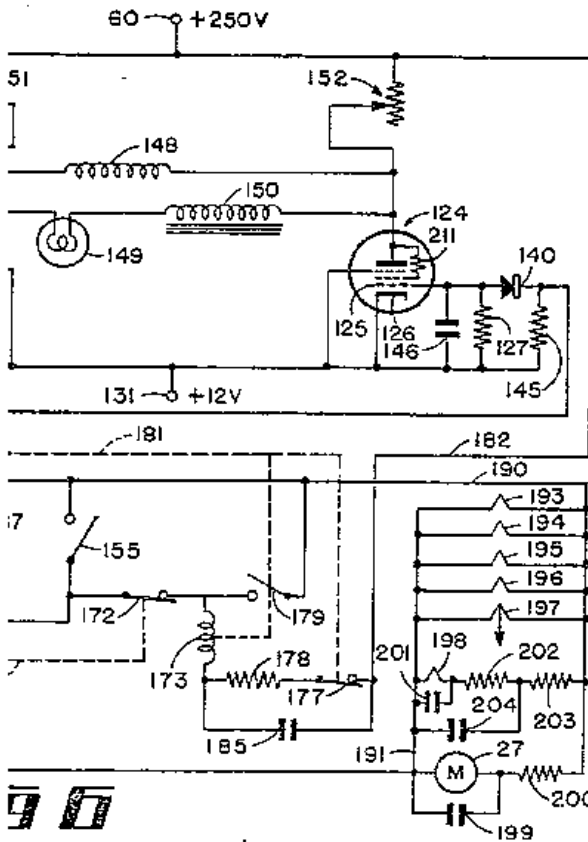
**Fig 6**



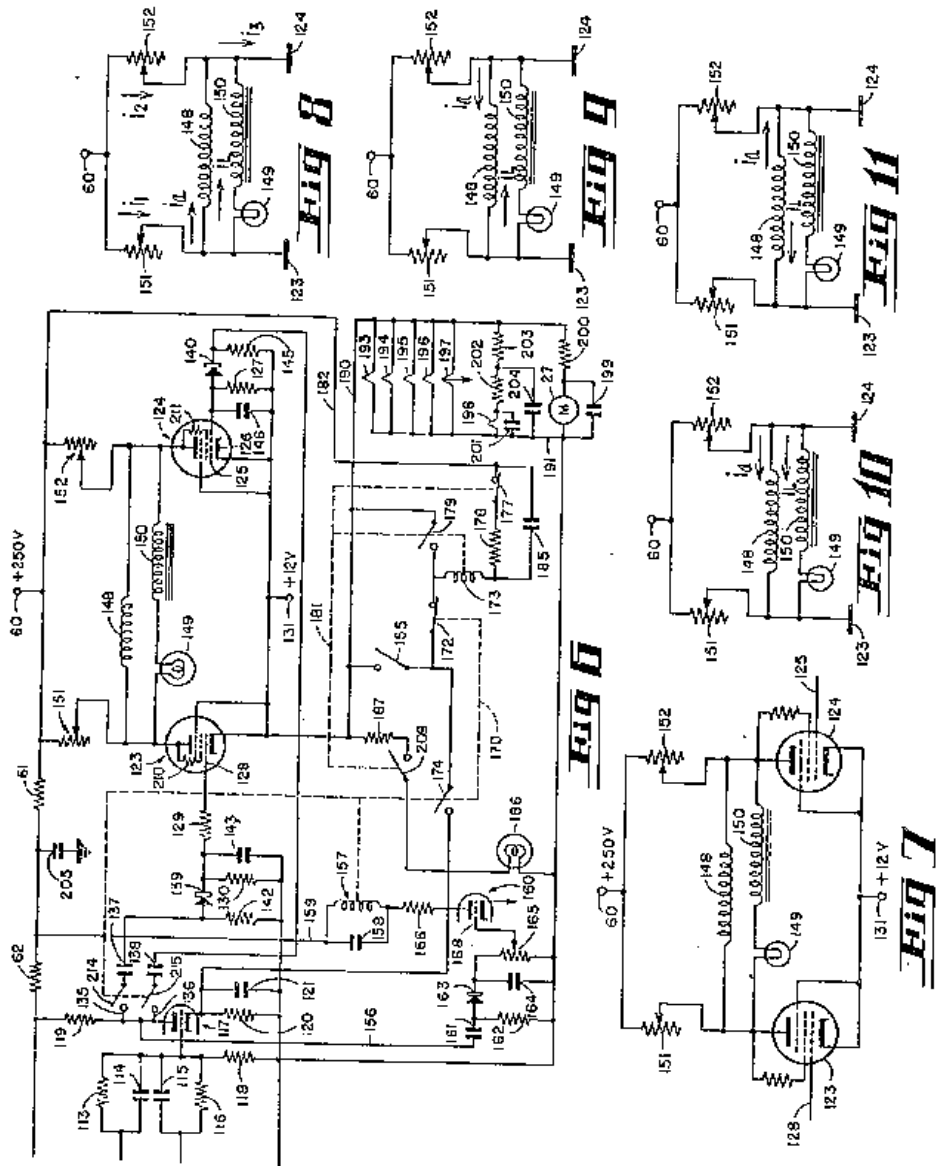
**Fig 7**

914827 COMPLETE SPECIFICATION

2 SHEETS *This drawing is a reproduction of the Original on a reduced scale*  
Sheet 2



914827 COMPLETE SPECIFICATION  
 2 SHEETS This drawing is a reproduction of  
 the Original on a reduced scale  
 Sheet 2





DRAWINGS ATTACHED.

*Date of Application and filing Complete Specification:*

*Oct. 9, 1962. No 38153/62.*

*Application made in Germany (No. B54312 II/63c) on*

*Oct. 9, 1961.*

*Application made in Germany (No. B65024 II/63c) on*

*Dec. 4, 1961.*

*Complete Specification Published: Aug. 4, 1965.*

© Crown Copyright 1965.

Index at Acceptance:—GI A(21Y, 26Y, 33Y, 36Y, 39X, 56Y, 58Y, 79Y, 247, 248, 264, 307, 357, 358, 364, 372, 382, 392, 565, 583, 587, 615, 752, 792, 798); H4 DL.

Int. Cl.:—G 08 c /G 01 s.

COMPLETE SPECIFICATION.

**Beam-Directing Device for Radiation Transmitters,  
more particularly Head Lamps.**

I, HERBERT BAUMANN, of German nationality, of 187, Bellastrasse, Rheydt, Germany, do hereby declare the invention, for which I pray that a patent may be granted to me, and the method by which it is to be performed, to be particularly described in and by the following statement:—

This invention relates to a beam directing device for a transmitter of a beam of electromagnetic radiation, such as the head-lamps of motor vehicles.

It is known to couple a headlamp with a photocell in order to control the deflection of the headlamp beam. Conventionally, the headlamps of motor vehicles are caused to dip by switching the undipped beam to the dipped beam. There are no intermediate stages between fully dipped and fully undipped light.

The present invention provides a beam directing device for a transmitter of a beam of electromagnetic radiation, such as a headlamp of a motor vehicle, comprising a beam radiator adapted to direct a beam of electromagnetic radiation in a predetermined direction, radiation-sensitive means capable of sensing electromagnetic radiation of the same character incident to the device from the direction opposite to the predetermined direction, and means responsive to an output from said radiation-sensitive means to pivot the entire beam radiated from the beam radiator by an amount substantially proportional to the intensity of the radiation received by said radiation sensitive means. The beam transmitters, for instance the headlamps of a motor vehicle can be pivoted inwards towards the longitudinal centre plane of the vehicle. Advantageously two separate beam transmitters controlling a dark zone

segment bounded by the inner edge rays of the two beams or pencils of radiation are provided.

The arrangement according to the invention means that the adjustable radiation transmitter is controlled in dependence upon the instantaneous radiation conditions, for instance light conditions, of an approaching vehicle. The radiation transmitter, i.e. the headlamp, is deflected or moved only to the extent required by prevailing circumstances. This means that the boundary between lightness and darkness is always adapted exactly to the position of the other vehicle. Whether the light emanating from the approaching vehicle is strong or weak, the reaction for controlling the radiation transmitter is initiated solely by the space between the vehicles.

Another advantage of this system is that the radiation transmitter, i.e. the headlamp, on one side of the vehicle behaves differently from the headlamp on the other side of the same vehicle in respect of the same light source on an approaching vehicle. The road is therefore lit for each of two vehicles approaching one another without the driver of either vehicle being dazzled. The arrangement according to the invention makes it possible to drive with undimmed lights substantially the whole time.

Since the radiation transmitter, for instance a headlamp, of an oncoming vehicle provides considerable scatter radiation which increases in proportion as the distance between the vehicles decreases, while the radiation receiver, for instance the photocell, may be unsatisfactorily affected by scatter radiation of this kind which is incident in a substantially uncontrollable fashion, with the result that the scatter of the radiation transmitter is

[Price 4s. 6d.]

nsatisfactory, the invention provides also that at least two radiation receivers are associated with a single radiation transmitter, the two receivers being placed at a small distance apart from one another and are connected in opposition to one another so that their energising currents or the like flow in opposite directions to one another in an exciting circuit. If two photocells are connected in opposition, two oppositely directed photocurrents flow in a common circuit so that the two photocells are compensated when such currents are equal to one another. The detrimental scatter component is therefore eliminated and the amount of pivoting of the beam depends mainly upon the beam component, the intensity of which is inversely proportional to the distance between the vehicles.

In one advantageous embodiment of the invention, one of the photocells is associated with a device—such as a concave reflector or a lens or a prism or a lattice—which focusses parallel light rays. In this event the photocells can be arranged with their optically active side perpendicular to the direction of the incident beams. The other photocell is arranged beside or above or below the first photocell. Consequently, the effective scatter radiation is approximately the same for the second or compensating photocell. In this case, the opposite photocurrents are substantially equal and the removal of the effect of scatter radiation on the photocell is a maximum.

The invention will now be described with reference to the accompanying drawings which illustrate by way of example preferred embodiments thereof, and in which:—

Figure 1 is a diagrammatic plan view showing two motor vehicles approaching one another, the beams from one vehicle having been pivoted into a non-dazzling position;

Figure 2 is a view on an enlarged scale of the dark zone segment associated with inward pivoting of the headlamps shown in Figure 1;

Figure 3 is an end view of a motor vehicle showing the control circuit;

Figure 4 is a side view of part of the control circuit, and

Figure 5 illustrates diagrammatically two photocells connected in a compensating circuit arrangement and disposed in a concave reflector.

Figure 1 illustrates two vehicles 10, 10a which are approaching one another. The first vehicle 10 has headlamps 11, 12 and the second vehicle has headlamps 16, 17 which can, if required, provide the parking light as well as the dipped and undipped main light. In order that the vehicle 10a may not be dazzled, the beams 14, 15 are pivoted inwards, as can be seen in Figures 1 and 2, so that a dark zone is produced towards the vehicle 10a. The dark zone is in the shape of

a segment 13, Figure 1, the size of which depends upon how far the beams of the headlamps 11, 12 are inclined inwards, since such beams bound the segment 13. The same becomes wider in proportion as the beams 14, 15 are pivoted further inwards to their respective haads. Figures 1 and 2 show that the beam 15 from the headlamp 11 of the vehicle 10 passes the vehicle 10a without dazzling the driver whereas the beam 14 from the right-hand headlamp 12 of the vehicle 10 provides a strong illumination of the right-hand side of the road, i.e. that side of the road which is important for the driver of the vehicle 10.

Referring now to Figures 3 and 4, the vehicle 10 has at least one and preferably two photocells 18, 19 so that one photocell is available for each headlamp 11 and 12. The photocells are adapted to be adjusted, more particularly by rotation. Accordingly, each photocell can be disposed on a pivot secured in friction bearings. A voltage derived from the vehicle battery or vehicle dynamo is applied, possibly with amplification, to the photocell. As shown in Figure 4, the photocell 18 is connected through a line to an amplifier 21 which amplifies the photocurrent and delivers the amplified output to an actuating device, such as a miniature electric motor 22. The reflector or casing of the headlamp 12 is pivoted or inclined to the left or right as required, for instance through the agency of gearing. Alternatively, the actuating device, for instance a motor 22, can adjust a mask which can be disposed inside or outside the headlamp casing. The mask can be in the form of a louvre or it can be a sheet-metal cap near the headlamp bulb or the like and can act by so varying the initial light distribution, i.e. the light distribution before the light impinges upon the internal reflector, that only the beams or pencils 14, 15 are formed. If required, the incandescent lamps or filaments or the like can be received in an adjustable base and the adjusting motor or the like 22 can be used to so vary the position of the base and therefore of the bulb relatively to the headlamp reflector that the required lateral beams are produced. The latter embodiments are preferable for headlamps already fitted to the vehicle, and it is preferable to adjust the whole headlamp casing in the case of headlamps fitted subsequently to the vehicle.

The invention is not limited to the foregoing. In motor vehicles where a hydraulic brake system is provided, and more particularly in motor vehicles where hydraulic or air-hydraulic systems of springing are used, and hydraulic main reservoirs which can supply a pressure fluid are therefore available, the photocurrent can be used, with or without amplification, to operate a relay which closes or opens a valve or a diaphragm, so that a

hydraulic circuit is closed or opened and actuates some form of appropriate actuator, not necessarily a motor, to adjust the headlamp light or the reflector or the mask or the equivalent. The adjustment can be performed through the agency of a reversible hydraulic piston, the hydraulic circuit acting upon one side of the cylinder in which the piston moves. A similar kind of arrangement can be used in vehicles fitted with air brakes, the air being conveyed through lines connected to a main air reservoir. If required, actuation can be mechanical, the relay which is operated by the photocurrent being operative on an arrangement comprising adjusting springs and opposing springs. Thermal actuation is also possible, in which event the amplified photocurrent is used to heat a heating wire having a high ohmic resistance, the heat evolved being used to operate a bimetallic relay. The movement thereof produces the required change in the headlamp.

A separating adjusting mechanism, for instance separate adjusting motors 22, 22a, can if required be provided for each headlamp 11, 12 and separate amplifiers 21, 21a can be used. In this case all the elements required to actuate a headlamp can be mounted together on a projection or small panel or the like and provided with a single dustproof hood. Where the actuating devices are relatively powerful, only a single adjusting motor or the like need be provided which is coupled through a flexible rotating shaft with the other headlamp so that the two light beams are adjusted synchronously. The reversal of direction required for the other headlamp can be produced by an intermediate element, such as a gear.

It will be apparent from the drawings hereinbefore referred to that a beam of light emitted by the approaching vehicle 10a has a double action on the other vehicle 10, viz. an intensity-dependent action at first, followed by an action depending upon the angle at which the beam is incident upon the photocell 18 or 19. If the vehicle 10a is relatively wide, the intensity is so slight that the photocurrent is negligible and the headlamps 11, 12 of the first vehicle 10 are not altered. As the vehicles approach one another and the light reaching the light cell becomes stronger, the photocircuit is closed and the beams from the headlamps 11, 12 are adjusted slightly inwards. The control is arranged so that the pivoting of the beams at the headlamps 11 and 12 is substantially proportional to the light incident at the photocells. As the distance between the vehicles decreases, the dazzling beam 15 is pivoted further inwards so that the beam 15, as it were, rotates away from a position in front of the vehicle 10a and provides a useful illumination of the road in front of the vehicle 10a but without

dazzling the driver thereof. When the headlamps 16, 17 have come so near the vehicle 10 that, because of the inclination of the headlamps 16, 17 relatively to the photocells 18, 19 this light is received thereby, the photocurrent decreases, with the result that the beams 14, 15 pivot outwards slightly towards their normal position. This return pivoting movement mainly occurs either when, or very shortly before, the vehicles pass one another. Since the photocells can be actuated with very little inertia and the beam can also be adjusted with very little inertia and rapidly, the zone 13a is illuminated brightly once the vehicles have passed one another and no dark gap is produced. For the rest, and as Figure 1 shows, there is a considerable and constant illumination of the right-hand side of the road.

The invention is of use in illuminating a dark zone segment 13 in width or depth. If required, the automatic beam adjustment system can be used to control an extra headlamp or the beam thereof. In such a case an extra headlamp is provided (not shown). Associated with it are a photocell and the other control elements required for the headlamps 11, 12. The extra photocell receives the light from an oncoming vehicle, and the resulting photocurrent so controls an actuating element, such as an adjusting motor, that the beam from the extra headlamp is raised or inclined. The control characteristics are chosen so that the extra headlamp, which can be switched off manually, is on full beam when the light coming towards it is weak but produces a vertical downwards beam when the approaching light increases in intensity, the amount of inclination being such that the extra headlamp provides good illumination of the road at the level of the oncoming vehicle. As the same comes nearer, the beam continues to be inclined so that the road in the immediate vicinity of the oncoming vehicle remains constantly illuminated. Once the oncoming vehicle has passed the first vehicle, the photocell of the extra headlamp receives substantially no light so that the headlamp returns to full beam or can be switched off by hand. One advantage of this system is that the driver of the first vehicle can see whether there are any people on the road near the oncoming vehicle who take the opportunity, after the oncoming vehicle has passed by, to cross the road immediately behind the last-mentioned vehicle.

When the vehicles 10 and 10a are relatively far apart from one another, the parallel incident component can be considered as sharply beamed but of reduced intensity. In the arrangement illustrated in Figure 5, incident light is received by two adjacent photocells, a control photocell 18 and a compensating photocell 18a. Conveniently, 130

photocell sensitivity is increased by some auxiliary optical device such as, for instance, a concave reflector 19, the control photocell 18 being placed at the focus thereof while the compensating photocell 18a is placed beside the focus. The parallel light is incident in the reflector 9 when the vehicles are relatively far apart from one another and is mostly reflected merely to the control photocell 18 at the focus of the reflector. A current which depends upon the intensity of this parallel constituent 24 is supplied through a control element, such as an ohmic resistor 21, to a motor or the like which adjusts the reflector or the like of the headlamp correspondingly. As will be apparent from Figure 5, in this position the compensating photocell 18a receives substantially no light. The two photocells are connected in opposition to one another as indicated by the circuit shown in chain lines; consequently only the photocurrent of the cell 18 is operative on the unit 21 since the cell 18a delivers no opposing current. In this position the scatter components reaching the cells 18 and 18a are so small as to be negligible.

However, when the vehicles have come much closer together, the proportion of scatter radiation increases, as indicated by a light pencil or beam 25. The scatter radiation is now incident on the photocells and the reflector 19 at a variety of angles, so that the photocell 18 ceases in practice to be at the focus of scatter beams. The scatter component is also of high intensity and overlaps the radiation component theoretically available to pivot the light beams, so that the photocell 18 delivers a photocurrent of uncontrollable magnitude. Many other factors, such as the lateral distance between the vehicles and so on, must also be considered. The beams 14, 15 are therefore pivoted wrongly. If, however, the compensating photocell 18a is, in accordance with the invention, disposed at a short distance from the photocell 18 or immediately adjacent the same, the scatter radiation is incident upon the two photocells 18 and 18a at substantially the same intensity. The compensating photocell 18a produces a current which is substantially the same as the current produced by the control photocell 18 but which is oppositely directed to the last-mentioned current, so that the disturbing scatter component can be effectively compensated for in the resistance 21. A Poggendorff compensating circuit can be used to compensate the photocells, which can be regarded as voltage sources. To simplify the illustration, the wiring from the battery 23 to the photocells is shown in solid line and the compensating wiring to the resistance 21 is shown in chain lines.

In one advantageous embodiment of the invention, and as can be seen in Figure 5, the

photocells have their narrow sides towards the oncoming vehicle and their wide sides towards the auxiliary optical device 19. Instead of the device 19 or in combination with other auxiliary optical devices, lenses can be used, such as a single or double condenser lenses, the control photocell 18 being disposed at the focus of such lenses. The optical device can have corresponding mechanical diaphragms which may or may not be adjustable. One of more prisms or lattices for aligning the beams can be used, more particularly where it is required to control the headlamp in dependence upon a monochromatic radiation or where a particular wavelength range is required to provide the control. Alternatively, wavelength filters can be provided in the path of the beam.

The subject matter of the invention, although described with reference to motor vehicle headlamps, is of use in transport with all other vehicles, such as boats and ships and ferries or the like, and is in principle also of use in aircraft where air traffic is heavy. The invention can be used between aircraft and signal towers to direct radar or radio beams for short distance communication or as a landing aid, especially in fog. The arrangement can also operate with ultraviolet or infra-red radiation as well as with visible light.

#### WHAT I CLAIM IS:—

1. A beam directing device for a transmitter of a beam of electromagnetic radiation, such as a headlamp of a motor vehicle, comprising a beam radiator adapted to direct a beam of electromagnetic radiation in a predetermined direction, radiation-sensitive means capable of sensing electromagnetic radiation of the same character incident to the device from the direction opposite to the predetermined direction, and means responsive to an output from said radiation-sensitive means to pivot the entire beam radiated from the beam radiator by an amount substantially proportional to the intensity of the radiation received by said radiation sensitive means.

2. A device according to claim 1 in which the beam is pivoted continuously as the intensity of the incident radiation increases.

3. A device according to claim 1 in which the beam is pivoted by increments in proportion to the incremental increase in the intensity of the incident radiation.

4. A device according to any one of the preceding claims, in which the radiation-sensitive means is adjustable in position.

5. A device according to any one of the preceding claims, applied to the headlamp of a motor vehicle and in which the radiation-sensitive means is a photocell.

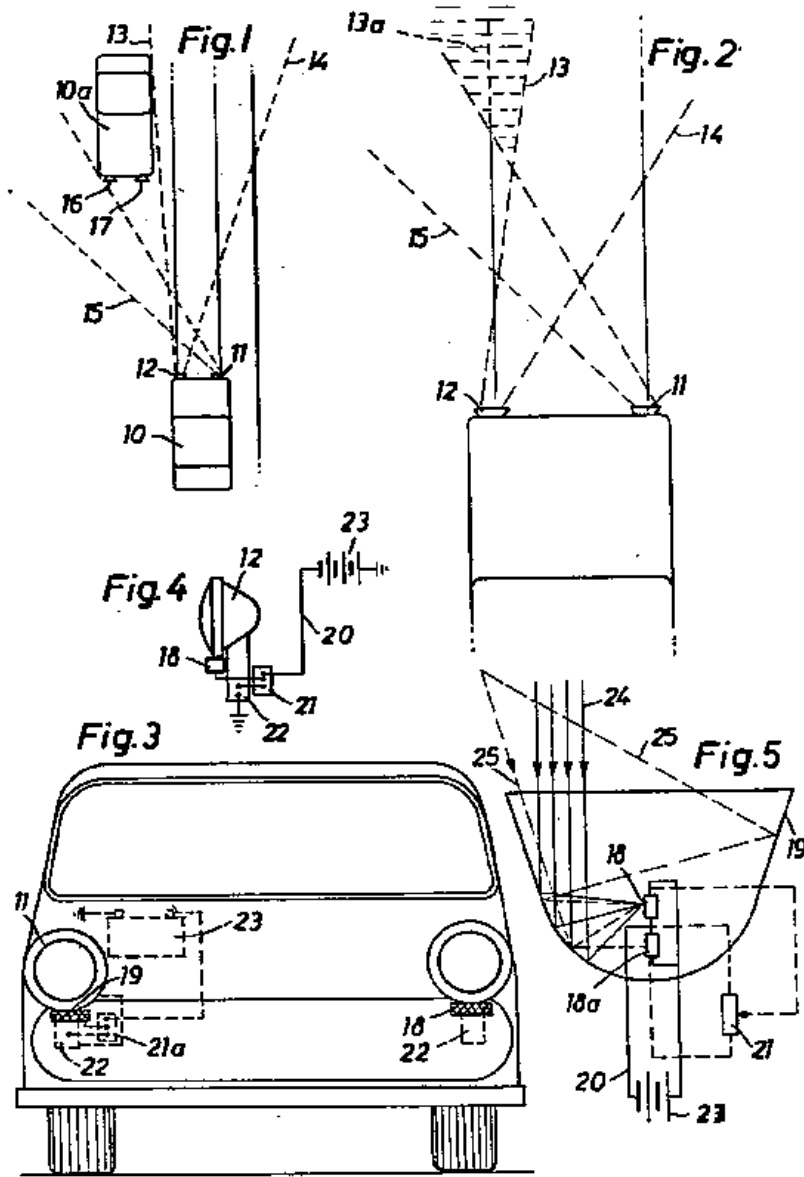
6. A device according to claim 5, in which

- the headlamp beam and the photocell are pivoted together.
7. A device according to claim 5 or claim 6, in which the headlamp beam can be pivoted in the horizontal plane or in an inclined plane, so that the beam shines upon the road directly before or adjacent to an oncoming vehicle.
8. A device according to claim 5 or claim 6, in which the headlamp beam can be pivoted vertically downwards.
9. A device according to any one of claims 5 to 7, in which the radiation-sensitive means comprises two photocells connected in opposition in a voltage-compensating circuit, said photocells being disposed in a reflector that collects the incident light, one photocell being at the focus of said reflector and the other being outside the focus.
10. A device according to any one of claims 1 to 4, applied to control the direction of transmission of a beam from a radar antenna, or an ultra-violet beam or an infra-red beam.
11. A beam directing device for a transmitter of a beam of electromagnetic radiation, such as a headlamp of a motor vehicle, substantially as hereinbefore described with reference to the accompanying drawings.

STEVENS, LANGNER, PARRY &  
 ROLLINSON,  
 Chartered Patent Agents.  
 Agents for the Applicant.

Abingdon: Printed for Her Majesty's Stationery Office, by Burgess & Son (Abingdon), Ltd.—1965.  
 Published at The Patent Office, 25 Southampton Buildings, London, W.C.2,  
 from which copies may be obtained.





# PATENT SPECIFICATION

DRAWINGS ATTACHED

## 1.054.064

1.054.064



Date of Application and filing Complete Specification Aug. 17, 1964.

No. 33478/64.

Application made in Germany (No. Z10313 IXa/4b) on Aug. 23, 1963.

Complete Specification Published: Jan. 4, 1967.

© Crown Copyright 1967.

Index at acceptance:—GI A(247, 248, 26Y, 262, 263, 264, 269, 307, 33Y, 357, 358, 36Y, 363, 364, 369, 376, 39X, 401, 407, 409, 42Y, 42X, 420, 422, 426, 428, 43Y, 43X, 430, 432, 436, 438, 448, 458, 46Y, 460, 463, 465, 473, 481, 49X, 494, 500, 504, 510, 516, 517, 52Y, 521, 53Y, 530, 532, 537, 56Y, 560, 562, 563, 564, 565, 58Y, 584, 587, 59Y, 597, 615, 640, 761, 762)

Int. Cl.:—G 05 d

### COMPLETE SPECIFICATION

#### Improvements in or relating to Automatic Control Devices for Vehicle's Headlights

I, KONRAD ZUSE, a German Citizen, of 6418 Hünfeld, Hasegrund No. 21, Germany, (personally responsible partner of Zuse K.G., a German Company, of Bad Hersfeld, Weha-  
berger Strasse 4, Germany), do hereby de-  
clare the invention, for which I pray that a  
patent may be granted to me, and the method  
by which it is to be performed, to be par-  
ticularly described in and by the following  
statement:—

The invention concerns improvements in  
or relating to automatic control devices, for  
vehicles headlights, of the type sensitive to  
light from an oncoming vehicle, hereinafter  
referred to as "counterlight", and controlling  
the headlight or headlights to endeavour to  
avoid illuminating, by the beam from the  
headlight, the region from which the counter-  
light originates. A known system or device  
of this type for automatically dipping a ve-  
hicle's headlight has an analogue control of  
the beam of the headlight, by which the boun-  
dary of the beam from the headlight is con-  
tinuously adapted to the changing directions  
of incidence of the counterlight. Oscillations  
of the apparatus thereby occur, because the  
photoelectric receptor must be constantly  
scanning in the direction of the counterlight  
and such receptor is moreover also disturb-  
ed in its functions by the movement of the  
motor-vehicle on which it is mounted.

Suggestions have already been made to  
keep these oscillations at least away from the  
headlight, so as to eliminate the periodical  
dazzling of the driver of the oncoming vehicle  
from which the counterlight originates. How-  
ever, the generation of oscillating movements  
is not in itself thereby prevented, because

[Price 4s. 6d.]

they are a necessary consequence of an ana-  
logue control.

An object of the invention is to provide  
an improved form of automatic control de-  
vice.

Accordingly the present invention pro-  
vides an automatic control device, for auto-  
matically controlling a vehicle's headlight or  
headlights in response to counterlight to en-  
deavour to avoid illuminating the sector from  
which the counterlight originates with the  
beam or beams from the vehicle's said head-  
light or headlights, comprising a photo-  
sensitive receptor adapted periodically to  
scan an area in front of the vehicle to which  
the device is fitted and to feed impulses to  
an electronic storage system, which system  
is adapted so that, after a scan has been  
completed, it can act on a step drive mech-  
anism which controls the direction of the  
said beam or beams about a substantially  
vertical axis or axes, the step drive mech-  
anism being adapted to move the beam or  
beams by predetermined increments or  
"steps".

The invention also provides a vehicle hav-  
ing a lighting system which includes at least  
one headlight wherein the beam or beams  
from the or each headlight is controllable by  
means of the said automatic control device.

The invention will be described further, by  
way of example, with reference to the accom-  
panying drawings, wherein:—

Fig. 1 is a diagrammatic drawing of a  
complete control device of the invention,  
for a left hand drive vehicle;

Fig. 2 is a longitudinal section of the recep-  
tor of Fig. 1;

Fig. 3 is a longitudinal section of a comparator of Fig. 1;

Fig. 4 shows the slotted disk of Fig. 3 in plan;

Fig. 5 illustrates the division into sectors of the space in front of the vehicle;

Fig. 6 shows diagrammatically the electronic storage system for the device of Fig. 1;

Fig. 7 is a diagrammatic elevation of the driving mechanism of Fig. 1; and

Fig. 8 and Fig. 9 show a modified form of the driving mechanism in plan and in elevation, respectively.

As shown diagrammatically in Fig. 1, a lighting system of the invention comprises at least one headlight 202, and an automatic control device, which device includes a receptor 200 responsive to counterlight, a comparing-device or comparator 201 for determining the position of the headlight 202, a step drive mechanism 203 for moving the headlight 202 and an electronic storage system 204. The latter is connected to the receptor 200 and the comparator 201 by electrical connections 208 and 209 and thereby receives control-impulses from both the receptor 200 and the comparator 201, and in conformity with these impulses the storage system 204 acts by means of an electric connection 210 on the step drive mechanism 203 and by means of an electric connection 211 on the source of light of the headlight 202. Between the step drive mechanism 203 and the headlight a mechanical coupling 206 exists, which at the same time represents the axis around which the headlight 202 is slued in steps of predetermined size. In a similar way, the receptor 200 is mechanically coupled to the comparator 201 by means of a connection 205, so that they revolve jointly around an axis of rotation 213, whose drive is not portrayed, also the headlight 202 has a slotted disk 225, which is coupled to the headlight by means of a connection 207, which disk 225 enters into a recess of a housing 219 of the comparator 201. The drive (not portrayed) of the receptor 200 and comparator 201 can be connected to, and be in phase with, the step drive mechanism 203.

The receptor 200 serves to determine whether counterlight exists in the area in front of the vehicle. The counterlight falls, as shown in Fig. 2, through an aperture 214 in a housing 212 (which housing 212 is constantly driven to rotate around the axis 213) via a deviating-mirror 215, an optical system 216 and a slotted diaphragm 217 onto a photoelectric-cell 218. The slotted diaphragm 217 limits the field of view of the photo-electric-cell 218 to a narrow strip which, depending on the position of the aperture, is substantially vertical or slightly inclined and is traversed by the rotation of the housing 212 across the area being scanned.

By means of a fixed partial encasing (not portrayed), the field of view of the photoelectric-cell 218 is restricted to the area to be scanned in front of the vehicle.

According to Fig. 3, the comparator 201 contains in a housing 219 a source of light 221 which gives a beam in the path of which lie two slotted diaphragms 223 and two deviating-mirrors 220, which beam falls on a photoelectric-cell 222 after the beam has permeated a slot 224 disposed in the housing 219 and the slotted disk 225 connected to the headlight 202. Since it is coupled to the receptor 200, the comparator 201 is also continuously driven rotatively around the axis 213, so that the slot 224 is periodically conveyed across the slotted disk 225, at any given movement, and thus depends upon the relative positions of the receptor 200 and the beam from the headlight.

Fig. 4 shows that the slotted disk 225 has four slots 226 to 229, whose significance is seen from Fig. 5, in which the lines 236 to 239 correspond, with regard to their position, to these slots. The cone of light of the head light 202 is shown in horizontal section by the sector (A). The slot 226 of the slotted disk 225 coupled to the headlight 202 is adjusted to correspond with the right-hand limit 236 of this cone of light in such a way that the rotating comparator 201 passes the slot 226, thus rendering an exposure of the photoelectric-cell 222 to light possible, at the very moment when the field of view of the receptor 200 coupled to it, coming from the right in the direction of the arrow P, also reaches the area illuminated by the cone of light of the headlight 202. The position in space of this boundary varies on each swing of the headlight 202 and with each movement of the vehicle; however, to clarify the subsequent description of an investigating-period it is hereinafter assumed that the boundary 236 and the slot 226 are fixed in space, as are the other boundary-lines 237 to 239. The sector B likewise begins on the right at the boundary-line 236 and extends somewhat further than the sector A up to the line 237. A narrow solid angle is thereby created, by means of which allowance is made for the boundary of the cone of light not to be absolutely sharply defined, so that dazzling of a driver of an incoming vehicle is only then with certainty avoided if he is outside the sector B. Allowance is in particular thereby also made for the driver of an oncoming vehicle if the latter has already come quite close, to be sitting slightly to the right of the right-hand headlight of the vehicle (as seen by the driver of the vehicle of the invention). The lines 238 and 239

- delinate two further adjacent solid angles indicated by sectors C and D. The sector or area F lying outside the sector D is of no importance to the comparator 201 nor to the receptor 200 coupled to it. During the time-interval corresponding to rotation of the receptor through this zone in space, however, a light-leak onto the photoelectric-cell 218 is prevented by the aforesaid encasing (not portrayed) or it is for instance made ineffective by electrical switching-media, and in this time-interval the step drive mechanism is actuated by the storage system, in accordance with signals received by the storage system from the receptor 200 and the comparator 201 during the preceding scan of sectors A to D.
- The electronic storage system 204 comprises the electronic circuit basically portrayed in Fig. 6. It is given the task, on the advent of counterlight, which is indicated in Fig. 5 by the headlight 230 of an oncoming vehicle, of so regulating the step drive mechanism 203 for the headlight 202 that the sector designated by D, which lies outside the beam A of the headlight, is turned towards the counterlight 230. In detail, this is achieved as follows:—
1. When counterlight falls in sector B, the headlight 202 swivels one step to the right; furthermore, its source of light must be temporarily switched off, because sector B is too big for one swivel-step to be sufficient, in all circumstances, to divert the beam from the headlight 202 away from the source of counterlight;
  2. If counterlight appears in sector C, then it is sufficient to swivel the headlight one step to the right, so that sector D is turned towards the counterlight; a switching-off of the source of light of the headlight is not necessary during such step;
  3. If, while sectors B and C are in darkness, counterlight appears in sector D, then the desired position is reached where no reaction of the headlight is necessary;
  4. If even sector D remains without counterlight, then the headlight is swivelled one step to the left, unless it is already in its extreme left-hand position, which is set by, for instance, a mechanical stop (not shown).
- The main part of the electronic storage system 204, which stores the information from the receptor 200 and the comparator 201 and converts it into control-signals for the headlight-drive 203 and for the source of light of the headlight 202, includes, as shown in Fig. 6, a functionally series connected chain of electronic elements 301 to 304 which chain serves as a shift or movement register 300. The register in this embodiment specifically comprises an electronic flip-flop chain, and functions according to information from the comparator 201. The number of elements 301 to 304 of the register 300 corresponds to the number of slots 226 to 229 in the slotted disk 225 which regulates the exposure to light of the photoelectric-cell 222 in accordance with the comparative relationship between the swivel-position of the headlight 202 and the position in space of the sectors or zones B, C, D and F. The register 300 is so constructed that with each impulse of the photoelectric-cell 222, boosted by a booster 244, a "one" is displaced from one of the elements 301 to 304 to the succeeding element. Via a circuit 231 provided with a rectifier, the output element of the register, that is to say its last element 304, is interconnected with the first element 301, so that a ring-register results, in which output and input are adjacent to each other.
- The booster 244 of the photoelectric-cell 222 is connected to the first element 301 of the register. If, on rotation of the comparator 201 for the investigation of sectors or zones B, C, D and F, the first slot 226 is passed, thus exposing the photoelectric-cell 222 to light, the element 301 is set to "one" on the next exposure to light by the slot 227, this "one" shifts into the next element 302, and so forth. During the scanning of zone B by the receptor 200, the element 301 thus stands on "one", in zone C the element 302, in zone D the element 303, and in zone F the element 304.
- The element 301 acts on a conjunction 241, then via a disjunction 268 on a conjunction 242 and via a disjunction 269 on a conjunction 243; the element 302 acts via the disjunction 268 on the conjunction 242 and via the disjunction 269 on the conjunction 243; the element 303 acts merely via the disjunction 269 on the conjunction 243. All three conjunctions 241 to 243 are furthermore connected via a booster 240 to the photoelectric-cell 218 of the receptor 200.
- The conjunction 241, which is associated with the element 301 and hence to zone B, actuates via a booster 249 a relay 246, whose contact 247 lies in the circuit of the source of light of the headlight 202 and opens on actuation of the relay. By means of a contact-wheel 245, which revolves synchronously with the receptor 200 and whose contact-strip restricts the passage of current to the time-interval corresponding to zone F, it is ensured, in this preferred embodiment, that the headlight 202 does not emit light during the time-interval corresponding to zones B, C and D, so that the receptor 200 can only receive outside light and not light reflected back from headlight 202.
- The conjunction 242, which is associated with the elements 301 and 302 and hence with zones B and C, actuates side "I" of a flip-flop 248 which, in the setting "one", engages an input of a conjunction 271. The second input of this conjunction 271 connects

with the element 304 and is thus associated with region F. The switching-operation prepared by the flip-flop 248 in the position "one" is thus only carried out in the time-interval corresponding to zone F after boosting by a booster 273, and such operation concerns the actuation of the relay R which, by its closing-contact  $r$ , closes the circuit of a magnet  $R'$ , whose function concerns the turning to the right of the headlight 202 by one step, as hereinafter described with regard to Fig. 7.

The conjunction 243, which is associated with the element 303 and hence with zone D, actuates side "I" of a flip-flop 250. In the "nil" setting of the flip-flop 250, the side "O" of the flip-flop 250 serves as an input of a conjunction 270, whose second input just as in the conjunction 271 connects with the element 304. The switching-operation prepared by the flip-flop 250 in the "nil" position is consequently carried out in the time-interval corresponding to zone F after boosting by a booster 272, which switching-operation concerns the actuation of a relay L which, by its closing-contact "I" closes the circuit of a magnet  $L'$  and brings about a turn to the left of the headlight 202 by one step.

The element 304 is furthermore connected via a phase-shifting or delay device 266 to a conjunction 267, whose other input is constituted by the electrical impulses from the photoelectric-cell 222, which impulses also influence the shift-chain 300. These impulses from cell 222 meanwhile remain ineffective for the conjunction 267 until the conjunction's first input comes from the device 266. Thus, only the final impulse (from the slot 229 which impulse sets the element 304 to "one" so that the first input of the conjunction 267 is also engaged after a delay) causes the conjunction 267 to give rise to a delayed switch-impulse which returns the flip-flops 248 and 250 again to "nil" should they stand on "one", so that all the circuit components go back to their normal conditions until the arrival of the next impulse of the photoelectric-cell 222, corresponding to the slot 226, and therefore until the element 301 is caused to be at "one".

In the circuit of the relays  $R'$  and  $L'$  lies another contact-disk 252 which, like the contact-disk 245, rotates synchronously with the receptor 200 and whose contact-strip restricts the passage of current to the time-interval corresponding to zone F. The movements of the head light 202 to right or left are thus only carried out if the scanning-process of the receptor is finished in zones B, C and D. Two limit-switches 253 in the circuits of the relays  $R'$  and  $L'$  prevent movement of the headlight in the one or other direction if this latter is already in one of its two extreme positions.

The step drive mechanism 203 contains, as shown in Fig. 7, a toothed-segment 257 on the swivel-axis 206 of the headlight 202, which segment is connected via a gear-wheel 256 to an angle 255. The axle 255 bears a slotted disk 254 formed for instance as a Maltese Cross, which is provided with grooves distributed uniformly on its circumference. An engaging or clutch disk 258 attached onto the axle 255 can be provided, which at any given time retains the slotted disk 254 in the position which it has received by means of a switching-operation. Above the slotted disk 254 are two cranks 259, and 260, which are driven contra-rotatingly by means of intermeshing gear-wheels 261 and 262 by a motor 263. The motor 263 is the phase with the drive of the receptor 200 and of the comparator 201 around the axis 213. The cranks 259 and 260 are axially displaceable against the pressure of springs 264 and 265 and are each moreover actuated via cranked levers by an electro-magnet  $L'$  and  $R'$ . In Fig. 7 the magnet  $R'$  is energised, so that the crank 260 is displaced in the direction of the slotted disk 254. The crank-pin is engaged in its rotation into a groove of the slotted disk 254, whereby the disk is stepped up a step. This has as a consequence that the headlight is swivelled by one step or increment to the right. On energisation of the magnet  $L'$ , a swing of the headlight by one step to the left results in like manner.

So as to give the swing to the right a greater step than the swing to the left, which can be advantageous in order to prevent dazzle by the headlight beam as quickly as possible, in an alternative arrangement as shown in Figs. 8 and 9 two slotted disks 254' and 254'', which have different diameters and thus a different number of grooves, are used on the axle 255. The crank 260', which brings about the swing to the right of the headlight, is thereby associated with the disk 254' with the lower number of grooves.

In place of a Maltese Cross, other step-mechanisms can also be used. The oscillations can either be carried out by the entire headlight, or by its reflector or by a sluable diaphragm or screen which sharply defines its cone of light to the left and right.

It will be readily appreciated by a person who is technically competent that the invention is readily applicable to right hand drive vehicles, but in such application it is necessary to reverse the rotational directions of the motor 263, the receptor and the comparator, and to invert the relative positions of the slots 226 to 229 accordingly.

Use of the device herein described in Britain may contravene the provisions of Section 3 of the Road Transport Lighting Act, 1957.

WHAT I CLAIM IS:—

1. An automatic control device, for auto-

- 5 matically controlling a vehicle's headlight or  
headlights in response to counterlight to en-  
deavour to avoid illuminating the sector from  
which the counterlight originates with the  
10 beam or beams from the vehicle's headlight  
or headlights, comprising a photo-sensitive  
receptor adapted periodically to scan an area  
in front of the vehicle to which the device  
is fitted and to feed impulses to an elec-  
15 tronic storage system, which system is adap-  
ted so that, after a scan has been completed,  
it can act on a step drive mechanism which  
controls the direction of the said beam or  
beams about a substantially vertical axis or  
20 axes the step drive mechanism being adapted  
to move the beam or beams by predeter-  
mined increments or "steps".
2. A device as claimed in claim 1 wherein  
the step drive mechanism is adapted to move  
the beam by moving the headlight itself, or a  
reflector, beam screen, or diaphragm there-  
of.
3. A device as claimed in claim 1 wherein  
the photo-sensitive receptor is rotatable to  
25 scan the area in front of the vehicle.
4. A device as claimed in claim 1, 2 or 3  
including a comparator which acts electric-  
ally by way of signals upon the electronic  
storage system in accordance with the rela-  
30 tive positions of the photo-sensitive receptor  
and the beam from the headlight.
5. A device as claimed in claim 3 and 4  
wherein the receptor and comparator rotate  
synchronously.
- 35 6. A device as claimed in claim 4 or 5  
wherein the comparator comprises a light  
source which serves to illuminate a photo-  
cell, the illumination of the photocell being  
made to relate to the position of the beam  
40 of the headlight by means of a ray of light  
which passes through a plate connectable to  
the headlight for movement therewith.
7. A device as claimed in claim 6, wherein  
the area in front of the headlight is divided  
45 into scanned sectors, the plate having means  
controlling the signals to define the radial  
boundaries of the sectors, the arrangement  
being such that, in use, the position of the  
beam of the headlight is unaltered when one  
50 of the scanned sectors is illuminated.
8. A device as claimed in claim 7 charac-  
terised by the fact that the electronic stor-  
age system contains a shift or movement  
register, controlled by the comparator, which  
55 register contains one respective electronic  
element for each scanned sector, each elec-  
tronic element operating on a switching mech-  
anism of the headlight through a respective  
conjunction device.
9. A device as claimed in claim 8, char-  
60 acterised by the fact that the register con-  
tains a further electronic element for a sec-  
tor outside the scanned sectors which element  
controls two further conjunction devices which  
are arranged so as to send impulses to res-  
65 pective flip-flops for right hand and left  
hand rotation of the headlight.
10. A device as claimed in claim 5 or any  
claim appendant thereto, comprising a con-  
tact disk which rotates synchronously with  
the comparator whose areas of contact are  
70 adapted to limit the current through the  
light source of the headlight to the times  
when the field of view of the receptor is  
outside the region illuminated by the head-  
75 light beam.
11. A device as claimed in any preceding  
claim characterised by the fact that the step  
drive mechanism includes a disk built in the  
form of a Maltese Cross so as to have radial  
80 notches such that one of two oppositely  
driven cranks can be made to engage with  
these notches to move the headlight.
12. A device as claimed in claim 11, hav-  
ing two of the disks, each connectible to one  
of the two cranks, the number of radial  
85 notches in one disk being larger than the  
number of radial notches in the other disk.
13. An automatic control device, for motor  
vehicles, substantially as hereinbefore de-  
scribed with reference to and as illustrated in  
90 Figs. 1 to 7, or Figs. 1 to 6 and Figs. 8  
and 9.
14. A vehicle having a lighting system  
which includes at least one headlight, where-  
95 in the beam or beams from the or each head-  
light is controllable by means of an automatic  
control device as claimed in any of claims  
1 to 13.

For the Applicant(s),  
BARLOW GILLET & PERCIVAL,  
Chartered Patent Agents,  
94 Market, Street, Manchester, 1, and  
20 Tooks Court, Cursitor Street,  
London, E.C.4.

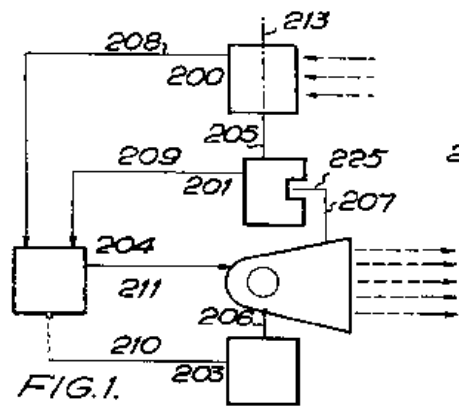


FIG. 1.

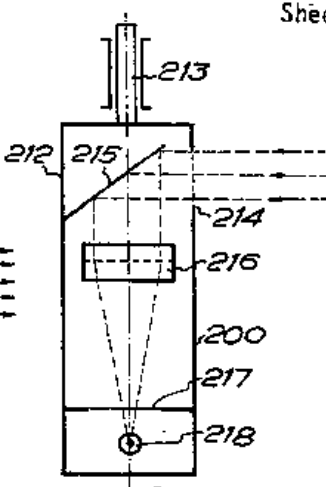


FIG. 2.

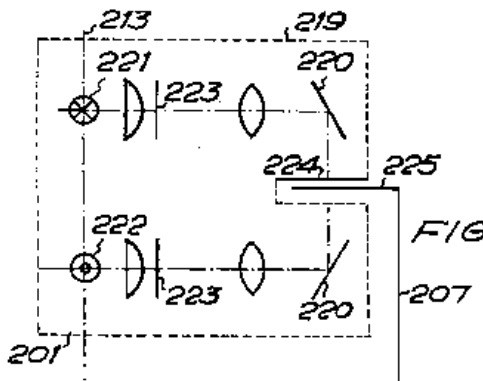


FIG. 3.

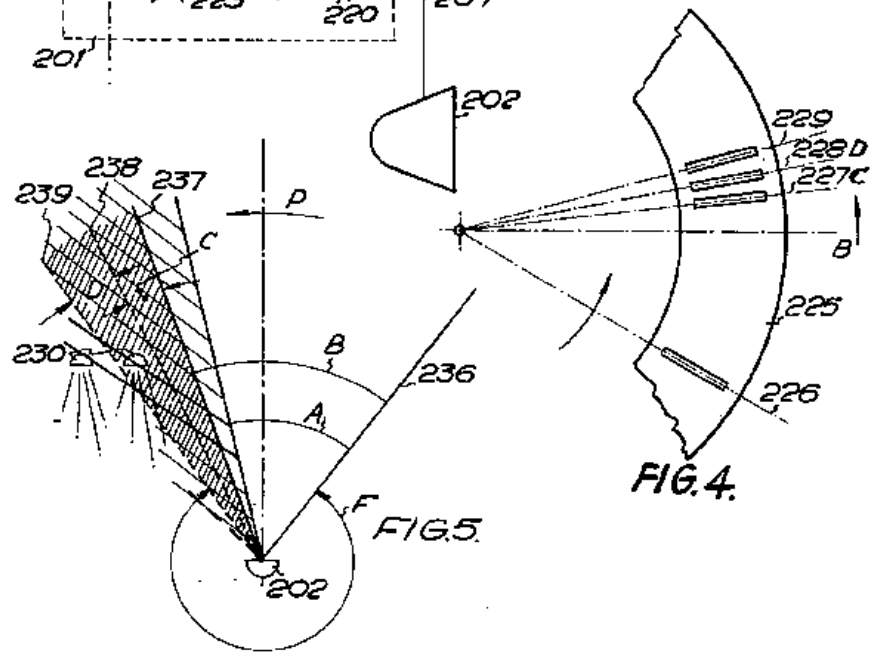


FIG. 5.

FIG. 4.

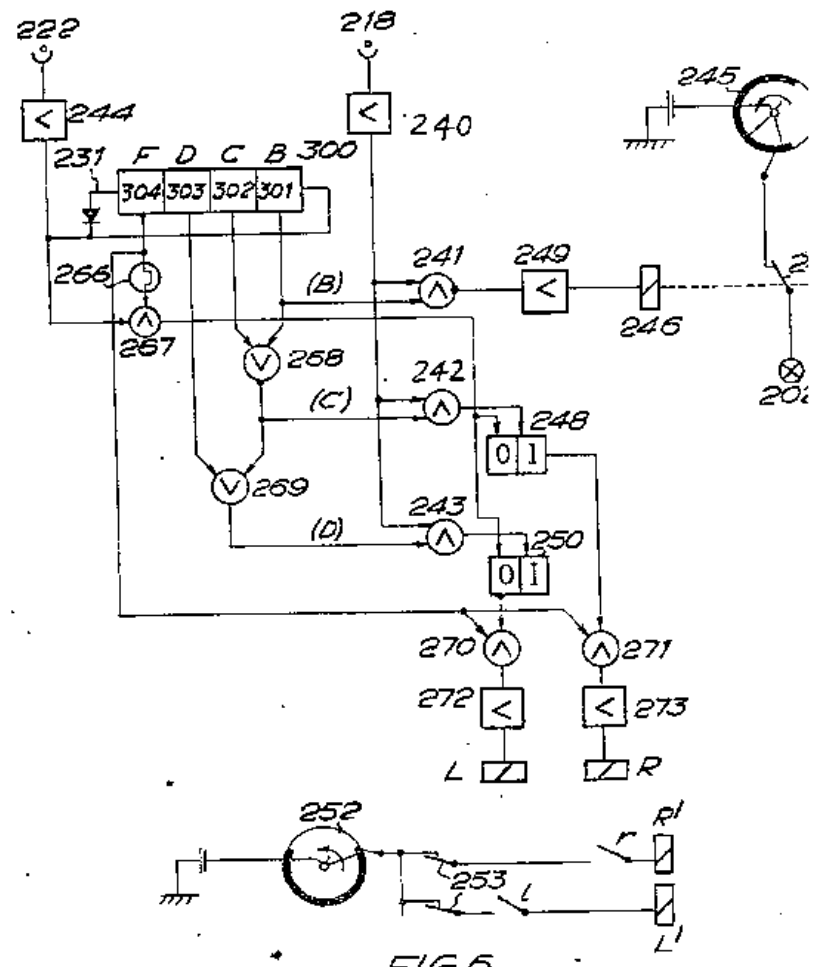
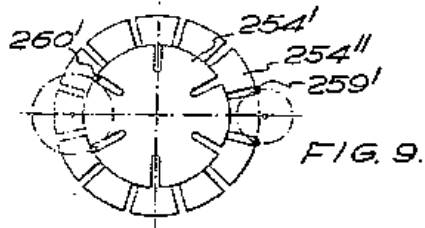
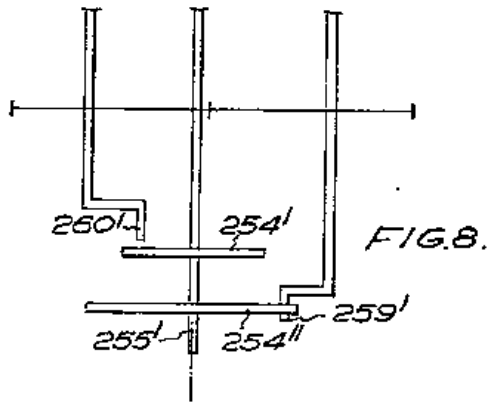
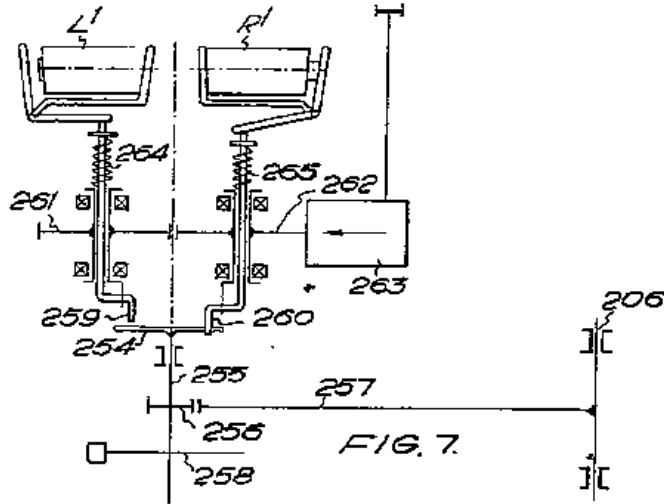
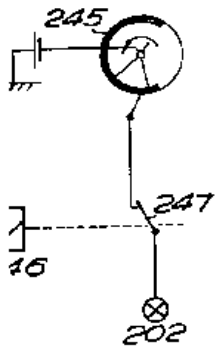


FIG. 5.

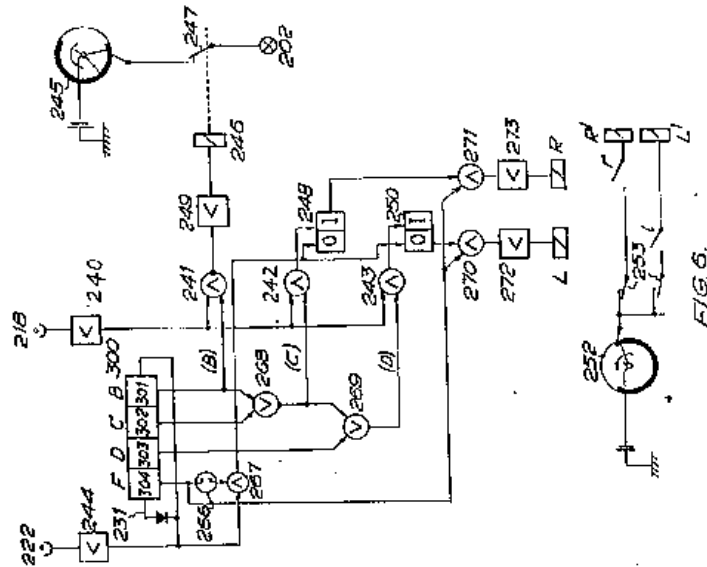
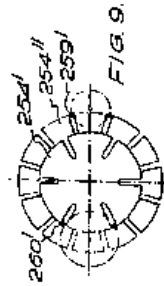
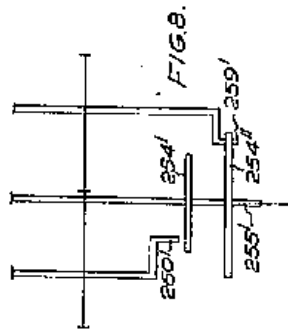
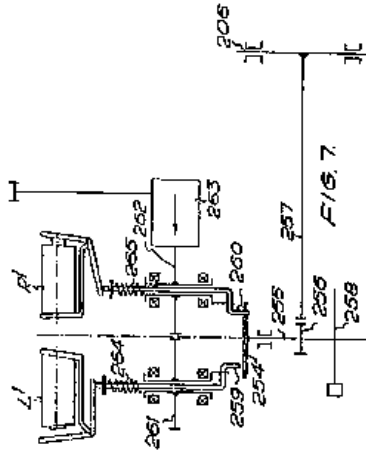


1054064 COMPLETE SPECIFICATION  
 3 SHEETS  
 the Original on a reduced scale  
 Sheets 2 & 3



71  
 73  
 ?  
 R'  
 L'

1054064 COMPLETE SPECIFICATION  
 This drawing is a reproduction of  
 the Original on a reduced scale  
 3 SHEETS  
 Sheets 2 & 3



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **05-244596**

(43)Date of publication of application : **21.09.1993**

(51)Int.Cl. **H04N 7/18**

**H04N 11/04**

(21)Application number : **04-295186**

(71)Applicant : **HUGHES AIRCRAFT CO**

(22)Date of filing : **04.11.1992**

(72)Inventor : **ALVES JAMES F  
CACNIO GERRY R  
STEVENS DAVID R**

(30)Priority

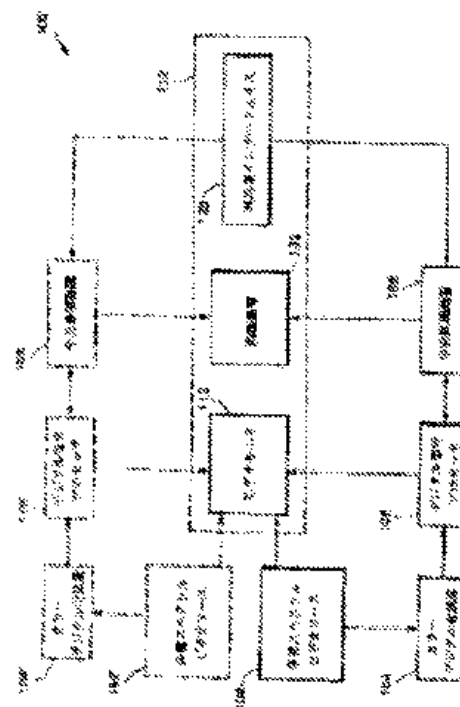
Priority number : **91 787200** Priority date : **04.11.1991** Priority country : **US**

## (54) VIDEO IMAGE PROCESSOR AND VEHICLE DETECTION METHOD

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the accuracy of a video image processing for traffic management so as not to be affected by rain and shadows.

**CONSTITUTION:** This method is provided with steps for generating video images 103 provided with a multi-spectrum video source 102, converting analog color data included in the generated video images 103 to digital color data by a color digitizer 104 for a signal processing thereafter, extracting the digital color data from the specified area of the generated video images by a digital signal processor 106 and utilizing a digital color extracted for identifying a color discriminated from background colors by a central processing unit 108.



(51)Int. Cl.	識別記号	序内整理番号	頁	技術表示箇所
H04N 7/18		E 7337 5C		
11/04		Z 9187 5C		

審査請求 有 請求項の数14 全13頁

(21)出願番号 特願平4-295186  
 (22)出願日 平成4年(1992)11月4日  
 (31)優先権主張番号 7 8 7 2 0 0  
 (32)優先日 1991年11月4日  
 (33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 390039147  
 ヒューズ・エアクラフト・カンパニー  
 HUGHES AIRCRAFT COM  
 PANY  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9004  
 5-0066、ロサンゼルス、ヒューズ・テラ  
 ス 7200  
 (72)発明者 ジェームス・エフ・アルバス  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9301  
 2、カマリロ、ハセオ・モンテレナ 4977  
 (74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

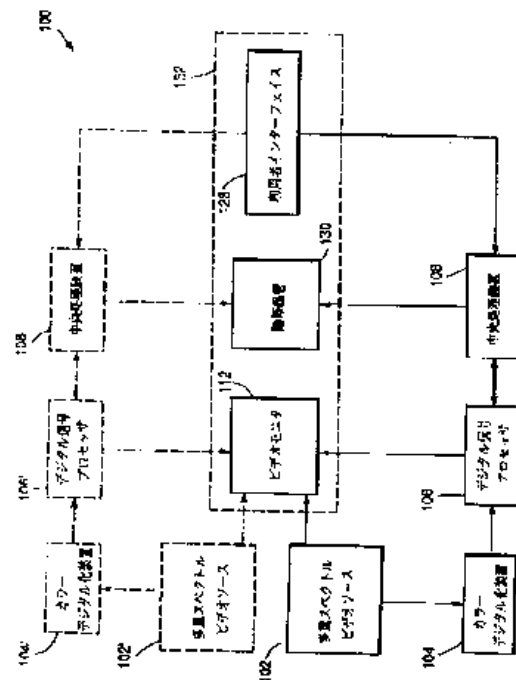
最終頁に続く

(54)【発明の名称】ビデオ画像プロセッサおよび車両検出方法

(57)【要約】

【目的】 本発明は交通管理のためのビデオ画像処理の正確度を雨や影によって影響を受けないように改善することを目的とする

【構成】 多重スベクトルビデオソース102を有するビデオ画像103を生成し、この生成されたビデオ画像103に含まれるアナログカラーデータをその後の信号処理のためにカラーデジタル化装置104によってデジタルカラーデータに変換し、デジタル信号プロセッサ106によって生成されたビデオ画像の指定された領域からデジタルカラーデータを抽出し、中央処理装置108によって背景カラーから区別されるカラーを識別するために抽出されたデジタルカラーデータを利用するステップを有することを特徴とする



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多重スペクトルビデオソースを有するビデオ画像を生成し、

この生成されたビデオ画像に含まれるアナログカラーデータをその後の信号処理のためにデジタルカラーデータに変換し、

前記生成されたビデオ画像の指定された領域から前記デジタルカラーデータを抽出し、

背景カラーから区別されるカラーを識別するために前記抽出されたデジタルカラーを利用するステップを有することを特徴とするビデオ画像処理方法。

【請求項2】 前記デジタルカラーデータを抽出する前記指定領域を限定するために前記生成されたビデオ画像に電子ビデオループを重畳するステップを含んでいる請求項1記載のビデオ画像処理方法。

【請求項3】 デジタル信号プロセッサ内のデジタルの輝度のデータから前記デジタルカラーデータを分離し、中央処理装置に前記デジタルカラーデータを供給するステップを含んでいる請求項1記載の記載のビデオ画像処理方法。

【請求項4】 背景道路カラーデータの推定値を供給するために蓄積アレイ内に道路カラーデータのヒストグラムを蓄積するステップを含んでいる請求項1記載のビデオ画像処理方法。

【請求項5】 前記生成されたビデオ画像内の非道路カラーから道路カラーを区別するために蓄積アレイ内の背景道路カラーデータの累積された推定しきい値を設定するステップを含む請求項1記載のビデオ画像処理方法。

【請求項6】 背景道路カラーデータの累積された推定値に比較される時に前記生成されたビデオ画像内のカラー変化を検出するステップを含んでいる請求項1記載のビデオ画像処理方法。

【請求項7】 背景道路カラーデータの累積された推定値と比較されるような生成されたビデオ画像における検出されたカラー変化が非道路カラーを示すかどうかを決定するステップを含んでいる請求項1記載のビデオ画像処理方法。

【請求項8】 多重スペクトルビデオ画像を生成し、カラーデータを抽出する指定された領域を限定するために前記生成されたビデオ画像に電子ビデオループを重畳し、

生成されたビデオ画像に含まれるアナログカラーデータをその後の信号処理のためにデジタルカラーデータに変換し、

前記生成されたビデオ画像の前記指定された領域から前記デジタルカラーデータを抽出し、

デジタル信号プロセッサ内のデジタル輝度データから前記デジタルカラーデータを分離し、中央処理装置に前記デジタルカラーデータを供給し、

背景カラーから区別されるカラーを識別するために前記

分離され、抽出されたデジタルカラーデータを利用するステップを有することを特徴とするビデオ画像処理方法。

【請求項9】 情景の多重スペクトルビデオ画像を生成し、

カラーデータを抽出する指定された領域を限定するために前記生成されたビデオ画像に電子ビデオループを重畳し、

生成されたビデオ画像に含まれるアナログカラーデータをその後の信号処理のためにデジタルカラーデータに変換し、

前記生成されたビデオ画像の前記指定された領域から前記デジタルカラーデータを抽出し、

デジタル信号プロセッサ内のデジタルの輝度のデータから前記デジタルカラーデータを分離し、中央処理装置に前記デジタルカラーデータを供給し、

背景道路カラーデータの推定値を供給するために蓄積アレイ内に道路カラーデータのヒストグラムを蓄積し、

背景道路カラーデータの前記推定値に比較される時に前記生成されたビデオ画像内のカラー変化を検出し、

生成されたビデオ画像における検出されたカラー変化が非道路カラーおよび車両の存在を示すか否かを決定するステップを有することを特徴とする車両の存在を検出する方法。

【請求項10】 ビデオ画像を生成する多重スペクトルビデオソースと、

生成されたビデオ画像に含まれるアナログカラーデータをその後の信号処理のためにデジタルカラーデータに変換するカラーデジタル化手段と、

前記生成されたビデオ画像の指定された領域から前記デジタルカラーデータを抽出する処理手段と、

背景カラーから区別されるカラーを識別するために前記抽出されたデジタルカラーデータを利用する計算手段とを具備しているビデオ画像プロセッサ。

【請求項11】 前記多重スペクトルビデオソース手段がカラービデオカメラを具備する請求項10記載のビデオ画像プロセッサ。

【請求項12】 計算手段によって生成される計算結果を表示するビデオ表示手段を含んでいる請求項10記載のビデオ画像プロセッサ。

【請求項13】 ビデオ画像プロセッサの動作パラメータを設定し、変更する利用者インターフェース手段を含んでいる請求項10記載のビデオ画像プロセッサ。

【請求項14】 多重スペクトルビデオ画像を生成する多重スペクトルビデオソースと、

生成されたビデオ画像に含まれるアナログカラーデータをその後の信号処理のためにデジタルカラーに変換するカラーデジタル化手段と、

前記生成されたビデオ画像の指定された領域から前記デジタルカラーデータを抽出し、前記生成されたビデオ画

像に含まれるデジタル輝度データから前記デジタルカラーデータを分離する処理手段と、

前記生成されたビデオ画像内のカラー変化を検出するために背景道路カラーデータの累積された推定値を供給し、検出されたカラー変化が非道路カラーおよび車両の存在を示すかどうかを決定する計算手段とを具備している車両の存在を検出するビデオ画像プロセッサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、画像処理システムに関し、特に車両検出のための画像処理技術に関する。本発明は、特定の明細書の実施例に関連してここに記載されているが、本発明がそれに限定されるものではないことが理解されるべきである。当業者は、かなりの有用性がある本発明において技術的範囲内および付加的な分野内の付加的な変更、適用および実施例を認めるであろう。

【0002】

【従来の技術】交通管理は、町および州の管轄が主として優先する。運輸省は、効果的で安全な方法で交通の流れを管理する交通管理システムの設計業務を行っている。この任務を達成するため、最も適当な管理システムを設計し、設置することを交通技術者に行なわせるようにデータを集められなければならない。交通管理システム設計者に有効な信頼のあるデータの収集は、絶対に必要である。

【0003】このようなデータの例は、道路の指定された検出ポイントを通過する車両の数の正確なカウントを含む。正確な車両のカウントを得るために交通技術者を援助するいくつかの方法が考案されている。1つの方法は、道路に埋め込まれた地下誘導ループの使用を含む。動作中、車両は電磁界を生成する。車両が検出ポイントを通過する時、道路に埋め込まれた誘導ループは電磁界を捕捉する。電圧はループに誘導され、通過する車両の存在を示す。

【0004】通過する車両を検出し、カウントする第2の方法は、道路の表面に対して直角方向に固定される圧力センサを使用する。例えば、圧力センサは現存している空気式が可能である。通過している車両はセンサと接触し、数値カウンタ機構を動作させる。

【0005】地下誘導ループおよび圧力センサが取り付けられた表面の使用は、信頼性を保証するために道路の変更および定期的な整備を必要とする。さらに、誘導ループの使用は検出ポイントが固定されることを必要とする。圧力作用装置は可動性を与えるが、装置の移動および再設置は時間を浪費し、不便である。

【0006】検出ポイントを通過する車両の数を監視する第3の方法は、電気光学システムの使用を含む。過去において、このようなシステムは可視あるいは赤外線センサを利用していた。例えば、交通視野に焦点が合わせられ、ビデオ画像を生成するビデオカメラである。カメ

ラは配置され初期化されると人手を借りずに適当な条件下で通過する車両を検出する。コンピュータ制御に基いて、集められたビデオデータはデジタル化され、メモリに蓄積され、その後処理されることが知られている。車両検出が、視野に捕捉されたビデオ画像を車両のない同じ視野の標準化されたビデオ画像と比較することによって可能であることは知られている。捕らえられた画像の輝度の情報が標準化された画像の輝度の情報よりも大きい場合、車両が検出される。さらに、別の情報が得られ、交通管理および制御のために使用される。

【0007】別の電気光学システムは、交通状態のデータ特性を供給するために使用されている。このようなシステムは、視野を表すビデオ信号を供給する道路部分を監視するカメラを具備する。デジタル化装置は、ビデオ信号をデジタル化し、空間および時間において連続するポイントで視野の画素特性の連続するアレイを供給するために設けられる。ビデオモニタは、視野の可視画像を供給するためにカメラに結合される。端末およびモニタに関して、オペレータは視野の特定部分に対応している画素のサブアレイを選択するためにフォーマット装置を制御する。マイクロプロセッサは、現存のデータ特性および車両の通路を生成する空間的および、または時間的処理方法によって視野の選択された部分を表す輝度の値を処理する。このデータは実時間の交通制御および管理のために利用され、あるいは交通管理状況の連続的な処理および評価のためにメモリに蓄積される。車両の存在および、または通行を検出するこのような電気光学システムは、例えば1989年7月11日発行のMichalopoulos氏らによる米国特許第4,847,772号明細書において知られている。

【0008】一般的に、ビデオ画像は、車両が検出ポイントを通過することを決定するために撮影され、処理される。車両を検出するために設計された通常のビデオ画像プロセッサは一般的にモノクロームカメラを使用し、それらの画像処理技術のベースである輝度の情報の変化に完全に依存している。モノクロームカメラは、画像に現れる全ての画素の位置の一次関数を生成する。一次関数は、画素の位置でカメラによって検知された光の量を限定する。ビデオ画像は、カメラによって捕らえられた光エネルギーの分布の空間的表示を示す。モノクロームカメラの実例は白黒カメラである。

【0009】輝度は、各信号値がカメラによって検知された放射量の関数である画像の各位置に指定された実際の単一値に関係する。輝度のプロファイルは一次関数である。例えば、ラインはビデオカメラ映像の道路を横切って描かれる。ラインに沿った様々な画素の位置での輝度の変化は、輝度のプロファイルを生成するために決定され、利用される。グラフは、ビデオ画像のラインに沿った画素の位置に対する画素の輝度を表示することによって生成される。反対に、カラープロファイルは二次関数で

ある。それ故、ラインに沿った全ての位置に対して、2つの数値が定められ、それはカラーの特性を表している。2つの数値は、角度“Φ”によって示される色相特性および距離“R”によって示される飽和度である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】残念ながら、交通アセスメントの適用における通常のビデオ画像プロセッサには問題がある。この問題は、車両から影を区別することおよび車両から険悪な天候に関連する雨を識別することの2つである。輝度の変化のみでは少なくとも2つの理由で車両を検出するのが困難である。第1の理由は、複数の車両の輝度のプロファイルが道路の輝度のプロファイルと大きなコントラストを有しないことである。第2の理由は、検出ポイントを通して移動する車両の影あるいは雨が不正確な車両検出を引起こすのに十分なコントラストを持つことである。

【0011】このように、ビデオ画像処理システムの技術において、検出ポイントを通して移動する影および雨によって生じられる不正確な車両検出に対して比較的免疫があることが必要である。道路から車両を識別でき、現存の市販のハードウェアによって容易に低価格で実行できるシステムがさらに必要である。理想的なシステムは、日夜の動作において配備が可能であり、ビデオ画像のどこの位置でも動的な検出ポイントにできて、車両検出の輝度と異なったパラメータを使用することになるであろう。

【0012】

【課題を解決するための手段】この技術における必要性は、本発明のビデオ画像プロセッサおよび車両を検出する方法によって解決される。本発明は、多重スペクトルビデオソースを有するビデオ画像を生成するステップと、生成されたビデオ画像に含まれるアナログカラーデータをその後の信号処理のためにデジタルカラーデータへ変換するステップとを有するビデオ画像を処理するための方法である。この方法は、生成されたビデオ画像の指定領域からデジタルカラーデータを抽出し、背景カラーから区別できるカラーを識別するために抽出されたデジタルカラーデータを利用するステップをさらに含む。したがって本発明は、例えば、道路と通過する車両とを区別する多重スペクトルカラー情報を活用することによって影の効果に対する本質的な免疫性を有する生成されたビデオ画像を処理する方法を提供する。

【0013】好ましい実施例において、ビデオ画像プロセッサはビデオ画像を生成する多重スペクトルビデオソースが使用される。カラーデジタル化装置は、信号処理のためのデジタルカラーデータへ生成されたビデオ画像に含まれるアナログカラーデータを変換するために使用される。その後デジタル信号プロセッサは、生成されたビデオ画像の指定領域からデジタルカラーデータを抽出するために使用される。最後に、中央処理装置は、背景

カラーから区別されるカラーを識別するために抽出されたデジタルカラーデータを利用する。

【0014】

【実施例】説明のために図面に示されるように、本発明はビデオ画像を処理するための方法であり、多重スペクトルビデオ画像 103を生成する多重スペクトルビデオソース 102を有する型式のビデオ映像プロセッサ 100によって実行される。ビデオ画像 103に含まれるアナログカラーデータはデジタル化され、指定領域から抽出され、輝度情報から分離され、その後背景道路カラーデータの蓄積された推定値から識別できるビデオ画像に見られるカラーを識別する。

【0015】電気光学車両検出システムは、過去において良く知られている。一般に、ビデオ画像は車両が検出ポイントを通過されるかどうかを決定するために捕捉され、処理される。車両を検出するために設計された典型的なビデオ画像プロセッサは、モノスペクトルカメラを通常利用し、それらの画像処理技術の基本として輝度の情報変化に完全に依存している。過去のビデオ画像プロセッサと関係した大きな問題が残っている。これらの問題は車両とその影との識別および車両と険悪な天気に関連した雨との識別を含む。強度変化は、少なくとも2つの理由で車両を検出する難しい基本となることができる。第1の理由は、複数の車両の強度プロファイルが道路の強度プロファイルに対して大きなコントラストを有しないことである。第2の理由は、車両の影あるいは検出ポイントを通して移動する雨は、不正確な車両を引起こすのに十分なコントラストを持つことである。

【0016】本発明によれば、多重スペクトルビデオソース 102は複数の多重スペクトルビデオ画像 103を生成し、カラーデジタル化装置 104およびデジタル信号プロセッサ 106は、生成されたビデオ画像 103に含まれるカラーデータを輝度の情報からデジタル化し、抽出し、選別することによって影および雨の効果を削減するために協同する。さらに、デジタル化装置 104およびプロセッサ 106は中央処理装置108内に蓄積された背景道路カラーデータの蓄積された推定値と生成されたビデオ画像 103における検出されたカラー変化を比較することによって車両の検出を実質的に改善するために協同する。時間に関して十分であり、一定している検出されたカラー変化は、車両の存在を示す。さらに、ビデオ画像 103を処理する方法は、日中および夜間の両方の動作において有効であり、ビデオ画像 103上の任意の動的検出ポイントを利用し、検出ポイントを通して移動する影および雨によって生じた不正確な車両検出に対して特に免疫があり、道路から車両を区別することは可能であり、処理ステップは市販のハードウェアによって容易に低価格で実行される。

【0017】本発明の新しい観点の1つは、車両を正確に特徴づけ、検出するビデオソース102によって生成さ

れるビデオ信号に含まれる多重スペクトル情報の抽出しおよび分析である。一般に、カラーは複数の異なるパラメータによって限定される。1つの方法において、カラーはパラメータの色相、飽和度および輝度の関数に対して定められる。“Φ”によって示されたパラメータの色相は赤、オレンジおよび青のような色を区別し、“R”によって示されたパラメータの飽和度は白と比較して色の純度を測定する。“Y”によって示されたパラメータの輝度は、光の知覚強度（例えば、明度）である。

【0018】影において、輝度のパラメータにおける実質的な減少が生ずる。しかしながら、色相および飽和度のパラメータは輝度に無関係である。それ故、色相および飽和度のカラーパラメータは車両のような目標の検出に利用され、影および雨に関連した問題を避けることができる。色を限定する別の方法は、赤、緑および青の3原色の輝度に関する。3原色の輝度を調整し、重ね合わせを変えることによってどんな色感も生成できる。カラーカメラは、3原色に対応している3つの数値（符号）を生成する。このように、カラーカメラは視野における各位置に赤、緑および青のスペクトルからの赤、緑および青（R、G、B）の数値を生成する。これら3つの数値は、カラーカメラの視野における各位置で情景の色の特性を表す。

【0019】ビデオ画像プロセッサ 100および関係した方法は、例えば交通の流れの状況を監視するカラービデオカメラのような多重スペクトルビデオソース 102を利用する。交通情景のカラービデオ画像 103によって提供される情報から、プロセッサ100は、人間を介在せず、長時間にわたって特定の道路レーンの検出ポイントを通じて車両の数をカウントし、車両の平均速度を推測し、時間内において道路の与えられた長さに含まれる車両の数を数え、道路レーンに沿って移動する車両の長さを推測するという作業を行う。さらに、これらの作業は同時に実行される。この明細書において、実時間とは毎秒60回の割合で情報を収集し、処理し、および関連する決定を行うことを表している。すなわち、情報の処理は情報が収集されるときに行われる。さらに、プロセッサ 100はコストおよびデジタルカラーデータを利用して車両を検出するのに必要な実時間コンピュータの供給源の量を最小にするために既成の規格の部品を利用するように設計される。

【0020】いくつかの交通監視作業は、多重スペクトルビデオ画像 103の特定領域内の車両を検出する能力を要求する。これらの領域は、ビデオループ 110として良く知られている。各ビデオループ 110は、ビデオカメラ 102によって生成されるビデオ画像 103に重畳された電子ループである。各ビデオループ 110は、以下に説明されるようにデジタル信号プロセッサ 106およびビデオモニタ 112を利用することによってビデオ画像 103に重畳

は、カメラ 102によって生成されるビデオ画像を変化しない。各ビデオループ 110の機能は、車両の存在が検出される指定された領域を特定することである。カラーカメラ 102内のビデオ画像 103に重畳された各ビデオループ 110は、図1および2に示されるような交通の流れに垂直な道路の幅である小さい長方形のサブ画像である。

【0021】ビデオループ 110でカラー情報（例えば、色相Φ、飽和度R）における変化を監視することによって、道路の指定された領域内に位置する車両が指定された領域のビデオ画像 103に重畳されたビデオループ 110を通過したことをプロセッサが決定する。ビデオループ 110は、ビデオ画像 103全体の非常に小さなサブ領域114に全ての処理を集中し、装置の要求を実質的に最小にする。非常に小さなサブ領域 114は、図3に示される。

【0022】この処理は、ビデオカメラ 102が光基準として道路 116上に配置されていることを保証する。この配置は、ビデオカメラ 102によってイメージされる車両間のギャップを許容する。検出可能な車両間のギャップの長さはビデオカメラ 102の高さ、俯角、分解能およびサンプリング速度に依存する。ビデオカメラ 102の適当な配置に関して、車両検出問題の難しい所は、車両あるいは道路表面が与えられたビデオループ 110に沿ったビデオカメラによってイメージされるかどうかを決定することが要求される信号処理である。車両検出は、天候状態およびビデオループ 110を通して移動する影の効果に対して寛容でなければならない。

【0023】ビデオループ 110に関して信頼性のある車両検出を想定すると、多重ビデオループは複数の交通監視機能を実行するために動的に配置される。道路の車線を横切って直交して配置されるビデオループは、ある時間にわたって車両のカウントを生成する。2つの近接して間隔の隔てられたループは、第1および第2のビデオループ検出時間の間の遅延を測定することによって平均的な車両速度を推定するために利用される。ビデオ画像に描かれたループと比較されるように地上のビデオループ間の物理的距離を知ることが必要である。2つの近接して間隔の隔てられたビデオループは、車両の長さを推測するために利用される。最後に、2つの広い間隔のビデオループ 110は、どのくらい車両が図2に示されるような道路の与えられた長さを出入りするかを数えることによって列の長さを測定するために利用される。

【0024】多重スペクトルビデオ画像 103を処理する方法は、単一のビデオループ 110内で信頼性のある車両検出を達成する。本発明の多くの効果的な特徴の1つは、車両あるいは道路 116がビデオループを占めるかどうかを確認するために活用される情報および使用される信号処理にある。本発明は、道路 116から車両を区別するために多重スペクトルカラー情報を活用する。車両がビデオループ 110内に存在しない時、ビデオループのカラープロファイルは道路 116の表面を特徴づける。しかし



ながら、車両がビデオループを通過するときにはカラープロフィールは大きく変化する。カラーは、影あるいは雨の混乱させるような効果から生ずる問題の解決の鍵を提供する。

【0025】車両はカラー (R, Φ) および輝度 (Y) の両方の情報を変える傾向があるが、影あるいは雨は輝度の情報 (Y) のみを変える傾向がある。したがって、カラー情報を使用する利点は、影あるいは雨によって生じたカラーにおける変化は車両によって生じたカラーにおける変化よりも実質的に小さいという事実から生ずる。例えば、影の存在において、赤、緑、青 (R, G, B) の数値のそれぞれの輝度は、道路の明度が低下されると変化する。しかしながら、道路のカラー (例えば、パラメータの色相Φおよび飽和度R) の知覚は認めうるほどに変化はしない。したがって、影あるいは雨が存在する間、道路のカラープロフィール (R1, Φ1) は車両のような興味のある目標物体のカラープロフィール (R2, Φ2) との顕著な差を示す。パラメータ (R, Φ) の変化の大きさは、道路 116と比較される車のカラーに依存する。

【0026】多重スペクトル情報における変化は、道路、車両あるいは影のイメージを独特に特徴づける。このように、道路 116のプロフィールに関連したカラーおよび輝度の変化は特定の状況を示す。例えば、カラーおよび、または輝度における大きな突然の変化は、車両がビデオループ 110を出入りしていることを中央処理装置 108に知らせる。ビデオループ 110の組合せの利用によって中央処理装置 108は車両をカウントし、適切であれば平均車両速度、車両長さおよび列の長さを推定する。カラーにおける小さい変化を伴う輝度の突然の大きな低下は、影がビデオループ 110を出入りしていることを処理装置 108に知らせる。しかしながら、カラーおよび輝度における小さい変化あるいは変化が存性しないときはビデオループが使用していないことを示す。このように、車両検出は、実際の車両の存在を示すこれらのカラー変化を十分に識別することによって達成される。

【0027】ビデオ画像 103に重ねられた各ビデオループ 110は道路 116の範囲を表す。ビデオループの指定された領域における各ポイントがサブ領域114で分割されることに注意すべきである。各サブ領域 114は、各ビデオループ 110の指定された領域に関連した複数の (R, Φ) 値が存在するように、各サブ領域からのデータを平均化することによってカラーパラメータ (R<sub>i</sub>, Φ<sub>i</sub>) が割当てられる。それ故、車両がビデオループ 110を通過する時、複数の (R, Φ) 値は道路 116の (R<sub>i</sub>, Φ<sub>i</sub>) 値から離れる。顕著なずれは、車両の存在を示す。

【0028】各サブ領域 114内に、図3に示されるような画素 118に対応するドットが存在する。各画素 118はビデオ画像 103の小さい部分を表し、画素の数は多重スペクトルビデオセンサ (ビデオカメラ) 102の解像度の

大きさに依存する。各画素 118は、それによって関係されるカラーR, G, B値を有し、ビデオカメラ 102によって発生される。カメラによって発生されるR, G, B値は、国際テレビジョン標準委員会 (NTSC) のYIQ値に変換される。このカラー符号化機構において、“Y”の値は輝度を表し、同位相 (I) および直角位相 (Q) 成分は二次元のカラー空間を定める。

【0029】R, B, Gの値を有する色相 (Φ) および飽和度 (R) パラメータは、図3に示されるようなIQカラー空間に写像される。輝度の情報 “Y” が消去され、車両の存在の検出のためには利用されない。ビデオ画像 103は、数値 120によって示される影において道路 116の一部分を明らかにする。影は、IQカラー座標において小さな変化しかしなが輝度の情報 “Y” において大きな変化を生ずる。このようにIQカラー空間において、影および雨はIQカラー座標でわずかに影響を受けるだけである。これが、カラーが車両の存在を検出するために選択された主な理由である。

【0030】図3におけるビデオループ 110に示される各画素 118は、IQカラー座標空間に写像される。ビデオループの影でない領域から写像された画素 118は第1の部分に集まりやすく、ビデオループの影の部分から写像された画素は第2の部分に集まりやすいことに注目される。図3において影でないおよび影の領域から写像され点の軌跡をそれぞれ定めるこれらの第1および第2の部分は、図4にさらに明瞭に示されている。ビデオループ 110の影でない領域の画素 118を表している第1の部分は太陽で照らされた道路のカラーを表し、領域の境界あるいはしきい値は符号 122によって示される。ビデオループ 110の影の領域の画素 118を表している第2の部分は影の中の道路の色を表し、また符号 124によって示される領域境界あるいはしきい値を含む。しきい値 122および 124は、図3のIおよびQのカラー座標値における変化を限定するために使用される。これらのしきい値は、以下に説明される中央処理装置における道路カラートラックによって動的に設定される。

【0031】しきい値 122によって境界された太陽で照らされた道路のカラーは、直射日光によって道路 116の表面から反射された光を表す。しきい値 124によって境界された日影の道路の色は、影がある時に道路 116の表面から反射されるカラーを表す。曇りの日の道路の表面から反射される幾つかの色は道路が影になった時に反射される色と同じであるため、2つのしきい値 122および 124が共通領域を分けることに注目される。顕著なポイントは、カラーパラメータにおける非常に小さな変化が図4において示される写像された画素の第1および第2の部分の近接によって示されるような影の存在において生ずることである。逆に、非常に大きな変化は、影の存在における輝度の情報において生ずる。

【0032】ビデオ画像プロセッサ 100の実施例は図5

に示されている。プロセッサ 100は、実施例においてカラービデオカメラである多重スペクトルビデオソース 102を含む。ビデオソース 102の機能は、実時間ビデオ処理のための交差点のような興味のある情景のビデオ画像を生成することである。しかしながら、交通情景は後続するビデオ処理としてビデオテープあるいはディスクプレーヤーに記録されることもできる。ビデオソース 102は、カラーデジタル化装置 104およびビデオモニタ 112に相互接続される。ビデオモニタ 112は、ビデオソース 102によって生成される交通情景の画像を見るために利用されるテレビジョン受像機である。ビデオモニタ 112は、ビデオ画像が同時にあるいは予め記録されることによって機能する。ビデオソース 102が数百マイル離れて配置され、適当なデータリンクによってビデオモニタ 112あるいはカラーデジタル化装置 104に送信できることに注目される。

【0033】カラーデジタル化装置 104は、アナログ形式（ボルト）からカラーデジタルサンプルにカラービデオ画像を変換し、カラーデジタル化装置内に配置される R、G、B カラーメモリにそれらを蓄積する。ビデオカメラ 102によって生成されたアナログ信号はカラー情報を含み、デジタル化装置 104はカラービデオ信号をカラーを表すデジタル R、G、B 信号形態に変換する。デジタル信号プロセッサ 106は選択されたビデオループの位置で R、G、B カラーメモリを読み、ビデオループ 110ごとに 16 の出力サンプルを生成するために原色のサンプルを平均化し、YIQ カラー座標値に 16 のサンプルの R、G、B 値を変換する。このように、信号プロセッサ 106は、ビデオループ信号を抽出し、R、G、B 値から YIQ 値への変換においてカラーと輝度の情報を分離するように機能する。輝度の情報は、車両を検出する方法においては利用されない。

【0034】デジタル信号プロセッサ 106は、ビデオループマーカを重畳し、ビデオ画像 103 上の車両のカウンタおよび速度を注釈するような様々なグラフィック動作を実行する。実際に、中央処理装置 108 および利用者のインターフェース 128 を介してデジタル信号プロセッサ 106 は、生成されたビデオ画像 103 上にビデオループ位置を重畳するためにビデオモニタ 112 へ信号命令を送る。信号プロセッサ 106 は、適当なデータリンクを介して別の位置にこれらの信号命令を送ることができる。利用者インターフェース 128 は、例えば中央処理装置 108 へ命令をするためのキーボードおよび道路 116 のビデオ画像 103 でビデオループマーカ寸法の寸法を定めて、位置させるために使用される手動式操作装置（マウス）から構成される。利用者インターフェース 128 は、ビデオ画像プロセッサ 100 の動作パラメータの設定および変更を許容する。実際に、利用者インターフェース 128 はビデオループ 103 を移動するように中央処理装置 108 を命令するために利用され、処理装置 108 はその後ビデオループ

の位置を実際に変えるようにデジタル信号プロセッサ 106 を命令する。利用者インターフェース 128 はまた診断ソフトウェアの動作命令において有効である。

【0035】中央処理装置 108 は、ビデオ画像プロセッサ 100 の入力／出力（I/O）動作を制御する。さらに、処理装置 108 は道路カラートラック、カラー変化検出論理装置、車両検出論理装置および統計値発生器に関連した全ての処理を実行する。これらのステップのそれぞれは、以下に記載されるビデオ画像 103 を処理する方法において制御されたソフトウェアである。陰極線管 130 は、中央処理装置 108 内で実行される統計値発生処理ステップによって計算された結果を受信し、表示する。代わりに、計算された結果は適当なデータリンクを介して他の位置に送信される。

【0036】ビデオ画像プロセッサ 100 の実施例は、興味のある交通情景に極めて接近して多重スペクトルビデオソース（カラービデオカメラ） 102、カラーデジタル化装置 104、デジタル信号プロセッサ 106 および中央処理装置 108 を位置させるものとする。さらに、ビデオモニタ 112、利用者インターフェース 128 および陰極線管 130 は、複数のカラービデオカメラ 102'、カラーデジタル化装置 104'、デジタル信号プロセッサ 106' および中央処理装置 108' を制御することを可能にするように中央制御センサ 132 に位置されることが予定される。このような設計は、図 5 において破線において明瞭に示される。

【0037】受信されたビデオ画像 130 を処理する方法は、図 6 に従って議論されている。処理における最初のステップ 134 は、多重スペクトルビデオソース 102 によって生成されるビデオ画像 103 の導入である。各ビデオループ 110 に関して、カラー信号はループから抽出され、カラーデジタル化装置 104 によってステップ 136 においてデジタル R、G、B 値に変換される。輝度情報は、デジタル信号プロセッサ 106 における YIQ 値にデジタル R、G、B 値を変換することによってステップ 138 においてカラー情報から分離される。処理のこの段階中、輝度成分“Y”は廃棄され、同相（I）および直角位相（Q）成分は図 4 に示される二次元のカラー空間を限定する。

【0038】一般的に、車両検出はビデオループ 110 に沿った道路 116 の表面に対して中央処理装置 108 の蓄積メモリにおいて蓄積された予想された I および Q カラー座標所定のビデオループ 110 に沿った現在の I および Q カラー座標を比較することによって生ずる。与えられたループに沿った I および Q カラー座標が道路表面の蓄積された I および Q カラー座標から十分にずれている場合、車両はビデオループ 110 を潜在的に交差している。この処置は次の方法によって実行される。

【0039】車両が検出ポイントを通過するかどうかについての決定は、道路 116 のその部分の予想された蓄積されたカラーに比較されるようなカラーにおける実質的

な変化の大きさに依存する。道路 116 の特定の部分の予想されたカラーがメモリにおいて利用できる場合、生成され検出されたメモリにないその他全てのカラーは非道路カラーでなければならない。中央処理装置 108 内に位置される 1 対のメモリは、ステップ 140 において道路 116 のカラーを追跡し、図 6 に示されるようなステップ 142 の非道路画像を示すカラー変化を検出するために利用できる。道路カラーを追跡し、カラー変化を検出する 2 つの処理ステップが同時に生ずることが強調される。

【0040】図 4 にそれぞれ示される太陽で照らされた道路カラーのしきい値 122 および日影の中の道路カラーのしきい値 124 は、I および Q のカラー座標値における実質的な変化を限定するために使用される。これらのしきい値は、中央処理装置 108 の道路カラートラッカーによって動的に設定される。ビデオループ 110 に沿った道路 116 のカラーは、1 日の中の時間、天気あるいはその他の大気効果によって変化する。これらのカラーは徐々に変化する傾向がある。道路カラートラッカーは、ループカラーにおける変化が通常現在の道路カラーに関して測定されるように、ビデオループのカラープロフィールおよびしきい値 122, 124 の位置を周期的に更新する。

【0041】道路カラートラッカーは、各ループに沿った道路表面の I および Q のカラー座標値のヒストグラムを生成する。これらのヒストグラムは、ビデオループ 110 に沿った道路表面に対して典型的である I および Q の値の最高限度と最低限度を明らかにするために分析される。I および Q の境界は、道路 116 のカラーが通常は迅速に変化しないので長い時間でフィルタされる。I および、または Q のカラー座標における実質的な（範囲外）の変化が検出されると、特定された時間の周期で道路 116 の予想されたカラー値へカラーが戻される。車両はビデオループカラープロフィールが範囲内の予想された道路値に戻った後、および実質的なカラー変化の検出後特定の時間経過した後のみビデオループ 110 を交差することが明らかにされる。周期は、最も早い車両がその時間中にビデオループ 110 を通って検出されることが不可能であるように選択される。このタイムゲート技術は、高い誤った車両検出率を実際に生ずることなしにカラー変化に対して高感度にカラー検出範囲を設定することを可能にする。車両検出は、ビデオループカラー（例えば、写像画素 118）が図 4 に示されるような I および Q しきい値境界 122, 124 の外側に移動する場合に行われる。

【0042】道路 116 のカラーは、次の方法でステップ 140 において追跡される。道路カラートラッカーは、中央処理装置 108 のメモリの小さい部分にそれぞれ存在する蓄積メモリおよび蓄積アレイを具備する。道路カラートラッカーおよびカラー変化検出器は、ビデオループベースごとにそれぞれ動作する。これは、各ビデオループ 110 が道路カラートラッカーおよび処理装置 108 内で制御されるソフトウェアであるカラー変化検出器を含む場

合である。この設計は、光を変化する大気中およびその他の状況に動的に適用するためのビデオ画像プロセッサ 100 を可能にする。蓄積ステップ 140 中、道路 116 のカラーに関するデータは蓄積アレイにおいて制御され、蓄積される。

【0043】カラービデオカメラ 102 は、通常ビデオ画像 103 を生成し、それは車両の通過が過渡的な事象を表わし、あるいは道路 116 の部分が移動されないで道路カラーを示す。ビデオループ 110 に位置される全ての画素 118 に関して、I および Q のカラー座標値が割当てられる。特に、道路カラートラッカーは多数回蓄積し、特定のカラーは道路 116 で検出される。特定のカラーが検出される時、(I, Q) カラー情報は道路カラートラッカーに送信され、図 7 において示される蓄積アレイにデータをインデックスする。蓄積アレイは、水平軸の同相カラー座標および垂直軸の直角位相カラー座標を決定する二次元の座標システムである。蓄積アレイ内の各位置は、道路 116 で検出されるカラーの (I<sub>i</sub>, Q<sub>i</sub>) 座標の組合わせを表わす。アナログカラー座標は、アレイ内で適合する (I, Q) 値を写像し、計量し、描くことによって蓄積アレイ内の配置に変えられる。(I<sub>i</sub>, Q<sub>i</sub>) 値がアレイにおいて識別され、蓄積されると、1 カウントは (I, Q) カラーを表わす蓄積メモリにおける位置に加えらる。ビデオループ 110 における全ての画素に関するデータは、アレイに蓄積される。

【0044】長い時間にわたって、ヒストグラムは道路 116 で見られるカラーのスペクトルに対応している非常に多数のカウントを有する (I, Q) データから生成される。蓄積アレイにおいて蓄積される (I, Q) データを示している蓄積カウントの典型的な表示が図 8 に示されている。ヒストグラム 146 は、ある色が道路 116 で検出された回数のある一定のカラーの累積のグラフ表示である。このように、情報の累積は図 8 に明瞭に示される高さの寸法において生ずる。高さの寸法は (I, Q) カラー情報の累積カウントを表わし、カラーが生じるほどさらに累積カウント軸（例えば、z 軸）の記録が大きくなる。このように、累積カウント軸における高い読みは、むき出しの道路 116 で通常認められるカラーによって記録され、累積カウント軸の低い示数は非道路カラーによって記録される。このように、図 8 は、ドットが道路カラーの高いカウントに対応する図 4 におけるしきい値 122 および 124 内に太陽で照らされた道路カラーおよび影の中の道路カラーを表すので図 4 の表示と一致している。しきい値 122 および 124 の外側のドットは、低カウントの非道路カラーに対応する。

【0045】道路カラートラッカーは、さらに図 8 に示されるしきい値面 148 によって表されるしきい値を決定する。しきい値面 148 は、図 8 の累積カウント（高さの寸法）に沿って高い読みと低い読みとの分割ラインとして作用する。一般に、しきい値面 148 の上の全ての値

あるいは読みは道路 ( I , Q ) カラー座標であると判断され、しきい値面 148 の下の全ての値あるいは読みは非道路 ( I , Q ) カラー座標であると判断される。実際の効果は、道路カラートラッカーが初期化された後、予め決められた周期で道路カラーデータを累積することであり、累積機能が完了する。図7に示される累積アレイに蓄積された道路カラーデータは、カラー変化検出ステップ 142 中、カラー変化検出器によって細かく調べられる。道路カラートラッカーは、中央処理装置 108 におけるメモリの分離部分で新しい累積処理が開始する。

【0046】中央処理装置 108 内に位置されたカラー変化検出器は、累積アレイ内に蓄積された情報を呼び出す。道路カラートラッカーからのしきい値面 148 と共同して累積アレイ内に累積された情報は、新しいビデオ画像 103 の ( I , Q ) 値がしきい値面 148 の上であるかあるいは下であるかを決定するステップ 142 において利用される。新しいビデオ画像 103 のビデオループ 110 からの画素 118 の ( I , Q ) 値は、そのアレイ位置に累積された蓄積カウント値がしきい値面 148 の上であるかあるいは下であるかを決定する累積アレイ中に指示される。累積カウント値がしきい値面 148 の上である場合、それは道路カラーであるが、累積カウント値がしきい値面 148 の下である場合、それは非道路カラーである。重要な点は、顕著なカラー変化が在ることである。

【0047】非道路カラーおよび非道路画像を示すカラー変化を検出するステップ 142 は、ステップ 150 において決定論理装置にカラー変化データを供給する。同時に、ロードカラートラッカーは、それぞれ生成されたビデオ画像 130 に対してメモリに別の累積アレイを形成している。カラー変化検出器は、カラー変化検出器がしきい値カラー分析のためにメモリに蓄積された新しい累積アレイを調べること示しているトラッカーからの信号を待つ。この処理は、複数のビデオループに対して毎秒 60 回の割合で生ずる。

【0048】検出論理装置はしきい値カラー分析の結果を受け、各ビデオループ 110 の決定を行う。初めに、ステップ 150 の決定論理装置は特定のビデオループ 110 における画素 118 が時間にわたって顕著なカラー変化をすることを示す。決定論理装置はこの情報を累積し、顕著なカラー変化を有する画素 118 が数において十分であり、十分に“集中され”、あるいは車両の隣接ボディを示すために互いに接近するかを決定する。不十分な数の変化した画素が車両の存在について決定できないため、顕著なカラー変化を有する画素 118 の数が十分であることを決定することは重要である。もちろん、変化した画素の不足は、道路 116 のむき出しの表面を示す。

【0049】顕著なカラー変化を有する画素 118 が数において十分であり、隣接して位置される場合、決定論理装置は情報が誤っているか否かを決定する一連のビデオ

ループ 110 に関して調べる。この要求に応答して車両が通過することを示すために時間的に連続しなければならない。最後に、決定論理装置は通過する車両の平均速度を測定する 1 対の近接した間隔のビデオループ 110 を利用することによってステップ 150 を完了する。車両をカウントするためには単一のループが必要があるだけであるが、1 対のループは車両の存在を保証するために必要とされる。ループは、道路車線の変化によって速度測定を避けることができないように通過する車両に対して近接した間隔にされる。

【0050】ステップ 150 の決定論理は、車両の存在を示すために第 1 のビデオループ 110 内の動的カラー変化に関して最初に調べる。その後、近接した間隔の第 2 のビデオループは車両の存在を示す同様の動的カラー変化に関して調べる。次に、第 1 および第 2 のループのそれぞれは、限定周期内に典型的な道路カラー情報への復帰があるかどうかを決定するために調べられる。この処理は、通過する車両の存在を決定的に決定し、さらに雑音および、または過渡的な情報を取り除く。決定論理が大きなカラー変化の連続した存在を示す場合、車両が道路において停止されている可能性がある。これらの状況の下に、決定論理は、道路カラートラッカーに連続する劇的なカラー変化のカラーに整合するために道路のカラーを動的には調整しないように信号する。

【0051】ステップ 150 に関する決定論理は、車両、カラー変化、カウント、平均車両速度および長さの存在または不存在、および方法ステップ 152 の情報を集めるための統計値発生器への列の長さに関するデータを送信する。さらに、車両の存在、不存在および道路カラーの存在を示している決定論理情報、あるいは未確定のカラー情報は道路カラー追跡 (累積) ステップ 140 において補助するためにフィードバックループを介して道路カラートラッカーに送信される。ステップ 152 の統計値発生器は、中央処理装置 108 の制御下の有効なフォーマットにデータを編集す。このように車両の存在に関する情報、特定の期間 (例えば、交通の密度) に通過する車両の数、平均車両速度、車両長さ等が陰極線管 130 で表示される。

【0052】ビデオ画像 130 を処理する方法、したがって車両を検出する方法は、次の流路を含む。ビデオ画像 103 は最初に生成され、各画素 118 は多重スペクトルビデオソース 102 によって R , G , B のカラー値が指定される。アナログ R , G , B カラー値は、実質的な信号処理のためにデジタルカラーデータに変換される。次の数式は、本発明において記載されるような ( Y I Q ) カラー座標への R , G , B のカラー値の変換を表す。輝度情報 “ Y ” は廃棄されるので、2 つの数式のみが I および Q のカラー座標に関して存在する。

【0053】

$$I = (K_1) R + (K_2) G + (K_3) B \quad [1]$$

$$I = (K_1) R + (K_2) G + (K_3) B$$

17

$$Q = (K_4) R + (K_5) G + (K_6) B$$

ここで値K<sub>1</sub>乃至K<sub>6</sub>は定数であり、K<sub>1</sub> = 0. 596, K<sub>2</sub> = -0. 274, K<sub>3</sub> = -0. 322, K<sub>4</sub> = 0. 211, K<sub>5</sub> = -0. 523およびK<sub>6</sub> = 0. 312の例示的な値を有する。変換後、(I, Q)のカラー

$$I' = (a) I + b$$

$$Q' = (a) Q + b$$

ここで“a”および“b”は変数であり、画素 118の大きさの関数である。(I', Q')のカラー座標は、生成されたビデオ画像 103の指定された領域から抽出されたデジタルカラーデータを表す。

【0055】(I', Q')のカラー座標は、累積アレイにおけるアドレスを表す。アドレス(I', Q')で累積された値は式L(I', Q')によって示され、こ

$$L(I', Q') > \text{しきい値} \rightarrow \text{道路カラー}$$

$$L(I', Q') < \text{しきい値} \rightarrow \text{非道路カラー}$$

ここでしきい値は、図8に示されるようなしきい値面 148によって表される。非道路カラーが示される(例えば、L(I', Q') < しきい値)場合、次の要求が満

$$\text{非道路カラーを有する画素の数} > N \rightarrow \text{車両}$$

ここで“N”は画素のしきい値である。

$$N \text{画素の空間} \leq X \rightarrow \text{車両}$$

ここで“X”は画素間の最大しきい値空間距離であり、車両はビデオループ 110において検出される。最後に、1対のビデオループ 110は車両の検出を確認するために

$$2 \text{つのループの} L(I', Q') < \text{しきい値} \rightarrow \text{車両の開始}$$

ここで非道路カラーは2つの近接したビデオループ 110について検出される。

$$2 \text{つのループの} L(I', Q') > \text{しきい値} \rightarrow \text{道路カラー}$$

ここで道路カラーは非道路カラーの検出に直ちに続く2つの近接したビデオループ 110のために検出され、車両の検出が確認される。

【0061】晴天の間に行われる試験は、2%の誤検出の可能性を有する車両検出の94%の確率が証明される。影は、全く誤検出も生じなかった。車両によるカラー変化から天気の影響のためのカラー変化を区別することについて改善された実行を提供する中性のネットワークのような可調整パターン認識器を具備することは、本発明の技術的範囲内である。ビデオループデータの間中フィルタのような空間的および時間的フィルタ処理は、雨あるいは雪が降っている中の不正確な検出を減少することにおいて有益である。

【0062】本発明は、ビデオループ 110を通過する車両を検出するために生成されたビデオ画像 103に含まれる多重スペクトル(カラー)情報を利用するビデオ画像プロセッサ 100を明らかにする。ビデオ画像 103に重畳されるビデオループ 110は、動的でビデオ画像中のどこにでも位置できる検出ポイントとして機能する。多重スペクトル(カラー)情報の輝度成分が廃棄されるため、この処理は影および雨によって生じた誤った車両検出を

18

[2]

座標は中央処理装置108の累積アレイ内の配置を測定されなければならない。測定したカラー座標(I', Q')は次の式によって決定される。

$$\text{【0054】}$$

[3]

[4]

ここで“L”は図6のステップ 142に示されるカラー変化検出器によって見られるような累積(検査)アレイの符号である。情景道路カラー区別される非道路カラーを識別するための抽出されたデジタルカラーデータ(I', Q')を利用するため、次の式が提供されなければならない。

$$\text{【0056】}$$

[5]

[6]

たされなければならない。

$$\text{【0057】}$$

$$\text{【0058】}$$

[7]

[8]

使用される。

$$\text{【0059】}$$

[9]

$$\text{【0060】}$$

[10]

生じることがない。最後に、この処理は、車両がヘッドライトおよびテールライトを使用する場合、日夜の動作中に機能する。

【0063】当業者は、多重スペクトル赤外線ビデオソースを含んでいる複数の多重スペクトルビデオソースが本発明において明らかにされたカラービデオカメラに置換えて使用できることを認めるであろう。例示的な実施例は交通検出装置について開示されているが、当業者は本発明に対する付加的な使用を理解するであろう。付加的な使用の実例としては、製造、工業あるいは農業におけるコンベヤーのベルトに沿って移動する物体のカウンタ、誘導路および滑走路での飛行機の往來の監視、および建造物の出入り口を監視する検視的監視システムがある。

【0064】以上、本発明は特定の明細書の特定の実施例に関連してここに説明されている。当業者は、本発明の技術的範囲内の付加的な変更、適用および実施例を理解するであろう。

【0065】それ故、本発明の技術的範囲内のこのような変更、適用および実施例は特許請求の範囲によってカバーされる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 車両を検出するビデオ画像に重畳されるビデオループを有するビデオモニタの斜視図で示された道路の3つのレーンを示している交通情景のビデオ画像

【図2】 複数の交通監視機能を実行するためのビデオ画像に複数のビデオループの動的な重ね合わせを示している斜視図におけるビデオモニタに見られる道路の3つのレーンを示している交通情景のビデオ画像

【図3】 ビデオ画像に見られる道路に積層されるビデオループから同相および直角位相成分を有する二次元のカラースペースまでの個々の画素の写像を示している図

【図4】 同相および直角位相しきい値の限界を示している太陽に照らされた道路のカラーおよび影の中の道路のカラーを表しているポイントの軌跡の二次元カラースペースを示しているグラフ

【図5】 道路から車両を区別する多重スベクトルカラー情報を使用するビデオ画像プロセッサの簡単なブロック

図

【図6】 図5のビデオ画像プロセッサに関連した処理ステップ、およびビデオ画像内の多重スベクトルカラー情報の活用を示している簡単なブロック図

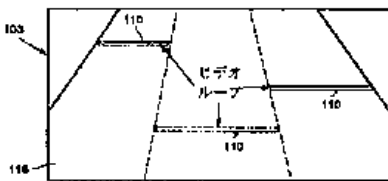
【図7】 図5の中央処理装置の道路トラック内に位置された累積グレイ、および道路のカラーの情景情報を累積するメモリ位置を示しているグラフ

【図8】 同相および直角位相平面座標、および図7の累積グレイに累積されるようなカラーの発生の周波数を示すための累積されたカウントの高さの座標を有する三次元のカラースペースを示しているグラフ

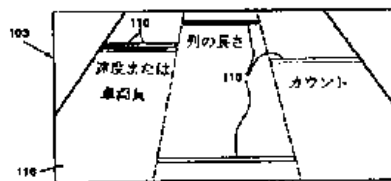
【符号の説明】

100 …ビデオ画像プロセッサ、102 …多重スベクトルビデオソース、103 …ビデオ画像、104 …カラーデジタル化装置、106 …デジタル信号プロセッサ、108…中央処理装置、116 …道路

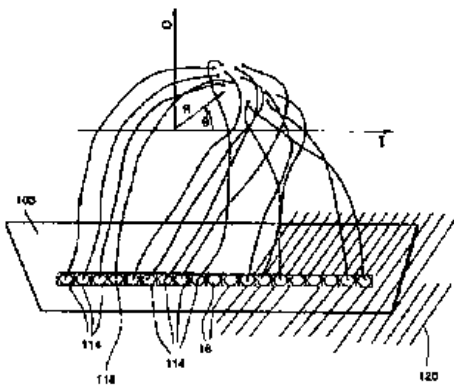
【図1】



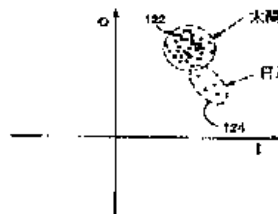
【図2】



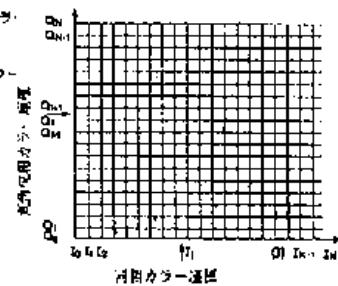
【図3】



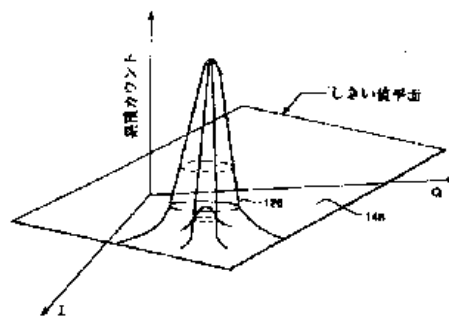
【図4】



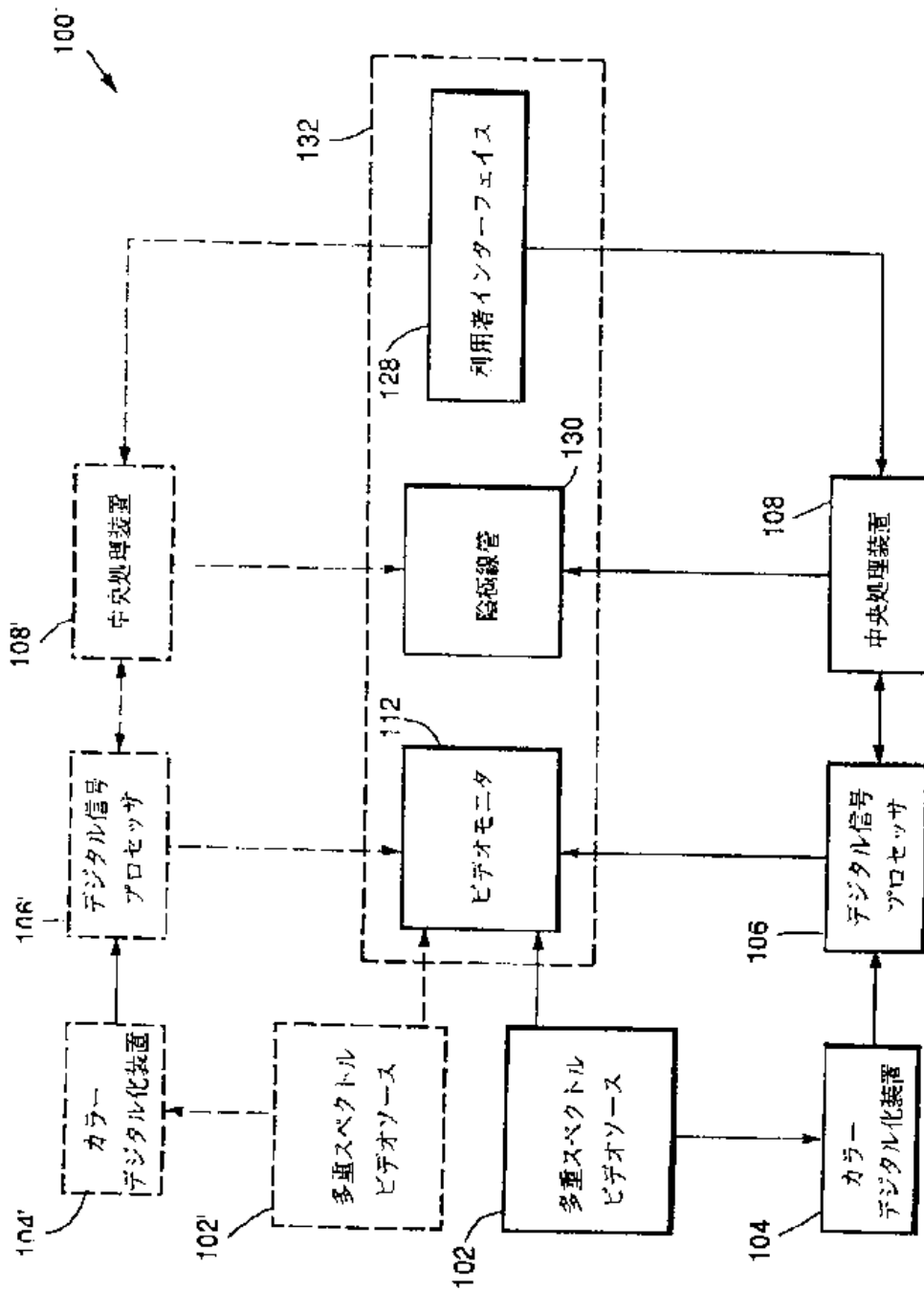
【図7】



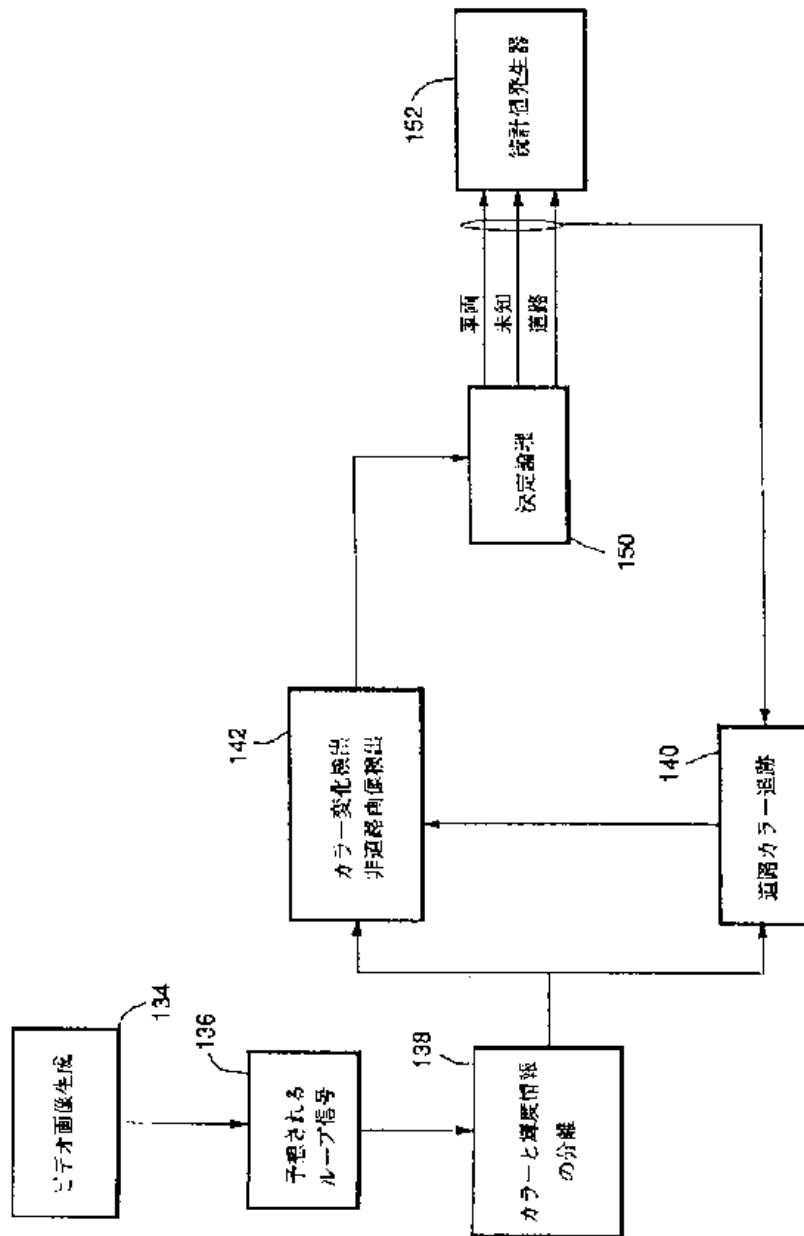
【図8】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 ゲリー・アール・カクニオ  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州  
 90028、ロサンゼルス、エメ・ソワード・  
 ストリート 1323

(72)発明者 デビット・アール・ステーションズ  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州  
 93065、シミ・バレイ、シナロア・ナンバ  
 ー192 1772



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **06-150198**

(43)Date of publication of application : **31.05.1994**

(51)Int.Cl. **G08G 1/16**

**G01C 3/06**

(21)Application number : **04-315965**

(71)Applicant : **NIPPON SEIKI CO LTD**

(22)Date of filing : **30.10.1992**

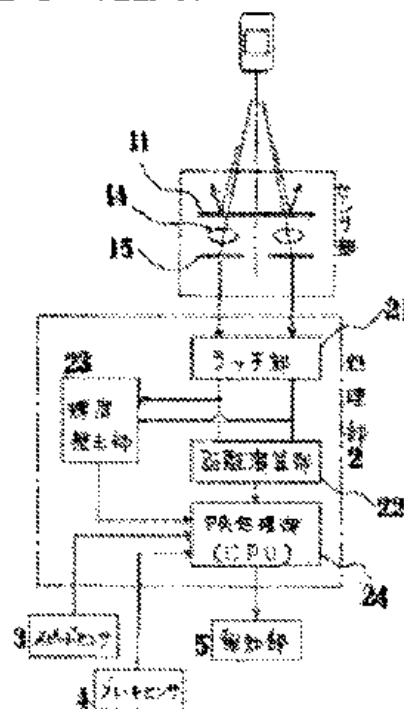
(72)Inventor : **YOSHIKAWA NOBUYOSHI  
TAKATO KATSUE  
KATORI KOUICHI**

## (54) INFORMING DEVICE FOR PREVENTION OF VEHICLE REAR-END COLLISION

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a practical device which can be used at night and surely informs a driver of a danger even in the case of a two-wheeled vehicle, travelling in a column of plural vehicles, or a cutting-in vehicle by judging whether an alarm is necessary or not basing on the quick luminance change and execution/non-execution of the brake operation and sounding a proper alarm.

**CONSTITUTION:** This device consist of a sensor part, a processing part 2, a speed sensor 3, a brake sensor 4, and a report part 5. The processing part 2 consists of a latch part 21, a distance calculating part 22, a luminance calculating part 23, and a central processing part 24. In this constitution, the central processing part 24 receives the output (the distance to the preceding vehicle) of the distance calculating part 22, the output (the luminance change of a red light source) of the brake sensor 23, input of respective data of the speed sensor 3 and the brake sensor 4; and if the luminance is increased as prescribed within a limited distance for a preliminarily set prescribed speed and it is judged that the brake is not operated, the report part 5 is operated. This part 5 gives a warning to the driver by a proper means like an alarm.



(51)Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 G 1/16		C 2105-3H		
G 0 1 C 3/06		V 9008-2F		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 4 頁)

(21)出願番号	特願平4-315965	(71)出願人	000231512 日本精機株式会社 新潟県長岡市東蔵王2丁目2番34号
(22)出願日	平成4年(1992)10月30日	(72)発明者	吉川 伸善 新潟県新潟市花町2069番地 東邦生命ビル 日本精機株式会社新潟テクニカルセンタ ー内
		(72)発明者	高頭 克庸 新潟県新潟市花町2069番地 東邦生命ビル 日本精機株式会社新潟テクニカルセンタ ー内
		(74)代理人	弁理士 近藤 彰

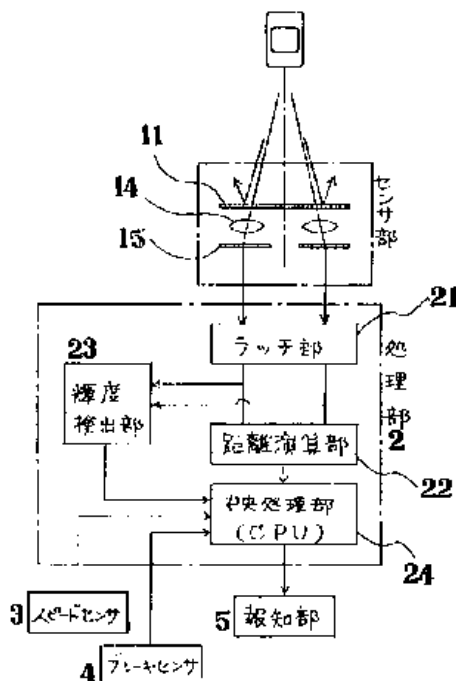
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両追突防止用報知装置

(57)【要約】

【目的】 夜間使用可能で、且つ二輪車や複数車両の縦列走行及び割り込み車両に於いても確実な危険報知をなす実用的な車両追突防止用報知装置を提供する

【構成】 車両の前方の赤色光のみを異なる位置より重なり合って一次元的に撮取る複数の撮像手段を備えたセンサ部1と、センサ部1の画像に基づいて前方車両との距離を演算検出すると共に、急激な輝度変化でのブレーキ操作の有無を検出し、警報の必要の適否を判別する処理部2と、処理部2の制御で警報を発する報知部5とで構成した



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の前方風景の赤色光のみを異なる位置より重なり合って一次的に撮取する複数の撮像手段を備えたセンサ部と、センサ部の画像中の同一対象個所の画素座標を基準にして撮取した車両前方物との距離を演算検出すると共に、所定の距離範囲内で所定以上の急激な輝度変化並びにブレーキ操作の有無に基づいて警報の必要の適否を判別する処理部と、処理部の制御によって適宜な警報を発する報知部とで構成されることを特徴とする車両追突防止用報知装置。

【請求項2】 請求項第1項記載の車両追突防止用報知装置に於いて、処理部に車両速度に対応して警報発生判別基準距離を定める機能を付設したことを特徴とする車両追突防止用報知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両に設置され、前方走行車両の制動状態を監視して、危険状態の際に運転者に報知する車両追突防止用報知装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】車両を運転する際に常に安全な車間距離を保ちながら運転すべきであるが、時として近接して走行する場合があります。先行車両がブレーキ操作すると当然赤色のブレーキランプが点灯し、後方車両運転者は前方車両の赤色点灯でこれを認識し、ブレーキ操作等の自車の安全走行操作を実施する。然し瞬間的な脇見運転等によってブレーキ操作が遅れると、追突事故を招いてしまう。

【0003】そこで従来より、近接距離内での前方車両のブレーキランプが点灯すると適宜な警報を発する装置が提案されている。具体的には、特開昭62-121599号公報には、前方車両をCCDカメラで撮影し、画像上の同じ高さに2個の赤色光源が存在したときこれを前方車両の制動ランプと判別し、この前方車両の制動ランプの画像上の距離で車間距離を判別し、自車の速度と前方車両との距離変化によつて前方車両との追突時間を算出し、一定時間以内と判別したときに警報を発する技術が開示されている。

【0004】また特開昭63-78300号公報には、前方車両を撮影するカメラの画像信号を処理して、特定色（ブレーキランプの赤色）の間に所定色度の所定大きさの領域（ナンバープレート）が認識できたときにブレーキランプオンと判断して所定の車間距離以下のとき警報を発する技術が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記の警報手段は、前方走行車両のブレーキランプの点灯の有無を二次元画像処理（TVカメラ）を使用しており、車両搭載に際して必ずしも実用的とは言えない。

10

20

30

40

50

【0006】またブレーキランプ点灯認識に於いて、両者ともに水平の二つの赤色光に基づく判別をおこなっているが、前方車両が必ずしも普通乗用車とは限らず、ブレーキランプが1灯の二輪車や、ブレーキランプ中間にナンバープレートが無い大型トラックの場合もあり、更に夜間は後尾灯として赤色ランプが点灯しているもので、この点灯はかならずしもブレーキオンを示すものでない等従来の警報手段は汎用性が無く実用的でない。

【0007】そこで本発明は、車両搭載が容易な一次元のラインセンサを使用した実用的な車両追突防止用報知装置を提案してものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る車両追突防止用報知装置は、車両の前方風景の赤色光のみを異なる位置より重なり合って一次的に撮取する複数の撮像手段を備えたセンサ部と、センサ部の画像中の同一対象個所の画素座標を基準にして撮取した車両前方物との距離を演算検出すると共に、所定の距離範囲内で所定以上の急激な輝度変化並びにブレーキ操作の有無に基づいて警報の必要の適否を判別する処理部と、処理部の制御によって適宜な警報を発する報知部とで構成されることを特徴とするものである。また前記装置に於いて特に処理部に車両速度に対応して警報発生判別基準距離を定める機能を付設したことを特徴とするものである。

【0009】

【作用】センサ部で前方風景中の赤色光のみを撮取し、光点（車両等の尾灯）が一次センサの検出模様（測定対象の画像一致点）となり、光点が一致するセンサ上の画素座標から、前記光点までの距離を求めることで、車両前方物との距離を測定し、これと同時に前記光点の輝度変化に基づきブレーキランプの点灯の有無を判断し、前方車両との距離又は更に自車速度を加味して、予め切呈した危険範囲無いであれば、警報を発して運転者の注意を促すものである。

【0010】

【実施例】次に本発明の実施例について説明する。本発明に係る車両追突防止用報知装置は、センサ部1と、処理部2と、スピードセンサ3と、ブレーキセンサ4と、報知部5とで構成されている。

【0011】センサ部1は、車両前方の風景を異なった位置での光入力とする一対の構成で、それぞれ入射光の内赤色光のみを通過させるフィルター11と、反射ミラー12と、反射プリズム13と、レンズ14及びラインセンサ15を備え、このラインセンサ15が画素要素と対応した受光センサ群（約6.2mmの幅内に36個のフォトダイオードを並列した）で形成され、入射風景（撮像）の赤色光のみの明暗度を把握するものである。

【0012】処理部2は、ラッチ部21と、距離演算部22と、輝度検出部23と、中央処理部24とからなり、ラッチ部21はセンサ部1のラインセンサ15の撮

像状態（画素と当該画素の輝度データ）を所定間隔（ミリ秒単位）でラッチし、距離演算部22及び輝度検出部23に送り、距離演算部22は撮像把握に基づいて、車両前方物の赤色光源との距離を演算算出するものである。

【0013】輝度検出部23は、ラッチ部21からの輝度データを一定回数保持し、数回前の入力データとの比較を行い、所定以上の輝度変化（微分処理）を検出したときに、検出データを中央処理部24に送るものである。

【0014】中央処理部24は、距離演算部22出力（前方車間距離）と輝度検出部23出力（赤色光源の輝度変化）と、スピードセンサ3と、ブレーキセンサ4の各データの入力を受け、予め設定した所定速度における限界距離内で、輝度が所定のアップとなり、且つブレーキが操作されていないと判別した場合に、報知部5を作動せしめるものである。報知部5は、警報等適宜な手段で運転者に警告を与えるものである。

【0015】而して車両に本発明装置を搭載しておく  
と、センサ部1で前方風景の赤色光のみの撮像が得られ、この撮像中の光点は前方車両のブレーキランプが主たるものであり、その撮像によって前方車両との車間距離が判別でき、急激な赤色輝度の増加はブレーキランプの点灯となるので、危険な車間距離での前方車両のブレーキ操作の有無を運転者に的確に伝えることになり、車両の安全走行が確保できるものである。

【0016】特に本発明装置は、一次元ラインセンサを採用したことによって車両搭載が容易となり、また単一の赤色光源でも適用できるので、二輪車、縦列走行、割り込み等の単一光源の状態でも距離測定ができ、更に同

で、夜間の尾灯が点灯した状態でも何等支障なく警報を発することができるものである。

【0017】

【発明の効果】本発明は、以上のように赤色光のみの一次元的な撮像手段を備え、撮取画像の画素座標を基準に前方車両との距離を演算検出すると共に、赤色光の輝度変化で前方車両のブレーキ操作の有無を検知し、危険状態を運転者に報知する装置で、簡単に車載でき、しかも二輪車や割り込み車両の場合や、夜間でも確実に危険報知でき、実用性に富んだ装置の提供が可能となったものである。

【図面の簡単な説明】

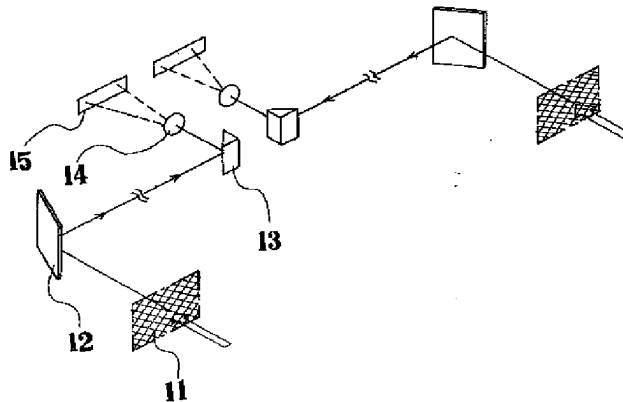
【図1】本発明の実施例のセンサ部の動作原理の説明図。

【図2】同全体の簡便なブロック図。

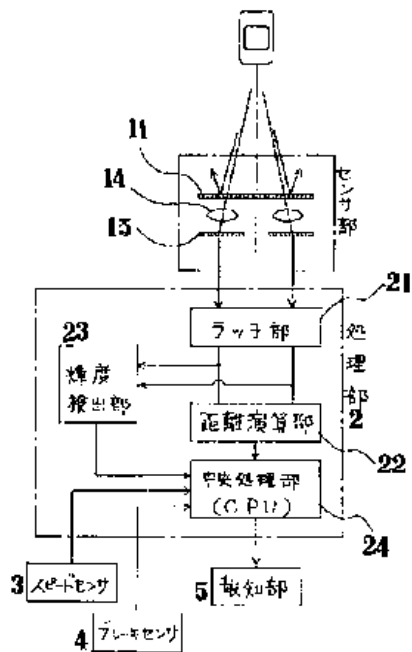
【符号の説明】

- 1 センサ部
- 11 フィルター
- 12 反射ミラー
- 13 反射プリズム
- 14 レンズ
- 15 ラインセンサ
- 2 処理部
- 21 ラッチ部
- 22 距離演算部
- 23 輝度検出部
- 24 中央処理部
- 3 スピードセンサ
- 4 ブレーキセンサ
- 5 報知部

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 嘉島 浩一  
新潟県新潟市花町2069番地 東邦生命ビル  
日本精機株式会社新潟テクニカルセンタ  
ー内

SVERIGE



PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET

UTLÄGGNINGSSKRIFT nr 336 535  
Int Cl B 60 q 1/14 kl. 63 c 65

P.ans. nr 17002/68 Inkom den 12 XII 1968  
Giltighetsdag den 12 XII 1968  
Ans. allmänt tillgänglig den 13 VI 1970  
Ans. utlagd och utläggnings-  
skriften publicerad den 5 VII 1971  
Prioritet ej begärd

H-P BAHANOWSKI, SKÄRHAMN

Ombud: G Lundell

Avbländningsanordning vid färdljusanläggningar för fordon

Föreliggande uppfinning hänför sig till avbländningsanordningar av i ingressen till patentkrav 1 angivet slag.

Speciellt vid möte mellan två fordon måste fordonens huvudbelysningar avbländas från fjärrbelysning, s.k. helljus till närbelysning, s.k. halvljus, varigenom undvikas att fordonens förare bländas under mötet. Vid kända avbländningsanordningar sker avbländningen vanligen genom släckning av en för helljus anordnad lystråd eller glödlampa under samtidig tändning av en för halvljus anordnad lystråd resp. glödlampa eller genom nedåtvridning av ljusknippen genom vridning av strålkastarna eller någon del av dessas optiska system. Vid samtliga dessa kända anordningar, vilka kunna vara inrättade för delvis automatisk funktion, sker avbländningen momentant. Detta medför den nackdelen att avbländning måste göras innan bländning av det mötande fordonets förare riskeras vid bibehållet helljus. En avbländning ända ned till halvljusets belysningsnivå är i detta ögonblick obefogad, men måste dock utföras på grund av att några mellanliggande belysningsgrader ej finnas och kunna på teknikens nuvarande ståndpunkt lämpligen ej heller införas, emedan en gradvis nedbländning måste utföras i takt med fordonens närmande till varandra, vilket skulle medföra en alltför stor belastning av förarens uppmärksamhet. Vid dessa kända anordningar föreligger således den nackdelen, att under ett visst skede av mötesförloppet är avbländningen o-

Dupl. kl. 63 c:66/01

befogat stor, varigenom den allvarliga risken för olyckshändelse genom otillräcklig belysning ökar. Dessutom medför en momentan avbländning, att ögat ej hinner anpassa sig till den nya, lägre belysningsnivån.

Ändamålet med föreliggande uppfinning är att åstadkomma en anordning vid vilken avbländning vid fordonsmöte sker automatiskt med en efter fordonens närmande gradvis ökande avbländning.

Detta uppnås medelst en anordning enl. patentkravs i kännetecknen.

I det följande beskrives en utföringsform av uppfinningen varvid hänvisas till bifogade ritning på vilken fig. 1 är en schematisk bild av avbländningsanordningen och fig. 2 ett diagram visande ett mötesförlopp.

I fig. 1 antydes medelst dubbelprickstreckade linjer ett fordon 1 med en vindruta 2 och ett antal strålkastare 3 varav en visas. Strålkastarna 3 ingå i avbländningsanordningen, vilken i övrigt består av en innanför vindrutan 2 placerad ljuskänslig anordning 4, exempelvis en fotocell, en servomotor 5, vilken medelst ett länksystem 6 är anordnad att vrida hela strålkastaren 3 eller någon del av dess optiska system kring en axel 7, samt en medelst förbindelseledningen 8 och 9 till fotocellen 4 resp. servomotorn 5 ansluten styrenhet 10. Axeln 7 är lämpligen något snett anbragt i förhållande till fordonets tväraxel och dessutom är resp. strålkastare eller någon del av dess optiska system så anbragt på axeln, att vid axelns vridning kommer det från strålkastaren härrörande ljusnippot 11 att vridas från ett framåt i färdriktningen och parallellt med vägbanan riktat ljusflöde, motsvarande s.k. helljus, till ett snett ned mot vägbanan och ut mot väggkanten riktat ljusflöde, s.k. asymmetriskt halvljus. Genom anpassning av axlarnas inriktning och vridningsvinkel kunna förändringarna i ljusflödets inriktning avstämmas till varje önskat förhållande. Styrenheten 10 är anordnad, att vid olika ljuspåverkan av fotocellen 4 på olika sätt påverka servomotorn 5, vilket senare skall beskrivas.

I fig. 2 visas i diagramform ett mötesförlopp varvid det med avbländningsanordningen enligt uppfinningen försedda fordonet 1 är för enkelhetens skull visat stillastående och i linje med linjen C. Ett mötande fordon 12 visas i två lägen, A och B, i förhållande till fordonet 1. De båda horisontella linjerna D och E representera, grafiskt belysningsstyrkan vid helljus resp. vid halvljus. Den grova, heldragna linjen F betecknar styrkan och dess variation hos ljuset från fordonet 1 under mötesförloppet. Verknings sättet för den beskrivna anordningen är följande: Vid färd i mörker påverkas ej fotocellen 4 av något ljusinfall, varvid styrenheten 10 är anordnad att hålla strömtillförseln genom ledningen 9 till servomotorn 5 bruten, vilket innebär att strålkastarna 3 inta sitt helljusläge. Vid möte med ett fordon kommer ljuset från detsamma strålkastare att träffa fotocellen 4, varvid styrenheten

10 över förbindelseledningen 8 påverkas och är därvid anordnad att sända en ström genom förbindelseledningen 9 till servomotorn 5, som därvid över länksystemet 6 börjar att vrida strålkastaren 3 resp. någon del av dess optiska system kring axeln 7 så att ljusknippet 11 börjar att vridas nedåt mot vägbanan och utåt mot väggkanten. Styrenheten är därvid så anordnad, att denna vridning sker i proportion till det av fordonens närmande till varandra föranledda ökade ljusinfallet mot fotocellen 4 så att avbländningen, d.v.s. ljusknippets 11 nedåtvridning sker snabbare ju snabbare fordonen närmar sig varandra. För den av servomotorn 5 åstadkomna vridningen är ett ändlägestopp så anordnat, att ljusknippets maximala nedåtvridning motsvarar normalt halvljus.

När fordonen passerat varandra upphör ljuspåverkan av fotocellen 4, varvid anordningen är inrättad att återställa ljusknippet till helljusläge. Skulle det mötande fordonet vika av på en sidoväg eller på annat sätt avvika ur färdriktningen återgår även ljusknippet automatiskt till helljusläge.

Det i fig. 2 visade händelseförloppet innebär således att vid ett avstånd mellan fordonen 1 och 12, som är lika med sträckan AC, äro fordonets 1 strålkastare ännu inställda i helljusläget, vilket representeras av nivån D. När detta avstånd AC underskrides vrider sig ljusknippet successivt nedåt, varvid belysningen i riktning mot fordonet 12 successivt minskar enligt kurvan F till dess avståndet mellan fordonen 1 och 12 krympt till sträckan BC, där den från fordonet 12 mot fotocellen i fordonet 1 infallande belysningen nått sådan styrka, att ljusknippet på beskrivet sätt vridits ned till det halvljusläget motsvarande ändläget, nivån E. När fordonen mötas, d.v.s. när båda befinna sig vid linjen C, återgår fordonet 1 till helljusnivån D.

Vid momentan avbländning skulle istället belysningen minska längs linjen A direkt från D till E. Den av linjerna A, E och F begränsade triangeln representerar således den förbättring i belysning, som medelst anordningen enligt uppfinningen erhålles under mötesförloppet, en förbättring, som torde medföra en minskning av antalet mörkerolyckor.

Om fordonet 12, som förutsättes ha en känd, för momentan avbländning anordnad belysningsanläggning, under passerandet av sträckan AB bländar av, kommer ljusinfallet mot fordonets 1 fotocell momentant att minska, vilket vid den beskrivna anordningen skulle leda till, att dess ljusknippe åter skulle börja vrida sig uppåt tills dess att fordonen komma så nära varandra, att ljusinfallet mot fotocellen åter uppnått ett tillräckligt högt värde. För att undvika detta, kan styrenheten 10 vara inrättad för två olika belysningsnivåer, eventuellt vara ansluten till två olika, för olika känslighet anordnade fotoceller, så att vid en momentan ljusminskning, såsom vid en avbländning, den lägre känslighetsnivån automatiskt intages. Styrenheten 10 resp. de två fotocellerna,



bör därvid vara anordnade för en differens mellan de nämnda två känslighetsnivåerna, vilken motsvarar den normala belysningsdifferensen mellan ett fordon's hel- och halvljus.

Det nämnda strålkastarnas vridning nedåt begränsande ändlägesstoppet bestämmer vid halvljus ljusknippets vinkel i förhållande till fordonet och vid normalt lastat fordon erhålles även en bestämd vinkel i förhållande till vägbanan. Vid ett fordon, som är så lastat, att dess vinkel i längdriktningen förändras i förhållande till vägbanan kommer även ljusknippets vinkel mot vägbanan att förändras, vilket kan leda till bländning av ett annat fordon's förare. Detta kan på ett enkelt sätt undvikas vid föreliggande uppfinning om nämnda ändlägesstopp anpassas till fordonets lastvinkel. Detta kan ske manuellt eller automatiskt genom styrning från lägeskännande organ.

De i avbländningsanordningen ingående enheterna ha ej beskrivits med avseende till sin anordning endast med avseende till sin funktion, men de kunna uppbyggas av bl.a. från teletekniken kända komponenter. Därvid bör lämpligen servomotorn 5 utrustas med någon form av fördröjning, så att tillfälliga förändringar i styrkan hos det mot fotocellen infallande ljuset, t.ex. genom fordonssvängning på grund av ojämn vägbanan ej medför en hastig fram- och återsvängning av ljusknippet.

Avbländningsanordningen måste givetvis även utrustas med anordningar för manuell manövrering, vilka användas när, man önskar blända av vid körning bakom ett annat fordon, varvid belysningen från dess baklyktor ej räcker till för att anordningen skall bringas i verksamhet, eller vid stadskörning. För stadskörning kunna även strålkastarna vara utrustade för manuellt påverkad nedåtvridning utöver det nämnda, för automatisk drift anordnade ändläget. Det har nämligen visat sig att vid körning på upplysta stadsgator är en belysningsstyrka, liggande under nivån för halvljuset, lämplig.

Den beskrivna och på ritningen visade anordningen kan varieras inom ramen för efterföljande patentkrav utan att uppfinningstanken därför frångås.

Patentkrav

1. Avbländningsanordning vid färdljusanläggningar för fordon, vilken anläggning innefattar ett antal i fordonets färdriktning riktade strålkastare (3) vars optiska system är så vridbart anordnat, att de från strålkastarna (3) utgående ljusknippena kunna successivt omställas mellan en riktning i huvudsak parallell med vägbanan, så kallat helljus, och ett ned mot vägbanan riktat läge, så kallat halvljus, för vilken omställning servorgan (5, 6) finnes anordnade att styras från en styrenhet (10), vilken påverkas av ett ljuskänsligt organ (4) anordnat att uppmäta det framifrån mot fordonet infallande ljuset, varvid styrenheten är anordnad, att vid ett visst tröskelvärde understigande uppmätt värde på sagda infallande ljus påverka servorgan (5, 6) så att strålkastarnas (3) optiska system intar sagda helljusläge, men vid uppnående av sagda tröskelvärde påverka servorganen (5, 6) att begynda omställning till nämnda halvljusläge, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v, att styrenheten (10) därjämte är anordnad att påverka servorganen (5, 6), att meddela strålkastarna (3) ett antal omställningslägen mellan helljus och halvljus, vilka lägen vardera motsvara vissa bestämda värden på det av det ljuskänsliga organet (4) registrerade infallande ljuset.
2. Avbländningsanordning enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v, att medan halvljusläget motsvaras av ett enda värde på det av det ljuskänsliga organet (4) registrerade infallande ljuset, tröskelvärdet, motsvaras halvljusläget och lägena mellan hel- och halvljus vardera av två alternativa, längs två förutbestämda kurvor förlöpande registreringsvärden upp till två alternativa, halvljusläget motsvarande maximivärden, varvid differensen mellan sagda kurvors motsvarande värden i huvudsak motsvarande differensen mellan de registrerade ljusvärdens från ett mötande fordon vid omkoppling från hel- till halvljus och att styrenheten (10) är anordnad att automatiskt skifta mellan de båda kurvorna under inflytande av momentana växlingar i det infallande ljuset, så att vid momentan avbländning av ett mötande fordons ljus, styrningen av strålkastarnas (3) avbländningsläge förflyttas från den ena kurvan till den andra, varigenom sagda avbländningsläge i huvudsak icke momentant förändras.
3. Avbländningsanordning enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v, att för sagda halvljusläget motsvarande ändläge finnes ändlägestopp så anordnade, att de kunna justeras för korrigering av förändringar i fordonets lastvinkel.

ANFÖRDA PUBLIKATIONER:

USA 2 820 925 (315-83)

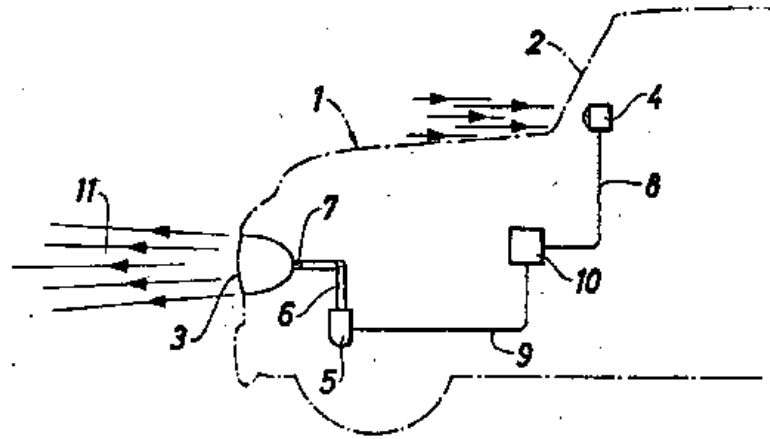


FIG. 1

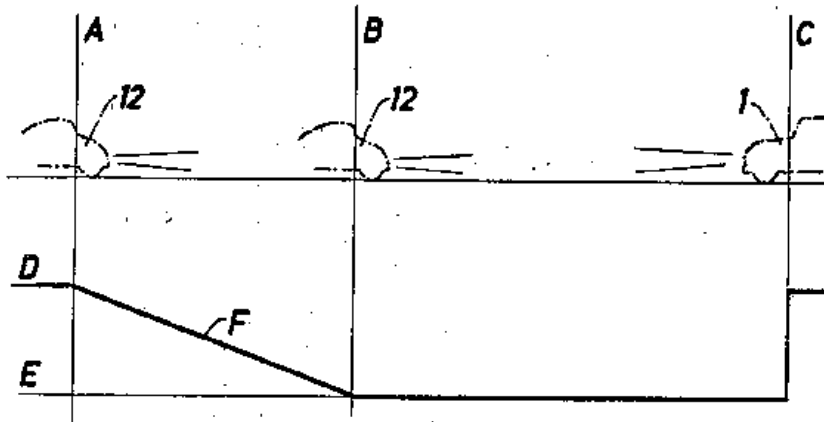


FIG. 2



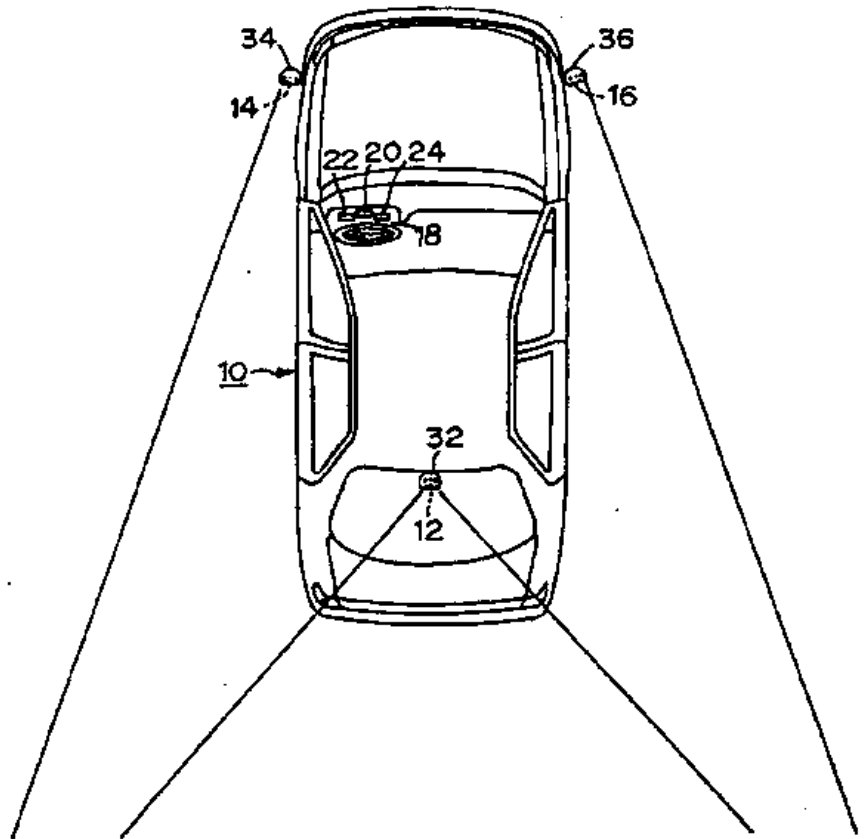
INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

<p>(51) International Patent Classification <sup>6</sup> : <b>B60R 1/00</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) International Publication Number: <b>WO 96/21581</b> (43) International Publication Date: 18 July 1996 (18.07.96)</p>
<p>(21) International Application Number: PCT/KR95/00010 (22) International Filing Date: 13 February 1995 (13.02.95) (30) Priority Data: 1995/516 13 January 1995 (13.01.95) KR (71) Applicant (for all designated States except US): NINE LIGHTS &amp; COMPANY [KR/KR]; 25-6, Chongam-1dong, Sungbuk-ku, Seoul 136-091 (KR). (72) Inventor; and (75) Inventor/Applicant (for US only): BANG, Young, Soo [KR/KR]; 8-101, Hyundai Mansion, 605-4, Sinsa-dong, Kangnam-ku, Seoul 135-120 (KR). (74) Agent: BAEK, Young, Bang; #1202, Daeheung Building, 648-23, Youksam-dong, Kangnam-ku, Seoul 135-080 (KR).</p>	<p>(81) Designated States: AU, BG, BR, CA, CN, CZ, HU, JP, PL, RU, US, VN, European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Published With international search report.</p>	

(54) Title: BACKWARD AND SIDE-BACKWARD WATCHING SYSTEM FOR AUTOMOBILE

(57) Abstract

This invention is a backward and side-backward watching system of automobile which is made such that, in order that a driver can exactly watch the backward and side-backward at the same time with looking at front-ward without turning one's head in wide width, small TV cameras (12, 14, 16) equipped at back and both sides of automobile (10) and image monitors (20, 22, 24) attached to an instrument board (18) of automobile (10) are connected each other, so that the image signals of backward and side-backward of automobile outputted from the small TV cameras (12, 14, 16) can be displayed to a driver through the image monitors (20, 22, 24).



**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AM	Armenia	GB	United Kingdom	MW	Malawi
AT	Austria	GE	Georgia	MX	Mexico
AU	Australia	GN	Guinea	NE	Niger
BB	Barbados	GR	Greece	NL	Netherlands
BE	Belgium	HU	Hungary	NO	Norway
BF	Burkina Faso	IE	Ireland	NZ	New Zealand
BG	Bulgaria	IT	Italy	PL	Poland
BJ	Benin	JP	Japan	PT	Portugal
BR	Brazil	KE	Kenya	RO	Romania
BY	Belarus	KG	Kyrgyzstan	RU	Russian Federation
CA	Canada	KP	Democratic People's Republic of Korea	SD	Sudan
CF	Central African Republic	KR	Republic of Korea	SE	Sweden
CG	Congo	KZ	Kazakhstan	SG	Singapore
CH	Switzerland	LI	Liechtenstein	SI	Slovenia
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SK	Slovakia
CM	Cameroon	LR	Liberia	SN	Senegal
CN	China	LV	Latvia	SZ	Swaziland
CS	Czechoslovakia	LT	Lithuania	TD	Chad
CZ	Czech Republic	LU	Luxembourg	TG	Togo
DE	Germany	LV	Latvia	TJ	Tajikistan
DK	Denmark	MC	Monaco	TT	Trinidad and Tobago
EE	Estonia	MD	Republic of Moldova	UA	Ukraine
ES	Spain	MG	Madagascar	UG	Uganda
FI	Finland	ML	Mali	US	United States of America
FR	France	MN	Mongolia	UZ	Uzbekistan
GA	Gabon	MR	Mauritania	VN	Viet Nam

- 1 -

BACKWARD AND SIDE-BACKWARD WATCHING SYSTEM  
FOR AUTOMOBILE

TECHNICAL FIELD

5

The present invention relates to a novel backward and side-backward watching system for automobile.

BACKGROUND ART

10

Heretofore, a driver has distinguished objects existing at backward and side-backward through a inside mirror and both of outside mirrors.

In other word, heretofore since backward  
15 direction and side-backward direction were observed through a reflection image by a inside mirror and outside mirrors, in case of outside mirrors, invisible parts, i.e., dead angle zones were much, and in night  
20 time, objects could not be distinguished because of glaring due to head light of automobile running at rear, in case of running on raining road, the reflection images by the inside mirror and outside  
25 mirrors were not exactly visible due to rain drops stained to back window and side windows during running the raining road because the inside mirror and outside

- 2 -

mirrors are visible through the back window and side windows of the automobile, in order that a driver who has looked at front watches backward and side-backward during running, since he or she should turn one's eyes  
5 toward the inside mirror and the outside mirrors, considerable feeling of burden was given to the driver, and particularly there has been a problem that excessive feeling of burden was given to a beginning driver or a driver during running on a road which is  
10 not well acquainted so that a feeling of fatigue was easily felt or an accident against safety was induced.

And, a freight car such as big truck or bus and the like is difficult to secure a backward field of vision so that it is almost impossible to watch for a small  
15 vehicle approached to back or obstacle, and therefore there has been a problem that worry to induce a rear-end collision accident during running was much.

#### DISCLOSURE OF INVENTION

20

Inventor of this application has become to know that a driver can exactly watch front-ward, backward, and side-backward at same time without turning one's head in wide width if a situation of backward and  
25 side-backward directions is made to be able to see at

- 3 -

an instrument board of automobile, so it has come to complete this invention.

It is an object of the present invention to provide a backward and side-backward watching system of automobile which is made to display an image signal 5 outputted from small TV cameras equipped at both side of front and rear of automobile through an image monitors attached to an instrument board of automobile.

10

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG.1 is a plane view of an automobile showing an example equipped with a watching system in accordance with the present invention, 15

FIG.2 is a wiring diagram of the watching system shown in FIG.1, and

FIG.3 is a wiring diagram showing an example of another embodiment of the watching system shown in 20 FIG.2.

#### BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

Hereinafter, a preferred embodiment of the present invention will be described more in detail 25



- 4 -

with reference to the accompanying drawings.

The present invention, as shown in FIG.1 and 2, is an article that small TV cameras 12,14,16 equipped at back and both sides of front of automobile 10 and  
5 image monitors 20,22,24 attached to an instrument board 18 of automobile 10 are connected by cord wires 26,28,30, so as to be able to display the backward and side-backward image signals of automobile outputted from the small TV cameras 12,14,16 through the image  
10 monitors 20,22,24 to a driver.

The small TV cameras 12,14,16 are fixed to the automobile 10, and they are protected and supported within housings 32,34,36 of one end opened container form so as not to be smeared by rain drops, muddy  
15 water and dust.

The image monitors 20,22,24 are made by a small cathode ray tube (CRT) or small liquid crystal display (LCD).

In the present invention, the small TV cameras  
20 12,14,16 are desirable to use an ordinary incident light reduction filter in order to prevent a glazing by head light of automobile running at rear at night time, and the small TV cameras 12,14,16 are also desirable to use a variable focus TV camera capable of  
25 watching by selecting the objects existing at remote

- 5 -

or near distance, and the image monitors 20,22,24 or wide angle image monitor 40 can be made to obtain a picture in which traffic accident spot looks are contained and recorded by connecting a usual recording  
5 means 42.

In the present invention, the image monitors 20,22,24 or the wide angle image monitor 40 may be equipped not only to the instrument board 18 but to a place equipped with conventional inside mirror.

10 Explaining an operation and effect of the present invention constructed as these, it will be as follows.

In accordance with the present invention, since a driver can watch the image of backward and side-backward of automobile taken by the small TV cameras  
15 12,14,16 equipped at backward and side-backward of the automobile 10 through the image monitors 20,22,24 or the wide angle monitor 40 attached around the instrument board 18 residing at front of driver' seat, the driver can easily catch the situation of backward  
20 and side-backward of automobile with looking at the front-ward during running.

Accordingly, since the driver is good if he or she does not turn one's eyes and look at the inside mirror and both outside mirrors during running in  
25 order to watch backward and side-backward, the feeling

- 6 -

of burden is not given to the driver whereby the feeling of fatigue according to the driving is reduced, and it gives much help for safety driving.

5     INDUSTRIAL APPLICABILITY

Since the present invention watches the image taken by the small TV cameras 12,14,16 equipped at exterior of the automobile 10 through the image  
10 monitors 20,22,24 or the wide angle image monitor 40 within inside of room of automobile 10 without watching the situation of backward and side-backward directions through a back window and side windows of automobile, an obstacle of visual field due to a rain  
15 drops stained to car windows during running on rainy road is not present, therefore it provides the backward and side-backward watching visual field necessary for the safety driving to a driver without almost receiving any influence of weather change, and  
20 it has advantage that the picture contained and recorded with traffic accident spot looks can be obtained by utilizing the recording means 42 connected with the image monitors 20,22,24 or the wide angle image monitor 40.

25

- 7 -

CLAIMS :

1. Backward and side-backward watching system of  
5 automobile which is made such that small TV cameras  
12,14,16 equipped at backward and side-backward of  
automobile 10 and image monitors 20,22,24 attached to  
an instrument board 18 of the automobile 10 are  
connected each other, so that image signals of  
10 backward and side-backward of automobile outputted  
from the small TV cameras 12,14,16 can be displayed to  
a driver through the image monitors 20,22,24.

2. Backward and side-backward watching system of  
automobile as defined in claim 1, which is made by  
15 connecting the small TV cameras 12,14,16 to an  
ordinary panoramic image synthesizer 38 and a wide  
angle image monitor 40.

3. Backward and side-backward watching system of  
automobile as defined in claim 1 or 2, which comprises  
20 a recording means 42.

25

FIG. 1

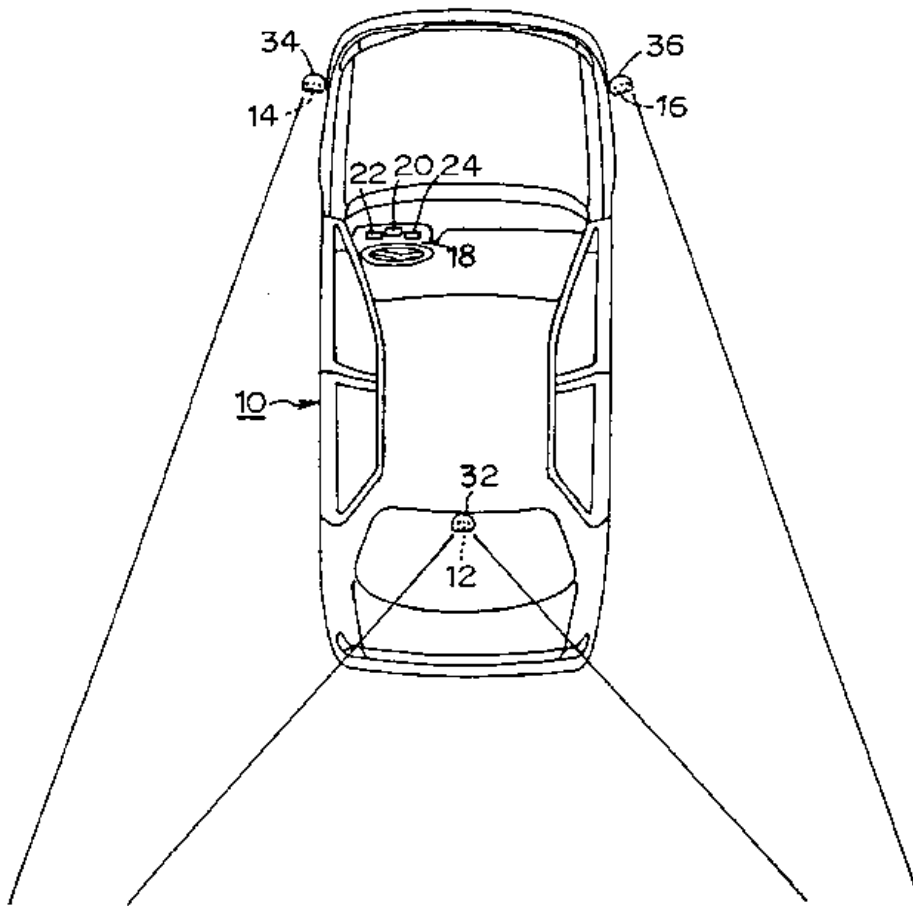


FIG.2

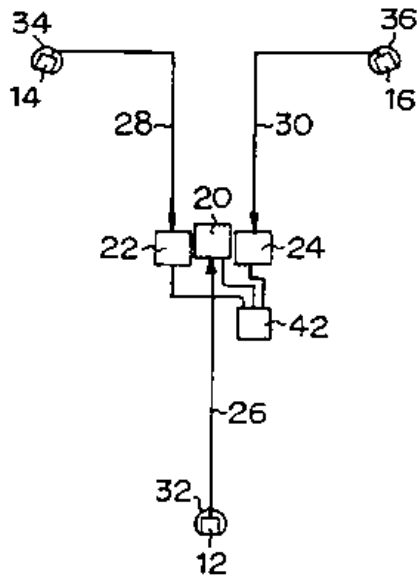
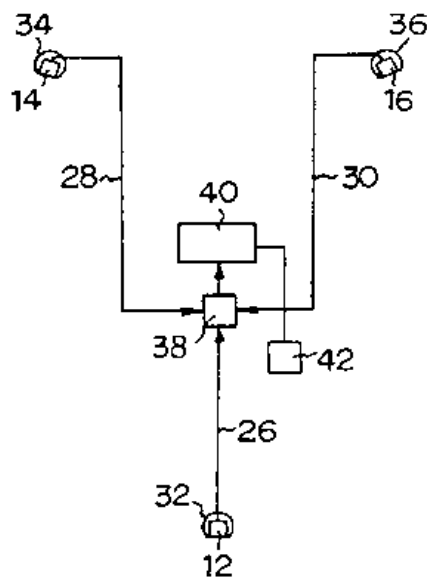


FIG.3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR 95/00010

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC<sup>6</sup>: B 60 R 1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC<sup>6</sup>: B 60 R 1/00, 11/00, 11/04; H 04 N 7/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 90/01 853 A1 (PETROSSIAN) 22 February 1990	1
A	(22.02.90), fig. 1-5; abstract.	2
X	FR 2 465 612 A1 (SANTENERO) 27 March 1981 (27.03.81),	1
A	fig. 1-3.	2
A	FR 1 377 315 A (LANGER) 28 September 1964 (28.09.64),	1,2
	fig. 1.	
A	US 4 214 266 A (MYERS) 22 July 1980 (22.07.80), fig.1.	1
X	DE 30 15 737 A1 (EUMIG) 13 November 1980 (13.11.80),	3
	claim 1; fig. 5,6.	
X	AT 398 295 B (KAINZ) 15 March 1994 (15.03.94), totality.	3
	----	

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 August 1995 (28.08.95)

Date of mailing of the international search report

04 September 1995 (04.09.95)

Name and mailing address of the ISA/ AT

AUSTRIAN PATENT OFFICE  
Kohlmarkt 8-10  
A-1014 Vienna  
Facsimile No. 1/53424/535

Authorized officer

Pangratz e.h.

Telephone No.

1/53424/413

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

PCT/KR 95/00010

In Recherchenbericht angeführtes Patentdokument Patent document cited in search report Document de brevet cité dans le rapport de recherche	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication	Mitglied(er) der Patentfamilie Patent family member(s) Membre(s) de la famille de brevets	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication
WO A1 9001853	22-02-90	AU A1 41883/89 US A 4910591	03-03-90 20-03-90
FR A1 2465612	27-03-81	keine - none - rien	
FR A 1377315		keine - none - rien	
US A 4214266	22-07-80	keine - none - rien	
DE A1 3015737	13-11-80	keine - none - rien	
AT B 398295	25-11-94	AT A 1810/92 EP A1 550397 JP A1 5346647 AT B 398295 AT B 398294	15-02-94 07-07-93 07-12-93 05-03-94 01-11-94



(54) [Title of the Invention] Display Apparatus for Moving Body

(57) [Abstract]

[Purpose] To provide an efficient display apparatus for a moving body, which saves  
5 space and provides high visibility as well as is available for multi-purpose use.

[Constitution] In a display apparatus for a moving body, installed in a moving body  
such as an automobile, vehicle, ship and aircraft, a display drive portion including a  
power source portion, information memory portion and display control portion is  
provided to a display housing portion provided with a substantially flat display and a  
10 display interface circuit. An attaching portion is provided to the display housing  
portion so that the display housing portion is movably attached with respect to a fixed  
portion of the moving body.

[Effect] The display apparatus can be installed easily in a moving body that is  
subject to a substantial spatial restriction. Easy operation of the display apparatus  
15 allows the display apparatus to be seen in an appropriate position and at an  
appropriate angle. The display portion can also be used for other apparatuses  
required, which is useful and saves space.

[0002]

[Prior Art] Since many display apparatuses are used for moving bodies of various  
20 kinds, such as automobiles, vehicles, ships, and flying objects, the amount of  
information required is increasing. A display apparatus used for these moving bodies  
requires high reliability and visibility as well as lightness and compactness. It is also  
required that, depending on the types of information, display apparatuses or a part  
25 thereof can be housed in such a place that the apparatus is not obstructive, when not in  
use. The above-mentioned types of information may include: maintenance and  
operation manual for a moving body, maps, charts, traffic information, weather  
information and other operational information; travel, sightseeing and accommodation  
guides and other accessory information; television, video and other image  
30 information. When the amount of maintenance information is small, indicators like  
lamps, for example, are used. If the number of lamps used is small, the apparatus can  
be compact.

[0003]

[Problems to be Solved by the Invention] However, when the amount of information increases or in the case of other information mentioned above, such large amount of information requires a flat display. This kind of display may include a cathode-ray tube (CRT), liquid crystal display (LCD), electro-luminescence (EL), plasma display panel (PDP), vacuum fluorescent display (VFD) and light emitting diode (LED).  
5 Among these displays, a CRT, which has a large volume, is disadvantageous to be used for a moving body, comparing with other flat displays. A flat display that incorporates a power source, drive, memory device, operating switch and the like also has a substantial volume.

10

[0026] FIG. 9 is a schematic drawing to show an example, in which the display apparatus for a moving body according to the embodiment shown in FIG. 8 is applied to an automobile. In this example, the display apparatus is installed in the automobile such that the display housing portion 2 is located inside the windshield, in front of a driver and higher than the driver's eye level. In this case, the display housing portion  
15 2 functions not only as a display portion of the display apparatus but also as a sunshade. The movable display housing portion 2 can be used as a sunshade since the display housing portion 2 occupies a considerably large area,

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 R 11/02		C 9144-3D		
G 0 9 F 9/00	3 1 2	6447-5G		

審査請求 未請求 請求項の数13(全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平3-212048	(71) 出願人	000004293 株式会社ノリタケカンパニーリミテド 愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号
(22) 出願日	平成3年(1991)8月23日	(72) 発明者	可児 章 愛知県犬山市富岡新町5丁目36番地
		(72) 発明者	左合 澄人 愛知県豊明市二村台3丁目1番地の1 豊明団地54棟207号室
		(72) 発明者	飯島 基 愛知県一宮市千秋町芝原309番地
		(74) 代理人	弁理士 中村 稔 (外7名)

最終頁に続く

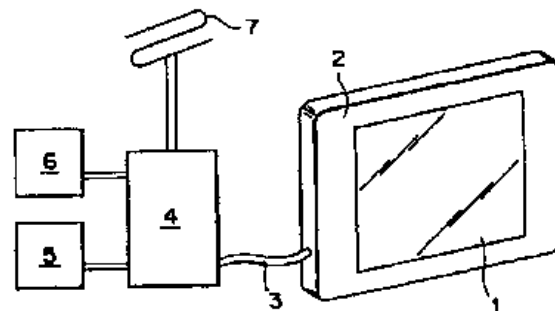
(54) 【発明の名称】 移動体用表示装置

(57) 【要約】

【目的】 空間を節約でき、視認性が良く、且つ多用途利用が可能な効率の良い移動体用表示装置を提供することである。

【構成】 自動車、車両、船舶、航空機等の移動体に搭載して用いる移動体用表示装置において、フラットディスプレイおよび表示インタフェース回路を設けた全体として偏平な表示ハウジング部に対して、電源部、情報メモリ一部、表示制御部等の表示駆動部を設け、表示ハウジング部を移動体の固定部に対して可動のように取り付けるための取付け部を表示ハウジング部に設ける。

【効果】 空間的制約が大きい移動体中に容易に設置することができ、操作性が良く適正な位置および角度で表示を見ることができるようになることができる。また、表示部が他に必要な装置を兼用することができるので、便利であり空間の節約にもなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 自動車、車両、船舶、航空機等の移動体に搭載して用いる移動体用表示装置において、フラットディスプレイおよび表示インタフェース回路を設けた全体として扁平な表示ハウジング部に対して、電源部、情報メモリー部、表示制御部等の表示駆動部を設け、前記表示ハウジング部を前記移動体の固定部に対して可動なように取り付けるための取付け部を前記表示ハウジング部に設けたことを特徴とする移動体用表示装置。

【請求項2】 前記取付け部は、前記表示ハウジング部の一辺に沿って設けられたヒンジである請求項1記載の移動体用表示装置。

【請求項3】 前記取付け部は、前記移動体の前記固定部に取り付けられる軸受け部と、該軸受け部に一端を装着し他端を前記表示ハウジング部の一端近くに接続した回転軸とを備える請求項1記載の移動体用表示装置。

【請求項4】 前記取付け部は、前記表示ハウジング部の一辺を括着して前記移動体の前記固定部に取り付けられるパイプであり、前記表示駆動部は、ケーブルガイドと共に前記パイプ内を通した可撓性ケーブルを介して前記表示ハウジング部に接続される請求項1記載の移動体用表示装置。

【請求項5】 前記取付け部は、ユニバーサルジョイントである請求項1記載の移動体用表示装置。

【請求項6】 前記取付け部は、前記移動体の前記固定部に取り付けられるスライド軸受けと、該スライド軸受けに一端を装着し他端を前記表示ハウジング部に接続したスライド軸とを備え、前記表示駆動部は、前記スライド軸を通した可撓性ケーブルを介して前記表示ハウジング部に接続される請求項1記載の移動体用表示装置。

【請求項7】 前記取付け部は、前記移動体の前記固定部に取り付けられるスライド軸受けと、前記表示ハウジング部の一端近くに設けられた回転軸受けと、前記スライド軸受けに一端を装着し他端を前記回転軸受けに装着させた回転スライド軸とを備え、前記表示駆動部は、前記回転スライド軸を通した可撓性ケーブルを介して前記表示ハウジング部に接続される請求項1記載の移動体用表示装置。

【請求項8】 前記表示ハウジング部には、前記フラットディスプレイと同一面に操作キーが設けられている請求項1から7のうちのいずれかに記載の移動体用表示装置。

【請求項9】 前記表示ハウジング部の厚さは、15mm以下である請求項1から8のうちのいずれかに記載の移動体用表示装置。

【請求項10】 前記表示駆動部は、前記表示ハウジング部が観視者の視野から隠れる位置において表示を消す機能を有する請求項1から9のうちのいずれかに記載の移動体用表示装置。

【請求項11】 前記表示駆動部は、前記移動体が移動

中の場合またはその移動速度が規定値以上の場合に表示を消す機能を有する請求項1から10のうちのいずれかに記載の移動体用表示装置。

【請求項12】 前記表示ハウジング部は、日除け、テーブル、扉、容器の一部のうちの少なくとも一つとして兼用される請求項1から11のうちのいずれかに記載の移動体用表示装置。

【請求項13】 前記フラットディスプレイは、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、エレクトロルミネッセンスディスプレイ、発光ダイオードディスプレイのうちの少なくとも一つである請求項1から12のうちのいずれかに記載の移動体用表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、表示装置に関し、特に、自動車、車両、船舶、航空機等の移動体に搭載して用いる表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 各種の移動体、例えば、自動車、車両、船舶および各種の飛行体等においては、多くの表示装置が利用されており、必要とされる情報量は増加の傾向にある。これら移動体に使用される表示装置は、高信頼性で視認性が良いと共に、軽量コンパクトであることも要求される。また、情報の種類によっては、表示が不必要なとき表示装置あるいはその一部が、邪魔にならない場所に収容できることも要求される。このような情報として、例えば、移動体の保守、操作マニュアル、地図、航路、交通状況、気象状況と言った各種運行に関する情報、旅行、観光、宿泊案内等の付帯情報、テレビ、ビデオ等の映像情報等がある。保守に関するもので情報量が少ない場合、例えば、ランプ等の表示器が使用され、ランプ数が少なければコンパクトな装置として実現されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、保守情報量が増大したり、前述した他の情報においては、情報量が非常に多いので、平面的な表示機器が必要になる。このような表示機器の例として、CRT、液晶(LCD)、エレクトロルミネッセンス(EL)、プラズマディスプレイ(PDP)、蛍光表示管(VFD)、発光ダイオード(LED)等の各種ディスプレイがある。これら表示機器の内、CRTは体積が大きく、他のフラットディスプレイと比較して、移動体用には不利である。フラットディスプレイといえども、その電源、駆動装置、メモリー装置や操作スイッチ等を一体に組み込んだ装置にあっては、相当な体積を有するものになる。

【0004】 こうした表示装置を移動体中で使用する場合、他の計器や操作装置の邪魔にならないため、設置場所は制限を受け表示が見にくくなる傾向にある。また、フラットディスプレイが、壁面等にはめ込まれて使用さ

れる例もあるが、これは、表示という単一用途の利用であって効率がよいとは言えない。

【0005】以上説明したように、従来の移動体中での表示装置は、表示情報量が多いと体積も相当に大きくなり、設置位置が制限され表示が見にくかったり、見にくい場合でもその位置を変えることは困難であった。さらに、表示単一用途しか利用されず効率が悪かったので、空間を節約でき、視認性が良く、且つ多用途利用が可能な効率の良い表示装置が切望されているのが現状である。

【0006】本発明の目的は、これら従来技術の問題点を解消し、空間を節約でき、視認性が良く、且つ多用途利用が可能な効率の良い移動体用表示装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、自動車、車両、船舶、航空機等の移動体に搭載して用いる移動体用表示装置において、フラットディスプレイおよび表示インタフェース回路を設けた全体として扁平な表示ハウジング部に対して、電源部、情報メモリー部、表示制御部等の表示駆動部を設け、前記表示ハウジング部を前記移動体の固定部に対して可動なように取り付けるための取付け部を前記表示ハウジング部に設けたことを特徴とする。

【0008】

【実施例】次に、添付図面に基づいて、本発明の実施例について本発明をより詳細に説明する。

【0009】図1は、本発明の一実施例としての移動体用表示装置の全体の構成を示す概略図である。この移動体用表示装置は、表示部であるフラットディスプレイ1を有する表示ハウジング部2と、この表示ハウジング部2に可換性ケーブル3を介して接続された表示駆動部とを備えている。この実施例では、表示駆動部は、表示制御部4と、電源部5と、情報メモリー部6と、受信装置7とを備えている。これら各部分は、自動車、車両、船舶、航空機等の移動体の固定部に取り付けられるものである。

【0010】図2に示すように、表示ハウジング部2には、その下辺部にそって、ヒンジ81が取り付けられていて、このヒンジ81を移動体内の適当な固定部に取り付けることにより、表示ハウジング部2は、固定部に対して矢印方向に回動して、観視者の視認し易い位置に固定することができる。また、この表示ハウジング部2には、フラットディスプレイ1と同一面に操作キー9が設置されている。

【0011】フラットディスプレイ1としては、従来使用されている各種のものを使用できる。LCDを除く自発光タイプのもは、照明装置を必要としないので、非発光タイプのものより薄くて好ましい。LCD、PDPは、現状三原色が利用でき、他のものより好まし

い。

【0012】表示ハウジング部2には、表示インタフェース回路を組み込むのが好ましい。すなわち、情報量が多いフラットディスプレイの端子数は非常に多いので、表示インタフェース回路を表示ハウジング部2の外に設けると、連結するケーブル数も多くなってかさばると共に接続も煩雑となってしまう。この表示インタフェース回路は、ICや各種チップ部品等を使用し、表面実装技術によって薄型に形成することができる。

10 【0013】また、図2に示すように、表示ハウジング部2に操作キー9を設けると、操作性が良くなると共に、ケーブル数を減らすことができ好ましい。キー操作は、表示を見ながら行なうことが多いので、キーは、表示面とほぼ同一面に形成すると操作性が良いのである。

【0014】図2に示すように、この実施例では、表示ハウジング部2にヒンジ81を設けて表示位置を可変とすることができるようにしているが、表示装置の可動部分としては、少なくとも表示部であるフラットディスプレイ1が含まなければならない。フラットディスプレイ1は、通常、表示ハウジング部2によって保護されるので、この2者が可動部の基本部となる。表示装置の他の部分、例えば、電源、受信装置、情報の制御およびメモリー装置等やこれらに付随する部品は、適宜可動部から分離するのが好ましい。これにより、可動機構の負担を軽減でき、空間の有効利用が可能となる。以下の説明における可動部としては、前述の基本部を念頭として説明する。

【0015】表示位置としては、観視者の視野中央部で正対する角度が望ましいのであるが、他の装置や設置空間の制約により、理想位置からずれることもある。したがって、可動機構として移動の自由度が大きいものが好ましい。表示部が可動であり、移動自由度が大きければ、望ましい位置で表示でき、表示の必要がないときは、表示部を邪魔とならない場所に移動することができるわけである。

【0016】図2の実施例では、可動機構としてヒンジを利用したのであるが、この種の可動機構に使用できる部品としては、一般に数多くのものが知られており、本発明に適用できる。例えば、ヒンジの他に、後述する実施例の如く、回転軸による一軸回転、スライド軸による直線移動、ユニバーサルジョイント等による多軸回転やバネ、ワイヤー等が利用でき、さらに、これらを組み合わせたものが使用できる。移動の動力としては、モーター、油圧、空圧、バネ等が利用できるが、軽量であれば手動で充分であって、装置が複雑とならないのが好ましい。各ジョイント部には、ベアリング軸受け等を使用すると移動が容易となり摩擦が少なく保守が容易である。これら可動部品によって、可動部と固定部が連結される。一軸回転軸やスライド軸を使用するとき、これら軸を表示ハウジング部の一端近くに設置すると、表示の自

由度が大きく好ましい。

【0017】可動部が移動する場合、表示は所定位置に固定される必要がある。この固定に使用する部品も、一般に数多くのもが知られ本発明に適用できる。例えば、ネジ、フック、パネ、ピン、磁石等である。スナップピンを表示ハウジング部に一体形成すると便利である。

【0018】図3は、本発明の別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と可動機構である取付け部とを示す概略図である。この実施例では、表示ハウジング部2の一端近くに回転軸82の一端が接続されており、回転軸82の他端は、軸受け83に回転自在なものとされている。この軸受け83は、移動体の固定部に取り付け固定されるものである。これにより、表示ハウジング部2は、矢印にて示すように回転軸82を中心として回転自在なものとされている。

【0019】図4は、本発明のさらに別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。この実施例では、図3の実施例における回転軸と軸受けとの関係が反対にされていて、回転軸はパイプ82aで形成され、パイプ82aの一部に開けられた穴から、可撓性ケーブル3がパイプ中に通されている。可撓性ケーブル3には、ケーブルガイド3aが備えられている。ケーブル3は、表示装置を組み立てるときや、フラットディスプレイ1および表示ハウジング部2を移動させるときに引っ張られ断線し易いので、このようにケーブルガイド3aを備えるようにするのが好ましく、また、移動軸であるパイプ82a中に通すのが好ましい。これにより、ケーブル3は、剛性の高い移動軸で保護されると共に、移動軸中心部に設置されるので、変形されることが少なく、断線の危険を軽減できる。

【0020】図4の実施例では、表示ハウジング部2の下辺にそって軸受け83aが設けられていて、この軸受け83aにパイプ82aが回転自在な形とされる。パイプ82aを移動体の固定部に取り付け固定すれば、表示ハウジング部2は、矢印にて示すように、パイプ82aを中心として回転させられるようになる。

【0021】図5は、本発明のさらに別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。この実施例では、取付け部としてユニバーサルジョイント84が用いられている。したがって、この実施例における表示ハウジング部2は、矢印で示すように、あらゆる方向において回転自在なものとされている。

【0022】図6は、本発明のさらに別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。この実施例は、可動機構である取付け部を、スライド軸85とスライド軸受け86とで構成したものである。表示ハウジング部2は、スライド軸85の先端部に設けられた止め具11によって取り付け固定さ

れている。スライド軸受け86は、移動体の固定部に取り付けられるもので、したがって、表示ハウジング部2は、矢印で示すような方向に直線的に移動させられるものとされる。可撓性ケーブル3は、スライド軸85中を通して延びて端部をコネクタ10aに結線している。表示ハウジング部2の対応側部には、コネクタ10bが設けられていて、コネクタ10aは、そのコネクタ10bに対して着脱自在なものとされている。

【0023】このようにフラットディスプレイ1および表示ハウジング部2と可撓性ケーブル3とを着脱可能にすれば、他の表示装置の表示として使用することもできるので便利である。着脱可能部としては、前述したような部分が好ましいのであるが、移動軸やケーブルおよび着脱に関する止め具等を含んでもよい。着脱可能部にケーブルが含まれるときは、ケーブル端もコネクタ構造とすればよい。

【0024】図7は、本発明のさらに別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。この実施例では、可動機構である取付け部は、移動体の固定部に取り付けられるスライド軸受け88と、表示ハウジング部2の一端近くに設けられた回転軸受け89と、スライド軸受け88に一端を装着し他端を回転軸受け89に回転させた回転スライド軸87とを備えている。従って、表示ハウジング部2は、矢印にて示すように、直線方向に移動させられたり、回転スライド軸87を中心として回転させられたりしうる。可撓性ケーブル3は、回転スライド軸87を通して表示ハウジング部2に接続されている。

【0025】図8は、本発明のさらに別の実施例の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。この実施例では、可動機構である取付け部は、移動体の固定部に取り付けられる軸受け91と、表示ハウジング部2の上辺にそって設けられた軸受け92と、直角に曲げられた一端を軸受け92に回転させ、他端を軸受け91に回転させた回転軸90とを備える。従って、表示ハウジング部2は、矢印にて示すように、水平面内および垂直面内の二つの回転方向に回転可能なものとされる。

【0026】図9は、図8の実施例の移動体用表示装置を自動車に適用した例を示す概略図である。この例は、表示装置の表示ハウジング部2が、自動車のフロントガラスの内側で運転者の前方で目の高さよりも上方に配置されるように、自動車内に搭載した場合である。この場合、表示ハウジング部2は、表示装置の表示部として作用するだけでなく、日除けとしても機能しうるものである。可動部である表示ハウジング部2は、相当な面積を有するので、これを日除けとして利用することもできるのである。

【0027】図10は、本発明の移動体用表示装置の表示ハウジング部を自動車の前部座席12の一部として収納した例を示す概略図である。図11は、図10に示す

7

収納状態から、表示ハウジング部2を引き出して見やすい角度に移動させた状態を示す図である。図11に示す状態は、スライド軸93が手前に引かれ、スライド軸93の端部に設けられた軸受け95と、表示ハウジング部2の下方に設置された回転軸94とでその回動位置に保たれている。なお、表示ハウジング部2の上方両側面とこれと対応する収納部に形成されたスナップピン13によって、上部は軽く固定されている。このスナップピン13は、止め具としての用途と共に、回転軸としても機能している。

【0028】図12は、図11の状態からさらにノブ14を引いて、スナップピン13を解放し、表示ハウジング部2を手前に回転させた状態を示している。回転部には、表示ハウジング部2がほぼ水平となるように、ストッパー15が設置されている。図12の状態では、表示ハウジング部2の表示反対面がテーブルとして利用される。このように、表示ハウジング部2は、相当の面積を有し、且つ通常剛性の高いケースとして構成されるので、これをテーブルとしても利用することができるのである。このような用途として、通常、15mm以下の厚みの表示ハウジング部とするのが好適である。薄いほど、空間利用の点で有利であるが、表示ハウジング部の薄型化には限界があり、薄すぎると剛性の点で問題が発生する。好適には、5から10mmの厚みである。このような厚みの表示ハウジング部は、前述した日除けやテーブルの他、移動体内の容器の一部や扉としても利用可能である。

【0029】また、本発明の移動体用表示装置の表示駆動部に次のような機能を持たせることもできる。例えば、表示装置の表示ハウジング部のフラットディスプレイが観視者の視野から隠れる位置において、その表示を消すようにすれば、消し忘れによるエネルギーの浪費を防ぐことができる。このような機能は、表示ハウジング部の位置や角度検出スイッチ等を設けたり、止め具等をスイッチとして利用して、表示駆動部における電源部を自動的にオフとするようにすることにより可能である。

【0030】さらに、移動体の運行者にとって運行中必要な少ない情報、例えば、移動体の保守、操作マニュアル、地図、航路、交通状況、気象状況と言った各種運行に関する情報、旅行、観光、宿泊案内等の付帯情報、テレビ、ビデオ等の映像情報等の表示は、運行中邪魔になったり危険ですらある。このため、移動体が移動中あるいは移動速度が規定値以上になった時に、表示を消すような機能を持たせることは、安全運行の点で好ましい。このような機能は、運行操作頻度が多い自動車運行者にとって特に有用である。このような機能は、例えば、自動車の速度計とスイッチとを連動させて、表示装置の表示駆動部の電源部を自動的にオフとするようにすることにより可能である。

【0031】

8

【発明の効果】以上説明したように、本発明の移動体用表示装置を用いれば、空間的制約が大きい移動体中に容易に設置することができ、操作性が良く適正な位置および角度で表示を見ることができるようになることができる。さらに、表示が必要でない場合、表示装置の表示部を邪魔にならない別の場所に移動できるので、空間の有効利用が図れる。また、表示部が他に必要な装置を兼用することができるので、便利であり空間的節約にもなる。さらに、表示を自動的に消す機能を付加すれば、エネルギーの浪費を省き、また、より安全な運行を可能にすることができる。さらにまた、本発明の移動体用表示装置は、移動体中で使用され、運行者、運行補助者および同乗者に利用されるものであるが、他の装置等の関係から、より空間的制約の大きい運行者と運行補助者にとってメリットが大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての移動体用表示装置の全体の構成を示す概略図である。

【図2】図1の移動体用表示装置の表示ハウジング部に取付け部としてのヒンジを設けた状態を示す概略図である。

【図3】本発明の別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と可動機構である取付け部とを示す概略図である。

【図4】本発明のさらに別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。

【図5】本発明のさらに別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。

【図6】本発明のさらに別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。

【図7】本発明のさらに別の実施例の移動体用表示装置の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。

【図8】本発明のさらに別の実施例の表示ハウジング部と取付け部とを示す概略図である。

【図9】図8の実施例の移動体用表示装置を自動車に適用した例を示す概略図である。

【図10】本発明の移動体用表示装置の表示ハウジング部を自動車の前部座席の一部として収納した例を示す概略図である。

【図11】図10に示す収納状態から、表示ハウジング部を引き出して見やすい角度に移動させた状態を示す図である。

【図12】図11の状態からさらにノブを引いて、スナップピンを解放し、表示ハウジング部を手前に回転させた状態を示している。

【符号の説明】

1 フラットディスプレイ

2 表示ハウジング部

3 可撓性ケーブル

50 3a ケーブルガイド

9

10

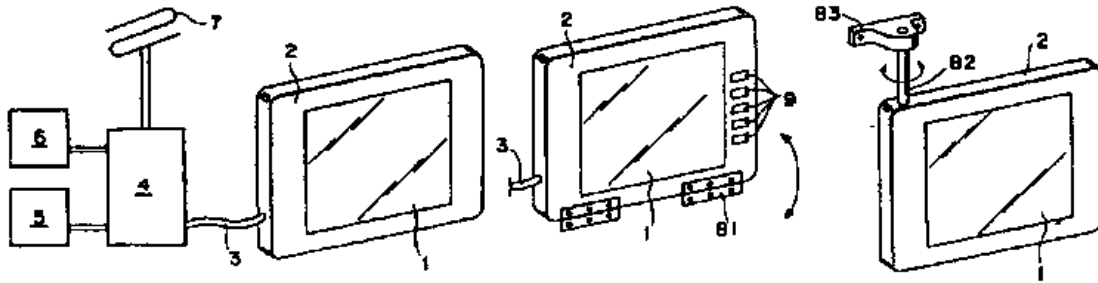
- 4 表示制御部
- 5 電源部
- 6 情報メモリー部
- 7 受信部
- 9 操作キー
- 10 a、10 b コネクタ
- 11 止め具
- 12 前部座席
- 13 スナップピン
- 14 ノブ
- 15 ストッパー
- 81 ヒンジ
- 82 回転軸
- 82 a バイブ

- 83 軸受け
- 83 a 軸受け
- 84 ユニバーサルジョイント
- 85 スライド軸
- 86 スライド軸受け
- 87 回転スライド軸
- 88 スライド軸受け
- 89 回転軸受け
- 90 回転軸
- 91 軸受け
- 92 軸受け
- 93 スライド軸
- 94 回転軸
- 95 軸受け

【図1】

【図2】

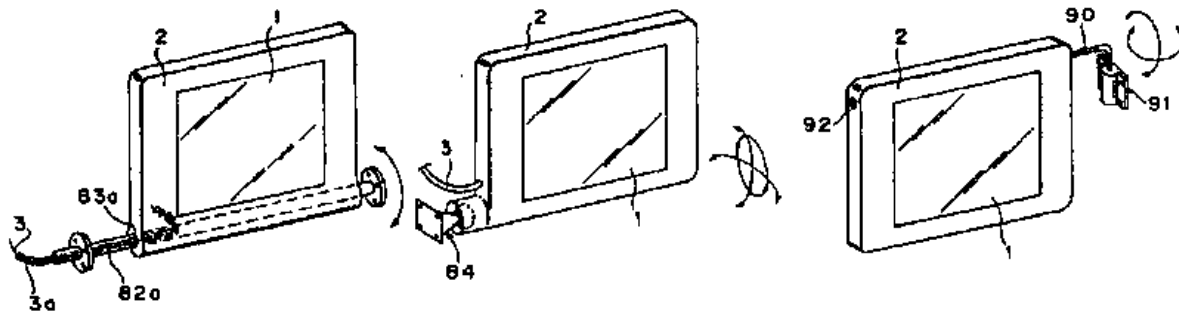
【図3】



【図4】

【図5】

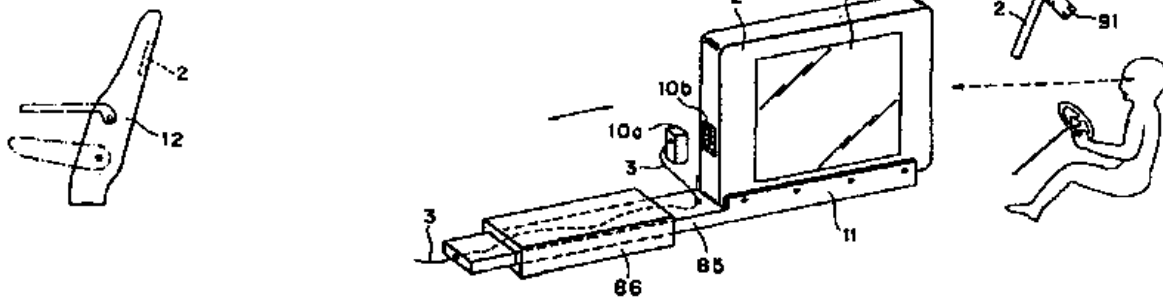
【図8】



【図10】

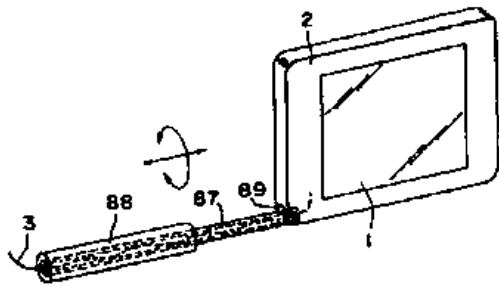
【図6】

【図9】

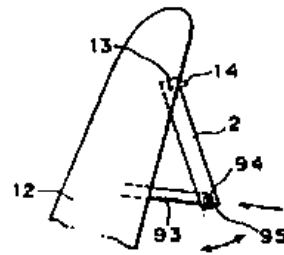




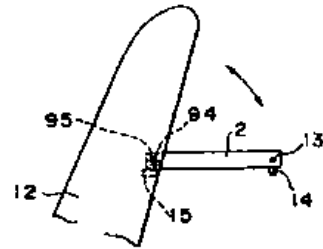
【図7】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (72)発明者 横井 遼政  
愛知県海部郡八潮村大字輪多須字中道74番地
- (72)発明者 浅井 秀之  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字中池5
- (72)発明者 神谷 孫典  
愛知県豊田市上举母1丁目5

- (72)発明者 菊地 直哉  
愛知県西加茂郡三好町大字三好字東山300  
ノリタケカンパニー独身社宅408
- (72)発明者 中野 竜次  
愛知県名古屋市中川区豊田町大字戸田字宮  
田30番地 戸田荘30棟301

(54) [Title of the Device] Rear Side Confirming Apparatus

(57) [Abstract]

[Purpose] To provide a rear side confirming apparatus that can simplify a signal cable  
5 connecting a camera section and a monitor section.

