

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

UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL <small>(ONLY FOR NEW NONPROVISIONAL APPLICATIONS UNDER 37 CFR 1.53(B))</small>	Attorney Docket No. 0020-5147PUS5	
	First Inventor Yoshinori SHIMIZU	
	Title	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
	Express Mail Label No.	

APPLICATION ELEMENTS <small>See MPEP chapter 600 concerning utility patent application contents.</small>	ADDRESS TO: Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450
--	---

1. **Fee Transmittal Form** (e.g., PTO/SB/17)

2. **Applicant claims small entity status.**
See 37 CFR 1.27.

3. **Specification** [Total Pages 60]
Both the claims and abstract must start on a new page
(For information on the preferred arrangement, see MPEP 608.01(a))

4. **Drawing(s)** (35 U.S.C. 113) [Total Sheets 19]

5. **Oath or Declaration** [Total Sheets 2]

a. Newly executed (original or copy)

b. A copy from a prior application (37 CFR 1.63(d))
(for continuation/divisional with Box 18 completed)

i. **DELETION OF INVENTOR(S)**
Signed statement attached deleting inventor(s) name in the
prior application, see 37 CFR 1.63(d)(2) and 1.33(b).

6. **Application Data Sheet.** See 37 CFR 1.76

7. **CD-ROM or CD-R** in duplicate, large table or
Computer Program (Appendix)
 Landscape Table on CD

8. **Nucleotide and/or Amino Acid Sequence Submission**
(if applicable, items a. - c. are required)

a. Computer Readable Form (CRF)

b. **Specification Sequence Listing on:**

i. CD-ROM or CD-R (2 copies); or ii. Paper

c. Statements verifying identity of above copies

ACCOMPANYING APPLICATION PARTS

9. **Assignment Papers** (cover sheet & document(s))
Name of Assignee

10. **37 CFR 3.73(b) Statement** **Power of Attorney**
(when there is an assignee)

11. **English Translation Document** (if applicable)

12. **Information Disclosure Statement** (PTO/SB/08 or PTO-1449)
 Copies of citations attached

13. **Preliminary Amendment**

14. **Return Receipt Postcard** (MPEP 503)
(Should be specifically itemized)

15. **Certified Copy of Priority Document(s)**
(if foreign priority is claimed)

16. **Nonpublication Request** under 35 U.S.C. 122 (b)(2)(B)(i).
Applicant must attach form PTO/SB/35 or equivalent.

17. Other:

Copy of letter submitting priority documents

18. If a CONTINUING APPLICATION, check appropriate box, and supply the requisite information below and in the first sentence of the specification following the title, or in an Application Data Sheet under 37 CFR 1.76:

Continuation Divisional Continuation-in-part (CIP) of prior application No.: 12/028,062

Prior application information: Examiner Abdulfattah B. Mustapha Art Unit: 2812

19. CORRESPONDENCE ADDRESS

The address associated with Customer Number: 02292 OR Correspondence address below

Name			
Address			
City	State	Zip Code	
Country	Telephone	Email	

Signature		Date	AUG 27 2009
Name (Print/Type)	Andrew D. Meikle	Registration No. (Attorney/Agent)	32,868

Docket No.: 0020-5147PUS5
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No.: NEW

Confirmation No.: N/A

Filed: **AUG 27 2009**

Art Unit: N/A

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Examiner: Not Yet Assigned

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT
(SUBMISSION WITH DIVISIONAL APPLICATION)

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

Sir:

Pursuant to 37 C.F.R. §§ 1.97 and 1.98, applicant(s) hereby submit(s) an Information Disclosure Statement for consideration by the Examiner.

I. LIST OF PATENTS, PUBLICATIONS OR OTHER INFORMATION

The patents, publications, or other information submitted for consideration by the Office are listed on the PTO-SB08(s), attached hereto.

II. COPIES

a. Copies of cited U.S. patents and patent application publications are not included.
Copies of foreign patent documents and non-patent literature are included.

b. Some or all of the documents listed on the PTO-SB08 are not enclosed because they were cited in the International Search Report and copies should already be in the PTO file.
If copies are needed, please contact the undersigned.

Birch, Stewart, Kolasch & Birch, LLP

ADM/ETP/las

Application No.:

Docket No.: 0020-5147PUS5

c. REFERENCES PREVIOUSLY CITED OR SUBMITTED - Pursuant to 37 C.F.R. §1.98(d), consideration of information listed on the PTO-SB08 form(s) is requested since any patents, publications, or other information which are listed on the PTO-SB08 form(s) but for which copies are not enclosed herewith, were previously cited by or submitted to the PTO in one of the following applications which has been relied upon for an earlier filing date under 35 U.S.C. § 120:

U.S. Appl. No(s) and U.S. Filing Date

12/028,062 filed February 8, 2008

III. CONCISE EXPLANATION OF THE RELEVANCE

(check at least one box)

a. DOCUMENTS IN THE ENGLISH LANGUAGE - Some or all of the patents, publications, or other information listed on the attached PTO SB08 are in the English language and therefore, do not require a statement of relevancy.

b. DOCUMENTS NOT IN THE ENGLISH LANGUAGE - A concise explanation of the relevance of all patents, publications, or other information listed that is not in the English language is as follows:

c. ENGLISH LANGUAGE SEARCH REPORT - An English language version of the search report or action that indicates the degree of relevance found by the foreign office is attached, thereby satisfying the requirement for a concise explanation. See MPEP 609(III)(A)(3).

d. OTHER - The following additional information is provided for the Examiner's consideration. All references were cited during prosecution of parent Application No. 12/028,062 filed February 8, 2008.

IV. FEES (check one box)

a. This Information Disclosure Statement is being filed concurrently with the filing of a new patent application; therefore, no fee is required.

b. **This Information Disclosure Statement is being filed concurrent with the filing of a continuation-in-part, continuation, or divisional patent application; therefore, no fee is required.**

c. This Information Disclosure Statement is being filed within three months of the filing date of a national application (37 C.F.R. § 1.97(b)(1)). No fee or statement is required.

d. This Information Disclosure Statement is being filed within three months of the date of entry of the national stage as set forth in § 1.491 in an international application (37 C.F.R. § 1.97(b)(2)). No fee or statement is required.

e. This Information Disclosure Statement is being filed concurrently with the filing of a Request for Continued Examination under § 1.114 (37 C.F.R. § 1.97(b)(4)). No fee or statement is required.

f. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a first Action on the merits (37 C.F.R. § 1.97(b)(3)). No fee or statement is required. In the event that a first Office Action on the merits has been issued, please consider this IDS under 37 C.F.R. § 1.97(c) and see the statement under 37 C.F.R. § 1.97(e) below, or, if no statement has been made, charge our deposit account for the fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p).

g. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a Final Office Action under 37 C.F.R. § 1.113 (See 37 C.F.R. § 1.97(c)(1)) or before the mailing date of a Notice of Allowance under 37 C.F.R. § 1.311 (See 37 C.F.R. § 1.97(c)(2)).

No statement; therefore, a fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is attached.

or

See the statement below. No fee is required.

V. STATEMENT UNDER 37 C.F.R. § 1.97(e)

(check only one box)

The undersigned hereby states that:

Application No.:

Docket No.: 0020-5147PUS5

a. Each item of information contained in the IDS was first cited in any communication from a foreign Patent Office in a counterpart foreign application not more than 30 days prior to the filing of this IDS; or

b. Each item of information contained in the IDS 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 this IDS; or

c. No item of information contained in the IDS 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 IDS was known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of the IDS.

d. Some of the items of information were cited in a communication from a foreign Patent Office. As to this information, the undersigned states that each item of information contained in the IDS was first cited in a communication from a foreign Patent Office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this IDS. As to the remaining information, the undersigned hereby states that no item of this remaining information contained in the IDS was cited in a communication from a foreign Patent Office in a counterpart foreign application and, to the best of my knowledge after making reasonable inquiry, was known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of this statement.

VI. PAYMENT OF FEES (check one box)

The required fee is listed on the attached Fee Transmittal.

No fee is required.

If the Examiner has any questions concerning this IDS, he/she is requested to contact the undersigned. If it is determined that this IDS has been filed under the wrong rule, the PTO is

Application No.:

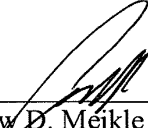
Docket No.: 0020-5147PUS5

requested to consider this IDS under the proper rule and charge the appropriate fee to Deposit Account No. 02-2448.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to our Deposit Account No. 02-2448 for any additional fees required under 37 C.F.R. § 1.16 or under § 1.17; particularly, extension of time fees.

