



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 NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
14/857,756	09/17/2015	TATSURO IWASAKI	075559.00479

CONFIRMATION NO. 4117

POA ACCEPTANCE LETTER

26712
HODGSON RUSS LLP
THE GUARANTY BUILDING
140 PEARL STREET
SUITE 100
BUFFALO, NY 14202-4040



Date Mailed: 05/03/2019

NOTICE OF ACCEPTANCE OF POWER OF ATTORNEY

This is in response to the Power of Attorney filed 04/30/2019.

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.

Questions about the contents of this notice and the requirements it sets forth should be directed to the Office of Data Management, Application Assistance Unit, at (571) 272-4000 or (571) 272-4200 or 1-888-786-0101.

/mbeyene/



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 NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
14/857,756	09/17/2015	TATSURO IWASAKI	59779-US-210-PCT(CA)

CONFIRMATION NO. 4117

POWER OF ATTORNEY NOTICE

31561
JCIPRNET
P.O. Box 600 Taipei Guting
Taipei City, 10099
TAIWAN



Date Mailed: 05/03/2019

NOTICE REGARDING CHANGE OF POWER OF ATTORNEY

This is in response to the Power of Attorney filed 04/30/2019.

- The Power of Attorney to you in this application has been revoked by the assignee who has intervenered as provided by 37 CFR 3.71. Future correspondence will be mailed to the new address of record(37 CFR 1.33).

Questions about the contents of this notice and the requirements it sets forth should be directed to the Office of Data Management, Application Assistance Unit, at (571) 272-4000 or (571) 272-4200 or 1-888-786-0101.

/mbeyene/

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.

TRANSMITTAL FOR POWER OF ATTORNEY TO ONE OR MORE REGISTERED PRACTITIONERS

NOTE: This form is to be submitted with the Power of Attorney by Applicant form (PTO/AIA/82B) to identify the application to which the Power of Attorney is directed, in accordance with 37 CFR 1.5, unless the application number and filing date are identified in the Power of Attorney by Applicant form. If neither form PTO/AIA/82A nor form PTO/AIA82B identifies the application to which the Power of Attorney is directed, the Power of Attorney will not be recognized in the application.

Application Number	14/857,756
Filing Date	September 17, 2015
First Named Inventor	TATSURO IWASAKI
Title	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS
Art Unit	2872
Examiner Name	LESTER, EVELYN A
Attorney Docket Number	075559.00479

SIGNATURE of Applicant or Patent Practitioner			
Signature	/charles s rauch/	Date (Optional)	
Name	Charles S. Rauch	Registration Number	67072
Title (if Applicant is a juristic entity)			
Applicant Name (if Applicant is a juristic entity)			

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4(d) for signature requirements and certifications. If more than one applicant, use multiple forms.

*Total of _____ forms are submitted.

This collection of information is required by 37 CFR 1.131, 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 person is required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number

POWER OF ATTORNEY TO PROSECUTE APPLICATIONS BEFORE THE USPTO

I hereby revoke all previous powers of attorney given in the application identified in the attached statement under 37 CFR 3.73(c).

I hereby appoint:

Practitioners associated with Customer Number: 26712

OR

Practitioner(s) named below (if more than ten patent practitioners are to be named, then a customer number must be used):

Name	Registration Number	Name	Registration Number

As attorney(s) or agent(s) to represent the undersigned before the United States Patent and Trademark Office (USPTO) in connection with any and all patent applications assigned only to the undersigned according to the USPTO assignment records or assignment documents attached to this form in accordance with 37 CFR 3.73(c).

Please change the correspondence address for the application identified in the attached statement under 37 CFR 3.73(c) to:

The address associated with Customer Number:

OR

Firm or individual name

Address

City State Zip

Country

Telephone Email

Assignee name and address: NANCHANG O-FILM OPTICAL-ELECTRONIC TECH CO., LTD.
 East of Dingxiang Road, North of Longtan Ditch, Nanchang Economic and Technological Development District, Jiangxi 330013, China

A copy of this form, together with a statement under 37 CFR 3.73(c) (Form PTO/AIA/96 or equivalent) is required to be filed in each application in which this form is used. The statement under 37 CFR 3.73(c) may be completed by one of the practitioners appointed in this form, and must identify the application in which this Power of Attorney is to be filed.

SIGNATURE of Assignee of Record

The individual whose signature and title is supplied below is authorized to act on behalf of the assignee.

Signature	Date
Name Wei ZHAO	Telephone
Title President	

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 update (and by the USPTO to process) the file of a patent or reexamination proceeding. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 18 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.

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	35872235
Application Number:	14857756
International Application Number:	
Confirmation Number:	4117
Title of Invention:	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS
First Named Inventor/Applicant Name:	TATSURO IWASAKI
Customer Number:	31561
Filer:	Charles S. Rauch/Blair Andrews
Filer Authorized By:	Charles S. Rauch
Attorney Docket Number:	59779-US-210-PCT(CA)
Receipt Date:	30-APR-2019
Filing Date:	17-SEP-2015
Time Stamp:	12:29:54
Application Type:	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	Assignee showing of ownership per 37 CFR 3.73	14857756-3-73c.pdf	121617 47423ae0e50391a2a638fbf6964cbbf8ec66f215	no	3

Warnings:

Information:					
2	Power of Attorney	14857756-POA.pdf	376392	no	2
			a32648e48e6a6a1ee424df10debc185328b bd07a		
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			498009		
<p>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.</p> <p><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> 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><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> 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><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> 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>					

STATEMENT UNDER 37 CFR 3.73(c)Applicant/Patent Owner: NANCHANG O-FILM OPTICAL-ELECTRONIC TECH CO., LTD.Application No./Patent No.: 14/857,756 Filed/Issue Date: September 17, 2015Titled: IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENSNANCHANG O-FILM OPTICAL-ELECTRONIC TECH CO., LTD., a corporation

(Name of Assignee)

(Type of Assignee, e.g., corporation, partnership, university, government agency, etc.)

states that, for the patent application/patent identified above, it is (choose **one** of options 1, 2, 3 or 4 below):

1. The assignee of the entire right, title, and interest.
2. An assignee of less than the entire right, title, and interest (check applicable box):
- The extent (by percentage) of its ownership interest is _____%. Additional Statement(s) by the owners holding the balance of the interest must be submitted to account for 100% of the ownership interest.
- There are unspecified percentages of ownership. The other parties, including inventors, who together own the entire right, title and interest are:

Additional Statement(s) by the owner(s) holding the balance of the interest must be submitted to account for the entire right, title, and interest.

3. The assignee of an undivided interest in the entirety (a complete assignment from one of the joint inventors was made). The other parties, including inventors, who together own the entire right, title, and interest are:

Additional Statement(s) by the owner(s) holding the balance of the interest must be submitted to account for the entire right, title, and interest.

4. The recipient, via a court proceeding or the like (e.g., bankruptcy, probate), of an undivided interest in the entirety (a complete transfer of ownership interest was made). The certified document(s) showing the transfer is attached.

The interest identified in option 1, 2 or 3 above (not option 4) is evidenced by either (choose **one** of options A or B below):

- 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 _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

- B. A chain of title from the inventor(s), of the patent application/patent identified above, to the current assignee as follows:

1. From: IWASAKI, TATSURO and KISHINE, YASUNOBU To: FUJIFILM CORPORATIONThe document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at
Reel 036652, Frame 0078, or for which a copy thereof is attached.2. From: FUJIFILM CORPORATION To: NANCHANG O-FILM OPTICAL-ELECTRONIC TECH CO., LTD.The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at
Reel 048045, Frame 0443, or for which a copy thereof is attached.

[Page 1 of 2]

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.

STATEMENT UNDER 37 CFR 3.73(c)

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.

4. 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.

5. 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.

6. 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(c)(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.

/charles s rauch/ _____

2019-04-30 _____

Signature

Date

Charles S. Rauch _____

67072 _____

Printed or Typed Name

Title or Registration Number

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.



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., ISSUE DATE, PATENT NO., ATTORNEY DOCKET NO., CONFIRMATION NO.
Row 1: 14/857,756, 06/13/2017, 9678310, 59779-US-210-PCT(CA), 4117

31561 7590 05/24/2017
JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
7 FLOOR-1, NO. 100
ROOSEVELT ROAD, SECTION 2
TAIPEI, 100
TAIWAN

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):

TATSURO IWASAKI, SAITAMA, JAPAN;
FUJIFILM Corporation, TOKYO, JAPAN;
YASUNOBU KISHINE, SAITAMA, JAPAN;

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.

Document Description: Issue Fee Payment (PTO-85B)

Issue Fee Transmittal Form

Application Number	Filing Date	First Named Inventor	Atty. Docket No.	Confirmation No.
14857756	17-Sep-2015	TATSURO IWASAKI	59779-US-859-PCT(CA)	4117

TITLE OF INVENTION :

IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS

Entity Status	Application Type	Art Unit	Class - Subclass	EXAMINER
Regular Undiscounted	Utility under 35 USC 111(a)	2872	714000	EVELYN LESTER
Issue Fee Due	Publication Due	Total Fee(s) Due	Date Due	Prev. Paid Fee
\$960	\$0	\$960	16-May-2017	\$0

1.Change of Correspondence Address and/or Indication Of Fee Address (37 CFR 1.33 & 1.363)

Current Correspondence Address:	Current Indicated Fee Address :
31561 JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE 7 FLOOR-1, NO. 100 ROOSEVELT ROAD, SECTION 2 TAIPEI 100 TAIWAN 8775045885,EXT 1 Belinda@JCIPGROUP.COM	
<input type="checkbox"/> Change of correspondence address requested, system generated AIA/122-EFS form attached	<input type="checkbox"/> Fee Address indication requested, system generated SB/47-EFS form attached

2.Entity Status**Change in Entity Status**

Applicant certifying micro entity status; system generated Micro Entity certification form attached. See 37 CFR 1.29.

Note: Absent a valid certification of micro entity status, issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment. If this box is checked, you will be prompted to choose a micro entity status on the gross income basis (37 CFR 1.29(a)) or the institution of higher education basis (37 CFR 1.29(d)), and make the applicable certification online.

Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27.

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.

Applicant changing to regular undiscounted fee status.

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

Document Description: Issue Fee Payment (PTO-85B)

3.The Following Fee(s) Are Submitted:

Issue Fee

I authorize USPTO to apply my previously paid issue fee to the current fees due

Publication Fee

The Director is hereby authorized to apply my previously paid issue fee to the current fee due and to charge deficient fees to Deposit Account Number _____

Advance Order - # of copies _____

If **in addition to** the payment of the issue fee amount submitted with this form, there are any discrepancies in any amount(s) due, the Director is authorized to charge any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number 50-2620.
 The issue fee must be submitted with this form. If payment of the issue fee does not accompany this form, checking this box and providing a deposit account number will NOT be effective to satisfy full payment of the fee(s) due.

4.Firm and/or Attorney Names To Be Printed

NOTE: If no name is listed, no name will be printed
 For printing on the patent front page, list to be displayed as entered

1. Jianq Chyun IP Office

2.

3.

5.Assignee Name(s) and Residence Data To Be Printed

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.

Name	City	State	Country	Category
FUJIFILM Corporation	Tokyo		japan	corporation

6.Signature

I certify, in accordance with 37 CFR 1.4(d)(4) that I am an attorney or agent registered to practice before the Patent and Trademark Office who has filed and has been granted power of attorney in this application. I also certify that this Fee(s) Transmittal form is being transmitted to the USPTO via EFS-WEB on the date indicated below.

Signature	/Belinda Lee/	Date	05-03-2017
Name	Belinda Lee	Registration Number	46863

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	14857756			
Filing Date:	17-Sep-2015			
Title of Invention:	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS			
First Named Inventor/Applicant Name:	TATSURO IWASAKI			
Filer:	Belinda Lee			
Attorney Docket Number:	59779-US-859-PCT(CA)			
Filed as Large Entity				
Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)				
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
UTILITY APPL ISSUE FEE	1501	1	960	960
PUBL. FEE- EARLY, VOLUNTARY, OR NORMAL	1504	1	0	0
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
Total in USD (\$)				960

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	29098979
Application Number:	14857756
International Application Number:	
Confirmation Number:	4117
Title of Invention:	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS
First Named Inventor/Applicant Name:	TATSURO IWASAKI
Customer Number:	31561
Filer:	Belinda Lee
Filer Authorized By:	
Attorney Docket Number:	59779-US-859-PCT(CA)
Receipt Date:	08-MAY-2017
Filing Date:	17-SEP-2015
Time Stamp:	23:59:05
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	DA
Payment was successfully received in RAM	\$960
RAM confirmation Number	050917INTEFSW00008325502620
Deposit Account	
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

--	--	--	--	--	--

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Issue Fee Payment (PTO-85B)	Web85b.pdf	46246	no	2
			9b3645578aeeaf131f352dcee18bbdb2b34bcd		

Warnings:

Information:

2	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	32180	no	2
			8b6e6f4247e40419e1e25de0b2e4d97bc85242bf		

Warnings:

Information:

Total Files Size (in bytes):	78426
-------------------------------------	-------

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.



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

NOTICE OF ALLOWANCE AND FEE(S) DUE

31561 7590 02/16/2017
JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
7 FLOOR-1, NO. 100
ROOSEVELT ROAD, SECTION 2
TAIPEI, 100
TAIWAN

EXAMINER

LESTER, EVELYN A

ART UNIT PAPER NUMBER

2872

DATE MAILED: 02/16/2017

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

14/857,756 09/17/2015 TATSURO IWASAKI 59779-US-859-PCT(CA) 4117

TITLE OF INVENTION: IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS

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 \$960 \$0 \$0 \$960 05/16/2017

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)

31561 7590 02/16/2017
JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
 7 FLOOR-1, NO. 100
 ROOSEVELT ROAD, SECTION 2
 TAIPEI, 100
 TAIWAN

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.
14/857,756	09/17/2015	TATSURO IWASAKI	59779-US-859-PCT(CA)	4117

TITLE OF INVENTION: IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	\$960	\$0	\$0	\$960	05/16/2017

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
LESTER, EVELYN A	2872	359-714000

<p>1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).</p> <p><input type="checkbox"/> Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.</p> <p><input type="checkbox"/> "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. Use of a Customer Number is required.</p>	<p>2. For printing on the patent front page, list</p> <p>(1) The names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively, 1 _____</p> <p>(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. 2 _____</p> <p>3 _____</p>
---	---

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

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

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 forms 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: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.31 and 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Authorized Signature _____	Date _____
Typed or printed name _____	Registration No. _____



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.
14/857,756 09/17/2015 TATSURO IWASAKI 59779-US-859-PCT(CA) 4117

31561 7590 02/16/2017
JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
7 FLOOR-1, NO. 100
ROOSEVELT ROAD, SECTION 2
TAIPEI, 100
TAIWAN

EXAMINER

LESTER, EVELYN A

ART UNIT PAPER NUMBER

2872

DATE MAILED: 02/16/2017

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

The Office has discontinued providing a Patent Term Adjustment (PTA) calculation with the Notice of Allowance.

Section 1(h)(2) of the AIA Technical Corrections Act amended 35 U.S.C. 154(b)(3)(B)(i) to eliminate the requirement that the Office provide a patent term adjustment determination with the notice of allowance. See Revisions to Patent Term Adjustment, 78 Fed. Reg. 19416, 19417 (Apr. 1, 2013). Therefore, the Office is no longer providing an initial patent term adjustment determination with the notice of allowance. The Office will continue to provide a patent term adjustment determination with the Issue Notification Letter that is mailed to applicant approximately three weeks prior to the issue date of the patent, and will include the patent term adjustment on the patent. Any request for reconsideration of the patent term adjustment determination (or reinstatement of patent term adjustment) should follow the process outlined in 37 CFR 1.705.

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.

OMB Clearance and PRA Burden Statement for PTOL-85 Part B

The Paperwork Reduction Act (PRA) of 1995 requires Federal agencies to obtain Office of Management and Budget approval before requesting most types of information from the public. When OMB approves an agency request to collect information from the public, OMB (i) provides a valid OMB Control Number and expiration date for the agency to display on the instrument that will be used to collect the information and (ii) requires the agency to inform the public about the OMB Control Number's legal significance in accordance with 5 CFR 1320.5(b).

The information collected by PTOL-85 Part B 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.

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.

Notice of Allowability	Application No. 14/857,756	Applicant(s) IWASAKI ET AL.	
	Examiner EVELYN A. LESTER	Art Unit 2872	AIA (First Inventor to File) Status Yes

-- 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 amendment filed on 12-29-16.
 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 1-3 and 5-18. 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 or send an inquiry to 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"> 1. <input type="checkbox"/> Notice of References Cited (PTO-892) 2. <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statements (PTO/SB/08),
Paper No./Mail Date _____ 3. <input type="checkbox"/> Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit
of Biological Material 4. <input type="checkbox"/> Interview Summary (PTO-413),
Paper No./Mail Date _____. | <ol style="list-style-type: none"> 5. <input type="checkbox"/> Examiner's Amendment/Comment 6. <input checked="" type="checkbox"/> Examiner's Statement of Reasons for Allowance 7. <input type="checkbox"/> Other _____. |
|--|--|

/EVELYN A. LESTER/
Primary Examiner, Art Unit 2872

The present application, filed on or after March 16, 2013, is being examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

REASONS FOR ALLOWANCE

1. The following is an examiner's statement of reasons for allowance:

The prior art does not show or fairly suggest the claimed invention of an imaging lens having the claimed structure and claimed limitations, wherein a rejection under 35 USC 102 or 103 would be improper. Please particularly note the combination of claimed elements and claimed limitations, including the reasons for indicating allowable subject matter given in the office action on page 3, paragraphs 3-5. Also noting the amendments to claims 3 and 5, the cancellation of claim 4, and the accompanying remarks, all filed on 12-19-16. Therefore, in light of the Applicants' arguments and/or amendments, the claimed invention is considered to be in condition for allowance as being novel and nonobvious over the prior art.

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

2. Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to EVELYN A. LESTER whose telephone number is

Application/Control Number: 14/857,756
Art Unit: 2872

Page 3


(571)272-2332. The examiner can normally be reached on M-F, subject to an increased flex schedule.

Examiner interviews are available via telephone, in-person, and video conferencing using a USPTO supplied web-based collaboration tool. To schedule an interview, applicant is encouraged to use the USPTO Automated Interview Request (AIR) at <http://www.uspto.gov/interviewpractice>.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Ricky L. Mack can be reached on (571) 272-2333. 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.

/EVELYN A. LESTER/
Primary Examiner
Art Unit 2872

Search Notes 	Application/Control No. 14857756	Applicant(s)/Patent Under Reexamination IWASAKI ET AL.
	Examiner EVELYN A LESTER	Art Unit 2872

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner
G02B 13/0045; G02B 9/60; G02B 27/0025; G02B 13/18; G02B 5/005; G02B 13/002; G02B 13/004; G02B 9/34.	10-3-16	EAL
Update the above from 10-01-16.	2-7-17	EAL

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
359	714, 715,739, 740, 763, 764,773	10-3-16	EAL
Update the above	from 10-1-16.	2-7-17	EAL

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
EAST Search: USPAT, US-PGPUB, JPO, EPO, DERWENT, IBM-TDB.	10-3-16	EAL
Same as the above crossed with the classification search.	10-3-16	EAL
Same EAST search crossed with the classification search for Interfernece search.	2-7-17	EAL

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner
Same as for the	CPC and USPC searches; crossed with a text search; see search strategy for details.	10-3-16	EAL
Same as the above	for the CPC and USPC, crossed with a text search; see search strategy for details.	2-7-17	EAL


	/EVELYN A LESTER/ Primary Examiner.Art Unit 2872
--	---

EAST Search History**EAST Search History (Interference)**

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L8	6702	((G02B13/0045 OR G02B9/60 OR G02B27/0025 OR G02B13/18 OR G02B5/005 OR G02B13/002).CPC.)	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:14
L9	2317	359/714,739,740,763,764.ccls.	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:14
L10	61959	meniscus	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:15
L11	219244	convex with concave	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:15
L12	574157	image with object	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:15
L13	40682	imaging adj2 lens\$2	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:15
L14	2087	L10 and L11 and L12 and L13	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:15
L15	855	8 and 14	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:15
L16	317	9 and 14	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:15
L17	3614	(imaging near3 lens\$2).ti.	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:15
L18	915	15 or 16	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:16
L19	656	17 and 18	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2017/02/06 17:16

2/ 6/ 2017 5:16:50 PM


C:\Users\elester\Documents\EAST\Workspaces\14857756.wsp

Issue Classification 	Application/Control No. 14857756	Applicant(s)/Patent Under Reexamination IWASAKI ET AL.	
	Examiner EVELYN A LESTER	Art Unit 2872	

CPC					
Symbol				Type	Version
G02B	13		0045	F	2013-01-01
G02B	13		18	A	2013-01-01
G02B	13		002	A	2013-01-01
G02B	9		34	I	2013-01-01
G02B	9		60	I	2013-01-01
G02B	9		62	I	2013-01-01
G02B	13		004	I	2013-01-01
G02B	5		005	I	2013-01-01
G02B	27		0025	I	2013-01-01


CPC Combination Sets				
Symbol	Type	Set	Ranking	Version

NONE		Total Claims Allowed:	
(Assistant Examiner)	(Date)	17	
/EVELYN A LESTER/ Primary Examiner.Art Unit 2872	2-7-17	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	1

Issue Classification 	Application/Control No. 14857756	Applicant(s)/Patent Under Reexamination IWASAKI ET AL.
	Examiner EVELYN A LESTER	Art Unit 2872

US ORIGINAL CLASSIFICATION						INTERNATIONAL CLASSIFICATION											
CLASS		SUBCLASS				CLAIMED				NON-CLAIMED							
359		714				G	0	2	B	13 / 18 (2006.01.01)							
CROSS REFERENCE(S)						G	0	2	B	9 / 64 (2006.01.01)							
CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)																
359	715	739	740	763	764												
359	773																

NONE		Total Claims Allowed:	
		17	
(Assistant Examiner)	(Date)	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
/EVELYN A LESTER/ Primary Examiner. Art Unit 2872	2-7-17	1	1
(Primary Examiner)	(Date)		

Issue Classification 	Application/Control No. 14857756	Applicant(s)/Patent Under Reexamination IWASAKI ET AL.
	Examiner EVELYN A LESTER	Art Unit 2872

<input type="checkbox"/> Claims renumbered in the same order as presented by applicant		<input type="checkbox"/> CPA		<input type="checkbox"/> T.D.		<input type="checkbox"/> R.1.47									
Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original
1	1	14	17												
13	2	17	18												
15	3														
	4														
16	5														
2	6														
3	7														
4	8														
5	9														
6	10														
7	11														
8	12														
9	13														
10	14														
11	15														
12	16														

NONE		Total Claims Allowed:	
(Assistant Examiner)	(Date)	17	
/EVELYN A LESTER/ Primary Examiner.Art Unit 2872	2-7-17	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	1

Customer No.: 31561
Docket No.: 59779-US-859-PCT(CA)
Application No.: 14/857,756

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Examiner: LESTER, EVELYN A

Group Art Unit: 2872

In re PATENT APPLICATION of
Applicant : FUJIFILM CORPORATION)
Serial No. : 14/857,756)
Filed : September 17, 2015) AMENDMENT
For : IMAGING LENS AND)
IMAGING APPARATUS)
EQUIPPED WITH THE)
IMAGING LENS)
) Attorney Docket:
59779-US-859-PCT(CA)

The Commissioner is authorized to charge any fees required in connection with the filing of this paper to account No. 50-2620 (Order No.: 59779-US-859-PCT(CA)).

AMENDMENT AND RESPONSE TO OFFICE ACTION

United States Patent and Trademark Office
Customer Service Window
Mail Stop Amendment
Randolph Building
401 Dulany Street
Alexandria, VA 22314

Dear Sir:

The Office Action electronically delivered on October 06, 2016, has been carefully considered. In response thereto, please consider the following amendments and remarks.

AMENDMENTS

In the Claims:

1. (Original) An imaging lens consisting of five lenses, including, in order from the object side to the image side:

a first lens having a positive refractive power;

a second lens having a negative refractive power;

a third lens having a positive refractive power;

a fourth lens having a negative refractive power; and

a fifth lens having a negative refractive power;

an aperture stop being positioned at the object side of the surface toward the object side of the first lens; and

the conditional formulae below being satisfied:

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f/fl < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03\text{mm} < f < 5.16\text{mm} \quad (3)$$

$$1.0\text{mm} < fl < 3.0\text{mm} \quad (4)$$

wherein f is the focal length of the entire lens system, fl is the focal length of the first lens, and TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side in the case that the portion corresponding to back focus is an air converted length.

2. (Original) An imaging lens consisting of four lenses, including, in order from the object side to the image side:

a first lens having a positive refractive power;

a second lens having a negative refractive power;
a third lens having a positive refractive power; and
a fourth lens having a negative refractive power;
an aperture stop being positioned at the object side of the surface toward the object side
of the first lens; and

the conditional formulae below being satisfied:

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f/f_1 < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03\text{mm} < f < 5.16\text{mm} \quad (3)$$

$$1.0\text{mm} < f_1 < 3.0\text{mm} \quad (4)$$

wherein f is the focal length of the entire lens system, f_1 is the focal length of the first lens, and TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side in the case that the portion corresponding to back focus is an air converted length.

3. (Currently amended) An imaging lens consisting of ~~at least four~~ six lenses, including, in order from the object side to the image side:

a first lens having a positive refractive power;
a second lens having a negative refractive power; and
~~a plurality of other~~ four lenses;
an aperture stop being positioned at the object side of the surface toward the object side
of the first lens; and

the conditional formulae below being satisfied:

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f/f_1 < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03 \text{mm} < f < 5.16 \text{mm} \quad (3)$$

$$1.0 \text{mm} < f_1 < 3.0 \text{mm} \quad (4)$$

$$0.004 < D_a/f < 0.040 \quad (5-1)$$

wherein f is the focal length of the entire lens system, f_1 is the focal length of the first lens, TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side in the case that the portion corresponding to back focus is an air converted length, and D_a is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.

4. (Cancelled)

5. (Currently amended) An imaging lens as defined in Claim 3, wherein the ~~plurality of other four lenses consist of four lenses~~, which are, in order from the object side to the image side:

- a third lens having a negative refractive power;
- a fourth lens having a positive refractive power;
- a fifth lens having a positive refractive power; and
- a sixth lens having a negative refractive power.

6. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula below is further satisfied:

$$0.003 < D_a/f < 0.050 \quad (5)$$

wherein D_a is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.

7. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, wherein:

the surface of the second lens toward the image side is a concave surface.

8. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, wherein:

a second negative lens from the object side from among negative lenses within the entire lens system has a concave surface toward the object side.

9. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, wherein:

the lens most toward the image side to be a negative lens has a concave surface toward the image side.

10. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, wherein:

the surface toward the image side of the lens most toward the image side is an aspherical surface having an inflection point, which is concave in the vicinity of the optical axis.

11. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula below is further satisfied:

$$0.9 < TL/f < 1.0 \quad (1-1).$$

12. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula below is further satisfied:

$$1.2 < f/f_1 < 2.5 \quad (2-1).$$

13. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula below is further satisfied:

$$1.7 < f/f_1 < 2.0 \quad (2-2).$$

14. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula below is further satisfied:

$$0.004 < D_a/f < 0.040 \quad (5-1)$$

wherein D_a is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.

15. (Original) An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula below is further satisfied:

$$0.005 < D_a/f < 0.030 \quad (5-2)$$

wherein D_a is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.

16. (Original) An imaging apparatus comprising the imaging lens as defined in Claim 1.

17. (Original) An imaging apparatus comprising the imaging lens as defined in Claim 2.

18. (Original) An imaging apparatus comprising the imaging lens as defined in Claim 3.

REMARKS

Present Status of the Application

The Office action electronically delivered on October 06, 2016, has been received and carefully noted. The following amendments and remarks are submitted as a full and complete response to the Office action.

In the Office Action, claims 3, 4, 5 and 18 are rejected under 35 U.S.C 112(b) or 35 U.S.C 112 (pre-AIA), second paragraph, as being indefinite for failing to particularly point out and distinctly claim the subject matter which the inventor or a joint inventor, or for pre-AIA the applicant regards as the invention.

The preamble of claim 3 recites the claim language of “An imaging lens consisting of at least four lenses,” which is considered to be indefinite because the phrase “consisting of” is closed claim language. To recite that the claimed invention “consists of” and then recite “at least four lenses” and then on line further recite “a plurality of other lenses” is open claim language combined with the closed phrase of “consisting of”, is indefinite. If the claim language were to be amended to read “comprising of” would not be indefinite, however, it should be noted that the disclosure for the claimed invention only provides for five lens elements for the imaging lens, at most.

With respect to claims 4, 5 and 18, these claims depend from claim 3 and therefore incorporate the same indefiniteness.

Claims 1, 2 and 6-17 are allowed.

It is unclear whether claim 3 would be allowable if rewritten or amended to overcome the rejection(s) under 35 U.S.C 112 (b) or 35 U.S.C 112 (pre-AIA), second

paragraph, set forth in this Office action. Therefore, claims 3-5 and 18 are not indicated as having allowable subject matter at this time.

In response thereto, the Applicant has amended claim 3 and claim 5 at least based on the contents “the plurality of other lenses consist of four lenses” recited in claim 5, FIG. 4, Table 7 and page 8, lines 7-13 of EXAMPLE 4 of the application. Claim 4 is cancelled accordingly. And, the Applicant provides the following remarks. The Applicant respectfully submits that the presently pending claims are all in condition for allowance. Reconsideration and withdrawal of the claim rejections are respectfully requested.

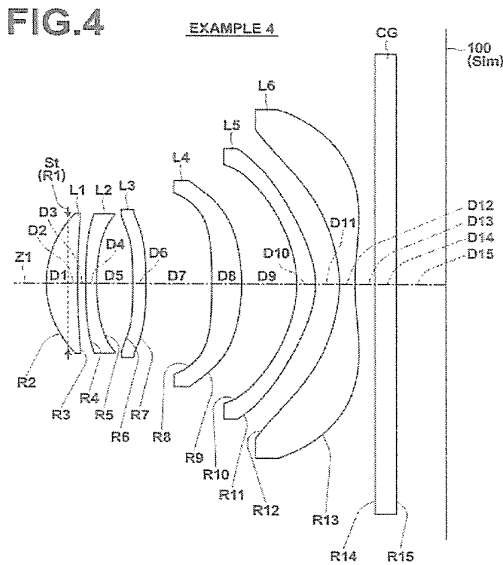
Claim Rejections - under 35 U.S.C. 112

Claims 3, 4, 5 and 18 are rejected under 35 U.S.C 112(b) or 35 U.S.C 112 (pre-AIA), second paragraph, as being indefinite for failing to particularly point out and distinctly claim the subject matter which the inventor or a joint inventor, or for pre-AIA the applicant regards as the invention.

The preamble of claim 3 recites the claim language of “An imaging lens consisting of at least four lenses,” which is considered to be indefinite because the phrase “consisting of” is closed claim language. To recite that the claimed invention “consists of” and then recite “at least four lenses” and then on line further recite “a plurality of other lenses” is open claim language combined with the closed phrase of “consisting of”, is indefinite. If the claim language were to be amended to read “comprising of” would not be indefinite, however, it should be noted that the disclosure for the claimed invention only provides for five lens elements for the imaging lens, at most.

With respect to claims 4, 5 and 18, these claims depend from claim 3 and therefore incorporate the same indefiniteness.

(1) The Applicant has amended claim 3 and claim 5 at least based on the contents “the plurality of other lenses consist of four lenses” recited in claim 5, FIG. 4, Table 7 and page 8, lines 7-13 of EXAMPLE 4 of the application.



[FIG. 4 of the application]

Example 4

[Table 7]

$f=4.00$, $Fno.=2.8$, $2\omega=71.2$, $TL=3.89$

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1 (aperture stop)	∞	-0.210000		
*2	1.152778	0.303593	1.51	56.8
*3	10.159658	0.077275		
*4	6.219245	0.104330	1.65	21.4
*5	2.353031	0.354965		
*6	-8.266512	0.123829	1.63	23.8
*7	-9.893200	0.643763		
*8	-7.130996	0.292307	1.54	55.9
*9	-2.086276	0.534767		
*10	-1.378463	0.183911	1.54	55.9
*11	-0.920547	0.233322		
*12	-1.368934	0.148256	1.54	55.9
*13	2.390504	0.197715		
14	∞	0.210000	1.52	64.2
15	∞	0.483000		
16 (imaging surface)	∞			

*: aspherical surface

[Table 7 of the application]

From the above technical contents of the application, the imaging lens is consisting of six lenses (L1~L6), which are “the first lens (L1)”, “the second lens (L2)”, and “four lens (L3~L6)”.

Therefore, the Applicant has amended claim 3 and claim 5 as follows for **making the amended claim 3 and claim 5 become definite,**

“3. *An imaging lens consisting of six lenses*, including, in order from the object side to the image side:

a first lens having a positive refractive power;

a second lens having a negative refractive power; and

four lenses;

an aperture stop being positioned at the object side of the surface toward the object side of the first lens; and

the conditional formulae below being satisfied:

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f/f_1 < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03\text{mm} < f < 5.16\text{mm} \quad (3)$$

$$1.0\text{mm} < f_1 < 3.0\text{mm} \quad (4)$$

$$0.004 < D_a/f < 0.040 \quad (5-1)$$

wherein f is the focal length of the entire lens system, f_1 is the focal length of the first lens, TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side in the case that the portion corresponding to back focus is an air converted length, and D_a is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.” **(Emphasis Added)**

“5. An imaging lens as defined in Claim 3, wherein *the four lenses*, which are, in order from the object side to the image side:

- a third lens having a negative refractive power;
- a fourth lens having a positive refractive power;
- a fifth lens having a positive refractive power; and
- a sixth lens having a negative refractive power.” **(Emphasis Added)**

(2) Claim 4 is cancelled accordingly.

(3) In the Office Action (see Page 2), the Examiner mentioned, “*however, it should be noted that the disclosure for the claimed invention only provides for five lens elements for the imaging lens, at most.*”

But, from EXAMPLE 4 (as described in FIG. 4, Table 7 and related contents), the imaging lens can be consisting of *six lenses*.

(4) After the above amendment and remarks of claim 3 and claim 5, the amended claim 3 and the amended claim 5 can overcome the rejection(s) under 35 U.S.C 112 (b) or 35 U.S.C 112 (pre-AIA), second paragraph, and should be allowed. Claim 18 depends from claim 3 and therefore become definite as well.

Allowable Subject Matter

Claims 1, 2 and 6-17 are allowed.

The Applicant deeply appreciates that claims 1, 2 and 6-17 are allowed.

Customer No.: 31561
Docket No.: 59779-US-859-PCT(CA)
Application No.: 14/857,756

CONCLUSION

For at least the foregoing reasons, it is believed that the pending claims are in proper condition for allowance. If the Examiner believes that a telephone conference would expedite the examination of the above-identified patent application, the Examiner is invited to call the undersigned.

Date :

DEC 28 2016

Respectfully submitted,

/ Belinda Lee /

Belinda Lee

Registration No.: 46,863

Jianq Chyun Intellectual Property Office
7th Floor-1, No. 100 Roosevelt Road, Section 2, Taipei,
100, Taiwan
eVoice No.: 877-504-5885 ext. 1
Tel: 011-886-2-2369-2800
Fax: 011-886-2-2369-7233
Email: belinda@jcipgroup.com
usa@jcipgroup.com

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	27923632
Application Number:	14857756
International Application Number:	
Confirmation Number:	4117
Title of Invention:	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS
First Named Inventor/Applicant Name:	TATSURO IWASAKI
Customer Number:	31561
Filer:	Belinda Lee
Filer Authorized By:	
Attorney Docket Number:	59779-US-859-PCT(CA)
Receipt Date:	29-DEC-2016
Filing Date:	17-SEP-2015
Time Stamp:	04:27:58
Application Type:	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		59779-RESPONSE-oa.pdf	487427 8758dadbb0ecb2b19248d9c23546d61a18ba4ec3	yes	12

Multipart Description/PDF files in .zip description		
Document Description	Start	End
Amendment/Req. Reconsideration-After Non-Final Reject	1	1
Claims	2	6
Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment	7	12

Warnings:

Information:

Total Files Size (in bytes):	487427
-------------------------------------	--------

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.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875				Application or Docket Number 14/857,756	Filing Date 09/17/2015	<input type="checkbox"/> To be Mailed	
ENTITY: <input checked="" type="checkbox"/> LARGE <input type="checkbox"/> SMALL <input type="checkbox"/> MICRO							
APPLICATION AS FILED – PART I							
(Column 1)			(Column 2)				
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE (\$)	FEE (\$)			
<input type="checkbox"/> BASIC FEE <small>(37 CFR 1.16(a), (b), or (c))</small>	N/A	N/A	N/A				
<input type="checkbox"/> SEARCH FEE <small>(37 CFR 1.16(k), (i), or (m))</small>	N/A	N/A	N/A				
<input type="checkbox"/> EXAMINATION FEE <small>(37 CFR 1.16(o), (p), or (q))</small>	N/A	N/A	N/A				
TOTAL CLAIMS <small>(37 CFR 1.16(j))</small>	minus 20 =	*	X \$ =				
INDEPENDENT CLAIMS <small>(37 CFR 1.16(h))</small>	minus 3 =	*	X \$ =				
<input type="checkbox"/> APPLICATION SIZE FEE <small>(37 CFR 1.16(s))</small>	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is \$310 (\$155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).						
<input type="checkbox"/> MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT <small>(37 CFR 1.16(j))</small>							
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL				
APPLICATION AS AMENDED – PART II							
(Column 1)		(Column 2)		(Column 3)			
AMENDMENT	12/29/2016	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)	
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 17	Minus	** 20	= 0	X \$80 = 0	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 3	Minus	***3	= 0	X \$420 = 0	
	<input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	<input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
					TOTAL ADD'L FEE	0	
(Column 1)		(Column 2)		(Column 3)			
AMENDMENT	Total (37 CFR 1.16(i))	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	**	=	X \$ =	
	<input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	<input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
						TOTAL ADD'L FEE	
<p>* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3. ** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20". *** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3". The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.</p>							
					SLIE SONYA HILLIARD		

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. 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, 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 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

Table with 5 columns: APPLICATION NO., FILING DATE, FIRST NAMED INVENTOR, ATTORNEY DOCKET NO., CONFIRMATION NO. Includes sub-tables for EXAMINER, ART UNIT, PAPER NUMBER, NOTIFICATION DATE, and DELIVERY MODE.

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):

USA@JCIPGROUP.COM
Belinda@JCIPGROUP.COM

Office Action Summary	Application No. 14/857,756	Applicant(s) IWASAKI ET AL.	
	Examiner EVELYN A. LESTER	Art Unit 2872	AIA (First Inventor to File) Status Yes

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

Period for Reply

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE 3 MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

Status

- 1) Responsive to communication(s) filed on 9-17-15.
 A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on _____.
- 2a) This action is **FINAL**. 2b) This action is non-final.
- 3) 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.
- 4) Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

Disposition of Claims*

- 5) Claim(s) 1-18 is/are pending in the application.
5a) Of the above claim(s) _____ is/are withdrawn from consideration.
- 6) Claim(s) 1,2 and 6-17 is/are allowed.
- 7) Claim(s) 3-5 and 18 is/are rejected.
- 8) Claim(s) _____ is/are objected to.
- 9) Claim(s) _____ are subject to restriction and/or election requirement.

* If any claims have been determined allowable, 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 or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.

Application Papers

- 10) The specification is objected to by the Examiner.
- 11) The drawing(s) filed on 9-17-15 is/are: a) accepted or b) objected to by the Examiner.
Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).
Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).

Priority under 35 U.S.C. § 119

- 12) 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)).

** See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

Attachment(s)

- 1) Notice of References Cited (PTO-892)
- 2) Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08a and/or PTO/SB/08b)
Paper No(s)/Mail Date 9-17-15; 2-26-15
- 3) Interview Summary (PTO-413)
Paper No(s)/Mail Date. _____
- 4) Other: _____

The present application, filed on or after March 16, 2013, is being examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

DETAILED ACTION

Claim Rejections - 35 USC § 112

1. The following is a quotation of 35 U.S.C. 112(b):
(b) CONCLUSION.—The specification shall conclude with one or more claims particularly pointing out and distinctly claiming the subject matter which the inventor or a joint inventor regards as the invention.

The following is a quotation of 35 U.S.C. 112 (pre-AIA), second paragraph:
The specification shall conclude with one or more claims particularly pointing out and distinctly claiming the subject matter which the applicant regards as his invention.

2. Claims 3, 4, 5 and 18 are rejected under 35 U.S.C. 112(b) or 35 U.S.C. 112 (pre-AIA), second paragraph, as being indefinite for failing to particularly point out and distinctly claim the subject matter which the inventor or a joint inventor, or for pre-AIA the applicant regards as the invention.

The preamble of claim 3 recites the claim language of “An imaging lens consisting of at least four lenses,” which is considered to be indefinite because the phrase “consisting of” is closed claim language. To recite that the claimed invention “consists of” and then recite “at least four lenses” and then on line 5 further recite “a plurality of other lenses” is open claim language combined with the closed phrase of “consisting of,” is indefinite. If the claim language were to be amended to read “comprising of” would not be indefinite, however, it should be noted that the disclosure for the claimed invention only provides for five lens elements for the imaging lens, at most.

With respect to claims 4, 5 and 18, these claims depend from claim 3 and therefore incorporate the same indefiniteness.

Allowable Subject Matter

3. Claims 1, 2 and 6-17 are allowed.

4. It is unclear whether claim 3 would be allowable if rewritten or amended to overcome the rejection(s) under 35 U.S.C. 112(b) or 35 U.S.C. 112 (pre-AIA), 2nd paragraph, set forth in this Office action. Therefore, claims 3-5 and 18 are not indicated as having allowable subject matter at this time.

5. The following is a statement of reasons for the indication of allowable subject matter:

With respect to independent claims 1 and 2, the prior art does not teach or fairly suggest the recited combination of claimed elements, in addition to the conditional statements which must be met. The conditional statement of $0.8 < TL/f < 1.0$ is recited in both claims 1 and 2, and is especially noted as being allowable subject matter.

Conclusion

6. The prior art made of record and not relied upon is considered pertinent to applicant's disclosure.

The following are a U.S. Patent and U.S. Patent Pubs. directed to various configurations of imaging lens systems:

Noda et al	U.S. Patent 9,261,671 B2
Taniyama	U.S. Patent Pub. 2008/0180813 A1
Taniyama	U.S. Patent Pub. 2010/0103533 A1
Iba et al	U.S. Patent Pub. 2010/0309367 A1
Chen et al	U.S. Patent Pub. 2011/0115962 A1
Kubota et al	U.S. Patent Pub. 2011/0249348 A1
Tang et al	U.S. Patent Pub. 2012/0044403 A1
Ise et al	U.S. Patent Pub. 2012/0044583 A1
Tsai et al	U.S. Patent Pub. 2012/0086848 A1
Okano	U.S. Patent Pub. 2012 0147249 A1
Kondo et al	U.S. Patent Pub. 2014/0192423 A1

7. Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to EVELYN A. LESTER whose telephone number is (571)272-2332. The examiner can normally be reached on M-F, subject to an increased flex schedule.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Ricky L. Mack can be reached on (571) 272-2333. 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.

/EVELYN A. LESTER/
Primary Examiner
Art Unit 2872

Notice of References Cited	Application/Control No. 14/857,756	Applicant(s)/Patent Under Reexamination IWASAKI ET AL.	
	Examiner EVELYN A. LESTER	Art Unit 2872	Page 1 of 1

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	CPC Classification	US Classification
*	A	US-2011/0249348 A1	10-2011	KUBOTA; Yoji	G02B13/0045	359/764
*	B	US-2012/0044403 A1	02-2012	Tang; Hsiang Chi	G02B13/18	348/340
*	C	US-2012/0044583 A1	02-2012	Ise; Yoshio	G02B13/004	359/715
*	D	US-2012/0086848 A1	04-2012	Tsai; Tsung Han	G02B13/004	348/340
*	E	US-2012/0147249 A1	06-2012	Okano; Hideaki	G02B13/004	348/340
*	F	US-2014/0192423 A1	07-2014	KONDO; Masato	G02B13/18	359/714
*	G	US-9,261,671 B2	02-2016	Noda; Takayuki	G02B13/0045	1/1
*	H	US-2008/0180813 A1	07-2008	TANIYAMA; Minoru	G02B13/006	359/715
*	I	US-2010/0103533 A1	04-2010	TANIYAMA; Minoru	G02B13/004	359/715
*	J	US-2010/0309367 A1	12-2010	Iba; Takumi	G02B9/34	348/345
*	K	US-2011/0115962 A1	05-2011	Chen; Chun Shan	G02B9/34	348/335
	L	US-				
	M	US-				


FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	CPC Classification
	N					
	O					
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	
	V	
	W	
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

<i>Index of Claims</i> 	Application/Control No. 14857756	Applicant(s)/Patent Under Reexamination IWASAKI ET AL.
	Examiner EVELYN A LESTER	Art Unit 2872

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

Claims renumbered in the same order as presented by applicant
 CPA
 T.D.
 R.1.47

CLAIM		DATE									
Final	Original	10/03/2016									
	1	=									
	2	=									
	3	✓									
	4	✓									
	5	✓									
	6	=									
	7	=									
	8	=									
	9	=									
	10	=									
	11	=									
	12	=									
	13	=									
	14	=									
	15	=									
	16	=									
	17	=									
	18	✓									

Doc code: IDS

Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Filed

PTO/SB/08a (01-10)

Approved for use through 07/31/2012. 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.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		
	Filing Date		
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO	
	Art Unit		
	Examiner Name		
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.L./

U.S. PATENTS							Remove	
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear		
	1	7274515		2007-09-25	Noda, Sayuri			
	2	4488788		1984-12-18	Fujioka, Yoshisato			
If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.							Add	
U.S. PATENT APPLICATION PUBLICATIONS							Remove	
Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear		
	1							
If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button.							Add	
FOREIGN PATENT DOCUMENTS							Remove	
Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ² j	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	1	2010-0062480	KR		2010-06-10	LG INNOTEK CO LTD		<input type="checkbox"/>
	2	64-057221	JP		1989-03-03	OLYMPUS OPTICAL CO		<input type="checkbox"/>

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number			
	Filing Date			
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO		
	Art Unit			
	Examiner Name			
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)		

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.L./

	3	10-020193	JP		1998-01-23	MINOLTA CO LTD		<input type="checkbox"/>
	4	58-156916	JP		1983-09-19	RICOH KK	Corresponding to: US 4,488,788	<input type="checkbox"/>
	5	03-265809	JP		1991-11-26	CANON KK		<input type="checkbox"/>
	6	2004-029474	JP		2004-01-29	NIPPON KOGAKU KK		<input type="checkbox"/>
	7	2008-176185	JP		2008-07-31	KYOCERA CORP		<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button **Add****NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS****Remove**

Examiner Initials*	Cite No	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, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ⁵
	1	"INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY" of PCT/JP2013/007642, mailed on September 8, 2014, with partial English translation thereof, p1-p6, in which seven of the listed references (JP2008-176185, JP64-057221, JP10-020193, JP58-156916, US 4,488,788, JP03-265809 and JP2004-029474) were cited, .	<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button **Add****EXAMINER SIGNATURE**

Examiner Signature	/Evelyn Lester/	Date Considered	09/29/2016
--------------------	-----------------	-----------------	------------

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

¹ See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. ² Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ³ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁴ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁵ Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		
	Filing Date		
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO	
	Art Unit		
	Examiner Name		
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.L./

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

- That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

- That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

- See attached certification statement.
- The fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.
- A certification statement is not submitted herewith.

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Belinda Lee/	Date (YYYY-MM-DD)	2015-09-16
Name/Print	Belinda Lee	Registration Number	46863

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 1 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: 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.

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	54244	imaging adj2 lens\$2	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L2	79996	meniscus	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L3	1306684	positive with negative	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L4	874005	concave	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L5	782376	image with object	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L6	313783	convex with concave	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L7	2068	L1 and L2 and L3 and L5 and L6	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L8	3303	359/714,739,740,763,764.ccls.	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L9	317	L7 and L8	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L10	158249	kondo-\$in.	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33

L11	61527	noda-\$.in.	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L12	24063	ogino-\$.in.	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L13	377	cho-michio.in.	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L14	243481	L10 or L11 or L12 or L13	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L15	7655	(imaging adj2 lens\$2).ti.	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L16	279	L14 and L15	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L17	154	L6 and L16	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L18	132	L2 and L17	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L19	150	L14 and L7	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L20	124	L15 and L19	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L21	8608	((G02B13/0045 OR G02B9/60 OR G02B27/0025 OR G02B13/18 OR G02B5/005 OR G02B13/002).CPC.)	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L22	787	L7 and L21	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33

L23	536	L15 and L22	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:33
L33	1297	359/715,773.ccls.	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:34
L34	4336	8 or 33	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:34
L35	452	7 and 34	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:34
L36	1961	((G02B13/004 OR G02B9/34).CPC.)	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:34
L37	9931	21 or 36	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:35
L38	965	7 and 37	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:35
L39	669	15 and 38	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:35
L40	3212	7 or 33	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:35
L41	153	7 and 33	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 04:35
L42	1411	359/714,764.ccls.	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 05:02
L43	233	7 and 42	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 05:02

EAST Search History

L44	176	15 and 43	US-PGPUB; USPAT; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2016/10/03 05:03
-----	-----	-----------	---	----	----	---------------------

EAST Search History (Interference)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L24	2310	359/714,739,740,763,764.ccls.	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 04:33
L25	6284	((G02B13/0045 OR G02B9/60 OR G02B27/0025 OR G02B13/18 OR G02B5/005 OR G02B13/002).CPC.)	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 04:33
L26	60780	meniscus	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 04:33
L27	213571	convex with concave	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 04:33
L28	558723	image with object	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 04:33
L29	39573	imaging adj2 lens\$2	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 04:33
L30	2013	L26 and L27 and L28 and L29	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 04:33
L31	317	L24 and L30	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 04:33
L32	790	L25 and L30	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 04:33
L45	852	359/715,773.ccls.	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 05:10
L46	1475	((G02B13/004 OR G02B9/34).CPC.)	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 05:10
L47	150	30 and 45	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 05:10
L48	503	30 and "36"	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 05:10
L49	278	30 and 46	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2016/10/03 05:11

10/ 3/ 2016 5:11:34 AM

C:\ Users\ elester\ Documents\ EAST\ Workspaces\ 14857756.wsp



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. 4117

SERIAL NUMBER 14/857,756	FILING or 371(c) DATE 09/17/2015 RULE	CLASS 359	GROUP ART UNIT 2872	ATTORNEY DOCKET NO. 59779-US-859-PCT(CA)		
APPLICANTS FUJIFILM Corporation, TOKYO, JAPAN; INVENTORS TATSURO IWASAKI, SAITAMA, JAPAN; YASUNOBU KISHINE, SAITAMA, JAPAN; ** CONTINUING DATA ***** This application is a CON of PCT/JP2013/007642 12/26/2013 ** FOREIGN APPLICATIONS ***** JAPAN 2013-061647 03/25/2013 ** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ** 09/30/2015						
Foreign Priority claimed <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	35 USC 119(a-d) conditions met <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Met after Allowance Initials	STATE OR COUNTRY JAPAN	SHEETS DRAWINGS 10	TOTAL CLAIMS 18	INDEPENDENT CLAIMS 3
ADDRESS JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE 7 FLOOR-1, NO. 100 ROOSEVELT ROAD, SECTION 2 TAIPEI, 100 TAIWAN						
TITLE IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS						
FILING FEE RECEIVED 1600	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 type="checkbox"/> 1.17 Fees (Processing Ext. of time) <input type="checkbox"/> 1.18 Fees (Issue) <input type="checkbox"/> Other _____ <input type="checkbox"/> Credit			

Doc code: IDS

Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Filed

PTO/SB/08a (01-10)

Approved for use through 07/31/2012. 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.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number	14857756
	Filing Date	2015-09-17
	First Named Inventor	WASAKI, TATSURO
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.L./

U.S.PATENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. Add

U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	20120057071		2012-03-08	YONEYAMA; Kazuya ; et al.	

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. Add

FOREIGN PATENT DOCUMENTS Remove

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ²ⁱ	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages,Columns,Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	1	2013-106289	JP		2013-05-30	KONICA MINOLTA ADVANCED LAYERS INC		
	2	2012-058407	JP		2012-03-22	FUJIFILM CORP	Corresponding to: US 20120057071	

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button. Add

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS Remove

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		14857756
	Filing Date		2015-09-17
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO	
	Art Unit		
	Examiner Name		
	Attorney Docket Number		59779-US-859-PCT(CA)

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.L./

Examiner Initials*	Cite No	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, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ⁵
	1	Office Action of Japan Counterpart Application", issued on December 1, 2015, p1-p3, with a partial English translation thereof.	×

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button **EXAMINER SIGNATURE**

Examiner Signature	/Evelyn Lester/	Date Considered	09/29/2016
--------------------	-----------------	-----------------	------------

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

¹ See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. ² Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ³ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁴ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁵ Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number	14857756
	Filing Date	2015-09-17
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.L./

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

See attached certification statement.

The fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

 A certification statement is not submitted herewith.**SIGNATURE**

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Belinda Lee/	Date (YYYY-MM-DD)	2016-02-26
Name/Print	Belinda Lee	Registration Number	46863


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 1 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: 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.

Search Notes 	Application/Control No. 14857756	Applicant(s)/Patent Under Reexamination IWASAKI ET AL.
	Examiner EVELYN A LESTER	Art Unit 2872

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner
G02B 13/0045; G02B 9/60; G02B 27/0025; G02B 13/18; G02B 5/005; G02B 13/002; G02B 13/004; G02B 9/34.	10-3-16	EAL

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
359	714, 715,739, 740, 763, 764,773	10-3-16	EAL

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
EAST Search: USPAT, US-PGPUB, JPO, EPO, DERWENT, IBM-TDB.	10-3-16	EAL
Same as the above, crossed with the text search.	10-3-16	EAL

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner
Same as for the	CPC and USPC searches; crossed with a text search; see search strategy for details.	10-3-16	EAL

	/EVELYN A LESTER/ Primary Examiner.Art Unit 2872
--	---

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number	14857756
	Filing Date	2015-09-17
	First Named Inventor	WASAKI, TATSURO
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)

U.S. PATENTS

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1					

If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.

U.S. PATENT APPLICATION PUBLICATIONS

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	20120057071		2012-03-08	YONEYAMA; Kazuya ; et al.	

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button.

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ²ⁱ	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	1	2013-106289	JP		2013-05-30	KONICA MINOLTA ADVANCED LAYERS INC		
	2	2012-058407	JP		2012-03-22	FUJIFILM CORP	Corresponding to: US 20120057071	

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button.

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		14857756	
	Filing Date		2015-09-17	
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO		
	Art Unit			
	Examiner Name			
	Attorney Docket Number		59779-US-859-PCT(CA)	

Examiner Initials*	Cite No	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, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ⁵
	1	"Office Action of Japan Counterpart Application", issued on December 1, 2015, p1-p3, with a partial English translation thereof.	×

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature	<input type="text"/>	Date Considered	<input type="text"/>
--------------------	----------------------	-----------------	----------------------

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

¹ See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. ² Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ³ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁴ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁵ Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number	14857756
	Filing Date	2015-09-17
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

See attached certification statement.

The fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

A certification statement is not submitted herewith.

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Belinda Lee/	Date (YYYY-MM-DD)	2016-02-26
Name/Print	Belinda Lee	Registration Number	46863

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 1 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: 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.



Espacenet

Bibliographic data: JP2013106289 (A) — 2013-05-30

IMAGING APPARATUS

Inventor(s):

Applicant(s): KONICA MINOLTA ADVANCED LAYERS ± (KONICA MINOLTA ADVANCED LAYERS INC)

Classification: - **international:** *G02B13/00; G02B13/18; G02B15/00; G03B19/07; H04N5/225; H04N5/228; H04N5/232*
 - **cooperative:**

Application number: JP20110250322 20111116

Priority number (s): JP20110250322 20111116

Also published as: JP5741395 (B2)

Abstract of JP2013106289 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide high image quality with high resolution for an entire wide variable power region. ;**SOLUTION:** An imaging apparatus includes first and second imaging optical systems LN1 and LN2 with single focus, which look the same direction. A focal length of the second imaging optical system LN2 is longer than that of the first imaging optical system LN1. Zooming is performed from a wide angle end to an intermediate focal length state with an electronic zoom by segmentation of an image obtained in the first imaging optical system LN1, and zooming is performed from the intermediate focal length state to a telescopic end with an electronic zoom by segmentation of an image obtained in the second imaging optical system. Thus, zooming from the wide angle end to the telescopic end is performed as a whole. ; Both the first and second imaging optical systems LN1 and LN2 consist of four or more lenses of first lenses of positive power and second lenses of negative power in order from an object side, the lenses nearest to the image side are negative lenses, composite focal lengths of the first lenses and the second lenses are positive and they satisfy a conditional expression : $1.0 < f_w / f_m < 1.5$. ;**COPYRIGHT:** (C)2013,JPO&INPIT

(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2013-106289

(P2013-106289A)

(43) 公開日 平成25年5月30日(2013.5.30)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 5/228 (2006.01)	HO4N 5/228 Z	2H054
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225 Z	2H087
GO2B 13/00 (2006.01)	GO2B 13/00	5C122
GO2B 15/00 (2006.01)	GO2B 15/00	
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-250322 (P2011-250322)	(71) 出願人	303000408 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社 東京都八王子市石川町2970番地
(22) 出願日	平成23年11月16日(2011.11.16)	(74) 代理人	100085501 弁理士 佐野 静夫
		(74) 代理人	100128842 弁理士 井上 温
		(72) 発明者	金野 賢治 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内
		(72) 発明者	松坂 慶二 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内

最終頁に続く

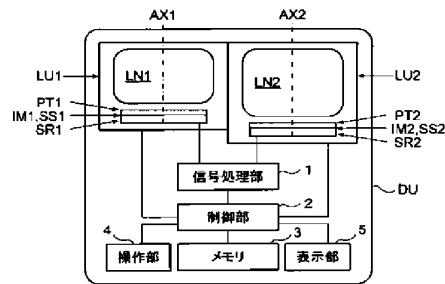
(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 広変倍域すべてにわたって高解像度で高画質の画像を得る。

【解決手段】 同一方向を向いた単焦点の第1、第2撮像光学系LN1、LN2を有し、第2撮像光学系LN2の焦点距離が第1撮像光学系LN1の焦点距離よりも長く、第1撮像光学系LN1で得られた画像の切り出しによる電子ズームで広角端から中間焦点距離状態までのズームングを行い、前記第2撮像光学系で得られた画像の切り出しによる電子ズームで中間焦点距離状態から望遠端までのズームングを行うことにより、全体として広角端から望遠端までのズームングを行う。第1、第2撮像光学系LN1、LN2のいずれもが、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、を有する4枚以上のレンズから成るとともに、最も像側のレンズが負レンズであり、第1レンズと第2レンズの合成焦点距離が正であり、条件式： $1. 0 < f_{FW} / f_{FM} < 1.5$ を満足する。

【選択図】 図21



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同一方向を向いた単焦点の第 1、第 2 撮像光学系を有し、前記第 2 撮像光学系の焦点距離が前記第 1 撮像光学系の焦点距離よりも長く、前記第 1 撮像光学系で得られた画像の切り出しによる電子ズームで広角端から中間焦点距離状態までのズームを行い、前記第 2 撮像光学系で得られた画像の切り出しによる電子ズームで中間焦点距離状態から望遠端までのズームを行うことにより、全体として広角端から望遠端までのズームを行う撮像装置であって、

前記第 1、第 2 撮像光学系のいずれもが、物体側から順に、正パワーの第 1 レンズと、負パワーの第 2 レンズと、を有する 4 枚以上のレンズから成るとともに、最も像側のレンズが負レンズであり、

10

前記第 1 レンズと第 2 レンズの合成焦点距離が正であり、かつ、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする撮像装置；

$$1. \quad 0 < f_{Fw} / f_{Fm} < 1.5 \quad \dots (1)$$

ただし、

f_{Fw} ：第 1 撮像光学系における第 1 レンズと第 2 レンズの合成焦点距離、

f_{Fm} ：第 2 撮像光学系における第 1 レンズと第 2 レンズの合成焦点距離、

である。

【請求項 2】

以下の条件式 (2A) 及び (2B) を満足することを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置；

20

$$f_{Fw} / f_w > 1 \quad \dots (2A)$$

$$f_{Fm} / f_m < 1 \quad \dots (2B)$$

ただし、

f_w ：第 1 撮像光学系全体の焦点距離、

f_m ：第 2 撮像光学系全体の焦点距離、

である。

【請求項 3】

以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の撮像装置；

$$-0.6 < f_{Xw} / f_{Xm} < 0.5 \quad \dots (3)$$

30

ただし、

f_{Xw} ：第 1 撮像光学系において像側から 2 番目のレンズの焦点距離、

f_{Xm} ：第 2 撮像光学系において像側から 2 番目のレンズの焦点距離、

である。

【請求項 4】

以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置；

$$94 > 2\omega_w > 72 \quad \dots (4)$$

ただし、

$2\omega_w$ ：第 1 撮像光学系の全画角 [deg]、

40

である。

【請求項 5】

前記第 1 撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第 1 レンズと、負パワーの第 2 レンズと、正パワーの第 3 レンズと、負パワーの第 4 レンズと、の 4 枚構成から成り、前記第 2 撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第 1 レンズと、負パワーの第 2 レンズと、負パワーの第 3 レンズと、負パワーの第 4 レンズと、の 4 枚構成から成ることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記第 1 撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第 1 レンズと、負パワーの第 2 レンズと、正パワーの第 3 レンズと、正パワーの第 4 レンズと、負パワーの第 5 レンズと、

50

の5枚構成から成り、前記第2撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、正パワーの第3レンズと、負パワーの第4レンズと、負パワーの第5レンズと、の5枚構成から成ることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項7】

以下の条件式(5)を満足することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の撮像装置；

$$0.6 < FNOw / FNOm < 1.3 \quad \dots (5)$$

ただし、

FNOw：第1撮像光学系のFナンバー、

FNOm：第2撮像光学系のFナンバー、

である。

10

【請求項8】

以下の条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の撮像装置；

$$0.7 < T L m / f m < 1.0 \quad \dots (6)$$

ただし、

T L m：第2撮像光学系のレンズ全長（最も物体側の面から像面までの距離）、

f m：第2撮像光学系全体の焦点距離、

である。

20

【請求項9】

以下の条件式(7)を満足することを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の撮像装置；

$$1.0 < T L w / f w < 1.4 \quad \dots (7)$$

ただし、

T L w：第1撮像光学系のレンズ全長（最も物体側の面から像面までの距離）、

f w：第1撮像光学系全体の焦点距離、

である。

【請求項10】

前記第1、第2撮像光学系で形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子を備え、その撮像素子で得られた信号を用いて前記電子ズームが行われ、以下の条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の撮像装置；

$$3 < P X / Z R < 6 \quad \dots (8)$$

ただし、

P X：撮像素子の画素数（メガピクセル）、

Z R：広角端から望遠端までの全体の電子ズーム比（倍）、

である。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置に関するものである。更に詳しくは、被写体の映像を撮像素子（例えば、C C D (Charge Coupled Device)型イメージセンサ、C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor)型イメージセンサ等の固体撮像素子）で取り込んで、映像の拡大縮小を行うことの可能な電子ズーム機能を有する小型の撮像装置に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

近年、C C D型イメージセンサやC M O S型イメージセンサ等の固体撮像素子を用いた撮像装置の高性能化・小型化に伴い、撮像装置を備えた携帯電話や携帯情報端末が普及しつつある。また、これらの撮像装置に搭載される撮像光学系には、更なる小型化・高性能化への要求が高まっている。さらに、従来の撮像装置は単焦点であったが、ズーム機能へ

50

の要求も高まっている。しかしながら、光学ズーム機能を有する撮像光学系を用いると、光学系自体が非常に大きくなってしまいうことに加えて、ズーム駆動のアクチュエーターが必要になるため、結果として撮像装置は非常に大きくなってしまふ。したがって、携帯電話や携帯情報端末に搭載することは困難であった。

【0003】

そこで、全長の小さな単焦点の撮像光学系を用いて、電子ズーム機能（つまり、画像の切り出しによる擬似ズーム機能）を搭載することが考えられる。ところが、ズーム比の大きな電子ズームの場合、切り出す映像の画素数が望遠端で非常に小さくなってしまふという課題があった。この課題を克服するために、2つ又はそれ以上の異なる焦点距離を有する単焦点の撮像光学系を搭載し、電子ズーム機能を焦点距離ごとに切り替えることによって、画素数低下を防ぐということが特許文献1～3等で提案されている。例えば特許文献1では、単焦点レンズとズームレンズを有し、焦点距離のギャップは電子ズームで行うデジタルカメラが提案されている。特許文献2や特許文献3では、2個又は3個の単焦点レンズを用いて電子ズームを行う撮像装置が提案されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2008-530954号公報

【特許文献2】特開2005-99265号公報

【特許文献3】特開2007-306282号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献1～3に記載されているように、複数の撮像光学系を用いて電子ズームを行えば、画素数の大きな高変倍の撮像装置を実現することは可能である。しかしながら、上記特許文献1～3のいずれにも薄型化・高画質化を達成するための具体的な撮像光学系の構成に関する記載は無い。そのコンセプトを示しているにすぎず、薄型の実現性の実証は不十分であった。

【0006】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、広変倍域すべてにわたって高解像度で高画質の画像を得ることのできる高性能で薄型・小型の撮像装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、第1の発明の撮像装置は、同一方向を向いた単焦点の第1、第2撮像光学系を有し、前記第2撮像光学系の焦点距離が前記第1撮像光学系の焦点距離よりも長く、前記第1撮像光学系で得られた画像の切り出しによる電子ズームで広角端から中間焦点距離状態までのズームングを行い、前記第2撮像光学系で得られた画像の切り出しによる電子ズームで中間焦点距離状態から望遠端までのズームングを行うことにより、全体として広角端から望遠端までのズームングを行う撮像装置であって、前記第1、第2撮像光学系のいずれもが、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、を有する4枚以上のレンズから成るとともに、最も像側のレンズが負レンズであり、前記第1レンズと第2レンズの合成焦点距離が正であり、かつ、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

40

$$1. \quad 0 < f_{Fw} / f_{Fm} < 1.5 \quad \dots (1)$$

ただし、

f_{Fw} : 第1撮像光学系における第1レンズと第2レンズの合成焦点距離、

f_{Fm} : 第2撮像光学系における第1レンズと第2レンズの合成焦点距離、

である。

【0008】

50

第2の発明の撮像装置は、上記第1の発明において、以下の条件式(2A)及び(2B)を満足することを特徴とする。

$$f_{Fw} / f_w > 1 \quad \dots (2A)$$

$$f_{Fm} / f_m < 1 \quad \dots (2B)$$

ただし、

f_w ：第1撮像光学系全体の焦点距離、

f_m ：第2撮像光学系全体の焦点距離、

である。

【0009】

第3の発明の撮像装置は、上記第1又は第2の発明において、以下の条件式(3)を満

10

$$-0.6 < f_{Xw} / f_{Xm} < 0.5 \quad \dots (3)$$

ただし、

f_{Xw} ：第1撮像光学系において像側から2番目のレンズの焦点距離、

f_{Xm} ：第2撮像光学系において像側から2番目のレンズの焦点距離、

である。

【0010】

第4の発明の撮像装置は、上記第1～第3のいずれか1つの発明において、以下の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$94 > 2\omega_w > 72 \quad \dots (4)$$

20

ただし、

$2\omega_w$ ：第1撮像光学系の全画角 [deg]、

である。

【0011】

第5の発明の撮像装置は、上記第1～第4のいずれか1つの発明において、前記第1撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、正パワーの第3レンズと、負パワーの第4レンズと、の4枚構成から成り、前記第2撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、負パワーの第3レンズと、負パワーの第4レンズと、の4枚構成から成ることを特徴とする。

30

【0012】

第6の発明の撮像装置は、上記第1～第4のいずれか1つの発明において、前記第1撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、正パワーの第3レンズと、正パワーの第4レンズと、負パワーの第5レンズと、の5枚構成から成り、前記第2撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、正パワーの第3レンズと、負パワーの第4レンズと、負パワーの第5レンズと、の5枚構成から成ることを特徴とする。

【0013】

第7の発明の撮像装置は、上記第1～第6のいずれか1つの発明において、以下の条件式(5)を満足することを特徴とする。

$$0.6 < FNO_w / FNO_m < 1.3 \quad \dots (5)$$

40

ただし、

FNO_w ：第1撮像光学系のFナンバー、

FNO_m ：第2撮像光学系のFナンバー、

である。

【0014】

第8の発明の撮像装置は、上記第1～第7のいずれか1つの発明において、以下の条件式(6)を満足することを特徴とする。

$$0.7 < T L m / f_m < 1.0 \quad \dots (6)$$

ただし、

$T L m$ ：第2撮像光学系のレンズ全長(最も物体側の面から像面までの距離)、

50

f_m : 第 2 撮像光学系全体の焦点距離、
である。

【0015】

第 9 の発明の撮像装置は、上記第 1 ~ 第 8 のいずれか 1 つの発明において、以下の条件式 (7) を満足することを特徴とする。

$$1. \quad 0 < TLw / fw < 1.4 \quad \dots (7)$$

ただし、

TLw : 第 1 撮像光学系のレンズ全長 (最も物体側の面から像面までの距離)、

fw : 第 1 撮像光学系全体の焦点距離、
である。

10

【0016】

第 10 の発明の撮像装置は、上記第 1 ~ 第 9 のいずれか 1 つの発明において、前記第 1、第 2 撮像光学系で形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子を備え、その撮像素子で得られた信号を用いて前記電子ズームが行われ、以下の条件式 (8) を満足することを特徴とする。

$$3 < PX / ZR < 6 \quad \dots (8)$$

ただし、

PX : 撮像素子の画素数 (メガピクセル)、

ZR : 広角端から望遠端までの全体の電子ズーム比 (倍)、
である。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明の構成を採用することにより、広変倍域すべてにわたって高解像度で高画質の画像を得ることのできる高性能で薄型・小型の撮像装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図 1】第 1 の実施の形態 (実施例 1) の第 1 撮像光学系の光学構成を示す断面図。

【図 2】実施例 1 の第 1 撮像光学系の物体距離無限遠での縦収差図。

【図 3】実施例 1 の第 1 撮像光学系の物体距離 10 cm での縦収差図。

【図 4】実施例 1 の第 1 撮像光学系の物体距離無限遠での横収差図。

30

【図 5】実施例 1 の第 1 撮像光学系の物体距離 10 cm での横収差図。

【図 6】第 1 の実施の形態 (実施例 1) の第 2 撮像光学系の光学構成を示す断面図。

【図 7】実施例 1 の第 2 撮像光学系の物体距離無限遠での縦収差図。

【図 8】実施例 1 の第 2 撮像光学系の物体距離 10 cm での縦収差図。

【図 9】実施例 1 の第 2 撮像光学系の物体距離無限遠での横収差図。

【図 10】実施例 1 の第 2 撮像光学系の物体距離 10 cm での横収差図。

【図 11】第 2 の実施の形態 (実施例 2) の第 1 撮像光学系の光学構成を示す断面図。

【図 12】実施例 2 の第 1 撮像光学系の物体距離無限遠での縦収差図。

【図 13】実施例 2 の第 1 撮像光学系の物体距離 10 cm での縦収差図。

【図 14】実施例 2 の第 1 撮像光学系の物体距離無限遠での横収差図。

40

【図 15】実施例 2 の第 1 撮像光学系の物体距離 10 cm での横収差図。

【図 16】第 2 の実施の形態 (実施例 2) の第 2 撮像光学系の光学構成を示す断面図。

【図 17】実施例 2 の第 2 撮像光学系の物体距離無限遠での縦収差図。

【図 18】実施例 2 の第 2 撮像光学系の物体距離 10 cm での縦収差図。

【図 19】実施例 2 の第 2 撮像光学系の物体距離無限遠での横収差図。

【図 20】実施例 2 の第 2 撮像光学系の物体距離 10 cm での横収差図。

【図 21】第 1、第 2 撮像光学ユニットを搭載したデジタル機器の概略構成例を示す模式図。

【図 22】第 1、第 2 撮像光学系を搭載した第 1、第 2 撮像光学ユニットの概略構成例を示す外観図。

50

【図23】第1, 第2撮像光学ユニットを搭載したデジタル機器の概略構成例を示す外観図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明に係る撮像装置等を説明する。本発明に係る撮像装置は、同一方向を向いた単焦点の第1, 第2撮像光学系を有し、前記第2撮像光学系の焦点距離 f_m が前記第1撮像光学系の焦点距離 f_w よりも長く、前記第1撮像光学系で得られた画像の切り出しによる電子ズームで広角端から中間焦点距離状態までのズーム($f_w \sim f_m$)を行い、前記第2撮像光学系で得られた画像の切り出しによる電子ズームで中間焦点距離状態から望遠端までのズーム($f_m \sim f_t$)を行うことにより、全体として広角端から望遠端までのズーム($f_w \sim f_t$)を行う撮像装置である。そして、前記第1, 第2撮像光学系のいずれもが、物体側から順に、正パワー(パワー:焦点距離の逆数で定義される量)の第1レンズと、負パワーの第2レンズと、を有する4枚以上のレンズから成るとともに、最も像側のレンズが負レンズであり、前記第1レンズと第2レンズの合成焦点距離が正であり、かつ、以下の条件式(1)を満足することを特徴としている。なお、第1, 第2撮像光学系間での切り替え点となる中間焦点距離状態では、第2撮像光学系で得られた画像を用いることが好ましいが、必要に応じて第1撮像光学系で得られた画像を用いてもよい。

$$1. \quad 0 < f F w / f F m < 1.5 \quad \dots (1)$$

ただし、

$f F w$: 第1撮像光学系における第1レンズと第2レンズの合成焦点距離、

$f F m$: 第2撮像光学系における第1レンズと第2レンズの合成焦点距離、

である。

【0020】

光学ズーム機能を有する撮像光学系は、メカ機構等が大きくなるため、携帯機器に適していない。一方、電子ズームという考え方もあるが、1つの撮像光学系で電子ズームを行う場合、大きな変倍比を得る際に望遠端の画素数が小さすぎて良好な画像を得ることができない、という問題がある。したがって、大きな変倍比を得ることができ、かつ、良好な画像を得るために、また、ズーム駆動機構等の大きな部品が無く小型の携帯機器に組み込みやすい大きさを満足するために、2眼の電子ズーム機能を採用することが好ましい。

【0021】

良好な画像を得るためには、電子ズームを行っても十分な画素数が必要である。したがって、電子ズーム前の画素数は十分大きくなければならない。例えば、望ましい画素数は3百万画素(3メガピクセル)以上であり、電子ズームを行ってもその画素数を得るためには、10メガピクセル等の大きな画素数をもつ撮像素子(つまり大型のセンサー)を有する必要がある。したがって、大きな画素数でも良好な性能を有することが必要であり、その条件として少なくとも4枚のレンズが必要である。

【0022】

撮像装置を薄型のモジュールで構成するには、第1撮像光学系も第2撮像光学系も小型である必要がある。したがって、別々の光学系というより、両方の関係が重要となる。小型で高性能を達成するためには、どちらの光学系も、最も物体側のレンズが正レンズ、その像側に負レンズを配置し、第1レンズと第2レンズの合成焦点距離 $f F w$, $f F m$ は正、さらに最も像側に負レンズを配置することが好ましい。

【0023】

全体的には、小型に適したテレフォトタイプ(物体側が正パワーで像側が負パワー)である必要がある。その際には、前群を構成する第1レンズと第2レンズが正レンズと負レンズであることが、色収差やペッツバル和の補正という観点からも好ましい。また、最も像側が負レンズであることが、テレフォトタイプを構成するための条件となる。その際に、第1, 第2レンズから成る前群の焦点距離の比を、前記条件式(1)を満たすようにすることが好ましい。

【0024】

条件式(1)の下限を上回るとは、第2撮像光学系の前群の焦点距離が第1撮像光学系の前群の焦点距離よりも短い(つまりパワーが強い)ことを意味する。つまり、第2撮像光学系は全系の焦点距離が相対的に長いので、全体としては正のパワーが弱くなるが、それに反して、全系の焦点距離の短い第1撮像光学系の前群よりもパワーを強くする条件を下限で規定している。この条件式(1)を満足することにより、第2撮像光学系のテレフォト傾向を強くすることができるため、装置としての全長を小さくする効果が得られる。逆に、条件式(1)の上限を上回ると、第2撮像光学系の前群を強くしすぎることで性能や誤差感度が悪化し、結果として良好な画質が得られなくなる。

【0025】

上記特徴的構成によると、広変倍域すべてにわたって高解像度で高画質の画像を得ることのできる高性能で薄型・小型の撮像装置(例えば、デジタルカメラ、携帯電話、携帯情報端末等のデジタル機器)を実現することが可能である。こういった効果をバランス良く得るとともに、更に高い光学性能、薄型・小型化等を達成するための条件等を以下に説明する。

【0026】

以下の条件式(2A)及び(2B)を満足することが望ましい。

$$f_{Fw} / f_w > 1 \quad \dots (2A)$$

$$f_{Fm} / f_m < 1 \quad \dots (2B)$$

ただし、

f_w : 第1撮像光学系全体の焦点距離、

f_m : 第2撮像光学系全体の焦点距離、

である。

【0027】

前群の焦点距離と全系の焦点距離との比は、テレフォト性を示す重要なパラメータである。条件式(2A)及び(2B)を満たすということは、第1撮像光学系の前群のパワーは全体のパワーよりも小さいが、第2撮像光学系の前群のパワーは全体のパワーよりも大きいということである。条件式(2A)及び(2B)を満たすことで、広角端の性能を確保しつつ、中間焦点距離状態の全長を小さくするという条件を満足することができる。

【0028】

以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$-0.6 < f_{Xw} / f_{Xm} < 0.5 \quad \dots (3)$$

ただし、

f_{Xw} : 第1撮像光学系において像側から2番目のレンズの焦点距離、

f_{Xm} : 第2撮像光学系において像側から2番目のレンズの焦点距離、

である。なお、像側から2番目のレンズは、最も像側のレンズの物体側にあるレンズであり、4枚構成では3枚目のレンズ、5枚構成では3枚目のレンズである。

【0029】

第2撮像光学系では、全系の焦点距離が長いにも関わらず、全長を小さくする必要がある。テレフォト性の観点では前述の条件式(1)、(2A)及び(2B)を満たすことが有効であるが、後群のパワーを特定することも重要である。最も像側のレンズは像付近に位置するので、その焦点距離によるバック変動や全長への影響があまり大きくない。しかし、その物体側に位置するレンズの焦点距離は、全長と性能に対して重要な役割を果たすことになる。

【0030】

条件式(3)の上限は、第2撮像光学系の該レンズパワーが第1撮像光学系の該レンズパワーよりも小さい(又は負である)ということを示しており、その程度を表している。この条件式(3)を満足することで、第1撮像光学系の性能を満足しつつ、第2撮像光学系の全長を小型にすることができる。条件式(3)の下限を越えた場合、第2撮像光学系の性能の要求から後群に大きな負のパワーを有すると、全体のレンズ構成が大きく変化し

10

20

30

40

50

てしまい、高性能で薄型という条件から外れてしまうおそれがある。

【0031】

以下の条件式(3a)を満たすことが望ましい。

$$-0.6 < f_{Xw} / f_{Xm} < 0 \quad \dots (3a)$$

この条件式(3a)は、前記条件式(3)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定しており、符号反転していることに特徴がある。つまり、第1撮像光学系が正レンズであり、第2撮像光学系が負レンズである。テレフォト性が顕著に出ているが、この数値範囲であれば、更なる小型化と高性能化を達成することができる。したがって、好ましくは条件式(3a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

10

【0032】

以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$94 > 2\omega_w > 72 \quad \dots (4)$$

ただし、

$2\omega_w$ ：第1撮像光学系の全画角 [deg]、
である。

【0033】

条件式(4)の上限を越えると、ズームレンズとしての広角度合いが強くなりすぎてしまい、条件式(4)の下限を越えると、全体的な焦点距離が望遠側になって大型化を招くおそれがある。また、広角端での画角が狭くなると、中間ポジションでの焦点距離及びレンズ全長の増大を招くおそれがある。

20

【0034】

以下の条件式(4a)を満足することが更に望ましい。

$$90 > 2\omega_w > 75 \quad \dots (4a)$$

この条件式(4a)は、前記条件式(4)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(4a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0035】

前記第1撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、正パワーの第3レンズと、負パワーの第4レンズと、の4枚構成から成り、前記第2撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、負パワーの第3レンズと、負パワーの第4レンズと、の4枚構成から成ることが望ましい。また、前記第1撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、正パワーの第3レンズと、正パワーの第4レンズと、負パワーの第5レンズと、の5枚構成から成り、前記第2撮像光学系が、物体側から順に、正パワーの第1レンズと、負パワーの第2レンズと、正パワーの第3レンズと、負パワーの第4レンズと、負パワーの第5レンズと、の5枚構成から成ることが望ましい。

30

【0036】

上記のように、第1撮像光学系を正負正負の4枚構成とし、第2撮像光学系を正負負負の4枚構成としたり、第1撮像光学系を正負正正負の5枚構成とし、第2撮像光学系を正負正負負の5枚構成としたりすれば、第1撮像光学系では像面湾曲、色収差等を補正するのに有利な構成となり、第2撮像光学系ではテレフォト性を強くして全長の短縮に有利な構成となる。

40

【0037】

以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$0.6 < FNO_w / FNO_m < 1.3 \quad \dots (5)$$

ただし、

FNO_w ：第1撮像光学系のFナンバー、
 FNO_m ：第2撮像光学系のFナンバー、
である。

50

【0038】

切り替えの時にFナンバーが大きく異なると、ボケの印象が大きく変わることになり、使用者にとっては不自然になるので、Fナンバーは条件式(5)を満たすように第1、第2撮像光学系で近い方が好ましい。第1撮像光学系よりも第2撮像光学系の方を暗くする方が全体の小型化を達成する上で有利になる。

【0039】

以下の条件式(5a)を満足することが更に望ましい。

$$0.7 < FNOw / FNOm < 1.1 \quad \dots (5a)$$

この条件式(5a)は、前記条件式(5)が規定している条件範囲のなかでも、前記観測点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(5a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

10

【0040】

以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$0.7 < T L m / f m < 1.0 \quad \dots (6)$$

ただし、

T L m：第2撮像光学系のレンズ全長（最も物体側の面（第1面）から像面までの距離）

f m：第2撮像光学系全体の焦点距離、
である。

【0041】

第2撮像光学系を薄型にするために望遠比を小さくする必要があるが、性能との良好なバランスをとる上で、条件式(6)を満たすことが好ましい。条件式(6)の下限を越えると、パワーが強くなって収差劣化を招くおそれがある。また、第1、第2撮像光学系の性能差が大きくなって、切り替え時の映像劣化が生じるおそれがある。

20

【0042】

以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$1.0 < T L w / f w < 1.4 \quad \dots (7)$$

ただし、

T L w：第1撮像光学系のレンズ全長（最も物体側の面から像面までの距離）、

f w：第1撮像光学系全体の焦点距離、
である。

30

【0043】

第1撮像光学系は薄型にできるが、あまり薄すぎると性能が悪くなる。性能をとりつつ第2撮像光学系の厚みとのバランスを考えた場合、条件式(7)を満たすことが好ましい。

【0044】

前記第1、第2撮像光学系で形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子を備え、その撮像素子で得られた信号を用いて前記電子ズームが行われ、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$3 < P X / Z R < 6 \quad \dots (8)$$

40

ただし、

P X：撮像素子の画素数（メガピクセル）、

Z R：広角端から望遠端までの全体の電子ズーム比（倍）、
である。

【0045】

条件式(8)は、全体のズーム比と画素数との好適なバランスを規定している。一般的に、300万画素～400万画素程度の画質が求められている。電子ズームで良好な画質を得るには、条件式(8)を満足することが望ましい。条件式(8)の上限を越えると、センサー画素数に対して十分な変倍比を確保することが困難になり、広い変倍範囲が得られなくなる。条件式(8)の下限を越えると、最低画素が小さくなりすぎるため十分な高

50

画質を得ることができなくなる。なおここでは、第1撮像光学系の電子ズームと第2撮像光学系の電子ズームとでズーム比は同じであり、共通の1つの撮像素子又は同じ画素数の2つの撮像素子を用いることを前提としている。

【0046】

本発明に係る第1, 第2撮像光学系は、画像入力機能付きデジタル機器（例えば、カメラ付き携帯電話、デジタルカメラ等の撮像装置）に適しており、これを撮像素子等と組み合わせることにより、被写体の映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する撮像光学ユニットを構成することができる。撮像光学ユニットは、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラの主たる構成要素を成す光学装置であり、例えば、物体（すなわち被写体）側から順に、物体の光学像を形成する第1, 第2撮像光学系と、その第1, 第2撮像光学系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えることにより構成される。そして、撮像素子の受光面（すなわち撮像面）上に被写体の光学像が形成されるように、前述した特徴的構成を有する第1, 第2撮像光学系が配置されることにより、薄型・小型・低コストで高変倍・高性能の撮像光学ユニットやそれを備えたデジタル機器を実現することができる。

10

【0047】

画像入力機能付きデジタル機器の例としては、デジタルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、車載カメラ、テレビ電話用カメラ等のカメラが挙げられ、また、パーソナルコンピュータ、携帯端末（例えば、携帯電話、モバイルコンピュータ等の小型で携帯可能な情報機器端末）、これらの周辺機器（スキャナー、プリンター等）、その他のデジタル機器等に内蔵又は外付けされるカメラが挙げられる。これらの例から分かるように、撮像光学ユニットを用いることによりカメラを構成することができるだけでなく、各種機器に撮像光学ユニットを搭載することによりカメラ機能を付加することが可能である。例えば、カメラ付き携帯電話等の画像入力機能付きデジタル機器を構成することが可能である。

20

【0048】

図21に、画像入力機能付きデジタル機器の一例として、デジタル機器DUの概略構成例を模式的断面で示し、図22に、第1, 第2撮像光学系LN1, LN2を搭載した第1, 第2撮像光学ユニットLU1, LU2の概略構成例の外観を示す。デジタル機器DUに搭載されている撮像光学ユニットLU1, LU2は、図21に示すように、物体（すなわち被写体）側から順に、物体の光学像（像面）IM1, IM2を形成する単焦点の第1, 第2撮像光学系LN1, LN2（AX1, AX2：光軸）と、平行平板PT1, PT2（撮像素子SR1, SR2のカバーガラス；必要に応じて配置される光学的ローパスフィルタ、赤外カットフィルタ等の光学フィルタ等に相当する。）と、第1, 第2撮像光学系LN1, LN2により長形状の受光面（撮像面）SS1, SS2上に形成された光学像IM1, IM2を電気的な信号に変換する第1, 第2撮像素子SR1, SR2と、を備えている。この撮像光学ユニットLU1, LU2で画像入力機能付きデジタル機器DUを構成する場合、通常そのボディ内部に撮像光学ユニットLU1, LU2を配置することになるが、カメラ機能を実現するには必要に応じた形態を採用することが可能である。例えば、撮像光学ユニットLU1, LU2をデジタル機器DUの本体に対して着脱自在又は回動自在に構成することが可能である。