[Constitution] A switch 1 turns on and off in conjunction with a reverse gear,  
according to which, different levels of voltage are provided from a voltage control  
part 2. The voltage is superposed on a coaxial cable C, sent to a camera section A,  
and compared in a voltage comparator part 10, and consequently a shutter opens and  
10 closes in a shutter control part 11 according to the voltage.

FIG. 1

1/RELAY

2. VOLTAGE CONTROL

15 4. STABILIZED POWER SUPPLY

5. IMAGE DETECTOR

6. VIDEO AMPLIFIER

7. CRT DISPLAY PART

10. VOLTAGE COMPARATOR PART

20 11. SHUTTER CONTROL

12. CCD CAMERA

13. RF MODULATOR

[0007]

25 The monitor section B includes a CRT display part 7, which displays an image signal  
inputted via a terminal 9, an image detector part 5 and a video amplifier part 6  
through the coaxial cable C.

Electricity is provided from a stabilized power supply 4 to the CRT display part 7, the  
video amplifier part 6 and the image detector part 5. The stabilized power supply 4  
30 receives power via a switch 1 from a battery power source (12 V) in the monitor  
section B. The switch 1 in the embodiment works in conjunction with a reverse gear  
of a vehicle in such a structure that, when a reverse gear is engaged, power supply to  
the stabilized power supply 4 is turned on, and simultaneously output voltage of a  
voltage control part 2 is switched over. The voltage control part 2, as shown in FIG.

3, includes a transistor Q1 and a zener diode Z connected to the base side in such a structure that base voltage of the transistor Q1 changes depending on whether a switch 20, which works in conjunction with the switch 1, is on or off. That is to say, when the monitor section B turns on while a reserve gear is not engaged and the switch 1 is off, the switch 20 is off with the zener diode Z directly grounded so that output of the transistor Q1 is suppressed to low level V1 (7 v in the embodiment). By contrast, when a reserve gear is engaged and the switches 1 and 20 are on, diodes D1 through D3 are connected in series and output of the transistor Q1 increases to high level V2 (8.8 v in the embodiment).

10 Voltage from the voltage control part 2 is superposed on a signal output line between the camera section A and the monitor section B at a superposition point 3, and sent from the terminal 9 through the coaxial cable C to the camera section A.

[0009]

15 In a structure explained above, when a reverse gear is engaged and a vehicle is in the backing state, the switch 1 turns on, and electricity is provided for the stabilized power supply 4, which starts up the monitor section B. At the same time, the voltage control part 2 turns on and outputs high voltage V2, which is superposed at the superposition point 3 and provided for the voltage comparator part 10 through the coaxial cable C. The voltage comparator part 10 compares voltage with basic voltage, provides Vout for the shutter control part 11 with high voltage V2, and opens a shutter of the CCD camera 12. This enables the CCD camera 12 to take a picture, whose signal is displayed onto the CRT display part 7 via the RF modulator 13, the terminal 14, the coaxial cable C, the terminal 9, the image detector part 5, and the video amplifier part 6 so that rear side is visually confirmed.

20

25

(51) IntCl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 R 1/00	A	8012-3D		
H 0 4 N 5/232	B			
7/18	J			

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 3 頁)

(21) 出願番号 実開平3-52263

(22) 出願日 平成3年(1991)6月11日

(71) 出願人 000001487

クラリオン株式会社

東京都文京区白山5丁目35番2号

(72) 考案者 岩間 隆昭

東京都文京区白山5丁目35番2号 クラリ

オン株式会社内

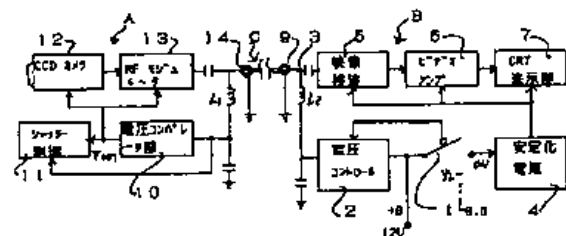
(74) 代理人 弁理士 高橋 清

(54) 【考案の名称】 後方確認装置

(57) 【要約】

【目的】カメラ部とモニタ部を接続する信号ケーブルを簡略化できる後方確認装置を提供する。

【構成】バックギアに連動してスイッチ1がオンオフに、これに対応して異なる電圧が電圧コントロール部2から供給される。この電圧は同軸ケーブルCに重畳されて、カメラ部Aに送られ、電圧コンパレータ部10において電圧比較され、該電圧に応じてシャッタ制御部11においてシャッタの開閉が実行される。



【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】 車輛後部に取り付けられた後方を撮像するカメラ部と、  
 該カメラ部からの映像信号を信号出力線を介して受け、その映像を映し出すモニタ部とを有する後方確認装置において、  
 カメラ部のオンオフを制御するスイッチ手段と、  
 該スイッチ手段のオンオフにより所定電圧を発生する電圧コントロール部と、  
 該電圧コントロール部により発生した所定電圧を前記信号出力線に重畳する手段と、  
 該信号出力線に重畳された所定電圧を検出し、カメラ部の駆動及び制御を行うコンパレータ部と、

を有することを特徴とする後方確認装置。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本考案の一実施例を示すブロック図。

【図2】 動作を説明する波形図。

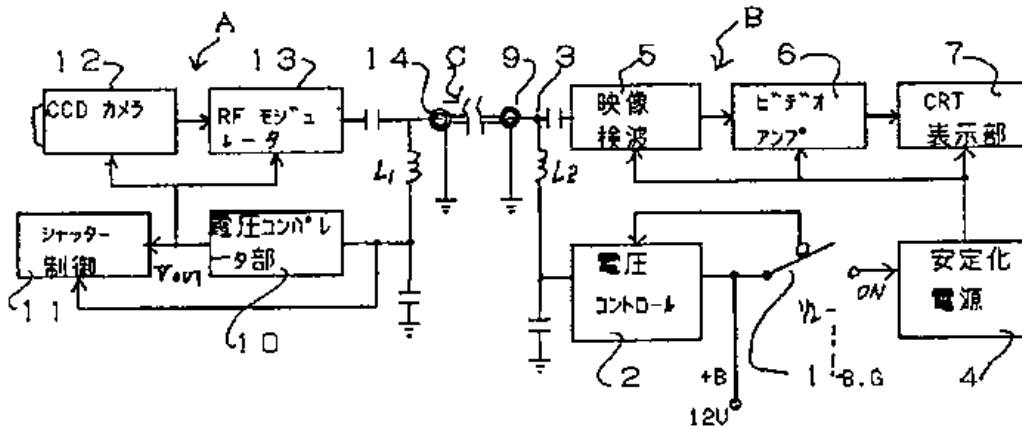
【図3】 電圧コントロール部の回路図。

【図4】 電圧コンパレータ部の回路図。

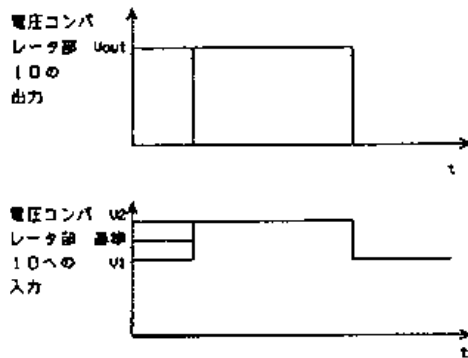
【符号の説明】

1：スイッチ、2：電圧コントロール部、3：重畳点、  
 4：安定化電源、5：映像検波部、6：ビデオアンプ部、  
 7：CRT表示部、9：端子、10：電圧コンパレータ部、  
 11：シャッター制御部、12：CCDカメラ、  
 13：RFモジュレータ、14：端子、15：シャッター駆動部、  
 20：スイッチ、25：コンパレータ。

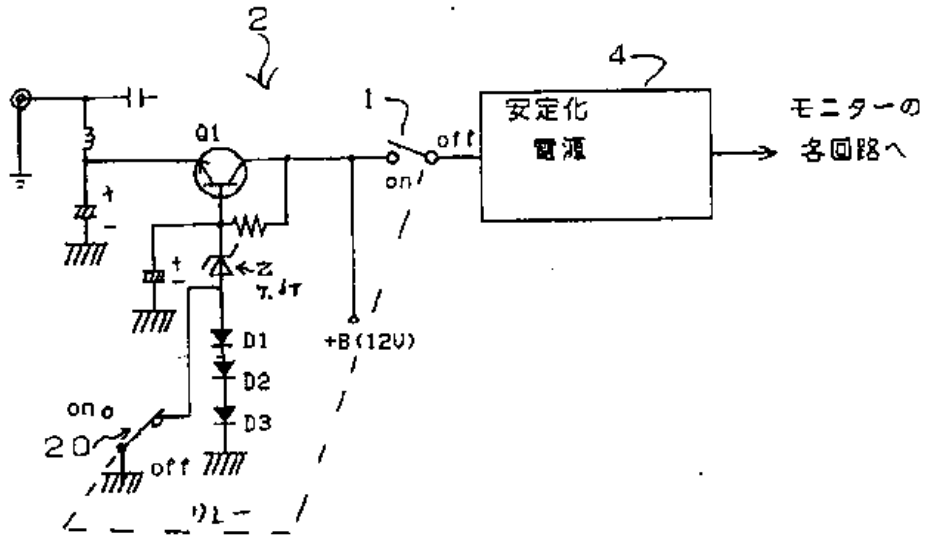
【図1】



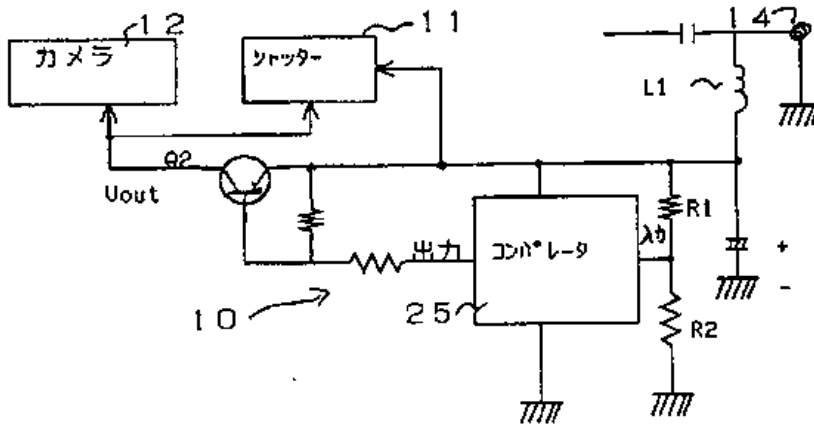
【図2】



【図3】



【図4】



**【考案の詳細な説明】**

**【0001】**

**【産業上の利用分野】**

この考案は車輛後部に取り付けられカメラと、該カメラから送られる映像を映し出すモニタとを備えた後方確認装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

大型バスやトラック等の大型車輛において、従来より後方を映すカメラ（バックアイカメラ）とモニタTVを用いた後方確認装置が用いられている。この後方確認装置において、従来はカメラとモニタとの間を多芯ケーブル（5芯）で接続し、カメラ電源やビデオ信号或いはシャック用電源等の伝送を行っていた。

**【0003】**

**【考案が解決しようとする課題】**

しかし、多芯ケーブルは特殊ケーブルであるため、汎用性がなく寸法的にもむだが多い上、コストも高い欠点があった。また高周波伝送方式も一般的に使用されているが、TVチャンネルが多く、専用モニタではTVチューナが必要となる等使いづらい欠点があった。

本考案は上記した従来の欠点を改善することを目的とする。

**【0004】**

**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために本考案は、車輛後部に取り付けられた後方を撮像するカメラ部と、該カメラ部からの映像信号を信号出力線を介して受け、その映像を映し出すモニタ部とを有する後方確認装置において、カメラ部のオンオフを制御するスイッチ手段と、該スイッチ手段のオンオフにより所定電圧を発生する電圧コントロール部と、該電圧コントロール部により発生した所定電圧を前記信号出力線に重畳する手段と、該信号出力線に重畳された所定電圧を検出し、カメラ部の駆動及び制御を行うコンパレータ部とを有することを特徴とする。

**【0005】**

**【作用】**

カメラ部のオンオフを制御するスイッチ手段のオンオフにより、電圧コントロール部は所定電圧を発生する。この発生した所定電圧を前記信号出力線に重畳し、この重畳された所定電圧はコンパレータ部において検出され、カメラ部の駆動及び制御が実行される。

【0006】

【実施例】

以下本考案の実施例を図面に基づいて説明する。

図1において、カメラ部Aは車輛の後方位置に配置されており、CCDカメラ12により車輛後方の適宜方向を撮像する。CCDカメラ12のコンポジット信号はRFモジュレータ13によりRF信号に変換され、端子14に接続された同軸ケーブルCを介してモニタ部Bへと送られる構成になっている。CCDカメラ12はシャッタを備えており、このシャッタはシャッタ制御部11に制御され、またこのシャッタ制御部11は電圧コンパレータ部10に制御されるように構成されている。

【0007】

モニタ部B側にはCRT表示部7が設けられており、同軸ケーブルCを介して端子9と映像検波部5及びビデオアンプ部6を經由して入力した撮像信号をここで表示するようになっている。

これらのCRT表示部7、ビデオアンプ部6及び映像検波部5には安定化電源4から電力が供給されている。安定化電源4にはモニタ部Bのバッテリー電源（12V）から、スイッチ1を介して電源が供給されている。このスイッチ1はこの実施例では車輛のバックギアと連動しており、バックギアが入った時には安定化電源4への電源の供給をオンとして、また同時に電圧コントロール部2の出力電圧を切り替えるように構成されている。電圧コントロール部2は図3に示すようにトランジスタQ1とこのベース側に接続されたツェナダイオードZから構成されており、スイッチ1に連動するスイッチ20のオンオフによりトランジスタQ1のベース電圧を変更するように構成されている。すなわち、バックギアが入っておらず、スイッチ1がオフの状態ではモニタ部Bの電源がオンされると、スイッチ20はオフでツェナダイオードZを直接接地しているため、トランジスタQ1



の出力は低レベルのV1（この実施例では7v）になるようになっている。一方バックギアが入って、スイッチ1がオンになり、スイッチ20がオンになると、ダイオードD1乃至D3が直列に接続されるため、トランジスタQ1の出力は上がって、高レベルV2（この実施例では8.8v）になるように構成されている。

この電圧コントロール部2からの電圧は重畳点3においてカメラ部Aとモニタ部Bの間の信号出力線に重畳され、端子9から同軸ケーブルCを介してカメラ部A側に送られるように構成されている。

#### 【0008】

カメラ部A側では該供給電圧は電圧コンパレータ部10において基準電圧と比較される。この基準電圧は前記した高電圧V2と低電圧V1の中間の値になっており、高電圧V2が入力した時にシャッタ制御部11に制御電圧Vout（この実施例では9v）を出力するように構成されている。図4に電圧コンパレータ部10の詳細を示す。端子14から入力した電圧はL1のフィルタを通過して、コンパレータ25に入力し、内部の基準電圧と比較される。コンパレータ25には分圧抵抗R1、R2が設けられており、これにより基準電圧を調整できるようになっている。

コンパレータ25からの出力は入力電圧が低電圧V1の場合にはHとなり、高電圧V2の場合にはLとなるようになっており、これによりトランジスタQ2がオンオフし、高電圧V2が入力した時に、図2に示すようにCCDカメラ12とシャッタ制御部11に9vのVoutを出力するように構成されている。

シャッタ制御部11においてこのVoutによりシャッタの開動作が実行される。また、バックギアが解除され、電圧がV1になった場合にも、シャッタ制御部11には7vの電圧が供給されているから、これによりシャッタの開動作が実行されるようになっている。

なお、図1においてL2はモニタ部B側の交流カット用のフィルタである。

#### 【0009】

以上説明した構成において、バックギアが入って、車輛がバック状態になると、スイッチ1がオンになり、安定化電源4に電源が供給されてモニタ部Bが稼働

状態になる。同時に、電圧コントロール部2がオンになり電圧コントロール部2からは高電圧V2が出力され、これは重量点3において重量されて同軸ケーブルCを介して電圧コンパレータ部10に供給される。電圧コンパレータ部10では基準電圧と比較して、高電圧V2の場合にはシャッタ制御部11にVoutを供給し、CCDカメラ12のシャッタを開とする。これによりCCDカメラ12による撮像が実行され、その信号はRFモジュレータ13、端子14、同軸ケーブルC、端子9、映像検波部5、ビデオアンプ部6を經由してCRT表示部7に表示され、後方の確認が行われる。

【0010】

以上の構成によれば、従来のように多芯ケーブルを使用する必要がなく、同軸ケーブルCを使用できるため、ケーブルの入手が簡単であり、必要な長さに切断でき、ケーブルの無駄がなくなり、大幅なコストダウンが可能になる。また車輛の配線も行いやすく、さらにRFモジュレータ13を用いているためTVチューナも不要であり、シャッタの開閉も電圧制御により行える等の利点がある。

【0011】

【考案の効果】

以上説明したように本考案は、車輛後部に取り付けられた後方を撮像するカメラ部と、該カメラ部からの映像信号を信号出力線を介して受け、その映像を映し出すモニタ部とを有する後方確認装置において、カメラ部のオンオフを制御するスイッチ手段と、該スイッチ手段のオンオフにより所定電圧を発生する電圧コントロール部と、該電圧コントロール部により発生した所定電圧を前記信号出力線に重畳する手段と、該信号出力線に重畳された所定電圧を検出し、カメラ部の駆動及び制御を行うコンパレータ部とを有するため、所定電圧によりカメラ部の駆動制御が可能になり、カメラ部とモニタ部を信号出力線のみで接続することが可能になる。

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-123587

(43)Date of publication of application : 16.05.1989

(51)Int.Cl. H04N 7/18  
B60R 1/00

(21)Application number : 62-281098 (71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing : 09.11.1987 (72)Inventor : KOBAYASHI YASUHIRO

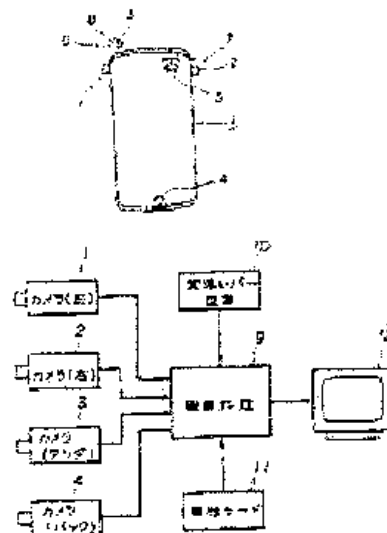
## (54) BACK VIEW SYSTEM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enable the rear state at both sides of a vehicle to be recognized at the same time by composing and projecting rear videos at both sides of the vehicle on a monitoring display screen provided in the vicinity of a driver's seat.

CONSTITUTION: A television cameras 1 and 2 being an image pickup means are provided in the vicinity of back mirrors 6 and 7 at the front part of both sides of a bus I so as to make a driver at the driver's seat 5 to be able to recognize the rear state of both sides of the bus I. A television camera 3 is provided in the vicinity of an under mirror 8 so as to recognize the front lower part which is a dead angle from the driver's seat 5 and a television camera 4 is provided on the rear part of the roof of the

bus I so as to recognize the rear lower part of the bus I. Then, an image processor 9 fetches the video signals of the cameras 1~4, composes the plural video signals or selects one of the video signals and reproduces it on the display screen of the monitor 12. Thus, the driver can see the monitoring display screen the recognizes the rear state at the same time.



⑫ 公開特許公報(A)

平1-123587

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 04 N 7/18  
B 60 R 1/00

識別記号

庁内整理番号  
J-7033-5C  
7812-3D

⑭ 公開 平成1年(1989)5月16日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 バックビューシステム

⑯ 特 願 昭62-281098

⑰ 出 願 昭62(1987)11月9日

⑱ 発 明 者 小 林 康 裕 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
⑲ 出 願 人 三菱自動車工業株式会 東京都港区芝5丁目33番8号  
社  
⑳ 代 理 人 弁理士 光石 英俊

明 細 書

1. 発明の名称

バックビューシステム

2. 特許請求の範囲

車両の左右のバックミラーの近傍に設置して車両の左右両側における後方の映像を夫々撮影する撮像手段と、これら撮像手段から夫々送出される映像信号を処理し、両撮像手段の映像信号を合成して、若しくは何れか一方の映像信号を選択して運転席近傍に設置されているモニタ画面上に再生する画像処理手段とを有することを特徴とするバックビューシステム。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明はバックビューシステムに関し、トラック、バス等の大形車及びドアミラー車に適用して有用なものである。

<従来の技術>

車両の運転に際してはその左右両側におけ

る後方の様子を運転者が視覚により確認する必要があり、このため現在の車両には車両の左右両側面の前部にバックミラーが設置されている。

<発明が解決しようとする問題点>

ところで、特にトラック、バス等の大形車及びドアミラー車においては、左右のバックミラーにより後方を確認しようとするれば運転者が左右に大きく首を振ってバックミラーを見なければならず、左右の後方の様子を一度に視認することができないという不便があった。

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、車両の左右両側における後方の様子を一度に視認し得るバックビューシステムを提供することを目的とする。

<問題点を解決するための手段>

上記目的を達成する本発明の構成は、車両の左右のバックミラーの近傍に設置して車両の左右両側における後方の映像を夫々撮影す

る撮像手段と、これら撮像手段から夫々送出される映像信号を処理し、両撮像手段の映像信号を合成して、若しくは何れか一方の映像信号を選択して運転席近傍に配設されているモニタ画面上に再生する画像処理手段とを有することを特徴とする。

#### <作 用>

上記構成の本発明によれば、運転席の近傍に配設されたモニタ画面上に車両の左右両側における後方の映像が合成されて写し出されるので、運転者はこのモニタ画面を見ることにより左右両側の後方の様子を一度に視認することができる。また、左側若しくは右側における後方の様子を単独に選択して視認することもできる。

#### <実施例>

以下本発明の実施例を図面に基づき詳細に説明する。

第1図は本発明の実施例を示すブロック線図、第2図はバスに本実施例を適用した場合

ニタ12の画面上に再生するようになってい  
る。このとき映像信号は変速レバー位置検出  
装置10が検出する変速レバーの位置により  
予め決められたモードが選択されることにより  
選択・合成される。即ち、変速レバーがニュ  
ートラル～2速の位置にあるとき、これを  
“停車・微速モード”としてモニタ12の画  
面を3分割し、カメラ1、2、3の映像信号  
を合成して再生する。また、変速レバーが3  
速の位置にあるとき、これを“前方走行モ  
ード”としてモニタ12の画面を2分割し、カ  
メラ1、2の映像信号を合成して再生する。  
変速レバーがバックの位置にあるとき、これ  
を“後退モード”としてモニタ12の画面を  
3分割し、カメラ1、2、4の映像信号を合  
成して再生する。

第3図(a)～第3図(c)は各モードにおけるモ  
ニタ12の画面の状態を示す説明図である。  
第3図(a)は“停止・微速モード”の画像で左  
部がカメラ1、右部がカメラ2、上部がカメ

における撮像手段であるテレビカメラの配設  
位置を示す説明図である。

第2図に示すように、撮像手段であるテレ  
ビカメラ1、2はバスIの左右両側における  
後方の様子を運転席5の運転者が視認し得る  
ようバスIの左右両側の前部のバックミラー  
6、7の近傍に配設してある。テレビカメラ  
3は運転席5から死角になるバスIの前部下  
方を視認し得るようアンダーステア8の近傍  
に配設してある。テレビカメラ4はバスIの  
後部下方を視認し得るようバスIの後部の扉  
側に配設してある。

かかる配置のテレビカメラ1～4の映像信  
号を処理する本実施例は、第1図に示すよう  
に、画像処理回路9、変速レバー位置検出装  
置10、単独モード選択スイッチ11及びモニ  
タ12を有している。このうち画像処理装  
置9はカメラ1～4の映像信号を取り込み、  
所定の処理をした後、複数の映像信号を合成  
して、若しくは1つの映像信号を選択してモ

ニタ12の映像信号を夫々再生した画像となっ  
ている。第3図(b)は“前方走行モード”の画像  
で左部がカメラ1、右部がカメラ2の映像信  
号を夫々再生した画像となっている。第3図  
(c)は“後退モード”の画像で左部がカメラ1、  
右部がカメラ2、上部がカメラ4の映像信号  
を夫々再生した画像となっている。

単独モード選択スイッチ11はその選択的  
な駆動によりモニタ12の画面上に再生した  
映像信号の1つを選択するようになってい  
る。したがって、この単独モード選択スイ  
ッチ11は運転席5の近傍に配設して運転者  
が容易に操作し得るようになっている。

かかる本実施例によればバスIの左右両  
側面における後方の様子はもとより必要に  
応じ前部下方若しくは後部下方の様子も  
モニタ12の画面上に合成した1つの映像  
として運転者が視認し得る。

なお、上記実施例では各モードの切替を  
変速レバーの位置を基準にして行なったが、

これに服するものではない。例えば走行速度を基準にし速度0〜20 km/hを停止・微速モード、20 km/h以上を前方走行モードとしても良い。ただ、この場合でも後退モードは変速レバーの位置が優先するようにしなければならない。また、本発明は基本的にはカメラ1、2を配設すれば成立するが、必要に応じ攝像手段の数を増やすことはできる。

<発明の効果>

以上実施例とともに具体的に説明したように本発明によれば運転席の運転者が1つのモニタ画面を見ることにより車両の左右両側における後方の像子を同時に視認することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を示すブロック線図、第2図はバスに前記実施例を適用した場合における攝像手段の配設位置を示す説明図、第3図(a)〜第3図(c)は各モードにおけるモニタの画面上の画像を示す説明図である。

図面中、

Iはバス、

1、2、3、4はテレビカメラ、

5は運転席、

9は画像処理回路、

12はモニタである。

特許出願人

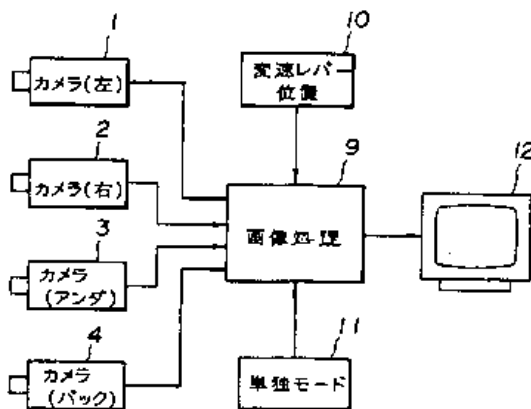
三菱自動車工業株式会社

代理人

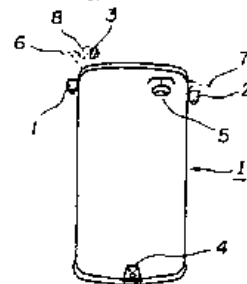
弁理士 光石 士郎

(他1名)

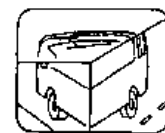
第1図



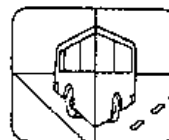
第2図



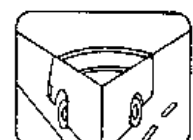
第3図(a)



第3図(b)



第3図(c)



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **02-190978**

(43)Date of publication of application : **26.07.1990**

(51)Int.Cl. **G06F 15/62**

**G06F 15/70**

(21)Application number : **01-011520**

(71)Applicant : **MAZDA MOTOR CORP**

(22)Date of filing : **19.01.1989**

(72)Inventor : **SASAKI HIDEYUKI  
KUROSUMI TAKASHI**

### (54) VISUAL SENSE RECOGNIZING DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To accurately and rapidly detect a vehicle by picking up only the red image out of landscape including a vehicle, processing the image and extracting a rear lamp.

**CONSTITUTION:** Red light penetrated through a red light transmitting filter 1 is picked up by a visual sensor 2, an image outputted from a visual sensor 2 is converted into an image indicating red light density by an image processing part 4 and the density-converted image is divided into plural picture element areas by a dividing means 51. A picture element area whose difference in density change is larger than a prescribed value is extracted from the divided picture element areas and the rear lamp of the vehicle traveling in the front is discriminated from the extracted picture element area, so that the position of the front vehicle can be checked on the image. Thus, the vehicle traveling in the front can be properly recognized.



㊨ 公開特許公報 (A)

平2-190978

㊩ Int. Cl.<sup>8</sup>

G 06 F 15/62  
15/70

識別記号

3 8 0  
3 8 5 A

庁内整理番号

8419-5B  
7368-5B

㊪ 公開 平成2年(1990)7月26日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

㊫ 発明の名称 車両用視覚認識装置

㊬ 特 願 平1-11520

㊭ 出 願 平1(1989)1月19日

㊮ 発 明 者	佐々木 英行	広島県安芸郡府中町新地3番1号	マツダ株式会社内
㊯ 発 明 者	黒角 高志	広島県安芸郡府中町新地3番1号	マツダ株式会社内
㊰ 出 願 人	マツダ株式会社	広島県安芸郡府中町新地3番1号	
㊱ 代 理 人	弁理士 小谷 悦司	外2名	

明 細 書

1. 発明の名称

車両用視覚認識装置

2. 特許請求の範囲

1. 赤色光透過フィルタを介して車両の前方車両を通過する視覚センサと、この視覚センサからの画像に基づいて画像認識画像を作成する画像処理部と、この画像認識画像を複数の画像領域に分割する分割手段と、この分割された画像領域の中から画像認識の差分が所定値よりも大きな画像領域を抽出する抽出手段と、この抽出された画像領域の中から前方を走行する車両のリヤランプを識別する識別手段とを備えたことを特徴とする車両用視覚認識装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用可能性)

本発明は、視覚センサからの画像を処理して前方を走行する車両を検知する車両用視覚認識装置に関するものである。

(従来の技術)

従来から、車両走行の安全を図るために衝突回避装置が数多く研究されている。この衝突回避装置としては、例えば、ドップラレーダを用いて前方を走行する車両と自車両との距離を検出するものがある。しかし、このドップラレーダでは前方の車両位置を検出し、この車両に向けて音波を送信して送戻しなければ前方の車両までの距離を正確に検出することができず、複雑な制御が必要になる。

一方、障害物(移動体)の位置および方向を検出する手段として、所定の位置に固定されたカメラ(視覚センサ)により得られた画像を画像処理するものがある(特開昭51-240307号公報)。

(発明が解決しようとする課題)

車両走行中においては回避の対象となる障害物、例えば、前方を走行する車両を短時間で適正に認識する必要がある。

一方、カメラ等の視覚センサからの画像を処理して障害物を識別するには大量のデータを処理す



る必要があり、この大量のデータの中から前方を走行する車両を短時間で適正に識別することは困難であるといった問題がある。

本発明は、上記問題を解決するもので、簡単な構成で前方を走行する車両を短時間で適正に認識することができる車両用視覚認識装置を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

前記目的を達成するために、本発明は赤色光透過フィルタを介して車両の前方風景を撮像する視覚センサと、この視覚センサからの画像に基づいて適正な距離帯を形成する距離処理部と、この距離処理画像を複数の画素領域に分割する分割手段と、この分割された画素領域の中から適度変化の差分が所定値よりも大きな画素領域を抽出する抽出手段と、この抽出された画素領域の中から前方を走行する車両のリヤランプを識別する信号処理手段とを備えたものである。

(作用)

上記構成の車両用視覚認識装置によれば、赤色

して、視覚センサ2は前方を走行する図示対象の車両等を含む風景を赤色光透過フィルタ1を通して撮像し、画像信号として出力するようにしている。

A-D変換部3は視覚センサ2からの距離信号をサンプリングしてデジタルデータに変換するものである。画像処理部4はA-D変換部3からのデジタルデータに基づいて2値化データあるいは多値化データである濃度データからなる濃度処理画像を作成するものである。なお、上記濃度データは視覚センサ2からの画像信号の赤色の濃度に対応するものである。

中央制御部5は分割手段51と抽出手段52と信号処理手段53とを備え、画像処理部4からの濃度処理画像に基づいて前方を走行する車両を認識するものである。分割手段51は上記濃度処理画像を縦および横方向にそれぞれ複数の画素領域に分割するものである。抽出手段52は分割手段51により分割された画素領域毎の濃度データと、当該画素領域の縦および横方向に隣接した画素領

域を透過フィルタを透過した赤色光が視覚センサに撮像され、視覚センサから出力された画像が画像処理部により赤色光の濃度を示す画像に変換され、この濃度処理画像が分割手段により複数の画素領域に分割され、この分割された画素領域の中から濃度変化の差分が所定値よりも大きな画素領域が抽出され、抽出された画素領域の中から前方を走行する車両のリヤランプが識別されることにより、前方の車両の位置が画像上において認識される。

(実施例)

第1図は本発明に係る車両用視覚認識装置の構成図である。

車両用視覚認識装置は赤色光透過フィルタ1と視覚センサ2とA-D変換部3と画像処理部4と中央制御部5と記憶部6と信号処理部7とから構成される。

赤色光透過フィルタ1は赤色光領域の波長である5700Å~7500Åのみを透過させるものである。視覚センサ2はリレーカメラ等からなるもので、図示しない車両の前面に設置される。そ

の濃度データとの差分データを求め、この差分データの絶対値が予め設定された所定値よりも大きい画素領域を抽出するものである。

信号処理手段53は抽出手段52により抽出された画素領域に基づいて前方を走行する車両の左右両側に設置されたリヤランプを識別し、かつ、これらのリヤランプ間の距離に基づいて前方を走行する車両までの距離を抽出するものである。

記憶部6はROM、RAM等からなり、中央制御部5の制御プログラムや画素領域毎の濃度データを記憶するものである。信号処理部7は表示調整、プザー等からなり、信号処理手段53により検出された上記距離距離が予め設定された安全距離以下の場合に警報表示あるいは警報音を発するものである。

次に、上記装置の動作について説明する。

例えば、第2図の(ロ)に示される車両8が前方を走行しているとする。

この車両8を含む風景の内、第2図の(ロ)に示すように、車両8の左右に設置された赤色のリ

リヤランプ9、10や車室内の鏡面に記録された赤色の補助ランプ11のみが赤色光透過フィルタ1を通して検覚センサ2に感測され、検覚センサ2から西側信号として出力される。

この西側信号はA-D変換部3によりデジタルデータに変換され、画像処理部4により画像データからなる画像交換画像に変換される。また、この画像交換画像に分割手段51により複数の画像領域に分割される。

そして、輸出手段62により上記分割された各画像領域毎にそれぞれ縦あるいは横方向に隣接した画像領域との速度データの差分データが求められ、この差分データの絶対値が予め設定された所定値よりも大きい画像領域が抽出される。

すなわち、リヤランプ9、10や補助ランプ11に係る画像領域の速度データはそれ以外の画像領域の速度データよりも小さく、したがって、リヤランプ9、10や補助ランプ11の輪郭に沿った画像領域の差分データが上記所定値よりも大きくなる。このため、第2図の(c)に示すように、

以下になると、制御部7により警報表示あるいは警報音が発せられる。

このように、リヤランプ9、10を認識して前方を走行する車両8を検出するようにしたので、車両8を含む車線の内から景色のみを撮影して画像処理を行い、リヤランプ9、10を検出することで車両8を正確かつ迅速に検出することができる。すなわち、画像処理に必要なデータ量が少なくなるので、車両8を含む車線を撮影してからリヤランプ9、10を検出するまでの処理時間が極めて短くなり、即時に車両8を認識することができる。

次に、第3図において、前方を走行する車両12のボディカラーが赤色の場合について説明する。

車両12の右リヤランプ13の外枠14は通常黒色のシール材からなり、車両12の車体15および右リヤランプ13とは色が異なっている。また、上記外枠14が赤色のシール材からなるものであっても車体15および右リヤランプ13とは色が異なっている。

リヤランプ9、10や補助ランプ11の輪郭を形成する画像領域が画像交換画像上において抽出される。

この抽出された輪郭の内から、同程度の面積および形状の輪郭が左右に2個検出されると、この輪郭を前方を走行する車両8の左右両側部に記録されたリヤランプ9、10と認識する。

このうち、リヤランプ9、10に係る各輪郭の両側部間の距離が画像交換画像上の仮設距離Xとして算出され、この仮設距離Xに基づいて当車両と車両8との車両距離が算出される。すなわち、前方を走行する車両8と自車両との車両距離が変化すると検覚センサ2による車両8の視角が狭化し、自車両と車両8との長くなる程、上記仮設距離Xは短くなる。このため、例えば、画像交換画像上の仮設距離Xと実際の車両距離との対応関係を記憶させたテーブルに基づき、上記仮設距離Xに応じた上記車両距離の算出値を求め出すことができる。

そして、この車両距離が予め設定した安全距離

このため、第3図の(b)に示す車両12を含む車線が赤色光透過フィルタ1を通して検覚センサ2に感測され、画像交換画像に変換されたとき、第3図の(c)に示すように、車体15と右リヤランプ13とが外枠14よりも濃い赤色の速度データになる。なお、第3図の(b)では、濃い赤色の速度データのもの(車体15と右リヤランプ13)は濃い赤色の速度データのもの(外枠14)よりも斜度のピッチ距離を狭くすることにより、その濃度を表わしている。

上記速度交換画像が複数の画像領域に分割され、各画像領域毎にそれぞれ隣接した画像領域との差分データが求められる。この差分データは車体15および右リヤランプ13と外枠14との境界でも大きくなる。

したがって、上記外枠14との境界での差分データが所定値よりも大きくなるように設定することで、第3図の(c)に示すように、車体15および右リヤランプ13の輪郭を形成する画像領域を輪郭として抽出することができる。

一方、車両12の左リヤランプ（指示ランプ）およびその外枠の輪郭を形成する誘導部或も輪郭として抽出される。

そして、これらの抽出された輪郭の内から、その形状および大きさから左右のリヤランプに対応する輪郭が抽出され、車両12の左右のリヤランプと認識される。

このうち、左右のリヤランプに係る各輪郭の両端部間の距離が仮想距離Xとして算出され、この仮想距離Xに基づいて車両12までの車両距離が算出され、この車両距離が安全距離以下になると、警報部7により警報表示あるいは警報音が発せられる。

このように、車両12のボディカラーが赤色の場合でも、車体15と左右のリヤランプとは彩色が異なるか、あるいは赤色であっても形状が異なるリヤランプの外枠の存在により、車体15とリヤランプとを区別して識別することができる。

なお、上記実施例では左右のリヤランプ間の距離を一定と設定して前方を走行する車両までの車

間距離を認識しているが、車種により必ずしも左右のリヤランプ間の距離が一定ではない。このため、上記図示された車両距離と実際の車両距離とは誤差が生じる。

そこで、本発明に係る車両用視覚認識装置にて前方を走行する車両の左右のリヤランプ位置を検知するとともに、検知されたリヤランプ間の中央部に向けてドップラレーダから電波を送信するように構成することにより、ドップラレーダの送信対象である前方の車両を確実に検定でき、その結果、前方を走行する車両までの距離をより正確に検出することができる。

（発明の効果）

本発明は、赤色光透過フィルタにより視覚センサにはリヤランプ等の赤色の物体しか検出されないため、道幅適度の対象を検定することができる。すなわち、道幅検知すべきデータ量を少なくでき、処理速度の高速化を図ることができる。

したがって、リアルタイムで前方を走行する車両を検知することができ、この車両と自車両との

車両距離を抽出する等により、衝突を事前に回避して車両走行の安全を図ることができる。

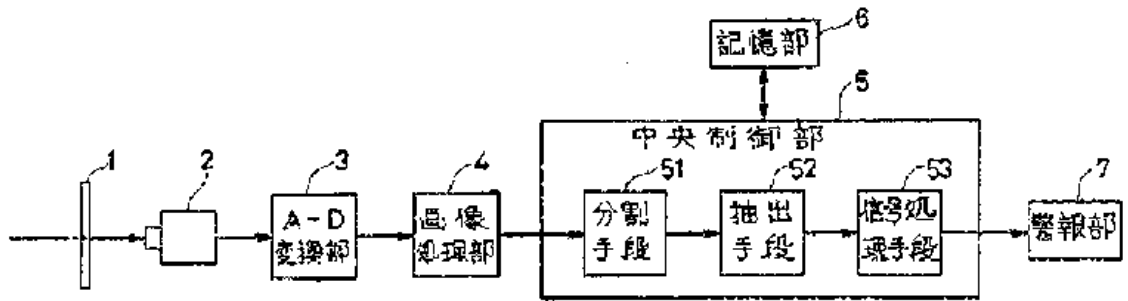
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る車両用視覚認識装置の構成図、第2図、第3図は本発明の車両用視覚認識装置の動作を説明するための図である。

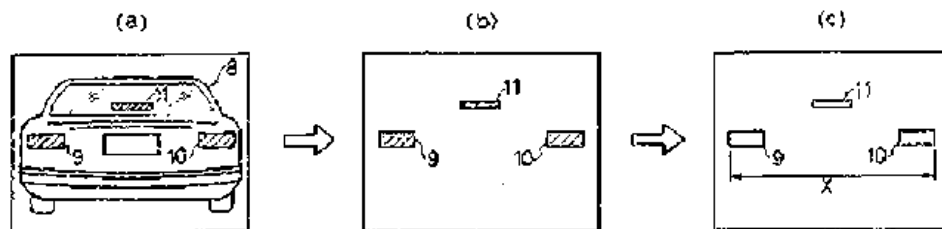
1…赤色光透過フィルタ、2…視覚センサ、4…画像処理部、5…中央制御部、51…判断手段、52…抽出手段。

特許出願人	マツダ株式会社
代理人	弁理士 小谷 悦司
同	弁理士 長岡 正
同	弁理士 伊藤 孝夫

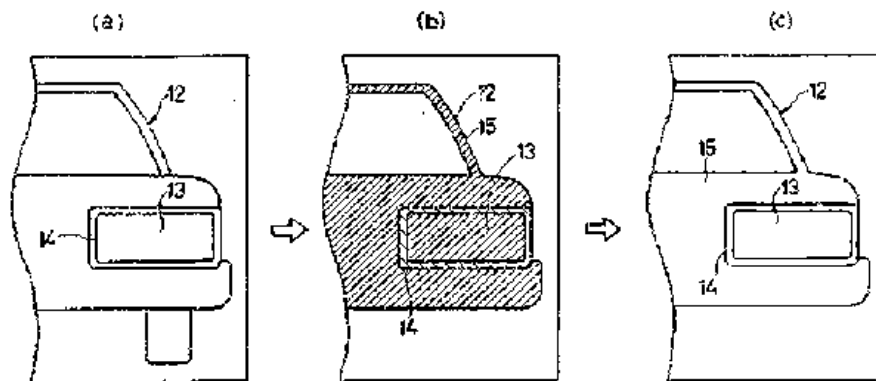
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



(54) [Title of the Invention] Rear View Displaying Apparatus for Vehicle

[Detailed Description of the Invention]

(Industrial Field of Application)

5 The present invention relates to a rear view displaying apparatus for a vehicle such as an automobile that displays a picture of a vehicle's rear view taken by a camera onto a monitor screen placed adjacent to a driver's seat.

10 The display information of the warning displays (9) (9) is obtained by obstacle detection sensors (11) (11) provided on both of the front sides of a vehicle. In other words, each of the obstacle detection sensors (11) detects distance to the obstacle (10), and the warning displays (9) light when the distance becomes shorter than a predetermined value so that a driver, who backs up a vehicle looking at the monitor screen (4), can see how close the vehicle approaches the obstacle (10) in front of the  
15 vehicle on the monitor screen (4), and the driver can be alerted.

Note that the obstacle detection sensor (11) may be a sonar sensor, an infrared ray sensor, or a contact sensor, and the like, as long as it can measure distance.

[FIG. 1]

20

[FIG. 3]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2630604号

(45)発行日 平成9年(1997)7月16日

(24)登録日 平成9年(1997)4月25日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 R	1/00		B 6 0 R 1/00	A
H 0 4 N	7/18		H 0 4 N 7/18	J

発明の数1(全3頁)

(21)出願番号	特願昭62-295987	(73)特許権者	999999999 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山2丁目1番1号
(22)出願日	昭和62年(1987)11月26日	(72)発明者	今井 武 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
(65)公費番号	特開平1-141137	(72)発明者	央戸 完 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
(43)公開日	平成1年(1989)6月2日	(74)代理人	弁理士 北村 欣一 (外2名)
		審査官	六車 江一
		(56)参考文献	特開 昭59-114139 (J P, A) 特開 昭60-88657 (J P, A)

(54)【発明の名称】 車両の後方視界表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】カメラで撮影した後方視界を運転席近傍のモニタ画面に表示する車両の後方視界表示装置において、該車両の前部両側に障害物検出センサを設け、該検出センサにより該車両の前部両側の障害物への接近を検出し、該検出情報を上記モニタ画面に後方視界と同時に表示するようにしたことを特徴とする車両の後方視界表示装置。

【発明の詳細な説明】

(産業上の利用分野)

本発明は、カメラで撮影した車両の後方視界を運転席近傍のモニタ画面に表示する自動車等の車両における後方視界表示装置に関する。

(従来の技術)

従来この種の表示装置は、カメラの視野にトランクの

後端部を入れるようにして後方視界を撮影し、これをモニタ画面に表示して運転者が後方視界と該後方視界に対する車両の位置関係を同時に視認できるようにしている。

(発明が解決しようとする問題点)

ところで、車庫入れ等の車両の後退時において、運転者は後方はもちろん前方の確認をも必要とする。したがって、上記従来の表示装置を備える車両の運転者は、モニタ画面による後方確認と該モニタ画面から視線を移しての前方確認という煩雑さを強られ、ときとしてモニタ画面に目を奪われがちとなり前方の注意を怠って車体の前部を障害物に接触させるおそれがあった。

本発明は、モニタ画面により、車両の後方視界に加えて前方障害物への接近を確認可能にする後方視界表示装置を提供することをその目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、上記目的を達成すべく、カメラで撮影した後方視界を運転席近傍のモニタ画面に表示する車両の後方視界表示装置において、該車両の前部両側に障害物検出センサを設け、該検出センサにより該車両の前部両側の障害物への接近を検出し、該検出情報を上記モニタ画面に後方視界と同時に表示するようにしたことを特徴とする。

(作用)

運転者は、車両の後退時にモニタ画面を見れば車両の後方視界を確認できると同時に、車両の前部両側が障害物に接近しているか否かも確認できる。

したがって、運転者はモニタ画面から車両の前方へ視線を移さなくとも車両の前部両側の障害物への接触を回避できる。

(実施例)

第1図を参照して、(1)は車両の後方視界を撮影するカメラ、(2)は該カメラ(1)の映像を写し出す運転者(3)の前方に設けたモニタを示し、該モニタ(2)のモニタ画面(4)には該カメラ(1)で撮影される後方視界が表示され、運転者が該モニタ画面(4)を見ながら車両の後退を行なえるようにしている。

該モニタ画面(4)に写し出される後方視界は、第2図のように車両左右と後方視界の左右とを整合させるべく、該モニタ画面(4)上の上を車両の前方とし下を車両の後方として写し出すと共に、カメラ(1)の視野に車両のトランク(5)の後端(5a)を入れるようにし、後方視界に対する車両の左右位置を確認できるようにしている。第2図によれば、車両の目標後方軌跡(6)に対し、運転者は右にハンドル(7)を切りながら後退することとなる。

一方、モニタ画面(4)には、後方視界と共に該画面(4)上の左下に車両の前後左右を表わす矩形の車両表示(8)を設け、該車両表示(8)の上部両側、すなわち車両の前部左右の表わす位置に警報表示(9)(9)を設け、該警報表示(9)(9)の点灯により車両の前部両側のどちらか一方又は両方が左右の障害物(10)に接近しているか否かを表示する。

警報表示(9)(9)の表示情報は、車両の前部両側に設けた障害物検出センサ(11)(11)から得るものとし、すなわち、該各障害物検出センサ(11)により障害物(10)までの距離を検出し、その距離が所定値以下になったとき該警報表示(9)を点灯するようにして、モニタ画面(4)を見ながら車両の後退を行う運転者に対し、該モニタ画面(4)に車両前部の障害物(10)への接近を視認させ注意を促すようにしている。

なお、障害物検出センサ(11)は、ソナー方式、赤外光方式あるいは接触方式等の距離の計測が可能なものであればよい。

以上の構成によれば、車両の目標後退軌跡(6)に対し運転者は、モニタ画面(4)を見ながら車両を後退させるが、例えば該車両の前部左側が障害物(10)に接近した場合、該モニタ画面(4)上の左側の警報表示(9)が点灯し障害物(10)への接近を確認できる。

したがって、運転者は、ハンドル(7)の切り過ぎを矯正するか車両を一旦停止させて該ハンドル(7)の切り替えを行うかして、車両前部の障害物(10)への接触を避けることができる。

尚、モニタ画面(4)での後方視界の表示形態は第2図示のものに限られるものではなく、第3図に示すように、運転者が後方に振り返って見たときと同様の形態で表示しても良い。

(発明の効果)

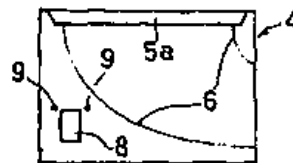
以上のように本発明によれば、運転者は、モニタ画面により後方視界と共に車両の前部両側が障害物に近接しているか否かを確認できるため、車両の後退時にモニタ画面から視線を移すことなく車両前部の障害物との接触を回避でき、安全な後退を可能にする効果を有する。

【図面の簡単な説明】

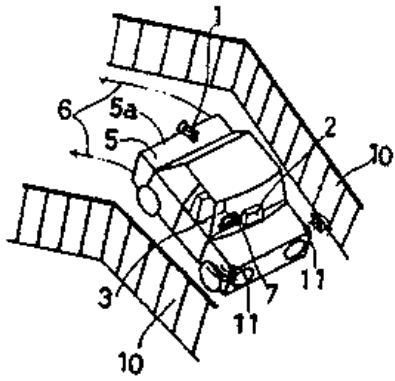
第1図は本発明を実施した自動車の斜視図、第2図はモニタ画面の表示形態の一例を示す図、第3図はモニタ画面の表示形態の他の例を示す図である。

- (1) ……カメラ、(2) ……運転席
- (4) ……モニタ画面、(8) ……車両表示
- (9) ……警報表示、(10) ……障害物
- (11) ……障害物検出センサ

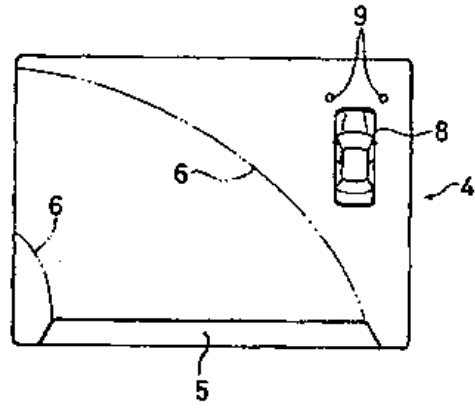
【第2図】



【第1図】



【第3図】





**MENU** **SEARCH** **INDEX** **JAPANESE**

1 / 1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-099952

(43)Date of publication of application : 25.04.1991

(51)Int.Cl.

B60R 1/00  
B60R 21/00  
H04N 7/18

(21)Application number : 01-234612

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 12.09.1989

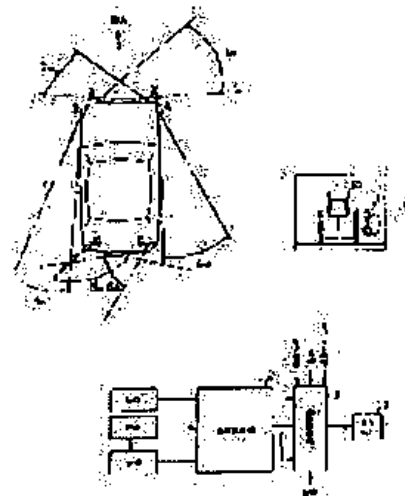
(72)Inventor : NOSO KAZUNORI

### (54) SURROUNDING SITUATION MONITOR FOR VEHICLE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To correctly recognize the relative position to obstacles around a vehicle by converting the images from cameras installed on the vehicle into other coordinates by perspective conversion, synthesizing the converted images into one image in relation with the image of the vehicle, and display it on a display.

**CONSTITUTION:** Multiple cameras 1-6 are buried on a vehicle 10 to cover the surrounding environment of the vehicle 10 with respective irradiation ranges (visual fields) 1a-6a, e.g., two each on front and rear bumpers and one each on front wipers. Images from cameras 1-N are inputted to an image converting section 7 and converted into other coordinates by perspective conversion then synthesized into one image by an image display section 9. The synthesized image is displayed on a TV monitor 9 installed at a driver's seat. A high-speed processor capable of processing the images of cameras in parallel is stored in the image converting section 7. The image display section 8 concurrently depicts the position of the vehicle 10, and the display position is displaced according to the operation state.

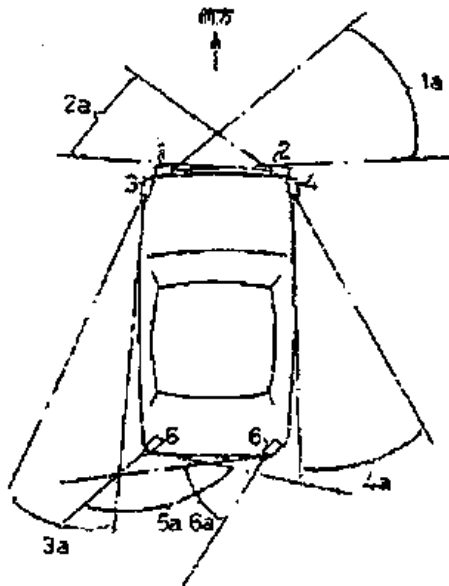


### LEGAL STATUS

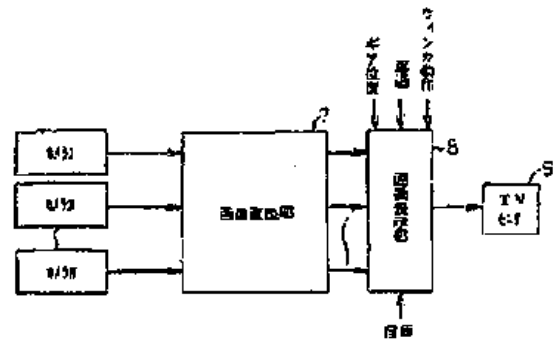
[Date of request for examination]

特開平3-99952 (4)

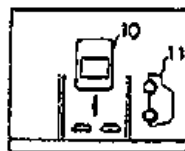
1.2.3.4.5.8カメラ



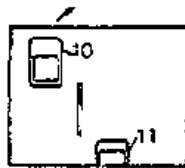
第 1 図



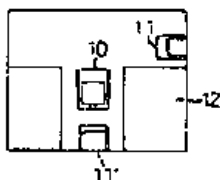
第 2 図



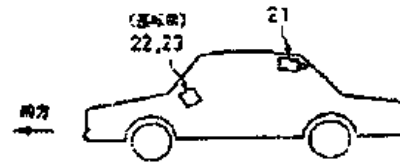
第 3 図 (a)



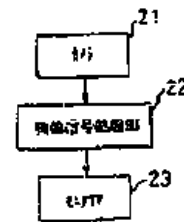
第 3 図 (b)



第 3 図 (c)



第 5 図 (a)



第 5 図 (b)



第 5 図 (c)

⑫ 公開特許公報 (A) 平3-99952

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

B 60 R 1/00  
21/00  
H 04 N 7/18

識別記号

C  
J

庁内整理番号

7812-3D  
7628-3D  
7033-5C

⑭ 公開 平成3年(1991)4月25日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 車両用周囲状況モニタ

⑯ 特 願 平1-234612

⑰ 出 願 平1(1988)9月12日

⑱ 発 明 者 農 宗 千 典 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社  
内

⑲ 出 願 人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

⑳ 代 理 人 弁理士 三好 秀和 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

車両用周囲状況モニタ

2. 特許請求の範囲

車両に設置された1台または複数台のカメラと、該カメラより入力された画像を透視変換により他の座標に変換する手段と、該変換画像を自車の画像との関連において1枚の画像に合成する手段と、該画像を乗員に表示するディスプレイとを有することを特徴とする車両用周囲状況モニタ。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

この発明はテレビ (TV) カメラ (本明細書では単にカメラと称するが映像を得るものであればカメラの種類は問わない。) により車両周囲の周辺情報として他車の位置、障害物の状況、センタライン等を運転者に表示する装置に関する。

(従来の技術)

従来の車両用モニタとしては、例えば第5図に示すようなものがある。これは、車両の後方にカメラ21を車室内で後方向きに設置し (第5図 (a))、得た画像を映像信号処理部22で画像左右の交換のため反転し (第5図 (b))、モニタTV23に表示し、第5図 (c) の如きいわゆる後方画像を得てモニタリングするシステムである。この画像を見て運転者がバック可能かどうかを運転者は知ることができる。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、このような従来の車両用モニタにあつては、第5図 (c) のように後方の画像を単に表示する装置であり、自車と障害物との距離感がつかみづらく、自車周囲の環境を把握するためには、カメラ1台では不十分であり、またカメラ台数を増加してモニタ台数を増しても、各カメラの相互関係位置を意識しなければ十分な環境把握がしにくく、このため、適切な運転措置をとる事ができないという問題点があつた。この発明は、自車と周囲環境との位置関係を十分認識でき

これにより適切な運転措置をとることができる車両周囲状況モニタを提供し、もって前記問題点を解決することを目的とする。

#### 〔発明の構成〕

##### （課題を解決するための手段）

この発明は、かかる目的を達成するため、車両に設置された1台または複数台のカメラと、該カメラより入力された画像を透視変換により他の座標に変換する手段と、該変換画像を自車の画像との関連において1枚の画像に合成する手段と、該画像を乗員に表示するディスプレイとを有するものとした。

##### （作用）

カメラ画像を例えば平面座標上の画像に変換しこの座標上に自車をその原点にあるように表示する。車両の乗員はこのディスプレイをみることにより自車の進行方向と周囲状況との関係が分るので適切な処置をとることができる。

##### （実施例）

以下、この発明の一実施例を第1図～第4図

を内蔵することが望ましい。画像表示部8では、自車位置を同時にイラストで描画するが、ギア位置、車速、ウインカ動作に紐じた信号により、自車表示位置を画面の中心よりずらすなどし、見ようとする車両周囲領域を広くとるようにする。第3図は、これらの画面の表示結果の例で、いずれも平面（路面）座標で表示してある。第3(a)図は後退時（矢印方向）のもので自車10が中央上縁に固定的に表示され、隣る他車11が割初図で表示されてある。第3(b)図は、右ウインカ動作時のもので、右方へのレーンチェンジ（矢印）を想定し同方向の後方、他車11が表示できるようにしてある。

また第3(c)図は、交差点手前（停止線）に停車したときの例で、線12があって見通しのきかない交差点で他車11があるため停車しようとする時のものであり、後方の別の車11もいることが表示されているものである。

第4図は、第2図の画像変換部7の処理のフローチャートで、これによりその処理を説明する。

に示す図面に基づいて説明する。

第1図は、この発明のカメラ配置車両の平面図である。まず構成を説明すると、複数台のカメラ1～6は夫々、その映写範囲（視野）1a～6aをもって車両の周囲の環境をできるだけカバーするように設置する。即ち、前後のバンパに各2個、前方ウインカに各1個というように埋め込む。或いはリアバンパの代わりにリアコンピランプに設けてもよい。カメラには、レンズの前にミラーを置き反射像を入力すれば、カメラが設置し異くなり画像の歪形の自由度が増す。なお、カメラ台数は1台でもまた何台でもよく、又、カメラは路面を重視すべく上や下を向くように設置する。

第2図は、第1図のカメラ映写画像の処理装置の構成を示すブロック図で、画像変換部7には、各カメラ1～Nからの画像が入力され透視変換により他の座標に変換され、画像表示部8で1枚の画像に合成される。そして運転席に設置されたTVモニタ9に表示する。画像変換部7は、カメラ台数Nだけの画像が並列処理できる高速プロセッ

カメラ1～Nまでの画像を同時に画像変換部7に入力し、その画像をA1(x, y)とする。1はカメラの番号を表わす。次にN個の画像の透視変換（座標変換）を並列に行い、変換後の画像をB1(x, y)とすると、

$$B1(x, y) = A1(x, y)$$

$$X = \frac{a_1 X + b_1 Y + c_1}{d_1 X + e_1 Y + f_1}$$

$$Y = \frac{g_1 X + h_1 Y + k_1}{d_1 X + e_1 Y + f_1}$$

で表される。ここでa<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>, c<sub>1</sub>, d<sub>1</sub>, e<sub>1</sub>, f<sub>1</sub>, g<sub>1</sub>, h<sub>1</sub>, k<sub>1</sub>はカメラの焦点距離、カメラの設置位置（自車との角度、路面との角度など）によって決定されるパラメータであり、一旦設置すれば、一意に決まるものであるから、予めこれを求め記憶しておけばよい。透視変換は、カメラのスクリーン座標から路面（平面）座標（車両中央を原点、車両進行左右側をX軸、車両進行方向をY軸）に変換するものである。

次に画像表示部8において、上記座標に変換さ

れた各画像を合成する。それには、まずウインカ動作、ギヤ位置及び車速に応じて自車をどのあたりに表示するかを決め、その座標を $(X_0, Y_0)$ とする。次にモニタ画像 $C(X, Y)$ をクリアし、 $(X_0, Y_0)$ を中心に自車のイラストを描画する。次に、カメラ変換画像 $B1(X, Y)$  ( $1 \sim N$ :カメラ数)を $C(X, Y)$ に転送する。この際、視野の重なる領域については、その濃度の平均値をおくようにする。すなわち、次のようにすればよい。

$$C(X, Y) =$$

$$B1(X - X_0, Y - Y_0) \dots C(X, Y) = 0 \text{ のとき}$$

$$C(X, Y) \dots B(X - X_0, Y - Y_0) = 0 \text{ のとき}$$

$$1/2 \{ C(X, Y) + B1(X - X_0, Y - Y_0) \} \dots \text{その他のとき}$$

ここに

$$1 = 1 \sim N$$

$$X = 1 \sim Mx \text{ (表示画像の横方向画素数)}$$

また、夜間、赤外線カメラを使用すれば、視度不十分の場合でも障害物の認識が容易にできる。

[発明の効果]

以上説明してきたように、この発明によれば、その構成を、車前に設置された1台または複数台のカメラと、該カメラより入力された画像を透視変換により他の座標に変換する手段と、該変換画像を自車の画像との関連において1枚の画像に合成する手段と、該画像を鏡面に表示するディスプレイを有する構成としたため、自車の周囲の障害物、他車、センターライン等と自車との相対関係位置がよく認識でき、これにより乗員は適確な処置を行なうことができるという効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のカメラ配置の一例を示す車前の平面図、第2図は本発明の装置の構成ブロック図、第3図は、本発明のTVモニタ表示結果の例で(a)は後退時、(b)は右ウインカ作動時、(c)は停車時の場合の画像図、第4図は第2図のブロック図の画像処理のフローチャート図、第

$$Y = 1 \sim My \text{ (表示画像の縦方向の画素数)}$$

以上により、画像 $C(X, Y)$ に各カメラの画像と自車イラスト画像とを一併に表示できる。

運転者(その他の乗員)は、以上の表示ディスプレイをみることにより、第3図(a)の後退時とか(b)の右折レーン移動時とか、又は(c)の見通しのきかない交差点通過時とかに、以後の挙動を適切に行なうことができるものである。なお、変換座標は路面上の斜め軸を基準にしても良く、又その座標は路面上に限定されず、例えば路面上のある高さの平面上でもよいものである。

更にギヤ位置やウインカ動作状況により、TVモニタの自車の表示位置を中心よりずらして表示することができることにより、短たい環境状況の領域を広く表示できる。また、高速時は、TVモニタの画像を縮小して表示し、表示領域を広く表示することにより、さらに効果的な画像をうるることができる。

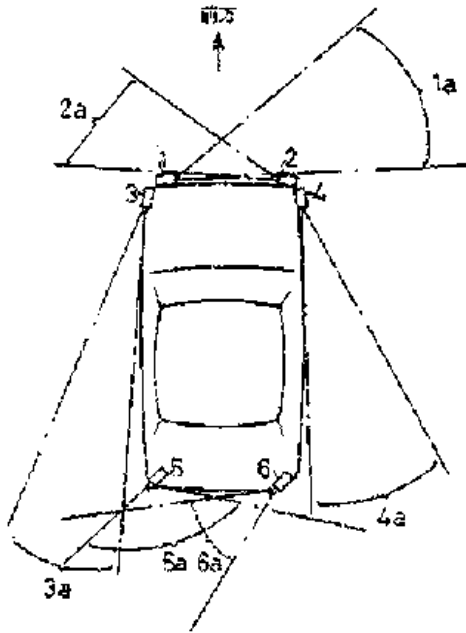
また、カラーTVを使用してカラー表示すれば、物体を認識し易くすることができる。

5図は従来例の図で、(a)はTVカメラ配置図、(b)は処理構成図、(c)は画像図の一例である。

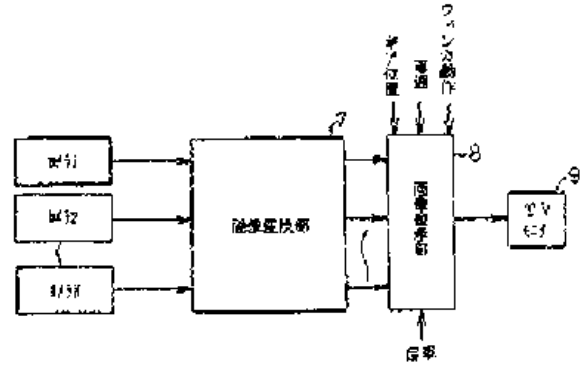
- 1, 2, 3, 4, 5, 6...カメラ
- 7...画像変換部
- 8...画像表示部
- 9...TVモニタ

代理人弁護士 三好 秀 和

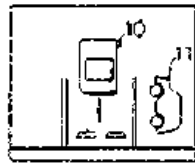
1.2.3.4.5.6.カメラ



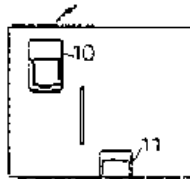
第 1 図



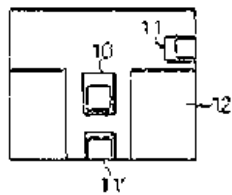
第 2 図



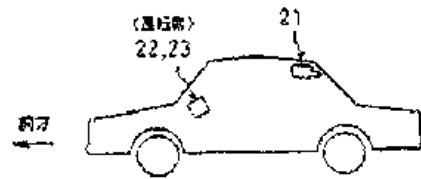
第 3 図 (a)



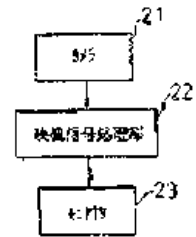
第 3 図 (b)



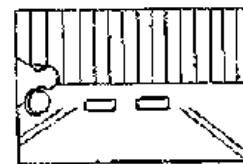
第 3 図 (c)



第 5 図 (a)



第 5 図 (b)



第 5 図 (c)

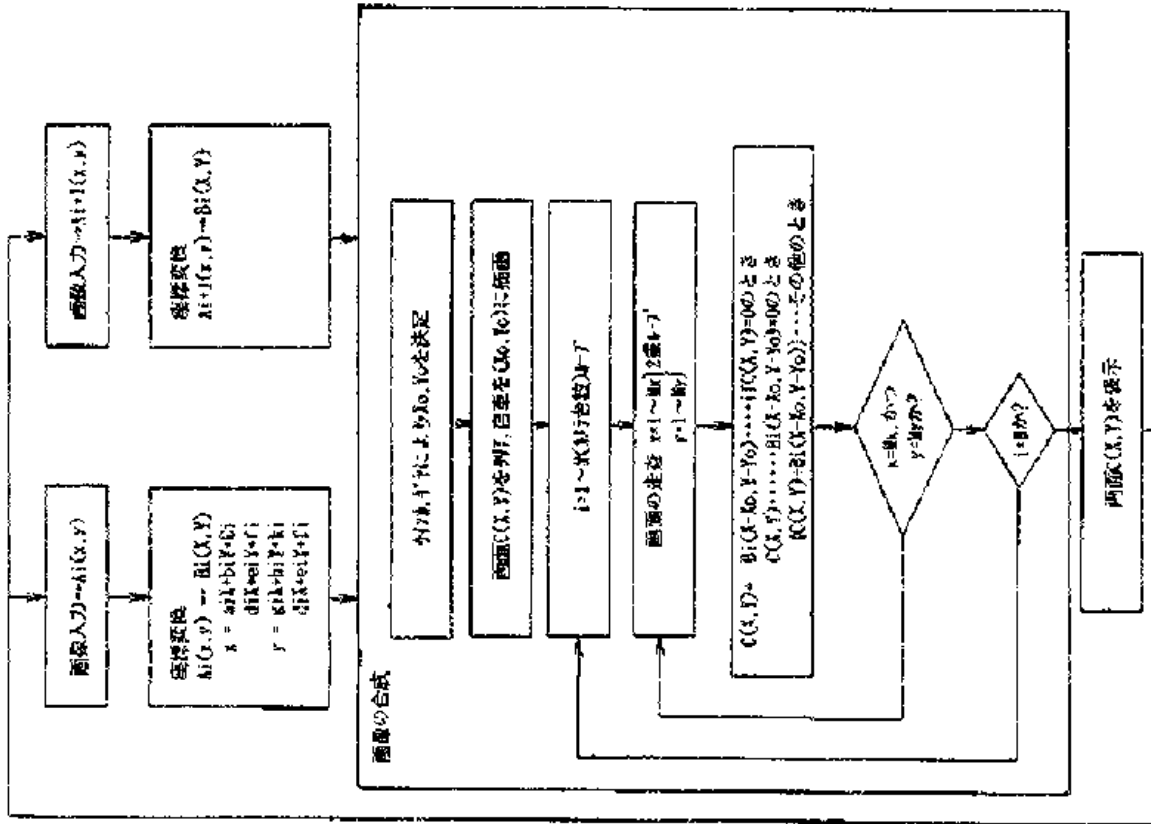


図 4 図

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **03-266739**

(43)Date of publication of application : **27.11.1991**

(51)Int.Cl.

<b>B60R</b>	<b>1/00</b>
<b>B60H</b>	<b>1/34</b>
<b>B60S</b>	<b>1/54</b>
<b>H04N</b>	<b>5/225</b>
<b>H04N</b>	<b>7/18</b>

(21)Application number : **02-064795**

(71)Applicant : **AISIN SEIKI CO LTD**

(22)Date of filing : **15.03.1990**

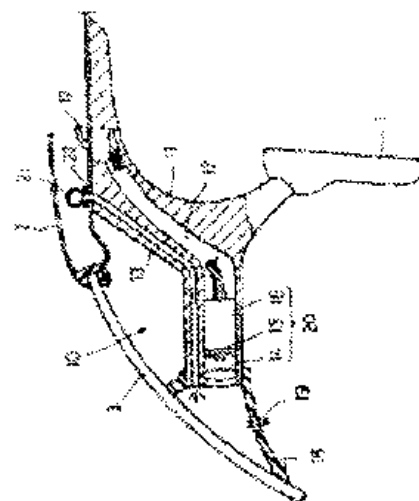
(72)Inventor : **KAKINAMI TOSHIAKI  
SATO ATSUSHI  
SAIKI MITSUYOSHI**

### (54) CAR-LOADED IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent disability of image pickup due to adhesion of dust and a blur of a lens by supporting an image pickup means on a member for supporting an inside mirror, and introducing air into a hood for covering the space between the image pickup means and a front glass.

**CONSTITUTION:** A car-loaded image pickup device 10 is installed on a supporting arm 11 of an inside mirror 1. That is, a lens 14, an image pickup element unit 15 and a signal processing unit 16 which form an image pickup camera 20 and an electric cable for connecting the image pickup camera 20 to a connector 17 are disposed in a large-diameter through hole 12 formed on the supporting arm 11. One end of a small-diameter through hole 13 similarly formed on the supporting arm is connected to an air pipe 21 through a connector 22, and the other end thereof is made opposite to a front glass 3. Further, a hood 18 having a small hole 19 is extended between the supporting arm 11 and the front glass 3. By this arrangement, air is supplied to the front of the lens to prevent a blur (dew drop) of the lens.





⑫ 公開特許公報 (A) 平3-266739

⑬ Int. Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	⑭ 公開 平成3年(1991)11月27日
B 60 R 1/00		7812-3D	
B 60 H 1/34	E	7914-3L	
B 60 S 1/54	F	8211-3D	
H 04 N 5/225	C	8942-5C	
	E	8942-5C	
	J	7033-5C	

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 車載撮像装置

⑯ 特 願 平2-64795

⑰ 出 願 平2(1990)3月15日

⑱ 発 明 者 柿 並 俊 明 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社  
内

⑲ 発 明 者 佐 藤 淳 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社  
内

⑲ 発 明 者 齊 木 充 毅 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社  
内

⑳ 出 願 人 アイシン精機株式会社 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

㉑ 代 理 人 弁理士 杉 信 興

明 細 書

1. 発明の名称

車載撮像装置

2. 特許請求の範囲

車室内にあってフロントガラスに対向しインサ  
イドミラーと支持する支持部材；

前記支持部材に支持され車内から前記フロント  
ガラスを通して撮像する撮像手段；

該撮像手段と前記フロントガラスの間の空間を  
覆うフード；および、

空気調和装置からの空気を前記フード内に運び  
くエアー流路；

を備える車載撮像装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

〔従来の利用分野〕

本発明は、車内に搭載され、路面や走行レーン、  
路上障害物、路上交通等の有無、形状あるいは前  
方車両からの距離等を認識するため車両前方の視  
野を撮像する撮像装置に関する。

〔従来の技術〕

従来、車内にテレビカメラ等の撮像装置を取付  
け、運転に必要な前方の視界情報をドライバが見  
えやすいように提供したり（特開昭61-159003号  
公報）、進行方向の道路上の白線や障害物等を検  
出し、車両の安全性および快適性を高めようとす  
るものが知られている（特開昭59-126693号公報、  
特開昭61-135842号公報）。また撮像視野にある  
前方車両と自車との距離を検出することも知られ  
ている（特開昭64-15685号公報）。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来の車載撮像装置のうち、車外に設置された  
ものは、ごみ、ほこり、雨等で明確な画面が得ら  
れなくなることが多い。

また、車内に設置された車載撮像装置もそのレ  
ンズの汚れや曇りにより明確な画面が得らなくな  
るとか、前方検知感を誤ったりするおそれがある。

本発明は、ごみやほこりあるいはレンズの曇り  
等による撮像不飽、前方視野の認識不飽あるいは  
誤認識を防止することを目的とする。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

本発明の車載画像装置は、車室内にあってフロントガラス(3)に向かいインサイドミラー(1)を支持する支持部材(11)；支持部材(11)に支持され車内からフロントガラス(3)を通して撮像する撮像手段(20)；撮像手段(20)とフロントガラス(3)の間の空間を覆うフード(18)；および、空気調和装置からの空気をフード(18)内に導びくエアークルー(13)；を備える。

なお、カッコ内の番号は、図面に示し後述する実施例の対応要素を示す。

(作用)

撮像手段(20)がインサイドミラー(1)を支持する支持部材(11)で支持され、撮像手段(20)が車内からフロントガラス(3)を通して車両前方の視野を撮像するので、車外のごみ、ほこり、雨水しぶきなどで撮像手段(20)のレンズが汚れることがない。濡れたときには、ワイパーが駆動されてフロントガラス(3)を曇界が良好になるようにクリーニン

グするので、降雨による撮像手段(20)の視界不良を防止しにくい。

また、撮像手段(20)とフロントガラス(3)の間にフード(18)があるので、車内のごみやほこりで撮像手段(20)のレンズが汚れることがなく、撮像手段(20)のクリーニングが実質上不要でありメンテナンスに手間がかからない。更には、フロントガラス(3)の内面および又は撮像手段(20)のレンズは、車内であっても曇ることがあるが、本発明ではエアークルー(13)が空気調和装置の空気をフード(18)内に導びくので曇りの問題もなくなる。

従って、車両前方の撮映を、車内外のごみ、ほこり水気等の影響を受けることなく効果的に実施しうる。

本発明の他の目的および特徴は、以下の図面を参照した実施例の説明より明らかになる。

(実施例)

第1図に本発明の一実施例を装着した車両のフロントガラスを、第2、3図に第1図のII A-II A線拡大断面を、また第2、4図に第1図のII B-II B

線拡大断面をそれぞれ示す。

第1図に示すインサイドミラー1の支持アーム11は、車載画像装置10が装着されている。

第2、3図を参照すると、支持アーム11は略Y形であり、その幹部から1つの、車両前方方向に突出する分岐枝に接続して、撮像カメラ20の電気ケーブルを通す貫穴12およびエアークルー13が形成されている。もう1つ、下方に突出する分岐枝にインサイドミラー(車内バックミラー)1が支持されている。

車両の前方方向に突出する分岐枝の、貫穴12に接続する比較的太径の貫穴内に、車両の前方方向から、撮像カメラを構成するレンズ14、撮像電子ユニット15および信号処理ユニット16が配設されており、信号処理ユニット16に接続した電気ケーブルが貫穴12を通過して、支持アーム11の幹部の上端にあるコネクタ17に接続されている。なお図示しないが、上述の電気ケーブルはコネクタ17を介して車両上の撮像画像処理装置に接続されている。

エアークルー13の上端は空気調和装置(図示せず)に接続されたエアースパイプ21にコネクタ22を介して接続されている。貫穴13の他端は、フロントガラス3に対向して開いている。支持アーム11の、フロントガラス3に向かって突出する分岐枝の先端には、電路がラップ状のゴム製のフード18の小径開口端が結合されており、先端の大径開口端は、後壁のようにフロントガラス3に圧接されている。このフード18により、撮像カメラ20のレンズ14とフロントガラス3の間の空間すなわち撮像装置を撮映するための光路空間が実質上閉じられており、車外の空間および車内空間とも実質上遮断されている。

フード18には、貫穴13を通過してフード18内に吹込まれた空気を車内に送るための小穴19が開けられている。貫穴13を通過してフード18の内空間に入ったエアークルーは、小穴19を通過してフード18から出るので、フード内においてフロントガラス3の内表面およびレンズ14の外表面の結露(曇り)の原因となる水分を除去する。

すなわちフロントガラス3の内表面およびレンズ14の外表面の防曇効果をもたらす。

なお、フード18は弾力性があり、支持アーム11とフロントガラス3の、一方の揺動の他方への伝播を遮断する。

空気調和装置からの、清浄化した空気が、図2b図に示すように、ダクトDCT2により案内されダンパ(図示せず)が置いているときに、車内に露出したグリルGR2から吹出される(運転席前方の上下にも同様なダクトDCT1が設けられている)。このダクトDCT2から分岐したエアースパイブ21が車内のルーフ2と車内内張りの間に配架されており、このエアースパイブ21に、貫穴13が連通している。

また、撮像カメラ20が、図3図に示すようにワイパー23がクリーニングする領域を通して車体前方を照っているので、レンズ14前方のフロントガラス3の外表面のよごれ、雨滴等は、ワイパー23の駆動により除去され、悪天候でも撮像カメラ20の撮像機能が発揮される。

従って、車体前方の濃味を、車内外のごみ、ほこり水気等の影響を受けることなく効果的に実施しうる。

6. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例を装着した車両のフロントガラスを示す斜視図である。

第2a図は、第1図のIIA-IIA線拡大断面図である。

第2b図は、第1図のIIB-IIB線拡大断面図である。

第3図は、図1図に示す車両のフロントガラス3を、ワイパー23を駆動している状態で示す斜視図である。

- 1: インサイドミラー(インサイドミラー)
- 2: ルーフ
- 3: フロントガラス(フロントガラス)
- 10: 車載撮像装置
- 11: 支持アーム(支持部材)
- 12: 貫穴
- 13: 貫穴(エアースパイブ)
- 14: レンズ
- 15: 撮像素子ユニット

なお、エアースパイブはデフロスタから導いてもよい。  
【発明の効果】

以上のようによれば、撮像手段(20)がインサイドミラー(1)を支持する支持部材(11)で支持され、撮像手段(20)が車内からフロントガラス(3)を通して車体前方の視野を撮像するので、車外のごみ、ほこり、汚水しぶきなどで撮像手段(20)のレンズが汚れることがない。曇雨のときには、ワイパーが駆動されてフロントガラス(3)を視野が良好になるようにクリーニングするので、降雨による撮像手段(20)の視野不良を生じにくい。

また、撮像手段(20)とフロントガラス(3)の間にフード(18)があるので、車内のごみやほこりで撮像手段(20)のレンズが汚れることがなく、撮像手段(20)のクリーニングが実質上不要でありメンテナンスが掛からない。更には、フロントガラス(3)の内面および又は撮像手段(20)のレンズは、車内であっても曇ることがあるが、本発明ではエアースパイブ(13)が空気調和装置の空気をフード(18)内に通びくので曇りの問題もなくなる。

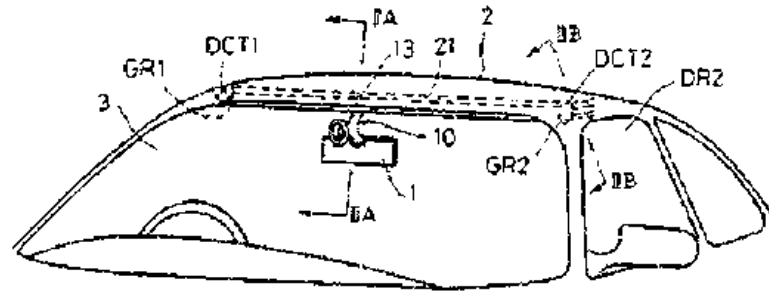
- 16: 信号処理ユニット
- 17: コネクタ
- 18: フード(フード)
- 19: 小穴
- 20: 撮像カメラ(撮像手段)
- 21: エアースパイブ
- 22: コネクタ
- 23: ワイパー
- DCT1,2: ダクト
- GR1,2: グリル
- DR2: ドア

特許出願人 アイシン製鉄株式会社

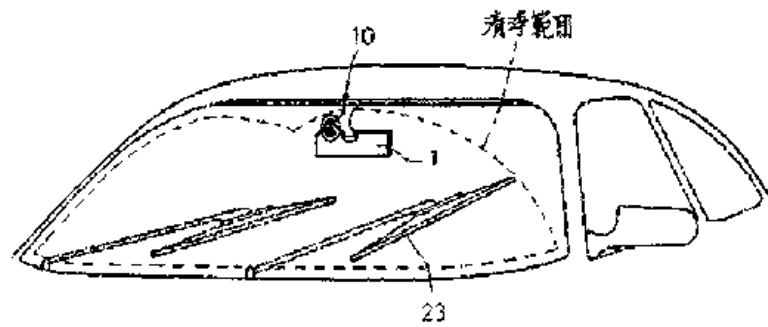
代理人 弁理士 杉 啓 興



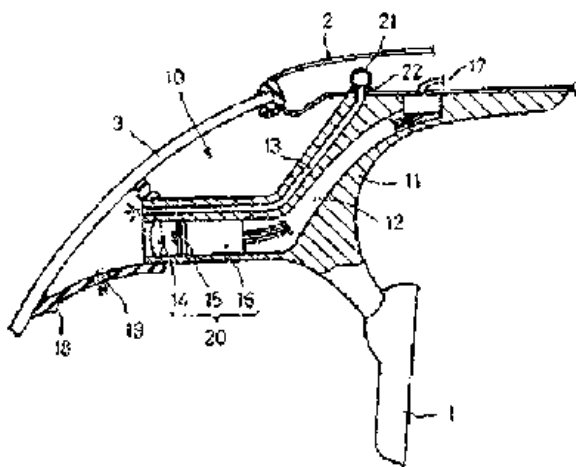
第1図



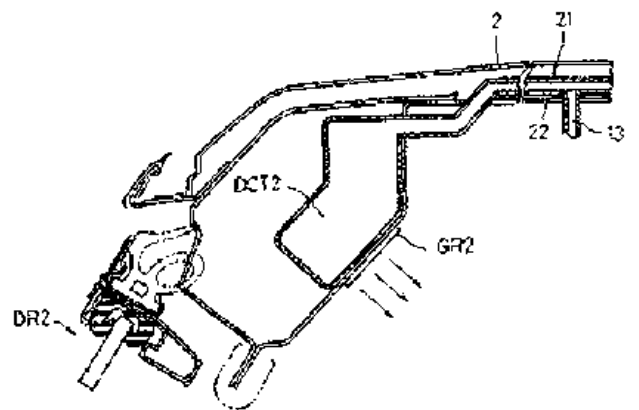
第3図



第2a図



第2b図



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **04-127280**

(43)Date of publication of application : **28.04.1992**

(51)Int.Cl. **G06F 15/62**  
**B60H 1/00**  
**B60Q 1/02**  
**B60R 16/02**  
**G08G 1/09**  
**H04N 7/18**

(21)Application number : **02-248328**

(71)Applicant : **NIPPONDENSO CO LTD**

(22)Date of filing : **18.09.1990**

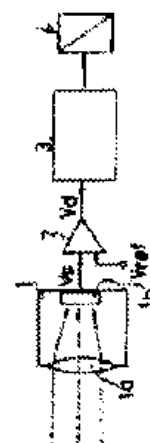
(72)Inventor : **KAMATA TADASHI**

## (54) TUNNEL DETECTOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To perform fast discrimination and to obtain high discrimination accuracy by discriminating the case where the continuous black level area with prescribed width of the binary video signal of a one-dimensional image pickup device in which a picture element row is arranged in a lateral direction exists in the center part of an image pickup area, and the case where a pair of areas with prescribed width exist at both sides of the center part of the image pickup area as a tunnel.

**CONSTITUTION:** This detector is equipped with the one-dimensional image pickup device 1, a comparator 2 as a binarization processing means, and a microcomputer 3 as a tunnel discrimination means, etc. In such a case, a binary signal  $V_d$  of one picture element row is received from the comparator 2 in an odd-numbered scanning period, and it is stored in a build-in storage area transiently. The binary signal  $V_d$  is processed in the next even-numbered scanning period, and all the continuous black level areas  $R_b$  are extracted, and the start points and the end points of the areas are stored. When the continuous black level area of the binary video signal with prescribed width exists in the center part of the image pickup area of the one-dimensional image pickup device, or when the pair of areas with prescribed width exist at both sides of the center part of the image pickup area of the one-dimensional image pickup device, it is discriminated as the tunnel. In such a way, the fast discrimination can be performed, and the high discrimination accuracy can be obtained in spite of simple device constitution.



⑫ 公開特許公報 (A) 平4-127280

⑬ Int. Cl. 5

G 06 F 15/02  
 B 60 H 1/00  
 B 60 Q 1/02  
 B 60 R 16/02  
 G 06 G 1/00  
 H 04 N 7/18

識別記号

3 8 0  
 1 0 3 H  
 C  
 J  
 R  
 C  
 W  
 K

庁内整理番号

8526-5L  
 7914-3L  
 8715-3K  
 7626-3D  
 8112-3H  
 7033-5C  
 7033-5C  
 7033-5C

⑭ 公開 平成4年(1992)4月28日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 トンネル検出装置

⑯ 特 願 平2-243328

⑰ 出 願 平2(1990)9月18日

⑱ 発 明 者 鎌 田 志 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内  
 ⑲ 出 願 人 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 大川 宏

明 細 書

1. 発明の名称

トンネル検出装置

2. 発明請求の範囲

(1) 車両進行方向に向けて車両に搭載され横方向に照射する一次元撮像装置と、

該一次元撮像装置から出力される一次元映像信号を二値化する二値化手段と、

該二値化手段から出力される二値化映像信号を処理してトンネルを判別するトンネル判別手段とを備え、

前記トンネル判別手段は、

前記二値化映像信号の黒レベル信号が連続する連続黒レベル領域が、前記一次元撮像装置の照射領域の中央部に所定幅で存在する場合に、及び、前記一次元撮像装置の照射領域の中央部の所定幅の両側に所定幅で対称に存在する場合に、トンネル検出信号を出力することを特徴とするトンネル検出装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、トンネル検出装置に関する。この装置は、オートライトコントロール装置、カーエアコンの外気自動切替装置、自動車電話の中断警告装置等に適用することができる。

[従来の技術]

従来の車両用オートライトコントロール装置は、照度変化により作動するのでトンネルと橋桁との区別がつかず橋桁通過時に点灯してしまう不具合がある。

この欠点を解消するために、特開昭60-151521号公報及び特公昭63-7977号公報は音波(超音)により、特開昭54-158962号公報は自己発射超音波により、特開昭60-240545号公報は二次元イメージセンサを用いて、トンネルを検出している。

[発明が解決しようとする課題]

二次元映像信号を用いてトンネルを検出する方式は、音波方式に比べてより早期の検出が可能な利点があるが、トンネルの二次元形状には多様な

パターンがありその判別には大規模な画像処理装置が必要となり、また、画像処理にかかる時間が短縮できない。

例えば、トンネルの上方部分は空であったり、コンクリートの垂直面であったり、樹木面又は岩石面であったりし、トンネル部分だけを二値化映像信号の黒レベルとすることは容易ではなくどうしてもノイズが混入する。更に、この二値化二次元映像信号から各種断面形状のトンネル部分を正確に判別するのも容易ではない。

本発明はこのような課題に鑑みなされたものであり、高速判別が可能でありしかも簡単な装置構成にもかかわらず高い判別精度が得られるトンネル検出装置を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明のトンネル検出装置は、車両進行方向に向けて車両に搭載され横方向に撮像する一次元撮像装置と、該一次元撮像装置から出力される一次元映像信号を二値化する二値化手段と、該二値化手段から出力される二値化映像信号を処理してト

ンネルを判別するトンネル判別手段とを備え、前記トンネル判別手段は、前記二値化映像信号の黒レベル信号が連続する連続黒レベル領域が、前記一次元撮像装置の撮像領域の中央部に所定幅で存在する場合に、及び、前記一次元撮像装置の撮像領域の中央部の所定幅幅の両側に所定幅で対に存在する場合に、トンネル検出信号を出力することを特徴している。

前記水平方向に撮像する一次元撮像装置としては、ほぼ水平方向に1行の映像信号が得られるものであればよく、エリアイメージセンサの1画素行を使用することも可能である。

〔作用〕

画素行が横方向に配される一次元撮像装置でトンネルを撮像して得られた一次元映像信号を二値化手段によって二値化すると、二値化映像信号の連続黒レベル領域は一次元撮像装置の撮像領域の中央部に所定幅で存在するか、又は、一次元撮像装置の撮像領域の中央部の所定幅幅の両側に所定幅で対に存在する。

したがって、この二つの一次元画像パターンが発生する場合にはトンネルと判別することができる。

〔実施例〕

〔第1実施例〕

第1実施例のトンネル検出装置を第1図に示す。

この装置は、一次元撮像装置1と、二値化処理手段としてのコンパレータ2と、トンネル判別手段としてのマイコン3と、マイコン3により駆動されるオートライトコントロール装置4とを備えている。

一次元撮像装置1は、第5図に示すように車両のダッシュボード上に搭載されており、ケースには512画素のCCDリニアイメージセンサ1b及びレンズ系1aが取り付けられている。レンズ系1aの光軸は車両進行方向に向けてほぼ水平に伸びており、CCDリニアイメージセンサ1bの画素行は車両進行方向に略水平方向に配されている。

フロントガラス越しに入射した光はレンズ系1aによりCCDリニアイメージセンサ1bの画素行上に結像し、CCDリニアイメージセンサ1b

は一次元映像信号Vsをコンパレータ2に出力する。ちなみに、CCDリニアイメージセンサ1bの走査周期は64.5μ秒である。コンパレータ2は一次元映像信号Vsを所定のしきい値電圧Vrefと比較し、二値化一次元映像信号(以下、単に二値化信号という)Vdを出力する。マイコン3は二値化信号Vdを処理してトンネルを判別し、トンネル判別時に点灯指令をオートライトコントロール装置4に出力する。

ここで、しきい値電圧Vrefはトンネル内部を撮像する際の出力信号電圧を0とするレベルに設定されている。

次に、マイコン3の動作を第4図のフローチャートにより説明する。

まず、奇数走査期間にコンパレータ2から1画素行分の二値化信号Vdを受取り、内蔵の記憶領域に一時蓄積する(S10)。

次の偶数走査期間に、一時蓄積された上記二値化信号Vdを処理して、全ての連続黒レベル領域Rbを抽出し、その始点、終点を記憶する(S11)

2)。なお、連続黒レベル領域Rbの始点座標は左側に隣接する画素が白レベルであり自身が黒レベルである画素の座標であり、連続黒レベル領域Rbの終点座標は左側に隣接する画素が黒レベルであり自身が白レベルである画素の座標であり、そして、連続黒レベル領域Rbは上記始点から上記終点までの画素領域を意味する。

次に、各連続黒レベル領域Rbの中央座標(始点と終点との間の中間座標)の少なくとも一つが全面素領域(線状)の中央部に存在するかどうかを調べ(S14)、中央部に存在すれば、その連続黒レベル領域Rbの幅が所定幅以上(ここでは全面素領域幅の半分以上)かどうかを調べる。もし全面素領域幅の半分以上であれば、トンネルであるとしてS22にてオートライトコントロール装置を点灯し、そうでなければS2Bに進む。またS14にて全ての連続黒レベル領域Rbの中央座標が全面素領域の中央部になければ、連続黒レベル領域Rbが全面素領域の中央部の微細を挟んで一対存在するかどうかを調べ、存在すればS

20へ、存在しなければS2Bに進む。ここで全面素領域の中央部は全面素領域の縦中央画素の近傍範囲を意味し、微細は比較的小さな幅(ここでは全面素幅の10%以下の画素数とする)を意味する。当然、この微細の画素は白レベルとなっている。

S20では、これら一対の連続黒レベル領域Rbが所定幅(ここではそれぞれ20%以下の画素数とする)かどうかを調べ、以上であれば点灯を指令し(S22)、以上でなければS2Bに進む。点灯後(S22)、全面素領域がほぼ白レベルかどうかを調べる(S24)。ここで、ほぼ白レベルというのは、連続する数画素以下の連続黒レベル領域Rbを含むものとする。もし全面素領域がほぼ白レベルであれば、消灯指令をオートライトコントロール装置に出して消灯し、そうでなければS2Bに進む。

S2Bでは、上記した露光走査期間の終了(次の露光走査期間の開始)まで待機し、次にS10に戻り始める。

第2図にトンネル5の露光状態を示し、第3図に撮像6の撮像状態を示す。

第2図からわかるように、水平方向に画素が配列されたリニアイメージセンサ1bでトンネル5を撮像すると、連続黒レベル領域Rbはリニアイメージセンサ1bの画素領域1cの中央領域に所定幅以上の幅で存在するか、又は、一対の連続黒レベル領域Rbが全面素領域の中央部に位置する所定幅以下の微細を挟んで存在する。ここでこの微細はトンネル出口を露光した白レベル領域である。一方、点灯すべきでない撮像通過時(もしくは短トンネル通過時)には、一対の連続黒レベル領域Rbが全面素領域の中央部に位置する所定幅以上の白レベル領域Rwを挟んで存在する。この実施例のトンネル検出装置は、リニアイメージセンサ1bによるトンネル5と撮像6を撮像した撮合における上記画像信号の差に着目してなされたものである。

この実施例に好適な集積化チップの一例を第6図に示す。

このチップには、リニアイメージセンサ11、1画素行のバッファメモリを含むマイコン(もしくは画像処理領域)12、入出力インターフェイス13が集積されている。リニアイメージセンサ11は製造プロセス整合性の点からMOSシフトレジスタ駆動型式のものが好適である。

この実施例の装置によりフロントガラスに付着した雨粒やワイパーブレードの作動を検出することもできる。例えば第7図に示すように、フロントガラス7に付着した雨粒8を透過してリニアイメージセンサ1bに結像した光は互いに近接する一対の白レベル領域Rbを形成する。これは光が雨粒8の左右傾斜部分で屈折により集光され、リニアイメージセンサ1bに入射する光量が増加するためである。一方、ワイパーブレード9は小径の連続黒レベル領域Rbが画素領域1c上を往復する副像となる。

したがって、この装置によれば雨粒やワイパーブレードの作動を検出することもできる。

[第2実施例]



本発明の第2実施例を説明する。

この実施例の装置は第1図の装置と同一であり、ただ、マイコン3の動作が異なる。

この実施例のマイコン3の動作を第10図のフローチャートに示す。

すなわち、S16又はS20で静止又は対称移動状態の連続照レベル領域R<sub>b</sub>を検出した場合、検出した連続照レベル領域R<sub>b</sub>が拡大中かどうか(すなわち、車両とトンネルとの距離が縮小しているかどうか)を調べる。具体的に説明すると、今回抽出された連続照レベル領域R<sub>b</sub>の幅を求め、次に、前回に抽出された連続照レベル領域R<sub>b</sub>の幅(メモリに記憶しておく)と比較する。幅が所定幅以上等大していれば、連続照レベル領域R<sub>b</sub>が拡大中であることがわかる。

そして、連続照レベル領域R<sub>b</sub>の幅が増大していれば、点灯し(S22)、そうでなければS28に進む。

このようにすれば、車両がトンネル直前で停止している場合や、黒色の軌道帯によって点灯が生

じることが防止できる。

なお上記各実施例では、コンパレータ2のしきい値電圧V<sub>T</sub>を一定としたが、外部環境に連動してしきい値電圧V<sub>Tref</sub>を変更してもよい。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明のトンネル検出装置は、両素子が横方向に配される二次元撮像装置の二値化映像信号の連続照レベル領域が二次元撮像装置の撮像領域の中央部に所定幅で存在する場合、及び、二次元撮像装置の撮像領域の中央部の所定幅の両側に所定幅で対称に存在する場合に、それをトンネルと判別するトンネル判別手段を有している。

したがって本発明によれば、二次元映像信号を用いてトンネルを検出する方式に比べて格段に簡単な装置構成で高速判別が可能となり、しかも高い判別精度が得られる。

すなわち、本発明はトンネルを横方向に小幅にスライスすると、連続照レベル領域が撮像領域の中央部に所定幅で存在するパターン、又は、撮像領

域の中央部の所定幅(トンネル出口に相当する)の両側に所定幅で対称に存在するパターンに集約することができ、したがってこれら二つの特徴パターンに対してトンネルと判別すれば、簡単な装置構成で高速高精度に判別できる点に着目したものである。

要に本発明によれば、トンネルの下方の道路面や、トンネル上方の各種壁面(又は空)などの画像処理を行わないので、種々の画像パターンをもつこれらの面による誤判別を防止することができる。

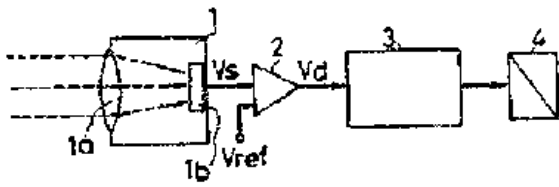
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1実施例を示すブロック図、第2図はトンネル撮像状態を示す説明図、第3図は撮像距離状態を示す説明図、第4図は第1実施例の動作を示すフローチャート、第5図はトンネル検出装置の配図を示す模式側面図、第6図は集積化チップの模式平面図、第7図は両撮像状態を示す説明図、第8図はワイパーブレード撮像状態を示す説明図、第9図は第2実施例の装置の動作を説明する一部フローチャートである。

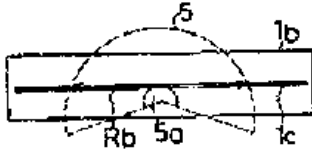
- 1…二次元撮像装置
- 2…コンパレータ(二値化手段)
- 3…マイコン(トンネル判別手段)

特許出願人 日本電装株式会社  
代理人 弁理士 大川 宏

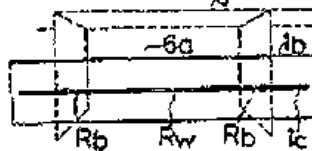
第1図



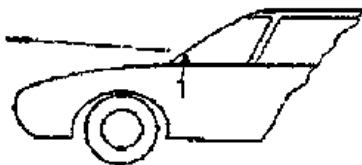
第2図



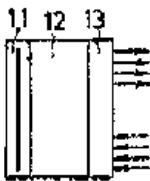
第3図



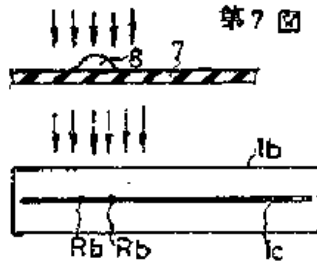
第5図



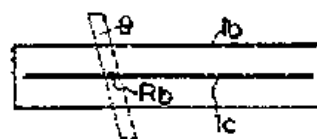
第6図



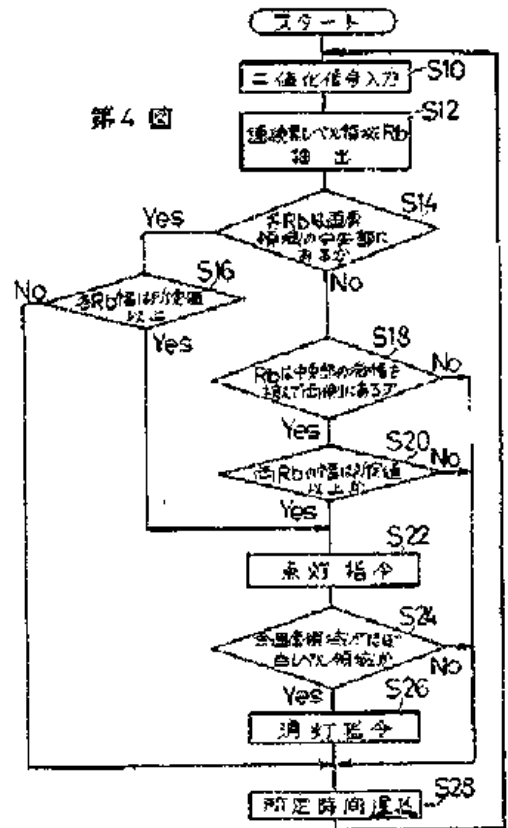
第7図



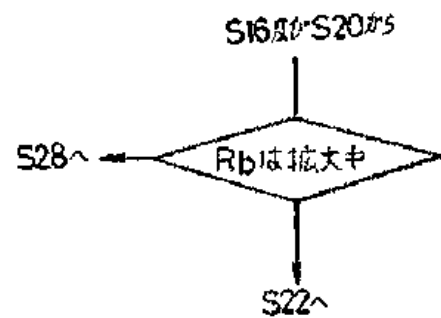
第8図



第4図



第9図





(19)

(11) Publication number: **04239400**

Generated Document.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 03002163

(51) Intl. Cl.: G08G 1/16

(22) Application date: 11.01.91

<p>(30) Priority:</p> <p>(43) Date of application publication: <b>27.08.92</b></p> <p>(84) Designated contracting countries:</p>	<p>(71) Applicant: <b>TOSHIBA CORP TOSHIBA AVE CORP</b></p> <p>(72) Inventor: <b>KOIWAI HIDEAKI KASAMI HIROYUKI</b></p> <p>(74) Representative:</p>
--	---

**(54) ON-VEHICLE  
MONITORING CAMERA  
UNIT**

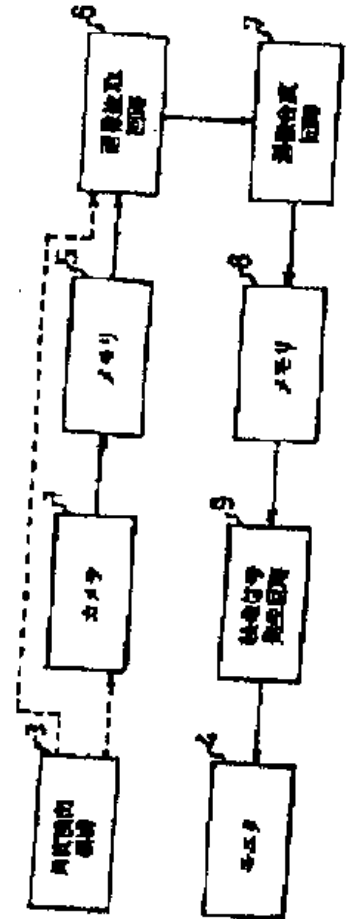
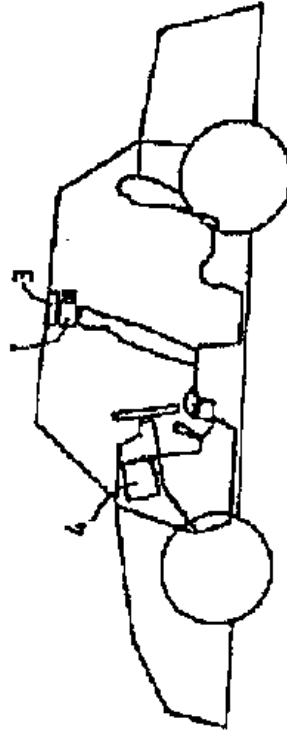
(57) Abstract:

**PURPOSE:** To improve safety for travel by displaying an image in which a desired direction in the neighborhood of a vehicle is image-picked up by applying conversion and synthesis so as to make a driver easy to observe.

**CONSTITUTION:** The image signal of the periphery of the vehicle image-picked up by a camera 1 is supplied to an image sampling circuit 6. Plural image signals sampled by the image sampling circuit 6 are supplied to an image synthesizing circuit 7, and image synthesis is performed by performing reversal readout appropriately in all directions so as to easily observe the image by the driver when the driver observes the image displayed on a monitor 4 from a driving seat as watching the front, and it is stored in memory 8. Quadripartite synthetic image signals stored in the memory 8 are read out via a video signal generation circuit 9, and four right/left and upper/lower

images are displayed on the monitor 4 in one image. Thereby, it is possible to precisely and easily recognize the peripheral status of the travelling vehicle which improves safety.

COPYRIGHT: (C)1992, JPO&Japio



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-239400

(43) 公開日 平成4年(1992)8月27日

(51) Int.Cl.<sup>3</sup>

G 0 8 G 1/16

識別記号

C 722-3H

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平3-2163

(22) 出願日 平成3年(1991)1月11日

(71) 出願人 000003078

株式会社環芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 000221029

東芝エー・ブイ・イー株式会社

東京都港区新橋3丁目3番9号

(72) 発明者 小沢 秀明

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8 株式会社

社東芝機械事業所家電技術研究所内

(72) 発明者 笠見 寛之

東京都港区新橋3丁目3番9号 東芝オー

ディオ・ビデオエンジニアリング株式会社

内

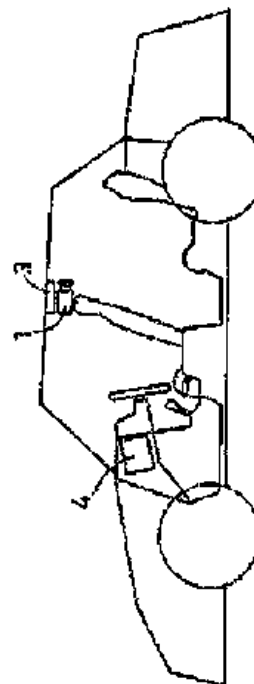
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和

(54) 【発明の名称】 車載監視カメラ装置

(57) 【要約】

【目的】 車両の走行の安全性を向上すべく車両の周囲の状況を運転者等に視覚的に提供する。

【構成】 車両に搭載したカメラ1で車両の周囲の所望の方向を撮像し、この撮像した画像を運転者が見やすいように変換合成し、モニタ4に表示する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両に搭載され、車両の周囲の所望の方向を撮像する撮像手段と、この撮像手段で撮像した画像を車両の運転者が見やすいように変換合成する画像処理手段と、この画像処理手段で合成された画像を表示する表示手段とを有することを特徴とする車載監視カメラ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】 【発明の目的】

【0002】

【産業上の利用分野】 本発明は、車両の走行安全性を向上すべく車両の周囲の状況を撮像して運転者等に表示する車載監視カメラ装置に関する。

【0003】

【従来の技術】 テレビ等のディスプレイ装置の小型化に伴い、ディスプレイ装置を車両に搭載し、道路情報等の各種情報を視覚的にドライバに提供し、走行の円滑化および安全性を向上することが近年行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 車両の走行中、特に高速道路や混んだ市街地道路等を走行しながら、例えば車線変更を行う場合等には、走行の安全差の点から車両の後方や側方等を走行している他の車両等の状況、すなわち周囲の周囲の状況が正確に把握できることが望ましい。

【0005】 本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、車両の走行の安全性を向上すべく車両の周囲の状況を運転者等に視覚的に提供する車載監視カメラ装置を提供することにある。

【0006】 【発明の構成】

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明の車載監視カメラ装置は、車両に搭載され、車両の周囲の所望の方向を撮像する撮像手段と、この撮像手段で撮像した画像を車両の運転者が見やすいように変換合成する画像処理手段と、この画像処理手段で合成された画像を表示する表示手段とを有することを要旨とする。

【0008】

【作用】 本発明の車両運転支援装置では、車両に搭載した撮像手段で車両の周囲の所望の方向を撮像し、この撮像した画像を運転者が見やすいように変換合成し、表示手段に表示する。

【0009】

【実施例】 以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【0010】 図1および図2は本発明の一実施例に係わる車載監視カメラ装置を搭載した車両を側面および真上からそれぞれ見た図である。両図からわかるように、車両に搭載された車載監視カメラ装置は、車両の天井に回

転自在を介して水平に360°回転可能に取り付けられるカメラ1を有し、このカメラ1により車両の周囲を撮像し得るようになっている。また、前記回転装置には角度検出機構3が設けられ、これによりカメラ1が撮像した方向がわかるようになっている。具体的には、角度検出機構3は、カメラ1が周囲の例えば前後左右の4ポジションを向いて撮像した位置に対応してポジション信号を発生する。

【0011】 また、図1および図2に示すように、車両の前部の運転席の左前方には表示手段であるモニタ4が設けられ、これにより前記カメラ1で撮像した車両の周囲の画像が後述する図3に示す回路を通過した後、モニタ4に表示され、運転者が見ることができるようになっている。このモニタ4は図4に拡大して示されている。

【0012】 すなわち、前記カメラ1で撮像した車両の周囲の画像信号は、図3に示すように、前記角度検出機構3から前記ポジション信号がカメラ1に供給されると、この時の画像が静止画として一旦第1のメモリ5に記憶されてから、画像抜取回路6に供給される。なお、この画像抜取回路6には角度検出機構3から前記ポジション信号が同時に供給されている。

【0013】 角度検出機構3からのポジション信号は、上述したように、例えば車両の前後左右に相当する4ポジションで出力されるようになっているので、各ポジション間の時間内で第1のメモリ5に記憶された1回画分の静止画が画像抜取回路6によって角度に応じたエリアのみ抜き取られる。

【0014】 更に具体的には、前記4ポジションである車両の前方、後方、左側方および右側方をカメラ1で撮像した4つの画像がそれぞれ図5、6、7、8にA、B、C、Dとして示されているが、この4つの画像A、B、C、Dを運転者に1つの画像として例えば図9に示すように見せるために各画像をそれぞれ三角形の画像△A、△B、△C、△Dとして抜き出すことが必要であるが、この抜き出し処理が上述した角度に応じたエリアのみ抜き取るということである。

【0015】 このように画像抜取回路6によって抜き取られた4つの画像信号△A、△B、△C、△Dは、画像合成回路7に供給され、ここで運転者が運転席から前方を見ながらモニタ4に表示された画像を見た場合に、運転者がこの画像が見やすいように適宜左右上下の反転読み出しを行って画像合成され、第2のメモリ8に記憶される。すなわち、画像抜取回路6では、上述したように前後左右の角度に応じたエリアのみ抜き取って4分割した画像△A、△B、△C、△Dを画像合成回路7に供給するが、この4分割画像のうち例えば図6に示す後方の画像Bは運転者が運転席から前方を見ながらでも見やすいようにモニタ4には図9に示すように左右が一致するように逆転され、すなわち図9の△B'のように画像合成回路7において変換されてから、前記4分割画像が図

3

9に示すように1つの画像に合成されて、第2のメモリ8に記憶されるのである。

【0016】そして、この第2のメモリ8に記憶された4分割合成画像信号は、映像信号発出回路9を介して読み出され、図9に示すように前後左右の4つの画像△A、△B'、△C、△Dが1つの画像としてモニタ4に表示される。

【0017】なお、上記実施例では、カメラ1の1周を4分割しているが、これを例えば図10に示すように3分割し、すなわち例えば前方の画像を除去した3分割とし、画像合成回路7で1画像として合成して表示してもよいし、また図11に示すように左右の画像のみに2分割した画像を合成して表示してもよい。

【0018】また、前記カメラ1は車内の天井に回転するように取り付けられているが、車外の天井に防水機構を付した回転カメラを設置してもよいし、またはカメラは固定とし、視界内に回転可能なミラーを設けてもよい。

【0019】更に、カメラ1の回転方向は1方向のみとしたが、信号をケーブルで直接伝達する場合には、1回転毎に回転方向を逆にしてもよい。

【0020】また更に、上記実施例では、1台のカメラを車両の天井に設けて回転させ、これにより車両の周囲を撮像するようにしているが、これに限定されるものでなく、運転者が見にくい箇所、例えば後方や側方または斜め後方のみを専用で撮像するように1台または複数台のカメラを固定的または半固定的または可動式に設けてもよいものである。

【0021】また、カメラは回転式の1台のカメラでも、複数カメラでもよいが、これらのカメラが撮像する方向を運転者が適宜変更制御し得るように構成し、運転者が見たい方向の所望の方向の画像を表示し得るようにしてもよい。

4

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、車両に搭載した撮像手段で車両の周囲の所望の方向を撮像し、この撮像した画像を運転者が見やすいように変換合成し、表示手段に表示するので、走行中の車両の周囲の状況を遠慮かつ容易に把握することができ、走行の安全性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係わる車載監視カメラ装置を搭載した車両を側方から示す図である。

【図2】図1の車両を真上から示す図である。

【図3】図1の車両に搭載されている車載監視カメラ装置の回路構成を示すブロック図である。

【図4】図1に示す車両の運転席の左前方に取り付けられているモニタを示す図である。

【図5】図3の車載監視カメラ装置で撮像した車両の前方の画像を示す図である。

【図6】図1の車載監視カメラ装置で撮像した車両の後方の画像を示す図である。

【図7】図3の車載監視カメラ装置で撮像した車両の左方の画像を示す図である。

【図8】図3の車載監視カメラ装置で撮像した車両の右方の画像を示す図である。

【図9】図5～8の画像を合成した画像を示す図である。

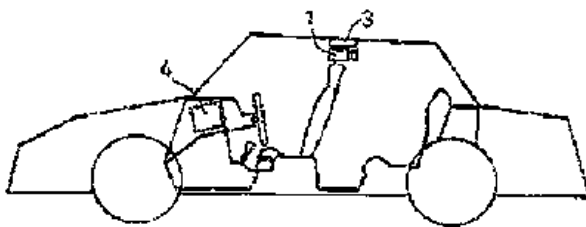
【図10】他の実施例の合成画像を示す図である。

【図11】更に他の実施例の合成画像を示す図である。

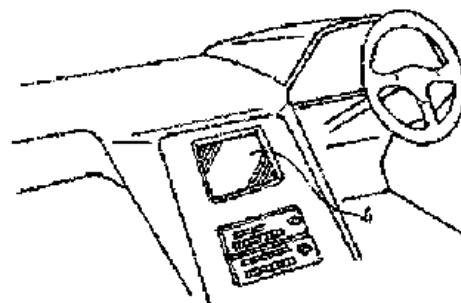
【符号の説明】

- 1 カメラ
- 3 角度検出機構
- 4 モニタ
- 6 画像放送回路
- 7 画像合成回路

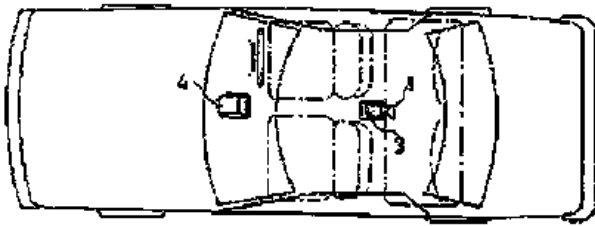
【図1】



【図4】



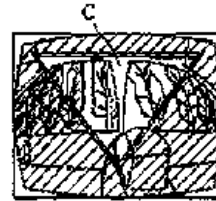
【図2】



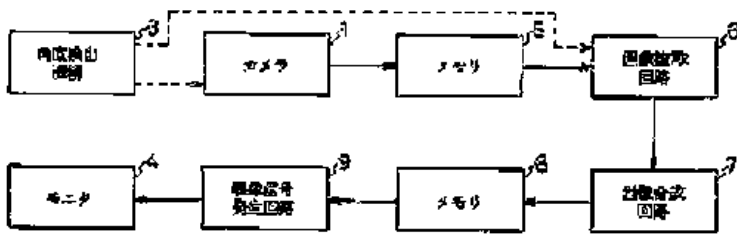
【図5】



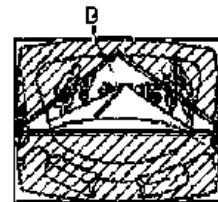
【図7】



【図3】

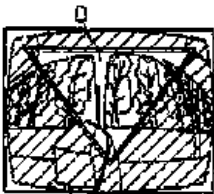


【図5】

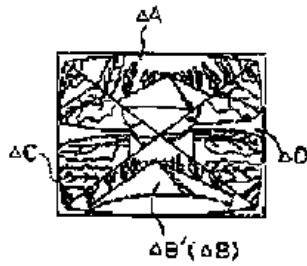


【図11】

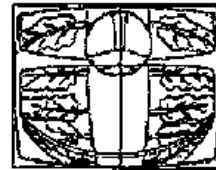
【図8】



【図9】



【図10】





# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **04-291405**

(43)Date of publication of application : **15.10.1992**

(51)Int.Cl. **G05D 1/02**  
**B62D 1/28**  
**G06F 15/62**  
**H04N 7/18**

(21)Application number : **03-055279**

(71)Applicant : **NEC CORP**

(22)Date of filing : **20.03.1991**

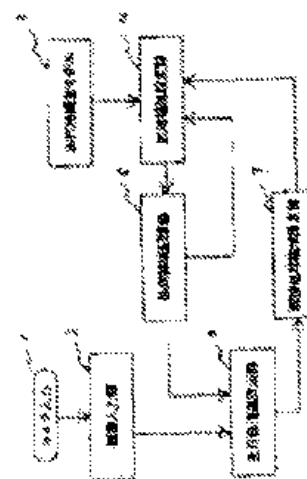
(72)Inventor : **HARADA NORIAKI**

## (54) METHOD AND DEVICE FOR RECOGNIZING STRUCTURE OF RUNNING PATH

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To recognize the shape of a remote running path boundary line by merging together the shape of the running path boundary line of a precedent frame and the shape of a running path known in the present frame so as to detect the running path boundary line of an unknown area in the present frame.

**CONSTITUTION:** The image of a running path fetched by a TV camera 1 is stored in an image input part 2. A processing area is set by a processing area setting part 4 based on the running path structure conditions of a running path structure model 3, and this set value is stored in a processing area storage part 5. Then the partial image data are extracted out of the running path image stored in the part 2. A running path structure detecting part 6 extracts a boundary line of the running path end approximates a parameter. Then the part 4 updates the value set at the next partial area of the part 5 based on the position estimated value using a parameter end the set position of a partial area in the next frame which are given from an adjacent processing area estimating part 7. Thus the part 4 extracts again the partial image data out of the part 2 and outputs the data to the part 6. In such a constitution, the structure of the running path is recognized from a limited partial image.



(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F 1	技術表示箇所
G 0 5 D 1/02		K 7828-3H		
E 6 2 D 1/28		9142-3D		
G 0 6 F 15/02	3 8 0	8526-5L		
H 0 4 N 7/18		C 7033-5C		

審査請求 未請求 請求項の数2(全6頁)

(21) 出願番号 特願平3-55279

(22) 出願日 平成3年(1991)3月20日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 原田 典明

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

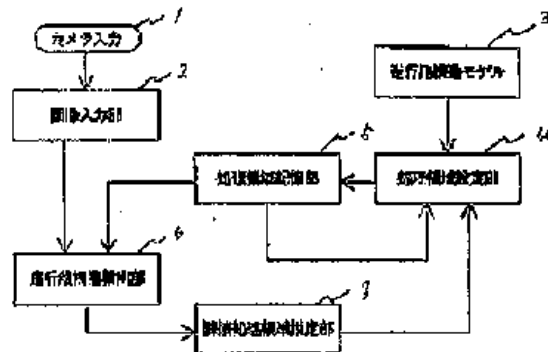
(74) 代理人 弁理士 内原 晋

(54) 【発明の名称】 走行路構造認識方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】 現フレーム中の未知領域の走行路境界線を検出するのに、前フレームでの走行路境界線の形状と現フレームで既知である走行路の形状を融合させ、遠方までの走行路境界線形状の認識を精度良く高速に行う。

【構成】 テレビカメラ1が取り込んだ走行路画像を画像入力部2で記憶する。処理領域設定部4において、走行路構造モデル3の走行路構造条件を基に処理領域を設定し、処理領域記憶部5に設定値を記憶し、画像入力部2の走行路画像より部分画像データを抽出する。走行路構造検出部6にて走行路境界線抽出とパラメータ近似を行い、処理領域設定部4は隣接処理領域設定部7からのパラメータを用いた位置推定値と次フレームの該部分領域の設定位置を基に、処理領域記憶部5の次部分領域設定値を更新し、再び、画像入力部2から部分画像データを抽出し、走行路構造検出部6へ出力する。こうして限定された部分画像から走行路の構造を認識する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 走行路画像から走行路境界線構造を認識するために処理領域を前フレームでの走行路境界線の形状により推定する第1の手段と、同一フレーム中の既知である走行路の形状を基に推定した処理領域を融合する第2の手段と、前記第1と第2の手段により処理対象領域を定めることを特徴とする走行路構造認識方法。

【請求項2】 入力画像を記憶する画像入力部と、道路構造を記憶する走行路構造モデルと、前記入力画像の部分領域群に関する情報を記憶する処理領域記憶部と、前記画像入力部が記憶する画像のうち前記処理領域記憶部により指定された部分領域群の部分画像を基に走行路境界線の一部を算出する走行路構造検出部と、前記走行路検出部で算出した走行路境界線から部分領域を推定する隣接処理領域推定部と、前記処理領域記憶部が記憶する部分領域群と前記隣接領域推定部とから前記部分領域記憶部の値を更新する処理領域設定部とを有することを特徴とする走行路構造認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、進行方向前方をとらえたテレビカメラからの走行路画像を処理して自車走行する場合等に必要となる、遠方領域から近方領域までの走行路の構造を計算する走行路構造認識方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 車を自車走行させる従来の走行路構造認識方法として、路面に走行目標運動に沿って誘導ケーブルまたは金属テープ等のガイドラインを連続的に設置する方法があるが、ガイドラインの設置に多額の費用を要し、現実的ではない。

【0003】 また、走行車に搭載されたテレビカメラから取り込んだ画像に基づき道路を走行する方法として、特開昭60-37111号公報「自動車用自動走行操舵装置」が提案されている。この方法では、2台のテレビカメラを車両の左右両側に設置し、右側のテレビカメラが捉えた画像により特定領域の画像のみを抽出し、その中からセンターラインを認識し、左側のテレビカメラが捉えた画像においても上記と同様の処理にてサイドラインを認識し、検出された境界線が上記テレビカメラでとらえた画像上のどの位置にあるかを照合することにより、走行車の操舵を自動的に制御する。上記の方法では、車両の自車走行のための設備の搭載は必要であるが走行道路に対しては特別な工事を必要としない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来の走行路構造認識方法においては、車両に搭載したテレビカメラからの走行路画像に対し処理領域を特定するのに、入力画像が連続的に変化する動画であることに注目し、入力画像に対する処理時間の間隔を短くすることにより画像中の

データ構造の変化を少なくすることにより処理領域を直前の処理領域付近に限定し、その結果、ある時刻の認識処理において前の時刻の画像処理結果を利用して処理すべきデータ量を減らし、処理速度を高速にしていた。

【0005】 いま、前方で大きくカーブしている走行路上があり、上記車両から遠方領域での走行路境界線形状を認識する場合を考えると、走行路境界線形状を精度よく認識するためには、設定すべき処理領域は遠方領域の場合と比較して走行路境界線の形状に応じて、より動的に左右に移動すべきである。しかしながら上記方法では遠方領域において、前フレームでの走行路境界線が存在する位置と現フレームで検出すべき走行路境界線が存在する位置との間に大きな差異が生じてしまい、遠方領域における走行路の形状を精度よく推定するのは困難である。

【0006】 本発明は、現フレームにおける走行路境界線の未知領域での形状を検出するのに、前フレームでの走行路境界線の形状と現フレームで既知である走行路の形状を融合させることにより、遠方までの走行路境界線形状の認識を精度よく行うことを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の走行路構造認識方法は、走行路画像から走行路境界線構造を認識するために処理領域を前フレームでの走行路境界線の形状により推定する第1の手段と、同一フレーム中の既知である走行路の形状を基に推定した処理領域を融合する第2の手段と、前記第1と第2の手段により処理対象領域を定めることを特徴とする。

【0008】 本発明の走行路構造認識装置は、入力画像を記憶する画像入力部と、道路構造を記憶する走行路構造モデルと、前記入力画像の部分領域群に関する情報を記憶する処理領域記憶部と、前記画像入力部が記憶する画像のうち前記処理領域記憶部により指定された部分領域群の部分画像を基に走行路境界線の一部を算出する走行路構造検出部と、前記走行路検出部で算出した走行路境界線から部分領域を推定する隣接処理領域推定部と、前記処理領域記憶部が記憶する部分領域群と前記隣接領域推定部とから前記部分領域記憶部の値を更新する処理領域設定部とを有する。

【0009】

【作用】 本発明の走行路構造認識方法及びその装置において、走行路画像中の隣接部分領域での走行路境界線形状の近似パラメータと、前フレームでの部分領域群の設定位置とを基に、走行路を検出するために処理すべき部分領域の位置を設定する過程を説明する。図2は処理領域として部分領域群を設定する手順を示し、図3は自車走行車両に設置したテレビカメラがとらえた進行方向の走行路画像を示す図である。

【0010】 図3においてテレビカメラでとらえることのできる最も近い領域区分線30より地平線34を最も

3

近い領域区分線とした領域が走行路検出のための走行対象領域となる。走行対象領域において、自律走行車の走行速度に応じて幾つかの領域に分割する領域区分線31、32、33が垂直方向に変動し、走行対象領域は領域区分線31、32、33によって近方走行領域35、中間走行領域36、37、遠方走行領域38に分割される。Y<sub>0</sub>は地平線34の走行路画像における水平座標、dは各部分領域群39、40、41、42とY<sub>r</sub>との差長である。

【0011】図2における走行路検出のための処理領域の設定は次の手順ですすむ。部分領域群を図3に示すように、走行路画像においてある個を持つ四角形39、40、41、42とし、部分領域群のすべき位置を部分領域設定値P<sub>next</sub>(X, Y)とすると、例えば、路面は局所的に平面であり、走行路境界線では局所的に平行で道幅が既知である道路構造を3時間的に規定する走行路構造モデルの条件21を初期条件とした部分領域の設定値P<sub>init</sub>(X, Y)により、走行路画像の最も近い部分領域を次式で設定する。

【0012】P<sub>next</sub>(X, Y) = P<sub>init</sub>(X, Y)  
この部分領域設定は処理24において、次フレームでの該部分領域を設定するための推定値(以下、該部分領域推定値)P<sub>propose</sub>(X, Y)はP<sub>propose</sub>(X, Y) = P<sub>next</sub>(X, Y)として記憶される。次に処理25において、P<sub>next</sub>(X, Y)により限定された部分画像データから走行路境界線形状を検出し、処理26において、上記検出結果に基づき隣接した部分領域を設定するための領域推定値(以下、次部分領域推定値)P<sub>not</sub>(X, Y)を計算する。上記の部分領域推定値P<sub>propose</sub>(X, Y)と、上記の部分領域推定値P<sub>not</sub>(X, Y)とを  
40 入力として次の部分領域の設定を行うが、その際には、処理22において、部分領域の走行路画像中における位置を参照し、部分領域群の水平座標値Y<sub>0</sub>との差dを基に、2つの推定値に対する重みω(d)を算出し、処理23において次式、P<sub>next</sub>(X, Y) = ω(d) × P<sub>propose</sub>(X, Y) + (1 - ω(d)) × P<sub>not</sub>(X, Y)により部分領域を設定する。

【0013】ここで2つの特徴に着目する。第1の特徴は、走行車がある一定速度で安定した走行状態から一定速度の自律走行の状態に移行し、走行車が走行路において安定したポジションをとっている場合、遠方領域においては、特に大きなカーブが存在する場合など、走行路境界線の形状によりフレーム間で走行路境界線の位置変動が激しいことである。第2の特徴は、近方の領域においては、例えば、道路は局所的に平面であり、また走行路境界線は局所的に平行であるという走行路構造モデルの条件21と、道幅は既知であるという仮定とから走行路境界線の位置変動は小さくなることである。この特徴により、走行路画像中の各部分領域群を設定するための2つの推定値に対する重みω(d)は、0 ≤ ω(1) ≤

30

ω(2) ≤ ... ≤ ω(d) ≤ ω(d+1) ≤ ... ≤ 1とする。つまり最も近方の走行対象領域においては、部分領域は次フレームでの部分領域を設定するための推定値に基づいて設定するが、中間から遠方までの走行対象領域においては、遠方になるにつれて部分領域中の走行路境界線形状からの隣接した部分領域を設定するための推定値に徐々に重みをかけ、最も遠方の走行対象領域中の部分領域設定においては、部分領域中の走行路境界線の形状からの隣接した部分領域を設定するための推定値のみに基づいて部分領域を設定する。上記手順により得られた部分領域設定値は、処理24において、次フレームでの該部分領域推定値P<sub>propose</sub>(X, Y)は、P<sub>propose</sub>(X, Y) = P<sub>next</sub>(X, Y)として記憶され、走行路境界線検出のための部分領域設定値として出力される。処理26において、走行路境界線形状の検出結果より次部分領域推定値P<sub>not</sub>(X, Y)が更新され、処理23において上記更新された次部分領域推定値P<sub>not</sub>(X, Y)と上記フレームでの該部分領域推定値P<sub>propose</sub>(X, Y)を入力として更に次の部分領域の設定を行う。上記手順を繰り返すことにより、部分領域39、40、41、42の順に走行路境界線の時間的な位置変動の少ない近方領域より遠方領域へと、遠方の走行領域になるにつれて徐々に隣接した部分領域を設定するための推定値に重みをかけ処理の対象となる領域が設定され、走行路境界線の抽出が行われる。部分領域43、44、45、46においても同様である。

【0014】走行路構造モデルの条件21は、走行路境界線の局所的な構造条件の他に、高速道路等の道路における曲率と勾配との関係を示す構造条件などを含む。部分領域中の走行路境界線の形状からの隣接した部分領域の位置推定26は、部分領域中に存在する走行路境界線を延長した位置に実際の走行路境界線があるものと仮定することにより部分領域を設定する。即ち、隣接した走行路境界線の形状の変化に適合させて処理すべき領域を設定する。該近する部分領域から次フレームの部分領域を設定する処理は前フレームで求められている走行路境界線の位置が時間的に変動しないものと仮定することによる簡便な手法を用いる。

【0015】部分領域中の走行路形状から隣接した部分領域を位置推定する方法を図4に示す。部分領域50において走行路境界線が検出され、走行路境界線と領域区分線52、53の交点P1とP2の画像座標(X(P1), Y(P1)), (X(P2), Y(P2))を用いて点P2における接線の勾配tanθが求められる。この勾配tanθを用いて、P2での接線と領域区分線54との交点のX座標、X(P3)ではX(P3) = X(P1) - {X(P2) - X(P1)} × D2/D1を求める。X(P3)と固定値Wより次の部分領域は幅幅はD2、傾斜は{X(P1) - {X(P2) - X(P1)} × D2/D1} × 2のサイズに設定され、座標

(X(P2)-W, Y(P2)-D2)に位置確定される。D1, D2は領域区分後の観方向の差であり、上記走行車の走行速度に応じて設定が可変である。Wは定数である。

#### 【0016】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例の走行路構造認識装置を示すブロック図である。

【0017】図1において、自律走行車両に搭載されているテレビカメラ1が進行方向前方で走行路をとらえた走行路画像は、画像入力部2において画像データとして記憶される。処理領域設定部4における、部分領域の設定値は走行路構造モデル3からの走行路の構造に関する条件を基に初期設定される。処理領域記憶部5は、処理領域設定部4にて算出された部分領域の設定値を記憶し、この記憶された設定値を基に部分領域中の画像データのみを画像入力部2にて記憶されている走行路画像から抽出して走行路構造抽出部6へ出力する。

【0018】走行路構造抽出部6は、部分領域内の画像に対して例えば、ノイズ除去や走行路上に存在する影と思われる領域の色補正といった処理を行い走行路境界線と思われる画像を抽出し、エッジ検出やラベリング等の画像処理を行うことにより、部分領域の画像から、走行路境界線を抽出し、局所領域内に存在する走行路境界線の形状を複数のパラメータを用いて曲線近似する。走行路境界線形状を近似する上記パラメータは、隣接処理領域推定部7に出力される。隣接処理領域推定部7は走行路構造モデル9での走行路の構造に関する条件を基に初期設定された部分領域の設定値に代わり、走行路境界線形状を近似するパラメータを利用した部分領域の位置推定値を処理領域設定部4へ出力する。

【0019】処理領域推定部4は隣接処理領域推定部7から出力された設定値と、処理領域記憶部5にて記憶されている次フレーム中での部分領域の設定位置とを基にして、部分領域の設定値を計算し処理領域記憶部5に記憶されている部分領域設定値を更新する。処理領域記憶部5は更新された設定値を基に、再び部分領域中の画像データのみを、画像入力部2にて記憶されている走行路画像から抽出し、走行路構造抽出部6へ出力する。こうして、走行路画像中に設定されたすべての部分領域群内における走行路境界線形状の近似式が走行路構造抽出部

7から出力される。

【0020】なお、本実施例では、センターラインとサイドラインの同方の走行路境界線の形状により走行路構造を認識するものを示したが、センターライン、サイドラインといった走行路境界線が白線の場合の他に、道路両端の走行路境界線による認識、また、センターライン、サイドライン、あるいは、片方の走行路境界線のみ形状により走行路構造を認識するようにしてもよい。

#### 【0021】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明は、現フレームにおける走行路境界線の未知領域での形状を検出するために、前フレームでの走行路境界線の形状を現フレームで既知である走行路の形状を融合させ、走行路境界線構造を認識するための処理対象領域を限定し、各限定された領域に対して効率的に走行路境界線抽出を行うことにより、近い領域から遠い領域までの走行路の形状を精度よく高速に推定することができる。また、近い領域からの走行路境界線の形状の予測を行うことにより、安定した走行路境界線の抽出が可能であり、走行路と交差する道路帯の交わる領域が存在しても、隣接する近方領域で抽出した、走行路構造の認識結果により、自律走行のための方向制御に最適な走行路境界線の形状及び走行路白線部の形状を予測することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の走行路境界線認識装置を示すブロック図である。

【図2】本実施例の処理領域設定部の動作説明のための図である。

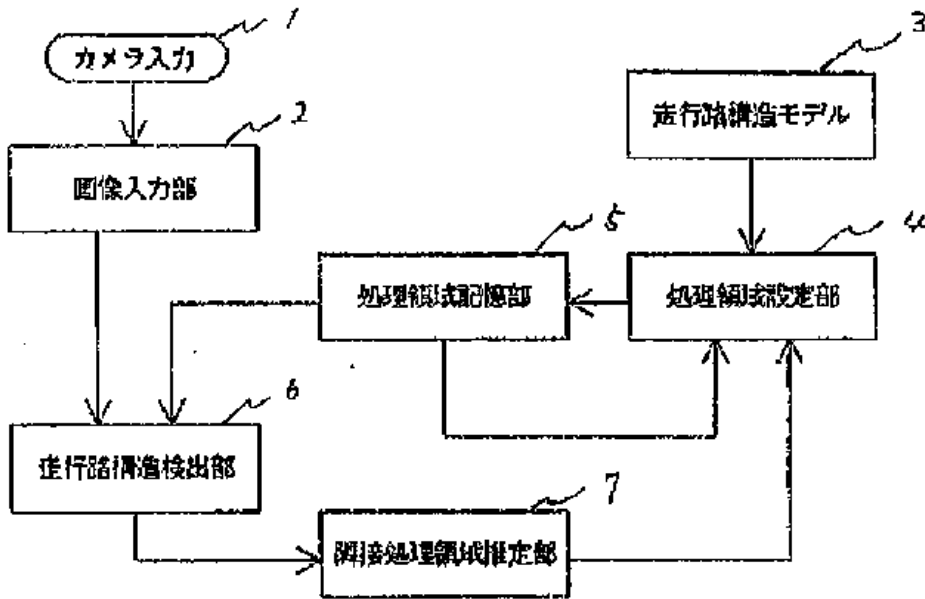
【図3】車両に搭載したテレビカメラからの走行路画像を示す図である。

【図4】走行路境界線を検出した部分領域から隣接した部分領域のサイズと位置を推定するまでの説明図である。

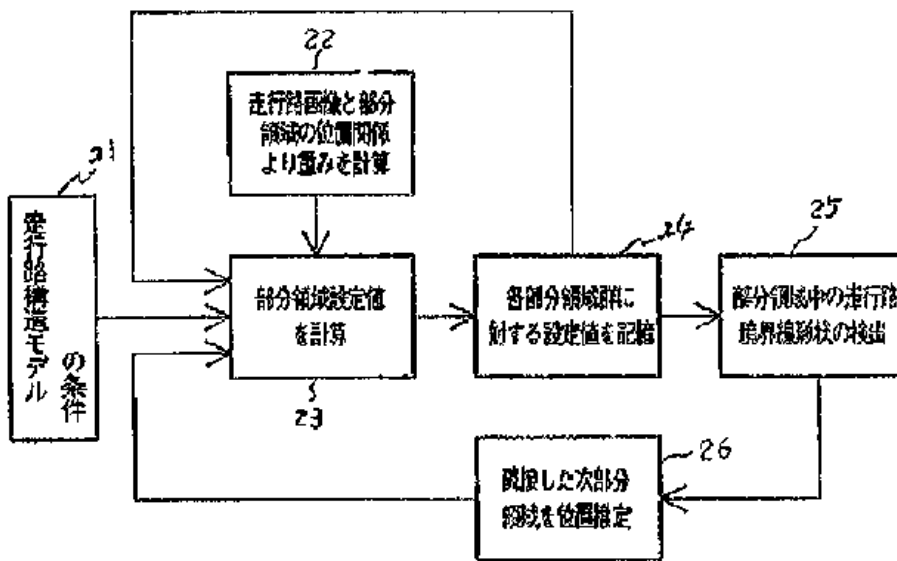
#### 【符号の説明】

- 1 テレビカメラ入力
- 2 画像入力部
- 3 走行路構造モデル
- 4 処理領域設定部
- 5 処理領域記憶部
- 6 走行路構造抽出部
- 7 隣接処理領域推定部

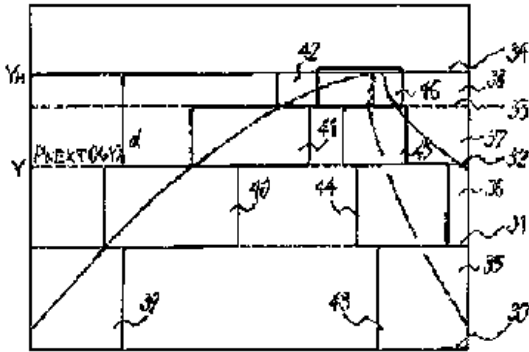
【図1】



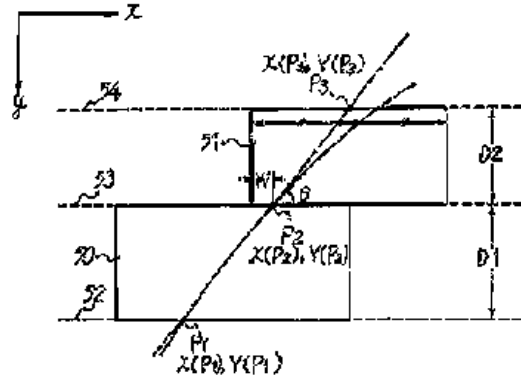
【図2】



【図3】



【図4】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **06-310740**

(43)Date of publication of application : **04.11.1994**

(51)Int.Cl.

**H01L 31/04**

(21)Application number : **05-093981**

(71)Applicant : **SHARP CORP**

(22)Date of filing : **21.04.1993**

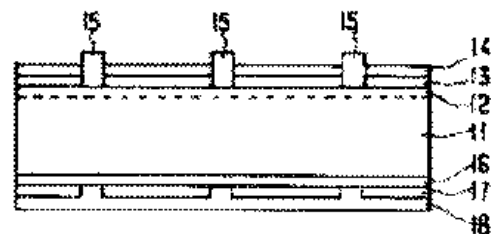
(72)Inventor : **KANEIWA MINORU  
SHIBUYA NORIAKI  
OKAMOTO SATOSHI  
YAMAZAKI ICHIRO**

## (54) SOLAR CELL AND FABRICATION THEREOF

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To enhance the efficiency of a solar cell employing microcrystalline silicon in the field layer formed on the rear surface.

**CONSTITUTION:** A transparent dielectric layer 17 is formed at 50-200° C of substrate temperature by plasma CVD between a rear surface electrode 18 and a P<sup>+</sup> type microcrystalline silicon layer 16 formed, as a rear surface field layer, on a P type silicon substrate 11. This structure enhances the open voltage and the short-circuit current thus improving the spectral sensitivity on the long wavelength side.





(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-310740

(43)公開日 平成6年(1994)11月4日

(5)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内管理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 31/04		7376-4M	H 0 1 L 31/ 04	A
		7376-4M		H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-93991

(22)出願日 平成5年(1993)4月21日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 森岩 実

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 渋谷 貞明

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 岡本 祐

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 梅田 勝

最終頁に続く

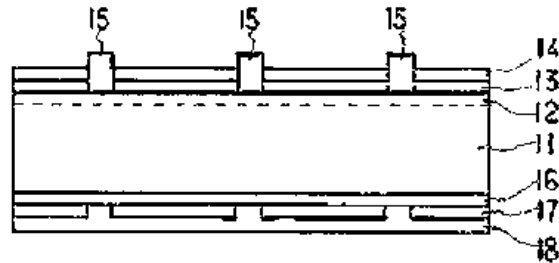
(54)【発明の名称】 太陽電池及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 裏面電界層に微結晶シリコンを用いた太陽電池の高効率化を目的とする。

【構成】 P型シリコン基板11に、裏面電界層として形成されたP型微結晶シリコン層16と裏面電極18との間に、プラズマCVD法により基板温度50～200℃で形成された透明絶縁膜層17を設ける構成による。

【効果】 開放電圧と短絡電流を向上させることができ、長波長側に分光感度を改善できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1導電型の半導体基板と、該半導体基板の光入射側に形成された第2導電型の半導体層と、上記半導体基板の上記光入射側と反対側の裏面上に形成された第1導電型でかつ上記半導体基板より高濃度の裏面電界層と、該裏面電界層上に形成された裏面電極とを有する太陽電池において、

上記裏面電界層と上記裏面電極との間に絶縁膜層を設けることを特徴とする太陽電池。

【請求項2】 請求項1に記載の太陽電池において、上記絶縁膜層が窒化シリコン膜または酸化シリコン膜であることを特徴とする太陽電池。

【請求項3】 請求項1に記載の太陽電池の製造方法において、

プラズマCVD法により100～200℃の基板温度で上記裏面電界層を形成する工程と、

プラズマCVD法により50～200℃の基板温度で上記絶縁膜層を形成する工程と、

上記裏面電界層及び上記絶縁膜層の形成後に200℃～300℃の熱処理を行う工程とを含むことを特徴とする、太陽電池の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は太陽電池に関し、特に、太陽電池の光電変換効率の改善に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、太陽電池の光電変換効率を高めるために、半導体基板の光入射側と反対側の裏面上に上記半導体基板と同一導電型で、かつ、より高濃度の裏面電界層を設ける構造が知られている。この裏面電界層は、裏面近傍で発生したキャリアを内部電界により半導体基板内部へ押し戻し、光電変換効率を高める働きをしている（以後、この働きを「裏面電界効果」という）。例えば、P型シリコン基板の場合に、上記P型シリコン基板の裏面にアルミペーストを印刷焼成する方法、または、ボロンやアルミニウムを拡散する方法により裏面電界層を形成していた。あるいは、上記P型シリコン基板の裏面に、P<sup>+</sup>型微結晶シリコン層を設ける方法によりヘテロ接合の裏面電界層を形成していた。このように裏面電界層をP<sup>+</sup>型微結晶シリコン層とした時には、通常、P<sup>+</sup>型微結晶シリコン層上に裏面電極を形成していた。ここで、光学的には、P<sup>+</sup>型微結晶シリコン層は、P型シリコン基板より広い禁制帯幅をもつため、裏面電界層内での光の吸収ロスが減り、一方、裏面電極は、入射光を反射して光電変換効率を高める働きもしている（以後、この働きを「裏面反射効果」という）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、P型シリコン基板の裏面に、P<sup>+</sup>型微結晶シリコン層、裏面電極の順に形成された太陽電池の入射光の利用は充分でなく、

さらに、光電変換効率を向上することが望まれていた。

【0004】また、入射光の利用効率を高める方法の一つとして、裏面反射効果を向上する方法があるが、そのためにP<sup>+</sup>型微結晶シリコン層と裏面電極との間に、例えば、熱酸化膜（700～1000℃の熱酸化）を挿入することが考えられるが、このような比較的高温の熱処理を行うと、微結晶シリコン層表面が荒れたり、微結晶シリコン層中の水素が抜けたり、構造緩和により比抵抗等の特性が変わってしまうため、その結果、裏面電界効果が得られず、現実的には、酸化膜等の絶縁膜を形成することができないといった問題点があった。

【0005】そこで、本発明の目的は、裏面電界効果、あるいは裏面反射効果をより向上することができ、高い開放電圧と短絡電流を有し、光電変換効率を向上できる太陽電池とその製造方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、第1導電型の半導体基板と、該半導体基板の光入射側に形成された第2導電型の半導体層と、上記半導体基板の上記光入射側と反対側の裏面上に形成された第1導電型でかつ上記半導体基板より高濃度の裏面電界層と、該裏面電界層上に形成された裏面電極とを有する太陽電池において、上記裏面電界層と上記裏面電極との間に絶縁膜層を設けることを特徴とするものである。

【0007】また、本発明は上記太陽電池において、上記絶縁膜層が窒化シリコン膜または酸化シリコン膜であることを特徴とするものである。

【0008】さらに、本発明は、上記太陽電池の製造方法において、プラズマCVD法により100℃～200℃の基板温度で上記裏面電界層を形成する工程と、プラズマCVD法により50～200℃の基板温度で上記絶縁膜層を形成する工程と、上記裏面電界層及び上記絶縁膜層の形成後に200℃～300℃の熱処理を行う工程とを含むことを特徴とするものである。

【0009】

【作用】本発明によれば、微結晶シリコン層と裏面電極との間に微結晶シリコン層より低屈折率の絶縁層を設けることにより半導体基板内に反射される光量を増加して、裏面反射効果をより高めることができ、光発生電流を増加させることができる。

【0010】また、本発明による製造方法によれば、裏面電界効果をより高めることができ、開放電圧を高めることができる。

【0011】

【実施例】本発明に係る太陽電池とその製造方法を実施例に基づき以下に説明する。

【0012】図1に、本発明の一実施例に係る太陽電池の断面構造を示す。ここで、P型シリコン基板11の光入射側にN型層12が形成されている。N型層12の表面は、入射光の反射を低減するために凹凸にされてい

る。N型層12はシリコン酸化膜層13によって覆われており、シリコン酸化膜層13は反射防止膜層14によって覆われている。表面からの電流は、シリコン酸化膜層13と反射防止膜層14を貫通してN型層12に接続されたグリッド電極15を介して取り出される。P型基板11の光入射側と反対側の裏面上には、同じP型の不純物が高濃度に添加された裏面電界を形成するP型微結晶シリコン層16が形成されている。P型微結晶シリコン層16は透明絶縁膜層17によって覆われており、透明絶縁膜層17は裏面電極18によって覆われている。裏面からの電流は、透明絶縁膜層17の一部に透明絶縁膜層17の無い部分が作製されており、その部分で微結晶シリコン層16に接続された裏面電極18を介して取り出される。

【0013】次に、上記太陽電池の製造方法について、図2に基づき説明する。図2は、上記太陽電池の製造フローを示す図である。

【0014】まず、単結晶のP型シリコン基板11(100mmφ、300μm厚、比抵抗：数Ωcm)を洗浄した後、表面が凹凸になるように異方性エッチングを行った。ここで、単結晶のP型シリコン基板のかわりに、多結晶のP型シリコン基板を用いることもできる。この場合の表面凹凸形成は、レーザを用いて溝を掘ったり、機械的に溝を掘る方法により行う。

【0015】次に、オキシ塩化燐(POCl<sub>3</sub>)を用いた気相拡散によって燐(P)をP型シリコン基板11の表面にN型層12を拡散してPN接合を形成した。続いて、熱酸化によりシリコン酸化膜層13(パッシベーション膜)を形成してから、光入射側に窒化シリコン膜からなる反射防止膜層14をプラズマCVD法により形成した。反射防止膜層14として常圧CVD法による酸化チタン膜(TiO<sub>2</sub>)、あるいは、真空蒸着法によるアルミナ膜(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を用いることもできる。次に、光入射側と反対側のP型シリコン基板11の裏面側をエッチングして、裏面側に形成されているN型層12を除去した。この裏面エッチングは、N型層12の形成方法として磷添加されたシリコン酸化物ガラス(PSG)液のような塗布液を用いて片面だけに拡散して形成した場合には不要である。

【0016】次に、プラズマCVD法により、P型微結晶シリコン層16を膜厚200nmでP型シリコン基板11の裏面側に形成した。上記プラズマCVD法によるP型微結晶シリコン層16の形成条件として、例えば、ガス種はSiH<sub>4</sub>(またはSi<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)とH<sub>2</sub>とB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>の混合ガス、ガス流量比はH<sub>2</sub>/SiH<sub>4</sub>=150、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>/SiH<sub>4</sub>=0.01、ガス圧力は20Pa、基板温度は150℃、RFパワーは100W(13.56MHz)である。この条件は、一実施例であり、上記条件に限定されず、一般的なプラズマCVD法の条件であれば成膜できるがガス流量比はH<sub>2</sub>/SiH<sub>4</sub>≥100、B<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>/SiH<sub>4</sub><0.02が適当であり、基板温度は100~200℃が最適である。

【0017】次に、プラズマCVD法により、窒化シリコン膜からなる透明絶縁膜層17を膜厚200nmでP型微結晶シリコン層16上に形成する。上記プラズマCVD法による透明絶縁膜層17の形成条件として、例えば、ガス種は、SiH<sub>4</sub>とNH<sub>3</sub>とN<sub>2</sub>の混合ガス、ガス流量比はNH<sub>3</sub>/SiH<sub>4</sub>=1.5、N<sub>2</sub>/SiH<sub>4</sub>=5、ガス圧力は100Pa、基板温度は150℃、RFパワーは100W(13.56MHz)である。この条件は、一実施例であり、上記条件に限定されず、一般的なプラズマCVD法の条件であればよいが、基板温度は50~200℃が最適であり、この50℃とは、基板加熱を行わないという意味である。同様にして、上記透明絶縁膜層17をプラズマCVD法による酸化シリコン膜で形成することができる。その形成条件は、一般的なプラズマCVD法の条件であればよいが、この時のガス種は、例えばSiH<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>の混合ガスとなり、基板温度は50~200℃が適当である。このようにして形成された窒化シリコン膜または酸化シリコン膜からなる透明絶縁膜層17の屈折率はP型微結晶シリコン層16の屈折率より低い。この屈折率の違いにより多重反射等により裏面反射効果を高めることができる。なお、上記P型微結晶シリコン層16と透明絶縁膜層17とは、どちらもプラズマCVD法で形成することができるので、それらは別々のプラズマCVD装置で形成することも、単一のプラズマCVD装置で連続的に形成することもできるが、複数の反応室を有するプラズマCVD装置でそれぞれ専用の反応室で連続的に形成してもよい。

【0018】次に、フォトリソ法を用いて、透明絶縁膜層17のパターニングを行い、微結晶シリコン層と金属電極との接触部分を設けてから、真空蒸着法でアルミニウム(Al)や銀(Ag)などの金属をP型シリコン基板11の裏面全面に蒸着(蒸着温度は室温~100℃)し、裏面電極18を形成する。続いて、フォトリソ法を用いて光入射側のシリコン酸化膜層13及び反射防止膜層14を加工して、チタン(Ti)、パラジウム(Pd)、銀(Ag)の順に金属を蒸着(蒸着温度は室温~100℃)により堆積して、リフトオフ法により、グリッド電極15を形成する。

【0019】最後に、250℃、10分の熱処理を行い、太陽電池は完成する。この熱処理の温度範囲は200~300℃が最適であり、時間は30分以下、熱処理雰囲気は、窒素(N<sub>2</sub>)ガス、水素(H<sub>2</sub>)ガス、アルゴン(Ar)ガス、空気が適当である。なお、この熱処理は電極とP型微結晶シリコン層16あるいはN型層12との接触をよくするばかりでなく、P型微結晶シリコン層16の構造緩和と不純物の活性化を行っている。

【0020】図3に、上記製造方法により作製した太陽電池の分光感度(実線)を、裏面電界層をアルミベース

トの印刷焼成(740℃)で形成した従来の太陽電池の分光感度(破線)と一緒に示す。本発明の太陽電池は950nm以上の長波長の光が有効に光電変換されていることがわかる。AM1.5のスペクトルで100mW/cm<sup>2</sup>の光のもとでの太陽電池の特性としては、短絡電流が39.4mA/cm<sup>2</sup>から40.5mA/cm<sup>2</sup>に、開放電圧が640mVから654mVに向上した。

【0021】なお上記実施例において、P型微結晶シリコン層形成の基板温度範囲(100~200℃)、及び、透明絶縁膜層形成の基板温度範囲(50~200℃)、及び、電極形成後の熱処理の温度範囲(200~300℃)が、太陽電池の光電変換効率を改善する主要因であり、これらの温度範囲以外では、本発明の充分な効果は得られなかった。

【0022】図4に、本発明の他の実施例に係る太陽電池の断面構造を示す。ここで、41はP型シリコン基板、42は光入射側に形成されたN型層、43はシリコン酸化膜層、44は反射防止膜層、45はグリッド電極、46はP型微結晶シリコン層、47は透明絶縁膜層、48はP型微結晶シリコン層と接続された裏面電極、49はP型シリコン基板の裏面の表面の欠陥を不活性化するためのパッシベーション層(熱酸化膜層)を示している。本構造の特徴は、図1に示した構造と異なり、P型シリコン基板41の裏面全面でなく、その一部にP型微結晶シリコン層46を形成し、絶縁膜47はP型微結晶シリコン層46及びパッシベーション層49を覆い、裏面電極48はP型微結晶シリコン層46と接触している。

【0023】次に、上記太陽電池の製造方法について説明する。P型シリコン基板41上に、図2に基づき説明した製造方法により、N型層42、シリコン酸化膜層43、反射防止膜層44を形成する。次に、熱酸化(800℃~1000℃)によりパッシベーション層49を形成した後、パッシベーション層49の一部を除去してから、裏面側に、図2に基づき説明した製造方法によりP型微結晶シリコンを堆積して、フォトリソ技術または全面エッチバックによりP型微結晶シリコン層 \*

\*46を形成する。続いて、図2に基づき説明した製造方法により、透明絶縁膜層47、裏面電極48、グリッド電極45を形成してから250℃、10分の熱処理を行い、太陽電池は完成する。本方法により製造された太陽電池でも図3に示した結果と同様に、長波長光に対する感度が向上し、光電変換効率が向上した。

【0024】以上の実施例では、P型シリコン基板を用いた場合について説明したが、N型シリコン基板を用いた場合にも適用できる。その場合、N型シリコン基板の光入射側の不純物はP型であり、裏面電界層である微結晶シリコン層はN型の不純物を高濃度に添加されたものが用いられる。

【0025】【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、太陽電池の裏面電界効果と裏面反射効果をより向上させることができ、特に、長波長光に高感度で、短絡電流及び開放電圧を向上させることができるので、その結果、光電変換効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る太陽電池の断面構造を示す図である。

【図2】本発明の一実施例に係る太陽電池の製造フロー図である。

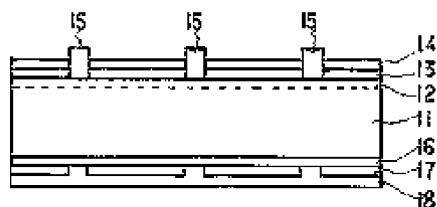
【図3】本発明の一実施例に係る太陽電池の分光感度と従来の技術による太陽電池の分光感度を示す図である。

【図4】本発明の他の実施例に係る太陽電池の断面構造を示す図である。

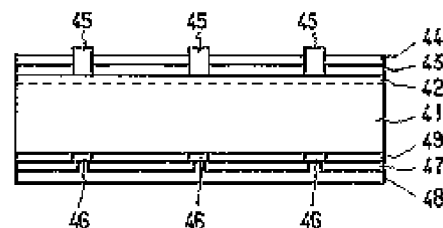
【符号の説明】

- 11、41 P型シリコン基板
- 12、42 N型層
- 13、43 シリコン酸化膜層
- 14、44 反射防止膜層
- 15、45 グリッド電極
- 16、46 P型微結晶シリコン層
- 17、47 透明絶縁膜層
- 18、48 裏面電極
- 49 パッシベーション層

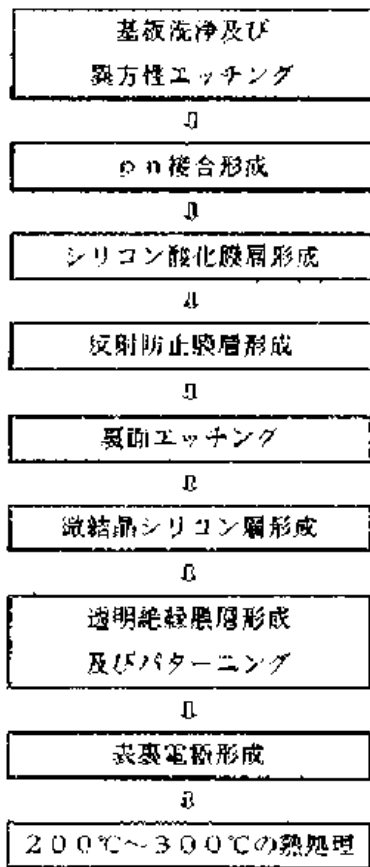
【図1】



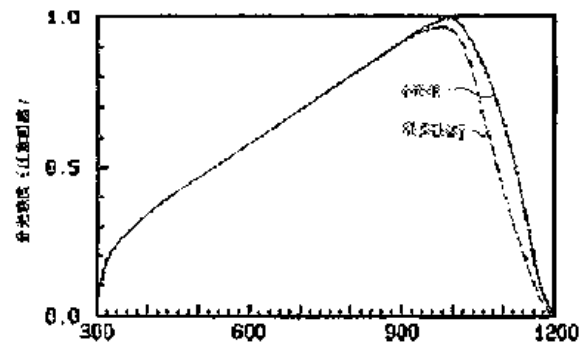
【図4】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 一郎  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
 ャープ株式会社内

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **05-189694**

(43)Date of publication of application : **30.07.1993**

(51)Int.Cl. **G08G 1/04**  
**G08G 1/01**  
**G08G 1/017**

(21)Application number : **04-004522**

(71)Applicant : **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(22)Date of filing : **14.01.1992**

(72)Inventor : **KITAMURA KENJI**

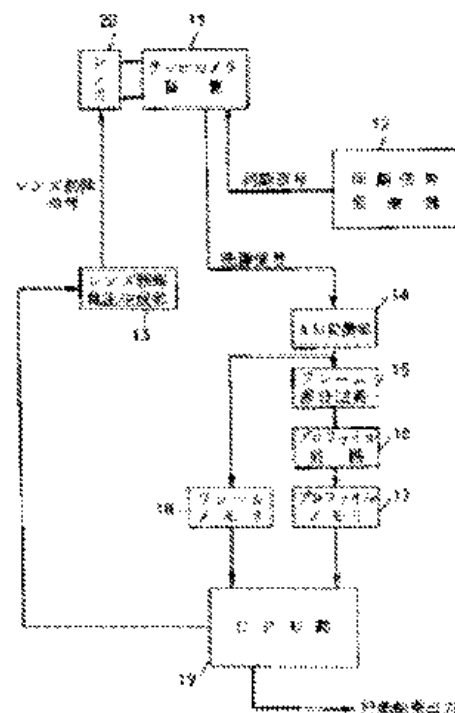
## (54) VEHICLE DETECTOR

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To highly accurately detect a vehicle by detecting a vehicle traveling at night by extracting its headlight, and in rainy weather removing road surface reflection due to headlights.

**CONSTITUTION:** A video signal obtained by photographing a vehicle by a television(TV) camera device 11 is processed by frame difference operation through a frame difference circuit 15 and a frame difference signal is processed by a CPU part 19.

When the brightness of a road surface reaches a certain value, the CPU part 19 judges night and extracts headlights from the frame difference image to detect the vehicle. In this case, the CPU part 19 extracts only the headlight part by controlling the stop value of a lens 20 in the device 11 or comparing the vertical length of the frame difference image in a headlight candidate part with a prescribed value.



(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-189694

(43)公開日 平成5年(1993)7月30日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 G	1/04	D 7828-3H		
	1/01	D 7828-3H		
	1/017	7828-3H		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-4522

(22)出願日 平成4年(1992)1月14日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 北村 健児

神奈川県横浜市港北区綱島京四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

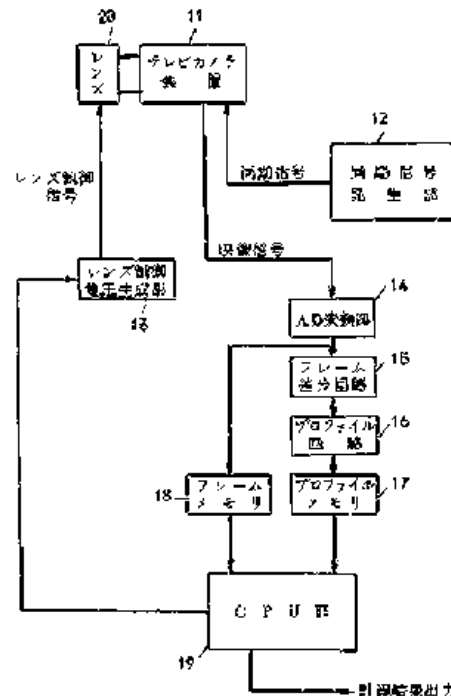
(74)代理人 弁理士 小塚治 明 (外2名)

(54)【発明の名称】 車両検出装置

(57)【要約】

【目的】 夜間走行車両をヘッドライトを抽出することによって検出し、かつ雨天時にヘッドライトによる路面の反射を除去し、高い精度で車両を検出することを目的とする。

【構成】 テレビカメラ装置11で撮像して得た映像信号をフレーム差分回路15でフレーム差分し、フレーム差分画像をCPU部19で画像処理する。CPU部19は路面湿度がある値になったときに夜間であることを判断し、フレーム差分画像からヘッドライト光を抽出して車両検出を行う。この際、CPU部19はテレビカメラ装置11のレンズ20の絞り値を制御するかヘッドライト候補部のフレーム差分画像の垂直方向の長さや所定の値と比較することによりヘッドライト部のみを抽出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 走行車両を撮像し映像信号を送出するテレビカメラと、その映像信号から車両を検出する車両検出部と、テレビカメラに同期信号を供給する同期信号発生部と、路面輝度に応じてテレビカメラのレンズ絞りを制御する手段とを備え、テレビカメラのレンズ絞りを制御してヘッドライトの路面反射による弱い光を除去して車両のヘッドライト光のみを抽出することを特徴とする車両検出装置。

【請求項2】 走行車両を撮像し映像信号を送出するテレビカメラと、テレビカメラに同期信号を供給する同期信号発生部と、前記映像信号をフレーム差分する手段と、フレーム差分により得られた水平プロファイル値を所定の値と比較して車両のヘッドライト光のみを抽出する手段を有することを特徴とした車両検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、道路を走行する車両の位置、台数及び速度等を計測する、道路交通システムに利用する車両検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、画像処理技術を応用した車両検出装置が開発、適用されてきた。この装置においては昼間は車体を、夜間は車両のヘッドライトの部分を検出し、車両として認識していた。この検出は、撮像画像をフレーム差分処理することにより行っている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記車両検出装置においては、夜間の特に雨天時、車両のヘッドライトが路面に反射し、車両と区別するのが困難となる問題点があった。図7(a)(b)はレンズ制御を行わないでヘッドライト検出を行っている車両検出アルゴリズムを示すものである。走行車両を撮像しているテレビカメラ装置の映像信号に対してフレーム差分処理を実行すると、輝度の高い車両のヘッドライト光の部分のみならずヘッドライトの路面反射の部分も検出され、ヘッドライト光の部分のみを検出することは困難となる。

【0004】本発明はこのような従来の問題を解決するものであり、夜間の雨天時においてもヘッドライトの路面反射の影響を受けることなく、高い車両検出精度の得られる車両検出装置を提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明ではテレビカメラのレンズ絞りを制御し、ヘッドライトの路面反射による弱い光を除去して車両のヘッドライト光のみを抽出するようにしたものである。

【0006】請求項2に記載の発明では、ヘッドライトの垂直方向の長さを計測することにより、車両が発光している光なのかヘッドライトの路面反射による光なのか

を判断して認識し、車両のヘッドライト光のみを抽出するようにしたものである。

## 【0007】

【作用】請求項1に記載の発明では、テレビカメラのレンズの絞りを制御することによりヘッドライト光の路面反射による弱い光を除去し、ヘッドライト光のみを確実に抽出することができ、路面反射による誤検出を防ぐことができる。

【0008】請求項2に記載の発明では、テレビカメラで撮像して得られた画像における光画像の垂直方向の高さによりヘッドライト光のみを選択抽出することにより路面反射による誤検出を防ぐことができる。

## 【0009】

【実施例】以下、本発明の一実施例について図面を用いて説明する。図1は本発明における画像処理検出装置のブロック図である。

【0010】図1において、11は車両を撮像するテレビカメラ装置、12はテレビカメラ装置11に同期信号を供給する同期信号発生部、13はテレビカメラ装置11のレンズを制御するための電圧を生成するレンズ制御電圧生成部、14は映像信号をAD変換するAD変換部、15は現在AD変換された画像データと1フレーム前にAD変換されフレームメモリに格納されていた画像データとの差分処理を実行するフレーム差分回路、16はフレーム差分により有意とされた(即ち差のあった)画素数を垂直及び水平方向にカウントしてプロファイル処理を実行するプロファイル回路、17はプロファイル回路16の計算結果であるプロファイル値を格納するプロファイルメモリ、18はAD変換部14からの画像データを格納するフレームメモリ、19はプロファイルメモリ17の結果より車両を判別し計測量を演算すると共に、フレームメモリ18のデータを処理してテレビカメラ装置11のレンズ20の絞りを制御するマイクロプロセッサ(以下「CPU」と称す)部である。

【0011】図2は車両検出のアルゴリズムであり、プロファイルメモリ内データを図式化している。差分画素を水平方向に加算したものがフレーム差分水平プロファイル22、垂直方向に加算したものがフレーム差分垂直プロファイル23である。フレーム差分処理は、現在撮像した画像データと1フレーム前に撮像した画像データとの減算処理であるため、移動物体の中の輝度変化の大きな部分が抽出される。即ち、車両の横線成分が水平プロファイル値として、また縦線成分が垂直プロファイル値として検出される。また、影やフロントガラスのように暗い領域は黒成分として、バンパーのように明るい部分は白成分として検出される。

【0012】次に前記実施例の動作について説明する。テレビカメラ装置11は同期信号発生部12によって発生された同期信号に同期して動作しており、任意の有効走査率数による動作が可能なテレビカメラである。撮



像された画像は、A/D変換部14によって8ビット256階調のデジタルデータに変換され、フレームメモリ18に格納される一方、フレーム差分回路15に送られる。フレーム差分回路は、あらかじめ格納されてあったフレームデータとの減算処理を実行し、現データ内に有意な差分の存在する画素を抽出する。また必要に応じて現データをフレームデータとして格納する。こうして抽出された有意画素は、プロファイル回路16によって画面の水平及び垂直方向に加算され、有意画素数が算出される。この様子を図式化したものが図2であり、車両が存在する場合は車両の特徴信号が検出される。プロファイルデータはプロファイルメモリ17に格納され、CPU部19はこれを処理して車両の位置、速度等必要な量を計測する。またCPU部19はフレームメモリ18を処理して路面の輝度を測定し、路面輝度に適合したパラメータの選択処理や、テレビカメラ装置11のレンズ制御を行う。レンズ20を駆動する信号は、レンズ制御電圧生成部13より生成される。

【0013】図3は路面輝度とレンズ絞り制御との関係を示している。路面輝度が高くなりクローズしきい値以上即ちクローズ領域内となると、CPU部19はレンズ絞りクローズ信号を発生するためにレンズ絞りクローズ命令をレンズ制御電圧生成部13へ送出する。一方路面輝度が低くなりオープンしきい値以下即ちオープン領域内となると、CPU部19はレンズ絞りオープン信号を発生するためにレンズ絞りオープン命令をレンズ制御電圧生成部13へ送出する。こうしてCPU部19は路面輝度を路面レベル保持領域内に保つよう、レンズ20を制御する。

【0014】路面輝度がある値になったところで、CPU部19は夜間であることを判断し、テレビカメラ装置11のレンズの絞りを制御し、ヘッドライトの路面反射による弱い光を除去して車両のヘッドライト光のみを抽出できる適当な絞り値に設定する。

【0015】図4は本発明によるレンズ制御がなされたときのヘッドライト検出アルゴリズムを示す図で、

(a)はテレビカメラ装置11で撮像した原画像、

(b)はフレーム差分処理をしたときのフレーム差分画像である。レンズを適当な絞り値に設定して車両を撮像しているため、フレーム差分処理を実行すると輝度の高い車両のヘッドライト光の部分のみが検出され、比較的輝度の低いヘッドライトの路面反射による弱い光の部分は除去される。こうしてフレーム差分によりヘッドライト部が検出されると、CPU部19は垂直プロファイル値により車幅を判定し車両であることを確認すると共に、水平プロファイル値により車両の位置を判断する。

【0016】このように、上記実施例によれば、特に雨天時の夜間車両に対して、画像処理によって高い車両検出精度が得られると共に、フレーム差分及びプロファイル処理はハードウェア化し易いところから、計算回路に

より実行することにより画像処理も高速に実現でき、高精度の車両物理情報を検出することができるという利点を有する。

【0017】図5は本発明の第2の実施例におけるヘッドライト検出処理のアルゴリズムを示す図で、(a)はテレビカメラ装置11で撮像した原画像、(b)はフレーム差分により検出できた部分のみを表示したフレーム差分画像である。路面輝度がある値になったところで、CPU部19は夜間であることを判断し、走行車両のヘッドライト検出処理を行う。この処理を図6のフローチャートに示す。

【0018】CPU部19は路面レベル検出処理をする際に、周囲の明るさにより昼、薄暮、夜間に応じて各々の処理を行う。夜間になるとヘッドライト検出により車両を検出するヘッドライト検出処理モードに入る。このとき、レンズ20の絞りを制御し、同時にCPU部19は夜間車両検出用パラメータ(例えばフレーム差分しきい値)の設定を行い、フレーム差分回路15がフレーム差分処理を実行する。フレーム差分処理により、画像内の輝度の極めて高い部分が検出される。これらはヘッドライトの候補となる部分である。次にCPU部19はフレーム差分水平プロファイル値をプロファイルメモリ17より検索し、ヘッドライト候補部の垂直方向の長さLを計測する。ヘッドライトの大きさは撮像視野範囲及び画角により適当な値L<sub>1</sub>によって規定することができることから、この値L<sub>1</sub>を判定パラメータとしてフレーム差分水平プロファイル値L<sub>1</sub>が判定パラメータL<sub>1</sub>より大きいかが判定し、フレーム差分水平プロファイルデータL<sub>1</sub>が判定パラメータL<sub>1</sub>より大きいときは車両が発光している光ではなくヘッドライトの路面反射による光であると判断して車両は存在しないと判定し、それ以外の場合は走行車両のヘッドライトと判断する。こうしてヘッドライト部が検出されると、CPU部19はプロファイルメモリ17内の垂直プロファイル値により車幅を判定し車両であることを確認すると共に、水平プロファイル値により車両の位置を判断する。

【0019】このように、上記実施例によれば、特に雨天時の夜間車両に対して、画像処理によって高い車両検出精度が得られると共に、フレーム差分及びプロファイル処理はハードウェア化し易いところから、計算回路により実行することにより画像処理も高速に実現でき、高精度の車両物理情報を検出することができるという利点を有する。

【0020】

【発明の効果】上記実施例から明らかなように、請求項1に記載の発明によればテレビカメラのレンズ絞りを制御し、ヘッドライトの路面反射による弱い光を除去して車両のヘッドライト光のみを抽出するため、雨天時の夜間車両に対してもヘッドライトを検出する方法によって高い車両検出精度が得られるという効果を有する。

【0021】請求項2に記載の発明によれば、夜間の雨天時においても、ヘッドライトの垂直方向の長さを計測することにより、車両が発光している光なのかヘッドライトの路面反射による光なのかを判断して認識し、車両のヘッドライト光のみを抽出するため、雨天時の夜間車両に対して画像処理によって高い車両検出精度が得られるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例における車両検出装置のブロック図

【図2】本発明の実施例における車両検出アルゴリズムの概念図

【図3】本発明の実施例におけるレンズ制御アルゴリズムの概念図

【図4】(a)は本発明の実施例におけるヘッドライトによる車両検出アルゴリズムを説明するための原画像図  
(b)は同原画像のフレーム差分画像図

【図5】(a)は本発明の他の実施例におけるヘッドライトによる車両検出アルゴリズムを説明するための原画像図  
(b)は同原画像のフレーム差分画像図

\* (b)は同原画像のフレーム差分画像図

【図6】図5のアルゴリズムを実施するためのフローチャート

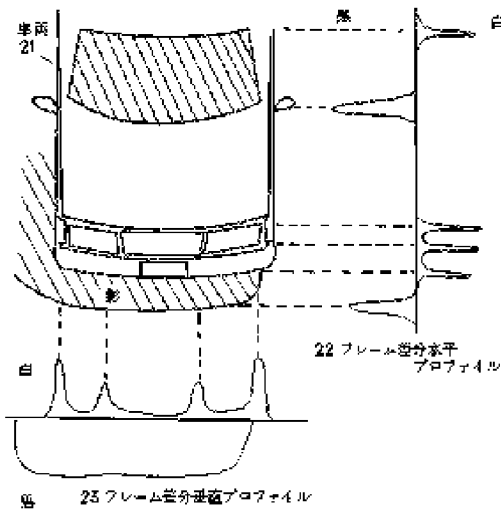
【図7】(a)は従来の車両検出アルゴリズムを説明するための原画像図

(b)は同原画像のフレーム差分画像図

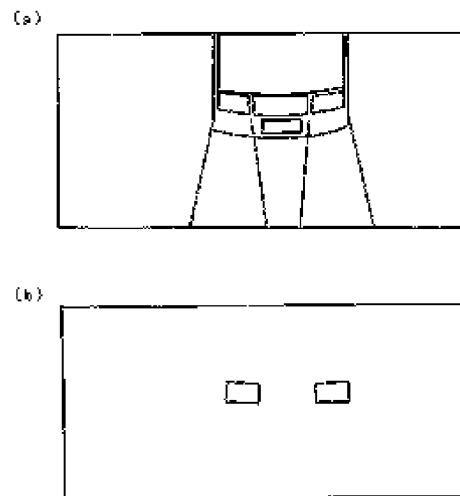
【符号の説明】

- 11 テレビカメラ装置
- 12 同期信号発生部
- 10 13 レンズ制御電圧生成部
- 14 AD変換部
- 15 フレーム差分回路
- 16 プロファイル回路
- 17 プロファイルメモリ
- 18 フレームメモリ
- 19 CPU部
- 20 レンズ
- 21 車両
- 22 フレーム差分水平プロファイル
- \*20 23 フレーム差分垂直プロファイル

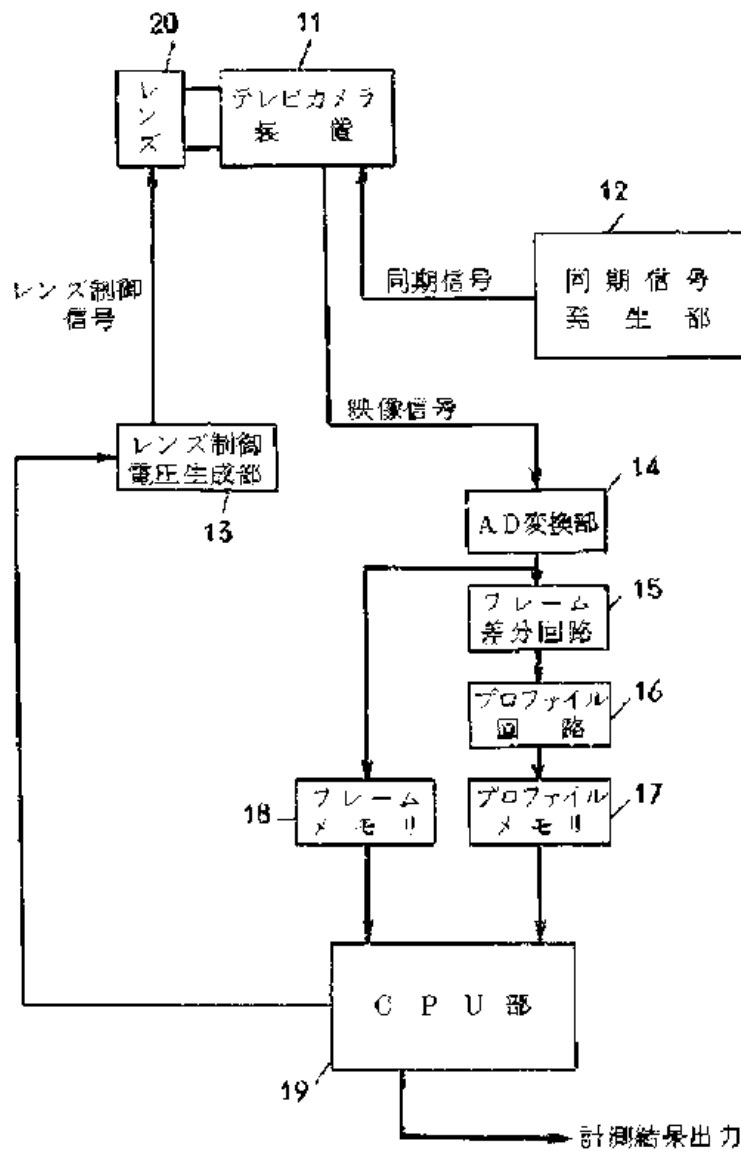
【図2】



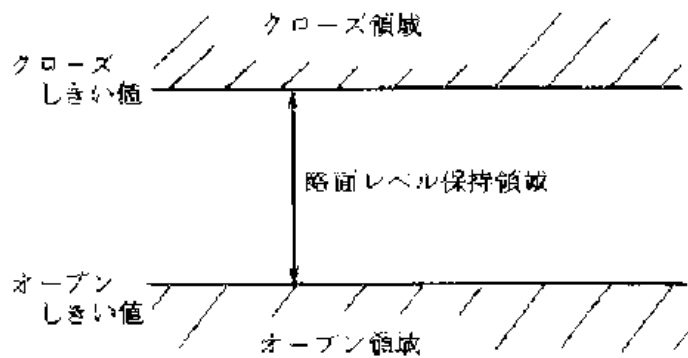
【図4】



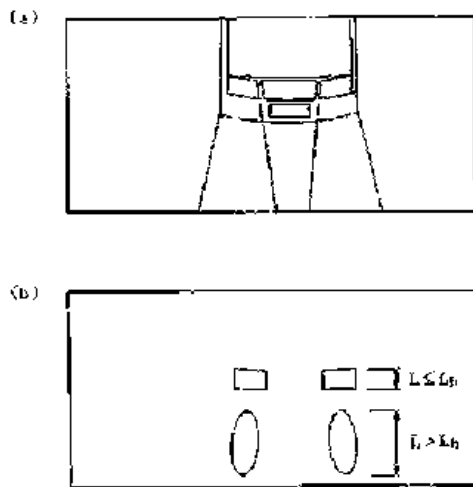
【図1】



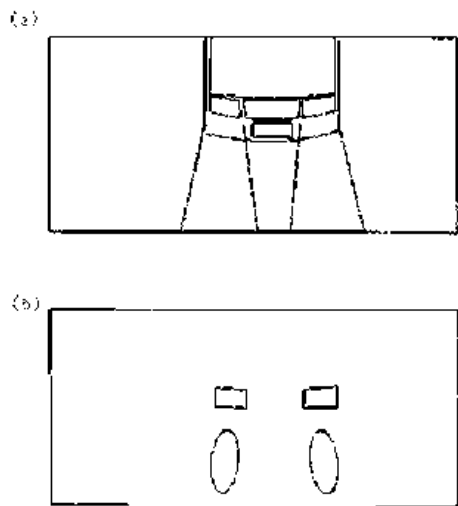
【図3】



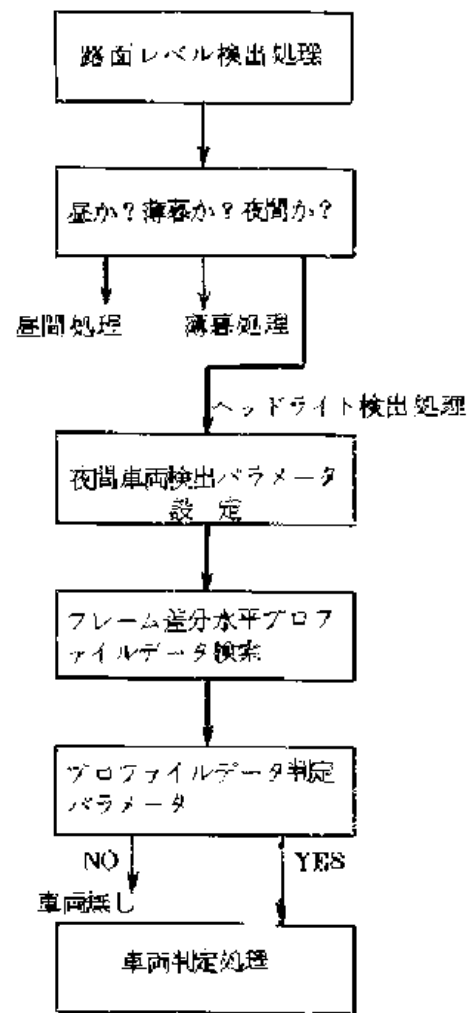
【図5】



【図7】



【図6】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-212648**

(43)Date of publication of application : **11.08.1995**

(51)Int.Cl. **H04N 5/253**

**H04N 9/11**

(21)Application number : **06-000927**

(71)Applicant : **FUJI PHOTO FILM CO LTD**

(22)Date of filing : **10.01.1994**

(72)Inventor : **TANAKA HIROSHI**

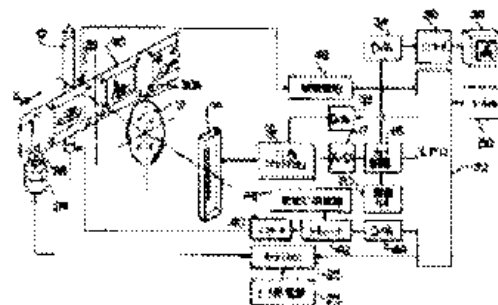
## (54) FILM SCANNER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide the film scanner in which the light quantity of the entire optical system including a fluorescent light and a film is corrected to be constant.