Dated: AUG 27 2009

Respectfully submitted,

By 
Andrew D. Meikle
Registration No.: 32,868
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
8110 Gatehouse Road, Suite 100 East
P.O. Box 747
Falls Church, Virginia 22040-0747
(703) 205-8000
Attorney for Applicant

Attachment(s):

- PTO/SB/08
- Document(s)
- Foreign Search Report(s)
- Fee
- Other:

AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				<i>Complete if Known</i>		
				Application Number	NEW	
				Filing Date	AUG 27 2009	
				First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU	
				Art Unit	N/A	
				Examiner Name	Not Yet Assigned	
Sheet	1	of	5	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5	

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Document Number	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code ² (if known)			
	AA*	US-5,700,713-A	12-23-1997	Yamazaki et al.	
	AB*	US-5,257,049	10-26-1993	Van Peteghem	
	AC*	US-6,812,500	11-02-2004	Reeh et al.	
	AD*	US-2001-0030326-A1	10-18-2001	Reeh et al.	
	AE*	US-6,576,930	06-10-2003	Reeh et al.	
	AF*	US-6,784,511	08-31-2004	Kunihara et al.	
	AG*	US-6,066,861	05-23-2000	Hohn et al.	
	AH*	US-5,959,316	09-28-1999	Lowery	
	AI*	US-5,118,985-A	06-02-1992	Patton et al.	
	AJ*	US-4,644,223	02-17-1987	de Hair et al.	
	AK*	US-6,538,371	03-25-2003	Duggal et al.	
	AL*	US-3,875,456	04-01-1975	Kano et al.	
	AM*	US-3,510,732	05-05-1970	R.L. Amans	
	AN*	US-5,550,657	08-27-1996	Tanaka et al.	
	AO*	US-5,578,839	11-26-1996	Nakamura et al.	
	AP*	US-6,004,001-A	12-21-1999	Noll	
	AQ*	US-4,905,060	02-27-1990	Chinone et al.	
	AR*	US-3,652,956	03-28-1972	Pinnow et al.	
	AS*	US-4,314,910	02-09-1982	Barnes	
	AT*	US-5,006,908	04-09-1991	Matsuoka et al.	
	AU*	US-5,369,289	11-29-1994	Tamaki et al.	
	AV*	US-4,727,283	02-23-1988	van Kemenade et al.	
	AW*	US-4,298,820	11-03-1981	Bongers et al.	
	AX*	US-3,699,478	10-17-1972	Pinnow et al.	
	AY*	US-6,798,537	08-25-1998	Nitta	
	AZ*	US-5,202,777	04-13-1993	Sluzky et al.	
	AA1*	US-3,819,974	06-25-1974	Stevenson et al.	
	AB1*	US-5,847,507	12-08-1998	Butterworth et al.	
	AC1*	US-3,691,482	09-12-1972	Pinnow et al.	
	AD1*	US-4,550,256	10-29-1985	Berkstesser et al.	
	AE1*	US-4,716,337	12-29-1987	Huiskes et al.	
	AF1*	US-5,471,113	11-28-1995	De Backer et al.	
	AG1*	US-5,825,125-A	10-20-1998	Ligthart et al.	
	AH1*	US-5,602,418-A	02-11-1997	Imai et al.	
	AI1*	US-6,340,824-B1	01-22-2002	Komoto et al.	
	AJ1*	US-5,949,182	09-07-1999	Shealy et al.	
	AK1*	US-3,748,548	07-24-1973	Haisty et al.	
	AL1*	US-5,512,210	04-30-1996	Sluzky et al.	
	AM1*	US-5,630,741	05-20-1997	Potter	
	AN1*	US-4,857,228	08-15-1989	Kabay et al.	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Foreign Patent Document	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T ³
		Country Code ³ -Number ⁴ -Kind Code ⁵ (if known)				
	BA	JP-2002-270020-A	09-20-2002	CASIO COMPUTER CO LTD		

Birch, Stewart, Kolasch & Birch, LLP


ADM/ETP/las

AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)			<i>Complete if Known</i>			
			Application Number	NEW		
			Filing Date	AUG 27 2009		
			First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU		
			Art Unit	N/A		
			Examiner Name	Not Yet Assigned		
Sheet	2	of	5	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5	

	BB	JP-7-321407	12-08-1995	FUJI ELECTRIC CO LTD.		
	BC	JP-6-115158	04-26-1994	AGFA GEVAERT NV		
	BD	JP-61-158606	07-18-1986			
	BE	JP-2000-512806	09-26-2000			
	BF	JP-07-288341	10-31-1995	NICHIA CHEM IND LTD		
	BG	JP-5-226676	03-09-1993	SHARP CORP.		
	BH	JP-49-122292	11-22-1974			
	BI	JP-11-500584	01-12-1999			
	BJ	JP-8-78727-A	03-22-1996			√
	BK	JP-03-152898-A	06-28-1991			
	BL	JP-06-139973-A	05-20-1994			
	BM	EP-0 500 937-A1	09-02-1992			
	BN	JP-2001-320094-A	11-16-2001			
	BO	DE-3804293-A1	08-24-1989			
	BP	JP-06-231605-A	08-19-1994			
	BQ	GB-2 000 173	01-04-1979			
	BR	EP-0 383 215-A	08-22-1990			
	BS	DE-9013615-U	01-24-1991			
	BT	JP-59-30107-U	02-24-1984			
	BU	JP-7-32638-U	06-16-1995			
	BV	JP-01-257993-A	10-16-1989			
	BW	JP-01-260707-A	10-18-1989			
	BX	JP-02-111922-A	04-24-1990			
	BY	JP-05-142424-A	06-11-1993			
	BZ	JP-06-160635-A	06-07-1994			
	BA1	JP-06-027327-A	02-04-1994			
	BB1	JP-06-82633-A	03-25-1994			
	BC1	JP-07-114904-A	05-02-1995			
	BD1	JP-07-235207-A	09-05-1995			
	BE1	JP-53-7153	01-21-1978			
	BF1	JP-7-42152-A	07-21-1995			
	BG1	JP-55-4898-A	01-14-1980			
	BH1	JP-55-005533-A	01-16-1990			
	BI1	JP-60-185457	09-20-1985			
	BJ1	JP-62-20237-A	01-28-1987			
	BK1	JP-62-232827-A	10-13-1987			
	BL1	JP-01-189695-A	07-28-1989			
	BM1	JP-07-120754-A	05-12-1995			
	BN1	JP-06-177423-A	06-24-1994			
	BO1	JP-7-99345-A	04-11-1995			√
	BP1	JP-09-027642-A	01-28-1997			√
	BQ1	JP-05-63068-U	08-20-1993			√
	BR1	EP-0 209 942-A1	01-28-1987			√
	BS1	EP-0 541 373-A2	11-05-1992			√
	BT1	JP-0 599 224-A1	06-01-1994			√

AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO				Complete if Known	
				Application Number	NEW
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Filing Date	AUG 27 2009
				First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU
				Art Unit	N/A
				Examiner Name	Not Yet Assigned
				Attorney Docket Number	0020-5147PUS5
Sheet	3	of	5		

BU1	JP-01179471-A	07-17-1989			
BV1	JP-5043913-C1	04-21-1975			
BW1	JP-554898-A	01-14-1980			
BX1	JP-09027642-A	01-28-1997			
BY1**	JP-08007614-A	01-12-1996			
BZ1**	JP-07176794-A	07-14-1995			
BA2**	JP-07099345-A	04-11-1995			
BB2**	JP-05152609	06-18-1993			√
BC2**	JP-6220237-A	01-28-1987			√
BD2**	WO-97/50132-A1	12-31-1997			
BE2**	WO-98/12757-A1	03-26-1998			
BF2**	JP-5079379	11-24-1973			
BG2**	JP-742152	07-21-1995			√
BH2**	JP-4717684	09-09-1972			√
BI2**	JP-491221	01-12-1974			√
BJ2**	JP-49112577	10-26-1974			√
BK2**	JP-62189770	02-15-1986			√
BL2**	JP-291980	09-29-1988			√
BM2**	JP-5152609-A	06-18-1993			√
BN2**	JP-5183189-A	07-23-1993			√
BO2**	JP-863119	03-08-1996			√
BP2**	JP-10036835-A	02-10-1998			√
BQ2**	JP-49106283	12-27-1972			√
BR2**	JP-5245181	10-14-1977			√
BS2**	GB-1589964	05-20-1981			
BT2**	JP-5441660	12-05-1979			√
BU2**	JP-5472484	11-07-1978			√
BV2**	JP-5950445	04-01-1984			√
BW2**	JP-324692	03-14-1991			√
BX2**	JP-463162	05-29-1992			√
BY2**	JP-463163	05-29-1992			√
BZ2**	JP-563068	08-20-1993			√
BA3**	JP-8170077	07-02-1996			√
BB3**	JP-5331584	03-24-1978			
BC3**	JP-60144381	07-30-1985			√
BD3**	JP-62167387	07-23-1987			√
BE3**	JP-6208845	07-26-1994			√
BF3**	JP-06177423	06-24-1994			√
BG3**	JP-06260680	09-16-1994			√
BH3**	JP-06268257	09-22-1994			√

AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Complete if Known		
				Application Number	NEW	
				Filing Date	AUG 27 2009	
				First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU	
				Art Unit	N/A	
				Examiner Name	Not Yet Assigned	
Sheet	4	of	5	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5	

	BJ3**	JP-4-234481-A	08-24-1992		
	BJ3**	JP-4-80286-A	03-13-1992		
	BK3**	GB-1 305 111	01-31-1973		
	BL3**	EP-0 667 383-A2	08-16-1995		

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

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. * CITE NO.: Those application(s) which are marked with a single asterisk (*) next to the Cite No. are not supplied (under 37 CFR 1.98(a)(2)(iii)) because that application was filed after June 30, 2003 or is available in the IFW. ** CITE NO.: Those document(s) which are marked with a double asterisk (**) next to the Cite No. are not supplied because they were previously cited by or submitted to the Office in a prior application relied upon in this application for an earlier filing date under 35 U.S.C. 120. ¹ Applicant's unique citation designation number (optional). ² See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at www.uspto.gov or MPEP 901.04. ³ Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ⁴ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁵ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁶ Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	CA	"White LED lamp: Efficient light-emitting; Manufacture cost half", Nikkei Sangyo Shimbun, September 13, 1996, Published by Nihon Keizai Shimbunsha.	
	CB	"SIMENS SMT-TOPLED fur die Oberflachenmontage" Frank Mollmer et al. Simens Components, 29 (1991) Hfet 4.	
	CC	"Proceedings of the Institute of Phosphor Society", Translation of pages 1, 5 to 14 of the 264th Proceedings of the Institute of Phosphor Society, Nov. 29, 1996.	
	CD	"Nichia Chemical starts the sample shipment of white light emitting diode", News Report, translation of page 15 of Nikkei Electronics 1996.9.23 (No. 671).	
	CE	"GaInP Contact Blue/Ultraviolet light Emitting Diode", H. Amano et al., Applied Physics, Vol. 20, No. 2, pp. 163-166 (1991)	
	CF	"Phosphors Based on Rare-Earths, A New Era in Fluorescent Lighting", B.M.J. Smets, Materials Chemistry and Physics, 16 pp. 283-299 (1987)	
	CG	"A New Phosphor for Flying-Spot Cathode-Ray Tubes for Color Television: Yellow Emitting..", G. Blasse et al., App. Phys. Lett. Vol. 11, No. 2, pp. 53-55 (1967)	
	CH	Y. Nayatani, Color Research & Application, Vol. 20, No. 3, June 1995, pp. 143-155.	
	CI	WUSTLICH MIKRO-/OPTO-ELEKTRONIK GMBH (1994/1995)	
	CJ	W.W. Holloway, Jr. et al., "Optical Properties of Cerium-Activated Garnet Crystals", 1969 Journal of the Optical Society of America, Vol. 59, No. 1, pp. 60-63	
	CK	W.W. HOLLOWAY, Jr. et al., "On The Fluorescence of Cerium - Activated Garnet Crystals", Physics Letters, Vol. 25A, No. 8, 23 October 1967, pp. 614-615.	
	CL	W.J. MINISCALCO et al., "Measurements of Excited-State Absorption in Ce3+:YAGa)", J. Appl. Phys. Vol. 49, No. 12, December 1978, pp. 6109-6111.	
	CM	Takashi MATSUOKA et al., "Growth and Properties of a Wide-Gap Semiconductor InGaN", Optoelectronics-Devices and Technologies, Vol. 5, No. 1, pp.53-64, June 1990.	
	CN	Tadao MIURA, ELECTRONICS ENGINEERING, "High-intensity White Backlighting for LCD of Car Audios", July 1996, Vol. 38, No. 7, pp. 55-58	
	CO	T. NAGATOMO et al., "Ga1-xInxN Blue Light-Emitting Diodes", Proc. Electrochem. Soc., 1993, Vol. 93-10, pp. 136-141.	

AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>			Complete if Known		
			Application Number	NEW	
			Filing Date	AUG 27 2009	
			First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU	
			Art Unit	N/A	
			Examiner Name	Not Yet Assigned	
Sheet	5	of	5	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

CP	Shuji NAKAMURA, "Zn-doped InGaN growth and InGaN/AlGaIn double-heterostructure blue-light-emitting diodes", Journal of Crystal Growth, 145 (1994), pp. 911-917.
CQ	Shuji NAKAMURA, "InGaIn/AlGaIn blue-light-emitting diodes", J. Vac. Sci. Technol. A 13(3), May/Jun 1995, pp.705-710.
CR	Shuji NAKAMURA, "High-Power InGaIn/AlGaIn Double-Heterostructure Blue-Light-Emitting Diodes", IEDM 94 (1994), IEEE, pp. 567-570.
CS	Shuji NAKAMURA et al., "Si-Doped InGaN Films Grown on GaN Films", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 32 (1993), pp. L16-L19, Part 2, No. 1A/B, 15 January 1993.
CT	Shuji NAKAMURA et al., "P-GaN/N-InGaIn/N-GaN Double-Heterostructure Blue-Light-Emitting Diodes", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 32 (1993), pp. L8-L11, Part 2, No. 1A/B, 15, January 1993.
CU	Shigeo SHIONOYA et al. (editors), "Phosphor Handbook", pp. 505-508, CRC Press, 1999.
CV	Sato et al., Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 35, July 1, 1996, pp. L838-L839.
CW	S. Nakaura et al., Japanese Journal of Applied Physics Part 2, Vol. 31, No. 10B, 1992, pp. L1457-1459.
CX	R. W. G. Hunt, Color Research & Application, Vol. 16, No. 3, 1991, pp. 146-165.
CY	Proceedings of Illumination National Convention in 1983, page 12.
CZ	Phosphor Handbook, 1st Edition, 1987, pp. 233-240 and 275-277.
CA1	P. Schlouer et al. "Luminescence Conversion of Blue Light Emitting Diodes", Applied Physics Letter, vol. 46, p. 417-418, February 1997
CB1	Nikkei Sangyo Shin-bun of September 13, 1996.
CC1	Nakamura, SPIE, Vol. 3002, pp. 26-35 (1997)
CD1	Mitsubishi Electric Company Technical Report, Vol. 48, No. 9, 1974, pp. 1121-1124.
CE1	M.F. YAN et al., "Preparation of Y3Al5O12-Based Phosphor Powders, J. Electrochem. Soc., Vol. 134, No. 2, Feb. 1987.
CF1	M. Ikeda, Journal of the Illumination Society, Vol. 71, No. 10, 1987, pp. 612-617 and English Abstract.
CG1	M. Ikeda et al., Color Research & Application, Vol. 16, No. 2, April 1991, pp. 72-80.
CH1	M. Ikeda et al., Color Research & Application, Vol. 14, No. 4, August 1989, pp. 198-206.
CI1	Kozo OSAMURA et al., "Preparation and optical properties of Ga1-xInxN thin films", Journal of Applied Physics, Vol. 46, No. 8, August 1975, pp. 3432-3437.
CJ1	Journal of the Television Society, Vol. 47, No. 5, 1993, pp. 753-764.
CK1	J.M. Robertson, et al., "Colourshift of the Ce3+ Emission in Monocrystalline Epitaxially Grown Garnet Layers", 1981 Philips J. Res. 36, pp. 15-30
CL1	Hoffman, Journal of Res, pp. 89-91 (1977)
CM1	H. Shinoda et al., Color Research & Application, Vol. 18, No. 5, October 1993, pp. 326-333.
CN1	G. BLASSE et al., "Investigation of Some Ce3+-Activated Phosphors", Journal of Chemical Physics, Vol. 47, No. 12, 15 December 1967.
CO1	E.F. GIBBONS et al., "Some Factors Influencing the Luminous Decay Characteristics of Y3Al5O12:Ce3+", J. Electrochem. Soc., Vol. 120, No. 6, June 1973.
CP1	D.J. ROBBINS et al., "Lattice Defects and Energy Transfer Phenomena in Y3Al5O12:Ce3+", pp. 1004-1013, printed June 19, 2001.
CQ1	Branko et al., Development and applications of highbright white LED lamps, November 29, 1996, The 264th Proceedings of the Institute of Phosphor Society, pages 4-16 of the English translation .