30

40

【0049】

第1, 第2撮像光学系LN1, LN2は、前述したように同一方向を向いた単焦点レンズであり、撮像素子SR1, SR2の撮像面SS1, SS2上に光学像IM1, IM2を形成する構成になっている。そして、第2撮像光学系LN2の焦点距離 f_m が第1撮像光学系LN1の焦点距離 f_w よりも長く、第1撮像光学系LN1で得られた画像（光学像IM1）の切り出しによる電子ズームで広角端から中間焦点距離状態までのズーム（ f_w 以上 f_m 未満）を行い、第2撮像光学系LN2で得られた画像（光学像IM2）の切り出しによる電子ズームで中間焦点距離状態から望遠端までのズーム（ f_m 以上 f_t 以下）を行うことにより、全体として広角端から望遠端までのズーム（ $f_w \sim f_t$ ）を行う構成になっている。なお、必要に応じて少なくとも一方の撮像光学系に光学ズーム機

50

能を持たせてもよい。

【0050】

図22に示すように、第1撮像光学系LN1と第2撮像光学系LN2とは、隣接するように配置されている。このように配置することにより、パララックスをできるだけ小さくすることができる。第1、第2撮像光学系LN1、LN2を隣接配置した場合、フォーカス駆動素子は共通であることが好ましい。その際、フォーカスの移動量が全体繰り出しの場合では異なるので、第1撮像光学系LN1と第2撮像光学系LN2とでフォーカス移動量が揃うように、例えば、第2撮像光学系LN2では一部のレンズ又はレンズ群の駆動によるフォーカスを行う構成にすることが更に好ましい。

【0051】

第1、第2撮像光学系LN1、LN2は同一方向を向いているため、光軸AX1、AX2は互いに平行になっているが、第1、第2撮像光学系LN1、LN2のいずれか一方を若干傾けることにより撮影距離に応じて発生する、第1、第2撮像光学系LN1、LN2間でのパララックスを補正してもよい。したがって、第1、第2撮像光学系LN1、LN2が同一方向を向いていることは、パララックス補正を考慮した上での方向性を意味している。厳密な意味で光軸AX1、AX2が互いに平行である必要はない。また、光学的手ぶれ補正機能で第1、第2撮像光学系LN1、LN2のいずれか一方の、レンズモジュールの全体の傾き又は、少なくとも一部のレンズ移動によりパララックス補正を行うようにしてもよい。手ぶれ補正とパララックス補正とでアクチュエーターを共通化することができるので、撮像装置の薄型化・小型化を効果的に達成することが可能となる。

【0052】

図23に、第1、第2撮像光学ユニットLU1、LU2を搭載したデジタル機器DUの概略構成例の外観を示す。このデジタル機器DUは、画面横方向に視差を発生させて立体視を行う方式の画像入出力機能付き携帯機器（例えば、デジタルカメラ、携帯電話、携帯型情報機器端末等）である。デジタル機器DUの背面側（A）には裸眼立体視可能な表示部5が設けられており、正面側（B）には第1撮像光学系LN1と第2撮像光学系LN2とが画面横方向に所定の間隔をあけて離れて位置するように第1、第2撮像光学ユニットLU1、LU2が配置されている（なお、デジタル機器DUの上面側には操作部4が設けられている）。このように第1、第2撮像光学系LN1、LN2を離すことにより視差を発生させることができるため、第2撮像光学系LN2の焦点距離fmにおいて、第1撮像光学系LN1で得られる画像と第2撮像光学系LN2で得られる画像を用いて立体映像の表示を行うことができる。

【0053】

撮像素子SR1、SR2としては、例えば複数の画素を有するCCD型イメージセンサ、CMOS型イメージセンサ等の固体撮像素子が用いられる。第1、第2撮像光学系LN1、LN2は、撮像素子SR1、SR2の光電変換部である撮像面SS1、SS2上に被写体の光学像IM1、IM2が形成されるように設けられているので、第1、第2撮像光学系LN1、LN2によって形成された光学像IM1、IM2は、撮像素子SR1、SR2によって電気的な信号に変換される。なお、ここでは2つの撮像素子SR1、SR2を用いているが、第1、第2撮像光学系LN1、LN2に対して1つの撮像素子を共通に用いてもよい。

【0054】

デジタル機器DU（図21）は、第1、第2撮像光学ユニットLU1、LU2の他に、信号処理部1、制御部2、メモリ3、操作部4、表示部5等を備えている。撮像素子SR1、SR2で生成した信号は、信号処理部1で所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が必要に応じて施され、デジタル映像信号としてメモリ3（半導体メモリ、光ディスク等）に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号等に変換されたりして他の機器に伝送される（例えば携帯電話の通信機能）。制御部2はマイクロコンピュータから成っており、電子ズーム機能、撮影機能（静止画撮影機能、動画撮影機能等）、画像再生機能等の機能の制御；フォーカシング、手ぶれ補正等のためのレンズ移動機構の制御

等を集中的に行う。例えば、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方を行うように、制御部2により第1、第2撮像光学ユニットLU1、LU2に対する制御が行われる。表示部5は液晶モニター等のディスプレイを含む部分であり、撮像素子SR1、SR2によって変換された画像信号あるいはメモリ3に記録されている画像情報を用いて画像表示を行う。操作部4は、操作ボタン（例えばレリーズボタン）、操作ダイヤル（例えば撮影モードダイヤル）等の操作部材を含む部分であり、操作者が操作入力した情報を制御部2に伝達する。

【0055】

次に、第1、第2の実施の形態を挙げて、第1、第2撮像光学系LN1、LN2の具体的な光学構成を説明する。図1は、第1の実施の形態を構成する第1撮像光学系LN1（EX1-w）のレンズ構成、光路等を示す光学断面図であり、図6は、第1の実施の形態を構成する第2撮像光学系LN2（EX1-m）のレンズ構成、光路等を示す光学断面図である。図11は、第2の実施の形態を構成する第1撮像光学系LN1（EX2-w）のレンズ構成、光路等を示す光学断面図であり、図16は、第2の実施の形態を構成する第2撮像光学系LN2（EX2-m）のレンズ構成、光路等を示す光学断面図である。

10

【0056】

第1の実施の形態では、第1撮像光学系LN1（図1）は正負正負の4枚構成になっており、第2撮像光学系LN2（図6）は正負負負の4枚構成になっている。また第2の実施の形態では、第1撮像光学系LN1（図11）は正負正正負の5枚構成になっており、第2撮像光学系LN2（図16）は正負正負負の5枚構成になっている。なお、撮像面SS1、SS2と隣り合うように第1、第2撮像光学系LN1、LN2の像側に配置されている平行平板PTは、光学的ローパスフィルタ、IRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定したものである。

20

【実施例】

【0057】

以下、本発明を実施した撮像装置の光学構成等を、実施例のコンストラクションデータ等を挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例1、2（EX1、2）は、前述した第1、第2の実施の形態にそれぞれ対応する数値実施例であり、第1、第2の実施の形態を表す光学構成図（図1、図6；図11、図16）は、対応する実施例1、2の第1、第2撮像光学系LN1、LN2のレンズ構成をそれぞれ示している。

30

【0058】

各実施例のコンストラクションデータでは、面データとして、左側の欄から順に、面番号、曲率半径 r （mm）、軸上面間隔 d （mm）、 d 線（波長 587.56nm ）に関する屈折率 n_d 、 d 線に関するアッペ数 v_d を示す。面番号に*が付された面は非球面であり、その面形状は面頂点を原点とするローカルな直交座標系 (x, y, z) を用いた以下の式（AS）で定義される。非球面データとして、非球面係数等を示す。なお、各実施例の非球面データにおいて表記の無い項の係数は0であり、すべてのデータに関して $E-n = \times 10^{-n}$ である。

$$z = (c \cdot h^2) / [1 + \sqrt{\{1 - (1 + K) \cdot c^2 \cdot h^2\}}] + \sum (A_j \cdot h^j) \quad \dots (AS)$$

40

ただし、

h : z 軸（光軸AX1、AX2）に対して垂直な方向の高さ（ $h^2 = x^2 + y^2$ ）、

z : 高さ h の位置での光軸AX1、AX2方向のサグ量（面頂点基準）、

c : 面頂点での曲率（曲率半径 r の逆数）、

K : 円錐定数、

A_j : j 次の非球面係数、

である。

【0059】

表1に、各種データとして、全系の焦点距離（ f_w 又は f_m 、単位：mm）、Fナンバー（ FNO_w 又は FNO_m ）、物体距離無限遠時のレンズ全長（ TL_w 又は TL_m 、単位

50

：mm），撮像素子SR1，SR2の受光面SS1，SS2の対角長 $2Y'$ （ Y' ：像面IM1，IM2における最大像高），全画角（ $2\omega_w$ 又は $2\omega_m$ ， $^\circ$ ），第 i レンズ L_i （ $i=1, 2, 3, \dots$ ）の焦点距離（ f_{iw} 又は f_{im} ，単位：mm），第1，第2レンズ L_1, L_2 の合成焦点距離（ f_{Fw} 又は f_{Fm} ，単位：mm），像側から2番目のレンズ L_X の焦点距離（ f_{Xw} 又は f_{Xm} ，単位：mm），撮像素子SR1，SR2の画素数（PX，メガピクセル），電子ズーム時の切り出しの最小画素数（メガピクセル），電子ズーム時の切り出しの最大焦点距離（mm），電子ズーム比（ZR），及び135換算での焦点距離（mm）を示す。なお、レンズ全長TLw又はTLmは最前面（面番号：1）から像面IM1，IM2までの距離である。また、表2に条件式対応値を各実施例について示す。

10

【0060】

図2，図3は、実施例1（EX1）の第1撮像光学系LN1の無限遠物体距離時（物体距離： ∞ ）と有限物体距離時（物体距離：10cm）の縦収差図であり、図7，図8は、実施例1（EX1）の第2撮像光学系LN2の無限遠物体距離時（物体距離： ∞ ）と有限物体距離時（物体距離：10cm）の縦収差図である。図12，図13は、実施例2（EX2）の第1撮像光学系LN1の無限遠物体距離時（物体距離： ∞ ）と有限物体距離時（物体距離：10cm）の縦収差図であり、図17，図18は、実施例2（EX2）の第2撮像光学系LN2の無限遠物体距離時（物体距離： ∞ ）と有限物体距離時（物体距離：10cm）の縦収差図である。なお、有限物体距離時（物体距離：10cm）の性能評価では、フォーカス方式として全体繰り出しを想定している。

20

【0061】

図2，図3；図7，図8；図12，図13；図17，図18のそれぞれにおいて、（A）は球面収差図、（B）は非点収差図、（C）は歪曲収差図である。球面収差図は、実線で示すd線（波長587.56nm）に対する球面収差量、一点鎖線で示すC線（波長656.28nm）に対する球面収差量、破線で示すg線（波長435.84nm）に対する球面収差量を、それぞれ近軸像面からの光軸AX1，AX2方向のズレ量（単位：mm）で表しており、縦軸は瞳への入射高さをその最大高さで規格化した値（すなわち相対瞳高さ）を表している。非点収差図において、破線Tはd線に対するタンジェンシャル像面、実線Sはd線に対するサジタル像面を、近軸像面からの光軸AX1，AX2方向のズレ量（単位：mm）で表しており、縦軸は像高（IMG HT，単位：mm）を表している。歪曲収差図において、横軸はd線に対する歪曲（単位：%）を表しており、縦軸は像高（IMG HT，単位：mm）を表している。なお、像高IMG HTの最大値は、像面IM1，IM2における最大像高 Y' （撮像素子SR1，SR2の受光面SS1，SS2の対角長の半分）に相当する。

30

【0062】

図4，図5は、実施例1（EX1）の第1撮像光学系LN1の無限遠物体距離時（物体距離： ∞ ）と有限物体距離時（物体距離：10cm）の横収差図であり、図9，図10は、実施例1（EX1）の第2撮像光学系LN2の無限遠物体距離時（物体距離： ∞ ）と有限物体距離時（物体距離：10cm）の横収差図である。図14，図15は、実施例2（EX2）の第1撮像光学系LN1の無限遠物体距離時（物体距離： ∞ ）と有限物体距離時（物体距離：10cm）の横収差図であり、図19，図20は、実施例2（EX2）の第2撮像光学系LN2の無限遠物体距離時（物体距離： ∞ ）と有限物体距離時（物体距離：10cm）の横収差図である。

40

【0063】

図4，図5；図9，図10；図14，図15；図19，図20のそれぞれにおいて、（A）～（E）はタンジェンシャル光束での横収差図であり、（F）～（J）はサジタル光束での横収差図である。各横収差図は、RELATIVE FIELD HEIGHTで表されている像高比（半画角 ω° ）での横収差（mm）を、実線で示すd線（波長587.56nm）、一点鎖線で示すC線（波長656.28nm）、破線で示すg線（波長435.84nm）のそれぞれについて示している。なお像高比は、像高を最大像高 Y' で

50

規格化した相対的な像高である。

【0064】

実施例1の第1撮像光学系LN1(図1, EX1-w)は、物体側から順に、開口絞りSTと、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、正の第3レンズL3と、負の第4レンズL4と、から構成されており、レンズ面は全て非球面である。近軸の面形状で各レンズを見た場合、第1レンズL1は物体側に凸の正メニスカスレンズであり、第2レンズL2は両凹の負レンズであり、第3レンズL3は像側に凸の正メニスカスレンズであり、第4レンズL4は両凹の負レンズである。レンズはすべてプラスチックレンズであるが、ガラスレンズを用いてもよい。また、フォーカスは全体繰り出しを想定している。

【0065】

実施例1の第2撮像光学系LN2(図6, EX1-m)は、物体側から順に、開口絞りSTと、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3と、負の第4レンズL4と、から構成されており、レンズ面は全て非球面である。近軸の面形状で各レンズを見た場合、第1レンズL1は物体側に凸の正メニスカスレンズであり、第2レンズL2は両凹の負レンズであり、第3レンズL3は物体側に凹の負メニスカスレンズであり、第4レンズL4は両凹の負レンズである。レンズはすべてプラスチックレンズであるが、ガラスレンズを用いてもよい。また、フォーカスは全体繰り出しを想定している。

【0066】

実施例2の第1撮像光学系LN1(図11, EX2-w)は、物体側から順に、開口絞りSTと、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、正の第3レンズL3と、正の第4レンズL4と、負の第5レンズL5と、から構成されており、レンズ面は全て非球面である。近軸の面形状で各レンズを見た場合、第1レンズL1は両凸の正レンズであり、第2レンズL2は像側に凹の負メニスカスレンズであり、第3レンズL3は物体側に凸の正メニスカスレンズであり、第4レンズL4は像側に凸の正メニスカスレンズであり、第5レンズL5は両凹の負レンズである。レンズはすべてプラスチックレンズであるが、ガラスレンズを用いてもよい。また、フォーカスは全体繰り出しを想定している。

【0067】

実施例2の第2撮像光学系LN2(図16, EX2-m)は、物体側から順に、開口絞りSTと、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、正の第3レンズL3と、負の第4レンズL4と、負の第5レンズL5と、から構成されており、レンズ面は全て非球面である。近軸の面形状で各レンズを見た場合、第1レンズL1は物体側に凸の正メニスカスレンズであり、第2レンズL2は像側に凹の負メニスカスレンズであり、第3レンズL3は物体側に凸の正メニスカスレンズであり、第4レンズL4は物体側に凹の負メニスカスレンズであり、第5レンズL5は両凹の負レンズである。レンズはすべてプラスチックレンズであるが、ガラスレンズを用いてもよい。また、フォーカスは全体繰り出しを想定している。

【0068】

実施例1の第1撮像光学系LN1

単位: mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1(絞り)	∞	0.000		
2*	1.135	0.455	1.54470	56.15
3*	4.929	0.106		
4*	-13.457	0.300	1.63469	23.87
5*	8.084	0.242		
6*	-21893.628	0.397	1.54470	56.15
7*	-1.708	0.725		
8*	-2.118	0.400	1.54470	56.15

9*	1.712	0.106		
10	∞	0.110	1.51633	64.14
11	∞	0.200		
像面	∞			

【0069】

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14
2	1.132	-1.01E-01	-4.36E-01	1.01E+00	-3.63E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	-50	-3.04E-01	-3.41E-01	-5.62E-01	-1.59E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	46.321	-4.39E-01	-3.45E-01	1.49E+00	-2.08E+00	-2.01E-01	0.00E+00
5	-50	-1.06E-01	1.38E-01	3.63E-01	1.34E+00	-1.19E+00	0.00E+00
6	50	7.51E-02	-1.73E-01	4.42E-02	1.16E-01	-1.70E-01	0.00E+00
7	-12.577	-1.36E-01	3.68E-01	-3.45E-01	2.00E-01	-6.20E-02	0.00E+00
8	0	-3.14E-01	1.22E-01	1.41E-02	2.68E-03	-9.50E-04	-1.27E-03
9	-27.755	-9.32E-02	3.04E-02	-2.11E-02	4.91E-03	4.96E-04	-2.50E-04

10

【0070】

実施例1の第2撮像光学系LN2

単位：mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1(絞り)	∞	0.000		
2*	1.001	0.548	1.54470	56.15
3*	6.361	0.050		
4*	-10.735	0.300	1.63469	23.87
5*	5.243	0.457		
6*	-1.751	0.300	1.54470	56.15
7*	-2.426	1.021		
8*	-3.987	0.400	1.54470	56.15
9*	3.008	0.262		
10	∞	0.110	1.51633	64.14
11	∞	0.200		
像面	∞			

20

30

【0071】

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14
2	0.222	-7.13E-03	-2.33E-01	5.01E-01	-9.32E-01	0.00E+00	0.00E+00
3	-1.95E+01	-1.81E-01	-2.57E-01	2.18E-01	-6.66E-02	0.00E+00	0.00E+00
4	-8.218	-5.94E-02	-2.10E-01	1.26E+00	-1.65E+00	7.66E-01	0.00E+00
5	18.999	1.58E-01	6.91E-01	-1.08E+00	3.38E+00	8.27E-01	0.00E+00
6	-50	-7.63E-01	1.63E+00	-2.67E+00	2.02E+00	-3.48E-01	0.00E+00
7	-50	-2.13E-01	4.09E-01	-2.19E-01	7.14E-02	-4.63E-02	0.00E+00
8	0	-2.33E-01	1.27E-01	-1.65E-02	-2.95E-03	1.02E-03	-8.08E-05
9	-50	-1.56E-01	2.81E-02	5.81E-03	-2.63E-03	-2.09E-04	1.08E-04

40

【0072】

実施例2の第1撮像光学系LN1

単位：mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		

50

1(絞り)	∞	0.100		
2*	1.583	0.535	1.54470	56.15
3*	-7.954	0.050		
4*	86.727	0.300	1.63469	23.87
5*	2.182	0.334		
6*	7.448	0.300	1.63469	23.87
7*	57.053	0.539		
8*	-5.230	0.556	1.54470	56.15
9*	-1.093	0.280		
10*	-6.245	0.400	1.53048	55.72
11*	1.182	0.516		
12	∞	0.300	1.51633	64.14
13	∞	0.250		
像面	∞			

【0073】

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	
2	-0.044	-3.30E-04	-6.93E-03	-1.27E-02	-1.13E-02	0.00E+00	0.00E+00	
3	41.478	2.10E-02	4.82E-02	-1.22E-01	3.74E-02	0.00E+00	0.00E+00	
4	-50	-6.95E-02	1.87E-01	-2.49E-01	1.63E-01	-3.57E-02	0.00E+00	20
5	-9.645	9.23E-03	1.01E-01	-9.27E-02	5.26E-02	0.00E+00	0.00E+00	
6	-10	-1.14E-01	9.59E-03	5.60E-02	1.32E-02	-3.15E-02	2.39E-03	
7	-10	-9.96E-02	3.49E-02	1.17E-02	3.44E-02	-1.00E-02	-1.64E-03	
8	6.135	-1.59E-02	2.85E-02	-3.90E-03	-2.50E-04	4.73E-05	0.00E+00	
9	-4.282	-3.60E-02	5.02E-02	-1.18E-02	4.81E-04	9.17E-05	0.00E+00	
10	6.752	-6.15E-02	7.9236E-03	1.6618E-03	-1.87E-04	9.66E-07	3.77E-06	
11	-8.272	-6.71E-02	1.5803E-02	-3.38E-03	4.65E-04	-2.76E-05	-1.31E-06	

【0074】

実施例2の第2撮像光学系LN2

単位：mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	
物面	∞	∞			
1(絞り)	∞	0.050			
2*	1.364	0.530	1.54470	56.15	
3*	88.751	0.071			
4*	21.096	0.300	1.63469	23.87	
5*	2.261	0.181			
6*	4.669	0.500	1.63469	23.87	
7*	6.586	1.592			40
8*	-2.380	0.800	1.54470	56.15	
9*	-9.846	0.050			
10*	-5.628	0.300	1.53048	55.72	
11*	15.370	0.111			
12	∞	0.300	1.51633	64.14	
13	∞	0.121			
像面	∞				

【0075】

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	
								50

2	0.153	1.38E-02	-7.55E-03	2.15E-02	-1.49E-02	0.00E+00	0.00E+00
3	-50	3.82E-02	5.46E-02	-1.31E-01	4.19E-02	0.00E+00	0.00E+00
4	40.974	-8.78E-02	1.97E-01	-2.34E-01	1.50E-01	-5.70E-02	0.00E+00
5	-20.224	5.40E-02	1.33E-01	1.46E-02	1.40E-01	0.00E+00	0.00E+00
6	-10	2.21E-02	1.16E-01	3.89E-02	-1.37E-02	-3.27E-02	8.28E-03
7	-10	1.05E-01	9.54E-02	-4.58E-02	4.26E-02	5.53E-03	-1.91E-02
8	-0.226	-4.11E-02	-5.66E-02	5.73E-02	-2.77E-02	1.12E-03	0.00E+00
9	30.588	-1.09E-01	8.44E-03	-6.32E-03	3.35E-03	-8.67E-04	0.00E+00
10	6.752	-1.54E-01	3.00E-02	-8.96E-04	-4.30E-04	1.43E-04	-3.32E-06
11	-8.272	-1.29E-01	3.68E-02	-4.67E-03	2.52E-04	-3.73E-05	3.70E-06

10

【0076】

【表1】

		実施例1		実施例2	
		LN1	LN2	LN1	LN2
全系の焦点距離[mm]	fw又はfm	2.73	4.32	3.70	5.51
Fno	FNOw又はFNOm	4.00	4.00	3.00	4.00
レンズ全長(無限時)[mm]	TLw又はTLm	3.04	3.65	4.45	4.91
最大像高[mm]	2Y'	5.12	5.12	5.80	5.80
全画角[deg]	2ωw又は2ωm	86.32	61.28	76.18	55.52
L1焦点距離[mm]	f1w又はf1m	2.60	2.10	2.47	2.54
L2焦点距離[mm]	f2w又はf2m	-7.91	-5.51	-3.53	-4.02
L3焦点距離[mm]	f3w又はf3m	3.14	-13.70	13.47	22.96
L4焦点距離[mm]	f4w又はf4m	-1.68	-3.09	2.42	-5.99
L5焦点距離[mm]	f5w又はf5m	--	--	-1.84	-7.73
L1-L2合成焦点距離[mm]	fFw又はfFm	3.48	2.91	5.48	4.84
レンズLXの焦点距離[mm]	fXw又はfXm	3.14	-13.70	2.42	-5.99
センサー画素数[MegaPixels]	PX	10.00	10.00	13.00	13.00
切出し最小画素数[MegaPixels]		4.00	4.00	5.86	5.86
切出し最大焦点距離[mm]		4.32	6.83	5.51	8.21
電子ズーム比[倍]	ZR		2.50		2.22
焦点距離(135換算)[mm]		23.07	36.52	27.60	41.10

20

30

【0077】

【表2】

条件式		実施例1	実施例2
(1)	fFw/fFm	1.20	1.13
(2A)	fFw/fw	1.27	1.48
(2B)	fFm/fm	0.67	0.88
(3)	fXw/fXm	-0.23	-0.40
(4)	2ωw	86.32	76.18
(5)	FNOw/FNOm	1.0	0.8
(6)	TLm/fm	0.84	0.89
(7)	TLw/fw	1.11	1.20
(8)	PX/ZR	3.99	5.86

40

【符号の説明】

【0078】

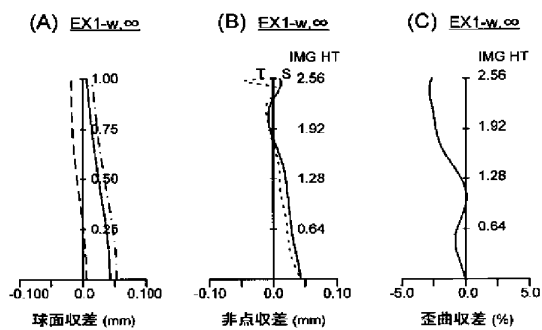
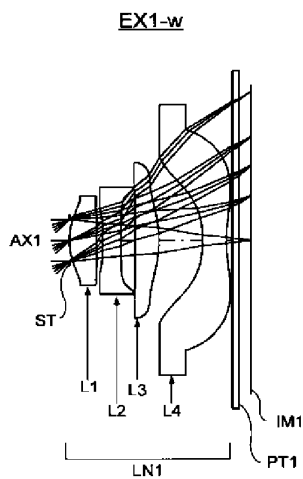
DU デジタル機器(撮像装置)

50

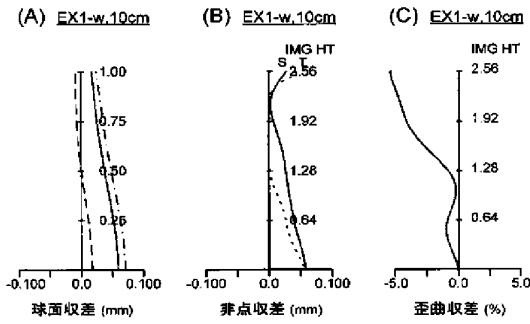
- LU1, LU2 第1, 第2 撮像光学ユニット
- LN1, LN2 第1, 第2 撮像光学系
- L1~L5 第1~第5 レンズ
- ST 開口絞り (絞り)
- SR1, SR2 撮像素子
- SS1, SS2 受光面 (撮像面)
- IM1, IM2 像面 (光学像)
- AX1, AX2 光軸
- 1 信号処理部
- 2 制御部
- 3 メモリ
- 4 操作部
- 5 表示部

【図1】

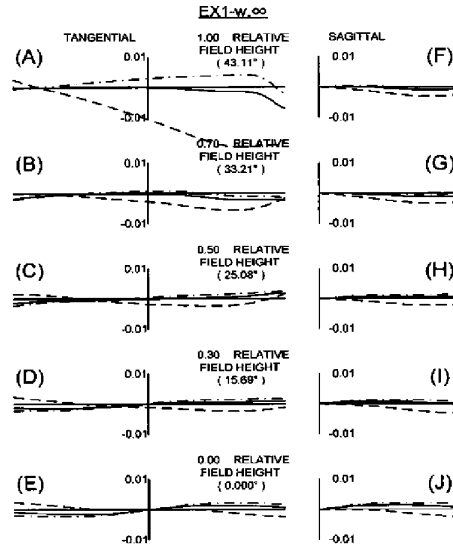
【図2】



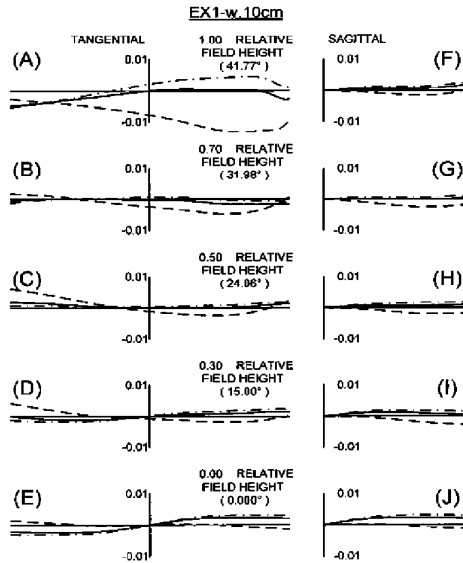
【图 3】



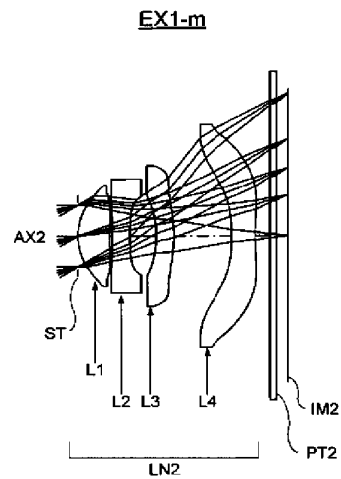
【图 4】



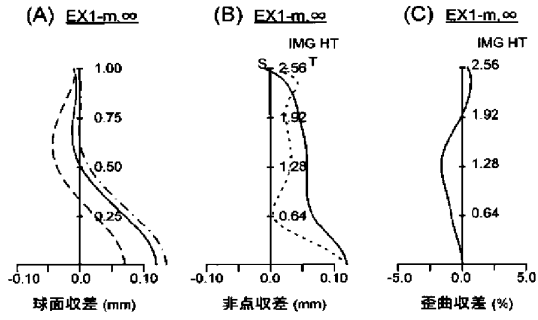
【图 5】



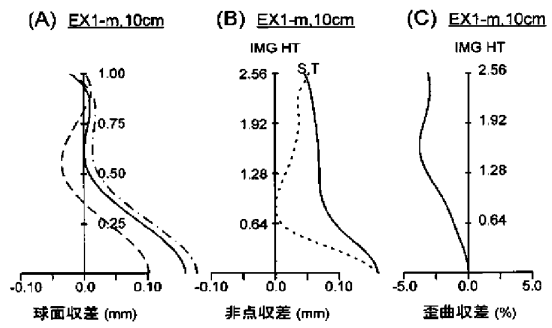
【图 6】



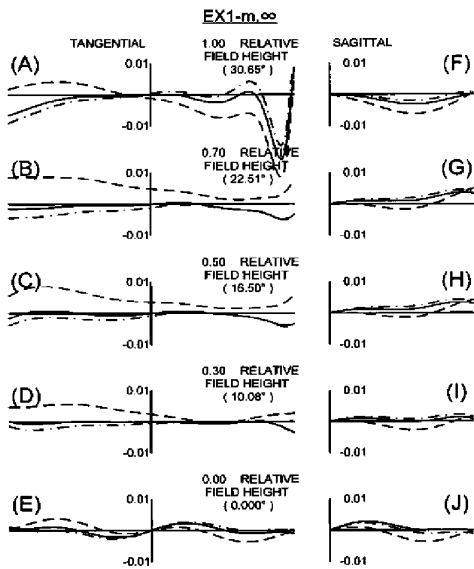
【图 7】



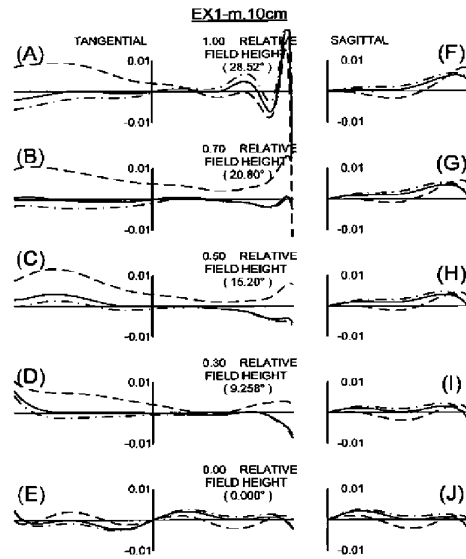
【图 8】



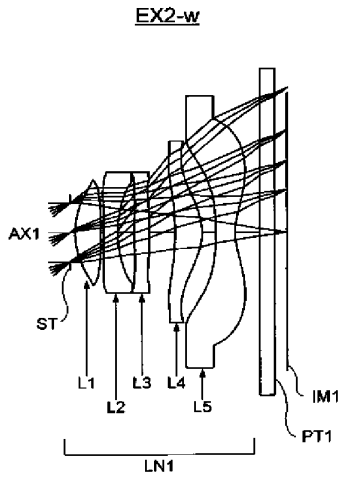
【图 9】



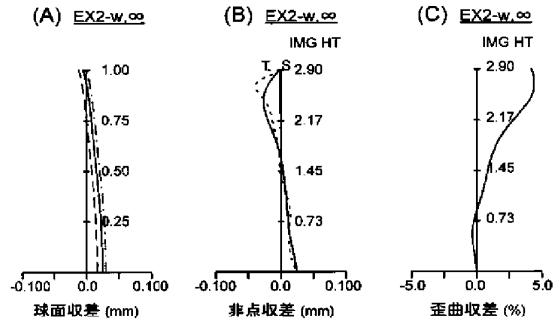
【图 10】



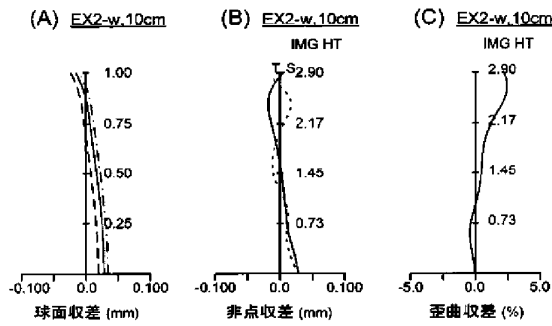
【图 1 1】



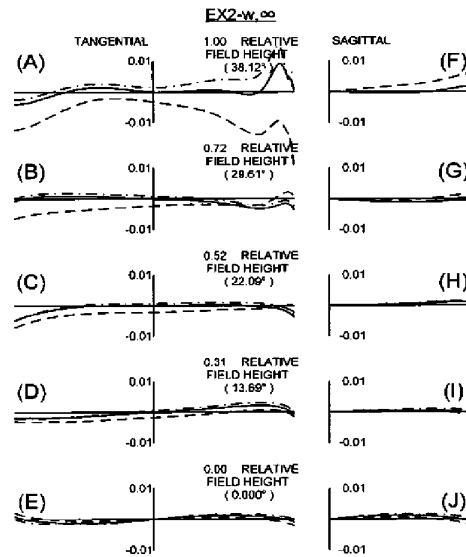
【图 1 2】



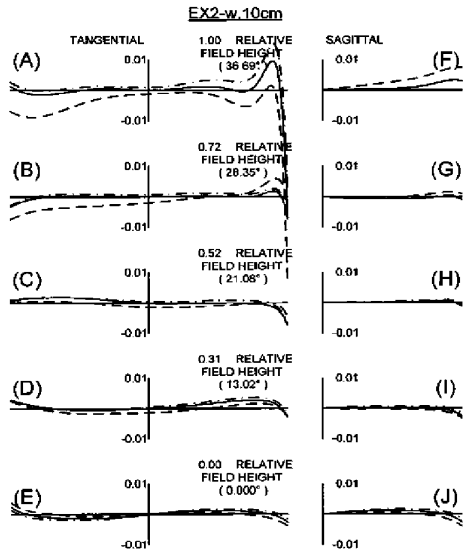
【图 1 3】



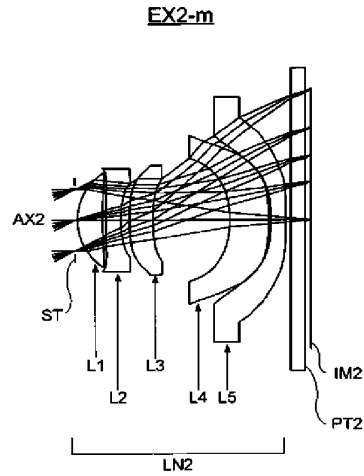
【图 1 4】



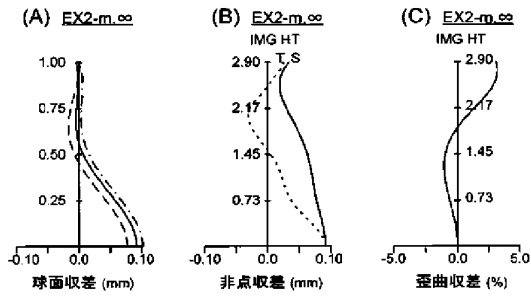
【 図 1 5 】



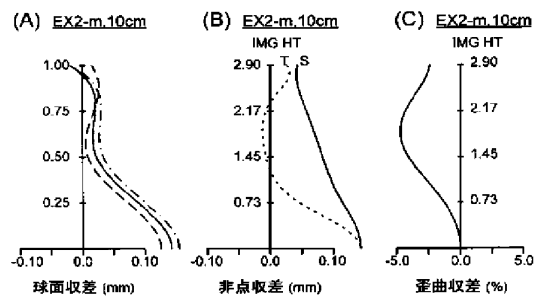
【 図 1 6 】



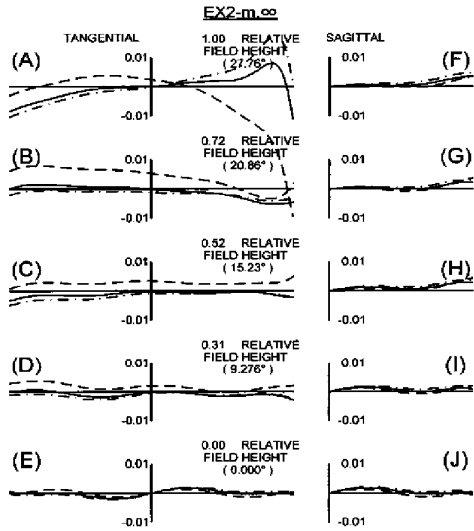
【 図 1 7 】



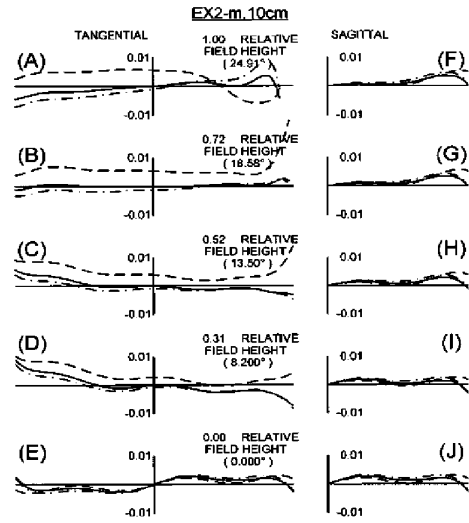
【 図 1 8 】



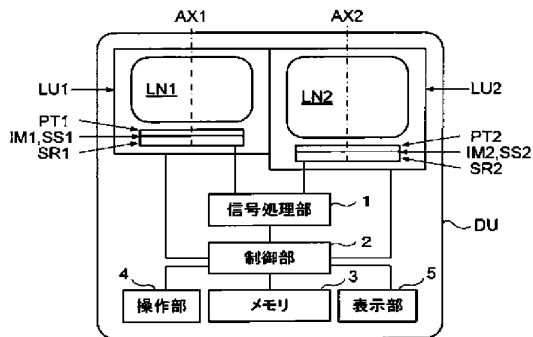
【図 19】



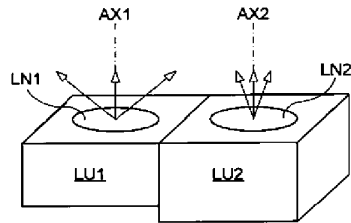
【図 20】



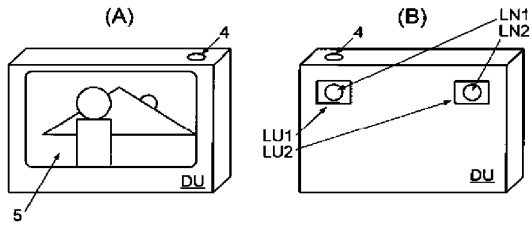
【図 21】



【図 22】



【図 2 3】



フロントページの続き

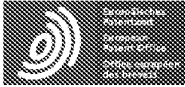
(51)Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
G 0 3 B	19/07	(2006.01)	G 0 3 B	19/07
H 0 4 N	5/232	(2006.01)	H 0 4 N	5/232 Z

(72)発明者 山田 恵子

東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内

Fターム(参考) 2H054 AA01 BB05 BB07

2H087 KA01 LA01 MA01 MA05 PA04 PA05 PA17 PB04 PB05 QA02
 QA06 QA12 QA14 QA22 QA25 QA26 QA39 QA41 QA42 QA45
 QA46 RA05 RA12 RA13 RA34 RA42 SA81 UA01
 5C122 DA03 DA04 EA12 EA37 FA18 FB02 FB03 FC01 FC02 FE02
 FE03 FE06



Espacenet

Bibliographic data: JP2012058407 (A) — 2012-03-22

IMAGING APPARATUS AND PORTABLE INFORMATION TERMINAL

Inventor(s):

Applicant(s): FUJIFILM CORP ± (FUJIFILM CORP)

Classification: - international: G02B13/00; G02B13/18; G02B3/00; H04N5/225;
H04N5/369
- cooperative: G02B13/004; H04N1/00307; H04N9/045

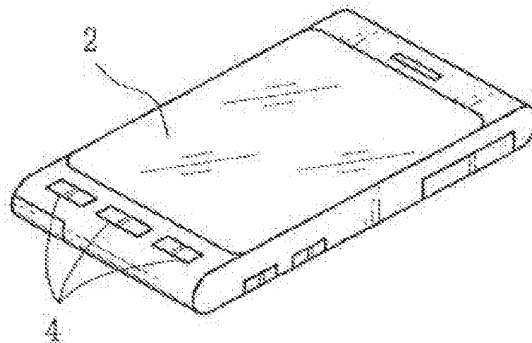
Application number: JP20100200160 20100907

Priority number (s): JP20100200160 20100907

Also published as: US2012057071 (A1) US8908082 (B2) CN102401978 (A)
CN102401978 (B)

Abstract of JP2012058407 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To make an imaging apparatus compact and slim by improving an optical system composed of a plurality of sheets to be used with a solid state imaging sensor. ;SOLUTION: The full length of an optical system is reduced to less than 3.6 mm to make the imaging apparatus slim, and the maximum incident angle of a chief ray on an imaging surface is widened to exceed 33 degrees. Optical performance is improved by satisfying the following conditions: $f/FL < -1.50$ or $f/FL < -0.9$, and $D/f < 1.10$; wherein f is a focal distance of the entire system and FL is a focal distance of a final lens. ;COPYRIGHT: (C) 2012, JPO&INPIT



(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2012-58407

(P2012-58407A)

(43) 公開日 平成24年3月22日(2012.3.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 13/00 (2006.01)	GO2B 13/00	2H087
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	5C024
GO2B 3/00 (2006.01)	GO2B 3/00 A	5C122
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225 D	
HO4N 5/389 (2011.01)	HO4N 5/335 690	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 34 頁)		

(21) 出願番号	特願2010-200160 (P2010-200160)	(71) 出願人	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(22) 出願日	平成22年9月7日(2010.9.7)	(74) 代理人	100075281 弁理士 小林 和憲
		(72) 発明者	米山 一也 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	篠原 義和 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	野田 隆行 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

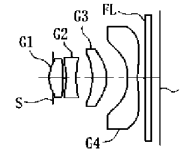
(54) 【発明の名称】 撮像装置及び携帯情報端末

(57) 【要約】

【課題】 固体撮像素子と共に用いられる複数枚構成の光学系を改良し、撮像装置の小型化・薄型化を図る。

【解決手段】 光学系の全長Dを3.6mm未満にして薄型化を図るとともに、結像面上における主光線の最大入射角を33°を越える範囲まで広げる。全系の焦点距離f、最終レンズの焦点距離をfLとしたとき、 $f/fL < -1.50$ あるいは $f/fL < -0.9$ 、さらには $D/f < 1.10$ の条件を満たすようにして光学性能の良化を図る。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数枚のレンズで構成された結像用の光学系と、前記光学系の結像面に結像された画像を撮像する固体撮像素子とを備えた撮像装置において、前記光学系の最前面から結像面までの距離が 3.6 mm 未満であり、かつ結像面に入射する主光線の最大角度が 33° を越えることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

全系の焦点距離を f 、最終レンズの焦点距離を f_L としたとき、 $f/f_L < -1.50$ であることを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 3】

複数枚のレンズで構成された結像用の光学系と、前記光学系の結像面に結像された画像を撮像する固体撮像素子とを備えた撮像装置において、前記光学系の最前面から結像面までの距離 D が 3.6 mm 未満であり、かつ全系の焦点距離を f としたとき、 $D/f < 1.10$ であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】

最終レンズの焦点距離を f_L としたとき、 $f/f_L < -0.90$ であることを特徴とする請求項 3 記載の撮像装置。

【請求項 5】

最終レンズの焦点距離を f_L としたとき、 $f/f_L < -1.50$ であることを特徴とする請求項 3 記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記光学系が負の最終レンズを含む 4 枚のレンズで構成されていることを特徴とする請求項 3～5 のいずれか記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記光学系が負の最終レンズを含む 3 枚のレンズで構成されていることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の撮像装置。

【請求項 8】

複数枚のレンズで構成された結像用の光学系と、前記光学系の結像面に結像された画像を撮像する固体撮像素子とを備えた撮像装置において、前記光学系の最前面から結像面までの距離を D 、全系の焦点距離を f 、最終レンズの焦点距離を f_L としたとき、 $f/f_L < -1.5$ であり、かつ $D/f < 1.10$ であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

前記固体撮像素子は、前記光学系の結像面に位置決めされる入射面に入射角度 $\pm 30^\circ$ で光が入射したときの感度が、前記入射面に垂直に入射したときの感度の 20% 以上であることを特徴とする請求項 1～8 のいずれか記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記固体撮像素子は、被写体光を光電変換する光電変換部の受光面が、画素単位で撮像信号を読み出すための回路を含む配線層よりも被写体光の入射面側に設けられていることを特徴とする請求項 1～9 のいずれか記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記光電変換部が有機光電変換膜で構成されていることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか記載の撮像装置。

【請求項 12】

前記固体撮像素子は可視光域の被写体光を受光し、赤外領域には実質的な感度を有しないことを特徴とする請求項 9 記載の撮像装置。

【請求項 13】

前記固体撮像素子は、裏面照射型固体撮像素子であることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか記載の撮像装置。

【請求項 14】

前記光学系が赤外カットフィルタを含まないことを特徴とする請求項 1 ～ 1 3 のいずれか記載の撮像装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 ～ 1 1 のいずれか記載の撮像装置を内蔵したことを特徴とする携帯情報端末。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、結像用の光学系と撮像素子とからなる撮像装置に関し、詳しくは、光学系の全長を短くして薄型化を図った撮像装置及びこの撮像装置を内蔵した携帯情報端末に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

デジタルカメラは小型化が容易であることから、携帯電話機や P D A などの各種の携帯機器に組み込まれ、さらには T V 電話機用のカメラとして、また各種車両の内外の画像を運転席から確認するための車載カメラとしても広く用いられている。デジタルカメラは、結像用の光学系と、この光学系で結像された被写体画像を光電変換する固体撮像素子とをユニット化した撮像装置と、固体撮像装置を駆動して撮像信号の読出しを行い、さらには種々の信号処理を施してデジタル化した画像データを得、そして記録する回路・メモリ装置などで構成される。

【0 0 0 3】

例えば、携帯情報端末として広く利用されている携帯電話機や P D A などにデジタルカメラを内蔵させる場合、回路・メモリ装置部分については様々な実装手法で薄型化を図ることは比較的容易であるが、撮像装置部分についてはその光学的な性能を考慮するとその薄型化が難しい。というのは、簡便には光学系の全長を短くして撮像装置の薄型化を図ることは可能であるが、その結果、結像面上で光軸から離れた各点に入射する主光線の入射角度は光学系の全長が長いものと比較して大きくなる。これは、絞り面と結像面との間の幾何学距離が短くなることに起因しており、光学設計上、避けることができない。

【0 0 0 4】

一方、固体撮像素子として現在広く用いられている通常の表面照射型 C M O S イメージセンサでは、画素の開口効率を向上させ、結像光束を可能な限り画素ごとの光電変換部に導くべく、被写体光の入射面にマイクロレンズが敷設されている。これによって、マイクロレンズが敷設されていない場合に比べて開口効率が向上し光電変換効率も向上している。しかし、被写体像を光電変換する光電変換部が配線層のさらに下方に存在するため、垂直入射した光線は効率よく光電変換されるものの、ある程度の角度の角度がついた光線は光電変換部に到達する前に配線層等によって遮断され、あるいは隣接する画素に漏れてしまうため、当該画素の光電変換に寄与できない。このために、画素単位での光電変換効率は光線が撮像面に垂直に入射した場合に最も高く、入射角 2 0 ° 程度になったときの光電変換効率は垂直入射時の 1 0 0 % に対して 3 5 % 程度にまで激減し、入射角が 3 0 ° 程度を越えると大半の光線が配線層等により遮断され、あるいは隣接する画素へ漏れる結果、垂直入射時の 5 % まで低下する。

【0 0 0 5】

表面照射型 C M O S イメージセンサにおいては、上述の如く光電変換部が配線層のさらに下方に存在するという画素構造により光線の広がり角度の許容範囲が狭く、入射角度が垂直よりも増すと直ちに隣接する画素への光線漏れが生じて感度の低下を誘起する。このような入射角度をもつ光線は画面周辺部に近づくほど増え、結果的に画面周辺部側で光電変換に寄与できる光線が減少して画面周辺部の画像が相対的に暗くなる。換言すれば、光学系で本来的に担保している開口効率そのままの明るさを C M O S イメージセンサを通して得られる画像で再現することができない。画面周辺部が暗い画像は、後段の画像処理によってこれを補正することが一般に行われている。しかし補正には S N の劣化が伴い、甚だしく暗い画像を無理に補正した場合には S N の劣化が許容範囲を越え、実用にはならな

10

20

30

40

50

い。また、上記のような入射角度をもった光線が画面周辺部で増えることに伴い、隣接画素への漏光も増えて混色の問題も生じる。混色についても同様に後段の画像処理による補正が可能ではあるが、やはりS/Nの劣化が免れず、混色が甚だしい画像を無理に補正した場合には同様にS/Nの劣化が許容範囲を越えてしまうため実用には供し得ない。

【0006】

最近では、主光線の入射角度を画面周辺部で補正するために、マイクロレンズのピッチを画素ピッチよりも詰めること（いわゆるスケーリング）で、画面周辺部での照度低下を軽減させる対策が講じられることもあるが、未だ不十分で完全な対策にはなっていない。こうした事情から、特許文献1、2、3などで知られるように、撮像装置に用いられる光学系は、画面周辺部に入射する主光線の入射角が概ね30°以内に収まるように光学設計されているのが現状である。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-122007号公報

【特許文献2】特開2008-268946号公報

【特許文献3】特開2008-185687号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

これまでの撮像装置に用いられている光学系は、固体撮像素子の構造上の制約から、固体撮像素子の光入射面と一致させる光学系の結像面上で、画面周辺部における主光線の入射角を最大でも30°程度に抑えなくてはならないことから、特許文献1、2に見られるように光学系の全長は4mm以上であり、撮像装置のさらなる薄型化には不十分である。また、特許文献3記載の光学系は、空気換算した全長が3.2mm程度にまで薄型化されてはいるが、結像面への主光線の入射角を30°程度に抑えることを前提にしているため解像力が不足しがちでイメージサイズが小さくなるという難点があり、一般用途では適用可能範囲が限られ汎用性に乏しい。

20

【0009】

本発明は上記背景を考慮してなされたもので、小型化、特に光学系の最前面から固体撮像素子の入射面（光学系の結像面）までの距離を短くして携帯情報端末への組み込み適性を高めると同時に、光学性能についても良好な光学系を備えた撮像装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は上記目的を達成するにあたり、固体撮像素子と組み合わせられる結像用の光学系を複数枚構成とし、光学系の最前面から結像面までの距離を3.6mm未満にして薄型化を図るとともに、結像面に入射する主光線の最大入射角が33°を越えるようにしたものである。主光線の最大入射角が33°を越える範囲まで許容されると諸収差を小さく抑えたままにさらに光学系の全長を短くすることが可能となる。これにより、光学系の最前面から結像面までの距離を3.3mm程度まで縮めることが可能である。さらに望ましくは、結像面に入射する主光線の最大入射角を45°以上にすることによって、諸収差を小さく抑えたままにさらに全長を短くすることが可能となる。これにより、光学系の最前面から結像面までの距離を3.0mm程度にまで縮めることが可能である。また、光学系全体の焦点距離をf、固体撮像素子側の最終レンズの焦点距離をf_Lとしたとき、「f/f_L<-1.50」を満たすようにすることが有効である。なお、光学系の最前面はレンズ面に限られず絞り面であってもよい。また、光学系の最前面から結像面までの距離は、光学系中にフィルタプレートなどのパワーをもたない平行平板が含まれている場合には、これを空気換算して算出した値を表す。

40

【0011】

50

さらに本発明は、複数枚のレンズで構成された結像用の光学系と、前記光学系の結像面に結像された画像を撮像する固体撮像素子とを備えた撮像装置を構成するにあたり、前記光学系の最前面から結像面までの距離 D を 3.6 mm 未満とし、かつ全系の焦点距離を f としたとき、 $D/f < 1.10$ とすることも効果的である。加えて、最終レンズの焦点距離を f_L としたとき、 $f/f_L < -0.90$ とする。望ましくは、 $f/f_L < -1.50$ とすることも有効であり、これによって光学系の全長 D を短くしながらも例えば解像力などの光学性能を維持することが可能となる。これらの光学系は、最終レンズに負パワーのレンズを含み、全体で4枚または3枚のレンズの組合せにより効果的に実施することができる。

【0012】

また、本発明において固体撮像素子とともに用いられる光学系は、その最前面から結像面までの距離を D 、全系の焦点距離を f 、最終レンズの焦点距離を f_L としたとき、 $f/f_L < -1.5$ であり、かつ $D/f < 1.10$ を満足する光学系として構成することもできる。そして、この光学系においても、全体で3～4枚のレンズ構成とすることにより、前記距離 D を 3.6 mm 未満に抑えて薄型化を図ることが可能である。

【0013】

本発明において用いられる固体撮像素子としては、有機光電変換膜によって被写体光を光電変換する機能を有するものであることが最も好ましく、この場合は結像面における光線の最大入射角を 33° を越えて広げることが可能となるだけでなく、併用される光学系中に赤外カットフィルタを要しないという大きな利点がある。また、結像面における光線の最大入射角を 33° を越えた角度まで広げることができるという観点からは裏面照射型の固体撮像素子も実用の範囲内である。上記したこれらの撮像装置は、携帯電話機に代表される携帯情報端末に好適に内蔵させることが可能で、そのほかにも内視鏡装置の撮像デバイスとして、またパーソナルコンピュータやテレビジョンなどに内蔵され、人物感知用あるいは画像認証用の撮像デバイスとして広く用いることが可能である。

【発明の効果】

【0014】

本発明の撮像装置は、小型化・薄型化を図りながらも、結像面における主光線の最大入射角を従来装置と比較して大きくしても良好な結像性能が得られるように工夫されているから、例えば家電製品や携帯情報端末などに種々の用途で内蔵される撮像装置として効果的に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の撮像装置が組み込まれた携帯電話機の外觀図である。

【図2】固体撮像素子の概略断面図である。

【図3】結像面における像高と入射光線の角度との相関を示すグラフである。

【図4】赤外カットフィルタの分光透過特性を示すグラフである。

【図5】本発明に用いられる光学系の実施例1を示すレンズ構成図である。

【図6】実施例1の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図7】実施例1の収差図である。

【図8】本発明に用いられる光学系の実施例2を示すレンズ構成図である。

【図9】実施例2の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図10】実施例2の収差図である。

【図11】本発明に用いられる光学系の実施例3を示すレンズ構成図である。

【図12】実施例3の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図13】実施例3の収差図である。

【図14】本発明に用いられる光学系の実施例4を示すレンズ構成図である。

【図 1 5】 実施例 4 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図 1 6】 実施例 4 の収差図である。

【図 1 7】 本発明に用いられる光学系の実施例 5 を示すレンズ構成図である。

【図 1 8】 実施例 5 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図 1 9】 実施例 5 の収差図である。

【図 2 0】 本発明に用いられる光学系の実施例 6 を示すレンズ構成図である。

【図 2 1】 実施例 6 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

10

【図 2 2】 実施例 6 の収差図である。

【図 2 3】 本発明に用いられる光学系の実施例 7 を示すレンズ構成図である。

【図 2 4】 実施例 7 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図 2 5】 実施例 7 の収差図である。

【図 2 6】 本発明に用いられる光学系の実施例 8 を示すレンズ構成図である。

【図 2 7】 実施例 8 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図 2 8】 実施例 8 の収差図である。

【図 2 9】 本発明に用いられる光学系の実施例 9 を示すレンズ構成図である。

20

【図 3 0】 実施例 9 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図 3 1】 実施例 9 の収差図である。

【図 3 2】 本発明に用いられる光学系の実施例 1 0 を示すレンズ構成図である。

【図 3 3】 実施例 1 0 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図 3 4】 実施例 1 0 の収差図である。

【図 3 5】 本発明に用いられる光学系の実施例 1 1 を示すレンズ構成図である。

【図 3 6】 実施例 1 1 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

30

【図 3 7】 実施例 1 1 の収差図である。

【図 3 8】 本発明に用いられる光学系の実施例 1 2 を示すレンズ構成図である。

【図 3 9】 実施例 1 2 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図 4 0】 実施例 1 2 の収差図である。

【図 4 1】 本発明に用いられる光学系の実施例 1 3 を示すレンズ構成図である。

【図 4 2】 実施例 1 3 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図 4 3】 実施例 1 3 の収差図である。

【図 4 4】 本発明に用いられる光学系の実施例 1 4 を示すレンズ構成図である。

40

【図 4 5】 実施例 1 4 の結像面上における像高位置と光線の入射角の関係を示すグラフである。

【図 4 6】 実施例 1 4 の収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 6】

本発明を適用した撮像装置を内蔵した携帯電話機の一例を図 1 に示す。同図 (A) が正面側、同図 (B) が背面側の外観で、表示パネル 2 の下方に設けられた操作部から入力操作を行うと表示パネル 2 に操作メニューが表示される。表示パネル 2 はタッチパネルになっており、以後は表示パネル 2 に表示された適宜のアイコンに指先を触れてダイヤル通話操作などを行うことができる。

50

【0017】

同図(B)に示すように、携帯電話機の背面側に撮影窓3が設けられ、その奥に撮像装置5が組み込まれている。表示パネル2へのタッチ操作によりカメラモードで起動すると、撮影窓3を通して撮像装置5で得られた画像がリアルタイムで表示パネル2にスルー画像として表示される。このスルー画像を観察しながらフレーミングを行い、適宜のタイミングでリリース操作すれば静止画の撮影を行うことができる。カメラモードで起動した後、動画モードを選択すれば動画の撮影も可能となる。撮像装置5は、略直方体状の筐体内に、チップレベルでフレキシブル基板に実装された固体撮像素子と、この固体撮像素子の前面に位置決めされた結像用の光学系とからなり、筐体を含む全体の厚みは数mm～8mm程度にまとめられ、携帯電話機の筐体厚み内に収容されている。

10

【0018】

この撮像装置5に用いられている固体撮像素子は、光学系を通して入射した被写体光を有機光電変換膜で光電変換するCMOSイメージセンサ(以下、有機CMOSセンサ)で構成されている。この有機CMOSセンサは、例えば「FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT」(No.55-2010)などにより公知で、その概略構造は、例えば図2(A)に示すようになっている。また、従来のシリコン光電変換領域が設けられたCMOSイメージセンサにおいて、受光感度を向上させることを目的として裏面照射型(背面照射型)CMOSイメージセンサが開発されている。その概略構造は、例えば図2(B)に示すようになっている。

【0019】

図2(A)は有機CMOSセンサを示し、比較のために同図(C)に従来の表面照射型CMOSイメージセンサを示す。互いに共通する構成部分には同符号を付してある。マイクロカラーフィルタ層6は、青色(B光)透過フィルタと緑色(G光)透過フィルタと赤色(R光)透過フィルタとをベイヤー配列などの所定パターンで配列したもので、図中のPが一画素分のピクセルに相当する。

20

【0020】

有機CMOSセンサは読み出し回路(図示省略)が設けられた半導体基板7の上方に配線層8を設け、その上方に画素電極9、有機光電変換膜10、透明な対向電極12を有する構造である。配線層8には、画素電極9を介して画素単位に得られる撮像信号を読み出すためのスイッチング回路あるいは増幅回路などの回路網が含まれ、これらの回路は配線層8中に設けられた接続部14によって電気的に接続される。対向電極12の上方には透明な保護層13が形成され、その上に前述したマイクロカラーフィルタ層6が積層されている。

30

【0021】

同図(B)に示す裏面照射型CMOSイメージセンサでは、半導体基板7中にシリコンフォトダイオードからなる光電変換部11が画素ごとに設けられ、その上方にパッシベーション膜15、マイクロカラーフィルタ層6を積層した構造となっている。さらにマイクロカラーフィルタ層6を画素単位で個々のマイクロレンズが覆うように、マイクロレンズアレイ16が重ねられ、画素単位で撮像信号を読み出すためのスイッチング回路等を含む配線層8は、光電変換部11の下方(光の入射面とは反対側)に設けられている。

40

【0022】

同図(C)に示す従来の表面照射型CMOSイメージセンサでは、半導体基板7中にシリコンフォトダイオードからなる光電変換部11を設け、その上方に配線層8、パッシベーション絶縁膜15、マイクロカラーフィルタ層6を設け、マイクロカラーフィルタ層6を画素単位で個々のマイクロレンズで覆うように、マイクロレンズアレイ16が重ねられている。

【0023】

図2から分るように、有機CMOSセンサと裏面照射型CMOSイメージセンサでは、光電変換のための受光面となる有機光電変換膜10の上面、あるいは光電変換部11の上面が配線層8の上方に位置し、光の入射側に接近して設けられているのに対し、従来の表

50

面照射型 CMOS イメージセンサでは受光面となる光電変換部 11 の上面が配線層 8 の下方に位置している。また、有機 CMOS センサでは光電変換部として機能する有機光電変換膜の厚みが $0.5 \mu\text{m}$ であるが、裏面照射型 CMOS イメージセンサおよび表面照射型 CMOS イメージセンサではシリコンフォトダイオードからなる光電変換部の深さ方向の厚みが $5 \mu\text{m}$ 程度となっている。

【0024】

光電変換部の受光面を配線層 8 の上方に位置させることにより、表面照射型 CMOS イメージセンサと比較して、有機 CMOS センサ及び裏面照射型 CMOS イメージセンサは入射光束の損失が少なく感度が向上する。また、入射光が受光面に達する前に配線層 8 で蹴られるのを避けることができるため、光線が角度をもって入射した場合の感度劣化を抑えることができる。さらに、光電変換作用をもつ有機光電変換膜 10 あるいは光電変換部 11 の深さ方向の厚み T が薄くなれば、マイクロカラーフィルタ層 6 を垂直に透過してきた入射光はもとより、斜めに透過してきた入射光も隣接する画素の光電変換部 11 への漏光を抑えることができるようになり、混色の発生を改善することが可能となる。そして、同図 (B) に示す裏面照射型 CMOS イメージセンサでは、混色の発生を防ぐために、斜めに入射してきた光がマイクロカラーフィルタ層 6 にできるだけ垂直に入射するようにマイクロレンズアレイ 16 を利用せざるを得ないのに対し、同図 (A) の有機 CMOS センサではマイクロレンズアレイ 16 を省略することができる。

10

【0025】

また、図 2 (B), (C) に示す裏面照射型あるいは表面照射型 CMOS イメージセンサでは、適切なマイクロレンズアレイ 16 を用いた場合でもマイクロカラーフィルタ層 6 の法線に対して 30° 以上の角度で入射してきた光線は、該当画素の光電変換部 11 に入射する割合が激減する。図 3 はその様子を相対感度で表したもので、光線の入射角 0° が垂直入射に相当する。図 3 に符号 M3 で示す感度特性が従来の表面照射型 CMOS イメージセンサのもので、光線の入射角が $\pm 20^\circ$ 程度になると垂直入射と比較して 35% 程度にまで低下し、 $\pm 30^\circ$ がほぼ限界となっている。

20

【0026】

符号 M2 で示す感度特性が裏面照射型 CMOS イメージセンサのもので、光線の入射角が $\pm 20^\circ$ ぐらいになると垂直入射と比較して感度は低下するものの、50% 程度は確保され、 $\pm 30^\circ$ でも 25% 程度の感度を有しており、表面照射型 CMOS イメージセンサよりも優れている。さらに、有機 CMOS センサは符号 M1 で示す感度特性を有しており、理論限界となるコサインカーブ M0 とほぼ同等のレベルまで高い感度特性を示し、実用的には $\pm 45^\circ$ 付近でも十分な感度を示していることが分かる。これは、上述の如く有機光電変換膜が光の入射面に接近し、かつ、その厚みが薄いという特長に依るものである。

30

【0027】

上述のように、有機 CMOS センサの感度特性は裏面照射型 CMOS イメージセンサよりも格段に優れており、かつ表面照射型 CMOS イメージセンサに対しては圧倒的に優れている。感度特性としては有機 CMOS センサが最も優れてはいるが、本発明を実施する上では、入射角 $\pm 30^\circ$ の光線に対する相対的な感度が、垂直入射に対して 20% を上回る感度特性があればよい。したがって、感度特性上からは裏面照射型 CMOS イメージセンサでも実用的には利用可能で、必ずしも有機光電変換膜によって光電変換作用を行う固体撮像素子に限られない。入射角 $\pm 30^\circ$ の光線に対して相対的な感度が 20% を下回る固体撮像素子では、後段の画像処理によってシェーディング補正処理を行った際に SN の劣化が許容できなくなり、結果として画質の著しい低下を招く。望ましくは、光線入射角 $\pm 30^\circ$ における相対的な感度が 50% を上回る特性をもつ固体撮像素子であればなお良い。

40

【0028】

また、従来型の CMOS イメージセンサは赤外領域にも感度を有するため、赤外カットフィルタを光学系内に組み込むのが一般となっている。一般的な多層膜を用いた赤外カットフィルタは、例えば図 4 に符号 T0 で示すように、垂直入射光に対する透過率の半値が

50

650nm程度に設定された分光透過特性をもつ。ところが、斜め入射光に対しては波長シフトを生じ、20°入射ではT1、30°入射ではT2、40°入射ではT3と透過特性が変化する。したがって、入射角が小さい画面中央部分と入射角が大きくなる画面周辺部とで色味が変わる色シェーディングの問題が生じてくる。この色シェーディングの観点からも、従来型のCMOSイメージセンサでは、結像面の特に周辺部に入射する主光線の入射角の最大値を25°～30°に抑えておくことが前提的条件にもなっているのが現状となっている。

【0029】

これに対し本発明の撮像装置では、従来の常識的制約にとらわれることなく、結像面に入射する主光線の最大角度を33°以上にまで広げることによって、全長が3.6mm未満にまで抑えることができる光学系を用いるようにしたことが大きなポイントになっている。また、結像面に入射する主光線の最大角度を40°以上にまで広げることによって、全長が3.3mm程度にまで縮めることが可能である。さらに望ましくは、結像面に入射する主光線の最大入射角を45°以上にすることによって、光学系の最前面から結像面までの距離を3.0mm程度にまで縮めることが可能となる。しかも、主光線の最大入射角を大きくしても、図2及び図3で説明したような隣接画素への漏光が生じることがないように、光学系とともに用いられる固体撮像素子も改善を施しておくことが好ましく、固体撮像素子としては前述した有機CMOSイメージセンサや、裏面照射型イメージセンサが好適に用いられる。

【0030】

特に、有機CMOSイメージセンサでは、その分光感度特性が図4に破線で示すように、赤外領域での感度を著しく低下させることが可能であるため、必ずしも赤外カットフィルタを光学系中に組み込まなくても実用化ができる。したがって、赤外カットフィルタを省略して色シェーディングをなくすとともに、製造コストを抑えることも可能となる。

【0031】

本発明に用いられる結像用の光学系の特徴は、第一に複数枚で構成される光学系の全長Dが3.60mm未満であり、より好ましくは3.50mmであることで、さらに結像面上で許容される主光線の最大入射角が33°を越えていることである。ここで、主光線とは光学校り面の中心を通過して結像面に達する光線を意味し、また光学系の全長Dとは、最前面に絞り面がある場合には絞り面から結像面までの距離を意味し、光学系内にパワーをもたない平行平板が含まれる場合にあっては、その屈折率と厚みに応じた空気換算を行った値を意味する。

【0032】

さらに、本発明の光学系が4枚レンズで構成されている場合の特徴は、光学系全系の焦点距離をf、固体撮像素子に最も近く、そしてパワーをもった最終レンズの焦点距離をfLとしたとき、 $f/fL < -1.50$ の条件を満たすことである。この条件を満たさないと、光学系の全長Dを短くしながらも例えば解像力などの光学性能を維持することが困難になる。実用的にはさらに下限をもたせ、 $-3.00 < f/fL < -1.5$ の範囲にすることが望ましい。この下限が満たされないと、最終レンズの負パワーが強くなり過ぎて光学性能の維持が難しくなる。

【0033】

さらに、光学系の全長Dと、全系の焦点距離fとを用い、 $D/f < 1.10$ の条件を満たさせることも有効である。この条件を満たさずに全長Dを短くすると必要以上に広角となり、一般的な使用状態のもとでは光学諸元として適切でない。この条件に下限を加えるなら、 $0.80 < D/f < 1.10$ とするのが望ましい。この下限を下まわると、各レンズのパワーが強くなり過ぎて収差補正が難しくなる。

【0034】

本発明の光学系を3枚レンズの組み合わせで構成する場合には、 $f/fL < -0.90$ の条件式を満たさせるのが好ましい。この条件式が満たされないと、やはり光学性能の劣化が避けられない。さらに下限を設け、 $-2.00 < f/fL < -0.90$ にすることが

望ましい。この下限を下まわると最終レンズの負パワーが強くなり過ぎて光学性能の維持が困難になる。さらに、3枚レンズ構成あるいは4枚レンズ構成のいずれの場合でも最終レンズの像側の面は光軸近辺で像面側に凹であることが望ましい。これにより f / f_L を適切な値に保つことが容易になる。

【0035】

以下、本発明の具体的な実施例について説明する。実施例1～8は光学系を4枚のレンズで構成した例、実施例9～14は光学系を3枚のレンズで構成した例である。これらの実施例1～14の代表的な数値データは表1に示すとおりで、参考までに比較例1～6についても併記した。比較例1, 2はそれぞれ特許文献1の実施例1, 2として記載された例、比較例3, 4はそれぞれ特許文献2の実施例1, 4として記載された例、比較例5, 6はそれぞれ特許文献3の実施例4, 7として記載された例を示している。なお、これらの実施例では3枚レンズ構成、4枚レンズ構成について説明しているが、5枚以上のレンズ構成の場合でも本発明は適用することができる。この場合、4枚レンズ構成の場合と同等の数値範囲が適用できる。

【0036】

【表1】

	枚数	フィルタ	実寸全長 (mm)	換算全長 (mm)	CRA (度)	f/fL	D/f	f (mm)	fL (mm)	F値
実施例1	4	有	3.382	3.303	36.8	-1.661	1.068	3.093	-1.863	2.65
実施例2	4	無	3.008		45.8	-1.567	1.002	3.002	-1.916	2.64
実施例3	4	無	3.129		45.5	-1.603	1.04	3.008	-1.877	2.64
実施例4	4	有	3.205	3.127	46.9	-1.529	1.041	3.005	-1.965	2.64
実施例5	4	有	3.597	3.495	36.2	-1.614	1.213	2.880	-1.784	2.58
実施例6	4	無	3.392		34.9	-1.595	1.256	2.701	-1.694	2.39
実施例7	4	無	3.322		44.6	-1.210	1.255	2.647	-2.187	2.36
実施例8	4	無	3.087		38.7	-2.015	1.179	2.618	-1.299	2.3
実施例9	3	無	3.363		40.6	-1.054	1.079	3.115	-2.955	3.21
実施例10	3	無	3.256		44.9	-0.977	1.083	3.007	-3.079	3.21
実施例11	3	無	3.257		43.9	-1.114	1.083	3.007	-2.700	3.21
実施例12	3	無	3.339		41.6	-1.011	1.105	3.021	-2.989	3.21
実施例13	3	有	3.216	3.166	36.0	-0.081	1.164	2.721	-33.604	3.2
実施例14	3	有	3.289	3.240	40.4	0.059	1.171	2.766	47.077	3.2
比較例1	4	有	6.509	6.408	27	0.138	1.15	5.572	40.389	2.8
比較例2	4	有	6.54	6.436	26	0.238	1.172	5.494	23.107	2.8
比較例3	4	有	4.209	4.107	23	-1.402	1.126	3.648	-2.602	2.94
比較例4	4	有	4.206	4.103	23	-1.605	1.154	3.557	-2.216	2.94
比較例5	3	有	3.36	3.22	28	0.747	1.135	2.837	3.798	2.88
比較例6	3	有	3.34	3.199	27	0.283	1.146	2.790	9.872	2.88

【0037】

以下、本発明の実施例1～14及び、比較例1～6について、それぞれレンズデータと非球面係数を示す各表と、光学系の基本構成と、結像面における各像高位置に入射する主光線(P)の入射角並びにその主光線の上方(U)と下方(L)からそれぞれ入射する光線の入射角を示すグラフと、各実施例の収差図を表す図面にしたがって説明する。光学系の基本構成を示す図面においては、物体側から順にG1, G2, G3, G4の符号を付し、Sは絞り面を、Pは結像面を表し、また赤外カットフィルタFLは平行平板で構成され結像性能には寄与しない。収差図にあっては、球面収差図の符号F, d, CはそれぞれF線(486nm)、d線(588nm)、C線(656nm)の波長光に対する特性を示し、非点収差図の符号s, tは、それぞれサジタル、タンジェンシャルの特性を示す。

【0038】

また、本発明の各実施例では、複数枚構成のレンズの各面には全て非球面が用いられ、

レンズデータ中の各面の曲率半径は近軸曲率半径を示す。非球面係数は、以下の数式で表される非球面形状の各係数 A_i と、 K の値を表す。表中の記号 E は、その次に続く数値が 10 を底とする「べき指数」であることを意味している。

【0039】

上記非球面形状を表す数式は、

$$Z(h) = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A(i) \cdot h^i$$

で表され、上式の各文字は以下を表す。

Z : 非球面の深さ (mm)

h : 光軸からレンズ面までの距離 (高さ) (mm)

K : 円錐係数

C : 近軸曲率 = $1/R$

R : 近軸曲率半径

A_i : 第 i 次 (i は 3 以上の整数) の非球面係数

10

【0040】

以下に説明する各実施例は、本発明の撮像装置に用いられる光学系についてのものであるが、これらの各実施例に挙げた光学系とともに共通に用いられる固体撮像素子としては、光線入射角度 $\pm 30^\circ$ において相対的な感度が 20% を上回る特性をもつものであればよい。具体的には、有機 CMOS センサもしくは裏面照射型 CMOS イメージセンサが挙げられる。望ましくは、光電変換部としては有機光電変換膜に限らず最終的に光線入射角度 $\pm 30^\circ$ において相対的な感度が 50% を上回る特性をもつものであればなお良い。

20

【0041】

[実施例 1]

実施例 1 の光学系は図 5 の構成を有し、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表 2 及び表 3 のとおりである。

【0042】

【表 2】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数
1	0.000	0.120		
絞り	0.000	-0.120		
3	1.152	0.415	1.536228	53.84
4	-13.063	0.080		
5	-3.033	0.327	1.639891	23.63
6	-7776.775	0.480		
7	-2.511	0.450	1.536228	53.84
8	-1.232	0.633		
9	-6.468	0.300	1.536228	53.84
10	1.194	0.200		
11	0.000	0.230	1.518249	64.14
12	0.000	0.267		
結像面	0.000	*		

30

40

【0043】

【表 3】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
3	-5.5174440E+00	-6.3014927E-02	9.4449566E-01	-1.4331977E+00	1.2852829E+00
4	0.0000000E+00	-4.6191443E-02	1.7849980E-01	-3.3300021E-01	2.3738649E-01
5	0.0000000E+00	2.1063587E-02	8.9343410E-02	4.4378245E-01	-2.5176008E-01
6	0.0000000E+00	4.4956708E-03	4.6179536E-01	-4.3677450E-01	4.7299708E-01
7	-1.0000009E+01	-6.3305135E-02	6.1890633E-02	2.8149357E-02	-3.5088281E-01
8	-9.9664450E-01	-1.1341495E-01	2.7203137E-01	-4.2951375E-01	4.1613400E-01
9	1.0000000E+00	-4.2679854E-01	1.6266269E-01	1.1038820E-02	-5.9141012E-02
10	-2.3720568E+00	-5.5698891E-01	4.3967120E-01	-1.2026013E-01	-6.4890159E-02

10

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)
3	-7.4990043E-01	-1.1885159E+00	4.7457335E+00	-5.2884874E+00
4	-1.0395206E+00	7.0133998E-01	-1.5810265E+00	1.5869174E+00
5	-1.5961159E+00	3.7050351E-01	6.7537457E-01	1.6658424E+00
6	1.2735256E-01	-8.0225627E-01	-9.2956816E-02	1.2949321E+00
7	4.7967919E-02	4.0704739E-01	-1.6589558E-01	-1.7628279E-01
8	-2.6018566E-01	-8.2484474E-02	2.2402986E-01	-2.7563368E-02
9	-8.5070054E-02	9.9051557E-02	2.8099261E-02	-2.5942572E-02
10	5.5868206E-02	-3.2334003E-02	2.0407702E-02	-5.6297501E-03

20

【0044】

実施例 1 では、光学系の全長が実寸で 3.382 mm であるが、赤外カットフィルタ F L の厚み分を空気換算した値 3.303 mm が全長 D となり $D < 3.6$ mm の条件を満たす。また、結像面における主光線の最大入射角は周辺部で約 36.8° に達し、所期の条件を満たす。なお、結像面における主光線の最大入射角は、他の実施例についても「C R A (Chief Ray Angle の略)」として表 1 に併記した。表 1 にも示すように、全系の焦点距離 f は 3.09 mm、最終レンズである G 4 の焦点距離 f_L は -1.860 mm であるから、 f/f_L 、 D/f の値はそれぞれ -1.661 (< -1.50)、 1.068 (< 1.10) となり、所期の条件を満たしている。

30

【0045】

[実施例 2]

実施例 2 の光学系は図 8 の構成を有し、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表 4 及び表 5 のとおりである。この実施例では、絞りが第 1 レンズ G 1 の像面側の面とほぼ一致して具体的な図示が難しいので図 8 では絞りの図示を省略した。

【0046】

【表 4】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッベ数
1	0.000	0.000		
2	1.018	0.336	1.536228	53.84
3	5.965	0.010		
絞り	0.000	0.080		
5	-2.188	0.300	1.639891	23.63
6	-69.423	0.080		
7	1.737	0.450	1.536228	53.84
8	46.504	0.974		
9	-1.260	0.300	1.536228	53.84
10	5.888	0.200		
11	0.000	0.278		
12				
結像面	0.000	*		

10

【0047】

【表 5】

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
2	-9.2724816E+00	-1.2738727E-01	1.8639758E+00	-2.0491175E+00	-6.3643957E+00
3	0.0000000E+00	-7.9048807E-02	3.5483920E-01	-5.0288530E+00	1.8689251E+01
絞り					
5	0.0000000E+00	5.7649121E-02	-8.7865599E-01	4.9040501E+00	-1.1430925E+01
6	0.0000000E+00	-1.5797904E-02	-5.1352045E-01	2.0820733E+00	-2.8434707E+00
7	-1.0000009E+01	-1.1422975E-01	4.4595608E-01	-4.2940008E+00	1.4417470E+01
8	-3.9171073E+00	-4.5363370E-02	-4.4560949E-02	7.4359670E-01	-2.4741448E+00
9	1.0000000E+00	2.4416641E+00	-1.2557948E+01	2.7065242E+01	-3.2291753E+01
10	-6.8678770E+00	1.3744549E+00	-5.4070313E+00	7.3919687E+00	-4.2480912E+00

20

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)
2	1.7666027E+01	-3.0776734E+00	-3.7425345E+01	3.1097906E+01
3	-3.8204750E+01	2.8385532E+01	1.6427506E+01	-2.5175458E+01
絞り				
5	7.2320134E+00	3.8045783E+01	-9.0152981E+01	6.2365363E+01
6	8.4194806E+00	-4.6913596E+00	-1.6371357E+01	1.7503857E+01
7	-1.5042410E+01	-7.2167769E+00	2.4602204E+01	-1.3482195E+01
8	3.0220403E+00	-1.6301019E-01	-1.0781050E+00	2.1930205E-02
9	2.2328068E+01	-1.2357241E+01	6.7483387E+00	-1.7751829E+00
10	-1.9600168E-02	7.5477518E-01	4.8460586E-02	-1.1886476E-01

30

【0048】

実施例 2 では、光学系の全長が実寸で 3.008 mm であり、光学系中に赤外カットフィルタがないためこれが全長 D となり、 $D < 3.6$ mm の条件を満たす。結像面における主光線の最大入射角は周辺部で約 45.8° ($> 33^\circ$) に達し、この点でも所期の条件が満たされている。表 1 にも示すように、全系の焦点距離 f は 3.00 mm、最終レンズである G4 の焦点距離 f_L は -1.914 mm であるから、 f/f_L 、 D/f の値はそれぞれ -1.567 (< -1.50)、1.002 (< 1.10) となり、所期の条件を満たしている。

40

【0049】

[実施例 3]

実施例 3 の光学系は図 11 の構成を有し、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表 6

50

及び表 7 のとおりである。

【 0 0 5 0 】

【表 6】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数
1	0.000	0.100		
絞り	0.000	-0.100		
3	1.122	0.358	1.536228	53.84
4	29.037	0.080		
5	-1.282	0.300	1.639891	23.63
6	-2.468	0.080		
7	3.303	0.450	1.536228	53.84
8	-6.040	1.004		
9	-1.730	0.300	1.536228	53.84
10	2.524	0.200		
11	0.000	0.357		
12				
結像面	0.000	*		

10

【 0 0 5 1 】

【表 7】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
3	-5.8251168E+00	-1.4948920E-01	1.6830158E+00	-3.9835080E+00	2.1180103E+00
4	0.0000000E+00	-1.2897269E-01	9.1595373E-01	-5.1197681E+00	1.1771381E+01
5	0.0000000E+00	3.0632027E-04	6.7906827E-01	5.8990036E-01	-3.3402935E+00
6	0.0000000E+00	-1.2071988E-01	1.6694891E+00	-2.1712088E+00	-4.1057908E-02
7	-1.0000009E+01	-1.6956326E-01	1.3130779E+00	-3.9242623E+00	5.1528121E+00
8	9.6746117E+00	-1.4561565E-02	-5.7591900E-02	-1.7545563E-01	-4.1444629E-02
9	1.0000000E+00	5.6321635E-01	-3.3085940E+00	4.3763369E+00	-2.4558146E+00
10	-9.9999996E+00	1.3748001E-01	-1.2478992E+00	1.2256274E+00	-4.6142447E-01

20

30

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)
3	6.0512501E+00	-6.7456740E+00	-1.0696916E+01	1.0629136E+01
4	-1.3998553E+01	4.8060870E+00	2.6665950E+00	-2.0469411E+00
5	3.1466479E+00	1.4477557E+01	-3.6139358E+01	2.3302587E+01
6	6.1149645E+00	-2.6344287E+00	-8.6875854E+00	6.5689483E+00
7	-1.5958174E+00	-1.9787621E+00	1.6301664E+00	-2.6341821E-01
8	8.1493181E-01	-6.4869533E-01	-4.1678833E-01	7.8863187E-01
9	-8.6899727E-01	3.6224700E-01	1.4794709E+00	-7.3157925E-01
10	-8.1108082E-03	2.5612777E-02	5.4715841E-02	-2.8539137E-02

40

【 0 0 5 2 】

実施例 3 では、光学系の全長が実寸で 3. 1 2 9 mm であり、光学系中に赤外カットフィルタがないためこれが全長 D となり、所期の条件を満たしている。結像面における主光線の最大入射角は周辺部で約 4 5. 5 ° (> 3 3 °) に達している。表 1 にも示すように、全系の焦点距離 f は 3. 0 1 mm、最終レンズである G 4 の焦点距離 f L は - 1. 8 7 8 mm であるから、 $f / f L$ 、 D / f の値はそれぞれ - 1. 6 0 3 (< - 1. 5 0)、1. 0 4 0 (< 1. 1 0) となり、これらの値も所期の条件を満たしている。

【 0 0 5 3 】

[実施例 4]

50

実施例 4 の光学系は図 1 4 の構成を有し、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表 8 及び表 9 のとおりである。

【 0 0 5 4 】

【表 8】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッベ数
1	0.000	0.100		
絞り	0.000	-0.100		
3	1.136	0.365	1.536228	53.84
4	-172.130	0.080		
5	-1.351	0.300	1.639891	23.63
6	-3.235	0.080		
7	2.849	0.450	1.536228	53.84
8	-6.367	0.929		
9	-3.033	0.300	1.536228	53.84
10	1.660	0.200		
11	0.000	0.230	1.51633	64.14
12	0.000	0.272		
結像面	0.000	*		

10

【 0 0 5 5 】

【表 9】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
3	-6.1413825E+00	-1.3503046E-01	1.5761374E+00	-3.5506684E+00	1.7536923E+00
4	0.0000000E+00	-1.1743467E-01	9.1620320E-01	-4.9679638E+00	1.1716660E+01
5	0.0000000E+00	5.8780175E-03	6.3943490E-01	6.8345975E-01	-3.3923984E+00
6	0.0000000E+00	-1.2545631E-01	1.5167715E+00	-2.0973257E+00	1.2364342E-01
7	-1.0000009E+01	-1.8170104E-01	1.1866757E+00	-3.7487709E+00	5.1241161E+00
8	6.3387936E+00	-7.0760685E-03	-1.2015574E-01	-4.0846597E-02	-1.2665135E-01
9	1.0000000E+00	3.9025041E-01	-2.7899010E+00	3.5196561E+00	-1.8316614E+00
10	-1.0000000E+01	2.9580196E-02	-8.7580076E-01	9.3075821E-01	-3.9589102E-01

30

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)
3	5.1380606E+00	-5.7846922E+00	-7.7399666E+00	7.2486900E+00
4	-1.3919687E+01	4.0816701E+00	1.8004068E+00	1.6935799E-01
5	2.8135266E+00	1.4167893E+01	-3.5705608E+01	2.3930657E+01
6	5.9556622E+00	-2.8125153E+00	-8.5109313E+00	6.7170088E+00
7	-1.5232730E+00	-2.0123310E+00	1.4432547E+00	-1.3142869E-01
8	6.5411669E-01	-4.9701078E-01	-1.6688994E-01	5.5154123E-01
9	-8.9288531E-01	2.4315582E-01	1.3641001E+00	-6.4213737E-01
10	1.2287868E-02	1.5629179E-02	4.5319703E-02	-2.2600383E-02

40

【 0 0 5 6 】

実施例 4 では、光学系の全長が実寸で 3. 2 0 5 mm であり、光学系中に赤外カットフィルタ FL を有するため、空気換算した 3. 1 2 7 mm が全長 D となるから、 $D < 3. 6$ mm の条件をクリアしている。結像面における主光線の最大入射角は周辺部で約 4 6. 9 ° ($> 3 3 °$) に達する。表 1 にも示すように、全系の焦点距離 f は 3. 0 1 mm、最終レンズである G 4 の焦点距離 f_L は -1. 9 6 9 mm であるから、 f / f_L 、 D / f の値はそれぞれ -1. 5 2 9 ($< -1. 5 0$)、1. 0 4 1 ($< 1. 1 0$) となり、これらの値も所期の条件を満たす。

50

【0057】

[実施例5]

実施例5の光学系は図17の構成を有し、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表10及び表11のとおりである。