**CONSTITUTION:** When a line sensor 14 is located between frames of a film 30, a scanner receives an electric signal from the line sensor 14 to control a light quantity of a fluorescent light 10.

That is, when the line sensor 14 is at the said position, an electric signal or part of the electric signal outputted from the line sensor 14 corresponds to a transmission light transmitting through an unexposed part of the film 30, and especially to the light quantity transmitted through a negative film base whose transmissivity differs from kinds of negative films. Thus, the light quantity of the entire optical system including the fluorescent light 10 and the negative film, not the light quantity of the fluorescent light 10 itself is corrected constant by controlling the light quantity of the fluorescent light 10 so that the electric signal from the line sensor 14 in this case reaches a preset reference value.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-212648

(43)公開日 平成7年(1995)8月11日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H04N 5/253  
9/11

識別記号

庁内整理番号

P 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-927

(22)出願日 平成6年(1994)1月10日

(71)出願人 000005201

富士写真フィルム株式会社  
神奈川県足柄下郡中沼210番地

(72)発明者 田中 宏志

埼玉県朝霞市泉水3丁目11番46号 富士写  
真フィルム株式会社内

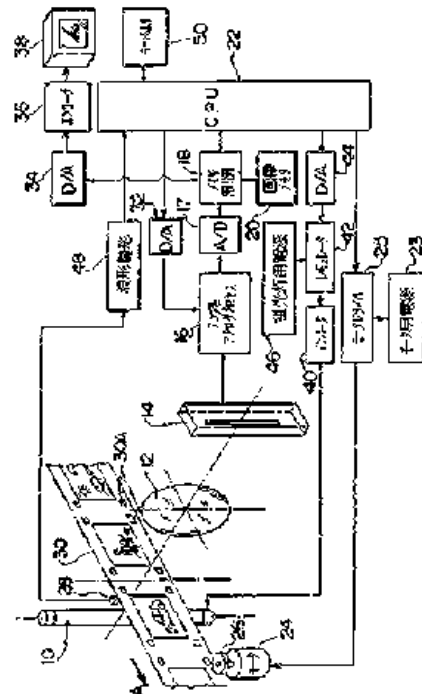
(74)代理人 弁理士 松浦 憲三

(54)【発明の名称】 フィルムスキャナ

(57)【要約】

【目的】 蛍光灯及びフィルムを含む光学系全体の光量を一定に補正することができるフィルムスキャナを提供することを目的とする。

【構成】 フィルム30に対してラインセンサ14がコマとコマの間に位置するとき、ラインセンサ14からの電気信号を取り込み、この電気信号に基づいて蛍光灯10の光量を制御するようにしている。即ち、ラインセンサ14が上記位置にあるときには、ラインセンサ14から出力される電気信号又は電気信号の一部は、フィルム30の未露光部分を透過する透過光に対応し、特にネガフィルムの種類によって透過率の異なるネガベースの透過後の光量に対応する。従って、このときのラインセンサ14からの電気信号が予め設定した基準値になるように蛍光灯10の光量を制御することにより、蛍光灯単体の光量でなく、蛍光灯とネガフィルムを含む光学系全体の光量を一定に補正することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 長尺の現像済みスチル写真フィルムを照明する蛍光灯と、

前記蛍光灯によって照明された前記フィルムの透過光をラインセンサに結像させる撮影レンズと、

前記フィルムの給送を行うフィルム給送手段と、

前記フィルム給送手段による給送方向と直交する方向に光電変換素子が配列され、前記フィルムの透過光に対応した電気信号を出力する前記ラインセンサと、

前記ラインセンサによるフィルム画像の読み込みを行わない期間を検出する検出手段と、

前記フィルム画像の読み込みを行わない期間中に前記ラインセンサから前記フィルムの未露光部分を透過する透過光を示す電気信号を入力し、該電気信号が予め設定した基準値になるように前記蛍光灯の光量を制御し、前記フィルム画像の読み込み期間中は前記制御した光量を保持する制御手段と、

を備えたことを特徴とするフィルムスキャナ。

【請求項2】 前記ラインセンサはR、G、B信号を出力し、前記制御手段は、前記R、G、B信号のうち最大の値が該ラインセンサの飽和出力電圧となるように前記蛍光灯の光量を制御することを特徴とする請求項2のフィルムスキャナ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はフィルムスキャナに係り、特にラインセンサを介してフィルムの画像情報を読み取るフィルムスキャナに関する。

【0002】

【従来の技術】イメージスキャナ、ファクシミリ等の画像読取り装置は、通常、移動する原紙を蛍光灯によって照明し、その反射光をCCDラインセンサで電気信号に変換するが、蛍光灯の光量は、電源を投入してから安定するまで時間がかかるという問題がある。

【0003】従来、この問題を解決するために、原紙にストライプ状白色板を原紙の移動方向に設け、CCDラインセンサのCCD出力の利得を、前記白色板からの読取り値に基づいて調整し、これにより蛍光灯の光量変化の影響を受けにくくした画像読取り装置が提案されている（特開平4-17462号公報）。尚、フィルムを連続移動させてフィルム画像をCCDラインセンサを用いて読み取るようにしたフィルムスキャナも提案されている（特開昭63-39267号公報）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来の画像読取り装置は、蛍光灯の光量を制御するものではなく、蛍光灯の光量変化を信号増幅部の利得により補正するため、光量が多すぎる場合にはCCD等のアナログ系が飽和し、光量が少なすぎると画像のSNが低下するという問題がある。また、画像読み取り期間中にリアルタ

ィムで利得制御することは、中央処理装置（CPU）の負荷となる。

【0005】一方、上記従来の画像読取り装置をフィルムスキャナに適用した場合には、ネガフィルム上の副走査方向に白色板を設けなければならず、ネガフィルム上の画像露光領域が狭められる。また、蛍光灯単体での光量変化は補正できるが、ネガフィルムは種類によって透過率（明るさ）が異なるため、補正できないという問題がある。

【0006】本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、蛍光灯及びフィルムを含む光学系全体の光量を一定にすることができ、またラインセンサが飽和することなくそのダイナミックレンジを最大に利用することができるフィルムスキャナを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は前記目的を達成するために、長尺の現像済みスチル写真フィルムを照明する蛍光灯と、前記蛍光灯によって照明された前記フィルムの透過光をラインセンサに結像させる撮影レンズと、前記フィルムの給送を行うフィルム給送手段と、前記フィルム給送手段による給送方向と直交する方向に光電変換素子が配列され、前記フィルムの透過光に対応した電気信号を出力する前記ラインセンサと、前記ラインセンサによるフィルム画像の読み込みを行わない期間を検出する検出手段と、前記フィルム画像の読み込みを行わない期間中に前記ラインセンサから前記フィルムの未露光部分を透過する透過光を示す電気信号を入力し、該電気信号が予め設定した基準値になるように前記蛍光灯の光量を制御し、前記フィルム画像の読み込み期間中は前記制御した光量を保持する制御手段と、を備えたことを特徴として

いる。

【0008】また、前記ラインセンサはR、G、B信号を出力し、前記制御手段は、前記R、G、B信号のうち最大の値が該ラインセンサの飽和出力電圧となるように前記蛍光灯の光量を制御することを特徴としている。

【0009】

【作用】本発明によれば、フィルムに対してラインセンサがコマとコマの間に位置するとき、ラインセンサからの電気信号を取り込み、この電気信号に基づいて蛍光灯の光量を制御するようにしている。即ち、ラインセンサが上記位置にあるときには、ラインセンサから出力される電気信号又は電気信号の一部は、フィルムの未露光部分を透過する透過光に対応し、特にネガフィルムの種類によって透過率の異なるネガベースの透過後の光量に対応する。従って、このときのラインセンサからの電気信号が予め設定した基準値になるように蛍光灯の光量を制御することにより、蛍光灯単体の光量でなく、蛍光灯とネガフィルムを含む光学系全体での光量を一定に補正することができる。

【0010】また、フィルム画像の読み込み期間中は前記

制御した光量を保持するだけで、光量制御は行わないため、フィルム画像の読み込み期間中におけるCPUの負担とはならない。尚、蛍光灯の明るさの変化の要因は電源立ち上がり時を除いて、外気温の変化と経時劣化によるものが支配的であり、従って急激な明るさの変化はなく、フィルム画像の読み込み期間中に上記光量制御を行わなくても、その期間における光量はほぼ一定と見なせる。

【0011】更に、上記光量制御に際して、ラインセンサから出力されるR、G、B信号のうちの最大値がそのラインセンサの飽和出力電圧となるように蛍光灯の光量を制御している。これにより、ラインセンサが飽和することなくそのダイナミックレンジを最大に利用することができる。

【0012】

【実施例】以下添付図面に従って本発明に係るフィルムスキャナの好ましい実施例を詳説する。図1は本発明に係るフィルムスキャナの一実施例を示すブロック図である。このフィルムスキャナは、主として照明用の蛍光灯10、撮影レンズ12、CCDラインセンサ14、アナログアンプ/アナログ処理回路16、メモリ制御回路18、画像メモリ20、中央処理装置(CPU)22、モータ24及びローラ26を含むフィルム駆動メカ、パフォーメーションセンサ28等を備えている。このフィルムスキャナに使用される写真フィルム30は、例えばフィルム画像が写し込まれる領域の前端及び後端にパフォーメーション30Aが穿設されているものとする。

【0013】蛍光灯10は、その長手方向がフィルム30の給送方向と直交するように配設され、図示しない赤外カットフィルタを介してフィルム30を照明する。フィルム30を透過した透過光は、単焦点の撮影レンズ12を介してCCDラインセンサ14の受光面に結像される。尚、CPU22は、モータ用電源23を入力するモータドライバ25を通じてモータ24の正転/逆転、回転/停止、パルス幅変調によるフィルム給送速度の制御を行うが、CCDラインセンサ14によるフィルム画像の撮像中には、フィルム30を矢印A方向に一定速度で移動させる。

【0014】CCDラインセンサ14はフィルム給送方向と直交する方向に配設されており、CCDラインセンサ14の受光面に結像された画像光は、R、G、Bフィルタが設けられて各センサで電荷蓄積され、光の強さに応じた量のR、G、Bの信号電荷に変換される。このようにして蓄積されたR、G、Bの信号電荷は、図示しないCCD駆動回路から加えられる転送ゲートパルスによってシフトレジスタに読み出され、レジスタ転送パルスによって順次読み出される。

【0015】上記CCDラインセンサ14から読み出されたR、G、B信号は、CDSクランプによってクランプされてアナログアンプ/アナログ処理回路16に加え

られ、ここでゲイン等が制御される。尚、アナログアンプは、CPU22からD/A変換器32を介して加えられるゲイン制御信号によってゲインが制御される。アナログ処理回路16から出力される1コマ分のR、G、B信号はA/Dコンバータ17によってデジタル信号に変換されたのち、メモリ制御回路18を介して画像メモリ20に記憶される。

【0016】この画像メモリ20に記憶された1コマ分のR、G、B信号は、メモリ制御回路18によって繰り返し読み出され、D/A変換器34によってアナログ信号に変換されたのち、エンコーダ36でNTSC方式の複合映像信号に変換されてモニタTV38に出力される。これにより、モニタTV38によってフィルム画像を見ることができるようになる。

【0017】また、CPU22はメモリ制御回路18から直接CCDラインセンサ14の出力信号を読み取ることもできるようになっている。蛍光灯10を点灯するインバータ40は、その入力電圧がレギュレータ42により制御され、CPU22はその設定電圧をD/A変換器44を介して制御できるようになっている。尚、レギュレータ42には蛍光灯用電源46が加えられている。

【0018】パフォーメーションセンサ28は、フィルム30のパフォーメーション30Aを光学的に検出するもので、その配設位置は1コマの後端のパフォーメーションを検出したとき、ネガフィルム上のコマとコマ間のネガベース部がCCDラインセンサ14による画像読取り位置となるように設定されている。このパフォーメーションセンサ28からの出力信号は波形整形回路48を経てCPU22に加えられる。

【0019】次に、図2に示すフローチャートを参照しながら本発明における蛍光灯の光量制御の手順について説明する。蛍光灯の光量制御は、フィルム画像の読み込みを行わない期間に行う。即ち、フィルム画像(1コマ)の読み込みが終了すると、蛍光灯の光量制御がスタートし、パフォーメーションセンサ28がフィルム画像の後端のパフォーメーション30Aを検出するまで、フィルム30を矢印A方向に送る(ステップ100)。

【0020】パフォーメーションセンサ28によってパフォーメーションが検出されると、CPU22は、R、G、B全チャンネルのアナログアンプのゲインを所定値(一定値)に設定したのち(ステップ102)、CCDラインセンサ14の出力を読み取る(ステップ104)。尚、この読取り時には、CCDラインセンサ14の1ライン分のR、G、B信号全てを読み込むが、フィルムの未露光部分を透過する透過光を示す信号を入力する必要があるため、1ライン中に露光部分がある場合にはその部分を除いたR、G、B信号を読み込む。

【0021】そして、CPU22は、上記読み取ったR、G、B信号のうちの最大値が所定値(CCDラインセンサ14の飽和出力電圧)になったか否かを判別し



(ステップ106)、所定値になっていない場合には、所定値になるようにインバータ40の入力電圧を補正したのち(ステップ108)、ステップ104に戻る。一方、R、G、B信号のうちの最大値が所定値になった場合には、ステップ110に進み、例えば、キーパネル50(図1)でのキー操作による次のフィルム画像の読み込み指令があるか否かを判別する。画像読み込み指令がない場合には、ステップ104に戻り、画像読み込み指令があるまで蛍光灯の光量制御が行われ、画像読み込み指令があると、蛍光灯の光量制御は終了する。

【0022】尚、本実施例では、コマ位置を示すパーフォレーションが設けられたフィルムを使用し、且つそのパーフォレーションの検出時にCCDラインセンサ14の出力信号を入力するようにしたが、これに限らず、フィルム画像の読込みを行わないコマとコマとの間の位置におけるフィルムの未露光部分の透過光を示す信号を入力することができれば、いかなる手段を用いてもよい。

【0023】  
【発明の効果】以上説明したように本発明に係るフィルムスキャナによれば、フィルムに対してラインセンサがコマとコマの間に位置するとき、ラインセンサからの電気信号を取り込み、この電気信号に基づいて蛍光灯の光量を制御するようにしたため、ネガベースの透過率にかかわらず、蛍光灯とネガフィルムを含む光学系全体での光量を一定に補正することができる。また、フィルム画像の読込み期間中は前記制御した光量を保持するだけで、光量制御は行わないため、フィルム画像の読込み期\*

\*間中におけるCPUの負担とはならない。更に、上記光量制御に際して、ラインセンサから出力されるR、G、B信号のうちの最大値がそのラインセンサの飽和出力電圧となるように蛍光灯の光量を制御することにより、ラインセンサが飽和することなくそのダイナミックレンジを最大に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

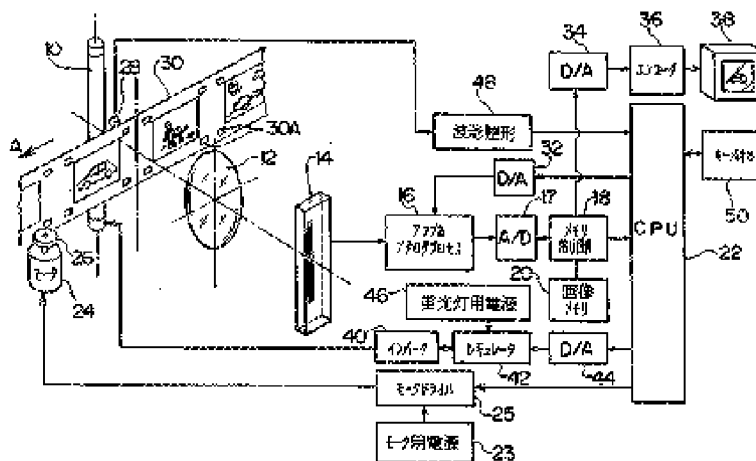
【図1】 図1は本発明に係るフィルムスキャナの一実施例を示すブロック図である。

10 【図2】 図2は図1に示したフィルムスキャナの作用を説明するために用いたフローチャートである。

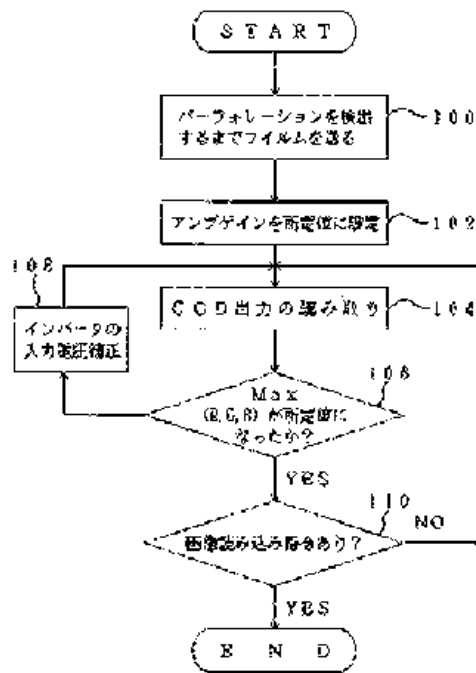
【符号の説明】

- 10…蛍光灯
- 12…撮影レンズ
- 14…CCDラインセンサ
- 18…メモリ制御回路
- 20…画像メモリ
- 22…中央処理装置(CPU)
- 24…モータ
- 28…パーフォレーションセンサ
- 30…写真フィルム
- 30A…パーフォレーション
- 40…インバータ
- 42…レギュレータ
- 46…蛍光灯用電源
- 50…キーパネル

【図1】



【図2】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **06-107035**

(43)Date of publication of application : **19.04.1994**

(51)Int.Cl.

**B60K 35/00**

(21)Application number : **04-254836**

(71)Applicant : **TOSHIBA CORP**

(22)Date of filing : **24.09.1992**

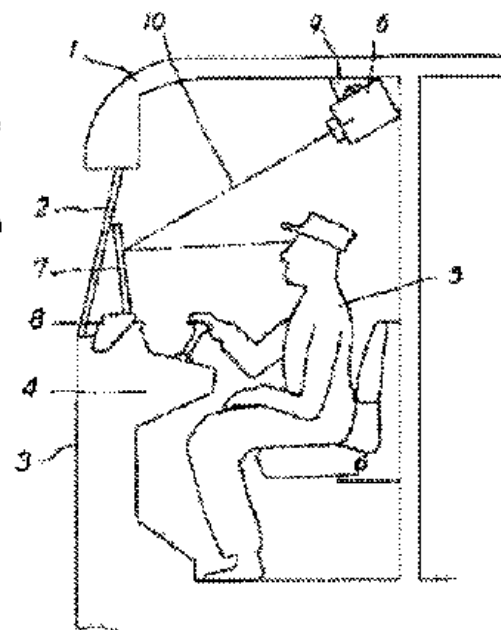
(72)Inventor : **SAIMA TORU  
MINAMI YOTARO**

## (54) HEAD-UP DISPLAY DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To collectively provide a means for preventing burning of an image generation part due to intrusion of solar light into an optical system of a projector, a means for projecting an image to a desirable forward visibility range while preventing glare and a means for projecting an image of optional dimensions to forward of a motorman even in a vehicle such as a commuter train wherein a space is difficult to be secured in a front part of a motorman's cab.

**CONSTITUTION:** In a head-up display device for vehicle, a head-up display projector 6 projects an image to a head-up display reflector 7 positioned forward of a motorman 5 in a vehicle motorman's cab so that the motorman may visually recognize operation support information in front of him, and the head-up display projector 6 is provided with an optical axis 10 directing to a forward lower part from a rear upper part in the motorman's cab.



(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-107035

(43)公開日 平成6年(1994)4月19日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
B 60 K 35/00

識別記号 庁内整理番号  
A 7812-3D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-254936

(22)出願日 平成4年(1992)9月24日

(71)出願人 000003078

株式会社泉芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 齊 間 亨

東京都府中市東芝町1 株式会社泉芝府中  
工場内

(72)発明者 岡 陽太郎

東京都府中市東芝町1 株式会社泉芝府中  
工場内

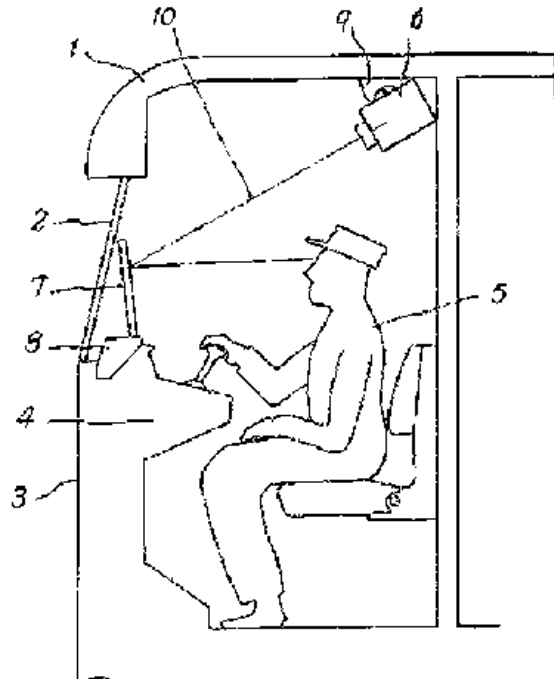
(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 車両用ヘッドアップディスプレイ装置

(57)【要約】

【目的】 鉄道等の車両で運転士の前方視野中に各種表示を投影するヘッドアップディスプレイ装置で、投影装置の光学系に太陽光がさし込んで画像発生部を焦焼するのを防ぐ手段、好ましい前方視野範囲にまぶしさを防ぎながら画像を投影する手段、通勤電車の如く運転台前方にスペースが確保しづらい車両でも運転士前方に任意の大きさで画像を投影する手段を合せ提供する。

【構成】 車両用ヘッドアップディスプレイ装置は、車両運転室内の運転士(5)の前方に配されたヘッドアップディスプレイ反射板(7)に向かってヘッドアップディスプレイ投影装置(6)により画像を投影し、運転士の前方で運転士に運転支援情報を視認せしめるようにし、ヘッドアップディスプレイ投影装置(6)は運転室の後上方部から前下方部へ向く光軸(10)を有することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】車両運転室内の運転士の前方に配されたヘッドアップディスプレイ反射板に向かってヘッドアップディスプレイ投影装置により画像を投影し、運転士の前方で運転士に運転支援情報を視認せしめるようにするヘッドアップディスプレイ装置において、前記ヘッドアップディスプレイ投影装置は運転室の後上方部から前下方部へ向く光軸を有することを特徴とする車両用ヘッドアップディスプレイ装置。

【請求項2】前記ヘッドアップディスプレイ投影機および前記ヘッドアップディスプレイ反射板は、運転士前方視野中に投影された画像の位置を移動できるように前記光軸に対して角度調整可能であることを特徴とする請求項1に記載の車両用ヘッドアップディスプレイ装置。

【請求項3】前記ヘッドアップディスプレイ反射板は液晶で構成されており、投影された画像が前方視野中でまぶしさのために視認困難なときに、画像が投影される位置近辺を不透明化可能であることを特徴とする車両用ヘッドアップディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は鉄道車両用ヘッドアップディスプレイ装置に係り、特に、鉄道車両などの運転士が車両を運転する時、運転に必要な情報を計器やグラフィックディスプレイによらず、運転士前方の視野中に光学的に投影するヘッドアップディスプレイ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近時、航空機で特に発達したヘッドアップディスプレイ（戦闘機で空戦時に目で敵機を追尾時、正しい機銃またはミサイルの射撃方向の前方に投影し、その目標と敵機を重ねて攻撃するシステム）を鉄道車両にも応用しようとする動きがあり、一部の新規車両に採用され始めている。

【0003】この場合、飛行機で特に戦闘機の場合は水滴形窓が多く、パイロットの肩より上方にはほとんど構造物が無いという構造上の特徴からコックピット前方にヘッドアップディスプレイ装置を取付けようとすると胴体内に投影機をおさめ、上方に反射ガラスを配する方法しか考えられない。

【0004】この航空機用のヘッドアップディスプレイ装置を鉄道車両に導入したものの例として、特開平3-227737ヘッドアップディスプレイ、特開平3-239639鉄道車両用ヘッドアップディスプレイ、特開平3-248927ヘッドアップディスプレイ、特開平3-217339ヘッドアップディスプレイ、特開平4-11525ヘッドアップディスプレイ、特開平4-11526乗物用ヘッドアップディスプレイ、特開平3-117302等がある。

【0005】これらは航空機用のヘッドアップディス

レイ装置をそのまま鉄道に適用したと考えてよく、反射ガラスとして鉄道車両の傾斜した前面ガラスを使用している。この最初の導入例は地下鉄車両であるので投影した像は見づらいことはほとんど問題なく、投影装置にも問題が生じるとは考えられない。

【0006】しかし、大型の投影レンズが空に向いており、もし投影レンズの向いている方向に太陽が来るような可能性のある地上走行車の場合、無限遠方に画像を結ばせようとしている関係上、太陽の像は投影装置の画像発生部に焦点を結ぶことになり、場合によっては画像発生部を破損せしめることになる。

【0007】それだけでなく、運転室長さは何とかして短くしたい所であるが、この投影装置を運転台前方に配置しなければならないので、構造物を収納するだけで大きなスペースを必要とするだけでなく、投影する画像をできるだけ大きくしようとするために、画像を投影するため光学系が大きなレンズ口径と投影するための光学系構成スペースが必要になり、簡単に運転室長は短くすることは不可能となってしまふ。

【0008】図6は公知例による鉄道車両にヘッドアップディスプレイを組み込んだ構造例（特開平3-227737、図1）を示す。この場合、運転台の中にヘッドアップディスプレイ装置用の投影機が組み込まれた例を示しており、運転台が投影機を格納するために分厚い構造となっているのと同時に前面ガラスにより投影画像を反射させるために車体前面形状と投影機の格納が大きな問題となる。このヘッドアップディスプレイを組み込むために運転室全長が大幅に伸びてしまっているの、通勤電車のようにわずかでも運転室全長を短くしたいと考える時にははなはだ不都合である。

【0009】図6は、在来の公知例に示された鉄道車両用ヘッドアップディスプレイ装置の構成例を示したもので、この公知例のものは大口径のレンズが窓ガラスを介して上空に向いており、太陽光が差し込んで画像発生装置上に小低を結ぶ危険性を示している。またヘッドアップディスプレイ装置と、前面ガラスの関係がヘッドアップディスプレイ装置の投影機と、投影される光軸の関係で運転台前方にかなりの寸法を必要とすることがわかる。

【0010】また、地下鉄車両であれば周囲の光によりヘッドアップディスプレイの画像が見にくくなる心配は無いが、地上を走行する車両となると外部の光がどちらから来るかわからず、さらに周辺に水面や雪面などがあると、そちらの方向は視認不可能になってしまう危険性がある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】以上従来の技術で説明したように上方を向いた光学系が太陽の方向と合致して投影装置の画像発生装置を破壊してしまわないこと、及び外部の風景が水面だったり雪面だったりして投影した

10  
20  
30  
40  
50

画像が見ずらくなるのを防ぐ方法を提供しようとするものである。

【0012】また、従来の技術によると運転台と前面ガラスの間にかかなりの大きなスペースを必要とするのに対し、通勤電車のようになんとか運転室長さを短くしたいという要求に対し答えられるヘッドアップディスプレイ装置を提供できるようにするものである。

【発明の目的】本発明の目的は、鉄道等の車両で運転士の前方視野中に各種表示を投影するヘッドアップディスプレイ装置で、投影装置の光学系に太陽光がさし込んで画像発生部を焼損するのを防ぐ手段、好ましい前方視野範囲にまぶしさを防ぎながら画像を投影する手段、通勤電車の如く運転台前方にスペースが確保しづらい車両でも運転士前方に任意の大きさで画像を投影する手段を台せ提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】特開平3-117302等の公知のヘッドアップディスプレイ装置等は、航空機用のヘッドアップディスプレイ装置を単に鉄道車両の運転台に組込もうとしているために、各種の問題点が発生していると考えられる。

【0014】つまり、航空機用のヘッドアップディスプレイ装置はできるだけ明るい大きな画像を運転士の目の前に自身で反射ガラスを持つかまたは前面ガラスを利用して投影しようとしている。このため、光学系の投影装置が運転台と前面ガラスの間に挿入されなければならない。運転台は車両の制御機器を格納しているため投影装置を機器を押しつけて格納するにはどうしても無理があり、運転台の前後方向寸法が拡大し、車体寸法を一定とすると運転室寸法が大きくなり、客室寸法が減少する。客室寸法を一定におさえようとする、車体全長が伸びてしまう。

【0015】本発明では航空機用のヘッドアップディスプレイの光学系概念を完全にすて、投影機とその投影された画像を反射せしめる反射板を完全に分離し、投影機を機器格納密度としては割合低い運転士頭上後方位置に投影機を配置する。この投影機を色々と投影方向をずらす。投影用レンズの焦点距離を可変にする。

【0016】次に投影された像を反射せしめる反射板の角度を可変にする。また反射板を平面ではなく球面(凹面ガラス等)にする。また、反射板の反射面を区分割りして一部分毎に液晶機能を持たせ、不透明化可能な構造とするなどの機能を持たせることにより今まで問題となるヘッドアップディスプレイ装置の問題点がすべて解決可能となってくる。

【0017】上記目的を具体的に達成すうために、本発明による車両用ヘッドアップディスプレイ装置は、車両運転室内の運転士の前方に配されたヘッドアップディスプレイ反射板に向かってヘッドアップディスプレイ投影装置により画像を投影し、運転士の前方で運転士に運転室

後情報を視認せしめるようにするヘッドアップディスプレイ装置において、前記ヘッドアップディスプレイ投影装置は運転室の後上方部から前下方部へ向く光軸を有することを特徴とする。

【0018】また、前記ヘッドアップディスプレイ投影機および前記ヘッドアップディスプレイ反射板は、運転士前方視野中に投影された画像の位置を移動できるように前記光軸に対して角度調整可能であることが好適である。

【0019】また、前記ヘッドアップディスプレイ反射板は液晶で構成されており、投影された画像が前方視野中でまぶしさを防ぐために視認困難なときに、画像が投影される位置近辺を不透明化可能であることが好適である。

【0020】

【作用】このようにヘッドアップディスプレイ装置を投影機を分離して運転士頭上後方に移動し、反射ガラスを分離して運転士前方に配し、しかも設置角度を可変にしておくことと次のような機能を得ることが可能となる。

【0021】ヘッドアップディスプレイ投影装置は運転室の後上方部から前下方部へ向く光軸を有するので、いかなる状態を考慮しても、ディスプレイ投影機の位置に太陽光が差し込むことがあり得なくなり、投影機内に組込まれた画像発生装置上に太陽が像を結ぶことは防止でき、画像発生装置の過損を防止できる。

【0022】投影機が運転台に組込まれる必要が無いので、運転台に前後方向寸法が伸びることはあり得ないので、通勤電車の如く運転室寸法を可能な限り、短くしたい車種でもヘッドアップディスプレイ装置を組付けることが可能となる。

【0023】ヘッドアップディスプレイ画像の投影機が投影方向を移動した時、その画像を正しく運転士の方向に反射せしめ得るに反射ガラスを角度調整できるようにしておけば、運転士としてヘッドアップディスプレイ画像を最も見やすい位置に自由に移動せしめることができる。反射ガラスを凹面ガラスにより構成すれば、投影角度を大きくし、大きな投影画像を得ることが可能となる。投影機レンズの焦点距離を可変とすれば、運転士として最も見易い大きさの投影画像に調整することができる。

【0024】反射ガラスを部分的に不透明化する液晶で構成せしめ強い光が来る方向がヘッドアップディスプレイ画像を投影している方向に近い時にはヘッドアップディスプレイ画像の後側または周辺を液晶作用で不透明とすれば画像が見えにくくなることを防止することが可能になる。

【0025】

【実施例】図1乃至図5を参照して本発明の実施例を説明する。図1は本発明によるヘッドアップディスプレイ装置の鉄道車両運転室に組込まれた実施例を示し、図2は本発明のヘッドアップディスプレイ装置で投影される

画像を上下に移動する原理を示す。図3は同じく本発明のヘッドアップディスプレイ装置で投影される画像を左右に移動する原理を示す。図4はヘッドアップディスプレイ装置の反射板に凹面反射板を用いた時の画像の大きさの変化を示す説明図であり、図5はヘッドアップディスプレイ装置で投影画像を移動せしめるための装置概念を示す説明図である。

【0026】まず、図1から説明する。図1は車両前頭部の運転室断面図により各種機器と運転士との関係を示す。1は車体の先端部でこれは空間的に苦しい運転車両を想定しており、運転室長さは運転士5と運転台4の寸法をとるとほとんど余裕は残っていない。2は運転室前面ガラス、3は車体前面板を示している。

【0027】図6に示した従来例と異なり本実施例は図1に示すように、天井に取付けられたヘッドアップディスプレイ投影機制御装置9より垂下されたヘッドアップディスプレイ投影機6が設けられ、運転士の必要な運転支援情報画像をヘッドアップディスプレイ投影光軸10により、ヘッドアップディスプレイ反射板7に投影する。ヘッドアップディスプレイ反射板7は透明体で構成されており、運転士5の前方視界部に配され、ヘッドアップディスプレイ投影光軸10を運転士5の方向に反射する。ヘッドアップディスプレイ反射板制御装置8で反射板7を適正な角度を調整保持する。反射板7の透明構造は前方視界の明るさや眩しさに応じて部分的に不透明にしたり、全般的に透過光を減じるようにする液晶機能を与える機能を有している。

【0028】図2は運転士5の前方視界に投影された運転支援情報画像が前方視界の例えば水平や雪面のように見づらい背景と重なった時、運転士の指令により上下方向に移動せしめる方法を示す説明図である。今かりにヘッドアップディスプレイ投影機が6Aの位置にあり、投影光束11Aが反射板7Aで反射され反射光束12Aにそって反射してきたとする。しかしこの投影情報画像の位置が上過ぎて見づらい時投影機を6Bの位置にずらし投影光束11Bが反射板に当たったとすると反射板位置を7Aから7Bに移動することにより反射光束12Bとなり、はじめて運転士の所にきて運転士は12Aの反射光束より下方の12Bの反射光束位置に情報画像を視認することが可能となる。

【0029】図3は画像を左右に移動せしめる時の説明図である。5Aは上方より見た運転士を示し、6C、6Dは上方より見たヘッドアップディスプレイ投影機を示す。6Cの位置にある投影機から投影された投影光束11Cは運転士として反射光束12Cの方向に情報画像を視認することになるが、投影機6Dの方向の時の投影光束11Dは反射板7Dにより反射し12Dの方向に情報画像を視認することができる。

【0030】図4において、平面反射板からなるヘッドアップディスプレイ反射板15と凹面反射板からなるヘ

ッドアップディスプレイ反射板16と選択可能に示されている。

【0031】両方のヘッドアップディスプレイ反射板15、16において、画像を見る運転士の位置は5B、5Cと調整する必要があるが、運転士が視認する画像は平面反射板からなるヘッドアップディスプレイ反射板15の場合は17Bの大きさの画像となるのに対し、凹面反射板からなるヘッドアップディスプレイ反射板16の場合は17Cと拡大された画像を視認することができる。また、投影レンズ13をズーム化して、焦点距離を変えると一定の遠方に結像する画像の大きさが変わり、運転士として視認できる画像の大きさも変更することが可能となる。

【0032】図5は、これ等のヘッドアップディスプレイ装置全体の制御の関係を示す説明図である。運転士5は投影機6から投影された画像を光束10により視認している。ここで、運転士5より見て投影された画像が背景との関係で見づらいときにはヘッドアップディスプレイ方向制御レバー18によりどの方向に移動すべきかを指令する。この指令を受けたヘッドアップディスプレイ制御器20は、方向制御駆動モータ9Eまたは9Fを駆動する。方向制御駆動モータには方向制御ウォームギア9C、9Dが連結されており、方向制御ウォームギア9C、9Dは方向制御ウォームホイール9A、9Bに噛合している。このため投影機6は垂直軸まわりの首振りと水平軸まわりの上下首振りが可能になる。

【0033】この投影機6の光軸10の方向が変わると運転士5の所に光軸が届かなくなるが、方向制御駆動モータ9E、9Fをどれだけ動かしたかはヘッドアップディスプレイ制御器20により知ることができるので、ヘッドアップディスプレイ反射板7を駆動モータ8Fのウォームギア8D、ウォームホイール8Bを動かし、上下方向の投影光軸の調整がなされる。次にヘッドアップディスプレイ反射板7を駆動モータ8Eのウォームギア8C、ウォームホイール8Aを動かし、垂直軸まわりに回転し左右方向の投影光軸の調整がなされる。

【0034】ヘッドアップディスプレイ反射板7は反射光が運転士5から見易いように表面処理を行うようなことは、一般のヘッドアップディスプレイ装置用の反射板と全く同じであるが、反射板7は液晶板により構成されており、必要に応じて部分的に不透明にする制御が行えるようになってい

【0035】照度センサ19により、運転士5の前方視野における照度を測定するようにしている。

【0036】次に本実施例の作用について説明する。図1に示したように、本実施例の構成ではヘッドアップディスプレイ投影機6とヘッドアップディスプレイ反射板7の組合せにおいて、運転台上に突出するものは反射板7だけでありそれ以上の車体長さ方向に空間をしめることはないので、運転室長さを延長する必要性が全く無

い。

【0037】次に、ヘッドアップディスプレイ投影機6は、車体天井部に近い位置に配されているために太陽からの直射日光が直接投影機のレンズ系に入るとは防止できる。このためレンズ系に直射日光が入り、画像発生部に焦点を結び、画像発生部を破損せしめることは完全に防止することができる。

【0038】次に、ヘッドアップディスプレイ装置6が配されている運転室天井部は鉄道車両の運転室の中で一番取付機器が少なく、場所的に楽に機器を配させられる所であるので、ヘッドアップディスプレイ装置6として大ききの寸法制限を受けることが少なく、逆に言えばヘッドアップディスプレイ装置投影部が配されることにより、周辺の機器の受ける影響も極めて少ない。

【0039】さらに、一般に考えられているヘッドアップディスプレイ装置は戦術機の照準装置の如く置かれる位置が正確に特定の方向に向いていないと目的を達することができないので全く投影された画像を動かすことは考えられないものが主で、他に近時多くのヘッドアップディスプレイが提案されていても、その投影機の位置を移動可能としているものは皆無であり、また従来のヘッドアップディスプレイ装置では、その装置構造的に投影機の位置を動かそうとすること自体不可能であった。しかし、本提案のヘッドアップディスプレイ装置によればヘッドアップディスプレイ投影機6及びヘッドアップディスプレイ反射板7共に方向調整可能に構成されているので、運転室前方視野状況や太陽光の方向などから一番視認しやすい方向に投影画像を自由に移動させることが可能となる。投影される画像に対し前方視野の明るさにより投影画像の明るさを調整するという考え方はすでに多くの公知例に示された方法を採用組み合わせることは極めて容易に行なえるが、投影された画像が視認しづらい場合は、ヘッドアップディスプレイ投影機の方向から反射板のどの位置に投影されているかを判断できるので、投影されている反射板の一部または全部を液晶装置により構成し、その投影画像の周辺を液晶装置の操作により不透明化して画像の視認を容易ならしめるなどの方法は本実施例の独特の構造によりはじめてなし得る作用である。

【0040】以上述べたように本実施例の構成によれば、ヘッドアップディスプレイ光学系に太陽光が直接入り込み、画像発生部などの内部の重要構造部に焦点を結び破損せしめる不具合が完全に防止することができる。

【0041】また、ヘッドアップディスプレイ投影機6自体は、運転室内で機器の込み具合が一番少ない運転士上後方に配されると同時に運転台に配せられるヘッドアップディスプレイ反射板7も、薄い構造で構成されるために、運転室がこのヘッドアップディスプレイ装置を組込むことにより寸法を大きくする必要性は無い。このため車両長さに対し客室長さをできるだけ大きくとりたい

通勤電車などにヘッドアップディスプレイ装置を採用する場合など極めて有利であり、通勤電車に組込可能であれば他のいかなる種類の電車にも採用可能なことは明白である。

【0042】また、ヘッドアップディスプレイ投影機6を天井部に配し、運転台にヘッドアップディスプレイ反射板7が配され、それぞれ上下角度と左右方向に自由に方向調整が可能になっているので、車両前方視野で反射板に投影反射される画像を最も見易い位置に選択移動が可能になる。これは運転士の意志により手動以外にもその車両の走る路線により特定の不都合の生じやすい地域があるので、地点検知や走行距離積算によりプログラムの指示位置の移動をすることが考えられる。

【0043】ヘッドアップディスプレイされる画像の明るさについてはすでに多くの公知例で調整法が提案されているが、原則的には前法視野の明るさに一定の関連を有するようにして明るさの調整を行なうのを自動的に調整させる以外に手動により調整可能にもしておけば問題の発生を防止できる。

【0044】また、特定の方向に太陽光の反射や直射で投影画像が見づらい時は運転士のスイッチ操作などで投影画像の周辺を液晶機能により不透明にすれば運転上極めて取扱いの容易な見易いスペース的にも運転室に楽に配置可能で、しかもヘッドアップディスプレイ光学系に太陽光が入り込み、画像発生部を破損せしめる不都合を防止したヘッドアップディスプレイ装置を提供可能である。

【0045】図5のヘッドアップディスプレイ制御器20の機能について説明する。まず19の照度センサにより前法視野の全体的明るさを測定し、その明るさの中で投影画像が容易に視認できる輝度で投影するように、その関係を記憶させ、制御するようにするのが一般的な制御方法であるが、特に視界が景色であったりすると、かなり投影画像の輝度を高めても視認困難となることが予測され、その場合は画像が投影されている位置がヘッドアップディスプレイ投影機の向いている方向の信号を駆動モータ9E、9Fの駆動状況またはその位置センサから検出して判断すれば容易にわかるので、投影位置の近辺、または投影位置を含む常状の地区を不透明化してしまえば良い。この不透明化する制御はヘッドアップディスプレイ制御器20からの信号により、21ヘッドアップディスプレイ反射板液晶制御装置21によって行なえば良いものと考えられる。

【0046】また、眩しかったりした時の操作は図5で図示していないスイッチの操作による、または照度センサ19をCCD等を用いた光の来る方向の判断機能を与えて判断する方法も考えられる。

【0047】また、反射板に画像を投影する位置は特に光の反射物として特異な物がある場合、それは路線により反復があると考えられるので、投影位置を路線位置の



函数として扱うことも可能であると考えられることから線路位置の検知結果との関連でプログラム移動せしめることも可能である。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の車両用ヘッドアップディスプレイ装置によれば、ヘッドアップディスプレイ投影装置は運転室の後上方部から前下方部へ向く光軸を有するので、光学系に太陽光が入り画像発生部を被損せしめることが完全に防止することができる。

【0049】ヘッドアップディスプレイ投影機が運転室上部に配され、運転台にはヘッドアップディスプレイ反射板が配されているだけなので車体長手方向にはほとんど寸法的問題にならないので通勤用電車の如く、車体長さに対し、客室寸法を大きくとりたい場合でも、全く問題無くヘッドアップディスプレイ装置を組み込むことが可能となる。

【0050】このように、ヘッドアップディスプレイ投影機とヘッドアップディスプレイ反射板が分離してしかも各々独立して角度調整可能であるので、投影画像の位置を前方視界の中であつ反射板の大きさの範囲で自由に移動せしめることが可能である。また、前方視界の明るさとの関係で投影画像を視認しやすいよう輝度調整を行なうことができる。

【0051】また、ヘッドアップディスプレイ反射板を液晶で構成するので、投影画像近辺を容易に不透明化することができるので、まぶしさのために視認困難となることを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるヘッドアップディスプレイ装置の実施例を示す配置図。

【図2】ヘッドアップディスプレイ装置により投影画像を上下に移動せしめる方法を示す説明図。

【図3】ヘッドアップディスプレイ装置により投影画像を左右に移動せしめる方法を示す説明図。

【図4】ヘッドアップディスプレイ装置で投影される画像を拡大して視認できるように凹形反射板の効果を示す説明図。

【図5】ヘッドアップディスプレイ投影機とヘッドアッ\*

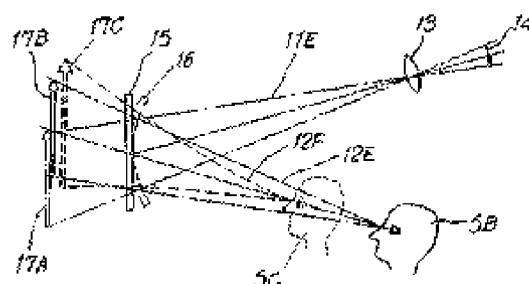
\*ブディスプレイ反射板の制御および反射板の液晶を制御する関係を示す説明図。

【図6】従来のヘッドアップディスプレイ装置の構成を示す説明図。

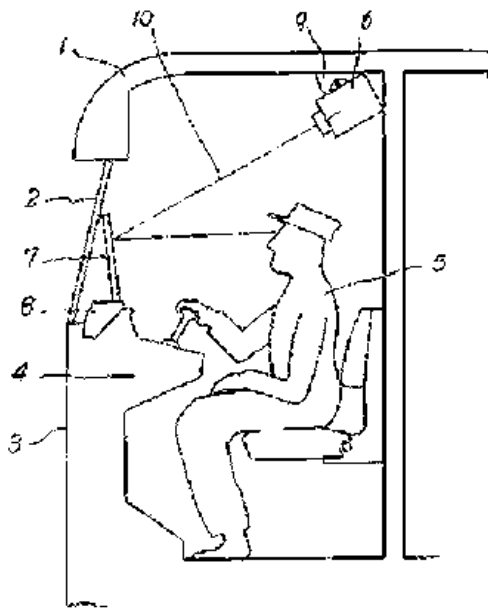
【符号の説明】

- 1 車体
- 2 前面ガラス
- 3 車体前面板
- 4 運転台
- 5、5A～C 運転士
- 6、6A～D ヘッドアップディスプレイ投影機
- 7、7A～D ヘッドアップディスプレイ反射板
- 8、8A～F ヘッドアップディスプレイ反射板制御装置
- 8A、B ウォームホイール
- 8C、D ギア
- 8E、F 駆動モータ
- 9 ヘッドアップディスプレイ投影機制御装置
- 9A、B 方向制御ウォームホイール
- 9C、D 方向制御ウォームギア
- 9E、F 方向制御駆動モータ
- 10 ヘッドアップディスプレイ投影光軸
- 11A、11B～DE 投影光軸
- 12A～D 反射光束
- 13 投影レンズ
- 14 投影原面
- 15 平面反射板
- 16 凹面反射板
- 17A 投影機
- 17B 平面反射板による投影機
- 17C 凹面反射板による投影機
- 12E 平面反射板による反射光束
- 12F 凹面反射板による反射光束
- 18 ヘッドアップディスプレイ方向操縦レバー
- 19 照度センサ
- 10 ヘッドアップディスプレイ制御器
- 21 ヘッドアップディスプレイ反射板液晶制御装置

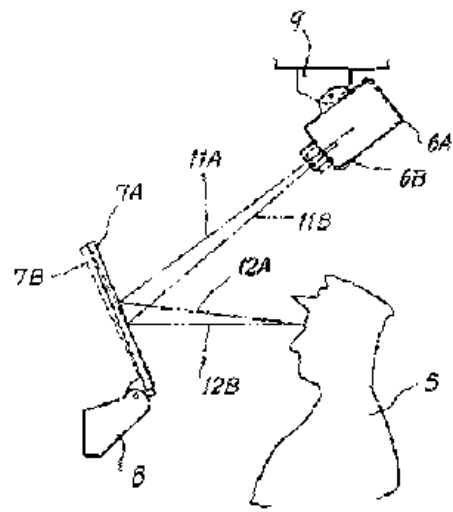
【図4】



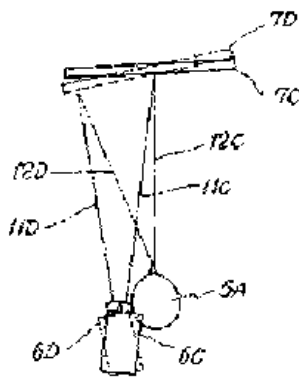
【図1】



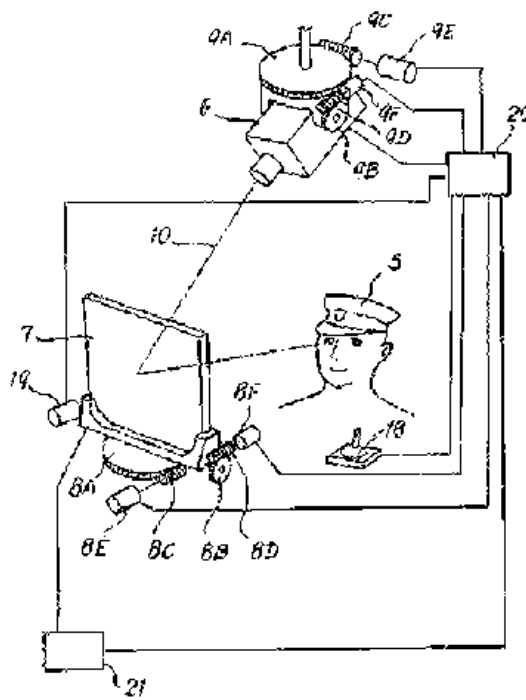
【図2】



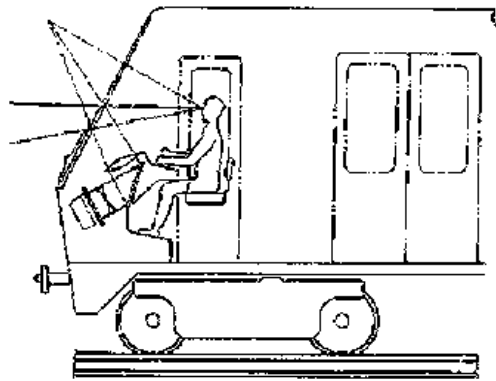
【図3】



【図5】



【図6】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-319398**

(43)Date of publication of application : **08.12.1995**

(51)Int.Cl. **G09F 9/00**

**B60R 11/02**

(21)Application number : **06-113215**

(71)Applicant : **FUJITSU TEN LTD**

(22)Date of filing : **27.05.1994**

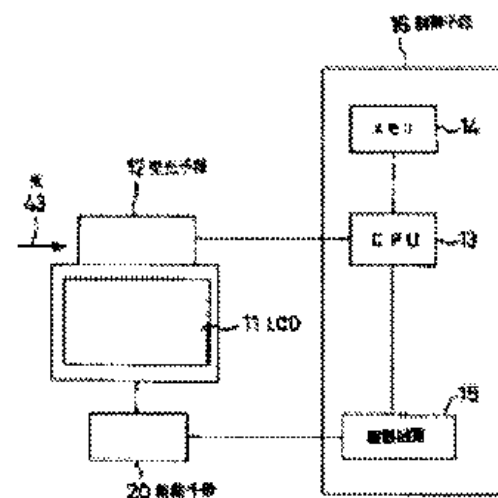
(72)Inventor : **MATSUKAWA HIROSHI**

## (54) DEVICE FOR ADJUSTING ANGLE OF DISPLAY

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a device for adjusting a display angle capable of automatically preventing light reflected by the surface of an LCD from entering a visual field so that a viewer can always easily watch the LCD.

**CONSTITUTION:** The device is provided with a photodetecting means 12 for detecting the quantity and direction of the light 43 made incident on the surface of the LCD 11, a driving means 20 for driving the LCD 11 and a controlling means 16 for controlling the driving means 20 when a signal from the photodetecting means 12 is received, and when it is judged by the controlling means 16 that the light exceeding a prescribed light quantity is made incident on the surface of the LCD 11 from a range in a prescribed direction, the driving means 20 is driven by the controlling means 16 so that the reflected light of the light 43 may be outside the visual field of the viewer and within the visual angle extent of the LCD 11.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-319398

(43)公開日 平成7年(1995)12月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 F 9/00	3 1 2	7610-5G		
B 6 0 R 11/02		C 7146-3D		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-113215

(71)出願人 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 28 号

(22)出願日 平成6年(1994)5月27日

(72)発明者 松川 洋

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 28 号

富士通テン株式会社内

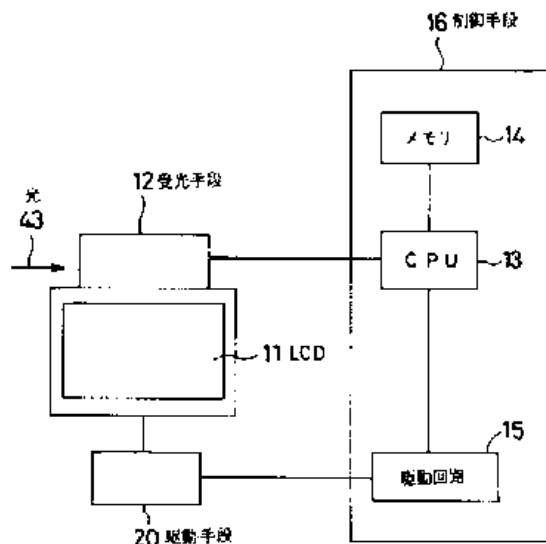
(74)代理人 弁理士 井内 龍二

(54)【発明の名称】 ディスプレイの角度調整装置

(57)【要約】

【目的】 LCD 11 表面からの反射光が視野内に入るのを自動的に防止することができ、LCD 11 を常時見易くすることができるディスプレイ角度の調整装置を提供すること。

【構成】 LCD 11 表面へ入射する光 4 3 の量及び方向を検出するための受光手段 12 と、LCD 11 を駆動させるための駆動手段 20 と、受光手段 12 から信号を受けて駆動手段 20 を制御する制御手段 16 とを備え、制御手段 16 により、所定光量を超える光が所定方向の範囲内から LCD 11 表面に入射したと判断されると、LCD 11 の視角範囲内で光 4 3 の反射光が視聴者の視野外になるように駆動手段 20 が駆動されるディスプレイ角度調整装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスプレイ表面へ入射する光の量及び方向を検出するための受光手段と、前記ディスプレイを駆動させるための駆動手段と、前記受光手段からの信号を受けて前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、該制御手段により、所定光量を超える光が所定方向の範囲内から前記ディスプレイ表面に入射したと判断されると、前記ディスプレイの視角範囲内で前記光の反射光が視聴者の視野外になるように前記駆動手段が駆動されることを特徴とするディスプレイの角度調整装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はディスプレイの角度調整装置に関し、より詳細には自動車に搭載されるTV用やナビゲーション用のディスプレイの角度調整装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】自動車に搭載されたTV用ディスプレイやナビゲーション用ディスプレイをドライバーまたは助手席搭乗者（以下、これらを視聴者と記す）が見る際、入射された光が前記ディスプレイ表面で反射して視聴者の眼に入り（以下、この現象を「反射光が視野内に入る」と記す）、特にこの反射光と表示される情報とが重なるか、またはきわめて近接している場合には視聴者による情報確認が困難となり、また反射光量が大きい場合は高輝度刺激が不快に感じられるという問題があった。この問題に対処するため、前記ディスプレイの表面に反射防止フィルタが形成されたものや表面処理が施されたものが開発されている。しかしこれらの対策だけでは不十分であり、前記反射光が視野内に入らぬよう（視野外になるよう）、視聴者が前記ディスプレイ面と、該ディスプレイ面の略中心と眼とを結ぶ視線とが成す角度（以下、ディスプレイ角度と記す）を手操作で調整しているのが実状である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記した車載用ディスプレイの場合、自動車が走行することにより光の入射方向、光量が変わり易いため、上記ディスプレイ角度を頻繁に調整し直す必要が生じるという課題があった。また手操作による調整は面倒であり、状況変化に的確に対応することが難しいという課題があった。

【0004】本発明はこのような課題に鑑みなされたものであり、ディスプレイ表面からの反射光が視野内に入るのを自動的に防止することができ、ディスプレイを見易くすることができるディスプレイ角度の調整装置を提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明に係るディスプレイの角度調整装置は、ディスプレイ表面へ入射する光の量及び方向を検出するための

受光手段と、前記ディスプレイを駆動させるための駆動手段と、前記受光手段からの信号を受けて前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、該制御手段により、所定光量を超える光が所定方向の範囲内から前記ディスプレイ表面に入射したと判断されると、前記ディスプレイの視角範囲内で前記光の反射光が視聴者の視野外になるように前記駆動手段が駆動されることを特徴としている。

## 【0006】

【作用】上記構成のディスプレイ角度の調整装置によれば、ディスプレイ表面へ入射する光の量及び方向を検出するための受光手段と、前記ディスプレイを駆動させるための駆動手段と、前記受光手段からの信号を受けて前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、該制御手段により、所定光量を超える光が所定方向の範囲内から前記ディスプレイ表面に入射したと判断されると、前記ディスプレイの視角範囲内で前記光の反射光が視聴者の視野外になるように前記駆動手段が駆動される。したがって、前記ディスプレイ表面へ入射する光の量及び方向に対応して前記ディスプレイのディスプレイ角度を自動的に調整し得ることとなり、前記ディスプレイ表面からの反射光が前記視聴者の視野内に入るのを防止し得ることとなり、前記ディスプレイが常時見易くなる。

## 【0007】

【実施例】以下、本発明に係るディスプレイ角度の調整装置の実施例を図面に基いて説明する。図1は本発明に係るディスプレイ角度調整装置の実施例を概略的に示したブロック図であり、図中11は車載用TVにおける液晶ディスプレイ（以下、LCDと記す）を示している。LCD11の所定箇所には複数個のフォトダイオード等からなる受光手段12が配設されており、受光手段12によりLCD11表面へ入射する光43の方向と光量とが検出されるようになっている。受光手段12はCPU13に接続され、CPU13にはメモリ14が接続されている。メモリ14には図3に示したように光のx軸、y軸、z軸方向に関する光量信号 $L_x$ 、 $L_y$ 、 $L_z$ から合成入射光方向AOと平均光量 $L_s$ とを求める計算式が保存されている。またメモリ14には種々の合成入射光方向AOに関してその反射光がそれぞれ視野外になるような調整角度（ $\Delta\theta_v$ 、 $\Delta\theta_h$ ）のデータ、LCD11の視角特性値（表示が見え易い範囲の最大ディスプレイ角度（ $\Delta\theta_{vs}$ 、 $\Delta\theta_{hs}$ ））及び角度調整を行うか否かを判断するための入射光量のしきい値とが保存されている。またCPU13には駆動手段20を駆動させる駆動回路15が接続されており、これらCPU13、メモリ14及び駆動回路15により制御手段16が構成されている。駆動回路15は駆動手段20に接続され、駆動手段20はLCD11に連結されており、制御手段16からの制御で駆動手段20が駆動されることにより、LCD11が水平面に対して所定角度 $\Delta\theta_H$ 回転したり、垂直面に対して所定角度 $\Delta\theta_V$ 回転するようにな

っている。

【0008】図2は本実施例のLCD11、受光手段12及び駆動手段20を模式的に示した正面図であり、図中31は自動車のコンソールボックス（図示せず）内に収容されるDINケースを示している。DINケース31は箱形状に形成されており、DINケース31の両側壁には孔31a、31bが同一軸心上にそれぞれ形成されている。一方、DINケース31内には中空直方体形状のブロック21が配設されており、ブロック21の側壁21aには平歯車22の軸の一端部22aが固定され、平歯車22の軸の他端部22b側は孔31aに枢支されている。またブロック21の側壁21bには孔21cが平歯車22の軸と同一軸心上に形成され、ブロック21の上部壁下面には軸受け21dが固定されており、孔31b、21c、軸受け21dに軸23aが挿通・枢支されている。孔31b、21c間における軸23aの所定箇所には平歯車24が装着され、軸23aの他端部には傘歯車23が固定されている。ブロック21の上部壁中央には回転軸25aが枢支され、回転軸25a上端部にはLCD11の中央下端部が固定される一方、回転軸25a下端部には傘歯車25が固定されており、傘歯車23と傘歯車25とは螺合している。さらに平歯車22、24にはタイミングベルト26a、26bの一端部側がそれぞれ係合し、タイミングベルト26a、26bの他端部側は2個のプーリー（図示せず）にそれぞれ係合しており、これらのプーリーは切り替え継ぎ手を介してステップモータ（ともに図示せず）のモータ軸に軸支されている。これらブロック21、平歯車22、24、傘歯車23、25、ステップモータ等を含んで駆動手段20が構成されている。そして、ステップモータを駆動させ、切り替え継ぎ手を操作してタイミングベルト26aのみを所定方向に回転させると、平歯車22、ブロック21を介し、LCD11が垂直面に対して所定角度 $\Delta\theta_v$ 回転することとなる。他方、切り替え継ぎ手を操作してタイミングベルト26bのみを所定方向に回転させると、平歯車24、軸23a、傘歯車23、25、回転軸25aを介し、LCD11が水平面に対して所定角度 $\Delta\theta_h$ 回転するようになっている。

【0009】またLCD11上部には受光手段12としてのフォトダイオード12a、12b、…が配設されており、例えばフォトダイオード12aはLCD11の前方（x軸）から、フォトダイオード12bは上方（y軸）から、フォトダイオード12cは右方（z軸）からの入射光がそれぞれ受光されるようになっている。

【0010】また、図3は前記受光手段で測定された光量により、合成入射光方向と平均光量とを求める方法の一例を概略的に示した三次元グラフである。 $L_x$ 、 $L_y$ 、 $L_z$ はフォトダイオード12a、12b、12cでそれぞれ測定され、CPU13に伝送された光量信号を示している。CPU13では座標上のA点を計算するこ

とにより、合成入射光方向AOと、平均光量 $L_A$ とが求められる。

【0011】また、図4はディスプレイ表面に光がx軸方向とz軸方向とから入射した場合、反射光と調整ディスプレイ角度との関係を説明するために示した模式図であり、図中11はLCDを示している。初期状態におけるディスプレイ角度（ $\theta_v$ 、 $\theta_h$ ）は眼41の位置がLCD11表面の中心11a法線上（すなわちx軸上）にあるように設定されている。この際に入射光源43があると、LCD11表面で反射された反射光43aが眼41に入射する。このときLCD11を調整角度 $\Delta\theta_v$ 以上回転させると、反射光43bを眼41の視野から外し得ることとなる。また図示しないが、光がx軸方向とy軸方向とから入射した場合、調整角度 $\Delta\theta_h$ 以上回転させると、反射光43bを眼41の視野から外し得ることとなる。このようにして作成された各合成入射光方向AOに対応する調整角度（ $\Delta\theta_v$ 、 $\Delta\theta_h$ ）のデータがメモリ14には保存されている。

【0012】このように構成されたディスプレイ角度調整装置の動作を、図5に示したフローチャートに基づいて説明する。まずDINケース31をコンソールボックスから引き出し、LCD11をDINケース31上に起立させ、LCD11の電源スイッチをオンにして動作を開始させた後、眼41の位置がLCD11の略表面中心11a法線上にくるようディスプレイ角度の初期値（ $\theta_v$ 、 $\theta_h$ ）を設定する（S1）。次にフォトダイオード12a、12b、12cによりx軸、y軸、z軸方向からの入射光量が測定され、これらの測定信号 $L_x$ 、 $L_y$ 、 $L_z$ がCPU13へ伝送される（S2）。するとメモリ14から合成入射光方向、平均光量の計算式がCPU13へ呼び出され（S3）、測定信号 $L_x$ 、 $L_y$ 、 $L_z$ が前記計算式に代入され、合成入射光方向AOと平均光量 $L_A$ とが計算される（S4）。次にメモリ14から光量のしきい値が呼び出され（S5）、平均光量 $L_A$ がしきい値を超えているか否かが判断される（S6）。しきい値を超えていないと判断された場合はS2に戻り、再びS2以降の動作が繰り返される。一方、しきい値を超えていると判断された場合、メモリ14に保存されたデータから合成入射光方向AOに対応する調整角度（ $\Delta\theta_v$ 、 $\Delta\theta_h$ ）が呼び出される（S7）。次にメモリ14からLCD11固有の視角特性値（ $\Delta\theta_{v_s}$ 、 $\Delta\theta_{h_s}$ ）が呼び出され（S8）、調整角度（ $\Delta\theta_v$ 、 $\Delta\theta_h$ ）が視角特性値（ $\Delta\theta_{v_s}$ 、 $\Delta\theta_{h_s}$ ）の範囲内か否かが判断される（S9）。調整角度（ $\Delta\theta_v$ 、 $\Delta\theta_h$ ）が視角特性値（ $\Delta\theta_{v_s}$ 、 $\Delta\theta_{h_s}$ ）を超えていると判断された場合、調整角度（ $\Delta\theta_v$ 、 $\Delta\theta_h$ ）から $n^\circ$ が差し引かれ（S10）、S9に再入力される。一方、調整角度（ $\Delta\theta_v$ 、 $\Delta\theta_h$ ）が視角特性値（ $\Delta\theta_{v_s}$ 、 $\Delta\theta_{h_s}$ ）を超えていないと判断された場合、駆動回路15を介して駆動手段20が駆動され、LCD11がディ

ディスプレイ角度( $\theta_v$ 、 $\theta_h$ )を起点としてさらに調整角度( $\pm\theta_v$ 、 $\pm\theta_h$ )だけ回転させる(S11)、次にLCD11の電源スイッチがオフか否かが判断され(S12)、オフでないと判断された場合はS2に戻り、S2以降の動作が繰り返される一方、オフと判断された場合は動作が終了する。

【0013】上記説明から明らかのように、本実施例に係るディスプレイ角度の調整装置では、LCD11表面へ入射する光43の量及び方向を検出するための受光手段12と、LCD11を駆動させるための駆動手段20と、受光手段12からの信号を受けて駆動手段20を制御する制御手段16とを備え、制御手段16により、所定光量を超える光が所定方向の範囲内からLCD11表面に入射したと判断されると、LCD11の視角範囲内で光43の反射光が視聴者の視野外になるように駆動手段20が駆動される。したがって、光43の量及び方向に対応してLCD11のディスプレイ角度を自動的に調整することができ、LCD11表面からの反射光が視野内に入るのを防止することができ、LCD11を常時見易くすることができる。

【0014】なお上記した実施例に係るディスプレイの角度調整装置では、ディスプレイ角度の初期値をドライバーまたは助手席搭乗者の眼の方向に設定することにより、ドライバーまたは助手席搭乗者いずれかの視聴者に切り替えて使用することが可能である。

【0015】また、上記した実施例ではディスプレイがLCDである場合を例にとって説明したが、別の実施例ではCRT(ブラウン管)であってもよい。

【0016】また、上記した実施例では受光手段12として3個のフォトダイオード12a、12b、12cを用いたが、所定の受光軸を設定することにより2個のフォトダイオードにより光の量及び方向を検出してもよい。

【0017】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係るディス

プレイ角度調整装置においては、ディスプレイ表面へ入射する光の量及び方向を検出するための受光手段と、前記ディスプレイを駆動させるための駆動手段と、前記受光手段からの信号を受けて前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、該制御手段により、所定光量を超える光が所定方向の範囲内から前記ディスプレイ表面に入射したと判断されると、前記ディスプレイの視角範囲内で前記光の反射光が視聴者の視野外になるように前記駆動手段が駆動される。したがって、前記ディスプレイ表面へ入射する光の量及び方向に対応して前記ディスプレイのディスプレイ角度を自動的に調整することができ、前記ディスプレイ表面からの反射光が前記視聴者の視野内に入るのを防止することができ、前記ディスプレイを常時見易くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るディスプレイ角度調整装置の実施例を概略的に示したブロック図である。

【図2】実施例に係るLCD、受光手段及び回転手段を模式的に示した正面図である。

【図3】実施例に係る受光手段で測定された光量により、合成入射光方向と平均光量とを求める方法の一例を説明するために概略的に示した三次元グラフである。

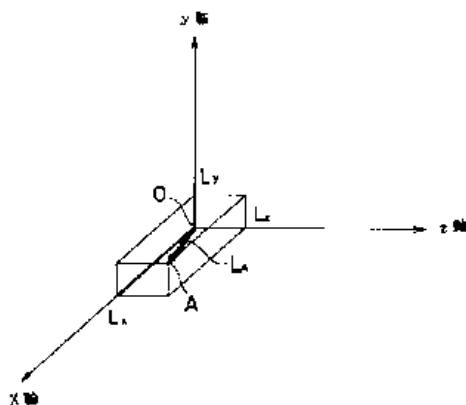
【図4】実施例に係るディスプレイ表面に光がx軸方向とz軸方向とから入射した場合、反射光と調整ディスプレイ角度との関係を説明するために示した模式図である。

【図5】実施例に係るディスプレイ角度調整装置の動作を示したフローチャートである。

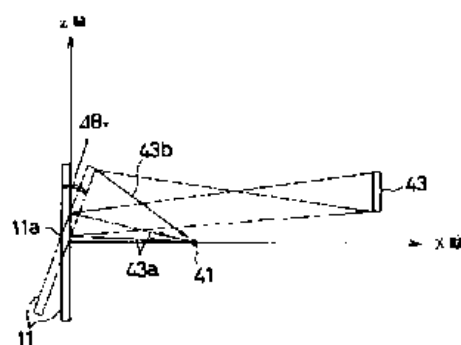
【符号の説明】

- 11 LCD
- 12 受光手段
- 16 制御手段
- 20 駆動手段
- 43 入射光

【図3】



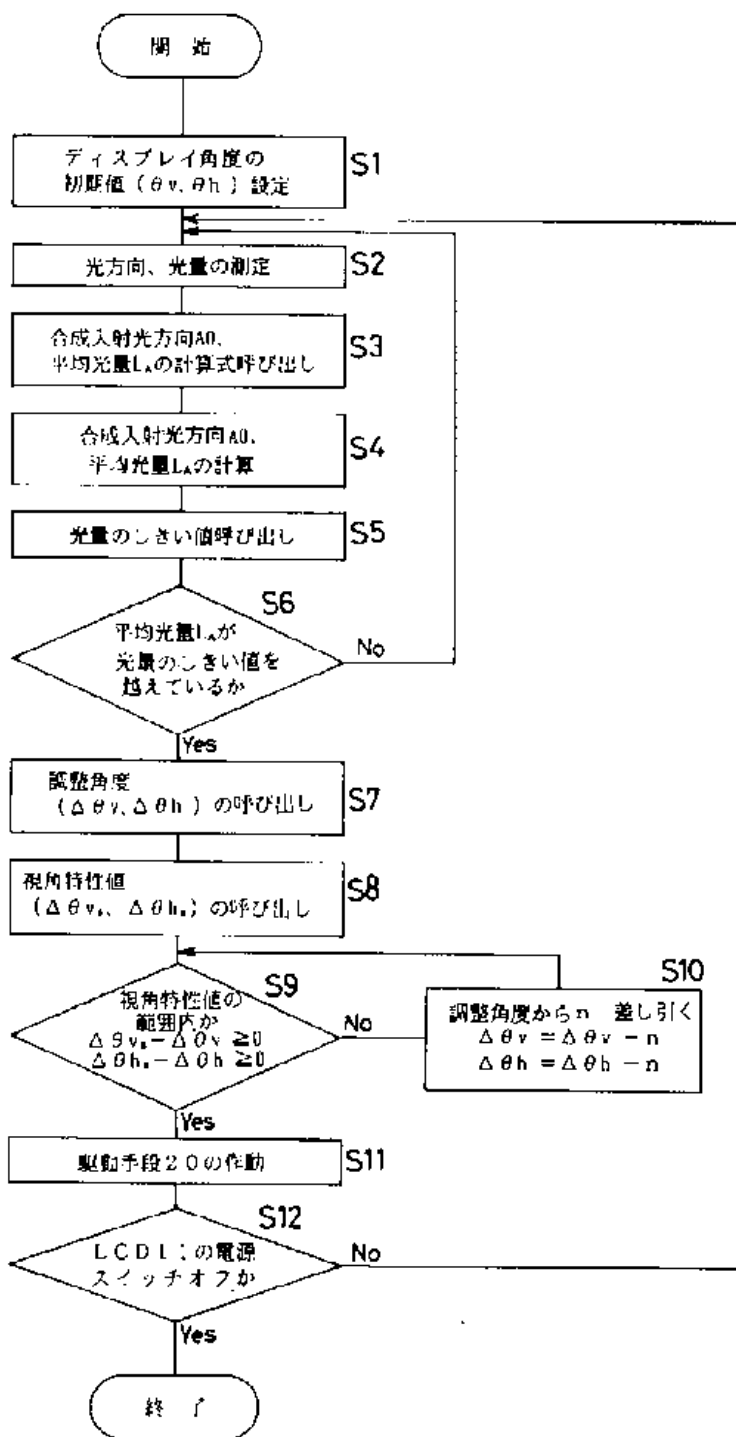
【図4】







【図5】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **06-117924**

(43)Date of publication of application : **28.04.1994**

(51)Int.Cl. **G01J 1/02**  
**B60H 1/00**  
**G01B 11/26**  
**G01W 1/12**

(21)Application number : **05-169290**

(71)Applicant : **NIPPONDENSO CO LTD**

(22)Date of filing : **08.07.1993**

(72)Inventor : **SUGIURA WATARU**  
**MIWA KATSUTERU**

(30)Priority

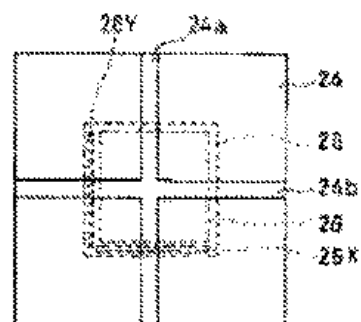
Priority number : **04220301** Priority date : **19.08.1992** Priority country : **JP**

## (54) OPTICAL POSITION DETECTOR

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To miniaturize the detector capable of detecting the incident direction and intensity of light by reducing the number of pixels constituting a light detecting sensor to reduce the light detecting area of said sensor.

**CONSTITUTION:** A detection element part 10 is constituted of a glass substrate 22, the light blocking film 24 having slits 24a, 24b crossing each other at a right angle formed on the surface of the glass substrate 22 and the light detecting part 26 fixed on the rear of the glass substrate 22. Unidimensional photodiode arrays 26X, 26Y respectively detecting the lights passing through the slits 24a, 24b and a signal processing circuit 28 scanning the photodiode arrays 26X, 26Y to take out a light detection signal are provided to the light detecting part 26. As a result, the number of the pixels of the light detecting part 26 and the signal processing circuit 28 is simplified as compared with a conventional device using a twodimensional light detection sensor and a detector can be miniaturized.



(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 J 1/02		U 7381-2G		
B 6 0 H 1/00	1 0 1 J			
G 0 1 B 11/26		Z 8708-2F		
G 0 1 W 1/12		B 8117-2G		

審査請求 未請求 請求項の数3(全10頁)

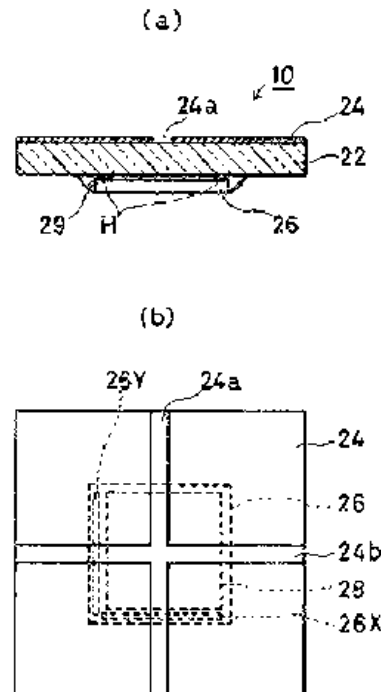
(21)出願番号	特願平5-169290	(71)出願人	000004200 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22)出願日	平成5年(1993)7月8日	(72)発明者	杉浦 亘 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平4-220391	(72)発明者	三輪 勝博 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
(32)優先日	平4(1992)8月19日	(74)代理人	弁理士 尾立 勉
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

## (54)【発明の名称】 光位置検出装置

## (57)【要約】

【目的】 光の入射方向及びその強度を検出可能な光位置検出装置において、受光センサを構成する画素数を少なくしてその受光面積を小さくすることにより、装置を小型化する。

【構成】 検出素子部19を、ガラス基板22と、ガラス基板22の表面に形成された互いに直交するスリット24a、24bを有する遮光膜24と、ガラス基板22の裏面に固定された受光部26とから構成する。また受光部26には、各スリット24a、24bを透過したスリット光を夫々受光する1次元のフォトダイオードアレイ26X、26Yと、各フォトダイオードアレイ26X、26Yを走査して受光信号を取り出す信号処理回路28とを設ける。この結果、2次元の受光センサを用いた従来装置に比べて、受光部26の画素数を少なくすると共に信号処理回路28を簡素化して、装置を小型化できるようになる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光の導入口として、二条のスリットが直接又はその延長線上で互いに交差するように形成された遮光板と、  
該遮光板に所定の間隔を空けて対向配設され、光電変換素子を一列に配置してなる一対の1次元の受光センサが、上記各スリットとの対向位置で上記各スリットと交差するように形成された受光部と、  
を備えたことを特徴とする光位置検出装置。

【請求項2】 上記遮光板に照射される光が太陽光であることを特徴とする請求項1に記載の光位置検出装置。

【請求項3】 上記遮光板と上記受光部との間に、1より大きい所定の屈折率を有する透明部材を設けたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光位置検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光の入射方向及びその強度を検出可能な光位置検出装置に関し、特に、自動車用空調箱装置において、空調空気の温度、吹出量、吹出方向等を制御するのに好適な光位置検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の、自動車用空調箱装置においては、日射の強度及び日射方向に応じて、空調空気の温度、吹出量、吹出方向等を最適に制御するために、日射方向及び日射強度を検出可能な光位置検出装置が使用されている。

【0003】そしてこうした光位置検出装置としては、従来より、

(A) 特開昭63-141816号公報に開示されている如く、太陽光を直接受光する3個の受光センサを各々異なる方向に向けて配設した日射センサ。

(B) 特開昭56-64611号公報に開示されている如く、一条のスリットが形成された遮光板とこの遮光板に対向配設されたグレーコードパターンからなる2個のサンセンサを、各スリットが直交するように配設した太陽角度測定装置。

【0004】(C) 同じく特開昭56-64611号公報に開示されている如く、ピンホールが形成された遮光板とこの遮光板に対向配設された2次元の受光センサからなる太陽角度測定装置。

等が知られている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記各装置(A)～(C)においては、いずれも、光検出を行なうための受光部が大きくなってしまい、装置を小型化するのが困難であった。即ち、まず上記(A)の日射センサにおいては、3個の受光センサを各々異なる方向に配設する必要があるため、その受光部を立体的に形成しな

ければならず、装置を小型化することができなかった。またこの日射センサにおいては、3個の受光センサが必要であるため、コストアップになるといった問題もある。

【0006】次に、上記(B)の太陽角度測定装置においては、スリットを透過してきた光の位置を検出するのに、多数の受光素子からなるグレーコードパターンを使用しているため、上記(A)の装置のように受光部を立体的に形成する必要はない。しかし、グレーコードパターンは多数の光電変換素子をグレーコードに沿って配列したものであるため、その受光部は2次元的な広がりを持ち、その受光面積が大きくなる。また、この太陽角度測定装置においては、このように2次元的な広がりを持つ受光部を有する2個のサンセンサを、各スリットが直交するように並べて使用するため、装置全体では、2つのグレーコードパターンの受光面積の2倍以上の受光面積が必要である。従って、この太陽角度測定装置においても、装置の小型化を図ることができなかった。またグレーコードパターンによりスリットを透過してきた光の位置を正確に検出するには、グレーコードパターンとスリットとの相対位置を正確に調整しなければならず、その生産性が悪いといった問題もあった。

【0007】一方、上記(C)の太陽角度測定装置においては、ピンホールが形成された遮光板と、この遮光板に対向配設された2次元の受光センサとにより構成されているため、上記(A)、(B)の装置に比べて装置の小型化を図ることができる。しかし、この装置においても、2次元の受光センサを使用しているため、上記(B)の装置と同様、受光部が2次元的な広がりを持つこととなり、その受光面積が大きくなってしまふ。

【0008】またこの装置においては、受光センサを構成する光電変換素子(画素)からの受光信号を夫々取り出すための信号処理回路が必要であるが、受光センサにおいては多数の画素が2次元配置されているので、その信号処理回路には、受光センサを2次元的に走査するための垂直及び水平走査回路等を設けなければならず、その回路構成が複雑になり、信号処理回路が大きくなるといった問題がある。

【0009】そしてこの信号処理回路を装置内に組み込む場合、信号処理回路を受光センサと同一基板上に形成すると、基板を、受光センサの受光面積と信号処理回路の回路面積とを加えた大きさにする必要があり、装置がより大型化してしまう。また、この装置の小型化を図るために、信号処理回路と受光センサとを別体で形成することも考えられるが、この場合には、受光センサを構成する多数の画素と信号処理回路とを各々信号線により接続する必要があるため、これら各部を接続する信号線の数が膨大となって、その組付け作業が繁雑になり、生産性が低下するといった問題がある。

【0010】従って上記(C)の太陽角度測定装置にお

いても、生産性を低下させることなく装置の小型化を図ることは困難であった。本発明は、こうした問題に鑑みなされたもので、上記(C)の太陽角度測定装置のように、平面基板上に形成可能な受光センサを用いて光の入射方向及びその強度を検出する光位置検出装置において、受光センサを構成する画素数を少なくしてその受光面積を小さくすることにより、生産性を低下させることなく、装置を小型化できるようにすることを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の光位置検出装置は、光の導入口として、二条のスリットが直接又はその延長線上で互いに交差するように形成された遮光板と、該遮光板に所定の間隔を空けて対向配設され、光電変換素子を一列に配置してなる一対の1次元の受光センサが、上記各スリットとの対向位置で上記各スリットと交差するように形成された受光部と、を備えたことを特徴としている。

【0012】

また請求項2に記載の光位置検出装置は、上記請求項1に記載の光位置検出装置において、遮光板に照射される光が太陽光であることを特徴としている。また更に請求項3に記載の光位置検出装置は、請求項1または請求項2に記載の光位置検出装置において、遮光板と受光部との間に、1より大きい所定の屈折率を有する透明部材を設けたことを特徴としている。

【0013】

【作用】上記のように構成された請求項1に記載の光位置検出装置においては、遮光板に形成された二条のスリットを透過した光が、受光部に形成された一対の1次元の受光センサにより夫々受光される。このため、各受光センサでの光の受光位置及び受光強度を検出することにより、光の入射方向及びその強度を知ることができる。

【0014】

また請求項2に記載の光位置検出装置においては、遮光板に太陽光が照射されるため、受光部には、遮光板に形成された二条のスリットを透過した太陽光が入射される。このため、各受光センサでの光の受光位置及び受光強度を検出することにより、日射方向及び日射強度を知ることができる。

【0015】

また請求項3に記載の光位置検出装置においては、遮光板に形成された二条のスリットを透過した光が、1より大きい所定の屈折率を有する透明部材を通過して各受光センサに入射される。このため、遮光板と受光部とを単に対向配設した場合に比べて、遮光板への光の入射角度変化に対する各受光センサ上での受光位置変化が小さくなる。

【0016】

【実施例】以下に本発明の実施例を図面と共に説明する。本実施例の光位置検出装置1は、図2に示す如く、自動車の車室3内の前方位置に取り付けられて、車室3

内に侵入する日射の強度I及び方向(車両の直進方向を基準とする日射の左右入射角 $\phi$ 及び日射高度を表す仰角 $\theta$ )を検出するための所謂日射センサであり、自動車用空調装置において、空調空気の温度、吹出量、吹出方向等を制御するのに用いられる。

【0017】

図3に示す如く、光位置検出装置1は、検出素子部10と、検出素子部10の電極となるクリップ端子12と、クリップ端子12を介して検出素子部10を保持すると共に、空調装置からの外部コネクタ14とクリップ端子12とを接続することにより後述の空調制御用のマイクロコンピュータ30と検出素子部10とを電気的に接続するプリント基板16と、プリント基板16を把持して、検出素子部10を開口部から突出させる筒状ケーシング18と、筒状ケーシング18の開口端縁に嵌合・固定されて、検出素子部10を覆い、検出素子部10を保護する光透過性フィルタ20と、から構成されている。

【0018】

ここで、検出素子部10は、図1(a)に示す如く、前述の透明部材としての屈折率1.5のガラス基板22と、ガラス基板22の表面に形成された前述の遮光板としての遮光膜24と、ガラス基板22の裏面に固定された受光部26とから構成されている。

【0019】

また、遮光膜24は、図1(b)に示す如く、ガラス基板22の表面に、互いに十字状に直交する幅0.6mmの二条のスリット24a、24bを形成して、このスリット24a、24b以外の部分では太陽光を遮光するためのものであり、印刷等により形成されている。

【0020】

一方、受光部26には、図1(b)に示す如く、各スリット24a、24bとの対向位置で各スリット24a、24bと直交するように配設された1次元の受光センサであるフォトダイオードアレイ26X、26Yと、フォトダイオードアレイ26X、26Yを走査して、フォトダイオードアレイ26X、26Yを構成しているフォトダイオードから順次受光信号を取り出すための信号処理回路28とが備えられている。

【0021】

各フォトダイオードアレイ26X、26Yは、夫々、受光部26の本体であるチップ上に、セルサイズ0.04mm×0.04mmのフォトダイオードを100個、直線状に配列することにより形成され、信号処理回路28は、受光部26のチップ上に形成された回路パターンとこの回路パターン上に設けられた回路素子とにより形成されている。

【0022】

また受光部26は、そのチップ上に形成された信号処理回路28の電極パターンと、ガラス基板22に形成された電極パターンとを、図1(a)にHで示す如く半田付けすることにより、ガラス基板22に固定されており、その半田付け部分以外の受光部26表面は、ガラス基板22との間に設けられた屈折率1.4のシリコンゲル29により保護されている。

【0023】このように構成された本実施例の光位置検出装置1においては、図4に示す如く、太陽光Aが入射されると、その太陽光Aの一部がスリット24a、24bを通り抜けて、スリット光Bとなり、日射の方向（即ち太陽光の入射角 $\phi$ 及び仰角 $\theta$ ）に応じて各フォトダイオードアレイ26X、26Yの一部を照射することになる。

【0024】このとき、各フォトダイオードアレイ26X、26Yにおいて照射される画素数（フォトダイオードの数）は、スリット光の幅が0.6mmに対し、画素サイズ（フォトダイオードのセルサイズ）は0.04mm×0.04mmであるので、およそ15画素となり、この15画素の中心画素（ $X_m$ 、 $Y_n$ ）は、スリット光Bの中心を表すものとなる。

【0025】従って、各フォトダイオードアレイ26X、26Yにおいて、スリット光Bが照射された中心画素の位置（ $X_m$ 、 $Y_n$ ）を検出すれば、受光部26上でのスリット光の中心位置P1を検出することができ、この中心位置P1の、光位置検出装置1の真上から太陽光Aが入射された際の基準位置P0からのずれに基づき、太陽光の入射角 $\phi$ 及び仰角 $\theta$ を検出することができるようになる。

【0026】なお、フォトダイオードアレイ26Xは、スリット24bからの入射光が照射されると位置検出を行えなくなるため、太陽が低い高度のときにスリット24bからの入射光がガラス基板22によって屈折されてから照射される位置よりも外側に配設されている。また、同様に、フォトダイオードアレイ26Yは、スリット24aからの入射光が照射されると位置検出を行えなくなるため、太陽が低い高度のときにスリット24aからの入射光がガラス基板22によって屈折されてから照射される位置よりも外側に配設されている。この結果、各フォトダイオードアレイ26X、26Yには、それぞれ、スリット24a、24bからの入射光のみが照射されることとなり、上記のようにスリット光の中心位置P1を常に検出することができる。

【0027】次に、上記のようにガラス基板22に固定された受光部26は、ガラス基板22、クリップ端子12、プリント基板16、外部コネクタ14を介して、図5に示す如く、空調装置を制御するマイクロコンピュータ30に接続される。そしてこの接続により、信号処理回路28が、マイクロコンピュータ30の電源（VDD）端子及びグランド（GND）端子に接続されて、マイクロコンピュータ30から電源（VDD）供給を受けると共に、マイクロコンピュータ30から出力されるリセット信号（RST）及びクロック信号（CLK）を受けて動作し、検出信号SOUTを出力する。

【0028】以下、この信号処理回路28の回路構成及び動作について説明する。なお図5において、マイクロコンピュータ30と受光部26との間の信号線路にはコ

ンデンサや抵抗器が接続されているが、これは信号線路上のノイズ除去や回路保護のためのものであり、本実施例では、プリント基板16に設けられている。

【0029】図6に示す如く、信号処理回路28は、フォトダイオードアレイ26X、26Yを構成している合計200個のフォトダイオードD1～D200に、夫々、コンデンサC1～C200を並列接続すると共に、このコンデンサC1～C200の端子電圧を外部に取り出すためのCMOS型のトランジスタTR1～TR200と、各コンデンサC1～C200を充電するためのCMOS型のトランジスタTR0とを各画素毎に設けることにより、フォトダイオードアレイ26X、26Yの各画素毎に検出回路K1～K200を形成し、各検出回路K1～K200毎に、順次、コンデンサC1～C200を基準電圧V1で充電した後所定時間経過する間にフォトダイオードD1～D200を介して放電される電荷量を検出し、これを各フォトダイオードD1～D200が受光した光量を表す検出信号SOUTとして出力する。CMOS型のイメージセンサとして構成されている。

【0030】即ち、信号処理回路28には、電源電圧VDDを分圧して基準電圧V1を生成する分圧抵抗器R1、R2と、分圧抵抗器R1、R2により生成された基準電圧V1を上記各コンデンサC1～C200への充電電圧として上記各検出回路K1～K200内のトランジスタTR0に inputsするオペアンプOP1からなるバッファ回路32と、各検出回路K1～K200内のトランジスタTR0が所定の充電タイミング（TPR）でオンして各コンデンサC1～C200への充電を開始した後所定時間経過するまでの間、特定の検出回路Kn（n：1～200のいずれか一つ）内のトランジスタTRnをオンさせる駆動信号SRnを出力すると共に、その駆動信号SRnを出力する検出回路Knを検出回路K1からK200まで所定の切替タイミング（TSRT）で順次切り替えるシフトレジスタ34と、シフトレジスタ34が駆動信号SRnを出力した検出回路KnからトランジスタTRnを介して出力されるコンデンサCnの端子電圧VCを取り出すためのオペアンプOP2からなるバッファ回路36と、シフトレジスタ34が駆動信号SRnを出力した直後のタイミング（TOS）でバッファ回路36からの出力電圧（即ちコンデンサCnの端子電圧）VCをホールド電圧VCHとしてホールドするホールド回路38と、このホールド回路38によるホールド電圧VCHとその後バッファ回路36から出力される端子電圧VCとの差に応じた信号を発生する差動増幅回路40と、差動増幅回路40からの出力信号を所定のタイミング（TSAN）でホールドして特定画素（即ちフォトダイオードDn）による受光光量を表す検出信号SOUTとして出力する出力回路42と、マイクロコンピュータ30からのリセット信号RST及びクロック信号CLKに基づき、トランジスタTR0、シフトレジスタ34、ホールド回路38、出力回路

42を、夫々、上記各タイミングTPR、TSRT、TCDS、TSAMで動作させるためのタイミング信号PR、SRT、CDS、SAMを発生するタイミング信号発生部44と、が借られている。

【0031】なお、ホールド回路38は、タイミング信号発生部44から出力されるタイミング信号CDSがHighレベルであるときにオンし、LowレベルであるときオフするアナログスイッチSW1と、アナログスイッチSW1のオン時にバッファ回路36から出力される端子電圧VCによりこの端子電圧VCと同電位まで充電されるコンデンサCaと、コンデンサCaの端子電圧(即ちVC)を差動増幅回路40に出力するオペアンプOP3からなるバッファ回路とから構成されている。

【0032】また、差動増幅回路40は、オペアンプOP4と抵抗器R3~R6とにより構成された周知のものであるが、本実施例では、バッファ回路36から出力される端子電圧VCを直接受けるオペアンプOP4の非反転入力(+)に、抵抗器R6を介して分圧抵抗器R1、R2にて生成された基準電圧V1を印加することにより、その非反転入力(+)の電圧が(VC+V1)となるようにされている。つまり、差動増幅回路40は、この非反転入力(+)の電圧(VC+V1)からホールド回路38によるホールド電圧VCHを減じた電圧が出力される。

【0033】また更に、出力回路42は、タイミング信号発生部44から出力されるタイミング信号SAMがHighレベルであるときにオンし、LowレベルであるときオフするアナログスイッチSW2と、アナログスイッチSW2のオン時に差動増幅回路40からの出力信号によりこの信号と同電位まで充電されるコンデンサCbと、コンデンサCbの端子電圧を検出信号SOUTとして出力するオペアンプOP5からなるバッファ回路とから構成されている。

【0034】このように構成された信号処理回路28においては、マイクロコンピュータ30からのリセット信号RSTがLowレベルであるときにタイミング信号発生部44及びシフトレジスタ34がリセットされ、リセット信号RSTがHighレベルになると、タイミング信号発生部44がマイクロコンピュータ30からのクロック信号CLKに同期して、上記各タイミング信号PR、SRT、CDS、SAMを発生し、トランジスタTR0、シフトレジスタ34、ホールド回路38、出力回路42を動作させる。

【0035】即ち、図7に示す如く、マイクロコンピュータ30からのリセット信号RSTがLowレベルからHighレベルに反転すると、タイミング信号発生部44は、その後第1番目に入力されるクロック信号CLK1の立上がりから、その次(第2番目)に入力されるクロック信号CLK2の立上がりまでの間、タイミング信号PR及びSRTをトランジスタTR0及びシフトレジスタ3

4に夫々出力する。

【0036】すると、この間、トランジスタTR0がオン状態となって、全検出回路K1~K200のコンデンサC1~C200が基準電圧V1まで充電される。また、シフトレジスタ34からは、駆動信号SR1が出力されるようになり、検出回路K1のトランジスタTR1がオン状態となって、バッファ回路36には、検出回路K1内のコンデンサC1の端子電圧VCが入力される。なお、この状態は、シフトレジスタ34に、次にタイミング信号SRTが入力されるまでの間継続する。

【0037】次にタイミング信号発生部44は、第2番目のクロック信号CLK2の立上がりから、その次(第3番目)に入力されるクロック信号CLK3の立上がりまでの間、タイミング信号CDSを出力し、ホールド回路38のアナログスイッチSW1をオンする。

【0038】すると、その間、ホールド回路38には、バッファ回路36を介して、検出回路K1内のコンデンサC1の端子電圧VCが入力され、ホールド回路38により、その端子電圧VCがホールド電圧VCHとしてホールドされる。つまり、ホールド回路38は、コンデンサC1を基準電圧V1に充電した直後のコンデンサC1の端子電圧VCをホールドする。

【0039】そしてその後マイクロコンピュータ30から順次クロック信号CLKが入力され、第7番目のクロック信号CLK7が入力されると、タイミング信号発生部44は、その立上がりから、次(第8番目)のクロック信号CLK8の立上がりまでの間、タイミング信号SAMを出力し、出力回路42のアナログスイッチSW2をオンする。

【0040】すると、その間、出力回路42には、差動増幅回路40からの出力信号が入力され、その後、出力回路42からは、その信号が、フォトダイオードD1による受光光量を表す検出信号SOUTとして出力される。ここで、検出回路K1において、ホールド回路38がコンデンサC1の端子電圧VCをホールドした後、出力回路42が差動増幅回路40の出力信号をホールドするまでの間は、コンデンサC1に蓄積された電荷が、フォトダイオードD1の受光光量に応じて放電されるため、出力回路42が検出信号SOUTとして出力する差動増幅回路40の出力電圧、即ち(VC+V1-VCH)は、フォトダイオードD1の受光光量に応じて、その受光光量が多い程小さくなる。

【0041】なお、フォトダイオードD1に光が全く当たらなければ、コンデンサC1に充電された電荷は放電しないため、コンデンサC1の端子電圧VCは基準電圧V1から変化せず、検出信号SOUTは基準電圧V1となる。このように出力回路42が、差動増幅回路40からの出力信号をホールドして、フォトダイオードD1の受光光量を表す検出信号SOUTを出力するようになると、タイミング信号発生部44は、その後第9番目に入力さ



れるクロック信号CLK<sub>9</sub>の立上がりから、その次(第10番目)に入力されるクロック信号CLK<sub>10</sub>の立上がりまでの間、タイミング信号PR及びSRTをトランジスタTR<sub>0</sub>及びシフトレジスタ34に夫々出力することにより、次の画素であるフォトダイオードD<sub>2</sub>に対する受光光量の検出動作を開始し、その後、上記と同様の手順で、クロック信号CLKの8個を1単位として、全ての画素に対する受光光量の検出動作を順次実行する。

【0042】従って、信号処理回路28からは、図8に示す如く、各フォトダイオードアレイ26X、26Yを構成しているフォトダイオードD<sub>1</sub>～D<sub>200</sub>の受光光量を表す検出信号S<sub>OUT</sub>が順次出力されることとなる。そして、この検出信号S<sub>OUT</sub>の内、最初の100画素分は、フォトダイオードアレイ26Xを構成しているX方向に配列されたフォトダイオードD<sub>1</sub>～D<sub>100</sub>の受光光量を表し、次の100画素分はフォトダイオードアレイ26Yを構成しているY方向に配列されたフォトダイオードD<sub>101</sub>～D<sub>200</sub>の受光光量を表しているため、各100画素の検出信号S<sub>OUT</sub>の内、約15画素分が、図4に示すスリット光Bの受光によって基準電圧V<sub>1</sub>より小\*20

\*小さくなり、その中でも、中心の画素ほど検出信号レベルが小さくなる。

【0043】このため、本実施例の光位置検出装置1を用いて、日射強度及び方向(太陽光の入射角φ及び仰角θ)を検出するマイクロコンピュータ30は、まず光位置検出装置1を上記のように動作させることにより、光位置検出装置1から順次出力される上記検出信号S<sub>OUT</sub>を各画素毎にサンプリングし、そのサンプリングした検出信号S<sub>OUT</sub>の内の最もレベルの小さい画素の中心画素(X<sub>m</sub>, Y<sub>n</sub>)を検出する。そしてこの中心画素(X<sub>m</sub>, Y<sub>n</sub>)の、図4に示した受光部26上での基準位置P<sub>0</sub>に対応した画素(X<sub>0</sub>, Y<sub>0</sub>)からのずれを求めることにより、中心画素(X<sub>m</sub>, Y<sub>n</sub>)を太陽方向を示すベクトルのX成分、Y成分へと換算し、この換算結果X、Yを用いて、日射の強度I及び方向(入射角φ及び仰角θ)を算出する。

【0044】なおこの算出には、次式(1)～(4)が用いられる。

【0045】

$$\cos \theta' = \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\sqrt{X^2 + Y^2 + t^2}} \quad \dots(1)$$

$$\theta = \cos^{-1} (k \cdot \cos \theta') \quad \dots(2)$$

$$\phi = \cos^{-1} (Y / \sqrt{X^2 + Y^2}) \quad \dots(3)$$

$$I = I_0 / \sin \theta \quad \dots(4)$$

【0046】即ち、図4に示す如く、受光部26に入射するスリット光Bから得られる仰角θ'は、スリット24a、24bと受光部26との間の中間媒体であるガラス基板22及びシリコングル29の屈折率kの影響を受けるため、まず上記(1)式により、中間媒体中の仰角θ'を求め、その値θ'と中間媒体の屈折率k(=cosθ/cosθ')とをパラメータとする上記(2)式を用いて、太陽光の仰角θを算出する。

【0047】なお、上記(1)式において、tは、スリット24a、24bとフォトダイオードアレイ26X、26Yとの間の距離、換言すればガラス基板22とシリコングル29とからなる中間媒体の厚みである。また、このように上記(2)式を用いて太陽光の仰角θを算出する場合、シリコングル29はガラス基板22に比べて非常に薄いことから、シリコングル29も屈折率1.5のガラス基板22であるとみなして、上記(2)式における屈折率kをガラス基板22の屈折率1.5として仰角θを計算しても問題はない。

【0048】次に、入射角φは、中間媒体の屈折率kの影響を受けることはないため、上記(3)式を用いて求める。また日射強度Iは、光の強さに応じて変わる中心画素(X<sub>n</sub>, Y<sub>n</sub>)の電圧値を換算することにより、中心画素(X<sub>n</sub>, Y<sub>n</sub>)上での日射強度I<sub>0</sub>を求め、これを上記(4)式に代入することにより求める。

【0049】以上説明したように、本実施例の光位置検出装置1においては、十字状のスリット24a、24bを透過した太陽光(スリット光)を、一対のフォトダイオードアレイ26X、26Yを用いて検出するように構成されている。従って、本実施例によれば、2次元の受光センサを用いた従来装置に比べ、画素を形成するフォトダイオードの数を減らすことができる。つまり、本実施例では、1次元のフォトダイオードアレイを2個使用しているため、その全画素数は200画素であるが、2次元の受光センサを、本実施例と同じフォトダイオードを用いて同じ分解能の検出信号が得られるように構成するには、その画素数を10000画素(=100画素×

100画素)にする必要があり、画素を構成するフォトダイオードの数を大幅に低減できるのである。

【0050】またこのようにフォトダイオードの数を減らすことができるため、2次元の受光センサを用いた従来装置に比べ、信号処理回路28の構成を簡素化して、小型化でき、しかもフォトダイオードアレイ26X、26Yと、信号処理回路28とを同一チップ状に形成することができるので、装置を小型化することができる。

【0051】また次に、マイクロコンピュータ30側で日射強度及び方向を検出する際、2次元の受光センサを用いた従来装置では、10000画素分の検出信号を処理する必要があり、その処理時間が長くなるが、本実施例では、200画素分の信号処理を行えばよいため、マイクロコンピュータ30側での処理時間を短くでき、日射強度及び方向を短時間で検出することが可能となる。

【0052】また更に、本実施例では、スリット24a、24bとフォトダイオードアレイ26X、26Yとの間に、ガラス基板22及びシリコングル29が配設されており、スリット光はこのガラス基板22とシリコングル29を通過してフォトダイオードアレイ26X、26Yに入射するため、スリット24a、24bとフォトダイオードアレイ26X、26Yとの間を単なる空間にした場合に比べて、スリット24a、24bへの太陽光の入射角度変化に対するフォトダイオードアレイ26X、26Yへの受光位置変化が小さくなり、フォトダイオードアレイ26X、26Yをより小型化することができる。

【0053】ここで、上記実施例では、検出素子部10を、ガラス基板22の表裏面に、夫々、遮光膜24及び受光部26を設けることにより形成したが、例えば図9(a)に示す如く、受光部56を、屈折率が1.4～1.5の透明な樹脂58によりモールドし、樹脂58の表面に遮光膜54を形成することにより、検出素子部10を形成してもよい。また例えば図9(b)に示す如く、受光部66を中空のセラミックパッケージ68内に収納し、そのセラミックパッケージ68の上部開口部に遮光膜64を形成したガラス基板62を設けることにより、検出素子部10を形成してもよい。

【0054】また次に上記実施例では、信号処理回路28により、受光部26を、CMOS型のイメージセンサとして構成したが、受光部26としては、こうしたCMOS型イメージセンサに限らず、電荷結合素子(CCD)を用いたイメージセンサ等、従来より知られている種々の受光装置を使用することができる。

【0055】また更に、上記実施例では、スリット24a、24bを互いに直交させることにより十字状に形成したが、スリット24a、24bは十字状に形成する必要はなく、例えば図10に示す如く、遮光膜24に二条のスリットを一端で交差させたL字状のスリット24c

を形成する等、二条のスリットはその延長線上で交差していればよい。

【0056】なお、図10に示したように、遮光膜24にL字状のスリット24cを形成した場合、上記実施例のようにスリットを十字状に形成した場合に比べて、信号処理回路28に照射される光の量が少なくなるため、信号処理回路28が光の照射によって誤動作するのを防止できる。つまり、信号処理回路28は、長時間光の照射を受けると、内部素子の温度が上昇して誤動作することがあるが、スリットをL字状にした場合には、十字状のスリットを用いた場合に比べて、信号処理回路28に照射される光の量が少なくなるため、内部素子の温度上昇を抑制して、その誤動作を防止することができるのである。

【0057】また、このように遮光膜24にL字状のスリット24cを形成した場合には、遮光膜24に二条のスリット24a、24bを十字状に形成した上記実施例と同様、フォトダイオードアレイ26Xにフォトダイオードアレイ26Xと平行なスリットからの入射光が照射されたとき、或は、フォトダイオードアレイ26Yにフォトダイオードアレイ26Yと平行なスリットからの入射光が照射されたときに、位置検出を行えなくなる。そこで、このように遮光膜24にL字状のスリット24cを形成した場合にも、上記実施例と同様、各フォトダイオードアレイ26X、26Yを、太陽が低い高度のときに平行なスリットからの入射光がガラス基板22によって屈折されてから照射される位置よりも外側に配設しておくことが望ましい。そしてこのようにすれば、各フォトダイオードアレイ26X、26Yには、それぞれ、直交するスリットからの入射光のみが照射されることとなり、位置検出を常に正確に行うことができるようになる。

【0058】また次に、上記二条のスリット24a、24bの交差角度は、必ずしも90度でなくてもよい。つまり、このスリット24a、24bは、対向配設されたフォトダイオードアレイ上で、スリット光の入射位置が日射方向に応じて変化し、その変化した位置から日射方向を算出することができればよい。上記実施例のように必ずしも直交させる必要はないのである。

【0059】また同様に、各スリットに対向配設されるフォトダイオードアレイについても、必ずしも直交させる必要はなく、しかもフォトダイオードアレイについては、直線状に形成する必要もない。つまり、フォトダイオードアレイは、スリット光のX方向及びY方向の位置を検出できればよい。例えば、信号処理回路から避けるために、フォトダイオードアレイを屈曲させてもよい。

【0060】以上、本発明の光位置検出装置を、自動車用空気調節装置用の所謂日射センサに適用した実施例について説明したが、本発明の光位置検出装置は、こうし

た所謂日射センサ以外にも、例えば所定の光源からの光の入射方向及び強度を検出する光位置センサ、或は更にその検出結果から光源を基準位置とする当該センサの取付け位置を検出する位置センサとしても使用することができる。

【0061】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の光位置検出装置においては、2組の1次元の受光センサを用いて光の入射方向及びその強度を検出できるようにされている。

【0062】このため、2次元の受光センサを用いた従来装置に比べ、画素を形成する光電変換素子の数を減らして、受光部の受光面積を小さくできる。また光電変換素子の数を減らすことができるため、各光電変換素子から受光信号を取り出すための信号処理回路を簡素化して小型化できる。また受光部には、1次元の受光センサを2組形成すればよいため、受光部を2次元の受光センサと同様の大きさに形成すれば、その受光部に信号処理回路を形成可能なスペースを確保できる。

【0063】従って、2次元の受光センサを用いた従来装置のように、受光センサと信号処理回路とを各々別体で形成する必要はなく、2次元の受光センサを用いた装置に比べて、装置をより小型化することができる。また各受光センサと信号処理回路とを一体化することができるので、装置の部品点数を少なくでき、その組立作業が簡単になる。

【0064】また更に、信号処理回路に接続する光電変換素子の数が少ないので、受光センサと信号処理回路とを別体で形成したとしても、これら各部を接続する信号線の数を少なくでき、その接続を簡単に行なうことができ、生産性が低下することもない。

【0065】また請求項2に記載の光位置検出装置によれば、遮光板に太陽光が照射されるため、受光センサでの光の受光位置及び受光強度から、日射方向及び日射強度を検出できる。そして、上記請求項1に記載の光位置検出装置と同様、装置構成を簡素化して小型化を図ることができるため、車両への搭載性が良く、自動車用空調装置用の所謂日射センサとして使用するのに最適である。

\*【0066】また請求項3に記載の光位置検出装置においては、遮光板と受光部との間に1より大きい所定の屈折率を有する透明部材を設けているため、遮光板と受光部とを単に対向配設した場合に比べて、遮光板への太陽光の入射角度変化に対する受光部での受光位置変化が小さくなり、受光センサをより小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 光位置検出装置1の検出素子部10の構成を表す説明図である。

10 【図2】 光位置検出装置1の自動車への取付け状態を表す説明図である。

【図3】 光位置検出装置1の全体構成を表す断面図である。

【図4】 光位置検出装置1における太陽光の入射状態を説明する説明図である。

【図5】 光位置検出装置1と空調制御用のマイクロコンピュータ30との接続状態を説明する説明図である。

【図6】 信号処理回路28の回路構成を表す電気回路図である。

20 【図7】 信号処理回路28の動作を説明するタイムチャートである。

【図8】 信号処理回路28から出力される検出信号SOUTを表す説明図である。

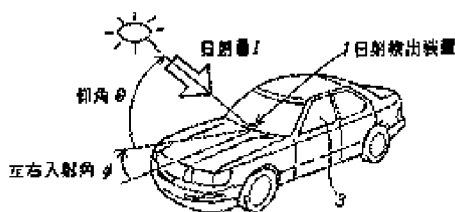
【図9】 検出素子部10の他の構成例を表す説明図である。

【図10】 遮光膜に形成したスリットの他の形状例を表わす説明図である。

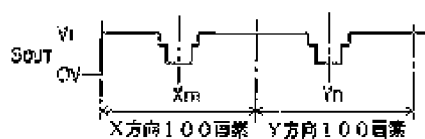
【符号の説明】

- 1…光位置検出装置
- 10…検出素子部
- 12…クリップ端子
- 14…外部コネクタ
- 16…プリント基板
- 18…筒状ケーシング
- 20…光透過性フィルタ
- 22…ガラス基板
- 24…遮光膜
- 24a, 24b…スリット
- 26…受光部
- 26X, 26Y…フォトダイオードアレイ
- 28…信号処理回路
- 29…シリコングル
- 30…マイクロコンピュータ

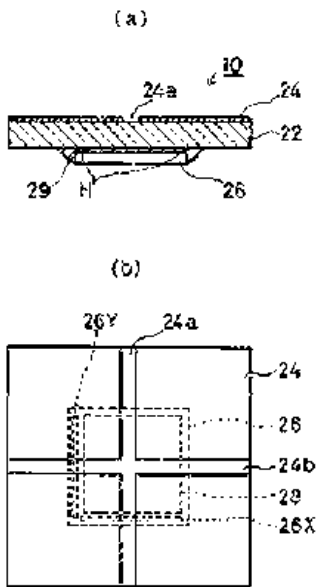
【図2】



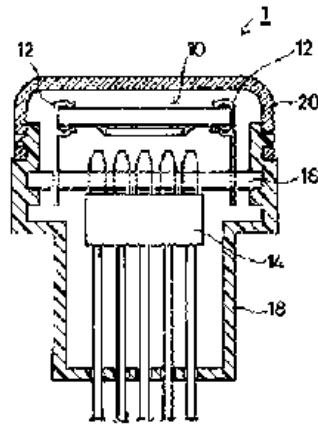
【図8】



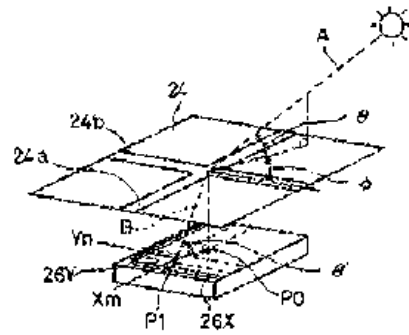
【図1】



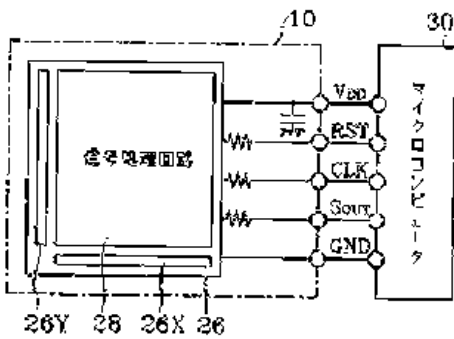
【図3】



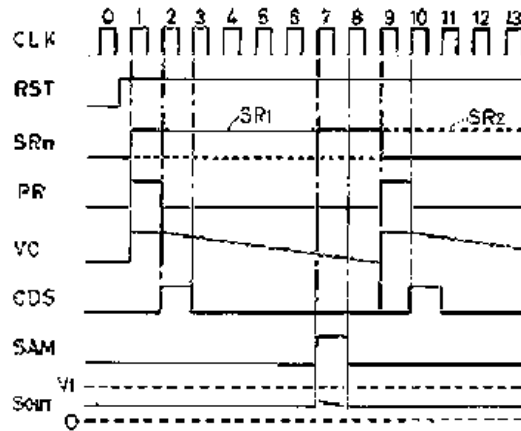
【図4】



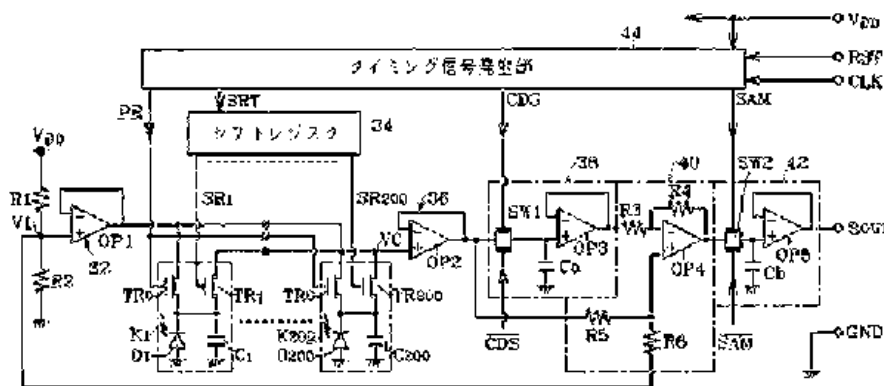
【図5】



【図7】

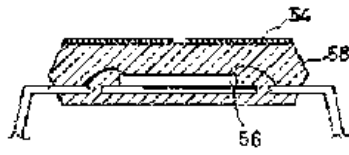


【図6】

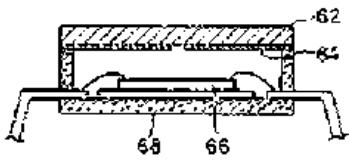


【図9】

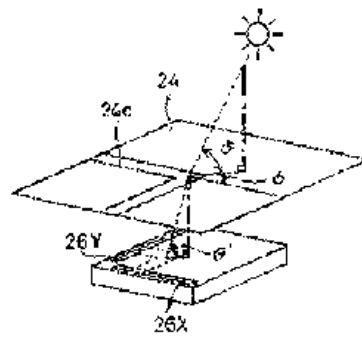
(a)



(b)



【図10】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **06-230115**

(43)Date of publication of application : **19.08.1994**

(51)Int.Cl. **G01S 13/86**  
**G01C 3/06**  
**G01S 11/12**  
**G01S 13/93**  
**G08G 1/04**  
**// B60R 21/00**

(21)Application number : **05-014365**

(71)Applicant : **TOYOTA MOTOR CORP**

(22)Date of filing : **01.02.1993**

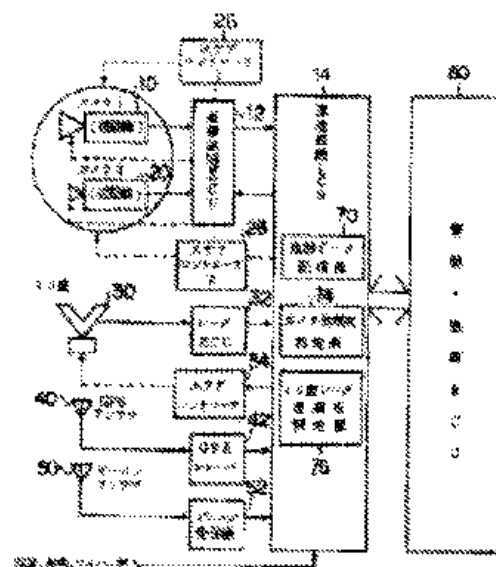
(72)Inventor : **SATONAKA HISASHI**

### (54) VEHICULAR GAP DETECTOR

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To detect an accurate vehicular gap by providing two types of detecting devices for the vehicular gap, a camera and a millimeter wave radar.

**CONSTITUTION:** By processing the picture, obtained with a long range camera 10, using an image process ECU12, the distance from a preceding car is detected. In addition, based on the data obtained by a millimeter wave radar 30, a millimeter wave radar ECU32 detects a vehicular gap for a millimeter wave measurement vehicle. A camera reliability decision part 74 and a millimeter wave radar reliability decision part 76, both provided in an environment recognition ECU14, calculate reliabilities of vehicular gaps detected by the image process ECU12 and millimeter wave radar ECU32, respectively. And the environment recognition ECU14 employs the detected value of vehicular gap having a higher reliability, for recognition of vehicular gap.



(19)日本国特許庁(J.P.)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-230115

(43)公開日 平成6年(1994)8月19日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 13/86		7015-5 J		
G 0 1 C 3/06		V 9008-2 F		
G 0 1 S 11/12		Z 7015-5 J		
13/93		4240-5 J		
			G 0 1 S 11/ 00	B

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-14365

(22)出願日 平成5年(1993)2月1日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 早中 久志

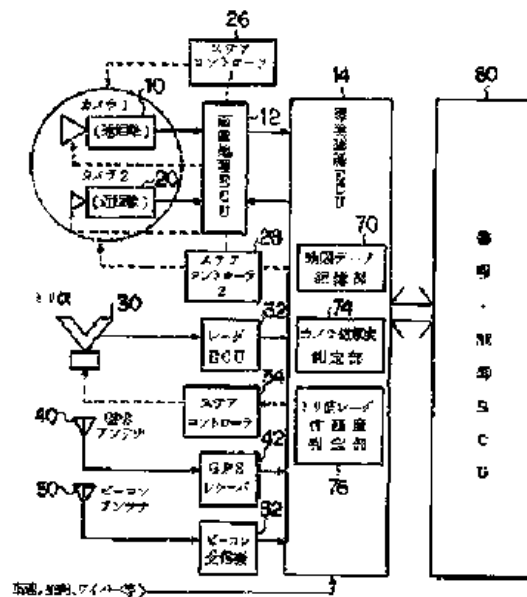
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 宮田 研二 (外2名)

(54)【発明の名称】 車間距離検出装置

(57)【要約】

【目的】 正確な車間距離検出を行う。  
【構成】 遠距離用カメラ10によって得られた画像を画像処理E C U 1 2によって処理することにより、先行車両との車間距離を検出する。また、ミリ波レーダ30によって得られたデータからミリ波レーダE C U 3 2がミリ波測定車両についての車間距離を検出する。環境認識E C U 1 4内に設けられたカメラ信頼度判定部74とミリ波レーダ信頼度判定部76は、それぞれ画像処理E C U 1 2及びミリ波レーダE C U 3 2によって検出された車間距離についての信頼度を計算する。そして、環境認識E C U 1 4は、信頼度の大きな方の車間距離検出値を採用し、車間距離を認識する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 カメラおよびミリ波レーダの検出結果を利用して車間距離を検出する車間距離検出装置において、

雨、霧等のカメラ視界を左右する環境状態を検出する環境状態検出手段と、

カーブ、交差点等の車両が走行している道路の道路状態を認識する道路状態認識手段と、

上記環境状態および上記カメラにより得た画像データの状態からカメラの信頼度を算出するカメラ信頼度算出手段と、

上記道路状態および上記ミリ波レーダの検出値からミリ波レーダの信頼度を算出するミリ波レーダ信頼度算出手段と、

両算出手段で算出された信頼度を比較し、この比較結果に応じてカメラまたはミリ波レーダのいずれに基づいて車間距離を検出するかを決定する選択決定手段と、

を有することを特徴とする車間距離検出装置。

【請求項2】 請求項1に記載の車間距離検出装置において、

上記選択決定手段によりミリ波レーダが選択された場合であって、カメラの信頼度が所定値以上である場合には、

上記カメラの検出結果から得られた車間距離およびミリ波レーダの検出結果から得られた車間距離から、カメラの検出結果から得られた車間距離についての補正値を算出し、得られた補正値によってカメラによって得た車間距離を補正し、ミリ波レーダによって得られない方向の車間距離を検出することを特徴とする車間距離検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、カメラとミリ波レーダの両方を利用する車間距離検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、運転者の負担を軽減するための各種装置が車両の搭載されるようになってきており、その中に前方車両との車間距離に基づいて、警報を発したり、加減速制御等を行う装置がある。このような装置を利用する場合において、車間距離を正確に検出することが非常に重要である。これは、車間距離の検出が正確でなければ、これに基づいた制御が適切なものでなくなってしまうからである。

【0003】そこで、従来より各種の車間距離検出装置が提案されており、その測距手段としては、カメラ、レーザ、超音波、レーダ等を用いたものがある。例えば、特開平4-155211号公報には、カメラとレーザの両方を備え、カメラで得た画像データから目標対象物となる先行車を決定し、この先行車の方向にレーザを向け、反射光を受光することによって、車間距離を測定す

る装置が示されている。この装置によれば、測距性能は良いが視野の狭いレーザと、視野は広いが測距の安定性が低いカメラの両方の長所を利用して高精度の車間距離検出を行うことができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この従来の装置においては、雨、霧等により外部環境が悪化した場合に、カメラによって得られる画像が曇くなり、十分な先行車の検出が行えなくなり、レーザの指向方向の制御が行えなくなってしまうという問題点があった。また、雨、霧等の場合には、レーザによる測距もその機能が低下してしまう。

【0005】一方、測距手段として、ミリ波レーダも検討されている。このミリ波レーダは、雨、霧等の影響を比較的受けにくく、外部環境条件によらず正確な車間距離検出を行うことができる。しかし、このミリ波レーダもレーザと同様に、視野が狭いため、交差点やカーブ等において先行車を捕らえられない確率が高く、道路の状態によって適切な車間距離検出を行えないという問題点があった。

【0006】本発明は、上記問題点を解決することを課題としてなされたものであり、種々の条件下において、好適な車間距離検出を行うことができる車間距離検出装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、カメラおよびミリ波レーダの検出結果を利用して車間距離を検出する車間距離検出装置において、雨、霧等のカメラ視界を左右する環境状態を検出する環境状態検出手段と、カーブ、交差点等の車両が走行している道路の道路状態を認識する道路状態認識手段と、上記環境状態および上記カメラにより得た画像データの状態からカメラの信頼度を算出するカメラ信頼度算出手段と、上記道路状態および上記ミリ波レーダの検出値からミリ波レーダの信頼度を算出するミリ波レーダ信頼度を算出するミリ波レーダ信頼度算出手段と、両算出手段で算出された信頼度を比較し、この比較結果に応じてカメラまたはミリ波レーダのいずれに基づいて車間距離を検出するかを決定する選択決定手段と、を有することを特徴とする。

【0008】また、上記選択決定手段によりミリ波レーダが選択された場合であって、カメラの信頼度が所定値以上である場合には、上記カメラの検出結果から得られた車間距離およびミリ波レーダの検出結果から得られた車間距離から、カメラの検出結果から得られた車間距離についての補正値を算出し、得られた補正値によってカメラによって得た車間距離を補正し、ミリ波レーダによって得られない方向の車間距離を検出することを特徴とする。

## 【0009】

【作用】本発明によれば、カメラの信頼度と、ミリ波レ



ータの信頼度を比較し、信頼度の高い方を採用して車間距離を検出する。従って、車両の状況に応じて常に正確な車間距離検出を行うことができる。特に、雨、霧等の影響を受けやすいが視野の広いカメラと、視野が狭くカーブ、交差点等において車間距離を検出しにくいミリ波レーダの双方の欠点を補って、効率的な車間距離の検出を行うことができる。

【0010】また、ミリ波レーダにおいて車間距離を検出している際において、カメラの信頼度が所定以上の場合には、カメラによる車間距離検出の際の補正値をミリ波レーダの検出値に基づいて算出する。そして、この補正値によって、カメラによって得られる車間距離を補正することによって、ミリ波レーダによって検出できなかった方向に存在する車両との車間距離も正確に求めることができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面に基づいて説明する。図1は、実施例の全体構成を示すブロック図である。遠距離用カメラ10は、車両前方の比較的遠方（例えば、100m程度前方）画像を得るテレビカメラである。この遠距離用カメラ10は、例えば一對のCCDカメラからなっており、ほぼ同一の対象について、2つの画像データを得る。この遠距離用カメラ10で得た画像データは、画像処理ECU12に供給される。この画像処理ECU12は、入力された画像を処理し、1フレーム毎の画像データにすると共に、このデータから先行車を認識する。例えば、遠距離用カメラ10の画像データから、画像データの中から、輝度の変化を抽出することによって、車両の輪郭を認識し、先行車の位置、方向を検出する。

【0012】また、画像処理ECU12は、遠距離用カメラ10からの画像信号から先行車のデータから車間距離を検出する。すなわち、2つのCCDカメラからの画像を用い、三角法などにより車間距離を検出する。また、この画像処理ECU12は、画像全体の明るさや画像データのフレーム毎の動きなどから最適な絞りやシャッタースピードなどを決定し、遠距離用カメラ10における絞りやシャッタースピードを制御する。そして、このようにして画像処理ECU12において検出した各種の検出結果についてのデータは環境認識ECU14に供給される。

【0013】近距離用カメラ20は、車両の近傍の両側部に存在するガイドライン（白線）を検出するための一對のCCDカメラであり、この近距離用カメラ20によって得た画像信号は、画像処理ECU12に供給される。そして、画像処理ECU12は近距離用カメラ20により得られた画像から車両の両側の白線を認識し、これから車両の姿勢を検出する。また、画像処理ECU12は、近距離用カメラ20における絞りやシャッタースピードを制御する。そして、このようにして検出したデ

ータも環境認識ECU14に供給される。

【0014】さらに、遠距離用カメラ10及び近距離用カメラ20の視野方向は、環境認識ECU14から送られてくるステアモードに従って、画像処理ECU12によって決定される。そして、決定された視野方向についての信号によって動作するステアコントローラ26、28がカメラ10、20の視野方向（ステア）を制御する。

【0015】ここで、環境認識ECU14におけるステアモードには、通常走行時のモード1と、右左折時のモード2の2つがある。すなわち、通常走行時（道なり走行時）は、カメラステアモードをモード1とし、遠近カメラ10、20共に、自レーンが画像の中心になるように、画像処理ECU12がカメラ10、20のステアを制御する。なお、白線がない場合には、その他のデータも考慮して、カメラのステア角を決定しなければならぬため、自レーンの方向に対するカメラステア角は常に環境認識ECU14において最終的に決定する。

【0016】また、交差点内の右左折時は、カメラステアモードをモード2とし、環境認識ECU14が遠近距離用カメラ10、20のステア方向を決定する。すなわち、右左折時には遠距離用カメラ10は対向車の方向（前方）に向け、近距離用カメラ20を進行方向に向け、これは、右左折時には、前方から進んでくる対向車等を認識することも重要だからである。

【0017】ここで、図2に、画像処理ECU12における処理のフローチャートを示す。画像処理ECU12では、まず環境認識ECU14からカメラステアモードを受信する（S101）。次に、このステアモードおよび前回の処理によって決定されたステア方向に従って、カメラ10、20のステアを制御する（S102）。そして、カメラ10、20によって得た画像データから走行レーンおよび道路を検出する（S103）と共に、先行車両を認識する（S104）。このようにして、所定の検出が終了した場合には、検出結果を環境認識ECU14に送信し（S105）、S101に戻る。

【0018】ミリ波レーダ30は、車両の前方にミリ波を送出すると共に、前方から反射されてくるミリ波を受信し、送信、受信信号の状態から、前方の状況を認識する。このミリ波レーダ30からの信号はレーダECU32に供給される。そして、レーダECU32はミリ波レーダ30によって得たデータに基づいて先行車との車間距離および相対速度を検出する。そしてこの検出結果は環境認識ECU14に供給される。

【0019】また、環境認識ECU14は、遠距離用カメラ10からの画像によって得た先行車の方向や近距離用カメラ20からのデータによって得た車両姿勢から先行車の方向を推定し、この結果に応じて、ミリ波レーダ30の指向方向（ステア）を決定する。そして、このステアについての信号は、ステアコントローラ34を介し

ミリ波レーダ30に供給され、このステアコントローラ34からの信号によってミリ波レーダのステアが制御される。

【0020】図3は、レーダECU32の動作を示すフローチャートであり、まず供給されるミリ波レーダ30の検出結果から車間距離および相対速度を検出する(S201)。個々で、相対速度は、検出した車間距離の変化状態(微分)から算出する。そして、得たデータを環境認識ECU14に送信する(S202)。

【0021】さらに、GPSアンテナ40は、人工衛星(通常4つ)からの所定の信号を受信し、これをGPSレーバ42に供給する。GPSレーバ42は、得られた受信信号から、車両の絶対位置(緯度、経度、標高)を特定する。図4は、GPSレーバ42の動作を示すフローチャートであり、まず受信信号から現在位置、標高等を検出し(S301)、検出したデータを環境認識ECU14に送信する(S302)。

【0022】また、ビーコンアンテナ50は、道路の所定位置に設けられているビーコンからの信号を受信するものであり、ビーコン受信機52が受信信号から現在位置の情報を認識し環境認識ECU14に供給する。図5にビーコン受信機52の処理フローを示す。まず、ビーコンを通過したか否かを判断し(S401)、ビーコンを通過した場合には、現在位置についての信号を受信し(S402)、これを環境認識ECU14に供給する(S403)。ここで、ビーコンから供給される情報としては、ビーコンの位置情報の他に、交差点の信号状態、この交差点に進入しようとしている他車の位置、他車が接近してくる道路、レーン、速度などの情報がある。なお、他車についての情報は、他車がビーコンに付随する受信機に向けて情報を送信するか、交差点近傍に検出器を設け、この検出結果から認識する。

【0023】さらに、環境認識ECU14には、車両に備えている車速センサ、操舵角センサ、ワイパスイッチなどからの信号が供給される。

【0024】ここで、環境認識ECU14内には、地図データ記憶部70、道路モデル記憶部72、カメラ信頼度判定部74およびミリ波レーダ信頼度判定部76が設けられている。

【0025】カメラ信頼度判定部74は、まず雨、霧の状態などの外部環境が、遠距離用カメラ10において先行車を認識するのに適しているか否かを判定し、外部環境によるカメラ信頼度Rc1を算出する。例えば、雨の強さによって信頼度Rc1を決定する。ここで、雨の強さについては、ワイパーの駆動状態によって判定するとよい。すなわち、ワイパーが高速で駆動されている場合には、雨が強いと考えられ、遠距離用カメラ10によって先行車を認識するのに適していないと考えられる。一方、ワイパスイッチがOFFであれば、雨が降っていないと判定できる。また、霧は、フォグランプがオンさ

れているかによって認識できる。また、先行車のテールランプの内外の輝度の差、すなわちテールランプを撮影している箇所の輝度とその周囲の輝度の差を輝度の階調数(例えば輝度が8ビットで表現されるのであれば256)で除算し、

信頼度 $Rc1 = \text{レベル差} / 256$

信頼度を算出することもできる。

【0026】次に、カメラ信頼度判定部74は、カメラ10によって得られた画像データに基づいてカメラ信頼度Rc2を判定する。例えば、画像処理ECU12において車両を認識した際のエッジの数から次によりして信頼度を判定する。すなわち、車両を撮影した画像データの輝度を検出した場合、車両の輪郭、窓等各種のエッジ(輝度変化が所定以上の点)がある。このため、垂直方向の輝度データの変化状態から車両の水平方向のエッジを検出し、得られたエッジ数から次式により信頼度を算出する。

【0027】

信頼度 $Rc2 = \text{水平エッジ数} / \text{理論最大エッジ数}$

ここで、理論最大エッジ数は、車両の形状から決定される理論的な検出可能なエッジ数である。

【0028】また、夜間の場合は、上述した霧の場合と同様に先行車のテールランプの内外の輝度の差により信頼度を算出するとよい。

【0029】次に、ミリ波レーダ信頼度算出部74は、道路の複雑度、すなわちカーブ半径R、制限速度、道路幅、高速道路一般道などの道路種別、交差点内か否か等のデータからミリ波レーダの信頼度を算出する。すなわち、地図データ記憶部70は、道路形状、道路端形状、道路高さ、交差点位置、形状、構断歩道位置、停止線位置、信号の有無、一時停止の有無などのデータを記憶している。従って、環境認識ECU14は、この地図データ記憶部70に記憶されている地図データと、GPS受信機40、ビーコン受信機52から供給される信号に基づく自車両の絶対位置との両方から自車両の状況を知ることができる。そして、ミリ波レーダ信頼度算出部74は、自車が走行する道路環境からミリ波レーダ30の信頼度を算出する。例えば、カーブ半径が小さい、制限速度が小さい、道路幅が小さいという場合や、一般道、交差点内においてミリ波レーダ信頼度は低い。そこで、これらの各因子の状況により、走行環境に対する信頼度Rm1を算出する。

【0030】また、ミリ波レーダ30の検出値に応じてミリ波レーダの信頼度Rm2を算出する。このため、まず静的な試験により事前に車幅をパラメータとした距離と受信レベルのマップを作成しておく。すなわち、車幅が一定であれば、受信強度は距離が所定値以上になった場合に受信強度が減少し始める。また、車幅が大きいほど受信強度が減少し始める距離が大きくなる。そこで、画像で検出した車幅を用いて、最大受信レベルSR0を

マップから求め、これを実際に得られた受信レベルと比較して信頼度を算出する。すなわち、次式でミリ波レーダの信頼度 $Rm2$ を算出する。

【0031】信頼度 $Rm2 = \text{実際の受信レベル} / SR0$   
 として、環境認識ECU14には、警報・制御ECU80が接続されており、この車両制御ECU80が環境認識ECU14により得られた車間距離、相対速度（車間距離の時間変化により検出される）に基づいて、警報の発生、加減速制御などを行う。

【0032】次に、実施例の全体動作について、図6に基づいて説明する。システムの動作紹介（例えば、車両のイグニッションスイッチのオン）に伴い、環境認識ECU14は、画像処理ECU12、ミリ波レーダECU32、GPS受信機42及びビーコン受信機52の動作確認などのイニシャライズ処理を実施する（S1）。また、前回のイグニッションスイッチオフの直前における車両位置を地図上における推定現在位置にセットする。次に、GPS受信機42からの信号により、現在位置、標高、方位等を検出する（S2）。GPS受信機42は、約1秒毎に車両の三次元位置、方位などを検出し、環境認識ECU14にデータを送信する。環境認識ECU14は、GPS受信機42からのデータと、地図データ記憶部70からのデータにより、走行道路の候補を選定する。そして、操舵角、ヨーレイト、横加速度などのデータから車両の走行軌跡を計算し、走行道路を待

待する（S3）。また、車速パルスのカウントにより、道路内における進行方向の位置を推定する。なお、走行軌跡はGPS受信機42によって得られる位置データの履歴を参考に

【0033】次に、ビーコン受信機52からの信号により、ビーコンを通過したか否かを判定し（S4）、ビーコンを通過した場合にはビーコンからのデータにより現在位置の修正を行う（S5）。これは、ビーコンからのデータによる位置の特定が、最も正確なものだからである。これによって、走行道路内における車両の位置が特定され、S3において推定された道路内の進行方向の位置が補正される。また、このビーコンからのデータによる位置補正の際に、車速パルスから走行距離を求めるときの補正係数を学習する。従って、車速パルスから求める道路内の進行方向の位置の特定精度が向上する。

【0034】このような処理により、車両が道路の上どの位置に存在しているか（車両位置）が決定される。

【0035】環境認識ECU14は、上述のようにして得られた車両位置により、通常走行時か、右左折時かを判定し、カメラステアモードを決定する（S6）。そして、この決定されたカメラステアモードを画像処理ECU12に送る。画像処理ECU12は、送られてきたモードの種類に応じ、遠距離用カメラ10及び近距離用カメラ20のステアを制御し、得られた画像から、道路の

検出及び先行車両の検出を行う（S7）。すなわち、近距離用カメラ20によって得られた画像から、白線を検出し、車両姿勢を検出する。また、遠距離用カメラ10によって得られた画像から、先行車両を検出する。そして、得られたデータを環境認識ECU14に送る。なお、画像処理ECU12は、道路に対する構備位、ヨー角の他、認識した先行車から、その先行車までの車間距離、方向及び車幅などを検出する。また、ヨーレイトセンサや横加速度センサの検出値を用いる。そして、得られたヨーレイト、横加速度から車両の移動量を計算する（S8）。そして、前回の処理において得られた車両姿勢にS8において得られた移動量を加え車両姿勢を求め、これによって、S7において求められた車両姿勢を修正する（S9）。ここまでの処理により、車両の走路に対する構備位、ヨー角及び進行方向における位置が決定される。

【0036】次に、カメラの信頼度 $Rc$ を計算する（S10）。この信頼度の計算は、上述したような雨、霧などの状況と、画像におけるエッジの検出などによって行う。そして、信頼度が高いか否かを判定し（S11）、信頼度が高かった場合には、危険度の計算を行う（S12）。この危険度は、例えば、  
 $\text{危険度} = 1 / \text{各車両への衝突時間}$   
 により計算する。そして、得られた危険度により、最も危険度の高い車両を選択し、選択された車両にミリ波をステアさせるためのステア角を決定する。また、危険度の値が小さく、その値の変化が小さいときには、状態が安定していると判断し、適当な間隔で同隣のレーンの車両についてもミリ波で車間距離を測定する。さらに、車両が存在しない場合には、車両レーン及び同隣のレーンを適当な間隔で交互にミリ波をステアするようにステア角を決定する。

【0037】一方、S11においてカメラの信頼度が小さかった場合には、車両姿勢及び地図データから得られた道路の形状によりミリ波のステア角を決定する（S13）。そして、上述のように、S12及びS13において決定されたステア角に応じてミリ波のステアを制御する（S14）。そして、ミリ波レーダECU32において、先行車両までの車間距離、相対速度及びミリ波の受信レベルを検出する（S15）。そして、この検出されたデータは環境認識ECU14に送られる。環境認識ECU14は、得られたミリ波のデータ及び、車両の走行環境から、ミリ波の信頼度を計算する（S16）。そして、ミリ波による信頼度とカメラによる信頼度（S10及びS16において得られたもの）を比較し（S17）、信頼度の高い方を選択する（S18）。すなわち、カメラの信頼度の方が高ければ、カメラによって得られた車間距離を採用し（S18）、先行車両との車間距離とし、ミリ波の信頼度が高ければミリ波によって得られた車間距離を採用する（S19）。

【0038】このようにして、本実施例によれば、カメラによる車間距離検出とミリ波による車間距離検出の両方を常時行い、信頼度のより高い方のデータを用いて車間距離を検出する。従って、常に正確な車間距離検出を行うことができる。

【0039】次に、ミリ波の信頼度が高い場合における追加の処理について図7に基づいて説明する。すなわち、S19の処理を経たミリ波の信頼度が高かった場合において、カメラの信頼度が所定値以上か否かを判定する(S21)。そして、カメラ信頼度が所定値以上であつた場合には、ミリ波によって検出した車間距離とカメラによって検出したミリ波測定車両に対する車間距離を比較する。そして、両者の差を演算することにより、カメラによって得られた車間距離の補正値を計算する(S22)。そして、カメラによって得られたミリ波測定車両以外の車両についての車間距離を上述の補正値によって補正する(S23)。そして、S21においてNoであつた場合も含め、S2に戻る。

【0040】これにより、カメラによって得られた車間距離がより正確なものとなる。そして、ミリ波によって測定できなかった車両に対する車間距離もかなり正確なものとして求めることができる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る車間距離検出装置によれば、カメラとミリ波レーダの2つの車間距離検出手段を有し、信頼度のより高い方のデータを用いて車間距離を検出する。そこで、走行状況の変化\*

\*に応じて、適切な検出手段の選択ができ、正確な車間距離検出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の全体構成を示すブロック図である。

【図2】画像処理E C U 1 2の動作を示すフローチャートである。

【図3】レーダE C U 3 2の動作を示すフローチャートである

【図4】GPSレシーバ4 2の動作を示すフローチャートである。

【図5】ビーコン受信機5 2の動作を示すフローチャートである。

【図6】実施例の動作を説明するフローチャートである。

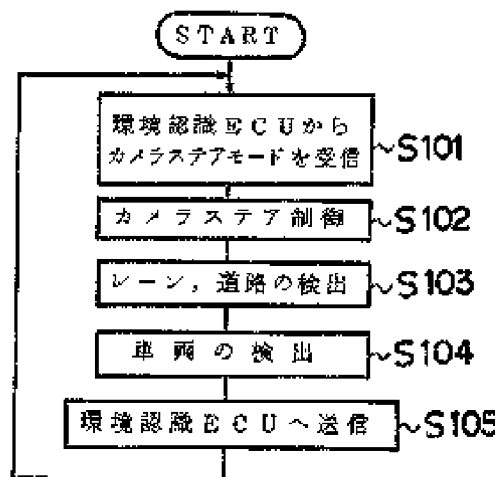
【図7】実施例の追加の動作例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

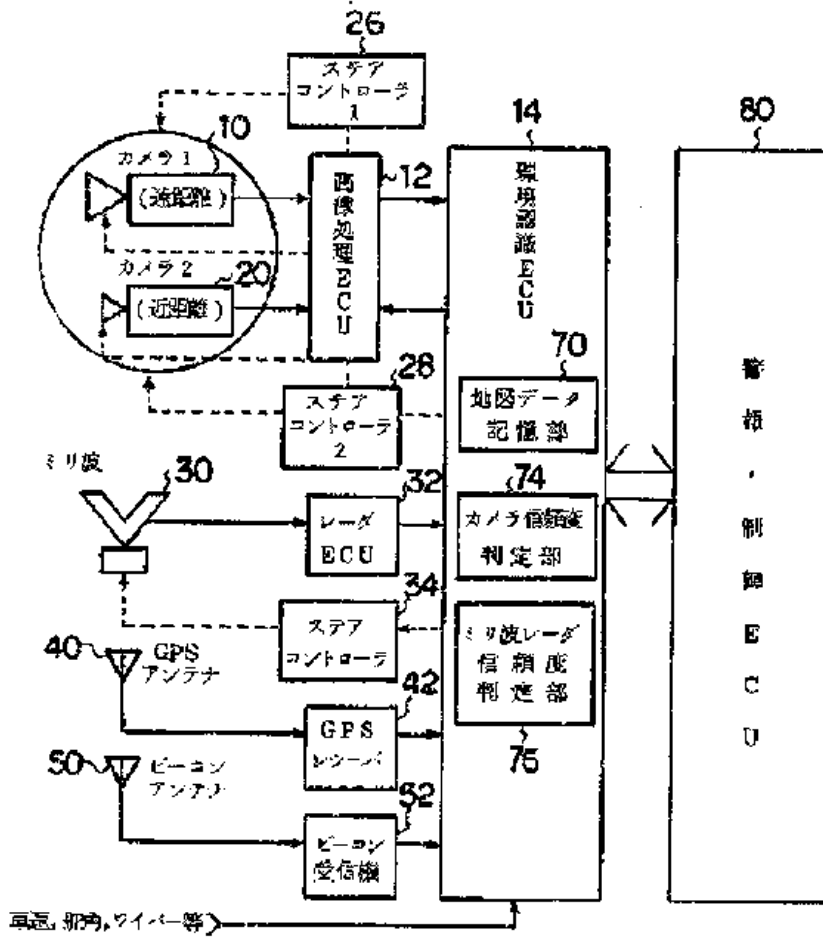
- 10 遠距離用カメラ
- 14 環境認識E C U
- 20 近距離用カメラ
- 30 ミリ波レーダ
- 40 GPS受信機
- 50 ビーコン受信機
- 70 地図データ記憶部
- 74 カメラ信頼度判定部
- 76 ミリ波レーダ信頼度判定部
- 80 警報・制御E C U

【図2】

画像処理フロー



【図1】



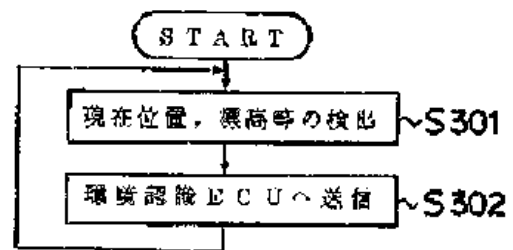
【図3】

レーダフロー



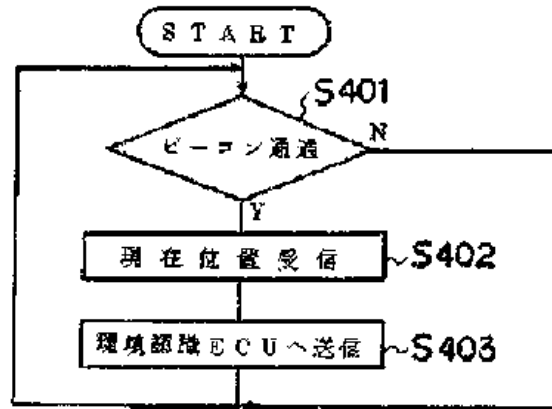
【図4】

GPSフロー



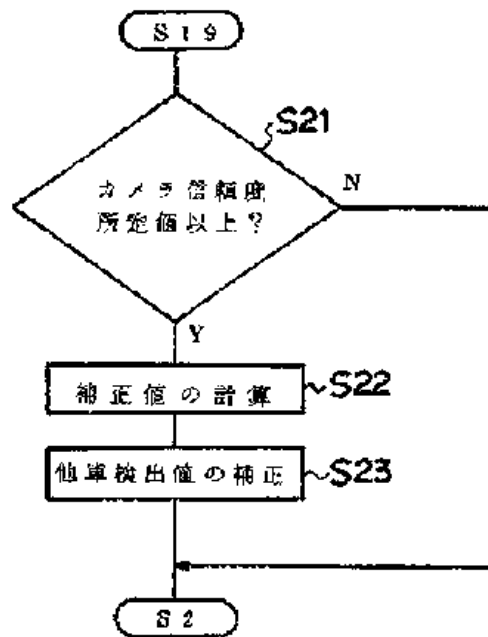
【図5】

ビーコンフロー

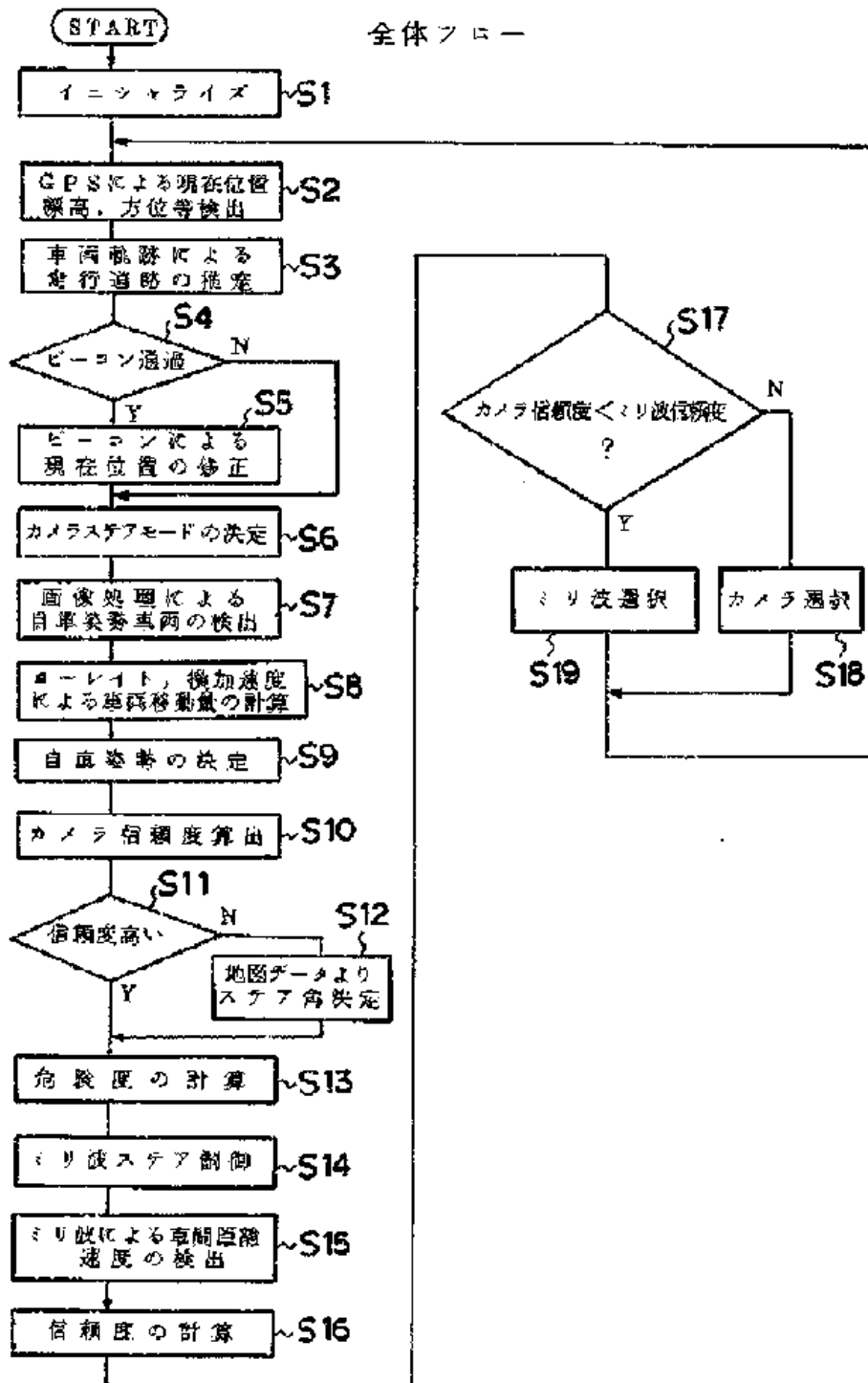


【図7】

追加フロー



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>3</sup>

G 0 8 G 1/04  
// B 6 0 R 21/00

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

C 2105-3H  
C 8812-3D



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **06-247246**

(43)Date of publication of application : **06.09.1994**

(51)Int.Cl. **B60R 21/00**  
**G06F 15/62**  
**G06F 15/70**  
**G08G 1/16**  
**H04N 7/18**

(21)Application number : **05-038163**

(71)Applicant : **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

(22)Date of filing : **26.02.1993**

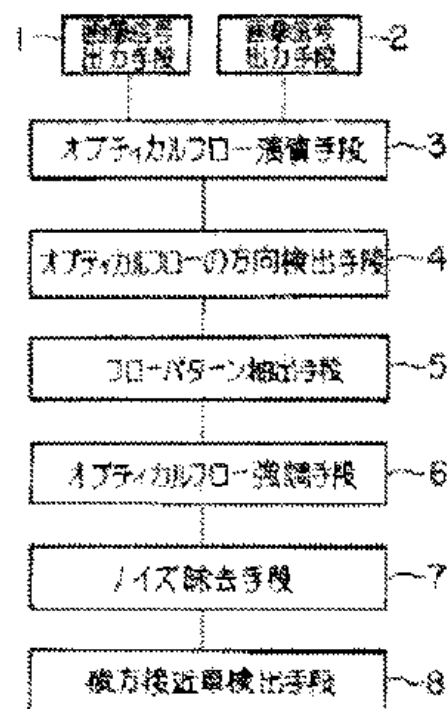
(72)Inventor : **KARASUTANI KEIKO**

## (54) APPROACHING CAR MONITORING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To generate two images different on the time axis from two image signal outputting means, determine an optical flow having a size and direction exhibiting the speed distribution of the apparent motion, and sense automatically if any car is approaching and its eventual position.

**CONSTITUTION:** Image signal outputting means 1, 2 on a car take a photograph in the specified direction, while an optical flow calculating means 3 sets a plurality of regions in the specified positions on the photograph screen. Within the regions, optical flows having a size and direction exhibiting the speed distribution are determined from two images different on the time axis. An optical flow direction sensing means 4 emits the direction of that of the optical flows as determined above which has a size exceeding the specified value. A flow pattern extracting means 5 sets the flow monitor region and extracts the optical flow of the same direction as the motion of an approaching car assumed within the set region. An approaching car sensing means 8 senses only the approaching car from the extracted optical flow while the backdrop is separated.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-247246

(43)公開日 平成6年(1994)9月6日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 R 21/00		C 8812-3D		
G 0 6 F 15/62	3 5 0	9267-5L		
	15/70	4 0 0 8837-5L		
G 0 8 G 1/16		C 2105-3H		
H 0 4 N 7/18		J		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-38163

(22)出願日 平成5年(1993)2月26日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 鳥谷 恵子

姫路市千代田町80番向 三菱電機株式会  
社姫路製作所内

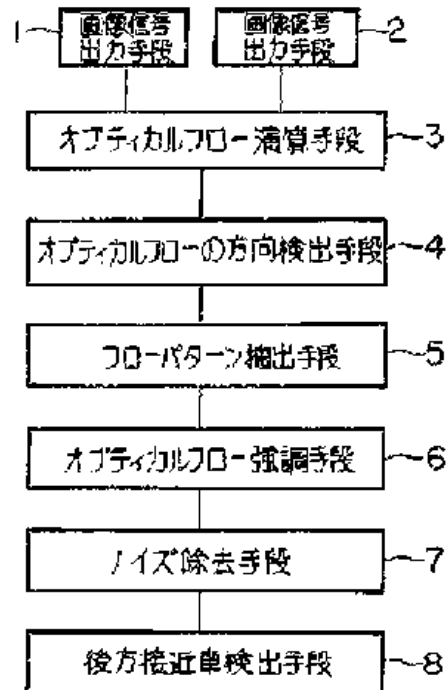
(74)代理人 弁理士 谷我 道照 (外6名)

(54)【発明の名称】 接近車監視装置

(57)【要約】

【目的】 2つの閾値T1、T2を画像毎に設定する必要がなく、濃度差が逆になっているときも移動方向を正しく判定でき、しかも移動車から撮像したような、現実上の背景も移動する動画像に対しても、実質上の背景と接近車のような移動体を分離し、移動体のみ、特に接近車のみを検出することができる接近車監視装置を得る。

【構成】 画像信号出力手段1、2より得られる時間的に異なる2枚の画像から画像上での見かけの動きの速度分布を示す大きさと方向を算するオプティカルフローを求め、これを利用して移動物体とその移動方向を検出する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両に設けられ、この車両より所定の方向を撮像する撮像手段と、

この撮像手段により撮像された画面内の所定の位置に1つ以上の領域を設定し、その領域内で時系列的に異なる2枚の画像から画像上での速度分布を表す大きさと方向を有するオプティカルフローを求めるオプティカルフロー演算手段と、

このオプティカルフロー演算手段により上記各領域内で得られたオプティカルフローのうち、それぞれの領域で設定した一定値以上の大きさを待つオプティカルフローの方向を出力するオプティカルフローの方向検出手段と、

上記それぞれの領域内の所定の位置に更に1つ以上のフロー監視領域を設定し、この監視領域内で上記オプティカルフローの方向検出手段により得られた各々のオプティカルフローの方向を監視し、接近車が存在する場合に仮定される接近車の画像上での動きの方向と同様の方向を持つオプティカルフローを抽出するフローパターン抽出手段と、

このフローパターン抽出手段により上記フロー監視領域内で抽出されたオプティカルフローから接近車を検出する接近車検出手段と、  
を備えた接近車監視装置。

【請求項2】 車両に設けられ、この車両より所定の方向を撮像する撮像手段と、

この撮像手段により撮像された画面内の所定の位置に1つ以上の領域を設定し、その領域内で時系列的に異なる2枚の画像から画像上での速度分布を表す大きさと方向を有するオプティカルフローを求めるオプティカルフロー演算手段と、

このオプティカルフロー演算手段により上記各領域内で得られたオプティカルフローのうち、それぞれの領域で設定した一定値以上の大きさを待つオプティカルフローの方向を出力するオプティカルフローの方向検出手段と、

上記それぞれの領域内の所定の位置に更に1つ以上のフロー監視領域を設定し、この監視領域内で上記オプティカルフローの方向検出手段により得られた各々のオプティカルフローの方向を監視し、接近車が存在する場合に仮定される接近車の画像上での動きの方向と同様の方向を持つオプティカルフローを抽出するフローパターン抽出手段と、

このフローパターン抽出手段により上記フロー監視領域内で抽出されたオプティカルフローから接近車を検出する接近車検出手段と、

上記フローパターン抽出手段によって抽出された各オプティカルフローに対し、その値の大きさ、その近傍に抽出されたオプティカルフローを持つ画素がどれだけあるかを判断することにより、これらのオプティカルフロー

2

がノイズであるかどうかを判断し、ノイズと判断したオプティカルフローはこれを除去する一方、接近車のオプティカルフローと判断したものはその画素及びその近傍におけるオプティカルフローの範囲を広く強調するオプティカルフロー強調手段と、

このオプティカルフロー強調手段により強調されたオプティカルフローのうち、時系列的に連続して抽出されないオプティカルフローをノイズとして除去するノイズ除去手段と、

を備えた接近車監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、自動車に搭載し車両周辺の状況を監視する装置、特にイメージセンサ等の光学系により撮像された画像を用いて、接近する車両を検出する接近車監視装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、時系列的に連続した画像から移動物体を検出する方法としては、画像間の差分による検出手法が用いられており、この手法を利用した技術として特開平4-29472号公報に開示されているような接近車監視装置がある。図11は例えば画像処理ハンドブック(1987年昭晃堂発行)第375頁に示された方法を示す説明図である。図11において40、41は時間的に異なる2枚の入力画像、44は画像40から画像41を差分した出力画像である。この方法では2枚の画像40、41中に移動物体が存在すれば、得られた差分画像44には濃度レベルが正の領域45と、濃度レベルが0の領域47と、濃度レベルが負の領域46が得られ、濃度レベルが正の領域45と負の領域46が画像中で移動した領域、濃度レベルが0の領域は変化しなかった領域(背景)背景部分であると考えることができる。

【0003】図12(a)、(b)は差分画像による従来の方法の説明図である。図において、20、25は図11に示す画像40のA-A線での画像を1次元信号で表したものであり、21、26は画像41のA-A線での画像を1次元信号で表したものである。各信号20、21、25、26において、横方向は画像の位置、縦方向は濃度レベルを示す。従来の差分法により、移動物体を検出するためには、2枚の画像20、21を差分した画像信号70において、2つの閾値T1、T2を設定し、濃度の変化領域71を抽出する。領域71の正負の位置により移動方向を決定する。即ち、濃度の変化領域が正から負となる方向を移動方向とすると、図12(a)では矢印72が移動方向となる。

【0004】しかし、画像によって濃度が異なるため、2つの閾値T1、T2は一定とはならず処理する画像毎に最適な閾値を決定する必要が生じ、様々な画像に対応するのは実用上困難である。特に、物体と背景の濃度差が小さい場合には最適な閾値を決定するのは容易でない

という問題が残る。更に図12(b)に示す2枚の画像25、26の様に背景と物体の濃度差が逆になっている場合には、差分画像73から抽出された変化領域74は図のようになる。従って、変化領域の正負で移動方向を判定すると、移動方向は矢印75のように矢印74と正反対の方向に判定されてしまう。

【0005】又、従来イメージセンサ等により撮像された画像を用いた車両周辺の監視装置、特に後方車両の監視装置としては、特公平3-47213号公報に開示されたような装置がある。これは図12で示したような10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来  
の連続画像間の差分画像による移動物体の検出方法で  
は、処理画像によって濃度が異なるため、2つの閾値T  
1、T2は一定とはならず、処理する画像毎に最適な閾  
値を決定する必要が生じるため様々な画像に対応する  
のは実用上困難である。特に物体と背景の濃度差が小さい  
場合には最適な閾値を決定することは容易ではないとい  
う問題点がある。又、背景と物体の濃度差が逆になっ  
ている場合には、誤判定することになるという問題点も  
ある。更に、移動する車両からの撮像では接近車両や障  
物などの移動物体のみならず、それらの背景も動くた  
め、差分画像から背景と画像上を動く移動物体とを分離  
するのは非常に困難であるという問題点もある。

【0007】また、特公平3-47213号公報に開示  
されているようなビデオカメラ等で撮像した画像80上  
にマーカー81を付す技術は、単に画像を表示する技術  
にすぎず、ドライバが表示面を見て経験的に判断するも  
ので、画像を処理して後方車の接近を判断する機能を  
備えた技術ではなかった。

【0008】この発明は上記のような問題点を解消する  
ためになされたもので、時間的に異なる2枚の画像から  
画像上での見かけの動きの速度分布を示す大きさと方向  
を有するオブティカルフローを求め、これを利用して移  
動物体とその移動方向を検出することにより、上記の差  
分画像を使った移動体検出法に比べ、2つの閾値T1、  
T2を画像毎に設定する必要がなく、濃度差が逆になっ  
ているときも移動方向を正しく判定でき、しかも移動車  
から撮像したような、現実上の背景も移動する動画像に  
対しても、実質上の背景と接近車のような移動体とを  
分離し得、移動体のみ、特に接近車のみを検出すること  
ができる接近車監視装置を得ることを目的としている。

【0009】更に、走行中の道路の凹凸による自車両が  
バウンドから生じた動画像の揺れや、複雑背景により発  
生するオブティカルフローのノイズを除去し、接近車両  
の検出をより正確に行える接近車監視装置を得ることを  
も目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係  
る接近車監視装置は、車両に設けられ、この車両より所  
定の方向を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮  
像された画面内の所定の位置に1つ以上の領域を設定  
し、その領域内で時系列的に異なる2枚の画像から画像  
上での速度分布を表す大きさと方向を有するオブティカ  
ルフローを求めるオブティカルフロー演算手段と、この  
オブティカルフロー演算手段により上記各領域内で得ら  
れたオブティカルフローのうち、それぞれの領域で設定  
した一定値以上の大きさを持つオブティカルフローの方  
向を出力するオブティカルフローの方向検出手段と、上  
記それぞれの領域内の所定の位置に更に1つ以上のフロ  
ー監視領域を設定し、この監視領域内で上記オブティカ  
ルフローの方向検出手段により得られた各々のオブティ  
カルフローの方向を監視し、接近車が存在する場合に仮  
定される接近車の画像上での動きの方向と同様の方向  
を持つオブティカルフローを抽出するフローパターン抽出  
手段と、このフローパターン抽出手段により上記フロー  
監視領域内で抽出されたオブティカルフローから接近車  
を検出する接近車検出手段とを備えたものである。

【0011】車両に設けられ、この車両より所定の方向  
を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮像された  
画面内の所定の位置に1つ以上の領域を設定し、その領  
域内で時系列的に異なる2枚の画像から画像上での速度  
分布を表す大きさと方向を有するオブティカルフローを  
求めるオブティカルフロー演算手段と、このオブティカ  
ルフロー演算手段により上記各領域内で得られたオブテ  
ィカルフローのうち、それぞれの領域で設定した一定値  
以上の大きさを持つオブティカルフローの方向を出力す  
るオブティカルフローの方向検出手段と、上記それぞ  
れの領域内の所定の位置に更に1つ以上のフロー監視領  
域を設定し、この監視領域内で上記オブティカルフロー  
の方向検出手段により得られた各々のオブティカルフロ  
ーの方向を監視し、接近車が存在する場合に仮定される  
接近車の画像上での動きの方向と同様の方向を持つオブ  
ティカルフローを抽出するフローパターン抽出手段と、こ  
のフローパターン抽出手段により上記フロー監視領域内  
で抽出されたオブティカルフローから接近車を検出する  
接近車検出手段と、上記フローパターン抽出手段によ  
って抽出された各オブティカルフローに対し、その値の大  
きさ、その近傍に抽出されたオブティカルフローを持つ  
画素がどれだけあるかを判断することにより、これらの  
オブティカルフローがノイズであるかどうかを判断し、  
ノイズと判断したオブティカルフローはこれを除去する  
一方、接近車のオブティカルフローと判断したものはそ  
の画素及びその近傍におけるオブティカルフローの範囲  
を広げ強調するオブティカルフロー強調手段と、このオ  
ブティカルフロー強調手段により強調されたオブティカ  
ルフローのうち、時系列的に連続して抽出されないオブ

ティカルフローをノイズとして除去するノイズ除去手段とを備えたものである。

【0012】

【作用】この発明の請求項1に係る接近車監視装置によれば、車両に設けられた撮像手段がこの車両より所定方向を撮像する。また、オブティカルフロー演算手段が撮像手段により撮像された画面内の所定の位置に1つ以上の領域を設定し、その領域内で時系列的に異なる2枚の画像から画像上での速度分布を表す大きさと方向を有するオブティカルフローを求める。更に、オブティカルフローの方向検出手段がオブティカルフロー演算手段により上記各領域内で得られたオブティカルフローのうち、それぞれの領域で設定した一定値以上の大きさを持つオブティカルフローの方向を出力する。また、フローパターン抽出手段が上記それぞれの領域内の所定の位置に更に1つ以上のフロー監視領域を設定し、この監視領域内で上記オブティカルフローの方向検出手段により得られた各々のオブティカルフローの方向を監視し、接近車が存在する場合に仮定される接近車の画像上での動きの方向と同様の方向を持つオブティカルフローを抽出する。そして、接近車検出手段がこのフローパターン抽出手段により上記フロー監視領域内で抽出されたオブティカルフローから接近車を検出する。

【0013】また、この発明の請求項2に係る接近車監視装置によれば、車両に設けられた撮像手段がこの車両より所定方向を撮像する。また、オブティカルフロー演算手段が撮像手段により撮像された画面内の所定の位置に1つ以上の領域を設定し、その領域内で時系列的に異なる2枚の画像から画像上での速度分布を表す大きさと方向を有するオブティカルフローを求める。更に、オブティカルフローの方向検出手段がオブティカルフロー演算手段により上記各領域内で得られたオブティカルフローのうち、それぞれの領域で設定した一定値以上の大きさを持つオブティカルフローの方向を出力する。また、フローパターン抽出手段が上記それぞれの領域内の所定の位置に更に1つ以上のフロー監視領域を設定し、この監視領域内で上記オブティカルフローの方向検出手段により得られた各々のオブティカルフローの方向を監視し、接近車が存在する場合に仮定される接近車の画像上での動きの方向と同様の方向を持つオブティカルフローを抽出する。そして、接近車検出手段がこのフローパターン抽出手段により上記フロー監視領域内で抽出されたオブティカルフローから接近車を検出する。また、オブティカルフロー抽出手段が上記フローパターン抽出手段によって抽出された各オブティカルフローに対し、その値の大きさ、その近傍に抽出されたオブティカルフローを持つ画素がどれだけあるかを判断することにより、これらのオブティカルフローがノイズであるかどうかを判断し、ノイズと判断したオブティカルフローはこれを除去する一方、接近車のオブティカルフローと判断した

ものはその画素及びその近傍におけるオブティカルフローの範囲を広げ強調する。そして、ノイズ除去手段がオブティカルフロー強調手段により強調されたオブティカルフローのうち、時系列的に連続して抽出されないオブティカルフローをノイズとして除去する。

【0014】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例1を後方接近車を監視する後方接近車装置に例をとって図について説明する。図1は実施例1を示すブロック図である。1、2は時間的に異なる2枚の画像を形成するための画像信号出力手段、3は画像信号出力手段1、2に接続され、これら画像信号出力手段1、2より得られる画像内の所定の位置に1つ以上の領域を設定し、その領域内で速度分布を示す大きさと方向を有するオブティカルフローを計算するオブティカルフロー演算手段、4はオブティカルフロー演算手段3に接続され、オブティカルフロー演算手段3により得られたオブティカルフローのうち、それぞれの領域で設定した一定値以上の大きさを持つオブティカルフローの方向を出力するオブティカルフローの方向検出手段、5は上記それぞれの演算領域内の所定の位置に更に1つ以上のフロー監視領域を設定し、このフロー監視領域内で、上記オブティカルフローの方向検出手段4により得られた各々のオブティカルフローの方向を監視し、後方接近車が存在する場合に仮定される接近車の画像上での動きの方向と同様の方向を持つオブティカルフローを抽出するフローパターン抽出手段、6はフローパターン抽出手段5に接続され、フロー監視領域内でフローパターン抽出法によって得られた各オブティカルフローに対し、その値の大きさや、その近傍に同様にして抽出されたオブティカルフローがどれだけあるか(抽出されたオブティカルフローを持つ近傍画素の面積)により、これらのオブティカルフローがノイズであるかどうかを判断し、ノイズと判断したオブティカルフローを除去し後方接近車のフローと判断したものはその画素及びその近傍画素のオブティカルフローの範囲を広げ強調するオブティカルフロー強調手段、7はこのオブティカルフロー強調手段6により抽出強調されたオブティカルフローのうち、時系列的に連続して抽出されないオブティカルフローをノイズとして除去するノイズ除去手段、8はノイズ除去手段7に接続され、ノイズ除去手段7により得られたオブティカルフローから後方接近車を検出する後方接近車検出手段である。

【0015】次に実施例1の基本となるオブティカルフロー法の詳細について説明する。オブティカルフローとは、時間的に異なる2枚の画像から画像の空間方向の濃度勾配と時間方向の濃度勾配を用いて画像上で移動した物体の移動ベクトルである。このオブティカルフローを求める方法は多数提案されているが、実施例1では一般的にグローバル法と呼ばれる方法「ピー、ケイ、ピー、

ホーンとビー、ジー、ジャンクによる1981年発行の人工知能第17巻1乃至3号のオプティカルフローの決定(B.K.P.Forn&B.G.Schunck. "Determining optical flow", Artificial Intelligence, Vol.17, no.1-3(1981) (第205頁～第210頁参照)を採用した。以下にその方法を説明する。

【0016】ある時刻tにおける画像中のある座標(x, y)の濃度をE(x, y, t)で表わしたとき、物体の濃度は時間的に不変であると仮定すれば、下に示す近似式(1)が成立する。

【0017】  

$$E_x \cdot u + E_y \cdot v + E_t = 0 \quad (1)$$

ここで、E<sub>x</sub>、E<sub>y</sub>は空間方向(x方向、y方向)の濃度勾配、E<sub>t</sub>は時間方向(t方向)の濃度勾配、u、vはそれぞれx方向、y方向の速度成分である。

【0018】式(1)に局所的な速度は滑らかに変化するという仮定を加え、次の式(2)で与えられる誤差関数を最小にするu、vが求めるオプティカルフローの速度成分であるとするものである。

【0019】  

$$\int \int (eb^2 + ec^2) dx dy \quad (2)$$

ここで、  

$$eb = E_x \cdot u + E_y \cdot v + E_t$$

$$ec^2 = (\delta u / \delta x)^2 + (\delta u / \delta y)^2 + (\delta v / \delta x)^2 + (\delta v / \delta y)^2$$
 である。

【0020】図2、図3はこのオプティカルフロー法を示す説明図である。図2は連続画像40、41及びこの2枚の連続画像40、41における物体の位置関係とオプティカルフローの関係を表わして2次元画像42を示したものである。今、図2に示したように画像40における物体48が画像41上で49で示す位置に移動したと考える。図3(a)(b)は図2における連続画像40、41のB-B線における画像の濃度を1次元信号で表したものであり、20、25は画像1における濃度レベルを示す信号、21、26は画像2における濃度レベルを示す信号。実線矢印22はオプティカルフロー、点線矢印23は空間的な濃度勾配、一点鎖線矢印24は時間的な濃度勾配を示す。このオプティカルフローの向きは図3(b)に示すように背景と物体の濃度差が逆になっている画像信号25、画像信号26の様な場合でも変わらない。この性質は図2の2次元画像42において43のようなオプティカルフローとして得られる。図2に示すように、このような連続画像40、41から得られるオプティカルフローは背景との濃度差がある(物体のエッジ部分)において、空間的な濃度勾配23と時間的な濃度勾配24のベクトル和22(図3)、43(図2)であるとして与えられる。

【0021】図4は高速道路を走行中の自転車からイメージセンサ等により撮像した後方画像を示したものである。図4の画像30、画像31は接近してくる2台の後

方車50、51を補えた連続画像である。この2枚の連続画像30、31上の図5に示したような位置にオプティカルフローの演算領域52を設定し、該演算領域内で上記に説明した方法でオプティカルフローを算出する。これがオプティカルフロー演算手段3である。

【0022】次にオプティカルフロー演算手段3により得られたオプティカルフローの大きさに対しある閾値を設定し、この閾値以上のものについてのみその方向を図6(a)の10～17に示すような8方向に量子化して出力し、それ以下のオプティカルフローは全てその大きさを0とした。実施例1では上記のオプティカルフロー演算領域52におけるオプティカルフローの閾値を0.1とした。これにより、イメージセンサの特性やイメージセンサを搭載している自転車の微細な揺れ等から生じる後方画像の微妙な揺れに対応したオプティカルフロー等が背景とみなされ0になる。この様にして得られたオプティカルフローの方向を2次元画像で示したものは図6(b)である。図に示したように、上記のオプティカルフローの方向検出手段4により接近車や白線、緑旗などコントラストの大きい背景のオプティカルフローが出力される。

【0023】上記のオプティカルフローに対し、図5の53、54の様に左右にフロー監視領域(L、R領域)を設定し、この領域の中で後方接近車の動きの方向と想定されるものと同様の方向を持つオプティカルフローを抽出する。R領域53では、後方接近車51が動くとは想定される14、15の方向のフローを持つオプティカルフローを、L領域54では後方接近車52が動くとは想定される10、17の方向のフローを持つオプティカルフローを抽出する。このフローパターン抽出手段5により抽出されたオプティカルフローを2次元画像で示したものが図7の画像34である。図7に示したようにL領域54では後方接近車50の周辺にオプティカルフロー61が、R領域53では後方接近車51の周辺にオプティカルフロー62が抽出される。

【0024】このようなオプティカルフローのフローパターン抽出手段5により後方接近車のオプティカルフローを抽出するが、後方車のオプティカルフロー以外に画像34に示すようなノイズ(背景)のオプティカルフロー85が抽出される。このオプティカルフロー85は走行中の自転車のハウンドによる画像の大きな揺れ等により、コントラストの強い背景の一部で抽出される。こうしたノイズを除去し、後方接近車のオプティカルフローを強調するための手段がオプティカルフローの強調手段6である。このオプティカルフローの強調手段6は各々のフロー監視領域内53、54の抽出されたオプティカルフローに対し、オプティカルフローの大きさや抽出されたオプティカルフローを持つ近傍画素の面積により、その画素のオプティカルフローがノイズであるかどうかを判断し、ノイズと判断したものは除去する一方、後方

10

20

30

40

50

接近車と判断したものはこれを強調するものである。実施例1では、上記のオプティカルフロー強調手段6として以下で説明するような2個画像でよく使われる膨張・収縮フィルタを採用した。

【0025】まず、膨張フィルタについて説明する。それぞれのフロー監視領域内53、54における各画素及びその8方向近傍で上記のフローパターン抽出手段5によって得られたオプティカルフローが $n$  ( $n < 5$ )個以上あればその画素の値を1とし、それ以下の時は上記の画素の値を0とする。次にこうして得られた2個画像上におけるそれぞれのフロー監視領域内の各画素に対し、この画素及びその8方向近傍における画素の値の値が1である画素が $m$  ( $m > 5$ )個以上であれば、その画素の値を1とし、それ以下であればその値を0とする。これが収縮フィルタである。以上のようにして、フローパターン抽出手段5により抽出されたオプティカルフローのうち、その近傍に同様に抽出されたオプティカルフローを持つ近傍画素がどれだけあるかにより、このオプティカルフローがバウンド等による画像の揺れから生じたノイズがあるかどうかを判断し、ノイズと判断すればこれを除去し、後方接近車であると判断すれば、その領域を拡大し隣接する抽出領域同士を結合させる。実施例1では $n = 3$ 、 $m = 7$ と設定して処理を行ったが、画像の特性やオプティカルフローの出方によりこの値は自由に設定してよく、又今回はフィルタの大きさを $3 \times 3$ 画素に設定したがこれも上記の条件により自由に設定してよい。

【0026】上記のオプティカルフロー強調手段6によって得られた画像を示したものが図7の画像35である。図7に示したように、オプティカルフロー強調手段6によって出されたオプティカルフロー画像35は上記の処理を行う以前のオプティカルフロー画像に34に比べ、後方接近車50、51のオプティカルフロー63、64が強調され、ノイズがかなり減少するが、バウンド等による画像の揺れが激しい時にはフロー強調手段による処理後も画像35に示すようなノイズのオプティカルフロー85が残る場合がある。こうしたノイズのオプティカルフロー85は自系列的に連続して検出されないため、オプティカルフロー強調手段6によって得られたオプティカルフローのうち、連続して検出されないオプティカルフローはノイズとして除去する。これがノイズ除去手段7であり、図8はこのノイズ除去手段7の説明図である。図において時間 $t = t_0$ の時に以上で説明した諸手段により得られたオプティカルフロー65と、時間 $t = t_0 + \Delta t$ において諸手段により得られたオプティカルフロー66のうち連続して得られたオプティカルフロー67を後方接近車のオプティカルフローとして検出する。

【0027】上記のようなノイズ除去手段7によりノイズを除去したオプティカルフロー67を2次元画像上に

10

20

30

40

50

表示したものが図9の画像37である。このオプティカルフロー画像37上のそれぞれのフロー監視領域R領域53、L領域54上に図に示すようなウィンドウ領域66を設定し、これを動かしながら該領域内に含まれるオプティカルフロー67の大きさ(画素数)がある閾値以上である矩形範囲68、69を取りだし、この範囲を後方接近車領域として検出する。実施例1ではオプティカルフロー画像37の大きさ $512 \times 480$ 画素に対し後方接近車検出用ウィンドウの大きさをR領域53、L領域54共に $64 \times 64$  ( $H \times V$ )画素、閾値を2000画素とした。このウィンドウの大きさは、画像の大きさや、検出したい後方接近車の大きさによって自由に設定でき、又それぞれのフロー監視領域で異なる大きさの接近車検出用ウィンドウを設定してもよい。

【0028】図10は上述した全体動作の流れを示すフローチャートである。以下にこの流れを簡単に説明すると、まずステップS1において初期設定を行った後、ステップS2において画像を取り込む。次に、ステップS3においてオプティカルフローを演算し、ステップS4において求められたオプティカルフローの方向検出を行う。そして、ステップS5でフローパターンの抽出を行った後、ステップS6でオプティカルフローの強調を行い、ステップS7でノイズを除去した後、ステップS8で後方接近車を検出する。

【0029】以上のように、実施例1では1つ以上の領域を設定しその中で後方接近車の動きと同様のある特定の方向のオプティカルフローのみを抽出し、後方接近車を検出するように構成したので、対象物体(接近車)と背景の濃度差が少ない場合、或いは背景と物体の濃度差が逆になっている場合においても、比較的正確にその移動体の移動方向を検出できる。また、走行車両という移動体から撮像した画像のように移動体のみならず背景も移動するような画像であっても画像からある特定の方向へ移動する物体(接近車)を分離して抽出できる。又、激しいバウンド等による画像の揺れから生じるオプティカルフローのノイズを除去し、安定して移動体(接近車)の検出を行える。さらに従来の後方監視装置が単に後方画像をドライバーが見やすいように表示するだけであったのに比べ、後方接近車の存在の有無やその位置を検出することができる。

【0030】尚、実施例1ではこの発明に係る接近車監視装置を後方接近車を監視する後方接近車監視装置として説明したが、この発明は後方接近車の監視に限定されることはなく、例えば前方接近車を監視する装置に適用しても良いことは明らかである。

【0031】

【発明の効果】以上に詳述したように、車両に設けられ、この車両より所定の方向を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮像された画面内の所定の位置に1つ以上の領域を設定し、その領域内で時系列的に異なる2

枚の画像から画像上での速度分布を表す大きさと方向を有するオブティカルフローを求めるオブティカルフロー演算手段と、このオブティカルフロー演算手段により上記各領域内で得られたオブティカルフローのうち、それぞれの領域で設定した一定値以上の大きさを待つオブティカルフローの方向を出力するオブティカルフローの方向検出手段と、上記それぞれの領域内の所定の位置に見に1つ以上のフロー監視領域を設定し、この監視領域内で上記オブティカルフローの方向検出手段により得られた各々のオブティカルフローの方向を監視し、接近車が存在する場合に仮定される接近車の画像上での動きの方向と同様の方向を持つオブティカルフローを抽出するフローパターン抽出手段と、このフローパターン抽出手段により上記フロー監視領域内で抽出されたオブティカルフローから接近車を検出する接近車検出手段とを備えたため、背景との速度差が少ない場合、或いは背景との速度差が逆になっている時でも正確に移動体の動く方向を検出できるという効果を奏する。又、走行中の車両から撮像した画像のように検出したい移動体（接近車）のみならず背景も移動するような画像に対しても特定の移動体（接近車）を背景から分離して検出することができ、更に、従来の接近車監視装置が単に後方画像をドライバが見やすいように表示するだけなのに対し、接近車の存在の有無とその位置を自動的に検出することができるという効果をも奏する。

【0032】また、この発明の請求項2に係る接近車監視装置によれば、車両に設けられ、この車両より所定の方向を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮像された画面内の所定の位置に1つ以上の領域を設定し、その領域内で時系列的に異なる2枚の画像から画像上での速度分布を表す大きさと方向を有するオブティカルフローを求めるオブティカルフロー演算手段と、このオブティカルフロー演算手段により上記各領域内で得られたオブティカルフローのうち、それぞれの領域で設定した一定値以上の大きさを待つオブティカルフローの方向を出力するオブティカルフローの方向検出手段と、上記それぞれの領域内の所定の位置に見に1つ以上のフロー監視領域を設定し、この監視領域内で上記オブティカルフローの方向検出手段により得られた各々のオブティカルフローの方向を監視し、接近車が存在する場合に仮定される接近車の画像上での動きの方向と同様の方向を持つオブティカルフローを抽出するフローパターン抽出手段と、このフローパターン抽出手段により上記フロー監視領域内で抽出されたオブティカルフローから接近車を検出する接近車検出手段と、上記フローパターン抽出手段によって抽出された各オブティカルフローに対し、その値の大きさ、その近傍に抽出されたオブティカルフローを持つ画素がどれだけあるかを判断することにより、これらのオブティカルフローがノイズであるかどうかを判断し、ノイズと判断したオブティカルフローはこれを除

去する一方、接近車のオブティカルフローと判断したものはその画素及びその近傍におけるオブティカルフローの範囲を広げ強調するオブティカルフロー強調手段と、このオブティカルフロー強調手段により強調されたオブティカルフローのうち、時系列的に連続して抽出されないオブティカルフローをノイズとして除去するノイズ除去手段とを備えたため、上記効果に加え、実際に車道を走行中に大きなバウンド等により画像が激しく揺れてノイズが発生したような場合でも安定してこの接近車の監視を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】この発明の実施例1を示すブロック図である。
- 【図2】物体が移動する際に得られるオブティカルフローのパターンを示す説明図である。
- 【図3】一次元信号で模式的に表したオブティカルフローの性質を説明するための説明図である。
- 【図4】この発明の実施例1におけるオブティカルフロー演算手段の説明図である。
- 【図5】実施例1におけるオブティカルフロー演算領域とオブティカルフロー監視領域を示す説明図である。
- 【図6】実施例1におけるオブティカルフローの方向検出手段と該手段によるオブティカルフローの出力状況を示す説明図である。
- 【図7】実施例1におけるフローパターン抽出手段とオブティカルフロー強調手段を示す説明図である。
- 【図8】実施例1におけるノイズ除去手段を説明するための説明図である。
- 【図9】実施例1における後方接近車検出手段を説明するための図である。
- 【図10】実施例1の全体動作を説明するフローチャートである。
- 【図11】従来の差分法による移動体抽出法の概念を説明する説明図である。
- 【図12】図11のA-A線における濃度信号である1次元信号から差分法によって移動体を抽出する方法を示す説明図である。
- 【図13】従来の接近車監視装置を説明する説明図である。

【符号の説明】

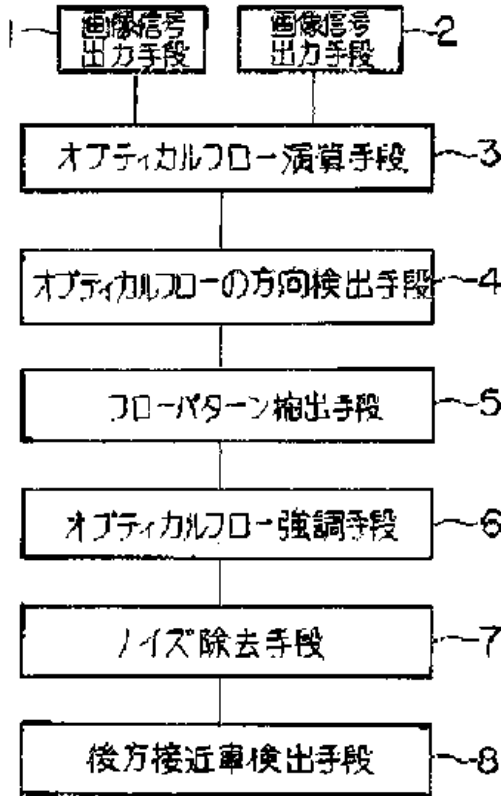
- 1、2 画像信号出力手段
- 3 オブティカルフロー演算手段
- 4 オブティカルフローの方向検出手段
- 5 フローパターン抽出手段
- 6 オブティカルフロー強調手段
- 7 ノイズ除去手段
- 8 後方接近車検出手段
- 22 オブティカルフロー
- 23 空間的な濃度勾配
- 24 時間的な濃度勾配
- 52 オブティカルフロー演算領域



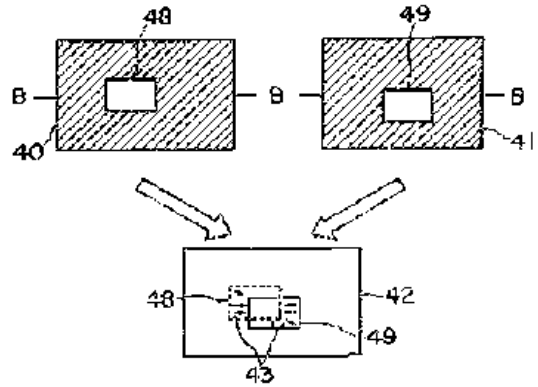
- 5.3 5.4 オプティカルフロー方向監視領域
- 6.7 後方接近車のオプティカルフロー

- \* 6.8 6.9 検出された後方接近監視領域
- \* 8.6 後方接近車両ウインドウ

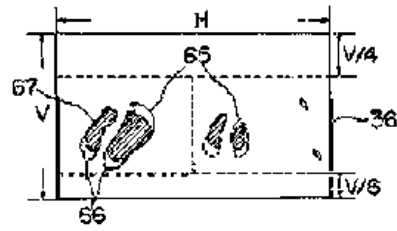
【図1】



【図2】

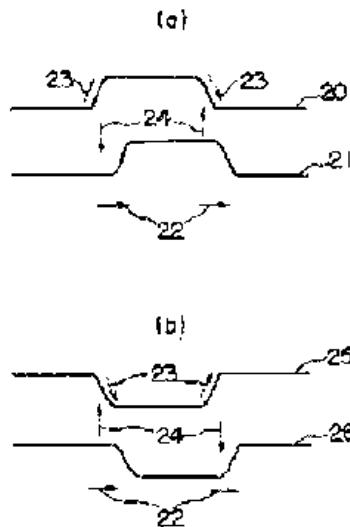


【図3】



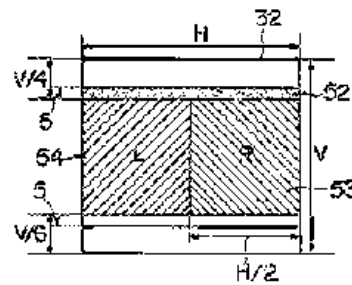
65, 66, 67: オプティカルフロー

【図4】



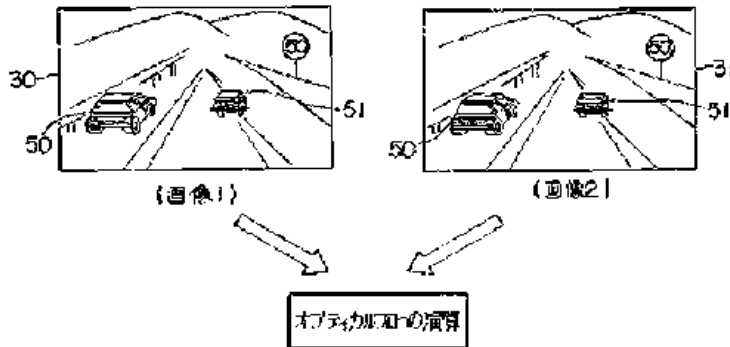
22: オプティカルフロー

【図5】

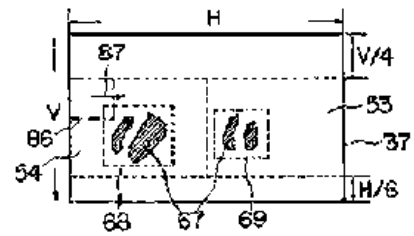


52: オプティカルフローの幅  
53, 54: オプティカルフロー監視領域

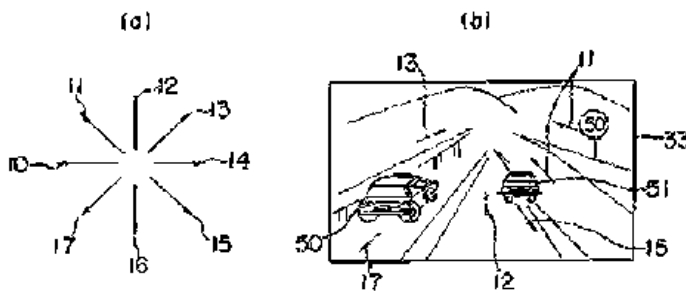
【図4】



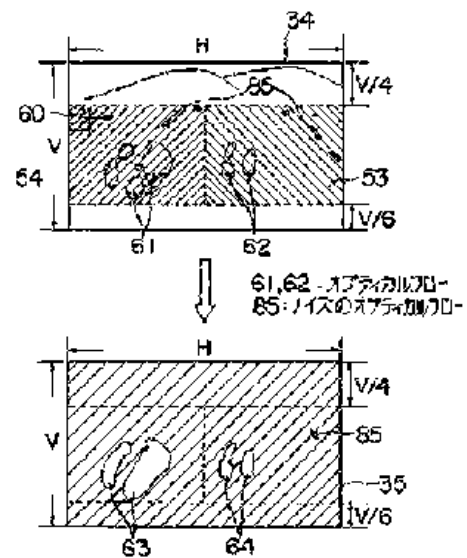
【図9】



【図6】

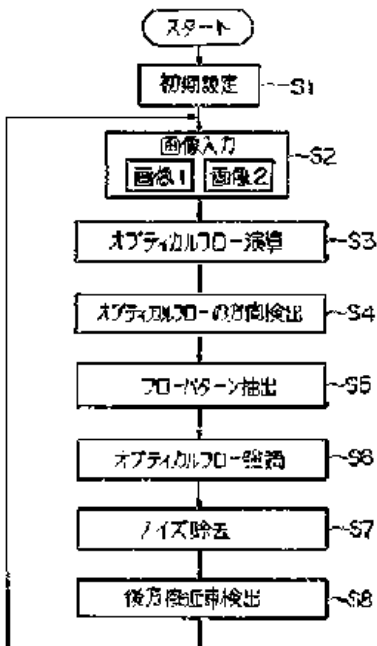


【図7】

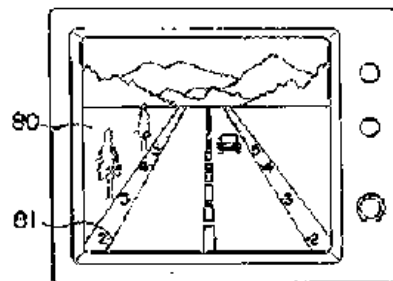


63,64: オプティカルフロー

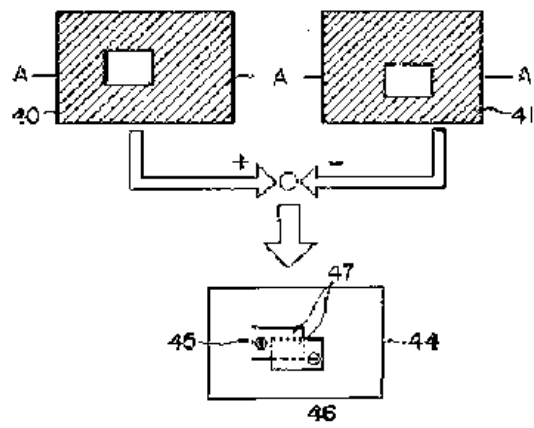
【図10】



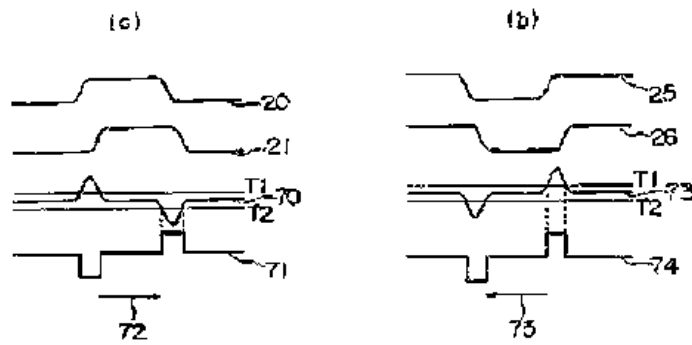
【図13】



【図11】



【図12】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **06-270733**

(43)Date of publication of application : **27.09.1994**

(51)Int.Cl. **B60Q 1/02**  
**B60Q 1/14**  
**F21M 3/05**  
**F21M 3/18**  
**H05B 37/02**

(21)Application number : **05-058136**

(71)Applicant : **TOYOTA MOTOR CORP**

(22)Date of filing : **18.03.1993**

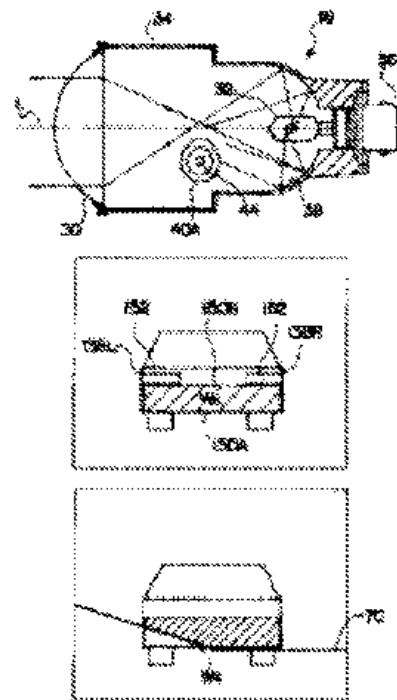
(72)Inventor : **MIZUKOSHI MASASHI**

## (54) HEAD LAMP DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent a preceding vehicle from being in the glare of head lamps by providing a control means for controlling at least one of the irradiating direction and irradiating range of a head lamp so that the brightness detected by a brightness detecting means is within a predetermined specified range.