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

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): SHIMIZU, Yoshinori et al

Serial No.:

Group:

COPY

Filed: July 29, 1997

Examiner:

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

LETTER

Assistant Commissioner for Patents
Box Patent Application
Washington, D.C. 20231

July 29, 1997
0020-4260P

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	8-198585	07/29/96
JAPAN	8-244339	09/17/96
JAPAN	8-245381	09/18/96
JAPAN	8-359004	12/27/96
JAPAN	9-081010	03/31/97

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

Please charge any fees under 37 CFR 1.16 - 1.21 (h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By: 

ANDREW D. MEIKLE
Reg. No. 32,868
P. O. Box 747
Falls Church, Virginia 22040-0747

Attachment
703) 205-8000

fo

LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

[0001] This application is a divisional of U.S. Application No. 12/028,062 filed February 8, 2008, which is a divisional of U.S. Application No. 10/609,402 filed July 1, 2003, now U.S. Patent 7,362,048, which is a divisional of U.S. Application No. 09/458,024, filed December 10, 1999, now U.S. Patent 6,614,179, which is a divisional of U.S. Application No. 09/300,315, filed on April 28, 1999, now U.S. Patent 6,069,440, which is a divisional of U.S. Application No. 08/902,725, filed on July 29, 1997, now U.S. Patent 5,998,925, which also claims priority on Japanese Patent Application Nos. P 08-198585 filed July 29, 1996; P 08-244339 filed September 17, 1996; P 08-245381 filed September 18, 1996; P 08-359004 filed December 27, 1996; and P 09-081010 filed March 31, 1997. The entire contents of each of these applications is hereby incorporated by reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

(Field of the Invention)

[0002] The present invention relates to a light emitting diode used in LED display, back light source, traffic signal, railway signal, illuminating switch, indicator, etc. More particularly, it relates to a light emitting device (LED) comprising a phosphor, which converts the wavelength of light emitted by a light emitting component and emits light, and a display device using the light emitting device.

Description of Related Art

[0003] A light emitting diode is compact and emits light of clear color with high efficiency. It is also free from such a trouble as burn-out and has good initial drive characteristic, high vibration resistance and durability to endure repetitive ON/OFF operations, because it is a semiconductor element. Thus it has been used widely in such

applications as various indicators and various light sources. Recently light emitting diodes for RGB (red, green and blue) colors having ultra-high luminance and high efficiency have been developed, and large screen LED displays using these light emitting diodes have been put into use. The LED display can be operated with less power and has such good characteristics as light weight and long life, and is therefore expected to be more widely used in the future.

[0004] Recently, various attempts have been made to make white light sources by using light emitting diodes. Because the light emitting diode has a favorable emission spectrum to generate monochromatic light, making a light source for white light requires it to arrange three light emitting components of R, G and B closely to each other while diffusing and mixing the light emitted by them. When generating white light with such an arrangement, there has been such a problem that white light of the desired tone cannot be generated due to variations in the tone, luminance and other factors of the light emitting component. Also when the light emitting components are made of different materials, electric power required for driving differs from one light emitting diode to another, making it necessary to apply different voltages different light emitting components, which leads to complex drive circuit. Moreover, because the light emitting components are semiconductor light emitting components, color tone is subject to variation due to the difference in temperature characteristics, chronological changes and operating environment, or unevenness in color may be caused due to failure in uniformly mixing the light emitted by the light emitting components. Thus light emitting diodes are effective as light emitting devices for generating individual colors, although a satisfactory light source capable of emitting white light by using light emitting components has not been obtained so far.

[0005] In order to solve these problems, the present applicant previously developed light emitting diodes which convert the color of light, which is emitted by light emitting components, by means of a fluorescent material disclosed in Japanese Patent

Kokai Nos. 5-152609, 7-99345, 7-176794 and 8-7614. The light emitting diodes disclosed in these publications are such that, by using light emitting components of one kind, are capable of generating light of white and other colors, and are constituted as follows.

[0006] The light emitting diode disclosed in the above gazettes are made by mounting a light emitting component, having a large energy band gap of light emitting layer, in a cup provided at the tip of a lead frame, and having a fluorescent material that absorbs light emitted by the light emitting component and emits light of a wavelength different from that of the absorbed light (wavelength conversion), contained in a resin mold which covers the light emitting component.

[0007] The light emitting diode disclosed as described above capable of emitting white light by mixing the light of a plurality of sources can be made by using a light emitting component capable of emitting blue light and molding the light emitting component with a resin including a fluorescent material that absorbs the light emitted by the blue light emitting diode and emits yellowish light.

[0008] However, conventional light emitting diodes have such problems as deterioration of the fluorescent material leading to color tone deviation and darkening of the fluorescent material resulting in lowered efficiency of extracting light. Darkening here refers to, in the case of using an inorganic fluorescent material such as (Cd, Zn)S fluorescent material, for example, part of metal elements constituting the fluorescent material precipitate or change their properties leading to coloration, or, in the case of using an organic fluorescent material, coloration due to breakage of double bond in the molecule. Especially when a light emitting component made of a semiconductor having a high energy band gap is used to improve the conversion efficiency of the fluorescent material (that is, energy of light emitted by the semiconductor is increased and number of photons having energies above a threshold which can be absorbed by the fluorescent material increases, resulting in more light being absorbed), or the quantity of fluorescent material consumption is decreased (that is, the fluorescent material is irradiated with relatively

higher energy), light energy absorbed by the fluorescent material inevitably increases resulting in more significant degradation of the fluorescent material. Use of the light emitting component with higher intensity of light emission for an extended period of time causes further more significant degradation of the fluorescent material.

[0009] Also the fluorescent material provided in the vicinity of the light emitting component may be exposed to a high temperature such as rising temperature of the light emitting component and heat transmitted from the external environment (for example, sunlight in case the device is used outdoors).

[0010] Further, some fluorescent materials are subject to accelerated deterioration due to combination of moisture entered from the outside or introduced during the production process, the light and heat transmitted from the light emitting component.

[0011] When it comes to an organic dye of ionic property, direct current electric field in the vicinity of the chip may cause electrophoresis, resulting in a change in the color tone.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0012] Thus, an object of the present invention is to solve the problems described above and provide a light emitting device which experiences only extremely low degrees of deterioration in emission light intensity, light emission efficiency and color shift over a long time of use with high luminance.

[0013] The present applicant completed the present invention through researches based on the assumption that a light emitting device having a light emitting component and a fluorescent material must meet the following requirements to achieve the above-mentioned object.

[0014] The light emitting component must be capable of emitting light of high luminance with light emitting characteristic which is stable over a long time of use.

[0015] The fluorescent material being provided in the vicinity of the high-luminance light emitting component, must show excellent resistance against light and heat so that the properties thereof do not change even when used over an extended period of time while being exposed to light of high intensity emitted by the light emitting component (particularly the fluorescent material provided in the vicinity of the light emitting component is exposed to light of a radiation intensity as high as about 30 to 40 times that of sunlight according to our estimate, and is required to have more durability against light as light emitting component of higher luminance is used).

[0016] With regard to the relationship with the light emitting component, the fluorescent material must be capable of absorbing with high efficiency the light of high monochromaticity emitted by the light emitting component and emitting light of a wavelength different from that of the light emitted by the light emitting component.

[0017] Thus the present invention provides a light emitting device, comprising a light emitting component and a phosphor capable of absorbing a part of light emitted by the light emitting component and emitting light of wavelength different from that of the absorbed light;

[0018] wherein said light emitting component comprises a nitride compound semiconductor represented by the formula: $\text{In}_i\text{Ga}_j\text{Al}_k\text{N}$ where $0 \leq i$, $0 \leq j$, $0 \leq k$ and $i+j+k=1$) and said phosphor contains a garnet fluorescent material comprising at least one element selected from the group consisting of Y, Lu, Sc, La, Gd and Sm, and at least one element selected from the group consisting of Al, Ga and In, and being activated with cerium.

[0019] The nitride compound semiconductor (generally represented by chemical formula $\text{In}_i\text{Ga}_j\text{Al}_k\text{N}$ where $0 \leq i$, $0 \leq j$, $0 \leq k$ and $i+j+k=1$) mentioned above contains various materials including InGaN and GaN doped with various impurities.

[0020] The phosphor mentioned above contains various materials defined as described above, including $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ and $\text{Gd}_3\text{In}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$.