【0058】

【表10】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数	
1	0.000	0.000			
絞り	0.000	-0.108			
3	1.322	0.635	1.533892	55.98	10
4	7.488	0.400			
5	-4.956	0.350	1.633463	23.44	
6	9.419	0.210			
7	4.020	0.568	1.533892	55.98	
8	-1.493	0.324			
9	14.559	0.380	1.533892	55.98	
10	0.886	0.350			
11	0.000	0.300	1.518720	64.20	
12	0.000	0.080			
結像面	0.000	*			

20

【0059】

【表 1 1】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
3	-8.0528721E+00	-1.2338742E-02	5.6782239E-01	-3.7502224E-01	-3.0280973E-01
4	4.0896744E+00	-1.3940438E-02	-8.9543092E-02	-5.1821135E-02	-2.0118481E-02
5	-1.5688827E+01	-3.4526961E-02	-2.7293518E-01	-1.0419639E+00	1.9132663E+00
6	-2.1825290E+01	9.0367483E-02	-7.3946263E-01	-4.9630640E-03	9.8598525E-01
7	2.3392028E+00	1.2128543E-01	-2.8415632E-01	6.3320003E-02	6.8794504E-02
8	-3.8930828E+00	2.8872076E-02	2.6195944E-01	-2.6862966E-01	6.2040482E-02
9	-1.1057265E+01	-1.3522480E-01	-1.5733941E-01	-1.1535276E-02	1.7698565E-01
10	-4.8821333E+00	-9.2354847E-02	-2.8494986E-02	-2.3370426E-02	7.0818547E-02

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)	A(11)
3	-2.4267178E-01	1.4865684E+00	-2.4475783E-01	-2.4827063E+00	1.7567785E+00
4	8.0806485E-02	-9.3418420E-01	5.3746593E-01	8.7114331E-01	-3.8305111E-01
5	2.4194059E-01	-3.6950646E+00	-1.9226422E-01	5.4400248E+00	-1.1123322E-01
6	-9.2510050E-02	-1.4264833E+00	-3.3298737E-02	1.9520502E+00	6.9864313E-02
7	-7.9511834E-03	-1.7142495E-01	2.2707946E-01	-1.0717888E-01	6.6981361E-03
8	9.7579962E-02	-5.5737719E-02	-4.0056274E-02	1.9386598E-02	5.4281796E-03
9	-1.0526541E-02	-6.3806001E-02	2.4278464E-04	1.8343054E-02	4.3602051E-04
10	-8.5988154E-03	-2.0176358E-02	5.3921939E-04	1.7419912E-03	2.0047037E-04

面番号	A(12)	A(13)	A(14)	A(15)	A(16)
3	2.9943398E-01	0.0000000E+00	-1.3705198E+00	0.0000000E+00	5.5355197E-01
4	-2.1131147E+00	0.0000000E+00	1.8335770E+00	0.0000000E+00	-5.1534819E-01
5	-5.6755133E+00	0.0000000E+00	3.8815535E+00	0.0000000E+00	-1.5524709E+00
6	-1.4069790E+00	0.0000000E+00	7.1242487E-01	0.0000000E+00	-1.9401883E-01
7	3.0803801E-03	0.0000000E+00	5.7650225E-03	0.0000000E+00	-3.3255713E-03
8	3.0528557E-03	0.0000000E+00	-2.4707841E-03	0.0000000E+00	2.7925553E-04
9	-3.0930701E-03	-4.5102650E-05	1.2891564E-04	0.0000000E+00	1.6832092E-05
10	6.9953237E-04	2.9454562E-06	-2.4623017E-04	0.0000000E+00	2.3283048E-05

【0060】

実施例 5 では、光学系の全長が実寸で 3.597 mm であり、光学系中に赤外カットフィルタ FL を有するため、空気換算した 3.495 mm が全長 D となり、3.6 mm よりも小さい。また、結像面における主光線の最大入射角は周辺部で約 36.2° (> 33°) に達している。表 1 にも示すように、全系の焦点距離 f は 2.88 mm、最終レンズである G4 の焦点距離 fL は -1.784 mm であるから、 f/fL の値は -1.614 (< -1.50) となり所期の条件を満たす。D/f の値は 1.213 で $D/f < 1.10$ の条件を満たしていないが、収差図にみられるように結像性能は良好で十分に実用レベルである。

【0061】

[実施例 6]

実施例 6 の光学系は図 20 の構成を有し、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表 12 及び表 13 のとおりである。

【0062】

【表 1 2】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数	
1	0.000	0.000			
絞り	0.000	-0.108			
3	1.311	0.620	1.533892	55.98	
4	7.854	0.401			
5	-5.669	0.355	1.633463	23.44	
6	8.230	0.222			
7	3.500	0.563	1.533892	55.98	
8	-1.514	0.331			
9	27.550	0.393	1.533892	55.98	10
10	0.871	0.508			
結像面	0.000	*			

【0 0 6 3】

【表 1 3】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	
3	-8.1603946E+00	-1.1694999E-02	5.6896742E-01	-3.7468430E-01	-3.0454624E-01	
4	4.0920418E+00	-1.3022885E-02	-9.1477669E-02	-5.6149675E-02	-4.1094439E-02	20
5	-1.5688400E+01	-8.8566384E-03	-2.9158874E-01	-1.0505265E+00	1.9155660E+00	
6	-7.6205498E-01	9.9575501E-02	-7.3660248E-01	-7.8785101E-03	9.8284981E-01	
7	2.3393591E+00	1.1562715E-01	-2.8403461E-01	6.7245531E-02	7.1095838E-02	
8	-3.8928334E+00	2.3377802E-02	2.6438606E-01	-2.6603805E-01	6.3649841E-02	
9	-1.1056798E+01	-1.2722516E-01	-1.5535310E-01	-1.1098957E-02	1.7644727E-01	
10	-4.7046216E+00	-8.0109382E-02	-3.0834281E-02	-2.6466675E-02	6.9497366E-02	
面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)	A(11)	
3	-2.4943328E-01	1.4702127E+00	-2.7611724E-01	-2.4827063E+00	1.7567785E+00	
4	5.7777540E-02	-9.4648257E-01	5.4871420E-01	9.1339186E-01	-3.8305111E-01	30
5	2.5212638E-01	-3.7072786E+00	-2.1060902E-01	5.4400248E+00	-1.1123322E-01	
6	-9.3521328E-02	-1.4240651E+00	-2.5861941E-02	1.9519271E+00	6.9864313E-02	
7	-6.3208286E-03	-1.6999207E-01	2.2783160E-01	-1.0732414E-01	6.6612657E-03	
8	9.8190394E-02	-5.5726696E-02	-4.0232108E-02	1.9259687E-02	5.2899585E-03	
9	-1.0506658E-02	-6.3804388E-02	2.4019079E-04	1.8340038E-02	4.3511741E-04	
10	-8.7954097E-03	-2.0138791E-02	6.0082690E-04	1.7861753E-03	2.1195039E-04	
面番号	A(12)	A(13)	A(14)	A(15)	A(16)	
3	2.9943398E-01	0.0000000E+00	-1.3705198E+00	0.0000000E+00	5.5355197E-01	
4	-2.1131147E+00	0.0000000E+00	1.8335770E+00	0.0000000E+00	-5.1534819E-01	40
5	-5.6755133E+00	0.0000000E+00	3.8815535E+00	0.0000000E+00	-1.5524709E+00	
6	-1.4069790E+00	0.0000000E+00	7.1242487E-01	0.0000000E+00	-1.9401883E-01	
7	3.0990097E-03	0.0000000E+00	5.7650225E-03	0.0000000E+00	-3.3255713E-03	
8	3.0432728E-03	0.0000000E+00	-2.4707841E-03	0.0000000E+00	2.7925553E-04	
9	-3.0906555E-03	-4.4748489E-05	1.2891564E-04	0.0000000E+00	1.6832092E-05	
10	6.9941739E-04	3.0355109E-06	-2.4623017E-04	0.0000000E+00	2.3283048E-05	

【0 0 6 4】

実施例 6 では、光学系の全長が実寸で 3.392 mm であり、光学系中に赤外カットフィルタがないためこれが全長 D となり、 $D < 3.6$ mm の条件を満たす。また、結像面における主光線の最大入射角は約 34.9° ($> 33^\circ$) に達している。表 1 にも示すよう

50

に、全系の焦点距離 f は 2.70 mm、最終レンズである G 4 の焦点距離 f_L は -1.693 mm であるから、 f / f_L の値は -1.595 (< -1.50) となり所期の条件を満たす。 D / f の値は 1.256 で $D / f < 1.10$ の条件を満たしていないが、収差図にみられるように結像性能は良好で十分に実用レベルである。

【0065】

[実施例7]

実施例7の光学系は図23の構成を有し、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表14及び表15のとおりである。

【0066】

【表14】

10

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数
1	0.000	0.000		
絞り	0.000	-0.108		
3	1.476	0.620	1.533892	55.98
4	8.052	0.400		
5	7.470	0.351	1.633463	23.44
6	7.051	0.255		
7	4.271	0.510	1.533892	55.98
8	-3.858	0.350		
9	3.504	0.380	1.533892	55.98
10	0.843	0.456		
結像面	0.000	*		

20

【0067】

【表 1 5】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
3	-8.2856134E+00	-5.5853104E-02	5.4822704E-01	-4.6816001E-01	-2.6647853E-01
4	8.7702124E+00	-2.7454419E-02	-9.9296948E-02	-9.1919408E-02	-4.7232353E-02
5	-1.3718628E+01	5.6783412E-02	-2.7718524E-01	-9.5738293E-01	1.9470629E+00
6	-2.7576549E+00	1.4569583E-01	-6.8742903E-01	-4.2366175E-02	9.7305669E-01
7	5.2760521E-01	2.1006921E-01	-4.9702535E-01	1.9748522E-01	3.2134083E-02
8	-3.5559493E+00	7.2337725E-02	2.7655364E-01	-3.4892422E-01	6.9784557E-02
9	1.0359865E+00	-9.7897414E-02	-2.1872276E-01	-2.5470828E-02	1.8751950E-01
10	-4.4626661E+00	2.7707333E-02	-1.5613596E-01	-2.8170487E-04	9.3974190E-02

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)	A(11)
3	-1.2674755E-01	1.4970918E+00	-5.8897772E-01	-2.4827063E+00	1.7567785E+00
4	8.4475808E-02	-9.1639038E-01	5.7295180E-01	9.3721561E-01	-3.8305111E-01
5	2.2941600E-01	-3.7318661E+00	-2.3222501E-01	5.4436951E+00	-1.1107211E-01
6	-8.9954476E-02	-1.4303081E+00	-4.4183625E-02	1.9220979E+00	4.5621112E-02
7	-2.7410440E-02	-1.1298202E-01	2.3348291E-01	-1.2514579E-01	6.2275214E-03
8	1.1926068E-01	-4.9486173E-02	-3.9936559E-02	1.4031392E-02	6.3719484E-03
9	-1.2616736E-02	-6.4198229E-02	3.5487160E-04	1.8725334E-02	4.6624487E-04
10	-7.6624708E-03	-2.1641701E-02	-1.4325683E-03	1.1309248E-03	3.9581140E-04

面番号	A(12)	A(13)	A(14)	A(15)	A(16)
3	2.9943378E-01	-5.0148823E-12	-1.3705198E+00	-2.5146412E-28	5.5355197E-01
4	-2.1131148E+00	-1.5716508E-25	1.8335770E+00	-2.5146412E-28	-5.1534819E-01
5	-5.6755063E+00	0.0000000E+00	3.8815535E+00	0.0000000E+00	-1.5524709E+00
6	-1.4069727E+00	0.0000000E+00	7.1242492E-01	0.0000000E+00	-1.9401883E-01
7	3.4762304E-03	0.0000000E+00	5.7650225E-03	0.0000000E+00	-3.3255713E-03
8	3.0937212E-03	0.0000000E+00	-2.4707841E-03	0.0000000E+00	2.7925553E-04
9	-3.0883719E-03	-5.9914603E-05	1.2891564E-04	-2.5146412E-28	1.6832092E-05
10	8.2903232E-04	3.3156231E-06	-2.4623017E-04	-2.5146412E-28	2.3283048E-05

10

20

30

【0068】

実施例7では、光学系の全長が実寸で3.392mmであり、光学系中に赤外カットフィルタがないためこれが全長Dとなり、やはり3.6mmよりも小さくなっている。また、結像面における主光線の最大入射角は44.6°(>33°)に達する。表1にも示すように、全系の焦点距離fは2.65mm、最終レンズであるG4の焦点距離fLは-2.190mmであるから、f/fL、D/fの値はそれぞれ-1.21、1.255となる。f/fL<-0.9の条件が満たされ、D/f<1.10の条件は満たされていないものの、収差図にみられるように光学性能は十分に実用レベルである。

40

【0069】

[実施例8]

実施例8の光学系は図26の構成を有し、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表16及び表17のとおりである。

【0070】

【表 1 6】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数
1	0.000	0.000		
2	1.132	0.530	1.533892	55.98
3	4.142	0.100		
絞り	0.000	0.270		
5	-4.546	0.350	1.633463	23.44
6	-5.092	0.263		
7	7.203	0.480	1.533892	55.98
8	-1.283	0.281		
9	-0.971	0.340	1.533892	55.98
10	2.729	0.474		
結像面	0.000	*		

10

【0 0 7 1】

【表 1 7】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
2	-8.3385175E+00	8.5966958E-03	7.9726142E-01	-6.0037935E-01	-1.6971215E-01
3	2.3701209E+00	3.3562085E-02	-2.3323667E-01	2.7352819E-01	8.2768780E-03
絞り					
5	1.6703350E+00	-1.1247223E-02	-3.3698619E-01	-4.1813478E-01	1.2950581E+00
6	7.0542003E+00	6.7504731E-03	-5.4323177E-01	2.1630535E-01	7.7495772E-01
7	-1.0179398E+00	2.6369908E-01	-1.4920108E+00	1.8701394E+00	-2.7257601E-01
8	-5.3179124E+00	-1.9211996E-01	2.8350969E-01	-1.2642478E+00	1.1126797E+00
9	-2.4888291E+01	-1.4423620E+00	1.1338184E+00	8.0214998E-02	1.7736374E-02
10	-3.3945228E+00	-6.3392253E-01	7.1309912E-01	-2.9723358E-01	2.5443473E-02

20

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)	A(11)
2	-6.6678205E-01	1.9594172E+00	-1.6976972E-01	-2.4827067E+00	1.7567786E+00
3	-1.7258687E-01	-1.3373342E+00	6.0459077E-01	1.8633045E+00	-3.8305110E-01
絞り					
5	-1.8729852E-01	-4.8612066E+00	2.9118000E+00	5.4400244E+00	-1.1122806E-01
6	-8.1939438E-01	-1.5859630E+00	1.0721900E+00	2.3079313E+00	1.4446208E-01
7	-1.6831417E+00	-3.3419511E-01	2.6916529E+00	-1.2980630E+00	3.0425013E-03
8	3.9109485E-01	-2.3547373E-01	-2.1030011E-01	-9.1509841E-02	7.2322662E-02
9	-8.3598226E-02	-8.0163751E-02	3.1474132E-03	2.4266273E-02	4.0145469E-03
10	5.5001671E-03	-1.5964804E-02	2.1574943E-03	3.1804958E-03	4.3220494E-04

30

面番号	A(12)	A(13)	A(14)	A(15)	A(16)
2	2.9943713E-01	5.4252948E-11	-1.3705198E+00	-3.4992074E-14	5.5355197E-01
3	-2.1131140E+00	-2.1870038E-11	1.8335770E+00	-3.4992070E-14	-5.1534819E-01
絞り					
5	-5.6755121E+00	0.0000000E+00	3.8815535E+00	0.0000000E+00	-1.5524709E+00
6	-1.4069790E+00	0.0000000E+00	7.1242487E-01	0.0000000E+00	-1.9401883E-01
7	3.9413050E-03	0.0000000E+00	5.7650225E-03	0.0000000E+00	-3.3255713E-03
8	2.1773390E-02	0.0000000E+00	-2.4707841E-03	0.0000000E+00	2.7925553E-04
9	-2.2662217E-03	-7.7663723E-04	1.2891564E-04	-3.4992060E-14	1.6832092E-05
10	3.8750848E-04	-3.1389660E-05	-2.4623017E-04	-1.1788361E-10	2.3283048E-05

40

【0 0 7 2】

実施例 8 では、光学系の全長が実寸で 3.087 mm であり、光学系中に赤外カットフ

50

フィルタがないためこれが全長Dとなり、条件である $D < 3.6 \text{ mm}$ を大幅にクリアしている。また、結像面における主光線の最大入射角は約 38.7° ($> 33^\circ$)に達する。表1にも示すように、全系の焦点距離 f は 2.62 mm 、最終レンズであるG4の焦点距離 f_L は -1.300 mm であるから、 f/f_L の値は -2.015 (< -1.50)となり所期の条件を満たす。 D/f の値は 1.179 で $D/f < 1.10$ の条件をわずかに満たしていないが、収差図にみられるように結像性能は良好で十分に実用レベルである。

【0073】

[実施例9]

実施例9の光学系は、図29に示すように3枚レンズで構成され、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表18及び表19のとおりである。

10

【0074】

【表18】

非球面係数

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数
1	0.000	0.000		
絞り	0.000	-0.020		
3	1.473	0.777	1.53156	55.12
4	-4.205	0.287		
5	-1.475	0.485	1.605957	26.92
6	-1.800	0.340		
7	1.610	0.485	1.53156	55.12
8	0.712	0.989		
結像面	0.000	*		

20

【0075】

【表19】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
3	5.4662667E+00	-3.4856921E-02	-1.3079121E-01	7.3944405E-01	-5.6547557E+00
4	-3.0908873E-06	1.8477177E-01	-9.7599194E-01	2.0146693E+00	-4.1209942E+00
5	-8.1491126E+00	-8.2370032E-02	-9.7205247E-02	-7.9858599E-02	-1.5147781E-01
6	-4.4228123E+01	-5.4430099E-02	-2.4500921E+00	6.8002838E+00	-6.1768146E+00
7	-3.7047992E+02	1.4912258E+00	-6.7837368E+00	1.0297716E+01	-6.3690944E+00
8	-4.0065507E+00	7.8380925E-02	-1.6380052E+00	3.2215616E+00	-2.9074321E+00

30

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)
3	6.5115968E+00	1.4080017E+01	-3.4478847E+01	1.3556397E+01
4	7.4302427E+00	-1.6571739E+01	2.2591368E+01	-1.2073581E+01
5	7.8523296E-02	6.7552462E-01	6.8483699E-01	-2.0011078E+00
6	-3.2403372E-01	2.9396123E+00	2.0337088E+00	-2.6927028E+00
7	2.1129700E-02	1.0452092E+00	5.2959383E-01	-4.3266140E-01
8	1.1919644E+00	-4.0767028E-02	-1.2597995E-01	2.8685612E-02

40

【0076】

実施例9では、光学系の全長が実寸で 3.363 mm であり、光学系中に赤外カットフィルタがないためこれが全長Dとなり、 $D < 3.6 \text{ mm}$ を満たす。また、結像面における主光線の最大入射角は画面周辺部では約 40.6° ($> 33^\circ$)に達する。表1にも示すように、全系の焦点距離 f は 3.12 mm 、最終レンズG3の焦点距離 f_L は -2.07

50

4 mmであるから、 f/f_L 、 D/f の値はそれぞれ -1.054 、 1.079 となる。
3枚構成の光学系では、 $f/f_L < -0.9$ でも十分で、この実施例9では $f/f_L < -0.9$ の条件及び $D/f < 1.10$ の条件は共に満たされている。

【0077】

[実施例10]

実施例10の光学系は図32に示すとおりで、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表20及び表21のとおりである。

【0078】

【表20】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数
1	0.000	0.000		
2	1.358	0.777	1.53156	55.12
3	-6.022	0.000		
絞り	0.000	0.384		
5	-1.475	0.485	1.605957	26.92
6	-1.697	0.146		
7	1.765	0.485	1.53156	55.12
8	0.768	0.980		
結像面	0.000	*		

10

【0079】

【表21】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
2	1.6128794E+00	-7.8943482E-02	-3.4373136E-01	2.6117072E+00	-7.1560832E+00
3	1.9993134E+01	1.0355191E-01	-1.1740281E+00	3.8504059E+00	-6.1408258E+00
絞り					
5	-8.1491126E+00	-8.2370032E-02	-9.7205247E-02	-7.9858599E-02	-1.5147781E-01
6	-1.0343740E+01	-1.1170319E-01	-2.8372931E+00	7.3308762E+00	-5.9306670E+00
7	-2.5000011E+02	1.0963888E+00	-7.2407711E+00	1.1569903E+01	-6.4041570E+00
8	-2.3978854E+00	-2.0663099E-01	-1.5420007E+00	3.4965454E+00	-3.1567794E+00

20

30

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)
2	3.9895468E+00	1.3340709E+01	-2.3680648E+01	1.1213089E+01
3	3.6947733E+00	4.9720744E+00	-4.4097346E+01	7.0736544E+01
絞り				
5	7.8523296E-02	6.7552462E-01	6.8483699E-01	-2.0011078E+00
6	-9.7987150E-01	2.7970908E+00	2.8581669E+00	-2.9955983E+00
7	-5.2134870E-01	3.6041576E-01	6.0277457E-01	2.7739966E-01
8	1.1940570E+00	3.4871122E-03	-1.2093593E-01	2.0204667E-02

40

【0080】

実施例10では、光学系の全長が実寸で3.256 mmであり、光学系中に赤外カットフィルタがないためこれが全長Dとなり、 $D < 3.6$ mmを満たす。また、結像面における主光線の最大入射角は画面周辺部では約 44.9° ($> 33^\circ$)に達する。表1にも示すように、全系の焦点距離fは3.01 mm、最終レンズG3の焦点距離 f_L は -3.081 mmであるから、 f/f_L 、 D/f の値はそれぞれ -0.977 、 1.083 となる。 $f/f_L < -0.9$ の条件及び $D/f < 1.10$ の条件は満たされている。

50

【0081】

[実施例11]

実施例11の光学系は図35に示すとおりで、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表22及び表23のとおりである。

【0082】

【表22】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数
1	0.000	0.000		
2	1.388	0.777	1.53156	55.12
3	-5.363	0.000		
絞り	0.000	0.384		
5	-1.475	0.485	1.605957	26.92
6	-1.564	0.146		
7	1.931	0.485	1.53156	55.12
8	0.751	0.980		
結像面	0.000	*		

10

【0083】

【表23】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
2	2.2774601E+00	-8.7084746E-03	-6.6899828E-01	3.0866406E+00	-7.1986112E+00
3	6.7547384E+00	1.2452827E-01	-1.4023478E+00	4.4682875E+00	-6.1906931E+00
絞り					
5	-8.1491126E+00	-8.2370032E-02	-9.7205247E-02	-7.9858599E-02	-1.5147781E-01
6	-8.3156630E+00	4.3553309E-02	-3.7198998E+00	9.1605350E+00	-6.7059795E+00
7	-2.7347313E+02	8.7871893E-01	-6.8793268E+00	1.0856166E+01	-5.6248696E+00
8	-1.9086807E+00	-3.1251522E-01	-1.5710027E+00	3.6927970E+00	-3.2399291E+00

20

30

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)
2	3.4679779E+00	1.2563063E+01	-2.1210498E+01	9.6202357E+00
3	1.7165286E+00	4.4055781E+00	-3.4961076E+01	6.1807861E+01
絞り				
5	7.8523296E-02	6.7552462E-01	6.8483699E-01	-2.0011078E+00
6	-2.8788463E+00	3.5837087E+00	6.1142609E+00	-5.5541010E+00
7	6.1130386E-02	-6.2782416E-01	-3.9250955E-01	1.5144905E+00
8	1.1192637E+00	1.7816658E-02	-6.5607185E-02	-4.7375866E-03

【0084】

実施例11では、光学系の全長が実寸で3.257mmであり、光学系中に赤外カットフィルタがないためこれが全長Dとなり、 $D < 3.6$ mmを満たす。また、結像面における主光線の最大入射角は画面周辺部では約 43.9° ($> 33^\circ$)である。表1にも示すように、全系の焦点距離fは3.01mm、最終レンズG3の焦点距離fLは-2.702mmであるから、 f/fL 、 D/f の値はそれぞれ-1.114、1.083となる。 $f/fL < -0.9$ の条件及び $D/f < 1.10$ の条件は満たされている。

40

【0085】

[実施例12]

実施例12の光学系は図38に示すとおりで、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表24及び表25のとおりである。

50

【0086】

【表24】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数	
1	0.000	0.000			
絞り	0.000	-0.020			
3	1.489	0.777	1.53156	55.12	
4	-4.722	0.287			
5	-1.475	0.485	1.605957	26.92	
6	-1.657	0.340			
7	1.461	0.485	1.53156	55.12	10
8	0.673	0.965			
結像面	0.000	*			

【0087】

【表25】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	
3	3.4378784E+00	-1.9881516E-02	-1.7597595E-01	1.0469151E+00	-5.4164721E+00	20
4	7.0198265E-06	1.9665760E-01	-1.0271138E+00	2.2489820E+00	-4.3284795E+00	
5	-8.1491126E+00	-8.2370032E-02	-9.7205247E-02	-7.9858599E-02	-1.5147781E-01	
6	-1.8424038E+01	1.2203629E-01	-2.7300511E+00	6.8890059E+00	-6.1695268E+00	
7	-2.5000001E+02	1.6670405E+00	-7.0105523E+00	1.0372272E+01	-6.2987924E+00	
8	-2.9546863E+00	-3.8766876E-02	-1.4093744E+00	3.0127377E+00	-2.7991767E+00	

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)	
3	6.6086397E+00	1.3162915E+01	-3.8894532E+01	2.3646319E+01	
4	7.0373055E+00	-1.5434794E+01	2.1385922E+01	-1.1675751E+01	30
5	7.8523296E-02	6.7552462E-01	6.8483699E-01	-2.0011078E+00	
6	-3.0725066E-01	2.8950618E+00	1.8803660E+00	-2.4652304E+00	
7	-1.8315011E-02	1.0306667E+00	4.7162044E-01	-3.8498325E-01	
8	1.1670350E+00	-4.6766719E-02	-1.2158350E-01	2.8562847E-02	

【0088】

実施例12では、光学系の全長が実寸で3.339mmであり、光学系中に赤外カットフィルタがないためこれが全長Dとなり、 $D < 3.6$ mmを満たす。また、結像面における主光線の最大入射角は画面周辺部では約 41.6° ($> 33^\circ$)に達する。全系の焦点距離fは3.02mm、最終レンズG3の焦点距離fLは-2.987mmであるから、 f/fL 、 D/f の値はそれぞれ-1.011、1.105となる。 $f/fL < -0.9$ の条件はクリアしている。 $D/f < 1.10$ の条件をわずかに満たされていないが、収差図にみられるように結像性能は実用レベルである。

40

【0089】

[実施例13]

実施例13の光学系は図41に示すとおりで、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表26及び表27のとおりである。

【0090】

【表 2 6】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数	
1	0.000	0.000			
絞り	1.349	0.380	1.533914	55.89	
3	18.027	0.700			
4	-1.840	0.363	1.613986	25.48	
5	-2.451	0.127			
6	1.369	0.747	1.533914	55.89	
7	1.031	0.279			
8	0.000	0.145	1.51633	64.14	10
9	0.000	0.474			
10					
結像面	0.000	*			

【0091】

【表 2 7】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	
3	-1.9825020E+00	-1.7338997E-01	9.9220050E-01	-2.3978015E+00	3.7973273E+00	20
4	9.8588801E+00	-3.5735244E-02	3.5696308E-02	5.9793979E-02	-4.8416637E+00	
5	-2.4791126E+01	7.1672577E-02	-7.2300749E-01	6.7909845E-01	2.0178068E+00	
6	-8.8265946E+00	-4.0999058E-01	9.7281698E-01	-1.4353981E+00	1.6575850E+00	
7	2.5043886E-01	-3.0420972E-01	-2.7816642E-01	3.0222586E-01	3.2191516E-05	
8	1.3101817E-01	8.6692526E-02	-1.0351410E+00	1.1089668E+00	-4.9329335E-01	

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)	
3	-3.2278649E+00	-1.5458090E+01	4.7516755E+01	-3.7677740E+01	30
4	1.8287214E+01	-3.9392106E+01	4.9379963E+01	-2.6103867E+01	
5	1.1149254E+01	-7.7975572E+01	1.3764356E+02	-8.1514030E+01	
6	-5.7258736E-01	-1.5274548E-01	-1.1729791E+00	1.0372084E+00	
7	-6.7221914E-03	-5.2596212E-02	2.6787085E-02	-3.5408125E-03	
8	-2.3657255E-02	1.1039464E-01	-3.6476942E-02	3.2713766E-03	

【0092】

実施例 1 3 では、光学系の全長が実寸で 3. 2 1 6 mm であるが、赤外カットフィルタ F L の厚み分を空気換算した値 3. 1 6 6 mm が全長 D となり $D < 3. 6$ mm の条件を満たす。また、結像面における主光線の最大入射角は画面周辺部では約 3 6. 0° ($> 3 3^\circ$) に達する。全系の焦点距離 f は 2. 7 2 mm、最終レンズ G 3 の焦点距離 f L は - 3 3. 5 8 mm であるから、 $f / f L$ 、 D / f の値はそれぞれ - 1. 0 1 1, 1. 1 0 5 となる。 $f / f L < - 0. 9$ 及び $D / f < 1. 1 0$ の条件は満たされていないが、収差図にみられるように結像性能は実用レベルである。

40

【0093】

[実施例 1 4]

実施例 1 4 の光学系は図 4 4 に示すとおりで、そのレンズデータ及び非球面係数は次の表 2 8 及び表 2 9 のとおりである。この実施例では、絞りが第 1 レンズ G 1 の像面側の面とほぼ一致して具体的な図示が難しいので図 4 4 では絞りの図示を省略した。

【0094】

【表 2 8】

面番号	中心半径	距離	屈折率	アッペ数
1	0.000	0.000		
2	1.504	0.385	1.533914	55.89
3	33.077	0.000		
絞り	0.000	0.791		
5	-3.833	0.375	1.613986	25.48
6	-8.479	0.127		
7	1.198	0.714	1.533914	55.89
8	0.997	0.289		
9	0.000	0.145	1.51633	64.14
10	0.000	0.463		
結像面	0.000	*		

10

【0095】

【表 2 9】

非球面係数

面番号	K	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)
2	-1.9547351E+00	-1.8443331E-01	9.7195412E-01	-2.4912501E+00	3.7450373E+00
3	-8.6115066E+00	-3.3021870E-02	-1.6236418E-01	6.3585388E-01	-4.5698697E+00
絞り					
5	-2.1694172E+01	-1.7468628E-01	2.9030912E-02	5.0414687E+00	-2.2059021E+01
6	-1.0078697E+01	-6.9947467E-01	2.0439025E+00	-2.9842299E+00	2.0980891E+00
7	1.9059696E-01	-3.2177908E-01	-2.9254081E-01	2.9898058E-01	8.3030031E-04
8	1.0705782E-01	8.2737913E-02	-1.0357918E+00	1.1071633E+00	-4.9285370E-01

20

面番号	A(7)	A(8)	A(9)	A(10)
2	-2.4631855E+00	-1.3728969E+01	3.9457496E+01	-3.0550112E+01
3	1.7171461E+01	-4.1487610E+01	4.9639536E+01	-1.8292258E+01
絞り				
5	5.1043345E+01	-7.9125169E+01	7.5278708E+01	-3.2300894E+01
6	5.3451583E-02	-9.0704682E-02	-1.4075608E+00	8.9438762E-01
7	-5.1956058E-03	-5.1557843E-02	2.7059433E-02	-3.9425025E-03
8	-2.3070408E-02	1.1066918E-01	-3.6440457E-02	3.2029530E-03

30

【0096】

実施例 14 では、光学系の全長が実寸で 3.289 mm であるが、赤外カットフィルタ FL の厚み分を空気換算した値 3.24 mm が全長 D となり $D < 3.6$ mm の条件を満たす。また、結像面における主光線の最大入射角は画面周辺部では約 40.4° ($> 33^\circ$) に達する。全系の焦点距離 f は 2.77 mm、最終レンズ G3 の焦点距離 f_L は 46.95 mm であるから、 f / f_L 、 D / f の値はそれぞれ 0.059、1.171 となる。 $f / f_L < -0.9$ 及び $D / f < 1.10$ の条件は満たされていないが、収差図にみられるように結像性能は実用レベルである。

40

【符号の説明】

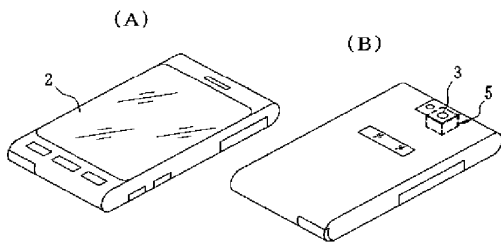
【0097】

- 5 撮像装置
- 6 マイクロカラーフィルタ層
- 7 CMOS 基板

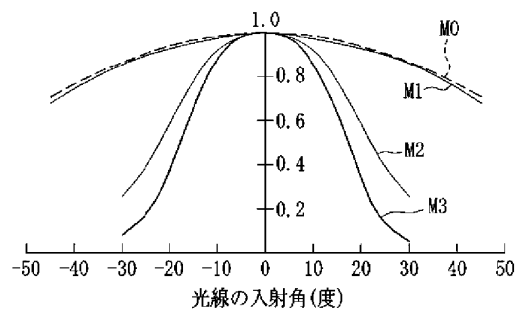
50

10 有機光電変換膜

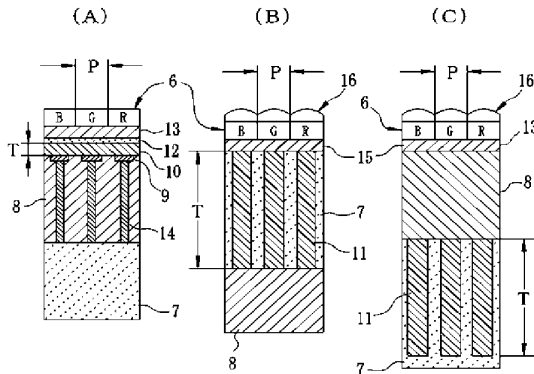
【図1】



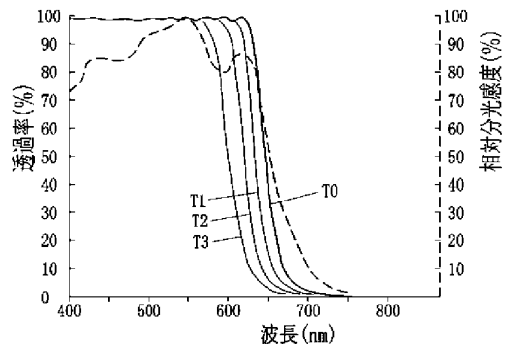
【図3】



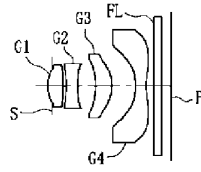
【図2】



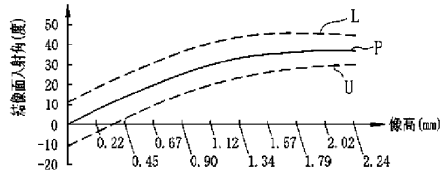
【図4】



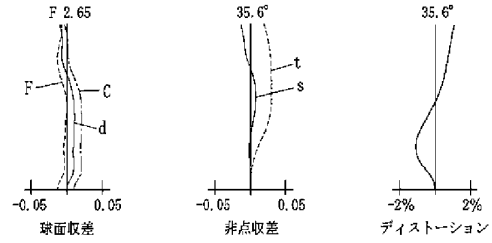
【図 5】



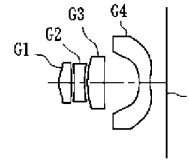
【図 6】



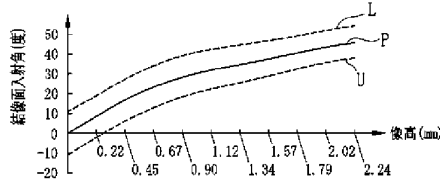
【図 7】



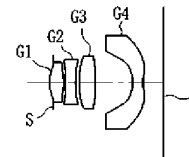
【図 8】



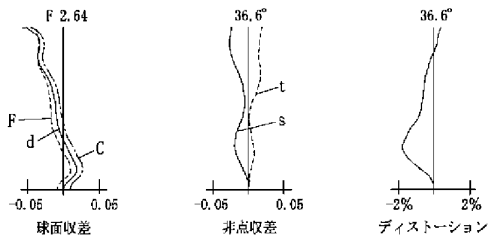
【図 9】



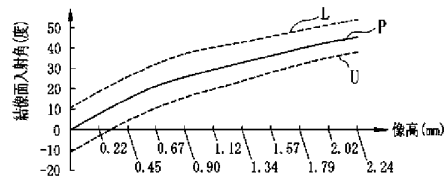
【図 11】



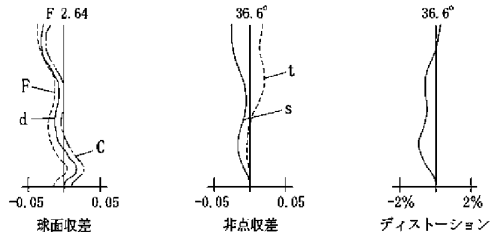
【図 10】



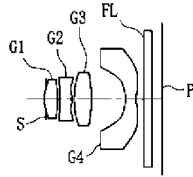
【図 12】



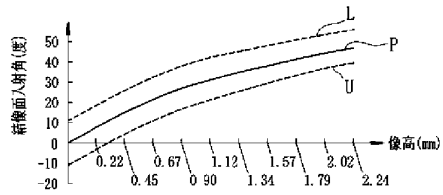
【図 13】



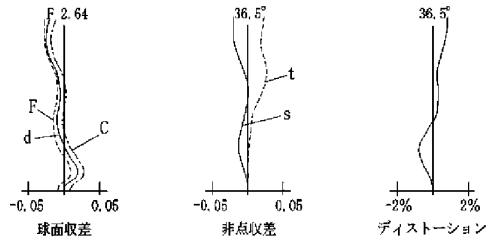
【図 14】



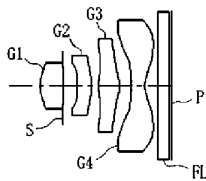
【図 15】



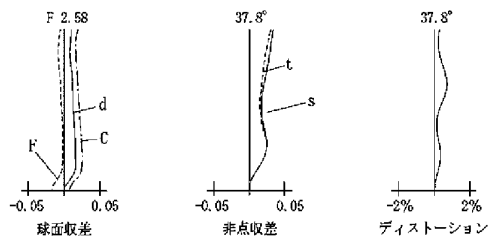
【図 16】



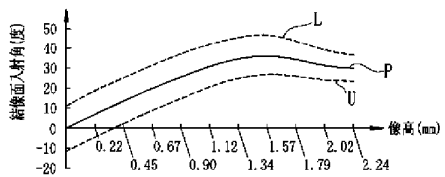
【図 17】



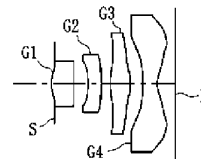
【図 19】



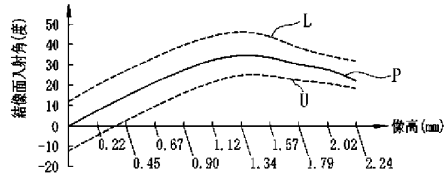
【図 18】



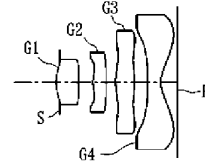
【図 20】



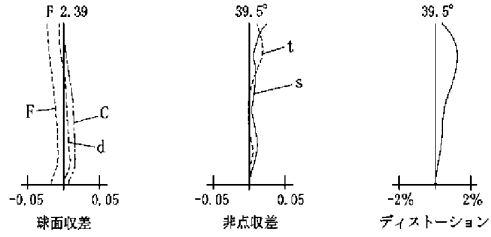
【図 2 1】



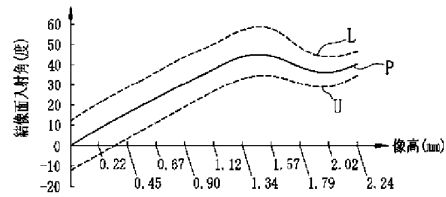
【図 2 3】



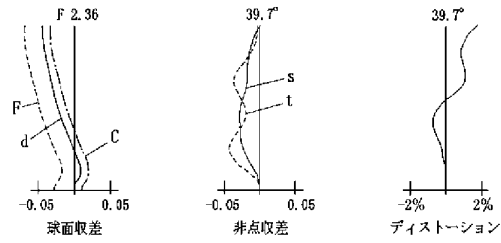
【図 2 2】



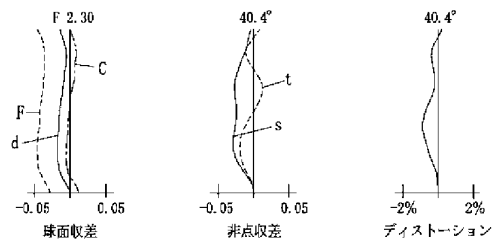
【図 2 4】



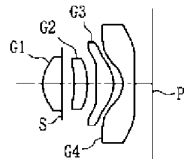
【図 2 5】



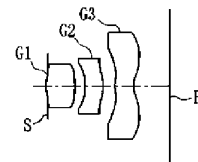
【図 2 8】



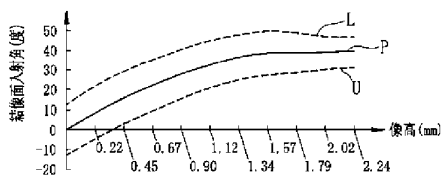
【図 2 6】



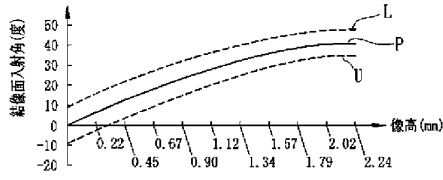
【図 2 9】



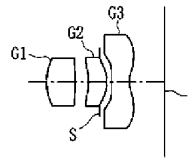
【図 2 7】



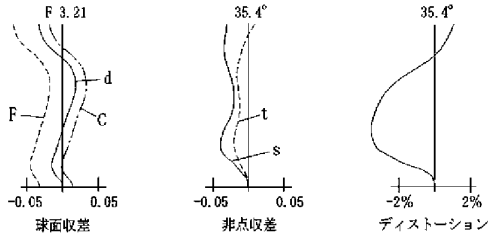
【図 3 0】



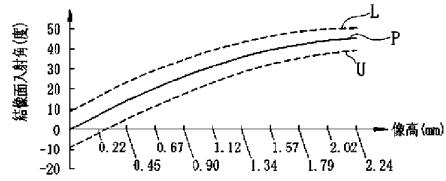
【図 3 2】



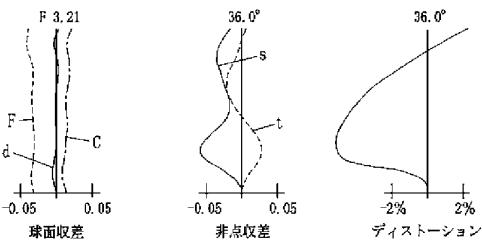
【図 3 1】



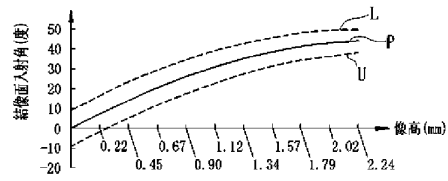
【図 3 3】



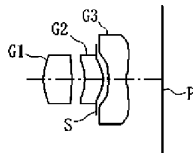
【図 3 4】



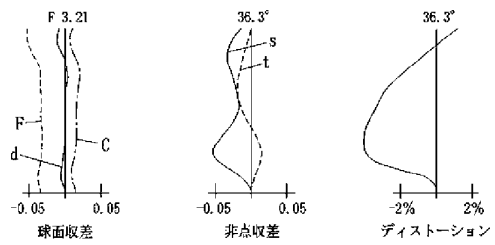
【図 3 6】



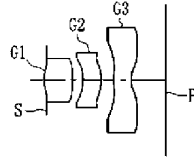
【図 3 5】



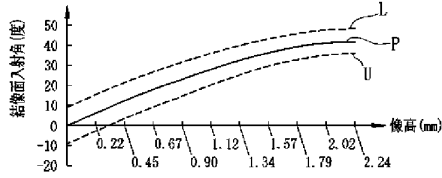
【図 3 7】



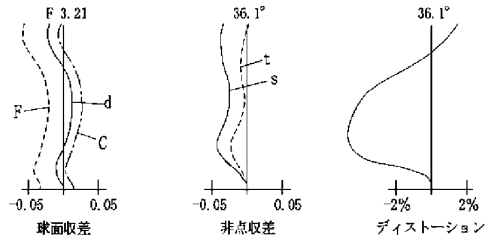
【図 38】



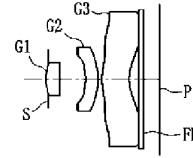
【図 39】



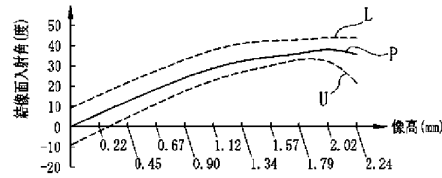
【図 40】



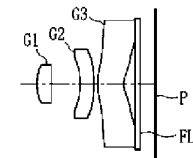
【図 41】



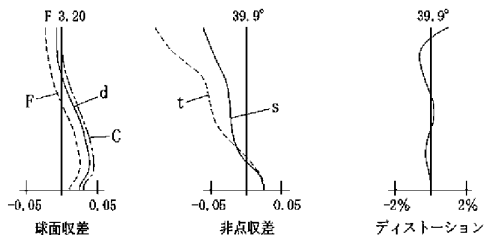
【図 42】



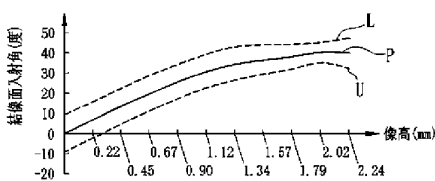
【図 44】



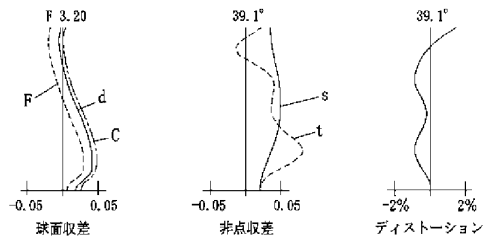
【図 43】



【図 45】



【図 46】



フロントページの続き

(72)発明者 荻野 辰之

埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目3番地 富士フイルム株式会社内

(72)発明者 山上 領子

埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目3番地 富士フイルム株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 PA03 PA04 PA17 PBO3 PBO4 QA02 QA06 QA12
QA14 QA22 QA25 QA26 QA37 QA39 QA41 QA42 QA45 QA46
RA05 RA12 RA13 RA34 RA43 RA44
5C024 CY47 EX43 EX52 GX03 GX24
5C122 EA54 FB02 FB10 FB16 FB20 FC02 GE05

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	25028082
Application Number:	14857756
International Application Number:	
Confirmation Number:	4117
Title of Invention:	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS
First Named Inventor/Applicant Name:	TATSURO IWASAKI
Customer Number:	31561
Filer:	Belinda Lee
Filer Authorized By:	
Attorney Docket Number:	59779-US-859-PCT(CA)
Receipt Date:	26-FEB-2016
Filing Date:	17-SEP-2015
Time Stamp:	06:55:17
Application Type:	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	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	59779usCA_IDS-Form.pdf	612609 <small>3dd1c2d79b76ff3b3d03f1e4ca7bdd85618055d</small>	no	4

Warnings:

Information:

2	Foreign Reference	JP2013-106289.pdf	965529	no	27
			e827be45e57c2ddaf88d6dd415ba16d4ae b6b12b		
Warnings:					
Information:					
3	Foreign Reference	JP2012-058407.pdf	1231989	no	35
			6e6aa1feb76787134792143a6346773754 d7df0		
Warnings:					
Information:					
4	Non Patent Literature	59779us-JP-OA.pdf	495516	no	3
			2e11b7ac1e3d8fb81b439d4b191ac9faf57 24f2		
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):				3305643	
<p>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.</p> <p><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> 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><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> 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><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> 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>					



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1459
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

Table with 4 columns: APPLICATION NUMBER (14/857,756), FILING OR 371(C) DATE (09/17/2015), FIRST NAMED APPLICANT (TATSURO IWASAKI), ATTY. DOCKET NO./TITLE (59779-US-859-PCT(CA))

CONFIRMATION NO. 4117

31561
JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
7 FLOOR-1, NO. 100
ROOSEVELT ROAD, SECTION 2
TAIPEI, 100
TAIWAN

PUBLICATION NOTICE



Title:IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS

Publication No.US-2016-0004047-A1

Publication Date:01/07/2016

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. 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 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

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 1 3 年 3 月 2 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 1 3 - 0 6 1 6 4 7
Application Number:

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

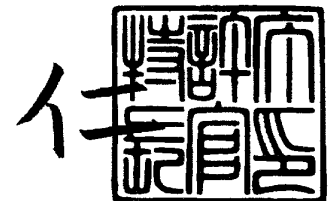
J P 2 0 1 3 - 0 6 1 6 4 7

出 願 人 富 士 フ ィ ル ム 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 1 5 年 1 2 月 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

伊 藤 伸



【書類名】 特許願
【整理番号】 13F01535
【あて先】 特許庁長官 殿
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目3-24番地 富士フイルム株式会社内
【氏名】 岩▲崎▼ 達郎
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目3-24番地 富士フイルム株式会社内
【氏名】 岸根 慶延
【特許出願人】
【識別番号】 306037311
【氏名又は名称】 富士フイルム株式会社
【代理人】
【識別番号】 100073184
【弁理士】
【氏名又は名称】 柳田 征史
【電話番号】 045-475-2623
【選任した代理人】
【識別番号】 100090468
【弁理士】
【氏名又は名称】 佐久間 剛
【電話番号】 045-475-2623
【連絡先】 担当
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008969
【納付金額】 15,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 要約書 1
【物件名】 図面 1
【包括委任状番号】 0613388

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撮像レンズおよび撮像レンズを備えた撮像装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子上に被写体の光学像を結像させる固定焦点の撮像レンズ、およびその撮像レンズを搭載して撮影を行うデジタルスチルカメラやカメラ付き携帯電話機および情報携帯端末 (PDA: Personal Digital Assistance)、スマートフォン、タブレット型端末および携帯型ゲーム機等の撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

パーソナルコンピュータの一般家庭等への普及に伴い、撮影した風景や人物像等の画像情報をパーソナルコンピュータに入力することができるデジタルスチルカメラが急速に普及している。また、携帯電話、スマートフォン、タブレット型端末に画像入力用のカメラモジュールが搭載されることも多くなっている。このような撮像機能を有する機器には、CCDやCMOSなどの撮像素子が用いられている。近年、これらの撮像素子の高画素化が進んでおり、それに伴い撮像レンズの高解像、高性能化が要求されている。

【0003】

上記分野用の撮像レンズとしては、例えば特許文献1、2に記載されたものが提案されている。特許文献1には、携帯電話用の2焦点光学系として4～5枚構成の撮像レンズが記載されている。特許文献2には、高解像の撮像素子を意識した5枚構成の撮像レンズが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】 米国特許第7274515号公報

【特許文献2】 韓国公開特許第2010-0062480号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年では撮像素子のコンパクト化も進んでおり、撮像機器全体ならびにそれに搭載される撮像レンズにもコンパクト性が要求されており、特に、携帯電話、スマートフォン、タブレット型端末等のような薄型化が進む装置に搭載される撮像レンズには、レンズ全長の短縮化の要求が益々高まっている。また、上記装置では撮影画角も重要な項目であることから、携帯端末における標準的な画角は維持したままで、高解像の性能を有し、レンズ全長の短縮化が行われることが求められる。

【0006】

これら全ての要求に応えるために、上記特許文献1に記載の撮像レンズは、全長をさらに短縮化することが求められる。また、上記特許文献2に記載の撮像レンズは、画角を広げ、全長をさらに短縮化することが求められる。

【0007】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、携帯端末等における標準的な画角を維持しながら、全長を短縮化しつつ、高画素化に対応可能な高い結像性能を実現することができる撮像レンズ、およびその撮像レンズを搭載して高解像の撮像画像を得ることができる撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の撮像レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、複数のレンズと、から構成される実質的に4枚以上のレンズからなり、下記条件式を満足する撮像レンズである。

- 0. $8 < TL / f < 1.0$ (1)
- 1. $0 < f / f_1 < 3.0$ (2)
- 2. $0.3 \text{ mm} < f < 5.16 \text{ mm}$ (3)
- 1. $0 \text{ mm} < f_1 < 3.0 \text{ mm}$ (4)

ただし、

f：全系の焦点距離

f₁：第1レンズの焦点距離

TL：第1レンズの物体側の面から像側の近軸焦点位置までの光軸上の距離であり、バックフォーカス分は空気換算長とする。

【0009】

本発明の撮像レンズは、以下の条件式(1-1)から(5-2)の少なくとも一つを満足することが好ましい。なお、好ましい態様としては、条件式(1-1)から(5-2)のいずれか一つを満足するものでもよく、あるいは任意の組合せを満足するものでもよい。

- 0. $9 < TL / f < 1.0$ (1-1)
- 1. $2 < f / f_1 < 2.5$ (2-1)
- 1. $7 < f / f_1 < 2.0$ (2-2)
- 0. $0.003 < Da / f < 0.050$ (5)
- 0. $0.004 < Da / f < 0.040$ (5-1)
- 0. $0.005 < Da / f < 0.030$ (5-2)

ただし、

Da：第1レンズと第2レンズの光軸上の間隔

とする。

【0010】

本発明の撮像レンズは、全系を構成する実質的なレンズの枚数が6枚以下であることが好ましい。

【0011】

本発明の撮像レンズにおいて、第2レンズの像側の面が凹面であることが好ましい。

【0012】

本発明の撮像レンズにおいて、全系が有する負レンズのうち物体側から2番目の負レンズの物体側の面が凹面であることが好ましい。

【0013】

本発明の撮像レンズにおいて、最も像側のレンズが像側に凹面を向けた負レンズであることが好ましい。

【0014】

本発明の撮像レンズにおいて、開口絞りが第2レンズの物体側の面より物体側に配置されていることが好ましい。

【0015】

本発明の撮像レンズにおいて、最も像側のレンズの像側の面が、変曲点を有する非球面形状であり、かつ、光軸近傍で凹形状であることが好ましい。

【0016】

本発明の撮像レンズを構成するレンズのうち、第1レンズと第2レンズ以外の複数のレンズが、物体側から順に、正の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズと、負の屈折力を有する第5レンズと、から構成される実質的に3枚のレンズからなるようにしてもよい。

【0017】

本発明の撮像レンズを構成するレンズのうち、第1レンズと第2レンズ以外の複数のレンズが、物体側から順に、正の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズと、から構成される実質的に2枚のレンズからなるようにしてもよい。

【0018】

本発明の撮像レンズを構成するレンズのうち、第1レンズと第2レンズ以外の複数のレンズが、物体側から順に、負の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズと、正の屈折力を有する第5レンズと、負の屈折力を有する第6レンズと、から構成される実質的に4枚のレンズからなるようにしてもよい。

【0019】

なお、上記本発明の撮像レンズおよびその好ましい構成における「実質的に」、「実質的な」とは、構成要素として挙げたレンズ以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラス等レンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、手振れ補正機構等の機構部分、等を含んでもよいことを意図するものである。

【0020】

なお、本発明においては、複合非球面レンズ（球面レンズ上に非球面形状の膜を重ねて非球面レンズを構成したものは、球面レンズと非球面レンズが接合された2枚構成とは見なさず、1枚のレンズとして扱うものとする。

【0021】

なお、上記本発明の撮像レンズおよびその好ましい構成におけるレンズの面形状、屈折力の符号は、非球面が含まれているものは特に断りがない限り光軸近傍（近軸領域）におけるものとする。

【0022】

本発明による撮像装置は、本発明の撮像レンズを備えている。

【発明の効果】

【0023】

本発明の撮像レンズによれば、物体側から1、2番目にそれぞれ正レンズ、負レンズを配置し、4枚以上のレンズで構成し、所定の条件式を満足するように構成したので、携帯端末等における標準的な画角を維持しながら、全長を短縮化しつつ、高画素化に対応可能な高い結像性能を有するレンズ系を実現できる。

【0024】

また、本発明の撮像装置によれば、上記本発明の撮像レンズを備えているので、携帯端末等における標準的な画角で撮影可能であり、撮像レンズの光軸方向の装置サイズを短縮化でき、高解像の撮影画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの第1の構成例を示すものであり、実施例1に対応するレンズ断面図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの第2の構成例を示すものであり、実施例2に対応するレンズ断面図である。

【図3】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの第3の構成例を示すものであり、実施例3に対応するレンズ断面図である。

【図4】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの第4の構成例を示すものであり、実施例4に対応するレンズ断面図である。

【図5】図1に示す撮像レンズの光路図である。

【図6】本発明の実施例1に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は像面湾曲、(C)は歪曲収差、(D)は倍率色収差を示す。

【図7】本発明の実施例2に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は像面湾曲、(C)は歪曲収差、(D)は倍率色収差を示す。

【図8】本発明の実施例3に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は像面湾曲、(C)は歪曲収差、(D)は倍率色収差を示す。

【図9】本発明の実施例4に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は像面湾曲、(C)は歪曲収差、(D)は倍率色収差を示す。

【図10】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズを備えた携帯電話端末である撮像

装置を示す図である。

【図11】本発明の一実施の形態に係る撮像レンズを備えたスマートフォンである撮像装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0027】

図1は、本発明の一実施の形態に係る撮像レンズの第1の構成例を示している。この構成例は、後述の第1の数値実施例(表1、表2)のレンズ構成に対応している。同様にして、後述の第2乃至第4の実施形態に係る数値実施例(表3～表8)のレンズ構成に対応する第2乃至第4の構成例の断面構成を、図2～図4に示す。図1～図4において、符号 R_i は、 i 番目($i=1, 2, 3, \dots$ であり、詳細は後述)の面の曲率半径を示し、符号 D_i は、 i 番目の面と $i+1$ 番目の面との光軸 Z_1 上の面間隔を示す。なお、各構成例共に基本的な構成は同じであるため、以下では、図1に示した撮像レンズの構成例を基本にして説明し、必要に応じて図2～図4の構成例についても説明する。また、図5は図1に示す撮像レンズにおける光路図であり、無限遠の距離にある物点からの軸上光束2および最大画角の光束3の各光路を示す。

【0028】

本発明の実施の形態に係る撮像レンズは、CCDやCMOS等の撮像素子を用いた各種撮像機器、特に、比較的小型の携帯端末機器、例えばデジタルスチルカメラ、カメラ付き携帯電話機、スマートフォン、タブレット型端末およびPDA等に用いて好適なものである。

【0029】

図10に、本発明の実施の形態に係る撮像装置1である携帯電話端末の概観図を示す。本発明の実施の形態に係る撮像装置1は、本実施の形態に係る撮像レンズLと、この撮像レンズLによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するCCDなどの撮像素子100(図1参照)とを備えて構成される。撮像素子100は、撮像素子100の撮像面が撮像レンズLの結像面 S_{im} と一致するように配置される。

【0030】

図11に、本発明の実施の形態に係る撮像装置501であるスマートフォンの概観図を示す。本発明の実施の形態に係る撮像装置501は、本実施の形態に係る撮像レンズLと、この撮像レンズLによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するCCDなどの撮像素子100(図1参照)とを有するカメラ部541を備えて構成される。撮像素子100は、撮像素子100の撮像面が撮像レンズLの結像面 S_{im} と一致するように配置される。

【0031】

この撮像レンズLは、光軸 Z_1 に沿って、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズL1と、負の屈折力を有する第2レンズL2と、複数のレンズと、から構成される実質的に4枚以上のレンズからなる。構成レンズ枚数が多いほど高性能化に有利であるが、コストの上昇、レンズ全長の短縮化のための空間的な制約を考慮すると、全系を構成する実質的なレンズの枚数は6枚以下であることが好ましい。

【0032】

例えば、撮像レンズLは、図1、図2に示すように、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズL1と、負の屈折力を有する第2レンズL2と、正の屈折力を有する第3レンズL3と、負の屈折力を有する第4レンズL4と、負の屈折力を有する第5レンズL5とから構成される実質的に5枚のレンズからなるようにしてもよい。このような5枚構成とした場合は、高性能化および全長の短縮化の両方の実現に有利となる。

【0033】

あるいは、撮像レンズLは、図3に示すように、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズL1と、負の屈折力を有する第2レンズL2と、正の屈折力を有する第3レン

ズL 3と、負の屈折力を有する第4レンズL 4とから構成される実質的に4枚のレンズからなるようにしてもよい。このような4枚構成とした場合は、全長の短縮化および低コスト化にさらに有利となる。

【0034】

または、撮像レンズLは、図4に示すように、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズL 1と、負の屈折力を有する第2レンズL 2と、負の屈折力を有する第3レンズL 3と、正の屈折力を有する第4レンズL 4と、正の屈折力を有する第5レンズL 5と、負の屈折力を有する第6レンズL 6から構成される実質的に6枚のレンズからなるようにしてもよい。このような6枚構成とした場合は、高性能化にさらに有利となる。

【0035】

最も像側のレンズと撮像素子100との間には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、種々の光学部材CGが配置されていても良い。例えば撮像面保護用のカバーガラスや赤外線カットフィルタなどの平行平板状の光学部材が配置されていても良い。この場合、光学部材CGとして例えば平行平板状のカバーガラスに、赤外線カットフィルタやNDフィルタ等のフィルタ効果のあるコートが施されたものを使用しても良い。

【0036】

あるいは、光学部材CGを用いずに、レンズにコートを施す等して光学部材CGと同等の効果を持たせるようにしても良い。これにより、部品点数の削減と全長の短縮化を図ることができる。

【0037】

この撮像レンズLに開口絞りStを配置する場合は、第2レンズL 2の物体側の面より物体側に配置することが好ましい。このように、開口絞りStを第2レンズL 2の物体側の面よりも物体側に配置することにより、特に結像領域の周辺部において、光学系を通過する光線の結像面Sim（すなわち撮像素子100）への入射角が大きくなるのを抑制することができる。この効果をより高めるために、開口絞りStが光軸方向において第1レンズL 1の物体側の面よりも物体側に配置されることがさらに好ましい。

【0038】

なお、図1～図5に示す開口絞りStは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。また、開口絞りStが「第2レンズの物体側の面より物体側に配置され」とは、光軸方向における開口絞りの位置が、軸上マージナル光線2m（図5参照）と第2レンズL 2の物体側の面の交点と同じ位置かそれより物体側にあることを意味し、開口絞りStが「第1レンズの物体側の面より物体側に配置され」とは、光軸方向における開口絞りの位置が、軸上マージナル光線2mと第1レンズL 1の物体側の面の交点と同じ位置かそれより物体側にあることを意味する。

【0039】

図1～図4に示す構成例において、開口絞りStは第1レンズL 1の物体側の面の面頂点よりも像側に配置されているが、これに限定されず、開口絞りStは第1レンズL 1の物体側の面の面頂点よりも物体側に配置されていてもよい。開口絞りStが第1レンズL 1の物体側の面の面頂点よりも物体側に配置されている場合は、開口絞りStが第1レンズL 1の面頂点よりも像側に配置されている場合より周辺光量の確保の観点からはやや不利であるが、結像領域の周辺部において、光学系を通過する光線の結像面（撮像素子）への入射角が大きくなるのをさらに好適に抑制することができる。

【0040】

この撮像レンズLにおいて、第1レンズL 1は、光軸近傍において正の屈折力を有している。このことにより、全長を好適に短縮化できる。また、第1レンズL 1は、光軸近傍において物体側に凸面を向けていることが好ましく、このようにした場合は、レンズ系の最も物体側の面を凸形状とすることになるため、後側主点位置をより物体側に位置させることができ、全長を好適に短縮化できる。

【0041】

第2レンズL 2は、光軸近傍において負の屈折力を有している。第2レンズL 2は、光

軸近傍において像側に凹面を向けていることが好ましく、このようにした場合は全長を好適に短縮化でき、球面収差を良好に補正することができる。

【0042】

また、撮像レンズLは2枚以上の負レンズを有していることが好ましく、このようにした場合は全系で必要とされる負の屈折力を分担させることができ、良好な収差補正に有利となる。

【0043】

撮像レンズLが2枚以上の負レンズを有している場合、全系が有する負レンズのうち物体側から2番目の負レンズの物体側の面は、光軸近傍において凹面であることが好ましく、このようにした場合は全長を好適に短縮化でき、かつ、異なる波長の光線に対して、波長ごとの球面収差の差を抑制することができる。

【0044】

最も像側のレンズは負の屈折力を有していることが好ましく、このようにした場合は好適に全長の短縮化を実現することができる。またさらに、最も像側のレンズは光軸近傍において像側に凹面を向けていることが好ましく、このようにした場合はさらに全長の短縮化に有利となる。

【0045】

最も像側のレンズの像側の面は、有効径内に変曲点を有する非球面形状であり、かつ、光軸近傍において凹形状であることが好ましく、このようにした場合は、特に結像領域の周辺部において、光学系を通過する光線の結像面Sim（すなわち撮像素子100）への入射角が大きくなるのを抑制することができる、全長の短縮化を実現しつつ、結像領域の周辺部における受光効率の低下を抑えることができる。なお、ここでいう「変曲点を有する」とは、有効径内の光軸Z1を含むレンズ断面において像側の面からなる曲線を考えたとき、この曲線が凸形状から凹形状（または凹形状から凸形状）に切り替わる点を有することを意味する。

【0046】

この撮像レンズLは、高性能化のために、全系が有する全てのレンズそれぞれの少なくとも一方の面に非球面を用いることが好適である。

【0047】

また、上記撮像レンズLを構成する全てのレンズは接合レンズでなく単レンズとすることが好ましく、このようにした場合は、接合レンズとした場合よりも、面数が多くなり、またそれにより非球面数を多くすることが可能なため、各レンズの設計自由度が高くなり、好適に全長の短縮化を図ることができる。

【0048】

また、例えば図5に示す例のように全画角が70°以上となるように、上記撮像レンズLのレンズ構成を設定した場合には、近距離撮影の機会が多い携帯電話端末などに撮像レンズLを好適に適用することができる。このような事情から、全画角が70°以上となるように構成することが好ましい。

【0049】

次に、以上のように構成された撮像レンズLの条件式に関する作用および効果をより詳細に説明する。まず、この撮像レンズLは、下記条件式(1)～(4)を満足するように構成されている。

$$0.8 < TL / f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f / f_1 < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03 \text{ mm} < f < 5.16 \text{ mm} \quad (3)$$

$$1.0 \text{ mm} < f_1 < 3.0 \text{ mm} \quad (4)$$

ただし、

f：全系の焦点距離

f₁：第1レンズの焦点距離

TL：第1レンズの物体側の面から像側の近軸焦点位置までの光軸上の距離であり、バ

ックフォーカス分は空気換算長とする。

【0050】

条件式(1)は、全系の焦点距離に対するレンズ全長の比の好ましい範囲を規定するものである。条件式(1)の下限以下とならないようにレンズ全長と全系の焦点距離の比を確保することで、携帯端末等における標準的な全画角、例えば70°程度の全画角を維持しながら、好適に諸収差の補正を行うことが可能となり、高解像性能を実現することが可能となる。条件式(1)の上限以上とならないようにレンズ全長と全系の焦点距離の比を抑えることで、レンズ系全体の光軸方向の長さを短縮化できる。

【0051】

条件式(1)を満足するように構成することで、携帯端末等における標準的な全画角、例えば70°程度の全画角を維持しながら、高解像性能を実現し、レンズ系全体の長さを短縮化することが可能になる。この効果をより高めるために、条件式(1-1)を満たすことがより好ましい。

$$0.9 < TL/f < 1.0 \quad (1-1)$$

【0052】

条件式(2)は、第1レンズL1の焦点距離に対する全系の焦点距離の比の好ましい範囲を規定するものである。すなわち、条件式(2)は、全系の屈折力に対する第1レンズL1の屈折力の比の好ましい数値範囲を規定するものである。条件式(2)の下限以下とならないように第1レンズL1の正の屈折力を確保することで、好適に全長の短縮化を実現することができる。条件式(2)の上限以上とならないように第1レンズL1の正の屈折力を抑えることで、球面収差および非点収差の補正が容易となる。

【0053】

最も物体側に配置されるレンズを正レンズとし、条件式(2)を満足するようにその正レンズに正の屈折力を配分することで、好適に全長の短縮化を図りつつ、良好に球面収差および非点収差を補正できる。この効果をより高めるために、条件式(2-1)を満たすことがより好ましく、条件式(2-2)を満たすことがさらに好ましい。

$$1.2 < f/f_1 < 2.5 \quad (2-1)$$

$$1.7 < f/f_1 < 2.0 \quad (2-2)$$

【0054】

条件式(3)は、携帯端末等に好適な小型のレンズ系における全系の焦点距離の好ましい範囲を規定するものである。条件式(3)の下限以下とならないように全系の焦点距離を設定することで、所定のレンズ全長を確保することができ、良好な収差補正が可能な枚数のレンズと、カバーガラスやフィルタ等を配置することができる。条件式(3)の上限以上とならないように全系の焦点距離を設定することで、レンズ全長を抑えることができ、携帯端末等に好適な小型のレンズ系を実現することができる。条件式(3)を満足するように構成することで、高画質の画像を取得可能な光学部品を配置する空間を確保しつつ、携帯端末等に好適な小型のレンズ系を実現することができる。

【0055】

なお、条件式(1)を満足することで全系の焦点距離に対するレンズ全長の比を所定の範囲内に収めることができるが、条件式(1)に加え条件式(3)をさらに満足することで、レンズ全長の実寸を所定の範囲内に収めることができ、近年の携帯端末等に搭載される撮像レンズに要求される高性能化と小型化という2つの要望を満たすことが可能となる。

【0056】

条件式(4)は、携帯端末等に好適な小型のレンズ系における第1レンズL1の焦点距離の好ましい範囲を規定するものである。条件式(4)の下限以下とならないように第1レンズL1の屈折力を抑えることで、球面収差および非点収差の補正が容易となる。条件式(4)の上限以上とならないように第1レンズL1の屈折力を確保することで、好適に全長の短縮化を実現することができる。条件式(4)を満足するように構成することで、

全長の短縮化を図りつつ、良好に球面収差および非点収差を補正できる。

【0057】

条件式(3)、(4)を満足した上で、条件式(2)を満足するように構成することで、高解像性能を達成しつつ携帯端末等に好適な小型のレンズ系を実現することができる。また、条件式(1)～(4)を同時に満足することで、携帯端末等における標準的な全画面角、例えば70°程度の全画面角を維持しながら、高解像性能を有し、レンズ全長を短縮化したレンズ系を実現することができる。

【0058】

また、この撮像レンズLは、下記条件式(5)を満足することが好ましい。

$$0.003 < D_a / f < 0.050 \quad (5)$$

ただし、

D_a : 第1レンズと第2レンズの光軸上の間隔とする。

【0059】

D_a は図1に示す例では面間隔 D_3 に対応する。条件式(5)は、全系の焦点距離に対する第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 の間隔の比の好ましい範囲を規定するものである。条件式(5)の下限以下とならないように第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 の間隔を確保することで、第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 の間隔が短くなり組立が困難なることを防止できる。条件式(5)の上限以上とならないように第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 の間隔を抑制することで、全長の短縮化に有利となる。

【0060】

条件式(5)を満足するように構成することで、好適に全長の短縮化を図りつつ、生産性の低下を抑制できる。この効果をより高めるために、条件式(5-1)を満たすことがより好ましく、条件式(5-2)を満たすことがさらに好ましい。

$$0.004 < D_a / f < 0.040 \quad (5-1)$$

$$0.005 < D_a / f < 0.030 \quad (5-2)$$

【0061】

なお、上述した好ましい構成は、任意の組合せが可能であり、要求される仕様に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。

【0062】

次に、本発明の実施の形態に係る撮像レンズの具体的な数値実施例について説明する。以下では、複数の数値実施例をまとめて説明する。

【0063】

後掲の表1および表2に、図1に示した実施例1に係る撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを示す。表1にはその基本的なレンズデータを示し、表2には非球面に関するデータを示す。表1に示したレンズデータにおける面番号 S_i の欄には、実施例1に係る撮像レンズについて、開口絞り S_t の面を1番目とし、最も物体側のレンズ面(第1レンズ L_1 の物体側の面)を2番目とし、以降は像側に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した i 番目の面の番号を示している。曲率半径 R_i の欄には、 i 番目の面の曲率半径の値(mm)を示しており、これは図1において付した符号 R_i に対応している。面間隔 D_i の欄についても、同様に物体側から i 番目の面 S_i と $i+1$ 番目の面 S_{i+1} との光軸上の間隔(mm)を示す。 N_{d_j} の欄には、物体側から j 番目の光学要素の d 線(587.56nm)に対する屈折率の値を示す。 v_{d_j} の欄には、物体側から j 番目の光学要素の d 線に対するアッベ数の値を示す。

【0064】

なお、曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた面形状の場合を正とし、像側に凸面を向けた面形状の場合を負としている。面間隔の符号は、上記説明の面 S_i から面 S_{i+1} へ向かう方向が、物体側から像側へ向かう場合を正とし、像側から物体側へ向かう場合を負としている。表1には撮像レンズと光学部材CGについて記載している。

【0065】

なお、表1の枠外上部には、諸データとして、全系の焦点距離 f (mm) と、Fナンバー $Fno.$ と、全画角 2ω (°) と、レンズ全長 TL (mm) をそれぞれ示す。なお、レンズ全長 TL は第1レンズ $L1$ の物体側の面から像側の近軸焦点位置までの光軸上の距離であり、そのうちバックフォーカス分を空気換算した値を表している。

【0066】

この実施例1に係る撮像レンズは、第1レンズ $L1$ 乃至第5レンズ $L5$ の両面がすべて非球面形状となっている。表1の基本レンズデータには、これらの非球面の曲率半径として、光軸近傍の曲率半径（近軸曲率半径）の数値を示している。

【0067】

表2には実施例1の撮像レンズにおける非球面データを示す。非球面データとして示した数値において、記号“E”は、その次に続く数値が10を底とした“べき指数”であることを示し、その10を底とした指数関数で表される数値が“E”の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「1.0E-02」であれば、「 1.0×10^{-2} 」であることを示す。

【0068】

非球面データとしては、以下の式(A)によって表される非球面形状の式における各係数 A_n 、 K の値を記す。 Z は、より詳しくは、光軸から高さ h の位置にある非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ (mm) を示す。

【0069】

【数1】

$$Z = \frac{C \times h^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \times C^2 \times h^2}} + \sum_n A_n \times h^n \dots\dots(A)$$

ただし、

Z : 非球面の深さ (mm)

h : 光軸からレンズ面までの距離 (高さ) (mm)

C : 近軸曲率 = $1/R$

(R : 近軸曲率半径)

A_n : 第 n 次 (n は4以上16以下の偶数) の非球面係数

K : コーニック係数

【0070】

以上の実施例1の撮像レンズと同様にして、図2に示した撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例2として、表3および表4に示す。また同様にして、図3、図4に示した撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例3乃至実施例4として、表5～表8に示す。ただし、実施例3の第2～5面と実施例4の全ての非球面の非球面係数の n は4以上14以下の偶数となっている。これらの実施例1乃至実施例4に係る撮像レンズでは、全レンズの両面がすべて非球面形状となっている。

【0071】

図6(A)～(D)はそれぞれ、実施例1の撮像レンズにおける球面収差、像面湾曲、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）図を示している。球面収差図、像面湾曲図には d 線（波長587.56nm）、 F 線（波長486.1nm）、 C 線（波長656.27nm）についての収差を示し、倍率色収差図には d 線を基準波長として、 F 線、 C 線に関する収差を示す。像面湾曲図の線種の説明の (S) はサジタル方向、(T) はタンジェンシャル方向の収差であることを示す。

【0072】

同様に、実施例2乃至実施例4の撮像レンズについての諸収差を図7(A)～(D)乃至図9(A)～(D)に示す。図6(A)～(D)乃至図9(A)～(D)に示す収差図は全て物体距離が無限遠のときのものである。

【0073】

また、表9には、本発明に係る各条件式(1)～(5)に関する値を、各実施例1～4についてそれぞれまとめたものを示す。表9に示す値はd線におけるものである。

【0074】

各数値データおよび各収差図から分かるように、実施例1～4の撮像レンズは、全画角が70°～75°の範囲にあり、携帯端末における標準的な全画角を維持しながら、レンズ全長TLが3.1mm～4.0mmの範囲にあり、レンズ全長の短縮化を達成しており、さらに諸収差が良好に補正されて高い結像性能が実現されている。

【0075】

なお、本発明の撮像レンズには、上記実施の形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数、非球面係数の値などは、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

【0076】

また、上記各実施例では、すべて固定焦点で使用する前提での記載とされているが、フォーカス調整可能な構成とすることも可能である。例えばレンズ系全体を繰り出したり、一部のレンズを光軸上で動かしてオートフォーカス可能な構成とすることも可能である。

【0077】

実施例1

【表1】

f=4.01, Fno.=2.6, 2 ω =72.0, TL=3.95

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.240000		
*2	1.248186	0.510022	1.544884	54.87
*3	-55.853797	0.023815		
*4	-71.457835	0.297217	1.633506	23.63
*5	2.589265	0.641525		
*6	-26.018306	0.107756	1.544884	54.87
*7	-4.887691	0.550329		
*8	-4.378748	0.317276	1.633506	23.63
*9	-4.502550	0.254989		
*10	3.275584	0.462402	1.544884	54.87
*11	1.123792	0.202904		
12	∞	0.145000	1.516330	64.14
13	∞	0.483940		
14(像面)	∞			

*: 非球面

【0078】

【表2】

面番号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-1.3212468E+01	-3.2010292E-02	9.7127463E-01	-4.1441026E-01	-2.9581230E+00
3	-2.2162782E+02	-4.6939205E-02	3.5840007E-01	-7.1668262E-01	-3.0196076E-01
4	-7.7774382E+02	4.4862926E-02	-2.3154381E-02	8.9262055E-02	9.9153816E-01
5	8.7876118E+00	5.3914158E-02	-1.2205780E-01	3.3623397E-01	4.7272146E-01
6	7.1848813E+02	-7.4332479E-02	2.2903737E-01	-8.6386820E-01	8.8480140E-01
7	-1.4448115E+02	-1.4680435E-02	-3.2247983E-01	1.0341382E+00	-2.6759111E+00
8	-7.2899625E+02	1.5237198E-01	-1.0965089E+00	2.6778406E+00	-2.4488360E+00
9	2.0001892E+00	-1.5857648E-01	8.3863492E-01	-1.7144932E+00	1.4227139E+00
10	-3.6747110E+01	-3.3308330E-01	1.3075487E-01	-5.4611043E-01	6.2320857E-01
11	-2.8825648E+00	-1.6713971E-01	-9.9582938E-01	2.7129347E+00	-3.7539111E+00
面番号	A7	A8	A9	A10	A11
2	5.7748718E+00	-4.7691207E+00	4.1977000E+00	-3.4405023E+00	-5.0000669E+00
3	3.2844684E+00	-4.1040752E+00	-9.6045412E-01	2.9706036E+00	3.5660330E+00
4	-4.4232849E+00	7.5497582E+00	-5.8084122E+00	4.8872207E+00	-1.4014084E+01
5	-3.2661042E+00	6.3848549E+00	-6.4401676E+00	7.8102425E-01	1.3210099E+01
6	6.0051486E-01	-2.4844103E+00	1.5427055E+00	1.0603798E-01	3.6771996E-01
7	2.3215258E+00	1.9188104E+00	-4.4289849E+00	6.1619829E-01	2.1371523E+00
8	-5.3397685E-01	1.9192393E+00	-8.3305954E-01	1.0221456E+00	-1.3006852E+00
9	9.6055840E-01	-3.3196842E+00	2.1873641E+00	6.9881886E-01	-9.5523496E-01
10	-1.5717115E-01	-8.0713763E-02	3.5601990E-03	4.3398861E-02	1.1828531E-02
11	2.7630021E+00	-6.1241496E-01	-4.7567270E-01	2.6601539E-01	1.9427965E-02
面番号	A12	A13	A14	A15	A16
2	9.4270649E+00	2.8026655E+00	-1.3048820E+01	7.9609525E+00	-1.3947121E+00
3	-2.1148237E+00	-9.0816066E+00	3.3006462E+00	1.1218064E+01	-7.6278734E+00
4	2.2137640E+01	-1.3506303E+01	-1.3686354E+00	5.8899674E+00	-2.2744994E+00
5	-2.5460608E+01	1.9589246E+01	-1.2172121E+01	1.7384456E+01	-1.1580743E+01
6	-1.1006658E+00	-7.2761073E-01	3.4862697E+00	-2.6978835E+00	4.7921100E-01
7	-8.1536404E-01	-6.4668408E-01	9.4854860E-01	4.7417804E-01	-7.7570745E-01
8	2.1641923E-01	-3.7471065E-01	1.0564631E+00	-6.2773999E-01	1.0266054E-01
9	-3.5502699E-01	3.4672168E-01	1.8713235E-01	-1.7830886E-01	3.3141578E-02
10	-3.2945535E-02	1.3873446E-02	-2.9634561E-03	9.0292501E-04	-1.8653823E-04
11	-6.3524204E-03	-3.5187945E-02	2.2802501E-02	-6.1163617E-03	6.8179272E-04

【0079】

実施例2

【表3】

f=4.02, Fno.=2.4, 2 ω =70.8, TL=3.97

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.290000		
*2	1.266094	0.672786	1.544884	54.87
*3	-151.018032	0.030338		
*4	-441.388916	0.240335	1.613946	25.30
*5	2.717418	0.554476		
*6	6.431903	0.098014	1.544884	54.87
*7	18.042506	0.648699		
*8	-2.378787	0.361894	1.633506	23.63
*9	-2.916855	0.163203		
*10	2.379858	0.409109	1.544884	54.87
*11	1.225990	0.171307		
12	∞	0.145000	1.516330	64.14
13	∞	0.483940		
14(像面)	∞			

*: 非球面

【0080】
【表4】

面番号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-1.3546683E+01	-2.0041001E-02	8.6320095E-01	-2.9687864E-01	-2.5818222E+00
3	-6.3866451E+07	-8.8479843E-03	-6.4169722E-02	1.3285020E-02	-8.8665570E-01
4	2.2470738E+05	3.8738636E-02	-3.0129213E-01	1.9466058E-01	1.4344934E+00
5	3.4852098E+00	9.7704874E-02	-5.1831249E-01	1.5985440E+00	-1.6955204E+00
6	-8.5496409E+01	1.2466183E-02	8.8808820E-02	-1.5849718E+00	3.3974575E+00
7	8.8779349E+01	7.3567526E-02	-4.4257981E-01	4.1835366E-01	-4.2270092E-01
8	-1.0719832E+01	7.6862426E-01	-2.5920829E+00	4.0456408E+00	-3.3570112E+00
9	-1.1522838E+00	-4.1481437E-01	6.0247471E-01	8.5552085E-01	-4.0439369E+00
10	-6.6918911E+02	-2.6029840E-01	2.7017015E-01	-5.2969360E-01	5.1395184E-01
11	-4.2956928E+00	4.6365066E-02	-1.1736117E+00	2.7424446E+00	-3.5662791E+00
面番号	A7	A8	A9	A10	A11
2	5.1200952E+00	-4.8728445E+00	4.5573540E+00	-2.9231769E+00	-4.9030421E+00
3	3.4085238E+00	-3.5149634E+00	-6.9741276E-01	1.5395929E+00	1.8327304E+00
4	-4.5521078E+00	7.1187545E+00	-6.1302094E+00	5.5764031E+00	-1.3422099E+01
5	-1.4874360E+00	6.5948462E+00	-7.1375197E+00	1.6899587E-01	1.3365746E+01
6	-2.2867433E+00	-2.3581269E+00	4.5915662E+00	-6.4550741E-01	-2.7520832E+00
7	7.1109144E-01	-1.0563681E+00	8.0860025E-01	8.4524672E-01	-1.9182657E+00
8	1.4653598E+00	-2.6051260E-01	-7.2410680E-01	1.7154157E+00	-1.4975887E+00
9	6.0501328E+00	-4.0794704E+00	4.5573227E-01	8.5557936E-01	-2.6728092E-01
10	-1.4671011E-01	-7.7832188E-02	7.2591237E-03	4.4414319E-02	1.1539501E-02
11	2.5522401E+00	-5.8974927E-01	-4.1209643E-01	2.5474436E-01	9.1290136E-03
面番号	A12	A13	A14	A15	A16
2	8.7072644E+00	2.2065169E+00	-1.2733195E+01	9.4659592E+00	-2.3930643E+00
3	-2.0865169E-01	-5.0269022E+00	4.2580693E+00	-1.4139627E-01	-6.9516215E-01
4	2.1410176E+01	-1.4507410E+01	-1.7254451E+00	8.5122925E+00	-3.7595037E+00
5	-2.3684995E+01	1.9389845E+01	-1.1830677E+01	9.9051184E+00	-4.7152887E+00
6	8.7646059E-01	1.0946236E+00	-2.8524021E-01	-4.4273006E-01	1.8228365E-01
7	6.0526646E-02	2.3608540E+00	-2.1787786E+00	7.4005688E-01	-8.1801266E-02
8	2.2671012E-01	5.9375322E-03	8.7347247E-01	-9.5422498E-01	2.9178978E-01
9	-1.4931670E-01	1.0069879E-01	1.7219549E-02	-5.3428722E-02	1.9941941E-02
10	-3.2936281E-02	1.3881989E-02	-2.9993178E-03	8.9292760E-04	-1.8308586E-04
11	-7.3661116E-03	-3.4038453E-02	2.3396624E-02	-6.0983398E-03	5.9611963E-04

【0081】
実施例3
【表5】

f=3.28, Fno.=2.9, 2 ω =71.0 TL=3.16

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.150000		
*2	0.904212	0.430212	1.54	56.5
*3	15.379767	0.049238		
*4	-3.541585	0.154405	1.63	23.4
*5	5.812080	0.649693		
*6	-1.353189	0.266346	1.54	56.5
*7	-0.986605	0.452364		
*8	-6.699546	0.305318	1.53	55.8
*9	1.732706	0.199933		
10	∞	0.300000	1.52	64.2
11	∞	0.414000		
12(像面)	∞			

* : 非球面

【0082】

【表6】

面番号	KA	A4	A6	A8
2	-2.5364831E-01	-7.7531180E-02	1.2291438E+00	-7.8086978E+00
3	5.4910111E+02	-7.7916259E-02	1.1580918E+00	-8.0037672E+00
4	-1.7746510E+02	3.6184422E-01	1.7638199E-01	-3.3506962E+00
5	5.6802279E+01	9.4031723E-01	-1.7346081E+00	4.1298659E+00
6	-3.8980496E+00	-2.9718521E-01	-5.1341042E-02	-1.3962850E+00
7	-2.2456465E+00	-1.5497952E-01	-1.1631991E-01	-8.2951567E-01
8	-5.6571673E+02	-5.7255470E-01	2.1662849E-01	4.7834559E-02
9	-2.4328185E+00	-5.2468297E-01	3.5563560E-01	-1.7762108E-01
面番号	A10	A12	A14	A16
2	2.5493056E+01	-3.9257511E+01	1.0109932E+01	-
3	-3.2910059E+00	4.8825625E+01	-5.3320887E+01	-
4	-1.4906025E+01	6.4462794E+01	-4.4088031E+01	-
5	2.8621841E+00	-4.0818628E+01	8.9829881E+01	-
6	-5.5220011E+00	1.0096910E+01	4.2807378E+01	-9.3219929E+01
7	4.9274804E-01	1.0709023E+00	7.4971290E-01	-1.5027177E+00
8	-1.4041772E-02	-5.6061872E-03	-8.8286172E-04	3.5631882E-04
9	4.0696121E-02	9.3405871E-04	-1.9104675E-03	-3.8773448E-05