**CONSTITUTION:** While the inside of a window area *Ws* is judged to be bright, the brightness in the window area *Ws* is judged to be high, so that the position of a cut line is gradually lowered. In association with this, the brightness in the window area *Ws* is gradually reduced. While the inside of the window area *Ws* is judged to be dark, the brightness in the window area *Ws* is judged to be low, so that the position of the cut line is gradually raised. In association with this, the brightness in the window area *Ws* is gradually heightened. In the normal case, the angle of a light intercepting cam *40A* is thus changed so that the brightness in the window area *Ws* coincides with the reference value, that is, the position of the cut line is kept within the specified range.



(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 Q	1/02	C 8715-3K		
	1/14	F 8715-3K		
		H 8715-3K		
F 2 1 M	3/05	B 9249-3K		
	3/18	9249-3K		

審査請求 未請求 請求項の数 1 0 L (全 14 頁) 最終頁に続く

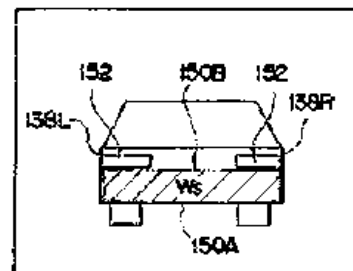
(21)出願番号	特願平5-53136	(71)出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	平成5年(1993)3月18日	(72)発明者	水越 雅司 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74)代理人	弁理士 中島 淳 (外2名)

(54)【発明の名称】 車両用前照灯装置

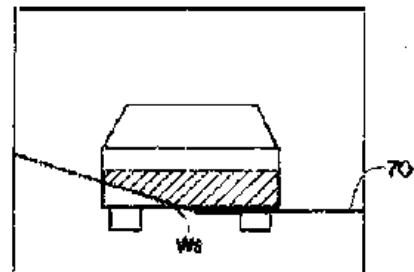
(57)【要約】

【目的】 先行車両にグレアを与えることを防止する。  
【構成】 車両前方を撮像して得た画像に基づいて先行車両を検出し、前記画像中の先行車両のテール部のテールランプを除いた領域をウインド領域 $W_0$ として設定する(選択図(A)参照)。次にウインド領域 $W_0$ 内の水平エッジ点を横方向に積分して積分値の最大値を検出し、カットライン70の位置が選択図(B)に示す位置にあるときの領域 $W_1$ 、内の明るさに対応する基準値Bと比較する。最大値が基準値Bよりも大きい(領域 $W_0$ 内が明るい)場合には、カットラインの位置が低下するようにヘッドランプ内に設けられた遮光カムを角度を制御し、最大値が基準値B以下(領域 $W_0$ 内が暗い)の場合には、カットラインの位置が上昇するように遮光カムの角度を制御する。これにより、カットラインの位置は選択図(B)に示す位置の近傍となるように制御される。

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 照射方向及び照射範囲の少なくとも一方が変更可能なヘッドランプと、  
車両前方の状況を撮像する撮像手段と、  
前記撮像手段から出力された車両前方の状況を表す画像信号に基づいて先行車両を検出し、画像中の前記先行車両のテール部に所定領域を設定する領域設定手段と、  
前記領域設定手段によって検出された前記所定領域の明るさを検出する明暗検出手段と、  
前記明暗検出手段によって検出された明るさが予め定められた所定範囲内となるようにヘッドランプの照射方向及び照射範囲の少なくとも一方を制御する制御手段と、  
を有する車両用前照灯装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は車両用前照灯装置に係り、特に、車両走行中に、車両の前方を照射するヘッドランプの配光を制御する車両前照灯装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】車両にはヘッドランプが車両前端部の右側及び左側に一対配設されており、夜間等のように前方の状況を視認することが困難な場合に点灯され、ドライバーの前方視認性を向上させるようになっている。このヘッドランプは、照射範囲がハイビームとロービームの2段階にのみ切替え可能となっている構成が一般的であり、先行車両や対向車両等の他車両が存在する場合には、他車両のドライバーを眩惑させる不快なグレアを与えないようにロービームが選択されることが多い。しかしながら、例えば先行車両との車間距離が長い等の場合には、ロービームではドライバーがヘッドランプの照射範囲外である暗部を継続して目視し、ハイビームでは先行車両等にグレアを与える等のように、常に前方の適切な範囲を照射することは困難であるという問題があった。

【0003】このため、ヘッドランプの内部に照射光を遮光するための遮光板を設け、他車両にグレアを与えることなくかつ充分な照射範囲が得られるように前記遮光板を移動させて、照射領域と未照射領域の境界（以下、この境界をカットラインという）の位置を制御することが提案されている。また、他車両にグレアを与えないようにカットラインの位置を制御する技術として、車両前方の状況をCCDカメラ等で撮像し、CCDカメラから出力される画像信号に基づいて先行車両を認識して先行車両との車間距離を検出し、車間距離に応じてヘッドランプの配光を制御することが提案されている（特開昭62-131837号公報参照）。

【0004】また、前記画像信号に基づいて先行車両のテール部に映るカットラインの位置を検出し、先行車両にグレアを与える照射範囲に対応する位置までカットラインが移動しないように制御することも提案されてい

る。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の車間距離に基づくカットラインの制御では、ヘッドライトの取付位置のずれ等により、目標とするカットライン位置に対して実際のカットラインの位置が異なっていたり、車両の傾きや路面の勾配等によって先行車両との相対位置が変化することにより車間距離と適切なカットラインの位置との関係が変化し、先行車両にグレアを与えたり、照射範囲が不足することがある。

【0006】また、前述の先行車両のテール部に映るカットラインを検出しての配光制御についても、例えば、先行車両のバンパの表面に凹凸や模様がある等の場合には、カットラインを検出することができなかったり、例えばバンパ上に明部と暗部とが交互に縞状に生じる等によってカットラインの位置を特定できない等の状況が生じ、カットラインの位置を適切に制御することができず、先行車両にグレアを与えたり、照射範囲が不足する等の不都合が生ずることがある。

【0007】本発明は上記事実を考慮して成されたもので、先行車両にグレアを与えることを防止することができ、車両用前照灯装置を得ることが目的である。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明に係る車両用前照灯装置は、照射方向及び照射範囲の少なくとも一方が変更可能なヘッドランプと、車両前方の状況を撮像する撮像手段と、前記撮像手段から出力された車両前方の状況を表す画像信号に基づいて先行車両を検出し、画像中の前記先行車両のテール部に所定領域を設定する領域設定手段と、前記領域設定手段によって検出された前記所定領域の明るさを検出する明暗検出手段と、前記明暗検出手段によって検出された明るさが予め定められた所定範囲内となるようにヘッドランプの照射方向及び照射範囲の少なくとも一方を制御する制御手段と、を有している。

## 【0009】

【作用】本発明では、車両前方の状況を撮像手段によって撮像し、撮像手段から出力された車両前方の状況を表す画像信号に基づいて先行車両を検出して画像中の前記先行車両のテール部に所定領域を設定し、前記所定領域の明るさを検出する。この所定領域の明るさは、ヘッドランプの上方側への配光量が大きくなるに従って明るくなり、ヘッドランプの上方側への配光量が小さくなるに従って暗くなる。このため、制御手段は、明暗検出手段によって検出された所定領域の明るさが所定範囲内となるようにヘッドランプの照射方向及び照射範囲の少なくとも一方を制御する。

【0010】従って、前記所定範囲を、先行車両にグレアを与えることなくかつ前方が充分に照射されるように照射方向または照射範囲を調整したときの、前記所定領

域の明るさに対応するように定めれば、車間距離が変化したり、ヘッドランプの取付位置がずれていたり、車両の傾きや路面の勾配等によって先行車両との相対位置が変化したり、等の状況であっても、先行車両にグレアを与えることを防止することができ、かつ照射範囲の不足が生ずることもない。また、先行車両のバンパの表面に凹凸や模様がある等により、例えば先行車両のバンパ上に明部と暗部とが交互に縞状に生じている等の場合にも、前記所定領域の明るさはヘッドランプの上方側への配光量に応じて変化するので、ヘッドランプの配光を適切に制御できる。

#### 【0011】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。図1に示すように、車両10のフロントボデー10Aの上面部には、エンジンフード12が配置されており、フロントボデー10Aの前端部には車両幅方向の一旦から他端に亘ってフロントバンパ16が固定されている。このフロントバンパ16とエンジンフード12の前縁部との間には、車両幅方向両端部に一對のヘッドランプ18、20が配設されている。

【0012】エンジンフード12の後端部付近には、ウインドシールドガラス14が設けられており、車両10内部のウインドシールドガラス14の上方側に対応する部位の近傍にはルームミラー15が設けられている。ルームミラー15の近傍には車両前方の状況を撮像するためのTVカメラ22が配置されている。TVカメラ22は画像処理装置48(図4参照)に接続されている。本実施例ではTVカメラ22として、単に光量のみを検出するCCD素子を備え白黒画像を表す画像信号を出力するTVカメラを用いている。

【0013】なお、TVカメラ22の配設位置は、車両前方の道路形状を正確に認識でき、かつドライバーの目視感覚により合致するように、ドライバーの視点位置(所謂アイポイント)になるべく近い位置に配置されることが好ましい。また、本実施例における道路形状には、進行路の形状、例えばセンターラインや縁石等によって形成される1車線に対応する道路形状が含まれる。

【0014】また、車両10には図示しないスピードメータが配設されており、この図示しないスピードメータのケーブルには、車両10の車速Vを検知する車速センサ66(図4参照)が取付けられている。この車速センサ66は画像処理装置48に接続されており、車速Vの検出結果を出力する。

【0015】図2及び図3に示すように、ヘッドランプ18はプロジェクタタイプのヘッドランプで、凸レンズ30、バルブ32及びランプハウス34を備えている。ランプハウス34は車両10の図示しないフレームに略水平に固定されており、ランプハウス34の一方の開口には、凸レンズ30が固定され、他方の開口には、凸レンズ30の光軸L(凸レンズ30の中心軸)上に発光点

が位置するようにソケット36を介してバルブ32が固定されている。

【0016】ランプハウス34内部のバルブ側には、楕円反射面のリフレクタ38が形成されており、バルブ38から射出された光がリフレクタ38により反射され凸レンズ30及びバルブ32の間に集光される。この集光点の近傍にはアクチュエータ40が配設されている。アクチュエータ40は、ランプハウス34内に車両幅方向に沿うように固定された回転軸44に回転可能に軸支された遮光カム40Aを備えており、この遮光カム40Aには歯車40Bが固着されている。歯車40Bには、モータ40Dの駆動軸に固着された歯車40Cが噛合している。モータ40Dは制御装置50のドライバ64に接続されている。

【0017】リフレクタ38で反射集光されたバルブ32の光は、アクチュエータ40の遮光カム40Aによって遮光され、それ以外の光が凸レンズ30から射出される。遮光カム40Aは、回転軸44から外周までの距離が円周方向に沿って連続的に変化するカム形状をしており、制御装置50からの信号に応じてモータ40Dが駆動されることによって回転される。この遮光カム40Aの回転に伴って、バルブ32の光が遮光と遮光された光とに分断される境界の位置が上下に変化する。この境界が車両10の前方の配光における明暗の境界であるカットライン(図18に示すカットライン70)として現れることになる。

【0018】図18に示すように、カットライン70の位置は、遮光カム40Aが回転されることにより最上位に対応する位置(図18にカットライン70として実線で示す位置、所謂ハイビーム以下の位置)から最下位に対応する位置(図18に想像線で示す位置、所謂ロービーム並みの位置)まで平行に移動する。また、ヘッドランプ20はヘッドランプ18と同様の構成であるため、詳細な説明は省略するが、図4に示すようにアクチュエータ41が取付けられている。アクチュエータ41は図示しない遮光カム41Aを備えており、遮光カム41Aの回転に伴ってカットラインの位置が移動される。

【0019】図4に示すように、制御装置50は、リードオンリメモリ(ROM)52、ランダムアクセスメモリ(RAM)54、中央処理装置(CPU)56、入力ポート58、出力ポート60及びこれらを接続するデータバスやコントロールバス等のバス62を含んで構成されている。なお、このROM52には、後述するマップ及び制御プログラムが記憶されている。

【0020】入力ポート58には車速センサ66及び画像処理装置48が接続されている。この画像処理装置48は、後述するようにTVカメラ22及び制御装置50から入力される信号に基づいて、TVカメラ22で撮像されたイメージを画像処理する。出力ポート60は、ドライバ64を介してヘッドランプ18のアクチュエータ

40及びヘッドランプ20のアクチュエータ41に接続されている。また、出力ポート60は、画像処理装置48にも接続されている。

【0021】次に、図5～図7のフローチャートを参照して本実施例の作用を説明する。ドライバーが車両10の図示しないライトスイッチをオンし、ヘッドランプ18、20を点灯させると、所定時間毎に図5に示す制御メインルーチンが実行される。この制御メインルーチンのステップ200では先行車両認識処理が実行され、自車両に先行して走行している先行車両が認識される。この先行車両認識処理について図6のフローチャートを参照して説明する。

【0022】図8(A)には、車両10が道路122を走行している際にTVカメラ22によって撮像された、ドライバーによって視認される画像と略一致したイメージの一例(イメージ120)を示す。この道路122は、車両10が走行する車線の両側に白線124を備えている。なお、上記イメージ上の各画素は、イメージ上に設定された各々直交するX軸とY軸とによって定まる座標系の座標(X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>)によって位置が特定される。以下では、このイメージに基づいて先行車両の認識が行われる。

【0023】ステップ400では、図9に示すようにイメージ上の所定の幅γを有する領域を白線検出ウインド領域W<sub>0</sub>として設定する。本実施例では、車両10の夜間走行時に車両10の前方の略40～50mまでの画像しか検出できないことを考慮し、車両10の前方60mを越える位置の白線の検出を行わない。また、画像中の下方の領域は先行車両が存在する確度が低い。このため、白線検出ウインド領域W<sub>0</sub>を、車両10の前方60mまでを検出できるように、所定の水平線140以上の領域及び下限線130より下方の領域を除去した白線検出ウインド領域W<sub>0</sub>を設定する。

【0024】次のステップ402ではウインド領域W<sub>0</sub>内を明るさについて微分し、この微分値のピーク点(最大点)を白線候補点であるエッジ点として抽出する。すなわち、ウインド領域W<sub>0</sub>内を垂直方向(図9矢印A方向)に、水平方向の各画素について最下位置の画素から最上位置の画素までの明るさについて微分し、明るさの変動が大きな微分値のピーク点をエッジ点として抽出する。これにより、例として図9のウインド領域W<sub>0</sub>内に示す路線132のように連続するエッジ点が抽出される。

【0025】ステップ404では直線近似処理を行う。この処理は、白線候補点抽出処理で抽出されたエッジ点をハブ(Hough)変換を用いて直線近似し、白線と推定される線に沿った近似直線142、144を求める。次のステップ405では、求めた近似直線の交点P<sub>0</sub>(X座標値=X<sub>0</sub>)を求め、求めた交点P<sub>0</sub>と基準とする予め定めた直線路の場合の近似直線の交点P<sub>1</sub>(X座標値

=X<sub>1</sub>)との水平方向の変位量A(A=X<sub>1</sub>-X<sub>0</sub>)を求める。この変位量Aは、道路122のカーブの度合いに対応している。

【0026】次のステップ406では、変位量AがA<sub>1</sub>≥A≥A<sub>2</sub>の範囲内か否かを判定することにより道路122が略直線路か否かを判定する。この判定基準値A<sub>1</sub>は、直線路と右カーブ路との境界を表す基準値であり、判定基準値A<sub>2</sub>は、直線路と左カーブ路との境界を表す基準値である。ステップ406で直線路と判定された場合には、ステップ408で自車両10の車速Vを読み取る。

【0027】次のステップ410では、読み取った車速Vに応じて先行車両を認識する車両認識領域W<sub>1</sub>を設定するにあたり、近似直線の位置を補正する補正幅α<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>を決定する。高速走行時は車両が旋回可能な道路の曲率半径が大きいため、略直線の道路を走行していると見なせるが、低速走行時は旋回可能な曲率半径が小さいため、車両の直前方が略直線に近い道路であっても遠方で道路の曲率半径が小さくなっている場合には、車両が車両認識領域W<sub>1</sub>から逸脱する可能性がある。このため、前記補正幅α<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>は図12に示すようなマップを用い、速度Vが低くなるに従って値が大きくなるように定める。

【0028】次のステップ412では、下限線130、補正幅α<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>で位置が補正された近似直線142、144で囲まれた領域を、先行車両を認識処理するための車両認識領域W<sub>1</sub>として決定する(図10参照)。なお、この車両認識領域W<sub>1</sub>についても、車速Vの変化に応じた前記補正幅α<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>の変更に伴って、低速走行となるに従って面積が大きくなる(図11参照)。

【0029】一方、ステップ406の判定が否定されると、ステップ414において、A>A<sub>1</sub>か否かを判定することによって、道路が右カーブ路か左カーブ路かを判定する。判定が肯定された場合には道路は右カーブ路と判断され、ステップ416で車両10の車速Vを読み取って、図12に示すマップを用い、読み取った車速Vに応じた補正幅α<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>に対する補正値α<sub>1</sub>'、α<sub>2</sub>'をステップ418で決定する。次のステップ420では、カーブの度合いを表す変位量Aに応じて左右の近似直線の補正幅α<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>を決定するためのゲインGL、GRを図13及び図14に示すマップを用いて決定し、ステップ422では決定された補正値α<sub>1</sub>'、α<sub>2</sub>'及びゲインGL、GRに基づいて最終的なウインド領域の左右の補正幅α<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>を決定する。

【0030】このとき道路はカーブ路であるため、左右は非対称となり、近似直線142、144は異なる傾きとなる。このため、左右の補正幅α<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>は独立した値に設定される。すなわち、道路が右カーブ路で曲率半径が小さい(変位量Aが大)ときは、先行車両が右側に存在する確度が高い。従って、右側のゲインGRを大き

10

20

30

40

50



くすることにより補正幅 $\alpha_n$ を大きくし(図13参照)かつ左側のゲイン $G_L$ を小さくすることにより補正幅 $\alpha_n$ を小さくする(図14参照)。また、道路が右カーブ路で曲率半径が大きい(変位置Aが小)ときは、右側のゲイン $G_R$ を小さくすることにより補正幅 $\alpha_n$ を小さくし、かつ左側のゲイン $G_L$ を大きくすることにより補正幅 $\alpha_n$ を大きくする。この補正幅の変化を、図15にイメージとして示す。

【0031】ステップ424では、決定された補正幅 $\alpha_n$ 、 $\alpha_n$ で位置が補正された近似直線142、144で囲まれた領域を、先行車両を認識処理するための車両認識領域 $W_n$ として決定する。

【0032】一方、ステップ414の判定が肯定された場合には道路が左カーブ路であると判断してステップ426へ移行し、車両10の車速 $V$ を読み取る。ステップ428では図12のマップを用いて、読み取った車速 $V$ に応じて左右の補正値 $\alpha_n$ 、 $\alpha_n$ を決定し、ステップ430で変位置Aに応じた左右のゲイン $G_L$ 、 $G_R$ を決定する。すなわち、道路が左カーブ路で曲率半径が小さい(変位置Aが大)ときは先行車両が左側に存在する確度が高いため、図16に示すマップにより右側のゲイン $G_R$ を小さくすることによって補正幅 $\alpha_n$ を小さくし、かつ図17に示すマップにより左側のゲイン $G_L$ を大きくすることによって補正幅 $\alpha_n$ を大きくする。

【0033】次のステップ432では、決定された補正値 $\alpha_n$ 、 $\alpha_n$ 及びゲイン $G_L$ 、 $G_R$ に基づいて最終的なウインド領域の左右の補正幅 $\alpha_n$ 、 $\alpha_n$ を決定し、ステップ434では決定された左右の補正幅 $\alpha_n$ 、 $\alpha_n$ で位置が補正された近似直線142、144で囲まれた領域を、先行車両を認識処理するための車両認識領域 $W_n$ として決定する。

【0034】上記のようにして車両認識領域 $W_n$ が決定されるとステップ436へ移行し、先行車両の認識処理として、車両認識領域 $W_n$ 内における水平エッジ検出処理を行う。この水平エッジ検出処理は、まずステップ402のエッジ検出処理と同様に、水平エッジ点を検出することを車両認識領域 $W_n$ 内において行う。次に、検出された水平エッジ点を横方向に積分し、積分値が所定値を越える位置のピーク点 $E_n$ を検出する(図8(B)参照)。この水平エッジは先行車両が存在する場合に現れる可能性が高い。

【0035】次のステップ438では先行車両の位置座標を演算する。まず垂直エッジ検出処理を行う。水平エッジ点の積分値のピーク点 $E_n$ が複数あるとき、画像上で下方に位置するピーク点 $E_n$ から順に、ピーク点 $E_n$ に含まれる水平エッジ点の両端を各々含むように垂直線を検出するためのウインド領域 $W_n$ 、 $W_n$ を設定する(図8(C)参照)。このウインド領域 $W_n$ 、 $W_n$ 内において垂直エッジを検出し、垂直線138R、138Lが安定して検出された場合にウインド領域 $W_n$ 、 $W_n$ で

挟まれた領域に先行車両が存在すると判定する。

【0036】次に、ウインド領域 $W_n$ 、 $W_n$ 内の各々で検出された垂直線138R、138Lの横方向の間隔を求めることによって車幅を求め、車両の中心の座標として車幅中央の座標を求め、さらに車間距離 $L_{en}$ を演算する。以上により先行車両認識処理を終了し、図5のフローチャートのステップ202へ移行する。

【0037】次のステップ202では、上述の先行車両認識処理によって先行車両が検出されたか否かが判定する。ステップ202の判定が否定された場合にはステップ204へ移行し、中止モードの解除を行う。この中止モードは、後述するように、明度に基づくカム角度制御処理を行うことが不可能な状態である場合にセットされる。次のステップ206では、先行車両との車間距離 $L_{en}$ に応じた遮光カム40A、41Aの角度の制御を行う。この制御は、例として図21に示すようなマップを用いてアクチュエータ40、41に対するゲインを求め、このゲインに応じてアクチュエータ40、41を駆動することにより行われる。これにより、先行車両との車間距離が大きくなるに従って、カットラインの位置が上方へ移動するように制御される。なお、このときは先行車両が存在しないので、無条件に遮光カムの角度をハイビームに対応する所定角度まで回動させる。

【0038】一方、ステップ202の判定が肯定された場合にはステップ208へ移行し、先行車両認識処理によって検出された先行車両との車間距離が、予め定められた所定距離A(例えば100m)以下であるか否かが判定する。ステップ208の判定が肯定された場合には、ステップ210で、検出された先行車両が初めて検出された先行車両であるか否かが判定する。ステップ210の判定も肯定された場合にはステップ214で明度に基づくカム角度制御処理を行う。

【0039】この処理の詳細について、図7のフローチャートを参照して説明すると、ステップ230では、先行車両のテール部に対応する画像中の所定領域をウインド領域 $W_n$ として設定する。この所定領域は、例えば先行車両認識処理において検出された一対の垂直エッジ138L、138Rを、下端部を水平線150Aで結び、先行車両のテールランプ152の下端部に対応する高さを水平線150Bで結んだときに、この水平線150A、150B及び垂直エッジ138L、138Rで囲まれた領域とすることができる(図19(A)参照)。

【0040】ステップ232では、先行車両との車間距離 $L_{en}$ に応じてウインド領域 $W_n$ の明るさの基準値Bを設定する。これは、先行車両に映るカットラインの位置が同じであっても、先行車両との車間距離 $L_{en}$ によってウインド領域 $W_n$ 内の明るさが変化するためである。また、ウインド領域 $W_n$ 内の明るさは、先行車両の塗装の色によっても変化する。このため基準値Bは、先行車両の塗装の色が反射光量の大きな白、または白に近い色の

場合に、車間距離 $L_n$ でかつヘッドランプのカットラインの位置がウインド領域 $W$ 、内の所定の高さ位置にあるとき(例として図19(B)に示す位置)の、ウインド領域 $W$ 、内の明るさに一致するように設定される。

【0041】ステップ234では、ウインド領域 $W$ 、内に存在する水平エッジ点を横方向に積分し、積分値の最大値(図8(B)のピーク点E、に相当)を検出する。この積分値の最大値はウインド領域 $W$ 、内の明るさを表しており、カットラインの位置が上昇するに従って、すなわちヘッドランプの上方側への配光量が大きくなるに従って値が大きくなり、カットラインの位置が下降するに従って、すなわちヘッドランプの上方側への配光量が小さくなるに従って値が小さくなる。

【0042】ステップ236では積分値の最大値が基準値 $B$ よりも大きいかが否か判定する。ステップ236の判定が肯定された場合は、カットラインの位置がウインド領域 $W$ 、上下方向中央部付近よりも高い位置にあると判断できる。このため、ステップ236の判定が肯定された場合にはステップ238へ移行し、ウインド領域 $W$ 、内の明るさが基準値 $B$ よりも大きい状態を表す明モードをセットする。

【0043】次のステップ238では前回までは暗モードがセットされていたかが否か判定する。なお、暗モードは前記ステップ236の判定が否定された場合にセットされる。ステップ240の判定が肯定された場合は、ステップ242で明モード回数として「1」をセットする。次のステップ244では、遮光カムの角度の設定値 $D E G$ として、前回の $D E G$ の値に所定角度 $\alpha$ を加えた値を設定する。なお、本実施例では遮光カムの角度が大きくなるに従ってカットライン70の位置が低くされる。ステップ246では、遮光カムの角度が設定値 $D E G$ に一致するようにアクチュエータ40、41を制御する。これにより遮光カム40A、41Aが所定角度 $\alpha$ だけ回動され、カットライン70の位置が角度 $\alpha$ に応じた移動量だけ下方へ移動される。

【0044】また、次に本ルーチンが実行された際にも前記ステップ236の判定が肯定された場合には、前回は明モードがセットされていたのでステップ240の判定が否定され、ステップ248で明モード回数をカウントアップし、ステップ250で明モード回数が所定値 $C$ 以上となったかが否か判定する。ステップ250の判定が肯定されるとステップ244へ移行し、前記と同様に遮光カムの角度の設定値 $D E G$ に所定角度 $\alpha$ が加算され、遮光カムの角度が設定値 $D E G$ に一致するようにアクチュエータ40、41が制御される。このように、明モードがセットされている間は、遮光カム40A、41Aの角度が所定角度 $\alpha$ ずつ大きくされ、カットライン70の位置が徐々に低くされる。

【0045】また、カットライン70の位置が低くなりウインド領域 $W$ 、内の明るさが低下するとステップ23

6の判定が否定され、ステップ256でウインド領域 $W$ 、内の明るさが基準値 $B$ 以下である状態を表す暗モードがセットされる。次のステップ258では前回は明モードがセットされていたかが否か判定する。ステップ258の判定が肯定された場合には、ステップ260で暗モード回数として「1」をセットし、次のステップ262は遮光カムの角度の設定値から所定角度 $\alpha$ を減じ、ステップ246へ移行する。従って、このときは遮光カム40A、41Aの角度が所定角度 $\alpha$ だけ小さくされ、カットライン70の位置が所定角度 $\alpha$ に対応する移動量だけ上方へ移動される。

【0046】また、次に本ルーチンが実行された際にも前記ステップ236の判定が否定された場合には、前回は暗モードがセットされていたのでステップ258の判定が否定され、ステップ264で暗モード回数をカウントアップし、ステップ266で暗モード回数が所定値 $C$ 以上となったかが否か判定する。ステップ266の判定が肯定されるとステップ262へ移行し、前記と同様に遮光カムの角度の設定値 $D E G$ から所定角度 $\alpha$ が減算され、遮光カム40A、41Aの角度が設定値 $D E G$ に一致するように制御される。このように、暗モードがセットされている間は、遮光カム40A、41Aの角度が所定角度 $\alpha$ ずつ小さくされ、カットライン70の位置が徐々に高くされる。

【0047】上記処理により、図20にも示すように、ウインド領域 $W$ 、内が明るいと判定されている間はウインド領域 $W$ 、内の明るさが大きいと判断してカットラインの位置を徐々に低下させる。これに伴ってウインド領域 $W$ 、内の明るさも徐々に小さくなる。また、ウインド領域 $W$ 、内が暗いと判定されている間はウインド領域 $W$ 、内の明るさが小さいと判断してカットラインの位置を徐々に上昇させる。これに伴ってウインド領域 $W$ 、内の明るさも徐々に大きくされる。このように、通常の場合にはウインド領域 $W$ 、内の明るさが基準値 $B$ に一致するように、すなわちカットラインの位置が、図19(B)に示す位置を中心とする所定範囲内に維持されるように、遮光カム40A、41Aの角度が変更される。従って、先行車両にグレアを与えることが防止される。

【0048】一方、明モードとなってから徐々にカットラインを低下させることを所定回繰り返しても、ウインド領域 $W$ 、内が明モードに対応する明るさである場合には、何らかの理由、例えば先行車両のバンパの表面に凹凸がありカットラインの位置を上下させてもバンパ表面における乱反射によってウインド領域 $W$ 、内の明るさが変化しない、または先行車両の塗装の色が暗くカットラインの位置を上下させてもウインド領域 $W$ 、内の明るさが殆ど変化しない、等の理由により、制御が不可能な状態であると判断できる。この場合には明モード回数が所定値 $C$ 以上となってステップ250の判定が肯定され、ステップ252で中止モードをセットする。次のステ

ブ254では、図5のフローチャートのステップ206と同様に、先行車両との車間距離に基づき遮光カムの角度制御処理を行う。

【0049】また、暗モードとなつてから徐々にカットラインを上昇させることを所定回繰り返しても、ウインド領域W<sub>1</sub>内が暗モードに対応する明度である場合も、前記と同様に制御が不可能な状態である。この場合にも暗モード回数が所定回C以上となつてステップ266の判定が肯定され、ステップ268で中止モードをセットし、ステップ270で前記と同様に先行車両との車間距離に基づき遮光カムの角度制御処理を行う。

【0050】なお、図5のフローチャートにおいて、先行車両が検出されて初めての制御周期ではステップ210の判定が肯定され、無条件にステップ214の明度に基づくカム角度制御処理が行われるが、次の周期からはステップ212で中止モードがセットされているか否かを判定し、中止モードがセットされていない場合にステップ214の制御処理を行う。上述のように中止モードがセットされた場合にはステップ214の判定が肯定され、ステップ206の車間距離に応じた制御処理が行わ

れる。  
【0051】この中止モードは、先行車両が検出されなくなりステップ202の判定が否定されるか、または車間距離L<sub>en</sub>が所定距離Aよりも大きくなりステップ208の判定が否定された場合に、ステップ204で解除される。中止モードが解除され、次に新たに先行車両が検出された場合には、車間距離が所定距離A以下であればステップ214の制御処理が再度行われる。

【0052】このように上記では、ウインド領域W<sub>1</sub>内の明るさが基準値B付近の明るさを維持するように、すなわちカットラインの位置が図19(B)に示す位置を維持するように、遮光カムの角度を制御するので、先行車両にグレアを与えることが防止されると共に、ドライバーが照射範囲の不足を感ずることもない。

【0053】また、車間距離に応じてヘッドランプの配光を制御する場合は、先行車両との車間距離が一定であっても道路の勾配、車両の傾き等により先行車両との相対的な位置及び方向が変化した場合にグレアを与える可能性があり、勾配や傾き等に応じて照射範囲（または照射方向）を補正する必要が生ずるが、本実施例では、先行車両のテール部に対応するウインド領域W<sub>1</sub>内の明るさに基づいてカットラインの位置（照射範囲）を制御するので、前記補正を行う必要はない。

【0054】なお、上記実施例では、遮光カムによって車両前方の配光を制御するようにしたが、遮光板やシャッターによってヘッドランプの光を遮光するようにしてもよい。また、ヘッドランプの光を遮光することにより配光を制御しているが、ヘッドランプの射出光軸を偏向するようにしてもよい。

【0055】また、上記ではプロジェクタタイプのヘッ

ドランプに適用した例を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば通常のヘッドランプであっても所定領域内の明るさを検出した結果に基づいて照射方向を車両上下方向に沿って変更することにより、先行車両にグレアを与えることなく、かつ照射範囲の不足が生ずることを防止できる、という効果を得られる。

【0056】さらに、上記ではウインド領域W<sub>1</sub>内の明るさを、ウインド領域W<sub>1</sub>内に存在する水平エッジ点を横方向に積分して得られる積分値の最大値によって評価するようにしていたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばウインド領域W<sub>1</sub>の全体的な明るさに基づいて評価するようにしてもよい。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、車両前方の状況を表す画像中の先行車両のテール部に所定領域を設定し、前記所定領域の明るさを検出し、検出された明るさが予め定められた所定範囲内となるようにヘッドランプの照射方向及び照射範囲の少なくとも一方を制御するようにしたので、先行車両にグレアを与えることを防止することができる、という優れた効果を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例に利用した車両前部を示す車両斜め前方から見た斜視図である。

【図2】本発明が適用可能なヘッドランプの概略構成を示す斜視図である。

【図3】図2のIII-III線に沿った断面図である。

【図4】制御装置の概略構成を示すブロック図である。

【図5】本実施例の制御メインルーチンを説明するフローチャートである。

【図6】先行車両認識処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図7】明度に基づくカム角度制御処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図8】(A)は日中にTVカメラにより撮像される画像のイメージ図、(B)は水平エッジ点積分処理を説明するための概念図、(C)は垂直エッジ検出処理を説明するための概念図である。

【図9】白線認識時のウインド領域を示す線図である。

【図10】車両認識領域を示す線図である。

【図11】車速に応じて車両認識領域を変動させることを説明するためのイメージ図である。

【図12】車速と近似直線の補正幅との関係を示す線図である。

【図13】右カーブ路の度合と右側の近似直線の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図14】右カーブ路の度合と左側の近似直線の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図15】異なる曲率のカーブ路に対するウインド領域及び補正幅を示すイメージ図である。

【図16】左カーブ路の度合と右側の近似直線の補正幅

を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図17】左カーブ路の度合と左側の近衛直線の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図18】アクチュエータにより変位するカットラインを説明するためのイメージ図である。

【図19】(A)は先行車両のテール部に設定するウインド領域W<sub>1</sub>を示すイメージ図、(B)はウインド領域W<sub>2</sub>の明るさが基準値であるときのカットラインの位置を示すイメージ図である。

【図20】ウインド領域W<sub>1</sub>内の明るさの判定結果と、この判定結果に基づくカットラインの位置を制御した結果とを示す線図である。

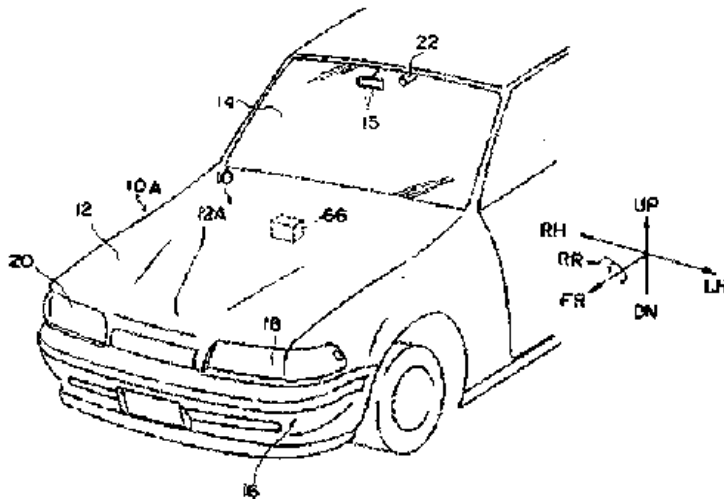
\*

\*【図21】直間距離とアクチュエータの透光カムの同動角を決定するためのゲインとの関係を示す線図である。

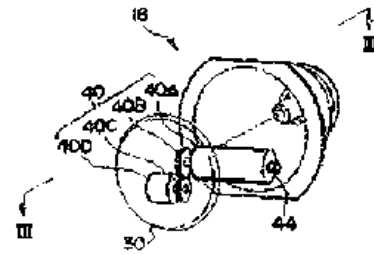
【符号の説明】

- 18 ヘッドランプ
- 20 ヘッドランプ
- 22 TVカメラ
- 40 アクチュエータ
- 48 画像処理装置
- 50 制御装置
- 70 カットライン
- 100 先行車両検出装置

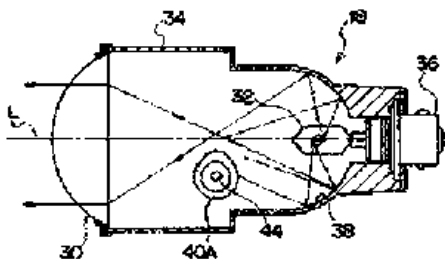
【図1】



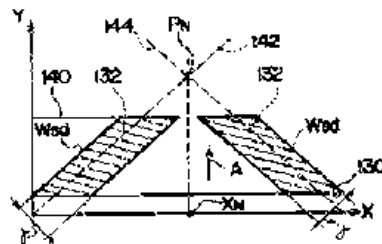
【図2】



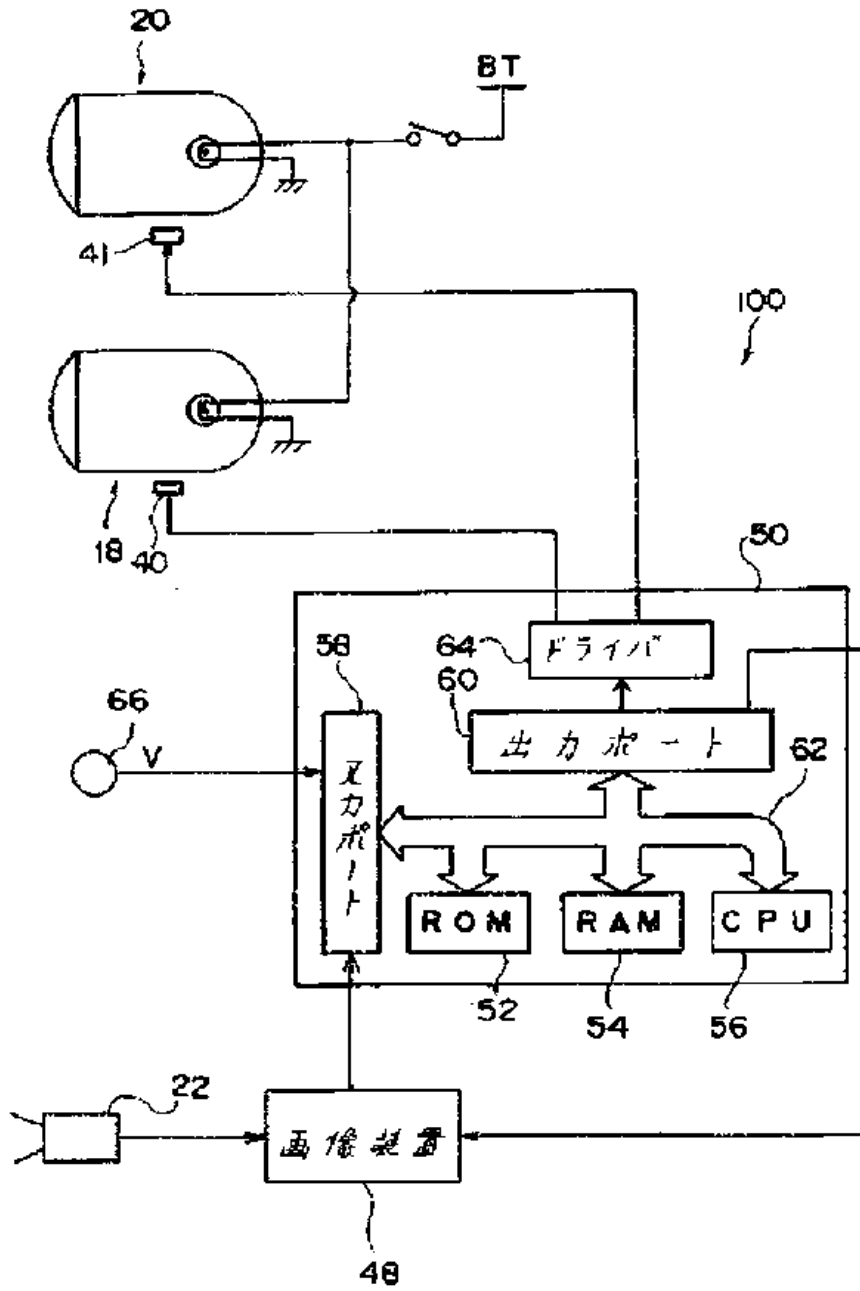
【図3】



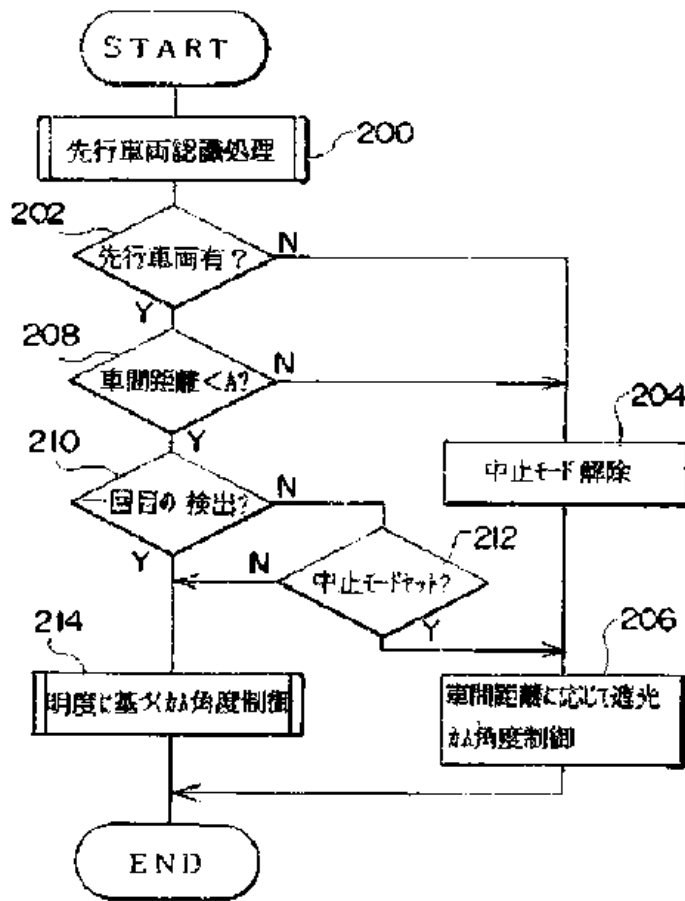
【図9】



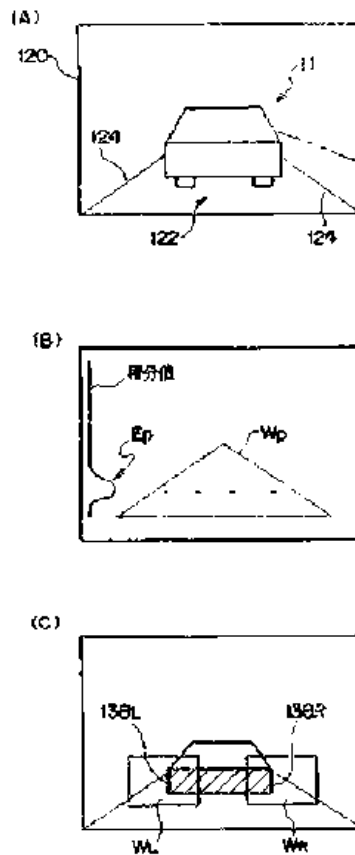
[図4]



【図5】

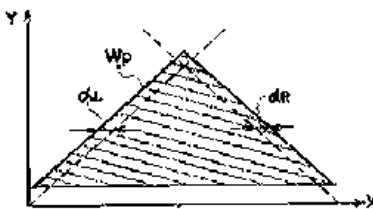


【図8】

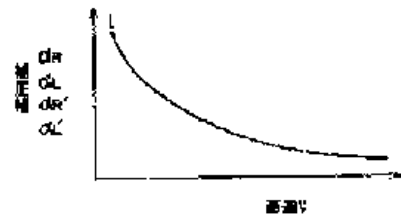


【図12】

【図10】

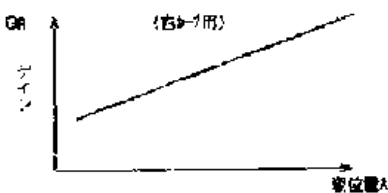


【図11】

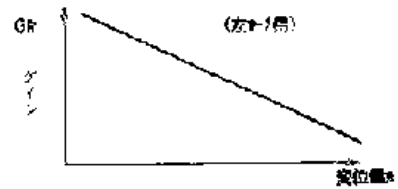
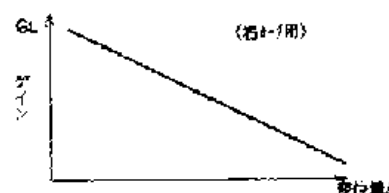


【図16】

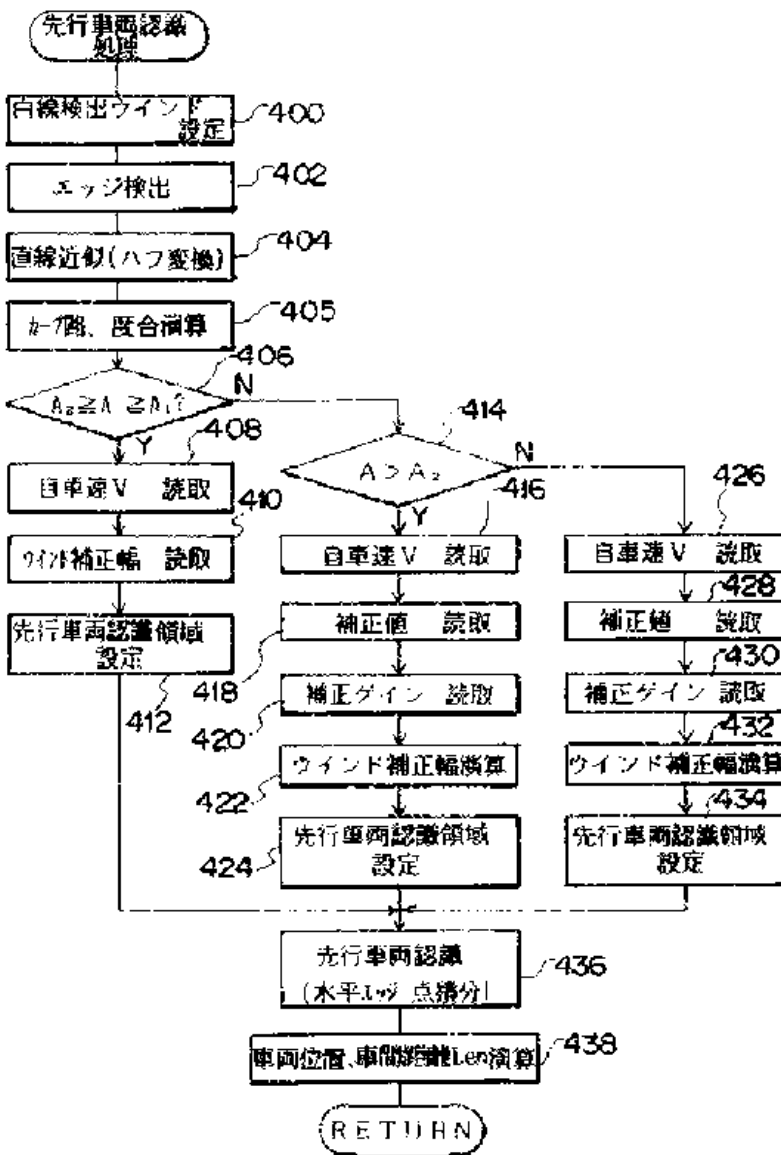
【図13】



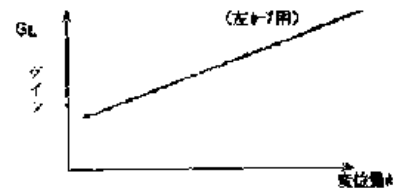
【図14】



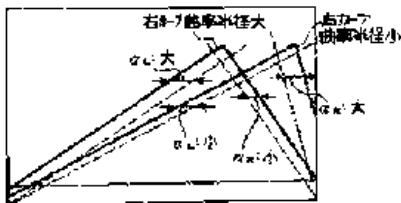
【図6】



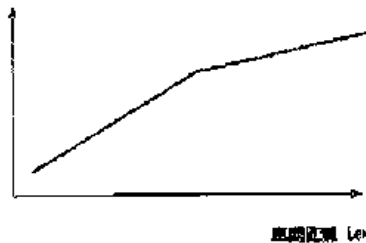
【図17】



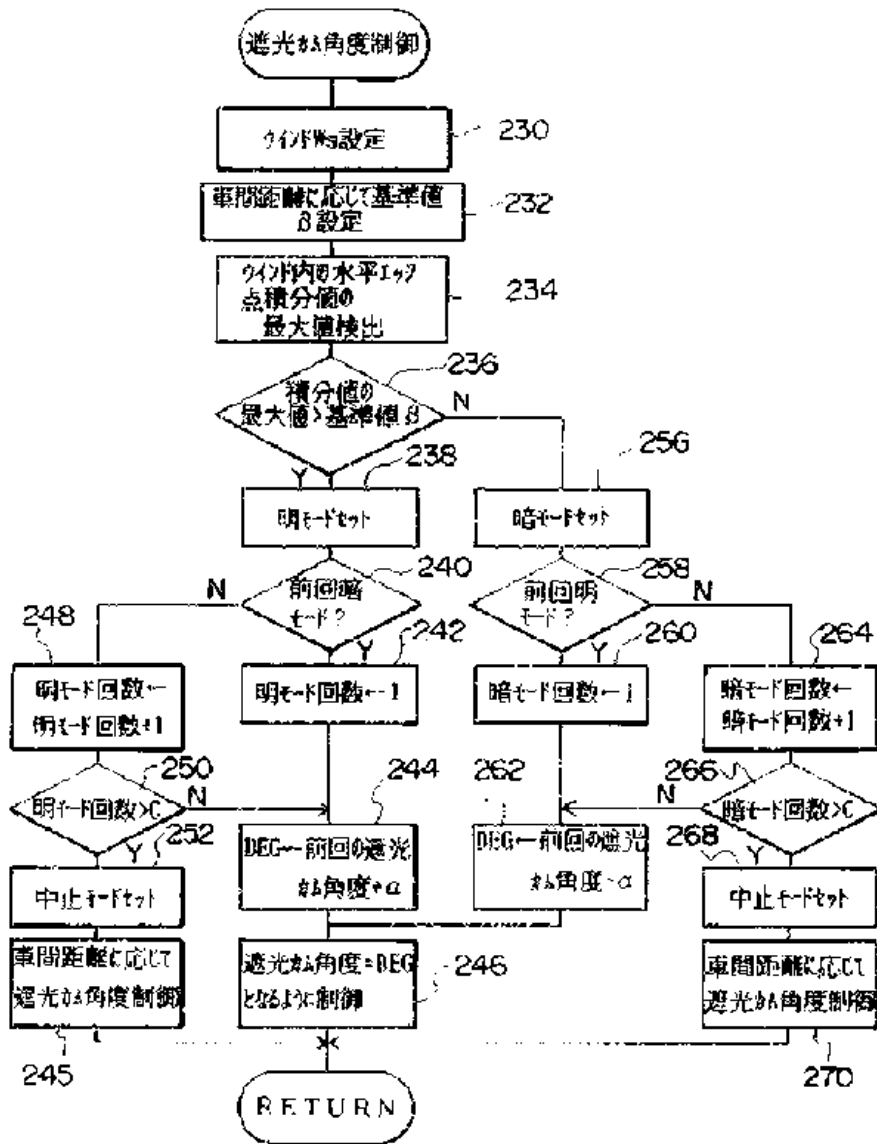
【図15】



【図21】

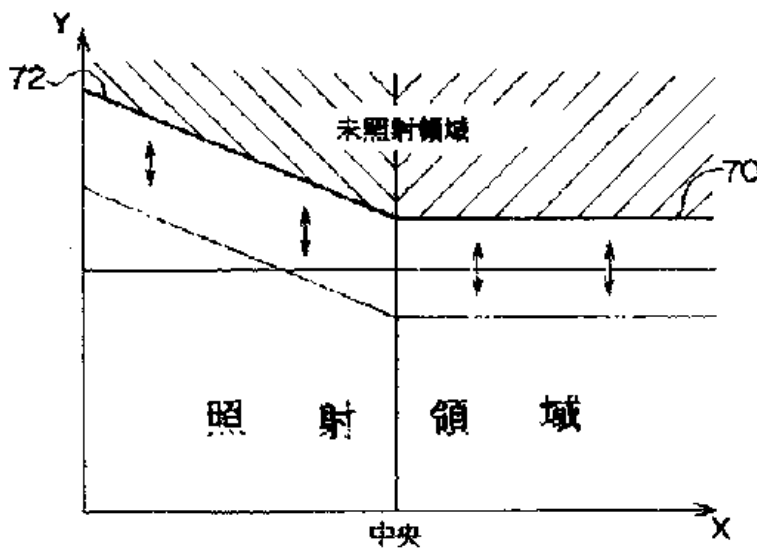


【図7】





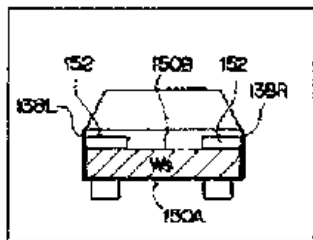
【図18】



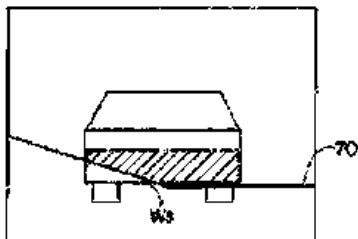
70 カットライン

【図19】

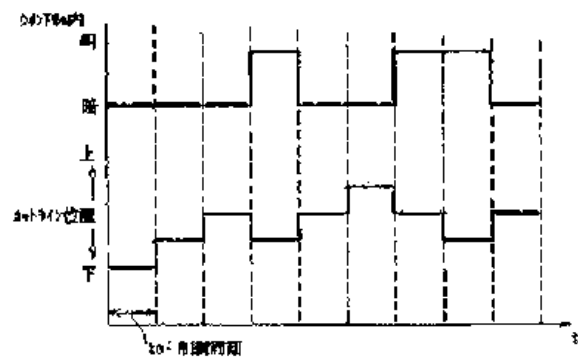
(A)



(B)



【図20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>3</sup>  
H05B 37/02

識別記号 序内整理番号  
D 8715-3K

F I

技術表示箇所

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **06-274626**

(43)Date of publication of application : **30.09.1994**

(51)Int.Cl. **G06F 15/70**

**G08G 1/16**

**H04N 7/18**

(21)Application number : **05-060252**

(71)Applicant : **TOYOTA MOTOR CORP**

(22)Date of filing : **19.03.1993**

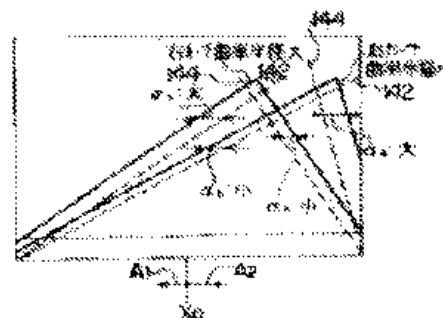
(72)Inventor : **MIZUKOSHI MASASHI**

## (54) TRAVELLING VEHICLE DETECTING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To easily detect a preceding vehicle or an oppositely running vehicle at the time of image processing to recognize the vehicle existent in the front of a present vehicle.

**CONSTITUTION:** White lines 142 and 144 of a road are calculated from an image photographed by a TV camera, and an area surrounded by these white lines 142 and 144 and a horizontal line is set to a vehicle recognizing area. At such a time, corrected widths  $\alpha R$  and  $\alpha L$  are decided to the white lines 142 and 144 corresponding to the curve degree of the road and car speed, and a preceding vehicle recognizing area  $W_p$  is set by the decided corrected widths  $\alpha R$  and  $\alpha L$ . Therefore, the area with high certainty including the preceding area can be set as the preceding vehicle recognizing area  $W_p$  regardless of the level of car speed or road curving, and the preceding vehicle can be easily recognized as well.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-274626

(43)公開日 平成6年(1994)9月30日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/70	4 J 0	8837-5L		
G 0 8 G 1/16		C 2105-3H		
		D 2105-3H		
H 0 4 N 7/18		J		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平5-60252

(22)出願日 平成5年(1993)3月19日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 水越 雅司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

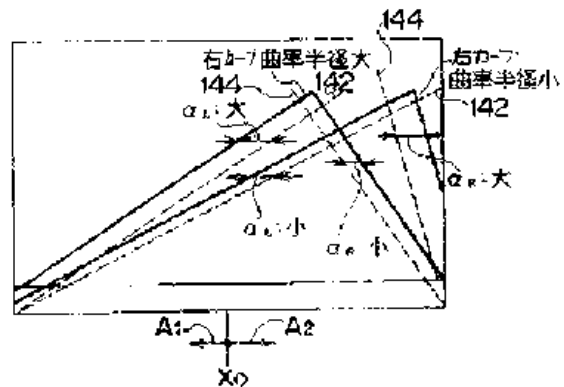
(74)代理人 弁理士 中島 淳 (外2名)

(54)【発明の名称】 走行車両検出装置

(57)【要約】

【目的】 自車両の前方に存在する車両を認識する画像処理時において、先行車両または対向車両を容易に検出する。

【構成】 TVカメラで撮影した画像から道路の白線142、144を求め、この白線142、144及び水平線130で囲まれた領域を車両認識領域に設定する。このとき、道路のカーブ路の度合い及び車速に応じて白線142、144に対する補正幅 $\alpha_n$ 、 $\alpha_s$ を定め、定めた補正幅 $\alpha_n$ 、 $\alpha_s$ により先行車両認識領域 $W_n$ を設定する。従って、車速や道路のカーブの大小に何わらず、先行車両を含む傾度の高い領域を先行車両認識領域 $W_n$ と設定でき、先行車両の認識も容易となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を検出する画像検出手段と、前記車両が走行する走行路の両側線の形状を表す線を検出する形状検出手段と、前記画像中に前記線に基づいて他車両を検出するための車両検出領域を設定する設定手段と、前記車両検出領域内の画像から他車両を検出する車両検出手段と、を備えた走行車両検出装置において、前記走行路の形状を表す線の交点の基準線からのずれ量、及び車速の少なくとも一方に基づいて他車両を検出するための車両検出領域に補正することを特徴とする走行車両検出装置。

【請求項2】 画像を検出する画像検出手段と、前記車両が走行する走行路の両側線の形状を表す線を検出する形状検出手段と、前記画像中に前記線に基づいて他車両を検出するための車両検出領域を設定する設定手段と、前記車両検出領域内の画像から他車両を検出する車両検出手段と、を備えた走行車両検出装置において、前記車両検出領域に、先行車両のみが存在すると想定される先行車両検出領域、対向車両のみが存在すると想定される対向車両検出領域及び先行車両と対向車両とが存在すると想定される車両検出重複領域を定めたことを特徴とする走行車両検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、走行車両検出装置にかかり、詳細には、車両の走行中に、自車両の前方を走行している先行車両や対向車両等の他車両を走行路の状態や自車両の走行状態に応じて検出する走行車両検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】従来、車両には、夜間等にドライバーの前方視認性を向上させるために、車両の略先端に配設されて予め定められた範囲を照射するためのヘッドランプが配設されている。

【0003】このヘッドランプには、ステアリング角による走行方向や車速等の車両の走行状態に応じて車両前方の照射方向及び照射範囲を変更するために、ヘッドランプに照射光を遮光するための遮光板を配設しこの遮光板の移動を制御することによって道路に光を照射したときの照射領域と未照射領域との境界部分（以下、カット

ラインという。）を制御するものもある。  
【0004】ところで、ヘッドランプのカットラインを制御すると、この制御したカットラインに内包される照射範囲に自車両の前方を同じ方向に走行している車両（以下、先行車両という。）が存在する場合には、先行車両のドライバーには、不快なグレアを与えることとなる。従って、ヘッドランプのカットラインを制御する場合には、先行車両にグレアを与えることなくカットラインを制御するために、先行車両の位置や方向の認識が必要になる。

【0005】この先行車両の認識方法として、先行車両のテールランプ（赤色）をカラーCCD等を備えた画像装置（カラーカメラ）で検出し、検出した画像を画像処理して先行車両の位置及び方向を特定する、走行車両の認識装置がある（特開昭62-121599号、特開昭62-131837号、特開昭63-78300号、公報参照）。

【0006】しかしながら、テールランプを検出するために、色を検出できる素子を用いることは、検出素子自体が非常に高価であるため、容易に利用することができない。また、色成分を含む画像の画像処理は、複雑かつ難解であるため、認識装置への負荷が多くなり、実用上は困難である。

【0007】そこで、単に光量のみを検出するCCD素子を有するカメラ（白黒カメラ）を利用して先行車両を検出することが考えられるが、画像として検出した道路上には、先行車両以外からの光をも検出するために明るいポイント（画素や画像領域）が大量に存在し、先行車両の識別は難しくなる。

【0008】また、先行車両の認識性を高める上で、道路に設けられた車線を特定するための白線を検出して、この白線内に存在する車両を先行車両と認識することができる。

【0009】しかしながら、夜間では、主にヘッドランプのみの光が照射されているため、画像として検出される白線は、検出画像内における自車両の前方40～50メートル程度の距離に対応する画像領域である。このため、この距離を越える距離に先行車両が存在するときには自車線上の車両と認識することは困難になる。ここで、高感度のカメラを使用し、画像の検出感度を増加させることが考えられるが、装置が非常に高価かつ大型となるため、容易に利用することができない。

【0010】また、先行車両からの光を検出できた場合であっても、夜間の場合、車両のテールランプ及び自車両のヘッドランプの照射で明るくされるバンパー付近しか見えないため、水平エッジは求まるが、垂直エッジ検出は殆ど不可能である。

【0011】また、白線検出では、通常、白線の不連続性を解消するために直線近似を行うため、カーブ等では、車両検出領域外に先行車両が存在することがある。このため、カーブ等ではヘッドランプを先行車両ヘグレアを生じさせるようなハイビーム側に制御する場合もある。

【0012】上記では、ヘッドランプによるグレアを先行車両に与えないために、先行車両の認識を画像で行うが、自車両の前方を逆方向に走行している車両（以下、対向車両という。）にグレアを与えないためにも、先行車両の認識と同様に対向車両の認識が必要となる。

【0013】この対向車両の認識には、自車両にフォトセンサ等の光量検出器を取り付けて対向車両のヘッドラ

ンプの光量を検出することにより、対向車両を検出しつつ認識するが、ヘッドランプのカットラインを制御する場合には、自車両からの光の反射光を検出することがあり、光量だけを検出して対向車両と認識することでは不十分であり、自車両と対向車両との車間距離の検出が必要である。

【0014】本発明は、上記事実を考慮して、自車両の前方に存在する車両を認識する画像処理時において、先行車両または対向車両を容易に検出できる走行車両検出装置を得ることが目的である。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1に記載の発明は、画像を検出する画像検出手段と、前記車両が走行する走行路の両側縁の形状を表す線を検出する形状検出手段と、前記画像中に前記線に基づいて他車両を検出するための車両検出領域を設定する設定手段と、前記車両検出領域内の画像から他車両を検出する車両検出手段と、を備えた走行車両検出装置において、前記走行路の形状を表す線の交点の基準線からのずれ量、及び車速の少なくとも一方に基づいて他車両を検出するための車両検出領域に補正することを特徴としている。

【0016】請求項2に記載の発明は、画像を検出する画像検出手段と、前記車両が走行する走行路の両側縁の形状を表す線を検出する形状検出手段と、前記画像中に前記線に基づいて他車両を検出するための車両検出領域を設定する設定手段と、前記車両検出領域内の画像から他車両を検出する車両検出手段と、を備えた走行車両検出装置において、前記車両検出領域に、先行車両のみが存在すると想定される先行車両検出領域、対向車両のみが存在すると想定される対向車両検出領域及び先行車両と対向車両とが混在すると想定される車両検出重複領域を定めたことを特徴としている。

【0017】

【作用】請求項1に記載した発明の走行車両検出装置は、画像を検出するための画像検出手段を備えており、画像検出手段は、白黒TVカメラ等のカメラを用いて自車両の前方の画像を撮影する。形状検出手段は、車両が走行する走行路の両側縁の形状を表す線を検出する。この両側縁の形状線検出には、走行レーンの白線や縁石等の連続によって検出できる。設定手段は、前記画像中に、形状検出手段によって検出された線に基づいて、他車両を検出するための車両検出領域を設定する。この走行路の形状を表す線の交点の基準線からのずれ量、及び車速の少なくとも一方に基づいて他車両を検出するための車両検出領域に補正する。すなわち、走行路の形状、すなわちカーブ路の場合や直線路の場合に先行車両や対向車両等の他の車両が存在すると想定される領域は変化

で、この車両検出領域には自車両以外の他の車両の存在確度が高い。カーブの度合いによって車両検出領域を補正することによって、この車両検出領域からは高い確度で他の車両を検出することができる。また、高速走行中の車両と低速走行中の車両とでは、他の車両が存在すると想定される領域に差異がある。すなわち、前記線に基づいて、設定した車両検出領域を外れた領域では、高速走行中の車両前方に存在すると想定される他の車両は離れた車間距離であると想定され、低速走行中の車両前方の走行路では、接近した車間距離に他の車両が存在する

10

【0018】また、請求項2に記載の発明では、前記に説明した車両検出領域に、先行車両のみが存在すると想定される先行車両検出領域、対向車両のみが存在すると想定される対向車両検出領域及び先行車両と対向車両とが混在すると想定される車両検出重複領域を定めている。車両が走行する走行路の両側縁に挟まれた領域は、この車両が走行する走行路に相当し、この領域内には先行車両が存在する確度が高い。また、この先行車両が存在する確度が高い領域に隣接する領域には、対向車両が存在する確度が高い。この境界領域では、先行車両と対向車両とが混在する確度が高い。従って、車両前方を撮影した画像を、先行車両検出領域、対向車両検出領域及び車両検出重複領域を定めることによって、先行車両や対向車両の検出が容易となる。すなわち、道路のカーブの度合いによっては先行車両の存在領域に対向車が存在することや対向車両の存在領域に先行車両が存在することがあるが、本発明によれば、各車両検出領域が設定できるため、他の車両の検出をもれなく行うことができる。

20

30

【0019】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の走行車両検出装置が適用された実施例を詳細に説明する。第1実施例の走行車両検出装置100は、車両10の前方を同じ方向に走行する先行車両を白黒TVカメラによる階調画像から得る場合に本発明を適用したものである。

【0020】図1に示したように、車両10のフロントボデー10Aの上面部には、エンジンフード12が配置されており、フロントボデー10Aの前端部の車幅方向両端部には、フロントバンパ16が固定されている。このフロントバンパ16の上部、かつフロントボデー10Aの下部には、左右一対（車幅方向両端部）のヘッドランプ18、20が配置されている。

【0021】エンジンフード12の後端部付近には、ウインドシールドガラス14が設けられ、このウインドシールドガラス14の上方でかつ車両10内部には、ルームミラー15が設けられている。このルームミラー15近傍には画像処理装置48（図4）に接続された車両前

40

50

方を撮影するためのTVカメラ22が配置されている。なお、TVカメラ22の配設位置は、車両前方の道路形状を正確に認識できかつ、ドライバーの目視感覚に、より合致するようにドライバーの目視位置（所謂アイポイント）近傍に位置されることが好ましい。

【0022】上記車両10内には図示しないスピードメーターが配設されており、この図示しないスピードメーターの図示しないケーブルには、車両10の車速Vを検知する車速センサ66が取り付けられている。

【0023】図2及び図3に示したように、ヘッドランプ18は、プロジェクタタイプのヘッドランプで、凸レンズ30、バルブ32及びランプハウス34を有している。このランプハウス34は車両10の図示しないフレームに水平に固定されており、ランプハウス34の一方の開口には、凸レンズ30が固定され、他方の開口には、凸レンズ30の光軸L（凸レンズ30の中心軸）上に発光点が位置するようにソケット36を介してバルブ32が固定されている。

【0024】ランプハウス34内部のバルブ側は、楕円反射面のリフレクタ38とされ、このリフレクタ38によるバルブ38の反射光が凸レンズ30及びバルブ32の間に集光される。この集光点付近にはアクチュエータ40、42が配設されている。このアクチュエータ40、42の遮光カム40A、42Aによって、リフレクタ38で反射集光されたバルブ32の光が遮光されて、それ以外の光が凸レンズ30から射出される。

【0025】アクチュエータ40は、遮光カム40A、歯車40B、40C及びモータ40Dから構成され、アクチュエータ42は、遮光カム42A、歯車42B、42C及びモータ42Dから構成されている。遮光カム40A、42Aは、ランプハウス34に固定された回転軸44に回転可能に軸支されており、遮光カム40Aには歯車40Bが固着されている。この歯車40Bには、モータ40Dに固着された歯車40Cが噛み合わされている。このモータ40Dは制御装置50に接続されている。遮光カム40Aは、回転軸44から外周までの距離が連続的に変化するカム形状をしており、制御装置50からの信号に応じてランプハウス34内で遮光カム40Aが回転することにより、バルブ32の光が通過光と遮光された光とに分断される位置が上下に変化する。同様に、遮光カム42Aは、ランプハウス34に固定された回転軸44に回転可能に軸支されており、遮光カム42Aには歯車42Bが固着されている。この歯車42Bには、モータ42Dに固着された歯車42Cが噛み合わされている。このモータ42Dは制御装置50に接続されている。

【0026】従って、遮光カム40A、42Aの上方に位置が車両前方の配光における明暗の境界であるカットラインとして道路に位置することになる。すなわち、図16に示したように、遮光カム40Aによってカット

ライン70が形成され、遮光カム42Aによってカットライン72が形成される。この遮光カム40Aが回転することにより、カットライン70は、上部の最下位に対応する位置（図16のカットライン70の位置、所謂ハイビームのときの明部限界位置と同一またはそれ以下の位置）から最上位に対応する位置（図16の想像線の位置、所謂ロービームのときの明部限界位置）まで平行に変位する。同様に、カットライン72は、遮光カム42Aの回転で、最上位の位置（図16のカットライン72の位置）から最下位の位置（図16の想像線の位置）まで平行に変位する。

【0027】ヘッドランプ20は、アクチュエータ41、43（図4）を備えている。ヘッドランプ20の構成はヘッドランプ18と同様であるため詳細な説明は省略する。

【0028】図4に示したように、制御装置50は、リードオンリメモリ（ROM）52、ランダムアクセスメモリ（RAM）54、中央処理装置（CPU）56、入力ポート58、出力ポート60及びこれらを接続するデータバスやコントロールバス等のバス62を含んで構成されている。なお、このROM52には、後述するマップ及び制御プログラムが記憶されている。

【0029】入力ポート58には、車速センサ66及び画像処理装置48が接続されている。出力ポート60は、ドライバ64を介してヘッドランプ18のアクチュエータ40、42及びヘッドランプ20のアクチュエータ41、43に接続されている。また、出力ポート60は、画像処理装置48にも接続されている。

【0030】この画像処理装置48は、後述するようにTVカメラ22及び制御装置50から入力される信号に基づいてTVカメラ22で撮影したイメージを画像処理する装置である。

【0031】なお、上記道路形状には、進行路の形状、例えばセンターラインや縁石等によって形成される1車線に対応する道路形状を含むものである。

【0032】次に、本実施例で基にした日中において画像処理により先行車両11を認識し、定速走行等のクルーズ制御をする処理を、図6に示した車両認識走行制御ルーチンを参照して説明する。なお、画像信号によって形成されるイメージ上の各画素は、イメージ上に設定された各々直交するX軸とY軸とによって定まる座標系の座標（X、Y）で位置を特定する。

【0033】図5（1）には、車両10が走行する道路122をTVカメラ22によって撮影したときのドライバーが目視する画像と略一致するイメージ120を示した。この道路122は、車両10が走行する車線の両側に白線124を備えている。このイメージ120によって先行車両11を認識する。

【0034】画像処理装置48にイメージ120の画像信号が入力されると、画像処理が開始され、白線候補点

抽出処理及び直線近似処理の順に処理し、車両10の走行レーンを検出したのち、車両認識領域 $W_1$ を設定する(ステップ610)。このステップ610の処理を説明する。

【0035】白線候補点抽出処理は、車両10が走行する車線の白線と推定される候補点を抽出する処理であり、まず、前回求めた白線推定線126の位置に対して所定の幅 $\gamma$ を有する領域をウインド領域 $W_0$ と設定する(図5(3)参照)。初回の場合は、予め設定された白線推定線126の設定値を読み取ってウインド領域 $W_0$ を設定する。また、イメージ120の上下の領域には、先行車両11が存在する確度が低いため、上限線128及び下限線130を設け、この間の範囲を、以下の処理対象領域とする。次に、このウインド領域 $W_0$ 内において明るさについて微分し、この微分値のピーク点(最大点)を白線候補点であるエッジ点として抽出する。すなわち、ウインド領域 $W_0$ 内を垂直方向(図5(3)矢印A方向)に、水平方向の各画素について最下位置の画素から最上位置の画素までの明るさについて微分し、明るさの変動がおおきな微分値のピーク点をエッジ点として抽出する。このエッジ点の連続を図5(3)の点線132に示した。

【0036】次の直線近似処理は、白線候補点抽出処理で抽出されたエッジ点をハフ(Hough)変換を用いて直線近似し、白線と推定される線に沿った直線134、136を求める。この求めた直線136、138と下限線130とで囲まれた領域を車両認識領域 $W_1$ として設定する(図5(4)参照)。なお、上記道路122がカーブ路のときには、上記求めた直線136、138の傾き差を有して下限線130とで囲まれた領域が車両認識領域 $W_1$ として設定される(図5(2)参照)。

【0037】次に、白線候補点抽出処理及び直線近似処理が終了すると、水平エッジ抽出処理及び垂直エッジ抽出処理の順に処理し、設定された車両認識領域 $W_1$ 内において先行車両11の有無を判定すると共に先行車両11の有るときに車間距離 $\Delta V$ を演算する(ステップ620)。このステップ620の処理を説明する。

【0038】水平エッジ抽出処理は、車両認識領域 $W_1$ 内において、まず、上記白線候補点抽出処理と同様の処理で水平エッジ点を検出する。次に、検出された水平エッジ点を横方向に積分し、積分値が所定値を越える位置のピーク点E<sub>1</sub>を検出する(図5(5)参照)。

【0039】垂直エッジ抽出処理は、水平エッジ点の積分値のピーク点E<sub>1</sub>が複数あるとき、画像上で下方に位置するピーク点E<sub>2</sub>(距離のより近い点)から順に、ピーク点E<sub>1</sub>に含まれる水平エッジ点の両端を各々含むように垂直線を検出するためのウインド領域 $W_0$ 、 $W_1$ を設定する(図5(6)参照)。このウインド領域 $W_0$ 、 $W_1$ 内において垂直エッジを検出し、垂直線138R、138Lが安定して検出された場合に先行車両11が存

在すると判定する。次に、ウインド領域 $W_0$ 、 $W_1$ 内の各々で検出された垂直線138R、138Lの横方向の間隔を求めることによって車幅を求め、かつこの先行車両11の水平エッジの位置及び求めた車幅から先行車両11と自車両10との車間距離 $\Delta V$ を演算する。垂直線138R、138Lの横方向の間隔は、垂直線138R、138Lの各々の代表的なX座標(例えば、平均座標値や多頻度の座標値)の差から演算できる。

【0040】上記処理が終了すると、設定走行処理が実行される(ステップ630)。ステップ630は、定速走行制御や車間距離制御等の設定走行における先行車両の存在をフィードバック制御するための処理例である。例えば、求めた車間距離 $\Delta V$ が所定値を越える場合に定速走行を継続したり、車間距離 $\Delta V$ が所定値以下になると定速走行を解除したりする。また、車間距離を所定値に制御する場合は、自車両10と先行車両11との車間距離 $\Delta V$ が所定距離を維持するように車速等を制御する。

【0041】以下、本実施例の作用を説明する。まず、ドライバーが車両の図示しないライトスイッチをオンし、ヘッドランプ18、20を点灯させると、所定時間毎に図7に示した制御メインルーチンが実行される。本制御ルーチンのステップ200では先行車両認識サブルーチン(図8参照)が実行されて先行車両11が認識される。この先行車両11が認識されると次のステップ300において配光制御サブルーチン(図9参照)によりヘッドランプ18、20が配光制御されて本ルーチンを終了する。

【0042】次に、ステップ200の詳細を説明する。まずステップ202では、上記説明した日中の白線検出と同様に白線検出ウインド領域 $W_0$ を設定する。本実施例では、車両10は夜間走行のため、車両10の前方の略40~50mまでの画像しか検出できないため、車両10の前方60mを越える画像の検出が不要である。このため、白線検出ウインド領域 $W_0$ を、車両10の前方60mまでを検出できるように、上記ウインド領域 $W_0$ から所定の水平線140以上の領域を除去した白線検出ウインド領域 $W_0$ を設定する(図9参照)。

【0043】次に、上記ステップ610の白線候補点抽出処理及び直線近似処理と同様に、白線検出ウインド領域 $W_0$ 内のエッジ点を検出し(ステップ204)、ハフ変換を行って(ステップ206)、直線近似された道路122の白線に沿う近似直線142、144を求める(図9参照)。

【0044】次のステップ208では、求めた近似直線の交点P<sub>1</sub>(X座標、X<sub>1</sub>)を求め、求めた交点P<sub>1</sub>と基準とする予め定めた直線路の場合の近似直線の交点P<sub>2</sub>(X座標、X<sub>2</sub>)との水平方向の変位置A(A=X<sub>1</sub>-X<sub>2</sub>)を求める。この変位置Aは、道路122のカーブ路の度合いに対応している。



【0045】次のステップ210では、 $A_1 \geq A \geq A_2$ 、  
 か否かを判定することにより道路122が略直線路か否  
 かを判定する。この判定基準値 $A_1$ は、直線路と右カー  
 プ路との境界を表す基準値であり、判定基準値 $A_2$ は、  
 直線路と左カーブ路との境界を表す基準値である。

【0046】ステップ210で直線路と判定された場合  
 には、自車両10の車速 $V$ を読み取って（ステップ21  
 2）、次のステップ214において、読み取った車速 $V$   
 に応じた、車両認識領域 $W$ を設定するために近似直線  
 の位置を修正する左右の補正幅 $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$ を決定する。10  
 高速走行時は車両が旋回可能な道路の曲率半径が大き  
 いため、略直線の道路を走行していると見なせるが、  
 低速走行時は車両の直前方が略直線に近い道路であ  
 っても遠方は道路の曲率半径が小さくなっている場  
 合があるので、車両10の前方60mまでの白線だけ  
 では道路が直線か否かを判別できないことがある。  
 従って、低速走行時は補正幅を大きくし、高速走  
 行時は高速度走行時より車両認識領域 $W$ を大きく  
 して、先行車両11の認識領域を大きくする（図11  
 参照）。

【0047】次のステップ216では、下限線130、  
 近似直線142、144及び決定された左右の補正幅 $\alpha$   
 $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$ を用いて先行車両11を認識処理する車  
 両認識領域 $W$ を決定する（図10参照）。

【0048】上記ステップ210で否定判定されると、  
 ステップ218において、 $A > A_2$ か否かを判定する  
 ことによって、道路が右カーブ路か左カーブ路かを  
 判定する。肯定判定の場合には、道路は右カーブ路  
 と判定され、車両10の車速 $V$ を読み取って（ステ  
 ップ220）、読み取った車速 $V$ に応じた左右の補  
 正幅 $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$ に対する補正値 $\alpha_{R'}$ 、 $\alpha_{L'}$ を決定  
 する（ステップ222、図12参照）。次のステップ  
 224では、カーブ路の度合いである変位置 $A$ に応  
 じて車両認識領域の左右の補正幅 $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$ を  
 決定するためのゲイン $GL$ 、 $GR$ を決定し（図13、  
 図14参照）、ステップ226において、決定され  
 た補正値 $\alpha_{R'}$ 、 $\alpha_{L'}$ 及びゲイン $GL$ 、 $GR$ に基  
 づいて最終的なウインド領域の左右の補正幅 $\alpha_R$ 、  
 $\alpha_L$ を決定する。このとき道路はカーブ路である  
 ため、左右は非対称となり、近似直線142、144  
 は異なる傾きとなる。このため、左右の補正幅 $\alpha_R$ 、  
 $\alpha_L$ は独立した値に設定される。すなわち、道  
 路が右カーブ路で曲率半径が小さい（変位置 $A$ が  
 大）ときは、先行車両11が右側に存在する確  
 度が低い。従って、右側のゲイン $GR$ を大きく  
 することにより補正幅 $\alpha_R$ は大きくし（図13参  
 照）かつ左側のゲイン $GL$ を小さくすること  
 により補正幅 $\alpha_L$ は小さくする（図14参照）。  
 また、道路が右カーブ路で曲率半径が大きい（  
 変位置 $A$ が小）ときは、右側のゲイン $GR$ を  
 小さくすることにより補正幅 $\alpha_R$ は小さくし  
 かつ左側のゲイン $GL$ を大きくすることにより  
 補正幅 $\alpha_L$ は大きくする。この補正幅の変

化を、図15にイメージとして表した。

【0049】ステップ228では、決定されたウ  
 インド領域の左右の補正幅 $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$ を用いて  
 先行車両11を認識処理する車両認識領域 $W$ を  
 設定する。

【0050】一方、ステップ218で否定判定さ  
 れると、左カーブ路とみなしてステップ230へ  
 進み、車両10の車速 $V$ を読み取る。次に、この  
 車速 $V$ に応じて、左右の補正値 $\alpha_{R'}$ 、 $\alpha_{L'}$ を  
 決定し（ステップ232、図12参照）、変位置  
 $A$ に応じた左右のゲイン $GL$ 、 $GR$ を決定する  
 （ステップ234）。すなわち、道路が左カーブ  
 路で曲率半径が小さい（変位置 $A$ が大）とき  
 は先行車両11が左側に存在する確度が高いた  
 め、右側のゲイン $GR$ を小さくすることにより  
 補正幅 $\alpha_L$ は小さくし（図17）かつ左側の  
 ゲイン $GL$ を大きくすることにより補正幅 $\alpha_R$   
 は大きくする（図18）。次のステップ236  
 では、決定された補正値 $\alpha_{R'}$ 、 $\alpha_{L'}$ 及び  
 ゲイン $GL$ 、 $GR$ に基づいて最終的なウ  
 インド領域の左右の補正幅 $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$ を  
 決定し、決定されたウインド領域の左右の  
 補正幅 $\alpha_R$ 、 $\alpha_L$ を用いて先行車両を認識  
 処理する車両認識領域 $W$ を決定する（ステ  
 ップ238）。

【0051】上記のように車両認識領域 $W$ が  
 決定されると、ステップ240へ進み、上記  
 ステップ620の先行車両検出処理と同様に  
 決定された車両認識領域 $W$ 内において水平  
 エッジ点積分を行うことにより、存在する  
 先行車両を認識処理し、車間距離 $\Delta V$ を  
 演算する（ステップ242）。

【0052】このように、車速及び道路の  
 曲線の度合いに応じて、先行車両11の  
 認識領域を変動させているため、得られ  
 る車両認識領域は、実際に先行車両が存  
 在する確度が高い範囲を確実に含むこと  
 ができ、高い確度で先行車両を認識す  
 ることができる。

【0053】なお、本実施例では、上記  
 図12の関係を速度マップとして記憶し、  
 図17の関係を左 $GR$ マップとして記憶し、  
 図13の関係を右 $GR$ マップとして記憶し、  
 図18の関係を左 $GL$ マップとして記憶し、  
 図14の関係を右 $GL$ マップとして記憶し  
 ている。

【0054】また、上記白線の検出できな  
 かった場合には、前回検出された白線の  
 位置に基づく車両認識領域を用いる。

【0055】次に、ステップ300の詳細を  
 説明する。ステップ300は、求めた道路  
 の形状（直線路、右カーブ路、左カーブ  
 路）に応じてカットラインの位置を変更  
 するアクチュエータを制御するためのサ  
 ブルーチンである（図19参照）。

【0056】まず、ステップ302では、 $A_1 \geq A \geq A_2$   
 か否かを判定することによって、求めた  
 道路の形状が直線路、右カーブ路、左  
 カーブ路の何れであるかを判定する。  
 肯定判定の場合には、直線路と判定さ  
 れ、車間距離 $\Delta V$ を読み取り（ステ  
 ップ304）、車間距離 $\Delta$

Vに応じてアクチュエータ40、42のゲインDEG<sub>L</sub>、DEG<sub>R</sub>を決定する(ステップ306)。この場合、道路は直線路であるため、左右のアクチュエータ40、42を独立制御が必要なく、ゲインDEG<sub>L</sub>、DEG<sub>R</sub>を決定は、図20に示したように、車間距離ΔVが大きくなるに従ってゲインが大きくなるようにする。本実施例では、図20に示した車間距離とゲインとの関係がテーブルであるマップ1としてROM52に記憶されている。

【0057】また、ステップ302で否定判定される10と、ステップ308において、 $A > A_0$ か否かを判定することによって、道路が右カーブ路か左カーブ路かを判定する。肯定判定の場合には、道路は右カーブ路と判定され、車間距離ΔVを読み取る(ステップ310)。次のステップ312では、変位置Aが $A < A_0$ か否かを判定することにより、右カーブ路の度合いの大きさを判定する。肯定判定の場合は、道路の右カーブの曲率半径が大きいいため、略直線と見なしてステップ306と同様にステップ316においてマップ1を参照して車間距離ΔV15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
に応じてアクチュエータ40、42のゲインDEG<sub>L</sub>、DEG<sub>R</sub>を決定する(図20参照)。なお、この右カーブ路の度合いの大きさを判定するために、判定基準としての値A<sub>0</sub>が予め記憶されている。

【0058】一方、道路の右カーブの曲率半径が小さい場合(ステップ312で否定判定)には、ステップ314において $\Delta V < \Delta V_x$ か否かを判定することにより所定車間距離(例えば70m)未満か否かを判定する。肯定判定の場合には、先行車両11とは近距離であり、アクチュエータ40、42の独立制御が必要ないため、ステップ316へ進み、ゲインDEG<sub>L</sub>、DEG<sub>R</sub>を決定30する。一方、ステップ314で否定判定された場合には、車両前方右側に先行車両が存在する確度が高く、車両前方右側の配光(カットライン)を制御すればよいため、ステップ318において左側のカットライン制御に対応するアクチュエータ42のゲインDEG<sub>R</sub>を所定値にすると共に、右側のカットライン制御に対応するアクチュエータ40のゲインDEG<sub>L</sub>を車間距離ΔVに応じた値となるように設定する。すなわち、図21に示したように、ゲインDEG<sub>R</sub>は車間距離ΔVに拘わらず所定値であり、ゲインDEG<sub>L</sub>は車間距離ΔVが大きくなる40  
45  
50  
に従って大きくなるように設定する。本実施例では、図21に示した車間距離とゲインとの関係をテーブルであるマップ2としてROM52に記憶している。

【0059】上記ステップ308で否定判定された場合には、左カーブ路と判定され、車間距離ΔVを読み取って(ステップ320)。ステップ322へ進む。次のステップ322では、変位置Aが $A < A_0$ か否かを判定することにより、左カーブ路の度合いの大きさを判定する。肯定判定の場合は、道路の右カーブの曲率半径が大きい50  
55  
60  
65  
70  
75  
80  
85  
90  
95  
100  
105  
110  
115  
120  
125  
130  
135  
140  
145  
150  
155  
160  
165  
170  
175  
180  
185  
190  
195  
200  
205  
210  
215  
220  
225  
230  
235  
240  
245  
250  
255  
260  
265  
270  
275  
280  
285  
290  
295  
300  
305  
310  
315  
320  
325  
330  
335  
340  
345  
350  
355  
360  
365  
370  
375  
380  
385  
390  
395  
400  
405  
410  
415  
420  
425  
430  
435  
440  
445  
450  
455  
460  
465  
470  
475  
480  
485  
490  
495  
500  
505  
510  
515  
520  
525  
530  
535  
540  
545  
550  
555  
560  
565  
570  
575  
580  
585  
590  
595  
600  
605  
610  
615  
620  
625  
630  
635  
640  
645  
650  
655  
660  
665  
670  
675  
680  
685  
690  
695  
700  
705  
710  
715  
720  
725  
730  
735  
740  
745  
750  
755  
760  
765  
770  
775  
780  
785  
790  
795  
800  
805  
810  
815  
820  
825  
830  
835  
840  
845  
850  
855  
860  
865  
870  
875  
880  
885  
890  
895  
900  
905  
910  
915  
920  
925  
930  
935  
940  
945  
950  
955  
960  
965  
970  
975  
980  
985  
990  
995

ブ1を参照して車間距離ΔVに応じたアクチュエータ40、42のゲインDEG<sub>L</sub>、DEG<sub>R</sub>を決定する(図20参照)。なお、この左カーブ路の度合いの大きさを判定するために、判定基準として、値A<sub>0</sub>が予め記憶されている。

【0060】一方、道路の左カーブの曲率半径が小さい場合(ステップ322で否定判定)には、ステップ324において $\Delta V < \Delta V_x$ か否かを判定することにより所定車間距離(例えば70m)未満か否かを判定する。肯定判定の場合には、先行車両11とは近距離であり、アクチュエータ40、42の独立制御が必要ないため、ステップ326へ進み、ゲインDEG<sub>L</sub>、DEG<sub>R</sub>を決定する(図20参照)。一方、ステップ324で否定判定された場合には、車両前方左側に先行車両11が存在する確度が高く、車両前方左側の配光(カットライン)を制御すればよいため、ステップ328において右側のカットライン制御に対応するアクチュエータ40のゲインDEG<sub>R</sub>を所定値にすると共に、左側のカットライン制御に対応するアクチュエータ42のゲインDEG<sub>L</sub>を車間距離ΔVに応じた値となるように設定する。すなわち、図22に示したように、ゲインDEG<sub>R</sub>は車間距離ΔVに拘わらず所定値であり、ゲインDEG<sub>L</sub>は車間距離ΔVが大きくなるに従って大きくなるように設定する。本実施例では、図22に示した車間距離とゲインとの関係をテーブルであるマップ3としてROM52に記憶している。

【0061】上記のように、アクチュエータ40、42のゲインDEG<sub>L</sub>、DEG<sub>R</sub>が決定されると、ステップ330において、決定されたアクチュエータのゲインDEG<sub>L</sub>、DEG<sub>R</sub>に応じてアクチュエータを制御することにより、アクチュエータ40、42の遮光カムを移動しヘッドランプ18の配光を変更し、本ルーチンを終了する。

【0062】このように、本実施例では、TVカメラで撮影した画像から車両前方の道路内に存在する先行車両を認識するための車両認識領域を設定すると共に、車速及び道路の形状に応じてこの車両認識領域を変更して先行車両を認識し、ヘッドランプの配光を変更しているため、先行車両11のドライバーにグレアを与えることなく、自車両10のヘッドランプによる最適な光の照射が行える。

【0063】次に、第2実施例を説明する。第1実施例では車両10の前方の画像から先行車両を認識しているが、第2実施例では、対向車両11Aを認識して配光を制御するものである。なお、第2実施例の構成は、上記第1実施例と略同様のため、同一部分の詳細な説明は省略し、異なる部分について説明する。

【0064】次に、第2実施例の作用を参照して説明する。第2実施例の制御メインルーチンは、第1実施例の制御メインルーチン(図7参照)におけるステップ20

0の先行車両認識サブルーチンを対向車両認識サブルーチン400(図23参照)に、ステップ300の詳細を配光制御サブルーチン500(図28参照)に代えて実行する。

【0065】図23に示した対向車両認識サブルーチンが実行されると、ステップ402へ進み、先行車両11の認識処理サブルーチンが実行される。この認識処理サブルーチンは、上記で説明した先行車両認識ルーチン(図8)及び配光制御サブルーチン(図19)におけるステップ302からステップ328までを実行するサブルーチンである。

【0066】先行車両11の認識が終了すると、ステップ404へ進み、求めた近似直線の交点 $P_0$ と、基準とする直線路の場合の近似直線の交点 $P$ との水平方向の変位量 $A$ (ステップ208参照)を読み取る。

【0067】次に、ステップ406において、 $A_2 \geq A \geq A_1$ か否かを判定し、道路122が略直線路と判定された場合には、車両10の車速 $V$ を読み取って(ステップ408)、次のステップ410において読み取った車速 $V$ に応じた対向車両認識領域 $W_{00}$ を設定するための近似直線の位置を補正する右側の補正値 $\alpha_{00}$ を決定する。すなわち、上記先行車両認識と同様に低速走行時は補正幅を大きくし、高速走行時は小さくする(図24参照)。この場合、低速走行時の対向車両認識領域 $W_{00}$ は、高速走行時のそれよりも広がる。

【0068】次のステップ412では、下限線130、近似直線144及び決定された補正値 $\alpha_{00}$ を用いて対向車両11Aを認識処理する車両認識領域 $W_{00}$ を決定する(図27参照)。

【0069】上記ステップ406で否定判定されると、ステップ414において、 $A > A_2$ か否かの判定で道路が右カーブ路か左カーブ路かを判定する。肯定判定の場合には、道路は右カーブ路と判定され、車両10の車速 $V$ を読み取って(ステップ416)、読み取った車速 $V$ に応じた補正値 $\alpha_{00}$ に対する補正値 $\alpha_{00}'$ を決定する(ステップ418、図24参照)。次のステップ420では、カーブ路の度合いである変位量 $A$ に応じて車両認識領域の補正値 $\alpha_{00}$ を決定するためのゲイン $GR$ を決定し(図25参照)、ステップ422において、決定された補正値 $\alpha_{00}'$ 及びゲイン $GR$ に基づいて最終的な対向車両認識領域 $W_{00}$ を設定するための近似直線の位置を補正する右側の補正値 $\alpha_{00}$ を決定する。次のステップ424では、決定された補正値 $\alpha_{00}$ を用いて対向車両11Aを認識処理する車両認識領域 $W_{00}$ を決定する。

【0070】一方、ステップ414で否定判定されると、左カーブ路とみなしてステップ426へ進み、車両10の車速 $V$ を読み取る。次に、読み取った車速 $V$ に応じて、補正値 $\alpha_{00}'$ を決定し(ステップ428、図24参照)、変位量 $A$ に応じたゲイン $GR$ を決定する(ステップ430、図26参照)。次のステップ432で

は、決定された補正値 $\alpha_{00}'$ 及びゲイン $GR$ に基づいて最終的なウインド領域の補正値 $\alpha_{00}$ を決定し、決定された補正値 $\alpha_{00}$ を用いて先行車両を認識処理する車両認識領域 $W_{00}$ を決定する(ステップ434)。

【0071】上記のように対向車両認識領域 $W_{00}$ が決定されると、ステップ436へ進み、上記ステップ620の先行車両検出処理と同様に、決定された対向車両認識領域 $W_{00}$ 内において水平エッジ点積分を行うことにより、先行車両及び対向車両を共に認識処理した後にステップ438へ進む。ステップ438では、対向車両認識領域 $W_{00}$ について更に水平エッジ点の積分ピーク点を含むように対向車両認識ウインド $W_{00}$ を付与し(図27参照)、垂直方向にエッジ点積分し、存在する車両の位置(X軸座標)を求める。次のステップ440では、求めた車両の位置(X軸座標)が先行車両認識領域 $W_{00}$ か対向車両認識領域 $W_{00}$ かの何れに含まれるかを判定し、対向車両認識領域 $W_{00}$ に含まれる場合にステップ448において車両は対向車両11Aであると認識し、車間距離 $\Delta V$ を演算する(ステップ450)。車両の位置(X軸座標)が先行車両認識領域 $W_{00}$ に含まれていると判定された場合には、ステップ442において水平エッジ積分量が所定値 $\beta$ を越えたか否かを判定し、越えた場合に車両は対向車両11Aであると認識して先行車両11と認識した車両を対向車両11Aと修正し(ステップ446)、車間距離 $\Delta V$ を演算する(ステップ450)。対向車両11Aは自車両に向けてヘッドランプの光が照射されている。従って、自車両10が前方車両として検出する明るさ(エッジ点の積分値)は、先行車両11における反射光またはテールランプ等の直接光よりヘッドランプからの直接光である対向車両11Aの光が明るくなる。このため、先行車両11と対向車両11Aとを判定するために対向車両11Aからのヘッドランプの光量以上を特定できる所定値 $\beta$ が設定されている。一方、水平エッジ積分量が所定値 $\beta$ 以下の場合に車両は先行車両11と認識し(ステップ444)本ルーチンを終了する。

【0072】このように、先行車両の認識領域と対向車両の認識領域とが重複する場合であっても、対向車両認識領域に対向車両認識ウインド $W_{00}$ を付与し、この領域内の車両の位置から先行車両か対向車両かを判定しているため、実際に対向車両が存在する確度が高い範囲を確実に含むことができ、更に先行車両を除外して高い確度で対向車両を認識することができる。

【0073】次に、ステップ500の詳細を説明する(図28参照)。まず、ステップ502では、求めた変位量 $A$ が $A_1 > A$ か否かを判定することによって、求めた道路の形状が左カーブ路か否かを判定する。否定判定の場合には、直線路または右カーブ路と判定され、車間距離 $\Delta V$ を読み取り(ステップ504)、この車間距離 $\Delta V$ に応じて対向車両11Aに対するアクチュエータ40、42のゲイン $DG_1$ 、 $DG_2$ を決定する(ステ

ップ506)。この場合、道路は直線路または右カーブ路であり、対向車両11Aは略画面の右側に存在する確度が高いため、左側のカットラインに対するアクチュエータ42を変動させることによるグレイが生じることはない。従って、ゲイン $DG_L$ 、 $DG_R$ を決定し、図29に示したように、右側のカットラインに対するアクチュエータ40のゲイン $DG_L$ のみが車間距離 $\Delta V$ が大きくなるに従ってゲインが大きくなるようにする。本実施例では、図29に示した車間距離とゲインとの関係がテーブルであるマップ4としてROM52に記憶されている。

【0074】また、ステップ502で肯定判定されると車間距離 $\Delta V$ を読み取った後(ステップ508、ステップ510において、 $A > A_1$ か否かを判定することによって、左カーブ路のカーブ度合いの大きさを判定する。肯定判定の場合には、大きな曲率の左カーブ路と判定され、道路の左カーブの曲率半径が小さいので車間距離 $\Delta V$ に拘わらずゲイン $DG_L$ 、 $DG_R$ は所定値に決定する(図30参照)。本実施例では、図30に示した車間距離とゲインとの関係がテーブルであるマップ5としてROM52に記憶されている。また、この左カーブ路の度合いの大きさを判定するために、判定基準として、値 $A_1$ が予め記憶されている。

【0075】このステップ510で否定判定され、左カーブ路のカーブ度合いが大きいと判定された場合には、略直線路に近い左カーブ路でありステップ514においてアクチュエータ40、42に対するゲイン $DG_L$ 、 $DG_R$ を車間距離 $\Delta V$ に応じた値に決定する(図31参照)。本実施例では、図31に示した車間距離とゲインとの関係がテーブルであるマップ6としてROM52に記憶されている。

【0076】上記のように対向車両11Aに対するアクチュエータ40、42のゲイン $DG_L$ 、 $DG_R$ の決定が終了すると、ステップ516において、アクチュエータ40に対するゲイン $DG_L$ 、 $DG_L$ の何れか一方、及びアクチュエータ42に対するゲイン $DG_R$ 、 $DG_R$ の何れか一方の小さなゲイン $CG_L$ 、 $CG_R$ が選択される。

【0077】次のステップ518では、上記のように選択されたアクチュエータ40、42のゲイン $CG_L$ 、 $CG_R$ に応じてアクチュエータを制御することにより、アクチュエータ40、42の遮光カムを移動しヘッドランプ18の配光を変更し、本ルーチンを終了する。

【0078】このように、本実施例では、先行車両を認識するための車両認識領域に、対向車両を認識するための対向車両認識領域を加えて車両前方の道路内に存在する車両を認識するようにしているため、対向車両に対してもグレアを与えることなく、自車両10のヘッドランプによる最適な光の照射が行える。

【0079】なお、上記実施例では、遮光カムによって

車両前方の配光を制御するようにしたが、遮光板やシャッターによってヘッドランプの光を遮光するようにしてもよい。また、ヘッドランプの光を遮光することにより配光を制御しているが、ヘッドランプの射出光軸を偏向するようにしてもよい。

【0080】また、上記実施例では、対向車両が自車両の前方右側に存在する左側通行による道路法規で走行する車両の場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、右側通行による車両にも容易に適用できる。

【0081】また、上記実施例において初期データである道路の白線のデータに、平地でかつ所定幅のラインが車両の両側に設けられた直線路を走行したときのデータを記憶することにより、画像検出時に白線検出が行えない場合であっても、標準的な認識領域を設定することができる。また、このデータを複数パターン記憶し、選択することによって、ドライバーの設定による認識領域を定めることができる。

【0082】  
【発明の効果】以上説明したように請求項1に記載した発明によれば、画像中に他車両を検出するための車両検出領域を設定し、この車両検出領域を走行路のカーブの度合いに対応する走行路の形状を表す線の交点の基準線からのずれ量や車速に基づいて修正しているため、走行路の曲率が変化した場合や車速が変化した場合であっても他車両を含む精度が高い車両検出領域を定めることができ、他車両を確実に検出することができる、という効果がある。

【0083】請求項2に記載した発明によれば、先行車両検出領域、対向車両検出領域及び車両検出重複領域を定めているため、先行車両と対向車両が混在する場合や走行路の形状により先行車両と対向車両との判別が難しい他車両を的確に認識することができ、先行車両や対向車両を確実に検出することができる、という効果がある。

- 【図面の簡単な説明】
- 【図1】本実施例に利用した車両前部を示す車両斜め前方から見た斜視図である。
- 【図2】本発明が適用可能なヘッドランプの概略構成斜視図である。
- 【図3】ヘッドランプの概略構成断面図(図2のI-I線)である。
- 【図4】制御装置の概略構成を示すブロック図である。
- 【図5】日中に撮影したTVカメラが出力する画像信号に基づいて先行車両を認識する過程を説明するためのイメージ図である。
- 【図6】日中に撮影したTVカメラの画像信号に基づく先行車両の認識処理ルーチンを示すフローチャートである。
- 【図7】第1実施例の制御メインルーチンを示すフロー

チャートである。

【図8】第1実施例の先行車両認識処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図9】白線認識時のウインド領域を示す線図である。

【図10】車両認識領域を示す線図である。

【図11】車速に応じて車両認識領域を変動させることを説明するためのイメージ図である。

【図12】第1実施例の車速とウインド領域の補正幅（補正値）との関係を示す線図である。

【図13】右カーブ路の度合とウインド右側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図14】右カーブ路の度合とウインド左側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図15】異なる曲率のカーブ路に対するウインド領域及び補正幅を示すイメージ図である。

【図16】アクチュエータにより変位するカットラインを説明するためのイメージ図である。

【図17】左カーブ路の度合とウインド右側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図18】左カーブ路の度合とウインド左側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図19】第1実施例の配光制御サブルーチンを示すフローチャートである。

【図20】車間距離とアクチュエータの制御ゲインとの関係を示す線図である。

【図21】車間距離とアクチュエータの制御ゲインとの関係を示す線図である。

【図22】車間距離とアクチュエータの制御ゲインとの関係を示す線図である。

\*

\*【図23】第2実施例の対向車両認識処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図24】第2実施例の車速とウインド領域の補正幅（補正値）との関係を示す線図である。

【図25】第2実施例の左カーブ路の度合とウインド右側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図26】第2実施例の右カーブ路の度合とウインド右側の補正幅を決定するゲインとの関係を示す線図である。

【図27】第2実施例の対向車両認識領域を示すイメージ図である。

【図28】第2実施例の配光制御サブルーチンを示すフローチャートである。

【図29】第2実施例の車間距離とアクチュエータの制御ゲインとの関係を示す線図である。

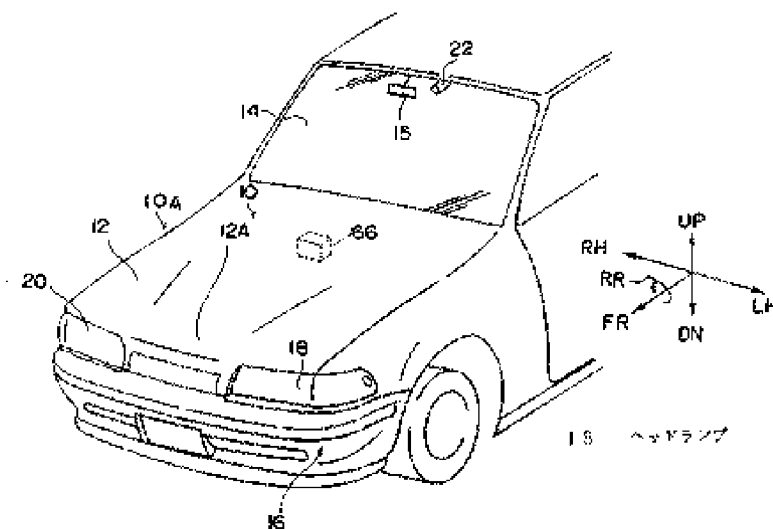
【図30】第2実施例の車間距離とアクチュエータの制御ゲインとの関係を示す線図である。

【図31】第2実施例の車間距離とアクチュエータの制御ゲインとの関係を示す線図である。

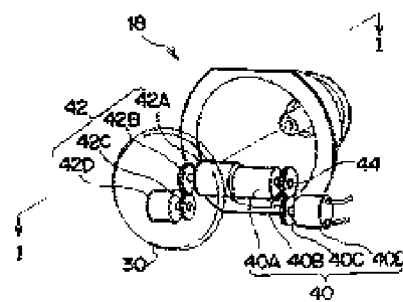
【符号の説明】

- 18、20 ヘッドランプ
- 40、42 アクチュエータ
- 22 TVカメラ
- 48 画像処理装置
- 50 制御装置
- 66 車速センサ
- 100 走行車両検出装置

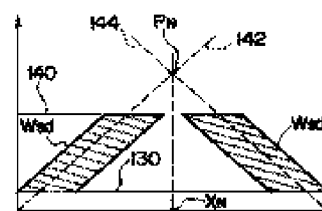
【図1】



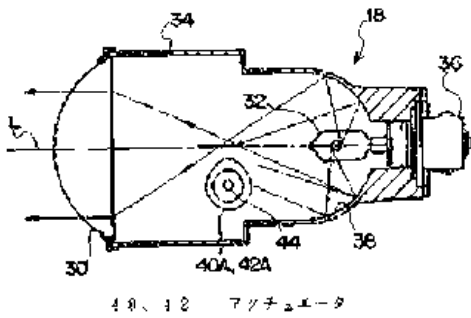
【図2】



【図9】

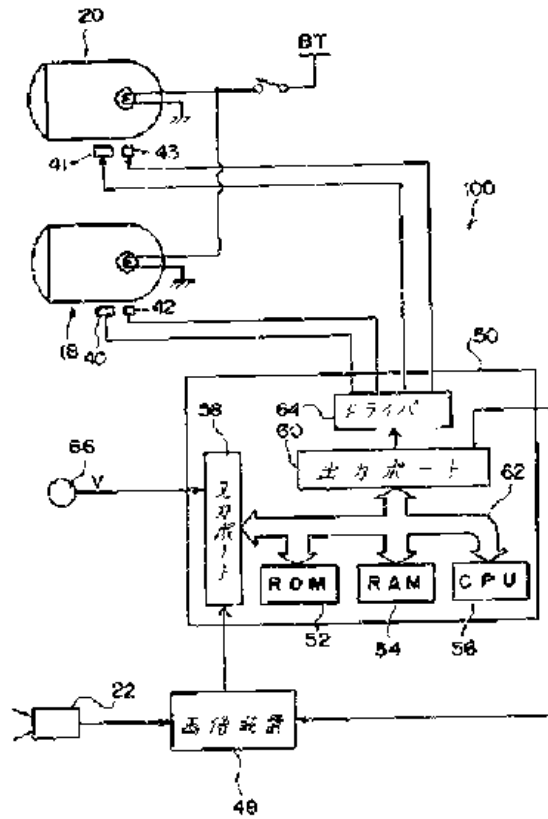


【図3】

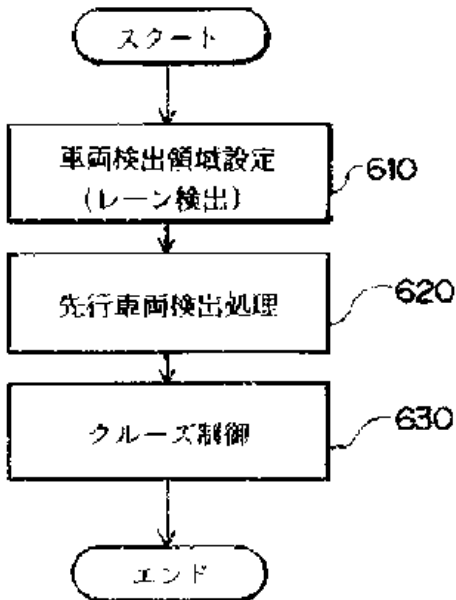


18、12 フォトダイオード

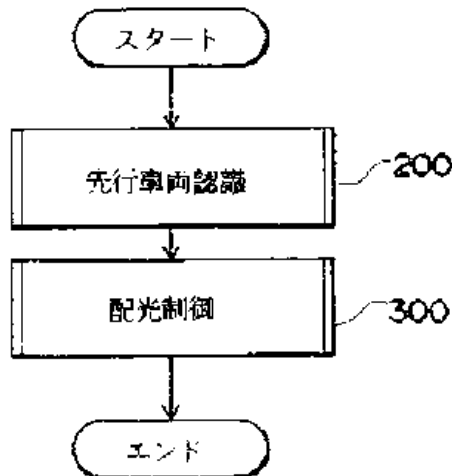
【図4】



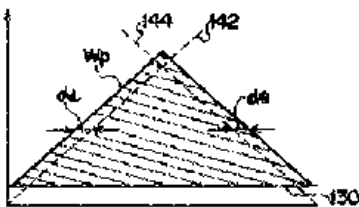
【図6】



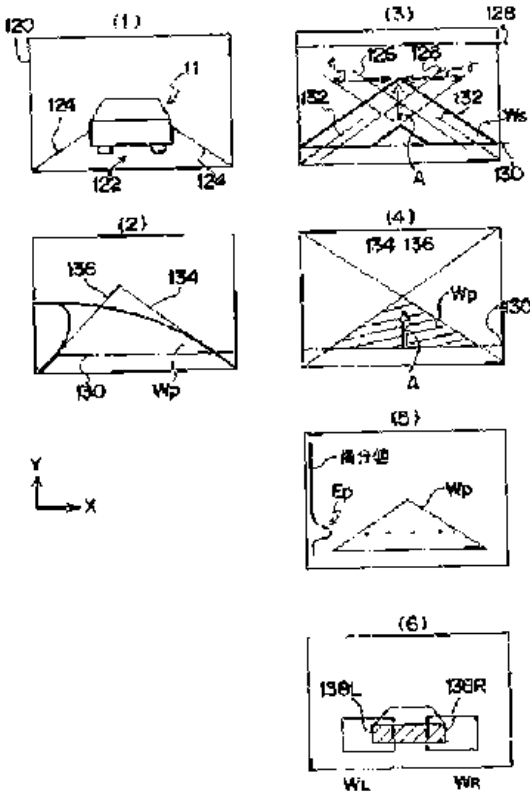
【図7】



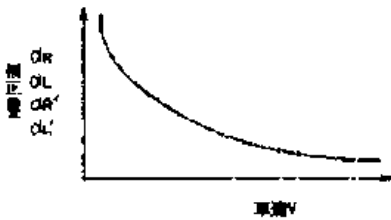
【図10】



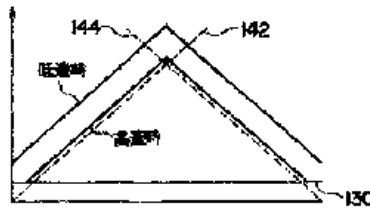
【図5】



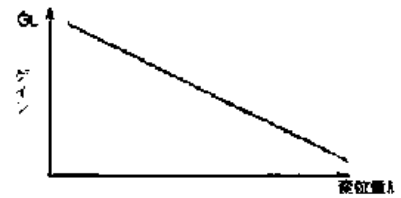
【図12】



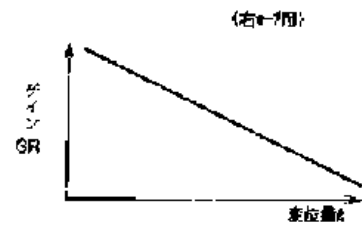
【図11】



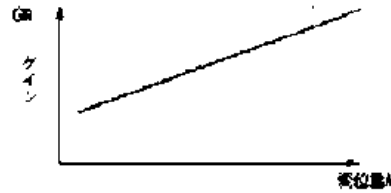
【図14】



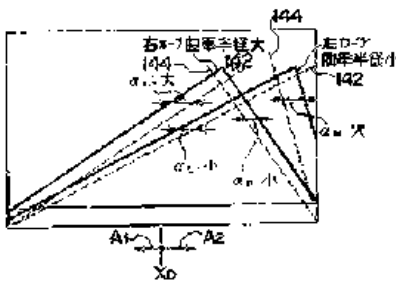
【図17】



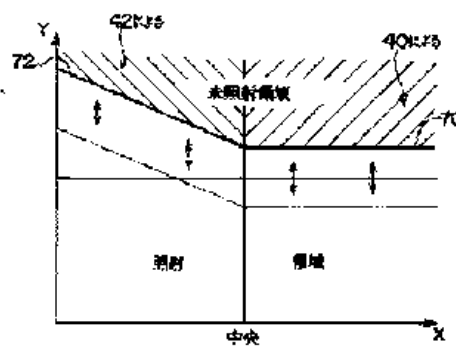
【図13】



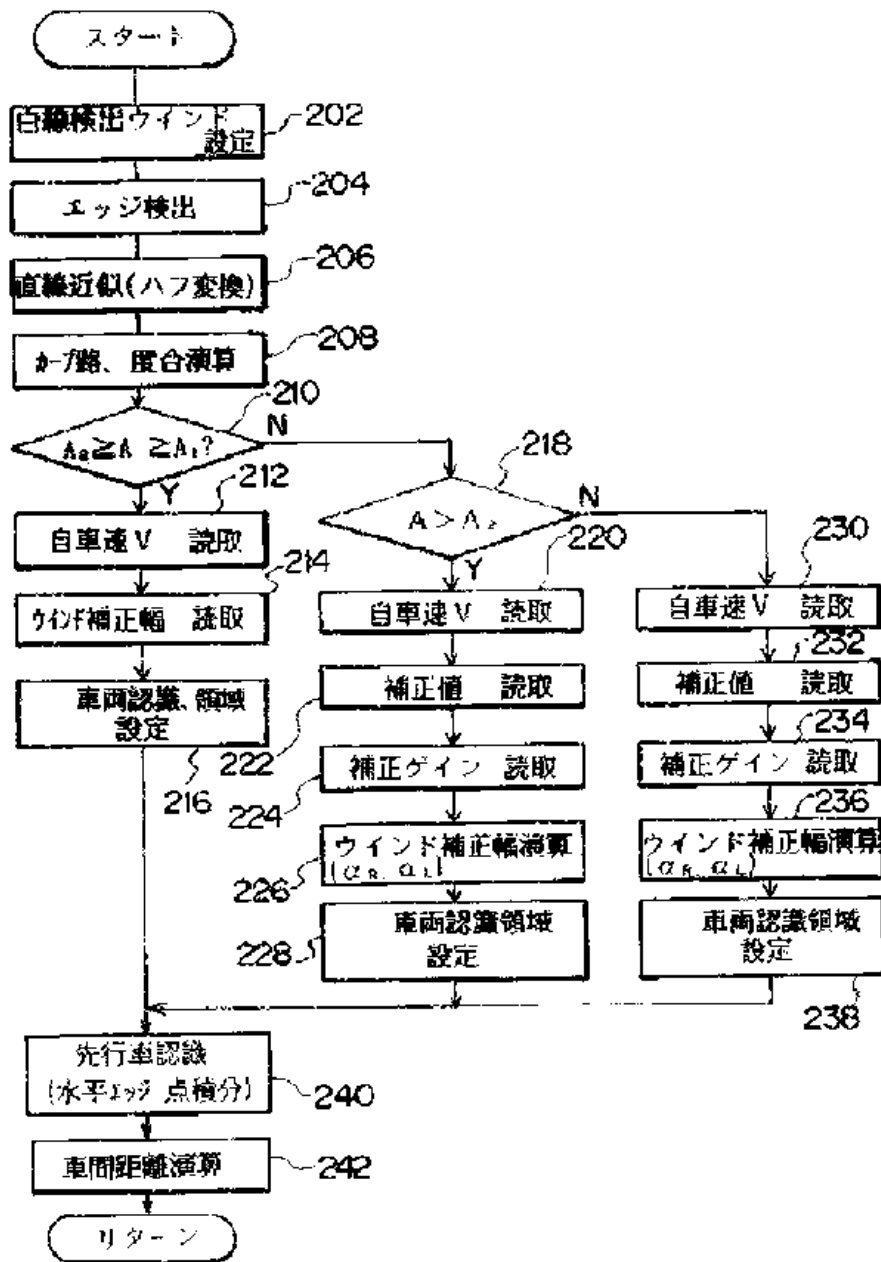
【図15】



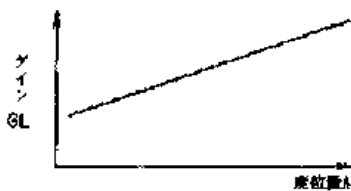
【図16】



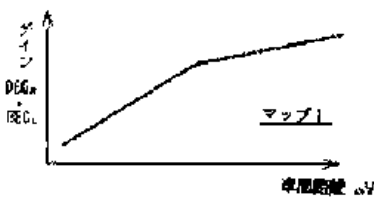
【図8】



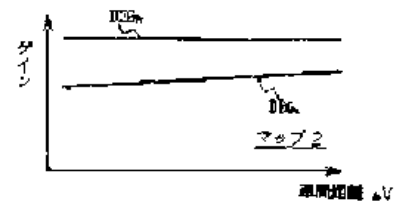
【図18】



【図20】

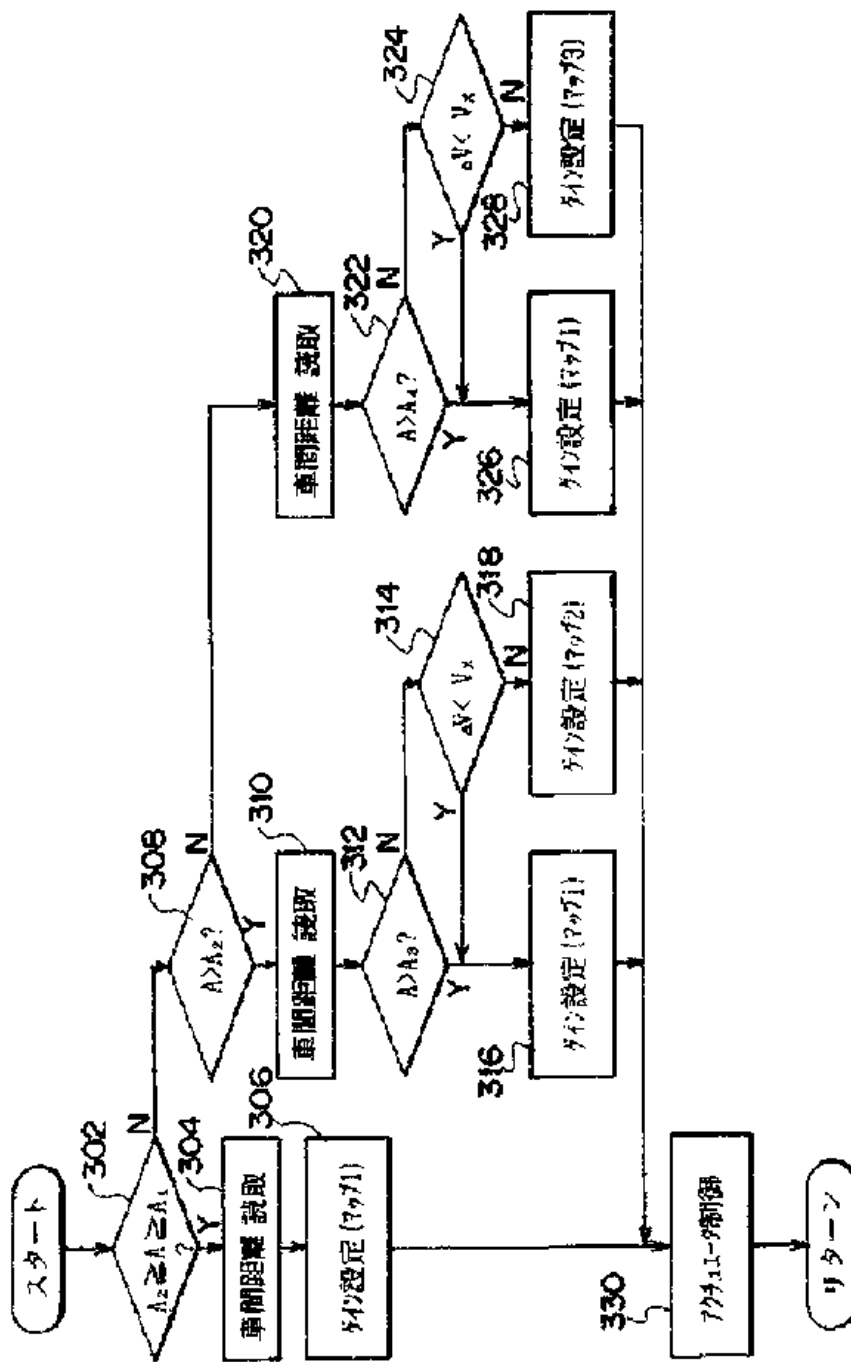


【図21】

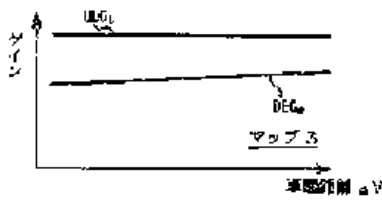




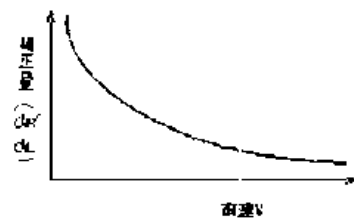
【図9】



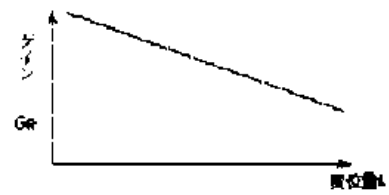
【図22】



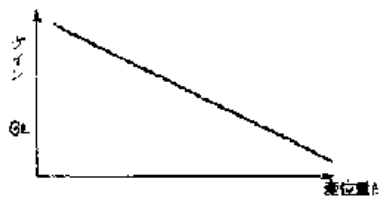
【図24】



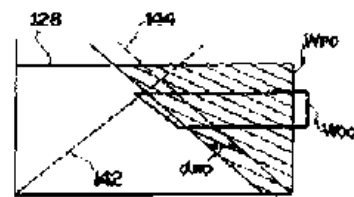
【図25】



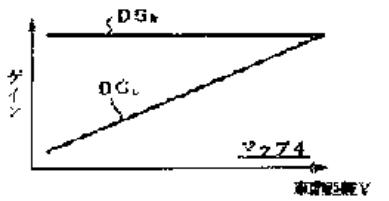
【図26】



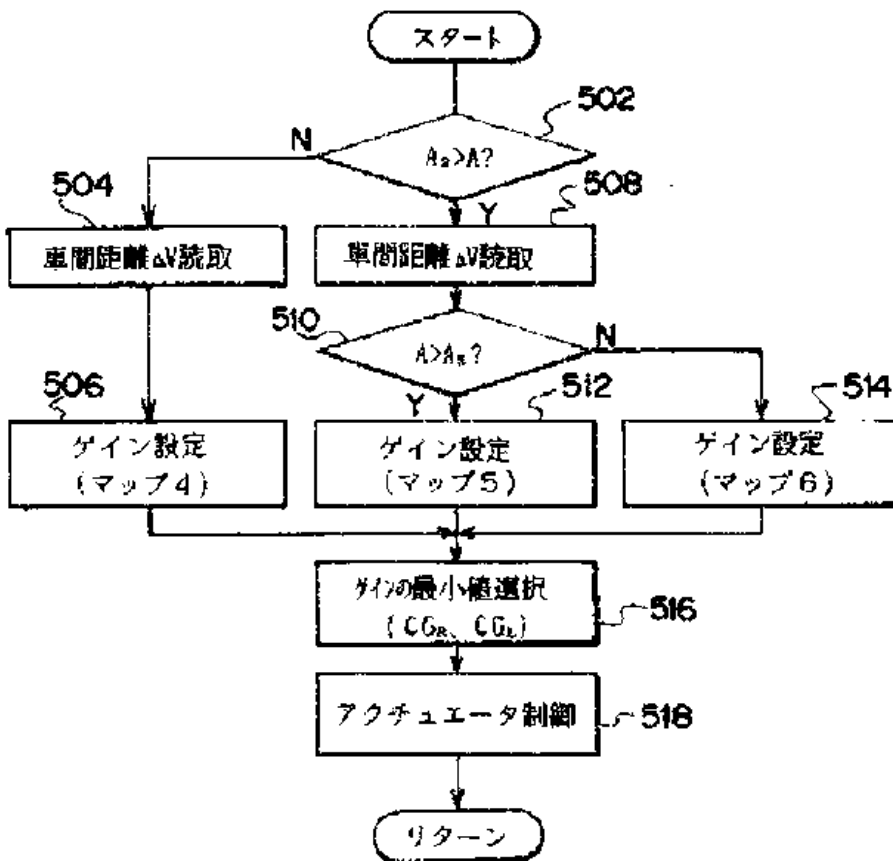
【図27】



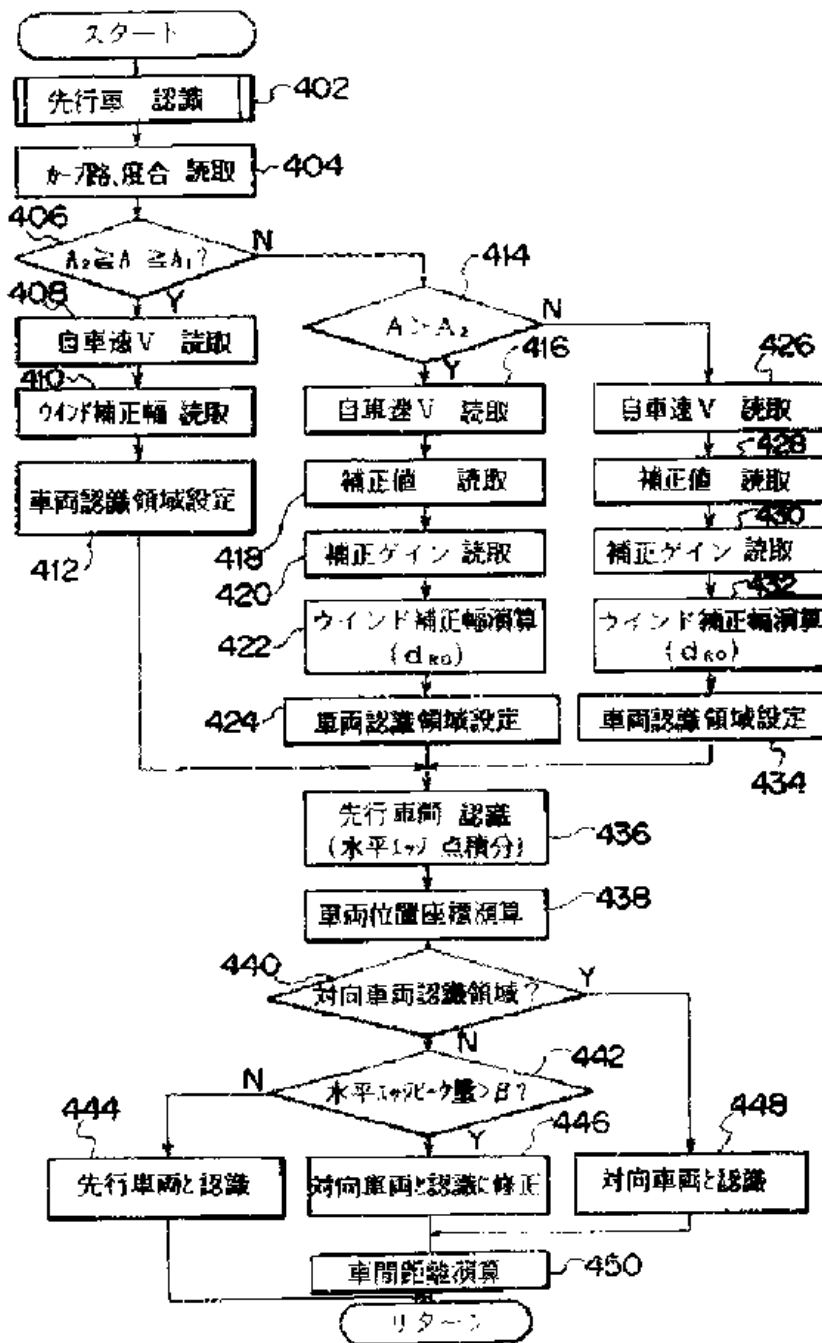
【図29】



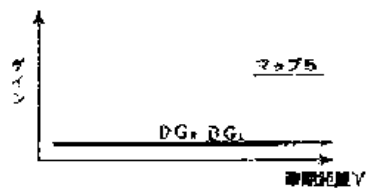
【図28】



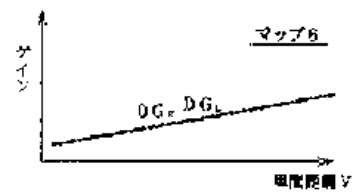
【図23】



【図30】



【図31】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-175895

(43)Date of publication of application : 09.07.1996

(51)Int.Cl. C30B 15/00  
C30B 27/02  
C30B 29/42  
// H01L 21/208

(21)Application number : 06-321007

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP

(22)Date of filing : 22.12.1994

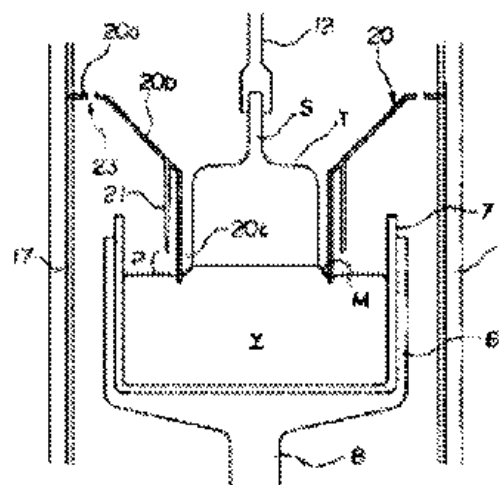
(72)Inventor : SASA KOICHI  
SHIRAKI HIROYUKI  
TAKAHASHI HIROKAZU  
KIKUCHI MAKOTO

## (54) DEVICE FOR LIFTING SINGLE CRYSTAL OF COMPOUND SEMICONDUCTOR AND METHOD FOR LIFTING THE SAME

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To produce the compound semi-conductor single crystal having a smooth cylindrical shape and high in single crystallization degree.

**CONSTITUTION:** A circular bulkhead 20 comprising a circular ring-like flange 20a, a tapered portion 20b whose diameter is gradually downward contracted and which is connected to the inner peripheral end, and a cylindrical portion 20c which is connected to the lower end of the tapered portion 20b, whose counter diameter is smaller than the inner diameter of a crucible 7 and which is formed from a substance difficult to be wetted with a melted liquid Y is disposed above the inner periphery of a hermetically sealed container 1 at a position coaxial with the crucible 7. And, the periphery of the cylindrical portion 20c is covered with a circular cylinder 21 disposed coaxially with the circular cylindrical portion 20c except its lower end portion. When a single crystal T is lifted, the lower end portion not covered with the circular cylinder 21 in the cylindrical portion 20c is first dipped in the melted liquid Y to form a shoulder, and the straight body of the single crystal is subsequently raised, while a distance between the outer diameter of the single crystal T and the inner surface of the lower end of the circular bulkhead 20 is maintained 3.5-10mm.



(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B	15/00	Z		
	27/02			
	29/42	7202-4G		
// H 1 0 1 L	21/208	P		

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平6-321007

(71)出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社  
東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(22)出願日 平成6年(1994)12月22日

(72)発明者 佐々 誠一

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内

(72)発明者 白木 弘幸

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内

(72)発明者 高橋 裕和

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内

(74)代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

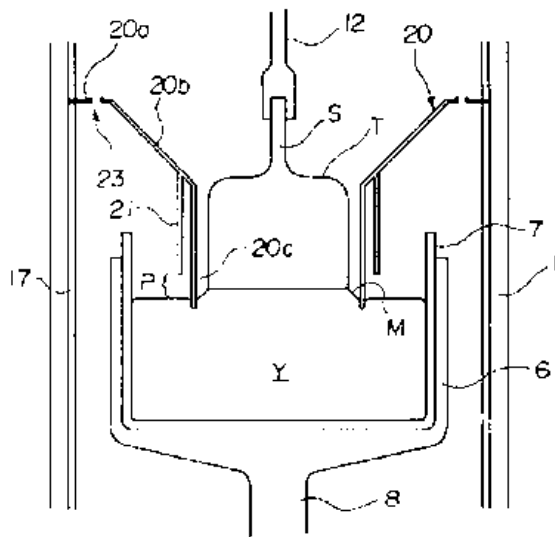
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 化合物半導体単結晶引き上げ装置および引き上げ方法

(57)【要約】

【目的】 滑らかな円筒状をなし、かつ単結晶化率の高い化合物半導体単結晶を製造する。

【構成】 密封容器1の内周には、円環状をなす筒部20aと、その内周端に下方に向け漸次縮径しつつ連結されたテーパ部20bと、テーパ部20bの下端に連結された、外径がルツボ7の内径より小径とされ、かつ融液Yに濡れにくい物質からなる円筒部20cとを具備する環状隔壁20がルツボ7と同軸をなすよう設置され、しかも、円筒部20cは、その下端部を除き、円筒部20cと同軸をなす環状の筒状体21により周周から覆われている。単結晶Tの引き上げに際しては、円筒部20cのうち筒状体21に覆われない下端部の一部を融液中Yに浸漬してまず層部を形成し、次いで、単結晶Tの外径と環状隔壁20の下端部内面との間隔を3.5mm以上1.0mm以下としつつ直胴部を成長させる



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 開閉可能な円筒状密封容器と、この密封容器の内部に同軸に配置されたルツボと、このルツボを軸線回りに回転させるルツボ回転手段と、前記ルツボ内に収容された原料融液に種結晶を浸漬して単結晶を引き上げる引き上げ機構と、前記密封容器と連通された蒸気圧制御部と、前記密封容器と前記蒸気圧制御部とを加熱する複数のヒーターとを具備し、前記密封容器内に封入された高解離圧成分の一部を前記蒸気圧制御部に凝縮させることにより前記密封容器内部の高解離圧成分ガスの圧力を制御しつつ化合物半導体単結晶の引き上げを行う装置において、

前記密封容器の内周に、円環状をなす鋸部と、この鋸部の内周端に下方に向け漸次縮径するよう連結されたテーパー部と、このテーパー部の下端に連結され、かつ外径が前記ルツボの内径より小径とされ、しかも前記原料融液に濡れにくい物質からなる円筒部とを具備する環状隔壁が前記ルツボと同軸上に設置されるとともに、前記円筒部は、その下端部を除き、前記円筒部と同軸をなす環状の筒状体により周囲から覆われていることを特徴とする化合物半導体単結晶引き上げ装置。

【請求項2】 前記筒状体が前記円筒部と同軸をなす円筒状をなし、かつ前記環状隔壁に連結されていることを特徴とする請求項1記載の化合物半導体単結晶引き上げ装置。

【請求項3】 前記筒状体が上方に向け漸次拡径し、かつその下端縁にて前記円筒部に連結されていることを特徴とする請求項2記載の化合物半導体単結晶引き上げ装置。

【請求項4】 前記円筒部が有底とされ、かつその底部には複数の連通孔が分布していることを特徴とする請求項1、2または3記載の化合物半導体単結晶引き上げ装置。

【請求項5】 前記連通孔の直径が1.5～3mmで、かつ前記底部における前記連通孔の開孔率が20～50%であることを特徴とする請求項4記載の化合物半導体単結晶引き上げ装置。

【請求項6】 前記環状隔壁が前記鋸部ないし前記テーパー部にて同軸をなすよう上下に2分割され、かつその内側部分が外側部分により支持されていることを特徴とする請求項1、2、3、4または5記載の化合物半導体単結晶引き上げ装置。

【請求項7】 請求項1、2、3、4、5または6記載の装置を用いて化合物半導体単結晶の引き上げを行う引き上げ方法であって、

前記ルツボ内に前記原料融液を直接合成した後前記ルツボ位置を上げて、前記環状隔壁の前記円筒部のうち、前記筒状体に覆われない前記下端部の一部を前記原料融液中に浸漬し、次いで、前記環状隔壁で囲まれた原料融液に前記種結晶を浸漬して単結晶の肩部を形成し、更に、

前記単結晶の直胴部を成長させる際に、前記単結晶の外径と前記環状隔壁の下端部内面との間隔が3.5mm以上10mm以下となるよう、加熱温度と前記下端部の浸漬深さを前記単結晶の成長の間一定に保つように前記ルツボ位置を制御することを特徴とする化合物半導体単結晶の引き上げ方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ICや半導体レーザー用の基板に用いられる化合物半導体単結晶を製造するための装置に係り、特に、大口径長尺結晶の製造が可能な大型のルツボを用いた場合に高品質結晶が得られる化合物半導体単結晶製造装置およびこの装置を用いた化合物半導体単結晶の引き上げ方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】GaAs, InP, GaP, InAs, CdTe等の化合物半導体単結晶（以下、単結晶と称する）の製造法の一つとして蒸気圧制御引き上げ法がある。蒸気圧制御引き上げ法について、GaAs単結晶を製造する場合を例として、図6を参照しつつその概略を説明する。

【0003】図6は、蒸気圧制御引き上げ装置によるGaAs単結晶の製造状況を示すものである。外側容器4内にはシール部5にて上下に分割可能な上部容器2および下部容器3からなる密封容器1が設けられ、密封容器1の内部には下部回転軸8がその軸線を中心として回転可能に設置され、下部回転軸8上にはサセプター6を介してpBN製のルツボ7が支持されている。また、ルツボ7の上方には上部回転軸12がサセプター6と同軸に回転可能かつ上下動可能に設置されている。一方、符号11は蒸気圧制御部で、上部容器2および下部容器3の外側および蒸気圧制御部11の周囲にはそれぞれヒーター10a, 10b, 10cおよび11aが設置されている。

【0004】なお、符号13は密封容器1内の状況を観察するための観察窓、符号14は、上部回転軸12と上部容器2、下部回転軸8と下部容器3、および図には示していないがシール部5をそれぞれシールするB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>である。また、符号16は密封容器1の底部に設置された砒素容器である。

【0005】ルツボ7内にはGaAsの融液（原料融液）Yが投入されている。加熱はヒーター10a, 10b, 10cにより行い、GaAsの単結晶Tは上部回転軸12を徐々に引き上げるにより得られる。この場合、引き上げ雰囲気ガスは砒素蒸気を主体にしたガスで、その圧力は蒸気圧制御部11におけるヒーター11aのコントロールにより一定に保持される。

【0006】ところで、上記の引き上げ装置で問題になるのは、単結晶Tの形状制御である。すなわち、引き上げ装置が二重構造をなしていることに起因する重量信号

S/N比の低さと、加熱を密封容器1の外部から加熱していることによる熱応答性の低さが原因で、単結晶Tの形状制御が困難となるのである。このような単結晶Tの形状不良を防ぐために、本発明者らは特願平3-204498号において、例えば図7に示すような装置による引き上げ方法を提案した。

【0007】これは先に出願した特願平1-171438号に示した引き上げ方法(MACC法)の改良であって、円環状をなす鋸部20aと、この鋸部20aの内周端に下方に向け漸次縮径するよう連結されたテーパ部20bと、このテーパ部20bの下端に連結された、ルツボ7より小径の円筒部20cとからなる環状隔壁20を、ルツボ7上に同軸をなすよう設けた装置を使用する。また、円筒部20cは、融液Yに濡れにくい材質から構成されている。そして、結晶成長は、およそ以下の工程からなっている。

【0008】まず、GaAs原料融液をルツボ7中にて直接合成した後、ルツボ7の位置を上げて円筒部20cを融液Y中に浸漬し、更に、円筒部20cで囲まれた融液Yに種結晶Sを漬けて単結晶Tの肩部を形成させる。次いで、単結晶Tの直胴部を成長させる際に、単結晶Tの外径と環状隔壁20の下端部20c内面との間隔が3.5mm以上かつ10mm以下となるように加熱温度と引き上げ速度を制御するとともに、融液Y内に浸漬した円筒部20cの深さが、単結晶Tの引き上げの間一定に保たれるようにルツボ7の上下位置を制御する。

【0009】その結果、引き上げに伴い単結晶Tが拡張しようとする力と、メニスカス(表面張力によって固液界面の周囲にできる曲面)Mによる反発力とが平衡を生じ、メニスカスMの形状変化と、それに伴う単結晶T直胴部の直径変動が防止される。すなわち、図7の装置によれば、結晶径に依らず大口径のルツボ7が使用できるので、MACC法を長尺単結晶の成長に使用することが可能となる。

【0010】同様に、図8は特願平4-173472号に記載された装置である。装置の構成は、図7に示す装置の環状隔壁20の円筒部20cに、同一材質からなり、かつ連通孔24を有する底部20dを設けたものである。この装置では、MACC法によって結晶界面形状の平坦化を図るとともに、融液Y中の温度の位置的、時間的揺らぎによる成長の不安定および組成の揺らぎという諸問題を解決した。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかるに、図7および図8の装置には以下のような問題点が存在していた。すなわち、転位密度を下げるには、環状隔壁20の中心軸線縦方向の温度勾配を下げて成長後の熱歪みから転位が入るのを防ぐ必要がある。温度勾配の低減は、環状隔壁20上部にあるヒーターの出力を上げることや、円筒部20cの長さを増加させることにより実現できる。

【0012】しかしながら、そうすると結果的に成長の定常的な継続が困難となり、形状が極めて不安定となることが明らかとなった。また、固化が滞りなく進展する場合でも、多結晶化が直胴部形成の早い段階で起こるといった問題が発生するため、転位密度の低減には事実上限界があることが明らかとなった。

【0013】前者の例では、温度環境が不適當で固化潜熱が確実に流れないことに原因があり、後者の例では、そのような結晶の縦断面にエッチングを施し、ストリーション形状を観察した結果、定常的な単結晶化に好ましい下方に凸型ないしは平坦な形状から逸脱して、周辺部で上方に凸型となり全体的にM型断面をなしていることが原因であった。従って、環状隔壁20を用いてMACC法による結晶成長を行い、特に、低温度勾配下で成長させる場合に、確実に単結晶化するための改良が必要となった。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、開閉可能な円筒状密封容器と、この密封容器の内部に同軸に配置されたルツボと、このルツボを軸線回りに回転させるルツボ回転手段と、前記ルツボ内に收容された原料融液に種結晶を浸漬して単結晶を引き上げる引き上げ機構と、前記密封容器と連通された蒸気圧制御部と、前記密封容器を取り巻いて前記密封容器を加熱する複数のヒーターとを具備し、前記密封容器内に封入された高解離圧成分の一部を前記蒸気圧制御部内に凝縮させることにより前記密封容器内部の高解離圧成分ガスの圧力を制御しつつ化合物半導体単結晶の引き上げを行う装置に係るものである。

【0015】特に、本発明に係る装置は、前記密封容器の内周に、円環状をなす鋸部と、この鋸部の内周端に下方に向け漸次縮径するよう連結されたテーパ部と、このテーパ部の下端に連結され、かつ外径が前記ルツボの内径より小径とされ、しかも前記原料融液に濡れにくい物質からなる円筒部とを具備する環状隔壁が前記ルツボと同軸上に設置されるとともに、前記円筒部が、その下端部を除き、前記円筒部と同軸をなす環状の筒状体により周囲から覆われていることをその特徴としている。

【0016】更に、本発明はまた、上記装置を用いた化合物半導体単結晶の引き上げ方法にも係り、特に、前記ルツボ内に前記原料融液を直接合成した後前記ルツボ位置を上げて、前記環状隔壁の前記円筒部のうち、前記筒状体に覆われない前記下端部の一部を前記原料融液中に浸漬し、次いで、前記環状隔壁で囲まれた原料融液に前記種結晶を浸漬して単結晶の肩部を形成し、更に、前記単結晶の直胴部を成長させる際に、前記単結晶の外径と前記環状隔壁の下端部内面との間隔が3.5mm以上10mm以下となるよう、加熱温度と前記下端部の浸漬深さを前記単結晶の成長の間一定に保つように前記ルツボ位置を制御することをその特徴としている。



## 【0017】

【作用】本発明の装置においては、環状隔壁の使用により、単結晶直胴部の直径変動が防止される。しかも、環状隔壁の円筒部が、原料融液に浸漬された部分および融液面上の所定幅の部分を除き筒状体により周囲から覆われる。一方、環状隔壁のその他の部分は筒状体により覆われているので、メニスカスは他の部分より加熱される一方、メニスカスより上の結晶側面は過度に加熱されることなく保温される。その結果、抜熱が結晶の上部方向から確実に行われ、かつ固液界面の形状が外周部で確実に下方に凸型となるので、低温度勾配下における成長でも継続的な単結晶化が可能となる。すなわち、欠陥密度が低く、かつ形状がよく制御された単結晶を得ることができる。

## 【0018】

【実施例】以下、図面に基づき、本発明の実施例について更に詳しく説明する。図1ないし図5は、いずれも本発明に係る単結晶引き上げ装置および該引き上げ装置によるGaAs単結晶の引き上げ状況を示すものである。また、上記図6ないし図8と同一の構成を有する部分には、同一の符号を賦してその説明を省略する。

【0019】図1は原料合成前の状態を示す装置の全体図、図2は、単結晶の引き上げ中の状態を示すルツボ7周辺の拡大図である。符号1はシール部5を介して上部容器2と下部容器3とに分割可能な密封容器であり、この密封容器1は更に外側容器4内に収容されている。密封容器1の周囲には符号10a~10cで示すヒーターが設置されるとともに、蒸気圧制御部11の周囲には符号11aで示すヒーターが設置され、所定の温度分布、すなわちルツボ7に対応する領域で最高温度となり、蒸気圧制御部11で最低かつ均一な温度になるように密封容器1を加熱する。

【0020】符号12は密封容器1の天板部を貫通して配置された上部回転軸で、その下端には種結晶Sが固定されている。また、符号8は密封容器1の底部を貫通して配置された下部回転軸で、その上端にはルツボ7を保持するサセプター6が設置されている。更に、符号13および符号14はそれぞれ観察窓および $B_2O_3$ 、符号16は原料砒素15を投入する砒素容器である。

【0021】符号20は環状隔壁である。この環状隔壁20は、密封容器1に内接する上下2分割可能な支持円筒17に挟み込まれている銜部20aと、この銜部20aに連なり、下方に向かって漸次縮径するテーパ部20bと、更にこのテーパ部20bの最下端に連なり、一定内径で下方に垂下する円筒部20cとからなり、引き上げ装置全体に対して同軸をなすように配置されている。

【0022】円筒部20cの外側には、環状の筒状体21が、円筒部20cと同軸をなし、かつ円筒部20cの下端から所定の幅Lを残して上方から円筒部20cを覆うよう、テーパ部20bの下端部に支持されている。ま

た、環状隔壁20の銜部20aとテーパ部20bとの間には、環状隔壁20で隔てられる両側の空間で圧力差が生じないように気体の十分な流通を確保するための通気孔23が貫通している。

【0023】更に、円筒部20cの下端を融液Yに浸漬して単結晶Tを引き上げた際に、単結晶Tと融液Yとの間に例えば図2に示すような形状のメニスカスMが形成され、単結晶Tの径が安定して制御されるためには、円筒部20cの下端を、融液Yに対して濡れにくく、かつ融液Yに浸漬しても汚染の心配のない高純度の物質で構成する必要がある。また、密封容器1内に露出する部分は、砒素ガスに対して安定であるか、あるいは反応しても十分な強度を保てる材料で構成されている必要がある。上記条件を満たす物質としては例えばpBNが挙げられる。

【0024】この場合、環状隔壁20および筒状体21の全体をpBNで構成してもよいが、熱伝導率、輻射率、あるいはコスト等の観点から、円筒部20cの下端部のみを融液Yに濡れにくい物質とし、その他の部分を別の材料(例えば、Mo、Nb、W等の高融点金属、あるいはAlN等のセラミックス等)としてもよい。円筒部20cの下端部とその他の部分との材料を変えることにより、破損しやすい円筒部20cの下端部のみを交換して使用できるという利点もある。

【0025】更に、環状隔壁20の位置、あるいは円筒部20cおよび筒状体21の全長は、単結晶Tが成長する間、ルツボ7内での融液Y表面の降下に対応してルツボ7を上昇させ、円筒部20cの下端部を常時一定深さだけ融液Yに浸漬するように調整する。本実施例の場合、環状隔壁20および筒状体21をMo製、円筒部20cをpBN製とした。また、円筒部20c下端部の、筒状体21の下端から下方への突出幅Lは、20~30mmである。

【0026】次に、上記構成を有する装置による単結晶の引き上げについて以下に説明する。ルツボ7および砒素容器16にそれぞれ原料としてガリウム18および原料砒素15をチャージし、装置全体を真空排気する。次いで、密封容器1をシール部5において密封した後、密封容器1各部のヒーター10a、10b、10cを作動させて原料となるガリウム18の温度をGaAsの融点(1238℃)以上に加熱するとともに、原料砒素15を加熱して砒素分圧を高め、ルツボ7内にGaAsの融液Yを合成する。合成後、余剰の砒素は蒸気圧制御部11に凝縮する。

【0027】融液Yの合成がほぼ完了した後、ヒーター11aにより蒸気圧制御部11の温度を制御しつつ所定時間放置し、融液Yの組成を均一にする。更に、下部回転軸8を上げ、円筒部20cの下部約10mmを、温度が十分融液Yの温度に馴染むようゆっくり融液Y中に浸漬させる。

【0028】ここで、メニスカスMの効果的な加熱のため、円筒部20cが筒状体21の下端と該液面との間(図中符号Pで示す範囲)にて露出するよう、円筒部20c下端部の、筒状体21の下端から下方への突出幅Lを調節する。実施例の場合、幅Lを30mmとし、うち下端側の10mmを融液に浸漬するので、円筒部20cの露出幅は20mmとなる。

【0029】続いて、ヒーター10a, 10b, 10cにより融液Yの温度を調節し、融液Y中に種結晶Sを浸漬してメニスカスMを形成した後、更にヒーター10a, 10b, 10cの出力を調整しつつ種結晶Sを上方に引き上げてゆくと、単結晶Tが拡径しながら成長する。そして、単結晶Tの成長が肩部から直胴部に入るところで、ヒーター10a, 10b, 10c, 11aの出力と引き上げ速度を調整することにより、単結晶Tの外径と円筒部20cの内壁の間隔を3.5mm以上10mm以下とすると、MACC法の原理に従って、滑らかな円筒状の結晶径制御を行うことができる。

【0030】加えて、円筒部20cは下端側約20~30mmを除き筒状体21により周囲から覆われているため、円筒部20cの下端側が符号Pで示す範囲でヒーター10bに対し露出し、その結果、単結晶Tの引き上げ中、特にメニスカスMの部分が、その側方に位置するヒーター10bにより、周囲から効果的に加熱される。すなわち、環状隔壁20内における融液YのメニスカスM部が集中的に加熱されるため、固液界面の形状が、周辺においてやや下に凸という単結晶化に好適な形状を呈し、単結晶化率が向上する。

【0031】また、ヒーター10bによる円筒部20cの上端部への過剰な加熱が筒状体21により遮断されるため、結晶中に上下方向に適度な温度勾配が付き、固化の潜熱が上方へと導かれることも、単結晶化促進の一因となっている。一方、固化とともに生じる環状隔壁20内外の融液Y組成のずれは、結晶周辺の融液面と雰囲気ガスとの平衡とにより調整され、その結果、結晶組成が常時一定に保たれる。

【0032】更に、結晶が所定の長さで成長した段階で、引き上げ温度をやや早め、テイル部を形成しルツボ7の位置を下げて環状隔壁20の下端部を残融液から切り離す。次いで、ヒーター10a, 10b, 10cの出力を徐々に下げて単結晶Tを徐冷して成長操作を完了する。

【0033】また、例えば図3に示すように、筒状体21を、融液Yの拡散的流通を可能とする小径の連通孔24が複数個形成された底部20dを有する環状隔壁20に設けてもよい。

【0034】この場合、円筒部20cおよび底部20d外側の融液Yについては、融液Yの表面積は十分で、雰囲気ガスの反応を考えた場合には有利だが、大きな温度分布があり、また対流による温度のゆらぎがある。従っ

て、融液Yには、時間的、場所的な組成のずれが生じる。一方、円筒部20内側の融液Yでは、通常の結晶成長に比べ融液Yの表面積が小さいという不利が存する反面、融液Yの温度を、均一かつ一定に保つことが可能である。

【0035】しかるに、結晶成長に使われた融液Yは連通孔24を介して円筒部20cの外から補充されるため、固化とともに生じる円筒部20cおよび底部20d内外の融液Yにおける組成のずれは、連通孔24を介した融液Yの補充と、円筒部20c内における融液Yの表面を介した制御により調整される。その結果、連通孔24を有する底部20dの形成により、組成制御に優れた単結晶Tが得られる。

【0036】なお、筒状体21と円筒部20cとは必ずしも離間している必要はなく、例えば図4に示すように、筒状体21の下端縁を円筒部20cに一体的に連結することも可能である。この場合も、筒状体21は装置の軸線に対し所定角度 $\theta$ (但し、 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ )で上方に向け漸次拡径していることが望ましい。

【0037】また、図5は、テーパー部20bを分割部22において同軸をなすよう上下に2分割し、その結果生じた内側部分が、外側部分により支持される構造とした例である。結晶成長の最終段階等で過冷却が過度に大きくなって異常な結晶成長が起こると、結晶の形状不良のため、結晶を円筒部20cから切り離すことができなくなる。図5の構成では、そのような場合に、テーパー部20bを分割部22で切り離すことができるので、環状隔壁20および結晶の破損を避けることが可能となる。

【0038】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明に係る化合物半導体単結晶引き上げ装置によれば、環状隔壁の使用に加え、円筒部および筒状体の使用により、特に大口径長尺結晶の製造が可能で大型のルツボを使用した場合でも、滑らかな円筒状をなし、かつ単結晶化率の高い単結晶を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施例を示す化合物半導体単結晶引き上げ装置の縦断面図である。

【図2】本発明の化合物半導体単結晶引き上げ装置における結晶成長中の状況を示すルツボ周辺の縦断面図である。

【図3】本発明の第二実施例を示す化合物半導体単結晶引き上げ装置のルツボ周辺の縦断面図である。

【図4】本発明の第三実施例を示す化合物半導体単結晶引き上げ装置のルツボ周辺の縦断面図である。

【図5】本発明の第四実施例を示す化合物半導体単結晶引き上げ装置のルツボ周辺の縦断面図である。

【図6】従来の化合物半導体単結晶引き上げ装置の縦断面図である。

【図7】従来の化合物半導体単結晶引き上げ装置のルツ

ボ周辺の縦断面図である。

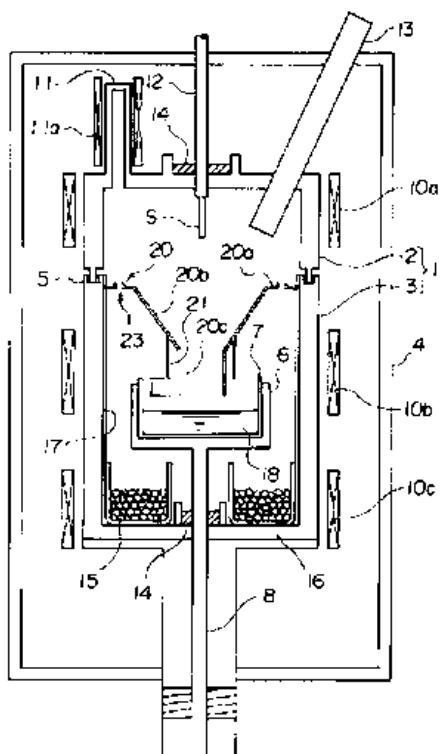
【図8】従来の化合物半導体単結晶引き上げ装置のルツボ周辺の縦断面図である

【符号の説明】

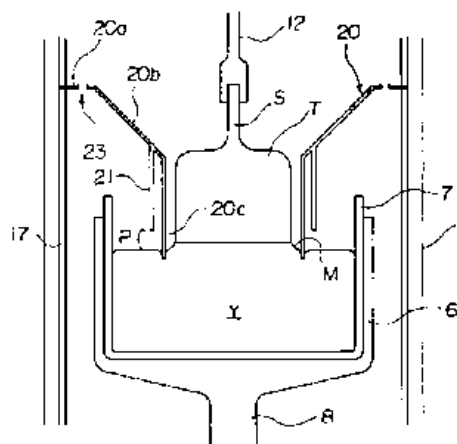
- 1 密封容器
- 2 上部容器
- 3 下部容器
- 4 外側容器
- 5 シール部
- 6 サセプター
- 7 ルツボ
- 8 下部回転軸
- 10a, 10b, 10c, 11a ヒーター
- 11 蒸気圧制御部
- 12 上部回転軸
- 13 観察窓
- 14 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- 15 原料砒素

- 16 砒素容器
- 17 支持円筒
- 18 ガリウム
- 20 環状隔壁
- 20a 鋸部
- 20b テーパー部
- 20c 円筒部
- 20d 底部
- 21 筒状体
- 22 分割部
- 23 通気孔
- 24 連通孔
- L 円筒部下端部の、筒状体の下端から下方への突出幅
- M メニスカス
- P 単結晶引き上げ中における円筒部下端側の露出面
- S 種結晶
- T 単結晶
- Y 融液

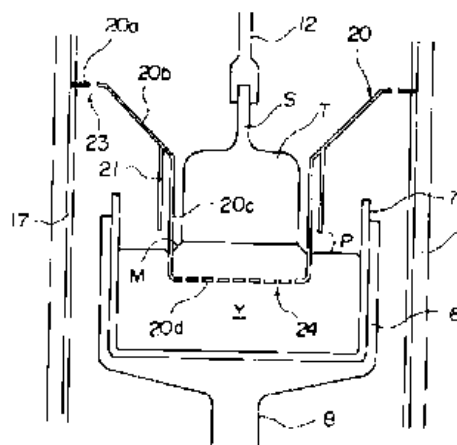
【図1】



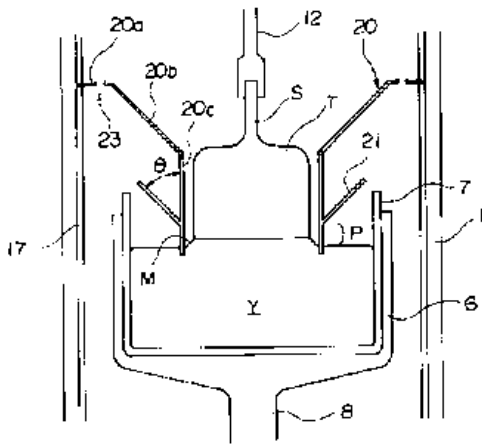
【図2】



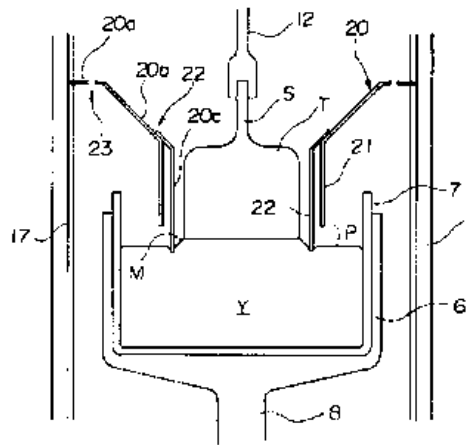
【図3】



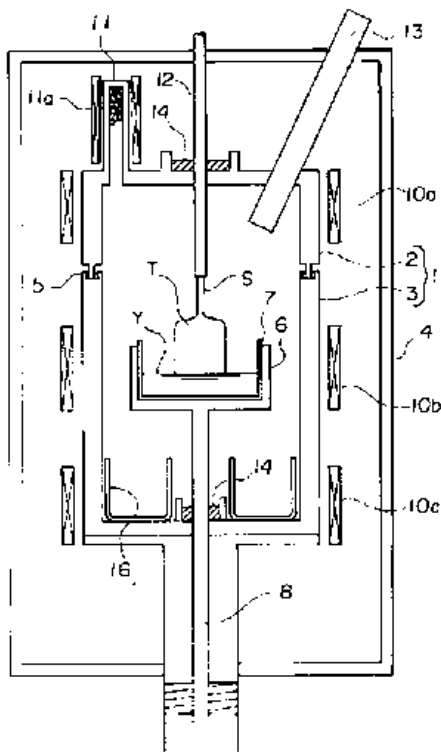
【図4】



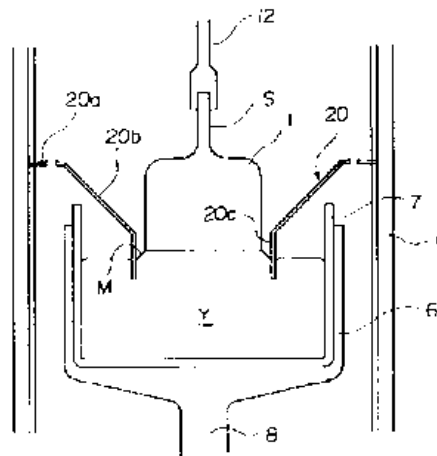
【図5】



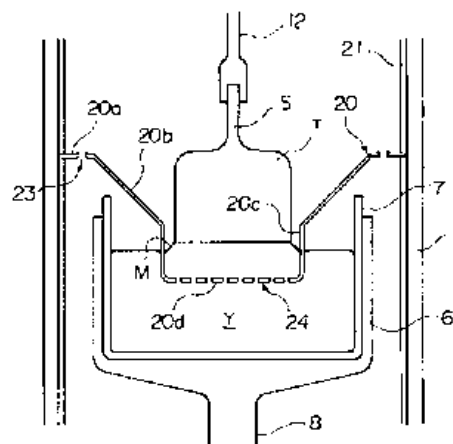
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 菊池 誠  
埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-025286**

(43)Date of publication of application : **27.01.1995**

(51)Int.Cl. **B60R 1/00**  
**G01B 11/00**  
**G01C 3/06**  
**G06T 1/00**  
**G08G 1/16**  
**H04N 7/18**

(21)Application number : **05-196892**

(71)Applicant : **DAIHATSU MOTOR CO LTD**

(22)Date of filing : **13.07.1993**

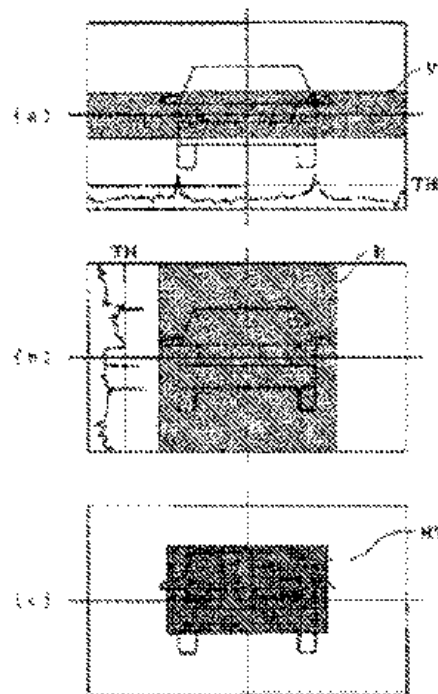
(72)Inventor : **ITO TOSHIO**  
**YAMADA KENICHI**

## (54) PRECEDING VEHICLE RECOGNIZING METHOD

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To recognize a preceding car by means of simple computation by selecting two by two out of picture element rows and lines as contouring candidates at left and right and vertical ends extracted out of differential values of both vertical and horizontal picture element rows and lines in a gazing area, and setting a closed area to be surrounded by both these picture element rows and lines as an existing area.