[0021] Because the light emitting device of the present invention uses the light emitting component made of a nitride compound semiconductor capable of emitting light with high luminance, the light emitting device is capable of emitting light with high luminance. Also the phosphor used in the light emitting device has excellent resistance against light so that the fluorescent properties thereof experience less change even when used over an extended period of time while being exposed to light of high intensity. This makes it possible to reduce the degradation of characteristics during long period of use and reduce deterioration due to light of high intensity emitted by the light emitting component as well as extraneous light (sunlight including ultraviolet light, etc.) during outdoor use, thereby to provide a light emitting device which experiences extremely less color shift and less luminance decrease. The light emitting device of the present invention can also be used in such applications that require response speeds as high as 120 nsec., for example, because the phosphor used therein allows after glow only for a short period of time.

[0022] The phosphor used in the light emitting diode of the present invention preferably contains an yttrium-aluminum-garnet fluorescent material that contains Y and Al, which enables it to increase the luminance of the light emitting device.

[0023] In the light emitting device of the present invention, the phosphor may be a fluorescent material represented by a general formula $(\text{Re}_{1-r}\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, where $0 \leq r < 1$ and $0 \leq s \leq 1$ and Re is at least one selected from Y and Gd, in which case good characteristics can be obtained similarly to the case where the yttrium-aluminum-garnet fluorescent material is used.

[0024] Also in the light emitting device of the present invention, it is preferable, for the purpose of reducing the temperature dependence of light emission characteristics (wavelength of emitted light, intensity of light emission, etc.), to use a fluorescent material represented by a general formula $(\text{Y}_{1-p-q-r}\text{Gd}_p\text{Ce}_q\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}$ as the phosphor, where $0 \leq p \leq 0.8$, $0.003 \leq q \leq 0.2$, $0.0003 \leq r \leq 0.08$ and $0 \leq s \leq 1$.

[0025] Also in the light emitting device of the present invention, the phosphor may contain two or more yttrium-aluminum-garnet fluorescent materials, activated with cerium, of different compositions including Y and Al. With this configuration, light of desired color can be emitted by controlling the emission spectrum of the phosphor according to the property (wavelength of emitted light) of the light emitting component.

[0026] Further in the light emitting device of the present invention, in order to have light of a specified wavelength emitted by the light emitting device, it is preferable that the phosphor contains two or more fluorescent materials of different compositions represented by general formula $(\text{Re}_{1-r}\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, where $0 \leq r < 1$ and $0 \leq s \leq 1$ and Re is at least one selected from Y and Gd.

[0027] Also in the light emitting device of the present invention, in order to control the wavelength of emitted light, the phosphor may contain a first fluorescent material represented by general formula $\text{Y}_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ and a second fluorescent material represented by general formula $\text{Re}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, where $0 \leq s \leq 1$ and Re is at least one selected from Y, Gd and La.

[0028] Also in the light emitting device of the present invention, in order to control the wavelength of emitted light, the phosphor may be an yttrium-aluminum-garnet fluorescent material containing a first fluorescent material and a second fluorescent material, with different parts of each yttrium being substituted with gadolinium.

[0029] Further in the light emitting device of the present invention, it is preferable that main emission peak of the light emitting component is set within the range from 400 nm to 530 nm and main emission wavelength of the phosphor is set to be longer than the main emission peak of the light emitting component. This makes it possible to efficiently emit white light.

[0030] Further in the light emitting device of the present invention, it is preferable that the light emitting layer of the light emitting component contains a gallium nitride

semiconductor which contains In, and the phosphor is an yttrium-aluminum-garnet fluorescent material wherein a part of Al in the yttrium-aluminum-garnet fluorescent is substituted by Ga so that the proportion of Ga:Al is within the range from 1:1 to 4:6 and a part of Y in the yttrium-aluminum-garnet fluorescent is substituted by Gd so that the proportion of Y:Gd is within the range from 4:1 to 2:3. Absorption spectrum of the phosphor which is controlled as described above shows good agreement with that of light emitted by the light emitting component which contains gallium nitride semiconductor including In as the light emitting layer, and is capable of improving the conversion efficiency (light emission efficiency). Also the light, generated by mixing blue light emitted by the light emitting component and fluorescent light of the fluorescent material, is a white light of good color rendering and, in this regard, an excellent light emitting device can be provided.

[0031] The light emitting device according to one embodiment of the present invention comprises a substantially rectangular optical guide plate provided with the light emitting component mounted on one side face thereof via the phosphor and surfaces of which except for one principal surface are substantially covered with a reflective material, wherein a light emitted by the light emitting component is turned into a planar light by the phosphor and the optical guide plate and to be an output from the principal surface of the optical guide plate.

[0032] The light emitting device according to another embodiment of the present invention has a substantially rectangular optical guide plate, which is provided with the light emitting component mounted on one side face thereof and the phosphor installed on one principal surface with surfaces thereof and except for the principal surface being substantially covered with a reflective material, wherein a light emitted by the light emitting component is turned into a planar light by the optical guide plate and the phosphor, to be an output from the principal surface of the optical guide plate.

[0033] The LED display device according to the present invention has an LED display device comprising the light emitting devices of the present invention arranged in a matrix and a drive circuit which drives the LED display device according to display data which is input thereto. This configuration makes it possible to provide a relatively low-priced LED display device which is capable of high-definition display with less color unevenness due to the viewing angle.

[0034] The light emitting diode according to one embodiment of the present invention comprises:

[0035] a mount lead having a cup and a lead;

[0036] an LED chip mounted in the cup of the mount lead with one of electrodes being electrically connected to the mount lead;

[0037] a transparent coating material filling the cup to cover the LED chip; and

[0038] a light emitting diode having a molding material which covers the LED chip covered with the coating material including the cup of the mount lead, the inner lead and another electrode of the LED chip, wherein

[0039] the LED chip is a nitride compound semiconductor and the coating material contains at least one element selected from the group consisting of Y, Lu, Sc, La, Gd and Sm, at least one element selected from the group consisting of Al, Ga and In and a phosphor made of garnet fluorescent material activated with cerium.

[0040] The phosphor used in the light emitting diode of the present invention preferably contains an yttrium-aluminum-garnet fluorescent material that contains Y and Al.

[0041] In the light emitting diode of the present invention, the phosphor may be a fluorescent material represented by a general formula $(\text{Re}_{1-r}\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, where $0 \leq r < 1$ and $0 \leq s \leq 1$ and Re is at least one selected from Y and Gd.

[0042] Also in the light emitting diode of the present invention, a fluorescent material represented by a general formula $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3(Al_{1-s}Ga_s)_5O_{12}$ may be used as the phosphor, where $0 \leq p \leq 0.8$, $0.003 \leq q \leq 0.2$, $0.0003 \leq r \leq 0.08$ and $0 \leq s \leq 1$.

[0043] In the light emitting diode of the present invention, the phosphor preferably contain two or more yttrium-aluminum-garnet fluorescent materials, activated with cerium, of different compositions including Y and Al, in order to control the emitted light to a desired wavelength.

[0044] In the light emitting diode of the present invention, similarly, two or more fluorescent materials of different compositions represented by a general formula $(Re_{1-r}Sm_r)_3(Al_{1-s}Ga_s)_5O_{12}:Ce$, where $0 \leq r < 1$ and $0 \leq s \leq 1$ and Re is at least one selected from Y and Gd may be used as the phosphor in order to control the emitted light to a desired wavelength.

[0045] In the light emitting diode of the present invention, similarly, a first fluorescent material represented by a general formula $Y_3(Al_{1-s}Ga_s)_5O_{12}:Ce$ and a second fluorescent material represented by a general formula $Re_3Al_5O_{12}:Ce$, may be used as the phosphor where $0 \leq s \leq 1$ and Re is at least one selected from Y, Gd and La, in order to control the emitted light to a desired wavelength.

[0046] In the light emitting diode of the present invention, similarly, yttrium-aluminum-garnet fluorescent material a first fluorescent material and a second fluorescent material may be used wherein a part of yttrium in the first and second fluorescent materials is substituted with gadolinium to different degrees of substitution as the phosphor, in order to control the emitted light to a desired wavelength.

[0047] Generally, a fluorescent material which absorbs light of a short wavelength and emits light of a long wavelength has higher efficiency than a fluorescent material which absorbs light of a long wavelength and emits light of a short wavelength. It is preferable to use a light emitting component which emits visible light than a light emitting component which emits ultraviolet light that degrades resin (molding material,

coating material, etc.). Thus for the light emitting diode of the present invention, for the purpose of improving the light emitting efficiency and ensure long life, it is preferable that main emission peak of the light emitting component be set within a relatively short wavelength range of 400 nm to 530 nm in the visible light region, and main emission wavelength of the phosphor be set to be longer than the main emission peak of the light emitting component. With this arrangement, because light converted by the fluorescent material has longer wavelength than that of light emitted by the light emitting component, it will not be absorbed by the light emitting component even when the light emitting component is irradiated with light which has been reflected and converted by the fluorescent material (since the energy of the converted light is less than the band gap energy). Thus the light which has been reflected by the fluorescent material or the like is reflected by the cup wherein the light emitting component is mounted, making higher efficiency of emission possible.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0048] Fig. 1 is a schematic sectional view of a lead type light emitting diode according to the embodiment of the present invention.