【0083】

実施例4

【表7】

f=4.00, Fno.=2.8, 2 ω =71.2 TL=3.89

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.210000		
*2	1.152778	0.303593	1.51	56.8
*3	10.159658	0.077275		
*4	6.219245	0.104330	1.65	21.4
*5	2.353031	0.354965		
*6	-8.266512	0.123829	1.63	23.8
*7	-9.893200	0.643763		
*8	-7.130996	0.292307	1.54	55.9
*9	-2.086276	0.534767		
*10	-1.378463	0.183911	1.54	55.9
*11	-0.920547	0.233322		
*12	-1.368934	0.148256	1.54	55.9
*13	2.390504	0.197715		
14	∞	0.210000	1.52	64.2
15	∞	0.483000		
16(像面)	∞			

*: 非球面

【0084】

【表 8】

面番号	KA	A4	A6	A8
2	-3.6867724E+00	3.1176600E-01	-1.4930332E-01	1.7504183E-01
3	1.0606410E+02	-3.8781814E-02	2.0910481E-01	-1.9854100E-01
4	-1.7515826E+02	1.1785485E-01	1.1554505E-01	3.6431461E-01
5	5.0856043E+00	3.5888263E-02	1.8292402E-01	5.4039908E-02
6	-4.5000559E+02	-4.2967593E-01	-7.8724390E-02	3.1271252E-01
7	8.9111829E+01	-3.0460387E-01	-1.2351341E-01	2.5016114E-01
8	5.1118472E+01	-9.6634327E-02	-4.4717695E-02	-2.4893022E-01
9	1.9974438E+00	-3.3887166E-03	7.9466818E-03	-1.8748970E-01
10	8.6332365E-02	7.9464707E-02	-2.7323299E-04	-5.7513127E-03
11	-5.4955726E+00	-1.0388535E-01	1.2895780E-01	-1.2652192E-01
12	-1.1130744E+01	-1.0314252E-01	-8.3726210E-03	1.4326135E-02
13	-5.8582439E+01	-9.2038345E-02	1.5566690E-02	-4.8717366E-03
面番号	A10	A12	A14	
2	-8.5732546E-02	1.6208774E-01	-3.0035684E-01	
3	-1.2898235E-01	1.2956948E-01	-2.8085047E-01	
4	-1.1770860E+00	1.0492300E+00	-6.1806181E-01	
5	-3.4390106E-01	5.0461465E-01	4.1455242E-01	
6	-4.3734148E-01	1.0916784E+00	9.5251613E-01	
7	2.6149050E-03	2.5484908E-01	5.3657077E-01	
8	8.9553971E-02	1.2207775E-02	-5.4313761E-03	
9	6.5975151E-02	3.8594080E-02	2.1027712E-03	
10	6.1913902E-03	5.6036573E-03	-3.1744398E-03	
11	6.6704873E-02	-1.8282427E-02	1.7661958E-03	
12	-1.0472867E-03	-2.4046169E-04	-6.5030890E-06	
13	1.5445189E-03	-3.6152741E-04	1.5330880E-05	

【0085】

【表 9】

条件式に関する値					
式番号	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	TL/f	0.99	0.99	0.96	0.97
(2)	f/fl	1.79	1.74	1.87	1.60
(3)	f	4.01	4.02	3.28	4.00
(4)	fl	2.25	2.31	1.75	2.50
(5)	Da/f	0.006	0.008	0.015	0.019

【符号の説明】

【0086】

- 1、501 撮像装置
- 100 撮像素子
- 541 カメラ部
- L 撮像レンズ
- L1 第1レンズ
- L2 第2レンズ
- L3 第3レンズ
- L4 第4レンズ
- L5 第5レンズ
- L6 第6レンズ

S t 開口絞り
R i 第 i 番目の面の曲率半径
D i 第 i 番目の面と第 i + 1 番目の面との光軸上の間隔
S i m 結像面
Z l 光軸

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

物体側から順に、
正の屈折力を有する第 1 レンズと、
負の屈折力を有する第 2 レンズと、
複数のレンズと、
から構成される実質的に 4 枚以上のレンズからなり、下記条件式を満足する撮像レンズ

0. $8 < TL / f < 1.0$ (1)
1. $0 < f / f_1 < 3.0$ (2)
2. $0.3 \text{ mm} < f < 5.16 \text{ mm}$ (3)
1. $0 \text{ mm} < f_1 < 3.0 \text{ mm}$ (4)

ただし、

f : 全系の焦点距離

f₁ : 前記第 1 レンズの焦点距離

TL : 前記第 1 レンズの物体側の面から像側の近軸焦点位置までの光軸上の距離であり、バックフォーカス分は空気換算長とする。

【請求項 2】

さらに下記条件式を満足する請求項 1 に記載の撮像レンズ。

0. $0.03 < Da / f < 0.050$ (5)

ただし、

Da : 前記第 1 レンズと前記第 2 レンズの光軸上の間隔

とする。

【請求項 3】

全系を構成する実質的なレンズの枚数が 6 枚以下である請求項 1 または 2 に記載の撮像レンズ。

【請求項 4】

前記第 2 レンズの像側の面が凹面である請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 5】

全系が有する負レンズのうち物体側から 2 番目の負レンズの物体側の面が凹面である請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 6】

最も像側のレンズが像側に凹面を向けた負レンズである請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 7】

開口絞りが前記第 2 レンズの物体側の面より物体側に配置されている請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ

【請求項 8】

最も像側のレンズの像側の面が、変曲点を有する非球面形状であり、かつ、光軸近傍で凹形状である請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 9】

前記複数のレンズが、物体側から順に、
正の屈折力を有する第 3 レンズと、
負の屈折力を有する第 4 レンズと、
負の屈折力を有する第 5 レンズと、
から構成される実質的に 3 枚のレンズからなる請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 10】

前記複数のレンズが、物体側から順に、
正の屈折力を有する第3レンズと、
負の屈折力を有する第4レンズと、
から構成される実質的に2枚のレンズからなる請求項1から8のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

【請求項11】

前記複数のレンズが、物体側から順に、
負の屈折力を有する第3レンズと、
正の屈折力を有する第4レンズと、
正の屈折力を有する第5レンズと、
負の屈折力を有する第6レンズと、
から構成される実質的に4枚のレンズからなる請求項1から8のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

【請求項12】

さらに以下の条件式を満足する請求項1から11のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.9 < TL/f < 1.0 \quad (1-1)$$

【請求項13】

さらに以下の条件式を満足する請求項1から12のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$1.2 < f/f_1 < 2.5 \quad (2-1)$$

【請求項14】

さらに以下の条件式を満足する請求項1から13のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$1.7 < f/f_1 < 2.0 \quad (2-2)$$

【請求項15】

さらに以下の条件式を満足する請求項1から14のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.004 < Da/f < 0.040 \quad (5-1)$$

【請求項16】

さらに以下の条件式を満足する請求項1から15のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.005 < Da/f < 0.030 \quad (5-2)$$

【請求項17】

請求項1に記載された撮像レンズを備えた撮像装置。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 携帯端末等における標準的な画角を維持しながら、全長の短縮化および高解像化を実現した撮像レンズおよびこの撮像レンズを備えた撮像装置を実現する。

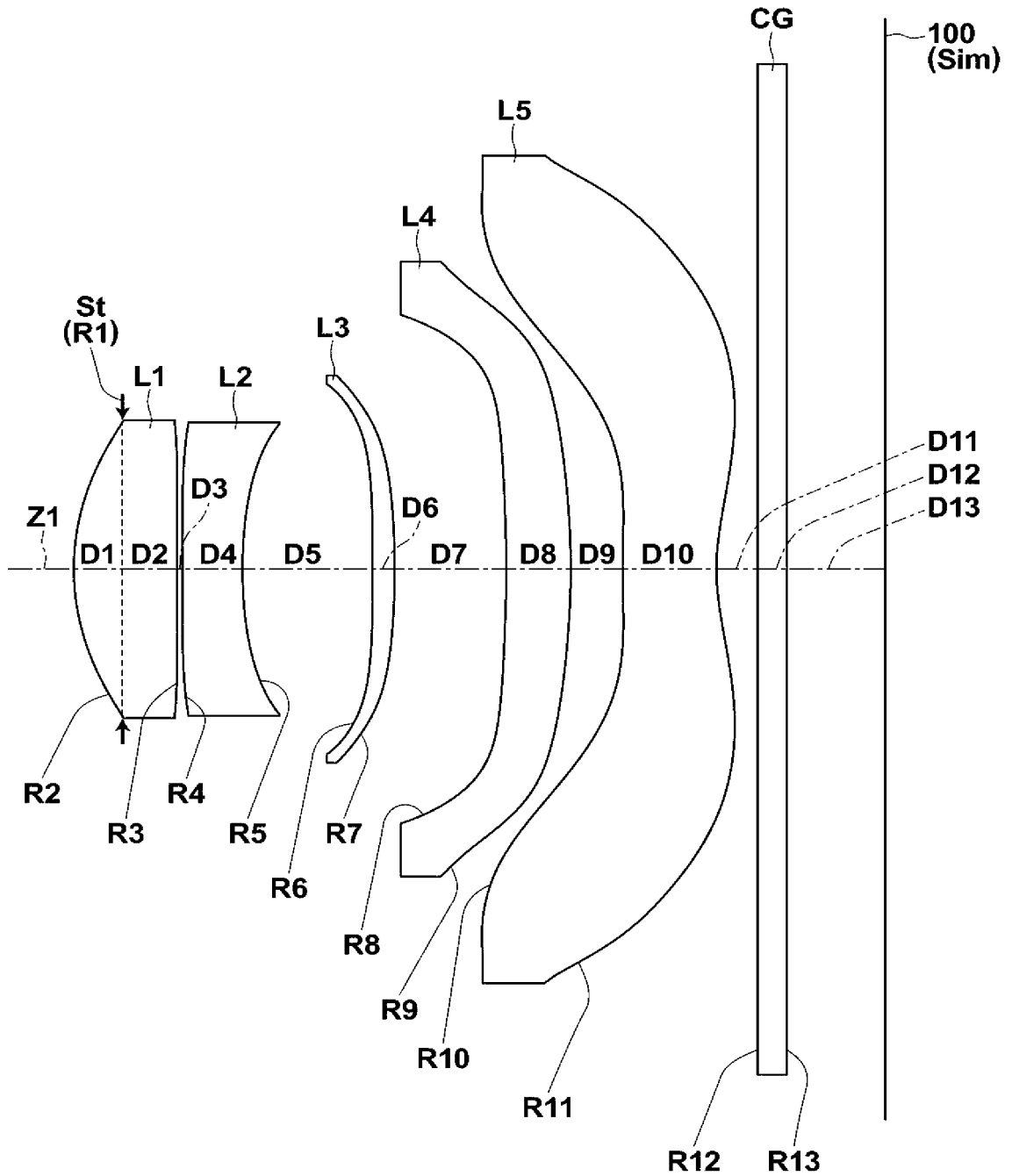
【解決手段】 撮像レンズが、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズL1と、負の屈折力を有する第2レンズL2と、複数のレンズと、から構成される実質的に4枚以上のレンズからなり、全系の焦点距離をf、第1レンズL1の焦点距離をf1、第1レンズL1の物体側の面から像側の近軸焦点位置までの光軸上の距離（バックフォーカス分は空気換算長）をTLとしたとき下記条件式（1）～（4）を満足する。

- (1) $0.8 < TL / f < 1.0$
- (2) $1.0 < f / f1 < 3.0$
- (3) $2.03 \text{ mm} < f < 5.16 \text{ mm}$
- (4) $1.0 \text{ mm} < f1 < 3.0 \text{ mm}$

【選択図】 図1

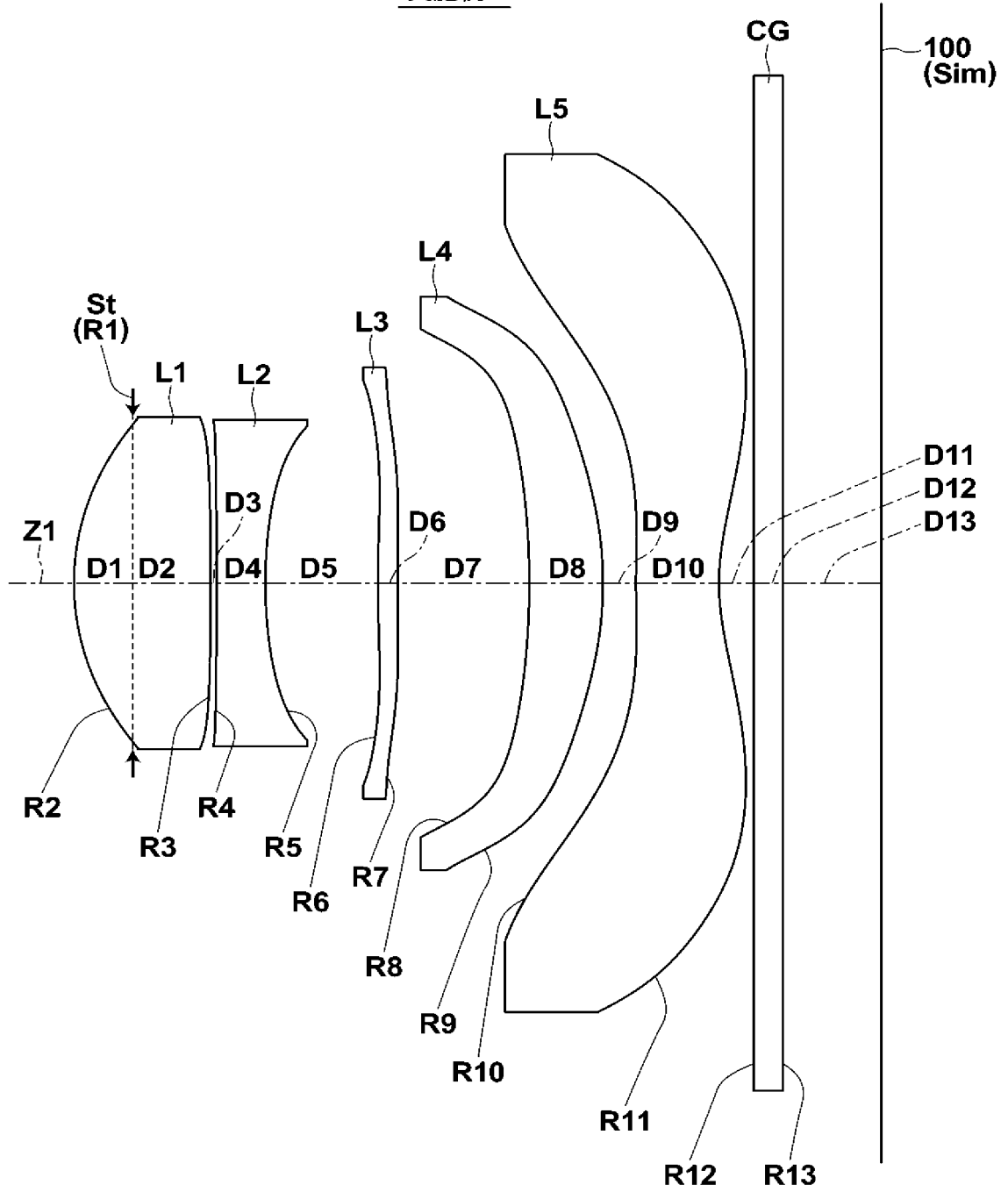
【書類名】 図面
【図 1】

実施例 1

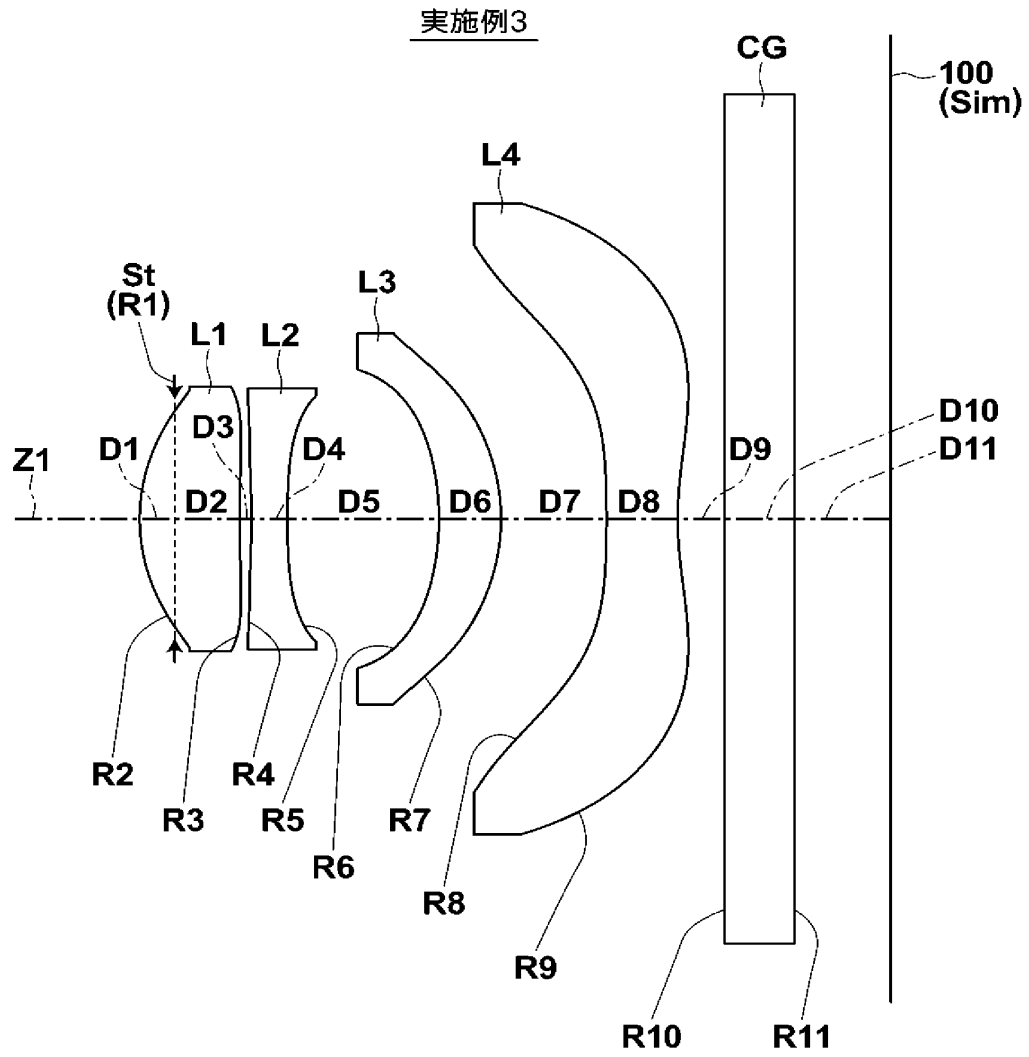


【图2】

实施例2

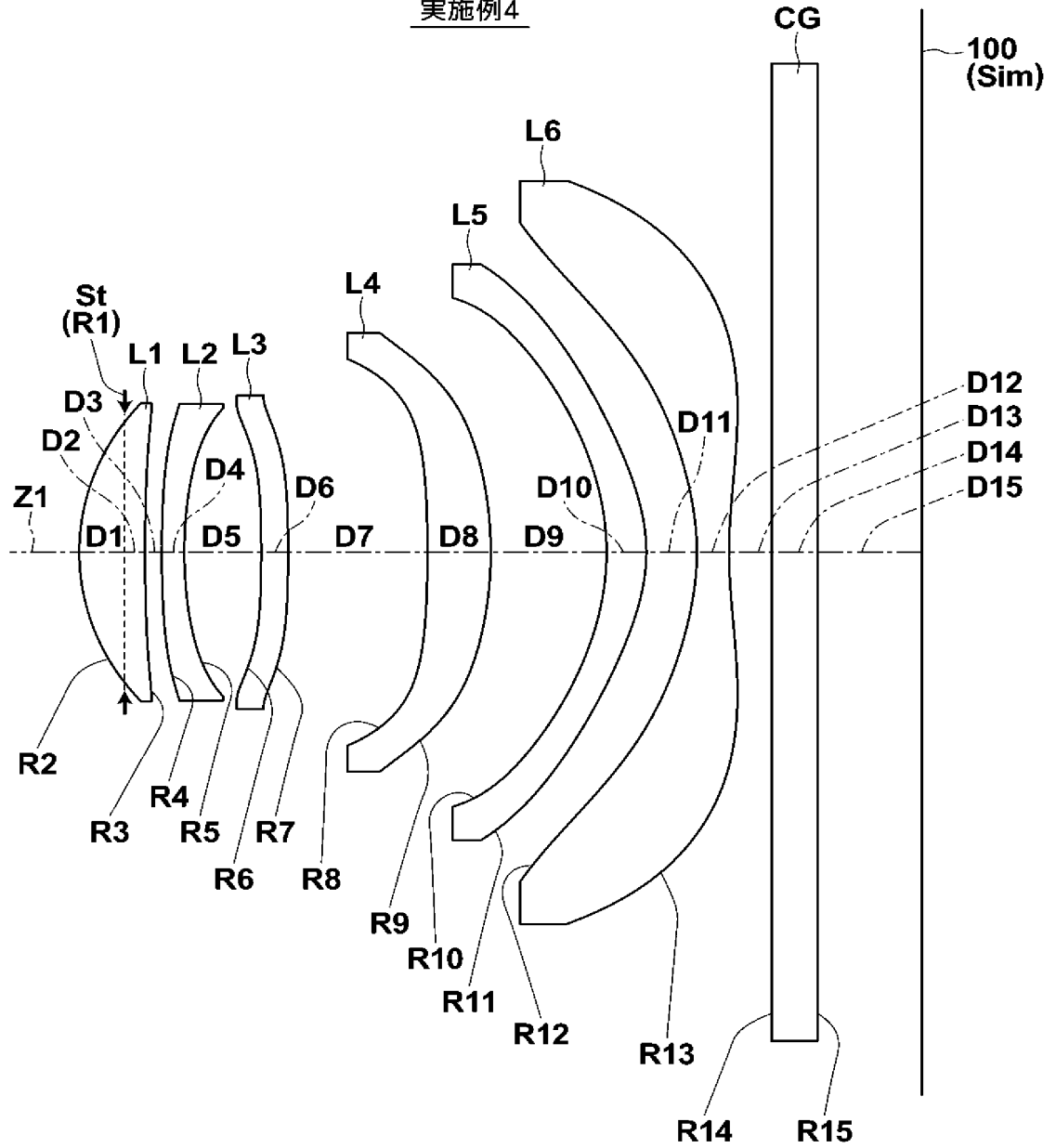


【図3】

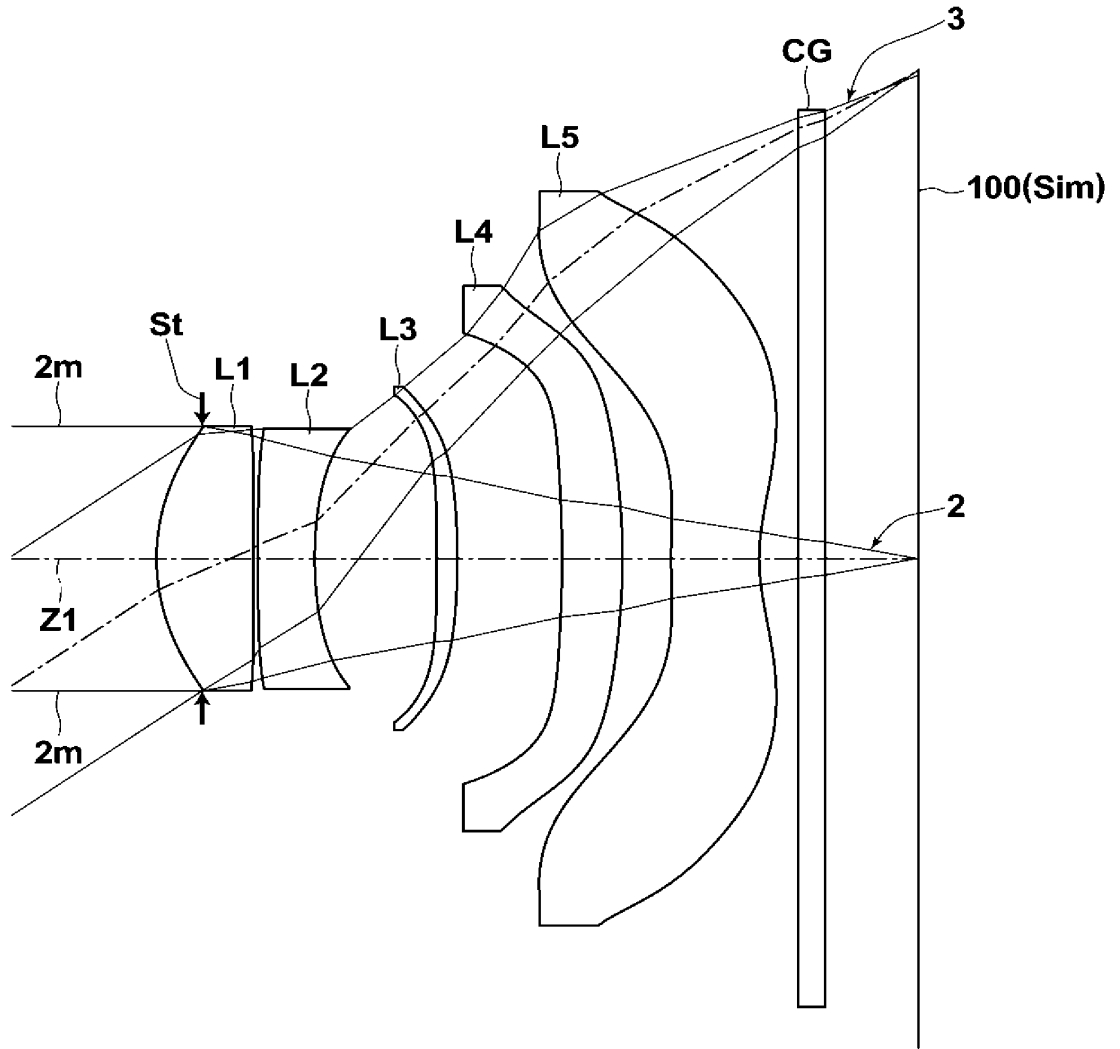


【图4】

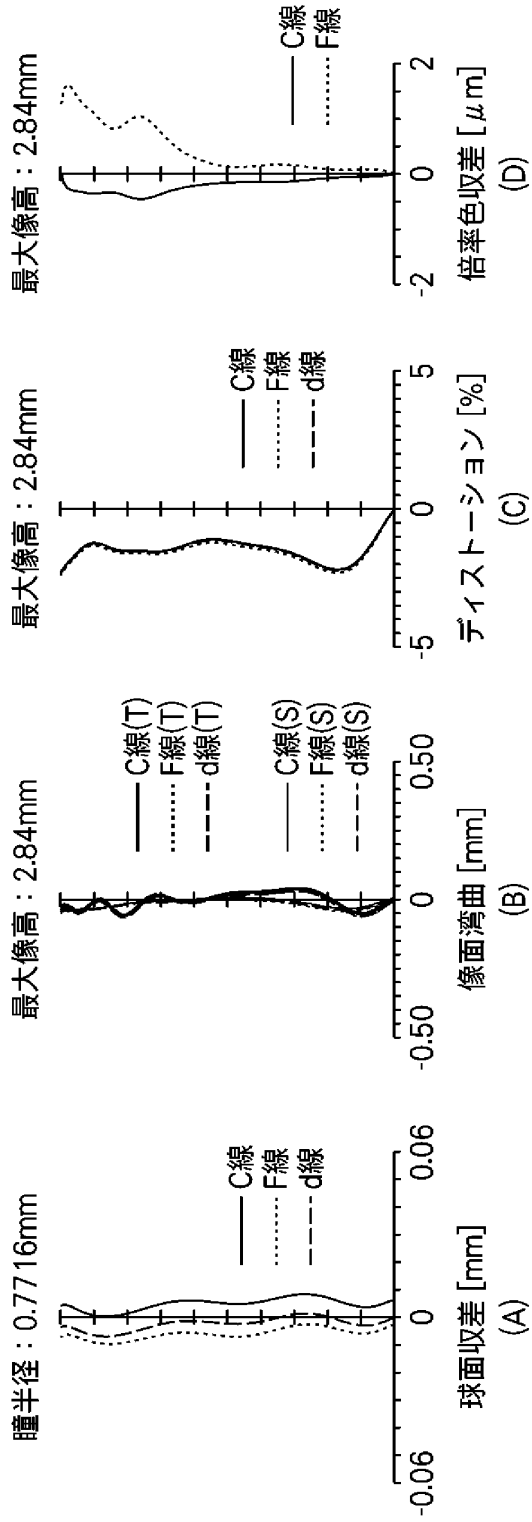
实施例4



【図5】

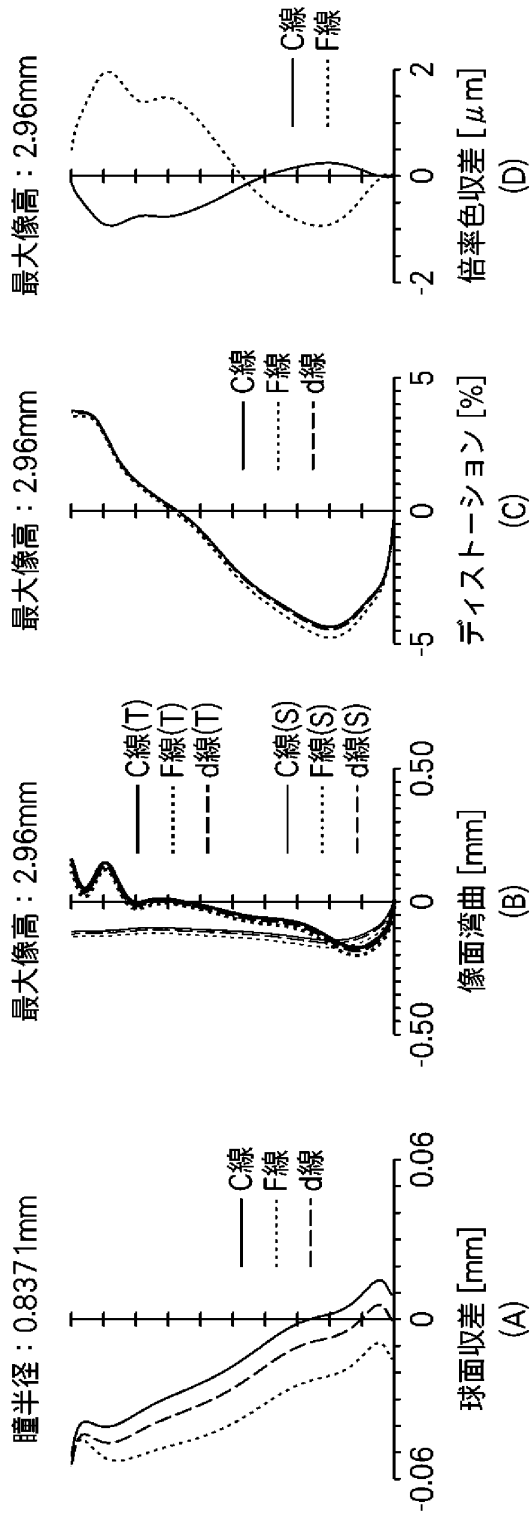


実施例1

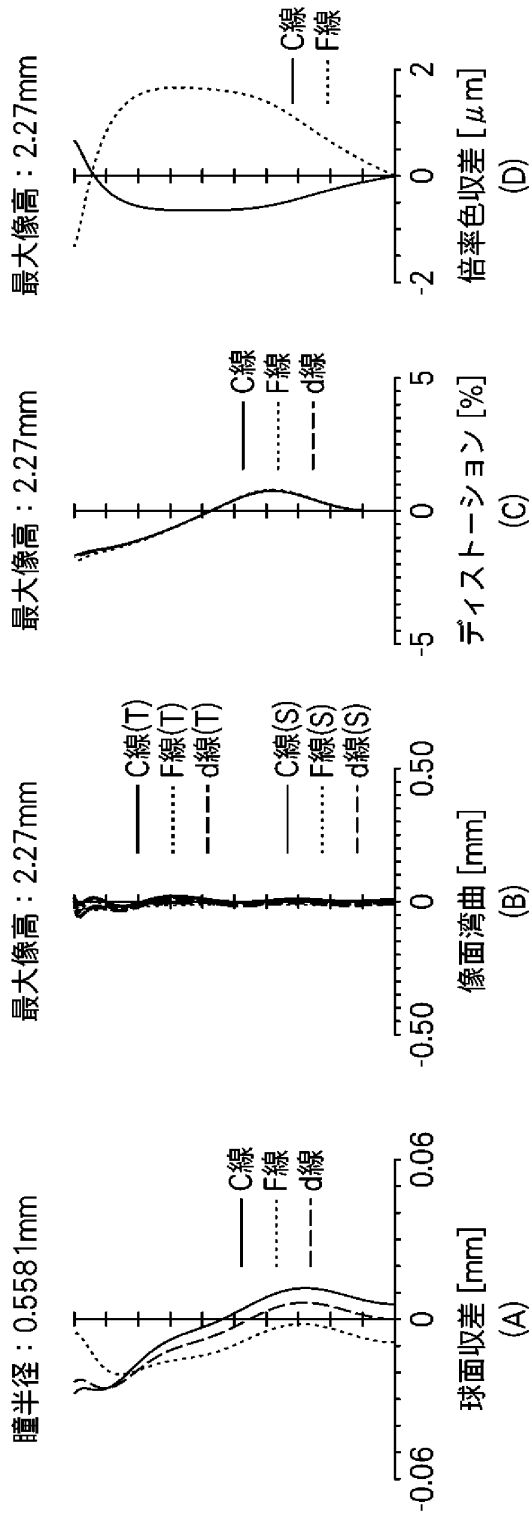


【図 7】

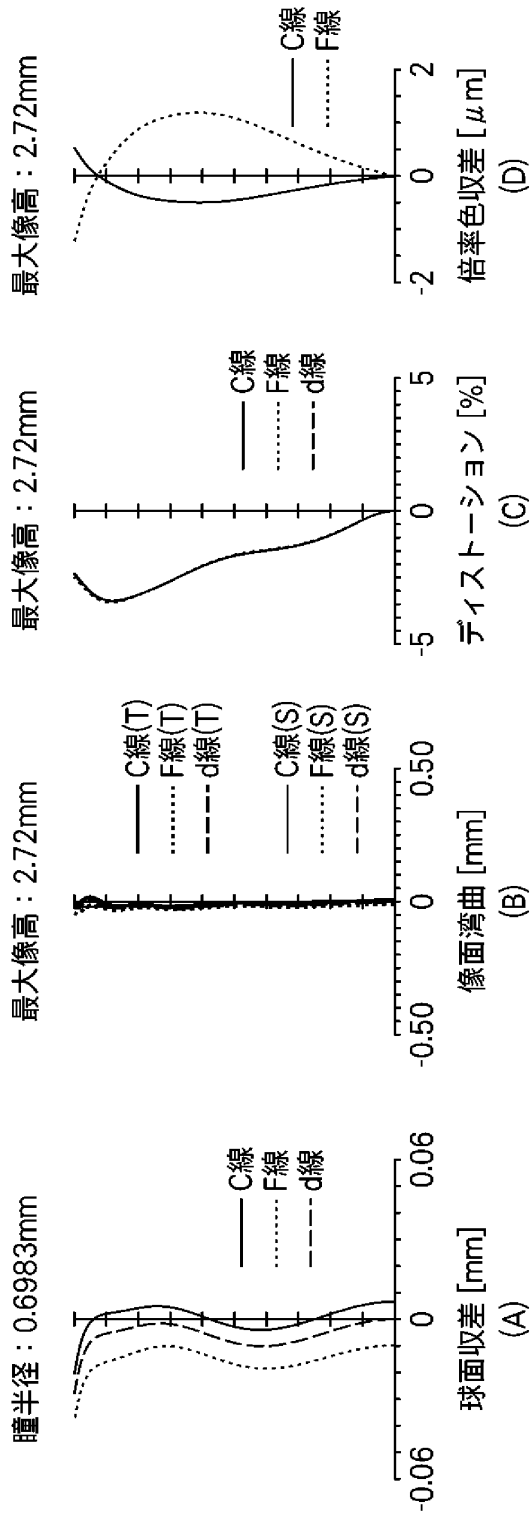
実施例2



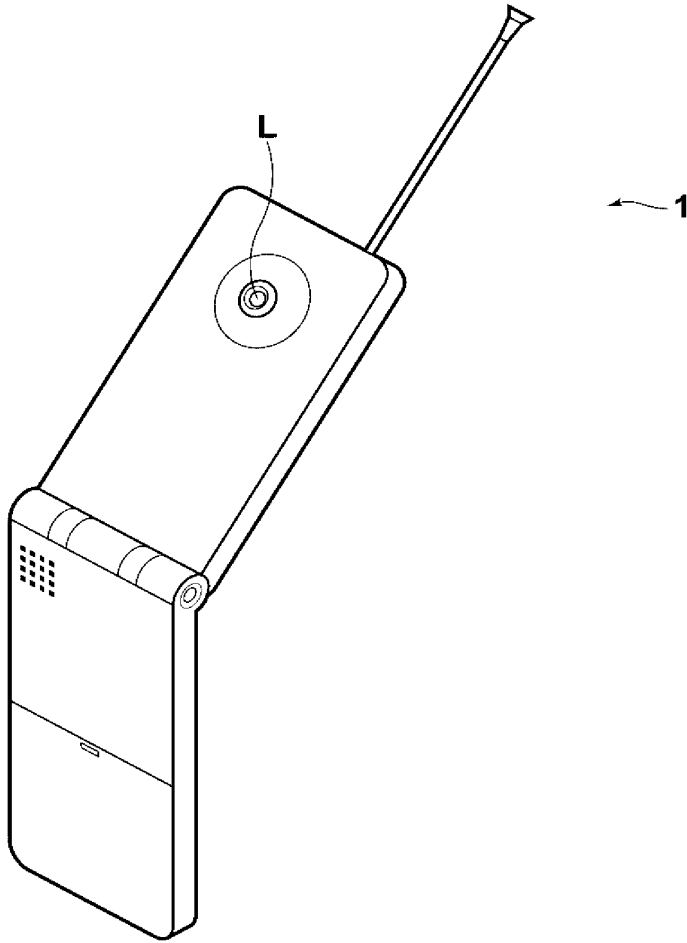
実施例3



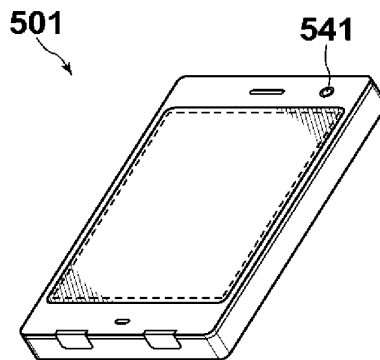
実施例4



【図10】



【図11】



出願人履歴

3 0 6 0 3 7 3 1 1

20061002

新規登録

東京都港区西麻布2丁目26番30号
富士フイルム株式会社



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 7 columns: APPLICATION NUMBER, FILING or 371(c) DATE, GRP ART UNIT, FIL FEE REC'D, ATTY. DOCKET NO, TOT CLAIMS, IND CLAIMS. Row 1: 14/857,756, 09/17/2015, 2872, 1600, 59779-US-859-PCT(CA), 18, 3

CONFIRMATION NO. 4117
CORRECTED FILING RECEIPT



31561
JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
7 FLOOR-1, NO. 100
ROOSEVELT ROAD, SECTION 2
TAIPEI, 100
TAIWAN

Date Mailed: 10/21/2015

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)

TATSURO IWASAKI, SAITAMA, JAPAN;
YASUNOBU KISHINE, SAITAMA, JAPAN;

Applicant(s)

FUJIFILM Corporation, TOKYO, JAPAN;

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 31561

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a CON of PCT/JP2013/007642 12/26/2013

Foreign Applications (You may be eligible to benefit from the Patent Prosecution Highway program at the USPTO. Please see http://www.uspto.gov for more information.)
JAPAN 2013-061647 03/25/2013

Request to Retrieve - This application either claims priority to one or more applications filed in an intellectual property Office that participates in the Priority Document Exchange (PDX) program or contains a proper Request to Retrieve Electronic Priority Application(s) (PTO/SB/38 or its equivalent). Consequently, the USPTO will attempt to electronically retrieve these priority documents.

If Required, Foreign Filing License Granted: 09/30/2015

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is US 14/857,756

Projected Publication Date: 01/07/2016

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No

Title

IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS

Preliminary Class

359

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications: No**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.

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.

<i>Corrected</i> Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		
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					<input type="button" value="Remove"/>
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	TATSURO		IWASAKI		
Residence Information (Select One) <input type="radio"/> US Residency <input checked="" type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	SAITAMA	Country of Residence ⁱ		JP	
Mailing Address of Inventor:					
Address 1		C/O FUJIFILM CORPORATION, Corporation,			
Address 2		1-324, UETAKE-CHO, KITA-KU, SAITAMA-SHI,			
City	SAITAMA	State/Province			
Postal Code	331-9624	Country ⁱ	JP		
Inventor 2					<input type="button" value="Remove"/>
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	YASUNOBU		KISHINE		
Residence Information (Select One) <input type="radio"/> US Residency <input checked="" type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	SAITAMA	Country of Residence ⁱ		JP	
Mailing Address of Inventor:					
Address 1		C/O FUJIFILM CORPORATION, Corporation,			
Address 2		1-324, UETAKE-CHO, KITA-KU, SAITAMA-SHI,			
City	SAITAMA	State/Province			
Postal Code	331-9624	Country ⁱ	JP		
All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the Add button.					<input type="button" value="Add"/>

Correspondence Information:

EFS Web 2.2.11

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.

<i>Corrected</i> Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).

An Address is being provided for the correspondence information of this application.

Customer Number	31561		
Email Address	USA@JCIPGROUP.COM.TW	<input type="button" value="Add Email"/>	<input type="button" value="Remove Email"/>
Email Address	BELINDA@JCIPGROUP.COM.TW	<input type="button" value="Add Email"/>	<input type="button" value="Remove Email"/>

Application Information:

Title of the Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		
Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	Small Entity Status Claimed	<input type="checkbox"/>
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Total Number of Drawing Sheets (if any)	10	Suggested Figure for Publication (if any)	

Filing By Reference :

Only complete this section when filing an application by reference under 35 U.S.C. 111(c) and 37 CFR 1.57(a). Do not complete this section if application papers including a specification and any drawings are being filed. Any domestic benefit or foreign priority information must be provided in the appropriate section(s) below (i.e., "Domestic Benefit/National Stage Information" and "Foreign Priority Information").

For the purposes of a filing date under 37 CFR 1.53(b), the description and any drawings of the present application are replaced by this reference to the previously filed application, subject to conditions and requirements of 37 CFR 1.57(a).

Application number of the previously filed application	Filing date (YYYY-MM-DD)	Intellectual Property Authority or Country

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)
--------------------	--	--	---

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.

<i>Corrected</i> Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		
Customer Number	31561		

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.

When referring to the current application, please leave the application number blank.

Prior Application Status		<input type="button" value="Remove"/>	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
	Continuation of	PCT/JP2013/007642	2013-12-26
Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the Add button.			

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim priority to a foreign application. 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(d). When priority is claimed to a foreign application that is eligible for retrieval under the priority document exchange program (PDX)ⁱ the information will be used by the Office to automatically attempt retrieval pursuant to 37 CFR 1.55(h)(1) and (2). Under the PDX program, applicant bears the ultimate responsibility for ensuring that a copy of the foreign application is received by the Office from the participating foreign intellectual property office, or a certified copy of the foreign priority application is filed, within the time period specified in 37 CFR 1.55(g)(1).

<input type="button" value="Remove"/>			
Application Number	Country ⁱ	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Access Code ^j (if applicable)
2013-061647	JP	2013-03-25	
Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the Add button.			

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

<p>This application (1) claims priority to or the benefit of an application filed before March 16, 2013 and (2) also contains, or contained at any time, a claim to a claimed invention that has an effective filing date on or after March 16, 2013.</p> <p><input type="checkbox"/> NOTE: By providing this statement under 37 CFR 1.55 or 1.78, this application, with a filing date on or after March 16, 2013, will be examined under the first inventor to file provisions of the AIA.</p>
--

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.

<i>Corrected</i> Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		

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.		
Applicant 1		
<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="Clear"/>		
<input checked="" type="radio"/> Assignee	<input type="radio"/> Legal Representative under 35 U.S.C. 117	<input type="radio"/> Joint Inventor
<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 Applicant is an Organization check here. <input checked="" type="checkbox"/>		
Organization Name	FUJIFILM CORPORATION 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.

<i>Corrected</i> Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		

Mailing Address Information For Applicant:			
Address 1	26-30, NISHIAZABU 2-CHOME, MINATO-KU,		
Address 2			
City	TOKYO	State/Province	
Country	JP	Postal Code	106-8620
Phone Number		Fax Number	
Email Address			
Additional Applicant Data may be generated within this form by selecting the Add button.			

Assignee Information including Non-Applicant Assignee 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.				
Assignee 1				
Complete this section if assignee information, including non-applicant assignee information, is desired to be included on the patent application publication. An assignee-applicant identified in the "Applicant Information" section will appear on the patent application publication as an applicant. For an assignee-applicant, complete this section only if identification as an assignee is also desired on the patent application publication.				
If the Assignee or Non-Applicant Assignee is an Organization check here. <input type="checkbox"/>				
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
Mailing Address Information For Assignee including Non-Applicant Assignee:				
Address 1				
Address 2				
City		State/Province		
Country		Postal Code		
Phone Number		Fax Number		
Email Address				
Additional Assignee or Non-Applicant Assignee Data may be generated within this form by selecting the Add button.				

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.

<i>Corrected</i> Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	
		Application Number		
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS			

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	/Belinda Lee/			Date (YYYY-MM-DD)	2015-09-16
First Name	Belinda	Last Name	Lee	Registration Number	46863
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.**

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.



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 NUMBER	FILING or 371(c) DATE	GRP ART UNIT	FIL FEE REC'D	ATTY. DOCKET NO	TOT CLAIMS	IND CLAIMS
14/857,756	09/17/2015	2872	1600	59779-US-859-PCT(CA)	18	3

CONFIRMATION NO. 4117

FILING RECEIPT



31561
JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
7 FLOOR-1, NO. 100
ROOSEVELT ROAD, SECTION 2
TAIPEI, 100
TAIWAN

Date Mailed: 10/02/2015

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)

TATSURO IWASAKI, SAITAMA, JAPAN;
YASUNOBU KISHINE, SAITAMA, JAPAN;

Applicant(s)

FUJIFILM CORPORATION, TOKYO, JAPAN; *Corporation*

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 31561

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a CON of PCT/JP2013/007642 12/26/2013

Foreign Applications (You may be eligible to benefit from the Patent Prosecution Highway program at the USPTO. Please see <http://www.uspto.gov> for more information.)

JAPAN 2013-061647 03/25/2013

Request to Retrieve - This application either claims priority to one or more applications filed in an intellectual property Office that participates in the Priority Document Exchange (PDX) program or contains a proper **Request to Retrieve Electronic Priority Application(s)** (PTO/SB/38 or its equivalent). Consequently, the USPTO will attempt to electronically retrieve these priority documents.

If Required, Foreign Filing License Granted: 09/30/2015

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 14/857,756**

Projected Publication Date: 01/07/2016

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		
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:

Inventor 1					<input type="button" value="Remove"/>
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	TATSURO		IWASAKI		
Residence Information (Select One) <input type="radio"/> US Residency <input checked="" type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	SAITAMA	Country of Residence ⁱ	JP		
Mailing Address of Inventor:					
Address 1	C/O FUJIFILM Corporation,				
Address 2	1-324, UETAKE-CHO, KITA-KU, SAITAMA-SHI,				
City	SAITAMA	State/Province			
Postal Code	331-9624	Country ⁱ	JP		
Inventor 2					<input type="button" value="Remove"/>
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	YASUNOBU		KISHINE		
Residence Information (Select One) <input type="radio"/> US Residency <input checked="" type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	SAITAMA	Country of Residence ⁱ	JP		
Mailing Address of Inventor:					
Address 1	C/O FUJIFILM Corporation,				
Address 2	1-324, UETAKE-CHO, KITA-KU, SAITAMA-SHI,				
City	SAITAMA	State/Province			
Postal Code	331-9624	Country ⁱ	JP		
All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the Add button.					<input type="button" value="Add"/>

Correspondence Information:

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).

An Address is being provided for the correspondence information of this application.

Customer Number	31561		
Email Address	USA@JCIPGROUP.COM.TW	<input type="button" value="Add Email"/>	<input type="button" value="Remove Email"/>
Email Address	BELINDA@JCIPGROUP.COM.TW	<input type="button" value="Add Email"/>	<input type="button" value="Remove Email"/>

Application Information:

Title of the Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		
Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	Small Entity Status Claimed	<input type="checkbox"/>
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Total Number of Drawing Sheets (if any)	10	Suggested Figure for Publication (if any)	

Filing By Reference :

Only complete this section when filing an application by reference under 35 U.S.C. 111(c) and 37 CFR 1.57(a). Do not complete this section if application papers including a specification and any drawings are being filed. Any domestic benefit or foreign priority information must be provided in the appropriate section(s) below (i.e., "Domestic Benefit/National Stage Information" and "Foreign Priority Information").

For the purposes of a filing date under 37 CFR 1.53(b), the description and any drawings of the present application are replaced by this reference to the previously filed application, subject to conditions and requirements of 37 CFR 1.57(a).

Application number of the previously filed application	Filing date (YYYY-MM-DD)	Intellectual Property Authority or Country

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)
--------------------	--	--	---

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		
Customer Number	31561		

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.

When referring to the current application, please leave the application number blank.

Prior Application Status			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
	Continuation of	PCT/JP2013/007642	2013-12-26
Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the Add button.			<input type="button" value="Add"/>

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim priority to a foreign application. 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(d). When priority is claimed to a foreign application that is eligible for retrieval under the priority document exchange program (PDX) the information will be used by the Office to automatically attempt retrieval pursuant to 37 CFR 1.55(h)(1) and (2). Under the PDX program, applicant bears the ultimate responsibility for ensuring that a copy of the foreign application is received by the Office from the participating foreign intellectual property office, or a certified copy of the foreign priority application is filed, within the time period specified in 37 CFR 1.55(g)(1).

			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Country ⁱ	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Access Code ⁱ (if applicable)
2013-061647	JP	2013-03-25	
Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the Add button.			<input type="button" value="Add"/>

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

This application (1) claims priority to or the benefit of an application filed before March 16, 2013 and (2) also contains, or contained at any time, a claim to a claimed invention that has an effective filing date on or after March 16, 2013.

NOTE: By providing this statement under 37 CFR 1.55 or 1.78, this application, with a filing date on or after March 16, 2013, will be examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		

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.		
Applicant 1		<input type="button" value="Remove"/>
<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="Clear"/>
<input checked="" type="radio"/> Assignee	<input type="radio"/> Legal Representative under 35 U.S.C. 117	<input type="radio"/> Joint Inventor
<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 Applicant is an Organization check here. <input checked="" type="checkbox"/>		
Organization Name	FUJIFILM 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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	
		Application Number		
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS			

Mailing Address Information For Applicant:			
Address 1	26-30, NISHIAZABU 2-CHOME, MINATO-KU,		
Address 2			
City	TOKYO	State/Province	
Country ⁱ	JP	Postal Code	106-8620
Phone Number		Fax Number	
Email Address			
Additional Applicant Data may be generated within this form by selecting the Add button.			<input type="button" value="Add"/>

Assignee Information including Non-Applicant Assignee 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.

Assignee 1				
Complete this section if assignee information, including non-applicant assignee information, is desired to be included on the patent application publication. An assignee-applicant identified in the "Applicant Information" section will appear on the patent application publication as an applicant. For an assignee-applicant, complete this section only if identification as an assignee is also desired on the patent application publication.				
				<input type="button" value="Remove"/>
If the Assignee or Non-Applicant Assignee is an Organization check here.				<input type="checkbox"/>
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
Mailing Address Information For Assignee including Non-Applicant Assignee:				
Address 1				
Address 2				
City		State/Province		
Country ⁱ		Postal Code		
Phone Number		Fax Number		
Email Address				
Additional Assignee or Non-Applicant Assignee Data may be generated within this form by selecting the Add button.				<input type="button" value="Add"/>

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	
		Application Number		
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS			

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	/Belinda Lee/			Date (YYYY-MM-DD)	2015-10-08
First Name	Belinda	Last Name	Lee	Registration Number	46863
Additional Signature may be generated within this form by selecting the Add button.					
<input type="button" value="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.

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	23788281
Application Number:	14857756
International Application Number:	
Confirmation Number:	4117
Title of Invention:	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS
First Named Inventor/Applicant Name:	TATSURO IWASAKI
Customer Number:	31561
Filer:	Belinda Lee
Filer Authorized By:	
Attorney Docket Number:	59779-US-859-PCT(CA)
Receipt Date:	14-OCT-2015
Filing Date:	17-SEP-2015
Time Stamp:	23:08:58
Application Type:	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	Request for Corrected Filing Receipt	59779-REQ_CORRECTION.pdf	757584 <small>04b4840eae0ce8bf8d079891053dec0da01 1accb</small>	no	9

Warnings:

Information:

2	Application Data Sheet	59779usCA_ADS-FORM_COR. pdf	1895158 <small>da572920f9c68d0004b93b5a053844636a5d7914</small>	no	7
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):				2652742	
<p>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.</p> <p><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> 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><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> 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><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> 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>					



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 7 columns: APPLICATION NUMBER, FILING or 371(c) DATE, GRP ART UNIT, FIL FEE REC'D, ATTY. DOCKET NO, TOT CLAIMS, IND CLAIMS. Row 1: 14/857,756, 09/17/2015, 2872, 1600, 59779-US-859-PCT(CA), 18, 3

CONFIRMATION NO. 4117

FILING RECEIPT



31561
JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
7 FLOOR-1, NO. 100
ROOSEVELT ROAD, SECTION 2
TAIPEI, 100
TAIWAN

Date Mailed: 10/02/2015

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)

TATSURO IWASAKI, SAITAMA, JAPAN;
YASUNOBU KISHINE, SAITAMA, JAPAN;

Applicant(s)

FUJIFILM CORPORATION, TOKYO, JAPAN;

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 31561

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a CON of PCT/JP2013/007642 12/26/2013

Foreign Applications (You may be eligible to benefit from the Patent Prosecution Highway program at the USPTO. Please see http://www.uspto.gov for more information.)
JAPAN 2013-061647 03/25/2013

Request to Retrieve - This application either claims priority to one or more applications filed in an intellectual property Office that participates in the Priority Document Exchange (PDX) program or contains a proper Request to Retrieve Electronic Priority Application(s) (PTO/SB/38 or its equivalent). Consequently, the USPTO will attempt to electronically retrieve these priority documents.

If Required, Foreign Filing License Granted: 09/30/2015

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is US 14/857,756

Projected Publication Date: 01/07/2016

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No

Title

IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS

Preliminary Class

359

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications: No**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.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 14/857,756
---	---

APPLICATION AS FILED - PART I			SMALL ENTITY		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY	
	(Column 1)	(Column 2)					
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE(\$)	FEE(\$)		RATE(\$)	FEE(\$)
BASIC FEE <small>(37 CFR 1.16(a), (b), or (c))</small>	N/A	N/A	N/A			N/A	280
SEARCH FEE <small>(37 CFR 1.16(k), (l), or (m))</small>	N/A	N/A	N/A			N/A	600
EXAMINATION FEE <small>(37 CFR 1.16(o), (p), or (q))</small>	N/A	N/A	N/A			N/A	720
TOTAL CLAIMS <small>(37 CFR 1.16(i))</small>	18	minus 20 = *			OR	x 80 =	0.00
INDEPENDENT CLAIMS <small>(37 CFR 1.16(h))</small>	3	minus 3 = *				x 420 =	0.00
APPLICATION SIZE FEE <small>(37 CFR 1.16(s))</small>	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is \$310 (\$155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).						0.00
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))							0.00
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL			TOTAL	1600

APPLICATION AS AMENDED - PART II					SMALL ENTITY		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY		
	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)							
AMENDMENT A		CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)		RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)	
	Total <small>(37 CFR 1.16(i))</small>	*	Minus	**	=		OR	x	=	
	Independent <small>(37 CFR 1.16(h))</small>	*	Minus	***	=		OR	x	=	
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))							OR		
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
					TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE		
AMENDMENT B		CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)		RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)	
	Total <small>(37 CFR 1.16(i))</small>	*	Minus	**	=		OR	x	=	
	Independent <small>(37 CFR 1.16(h))</small>	*	Minus	***	=		OR	x	=	
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))							OR		
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
					TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE		
<p>* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.</p> <p>** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".</p> <p>*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".</p> <p>The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest found in the appropriate box in column 1.</p>										

PATENT ASSIGNMENT COVER SHEET

Electronic Version v1.1
 Stylesheet Version v1.2

EPAS ID: PAT3541932

SUBMISSION TYPE:	NEW ASSIGNMENT
NATURE OF CONVEYANCE:	ASSIGNMENT
CONVEYING PARTY DATA	
Name	Execution Date
TATSURO IWASAKI	05/20/2015
YASUNOBU KISHINE	05/20/2015
RECEIVING PARTY DATA	
Name:	FUJIFILM CORPORATION
Street Address:	26-30, NISHIAZABU 2-CHOME, MINATO-KU,
City:	TOKYO
State/Country:	JAPAN
Postal Code:	106-8620
PROPERTY NUMBERS Total: 1	
Property Type	Number
Application Number:	14857756
CORRESPONDENCE DATA	
Fax Number:	(510)580-7280
<i>Correspondence will be sent to the e-mail address first; if that is unsuccessful, it will be sent using a fax number, if provided; if that is unsuccessful, it will be sent via US Mail.</i>	
Email:	usa@jcipgroup.com.tw
Correspondent Name:	JIANQ CHYUN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
Address Line 1:	7F.-1, NO. 100, ROOSEVELT RD., SEC. 2,
Address Line 4:	TAIPEI, TAIWAN 100
ATTORNEY DOCKET NUMBER:	59779-US-859-PCT(CA)
NAME OF SUBMITTER:	BELINDA LEE
SIGNATURE:	/Belinda Lee/
DATE SIGNED:	09/25/2015
This document serves as an Oath/Declaration (37 CFR 1.63).	
Total Attachments: 2	
source=59779usCA_dcl_assgn#page1.tif	
source=59779usCA_dcl_assgn#page2.tif	

ASSIGNMENT WITH DECLARATION FOR PATENT APPLICATION (37 CFR 1.63)

特許出願宣誓書及び譲渡書 (37 CFR 1.63)

Japanese Language Assignment with Declaration

下記に署名した発明者（以下“譲渡人”）である私／我々は、下記で特定される出願書類の中に記載されたいくつかの改良について発明を行い、また、

富士フイルム株式会社（譲受人）は本出願および本発明に対する全ての権利、権原、および利益、ならびに当該出願および発明に対して得られる米国特許の取得を希望しているため、

ここに、譲渡人は、上記譲受人への譲渡に関し、相当の対価を受けることを確認し、

上記譲渡人である私／我々は、本宣誓書により、

i 上記指定された譲受人、その後継者および継承人に対して、以下の全てを売却、譲渡および移転します。

- すべての分割出願および継続出願を含めて、アメリカ合衆国で開示された本出願および本発明に対する全ての権利、権原および利益、
ならびに、

- 同出願書および発明に対して交付された米国特許証およびその全ての再発行（米国特許法第 119 条に基づく優先権主張の権利を含む）に対する全ての権利、権原および利益。

ii また、米国特許商標局長官に対して、本出願で記述された発明に対して交付された特許証を譲受人、その後継者および継承人に対し発行するよう要請し、また、追加の対価を受けることなく、譲受人の要求に応じて、米国出願に関連して譲受人が必要とみなすすべての書類の完成実施・署名を行います。

私は下記に記載の発明者として以下の通り宣言します。

本「宣誓書付き譲渡書」は以下に関するものです。

添付の出願書、または

_____年__月__日に出願された米国出願あるいは
PCT 国際出願番号
_____（確認番号_____）

本出願書の名称は以下の通りです。

Whereas, I/We, the undersigned inventor(s) hereinafter called assignor(s), have invented certain improvements described in the application identified below; and

Whereas, FUJIFILM Corporation (assignee), desires to acquire the entire right, title, and interest in the application and invention, and to any United States patents to be obtained therefor;

Now therefore, for valuable consideration, receipt whereof is hereby acknowledged,

I/We, the above named assignor(s), hereby sell, assign and transfer to the above named assignee, its successors and assigns, the entire right, title and interest in the application and the invention disclosed therein for the United States of America, including all divisions, and continuations thereof, and all Letters Patent of the United States that may be granted thereon, and all reissues thereof, including the right to claim priority under 35 USC §119, and I/we request the Director of the U.S. Patent and Trademark Office to issue any Letters Patent granted upon the invention set forth in the application to the assignee, its successors and assigns; and I/we will execute without further consideration all papers deemed necessary by the assignee in connection with the United States application when called upon to do so by the assignee.

As the below named inventor, I hereby declare that:

This assignment with declaration is directed to:

The attached application, or

United States Application or PCT International Application
Number _____ filed on
(Confirmation No. _____).

The application is entitled:

“IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED
WITH THE IMAGING LENS”

Japanese Language Assignment with Declaration

上記に特定された出願は私が作成した、または作成を許可したものです。

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

私は私が本宣言書内で請求されている発明を自らなした発明者、または共同発明者であると信じます。

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

私は本宣言付き譲渡書において故意になされた一切の虚偽の陳述が 18 USC 1001 に基づき罰金あるいは 5 年未満の拘禁または両方による処罰にあたることを理解しています。

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

STATEMENT OF ACCURATE TRANSLATION IN ACCORDANCE WITH 37 CFR §1.69(b):

The assignment with declaration is an accurate translation of the corresponding English language assignment with declaration.

Signature / Atsushi Nakamura /
Atsushi Nakamura

Date September 16, 2012

NAME OF SOLE OR FIRST INVENTOR:
唯一あるいは第一の発明者名

Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)	Tatsuro	Family Name or Surname 姓	IWASAKI
Inventor's signature 発明者の署名	<i>Tatsuro Iwasaki</i>	Date 日付	May 20, 2015

NAME OF SECOND INVENTOR:
第二の発明者名

Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)	Yasunobu	Family Name or Surname 姓	KISHINE
Inventor's signature 発明者の署名	<i>Yasunobu Kishine</i>	Date 日付	May 20, 2015

NAME OF THIRD INVENTOR:
第三の発明者名

Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)		Family Name or Surname 姓	
Inventor's signature 発明者の署名		Date 日付	

NAME OF FOURTH INVENTOR:
第四の発明者名

Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)		Family Name or Surname 姓	
Inventor's signature 発明者の署名		Date 日付	

NAME OF FIFTH INVENTOR:
第五の発明者名

Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)		Family Name or Surname 姓	
Inventor's signature 発明者の署名		Date 日付	

NAME OF SIXTH INVENTOR:
第六の発明者名

Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)		Family Name or Surname 姓	
Inventor's signature 発明者の署名		Date 日付	

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.

TRANSMITTAL FOR POWER OF ATTORNEY TO ONE OR MORE REGISTERED PRACTITIONERS

NOTE: This form is to be submitted with the Power of Attorney by Applicant form (PTO/AIA/82B) to identify the application to which the Power of Attorney is directed, in accordance with 37 CFR 1.5, unless the application number and filing date are identified in the Power of Attorney by Applicant form. If neither form PTO/AIA/82A nor form PTO/AIA82B identifies the application to which the Power of Attorney is directed, the Power of Attorney will not be recognized in the application.

Application Number	
Filing Date	
First Named Inventor	TATSURO IWASAKI
Title	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS
Art Unit	
Examiner Name	
Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)

SIGNATURE of Applicant or Patent Practitioner

Signature	/Belinda Lee/	Date (Optional)	2015/09/16
Name	Belinda Lee	Registration Number	46863
Title (if Applicant is a juristic entity)			
Applicant Name (if Applicant is a juristic entity)			

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4(d) for signature requirements and certifications. If more than one applicant, use multiple forms.

*Total of 1 forms are submitted.

This collection of information is required by 37 CFR 1.131, 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.

POWER OF ATTORNEY BY APPLICANT

I hereby revoke all previous powers of attorney given in the application identified in either the attached transmittal letter or the boxes below.

Application Number	Filing Date

(Note: The boxes above may be left blank if information is provided on form PTO/AIA/82A.)

- I hereby appoint the Patent Practitioner(s) associated with the following Customer Number as my/our attorney(s) or agent(s), and to transact all business in the United States Patent and Trademark Office connected therewith for the application referenced in the attached transmittal letter (form PTO/AIA/82A) or identified above: 31561
- OR
- I hereby appoint Practitioner(s) named in the attached list (form PTO/AIA/82C) as my/our attorney(s) or agent(s), and to transact all business in the United States Patent and Trademark Office connected therewith for the patent application referenced in the attached transmittal letter (form PTO/AIA/82A) or identified above. (Note: Complete form PTO/AIA/82C.)

Please recognize or change the correspondence address for the application identified in the attached transmittal letter or the boxes above 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 (if the Applicant is a juristic entity, list the Applicant name in the box):

FUJIFILM Corporation

- Inventor or Joint Inventor (title not required below)
- Legal Representative of a Deceased or Legally Incapacitated Inventor (title not required below)
- Assignee or Person to Whom the Inventor is Under an Obligation to Assign (provide signer's title if applicant is a juristic entity)
- Person Who Otherwise Shows Sufficient Proprietary Interest (e.g., a petition under 37 CFR 1.46(b)(2) was granted in the application or is concurrently being filed with this document) (provide signer's title if applicant is a juristic entity)

SIGNATURE of Applicant for Patent

The undersigned (whose title is supplied below) is authorized to act on behalf of the applicant (e.g., where the applicant is a juristic entity).

Signature	Date (Optional)	
<i>Mitsuru Koike</i>	<i>January 29, 2015</i>	
Name	Mitsuru Koike	
Title	General Manager, Intellectual Property Technology Div., Intellectual Property HQ, FUJIFILM Corporation	

NOTE: Signature - This form must be signed by the applicant in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications. If more than one applicant, use multiple forms.

Total of 1 forms are submitted.

This collection of information is required by 37 CFR 1.131, 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.

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.

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		
<p>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.</p>			

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:

Inventor 1					<input type="button" value="Remove"/>
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	TATSURO		IWASAKI		
Residence Information (Select One) <input type="radio"/> US Residency <input checked="" type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	SAITAMA	Country of Residenceⁱ	JP		
Mailing Address of Inventor:					
Address 1	C/O FUJIFILM CORPORATION,				
Address 2	1-324, UETAKE-CHO, KITA-KU, SAITAMA-SHI,				
City	SAITAMA	State/Province			
Postal Code	331-9624	Countryⁱ	JP		
Inventor 2					<input type="button" value="Remove"/>
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	YASUNOBU		KISHINE		
Residence Information (Select One) <input type="radio"/> US Residency <input checked="" type="radio"/> Non US Residency <input type="radio"/> Active US Military Service					
City	SAITAMA	Country of Residenceⁱ	JP		
Mailing Address of Inventor:					
Address 1	C/O FUJIFILM CORPORATION,				
Address 2	1-324, UETAKE-CHO, KITA-KU, SAITAMA-SHI,				
City	SAITAMA	State/Province			
Postal Code	331-9624	Countryⁱ	JP		
All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the Add button.					<input type="button" value="Add"/>

Correspondence Information:

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).

An Address is being provided for the correspondence information of this application.

Customer Number	31561		
Email Address	USA@JCIPGROUP.COM.TW	<input type="button" value="Add Email"/>	<input type="button" value="Remove Email"/>
Email Address	BELINDA@JCIPGROUP.COM.TW	<input type="button" value="Add Email"/>	<input type="button" value="Remove Email"/>

Application Information:

Title of the Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		
Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	Small Entity Status Claimed	<input type="checkbox"/>
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Total Number of Drawing Sheets (if any)	10	Suggested Figure for Publication (if any)	

Filing By Reference :

Only complete this section when filing an application by reference under 35 U.S.C. 111(c) and 37 CFR 1.57(a). Do not complete this section if application papers including a specification and any drawings are being filed. Any domestic benefit or foreign priority information must be provided in the appropriate section(s) below (i.e., "Domestic Benefit/National Stage Information" and "Foreign Priority Information").

For the purposes of a filing date under 37 CFR 1.53(b), the description and any drawings of the present application are replaced by this reference to the previously filed application, subject to conditions and requirements of 37 CFR 1.57(a).

Application number of the previously filed application	Filing date (YYYY-MM-DD)	Intellectual Property Authority or Country

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)
--------------------	--	--	---

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		
Customer Number	31561		

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.

When referring to the current application, please leave the application number blank.

Prior Application Status			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
	Continuation of	PCT/JP2013/007642	2013-12-26
Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the Add button.			<input type="button" value="Add"/>

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim priority to a foreign application. 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(d). When priority is claimed to a foreign application that is eligible for retrieval under the priority document exchange program (PDX) the information will be used by the Office to automatically attempt retrieval pursuant to 37 CFR 1.55(h)(1) and (2). Under the PDX program, applicant bears the ultimate responsibility for ensuring that a copy of the foreign application is received by the Office from the participating foreign intellectual property office, or a certified copy of the foreign priority application is filed, within the time period specified in 37 CFR 1.55(g)(1).

			<input type="button" value="Remove"/>
Application Number	Country ⁱ	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Access Code ⁱ (if applicable)
2013-061647	JP	2013-03-25	
Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the Add button.			<input type="button" value="Add"/>

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

This application (1) claims priority to or the benefit of an application filed before March 16, 2013 and (2) also contains, or contained at any time, a claim to a claimed invention that has an effective filing date on or after March 16, 2013.

NOTE: By providing this statement under 37 CFR 1.55 or 1.78, this application, with a filing date on or after March 16, 2013, will be examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)
		Application Number	
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS		

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.				
Applicant 1		<input type="button" value="Remove"/>		
<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="Clear"/>		
<input checked="" type="radio"/> Assignee	<input type="radio"/> Legal Representative under 35 U.S.C. 117	<input type="radio"/> Joint Inventor		
<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:				
<table border="1"> <tr> <td>Name of the Deceased or Legally Incapacitated Inventor :</td> <td></td> </tr> </table>			Name of the Deceased or Legally Incapacitated Inventor :	
Name of the Deceased or Legally Incapacitated Inventor :				
If the Applicant is an Organization check here. <input checked="" type="checkbox"/>				
Organization Name	FUJIFILM 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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	
		Application Number		
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS			

Mailing Address Information For Applicant:			
Address 1	26-30, NISHIAZABU 2-CHOME, MINATO-KU,		
Address 2			
City	TOKYO	State/Province	
Country ⁱ	JP	Postal Code	106-8620
Phone Number		Fax Number	
Email Address			
Additional Applicant Data may be generated within this form by selecting the Add button.			<input type="button" value="Add"/>

Assignee Information including Non-Applicant Assignee 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.

Assignee 1				
Complete this section if assignee information, including non-applicant assignee information, is desired to be included on the patent application publication. An assignee-applicant identified in the "Applicant Information" section will appear on the patent application publication as an applicant. For an assignee-applicant, complete this section only if identification as an assignee is also desired on the patent application publication.				
				<input type="button" value="Remove"/>
If the Assignee or Non-Applicant Assignee is an Organization check here.				<input type="checkbox"/>
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
Mailing Address Information For Assignee including Non-Applicant Assignee:				
Address 1				
Address 2				
City		State/Province		
Country ⁱ		Postal Code		
Phone Number		Fax Number		
Email Address				
Additional Assignee or Non-Applicant Assignee Data may be generated within this form by selecting the Add button.				<input type="button" value="Add"/>

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	
		Application Number		
Title of Invention	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS			

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	/Belinda Lee/			Date (YYYY-MM-DD)	2015-09-16
First Name	Belinda	Last Name	Lee	Registration Number	46863
Additional Signature may be generated within this form by selecting the Add button.					<input type="button" value="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.

2. Documents and Explanations Thereof

Document 1: JP 2008-176185 A (Kyocera K. K.) July 31, 2008, entire text (refer particularly to Example 5) (no patent family)

Document 2: JP 64-57221 A (Olympus Optical Industries K. K.) March 3, 1989,
5 entire text (refer particularly to Example 1) (no patent family)

Document 3: JP 10-20193 A (Minolta K. K.) January 23, 1998, entire text (refer particularly to Examples 1 through 5 and 12) (no patent family)

Document 4: JP 58-156916 A (K. K. Ricoh) September 19, 1983, entire text (refer particularly to Examples 1 through 3 and 5) & US 4488788 A

10 Document 5: JP 3-265809 A (Canon K. K.) November 26, 1991, entire text (refer particularly to Example 3) (no patent family)

Document 6: JP 2004-29474 A (K. K. Nikon) January 29, 2004, entire text (refer particularly to paragraph [0048]) (no patent family)

- 15
- The inventions of Claims 1 through 6, 8, 12, 13, and 17 do not exhibit inventive step in view of Document 1

Positioning an aperture stop at the object side of the surface toward the object side of the first lens in the invention disclosed in Document 1 is merely a matter that those
20 skilled in the art would design as appropriate.

- The inventions of Claims 9 through 11 and 14 through 16 are not disclosed in any of the documents, and also would not be obvious to those skilled in the art.

25 Opinions regarding the clarity of the claims, specification, and drawings or sufficient basis for the claims within the specification are indicated below.

Claim 1 recites “an imaging lens... an aperture stop being positioned at the object side of the surface toward the object side of the first lens”. Meanwhile, the Detailed
30 Description of the Invention only discloses imaging lenses in which an aperture stop is positioned at the image side of the surface toward the object side of the first lens as specific examples.

In the technical field of lens systems, it is technical common knowledge that if the positions at which aperture stops that constitute lens systems differ, the obtained optical performance (with respect to aberrations and the like) will greatly differ.

5

In this respect, the Detailed Description of the Invention is silent regarding imaging lenses in which an aperture stop is positioned at the object side of the surface toward the object side of the first lens. In addition, no explanation of a principle that enables understanding that an imaging lens in which an aperture stop is positioned at the object
10 side of the surface toward the object side of the first lens exhibits the same optical performance as that of an imaging lens in which an aperture stop is positioned at the image side of the surface toward the object side of the first lens.

In view of the above, it cannot be said that those skilled in the art would be able to
15 expand and generalize the same optical performance as those disclosed in the Detailed Description of the Invention to those which are not disclosed as Examples.

Accordingly, the invention of Claim 1 is beyond the scope of the invention disclosed in
the Detailed Description of the Invention.

20

The same problem exists for the claims that depend from Claim 1, in cases that limitations that resolve the above problem are not recited therein.

特許協力条約

PCT

2014 09 17

特許性に関する国際予備報告 (特許協力条約第二章)

(法第 12 条、法施行規則第 56 条)
[PCT36 条及び PCT 規則 70]

出願人又は代理人 の書類記号 PA22099PCT	今後の手続きについては、様式 PCT/IPEA/416 を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP2013/007642	国際出願日 (日.月.年) 26.12.2013	優先日 (日.月.年) 25.03.2013
国際特許分類 (IPC) Int.Cl. G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i		
出願人 (氏名又は名称) 富士フィルム株式会社		

<p>1. この報告書は、PCT35 条に基づきこの国際予備審査機関で作成された国際予備審査報告である。 法施行規則第 57 条 (PCT36 条) の規定に従い送付する。</p> <p>2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で <u>4</u> ページからなる。</p> <p>3. この報告には次の附属物件も添付されている。 a. <input checked="" type="checkbox"/> (出願人及び国際事務局に送付される) 附属書類は全部で <u>6</u> ページである。 <input checked="" type="checkbox"/> 補正された、明細書、請求の範囲及び/又は図面の用紙及び/又はこの国際予備審査機関が許可した訂正を含む用紙 (差替えられ、又は取り消されたものを除く) 及び添付された書簡 (PCT 規則 46.5, 66.8, 70.16, 91.2 及び実施細則第 607 号参照) <input type="checkbox"/> この報告の作成開始時に、許可されていないか、この国際予備審査機関に通知されなかったために、国際予備審査機関によって考慮されなかった訂正を含む用紙及び添付された書簡 (PCT 規則 66.4 の 2, 70.2(e), 70.16 及び 91.2) <input type="checkbox"/> 第 I 欄 4. 及び補充欄に示したように、国際予備審査機関が、補正が出願時における開示の範囲を超えてされたものと認めたか、又は、出願時における国際出願中の補正の根拠を表示する書簡が添付されていないと認めた差替え用紙によって差替えられた用紙及び添付された書簡 (PCT 規則 70.16(b) 参照) b. <input type="checkbox"/> (国際事務局にのみ送付される) 配列表に関する補充欄に示され、電子形式のみで提出された、配列表を含む電子媒体は全部で _____ (電子媒体の種類、数を示す)。 (実施細則附属書 C 第 3 の 2 段落参照)</p>
<p>4. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 第 I 欄 国際予備審査報告の基礎</p> <p><input type="checkbox"/> 第 II 欄 優先権</p> <p><input type="checkbox"/> 第 III 欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成</p> <p><input type="checkbox"/> 第 IV 欄 発明の単一性の欠如</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 第 V 欄 PCT35 条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明</p> <p><input type="checkbox"/> 第 VI 欄 ある種の引用文献</p> <p><input type="checkbox"/> 第 VII 欄 国際出願の不備</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 第 VIII 欄 国際出願に対する意見</p>

国際予備審査の請求書を受理した日 10.06.2014	国際予備審査報告を作成した日 08.09.2014
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号	特許庁審査官 (権限のある職員) 原田 英信 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

様式 PCT/IPEA/409 (表紙) (2011 年 7 月)

第 I 欄 報告の基礎

1. 言語に関し、この予備審査報告は以下のものを基礎とした。
- 出願時の言語による国際出願
 - 出願時の言語から次の目的のための言語である _____ 語に翻訳された、この国際出願の翻訳文
 - 国際調査 (PCT規則12.3(a)及び23.1(b))
 - 国際公開 (PCT規則12.4(a))
 - 国際予備審査 (PCT規則55.2(a)及び/又は55.3(a)及び(b))
2. この報告は下記の出願書類を基礎とした。(法第6条 (PCT14条)の規定に基づく命令に回答するために提出された差替え用紙は、この報告において「出願時」とし、この報告に添付していない。)
- 出願時の国際出願書類
 - 明細書
 - 第 1-21 _____ ページ、出願時に提出されたもの
 - 第 _____ ページ*、 _____ 付で国際予備審査機関が受理したもの
 - 第 _____ ページ*、 _____ 付で国際予備審査機関が受理したもの
 - 請求の範囲
 - 第 _____ 項、出願時に提出されたもの
 - 第 _____ 項*、PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 - 第 1-6, 8-17 _____ 項*、10.06.2014 付で国際予備審査機関が受理したもの
 - 第 _____ 項*、 _____ 付で国際予備審査機関が受理したもの
 - 図面
 - 第 1/10-10/10 _____ ページ/図、出願時に提出されたもの
 - 第 _____ ページ/図*、 _____ 付で国際予備審査機関が受理したもの
 - 第 _____ ページ/図*、 _____ 付で国際予備審査機関が受理したもの
 - 配列表
配列表に関する補充欄を参照すること。
3. 補正により、下記の書類が削除された。
- 明細書 第 _____ ページ
 - 請求の範囲 第 7 _____ 項
 - 図面 第 _____ ページ/図
 - 配列表 (具体的に記載すること) _____
4. この報告は、補充欄に示したように、この報告に添付されかつ以下に示した補正が出願時における開示の範囲を超えてされたものと認められるか、又は、この報告に添付されかつ以下に示した補正に出願時における国際出願中の補正の根拠を表示する書簡が添付されていなかったため、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c)、(c)の2)
- 明細書 第 _____ ページ
 - 請求の範囲 第 _____ 項
 - 図面 第 _____ ページ/図
 - 配列表 (具体的に記載すること) _____
5. この報告は、PCT規則91の規定により国際予備審査機関が許可した又は国際予備審査機関に通知された明らかな誤りの訂正を、
- 考慮に入れて作成した (PCT規則66.1(d)2)及び70.2(e))。
 - 考慮に入れずに作成した (PCT規則66.4の2及び70.2(e))。
6. この報告を作成するにあたり、補充国際調査機関である _____ から受領した補充国際調査報告を考慮した。(PCT規則45の2.8(b)及び(c))

* 4. に該当する場合、その用紙に "superseded" と記入されることがある。

第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求項 1-6, 8-17	有
	請求項 _____	無
進歩性 (IS)	請求項 9-11, 14-16	有
	請求項 1-6, 8, 12-13, 17	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求項 1-6, 8-17	有
	請求項 _____	無

2. 文献及び説明 (PCT規則 70.7)

文献1 : JP 2008-176185 A (京セラ株式会社) 2008. 07. 31, 全文 (特に実施例5参照)
(ファミリーなし)

文献2 : JP 64-57221 A (オリンパス光学工業株式会社) 1989. 03. 03, 全文 (特に実施例1参照)
(ファミリーなし)

文献3 : JP 10-20193 A (ミノルタ株式会社) 1998. 01. 23, 全文 (特に実施例1-5、12参照)
(ファミリーなし)

文献4 : JP 58-156916 A (株式会社リコー) 1983. 09. 19, 全文 (特に実施例1-3、5参照) & US 4488788 A

文献5 : JP 3-265809 A (キヤノン株式会社) 1991. 11. 26, 全文 (特に実施例3参照)
(ファミリーなし)

文献6 : JP 2004-29474 A (株式会社ニコン) 2004. 01. 29, 全文 (特に段落【0048】参照)
(ファミリーなし)

・請求項1-6、8、12-13、17に係る発明は、文献1の記載から進歩性を有しない。

文献1に記載の発明において、開口絞りを第1レンズの物体側の面より物体側に配置することは、当業者が適宜設計する事項に過ぎない。

・請求項9-11、14-16に係る発明は、いずれの文献にも記載されておらず、当業者にとって自明なものでもない。

第VIII欄 国際出願に対する意見

請求の範囲、明細書及び図面の明瞭性又は請求の範囲の明細書による十分な裏付についての意見を次に示す。

請求項1には、「・・・開口絞りが前記第1レンズの物体側の面より物体側に配置されており、・・・撮像レンズ」と記載されている一方、発明の詳細な説明には、具体例として、開口絞りが第1レンズの物体側面より像側に配置された撮像レンズが記載されているのみである。

そして、レンズ系の技術分野においては、レンズ系を構成する開口絞りの配置箇所が異なると、得られる光学的性能（収差等）が大きく異なることが技術常識である。

これに対して、発明の詳細な説明には、開口絞りが第1レンズの物体側の面より物体側に配置された撮像レンズに係る実施例が一切記載されておらず、また、前記開口絞りが第1レンズの物体側の面より物体側に配置された撮像レンズが前記開口絞りが第1レンズの物体側面より像側に配置された撮像レンズと同様の光学的性能を有していると理解できる程度の原理的説明は存在しない。

そうすると、当業者が、発明の詳細な説明に記載されている、前記実施例に記載のもの以外のものまで、前記実施例のものと同様の光学的性能を有しつつ拡張ないし一般化できるとはいえない。

したがって、請求項1に係る発明は、発明の詳細な説明に記載した範囲を超えるものである。

また、引用形式請求項についても、指摘した問題点を解消する記載事項が存在しない場合、同様の問題が存在する。



Espacenet

Bibliographic data: KR20100062480 (A) — 2010-06-10

IMAGING LENS

Inventor(s): LEE JUNG YUL [KR] ± (LEE, JUNG YUL)
Applicant(s): LG INNOTEK CO LTD [KR] ± (LG INNOTEK CO., LTD)
Classification: - **international:** G02B13/00; G02B9/60
- **cooperative:**
Application number: KR20080121129 20081202
Priority number(s): KR20080121129 20081202
Also published as: KR101534853 (B1)

Abstract of KR20100062480 (A)

PURPOSE: An imaging lens is provided to have an aberration property with superior optically. **CONSTITUTION:** An imaging lens includes chronologically a first lens(10), a second lens(20), a third lens(30), a fourth lens(40), a fifth lens(50), a filter(60) and a photo detector(70). Whole surface of five lens can revise a spherical aberration, a comatic aberration and a boiling point astigmatism with forming to a non-spherical face. The first lens, a second lens and a fifth lens have a plus power. The third lens and the fourth lens have a minus power.



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0062480
(43) 공개일자 2010년06월10일

(51) Int. Cl.

G02B 9/60 (2006.01) G02B 13/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0121129

(22) 출원일자 2008년12월02일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지이노텍 주식회사

서울특별시 중구 남대문로5가 541 서울스퀘어

(72) 발명자

이정열

서울 도봉구 쌍문3동 315-258

(74) 대리인

서교준

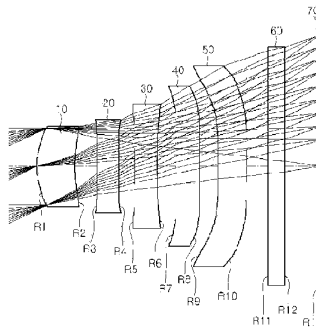
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명 명

(57) 요약

실시예에 따른 촬상 렌즈는 양(+)의 파워를 갖는 제1렌즈; 양(+)의 파워를 갖는 제2렌즈; 음(-)의 파워를 갖는 제3렌즈; 음(-)의 파워를 갖는 제4렌즈; 및 양(+)의 파워를 갖는 제5렌즈를 포함하며, 상기 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈는 물체측으로부터 순서대로 배치된다.

도면 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

양(+)의 파워를 갖는 제1렌즈;
양(+)의 파워를 갖는 제2렌즈;
음(-)의 파워를 갖는 제3렌즈;
음(-)의 파워를 갖는 제4렌즈; 및
양(+)의 파워를 갖는 제5렌즈를 포함하며,
상기 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈는 물체측으로부터 순서대로 배치되는 것을 포함하는 활상 렌즈.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 제3렌즈는 상기 제1렌즈, 제2렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈보다 굴절력이 크며,
상기 제4렌즈는 상기 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈 및 제5렌즈보다 굴절력이 작은 것을 포함하는 활상 렌즈.

청구항 3

제 1항에 있어서,
상기 제1렌즈의 물체측면이 조리개의 역할을 하는 것을 포함하는 활상 렌즈.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 제4렌즈는 메니스커스 형태의 렌즈인 것을 포함하는 활상 렌즈.

청구항 5

제 1항에 있어서,
상기 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈의 모든 면은 비구면인 것을 포함하는 활상 렌즈.

청구항 6

제 1항에 있어서,
상기 활상 렌즈의 전체초점거리를 f , 상기 제1렌즈의 초점거리를 f_1 , 상기 제1렌즈의 물체측의 입사면으로부터 상면까지의 거리를 $\sum T$ 라 할 때,
 $0.5 < f_1/f < 1.5$
 $0.5 < \sum T/f < 1.5$
의 조건식을 만족하는 활상 렌즈.