**CONSTITUTION:** A total of differential values at each picture element row in the vertical direction at a vertical gazing area V of a pickup image and another total of differential values at each picture element line in the horizontal direction at a horizontal gazing area H are calculated. Plural picture element rows exceeding the total of differential values as a contouring candidate at symmetrical ends of a preceding car over a threshold value Th and plural picture element lines exceeding the total of differential values as a contouring candidate at vertical ends over the threshold value Th are extracted. Then, optional twos out of respective picture element rows and lines extracted are selected, and when there is slippage between a center point of a closed area HV to be surrounded by these element and another center point of the last time process as well as when the ratio of length in both vertical and horizontal directions of this closed area HV is within the specified range, it is so judged that this closed area HV is an existing area of the preceding car.



(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-25286

(43) 公開日 平成7年(1995)1月27日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
B 6 0 R 1/00		Z 8012-3D		
G 0 1 B 11/00		H 9206-2F		
G 0 1 C 3/08		V 9008-2F		
G 0 6 T 1/00				

0287-5L G 0 6 F 15/ 62 S 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-196392

(22) 出願日 平成5年(1993)7月13日

(71) 出願人 000002967

ダイハツ工業株式会社

大阪府池田市ダイハツ町1番1号

(72) 発明者 伊東 敏夫

大阪府池田市城園2丁目1番1号 ダイハツ工業株式会社内

(72) 発明者 山田 憲一

大阪府池田市城園2丁目1番1号 ダイハツ工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 宮田 茂明 (外2名)

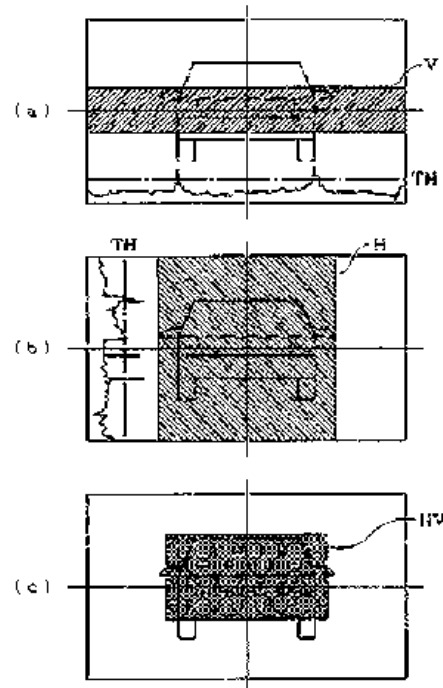
(54) 【発明の名称】 先行車両認識方法

(57) 【要約】

【目的】 この発明は、簡単な演算により、先行車両を認識できるようにすることを目的とする。

【構成】 垂直視線領域Vにおける垂直方向への画素列ごとの微分値の合計のうち、所定のしきい値をこえる複数の画素列を先行車両の左、右側の輪郭候補として抽出し、水平視線領域Hにおける水平方向への画素行ごとの微分値の合計のうち、所定のしきい値をこえる複数の画素行を先行車両の上、下側の輪郭候補として抽出し、これらの候補のうち任意に選択した2つずつの画素列及び画素行により囲まれる閉領域HVの中心点の変動量及び垂直、水平方向の長さの比が一定条件を満足する場合に、この閉領域HVを先行車両の存在領域とされる。

【効果】 従って、最初に全画素について微分処理したのちに必要な領域のみ処理すればよく、演算が簡単で済む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 自動車に搭載された撮像手段により前方を撮像して得られた画像を画像処理装置により微分処理し、前記撮像手段の撮像画面の垂直方向に所定の垂直幅の垂直注視領域を設定すると共に水平方向に所定の水平幅の水平注視領域を設定し、前記垂直注視領域における垂直方向への画素列ごとの微分値の合計を算出すると共に、前記水平注視領域における水平方向への画素行ごとの微分値の合計を算出し、先行車両の左、右端の輪郭候補として微分値の合計が所定のしきい値をこえる複数の画素列を抽出すると共に、先行車両の上、下端の輪郭候補として微分値の合計が所定のしきい値をこえる複数の画素行を抽出し、抽出した前記各画素列及び前記各画素行のうち2つを選択し、選択した前記各画素列及び前記各画素行で囲まれる閉領域の中心点の前の処理により導出された中心点からのずれが所定の許容範囲内で、かつ前記閉領域の垂直及び水平方向の長さの比が所定範囲内にあるときに、前記閉領域を先行車両の存在領域と認識することを特徴とする先行車両認識方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、自動車に搭載した撮像手段による前方の撮像画像を処理して前方を走行する先行車両を認識する先行車両認識方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】従来、自動車において前方を走行する先行車両を認識する手法として、光学式センサその他の各種センサやCCDカメラなどの撮像手段を用いることが考えられているが、センサの場合、検出精度の面でやや難があり、撮像手段による画像を処理して先行車両を判断する場合、例えば全画素について画像信号を2値化してその2値化データの処理を行うため、処理が複雑になるという問題点がある。

【0003】そこでこの発明は、上記のような問題点を解消するためになされたものであり、簡単な演算により、先行車両を認識できるようにすることを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】この発明に係る先行車両認識方法は、自動車に搭載された撮像手段により前方を撮像して得られた画像を画像処理装置により微分処理し、前記撮像手段の撮像画面の垂直方向に所定の垂直幅の垂直注視領域を設定すると共に水平方向に所定の水平幅の水平注視領域を設定し、前記垂直注視領域における垂直方向への画素列ごとの微分値の合計を算出すると共に、前記水平注視領域における水平方向への画素行ごとの微分値の合計を算出し、先行車両の左、右端の輪郭候補として微分値の合計が所定のしきい値をこえる複数の画素列を抽出すると共に、先行車両の上、下端の輪郭候補

として微分値の合計が所定のしきい値をこえる複数の画素行を抽出し、抽出した前記各画素列及び前記各画素行のうち2つを選択し、選択した前記各画素列及び前記各画素行で囲まれる閉領域の中心点の前の処理により導出された中心点からのずれが所定の許容範囲内で、かつ前記閉領域の垂直及び水平方向の長さの比が所定範囲内にあるときに、前記閉領域を先行車両の存在領域と認識することを特徴としている。

## 【0005】

【作用】この発明においては、垂直注視領域における垂直方向への画素列ごとの微分値の合計のうち、所定のしきい値をこえる複数の画素列が先行車両の左、右端の輪郭候補として抽出され、水平注視領域における水平方向への画素行ごとの微分値の合計のうち、所定のしきい値をこえる複数の画素行が先行車両の上、下端の輪郭候補として抽出され、これらの候補のうち2つずつの画素列及び画素行が任意に選択されてこれらにより囲まれる閉領域が概定され、この閉領域の中心点の変動量及び垂直、水平方向の長さの比が一定条件を満足する場合にこの閉領域が先行車両の存在領域とされるため、従来のように全画素すべての信号を処理する必要はなく、しかも微分、加算、比較の各演算を行うだけでよく、簡単な演算処理で済む。

## 【0006】

【実施例】図1ないし図8はこの発明の一実施例を示し、図1は動作説明図、図2は適用される画素処理システムのブロック図、図3は動作説明図、図4ないし図8は動作説明用のフローチャートである。

【0007】図2及び図3に示すように、2次元CCDカメラ等からなる撮像手段1が自動車2の車室内に搭載され、撮像手段1により前方が撮像され、得られた先行車両3等の画像が画像処理装置4により処理される。

【0008】このとき、先行車両3との車間距離に關係なく先行車両3の画像が常に撮像手段1の画面のほぼ中央に位置するよう、撮像手段1はその光軸(図3中の1点鎖線)が水平になるように設置されている。

【0009】ところで、画像処理装置4の機能について説明すると、撮像手段1による撮像画像を微分処理し、撮像手段1の撮像画像の垂直方向に図1(a)に示すように所定の垂直幅の垂直注視領域Vを設定すると共に水平方向に図1(b)に示すように所定の水平幅の水平注視領域Hを設定し、垂直注視領域Vにおける垂直方向への画素列ごとの微分値の合計を算出すると共に、水平注視領域Hにおける水平方向への画素行ごとの微分値の合計を算出し、先行車両3の左、右端の輪郭候補として微分値の合計が図1(a)に示すしきい値Thをこえる複数の画素列を抽出すると共に、先行車両3の上、下端の輪郭候補として微分値の合計が図1(b)に示すしきい値Thをこえる複数の画素行を抽出し、抽出した各画素列及び各画素行のうち任意に2つを選択し、選択した画



画素列及び画面素行で囲まれる図1(c)に示すような閉領域HVの中心点の前の処理により導出された中心点からのずれが所定の許容範囲内で、かつこの閉領域HVの垂直及び水平方向の長さの比が所定範囲内にあるときに、閉領域HVを先行車両3の存在領域と判断するようになっている。

【0010】なお、上記した閉領域HVの垂直、水平方向の長さの比を判断するための基準となる範囲は、各種自動車を後面から見たときの縦、横の比に基づいて予め定められる。

【0011】つぎに、画像処理動作について図4ないし図8のフローチャートを参照しつつ説明する。

【0012】全体的な処理手順は、図4に示すように、初期検出処理が行われたのち(ステップA1)、追続検出処理が行われる後れとなっている(ステップA2)。

【0013】そして、初期検出処理は図5に示す手順で行われる。

【0014】即ち、図5に示すように、撮像手段1により得られた撮像開始直後の1番目のフレームの撮像画像が画像処理装置4に入力され(ステップS1)、入力された画像が微分処理されたのち(ステップS2)、上記したように設定された垂直注視領域V0の水平軸投影、即ち垂直注視領域V0における垂直方向への画素列ごとの微分値の合計が算出され(ステップS3)、この水平軸投影された画素列ごとの微分値の合計値分布において、撮像画面中心より右側にピークを示す画素列の水平軸座標が探索され(ステップS4)、この探索により求められた画素列のうち微分値合計が上記したしきい値Th以上となる画素列の水平軸座標が先行車両の右端の輪郭候補として画像処理装置4の内蔵メモリ等におけるテーブルVR(i)に登録される(ステップS5)。

【0015】ここで、iは0、1、2、…であり、画面中心側から右方向へ順次に割り付けられる。

【0016】つぎに、ステップS4と同様、今度は水平軸投影された画素列ごとの微分値の合計値分布において、撮像画面中心より左側にピークを示す画素列の水平軸座標が探索され(ステップS6)、この探索により求められた画素列のうち微分値合計がしきい値Th以上となる画素列の水平軸座標が先行車両の左端の輪郭候補としてテーブルVL(j)に登録される(ステップS7)。ここで、jはiと同様0、1、2、…であり、画面中心側から左方向へ順次に割り付けられる。

【0017】そして、i、jが任意に選択され(ステップS8)、選択されたi、jのテーブルに登録された水平軸座標に基づき後で詳述する水平注視領域H0の決定処理が行われ(ステップS9)、先行車両を発見したか否かの判定が行われ(ステップS10)、この判定結果がNOであればすべてのi、jについての処理が終了したか否かの判定がなされ(ステップS11)、この判定結果YESであれば初期検出処理の結果先行車両がない

と判断されてステップS1に戻り、判定結果がNOであればステップS8に戻って異なるi、jの組み合わせが選択され、一方ステップS10の判定結果がYESであれば先行車両が発見、捕捉されたとして、初期検出処理が終了する。

【0018】ところで、上記した水平注視領域H0の決定処理について説明すると、図6に示すように、まず図5におけるステップS8で選択されたi、jの座標VR(i)、VL(j)のうち、VR(i)を右端、VL(j)を左端とする水平注視領域H0が設定され(ステップT1)、設定された水平注視領域H0の垂直軸投影、即ち水平注視領域H0における水平方向への画素行ごとの微分値の合計が算出され(ステップT2)、この垂直軸投影された画素行ごとの微分値の合計値分布において、撮像画像の中心より上側にピークを示す画素行の垂直軸座標が探索され(ステップT3)、この探索により求められた画素行のうち微分値合計が上記したしきい値Th以上となる画素行の垂直軸座標が先行車両の上端の輪郭候補として画像処理装置4の内蔵メモリ等におけるテーブルHU(m)に登録される(ステップT4)。

【0019】ここで、mは上記したiと同様0、1、2、…であり、画面中心から上方向へ順次に割り付けられる。

【0020】そして、ステップT3と同様、今度は垂直軸投影された画素行ごとの微分値の合計値分布において、撮像画面中心より下側にピークを示す画素行の垂直軸座標が探索され(ステップT5)、この探索により求められた画素行のうち微分値合計がしきい値Th以上となる画素行の垂直軸座標が先行車両の下端の輪郭候補としてテーブルHL(n)に登録される(ステップT6)。ここでは、nはmと同様0、1、2、…であり、画面中心から下方向へ順次に割り付けられる。

【0021】つぎに、m、nが任意に選択され(ステップT7)、選択されたm、nの座標HU(m)、HL(n)と、図5のステップS8で選択されたi、jの座標VR(i)、VL(j)とで囲まれる閉領域HV0の水平方向の幅W(=|VR(i)-VL(j)|)及び垂直方向の高さT(=|HU(m)-HL(n)|)が算出されると共に(ステップT8)、この閉領域HV0の中心の座標(CX0、CY0)が算出される(ステップT9)。

【0022】このとき、 $CX0 = \{VR(i) + VL(j)\} / 2$ 、 $CY0 = \{HU(m) + HL(n)\} / 2$ である。

【0023】その後、ステップT9で算出した中心座標(CX0、CY0)が予め設定された初期検出時の許容範囲内にあるか否かの判定がなされ(ステップT10)、この判定結果がYESであれば、ステップT8で求めた高さTと幅Wとの比が予め定められた所定範囲内にあるか否かの判定がなされ(ステップT11)、この

判定結果がNOであれば、上記したステップT10の判定結果がNOの場合と共にステップT12に移行し、すべての $m$ 、 $n$ についての処理が終了したか否かの判定がなされ(ステップT12)、この判定結果がYESであれば先行車両の追従失敗と判断され(ステップT13)、領域H0の決定処理は終了し、判定結果がNOであればステップT7に戻って異なる $m$ 、 $n$ の組み合わせが選択される。

【0024】一方、ステップT11の判定結果がYESであれば先行車両の捕捉に成功したと判断され、中心座標(CX0、CY0)で水平座標VR(i)、VL(j)及び垂直座標HU(m)、HL(n)に基づく閉領域HV0が初期捕捉における先行車両の存在領域と認識され(ステップT14)、その後領域H0の決定処理は終了する。

【0025】つぎに、連続追従処理について図7に示すフローチャートを参照しつつ説明する。

【0026】基本的には上記した初期追従処理とほとんど同じであり、まず、図7に示すように、撮像手段1により得られた撮像開始直後の2番目以降のフレームのフレーム画像が画像処理装置4に入力され(ステップU1)、入力された画像が微分処理されたのち(ステップU2)上記した領域V0と同様に設定された垂直注視領域Vの水平軸投影、即ち垂直注視領域Vにおける垂直方向への画素列ごとの微分値の合計が算出され(ステップU3)、この水平軸投影された画素列ごとの微分値の合計値分布のうち、1フレーム前の画像処理により車両存在領域とされた閉領域の境界線を中心とする一定幅の四角形の枠状の探索エリアにおいて、1フレーム前の閉領域の中心より右側にピークを示す画素列の水平軸座標が探索され(ステップU4)、この探索により求められた画素列のうち微分値の合計が上記したしきい値Th以上となる画素列の水平軸座標がテーブルVR(i)に登録される(ステップU5)。

【0027】さらに、ステップU4、U5と同様にして、今度は左側にピークを示す画素列の水平軸座標が探索されてしきい値Th以上となる画素列の水平軸座標がテーブルVL(j)に登録され(ステップU6)、その後i、jが任意に選択され(ステップU7)、選択されたi、jのテーブルに登録された水平軸座標に基づき後で詳述する水平注視領域Hの決定処理が行われ(ステップU8)、先行車両を捕捉したか否かの判定が行われ(ステップU9)、この判定結果がNOであればすべてのi、jについての処理が終了したか否かの判定がなされ(ステップU10)、この判定結果がYESであれば、先行車両の追従に失敗したとしてその旨を報知するなどのエラー処理が行われたのち(ステップU11)、ステップU1に戻る。

【0028】一方、ステップU9の判定結果がYESであれば、先行車両が捕捉されたとして、先行車両の存在

領域の更新処理が行われたのち(ステップU12)、ステップU1に戻る。

【0029】つぎに、上記した水平注視領域Hの決定処理について説明すると、基本的に上記したH0決定処理とほとんど同じであり、図8に示すように、まず図7におけるステップU7で選択されたi、jの座標VR(i)、VL(j)のうち、VR(i)を右端、VL(j)を左端とする水平注視領域Hが設定され(ステップW1)、設定された水平注視領域Hの垂直軸投影、即ち水平注視領域Hにおける水平方向への画素行ごとの微分値の合計が算出され(ステップW2)、この垂直軸投影された画素行ごとの微分値の合計値分布のうち、上記した探索エリアにおいて1フレーム前の閉領域の中心より上側にピークを示す画素行の垂直軸座標が探索され(ステップW3)、この探索により求められた画素行のうち微分値合計が上記したしきい値Th以上となる画素行の垂直軸座標がテーブルHU(m)に登録される(ステップW4)。

【0030】さらに、ステップW3、W4と同様にして、今度は下側にピークを示す画素行の垂直軸座標が探索されてしきい値Th以上となる画素行の垂直軸座標がテーブルHL(n)に登録され(ステップW5)、その後m、nが任意に選択され(ステップW6)、選択されたm、nの座標HU(m)、HL(n)と、図7のステップU7で選択されたi、jの座標VR(i)、VL(j)とで囲まれる閉領域HVの水平方向の幅W(=|VR(i)-VL(j)|)及び垂直方向の高さT(=|HU(m)-HL(n)|)が算出されると共に(ステップW7)、この閉領域HVの中心の座標(CX、CY)が算出される(ステップW8)。

【0031】このとき、 $CX = \{VR(i) + VL(j)\} / 2$ 、 $CY = \{HU(m) + HL(n)\} / 2$ である。

【0032】その後、ステップW8で算出した中心座標(CX、CY)のうち垂直軸座標CYは、撮像手段1の設置の関係上ほとんど変化しないようになっているため、座標CYが予め定められた所定の制約範囲内に入っているか否かの判定がなされ(ステップW9)、この判定結果がYESであれば、中心座標(CX、CY)が連続追従時の許容範囲内か否かの判定がなされ(ステップW10)、この判定結果がYESであれば、ステップで求めた高さTと幅Wとの比が予め定められた所定範囲内にあるか否かの判定がなされ(ステップW11)、この判定結果がNOであれば、上記したステップW9、W10の判定結果がそれぞれNOの場合と共にステップW12に移行し、すべての $m$ 、 $n$ についての処理が終了したか否かの判定がなされ(ステップW12)、この判定結果がYESであれば先行車両の捕捉失敗と判断され(ステップW13)、領域Hの決定処理は終了し、判定結果がNOであればステップW6に戻って異なる $m$ 、 $n$ の組

み合わせが選択される。

【0033】一方、ステップW11の判定結果がYESであれば先行車両の捕捉に成功したと判断され(ステップW14)、その後領域Hの決定処理は終了する。

【0034】従って、従来のように全画素のすべての信号について最終段階までの処理を行う必要がなく、最初に全画素について微分処理したのちに必要な領域についてのみ処理すればよく、しかも微分、加算、比較の各演算を行うだけでよく、簡単な演算で精度よく先行車両を認識することができる。

【0035】

【発明の効果】以上のように、この発明の先行車両認識方法によれば、垂直注視領域における垂直方向への画素列ごとの微分値の合計から抽出した先行車両の左、右端の輪郭候補としての複数の画素列、及び水平注視領域における水平方向への画素行ごとの微分値の合計から抽出した先行車両の上、下端の輪郭候補としての複数の画素行のうち2つずつを選択し、両画素列及び両画素行により囲まれる閉領域を一定条件下で先行車両の存在領域とするため、従来のように全画素すべての信号について最\*

\* 終段階までの処理を行う必要はなく、最初に全画素について微分処理したのちに必要な領域についてのみ処理すればよく、しかも微分、加算、比較の各演算を行うだけでよく、簡単な演算処理で精度よく先行車両を認識することができ、演算コストの低減を図ることも可能となり、車載用システムとして好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例の動作説明図である。

10 【図2】この発明に適用される画像処理システムのブロック図である。

【図3】この発明の動作説明図である。

【図4】この発明の動作説明用フローチャートである。

【図5】この発明の動作説明用フローチャートである。

【図6】この発明の動作説明用フローチャートである。

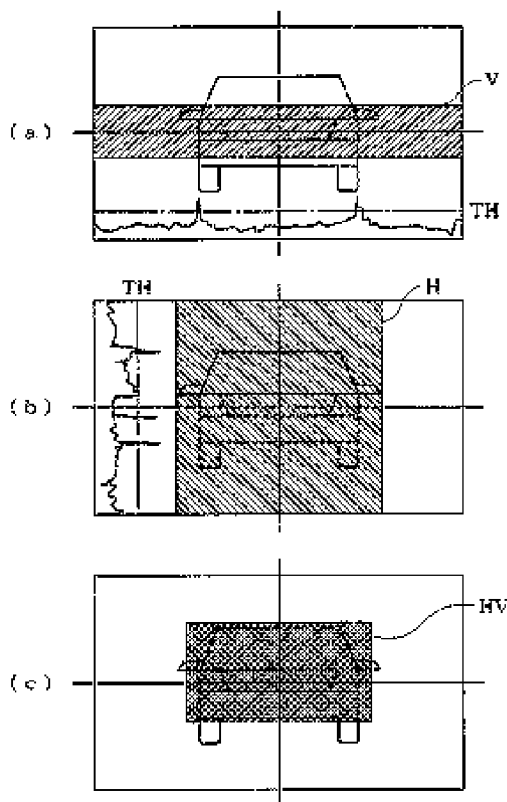
【図7】この発明の動作説明用フローチャートである。

【図8】この発明の動作説明用フローチャートである。

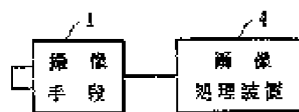
【符号の説明】

- 1 撮像手段
- 2 先行車両
- 3 画像処理装置
- 4 撮像手段

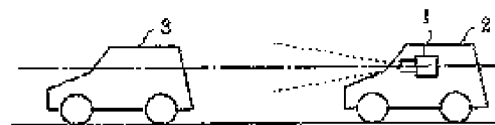
【図1】



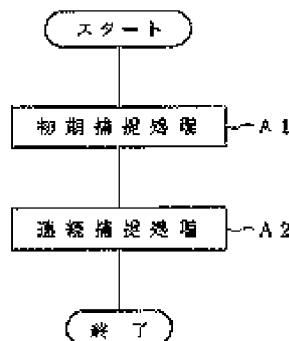
【図2】



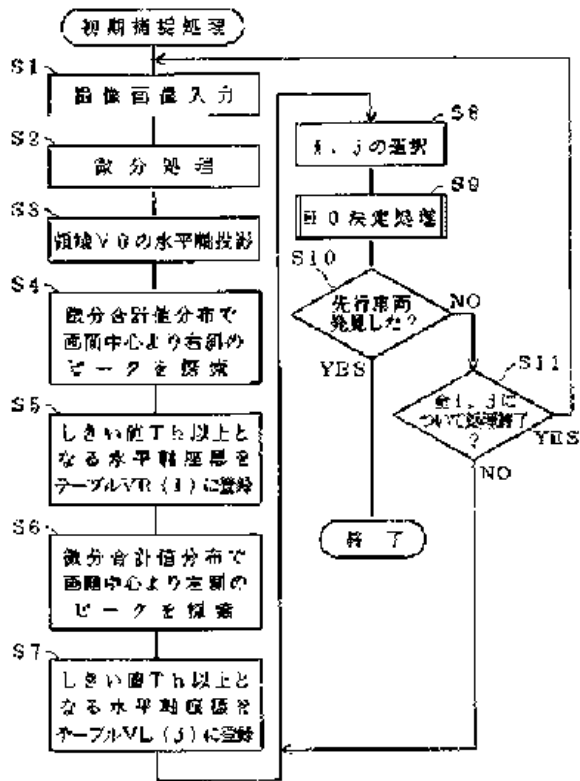
【図3】



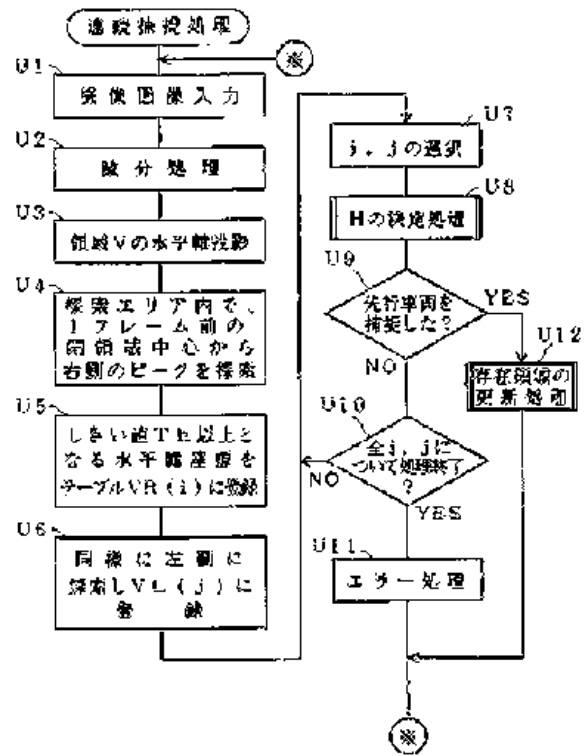
【図4】



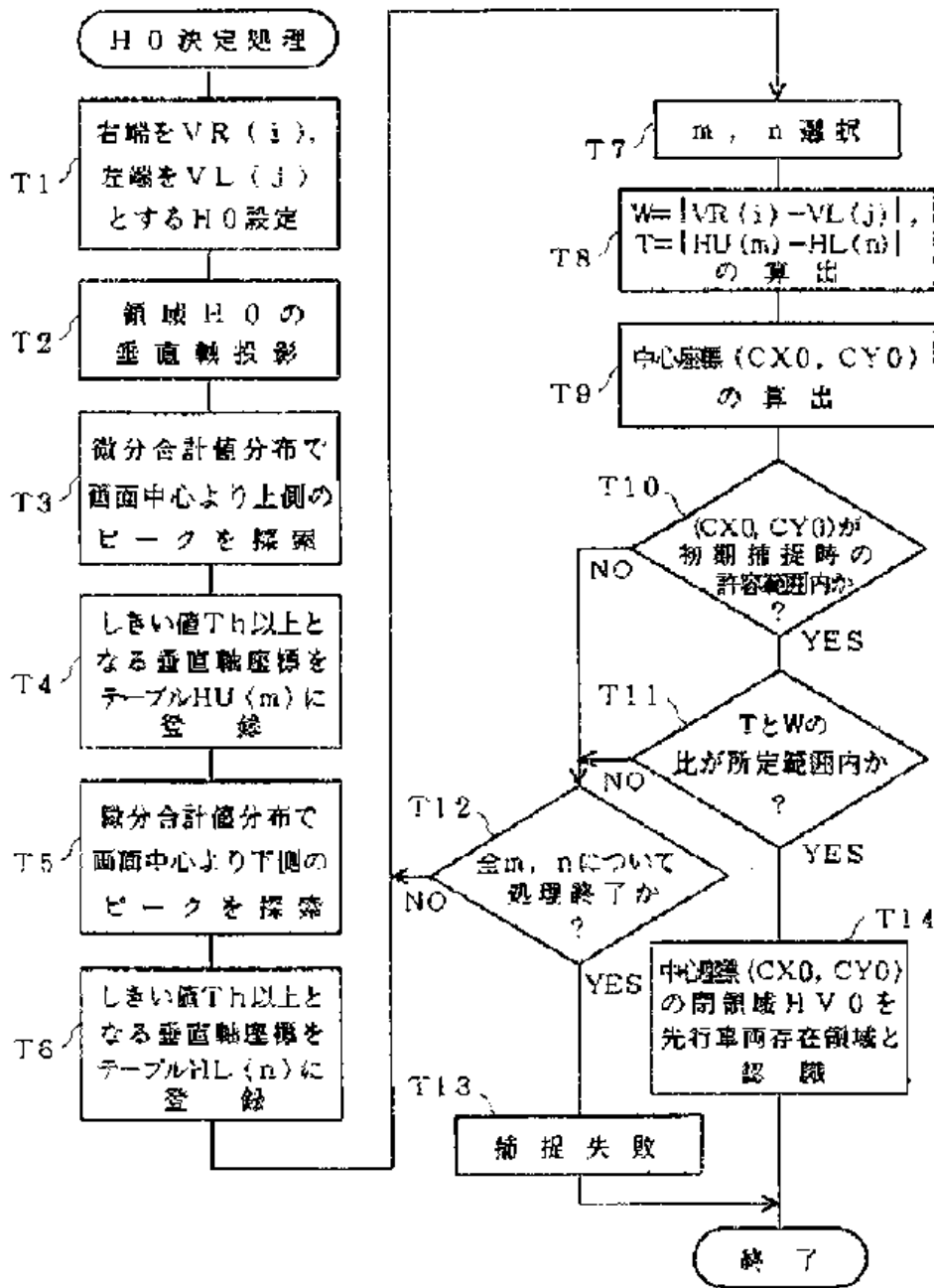
【図5】



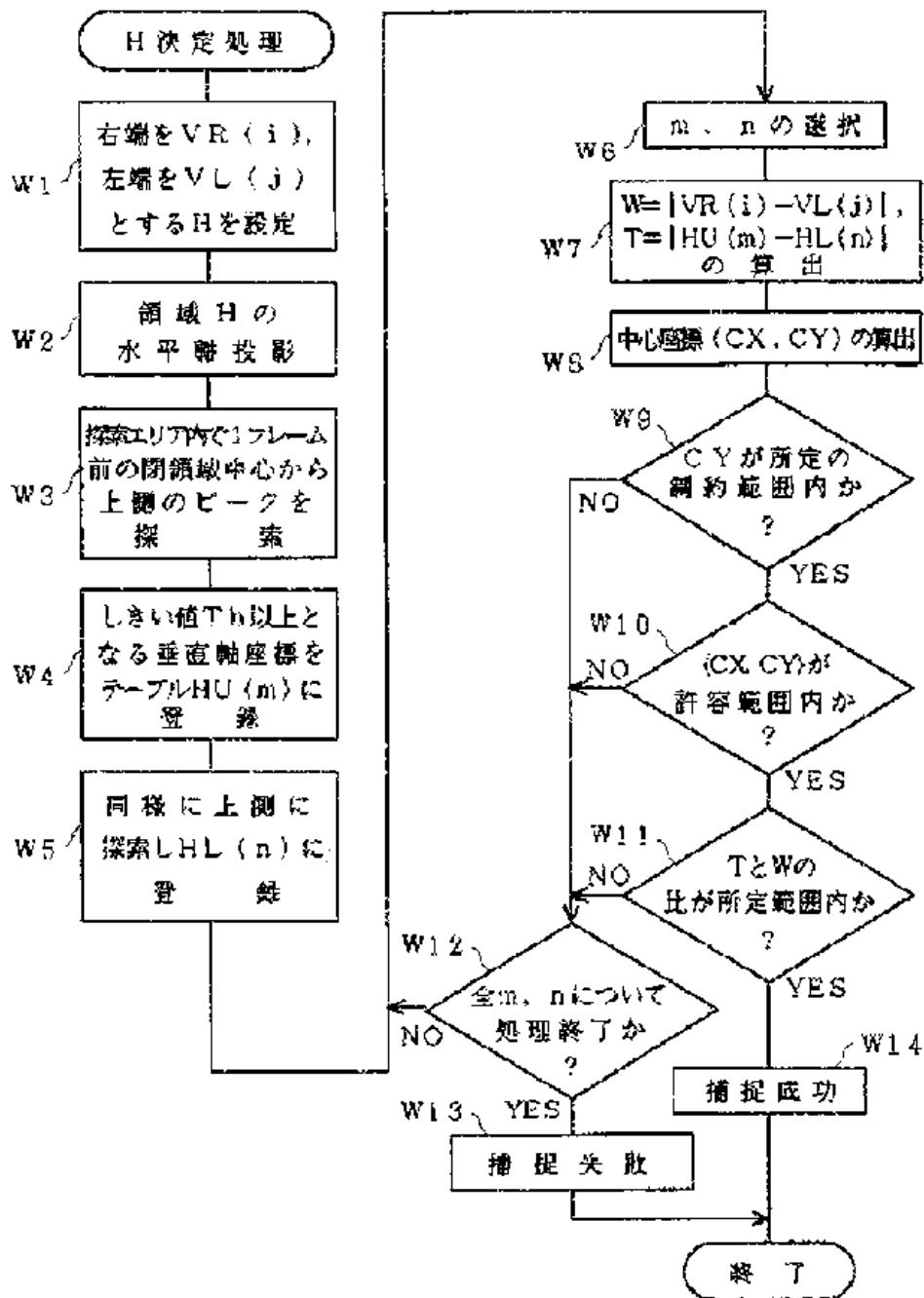
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>  
G 0 8 G 1/16  
H 0 4 N 7/18

識別記号 庁内整理番号  
C 7531-3H  
J

F I

技術表示箇所

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-032935**

(43)Date of publication of application : **03.02.1995**

(51)Int.Cl. **B60Q 1/08**  
**F21M 3/18**  
**H04N 7/18**

(21)Application number : **05-182822**

(71)Applicant : **TOYOTA MOTOR CORP**

(22)Date of filing : **23.07.1993**

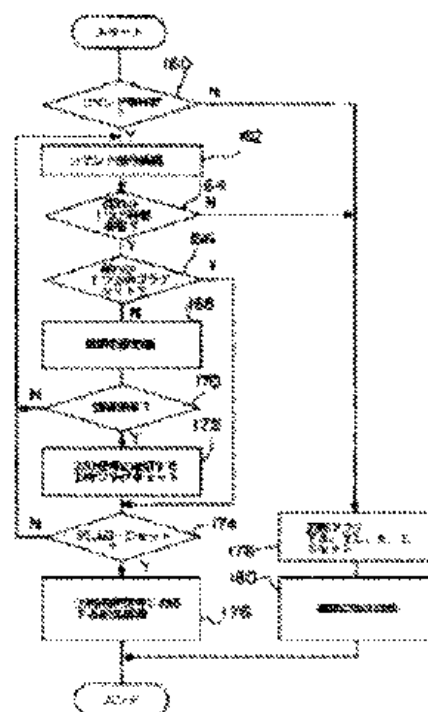
(72)Inventor : **MORI TAKAKAZU**  
**NAKAMURA TAKASHI**

### (54) LIGHT DISTRIBUTION CONTROL DEVICE OF HEADLIGHT

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To radiate securely a position a driver can observe visually, in the running condition of a vehicle.

**CONSTITUTION:** When a command signal to show the route is input from a navigation unit, the command signal is decoded (Step 160 and 162), and when a direction indicating signal is included in the decoded result the road form is grasped by the image processing from the image of the front side of the vehicle taken by a camera (Step 164 to 168). It is decided whether the grasped road form corresponds to the direction indicating signal or not, and when it is the corresponding road, and it is the time to control the light distribution, the light distribution of headlamps when the vehicle enters the corresponding road is controlled (Step 170 to 176). On the other hand, when no road is corresponding the process is carried out from the decoding of the command signal without controlling the light distribution. In such a way, the light distribution is controlled by the route the navigation unit indicates, and the grasping of the road form by the image processing.



(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
B 6 0 Q	1/08	8715-3K		
F 2 1 M	3/18	8400-3K		
H 0 4 N	7/18	K		

審査請求 未請求 請求項の数 1 〇 〇 (全 15 頁)

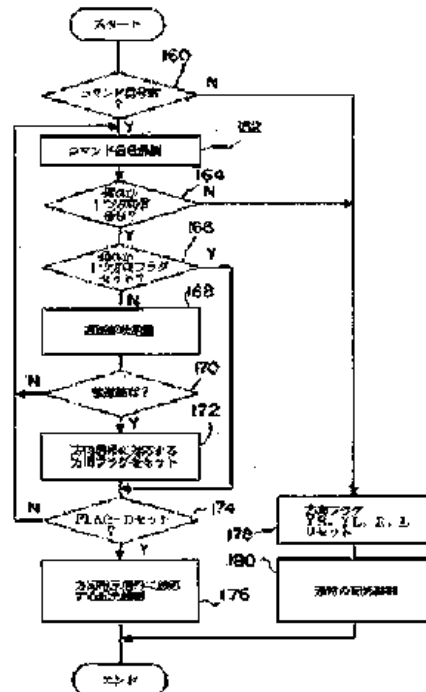
(21) 出願番号	特願平5-182322	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成5年(1993)7月23日	(72) 発明者	森 孝和 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	中村 隆可 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 中島 淳 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ヘッドランプの配光制御装置

(57) 【要約】

【目的】 車両の走行時にドライバーが目視する位置を確実に照射する。

【構成】 ナビゲーションユニットから経路を示すコマンド信号が入力されるとコマンド信号を解釈し(ステップ160、162)、解釈した結果、方向指示信号が含まれているときカメラで撮影した車両前方画像から画像処理によって道路形状を把握する(ステップ164~168)。把握した道路形状が方向指示信号に該当するかどうかを判断し、該当する道路でありかつ、配光制御する時期であるときに該当する道路へ進入するときのヘッドランプの配光制御を行う(ステップ170~176)。一方、該当する道路がないときは、配光制御することなくコマンド信号の解釈から再度実行する。このように、ナビゲーションユニットが示す経路と画像処理による道路形状把握とにより配光制御を行う。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 照射方向及び照射範囲の少なくとも一方が変更可能なヘッドランプを有する車両を誘導するための経路を検出する経路検出手段と、前記車両の進行路を含む画像から進行路の形状を検出する進行路形状検出手段と、前記車両の前記経路及び前記進行路の形状に基づいてドライバの注視すべき位置に光が照射されるように前記ヘッドランプの照射方向及び照射範囲の少なくとも一方を制御する制御手段と、  
10 を備えたヘッドランプの配光制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ヘッドランプの配光制御装置にかかり、特に、走行中に車両前方を照射するヘッドランプの配光を走行状態に応じて制御するヘッドランプの配光制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、車両には、夜間等にドライバーの前方視認性を向上させるために、ヘッドランプが配設されている。一般にヘッドランプは、車両の先端かつ左右に1対配設され、比較的広範囲を照射しているが、ヘッドランプは固定されているため、車両の走行状態、例えば、車両が旋回する時に、ドライバーが目視するに必要な部位（以下、注視位置）を明るく照射できないことがあった。このため、ステアリング角に応じてヘッドランプの照射光軸を変更したり（特公昭55-22299号公報）、ヘッドランプから照射される光の領域を広げるまたは狭くすることをしたり（実開平2-27938号公報）、車両の進行方向に応じた部位を照射するヘッド  
20 ランプが提案されている。

【0003】しかしながら、走行中のドライバーの注視位置は、車両の進行方向や車両の操舵角によって一義的に決定されるものではない。すなわち、通常の道路には、交差点等の十字路やY字路があり、ドライバーは、目的地に到達するまでの経路として複数ある進行路から意図的に選択しなければならない。従って、上記のように、ステアリング角等の操舵角によって車両の進行方向を検出してヘッドランプの配光を制御しようとしても、十字路やY字路のいずれの進行路が該当する進行路であるかを判断できず、注視位置を照射することができなかった。

【0004】この問題を解消するために、所謂ナビゲーションシステムを利用して夜間走行する場合に、カーブ進入以前に照射範囲をカーブに応じた方向に調整することによってドライバーの視認性を向上させる装置がある（特開平2-296550号公報）。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記ナビゲーションシステムを利用しても、実際の注視位置を  
50

照射するためのヘッドランプの配光制御ができない。すなわち、上記ナビゲーションシステムを利用すれば、地図上の何れの位置に車両が位置しているかを広範囲的に特定することはできるが、現在、車両が進行している進行路上における狭範囲における車両状態を判断できないため、進行方向等の車両状態に応じた注視位置を照射することができない。

【0006】本発明は、上記実害を考慮し、車両の走行時にドライバーが目視する位置を確実に照射することができるヘッドランプの配光制御装置の提供を目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明のヘッドランプの配光制御装置は、照射方向及び照射範囲の少なくとも一方が変更可能なヘッドランプを有する車両を誘導するための経路を検出する経路検出手段と、前記車両の進行路を含む画像から進行路の形状を検出する進行路形状検出手段と、前記車両の前記経路及び前記進行路の形状に基づいてドライバの注視すべき位置に光が照射されるように前記ヘッドランプの照射方向及び照射範囲の少なくとも一方を制御する制御手段と、  
30 を備えている。

## 【0008】

【作用】本発明によれば、車両は、照射方向及び照射範囲の少なくとも一方が変更可能なヘッドランプを有している。この車両を誘導するための経路は経路検出手段によって検出される。この経路検出手段には、ナビゲーションシステム等の経路誘導装置やドライバーの音声による入力装置がある。進行路形状検出手段は、道路等の車両の進行路を含む画像から進行路の形状を検出する。この画像はカメラ等の撮影装置により検出できる。進行路の形状は、この画像から道路等の進行路のみを抽出する等の画像処理をすることにより検出することができる。また、この検出により進行路の形状における検出時点の車両の位置を特定することもできる。この進行路の形状や位置を検出できれば経路に沿って車両が進行する方向や位置を特定することができるため、ドライバーが注視すべき位置を特定できる。制御手段は、車両の経路及び進行路の形状に基づいてドライバの注視すべき位置に光が照射されるようにヘッドランプの照射方向及び照射範囲の少なくとも一方を制御する。このように、ドライバーが注視すべき位置にヘッドランプによる光が照射されるように制御しているため、交差点やY字路等の進行路の形状が複雑な場合であっても、ドライバーが目視確認するための視認性が良好となる配光にすることができる。

## 【0009】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。第1実施例は、車両の前方に配設されたヘッドランプの配光を制御するヘッドランプの配光制御装置に本発明を適用したものである。

【0010】図1に示したように、車両10のフロントボデー10Aの上面部には、エンジンフード12が配置されている。フロントボデー10Aの前端部の車幅方向両端部に固定されたフロントバンパ16の上部には、左右一対のヘッドランプ18、20が配設されている。また、エンジンフード12の後端部付近には、ウインドシールドガラス14が設けられている。ウインドシールドガラス14の上方でかつ車両10内部には、ルームミラー15が設けられ、ルームミラー15近傍のドライバーの目視位置（所謂アイポイント）近傍には夜間車両前方を撮影するためのカメラ22が配設されている。このカメラ22は、画像処理装置48（図5）に接続されている。

【0011】図2に示したように、車両10内には、ステアリング26が備えられ、ステアリング26の図示しない回転軸には、ステアリング26の回転角度及び回転方向に応じた信号を出力する操舵角センサ68が配設されている。この図示しない回転軸付近にはターニングナルレバー28も配設されている。インストルメントパネル23には、スピードメーター24が配設され、スピードメーター24の図示しないケーブルには車速Vに応じた信号を出力する車速センサ66（図5）が取り付けられている。また、コンソール上方でかつインストルメントパネル23の下方側には、ディスプレイ70を有するナビゲーションユニット72が配設されている。このナビゲーションユニット72は、複数の衛星から送信された信号と、車速等の車両の情報とに基づいて、図示しないCD-ROM等の記憶装置に記憶された地図をディスプレイ70に表示すると共に、現在地から目的地までの経路誘導を行うための装置である。

【0012】図3に示したように、ヘッドランプ18は、ランプハウス34を有したプロジェクタタイプのヘッドランプで、一方に凸レンズ30が固定され、他方に凸レンズ30の光軸L（中心軸）上に発光点が位置するようにソケット36を介してバルブ32が固定されている。また、ランプハウス34のバルブ側（図3右側）は、光を有効に射出するための楕円反射面のリフレクタ38とされている。

【0013】ヘッドランプ18の内部には、光軸Lと直交する平面上を制御装置50から出力される制御信号に応じて移動するシェード40が配設されている。シェード40は、遮光板40A、40B、40Cを備えており、遮光板40Aは上下方向に移動可能とされ、遮光板40B、40Cは車幅方向に移動可能とされている。

【0014】図4には、シェード40の遮光板40A、40B、40Cを基準位置に移動させたとき形成される配光の状態を、ドライバーが目視する車両前方の画像のイメージ図として示した。このシェード40によるカットライン（光の照射及び未照射の境界、遮光板40Aによるカットライン140、遮光板40Bによるカッタ

イン142、143、遮光板40Cによるカットライン144、145）の上部方向（図4矢印B方向）の領域Adが遮光される。図中、サークルC1、C2、C3、C4は、照射される光が略同じ明るさである範囲を示し、例えば、サークルC1は路面照度で約30lxであり、サークルC4は路面照度で約5lxである。なお、シェード40の遮光板40A～40Cは、道路上の一点に集光しないため、実際のカットラインに対応する部位はボケが生じその周辺であっても所定の路面照度を得ることができる。

【0015】上記カットライン140の上下方向（図4矢印B方向及び逆方向）の移動は、ヘッドランプ18によって光が照射される明部領域Abの端部光の到達距離に対応される。また、カットライン143、145の車幅方向の移動は、車両の方向に応じた照射範囲の限界、すなわち広がりに対応される。従って、遮光板40Aを移動させて光の到達距離を変化させることができ、遮光板40B、40Cを移動させて左右の配光の広がりを変化させることができる。このため、シェード40の移動によって、光の照射領域を自由に設定することができる。

【0016】ヘッドランプ20はシェード41を有している。ヘッドランプ20及びシェード41は、ヘッドランプ18及びシェード40と同様の構成のため、説明を省略する。

【0017】なお、予め定めた位置の遮光板位置に対応する配光パターンを複数設定し、最適な配光パターンを選択するようになれば、連続的に制御することなく、段階的な制御で、構造及び配光制御を簡略化することができる。

【0018】図5に示したように、制御装置50は、リードオンリメモリ（ROM）52、ランダムアクセスメモリ（RAM）54、中央処理装置（CPU）56、入力ポート58、出力ポート60及びこれらを接続するデータバスやコントロールバス等のバス62を含んで構成されている。なお、このROM52には、後述するシェード40等を制御する制御プログラム等が記憶されている。

【0019】入力ポート58には、車速センサ66、操舵角センサ68及びナビゲーションユニット72が接続されている。出力ポート60は、ドライバ64を介してシェード40、41を作動させるように接続されている。また、入力ポート58及び出力ポート60は、画像処理装置48にも接続されている。

【0020】なお、上記道路形状には、進行路の形状、例えばセンターラインや縁石等によって形成される1車線に対応する道路形状を含むものである。

【0021】画像処理装置48は、カメラ22及び制御装置50から入力される信号に基づいてカメラ22で撮影した画像（イメージ）を画像処理する装置であり、例

えば平面図を生成して現時点の車両10の走行方向と道路形状に応じてドライバーが目視する視線方向との成す偏差角φを求めている。この偏差角φを求める方法について簡単に説明する。

【0022】本発明者は、車両10が複数の走行速度（車速V）で走行したときドライバーが注視する位置を検出する実験を行い、ドライバーは車速Vに拘わらず約1.5秒後に車両10が到達する位置を注視しているという結果を得た。この実験では、車両10からドライバーが注視する視点位置までの距離を、視線方向（視線と車両10の走行方向と成す角度）及び車速Vから求めた結果である。従って、道路形状及び車速Vを特定できれば、ドライバーの注視位置を求めることができる。

【0023】図10には、2車線を有した道路122を走行中にカメラ22によって撮影したイメージ120を示した。この道路122では、車線がライン124で境界されると共に、縁石126が道路122とそれ以外との境界とされている。イメージ120には、道路122に平行かつ車両10の走行方向と一致するドライバーの視線Lの高さ及び方向に対応する位置に基準点Dが打点されると共に、走行中の地平線と一致する、基準点Dを通過する水平線Horと、この水平線Horと直交しかつ点Dを通過する直線が垂直線Verとが位置している。画像\*

$$X = 1.5 \cdot (10/36) \cdot V$$

但し、V：車速（単位、km/h）

X：注視距離（単位、m）

【0027】この交点Pを通過する直線が、道路形状に応じてドライバーが目視する方向（ドライバーの視線L1）と略一致する方向である。従って、車両10の走行方向と一致するドライバーの視線Lと道路形状に応じた視線L1との成す角度が、車両10の走行状態（車速V）及び道路形状に応じてドライバーの視線方向が変化する角度を示す偏差角φとなる。

【0028】従って、求めた偏差角φに応じてシェードを移動するためのヘッドランプ18、20の配光制御量を演算し、演算された配光制御量に応じて各遮光板を移動されればヘッドランプ18、20の配光はドライバーの注視位置を含むことになる。この配光制御量は、車速V及び偏差角φに応じて照射範囲を増減させるときの対応する遮光板の移動量に換算することによって得ることができる。なお、ドライバーの注視位置は、上記式（1）に示したように車両10の走行状態（車速V）を含め考慮されている。

【0029】以下、図面を参照して本実施例の作用を説明する。なお、説明を簡単にするために、ナビゲーションユニットからのコマンド信号は、交差点を右折、交差点を左折、Y字路を右へ進入、Y字路を左へ進入、に対応する4種類を含むコマンド信号を用いて、以下Y字路を右へ進入に対応する信号が始めに入力された場合について説明する。

\* 処理装置48では、ライン124及び縁石126のイメージ120上の画素位置を表す複数の画像データに基づいて、道路122を上方から見た道路形状を特定するためのイメージ130を生成する（図11参照）。

【0024】図11に示したように、車両10の現車速Vにおけるドライバーの注視距離は、以下の式（1）に示したように車両10から現車速Vで約1.5秒後の距離X（半径Xの円周上）の部位である。道路122は、画像処理装置48で求められた道路形状であり、通常、ドライバーはこの道路形状に応じた方向を目視する。本実施例では、簡易的に、道路122の道路形状に沿って設けられているライン124の形状を道路形状として特定している。従って、このライン124と半径Xとの交点Pを、ドライバーの注視位置として特定することができる。

【0025】なお、上記ではライン124で道路形状を特定したが、車両が車線内を走行する位置（軌跡）を想定しその位置で道路形状を特定するようにしてもよい。また、膨張収縮処理等の画像処理によって道路を抽象化した線分に変換してこの線分により道路形状を特定するようにしてもよい。

【0026】

$$--- (1)$$

【0030】先ず、ドライバーが車両の図示しないライトスイッチをオンし、ヘッドランプ18、20を点灯させると、所定時間毎に図7に示した制御メインルーチンのステップ160へ進み、ナビゲーションユニット72からのコマンド信号が入力されたか否かを判断する。否定判断の場合には、ステップ178において方向フラグFLAG-YR、FLAG-YL、FLAG-R、FLAG-Lをリセット（値を「0」に）し、ステップ180において、上記で説明した通常の配光制御が行われる。この方向フラグFLAG-YRは、ナビゲーションユニットからY字路を右へ進入するという経路指示されたか否かの状態を示すものであり、セット（値が「1」）のときは指示されたことを表しかつリセット（値が「0」）のときは指示されていないことを表している。同様に、方向フラグFLAG-YLは、Y字路を左へ進入すると経路指示されたか否かの状態を示すものである。また、方向フラグFLAG-Rは、交差点を右に進入するという経路指示されたか否かの状態を示すものであり、セットのときは指示されたことを表しかつリセットのときは指示されていないことを表している。同様に、方向フラグFLAG-Lは交差点を左に進入するという経路指示されたか否かの状態を示すものである。

【0031】コマンド信号が入力されると（ステップ160で肯定判断）、ステップ162において入力されたコマンド信号を解釈する。次のステップ164では、解釈したコマンド信号に何れか1つの方向指示信号（YR、YL、R、L）が含まれているか否かの判断により

コマンド信号に車両の進行経路を指示する信号が含まれているか否かを判断する。この方向指示信号YRは、Y字路を右へ、方向指示信号YLは左へ進入することを表し、方向指示信号Rは、交差点を右へ方向指示信号Lは左へ進入することを表す。方向指示信号が無でありステップ164で否定判断の場合には、ナビゲーションユニットからの経路指示による配光制御を行う必要がないため、ステップ178へ進み上記と同様に通常の配光制御を行う。

【0032】何れか1つの方向指示信号が含まれて肯定判断の場合には、コマンド信号に車両の進行経路指示に関する信号が含まれているため、ステップ166において方向フラグの何れか1つがセットされているか否かを判断する。方向フラグの何れかがセットされている場合には、既に以下の処理(ステップ168~172)が実行されているため、ステップ174へ移行すると共に、全方向フラグがリセットの場合には、ステップ168へ進み、道路形状の把握処理を実行する。

【0033】この道路形状の把握処理は、画像処理装置48におけるパターン認識等の画像処理であり、画像処理装置48において画像処理された処理結果の形状把握データを読み取る処理である。この画像処理装置48における処理を以下に簡単に説明する。この場合、画像処理装置48では、上記の偏差角を求める処理と同様に、カメラ22により撮影されたY字路のイメージを上方から見た平面図に変換した変換イメージを処理する。図6には、センターライン124を有した道路でY字路付近の変換イメージ132の例を示した。この縁石126により囲まれる道路122の領域について膨張収縮等の画像処理を行うことにより道路122の核部分を線分で表す。図6の場合、道路122はセンターライン124による2つの道路線90A、90Bで表せる。従って、2本の道路線を有しかつ交わっているということから、図6の道路122は車両の前方で分岐しており、進入路が2つあるY字路であるという道路形状を推定できる。なお、T字路や十字路等は、道路線の接点の状態(例えば、直交点や曲線の接点)で判断することができる。画像処理装置48は、この推定された道路形状を形状把握データとして(この場合、Y信号として)出力する。

【0034】なお、この道路形状の把握処理は、後述する割り込みルーチン(図9)における分岐点抽出処理において同様の処理を行うことができるため、後述の割り込みルーチンで処理したデータを形状把握データとして記憶して読み取るようにしてもよい。

【0035】次のステップ170では、画像処理装置48から読み取った形状把握データが、方向指示信号に対応する道路に該当するか否かを判断する。この場合、右へ進入するためのY字路に該当する道路であるか否かを判断する。このとき、否定判断された場合には、ステッ

プ162へ戻る。従って、コマンド信号の差異や誤解釈処理された場合に次の処理へ移行することはない。一方、肯定判断の場合には、ステップ172へ進み方向指示信号に対応する方向フラグ、この場合、方向フラグFLAG-YRをセット(「1」に)する。

【0036】次のステップ174では、後述する割り込みルーチン(図9)においてセットされるフラグFLAG-Dがセットされているか否かを判断する。このフラグFLAG-Dのセットは、現時点が把握された道路形状に応じて配光制御する時期であることを表し、リセットはこの時期ではないことを表している。フラグFLAG-Dがリセットされており否定判断の場合には、まだ該当する道路(Y字路を右)へ進入するときの配光制御を行う時期ではないため、ステップ162へ戻る。一方、フラグFLAG-Dがセットされ肯定判断の場合にはステップ176において、該当する道路へ進入するときの配光制御を行う。

【0037】このステップ176の該当道路進入時のときの配光制御は、偏差角 $\phi$ に応じて配光を決定しヘッドランプのシェードを制御する。この場合、道路がY字路で右へ進入する経路である。このとき、画像処理装置48では、該当道路に対応する偏差角 $\phi$ が以下のように求められる。まず、平面図に変換されたイメージ132(図6)において該当道路(右方向のY字路、道路線90A)が選択される。すなわち、上記ステップ168における道路形状の把握時に道路122を表す線分として求めた2つの道路線90A、90Bから、該当する道路線90Aが選択される。この選択された道路線90Aを用いて、上記で求めた注視距離Xからイメージ132上におけるドライバーの視線L1を求めた後に、車両10の走行方向に相当する視線Lと道路形状に応じた視線L1との成す角度である偏差角 $\phi$ が求められる。この画像処理装置48において演算された偏差角 $\phi$ の読み取り、偏差角 $\phi$ に応じてシェードを移動するためのヘッドランプ18、20の配光制御量を演算する。配光制御量は、上記で説明したように車速V及び偏差角 $\phi$ に応じた遮光板の移動量に換算されている。この演算された配光制御量に応じて各遮光板が移動されてヘッドランプ18、20の配光が制御される。

【0038】他の配光制御として、Y字路を左へ進入するときの配光制御は、上記と同様にして該当する道路線90Bが選択され、この道路線90Bを用いて偏差角 $\phi$ が演算され、これに基づきヘッドランプ18、20の配光が制御される。また、交差点の右への進入、及び交差点の左への進入のときの配光制御も上記と同様にして該当する道路線を用いて演算された偏差角 $\phi$ に基づきヘッドランプ18、20の配光を制御する。

【0039】なお、この交差点への進入の場合、車両の車幅方向に左右一対のコーナリングランプを配設して、該当する位置のコーナリングランプを同時に点灯するこ

ともできる。

【0040】このように、選択された該当道路について求めた偏差角φに基づき制御量を求めているので、道路の形状の従うと共にナビゲーションユニットからのコマンドによる車両の経路に応じて配光制御することができる。

【0041】次に、上記の制御メインルーチン実行中、所定時間毎に割り込み処理される割り込みルーチンを説明する。所定時間を経過して割り込みがかかる時、図8のステップ240へ進む。このステップ240では、ナビゲーションユニット72からのコマンド信号が入力されたか否かを判断し、否定判断の場合にはナビゲーションユニット72の指示による配光制御が必要ないためフラグFLAG-Dをリセットし(ステップ256)、本ルーチンを終了する。

【0042】一方、コマンド信号が入力され、肯定判断の場合には、コマンド信号を解釈し(ステップ242)、ステップ244へ進む。ステップ244では、フラグFLAG-Dが既にセットされているか否かを判断し、肯定判断の場合にはそのまま本ルーチンを終了する。未だセットされておらず否定判断されると、ステップ246において車速Vを読み取ると共に、ステップ248において車速Vに基づき上記式(1)を用いて注視距離Xを演算する。

【0043】次のステップ250では、分岐点までの距離Sを画像処理装置48から読み取る。この分岐点までの距離Sは以下のようにして演算される。画像処理装置48では、図9に示した距離演算ルーチンが実行され、カメラ22により撮影されたイメージを上方から見た平面図に変換した変換イメージ132を得る(図6参照、図9のステップ260、262)。このイメージ132を用いて分岐点抽出処理する(ステップ264)。この分岐点抽出処理は、先ず線石126により囲まれる道路122の領域について膨張収縮等の画像処理を行い道路122を線分(この場合、センターライン124に対応)で表して、道路122としての2つの道路線90A、90Bを得る。次に、この道路線90A、90Bの接点BPの位置を求める。この接点BPが分岐点に相当する。この他の接点BPには、T字路や十字路等の直交点や曲線の接合点がある。次に接点BPが少なくとも1つ有るか否かを判断し(ステップ266)、肯定判断の場合には求めた接点BPと車両10の位置に対応する点とから距離Sを演算する(ステップ270)。例えば、図6では、車両10が位置Aの場合には接点BPと点BP0とから、車両10が位置Bの場合には接点BPと点BP1とから距離Sが求められる。一方、接点BPが存在せず否定判断の場合には前方に分岐点がない通常の道路であるため、距離Sには注視距離Xより十分大きな値が設定される(ステップ268)。

【0044】次のステップ252では、読み取った距離

10

20

30

40

50

Sと注視距離Xとに基づき $S < pX$ か否かを判断することにより、ドライバーの注視位置が分岐点に接近したか否かを判断する。例えば、図6において車両10が位置Aの場合には否定判断され、車両10が位置Bの場合には肯定判断される。なお、この係数pは予め1より大きな定数が定められている。 $S \geq pX$ で否定判断の場合にはそのまま本ルーチンを終了する。一方、 $S < pX$ で肯定判断の場合には、ステップ254においてフラグFLAG-Dをセットして本ルーチンを終了する。

【0045】このように、本実施例では、カメラによって撮影された画像に基づいて道路形状を把握すると共に、ナビゲーションユニットからのコマンド信号に該当する道路が存在するか否かを判断している。従って、コマンド信号の入力があっても該当道路が存在しないときは、道路形状に応じた配光制御を行うことができるため、道路形状に応じた的確な時期に制御することができる。また、該当道路が存在するときには、コマンド信号に従って配光制御しているため、ナビゲーションユニットによる目的地までの経路情報に則した配光を制御することができる。

【0046】上記実施例では、ナビゲーションユニット72からのコマンド信号に応じて配光制御する場合を説明したが、以下にドライバーが発音した音に応じて配光制御する第2実施例を説明する。なお、本実施例は、上記実施例と同様の構成のため、同一部分は同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0047】図12に示したように、本実施例では、ナビゲーションユニット72に代えてマイク76及び音声処理装置78から構成される音声入力手段が制御装置40に接続されている。マイク76から入力されたドライバーの音声は音声処理装置78によって符号化(例えば、左右を表す記号に)されて制御装置40に入力される。

【0048】次に、本実施例の作用を説明する。ドライバーによりヘッドランプ18、20の点灯が指示されると、所定時間毎に図13に示した制御メインルーチンが実行され、ステップ300へ進み、後述する割り込みルーチン(図14)において解釈されたコマンド信号に配光制御するためのコマンド信号が含まれているかを判断することにより、コマンド信号の有無を判断する。肯定判断されドライバーの音声入力があった場合、ステップ302へ進み、音フラグの何れかが(後述する割り込みルーチンにおいて)セットされているか否かを判断することによって、音声によって何れかの方向へ進入することを指示されたか否かを判断する。この場合、Y字路を右へ進入すると入力されたことを示す音フラグFLAG-VYRがセットされているか否かを判断し、肯定判断される。

【0049】この音フラグFLAG-VYRは、マイク76からY字路を右へ進入するという方向指示されたか否

かの状態を示すものであり、セット（値が「1」）のときは指示されたことを表しかつリセット（値が「0」）のときは指示されていないことを表している。同様に、音フラグFLAG-VYLは、Y字路を左へ進入すると方向指示されたか否かの状態を示すものである。また、音フラグFLAG-VRは、交差点を右へ進入するという方向指示されたか否かの状態を示すものであり、セットのときは指示されたことを表しかつリセットのときは指示されていないことを表している。同様に、音フラグFLAG-VLは交差点を左へ進入するという方向指示されたか否かの状態を示すものである。

【0050】ステップ302で肯定判断の場合には、ステップ166へ進む。このステップ166からの実行は、上記図7のフローチャートにおけるステップ172をステップ304に、ステップ176をステップ305に代えて実行する。すなわち、方向指示信号を音フラグに代えて実行する。一方、上記全ての音フラグがリセットで、ステップ302で否定判断された場合には、ステップ316へ進む、全ての音フラグ（FLAG-VYR、FLAG-VYL、FLAG-VR、FLAG-VL）をリセットし、通常の配光制御を行う。

【0051】上記ドライバーの音声入力が無（ステップ300で否定判断）の場合には、ステップ306へ進む。ステップ306では、方向フラグ（FLAG-YR、FLAG-YL、FLAG-R、FLAG-L）の何れか1つがセットされているか否かを判断することによって、配光制御が継続しているか否かを判断する。否定判断の場合には、音声入力の指示による配光制御が終了しているため、ステップ316において音フラグの全てをリセットし、通常の配光制御が行われる（ステップ180）。

【0052】一方、ステップ306において肯定判断されるとステップ308へ進む、操舵角 $\theta$ を読み取る。なお、この操舵角 $\theta$ の読み取りと共に操舵角速度 $\theta'$ を演算する。次のステップ310では、 $\theta' < 0$ か否かを判断することにより、ステアリングが逆回転されたか否かを判断し、否定判断の場合には操舵による車両方向の変更が継続中と判断し、ステップ306戻る。肯定判断の場合には、車両方向の変更が終了に向かっていると判断し、ステップ312において $\theta < \theta_k$ か否かを判断することによりステアリングがニュートラル位置に到達するまで上記処理を継続する。この角度 $\theta_k$ は予め所定角度が設定されている。ステアリングがニュートラル位置に到達すると音声入力の指示による配光制御が終了したと判断し、ステップ314において方向フラグ（FLAG-YR、FLAG-YL、FLAG-R、FLAG-L）をリセットする。

【0053】次に、上記の制御メインルーチン（図13）実行中、所定時間毎に割り込み処理される割り込みルーチンを説明する。所定時間を経過して割り込みがかかると、図14のステップ320へ進む。このステップ

320では、音声処理装置78から信号入力があったか否かを判断することによって、マイクロフォン76によるドライバーの音声指示であるコマンド信号が入力されたか否かを判断し、否定判断の場合にはステップ326において音フラグ（FLAG-VYR、FLAG-VYL、FLAG-VR、FLAG-VL）の何れか1つがセットされているか否かを判断する。何れか1つのフラグがセットされている場合にはステップ244へ進む。何れもセットされていない場合にはフラグFLAG-Dをリセットし（ステップ256）、本ルーチンを終了する。

【0054】上記ステップ320において肯定判断されるとステップ322へ進む、音声処理装置78から入力された信号を解釈する。この解釈は、音声処理装置78によって符号化（例えば、左右を表す記号に）されて入力された信号を道路の経路情報に変換する処理である。次のステップ324では、解釈された経路情報に対応する音フラグ（FLAG-VYR、FLAG-VYL、FLAG-VR、FLAG-VL）をセットする。次のステップ244からステップ254までは上記と同様の処理のため、説明を省略する。

【0055】このように、本実施例では、ドライバーが発音した音声によるコマンド信号を一時的に記憶すると共に、このコマンド信号によって車両の経路を判断している。これにより、カメラによる撮影画像に基づいて道路形状を把握すると共に、音声によるコマンド信号に該当する道路が存在するか否かを判断できる。このように、道路形状を画像により把握してから経路指示に該当する道路があるか否かを判断しているため、的確な時期に道路形状に応じた配光制御を行うことができると共に、ドライバーが発する音声に従った該当する道路に応じて配光を制御することができる。

【0056】なお、上記実施例では、ヘッドランプ内に複数の遮光板を有するシェードを配設し、この遮光板の位置を変更することにより配光を変更した場合の例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、ヘッドランプの光軸（中心軸）を変更するようにしてもよい。

【0057】上記実施例では、カメラ22によって撮影した車両10の前方の画像を画像処理して道路形状を得て、車両の走行方向からドライバーの注視位置を求めているが、撮影画像のイメージを利用する代わりに、道路に沿って配設された発信装置から得た道路情報を利用する路車間通信に本発明を適用してもよい。この路車間通信で用いられるデータとしては、例えば、カーブした道路の曲率や道路の直線性の数値データがある。この路車間通信を用いれば、画像処理を行うことなく道路形状から注視位置を求めることができ、処理時間が短縮できると共に、装置の構成が簡略になる。

【0058】また、ヘッドランプ18、20の配光を制御する制御量を演算するためにファジイ推論を利用して

もよい。また、ヘッドランプによる配光では、光の広がりを変更する配光及び光の到達距離を変更する配光について、各々独立した制御し車速及び道路形状に応じて異ならせてもよい。また、車速が低速の場合、光の到達距離が短くされ光の広がりが大きくなるようにして運転視界に余裕を持たせ、高速時には光の広がりが小さくされ光の到達距離が長くなるようにして高速時の運転視界（遠方の視界）を優先させるようにすることが好ましい。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、車両の経路及び進行路の形状からドライバーが注視すべき位置にヘッドランプによる光が照射されるように制御しているため、車両の経路及び道路の形状を含む走行状態に応じてドライバーが目視確認するための視認性が良好なヘッドランプの配光制御を行うことができる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の車両前部を示す車両斜め前方から見た斜視図である。

【図2】車両前部を示す車両の運転席斜め後方から見た斜視図である。

【図3】本発明のヘッドランプの配光制御装置が適用可能なヘッドランプを示す概略構成図である。

【図4】ヘッドランプ点灯時における配光の状態を示すイメージ図である。

【図5】第1実施例の制御装置の概略構成を示すブロック

図である。

【図6】道路の平面図（画像処理装置によって処理した後のイメージ図）である。

【図7】第1実施例の配光制御のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図8】第1実施例の割り込みルーチンを示すフローチャートである。

【図9】分岐点までの距離を求める画像処理の流れを示すフローチャートである。

10 【図10】カメラが出力する画像信号のイメージ図である。

【図11】図10のイメージを画像処理装置によって処理した後のイメージ図である。

【図12】第2実施例の制御装置の概略構成を示すブロック図である。

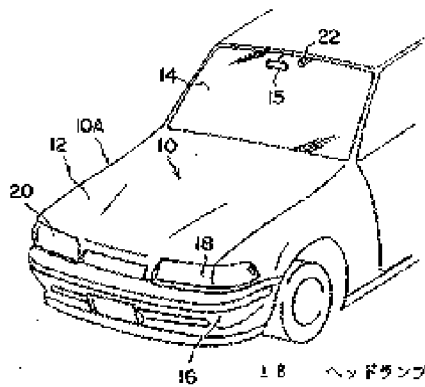
【図13】第2実施例の配光制御のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図14】第2実施例の割り込みルーチンを示すフローチャートである。

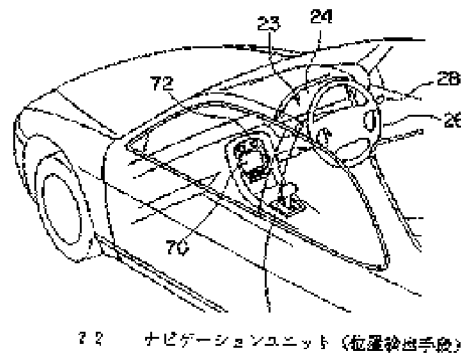
20 【符号の説明】

- 18 ヘッドランプ
- 22 カメラ
- 40 シェード
- 48 画像処理装置（進行路形状検出手段）
- 50 制御装置（制御手段）
- 72 ナビゲーションユニット（経路検出手段）

【図1】



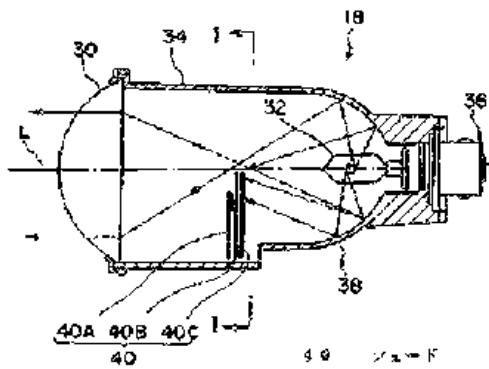
【図2】



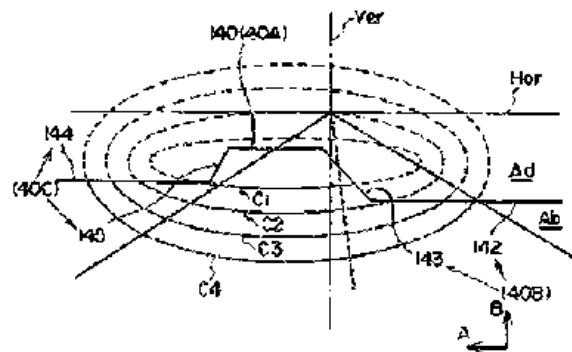
72 ナビゲーションユニット（経路検出手段）

- 18 ヘッドランプ
- 22 カメラ

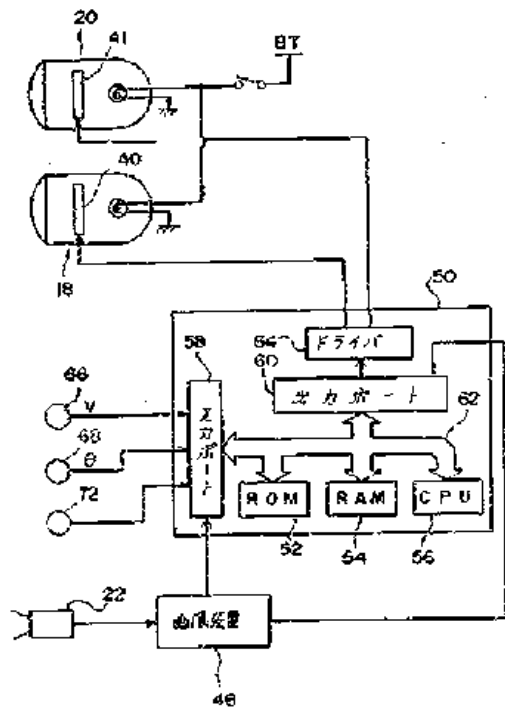
【図3】



【図4】

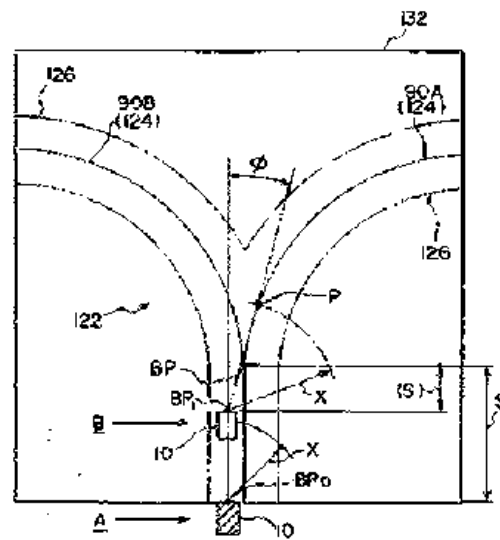


【図5】

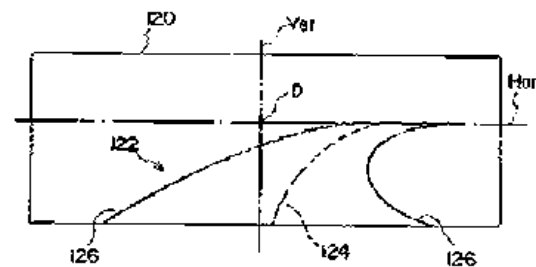


- 46 画像処理装置（走行態形状表示手段）
- 50 制御装置（制御手段）

【図6】

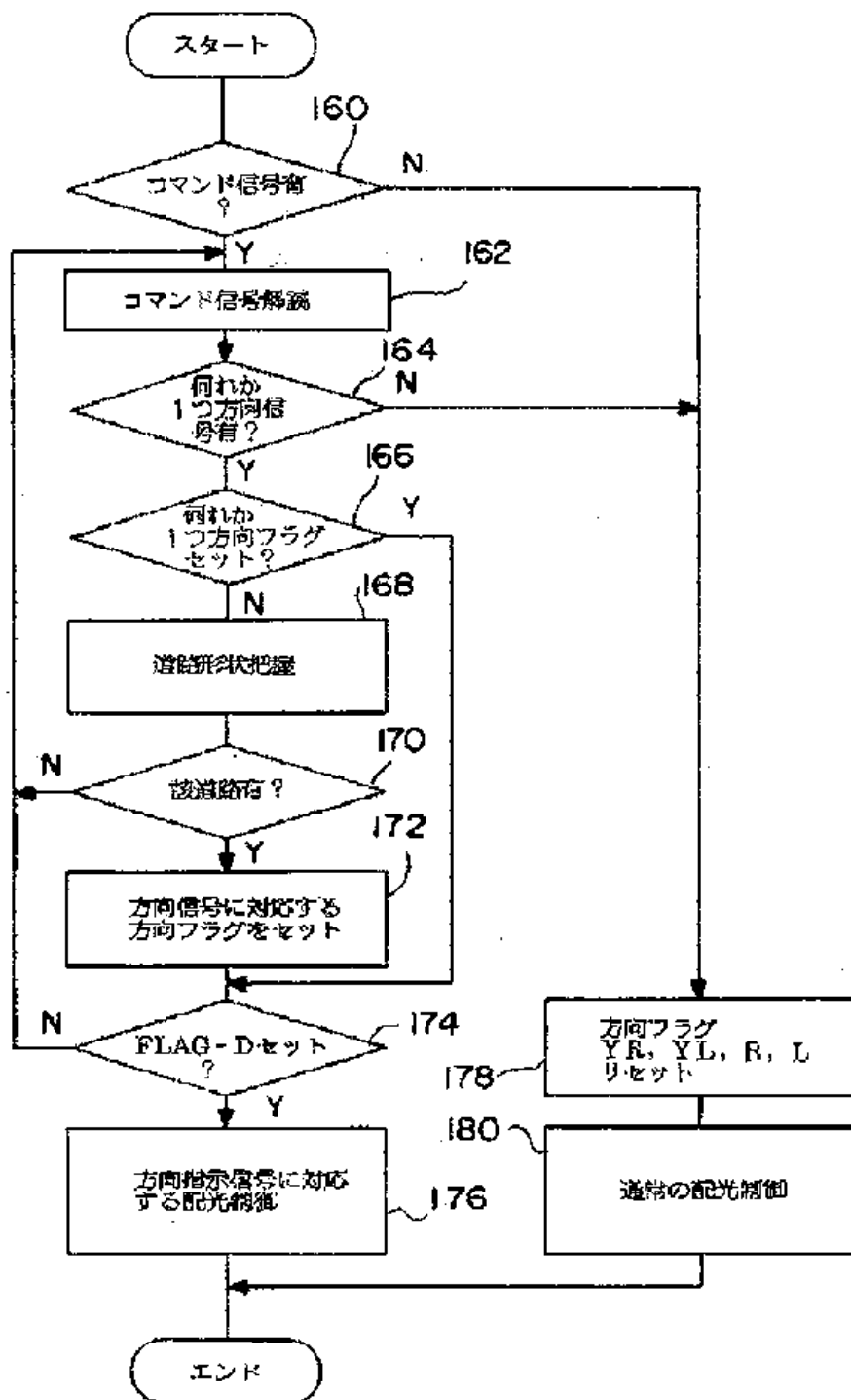


【図10】

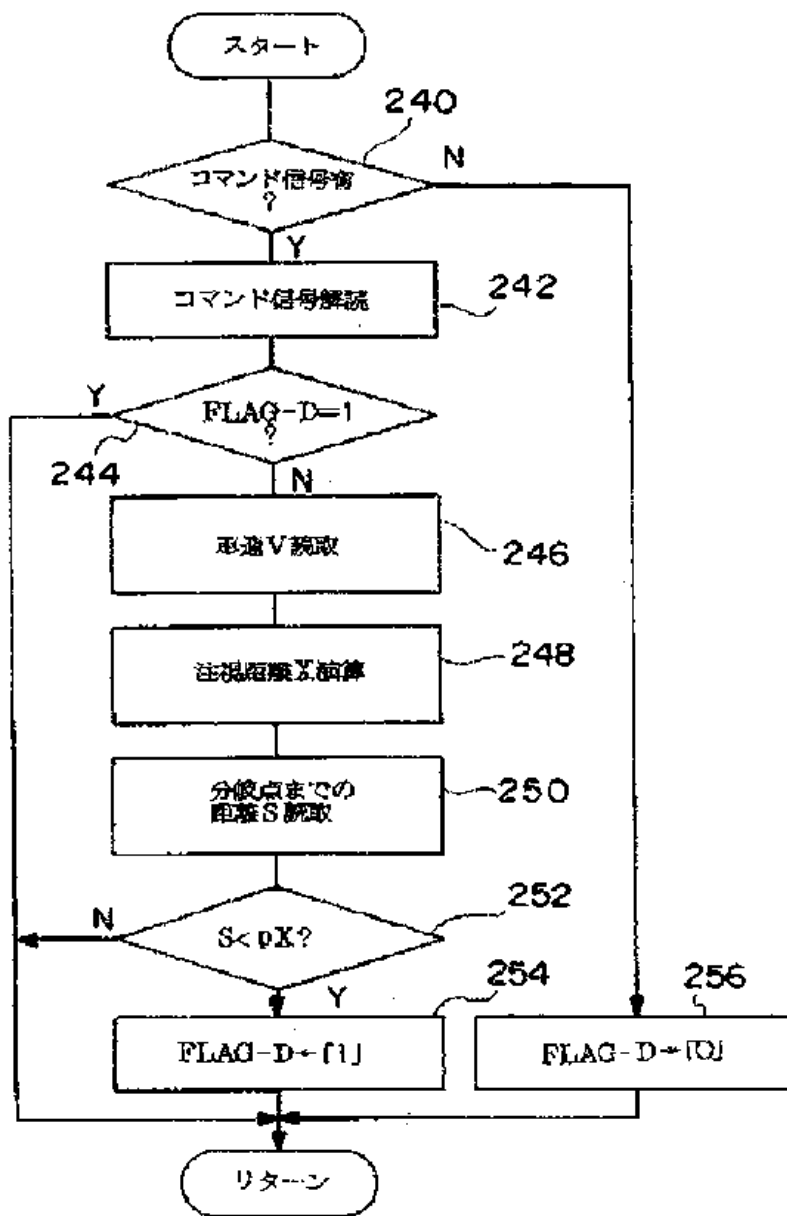




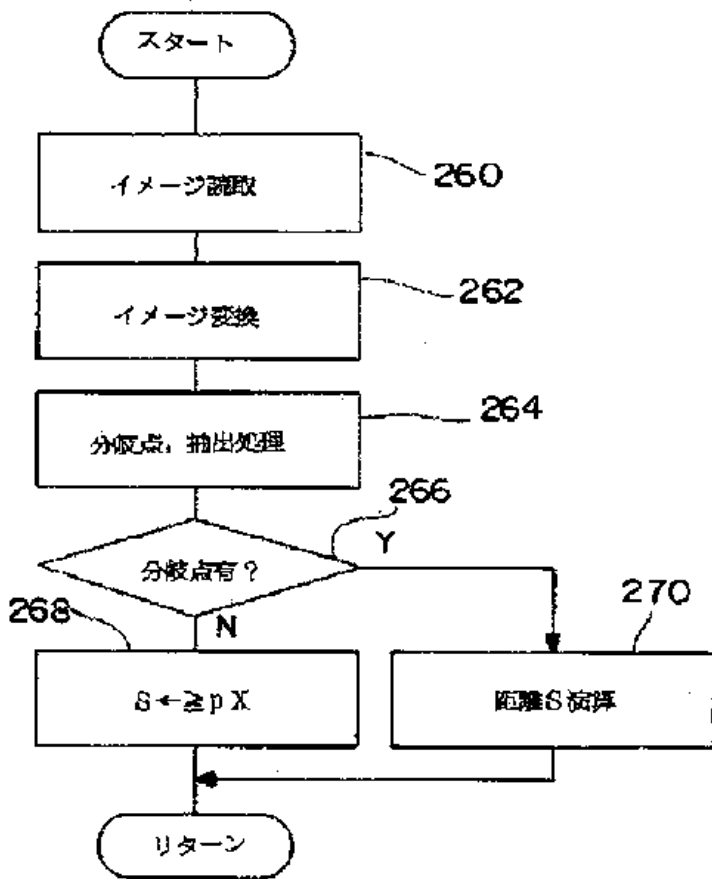
[図7]



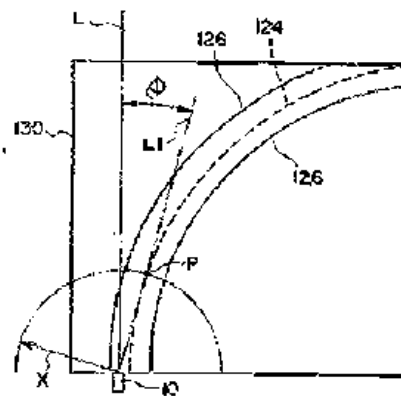
[図8]



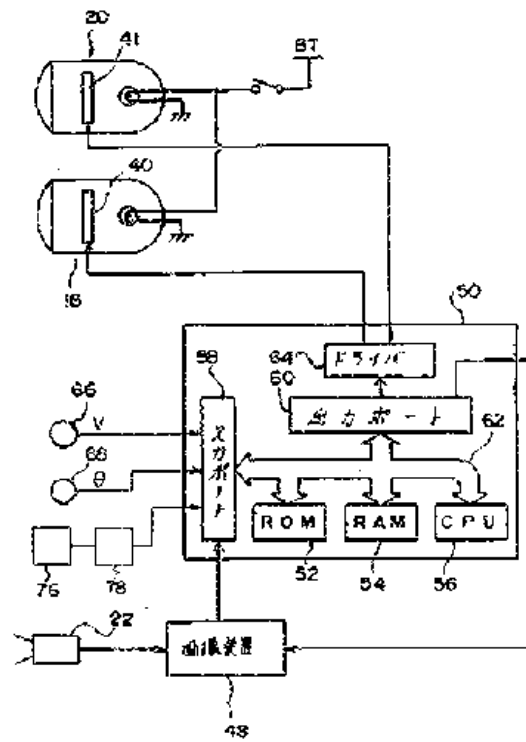
【図9】



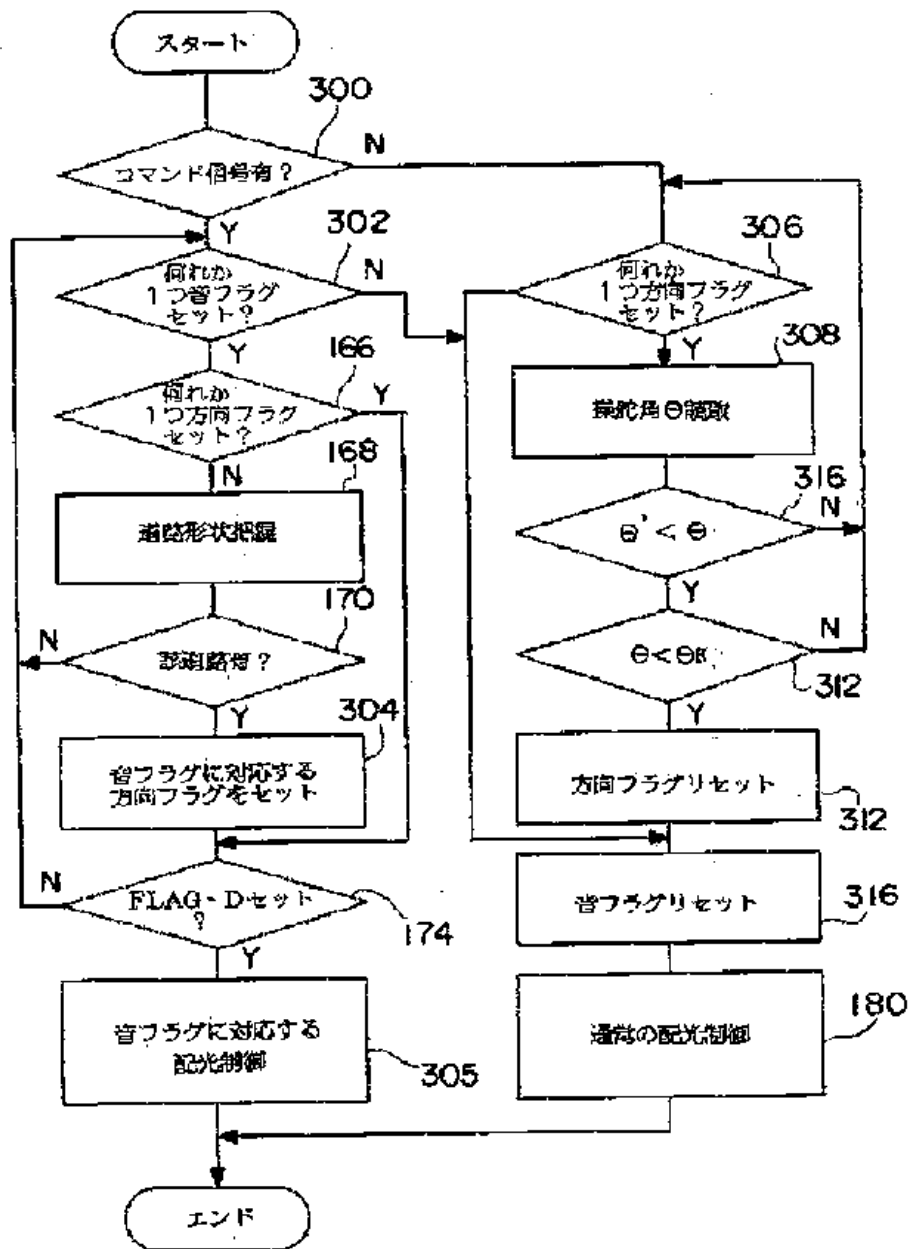
【図11】



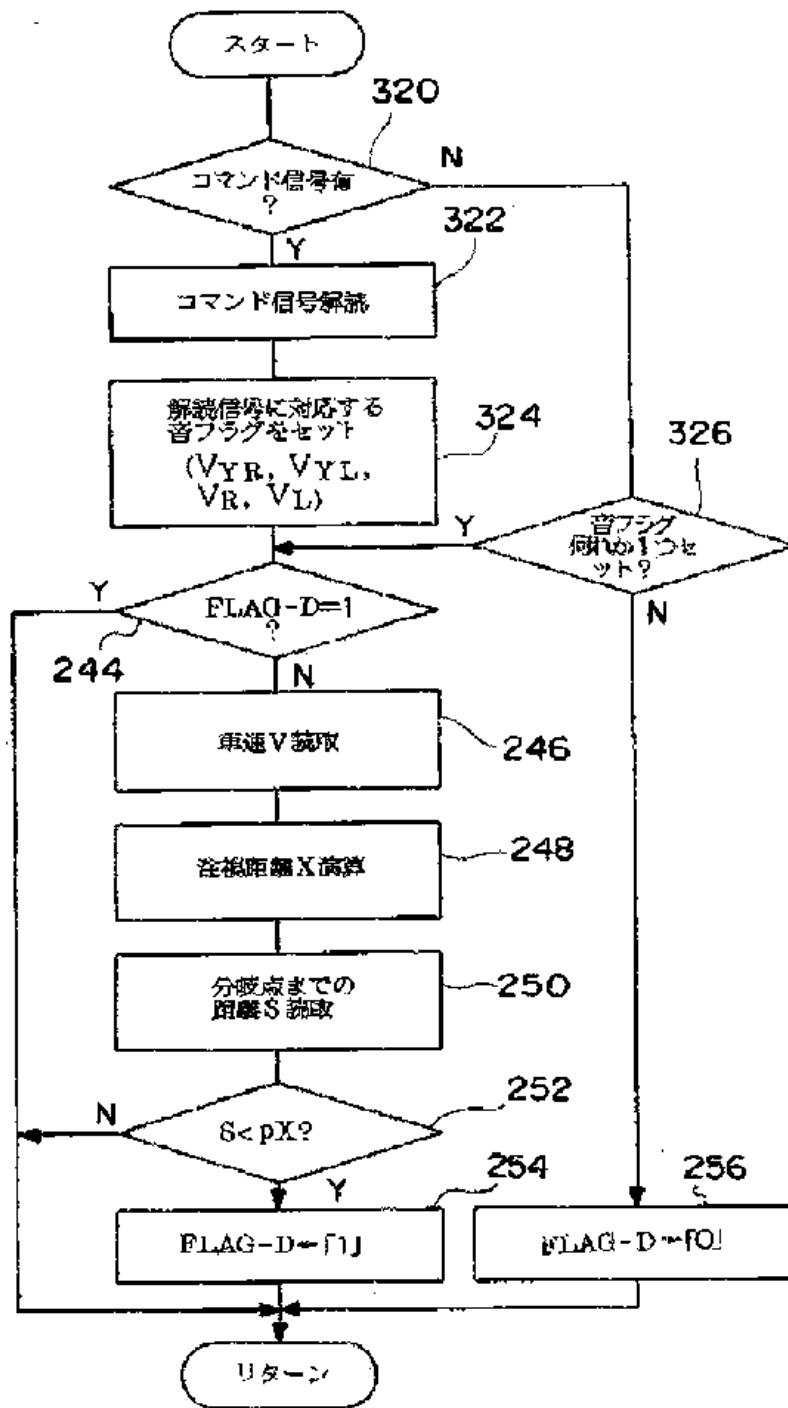
【図12】



【図13】



【図14】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **08-244178**

(43)Date of publication of application : **24.09.1996**

(51)Int.Cl. **B32B 27/30**  
**B32B 7/02**  
**B32B 9/00**  
**B32B 27/20**  
**G02B 5/30**  
**G02B 27/28**  
**G02F 1/1335**  
**H04N 5/72**

(21)Application number : **07-078240**

(22)Date of filing : **09.03.1995**

(71)Applicant : **DAINIPPON PRINTING CO LTD**

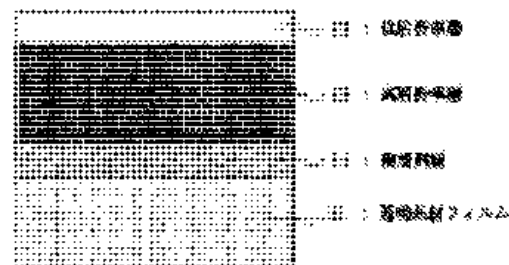
(72)Inventor : **SUZUKI HIROKO**  
**TAKEMATSU KIYOTAKA**  
**TSUCHIYA MITSURU**  
**KATAGIRI HIROOMI**

## (54) ANTIREFLECTION FILM CONTAINING ULTRA-FINE PARTICLES, POLARIZING PLATE AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY UNIT

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent whitening by forming at least one resin layer which is made of a resin composition containing ultra-fine particles and a specific binder component and controlled at its refractive index on a transparent base material film, and forming the uppermost surface of a layer which has lower refractive index than that of the layer directly under the uppermost surface, thereby raising the dispersibility of the particles in the resin.

**CONSTITUTION:** A high refractive index layer 12 having a higher refractive index than that of an adhesive layer 14 is formed on a transparent base material film 11 via the layer 14, and further a low refractive index layer 13 having a lower refractive index than that of the layer 12 is formed. A resin composition containing ultra-fine particles is used for both the layers 12 and 13. The composition contains (meth)acrylate having a carboxyl group as the part or the entirety of the binder resin component. The (meth)acrylate having a carboxyl group is obtained by reacting the compound having an acid anhydride in a molecule with a hydroxyl group-containing multifunctional acrylate having a hydroxyl group and three or more acryloyl groups in a molecule.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-244178

(43) 公開日 平成8年(1996)9月24日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 3 2 B 27/30			B 3 2 B 27/30	A
	7/02	1 0 3	7/02	1 0 3
	9/00		9/00	A
	27/20		27/20	Z
G 0 2 B 5/30			G 0 2 B 5/30	

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-78240

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(22) 出願日 平成7年(1995)3月9日

(72) 発明者 鈴木 裕子

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者 竹松 清隆

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者 土屋 充

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(74) 代理人 弁理士 光来出 良彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超微粒子含有反射防止フィルム、偏光板及び液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 バインダー樹脂中への超微粒子の分散性が優れ、白化を防止することができる樹脂組成物を用いた超微粒子含有反射防止フィルム、偏光板、液晶表示装置を提供する。

【構成】 透明基材フィルム上、直接或いは他の層を介して、少なくとも1層は超微粒子を含む樹脂組成物からなる屈折率の制御された樹脂層が形成されている。最表面に形成された層は、その層に直接接している下層の屈折率よりも低い屈折率を持つ。前記樹脂組成物は、カルボキシル基含有(メタ)アクリレート系をバインダー樹脂成分の一部乃至全部として含有する。ハード性能をさらに強化するために、前記バインダー樹脂成分に、分子内に3個以上のアクリロイル基を有する多官能アクリートを添加してもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (1)透明基材フィルム上に、

(2)直接或いは他の層を介して、少なくとも1層は超微粒子を含む樹脂組成物からなる屈折率の制御された樹脂層が形成されており、

(3)最表面に形成された層は、その層が直接接する下層の屈折率よりも低屈折率であり、

(4)前記樹脂組成物は、カルボキシル基含有(メタ)アクリレートをバインダー樹脂成分の一部乃至全部として含有することを特徴とする超微粒子含有反射防止フィルム。

【請求項2】 前記カルボキシル基含有(メタ)アクリレートは、分子内に1個以上の酸無水物を有する化合物と、分子内に水酸基及び3個以上のアクリロイル基を有する水酸基含有多官能アクリレートを反応して得られたものであることを特徴とする請求項1記載の超微粒子含有反射防止フィルム。

【請求項3】 前記樹脂組成物は、分子内に3個以上のアクリロイル基を有する多官能アクリレートをバインダー樹脂成分の一部として含有することを特徴とする請求項1又は2記載の超微粒子含有反射防止フィルム。

【請求項4】 前記樹脂組成物は、エポキシアクリレートをバインダー樹脂成分の一部として含有することを特徴とする請求項1、2又は3記載の超微粒子含有反射防止フィルム。

【請求項5】 前記樹脂組成物は、芳香族化合物及びF以外のハロゲン化合物から選ばれた1種以上の化合物を含有することを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の超微粒子含有反射防止フィルム。

【請求項6】 前記樹脂組成物は、電離放射線硬化型である請求項1、2、3、4又は5記載の超微粒子含有反射防止フィルム。

【請求項7】 前記屈折率の制御された樹脂層は、その層が直接接する下層の屈折率よりも高いことを特徴とする請求項1、2、3、4、5又は6記載の超微粒子含有反射防止フィルム。

【請求項8】 前記屈折率の制御された樹脂層は、その層が直接接する下層の屈折率よりも低いことを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6又は7記載の超微粒子含有反射防止フィルム。

【請求項9】 請求項1、2、3、4、5、6、7又は8記載の超微粒子含有反射防止フィルムが、偏光素子にラミネートされていることを特徴とする偏光板。

【請求項10】 請求項9記載の偏光板が、液晶表示装置の構成要素として用いられていることを特徴とする液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ワープロ、コンピュータ、テレビ等の各種ディスプレイ、液晶表示装置に用い

る偏光板の表面、透明プラスチック類サングラスレンズ、度付メガネレンズ、カメラ用ファインダーレンズ等の光学レンズ、各種計器のカバー、自動車、電車等の窓ガラス等の表面の反射防止に優れた反射防止フィルム、偏光板及び液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、反射防止フィルムを製造する方法として、透明基材フィルム上に、その透明基材フィルムの屈折率よりも低い屈折率を有する層を形成したり、或いは透明基材フィルム上に該透明基材フィルムの屈折率より高い屈折率の層を形成し、さらにその上に透明基材フィルムの屈折率よりも低い屈折率の層を形成する等の、特定の屈折率を有する層を設ける方法が行われている。基材フィルム上に設ける層の屈折率を上昇又は低下させるような制御を行うためには、バインダー樹脂の種類によって屈折率を変化させる方法や、さらに、バインダー樹脂中に樹脂の屈折率とは異なる屈折率を有する超微粒子を分散させる方法がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記従来のバインダー樹脂の種類によって屈折率を変化させる方法は、その屈折率の制御が樹脂の選択によるため制約があるという問題があった。一方、バインダー樹脂中に超微粒子を分散させて屈折率を制御する方法は、樹脂組成物の屈折率の制御が容易であるという利点があるが、しかしながら、一般的に、超微粒子はバインダー樹脂中への均一な分散が困難なため、そのような樹脂組成物を用いて形成された反射防止フィルムは白化するという欠点があり、透明性に優れ且つ反射防止性に優れた反射防止フィルムを得ることが困難であった。

【0004】そこで本発明は、バインダー樹脂中への超微粒子の分散性が優れ、白化を防止することができる樹脂組成物を用いた反射防止フィルムを提供すること及びこのような反射防止フィルムを用いた偏光板、液晶表示装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】前記した問題点を解決するために本発明の超微粒子含有反射防止フィルムは、透明基材フィルム上に、直接或いは他の層を介して、少なくとも1層は超微粒子を含む樹脂組成物からなる屈折率の制御された樹脂層が形成されており、最表面に形成された層は、その層が直接接する下層の屈折率よりも低屈折率であり、前記樹脂組成物は、カルボキシル基含有(メタ)アクリレートをバインダー樹脂成分の一部乃至全部として含有することを特徴とする。

【0006】該カルボキシル基含有(メタ)アクリレートは多官能又は単官能であってもよい。該カルボキシル基含有(メタ)アクリレートは、分子内に1個以上の酸無水物を有する化合物と、分子内に水酸基及び3個以上のアクリロイル基を有する水酸基含有多官能アクリレ

トを反応して得られたものは、カルボン酸による酸化の高いアクリルモノマーとなり、超微粒子の分散性が良好になると同時に、この樹脂を用いて製造した塗膜にハード性能が付与される点で好ましい。

【0007】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムに使用されるカルボキシル基含有(メタ)アクリレートは、本発明の反射防止フィルムのハード性能をさらに強化するために、超微粒子を含有させるバインダー樹脂の成分として分子内に3個以上のアクリロイル基を有する多官能アクリレートを上記バインダー樹脂組成物にさらに加えてもよい。また本発明の超微粒子含有反射防止フィルムのハード性能をさらに強化する別の方法は、屈折率を制御する層とは別にハード性能を有する層を設けてもよい。

【0008】塗膜の高屈折率化の目的のために、本発明の超微粒子含有反射防止フィルムに使用される上記の樹脂組成物に加えて、エポキシアクリレート、芳香族化合物及びF以外のハロゲン化合物から選択される1種以上の化合物を添加してもよい。

【0009】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムに使用される樹脂組成物には、有機溶剤が必要に応じて含有される。また、本発明の超微粒子含有反射防止フィルムに使用される樹脂組成物は電離放射線硬化型樹脂組成物として使用できる。特に、紫外線硬化型樹脂組成物として使用する場合には、光重合開始剤を含有させることができる。

【0010】本発明の偏光板は、上記した本発明の超微粒子含有反射防止フィルムが偏光素子にラミネートされていることを特徴とする。

【0011】本発明の液晶表示装置は、上記した本発明の偏光板が、液晶表示装置の構成要素として用いられていることを特徴とする。

【0012】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの層構成の例は、透明基材フィルム上に、直接或いは他の層を介して、直接接する下層の屈折率よりも低い屈折率の、前記した超微粒子を含む樹脂組成物からなる低屈折率樹脂層を形成したものが挙げられる。図1に最も基本的な層構成の本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの一例を示す。図1において、11は透明基材フィルムであり、この透明基材フィルム11上に低屈折率層13が形成されて反射防止フィルムを構成する。この反射防止フィルムにおいては、低屈折率層13を形成するために本発明の前記樹脂組成物を使用することができる。

【0013】また本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの層構成の別の例は、透明基材フィルム上に、直接或いは他の層を介して、直接接する下層の屈折率よりも高い屈折率の、前記した超微粒子を含む樹脂組成物からなる高屈折率層を形成し、次いで、この高屈折率層上に直接接する下層の屈折率よりも低い屈折率の低屈折率層を形成したものが挙げられる。透明基材フィルム上に形成

される高屈折率層と低屈折率層は、高屈折率層と低屈折率層とを一組として、一組以上を形成することもできる。またこれらの高屈折率層と低屈折率層の何れの層にも、前記した超微粒子を含む樹脂組成物を使用することができる。図2にその本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの層構成の別の一例を示す。図2において、透明基材フィルム11上に、接着剤層14を介して該接着剤層14の屈折率よりも高い屈折率を有する高屈折率層12が形成されており、さらにこの高屈折率層12よりも低い屈折率を有する低屈折率層13が形成されている。この高屈折率層12及び低屈折率層13の何れにも前記した超微粒子を含む樹脂組成物を使用することができる。

【0014】また本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの層構成のさらに別の例は、透明基材フィルム上に、直接或いは他の層を介して、その上に直接接する下層の屈折率よりも高い屈折率の高屈折率層を形成し、この高屈折率層は、前記した超微粒子を含む樹脂組成物を使用して超微粒子がバインダー樹脂で相互に結着した高屈折率層となったものである。次いで、この高屈折率層上に低屈折率層を設けたものである。図3にその反射防止フィルムの層構成の一例を示す。図3において、透明基材フィルム11上に、接着剤層14を介して、ハード性能を有するハードコート層15が形成されており、さらにこのハードコート層15上には該ハードコート層15の屈折率よりも高い屈折率を有する高屈折率超微粒子層22(超微粒子がバインダー樹脂で相互に結着し高屈折率層となったもの)が形成されており、さらにこの高屈折率超微粒子層22の屈折率よりも低い屈折率を有する低屈折率層13が形成されている。図3の反射防止フィルムにおいては、ハードコート層15、高屈折率超微粒子層22及び低屈折率層13の何れの層にも、前記した超微粒子を含む樹脂組成物を使用することができる。

【0015】なお、前記に例示したいずれの反射防止フィルムも、その表面の低屈折率層は防眩性の付与の目的で必要に応じて微細な凹凸が形成されていてもよい。

【0016】透明基材フィルム上に形成されるこれらの特定の屈折率を持つ層の少なくとも一層は、本発明の目的のためには前記した超微粒子を含む樹脂組成物である必要があるが、全ての層が本発明におけるこのような超微粒子を含む樹脂組成物からなる樹脂層でなくてもよい。例えば、反射防止フィルムの最表面層は、無機質からなる、蒸着法、プラズマCVD法等の真空処理による低屈折率層であってもよい。

【0017】以下に、本発明をさらに詳細に説明する。

【0018】バインダー樹脂成分：本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの屈折率制御用樹脂層に使用されるバインダー樹脂成分として、カルボキシル基含有(メタ)アクリレートを含むことが必須である。さらに、このカルボキシル基含有(メタ)アクリレートに加えて、

分子内に3個以上のアクリロイル基を有する多官能アクリレート、或いはエポキシアクリレートを含んでもよい。

【0019】(a)カルボキシル基含有(メタ)アクリレート

本発明の超微粒子含有反射防止フィルムにおける超微粒子を含有する樹脂層に使用されるバインダー樹脂成分の「カルボキシル基含有(メタ)アクリレート」は、分子内に1個以上の酸無水物を有する化合物と、分子内に水酸基及び3個以上のアクリロイル基を有する水酸基含有多官能アクリレートを反応して得ることができる。少なくともカルボキシル基含有(メタ)アクリレートをバインダー樹脂として使用することにより、該バインダー樹脂中の超微粒子の分散性を良好にすることができる。

【0020】前記「分子内に1個以上の酸無水物を有する化合物」の具体例としては、無水コハク酸、無水1-ドデセニルコハク酸、無水マレイン酸、無水グルタル酸、無水イタコン酸、無水フタル酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、テトラメチレン無水マレイン酸、テトラヒドロ無水フタル酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、エンドメチレンテトラヒドロ無水フタル酸、メチルエンドメチレンテトラヒドロ無水フタル酸、無水テトラクロロフタル酸、無水テトラプロモフタル酸、無水クロレンジック酸、無水トリメリット酸等の酸無水物基を1個有する化合物、及びピロメリット酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、4, 4'-ビフタル酸無水物、4, 4'-オキソジフタル酸無水物、4, 4'-(ヘキサフルオロイソプロピリデン)ジフタル酸無水物、1, 2, 3, 4-シクロペンタンテトラカルボン酸二無水物、5-(2, 5-ジオキソテトラヒドロフリル)-3-メチル-3-シクロヘキセン-1, 2-ジカルボン酸無水物、4-(2, 5-ジオキソテトラヒドロフラン-3-イル)-テトラリン-1, 2-ジカルボン酸無水物、3, 4, 9, 10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物、ビスクロ〔2, 2, 2〕オクト-7-エン-2, 3, 5, 6-テトラカルボン酸二無水物等の酸無水物基を2個有する化合物、及びこれら2種以上の混合物が挙げられる。これらの中でも、酸無水物基を2個有する化合物を用いると、得られるカルボキシル基含有多官能アクリレートは、同一分子中にアクリロイル基を3~10個、カルボキシル基を2~3個含有することになり、耐摩耗性及び密着性の点から特に望ましい。

【0021】前記「分子内に水酸基及び3個以上のアクリロイル基を有する水酸基含有多官能アクリレート」の具体例としては、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ジペンタエリスリトールテトラアクリレート、ジペンタエリスリトールペンタアクリレート及びこれらの混合物が挙げられる。

【0022】「分子内に1個以上の酸無水物基を有する

化合物」と、「分子内に水酸基及び3個以上のアクリロイル基を有する水酸基含有多官能アクリレート」の反応は、「分子内に水酸基及び3個以上のアクリロイル基を有する水酸基含有多官能アクリレート」/「分子内に1個以上の酸無水物基を有する化合物」のモル比が1以上の割合で混合し、60~110℃で1~20時間攪拌することにより行われる。

【0023】この反応は、上記の化合物に加えて、後記する「分子内に3個以上のアクリロイル基を有する多官能アクリレート」及び後記する有機溶剤のうち活性水素を含まない有機溶剤の存在下に行なってもよい。この反応中のアクリロイル基による重合を防止するために、例えば、ヒドロキノン、ヒドロキノンモノメチルエーテル、カテコール、p-tert-ブチルカテコール、フェノチアジン等の重合禁止剤を使用するのが望ましく、その使用量は、反応混合物に対して0.01~1重量%、好ましくは0.05~0.5重量%である。

【0024】また、これらの反応を促進させるために、例えば、N, N-ジメチルベンジルアミン、トリエチルアミン、トリブチルアミン、トリエチレンジアミン、ベンジルトリメチルアンモニウムクロライド、ベンジルトリエチルアンモニウムブロマイド、テトラメチルアンモニウムブロマイド、セチルトリメチルアンモニウムブロマイド、酸化亜鉛等の触媒を使用することができる。その使用量は、反応混合物に対して0.01~5重量%、好ましくは0.05~2重量%である。

【0025】上記のようにして得られた「カルボキシル基含有(メタ)アクリレート」は、超微粒子の分散性がよく、後記する「分子内に水酸基及び3個以上のアクリロイル基を有する多官能アクリレート」と混合してもアクリロイル基密度は低下することがない。また同一分子中にカルボキシル基を有するためと推定されるが、各種プラスチック基材に対する密着性が良好となり、且つ耐摩耗性に優れたバインダー樹脂が得られる。

【0026】(b)分子内に3個以上のアクリロイル基を有する多官能アクリレート

「分子内に3個以上のアクリロイル基を有する多官能アクリレート」の具体例には、トリメチロールプロパントリアクリレート、EO変性トリメチロールプロパントリアクリレート、PO変性トリメチロールプロパントリアクリレート、トリス(アクリロキシエチル)イソシアヌレート、カプロラクトン変性トリス(アクリロキシエチル)イソシアヌレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ペンタエリスリトールテトラアクリレート、ジペンタエリスリトールテトラアクリレート、ジペンタエリスリトールペンタアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アルキル変性ジペンタエリスリトールトリアクリレート、アルキル変性ジペンタエリスリトールテトラアクリレート、アルキル変性ジペンタエリスリトールペンタアクリレート、カプロラクトン

変性ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、及びこれら2種以上の混合物が挙げられる。これらの中でも、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、ジペンタエリスリトールペンタアクリレート、及びこれらの混合物は、塗膜にハード性能を付与する目的のためには、前記(a)成分に混合することが望ましい。

【0027】この(b)成分と前記(a)成分の重量比〔(b)成分/(a)成分〕は2以下であり、好ましくは0.01~2、より好ましくは0.1~2である。その重量比が0.01未満では(a)成分の原料の入手が困難であるため、実用的ではない。また2を越えると、カルボキシル基量が少なくなり、各種プラスチック基材への密着性が不十分となる。

#### 【0028】(c) 溶剤

本発明で使用されるバインダー樹脂には樹脂組成物の粘度の調整の目的のため溶剤が適宜使用される。また、前記の「カルボキシル基含有(メタ)アクリレート」の製造の際に必要なに応じて適宜溶剤を使用することができる。そのような有機溶剤としては、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素類、酢酸エチル、酢酸プロピル、酢酸ブチル等のエステル類、メチルアルコール、エチルアルコール、n-プロピルアルコール、iso-プロピルアルコール、n-ブチルアルコール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン類、2-メトキシエタノール、2-エトキシエタノール、2-ブトキシエタノール、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル等のエーテル類、2-メトキシエチルアセタート、2-エトキシエチルアセタート、2-ブトキシエチルアセタート等のエーテルエステル類等が挙げられ、またこれらを混合使用することもできる。

【0029】超微粒子：本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの樹脂層に含有される超微粒子は、その樹脂層が直接接する下層の屈折率よりも高い屈折率を有する高屈折率超微粒子と、その樹脂層が直接接する下層の屈折率よりも低い屈折率を有する低屈折率超微粒子とに分けられる。

【0030】高屈折率超微粒子には、例えば、 $ZnO$  (屈折率1.90)、 $TiO_2$  (屈折率2.3~2.7)、 $CeO_2$  (屈折率1.95)、 $Sb_2O_5$  (屈折率1.71)、 $SnO_2$ 、ITO (屈折率1.95)、 $Y_2O_3$  (屈折率1.87)、 $La_2O_3$  (屈折率1.95)、 $ZrO_2$  (屈折率2.05)、 $Al_2O_3$  (屈折率1.63)、 $HfO_2$  (屈折率2.00)、 $Ta_2O_5$  等が挙げられる。

【0031】低屈折率超微粒子には、例えば、 $LiF$  (屈折率1.4)、 $MgF_2$  (屈折率1.4)、 $3NaF \cdot AlF_3$  (屈折率1.4)、 $AlF_3$  (屈折率1.4)、 $Na_3AlF_6$  (氷晶石、屈折率1.33)、S

$iO_x$  ( $x: 1.50 \leq x \leq 2.00$ ) (屈折率1.35~1.48) 等が挙げられる。

【0032】これらの超微粒子は単独又は混合して使用され、有機溶媒又は水に分散したコロイド状になったものが分散性の点において良好であり、その粒径が200nm以下、好ましくは1~100nm、特に好ましくは3~20nmのものが、塗膜の透明性を損なわないので好ましい。本発明におけるバインダー樹脂と超微粒子との混合割合は、バインダー樹脂の1重量部に対して、超微粒子が10重量部以下、好ましくは5重量部以下である。超微粒子が10重量部を越えると、本発明におけるバインダー成分中のアクリロイル基による架橋密度が低下し、塗膜のハード性能が低下することになり好ましくない。

【0033】光重合開始剤、その他の成分：電離放射線として紫外線が用いられる場合、本発明に使用される樹脂組成物には、上記(a)成分~(c)成分に加えて光重合開始剤が用いられる。光重合開始剤としては、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、ベンゾインブチルエーテル、ジエトキシアセトフェノン、ベンジルジメチルケタール、2-ヒドロキシ-2-メチルプロピオフェノン、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、ベンゾフェノン、2,4,6-トリメチルベンゾインジフェニルホスフィンオキサイド、2-メチル-〔4-(メチルチオ)フェニル〕-2-モルフォリノ-1-プロパノン、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタン-1-オン、ミヒラーズケトン、N,N-ジメチルアミノ安息香酸イソアミル、2-クロロチオキサントン、2,4-ジエチルチオキサントン等が挙げられ、これらの光重合開始剤は2種以上を適宜に併用することもできる。光重合開始剤は、(a)成分及び(b)成分の合計料100重量部に対して0.1~10重量部、好ましくは1~5重量部である。

【0034】本発明で使用される超微粒子を含む樹脂組成物には、塗膜物性を改良する目的で紫外線吸収剤(例えば、ベンゾトリアゾール系、ベンゾフェノン系、サリチル酸系、シアノアクリレート系紫外線吸収剤)、紫外線安定剤(例えば、ヒンダードアミン系紫外線安定剤)、酸化防止剤(例えば、フェノール系、硫黄系、リン系酸化防止剤)、ブロッキング防止剤、スリッパ剤、レベリング剤等の種々の添加剤を配合することができる。

【0035】透明基材フィルム：透明基材フィルムとしては、トリアセチルセルロースフィルム、ジアセチルセルロースフィルム、アセテートブチレートセルロースフィルム、ポリエーテルサルホンフィルム、ポリアクリル系樹脂フィルム、ポリウレタン系樹脂フィルム、ポリエステルフィルム、ポリカーボネートフィルム、ポリスル

ホンフィルム、ポリエーテルフィルム、トリメチルペンテンフィルム、ポリエーテルケトンフィルム、(メタ)アクリロニトリルフィルム等が使用できるが、特に、トリアセチルセルロースフィルム、及び一軸延伸ポリエステルが透明性に優れ、光学的に異性が無い点で好適に用いられる。その厚みは、通常は8 $\mu$ m~1000 $\mu$ m程度のもが好適に用いられる。

【0036】他の層：本発明の超微粒子含有反射防止フィルムには、上記に説明した各層の他に、各種機能性を付与するための層をさらに設けることができる。例えば、透明基材フィルムと、屈折率の制御された樹脂層との接着性を向上させる等の理由で、透明基材フィルム上にプライマー層や或いは接着剤層を設けたり、また、ハード性能向上のためにハードコート層を設けてもよい。他の層の屈折率は、透明基材フィルムの屈折率と屈折率の制御された樹脂層の屈折率との中間の値とすることが好ましい。

【0037】他の層の形成方法は、透明基材フィルム上に直接塗布して形成してもよく、また透明基材フィルムに屈折率の制御された樹脂層を転写により形成する場合には、予め離型フィルム上に形成した屈折率の制御された樹脂層上に、他の層を塗布して形成し、その後、透明基材フィルムと離型フィルムとを塗布面を内側にしてラミネートし、次いで離型フィルムを剥離することにより、透明基材フィルムに他の層を転写してもよい。

【0038】超微粒子含有反射防止フィルムの製造方法：本発明の超微粒子含有反射防止フィルムを製造する方法として、一例を挙げれば、透明基材フィルム上に、直接又は他の層を介して、カルボキシル基含有多官能又は単官能(メタ)アクリレートが一部乃至全部のバインダー樹脂中に低屈折率超微粒子が均一に分散されてなる、直接接する下層の屈折率よりも低い屈折率を持つ樹脂組成物を塗布する。ついで、溶剤を乾燥させたのち、電子線照射装置或いは紫外線照射装置等の電離放射線照射装置により、電離放射線を照射して塗膜を硬化させて反射防止フィルムを得ることができる。

【0039】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムのさらに別の製造方法を挙げれば、透明基材フィルム上に、直接又は他の層を介して、カルボキシル基含有多官能又は単官能(メタ)アクリレートが一部乃至全部のバインダー樹脂中に高屈折率超微粒子が均一に分散されてなる、直接接する下層の屈折率よりも高い屈折率を持つ樹脂組成物を塗布し、乾燥し、電離放射線照射装置により塗膜を硬化させたのち、この塗膜上にさらに、直接接する下層の屈折率よりも低い屈折率を持つ低屈折率層を設けることにより、反射防止フィルムを得る。

【0040】屈折率の制御された層を複数設ける場合には、最上層に設ける低屈折率層は、カルボキシル基含有多官能又は単官能(メタ)アクリレートが一部乃至全部のバインダー樹脂中に低屈折率超微粒子が均一に分散さ

れてなる樹脂組成物を用いて塗布により成膜してもよいし、或いは低屈折率超微粒子を蒸着又はCVD法等の真空処理により成膜してもよい。

【0041】超微粒子含有樹脂組成物の塗布方法は、スライドコート法、スロットコート法、カーテンフローコート法、ロールコート法等の種々のコート法、転写法が適用できる。本発明の超微粒子含有反射防止フィルムにおいて、その最表面は微細な凹凸が形成されていてもよい。このような凹凸面により、反射防止フィルムに防眩性及び/又は反射防止性が付与される。この微細な凹凸の形成方法は、例えば、微細な凹凸表面の離型フィルム上に各層を積層した後に、透明基材フィルム上に積層面を内側にしてラミネートし、次いで離型フィルムを剥離することにより、積層物の表面に微細な凹凸を付与することができる。

【0042】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの下面には、粘着剤が塗布されていてもよく、この反射防止フィルムは反射防止すべき対象物、例えば、偏光素子に貼着して用いることができる。

【0043】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムによれば、透明基材フィルムの反射率よりも反射率を下げた反射防止フィルムが得られる。

【0044】偏光素子及び液晶表示装置：偏光素子に本発明の超微粒子含有反射防止フィルムをラミネートすることによって、反射防止性の改善された偏光板とすることができる。この偏光素子には、よう素又は染料により染色し、延伸してなるポリビニルアルコールフィルム、ポリビニルホルマールフィルム、ポリビニルアセタールフィルム、エチレン-酢酸ビニル共重合体系ケン化フィルム等を用いることができる。このラミネート処理にあたって接着性を増すため及び静電防止のために、本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの基材フィルムが例えば、トリアセチルセルロースフィルム(略語：TACフィルム)である場合には、TACフィルムにケン化処理を行う。このケン化処理はTACフィルムにハードコートを施す前または後のどちらでもよい。

【0045】図4に、本発明の超微粒子含有反射防止フィルムが使用された偏光板の一例を示す。図4中、4は本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの1構成例であり、該超微粒子含有反射防止フィルム4は、TACフィルム1上に高屈折率超微粒子が樹脂中に均一に分散された樹脂組成物を用いて塗布により高屈折率層2を形成し、さらにその上に、低屈折率超微粒子が樹脂中に均一に分散された樹脂組成物を用いるか、或いは低屈折率超微粒子をプラズマCVD法、蒸着法等により低屈折率層3を形成したものである。該超微粒子含有反射防止フィルム4は偏光素子5上にラミネートされており、一方、偏光素子5の他面にはTACフィルム1がラミネートされている。また偏光素子5の両面に本発明の超微粒子含有反射防止フィルム4をラミネートしてもよい。

【0046】図5に、本発明の超微粒子含有反射防止フィルムが使用された液晶表示装置の一例を示す。図5において、液晶表示素子6上に、図4に示した偏光板、即ち、TACフィルム／偏光素子／超微粒子含有反射防止フィルムからなる層構成の偏光板がラミネートされており、また液晶表示素子6の他方の面には、TACフィルム／偏光素子／TACフィルムからなる層構成の偏光板がラミネートされている。なお、STN型の液晶表示装置には、液晶表示素子6と偏光板との間に、位相差板が挿入される。

【0047】

【実施例】

〔実施例1〕本実施例1は低屈折率層に超微粒子を含有したカルボキシル基含有(メタ)アクリレートとバインダー樹脂成分として使用する反射防止フィルムである。

【0048】カルボキシル基含有(メタ)アクリレートの調製：ジベンタエリスリトールペンタアクリレートを

SiO <sub>x</sub> (x: 1 < x < 2) 超微粒子エタノール分散液(日産化学(株)製)	36重量部
カルボキシル基含有(メタ)アクリレート	9重量部
溶剤 トルエン	7重量部

超微粒子含有反射防止フィルムの製造：ポリエチレンテレフタレートフィルム(膜厚100μm)上に、上記組成の低屈折率層用樹脂組成物37重量%トルエン溶液を膜厚約90nm/dryになるように塗布し、150KV、5Mradの電子線を照射して塗膜を硬化し、反射防止フィルムを得た。

【0050】〔実施例2〕本実施例2は低屈折率層と高屈折率層の両層に超微粒子を含んだカルボキシル基含有(メタ)アクリレートを含む超微粒子含有反射防止フィルムである。

【0051】離型フィルム(商品名：MC-19、麗光(株)製)上に、36重量部のZnO超微粒子トルエン分散液(住友大阪セメント(株)製)と9重量部の前記実施例1で調製したカルボキシル基含有(メタ)アクリレートを混合してなる高屈折率樹脂組成物を膜厚が7μm/dryになるように塗布した。得られた塗膜に対して320mjで紫外線照射した後、さらに175kv、7.5Mradで電子線照射を行い、前記塗膜の樹脂層を硬化して高屈折率層を形成した。

【0052】この高屈折率層上に、6重量部のタケラックA-310(商品名：武田薬品(株)製)と1重量部のタケネートA-3(武田薬品(株)製)と10重量部の酢酸エチルからなる接着剤を厚さ3.5μmとなるように塗布して接着剤層を形成した。

【0053】この接着剤層を介してTACフィルム(商品名：FT-UV-80、厚さ80μm富士写真フィルム(株)製)をラミネートし、40℃で2日以上エージングした。次いで、このラミネート物から前記離型フィルムを剥離して、前記高屈折率層をTACフィルム側に

67モル%含有するジベンタエリスリトールヘキサアクリレートおよびジベンタエリスリトールペンタアクリレートの混合物(日本化薬(株)製：カヤラッドDPHA、水酸基価69mgKOH/g)とピロメリット酸二無水物を、ジベンタエリスリトールペンタアクリレート／ピロメリット酸二無水物のモル比が2となるように各々163部と21.8部をフラスコに入れ、メチルエチルケトン100部、ヒドロキノンモノメチルエーテル0.1部およびN,N-ジメチルベンジルアミン1部を加え、80℃で8時間反応した。得られた組成物(1)は固形分65.0%で、カルボキシル基含有多官能アクリレートとジベンタエリスリトールヘキサアクリレートを各々44.3%、20.4%含有していた。

【0049】超微粒子を含む塗布用樹脂組成物の調製：下記の各材料を混合して低屈折率層用樹脂組成物を調製した。

転写した。得られたTACフィルム上の高屈折率層上には、36重量部の前実施例1で調製したSiO<sub>x</sub> (x: 1 < x < 2) 超微粒子エタノール分散液(日産化学(株)製)と9重量部のカルボキシル基含有(メタ)アクリレート(三菱油化(株)製)からなる低屈折率樹脂を膜厚100nm/dryとなるように塗工して低屈折率層の塗膜を形成した。この塗膜に対して640mjで紫外線照射して塗膜を硬化して本実施例2の超微粒子含有反射防止フィルムを得た。

【0054】〔実施例3〕本実施例3は高屈折率層に、超微粒子を含有するカルボキシル基含有(メタ)アクリレートを使用して製造した超微粒子含有反射防止フィルムである。

【0055】表面に微細な凹凸を有するポリエチレンテレフタレート製の離型フィルム(商品名：マットPET E-06、東レ(株)製)上に、36重量部のZnO超微粒子トルエン分散液(住友大阪セメント(株)製)と9重量部の前記実施例1で調製したカルボキシル基含有(メタ)アクリレートとを混合した高屈折率樹脂組成物を膜厚が7μm/dryになるように塗布した。得られた塗膜に対して320mjで紫外線照射した後、さらに175kv、7.5Mradで電子線照射を行い、前記塗膜の樹脂層を硬化して高屈折率層を形成した。

【0056】この高屈折率層上に、6重量部のタケラックA-310(商品名：武田薬品(株)製)と1重量部のタケネートA-3(武田薬品(株)製)と10重量部の酢酸エチルからなる接着剤を厚さ3.5μmとなるように塗布して接着剤層を形成した。

【0057】この接着剤層を介してTACフィルム(商

品名：FT-UV-80、厚さ80 $\mu$ m富士写真フィルム(株)製)をラミネートし、40℃で2日以上エージングした。次いで、このラミネート物から前記離型フィルムを剥離して、前記高屈折率層をTACフィルム側に転写した。得られたTACフィルム上の高屈折率層上に、プラズマCVD法により低屈折率層であるSiO<sub>x</sub>を膜厚100nmで形成し、本実施例3の表面に微細な凹凸が形成された超微粒子含有反射防止フィルムを得た。

【0058】〔実施例4〕本実施例4は、低屈折率樹脂層及び高屈折率超微粒子層の何れにもカルボキシル基含有(メタ)アクリレートを使用した実施例である。

【0059】離型フィルム(商品名：MC-19、麗光(株)製)上に、36重量部の前実施例1で調製したSiO<sub>x</sub>( $x:1 < x < 2$ )超微粒子エタノール分散液(日産化学(株)製)と9重量部の前記実施例1で調製したカルボキシル基含有(メタ)アクリレートからなる低屈折率樹脂を膜厚100nm/dryとなるように塗布して低屈折率層の塗膜を形成した。この塗膜に対して640mjで紫外線照射して低屈折率層の塗膜を硬化した。

【0060】この低屈折率層上に45重量部のTiO<sub>2</sub>超微粒子トルエン分散液(住友大阪セメント(株)製)と1重量部の前記実施例1で調製したカルボキシル基含有(メタ)アクリレートを混合してなる超微粒子が主たる成分である高屈折率樹脂組成物を膜厚が75nm/dryとなるように塗布した。得られた塗膜に対して175kv、3Mradで電子線照射してハーフキュアを行った。得られた塗膜は、超微粒子が相互にバインダー樹脂で結着した高屈折率超微粒子層となったものである。

【0061】次いで、この高屈折率超微粒子含有の高屈折率層上に5重量部のポリエステルアクリレート(商品名：EXD40-9、大日精化(株)製)と10重量部のイソプロピルアルコールからなるハードコート樹脂を5 $\mu$ m/dryとなるように塗布した。次いで、加速電圧175kv、10Mradにて上記の全ての樹脂層を硬化させて、離型フィルム上に低屈折率層、高屈折率超微粒子層、ハードコート層の順に積層された積層フィルムを得た。

【0062】この積層フィルムのハードコート層面に、6重量部のタケラックA-310(商品名：武田薬品(株)製)と1重量部のタケネットA-3(武田薬品(株)製)と10重量部の酢酸エチルからなる接着剤を厚さ3.5 $\mu$ mとなるように塗布して接着剤層を形成した。

【0063】この接着剤層を介してTACフィルム(商品名：FT-UV-80、厚さ80 $\mu$ m富士写真フィルム(株)製)をラミネートし、40℃で2日以上エージングした。次いで、このラミネート物から前記離型フィルムを剥離して、TAC側にハードコート層(最下

層)、高屈折率超微粒子層、低屈折率層(最上層)の順の積層物を転写して本実施例4の超微粒子含有反射防止フィルムを得た。

【0064】〔実施例5〕本実施例5は高屈折率超微粒子層にカルボキシル基含有(メタ)アクリレートを使用した実施例である。

【0065】離型フィルム(商品名：MC-19、麗光(株)製)上に、45重量部のTiO<sub>2</sub>超微粒子トルエン分散液(住友大阪セメント(株)製)と1重量部の前記実施例1で調製したカルボキシル基含有(メタ)アクリレートを混合してなる超微粒子が主たる成分である高屈折率樹脂組成物を膜厚が75nm/dryとなるように塗布した。得られた塗膜に対して加速電圧175kv、3Mradで電子線照射してハーフキュアを行った。得られた塗膜は、超微粒子が相互にバインダー樹脂で結着した高屈折率超微粒子層となったものである。

【0066】次いで、この高屈折率超微粒子含有の高屈折率層上に、5重量部のポリエステルアクリレート(商品名：EXD40-9、大日精化(株)製)と、10重量部のイソプロピルアルコールからなるハードコート樹脂を5 $\mu$ m/dryとなるように塗布した。次いで、加速電圧175kv、10Mradにて上記の全ての樹脂層を硬化させて、離型フィルム上に高屈折率超微粒子層、ハードコート層の順に積層して積層フィルムを得た。

【0067】この積層フィルムのハードコート層面に、6重量部のタケラックA-310(商品名：武田薬品(株)製)と1重量部のタケネットA-3(商品名：武田薬品(株)製)と10重量部の酢酸エチルからなる接着剤を厚さ3.5 $\mu$ mとなるように塗布して接着剤層を形成した。

【0068】この接着剤層を介してTACフィルム(商品名：FT-UV-80、厚さ80 $\mu$ m富士写真フィルム(株)製)をラミネートし、40℃で2日以上エージングした。次いで、このラミネート物から前記離型フィルムを剥離して、TAC側に、接着剤層を介してハードコート層(最下層)、高屈折率超微粒子層(最上層)の順の積層物を転写して積層フィルムを得た。さらにこの積層フィルムの高屈折率超微粒子層上にプラズマCVD法にてSiO<sub>x</sub>膜を厚さ100nmとなるように形成し、本実施例5の超微粒子含有反射防止フィルムを得た。

【0069】〔実施例6〕離型フィルム(商品名：MC-19、麗光(株)製)上に、36重量部のZnO超微粒子トルエン分散液(三菱油化(株)製)と、2重量部の前記実施例1に説明した混合物、即ち、ジペンタエリスリトールペンタアクリレートを67モル%含有するジペンタエリスリトールヘキサアクリレートおよびジペンタエリスリトールペンタアクリレートの混合物(日本化薬(株)製：カヤラッドDPHA、水酸基価69mgKOH/g)と、2重量部のアロニックスM-5300

(商品名、東亜合成化学工業(株)製)を混合してなる高屈折率樹脂組成物を膜厚が $7\mu\text{m}/\text{dry}$ になるように塗布した。得られた塗膜に対して $175\text{kv}$ 、 $10\text{Mrad}$ で電子線照射を行って前記塗膜の樹脂層を硬化して高屈折率層を形成した。

【0070】この高屈折率層上に、6重量部のタケラックA-310(商品名:武田薬品(株)製)と1重量部のタケネートA-3(武田薬品(株)製)と10重量部の酢酸エチルからなる接着剤を厚さ $3.5\mu\text{m}$ となるように塗布して接着剤層を形成した。

【0071】この接着剤層を介してTACフィルム(商品名:FT-UV-80、厚さ $80\mu\text{m}$ 富士写真フィルム(株)製)をラミネートし、 $40^\circ\text{C}$ で2日以上エージングした。次いで、このラミネート物から前記離型フィ

SiO<sub>x</sub> (x:  $1 < x < 2$ ) 超微粒子エタノール分散液(日産化学(株)製)

36重量部

アクリル酸エステルモノマー(商品名:カヤラッドTMPMA、日本化薬(株)製)

9重量部

溶剤 トルエン

7重量部

【0075】〔比較例2〕離型フィルム(商品名:MC-19、麗光(株)製)上に、高屈折率超微粒子を含まない3重量部の屈折率 $1.56$ のジヒドロキシエチルテトラブプロモビスフェノールメタクリル酸エステル(商品名:ニューフロンティア BR-42、第一工業製薬(株)製)と6重量部のトルエンからなる高屈折率樹脂を膜厚が $7\mu\text{m}/\text{dry}$ になるように塗布した。得られた塗膜に対して加速電圧 $175\text{kv}$ 、 $10\text{Mrad}$ で電子線照射して、塗膜を硬化して高屈折率層を形成した。

【0076】次いで、この高屈折率超微粒子を含有しない高屈折率層上に、6重量部のタケラックA-310(商品名:武田薬品工業(株)製)と1重量部のタケネートA-3と10重量部の酢酸エチルからなる接着剤を膜厚が $3.5\mu\text{m}/\text{dry}$ となるように塗布して接着剤層を形成した。

【0077】この接着剤層を介して、TACフィルム(商品名:FT-UV-80、厚さ $80\mu\text{m}$ 富士写真フィルム(株)製)をラミネートし、 $40^\circ\text{C}$ で2日以上エージングした。次いで、このラミネート物から前記離型フィルムを剥離して、TAC側に高屈折率層を転写して積層フィルムを得た。さらにこの積層フィルムの高屈折率層上に、プラズマCVD法にてSiO<sub>x</sub>を膜厚 $100\text{nm}$ となるように形成することにより低屈折率層を形成し、この比較例2の超微粒子を含有しない反射防止フィルムを得た。

【0078】〔比較例3〕離型フィルム(商品名:MC-19、麗光(株)製)上に、超微粒子を含まないハード性を有する高屈折率樹脂組成物として、前記実施例1に説明した混合物、即ち、ジベンタエリスリトールペンタアクリレート $67\text{mol}\%$ 含有するジベンタエリスリトールヘキサアクリレートおよびジベンタエリスリト

ールを剥離して、前記高屈折率層をTACフィルム側に転写した。得られたTACフィルム上の高屈折率層上に、プラズマCVDにより低屈折率層であるSiO<sub>x</sub>膜を膜厚 $100\text{nm}$ で形成し、この本実施例6の超微粒子含有反射防止フィルムを得た。

【0072】〔比較例1〕この比較例1はバインダー樹脂組成物として、カルボキシル基含有(メタ)アクリレートを用いない反射防止フィルムである。

【0073】ポリエチレンテレフタレートフィルム(膜厚 $100\mu\text{m}/\text{dry}$ )の上に、下記の低屈折率樹脂組成物37重量%トルエン溶液を膜厚約 $90\text{nm}$ になるように塗布し、 $150\text{KV}$ 、 $5\text{Mrad}$ の電子線を照射して塗膜を硬化し、反射防止フィルムを得た。

【0074】超微粒子を含む塗布用樹脂組成物の調製:

ルペンタアクリレートの混合物(商品名:カヤラッドD PHA、日本化薬(株)製、水酸基価 $69\text{mg KOH/g}$ )を3重量部と、溶剤として、トルエン:メチルエチルケトン=1:1(即ち、KT-11)からなる混合溶剤9重量部からなる高屈折率樹脂組成物を膜厚が $7\mu\text{m}/\text{dry}$ となるように塗布した。

【0079】得られた塗膜に対して加速電圧 $175\text{kv}$ 、 $10\text{Mrad}$ で電子線照射を行って前記塗膜の樹脂層を硬化してハード性を有する高屈折率層を形成した。

【0080】この高屈折率層上に、6重量部のタケラックA-310(商品名:武田薬品(株)製)と1重量部のタケネートA-3(武田薬品(株)製)と10重量部の酢酸エチルからなる接着剤を厚さ $3.5\mu\text{m}$ となるように塗布して接着剤層を形成した。

【0081】この接着剤層を介してTACフィルム(商品名:FT-UV-80、厚さ $80\mu\text{m}$ 富士写真フィルム(株)製)をラミネートし、 $40^\circ\text{C}$ で2日以上エージングした。次いで、このラミネート物から前記離型フィルムを剥離して、前記高屈折率層をTACフィルム側に転写した。得られたTACフィルム上の高屈折率層上に、プラズマCVD法により低屈折率層であるSiO<sub>x</sub>膜を膜厚 $100\text{nm}$ で形成し、この比較例3の超微粒子含有反射防止フィルムを得た。

【0082】前記実施例1~6及び比較例1~3で得られた反射防止フィルムについて下記の物性を測定した結果を下記の表1に示す。

- (1)ヘイズ
- (2)反射率:分光光度計にて測定された、 $550\text{nm}$ における反射防止フィルムの反射率。
- (3)鉛筆硬度:JIS K5400に示された試験結果。



(4) 耐摩耗性：テーパー摩耗試験による試験前後のヘイズ値の差： $\Delta H$ で表した。

(5) 基材密着性：反射防止フィルムの作製時、及び80℃、90%の耐湿熱性試験を1000hr行った後に

基準目クマスカットによるテーパー剥離試験を連続5回行った結果。

【0083】

【表1】

	ヘイズ(%)	反射率(%)	鉛筆硬度	耐摩耗性 $\Delta H$ (%)	密着性	
					耐久試験前	耐久試験後
実施例1	0.8	1.7	11B	6.6	100/100	100/100
実施例2	0.8	1.5	H	5.7	100/100	100/100
実施例3	23.3	1.0	2H	3.5	100/100	100/100
実施例4	0.9	0.3	2H	5.0	100/100	100/100
実施例5	0.8	0.3	2H	4.6	100/100	100/100
実施例6	0.8	1.9	H	9.5	100/100	100/100
比較例1	7.8	5.6	B	18.3	8/100	0/100
比較例2	0.9	2.4	5B	46.5	35/100	0/100
比較例3	1.0	3.6	2H	6.4	100/100	100/100

表1によれば、前記実施例1～6の反射防止フィルムは比較例1～3に比べてヘイズ値が低くHの反射率が低く、白化が減少されて透明性が優れており、Hの反射防止効果が優れていることが分かる。また、前記実施例1～6の反射防止フィルムは比較例1～3に比べて、反射防止等の光学特性、鉛筆硬度、耐摩耗性等のハード性能に優れ、Hの層間の密着性が優れていることが分かる。

【0084】

【発明の効果】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムは、バインダー樹脂中への超微粒子の分散性が優れた樹脂組成物を使用しているため、白化が少なく透明性に優れHの反射防止効果が優れている。

【0085】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムは、上記の効果に加えてハード性能に優れ、Hの層間の密着性が優れている。

【図面の簡単な説明】

【図1】最も基本的な層構成の本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの一例を示す。

【図2】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの層構

成の別の一例を示す。

【図3】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムの層構成のさらに別の一例を示す。

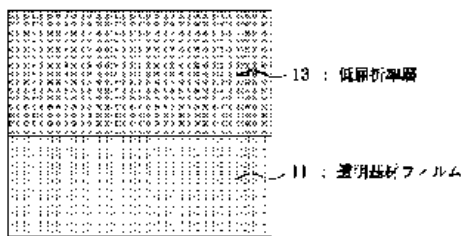
【図4】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムがラミネートされてなる偏光板の層構成の一例を示す。

【図5】本発明の超微粒子含有反射防止フィルムがラミネートされてなる偏光板を使用した液晶表示装置の層構成の一例を示す。

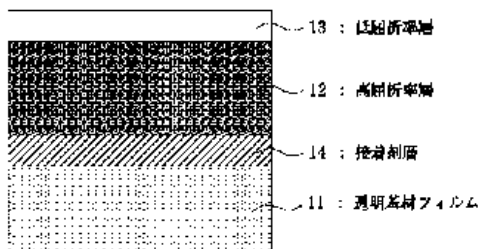
【符号の説明】

- 1 TACフィルム
- 2, 12 高屈折率層
- 3, 13 低屈折率層
- 4 超微粒子含有反射防止フィルム
- 5 偏光素子
- 6 液晶表示素子
- 11 透明基材フィルム
- 14 接着剤層
- 15 ハードコート層
- 22 高屈折率超微粒子層

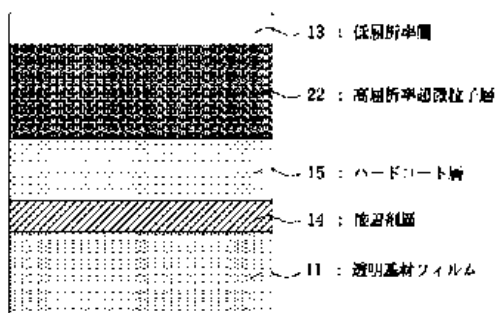
【図1】



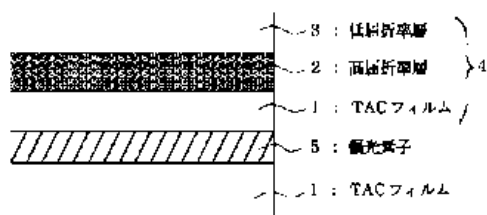
【図2】



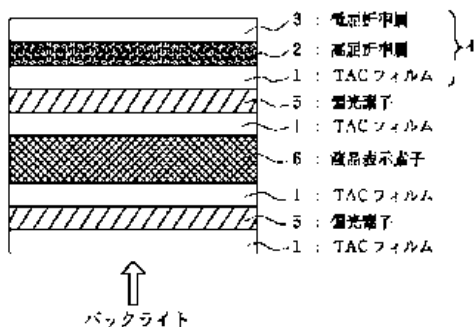
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	27/28		G 0 2 B	27/28
G 0 2 F	1/1335	5 1 0	G 0 2 F	1/1335
H 0 4 N	5/72		H 0 4 N	5/72

(72)発明者 片桐 博臣  
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号  
大日本印刷株式会社内

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-125571**

(43)Date of publication of application : **16.05.1995**

(51)Int.Cl. **B60Q 1/08**  
**H04N 7/18**  
**// F21M 3/18**

(21)Application number : **05-274049**

(22)Date of filing : **02.11.1993**

(71)Applicant : **HITACHI LTD**

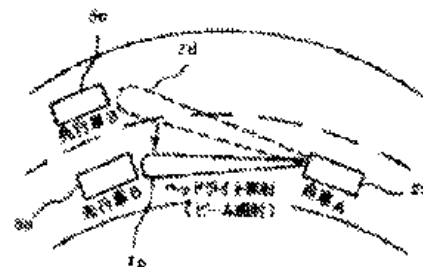
(72)Inventor : **TANAKA YASUNARI**  
**SATO KENJI**  
**TERANISHI YUKO**  
**KOBAYASHI YOSHIKI**

### (54) CAR-MOUNTED EQUIPMENT

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To perform an image recognition by means of a camera surely even at night by installing a device detecting an obstacle or the like from an image of the camera and a distance measuring instrument in a gap with an object, and controlling the distance measuring instrument and the lighting direction of head lamps directly to the side of the object.

**CONSTITUTION:** This car-mounted equipment is provided with a lane sensor, an obstacle sensor, an image recognizer by means of a camera, through which a travel lane, an obstacle on the lane, a car distance and relative speed with a preceding car, a distance or the like with the obstacle are detected, judging a degree of traveling safety on the basis of the secured data, and thereby a steering wheel, an accelerator, a brake or the like are operated, and thus any possible dangerousness is avoided. In the car-mounted equipment like that, at night in particular, the lighting direction of headlights or the like is compensated according to the curved status of a road. In brief, the lighting direction of the headlights of one's own car 5b is controlled in a 7e direction so as to light up a preceding car 5a at the curved road. In addition, simultaneously the lighting direction of a beam of a device measuring a car distance and a relative speed is also controlled in the 7e direction too.



(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
B 6 0 Q 1/08				
H 0 4 N 7/18		G		
F 2 1 M 3/18				

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-274049  
 (22) 出願日 平成5年(1993)11月2日

(71) 出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
 (72) 発明者 田中 泰成  
 茨城県岡田市大字高橋2520番地 株式会社  
 日立製作所自動車機器事業部内  
 (72) 発明者 佐藤 憲治  
 茨城県岡田市大字高橋2520番地 株式会社  
 日立製作所自動車機器事業部内  
 (72) 発明者 寺西 慎子  
 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株  
 式会社日立製作所システム開発研究所内  
 (73) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車載装置

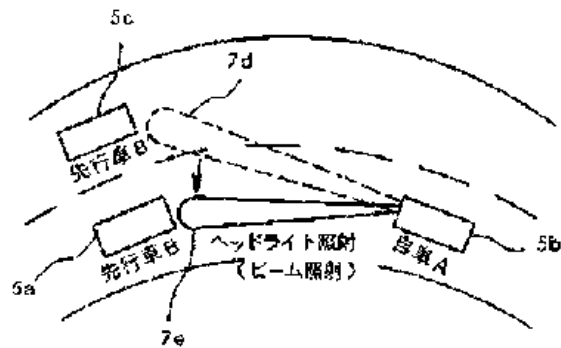
(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 関連する複数の検知装置を、常に走行車線上の先行走行車両や障害物の方向を向くよう制御することにより、夜間等に於いて有効に機能させる。

【構成】 カメラにて走行車線や障害物を検出する画像認識装置と、走行車線上の先行走行車両Bや障害物と自車両A間の距離等を検知する装置、および照射方向可変制御可能なヘッドライトまたは補助照明灯にて構成される。

【効果】 レーダの照射方向を修正するのみではなく、ヘッドライト、補助ライト等の照射方向を、あるいは赤外線照射灯の照射方向を共に制御することにより、夜間や霧中においても充分な画像データが得られ、車間距離警報装置、自動追従走行装置、障害物回避装置、誘導自動車走行システム等の装置の性能を向上させることが出来る。

図 7



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】カメラの画像より道路形状や先行車、障害物等を検出する装置と、検出した対象物との距離を測定する装置と、ヘッドライトにより構成される装置において、距離を測定する装置とヘッドライトの両方の照射方向を、検出した対象物の方向に制御することを特徴とする車載装置。

【請求項2】カメラの画像より道路形状や先行車、障害物等を検出する装置と、検出した対象物との距離を測定する装置と、ヘッドライトと、ヘッドライトの補助灯により構成される装置において、距離を測定する装置とヘッドライトの補助照明灯の両方の照射方向を、検出した対象物の方向に制御することを特徴とする車載装置。

【請求項3】請求項2において、補助照明灯の光源として、主ヘッドライトの光源とは異なり、両中や霧中においてのカメラ画像の鮮明化に効果が見られる別種の光源を使用したことを特徴とする車載装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、走行車線上の先行走行車両や障害物を検知する装置に関し、具体的には、関連する検知装置を常に走行車線上の先行走行車両や障害物の方向を向くよう制御する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】カメラにて走行車線を検出し、レーザーレーダやミリ波を使用した電波レーダにて、走行車線上の先行走行車両や障害物と自車両との距離等を検知する装置は、各種提案されている。また、カーブ等で先行車を確実に捕らえるために、カメラの画像から得られたデータをもとに、レーダの照射方向を補正することも提案されている【特開平4-258780号公報、特開平4-248489号公報】。

【0003】また、車のステアリングの角度によって、レーダの照射方向を補正することも提案されている【特開昭62-115599号公報】。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来の方法に於いて、走行路のカーブの状況を検出する主たる手段は、カメラによって得られた画像データの処理によるものである。カメラから得られる画像は、太陽光のものと昼間のみでなく、自車両のヘッドライト照明光のものと夜間においても、充分な画像データが得られることが重要である。

【0005】単に、レーダの照射方向を補正するのみでは、夜間の画像データの改善を図ることが出来ないことは明白である。

【0006】本発明は、車間距離警報装置、自動追従走行装置、障害物回避装置、誘導自動車走行システム等の実現を目的とし、運転者の緊張による疲労を軽減し、安全でゆとりある運転が出来る。ひいては交通事故の軽減に

役立てることが出来る様な装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記の課題を解決するために、レーダの照射方向を補正するのみではなく、ヘッドライト、補助ライト等の照射方向を、あるいは赤外線照射灯の照射方向を共に制御し、夜間においても充分な画像データが得られる装置を提供する。

## 【0008】

【作用】車両用先行車および障害物検出装置において、上記手段を用いることにより、夜間においても、カメラによる画像認識を、より確実なものとするを可能にした。

## 【0009】

【実施例】以下、図に示す実施例に従い本発明を詳細に説明する。

【0010】図1は誘導自動車走行システムの構成例を示すブロック図である。

【0011】レーンセンサー1aは車両が走行するレーンを検出する。障害物センサー1bは、走行レーン上の障害物を検出する。車間距離センサー1cは、先行車との車間距離と相対速度、障害物との距離等を検出する。通信装置1dは路車間通信あるいは車車間通信により外部の情報を受信する。処理装置1eはこれら1a～1dより得られたデータを演算して自車両走行の安全度を算出し、危険な場合はMMI（マンマシンインタフェース）1fにより、ドライバー1gに警報を出す。これによりドライバー1gはハンドル、アクセル、ブレーキ等1iを操作して危険を回避することが出来る。

【0012】ドライバー1gの反応が遅れた場合には、処理装置1eがアクチエータ1hを作動させることにより、ハンドル、アクセル、ブレーキ等1iを制御し、自動的に危険を回避することが出来る。さらには、誘導自動走行が可能となる。

【0013】レーンセンサー、障害物センサーの1例として、カメラによる画像認識装置がある。

【0014】図2はカメラによる道路領域をもととするレーン情報抽出の例である。

【0015】TVカメラ（複数台にて可）2aにより道路情景を撮影する。撮影により得られたカラー画像2bを、画像処理装置2cにて処理し、色やテクスチャーが一樣である領域群として検出することにより、道路境界線や道路領域2d、障害物2eを抽出する。この道路構造より走行レーンのカーブ等を検出することが出来る。同様に、道路情景より先行走行車両や障害物を検出することも可能である。先行車との車間距離や相対速度を検出する装置としては、各種提案されているが、レーザー光を使用したレーザーレーダや電波を使用したミリ波レーダシステム等がある。図3にレーザーレーダの動作原理を、図4にミリ波レーダシステムの構成例を示

す。

【0016】これらレーダの照射ビームは先行車のみを確実に補足するために、照射ビーム幅を直線幅以下に絞ることが望まれる。

【0017】図5に、直線道路における距離検出状況を示す。自車A5bの照射ビームは、直線道路では先行車B5aを確実に補足する。

【0018】図6に、カーブ路における距離検出状況を示す図を示す。自車A5bの照射ビームは、カーブ路では先行車B5aを補足することが出来ず、先行車B'5cを誤って照射してしまう。このため、レーダの照射ビームの方向を道路のカーブ状況に応じて補正することが提案されている。

【0019】同様に、夜間カメラにて走行車線や先行車および走行車線上の障害物等を検出するには、ヘッドライト等の照明装置の照射方向を、道路のカーブ状況に応じて補正することが重要である。

【0020】図7、図8に本発明の実施例を示す。

【0021】図7は、距離と相対速度を測定する装置のビームの照射方向と、ヘッドライトの照射方向を同時に制御した場合の実施例を示す図である。

【0022】図7において、自車A5bのヘッドライトの照射方向は、現在の固定方向照射では7dの方向となる。カーブ路では先行車B5aを照射する様、ヘッドライトの照射方向を7eの方向に制御する。同時に、先行車B5aと自車A5b間の距離と相対速度を測定する装置のビームの照射方向も、7eの方向に制御する。

【0023】図8は、距離と相対速度を測定する装置のビームの照射方向と、ヘッドライトの補助灯の照射方向を同時に制御した場合の実施例を示す図である。

【0024】図8において、自車A5bのヘッドライトの照射方向は、現在の固定方向照射では8dの方向となる。カーブ路では先行車B5aを照射する様、ヘッドラ\*

\*イトの照射方向は固定状態とし、補助灯の照射方向を8eの方向に制御する。同時に、先行車B5aと自車A5b間の距離と相対速度を測定する装置のビームの照射方向も、8eの方向に制御する。補助灯としてナトリウム照射灯や赤外線照射灯のその他の照明装置を使用してもよい。

【0025】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明の上記手段を用いることにより、夜間においても、カメラ画像認識による走行路のカーブの状況の検出、走行車線上の先行走行車両や障害物の検出を、より確実なものとする事が出来、車間距離警報装置、自動追従走行装置、障害物回避装置、誘導自動車走行システム等への応用が可能であり、その効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】誘導自動走行システムの構成例を示す図である。

【図2】道路領域をもととするレーン情報抽出の例を示す図である。

【図3】レーザーレーダの動作原理を示す図である。

【図4】ミリ波レーダシステムの構成例を示す図である。

【図5】直線道路における距離検出状況を示す図である。

【図6】カーブ路における距離検出状況を示す図である。

【図7】ヘッドライト照射方向の補正状況を示す図である。

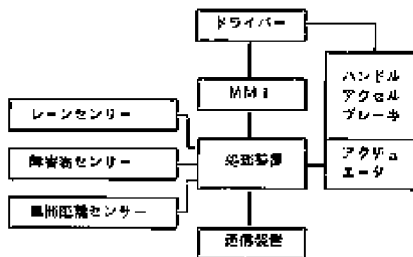
【図8】補助灯の照射状況を示す図である。

【符号の説明】

5a…先行車B、5b…自車A、5c…先行車B'、7d、7e…ヘッドライトの照射方向。

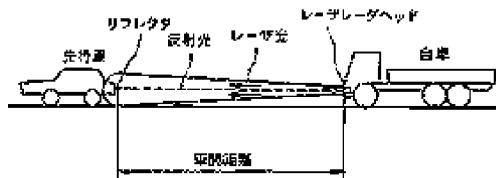
【図1】

図1

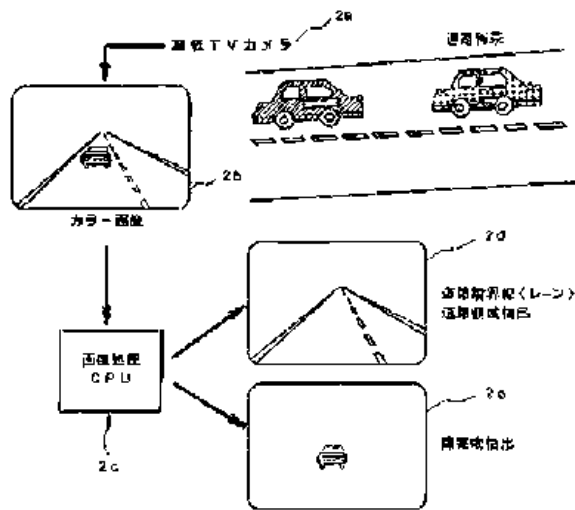


【図3】

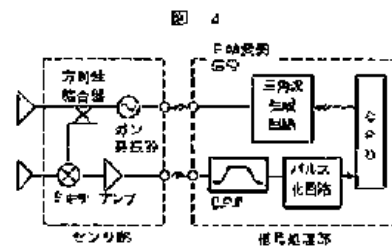
図3



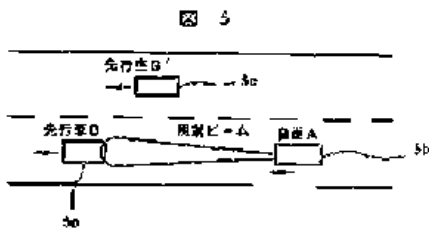
【図2】



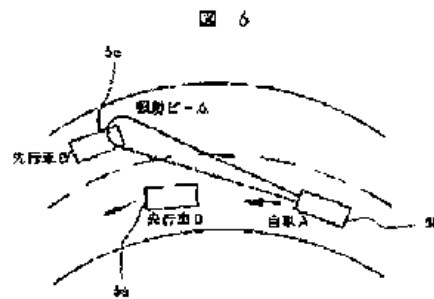
【図4】



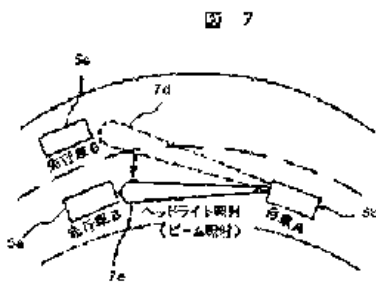
【図5】



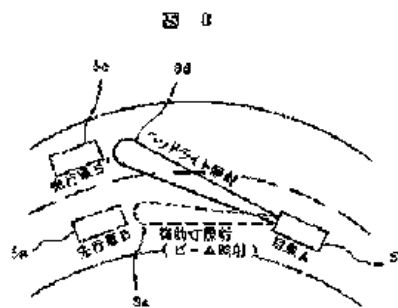
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 秀樹  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
 式会社日立製作所日立研究所内

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-137574

(43)Date of publication of application : 30.05.1995

(51)Int.Cl. B60Q 1/08  
H04N 7/18  
// F21M 3/18

(21)Application number : 05-285215

(22)Date of filing : 15.11.1993

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

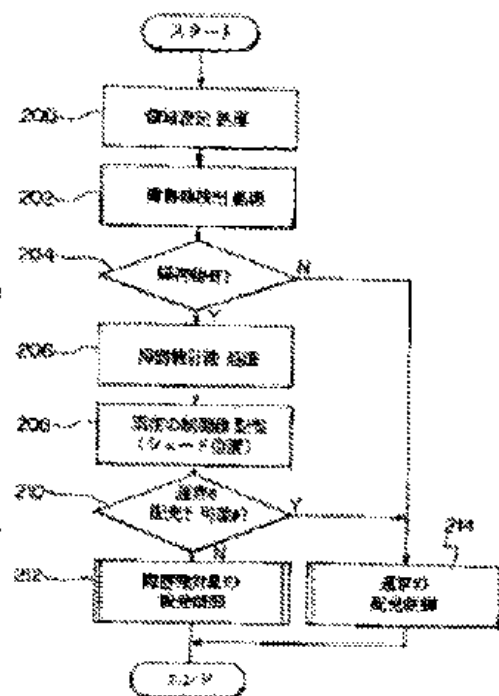
(72)Inventor : MORI TAKAKAZU  
NAKAMURA TAKASHI  
TAKEUCHI KOICHI

## (54) HEADLIGHT DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To control the light distribution in front of a vehicle so as to recognize an obstacle by a driver of the own vehicle in the running condition.

**CONSTITUTION:** A scope setting process is made to an image taken by a TV camera (200), and after an obstacle detecting process is carried out, the existence of an obstacle is decided (202 and 204). When there is no obstacle, a normal light distribution control to improve the visibility and to prevent a glare is carried out (214). On the other hand, when there is an obstacle, the upper end of the obstacle is measured (206). Then, the position of the cut line by the present shade position is stored (208), and by deciding whether the upper end of the obstacle is near the cut line or not, it is decided whether the normal light distribution control will do or not (210). When the answer is no, a light distribution control to light on the obstacle is carried out (212). By placing the priority to the light distribution to light on the obstacle in such a way, the driver can recognize an obstacle such as a walker securely.