[0049] Fig. 2 is a schematic sectional view of a tip type light emitting diode according to the embodiment of the present invention.

[0050] Fig. 3A is a graph showing the excitation spectrum of the garnet fluorescent material activated by cerium used in the first embodiment of the present invention.

[0051] Fig. 3B is a graph showing the emission spectrum of the garnet fluorescent material activated by cerium used in the first embodiment of the present invention.

[0052] Fig. 4 is a graph showing the emission spectrum of the light emitting diode of the first embodiment of the present invention.

[0053] Fig. 5A is a graph showing the excitation spectrum of the yttrium-aluminum-garnet fluorescent material activated by cerium used in the second embodiment of the present invention.

[0054] Fig. 5B is a graph showing the emission spectrum of the yttrium-aluminum-garnet fluorescent material activated by cerium used in the second embodiment of the present invention.

[0055] Fig. 6 shows the chromaticity diagram of light emitted by the light emitting diode of the second embodiment, while

[0056] points A and B indicate the colors of light emitted by the light emitting component and points C and D indicate the colors of light emitted by two kinds of phosphors.

[0057] Fig. 7 is a schematic sectional view of the planar light source according to another embodiment of the present invention.

[0058] Fig. 8 is a schematic sectional view of another planar light source different from that of Fig. 7.

[0059] Fig. 9 is a schematic sectional view of another planar light source different from those of Fig. 7 and Fig. 8.

[0060] Fig. 10 is a block diagram of a display device which is an application of the present invention.

[0061] Fig. 11 is a plan view of the LED display device of the display device of Fig. 10.

[0062] Fig. 12 is a plan view of the LED display device wherein one pixel is constituted from four light emitting diodes including the light emitting diode of the present invention and those emitting RGB colors.

[0063] Fig. 13A shows the results of durable life test of the light emitting diodes of Example 1 and Comparative Example 1, showing the results at 25°C and Fig. 13B

shows the results of durable life test of the light emitting diodes of Example 1 and Comparative Example 1, showing the results at 60°C and 90%RH.

[0064] Fig. 14A shows the results of weatherability test of Example 9 and Comparative Example 2 showing the change of luminance retaining ratio with time and Fig. 14B shows the results of weatherability test of Example 9 and Comparative Example 2 showing the color tone before and after the test.

[0065] Fig. 15A shows the results of reliability test of Example 9 and Comparative Example 2 showing the relationship between the luminance retaining ratio and time, and Fig. 15B is a graph showing the relationship between color tone and time.

[0066] Fig. 16 is a chromaticity diagram showing the range of color tone which can be obtained with a light emitting diode which combines the fluorescent materials shown in Table 1 and blue LED having peak wavelength at 465 nm.

[0067] Fig. 17 is a chromaticity diagram showing the change in color tone when the concentration of fluorescent material is changed in the light emitting diode which combines the fluorescent materials shown in Table 1 and blue LED having peak wavelength at 465 nm.

[0068] Fig. 18A shows the emission spectrum of the phosphor $(Y_{0.6}Gd_{0.4})_3Al_5O_{12}:Ce$ of Example 18A.

[0069] Fig. 18B shows the emission spectrum of the light emitting component of Example 18B having the emission peak wavelength of 460nm.

[0070] Fig. 18C shows the emission spectrum of the light emitting diode of Example 2.

[0071] Fig. 19A shows the emission spectrum of the phosphor $(Y_{0.2}Gd_{0.8})_3Al_5O_{12}:Ce$ of Example 5.

[0072] Fig. 19B shows the emission spectrum of the light emitting component of Example 5 having the emission peak wavelength of 450nm.

[0073] Fig. 19C shows the emission spectrum of the light emitting diode of Example 5.

[0074] Fig. 20A shows the emission spectrum of the phosphor $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ of Example 6.

[0075] Fig. 20B shows the emission spectrum of the light emitting component of Example 6 having the emission peak wavelength of 450nm.

[0076] Fig. 20C shows the emission spectrum of the light emitting diode of Example 6.

[0077] Fig. 21A shows the emission spectrum of the phosphor $Y_3(Al_{0.5}Ga_{0.5})_5O_{12}:Ce$ of the seventh embodiment of the present invention

[0078] Fig. 21B shows the emission spectrum of the light emitting component of Example 7 having the emission peak wavelength of 450nm.

[0079] Fig. 21C shows the emission spectrum of the light emitting diode of Example 7.

[0080] Fig. 22A shows the emission spectrum of the phosphor $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12}:Ce$ of Example 11.

[0081] Fig. 22B shows the emission spectrum of the phosphor $(Y_{0.4}Gd_{0.6})_3Al_5O_{12}:Ce$ of Example 11.

[0082] Fig. 22C shows the emission spectrum of the light emitting component of Example 11 having the emission peak wavelength of 470nm.

[0083] Fig. 23 shows the emission spectrum of the light emitting diode of Example 11.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

[0084] Now referring to the attached drawings, preferred embodiments of the present invention will be described below.

[0085] A light emitting diode 100 of Fig. 1 is a lead type light emitting diode having a mount lead 105 and an inner lead 106, wherein a light emitting component 102 is installed on a cup 105a of the mount lead 105, and the cup 105a is filled with a coating resin 101 which contains a specified phosphor to cover the light emitting component 102 and is molded in resin. An n electrode and a p electrode of the light emitting component 102 are connected to the mount lead 105 and the inner lead 106, respectively, by means of wires 103.

[0086] In the light emitting diode constituted as described above, part of light emitted by the light emitting component (LED chip) 102 (hereinafter referred to as LED light) excites the phosphor contained in the coating resin 101 to generate fluorescent light having a wavelength different from that of LED light, so that the fluorescent light emitted by the phosphor and LED light which is output without contributing to the excitation of the phosphor are mixed and output. As a result, the light emitting diode 100 also outputs light having a wavelength different from that of LED light emitted by the light emitting component 102.

[0087] Fig. 2 shows a chip type light emitting diode, wherein light emitting diode (LED chip) 202 is installed in a recess of a casing 204 which is filled with a coating material which contains a specified phosphor to form a coating 201. The light emitting component 202 is fixed by using an epoxy resin or the like which contains Ag, for example, and an n electrode and a p electrode of the light emitting component 202 are connected to metal terminals 205 installed on the casing 204 by means of conductive wires 203. In the chip type light emitting diode constituted as described above, similarly to the lead type light emitting diode of Fig. 1, fluorescent light emitted by the phosphor and LED light which is transmitted without being absorbed by the phosphor are mixed and output, so that the light emitting diode 200 also outputs light having a wavelength different from that of LED light emitted by the light emitting component 202.

[0088] The light emitting diode containing the phosphor as described above has the following features.

[0089] Light emitted by a light emitting component (LED) is usually emitted through an electrode which supplies electric power to the light emitting component. Emitted light is partly blocked by the electrode formed on the light emitting component resulting in a particular emission pattern, and is therefore not emitted uniformly in every direction. The light emitting diode which contains the fluorescent material, however, can emit light uniformly over a wide range without forming undesirable emission pattern because the light is emitted after being diffused by the fluorescent material.

[0090] Although light emitted by the light emitting component (LED) has a monochromatic peak, the peak is broad and has high color rendering property. This characteristic makes an indispensable advantage for an application which requires wavelengths of a relatively wide range. Light source for an optical image scanner, for example, is desirable to have a wider emission peak.

[0091] The light emitting diodes of the first and second embodiments to be described below have the configuration shown in Fig. 1 or Fig. 2 wherein a light emitting component which uses nitride compound semiconductor having relatively high energy in the visible region and a particular phosphor are combined, and have such favorable properties as capability to emit light of high luminance and less degradation of light emission efficiency and less color shift over an extended period of use.

[0092] In general, a fluorescent material which absorbs light of a short wavelength and emits light of a long wavelength has higher efficiency than a fluorescent material which absorbs light of a long wavelength and emits light of a short wavelength, and therefore it is preferable to use a nitride compound semiconductor light emitting component which is capable of emitting blue light of short wavelength. It needs not to say that the use of a light emitting component having high luminance is preferable.