청구항 7

제 1항에 있어서,
상기 제2렌즈의 굴절율(N_2)과 아베수(V_2)는,
 $1.6 < N_2 < 1.7$ [제2렌즈]
 $20 < V_2 < 30$ [제2렌즈]
의 조건을 만족하는 활상 렌즈.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 활상 렌즈의 전체초점거리를 f , 상기 제5렌즈의 상측면부터 상면까지의 거리를 bf , 상기 제1렌즈의 상측면부터 상기 제2렌즈의 물체측면까지의 거리를 $D2$ 라 할 때,

$$0.2 < bf/f < 0.5$$

$$0.07 < D2/f < 0.12$$

의 조건식을 만족하는 활상 렌즈.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 제1렌즈의 상측면의 반경을 $L1R2$, 상기 제1렌즈의 물체측면의 반경을 $L1R1$ 라 할때,

$$0.35 < L1R1/L1R2 < 0.5$$

의 조건식을 만족하는 활상 렌즈.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 실시예는 고해상도 이미지 센서를 이용하는 카메라 모듈에 사용되는 활상 렌즈에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근에 이미지 픽업 시스템(Image Pickup System)과 관련하여 통신단말기용 카메라 모듈, 디지털 스틸 카메라(DSC, Digital Still Camera), 캠코더, PC 카메라(퍼스널 컴퓨터에 부착된 활상장치) 등이 연구되고 있다. 이러한 이미지 픽업 시스템과 관련된 카메라 모듈이 상(image)을 얻기 위해 가장 중요한 구성요소는 상(image)을 결상하는 활상 렌즈이다.

발명의 내용

해결하고자 하는 과제

[0003] 실시예는 광학적으로 수차특성이 우수한 활상 렌즈를 제공한다.

과제 해결수단

[0004] 실시예에 따른 활상 렌즈는 양(+)의 곡률을 갖는 제1렌즈; 양(+)의 곡률을 갖는 제2렌즈; 음(-)의 곡률을 갖는 제3렌즈; 음(-)의 곡률을 갖는 제4렌즈; 및 양(+)의 곡률을 갖는 제5렌즈를 포함하며, 상기 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈는 물체측으로부터 순서대로 배치된다.

효과

[0005] 이상의 실시예에 따른 활상 렌즈는 제1렌즈, 제2렌즈 및 제5렌즈가 양(+)의 곡률(power)을 갖고, 제3렌즈 및 제4렌즈가 음(-)의 곡률을 갖는 렌즈로 형성된 활상 렌즈를 제공한다.

[0006] 또한, 제3렌즈가 제1렌즈, 제2렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈보다 굴절력이 크게 형성되고, 제4렌즈가 제1렌즈, 제2렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈보다 굴절력이 작게 형성됨으로써, 수차 특성이 우수한 활상 렌즈를 구현할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0007] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예에 따른 활상 렌즈에 대하여 상세히 설명한다.

- [0008] 도 1은 실시예에 따른 촬상 렌즈의 내부 구조를 개략적으로 도시한 측면도이다.
- [0009] 도 1에 도시된 바와 같이, 실시예에 따른 촬상 렌즈는 물체측으로부터 상면(R13)측을 향해 순서대로, 제1렌즈(10), 제2렌즈(20), 제3렌즈(30), 제4렌즈(40), 제5렌즈(50), 필터(60) 및 수광 소자(70)를 포함하여 이루어진다.
- [0010] 피사체 영상을 획득하기 위하여 피사체의 영상 정보에 해당되는 광은 상기 제1렌즈(10), 제2렌즈(20), 제3렌즈(30), 제4렌즈(40), 제5렌즈(50) 및 필터(60)를 통과하여 상기 수광 소자(70)에 입사된다.
- [0011] 상기 제1렌즈(10)는 양(+)의 파워(power)를 갖고, 물체측에 볼록면을 가지며, 상기 제2렌즈(20)는 양(+)의 파워를 갖는 렌즈로 형성된다.
- [0012] 이때, 상기 제1렌즈(10)의 물체측면(R1)은 조리개의 역할을 할 수 있으며, 실시예에 따른 촬상 렌즈는 별도의 조리개가 필요치 않다.
- [0013] 그리고, 상기 제3렌즈(30) 및 제4렌즈(40)는 음(-)의 파워를 가지며, 상기 제4렌즈(40)는 물체측에 오목면을 갖는 메니스커스(meniscus) 타입의 렌즈로 형성된다.
- [0014] 이때, 상기 제3렌즈(30)의 굴절력은 상기 제1렌즈(10), 제2렌즈(20), 제4렌즈(40) 및 제5렌즈(50)의 굴절력보다 크게 형성될 수 있으며,
- [0015] 상기 제4렌즈(40)의 굴절력은 상기 제1렌즈(10), 제2렌즈(20), 제3렌즈(30) 및 제5렌즈(50)의 굴절력보다 작게 형성될 수 있다.
- [0016] 상기 제5렌즈(50)는 양(+)의 파워를 가지고, 적어도 하나 이상의 비구면 변곡점을 포함하여 형성된다.
- [0017] 상기 제1렌즈(10)는 글래스(Glass) 재질로 형성되고, 상기 제2렌즈(20), 제3렌즈(30), 제4렌즈(40) 및 제5렌즈(50)는 모두 플라스틱(plastic) 재질로 형성될 수 있다.
- [0018] 그리고, 상기 제1렌즈(10), 제2렌즈(20), 제3렌즈(30), 제4렌즈(40) 및 제5렌즈(50)의 모든 면은 비구면으로 형성되어, 구면수차(spherical aberration), 코마수차(comatic aberration), 비절수차(astigmatism)를 보정할 수 있다.
- [0019] 상기 필터(60)는 적외선 차단 필터(IR cut filter)로 이루어질 수 있다.
- [0020] 상기 적외선 차단 필터는 외부 빛으로부터 방출되는 복사열이 상기 수광소자(400)에 전달되지 않도록 차단시키는 기능을 한다.
- [0021] 즉, 적외선 차단 필터는 가시광선은 투과시키고, 적외선은 반사시켜 외부로 유출되도록 하는 구조를 가진다.
- [0022] 그리고, 상(像)이 맺히는 상기 수광 소자(70)는 피사체 영상에 대응하는 광신호를 전기적인 신호로 변환하는 이미지 센서로 이루어질 수 있으며, 상기 이미지 센서는 CCD 또는 CMOS 센서로 이루어질 수 있다.
- [0023] 실시예에 따른 촬상 렌즈는 다음의 표 1과 같은 광학적 특징을 가진다.

표 1

[0024]

렌즈면	곡률반경 (mm)	두께(mm)	굴절율(N)	비고
R1*	1.45	0.7	1.53	
R2*	2.95	0.41		
R3*	2.86	0.40	1.62	
R4*	1029.94	0.3		
R5*	-1.39	0.40	1.53	
R6*	11.47	0.35		
R7*	3587.57	0.42	1.53	
R8*	11.32	0.35		
R9*	12.24	0.53	1.53	
R10*	-8.65	0.40		
R11	∞	0.30		필터
R12	∞	0.55		필터
R13	∞	0		센서

- [0025] (* 표시는 비구면을 나타낸다)
- [0026] 상기 표 1에 표기한 두께는 각 렌즈면에서 다음 렌즈면까지의 거리를 나타낸다.
- [0027] 실시예에 따른 상기 제2렌즈(20)의 굴절율(N2)은 표 1에 한정되지 않고, 다음의 조건을 만족시킬 수 있다.
- [0028] $1.6 < N2 < 1.7$ [제2렌즈]
- [0029] 또한, 실시예에 따른 상기 제2렌즈(20)의 아베수(V)는 다음의 조건을 만족시킬 수 있다.
- [0030] $20 < V2 < 30$ [제2렌즈]
- [0031] 상기의 굴절율(N) 및 아베수(V)에 관한 조건식을 만족함으로써, 색수차를 양호하게 보정할 수 있다.

- [0032] 아래의 표 2는 실시예의 비구면 렌즈에 대한 비구면 계수 값이다.

표 2

[0033]

렌즈면	K	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
R1	0.016995	- 0.0627517 ×10 ⁻²	-0.606966× 10 ⁻³	- 0.934295× 10 ⁻²	-0.140214× 10 ⁻¹	0	0
R2	0	- 0.918919× 10 ⁻²	-0.259143 ×10 ⁻¹	- 0.576168× 10 ⁻¹	-0.34493×1 0 ⁻¹	0	0
R3	-0.71618× 10 ²²	- 0.108885× 10 ⁻¹	-0.103228 ×10 ⁻¹	- 0.460334× 10 ⁻¹	-0.347931× 10 ⁻¹	0	-0.681186× 10 ⁻¹
R4	12778.7436	0.2107×10 ⁻¹	0.324001×10 ⁻¹	0.331118×10 ⁻¹	0.152052×10 ⁻¹	0.898659×10 ⁻³	0
R5	-0.15704× 10 ¹⁶	- 0.799885× 10 ⁻¹	0.272657×10 ⁻³	0.224236×10 ⁻¹	0.996776×10 ⁻²	0.219749×10 ⁻³	0
R6	3.952955	0.484275× 10 ⁻²	-0.344151× 10 ⁻²	- 0.267818× 10 ⁻⁵	0.228888×10 ⁻²	0.68277×10 ⁻⁴	0
R7	10717.1584	0.171933× 10 ⁻²	-0.182328× 10 ⁻¹	- 0.169791× 10 ⁻²	0.799908×10 ⁻³	0.694805×10 ⁻⁴	0.673467×10 ⁻⁴
R8	7.228902	- 0.490944× 10 ⁻¹	-0.875005 ×10 ⁻²	-0.13955× 10 ⁻²	0.416121×10 ⁻³	0.401072×10 ⁻³	0.224495×10 ⁻³
R9	0.83978×10 ¹⁸	- 0.787736× 10 ⁻¹	0.804851×10 ⁻²	0.332874×10 ⁻⁵	0.115661×10 ⁻³	0.31335×10 ⁻⁴	-0.125479×10 ⁻⁵
R10	-0.80378× 10 ²⁶	- 0.531052× 10 ⁻¹	0.105995×10 ⁻¹	- 0.170415× 10 ⁻²	0.414016×10 ⁻⁴	0.966045×10 ⁻⁵	-0.134615×10 ⁻⁴

[0034] 실시예의 비구면 렌즈에 대한 표 2의 비구면 계수 값은 다음의 수학적 식 1로부터 얻을 수 있다.

수학적 식 1

$$z = \frac{CY^2}{1 + \left\{ 1 - (1 + K)(C^2Y^2) \right\}^{\frac{1}{K}}} + (A_1)Y^4 + (A_2)Y^6 + (A_3)Y^8 + (A_4)Y^{10} + (A_5)Y^{12}$$

[0035]

[0036] Z : 렌즈의 정점으로 부터 광축 방향으로의 거리

[0037] C : 렌즈의 기본 곡률

[0038] Y : 광축에 수직인 방향으로의 거리

[0039] K : 코닉 상수(Conic constant)

[0040] A₁, A₂, A₃, A₄, A₅ : 비구면 계수(Aspheric constant)

[0041] 즉, 상기의 비구면 계수 값을 갖는 상기 제1렌즈(10), 제2렌즈(20), 제3렌즈(30), 제4렌즈(40) 및 제5렌즈(50)를 사용함으로써, 구면수차, 코마수차, 비점수차를 보정할 수 있으며, 또한, 왜곡(distortion)도 양호하게 보정할 수 있다.

[0042] 이상에서 설명한 실시예에 따른 촬상 렌즈의 전체 광학계의 초점거리(f), 각 렌즈의 초점거리 및 제1렌즈(10) 물체측 면(R1)부터 상면(R13)까지의 거리(ΣT)는 다음의 표 3과 같다.

표 3

[0043]

광학계의 초점거리(f)	5.2182 mm
제1렌즈의 초점거리(f1)	4.151612 mm
제2렌즈의 초점거리(f2)	4.675259 mm
제3렌즈의 초점거리(f3)	-2.316712 mm
제4렌즈의 초점거리(f4)	-21.437109 mm
제5렌즈의 초점거리(f5)	9.647453 mm
제1렌즈 물체측면(R1)부터 상면(R13)까지의 거리(ΣT)	5.3 mm
제5렌즈의 상측면(R10)부터 상면(R13)까지의 거리(bf)	1.25 mm

[0044] 이때, 광학계의 초점거리(f)에 대한 상기 제1렌즈(10)의 초점거리(f1)의 비(f1/f)는 1.26이며, 광학계의 초점거리(f)에 대한 상기 제1렌즈(10) 물체측 면(R1)부터 상면(R13)까지의 거리(ΣT)의 비(ΣT/f)는 1.02이다.

[0045] 그러나, 광학계의 초점거리(f)에 대한 상기 제1렌즈(10)의 초점거리(f1)의 비(f1/f)와 광학계의 초점거리(f)에 대한 상기 제1렌즈(10) 물체측 면(R1)부터 상면(R13)까지의 거리(ΣT)의 비(ΣT/f)는 상기의 수치에 한정되지 않고, 다음의 조건을 만족할 수 있다.

[0046] $0.5 < f1/f < 1.5$ (1)

[0047] $0.5 < \Sigma T/f < 1.5$ (2)

[0048] 상기의 조건식 (1) 및 (2)는 촬상 렌즈를 소형화시키고, 구면수차를 양호한 상태로 유지하기 위한 조건이다.

[0049] 이때, 조건식 (1) 및 (2)의 조건보다 작은 값으로 촬상 렌즈가 설계되면 촬상 렌즈가 소형화될 수 있으나, 수차보정이 어려워지며, 조건식 (1) 및 (2)의 조건보다 큰 값으로 촬상 렌즈가 설계되면 수차보정이 용이해지나, 촬상 렌즈가 소형화되기 어려워진다.

[0050] 그리고, 광학계의 초점거리(f)에 대한 상기 제5렌즈(50)의 상측면(R10)부터 상면(R13)까지의 거리(bf)의 비

(fb/f)는 0.24이고, 상기 제1렌즈(10)의 상측면(R2)의 반경(L1R2)에 대한 상기 제1렌즈(10)의 물체측면(R1)의 반경(L1R1)의 비(L1R1/L1R2)는 0.49이다.

[0051] 또한, 광학계의 초점거리(f)에 대한 상기 제1렌즈(10)의 상측면(R2)부터 상기 제2렌즈(20)의 물체측면(R3)까지의 거리(D2)의 비(D2/f)는 0.078이다.

[0052] 그러나, 상기의 수치에 한정되지 않고, 다음의 조건식 (3), (4), (5)를 만족하여 수차보정 및 촬상 렌즈의 소형화를 구현할 수 있다.

[0053] $0.2 < bf/f < 0.5$ (3)

[0054] $0.35 < L1R1/L1R2 < 0.5$ (4)

[0055] $0.07 < D2/f < 0.12$ (5)

[0056] 도 2, 도 3a 및 도 3b는 실시예에 따른 촬상 렌즈의 수차 특성을 도시한 그래프이다.

[0057] 도 2는 구면수차(Longitudinal Spherical Aberration), 비점수차(Astigmatic Field Curves) 및 왜곡수차(Distortion)를 측정된 그래프가 도시한 것이다.

[0058] 그리고, 도 3a 및 도 3b는 코마수차(Coma Aberration)를 측정된 그래프가 도시되어 있다.

[0059] 도 2 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 거의 모든 필드에서 상들의 깊이 축에 인접하게 나타나므로, 실시예에 따른 촬상 렌즈는 수차 특성이 우수한 것을 알 수 있다.

[0060] 이때, 상기 구면수차는 각 파장에 따른 구면수차를 나타내고, 상기 비점수차는 상면의 높이에 따른 탄젠셜면(tangential plane)과 세지탈면(sagittal plane)의 수차특성을 나타내며, 상기 왜곡수차는 상면의 높이에 따른 왜곡도를 보여준다.

[0061] 또한, 상기 코마수차는 상면의 높이(field hight)에 따라 각 파장에 따른 탄젠셜(tangential)과 세지탈(sagittal)의 수차 특성을 나타내었다.

[0062] 이상의 실시예에 따른 촬상 렌즈는 제1렌즈, 제2렌즈 및 제5렌즈가 양(+)의 파워(power)를 갖고, 제3렌즈 및 제4렌즈가 음(-)의 파워를 갖는 렌즈로 형성된 촬상 렌즈를 제공한다.

[0063] 또한, 제3렌즈가 제1렌즈, 제2렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈보다 굴절력이 크게 형성되고, 제4렌즈가 제1렌즈, 제2렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈보다 굴절력이 작게 형성됨으로써, 수차 특성이 우수한 촬상 렌즈를 구현할 수 있다.

[0064] 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0065] 도 1은 실시예에 따른 촬상 렌즈의 내부 구조를 개략적으로 도시한 측단면도이다.

[0066] 도 2, 도 3a 및 도 3b는 실시예에 따른 촬상 렌즈의 수차 특성을 도시한 그래프이다.

도면

도면1

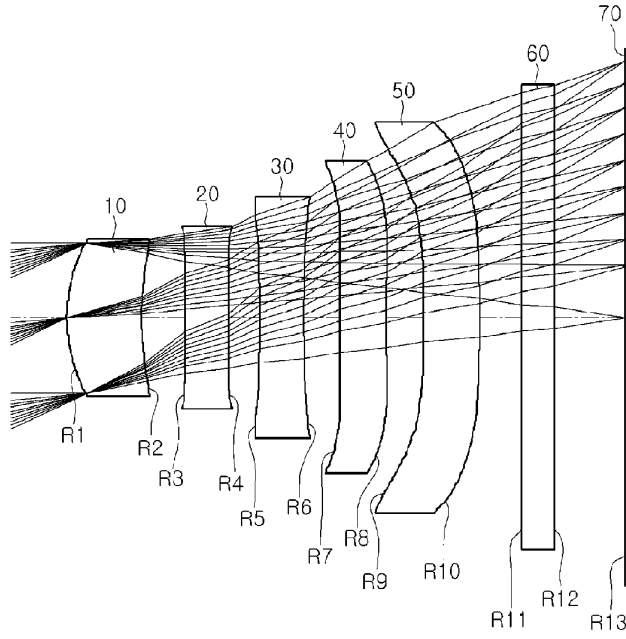
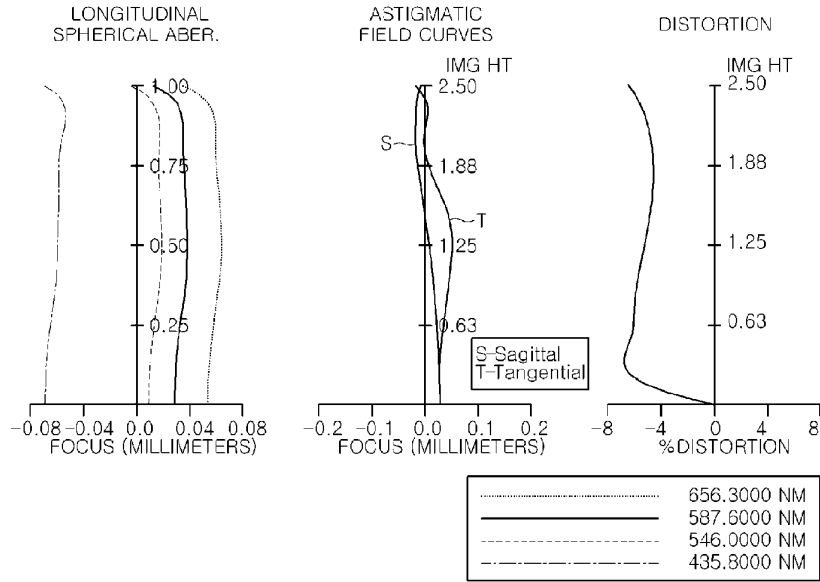
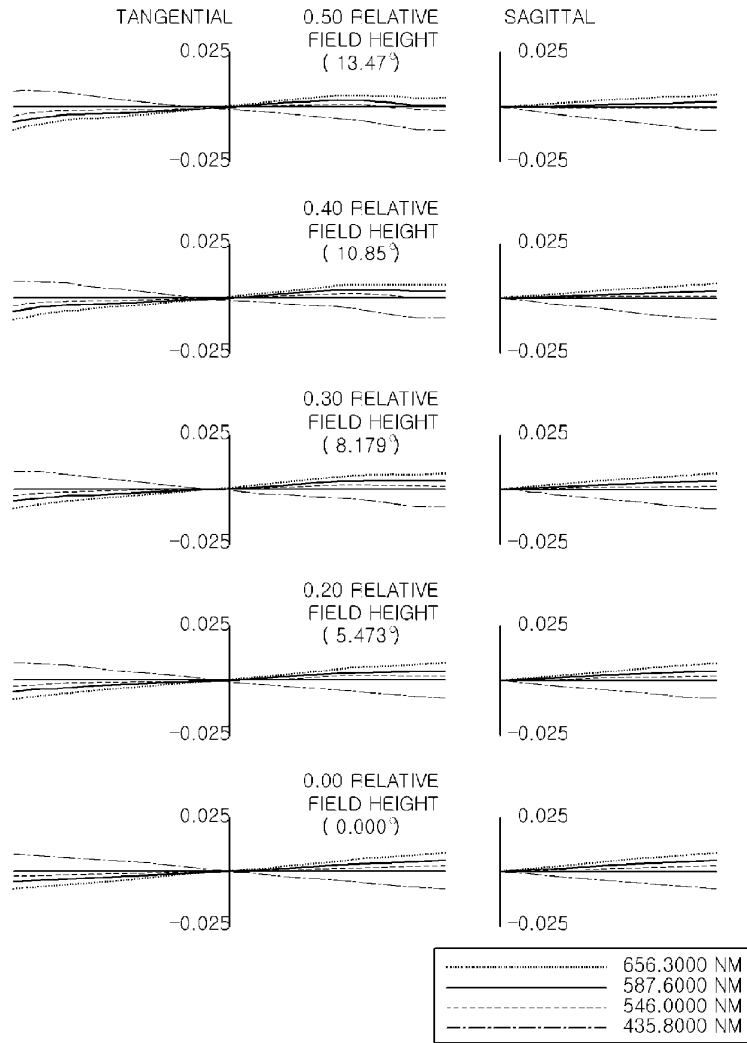


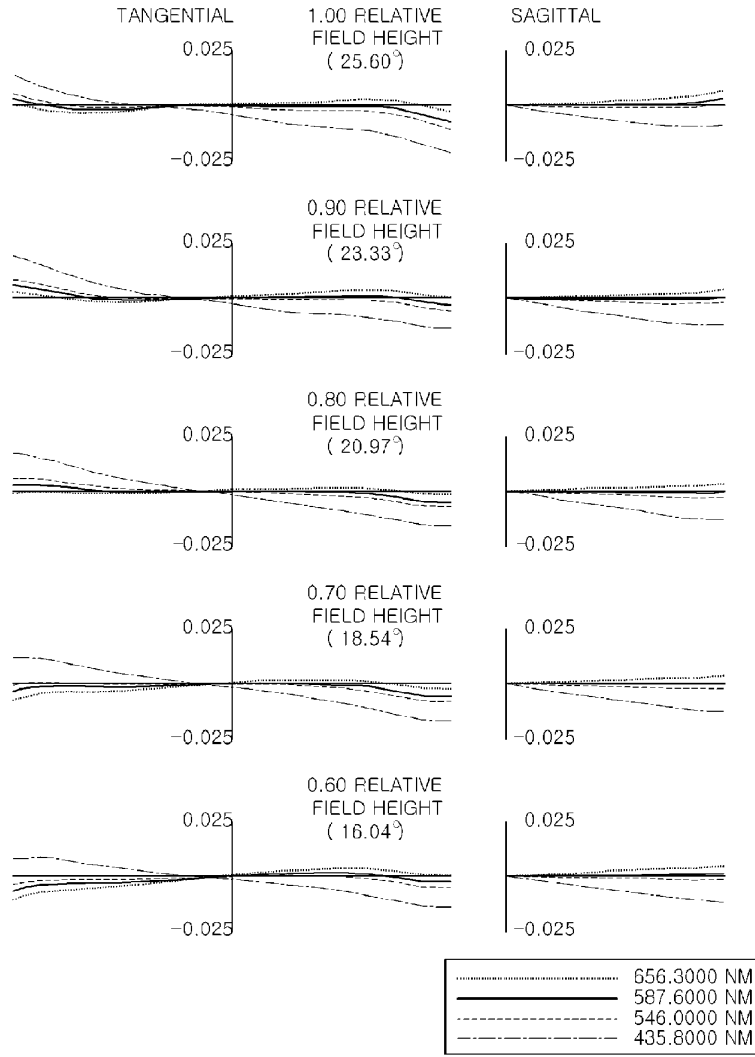
표 2



도 32



도 11b





Espacenet

Bibliographic data: JP2008176185 (A) — 2008-07-31

IMAGING LENS

Inventor(s): KOISHI TOMOFUMI ± (KOISHI TOMOFUMI)

Applicant(s): KYOCERA CORP ± (KYOCERA CORP)

Classification: - international: G02B13/18
- cooperative: G02B13/001; G02B9/34

Application number: JP20070011312 20070122

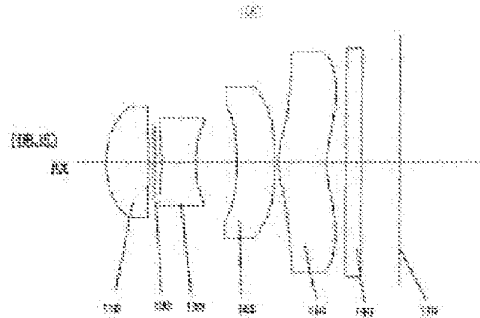
Priority number(s): JP20070011312 20070122

Also published as: JP5052144 (B2)

Abstract of JP2008176185 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging lens designed so that its entire length is short, various aberrations are satisfactorily corrected, and brightness is ensured. SOLUTION: An imaging optical system comprises in order from the object side: a first lens 110 of positive refractive power which has convex shapes on both its sides; an aperture diaphragm 120; a second lens 130 of negative refractive power; a third lens 140 of negative refractive power which has a convex face directed toward the object side; and a fourth lens 150 of positive refractive power which has at least one aspherical face and the convex face of which is directed toward the object side.

;COPYRIGHT: (C)2008,JPO&INPIT



(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2008-176185

(P2008-176185A)

(43) 公開日 平成20年7月31日(2008.7.31)

(51) Int. Cl.

G02B 13/18 (2006.01)

F1

G02B 13/18

テーマコード(参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2007-11312(P2007-11312)
(22) 出願日 平成19年1月22日(2007.1.22)

(71) 出願人 000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(72) 発明者 小石 知文
東京都世田谷区玉川台2丁目14番9号
京セラ株式会社東京用賀事業所内
Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 LA01 NA02 PA04
PA17 PB04 QA02 QA06 QA14
QA22 QA25 QA26 QA32 QA42
QA46 RA05 RA12 RA13 RA32
RA42 RA44 UA01

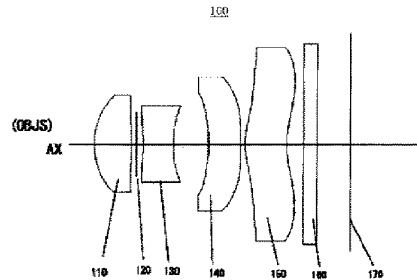
(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【要約】

【課題】 全長が短く、諸収差が良好に補正され、かつ明るい撮像レンズを提供する。

【解決手段】 物体側から順に、正の屈折力を有する両凸形状の第1のレンズ110と、開口絞り120と、負の屈折力を有する第2のレンズ130と、負の屈折力を有する物体側に凹面を向けた第3のレンズ140と、正の屈折力を有し、かつ少なくとも1面が非球面とされた物体側に凸面を向けた第4のレンズ150とが配列され、撮像光学系を形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、正の屈折力を有する両凸形状の第1のレンズと、開口絞りと、負の屈折力を有する第2のレンズと、負の屈折力を有する物体側に凹面を向けた第3のレンズと、正の屈折力を有し、かつ少なくとも1面が非球面とされた物体側に凸面を向けた第4のレンズとが配列され、撮像光学系を形成することを特徴とする撮像レンズ。

【請求項2】

第3のレンズおよび第4のレンズがメニスカス形状であることを特徴とする請求項1記載の撮像レンズ。

【請求項3】

前記撮像光学系において、レンズ系の焦点距離を f 、前記第1のレンズから像面までのレンズ系の全長を TL とするとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の撮像レンズ。

$$1. 0 < TL / f < 1.5 \quad \dots \dots (1)$$

【請求項4】

前記第1のレンズ乃至第4のレンズをアラチチックレンズとすることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1つに記載の撮像レンズ。

【請求項5】

前記撮像光学系において、下記条件式(2)～(5)を満足することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1つに記載の撮像レンズ。

$$0.4 < f1 / f < 1.0 \quad \dots \dots (2)$$

$$-0.4 > f2 / f \quad \dots \dots (3)$$

$$-0.82 > f3 / f \quad \dots \dots (4)$$

$$0.71 < f4 / f \quad \dots \dots (5)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離、

$f1$: 第1のレンズの焦点距離

$f2$: 第2のレンズの焦点距離

$f3$: 第3のレンズの焦点距離

$f4$: 第4のレンズの焦点距離

である。

【請求項6】

前記撮像光学系において、下記条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1つに記載の撮像レンズ。

$$-1.0 < (R1 + R2) / (R1 - R2) < -0.25 \quad \dots \dots (6)$$

ただし、

$R1$: 第1のレンズの物体側面の曲率半径

$R2$: 第1のレンズの像側面の曲率半径

である。

【請求項7】

前記撮像光学系において、下記条件式(7)を満足することを特徴とする請求項1乃至6に記載のいずれか1つに記載の撮像レンズ。

$$nd1 - nd2 > 15.0 \quad \dots \dots (7)$$

ただし、

$nd1$: 第1のレンズのアッベ数 nd

$nd2$: 第2のレンズのアッベ数 nd

である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像素子を使用した撮像装置（デジタルスチルカメラや携帯電話用カメラ等）に用いられる単焦点レンズ用の撮像レンズに関する。

【背景技術】

【0002】

年々、携帯電話のカメラ市場も大きくなり、高画素化のみならず、多様化が求められる。画角についても現在は特許文献1乃至3のように広角が一般的であるが、ソフトウェアによる手振れ補正機能などの開発により、より狭い画角にもニーズが出てくると予想される。また、携帯電話においては、端末自体の薄型化や多機能を搭載するスペース確保のために撮像装置の小型化が求められている。それにより、撮像装置に搭載される撮像レンズへのさらなる小型化の要求が高まっている。

【0003】

またCCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) といった撮像素子の小型化と同時に、撮像素子の画素ピッチの微細化による高画素数化が進み、それに伴い、これら撮像装置に使用される撮像レンズにも高い性能が求められてきている。これらの固体撮像素子の表面には、光を効率良く入射させるためのマイクロレンズが設けられている。しかし、射出瞳位置が像面に近づくと、撮像レンズから射出された軸外光束が像面に対して斜めに入射するため、シェーディング現象が起きる。すると、マイクロレンズによる集光が不十分になり、画像の明るさが画像中央部と画像周辺部とで極端に変化するという問題が生じることになる。この問題を解決するためには射出角度が小さいテレセントリック光学系であることが望ましい。

【0004】

以上のように、CCDやCMOSセンサ等の撮像素子に像を結像させる撮像レンズには、まず小型であることが要求されることになる。その上で、良好な結像性能と歪曲収差特性、十分な周辺光量、適度なバックフォーカスを持ち、また射出瞳位置ができるだけ長いことも要求される。

【0005】

しかし、従来の小型の狭画角撮像レンズとしては、小型ではあるものの高画素化が進むにつれ結像性能が不足する可能性があるものであったり、あるいは望遠レンズとして設計されたものではなく、狭画角ではないものであったりしていた。

【特許文献1】特開平06-34884号公報

【特許文献2】特開平07-311351号公報

【特許文献3】特開2002-350725号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記の点に鑑みて成されたものであり、目的とするのは、4枚構成によって高い光学性能を持ちつつ、レンズの形状、非球面の形状等を適切に設定することにより小型、薄型の撮像レンズを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明の撮像レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する両凸形状の第1のレンズと、開口絞りと、負の屈折力を有する第2のレンズと、負の屈折力を有する物体側に凹面を向けた第3のレンズと、正の屈折力を有し、かつ少なくとも1面が非球面とされた物体側に凸面を向けた第4のレンズとが配列され、撮像光学系を形成する。好適には、第3のレンズおよび第4のレンズがメニスカス形状とする。これにより、射出瞳位置を適正に保ちながら全長を短くすることができ、収差を良好に補正し、小型且つコストを低減しながら優れた光学特性を得ることができる。

【0008】

好適には、前記撮像光学系において、レンズ系の焦点距離を f 、前記第1のレンズから像面までのレンズ系の全長を TL とするとき、下記条件式(1)を満足する。

$$1. 0 < TL/f < 1.5 \quad \dots \dots (1)$$

これは、デジタルスチルカメラや携帯電話用カメラの単焦点レンズに適切な画角を維持しつつ、 TL/f を大きくすると全長が長くなってしまい、コンパクト化という趣旨からはずれてしまうため、さらに、全長を短くしすぎると性能の維持や製造が困難になってしまうためである。

【0009】

好適には、前記第1のレンズ乃至第4のレンズをプラチチックレンズとする。これは、ガラス材料により形成した場合に比べて、材料単価、非球面の成形性の面から低コスト化を達成でき、レンズ系を軽量化することができるためである。

【0010】

好適には、前記撮像光学系において、下記条件式(2)～(5)を満足する。

$$0.4 < f1/f < 1.0 \quad \dots \dots (2)$$

$$-0.4 > f2/f \quad \dots \dots (3)$$

$$-0.82 > f3/f \quad \dots \dots (4)$$

$$0.71 < f4/f \quad \dots \dots (5)$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 $f1$ ：第1のレンズの焦点距離、 $f2$ ：第2のレンズの焦点距離、 $f3$ ：第3のレンズの焦点距離、 $f4$ ：第4のレンズの焦点距離である。

第1のレンズの焦点距離を短くし、条件式(2)の下限値を超えると歪曲や像面湾曲の補正が困難となり、逆に焦点距離を長くし、条件式(2)の上限値を下回ると軸上の色収差の補正が難しくなる。また、第2のレンズの焦点距離の関係が(3)の範囲内でないと像面湾曲、もしくは非点収差を適切に補正するのが難しくなる。第3のレンズの焦点距離を短くし、条件式(4)の範囲を超えると適切な厚みを保ちつつ、緒収差を補正するのが困難になる。また、第4のレンズの焦点距離を短くし、条件式(5)の範囲を超えると像面湾曲などの補正が難しくなる。

【0011】

好適には、下記条件式(6)を満足する。

$$-1.0 < (R1+R2)/(R1-R2) < -0.25 \quad \dots \dots (6)$$

ただし、 $R1$ ：第1のレンズの物体側面の曲率半径、 $R2$ ：第1のレンズの像側面の曲率半径である。

これは、条件式(6)の上限値を超えると第1のレンズの物体側と像側の面の曲率半径が近くなり、球面収差と歪曲の両方を補正することが難しくなるためである。

【0012】

好適には、前記撮像光学系において、下記条件式(7)を満足する。

$$\nu d1 - \nu d2 > 15.0 \quad \dots \dots (7)$$

ただし、 $\nu d1$ ：第1のレンズのアップ数 νd 、 $\nu d2$ ：第2のレンズのアップ数 νd である。

これは、開口絞りの前後に配置される第1のレンズ、第2のレンズはそれぞれ強い正負の屈折力をもつことから、アップ数の差が小さくなると軸上の色収差の補正が困難になるためである。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、全長が短く、諸収差が良好に補正され、明るい撮像レンズを提供することができる。その結果、撮像装置に搭載可能なコンパクトな撮像レンズを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しつつ説明する。

図1に実施の形態のレンズ構成をそれぞれ光学断面で示す。これらの実施形態は物体側から順に、第1レンズ110、開口絞り120、第2レンズ130、第3レンズ140、第4レンズ150、平行平面のガラス板160、CCD(Charge Coupled Device)やCM

OS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor device)等の撮像素子170が配置される4枚構成の単焦点レンズ100である。

【0015】

本発明を実施した撮像レンズで4枚のレンズは、物体側から順に正の屈折力をもつ両凸形状の第1レンズ110、負の屈折力をもち物体側及び像面側に凹面を向けた両凹形状の第2レンズ130と、負の屈折力をもち物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第3レンズ140と、正の屈折力をもち物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第4レンズ150のように配列されている。

【0016】

撮像レンズ100において、物体側OBJより入射した光は、第1レンズ110の物体側R1面1、像面側R2面2、開口絞り部120の面3、第2レンズ130の物体側R3面4、像面側R4面5、第3レンズ140の物体側R5面6、像面側R6面7、第4レンズ150の物体側R7面8、像面側R8面9、カバーガラス160の物体側R9面10、像面側R10面11を順次通過し撮像素子170へと集光される。

【0017】

第1レンズ110から第4レンズ150までの各レンズはそれぞれ両面に非球面形状をもち、特に第4レンズ150の非球面は有効径の範囲内において、曲率の向きが変化する変曲点をもつように形成される。

【0018】

以下に、撮像レンズの具体的な数値による実施例1～4を示す。

<実施例1>

実施の形態1におけるレンズ系の基本構成は図2に示され、各数値データ(設定値)は表1、表2に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図3にそれぞれ示される。

図2に示すように、第1レンズ110の厚さとなるR1面1とR2面2間の距離をD1、第1レンズ110のR2面2と絞り部120の面3までの距離をD2、絞り部120の面3と第2レンズ130のR3面4までの距離をD3、第2レンズ130の厚さとなるR3面4とR4面5間の距離をD4、第2レンズ130のR4面5と第3レンズ140のR5面6間の距離をD5、第3レンズ140の厚さとなるR5面6とR7面8間の距離をD6、第3レンズ140のR6面7と第4レンズ150のR7面8間の距離をD7、第4レンズ150の厚さとなるR7面8とR8面9間の距離をD8、第4レンズ150のR8面9とカバーガラス160のR9面10間の距離をD9、カバーガラス160の厚さとなるR9面10間とR10面11の距離をD10とする。

表1には、実施例1における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表1】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.59	D1	0.80	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-5.63	D2	0.10				
3			D3	0.15				
4	R3	-3.75	D4	0.65	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	3.51	D5	0.75				
6	R5	-3.28	D6	0.70	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-9.81	D7	0.085				
8	R7	1.565	D8	0.90	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	2.2	D9	0.35				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0019】

表2には、実施例1における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。

なお、レンズの非球面の形状は、物体側から像面側へ向かう方向を正とし、 k を円錐係数、 A 、 B 、 C 、 D を非球面係数、 r を中心曲率半径としたとき次式で表される。 h は光線の高さ、 c は中心曲率半径の逆数をそれぞれ表している。ただし、 Z は面頂点に対する接平面からの深さを、 A は4次の非球面係数を、 B は6次の非球面係数を、 C は8次の非球面係数を、 D は10次の非球面係数をそれぞれ表している。

【数1】

非球面方程式

$$Z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10}$$

【0020】

【表2】

	実施例				
	円錐定数 k	A	B	C	D
R1	-2.35	7.10×10^{-2}	2.78×10^{-2}	-2.68×10^{-2}	2.11×10^{-2}
R2	-67.3	6.92×10^{-2}	-1.37×10^{-2}	-1.64×10^{-2}	2.02×10^{-2}
R4	-73.8	4.20×10^{-2}	1.21×10^{-2}	-0.1218	7.31×10^{-2}
R5	3.51	0.171	-0.163	9.10×10^{-2}	-4.54×10^{-2}
R6	-78.8	-6.93×10^{-2}	6.54×10^{-2}	-9.43×10^{-2}	2.26×10^{-2}
R7	38.5	-0.122	8.45×10^{-2}	-4.22×10^{-2}	7.73×10^{-3}
R8	-7.52	-8.80×10^{-2}	2.87×10^{-2}	-2.75×10^{-3}	-7.40×10^{-5}
R9	-5.588	-5.36×10^{-2}	3.16×10^{-3}	1.56×10^{-3}	-2.84×10^{-4}

【0021】

図3は、実施例1において、図3(A)が球面収差、図3(B)が非点収差を、図3(C)

C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図3(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図3からわかるように、実施例1によれば、球面、歪曲、非点の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れた撮像レンズが得られる。

【0022】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.12$
 (2) $f1/f = 0.5$
 (3) $f2/f = -0.59$
 (4) $f3/f = -1.79$
 (5) $f4/f = 1.42$
 (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.56$
 (7) $\nu d1 - \nu d2 = 29.0$

【0023】

<実施例2>

実施の形態2におけるレンズ系の基本構成は図4に示され、各数値データ(設定値)は表3、表4に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図5にそれぞれ示される。

表3には、実施例2における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表3】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.50	D1	0.80	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-5.93	D2	0.10				
3			D3	0.12				
4	R3	-3.14	D4	0.65	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	4.975	D5	0.60				
6	R5	-4.22	D6	0.70	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-9.60	D7	0.07				
8	R7	2.47	D8	0.90	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	2.69	D9	0.35				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0024】

表4には、実施例2における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。なお、レンズの非球面の形状は、実施例1と同様の式で表される。

【表4】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-2.33	8.24×10^{-2}	2.75×10^{-2}	-3.18×10^{-2}	2.67×10^{-2}
R2	-5.06	0.1064	-5.90×10^{-2}	2.90×10^{-2}	-2.55×10^{-3}
R4	-59.3	6.00×10^{-3}	7.45×10^{-2}	-0.159	7.00×10^{-2}
R5	4.94	0.195	-0.147	7.52×10^{-2}	2.41×10^{-2}
R6	-83.4	-4.40×10^{-3}	-5.34×10^{-3}	-5.52×10^{-2}	1.84×10^{-2}
R7	40.9	-8.34×10^{-2}	7.54×10^{-2}	-4.30×10^{-2}	1.00×10^{-2}
R8	-24.2	-0.12	3.04×10^{-2}	1.74×10^{-4}	-4.95×10^{-4}
R9	-16.1	-5.56×10^{-2}	5.10×10^{-4}	1.12×10^{-3}	-1.87×10^{-4}

【0025】

図5は、実施例2において、図5(A)が球面収差、図5(B)が非点収差を、図5(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図5(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図5からわかるように、実施例2によれば、球面、歪曲、非点の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れた撮像レンズが得られる。

【0026】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.07$
- (2) $f1/f = 0.48$
- (3) $f2/f = -0.63$
- (4) $f3/f = -2.75$
- (5) $f4/f = 4.85$
- (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.60$
- (7) $\nu d1 - \nu d2 = 29.0$

【0027】

<実施例3>

実施の形態2におけるレンズ系の基本構成は図6に示され、各数値データ(設定値)は表5、表6に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図7にそれぞれ示される。

表5には、実施例3における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表5】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
	1	R1	1.51	D1	0.70	N1	1.525	$\nu 1$
2	R2	-3.43	D2	0.10				
3			D3	0.10				
4	R3	-2.97	D4	0.60	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	2.97	D5	0.83				
6	R5	-3.20	D6	0.78	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-10.9	D7	0.17				
8	R7	1.41	D8	0.7	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	1.85	D9	0.355				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0028】

表6には、実施例3における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。なお、レンズの非球面の形状は、実施例1と同様の式で表される。

【表6】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-194	7.23×10^{-2}	2.43×10^{-2}	-1.55×10^{-2}	2.42×10^{-2}
R2	-66.1	3.76×10^{-2}	2.98×10^{-2}	-1.24×10^{-2}	-9.35×10^{-3}
R4	-65.8	6.46×10^{-2}	3.27×10^{-3}	-0.131	6.26×10^{-2}
R5	4.89	0.196	-0.226	9.86×10^{-2}	3.70×10^{-2}
R6	-75.5	-0.123	7.62×10^{-2}	-0.103	1.94×10^{-2}
R7	48.6	-0.13	8.03×10^{-2}	-3.99×10^{-2}	7.92×10^{-3}
R8	-5.4	-8.96×10^{-2}	2.88×10^{-2}	-2.83×10^{-3}	8.70×10^{-6}
R9	-6.0	-5.62×10^{-2}	4.39×10^{-3}	1.68×10^{-3}	-2.92×10^{-4}

【0029】

図7は、実施例3において、図7(A)が球面収差、図7(B)が非点収差を、図7(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図7(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図7からわかるように、実施例3によれば、球面、歪曲、非点の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れた撮像レンズが得られる。

【0030】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.09$
- (2) $f1/f = 0.43$
- (3) $f2/f = 0.48$
- (4) $f3/f = -1.64$
- (5) $f4/f = 1.49$

$$(6) (R1+R2) / (R1-R2) = -0.39$$

$$(7) \nu d1 - \nu d2 = 29.0$$

【0031】

<実施例4>

実施の形態4におけるレンズ系の基本構成は図8に示され、各数値データ（設定値）は表7、表8に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図9にそれぞれ示される。

表7には、実施例4における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径（R：mm）、間隔（D：mm）、屈折率（N）、および分散値（ ν ）を示している。

【表7】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.646	D1	0.75	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-5.06	D2	0.10				
3			D3	0.15				
4	R3	-3.57	D4	0.65	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	4.69	D5	0.72				
6	R5	-2.93	D6	0.72	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-250	D7	0.085				
8	R7	1.39	D8	0.95	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	2.309	D9	0.35				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0032】

表8には、実施例4における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。なお、レンズの非球面の形状は、実施例1と同様の式で表される。

【表8】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-2.68	7.23×10^{-2}	2.67×10^{-2}	-3.25×10^{-2}	2.70×10^{-2}
R2	-67.6	6.69×10^{-2}	-1.07×10^{-2}	-9.36×10^{-3}	2.20×10^{-2}
R4	-73.8	5.53×10^{-2}	1.56×10^{-2}	-0.118	7.98×10^{-2}
R5	3.70	0.185	-0.180	8.76×10^{-2}	1.21×10^{-3}
R6	-79.8	-7.35×10^{-2}	6.77×10^{-2}	-0.100	2.16×10^{-2}
R7	43.8	-0.132	8.40×10^{-2}	-3.97×10^{-2}	7.67×10^{-3}
R8	-6.36	-8.63×10^{-2}	2.85×10^{-2}	-2.78×10^{-3}	-7.82×10^{-5}
R9	-5.15	-5.46×10^{-2}	3.56×10^{-3}	1.61×10^{-3}	-3.13×10^{-4}

【0033】

図9は、実施例4において、図9（A）が球面収差、図9（B）が非点収差を、図9（C）が歪曲収差をそれぞれ示している。図9（B）中、実線Mはメリディオナル像面の値

、破線 S はサジタル像面の値をそれぞれ示している。図9からわかるように、実施例4によれば、球面、歪曲、非点の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れた撮像レンズが得られる。

【0034】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.13$
 (2) $f1/f = 0.51$
 (3) $f2/f = -0.67$
 (4) $f3/f = -1.05$
 (5) $f4/f = 1.01$
 (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.51$
 (7) $\nu d1 - \nu d2 = 29.0$

【0035】

<実施例5(比較例1)>

実施の形態5におけるレンズ系の基本構成は図10に示され、各数値データ(設定値)は表9、表10に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図11にそれぞれ示される。

表9には、実施例5における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表9】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.45	D1	0.85	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-6.39	D2	0.10				
3			D3	0.12				
4	R3	-3.13	D4	0.65	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	4.85	D5	0.60				
6	R5	-4.20	D6	0.47	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-10.4	D7	0.07				
8	R7	2.61	D8	0.70	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	2.60	D9	0.34				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0036】

表10には、実施例5における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。

【表10】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-2.22	8.26×10^{-2}	2.92×10^{-2}	-3.07×10^{-2}	2.56×10^{-2}
R2	-5.06	0.106	-5.65×10^{-2}	2.53×10^{-2}	1.84×10^{-3}
R4	-59.6	8.80×10^{-3}	7.50×10^{-2}	-0.171	7.97×10^{-2}
R5	4.34	0.200	-0.139	8.10×10^{-2}	2.91×10^{-2}
R6	-82.9	-3.83×10^{-3}	-2.40×10^{-3}	-5.65×10^{-2}	1.62×10^{-2}
R7	41.3	-8.11×10^{-2}	7.32×10^{-2}	-4.36×10^{-2}	1.02×10^{-2}
R8	-20.1	-0.126	2.78×10^{-2}	-7.80×10^{-4}	3.51×10^{-4}
R9	-17.7	-5.65×10^{-2}	5.83×10^{-3}	-2.84×10^{-3}	2.18×10^{-4}

【0037】

図11は、実施例5において、図11(A)が球面収差、図11(B)が非点収差を、図11(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図11(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図11からわかるように、実施例5によれば、歪曲の収差が良好に補正されているが、球面や像面が補正できず、結像性能に優れた撮像レンズが得られない。

【0038】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 0.98$
- (2) $f1/f = 0.47$
- (3) $f2/f = -0.61$
- (4) $f3/f = -2.49$
- (5) $f4/f = 11.24$
- (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.63$
- (7) $\nu d1 - \nu d2 = 29.0$

【0039】

<実施例6(比較例2)>

実施の形態6におけるレンズ系の基本構成は図12に示され、各数値データ(設定値)は表11、表12に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図13にそれぞれ示される。

表11には、実施例6における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表11】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.45	D1	0.70	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-2.68	D2	0.10				
3			D3	0.10				
4	R3	-2.54	D4	0.51	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	2.32	D5	0.82				
6	R5	-3.30	D6	0.84	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-10.3	D7	0.18				
8	R7	1.37	D8	0.70	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	1.77	D9	0.355				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0040】

表12には、実施例6における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。

【表12】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-1.44	7.26×10^{-2}	1.96×10^{-2}	-2.52×10^{-2}	4.57×10^{-2}
R2	-66.3	1.77×10^{-2}	4.55×10^{-2}	9.20×10^{-4}	-1.73×10^{-2}
R4	-73.7	5.88×10^{-2}	1.34×10^{-2}	-0.134	3.65×10^{-2}
R5	3.84	0.203	-0.245	8.46×10^{-2}	3.97×10^{-2}
R6	-83.4	-0.123	6.70×10^{-2}	0.108	1.85×10^{-2}
R7	43.6	-0.137	8.10×10^{-2}	-4.00×10^{-2}	7.45×10^{-3}
R8	-6.32	-8.73×10^{-2}	2.83×10^{-2}	-2.81×10^{-3}	-1.56×10^{-6}
R9	-7.17	-5.41×10^{-2}	3.96×10^{-3}	1.73×10^{-3}	-3.08×10^{-4}

【0041】

図13は、実施例6において、図13(A)が球面収差、図13(B)が非点収差を、図13(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図13(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図13からわかるように、実施例6によれば、球面、歪曲の諸収差が良好に補正されているが、非点収差が大きく、結像性能に優れた撮像レンズが得られない。

【0042】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.07$
- (2) $f1/f = 0.38$
- (3) $f2/f = -0.39$
- (4) $f3/f = -1.75$
- (5) $f4/f = 1.45$
- (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.30$

(7) $n_{d1} - n_{d2} = 29.0$

【0043】

<実施例7（比較例3）>

実施の形態7におけるレンズ系の基本構成は図14に示され、各数値データ（設定値）は表13、表14に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図15にそれぞれ示される。

表13には、実施例7における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径（R：mm）、間隔（D：mm）、屈折率（N）、および分散値（ ν ）を示している。

【表13】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	2.63	D1	0.70	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-200	D2	0.10				
3			D3	0.10				
4	R3	4.86	D4	0.83	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	4.22	D5	1.00				
6	R5	-10.97	D6	0.60	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	11.5	D7	0.10				
8	R7	1.33	D8	0.70	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	1.20	D9	0.355				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0044】

表14には、実施例7における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。

【表14】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-4.51	1.13×10^{-2}	-5.32×10^{-2}	6.26×10^{-3}	-4.72×10^{-4}
R2	-67.6	-0.132	2.83×10^{-2}	-2.84×10^{-2}	2.47×10^{-2}
R4	-74.2	-3.45×10^{-2}	-1.78×10^{-2}	-2.44×10^{-3}	5.34×10^{-2}
R5	0.0232	-4.43×10^{-2}	-2.88×10^{-2}	5.92×10^{-2}	-1.49×10^{-2}
R6	-83.2	-3.76×10^{-2}	2.18×10^{-2}	-0.110	3.63×10^{-2}
R7	-44.1	-0.110	7.36×10^{-2}	-4.48×10^{-2}	9.82×10^{-3}
R8	-6.37	0.111	3.50×10^{-2}	-2.35×10^{-3}	-7.57×10^{-5}
R9	-5.68	-4.53×10^{-2}	2.11×10^{-3}	2.35×10^{-3}	-5.33×10^{-4}

【0045】

図15は、実施例7において、図15（A）が球面収差、図15（B）が非点収差を、図15（C）が歪曲収差をそれぞれ示している。図15（B）中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図15からわかるように、実施例7によれば、球面、歪曲、非点の諸収差が良好に補正されているが、軸上の色

収差が大きく、結像性能に優れた撮像レンズが得られない。

【0046】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.14$
 (2) $f1/f = 1.03$
 (3) $f2/f = -21.47$
 (4) $f3/f = -1.98$
 (5) $f4/f = 5.68$
 (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.97$
 (7) $\nu d1 - \nu d2 = 29.0$

【0047】

<実施例8(比較例4)>

実施の形態8におけるレンズ系の基本構成は図16に示され、各数値データ(設定値)は表15、表16に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図17にそれぞれ示される。

表15には、実施例8における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表15】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.49	D1	0.70	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-2.89	D2	0.10				
3			D3	0.10				
4	R3	-2.68	D4	0.68	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	2.33	D5	0.76				
6	R5	-3.55	D6	0.83	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-10.3	D7	0.16				
8	R7	1.356	D8	0.70	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	1.72	D9	0.355				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0048】

表16には、実施例8における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。

【表16】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-1.66	7.40×10^{-2}	2.60×10^{-2}	-2.23×10^{-2}	3.98×10^{-2}
R2	-66.8	2.97×10^{-2}	3.40×10^{-2}	-2.15×10^{-3}	-1.14×10^{-2}
R4	-74.0	4.20×10^{-2}	6.58×10^{-3}	-0.130	4.62×10^{-2}
R5	2.83	0.183	-0.214	9.26×10^{-2}	2.67×10^{-2}
R6	-80.0	-0.112	7.43×10^{-2}	-0.103	1.79×10^{-2}
R7	43.7	-0.136	8.12×10^{-2}	-4.02×10^{-2}	7.38×10^{-3}
R8	-5.47	-8.92×10^{-2}	2.66×10^{-2}	-2.23×10^{-3}	-3.64×10^{-5}
R9	-6.52	-5.57×10^{-2}	4.09×10^{-3}	1.59×10^{-3}	-2.74×10^{-4}

【0049】

図17は、実施例8において、図17(A)が球面収差、図17(B)が非点収差を、図17(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図17(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図17からわかるように、実施例8によれば、球面、歪曲の諸収差が良好に補正されているが、非点収差が大きく、結像性能に優れた撮像レンズが得られない。

【0050】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.08$
- (2) $f1/f = 0.40$
- (3) $f2/f = -0.39$
- (4) $f3/f = -1.95$
- (5) $f4/f = 1.47$
- (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.32$
- (7) $\nu d1 - \nu d2 = 29.0$

【0051】

<実施例9(比較例5)>

実施の形態9におけるレンズ系の基本構成は図18に示され、各数値データ(設定値)は表17、表18に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図19にそれぞれ示される。

表17には、実施例9における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表17】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.68	D1	0.75	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-4.11	D2	0.10				
3			D3	0.15				
4	R3	-3.04	D4	0.65	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	7.37	D5	0.70				
6	R5	-2.2	D6	0.70	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-80.0	D7	0.085				
8	R7	1.40	D8	0.95	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	2.60	D9	0.35				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0052】

表18には、実施例9における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。

【表18】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-3.40	8.40×10^{-2}	5.70×10^{-3}	-1.81×10^{-2}	1.94×10^{-2}
R2	-64.7	3.06×10^{-2}	4.68×10^{-2}	-6.12×10^{-3}	4.27×10^{-2}
R4	-48.98	7.53×10^{-2}	4.38×10^{-2}	-0.193	0.162
R5	3.97	0.216	-0.211	0.110	-3.56×10^{-3}
R6	-37.3	-0.169	0.14	-0.149	9.91×10^{-3}
R7	43.8	-0.167	9.85×10^{-2}	-3.88×10^{-2}	6.60×10^{-3}
R8	-5.86	-7.87×10^{-2}	2.72×10^{-2}	-2.99×10^{-3}	-4.82×10^{-6}
R9	-2.64	-5.55×10^{-2}	3.57×10^{-3}	1.65×10^{-3}	-3.03×10^{-4}

【0053】

図19は、実施例9において、図19(A)が球面収差、図19(B)が非点収差を、図19(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図19(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図19からわかるように、実施例9によれば、球面、歪曲の諸収差が良好に補正されているが、非点収差が大きく、結像性能に優れた撮像レンズが得られない。

【0054】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.11$
- (2) $f1/f = 0.48$
- (3) $f2/f = -0.71$
- (4) $f3/f = -0.79$
- (5) $f4/f = 0.92$
- (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.12$

(7) $n_{d1} - n_{d2} = 29.0$

【0055】

<実施例10(比較例6)>

実施の形態10におけるレンズ系の基本構成は図20に示され、各数値データ(設定値)は表19、表20に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図21にそれぞれ示される。

表19には、実施例10における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表19】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.56	D1	0.75	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-4.69	D2	0.10				
3			D3	0.15				
4	R3	-3.51	D4	0.65	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	3.11	D5	0.75				
6	R5	-2.43	D6	0.68	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-200	D7	0.085				
8	R7	1.39	D8	0.90	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	4.64	D9	0.35				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0056】

表20には、実施例10における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。

【表20】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-2.49	7.79×10^{-2}	3.49×10^{-3}	-3.34×10^{-2}	3.34×10^{-2}
R2	-67.7	7.19×10^{-2}	-5.71×10^{-3}	-5.70×10^{-3}	1.38×10^{-2}
R4	-73.4	6.06×10^{-2}	-1.82×10^{-3}	-0.134	7.55×10^{-2}
R5	3.81	0.206	-0.204	8.97×10^{-2}	-7.30×10^{-3}
R6	-78.7	-5.76×10^{-2}	6.22×10^{-2}	-9.60×10^{-2}	2.39×10^{-2}
R7	43.8	-0.145	8.51×10^{-2}	-3.96×10^{-2}	7.00×10^{-3}
R8	-8.21	-7.44×10^{-2}	2.55×10^{-2}	2.78×10^{-3}	-2.72×10^{-6}
R9	-6.62	-5.22×10^{-2}	4.17×10^{-3}	1.53×10^{-3}	-3.55×10^{-4}

【0057】

図21は、実施例10において、図21(A)が球面収差、図21(B)が非点収差を、図21(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図21(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図21からわかるように、実施例10によれば、歪曲の収差が良好に補正されているが、球面や像面が補正で

さず、結像性能に優れた撮像レンズが得られない。

【0058】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.11$
 (2) $f1/f = 0.48$
 (3) $f2/f = -0.54$
 (4) $f3/f = -0.86$
 (5) $f4/f = 0.71$
 (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.50$
 (7) $\nu d1 - \nu d2 = 29.0$

【0059】

<実施例11(比較例7)>

実施の形態11におけるレンズ系の基本構成は図22に示され、各数値データ(設定値)は表21、表22に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図23にそれぞれ示される。

表21には、実施例11における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表21】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.67	D1	0.65	N1	1.525	$\nu 1$	56.0
2	R2	-2.76	D2	0.10				
3			D3	0.10				
4	R3	-3.04	D4	0.65	N2	1.607	$\nu 2$	27.0
5	R4	2.67	D5	1.15				
6	R5	-3.45	D6	0.80	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-11.2	D7	0.075				
8	R7	1.51	D8	0.84	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	1.97	D9	0.22				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0060】

表22には、実施例11における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。

【表22】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-1.10	5.40×10^{-2}	-2.00×10^{-2}	3.49×10^{-2}	3.46×10^{-3}
R2	-58.3	3.84×10^{-3}	8.00×10^{-2}	-3.48×10^{-2}	-5.67×10^{-3}
R4	-71.2	0.107	-6.40×10^{-3}	-0.142	8.35×10^{-2}
R5	2.09	0.220	-0.239	0.132	6.05×10^{-3}
R6	-79.9	-0.105	8.54×10^{-2}	-9.54×10^{-2}	2.06×10^{-2}
R7	44.4	-0.127	8.42×10^{-2}	-3.97×10^{-2}	7.20×10^{-3}
R8	-14.2	-7.76×10^{-2}	2.84×10^{-2}	-3.21×10^{-3}	-1.02×10^{-4}
R9	-16.6	-4.84×10^{-2}	1.27×10^{-3}	1.93×10^{-3}	-2.28×10^{-4}

【0061】

図23は、実施例11において、図23(A)が球面収差、図23(B)が非点収差を、図23(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図23(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図23からわかるように、実施例11によれば、球面、歪曲、非点の諸収差が良好に補正されず、結像性能に優れた撮像レンズが得られない。

【0062】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.08$
- (2) $f1/f = 0.40$
- (3) $f2/f = -0.44$
- (4) $f3/f = -1.72$
- (5) $f4/f = 1.47$
- (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.25$
- (7) $\nu d1 - \nu d2 = 29.0$

【0063】

<実施例12(比較例8)>

実施の形態12におけるレンズ系の基本構成は図24に示され、各数値データ(設定値)は表23、表24に、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図は図25にそれぞれ示される。

表23には、実施例12における撮像レンズの各面番号に対応した絞り、各レンズ、カバーガラスの曲率半径(R: mm)、間隔(D: mm)、屈折率(N)、および分散値(ν)を示している。

【表23】

	曲率半径		間隔		屈折率		分散値	
1	R1	1.53	D1	0.80	N1	1.532	$\nu 1$	48.8
2	R2	-22.1	D2	0.10				
3			D3	0.15				
4	R3	-4.95	D4	0.65	N2	1.620	$\nu 2$	36.3
5	R4	4.39	D5	0.75				
6	R5	-3.00	D6	0.70	N3	1.584	$\nu 3$	30.0
7	R6	-13.1	D7	0.085				
8	R7	1.46	D8	0.90	N4	1.525	$\nu 4$	56.0
10	R8	2.17	D9	0.35				
11	R9	0.0	D10	0.30				
12	R10	0.0						

【0064】

表24には、実施例12における非球面を含む第1レンズ110、第2レンズ130、第3レンズ140、及び第4レンズ150の所定面の非球面係数を示す。

【表24】

	実施例				
	円錐定数k	A	B	C	D
R1	-2.61	8.82×10^{-2}	4.14×10^{-2}	-5.83×10^{-2}	5.07×10^{-2}
R2	-67.5	6.96×10^{-2}	2.66×10^{-2}	-1.70×10^{-2}	2.03×10^{-2}
R4	-73.8	4.20×10^{-2}	-1.22×10^{-2}	-0.122	7.32×10^{-2}
R5	-1.17	0.171	-0.162	9.12×10^{-2}	-4.37×10^{-3}
R6	-79.46	-7.50×10^{-2}	7.00×10^{-2}	-0.100	2.35×10^{-2}
R7	43.78	-0.131	8.15×10^{-2}	-4.09×10^{-2}	7.41×10^{-3}
R8	-5.74	-8.64×10^{-2}	2.91×10^{-2}	-2.78×10^{-3}	-5.67×10^{-5}
R9	-3.00	-5.46×10^{-2}	4.72×10^{-3}	1.73×10^{-3}	-3.36×10^{-4}

【0065】

図25は、実施例12において、図25(A)が球面収差、図25(B)が非点収差を、図25(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。図25(B)中、実線Mはメリディオナル像面の値、破線Sはサジタル像面の値をそれぞれ示している。図25からわかるように、実施例12によれば、球面、歪曲、非点の諸収差が良好に補正されているが、軸上の色収差が大きく、結像性能に優れた撮像レンズが得られない。

【0066】

この実施例においては、条件式(1)～(7)の数値データは、次のようになる。

- (1) $TL/f = 1.12$
- (2) $f1/f = 0.56$
- (3) $f2/f = -0.75$
- (4) $f3/f = -1.39$
- (5) $f4/f = 1.21$
- (6) $(R1+R2)/(R1-R2) = -0.87$

(7) $n_{d1} - n_{d2} = 1.2.5$

【0067】

以上説明したように、本発明の撮像レンズによれば、全長が短く、諸収差が良好に補正され、かつ明るい撮像レンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本実施形態の撮像レンズの基本構成を示す図である。

【図2】本実施形態において、撮像レンズの絞り部、各レンズ、並びに撮像部を構成するカバーガラスに対して付与した面番号を示す図である。

【図3】実施例1において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図4】実施例2において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図5】実施例2において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図6】実施例3において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図7】実施例3において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図8】実施例4において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図9】実施例4において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図10】実施例5（比較例1）において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図11】実施例5（比較例1）において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図12】実施例6（比較例2）において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図13】実施例6（比較例2）において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図14】実施例7（比較例3）において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図15】実施例7（比較例3）において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図16】実施例8（比較例4）において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図17】実施例8（比較例4）において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図18】実施例9（比較例5）において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図19】実施例9（比較例5）において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図20】実施例10（比較例6）において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図21】実施例10（比較例6）において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図22】実施例11（比較例7）において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図23】実施例11（比較例7）において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【図24】実施例12（比較例8）において採用した撮像レンズの構成を示す図である。

【図25】実施例12（比較例8）において、球面収差、歪曲収差、および非点収差を示す収差図である。

【符号の説明】

【0069】

100、100A～100L：撮像レンズ

110：第1レンズ

120：開口絞り部

130：第2レンズ

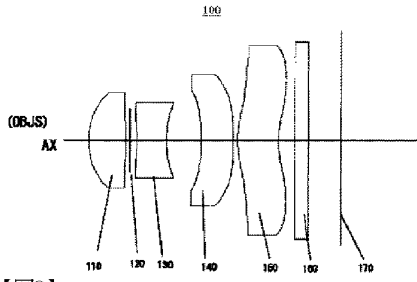
140：第3レンズ

150：第4レンズ

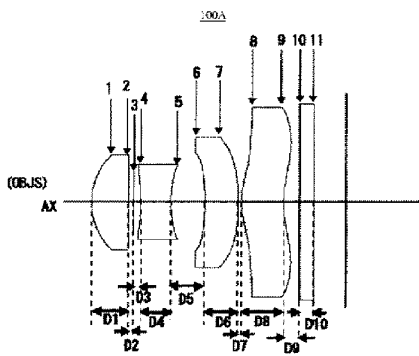
160：ガラス製の平行平板（カバーガラス）

170：撮像面

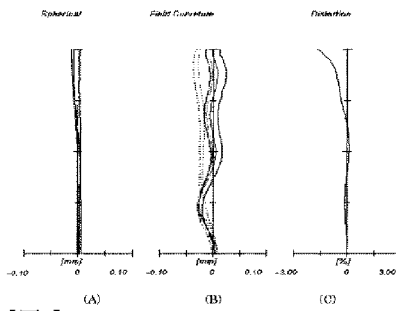
【図1】



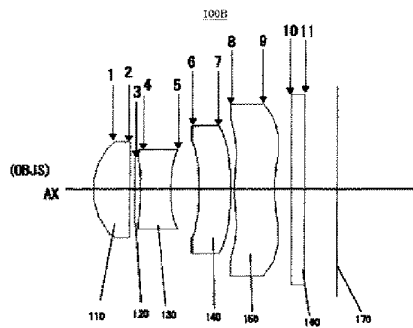
【図2】



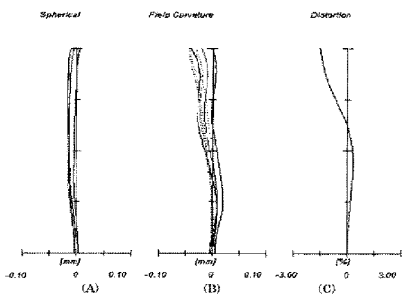
【図3】



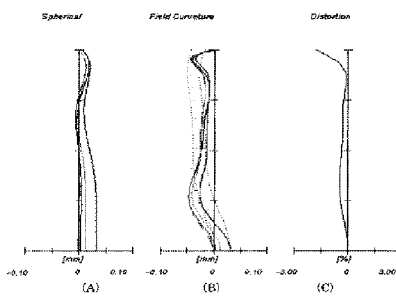
【図4】



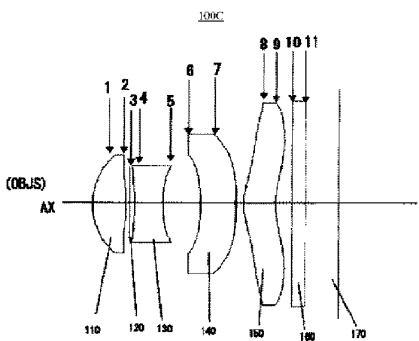
【図5】



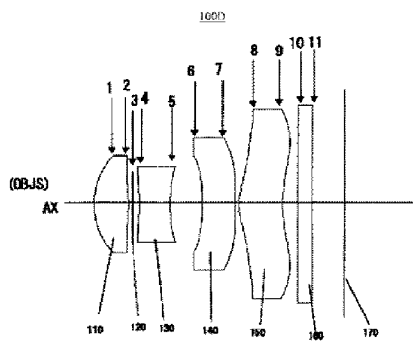
【図7】



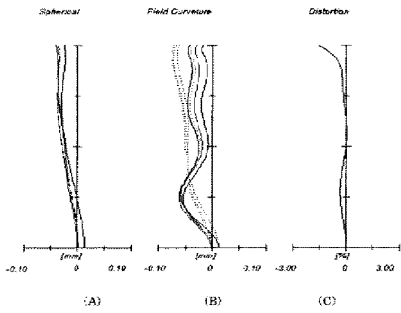
【図6】



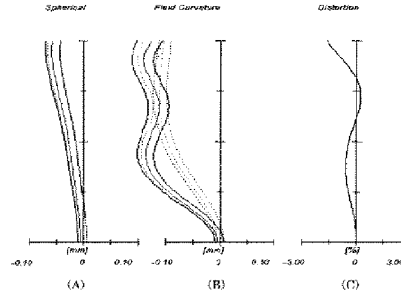
【図8】



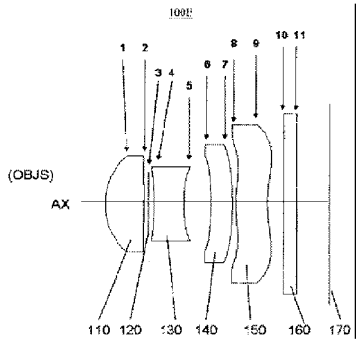
【図9】



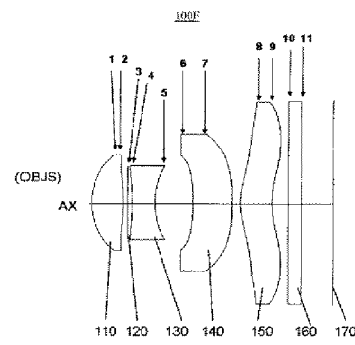
【図11】



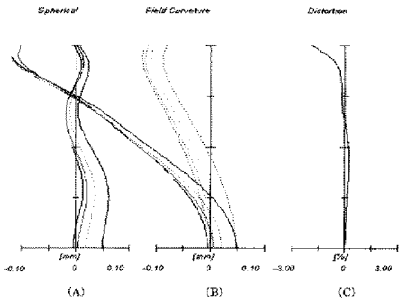
【図10】



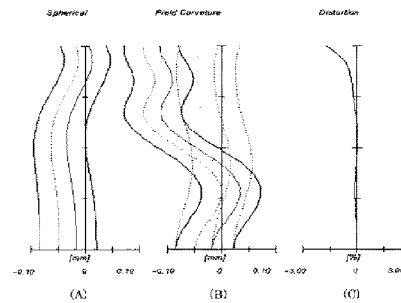
【図12】



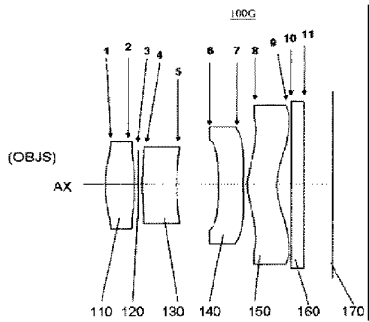
【図13】



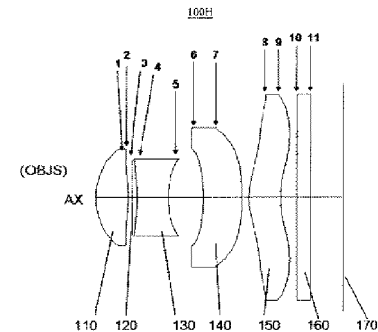
【図15】



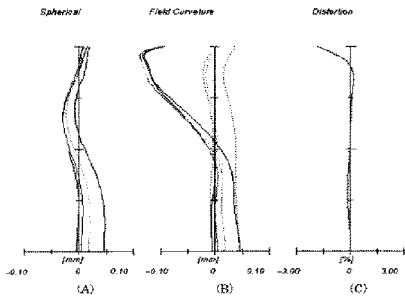
【図14】



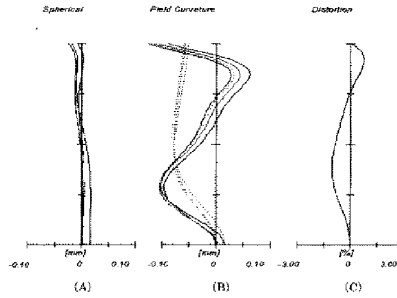
【図16】



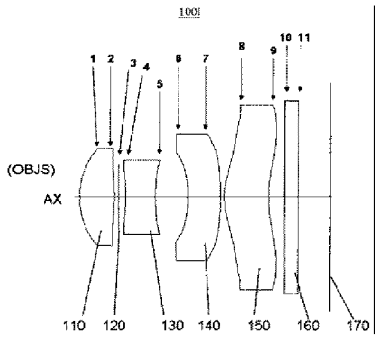
【図17】



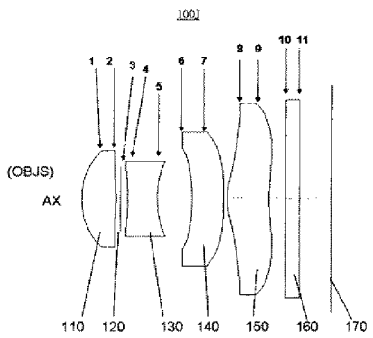
【図19】



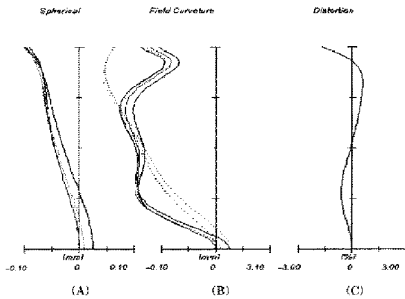
【図18】



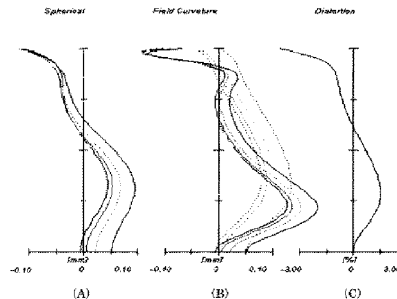
【図20】



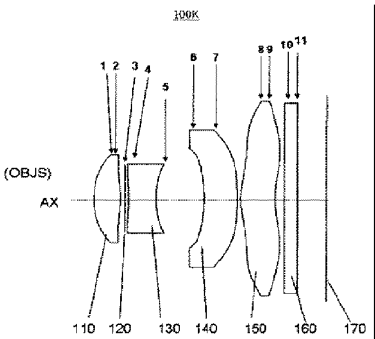
【図21】



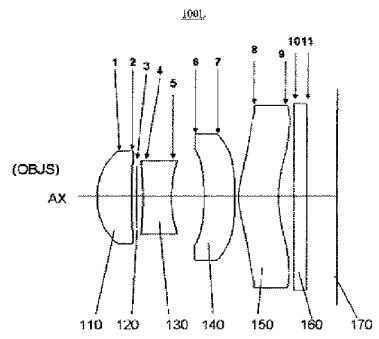
【図23】

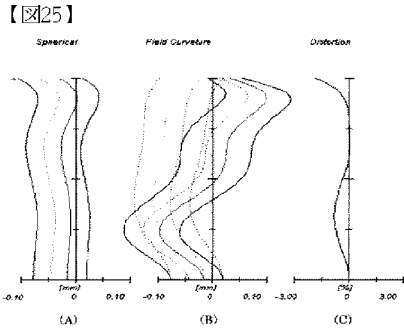


【図22】



【図24】







Espacenet

Bibliographic data: JPS6457221 (A) — 1989-03-03

IMAGE FORMING OPTICAL SYSTEM

Inventor(s): TAKASE HIROSHI ± (TAKASE HIROSHI)
Applicant(s): OLYMPUS OPTICAL CO ± (OLYMPUS OPTICAL CO LTD)
Classification: - **international:** G02B13/18; G02B15/22; G02B9/34; (IPC1-7): G02B13/18; G02B15/22; G02B9/34
- **cooperative:**
Application number: JP19870212719 19870828
Priority number (s): JP19870212719 19870828

Abstract of JPS6457221 (A)

PURPOSE:To speedily adjust a focus with less energy consumption by varying the refracting power of at least one out of plural lenses composing an optical system, thereby adjusting a focus. **CONSTITUTION:**The titled optical system is composed of four groups each consisting of four lenses. By deforming the lenses in the fourth group, they can vary refracting power. A focus is adjusted due to a change in the refracting power. The lens system is composed of lenses capable of varying refracting power in order to adjust a focus, and said lenses are changed in shape by interlocking with a focus adjustment operating member. As soon as refracting power changes, aberration arising on each face is varied. The moment a focus is adjusted, aberration is corrected. Thus, a focus can be adjusted without shift along the optical axis of the lens system, whereby an image forming optical system free of aberration fluctuation can be obtained.