(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
B 6 0 Q 1/08				
H 0 4 N 7/18		K		
F 2 1 M 3/18				

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 17 頁)

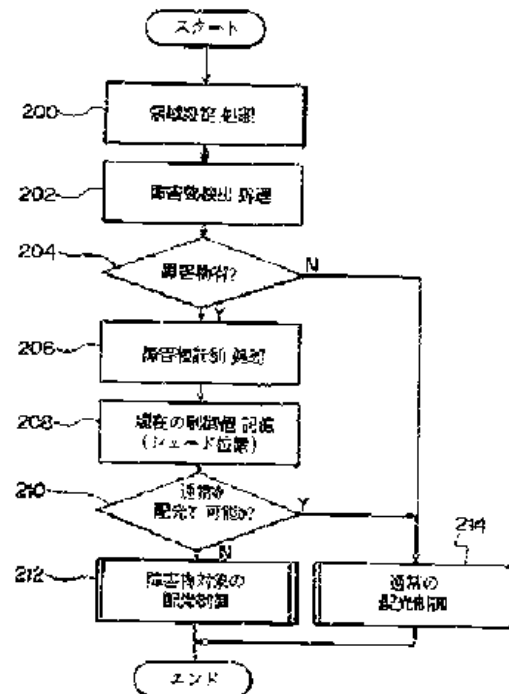
(21) 出願番号	特願平5-265215	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成5年(1993)11月16日	(72) 発明者	森 孝和 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	中村 隆可 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	竹内 公一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 中島 洋 (外2名)

(54) 【発明の名称】 車両用前照灯装置

(57) 【要約】

【目的】 走行中の自乗車のドライバーが障害物を認知できるように車両前方を配光制御する。

【構成】 TVカメラで撮像されたイメージへの領域設定処理がなされて(200)、次に障害物検出処理を実行した後、障害物の有無が判断される(202、204)。障害物が無のとき視認性向上及びグレア防止する通常の配光制御をする(214)。一方、障害物が有るとき、障害物の上端を計測する(206)。次に、現在のシェードの位置によるカットラインの位置を記憶し(208)、障害物の上端がカットラインの近傍にあるかを判断することにより、通常の配光制御で可能かを判断する(210)。否定判断の場合には、障害物を照射する配光制御を実行する(212)。このように、障害物を照射する配光が優先され、ドライバーは確実に歩行者等の障害物を認知できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つが変更可能なヘッドランプを有する車両が進行する進行路を含む画像を検出する画像検出手段と、

前記画像検出手段で検出された画像に基づいて、前記進行路の形状を抽出し、かつ、該画像上に障害物を検出するための障害物検出領域を設定する画像処理手段と、

前記障害物検出領域内において障害物の有無を検出すると共に検出された該障害物の上端付近を検出する障害物検出手段と、

前記障害物検出手段により障害物が検出された場合には前記ヘッドランプの光により障害物の略上端より下方を照射するための前記ヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを演算する配光演算手段と、

前記配光演算手段の演算結果に基づいて前記ヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを制御する制御手段と、

を備えた車両用前照灯装置。

【請求項2】 明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つが変更可能なヘッドランプを有する車両が進行する進行路を含む画像を検出すると共に該画像に相当する領域内の温度分布を検出する車両前方情報検出手段と、

前記車両前方情報検出手段で検出された画像に基づいて、前記進行路の形状を抽出し、かつ、該画像上に障害物を検出するための障害物検出領域を設定する画像処理手段と、

前記障害物検出領域内において障害物の有無を検出すると共に検出された障害物の温度分布により該障害物の上端付近を検出する障害物検出手段と、

前記障害物検出手段により障害物が検出された場合には前記ヘッドランプの光により障害物の略上端より下方を照射するための前記ヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを演算する配光演算手段と、

前記配光演算手段の演算結果に基づいて前記ヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを制御する制御手段と、

を備えた車両用前照灯装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両用前照灯装置にかかり、詳細には、車両前方を照射するヘッドランプの配光を制御する車両用前照灯装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、車両には、夜間等にドライバーの前方視認性を向上させるために、車両の略先端には予め定められた範囲を照射するためのヘッドランプが配設されている。このヘッドランプには、操舵角による走行方向や車速等の車両の走行状態に応じて車両前方の照射方

向及び照射範囲を変更して前方の視認性を向上させるために、車両前方を撮像するカメラ等の撮像装置の信号に基づいてヘッドランプの光軸を偏向することや照射光を遮光するための遮光板の移動を制御することによって道路に光を照射したときの照射領域と未照射領域との境界部分（以下、カットラインという。）を制御する車両用前照灯装置がある。

【0003】この制御されたカットラインに内包される照射範囲に自車両の前方を同じ方向に走行している車両（以下、先行車両という。）が存在する場合には、先行車両のドライバーに対して不慣れた眩しき（以下、グレアという。）を与えることがある。また、自車両の前方を逆方向に走行している車両（以下、対向車両という。）のドライバーに対しても先行車両のときと同様にグレアを与えることがある。従って、先行車両及び対向車両である他車両のドライバーにグレアを与えることがないようにカットラインを制御すれば、自車両前方の視認性を向上させることができかつ他車両のドライバーに対してグレアを与えない配光に制御できる。

【0004】しかしながら、グレアを与えることがないように配光制御される対象となる他車両は、障害物でないという前提である。すなわち、カメラ等の撮像装置により他車両から射出された光を検出して他車両を特定している。従って、駐車中の車両等は検出できないことがあり、この車両は自車両が走行するときに障害物となる。また、前記装置では駐車中の車両と同様に歩行者を検出しないので、歩行者は明らかに障害物となり得る。そして、歩行者や車両等の障害物にはヘッドランプによる十分な光が照射されないために、走行安全上好ましくない。

【0005】この問題を解消するために、自車両の周囲の障害物を超音波ソナーで探知して、この探知方向にスポット光を照射することによって、自車両のドライバーに対して障害物の認知を促す障害物探照装置がある（実開昭61-185631号公報）。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような障害物を探知した探知方向にスポット光を照射する障害物探照装置では、障害物の位置まで特定することが困難なため、障害物の方位によっては障害物までの距離が遠くなり、探知方向にスポット光を照射しても自車両のドライバーに対して障害物の認知を促すような明るさで照射できないことがある。

【0007】本発明は、上記事実を考慮して、走行中の自車両のドライバーが障害物を認知できるように車両前方を配光制御する車両用前照灯装置を得ることが目的である。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1に記載の発明の車両用前照灯装置は、明る

さ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つが変更可能なヘッドランプを有する車両が進行する進行路を含む画像を検出する画像検出手段と、前記画像検出手段で検出された画像に基づいて、前記進行路の形状を抽出しかつ、該画像上に障害物を検出するための障害物検出領域を設定する画像処理手段と、前記障害物検出領域内において障害物の有無を検出すると共に検出された該障害物の上端付近を検出する障害物検出手段と、前記障害物検出手段により障害物が検出された場合には前記ヘッドランプの光により障害物の略上端より下方を照射するための前記ヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを演算する配光演算手段と、前記配光演算手段の演算結果に基づいて前記ヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを制御する制御手段と、を備えている。

【0009】請求項2に記載の発明の車両用前照灯装置は、明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つが変更可能なヘッドランプを有する車両が進行する進行路を含む画像検出すると共に該画像に相当する領域内の温度分布を検出する車両前方情報検出手段と、前記車両前方情報検出手段で検出された画像に基づいて、前記進行路の形状を抽出しかつ、該画像上に障害物を検出するための障害物検出領域を設定する画像処理手段と、前記障害物検出領域内において障害物の有無を検出すると共に検出された障害物の温度分布により該障害物の上端付近を検出する障害物検出手段と、前記障害物検出手段により障害物が検出された場合には前記ヘッドランプの光により障害物の略上端より下方を照射するための前記ヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを演算する配光演算手段と、前記配光演算手段の演算結果に基づいて前記ヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを制御する制御手段と、を備えている。

【0010】

【作用】本発明の車両用前照灯装置は、画像検出手段により、明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つが変更可能なヘッドランプを有する車両が進行する進行路を含む画像を検出する。画像検出手段は、白黒TVカメラ等のカメラを用いることができる。ここで、車両前方に存在することが予想される対象物は、車両以外の他車両、駐車中の車両や歩行者等がある。この他車両には、先行車両及び対向車両があり、また2輪車もある。進行路に進入しようとする他車両、移動中の2輪車、駐車中の車両や歩行者等は、車両が走行する走行車線近傍に存在すると、走行を妨げる障害物になる。そこで、画像処理手段では、画像検出手段で検出された画像に基づいて、進行路の形状を抽出しかつ、該画像上に障害物を検出するための障害物検出領域を設定する。この進行路の形状抽出は、走行レーンの白線や縁石等の連続による車両が走行する進行路の両側縁の形状を表す線から

検出できる。また、走行レーンには先行車両が存在する確度が高く、走行車線に隣接する領域には対向車両や障害物等が存在する確度が高い。また、障害物は走行車線に存在することもある。従って、画像検出手段により撮影された画像から進行路の形状抽出ができれば、他車両や障害物を検出するための領域を設定できる。障害物検出手段は、障害物検出領域内において障害物の有無を検出すると共に障害物の上端を検出する。配光演算手段は、障害物が検出された場合にはヘッドランプの光により障害物の略上端より下方を照射するためのヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを演算し、障害物検出手段により障害物が未検出の場合には進行路の形状に基づいて該進行路に沿う光を照射するためのヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを演算する。制御手段は、配光演算手段の演算結果に基づいてヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを制御する。

【0011】従って、車両前方に障害物が検出された場合には、障害物を照射するためのヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを演算して制御するため、障害物にはヘッドランプからの光が確実に照射され、車両のドライバーに障害物の存在を促すことができる。

【0012】また、請求項2に記載の車両用前照灯装置は、明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つが変更可能なヘッドランプを有する車両が進行する進行路を含む画像を検出すると共に該画像に相当する領域内の温度分布を検出する車両前方情報検出手段を備えている。この画像に相当する領域内の温度分布を検出することにより、車両前方の温度分布から、温度分布を有する人物等の障害物の位置を検出することができる。そして、障害物検出手段では、検出された障害物の温度変化により該障害物の上端付近を検出することができる。これにより、歩行者等のように、温度変化を有する障害物の頭部等の上端を特定することができる。

【0013】なお、配光演算手段では、障害物が未検出の場合に、進行路の形状に基づいて車両が進行路に沿って所定時間後に到達する位置を推定し推定した位置に光が照射されるようにヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを演算するようにしてもよい。また、これと共に車両以外の他車両のドライバーに対し防眩するためのヘッドランプの明るさ、照射方向及び照射範囲の少なくとも一つを演算し、配光を制御するようにしてもよい。

【0014】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明が適用された実施例を詳細に説明する。第1実施例の車両用前照灯装置100は、車両10の前方を白黒TVカメラにより撮像し階調画像を得る場合に本発明を適用したものである。

【0015】図6に示すように、車両10のフロントボデー10Aの上面部には、エンジンフード12が配置されており、フロントボデー10Aの前端部には車両幅方向の一端から他端に亘ってフロントバンパ16が固定されている。このフロントバンパ16とエンジンフード12の前縁部12Aとの間には、車両幅方向両端部に一對のヘッドランプ18、20が配設されている。

【0016】エンジンフード12の後端部付近には、ウインドシールドガラス14が設けられており、車両10内部のウインドシールドガラス14の上方側に対応する部位の近傍にはルームミラー15が設けられている。ルームミラー15の近傍には車両前方の状況を撮像するためのTVカメラ22が配置されている。TVカメラ22は画像処理装置148(図1参照)に接続されている。本実施例ではTVカメラ22として、単に光量のみを検出するCCD素子を備え白黒画像を表す画像信号を出力するTVカメラを用いている。

【0017】なお、TVカメラ22の配設位置は、車両前方の道路形状を正確に認識でき、かつドライバーの目視感覚により合致するように、ドライバーの視点位置(所謂アイポイント)になるべく近い位置に配置されることが好ましい。また、本実施例における道路形状には、進行路の形状、例えばセンターラインや縁石等によって形成される1車線に対応する道路形状が含まれる。

【0018】また、車両10には図示しないスピードメータが配設されており、この図示しないスピードメータのケーブルには、車両10の車速Vを検知する車速センサ66(図1参照)が取り付けられている。この車速センサ66は制御装置150に接続されており、車速Vの検出結果を出力する。

【0019】図2及び図3に示すように、ヘッドランプ18はプロジェクタタイプのヘッドランプで、凸レンズ30、バルブ32及びランプハウス34を備えている。ランプハウス34は車両10の図示しないフレームに略水平に固定されており、ランプハウス34の一方の開口には、凸レンズ30が固定され、他方の開口には、凸レンズ30の光軸R(凸レンズ30の中心軸)上に発光点が位置するようにソケット36を介してバルブ32が固定されている。

【0020】ランプハウス34内部のバルブ側には、楕円反射面のリフレクタ38が形成されており、バルブ32から射出された光がリフレクタ38により反射され凸レンズ30及びバルブ32の間に集光される。この集光点の近傍にはシェード40が設けられており、リフレクタ38で反射集光されたバルブ32の光は、シェード40によってその一部が遮光され、それ以外の光が凸レンズ30から射出されるようになっている。また、シェード40の回転軸42は、車両幅方向に向いている。

【0021】回転軸42の両端部42A、42Bは、ランプハウス34内部に形成された軸受部(図示省略)に

軸支されており、車両幅方向(図2の矢印X方向)、即ち回転軸42の軸線M方向と、回転軸42の軸廻り方向(図2の矢印Y方向)と、へ移動可能に軸支されている。

【0022】回転軸42の一方の端部42Aの近傍には歯車44が固着されており、歯車44には、モータ46の駆動軸に固着された歯車48が噛合している。従って、モータ46の駆動軸が回転すると、歯車48が回転し、歯車44と一体的にシェード40が矢印Y方向へ回転する。なお、歯車44は軸線M方向に長く、歯車44が矢印X方向へ移動した場合にも、歯車44と歯車48とが噛合するようになっている。また、モータ46は図示を省略したブラケットによってランプハウス34内部に固定されており、図1に示されるように、制御装置150のドライバ164に接続されている。

【0023】また、回転軸42の他方の端部42Bの近傍には、ラック50が固着されており、ラック50には、モータ52の駆動軸に固着された歯車54が噛合している。従って、モータ52の駆動軸が回転すると、歯車54が回転し、ラック50と一体的にシェード40が矢印X方向へ移動する。なお、ラック50は、各凹凸部が回転軸42の外周部にリング状に形成されており、ラック50が矢印Y方向へ回転した場合にも、ラック50と歯車54とが噛合するようになっている。また、モータ52は図示を省略したブラケットによってランプハウス34内部に固定されており、図1に示されるように、制御装置150のドライバ164に接続されている。

【0024】図4に示されるように、シェード40は円柱状とされており、車両幅方向(矢印X方向)に沿って軸心Nと外周部との距離R1が短い小径部40Aと、軸心Nと外周部との距離R2が長い大径部40Bと、小径部40Aと大径部40Bとを直線的に連結し、軸心Nと外周部との距離R3が徐々に増加する中間部40Cと、で構成されている。

【0025】また、シェード40の軸線Mは、軸心Nに対してオフセットしている。従って、シェード40が軸線Mを軸として回転すると、軸線Mと外周部との距離S1、S2、S3がそれぞれ回転軸廻り方向(矢印Y方向)に沿って連続的に変化する。

【0026】従って、制御装置150からの信号に応じたモータ46、52の駆動によって、シェード40が矢印X方向及び矢印Y方向へ所定量移動する。これにより、シェード40のエルボー部(図2の大径部40Bと中間部40Cの境41付近)によりバルブ32の光が通過光と遮光された光とに分断され、車両10の前方の明暗の境界であるカットラインが移動する。

【0027】シェード40の大径部40Bによって形成される明暗の境界は、図5に示すように、ヘッドランプ18による照射領域内の車両幅方向右側のカットライン70として現れ、シェード40が矢印Y方向に回転され

ることにより、カットライン70の位置は、最上位に対応する位置（図5にカットラインUとして示す位置、ハイビームの光軸より下の位置）から最下位に対応する位置（図5にカットラインNとして示す位置、通常のロービームの位置）まで平行に移動する。

【0028】また、シェード40の中間部40Cによって形成される明暗の境界は、照射領域内の車両幅方向左側のカットライン72として現れ、シェード40が矢印Y方向に回転されることにより、カットライン72の位置は最上位の位置（図5にカットラインUとして示す位置、ハイビームの光軸より下の位置）から最下位に対応する位置（図5にカットラインNとして示す位置、通常のロービームの位置）まで平行に移動する。

【0029】一方、シェード40の大径部40Bと中間部40Cとの境41（図4参照）による明暗の境界は、配光におけるカットライン70とカットライン72との交点である結合点（以下、エルボーポイントという。）73を示している。従って、このエルボーポイント73は、シェード40のX方向、Y方向（図4参照）への移動によってカットライン70の位置が最上位に対応する位置（図5のU位置）でかつカットライン72の位置が最下位の位置（図5のN位置）のときに点73aの位置となり、カットライン70の位置が最上位に対応する位置（U位置）でかつカットライン72の位置が最上位の位置（図5のU位置）のときに点73bの位置となり、カットライン70の位置が最下位に対応する位置（N位置）でかつカットライン72の位置が最上位の位置（図5のU位置）のときに点73cの位置となり、カットライン70の位置が最下位に対応する位置（N位置）でかつカットライン72の位置が最下位の位置（図5のN位置）のときに点73dの位置となる。

【0030】これにより、シェード40の移動によるカットライン70、72の移動によって、エルボーポイントの位置は点73a、73b、73c、73dの4点で囲まれた範囲Er（図5に斜線で示した範囲）内を移動可能になる。従って、この範囲Erにおけるエルボーポイント73の位置が定めれば、この位置にエルボーポイント73が位置するようにモータ46、52の回転量を演算できる。すなわち、イメージ上の距離とモータ46、52の回転によるエルボーポイント73の移動量との対応は撮像倍率及びモータの伝達率（モータのギヤ比）等により予め定めることができる。

【0031】なお、範囲Er内におけるエルボーポイント73の位置とこの位置にシェード40を移動させるためのモータ46、52の回転量とをマップとして記憶するようにしてもよい。

【0032】ヘッドランプ20はヘッドランプ18と同様の構成であるため、詳細な説明は省略する。

【0033】図1に示すように、制御装置150は、リードオンリメモリ（ROM）152、ランダムアクセス

メモリ（RAM）154、中央処理装置（CPU）156、入力ポート158、出力ポート160及びこれらを接続するデータバスやコントロールバス等のバス162を含んで構成されている。なお、このROM152には、制御プログラムが記憶されている。

【0034】入力ポート158には車速センサ66及び画像処理装置148が接続されている。この画像処理装置148は、後述するようにTVカメラ22及び制御装置150から入力される信号に基づいて、TVカメラ22で撮像されたイメージを画像処理する。出力ポート160は、ドライバ164を介してヘッドランプ18のモータ46、52及びヘッドランプ20のモータ46、52に接続されている。また、出力ポート160は、画像処理装置148にも接続されている。

【0035】次に、本実施例の作用を説明する。ヘッドランプ18、20に点灯中には、所定時間毎に図7に示す制御メインルーチンが実行される。この制御メインルーチンのステップ200では、制御装置150から画像処理装置148へ信号を出力すると、画像処理装置148において領域設定処理が実行される。この領域設定処理では、TVカメラ22によって撮像されたイメージを用い、図12に示す他車両を認識するための先行車両認識領域 $W_f$ 、及び対向車両認識領域 $W_o$ と、図9に示す障害物検出領域 $W_d$ が定められる。なお、TVカメラ22の画像信号によって形成されるイメージ上の各画素は、イメージ上に設定された各々直交するX軸とY軸とによって定まる座標系の座標（X、Y）で位置を特定する。

【0036】この領域設定処理を、図8のフローチャートを参照して詳細に説明する。図10には、自車両10が直線の道路122を走行している際にTVカメラ22によって撮像された、ドライバーによって視認される画像と略一致したイメージの一例（イメージ120）を示す。この道路122は、両側に白線124を備えており、自車両10が走行するための走行レーン122A及び対向車両11Aが走行するための対向レーン122Bの境界であるセンターライン126を備えている。以下、このイメージ120に基づく領域設定処理を説明する。

【0037】図8のステップ300では、図11に示すように、走行レーン122Aの両側のライン（この場合、白線124及びセンターライン126）を検出するためにイメージ上で所定の幅 $\gamma$ を有する領域を白線検出ウインドウ領域 $W_{s1}$ として設定する。本実施例では、白線等の検出確度が高い中央部の領域を含むように、白線検出ウインドウ領域 $W_{s1}$ を、所定の水平線140及び下限線130の間の領域を白線検出ウインドウ領域 $W_{s1}$ として設定する。

【0038】次のステップ302ではウインドウ領域 $W_{s1}$ 内を明るさについて微分し、この微分値のピーク点

(最大点)を白線候補点であるエッジ点として抽出する。すなわち、ウインドウ領域 $W_{w0}$ 内を垂直方向(図11矢印A方向)に、水平方向の各画素について最下位置の画素から最上位置の画素までの明るさについて微分し、明るさの変動が大きな微分値のピーク点をエッジ点として抽出する。これにより、図11のウインドウ領域 $W_{w0}$ 内に示す破線132のように連続するエッジ点が抽出される。

【0039】次のステップ304では、ステップ302において白線候補点抽出処理で抽出されたエッジ点をハフ(Hough)変換を用いて直線近似し、白線等と指定される線に沿った近似直線142、144を求める。次のステップ306では、求めた近似直線142、144の交点 $P_n$ (X座標値= $X_n$ )を求め、求めた交点 $P_n$ と基準とする予め定めた直線路の場合の近似直線の交点P(X座標値= $X_p$ )との水平方向の変位位置A( $A=X_n-X_p$ )を求める。この変位位置Aは、道路122のカーブの度合いに対応している。

【0040】次のステップ308では、ステップ304において求めた近似直線142、144を用いて先行車両及び対向車両を認識する各車両認識領域 $W_{r1}$ 、 $W_{r2}$ を設定すると共に、障害物検出領域 $W_{d}$ を設定する。まず、図12に示すように他車両を認識する領域設定では、近似直線142、144及び下限線130で囲まれた範囲を先行車両認識領域 $W_{r1}$ と定め、近似直線144の右側の画像範囲を対向車両認識領域 $W_{r2}$ と定める。この近似直線144付近では、先行車両11と対向車両11Aとが混在する確度が高いため、互々が重複するように設定してもよく、独立した領域を定めてもよい。

【0041】図9に示したように、障害物検出領域 $W_{d}$ の設定では、近似直線142、144を道路122の側縁と想定し、この近似直線142、144から所定幅 $w_d$ (例えば、10m)だけ左右に隔てた左側線134、右側線136を求める。なお、図9では、道路122の側縁部である白線124、センターライン126が近似直線144、142に重複しかつ対向レーン122B側の白線124が得られる右側線136と重複する場合を示した。この左側線134と近似直線142とで囲まれた領域を左障害物検出領域 $W_{dL}$ に設定し、右側線136と近似直線144とで囲まれた領域を右障害物検出領域 $W_{dR}$ に設定する。この設定された右障害物検出領域 $W_{dR}$ と、左障害物検出領域 $W_{dL}$ とを障害物検出領域 $W_{d}$ とする。この左障害物検出領域 $W_{dL}$ は、歩道を検出して検出された歩道の領域を定めてもよい。また、右障害物検出領域 $W_{dR}$ は、対向レーン122Bを検出して対向レーン122Bの領域を定めてもよい。なお、図中、自車両10の前方100m付近を図線146Aで示した。また、走行レーン122Aに相当する先行車両認識領域 $W_{r1}$ は、予め定めた距離(例えば、40m付近)を示す距離線146Bを境にして遠方の領域を遠方領域 $W_{f}$ 、近

傍の領域を近傍領域 $W_{n}$ として分割して形成されている。

【0042】なお、上記では、近似直線142、144をそのまま領域設定に用いたが、道路形状自体を抽出するようにしてもよい。例えば、白線と指定された線に沿う近似直線142の近傍でかつイメージ下方のエッジ点を抽出し、イメージ下方のエッジ点の近接または連続する点から、スプライン補間等により得た曲線を走行レーン122A側の白線124を得てもよい。この曲線を求めることにより、道路122の形状に則したデータ(線)が得られる。対向レーン122B側の白線124の抽出は、上記で走行レーン122Aの両側のライン(白線124及びセンターライン126)として設定された位置近傍のエッジ点を除いた連続するエッジ点を抽出することにより、道路122の両側の白線124をイメージ120上で定めることができる。

【0043】また、上記の先行車両認識領域 $W_{r1}$ 及び対向車両認識領域 $W_{r2}$ を設定するにあたり、図12に示したように、現在の車速Vに応じて先行車両認識領域 $W_{r1}$ に関する近似直線の位置を補正する補正幅 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、及び対向車両認識領域 $W_{r2}$ に関する近似直線の位置を補正する補正幅 $\alpha_3$ を用いて各領域を補正してもよい。この場合の補正幅の設定は、車速及び曲線路のカーブの度合いにより、他車両が設定された車両認識領域から逸脱する可能性を低下させるためであり、例えば、直線路では車速Vが遅くなるに従って値が大きくなるように、曲線路ではカーブの度合いに応じてカーブ方向の幅が大きくなるように設定する。この補正幅は、マップとして予め記憶しておくことが好ましい。なお、この補正幅は予め定めてもよい。同様に、障害物検出領域 $W_{d}$ を設定するにあたり、補正幅で補正してもよいことは勿論である。

【0044】上記のように領域設定処理が終了すると、図7のステップ202へ進む。このステップ202では、画像処理装置148において障害物検出処理が実行され、障害物の有無が検出される。

【0045】この障害物検出処理を、図13のフローチャートを参照して詳細に説明する。図13のステップ310では、ステップ200で設定された車両認識領域から、障害物検出領域 $W_{d}$ を選択する。次のステップ312では、自車両10の車速を読み取ると共に、車速に応じた警報ウインドウ $W_{aw}$ (図19参照)を設定する。すなわち、車速に応じて所定時間内における自車両10の走行距離は変化する。例えば、この所定時間は車両の制動距離に対応する時間等が想定される。この所定時間内に歩行者等の障害物は移動することが予想されるため、この移動範囲を少なくとも網羅するような警報ウインドウ $W_{aw}$ を設定する。例えば、警報ウインドウ $W_{aw}$ として、選択した障害物検出領域 $W_{d}$ を用い、現在の車速から想定される所定時間内に障害物が移動することが予想される距離に相当する幅だけ広げて設定すれば

よい。次のステップ314では、警報ウインドウ $W_{ARK}$ 内において水平エッジ検出処理を行い、検出された水平エッジ点を横方向に積分した積分値が所定値を越えるピーク点を検出する。この水平エッジ点は障害物が存在する場合に現れる確度が高い。従って、このピーク点の有無を判断することにより、障害物の有無を判定する。

【0046】なお、走行中の2輪車はテールランプの明るさにより特定でき、このための所定値となる閾値を設定して上記のピーク点を含む水平線近傍領域に存在する画素群を求める。

【0047】また、上記では、1つの障害物を想定して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、複数の障害物から選択的に配光制御に用いることができる。この場合、障害物と想定される点の位置座標を各々記憶して、各記憶点毎に上記の処理を行えばよい。

【0048】上記障害物検出処理が終了すると、画像処理装置148から障害物の有無を示す有無信号が制御装置150へ出力され、図7のステップ204において、障害物の有無が判断される。

【0049】障害物が無の場合にはステップ214において、後述するように視認性向上及びグレア防止のための通常の配光制御(図14)がなされ、本ルーチンを終了する。

【0050】このステップ214(図7)の詳細である。他車両のドライバーに対して防眩しながら視認性を向上させる通常の配光制御サブルーチンについて説明する。本サブルーチンが実行されると、図14のステップ220において対向車両認識処理が実行される。この対向車両認識処理では、画像処理装置148へ信号を出力した後に後述の対向車両認識処理が実行される。この対向車両認識処理では、画像処理装置148において、対向車両11Aの有無が検出される。

【0051】すなわち、図15のステップ320において、設定された車両認識領域から、処理する他車両の種類に応じた車両認識領域を選択する(この場合、対向車両認識領域 $W_{o}$ )。次のステップ322では、対向車両認識領域 $W_{o}$ 内における水平エッジ検出処理を行う。なお、対向車両認識処理の説明を簡単にするために図16(A)に示した対向車両11Aを含むイメージ120を用いて説明する。この水平エッジ検出処理は、上記ステップ302のエッジ検出処理と同様に、水平エッジ点を検出することを対向車両認識領域 $W_{o}$ 内で行い、検出された水平エッジ点を横方向に積分した積分値が所定値を越える位置のピーク点E<sub>o</sub>を検出する(図16(B)参照)。この水平エッジは対向車両が存在する場合に現れる確度が高い。なお、ピーク点E<sub>o</sub>が複数あるときは、イメージ120上の対向車両認識領域 $W_{o}$ 内の画像上において、下方に位置するピーク点E<sub>o</sub>(すなわち、車間距離がより近い点)を選択する。従って、この選択に際してもイメージの全ての領域から選択するのではなく、

対向車両が存在する確度が高いイメージ上の一部の領域から選択する。このように、選択領域を制限しているため、画像処理装置の負荷は軽減する。

【0052】なお、図16(B)に示すように、イメージ120上の対向車両認識領域 $W_{o}$ 内に線90より下方の領域92を設定し、この領域92を除いた対向車両認識領域 $W_{o}$ 内の画像上において、下方に位置するピーク点E<sub>o</sub>を選択してもよい。これは、対向車両と自車両との車間距離が短い場合は、対向車両と自車両とが直に

10 [すれちがう]ので、車間距離が短い位置に存在することが想定される対向車両について、配光の制御対象から除いてもよいためである。このようにすれば、選択領域はさらに小さくなり、画像処理装置の負荷がさらに軽減する。

【0053】次のステップ324では対向車両の位置座標を演算すると共にこの対向車両までの車間距離を演算する。対向車両11Aの有無は、対向車両認識領域 $W_{o}$ 内で対向車両11Aのヘッドランプ等の有無により判別できる。例えば、図16(C)に示したように、明るさを特定するための所定値となる閾値を設定して上記のピーク点E<sub>o</sub>を含む水平線近傍領域2に存在する画素群94R、94Lを求める。この画素群94R、94Lの中心座標値を求め、2つの中心座標値があると共にこの間隔 $X_o$ がピーク点E<sub>o</sub>を含む水平線近傍に存在する標準的な車両の車幅 $S_o$ (予めROMに記憶)を基準とした比率が所定範囲内であるときに、対向車両11Aが存在すると判定する。これと共にこの比率から自車両10から対向車両11Aまでの車間距離 $S_o$ を演算する。対向車両11Aが有であるときには対向車両11Aの代表座標として対向車両の車幅中央の座標 $Q_o$ ( $X_{a_o}$ ,  $Y_{a_o}$ )を求めて処理を終了する。

【0054】なお、上記で対向車両11Aが無のときには車間距離 $S_o = 0$ と設定する。これによって、車間距離 $S_o$ の値には、 $S_o = 0$ か $S_o > 0$ かにより対向車両11Aが自車両10の前方に存在するか否かを表す情報をも含むことになる。

【0055】図14のステップ222では、画像処理装置148からの信号を読み取ると共にステップ324で求めた車間距離が $S_o = 0$ か否かを判断することによって対向車両の有無を判断する。対向車両11Aが無の場合には、ステップ224へ進む。一方、対向車両11Aが有の場合には、ステップ226において対向車両に対してグレアを与えない配光に制御するためのカットライン70のイメージ上の位置HRを演算した後に、ステップ228へ進む。

【0056】このステップ226では、イメージ上で対向車両11Aを表す代表座標付近の位置にカットライン70を位置させるため、代表座標 $Q_o$ ( $X_{a_o}$ ,  $Y_{a_o}$ )のY軸座標値 $Y_{a_o}$ を、カットライン70のイメージ上の位置HRとして設定する。すなわち、カットライン70は

水平であり(図5参照)。イメージ上の位置H Rが定まれば、この座標を通過するカットライン70を定めることができる。

【0057】なお、この位置H Rは、対向車両のドライバーに対してグレアを与えない程度に所定置だけ代表座標Q、から上方へ位置するようにしてもよい。

【0058】次のステップ228では、先行車両認識処理が実行される。なお、このステップ228では、図17(A)に示す先行車両11Bが存在するイメージ120を用いて処理する場合を説明する。また、先行車両認識処理は、上記対向車両認識処理のフローチャート(図15)を用いている。まず、先行車両認識領域W、が選択されて(ステップ320)、上記と同様に先行車両認識領域W、内で水平エッジ検出処理を行い(ステップ322)、検出された水平エッジ点を横方向に積分した積分値が所定値を越える位置のピーク点E、を検出する(図17(B)参照)。なお、ピーク点E、が複数あるときは、イメージ120上の先行車両認識領域W、内の画像上において、下方に位置するピーク点E、(車間距離がより近い点)を選択する。従って、上記対向車両の場合と同様に、イメージの全ての領域から選択するのではなく、先行車両が存在する確度が高いイメージ上の一部の領域から選択でき、画像処理装置の負荷は軽減する。

【0059】次のステップ324では、先行車両の位置座標を演算すると共に先行車両までの車間距離S、を演算する。すなわち、垂直エッジ検出処理を行い、水平エッジ点の積分値のピーク点E、が複数あるとき、画像上で下方に位置するピーク点E、から順に、ピーク点E、に含まれる水平エッジ点の両端を各々含むように垂直線を検出するためのウインドウ領域W、。W、を設定する(図17(C)参照)。このウインドウ領域W、。W、内で垂直エッジを検出し、垂直線138R、138Lが安定して検出された場合にウインドウ領域W、。W、で挟まれた領域に先行車両が存在すると判定する。この検出された垂直線138R、138Lの横方向の間隔Sは車幅に対応するため、この車幅とピーク点E、位置とから先行車両11Bと自車両10との車間距離S、を演算する。例えば、標準的な車両の車幅S<sub>0</sub>(予めROMに記憶)を基準として、イメージから検出する車両の車幅に対応する間隔Sの比率を求め、この比率から車間距離S、を演算できる。また、先行車両11Bの中心の座標Q、(X<sub>b</sub>、Y<sub>b</sub>)として車幅中央の座標を求める。この垂直線138R、138Lは車両のテール部の幅方向両端部に対応しているため、座標Q、(X<sub>b</sub>、Y<sub>b</sub>)は先行車両のテール部の中央部付近の位置を表している。以上により先行車両認識処理を終了する。なお、上記で先行車両11Bが無のときには、車間距離S、=0と設定する。

【0060】図14のステップ230では、画像処理装

置148からの信号を読み取ると共にステップ324で求めた先行車両11Bまでの車間距離がS、=0か否かを判断することによって先行車両11Bの有無を判断する。先行車両11Bが無の場合には、ステップ236へ進む。一方、先行車両11Bが有の場合には、ステップ236において先行車両11Bに対してグレアを与えない配光に制御するためのカットライン72のイメージ上の位置H Lを演算した後に、ステップ236へ進む。

【0061】ステップ234では、イメージ上で先行車両11Bを表す代表座標付近の位置にカットライン72を位置させるため、代表座標Q、(X<sub>b</sub>、Y<sub>b</sub>)のY軸座標値Y<sub>b</sub>を、カットライン72のイメージ上の位置H Lとして設定する。すなわち、カットライン72の傾きは予め定まっているため(図5参照)、イメージ上の位置H Lが定まれば、この座標を通過するカットライン72を定めることができる。

【0062】なお、この位置H Lは、先行車両のドライバーに対してグレアを与えない程度に所定置だけ代表座標Q、から上方へ位置するようにしてもよい。

【0063】次のステップ236では、エルボーポイント位置演算処理が実行される。すなわち、上記で定めたカットライン70、72の交点座標を求めることにより、エルボーポイント73のイメージ上の位置を演算する。なお、対向車両11A及び先行車両11Bが無のときのカットライン70、72の初期位置として初期値が予め定められており、ステップ236では、少なくとも一方の他車両が無のときに、該当する他車両に関する初期値を用いる。また、現在のシェード位置を記憶し、該当するカットラインを移動させたときのみエルボーポイントの位置を求めてもよい。なお、エルボーポイント73の位置は、道路の形状に則して定めることもできる。すなわち、上記ステップ304で求めたカーブ路の度合いを示す変位置Aを用いて、この変位置Aに対応する予め位置にエルボーポイント73を定め、この位置を初期値とする。これにより、道路の形状に則した配光(カットラインの位置)を定めることができ、かつ他車両に対してグレアを与えない配光を定めることができる。また、この場合自車両の車速を更に用いて、変位置Aと車速とから初期値としてのエルボーポイント73の位置を定めてもよい。

【0064】次のステップ238では、演算されたエルボーポイント73の位置からシェード40の移動量を演算し、ステップ240において演算された移動量だけモータ46、52を回転することによりシェード40を移動し、本ルーチンを終了する。

【0065】これにより、自車両のドライバーの視認性を向上させつつ先行車両及び対向車両の少なくとも一方の他車両が自車両前方に存在するときに先行車両及び対向車両のドライバーがグレアを感じることをない配光に制御することができる。



【0066】一方、障害物が検出されてステップ204（図7）で肯定判定された場合にはステップ206において障害物計測処理（図20）が実行される。このステップ206の障害物計測処理が実行されると、画像処理装置148へ信号を出力すると共に画像処理装置148では図20のステップ330が実行され、障害物の上端を計測する。この計測は、警報ウインドウ $W_{ack}$ 内において検出されたピーク点を用いて（上記、図13のステップ314）、イメージの上方に位置するピーク点を障害物の上端部付近とし、このピーク点の座標を障害物の上端Rの座標（ $X_r$ 、 $Y_r$ ）とする（図19参照）。画像処理装置148では、この障害物の上端Rの座標を求めた後に上端座標値を出力して本ルーチンを終了する。

【0067】次のステップ208では、現在のシェード40の位置によるカットライン70、72の位置が制御値として記憶され、次のステップ210で障害物の上端Rの座標がカットラインの近傍に有るか否かを判断することにより、これから制御する配光制御が通常の配光制御で可能か否かを判断する。障害物の座標がカットライン位置の近傍にあれば、回折等のまわり込み現象により障害物に対して光は照射される。肯定判断の場合には、ステップ214へ進む、否定判断の場合には、ステップ212へ進む。ステップ212では、障害物が存在することを想定した後述する配光制御（図18）が実行された後に、本ルーチンを終了する。

【0068】次に、図7のステップ212の詳細である。障害物対象の配光制御サブルーチンについて説明する。本サブルーチンが実行されると、図18のステップ250において障害物の上端位置に対応するカットライン位置演算処理が実行される。この演算処理は、画像処理装置148において求めた障害物の上端座標R（ $X_r$ 、 $Y_r$ ）を用いて、この座標値から標準的な人物の顔の大きさ等により予め定めた所定値 $\beta$ だけ下方に位置する座標R（ $X_r$ 、 $Y_r - \beta$ ）を求める。次に、イメージ上において障害物の上端座標R付近の位置にカットライン70、またはカットライン72を位置させるため、障害物の上端座標R（ $X_r$ 、 $Y_r$ ）から予め定めた所定値 $\beta$ だけ下方に位置する座標R（ $X_r$ 、 $Y_r - \beta$ ）を、通過するカットラインのイメージ上の位置 $H_0$ として設定する。すなわち、カットライン70、72の傾きは予め定まっているため（図5参照）、イメージ上の上端座標Rが定まれば、この上端座標Rを通過するカットライン70、72の位置を定めることができる（図19参照）。

【0069】次のステップ252では、エルボーポイント位置演算処理が実行される。すなわち、上記で定めたカットライン70、72の交点座標を求めることにより、エルボーポイント73のイメージ上の位置を演算する。なお、障害物が走行レーン122Aの左右何れかに存在して、カットライン70、72の一方が定まらない

とき、ステップ208（図7）で記憶されたカットライン70、72の位置を初期値として用いばよい。次のステップ254では、演算されたエルボーポイント73の位置からシェード40の移動量を演算し、ステップ256において演算された移動量だけモータ46、52を回転することによりシェード40を移動し、本ルーチンを終了する。

【0070】このように、本実施例では、障害物が存在するときには、他車両のドライバーに対して防眩しながら視認性を向上させる通常の配光制御よりも、自車両のドライバーに対して障害物の存在を促すように配光制御されるので、ドライバーは確実に歩行者等の障害物を認知することができる。

【0071】上記実施例では、歩行者等の障害物の上端位置を検出し、この上端付近を照射するように配光制御しているが、障害物の上端付近を照射するまでの配光制御に時間を要することになる。そこで、迅速に障害物を対象とする配光制御をする第2実施例について説明する。なお、第2実施例の車両用前照灯装置100は、第1実施例と同様の構成であるため、同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略し、以下異なる部分を説明する。

【0072】なお、障害物が検出されたときの障害物を対象とした配光制御として、ヘッドランプの点灯を断続的にハイビーム側にする、所謂パッシングを行い、このパッシング時のハイビームの光により、障害物を照射するようにしてもよい。

【0073】第2実施例では、上記第1実施例のステップ206（図20）の処理を図21の処理に代えると共に、図22の割り込み処理ルーチンを追加する。第2実施例で用いる割り込み処理は、障害物が検出されたときに無条件でカットラインを所定幅だけ移動させる処理である。

【0074】すなわち、図7のステップ204において障害物が有ると判断されると、図21に示した障害物計測処理が実行される。先ずステップ340において障害物の検出された座標点を読み取ることにより障害物の位置を計測し、次のステップ342において障害物の上端を計測する。この計測は、警報ウインドウ $W_{ack}$ 内において検出されたピーク点を用いて（上記のステップ314）、イメージの上方に位置するピーク点を障害物の上端部付近とし、このピーク点の座標を障害物の上端Rの座標（ $X_r$ 、 $Y_r$ ）とする（図19参照）。画像処理装置148では、この障害物の上端Rの座標を求めた後に上端座標を出力して本ルーチンを終了する。

【0075】次に、ステップ208において現在のシェード40の位置によるカットライン70、72の位置が制御値として記憶されると、図22の割り込み処理ルーチンが実行され、ステップ260へ進む。ステップ260では、画像処理装置148からの信号から障害物が対

向レーン側に存在するか否かを判断する。否定判定の場合には、ステップ262において現在のシェード40の位置からカットライン72が所定量だけ上方へ移動させたときのシェードの移動量を演算する。一方、肯定判定の場合にはステップ266において現在のシェード40の位置からカットライン70が所定量だけ上方へ移動させたときのシェードの移動量を演算する。この移動量は予め定めた所定値を記憶させてもよい。次のステップ264において、演算された移動量によりモータを移動させてシェード40を所定量移動させて本ルーチンを終了する。なお、左右のカットラインを独立して移動量を求めることに限定されず、同時に両方を同量だけ移動させてもよい。

【0076】これにより、本実施例では、第1実施例において歩行者等の障害物の上端位置を検出し、この上端付近を照射するように配光制御するまでの時間に、予め所定量だけ移動しているため、上端付近を照射する配光制御が終了するまでの制御時間を短縮することができ、制御装置の負荷を軽減できる。

【0077】なお、上記シェード40を所定量移動させる制御に加えて、ヘッドランプの点灯を断続的にハイビーム側にする。所謂パッシングを行い、このパッシング時のハイビームの光により、障害物を照射するようにしてもよい。

【0078】次に、第3実施例を説明する。第3実施例では、歩行者等の障害物が自車両の走行レーン122Aに進入することを予想しながら配光制御する。なお、第3実施例の車両用前照灯装置100は、第1実施例及び第2実施例と同様の構成であるため、同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略し、以下異なる部分を説明する。

【0079】第3実施例では、図7のステップ202における障害物検出処理を、図23に示した障害物検出ルーチンを用いている。

【0080】障害物検出処理が実行されると、図23のステップ350へ進み、障害物の上端座標R ( $X_r, Y_r$ )を求めると共に、記憶する。次のステップ352では、前回の座標R'と現在の座標Rとから移動した距離に相当する差分値 $\omega$ を演算する(図24参照)。この差分値 $\omega$ が $\omega < 0$ の場合には、走行レーン122Aへ進入する確度が低く、障害物にはなり得ないことが予想されるため、ステップ368において障害物までの距離Dに予め定めた大きな値D0を設定し、本ルーチンを終了する。

【0081】一方、 $\omega \geq 0$ の場合には、走行レーン122Aへ進入することが予想されるので、ステップ356において車速を読み取ると共にステップ358において現在の障害物までの距離Dを演算する。この距離Dの演算は、障害物のイメージ上の位置と現在の車速から求めることができる。

【0082】次のステップ360では、現在の車速により自車両10が障害物まで到達する時間Tを予測演算する。次のステップ362では、この時間Tを経過した後の障害物の位置を演算する。ステップ364では、この予測した障害物の位置が走行レーン122A内か否かを判別し、走行レーン122A内と判定された場合に障害物までの距離Dを[0]に設定し、本ルーチンを終了する。

【0083】この障害物検出処理が終了すると、画像処理装置148から距離Dの値が制御装置150へ出力され、図7のステップ204において、この距離Dの値により障害物の有無が判断される。すなわち、上記図7のステップ204では、D=0か否かを判断し、D=0の場合に障害物があると判断する。

【0084】このように、本実施例では、障害物の移動方向による予想される位置から障害物に対する配光制御をするか否かを判断しているので、単に徒歩で歩道等を走行している歩行者等の障害物に光を照射するような不要な制御をすることがないので、制御装置の負荷は軽減できる。

【0085】次に、第4実施例を説明する。第4実施例は、障害物として人物等を対象としたときに、人物が有する特有の性質、すなわち温度分布を用いて障害物の上端位置を求めるものである。

【0086】歩行中の人物では、頭部と体部との温度分布が異なる。すなわち、図25に示したように、頭部96、特に顔の周辺は露出しているので、体温と略一致する温度(約36度)が検出される。一方、体部98は衣服等で覆われているので、首付近から下方の温度は低く検出される。従って、人物全体の温度分布を参照すると、首付近を境として急激な温度変化がある。これにより、温度変化が急激な位置を検出すれば、その温度が高い方の領域が人物等の頭部である確度が高い。

【0087】そこで、図25に示したように、第1の閾値 $t_{h1}$ を越える温度分布があるか否かで障害物の有無を判定でき、第2の閾値 $t_{h2}$ を越える温度分布があるか否かで上端部の検出できる。従って、上記のステップ202(図7)では第1の閾値 $t_{h1}$ を越える温度分布があるか否かを判定することにより障害物の有無を判定し、ステップ206では第2の閾値 $t_{h2}$ を越える温度分布の上端位置を求めることで所望の上端位置を計測することができる。

【0088】これにより、画像処理より早期に人物等の有無及び上端部を特定することができ、制御の迅速化を図ることができる。

【0089】この温度の検出には、赤外線カメラ、サーモグラフィ等を用いることができる。この検出値の分布から急激な温度変化の位置を特定することができる。この赤外線カメラ等の検出器では、車両前方の温度分布を検出できると共に、その等温度線等から画像を検出す

ることができる。

【0090】上記温度変化により頭部を検出する場合、歩行者が後ろ向きで歩行中の場合には、頭髪等により判別感度は低下するが、配光制御中にカットラインが頭部より上部に位置しても、歩行者がグレアを感じることはない。このため、歩行者に対するグレアを考慮する必要はなく、単に障害物としてヘッドランプの光を照射すればよい。

【0091】なお、上記の実施例では、左側通行で車両が走行する場合について説明したが、右側通行への適用も容易であると共に、複数の走行車線を有する道路への適用も容易である。

【0092】また、上記実施例では、先行車両側のカットラインを形成するためのシェードと対向車両側のカットラインを形成するためのシェードとが一体のシェードを用いているが、本発明はこれに限定されるものではなく、隣接させた2つのシェードを独立して制御してもよい。この場合、障害物の位置が左右何れに存在するかを判別し、該当する左右何れか一方を制御すればよい。

【0093】また、上記実施例では、自車両前方の配光を制御するためにヘッドランプ内に遮光するためのシェードを配設し円柱状のシェードの上下左右の移動によって配光制御する場合の例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、板状のシェードを移動させてもよく、光軸を偏向させてもよい。

【0094】なお、上記では白線を検出して道路（走行レーン）を特定しているが、道路の側縁部に形成される縁石によって検出してよい。この場合、白線と縁石とを階調画像の検出レベルを変更することによりいずれも検出することができる。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、進行路の形状に則した配光制御をしているときであっても、検出した障害物の略上端を十分照明できるため、歩行者等にグレアを与えることなく、視認性が向上しつつ走行中のドライバーは障害物の存在を確実に認識することができる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例にかかる、制御装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本実施例のヘッドランプの概略構成を示す斜視図である。

【図3】図2の2-2線に沿った断面図である。

【図4】本実施例に用いたヘッドランプのシェードを示す斜視図である。

【図5】ヘッドランプにより形成されるカットラインを説明するためのイメージ図である。

【図6】車両前部を示す車両斜め前方から見た斜視図である。

【図7】第1実施例の車両用前照灯装置の制御メインル

ーチンを示すフローチャートである。

【図8】図7のステップ200の詳細である、領域設定の流れを示すフローチャートである。

【図9】撮像したイメージ上に設定された各領域を示す概念図である。

【図10】カメラが前方の道路を撮像したイメージ図である。

【図11】白線認識時のウィンドウ領域を示す線図である。

【図12】先行車両及び対向車両を認識するための認識領域を示す線図である。

【図13】図7のステップ202の詳細である、障害物検出の流れを示すフローチャートである。

【図14】図7のステップ214の詳細である、車両用前照灯装置における通常の配光制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図15】図14のステップ220、228の詳細である、他車両認識の流れを示すフローチャートである。

【図16】(A)は日中にTVカメラにより撮像される対向車両を含む画像のイメージ図、(B)は水平エッジ点積分処理を説明するための概念図、(C)は垂直エッジ検出処理を説明するための概念図である。

【図17】(A)は日中にTVカメラにより撮像される先行車両を含む画像のイメージ図、(B)は水平エッジ点積分処理を説明するための概念図、(C)は垂直エッジ検出処理を説明するための概念図である。

【図18】図7のステップ212の詳細である、車両用前照灯装置における障害物優先の配光制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図19】障害物を検出する過程を説明するための説明図である。

【図20】図7のステップ206の詳細である、障害物計測処理を示すフローチャートである。

【図21】第2実施例に用いた図7のステップ206の詳細である、障害物計測処理を示すフローチャートである。

【図22】第2実施例に適用した割り込み処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図23】第3実施例に適用した図7のステップ202の詳細である、障害物検出処理を示すフローチャートである。

【図24】第3実施例において障害物が移動する過程を説明するための説明図である。

【図25】第4実施例にかかる、人物の温度分布を示す線図である。

【符号の説明】

- 100 車両用前照灯装置
- 148 画像処理装置
- 150 制御装置
- 18 ヘッドランプ

10

20

30

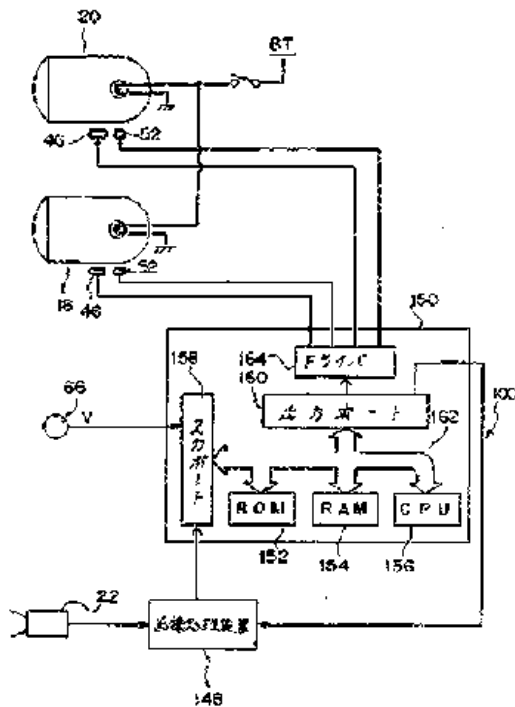
40

50

- 22 TVカメラ
- 40 シュート

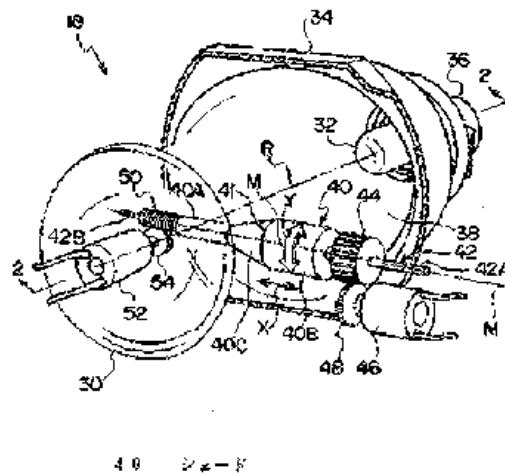
- \* W, 障害物検出領域
- \* 22

【図1】

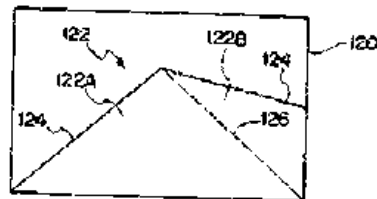


- 100 車両前照灯装置
- 148 画像処理装置
- 150 制御装置
- 18 ヘッドランプ
- 22 TVカメラ

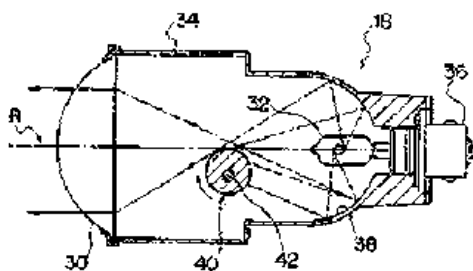
【図2】



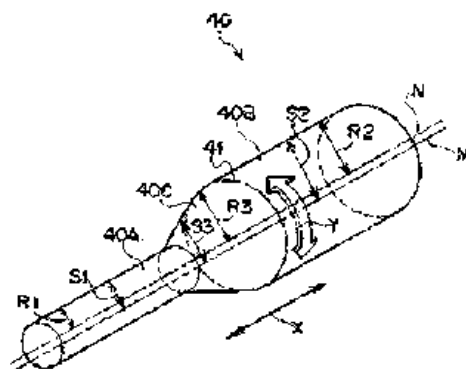
【図10】



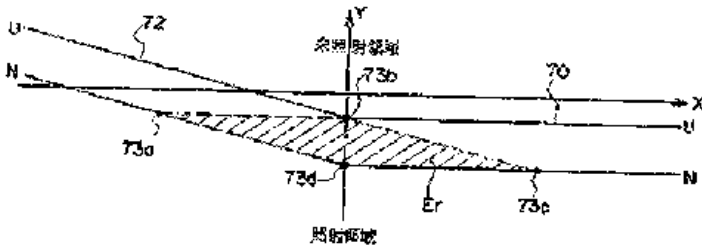
【図3】



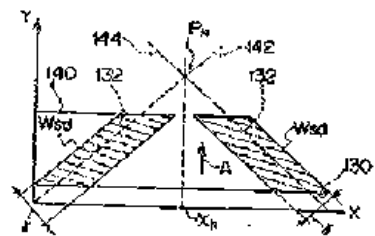
【図4】



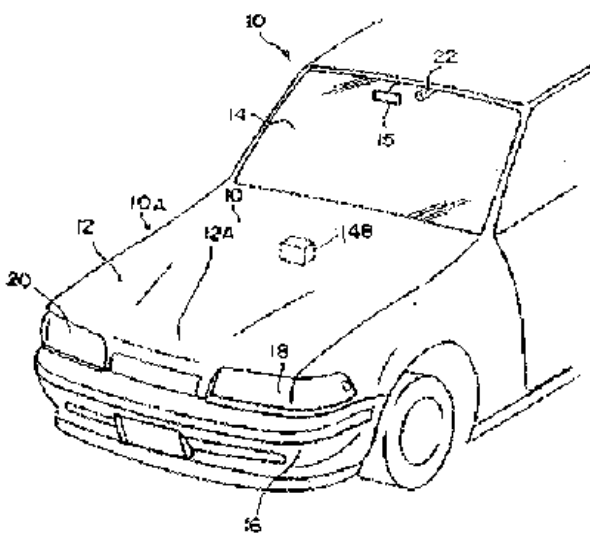
【図5】



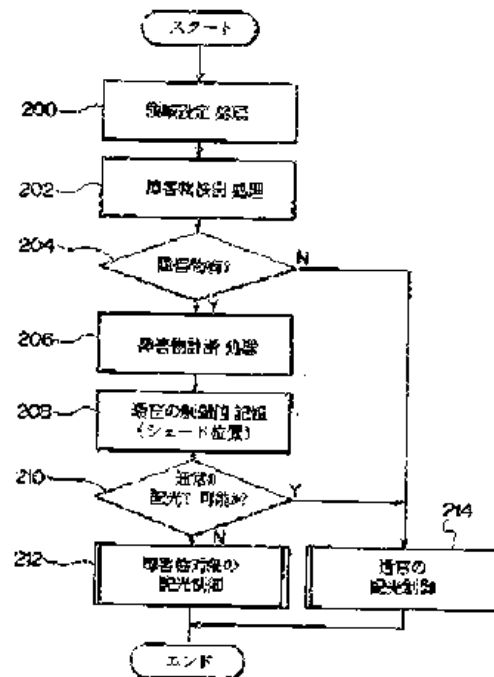
【図11】



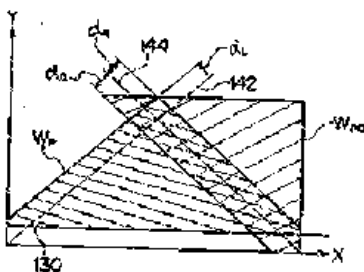
【図6】



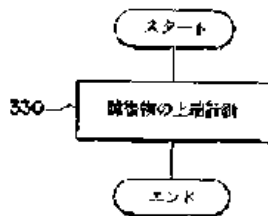
【図7】



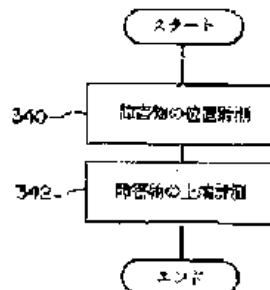
【図12】



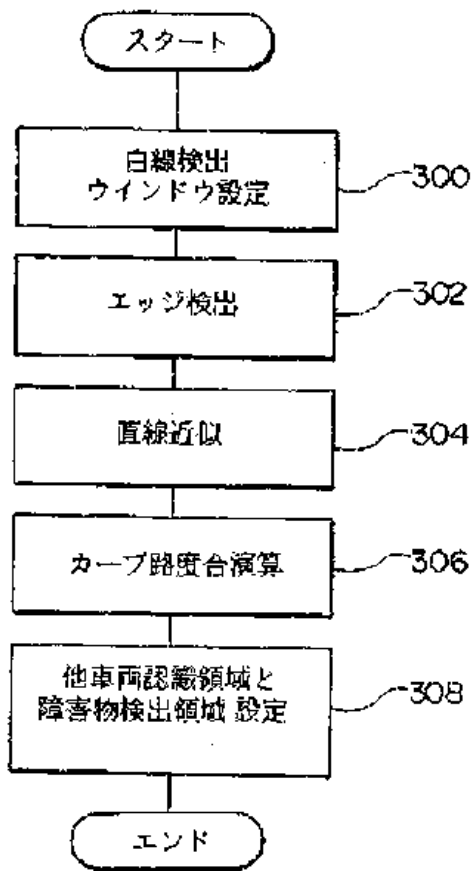
【図20】



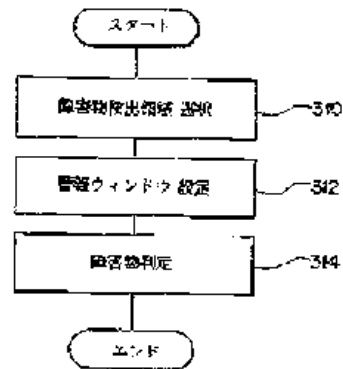
【図21】



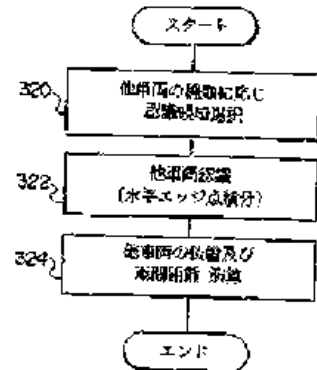
【図8】



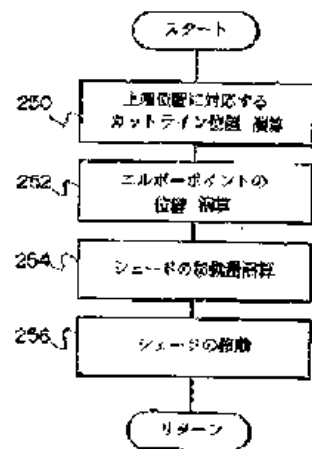
【図13】



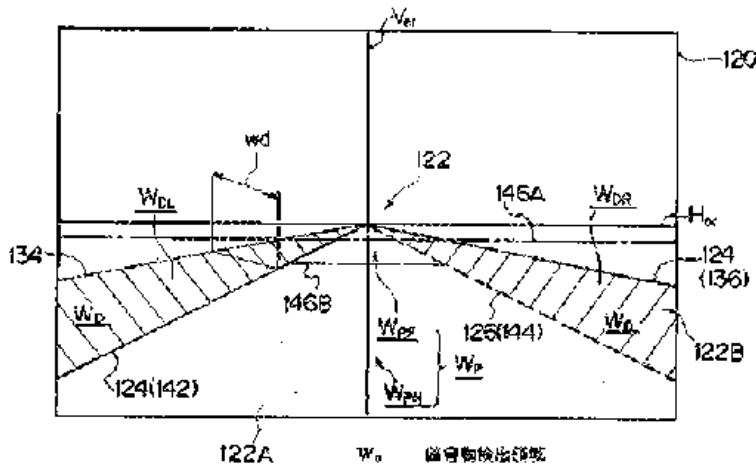
【図15】



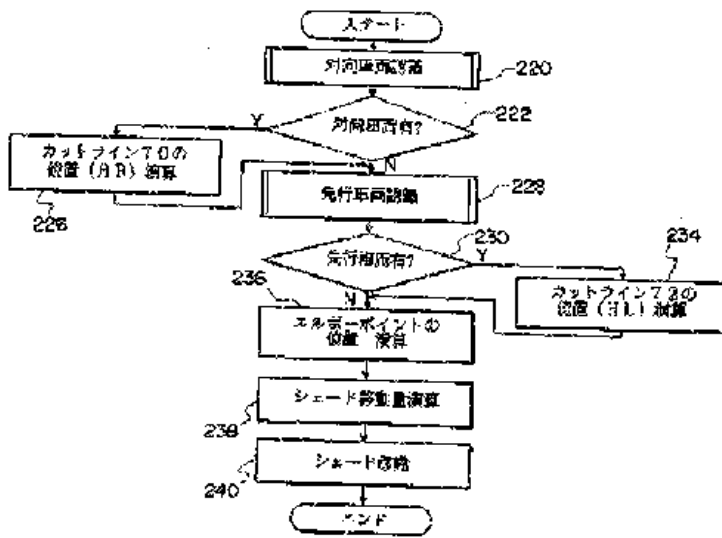
【図18】



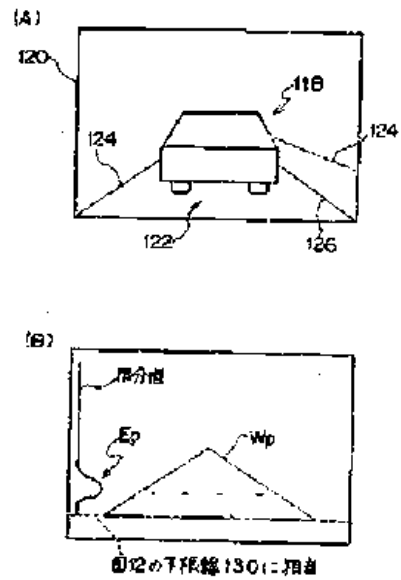
【図9】



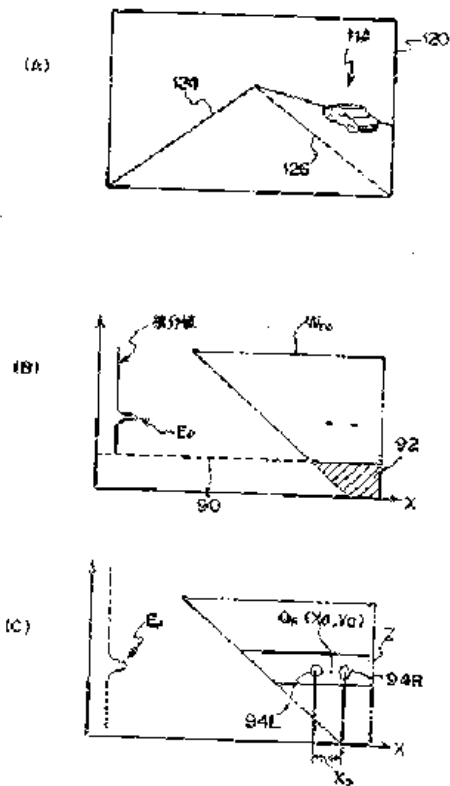
【図14】



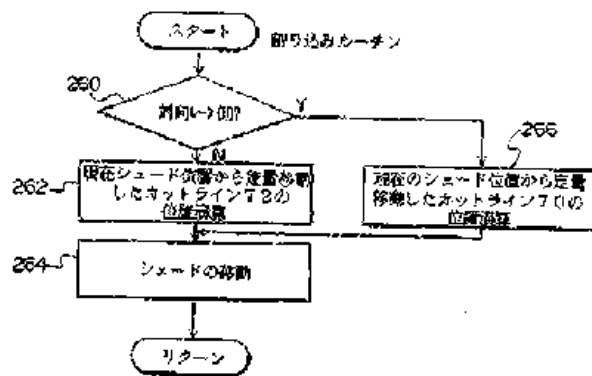
【図17】



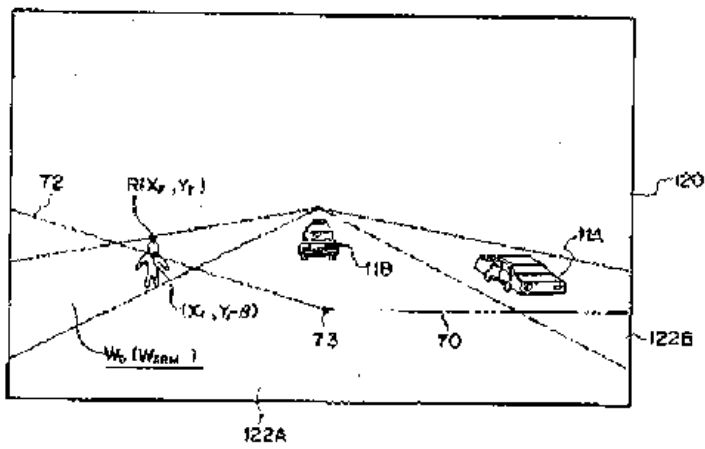
【図16】



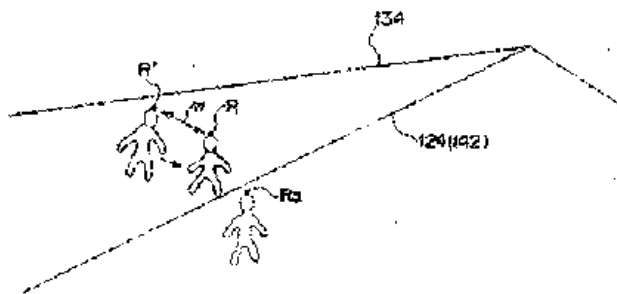
【図22】



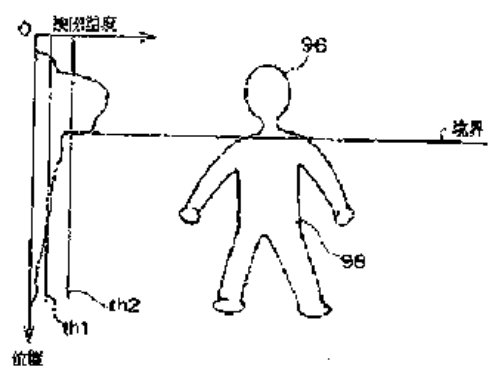
【圖19】



【圖24】

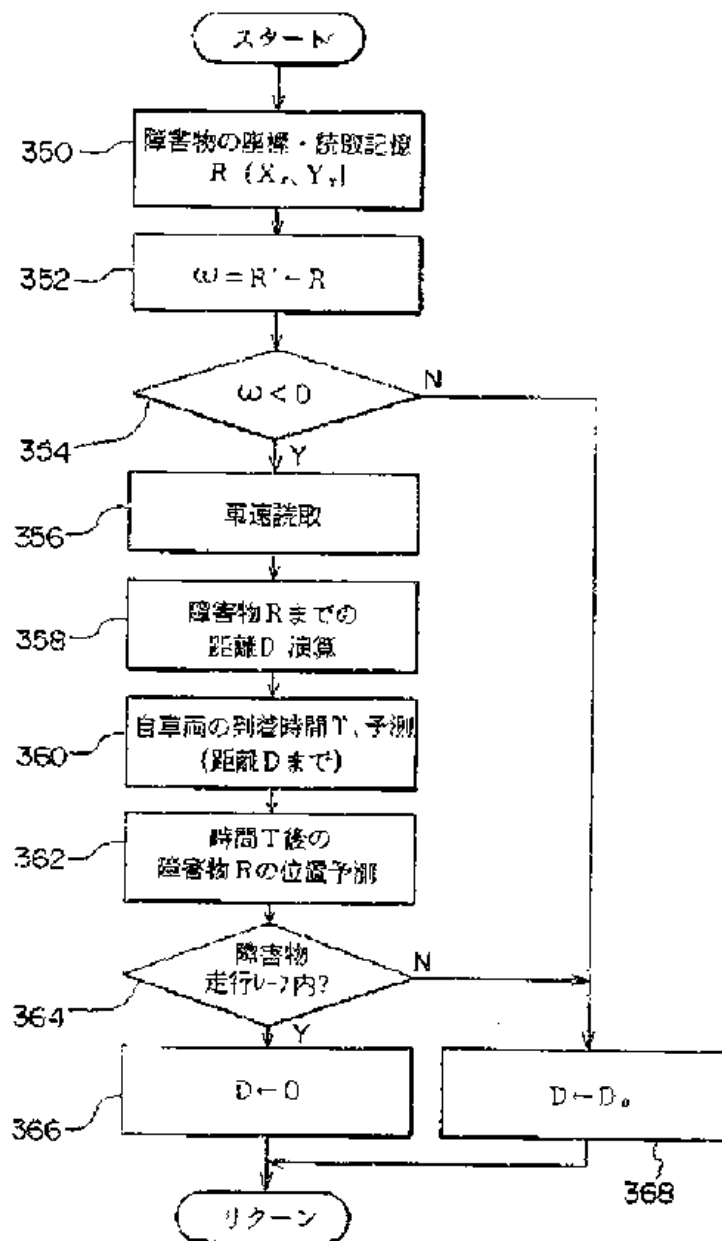


【圖25】





【図23】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-186818**

(43)Date of publication of application : **25.07.1995**

(51)Int.Cl. **B60Q 1/08**

**H04N 7/18**

(21)Application number : **05-350401**

(71)Applicant : **KOITO MFG CO LTD**

(22)Date of filing : **28.12.1993**

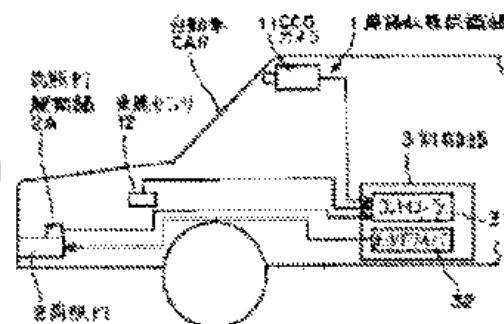
(72)Inventor : **KOBAYASHI MASAJI**

## (54) AUTOMATIC LIGHT DISTRIBUTION DEVICE FOR VEHICLE HEAD LAMP

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To perform illumination which corresponds to the corner state of a road, and perform suitable illumination without dazzling a forward running car by setting the illuminating direction, utilizing the forward running car when the forward running car exists, and utilizing a white line on the road when the forward running car does not exist.

**CONSTITUTION:** A CCD camera 11 takes a picture of the road state, by which a road state recognition unit 1 recognizes the road state ahead, and the recognized results are inputted to a control unit 3. At this time, a driving signal is fed from the control unit 3 to a head lamp driving unit 2A to change the illuminating direction of a head lamp 2. The control unit 3 is composed of a controller 31 and a motor driver 32 for driving the head lamp driving unit 2A, and is structured to be able to recognize a white line on the road in front of a vehicle, and a forward running car. The control unit 3 is structured to select either of control based on the recognized white line and control based on the recognized forward running car, and optical illumination is performed in answer to the presence or absence.



(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	P I	技術表示箇所
B 6 0 Q 1/08				
H 0 4 N 7/18		C		

審査請求 未請求 請求項の数 L F D (全 6 頁)

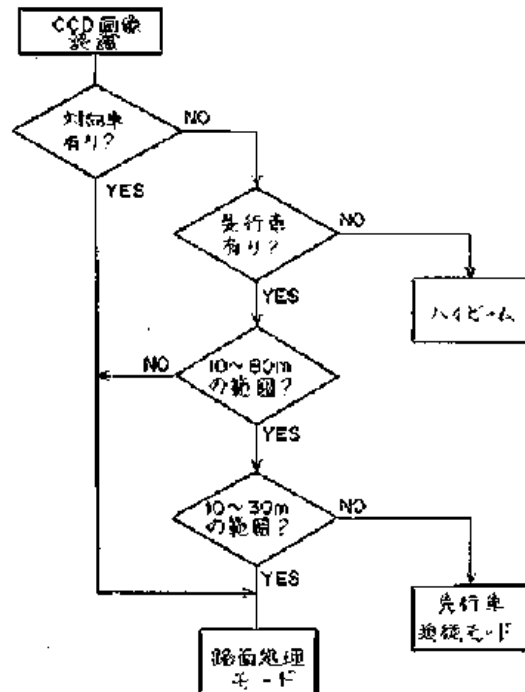
(21) 出願番号	特願平5-350401	(71) 出願人	000001133 株式会社小糸製作所 東京都港区高輪4丁目8番3号
(22) 出願日	平成5年(1993)12月23日	(72) 発明者	小林 正自 静岡県清水市北郷500番地 株式会社小糸 製作所静岡工務内
		(74) 代理人	弁理士 鈴木 章夫

(54) 【発明の名称】 車両の前照灯自動配光装置

(57) 【要約】

【目的】 自車の前方の道路状態を認識して前照灯の照射方向を制御するに際し、自車の前方の遠い範囲までを認識可能とし、前照灯の照射方向を適切に制御することを可能とする。

【構成】 自車の前方の道路状態を撮像するCCDカメラと、自車の前照灯の照射方向を制御可能な前照灯駆動部と、CCDカメラでの撮像信号に基づいて道路状態を認識して前照灯駆動部を駆動制御する制御部とを備えており、制御部は自車前方の道路の白線と先行車を認識可能に構成され、認識した白線に基づいて前照灯駆動部を駆動する制御と、認識した先行車に基づいて前照灯駆動部を駆動する制御とを選択して動作するように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の前方の道路状況を撮像する撮像手段と、車両の前照灯光の一部の照射方向を変化させてその配光特性を変更可能な前照灯駆動手段と、前記撮像手段の撮像信号に基づいて道路状況を認識して前記前照灯駆動手段を駆動制御する制御手段とを備える前照灯自動配光装置において、前記制御手段は少なくとも車両前方の道路の白線と先行車を認識可能に構成され、かつ認識した白線に基づいて前照灯駆動手段を駆動する制御と、認識した先行車に基づいて前照灯駆動手段を駆動する制

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は自動車等の車両の前照灯の配光特性を自動的に制御するための装置に関し、特に道路状態を自動認識して前照灯の照射方向を制御するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に自動車では曲路（コーナ）を走行する際には、前照灯の照射方向をコーナ側に向けることが安全運転の面からは好ましい。このため、従来では自動車のハンドルに連動して前照灯の照射方向を変化させ、コーナ側を照射するようにしたものが提案されている。しかしながら、この方式のものは、ハンドルを実際に回転させることによって照射方向が変化されるため、コーナに突入する直前に照射方向をコーナ側に向けることはできず、運転者がコーナを前もって確認することができないという問題がある。特に、S字路のように、ハンドルを迅速に切り換える運転状態ではこのような問題が顕著なものとなる。

20

30

【0003】このような問題を解消するため、近年では前方の道路状態、特に曲路を自動認識して前照灯の照射方向を制御するようにしたものが提案されている。例えば、特開平4-260106号公報では、自動車にCCDカメラを装備させ、このCCDカメラで例えば道路の車線区分用の白線を画像認識し、この認識から得られた曲路情報に基づいて前照灯の照射方向の曲路に沿って偏向させようとするものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この自動認識方式による照射方向制御は、実際の道路の曲がり状態に対応して前照灯の照射方向を決定するため、ハンドル操作以前に照射方向の制御することができ、ハンドル操作に追従させる方式のものに比較して安全運転の面では優れている。しかしながら、この方式では、CCDカメラにより道路の白線を認識して照射方向を制御するものであるため、対向車や先行車にかかわらず一方的に照射方向を制御してしまうことがあり、例えばコーナの先に対向車がいる場合や、コーナの先の自車の近い前方に先行車がい

40

50

る場合でも一方的に照射方向を制御してしまい、結果として対向車や先行車を眩惑してしまうことがある。また、前記したCCDカメラによる白線を認識する方式では、自車の前照灯光で照明された白線を画像認識しているため、認識に十分な照度が得られる範囲は自車の前方10～30m程度の範囲でしかなく、高速走行時には照射制御が自車の走行に追従できず、満足する制御が行われないという問題もある。本発明の目的は、自車の前方の遠い範囲までを認識可能とし、前照灯の照射方向を適切に制御することが可能な前照灯自動配光装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、車両の前方の道路状況を撮像する撮像手段と、車両の前照灯光の一部の照射方向を変化させてその配光特性を変更可能な前照灯駆動手段と、撮像手段の撮像信号に基づいて道路状況を認識して前照灯駆動手段を駆動制御する制御手段とを備えており、かつ制御手段は少なくとも車両前方の道路の白線と先行車を認識可能に構成され、かつ認識した白線に基づいて前照灯駆動手段を駆動する制御と、認識した先行車に基づいて前照灯駆動手段を駆動する制御とを選択可能に構成する。

【0006】

【作用】先行車が所定の領域に存在するときには、先行車を利用して光照射方向を設定し、先行車が存在せずあるいは所定の領域以外ときには白線を利用して光照射方向を設定することで、道路のコーナ状態に対応した光照射が実現できるとともに、自車の前方の遠い範囲に対しても好適な光照射を行うことが可能となる。

【0007】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明の前照灯自動配光装置の全体構成を示す模式的なブロック図である。この制御装置は、道路状態認識部1と、駆動部2Aによってその照射方向が変更可能な前照灯2と、前記道路状態認識部の認識結果に基づいて前照灯2の照射方向を制御する制御部3とで構成される。前記道路状態認識部1は、自動車CARの前部の比較的の高い位置、例えばフロントガラスの上縁部に配置されたCCDカメラ11を有しており、自車の前方の道路面を撮像する。また、自車の速度を検出する車速センサ12が設けられる。

【0008】前記CCDカメラ11は、図2に示すように、自車の前方を撮像するための結像用の光学系111と、結像される光を赤色光以上の長波長の光（以下、赤色光と称する）と、赤色光より短い波長の光（以下、青色光と称する）に分離するビームスプリッタ112と、結像された各分極光を電気信号に変換する一対のCCD113、114とで構成される。前記ビームスプリッタ112は透明基板に干渉膜等を形成した構成とされており、青色光を透過させ、赤色光を反射させるダイクロイ

ックミラーとして構成される。したがって、一方のCCD113は青色光を検出する青光CCDとして構成され、他方のCCD114は赤色光を検出する赤色CCDとして構成される。

【0009】前記前照灯2は自動車のロービームと称される前照灯に適用されるもので、図3に左右の前照灯の片側の概略構成を示すように、灯具ボディ21とレンズ22とで灯室を画成し、この灯室内に電球23が支持されており、この電球23の背後に配設した主反射鏡24により電球光を前照灯の正面に向けて反射させるように構成される。さらに、この主反射鏡24と電球23との間には、電球の回りに小角度で水平方向に回動可能な副反射鏡25が配設されている。また、前記灯具ボディ21の一侧内にはモータ26が配設されており、このモータ26によって回転されるクランク27と前記副反射鏡25とが連結ロッド28により連結されている。

【0010】このため、モータ26が所要角度だけ回転されるとクランク27および連結ロッド28を介して副反射鏡25が電球の回りに微小角度だけ回動され、電球23からの光の一部が反射される方向、即ち前照灯の照射光の一部の照射方向を左右に変化させることができる。また、詳細は省略するが前記クランク27には照射方向検出センサとしてのポテンションメータ29が連結されており、このポテンションメータ29の出力によりクランク27の回動位置、換言すれば副反射鏡25の回動位置、更には言えば前照灯2における照射光の一部の照射方向を検出することが可能となる。なお、前記した副反射鏡25やモータ26等によって前照灯照射方向駆動部2Aを構成することになる。

【0011】前記制御部3はマイクロコンピュータ等で構成されるコントローラ31と、このコントローラ31の出力により前記前照灯駆動部2Aのモータ26を駆動させるモータドライバ32とで構成される。前記コントローラ31には、前記道路状態認識部の青、赤の各光のCCD113、114からの信号と、車速センサ12の検出信号が入力される。また、前記前照灯駆動部2Aに設けられた照射方向検出センサ29の検出信号がフィードバック信号として入力される。そして、このコントローラ31は、これらの信号に基づいて自車の前方の道路状態を認識し、かつそのときの照射状態を認識し、これに基づいてモータドライバ32により前照灯2の照射方向を変化制御するような動作を実行する。

【0012】以上の構成の本発明装置による前照灯照射方向制御動作を説明する。まず、道路状態認識部1では、自車の前方の道路をCCDカメラ11の光学系111により撮像する。そして、ビームスプリッタ112で分離された青光と赤光とをそれぞれ青光CCD113と赤光CCD114で検出し、この検出された信号がコントローラ31に入力されると、コントローラ31ではCCDカメラ11の画面上で対応する位置の各CCD11

3、114の信号強度、即ち光量を比較する。図4(a)および(b)は青光CCD113と赤光CCD114の各画像を模式的に示す図であり、各図の車線部分に相当する受光素子から信号が出力される状態を示している。この場合には自車の前方の道路において、道路の白線を結像したCCDにおける青光と赤光の光量の比RDRと、対向車の前照灯(白または黄色)を結像したCCD素子における青光と赤光の光量の比HLRと、先行車の尾灯(赤)を結像したCCD素子における青光と赤光の光量の比TLRとを比較すると、次のような関係がある。

$$HLR > TLR \quad \dots (1-1)$$

$$RDR > TLR \quad \dots (1-2)$$

【0013】また、白線、対向車、先行車を結像した各CCD素子の光量RDV、HLV、TLVの間には、 $HLV > TLV > RDV \quad \dots (2)$

の関係がある。したがって、各CCDにおける青光と赤光との光量とその比を順次比較することで、自車の前方に存在する白線、対向車、先行車を認識することが可能となる。但し、現在のCCDカメラによる画像認識では、100m程度以上の前方の対向車や先行車の灯火に対しては、結像光が小さくなるために道路標識灯、市街地の灯火等との区別が困難になり、その精度は多少低下される。

【0014】しかしながら、この場合でも、検出された光がCCD画面上で移動される速度と、車速センサ12から得られる自車の車速とをコントローラ31において比較することで、この移動されている検出光の絶対速度を算出することが可能であり、この検出光の絶対速度が零の場合には道路標識や市街地の灯火であると判定でき、一方検出光の絶対速度が零以外の場合には先行車、或いは対向車であると判定することが可能である。

【0015】そして、コントローラ31では、特に白線を認識したときには、CCDカメラ11からの信号をエッジ処理することで、白線の状態を検出することができる。このエッジ処理としては、例えば、「コンピュータビジョンによる自動運転システム」(社団法人、自動車技術会、学術講演会前刷集924、1992-10)等に記載されているものがある。これにより、自車の20~30m前方の白線状態を認識することができる。

【0016】また、先行車を認識したCCDカメラ11からの信号を利用して、先行車までの距離を検出する。即ち、図5に示すように、自車に設けたCCDカメラの光学系の焦点距離を*f*とし、光軸Oの道路面からの高さを*h*とし、この光軸に対して先行車を認識したCCD素子の光軸からの上方向への長さを*h'*とする。また、先行車の尾灯TLの高さを*h''*とする(この尾灯の高さは車種により若干相違するが、本発明における認識精度からみればその程度の差は大きな影響はない)と、自車から先行車までの距離Dは、

10

20

30

40

50

$$D = (H - H') \times f / h \quad \dots (3)$$

となる。例えば、図4に鎖線で示すように、この距離Dは、CCD画面上でのY座標に対応することになる。また、詳細な説明は省略するが、この距離Dと、先行車を認識したCCD素子の光軸からの水平方向の長さを利用することで、先行車が自車に対して左右いずれかの位置に、かつどの程度ずれた位置にいるのかを検出することができる。

【0017】そして、コントローラ31はCCDカメラ11からの信号に基づいて白線、対向車、先行車の認識を行い、その結果に基づいてモータドライバ32により前照灯2の副反射鏡25を動作させて光照射方向の制御を行う。この制御に際しては、ここでは「先行車追従モード」と「路面処理モード」の2種類の制御を行うことができるように構成されている。

【0018】前者の「先行車追従モード」は、先行車を眩惑しない程度に、先行車が存在する位置に向けて光照射方向を制御するものである。即ち、先行車を認識することで、後続している自車がこれから走行する道路のコーナ状態が認識できるため、この先行車方向に向けて光照射方向を制御することで、可及的に遠い前方位置へ向けての好適な光照射が可能となる。また、後者の「路面処理モード」は、前記したように道路の白線を認識し、この白線から道路のコーナ状態を認識し、このコーナの屈曲点方向に照射方向を制御するものである。図6にその一例を示す。この場合には、自車の30m前方までの範囲で好適な光照射が可能となる。

【0019】次に、実際の照射方向の制御を、図7のフローチャートを参照して説明する。まず、CCDカメラ11からの信号をコントローラ31が取り込むと、前記した式(1-1)、(1-2)、(2)を利用して対向車の有無を判定する。対向車が存在する場合には、対向車に対する眩惑を確実に防止するために、「路面処理モード」を行なう。これにより、自車の前方30mの範囲での光照射を行う。対向車が存在しない場合には、次に先行車の有無を判定する。この結果、対向車と先行車が共に存在しないときには、眩惑のおそれがないため、ハイビーム用の前照灯(図示せず)を点灯する。

【0020】一方、先行車が存在している場合には、前記式(3)に基づいて対向車と自車からの距離と、対向車が自車の前方の左右いずれの位置にいるのかを認識し、その上で先行車が第1指定距離範囲(例えば、自車との間隔が10~80m)にいるか否かを判定する。そして、先行車がこの第1指定距離範囲内に存在しておらず、遠い前方に存在している場合には、CCDカメラ11の認識画角と先行車との間隔との関係から、この先の道路が直線に近い状態であると推測できるため、「路面処理モード」を行う。これは、このような道路状態では急なコーナが存在しておらず、したがって「路面処理モード」で得られる30m以内の白線の認識情報に基づい

て照射方向を制御しても安全運転の上で十分な光照射を行うことができるためである。

【0021】一方、先行車がこの第1指定距離範囲内に存在している場合には、前工程で得られた認識結果に基づいて、更に先行車が第2指定距離範囲(例えば、自車との間隔が10~30mで、自車と同じ直線内の範囲)に存在しているか否かを判定する。この第2指定距離範囲内に存在していない場合には、先行車の近傍に向けて自車の前照灯光を照射しても、先行車に与える影響が少ないため、「先行車追従モード」の処理を行う。これにより、先行車を利用して自車がこれから走行する道路を好適に光照射することが可能となる。

【0022】また、先行車が第2指定距離範囲内に存在している場合には、先行車へ影響を与えるおそれが大きいため、「路面処理モード」を実行する。勿論、この場合には、先行車との車間間隔からみて比較的走行速度が低い状態であることが多いため、自車の前方10~30mの範囲で白線を認識しながら照射方向を制御しても安全運転に悪い影響を与えることは少なく、好適な照射方向の制御が可能となる。

【0023】したがって、道路状況に応じて、白線認識方式による光照射方向の制御と、先行車を利用した光照射の制御を行うことで、従来白線認識方式では不十分であった自車の前方の遠い範囲についても、その道路状態にあわせて好適な光照射を行うことができ、安全運転の面で極めて有効な前照灯の照射方向の制御が実現できる。勿論、対向車や先行車を眩惑することがないことは言うまでもない。

【0024】なお、CCDカメラにおいては、ビームスプリッタをハーフミラーで構成し、各CCDの前側に赤フィルタ、青フィルタをそれぞれ設けた構成としてもよい。また、前照灯の照射方向を制御する駆動部はカム、ネジ機構等、種々の構成のもの採用できる。更に、第1及び第1の指定距離範囲は、実施例の値に限定されるものではなく、CCDカメラの感度や自車の前照灯の照度レベル等に応じてその距離範囲を任意に設定することが可能である。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、車両前方の道路の白線と先行車を認識して車両の前照灯の照射方向を制御するように構成され、かつこの際に認識した白線に基づいて前照灯駆動手段を駆動する制御と、認識した先行車に基づいて前照灯駆動手段を駆動する制御とを選択して照射方向の制御を行うように構成している。先行車が所定の領域に存在するときには、先行車を利用して光照射方向を設定し、先行車が存在せずあるいは所定の領域以外のときには白線を利用して光照射方向を設定することで、道路のコーナ状態に対応した光照射が実現できるとともに、自車の前方の遠い範囲に対しても先行車を眩惑することなく好適な光照射を行うことが

できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の全体構成を示すブロック構成図である。

【図2】CCDカメラの構成を示す図である。

【図3】前照灯駆動部の構成を示す概略図である。

【図4】CCDカメラにおける道路状態の認識方法を説明するためのCCD画面の図である。

【図5】先行車との距離を算出する方法を説明するための図である。

【図6】路面処理モードによる前照灯照射方向の制御を説明するための図である。

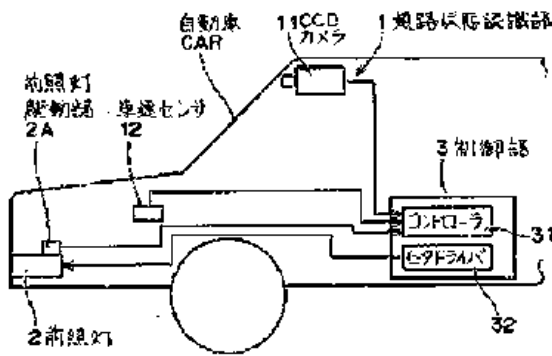
【図7】本発明の動作を説明するためのフローチャート\*

\*である。

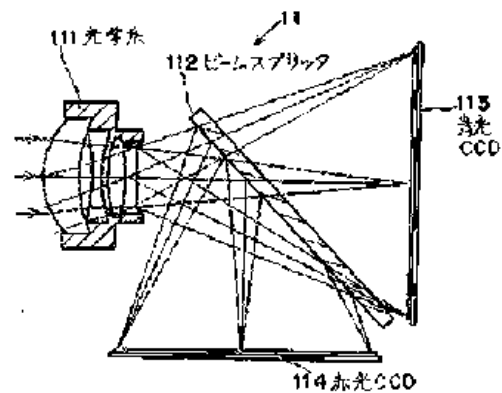
【符号の説明】

- 1 道路状態認識部
- 2 前照灯
- 2A 前照灯駆動部
- 3 制御部
- 11 CCDカメラ
- 12 車速センサ
- 23 電球
- 24 主反射鏡
- 25 副反射鏡
- 31 コントローラ
- 32 セータドライバ

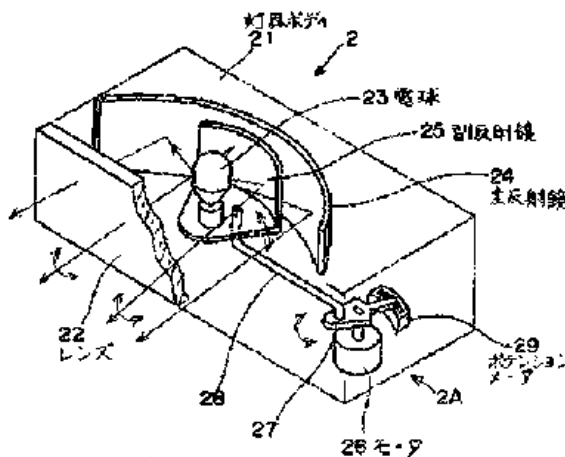
【図1】



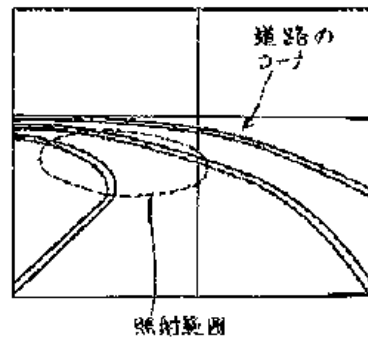
【図2】



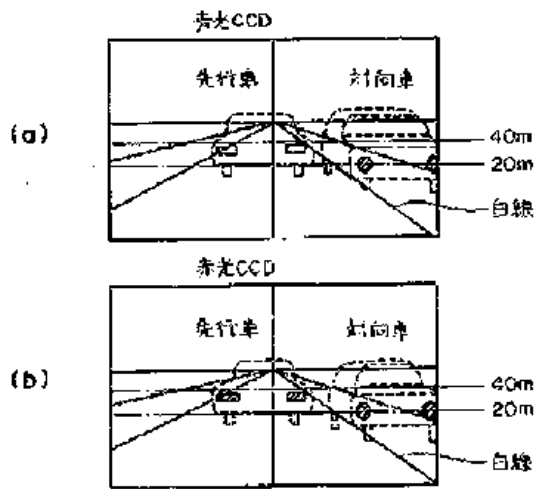
【図3】



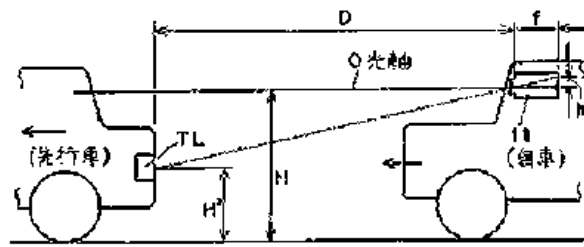
【図6】



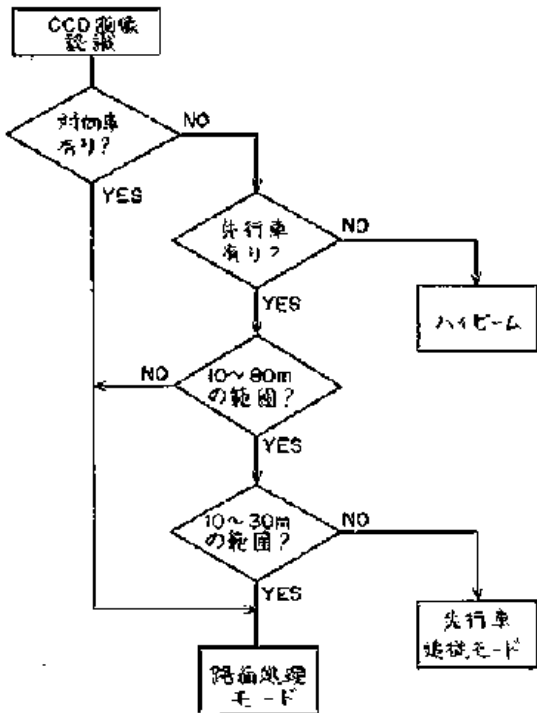
【図4】



【図5】



【図7】





# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **08-166221**

(43)Date of publication of application : **25.06.1996**

(51)Int.Cl. **G01B 11/24**

**G06T 7/20**

(21)Application number : **06-312056**

(71)Applicant : **NIPPONDENSO CO LTD**

(22)Date of filing : **15.12.1994**

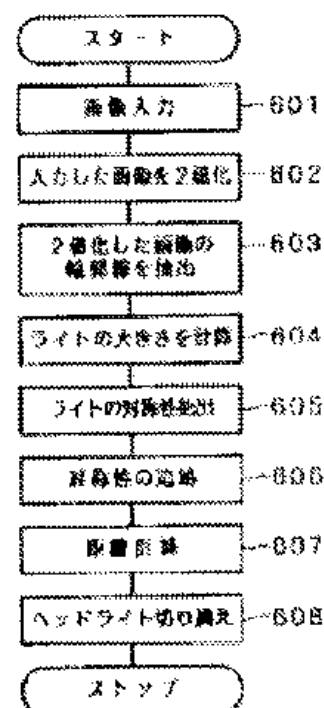
(72)Inventor : **SUZUKI TAKAO**

## (54) VEHICLE RECOGNIZING DEVICE FOR NIGHT

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To recognize another vehicle by detecting light emitted by the vehicle at night without the erroneous recognition of a street light or the like.

**CONSTITUTION:** In a headlight switching device according to this invention, when the front image of a vehicle is inputted (Step 601), the image is binarized (Step 602), the outline is extracted (Step 603), the size of a bright part (light) is obtained (Step 604), and a pair having symmetry is extracted on the basis thereof (Step 605). In the image obtained after predetermined time, the symmetricalness of the pair is pursued, and when it can be pursued, the light is adopted as the light source of the other vehicle (Step 606) and an inter-vehicle distance is obtained (Step 607), and when the inter-vehicle distance decreases in succession, it is determined that the other vehicle is an on-coming vehicle, and a headlight is switched over to a low beam (Step 608). Accordingly, the headlight is appropriately switched over without erroneously recognizing a street light or the like for the light source of the other vehicle.



(10) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平8-166221

(43) 公開日 平成8年(1996)6月25日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24		K		
G 0 6 T 7/20				
		9061-5H	G 0 6 P 15/ 70	4 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

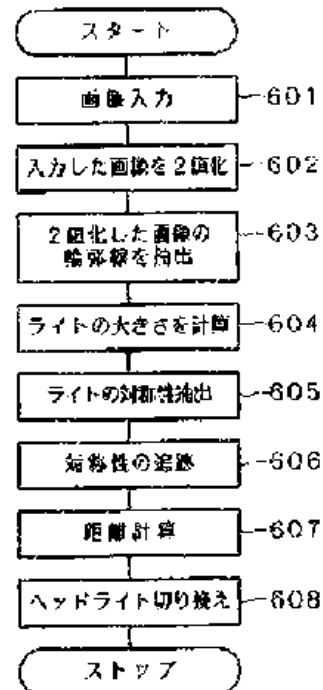
(21) 出願番号	特願平6-312056	(71) 出願人	000004200 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22) 出願日	平成6年(1994)12月16日	(72) 発明者	鈴木 陸夫 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
		(74) 代理人	弁護士 足立 勉

(54) 【発明の名称】 夜間用車両認識装置

(57) 【要約】

【目的】 街路灯等を誤認識することなく、夜間に他車の発する光を検知することにより他車を認識する。

【構成】 本発明の夜間用車両認識装置が適用されたヘッドライト切り換え装置は、車両の前方画像が入力されると(ステップ601)、この画像を2値化し(ステップ602)輪郭線を抽出し(ステップ603)明るい部分(ライト)の大きさを求め(ステップ604)これに基づき対称性を持ったペアを抽出する(ステップ605)。所定時間後の画像においてこのペアの対称性を追跡し、追跡できたときには、そのライトは他車の光源として(ステップ606)車間距離を求め(ステップ607)車間距離が連続していれば対向車であると判定し、ヘッドライトをロービームに切り替える(ステップ608)。従って、街路灯等を他車の光源と誤認識せず、適切にヘッドライトを切り換えられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両に搭載され、夜間において他車を検出する車両認識装置であって、走行する上記車両の前方の画像を所定の画素に分割し、各画素について明るさを検知することにより縦横 2 次元の輝度情報として撮影する撮像手段と、

該撮像手段により撮影された輝度情報を明暗に基づいて 2 値化画像を生成する光源抽出手段と、

上記 2 値化画像を記憶するための画像記憶部と、

上記 2 値化画像を上記画像記憶部に格納する画像格納手段と、

上記画像格納手段によって、上記走行中の互いに異なる時刻に上記画像記憶部に格納された 2 個の上記 2 値化画像を比較することにより各光源の挙動を調べ、該各光源が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定する車両認識手段とを備えることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の夜間用車両認識装置において、

上記光源抽出手段により抽出された各光源の、画像中における縦方向長さ及び横方向長さを算出する測定手段と、

該測定手段により算出された縦方向長さ及び横方向長さが略同じである 2 つの光源を光源対として抽出する光源対生成手段と、

該光源対生成手段により抽出された各光源対について、光源対をなす両光源間の画像上の距離及び/又は両光源を結ぶ線分の画像上の傾斜、を算出する算出手段とを更に設け、

上記車両認識手段が、

上記光源対生成手段により抽出された各光源対について、算出手段により算出された上記距離並びに上記傾斜に基づき、2 個の上記 2 値化画像間に対応させることを試み、対応できたか否かによって該光源対が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定するものであることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の夜間用車両認識装置において、

上記光源対生成手段が、

上記光源対の抽出を、まず一つの上記光源を抽出し、次に、該光源と結んだ線分の傾きが略水平となり、且つ該光源からの距離が、上記測定部により測定された該光源についての縦方向長さ又は横方向長さに応じた値以内である、光源を検索することにより行なうものであることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【請求項 4】 請求項 2 又は請求項 3 に記載の夜間用車両認識装置において、

上記車両認識手段が、

光源対をなす両光源の中点位置を、該光源対の位置とし、

一方の上記 2 値化画像における光源対の位置を基準として該光源対をなす両光源間の距離に対応する縦横サイズの長方形領域を設定し、

上記光源対の挙動を調べるために 2 つの上記 2 値化画像を比較する際に、上記長方形領域内の 2 値化画像のみから調べるものであることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【請求項 5】 請求項 2 ～請求項 4 にいずれか記載の夜間用車両認識装置において、

上記算出手段により算出された該光源対の光源間距離に基づき、該他の車両と当該夜間用車両認識装置の搭載された車両との距離を算出する車間距離算出手段を更に設け、

上記車両認識手段が、

他の車両の有する光源によるものと判定された光源対に対して、車間距離算出手段により算出された車間距離の変化に基づき、対向車の有する光源によるものであるか、先行車の有する光源によるものであるかを判定するものであることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両に搭載されて、他の車両を夜間において検出する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】夜間に自動車を運転中、対向車とすれ違う際に、前照灯の角度を自動的に切り替える装置が提案されている。こうした装置においては対向車の接近を正しく検知する必要があるが、例えば、特開昭 61-285153 号には、車両の前方に受光素子を水平方向に並べ、各受光素子により抽出された受光量のばらつきから対向車を検出する、という装置が示されている。この装置によれば、対向車が接近したときには、ヘッドライトに直面した受光素子は大量に受光するが、その受光素子から離れるほど照射方向と角度が付いて受光量が激減するので、各受光素子の受光量に大きなばらつきが生じる。これに対し、ガードレール等によって反射された自分の車のヘッドライトを受光したときは、受光量はほぼ一律となるので対向車を検出できる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記装置によれば、街路灯や装飾灯を受光した場合にも受光量は大きなばらつきを呈し、街路灯等を対向車と誤認識してしまう。本発明は、この課題に鑑み、街路灯等を誤認識することなく、夜間に他車の発する光を認識することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためになされた本発明の請求項 1 に記載の発明は、車両に搭載され、夜間において他車を検出する車両認識装置であって、走行する上記車両の前方の画像を所定の画素に分

割し、各画素について明るさを検知することにより縦横2次元の輝度情報として撮影する撮像手段と、該撮像手段により撮影された輝度情報を明暗に基づいて2値化画像を生成する光源抽出手段と、上記2値化画像を記憶するための画像記憶部と、上記2値化画像を上記画像記憶部に格納する画像格納手段と、上記画像格納手段によって、上記走行中の互いに異なる時刻に上記画像記憶部に格納された2個の上記2値化画像を比較することにより各光源の挙動を調べ、該各光源が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定する車両認識手段とを備えることを特徴とする。

【0005】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の夜間用車両認識装置において、上記光源抽出手段により抽出された各光源の、画像中における縦方向長さ及び横方向長さを算出する測定手段と、該測定手段により算出された縦方向長さ及び横方向長さが略同じである2つの光源を光源対として抽出する光源対生成手段と、該光源対生成手段により抽出された各光源対について、光源対をなす両光源間の画像上の距離及び/又は両光源を結ぶ線分の画像上の傾斜、を算出する算出手段とを更に設け、上記車両認識手段が、上記光源対生成手段により抽出された各光源対について、算出手段により算出された上記距離並びに上記傾斜に基づき、2個の上記2値化画像間に対応させることを試み、対応できたか否かによって該光源対が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定するものであることを特徴とする。

【0006】更に、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の夜間用車両認識装置において、上記光源対生成手段が、上記光源対の抽出を、まず一つの上記光源を抽出し、次に、該光源と結んだ線分の傾きが略水平となり、且つ該光源からの距離が、上記測定部により測定された該光源についての縦方向長さ又は横方向長さに応じた値以内である、光源を検索することにより行なうものであることを特徴とする。

【0007】請求項4に記載の発明は、請求項2又は請求項3に記載の夜間用車両認識装置において、上記車両認識手段が、光源対をなす両光源の中点位置を、該光源対の位置とし、一方の上記2値化画像における光源対の位置を基準として該光源対をなす両光源間の距離に対応する縦横サイズの長方形領域を設定し、上記光源対の挙動を調べるために2つの上記2値化画像を比較する際に、上記長方形領域内の2値化画像のみから調べるものであることを特徴とする。

【0008】請求項5に記載の発明は、請求項2～請求項4にいずれか記載の夜間用車両認識装置において、上記算出手段により算出された該光源対の光源間距離に基づき、該他の車両と当該夜間用車両認識装置の搭載された車両との距離を算出する車両距離算出手段を更に設け、上記車両認識手段が、他の車両の有する光源による

ものと判定された光源対に対して、車両距離算出手段により算出された車両距離の変化に基づき、対向車の有する光源によるものであるか、先行車の有する光源によるものであるかを判定するものであることを特徴とする。

【0009】

【作用及び発明の効果】本願発明の請求項1に記載の夜間用車両認識装置は、撮像手段が、車両前方の画像を縦横2次元の輝度情報として撮影する。この輝度情報は、光源抽出手段によって明るい部分と暗い部分とに2値化されて2値化画像となり、画像格納手段によって、画像記憶部に格納されて行く。こうして格納されて行った2個の2値化画像を比較することにより、明るい部分(すなわち光源)の存否及び光源の挙動が得られる。この比較結果に基づき、車両認識手段によって、その光源が他の車両によるものであるか否かが判定される。

【0010】つまり、請求項1に記載の夜間用車両認識装置においては、車両前方の輝度情報を縦横2次元情報、すなわち平面の情報として取り込むので、その平面における光源の位置を、水平方向だけでなく垂直方向にも把握することができる。換言すると、受光素子を水平に並べた認識装置では、水平方向の位置が同じであるために同一視されてしまう複数の光源を、それらの垂直方向の位置の違いにより個々に把握することができる。

【0011】更に、画像格納手段が、光源抽出手段によって2値化画像となった上記輝度情報を画像記憶部に格納するので、異なる時刻に格納された2つの2値化画像を比較することにより光源の位置変化を調査することができる。この調査を車両認識手段がすることにより、その光源が車両によるものであるか否かを判定できる。この判定の方法としては例えば、以下のような方法が挙げられる。

【0012】すなわち、車両前方に存在する光源としては主に、対向車のヘッドライト、先行車のテールランプ、街路灯等がある。当該夜間用車両認識装置を搭載した車両に対するこれらの相対速度の大きさは、走行中においては一般に、対向車のヘッドライト、街路灯、先行車のテールランプの順序になるため、画像上におけるこれらの挙動の激しさの順序もこれと同じになる。従い、挙動の激しさ、すなわち光源の位置変化の大きさを評価することにより、これら3者を互いに判別できる。また、撮像手段が2次元の輝度情報として前方の画像を取り込んでいるため、光源の挙動だけでなく、光源の大きさ(例えば、縦方向長さ及び横方向長さ、又は面積等)も評価することができる。この大きさに基づいて同一画面における各光源の識別、或は上記2個の2値画像間において対応する光源の同一視を行なうことができる。

【0013】また、請求項2に記載の夜間用車両認識装置においては、測定手段が、光源抽出手段により抽出された光源の、画像中における縦方向長さ及び横方向長さを算出する。そして光源対生成手段が、上記算出値の略

10

20

30

40

50

同じ2個の光源を光源対として抽出し、算出手段が、抽出された各光源対をなす両光源間の画像中における距離並びに両光源を結ぶ線分の傾斜を算出する。

【0014】車両認識手段は、光源対生成手段により抽出された各光源対について、算出手段により算出された上記距離並びに上記傾斜に基づいて、2個の上記2値化画像間で対応させることを試み、対応できたか否かによって該光源対が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定する。

【0015】つまり、請求項2に記載の夜間用車両認識装置においては、画像記憶部に格納された光源を対にしたものである光源対を単位としてその抽出するため、対をなさない街路灯等による光源を抽出対象から外し、以降の2値化画面間の対応を効率よく行なえる。その光源対が車両の光源によるものであれば、撮像された時刻が近接した2個の2値化画面においては、上記距離及び傾きは略等しいので、これら距離及び／若しくは傾きに基づいて2個の2値化画面間の対応を試みることにより、その光源対が車両の光源によるものであるか否かの判定を行なうことができる。

【0016】この対応を試みる際、両光源の距離のみについて対応を試みれば、不当に距離が長い（若しくは短い）光源対が、車両の光源によるものと判定されるのを防止でき、同じく傾きのみについて対応を試みれば不当に傾きの大きい光源対が、車両の光源によるものと判定されるのを防止でき、距離と傾き両方について対応を試みれば、距離と傾きの少なくとも一方が夫々上記のような不適な値を呈するすべての光源対を、判定対象から外すことができ、判定の信頼度が高まる。

【0017】更に、請求項3に記載の夜間用車両認識装置においては、光源対生成手段が、まず一つの光源を抽出し、次に該光源を基準として他方の光源を検索することにより光源対を抽出する。しかもこの検索は、基準とした光源と結んだ線分の傾きが略水平となり、且つ該光源からの距離が、上記測定部により測定された該光源についての縦方向長さ又は横方向長さに応じた値以内であるという条件の下に行なわれる。従い、2つの光源を結んだ線分の傾斜が車両の光源によるものとしては大き過ぎるもの、2つの光源の大きさに比して両光源間の距離が車両の光源によるものとしては大き過ぎるものは光源対として抽出されない。

【0018】つまり、請求項3に記載の夜間用車両認識装置においては、光源の検索を画像全体から行なわず、上記条件を満たす光源対のみが抽出されるため、車両の光源による光源対として不適切なものが排除され、抽出される光源対の数を減らすことができる。従って、光源対が抽出された後に2個の2値化画面間で試みられる光源対の対応も、効率よく行なうことができる。

【0019】また更に、請求項4に記載の夜間用車両認識装置においては、2個の2値化画像間において光源対

の対応を試みる際に、一方の上記2値化画像における光源対の位置を基準として該光源対をなす両光源間の距離に対応する縦横サイズの長方形領域を他方の2値化画像上の同じ位置に設定して、その領域内で上記基準とした光源対に対応する光源対を検索する。なお、光源対の位置は、該光源対をなす両光源位置の midpoint で代表する。

【0020】つまり、請求項4に記載の夜間用車両認識装置においては、光源対の位置が上記領域から外れるほど異なる光源対は検索の対象から排除され、その光源対が車両の光源によるものであるか否かの判定を、更に効率よく行なえ、しかも信頼性の高いものとすることができる。

【0021】請求項5に記載の夜間用車両認識装置においては、車両間距離算出手段が、算出手段により算出された該光源対の光源間距離に基づき、該他の車両と当該夜間用車両認識装置の搭載された車両との距離、所謂車両間距離を算出する。そして車両認識手段によって他の車両の有する光源によるものと判定された光源対に対して、2個の2値化画面間における車両間距離の変化を求め、その光源対が対向車によるものか先行車によるものかを判定する。すなわち、この車両間距離が縮まっていけば対向車の光源によるもの、殆ど変化がなければ先行車の光源によるもの、と判定する。

【0022】つまり、請求項5に記載の夜間用車両認識装置によれば、車両間距離算出手段によって、車両によるものと判定された各光源対との車両間距離が求められ、この距離の変化の様子から対向車と先行車とを判別することができる。

【0023】

【実施例】本発明の実施例を図面とともに説明する。図2は、本発明の夜間用車両認識装置を適用したヘッドライト角度自動切り換え装置1の全体の構成を示す概略構成図である。

【0024】ヘッドライト角度自動切り換え装置1は、車両3の前方画像5を撮影する本発明の撮像手段としてのカメラ11と、夜間車両認識を行なうECU13と、車両のヘッドライト15と、図示しないヘッドライト15の切り換えを行なうアクチュエータとからなる。

【0025】ECU13の内部構成を図3に示す。ECU13は、CPU21と、CPUバス23と、2値化しきい値発生回路25と、そのしきい値に基づいてカメラ11から入って来る映像信号27の2値化を行ない2値化画像を生成するコンパレータ29と、画像バス31と、2値化された画像を記憶する本発明の画像記憶部としての2値化画像メモリ33と、2値化された画像の輪廓線を抽出するための3×3フィルタ演算LS135と、3×3フィルタ演算LS135の演算用データを記憶する3×3フィルタデータROM37と、デジタル・シグナル・プロセッサ(DSP)用のプログラムデータを記憶するRAM39と、デジタル・シグナル・プロセ

ッサ(DSP)41とからなる。

【0026】なお、ヘッドライト切り換え信号43は、CPUバス23を介して図示しないヘッドライト切換部に送信され、この信号によりヘッドライト15の走行ビーム、すれ違いビーム(図2参照)の切り換えを行なう。以下、本装置の行なう処理について図4のフローチャート及び図5の説明図を用いて説明する。なお、図4は、2値化画像メモリ33に格納された2値化画像が処理されて行く様子を視覚的に示したものである。この処理は、所定時間間隔の周知のタイマ割り込みにより起動されるものとする。

【0027】まずステップ601にて、画像入力を行なう。これは図2のカメラ11からの映像信号を図9の映像信号27に入力することである。次にステップ602にて、入力された画像を2値化する。これは図3のコンパレータ29の非反転側の入力端子に映像信号27を入力し、2値化しきい値発生回路25にて発生させた2値化しきい値信号45をコンパレータ29の反転側の入力端子に入力して2値化映像信号47を作り、この信号を画像バス31を通して2値化画像として2値化画像メモリ33に記憶する。すなわち、2値化しきい値発生回路25及びコンパレータ29が本発明の光源抽出手段に相当し、2値化画像メモリ33に記憶する部分が画像格納手段の行なう処理に相当する。この2値化画像が図5の画像101である。

【0028】次に、2値化された画像の輪郭線抽出をステップ603にて行なう。これは、図3の3×3フィルタ演算LS135が2値化画像メモリ33に記憶された2値化画像を画像バス31を通してアクセスし、3×3フィルタデータROM37に記憶されたフィルタデータに基づいて2値化画像の輪郭線を抽出する。抽出された2値化画像の輪郭線画像は、画像バス31を通してDSP用RAM39に記憶される。この様子が図5の画像102であり、画像101の明るい部分が輪郭線に囲まれる。なお、この輪郭線に囲まれた部分(画像101においては明るい部分)は、対向車のヘッドライト、先行車のテールランプ、街路灯等であるが、以下、これらを総じて単にライトと呼ぶことにする。

【0029】次にステップ604にて、輪郭線画像からライトの大きさを計算する。本発明の測定手段としての処理を行なう。これは図3のDSP41がDSP用RAM39に記憶された輪郭線画像を処理することによって計算される。ライトの大きさは図5の画像103に示すライトの縦長さ及び横長さのことである。これら縦長さ、横長さはDSP用RAM39に記憶させる。

【0030】次にステップ605にて、ライトの対称性抽出を行なう。これは図3のDSP用RAM39に記憶されたライトの縦長さ、横長さをもとにDSP41が計算するもので、本発明の光源対生成手段としての処理に相当する。この様子を図5の画像104に示す。

【0031】次にステップ606にて2個の2値化画像におたる対称性の追跡を行なう。これは、本発明の車両認識手段が行なう光源対の対応を試みる処理に相当するものである。図3のDSP用RAM39に記憶されたペアのデータ(どのライトとどのライトがペアであるというデータ)をもとにDSP41が計算する。この様子を図5の画像105に示す。

【0032】次にステップ607にて、距離計算を行なう。この距離計算は、図5の画像106のように、対称となるペアの画像上の見かけの幅からこの画像を撮影したときに用いたレンズ系の倍率を考慮して逆算して行なう。なお、この方法では、ペアを画像上に作った車両のヘッドライト(又はテールランプ)の真の幅を知らない限り、正確な距離を求めることができないが、代表的な車両のヘッドライト(又はテールランプ)の幅を用いて逆算することにより、およその距離を求めることができる。ヘッドライトの切り換えを行なう本装置の場合には正確な距離は不要であるので、この方法でも実用に耐える。

【0033】次にステップ608にてヘッドライトの切り換えを行なう。ステップ607で計算されたおよその距離が一定値以下(たとえば100m)であれば対向車または先行車との車間距離が近いと判断してヘッドライトを走行ビームからすれ違いビームへ切り換え、本処理を終了する。

【0034】上記ステップ605における対称性の抽出について、その詳細を図6のフローチャート及びその処理内容を視覚的に示した図7に従って説明する。なお、ここでは説明を簡便にするために、基準となるライトをライト49(図7参照)一つにしてこれとペアになるライトを検索する処理に限って説明を行なう。

【0035】まず、ステップ701で各ライトの横方向長さ $L_x$ (図7参照)と縦方向長さ $L_y$ (図7参照)の大きいほうをしとする。続くステップ702では、ライト49とペアとなるライトの検索範囲の横方向を規定するものとして、検索範囲の幅を上記 $L_x$ の値に応じて設定する。ここでは、この幅を $L_x$ に比例定数 $K$ をかけた長さ $K \cdot L_x$ とし、図7に示すようにライト49の中心位置の両側に振り分ける。なお、ライトの中心位置とは、各ライトの縦方向長さを2等分する直線と、同じく横方向長さを2等分する直線との交点とし以下、各ライトの位置は、この中心位置で代表するものとする。

【0036】次にステップ703にて、ライト49とペアとなるライトの検索範囲の縦方向を規定するものとして角度領域を定める。この角度領域とは、ペアとなるライトとライト49とを結んだ線分が略水平となるようにするもので、ライト49を中心として水平方向から上下に許容角度を設定することにより定められる。ここでは、図7に示すように上下へ8度ずつ、計16度の角度領域をライト49の左右両側に定める。こうして定めら

れた角度領域と、ステップ702で設定された検索範囲の幅幅とにより、2つの三角形からなる検索範囲51 a、51 b (図7参照)ができる。

【0037】次にステップ704にて検索範囲51 a、51 b内に中心位置が位置するライトを抽出する。ここでは、図7ではライト49の検索範囲内に中心位置があるライト53が抽出される。ライト53が抽出されると、続くステップ705において、各ライトの横方向の大きさ、すなわちステップ604にて求めた横長さをチェックする。ライト49とライト53とが同じ車両の光源によるペアであれば、ライト49の横長さLxとライト53の横長さLx' (図7参照)とはほぼ等しいので、このチェックを行なうことによりそのペアが車両の光源によるものであるか否かを判定する。ここでは、比例定数K Lrxmax、K Lrxminを設定し、 $K Lrxmax \cdot Lx \geq Lx' \geq K Lrxmin \cdot Lx$ を満たすかどうかをチェックする。

【0038】次に、ステップ706にて、同様に各ライトの縦方向の大きさ、すなわち上記縦長さをチェックする。すなわち、ライト49の縦長さLyとライト53の縦長さLy' (図7参照)とについて、 $K Lrymax \cdot Ly \geq Ly' \geq K Lrymin \cdot Ly$ を満たすかどうかをチェックする (K Lrymax、K Lryminは比例定数)。

【0039】続いてステップ707では、他のライトの存在禁止領域を設定する。ライト49とライト53とが車両の光源によるペアとすると、これら2つのライトの間には第3のライトが位置することはない。そこで他のライトの存在禁止領域55 (図7参照)を設定し、この領域に他のライトが存在するときは、ライト49とライト53とを光源対とは見なさない (ステップ708)。

【0040】以上のチェック項目をすべて満足したときに、ライト49とライト53を同一の車両の光源によるものの候補 (以下、単にペアとなるライトという) として抽出し (ステップ709)、当該対称性の抽出処理を終了する。続いて、上記ステップ606における対称性の追跡について、その詳細を図8のフローチャート及びその処理内容を視覚的に示した図9に従って説明する。なお、対称性の追跡とは、上記ステップ605にて抽出された、ペアとなるライトが、次の画像59 (図9参照)ではどこに移動したかを調べることである。次の画像59とは、上記ステップ601～ステップ603と同様の処理を行なって得られる2値化画像であり、対称性の抽出を行なった現画像57 (図9参照)に対して、これまで列記した処理に要した時間分だけ後の画像となる。

【0041】まず、抽出されたペアとなるライトを特徴づける量として、2つのライトの中心位置間の画面上の距離W (図9参照)、及び同じく中心位置を結ぶ線分が画面上の水平線とのおなず角θ (図9参照)を計算する (ステップ801)。また、この2つのライトについ

て、既に上記ステップ604にて測定されている縦方向長さ、横方向長さも、このペアの特徴を示す量とする。以下、このペアをなすライトの内、右側のライトの横方向長さをLrx、縦方向長さをLry、左側のライトの横方向長さをLlx、縦方向長さをLlyとする (いずれも図9参照)。つまりステップ801にて行なう処理は、本発明の算出手段の行なう処理に相当する。

【0042】次にステップ802にて、横方向検索範囲計算を行なう。これは、次の画像59において、抽出されたペアとなるライトに対応するライトを次の画像59において検索する際にその検索範囲の横方向サイズを規定するものである。そのペアが光源対であれば、幅Wが大きいペアほど次の画像59で大きく移動すると考えられるので、比例定数をKx'として、次の画像59上で2つのライトの中心(x,y)を中心にKx'・Wを振り分け、横方向検索範囲とする。

【0043】続くステップ803では、ステップ802と同様にして、縦方向検索範囲計算を行なう。すなわち、比例定数をKy'として、次の画像59上で中点(x,y)を中心にKy'・Wを振り分け、縦方向検索範囲とする。次にステップ804にて上下動、左右動を考慮して次の画像59の検索範囲を補正する。カメラ11を車両に搭載した場合、車両3のピッチ、ロールによって画面内の光源対の位置が画像ごとによずれると考えられる。そこで画像内のペアの上下動をΔy、左右動をΔxとして、新たにKx'・W+Δxを横方向検索範囲、Ky'・WΔyを縦方向検索範囲とする。以上、ステップ802～ステップ804にて縦横両方向の検索範囲が設定されると、図9に示すような長方形の検索範囲61が生成される。

【0044】次にステップ805にて、次の画像59において検索範囲61に、2つのライトの中心位置が位置する次画面のペアを抽出する。例えば、図9では検索範囲61内の座標(x',y')に中点が位置するペアを抽出する。こうして抽出されたペアについて、特徴を表す量の抽出を行なう (ステップ806)。すなわち、ステップ801にて行なった処理と同様にして中心位置間の距離W'、傾きθ' (ともに図9参照)を算出し、また、右ライトの横方向長さLrx'、縦方向長さLry'、左ライトの横方向長さLlx'、縦方向長さLly'も同時に算出する (いずれも図9参照)。

【0045】次に、ステップ807にて右ライトの大きさチェックを行なう。次の画像59で抽出された中点位置(x',y')であるペアが、現画像57において中点位置(x,y)の光源対が移動したものであるとすれば、右ライトの大きさが急激に変化することはないと考えられる。例えば、横方向については比例定数をK Lrxmax、K Lrxminとして $K Lrxmax \cdot Lrx \geq Lrx' \geq K Lrxmin \cdot Lrx$ を満足するかをチェックし、縦方向についても同様に、許容範囲に入っているか否かをチェックする。

【0046】続いて左ライトの大きさチェックをステップ808にて行なう。これは、右ライトの大きさチェックと同様な考え方で、行なうもので、縦方向ならば、比例定数を $KLry_{max}$ 、 $KLry_{min}$ として $KLry_{max} \cdot Lry \geq Lry' \geq KLry_{min} \cdot Lry$ を満足するかをチェックし、横方向についても同様に許容範囲に入っているか否かをチェックする。

【0047】更にステップ809にてヘアの傾きチェックを行なう。次の画像59で抽出された中点位置 $(x', y')$ であるヘアが、現画面で抽出された中点位置 $(x, y)$ のヘアが移動したものであるとすれば、ヘアの傾きが急激に変化することはないと考えられる。そこで比例定数を $K\theta_{max}$ 、 $K\theta_{min}$ として $K\theta_{max} \cdot \theta \geq \theta' \geq K\theta_{min} \cdot \theta$ を満足するかをチェックする。

【0048】ステップ807～ステップ809のチェックをすべて満足したヘアを同一の車両の光源によるヘアとして選択し(ステップ810)、ライトの対称性の追跡を行なう本処理を終了する。以上、図4～図9に沿って説明してきた処理に従い、ヘッドライト15の切り換えを行なった例を図10に示す。対向車が接近しつつある状態では、すれ違いビームに切り換えられていたヘッドライトが、対向車が検知されなくなると走行ビームに切り換えられ、再び対向車が検知され、接近して来ると、当該認識装置が設置された車両との距離が約170mになった時点で再度、すれ違いビームに切り換えられる様子が示されている。

【0049】上記の方法によれば、ステップ601にて車両前方の明るさに関する情報が2次元データである画像として得られるため、その画像中に明るい部分を呈するライトの大きさをステップ604にて算出することができる。こうして算出されたライトの大きさが略同じになるように、ステップ705及びステップ706にてチェックするので、明るい部分の大きさが異なる街路灯、裝飾灯等は排除される。

【0050】また、このヘアにする際、基準となるライト49の大きさに基づき横方向の検索範囲を定めて(ステップ702)、もう一方のライトを検索するため、他車の光源によるものとしては2つのライトの間隔が広過ぎるものが検索対象から排除され、検索が効率的にできる。

【0051】更に、2つのライトを結んだ線分の傾きが略水平となるよう、ステップ703にて角度領域を定めるため、他車の光源によるものとしては上記線分の傾きが大き過ぎるものが排除され(ステップ705、706)、検索をより効率的に行なうことができる。従い、街路灯等によって画像中にできた明るい部分の大きさと他車のライトの大きさとが、偶然同じになっても、この検索範囲の設定によって排除される可能性が高い。

【0052】しかも、存在禁止領域55が設定されて(ステップ707)この領域に他の光源のあるものは排

除される(ステップ708)ため、既にこの段階において2つのライトが他車の光源によるものである可能性が極めて高い。この、他車の光源によるライトである可能性が極めて高いヘアを、次の画像59において追跡し、その挙動を調べる(ステップ606)ため、ステップ605までの処理の後、街路灯等による明るい部分が、なお上記チェックを切り抜けて残っていたとしても、その挙動を調べることにより排除できる。

【0053】例えば、街路灯が画像中に作った明るい部分の大きさが他車のライトによる明るい部分の大きさと略等しく、そのライトとの距離も車両のヘッドライト又はテールランプの距離として妥当であり、且つそのライトと結んだときの線分の成す角が略水平であったという偶然が重なって、街路灯がヘアをなすライトの片側として抽出されたとする。この場合にも、次の画像59において街路灯は、他車のライトとは全く異なる挙動を示すので、他車のライトと見なされることがない。全く異なる挙動とは、例えば、他車の光源によるヘアは、次の画像59においても両光源の傾斜を略水平を保ちつつ、画像中を移動するのに対し、街路灯は車両とは異なる相対速度で移動しているために上記傾斜が徐々に大きくなる。従い、ステップ809におけるチェックに引っ掛かり、排除することができる。

【0054】次の画像59における光源対の追跡は、光源対をなす両ライトの中点位置を検索することにより行なうが、この検索を行なう際にも検索範囲61を定めるので、効率よく追跡を行なうことができる。すなわち、ステップ802及びステップ803にて夫々横方向及び縦方向の検索範囲61を光源対をなす両光源の距離 $W$ に応じて定めるため、次の画像59における移動の許容範囲を、光源対の大きさに応じて設定でき、移動量の大き過ぎるものを検索対象から排除することができる。

【0055】しかもこの検索範囲61は、車両3のピッチ及びロールを考慮して左右動 $\Delta x$ 及び上下動 $\Delta y$ を含んだものとなっているため、車両3が揺れても検索できる。つまり、本ヘッドライト角度自動切り換え装置1によれば、車両3の前方の画像中におけるライトの大きさ、2つのライト間の距離、2つのライトを結んだ線分の水平度、及び2つのライトの挙動から、そのライトが他車のライトによるものであるか否かを判断するので、街路灯、裝飾灯等を誤認識することがなく、ヘッドライト15が過度に切り換わるということがない。

【0056】以上、本発明の夜間用車両認識装置を適用したヘッドライト角度自動切り換え装置1について説明してきたが、本発明は上記適用例に限らず、様々な態様で実施し得る。例えば、上記実施例では本発明をヘッドライト角度自動切り換え装置1に適用したが、対向車の接近を知らせる装置に適用しても良い。すなわち、対向車の接近を感知すると、運転者に音等で知らせ、注意を促す装置を構成することができる。このような装置によ



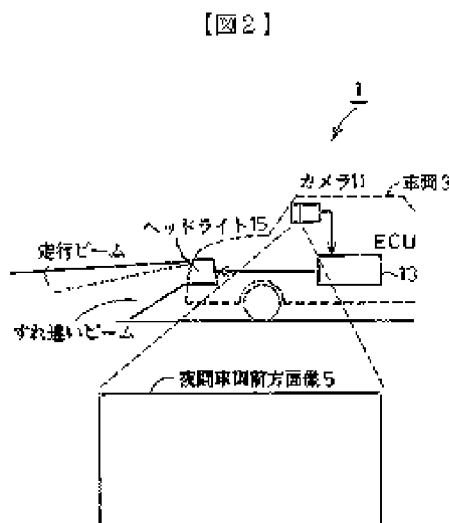
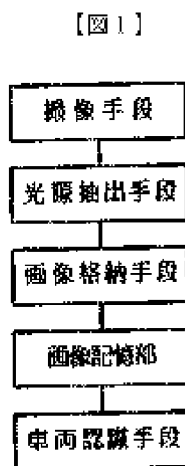
れば、夜間の運転をより安全に行なうことができる。  
 【0057】また、先行車との車間距離を検知し、近づき過ぎると、やはり音等で運転者に知らせ、注意を促す装置を構成することができる。このような装置によれば、夜間の運転をより安全に行なうことができる。更に、対称となるペアの画面上の見かけの幅  $(Lx/2) + W + (Lx/2)$  を  $Wc$  とすれば  $Wc$  の単位時間あたりの変化率  $dWc/dt$  はカメラの撮影位置からのペアの相対速度に比例する。従って、カメラ系の倍率によって決まる比例定数を  $Kw$  とすると  $Kw \cdot dWc/dt$  は、カメラの設置位置から計測される車両の速度になる。これを使って夜間の車両速度計測装置に使うことができる。

【0058】上記実施例では、ペアとなるライトの追跡を行なうための次の画像59を改めて入力すると説明したが、このような方法によらず、画像入力は上記ステップ601に相当する処理のみで行なっても良い。この場合、例えば最初にとられた画像に関しては対称性の追跡を行わず、以降の画像に関しては前回入力された画像と比較し、対称性の追跡を行なうようにすれば良い。

【0059】また、ステップ807～ステップ809の処理で抽出されたペアのチェックを行なうが、更に加えて、ペアをなす光源間の距離のチェックを行なっても良い。例えば、この距離を  $W'$ 、比例定数を  $KWmax$ 、 $KWmin$  として  $KWmax \cdot W' \geq W' \geq KWmin \cdot W$  を満足するかをチェックする。このようにすると、ステップ807～ステップ809のチェックを満たすが、車両による光源としては  $W'$  が広すぎるものを誤検出することがなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の夜間用車両認識装置を例示するブロック対応図である。



ブロック対応図である。

【図2】 本発明の実施例であるヘッドライト角度自動切り換え装置1の全体の構成を示す概略構成図である。

【図3】 実施例のECU13の内部構成を示す説明図である。

【図4】 実施例のECU13が行なう処理を示すフローチャートである。

【図5】 実施例のECU13が行なう処理によって、2値化画像メモリ33に格納された2値化画像が変化して行く様子を視覚的に示した説明図である。

【図6】 実施例における、ライトの対称性抽出処理を示すフローチャートである。

【図7】 実施例における、対称性の抽出処理に関する説明図である。

【図8】 実施例における、対称性の追跡処理を示すフローチャートである。

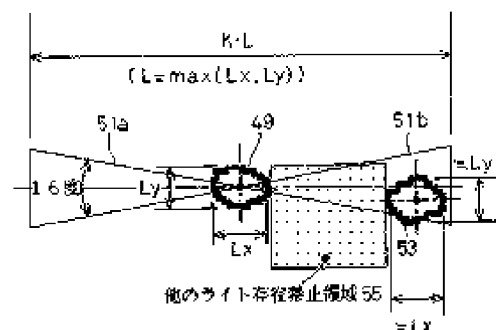
【図9】 実施例における、対称性の追跡処理に関する説明図である。

【図10】 実施例のヘッドライト角度自動切り換え装置1によって、対向車が検知される様子とヘッドライト15が切り換えられる様子とを例示するグラフである。

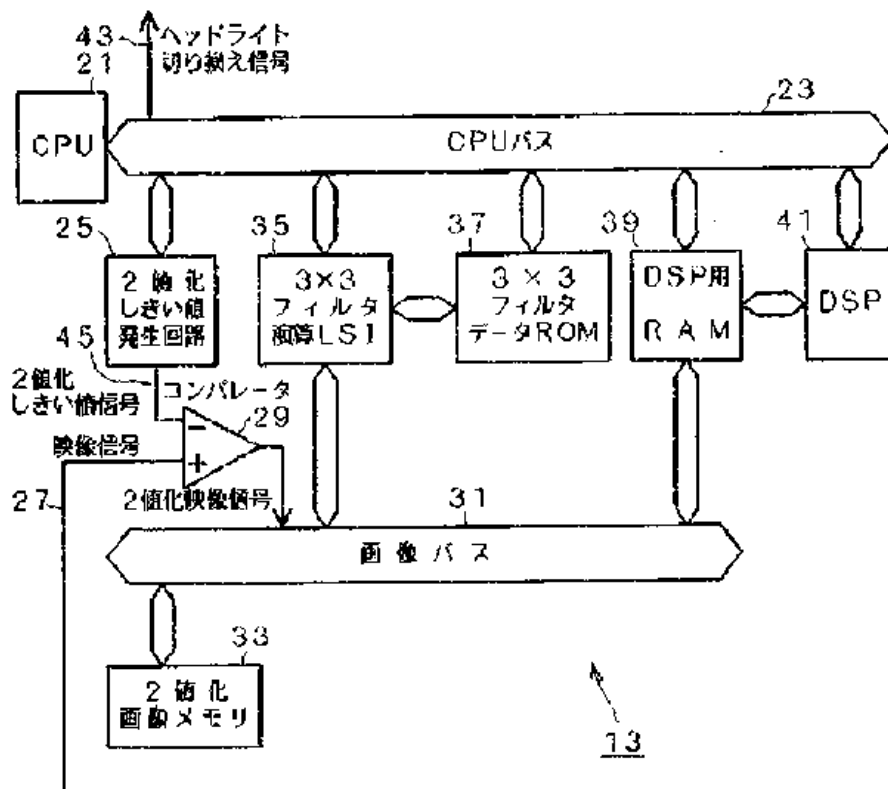
【符号の説明】

- 1…ヘッドライト角度自動切り換え装置
- 3…車両
- 5…前方画像
- 11…カメラ
- 13…ECU
- 15…ヘッドライト
- 21…CPU
- 33…2値化画像メモリ
- 49…基準となるライト
- 51a, 51b…検索範囲
- 53…検索されたライト
- 55…存在禁止領域
- 57…現画像
- 59…次の画像
- 61…検索範囲
- 101～106…画像

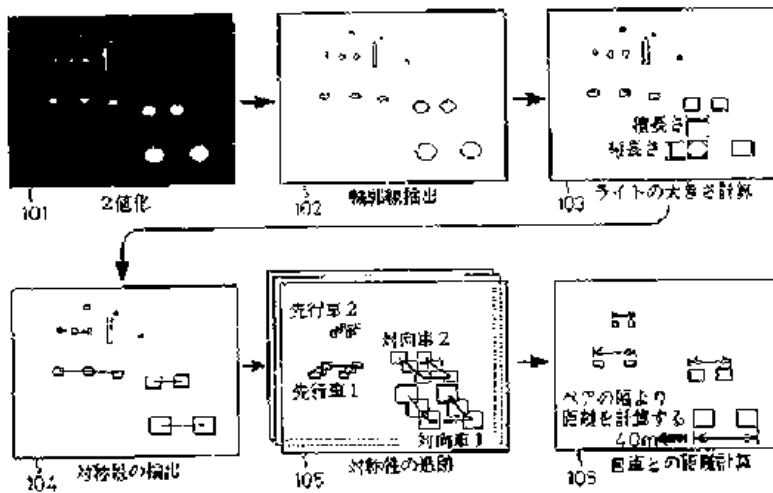
【図7】



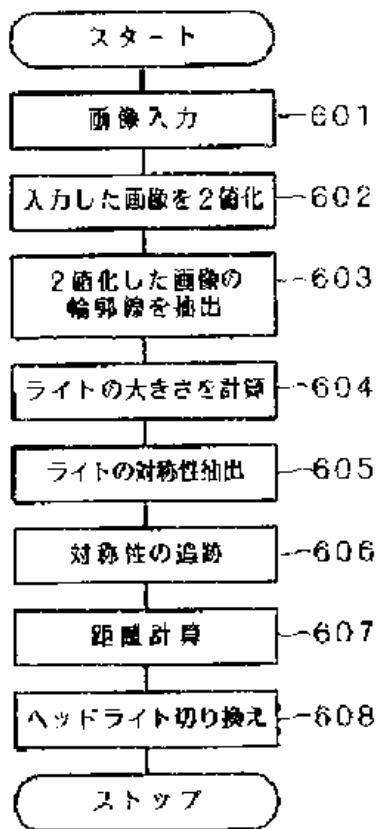
【図3】



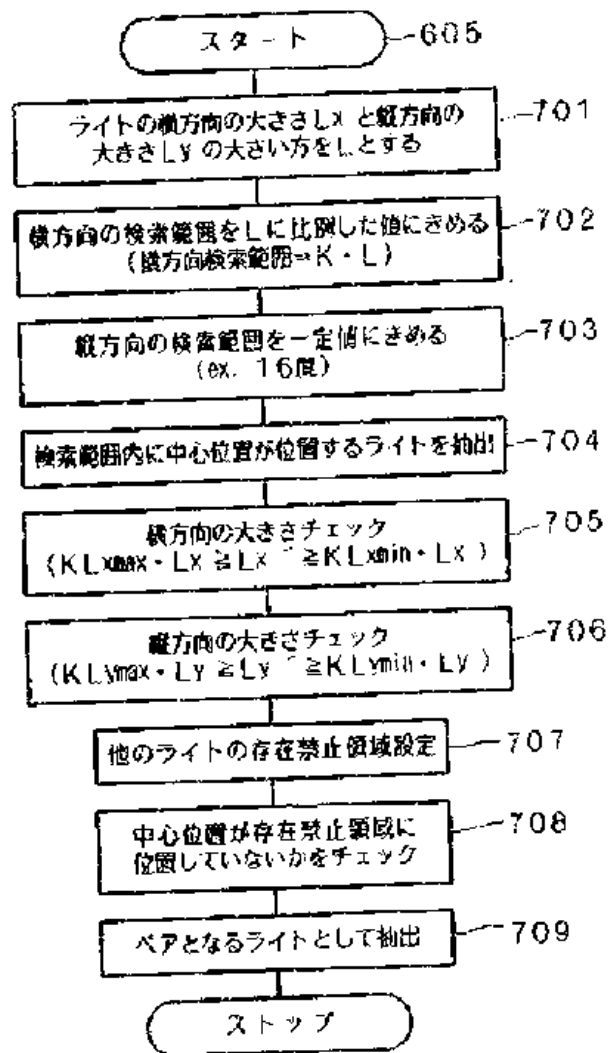
【図5】



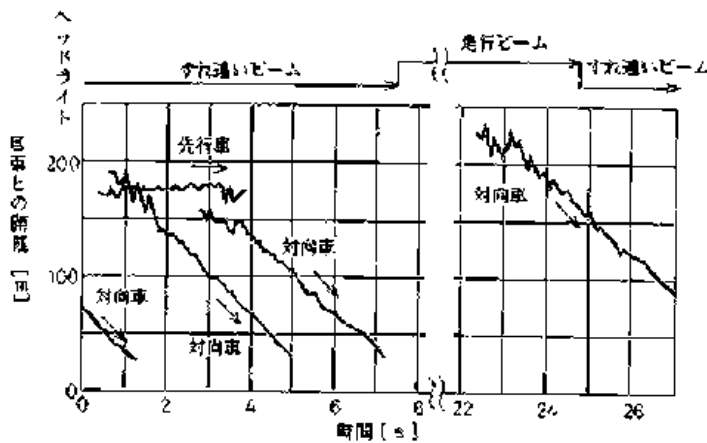
【図4】



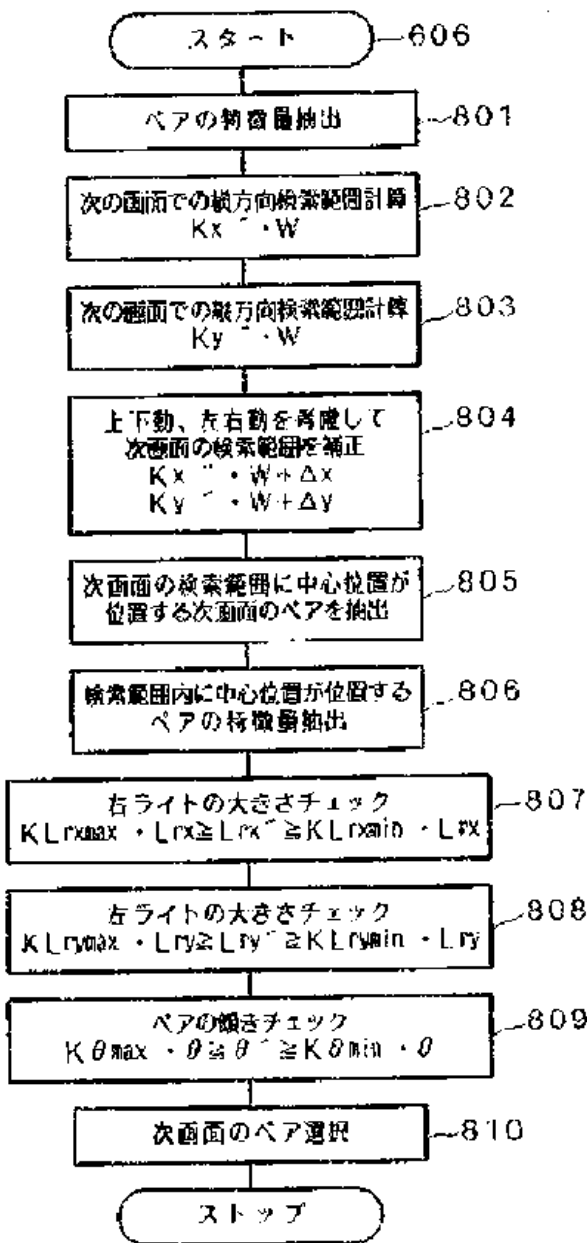
【図6】



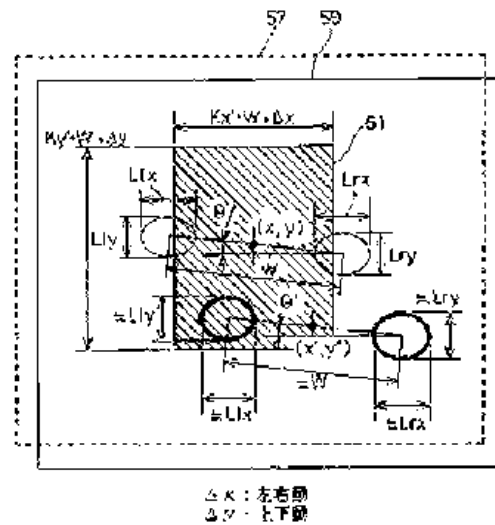
【図10】



【図8】



【図9】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **60-240545**

(43)Date of publication of application : **29.11.1985**

(51)Int.Cl.

**B60R 16/02**

**G08G 1/09**

(21)Application number : **59-095338**

(22)Date of filing : **11.05.1984**

(71)Applicant : **NIPPON DENSO CO LTD**

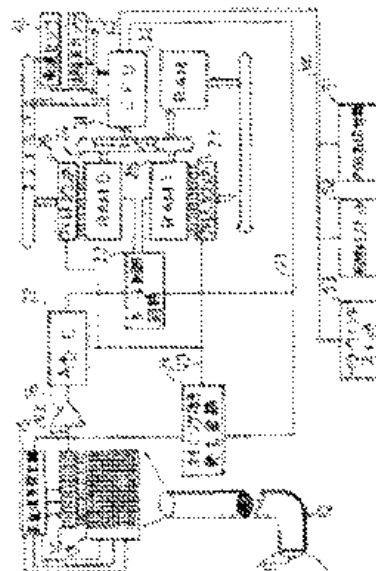
(72)Inventor : **YAMAZAKI TORU  
KAWAI TAKEO  
MIZUNO HIROSHI  
SUGI HIDEKUNI  
FUTAMURA MASAKAZU  
HIBI HITOSHI**

### (54) DEVICE FOR CONTROLLING VEHICLE BEFORE ENTERING INTO TUNNEL

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent the switching of an actuator from being delayed upon entering of a vehicle into a tunnel, by analyzing a detected field image in front of the vehicle to anticipate the entering of the vehicle into the tunnel, and by operating various actuators in accordance with the result of the anticipation.

**CONSTITUTION:** A field image detector is composed of a lens 11 for converging reflecting light in front of a vehicle, a glass fiber 12 for leading the converged light therethrough, an image sensor comprising a CCD for receiving the light, a register 14 extrating a video-signal, an amplifier 16, etc. A signal which is delivered from the image detector is sampled by image signal processing units 21 through 23, and is digitalized to store the brightness of the image in a memory. The digital image is judged by means of pattern recognizing devices 31, 32 on whether it is a pattern of a tunnel or not. When the presence of a tunnel pattern is judged, actuators are operated to automatically actuate headlamps, power windows, etc.



⑬ 公開特許公報 (A)

昭60-240545

⑭ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑮ 公開 昭和60年(1985)11月29日

B 60 R 16/02  
G 08 G 1/09

2105-3D  
6945-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑯ 発明の名称 車両用対トンネル事前制御装置

⑰ 特 願 昭59-95338

⑱ 出 願 昭59(1984)5月11日

⑲ 発 明 者	山 崎 徹	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑲ 発 明 者	川 合 健 夫	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑲ 発 明 者	水 野 広	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑲ 発 明 者	杉 英 邦	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑲ 発 明 者	二 村 正 和	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑲ 発 明 者	日 比 均	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑲ 出 願 人	日本電装株式会社	刈谷市昭和町1丁目1番地	
⑲ 代 理 人	弁理士 大川 宏	外 2 名	

明 細 書

1. 発明の名称

車両用対トンネル事前制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) 車両の前方の光線を検出する検出装置と、該検出装置の出力する検出信号をサンプリングしてデジタル化して記憶する検出信号処理装置と、

該検出信号処理装置に記憶された検出パターンからトンネルパターンを判別するパターン認識装置と、

該パターン認識装置によって、トンネルパターンが判別された時は、車両に搭載されたアクチュエータをトンネル走行状態に切換る制御信号を出力する制御信号出力装置とから成る車両用対トンネル事前制御装置。

(2) 前記制御信号出力装置は、前記トンネルパターンの認識後所定時間経過後、前記制御信号を出力するものである特許請求の範囲第1項記載の車両用対トンネル事前制御装置。

(3) 前記制御信号出力装置は、車両の走行距離を測定する装置を有し、前記トンネルパターン認識後、車両が所定の距離走行する間、前記制御信号を出力するものである特許請求の範囲第1項記載の車両用対トンネル事前制御装置。

(4) 前記制御信号出力装置は、トンネルセンサを有し、トンネルセンサからの信号が、トンネル外走行状態を示す時、前記制御信号の出力を停止するものである特許請求の範囲第2項又は第3項記載の車両用対トンネル事前制御装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、車両がトンネルに進入するのを事前に予知し、車両に搭載された各装置をトンネル走行状態に適した状態に切換える装置に関する。本発明はたとえば自動車等の内外気切替装置をトンネルに進入前に内気側に切換えることができ、自動車の快適な運転を遂行することができる。

(従来の技術)

トンネル内は、車の排気ガスのために、空気が

構成されている。従ってトンネルに侵入した場合には、窓を開めたり、空調装置の内外気切替え装置を内気側に切替えたりしている。又その他、トンネル侵入時には、前照灯を点灯したり、ラジオを所定の周波数にセットしたりしている。これらの操作は運転手操作によって行なわれているため運転者にとって煩わしいものである。この様な欠点を克服するため、自動車の屋根の上方の設備物を検出する超音波センサ又は、ナトリウムランプに感応する感度選択性のある光センサを用いてトンネルに侵入したことを判定し、各種のアクチュエータをトンネル走行に過した状態に自動的に制御する装置が知られている。然しながら、車両がトンネルに侵入した後に、外気を遮断したり、前照灯を点灯したり、ラジオを所定の周波数に設定したりするのは、すでに手遅れである場合が多く、運転者にとって快適な運転を営むのに不適切なものである。従ってトンネルに侵入することを事前に予測できれば、その時に、事前に各種のアクチュエータをトンネル走行状態に切替えるこ

とが望ましい。

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は上記の欠点を改良するために従されたものであり、トンネルへ侵入前に行う各種の操作の煩わしさを改善し、トンネル走行に適した状態に切替えるタイミングの遅れのために生じる各種の不便さを解消しようとするものである。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、車両の前方の光線を検出する映像検出器と、

映像検出器の出力する映像信号をサンプリングしてデジタル化して記憶する映像信号処理装置と、

映像検出器処理装置に記憶された映像パターンからトンネルパターンを判別するパターン認識装置と、

該パターン認識装置によって、トンネルパターンが判別された時は、同時に記憶されたアクチュエータをトンネル走行状態に切替える制御信号を出力する制御信号出力装置とが形成する車両相對ト

ンネル事前制御装置である。

ここで、車両の前方の光線を検出する映像検出器とは、レンズ、光を導くファイバケーブル、その映像を映像信号に変換する撮像部、CCD等の固体イメージセンサ等の組合せ装置をいう。映像検出器によって検出された映像信号は、映像信号処理装置により、サンプリングされ、デジタル化されて、その映像の輝度が記憶される。デジタル化された映像はパターン認識装置によって、トンネルのパターンか否かを判別される。パターン認識装置は例えば予めトンネルパターンを記憶した記憶装置から標準となるトンネルパターンを取り出し、測定された映像パターンと比較することによってパターン認識を行なうものである。具体的には、検出された映像パターンは、相対輝度のパターンに変換されるのが望ましい。その相対輝度パターンにおいて所定の基準トンネルパターンと比較される。また相対輝度パターンは、さらに簡略化するため、明暗2値レベルに変換されても良い。このとき、基準パターンも2値化されて

いる。さらに、相対輝度パターンは、パターン面積が所定値となる様に正規化の処理を行うのが望ましい。更には、トンネルパターンは昼間時と夜間時において相違するので、昼間、夜間の2種類の基準パターンを設けるのが望ましい。

制御信号出力装置は上記パターン認識装置によりトンネルパターンであると判別された時に車両に搭載されたアクチュエータをトンネル走行状態に切替える信号を出力する。このアクチュエータとは例えば空調装置の内外気切替え装置、パワーステアリング、前照灯、ラジオ等である。この制御信号は上記トンネルパターンが認識された時、所定の時間遅延して出力するのが望ましい。即ち、映像パターンはトンネルに近づくに伴って検出角度等によりその形状が変化することがあるため、一度トンネルパターンであると判定されたにもかかわらず、基準トンネルパターンと非類似であると再判定され、トンネル侵入前にトンネル検出が解除されるおそれがあるからである。又、前述所定の時間の代わりに、車両の走行距離を測定する

装置を脱けて車両が一定距離を走行する間、前記制御信号を出力するようにしてもよい。更に望ましい実施態様としては、トンネルセンサを設け、トンネルセンサからの信号がトンネル外走行状態を示すときに、前記制御信号の出力を停止するようにするのが望ましい。即ち、トンネルであると判定された後一定時間、又は一定距離走行する間、トンネル走行状態にアクチュエータを切替る信号を出力する。この間に車両は、トンネル内に進入する。トンネル進入後は、トンネルセンサによってアクチュエータを制御する。従って、車両がトンネルを脱出した時は、トンネルセンサによって、そのことが検出されるので、トンネル外走行状態にアクチュエータを切替ることができる。このようにすれば、トンネルの長短による誤動作を防止することができる。上記トンネルセンサには、車両の上部の障害物を検出する超音波センサ、トンネル内に設けられたナトリウムランプの発光波長を検出する光センサ等を用いることができる。

[実施例]

図1は、即ち、CPU31と記憶装置32とその記憶装置上に記憶されたソフトウェアによって実現されている。又、制御信号出力装置は同じくコンピュータ上のソフトウェアによって実現でき、本実施例では更に車速センサ41、車体上部の障害物を検出する超音波センサ42を有し、それらはCPU31に接続されている。CPU31の出力は内外気切替器51、前照灯スイッチ52、パワーウィンドウスイッチ53に供給されている。

第2図は本実施例装置において、使用されたコンピュータの処理を示すフローチャートである。本実施例装置の作用を、そのフローチャートによって説明する。CPU31は、ステップ100から実行を開始し、各種の初期セットを行なう。特にパラメータFをリセットする。パラメータFは記憶装置24、又は25を選択するためのパラメータである。ステップ102で映像信号処理装置を起動する。この場合には映像信号は、RAM0に記憶する。記憶装置としてRAM0及びRAM1、2つの分割領域を用いたのは、映像信号の取り

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて詳述する。第1図は、本発明の具体的な一実施例に係る制御装置の構成を示したブロックダイヤグラムである。映像検出器は車両前方の反射光を受光するレンズ11、それによって収束された光を導くガラスファイバ12、その光を受光するCCDから成るイメージセンサ13、映像信号を取り出すレジスタ14、イメージセンサ13を操作する動作信号発生器15及び映像信号を増幅する増幅器16とからなる。

映像信号処理装置は各種のタイミング信号を発生するタイミング信号発生回路21と、増幅器16から出力される映像信号をタイミング信号発生回路21からの信号に基づいてサンプリングし、デジタル信号に変換するA/D変換器22と、A/D変換器22の出力信号を記憶する記憶装置24、25(RAM0、RAM1)と、その記憶装置を選択するゲート制御回路23とから成立っている。

パターン認識装置はコンピュータ装置により実

現に時間がかかるためにバッファ作用を有せざるためである。CPU31から初期信号V1が出力されると、タイミング信号発生回路21は駆動され、それから出力される水平同期信号に同期して信号発生器15は、イメージセンサ13を走査して映像信号V2を取り出す。映像信号V2を増幅器16によって増幅された後、A/Dコンバータ22に入力する。A/Dコンバータ22はタイミング信号発生回路21からの出力信号V3に同期して映像信号をサンプリングしてデジタル化する。タイミング信号発生回路21からの出力信号V3は映像信号発生器15から出力される走査信号と同期している。又その出力信号V3はアドレスカウンタ26及び27に入力し、それぞれアドレスカウンタの値を更新する。アドレスカウンタはRAMのアドレスを指定するものである。又CPU31からの信号V1はゲート制御回路23に入力し、ゲート制御回路23は、その信号が1つ入力されるごとに、記憶装置24、25を交互に切替えて駆動する。このようにして、ステップ10



4において、その記憶装置24(RAM0)の右するステータスレジスタを読み取り、レディ状態になったかを判定し、全ての映像信号が入力されているかが判定できる。ステップ106では、次の映像信号を読み取りRAM1に記憶する。次にステップ108でRAM0上の映像パターンに基づき最大輝度を1Mを抽出する。そしてステップ110で最大輝度を1として映像パターンを相対輝度に変換する。相対輝度に変換するのは背景の明るさによるパターン認識の誤差を少なくするためである。更にステップ112において、相対輝度パターンを一画のレベルを基準とし、明暗2つの状態に2値化する。次にステップ114で、その2値化されたパターンと第3図(a)に示すような基準となるトンネルパターンと比較する。この基準トンネルパターンは、第3図(b)の70の部分を取部とするものである。この基準トンネルパターンとの比較は、別定された映像パターンの明暗部の面積を、基準トンネルパターン70の面積と等しくなるように、映像パターンを正規化して行

う。両パターンの比較により、相関度が一定範囲になる場合にトンネルパターンと認識する。ステップ116でトンネルであると判定された場合には、トンネル走行状態へ切替操作をするためのステップへ移行する。そうでない場合には、ステップ118に移り、第2基準トンネルパターンと比較する。即ち、ステップ114では、昼間のトンネルパターンと比較するものであり、ステップ116では夜間のトンネルパターンと比較するものである。第3図(c)に示すように昼間においては、発光量はトンネル部分において小さくなるような特性を示す。然しながら夜間においては、第3図(d)に示すように、トンネル内側の照弱増であるナトリウムランプのためにトンネル部分が明るくなり、逆に背景が暗くなる。従って夜間のトンネルパターンを第2トンネルパターンとして採用しておく必要がある。ステップ118で上記と同様な手法でパターン認識を行った後、トンネルであると判定された場合にはステップ122に移行する。即ち、ステップ122では各種のア

クチュエータをトンネル走行状態に作動させるための制御信号V4を出力する。ここでは、内外気流替え装置を内気側に切り替え、警報灯を点灯し、パワーウィンドウを作動してウィンドウを開じる。次にステップ124に移り、車速センサ41から速度を読み取り、ステップ126でその速度を一定時間ごとに累積した行程距離を求める。ステップ128で走行距離Lが所定の値PLに達したかが判定される。達しない場合にはステップ130で一定時間ウエイトした後、ステップ124に移り同様な処理を繰り返す。ステップ128でLがLPに等しくなった時には、ステップ132に移行する。ステップ132では超音波センサ42からの信号を入力し、ステップ134でトンネルであると判定された場合には、ステップ136でLがウエイトした後、同様な処理を繰り返す。即ち、トンネル内であることが検出されている間は、制御信号V4を保持することになる。トンネルでない場合には即ち、トンネルを脱出した時は、ステップ138に移り、制御信号V4をオフにする。

この結果、各アクチュエータは、トンネル侵入前の状態に復帰する。ステップ116又は120においてパターン認識の結果、トンネルでないことが判定された場合には、ステップ140に移り、次の映像信号の取り込みを行なう。即ち、Fが0である場合には、ステップ142に移り、RAM0に映像信号を取り込む。そしてステップ144でFの値を1に設定した後、ステップ150に移り、RAM1がレディであるか否かを判定し、レディである場合にはステップ108に戻って次の映像パターンの処理を行なうことになる。ステップ140でFが1の場合には146に移り、RAM1に映像信号を記憶する。そして以下同様な処理を行なう。即ち、このステップ142及び146はバッファ作用を果たせ、記憶領域に映像信号を収容する動作と、CPU31による映像パターンの処理とを同時に行うためのステップである。上記実施例では、昼間と、夜間のトンネルパターンを連続して判定しているが、昼夜を検出する光センサを用いて、その信号に応じて、いずれか1の基準

車トンネルパターンと比較するようによい。

トンネルパターンの特性を示した図である。

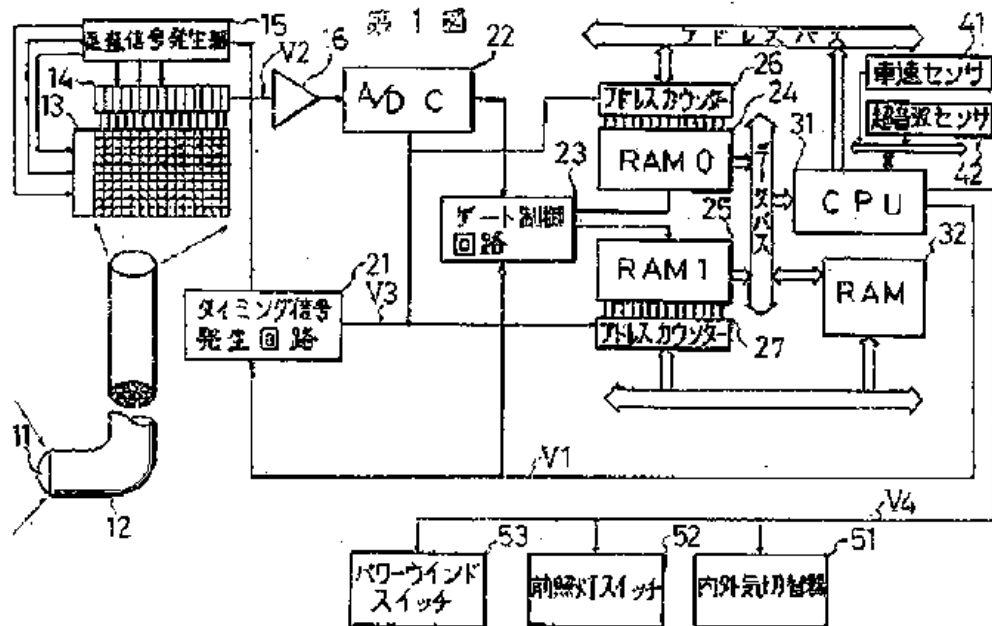
〔発明の効果〕

以上要するに本発明は、車両前方の映像を検出して、この映像を解析して、トンネルに侵入することを予め予測し、その予測結果に基づいてトンネル走行状態に適したように各種のアクチュエータを制御するものである。従って本発明装置によれば、トンネル侵入前にトンネルが近づいたことが検出され、所定の制御が事前に自動的に行なわれるので、運転者はトンネル侵入するに際して特別な操作をする必要がない。又トンネル侵入前に所定の作動が行なわれるのでトンネル走行状態への明瞭さが遅れることなく走行を快適にする。

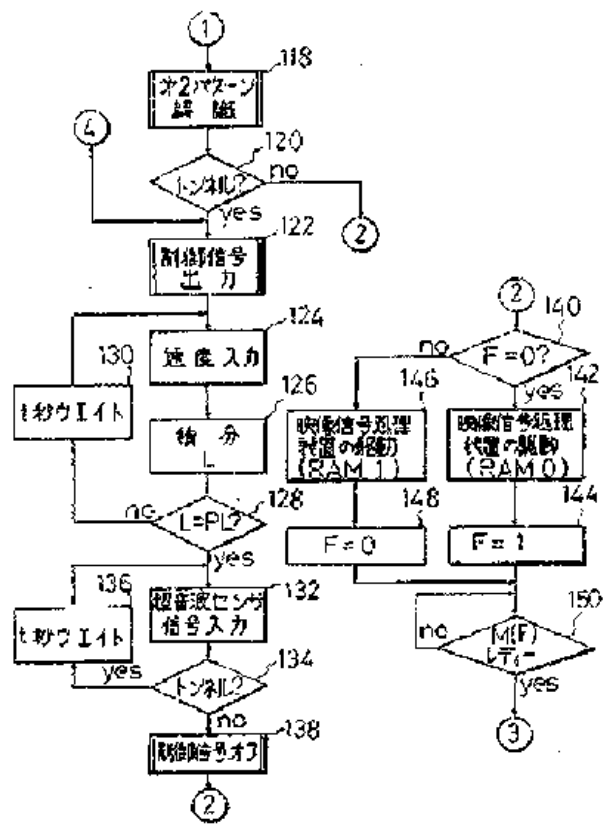
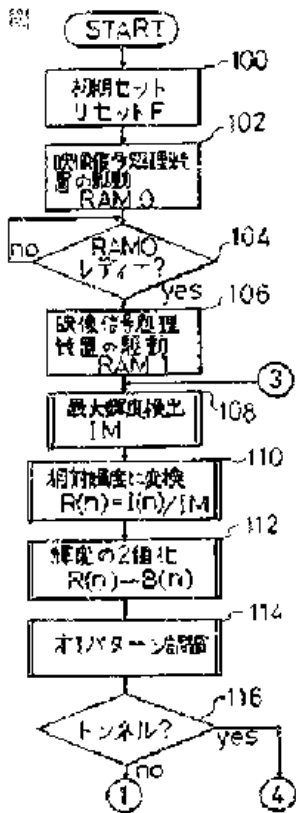
特許出願人	日本電気株式会社
代理人	弁理士 大川 宏
同	弁理士 直谷 隆
同	弁理士 丸山明夫

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の具体的な一実施例に係るトンネル事前制御装置の具体的な構成を示したブロックダイヤグラムである。第2図は同実施例装置において使用されるコンピュータの処理を示すフローチャートである。第3図は比較の基準となる

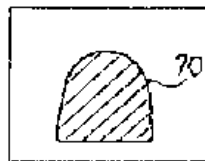


第 2 図

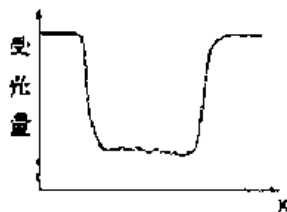


第 3 図

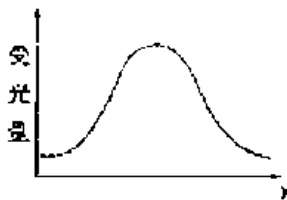
(a)



(b)



(c)



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-83742  
(P2003-83742A)

(43)公開日 平成15年3月19日(2003.3.19)

(51)Int Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ページト(参考)
G 0 1 C 3/06		G 0 1 C 3/06	V 2 F 0 6 5
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 C 2 F 1 1 2
	6 2 6		6 2 4 F 5 B 0 5 7
			6 2 6 C 5 C 0 5 4
			6 2 6 D 5 H 1 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 ○L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-277998(P2001-277998)

(22)出願日 平成13年9月13日(2001.9.13)

(71)出願人 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72)発明者 楠 圭二

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士

重工業株式会社内

(74)代理人 100101982

弁理士 久米川 正光

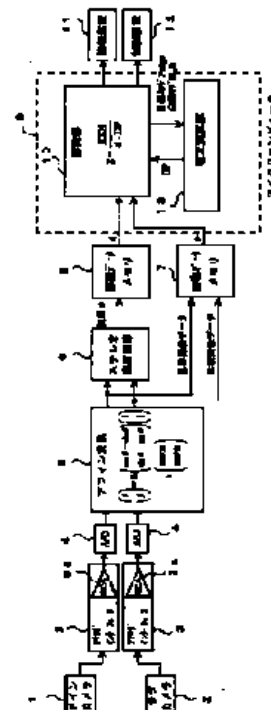
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 監視システムの距離補正装置および距離補正方法

(57)【要約】

【課題】ステレオカメラの水平ずれに起因した誤差を含む視差を補正する。

【解決手段】ステレオ演算回路6は、ステレオカメラより得られた一対の撮像画像に基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出する。認識部10は、視差と消失点視差とに基づいて、対象物までの距離を算出する。補正演算部13は、一方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに空間的に平行な複数の近似直線を算出し、この近似直線の交点から第1の消失点を算出するとともに、他方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに平行な複数の近似直線を算出し、この近似直線の交点から第2の消失点を算出し、第1の消失点と第2の消失点とのずれ量に基づいて、消失点視差を補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】監視システムの距離補正装置において、  
 一对の撮像画像を得るステレオ撮像手段と、  
 前記ステレオ撮像手段により得られた一对の撮像画像に基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出する視差算出手段と、  
 前記視差算出手段により算出された視差と消失点視差とに基づいて、対象物までの距離を算出する距離算出手段と、

一方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに空間的に平行な複数の近似直線を算出し、当該近似直線の交点から第1の消失点を算出するとともに、他方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに平行な複数の近似直線を算出し、当該近似直線の交点から第2の消失点を算出する消失点算出手段と、

前記消失点算出手段により算出された前記第1の消失点と前記第2の消失点とのずれ量に基づいて、前記消失点視差を補正する補正手段とを有することを特徴とする監視システムの距離補正装置、

【請求項2】撮像画像中に写し出された景色から、距離方向に延在する互いに空間的に平行な複数の基準対象物を検出するとともに、撮像画像平面における基準対象物の位置を特定する検出手段をさらに有し、

前記消失点算出手段は、前記検出手段によって複数の基準対象物が検出された場合、当該基準対象物のそれぞれについて撮像画像平面における近似直線を算出することを特徴とする請求項1に記載された監視システムの距離補正装置、

【請求項3】前記基準対象物は、撮像画像に写し出された道路上の左右の車線であることを特徴とする請求項2に記載された監視システムの距離補正装置、

【請求項4】前記基準対象物は、撮像画像に写し出された壁と床との境界を示す左右の境界線であることを特徴とする請求項2に記載された監視システムの距離補正装置、

【請求項5】前記基準対象物は、撮像画像に写し出された線路の左右のレールであることを特徴とする請求項2に記載された監視システムの距離補正装置、

【請求項6】監視システムの距離補正方法において、  
 同一の景色を同一の時刻に撮像した一对の撮像画像に基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するステップと、  
 前記視差と消失点視差とに基づいて、対象物までの距離を算出するステップと、

一方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに空間的に平行な複数の近似直線を算出し、当該近似直線の交点から第1の消失点を算出するステップと、  
 他方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに空間的に平行な複数の近似直線を算出し、当該近似直線の交点から第2の消失点を算出するステップと、

前記第1の消失点と前記第2の消失点とのずれ量に基づいて、前記消失点視差を補正するステップとを有することを特徴とする監視システムの距離補正方法、

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステレオカメラの位置ずれに起因した誤差を含んだ距離情報を補正する、監視システム用の距離補正装置および距離補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、CCD等の固体撮像素子を内蔵した一对の車載カメラ（ステレオカメラ）を用いたステレオ式車外監視装置が注目されている。三次元計測技術の一つであるステレオ法では、一方の画像におけるある画素ブロックと相関を有する領域を他方の画像において特定する。そして、この画素ブロックの視差、すなわち、双方の画像（ステレオ画像）における画素ブロックの相対的なずれ量に基づき、三角測量の原理を用いて対象物までの距離を算出する。したがって、ステレオマッチングの精度を高めるためには、換言すると、信頼性の高い距離情報を得るためには、視差以外の位置的なずれがステレオ画像に存在しないことが望ましい。しかしながら、実際は、ステレオカメラの機械的な取付精度に起因した位置ずれ（例えば、水平方向や垂直方向への並進ずれ、或いは回転ずれ等）が存在する。この位置ずれのうち、特に、水平方向の並進ずれ（以下「水平ずれ」という）は、ステレオ画像における視差の誤差となって現れるため、それに基づき算出された距離は実測値と異なってしまう。

【0003】例えば、特開2001-160137号公報には、ステレオカメラを用いた監視システムにおいて、ステレオカメラの水平ずれに起因した誤差を含む算出距離を、消失点視差DPを用いて補正する手法が開示されている。この距離補正手法では、一方の撮像画像（基準画像）平面上に写し出された左右の車線の交点から消失点JV2Dを算出し、この消失点JV2Dに基づいて道路面の傾き角度 $\alpha$ を検出する。この傾き角度 $\alpha$ は、消失点JV2Dに基づいて、写真解析の手法を用いて算出される。また、ステレオ処理によって算出された距離画像（算出距離群の二次元的な配列）を用いて、三次元空間における道路面の傾き角度 $\alpha'$ を検出する。そして、これらの傾き角度 $\alpha$ 、 $\alpha'$ の差異を求め、両者が一致するように消失点視差DPを補正する。

【0004】また、特開平6-341837号公報には、上述した水平ずれの影響の低減を図る車間距離計測装置が開示されている。この計測装置では、自車両前方を撮影することにより得られる一对の撮像画像のそれぞれについて、左右の車線の交点より算出される消失点と、先行車の像の中心軸（対称軸）とを求める。つぎに、一方の撮像画像上における消失点と中心線との視差

を算出するとともに、他方の撮像画像上における消失点と中心線との視差とを算出する。そして、両視差を合計することによって、先行車までの距離を算出する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、ステレオカメラの位置ずれ、特に水平ずれに起因した誤差を含む視差を補正する、新規な距離補正手法を提供することである。

【0006】また、本発明の別の目的は、補正された視差を用いて対象物までの距離を算出することにより、距離計測の精度の向上を図ることである。

【0007】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するために、第1の発明は、一对の撮像画像を得るステレオ撮像手段と、ステレオ撮像手段により得られた一对の撮像画像に基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出する視差算出手段と、視差算出手段により算出された視差と消失点視差とに基づいて、対象物までの距離を算出する距離算出手段と、一方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに空間的に平行な複数の近似直線を算出し、この近似直線の交点から第1の消失点を算出するとともに、他方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに空間的に平行な複数の近似直線を算出し、この近似直線の交点から第2の消失点を算出する消失点算出手段と、消失点算出手段により算出された第1の消失点と第2の消失点とのずれ量に基づいて、消失点視差を補正する補正手段とを有する監視システムの距離補正装置を提供する。

【0008】ここで、上記第1の発明において、撮像画像中に写し出された景色から、距離方向に延在する互いに平行な複数の基準対象物を検出するとともに、撮像画像平面における基準対象物の位置を特定する検出手段をさらに設けてもよい。この場合、消失点算出手段は、検出手段によって複数の基準対象物が検出されたならば、検出された基準対象物のそれぞれについて撮像画像平面における近似直線を算出することが好ましい。

【0009】上記基準対象物は、撮像画像に写し出された道路上の左右の車線であってもよく、撮像画像に写し出された車と床との境界を示す左右の境界線であってもよい。また、撮像画像に写し出された線路の左右のレールを基準対象物として用いてもよい。

【0010】第2の発明は、同一の景色を同一の時刻に撮像した一对の撮像画像に基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するステップと、視差と消失点視差とに基づいて、対象物までの距離を算出するステップと、一方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに空間的に平行な複数の近似直線を算出し、これらの近似直線の交点から第1の消失点を算出するステップと、他方の撮像画像平面において、距離方向に延在する互いに空間的に平行な複数の近似直線を算出し、これら

の近似直線の交点から第2の消失点を算出するステップと、第1の消失点と第2の消失点とのずれ量に基づいて、消失点視差を補正するステップとを有する監視システムの距離補正方法を提供する。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本実施形態に係るステレオ式車外監視装置の構成を示すブロック図である。ルームミラーの近傍に取付けられたステレオカメラは、通常の走行状態において、自車輛前方の道路や先行車等を含む景色（同一の景色）を同一の時刻で撮像する。このステレオカメラは、CCDやCMOSセンサ、或いは、赤外線カメラ等のイメージセンサを内蔵した一对のカメラ1、2で構成されており、各カメラ1、2は、車幅方向において所定のカメラ基線長で取付けられている。基準画像信号を出力するメインカメラ1は、車輛の進行方向に向かって右側に取付けられている。一方、比較画像信号を出力するサブカメラ2は、進行方向に向かって左側に取付けられている。カメラ対1、2は、互いに同期が取れており、同一タイミングで前方の景色を撮像し、2系統のアナログ画像信号を出力する。これらのアナログ画像信号は、後段の回路の入力レンジに合致するように、アナログインターフェース3において調整される。また、アナログインターフェース3中のゲインコントロールアンプ(GCA)3aにおいて画像の明るさバランスが調整される。

【0012】アナログインターフェース3において調整されたアナログ画像信号は、A/Dコンバータ4により、所定の輝度階調（例えば、256階調のグレースケール）のデジタル画像データに変換される。デジタル化された各データは、補正回路5においてアフィン変換が施される。各カメラ1、2の位置ずれ、そしてそれに起因したステレオ画像のずれは、画像にアフィン変換を施すことにより等価的に補正される。ここで、「アフィン変換」とは、画像を回転、移動または拡大・縮小する幾何学的な座標変換の総称をいう。補正回路5は、1つのアフィンパラメータ $K$ 、 $\theta$ 、SHFTI、SHFTJを用いて、原画像に対して下式で示した線形変換を施す。

【数1】

$$\begin{pmatrix} i' \\ j' \end{pmatrix} = K \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i \\ j \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \text{SHFTI} \\ \text{SHFTJ} \end{pmatrix}$$

【0013】この数式において、 $(i, j)$ は原画像の座標であり、 $(i', j')$ は変換後の座標である。また、アフィンパラメータSHFTI、SHFTJはそれぞれ、 $i$ 方向（画像の水平方向）への移動、 $j$ 方向（画像の垂直方向）への移動を表している。また、アフィンパラメータ $\theta$ 、 $K$ はそれぞれ $\theta$ の回転、 $K$ 倍の拡大（ $|K| < 1$ の場合は縮小）を示している。ステレオ画像にアフィン変換

を施すことによって、ステレオマッチングの精度を確保する上で重要な「ステレオ画像における水平線の一致」が保証される。なお、補正回路5の詳細なハードウェア構成については、特開平10-307352号公報に記載されているので、必要ならば参照されたい。

【0014】このような画像処理を経て、メインカメラ1の出力信号から、例えば、水平方向が512画素、垂直方向が200画素の画像領域における各画素の輝度値が基準画像データとして得られる。また、サブカメラ2の出力信号から、基準画像と垂直方向長が同じで、基準画像よりも大きな水平方向長を有する比較画像データが得られる（一例として、水平方向が640画素、垂直方向が200画素）。なお、二次元平面である画像の「i-j」座標系は、画像の左下隅を原点として、水平方向をi座標軸、垂直方向をj座標軸とする（単位は画素）。基準画像データおよび比較画像データは、画像データメモリ7に格納される。

【0015】ステレオ演算回路6は、基準画像データと比較画像データとに基づいて視差dを算出する。視差dは、基準画像において、例えば4×4画素の画素ブロック毎に一つ算出されるため、一フレーム分の基準画像全体では最大で128×50個算出され得る。基準画像中の一画素ブロック（以下「対象画素ブロック」という）の視差diを算出する場合、まず、その対象画素ブロックの輝度特性と相関を有する領域を比較画像において特定する。周知のとおり、ステレオ画像に写し出された対象物までの距離は、ステレオ画像における視差、すなわち、基準画像と比較画像との間における画素ブロックの水平方向のずれ量として現れる。したがって、比較画像中の画素ブロック（以下「比較画素ブロック」という）を探索する場合、対象画素ブロックのj座標と同じ水平線（エピポーラライン）上を探索すればよい。ステレオ演算回路6は、このエピポーラライン上を一画素ずつシフトしながら、比較画素ブロック毎に対象画素ブロックとの相関を評価する（ステレオマッチング）。

【0016】二つの画素ブロックの相関関係は、例えば、周知の相関評価手法であるシティブロック距離を用いて評価することができる。ステレオ演算回路6は、エピポーラライン上に存在する領域（対象画素ブロックと同一面積）毎にシティブロック距離を求め、基本的には、シティブロック距離の値が最小となる領域を対象画素ブロックと相関先とする領域を特定する。そして、対象画素ブロックと相関先に係る画素ブロックとの水平方向のずれ量が視差diとなる。なお、シティブロック距離の算出に関するハードウェア構成および相関先の詳細な決定手法については、特開平5-114099号公報に開示されているので必要ならば参照されたい。ステレオ演算回路6によって算出された視差dは距離データメモリ8に格納される。

【0017】マイクロコンピュータ9（機能的に捉えた

場合、その機能的ブロックである認識部10）は、画像データメモリ7から基準画像データを読み出し、基準画像中に写し出された対象物（例えば先行車等）を周知の画像認識技術を用いて認識する。また、認識部10は、距離データメモリ8から読み出した視差dを基本パラメータとして、下式に基づいて対象物までの距離Zを算出する。

【数2】

$$Z = \frac{KZH}{d - DP}$$

【0018】同式において、KZHは所定の定数（カメラ基線長/水平視野角）であり、DPは消失点視差である。本実施形態において、消失点視差DPは視差補正值（可変）であり、その値は後述する補正演算部13において算出される。

【0019】また、認識部10は「道路形状の認識」を行う。ここで、「道路形状の認識」とは、三次元的な道路形状を左右の車線（白線や追い越し禁止ライン等）に関する関数で表現し、この関数の各パラメータを、実際の道路形状（直線、カーブ曲率または起伏）に合致するような値に設定することである。なお、以下の説明では、車線の典型である白線を例に説明するが、追越し車線等を含めた各種車線に対しても適用可能である。以下、本実施形態における白線モデルの算出手法を図2を参照しつつ説明する。

【0020】まず、基準画像において白線エッジPedge、すなわち、水平方向の輝度エッジ（隣接画素間の輝度の変化量が大きい箇所）の内、白線に起因して生じたものが特定される。白線エッジPedgeは、走行路の左側と右側とについて別個に探索され、複数の左白線エッジPedge1と複数の右白線エッジPedge2とがそれぞれ特定される。具体的には、下記の3つの条件を具備する輝度エッジが白線エッジPedgeとして認識される。

【0021】（白線エッジの3条件）

1. 輝度変化量が所定値以上である輝度エッジで、かつ、輝度エッジの内側（画像中央側）の画素よりも外側（画像端側）の画素の方が輝度が大きいこと  
すなわち走行路の左右の白線に起因した白線エッジPedgeは、図2に示したように、白線の内側の境界（白線と舗装路との境界）における輝度エッジである。

【0022】2. 条件1を満たす白線エッジPedgeの候補に因して、それと同一水平線上の外側にさらに輝度エッジが存在し、かつ、この輝度エッジの外側の画素よりも内側の画素の方が輝度が大きいこと  
白線は所定の幅を有しているため、白線エッジPedgeの外側にも境界が存在する。この条件は、このような白線の特徴に鑑みて設けられたものである。

【0023】3. 条件1を満たす白線エッジPedgeを含む画素ブロックに因して、視差dが算出されていること  
白線エッジPedgeが存在する箇所に視差dが算出されて

いなければ、その白線エッジPedgeは道路形状を認識するのに有効な情報とはならない。

【0024】認識部10は、特定された白線エッジPedge毎に、その座標(i, j)およびその視差dを下記の数式3および数式4に示した周知の座標変換式に代入することにより、その実空間上の座標(X, Y, Z)を算出する。

【数3】

$$Y = CAH - Z(V - J)PWV$$

【数4】

$$X = \frac{r}{2} + Z(IV - i)PWH$$

【0025】ここで、定数CAHはステレオカメラ1, 2の取付高さ、定数rはステレオカメラ1, 2の取り付け間隔、定数PWV, PWHはそれぞれ1画素当たりの垂直視野角、水平視野角である。また、定数IV, JVはそれぞれ予め設定された消失点Vのi座標値、j座標値である。また、白車線の位置を基準に設定された実空間上の座標系は、ステレオカメラ1, 2の中央真下の道路面を原点として、車幅方向をX軸、車高方向をY軸、車長方向(距離方向)をZ軸とする。撮像画像に写し出された対象物(先行車、立体物、または道路等)に関して、画像平面上の座標(i, j)および視差dが特定されると、数式2～数式4に示した変換式に基づいて、実空間上の座標(X, Y, Z)を一義的に特定することができる。

【0026】このようにして特定された各白線エッジPedgeの実空間上の座標(X, Y, Z)に基づいて白線モデルが特定される。白線モデルは、認識範囲(例えばカメラ位置から車幅前方8.4m先まで)内の左右の白線エッジPedge1, Pedge2のそれぞれに関して所定区間ごとに近似直線を求め、これを折れ線状に連結して表現したものである。一例として示す図3の白線モデルは、認識範囲を7つの区間に分けて、各区間における左右の白線エッジPedge1, Pedge2毎に最小二乗法を用いて下式の直線で近似している。

【数5】(左白線モデルL)

$$X = a_L \cdot Z + b_L$$

$$Y = c_L \cdot Z + d_L$$

(右白線モデルR)

$$X = a_R \cdot Z + b_R$$

$$Y = c_R \cdot Z + d_R$$

【0027】これらの白線モデルL, Rは、道路のカーブ曲率を表現したカーブ関数(X=f(Z))と、道路の勾配や起伏を表現した勾配関数(Y=f(Z))とで構成されている。したがって、実空間における道路の三次元的な変化状態は、左右の白線モデルL, Rによって把握することができる。認識部10により算出された各白線エッジPedgeおよび左右の白線モデルL, Rは補正演算部13に伝達される。

【0028】認識部10は、先行車や道路形状に関する認識結果に基づいて、警報が必要と判定した場合、モニタやスピーカー等の警報装置11を動作させてドライバーに注意を促す。また、必要に応じて制御装置12を制御することにより、AT(自動変速機)のシフトダウンやエンジン出力の抑制、或いはブレーキの作動といった車輛制御が実行される。

【0029】つぎに、本実施形態にかかる視差補正の詳細を、図4および図5に示すフローチャートを参照しながら説明する。補正演算部13は、このフローチャートに示した一連の手順に従って消失点視差DPの値を更新し、その値を認識部10にフィードバックする。なお、このフローチャートは、所定期間のサイクル毎に繰り返して実行される。

【0030】まず、ステップ1において、補正演算部13は、認識部10において算出された一对の撮像画像(基準画像および比較画像)のそれぞれに関して、白線エッジPedgeと白線モデルL, Rとを読み込む。つぎに、ステップ2において、基準画像において左右の白線が存在するか否かが判断される。これは、認識部10において左右の白線モデルL, Rが算出されているかを調べることにより判断することができる。また、左白線エッジPedge1と右白線エッジPedge2とが算出されているか否かを調べることにより判断してもよい。

【0031】ステップ2において否定判定された場合、すなわち左右の双方に白線が存在しない場合は、互いに平行な線分を抽出できないので消失点を算出することができない。したがって、制御の安定性を図るため、消失点視差DPの現在値を変更することなくリターンへ進み、今回のサイクルにおける本フローチャートの実行を終了する。一方、ステップ2において肯定判定された場合は、ステップ3に進む。

【0032】ステップ3において、左右の白線の信頼性が評価される。具体的には以下の2つの点が評価される。そしてステップ4において白線として信頼できると判断された場合のみステップ5に進む。一方、白線として信頼できないと判断された場合は、消失点視差DPの値を変更することなくリターンへ進む。

【0033】(白線の信頼性評価)

1. 前回のサイクルにおける白線位置と今回のサイクルにおける白線位置とのずれが所定値よりも大きい場合は白線としての信頼性が低いと判断する。具体的には、従前のサイクルで検出された白線エッジPedgeの位置と今回のサイクルで検出された白線エッジPedgeの位置的が大きくずれている場合には白線としての信頼性が低いと判断する。

【0034】2. 白線がどのくらい先まで見えているかを検証する。白線は少なくともある程度の長さを有している。したがって、フレーム間の白線の推移も考慮して、白線エッジPedgeが進行方向において一定の長さ



以上延在していない場合には白線としての信頼性が低いと判断する。

【0035】ステップ5において、白線モデル $R$ 、 $L$ に基づいて、白線の直線性が評価される。正確な消失点を算出するためには、その算出ベースとなる左行の白線が直線的に延在している必要があり、カーブした白線からは正確な消失点を算出することができない。そこで、ステップ6において白線が直線であると判断された場合のみステップ7へ進み、それ以外の場合は、消失点視差 $D$ の値を変更することなくリターンへ進む。

【0036】白線の直線性は、例えば、認識部10において算出された白線モデル（カーブ関数 $X=f(Z)$ ）に基づいて評価することができる。図4を参照しながら説明すると、まず、 $Z-X$ 平面における所定の距離レンジ（例えば $0\sim Z2$ ）におけるカーブ関数の傾き $A1$ （左右の白線 $L$ 、 $R$ の傾き $a1$ 、 $a2$ の平均）を算出する。この傾き $A1$ は、第1区間における傾き $a1$ と第2区間における傾き $a2$ との平均値を用いる。つぎに、その先の所定の距離レンジ（例えば $Z2\sim Z4$ ）におけるカーブ関数の傾き $A2$ を算出する。この傾き $A2$ は、第3区間における傾き $a3$ と第4区間における傾き $a4$ との平均値を用いる。そして、傾き $A1$ と傾き $A2$ との差（絶対値）を求め、この差が所定のしきい値以下であれば白線が直線であると判断する。

【0037】図5に示すステップ7以降の手順は、消失点視差 $D$ の更新処理に関する。まず、ステップ7において、基準画像における所定の距離レンジ（例えば $0\sim Z2$ ）内に存在する複数の左白線エッジ $Pedge1$ の近似直線 $L1m$ が、最小自乗法により算出される（図6参照）。同様に、その距離レンジ内に存在する複数の右白線エッジ $Pedge2$ の近似直線 $L2m$ も最小自乗法により算出される。そして、ステップ8において、図6に示したように近似直線 $L1m$ 、 $L2m$ の交点を特定することで、基準画像における消失点 $Vm$ （ $IVm$ 、 $JVm$ ）の $i$ 座標値 $IVm$ が算出される。

【0038】続くステップ9において、基準画像の場合と同様の手法で、比較画像における所定の距離レンジ（例えば $0\sim Z2$ ）内に存在する複数の左白線エッジ $Pedge1$ の近似直線 $L1s$ が最小自乗法により算出される。それとともに、所定の距離レンジ内に存在する複数の右白線エッジ $Pedge2$ の近似直線 $L2s$ も最小自乗法により算出される。そして、ステップ10において、近似直線 $L1s$ 、 $L2s$ の交点を特定することで、比較画像における消失点 $Vs$ （ $IVs$ 、 $JVs$ ）の $i$ 座標値 $IVs$ が算出される。

【0039】そして、ステップ11において、これらの消失点 $IVm$ 、 $IVs$ に基づいて、視差補正值、すなわち消失点視差 $D$ の更新処理が行われる。基本的には、基準画像側に関して算出された消失点 $Vm$ の $i$ 座標値 $IVm$ と、比較画像側に関して算出された消失点 $Vs$ の $i$ 座標

値 $IVs$ とのずれ量が、消失点視差 $D$ になる。そして、算出された消失点視差 $D$ が認識部10に対して出力され、今回のサイクルにおける本フローチャートの処理が終了する。なお、制御の安定性を考慮して、このステップ11で算出された消失点視差 $D$ を1～ $n$ 回の処理サイクルに亘って保存し、その平均値を距離補正に使用するパラメータ（消失点視差）として適用してもよい。

【0040】本実施形態によれば、消失点視差 $D$ に関するフィードバック調整を監視制御と並行して行うことで、ステレオカメラの水平ずれが生じた場合であっても常に精度の高い距離を算出することができる。したがって、経年変化や衝撃等によってステレオカメラの取付け位置が初期設定状態から変化した場合であっても、信頼性の高い距離情報を安定して得ることができる。そして、このような算出距離に基づいて監視制御を行うことにより、車外監視の信頼性の向上を図ることができる。特に、本実施形態によれば、一對の撮像画像を用いて消失点視差 $D$ を直接的に検出するため、消失点視差が大きくずれた場合でも、それを安定して検出することができる。

【0041】なお、上述した説明において、消失点視差の更新は、比例制御や統計制御等によって行ってもよい。例えば、消失点視差 $D$ の1000サンプル分のヒストグラムを取り、その最頻値を用いてもよい。

【0042】（撮像画像を用いた各種監視システムへの適用）上述した実施形態では、撮像画像に写し出された道路上の左右の車線（白線）を利用して、消失点視差 $D$ を算出する手法について説明した。これは、自動車の前方監視の場合、通常、距離方向（ $Z$ 方向）に向かって延在する車線が道路の左右に存在し、これらは空間的に互いに平行であることが多いという一般的な傾向に鑑みたものである。本明細書では、車線のように、距離方向に向かって互いに平行に延在し、消失点算出のベースとなる直線的な対象物を「基準対象物」という。そして、本発明は、「基準対象物」が写し出される撮像画像を用いた各種監視システムに広く適用することができる。

【0043】一例として、撮像画像に基づき周囲の状況を認識する屋内ロボットに適用する場合、壁と床との2つの境界線を「基準対象物」として用いることができる。図7は、屋内ロボットにおける撮像画像の一例である。なお、同図に示す直線 $L1$ （または $L2$ ）は、基準画像側の直線 $L1m$ （または $L2m$ ）と比較画像側の直線 $L1s$ （または $L2s$ ）とを総称する意味で用いている。通常、左壁と床との境界線および右壁と床との境界線は、距離方向（奥行方向）に向かって互いに平行に延在していることが多い。したがって、左右の境界線を利用して、消失点補正や距離補正を行うことができる。以下、境界線を利用した消失点の調整手順の概略を説明する。

【0044】まず、基準画像に基づき複数の直線L1m、L2mを検出する。上述した(白線エッジの条件)と同様に、壁と床との境界部分の輝度エッジや視差に関する条件を予め設定しておく。そして、撮像画像において、この条件に合致する部分を境界線として認識し、その直線性を適宜評価した上で、それぞれの近似直線L1m、L2mを算出する。また、別の手法としては、周知のハフ変換等を用いて、撮像画像において直線を形成する点(境界部分のエッジ画素)を抽出することにより、「基準対象物」となる直線L1m、L2mを算出してもよい。

【0045】つぎに、距離画像に基づき直線L1m、L2mが空間的に概ね平行であることを判定する。上述したように、距離画像に基づいて、直線L1m、L2mを構成する各領域の実空間上の位置を特定することができる。したがって、2本の直線L1m、L2mが検出された場合、周知の手法を用いて、これらの直線L1m、L2mの空間的な平行性を判定する。

【0046】直線L1m、L2mが空間的に平行である場合、基準画像におけるこれらの交点より、消失点Vmを算出する。同様の手法で、比較画像における直線L1s、L2sを検出し、比較画像におけるこれらの交点より消失点Vsを算出する。そして、これらの消失点Vm、Vsのi座標値の差異から消失点視差DPを算出する。

【0047】また、他の例として、鉄道車両の前方状況を監視するシステムに適用する場合、左右のレールを「基準対象物」として用いることができる。図8は、鉄道車両前方の撮像画像の一例である。左右のレールは、距離方向に向かって互いに平行に延在している。したがって、左右のレールを「基準対象物」として用いることで2本の平行な直線L1、L2を特定できるため、上述した手法で消失点視差DPを調整することが可能となる。

【0048】

【発明の効果】このように本発明では、距離情報等の三次元情報を算出する際に用いられる消失点視差を、一对の撮像画像平面上における平行な近似直線の交点として算出された消失点のずれに基づいて補正している。したがって、ステレオカメラの位置ずれが生じた場合であっても、それ起因した誤差を相殺するような消失点視差値が自動的に算出されるため、精度の高い三次元情報(距離情報)を安定して得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ステレオ式車外監視装置の構成を示すブロック図

【図2】基準画像の白線エッジの説明図

【図3】白線モデルを示す図

【図4】視差補正手順の一部を示すフローチャート

【図5】図4に続く手順を示したフローチャート

【図6】撮像画像平面上における消失点の算出説明図

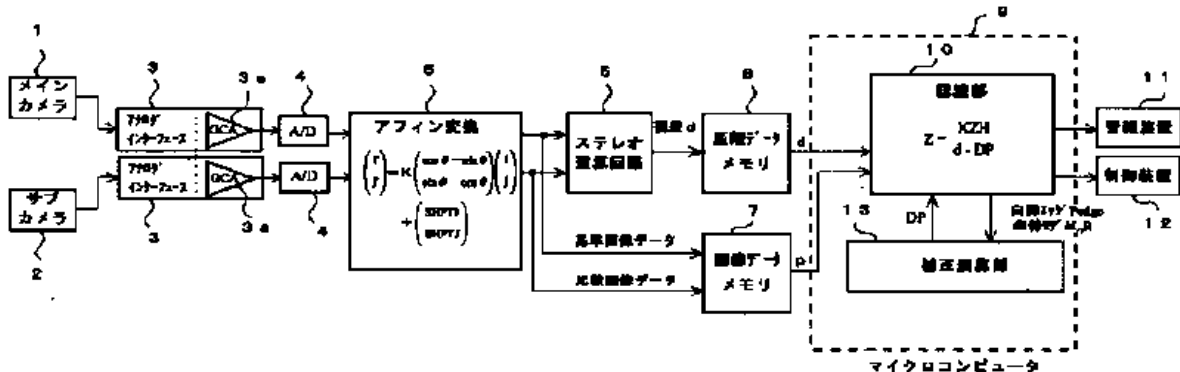
【図7】屋内ロボットの撮像画像の一例を示す図

【図8】鉄道車両前方の撮像画像の一例を示す図

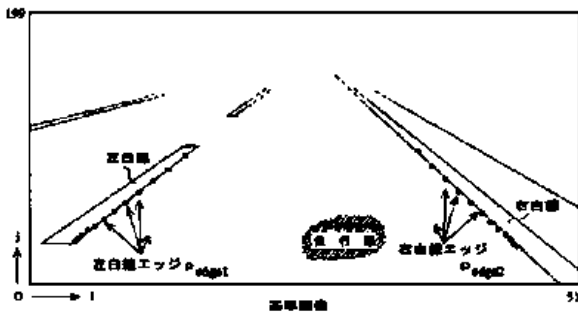
【符号の説明】

- 1 メインカメラ
- 2 サブカメラ
- 3 アナログインターフェース
- 3a ゲインコントロールアンプ
- 4 A/Dコンバータ
- 5 補正回路
- 6 ステレオ演算回路
- 7 画像データメモリ
- 8 距離データメモリ
- 9 マイクロコンピュータ
- 10 認識部
- 11 警報装置
- 12 制御装置
- 13 補正演算部

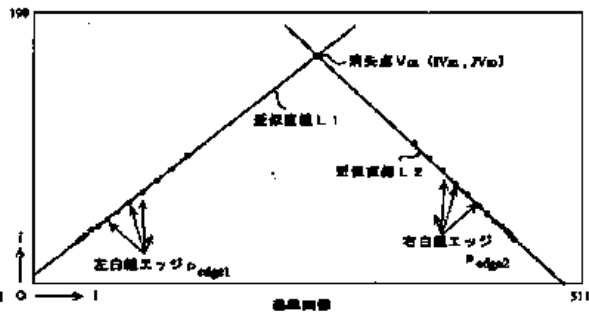
【図1】



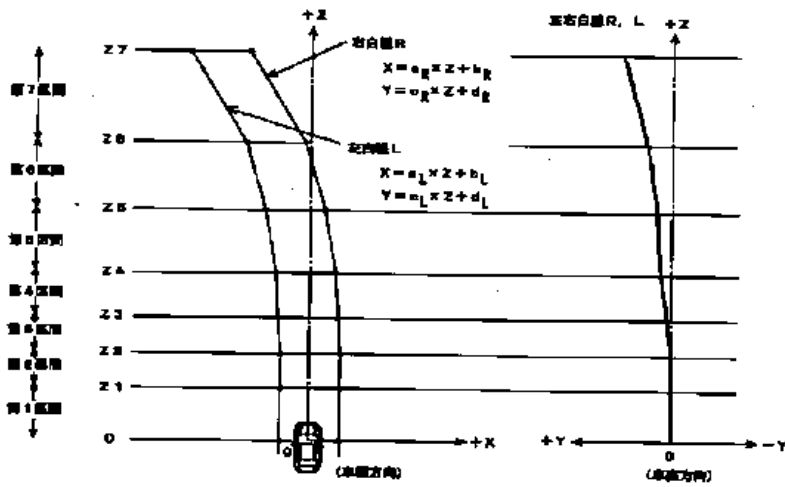
【図2】



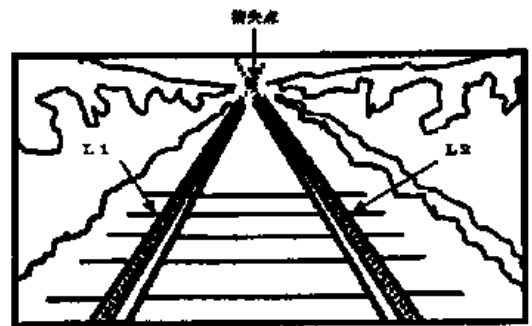
【図6】



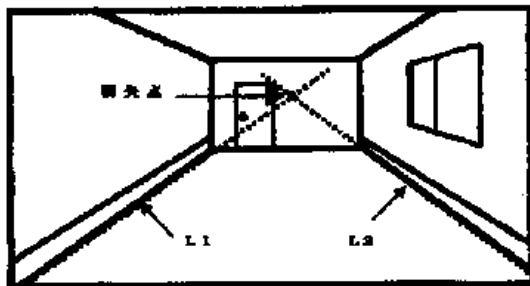
【図3】



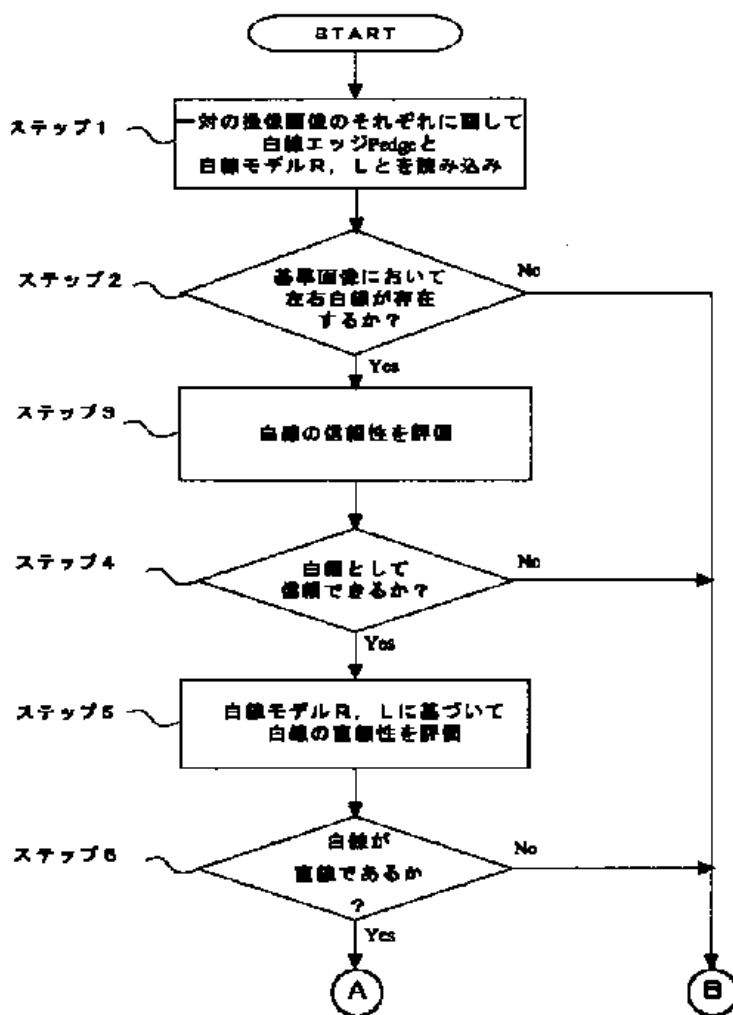
【図8】



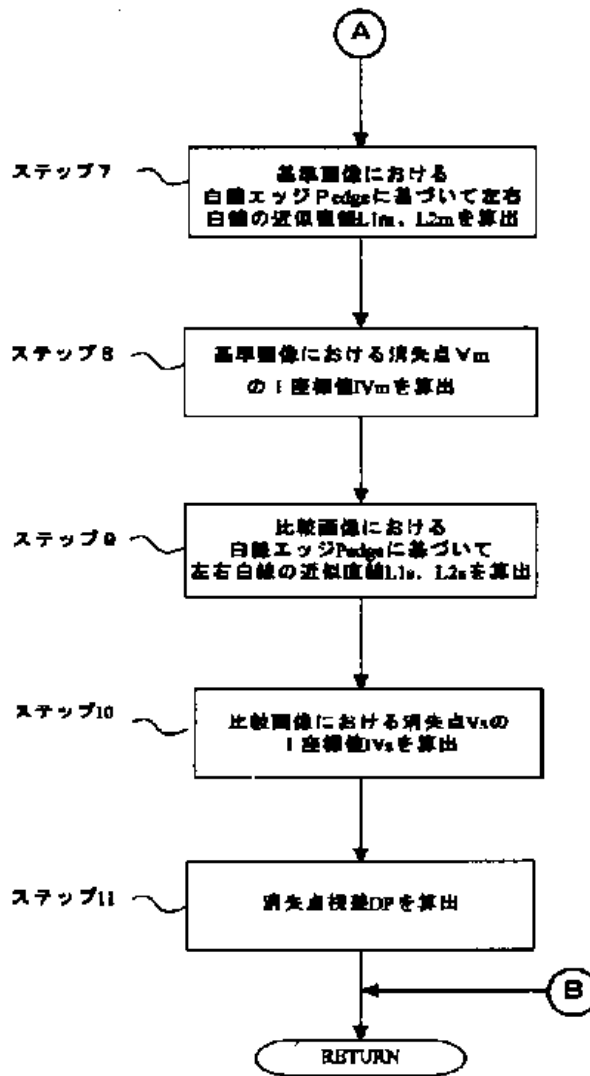
【図7】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.?	識別記号	F I	テマコード(参考)
B 6 0 R 21/00	6 2 7	B 6 0 R 21/00	6 2 7 51.096
G 0 1 B 11/02		G 0 1 B 11/02	H
G 0 6 T 1/00	3 1 5	G 0 6 T 1/00	3 1 5
	3 3 0		3 3 0 A
	7/00		3 0 0 E
	7/60		7/60 1 5 0 D
G 0 8 G 1/16		G 0 8 G 1/16	C
H 0 4 N 7/18		H 0 4 N 7/18	J

Fターム(参考) 2F065 AA22 CC40 FF04 FF05 JJ03  
JJ26 QQ03 QQ08 QQ13 QQ18  
QQ21 QQ24 QQ29 QQ31 QQ38  
SS09  
2F112 AC03 AC06 BA06 CA04 CA05  
FA07 FA21 FA25 FA35 FA45  
5B057 AA19 BA13 CA13 CA16 CB12  
CB16 DA07 DA08 DB03 DC02  
DC05 DC16 DC32  
5C054 AA01 AA05 CA04 CC02 CH01  
EA01 EA05 FA02 FD01 HA30  
7H180 CC04 CC24 CC30 LL02 LL06  
5L096 BA02 CA05 FA06 FA09 FA13  
FA46 FA66 FA69 HA08 JA18

**PAT-NO:** JP02003083742A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2003083742 A  
**TITLE:** DISTANCE CORRECTION APPARATUS AND METHOD OF MONITORING SYSTEM  
**PUBN-DATE:** March 19, 2003

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
HANAWA, KEIJI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
FUJI HEAVY IND LTD	N/A

**APPL-NO:** JP2001277998  
**APPL-DATE:** September 13, 2001

**INT-CL (IPC):** G01C003/06 , B60R021/00 , G01B011/02 , G06T001/00 , G06T007/00 , G06T007/60 , G08G001/16 , H04N007/18

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To correct parallax including an error caused by the horizontal deviation of a stereo camera.

**SOLUTION:** A stereo arithmetic circuit 6 calculates parallax by stereo matching based on a pair of imaging images obtained by a stereo camera. A recognition section 10 calculates the distance to a target based on the parallax and a null. A correction operation section 13 calculates a plurality of approximation straight lines that are extended in a distance direction and are parallel one another spatially in one imaging image plane, calculates the first null from the intersection point of the approximation straight lines, at the same time calculates a plurality of approximation straight lines that are extended in a distance direction and are parallel one another on the other imaging image plane, calculates the second null from the intersection point of the approximation straight lines, and corrects the null parallax based on the amount of deviation between the first and second nulls.