[0093] A phosphor to be used in combination with the nitride compound semiconductor light emitting component must have the following requirements:

[0094] Excellent resistance against light to endure light of a high intensity for a long period of time, because the fluorescent material is installed in the vicinity of the light emitting components 102, 202 and is exposed to light of intensity as high as about 30 to 40 times that of sun light.

[0095] Capability to efficiently emit light in blue region for the excitation by means of the light emitting components 102, 202. When mixing of colors is used, should be capable of emitting blue light, not ultraviolet ray, with a high efficiency.

[0096] capability to emit light from green to red regions for the purpose of mixing with blue light to generate white light.

[0097] Good temperature characteristic suitable for location in the vicinity of the light emitting components 102, 202 and the resultant influence of temperature difference due to heat generated by the chip when lighting.

[0098] Capability to continuously change the color tone in terms of the proportion of composition or ratio of mixing a plurality of fluorescent materials.

[0099] Weatherability for the operating environment of the light emitting diode.

Embodiment 1

[0100] The light emitting diode of the first embodiment of the present invention employs a gallium nitride compound semiconductor element which has high-energy band gap in the light emitting layer and is capable of emitting blue light, and a garnet phosphor activated with cerium in combination. With this configuration, the light emitting diode of the first embodiment can emit white light by blending blue light emitted by the light emitting components 102, 202 and yellow light emitted by the phosphor excited by the blue light.

[0101] Because the garnet phosphor activated with cerium which is used in the light emitting diode of the first embodiment has light resistance and weatherability, it can emit light with extremely small degrees of color shift and decrease in the luminance of emitted light even when irradiated by very intense light emitted by the light emitting components 102, 202 located in the vicinity over a long period of time.

[0102] Components of the light emitting diode of the first embodiment will be described in detail below.

(Phosphor)

[0103] The phosphor used in the light emitting diode of the first embodiment is a phosphor which, when excited by visible light or ultraviolet ray emitted by the semiconductor light emitting layer, emits light of a wavelength different from that of the exciting light. The phosphor is specifically garnet fluorescent material activated with cerium which contains at least one element selected from Y, Lu, Sc, La, Gd and Sm and at least one element selected from Al, Ga and In. According to the present invention, the fluorescent material is preferably yttrium-aluminum-garnet fluorescent material (YAG phosphor) activated with cerium, or a fluorescent material represented by general formula $(\text{Re}_{1-r}\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, where $0 \leq r < 1$ and $0 \leq s \leq 1$, and Re is at least one selected from Y and Gd. In case the LED light emitted by the light emitting component employing the gallium nitride compound semiconductor and the fluorescent light emitted by the phosphor having yellow body color are in the relation of complementary colors, white color can be output by blending the LED light and the fluorescent light.

[0104] In the first embodiment, because the phosphor is used by blending with a resin which makes the coating resin 101 and the coating material 201 (detailed later), color tone of the light emitting diode can be adjusted including white and incandescent lamp color by controlling the mixing proportion with the resin or the quantity used in

filling the cup 105 or the recess of the casing 204 in accordance to the wavelength of light emitted by the gallium nitride light emitting component.

[0105] Distribution of the phosphor concentration has influence also on the color blending and durability. That is, when the concentration of phosphor increases from the surface of the coating or molding where the phosphor is contained toward the light emitting component, it becomes less likely to be affected by extraneous moisture thereby making it easier to suppress the deterioration due to moisture. On the other hand, when the concentration of phosphor increases from the light emitting component toward the surface of the molding, it becomes more likely to be affected by extraneous moisture, but less likely to be affected by the heat and radiation from the light emitting component, thus making it possible to suppress the deterioration of the phosphor. Such distributions of the phosphor concentration can be achieved by selecting or controlling the material which contains the phosphor, forming temperature and viscosity, and the configuration and particle size distribution of the phosphor.

[0106] By using the phosphor of the first embodiment, light emitting diode having excellent emission characteristics can be made, because the fluorescent material has enough light resistance for high-efficient operation even when arranged adjacent to or in the vicinity of the light emitting components 102, 202 with radiation intensity

[0107] (Ee) within the range from 3 Wcm⁻² to 10 Wcm⁻².

[0108] The phosphor used in the first embodiment is, because of garnet structure, resistant to heat, light and moisture, and is therefore capable of absorbing excitation light having a peak at a wavelength near 450 nm as shown in Fig. 3A. It also emits light of broad spectrum having a peak near 580 nm tailing out to 700 nm as shown in Fig. 3B. Moreover, efficiency of excited light emission in a region of wavelengths 460 nm and higher can be increased by including Gd in the crystal of the phosphor of the first embodiment. When the Gd content is increased, emission peak wavelength is shifted toward longer wavelength and the entire emission spectrum is shifted toward longer

wavelengths. This means that, when emission of more reddish light is required, it can be achieved by increasing the degree of substitution with Gd. When the Gd content is increased, luminance of light emitted by photoluminescence under blue light tends to decrease.

[0109] Especially when part of Al is substituted with Ga among the composition of YAG fluorescent material having garnet structure, wavelength of emitted light shifts toward shorter wavelength and, when part of Y is substituted with Gd, wavelength of emitted light shifts toward longer wavelength.

[0110] Table 1 shows the composition and light emitting characteristics of YAG fluorescent material represented by general formula $(Y_{1-a}Gd_a)_3(Al_{1-b}Ga_b)_5O_{12}:Ce$.

Table 1

	Gd content a (molar ratio)	Ga content b (molar ratio)	CIE chromaticity coordinates		Luminance Y	Efficiency
			X	y		
	0.0	0.0	0.41	0.56	100	100
	0.0	0.4	0.32	0.56	61	63
	0.0	0.5	0.29	0.54	55	67
	0.2	0.0	0.45	0.53	102	108
	0.4	0.0	0.47	0.52	102	113
	0.6	0.0	0.49	0.51	97	113
	0.8	0.0	0.50	0.50	72	86

[0111] Values shown in Table 1 were measured by exciting the fluorescent material with blue light of 460nm. Luminance and efficiency in Table 1 are given in values relative to those of material No. 1 which are set to 100.

[0112] When substituting Al with Ga, the proportion is preferably within the range from Ga: Al=1:1 to 4:6 in consideration of the emission efficiency and emission wavelength. Similarly, when substituting Y with Gd, the proportion is preferably within the range from Y: Gd=9:1 to 1:9, and more preferably from 4:1 to 2:3. It is because a degree of substitution with Gd below 20% results in a color of greater green component and less red component, and a degree of substitution with Gd above 60% results in increased red component but rapid decrease in luminance. When the ratio Y:Gd of Y and Gd in the YAG fluorescent material is set within the range from 4:1 to 2:3, in particular, a light emitting diode capable of emitting white light substantially along the black body radiation locus can be made by using one kind of yttrium-aluminum-garnet fluorescent material, depending on the emission wavelength of the light emitting component. When the ratio Y:Gd of Y and Gd in the YAG fluorescent material is set within the range from 2:3 to 1:4, a light emitting diode capable of emitting light of incandescent lamp can be made though the luminance is low. When the content (degree of substitution) of Ce is set within the range from 0.003 to 0.2, the relative luminous intensity of light emitting diode of not less than 70% can be achieved. When the content is less than 0.003, luminous intensity decreases because the number of excited emission centers of photoluminescence due to Ce decreases and, when the content is greater than 0.2, density quenching occurs.

[0113] Thus the wavelength of the emitted light can be shifted to a shorter wavelength by substituting part of Al of the composition with Ga, and the wavelength of the emitted light can be shifted to a longer wavelength by substituting part of Y of the composition with Gd. In this way, the light color of emission can be changed continuously by changing the composition. Also the fluorescent material is hardly excited by Hg emission lines which have such wavelengths as 254 nm and 365 nm, but is

excited with higher efficiency by LED light emitted by a blue light emitting component having a wavelength around 450 nm. Thus the fluorescent material has ideal characteristics for converting blue light of nitride semiconductor light emitting component into white light, such as the capability of continuously changing the peak wavelength by changing the proportion of Gd.

[0114] According to the first embodiment, the efficiency of light emission of the light emitting diode can be further improved by combining the light emitting component employing gallium nitride semiconductor and the phosphor made by adding rare earth element samarium (Sm) to yttrium-aluminum-garnet fluorescent materials (YAG) activated with cerium.

[0115] Material for making such a phosphor is made by using oxides of Y, Gd, Ce, Sm, Al and Ga or compounds which can be easily converted into these oxides at high temperature, and sufficiently mixing these materials in stoichiometrical proportions. This mixture is mixed with an appropriate quantity of a fluoride such as ammonium fluoride used as a flux, and fired in a crucible at a temperature from 1350 to 1450°C in air for 2 to 5 hours. Then the fired material is ground by a ball mill in water, washed, separated, dried and sieved thereby to obtain the desired material.