⑨ 日本国特許庁 (J P)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭64-57221

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月3日

G 02 B 9/34
13/18
15/22

6952-2H
8106-2H
A-6952-2H 審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 像形成光学系

⑯ 特 願 昭62-212719

⑰ 出 願 昭62(1987)8月28日

⑱ 発 明 者 高 瀬 弘 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

⑲ 出 願 人 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

⑳ 代 理 人 弁理士 向 寛 二

明 細 書

1. 発明の名称

像形成光学系

2. 特許請求の範囲

(1) 光学系を構成するレンズのうちの少なくとも一つのレンズの屈折力を変化させて焦点調節を行なうことを特徴とする像形成光学系。

(2) 前記屈折力を変化させるレンズは光学系の収差を補正するようにその形状が変化するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲(1)の像形成光学系。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、レンズの屈折力の変化を利用して焦点調節を行なう像形成光学系に関するものである。

〔従来の技術〕

従来の写真レンズその他の像形成光学系は、光学系全体あるいはそのうちの一部のレンズを光軸方向に移動させて焦点調節を行なうものがほとんどである。

しかしこのようにして焦点調節を行なう像形成

光学系は、次のような欠点を有する。

(i) 重いものを移動するので大きな力量がいる。

(ii) 焦点調節のスピードが遅い。

(iii) レンズの移動による収差変動の補正が困難であり、又補正のためにフローティング機構を導入すると機構が複雑になり光学系のサイズが大きくなり、重量が増加しコストの増加になる。

(iv) オートフォーカスを行なう場合、(i)に述べた理由からアクチュエーターの負荷が大きくなり、電源も大きなものが必要になる。

(v) 移動の際のがたつき等によつて性能の劣化が生ずる。

(vi) 可動機構が必要なために部品点数が多くなり、コスト高になり、サイズや重量の増加につながる。

以上のようにレンズを移動させることによつて焦点調整等を行なう以外の調整方法を備えた像形成光学系として、光学系中のレンズの形状を変化させて行なうものがある。例えば特開昭61-20

8025号、特開昭61-212812号、特開昭61-284719号公報に記載されたもの等である。

これらのうち特開昭61-212812号および特開昭61-284719号は、レンズの形状を変えることにより収差変動を補正するようにしたものである。即ち、光学系の移動によつて焦点調節を行ない、それに伴う収差の変動をレンズの形状を変化させて補正するようにした光学系であつて、レンズの変形によつては焦点調節作用はもたない。

また特開昭61-208025号は、レンズの形状を変化させることにより焦点調節を行なう光学系であるが、収差補正の作用はもっていない。つまりこの従来例は、本来の像形成光学系にアタッチメントとして形状を変化し得るレンズを装着するもので、このアタッチメントより後方の像形成光学系はその収差状態が一定であるので焦点調節によるアタッチメントにより収差が変動しこれを補正することはできない。

次に本発明の像形成光学系の実施例について説明する。

第1図は本発明の像形成光学系の第1の実施例の断面図で、4群4枚構成の光学系で、第4群レンズを変形して屈折力を変え得るようにしたレンズにし、この屈折力の変化によつて焦点調節を行なうようにしたものである。

この実施例のデータは、次に示す通りである。

$f = 34.2 \text{ mm}$ 、 $F/3.57$ 、 $2\omega = 64.5^\circ$
 $r_1 = 9.3530$
 $d_1 = 3.2100$ $n_1 = 1.69680$ $\nu_1 = 55.52$
 $r_2 = 25.4990$
 $d_2 = 0.8600$
 $r_3 = -5.05100$
 $d_3 = 1.0000$ $n_2 = 1.78472$ $\nu_2 = 25.71$
 $r_4 = 14.7410$
 $d_4 = 1.8600$
 $r_5 = 17.5840$
 $d_5 = 3.1900$ $n_3 = 1.64769$ $\nu_3 = 33.80$
 $r_6 = -25.7370$

〔発明が解決しようとする問題点〕

本発明はレンズ系の光軸に沿つた移動を行なうことなしに焦点調節を行なうもので、収差変動を伴うことのない像形成光学系を提供するものである。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明の像形成光学系は、光学系中の少なくとも一つのレンズの屈折力を変化させることによつて焦点調節を行なうようにしたもので、焦点調節の際の収差変動のないようにしたものである。即ち、焦点調節のために屈折力を変化させるレンズを形状可変なレンズで構成し、これによつて焦点調節操作部材に連動してこのレンズの形状を変化せしめ、屈折力の変化と同時に各面で発生する収差状態も変えるようにして焦点調節と同時に収差の補正も行なうようにしたものである。この形状可変レンズとして、透明な弾性体材料で形成されたレンズや、液体を出入させて形状を変えようようにしたものがある。

〔実施例〕

$d_6 = 0.6260$		
$r_7 = \infty$ (絞り)		
$d_7 = 4.9800$		
$r_8 = -6.3990$		
$d_8 = 1.0000$	$n_4 = 1.60342$	$\nu_4 = 38.01$
$r_9 = -9.4920$		
撮影距離	r_8	r_9
∞	-6.399	-9.492
1.2m	-6.237	-8.708

この第1の実施例における無限遠物点に対する収差状況は第3図に示す通りである。又第4群レンズを変形してデータ中に示すように r_8 、 r_9 を変えて1.2mの物体に焦点調節した場合の収差状況は第4図の通りである。又比較のために同一の光学系で全系繰出しの焦点調節方法を用いた場合の収差状況は第5図の通りである。

両者の比較から本発明の光学系は、従来の全系繰出し方法を用いたものに比べ像面わん曲の変動が小さく抑えられ、糸巻型歪曲収差が改善され

ていることがわかる。又形状の変化量は、データ中に示すように僅かであるので容易に且高速で焦点調節できることがわかる。

第2図は本発明の第2の実施例で、この実施例では、発散群($r_1 \sim r_6$)と収斂群($r_7 \sim r_{15}$)とで構成され両群間の空気間隔を変化させて焦点距離を変化させるようにしたズームレンズである。

ズームレンズでは、一般に最も物体側の群又はその一部レンズを光軸方向に移動させて焦点調節を行えば焦点距離が異なつても焦点調節量がほぼ一定であるという利点がある。

本発明においてもこの実施例のようにレンズ系中の最も物体側の群(発散群)の中のレンズの変形により焦点調節を行なうようにすれば、焦点距離の状態に依らず焦点調節量がほぼ一定になる利点があり、同一の変形量で焦点調節ができる。

この実施例のデータは次の通りである。

$$f = 35 \sim 70, \quad F/3.5 \sim F/4.5$$

$$r_1 = 47.3094$$

$$d_1 = 2.4000 \quad n_1 = 1.74320 \quad \nu_1 = 49.31$$

$$r_{12} = -130.7375$$

$$d_{12} = 1.0000 \quad n_6 = 1.80518 \quad \nu_6 = 25.43$$

$$r_{13} = 18.3369$$

$$d_{13} = 6.4100$$

$$r_{14} = -264.6410$$

$$d_{14} = 2.4500 \quad n_7 = 1.64769 \quad \nu_7 = 33.80$$

$$r_{15} = -36.0810 \text{ (非球面)}$$

非球面の式 $y = \frac{x^2}{4R} + Ex^4 + Fx^6 + Gx^8 + Hx^{10} \dots$
 非球面係数

$$E = 0.10066 \times 10^{-4}, \quad F = -0.18789 \times 10^{-7}$$

$$G = 0.53286 \times 10^{-9}, \quad H = 0.15656 \times 10^{-11}$$

撮影距離	∞	0.75 m
r_1	47.3094	43.0183

この実施例2では収斂群中の最も物体側の負のメニスカスレンズの物体側の面 r_1 を変形して焦点調節を行なつている。この時の変形量はデータ中に示すように極めて小さい。

この実施例の無限遠物体に焦点調節した時の収差状況は第6図(ワイド端)、第7図(中間焦点距離)、第8図(テレ端)に示す通りである。又

$$r_2 = 19.6575$$

$$d_2 = 7.3600$$

$$r_3 = -69.7222$$

$$d_3 = 2.1000 \quad n_2 = 1.69700 \quad \nu_2 = 48.51$$

$$r_4 = -131.5211$$

$$d_4 = 0.2000$$

$$r_5 = 26.0436$$

$$d_5 = 3.0000 \quad n_3 = 1.80518 \quad \nu_3 = 25.43$$

$$r_6 = 34.7226$$

$$d_6 = 28.620 \sim 12.088 \sim 0.789$$

$$r_7 = 28.2347$$

$$d_7 = 3.5000 \quad n_4 = 1.62041 \quad \nu_4 = 60.27$$

$$r_8 = -125.5353$$

$$d_8 = 1.3800$$

$$r_9 = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_9 = 0.3000$$

$$r_{10} = 228.113$$

$$d_{10} = 6.4500 \quad n_5 = 1.78590 \quad \nu_5 = 44.18$$

$$r_{11} = 92.9759$$

$$d_{11} = 0.5700$$

最も物体側のレンズを変形して0.75mの物体に焦点調節した時の収差状況は、第9図(ワイド端)、第10図(中間焦点距離)、第11図(テレ端)に示す通りである。更に従来の前群(発散群)を光軸方向に移動する方法にて撮影距離0.75mに焦点調節した時の収差状況は第12図(ワイド端)、第13図(中間焦点距離)、第14図(テレ端)に示す通りである。

この実施例は焦点調節を行なつた時従来のもの比べ像面わん曲がアンダー補正され中心の像面と一致する方向に変化しかつ子午像面と球欠像面の隔差も小さくなる。またワイド側の樽型歪曲収差が補正されている。更に0.75mの撮影距離での本発明の撮影倍率はワイド端、中間焦点距離、テレ端において夫々 $1/1.76$ 、 $1/1.28$ 、 $1/1.945$ 、であり、一方従来の方法では夫々 $1/1.93$ 、 $1/1.42$ 、 $1/1.05$ であつて同一撮影距離での撮影倍率も1割程度大きくなり、本発明が焦点調節方法として大変優れていることがわかる。

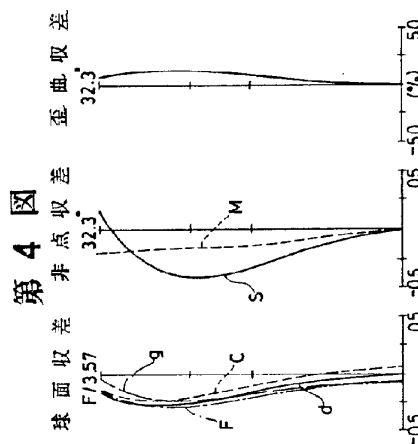
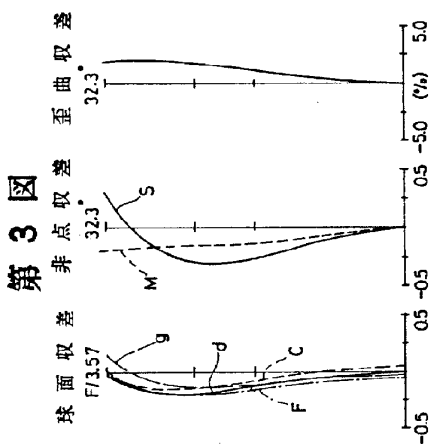
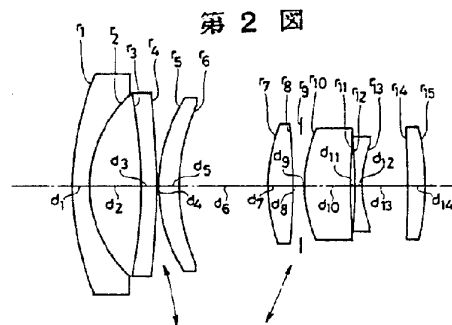
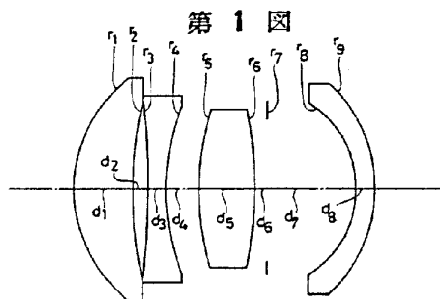
〔発明の効果〕

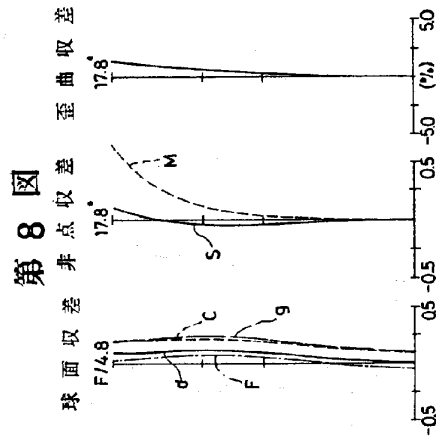
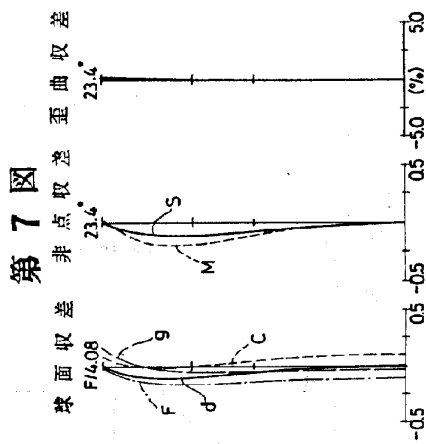
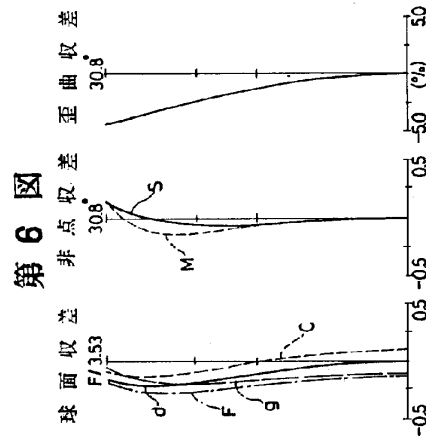
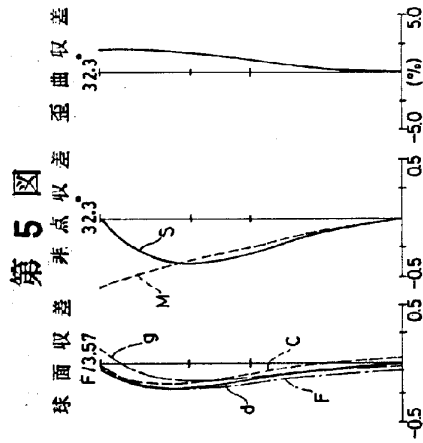
本発明の焦点調節方法は、レンズ系中のレンズの形状を僅かに変化させるのみで収差を良好に補正しながら焦点調節を行ない得る。したがって少ないエネルギー消費量で高速の焦点調節が可能になる。

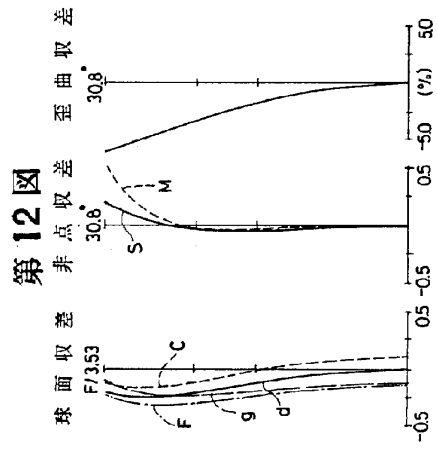
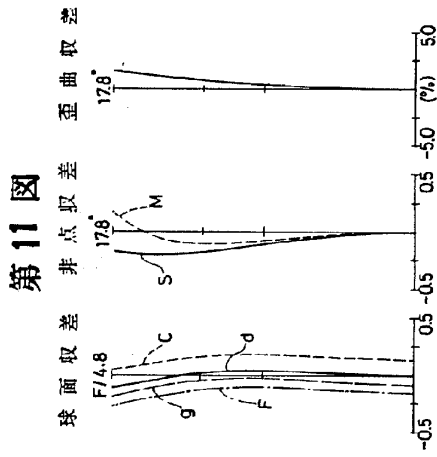
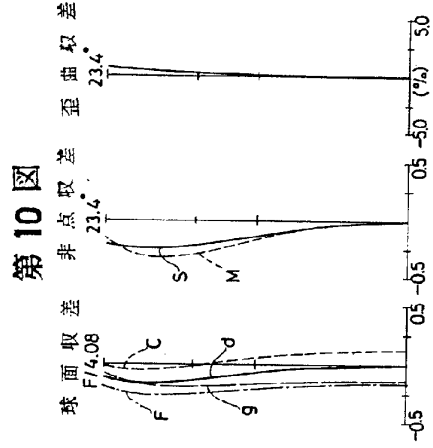
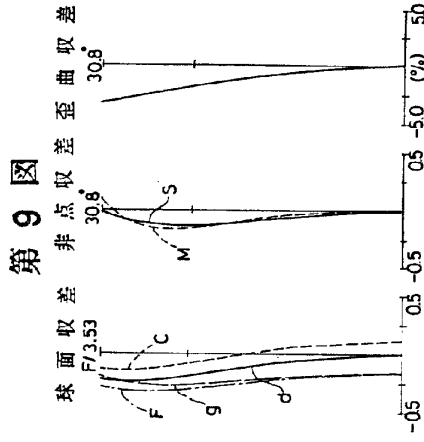
4. 図面の簡単な説明

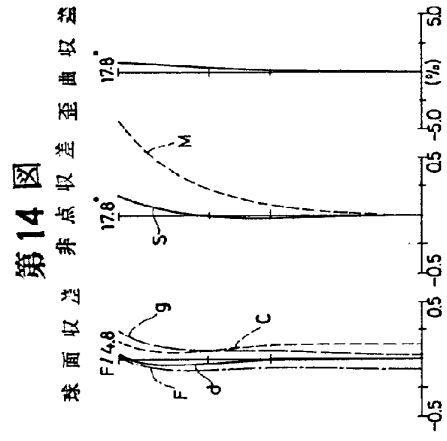
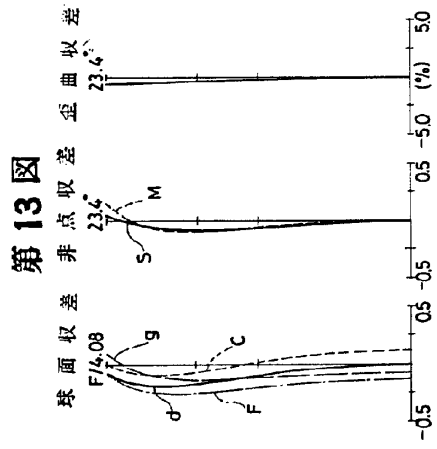
第1図は本発明の第1の実施例の断面図、第2図は本発明の第2の実施例の断面図、第3図、第4図は第1の実施例の収差曲線図、第5図は第1の実施例の光学系を従来の方法にてフォーカシングした時の収差曲線図、第6図乃至第11図は第2の実施例の収差曲線図、第12図乃至第14図は第2の実施例の光学系を従来の方法にてフォーカシングした時の収差曲線図である。

出願人 オリンパス光学工業株式会社
代理人 向 寛 二











Espacenet

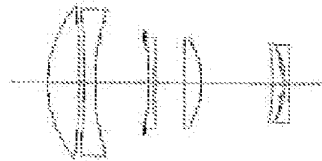
Bibliographic data: JPH1020193 (A) — 1998-01-23

ZOOM LENS

Inventor(s): SHIMO MITSUAKI ± (SHIMO MITSUAKI)
Applicant(s): MINOLTA CO LTD ± (MINOLTA CO LTD)
Classification: - **international:** G02B13/18; G02B15/20; (IPC1-7): G02B13/18; G02B15/20
- **cooperative:**
Application number: JP19960174653 19960704
Priority number(s): JP19960174653 19960704

Abstract of JPH1020193 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact zoom lens having a small number of lenses and a short total length and a compact zoom lens whose aberrations are excellently compensated
SOLUTION: This zoom lens has three group constitution composed, in order from the object side, of a first lens group having a positive refractive power, a second lens group having a positive refractive power and a third lens group having a negative refractive power, zooming is performed by changing the intervals of the respective lens groups, the surface on the object side of a lens on the closest side to the object of the first lens group is made to be convex toward the object side or the surface on the object side of a lens on the closest side to the object of the second lens group is made to be concave toward the object side and the conditional relation: $LBW > DL/2$ is satisfied, where LBW: a lens backfocal length at the wide angle end, DL: the diagonal length of a screen.



(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10-20193

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 15/20 13/18			G 0 2 B 15/20 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願平8-174653

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月4日

(71) 出願人 000006079
 ミノルタ株式会社
 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
 大阪国際ビル

(72) 発明者 志茂 光昭
 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
 国際ビル ミノルタ株式会社内

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 レンズ枚数が少なく全長が短いコンパクトなズームレンズを提供すること、及び、コンパクトでありながら諸収差が良好に補正されたズームレンズを提供すること。

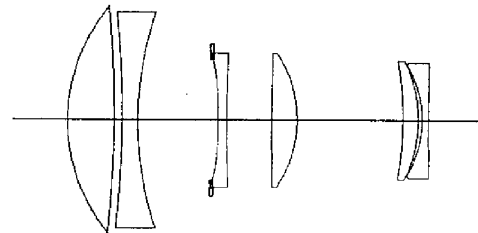
【解決手段】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群から成り、各レンズ群の間隔を変化させることによりズームを行う3群構成のズームレンズであって、第1レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面を物体側に凸の形状とするか、あるいは、第2レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面を物体側に凹の形状とし、さらに次の条件式を満足することを特徴とする；

$$L B w > D L / 2$$

但し、

L B w : 広角端でのレンズバック、

D L : 画面の対角線の長さである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群から成り、各レンズ群の間隔を変化させることによりズームを行う3群構成のズームレンズであって、

第1レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面が物体側に凸の形状をもち、さらに、次の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ；

$$LBw > DL / 2$$

但し、

LBw：広角端でのレンズバック、
DL：画面の対角線の長さである。

【請求項2】さらに、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ；

$$0.1 < \phi_{1-1} / \phi_w < 5.0$$

但し、

ϕ_{1-1} ：第1レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面の屈折力、

ϕ_w ：広角端での全系の屈折力である。

【請求項3】物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群から成り、各レンズ群の間隔を変化させることによりズームを行う3群構成のズームレンズであって、

第2レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面が物体側に凹の形状をもち、さらに、次の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ；

$$LBw > DL / 2$$

但し、

LBw：広角端でのレンズバック、
DL：画面の対角線の長さである。

【請求項4】さらに、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ；

$$-5.0 < \phi_{2-1} / \phi_w < -0.01$$

但し、

ϕ_{2-1} ：第2レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面の屈折力、

ϕ_w ：広角端での全系の屈折力である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明はズームレンズに関する。より詳しくは、レンズバックの長いズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より提案されている望遠系のズームレンズでは、物体側より順に、正・負・正・正の屈折力配置を有する4群構成が主流である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、4群構成のズームレンズでは、一般にレンズ枚数が多くなり、また広角側にズームした時に全長が長くなるという課題を有している。

【0004】本発明の目的は、レンズ枚数が少なく全長が短いコンパクトなズームレンズを提供することにある。

【0005】さらに、本発明の目的は、コンパクトでありながら諸収差が良好に補正されたズームレンズを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群から成り、各レンズ群の間隔を変化させることによりズームを行う3群構成のズームレンズであって、第1レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面を物体側に凸の形状とするか、あるいは、第2レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面を物体側に凹の形状とし、さらに次の条件式を満足することを特徴とする；

$$LBw > DL / 2$$

但し、

LBw：広角端でのレンズバック、
DL：画面の対角線の長さである。

【0007】また、諸収差を良好に補正するためには、次の条件式を満足することが望ましい；

$$0.1 < \phi_{1-1} / \phi_w < 5.0$$

$$-5.0 < \phi_{2-1} / \phi_w < -0.01$$

但し、

ϕ_{1-1} ：第1レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面の屈折力、

ϕ_{2-1} ：第2レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面の屈折力、

ϕ_w ：広角端での全系の屈折力である。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0009】実施形態の基本的な構成は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群の3群構成である。また、ズーム時には、第1レンズ群と第2レンズ群間の第1空気間隔、及び、第2レンズ群と第3レンズ群間の第2空気間隔がともに変化する。

【0010】実施形態のズームレンズは、この基本構成に加えて以下の条件式を満足している。尚、全ての条件式を同時に満足する必要はない。

【0011】

(1) $LBw > DL / 2$

$$(2) 0.1 < \phi_{1-1} / \phi_w < 5.0$$

$$(3) -5.0 < \phi_{2-1} / \phi_w < -0.01$$

$$(4) 0.1 < f_1 / f_2 < 10$$

$$(5) \quad 0.1 < f_{12W} / f_W < 5$$

$$(6) \quad 1.6 < \beta_{3W} < 3.0$$

但し、

L_{BW}: 広角端でのレンズバック、

DL: 画面の対角線の長さ、

ϕ_{1-1} : 第1レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面の屈折力、

ϕ_{2-1} : 第2レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面の屈折力、

ϕ_W : 広角端での全系の屈折力、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離、

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離、

f_{12W} : 広角端での第1レンズ群と第2レンズ群との合成焦点距離、

f_W : 広角端での焦点距離、

β_{3W} : 広角端での第3レンズ群の横倍率である。

【0012】条件(1)は、ズームレンズの広角端におけるレンズバックを規定したものである。物体側から順に正・正・負の屈折力配置を有するズームレンズとして従来提案されているものは、レンズバックが短いものがほとんどであり、特に広角領域でのレンズバックが短かった。レンズバックが短いズームレンズは、コンパクトカメラのように最終レンズ面から像面までが短い装置には最適であるが、最終レンズ面と像面間にミラーが配置された1眼レフカメラのような装置には不向きであった。

【0013】これに対して、本件の実施形態においては、条件式(1)を満足することにより広角領域でのレンズバックを十分に確保することができ、1眼レフカメラのように長いレンズバックを要求する装置にも採用することが可能となる。

【0014】条件式(2)は、第1レンズ群の最も物体側に配置されているレンズ面の屈折力と広角端におけるズームレンズ全体の屈折力との比を規定したものである。

【0015】一般に、望遠用のズームレンズでは、望遠領域においては第1レンズ群を通過する光線が最も高くなる。レンズ群内で光線が高い位置を通過した場合には収差補正が難しくなるため、望遠領域で良好な収差性能を得るには、第1レンズ群を通過する光線位置をできるだけ低くするのが望ましい。この構成は、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面(第1面とする)を物体側に凸形状として正の屈折力を持たせることにより実現できる。

【0016】条件式(2)は、この第1面の屈折力を適切に設定するための条件である。条件式(2)の下限値を下回ると、第1面の屈折力が弱くなりすぎ、第1レンズ群が大きくなってズームレンズのコンパクト化が難しくなる。さらに、第1レンズ群内の他の正の面の屈折力を強くする必要が生じ、特に望遠領域における球面収差

とコマ収差との補正が難しくなる。一方、条件式(2)の上限値を上回ると、第1面の屈折力が強くなりすぎ、望遠領域においてこの第1面で球面収差とコマ収差とが大きく発生してしまうためその補正が難しくなる。

【0017】条件式(3)は、第2レンズ群の最も物体側に配置されているレンズ面の屈折力と広角端におけるズームレンズ全体の屈折力との比を規定したものである。

【0018】第1レンズ群が正の屈折力を有しており、第3レンズ群とが負の屈折力を有している場合、プラスの歪曲収差が発生しやすい。この歪曲収差を補正するためには、第2レンズ群の最も物体側の面(第2面とする)に強い屈折力を与えるのが望ましい。しかしながら、第2面を強い正の屈折力を有する面にした場合には、第2面から大きなコマ収差が発生しやすくなる。これはズームレンズのコンパクト化の目的で第1レンズ群に比較的強い屈折力を与えた際に、第1レンズ群から射出した光線が大きな角度で第2レンズ群に入射するため起こる現象である。従って、第2面には負の屈折力を与えるのが望ましい。また、第2面に強い負の屈折力を与えることにより、第2レンズ群の後方焦点が像面側に位置する。従って、第1空気間隔を小さくすることが可能になり、ズームレンズのコンパクト化にも貢献する。条件式(3)は、この第2面の屈折力を適切に設定するために条件である。

【0019】条件式(3)の下限値を下回ると、第2面の屈折力が強くなりすぎ、歪曲収差がマイナス方向に補正過剰になりやすい。さらに、第2レンズ群に正の屈折力を持たせるために、第2レンズ群内に強い正の屈折力を有する面を配置する必要が生じ、コマ収差が発生しやすくなってしまふ。一方、条件式(3)の上限値を上回ると、第1面の屈折力が弱くなりすぎ、歪曲収差の補正が難しくなるとともに、ズームレンズのコンパクト化を達成するもの難しくなる。

【0020】尚、歪曲収差をより良好に補正するためには、条件式(3)の下限値を-3.0程度に設定するのが効果的である。

【0021】条件式(4)は、第1レンズ群の焦点距離と第2レンズ群の焦点距離との比を規定したものである。条件式(4)の下限値を下回ると、第1レンズ群の屈折力が強くなりすぎるため、望遠領域における球面収差を補正するのが難しくなる。一方、条件式(4)の上限値を上回ると、第2レンズ群の屈折力が強くなりすぎるため、広角領域での歪曲収差と軸外コマ収差とを補正するのが難しくなる。さらに、第1レンズ群の屈折力が弱くなりすぎ、ズーミング時における第1レンズ群の移動量が大きくなり、鏡胴のコンパクト化が難しくなる。

【0022】尚、広角領域での収差をより良好に補正するとともに鏡胴のさらなるコンパクト化を達成するためには、条件式(4)の上限値を2.2程度に設定するの

が効果的である。

【0023】条件式(5)は、広角端における第1レンズ群と第2レンズ群との合成焦点距離と広角端におけるズームレンズの焦点距離との比を規定したものである。条件式(5)の下限値を下回ると、第1レンズ群及び第2レンズ群の屈折力がともに強くなりすぎるため、望遠領域での球面収差と広角領域での軸外収差を補正するのが難しくなる。また、条件式(5)の上限値を上回ると、第1レンズ群及び第2レンズ群の屈折力がともに弱くなりすぎるため、ズームレンズのコンパクトさが失われる。

【0024】条件式(6)は、広角端における第3レンズ群の横倍率を規定したものである。条件式(6)の下限値を下回ると、第3レンズ群の屈折力が強くなりすぎるため、第3レンズ群内での収差補正、特に像面湾曲及びコマ収差を補正するのが難しくなる。一方、条件式(6)の上限値を上回ると、第3レンズ群の屈折力が弱くなりすぎるため、ズームレンズのコンパクトさが失われる。

【0025】条件式(7)は、第1レンズ群の軸上間隔を規定したものである。条件式(7)の下限値を下回ると、第1レンズ群内の正の屈折力を有するレンズに十分なコバ面を確保することが難しくなる。条件式(7)の上限値を上回ると、第1群の長さが長くなりすぎ、ズームレンズのコンパクト化が難しくなる。

【0026】また、実施形態のズームレンズには、非球面を設けるのが望ましい。但し、必ずしも非球面を設ける必要がないのは当然である。

【0027】第1レンズ群中に非球面を設けた場合には以下の効果が達成される。すなわち、ズームレンズをコンパクトにし、さらに、広角端から望遠端へのズーム時における第1レンズ群の移動量を小さくするためには、第1レンズ群の屈折力を強くする必要がある。第1レンズ群の屈折力を強くした場合には、球面収差(特に望遠領域での球面収差)が発生しやすくなるが、第1レンズ群中に設けられた非球面はこの球面収差を補正するのに効果的である。さらに、第1レンズ群の最も物体側の面に負の屈折力を持たせて広角領域で十分なレンズバックを確保しようとした際、この面に強い負の屈折力を与えるとプラスの球面収差やプラスの軸上色収差が発生しやすくなる。そこで、この面を負の屈折力を弱める方向の非球面とすれば、これらの収差を良好に保ちつつ広角領域での十分なレンズバックの確保に効果的である。

【0028】第2レンズ群中に非球面を設けた場合には以下の効果が達成される。すなわち、ズームレンズをコンパクトにするためには、第2レンズ群の屈折力を強くする必要がある。第2レンズ群の屈折力を強くした場合には、広角領域での軸外コマ収差が発生しやすくなるが、第2レンズ群中に設けられた非球面はこの軸外コマ収差を補正するのに効果的である。さらに、第2レンズ

群を少ないレンズ枚数で構成しようとする、第2レンズ群中の最も像面側の面に強い正の屈折力を与える必要が生じ、球面収差係数が正の大きな値となりやすくなる。そこで、それほど強くない屈折力を有する負の面を非球面とすれば、この非球面で大きな負の球面収差係数を発生させることが可能となり、第2レンズ群内での球面収差を打ち消すのに効果的である。

【0029】第3レンズ群中に非球面を設けた場合には以下の効果が達成される。すなわち、ズームレンズをコンパクトにするために第1レンズ群と第2レンズ群との屈折力を強くすると、必然的に第3レンズ群の屈折力も強くする必要がある。第3レンズ群の屈折力を強くした場合には、負の面の屈折力が強くなってしまいマイナスの像面湾曲が発生しやすくなる。特にレンズバックが長いズームレンズではこの傾向が顕著になる。第3レンズ群中に設けられた非球面はこの像面湾曲を補正するのに効果的である。さらに、第3レンズ群を少ないレンズ枚数で構成しようとする、第3レンズ群中に強い負の屈折力を持った面を設ける必要が生じ、球面収差係数が負の大きな値となりやすくなる。そこで、第3レンズ群中に非球面を用いることによりこの非球面で大きな正の球面収差係数を発生させることが可能となり、第3レンズ群内での球面収差を打ち消すのに効果的である。

【0030】尚、ズームレンズ全体に3枚以上の非球面を用いることにより、各レンズ群を構成するレンズ枚数を非常に少なくすることが可能となる。例えば、各レンズ群をそれぞれ2枚のレンズで構成することも可能である。この際、特に第2レンズ群と第3レンズ群とに非球面を設けるのが効果的である。

【0031】また、ズーム時に第1レンズ群と第3レンズ群とを一体的に移動させるのが望ましい。ズーム時に第1レンズ群と第3レンズ群とを一体的に移動させることにより、鏡筒構成、特にズームのためのカム構成を簡単に行うことができる。

【0032】また、フォーカシングは第2レンズ群で行うのが望ましい。なぜなら、第1レンズ群の屈折力はそれほど強くないため、第1レンズ群でフォーカシングを行う場合フォーカシング時の移動量が大きくなってしまふ。さらに、第1レンズ群と第2レンズ群とがともに正の屈折力を有するため、近接側へのフォーカシング時に第1レンズ群と第2レンズ群間とが大きく開くことになり、特に望遠領域での負の球面収差と負の像面湾曲とが発生する。また、第3レンズ群でフォーカシングを行う場合、フォーカシング時に第3レンズ群が像面側に移動することになりレンズバック短くなるため、特に一眼レフカメラのように長いレンズバックを必要とする装置には不向きである。これに対して、第2レンズ群でフォーカシングを行った場合には、収差変動及びフォーカシング移動量が小さくなる等の利点がある。

【0033】

【実施例】以下、各実施例の具体的な数値データを示す。各実施例の詳細なレンズ構成は、図1から図17及び表1から表31に示す通りである。尚、各図は全て無限遠にフォーカシングした状態を示している。また、各表において、 r_i ($i=1,2,3,\dots$)は物体側から数えて i 番目の面の曲率半径、 d_i ($i=1,2,3,\dots$)は物体側から数えて i 番目の軸上面間隔を示し、 N_i ($i=1,2,3,\dots$)、 ν_i ($i=1,2,3,\dots$)は物体側から数えて i 番目のレンズの d 線に対する屈折率(N_d)、アッペ数(ν_d)を示す。また、表中に広角端・中間焦点距離・望遠端でのズームレンズの焦点距離 f 及びFナンバーFNO.を併せて示す。さらに、*印を付した面は非球面で構成された面であることを示す。非球面の面形状は以下の式で定義するものとする。

【0034】

【数1】

実施例1のレンズ構成

$f=82.0 \sim 120.0 \sim 158.0$
 $FNO.=4.6 \sim 5.2 \sim 5.7$

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(N_d)	アッペ数
r_1 24.096			
r_2 -163.557	d_1 5.520	N_1 1.71300	ν_1 53.93
r_3 -146.873	d_2 0.980		
r_4 47.389	d_3 1.920	N_2 1.80741	ν_2 31.69
r_5 絞り	d_4 8.695 ~ 15.630 ~ 19.294		
	d_5 0.800		
* r_6 -58.697	d_6 1.000	N_3 1.85000	ν_3 40.04
r_7 190.384	d_7 5.320		
r_8 1027.486	d_8 3.020	N_4 1.51680	ν_4 64.20
r_9 -16.363	d_9 12.665 ~ 5.328 ~ 1.000		
* r_{10} -52.240	d_{10} 1.840	N_5 1.79850	ν_5 22.60
r_{11} -18.366	d_{11} 0.450		
r_{12} -14.891	d_{12} 0.750	N_6 1.80500	ν_6 40.97
* r_{13} 160.189			
$\Sigma d =$		42.960 ~ 42.558 ~ 41.894	

【0038】

【表2】

実施例1の非球面係数

r6:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^0$
 $A_4 = -0.44116 \times 10^{-4}$
 $A_6 = 0.23475 \times 10^{-6}$
 $A_8 = -0.10883 \times 10^{-7}$
 $A_{10} = 0.15315 \times 10^{-9}$
 $A_{12} = -0.85233 \times 10^{-11}$
 $A_{14} = 0.78185 \times 10^{-13}$
 $A_{16} = 0.11566 \times 10^{-15}$

r10:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^0$
 $A_4 = -0.32730 \times 10^{-4}$
 $A_6 = 0.28940 \times 10^{-6}$
 $A_8 = 0.45843 \times 10^{-7}$
 $A_{10} = -0.71081 \times 10^{-9}$
 $A_{12} = 0.88070 \times 10^{-11}$
 $A_{14} = 0.12446 \times 10^{-13}$
 $A_{16} = 0.22007 \times 10^{-15}$

r18:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^0$
 $A_4 = -0.44116 \times 10^{-4}$
 $A_6 = 0.23475 \times 10^{-6}$
 $A_8 = -0.10883 \times 10^{-7}$
 $A_{10} = 0.15315 \times 10^{-9}$
 $A_{12} = -0.85233 \times 10^{-11}$
 $A_{14} = 0.78185 \times 10^{-13}$
 $A_{16} = 0.11566 \times 10^{-15}$

$$X = \frac{C \cdot Y^2}{\sqrt{1 + (1 - \varepsilon \cdot Y^2 \cdot C^2)}} + \sum_{i=1}^7 A_i Y^i$$

【0035】但し、

X: 光軸方向の基準曲面からの変位量

Y: 光軸に対して垂直方向の高さ

C: 近軸曲率

 ε : 2次曲面パラメーター Λ : 非球面係数である。

【0036】さらに、各実施例の収差図を図18から図38に示す。どの収差図においても、上段は広角端、中段は中間焦点距離、下段は望遠端の収差状況を示している。また、実施例4, 7, 14, 15では、近接フォーカシング時の収差状況もあわせて示している。

【0037】

【表1】

【0039】

【表3】

実施例2のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.6 ~ 5.2 ~ 5.7

曲率半径	軸上間隔	屈折率(Nd)	アッベ数
r1 24.101	d1 5.520	N1 1.71300	v1 53.93
r2 -164.342	d2 0.980		
r3 -146.667	d3 1.920	N2 1.60741	v2 31.59
r4 47.397	d4 8.254 ~ 15.381 ~ 19.231		
r5 絞り	d5 0.800		
* r6 -58.620	d6 1.000	N3 1.85000	v3 40.04
* r7 170.198	d7 5.320		
r8 1741.917	d8 3.020	N4 1.51680	v4 64.20
r9 -16.363	d9 13.283 ~ 5.579 ~ 1.000		
* r10 -52.846	d10 1.840	N5 1.79850	v5 22.60
r11 -18.367	d11 0.450		
r12 -14.861	d12 0.750	N6 1.80500	v6 40.97
* r13 193.602			
$\Sigma d=$		43.137 ~ 42.58 ~ 41.831	

【0040】

【表4】

実施例2の非球面係数

r6:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.43351 \times 10^{-5}$
 $A6 = 0.23167 \times 10^{-6}$
 $A8 = -0.10917 \times 10^{-7}$
 $A10 = 0.15377 \times 10^{-8}$
 $A12 = -0.84872 \times 10^{-10}$
 $A14 = 0.78185 \times 10^{-11}$
 $A16 = 0.11566 \times 10^{-10}$

r7:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-5}$
 $A4 = -0.38494 \times 10^{-6}$
 $A6 = 0.10444 \times 10^{-7}$
 $A8 = 0.48241 \times 10^{-11}$
 $A10 = -0.10907 \times 10^{-12}$
 $A12 = -0.25801 \times 10^{-11}$

r10:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.33110 \times 10^{-5}$
 $A6 = 0.29430 \times 10^{-6}$
 $A8 = 0.46163 \times 10^{-7}$
 $A10 = -0.70917 \times 10^{-8}$
 $A12 = 0.86252 \times 10^{-10}$
 $A14 = 0.12445 \times 10^{-11}$
 $A16 = 0.22007 \times 10^{-11}$

r13:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.60404 \times 10^{-5}$
 $A6 = 0.78833 \times 10^{-6}$
 $A8 = -0.15752 \times 10^{-7}$
 $A10 = 0.26799 \times 10^{-8}$
 $A12 = -0.15938 \times 10^{-11}$
 $A14 = -0.12835 \times 10^{-10}$
 $A16 = -0.23419 \times 10^{-11}$

【0041】

【表5】

実施例3のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 6.7

曲率半径	軸上距離	屈折率(Nd)	アッベ数
r1 24.753	d1 7.000	N1 1.69100	ν 1 54.75
r2 -170.668	d2 1.180		
r3 -151.154	d3 1.980	N2 1.80741	ν 2 31.59
r4 45.704	d4 5.025 ~ 13.271 ~ 18.355		
r5 フレアクター	d5 0.860		
* r6 -36.300	d6 1.000	N3 1.78831	ν 3 47.32
r7 1509.958	d7 0.820		
r8 絞り	d8 3.230		
r9 265.691	d9 3.350	N4 1.48749	ν 4 70.44
r10 -16.318	d10 0.500		
r11 フレアクター	d11 17.495 ~ 5.328 ~ 1.000		
* r12 -82.136	d12 1.790	N5 1.79850	ν 5 22.60
r13 -24.995	d13 0.940		
r14 -17.066	d14 0.800	N6 1.80500	ν 6 40.97
* r15 -742.341			
$\Sigma d =$		45.970 ~ 43.96 ~ 42.805	

【0042】

【表6】

実施例3の非球面係数

r6:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.39419 \times 10^{-7}$
 $A6 = 0.81732 \times 10^{-9}$
 $A8 = -0.50904 \times 10^{-11}$
 $A10 = 0.63079 \times 10^{-13}$
 $A12 = -0.32886 \times 10^{-15}$

r12:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = 0.10528 \times 10^{-7}$
 $A6 = 0.96880 \times 10^{-9}$
 $A8 = 0.20231 \times 10^{-11}$
 $A10 = -0.28508 \times 10^{-13}$
 $A12 = 0.28108 \times 10^{-15}$

r15:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.33714 \times 10^{-7}$
 $A6 = 0.35844 \times 10^{-9}$
 $A8 = -0.80989 \times 10^{-11}$
 $A10 = 0.13636 \times 10^{-13}$
 $A12 = -0.78402 \times 10^{-15}$

【0043】

【表7】

実施例4のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 6.7

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッベ数
r1 32.591			
r2 -161.851	d1 5.877	N1 1.69100	v1 54.75
r3 -116.617	d2 2.548		
r4 77.552	d3 1.000	N2 1.80741	v2 31.59
* r5 -25.895	d4 15.396 ~ 31.343 ~ 37.054		
* r6 -98.414	d5 1.000	N3 1.83400	v3 37.05
r7 絞り	d6 0.568		
r8 -441.580	d7 3.000		
r9 -14.775	d8 3.192	N4 1.56873	v4 63.10
* r10 -1940.843	d9 15.129 ~ 6.361 ~ 1.000		
r11 -20.511	d10 2.212	N5 1.76450	v5 32.17
r12 -15.522	d11 0.565		
* r13 71.145	d12 0.700	N6 1.80500	v6 51.57
$\Sigma d=$		51.187 ~ 58.366 ~ 58.716	

近接フォーカシング (D=1.0m)

d4 12.392 ~ 26.837 ~ 31.669
d9 18.133 ~ 10.867 ~ 6.385

【0044】

【表8】

実施例4の非球面係数

r6:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
A4= -0.50284 $\times 10^{-4}$
A6= -0.88171 $\times 10^{-7}$
A8= -0.11756 $\times 10^{-7}$
A10= 0.27112 $\times 10^{-11}$
A12= -0.25485 $\times 10^{-11}$

r8:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-5}$
A4= -0.37396 $\times 10^{-5}$
A6= 0.54781 $\times 10^{-9}$
A8= -0.44828 $\times 10^{-11}$
A10= -0.30118 $\times 10^{-12}$
A12= -0.28385 $\times 10^{-14}$

r10:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
A4= -0.72467 $\times 10^{-4}$
A6= 0.66828 $\times 10^{-7}$
A8= -0.13765 $\times 10^{-7}$
A10= 0.35385 $\times 10^{-11}$
A12= -0.21767 $\times 10^{-11}$

r13:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
A4= -0.37474 $\times 10^{-4}$
A6= 0.52227 $\times 10^{-7}$
A8= -0.12204 $\times 10^{-7}$
A10= 0.31183 $\times 10^{-11}$
A12= -0.22332 $\times 10^{-11}$

【0045】

【表9】

実施例5のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.8 ~ 5.2 ~ 5.7

	曲率半径	軸上間隔	屈折率(Nd)	アッベ数
* r1	32.410	d1 10.000	N1 1.62230	ν 1 53.11
r2	-361.920	d2 6.700		
r3	-113.705	d3 1.440	N2 1.84666	ν 2 23.82
r4	107.861	d4 4.544 ~ 22.877 ~ 28.662		
* r5	-30.717	d5 1.200	N3 1.80741	ν 3 31.69
r6	-271.463	d6 4.900		
r7	-181.809	d7 2.670	N4 1.62280	ν 4 56.88
r8	-15.642	d8 0.500		
r9	絞り	d9 15.937 ~ 6.779 ~ 1.000		
* r10	176.488	d10 1.970	N5 1.76000	ν 5 25.14
r11	-22.454	d11 0.530		
r12	-17.238	d12 0.850	N6 1.85000	ν 6 40.04
* r13	62.248			
		$\Sigma d=$ 51.241 ~ 60.216 ~ 60.422		

【0046】

【表10】

実施例5の非球面係数

r1:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-8}$
 $A4 = 0.69127 \times 10^{-9}$
 $A6 = -0.56366 \times 10^{-11}$
 $A8 = 0.11704 \times 10^{-13}$
 $A10 = 0.19276 \times 10^{-15}$
 $A12 = -0.68161 \times 10^{-18}$

r5:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-8}$
 $A4 = -0.52915 \times 10^{-9}$
 $A6 = 0.21093 \times 10^{-11}$
 $A8 = -0.18873 \times 10^{-13}$
 $A10 = 0.31014 \times 10^{-15}$
 $A12 = -0.23164 \times 10^{-18}$

r10:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-8}$
 $A4 = -0.20483 \times 10^{-9}$
 $A6 = 0.96091 \times 10^{-11}$
 $A8 = 0.11660 \times 10^{-13}$
 $A10 = -0.21619 \times 10^{-15}$
 $A12 = 0.21289 \times 10^{-18}$

r13:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-8}$
 $A4 = -0.53825 \times 10^{-9}$
 $A6 = 0.67444 \times 10^{-11}$
 $A8 = -0.16134 \times 10^{-13}$
 $A10 = 0.36475 \times 10^{-15}$
 $A12 = -0.26644 \times 10^{-18}$

【0047】

【表11】

実施例6のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 6.7

曲率半径		軸上面間隔		屈折率(Nd)		アッベ数	
r1	33.480	d1	4.300	N1	1.74250	ν 1	52.47
r2	-115.645	d2	0.900				
r3	-121.066	d3	1.000	N2	1.67741	ν 2	28.50
r4	82.780	d4	5.454 ~ 15.322 ~ 19.941				
r5	-28.888	d5	1.000	N3	1.51009	ν 3	63.43
r6	-116.093	d6	9.300				
r7	-91.771	d7	2.000	N4	1.64769	ν 4	31.23
r8	-33.543	d8	0.500				
r9	絞り	d9	4.000				
r10	212.642	d10	2.630	N5	1.60881	ν 5	58.85
r11	-18.976	d11	0.180				
r12	-18.425	d12	0.800	N6	1.79504	ν 6	28.39
r13	-39.416	d13	16.747 ~ 6.819 ~ 1.000				
r14	-30.848	d14	1.300	N7	1.79850	ν 7	22.60
r15	-19.102	d15	0.100				
r16	-19.803	d16	0.800	N8	1.75450	ν 8	51.57
r17	355.100						
$\Sigma d=$		51.011 ~ 50.951 ~ 49.751					

【0048】

【表12】

実施例7のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 5.7

曲率半径		軸上面間隔		屈折率(nd)		アッベ数	
r1	36.856	d1	5.130	N1	1.70800	v1	53.23
r2	-120.408	d2	0.860				
r3	-132.510	d3	1.000	N2	1.74000	v2	31.72
r4	75.978	d4	5.429 ~ 18.174 ~ 23.493				
r5	-34.220	d5	1.000	N3	1.48749	v3	70.44
r6	-73.401	d6	12.900				
r7	絞り	d7	5.880				
r8	159.548	d8	2.580	N4	1.77000	v4	48.92
r9	-24.967	d9	0.900				
r10	-21.289	d10	0.950	N5	1.84668	v5	24.51
r11	-34.161	d11	17.230 ~ 7.079 ~ 1.000				
r12	-29.184	d12	1.480	N6	1.79950	v6	22.60
r13	-20.039	d13	0.100				
r14	-21.828	d14	0.950	N7	1.75450	v7	51.57
r15	2732.017						
		Σd	56.189 ~ 58.783 ~ 58.023				

近接フォーカシング (D=1.0m)

d4 1.988 ~ 13.405 ~ 17.065
d11 20.671 ~ 11.848 ~ 8.629

【0049】

【表13】

実施例8のレンズ構成

f=82.0 ~ 138.0 ~ 234.0
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 6.7

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッベ数
r1	43.926		
r2	246.738	d1 12.000	N1 1.63980 ν1 34.55
r3	31.080	d2 2.000	
r4	278.824	d3 8.850	N2 1.48749 ν2 70.44
r5	29.662	d4 1.300	N3 1.78472 ν3 26.70
* r6	-27.530	d5 9.737 ~ 32.164 ~ 37.729	
r7	99.589	d6 3.000	N4 1.85000 ν4 40.04
r8	絞り	d7 0.850	
r9	-98.291	d8 0.850	
r10	-17.029	d9 5.500	N5 1.51728 ν5 69.43
r11	41.613	d10 0.100	
r12	-21.925	d11 4.000	N6 1.48749 ν6 70.44
* r13	-108.582	d12 11.538 ~ 5.884 ~ 1.000	
r14	23.084	d13 0.750	N7 1.80500 ν7 40.97
r15	-144.723	d14 1.950	
* r16	34.666	d15 0.750	N8 1.85000 ν8 40.04
r17	86.855	d16 0.230	
r18	-30.346	d17 2.600	N9 1.79850 ν9 22.60
		Σc=	66.005 ~ 82.778 ~ 83.459

【0050】

【表14】

実施例8の非球面係数

r6:
 $\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.50885 \times 10^{-6}$
 $A6 = -0.33844 \times 10^{-8}$
 $A8 = 0.59822 \times 10^{-10}$
 $A10 = -0.59169 \times 10^{-12}$
 $A12 = 0.31293 \times 10^{-12}$

r13:
 $\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.11983 \times 10^{-6}$
 $A6 = 0.53127 \times 10^{-8}$
 $A8 = -0.84365 \times 10^{-10}$
 $A10 = 0.70483 \times 10^{-12}$
 $A12 = -0.31428 \times 10^{-12}$

【0051】

【表15】

r16:
 $\varepsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.12509 \times 10^{-6}$
 $A6 = 0.74056 \times 10^{-8}$
 $A8 = -0.83283 \times 10^{-10}$
 $A10 = 0.68124 \times 10^{-12}$
 $A12 = -0.30883 \times 10^{-12}$

実施例9のレンズ構成

f=82.0 ~ 138.0 ~ 234.0
FNo.=4.6 ~ 5.2 ~ 5.7

	曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッベ数
r1	41.589			
r2	139.887	d1 8.120	N1 1.83400	v1 37.05
r3	32.987	d2 1.500		
r4	144.800	d3 8.630	N2 1.48749	v2 70.44
r5	31.525	d4 1.300	N3 1.84666	v3 23.82
r6	絞り	d5 5.334 ~ 29.731 ~ 33.915		
r7	-25.236	d6 1.700		
* r8	84.973	d7 0.900	N4 1.80600	v4 40.97
r9	フレット	d8 0.840		
r10	-408.893	d9 3.240		
r11	-16.423	d10 3.200	N5 1.48749	v5 70.44
r12	68.284	d11 0.100		
r13	-20.411	d12 3.330	N6 1.48749	v6 70.44
r14	絞り	d13 0.100		
r15	-472.567	d14 11.827 ~ 5.615 ~ 1.000		
* r16	20.582	d15 0.800	N7 1.77260	v7 49.77
r17	-146.639	d16 1.720		
* r18	32.460	d17 0.900	N8 1.75450	v8 51.67
r19	57.832	d18 0.100		
r20	-59.876	d19 2.000	N9 1.79850	v9 22.60
		$\Sigma d=$ 54.541 ~ 71.728 ~ 71.295		

【0052】

【表16】

実施例9の非球面係数

r7:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.10000 \times 10^0 \\ A4 &= -0.50523 \times 10^{-4} \\ A6 &= -0.39512 \times 10^{-6} \\ A8 &= 0.59832 \times 10^{-9} \\ A10 &= -0.44617 \times 10^{-10} \\ A12 &= 0.44350 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

r15:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.10000 \times 10^0 \\ A4 &= -0.13498 \times 10^{-3} \\ A6 &= 0.79859 \times 10^{-6} \\ A8 &= -0.91736 \times 10^{-9} \\ A10 &= 0.89963 \times 10^{-10} \\ A12 &= -0.51932 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

【0053】

【表17】

r18:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.10000 \times 10^0 \\ A4 &= -0.14838 \times 10^{-2} \\ A6 &= 0.70475 \times 10^{-6} \\ A8 &= -0.76810 \times 10^{-9} \\ A10 &= 0.59949 \times 10^{-10} \\ A12 &= -0.39824 \times 10^{-12} \end{aligned}$$

実施例10のレンズ構成

f=82.0 ~ 138.0 ~ 234.0
F No.=4.6 ~ 5.2 ~ 5.7

	曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッベ数
r1	36.993			
r2	100.383	d1 5.480	N1 1.80500	v1 40.97
r3	24.493	d2 6.400		
r4	192.356	d3 7.000	N2 1.48749	v2 70.44
r5	177.167	d4 0.100	N3 1.70055	v3 30.11
r6	20.018	d5 1.300 ~ 23.685 ~ 28.473		
r7	-31.209	d6 5.535		
* r8	101.241	d7 0.900	N4 1.85000	v4 40.04
r9	-328.159	d8 3.030		
r10	-15.566	d9 4.060	N5 1.48749	v5 70.44
r11	44.887	d10 1.950		
r12	-22.013	d11 3.760	N6 1.48749	v6 70.44
r13	絞り	d12 0.100		
* r14	-34.985	d13 9.060 ~ 4.579 ~ 1.000		
r15	27.438	d14 0.750	N7 1.85000	v7 40.04
r16	-40.087	d15 2.000		
* r17	103.884	d16 0.750	N8 1.80500	v8 40.97
r18	95.499	d17 0.100		
r19	-26.962	d18 2.570	N9 1.79850	v9 22.60
Σd=			54.865 ~ 68.514 ~ 69.723	

【0054】

【表18】

実施例10の非球面係数

r7:

ε= 0.10000 x 10⁴
A4= -0.61722 x 10⁴
A6= -0.16007 x 10⁸
A8= 0.80476 x 10⁸
A10= -0.56202 x 10¹¹
A12= 0.47071 x 10¹⁶

r14:

ε= 0.10000 x 10⁴
A4= -0.32203 x 10⁴
A6= 0.53012 x 10⁸
A8= -0.15013 x 10⁷
A10= 0.18858 x 10⁹
A12= -0.90240 x 10¹¹

【0055】

【表19】

r17:

ε= 0.10000 x 10⁴
A4= -0.48594 x 10⁴
A6= 0.57978 x 10⁸
A8= -0.14360 x 10⁷
A10= 0.17839 x 10⁹
A12= -0.85458 x 10¹²

実施例11のレンズ構成

f=82.0 ~ 138.0 ~ 234.0
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 6.7

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(nd)	アッベ数
r1 40.584			
r2 421.058	d1 8.850	N1 1.67339	v1 29.25
r3 34.256	d2 0.100		
r4 -488.749	d3 8.480	N2 1.48749	v2 70.44
r5 29.724	d4 1.300	N3 1.80518	v3 26.43
* r6 -38.801	d5 11.762 ~ 36.109 ~ 42.55		
r7 42.307	d6 2.450	N4 1.77551	v4 37.90
r8 絞り	d7 1.320		
r9 -274.307	d8 1.480		
r10 -16.525	d9 5.250	N5 1.61680	v5 64.20
r11 48.360	d10 0.900		
r12 -20.656	d11 5.130	N6 1.48749	v6 70.44
* r13 -820.547	d12 9.447 ~ 5.615 ~ 1.000		
r14 19.756	d13 0.800	N7 1.83400	v7 37.05
r15 -55.324	d14 2.550		
* r16 35.028	d15 0.800	N8 1.85000	v8 40.04
r17 105.734	d16 0.230		
r18 -24.366	d17 2.930	N9 1.79850	v9 22.60
$\Sigma d=$		63.779 ~ 63.791 ~ 66.21	

【0056】

【0057】

【表20】

【表21】

実施例11の非球面係数

r6:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^0$
 $A4 = -0.65731 \times 10^{-4}$
 $A6 = -0.31441 \times 10^{-6}$
 $A8 = 0.49324 \times 10^{-8}$
 $A10 = -0.60268 \times 10^{-10}$
 $A12 = 0.27929 \times 10^{-12}$

r16:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^0$
 $A4 = -0.13246 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.73791 \times 10^{-6}$
 $A8 = -0.94943 \times 10^{-8}$
 $A10 = 0.86587 \times 10^{-10}$
 $A12 = -0.44144 \times 10^{-12}$

r13:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^0$
 $A4 = -0.12079 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.56521 \times 10^{-6}$
 $A8 = -0.78435 \times 10^{-8}$
 $A10 = 0.84146 \times 10^{-10}$
 $A12 = -0.44119 \times 10^{-12}$

実施例12のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 6.7

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッベ数
r1 24.719	d1 7.000	N1 1.69350	v1 51.83
r2 -146.346	d2 1.180		
r3 -117.052	d3 1.980	N2 1.60741	v2 31.59
r4 45.312	d4 5.292 ~ 15.167 ~ 21.378		
r5 絞り	d5 0.860		
* r6 -36.255	d6 1.000	N3 1.78831	v3 47.32
r7 -561.520	d7 0.820		
r8 フリカッター	d8 3.230		
r9 347.472	d9 3.350	N4 1.48749	v4 70.44
r10 -16.332	d10 0.500		
r11 絞り	d11 17.086 ~ 7.211 ~ 1.000		
* r12 -86.730	d12 1.790	N5 1.79850	v5 22.60
r13 -27.436	d13 0.940		
r14 -17.016	d14 0.800	N6 1.80500	v6 40.97
* r15 -259.281			
$\Sigma d =$		45.826 ~ 45.828 ~ 45.828	

【0058】

【表22】

実施例12の非球面係数

r6:

$e = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.38332 \times 10^{-7}$
 $A6 = 0.78074 \times 10^{-9}$
 $A8 = -0.50818 \times 10^{-11}$
 $A10 = 0.63173 \times 10^{-10}$
 $A12 = -0.32902 \times 10^{-12}$

r12:

$e = 0.10000 \times 10^{-5}$
 $A4 = -0.97551 \times 10^{-8}$
 $A6 = 0.10049 \times 10^{-6}$
 $A8 = 0.20804 \times 10^{-8}$
 $A10 = -0.26332 \times 10^{-10}$
 $A12 = 0.25958 \times 10^{-12}$

r15:

$e = 0.10000 \times 10^{-4}$
 $A4 = -0.34091 \times 10^{-7}$
 $A6 = 0.35339 \times 10^{-9}$
 $A8 = -0.81651 \times 10^{-11}$
 $A10 = 0.13540 \times 10^{-10}$
 $A12 = -0.80298 \times 10^{-12}$

【0059】

【表23】

実施例13のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 6.7

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(n _d)	アッベ数
r1 39.782	d1 4.900	N1 1.69680	v1 56.47
r2 -126.443	d2 0.900		
r3 -198.873	d3 1.000	N2 1.75000	v2 25.14
r4 110.252	d4 7.759 ~ 17.235 ~ 21.169		
r5 絞り	d5 2.000		
r6 -21.416	d6 1.000	N3 1.51680	v3 64.20
r7 -99.032	d7 6.500		
r8 -49.900	d8 2.400	N4 1.67339	v4 29.25
r9 -22.506	d9 5.952		
r10 90.180	d10 4.100	N5 1.60881	v5 58.85
r11 -16.198	d11 0.810	N6 1.75520	v6 27.51
r12 -52.137	d12 16.591 ~ 6.647 ~ 1.000		
r13 -42.194	d13 1.800	N7 1.79850	v7 22.60
r14 -22.114	d14 0.210		
r15 -22.305	d15 0.800	N8 1.75450	v8 51.57
r16 93.408			
$\Sigma d=$ 56.722 ~ 56.254 ~ 54.541			

【0060】

【表24】

実施例14のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 6.7

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッベ数
r1 29.774			
r2 -734.214	d1 4.900	N1 1.69100	v1 54.75
r3 1135.048	d2 0.900		
r4 81.587	d3 1.000	N2 1.80518	v2 25.43
r5 絞り	d4 5.128 ~ 16.319 ~ 21.867		
r6 -19.512	d5 2.000		
r7 -99.455	d6 1.000	N3 1.48749	v3 70.44
r8 -26.840	d7 2.500		
r9 -18.643	d8 2.400	N4 1.67339	v4 29.25
r10 67.466	d9 4.500		
r11 -20.737	d10 4.100	N5 1.51728	v5 69.43
* r12 -36.181	d11 0.810	N6 1.75000	v6 25.14
* r13 -28.411	d12 18.936 ~ 7.745 ~ 1.000		
r14 -20.858	d13 1.800	N7 1.83350	v7 21.00
r15 -19.388	d14 0.400		
* r16 -136.490	d15 0.800	N8 1.76450	v8 51.57
$\Sigma d=$		51.174 ~ 51.174 ~ 49.997	

近接フォーカシング (D=1.0m)

d4 1.215 ~ 10.872 ~ 15.247
d12 22.849 ~ 13.192 ~ 7.540

【0061】

【表25】

実施例14の非球面係数

r12:

$\varepsilon= 0.10000 \times 10^0$
A4= 0.41519×10^{-5}
A6= -0.19986×10^{-9}
A8= -0.27913×10^{-10}
A10= -0.11359×10^{-12}
A12= 0.14355×10^{-14}

r13:

$\varepsilon= 0.10000 \times 10^0$
A4= 0.22402×10^{-5}
A6= 0.14821×10^{-7}
A8= 0.12811×10^{-10}
A10= -0.28781×10^{-13}
A12= -0.20030×10^{-14}

r16:

$\varepsilon= 0.10000 \times 10^0$
A4= -0.32367×10^{-5}
A6= -0.19044×10^{-7}
A8= 0.14468×10^{-9}
A10= 0.45280×10^{-11}
A12= -0.42698×10^{-13}

【0062】

【表26】

実施例15のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 158.0
FNo.=4.6 ~ 5.2 ~ 6.7

曲率半径	軸上間隔	屈折率(Nd)	アッペ数
r1 27.018			
r2 -162.243	d1 6.000	N1 1.69350	v1 60.29
r3 -161.398	d2 1.000		
r4 64.048	d3 1.500	N2 1.80518	v2 25.43
r5 絞り	d4 5.210 ~ 13.997 ~ 18.310		
* r6 -111.894	d5 1.500		
r7 27.712	d6 0.956	N3 1.51728	v3 69.43
r8 26.428	d7 0.481		
r9 36.197	d8 0.999	N4 1.67339	v4 29.25
r10 112.883	d9 4.600		
r11 43.862	d10 0.664	N5 1.75000	v5 25.14
r12 -18.004	d11 4.500	N6 1.51728	v6 69.43
r13 フレアコーテ	d12 0.000		
r14 -103.181	d13 12.899 ~ 5.428 ~ 1.000		
r15 44.391	d14 1.000	N7 1.75450	v7 51.57
* r16 272.257	d15 1.699		
r17 -19.223	d16 2.100	N8 1.67339	v8 29.25
r18 -15.051	d17 0.520		
* r19 -99.766	d18 0.900	N9 1.78831	v9 47.32
$\Sigma d =$		46.528 ~ 47.844 ~ 47.729	

近接フォーカシング (D=1.0m)

d4 1.432 ~ 8.923 ~ 12.275
d13 18.677 ~ 10.501 ~ 7.035

【0063】

【0064】

【表27】

【表28】

実施例15の非球面係数

r6:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
A4= -0.51682 $\times 10^{-6}$
A6= 0.21032 $\times 10^{-8}$
A8= -0.95866 $\times 10^{-9}$
A10= 0.14680 $\times 10^{-12}$
A12= 0.18682 $\times 10^{-13}$
A14= -0.95748 $\times 10^{-15}$
A16= 0.13103 $\times 10^{-18}$

r18:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
A4= -0.32114 $\times 10^{-6}$
A6= 0.19507 $\times 10^{-8}$
A8= 0.41842 $\times 10^{-9}$
A10= -0.75382 $\times 10^{-10}$
A12= 0.79392 $\times 10^{-13}$
A14= -0.58510 $\times 10^{-15}$
A16= 0.20482 $\times 10^{-17}$

r19:

$\epsilon = 0.10000 \times 10^{-4}$
A4= -0.49755 $\times 10^{-6}$
A6= 0.64250 $\times 10^{-8}$
A8= -0.16276 $\times 10^{-9}$
A10= 0.26982 $\times 10^{-10}$
A12= -0.15553 $\times 10^{-11}$
A14= 0.17043 $\times 10^{-18}$
A16= -0.31331 $\times 10^{-17}$

実施例16のレンズ構成

f=82.0 ~ 120.0 ~ 195.0
F No.=4.5 ~ 5.2 ~ 5.7

	曲率半径	軸上距離	屈折率(Nd)	アッベ数
r1	37.487			
r2	-176.281	d1	5.865 N1	ν1 60.29
r3	-195.347	d2	0.892	
r4	102.078	d3	1.500 N2	ν2 25.43
r5	絞り	d4	4.305 ~ 18.809 ~ 27.073	
* r6	-213.618	d5	1.500	
r7	33.905	d6	0.958 N3	ν3 70.44
r8	22.311	d7	0.458	
r9	27.186	d8	1.300 N4	ν4 29.25
r10	126.750	d9	4.406	
r11	30.344	d10	0.664 N5	ν5 31.52
r12	-19.071	d11	5.794 N6	ν6 69.43
r13	フリアクター	d12	0.000	
r14	124.878	d13	15.081 ~ 7.865 ~ 1.000	
r15	19.012	d14	0.966 N7	ν7 35.43
* r16	34.987	d15	1.979	
r17	-21.241	d16	2.700 N8	ν8 29.69
r18	-15.594	d17	0.959	
* r19	212.741	d18	0.900 N9	ν9 47.32
Σ d=			60.225 ~ 57.313 ~ 58.912	

【0065】

【表29】

実施例16の非球面係数

r6:

ε= 0.10000 x 10⁰
A4= -0.46993 x 10⁻⁴
A6= 0.25232 x 10⁻⁸
A8= -0.10280 x 10⁻⁷
A10= 0.14261 x 10⁻⁹
A12= -0.89700 x 10⁻¹²
A14= 0.10842 x 10⁻¹⁶
A16= 0.65934 x 10⁻¹⁷

r18:

ε= 0.10000 x 10⁰
A4= -0.26837 x 10⁻⁴
A6= 0.51262 x 10⁻⁷
A8= 0.33315 x 10⁻⁸
A10= -0.79489 x 10⁻¹⁰
A12= 0.77630 x 10⁻¹²
A14= -0.74657 x 10⁻¹⁵
A16= -0.97514 x 10⁻¹⁸

【0066】

【表30】

r19:

ε= 0.10000 x 10⁰
A4= -0.89557 x 10⁻⁴
A6= 0.53709 x 10⁻⁸
A8= -0.16549 x 10⁻⁷
A10= 0.27094 x 10⁻⁹
A12= -0.15055 x 10⁻¹¹
A14= 0.52740 x 10⁻¹⁶
A16= -0.23824 x 10⁻¹⁸

実施例17のレンズ構成

f=153.7 ~ 225.0 ~ 296.2
FNo.=4.6 ~ 6.2 ~ 5.7

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッベ数
r1 46.886	d1 11.100	N1 1.75450	v1 51.57
r2 -345.999	d2 3.200		
r3 -233.734	d3 2.500	N2 1.84666	v2 23.82
r4 130.104	d4 18.778 ~ 22.304 ~ 25.867		
r5 絞り	d5 2.810		
* r6 -3000.030	d6 1.500	N3 1.48749	v3 70.44
r7 74.051	d7 0.100		
r8 33.273	d8 3.790	N4 1.59270	v4 35.45
r9 36.385	d9 4.360		
r10 -4379.242	d10 1.850	N5 1.84666	v5 23.82
r11 71.395	d11 9.900	N6 1.58144	v6 40.69
r12 -35.758	d12 4.984		
r13 7.777	d13 14.403 ~ 6.548 ~ 1.875		
r14 -72.870	d14 1.500	N7 1.87800	v7 38.14
r15 20.034	d15 0.130		
* r16 20.584	d16 10.600	N8 1.67339	v8 29.25
r17 -17.570	d17 0.260		
r18 -16.447	d18 1.500	N9 1.87800	v9 38.14
* r19 -100.155			
$\Sigma c =$		91.073 ~ 88.746 ~ 87.636	

【0067】

【表31】

実施例17の非球面係数

r6:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^0$
 $A4 = -0.88605 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.59406 \times 10^{-9}$
 $A8 = -0.10728 \times 10^{-9}$
 $A10 = 0.52575 \times 10^{-12}$
 $A12 = -0.90447 \times 10^{-13}$
 $A14 = -0.28885 \times 10^{-16}$
 $A16 = 0.53635 \times 10^{-21}$

r16:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^0$
 $A4 = -0.84751 \times 10^{-3}$
 $A6 = -0.10095 \times 10^{-9}$
 $A8 = 0.80736 \times 10^{-9}$
 $A10 = -0.15887 \times 10^{-12}$
 $A12 = -0.85737 \times 10^{-13}$
 $A14 = -0.38966 \times 10^{-16}$
 $A16 = 0.98706 \times 10^{-21}$

r19:

$\varepsilon = 0.10000 \times 10^0$
 $A4 = -0.59933 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.12258 \times 10^{-9}$
 $A8 = -0.27224 \times 10^{-9}$
 $A10 = 0.34258 \times 10^{-11}$
 $A12 = 0.13922 \times 10^{-12}$
 $A14 = -0.18280 \times 10^{-16}$
 $A16 = -0.28732 \times 10^{-21}$

【0068】実施例1、2において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は両凹の負レンズと両凸の正レンズから成り、第3レンズ群は像面側に凸の正メニスカスレンズと両凹の負レンズとから成る。

【0069】実施例3において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は両凹の負レンズと両凸の正レンズから成り、第3レンズ群

は像面側に凸の正メニスカスレンズと物体側に凹の負メニスカスレンズとから成る。

【0070】実施例4、5において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は物体側に凹の負メニスカスレンズと像面側に凸の正メニスカスレンズから成り、第3レンズ群は像面側に凸の正メニスカスレンズと両凹の負レンズとから成る。さらに、近接撮影距離1.0mにフォーカシングした状態を載せる。フォーカシングは第2群で行う。

【0071】実施例6において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は物体側に凹の負メニスカスレンズと像面側に凸の正メニスカスレンズと両凸の正レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズから成り、第3レンズ群は像面側に凸の正メニスカスレンズと両凹の負レンズとから成る。

【0072】実施例7において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は物体側に凹の負メニスカスレンズと両凸の正レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズから成り、第3レンズ群は像面側に凸の正メニスカスレンズと両凹の負レンズとから成る。さらに、近接撮影距離1.0mにフォーカシングした状態を載せる。フォーカシングは第2群で行う。

【0073】実施例8において、第1レンズ群は物体側に凸の正メニスカスレンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと像側に凹の負メニスカスレンズの貼合わせレンズから成り、第2レンズ群は両凹の負レンズと像側に凸の正メニスカスレンズと両凸の正レンズから成り、第3レンズ群は両凹の負レンズと両凹の負レンズと両凸の正レンズとから成る。

【0074】実施例9において、第1レンズ群は物体側に凸の正メニスカスレンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと像側に凹の負メニスカスレンズの貼合わせレンズから成り、第2レンズ群は両凹の負レンズと像側に凸の正メニスカスレンズと両凸の正レンズから成り、第3レンズ群は両凹の負レンズと両凹の負レンズと両凸の正レンズとから成る。

【0075】実施例10において、第1レンズ群は物体側に凸の正メニスカスレンズと物体側に凸の正メニスカスレンズと像側に凹の負メニスカスレンズから成り、第2レンズ群は両凹の負レンズと像側に凸の正メニスカスレンズと両凸の正レンズから成り、第3レンズ群は両凹の負レンズと両凹の負レンズと両凸の正レンズとから成る。

【0076】実施例11において、第1レンズ群は物体側に凸の正メニスカスレンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと像側に凹の負メニスカスレンズの貼合わせレンズから成り、第2レンズ群は両凹の負レンズと像側に凸の正メニスカスレンズと両凸の正レンズより成り、第3レンズ群は両凹の負レンズと両凹の負レンズと両凸の正レンズとから成る。

【0077】実施例12において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は像側に凹の負メニスカスレンズと両凸の正レンズから成り、第3レンズ群は像面側に凸の正メニスカスレンズと物体側に凸の正レンズとから成る。ズームでは、第1群と第3群が一体で移動する。

【0078】実施例13において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は物体側に凹の負メニスカスレンズと像面側に凸の正メニスカスレンズと、両凸の正レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズの貼合わせレンズから成り、第3レンズ群は像面側に凸の正メニスカスレンズと両凹の負レンズと

から成る。

【0079】実施例14において、第1レンズ群は両凸の正レンズと像側に凹の負メニスカスレンズから成り、第2レンズ群は物体側に凹の負メニスカスレンズと像面側に凸の正メニスカスレンズと、両凸の正レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズの貼合わせレンズから成り、第3レンズ群は像面側に凸の正メニスカスレンズと物体側に凹の負メニスカスレンズとから成る。

【0080】実施例15において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は両凹の負レンズと物体側に凸の正メニスカスレンズと、像側に凹の負メニスカスレンズと両凸の正レンズの貼合わせレンズから成り、第3レンズ群は両凹の負レンズと両凸の正レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズとから成る。

【0081】実施例16において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は両凹の負レンズと物体側に凸の正メニスカスレンズと、像側に凹の負メニスカスレンズと両凸の正レンズの貼合わせレンズから成り、第3レンズ群は像面側に凹の負メニスカスレンズと両凸の正レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズから成る。

【0082】実施例17において、第1レンズ群は両凸の正レンズと両凹の負レンズから成り、第2レンズ群は両凹の負レンズと物体側に凸の正メニスカスレンズと、両凹の負レンズと両凹の負レンズの貼合わせレンズから成り、第3レンズ群は両凹の負レンズと両凸の正レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズから成る。

【0083】全ての実施例において、絞りは第2レンズ群の物体側、像面側、あるいは第2レンズ群中に配置されており、ズーム時には第2レンズ群と一体となって移動するか、あるいは第2レンズ群と独立して移動する。また、フォーカシングは第2レンズ群によって行われる。

【0084】発明の実施の形態の項で説明した条件式(1)から(6)と各実施例との関係を、表21に示す。

【0085】

【表32】

条件式	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
下限値	21.6	0.10	-5.00	0.10	0.10	1.600
上限値	---	5.00	-0.01	10.00	5.00	3.000
実施例 1	29.6	2.43	-1.19	1.24	0.52	1.912
実施例 2	29.6	2.43	-1.19	1.19	0.53	1.885
実施例 3	29.0	2.29	-2.00	1.12	0.60	1.667
実施例 4	29.5	1.74	-2.64	1.88	0.57	1.747
実施例 5	29.0	1.57	-2.15	2.08	0.60	1.676
実施例 6	29.1	1.82	-1.45	1.14	0.57	1.748
実施例 7	29.3	1.58	-1.17	1.56	0.59	1.683
実施例 8	29.1	1.19	-2.53	4.41	0.46	2.193
実施例 9	28.7	1.64	-2.62	3.35	0.44	2.291
実施例 10	29.0	1.78	-2.23	4.70	0.41	2.423
実施例 11	31.1	1.36	-1.64	5.26	0.41	2.440
実施例 12	29.0	2.30	-1.78	1.28	0.59	1.690
実施例 13	27.6	1.44	-1.98	1.20	0.59	1.705
実施例 14	29.8	1.90	-2.05	1.09	0.59	1.705
実施例 15	29.1	2.10	-0.38	1.23	0.51	1.966
実施例 16	27.6	1.52	-0.19	1.64	0.51	1.952
実施例 17	28.8	2.48	-0.02	0.87	0.49	2.048

【0086】

【発明の効果】本発明によると、レンズ枚数が少なく全長が短いコンパクトなズームレンズが得られる。また、コンパクトでありながら諸収差が良好に補正されたズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1のレンズ構成図。

【図2】実施例2のレンズ構成図。

【図3】実施例3のレンズ構成図。

【図4】実施例4のレンズ構成図。

【図5】実施例5のレンズ構成図。

【図6】実施例6のレンズ構成図。

【図7】実施例7のレンズ構成図。

【図8】実施例8のレンズ構成図。

【図9】実施例9のレンズ構成図。

【図10】実施例10のレンズ構成図。

【図11】実施例11のレンズ構成図。

【図12】実施例12のレンズ構成図。

【図13】実施例13のレンズ構成図。

【図14】実施例14のレンズ構成図。

【図15】実施例15のレンズ構成図。

【図16】実施例16のレンズ構成図。

【図17】実施例17のレンズ構成図。

【図18】実施例1の収差図。

【図19】実施例2の収差図。

【図20】実施例3の収差図。

【図21】実施例4の収差図。

【図22】実施例4の収差図（近接フォーカシング時）。

【図23】実施例5の収差図。

【図24】実施例6の収差図。

【図25】実施例7の収差図。

【図26】実施例7の収差図（近接フォーカシング時）。

【図27】実施例8の収差図。

【図28】実施例9の収差図。

【図29】実施例10の収差図。

【図30】実施例11の収差図。

【図31】実施例12の収差図。

【図32】実施例13の収差図。

【図33】実施例14の収差図。

【図34】実施例14の収差図（近接フォーカシング時）。

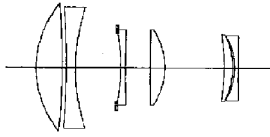
【図35】実施例15の収差図。

【図36】実施例15の収差図（近接フォーカシング時）。

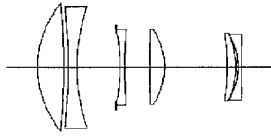
【図37】実施例16の収差図。

【図38】実施例17の収差図。

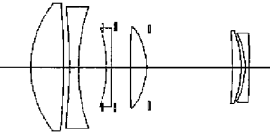
【図1】



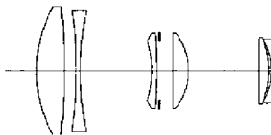
【図2】



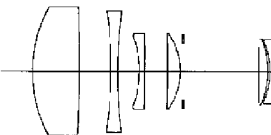
【図3】



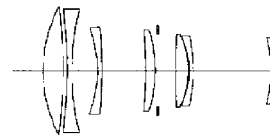
【図4】



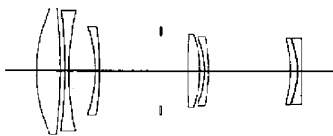
【図5】



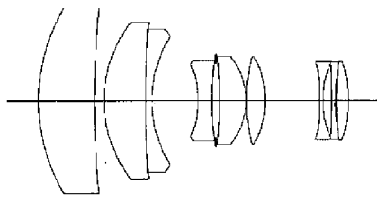
【図6】



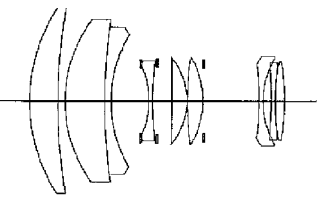
【図7】



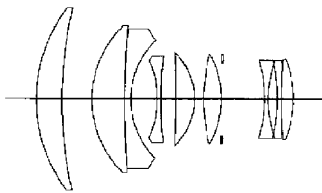
【図8】



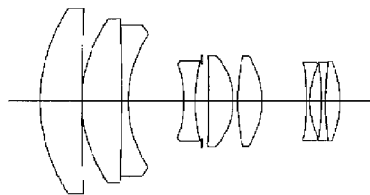
【図9】



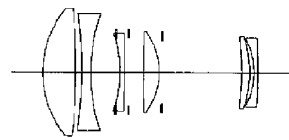
【図10】



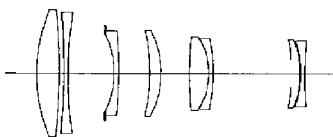
【図11】



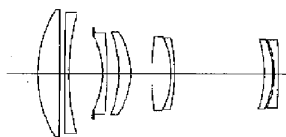
【図12】



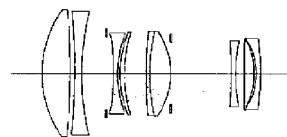
【図13】



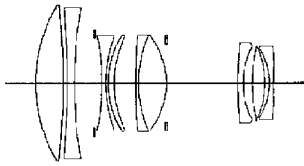
【図14】



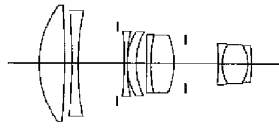
【図15】



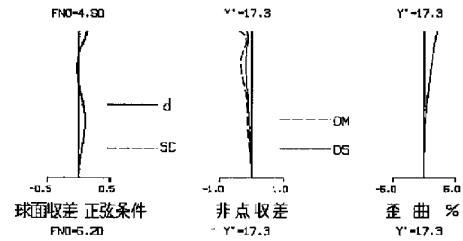
【図16】



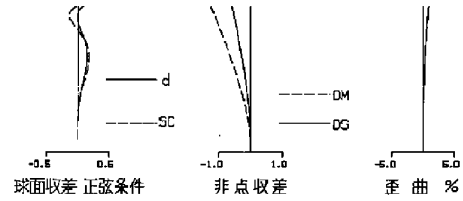
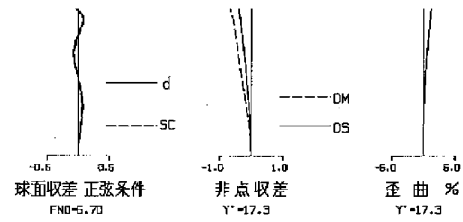
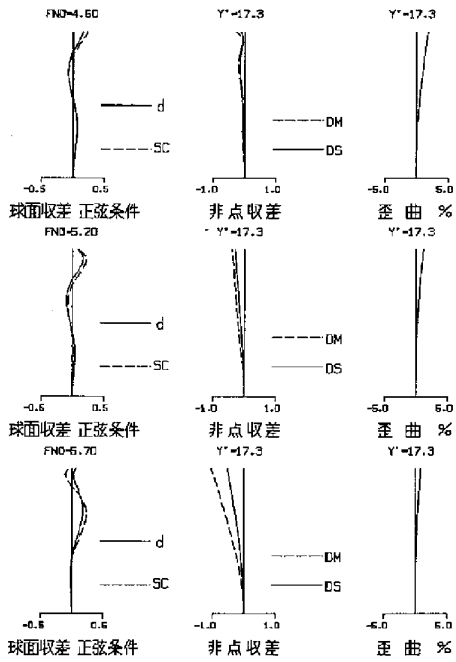
【図17】



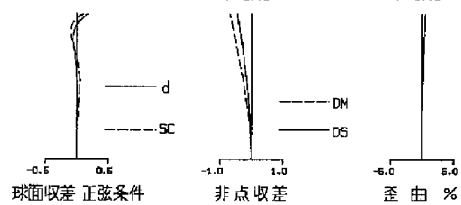
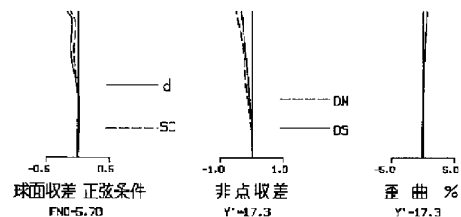
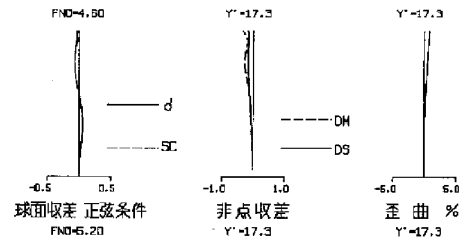
【図18】



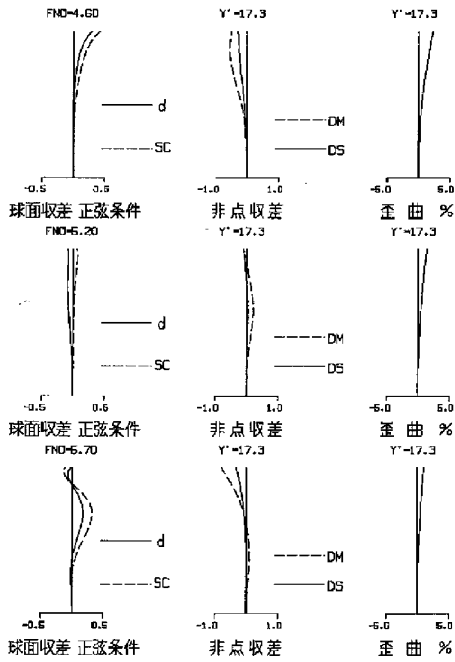
【図19】



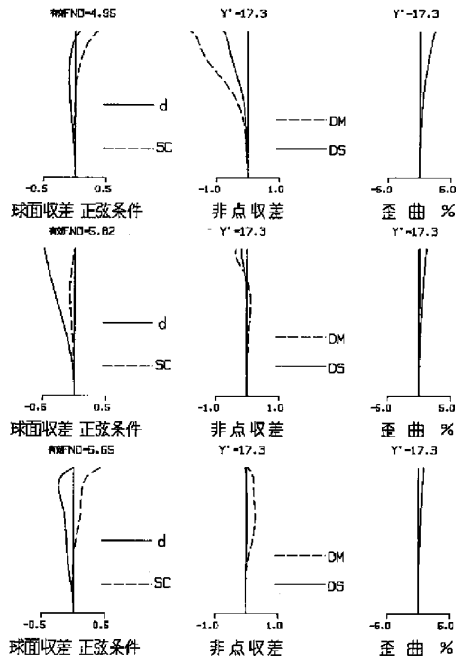
【図20】



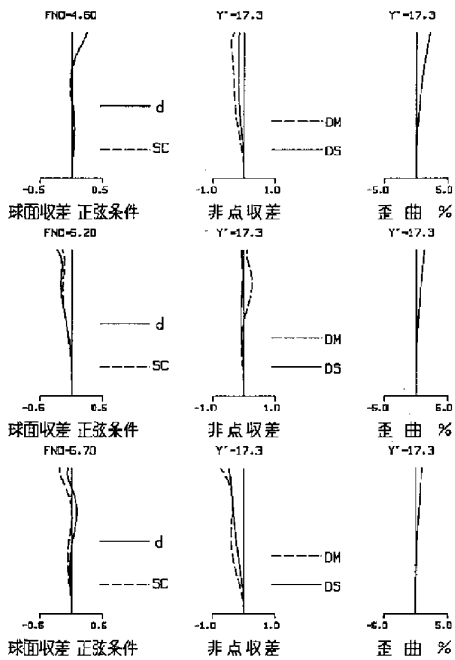
【図21】



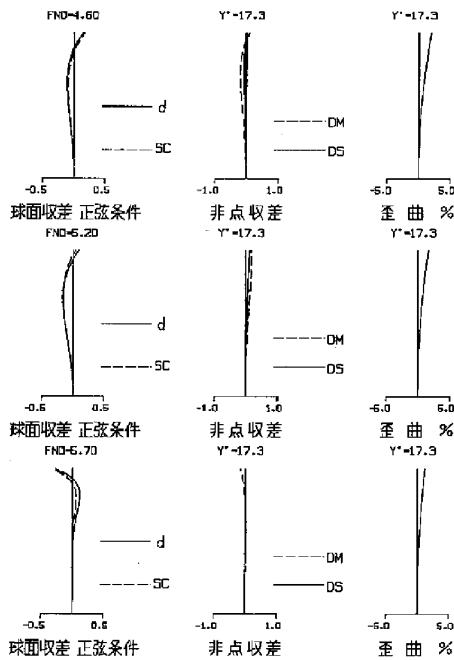
【図22】



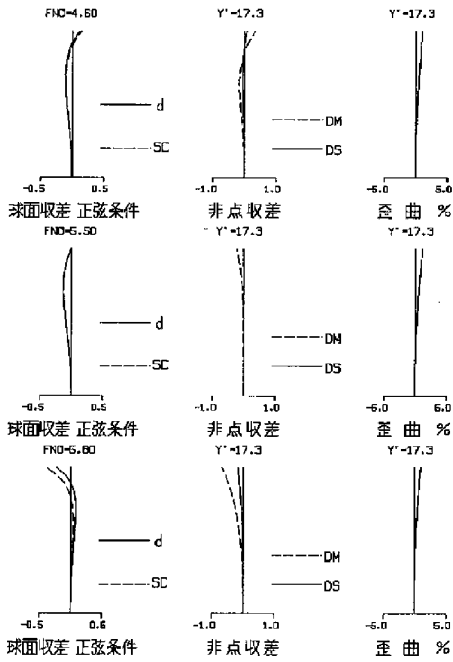
【図23】



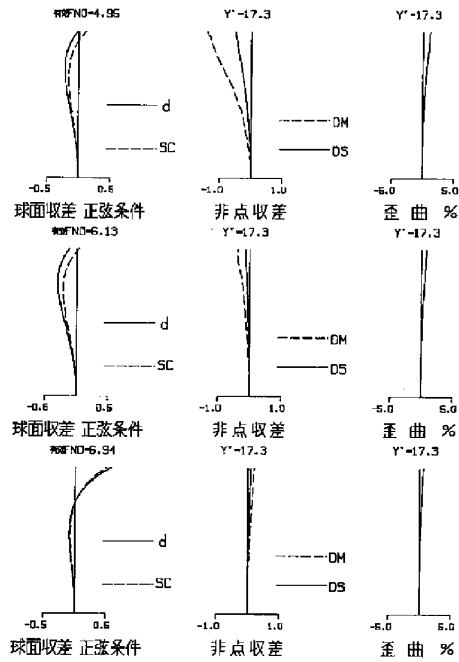
【図24】



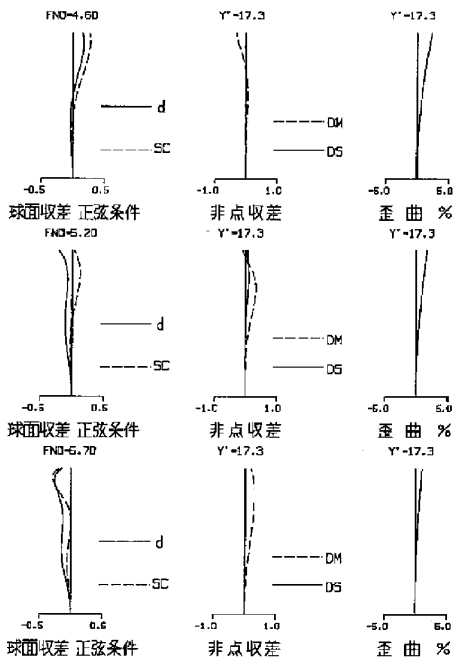
【図25】



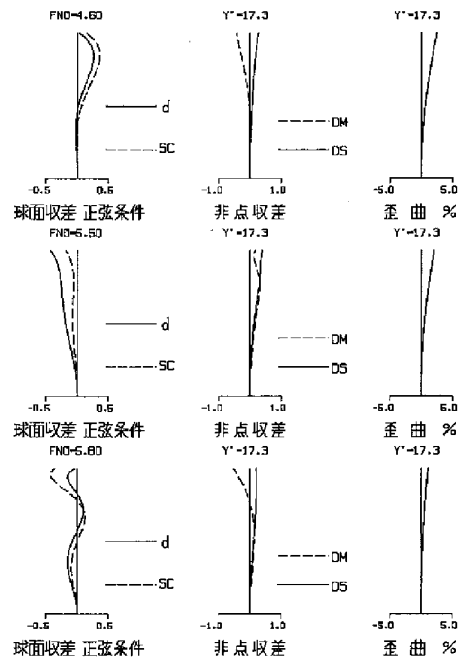
【図26】



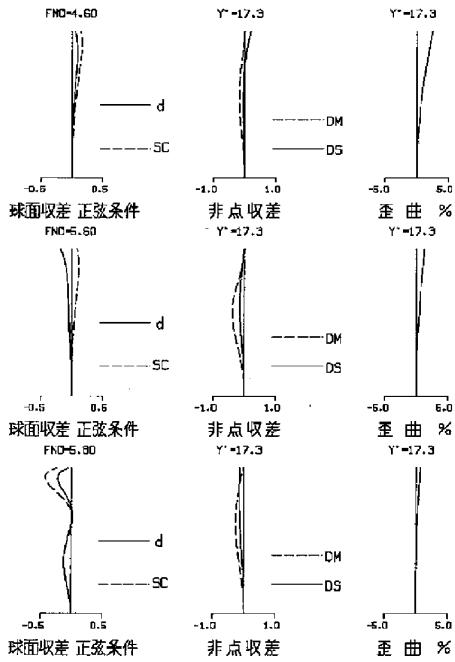
【図27】



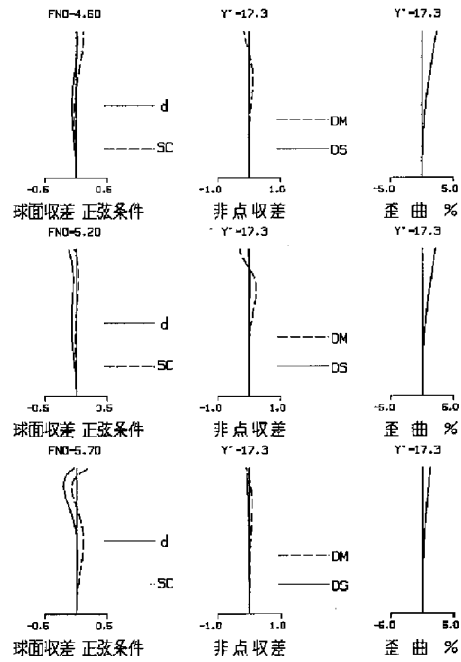
【図28】



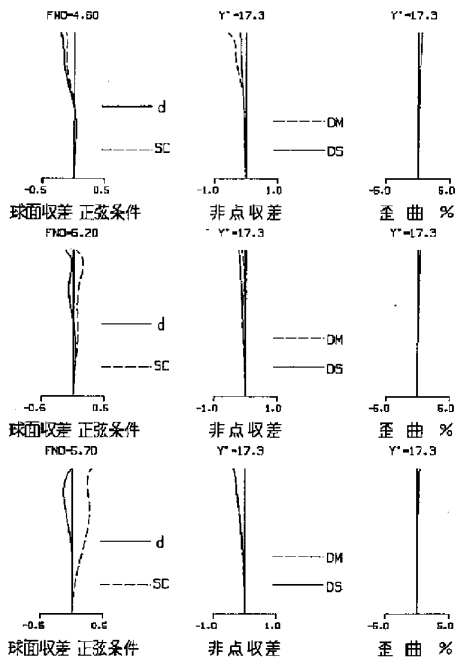
【図29】



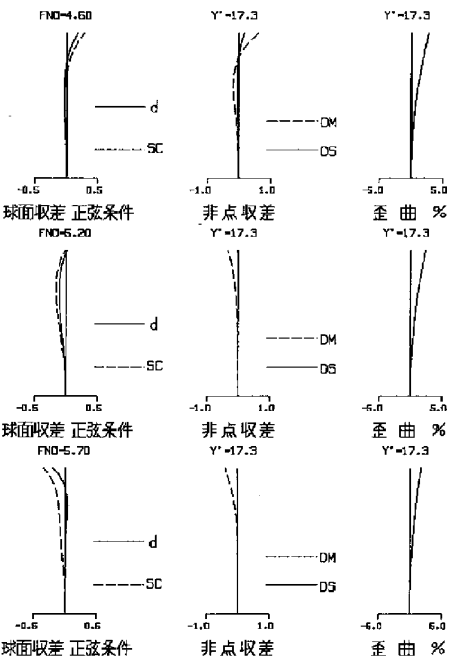
【図30】



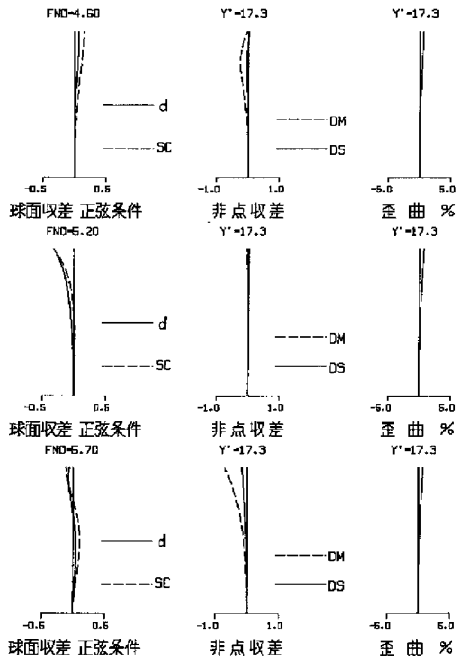
【図31】



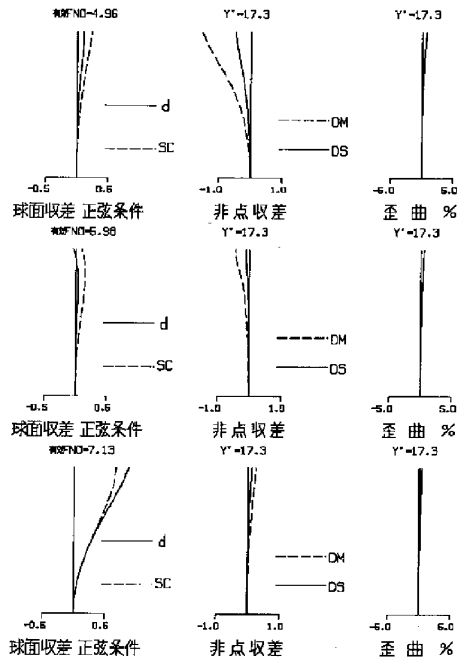
【図32】



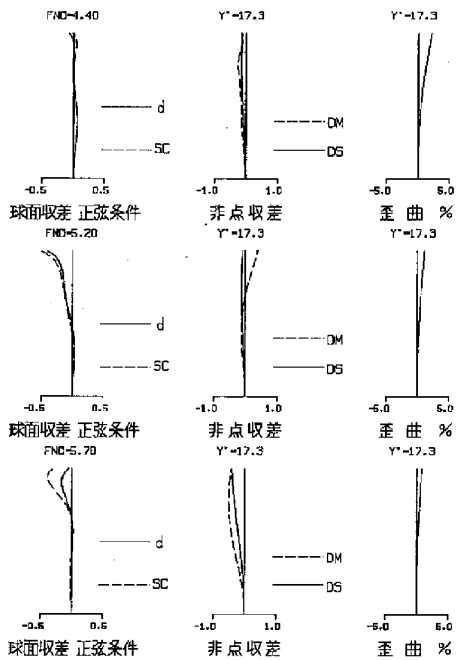
【図33】



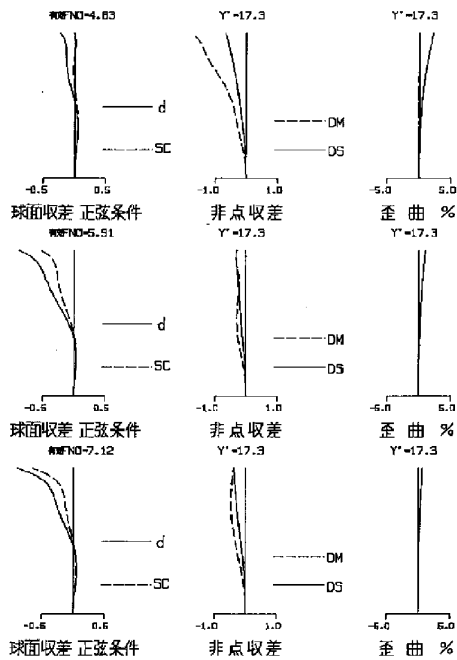
【図34】



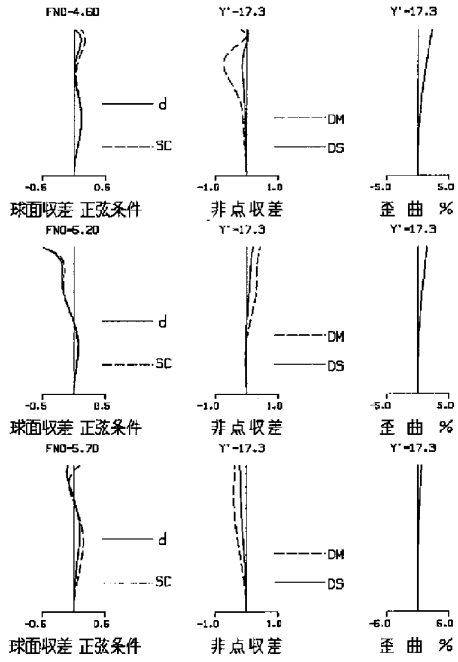
【図35】



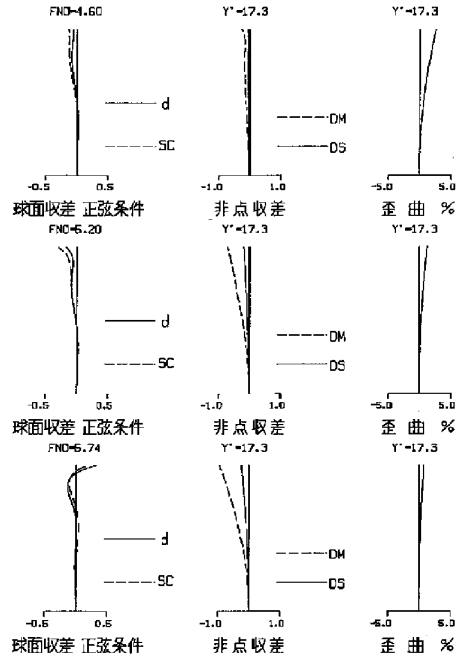
【図36】



【図37】



【図38】





Espacenet

Bibliographic data: JPS58156916 (A) — 1983-09-19

SMALL-SIZED WIDE ANGLE LENS

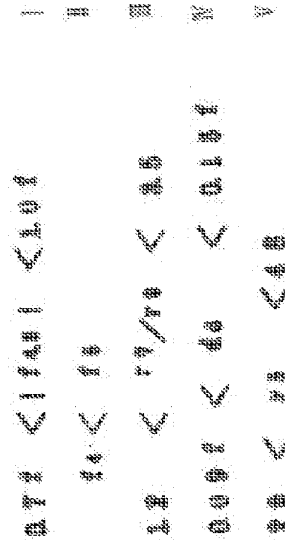
Inventor(s): FUJIOKA IWATATSU ± (FUJIOKA IWATATSU)
Applicant(s): RICOH KK ± (RICOH KK)
Classification: - **international:** G02B13/04; G02B9/60; (IPC1-7): G02B9/60
 - **cooperative:** G02B13/04; G02B9/60
Application number: JP19820039242 19820312
Priority number(s): JP19820039242 19820312
Also published as: JPS6128972 (B2) US4488788 (A)

Abstract of JPS58156916 (A)

PURPOSE:To obtain a small-sized wide angle lens which corrects aberrations satisfactorily in a lens system of 5-element constitution of a front group consisting, successively from an object side, of positive, negative and positive lenses and a rear group consisting of the negative meniscus 4th, 5th lenses by satisfying prescribed conditions.