**COPYRIGHT:** (C) 2003, JPO



Espacenet

## Bibliographic data: JPS5539843 (A) — 1980-03-21

### AUTOMOBILE DISPLAY DEVICE

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** MIMURA AKITOSHI

**Applicant(s):** NISSAN MOTOR

**Classification:** - **international:** *B60R1/00; B60R1/12*; (IPC1-7): B60R1/08  
 - **cooperative:** B60R1/12; B60R2001/1215; B60R2001/1253

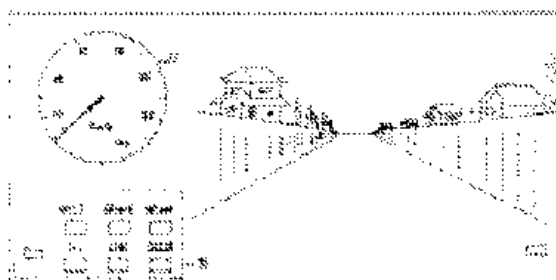
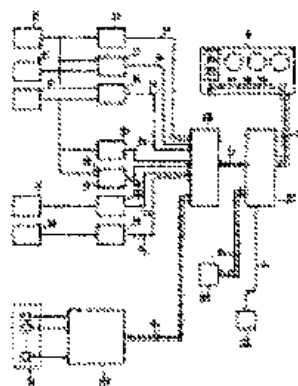
**Application number:** JP19780112387 19780914

**Priority number(s):** JP19780112387 19780914

### Abstract of JPS5539843 (A)

**PURPOSE:**To improve the safety of a motor car in case of moving backward, by displaying necessary information such as speed and fuel on a pattern display device and partly replacing the pattern with information representing the rear views when the vehicle is moved backward.

**CONSTITUTION:**Normally information on engine revolution, temperature of cooling water, fuel, door, traveling distance, etc. is shown with a preset pattern on a CRT display device 8 through a pattern display circuit 23 and selector circuit 26. When the automobile is moved backward, information from a TV camera 24 on the rear body is partly displayed through the circuit 26, instead of normal display. This TV display system of rear views can improve the safety of backward operation.





⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭55—39843

⑫ Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 60 R 1/08

識別記号

庁内整理番号  
7191—3D

⑬ 公開 昭和55年(1980)3月21日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 車両用表示装置

所沢市星の宮 2—8—11

⑮ 特 願 昭53—112387

⑯ 出 願 人 日産自動車株式会社

⑰ 出 願 昭53(1978)9月14日

横浜市神奈川区宝町 2 番地

⑱ 発 明 者 三村明敏

⑲ 代 理 人 弁理士 中村純之助

明 細 書

1. 発明の名称 車両用表示装置

2. 特許請求の範囲

1. 複数の車両走行情報、ワーニング情報及びインジケータ情報を予め定められたボタンで表示させる信号を送出する第1の手段と、車両後部に設けられ車両の後方を視野範囲とするテレビカメラと、通常は上記第1の手段の信号をそのまま通過させ、車両の後退動作時には上記テレビカメラの映像信号を上記第1の手段の信号の少なくとも一部と置換して出力する第2の手段と、該第2の手段の出力信号に応じて上記情報及び映像を予め定められたボタンで表示するディスプレイ装置とを具備し、車両後退時に車両後方の光景を表示面上に表示することを特徴とする車両用表示装置。

2. 上記第2の手段は、車両の空速機と連動し、空速機の空速位置が後退位置になると自動的にテレビカメラの映像信号を出力するものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の車両用

表示装置。

3. 上記第2の手段は、乗員のスイッチ操作によって自動的にテレビカメラの映像信号に切替えるものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の車両用表示装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明はディスプレイ装置を用いて車両の各種情報を表示する装置に関し、特に車両の後退動作時に車両後方の光景を表示面上に表示することの出来る車両用表示装置に関する。

車両においては、車両操縦に必要な各種情報、例えば車速、エンジン回転数等の車両走行情報、ギア位置、ウォッシュ水量警報、シートベルト警報等のワーニング情報及びハイビーム、フォグランプ、バッテリーチャージ等のインジケータ情報を表示する装置が設けられている。

従来の表示装置は、例えば周知に示すように、計器類1に車速計2、エンジン回転計3(タコメータ)、時計4、温度計、燃料計等のメータ類5、各種ワーニング灯の表示ランプ6、及びウィンカ

(方向指示)、OIL(油圧)、CHG(充電電表示)等のインジケータ類がそれぞれ単独に組付けられている。なお一部のメータ類には一部のインジケータ類が組込まれている場合、例えば車速計にOILやCHGの表示装置が組込まれている場合もあるが、通常は各種表示装置が個別に組付けられている。

最近、より適確な運転を容易に出来るようになるため、表示しようとする情報量が増加する傾向があり、情報量の増加に対しては、表示装置の占有面積が広くなるという問題に加えて、広い占有面積に配設された多くの表示装置の目をくぼらねばならなくなるという問題が生ずる恐れがある。

また車両停止時には、バックミラー・マンダミラーを併用しながら後方視界を確認して運転しなければならぬが、特に車体の大きなバスやトラックにおいては細心の注意を払わねばならない。

上記のごとき車両後退時に、後方視界を更に容易に、かつ確実に認識することが出来れば、車両の安全性を更に向上させることが出来る。

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、表示すべき情報を一つのディスプレイ装置に集約的にボタン表示するように構成し、かつ車両後方に車両後方を視野とするテレビカメラを設け、車両後退時には、通常表示されている情報のうちの走行支障を来さない情報の代りに、車両後方の光景を表示面上に表示することの出来る車両用表示装置を提供することを目的とする。

以下図面に基づいて本発明を詳細に説明する。

第2図は本発明の一実施例のブロック図である。

第2図において、8はディスプレイ装置である。このディスプレイ装置8は、送られて来た信号に対応した図形又は文字を表示するものであり、例えばブラウン管ディスプレイ、エレクトロルミネッセンス・ディスプレイ(ELD)、液晶ディスプレイ(LCD、微小な多数の液晶で液晶マトリクスを構成したもの等)、ガス放電ディスプレイ(GDD)等を用いることが出来る。

次に9は単位時間信号を出力する発振器であり、例えば水晶発振器である。上記の単位時間信号は



3.

カウンタ10に送られ、カウンタ10は時刻信号 $S_A$ を出力する。

また11はエンジン回転数に応じた回転数パルス信号を出力するエンジン回転数検出器であり、カウンタ12は、この回転数パルス信号を前記の発振器9から送られる単位時間信号に応じてカウントし、回転数信号 $S_B$ を出力する。

また13は車両が単位距離走行することに対応したパルス信号を出力する距離検出器であり、カウンタ14はこの距離パルス信号を前記発振器9から送られる単位時間信号に応じてカウントし、車速信号 $S_C$ を出力する。

また15は積算距離演算回路であり、前記の距離パルス信号をカウントして積算走行距離に対応した積算距離信号 $S_D$ を出力する。

また16はトリップ演算回路であり、外部よりのリセット時(リセット信号R)から前記距離パルス信号をカウントし、リセット時からの積算走行距離に対応したトリップ信号 $S_E$ を出力する。ただし積算距離演算回路13及びトリップ演算回路



4.

16は、車両のイグニッションスイッチをオフにして電源を切ってもその時の積算距離を記憶しておく不揮発性のメモリを有するものとする。

また17はエンジンの冷却水温を検出する温度検出器(例えばサーミスタ)であり、その出力は変換回路18によって所望の電圧信号又はデジタルコード信号等に変換され、温度信号 $S_F$ として出力される。

また19は燃料タンク内の燃料残量を検出する燃料検出器であり、その出力は変換回路20によって所望の電圧信号又はデジタルコード信号等に変換され、燃料残量信号 $S_G$ として出力される。

また21はオドメータ等の各種ワーニング情報及びOILやCHG等の各種インジケータ情報を検出するセンサ群であり、これらの各センサの出力は情報解調回路22で各種のインジケータ信号及びワーニング信号 $S_H$ に変換される。なおこの情報解調回路22には、警報に必要なブリーク値を予め記憶させておき、各センサの出力がその値に達したとき警報信号を出力するようになってい



5.

る。

次に上記の時刻信号  $S_A$ 、回転数信号  $S_R$ 、車速信号  $S_D$ 、積算距離信号  $S_U$ 、トリップ信号  $S_T$ 、燃費信号  $S_F$ 、燃料残量信号  $S_G$ 、インジケータ信号及びワーニング信号  $S_{11}$  は表示ボタン制御回路 23 へ送られる。

表示ボタン制御回路 23 は、例えばマイクロプロセッサで構成され、トッド方式、ストローク方式、スタートストップ方式等の通常のテレビジョン又はグラフィックディスプレイ装置の図形表示方式と同様の機能を有するものであり、送られて来る各信号を予め定められたボタンに従って表示するように配列を定められたボタン信号  $S_1$  を出力する。

また 24 は車両後部に設置され、車両後方を視野範囲とするテレビカメラであり、その映像信号  $S_K$  及び前記の表示ボタン制御回路 23 のボタン信号  $S_1$  は、切換制御回路 26 へ送られる。

また 25 は車両後退時に切換信号  $S_L$  を出力する切換装置である。この切換装置 25 としては、例えば、車両の变速機に連動し、变速位置が後退位

置にされると自動的に切換わるスイッチ、又は乗員の手動操作によって切換わるスイッチ等を用いることが出来る。

切換制御回路 26 は、切換信号  $S_L$  が与えられていないときは、ボタン信号  $S_1$  のみをそのまま通過させる。また切換信号  $S_L$  が与えられたときはテレビカメラ 24 の映像信号  $S_K$  をボタン信号  $S_1$  の一部と切換えて挿入した信号を出力する。

上記の切換制御回路 26 から出力された信号  $S_U$  はディスプレイ装置 8 に送られ、ディスプレイ装置 8 は、該信号  $S_K$  に応じて予め定められたボタンで各種情報を表示する。

次に表示ボタンの具体例について説明する。第 3 図は標準状態（車両後退時でないとき）における表示ボタンの一実施例図である。

第 3 図において、27 は車速表示部、28 は回転数表示部、29 は時計表示部、30 は積算距離表示部、31 はトリップ表示部、32 は水温表示部、33 は燃料残量表示部、34 は変速機の变速位置表示部、35 はインジケータ及びワーニング



7

表示部である。

次に第 4 図は車両後退時における表示ボタンの一実施例図である。

第 4 図においては、車速表示部 27 とインジケータ及びワーニング表示部 35 のみを残してその他の各情報を除去し、その部分にテレビカメラ 24 のとらえた車両後方の光景を表示している。

なお車速表示部 27 の大きさを縮小し、またインジケータ及びワーニング表示部 35 も視認性を減少させて表示面上の左下方にまとめ、映像の表示面積を大きくしている。また、この場合、車両後退時に車両後方の光景を表示面の全面に表示するようにしても良い。

上記のように本発明においては、車両後退時には、車両後方の光景が表示面上に映し出される。したがって運転者は車両後方の確認を従来より更に容易に行なうことが出来、しかも運転者の前方にある表示装置を見るだけで良いので、車両前方等に対する注意が細かくなるおそれもなく、また走行上特に必要な情報は、上記の場合でも表示面



8



9

上に表示されているから、運転者は後方の確認を行なわなければならない情報を知ることが出来るので、車両運転上の安全性を大幅に向上させることが出来る。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は従来の表示装置の一例図、第 2 図は本発明の一実施例のブロック図、第 3 図及び第 4 図はそれぞれ本発明による表示ボタンの実施例図である。

符号の租別

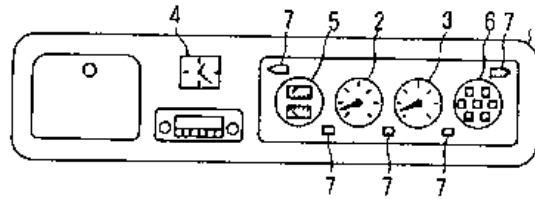
- 8 ... ディスプレイ装置
- 9 ... 発振器
- 10 ... カウンタ
- 11 ... エンジン回転数検出器
- 12 ... カウンタ
- 13 ... 距離検出器
- 14 ... カウンタ
- 15 ... 積算距離演算回路
- 16 ... トリップ演算回路
- 17 ... 高度検出器
- 18 ... 変換回路
- 19 ... 燃料検出器
- 20 ... 変換回路
- 21 ... センサ群
- 22 ... 情報制御回路
- 23 ... 表示ボタン制御回路



10

- 24 ...テンプレカメラ
- 25 ...切替装置
- 26 ...切替制御回路
- 27 ...玉速表示部
- 28 ...回転数表示部
- 29 ...時計表示部
- 30 ...積算距離表示部
- 31 ...トリップ表示部
- 32 ...水温表示部
- 33 ...燃料残量表示部
- 34 ...変速位置表示部
- 35 ...インジケータ及びフェーリング表示部

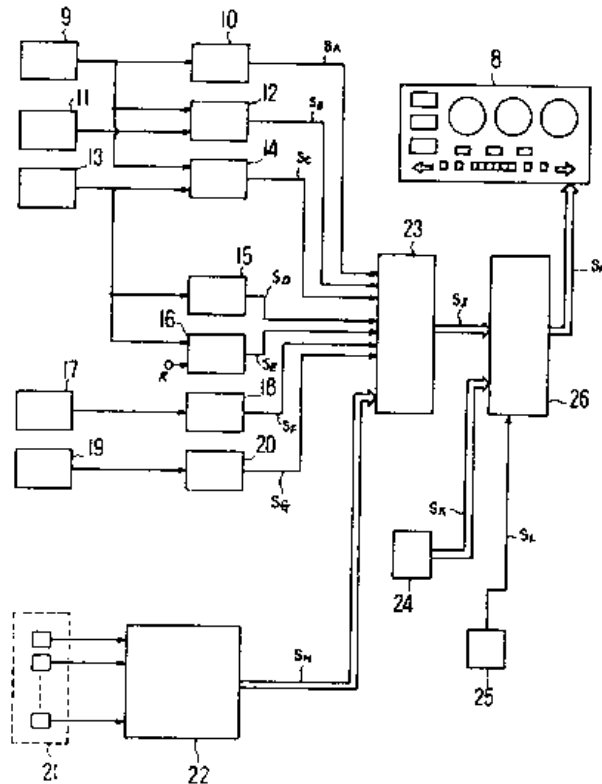
オ 1 図



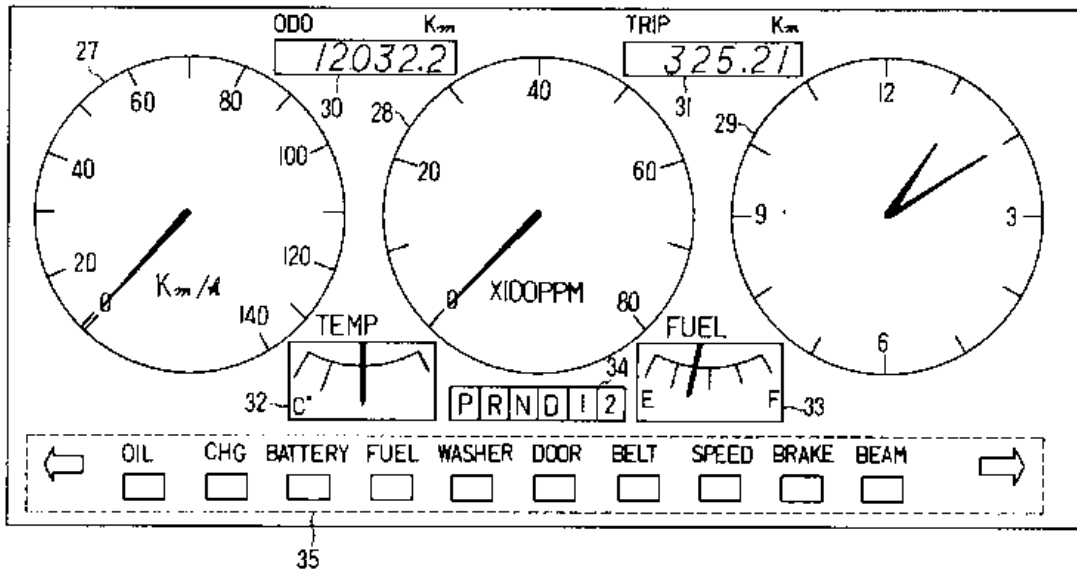
代理人弁理士 中 村 純 之 助

11

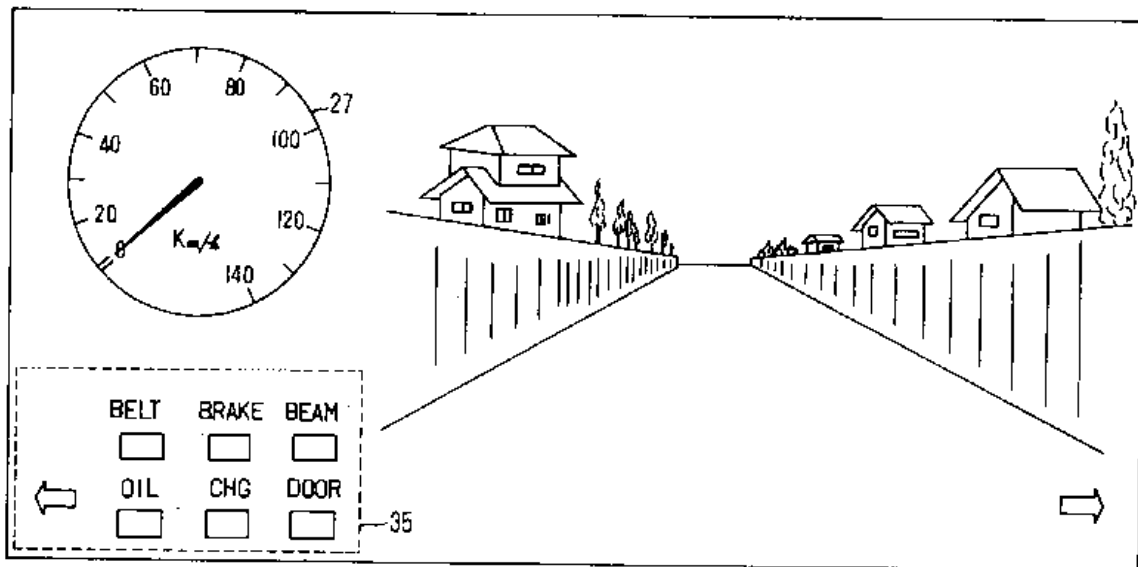
オ 2 図



才 3 圖



才 4 圖



**Espacenet****Bibliographic data: JPS58110334 (A) — 1983-06-30****ROAD-SURFACE VISUAL-RANGE INDICATOR**

No documents available for this priority number.

**Inventor(s):** MATSUTANI HIDEYOSHI ± (MATSUTANI HIDEYOSHI)**Applicant(s):** HINO MOTORS LTD ± (HINO JIDOSHA KOGYO KK, ; HINO MOTORS LTD)**Classification:** - **international:** ***B60R1/00; G03B29/00; H04N7/18;***  
(IPC1-7): B60R1/08; G03B29/00  
- **cooperative:** **B60R1/00; B60R2300/105; B60R2300/607****Application number:** JP19810208833 19811223**Priority number(s):** JP19810208833 19811223**Also published as:** JPS6216073 (B2)**Abstract of JPS58110334 (A)**

**PURPOSE:**To permit correctly grasping the condition of the road-surface around a car and remove the dead angle in the ground space by permitting the images on a plurality of TV cameras to be displayed through coordinates transformation process.

**CONSTITUTION:**A plurality of TV cameras 1-3 are installed at the front, back, and the center parts of a car. The image outputs from these cameras are input into a CPU18 through amplifiers 5-7, limiters 9-11, AD converters 13-15, and an input interface 17. A ROM19 in which the coordinates with regard a car acting as the origin are memorized is connected to the CPU18, and the image signal from each camera is synthesized to an image around the car. The CPU18 outputs images on a CRT25 through an output interface 21, DA converter 22, and an amplifier 23.; As the road surface all around the car is projected, the dead angle in the ground space is removed, and running safety can be improved.

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58-110334

Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 60 R 1/08  
G 03 B 29/00

識別記号

庁内整理番号  
7443 3D  
6401-2H

⑬ 公開 昭和58年(1983)6月30日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ 路面視界表示装置

H野市H野台3丁目1番地1日  
野自動車工業株式会社内

⑯ 特 願 昭56-208833

⑰ 出 願 人 H野自動車工業株式会社

⑱ 出 願 昭56(1981)12月23日

H野市H野台3丁目1番地1

⑲ 発 明 者 松谷栄喜

⑳ 代 理 人 弁理士 井出直孝

明 細 書

1. 発明の名称

路面視界表示装置

2. 特許請求の範囲

01) 自動車に取付けられこの自動車を含む周囲の路面を撮影する複数台のテレビカメラと、この複数台のテレビカメラの出力に接続されこのテレビカメラからの映像出力を所定の濃度に変換して、一つの連続した映像信号に合成しこの映像信号を上記自動車を中心とする座標に変換する処理装置を含む回路と、この自動車の運転席に設けられ上記座標に変換された映像信号を表示するブラウン管とを備えた路面視界表示装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の属する技術分野〕

本発明は、自動車の座席の路面を運転席のブラウン管に表示する路面視界表示装置に関する。

〔従来技術の説明〕

従来、自動車の周囲の映像を運転者に感知させる手段としてバックミラーが広く知られている。このバックミラーは構造が簡単で取扱いが簡単である反面、写し出すことのできない死角が存在し、またその映像は弱んでいるため運転者が距離感をつかみ難い欠点がある。

また車両の後部上方にテレビカメラを装備し運転席にブラウン管を設けて車両の後方を確認する装置も知られている。この装置は映像を遠隔にとられる反面、バックミラーと同様に写し出すことのできない死角が存在する欠点がある。

〔発明の目的〕

本発明は、上記欠点を改良するもので、運転席から見た自動車の死角をなくし、かつ車体周辺の障害物または他の車両とを距離を正確に把握することができる路面視界表示装置を提供することを目的とする。

〔発明の要旨〕

本発明は、自動車に取付けられこの自動車を含

む周囲の路面を撮影する複数台のテレビカメラと、この複数台のテレビカメラの出力に接続されこのテレビカメラからの映像出力を所定の周波数に変換して1つの連続した映像信号に合成しこの映像信号を上記自動車を中心とする座標に変換する処理装置を含む回路と、この自動車の運転席に設けられ上記座標に変換された映像信号を表示するブラウン管とを備えたことを特徴とする。

〔実施例による説明〕

以下実施例図面により詳しく説明する。

第1図は本発明一実施例装置が取り付けられた自動車の側面図、第2図はこの装置の電気回路構成図である。両図において、1〜3はテレビカメラである。テレビカメラ1は自動車の前部屋上に、テレビカメラ2は自動車の中央部屋上に、またテレビカメラ3は自動車の後部屋上にそれぞれ配設され、ともに自動車の周囲の路面を写し出すように取り付けられている。これらのテレビカメラ1〜3には、広い視覚が得られるように広角レンズが内設される。

3

25に接続される。このブラウン管25は運転席の計器類と同位置に相込まれ、走行中も運転者が容易に見ることができるよう配設される。

このような構成で、本実施例装置を作動させれば、第3図のブラウン管25に示すように、この自動車を中心として周囲の路面が写し出され、対向車や追越車両を容易に確認することができる。

なお上記例では、テレビカメラを3台設けた例を示したが、この台数はこれに限るものではない。

また車体にジャイロコンパスを設け車体の所定方位を基準化して、自動車が方位を変えたときにはブラウン管の画面中心の自己の車体も同方向に変位するように構成することもできる。

〔発明の効果〕

以上述べたように、本発明によれば、自動車の上部にテレビカメラを複数台設けて、周囲の路面を運転席に設けたブラウン管に表示することにより、発進時の追越車両の有無や発進時の障害物までの距離さらには走行中の他の車両の動向を容易に獲みのない映像で視認することができ、運転の

5

またテレビカメラ1〜3の映像出力は、この映像信号を増幅する映像増幅器5〜7の各入力にそれぞれ接続される。この映像増幅器5〜7の出力は、増幅された映像信号を所定の周波数レベルに区分するリミタ9〜11の各入力にそれぞれ接続される。このリミタ9〜11の出力は、A/D変換器13〜15の各入力にそれぞれ接続され、入力インタフェース17を介してCPU18に接続される。このCPU18には、この自動車を中心とした座標が記憶された固定記憶装置(以下「ROM」という。)19が接続される。CPU18は、前記3台のテレビカメラ1〜3の映像信号をこの自動車の周囲の状況がこの自動車の真上から見た状態となるように1つの連続した映像信号に合成し、かつ画体からの遠近にかかわらず映像が同倍率となるように補正してROM19に記憶された座標面に座標変換する。

CPU18は出力インタフェース21を介してD/A変換器22の入力に接続される。このD/A変換器22の出力は映像増幅器23を介してブラウン管

4

安全性を向上し得る優れた効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明一実施例装置が取り付けられた自動車の側面図。

第2図はその装置の電気回路構成図。

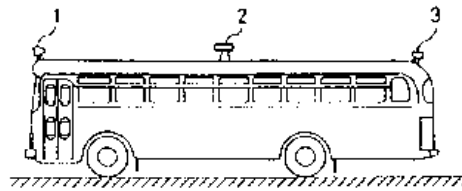
第3図はその装置のブラウン管の表示例を示す図。

1〜3…テレビカメラ、5〜7…映像増幅器、9〜11…リミタ、13〜15…A/D変換器、17…入力インタフェース、18…CPU、19…固定記憶装置(ROM)、21…出力インタフェース、22…D/A変換器、23…映像増幅器、25…ブラウン管。

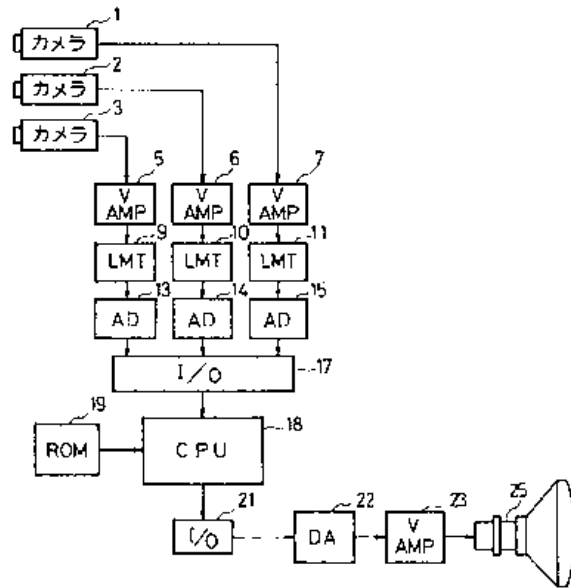
特許出願人 日野自動車工業株式会社

代理人 井野士 井出 直 彦

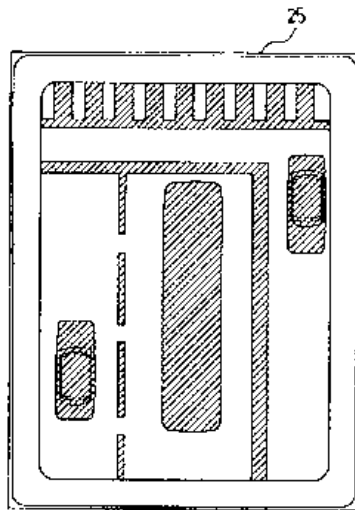




第 1 図



第 2 図



第 3 図

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-115600

⑪ Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	⑬ 公開
G 08 G 1/09		6821-5H	昭和62年(1987)5月27日
G 06 K 9/20		8419-5B	
9/36		8419-5B	審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 カラー映像によるパターン認識装置

⑮ 特 願 昭60-256103

⑯ 出 願 昭60(1985)11月15日

⑰ 発 明 者	赤 塚 英 彦	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑱ 発 明 者	柳 川 博 彦	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑲ 発 明 者	山 田 元 一	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑳ 出 願 人	日本電装株式会社	刈谷市昭和町1丁目1番地	
㉑ 代 理 人	弁理士 鈴江 武彦	外2名	

明 細 書

1. 発明の名称

カラー映像によるパターン認識装置

2. 特許請求の範囲

(1) 撮像されたカラー画像に基づいて、赤、緑、青の3原色の色分解カラー画像信号を発生する手段と、

上記3原色のカラー画像信号をそれぞれデジタル画像データに変換するA/D変換手段と、

識別すべき対象の特徴色を特定する条件が設定され、上記デジタル信号に変換されたカラー画像データから上記特徴色に対応した画像データを抽出する色処理手段と、

この色処理手段から抽出された特徴色データを画像データとして記憶する画像メモリと、

この画像メモリに記憶された画像データのパターンと、予め設定したパターンデータとを比較し、色彩を伴うパターンを識別認識する手段とを具備し、

上記撮像されたカラー画像の中に、特定される色彩で且つ特定される形状の画像パターンが存在することを識別認識できるようにしたことを特徴とするカラー映像によるパターン認識装置。

(2) 上記色処理手段は、上記3原色カラー画像データがアドレスデータとして供給され、認識すべきカラー画像パターンを識別する特定される色の特徴データが記憶設定されたメモリを備え、画像色データとなる上記アドレスデータに基づいて、上記色特徴に対応する特徴色画像データを出力するようにした特許請求の範囲第1項記載のカラー映像によるパターン認識装置。

(3) 上記色処理手段を構成するメモリには、上記特徴色を表現する3原色のカラー画像データに対応するアドレスにそれぞれ特定される論理値を記憶設定して構成され、上記カラー画像データに基づくアドレスデータが上記特徴色を表現する状態で、上記特定される論理値データが特徴色画

像データとして読み出し出力されるようにした特許請求の範囲第2項記載のカラー映像によるパターン認識装置。

(4) 上記色識別手段は、上記3原色のカラー画像データが供給され、上記特徴色の条件の満足される画像データを出力させる論理回路によって構成されるようにした特許請求の範囲第1項記載のカラー映像によるパターン認識装置。

(5) 上記色識別手段は、上記3原色のカラー画像データが供給され、上記特徴色の条件の満足される画像データを出力させるマトリックススイッチによって構成されるようにした特許請求の範囲第1項記載のカラー映像によるパターン認識装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

この発明は、例えば走行する車両から前方を撮

内のような特定される場所では有効である。しかし、明暗の影響がありまた影が存在するような自然界の映像を取扱い、この自然界の映像内に存在する特定されるパターンの映像を認識することは非常に困難である。

このような映像のパターンを認識する場合、上記のような増減ではなく色彩情報を取扱うようにすれば、上記のような明暗や影の影響は効果的に排除できるものであるが、色彩画像データは増減画像データの3倍の量があり、このためこの画像データの処理時間が著しく増大するようになる。したがって、撮影したカラー画像から目的とするパターンの映像の存在を認識するようなパターン認識処理を実時間でこなわせることが困難である。すなわち、走行する車両から道路に沿って配置されている道路標識を撮影するようにし、その道路標識の内容を運転者に知らせるような標識認識動作を実行させることが非常に困難である。

カラー映像のパターン認識手段としては、例えば特開昭59-53979号公報、特開昭59-

影し、道路に沿って設置された道路標識、さらに標示等の色彩を伴った映像を識別し認識できるようにするカラー映像によるパターン認識装置に関する。

#### [背景技術]

例えば、走行する車両から前方の風景を撮影し、この車両の走行する道路に沿って設置されている道路標識、あるいは路面に描かれている車線等を識別認識し、その認識結果を運転者に報知して、運転補助動作を実行させるようにすることは種々考えられている。そして、この認識動作を実行させるためには、例えばテレビジョンカメラによって撮影した映像から、パターン認識によって標識、車線等の存在を認識するものであり、この認識結果を運転者に対して報知するようにした装置を構成するものである。

従来から知られているパターン認識手段は、増減に対応した画像処理が主体であり、このようなパターン認識手段は照明条件の整った例えば工場

53980号公報に示されたような手段が考えられているものであるが、ここに示された手段は、各色にそれぞれ対応するアナログデータを積分しているものであり、したがって複雑なパターンを迅速に認識することは困難である。また、道路標識を認識する手段としては、特開昭59-127200号公報に示されるような手段が提案されているものであるが、ここに示された手段は上述したような、自然界の明暗や影の影響を取り除くことができない。

#### [発明が解決しようとする問題点]

この発明は上記のような点に鑑みなされたもので、例えば道路標識のように自然界の風景の中に存在する特定される映像パターンを、明暗さらに影等の影響を受けることなく確実に認識できるようにして、特に色彩を含む映像パターンを効果的に認識できるようにするカラー映像によるパターン認識装置を提供しようとするものである。

## 〔問題点を解決するための手段〕

すなわち、この発明に係るカラー映像によるパターン認識装置にあっては、例えばカラーテレビジョンカメラによって撮影されたカラー映像に基づいて、3原色のカラー画像信号を形成し、この各カラー映像信号をデジタルデータに変換するものであり、このデジタル状のカラー画像データをアドレスデータとして色処理手段を構成するメモリに供給する。このメモリには、抽出すべき特徴色のアドレス番地に対してそれぞれ特定される論理値が記憶設定されているもので、上記アドレスデータに基づいて上記論理値が読み出されるようになっていく。そして、このメモリからの読み出しデータが特定される色の画像を抽出した画像データとして画像メモリに記憶されるようにし、この画像メモリに記憶された画像データと予め設定したパターンとパターンマッチング演算を行ない、上記撮影されたカラー映像の中から特定される映像パターンを識別認識するものである。

るような場合であっても、確実にその特徴が抽出できるものであり、例えば道路標識のように自然界に存在するパターンも効果的に実行されるようになるものである。

## 〔発明の実施例〕

以下、図面を参照してこの発明の一実施例を説明する。第1図はその構成を示すもので、この実施例は例えば自動車のような走行する車両から、道路に沿って設定されている道路標識を認識する場合を例にして示している。すなわち、この装置にあっては道路標識を含む車両前方の風景を撮影するカラーテレビジョンカメラ11を備える。このテレビジョンカメラ11は、例えば第2図で示すように自動車のような走行する車両10の前面部に取り付け設定されているもので、特に道路の左側に設定されている道路標識を認識する場合にはこの車両の前方左側にカラーテレビジョンカメラ11が設定され、走行する道路の左側が効果的に撮影されるようにしている。

## 〔作用〕

上記のように構成されるパターン認識装置にあっては、色識別手段を構成するメモリに対しては、抽出すべき映像の色彩パターンが記憶設定されているものであり、このメモリを3原色それぞれのデジタル状のカラー画像データをアドレスデータとして読み出すようになる。したがって、上記カラー画像データが上記抽出すべき色彩パターンに合致する状態のときに例えば論理「1」のデータが上記メモリから読み出されるようになるものであり、したがってこの読み出しデータが特徴色に対応した画像を表現するようになる。すなわち、画像メモリには抽出しようとする色彩パターンの画像が記憶されるようになるものであり、この画像データを参照パターンと対比することによって目的とするパターンの画像を識別認識できるようになる。このような認識動作に際しては、色彩パターンによって撮影映像から特定される画像パターン抽出するようになるものであるため、撮影映像に明暗の差が存在した場合、また影等が存在す

このカラーテレビジョンカメラ11で撮影された映像信号は、色処理回路12に供給されるもので、この色処理回路12では、テレビジョンカメラ11で撮影された映像の特定される検出領域の中のカラー映像が特定される特徴色が抽出されるようにしている。すなわち、この色処理回路12からは、撮影されたカラー映像から特定された特徴色の画像データのみを抽出するものであり、上記特徴色に対し1ビットのシリアルな信号が出力される。そして、このシリアルな抽出画像データは画像メモリ13に記憶設定されるようになる。

上記色処理回路12および画像メモリ13の制御は演算制御回路14で実行するものであり、この演算制御回路14は、プログラムおよびデータを記憶するデータメモリ15を備えている。また、この演算制御回路14には、例えば車両の走行速度を検出する車速センサ16、さらにステアリング角センサ18等からの検出信号が供給されているもので、テレビジョンカメラ11で撮影された映像のずれや歪等が補正できるようになっているものであり、この

演算制御回路14で実行したパターン認識結果等は出力装置17に出力されるようになる。この出力装置17は、例えばパターン認識結果をこの車両10の運転者に知らせるものであり、具体的には道路標識の認識結果を指示ランプ、映像、あるいは合成音声等によって運転者に知らせ、運転の補助動作が実行されるようにするものである。

第3図は上記色処理回路12に対応する部分をより詳細にして示しているもので、カラーテレビジョンカメラ11からの赤(R)、緑(G)、および青(B)の3原色のアナログ状の映像信号は、A/D変換器211、212、213でそれぞれ例えば6ビットのデジタル信号に変換し、トライステート機能を有するバスバッファ221、222、223に供給する。そして、このバスバッファ221～223からの出力信号は、メモリセル23にアドレスデータとして供給するものであり、このメモリセル23は例えば262114×nビット(nは必要とする特徴色の数)で構成される。そして、このメモリセル23からのnビットの出力データは、画

理「1」にセットしておく。

すなわち、演算制御回路14は、バスバッファ221～223をオフ状態に設定し、バスバッファ24および25をオンする。そして、上記(1)式を満足するようなアドレスをバスバッファ24から出力させ、このアドレスに対してバスバッファ25のデータラインを「1」にセットして、メモリセル23の上記アドレス領域に「1」をストアさせるようにする。例えば、このメモリセル23のアドレスA0～A17において上記(1)式を満足させる

001000 001100 000010  
に対してデータ「1」をセットする。また、

001000 001010 000010  
に対してはデータ「0」をセットする。

このように赤、緑、青にそれぞれ対応する6ビット、合計18ビットのアドレスデータの先頭番地から最終番地まで、上記(1)式を満足するようにデータをセットするものであり、このようにデータセットした後にバスバッファ24および25をオフし、バスバッファ221～223をオン状態に設

定する。

この場合、演算制御回路14からバスバッファ24を介して上記メモリセル23にアドレスデータを介してメモリセル23にデータ信号が供給されるようになっているものであり、さらにバスバッファ25を介してメモリセル23にデータ信号が供給されるようになっている。

第4図は上記メモリセル23部分をさらに詳細に説明するためのもので、そのアドレスA0～A5には青のデジタルデータB0～B5が対応され、アドレスA6～A11には緑のデジタルデータG0～G5が対応され、さらにアドレスA12～A17には赤のデジタルデータR0～R5がそれぞれ対応させられるようになっている。

ここで、抽出した検出領域の特徴色が、例えば道路標識の枠を形成する色彩パターンに相当する赤である場合には、

$$M_R > M_G \text{ 且つ } M_R > M_B \dots\dots (1)$$

を満足するアドレスに対してそれぞれデータを抽

出する。

すなわち、前述したようにテレビジョンカメラ11で車両10の前方の風景を撮影すると、そのカラー撮影映像の3原色の信号がそれぞれデジタルデータに変換されて、アドレスデータとして色処理回路12のメモリセル23に供給される。そして、上記設定された特徴色に一致するカラー映像データに基づくアドレスデータが入力された場合に、メモリセル23から論理「1」のデータ出力が得られるようになる。そして、このメモリセル23からの出力データは、逐次画像メモリ13に供給されるようになるものであり、検出領域の上記特徴色に対応する画像データが抽出され、この画像データが画像メモリ13に書き込み記憶されるようになるものである。

ここで、上記検出領域の検出すべき特徴色が、道路標識の枠内に描かれる文字の色である青である場合には、

$$M_B > M_R \text{ 且つ } M_B > M_G \dots\dots (2)$$

を満足するアドレスに対して、上記同様にして論

理「1」をセットすればよい。また、検出領域で検出すべき特徴色が多数、例えばn個あるときは、メモリセルをn倍にし、これらメモリセルに対して前記したと同様にデータセットすればよいものである。

このようにして得られた画像メモリ13に記憶された特徴色の画像データは、パターン認識のために使用されるもので、この場合認識しようとする対象の参照パターンデータは、データメモリ15に記憶設定されている。そして、この参照パターンと上記画像メモリ13に記憶設定された画像データによるパターンデータとは、演算制御回路14でパターンマッチング演算され、画像の認識動作が実行されるようになる。

第5図は上記のような認識動作の流れの状態を示すもので、例えば自動車のイグニッションスイッチが投入されることによってこのパターン認識装置に電源が供給されるようになり、この制御ルーチンがスタートされる。そして、まずステップ101で初期設定が行われるもので、色処理回路12

した画像の中に認識対象が存在するが否かを判断する。具体的には、まず特徴色赤の画像データとデータメモリ15に記憶された道路標識の枠の形状に対応する参照パターンとを比較し、この枠に相当する赤色の画像データが存在する場合には枠有りの判定を行なう。そして、さらに文字に相当する特徴色青の画像データと文字図形の参照パターンとのパターンマッチングを行ない、その道路標識の内容を認識するものである。例えば、赤の丸枠の中に「50」の文字が描かれていることをパターンマッチングで判断されたならば、この道路の制限速度は「50 Km/h」であると認識するもので、この認識結果はステップ106で運転者に対して報知するものである。

従来から考えられているカラー画像処理装置やパターン認識装置では、3原色のアナログ状の信号をデジタル信号に変換した後、3原色それぞれに対応する画像メモリに対してこのデジタル信号を記憶する。そして、各種の色演算を実行するようにしている。そのために、演算のためのメ

のメモリセル23に対するデータ設定が行われる。例えば、道路標識を認識する場合には、この道路標識の枠の色彩パターンである赤色、さらにこの枠内に描かれる文字の色彩パターンである青色が特徴色として選定され、この特徴色に対応する前記(1)式および(2)式を満足する状態でメモリセル23にデータがセットされるものである。

次に、車速センサ16からの検出信号に基づいてステップ102でこの車両が走行状態にあり、車速が存在するが否かを判断する。そして、車速があると判断された場合にはステップ103に進み、テレビジョンカメラ11で撮影した画像を入力させるようにする。この画像は前述したようにデジタル状のカラー画像データに変換され、このカラー画像データから特徴色が抽出されて、その特徴色の画像データが画像メモリ13に記憶設定されるようになる。

このように画像メモリ13に記憶された画像データは、ステップ104でデータメモリ15に記憶された参照パターンと比較され、ステップ105で撮影

モリの容量は少なくとも3原色それぞれに対応する3組の画像メモリと演算用メモリの4組が必要となる。そして、例えば各色の階調を64階調(6ビット)、縦および横の画素数を256画素×256画素とした場合、全てのメモリ容量は「1572864ビット」必要となる。また演算時間をみれば、現在の画像処理装置においては、画像間演算は最少限でも1/30秒必要とするものであり、例えば前記(1)式を満足させる演算をするときは「 $M_R > M_C$ 」の演算、「 $M_R > M_B$ 」の演算、(1)式と(2)式の演算で合計3ステップ必要であり、

$$(1/30) \times 3 = 1/10 \text{ (秒)}$$

が必要となるものである。

これに対して上記実施例にて示した装置にあっては、メモリ容量は色処理回路12において使用されるメモリセル23のアドレス18ビット分に対応する容量と、画像メモリ13として「256×256ビット」とを必要とするもので、合計327680ビットとなる。

また演算時間は、メモリセル23のアクセス時間と画像メモリ13への結果ストア時間との合計時間となるもので、このそれぞれのメモリ23および13のアクセス時間を例えば50n秒とした場合、画像取り込みに必要とされる100n秒の遅れ時間で全ての演算結果がストアされるようになる。

色処理回路12において(1)および(2)の条件式を満足する色処理のみを行なうものとするれば、この色処理回路は第8図に示す回路によって実現することができる。すなわち、この回路は高速コンパレータ31~34と、このコンパレータ31~34の出力信号が選択的に精合されるアンド回路35、質によって構成されているもので、入力カラー画像データR、G、Bに対して、条件式(1)および(2)にそれぞれ合致する出力がアンド回路35および36から出力されるようになるものである。

さらにこの色処理回路12は、第7図に示すように構成することもできる。すなわち、制御演算回路14によってマトリックススイッチ41~43を制御するようにしているものであり、R、G、Bの各

ため、対象となる風景等の明暗、影等の影響は効果的に排除されるものであり、例えば道路標識のような対象の映像からこの道路標識の内容を判別するような認識動作も効果的に実施できるものであり、例えば走行する車両から道路標識を識別認識する装置を実現するために大きな効果を発揮するものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例に係るパターン認識装置を説明する構成図、第2図は上記実施例の具体的実施手段の例を示す図、第3図は上記装置の色処理回路部分を取り出して示す図、第4図は上記色処理回路を構成するメモリセル部分を説明する構成図、第5図は上記装置の動作の流れを説明するフローチャート、第6図および第7図はそれぞれ上記色処理回路の他の例を説明する回路構成図である。

10…車両、11…カラーテレビジョンカメラ、12…色処理回路、13…画像メモリ、14…演算制御

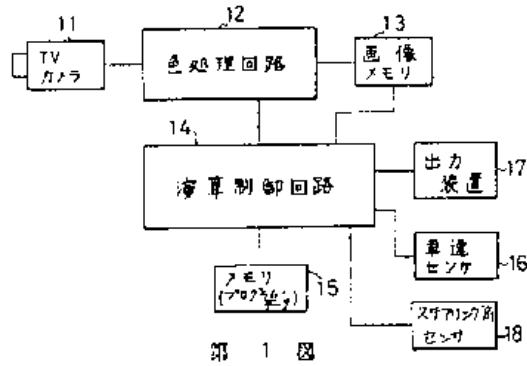
色の画像データ入力に対して、各種の条件式を満たす出力が得られるようにしているものである。この場合、色処理のルーチンで初期設定のステップで、各マトリックススイッチのセットを行なうようにすればよいものである。

#### [発明の効果]

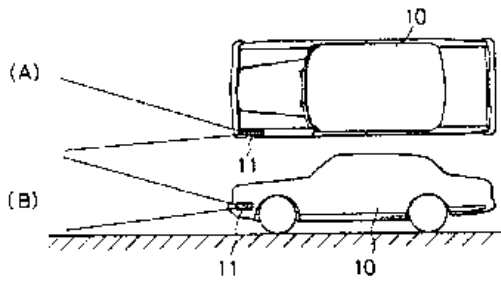
以上のようにこの発明に係るパターン認識装置にあつては、撮影したカラー映像信号からR、G、Bの3原色にそれぞれ対応したデジタル状のカラー画像データを形成し、このカラー画像データから識別しようとする対象の、色彩パターンにしたがって設定される条件式に基づいて特徴色を抽出し、これを画像メモリに対して記憶設定するようになる。そして、この画像メモリに記憶されている画像データに基づいてパターンマッチング演算を実行するようになるものであり、非常に実時間的にパターン認識が実行されるようになる。また、カラー画像にしたがってまず特徴色の色彩パターンマッチングが実行されるようになるものである

回路、15…メモリ(データ)、16…車速センサ、17…出力装置、18ステアリング角センサ、23…メモリセル。

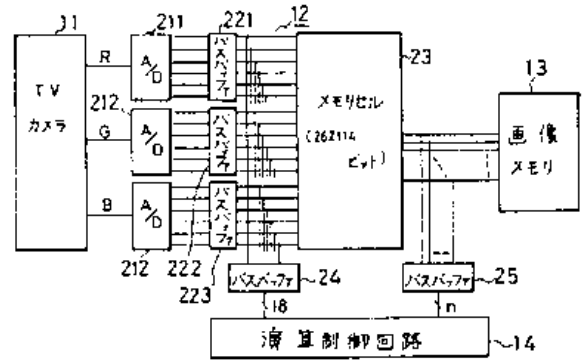
出願人代理人 井塚士 幹 江 武 彦



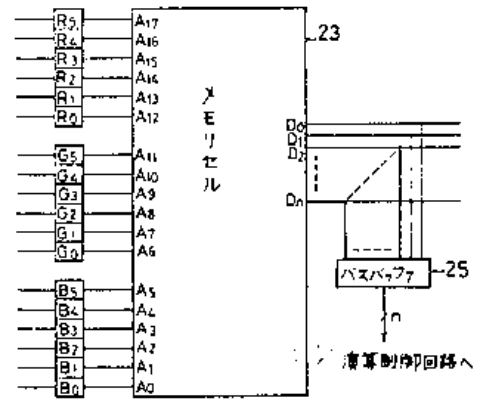
第 1 図



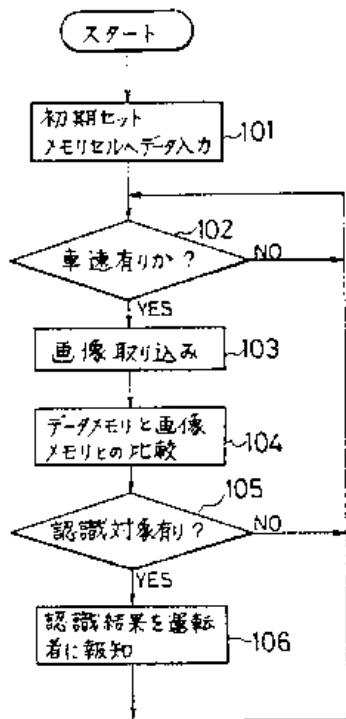
第 2 図



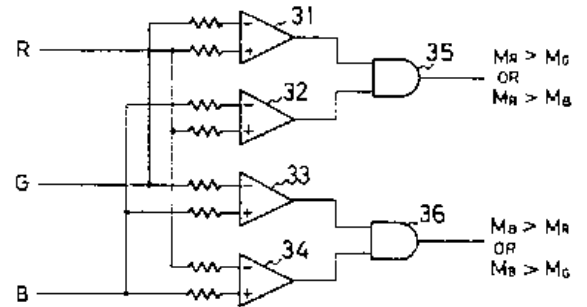
第 3 図



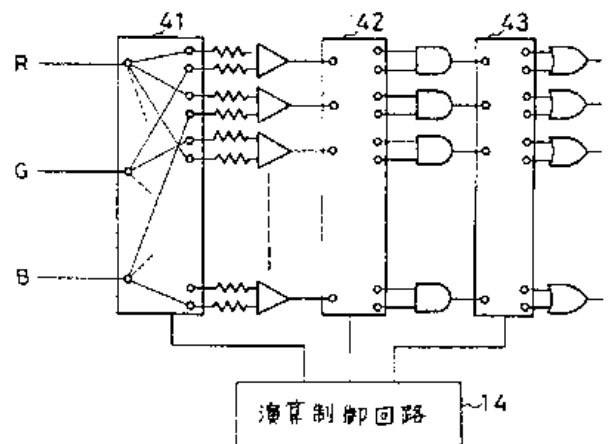
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図



## Electronic Acknowledgement Receipt

<b>EFS ID:</b>	16661526
<b>Application Number:</b>	13680534
<b>International Application Number:</b>	
<b>Confirmation Number:</b>	1034
<b>Title of Invention:</b>	VEHICULAR VISION SYSTEM
<b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>	Kenneth Schofield
<b>Customer Number:</b>	15671
<b>Filer:</b>	Timothy A. Flory/Amanda Sytsma
<b>Filer Authorized By:</b>	Timothy A. Flory
<b>Attorney Docket Number:</b>	MAG04 P-1943
<b>Receipt Date:</b>	22-AUG-2013
<b>Filing Date:</b>	19-NOV-2012
<b>Time Stamp:</b>	16:17:35
<b>Application Type:</b>	Utility under 35 USC 111(a)

### Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

### File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Transmittal Letter	TransmittalForm.pdf	119492 <small>cd025bd47007bfcde1acce86a968e3c56a5e22f5</small>	no	1

### Warnings:

### Information:

1003-1592

2	Transmittal Letter	IDSLetter.pdf	16798	no	2
			d7c8cc546cd39db98db13b6274265982c42bf37a		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
3	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	IDSForms.pdf	404731	no	30
			571c34fbc2ae566af8987d522dcf7429aa8516d7		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
4	Foreign Reference	DE-PatentReferences-Part1.pdf	9616045	no	204
			f9ea89dedeccacaaafc3dfa108ae516223a42ee		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
5	Foreign Reference	DE-PatentReferences-Part2.pdf	20559584	no	407
			93baff7546fbab68a9a8c8e8865dabcc8fd1bd1		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
6	Foreign Reference	EP-ForeignReferences-Part1.pdf	6621316	no	142
			9b2693ebf1f48c3c18f420fa5c8b7e60aa0e50ed		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
7	Foreign Reference	EP-ForeignReferences-Part2.pdf	24057983	no	191
			64d8e3931be20ba6dd0391a724c0458be7ac9e12		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
8	Foreign Reference	EP-ForeignReferences-Part3.pdf	4073115	no	83
			0eb572273b738223fa7e4c44aab3a00d4a14f611		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
9	Foreign Reference	FR2687000.pdf	687808	no	17
			b9427578bcd8b735cc0d7f8f6a84275bea7207f3		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
10	Foreign Reference	GB914827.pdf	1056912	no	14
			d2faec404f410b0cf46077adc9726f6536d60e7b		

<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
11	Foreign Reference	GB1000265.pdf	508143 f01e38769ad34dd716d8bc2dc5b5fd1af3b0a256a	no	6
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
12	Foreign Reference	GB1054064.pdf	618001 6b209b4d4dfabfcc9ae698fa8524f59145a206a	no	9
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
13	Foreign Reference	JP-ForeignReferences-Part2.pdf	907511 efc91aee12e7e4f0137d8fcc43e76d38defffd6a5	no	19
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
14	Foreign Reference	SE336535.pdf	746900 a31ba5d16492061dc4c836d86683621c05fd6467	no	6
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
15	Foreign Reference	WO1996021581.pdf	361920 b9b3bc0cb6a60e99a83c37a820c66bf4f42c6791	no	13
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
16	Non Patent Literature	NPL-PatentReferences.pdf	7503843 9d1471bf83b2acf8826c35713d5aa5fc0f503892	no	101
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
17	Non Patent Literature	NPL-References-Part2.pdf	18125025 6d668d6c7c2fa65edfb3c6b6180db89d0f237bc	no	309
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
18	Foreign Reference	JPPatentReferences.pdf	17885045 e70ede516e3a8926fb1f2eadbb984c6c33067c37	no	288
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
<b>Total Files Size (in bytes):</b>			113870172		

**This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.**

**New Applications Under 35 U.S.C. 111**

**If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.**

**National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371**

**If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.**

**New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office**

**If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.**

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

<b>TRANSMITTAL FORM</b>  <i>(to be used for all correspondence after initial filing)</i>	Application Number	13/680,534
	Filing Date	November 19, 2012
	First Named Inventor	Kenneth Schofield
	Art Unit	2872
	Examiner Name	Toan Ngoc Pham
Total Number of Pages in This Submission	Attorney Docket Number	MAG04 P1943

<b>ENCLOSURES (Check all that apply)</b>				
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input checked="" type="checkbox"/> Information Disclosure Statement  <input type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____ <input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 100px;">Remarks</td> <td></td> </tr> </table>			Remarks	
Remarks				

<b>SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT</b>			
Firm Name	GARDNER, LINN, BURKHART & FLORY, LLP		
Signature	/taf/		
Printed name	Timothy A. Flory		
Date	August 22, 2013	Reg. No.	42540

<b>CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING</b>			
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below:			
Signature	/ars/		
Typed or printed name	Amanda R. Sytsma	Date	August 22, 2013

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Group : 2684  
Examiner : Toan Ngoc Pham  
Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
Serial No. : 13/680,534  
Filing Date : November 19, 2012  
For : VEHICLE VISION SYSTEM

Mail Stop Amendment  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

In accordance with 37 CFR 1.51, 1.56, 1.97 and 1.98, Applicants submit herewith patents, publications or other information listed on the attached Forms PTO/SB/08A for consideration by the Examiner in connection with examination of the present application.

The assignee of the present application is involved in litigation pertaining to U.S. Patent Nos. 6,907,023; 7,423,248; 7,459,664; 7,339,149; 7,344,261; 7,655,894; 7,994,462; 8,203,440; 8,222,588; 8,314,689 and 8,324,552. The lawsuit is Magna Electronics Inc. vs. TRW Automotive Holdings Corp., et al. (Case No. 1:12-cv-00654, Western District of Michigan).

A listing of all patents known to Applicant, including patents brought to Applicant's attention as a result of the foregoing litigation, is disclosed in the attached PTO/SB/08A forms. Applicant has submitted only some of the references cited on pages 30 and 31 of the attached forms, since the other references have not yet been provided to Applicant.

Copies of some of the cited foreign references and non-patent literature references are not provided herewith, since these references were previously made of record during prosecution of the parent application Serial No. 13/525,763. The attached forms reference Reexamination proceedings for U.S. Patent Nos. 5,949,331 and 6,222,447. Copies of the Reexamination documents are not provided herewith due to their voluminous nature and because it is assumed that the Examiner has access to those documents. The Examiner is invited to contact the undersigned attorney if an additional copy of any of these references or documents is desired.

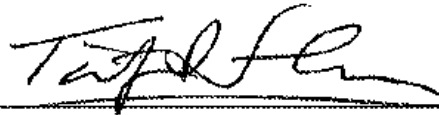
Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
Serial No. : 13/680,534  
Page : 2

This Information Disclosure Statement is not intended to constitute an admission that any patent, publication or other information referred to herein is "prior art" for this invention unless specifically designated as such.

Under 37 CFR 1.97, the filing of this Information Disclosure Statement shall not be construed to mean that a search has been made or that no other material information as defined in 37 CFR 1.56(a) exists.

An early and favorable action on the merits is respectfully requested.

Respectfully submitted,



Date: August 22, 2013

---

Timothy A. Flory  
Registration No. 42 540  
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Drive, S.E., Suite 207  
Grand Rapids, Michigan 49546  
(616) 975-5500

TAF/ars



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
United States Patent and Trademark Office  
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. Box 150  
Alexandria, Virginia 22313-1450  
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 3710G DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
13/680,534	11/19/2012	Kenneth Schofield	MAG04 P-1943

CONFIRMATION NO. 1034

15671  
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Dr.  
SE, Suite 207  
Grand Rapids, MI 49546

PUBLICATION NOTICE



Title:VEHICULAR VISION SYSTEM

Publication No.US-2013-0076241-A1

Publication Date:03/28/2013

NOTICE OF PUBLICATION OF APPLICATION

The above-identified application will be electronically published as a patent application publication pursuant to 37 CFR 1.211, et seq. The patent application publication number and publication date are set forth above.

The publication may be accessed through the USPTO's publically available Searchable Databases via the Internet at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov). The direct link to access the publication is currently <http://www.uspto.gov/patft/>.

The publication process established by the Office does not provide for mailing a copy of the publication to applicant. A copy of the publication may be obtained from the Office upon payment of the appropriate fee set forth in 37 CFR 1.19(a)(1). Orders for copies of patent application publications are handled by the USPTO's Office of Public Records. The Office of Public Records can be reached by telephone at (703) 308-9726 or (800) 972-6382, by facsimile at (703) 305-8759, by mail addressed to the United States Patent and Trademark Office, Office of Public Records, Alexandria, VA 22313-1450 or via the Internet.

In addition, information on the status of the application, including the mailing date of Office actions and the dates of receipt of correspondence filed in the Office, may also be accessed via the Internet through the Patent Electronic Business Center at [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) using the public side of the Patent Application Information and Retrieval (PAIR) system. The direct link to access this status information is currently <http://pair.uspto.gov/>. Prior to publication, such status information is confidential and may only be obtained by applicant using the private side of PAIR.

Further assistance in electronically accessing the publication, or about PAIR, is available by calling the Patent Electronic Business Center at 1-866-217-9197.

Office of Data Management, Application Assistance Unit (571) 272-4000, or (571) 272-4200, or 1-888-786-0101





UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
United States Patent and Trademark Office  
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. Box 150  
Alexandria, Virginia 22313-1450  
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 3710G DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
13/680,534	11/19/2012	Kenneth Schofield	MAG04 P-1943

**CONFIRMATION NO. 1034**

**IMPROPER CFR REQUEST**



15671  
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Dr.  
SE, Suite 207  
Grand Rapids, MI 49546

Date Mailed: 01/04/2013

**RESPONSE TO REQUEST FOR CORRECTED FILING RECEIPT**

***Continuity, Priority Claims, Petitions, and Non-Publication Requests***

In response to your request for a corrected Filing Receipt, the Office is unable to comply with your request because:

- Any request to correct or change the inventorship once the inventorship has been set must be by way of a request under 37 CFR 1.48(a) for a nonprovisional application or 37 CFR 1.48(d) for a provisional application.

*/hycman/*

Office of Data Management, Application Assistance Unit (571) 272-4000, or (571) 272-4200, or 1-888-786-0101

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
Serial No. : 13/680,534  
Filing Date : November 19, 2012  
For : VEHICULAR VISION SYSTEM

Mail Stop Missing Parts  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, V.A. 22313-1450

Dear Sir or Madam:

REQUEST FOR CORRECTED FILING RECEIPT

Receipt of the official filing receipt for the above-identified patent application is hereby acknowledged. That filing receipt has been reviewed for accuracy and the following errors have been noted:

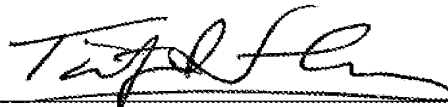
The Applicant(s) section appears as

"Kenneth Schofield, Holland, MI;  
Mark L. Larson1, Grand Haven, MI;"  
but should appear as

--Kenneth Schofield, Holland, MI;  
Mark L. Larson, Grand Haven, MI;--

A copy of the filing receipt with the correction noted thereon is attached. Also attached is a Supplemental Application Data Sheet that correctly shows the inventor's name as Mark L. Larson. The remaining information on the filing receipt appears to be correct. However, correction of the Applicant(s) section as noted above is respectfully requested.

Respectfully submitted,



Dated: December 20, 2012

---

Timothy A. Flory  
Registration No. 42540  
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Drive, S.E., Suite 207  
Grand Rapids, Michigan 49546  
(616) 975-5500

TAF:ars



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
United States Patent and Trademark Office  
Address: 400 MICHIGAN PLAZA, EAST WING  
FLOOR 1000  
WASHINGTON, DC 20541-5000  
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING DATE	DEPART DATE	FILED REC'D	APP. DOC. REPLY NO.	TOT. CLAIMS	INT. CLAIMS
13/680,534	11/19/2012	2872	7028	MAG04 P-1943	109	4

CONFIRMATION NO. 1034

15671  
Gardner, Linn, Burkhart & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Dr.  
SE, Suite 207  
Grand Rapids, MI 49546

FILING RECEIPT



Date Mailed: 12/19/2012

Receipt is acknowledged of this non-provisional patent application. The application will be taken up for examination in due course. Applicant will be notified as to the results of the examination. Any correspondence concerning the application must include the following identification information: the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. **If an error is noted on this Filing Receipt, please submit a written request for a Filing Receipt Correction. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the USPTO processes the reply to the Notice, the USPTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections**

Inventor(s)

Kenneth Schofield, Holland, MI;  
~~Mark L. Larson, Grand Haven, MI;~~ Mark L. Larson, Grand Haven, MI;

Applicant(s)

Donnelly Corporation, Holland, MI

Assignment For Published Patent Application

DONNELLY CORPORATION, Holland, MI

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 15671

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a CON of 13/525,763 06/18/2012 PAT 8314689 \*  
which is a CON of 13/351,098 01/16/2012 PAT 8203440  
which is a CON of 11/074,521 09/08/2005 PAT 8098142  
which is a CON of 10/940,700 09/14/2004 PAT 6953253  
which is a CON of 10/372,873 02/24/2003 PAT 6802617  
which is a CON of 09/975,232 10/11/2001 PAT 6523064  
which is a CON of 09/227,344 01/08/1999 PAT 6302545  
which is a CON of 08/478,093 06/07/1995 PAT 5877897

(\*)Data provided by applicant is not consistent with PTO records.

Foreign Applications for which priority is claimed (You may be eligible to benefit from the Patent Prosecution Highway program at the USPTO. Please see <http://www.uspto.gov> for more information.) - None.

Foreign application information must be provided in an Application Data Sheet in order to constitute a claim to foreign priority. See 37 CFR 1.55 and 1.76.

**If Required, Foreign Filing License Granted:** 12/11/2012

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 13/680,534**

**Projected Publication Date:** 03/28/2013

**Non-Publication Request:** No

**Early Publication Request:** No

**Title**

VEHICULAR VISION SYSTEM

**Preliminary Class**

359

## **PROTECTING YOUR INVENTION OUTSIDE THE UNITED STATES**

Since the rights granted by a U.S. patent extend only throughout the territory of the United States and have no effect in a foreign country, an inventor who wishes patent protection in another country must apply for a patent in a specific country or in regional patent offices. Applicants may wish to consider the filing of an international application under the Patent Cooperation Treaty (PCT). An international (PCT) application generally has the same effect as a regular national patent application in each PCT-member country. The PCT process **simplifies** the filing of patent applications on the same invention in member countries, but **does not result** in a grant of "an international patent" and does not eliminate the need of applicants to file additional documents and fees in countries where patent protection is desired.

Almost every country has its own patent law, and a person desiring a patent in a particular country must make an application for patent in that country in accordance with its particular laws. Since the laws of many countries differ in various respects from the patent law of the United States, applicants are advised to seek guidance from specific foreign countries to ensure that patent rights are not lost prematurely.

Applicants also are advised that in the case of inventions made in the United States, the Director of the USPTO must issue a license before applicants can apply for a patent in a foreign country. The filing of a U.S. patent application serves as a request for a foreign filing license. The application's filing receipt contains further information and guidance as to the status of applicant's license for foreign filing.

Applicants may wish to consult the USPTO booklet, "General Information Concerning Patents" (specifically, the section entitled "Treaties and Foreign Patents") for more information on timeframes and deadlines for filing foreign patent applications. The guide is available either by contacting the USPTO Contact Center at 800-786-9199, or it can be viewed on the USPTO website at <http://www.uspto.gov/web/offices/pac/doc/general/index.html>.

For information on preventing theft of your intellectual property (patents, trademarks and copyrights), you may wish to consult the U.S. Government website, <http://www.stopfakes.gov>. Part of a Department of Commerce initiative, this website includes self-help "toolkits" giving innovators guidance on how to protect intellectual property in specific countries such as China, Korea and Mexico. For questions regarding patent enforcement issues, applicants may call the U.S. Government hotline at 1-866-999-HALT (1-866-999-4158).

**LICENSE FOR FOREIGN FILING UNDER**  
**Title 35, United States Code, Section 184**  
**Title 37, Code of Federal Regulations, 5.11 & 5.15**

**GRANTED**

The applicant has been granted a license under 35 U.S.C. 184, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" followed by a date appears on this form. Such licenses are issued in all applications where the conditions for issuance of a license have been met, regardless of whether or not a license may be required as set forth in 37 CFR 5.15. The scope and limitations of this license are set forth in 37 CFR 5.15(a) unless an earlier license has been issued under 37 CFR 5.15(b). The license is subject to revocation upon written notification. The date indicated is the effective date of the license, unless an earlier license of similar scope has been granted under 37 CFR 5.13 or 5.14.

This license is to be retained by the licensee and may be used at any time on or after the effective date thereof unless it is revoked. This license is automatically transferred to any related applications(s) filed under 37 CFR 1.53(d). This license is not retroactive.

The grant of a license does not in any way lessen the responsibility of a licensee for the security of the subject matter as imposed by any Government contract or the provisions of existing laws relating to espionage and the national security or the export of technical data. Licensees should apprise themselves of current regulations especially with respect to certain countries, of other agencies, particularly the Office of Defense Trade Controls, Department of State (with respect to Arms, Munitions and Implements of War (22 CFR 121-128)); the Bureau of Industry and Security, Department of Commerce (15 CFR parts 730-774); the Office of Foreign Assets Control, Department of Treasury (31 CFR Parts 500+) and the Department of Energy.

**NOT GRANTED**

No license under 35 U.S.C. 184 has been granted at this time, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" DOES NOT appear on this form. Applicant may still petition for a license under 37 CFR 5.12, if a license is desired before the expiration of 6 months from the filing date of the application. If 6 months has lapsed from the filing date of this application and the licensee has not received any indication of a secrecy order under 35 U.S.C. 181, the licensee may foreign file the application pursuant to 37 CFR 5.15(b).

---

***SelectUSA***

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation and commercialization of new technologies. The USA offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to encourage, facilitate, and accelerate business investment. To learn more about why the USA is the best country in the world to develop technology, manufacture products, and grow your business, visit [SelectUSA.gov](http://SelectUSA.gov).

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
		Application Number	13/680.534
Title of invention	VEHICULAR VISION SYSTEM		
The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76. This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.			

**Secrecy Order 37 CFR 5.2**

Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)

**Inventor Information:**

Inventor 1					Remove
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	Kenneth		Schofield		
Residence Information (Select One) <input checked="" type="radio"/> US Residency <input type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	Holland	State/Province	MI	Country of Residence	US

**Mailing Address of Inventor:**

Address 1	4793 Crestridge Court				
Address 2					
City	Holland	State/Province	MI	Country	US
Postal Code	49423	Country	US		

Inventor 2					Remove
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	Mark	L.	Larson		
Residence Information (Select One) <input checked="" type="radio"/> US Residency <input type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	Grand Haven	State/Province	MI	Country of Residence	US

**Mailing Address of Inventor:**

Address 1	10500 Stump Street				
Address 2					
City	Grand Haven	State/Province	MI	Country	US
Postal Code	49417	Country	US		

All Inventors Must Be Listed - Additional inventor information blocks may be generated within this form by selecting the **Add** button.

**Correspondence Information:**

Enter either Customer Number or complete the Correspondence information section below. For further information see 37 CFR 1.33(a).

<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
	Application Number	13/680,534
Title of Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM	

An Address is being provided for the correspondence information of this application.

Customer Number	15671		
Email Address	flory@gibf.com	<input type="button" value="Add Email"/>	<input type="button" value="Remove Email"/>

### Application Information:

Title of the Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM		
Attorney Docket Number	MAG04 P-1943	Small Entity Status Claimed	<input type="checkbox"/>
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Suggested Class (if any)		Sub Class (if any)	
Suggested Technology Center (if any)			
Total Number of Drawing Sheets (if any)	25	Suggested Figure for Publication (if any)	

### Publication Information:

Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)

**Request Not to Publish.** I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application **has not and will not** be the subject of an application filed in another country, or under a multilateral international agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

### Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32). Either enter Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the customer number will be used for the Representative Information during processing.

Please Select One:	<input checked="" type="radio"/> Customer Number	<input type="radio"/> US Patent Practitioner	<input type="radio"/> Limited Recognition (37 CFR 11.9)
Customer Number	15671		

### Domestic Benefit/National Stage Information:

This section allows for the applicant to either claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, or 365(c) or indicate National Stage entry from a PCT application. Providing this information in the application data sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78.

Prior Application Status	Pending		<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
13680534	Continuation of	13525763	2012-06-18

1003-1606

<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943		
		Application Number	13/680,534		
Title of Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM				

Prior Application Status		Patented			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
13525763	Continuation of	13351098	2012-01-16	8203440	2012-06-19
Prior Application Status		Patented			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
13351098	Continuation of	11074521	2005-03-08	8098142	2012-01-17
Prior Application Status		Patented			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
11074521	Continuation of	10940700	2004-09-14	6953253	2005-10-11
Prior Application Status		Patented			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
10940700	Continuation of	10372873	2003-02-24	6802617	2004-10-12
Prior Application Status		Patented			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
10372873	Continuation of	09975232	2001-10-11	6523964	2003-02-25
Prior Application Status		Patented			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
09975232	Continuation of	09227344	1999-01-08	6302545	2001-10-16
Prior Application Status		Patented			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
09227344	Continuation of	08478093	1995-06-07	5677897	1999-03-02
Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the <b>Add</b> button.					

### Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim benefit of foreign priority and to identify any prior foreign application for which priority is not claimed. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55(a).			
			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Country <sup>1</sup>	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Priority Claimed
			<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No
Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the <b>Add</b> button.			



<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
	Application Number	13/680,534
Title of Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM	

## Authorization to Permit Access:

Authorization to Permit Access to the Instant Application by the Participating Offices

If checked, the undersigned hereby grants the USPTO authority to provide the European Patent Office (EPO), the Japan Patent Office (JPO), the Korean Intellectual Property Office (KIPO), the World Intellectual Property Office (WIPO), and any other intellectual property offices in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed access to the instant patent application. See 37 CFR 1.14(c) and (h). This box should not be checked if the applicant does not wish the EPO, JPO, KIPO, WIPO, or other intellectual property office in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed to have access to the instant patent application.

In accordance with 37 CFR 1.14(h)(3), access will be provided to a copy of the instant patent application with respect to: 1) the instant patent application-as-filed; 2) any foreign application to which the instant patent application claims priority under 35 U.S.C. 119(a)-(d) if a copy of the foreign application that satisfies the certified copy requirement of 37 CFR 1.55 has been filed in the instant patent application; and 3) any U.S. application-as-filed from which benefit is sought in the instant patent application.

In accordance with 37 CFR 1.14(c), access may be provided to information concerning the date of filing this Authorization.

## Applicant Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

### Applicant 1

If the applicant is the inventor (or the remaining joint inventor or inventors under 37 CFR 1.45), this section should not be completed. The information to be provided in this section is the name and address of the legal representative who is the applicant under 37 CFR 1.43; or the name and address of the assignee, person to whom the inventor is under an obligation to assign the invention, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest in the matter who is the applicant under 37 CFR 1.46. If the applicant is an applicant under 37 CFR 1.46 (assignee, person to whom the inventor is obligated to assign, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest) together with one or more joint inventors, then the joint inventor or inventors who are also the applicant should be identified in this section.

Assignee

Legal Representative under 35 U.S.C. 117

Person to whom the inventor is obligated to assign.

Person who shows sufficient proprietary interest

If applicant is the legal representative, indicate the authority to file the patent application, the inventor is:

Name of the Deceased or Legally Incapacitated Inventor:

If the Assignee is an Organization, check here.

Organization Name

Donnelly Corporation

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
	Application Number	13/680,534
Title of Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM	

<b>Mailing Address Information:</b>			
Address 1	49 W. Third Street		
Address 2			
City	Holland	State/Province	MI
Country	US	Postal Code	49423
Phone Number		Fax Number	
Email Address			

Additional Applicant Data may be generated within this form by selecting the Add button.

**Signature:**

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications					
Signature	/taf/		Date (YYYY-MM-DD)	2012-12-20	
First Name	Timothy	Last Name	Flory	Registration Number	42540

Additional Signature may be generated within this form by selecting the Add button.

This collection of information is required by 37 CFR 1.76. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 23 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application data sheet form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

## Electronic Acknowledgement Receipt

<b>EFS ID:</b>	14525723
<b>Application Number:</b>	13680534
<b>International Application Number:</b>	
<b>Confirmation Number:</b>	1034
<b>Title of Invention:</b>	VEHICULAR VISION SYSTEM
<b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>	Kenneth Schofield
<b>Customer Number:</b>	15671
<b>Filer:</b>	Timothy A. Flory/Amanda Sytsma
<b>Filer Authorized By:</b>	Timothy A. Flory
<b>Attorney Docket Number:</b>	MAG04 P-1943
<b>Receipt Date:</b>	20-DEC-2012
<b>Filing Date:</b>	19-NOV-2012
<b>Time Stamp:</b>	14:13:19
<b>Application Type:</b>	Utility under 35 USC 111(a)

### Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

### File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Transmittal Letter	TransmittalForm.pdf	48576 <small>54fdb5e5c978b8ffc0cd216643e3a0ec82a71de</small>	no	1

### Warnings:

### Information:

1003-1610

2	Request for Corrected Filing Receipt	RequestforCorrectedFilingReceipt.pdf	17875 0b1f0206a92576a04de216342a49cf0123c7f0a3	no	1
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
3	Miscellaneous Incoming Letter	FilingReceiptwithCorrectionNoted.pdf	680357 4a1b2bc54a63cb37eea832622b79aa935e6794b9	no	3
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
4	Application Data Sheet	SuppApplicationDataSheet.pdf	64818 60a8c65d132bf969c90108a451afd6f128105fa6	no	5
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
This is not an USPTO supplied ADS fillable form					
<b>Total Files Size (in bytes):</b>			811626		
<p><b>This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.</b></p> <p><b><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u></b>  If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.</p> <p><b><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u></b>  If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.</p> <p><b><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u></b>  If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.</p>					

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

<h1>TRANSMITTAL FORM</h1> <p><i>(to be used for all correspondence after initial filing)</i></p>	Application Number	13680.534
	Filing Date	November 19, 2012
	First Named Inventor	Kenneth Schofield
	Art Unit	2872
	Examiner Name	
Total Number of Pages in This Submission	Attorney Docket Number	MA304 P1043

ENCLOSURES <i>(Check all that apply)</i>		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	<input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Request for Refund	-Request for Corrected Filing Receipt
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	-Filing Receipt with Correction Noted
<input type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	-Supplemental Application Data Sheet
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application	<input type="checkbox"/> Remarks	
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT			
Firm Name	GARDNER, LINN, BURKHART & FLORY, LLP		
Signature	/s/af		
Printed name	Tiffany A. Flory		
Date	December 20, 2012	Reg. No.	42540

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING			
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below:			
Signature	/s/rsi		
Typed or printed name	Amanda R. Sylsma	Date	December 20, 2012

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 150
Alexandria, Virginia 22303-1450
www.uspto.gov

Table with 7 columns: APPLICATION NUMBER, FILING or 371(c) DATE, GRP ART UNIT, FD. FEE REC'D, ATTY. DOCKET NO., TOT. CLAIMS, IND. CLAIMS. Row 1: 13/680,534, 11/19/2012, 2872, 7028, MAG04 P-1943, 109, 4

CONFIRMATION NO. 1034

15671
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP
2851 Charlevoix Dr.
SE, Suite 207
Grand Rapids, MI 49546

FILING RECEIPT



Date Mailed: 12/19/2012

Receipt is acknowledged of this non-provisional patent application. The application will be taken up for examination in due course. Applicant will be notified as to the results of the examination. Any correspondence concerning the application must include the following identification information: the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. If an error is noted on this Filing Receipt, please submit a written request for a Filing Receipt Correction. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the USPTO processes the reply to the Notice, the USPTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections

Inventor(s)

Kenneth Schofield, Holland, MI;
Mark L. Larson1, Grand Haven, MI;

Applicant(s)

Donnelly Corporation, Holland, MI

Assignment For Published Patent Application

DONNELLY CORPORATION, Holland, MI

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 15671

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a CON of 13/525,763 06/18/2012 PAT 8314689 \*
which is a CON of 13/351,098 01/16/2012 PAT 8203440
which is a CON of 11/074,521 03/08/2005 PAT 8098142
which is a CON of 10/940,700 09/14/2004 PAT 6953253
which is a CON of 10/372,873 02/24/2003 PAT 6802617
which is a CON of 09/975,232 10/11/2001 PAT 6523964
which is a CON of 09/227,344 01/08/1999 PAT 6302545
which is a CON of 08/478,093 06/07/1995 PAT 5877897

(\*)Data provided by applicant is not consistent with PTO records.

Foreign Applications for which priority is claimed (You may be eligible to benefit from the Patent Prosecution Highway program at the USPTO. Please see http://www.uspto.gov for more information.) - None.

Foreign application information must be provided in an Application Data Sheet in order to constitute a claim to foreign priority. See 37 CFR 1.55 and 1.76.

**If Required, Foreign Filing License Granted:** 12/11/2012

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 13/680,534**

**Projected Publication Date:** 03/28/2013

**Non-Publication Request:** No

**Early Publication Request:** No

**Title**

VEHICULAR VISION SYSTEM

**Preliminary Class**

359

## **PROTECTING YOUR INVENTION OUTSIDE THE UNITED STATES**

Since the rights granted by a U.S. patent extend only throughout the territory of the United States and have no effect in a foreign country, an inventor who wishes patent protection in another country must apply for a patent in a specific country or in regional patent offices. Applicants may wish to consider the filing of an international application under the Patent Cooperation Treaty (PCT). An international (PCT) application generally has the same effect as a regular national patent application in each PCT-member country. The PCT process **simplifies** the filing of patent applications on the same invention in member countries, but **does not result** in a grant of "an international patent" and does not eliminate the need of applicants to file additional documents and fees in countries where patent protection is desired.

Almost every country has its own patent law, and a person desiring a patent in a particular country must make an application for patent in that country in accordance with its particular laws. Since the laws of many countries differ in various respects from the patent law of the United States, applicants are advised to seek guidance from specific foreign countries to ensure that patent rights are not lost prematurely.

Applicants also are advised that in the case of inventions made in the United States, the Director of the USPTO must issue a license before applicants can apply for a patent in a foreign country. The filing of a U.S. patent application serves as a request for a foreign filing license. The application's filing receipt contains further information and guidance as to the status of applicant's license for foreign filing.

Applicants may wish to consult the USPTO booklet, "General Information Concerning Patents" (specifically, the section entitled "Treaties and Foreign Patents") for more information on timeframes and deadlines for filing foreign patent applications. The guide is available either by contacting the USPTO Contact Center at 800-786-9199, or it can be viewed on the USPTO website at <http://www.uspto.gov/web/offices/pac/doc/general/index.html>.

For information on preventing theft of your intellectual property (patents, trademarks and copyrights), you may wish to consult the U.S. Government website, <http://www.stopfakes.gov>. Part of a Department of Commerce initiative, this website includes self-help "toolkits" giving innovators guidance on how to protect intellectual property in specific countries such as China, Korea and Mexico. For questions regarding patent enforcement issues, applicants may call the U.S. Government hotline at 1-866-999-HALT (1-866-999-4158).

**LICENSE FOR FOREIGN FILING UNDER**  
**Title 35, United States Code, Section 184**  
**Title 37, Code of Federal Regulations, 5.11 & 5.15**

**GRANTED**

The applicant has been granted a license under 35 U.S.C. 184, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" followed by a date appears on this form. Such licenses are issued in all applications where the conditions for issuance of a license have been met, regardless of whether or not a license may be required as set forth in 37 CFR 5.15. The scope and limitations of this license are set forth in 37 CFR 5.15(a) unless an earlier license has been issued under 37 CFR 5.15(b). The license is subject to revocation upon written notification. The date indicated is the effective date of the license, unless an earlier license of similar scope has been granted under 37 CFR 5.13 or 5.14.

This license is to be retained by the licensee and may be used at any time on or after the effective date thereof unless it is revoked. This license is automatically transferred to any related applications(s) filed under 37 CFR 1.53(d). This license is not retroactive.

The grant of a license does not in any way lessen the responsibility of a licensee for the security of the subject matter as imposed by any Government contract or the provisions of existing laws relating to espionage and the national security or the export of technical data. Licensees should apprise themselves of current regulations especially with respect to certain countries, of other agencies, particularly the Office of Defense Trade Controls, Department of State (with respect to Arms, Munitions and Implements of War (22 CFR 121-128)); the Bureau of Industry and Security, Department of Commerce (15 CFR parts 730-774); the Office of Foreign Assets Control, Department of Treasury (31 CFR Parts 500+) and the Department of Energy.

**NOT GRANTED**

No license under 35 U.S.C. 184 has been granted at this time, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" DOES NOT appear on this form. Applicant may still petition for a license under 37 CFR 5.12, if a license is desired before the expiration of 6 months from the filing date of the application. If 6 months has lapsed from the filing date of this application and the licensee has not received any indication of a secrecy order under 35 U.S.C. 181, the licensee may foreign file the application pursuant to 37 CFR 5.15(b).

---

***SelectUSA***

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation and commercialization of new technologies. The USA offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to encourage, facilitate, and accelerate business investment. To learn more about why the USA is the best country in the world to develop technology, manufacture products, and grow your business, visit [SelectUSA.gov](http://SelectUSA.gov).





UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
United States Patent and Trademark Office  
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. Box 150  
Alexandria, Virginia 22313-1150  
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(c) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
13/680,534	11/19/2012	Kenneth Schofield	MAG04 P-1943

CONFIRMATION NO. 1034

15671  
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Dr.  
SE, Suite 207  
Grand Rapids, MI 49546

NOTICE



Date Mailed: 12/19/2012

INFORMATIONAL NOTICE TO APPLICANT

Applicant is notified that the above-identified application contains the deficiencies noted below. No period for reply is set forth in this notice for correction of these deficiencies. However, if a deficiency relates to the inventor's oath or declaration, the applicant must file an oath or declaration in compliance with 37 CFR 1.63, or a substitute statement in compliance with 37 CFR 1.64, executed by or with respect to each actual inventor no later than the expiration of the time period set in the "Notice of Allowability" to avoid abandonment. See 37 CFR 1.53(f).

The item(s) indicated below are also required and should be submitted with any reply to this notice to avoid further processing delays.

**A new inventor's oath or declaration that identifies this application (e.g., by Application Number and filing date) is required. The inventor's oath or declaration does not comply with 37 CFR 1.63 in that it:**

- does not state that the above-identified application was made or authorized to be made by the person executing the oath or declaration.





UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
United States Patent and Trademark Office  
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. Box 150  
Alexandria, Virginia 22313-1150  
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(c) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
13/680,534	11/19/2012	Kenneth Schofield	MAG04 P-1943

**CONFIRMATION NO. 1034**

**POA ACCEPTANCE LETTER**



15671  
Gardner, Linn, Burkhardt & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Dr.  
SE, Suite 207  
Grand Rapids, MI 49546

Date Mailed: 12/19/2012

**NOTICE OF ACCEPTANCE OF POWER OF ATTORNEY**

This is in response to the Power of Attorney filed 11/19/2012.

The Power of Attorney in this application is accepted. Correspondence in this application will be mailed to the above address as provided by 37 CFR 1.33.

/dnghuyen/

Office of Data Management, Application Assistance Unit (571) 272-4000, or (571) 272-4200, or 1-888-786-0101

COMBINED DECLARATION AND POWER OF ATTORNEY  
FOR PATENT APPLICATION  
(Page 1)

As a below named inventor, I hereby declare that:

My residence, post office address and citizenship are as stated below next to my name;

I believe I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled AUTOMATIC REARVIEW MIRROR, VEHICLE LIGHTING CONTROL AND VEHICLE INTERIOR MONITORING SYSTEM USING A PHOTSENSOR ARRAY

the specification of which  is attached hereto  was filed on June 7, 1994  
as United States Application No. or PCT International Application  
No. 08/478,093  
and was amended on \_\_\_\_\_ (if applicable).

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above-identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 CFR §1.56.

I hereby claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. §119(a)-(d) or §365(b), of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or § 365(a) of any PCT international application which designates at least one country other than the United States, listed below and have also identified below any foreign application for patent or inventor's certificate, or PCT international application having a filing date before that of the application on which priority is claimed:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed (Day/Mo./Yr.)</u>	<u>(Yes/No) Priority Claimed</u>
----------------	------------------------	----------------------------	--------------------------------------

I hereby claim the benefit under 35 U.S.C. § 119(e) of any United States provisional application(s) listed below:

<u>Application No.</u>	<u>Filed (Day/Mo./Yr.)</u>
------------------------	----------------------------

BEST AVAILABLE COPY

1003-1619

COMBINED DECLARATION AND POWER OF ATTORNEY  
FOR PATENT APPLICATION

(Page 2)

I hereby claim the benefit under 35 U.S.C. § 120 of any United States application(s), or § 365(c) of any PCT international application designating the United States, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT international application in the manner provided by the first paragraph of 35 U.S.C. § 112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 C.F.R. § 156 which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of this application.

<u>Application No.</u>	<u>Filed (Day/Mo./Yr.)</u>	<u>Status</u> (Patented, Pending, Abandoned)
PCT/US94/01954	Feb. 25, 1994	Pending
08/023,918	Feb. 26, 1993	Pending

I hereby appoint the following attorneys to prosecute this application and to transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith: Joseph M. Fitzpatrick (Registration No. 17,398), Lawrence F. Scinto (Registration No. 18,973), William J. Brunet (Registration No. 20,452), Robert L. Beechtoft (Registration No. 20,860), John A. O'Brien (Registration No. 24,367), John A. Krause (Registration No. 24,613), Henry J. Renk (Registration No. 25,499), Peter Saxos (Registration No. 24,947), Anthony M. Zupic (Registration No. 27,276), Charles P. Baker (Registration No. 26,702), Stevan J. Bosses (Registration No. 22,291), Edward E. Vassallo (Registration No. 29,117), Ronald A. Clayton (Registration No. 26,718), Lawrence A. Stahl (Registration No. 30,110), Laura A. Bauer (Registration No. 29,767), Leonard P. Diana (Registration No. 29,296), David M. Quislan (Registration No. 26,641), Nicholas N. Kallas (Registration No. 31,530), William M. Wannisky (Registration No. 28,373), Lawrence S. Perry (Registration No. 31,865), Robert H. Fischer (Registration No. 30,051), Christopher Philip Wrist (Registration No. 32,078), Gary M. Jacobs (Registration No. 28,861), Michael K. O'Neill (Registration No. 32,622), Bruce C. Haas (Registration No. 32,734), Scott K. Reed (Registration No. 32,433), Scott D. Malpede (Registration No. 32,533), Fredrick M. Zullo (Registration No. 32,452), Richard P. Bauer (Registration No. 31,588), Warren E. Olsen (Registration No. 27,290), Abigail F. Cousins (Registration No. 29,292), Steven E. Warner (Registration No. 33,326), Thomas J. O'Connell (Registration No. 31,202), Penina Wollman (Registration No. 30,816), David L. Schaeffer (Registration No. 32,716), Jack S. Cubert (Registration No. 24,245), Mark A. Williamson (Registration No. 33,628), John T. Whelan (Registration No. 32,448), Jean K. Dudek (Registration No. 30,938), Raymond R. Mandra (Registration No. 34,382), Dominick A. Conde (Registration No. 33,856), Steven C. Bauman (Registration No. 33,832), Pasquale A. Razzano (Reg. No. 25,512), John W. Behringer (Registration No. 21,086), Robert C. Kline (Registration No. 17,739), Mark J. Itri (Registration No. 36,171), William C. Hwang (Registration No. 36,169), Michael P. Sandonato (Registration No. 35,345), Jack M. Arnold (Registration No. 25,823), John D. Carlin (Registration No. 37,297), Daniel S. Glueck (Registration No. 37,838), Victor J. Giraci (Registration No. 38,157), Joseph W. Ragusa (Registration No. 38,586), Brian L. Klock (Registration No. 36,570), Anne M. Maher (Registration No. 38,231), William J. Zak, Jr. (Registration No. 38,668), Thomas D. Pease (Registration No. 35,317), Bruce M. Wezler (Registration No. 35,409), and Robert S. Mayer (Registration No. 38,544).

Address all correspondence to:

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
277 Park Avenue  
New York, N.Y. 10172  
Telephone No. (212) 758-2400

COMBINED DECLARATION AND POWER OF ATTORNEY  
FOR PATENT APPLICATION

(Page 3)

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Full Name of Sole or First Inventor KENNETH SCHOFIELD

Inventor's signature Kenneth Schofield

Date 5th September 1995 Citizen/Subject of Great Britain

Residence 4793 Crestridge Court, Holland, Michigan 49423

Post Office Address \_\_\_\_\_

Full Name of Second Joint Inventor, if any MARK LARSON

Second Inventor's signature Mark Larson

Date September 5, 1995 Citizen/Subject of USA

Residence 13873 Oakwood Circle, Grand Haven, Michigan 49417

Post Office Address \_\_\_\_\_

FS01\W99080\dew

1003-1620  
BEST AVAILABLE COPY

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

<b>POWER OF ATTORNEY                  OR                  REVOCATION OF POWER OF ATTORNEY                  WITH A NEW POWER OF ATTORNEY                  AND                  CHANGE OF CORRESPONDENCE ADDRESS</b>	<b>Application Number</b>	13/351,098
	<b>Filing Date</b>	January 16, 2012
	<b>First Named Inventor</b>	Kenneth Schofield
	<b>Title</b>	VEHICLE VISION SYSTEM
	<b>Art Unit</b>	2612
	<b>Examiner Name</b>	Toan Ngoc Pham
	<b>Attorney Docket Number</b>	MAG04 P-1702

I hereby revoke all previous powers of attorney given in the above-identified application.

A Power of Attorney is submitted herewith.  
 OR  
 I hereby appoint Practitioner(s) associated with the following Customer Number as my/our attorney(s) or agent(s) to prosecute the application identified above, and to transact all business in the United States Patent and Trademark Office connected therewith:

15671

OR  
 I hereby appoint Practitioner(s) named below as my/our attorney(s) or agent(s) to prosecute the application identified above, and to transact all business in the United States Patent and Trademark Office connected therewith:

Practitioner(s) Name	Registration Number

Please recognize or change the correspondence address for the above-identified application to:

The address associated with the above-mentioned Customer Number.  
 OR  
 The address associated with Customer Number:   
 OR

Firm or Individual Name

Address

City State Zip

Country

Telephone Email

I am the:

Applicant/Inventor.  
 OR  
 Assignee of record of the entire interest. See 37 CFR 3.71.  
 Statement under 37 CFR 3.73(b) (Form PTO/SB/96) submitted herewith or filed on \_\_\_\_\_

**SIGNATURE of Applicant or Assignee of Record**

Signature	<i>Niall R. Lynam</i>	Date	MARCH 19 2012
Name	Niall R. Lynam	Telephone	(616) 786-5148
Title and Company	Chief Technical Officer and Sr. Vice President/Donnelly Corp.		

NOTE: Signatures of all the inventors or assignees of record of the entire interest or their representative(s) are required. Submit multiple forms if more than one signature is required, see below\*.

\*Total of 1 forms are submitted.

This collection of information is required by 37 CFR 1.31, 1.32 and 1.33. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 3 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

**STATEMENT UNDER 37 CFR 3.73(b)**

Applicant/Patent Owner: Donnelly Corporation

Application No./Patent No.: 13/351,098

Filed/Issue Date: January 16, 2012

Titled: VEHICLE VISION SYSTEM

Donnelly Corporation, a Corporation

(Name of Assignee)

(Type of Assignee, e.g., corporation, partnership, university, government agency, etc.)

states that it is:

- 1.  the assignee of the entire right, title, and interest in;
- 2.  an assignee of less than the entire right, title, and interest in  
(The extent (by percentage) of its ownership interest is \_\_\_\_\_ %); or
- 3.  the assignee of an undivided interest in the entirety of (a complete assignment from one of the joint inventors was made)

the patent application/patent identified above, by virtue of either:

A.  An assignment from the inventor(s) of the patent application/patent identified above. The assignment was recorded in the United States Patent and Trademark Office at Reel 7668, Frame 0383, or for which a copy therefore is attached.

OR

B.  A chain of title from the inventor(s), of the patent application/patent identified above, to the current assignee as follows:

1. From: \_\_\_\_\_ To: \_\_\_\_\_

The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at  
Reel \_\_\_\_\_, Frame \_\_\_\_\_, or for which a copy thereof is attached.

2. From: \_\_\_\_\_ To: \_\_\_\_\_

The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at  
Reel \_\_\_\_\_, Frame \_\_\_\_\_, or for which a copy thereof is attached.

3. From: \_\_\_\_\_ To: \_\_\_\_\_

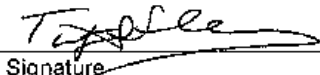
The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at  
Reel \_\_\_\_\_, Frame \_\_\_\_\_, or for which a copy thereof is attached.

Additional documents in the chain of title are listed on a supplemental sheet(s).

As required by 37 CFR 3.73(b)(1)(i), the documentary evidence of the chain of title from the original owner to the assignee was, or concurrently is being, submitted for recordation pursuant to 37 CFR 3.11.

(NOTE: A separate copy (i.e., a true copy of the original assignment document(s)) must be submitted to Assignment Division in accordance with 37 CFR Part 3, to record the assignment in the records of the USPTO. See MPEP 302.08)

The undersigned (whose title is supplied below) is authorized to act on behalf of the assignee.

  
Signature

March 23, 2012

Date

Timothy A. Flory

Attorney of Record

Printed or Typed Name

Title

This collection of information is required by 37 CFR 3.73(b). The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



VEHICULAR VISION SYSTEM  
CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

5           This application is a continuation of prior application Ser. No. 13/525,763, filed Jun. 18, 2012, now U.S. Pat. No. 8,314,689, which is a continuation of prior application Ser. No. 13/351,098, filed Jan. 16, 2012, now U.S. Pat. No. 8,203,440, which is a continuation of prior application Ser. No. 11/074,521, filed Mar. 8, 2005, now U.S. Pat. No. 8,098,142, which is a continuation of application Ser. No. 10/940,700, filed Sep. 14, 2004, now U.S. Pat. No. 6,953,253, 10 which is a continuation of application Ser. No. 10/372,873, filed Feb. 24, 2003, now U.S. Pat. No. 6,802,617, which is a continuation of application Ser. No. 09/975,232, filed Oct. 11, 2001, now U.S. Pat. No. 6,523,964, which is a continuation of application Ser. No. 09/227,344, filed Jan. 8, 1999, now U.S. Pat. No. 6,302,545, which is a continuation of application Ser. No. 08/478,093, filed on Jun. 7, 1995, now U.S. Pat. No. 5,877,897.

15

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

20           This invention relates to an automatic rearview mirror system for automotive vehicles which automatically changes reflectance level in response to glare causing light, and more particularly relates to an improved automatic rearview mirror system using only a rearwardly facing sensor. This invention further relates to an automatic rearview mirror and vehicle interior monitoring system for automotive vehicles which also monitors a vehicle interior or compartment. This 25 invention further relates to an automatic rearview mirror and vehicle interior monitoring system for automotive vehicles which may also be used as a vehicle intrusion detection system or as a compartment image data storage system. This invention further relates to an automatic rearview mirror and a vehicle lighting control system using an image sensor, such as a photosensor array.

30 Description of Related Art

Automatic rearview mirrors and mirror systems have been devised for varying the reflectance level of a variable reflectance rearview mirror by reducing the reflectance automatically in response to annoying glare light, as seen rearwardly of the rearview mirror or mirrors by a driver of the vehicle, and by increasing automatically the reflectance to a normal or maximum reflectance

level when the annoying glare light subsides. These automatic mirrors have been changed over the years in an effort to improve their performance characteristics and associated level of glare protection.

5 Early automatic rearview mirrors used a rearwardly facing sensor and control circuit to change mirror reflectance. One example of such a "single-sensor" type mirror is described in U.S. Pat. No. 4,266,856. In these prior art single-sensor type mirrors, the rear glare light was incident on a rearwardly facing sensor or photocell, such as a photodiode, photoresistor or phototransistor. These mirrors suffered from various problems, however, including the problem that these mirrors would become increasingly sensitive and even "lock-up" in their minimum reflectance level or state  
10 as the driver encountered significantly higher light levels in town or city driving. This required the driver to repeatedly adjust the mirror's sensitivity control to prevent such problems.

To overcome the problems of single-sensor type mirrors, a non-rearwardly facing photocell for sensing "ambient" light was added. It was believed that the desired reflectance necessary to relieve the driver from glare depended not only on glare light but also on ambient light.  
15 Accordingly, these "two-sensor" type mirrors used two separate photocells, one generally facing rearwardly and one generally facing forwardly (or other non-rearwardly facing direction) of the mirror or vehicle. The signals from these two photocells were then compared in some fashion, and when, for example, the glare light from the rear was comparatively high with respect to the "ambient" light, a control circuit would apply a control signal to reduce mirror reflectance. Some  
20 examples are described in German Laid-Open Patent No. 3,041,692; Japanese Laid-Open Patent No. 58-19941; and U.S. Pat. Nos. 3,601,614; 3,612,666; 3,680,951; 3,746,430; 4,443,057; 4,580,875; 4,690,508; and 4,917,477. In many of these prior art automatic rearview mirrors, light generally forward of the mirror or vehicle was incident on the second photocell.

These arrangements, however, also had problems. In some of these mirrors the forwardly  
25 facing or "ambient" light sensor was inaccurate because it did not correctly measure ambient light levels since it did not include light generally rearward of the mirror or vehicle. Some examples include the devices described in U.S. Pat. Nos. 4,443,057 and 4,917,477. Other prior art devices overcame these deficiencies by providing a control circuit which correctly measured ambient light as a combination of both the forward and rear light levels. Examples of this significantly different  
30 approach are described in U.S. Pat. Nos. 4,793,690 and 4,886,960.

The prior art two-sensor type systems generally provided improved performance over prior art single sensor type systems but were also more complex and costly. In part, this was because

using separate forwardly and rearwardly facing photocells required that the performance characteristics of the two separate photocells, such as photoresistors, be matched appropriately to ensure consistent performance under various operating conditions. Matching photocells such as photoresistors, however, generally involves complex, expensive and time consuming operations and procedures.

Both the prior art single-sensor and two-sensor type mirrors presented additional problems when they were also used to control the exterior side view mirrors. This is because such prior art systems used a common control or drive signal to change the reflectance level of both the interior rearview mirror and the exterior left and/or right side view mirrors by substantially the same amount. In U.S. Pat. No. 4,669,826, for example, a single-sensor type mirror system used two rearwardly facing photodiodes to control both an interior rearview mirror and the left and/or right side view mirrors based on the direction of incident light from the rear. Another example includes the two-sensor type system described in U.S. Pat. No. 4,917,477.

In rearview mirror systems, however, each of the interior rearview and exterior side view mirrors may reflect different source light levels. More specifically, the inside rearview mirror, left side view mirror and right side view mirror each enable the driver to view a different portion or zone of the total rearward area. Of course, there may be some overlap of the image information contained in each of the three zones. The situation is further complicated with multi-lane traffic because each of the mirrors reflects different light levels caused by the headlights of the vehicles which are following passing or being passed. As a result, in the prior art systems, when the reflectance level of the interior rearview mirror was reduced to decrease the glare of headlights reflected therein, the reflectance level of the exterior left and right side view mirrors was also reduced by substantially the same amount, even though, for example, the side view mirrors might not be reflecting the same level of glare light, if any. Accordingly, rear vision in the exterior left and right side view mirrors could be improperly reduced.

Other prior art two-sensor type systems used a common ambient light sensor and several rearwardly facing sensors, one for each of the mirrors. An example is the alternate system also described in U.S. Pat. No. 4,917,477. This approach is not satisfactory, however, because it reduces system reliability and increases complexity and cost.

Finally, some prior anti-glare mirrors used several sensors to control the segments of a variable reflectance mirror. One example is disclosed in U.S. Pat. No. 4,632,509, which discloses a single-sensor type mirror using three rearwardly facing photocells to control three mirror segments

depending on the direction of incident light from the rear. See also U.S. Pat. No. 4,697,883. These prior mirror systems generally have the same problems as the other single sensor type mirrors. Some other anti-glare mirrors are generally disclosed in U.S. Pat. Nos. 3,986,022; 4,614,415; and 4,672,457.

5           Consequently, there is a need for an automatic rearview mirror system for an automotive vehicle having improved reliability and low cost, which accurately determines or otherwise discriminates light levels that the driver will experience as glare without the need for a separate forwardly facing photocell. In addition, as noted above, there is also a need for an automatic rearview mirror system of high reliability and low cost, which accurately determines light levels  
10 that the driver will experience as glare, and which can control independently the reflectance of a plurality of mirrors according to the light levels actually reflected by each of the rearview and exterior side view mirrors without the need for additional and separate rearwardly facing photocells. There is also a need for an automatic rearview mirror -system that can independently control the segments of a variable reflectance mirror while accurately determining light levels that the driver  
15 will experience as glare in each segment of the mirror without the need for additional and separate forwardly and rearwardly facing photocells.

          One concern with automatic rearview mirror systems, as well as other systems having sensing, control or logic circuits located in the rearview mirror, is that differences in vehicle design and mirror field of view requirements may result in rearview mirrors having a variety of  
20 appearances (or finishes), forms (or shapes) and sizes. These variations, generally require the redesign and re-tooling of a number of the components or sub-assemblies of the rearview mirror head assembly. However, it is generally desirable to reduce the number of components or sub-assemblies of the rearview mirror head assembly so as to reduce cost, product development lead time and manufacturing complexity. To achieve this in automatic rearview mirrors, as well as other  
25 systems having sensing, control or logic circuits located in the rearview mirror, it is desirable to locate the sensing, control or logic circuits and related components in a housing or module, which is attached, connected, made integral with or otherwise associated with the rearview mirror mounting bracket means or structure so that a common design of a mounting bracket sub-assembly for a rearview mirror may be used with a variety of rearview mirror head assemblies.

30           Vehicle lighting systems may include a variety of vehicle lights, including low intensity peripheral or side lights that allow other vehicle drivers to see the vehicle in lower light conditions, high intensity headlights that operate in a low beam mode or a high beam mode for general night

driving, and fog lights that provide low ground lighting with less back scattering to improve the driver's views in adverse weather conditions, such as fog, rain and snow. Vehicle lighting systems may also include headlights having an intermediate or mid beam mode, as well as the low and high beam modes. Vehicle lighting systems may also include vehicle running lights, which are vehicle headlights that are operated at an appropriate intensity to improve the ability of other vehicle drivers to see the vehicle during the day. Vehicle running lights may also be used for lower lighting conditions, such as certain adverse weather conditions or other lower visibility conditions.

Thus, as the number of vehicle lighting options has increased, it has become more complex for the driver to determine the appropriate vehicle lighting configuration and to operate or control the vehicle lighting systems. Therefore, improved vehicle lighting control systems are required that may operate with other systems, such as automatic rearview mirror systems and vehicle interior monitoring systems, or as stand-alone systems.

Finally, unauthorized vehicle intrusion for the purpose of stealing the vehicle or its contents is a significant problem. Each year, automotive manufacturers are including vehicle anti-theft or intrusion detection systems on more vehicles to deter potential intruders and to prevent the theft of vehicles or their contents. Currently known vehicle anti-theft systems are generally designed to protect the vehicle or its contents from theft or vandalism. There are many versions of vehicle anti-theft systems using various sensor technologies that attempt to deter theft or vandalism using the horn, siren or flashing lights, or other alarm mechanisms to bring attention to a vehicle. As is known, existing intrusion detection systems for vehicles use sensor technologies that have various limitations, including the problem of false triggering. For example, in many cases active vehicle alarms are simply ignored by people who assume that the alarm was falsely triggered. The proliferation of separate automatic rearview mirror systems and vehicle intrusion detection systems is also costly. Therefore, vehicle intrusion detection systems using an improved sensor technology are required that operate in combination with other vehicle systems (such as automatic rearview mirror systems) or that operate independently.

Even with such anti-theft systems, recovered stolen vehicles typically provide little or no evidence of the vehicle thief. Therefore, systems are required that provide an image of the vehicle thief that would be useful to law enforcement and the insurance industry as an aid in identifying the person(s) responsible for the vehicle theft, and that operate in combination with other vehicle systems (such as automotive rearview mirror systems) or that operate independently.

## SUMMARY OF THE INVENTION

It is an object of the present invention to overcome the problems of the prior art.

It is another object of the present invention to provide an automatic rearview mirror system of improved reliability.

5 It is yet another object of the present invention to provide an automatic rearview mirror system that accurately determines light levels that the driver will experience as glare without the need for a separate forward facing sensor or other non-rearwardly facing photocells.

It is another object of the present invention to provide an automatic rearview mirror system of high reliability that accurately determines light levels that, the driver will experience as glare, and  
10 which can independently control a plurality of mirrors or mirror segments according to different fields of view without the need for additional and separate rearwardly facing photocells.

According to one aspect of the present invention, using a photosensor array and an appropriate control circuit allows the elimination of separate forwardly facing or other non-rearwardly facing photocells, thereby allowing for lower costs and increased reliability since it is  
15 not necessary to match two separate photocells such as photoresistors.

According to another aspect, the present invention which achieves one or more of these objectives relates to a control system for controlling a plurality of variable reflectance mirrors or mirror segments which change their reflectance in response to a signal from a drive circuit. The system comprises a plurality of variable reflectance mirrors, a photosensor array and a control  
20 circuit receiving signals from the photosensor array for controlling the mirrors. The photosensor array is mountable to view rearwardly of the mirror or vehicle. The photosensor array comprises a plurality of sets of photosensor elements corresponding to the plurality of variable reflectance mirrors. The photosensor elements in each set produce a plurality of photosensor element signals in response to light incident thereon. The control circuit determines control signals, indicative of a  
25 desired reflectance for each of the plurality of variable reflectance mirrors, in response to receiving photosensor element signals from the photosensor element set for each view or zone corresponding to the rearview mirror and exterior side view mirrors and also (or alternatively) the mirror segments. The control signals control the drive circuit to cause the plurality of variable reflectance mirrors or mirror segments to assume the desired reflectance.

30 According to another aspect, the present invention which achieves one or more of these objectives relates to an automatic rearview mirror system for an automotive vehicle comprising at least one variable reflectance rearview mirror, and an array of sensing elements to sense light levels

in an area rearward of the at least one variable reflectance rearview mirror. Each of the sensing elements is adapted to sense light levels of light incident thereon and to output an electrical signal indicative of the sensed light levels. The system further comprises a signal processor, connected to the array of sensing elements, receiving and using the electrical signals indicative of the sensed light levels from the sensing elements to determine a first electrical signal indicative of a background light level in the area rearward of the at least one variable reflectance rearview mirror and to determine a second electrical signal indicative of at least one peak light level in the area rearward of the at least one variable reflectance rearview mirror. The signal processor determines at least one control signal indicative of the desired reflectance level of the at least one variable reflectance rearview mirror from the first electrical signal indicative of the background light level and the second electrical signal indicative of the at least one peak light level. The system further comprises at least one drive circuit connected to the signal processor and to the at least one variable reflectance rearview mirror for receiving the at least one control signal and generating and applying at least one drive signal to the at least one variable reflectance rearview mirror to drive the at least one variable reflectance mirror to the desired reflectance level.

According to another aspect, the present invention which achieves one or more of these objectives relates to a control system for controlling a plurality of variable reflectance mirrors, each of which change their reflectance level in response to a drive signal from an associated drive circuit, for an automotive vehicle. The system comprises a plurality of variable reflectance mirrors, and a photosensor array mountable to face substantially towards a rear area. The photosensor array comprises a plurality of photosensor element sets. Each set comprises a plurality of photosensor elements. Each of the photosensor elements generates a photosensor element signal indicative of a light level of light incident thereon, and each of the sets corresponds to one of the plurality of variable reflectance mirrors. The system further comprises a control circuit, connected to the photosensor array, for determining and applying a plurality of control signals. Each of the control signals is indicative of a desired reflectance level for each of the plurality of variable reflectance mirrors in response to receiving the photosensor element signals from each of the plurality of photosensor element sets. The system further comprises a plurality of drive circuits connected to the control circuit and to different ones of the plurality of variable reflectance mirrors associated therewith. Each of the control signals is output to the drive circuit associated therewith, to generate and apply a drive signal to each of the plurality of variable reflectance mirrors causing each of the mirrors to assume a desired reflectance level.

According to another aspect, the present invention which achieves one or more of these objectives relates to a control system for controlling at least one variable reflectance mirror for an automotive vehicle. The system comprises photosensor array means for sensing light levels in an area rearward of the at least one variable reflectance mirror and generating photosensor array signals, means for determining a background light signal from the photosensor array signals, means for determining a peak light signal from the photosensor array signals, and means for controlling a reflectance level of the at least one variable reflectance mirror using the background and peak light signals.

According to another aspect, the present invention which achieves one or more of these objectives relates to a method of controlling the reflectance of at least one variable reflectance mirror comprising the steps of sensing light levels in an area rearward of the at least one variable reflectance mirror with an array of sensing elements, determining a background light level from the sensed light levels, determining a peak light level from the sensed light levels, and controlling a reflectance level of the at least one variable reflectance mirror using the determined background and peak light levels.

By using a plurality of photosensor element sets or sub-arrays on a photosensor array to control a plurality of mirrors and also (or alternatively) mirror segments, the mirrors may be controlled independently to vary their reflectance in accordance with the view associated with each of the photosensor element sets or sub-arrays.

According to another aspect the present relates to an automatic rearview mirror system for an automotive vehicle comprising a variable reflectance rearview mirror, a photosensor array means for sensing light levels in an area rearward of said variable reflectance rearview mirror and for generating photosensor array signals, a signal processing means for receiving said photosensor array signals and for determining from said photosensor array signals a signal for controlling said variable reflectance rearview mirror, and a mounting bracket means for attaching said variable reflectance rearview mirror to said automotive vehicle, said mounting bracket means further comprising a housing means for housing said photosensor array means and said signal processing means.

According to another aspect the present relates to a vehicle lighting control system for controlling a vehicle lighting system in an automotive vehicle comprising a photosensor array means for sensing light levels in a forward field of view and generating a set of photosensor array signals, and a signal processing means coupled to said photosensor array means for receiving said



set of photosensor array signals and determining from said set of photosensor array signals at least one control signal for controlling said vehicle lighting system.

According to another aspect, the present invention relates to a control system for monitoring a vehicle interior and for controlling at least one variable reflectance mirror for an automotive vehicle. The system comprises photosensor array means for sensing light levels in an area rearward of said photosensor array means and generating at least a first set of photosensor array signals, first determining means coupled to said photosensor array means for receiving said at least a first set of photosensor array signals and determining from at least a portion of said at least a first set of photosensor array signals a first signal for controlling said at least one variable reflectance mirror, second determining means coupled to said photosensor array means for receiving said at least a first set of photosensor array signals and determining at least a first set of values indicative of said at least a portion of said at least a first set of photosensor array signals, and memory means coupled to said second determining means for receiving and storing said at least a portion of said at least a first set of photosensor array signals.

According to another aspect, the present invention relates to a vehicle intrusion detection system for detecting movement within a vehicle interior for an automotive vehicle. The system comprises photosensor array means for sensing light levels in an area including at least a portion of a vehicle interior and generating at least a first set and a second set of photosensor array signals, determining means coupled to said photosensor array means for receiving said at least a first set and a second set of photosensor array signals and determining at least a first set and a second set of values indicative of said at least a first set and a second set of photosensor array signals, and comparing means coupled to said determining means for receiving said at least a first set and a second set of values indicative of said at least a first set and a second set of photosensor array signals and comparing said at least a first set and a second set of values to generate at least one output control signal indicative of the correlation between said at least a first set and a second set of values.

According to another aspect, the present invention relates to a compartment image data storage system for an automotive vehicle. The system comprises photosensor array means for sensing light levels in at least a portion of a vehicle compartment and generating at least a first set of photosensor array signals, determining means coupled to said photosensor array means for receiving said at least a first set of photosensor array signals and determining at least a first set of values indicative of said at least a first set of photosensor array signals, and memory means coupled

to said determining means for receiving and storing said at least a first set of values indicative of said at least a first set of photosensor array signals.

These and other objects, advantages and features of the present invention will be readily understood and appreciated with reference to the detailed description of preferred embodiments discussed below together with the accompanying drawings.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1A is a drawing of an automatic rearview mirror of the present invention, including an expanded view of a rearwardly facing photosensor array located in the upper center area of the mirror surface;

FIG. 1B is another drawing of an automatic rearview mirror of the present invention, including an expanded view of the rearwardly facing photosensor array alternatively located in a bezel or chin of the mirror;

FIG. 1C is a diagram of an automatic rearview mirror of the present invention, in which the photosensor array and logic and control circuit are located in a housing or module that is attached, connected, made integral or otherwise associated with the rearview mirror mounting bracket structure;

FIG. 1D is a side sectional view of the automatic rearview mirror of FIG. 1C;

FIG. 2 is a drawing of an automotive vehicle with the automatic rearview mirror system of the present invention;

FIG. 2A is an illustrative diagram of a rearward area of a vehicle interior as viewed by the photosensor elements of the photosensor array for monitoring the vehicle interior;

FIGS. 3A and 3B are illustrative diagrams of a rearward area as viewed by the photosensor elements of the photosensor array;

FIG. 4A is a generalized diagram of a photosensor array  $PA(N,M)$  having a sub-array  $S(X)$ ;

FIG. 4B is a generalized diagram of the photosensor array  $PA(N,M)$  and sub-arrays  $S(0)$ ,  $S(1)$ ,  $S(2)$  and  $S(3)$ ;

FIG. 5 is another schematic diagram of the photosensor array commonly located on a light sensing and logic circuit;

FIG. 6 is a schematic block diagram of the automatic rearview mirror system;

FIG. 6A is a schematic block diagram of the automatic rearview mirror and vehicle interior monitoring system;

FIG. 6B is a schematic block diagram of a vehicle lighting control system having a photosensor array that has a forward field of view;

FIG. 7 is a flow chart illustrating the method of the present invention for controlling the reflectance of a rearview mirror or mirrors;

5 FIGS. 8A and 8B are detailed flow charts for steps S150, S160 and S180 of FIG. 7;

FIG. 9 is a flow chart of the general logic flow of FIGS. 7, 8A and 8B for controlling the reflectance of three mirrors;

FIG. 10 is another schematic block diagram of the automatic rearview mirror system of the present invention;

10 FIG. 10A is a schematic block diagram of the automatic rearview mirror and/or vehicle interior monitoring system of the present invention;

FIG. 11A illustrates the normalized spectral response of the photosensor array made using a non-epitaxial silicon process;

15 FIG. 11B illustrates the normalized spectral response of the photosensor array made using an epitaxial silicon process;

FIG. 12 is a flow chart illustrating the method of the present invention of the vehicle interior monitoring system;

FIG. 12A is a flow chart illustrating the method of the present invention for a vehicle intrusion detection system configuration of the vehicle interior monitoring system of FIG. 12;

20 FIG. 12B is a flow chart illustrating the method of the present invention for the compartment image data storage system configuration of the vehicle interior monitoring system of FIG. 12; and

FIGS. 13A, 13B, 13C and 13D are flow charts illustrating the method of the present invention for controlling a vehicle lighting system.

## 25 DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

### I. The Automatic Rearview Mirror System

FIG. 1A illustrates an automatic rearview mirror 1 comprising a variable reflectance mirror element 1a and a single rearwardly facing photosensor 2. The photosensor 2 is mounted facing rearwardly of the rearview mirror 1 so that its field of view encompasses an area comprising a rear window area and at least a portion of either or both side window areas. Also shown is a switch 3 to allow a driver to manually control several possible mirror functions, such as an on-off control switch, a sensitivity adjustment and a force-to-day or a force-to-night switch (i.e., forced maximum

30

or minimum reflectance levels, respectively). An expanded view of the photosensor 2, which is preferably located in an upper center area of the variable reflectance mirror element 1a as shown, shows a light sensing and logic circuit 26 comprising a photosensor array 32 and a logic and control circuit 34 (which is not shown in FIG. 1A but is shown in FIG. 6 as discussed below). A  
5 photosensitive surface of each of the photosensor elements 32a (shown in FIG. 5) of the photosensor array 32 senses light levels or image information in a predetermined field of view encompassing an area located rearwardly of the rearview mirror 1. A lens 30 images or otherwise focuses the light information from the predetermined field of view onto the photosensor array 32.

The rearview mirror 1 further comprises a channel mount 1b or other mounting means used  
10 to fixedly attach the mirror 1 to the windshield or headliner area of the vehicle. The rearview mirror 1 is generally adjustable with respect to the channel mount 1b to allow a driver to position the mirror for correct viewing of the rearward area or scene so that the driver's sightline through the rearview mirror 1 is aligned approximately with the vehicle's centerline.

Preferably, the photosensor 2 is fixedly mounted on the adjustable portion of the rearview  
15 mirror 1 as shown in both FIGS. 1A and 1B so that the viewing axis of the photosensor 2 is generally aligned with the viewing axis of the mirror 1 which is perpendicular to the glass surface of the mirror 1. This approach is preferable both because of packaging concerns and because it provides a guaranteed sightline. It is, however, within the scope of the present invention to mount the photosensor array 32 so that it is movable with respect to the variable reflectance mirror element  
20 1a of the rearview mirror 1.

More preferably, as shown in FIG. 1A, the photosensor 2 is located in the upper center area of the variable reflectance mirror element 1a. This may be required, for example, if it is necessary to reduce the bezel size of the rearview mirror 1. If the photosensor 2 is located behind a glass surface of the variable reflectance mirror element 1a, an appropriately sized hole is provided in the  
25 protective and reflective materials of the variable reflectance mirror element 1a. Additionally, a corresponding area within an active layer of the variable reflectance mirror element 1a may be removed or otherwise rendered inactive to enable the photosensor 2 to view directly the rearward scene. Alternatively, for manufacturing reasons, the photosensor 2 may view the rearward scene through the active layer of the variable reflectance mirror element 1a, in which case it is preferable  
30 to compensate for or otherwise negate the effects of reducing reflectance and correspondingly the transmittance of the variable reflectance mirror element 1a so that the photosensor 2 effectively views the rearward scene directly as will be described later.

Most preferably, a reflective surface is maintained within the hole to both preserve the cosmetic appearance of the assembly as viewed by the driver and to maximize the reflective surface. This can be achieved by providing a very thin metal reflective layer (100 Å thickness or lower) of aluminum, stainless steel, chromium, or silver, etc., so as to be sufficiently transmitting for incident light to enable proper operation of the photosensor array 32 but also sufficiently reflective to appear mirror-like in the area of the hole. Alternatively, a reflective tape, which is both sufficiently transmitting and reflective to achieve the objectives described herein, may be adhered at the hole region using suitable means such as an optical adhesive and the photosensor array 32 may then be mounted behind the optical adhesive. Additionally, thin film stacks such as a solid state tri-layer of wave TiO<sub>2</sub>, ¼ wave SiO<sub>2</sub> and ¼ wave TiO<sub>2</sub> or some other single thin film of a high index material may be mounted behind or coated upon the area of the hole. Finally, since the preferred photosensor array 32 is responsive to both visible light and near infrared, it is preferable to select a material which reflects a significant proportion of visible light while being essentially transparent to infrared.

As shown in FIG. 1B, the photosensor 2 may also be located in the bezel or chin of the rearview mirror 1 to view the rearward area directly without any compensation. In another preferred embodiment, the photosensor 2 may also be located on or near the channel mount or mounting bracket 1b so that the axis of the photosensor 2, which is perpendicular to the plane of the photosensor array 32, is in fixed alignment with the vehicle's centerline regardless of the adjusted position of the rearview mirror 1.

In particular, as shown in FIGS. 1C and 1D, a sensing and logic circuit assembly 27, which comprises a sensing and logic circuit 26 and the photosensor 2 and switch 3 on a printed circuit board, is located in a housing or module 7 that is attached, connected, made integral or otherwise associated with the rearview mirror 1. In the embodiment shown in FIGS. 1C and 1D, a mounting bracket 6 is fixed relative to the headliner area of the vehicle body in a header mount arrangement; and a rearview mirror head assembly 1h is adjusted by a spherical pivot 6d at the interface of the mounting bracket 6 and the rearview mirror head assembly 1h. The mounting bracket 6 may also be releasably attached to a mounting button (not shown) that is attached to the windshield to provide generally improved ease of assembly and replacement, as well as safety. Alternatively, the mounting bracket 6 may be attached to the windshield or headliner area of the vehicle by any of the various means well known to those skilled in the art.

In particular, the mounting bracket 6 comprises a retaining spring 6a, a retaining screw 6b, a wire harness opening 6c for receiving a wire harness assembly 8, and a spherical pivot 6d having an opening for wires 6e that are used to control the variable reflectance mirror element 1a. The housing or module 7 comprises a retaining housing or module 7a for partially mounting the sensing and logic circuit assembly 27, a rear housing or module cover 7b, a heat sink 7c for the sensing and logic circuit assembly 27, a screw 7d for securing the heat sink 7c to the mirror bracket 6, and a wire connector 7e for connecting the harness assembly 8 and wires 6e to the sensing and control circuit assembly 27. The harness assembly 8 is used, in part, to supply power to the sensing and logic circuit assembly 27.

Also, as shown in FIGS. 1C and 1D, the automatic rearview mirror 1 comprises the variable reflectance mirror element 1a, a mirror cushion support 1c, an impact absorber layer 1d, a bezel 1e, a mirror case 1f and clamp springs 1g for receiving and securing the spherical pivot 6d of the mounting bracket 6.

For other vehicles, such as trucks, the photosensor 2 may also be located with each of the external side view mirrors as will be described later.

The lens 30 is preferably a single molded plastic lens approximately 2 millimeters in diameter and is preferably bonded to or in close contact with the photosensor array 32. The lens 30 may, however, include any appropriate image focusing means such as conventional single component optics, holographic lens type optics, binary optics or a microlens. The lens 30 preferably is also designed to focus an image of the rearward scene within a field of view defined by a cone. The cone's centerline is perpendicular to the plane of the photosensor array 32 and the cone preferably has an included angle of approximately 100 degrees. Thus, the image is focused onto a circular area of the plane of the photosensor array 32.

Of course, the photosensor array 32 could be positioned in other than a rearwardly facing direction so long as appropriate lenses or other optics are used to direct the light or image information from the rearward area onto the photosensitive surface of the photosensor array 32.

The pre-positioning of the photosensor array 32 in the rearview mirror 1 depends on whether the automatic rearview mirror system 20 is being used in a left hand or a right hand drive vehicle. In either case, the photosensor array 32 is preferably pre-positioned within the circular area of the focused image so that for either a left or right hand drive vehicle and with only driver adjustment of the rearview mirror 1, the rearward scene imaged onto the photosensitive surface of the photosensor

array 32 includes the rear window area and at least a portion of the left and right side window areas of the vehicle.

If a sufficiently large photosensor array 32 is used, then the pre-positioning of the photosensor array 32 is not vehicle specific as described above, and a system 20 using a larger photosensor array 32 may be used for both left and right hand drive vehicles. The larger photosensor array 32 is positioned symmetrically within the circular area of the focused image described above. Using the larger photosensor array 32 involves using a pattern recognition means to determine the approximate vehicle centerline so that the appropriate portion of the larger photosensor array 32 may be selected depending on whether the automatic rearview mirror system 20 is installed in a left or right hand drive vehicle.

FIG. 2 illustrates an automatic rearview mirror system 20 for an automotive vehicle, comprising the rearview mirror 1, a left side view mirror 4 and a right side view mirror 5. As will be discussed below, either or both of the side view mirrors 4 and 5 may be connected to a control circuit of the rearview mirror 1. The mirrors 1, 4 and 5 may be constructed according to any of the methods known to those skilled in the art and are generally constructed according to the styling preferences and specifications of the automotive vehicle manufacturers. The means for mounting the rearview mirror 1, such as the channel mount 1b, and the electrical connectors used to connect the mirrors 4 and 5 to the control circuit of the rearview mirror 1 and the vehicle's electrical system may include anyone of the many configurations known to those having ordinary skill in the art. The variable reflectance mirror element 1a of the mirrors 1, 4 and 5 may be any device having more than one reflectance level corresponding to a specific control or drive signal. Preferably, however, the variable reflectance mirror element 1a is an electrochromic mirror.

As discussed, the photosensor 2 is mounted facing rearwardly of the rearview mirror 1 so that its field of view encompasses an area comprising the rear window area and at least a portion of both the left side window area and the right side window area. The horizontal and vertical fields of view of the rearward area as seen by the photosensor 2, and more particularly by the photosensor array 32, are illustratively shown in FIGS. 3A and 3B.

As shown in FIG. 3A, the photosensor array 32 senses a field of view divided into three separate zones: a center zone a, a left zone b (generally corresponding to the left side window area) and a right zone c (generally corresponding to the right side window area). Each zone is sensed by a separate set or sub-array S(X) of photosensor elements 32a (described with respect to FIGS. 4A and 4B) within the photosensor array 32. The center zone, zone a, generally receives light from the rear

5 window area of the vehicle. This rear window area is depicted by a trapezoidally shaped rear window figure superimposed on a first set or sub-array S(1) of photosensor elements 32a used to sense light levels in zone a. Zone b includes light from at least a portion of a left side window area. This is depicted by a trapezoidally shaped left rear side window figure and a partially shown left front side window figure superimposed on a second set or sub-array S(2) of photosensor elements 32a used to sense light levels in zone b. Similarly, zone c includes light from at least a portion of a right side window area. This is depicted by a trapezoidally shaped right rear side window figure and a partially shown right front side window figure superimposed on a third set or sub-array S(3) of photosensor elements 32a used to sense light levels in zone c. Additionally, all three zones include light reflected from whatever fixed body work and interior trim, head rests, vehicle occupants or other objects that are within the zones a, b and c.

Also as illustratively shown in FIG. 3A, the photosensor elements 32a in columns 1 to 4 comprise the third photosensor element set in zone c, the photosensor elements 32a in columns 6-11 comprise the first photosensor element set in zone a and the photosensor elements 32a in columns 13 to 16 comprise the second photosensor element set in zone b. Null zones are provided between the zones a and b and between the zones a and c to allow for driver adjustment of the rearview mirror 1. These null zones also ensure that the center zone a does not include light or other image information from the side window areas of zones b and c.

As will be discussed in more detail below, the logic and control circuit 34 selects photosensor element signals from the first photosensor element set or sub-array S(1) (shown in FIG. 4B) corresponding to zone a to control the reflectance level of the rearview mirror 1. Similarly, the control circuit 34 selects photosensor element signals from the second photosensor element set or sub-array S(2) (shown in FIG. 4B) corresponding to zone b to control the reflectance level of the left side view mirror 4, and further selects photosensor element signals from the third photosensor element set or sub-array S(3) (shown in FIG. 4B) corresponding to zone c to control the reflectance level of the right side view mirror 5. Additionally, for a variable reflectance mirror element 1a having segments, such as a center, left and right segment, appropriately defined zones a, b and c, i.e., sub-arrays S(1), S(2) and S(3), corresponding to the mirror segments may be used by the logic and control circuit 34 to control independently the individual mirror segments.

FIG. 3B illustratively shows the preferred embodiment for the zones of the photosensor array 32. In this embodiment, the logic and control circuit 34 selects photosensor element signals from three overlapping sets or sub-arrays S(1), S(2) and S(3) of photosensor elements 32a



corresponding to the three overlapping zones a, b and c to control, respectively, the reflectance level of the mirrors 1, 4 and 5. More specifically, the control circuit 34 selects photosensor element signals from the photosensor elements 32a in columns 6 to 11 (zone a) to control the reflectance level of the rearview mirror 1. The control circuit 34 also selects photosensor element signals from photosensor elements 32a in columns 10 to 14 (zone b) to control the reflectance level of the left side view mirror 4, and further selects photosensor element signals from photosensor elements 32a in columns 3 to 7 (zone c) to control the reflectance level of the right side view mirror 5.

Additionally, in the FIG. 3B embodiment, the lens 30 focuses or images light information from: (1) the rear window area onto zone a; (2) at least a portion of the rear window and left side window areas onto zone b; and (3) at least a portion of the rear window and right side window areas onto zone c. Contrastingly, in the FIG. 3A embodiment, the lens 30 focuses light from: (1) the rear window area onto zone a; (2) the left side window area onto zone b; and (3) the right side window area onto zone c. The overlapping zones in the FIG. 3B embodiment are advantageous because each set of overlapping photosensor elements 32a in zones a and b and each set of overlapping photosensor elements 32a in zones a and c, as well as the logic and control circuit 34, is able to "preview" the light information that may, for example, first appear in the rear window area (and correspondingly in the rearview mirror 1), but which may appear shortly thereafter in the left or right side view mirrors 4 and 5. By examining at least a portion of the rear window area, the automatic rearview mirror system 20 is able to more quickly respond to annoying glare light from approaching vehicles or other sources. Overlapping zones are also generally preferred because a glare light source located in a common or overlapping area of the rearview mirror 1 and one of the side view mirrors 4 or 5 can influence both mirrors.

## II. The Light Sensing Device

The light sensing device of the light sensing and logic circuit 26 is preferably the photosensor array 32 shown in FIG. 5. The photosensor array 32 has sufficient resolution to view the real image of a scene but may also use a spatial distribution of light intensities as an approximation of the imaged scene. An example of such a photosensor array 32 is the VLSI Vision Limited (VVL) Single Chip Video Camera Model #ASIS 1011.

Since a photosensor array 32 of the type described, namely the VVL Single Chip Video Camera, is capable of providing image information having sufficient resolution for displaying an actual image or for some other purpose, it will be readily understood that additional features or

functions may be incorporated by adding circuitry to provide video output from the photosensor array 32 in addition to the primary control functions described herein. For example, the video output may be output to a CRT, flat LC panel display or other appropriate display device, located within the vehicle, to provide a display of the imaged scene for viewing by the driver.

5           The photosensor array 32 may be located in any of the mirrors 28 or in any other appropriate location, whether local or remote, such as on the vehicle's rear bumper, thereby extending significantly the effective field of view normally available to the driver either directly or through the vehicle's mirrors 28.

10           Additionally, the photosensor array 32 may even replace one or more of the side view mirrors 4 and 5 of the automatic rearview mirror system 20, thereby reducing the aerodynamic drag on the vehicle while providing sufficient information to the driver comparable to that available through the side view mirrors 4 and 5.

15           A video signal from the photosensor array 32 may also be used by the logic and control circuit 34 to determine the presence of a vehicle or other object within the field of view of the photosensor array 32 to provide a visual signal warning such as through a display panel, or even an audible warning, based on certain parameters, such as distance and speed of the object. Additionally, if the photosensor array 32 is located in the rearview mirror 1, the video signal may be used to monitor the vehicle's interior to detect unauthorized intrusion into the vehicle. This may be achieved by providing electrical power to the mirror's logic and control circuit 34 from a vehicle  
20           power supply and by activating a vehicle intrusion monitoring mode when a signal indicates that the vehicle's door and trunk locks have been activated. The logic and control circuit 34 may be used to continuously monitor the image from the vehicle's interior thereby allowing detection of objects or persons moving within the vehicle, and if movement is detected, another signal from the logic and control circuit 34 may then activate an intrusion alarm.

25           Thus, the photosensor array 32 may be used to monitor the vehicle interior or compartment in a vehicle interior monitoring system. This monitoring capability may be used in a vehicle intrusion detection system or in a compartment image data storage system, either in combination with the automatic rearview mirror system or as an independent system. Using the photosensor array 32 to monitor the vehicle interior to detect potential intruders provides an effective vehicle  
30           intrusion detection system. In an automatic rearview mirror and vehicle intrusion detection system, the photosensor array 32 in the rearview mirror 1 provides a good location for monitoring the vehicle interior because the rearview mirror 1 is: (1) centrally located along the vehicle axis; (2)

forward of the front seat; and (3) relatively high in the vehicle interior. This location is sufficiently high and far forward so as to provide a very good view of the vehicle interior, including the front and rear seat areas, front and rear door areas and hatchback or rear cargo door areas. The photosensor array 32 may also be positioned in other locations, including the headliner and  
5 headliner console areas, for example, or any other appropriate location depending on the particular application.

As is discussed later, when the vehicle interior monitoring system is used as a vehicle intrusion detection system, the logic and control circuit 34 processes image data to detect motion or movement in the vehicle interior, establishes an intrusion condition if such motion is detected and  
10 outputs one or more control signals to vehicle hardware or to a vehicle controller system. Vehicles today are often equipped with such controller systems. These vehicle controller systems may be used to control the exterior lights, interior lights, horn (or siren), ignition or other such vehicle hardware. The logic and control circuit 34 therefore outputs one or more control signals to various vehicle hardware or to the vehicle controller system to activate the interior and exterior lights, horn  
15 or siren or to disable the ignition to deter intruders from stealing the vehicle or its contents. Other control output signals may activate RF beacon devices or similar devices within the vehicle so that the vehicle may be tracked, as will be further described later.

It is, however, within the scope of the present invention for the light sensing device to comprise any similarly appropriate image or array sensor. When the light sensing and logic circuit  
20 26 is formed as a very-large-scale-integrated (VLSI) complementary-metal-oxide-semiconductor (CMOS) device, as is known to those skilled in the art, the light sensing device will share a common semiconductor substrate with the logic and control circuit 34.

Preferably, for the described three mirror system, the photosensor array 32 comprises a plurality of photosensor elements 32a arranged in 160 columns and 40 rows (a 160 x 40 array)  
25 providing a horizontal field of view of approximately 100 degrees and a vertical field of view of approximately 30 degrees. As discussed, FIGS. 3A and 3B illustratively show a 16 x 4 photosensor array 32. The photosensor array 32 may, however, comprise any appropriately sized array having an appropriate field of view. For example, the field of view may be narrower when controlling the segments of only one mirror. Each photosensor element 32a is preferably about 10 microns square.

As shown in FIG. 4A, the photosensor array 32 generally comprises a plurality of  
30 photosensor elements 32a arranged in a photosensor array PA(N, M) having N rows of M columns. When viewing the photosensitive surface of the photosensor array PA(N,M) in a vertical plane, the

lower row is row 1, the top row is row N, the left hand column is column 1, and the right hand column is column M. A specific photosensor element is identified as  $E(n, m)$  and the signal indicative of a light level incident thereon is  $L(n, m)$ . Also, the sub-array  $S(X)$ , where  $X = 0, 1, 2, \dots, Z$ , is a rectangular array having  $P(X)$  rows of  $Q(X)$  columns of photosensor elements 32a and is located such that its lower left hand element is photosensor element  $E(T(X), U(X))$ .

As shown in FIG. 4B, a background sub-array  $S(X)$  designated  $S(0)$  is used to determine a general background light level  $B$ . Signals from the photosensor elements 32a of each peak sub-array  $S(X)$ , designated  $S(1), S(2), \dots, S(Z)$ , are used to determine a peak light level  $P(z)$  incident on each peak sub-array  $S(1), S(2), \dots, S(Z)$ . The general background light level  $B$  for background sub-array  $S(0)$  and the peak light level  $P(z)$  for each peak sub-array  $S(X)$  are then used to determine a mirror control signal  $V_C(z)$  for controlling at least one mirror or mirror segments associated with each zone.

FIG. 5 generally illustrates a logic layout of the photosensor array 32. The logic and control circuit 34 generates array control signals to control the photosensor array 32. As is well known in the art, the photosensor array 32 is typically accessed in scan-line format, with the array 32 being read as consecutive rows, and within each row as consecutive columns or pixels. Each photosensor element 32a is connected to a common word-line 33e. To access the photosensor array 32, a vertical shift register 33a generates word-line signals for each word-line 33e to enable each row of photosensor elements 32a. Each column of photosensor elements 32a is connected to a bit-line 33f which is connected to a charge-to-voltage amplifier 33c. As each word-line 33e is accessed, a horizontal shift register 33b uses a line 33g to output the bit-line signals on consecutive bit-lines 33f to an output line 33h connected to the logic and control circuit 34. Also shown is a voltage amplifier 33d used to amplify the resulting analog photosensor element signals. The analog photosensor element signals are then output on line 33h to the analog-to-digital converter 44 and converted to digital photosensor element signals.

As discussed above, the photosensor array 32 is responsive to or senses both visible light and near infrared illumination. FIGS. 11A and 11B illustrate the normalized spectral response for two versions of the preferred photosensor array 32. In FIGS. 11A and 11B, visible light generally covers the wavelengths from about 400 nm to about 750 nm, while near infrared illumination or light generally covers the wavelengths from about 750 nm to about 3000 nm (not shown). More particularly, FIG. 11A illustrates the normalized spectral response of the preferred photosensor array 32 made using a non-epitaxial silicon process, where the peak spectral response occurs at

about 800 nm. FIG. 11B shows the normalized spectral response of the preferred photosensor array 32 made using an epitaxial silicon process, where the peak spectral response occurs at about 650 nm. As shown, the non-epitaxial silicon photosensor array is more sensitive to near infrared illumination having wavelengths on the order of about 800nm. The photosensor array 32 made using the non-epitaxial silicon process and having the normalized spectral response of FIG. 11A is most preferred in both the particular automatic rearview mirror and vehicle interior monitoring systems described herein. For automatic rearview mirror systems as described herein, this is because vehicle headlights generally provide significant levels of near infrared illumination. For vehicle interior monitoring systems as described herein, either natural sources (such as sunlight) or supplemental sources of near infrared illumination may be used to enhance the image information available to and the performance of such systems, as will be further discussed below.

The field of view and resolution of the photosensor array 32 depends on the number and physical dimensions of the photosensor elements 32a and on the design or geometry of the lens 30. For the lens type illustrated in FIG. 1A, the lens 30 may, for example, be designed to have an included angle on the order of up to about 140°. For the automatic rearview mirror system previously described, the effective field of view of approximately 100° horizontal and approximately 30° vertical is preferred. For the automatic rearview mirror and vehicle interior monitoring system described herein, an effective field of view of approximately 100° horizontal and approximately 75° vertical is preferred. Also as discussed for the automatic rearview mirror system, the lens 30 preferably focuses an image within a field of view defined by a cone having an included angle of approximately 100 degrees. Accordingly, when the lens 30 focuses the image onto the focal plane of the 160 x 40 photosensor array 32, the photosensor array 32 only falls within a segment of the focused image area.

FIG. 2A generally illustrates a view of a vehicle interior 100 (which includes the window areas of FIGS. 3A and 3B) as focused by the lens 30 and as viewed by a 160 x 120 photosensor array 32. Also shown are a driver or left seat 101, a front passenger or right seat 102, a rear window area 103a, a right side window area 103b and a left side window area 103c. The 160 x 40 photosensor array 32, however, only sees a portion or segment of the vehicle interior 100, as is shown in FIGS. 3A and 3B. In a dedicated automatic rearview mirror system, the 160 x 40 sized array is generally preferred since it provides sufficient image information for providing effective automatic rearview mirror control and because it reduces the cost of the photosensor array 32. If the photosensor array 32 is also used to monitor the vehicle interior 100 (or for other applications) as is

described herein, then the larger 160 x 120 array size may be used to view the vehicle interior 100 as is generally illustrated in FIG. 2A.

Finally, it should be understood that the spatial resolution of the photosensor array 32 may also be increased. This may be done by making the photosensor elements 32a smaller so as to increase the number of photosensor elements 32a in a photosensor array 32 having the same physical dimensions. Additionally, spatial resolution may be increased by varying the lens 30 to decrease the included angle of the image cone so that the photosensor array 32 views a smaller portion of an image on the vehicle interior 100.

In summary, the array size of the photosensor array 32 and the number and physical dimensions of the size of the photosensor elements 32a and the lens design or geometry of lens 30 may all be varied to optimize the effective field of view of the photosensor array 32 depending on the application.

As is discussed later, an exposure time or exposure period EP of the photosensor array 32 may be varied over some range depending on the light level. Thus, the value of EP is increased for decreasing light levels and approaches a maximum for low light levels, and it is decreased for increasing light levels and approaches a minimum for high light levels. For a given value  $EP_V$  of the exposure period, there is a light level  $LL_{MIN}$  that is sufficiently distinct from low signal noise in the photosensor element signal  $L(n, m)$  of each photosensor element  $E(n, m)$  so that it may be accurately sensed, and there is also a light level  $LL_{MAX}$  for which the photosensor element signal  $L(n, m)$  of each photosensor element  $E(n, m)$  is a maximum. The ratio of  $LL_{MAX}/LL_{MIN}$  at  $EP_V$  may be used to represent a dynamic range of  $DR(n, m)$  in decibel(dB) units of each photosensor element  $E(n, m)$ , where  $DR(dB) = 10 \text{ LOG}(LL_{MAX}/LL_{MIN})$ . The image data is preferably optimized such that it is approximately centered within the dynamic range  $DR(N,M)$  of the photosensor array 32. This may be done by determining an array response AR of  $RA(N,M)$ , which is described later, where the minimum and maximum digital values of AR correspond to the minimum and maximum digital values possible for Val  $RA(n, m)$  (e.g., 0 and 255 for 8-bit data resolution). The exposure period is varied or adjusted until AR approaches the center or mid-point of the possible data value range (e.g., 127 for 8-bit data resolution).

Since there is a minimum photosensor element signal that may be accurately measured, a supplemental source of illumination may be desirable or necessary to enhance the effective sensing capabilities of the photosensor array 32 by providing supplemental source illumination SSI. Although the photosensor array 32 is able to monitor the vehicle interior 100 over a range 5 of

background lighting levels from about 0.1 lux (a dark garage) to about 30-60K lux (a bright, sunny day), using either visible or near infrared SSI to illuminate the vehicle interior 100 generally (or specific areas therein) significantly enhances the effectiveness or performance of the photosensor array 32 in various applications. Also, SSI is preferably provided only during the exposure period  
5 EP of the photosensor array 32 rather than continuously. Pulsed SSI reduces power consumption, extends the life of the supplemental source of illumination and provides generally higher instantaneous illumination than may be provided by continuous illumination. Also, pulsed infrared SSI is generally more difficult to detect by infrared illumination sensing apparatus that may be used by potential intruders.

10 For the specific vehicle interior monitoring system applications described herein, near infrared illumination between about 700 and 1200 nm is preferred because: (1) it is visible to the photosensor array 32 but not to the human eye (see FIGS. 11A and 11B); and (2) it does not affect adaption of the human eye. There are a number of readily available near infrared illumination sources, including solid-state sources such as light emitting diodes (LEDs) and lasers, flash lamps  
15 such as xenon or krypton lamps, incandescent lamps such as tungsten lamps, as well as many others. Preferred, however, are gallium arsenide (GaAs) or gallium aluminum arsenide (GaAlAs) LEDs because they provide a relatively narrow band (about 750 to 950 nm) of near infrared illumination (see FIGS. 11A and 11B). Such illumination sources are also typically packaged with a lens to distribute the illumination. Depending on the particular application, the illumination  
20 distribution characteristics of readily available lens/source packages may range from narrow so as to provide spot or collimated illumination to very diffuse so as to cover about 160°. In the vehicle interior monitoring system described herein, the lens/source package preferably provides illumination coverage on the order of about 100°.

Other illumination sources providing broad-band illumination (ultraviolet through infrared)  
25 may also be used, but it may be desirable or necessary to filter such broad-band illumination using absorption or interference type filters, or any other appropriate filter. In particular, an interference filter known as a long-wave pass filter or cold mirror reflects visible light, transmits infrared illumination and looks like the normal silvered mirrors typically used in the rearview mirror 1. Unlike cold mirrors, however, silvered mirrors reflect near infrared illumination. Since the cold  
30 mirror resembles the silvered mirror in the rearview mirror 1, it may be used to replace a section or even all of the silvered mirror. In particular, the supplemental source of illumination may be located behind the cold mirror element and adjacent to the photosensor array 32 with an opaque barrier

separating the two to prevent supplemental illumination reflections within the rearview mirror 1 from directly affecting the photosensor array 32.

Alternatively, a long-wave pass absorption filter may be used with a supplemental source of broad-band infrared illumination. Long-wave pass absorption filters may be fabricated using a wide variety of polymers having appropriate optical transmission characteristics such as epoxies, acrylics, polycarbonates, as well as a variety of glasses. The acrylic and polycarbonate polymers are preferred because they are environmentally stable, cost effective and because they may be used to injection mold parts having various geometric shapes or polished or textured surfaces. Using absorption filter materials, the photosensor array 32 and supplemental source of illumination may be integrated into the rearview mirror 1 or elsewhere within or on the vehicle so that they are not readily apparent to vehicle occupants, passers by or potential intruders.

### III. The Logic And Control Circuit

FIG. 6 shows the light sensing and logic circuit 26 comprising, the photosensor array 32 and the logic and control circuit 34. The logic and control circuit 34 comprises a logic circuit 46, a clock 47, a random-access-memory (RAM)50, or other appropriate memory, and a digital-to-analog converter 52. The logic circuit 46 is preferably a dedicated configuration of digital logic elements constructed on the same semiconductor substrate as the photosensor array 32. Alternatively, the logic circuit 46 may also be a microprocessor comprising a central processing unit (CPU) and a read-only-memory (ROM). The logic circuit 46 may also be implemented using gate array technology or any other appropriate hardwired logic circuit technology.

The logic circuit 46 interfaces with the clock 47, provides array control signals to the photosensor array 32, manages data flow to and from the RAM 50 and converters 44 and 52, and performs all computations for determining a digital mirror control signal  $V_{DAC}(Z)$  for causing the variable reflectance mirror element 1a to assume a desired reflectance level. As discussed, the analog-to-digital converter 44 converts the analog photosensor element signals to the digital photosensor element signals processed by the logic circuit 46. It has been found that an eight-bit analog-to-digital converter 44 provides adequate data resolution for controlling the mirrors 1, 4 and 5. Preferably, the analog-to-digital converter 44 is constructed on the same semiconductor substrate as the photosensor array 32 as shown in FIG. 5.

The digital photosensor element signals output to the logic and control circuit 34 are generally stored in the RAM 50 for processing. The values of the digital photosensor element



signals for the photosensor array PA(N,M) are correspondingly stored in an array in the RAM 50 designated RA(N,M). The logic circuit 46 processes the values of each of the digital photosensor element signals, which are designated Val RA(n,m), to determine an instantaneous or substantially real-time background light signal B<sub>t</sub> for a time period t and at least one peak light signal P(z). The logic circuit 46 uses these signals, which may also be temporarily stored in the RAM 50, to determine a digital control signal V<sub>DAC</sub>(z) to cause at least one mirror or mirror segment to assume a desired reflectance level. The digital mirror control signal V<sub>DAC</sub>(z) then output to the digital-to-analog converter 52, which outputs a corresponding analog mirror control signal V<sub>C</sub> to a mirror drive circuit 24. Alternatively, the digital to-analog converter 52 need not be used if the logic circuit 46 generates a pulse-width-modulated (PWM) mirror control signal to control the mirror drive circuit 24.

The mirror drive circuit 24 comprises mirror drive circuits 24a, 24b and 24c. The drive circuit 24 drives mirrors 28, which comprises a rearview mirror 28a (mirror A), a left side view mirror 28b (mirror B) and a right side view mirror 28c (mirror C). Mirrors A, B and C correspond, respectively, to the rearview mirror 1, the left side view mirror 4 and the right side view mirror 5 shown in FIG. 2. It is, of course, within the scope of the present invention for the mirror A to be a mirror other than the rearview mirror 1. It is similarly within the scope of the present invention for the mirror B to be a mirror other than the left side view mirror 4, and for the mirror C to be a mirror other than the right side view mirror 5. It is also within the scope of the invention for the mirrors A, B and C to be mirror segments or zones of the variable reflectance mirror element 1a where the peak sub-array S(X) for each zone corresponds to a segment of the variable reflectance mirror element 1a. Thus, for example, S(1) may correspond to a center mirror segment, S(2) may correspond to a left mirror segment and S(3) may correspond to a right mirror segment. Any other appropriate mirror segmentation scheme may also be used.

A sensitivity control circuit 42 is used to input a sensitivity signal S to the logic and control circuit 34. In addition, signals from a force-to-day (maximum reflectance) switch 36, a reverse-inhibit (maximum reflectance) switch 38 and a force-to-night (minimum reflectance) switch 40 may also be input to, the logic and control circuit 34. The switch 3 of FIGS. 1A and 1B may include the sensitivity control circuit 42, as well as the force-to-day switch 36 and the force-tonight switch 40.

The switches 36, 38 and 40 each generate a signal causing the logic circuit 46 to override its normal operation, as will be described with respect to FIGS. 7, 8A and 8B, and to output mirror control signals V<sub>C</sub>(z) to the mirror drive circuit 24 causing the variable reflectance mirror 28 to

assume a maximum or minimum reflectance level in accordance with the appropriate signals from the switches 36, 38 or 40.

Finally, the logic and control circuit 34 may also be used to control a vehicle lighting switch 45 to automatically turn on and off a vehicle's headlights and sidelights. This feature will be further described later.

FIG. 6A shows the block schematic diagram of the automatic rearview mirror and vehicle interior monitoring system. The previous description of FIG. 6 applies here except as follows. First, the logic and control circuit 34 includes an analog-to-digital converter 55 for converting one or more analog control input signals 70 (1, 2, . . . , N; blocks 70a to 70n) to digital signals that are input to the logic circuit 46.

With respect to the automatic rearview mirror system, the analog control input signals 70 may include any analog control input signal used therein, including, for example, analog versions of the control input signals provided by the force-to-day-switch 36, reverse-inhibit-switch 38, force-to-night-switch 40 or sensitivity control circuit 42 of FIG. 6. Of course, digital versions of these same control input signals may also be input to the logic circuit 46 as digital control input signals 75 (1, 2, . . . , N; blocks 75a to 75n). The analog control output signals 80 (1, 2, . . . , N; blocks 80a to 80n) may include any analog control output signal used in the automatic rearview mirror system, including the analog mirror control signals  $V_C(z)$ . The analog circuits/switches 81 (1, 2, . . . , N; blocks 81a to 81n) may include the drive mirror circuits 24 that are used to drive the variable reflectance mirrors 28. As discussed with respect to FIG. 6, the analog mirror control signal  $V_C(z)$  is output to the mirror drive circuit 24 causing the variable reflectance mirror 28 to change reflectance levels. Of course, digital control output signals 85 (1, 2, . . . , N; blocks 85a to 85n) may also be output to digital circuits/switches 86 (1, 2, . . . , N; blocks 86a to 86n) to the extent that the control output signals are digital and not analog.

With respect to the vehicle interior monitoring system configured as a vehicle intrusion detection system, analog control input signals 70 and digital control input signals 75 may include, respectively, analog and digital versions of control input signals used to "arm" or "alert the vehicle intrusion detection system, as will be further described later. The analog control output signals 80 may include any analog control signals output to analog circuits/switches 81 that are used in the above system, including analog circuits or switches used to actuate various vehicle hardware, such as the vehicle horn (or siren), exterior and interior lights or ignition control devices. Of course, digital control output signals 85 (1, 2, . . . , N; blocks 85a to 85n) may also be output to digital

circuits/switches 86 (1, 2, . . . , N; blocks 86a to 86n) to the extent that the control output signals are digital and not analog. In particular, the digital control output signal 85 may include a digital word provided to a digital circuit/switch 86 that is a vehicle controller system that interfaces with such vehicle hardware.

5           When the vehicle interior monitoring system is configured as a compartment image data storage system, a nonvolatile memory 57, as shown in FIG. 6A, is included. The nonvolatile memory 57 interfaces with the logic circuit 46. The nonvolatile memory 57 is used to store image data, as will be further described later. The nonvolatile memory 57 may be an EEPROM or other appropriate nonvolatile memory. An access/security decoding logic circuit 58 interfaces with a data  
10 access port 59 and the logic circuit 46. The access/security decoding logic circuit 58 and data access port 59 are used to access the image data stored in the nonvolatile memory 57, as will be further described later. Optionally, this system may include a data compression logic circuit 56 for compressing image data received from the logic circuit 46 before it is stored in the nonvolatile memory 57. The data compression logic circuit 56 may be integral with the logic circuit 46.

15           Finally, whether configured as a vehicle intrusion detection system or as a compartment image data storage system, the vehicle interior monitoring system preferably includes a supplemental source of illumination 61 having a lens 62 as shown in FIG. 6A. A supplemental source of illumination drive circuit 60 is connected to the supplemental source of illumination 61. The drive circuit 60 also interfaces with and receives control signals from the logic circuit 46 to  
20 drive the supplemental source of illumination 61.

#### IV. Operation Of The Invention

FIG. 7 shows an overview of the logic flow chart and method for controlling the reflectance levels of any one or all of the mirrors or mirror segments 28a, 28b or 28c. It should be understood  
25 that the reflectance level of each of the mirrors 28a, 28b and 28c in the automatic rearview mirror system of the present invention may be commonly or independently controlled. FIGS. 8A, 8B and 9 provide more detail on the logic and method of FIG. 7.

In step S101 of FIG. 7, light information seen rearwardly of the rearview mirror 1 is incident on the lens 30. In step S110, light passing through the lens 30 is refracted such that the light  
30 information is imaged or focused onto the photosensitive surface of the photosensor array 32. In step S120, the logic circuit 46 generates and outputs the array control signals to the photosensor array 32. In step S130, photosensor element signals indicative of the light levels incident on each of

the photosensor elements 32a are generated. In step S140, these photosensor element signals are temporarily stored in RAM or any other appropriate memory. In steps S150 and S160, the logic circuit 46 determines values for the background light signal and the peak light signal for each zone corresponding to each of the mirrors 28. In step S180, the logic circuit 46 uses the background and peak light signals of step S150 to determine the control signals required to cause each of the mirrors 28 to achieve a desired reflectance level. Also, the logic and control circuit 34 in step S180 reads and processes the states of the optional sensitivity control circuit 42, force-to-day switch 36, force-to-night switch 40 and reverse-inhibit switch 38. In step S200, the mirror drive circuits 24 use the control signals determined in step S180 to generate drive signals to cause the mirrors 28 to assume the desired reflectance levels in step S210.

In one embodiment of the invention, the logic circuit 46 determines the background light signal  $B_t$  in steps S150 and S160 by calculating the average value of the photosensor element signals, previously stored in RAM in step S140, for the photosensor elements 32a in a lowest row or rows of the photosensor array 32 corresponding to an area below the rear window. With respect to FIGS. 3A and 3B, this means that the background light signal  $B_t$  is determined from photosensor element signals generated by the photosensor elements 32a located in row D of the photosensor matrix array 32. The logic circuit 46 may then output  $B_t$  to the RAM 50 for later processing. The logic circuit 46 may also determine by calculating an average value of all of the photosensor element signals in the entire photosensor array 32. More generally, the background light signal  $B_t$  for the rearward scene may be determined by calculating the average value of X percent of the lowest photosensor element signal values in the RAM array  $RA(N,M)$ , where X is preferably 75, but typically may be in the range of 5 to 100.

Alternatively, an exposure period EP, as is described herein, may be used to determine the background light signal  $B_t$ . An array response AR may be determined using an array average method, as is also described herein, for the photosensor element signal values corresponding to a sub-array  $S(X)$  of the photosensor elements 32a of the photosensor array 32 that correspond to an area below the rear window. The exposure period EP may be varied within an operating point range  $OP \pm R$ , where OP is 10 and R is 5 (8-bit data), but where OP may be from 5 to 175 and R may be from 2 to 15. The exposure period is varied to maintain AR within  $OP \pm R$ . The background light signal  $B_t$  may therefore be determined where  $B_t$  varies inversely with EP.

Additionally, the background light signal  $B_t$  is preferably change-limited to determine a limited background light signal  $B_{L}$ . The signal may be change-limited, for example, by limiting

changes in the background light signal  $B_t$  to 2% per time frame. A time frame may be, for example, 250 milliseconds or any other time relating to the rate at which the logic circuit 46 samples the photosensor element signals from the photosensor array 32. The logic circuit 46 determines the change-limited value  $B_{Lt}$  used to determine the digital mirror control signal  $V_{DAC}(z)$  as follows:  $B_{Lt} = B_{L(t-1)} + C_L \times (B_t - B_{L(t-1)})$ , where  $B_{Lt}$  = the change-limited background light signal for a current time frame  $t$ ,  $B_t$  = the actual or substantially real-time background light signal for the current time frame  $t$ ,  $B_{L(t-1)}$  = the change-limited background light signal for a previous time frame  $(t-1)$  and  $C_L$  = the change-limit value. Additionally, the background light signal  $B_t$  from step S150 may be processed by the logic circuit 46 to determine whether the change limited background light signal  $B_{Lt}$  is less than or greater than  $B_{L(t-1)}$ . If  $B_{Lt}$  is greater than  $B_{L(t-1)}$ , then the logic circuit 46 may use a higher change-limit value  $C_{LH}$  to determine  $B_{Lt}$ . If the background light signal  $B_{Lt}$  is less than or equal to  $B_{L(t-1)}$ , then the logic circuit 46 may use a lower change limit value  $C_{LL}$  to determine  $B_{Lt}$ . The values  $C_{LH}$  and  $C_{LL}$  are in the range of 0.01 to 2, but are preferably on the order of about 0.02 or 2%.

The logic circuit 46 in step S150 also determines the peak light signal  $P(z)$  for each zone or sub-array  $S(X)$  of the photosensor matrix array 32. The peak light signal  $P(z)$  used to determine the appropriate mirror control signal  $V_C(z)$  for the mirror 28 may be determined by counting or summing the number of occurrences where the digital value for a photosensor element signal is greater than a peak threshold value  $F$  for each zone or sub-array  $S(X)$ . For the preferred analog-to-digital converter having eight-bit data resolution, the logic circuit 46 generates digital values indicative of light levels of light incident on each photosensor element 32a in the range of 0 to 255 ( $2^8 - 1 = 255$ ), with headlights resulting in values in the range of about 200 to 255, so that the peak threshold value  $F$  is selected to be in the range of about 200 to 255 but is preferably 245. The resulting count or sum  $P(z)$  provides a measure of the peak light level for the following reasons.

One design objective of the lens 30 and the photosensor array 32 combination is to be able to measure background light levels in the approximate range of 0.01 to 0.1 lux when driving on sufficiently dark roads. This is achieved by ensuring that the lens 30, photosensor elements 32a and charge-to-voltage amplifiers 33c are able to measure such light levels and by providing a maximum exposure time. The maximum exposure time determines the operating frequency or sampling rate of the system 20. In the case of the described system, 1.5 MHz has been found to be appropriate.

By varying the exposure time relative to a general background light level  $B$  and using a substantially constant sampling rate, a wide range of background light levels in the range of 0.01 to 1000 lux can be measured. Thus, when the background light level is low, the exposure time is

relatively long such that headlights within the rearward area cause the affected photosensor elements 32a to saturate. Correspondingly, for higher background light levels the exposure time is reduced. Saturation occurs when the incident light charges the photosensor element 32a to capacity so that any excess charge will leak or transfer to adjacent photosensor elements 32a. This charge leakage effect is commonly referred to as "blooming." It has been found that a count of the number of photosensor elements 32a at or near saturation, i.e., those having digital values greater than the peak threshold value F, provides an excellent approximation of the peak light levels and is further described in FIG. 8A. The above described method effectively extends the range of measurable light levels for the photosensor array 32.

As discussed, photosensor element signals are indicative of the incident light level or intensity and the time period for which they are exposed to such light. By operating the photosensor array 32 for a known exposure time or exposure period EP, the incident light intensity may be determined from the photosensor element signal generated by each photosensor element 32a. After the exposure period, the logic and control circuit 34 processes all of the photosensor element signals for each photosensor element 32a of the photosensor array 32. This signal processing at least includes the process of storing the digital value of each photosensor element signal to obtain RA(N,M), but normally includes all other processing for each image data set RA(N,M) up to and including the generation of output control signals, such as the mirror control signal  $V_C(z)$ . The time from the beginning of the exposure period EP through the processing of each image data set RA(N,M) and the generation of the appropriate output control signals is referred to as the operating or sampling period, and the frequency thereof is referred to as the operating frequency or sampling rate. The frequency at which the process is repeated may also be referred to as the frame rate or the image sampling frequency. The rate of each sub-process (e.g., exposure period) within the sampling period is controlled by the system clock 47. Thus, the frame rate or image sampling frequency is essentially fixed for a particular system clock frequency. The total period corresponds to a maximum exposure period EP and the total processing time relating to an image data set RA(N,M). The system clock frequency may be adjusted to scale the image sampling frequency, thereby adjusting EP. In summary, the maximum exposure period, the operating or sampling period, the signal processing time and the frequency of the system clock 47 should be considered in each application.

Alternatively, if an anti-blooming device is incorporated in the photosensor array 32, such as is well known to those skilled in the art, then the peak light signal P(z) may be determined by

calculating an average value of Y percent of the highest photosensor element signal values for each zone, where Y is preferably 10, but may be in the range of 1 to 25. When using this approach for determining P(z), it is also preferable to include logic to adjust the sampling rate or operating frequency of the logic circuit 46 to an appropriate value depending on B<sub>Lt</sub>.

5           The general background light signal B, whether B<sub>t</sub> or B<sub>Lt</sub>, and the peak light signal P(z) for each zone of the photosensor array 32, as determined in steps S150 and S160, are then used by the logic circuit 46 to determine a mirror control signal V<sub>C</sub>(z) as a function of the ratio of B<sup>n</sup> (n preferably has a value of one but may typically range from 0.8 to 1.3) to P(z), i.e., V<sub>C</sub>(z) = f(B<sup>n</sup>/P(z)). The control signal V<sub>C</sub>(z) is then output to the mirror drive circuits 24 in step S180 to  
10          drive the mirrors 28 or segments thereof to their desired reflectance level in the steps S200 and S210.

FIG. 12 shows the logic flow chart and method for the vehicle interior monitoring system or mode.

In step S301, the logic circuit 46 initializes the system, sets EP to its maximum and if used,  
15          SSI to a predetermined minimum, such as zero. Next in step S310, the logic circuit 46 reads any analog control input signals 70 (70a to 70n of FIG. 6A) and/or digital control input signals 75 (75a to 75n of FIG. 6A) that may be used in the vehicle interior monitoring mode.

In step S315, the photosensor element signals are generated, processed and stored in RAM  
20          50 by the logic circuit 46 (see steps S101 to S140 of FIG. 7). The logic circuit 46 also applies the lens correction factor LC(n,m) to each digital value Val RA(n,m) indicative of the photosensor element signal L(n,m) of each photosensor element 32a in the RAM array RA(N,M) to correct for the effect of lens 30. This results in RA(N, M) containing the lens corrected digital value Val RA<sub>LC</sub>(n,m) indicative of the photosensor element signal of each photosensor element 32a.

Next, in step S320, the logic circuit 46 determines the array response AR, which is  
25          indicative of either RA(N,M) (an entire image data frame or set RA<sub>(t)</sub> at time t) or of a selected sub-array or sub-set thereof RS (N<sub>S</sub>,M<sub>S</sub>) (a partial image data frame or set RS<sub>(t)</sub> at time t), where N<sub>S</sub> and M<sub>S</sub> are the row and column dimensions corresponding to a selected sub-array S(X) of the photosensor array 32. The logic circuit 46 processes the image data frame RA<sub>(t)</sub> using one of the methods described below to determine the array response AR. An appropriate operating point range  
30          OP ± R is associated with each AR calculation method.

The preferred method for determining AR is the array average method, in which the logic circuit 46 determines AR by averaging all of the data values Val  $RA_{LC}(n,m)$  in the image data frame  $RA_{(t)}$  (or selected sub-array  $RS_{(t)}$ ) where:

$$AR = \frac{1}{N-M} \sum_n \sum_m Val RA_{LC}(n,m),$$

5 for  $n=1$  to  $N$ ,  $m=1$  to  $M$ . Using the array average method, it has been found that appropriate OP and R values are 127 and 20 (8-bit data resolution), respectively; however, the operating point range may be non-symmetrical for some tasks by using non-symmetrical R values, such as +20 and -10.

An alternative method is the "no saturation" method, in which, EP is set to its highest level at which there is no saturation or blooming in any photosensor element 32a. In this case, the logic circuit 46 reduces EP until the peak value of  $RA_{(t)}$  or  $RS_{(t)}$  is within the operating point range  $OP \pm R$ . It has been found that appropriate OP and R values are 249 and 5, respectively. Still another method involves maximizing the useful image area, in which the logic circuit 46 determines AR by determining the difference between the number of photosensor elements 32a having digital values of 0 and the number having digital values of 255 (8-bit data resolution). In this case, appropriate OP and R values are 0 and 5% of the number of photosensor elements 32a corresponding to the image data set  $RA_{(t)}$  or sub-array  $RS_{(t)}$ . It should be understood that the specific values, such as 127 and 255, are based on 8-bit data resolution and would be appropriately scaled for other data resolutions.

15 In step S330 and S360, it is determined whether AR is in the operating point range  $OP \pm R$ . If AR is outside the range, then the image data frame is either too bright ( $AR > OP + R$ ) or too dim ( $AR < OP - R$ ) and EP and SSI are incrementally increased or decreased according to steps S340, S341, S342 or S350, S351, S352. This is repeated for every image data frame  $RA_{(t)}$ . The system thus optimizes EP and SSI for the particular circumstances at system startup, and thereafter continues to adjust EP and SSI to maintain AR within the operating point range  $OP \pm R$  as lighting conditions change.

25 If AR is within the operating point range  $OP \pm R$ , then the vehicle interior monitoring system/mode enters a primary task routine or mode in step S370, such as the vehicle intrusion detection system/mode (S400) of FIG. 12A or the compartment image data storage system/mode (S500) of FIG. 12B. After completing the primary task routine, the program returns to the vehicle interior monitoring mode to generate and store another image data frame  $RA_{(t)}$ .

30



## V. The Preferred Embodiments

The general lighting conditions of the rearward scene can be defined as follows: the background light level of the viewed rearward scene is  $B$  and the peak light level for each zone or sub-array  $S(X)$  is  $P(z)$ . A contrast ratio  $C(z)$  may be defined as the ratio of the peak light level  $P(z)$  for each zone to the general background light level  $B$ ; thus,  $C(z) = P(z)/B$ . Given the background light level  $B$ , the human eye can tolerate varying peak light levels in the viewed rearward scene up to a particular contrast ratio tolerance  $C_T$ . Contrast ratios greater than  $C_T$  initially cause discomfort and are generally known as glare. As the eye adjusts its light sensitivity to protect itself from the discomforting peak or glare light levels, vision is reduced and the glare may become disabling. Thus, the maximum tolerable peak light level  $P_T$  of the viewed rearward scene is equal to the product of the contrast ratio tolerance  $C_T$  and the background light level  $B$ , i.e.,  $P_T = C_T \times B$ .

The desired reflectance  $R_d(z)$  of a variable reflectance mirror for each zone is that reflectance level which reduces a peak light level  $P(z)$  to a value equal to the maximum tolerable peak light level  $P_T$ , i.e.,  $P_T = R_d(z) \times P(z)$  or  $R_d(z) = P_T/P(z)$ , and substituting the expression for  $P_T$ ,  $R_d(z) = (C_T \times B)/P(z)$ . However, the maximum tolerable contrast ratio  $C_T$  varies across the population due to aging and other factors; accordingly, a sensitivity factor  $S$  may be used to account for this variation in contrast tolerance sensitivity so that  $R_d(z) = (S \times C_T \times B)/P(z)$ . Selecting the desired reflectance  $R_d(z)$  for each zone provides maximum information from the rearward scene viewed in each mirror or mirror segment while reducing discomforting or disabling peak light levels to tolerable levels.

The mirror control signal  $V_C(z)$  required to obtain the desired reflectance  $R_d(z)$  depends on the particular variable reflectance mirror element that is used. For electrochromic mirrors, a voltage-reflectance relationship can be approximated and generally defined. In general, an electrochromic mirror has a reflectance level  $R$  having a maximum value of  $R_1$  with an applied voltage  $V_{app}$  of 0 volts. As the applied voltage  $V_{app}$  is increased, the reflectance level  $R$  perceptually remains on the order of  $R_1$  until  $V_{app}$  reaches a value of approximately  $V_1$ . As  $V_{app}$  is further increased, the reflectance level  $R$  decreases approximately linearly until a minimum reflectance of approximately  $R_2$  is reached at a voltage  $V_2$ . Thus, the applied voltage  $V_{app}$  can be approximately defined as:

$$V_{app} = V_1 + (R_1 - R) \times (V_2 - V_1)/(R_1 - R_2)$$

Substituting desired reflectance  $R_d(z)$  for the reflectance  $R$  results in the mirror control signal, the voltage of which is determined as follows:

$$V_C(Z) = V_1 + (R_1 - S \times C_T \times B/P(z)) \times (V_2 - V_1)/(R_1 - R_2).$$

5 To obtain a digital value  $V_{DAC}(z)$ ,  $V_C(z)$  is scaled by a factor that is the ratio of the maximum digital value to the value  $V_2$ ; thus, for eight-bit data resolution  $V_{DAC}(z) = 255 V_C(z) / V_2$ , and substituting for  $V_C(z)$ :

$$10 \quad V_{DAC}(z) = 255 (V_1 + (R_1 - S \times C_T \times B/P(z)) \times (V_2 - V_1) / (R_1 - R_2)) / V_2.$$

FIG. 8A provides further detail on the steps S150 and S160 where the logic circuit 46 determines the background and peak light signals. More particularly, steps S151, S152, S159 and S160 provide two processing loops for sequentially determining the digital values indicative of the photosensor element signals, Val RA(n,m), in the RAM array RA(N,M) for each of the photosensor elements 32a of the photosensor array PA(N,M).

In step S153, a lens correction factor LC(n,m) is applied to each digital value indicative of the photosensor element signal, Val RA(n,m), to correct for the effects of lens 30, which results in a lens corrected digital value of the photosensor element signal Val RA<sub>LC</sub>(n,m). These effects are typically referred to as cosine effects or Lambert's Law effects. The lens correction factor LC(n,m) depends on the radial distance of the photosensor element 32a from a central axis of the lens 30, and is typically in the range of 1 to 15 but will depend on the geometry of the lens and the selected photosensor array. The lens correction factor LC(n,m) applied to each Val RA(n,m) may be calculated according to Lambert's Law each time Val RA(n,m) is processed. More preferably, the logic circuit 46 initially stores an array of values LC(n,m) in the RAM 50 for each photosensor element 32a of the photosensor array PA(n,m) during an initialization routine. Alternatively, the size of the photosensor elements 32a of the photosensor array 32 may be adjusted to correct for the lens effects at each photosensor element 32a.

As discussed, it has been found that light levels for headlights generally result in an eight-bit digital value greater than a peak threshold value F having a value of about 245. Correspondingly, during non-daylight operation of the automatic rearview mirror system 20, background light levels

generally result in eight-bit digital values indicative of the light levels incident on the photosensor elements 32a that are less than or equal to the peak threshold value F.

Accordingly, the lens corrected value  $Val RA_{LC}(n,m)$  is compared in step S154 to the peak threshold value F. If  $Val RA_{LC}(n,m)$  is less than or equal to F it is used to increment a counter  $B_{count}$ ,  
5 in the logic circuit 46, by 1 in step S157 (thereby indicating that a value less than or equal to F has been identified) and by increasing a value  $B_{sum}$  by the value of  $Val RA_{LC}(n,m)$  in step S158, where  $B_{sum}$  is the sum of all the values of  $Val RA_{LC}(n,m)$  which are less than or equal to F. The background light signal  $B_t$  is then determined in step S161 as follows:  $B_t = B_{sum}/B_{count}$ . If  $Val RA_{LC}(n,m)$  is greater than F in step S154, then the logic circuit 46 uses a counter  $P(z)$  indicative of  
10 the peak light levels for each of the zones or sub-arrays  $S(X)$  of the photosensor array  $PA(N,M)$ , which is incremented by 1 as previously described. More particularly,  $Val RA_{LC}(n,m)$  is tested in step S155 to determine whether it originates from a particular zone or sub-array  $S(X)$ , where  $X= 1$  to  $Z$ . If  $Val RA_{LC}(n,m)$  does not fall within a defined zone or sub-array  $S(X)$ , then  $P(z)$  is not incremented; otherwise,  $P(z)$  is incremented in step S156 for the appropriate zone.

15 If the photosensor array 32 is arranged to view the rearward area through the active layer of the variable reflectance element 1a, then a color correction factor  $CC$  is applied in step S162 to  $B_t$  and  $P(z)$  to compensate for any reduction in transmittance when the reflectance level (and transmittance) of the rearview mirror 1 is reduced. The value of  $CC$  is determined from the last calculated value indicative of the digital mirror control signal  $V_{DAC}(z)$  applied to the rearview  
20 mirror 1. In step S163, a change-limited background light signal  $B_{Li}$  is determined as has been described previously.

FIG. 8B provides further detail on step S180 where the logic circuit 46 determines the appropriate digital mirror control signal  $V_{DAC}(z)$  for each zone or sub-array  $S(X)$  and corresponding mirror 28. In steps S181 and S182,  $V_{DAC}(z)$  is calculated for each mirror 28. In step S183, the logic  
25 circuit 46 reads a state  $IN1$  of the reverse-inhibit switch 38 and if the vehicle is in reverse gear so that  $IN1$  is high, then all digital mirror control signals  $V_{DAC}(z)$  are set to 0 in step S184 forcing the mirror 28 to its maximum reflectance level. In step S185, a state  $IN2$  of the force-to-day switch 36 is read and if  $IN2$  is high, then all digital mirror control signals  $V_{DAC}(z)$  are set to 0 in step 186 forcing the mirror 28 to its maximum reflectance level. Finally, in step S187, a state  $IN3$  of the  
30 force-tonight switch 40 is read and if  $IN3$  is high, then all digital mirror control signals  $V_{DAC}(z)$  are set to 255 (the maximum digital value for eight-bit data resolution) in step S188 forcing the mirror 28 to its minimum reflectance level.

FIG. 9 shows another view of the logic flow whereby the rearview mirror, the left side view mirror and the right side view mirror (or alternatively three mirror segments) are independently driven to their desired reflectance levels by the independent and separate control and drive signals using photosensor element signals from three photosensor element sets (i.e., the sub-arrays S(1), S(2) and S(3) of photosensor elements 32a in the photosensor array PA(n,m)). The specific subroutines shown in FIGS. 8A and 8B corresponding to the general steps shown in FIG. 7 are also used with the general steps shown in FIG. 9.

In step S201, light incident on the lens 30 is focused in step S210 onto the photosensor array 32 comprising the first, second and third sets of photosensor elements 32a in zones a, b and c, respectively. Next, in step S211, the light incident on the first photosensor element set in zone a generates a first set of photosensor element signals, which, in step S211', are then stored in RAM and later used by the logic circuit 46 to determine a first peak light signal in step S212.

In step S221, the light incident on the second photosensor element set in zone b generates a second set of photosensor element signals, while in step S231, the light incident on the third photosensor element set in zone c generates a third set of photosensor element signals. The second set of photosensor element signals, generated in step S221 are also stored in step 221' in RAM and then used by the logic circuit 46 to determine a second peak light signal in step S222. Similarly, the third set of photosensor element signals, generated in step S231, is next stored in step S231' in RAM and then used by the logic circuit 46 to determine a third peak light signal in step S232.

In step S213, photosensor element signals generated from selected photosensor elements on which light is incident in step S210 are used to determine the background light signal.

In step S214, the logic circuit 46 uses the background light signal determined in step S213 and the first peak light signal determined in step S212 to determine a first control signal. Similarly, the logic circuit 46 uses the background light signal of step S213 and the second peak light signal determined in step S222 to determine a second control signal in step S224. In the same manner, the background light signal of step S213 and the third peak light signal of step S232 are used by the logic circuit 46 to determine a third control signal in step S234.

The first control signal determined in step S214 is used by the drive circuit 24a to generate a first drive signal in step S215. This first drive signal drives the rearview mirror 28a to a desired reflectance level in step S216. Likewise, the second control signal determined by the logic circuit 46 in step S224 is used by the drive circuit 24b to generate a second drive signal in step S225, which is then used to drive the left side view mirror 28b to a desired reflectance level in step S226. Finally,

the third control signal determined by the logic circuit 46 in step S234 is used by the drive circuit 24c to generate a third drive signal to drive the right side view mirror 28c to a desired reflectance level in step S236. Of course, the first, second and third control signals may also be used to control the segments of a mirror 28.

5           Finally, as previously discussed, one advantage of the present invention is that it is able to use a single photosensor array 32 to determine both a background light level and a peak light level for controlling the reflectance level of a mirror. This is especially advantageous where the sensor must be placed outside the interior of the vehicle to view the rearward scene. This may be required, for example, in certain truck type vehicles where only exterior side view mirrors may be used and  
10           automatic operation is desired. Accordingly, the photosensor array 32 may be located with each side view mirror. The other electronics for the automatic rearview mirror system 20, described previously, may be located either with the photosensor array 32 in each side view mirror, inside the vehicle cab or elsewhere in or on the vehicle. A desired reflectance level for each exterior side view mirror may then be accurately determined using both the determined background light level and  
15           peak light level using only a single photosensor array 32 for each mirror.

          FIGS. 12 and 12A show the logic flow charts of the vehicle interior monitoring system configured as a vehicle intrusion detection system (primary task S400). In step S401, the current image data frame  $RA_{(t)}$  is processed to enhance its contrast characteristics so that it is largely unaffected by changing light levels or shadows, etc. Preferably, the logic circuit 46 selects an  
20           appropriate sub-array  $RS_{(t)}$  corresponding to the sub-array  $S(X)$  (or other appropriate set) of photosensor elements 32a of the photosensor array 32 containing the relevant image information.

          As discussed, the particular area of interest or significance in the photosensor array 32 may be a sub-array  $S(X)$  of photosensor elements 32a of the photosensor array 32 (or other appropriate set not necessarily rectangular in shape, such as a trapezoid). The ability to select image data  
25           corresponding to  $S(X)$  is important because some sets of photosensor elements 32a may provide image information that is redundant, irrelevant or even damaging to a particular application and should therefore be ignored by the logic circuit 46. A significant advantage of the photosensor array 32 over other sensing technologies is its ability to provide selected image information so that the logic circuit 46 need only process  $RS_{(t)}$  when, for example, the relevant sub-array  $S(X)$  and  
30           corresponding sub-array  $RS_{(t)}$  contain all the image information necessary to a particular application. For example, in the automatic rearview mirror and vehicle intrusion detection system described herein, a selected sub-array  $S(X)$  of photosensor elements 32a may provide image

information as shown in FIGS. 3A and 3B, which may be used by logic circuit 46 to provide information regarding the location and intensity of the headlights of following vehicles. To the extent that other areas of the photosensor array 32 do not provide such image information, they may be ignored. Likewise, since the same photosensor array 32 may be used for vehicle intrusion  
5 detection, the logic circuit 46 need only process the image information of FIG. 2A that excludes the image information of FIGS. 3A and 3B. Without this ability to select particular sets or sub-arrays, at least more intensive processing may be required to distinguish between unauthorized activity within the vehicle and irrelevant activity outside the vehicle.

After selecting the appropriate set of image data, the logic circuit 46 processes the values in  
10  $RA_{(t)}$  to enhance the contrast or robustness of that image data frame. Excluding photosensor elements 32a in the outside rows and columns of the photosensor array 32, every photosensor element  $E(n,m)$  has eight (8) adjacent photosensor elements 32a or neighbors:  $E(n-1,m)$ ;  $E(n,m+1)$ ;  $E(n-1,m-1)$ ;  $E(n+1,m)$ ;  $E(n,m+1)$ ;  $E(n+1,m-1)$ ;  $E(n-1,m+1)$ ; and  $E(n+1,m+1)$ . Therefore, a contour value  $CV(n,m)$  for each photosensor element  $E(n,m)$  may be calculated by determining the average  
15 of the differences between the value  $Val RA_{LC}(n,m)$  of the photosensor element  $E(n,m)$  and the value of each neighbor. If the photosensor element value is an n-bit value, then  $CV(n,m)$  is also an n-bit value. Thus, using 8-bit data resolution, for example, if  $E(n,m)$  has a 0 value and each neighbor has a value of 255, then  $CV(n,m)$  is 255. If  $E(n,m)$  has a value of 255 and each neighbor has a 0 value, then  $CV(n,m)$  is 255. Both examples indicate a high degree of local contrast or  
20 discontinuity. On the other hand, if  $E(n,m)$  and each neighbor has a value of 127, then  $CV(n,m)$  is 0, which indicates a low degree of local contrast. Thus, the logic circuit 46 uses the above method, to determine the contrast value  $CV(n,m)$  for each value  $Val RA_{LC}(n,m)$  of  $RA_{(t)}$  to obtain a contour enhanced image data frame  $RC_{(t)}$  in which the "harder" image contours or discontinuities are emphasized or enhanced, while "softer" image contours are reduced in significance.

25 Next, in step S402, the logic circuit 46 correlates the current image data frame  $RC_{(t)}$  and a reference image data frame  $RC_{REF(t-1)}$  by comparing them to determine an image correlation factor IC. This factor is indicative of the correlation or degree of similarity (or difference) between the two image data frames independent of the particular image or photosensor array size. An IC value of 0 indicates no image similarity and an IC value of 1 indicates a perfect match. In particular, the  
30 image correlation factor IC is indicative of the number of corresponding photosensor elements 32a within the photosensor array 32 (or sub-array  $S(X)$ ) having the same value  $Val RA_{LC}(n,m)$  within some tolerance value T for the current and reference image data frames or sets. The tolerance value

T accounts for minor image variations, such as may be caused by system vibration or other system "noise". Thus, the value from the current image data frame  $RC_{(t)}$  corresponding to photosensor element E(1,1) is compared with the value from the reference image data frame  $RC_{REF(t-1)}$  corresponding to photosensor element E(1,1), and if:

5

$$Val RC_{(t)}(1, 1) = Val RC_{REF(t-1)}(1, 1) \pm T,$$

then the  $RC_{(t)}$  and  $RC_{REF(t-1)}$  values of photosensor element E(1,1) correlate. This is done for all photosensor elements 32a within the photosensor array 32 or selected sub-set thereof, and the logic circuit 46 stores and sums each correlation occurrence for each element E(n,m). The logic circuit 46 then divides the resulting sum of correlation occurrences by the number of elements E(n,m) considered in determining the image correlation factor IC.

Next, in step S403, the logic circuit 46 determines whether certain system start-up criteria are met. This is done to ensure that a stable image data frame  $RC_{(t)}$  is stored as  $RC_{REF(t)}$ . Importantly,  $RC_{REF(t)}$  must correspond to an optimized and stable image data frame  $RC_{(t)}$ . When power is initially supplied to light sensing and logic circuit 26, electrical and thermal transients occur as is typical for silicon integrated circuits. For the system described herein, satisfactory start-up criteria include: (1) a minimum number of image data frames that must be processed to allow electrical stabilization and the completion of the majority of EP and SSI optimization, where the minimum number of data frames is preferably 25 but may be in the range of 15 to 40; and (2) a stable reference image  $RC_{REF(t)}$ , where  $RC_{REF(t)}$  is sufficiently stable when AR is within the operating point range  $OP \pm R$  and IC exceeds 0.95 for at least 2 to 10 image data frames, but preferably 4 image data frames.

If the start-up criteria are not met in step S403, then, in step S404, the logic circuit 46 stores  $RC_{(t)}$  in RAM 50 as a reference image data frame  $RC_{REF(t)}$  (which is  $RC_{REF(t)}$  where the current image data frame is  $RC_{(t)}$  on the next system cycle) and the program returns to step S310. If the start-up criteria in step S403 are met, then the program goes to step S405.

In steps S405 and S406, threshold values  $T_1$  and  $T_2$  are used to determine the degree to which the current and reference image data frames match or mismatch. The values  $T_1$  and  $T_2$  depend on the particular application and the degree of confidence or reliability required in the match/mismatch conditions of steps S405 and S406. For the vehicle intrusion detection system, it has been found that appropriate threshold values may range from 0.0 to 0.6 for  $T_1$  and from 0.95 to

1.0 for  $T_2$ , but are preferably 0.6 and 0.95 for  $T_1$  and  $T_2$ , respectively. Due to image or system variations, perfect image correlation does not normally occur; therefore, compared image data frames having an IC value greater than 0.95 are considered a match, those having an IC value less than 0.6 are considered a mismatch and those having an IC between  $T_1$  and  $T_2$  are neither a definite match nor a definite mismatch.

More particularly, if IC exceeds  $T_1$  in step S405, then the logic circuit 46 determines whether IC exceeds  $T_2$  in step S406. If IC does not exceed  $T_2$ , then the program returns to step S310 since there is neither a match nor a mismatch condition. If IC does exceed  $T_2$ , then there is a match and the logic circuit 46 updates the reference image data frame  $RC_{REF(t)}$ . It should be understood that  $RC_{REF(t)}$  may be the same as  $RC_{(t)}$  or may represent any appropriate combination of two or more image data frames. For example,  $RC_{REF(t)}$  may be determined using a digital lag filter:

$$RC_{REF(t)} = RC_{REF(t-1)} + K \times (RC_{(t)} - RC_{REF(t-1)}),$$

where K may be a constant. After the logic circuit 46 updates  $RC_{REF(t)}$  and stores it in the RAM 50, the program again returns to step S310.

If IC does not exceed  $T_{(1)}$  in step S405, then the image data frames are considered a mismatch. Even though  $T_{(1)}$  is selected so that only significant differences between  $RC_{(t)}$  and  $RC_{REF(t-1)}$  provide a mismatch condition, the logic circuit 46 determines in step S408 whether the mismatch condition is a valid intrusion condition. This is because there are conditions that result in the logic circuit 46 erroneously determining a mismatch condition. For example, automotive electrical system noise may affect the ability of the photosensor array 32 to provide accurate photosensor element signals, although this normally occurs only for short periods given the nature of such noise. While not all system applications may require the same level of confidence for a correct mismatch condition, it has been found that requiring a number of successive mismatch conditions represents a good validation test for step S408. In particular, it has been found that this validation test better ensures that the mismatch condition is valid by requiring from 2 to 300 successive mismatch conditions. Alternatively, the validation test may require from 2 to 300 initial mismatch conditions and allow a number of match conditions in step S405, where the number of match conditions may be from 1 to 15 depending on the required number of mismatch conditions.

If the logic circuit 46 determines that the mismatch condition is not valid in steps S408, then the program will go to step S310. If the mismatch condition is valid, then the logic circuit 46



outputs one or more control signals in step S409. The control output signals are generally of two types: (1) signals that may be used to control directly certain vehicle hardware (lights, horn, etc.); and (2) signals that may be used as inputs to other vehicle controller systems that directly interface with such hardware. The logic circuit 46 may output any combination of these control output signals depending on the desired level of integration between the system of the present invention and other vehicle systems. Digital control signals, such as bi stable signals or digitally coded words interpreted by other vehicle systems, are typical for most applications. If the logic circuit 46 outputs bi-stable control signals directly to vehicle hardware, then the control output signal lines may be latched in a high or low state to control the vehicle hardware. If the logic circuit 46 outputs control signals to a vehicle controller system, then a higher protocol level, (such as digitally coded words) may have to be output from the logic circuit 46.

FIG. 12B shows the logic flow chart of the compartment image data storage system configuration (primary task routine S500) of the vehicle interior monitoring systems of FIG. 12.

In step S501, the image data frame  $RA_{(t)}$  (although this may be  $RC_{(t)}$ ) is tested to determine whether it is valid. To determine whether  $RA_{(t)}$  is valid in step S501, the logic circuit 46 may determine whether the array response  $AR$  is within the operating point range  $OP \pm R$ . More stringent validity tests may include vehicle feature recognition, in which the system attempts to identify reference vehicle features, such as the seats or window pillars, and if the logic circuit 46 cannot identify these reference features in  $RA_{(t)}$ , then it determines that  $RA_{(t)}$  is invalid. If  $RA_{(t)}$  is valid, then  $RA_{(t)}$  may be optionally compressed in step S502 using any appropriate digital compression method to reduce the amount of image data. Next, in step S503, the logic circuit 46 stores the image data in the nonvolatile memory 57 on a first-in-first-out (FIFO) basis. As will be described further below, the program may end or return to step S310 to obtain and process additional image data frames depending on the particular application. If  $RA_{(t)}$  is not valid, then in steps S504, S505, S506 and S507, the logic circuit 46 determines whether the photosensor 2 has been intentionally defeated so that an accurate image data frame of the vehicle interior or compartment cannot be generated and stored in the nonvolatile memory 57.

More particularly, in steps S504 and S506, if it is determined that both  $EP$  and  $SSI$  are minimums, then the photosensor 2 is probably being defeated by an intruder or vehicle thief who is blinding the photosensor 2 by directing a light source, such as a bright flashlight, directly at the photosensor 2. This action saturates the photosensor array 32 so that the image data frame appears "white". Since the photosensor array 32 normally does not saturate when both  $EP$  and  $SSI$  are at

their minimums, a "white" image data frame would not normally occur. In steps S505 and S507, if it is determined that both EP and SSI are maximums, then the photosensor 2 is probably being defeated by an intruder who is blinding the photosensor by placing a piece of tape or other opaque material over the lens 30 (or window) which the photosensor array 32 uses for seeing the vehicle interior 100. This action results in a "black" image data frame. Since SSI is maximized to allow the photosensor array 32 to generate images even if there is insufficient natural light, a "black" image data frame would also not normally occur.

If steps S504, S505 and S507 result in a "black" image condition or steps S504 and S505 result in a "white" image condition, then the logic circuit 46 outputs a control signal in step S508 to the vehicle controller to disable the ignition control device and/or to the vehicle controller system to activate the horn and lights. Otherwise, EP and SSI have not reached their adjustment limits, and the system attempts to optimize them and generates another image data frame which is then again tested to determine its validity in step S501.

## 15 VI. Integrated Headlight Control System

It is generally important for driver safety reasons that the headlights and sidelights of operating vehicles are turned on as night approaches or when background lighting levels fall below approximately 500 lux. More particularly, it is desirable to have the vehicle's headlights and sidelights automatically turn on when background lighting levels fall to a sufficiently low level and automatically turn off when background lighting levels rise sufficiently.

While there are other automatic headlight control systems, such systems require that the photocells, which are used to control the headlights, be located and positioned so that they generally face upward either to avoid the effects of oncoming headlights for generally forward facing photocells or to avoid the effects of following headlights for generally rearward facing photocells.

An advantage of the automatic rearview mirror system 20 is that the background light signal  $B_{Lt}$  may be used to automatically turn on and off a vehicle's headlights and sidelights by controlling the vehicle lighting switch 45. Importantly, since  $B_{Lt}$  is determined regardless of the presence of peak light sources, such as oncoming or following headlights, the directional constraints on how and where the sensor is located or positioned are avoided. Accordingly, using the photosensor array 32 of the present invention to provide additional vehicle lighting control functions results in lower costs and improved reliability over other headlight control systems.

The limited background light signal  $B_{Lt}$  has been described for the purpose of controlling the reflectance levels of an automatic rearview mirror system 20. Additionally, the logic circuit 46 may use  $B_{Lt}$  to generate a vehicle lighting control signal to control the vehicle lighting switch 45 to turn on and off automatically the vehicle's headlights and sidelights. The ability to use  $B_{Lt}$  is important because the vehicle lighting switch 45 should not be responsive to rapid or small fluctuations in background light levels in the region of the desired point at which the vehicle lighting switch is turned on or off, i.e., the switch point. Such fluctuations can be caused by the shadowing effect of overhanging trees or structures or the lighting differences between the eastern and western skylines at dawn and dusk which may be encountered when turning the vehicle.

Additionally, hysteresis is also provided between the switch-on and switch-off conditions of the vehicle lighting switch 45 to further stabilize operation of the switch 45 in such fluctuating light conditions. More specifically, if the required switch point for falling light. The levels is  $SP$ , then the switch point for rising light levels is  $SP \times (1 + H)$ , where  $H$  is a hysteresis factor typically in the range of about 0.005 to 0.5, but is preferably 0.2. Thus, if  $B_{Lt}$  is less than  $SP$ , then the vehicle lighting control signal to the vehicle lighting switch 45 is set high to turn on the vehicle's headlights and sidelights. If  $B_{Lt}$  is greater than  $SP \times (1 + H)$ , then the vehicle lighting control signal to the vehicle lighting switch 45 is set low to turn off the vehicle's headlights and sidelights.

Additionally, if the photosensor array 32 and logic circuit 46 are both powered directly by the vehicle's electrical system through the ignition switch, then a time delay  $t_d$  may be provided such that if the ignition switch is turned off when the headlight control signal is set high, the vehicle lighting control signal will remain high for a time  $t_d$  and thereafter fall to a low value to turn off the vehicle's headlights and sidelights. A manual control may also be provided to allow the driver to adjust the time delay  $t_d$ .

The vehicle lighting control signal and, more specifically, the lighting control switch 45 may also be used to inhibit automatic control of the automatic rearview mirror system 20. For example, if the vehicle lighting control signal indicates that the vehicle lighting should be turned off, then the logic and control circuit 34 may be used to enable sensitivity switch 42 or some other switch allowing the driver to manually adjust the reflectance level of the mirrors 28. Thus, the driver may manually select a lower reflectance level during daylight conditions to provide protection against peak light sources, such as a bright setting sun. As background light levels fall or during non-daylight conditions, the vehicle lighting control signal would indicate non-daylight conditions and

the logic and control circuit 34 may then be used to disable manual control and return the automatic rearview mirror system 20 to full automatic control.

FIG. 6B shows another embodiment of a stand-alone vehicle lighting control system, which has a number of the components identified with respect to FIG. 6. The vehicle lighting control system of FIG. 6B may also be integrated with automatic rearview mirror system and vehicle interior monitoring system described herein. In FIG. 6B, however, the photosensor array 32 is directed generally forward of the vehicle so that it may sense a field of view forward of the rearview mirror 1. The forward field of view is through the vehicle's front windshield and generally in line with the primary vehicle direction. In the embodiment of the vehicle lighting control system as described herein, the photosensor array 32 comprises a plurality of photosensor elements 32a arranged in 160 columns and 120 rows (a 160 x 120 array) and has a forward field of view of approximately 50 degrees centered at the vehicle center line and a vertical field of view of approximately 30 degrees, where the vertical field of view is approximately 10 degrees above and 20 degrees below the horizon in the forward field of view. It should be understood that the forward field of view may also be provided to the photosensor array 32 by using any appropriate image directing optics or other appropriate means for directing a forward field of view onto the photosensor array 32 regardless of its orientation.

The logic and control circuit 34 processes the photosensor array signals corresponding to the forward field of view to determine an appropriate vehicle lighting configuration depending on the light information in the forward field of view. The methods used by the logic and control circuit 34 to determine the appropriate vehicle lighting configuration are described below. After determining the appropriate vehicle lighting configuration, the logic and control circuit 34 generates and applies control signals to headlight switches 29, which comprise a low beam mode switch 29a, a mid beam mode switch 29b and a high beam mode switch 29c, and to a vehicle running lights switch 31 and tail lights and side lights switches 35. Also shown in FIG. 6B is a sensitivity control circuit 41, which may be used to control the level of hysteresis in the vehicle lighting control system, and manual vehicle light switches 43 for manually controlling the vehicle lights.

The photosensor array 32 is preferably located within the vehicle interior since this provides protection against the outside elements, including dirt, moisture, rain and snow, as well as reduced exposure to ultraviolet light, and generally provides a relatively controlled environment, including temperature environment. It should be understood, however, that the photosensor array 32 may also

be located in one or both of the external sideview mirrors 4 and 5, or in any other appropriate location on the vehicle.

The methods defined for determining the change-limited background light signal  $B_{LI}$  may also be used to determine a change-limited background forward light signal  $B_{LFI}$  that may be used to control the vehicle lighting system. Also, the methods previously described for determining and identifying peak light levels may generally be used to determine and identify whether there are other headlights and taillights in the driver's forward field of view. The logic and control circuit 34 uses this information to control automatically the vehicle headlights (low beam, mid beam and high beam modes) so as to limit the annoyance or debilitation of other vehicle drivers forward of the vehicle. The method for processing the forward field of view image is the same as that shown through step S140 in the flow chart of FIG. 7A, and is generally the same as to steps S150 and S160 as detailed in the flow chart FIG. 8A, except that steps S155, S156 and S162 are excluded. FIGS. 13A, 13B, 13C and 13D are the flow charts that show the methods used by the logic and control circuit 34 to determine the appropriate vehicle lighting configuration and to control the vehicle lighting system. The methods detailed in FIGS. 13A, 13B, 13C and 13D may generally be described as follows:

After the logic and control circuit 34 determines  $B_{LFI}$ , it determines whether  $B_{LFI}$  exceeds a threshold  $B_{DD}$ , which corresponds to the light level at dawn, dusk or a comparable lighting condition. If  $B_{LFI}$  exceeds  $B_{DD}$ , then a flag  $F_{DAY}$  corresponding to a daytime condition, which indicates that the vehicle running lights, if any, may be turned on but that vehicle headlights and taillights should otherwise be off, and resets to zero flags  $F_{LOW}$ ,  $F_{MID}$  and  $F_{HIGH}$  which respectively correspond to the low, mid and high beam modes for the vehicle headlights. If  $B_{LFI}$  is less than  $B_{DD}$  and exceeds a threshold  $B_N$ , which corresponds to a light level at night below which the mid or high beam modes may be operated, then the logic and control circuit 34 sets  $F_{LOW}$  to 1 and resets  $F_{DAY}$ ,  $F_{MID}$  and  $F_{HIGH}$ .

If  $B_{LFI}$  is less than  $B_N$ , then the logic and control circuit 34 processes a mid zone, which corresponds to a sub-array  $S(X)$  within the array  $PA(N,M)$  of the photosensor array 32. This mid zone or zone of interest represents an appropriate area of the forward field of view image, in which the vehicle headlights may be set to their mid beam mode if there are no other vehicles as indicated by other vehicle light sources (headlights or taillights) within the mid zone. If there are no other vehicle light sources, then the logic and control circuit 34 sets  $F_{MID}$  to 1 and resets  $F_{LOW}$ . Otherwise,

$F_{LOW}$  remains set, and the logic and control circuit 34 determines and processes the next set of photosensor element signals.

If, however,  $F_{MID}$  is set to 1, then the logic and control circuit 34 processes a high zone corresponding to the Array PA(N,M). The high zone represents an appropriate area of the forward field of view image, in which the vehicle headlights may be set to their high beam mode if there are no other vehicle light sources within the high zone. If there are no other vehicle light sources, then the logic and control circuit 34 sets  $F_{HIGH}$  to 1 and resets  $F_{MID}$ . Otherwise,  $F_{MID}$  remains set, and the system determines and processes the next set of photosensor element signals.

More complex vehicle lighting configurations may be controlled by determining an appropriate zone of interest for each available vehicle lighting mode or pattern.

Also, as discussed above with respect to the first embodiment of a vehicle lighting control system, hysteresis is used to moderate the frequency of transitions between the various beam modes and is reflected in FIGS. 13A, 13B, 13C and 13D by low beam counter LC, mid beam counter MC, high beam counter HC and night counter NC, each having corresponding hysteresis values LC1, MC1, HC1 and NC1, respectively. The hysteresis values may correspond to about 1 to 30 forward field of view image frames, and therefore correspond to a certain period of time since each image frame takes on the order of about 0.1 seconds to process. It should also be understood that in the described embodiment, hysteresis has only been provided for transitions from low to mid or mid to high transitions, while transitions from high to mid or mid to low occur after the processing of only one image frame. Of course, hysteresis may also be used for transitions from high to mid or mid to low. Also, transitions to the initial low beam mode may be delayed on the order of 15 seconds to five minutes, rather than occurring within one image frame as described herein. Further, in addition to or alternatively to hysteresis, specific time delays of from about 1 to 15 seconds, or any other appropriate delay be used for transitions between beam modes.

Also, the vehicle driver may use the sensitivity control circuit 41 to adjust the level of hysteresis. The vehicle driver may also use the manual vehicle light switches 43 to override the vehicle lighting control system.

As discussed, FIG. 13A shows the initialization of the system and the initial low beam mode determination, FIG. 13B shows the initial mid and high beam mode determinations, FIG. 13C shows subsequent transitions from the mid beam mode to either the low or high beam modes, and FIG. 13D shows subsequent transitions from the high beam mode to the mid and low beam modes.

As to FIG. 13A, in the initialization step S600, the logic and control circuit 34 sets flag  $F_{DAY}$  to 1, sets flags  $F_{LOW}$ ,  $F_{MID}$ ,  $F_{HIGH}$  and  $F_N$  to 0, and sets counters LC, MC, HC and NC to 0.

Next, in step S610, the logic and control circuit 34 determines  $B_{LFt}$  as previously described. In step S620, if  $B_{LFt}$  is not less than  $B_{DD}$ , then the logic and control circuit 34 determines whether LC equals or exceeds LC1 in step S621. If LC is less than LC1, then LC is incremented in step S624 and the processing is returned to step 610. If LC equals or exceeds LC1, then the logic and control circuit 34 in step S622 sets  $F_{DAY}$  to 1, resets flags  $F_{LOW}$ ,  $F_{MID}$  and  $F_{HIGH}$  to 0 and also resets a flag  $F_{TSL}$ , which corresponds to the status of the vehicle tail lights and side lights. Next, in step S623, the logic and control circuit outputs control signals to disable all vehicle night lights, including the headlights, side lights and tail lights.

If in step S620,  $B_{LFt}$  is less than  $B_{DD}$ , then the system goes to step S630. In step S630, if LC exceeds 0, then LC is decremented in step S631 and the system returns to step S610. If LC equals 0 in step S630, then the logic and control circuit 34 sets  $F_{DAY}$  to 0 in step S640, and then goes to step S650. In step S650, if  $B_{LFt}$  is not less than  $B_N$ , then the logic and control circuit 34 determines whether NC equals or exceeds NC1 in step S651. If not, then NC is incremented in step S653. If yes, then NC is set to NC1 in step S652. In either case,  $F_N$  is then reset and the system goes to step S900. If  $B_{LFt}$  is less than  $B_N$ , the system goes to step S660. If NC exceeds 0 in step S660, then NC is decremented in step S661 and  $F_N$  is reset in step S662, after which the system goes to step S900. If NC equals 0 in step S660, then  $F_N$  is set to 1 in step S670. Next, in steps S700 and S800, if  $F_{MID}$  and  $F_{HIGH}$  are not 1, then the system also goes to step S900. In step S900,  $F_{LOW}$  and  $F_{TSL}$  are set and LC is set to LC1. Next, in step S910, the logic and control circuit 34 enables the tail and side lights (TSL) and low beam mode, and proceeds to step S920.

Next, FIG. 13B shows the logic for making an initial transition from the low beam mode to the mid beam mode and for making an initial transition from the initial mid beam mode to the initial high beam mode. Thus, in step S920, if  $F_N$  equals 1, then the system returns to step S610. Otherwise, the logic and control circuit 34 processes the Sub-Array  $S(X)$  in step S930 to determine whether there are any other vehicles (OV) in  $S(X)$  in the forward field of view, as previously described. In step S940, if OV is in  $S(X)$ , then MC and HC are reset in step S941 and the system returns to step S610. If not, then the system goes to step S950. If MC does not equal or exceed MC1, then MC is incremented in step S951 and processing returns to step S610. Otherwise,  $F_{MID}$  is set and  $F_{LOW}$  is reset in step S960, and the logic and control circuit 34 outputs control signals to enable the mid beam mode and disable the low beam mode in step S970. Next, in step S980, the

logic and control circuit 34 processes PA(N,M) to determine if there are any other vehicles (OV) in PA(N,M). In step S990, if OV is not in PA(N,M), then HC is incremented and the system returns to step S610. Otherwise, F<sub>HIGH</sub> is set and F<sub>MID</sub> is reset in step S1000, after which the logic and control circuit 34 outputs control signals to enable the high beam mode and disable the mid beam mode in step S1010, and the system returns to step S610.

As discussed, FIG. 13C shows the logic for making transitions from the mid beam mode to either low or high beam modes. Thus, if F<sub>MID</sub> equals 1 in step S700 of FIG. 13A, then the logic and control circuit 34 processes S(X) for OV in step S710. If OV is in S(X) in step S720, F<sub>LOW</sub> is set and F<sub>MID</sub> and MC are reset in step S721, after which the logic and control circuit 34 outputs control signals to enable the low beam mode and disable the mid beam mode in step S722 and the system returns to step S610. If OV is not in S(X) in step S720, then the logic and control circuit 34 processes PA(N,M) for OV in step S730. In step S740, if OV is in PN(N,M), then HC is reset in step S741 and the system returns to step S610. Otherwise, in step S750, if HC does not equal or exceed HC1, then HC is incremented in step S751 and processing returns to step S610. If HC equals or exceeds HC1 in step S750, then F<sub>HIGH</sub> is set and F<sub>MID</sub> is reset, after which the logic and control circuit 34 outputs control signals to enable the high beam mode and disable the mid beam mode in step S770 and then returns to step S610.

Finally, FIG. 13D shows transitions from the high beam mode to the mid beam and low beam modes. Thus, if F<sub>HIGH</sub> equals 1 in step S800 of FIG. 13A, then the system goes to step S810, in which the logic and control circuit 34 processes PA(N,M) for OV. In step S820, if OV is not in PA(N,M), the system returns to step S610. Otherwise, F<sub>MID</sub> is set and F<sub>HIGH</sub> and HC are reset in step S830, after which the logic and control circuit 34 outputs control signals to enable the mid beam mode and disable the high beam mode in step S840. Next, in step S850, the logic and control circuit processes S(X) for OV. In step S860, if OV is not in S(X), then the system returns to step S610. Otherwise, F<sub>LOW</sub> is set and F<sub>MID</sub> and MC are reset in step S870, after which the logic and control circuit 34 outputs control signals to enable the low beam mode and disable the high beam mode in step S880 and then returns to step S610.

Additionally, the above system may also be used to determine an appropriate vehicle lighting configuration and then controlling the vehicle lighting systems so as to improve the driver's forward field of view. For example, by providing the photosensor array 32 with a forward field of view, the system may be used to recognize veiling glare caused by scattered light that maybe caused by fog, snow, rain or other adverse conditions. In particular, the logic and control circuit 34 may be



used to determine a contrast factor representing the level of contrast within the forward field of view. This information may then be used to select the appropriate vehicle lighting configuration so as to reduce the level of veiling glare.

5 The system may also be used to monitor varying windshield surface conditions caused by condensation, dirt, rain or snow. In particular, the system may be used to identify these conditions by analyzing the forward field of view image frames for distortion, or degradation. This capability may be enhanced by using infra-red supplemental source illumination (SSI) having wavelengths within the responsive range of the photosensor array 32.

10 More particularly, since the photosensor array 32 may have a forward field of view that includes at least the windshield area, which is swept by the windshield wipers, the logic and control circuit 34 may be used to generate control signals to operate the vehicle's windshield wiper system, windshield washer system, defogger system or windshield de-icing system so as to improve forward viewing conditions.

15 Also, for a forward field of view, the photosensor array 32 may be used to generate image frame data that controls or supplements the control of vehicle collision avoidance systems or other automatic vehicle systems using forward field of view information. Additionally, since the photosensor array 32 responds to a portion of the non-visible electromagnetic spectrum as previously described, it may be used to receive non-visible, spatially or time varying data from objects in the forward field of view, such as vehicles or road signs having an infra-red source  
20 emitter and to provide vehicle-to-vehicle or road-to-vehicle communications, which may be used to support intelligent vehicle and highway systems (IVHS), which are designed to improve road travel safety and efficiency.

## VII. The Automatic Rearview Mirror And Vehicle Interior Monitoring System

25 FIG. 10 also shows the automatic rearview mirror system 20 of the present invention. The system 20 is powered by the vehicle's electrical system (not shown) to which the system 20 is connected. A voltage regulation and transient protection circuit 22 regulates power and protects the system 20 from voltage transients as is well known in the art. The circuit 22 is connected to the vehicle's electrical system and to ground, and outputs a voltage of up to about 5 volts to power the  
30 mirror drive circuits 24 and the light sensing and logic circuit 26. The circuit 22 also has a ground line connected to the light sensing and logic circuit 26.

The 5 volt line is also connected to the force-to-day switch 36 and the reverse-inhibit switch 38 (connected in parallel to the light sensing and logic circuit 26) which are used to force the mirrors 28 to their maximum reflectance level. More particularly, when either of these switches is closed, they generate a high level signal  $V_H$  such as a 3 volt signal, which is input to the light sensing and logic circuit 26. This high level signal overrides the normal operation of the light sensing and logic circuit 26 causing it to output a control signal to the drive circuits 24 to drive the mirrors 28 to their maximum reflectance level. Conversely, when these switches are open, they each generate a low level signal  $V_L$  such as a signal of less than 3 volts, thereby permitting normal operation of the light sensing and logic circuit 26, as has been discussed with respect to FIGS. 7, 8A and 8B. The force-to-day switch 36 and the reverse-inhibit switch 38 may be alternatively configured to generate a low level signal when closed and a high level signal when open. The force-to-day switch 36 is a manually operated switch and is preferably placed on the rearview mirror 28a and may be switch 3. The reverse-inhibit switch 38 is connected to a reverse inhibit line in the vehicle's electrical system (not shown) so that the reverse-inhibit switch 38 is actuated automatically whenever the vehicle is in reverse gear.

The force-to-night switch 40, used to force the mirrors 28 to their minimum reflectance level, generates a high level signal  $V_H$  when closed and a low level signal  $V_L$  when opened. The signal  $V_H$  or  $V_L$  is then input to the light sensing and logic circuit 26. The high level signal may, for example, be between 3 to 5 volts and the low level signal may be below 3 volts. The high level signal overrides the normal operation of the light sensing and logic circuit 26, as discussed with respect to FIGS. 7, 8A and 8B, causing the circuit 26 to output a control signal to the drive circuits 24 to drive the mirrors 28 to their minimum reflectance level. The low level signal, on the other hand, permits normal operation of the light sensing and logic circuit 26. Alternatively, the force-to-night switch 40 may be configured to generate a low level signal when closed and a high level signal when open. The force-to-night switch 40 is also a manually operable switch, preferably located on the rearview mirror 28a, and may also be switch 3.

The light sensing and logic circuit 26 is also connected to the sensitivity control circuit 42. The circuit 42 enables the operator to manually adjust the sensitivity of the mirrors 28 using the switch 3 (shown in FIGS. 1A and 1B). The sensitivity control circuit 42 (switch 3) may comprise a potentiometer whose voltage may be varied from zero to five volts. Alternatively, a single resistor may be used to provide a single preset sensitivity setting that cannot be changed by the driver.

As previously discussed with respect to FIGS. 5 and 6, the light sensing and logic circuit 26 comprises the photosensor array 32 (or other light sensing device) and the logic and control circuit 34. These two devices may be either separate or commonly located on a single semiconductor substrate. The light sensing and logic circuit 26 is preferably a single VLSI CMOS circuit.

5 Also shown in FIG. 10, the light sensing and logic circuit 26 outputs analog mirror control signals having voltages varying from zero to approximately 5 volts to the mirror drive circuits 24 and a vehicle lighting control signal of 0 to 5 volts to the vehicle lighting switch 45. Alternatively, as previously discussed the light sensing and logic circuit 26 may output a 5 volt pulse-width-modulated (PWM) signal to the mirror drive circuits 24. The mirror drive circuits 24 then generate  
10 and apply drive voltages varying from a low voltage on the order of 0 volts to a high voltage on the order of 1 volt to drive the mirrors 28. The actual driving voltage (or current) may, of course, be significantly lower or higher depending on the variable reflectance mirror element 1a used.

Each of the mirrors 28 preferably comprises a reflective electrochromic (EC) cell whose reflectance level may be varied from a maximum of anywhere from approximately 50 to 90 percent  
15 to a minimum of approximately 4 to 15 percent, and having a maximum driving voltage on the order of about 1 to 2 volts. As is well known in the art, electrochromic devices change their reflectance level when a voltage or, other appropriate drive signal is applied to the electrochromic device. The mirrors 28 alternatively may comprise any other suitable variable reflectance mirror.

As previously discussed, it is also within the scope of the present invention for the light  
20 sensing and logic circuit 26 to be located remotely from the mirrors 28 of the system 20. However, depending on vehicle design and styling requirements, it may be preferred that the light sensing and logic circuit 26 be integral with the rearview mirror 28a such that: (1) the center line of the field of view of the photosensor array 32 is substantially perpendicular to the reflective surface of the rearview mirror 28a; and (2) the horizontal field of view of the photosensor array 32 is aligned with  
25 the horizontal axis of the rearview mirror 28a. As a result, the photosensor array 32 receives the light that will be incident on the rearview mirror 28a as shown in FIG. 6.

As has been discussed, the automatic rearview mirror system containing the photosensor array 32 may be extended to include a vehicle interior monitoring system configured as a vehicle intrusion detection system by vertically extending the effective field of view of the photosensor  
30 array 32 and by providing vehicle intrusion detection logic in the logic circuit 26. Importantly, the automotive rearview mirror and vehicle interior monitoring systems do not have to function simultaneously in both the vehicle intrusion detection mode and automatic rearview mirror mode.

Therefore, the operation of the vehicle intrusion detection mode may be described independently of the operation of the automatic rearview mirror mode. As is described further below, a switch is used to input a mode select signal to the logic circuit 46 to select the desired operating mode.

5 In the vehicle intrusion detection mode, those photosensor elements 32a corresponding to the image segment below the lower edge of the vehicle window areas (i.e., the image information of FIG. 2A excluding the image information FIGS. 3A and 3B) are considered, significant. Each photosensor element 32a is associated with a small and unique portion of the imaged scene. In particular, each photosensor element 32a senses light within its own image cone. For the preferred photosensor array 32, each photosensor element 32a is responsive to an area approximately one (1) 10 inch square at 100 inches, which is about the maximum distance from the photosensor array 32 mounted in the rearview mirror 1 to most vehicle cabin interior surfaces within the area of interest. For the photosensor array 32 described above, one set of about 6,400 (160 x 40 sub-array) photosensor elements 32a are used in the automatic rearview mirror mode and another set of about 12,800 (160 x 80 sub-array) photosensor elements 32a are used in the vehicle intrusion detection 15 mode. The ability of the photosensor array 32a to resolve the area of interest into a number of data values and to select particular image information, while ignoring other image information, is significant and distinguishes this vehicle intrusion detection system from other vehicle intrusion detection systems and technologies.

The automatic rearview mirror and vehicle interior monitoring system as shown in the 20 schematic block diagram of FIG. 10A is identical to the automatic rearview mirror system shown in the schematic block diagram of FIG. 10 except as follows. First, as explained above, the array size required for an independent automatic rearview mirror system must be expanded from 160 x 40 to 160 x 120 to provide a larger effective field of view that includes most of the vehicle interior 100. Second, additional logic or control circuitry is incorporated in logic circuit 46 to process the vehicle 25 intrusion detection logic of FIGS. 12 and 12A. The light sensing and logic circuit 26 includes additional control input lines for the "arming" and "alerting" control input signals and control output lines to interface with vehicle hardware or vehicle controller systems. Finally, the regulation and transient protection circuit 22 also has an additional vehicle power supply line (12V BATTERY), and a switch or other logic for providing a mode select signal that is input to the light sensing and 30 logic circuit 26.

Normally, power is provided to vehicle hardware through the ignition switch controlled power supply circuits to avoid battery drain. Since the automatic rearview mirror system operates

when the vehicle is being driven, it is normally connected to an ignition switch controlled power supply circuit as shown in FIG. 10. Since the vehicle intrusion detection system operates when the ignition switch is off, the regulation and transient protection 22 includes the additional vehicle battery power supply line for supplying power directly from the vehicle battery. The regulation and transient protection circuit 22 also includes a switch or other logic circuit (not shown) to output a mode select signal to the light sensing and logic circuit 26. The mode select signal is low (0 volts) when power is not available through the ignition switch controlled power supply circuit and high (5 volts) when it is.

The light sensing and logic circuit 26 includes an input line to receive an "arming" input signal 49a to actively arm the vehicle intrusion detection system.

Although not shown in FIG. 10A, other vehicle systems are typically used to supply an "arming" input signal. Such systems may be actuated by using conventional infrared or RF type remote control or by the activation of central door locking systems using the door key or entry combination keypad.

The light sensing and logic circuit 26 also includes input lines to receive an "alert" input signal(s) 49b to increase the sampling rate, such as when a trunk lid opening has been detected and increased monitoring may be required. The light sensing and logic circuit 26 also includes one or more output signal lines to the vehicle hardware 45a and/or to the vehicle controller system 48, for activating the horn and lights or disabling the ignition control device. The control output signal is normally low (0 volts) and goes high (5 volts) when there is an intrusion condition, but may also be a data word providing more detailed information, (such as the location of the intrusion) to the vehicle controller system.

When power is supplied to the automatic rearview mirror system through the ignition switch controlled power supply circuit, the regulation and transient protection circuit 22 outputs a high (5 volts) mode select signal to the logic circuit 46. This causes it to select the automatic rearview mirror mode and the system functions as an automatic rearview mirror system as previously described.

When the ignition switch is turned off, the mode select signal goes low (0 volts) and the logic circuit 46 sets the system to a low power mode, in which the logic circuit 46 only monitors the status of the mode select and "arming" control input signals. In this state, the vehicle intrusion detection mode is available, but the system is not "armed" and it is not monitoring the vehicle cabin.

When in this state and when the "arming" control input signal is active, then the logic circuit 46 enters the vehicle intrusion detection mode described with respect to FIGS. 12 and 12A.

As previously described, in step S301, the logic circuit 46 initializes the system (e.g., resets the counters, etc., used in the automatic rearview mirror mode) and sets EP to its maximum value and SSI to its minimum level. Since the lighting levels are not known and may be at any level within the full operating range of the system at the time of arming, the system must determine the optimum combination of EP and SSI by maximizing the number of photosensor elements 32a providing useful image data. To minimize system power consumption, the method is biased to minimize SSI and maximize EP. In step S310, the status of the mode select, "arming" and "alerting" signals is monitored to confirm the appropriate operating mode. For example, if the "arming" signal goes inactive, then the system returns to a disarmed, low power mode and only monitors the mode select and "arming" signals. If there is no status change, then the system generates and stores  $RA_{(t)}$  (using steps S101 to S140 of FIG. 7). The logic circuit 46 ignores RAM array data corresponding to the 160 x 40 array of photosensor elements 32a generally associated with the window areas as shown in FIGS. 3A and 3B, and processes the RAM array data corresponding to the 160 x 80 array of photosensor elements 32a generally associated with the vehicle cabin interior generally excluding the window areas of FIGS. 3A and 3B. It should be understood that a trapezoidal sub-set of RAM array data, corresponding to the same sub-set of photosensor elements 32a, may be selected so as to better correspond to the vehicle cabin interior excluding the window areas.

In step S320, the logic circuit 46 determines AR by calculating the average value of all the values in the selected sub-set of RAM array data. In the system described, AR may be in the range 0 to 255 (8-bit data resolution), but it is preferably at the operating point OP of 127 (mid-point of the range); however, for system stability purposes the range factor R results in an operating point OP range of  $127 \pm 20$ . In step S330 and S360, it is determined whether AR is in the range  $OP \pm R$ . If AR is outside the range, then EP and SSI are incrementally increased or decreased according to steps S341, S342 or S351, S352. This is repeated for every image data frame. The system thus optimizes EP and SSI for the particular circumstances at system startup, and thereafter continues to adjust EP and SSI to maintain AR within the range  $OP \pm R$  as lighting conditions change. If AR is within the range, then the program enters the primary task S400 in block S370.

The vehicle intrusion detection system is designed to be responsive or sensitive to movement or motion within the vehicle interior 100 and insensitive to changes in general lighting conditions, moving shadows, etc. The system does this by reducing every image data frame to its

robust and unique characteristics, largely unaffected by random light sources or changes in general lighting conditions. After sufficient image data frames have been processed to allow electrical stabilization and optimization of EP and SSI, the contour enhanced image data frame  $RC_{(t)}$  is stored as the reference image data frame. Every image data frame is processed in the same way as the reference image and is then compared to the reference image. Decisions are reached after several images have been compared producing the same result. Three conclusions are possible after comparing images in the manner described. Images, may be essentially the same, significantly different or neither similar enough nor different enough to make a decision. If this first condition exists for long enough, changes to the reference image are considered. Confirmation of the differences over several images result in a concluded intrusion.

More particularly, in step S401, the logic circuit 46 converts  $RA_{(t)}$  to its contour enhanced form  $RC_{(t)}$  by calculating the average difference between the value of  $RA_{(t)}$  for each element  $E(n,m)$  and each of its eight (8) neighbors. As discussed, at system start-up, the system must electrically stabilize and must also adjust EP and SSI to optimize the image data frame stored as  $R_{REF(t)}$ . This is done by cycling at least several times from step S310 through steps S403 and S404 and then returning to step S310. In step S404, the image data frame  $RC_{(t)}$  is stored in RAM 50 as  $RC_{REF(t)}$  so that  $RC_{(t)}$  and  $RC_{REF(t-1)}$  are available in step S402 in RAM 50 for comparison. In step S402, the correlation factor IC for  $RC_{(t)}$  and  $RC_{REF(t-1)}$  is determined. During this start-up period, EP and SSI become stable.

In step S403, the start-up criteria are tested, as previously described, and if the count is greater than 25 and the images  $RC_{(t)}$  and  $RC_{REF(t-1)}$  correlate (IC exceeds 0.95), then the system continues through step S405. Otherwise, it continues through step S404 until the image is stable. In the normal monitoring mode, IC is tested against  $T_1$  in step S405, where  $T_1$  is 0.6 ( $T_1$  may be less than 0.6). If the degree of correlation or correspondence between the current and reference image data frames is poor (IC is less than 0.6), then the image data frames are judged to be sufficiently different to suggest that vehicle intrusion has occurred. Vehicle intrusion detection systems are evaluated on their ability to detect intrusion conditions and to avoid false intrusion conditions. To avoid false intrusion conditions, in step S408, the number of successive mismatch conditions is counted and compared to a preset value of 20 (which may be in the range 2 to 300), and a valid intrusion detection condition is established in step S408 after 20 successive mismatch conditions. In step S409, the logic circuit 46 outputs control signals to vehicle hardware 45a or to the vehicle controller system 48 for further processing, which may result in an alarm sounding, vehicle

immobilization or other appropriate action. The system continues to monitor the vehicle interior or compartment by returning to step S310. If the number of successive mismatch conditions falls below 20 in step S408, then the system returns to step S310.

5 In step S405, if IC is greater than 0.6, then the images are not sufficiently different to confirm an intrusion condition. It is desirable to update the reference image data frame  $RC_{REF(t)}$  if changes occur due to minor and slowly changing conditions outside the vehicle, such as changing light levels or slowly moving shadows due to the sun tracking across the sky. Accordingly, in step S406, IC is compared to  $T_2$  (where  $T_2$  is 0.95 but may be in the range 0.95 to 1), and if IC exceeds  $T_2$  then the logic circuit 46 updates and stores the reference image data frame  $RC_{REF(t)}$  in step S407.  
10 The logic circuit 46 may replace  $RC_{REF(t-1)}$  with  $RC_{(t)}$  or modify  $RC_{REF(t-1)}$  as previously described. The system continues to monitor the vehicle interior by returning to step S310 until the "arming" control input signal goes inactive.

It should be understood that the larger field of view provided by the 160 x 120 array of the vehicle intrusion detection system enables further analysis of the rearward scene. Specifically, the  
15 background light signal  $B_t$  may be determined using a larger set of photosensor array elements 32a. The combination of the automatic rearview mirror detection system and vehicle intrusion detection system additionally provides an opportunity for using SSI to illuminate the vehicle interior under dark conditions for the purpose of precise identification of specific vehicle features such as those indicated in FIG. 2A.

20 Vehicle feature identification is useful in the automatic rearview mirror system because it allows the logic circuit 46 to select each of the sub-arrays  $S(X)$  of photosensor elements 32a corresponding to zones a, b and c indicated in FIGS. 3A and 3B. This is useful when the photosensor array 32 is positioned in the rearview mirror 1. Active adjustment allows the logic circuit 46 to select sets or sub-arrays  $S(X)$  of photosensor elements 32a such that zones a, band care  
25 indicative of identical vehicle regions independently of driver rearview mirror 1 adjustment.

Finally, to minimize battery power drain, the system described may be operated in a low power mode by reducing the sampling rate at which images are obtained and processed, such as one image data frame per second.

30 However, if the logic circuit 46 receives an "alerting" control input signal such as may be received from a vibration, motion, trunk lid or door opening sensor, then the system described herein may return to its normal sampling rate. Alternatively, this may also be achieved by having



the system use the lower sampling rate until the logic circuit 46 establishes a poor image correlation (i.e.,  $IC < 0.6$ ) in step S406 and selects the higher sampling rate.

The vehicle interior monitoring system may also be configured as a compartment image data storage system to store any compartment image, such as the driver image, in the nonvolatile memory 57. The automatic rearview mirror and vehicle interior monitoring system configured as a compartment image data storage system is shown in the schematic block diagram of FIG. 10A and the previous description of FIGS. 10 and 10A applies except as follows. First, in the specific embodiment described herein, the light sensing and logic circuit 26 does not use control input lines for receiving the "arming" control input signal 49a and the "alerting" control input signal(s) 49b as in the vehicle intrusion detection system. Second, the additional vehicle power supply line (12V BATTERY) and mode select signal line are also not used in the. specific embodiment described herein. This is because the compartment image data storage system may be limited to operating when the vehicle has been started since both authorized and unauthorized drivers actuate the ignition switch to start the vehicle (the vehicle thief may, of course, break the steering column ignition lock system to do this). Thus, power is always supplied through the ignition switch controlled power supply (12V IGNITION) when the vehicle is started. Finally, the light sensing and logic circuit 26 includes input/output lines to interface with the nonvolatile memory/data access logic and port 65, which comprises the nonvolatile memory 57, access/security decoding logic 58 circuit and data access part 59 of FIG. 6A. To reduce data storage requirements, the image data frame may be compressed using any appropriate digital image compression technique as discussed with respect to FIG. 6A. The image data frame is then stored in the nonvolatile memory 57, such as an EEPROM or any other appropriate nonvolatile memory, which has sufficient storage to store a predetermined number of image data frames.

The compartment image data storage system may be configured to store a single image data frame in the nonvolatile memory 57 for each ignition cycle. When power is supplied to the automatic rearview mirror system through the ignition switch controlled power circuit, the regulation and transient protection circuit 22 supplies 5 volts to the light sensing and logic circuit 26, which begins system initialization for a set period of between zero (0) seconds and two (2) minutes, but preferably 30 seconds. This delay condition or wait state reduces the opportunity for vehicle thieves to detect SSI which may be emitted during the image optimization process of FIG. 12. After the wait state has ended, the compartment image data storage system operates as has already been described with respect to FIGS. 12A and 12B. The nonvolatile memory 57 should be

sufficiently large to store a number N of valid image data frames  $RA_{(t)}$  to document N sequential ignition cycles where N is in the range of 2 to 10, but is preferably 5. The image data frames are addressed via pointers that select a general memory location which are used to store each valid image data frame  $RA_{(t)}$ . The pointer addressing scheme is cycled on a first-in-first-out (FIFO) basis so that the most recent valid image data frames replace the "oldest" image data frames in the nonvolatile memory 57. After storing a valid image data frame  $RA_{(t)}$ , the system ends cycling and enters a dormant state waiting for the next ignition cycle.

Alternatively, multiple valid image data frames may be stored for a single ignition cycle. This second version of the compartment image data storage system performs exactly as the first description except as follows. After storage of the initial image data frame, the system returns to step S310 and the logic circuit 46 generates a random wait state ranging from 8 to 15 minutes during which the system stops generating image data frames.

After the wait state has ended, the system proceeds to attempt generate another valid image data frame. This cycle of randomly waiting and then attempting to generate valid image data frames is continued as long as the ignition supplies power to the system. This approach is more difficult for thieves to defeat. This system may also be configured as a real time image data storage system (e.g., 30 frames per second). Of course, since at least several hundred image data frames may need to be processed, compressed and stored in the nonvolatile memory 57, the processing and nonvolatile memory storage requirements are significantly greater than for the other image data storage systems described above. An initiation sensor, such as accelerometers, motion sensors, vibration sensors or any other sensor capable of detecting vehicle motion, inputs an initiation signal, and after receiving the initiation signal, the light sensing and logic circuit 26 generates and stores in real-time the image data frames for a predetermined period, such as 10 seconds.

The nonvolatile memory 57 is preferably housed in a separate module in a physically difficult to access location within the vehicle, such as high on the fire wall behind the instrument cluster. The module is preferably a durable metal housing or other housing sufficiently durable so that it will protect the nonvolatile memory 57 from extreme shock or heat, such as might occur in a vehicle accident. To better ensure that the image data frames in the nonvolatile memory 57 are not accessed by unauthorized personnel, access may be limited by the security access/decoding logic 58. The security access codes necessary to access the image data frames may, for example, be distributed only to authorized persons. When the proper security access code is entered, the image

data frames may be accessed through the access port 59; typically, the access port 59 is a multi-pin connector to which a data retrieval system may be connected.

5 It should be understood that the vehicle interior monitoring system described above, including the vehicle intrusion detection system and the compartment image data storage system configurations, may be implemented as an independent or stand-alone system in a module (without the automatic rearview mirror system), and that it may be mounted independently within the vehicle, such as in the headliner, headliner console or other appropriate areas.

10 The performance of the vehicle interior monitoring systems described herein may be enhanced by providing enhanced infrared reflectance characteristics in certain areas within the vehicle interior 100. For example, some fibers (such as cotton and silk) tend to reflect near infrared illumination better than other fibers (such as nylon and rayon) which tend to absorb near infrared illumination. Therefore, a pattern may be established in the vehicle interior 100 such as on the driver seat 101 or passenger seat 102 or front or rear seats or on the vehicle's interior door panels, etc., by using different fibers or other materials to establish a pattern, such as a grid or any other  
15 appropriate pattern. Near infrared illumination of the pattern provides a higher contrast image to the photosensor array 32. This better ensures that the logic circuit 46 accurately determines, for example, the presence of an intruder, an occupant or other object (such as a child restraint system in the front passenger seat).

20 Using fibers or materials having better infrared reflectance characteristics as described above is useful both during the day and at night. During the day, any near infrared reflective pattern in the vehicle will generally provide a higher contrast pattern to the photosensor array 32 because of natural sources (sunlight) or supplemental sources of near infrared of illumination. In particular, if light levels fall below some predetermined level (typically in the range of about 0.1 lux to 5 lux), then near infrared SSI may be used to provide a higher contrast image pattern, to the photosensor  
25 array 32.

The vehicle interior monitoring system may also be used to monitor the vehicle interior 100 to determine whether there is an adult occupant, a child restraint system or no occupant in the front or rear passenger seat areas. Various mechanical and electrical sensors have been considered or used for detecting or sensing the size and presence of vehicle occupants, particularly those in the  
30 front passenger seat. These sensors include pressure sensors (mechanical and solid-state), accelerometers, ultrasonic sensors and mechanical or electrical switch mechanisms for indicating seat belt use. As air bags are becoming more prevalent, vehicle owners, insurance companies and

automotive companies have a strong interest in having air bags deploy properly at all times, since replacing deployed airbags is costly. Additionally, there has been some discussion as to whether air bags should deploy when there is a child restraint system that is positioned rearwardly facing in the front passenger seat. Since performance requirements are stringent for safety related components, it is problematic to make appropriate airbag deployment decisions using currently known sensor technologies. The vehicle interior monitoring system may be configured as a vehicle occupant detection system that may be used to aid in the intelligent deployment of air bags depending, for example, on the status of the vehicle occupant. Image information, such as size, shape, contour and motion may be processed by the logic circuit 46 to determine whether to output a control signal to the air bag deployment system to prevent an air bag from deploying (such as a passenger air bag when there is no front seat passenger) or for controlling the rate at which the airbag deploys.

The individual components represented by the blocks shown in the schematic block diagrams of FIGS. 6, 6A, 6B, 10 and 10A are well known in the art relating to automatic rearview mirrors, vehicle lighting systems and vehicle intrusion detection systems, and their specific construction and operation is not critical to the invention or the best mode for carrying out the present invention. Moreover, the logic flow charts discussed in the specification and shown in FIGS. 7, 8A, 8B, 12, 12A, 12B, 13A, 13B, 13C and 13D may be implemented in digital hardwired logic or programmed into well-known signal processors, such as microprocessors, by persons having ordinary skill in the art. Since such digital circuit construction or programming per se is not part of the invention, no further description thereof is deemed necessary.

While the present invention has been described in connection with what are the most practical and preferred embodiments as currently contemplated, it should be understood that the present invention is not limited to the disclosed embodiments. Accordingly, the present invention is intended to cover various modifications and equivalent arrangements, methods and structures that are within the spirit and scope of the claims.

What is claimed is:

1. A vehicular vision system, said vehicular vision system comprising:
  - an imager comprising a lens and a CMOS photosensor array;
  - wherein said photosensor array comprises a plurality of photosensor elements;
  - wherein said imager is disposed at an interior portion of a vehicle equipped with said vehicular vision system and wherein said imager views exterior of the equipped vehicle through a windshield of the equipped vehicle and forward of the equipped vehicle;
  - wherein at least said imager is disposed in a module attached at the windshield of the equipped vehicle;
  - a control comprising an image processor, said image processor processing image data captured by said photosensor array;
  - wherein said image processor processes captured image data to detect an object viewed by said imager;
  - wherein said photosensor array is operable at a plurality of exposure periods; and
  - wherein said plurality of exposure periods comprises a first exposure period and a second exposure period, and wherein the time period of exposure of said first exposure period is longer than the time period of exposure of said second exposure period.
2. The vehicular vision system of claim 1, wherein said imager is disposed proximate the windshield of the equipped vehicle.
3. The vehicular vision system of claim 1, wherein said photosensor array comprises an array of columns and rows of photosensor elements and wherein said array has more columns than rows.
4. The vehicular vision system of claim 3, wherein said array comprises at least 40 rows.
5. The vehicular vision system of claim 1, wherein said image processor processes captured image data to detect at least one of (a) a vehicle, (b) a headlight of a vehicle, (c) a taillight of a vehicle, and (d) a road sign.

6. The vehicular vision system of claim 1, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said vehicular vision system is operable to control an exterior light of the equipped vehicle to limit debilitation of a driver of another vehicle forward of the equipped vehicle.

7. The vehicular vision system of claim 6, wherein at least one of (a) control of the exterior light of the equipped vehicle involves adjustment of a light beam emitted by the exterior light of the equipped vehicle, (b) the exterior light of the equipped vehicle is operable to emit a plurality of light beams, and wherein said control adjusts between one light beam of said plurality of light beams and another light beam of said plurality of light beams, and (c) the exterior light of the equipped vehicle is operable to emit a plurality of light beams, and wherein said control adjusts between one light beam of said plurality of light beams and another light beam of said plurality of light beams, and wherein said plurality of light beams comprises at least one of a low beam, a mid beam and a high beam.

8. The vehicular vision system of claim 6, wherein at least one of (a) said control is operable to control the exterior light of the equipped vehicle to emit a pattern of light appropriate to limit debilitation of the driver of the other vehicle forward of the equipped vehicle, (b) said control is operable to control the exterior light of the equipped vehicle to emit a pattern of light that illuminates a selected zone forward of the equipped vehicle, and (c) the exterior light of the equipped vehicle is operable to emit various patterns of light.

9. The vehicular vision system of claim 1, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said control at least in part controls at least one exterior light of the equipped vehicle, and wherein the at least one exterior light of the equipped vehicle comprises a headlight disposed at a front portion of the equipped vehicle and operable to illuminate with visible light a scene forward of and in the path of travel of the equipped vehicle.

10. The vehicular vision system of claim 9, wherein at least one of (a) said control, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, controls a vehicular lighting switch, and wherein said vehicular lighting switch controls the at least one exterior light of the equipped vehicle, (b) a manual vehicle light switch is actuatable to override said control, and (c)

a manual vehicle light switch is actuatable to override said control and wherein said control, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, controls a vehicular lighting switch that controls the at least one exterior light of the equipped vehicle.

11. The vehicular vision system of claim 1, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said vehicular vision system determines the presence of at least one of fog, snow and rain present exterior and forward of the equipped vehicle.

12. The vehicular vision system of claim 11, wherein said vehicular vision system determines the presence of at least one of fog, snow and rain by recognizing scattering of light output by a headlight of the equipped vehicle by at least one of fog, snow and rain present exterior and forward of the equipped vehicle.

13. The vehicular vision system of claim 11, wherein said vehicular vision system, at least in part responsive to recognition of scattering of light output by a headlight of the equipped vehicle, controls the headlight of the equipped vehicle.

14. The vehicular vision system of claim 1, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said control is operable to recognize veiling glare.

15. The vehicular vision system of claim 1, wherein said image processor compares captured image data with stored data and outputs a vehicle equipment control signal based on the comparison.

16. The vehicular vision system of claim 1, wherein said imager views through the windshield of the equipped vehicle at a windshield area that is swept by a windshield wiper of the equipped vehicle.

17. The vehicular vision system of claim 1, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said control distinguishes between daytime and nighttime conditions.

18. The vehicular vision system of claim 1, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said control determines a nighttime condition exists at an ambient light level that is less than about 500 lux.
19. The vehicular vision system of claim 18, wherein said control is operable to control a headlight of the equipped vehicle when said control determines a nighttime condition.
20. The vehicular vision system of claim 1, wherein, when said control, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, determines a daytime condition, said control is operable to control a vehicle accessory.
21. The vehicular vision system of claim 1, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said control is operable to deactivate a light beam of a headlight of the equipped vehicle when said control determines a daytime condition.
22. The vehicular vision system of claim 1, wherein said control, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, determines an ambient light level present at the equipped vehicle.
23. The vehicular vision system of claim 1, wherein at least one of (a) an exposure period of said photosensor array is variable responsive to a light level detected by said vehicular vision system and (b) an exposure period of said photosensor array is variable responsive to an ambient light level detected by said vehicular vision system.
24. The vehicular vision system of claim 1, wherein said module releasably mounts to a mounting element adhesively attached at the windshield of the equipped vehicle.
25. The vehicular vision system of claim 24, wherein said mounting element comprises a rearview mirror mounting button.
26. The vehicular vision system of claim 25, wherein said module comprises a rearview mirror mounting bracket.



27. The vehicular vision system of claim 26, wherein said rearview mirror mounting bracket comprises part of an interior electrochromic rearview mirror assembly.
28. The vehicular vision system of claim 1, wherein image data processing by said image processor comprises pattern recognition.
29. The vehicular vision system of claim 1, wherein said imager monitors a surface condition of the windshield of the equipped vehicle.
30. The vehicular vision system of claim 29, wherein at least one of (a) the equipped vehicle's windshield wiper system is operable in response to a signal generated by said control responsive to image processing of image data captured by said photosensor array, (b) said surface condition is caused by rain, (c) said surface condition is caused by condensation, and (d) said surface condition is caused by snow.
31. The vehicular vision system of claim 1, including supplemental source illumination having wavelengths within the responsive range of said photosensor array, and wherein at least one (a) said supplemental source illumination comprises infra-red supplemental source illumination, (b) said supplemental source illumination comprises a near infrared illumination source having a peak spectral output greater than about 750 nm, (c) said supplemental source illumination illuminates an illuminated target area that is at least partially viewed by said imager, (d) said supplemental source illumination has a peak spectral output between about 750 nm and 1200 nm, (e) said supplemental source illumination is chosen from at least one of a light-emitting diode and a laser, (f) said supplemental source illumination comprises a light-emitting diode, (g) said supplemental source illumination comprises a light-emitting diode chosen from the group consisting of a gallium arsenide light-emitting diode and a gallium aluminum arsenide light-emitting diode, (h) said vehicular vision system includes a lens to distribute illumination of said supplemental source illumination, (i) said vehicular vision system includes a lens that provides illumination in a cone of at least about 100 degrees, (j) said vehicular vision system includes a lens that provides illumination in a cone in the range from about 100 degrees to about 160 degrees, (k) said vehicular vision system includes an optical filter for said supplemental source illumination, (l) said vehicular vision system

includes an optical filter for said supplemental source illumination and wherein said optical filter is chosen from one of an absorption filter and an interference filter, (m) said vehicular vision system includes an optical filter for said supplemental source illumination and wherein said optical filter comprises a long-wave pass absorption filter, (n) said supplemental source illumination is adjacent said photosensor array, (o) said supplemental source illumination is adjacent said photosensor array and an opaque barrier is between said supplemental source illumination and said photosensor array, and (p) said supplemental source illumination provides illumination only during an exposure period of said photosensor array.

32. The vehicular vision system of claim 1, wherein the equipped vehicle has at least one headlight, and wherein the at least one headlight is operable at least in a first beam mode and a second beam mode, and wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said control controls operation of the at least one headlight, and wherein said control transitions the at least one headlight from said first beam mode to said second beam mode in response to detection of at least one of a headlight and a taillight viewed by said imager.

33. The vehicular vision system of claim 32, wherein said control transitions the at least one headlight over a first time interval from said first beam mode to said second beam mode in response to detection of at least one of a headlight and a taillight viewed by said imager, and wherein said control transitions the at least one headlight over a second time interval from said second beam mode to said first beam mode upon cessation of said detection of the at least one of a headlight and a taillight viewed by said imager, and wherein said first time interval for said transitioning from said first beam mode to said second beam mode is shorter than said second time interval for said transitioning from said second beam mode to said first beam mode.

34. The vehicular vision system of claim 32, wherein at least one of (a) said first beam mode comprises a high beam mode, (b) the at least one headlight is actuated at an ambient lighting level below a predetermined level, and (c) the at least one headlight is actuated at an ambient lighting level below approximately 500 lux.

35. The vehicular vision system of claim 1, wherein said control determines a peak light level of at least one sub-array of said photosensor array.

36. The vehicular vision system of claim 35, wherein said control determines peak light levels of a plurality of sub-arrays of said photosensor array.
37. The vehicular vision system of claim 1, wherein said photosensor array resolves an area of interest in accordance with a predefined array.
38. The vehicular vision system of claim 37, wherein said image processor processes image data geometrically associated with a geometric arrangement of said predefined array, and wherein said control selects particular image information by analyzing particular groupings of said predefined array while ignoring other image information from other groupings of said predefined array so as to be responsive to image information chosen from at least one of presence, size, shape, contour and motion of an object viewed by said imager.
39. The vehicular vision system of claim 1, wherein said imager comprises a single chip camera.
40. The vehicular vision system of claim 39, wherein said single chip camera is disposed adjacent an interior rearview mirror assembly of the equipped vehicle.
41. The vehicular vision system of claim 1, wherein at least one optic element of said lens comprises a plastic optic element.
42. The vehicular vision system of claim 1, wherein said lens is one of (i) bonded to said photosensor array and (ii) close to said photosensor array.
43. The vehicular vision system of claim 1, wherein said imager has a field of view forward of the equipped vehicle, and wherein said field of view comprises a horizontal span and a vertical span and wherein said horizontal span is greater than said vertical span.
44. The vehicular vision system of claim 43, wherein said horizontal span of said field of view is no greater than approximately 100 degrees.

45. The vehicular vision system of claim 44, wherein said vertical span of said field of view is no greater than approximately 30 degrees.
46. The vehicular vision system of claim 1, wherein said imager has a field of view forward of the equipped vehicle, and wherein said field of view comprises a vertical span and wherein said vertical span is asymmetric relative to the horizon.
47. The vehicular vision system of claim 46, wherein said vertical span comprises a first vertical span above the horizon and a second vertical span below the horizon, and wherein said first vertical span has a different vertical dimension than said second vertical span.
48. The vehicular vision system of claim 1, wherein said control comprises logic and control circuitry.
49. The vehicular vision system of claim 48, wherein said logic and control circuitry comprises said image processor.
50. The vehicular vision system of claim 49, wherein said module includes at least a portion of said logic and control circuitry.
51. The vehicular vision system of claim 50, wherein said module includes a heat sink for at least a portion of said logic and control circuitry.
52. The vehicular vision system of claim 51, wherein said module includes a connector for electrically connecting to a power source of the equipped vehicle.
53. The vehicular vision system of claim 48, wherein said module includes a cover.
54. The vehicular vision system of claim 1, wherein said imager comprises a spectral filter.
55. The vehicular vision system of claim 1, wherein said image processor processes captured image data for at least one of (a) a headlight control system of the equipped vehicle, (b) a collision

avoidance system of the equipped vehicle, and (c) an automatic vehicle system of the equipped vehicle.

56. A vehicular vision system, said vehicular vision system comprising:  
an imager comprising a lens and a CMOS photosensor array;  
wherein said photosensor array comprises a plurality of photosensor elements;  
wherein said imager is disposed at an interior portion of a vehicle equipped with said vehicular vision system and wherein said imager views exterior of the equipped vehicle through a windshield of the equipped vehicle and forward of the equipped vehicle;  
wherein said imager is disposed in a module that releasably mounts to a mounting element adhesively attached at the windshield of the equipped vehicle;  
a control;  
wherein said control comprises logic and control circuitry;  
wherein said logic and control circuitry comprises an image processor, and wherein said image processor processes image data captured by said photosensor array to detect an object viewed by said imager; and  
wherein at least two of (a) said module includes a heat sink for at least a portion of said logic and control circuitry, (b) said module includes a connector for electrically connecting to a power source of the equipped vehicle, and (c) said module includes at least a portion of said logic and control circuitry.

57. The vehicular vision system of claim 56, wherein said imager is disposed proximate the windshield of the equipped vehicle.

58. The vehicular vision system of claim 56, wherein said module includes a cover.

59. The vehicular vision system of claim 56, wherein said photosensor array comprises an array of columns and rows of photosensor elements and wherein at least one of (i) said array has more columns than rows and (ii) said array comprises at least 40 rows.

60. The vehicular vision system of claim 56, wherein said image processor processes captured image data to detect at least one of (a) a vehicle, (b) a headlight of a vehicle, (c) a taillight of a vehicle, and (d) a road sign.

61. The vehicular vision system of claim 56, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said vehicular vision system is operable to control an exterior light of the equipped vehicle to limit debilitation of a driver of another vehicle forward of the equipped vehicle, and wherein at least one of (a) control of the exterior light of the equipped vehicle involves adjustment of a light beam emitted by the exterior light of the equipped vehicle, (b) the exterior light of the equipped vehicle is operable to emit a plurality of light beams, and wherein said control adjusts between one light beam of said plurality of light beams and another light beam of said plurality of light beams, and (c) the exterior light of the equipped vehicle is operable to emit a plurality of light beams, and wherein said control adjusts between one light beam of said plurality of light beams and another light beam of said plurality of light beams, and wherein said plurality of light beams comprises at least one of a low beam, a mid beam and a high beam.

62. The vehicular vision system of claim 56, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, at least one of (a) said control is operable to control the exterior light of the equipped vehicle to emit a pattern of light appropriate to limit debilitation of the driver of another vehicle forward of the equipped vehicle, (b) said control is operable to control the exterior light of the equipped vehicle to emit a pattern of light that illuminates a selected zone forward of the equipped vehicle, and (c) the exterior light of the equipped vehicle is operable to emit various patterns of light.

63. The vehicular vision system of claim 56, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said control at least in part controls at least one exterior light of the equipped vehicle, and wherein the at least one exterior light of the equipped vehicle comprises a headlight disposed at a front portion of the equipped vehicle and operable to illuminate with visible light a scene forward of and in the path of travel of the equipped vehicle, and wherein at least one of (a) said control, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, controls a vehicular lighting switch, and wherein said vehicular lighting switch controls the at least one exterior light of the equipped vehicle, (b) a manual vehicle

light switch is actuatable to override said control, and (c) a manual vehicle light switch is actuatable to override said control and wherein said control, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, controls a vehicular lighting switch that controls the at least one exterior light of the equipped vehicle.

64. The vehicular vision system of claim 56, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said vehicular vision system determines the presence of at least one of fog, snow and rain present exterior and forward of the equipped vehicle.

65. The vehicular vision system of claim 64, wherein said vehicular vision system determines the presence of at least one of fog, snow and rain by recognizing scattering of light output by a headlight of the equipped vehicle by at least one of fog, snow and rain present exterior and forward of the equipped vehicle, and wherein said vehicular vision system, at least in part responsive to recognition of scattering of light output by the headlight of the equipped vehicle, controls the headlight of the equipped vehicle.

66. The vehicular vision system of claim 56, wherein said image processor compares captured image data with stored data and outputs a vehicle equipment control signal based on the comparison.

67. The vehicular vision system of claim 56, wherein said imager views through the windshield of the equipped vehicle at a windshield area that is swept by a windshield wiper of the equipped vehicle.

68. The vehicular vision system of claim 56, wherein said control, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, at least one of (i) distinguishes between daytime and nighttime conditions, (ii) determines a nighttime condition exists at an ambient light level that is less than about 500 lux, (iii) is operable to control a headlight of the equipped vehicle when said control determines a nighttime condition, (iv) is operable to control a vehicle accessory when said control determines a daytime condition, (v) is operable to deactivate a light beam of a headlight of the equipped vehicle when said control determines a daytime condition, and (vi) determines an ambient light level present at the equipped vehicle.

69. The vehicular vision system of claim 56, wherein the equipped vehicle has at least one headlight, and wherein the at least one headlight is operable at least in a first beam mode and a second beam mode, and wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said control controls operation of the at least one headlight, and wherein said control transitions the at least one headlight from said first beam mode to said second beam mode in response to detection of at least one of a headlight and a taillight viewed by said imager.

70. The vehicular vision system of claim 69, wherein said control transitions the at least one headlight over a first time interval from said first beam mode to said second beam mode in response to detection of at least one of a headlight and a taillight viewed by said imager, and wherein said control transitions the at least one headlight over a second time interval from said second beam mode to said first beam mode upon cessation of said detection of the at least one of a headlight and a taillight viewed by said imager, and wherein said first time interval for said transitioning from said first beam mode to said second beam mode is shorter than said second time interval for said transitioning from said second beam mode to said first beam mode.

71. The vehicular vision system of claim 69, wherein at least one of (a) said first beam mode comprises a high beam mode, (b) the at least one headlight is actuated at an ambient lighting level below a predetermined level, and (c) the at least one headlight is actuated at an ambient lighting level below approximately 500 lux.

72. The vehicular vision system of claim 56, wherein said lens comprises at least one plastic optic element, and wherein said lens is one of (i) bonded to said photosensor array and (ii) close to said photosensor array.

73. The vehicular vision system of claim 56, wherein said imager has a field of view forward of the equipped vehicle, and wherein said field of view comprises a horizontal span and a vertical span and wherein said horizontal span is greater than said vertical span, and wherein at least one of (i) said horizontal span of said field of view is no greater than approximately 100 degrees and (ii) said vertical span of said field of view is no greater than approximately 30 degrees.



74. The vehicular vision system of claim 56, wherein said imager has a field of view forward of the equipped vehicle, and wherein said field of view comprises a vertical span and wherein said vertical span is asymmetric relative to the horizon, and wherein said vertical span comprises a first vertical span above the horizon and a second vertical span below the horizon, and wherein said first vertical span has a different vertical dimension than said second vertical span.

75. The vehicular vision system of claim 56, wherein said photosensor array is operable at a first exposure period and a second exposure period, and wherein the time period of exposure of said first exposure period is longer than the time period of exposure of said second exposure period.

76. The vehicular vision system of claim 56, wherein image data processing by said image processor comprises pattern recognition.

77. The vehicular vision system of claim 56, wherein said image processor processes captured image data for at least one of (a) a headlight control system of the equipped vehicle, (b) a collision avoidance system of the equipped vehicle, and (c) an automatic vehicle system of the equipped vehicle.

78. The vehicular vision system of claim 56, wherein said imager comprises a spectral filter.

79. A vehicular vision system, said vehicular vision system comprising:  
an imager comprising a lens and a CMOS photosensor array;  
wherein said photosensor array comprises a plurality of photosensor elements;  
wherein said imager is disposed at an interior portion of a vehicle equipped with said vehicular vision system and wherein said imager views exterior of the equipped vehicle through a windshield of the equipped vehicle and forward of the equipped vehicle;  
wherein at least said imager is disposed in a module that releasably mounts to a mounting element adhesively attached at the windshield of the equipped vehicle;  
a control comprising an image processor, said image processor processing image data captured by said photosensor array;  
wherein said image processor processes captured image data to detect an object viewed by said imager; and

wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said vehicular vision system determines the presence of at least one of fog, snow and rain present exterior and forward of the equipped vehicle.

80. The vehicular vision system of claim 79, wherein said imager is disposed proximate the windshield of the equipped vehicle, and wherein said imager views through the windshield of the equipped vehicle at a windshield area that is swept by a windshield wiper of the equipped vehicle.

81. The vehicular vision system of claim 79, wherein said photosensor array comprises an array of columns and rows of photosensor elements and wherein at least one of (i) said array has more columns than rows and (ii) said array comprises at least 40 rows.

82. The vehicular vision system of claim 79, wherein said image processor processes captured image data to detect at least one of (a) a vehicle, (b) a headlight of a vehicle, (c) a taillight of a vehicle, and (d) a road sign.

83. The vehicular vision system of claim 79, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, at least one of (a) said control is operable to control the exterior light of the equipped vehicle to emit a pattern of light appropriate to limit debilitation of the driver of another vehicle forward of the equipped vehicle, (b) said control is operable to control the exterior light of the equipped vehicle to emit a pattern of light that illuminates a selected zone forward of the equipped vehicle, and (c) the exterior light of the equipped vehicle is operable to emit various patterns of light.

84. The vehicular vision system of claim 79, wherein said vehicular vision system determines the presence of at least one of fog, snow and rain by recognizing scattering of light output by a headlight of the equipped vehicle by at least one of fog, snow and rain present exterior and forward of the equipped vehicle, and wherein said vehicular vision system, at least in part responsive to recognition of scattering of light output by the headlight of the equipped vehicle, controls the headlight of the equipped vehicle.

85. The vehicular vision system of claim 79, wherein at least one of (i) said image processor compares captured image data with stored data and outputs a vehicle equipment control signal based on the comparison, and (ii) said imager views through the windshield of the equipped vehicle at a windshield area that is swept by a windshield wiper of the equipped vehicle.

86. The vehicular vision system of claim 79, wherein said control, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, at least one of (i) distinguishes between daytime and nighttime conditions, (ii) determines a nighttime condition exists at an ambient light level that is less than about 500 lux, (iii) is operable to control a headlight of the equipped vehicle when said control determines a nighttime condition, (iv) is operable to control a vehicle accessory when said control determines a daytime condition, (v) is operable to deactivate a light beam of a headlight of the equipped vehicle when said control determines a daytime condition, and (vi) determines an ambient light level present at the equipped vehicle.

87. The vehicular vision system of claim 79, wherein the equipped vehicle has at least one headlight, and wherein the at least one headlight is operable at least in a first beam mode and a second beam mode, and wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said control controls operation of the at least one headlight, and wherein said control transitions the at least one headlight from said first beam mode to said second beam mode in response to detection of at least one of a headlight and a taillight viewed by said imager.

88. The vehicular vision system of claim 79, wherein said imager has a field of view forward of the equipped vehicle, and wherein said field of view comprises a horizontal span and a vertical span and wherein said horizontal span is greater than said vertical span, and wherein at least one of (i) said horizontal span of said field of view is no greater than approximately 100 degrees and (ii) said vertical span of said field of view is no greater than approximately 30 degrees.

89. The vehicular vision system of claim 79, wherein said imager has a field of view forward of the equipped vehicle, and wherein said field of view comprises a vertical span and wherein said vertical span is asymmetric relative to the horizon, and wherein said vertical span comprises a first vertical span above the horizon and a second vertical span below the horizon, and wherein said first vertical span has a different vertical dimension than said second vertical span.

90. The vehicular vision system of claim 79, wherein said photosensor array is operable at a first exposure period and a second exposure period, and wherein the time period of exposure of said first exposure period is longer than the time period of exposure of said second exposure period.

91. The vehicular vision system of claim 79, wherein said module includes at least one of (i) logic and control circuitry, (ii) logic and control circuitry that comprises at least a portion of said control, (iii) logic and control circuitry that comprises said image processor, (iv) a heat sink for at least a portion of logic and control circuitry, (v) a connector for electrically connecting to a power source of the equipped vehicle, and (vi) a cover.

92. The vehicular vision system of claim 79, wherein image data processing by said image processor comprises pattern recognition.

93. The vehicular vision system of claim 79, wherein said image processor processes captured image data for at least one of (a) a headlight control system of the equipped vehicle, (b) a collision avoidance system of the equipped vehicle, and (c) an automatic vehicle system of the equipped vehicle.

94. The vehicular vision system of claim 79, wherein said imager comprises a spectral filter.

95. The vehicular vision system of claim 94, wherein said control comprises logic and control circuitry and wherein said logic and control circuitry comprises said image processor, and wherein at least two of (a) said module includes a heat sink for at least a portion of said logic and control circuitry, (b) said module includes a connector for electrically connecting to a power source of the equipped vehicle, (c) said module includes at least a portion of said logic and control circuitry, and (d) said module includes a cover.

96. A vehicular vision system, said vehicular vision system comprising:  
an imager comprising a lens and a CMOS photosensor array;  
wherein said photosensor array comprises a plurality of photosensor elements;

wherein said imager is disposed at an interior portion of a vehicle equipped with said vehicular vision system and wherein said imager views exterior of the equipped vehicle through a windshield of the equipped vehicle and forward of the equipped vehicle;

wherein at least said imager is disposed in a module that releasably mounts to a mounting element adhesively attached at the windshield of the equipped vehicle;

wherein said photosensor array comprises an array of columns and rows of photosensor elements and wherein said array has more columns than rows, and wherein said array comprises at least 40 rows;

wherein said imager has a field of view forward of the equipped vehicle, and wherein said field of view comprises a horizontal span and a vertical span and wherein said horizontal span is greater than said vertical span;

a control comprising an image processor, said image processor processing image data captured by said photosensor array; and

wherein said image processor processes captured image data to detect an object viewed by said imager.

97. The vehicular vision system of claim 96, wherein said image processor processes captured image data to detect at least one of (a) a vehicle, (b) a headlight of a vehicle, (c) a taillight of a vehicle, and (d) a road sign.

98. The vehicular vision system of claim 96, wherein, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, said vehicular vision system determines the presence of at least one of fog, snow and rain present exterior and forward of the equipped vehicle.

99. The vehicular vision system of claim 98, wherein said vehicular vision system determines the presence of at least one of fog, snow and rain by recognizing scattering of light output by a headlight of the equipped vehicle by at least one of fog, snow and rain present exterior and forward of the equipped vehicle, and wherein said vehicular vision system, at least in part responsive to recognition of scattering of light output by the headlight of the equipped vehicle, controls the headlight of the equipped vehicle.

100. The vehicular vision system of claim 96, wherein at least one of (i) said image processor compares captured image data with stored data and outputs a vehicle equipment control signal based on the comparison and (ii) said imager views through the windshield of the equipped vehicle at a windshield area that is swept by a windshield wiper of the equipped vehicle.

101. The vehicular vision system of claim 96, wherein said control, at least in part responsive to processing of captured image data by said image processor, at least one of (i) distinguishes between daytime and nighttime conditions, (ii) determines a nighttime condition exists at an ambient light level that is less than about 500 lux, (iii) is operable to control a headlight of the equipped vehicle when said control determines a nighttime condition, (iv) is operable to control a vehicle accessory when said control determines a daytime condition, (v) is operable to deactivate a light beam of a headlight of the equipped vehicle when said control determines a daytime condition, and (vi) determines an ambient light level present at the equipped vehicle.

102. The vehicular vision system of claim 96, wherein said horizontal span of said field of view is no greater than approximately 100 degrees and said vertical span of said field of view is no greater than approximately 30 degrees.

103. The vehicular vision system of claim 96, wherein said vertical span comprises a first vertical span above the horizon and a second vertical span below the horizon, and wherein said first vertical span has a different vertical dimension than said second vertical span.

104. The vehicular vision system of claim 96, wherein said photosensor array is operable at a first exposure period and a second exposure period, and wherein the time period of exposure of said first exposure period is longer than the time period of exposure of said second exposure period.

105. The vehicular vision system of claim 96, wherein image data processing by said image processor comprises pattern recognition.

106. The vehicular vision system of claim 96, wherein said image processor processes captured image data for at least one of (a) a headlight control system of the equipped vehicle, (b) a collision

avoidance system of the equipped vehicle, and (c) an automatic vehicle system of the equipped vehicle.

107. The vehicular vision system of claim 96, wherein said imager comprises a spectral filter.

108. The vehicular vision system of claim 107, wherein said control comprises logic and control circuitry and wherein said logic and control circuitry comprises said image processor, and wherein at least two of (a) said module includes a heat sink for at least a portion of said logic and control circuitry, (b) said module includes a connector for electrically connecting to a power source of the equipped vehicle, (c) said module includes at least a portion of said logic and control circuitry, and (d) said module includes a cover.

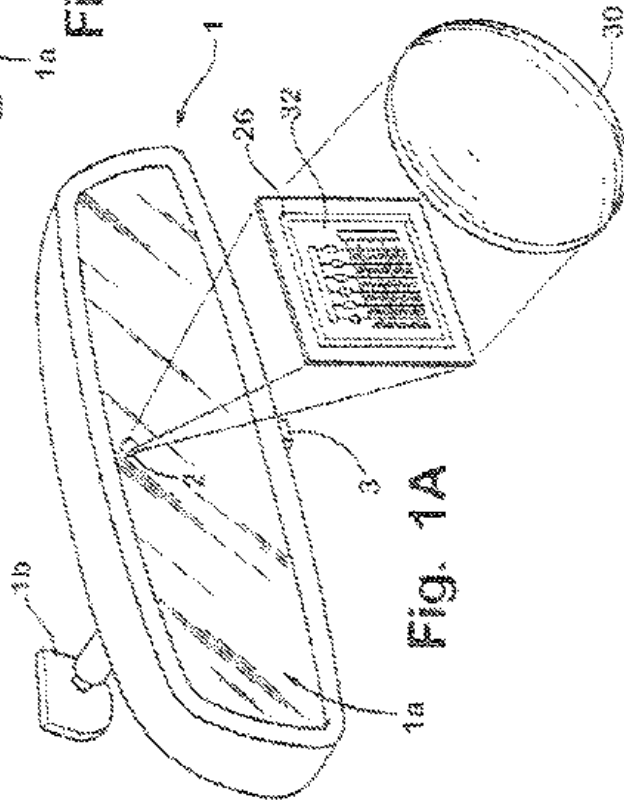
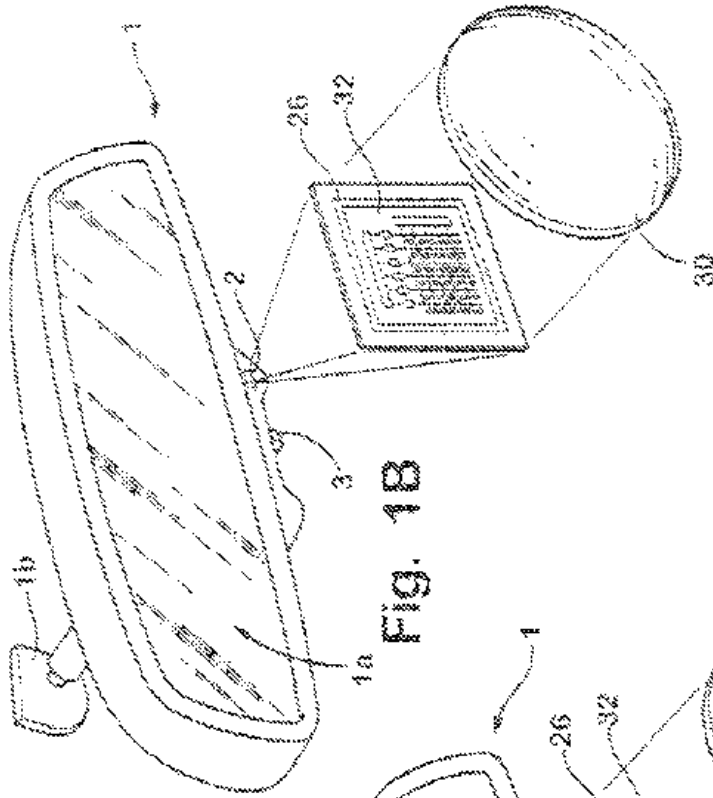
109. The vehicular vision system of claim 96, wherein said imager is disposed proximate the windshield of the equipped vehicle, and wherein said imager views through the windshield of the equipped vehicle at a windshield area that is swept by a windshield wiper of the equipped vehicle.

## VEHICULAR VISION SYSTEM

### ABSTRACT

A vehicular vision system includes a control and an imager having a lens and a CMOS photosensor array. The imager is disposed at an interior portion of a vehicle and views exterior of the vehicle through a windshield of the vehicle and forward of the vehicle. The control includes an image processor for processing image data captured by the photosensor array. The image processor processes captured image data to detect an object viewed by said imager. The photosensor array may be operable at a plurality of exposure periods that include a first exposure period and a second exposure period, with the time period of exposure of the first exposure period being longer than the time period of exposure of the second exposure period. The imager may be disposed in a module attached at the windshield of the vehicle.





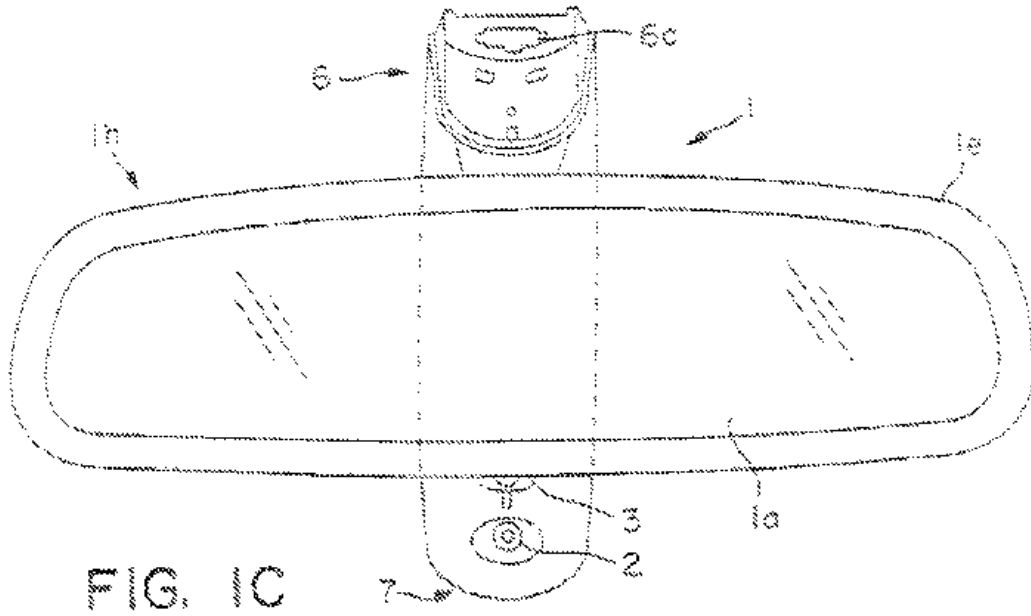


FIG. 1C

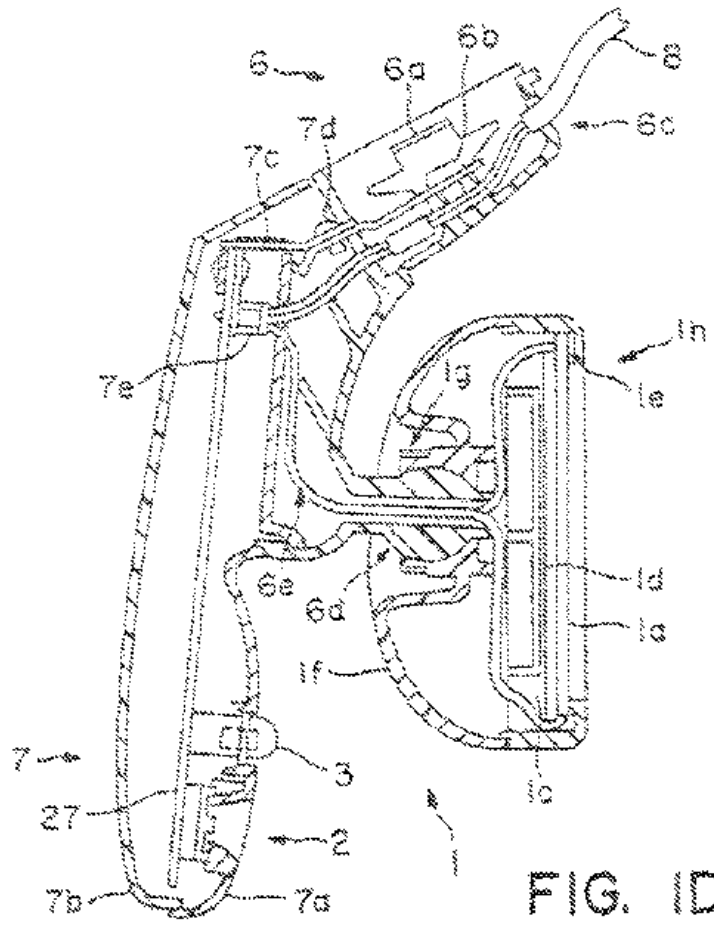
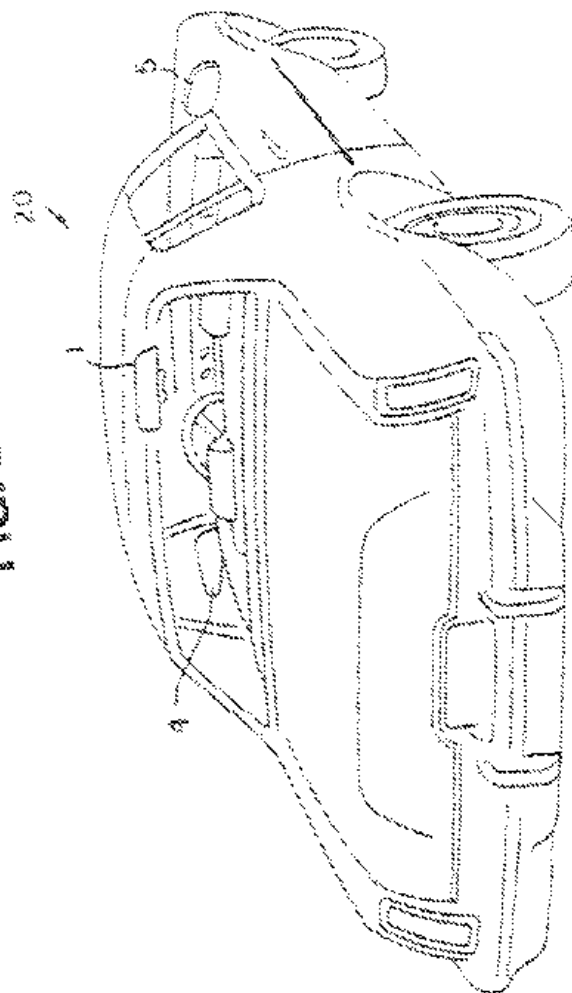


FIG. 1D

**FIG. 2**



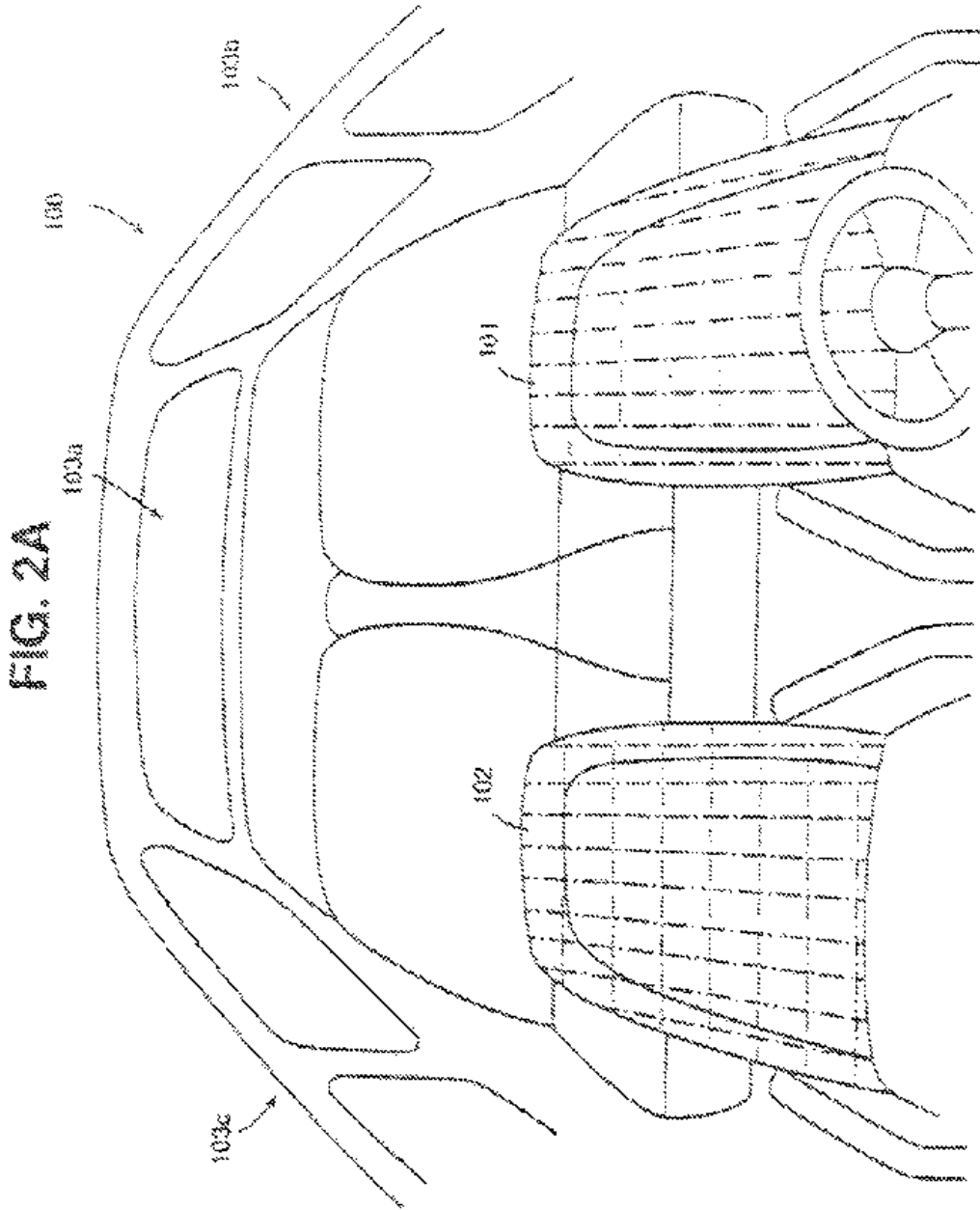


Fig. 3A

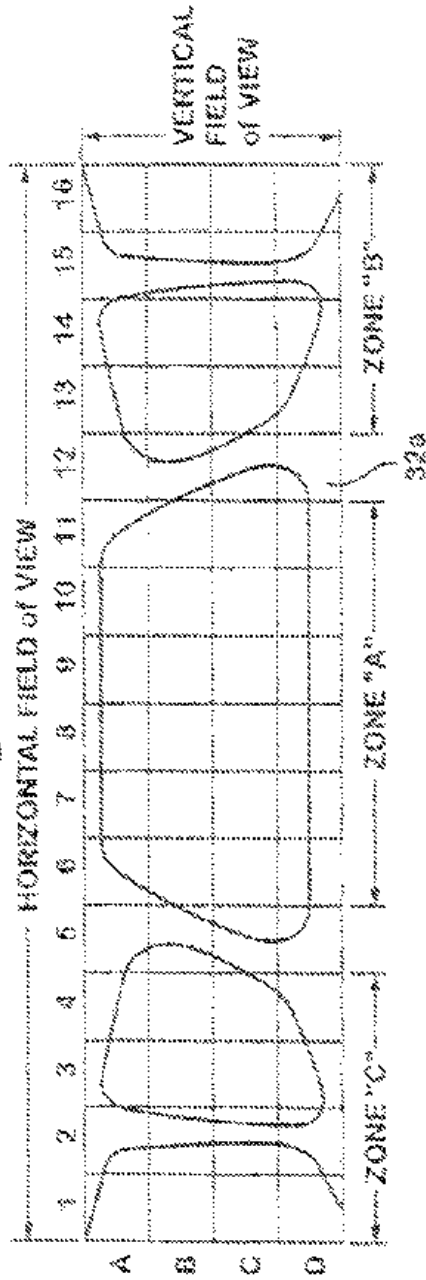


Fig. 3B

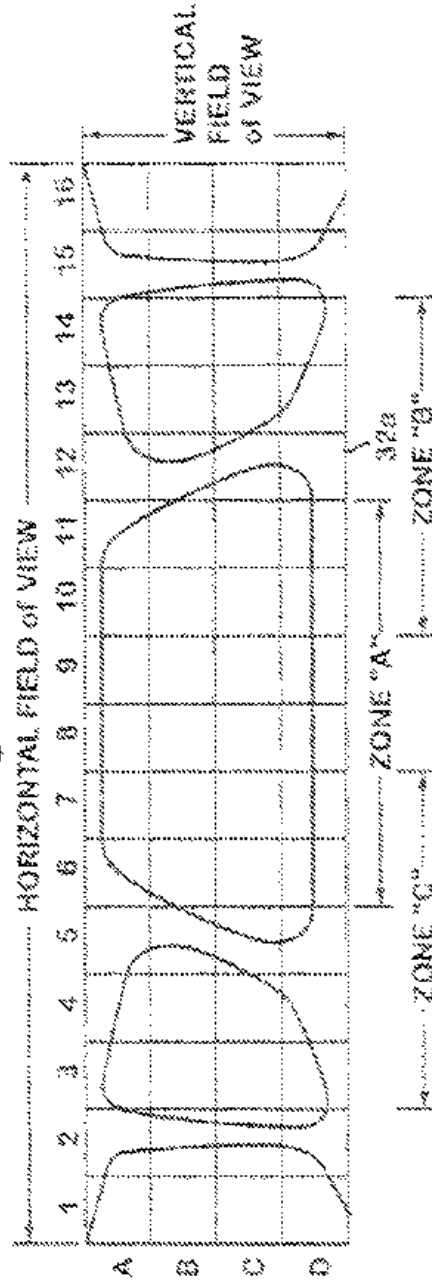


FIG. 4A

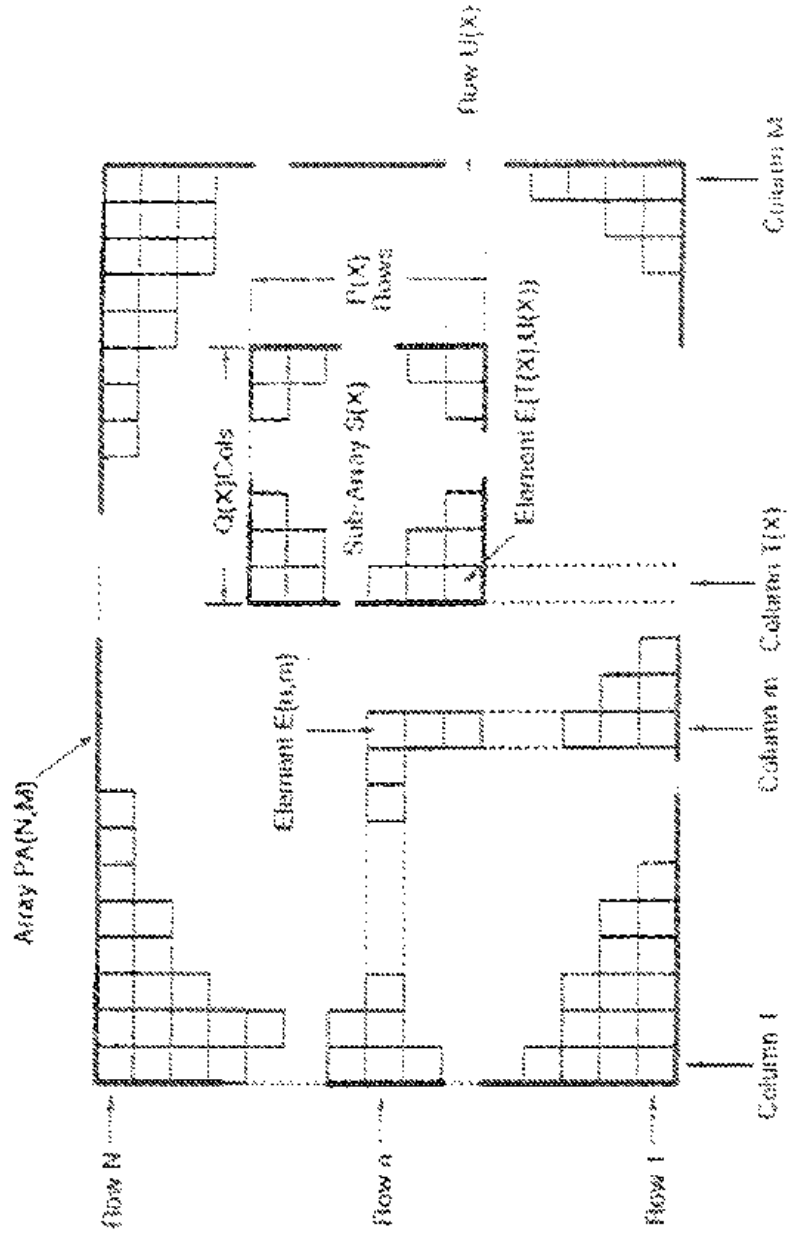


FIG. 4B

Processor Array PA(N,M)

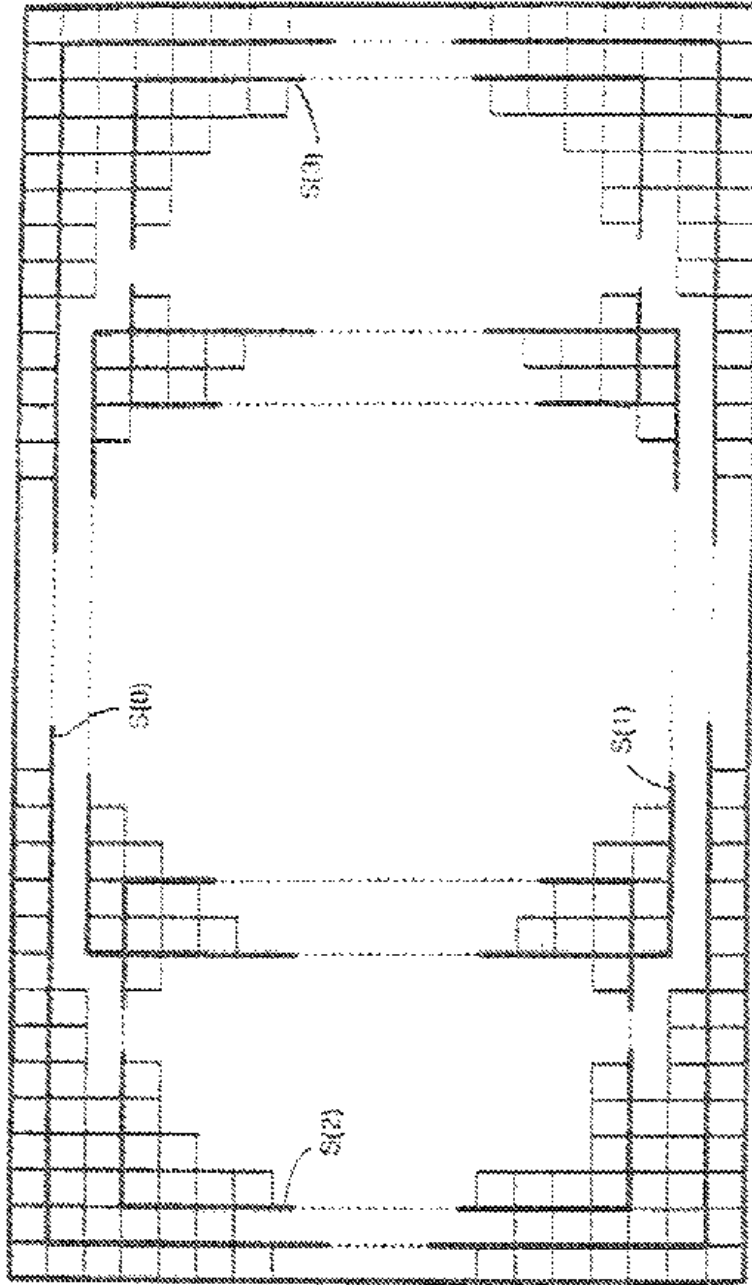


FIG. 5

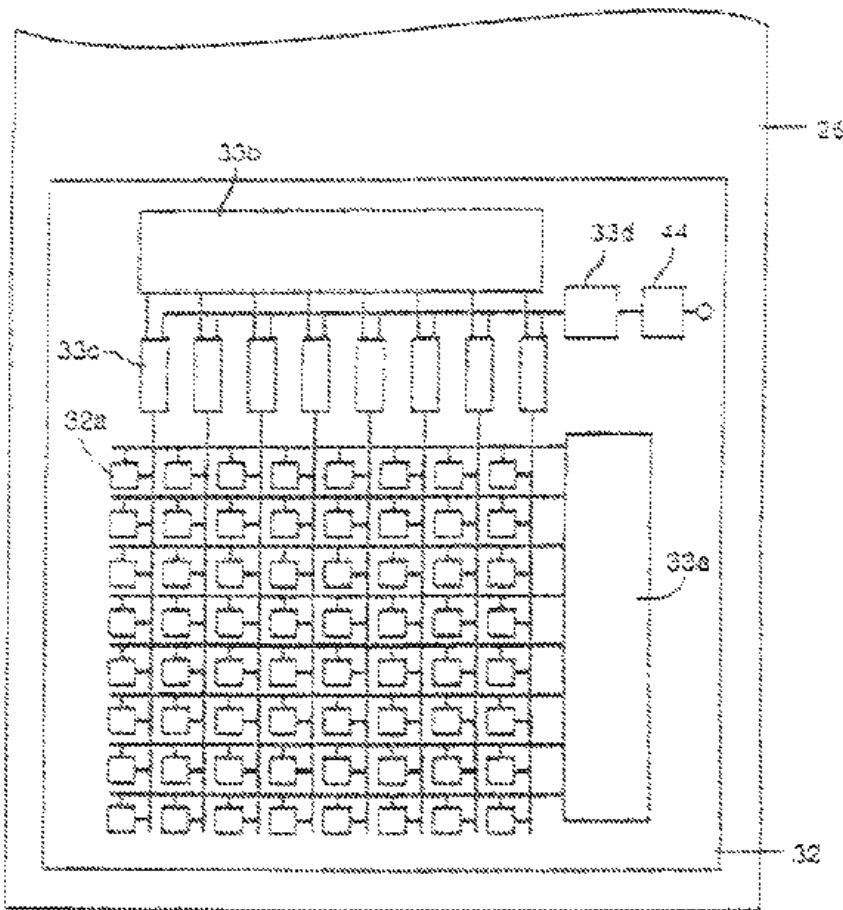
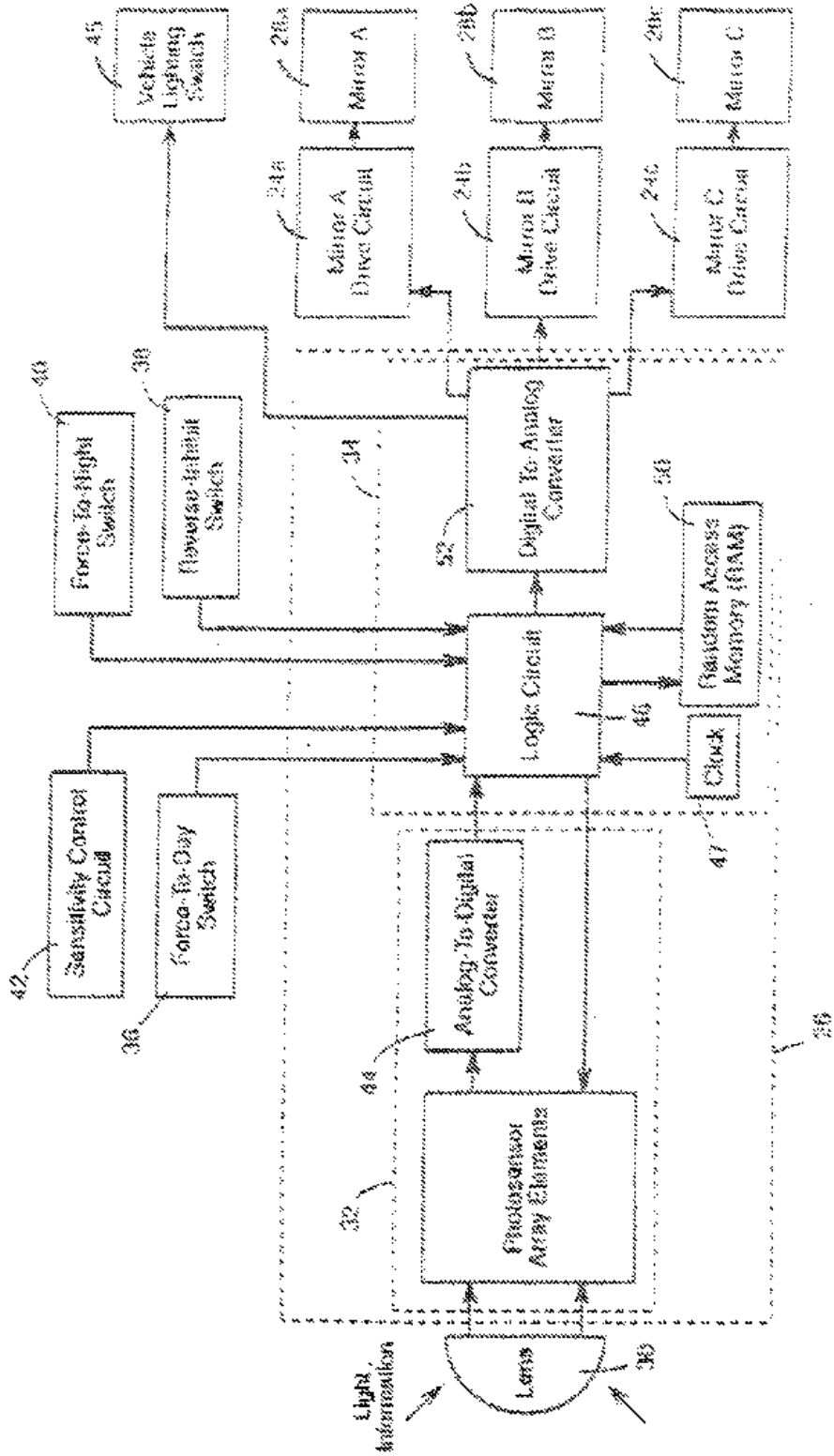




FIG. 6





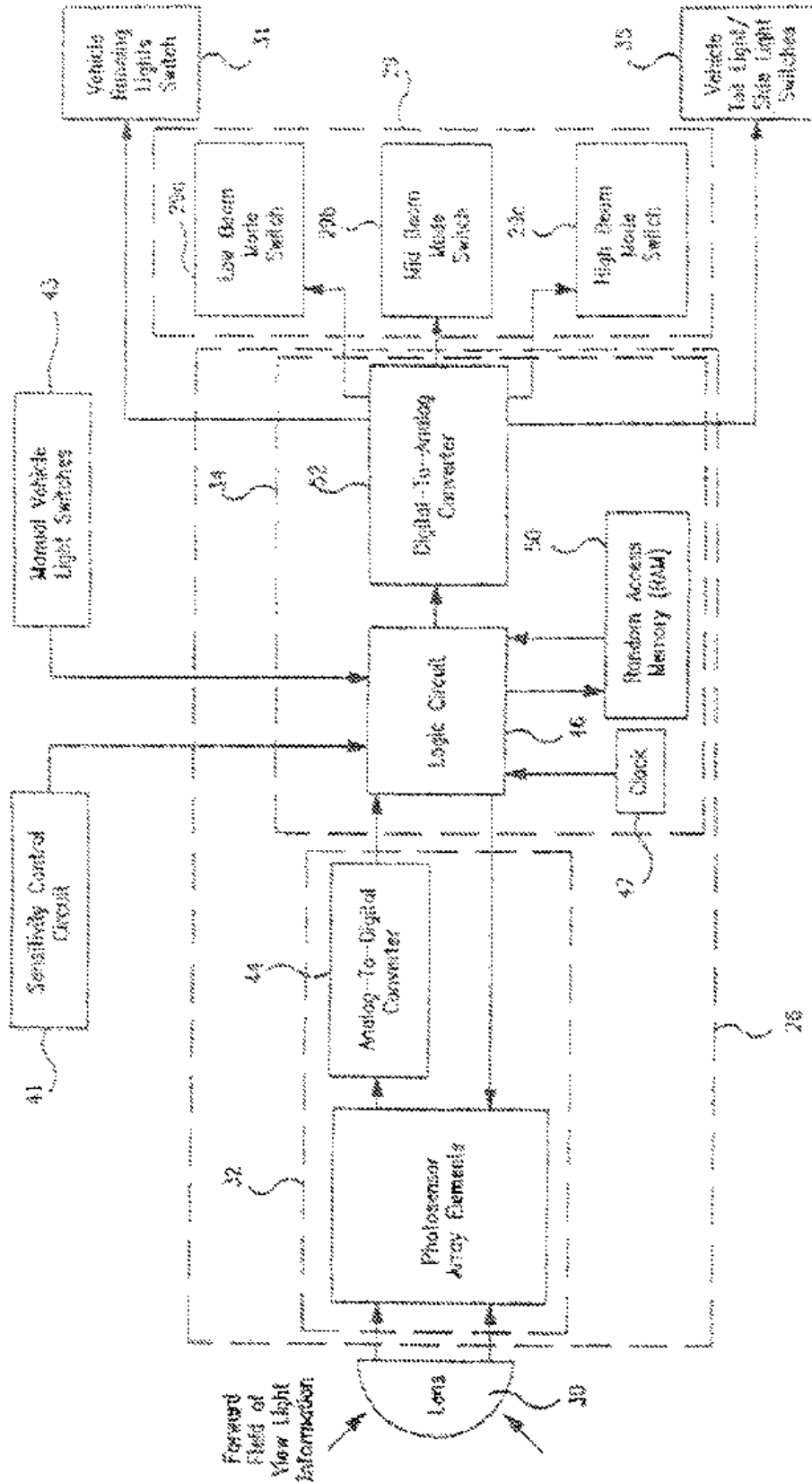


FIG. 6B

FIG. 7

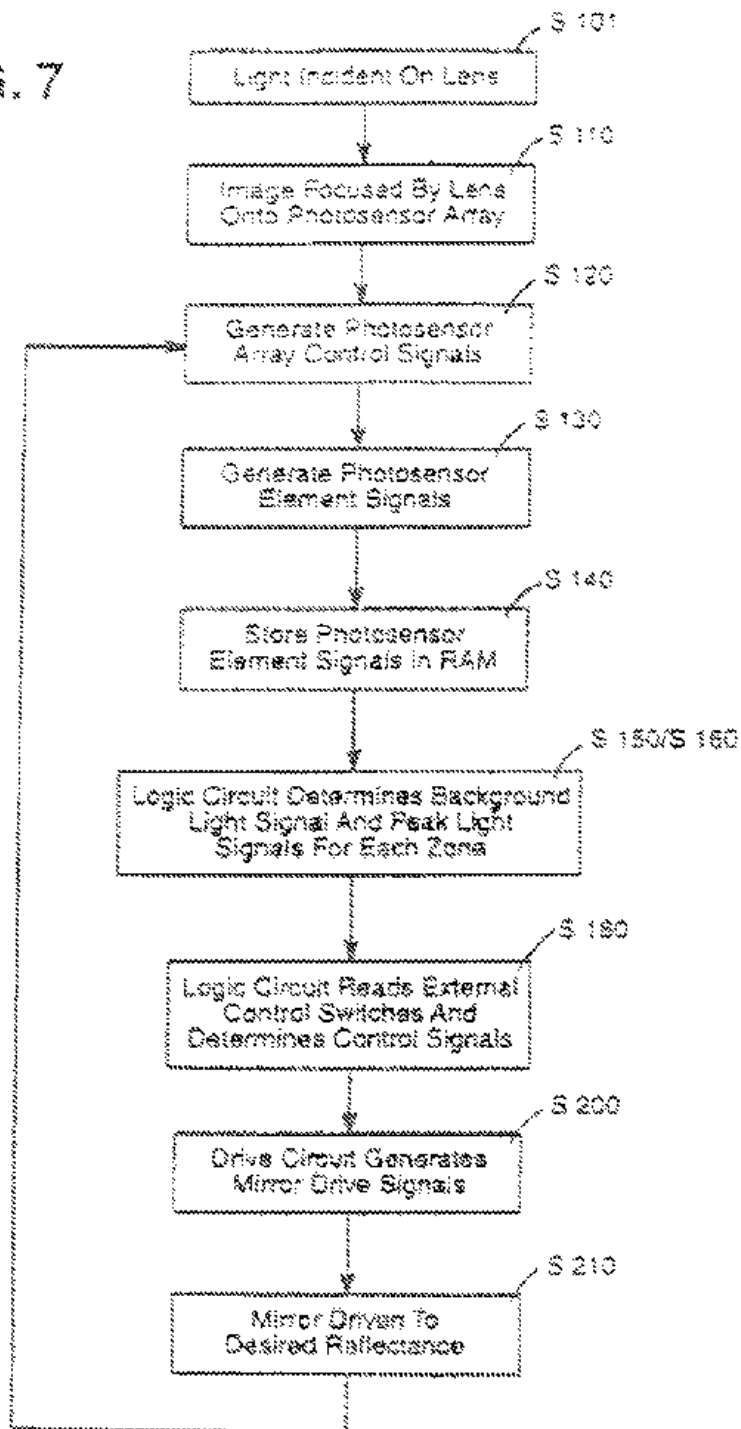


FIG. 8A

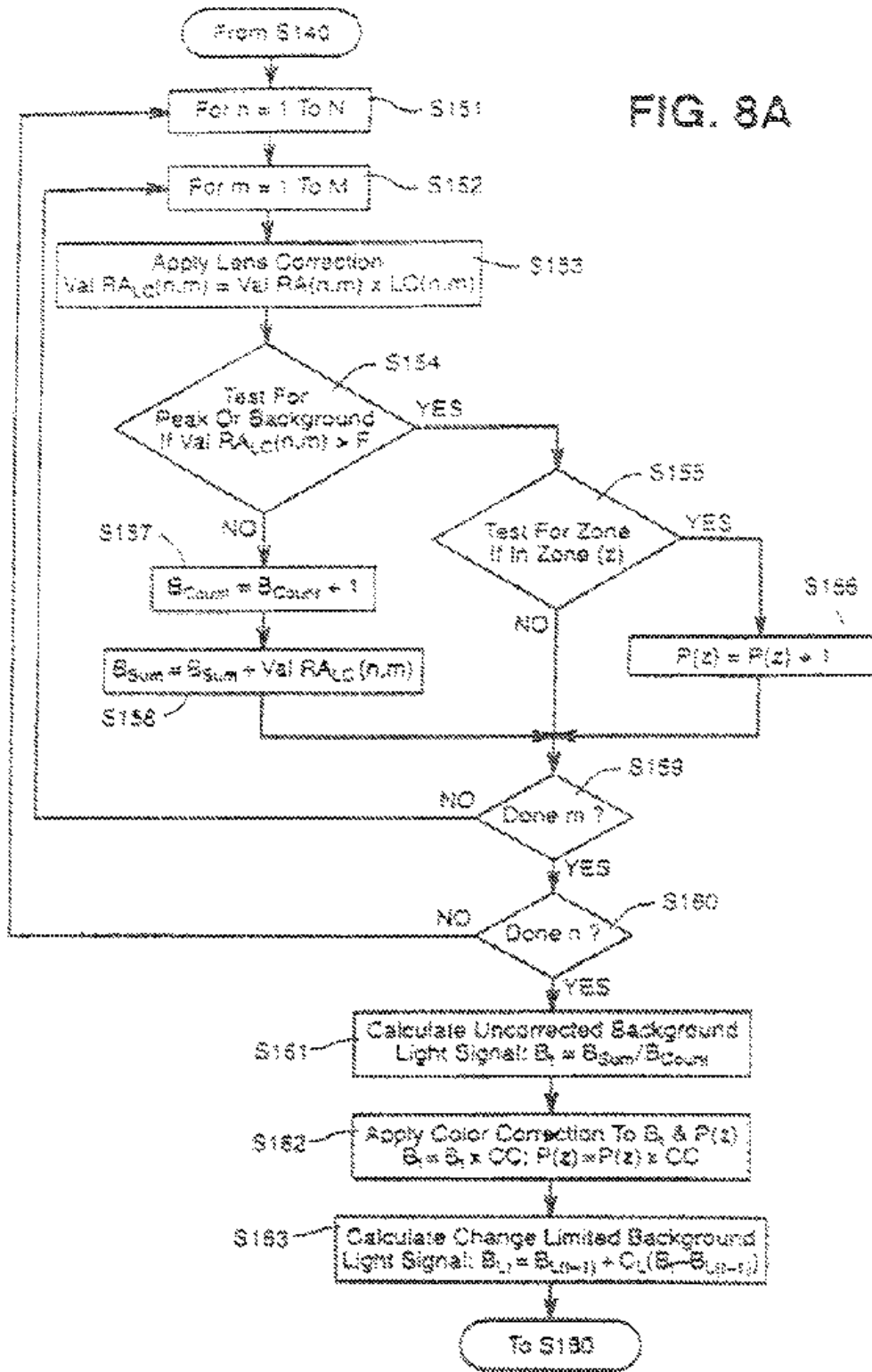


FIG. 8B

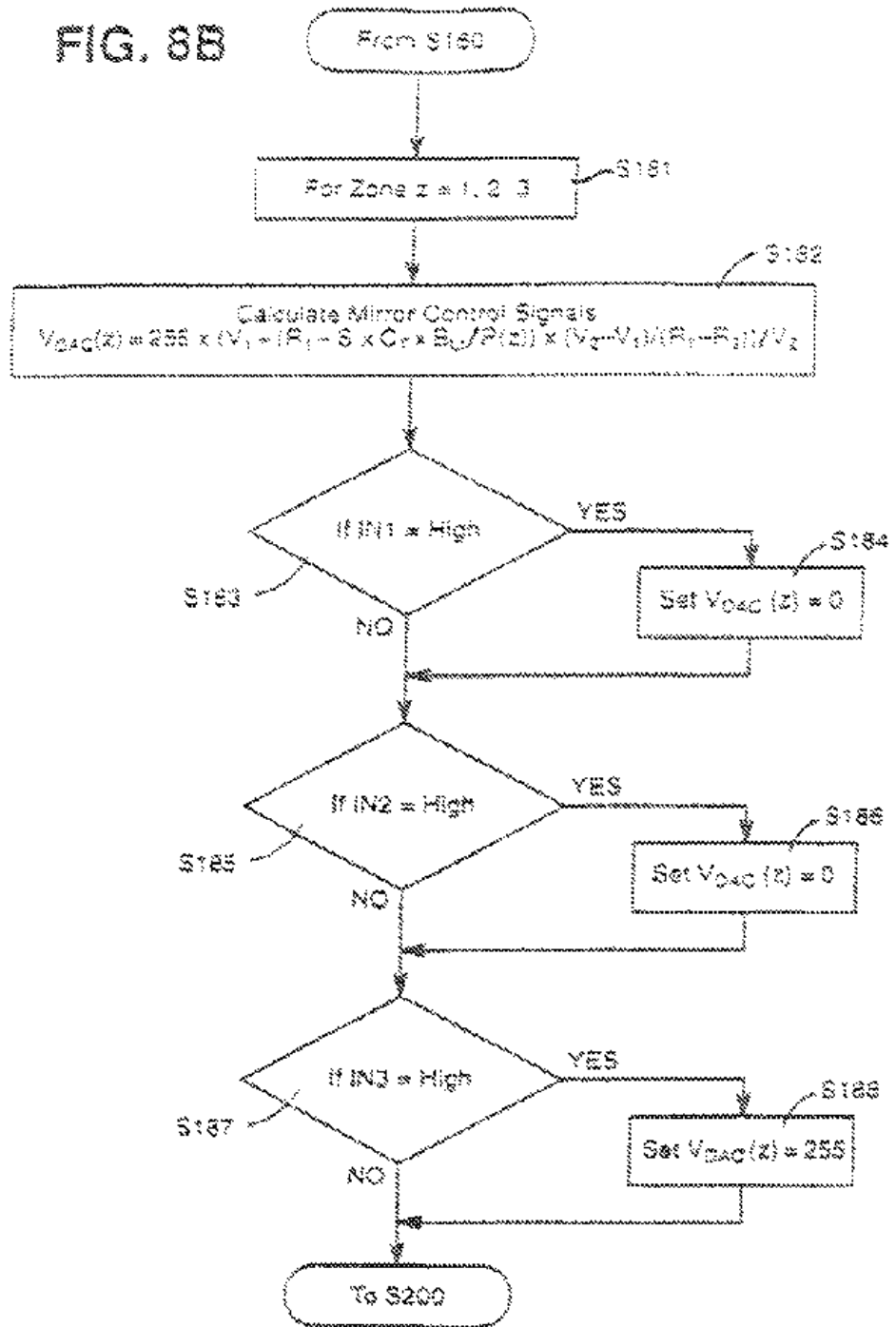
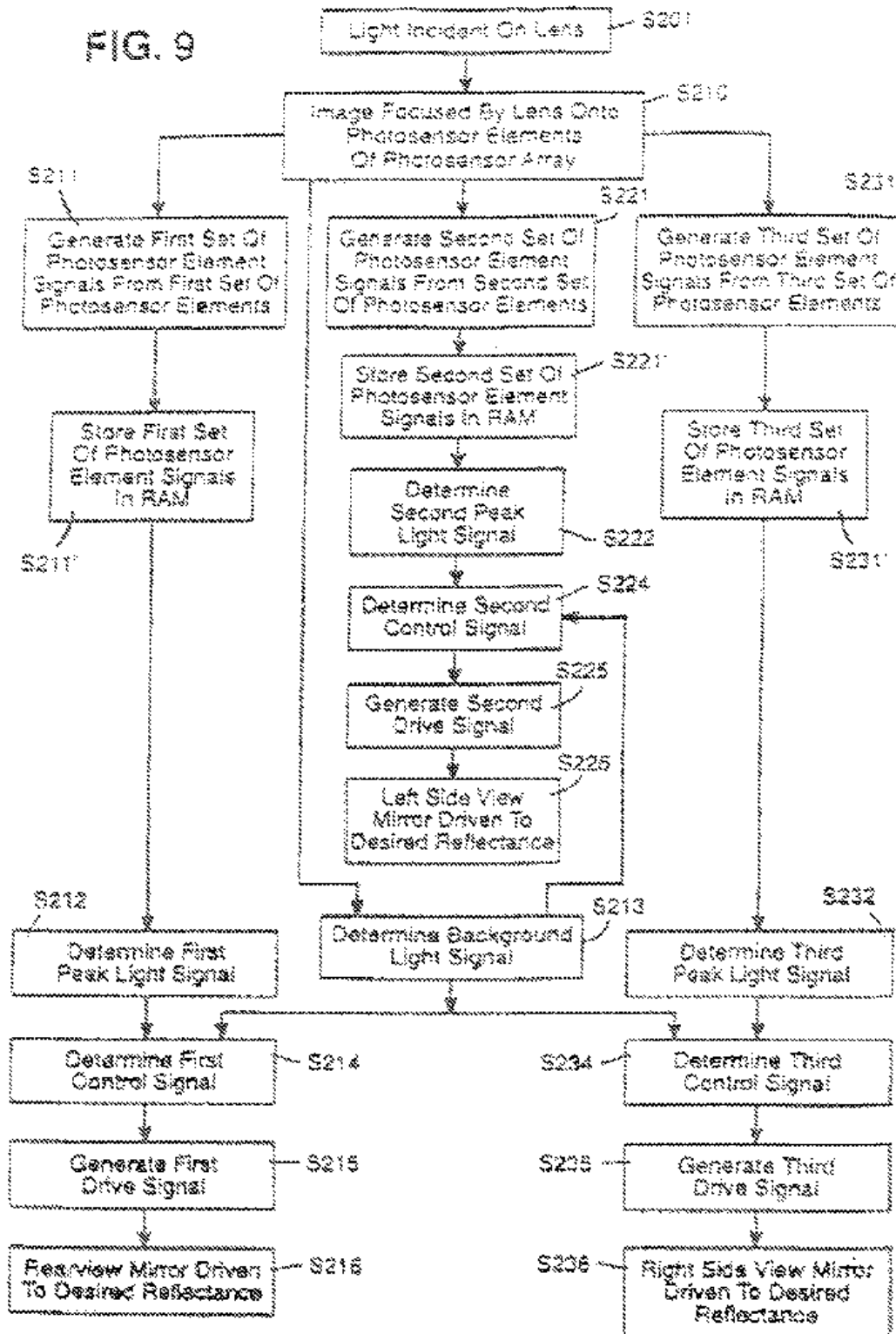


FIG. 9



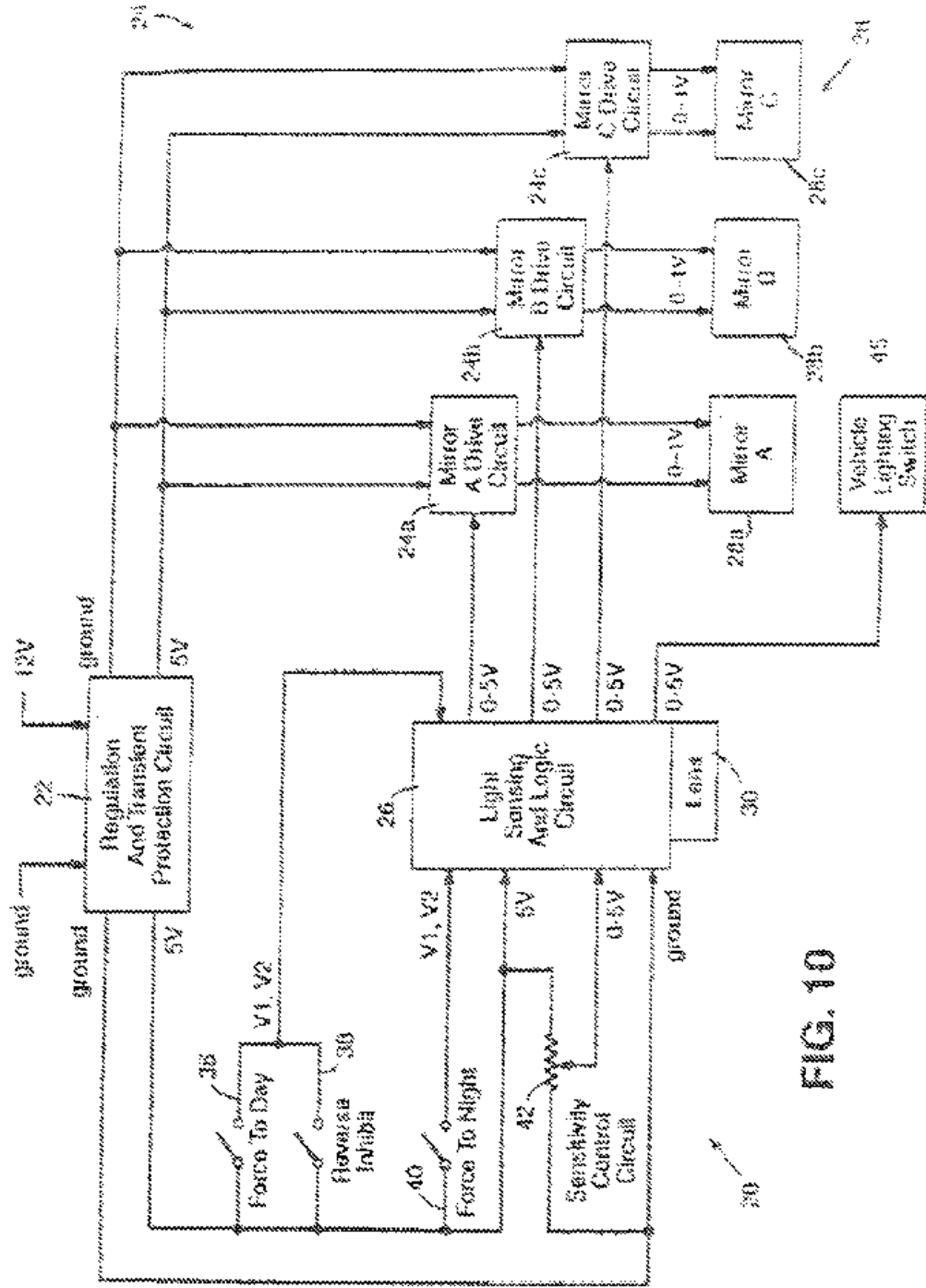


FIG. 10



FIG. 10A

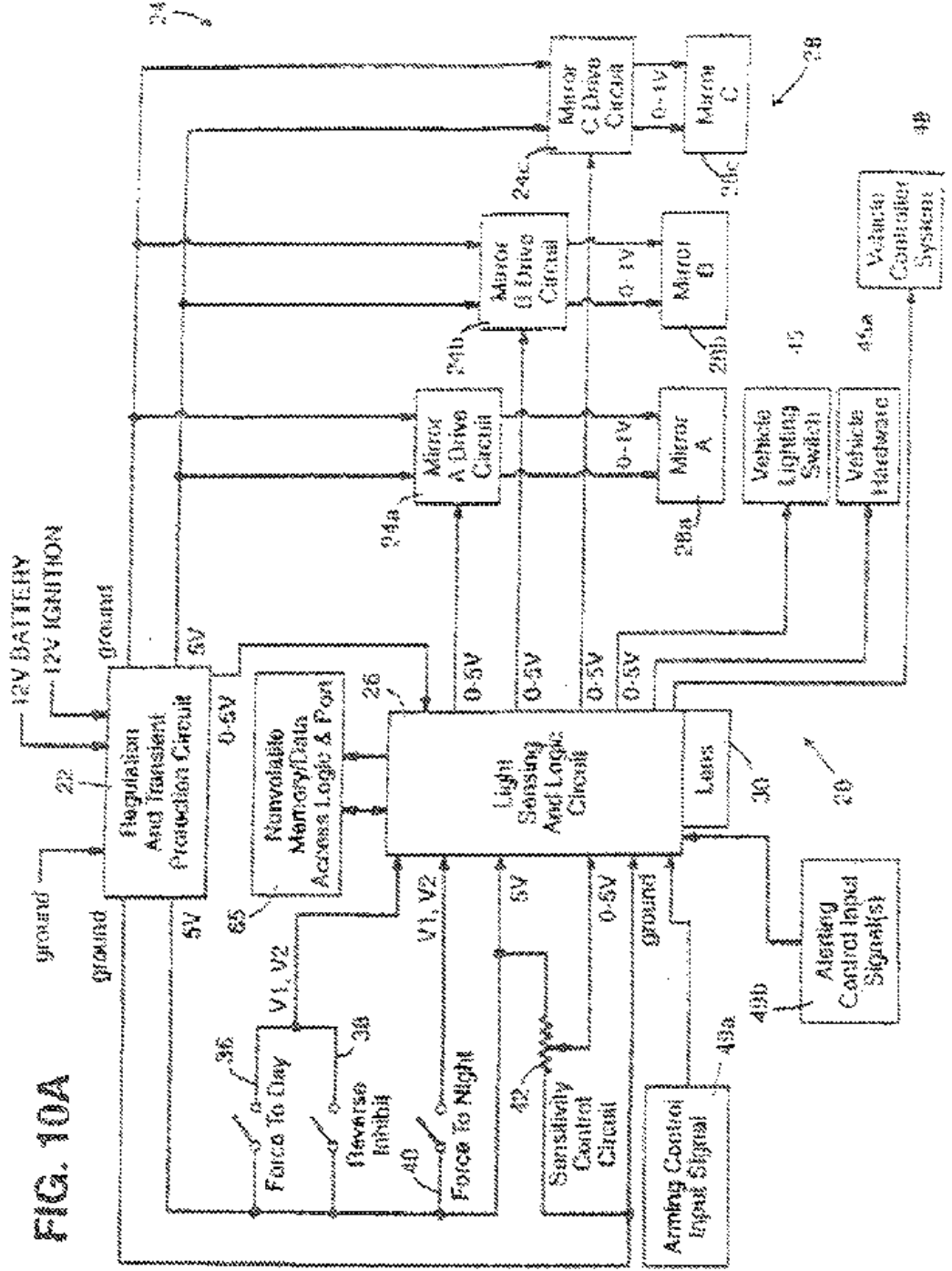


FIG. 11A

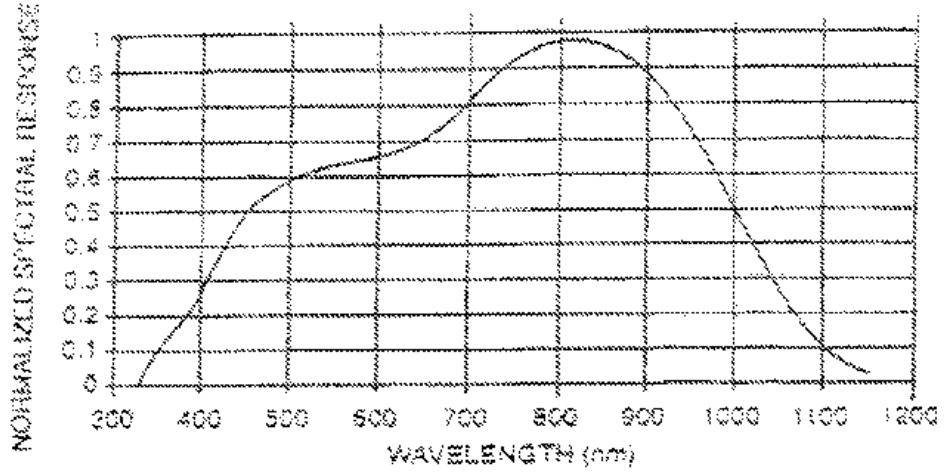


FIG. 11B

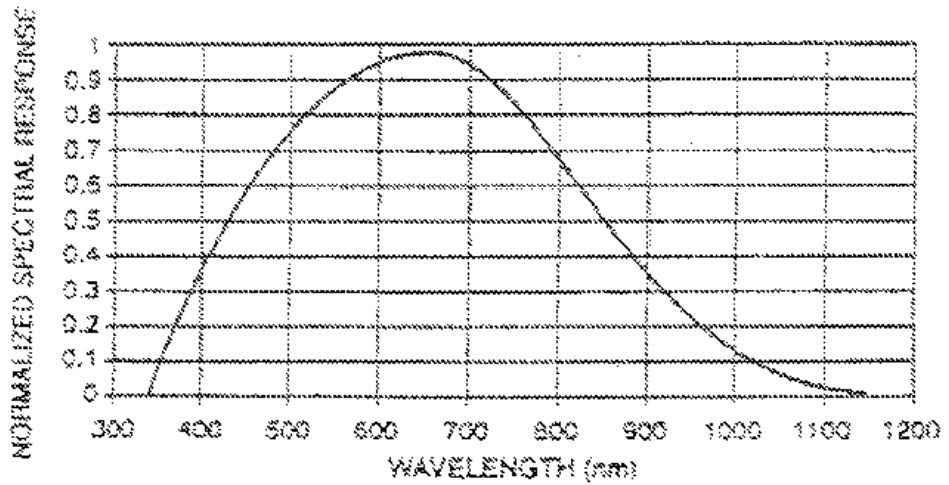


FIG. 12

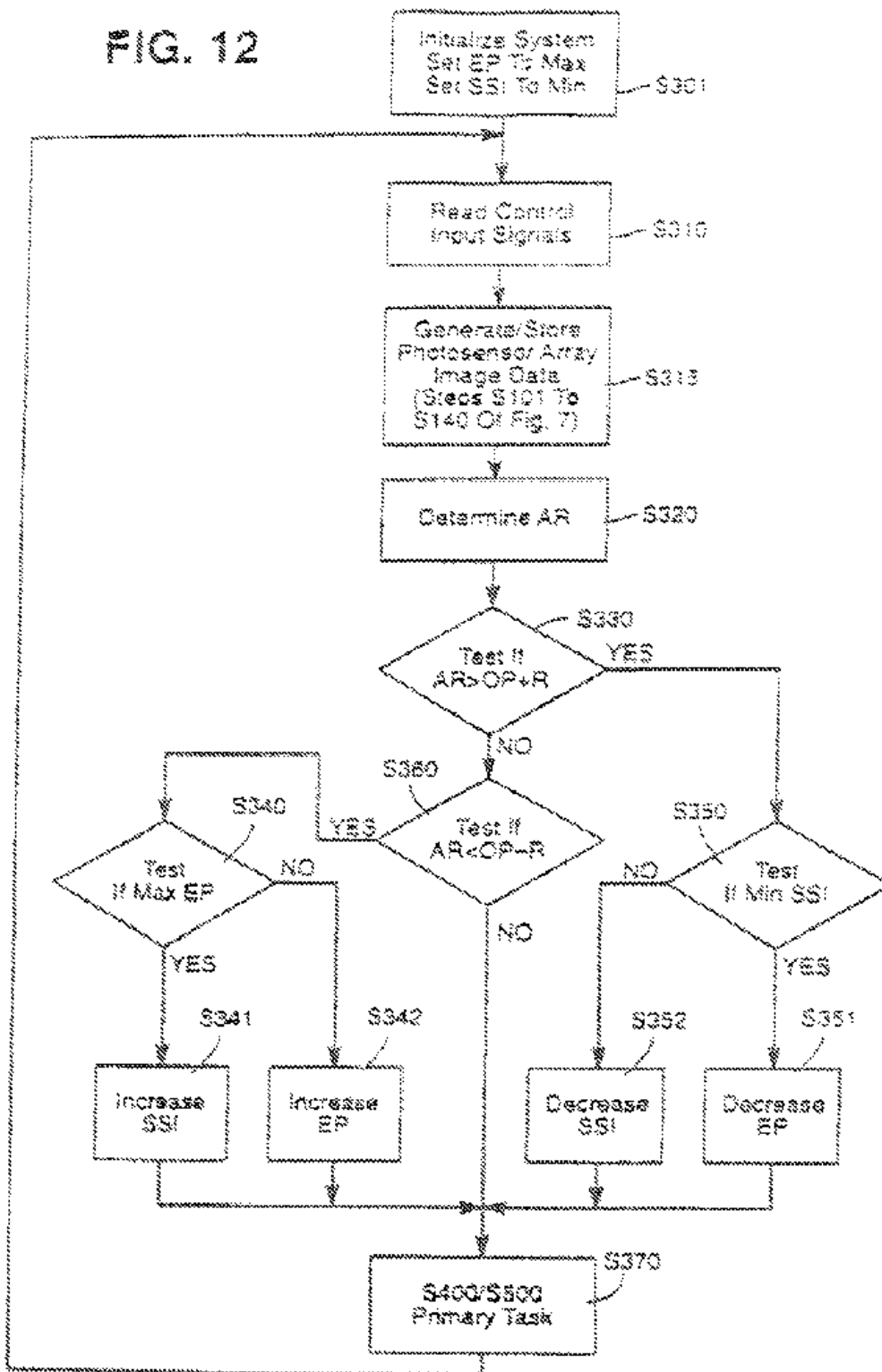


FIG. 12A

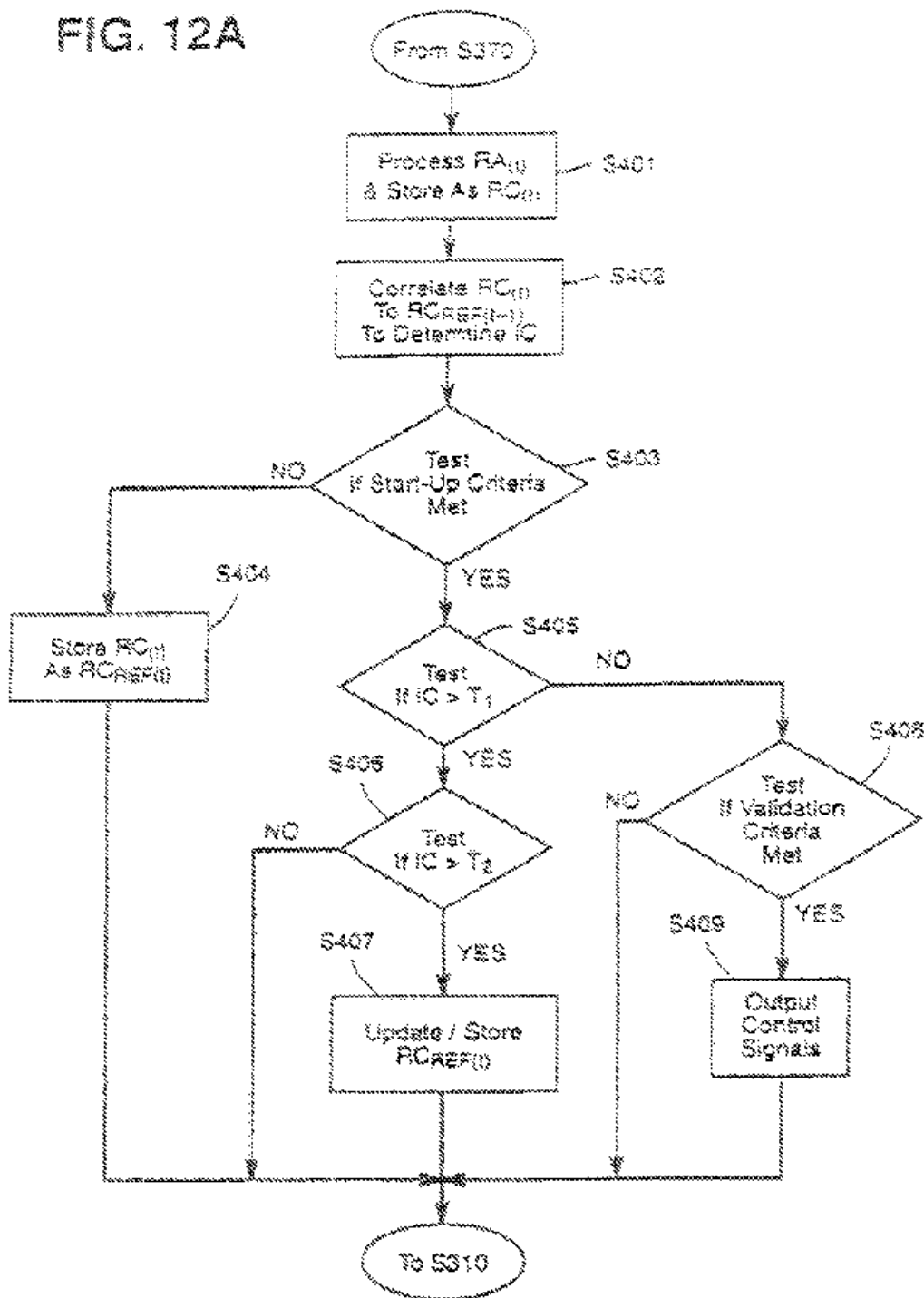
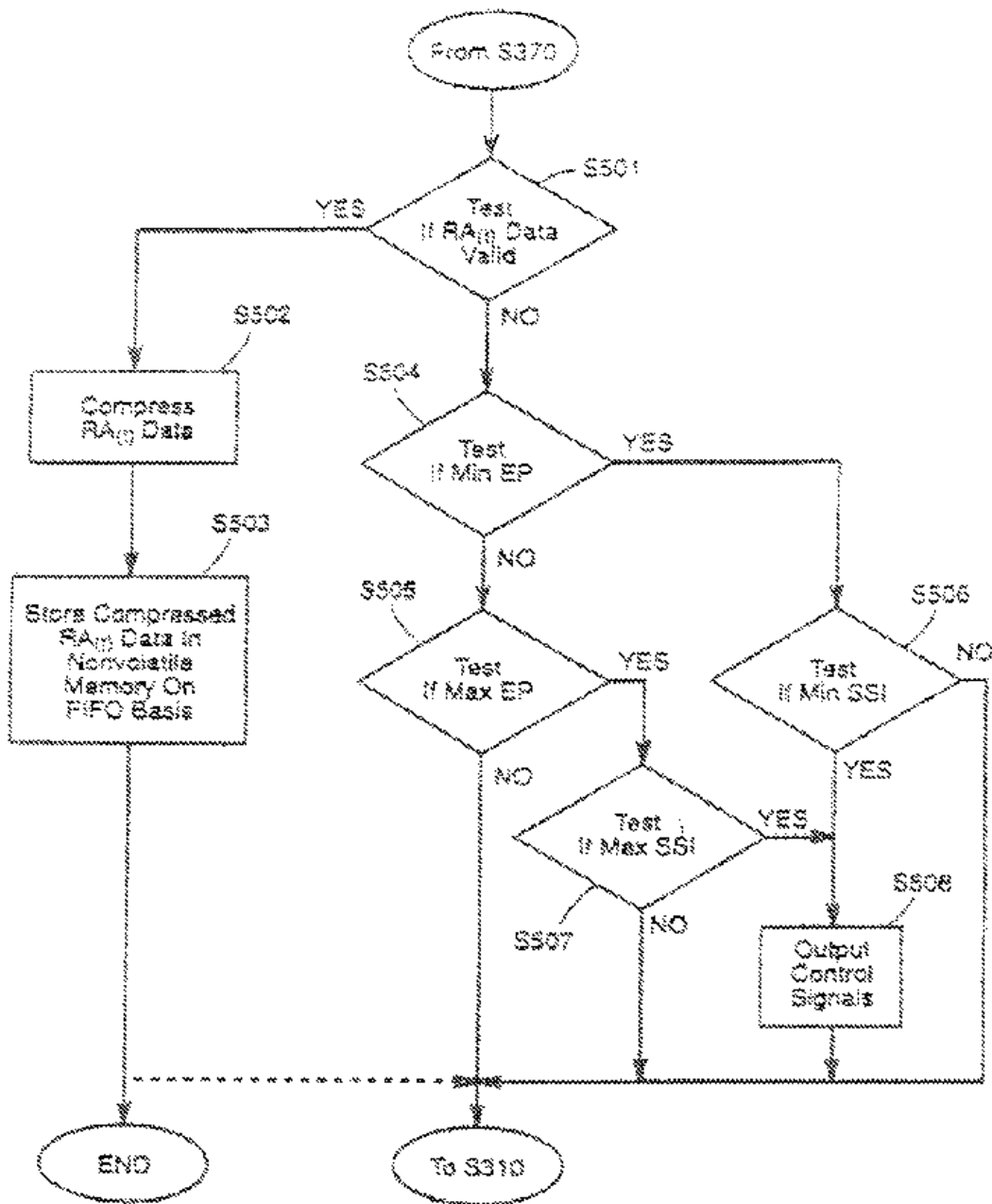


FIG. 12B



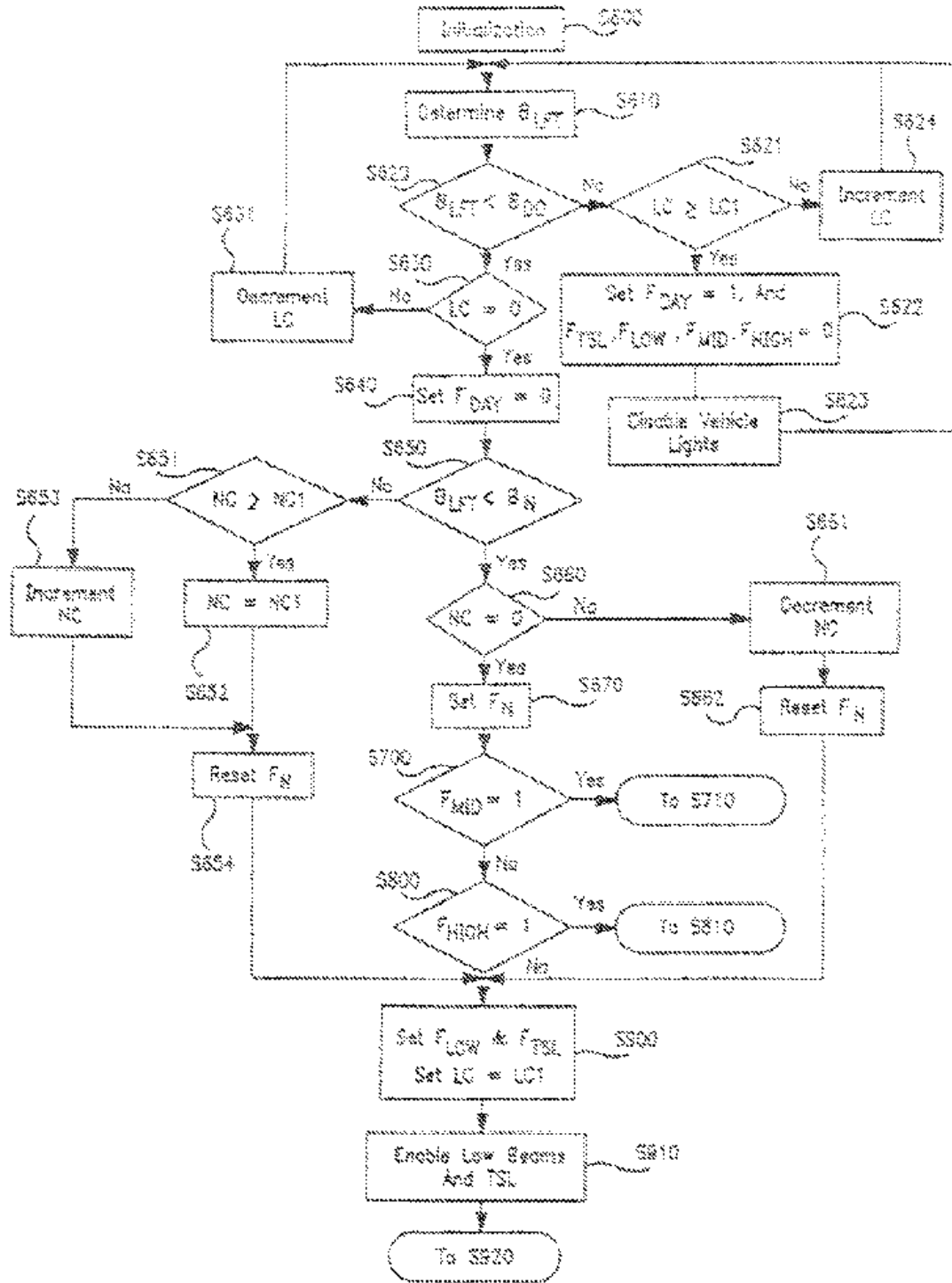


FIG. 13A

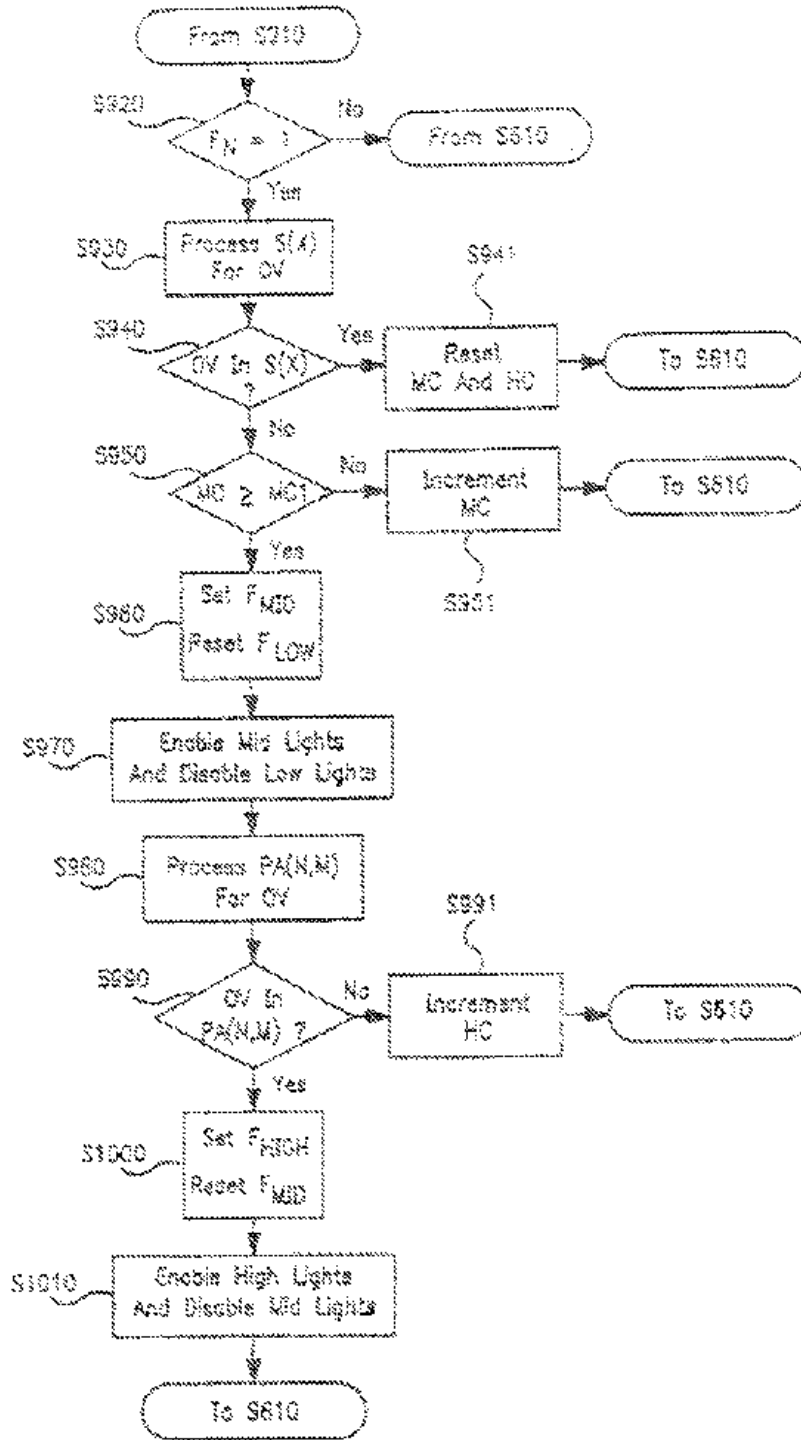


FIG. 13B

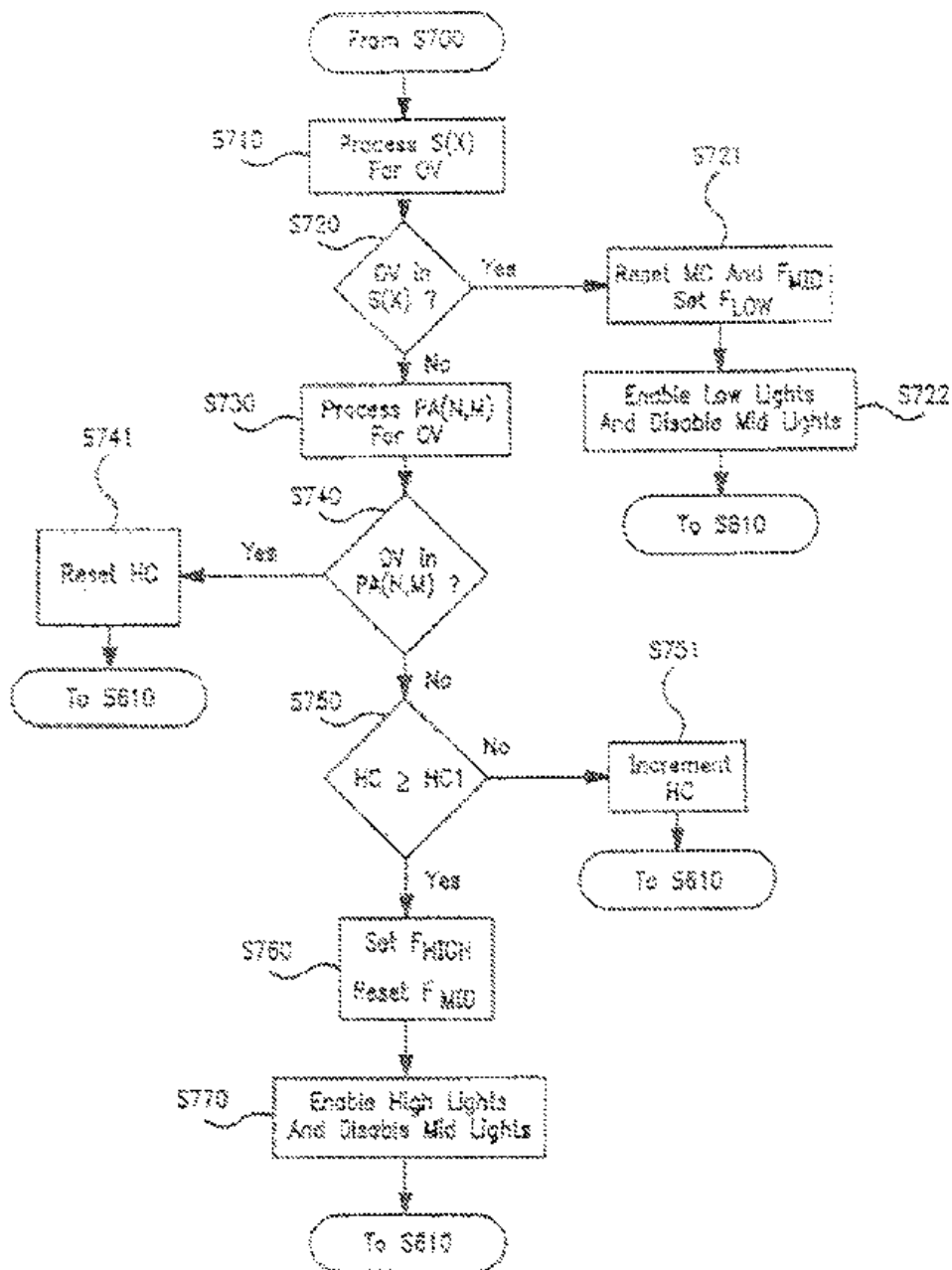


FIG. 13C



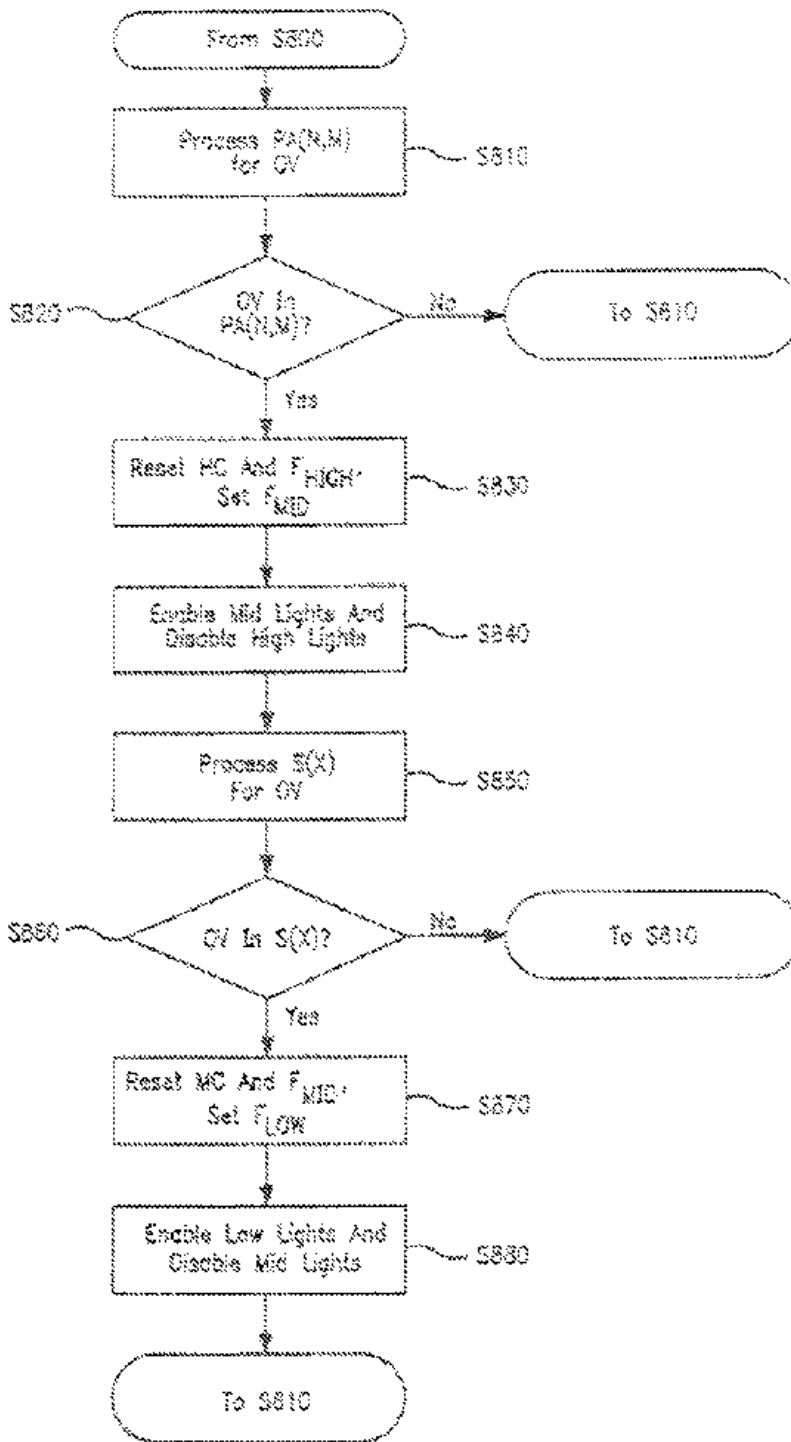


FIG. 13D

## Electronic Patent Application Fee Transmittal

<b>Application Number:</b>	
<b>Filing Date:</b>	
<b>Title of Invention:</b>	VEHICULAR VISION SYSTEM
<b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>	Kenneth Schofield
<b>Filer:</b>	Timothy A. Flory/Amanda Sytsma
<b>Attorney Docket Number:</b>	MAG04 P-1943

Filed as Large Entity

### Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
<b>Basic Filing:</b>				
Utility application filing	1011	1	390	390
Utility Search Fee	1111	1	620	620
Utility Examination Fee	1311	1	250	250

### Pages:

### Claims:

Claims in excess of 20	1202	89	62	5518
Independent claims in excess of 3	1201	1	250	250

### Miscellaneous-Filing:

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
<b>Petition:</b>				
<b>Patent-Appeals-and-Interference:</b>				
<b>Post-Allowance-and-Post-Issuance:</b>				
<b>Extension-of-Time:</b>				
<b>Miscellaneous:</b>				
			<b>Total in USD (\$)</b>	<b>7028</b>

## Electronic Acknowledgement Receipt

<b>EFS ID:</b>	14262422
<b>Application Number:</b>	13680534
<b>International Application Number:</b>	
<b>Confirmation Number:</b>	1034
<b>Title of Invention:</b>	VEHICULAR VISION SYSTEM
<b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>	Kenneth Schofield
<b>Customer Number:</b>	15671
<b>Filer:</b>	Timothy A. Flory/Amanda Sytsma
<b>Filer Authorized By:</b>	Timothy A. Flory
<b>Attorney Docket Number:</b>	MAG04 P-1943
<b>Receipt Date:</b>	19-NOV-2012
<b>Filing Date:</b>	
<b>Time Stamp:</b>	14:58:12
<b>Application Type:</b>	Utility under 35 USC 111(a)

### Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Credit Card
Payment was successfully received in RAM	\$7028
RAM confirmation Number	1689
Deposit Account	
Authorized User	

### File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part .zip	Pages (if appl.)
				1003.1731	

1	Transmittal Letter	Transmittal.pdf	103220 aaf651adcd0244f45a94789e8d481955596d0a01e	no	1
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
2	Miscellaneous Incoming Letter	RequestForContinuation.pdf	37565 9ace44aa939ca1025284480b117f9d6383b53c99	no	5
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
3	Application Data Sheet	ApplicationDataSheet.pdf	1180901 df6cdb2160a6af243e1333fc3523fd7ce3993e0b	no	6
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
4	Oath or Declaration filed	Declaration.pdf	139839 d3ed0bd60cc38792ff9369aa4e8653b5722ad788	no	3
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
5	Power of Attorney	POA.pdf	170957 a4ecd23b0d1ed679000a0be8251c8b691ce3c579	no	2
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
6		Specification.pdf	401616 a4752490da5a8eb58bd8392f1e5be83947ae9beb	yes	80
	<b>Multipart Description/PDF files in .zip description</b>				
	<b>Document Description</b>		<b>Start</b>	<b>End</b>	
	Specification		1	60	
	Claims		61	79	
Abstract		80	80		
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					
7	Drawings-only black and white line drawings	P1943Drawings.pdf	4292092 76e4525d3b2e68764b2a1e4974e240f8dbff4aab	no	25
<b>Warnings:</b>					
<b>Information:</b>					

8	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	37952 <small>cace197c79461ac9cf59fdce8a5ad66328d2e71f</small>	no	2
---	----------------------	--------------	--	----	---

**Warnings:**

**Information:**

<b>Total Files Size (in bytes):</b>	6364142
-------------------------------------	---------

**This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.**

**New Applications Under 35 U.S.C. 111**

**If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.**

**National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371**

**If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.**

**New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office**

**If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.**

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

# UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL

(Only for new nonprovisional applications under 37 CFR 1.53(b))

Attorney Docket No.	MAG04 P-1943
First Inventor	Kenneth Schofield
Title	VEHICULAR VISION SYSTEM
Express Mail Label No.	

## APPLICATION ELEMENTS

See MPEP chapter 600 concerning utility patent application contents.

1.  **Fee Transmittal Form.**  
(PTO/SB/17 or equivalent)
2.  **Applicant claims small entity status.**  
See 37 CFR 1.27.
3.  **Specification.** [Total Pages 80 ]  
Both the claims and abstract must start on a new page  
(For information on the preferred arrangement, see MPEP § 608.01(a))
4.  **Drawing(s).** (35 U.S.C. 113) [Total Sheets 25 ]
5. **Inventor's Oath or Declaration.** [Total Sheets 3 ]  
(including substitute statements under 37 CFR 1.64 and assignments serving as an oath or declaration under 37 CFR 1.63(e))
  - a.  Newly executed (original or copy)
  - b.  A copy from a prior application (37 CFR 1.63(d))
6.  **Application Data Sheet.** \*See Note below.  
See 37 CFR 1.76 (PTO/AIA/14 or equivalent)
7.  **CD-ROM or CD-R.**  
in duplicate, large table or Computer Program (Appendix)
  - Landscape Table on CD
8. **Nucleotide and/or Amino Acid Sequence Submission.**  
(if applicable, items a. – c. are required)
  - a.  Computer Readable Form (CRF)
  - b.  Specification Sequence Listing on:
    - i.  CD-ROM or CD-R (2 copies); or
    - ii.  Paper
  - c.  Statements verifying identity of above copies

**ADDRESS TO:** Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria VA 22313-1450

## ACCOMPANYING APPLICATION PARTS

9.  **Assignment Papers.**  
(cover sheet & document(s))  
Name of Assignee \_\_\_\_\_
10.  **37 CFR 3.73(c) Statement.**  **Power of Attorney.**  
(when there is an assignee)
11.  **English Translation Document.**  
(if applicable)
12.  **Information Disclosure Statement.**  
(PTO/SB/08 or PTO-1449)  
 Copies of citations attached
13.  **Preliminary Amendment.**
1.  **Return Receipt Postcard.**  
4 (MPEP § 503) (Should be specifically itemized)
15.  **Certified Copy of Priority Document(s).**  
(if foreign priority is claimed)
16.  **Nonpublication Request.**  
Under 35 U.S.C. 122(b)(2)(B)(i). Applicant must attach form PTO/SB/35 or equivalent.
17.  **Other:** \_\_\_\_\_

## 19. CORRESPONDENCE ADDRESS

The address associated with Customer Number: 15671 **OR**  Correspondence address below

Name				
Address				
City	State	Zip Code		
Country	Telephone	Email		

Signature	/taf/	Date	November 19, 2012
Name (Print/Type)	Timothy A. Flory	Registration No. (Attorney/Agent)	42540

This collection of information is required by 37 CFR 1.53(b). The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

1003-1734

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson

For : VEHICULAR VISION SYSTEM

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

REQUEST FOR FILING CONTINUATION APPLICATION  
UNDER 37 CFR 1.53(b)

This is a request for filing a continuation of U.S. patent application Serial No. 13/525,763, filed June 18, 2012, which will issue on November 20, 2012 as U.S. Patent No. 8,314,689, and which is a continuation of U.S. patent application Serial No. 13/351,098, now U.S. Patent No. 8,203,440, which is a continuation of U.S. patent application Serial No. 11/074,521, filed March 8, 2005, now U.S. Patent No. 8,098,142, which is a continuation of U.S. patent application Serial No. 10/940,700, filed September 14, 2004, now U.S. Patent No. 6,953,253, which is a continuation of U.S. patent application Serial No. 10/372,873, filed February 24, 2003, now U.S. Patent No. 6,802,617, which is a continuation of U.S. patent application Serial No. 09/975,232, filed October 11, 2001, now U.S. Patent No. 6,523,964, which is a continuation of U.S. patent application Serial No. 09/227,344, filed January 8, 1999, now U.S. Patent No. 6,302,545, which is a continuation of U.S. patent application Serial No. 08/478,093, filed on June 7, 1995, now U.S. Patent No. 5,877,897.

1. Copy of Prior Application as Filed Which is Attached

I hereby verify that the attached papers are a copy of what is shown in my records to be the above-identified prior application, including the Declaration as originally filed (37 CFR 1.53). No amendments referred to in any Declaration filed to complete the prior application introduced new matter in that application.

The attached copy of the papers of the parent application includes 60 pages of specification, 19 pages of claims (109 claims), 1 page of Abstract, 25 sheets of drawings, signed Declaration (3 pages) and Power of Attorney (2 pages). The attached drawings are copies of the



Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
For : VEHICULAR VISION SYSTEM  
Page : 2

formal drawings filed in the parent application and correspond to the drawings originally filed with the parent application and as amended and/or approved during prosecution of the parent applications.

2. Amendments

The copy of the application includes any amendments made during prosecution of the parent applications and includes updates to any references to incorporated patent applications that have issued as patents and includes a revised/updated Cross Reference to Related Applications and new Abstract.

The attached copy includes new claims 1-109, which replace the claims of the parent patent application.

3. Notice Regarding Prosecution relative to Parent Application

This application is a continuation of U.S. patent application Serial No. 13/525,763, filed June 18, 2012, which is part of the continuation chain noted above. Applicants note from controlling case law that disclaimer of subject matter made during an earlier prosecution can be rescinded, permitting recapture of the disclaimed scope, so long as sufficiently clear notice is given to the U.S. Patent and Trademark Office, so that the U.S. Patent and Trademark Office can consider any prior disclaimer and any previously cited relevant prior art *Hakim v. Cannon Avent Group, PLC et al.*, 47 F.3d 1313, 1398 (Fed. Cir. 2007) (affirming the district court grant of summary judgment of non-infringement based on a limiting claim construction per file wrapper estoppel in a parent application where the patentee had in the child application not expressly rescinded any disclaimer effect of prosecution in the parent application).

Therefore, this is to provide such clear notice to the U.S. Patent and Trademark Office that for purposes of the present application only, Applicants hereby rescind any disclaimer and argument, express or implied, made during the prosecution of the above-referenced prior application. Accordingly, Applicants respectfully note for the record that any arguments, disclaimers, and/or other actions taken with regard to the claims prosecuted in the above-referenced U.S. Patent Applications are not to be imputed or otherwise applied to the claims in

Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
For : VEHICULAR VISION SYSTEM  
Page : 3

the present application unless expressly repeated by the Applicants during prosecution of the present application.

4. Patent Application Bibliographic Data Form

A copy of the Patent Application Bibliographic Data Form is enclosed.

5. Filing Fee and Calculation

Filing Fee:

Basic Fee - \$390	\$390.00
Each independent claim in excess of three, -1- times \$250.00	\$250.00
Number of claims in excess of twenty, -89- times \$62.00	\$5,518.00
Filing multiple dependent claims per application \$460.00	\$0.00
Application size fee for each additional 50 sheets that exceeds 100 sheets (-0- times \$320.00)	\$0.00

Additional Fees:

Search Fee - \$620	\$620.00
Examination Fee - \$250	<u>\$250.00</u>
<b>Total Filing Fee</b>	<b>\$7,028.00</b>

The above fees will be paid by credit card. The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required, or credit any overpayment, to Deposit Account No. 50-5553.

The Commissioner is hereby authorized to charge the following fees during the pendency of this application, or credit any overpayment to Deposit Account 50-5553.

Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
For : VEHICULAR VISION SYSTEM  
Page : 4

- a) Any filing fees under 37 CFR 1.16 for presentation of extra claims for which full payment has not been tendered.
- b) Any patent application processing fees under 37 CFR 1.17 for which full payment has not been tendered.

6. Drawings

Twenty-five (25) sheets of formal drawings are enclosed and are copies of those filed in the parent application. The formal drawings correspond to the drawings originally filed with the parent application and include any revisions made and approved during prosecution of the parent applications.

7. Disclosure Statement

Applicants respectfully request that information cited in the prior parent application, Serial No. 13/525,763, be considered in the present application. An Information Disclosure Statement will be submitted that lists the cited references.

8. Inventorship Statement

With respect to the prior U.S. application from which this application claims benefit under 35 USC 120, the inventors in this application are the same, namely, Kenneth Schofield and Mark L. Larson.

9. Assignment

The prior application is assigned to Donnelly Corporation, a corporation of the State of Michigan, located and doing business at 49 W. Third Street, Holland, Michigan 49423. That Assignment was recorded in the United States Patent and Trademark Office on September 11, 1995, at Reel 7668, Frame 0383.

10. Power of Attorney

The Power of Attorney in the parent application is to Customer No. 15671. The attached Power of Attorney confirms that the undersigned attorney is an attorney of record for this application.

Inventors : Kenneth Schofield and Mark L. Larson  
For : VEHICULAR VISION SYSTEM  
Page : 5

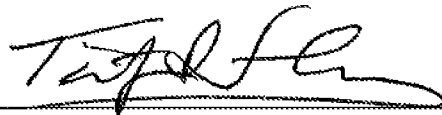
Please address all future correspondence to:

Timothy A. Flory  
Gardner, Linn, Burkhart & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Drive, S.E.  
P.O. Box 888695  
Grand Rapids, MI 49588-8695  
Ph: (616) 975-5500  
Fax: (616) 975-5505

11. Verification

I hereby declare further that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements are made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issuing thereon.

Respectfully submitted,



Date: November 19, 2012

Timothy A. Flory  
Registration No. 42 540  
Gardner, Linn, Burkhart & Flory, LLP  
2851 Charlevoix Drive, S.E., Suite 207  
P.O. Box 888695  
Grand Rapids, Michigan 49588-8695  
(616) 975-5500

TAF/ars  
MAG04 P-1943

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
		Application Number	
Title of Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM		
The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76. This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.			

## Secrecy Order 37 CFR 5.2

<input type="checkbox"/> Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)
--

## Inventor Information:

<b>Inventor 1</b>					<input type="button" value="Remove"/>
<b>Legal Name</b>					
<b>Prefix</b>	<b>Given Name</b>	<b>Middle Name</b>	<b>Family Name</b>	<b>Suffix</b>	
	Kenneth		Schofield		
<b>Residence Information (Select One)</b> <input checked="" type="radio"/> US Residency <input type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
<b>City</b>	Holland	<b>State/Province</b>	MI	<b>Country of Residence <sup>i</sup></b>	US

<b>Mailing Address of Inventor:</b>					
<b>Address 1</b>		4793 Crestridge Court			
<b>Address 2</b>					
<b>City</b>	Holland	<b>State/Province</b>	MI		
<b>Postal Code</b>	49423	<b>Country <sup>1</sup></b>	US		

<b>Inventor 2</b>					<input type="button" value="Remove"/>
<b>Legal Name</b>					
<b>Prefix</b>	<b>Given Name</b>	<b>Middle Name</b>	<b>Family Name</b>	<b>Suffix</b>	
	Mark	L.	Larson1		
<b>Residence Information (Select One)</b> <input checked="" type="radio"/> US Residency <input type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
<b>City</b>	Grand Haven	<b>State/Province</b>	MI	<b>Country of Residence <sup>i</sup></b>	US

<b>Mailing Address of Inventor:</b>					
<b>Address 1</b>		10500 Stump Street			
<b>Address 2</b>					
<b>City</b>	Grand Haven	<b>State/Province</b>	MI		
<b>Postal Code</b>	49417	<b>Country <sup>1</sup></b>	US		

All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the **Add** button.

## Correspondence Information:

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below. For further information see 37 CFR 1.33(a).

1003-1740

<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
		Application Number	
Title of Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM		

An Address is being provided for the correspondence information of this application.

Customer Number	15671		
Email Address	flory@glbf.com	<input type="button" value="Add Email"/>	<input type="button" value="Remove Email"/>

### Application Information:

Title of the Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM		
Attorney Docket Number	MAG04 P-1943	Small Entity Status Claimed	<input type="checkbox"/>
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Suggested Class (if any)		Sub Class (if any)	
Suggested Technology Center (if any)			
Total Number of Drawing Sheets (if any)	25	Suggested Figure for Publication (if any)	

### Publication Information:

Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)

**Request Not to Publish.** I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application **has not and will not** be the subject of an application filed in another country, or under a multilateral international agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

### Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32). Either enter Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the customer number will be used for the Representative Information during processing.

Please Select One:	<input checked="" type="radio"/> Customer Number	<input type="radio"/> US Patent Practitioner	<input type="radio"/> Limited Recognition (37 CFR 11.9)
Customer Number	15671		

### Domestic Benefit/National Stage Information:

This section allows for the applicant to either claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, or 365(c) or indicate National Stage entry from a PCT application. Providing this information in the application data sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78.

Prior Application Status	Pending	<input type="button" value="Remove"/>	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
	Continuation of	13525763	2012-06-18

1003-1741

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943		
		Application Number			
Title of Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM				
Prior Application Status	Patented			<input type="button" value="Remove"/>	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
13525763	Continuation of	13351098	2012-01-16	8203440	2012-06-19
Prior Application Status	Patented			<input type="button" value="Remove"/>	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
13351098	Continuation of	11074521	2005-03-08	8098142	2012-01-17
Prior Application Status	Patented			<input type="button" value="Remove"/>	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
11074521	Continuation of	10940700	2004-09-14	6953253	2005-10-11
Prior Application Status	Patented			<input type="button" value="Remove"/>	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
10940700	Continuation of	10372873	2003-02-24	6802617	2004-10-12
Prior Application Status	Patented			<input type="button" value="Remove"/>	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
10372873	Continuation of	09975232	2001-10-11	6523964	2003-02-25
Prior Application Status	Patented			<input type="button" value="Remove"/>	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
09975232	Continuation of	09227344	1999-01-08	6302545	2001-10-16
Prior Application Status	Patented			<input type="button" value="Remove"/>	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Patent Number	Issue Date (YYYY-MM-DD)
09227344	Continuation of	08478093	1995-06-07	5877897	1999-03-02
Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the <b>Add</b> button.					<input type="button" value="Add"/>

## Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim benefit of foreign priority and to identify any prior foreign application for which priority is not claimed. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55(a).			
			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Country <sup>i</sup>	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Priority Claimed
			<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No
Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the <b>Add</b> button.			<input type="button" value="Add"/>

<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>	Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
	Application Number	
Title of Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM	

## Authorization to Permit Access:

<input type="checkbox"/> Authorization to Permit Access to the Instant Application by the Participating Offices
<p>If checked, the undersigned hereby grants the USPTO authority to provide the European Patent Office (EPO), the Japan Patent Office (JPO), the Korean Intellectual Property Office (KIPO), the World Intellectual Property Office (WIPO), and any other intellectual property offices in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed access to the instant patent application. See 37 CFR 1.14(c) and (h). This box should not be checked if the applicant does not wish the EPO, JPO, KIPO, WIPO, or other intellectual property office in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed to have access to the instant patent application.</p> <p>In accordance with 37 CFR 1.14(h)(3), access will be provided to a copy of the instant patent application with respect to: 1) the instant patent application-as-filed; 2) any foreign application to which the instant patent application claims priority under 35 U.S.C. 119(a)-(d) if a copy of the foreign application that satisfies the certified copy requirement of 37 CFR 1.55 has been filed in the instant patent application; and 3) any U.S. application-as-filed from which benefit is sought in the instant patent application.</p> <p>In accordance with 37 CFR 1.14(c), access may be provided to information concerning the date of filing this Authorization.</p>

## Applicant Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.	
<b>Applicant 1</b>	
<p>If the applicant is the inventor (or the remaining joint inventor or inventors under 37 CFR 1.45), this section should not be completed. The information to be provided in this section is the name and address of the legal representative who is the applicant under 37 CFR 1.43; or the name and address of the assignee, person to whom the inventor is under an obligation to assign the invention, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest in the matter who is the applicant under 37 CFR 1.46. If the applicant is an applicant under 37 CFR 1.46 (assignee, person to whom the inventor is obligated to assign, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest) together with one or more joint inventors, then the joint inventor or inventors who are also the applicant should be identified in this section.</p>	
<input type="button" value="Remove"/>	
<input checked="" type="radio"/> Assignee	<input type="radio"/> Legal Representative under 35 U.S.C. 117
<input type="radio"/> Person to whom the inventor is obligated to assign.	<input type="radio"/> Person who shows sufficient proprietary interest
If applicant is the legal representative, indicate the authority to file the patent application, the inventor is:	
Name of the Deceased or Legally Incapacitated Inventor : <input type="text"/>	
If the Assignee is an Organization check here. <input checked="" type="checkbox"/>	
Organization Name	Donnelly Corporation



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

<b>Application Data Sheet 37 CFR 1.76</b>		Attorney Docket Number	MAG04 P-1943
		Application Number	
Title of Invention	VEHICULAR VISION SYSTEM		

<b>Mailing Address Information:</b>			
Address 1	49 W. Third Street		
Address 2			
City	Holland	State/Province	MI
Country i	US	Postal Code	49423
Phone Number		Fax Number	
Email Address			

Additional Applicant Data may be generated within this form by selecting the Add button.

Add

**Signature:**

Remove

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications					
Signature	/taf/			Date (YYYY-MM-DD)	2012-11-19
First Name	Timothy	Last Name	Flory	Registration Number	42540
Additional Signature may be generated within this form by selecting the Add button.					Add

This collection of information is required by 37 CFR 1.76. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 23 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application data sheet form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

# Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.