CONSTITUTION:The conditions of the inequalities I-V are satisfied in a lens system consisting of a front group consisting, successively from an object side, of a meniscus positive lens, a biconcave negative lens, and a biconvex positive lens and having a convergent effect, and a rear group consisting of the 4th, the 5th lenses of negative meniscus lenses and having a divergent effect.; Here, (f) is the combined focal length of the entire system, f4 and f5 are respectively the focal lengths of the 4th, 5th lenses, f4.5 are the combined focal lengths of the 4th and the 5th lenses, r7,

r9 are respectively the radii of curvature of the spherical faces on the object side of the 4th and the 5th lenses, d6 is the air spacing between the 3rd and the 4th lenses, nu3 is the Abbe number of the glass material of the 3rd lens. The small-sized wide angle lens which corrects aberrations satisfactorily is obtained.



⑩ 日本国特許庁 (JP)
 ⑫ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
 昭58—156916

⑤ Int. Cl.³
 G 02 B 9/60

識別記号

庁内整理番号
 6952—2H

⑬ 公開 昭和58年(1983)9月19日

発明の数 1
 審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 小型広角レンズ

⑯ 特 願 昭57—39242
 ⑰ 出 願 昭57(1982)3月12日
 ⑱ 発 明 者 藤陵巖達
 東京都大田区中馬込1丁目3番

6号株式会社リコー内
 ⑲ 出 願 人 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番
 6号
 ⑳ 代 理 人 弁理士 河宮治 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

小型広角レンズ

2. 特許請求の範囲

物体側から順に凸面を物体側に向けたメニスカス正レンズの第1レンズ、両凹負レンズの第2レンズ、両凸正レンズの第3レンズとからなる収斂作用を有する前群と、凸面を像側に向けた負メニスカスレンズの第4レンズ及び第5レンズからなる発散作用を有する後群とからなる5枚構成であつて、

(I) $0.7f < |f_{45}| < 1.0f$

(II) $f_4 < f_5$

(III) $1.2 < r_7/r_9 < 3.5$

(IV) $0.09f < d_6 < 0.15f$

(V) $2.9 < v_3 < 4.8$

但し f は全系の合成焦点距離、 f_4, f_5 は夫々第4レンズ、第5レンズの焦点距離、 f_{45} は第4レンズと第5レンズの合成焦点距離、 r_7, r_9 は夫々第4レンズ及び第5レンズの物体側の球

(1)

面の曲率半径、 d_6 は第3レンズと第4レンズの間空気間隔、 v_3 は第3レンズの硝子材料のアベ数

の条件を満たすことを特徴とする小型広角レンズ

3. 発明の詳細を説明

本発明は、いわゆる望遠タイプの屈折力配座をもつ小型の広角写真レンズに関する。

近時、カメラの小型、薄型化に伴い、これに使用されるレンズも、レンズ前面から像面までの距離の小さいものが要求されるようになってきた。

このためには、レンズの焦点距離を短かくして広角レンズとすることが一つの方法である。また、前群に収斂性の正レンズ系、後群に発散性の負レンズ系を配したいわゆる望遠タイプとするのが有利なことも周知である。しかし、望遠タイプは元来、狭い画角のレンズとして有利な構成であり、望遠比を小さくするために必要な前群の収斂レンズ系と後群の発散レンズ系との大きな間隔を保つたままで広角化すれば、前

(2)

群、後群ともレンズ口径が異常に大きくなり、それに伴つて収差が悪化する。このため口径比の増大や面角の増大は困難であつた。

このような構造タイプの小径広角レンズとしては、後群が凸面を像側に向けた負メニスカス単レンズとして構成された公知例が多くみられるが、前群と後群の間隔が大きいため、後群のレンズ口径が大きくなり、口径比の増大又は面角の増大は収差の悪化を招く原因となり、面角 6.5° に対して口径比が $1:3.5$ 程度に止まっているもの、(特公昭56-50248号)同様の構成で口径比を $1:2.8$ と明るくしたが、そのため面角は 5.4° と狭く、コマ収差、倍率の色収差、コマ収差の色による差等に難点が見られるものとなつているもの(特開昭56-75612号)等、性能的にはまだ十分なものとはなつていない。

また、これらの後群の発散レンズが、物体に向つて深い凹面を持つメニスカス負レンズとなつていることにより、その凹面がコマ収差に悪

(3)

く向けた負メニスカスレンズの第4レンズ及び第5レンズからなる発散作用を有する後群とからなる5枚構成のレンズであり、以下の各条件を満足する。

- (I) $0.7f < |f_{45}| < 1.0f$
- (II) $f_4 < f_5$
- (III) $1.2 < r_7/r_9 < 3.5$
- (IV) $0.09f < d_6 < 0.15f$
- (V) $2.9 < v_3 < 4.8$

但し f は全系の合成焦点距離、 f_4 、 f_5 は夫々第4レンズ、第5レンズの焦点距離、 f_{45} は第4レンズと第5レンズの合成焦点距離、 r_7 、 r_9 は夫々第4レンズ及び第5レンズの物体側の球面の曲率半径、 d_6 は第3レンズと第4レンズの間の空気間隔、 v_3 は第3レンズの硝子材料のアベ数である。

条件(I)は望遠比を1前後と小さくするために必要な条件である。望遠比を小さくするには後群の負の屈折力を強くすることが有利であるが、余りに強くすれば糸巻型の歪曲収差が増大し、

(5)

い影響を与えている。これに対しては、最近、後群レンズに非球面を使用し、コマ収差を改良する試みもなされているが、製作上の諸問題を含んでおり、球面のみで構成出来る方が有利な事は明らかである。

本発明は、後群を像側に凸面を向けた2枚の負メニスカスレンズで構成することによりコマ収差を改善すると共に、これによつて生ずる望遠比の増大、レンズ系の大歪化等を、これら後群レンズに特定の条件を与えることによつて解決し、球面レンズだけによつて構成されるにも拘らず、後群の口径も増大せず、口径比 $1:3.2$ 、面角 6.2° 以上で収差補正の良好な小径広角レンズを得ることが出来たものである。

以下図面を参照して詳細に説明する。

本発明のレンズ系は、第1図にその断面を示すように、物体側から順に凸面を物体側に向けたメニスカス正レンズの第1レンズ、両凹負レンズの第2レンズ、両凸正レンズの第3レンズとからなる収斂作用を有する前群と、凸面を像

(4)

レンズの形状のみでは補正が困難となる。条件(I)の下限はこのための限界である。逆に後群の負の屈折力が弱くなり過ぎると望遠比が大きくなり、本発明の目的の1つである小歪化が達成出来なくなる。上限はこのための限界である。

条件(II)はコマ収差を良好に保つためのものである。従来例のように後群を像側に凸面を向けた負メニスカス単レンズで構成したもので、後群の間接部を通る光線に対して凹の球面が深くなり、これによつて生ずるコマ収差を画面全体に亘つて良好に補正することは困難である。口径比又は面角を大きくするとき、コマ収差は急激に悪化し、良好な収差補正状態を得ることはますます困難となる。本発明は後群を像側に凸面を向けた第4レンズと第5レンズの2枚の負メニスカスレンズに分割することにより、後群の個々のレンズの屈折力負担を軽減し、口径比を $1:3.2$ と明るくし、しかも面角 6.2° 以上の広角レンズとしたときにもコマ収差を画面全体に亘つて良好に補正出来たものである。後群

(6)

の第4レンズと第5レンズの屈折力の分担比率はコマ収差を良好に保ち、しかも望遠比を1前後まで小さくするには、条件(1)の下で $f_4 < f_5$ とすることが有効であり、この条件を外れるとコマ収差が補正過剰となり、望遠比も大きくなる。

条件(6)は後群である第4レンズと第5レンズの夫々の物体側の屈折面の発散作用の分担に関するもので、諸収差、特に球面収差、コマ収差、像面湾曲を良好に保つためのものである。後群の第1面、即ち第4レンズの物体側球面 r_7 はコマ収差に対してよりも球面収差への影響力が大きく、これに対し第5レンズの物体側球面である r_9 は球面収差に対してよりもコマ収差への影響が大きい。従つて r_7 と r_9 の割合を適当に定めることが良好な収差補正状態を得るために必要である。下限をこえると球面収差が補正過剰となり、正のコマが大きくなるほか、球欠の像面の平坦性が悪くなり、広角レンズとして用いることが出来なくなる。逆に上限をこえると球

(7)

の傾向は画角の増加に伴つて著しくなり、第1レンズ、第2レンズによるコマ収差の色による差が短波長において補正困難となる。このような欠点は、前玉径が大きくなる従絞りのトリプレットやテツサーについても見られるが、この問題を解決している例は殆んどない。本発明においては、半画角 2.5° をこえて急激に増大するコマ収差の色による差を補正するには、第3レンズに分散の多い材質、即ち ν_3 の小さい材料を用いることが極めて有効であることを発見した。条件(7)の上限はコマ収差の色による差を小さく保つための限界であり、これをこえると半画角 2.5° 以上で前玉の周縁部を通る光線のコマが、短波長において特に増大する。また、 ν_3 の値が余りに小さいと軸上の色収差と倍率の色収差を同時に除去することが困難となる。

以下に本発明の実施例を示す。

(9)

面収差が補正不足となる。

条件(8)は、第3レンズと第4レンズの間隔、即ち前群と後群との空気間隔に関するもので、望遠比を1前後と小さくおさえ、レンズ外径の増大を防ぎ、しかも収差を良好にするためのものである。望遠比を小さくするには、この間隔 d_4 を大きくした方が有利であるが、画角の増大と周辺光量の保持のためには、前群、後群、特に後群の口径を大きくしなければならなくなるので、条件(8)の上限が生じる。逆に d_4 を小さくすれば望遠比が大きくなり、下眼をこえると望遠比を1前後まで小さくすることが出来なくなる。例えば、ベッパール和が増加し、球欠の像面の平坦性が悪くなる。

条件(9)はコマ収差の色による差を除去するためのものである。絞りを第3レンズの後に置けば、焦点調節のため絞りより前の第1、第2、第3レンズだけを換り出すようにして鏡筒構造を簡素化出来るが、このようにすると半面、第1レンズ、第2レンズの口径も大きくなる。こ

(8)

実施例 1

$f = 100$		1 : 3.2		画角 6.2°	
$r_1 = 29.452$		41 = 9.8	$n_1 = 1.72$	$\nu_1 = 50.34$	
$r_2 = 191.447$		42 = 2.44			
$r_3 = -141.034$		43 = 2.59	$n_2 = 1.78473$	$\nu_2 = 25.70$	
$r_4 = 45.397$		44 = 6.08			
$r_5 = 56.782$		45 = 10.17	$n_3 = 1.66446$	$\nu_3 = 35.89$	
$r_6 = 69.156$		46 = 11.5			
$r_7 = 34.678$		47 = 4.24	$n_4 = 1.67501$	$\nu_4 = 41.51$	
$r_8 = 48.397$		48 = 5.93			
$r_9 = 20.081$		49 = 2.88	$n_5 = 1.67501$	$\nu_5 = 41.51$	
$r_{10} = 29.235$					
	$b_f = 44.469$			望遠比 = 1.00	
	$f_4 = -298.4$			$f_5 = -126.1$	
	$f_{L3} = -88.68$				

(10)

実施例 2

f = 100 1 : 3.2 面角 6 2°

r1= 29.278	d1= 9.71	n1=1.713	v1=53.94
r2= 195.0	d2= 2.41		
r3=-140.182	d3= 2.74	n2=1.78472	v2=25.70
r4= 46.144	d4= 6.33		
r5= 55.580	d5= 9.86	n3=1.65446	v3=32.72
r6= -68.221	d6=10.89		
r7= -36.032	d7= 4.64	n4=1.57501	v4=41.51
r8= -46.076	d8= 5.6		
r9= -20.242	d9= 2.92	n5=1.59270	v5=31.45
r10= -30.898			
bf=44.497	面角比 =0.996		
f4=-345.8	f5=-110.3		
f4.5=-80.44			

実施例 3

f = 100 1 : 3.2 面角 6 2°

r1= 29.361	d1= 9.73	n1=1.717	v1=47.99
r2= 108.605	d2= 2.47		
r3=-158.356	d3= 3.15	n2=1.78472	v2=25.71
r4= 46.863	d4= 6.57		
r5= 63.168	d5=11.45	n3=1.70154	v3=41.10
r6= -75.701	d6=11.1		
r7= -35.911	d7= 3.45	n4=1.51683	v4=64.15
r8= -45.991	d8= 5.63		
r9= -21.085	d9= 2.0	n5=1.55844	v5=50.55
r10= -31.237			
bf=44.141	面角比 =0.999		
f4=-337.8	f5=-110.2		
f4.5=-80.78			

(11)

(12)

実施例 4

f = 100 1 : 3.2 面角 6 2°

r1= 29.608	d1= 9.9	n1=1.72	v1=50.34
r2= 101.078	d2= 2.51		
r3=-142.933	d3= 2.51	n2=1.78472	v2=25.70
r4= 44.932	d4= 6.07		
r5= 56.614	d5=10.0	n3=1.66446	v3=35.89
r6= -71.166	d6=13.08		
r7= -27.921	d7= 4.65	n4=1.57501	v4=41.51
r8= -37.257	d8= 5.27		
r9= -20.899	d9= 2.04	n5=1.57501	v5=41.51
r10= -28.224			
bf=42.125	面角比 =1.00		
f4=-236.0	f5=-156.1		
f4.5=-90.28			

実施例 5

f = 100 1 : 3.2 面角 6 2°

r1= 28.547	d1= 9.35	n1=1.72	v1=50.34
r2= 101.328	d2= 2.4		
r3=-138.881	d3= 2.53	n2=1.78472	v2=25.70
r4= 46.337	d4= 6.38		
r5= 57.048	d5=10.37	n3=1.66446	v3=35.89
r6= -74.037	d6=10.19		
r7= -54.787	d7= 3.27	n4=1.57501	v4=41.51
r8= -71.995	d8= 6.9		
r9= -18.574	d9= 2.89	n5=1.57501	v5=41.51
r10= -30.174			
bf=42.45	面角比 =0.997		
f4=-238.4	f5=-107.6		
f4.5=-84.05			

(13)

(14)

但し r は順次に球面の曲率半径

d は順次に軸上のレンズ厚み又は空気間隔

n は順次に各レンズの d 線に対する屈折率

ν は順次に各レンズのアッベ数

f は全体の焦点距離

$b f$ はバックフォーカス

f_4 は第4レンズの焦点距離

f_5 は第5レンズの焦点距離

f_{45} は第4レンズと第5レンズの合成焦点距離

第2図ないし第6図は順次に実施例1ないし実施例5の収差曲線図であり、横収差は d 線及び g 線の軸上、70 μ m像高、100 μ m像高のそれを示す。各収差ともよく補正されており、短波長のコマ収差も絞りを前側の後に設け得るタイプの広角レンズとしては極めて優れていることを示している。

4. 図面の簡単な説明

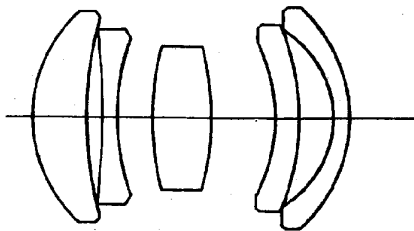
第1図は本発明の小径広角レンズの実施例1の構成を示す断面図、第2図ないし第6図は七

(15)

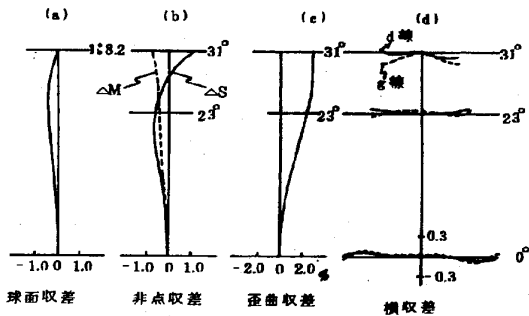
れぞれ順次に実施例1ないし実施例5の収差曲線図である。

特許出願人 株式会社 リコー

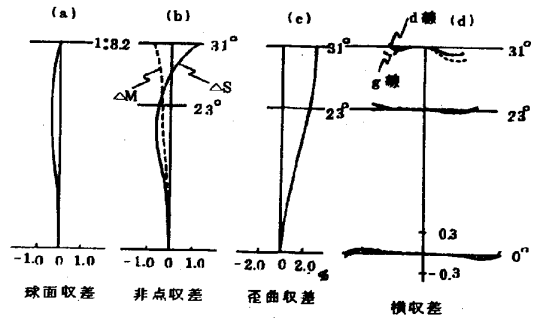
第 1 図



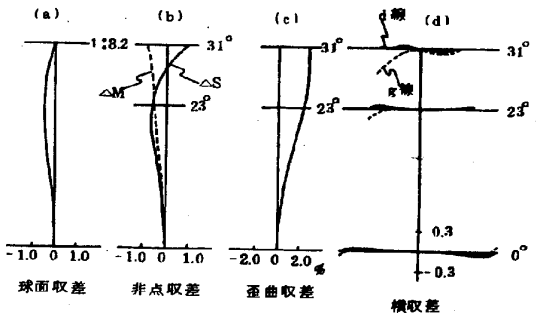
第 2 図



第 3 図



第 4 図



昭和58年3月17日

特許庁長官 菅 杉 和 夫 殿

1. 事件の表示 昭和57年特許願第39242号

2. 発明の名称

小径広角レンズ

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

名 称 (674) 株式会社 リ コ ー

代 表 者 大 塚 武 士

4. 代理人 〒105

住 所 東京都港区西新橋1丁目18番14号小島事務所

比 名 (8460) 弁護士 佐 藤 文 雄

電話 03-580-5561 (代)

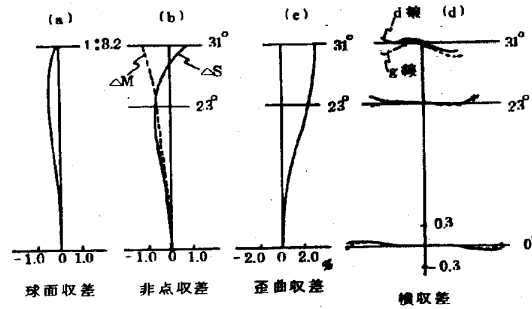
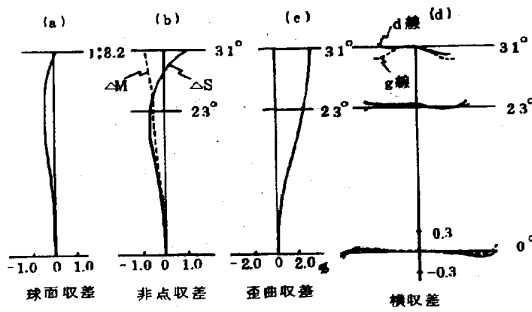
5. 補正の対象 明細書の「発明の詳細な説明」の欄

6. 補正の内容 明細書第5頁第11行「 f_4, f_5 」を

「 $f_{4,5}$ 」に補正する。



第 5 図



第 6 図



Espacenet

Bibliographic data: JPH03265809 (A) — 1991-11-26

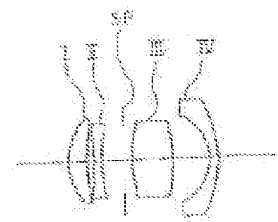
COMPACT PHOTOGRAPHIC LENS

Inventor(s): MITSUSAKA MAKOTO ± (MITSUSAKA MAKOTO)
Applicant(s): CANON KK ± (CANON INC)
Classification: - **international:** G02B13/18; (IPC1-7): G02B13/18
- **cooperative:**
Application number: JP19900065483 19900315
Priority number(s): JP19900065483 19900315

Abstract of JPH03265809 (A)

PURPOSE:To obtain excellent optical performance over the entire picture plane with short overall length by specifying the shapes of four lenses, a stop, the refracting power values of the respective lenses, etc. CONSTITUTION:The compact photographic lens consists of a 1st positive meniscus lens I which has a convex surface on the object side, a 2nd negative biconvex lens II which has larger refracting power on the image plane side than on the object side, a 3rd positive biconvex lens III which has larger refracting power on the object side than on the image plane side, and a 4th negative meniscus lens IV made of a plastic material which has a larger refracting surface on the object side than on the image plane side and is convex to the image plane side, and the stop SP is arranged between the 2nd group II and 3rd group III. Then inequalities 1 hold, where R_i is the radius of curvature of an (i)th lens surface, D_i (i)th lens thickness or air gap, F_{123} the composite focal length of the 1st - 3rd lenses, and F the focal length of the whole system. Consequently, the overall lens length is short and the high optical performance is obtained over the entire picture plane.

$R_1 > 0$ $R_2 < 0$ $R_3 > 0$ $R_4 < 0$
 $D_1 < 0.5$ $D_2 < 0.5$ $D_3 < 0.5$ $D_4 < 0.5$
 $F_{123} < 0.5$ $F < 0.5$
 $R_1 > 0$ $R_2 < 0$ $R_3 > 0$ $R_4 < 0$



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-265809

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)11月26日

G 02 B 13/18

8106-2K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 コンパクトな撮影レンズ

⑯ 特 願 平2-65483

⑰ 出 願 平2(1990)3月15日

⑱ 発 明 者 三 坂 誠 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社
玉川事業所内

⑲ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 高梨 幸雄

明 細 書

1. 発明の名称

コンパクトな撮影レンズ

2. 特許請求の範囲

(1) 物体側より順に物体側に凸面を向けたメニスカス状の正の第1レンズ、像面側に強い屈折面を有する両レンズ面が凹面の第2レンズ、物体側に強い屈折面を有する両レンズ面が凸面の第3レンズ、そして物体側に強い屈折面を有する像面側に凸面を向けたメニスカス状の負のプラスチック材より成る第4レンズの4つのレンズを有し、該第4レンズは物体側のレンズ面がレンズ周辺部にいくに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面より成り、第i番目のレンズ面の曲率半径をR_i、第i番目のレンズ厚又は空気間隔をD_i、該第1レンズから第3レンズまでの合成の焦点距離をF₁₂₃、全系の焦点距離をFとしたとき

$$0.018 < D_2 / F < 0.028$$

$$0.6 < |R_2 / R_3| < 1.0$$

$$0.62 < F_{123} / F < 0.9$$

$$0.03 < D_7 / F < 0.07$$

なる条件を満足することを特徴とするコンパクトな撮影レンズ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はコンパクトな撮影レンズに関し、特に望遠比(テレ比)が1.0程度とレンズ全長(第1レンズ面から像面までの距離)が短い撮影画角が65度、Fナンバー2.8程度の写真用カメラやスチルビデオカメラ等に好適なコンパクトな撮影レンズに関するものである。

(従来の技術)

最近カメラの小型化に伴ってレンズ全長の短いコンパクトな撮影レンズが種々と提案されている。レンズ全長の短い撮影レンズとしてレンズ全長に対する焦点距離の比、所謂テレ比が小さいレンズ枚数が4枚程度のコンパクトな撮影レンズが例えば特開昭56-59217号公報、特開昭58-57106号公報、特開昭59-137916号公報、特開昭60-178419号公報等

で提案されている。

これらの公報で提案されている撮影レンズは物体側より順に物体側に凸面を向けた正レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、そして正レンズより成るトリプレット系の後方に像面側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズを配置し、全体として4つのレンズより成る望遠タイプを採用している。

(発明が解決しようとする問題点)

一般にレンズ枚数を例えば4枚程度でレンズ全長の短縮化を図りつつ、撮影面角60度以上の広画角化を図ろうとすると高次の収差が顕著に現われてくる。特に歪曲収差や非点収差が悪化し、又コマ収差やハローも増大し、画面全体にわたり良好なる光学性能を得るのが難しくなってくる。

この為、前述の各公報で提案されている撮影レンズではレンズ系中の一部のレンズ面に非球面を施して広画角化に伴う光学性能の低下を防止している。

しかしながら非球面レンズを用いて所定の光学

性能を得るには適切なる形状の非球面を用い、かつ加工しやすい非球面を用いることが重要となってくる。

本発明は4枚のレンズのレンズ形状及び非球面形状を適切に設定することにより、撮影面角65度、Fナンバー2.8程度でテレ比が1とレンズ全長の短い画面全体にわたり高い光学性能を有したコンパクトな撮影レンズの提供を目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明のコンパクトな撮影レンズは、物体側より順に物体側に凸面を向けたメニスカス状の正の第1レンズ、像面側に強い屈折面を有する両レンズ面が凹面の第2レンズ、物体側に強い屈折面を有する両レンズ面が凸面の第3レンズ、そして物体側に強い屈折面を有する像面側に凸面を向けたメニスカス状の負のプラスチック材より成る第4レンズの4つのレンズを有し、該第4レンズは物体側のレンズ面がレンズ周辺部にいくに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面より成り、第i番

3

目のレンズ面の曲率半径を R_i 、第i番目のレンズ厚又は空気間隔を D_i 、該第1レンズから第3レンズまでの合成の焦点距離を F_{123} 、全系の焦点距離を F としたとき

$$0.018 < D_2 / F < 0.028 \quad \dots \dots (1)$$

$$0.6 < |R_2 / R_3| < 1.0 \quad \dots (2)$$

$$0.62 < F_{123} / F < 0.9 \quad \dots (3)$$

$$0.03 < D_7 / F < 0.07 \quad \dots (4)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

(実施例)

第1図は本発明の数値実施例1のレンズ断面図である。

図中Iは物体側に凸面を向けたメニスカス状の正の第1レンズ、IIは物体側に比べ像面側に強い屈折面を有した両レンズ面が凹面の負の第2レンズ、IIIは像面側に比べ物体側に強い屈折面を有した両レンズ面が凸面の正の第3レンズ、IVは像面側に比べて物体側に強い屈折面を有する像面側に凸面を向けたメニスカス状の負のプラスチック材

5

4

より成る第4レンズ、SPは絞りであり第2群IIと第3群IIIの間に配置されている。

本実施例では第1図に示すように絞りSPを第2群と第3群の間に配置し、第1群と第4群のレンズ有効径が略同じになるようにして広画角化に伴うレンズ系全体の大型化を効果的に防止している。

本実施例において第2レンズの物体側のレンズ面(R3)の曲率が強くなりすぎると特に非点収差が多く発生してくるので物体側に比べ像面側のレンズ面(R4)の曲率を強くして、第2レンズの負の屈折力を一定に保ちつつベッツバル和のバランスをとっている。又レンズ面(R4)の屈折力を強くしてレンズ面(R3)で発生した歪曲収差を良好に補正している。

第3レンズを像面側に比べ物体側に強い屈折面を有する両レンズ面が凸面のレンズより構成することにより、全系の正の屈折力を一定値に維持しつつ、非点収差、歪曲収差そして球面収差等をバランス良く補正している。逆に第3レンズを物体

6

側に比べ像面側に強い屈折面を有するレンズ形状であると負の球面収差が多く発生し、又非点収差や歪曲収差を良好に補正するのが難しくなってくるので良くない。

第4レンズの物体側の屈折力の強い凹面にレンズ周辺にいくに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面を用いることにより、広画角化を図ったときに多く発生してくる像面湾曲や非点収差等の軸外収差を良好に補正している。

そして各レンズのレンズ構成を前述の如く設定すると共に条件式(1)~(4)を満足するようにしてレンズ全長の短縮化を図りつつ、諸収差をバランス良く補正し画面全体にわたり高い光学性能を得ている。

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

条件式(1)は第1レンズと第2レンズとの間の空気間隔に関し、条件式(1)の上限値を越えて空気間隔が広くなりすぎると球面収差と軸上色収差が補正不足となり、逆に下限値を越えて空気

7

曲収差が増大してくるので良くない。

条件式(4)は第4レンズのレンズ厚を適切に設定し、主に非点収差を良好に補正する為のものである。条件式(4)の上限値を越えると非点収差の補正が難しくなり、又下限値を越えるとレンズ厚が薄くなりすぎ、レンズ面精度を維持しつつ所定の有効径を得るのが難しくなってくるので良くない。

尚、本発明においてフォーカスはレンズ系全体を繰り出して行う方法の他、第1群から第3群までを一体化して繰り出して行っても良く、又第4群のみを移動させて行っても良い。

次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例においてR_iは物体側より順に第i番目のレンズ面の曲率半径、D_iは物体側より第i番目のレンズ厚及び空気間隔、N_iとν_iは各々物体側より順に第i番目のレンズのガラスの屈折率とアッペ数である。

非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半

9

間隔が狭くなりすぎると第1レンズ及び第2レンズの有効径が十分得られなくなってくるので良くない。

条件式(2)は第1レンズの像面側のレンズ面の曲率半径R₂と第2レンズの物体側のレンズ面の曲率半径R₃との比を適切に設定し、主に軸外収差を良好に補正する為のものである。条件式(2)の上限値を越えるとコマ収差と非点収差が補正不足となり、逆に下限値を越えると歪曲収差が補正不足となってくる。

条件式(3)は第1群から第3群までの合成の屈折力を適切に設定し、レンズ系全体が適切なる屈折力配置の望遠タイプとなるようにしてレンズ全長の短縮化を図りつつ、主に球面収差と軸外収差を良好に補正する為のものである。条件式(3)の下限値を越えて第1群から第3群までの合成の屈折力が強くなりすぎるとレンズ全長は短くなるが球面収差が補正不足となってくる。又上限値を越えて第1群から第3群までの合成の屈折力が弱くなってくると画角が増すにつれて正の歪

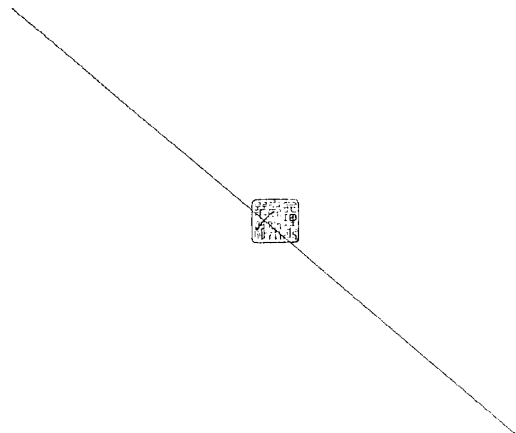
8

径A、B、C、D、E、F、G、hを各々非球面係数としたとき

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (H/R)^2}} + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12} + GH^{14} + hH^{16}$$

なる式で表わしている。

又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。



特開平 3-265809(4)

数值实施例 1

F = 100 FNo=1:2.9 2ω = 65°
 R 1 = 34.21 D 1 = 7.55 N 1 = 1.71299 ν 1 = 53.8
 R 2 = 142.02 D 2 = 2.10
 R 3 = -228.99 D 3 = 3.66 N 2 = 1.78472 ν 2 = 25.7
 R 4 = 89.20 D 4 = 8.85
 R 5 = (絞り) D 5 = 3.87
 R 6 = 73.09 D 6 = 15.99 N 3 = 1.58267 ν 3 = 46.4
 R 7 = -99.26 D 7 = 15.64
 R 8 = -21.45 D 8 = 3.53 N 4 = 1.49171 ν 4 = 57.4
 R 9 = -55.56

R 8 : 非球面係数

A = 0 E = 6.797 × 10⁻¹³
 B = 7.602 × 10⁻⁷ F = -2.251 × 10⁻¹⁵
 C = 6.362 × 10⁻⁹ G = 3.221 × 10⁻¹⁵
 D = -7.244 × 10⁻¹¹ h = -5.124 × 10⁻²²

数值实施例 2

F = 100 FNo=1:2.9 2ω = 65°
 R 1 = 31.79 D 1 = 9.41 N 1 = 1.69680 ν 1 = 55.5
 R 2 = 126.37 D 2 = 2.20
 R 3 = -152.88 D 3 = 3.50 N 2 = 1.74077 ν 2 = 27.8

1 1

R 9 = -48.18

R 8 : 非球面係数

A = 0 E = 1.880 × 10⁻¹³
 B = -1.354 × 10⁻⁶ F = -4.573 × 10⁻¹⁵
 C = 9.054 × 10⁻⁹ G = 4.851 × 10⁻¹⁹
 D = -4.096 × 10⁻¹¹ h = 5.046 × 10⁻²²

数值实施例 4

F = 100 FNo=1:2.9 2ω = 65°
 R 1 = 33.44 D 1 = 8.38 N 1 = 1.69680 ν 1 = 55.5
 R 2 = 148.34 D 2 = 2.05
 R 3 = -161.39 D 3 = 3.76 N 2 = 1.74077 ν 2 = 27.8
 R 4 = 72.60 D 4 = 7.55
 R 5 = (絞り) D 5 = 3.78
 R 6 = 76.77 D 6 = 9.49 N 3 = 1.62374 ν 3 = 47.1
 R 7 = -93.14 D 7 = 19.15
 R 8 = -22.30 D 8 = 4.56 N 4 = 1.49171 ν 4 = 57.4
 R 9 = -49.53

R 8 : 非球面係数

A = 0 E = -1.638 × 10⁻¹³
 B = -1.265 × 10⁻⁶ F = -7.501 × 10⁻¹⁶
 C = -7.557 × 10⁻⁹ G = 3.403 × 10⁻¹⁶

1 3

R 4 = 60.26 D 4 = 5.54
 R 5 = (絞り) D 5 = 3.81
 R 6 = 71.55 D 6 = 7.68 N 3 = 1.60562 ν 3 = 43.7
 R 7 = -83.76 D 7 = 18.93
 R 8 = -23.63 D 8 = 3.53 N 4 = 1.49171 ν 4 = 57.4
 R 9 = -40.00

R 8 : 非球面係数

A = -2.214 × 10⁻³ E = 5.065 × 10⁻¹⁴
 B = -7.023 × 10⁻⁶ F = 0
 C = 1.540 × 10⁻⁹ G = 0
 D = -7.144 × 10⁻¹¹ h = 0

数值实施例 3

F = 33.98 FNo=1:2.9 2ω = 65°
 R 1 = 32.71 D 1 = 8.39 N 1 = 1.69680 ν 1 = 55.5
 R 2 = 140.01 D 2 = 2.50
 R 3 = -143.28 D 3 = 4.37 N 2 = 1.74077 ν 2 = 27.8
 R 4 = 65.80 D 4 = 5.54
 R 5 = (絞り) D 5 = 4.02
 R 6 = 74.34 D 6 = 10.40 N 3 = 1.63930 ν 3 = 44.9
 R 7 = -83.45 D 7 = 18.34
 R 8 = -21.86 D 8 = 3.53 N 4 = 1.49171 ν 4 = 57.4

1 2

D = 9.003 × 10⁻¹¹ h = -3.306 × 10⁻²¹

数值实施例 5

F = 33.99 FNo=1:2.9 2ω = 65°
 R 1 = 32.62 D 1 = 7.06 N 1 = 1.69680 ν 1 = 55.5
 R 2 = 142.97 D 2 = 2.42
 R 3 = -169.33 D 3 = 5.79 N 2 = 1.74077 ν 2 = 27.8
 R 4 = 66.93 D 4 = 5.85
 R 5 = (絞り) D 5 = 4.41
 R 6 = 72.76 D 6 = 8.09 N 3 = 1.62374 ν 3 = 47.1
 R 7 = -94.17 D 7 = 19.04
 R 8 = -22.04 D 8 = 6.09 N 4 = 1.49171 ν 4 = 57.4
 R 9 = -48.53

R 8 : 非球面係数

A = 0 E = 4.406 × 10⁻¹³
 B = -2.480 × 10⁻⁶ F = -1.514 × 10⁻¹⁵
 C = 1.316 × 10⁻⁹ G = 2.836 × 10⁻¹⁶
 D = -8.201 × 10⁻¹¹ h = -1.685 × 10⁻²¹

1 4

表-1

条件式	数 値 実 施 例				
	1	2	3	4	5
(1) $D2/F$	0.021	0.022	0.025	0.021	0.024
(2) $F123/F$	0.632	0.667	0.642	0.649	0.643
(3) $ R2/R3 $	0.620	0.827	0.97	0.92	0.644
(4) $D7/F$	0.035	0.035	0.035	0.045	0.061

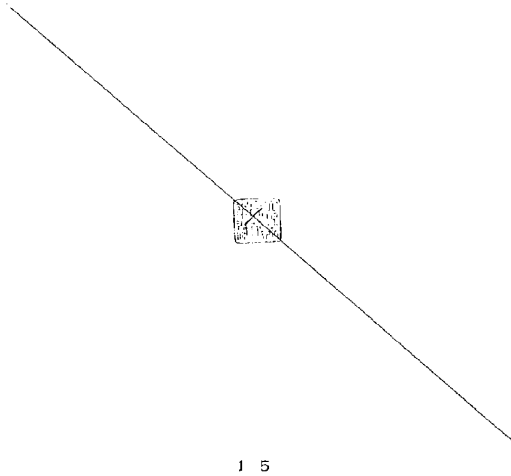
(発明の効果)

本発明によれば4つのレンズのレンズ形状、絞り、そして各レンズの屈折力等を前述の如く適切に設定することにより、撮影画角65度程度、Fナンバー2.8、テレ比1.0程度のレンズ全長が短く画面全体にわたり良好なる光学性能を有した写真用カメラやスチルビデオカメラ等に好適なコンパクトな撮影レンズを達成することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の数値実施例1のレンズ断面図、第2図～第6図は本発明の数値実施例1～5の収差図である。

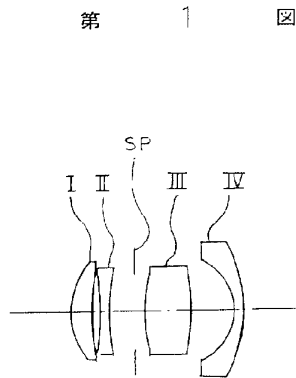
図中、Iは第1レンズ、IIは第2レンズ、IIIは第3レンズ、IVは第4レンズ、SPは絞り、dはd線、gはg線、Sはサジタル像面、Mはメリディオナル像面、である。



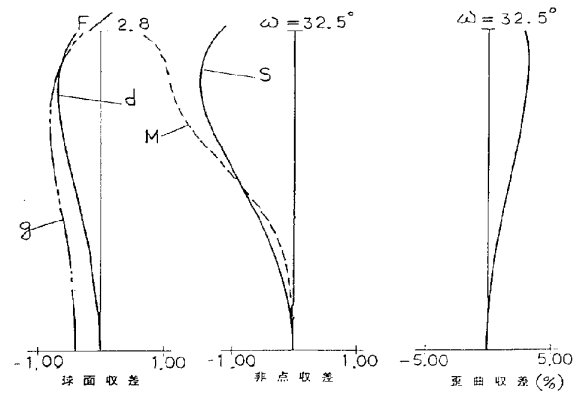
1 5

1 6

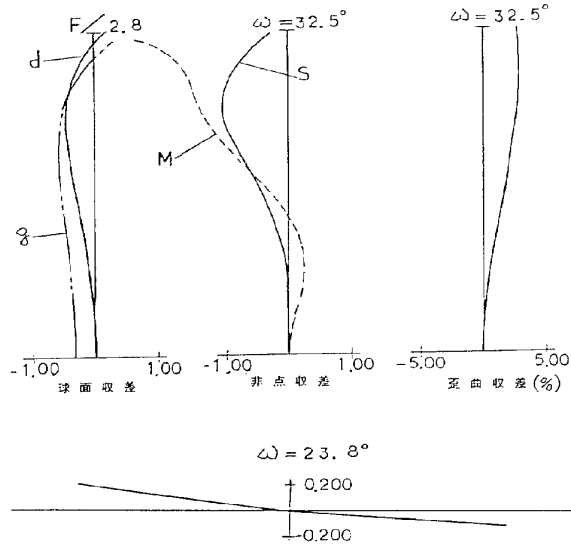
第 2 図



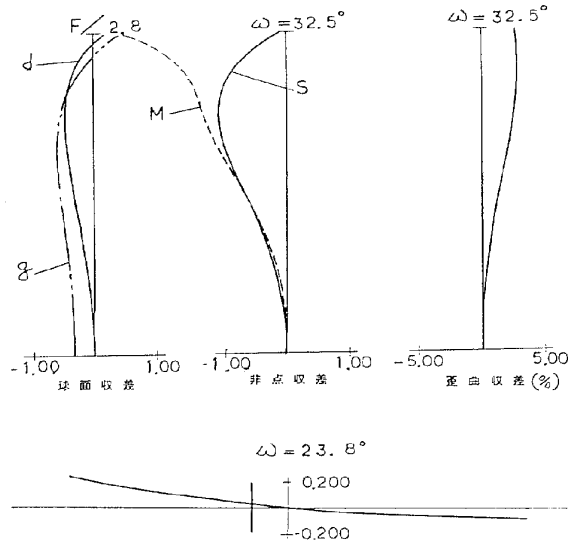
第 1 図



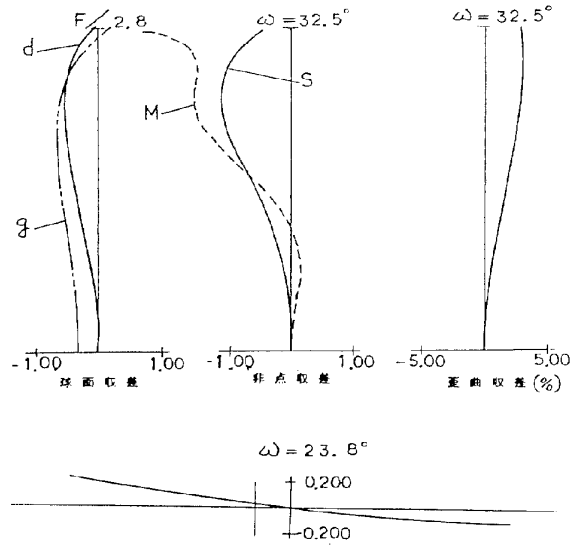
第 3 圖



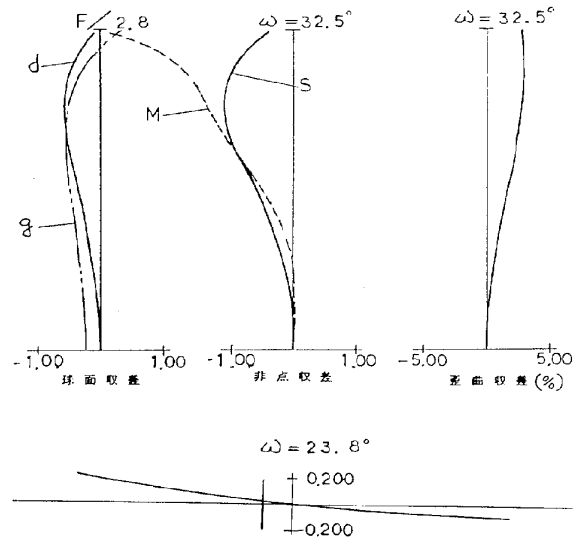
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖





Espacenet

Bibliographic data: JP2004029474 (A) — 2004-01-29

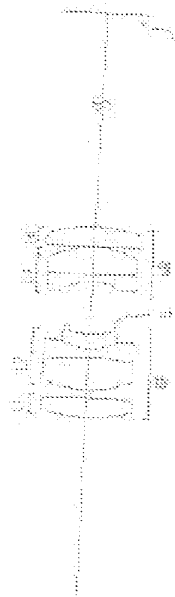
IMAGE FORMING OPTICAL SYSTEM

Inventor(s): HARADA EISHIN ± (HARADA EISHIN)
Applicant(s): NIPPON KOGAKU KK ± (NIKON CORP)
Classification: - **international:** G02B13/24; (IPC1-7): G02B13/24
- **cooperative:**
Application number: JP20020186824 20020626
Priority number(s): JP20020186824 20020626
Also published as: JP4214726 (B2)

Abstract of JP2004029474 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized and light-weight image forming optical system in which chromatic aberration is excellently corrected not only in a visible region but also in a near infrared region.

SOLUTION: The image forming optical system is equipped with a front group GF which has positive refractive power, an aperture diaphragm S, and a rear group GR which has positive refractive power in an order from an object side. The front group GF has a first lens component L1 which has positive refractive power and a second lens component L2 which is constituted by joining a positive lens and a negative lens, has a meniscus shape where a concave surface is directed to an image side, and has negative refractive power as a whole.; The rear group GR has a third lens component L3 which is constituted by joining the negative lens and the positive lens, has the meniscus shape where the concave surface is directed to the object side and has negative refractive power as a whole, and a fourth lens component L4 which has the meniscus shape where the concave surface is directed to the object side and has positive refractive power. The respective lens components of the front group GF and the respective lens components of the rear group GR are all constituted of a glass material not containing lead and satisfy a prescribed conditional expression. ;COPYRIGHT: (C)2004,JPO



(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2004-29474
(P2004-29474A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 13/24

F1

G02B 13/24

テーマコード(参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-186824 (P2002-186824)
(22) 出願日 平成14年6月26日(2002.6.26)

(71) 出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(74) 代理人 100077919
弁理士 井上 義雄
(72) 発明者 原田 英信
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

Fターム(参考) 2H087 KA08 LA01 PA04 PA19 PB07
QA02 QA07 QA14 QA21 QA26
QA32 QA41 QA46 RA32

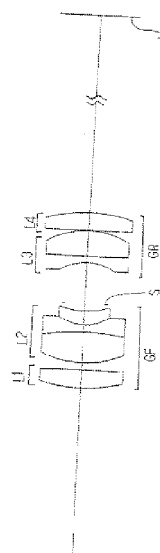
(54) 【発明の名称】 結像光学系

(57) 【要約】

【課題】可視域だけでなく近赤外域においても色収差が良好に補正された小型、軽量の結像光学系を提供する。

【解決手段】物体側から順に、正の屈折力を有する前群GFと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後群GRとを備え、前記前群GFは、正の屈折力を有する第1レンズ成分L1と、正レンズと負レンズの接合からなり、像側に凹面を向けたメニスカス形状で全体として負の屈折力を有する第2レンズ成分L2とを有し、前記後群GRは、負レンズと正レンズの接合からなり、物体側に凹面を向けたメニスカス形状で全体として負の屈折力を有する第3レンズ成分L3と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第4レンズ成分L4とを有し、前記前群GFの各レンズ成分及び前記後群GRの各レンズ成分は、全て鉛を含有していないガラス材料で構成され、所定の条件式を満足する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

結像光学系において、物体側から順に、正の屈折力を有する前群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後群とを備え、

前記前群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ成分と、正レンズと負レンズからなる少なくとも2枚以上のレンズの接合からなり、像側に凹面を向けたメニスカス形状で全体として負の屈折力を有する第2レンズ成分とを有し、

前記後群は、物体側から順に、負レンズと正レンズからなる少なくとも2枚以上のレンズの接合からなり、物体側に凹面を向けたメニスカス形状で全体として負の屈折力を有する第3レンズ成分と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第4レンズ成分とを有し、前記前群の各レンズ成分及び前記後群の各レンズ成分は、全て鉛を含有していないガラス材料で構成され、

$$NA < 0.1 \quad \dots (1)$$

$$-0.01 < RSA/f < 0.01 \quad \dots (2)$$

$$-0.0085 < LAM/f < 0.0085 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足するように構成されることを特徴とする結像光学系。

但し、

RSA：e線の球面収差の最大値、

LAM：前記結像光学系についてのe線を基準とした435.8～1014nmの光線での軸上色収差最大値、

f：前記結像光学系のe線の焦点距離、

NA：物体側NA、

である。

【請求項2】

前記結像光学系の内、前記前群の各レンズ成分及び前記後群の各レンズ成分は、全て砒素を含有していないガラス材料で構成される請求項1に記載の結像光学系。

【請求項3】

前記結像光学系の絞りを挟んだ2つのレンズ群の内少なくとも1ヶ所に以下の範囲で示されるガラス材料から成る正レンズを有する請求項1または2に記載の結像光学系。

$$65 < nd \quad \dots (4)$$

$$1.40 < nd < 1.65 \quad \dots (5)$$

但し、

nd：アッベ数、

nd：d線(λ=587.6nm)の屈折率、

である。

【請求項4】

前記結像光学系を構成する負レンズは、全て以下の範囲で示されるガラス材料から成る請求項1または2または3に記載の結像光学系。

$$35 < nd < 45 \quad \dots (6)$$

$$1.60 < nd < 1.70 \quad \dots (7)$$

$$SG < 3.50 \quad \dots (8)$$

但し、

SG：比重(同体積の4℃の純水に対するガラスの質量比)、

である。

【請求項5】

前記第2レンズ成分が3枚のレンズで構成されている時、その物体側の単レンズのe線の焦点距離をf2aとし、次の単レンズのe線の焦点距離をf2bとし、像側の単レンズのe線の焦点距離をf2cとし、結像光学系のe線の焦点距離をfとしたとき、

$$0 < -f2b/f < f2a/f < f2c/f \quad \dots (9)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1または2ないし4に記載の結像光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有限距離に配置された物体の像を形成する結像光学系、例えばスキャナー用光学系等に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、フィルム上の画像情報をコンピュータに画像情報として取り込むための光学系として、スキャナー光学系が知られている。

【0003】

スキャナー光学系のように有限距離に配置された物体の像を形成する光学系においては、単色に対する球面収差などの各収差の補正に加えて、色収差として軸上及び倍率色収差も良好に補正されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、軸上色収差の補正が不十分である場合、3波長域の最良像面位置（光軸上における光学性能が最も高くなる位置）が光軸方向にずれてしまう。このため、例えば青波長域の最良像面位置にCCDを配置しても、緑波長域では十分な光学性能を得ることができない。

【0005】

一方、倍率色収差の補正が不十分である場合、原稿像の到達する光軸からの高さが波長によって変化する。このため、各波長域で原稿像の大きさが異なって記録されてしまう。また、各波長域での最適な像面位置は、軸上色収差によって異なった位置となり、特に倍率が大きくなるとその倍率の2乗に比例してその差が大きくなる。今まではこれら実現のため、光学系を構成するレンズの多くにコストの高い特殊低分散ガラスを使用せざるを得ない為、どうしても価格が高くなっていった。

【0006】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、製造コストを安くした上で、可視域だけでなく近赤外域においても色収差が良好に補正され、特に軸上色収差による各波長域の像面位置の差を少なくし、合わせて小型、軽量化を実現した結像光学系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】

前記課題を解決するために、本発明においては、結像光学系において、物体側から順に、正の屈折力を有する前群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後群とを備え、前記前群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ成分と、正レンズと負レンズからなる少なくとも2枚以上のレンズの接合からなり、像側に凹面を向けたメニスカス形状で全体として負の屈折力を有する第2レンズ成分とを有し、前記後群は、物体側から順に、負レンズと正レンズからなる少なくとも2枚以上のレンズの接合からなり、物体側に凹面を向けたメニスカス形状で全体として負の屈折力を有する第3レンズ成分と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第4レンズ成分とを有し、前記前群の各レンズ成分及び前記後群の各レンズ成分は、全て鉛を含有していないガラス材料で構成され、

$$NA < 0.1 \quad \dots (1)$$

$$-0.01 < RSA/f < 0.01 \quad \dots (2)$$

$$0.0085 < LAM/f < 0.0085 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足するように構成されることを特徴とする結像光学系を提供する。

【0008】

ここで、

RSA：c線の球面収差の最大値、

LAM：前記結像光学系についてのe線を基準とした435.8～1014nmの光線の

軸上色収差の最大値、

f : 前記結像光学系のe線の焦点距離、

NA : 物体側NA、

である。

【0009】

また、本発明の好ましい態様によれば、前記結像光学系の内、前記前群の各レンズ成分及び前記後群の各レンズ成分は、全て珪素を含有していないガラス材料で構成されることが好ましい。

【0010】

また、本発明の好ましい態様によれば、前記結像光学系の絞りを挟んだ2つのレンズ群の内少なくとも1ヶ所に以下の範囲で示されるガラス材料から成る正レンズを有することが好ましい。

$$6.5 < n_d \quad \dots (4)$$

$$1.40 < n_d < 1.65 \quad \dots (5)$$

ここで、

n_d : アッペ数、

n_d : d線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) の屈折率、

である。

【0011】

また、本発明の好ましい態様によれば、前記結像光学系を構成する負レンズは全て以下の範囲で示されるガラス材料から成る事が好ましい。

$$3.5 < n_d < 4.5 \quad \dots (6)$$

$$1.60 < n_d < 1.70 \quad \dots (7)$$

$$SG < 3.50 \quad \dots (8)$$

【0012】

ここで、

SG : 比重 (同体積の4℃の純水に対するガラスの質量比)、

である。

【0013】

また、本発明の好ましい態様によれば、前記第2レンズ成分を3枚のレンズで構成するとき、その物体側の単レンズのe線の焦点距離を f_{2a} とし、次の単レンズのe線の焦点距離を f_{2b} とし、像側の単レンズのe線の焦点距離を f_{2c} とし、結像光学系のe線の焦点距離を f としたとき、

$$0 < -f_{2b}/f < f_{2a}/f < f_{2c}/f \quad \dots (9)$$

の条件を満足することが好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】

次に本発明の実施の形態について図面に基づき説明する。

【0015】

図1、図3、図5は、本発明のそれぞれ第1、第2、第3実施例の形態に係る結像光学系の構成を示す図である。

【0016】

図に示すように、本発明の実施の形態に係る結像光学系は物体側から順に、正の屈折力を有する前群GFと、開口絞りSと、正の屈折力を有する後群GRとを備え、前記前群GFは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ成分L1と、正レンズと負レンズからなる少なくとも2枚以上のレンズの接合からなり、像側に凹面を向けたメニスカス形状で全体として負の屈折力を有する第2レンズ成分L2とを有し、前記後群GRは、物体側から順に、負レンズと正レンズからなる少なくとも2枚以上のレンズの接合からなり、物体側に凹面を向けたメニスカス形状で全体として負の屈折力を有する第3レンズ成分L3と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第4レンズ成分L4とを

有しており、前記前群GFの各レンズ成分L1、L2及び前記後群GRの各レンズ成分L3、L4は、全て鉛を含有していないガラス材料で構成され、

$$NA < 0.1$$

…(1)

$$-0.01 < RSA/f < 0.01 \quad \dots (2)$$

$$-0.0085 < LAM/f < 0.0085 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足するように構成されている、
ここで、

RSA：e線の球面収差の最大値、

LAM：前記結像光学系についてのe線を基準とした435.8～1014nmの光線の軸上色収差の最大値、

f：前記結像光学系のe線の焦点距離、

NA：物体側NA、

である。

【0017】

本発明は、鉛を含有していないガラス材料で構成されている為、ガラス製造工程段階において鉛に起因する有害物質の発生が全くなく、環境対策が考慮されている。同一の光学系の場合、条件式(1)のNAの大きさにより、レンズの解像力及び有効径が決定する。

一般的にこのNAが大きいと解像力が高くなるが、被写界深度が浅くなるため、デフォーカス特性が低下してしまう。逆にこのNAが小さいと、被写界深度が深くなるため、デフォーカス特性が良好となる。また、レンズの有効径を小さくでき、鉛を含有していないガラス材料で構成することと合わせて、小型、軽量化することができる。

また、前記結像光学系の内、前記前群GFの各レンズ成分L1、L2及び前記後群GRの各レンズ成分L3、L4は、全て珪素を含有していないガラス材料で構成されていることが環境対策上望ましい。

【0018】

また、本発明では赤外域まで含めた色収差に対して十分な補正を行うために特に開口絞りSを挟んだ2つのレンズ群GF、GRのうち少なくとも1ヶ所に、アッペ数nd、d線の屈折率ndが以下の範囲で示される異常分散性のガラス材料から成る正レンズを使用することが有効である。

【0019】

$$6.5 < nd \quad \dots (4)$$

$$1.40 < nd < 1.65 \quad \dots (5)$$

尚、1.55 < nd < 1.65にすると更に良い結果が得られる。

【0020】

また、前記結像光学系を構成する負レンズは全て以下の範囲で示されるガラス材料から成る事が望ましい。

$$3.5 < nd < 4.5 \quad \dots (6)$$

$$1.60 < nd < 1.70 \quad \dots (7)$$

$$SG < 3.50 \quad \dots (8)$$

ここで、

SG：比重(同体積の4℃の純水に対するガラスの質量比)、

である。

なお、条件式(2)の下限を-0.0075、上限を0.0075とすると、更に良い結果が得られる。

【0021】

また、優れた色収差補正を達成するためには、開口絞りSを挟んだ2つのレンズ群GF、GRをそれぞれ貼り合わせレンズで構成する事が望ましい。

【0022】

画面全体にわたり良好な性能を確保するためには単色色収差を補正し、併せて軸上色収差

を補正することに加えて、画面周辺の倍率色収差を良好に補正することが不可欠であるからである。これにより、貼り合わせレンズを光線が通過する際、色収差の発生を極力抑える事ができる。

【0023】

特に前記第2レンズ成分L2を3枚のレンズで構成するとき、最も物体側に配置した単レンズのe線の焦点距離をf2aとし、中間に配置した単レンズのe線の焦点距離をf2bとし、最も像側に配置した単レンズのe線の焦点距離をf2cとし、結像光学系のe線の焦点距離をfとしたとき、

$$0 < -f2b/f < f2a/f < f2c/f \quad \dots (9)$$

の条件を満足すれば更に良好な色収差補正を達成することができる。

【0024】

また、最も像側に配置した単レンズの形状をメニスカス形状とすると性能向上が見込まれる。

【0025】

また、性能向上させるため、光学系の中で最も物体側のレンズ面ともっとも像側のレンズ面との間の光軸上の距離をDTとし、第2レンズ成分L2の最も物体側のレンズ面ともっとも像側のレンズ面との間の光軸上の距離をDSとしたとき、以下の条件を満足することにより、諸収差を良好に補正することができる。

【0026】

$$0.25 < DS/DT < 0.4 \quad \dots (10)$$

この条件の下限を超えると、2次分散の値が大きくなり、色収差が悪くなる。上限を超えると第2レンズ成分L2が厚くなりすぎ、製造上困難になる。

【0027】

第2レンズ成分L2が3枚のレンズの貼り合わせで構成されている時、第2レンズ成分L2の中で最も物体側にある単レンズの光軸上の厚さをDAとし、中間の単レンズの光軸上の厚さをDBとした場合、以下の式を満たすようにすることにより、色収差補正を良好に行うことが可能となる。

【0028】

$$0.5 < DA/DS < 0.8 \quad \dots (11)$$

$$0.1 < DB/DS < 0.4 \quad \dots (12)$$

上記条件(11)、(12)について、各々上限を超える場合、色収差補正には好ましいが他の収差補正に悪影響を与えることとなる。各々下限を超えると、色収差補正を良好に行うことができない。

【0029】

以上述べたように、いわゆるガウス型の構成を採用することで、大口径、歪曲良好、色収差補正良好になる。特に色の球面収差補正が良好に行われる。

【0030】

ここで条件(2)を満たすことにより、より鮮明な画像を得ることができるようになり、条件(3)を満たすことで、赤外領域の色収差補正を良好な状態にしている。条件(2)の範囲を外れると球面収差の量が大きくなりすぎ、コントラストの低い画像になってしまう。また条件(3)の範囲を外れると、色収差補正が良好でなくなるので、可視光領域の像面位置と赤外領域の像面位置が一致しなくなる。このため、本発明の目的そのものを満足しなくなる。条件(4)、(5)は色収差を良好に補正するための条件である。異常分散の性質をもつガラスを正レンズに使うことで、広い波長域での色収差補正を可能にしている。条件の範囲を外れると、異常分散性が失われるので、色収差の補正が良好に行えない。条件(6)、(7)も色収差を良好に補正するための条件である。特に条件(4)、(5)を補正する正レンズと隣あわせの負レンズに適用すると良い。条件(6)、(7)の範囲を外れると、異常分散性をもつガラスと合うガラスではなくなってしまうため、色収差が良好に補正されない。条件式(8)の範囲を外れるとレンズが重くなり光学系の軽量化が困難になる。また条件、

$$0 < -f2b/f < f2a/f < f2c/f \dots (9)$$

を満たすことにより、各収差を良好に補正することができる。

【0031】

次に本発明の実施の形態にかかる実施例について説明する。

【0032】

表1、表2、表3に本発明の実施の形態にかかる結像光学系の第1、第2、第3実施例の諸元値をそれぞれ示し、図2、図4、図6には第1、第2、第3実施例の球面収差、非点収差、歪曲収差および倍率色収差を示す。

【0033】

図1、図2、図3は、各々本発明の第1実施例、第2実施例、第3実施例に係る結像レンズのレンズ構成を示す図である。

物体側から像面I側へ順に、正屈折力の前群GF、開口絞りS、正屈折力の後群GR、で構成される。前記前群GFは、正屈折力の第1レンズ成分L1、負屈折力の第2レンズ成分L2で構成され、前記後群GRは、負屈折力の第3レンズ成分L3、正屈折力の第4レンズ成分L4で構成される。

前記第1レンズ成分L1は、両凸形状の正レンズで構成される。前記第2レンズ成分L2は物体側から順に、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズとから成り、互いに接合され全体で負の屈折力を有する3枚接合レンズで構成される。前記第3レンズ成分L3は物体側から順に、両凹形状の負レンズと両凸形状の正レンズとの接合レンズで構成される。前記第4レンズ成分L4は物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズで構成される。

(第1実施例)

表1は第1の実施例にかかる結像光学系の諸元値である。表中、面番号は物体側から数えたレンズ面の番号、rは曲率半径、dは面間隔、 νd はアッペ数、 $n(e)$ はe線($\lambda=546.1\text{nm}$)の屈折率、 $n(c)$ はC線($\lambda=656.3\text{nm}$)の屈折率、 $n(s)$ はs線($\lambda=852.1\text{nm}$)の屈折率、 $n(d)$ はd線($\lambda=587.6\text{nm}$)の屈折率、 $n(g)$ はg線($\lambda=435.8\text{nm}$)の屈折率を示し、空気の屈折率1.0000は省略してある。

【0034】

また、RSAはe線の球面収差の最大値、LAMはe線を基準とした435.8nmから852.1nmを含み1014nmまでの光線の軸上色収差の最大値、fはe線の焦点距離である。また、開口絞りSより物体側の前記第2レンズ成分L2において、最も物体側の正レンズのガラス材料の屈折率、アッペ数をそれぞれ $nd2$ 、 $\nu d2$ 、負レンズのガラス材料の屈折率、アッペ数、比重をそれぞれ $nd3$ 、 $\nu d3$ 、SGで示す。また、開口絞りSより像側の前記第3レンズ成分L3においても、正レンズのガラス材料の屈折率、アッペ数及び、負レンズのガラス材料の屈折率、アッペ数、比重はそれぞれ前記 $nd2$ 、 $\nu d2$ 、 $nd3$ 、 $\nu d3$ 、SGと同じ値を有す。その対応値を表1に示す。

【0035】

また、最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面との間の光軸上の距離をDT、第2レンズ成分L2の最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面との間の光軸上の距離をDS、第2レンズ成分L2は3枚のレンズの貼り合わせで構成されており、第2レンズ成分L2の中で最も物体側にある単レンズの光軸上の厚さをDA、中間の単レンズの光軸上の厚さをDBで示す。その対応値を表1に示す。

【0036】

以上の第1実施例についての記載内容及び下記諸元表の符号は、以下全ての実施例においても同様である。

【0037】

【表1】

面番号	r	d	v d	n(e)	n(C)	n(s)	n(d)	n(g)
0)		60.80090						
1)	27.14329	3.60000	67.87	1.595274	1.590539	1.585920	1.593189	1.604034
2)	-237.64792	1.40000						
3)	18.46686	6.10000	67.87	1.595274	1.590539	1.585920	1.593189	1.604034
4)	-41.66700	1.50000	39.68	1.658030	1.649230	1.640896	1.654115	1.675170
5)	7.95650	2.80000	35.84	1.668850	1.659030	1.650070	1.664460	1.688440
6)	12.52019	1.50000						
7)	開口絞り	8.40000						
8)	-9.19628	1.30000	39.68	1.658030	1.649230	1.640896	1.654115	1.675170
9)	260.71800	5.20000	67.87	1.595274	1.590539	1.585920	1.593189	1.604034
10)	-14.33419	0.10000						
11)	-798.76503	3.50000	47.93	1.720560	1.712530	1.704877	1.717004	1.735870
12)	-25.84095	72.84669						

(条件対応表)

	第1実施例
RSA	-0.117
LAM	0.201
f	46.26
RSA/f	-0.0025
LAM/f	0.0043
nd2	1.59319
vd2	67.87
nd3	1.65412
vd3	39.68
SG	3.02
DT	35.4
DS	10.4
DA	6.1
DB	1.5
DS/DT	0.29
DA/DS	0.587
DB/DS	0.144
f2a	22.226
f2b	-9.956
f2c	25.666

図2は第1実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す。図中、NAは開口数、Yは像高、gはg線(435.8nm)、eはe線(546.1nm)、CはC線(656.3nm)、sはs線(852.1nm)の収差曲線であることを表す。非点収差図において点線はメリジオナル像面を表し、実線はサジタル像面を表す。

【0038】

図2について、球面収差を示す図において、中段の「SA e」の次の行に記載されている3行の数値は、e線の球面収差の値を示し、1行目から順に、最大NA(NA=0.07)、最大NAの7割(NA=0.049)、最大NAの5割(NA=0.035)、での値すなわち、-0.0677、-0.1173、-0.0781を示す。同様に下段の3行の数値は、軸上色収差の値を示し、1行目(上)から順に、C線、s線、g線、での値すなわち、0.0786、0.2006、0.1923を示す。

【0039】

非点収差を示す図において、中段の「M」の次の行に記載されている3行の数値は、e線のメリジオナル像面の値を示し、1行目から順に、最大像高(Y=15.80)、最大像高の7割(Y=11.06)、最大像高の5割(Y=7.90)、での値すなわち、-0.0590、-0.0118、-0.0029を示す。同様に下段の「S」の次の行に記載されている3行の数値は、e線のサジタル像面の値を示し、1行目から順に、最大像高(Y=15.80)、最大像高の7割(11.06)、最大像高の5割(Y=7.90)

、での値すなわち、 -0.0874 、 -0.0604 、 -0.0351 を示す。

【0040】

歪曲収差を示す図において、下段の「DIST」の次の行に記載されている3行の数値は、e線の歪曲収差の値を示し、1行目から順に、最大像高($Y=15.80$)、最大像高の7割($Y=11.06$)、最大像高の5割($Y=7.90$)、での値すなわち、 0.2180 、 0.1132 、 0.0592 を示す。

【0041】

倍率色収差を示す図において、右列の3行の数値は、横軸の最大位置すなわち最大像高($Y=15.80$)での倍率色収差の値を示し、1行目から順に、C線、s線、g線、での値すなわち、 0.0014 、 0.0042 、 0.0018 を示す。同様に左列の3行の数値は、最大像高の7割($Y=11.06$)での倍率色収差の値を示し、1行目から順に、C線、s線、g線、での値すなわち、 -0.0005 、 0.0021 、 0.0021 を示す。

【0042】

以下、全ての実施例の収差図において第1実施例と同様である。

【0043】

図2の収差図から明らかなように、g線(可視域)からs線(近赤外域)までの波長範囲にわたって諸収差が良好に補正され、優れた結像特性を有することがわかる。

(第2実施例)

表2は第2の実施例にかかる結像光学系の諸元値である。

【0044】

【表2】

面番号	r	d	νd	n(e)	n(C)	n(s)	n(d)	n(g)
0)		60.80090						
1)	27.14329	3.60000	67.87	1.595274	1.590539	1.585920	1.593189	1.604034
2)	-237.64792	1.40000						
3)	18.46686	6.10000	67.87	1.595274	1.590539	1.585920	1.593189	1.604034
4)	-41.66700	1.50000	39.64	1.658030	1.649210	1.640740	1.654120	1.675190
5)	7.95650	2.80000	35.84	1.668850	1.659030	1.650070	1.664460	1.688440
6)	12.52019	1.50000						
7)	開口絞り	8.40000						
8)	-9.19628	1.30000	39.64	1.658030	1.649210	1.640740	1.654120	1.675190
9)	260.71800	5.20000	67.87	1.595274	1.590539	1.585920	1.593189	1.604034
10)	-14.33419	0.10000						
11)	-798.76503	3.50000	47.93	1.720560	1.712530	1.704877	1.717004	1.735870
12)	-25.84095	72.84669						

(条件対応表)

	第2実施例
RSA	-0.117
LAM	0.210
f	46.186
RSA/f	-0.00253
LAM/f	0.00455
nd2	1.59319
$\nu d 2$	67.87
nd3	1.65412
$\nu d 3$	39.64
SG	3.02
DT	35.4
DS	10.4
DA	6.1
DB	1.5
DS/DT	0.29
DA/DS	0.587
DB/DS	0.144
f2a	22.226
f2b	-9.956
f2c	25.666

図4は第2実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す。

【0045】

図4の収差図から明らかなように、g線（可視域）からs線（近赤外域）までの波長範囲にわたって諸収差が良好に補正され、優れた結像特性を有することがわかる。

（第3実施例）

表3は第3の実施例にかかる結像光学系の諸元値である。

【0046】

【表3】

面番号	r	d	νd	n(e)	n(C)	n(s)	n(d)	n(g)
0)		61.05500						
1)	27.14329	3.60000	68.3	1.594460	1.589780	1.586840	1.592400	1.603180
2)	-237.64792	1.40000						
3)	18.46686	6.10000	68.3	1.594460	1.589780	1.586840	1.592400	1.603180
4)	-41.66700	1.50000	39.68	1.658030	1.649230	1.640896	1.654115	1.675170
5)	7.95650	2.80000	35.84	1.668850	1.659030	1.650070	1.664460	1.688440
6)	12.52019	1.50000						
7)	開口絞り	8.40000						
9)	-9.19828	1.30000	39.68	1.658030	1.649230	1.640896	1.654115	1.675170
10)	260.71800	5.20000	68.3	1.594460	1.589780	1.586840	1.592400	1.603180
11)	-14.33419	0.10000						
12)	-798.76503	3.50000	47.93	1.720560	1.712530	1.704877	1.717004	1.735870
13)	-25.84095	73.21672						

(条件対応表)

	第3実施例
RSA	-0.091
LAM	0.229
f	46.33
RSA/f	-0.0020
LAM/f	0.0049
nd2	1.58978
vd2	68.3
nd3	1.65412
vd3	39.68
SG	3.02
DT	35.4
DS	10.4
DA	6.1
DB	1.5
DS/DT	0.29
DA/DS	0.587
DB/DS	0.144
f2a	22.371
f2b	-10.03
f2c	26.194

図6は第3実施例にかかる結像光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差及び倍率色収差を示す。

【0047】

図6の収差図から明らかなように、g線（可視域）からs線（近赤外域）までの波長範囲にわたって諸収差が良好に補正され、小型で軽量の優れた結像特性を有することがわかる。

【0048】

なお、諸元表中の焦点距離、曲率半径、面間隔その他の長さの単位は一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。

【0049】

尚、本発明による結像光学系はスキャナー以外、例えば赤外フィルムを用いた撮影にも適用することが可能である。

【0050】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、可視域だけでなく近赤外域においても色収差が良好に補正され優れた結像性能を有する有限距離用の結像光学系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

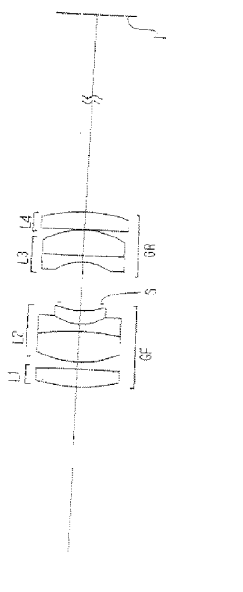
【図1】本発明の第1実施例にかかる結像光学系の構成を示す図である。

- 【図2】第1実施例の諸取差図である。
- 【図3】本発明の第2実施例にかかる結像光学系の構成を示す図である。
- 【図4】第2実施例の諸取差図である。
- 【図5】本発明の第3実施例にかかる結像光学系の構成を示す図である。
- 【図6】第3実施例の諸取差図である。

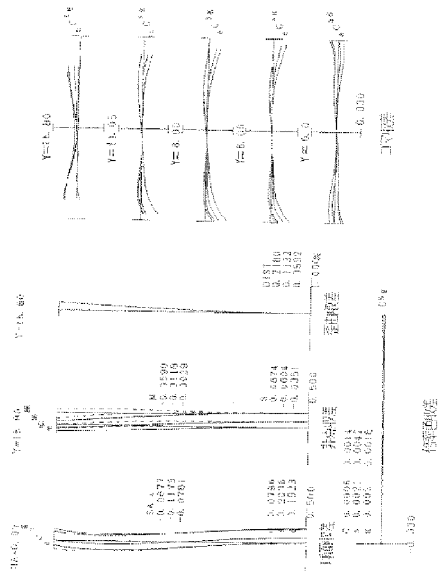
【符号の説明】

- GF … 前群（レンズ群）
- GR … 後群（レンズ群）
- L1 … 第1レンズ成分
- L2 … 第2レンズ成分
- L3 … 第3レンズ成分
- L4 … 第4レンズ成分
- S … 開口絞り
- I … 像面

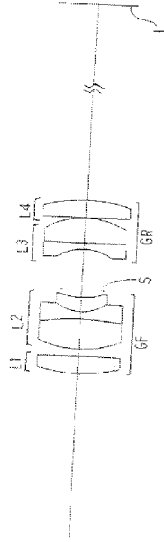
【図1】



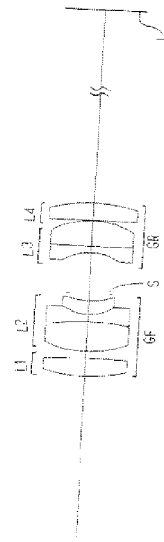
【図2】



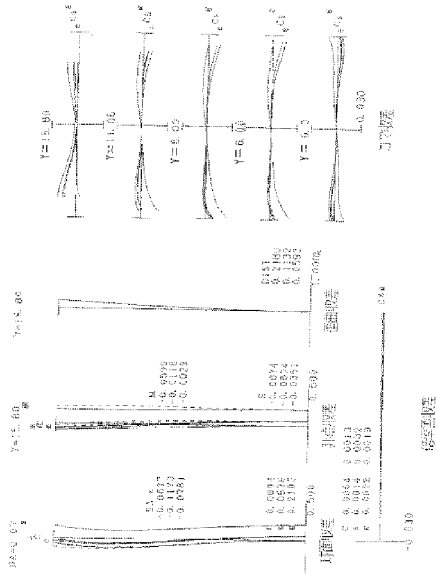
【図3】



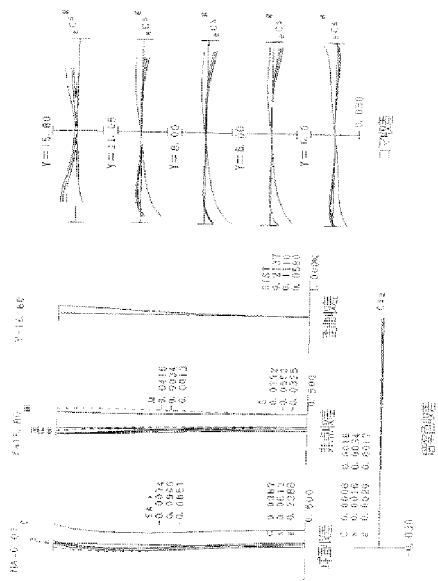
【図5】



【図4】



【図6】



INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		
	Filing Date		
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO	
	Art Unit		
	Examiner Name		
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	

U.S. PATENTS							Remove	
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear		
	1	7274515		2007-09-25	Noda, Sayuri			
	2	4488788		1984-12-18	Fujioka, Yoshisato			
If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.							Add	
U.S. PATENT APPLICATION PUBLICATIONS							Remove	
Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear		
	1							
If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button.							Add	
FOREIGN PATENT DOCUMENTS							Remove	
Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ² j	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	1	2010-0062480	KR		2010-06-10	LG INNOTEK CO LTD		<input type="checkbox"/>
	2	64-057221	JP		1989-03-03	OLYMPUS OPTICAL CO		<input type="checkbox"/>

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		
	Filing Date		
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO	
	Art Unit		
	Examiner Name		
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	

	3	10-020193	JP		1998-01-23	MINOLTA CO LTD		<input type="checkbox"/>
	4	58-156916	JP		1983-09-19	RICOH KK	Corresponding to: US 4,488,788	<input type="checkbox"/>
	5	03-265809	JP		1991-11-26	CANON KK		<input type="checkbox"/>
	6	2004-029474	JP		2004-01-29	NIPPON KOGAKU KK		<input type="checkbox"/>
	7	2008-176185	JP		2008-07-31	KYOCERA CORP		<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button **Add**

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Remove

Examiner Initials*	Cite No	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, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ⁵
	1	"INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY" of PCT/JP2013/007642, mailed on September 8, 2014, with partial English translation thereof, p1-p6, in which seven of the listed references (JP2008-176185, JP64-057221, JP10-020193, JP58-156916, US 4,488,788, JP03-265809 and JP2004-029474) were cited, .	<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button **Add**

EXAMINER SIGNATURE

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

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

¹ See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. ² Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ³ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁴ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁵ Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		
	Filing Date		
	First Named Inventor	IWASAKI, TATSURO	
	Art Unit		
	Examiner Name		
	Attorney Docket Number	59779-US-859-PCT(CA)	

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

See attached certification statement.

The fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

A certification statement is not submitted herewith.

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Belinda Lee/	Date (YYYY-MM-DD)	2015-09-16
Name/Print	Belinda Lee	Registration Number	46863

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 1 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: 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.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:					
Filing Date:					
Title of Invention:	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS				
First Named Inventor/Applicant Name:	TATSURO IWASAKI				
Filer:	Belinda Lee				
Attorney Docket Number:	59779-US-859-PCT(CA)				
Filed as Large Entity					
Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)					
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)	
Basic Filing:					
Utility application filing	1011	1	280	280	
Utility Search Fee	1111	1	600	600	
Utility Examination Fee	1311	1	720	720	
Pages:					
Claims:					
Miscellaneous-Filing:					
Petition:					
Patent-Appeals-and-Interference:					

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
Total in USD (\$)				1600

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	23504167
Application Number:	14857756
International Application Number:	
Confirmation Number:	4117
Title of Invention:	IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING LENS
First Named Inventor/Applicant Name:	TATSURO IWASAKI
Customer Number:	31561
Filer:	Belinda Lee
Filer Authorized By:	
Attorney Docket Number:	59779-US-859-PCT(CA)
Receipt Date:	17-SEP-2015
Filing Date:	
Time Stamp:	21:30:09
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Credit Card
Payment was successfully received in RAM	\$1600
RAM confirmation Number	6531
Deposit Account	
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

File Listing:					
Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		59779CAusf.pdf	2082109 a17a9320675d3dae769ba6cb573b5e8edb42b0b3	yes	39
Multipart Description/PDF files in .zip description					
		Document Description	Start	End	
		Specification	1	24	
		Claims	25	28	
		Abstract	29	29	
		Drawings-only black and white line drawings	30	39	
Warnings:					
Information:					
2	Oath or Declaration filed	59779usCA_dcl_assgn.pdf	265123 9ab4cdc64f13b576c02f09819097d36b463c2985	no	2
Warnings:					
Information:					
3	Power of Attorney	59779usCA_poa.pdf	369383 75d3f0bd163d309e768e8b5ae4fb4fe220f69ca	no	3
Warnings:					
Information:					
4	Application Data Sheet	59779usCA_ADS-FORM.pdf	1895269 4415092879aace888d3d177210e2bcc5b3b3e37	no	7
Warnings:					
Information:					
5	Non Patent Literature	59779usCA_NPL_IPEA409.pdf	490229 5024538a7971333d3b6acb23fd8d271ce958b139	no	6
Warnings:					
Information:					

6	Foreign Reference	KR2010-0062480.pdf	583258	no	12
			20fecf7d622d83270ca7dae3accada02f417f3ba		
Warnings:					
Information:					
7	Foreign Reference	JP2008-176185.pdf	1598469	no	28
			73f871e8d13077fe0872b2b9b08438d10a72f740		
Warnings:					
Information:					
8	Foreign Reference	JP64-057221.pdf	529036	no	8
			e9b81b0db3acd39fea22d906cfd0ed3890289d1		
Warnings:					
Information:					
9	Foreign Reference	JP10-020193.pdf	1561264	no	31
			8fc78dc515bdded817a936342996fffae933d210		
Warnings:					
Information:					
10	Foreign Reference	JP58-156916.pdf	518114	no	7
			6fc195dfbd53d1c5ecafed3b195c0a4139ca669		
Warnings:					
Information:					
11	Foreign Reference	JP03-265809.pdf	528754	no	8
			a2773e4216cf0c1ee581d0eebf2fe0bed6b39bba		
Warnings:					
Information:					
12	Foreign Reference	JP2004-029474.pdf	935101	no	17
			9564c9e3d5fa27f2a5204afee8712c70c91c562b		
Warnings:					
Information:					
13	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	59779usCA_IDS-Form.pdf	622672	no	4
			5315f41b0f0e8dab884b2f6a5f26624d3807fafa		
Warnings:					
Information:					
14	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	35394	no	2
			8336e7ecb2afc8ad1b6664b80983eeda64f3b12df		
Warnings:					
Information:					

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.

IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH THE IMAGING
LENS

CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

5 The present application is a Continuation of PCT International Application No. PCT/JP2013/007642 filed on December 26, 2013, which claims priority under 35 U.S.C. §119(a) to Japanese Patent Application No. 2013-061647 filed on March 25, 2013. Each of the above applications is hereby expressly incorporated by reference, in its entirety, into the present application.

10 BACKGROUND

The present disclosure is related to a fixed focus imaging lens for forming optical images of subjects onto an imaging element such as a CCD (Charge Coupled Device) and a CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). The present disclosure is also related to an imaging apparatus provided with the imaging lens that performs photography such as a digital still camera, a cellular telephone with a built in camera, a PDA (Personal Digital Assistant), a smart phone, a tablet type terminal, and a portable gaming device.

Accompanying the recent spread of personal computers in households, digital still cameras capable of inputting image data such as photographed scenes and portraits into personal computers are rapidly becoming available. In addition, many cellular telephones, smart phones, and tablet type terminals are being equipped with camera modules for inputting images. Imaging elements such as CCD's and CMOS's are employed in these devices having photography functions. Recently, miniaturization of these imaging elements is advancing, and there is demand for miniaturization of the entirety of the photography devices as well as imaging lenses to be mounted thereon. At the same time, the number of pixels in imaging elements is increasing, and there is demand for high resolution and high performance of imaging lenses accompanying this increase.

Imaging lenses in the above technical field have been proposed in U.S. Patent No. 7,274,515 and Korean Patent Publication No. 2010-0062480, for example. U.S. Patent No. 7,274,515 discloses an imaging lens having a four or five lens configuration as a two focal point optical system for cellular telephones. Korean Patent Publication

No. 2010-0062480 discloses an imaging lens having a five lens configuration, which takes imaging elements having high resolution into consideration.

SUMMARY

Recently, miniaturization of imaging elements is also progressing, and there is demand for miniaturization of imaging apparatuses as a whole as well as imaging lenses to be mounted therein. Particularly, demand for shortening of the total lengths of lenses is increasing for imaging lenses which are employed in devices such as smart phones and tablet terminals, which are becoming progressively thinner. In addition, angles of view of photography are an important item in the above devices. Therefore, there is demand for high resolution and a shortening of the total lengths of lenses, while maintaining an angle of view which is standard for portable terminals.

It is necessary for the imaging lens disclosed in U.S. Patent No. 7,274,515 to further shorten the total length thereof, in order to satisfy all of the above demands. In addition, it is necessary for the imaging lens disclosed in Korean Patent Publication No. 2010-0062480 above to widen the angle of view and to further shorten the total length thereof.

The present disclosure has been developed in view of the foregoing points. The present disclosure provides an imaging lens that can realize a shortening of the total length and high imaging performance which is compatible with an increased number of pixels, while maintaining an angle of view which is standard for portable terminals. The present disclosure also provides an imaging apparatus equipped with this imaging lens, which is capable of obtaining high resolution photographed images.

An imaging lens of the present disclosure consists of four or more lenses, including, in order from the object side to the image side:

- a first lens having a positive refractive power;
- a second lens having a negative refractive power; and
- a plurality of other lenses;

in which the conditional formulae below are satisfied.

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f/f_1 < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03\text{mm} < f < 5.16\text{mm} \quad (3)$$

$$1.0\text{mm} < f_1 < 3.0\text{mm} \quad (4)$$

wherein f is the focal length of the entire lens system, f_1 is the focal length of the first lens, and TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side, in which the portion corresponding to back focus is an air converted length.

5 In the imaging lens of the present disclosure, it is preferable for at least one of Conditional Formulae (1-1) through (5-2) below to be satisfied. Note that as a preferable aspect, one or arbitrary combinations of Conditional Formulae (1-1) through (5-2) may be satisfied.

$$0.9 < TL/f < 1.0 \quad (1-1)$$

10 $1.2 < f/f_1 < 2.5 \quad (2-1)$

$$1.7 < f/f_1 < 2.0 \quad (2-2)$$

$$0.003 < Da/f < 0.050 \quad (5)$$

$$0.004 < Da/f < 0.040 \quad (5-1)$$

$$0.005 < Da/f < 0.030 \quad (5-2)$$

15 wherein Da is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.

It is preferable for the imaging lens of the present disclosure to consist of six or fewer lenses.

20 In the imaging lens of the present disclosure, it is preferable for the surface of the second lens toward the image side to be a concave surface.

In the imaging lens of the present disclosure, it is preferable for a second negative lens from the object side to have a concave surface toward the object side, among negative lenses within the entire lens system.

25 In the imaging lens of the present disclosure, it is preferable for the lens most toward the image side to be a negative lens having a concave surface toward the image side.

In the imaging lens of the present disclosure, it is preferable for an aperture stop to be positioned at the object side of the surface of the second lens toward the object side.

30 In the imaging lens of the present disclosure, it is preferable for the surface toward the image side of the lens most toward the image side to be an aspherical surface having an inflection point, which is concave in the vicinity of the optical axis.

Among the lenses that constitute the imaging lens of the present disclosure, the plurality of lenses other than the first lens and the second lens may consist of three lenses including, in order from the object side to the image side, a third lens having a positive refractive power, a fourth lens having a negative refractive power, and a fifth lens having a negative refractive power.

Among the lenses that constitute the imaging lens of the present disclosure, the plurality of lenses other than the first lens and the second lens may consist of two lenses including, in order from the object side to the image side, a third lens having a positive refractive power and a fourth lens having a negative refractive power.

Among the lenses that constitute the imaging lens of the present disclosure, the plurality of lenses other than the first lens and the second lens may consist of four lenses including, in order from the object side to the image side, a third lens having a negative refractive power, a fourth lens having a positive refractive power, a fifth lens having a positive refractive power, and a sixth lens having a negative refractive power.

In the imaging lens of the present disclosure and the preferred configurations thereof, the term “consist(s) of” means that the imaging lens of the present disclosure may also include lenses that practically have no power, optical elements other than lenses such as a stop and a cover glass, and mechanical components such as lens flanges, a lens barrel, a camera shake correcting mechanism, etc., in addition to the lenses listed as constituent elements.

In addition, in the present disclosure, compound aspherical lenses (a lens constituted by a spherical lens and a film having an aspherical shape formed integrally on the spherical lens) are not considered to be cemented lenses, but are treated as single lenses.

Note that the shapes of the surfaces and the signs of the refractive powers of the lenses of the imaging lens of the present disclosure and the preferred configurations thereof are those in the vicinity of the optical axis (paraxial region) for lenses that include aspherical surfaces, unless otherwise noted.

An imaging apparatus of the present disclosure is equipped with the imaging lens of the present disclosure.

In the imaging lens of the present disclosure, a positive lens and a negative lens are provided as the first and second lenses in order from the object side, the imaging

lens is constituted by four or more lenses, and configured to satisfy predetermined conditional formulae. Therefore, an imaging lens that can has a shortened the total length and high imaging performance which is compatible with an increased number of pixels, while maintaining an angle of view which is standard for portable terminals can be realized.

The imaging apparatus of the present disclosure is equipped with the imaging lens of the present disclosure. Therefore, photography is enabled with an angle of view which is standard for portable terminals, the size of the apparatus can be shortened in the direction of the optical axis of the imaging lens, and high resolution photographed images can be obtained.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figure 1 is a sectional diagram that illustrates a first example of the configuration of an imaging lens according to an embodiment of the present disclosure, and corresponds to a lens of Example 1.

Figure 2 is a sectional diagram that illustrates a second example of the configuration of an imaging lens according to an embodiment of the present disclosure, and corresponds to a lens of Example 2.

Figure 3 is a sectional diagram that illustrates a third example of the configuration of an imaging lens according to an embodiment of the present disclosure, and corresponds to a lens of Example 3.

Figure 4 is a sectional diagram that illustrates a fourth example of the configuration of an imaging lens according to an embodiment of the present disclosure, and corresponds to a lens of Example 4.

Figure 5 is a diagram that illustrates the paths of light rays that pass through the imaging lens of Figure 1.

Figure 6 is a collection of diagrams that illustrate aberrations of the imaging lens of Example 1, wherein A illustrates spherical aberration, B illustrates astigmatism, C illustrates distortion, and D illustrates lateral chromatic aberration.

Figure 7 is a collection of diagrams that illustrate aberrations of the imaging lens of Example 2, wherein A illustrates spherical aberration, B illustrates astigmatism, C illustrates distortion, and D illustrates lateral chromatic aberration.

Figure 8 is a collection of diagrams that illustrate aberrations of the imaging

lens of Example 3, wherein A illustrates spherical aberration, B illustrates astigmatism, C illustrates distortion, and D illustrates lateral chromatic aberration.

Figure 9 is a collection of diagrams that illustrate aberrations of the imaging lens of Example 4, wherein A illustrates spherical aberration, B illustrates astigmatism, C illustrates distortion, and D illustrates lateral chromatic aberration.

Figure 10 is a diagram that illustrates a cellular telephone as an imaging apparatus equipped with the imaging lens of the present disclosure.

Figure 11 is a diagram that illustrates a smart phone as an imaging apparatus equipped with the imaging lens of the present disclosure.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

Hereinafter, embodiments of the present disclosure will be described in detail with reference to the attached drawings.

Figure 1 illustrates a first example of the configuration of an imaging lens according to an embodiment of the present disclosure. This example corresponds to the lens configuration of Numerical Example 1 (Table 1 and Table 2), to be described later. Similarly, Figure 2 through Figure 4 are sectional diagrams that illustrate second through fourth examples of lens configurations that correspond to Numerical Examples 2 through 4 (Table 3 through Table 8). In Figures 1 through 4, the symbol R_i represents the radii of curvature of i th surfaces ($i=1, 2, 3, \dots$; to be described in detail later). The symbol D_i represents the distances between an i th surface and an $i+1$ st surface along an optical axis Z_1 . Note that the basic configurations of the examples are the same, and therefore a description will be given of the imaging lens of Figure 1 as a base, and the examples of Figures 2 through 4 will also be described as necessary. In addition, Figure 5 is a diagram that illustrates the paths of light rays that pass through the imaging lens L of Figure 1. Figure 5 illustrates the paths of axial light beams 2 and maximum angle of view light beams 3 from an object at a distance of infinity.

The imaging lens L of the embodiment of the present disclosure is favorably employed in various imaging devices that employ imaging elements such as a CCD and a CMOS. The imaging lens L of the embodiment of the present disclosure is particularly favorable for use in comparatively miniature portable terminal devices, such as a digital still camera, a cellular telephone with a built in camera, a smart phone, a tablet type terminal, and a PDA.

Figure 10 schematically illustrates a cellular telephone as an imaging apparatus 1 according to an embodiment of the present disclosure. The imaging apparatus 1 of the embodiment of the present disclosure is equipped with the imaging lens L according to the embodiment of the present disclosure and an imaging element 100 (refer to Figure 1) such as a CCD that outputs image signals corresponding to optical images formed by the imaging lens L. The imaging element 100 is provided such that the imaging surface thereof matches the position of an image formation plane Sim.

Figure 11 schematically illustrates a smart phone as an imaging apparatus 501 according to an embodiment of the present disclosure. The imaging apparatus 501 of the embodiment of the present disclosure is equipped with a camera section 541 having the imaging lens L according to the embodiment of the present disclosure and an imaging element 100 (refer to Figure 1) such as a CCD that outputs image signals corresponding to optical images formed by the imaging lens L. The imaging element 100 is provided such that the imaging surface thereof matches the position of the image formation plane Sim.

The imaging lens L is constituted essentially by four or more lenses, which are, in order from the object side to the image side, a first lens L1 having a positive refractive power, a second lens L2 having a negative refractive power, and a plurality of other lenses. It is more advantageous from the viewpoint of improving performance to have a greater number of lenses. However, if increases in cost and spatial restrictions related to the shortening of the total length of the lens system are taken into consideration, it is preferable for the number of lenses that essentially constitute the entire lens system to be six or fewer.

For example, the imaging lens L may be constituted essentially by five lenses, which are, in order from the object side to the image side, a first lens L1 having a positive refractive power, a second lens L2 having a negative refractive power, a third lens L3 having a positive refractive power, a fourth lens L4 having a negative refractive power, and a fifth lens L5 having a negative refractive power, as illustrated in Figure 1 and Figure 2. Adopting such a five lens configuration is advantageous from the viewpoint of realizing both high performance and a shortening of the total length of the lens system.

Alternatively, the imaging lens L may be constituted essentially by four lenses,

which are, in order from the object side to the image side, a first lens L1 having a positive refractive power, a second lens L2 having a negative refractive power, a third lens L3 having a positive refractive power, and a fourth lens L4 having a negative refractive power, as illustrated in Figure 3. Adopting such a four lens configuration is more advantageous from the viewpoint of realizing a shortening of the total length of the lens system and a decrease in cost.

As a further alternative, the imaging lens L may be constituted essentially by six lenses, which are, in order from the object side to the image side, a first lens L1 having a positive refractive power, a second lens L2 having a negative refractive power, a third lens L3 having a negative refractive power, a fourth lens L4 having a positive refractive power, a fifth lens L5 having a positive refractive power, and a sixth lens L6 having a negative refractive power, as illustrated in Figure 4. Adopting such a six lens configuration is more advantageous from the viewpoint of realizing high performance.

Various optical members CG may be provided between the lens provided most toward the image side and the imaging element 100, depending on the configuration of the camera to which the lens is applied. A planar optical member such as a cover glass for protecting the imaging surface and an infrared cutoff filter may be provided, for example. In this case, a planar cover glass having a coating having a filtering effect such as an infrared cutoff filter coating or an ND filter coating, or a material that exhibits similar effects, may be utilized as the optical member CG.

Alternatively, the optical member CG may be omitted, and a coating may be administered on the lens to obtain the same effect as that of the optical member CG. In this case, the number of parts can be reduced, and the total length of the lens system can be shortened.

In the case that an aperture stop St is provided in the imaging lens L, it is preferable for the aperture stop St to be positioned at the object side of the surface of the second lens L2 toward the object side. By positioning the aperture stop St at the object side of the surface of the second lens L2 toward the object side in this manner, increases in the incident angles of light rays that pass through the optical system and enter the image formation plane Sim (that is, the imaging element 100) can be suppressed, particularly at peripheral portions of an imaging region. It is more preferable for the aperture stop St to be positioned at the object side of the surface of the first lens L1

toward the object side, in order to cause this advantageous effect to become more prominent.

Note that the aperture stops St illustrated in the Figure 1 through Figure 5 do not necessarily represent the sizes or shapes thereof, but indicate the positions thereof on the optical axis $Z1$. In addition, the expression “positioned at the object side of the surface of the second lens toward the object side” means that the position of the aperture stop St in the direction of the optical axis is at the same position as the intersection of marginal axial rays of light $2m$ (refer to Figure 5) and the surface of the second lens $L2$ toward the object side, or more toward the object side than this position. Similarly, the expression “positioned at the object side of the surface of the first lens $L1$ toward the object side” means that the position of the aperture stop in the direction of the optical axis is at the same position as the intersection of marginal axial rays of light $2m$ and the surface of the first lens $L1$ toward the object side, or more toward the object side than this position.

In the examples of the configurations illustrated in Figure 1 through Figure 4, the aperture stop St is positioned at the image side of the apex of the surface of the first lens $L1$ toward the object side. However, the present disclosure is not limited to such a configuration, and the aperture stop St may be positioned at the object side of the apex of the surface of the first lens $L1$ toward the object side. A case in which the aperture stop St is positioned at the object side of the apex of the surface of the first lens $L1$ toward the object side is somewhat disadvantageous from the viewpoint of securing peripheral light intensity compared to a case in which the aperture stop St is positioned at the image side of the apex of the surface of the first lens $L1$. However, increases in the incident angles of light rays that pass through the optical system and enter the image formation plane (imaging element) can be further suppressed at the peripheral portions of the imaging region.

In the imaging lens L , the first lens $L1$ has a positive refractive power in the vicinity of the optical axis. Thereby, the total length of the lens system can be favorably shortened. In addition, it is preferable for the first lens $L1$ to have a convex surface toward the object side in the vicinity of the optical axis. In this case, the surface most toward the object side in the lens system will be of a convex shape. As a result, the position of the rearward principal point can be moved toward the object side,

and the total length of the lens system can be favorably shortened.

The second lens L2 has a negative refractive power in the vicinity of the optical axis. It is preferable for the second lens L2 to have a concave surface toward the image side in the vicinity of the optical axis. In this case, the total length of the lens system can be favorably shortened, and spherical aberration can be favorably corrected.

It is preferable for the imaging lens L to have two or more negative lenses. In this case, the negative refractive power required in the entire lens system can be distributed, which is advantageous from the viewpoint of favorably correcting aberrations.

In the case that the imaging lens L has two or more negative lenses, it is preferable for the surface toward the object side of the second negative lens from the object side among the negative lenses of the entire lens system to be a concave surface in the vicinity of the optical axis. In this case, the total length of the lens system can be favorably shortened, and the generation of differences in spherical aberration depending on wavelength can be suppressed with respect to light rays of different wavelengths.

It is preferable for the lens provided most toward the image side to have a negative refractive power. In this case, a shortening of the total length of the lens system can be favorably realized. Further, it is preferable for the surface toward the image side of the lens provided most toward the image side to be concave in the vicinity of the optical axis. This configuration is further advantageous from the viewpoint of shortening the total length of the lens system.

It is preferable for the surface toward the image side of the lens most toward the image side to be of an aspherical shape having an inflection point within the effective diameter thereof. In this case, increases in the incident angles of light rays that pass through the optical system with respect to the imaging formation plane Sim (that is, the imaging element 100) can be suppressed, particularly at peripheral portions of the imaging region. Note that here, "having an inflection point" means that the surface toward the image side of the lens most toward the image side has a point at which a curve formed by the cross section of the surface toward the image side of the lens most toward the image side within the effective diameter that includes the optical axis Z1 changes from a convex shape to a concave shape (or from a concave shape to a

convex shape).

It is favorable for at least one of the surfaces of all of the lenses within the entire lens system to be an aspherical surface, in order to improve performance.

In addition, it is preferable for all of the lenses that constitute the imaging lens L to be a single lens, not a cemented lens. In the case that all of the lenses that constitute the imaging lens L is a single lens, the number of aspherical lens surfaces will be greater than that for a case in which any of the lenses is a cemented lens. Therefore, the degree of freedom in the design of each lens will increase. As a result, the total length of the lens system can be favorably shortened.

In addition, in the case that the configurations of each of the lenses of the imaging lens L are set such that the full angle of view is 70 degrees or greater as in the example illustrated in Figure 5, the imaging lens L may be favorably applied to cellular telephone terminals and the like, which are often used for close distance photography. It is preferable for the imaging lens L to be configured such that the full angle of view is 70 degrees or greater for this reason.

Next, the operation and effects of conditional formulae related to the imaging lens L configured as described above will be described in greater detail. First, the imaging lens L is configured such that Conditional Formulae (1) through (4) below are satisfied.

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f/fl < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03\text{mm} < f < 5.16\text{mm} \quad (3)$$

$$1.0\text{mm} < fl < 3.0\text{mm} \quad (4)$$

wherein f is the focal length of the entire lens system, fl is the focal length of the first lens, and TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side, in which the portion corresponding to back focus is an air converted length.

Conditional Formula (1) defines a preferable range for the ratio of the total length of the lens system with respect to the focal length of the entire lens system. By securing the ratio of the total length of the lens system and the focal length of the entire lens system such that the value of TL/f is not less than or equal to the lower limit defined in Conditional Formula (1), it will be possible to correct various aberrations

while maintaining a full angle of view which is standard for portable terminals and the like, approximately 70 degrees for example. As a result, it will become possible to realize high resolution. By suppressing the ratio of the total length of the lens system and the focal length of the entire lens system such that the value of TL/f is not greater than or equal to the upper limit defined in Conditional Formula (1), the length of the lens system as a whole can be shortened in the direction of the optical axis.

By configuring the imaging lens such that Conditional Formula (1) is satisfied, it will be possible to correct various aberrations while maintaining a full angle of view which is standard for portable terminals and the like, approximately 70 degrees for example, thereby realizing high resolution, and the total length of the lens system as a whole can be shortened. It is more preferable for Conditional Formula (1-1) to be satisfied, in order to cause these advantageous effects to become more prominent.

$$0.9 < TL/f < 1.0 \quad (1-1)$$

Conditional Formula (2) defines a preferable range for the ratio of the focal length of the entire lens system with respect to the focal length of the first lens L1. That is, Conditional Formula (2) defines a preferable range of numerical values for the ratio of the refractive power of the first lens L1 with respect to the refractive power of the entire lens system. By securing the positive refractive power of the first lens L1 such that the value of f/f1 is not less than or equal to the lower limit defined in Conditional Formula (2), a shortening of the total length of the lens system can be favorably realized. By suppressing the positive refractive power of the first lens L1 such that the value of f/f1 is not greater than or equal to the upper limit defined in Conditional Formula (2), correction of spherical aberration and astigmatism will be facilitated.

By configuring the lens provided most toward the object side to be a positive lens, and by allotting an amount of positive refractive power to this positive lens such that Conditional Formula (2) is satisfied, a shortening of the total length of the lens system can be favorably achieved, while spherical aberration and astigmatism can be favorably corrected. It is more preferable for Conditional Formula (2-1) to be satisfied, and even more preferable for Conditional Formula (2-2) to be satisfied, in order to cause these advantageous effects to become more prominent.

$$1.2 < f/f1 < 2.5 \quad (2-1)$$

$$1.7 < f/f_1 < 2.0$$

(2-2)

Conditional Formula (3) defines a preferable range for the focal length of the entirety of a compact lens system which is favorably suited for portable terminals and the like. By setting the focal length of the entire lens system such that the value of f is not less than or equal to the lower limit defined in Conditional Formula (3), a predetermined total length can be secured for the lens system. As a result, a number of lenses capable of favorably correcting aberrations, as well as a cover glass, filters, etc. may be provided. By setting the focal length of the entire lens system such that the value of f is not greater than or equal to the upper limit defined in Conditional Formula (3), the total length of the lens system can be suppressed, and a compact lens system which is favorably suited for portable terminals and the like can be realized. By configuring the imaging lens such that Conditional Formula (3) is satisfied, space for providing optical components that enable obtainment of images having high image quality can be secured, while realizing a compact lens system which is favorably suited for portable terminals and the like.

Note that the ratio of the total length of the lens system with respect to the focal length of the entire lens system can be maintained within a predetermined range by Conditional Formula (1) being satisfied. However, by Conditional Formula (3) being further satisfied in addition to Conditional Formula (1), the actual dimensions of the total length of the lens system can be maintained within a predetermined range. As a result, it will be possible to satisfy demand for both high performance and miniaturization, which is required of imaging lenses to be mounted on recent portable terminals and the like.

Conditional Formula (4) defines a preferable range for the focal length of the first lens L1 in a compact lens system which is favorably suited for portable terminals and the like. By suppressing the refractive power of the first lens L1 such that the value of f_1 is not less than or equal to the lower limit defined in Conditional Formula (4), correction of spherical aberration and astigmatism will be facilitated. By securing the refractive power of the first lens L1 such that the value of f_1 is not greater than or equal to the upper limit defined in Conditional Formula (4), a shortening of the total length of the lens system can be favorably realized. By configuring the lens system such that Conditional Formula (4) is satisfied, a shortening of the total length can be

achieved, while spherical aberration and astigmatism can be favorably corrected.

By configuring the imaging lens such that Conditional Formula (2) is satisfied in addition to Conditional Formulae (3) and (4), high resolution can be achieved, while a compact lens system which is favorably suited for portable terminals and the like can be realized. In addition, by Conditional Formulae (1) through (4) being satisfied at the same time, a lens system having high resolution and a shortened total length can be realized, while maintaining a full angle of view which is standard for portable terminals and the like, 70 degrees for example.

In addition, it is preferable for Conditional Formula (5) to be satisfied in the imaging lens L.

$$0.003 < Da/f < 0.050 \quad (5)$$

wherein Da is the distance along the optical axis from the first lens to the second lens.

Da corresponds to the distance $D3$ in the example illustrated in Figure 1. Conditional Formula (5) defines a preferable range for the ratio of the distance between the first lens $L1$ and the second lens $L2$ with respect to the focal length of the entire lens system. By securing the distance between the first lens $L1$ and the second lens $L2$ such that the value of Da/f is not less than or equal to the lower limit defined in Conditional Formula (5), the distance between the first lens $L1$ and the second lens $L2$ becoming short and causing assembly to become difficult can be prevented. Suppressing the distance between the first lens $L1$ and the second lens $L2$ such that the value of Da/f is not greater than or equal to the upper limit defined in Conditional Formula (5) is advantageous from the viewpoint of shortening the total length of the lens system.

By configuring the imaging lens such that Conditional Formula (5) is satisfied, the total length of the lens system can be favorably shortened, while a deterioration in productivity can be suppressed. It is more preferable for Conditional Formula (5-1), and even more preferable for Conditional Formula (5-2) to be satisfied, in order to cause these advantageous effects to become more prominent.

$$0.004 < Da/f < 0.040 \quad (5-1)$$

$$0.005 < Da/f < 0.030 \quad (5-2)$$

Note that arbitrary combinations of the preferred configurations described

above are possible. It is preferable for the preferred configurations to be selectively adopted as appropriate according on specifications required of the imaging lens.

5 Next, specific examples of numerical values of the imaging lens of the present disclosure will be described. A plurality of examples of numerical values will be summarized and explained below.

10 Table 1 and Table 2 below show specific lens data corresponding to the configuration of the imaging lens illustrated in Figure 1. Table 1 shows basic lens data of the imaging lens, and Table 2 shows data related to aspherical surfaces. In the lens data of Table 1, i th lens surface numbers that sequentially increase from the object side to the image side, with the surface of the aperture stop S_t designated as first and the lens surface at the most object side (the surface of the first lens L1 toward the object side) designated as second, are shown in the column S_i for the imaging lens of Example 1. The radii of curvature (mm) of i th surfaces from the object side corresponding to the symbols R_i illustrated in Figure 1 are shown in the column R_i . Similarly, the distances
15 (mm) between an i th surface S_i and an $i+1$ st surface S_{i+1} from the object side along the optical axis are shown in the column D_i . The refractive indices of j th optical elements from the object side with respect to the d line (wavelength: 587.56nm) are shown in the column N_{dj} . The Abbe's numbers of the j th optical elements with respect to the d line are shown in the column v_{dj} .

20 Note that the signs of the radii of curvature are positive in cases that the surface shape is convex toward the object side, and negative in cases that the surface shape is convex toward the image side. The signs of the distances between surfaces are positive in cases that the direction from a surface S_i toward a surface S_{i+1} is from the object side to the image side, and negative in cases that the direction from a surface S_i toward a surface S_{i+1} is from the image side to the object side. Table 1 shows data
25 related to the imaging lens and the optical member CG.

Note that the focal length f of the entire lens system (mm), the F number $F_{no.}$, the full angle of view 2ω ($^\circ$), and the total length TL (mm) of the lens system are shown as various items of data above the frame of Table 1. Note that the total length TL of
30 the lens system is the distance along the optical axis from the surface of the first lens L1 toward the object side to the position of a paraxial focal point at the image side, in which the portion corresponding to the back focus Bf is an air converted value.

In the imaging lens of Example 1, both of the surfaces of the first lens L1 through the fifth lens L5 are all aspherical in shape. In the basic lens data of Table 1, numerical values of radii of curvature in the vicinity of the optical axis (paraxial radii of curvature) are shown as the radii of curvature of the aspherical surfaces.

5 Table 2 shows aspherical surface data of the imaging lens of Example 1. In the numerical values shown as the aspherical surface data, the symbol “E” indicates that the numerical value following thereafter is a “power index” having 10 as a base, and that the numerical value represented by the index function having 10 as a base is to be multiplied by the numerical value in front of “E”. For example, “1.0E-02” indicates
10 that the numerical value is “1.0·10⁻²”.

The values of coefficients An and K represented by the aspherical surface shape formula (A) below are shown as the aspherical surface data. In greater detail, Z is the length (mm) of a normal line that extends from a point on the aspherical surface having a height h to a plane (a plane perpendicular to the optical axis) that contacts the
15 apex of the aspherical surface.

$$Z = \frac{C \times h^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \times C^2 \times h^2}} + \sum_n A_n \times h^n \dots\dots(A)$$

wherein: Z is the depth of the aspherical surface (mm), h is the distance from the optical axis to the surface of the lens (height) (mm), C is the paraxial curvature = 1/R (R is the paraxial radius of curvature), An is an nth ordinal aspherical surface
20 coefficient (n is an integer 4 or greater and 16 or less), and K is a conic constant.

Specific lens data corresponding to the configuration of the imaging lens illustrated in Figure 2 are shown in Table 3 and Table 4 as Example 2. Similarly, specific lens data corresponding to the configurations of the imaging lenses illustrated in Figure 3 and Figure 4 are shown in Table 5 through Table 8 as Example 3 and
25 Example 4. The aspherical surface coefficient n of the second through fifth surfaces of Example 3 and all of the aspherical surfaces of Example 4 are even numbers 4 or greater and 14 or less. In the imaging lenses of Example 1 through Example 4, both of the surfaces of all of the lenses are aspherical surfaces.

A through D of Figure 6 are diagrams that illustrate aberrations of the imaging
30 lens of Example 1, that respectively illustrate the spherical aberration, the field

curvature, the distortion, and the lateral chromatic aberration (chromatic aberration of magnification). Each of the diagrams that illustrate the spherical aberration and the field curvature illustrate aberrations related to the d line (wavelength: 587.56nm), the F line (wavelength: 486.1nm), and the C line (wavelength: 656.27nm). The diagram that illustrates lateral chromatic aberration shows aberrations related to the F line and the C line, with the d line as a reference wavelength. In the diagram that illustrates field curvature, (S) denotes aberration in the sagittal direction, and (T) denotes aberration in the tangential direction.

Similarly, the aberrations of the imaging lens of Example 2 through Example 4 are illustrated in A through D of Figure 7 through A through D of Figure 9. The diagrams that illustrate aberrations of A through D of Figure 6 through A through D of Figure 9 are all for cases in which the object distance is infinity.

In addition, Table 9 shows values corresponding to Conditional Formulae (1) through (5), respectively summarized for each of Examples 1 through 4. The values shown in Table 9 are those related to the d line.

As can be understood from each set of numerical value data and from the diagrams that illustrate aberrations, the imaging lenses of Examples 1 through 4 have full angles of view within a range from 70 degrees to 75 degrees, and the total lengths TL of the lens systems are within a range from 3.1mm to 4.0mm. That is, a shortening of the total length of the lens system is achieved while maintaining a full angle of view which is standard for portable terminals. Further, various aberrations are favorably corrected, and high imaging performance is realized.

Note that the imaging lens of the present disclosure is not limited to the embodiments and Examples described above, and various modifications are possible. For example, the values of the radii of curvature, the distances among surfaces, the refractive indices, the Abbe's numbers, the aspherical surface coefficients, etc., are not limited to the numerical values indicated in connection with the Examples of numerical values, and may be other values.

In addition, the Examples are described under the presumption that they are to be utilized with fixed focus. However, it is also possible for configurations capable of adjusting focus to be adopted. It is possible to adopt a configuration, in which the entirety of the lens system is fed out or a portion of the lenses is moved along the

optical axis to enable automatic focus, for example.

Example 1

[Table 1]

f=4.01, Fno.=2.6, 2 ω =72.0, TL=3.95

Si	Ri	Di	Ndj	v _{dj}
1 (aperture stop)	∞	-0.240000		
*2	1.248186	0.510022	1.544884	54.87
*3	-55.853797	0.023815		
*4	-71.457835	0.297217	1.633506	23.63
*5	2.589265	0.641525		
*6	-26.018306	0.107756	1.544884	54.87
*7	-4.887691	0.550329		
*8	-4.378748	0.317276	1.633506	23.63
*9	-4.502550	0.254989		
*10	3.275584	0.462402	1.544884	54.87
*11	1.123792	0.202904		
12	∞	0.145000	1.516330	64.14
13	∞	0.483940		
14 (imaging surface)	∞			

*: aspherical surface

[Table 2]

Surface Number	KA	A3	A4	A5	A6
2	-1.3212468E+01	-3.2010292E-02	9.7127463E-01	-4.1441026E-01	-2.9581230E+00
3	-2.2162782E+02	-4.6939205E-02	3.5840007E-01	-7.1668262E-01	-3.0196076E-01
4	-7.7774382E+02	4.4862926E-02	-2.3154381E-02	8.9262055E-02	9.9153816E-01
5	8.7876118E+00	5.3914158E-02	-1.2205780E-01	3.3623397E-01	4.7272146E-01
6	7.1848813E+02	-7.4332479E-02	2.2903737E-01	-8.6386820E-01	8.8480140E-01
7	-1.4448115E+02	-1.4680435E-02	-3.2247983E-01	1.0341382E+00	-2.6759111E+00
8	-7.2899625E+02	1.5237198E-01	-1.0965089E+00	2.6778406E+00	-2.4488360E+00
9	2.0001892E+00	-1.5857648E-01	8.3863492E-01	-1.7144932E+00	1.4227139E+00
10	-3.6747110E+01	-3.3308330E-01	1.3075487E-01	-5.4611043E-01	6.2320857E-01
11	-2.8825648E+00	-1.6713971E-01	-9.9582938E-01	2.7129347E+00	-3.7539111E+00
Surface Number	A7	A8	A9	A10	A11
2	5.7748718E+00	-4.7691207E+00	4.1977000E+00	-3.4405023E+00	-5.0000669E+00
3	3.2844684E+00	-4.1040752E+00	-9.6045412E-01	2.9706036E+00	3.5660330E+00
4	-4.4232849E+00	7.5497582E+00	-5.8084122E+00	4.8872207E+00	-1.4014084E+01
5	-3.2661042E+00	6.3848549E+00	-6.4401676E+00	7.8102425E-01	1.3210099E+01
6	6.0051486E-01	-2.4844103E+00	1.5427055E+00	1.0603798E-01	3.6771996E-01
7	2.3215258E+00	1.9188104E+00	-4.4289849E+00	6.1619829E-01	2.1371523E+00
8	-5.3397685E-01	1.9192393E+00	-8.3305954E-01	1.0221456E+00	-1.3006852E+00
9	9.6055840E-01	-3.3196842E+00	2.1873641E+00	6.9881886E-01	-9.5523496E-01
10	-1.5717115E-01	-8.0713763E-02	3.5601990E-03	4.3398861E-02	1.1828531E-02
11	2.7630021E+00	-6.1241496E-01	-4.7567270E-01	2.6601539E-01	1.9427965E-02
Surface Number	A12	A13	A14	A15	A16
2	9.4270649E+00	2.8026655E+00	-1.3048820E+01	7.9609525E+00	-1.3947121E+00
3	-2.1148237E+00	-9.0816066E+00	3.3006462E+00	1.1218064E+01	-7.6278734E+00
4	2.2137640E+01	-1.3506303E+01	-1.3686354E+00	5.8899674E+00	-2.2744994E+00
5	-2.5460608E+01	1.9589246E+01	-1.2172121E+01	1.7384456E+01	-1.1580743E+01
6	-1.1006658E+00	-7.2761073E-01	3.4862697E+00	-2.6978835E+00	4.7921100E-01
7	-8.1536404E-01	-6.4668408E-01	9.4854860E-01	4.7417804E-01	-7.7570745E-01
8	2.1641923E-01	-3.7471065E-01	1.0564631E+00	-6.2773999E-01	1.0266054E-01
9	-3.5502699E-01	3.4672168E-01	1.8713235E-01	-1.7830886E-01	3.3141578E-02
10	-3.2945535E-02	1.3873446E-02	-2.9634561E-03	9.0292501E-04	-1.8653823E-04
11	-6.3524204E-03	-3.5187945E-02	2.2802501E-02	-6.1163617E-03	6.8179272E-04

Example 2

[Table 3]

f=4.02, Fno.=2.4, 2 ω =70.8, TL=3.97

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1 (aperture stop)	∞	-0.290000		
*2	1.266094	0.672786	1.544884	54.87
*3	-151.018032	0.030338		
*4	-441.388916	0.240335	1.613946	25.30
*5	2.717418	0.554476		
*6	6.431903	0.098014	1.544884	54.87
*7	18.042506	0.648699		
*8	-2.378787	0.361894	1.633506	23.63
*9	-2.916855	0.163203		
*10	2.379858	0.409109	1.544884	54.87
*11	1.225990	0.171307		
12	∞	0.145000	1.516330	64.14
13	∞	0.483940		
14 (imaging surface)	∞			

*: spherical surface

[Table 4]

Surface Number	KA	A3	A4	A5	A6
2	-1.3546683E+01	-2.0041001E-02	8.6320095E-01	-2.9687864E-01	-2.5818222E+00
3	-6.3866451E+07	-8.8479843E-03	-6.4169722E-02	1.3285020E-02	-8.8665570E-01
4	2.2470738E+05	3.8738636E-02	-3.0129213E-01	1.9466058E-01	1.4344934E+00
5	3.4852098E+00	9.7704874E-02	-5.1831249E-01	1.5985440E+00	-1.6955204E+00
6	-8.5496409E+01	1.2466183E-02	8.8808820E-02	-1.5849718E+00	3.3974575E+00
7	8.8779349E+01	7.3567526E-02	-4.4257981E-01	4.1835366E-01	-4.2270092E-01
8	-1.0719832E+01	7.6862426E-01	-2.5920829E+00	4.0456408E+00	-3.3570112E+00
9	-1.1522838E+00	-4.1481437E-01	6.0247471E-01	8.5552085E-01	-4.0439369E+00
10	-6.6918911E+02	-2.6029840E-01	2.7017015E-01	-5.2969360E-01	5.1395184E-01
11	-4.2956928E+00	4.6365066E-02	-1.1736117E+00	2.7424446E+00	-3.5662791E+00
Surface Number	A7	A8	A9	A10	A11
2	5.1200952E+00	-4.8728445E+00	4.5573540E+00	-2.9231769E+00	-4.9030421E+00
3	3.4085238E+00	-3.5149634E+00	-6.9741276E-01	1.5395929E+00	1.8327304E+00
4	-4.5521078E+00	7.1187545E+00	-6.1302094E+00	5.5764031E+00	-1.3422099E+01
5	-1.4874360E+00	6.5948462E+00	-7.1375197E+00	1.6899587E-01	1.3365746E+01
6	-2.2867433E+00	-2.3581269E+00	4.5915662E+00	-6.4550741E-01	-2.7520832E+00
7	7.1109144E-01	-1.0563681E+00	8.0860025E-01	8.4524672E-01	-1.9182657E+00
8	1.4653598E+00	-2.6051260E-01	-7.2410680E-01	1.7154157E+00	-1.4975887E+00
9	6.0501328E+00	-4.0794704E+00	4.5573227E-01	8.5557936E-01	-2.6728092E-01
10	-1.4671011E-01	-7.7832188E-02	7.2591237E-03	4.4414319E-02	1.1539501E-02
11	2.5522401E+00	-5.8974927E-01	-4.1209643E-01	2.5474436E-01	9.1290136E-03
Surface Number	A12	A13	A14	A15	A16
2	8.7072644E+00	2.2065169E+00	-1.2733195E+01	9.4659592E+00	-2.3930643E+00
3	-2.0865169E-01	-5.0269022E+00	4.2580693E+00	-1.4139627E-01	-6.9516215E-01
4	2.1410176E+01	-1.4507410E+01	-1.7254451E+00	8.5122925E+00	-3.7595037E+00
5	-2.3684995E+01	1.9389845E+01	-1.1630677E+01	9.9051184E+00	-4.7152887E+00
6	8.7646059E-01	1.0946236E+00	-2.8524021E-01	-4.4273006E-01	1.8228365E-01
7	6.0526646E-02	2.3608540E+00	-2.1787786E+00	7.4005688E-01	-8.1801266E-02
8	2.2671012E-01	5.9375322E-03	8.7347247E-01	-9.5422498E-01	2.9178978E-01
9	-1.4931670E-01	1.0069879E-01	1.7219549E-02	-5.3428722E-02	1.9941941E-02
10	-3.2936281E-02	1.3881989E-02	-2.9993178E-03	8.9292760E-04	-1.8308586E-04
11	-7.3661116E-03	-3.4038453E-02	2.3396624E-02	-6.0983398E-03	5.9611963E-04

Example 3

[Table 5]

f=3.28, Fno.=2.9, 2 ω =71.0, TL=3.16

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1 (aperture stop)	∞	-0.150000		
*2	0.904212	0.430212	1.54	56.5
*3	15.379767	0.049238		
*4	-3.541585	0.154405	1.63	23.4
*5	5.812080	0.649693		
*6	-1.353189	0.266346	1.54	56.5
*7	-0.986605	0.452364		
*8	-6.699546	0.305318	1.53	55.8
*9	1.732706	0.199933		
10	∞	0.300000	1.52	64.2
11	∞	0.414000		
12 (imaging surface)	∞			

*: aspherical surface

[Table 6]

Surface Number	KA	A4	A6	A8
2	-2.5364831E-01	-7.7531180E-02	1.2291438E+00	-7.8086978E+00
3	5.4910111E+02	-7.7916259E-02	1.1580918E+00	-8.0037672E+00
4	-1.7746510E+02	3.6184422E-01	1.7638199E-01	-3.3506962E+00
5	5.6802279E+01	9.4031723E-01	-1.7346081E+00	4.1298659E+00
6	-3.8980496E+00	-2.9718521E-01	-5.1341042E-02	-1.3962850E+00
7	-2.2456465E+00	-1.5497952E-01	-1.1631991E-01	-8.2951567E-01
8	-5.6571673E+02	-5.7255470E-01	2.1662849E-01	4.7834559E-02
9	-2.4328185E+00	-5.2468297E-01	3.5563560E-01	-1.7762108E-01
Surface Number	A10	A12	A14	A16
2	2.5493056E+01	-3.9257511E+01	1.0109932E+01	-
3	-3.2910059E+00	4.8825625E+01	-5.3320887E+01	-
4	-1.4906025E+01	6.4462794E+01	-4.4088031E+01	-
5	2.8621841E+00	-4.0818628E+01	8.9829881E+01	-
6	-5.5220011E+00	1.0096910E+01	4.2807378E+01	-9.3219929E+01
7	4.9274804E-01	1.0709023E+00	7.4971290E-01	-1.5027177E+00
8	-1.4041772E-02	-5.6061872E-03	-8.8286172E-04	3.5631882E-04
9	4.0696121E-02	9.3405871E-04	-1.9104675E-03	-3.8773448E-05

Example 4

[Table 7]

f=4.00, Fno.=2.8, $2\omega=71.2$, TL=3.89

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1 (aperture stop)	∞	-0.210000		
*2	1.152778	0.303593	1.51	56.8
*3	10.159658	0.077275		
*4	6.219245	0.104330	1.65	21.4
*5	2.353031	0.354965		
*6	-8.266512	0.123829	1.63	23.8
*7	-9.893200	0.643763		
*8	-7.130996	0.292307	1.54	55.9
*9	-2.086276	0.534767		
*10	-1.378463	0.183911	1.54	55.9
*11	-0.920547	0.233322		
*12	-1.368934	0.148256	1.54	55.9
*13	2.390504	0.197715		
14	∞	0.210000	1.52	64.2
15	∞	0.483000		
16 (imaging surface)	∞			

*: aspherical surface

[Table 8]

Surface Number	KA	A4	A6	A8
2	-3.6867724E+00	3.1176600E-01	-1.4930332E-01	1.7504183E-01
3	1.0606410E+02	-3.8781814E-02	2.0910481E-01	-1.9854100E-01
4	-1.7515826E+02	1.1785485E-01	1.1554505E-01	3.6431461E-01
5	5.0856043E+00	3.5888263E-02	1.8292402E-01	5.4039908E-02
6	-4.5000559E+02	-4.2967593E-01	-7.8724390E-02	3.1271252E-01
7	8.9111829E+01	-3.0460387E-01	-1.2351341E-01	2.5016114E-01
8	5.1118472E+01	-9.6634327E-02	-4.4717695E-02	-2.4893022E-01
9	1.9974438E+00	-3.3887166E-03	7.9466818E-03	-1.8748970E-01
10	8.6332365E-02	7.9464707E-02	-2.7323299E-04	-5.7513127E-03
11	-5.4955726E+00	-1.0388535E-01	1.2895780E-01	-1.2652192E-01
12	-1.1130744E+01	-1.0314252E-01	-8.3726210E-03	1.4326135E-02
13	-5.8582439E+01	-9.2038345E-02	1.5566690E-02	-4.8717366E-03
Surface Number	A10	A12	A14	
2	-8.5732546E-02	1.6208774E-01	-3.0035684E-01	
3	-1.2898235E-01	1.2956948E-01	-2.8085047E-01	
4	-1.1770860E+00	1.0492300E+00	-6.1806181E-01	
5	-3.4390106E-01	5.0461465E-01	4.1455242E-01	
6	-4.3734148E-01	1.0916784E+00	9.5251613E-01	
7	2.6149050E-03	2.5484908E-01	5.3657077E-01	
8	8.9553971E-02	1.2207775E-02	-5.4313761E-03	
9	6.5975151E-02	3.8594080E-02	2.1027712E-03	
10	6.1913902E-03	5.6036573E-03	-3.1744398E-03	
11	6.6704873E-02	-1.8282427E-02	1.7661958E-03	
12	-1.0472867E-03	-2.4046169E-04	-6.5030890E-06	
13	1.5445189E-03	-3.6152741E-04	1.5330880E-05	

[Table 9]

Values Related to Conditional Formulae					
Formula	Condition	Example 1	Example 2	Example 3	Example 4
(1)	TL/f	0.99	0.99	0.96	0.97
(2)	f/fl	1.79	1.74	1.87	1.60
(3)	f	4.01	4.02	3.28	4.00
(4)	fl	2.25	2.31	1.75	2.50
(5)	Da/f	0.006	0.008	0.015	0.019

What is claimed is:

1. An imaging lens consisting of five lenses, including, in order from the object side to the image side:

- a first lens having a positive refractive power;
- 5 a second lens having a negative refractive power;
- a third lens having a positive refractive power;
- a fourth lens having a negative refractive power; and
- a fifth lens having a negative refractive power;
- an aperture stop being positioned at the object side of the surface toward the
- 10 object side of the first lens; and

the conditional formulae below being satisfied:

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f/f_1 < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03\text{mm} < f < 5.16\text{mm} \quad (3)$$

$$15 \quad 1.0\text{mm} < f_1 < 3.0\text{mm} \quad (4)$$

wherein f is the focal length of the entire lens system, f_1 is the focal length of the first lens, and TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side in the case that the portion corresponding to back focus is an air converted length.

20 2. An imaging lens consisting of four lenses, including, in order from the object side to the image side:

- a first lens having a positive refractive power;
- a second lens having a negative refractive power;
- a third lens having a positive refractive power; and
- 25 a fourth lens having a negative refractive power;
- an aperture stop being positioned at the object side of the surface toward the
- object side of the first lens; and

the conditional formulae below being satisfied:

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$30 \quad 1.0 < f/f_1 < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03\text{mm} < f < 5.16\text{mm} \quad (3)$$

$$1.0\text{mm} < f_1 < 3.0\text{mm} \quad (4)$$

wherein f is the focal length of the entire lens system, f_1 is the focal length of the first lens, and TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side in the case that the portion corresponding to back focus is an air converted length.

5 3. An imaging lens consisting of at least four lenses, including, in order from the object side to the image side:

- a first lens having a positive refractive power;
- a second lens having a negative refractive power; and
- a plurality of other lenses;

10 an aperture stop being positioned at the object side of the surface toward the object side of the first lens; and

the conditional formulae below being satisfied:

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f/f_1 < 3.0 \quad (2)$$

15 $2.03\text{mm} < f < 5.16\text{mm} \quad (3)$

$$1.0\text{mm} < f_1 < 3.0\text{mm} \quad (4)$$

$$0.004 < Da/f < 0.040 \quad (5-1)$$

wherein f is the focal length of the entire lens system, f_1 is the focal length of the first lens, TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side in the case that the portion corresponding to back focus is an air converted length, and Da is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.

20 4. An imaging lens as defined in Claim 3, wherein:
the number of lenses that constitute the entire lens system is six or less.

25 5. An imaging lens as defined in Claim 3, wherein the plurality of other lenses consist of four lenses, which are, in order from the object side to the image side:

- a third lens having a negative refractive power;
- a fourth lens having a positive refractive power;
- a fifth lens having a positive refractive power; and
- 30 a sixth lens having a negative refractive power.

6. An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula below is further satisfied:

$$0.003 < Da/f < 0.050 \quad (5)$$

wherein Da is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.

7. An imaging lens as defined in Claim 1, wherein:
5 the surface of the second lens toward the image side is a concave surface.

8. An imaging lens as defined in Claim 1, wherein:
a second negative lens from the object side from among negative lenses within the entire lens system has a concave surface toward the object side.

9. An imaging lens as defined in Claim 1, wherein:
10 the lens most toward the image side to be a negative lens has a concave surface toward the image side.

10. An imaging lens as defined in Claim 1, wherein:
the surface toward the image side of the lens most toward the image side is an aspherical surface having an inflection point, which is concave in the vicinity of the
15 optical axis.

11. An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula below is further satisfied:

$$0.9 < TL/f < 1.0 \quad (1-1).$$

12. An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula
20 below is further satisfied:

$$1.2 < f/f1 < 2.5 \quad (2-1).$$

13. An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula below is further satisfied:

$$1.7 < f/f1 < 2.0 \quad (2-2).$$

14. An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula
25 below is further satisfied:

$$0.004 < Da/f < 0.040 \quad (5-1)$$

wherein Da is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.

15. An imaging lens as defined in Claim 1, in which the conditional formula
30 below is further satisfied:

$$0.005 < Da/f < 0.030 \quad (5-2)$$

wherein D_a is the distance along the optical axis between the first lens and the second lens.

16. An imaging apparatus comprising the imaging lens as defined in Claim 1.

17. An imaging apparatus comprising the imaging lens as defined in Claim 2.

5 18. An imaging apparatus comprising the imaging lens as defined in Claim 3.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

An imaging lens is constituted essentially by four or more lenses, including, in order from the object side to the image side: a first lens having a positive refractive power; a second lens having a negative refractive power; and a plurality of other lenses.

5 The conditional formulae below are satisfied.

$$0.8 < TL/f < 1.0 \quad (1)$$

$$1.0 < f/f_1 < 3.0 \quad (2)$$

$$2.03\text{mm} < f < 5.16\text{mm} \quad (3)$$

$$1.0\text{mm} < f_1 < 3.0\text{mm} \quad (4)$$

10 wherein f is the focal length of the entire lens system, f_1 is the focal length of the first lens, TL is the distance along the optical axis from the surface of the first lens toward the object side to the paraxial focal point position at the image side in the case that the portion corresponding to back focus is an air converted length.

15

FIG.1

EXAMPLE 1

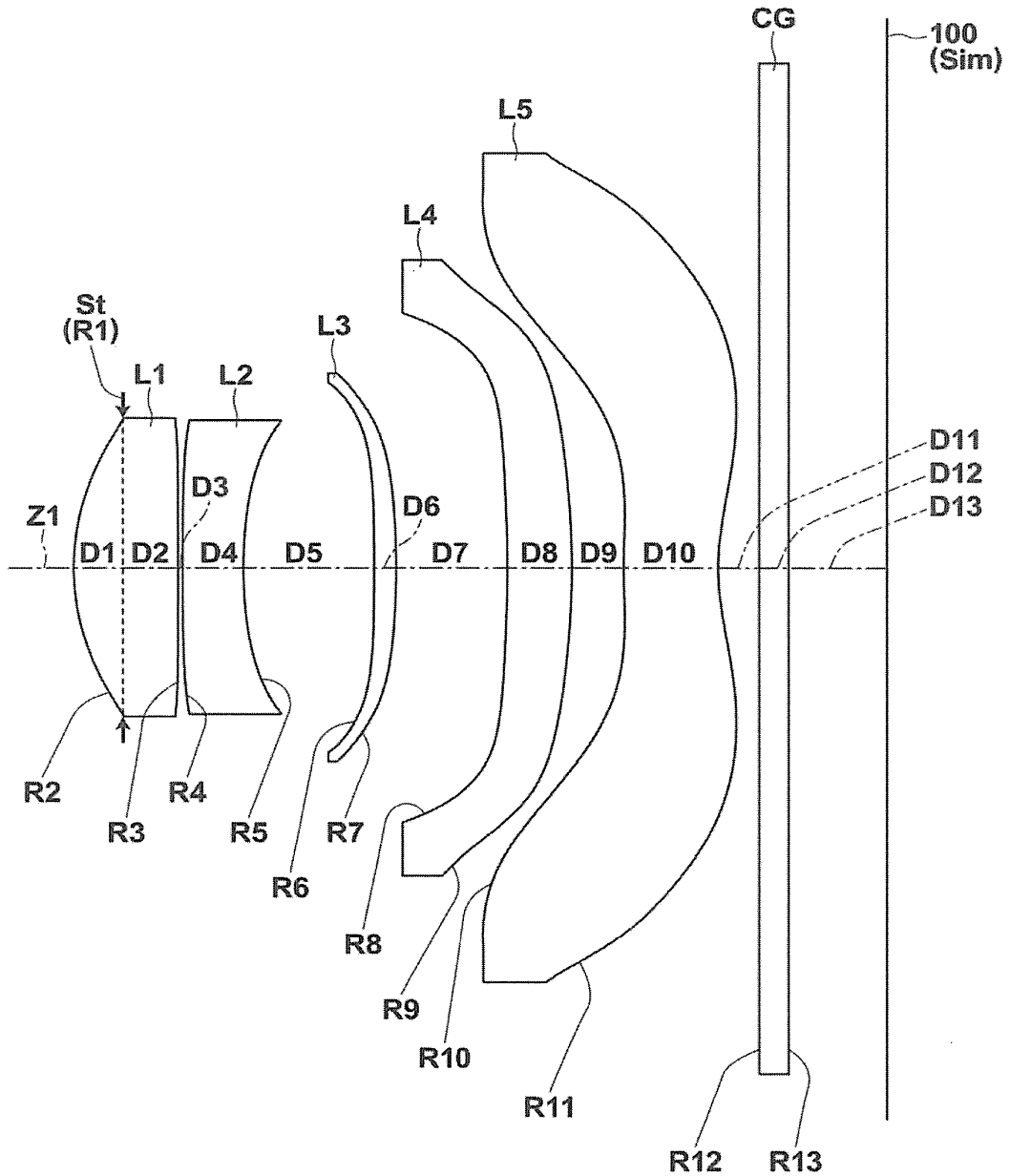


FIG.2

EXAMPLE 2

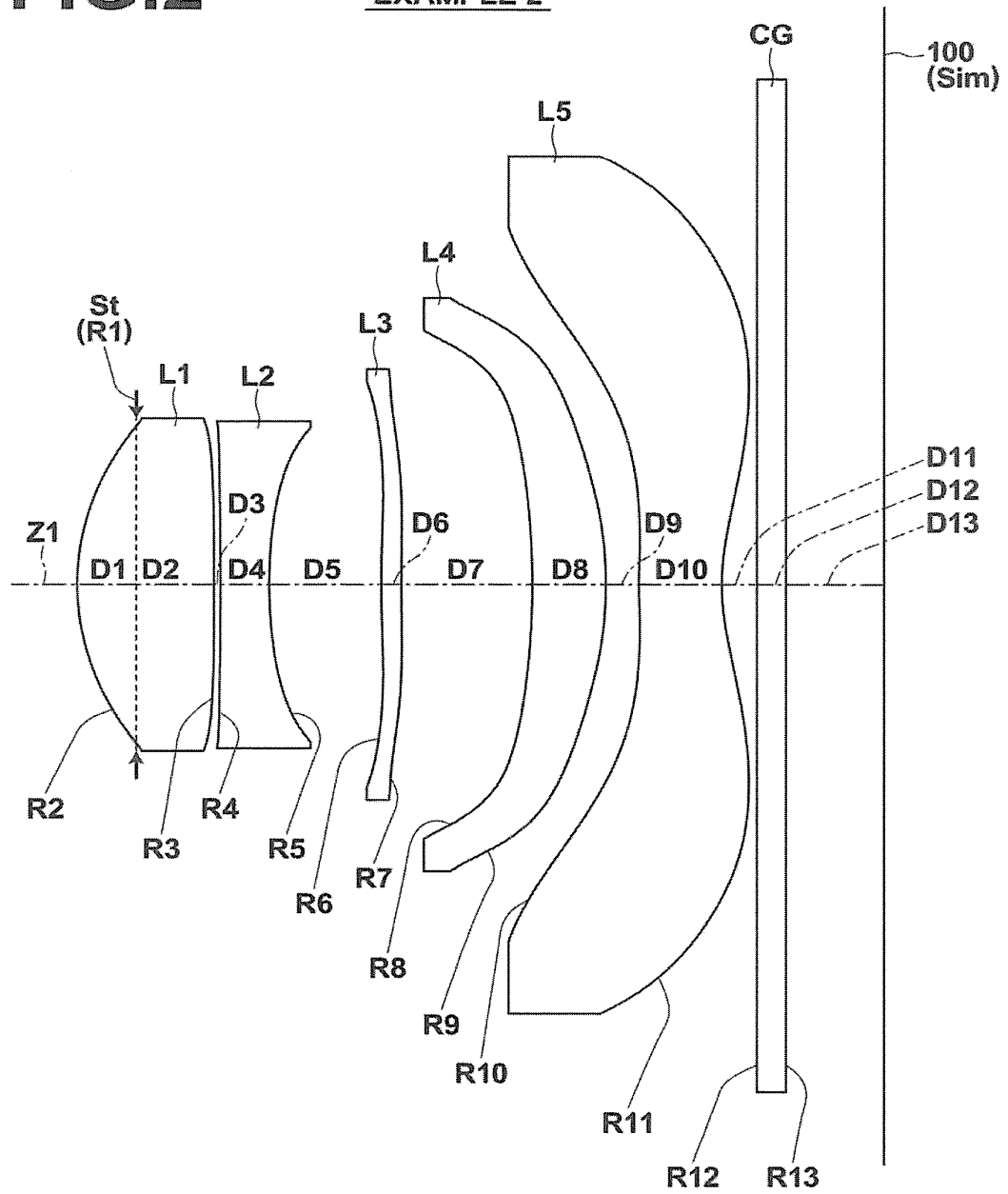


FIG.3

EXAMPLE 3

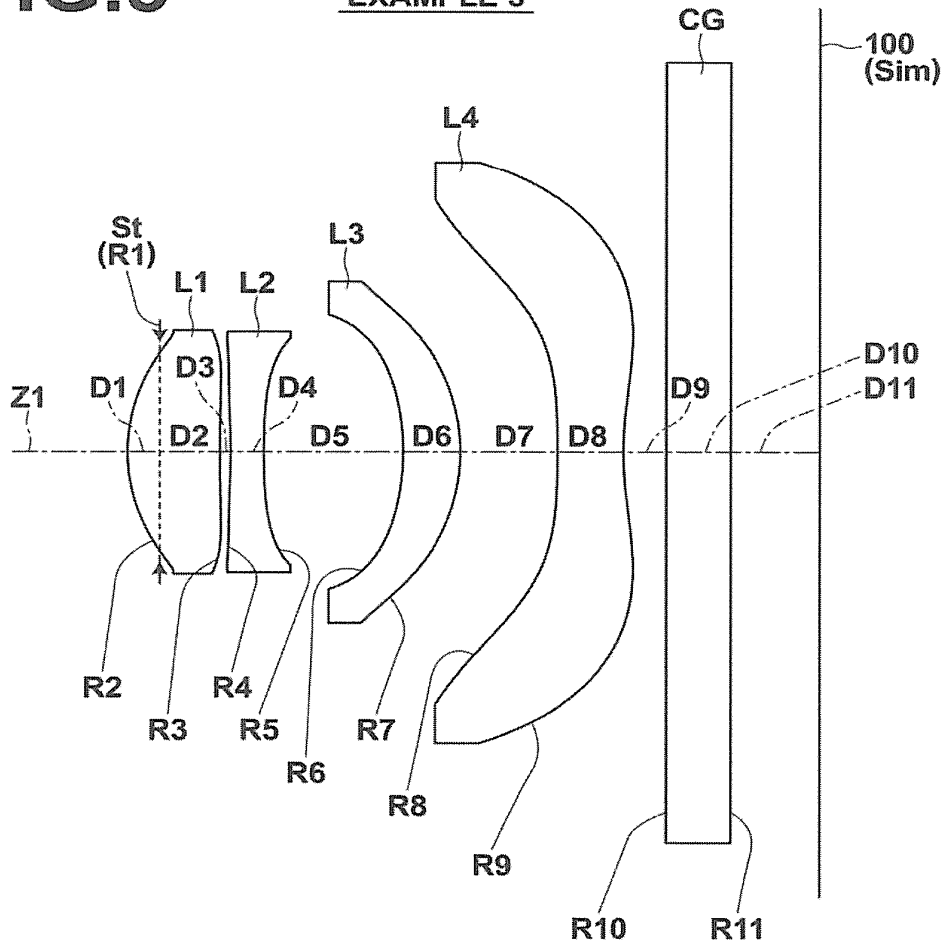


FIG.4

EXAMPLE 4

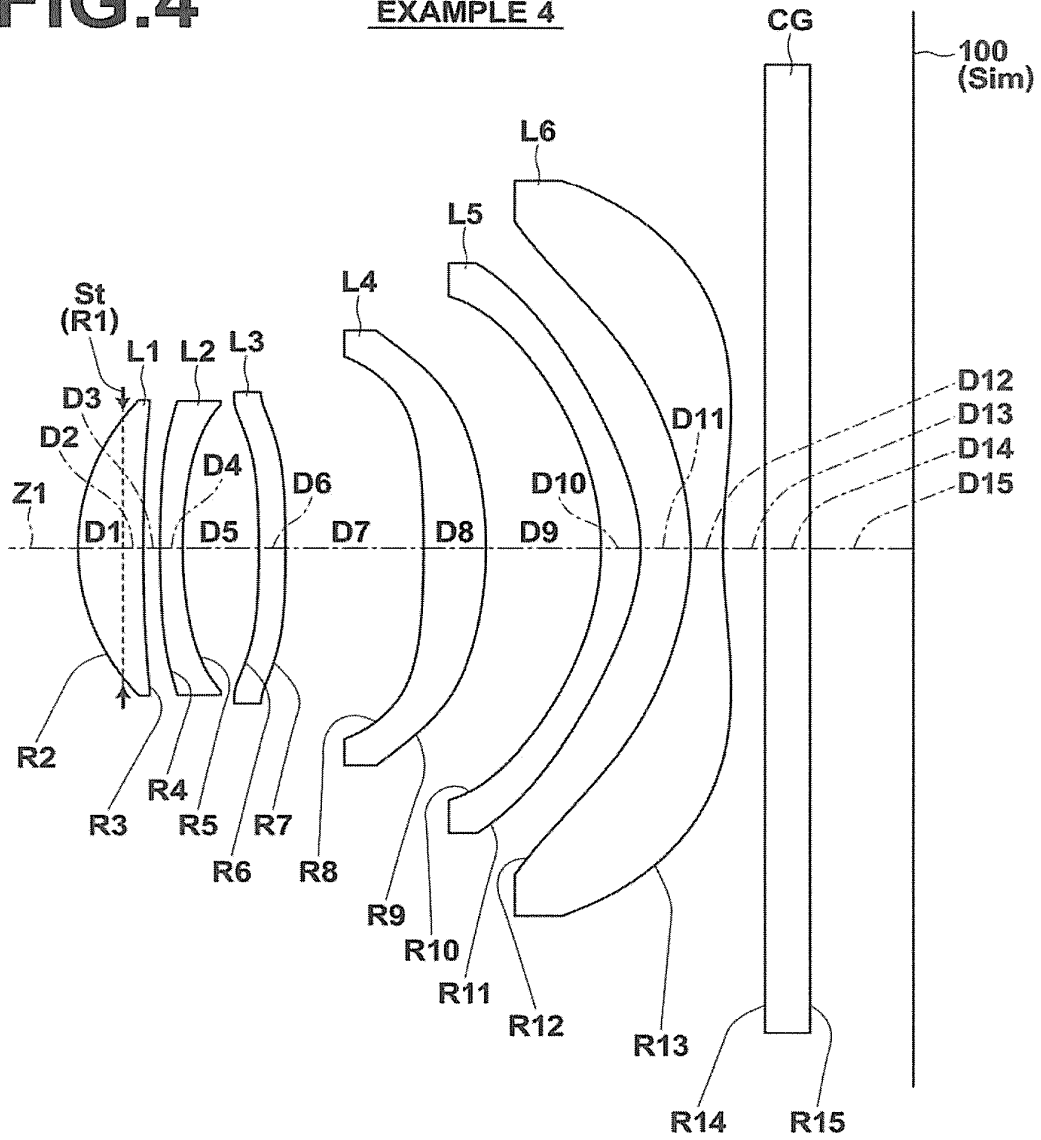


FIG.5

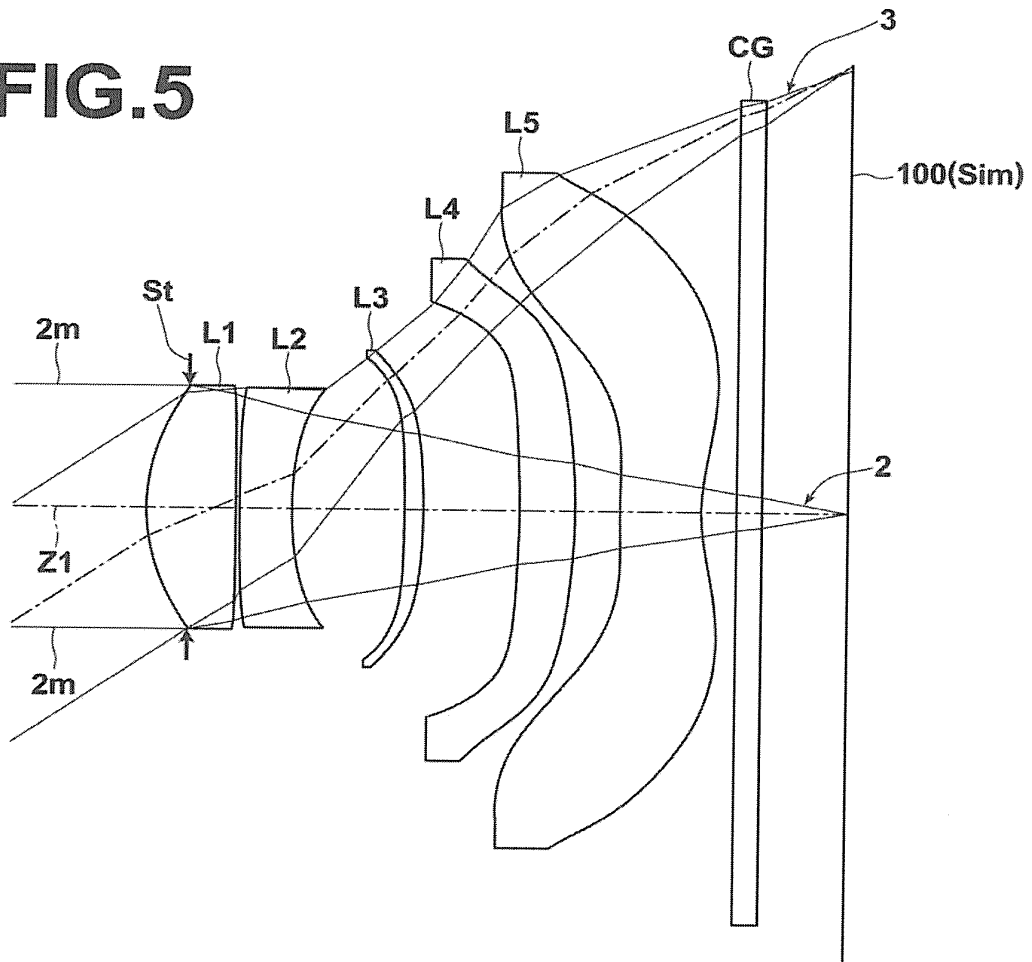


FIG.6

EXAMPLE 1

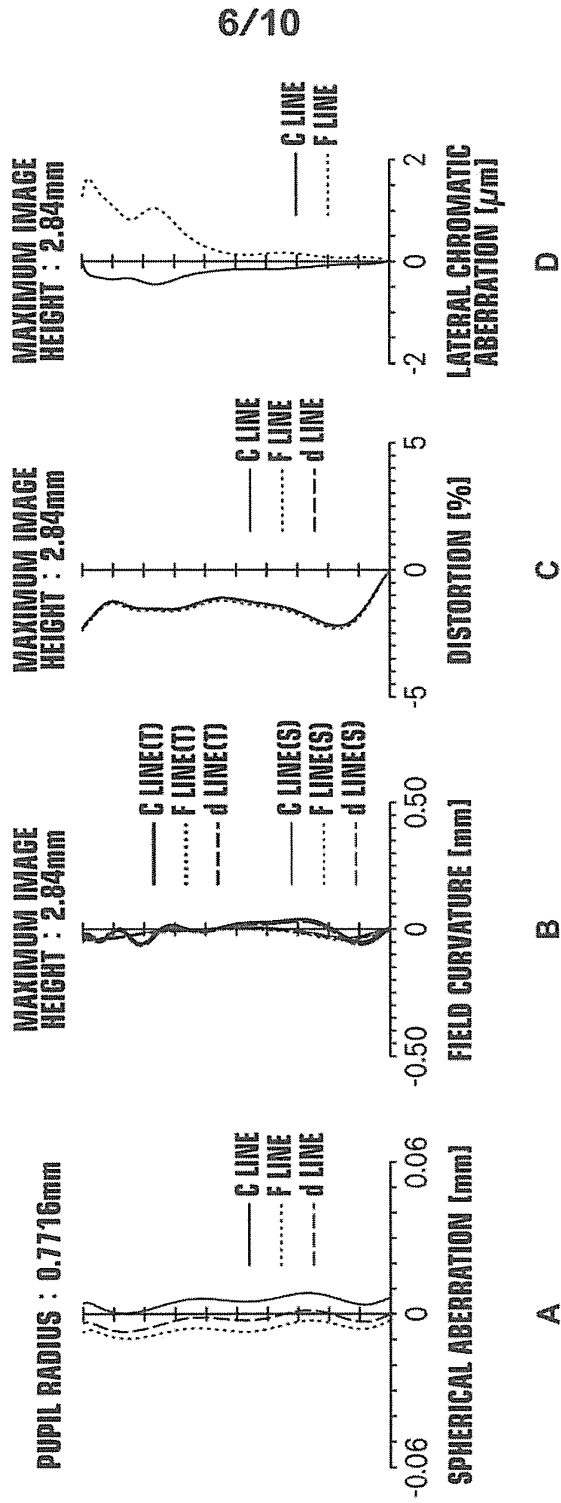


FIG. 7

EXAMPLE 2

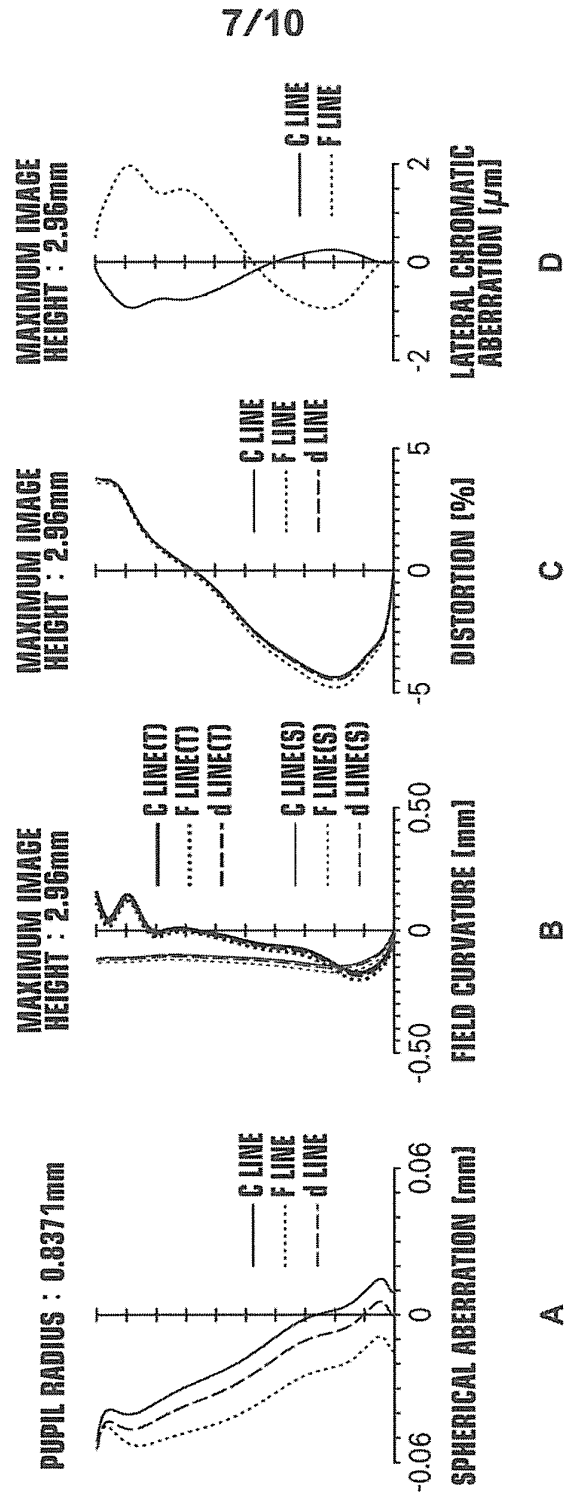


FIG.8

EXAMPLE 3

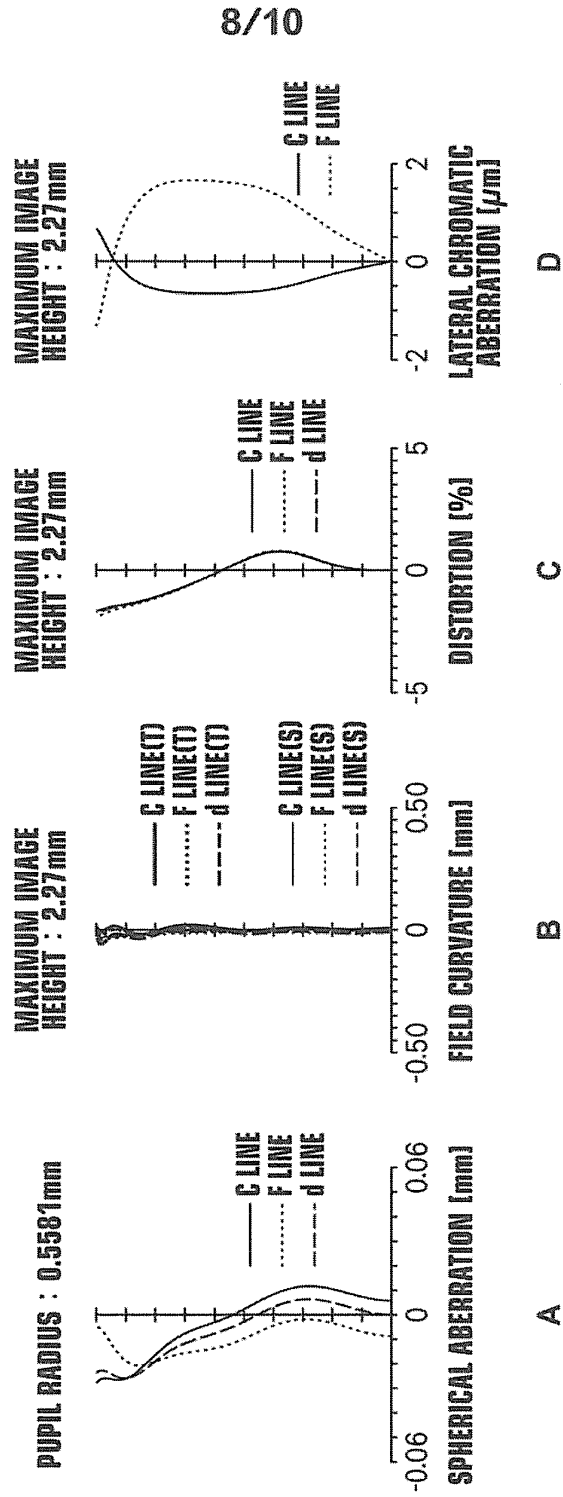
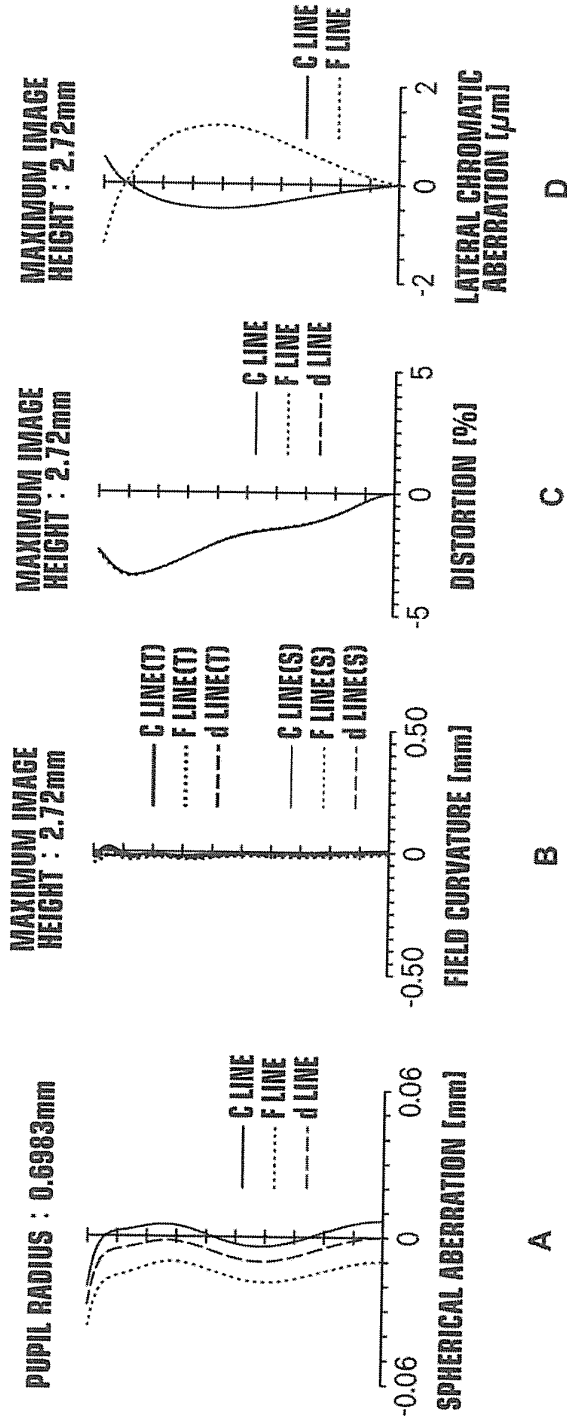


FIG.9

EXAMPLE 4



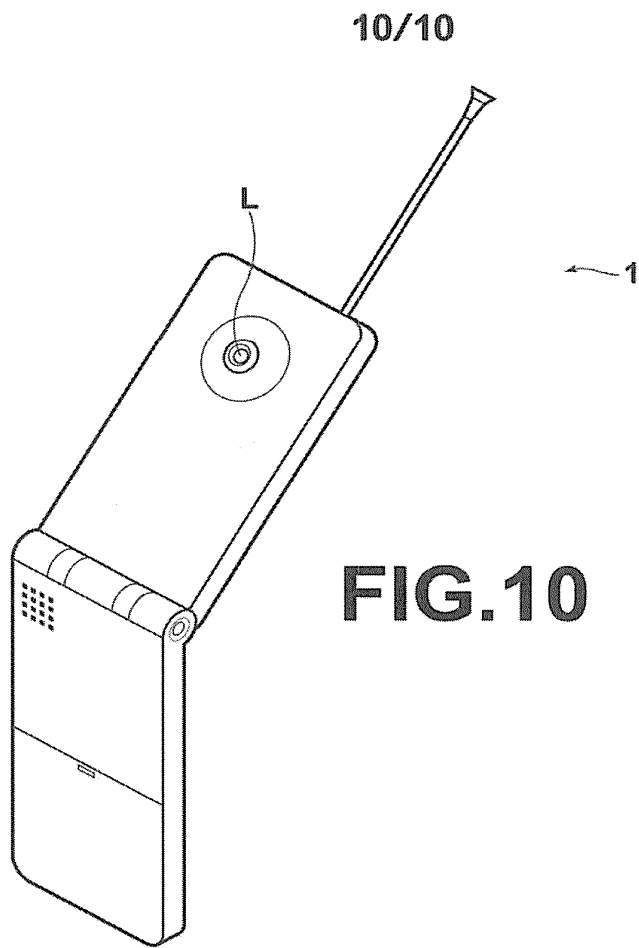


FIG. 10

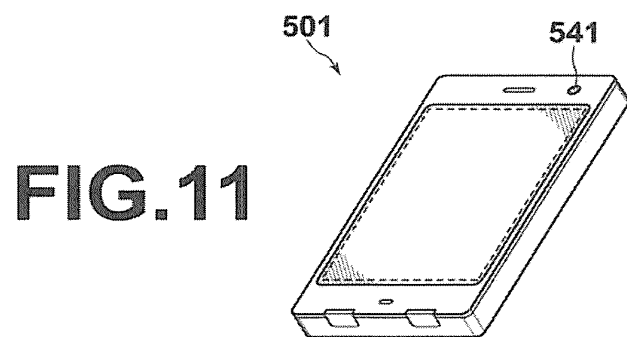


FIG. 11

ASSIGNMENT WITH DECLARATION FOR PATENT APPLICATION (37 CFR 1.63)

特許出願宣誓書及び譲渡書 (37 CFR 1.63)

Japanese Language Assignment with Declaration

下記に署名した発明者（以下“譲渡人”）である私／我々は、下記で特定される出願書類の中に記載されたいくつかの改良について発明を行い、また、

富士フイルム株式会社（譲受人）は本出願および本発明に対する全ての権利、権原、および利益、ならびに当該出願および発明に対して得られる米国特許の取得を希望しているため、

ここに、譲渡人は、上記譲受人への譲渡に関し、相当の対価を受けることを確認し、

上記譲渡人である私／我々は、本宣誓書により、

i 上記指定された譲受人、その後継者および継承人に対して、以下の全てを売却、譲渡および移転します。

- 全ての分割出願および継続出願を含めて、アメリカ合衆国で開示された本出願および本発明に対する全ての権利、権原および利益、
ならびに、

- 同出願書および発明に対して交付された米国特許証およびその全ての再発行（米国特許法第 119 条に基づく優先権主張の権利を含む）に対する全ての権利、権原および利益。

ii また、米国特許商標局長官に対して、本出願で記述された発明に対して交付された特許証を譲受人、その後継者および継承人に対し発行するよう要請し、また、追加の対価を受けることなく、譲受人の要求に応じて、米国出願に関連して譲受人が必要とみなすすべての書類の完成実施・署名を行います。

私は下記に記載の発明者として以下の通り宣言します。

本「宣誓書付き譲渡書」は以下に関するものです。

添付の出願書、または

_____年__月__日に出願された米国出願あるいは
PCT 国際出願番号
_____（確認番号_____）

本出願書の名称は以下の通りです。

Whereas, I/We, the undersigned inventor(s) hereinafter called assignor(s), have invented certain improvements described in the application identified below; and

Whereas, FUJIFILM Corporation (assignee), desires to acquire the entire right, title, and interest in the application and invention, and to any United States patents to be obtained therefor;

Now therefore, for valuable consideration, receipt whereof is hereby acknowledged,

I/We, the above named assignor(s), hereby sell, assign and transfer to the above named assignee, its successors and assigns, the entire right, title and interest in the application and the invention disclosed therein for the United States of America, including all divisions, and continuations thereof, and all Letters Patent of the United States that may be granted thereon, and all reissues thereof, including the right to claim priority under 35 USC §119, and I/we request the Director of the U. S. Patent and Trademark Office to issue any Letters Patent granted upon the invention set forth in the application to the assignee, its successors and assigns; and I/we will execute without further consideration all papers deemed necessary by the assignee in connection with the United States application when called upon to do so by the assignee.

As the below named inventor, I hereby declare that:

This assignment with declaration is directed to:

The attached application, or

United States Application or PCT International Application
Number _____ filed on
(Confirmation No. _____).

The application is entitled:

“IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED
WITH THE IMAGING LENS”

Japanese Language Assignment with Declaration

上記に特定された出願は私が作成した、または作成を許可したものです。

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

私は私が本宣言書内で請求されている発明を自らなした発明者、または共同発明者であると信じます。

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

私は本宣言付き譲渡書において故意になされた一切の虚偽の陳述が 18 USC 1001 に基づき罰金あるいは 5 年未満の拘禁または両方による処罰にあたることを理解しています。

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

STATEMENT OF ACCURATE TRANSLATION IN ACCORDANCE WITH 37 CFR §1.69(b):

The assignment with declaration is an accurate translation of the corresponding English language assignment with declaration.

Signature / Atsushi Nakamura /
Atsushi Nakamura

Date September 16, 2012

NAME OF SOLE OR FIRST INVENTOR: 唯一あるいは第一の発明者名		
Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)	Tatsuro	Family Name or Surname 姓 IWASAKI
Inventor's signature 発明者の署名	<i>Tatsuro Iwasaki</i>	Date 日付 May 20, 2015
NAME OF SECOND INVENTOR: 第二の発明者名		
Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)	Yasunobu	Family Name or Surname 姓 KISHINE
Inventor's signature 発明者の署名	<i>Yasunobu Kishine</i>	Date 日付 May 20, 2015
NAME OF THIRD INVENTOR: 第三の発明者名		
Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)		Family Name or Surname 姓
Inventor's signature 発明者の署名		Date 日付
NAME OF FOURTH INVENTOR: 第四の発明者名		
Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)		Family Name or Surname 姓
Inventor's signature 発明者の署名		Date 日付
NAME OF FIFTH INVENTOR: 第五の発明者名		
Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)		Family Name or Surname 姓
Inventor's signature 発明者の署名		Date 日付
NAME OF SIXTH INVENTOR: 第六の発明者名		
Given Name (first and middle [if any]) 名 ([該当する場合] ミドルネーム)		Family Name or Surname 姓
Inventor's signature 発明者の署名		Date 日付