[0116] In the producing process described above, the mixture material may also be made by dissolving rare earth elements Y, Gd, Ce and Sm in stoichiometrical proportions in an acid, coprecipitating the solution with oxalic acid and firing the coprecipitate to obtain an oxide of the coprecipitate, and then mixing it with aluminum oxide and gallium oxide.

[0117] The phosphor represented by the general formula $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_{3Al_5O_{12}}$ can emit light of wavelengths 460nm and longer with higher efficiency upon excitation, because Gd is contained in the crystal. When the content of gadolinium is increased, peak wavelength of emission shifts from 530nm to a longer wavelength up to 570nm, while the entire emission spectrum also shifts to longer

wavelengths. When light of stronger red shade is needed, it can be achieved by increasing the amount of Gd added for substitution. When the content of Gd is increased, luminance of photoluminescence with blue light gradually decreases. Therefore, value of p is preferably 0.8 or lower, or more preferably 0.7 or lower. Further more preferably it is 0.6 or lower.

[0118] The phosphor represented by the general formula $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_{3Al_5O_{12}}$ including Sm can be made subject to less dependence on temperature regardless of the increased content of Gd. That is, the phosphor, when Sm is contained, has greatly improved emission luminance at higher temperatures. Extent of the improvement increases as the Gd content is increased. Temperature characteristic can be greatly improved particularly by the addition of Sm in the case of fluorescent material of such a composition as red shade is strengthened by increasing the content of Gd, because it has poor temperature characteristics. The temperature characteristic mentioned here is measured in terms of the ratio (%) of emission luminance of the fluorescent material at a high temperature (200°C) relative to the emission luminance of exciting blue light having a wavelength of 450nm at the normal temperature (25°C).

[0119] The proportion of Sm is preferably within the range of $0.0003 \leq r \leq 0.08$ to give temperature characteristic of 60% or higher. The value of r below this range leads to less effect of improving the temperature characteristic. When the value of r is above this range, on the contrary, the temperature characteristic deteriorates. The range of $0.0007 \leq r \leq 0.02$ for the proportion of Sm where temperature characteristic becomes 80% or higher is more desirable.

[0120] The proportion q of Ce is preferably in a range of $0.003 \leq q \leq 0.2$, which makes relative emission luminance of 70% or higher possible. The relative emission luminance refers to the emission luminance in terms of percentage to the emission luminance of a fluorescent material where $q=0.03$.

[0121] When the proportion q of Ce is 0.003 or lower, luminance decreases because the number of excited emission centers of photoluminescence due to Ce decreases and, when the q is greater than 0.2, density quenching occurs. Density quenching refers to the decrease in emission intensity which occurs when the concentration of an activation agent added to increase the luminance of the fluorescent material is increased beyond an optimum level.

[0122] For the light emitting diode of the present invention, a mixture of two or more kinds of phosphors having compositions of $(Y1-p-q-rGdpCeqSmr)3Al5O12$ having different contents of Al, Ga, Y and Gs or Sm may also be used. This increases the RGB components and enables the application, for example, for a full-color liquid crystal display device by using a color filter.

(Light emitting components 102, 202)

[0123] The light emitting component is preferably embedded in a molding material as shown in Fig. 1 and Fig. 2. The light emitting component used in the light emitting diode of the present invention is a gallium nitride compound semiconductor capable of efficiently exciting the garnet fluorescent materials activated with cerium. The light emitting components 102, 202 employing gallium nitride compound semiconductor are made by forming a light emitting layer of gallium nitride semiconductor such as InGaN on a substrate in the MOCVD process. The structure of the light emitting component may be homostructure, heterostructure or double-heterostructure which have MIS junction, PIN junction or PN junction. Various wavelengths of emission can be selected depending on the material of the semiconductor layer and the crystallinity thereof. It may also be made in a single quantum well structure or multiple quantum well structure where a semiconductor activation layer is formed as thin as quantum effect can occur. According to the present invention, a light emitting diode capable of emitting with higher luminance without deterioration of the phosphor

can be made by making the activation layer of the light emitting component in single quantum well structure of InGaN.

[0124] When a gallium nitride compound semiconductor is used, while sapphire, spinel, SiC, Si, ZnO or the like may be used as the semiconductor substrate, use of sapphire substrate is preferable in order to form gallium nitride of good crystallinity. A gallium nitride semiconductor layer is formed on the sapphire substrate to form a PN junction via a buffer layer of GaN, AlN, etc. The gallium nitride semiconductor has N type conductivity under the condition of not doped with any impurity, although in order to form an N type gallium nitride semiconductor having desired properties (carrier concentration, etc.) such as improved light emission efficiency, it is preferably doped with N type dopant such as Si, Ge, Se, Te, and C. In order to form a P type gallium nitride semiconductor, on the other hand, it is preferably doped with P type dopant such as Zn, Mg, Be, Ca, Sr and Ba. Because it is difficult to turn a gallium nitride compound semiconductor to P type simply by doping a P type dopant, it is preferable to treat the gallium nitride compound semiconductor doped with P type dopant in such process as heating in a furnace, irradiation with low-speed electron beam and plasma irradiation, thereby to turn it to P type. After exposing the surfaces of P type and N type gallium nitride semiconductors by the etching or other process, electrodes of the desired shapes are formed on the semiconductor layers by sputtering or vapor deposition.

[0125] Then the semiconductor wafer which has been formed is cut into pieces by means of a dicing saw, or separated by an external force after cutting grooves (half-cut) which have width greater than the blade edge width. Or otherwise, the wafer is cut into chips by scribing grid pattern of extremely fine lines on the semiconductor wafer by means of a scriber having a diamond stylus which makes straight reciprocal movement. Thus the light emitting component of gallium nitride compound semiconductor can be made.

[0126] In order to emit white light with the light emitting diode of the first embodiment, wavelength of light emitted by the light emitting component is preferably from 400nm to 530nm inclusive in consideration of the complementary color relationship with the phosphor and deterioration of resin, and more preferably from 420nm to 490nm inclusive. It is further more preferable that the wavelength be from 450nm to 475nm, in order to improve the emission efficiency of the light emitting component and the phosphor. Emission spectrum of the white light emitting diode of the first embodiment is shown in Fig. 4. The light emitting component shown here is of lead type shown in Fig. 1, which employs the light emitting component and the phosphor of the first embodiment to be described later. In Fig. 4, emission having a peak around 450 nm is the light emitted by the light emitting component, and emission having a peak around 570 nm is the photoluminescent emission excited by the light emitting component.

[0127] Fig. 16 shows the colors which can be represented by the white light emitting diode made by combining the fluorescent material shown in Table 1 and blue LED (light emitting component) having peak wavelength 465nm. Color of light emitted by this white light emitting diode corresponds to a point on a straight line connecting a point of chromaticity generated by the blue LED and a point of chromaticity generated by the fluorescent material, and therefore the wide white color region (shaded portion in Fig. 16) in the central portion of the chromaticity diagram can be fully covered by using the fluorescent materials 1 to 7 in Table 1. Fig. 17 shows the change in emission color when the contents of fluorescent materials in the white light emitting diode is changed. Contents of fluorescent materials are given in weight percentage to the resin used in the coating material. As will be seen from Fig. 17, color of the light approaches that of the fluorescent materials when the content of fluorescent material is increased and approaches that of blue LED when the content of fluorescent material decreased.

[0128] According to the present invention, a light emitting component which does not excite the fluorescent material may be used together with the light emitting

component which emits light that excites the fluorescent material. Specifically, in addition to the fluorescent material which is a nitride compound semiconductor capable of exciting the fluorescent material, a light emitting component having a light emitting layer made of gallium phosphate, gallium aluminum arsenide, gallium arsenic phosphate or indium aluminum phosphate is arranged together. With this configuration, light emitted by the light emitting component which does not excite the fluorescent material is radiated to the outside without being absorbed by the fluorescent material, making a light emitting diode which can emit red/white light.

[0129] Other components of the light emitting diodes of Fig. 1 and Fig. 2 will be described below.

(Conductive wires 103, 203)

[0130] The conductive wires 103, 203 should have good electric conductivity, good thermal conductivity and good mechanical connection with the electrodes of the light emitting components 102, 202. Thermal conductivity is preferably $0.01 \text{ cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ or higher, and more preferably $0.5 \text{ cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ or higher. For workability, diameter of the conductive wire is preferably from $10\mu\text{m}$ to $45\mu\text{m}$ inclusive. Even when the same material is used for both the coating including the fluorescent material and the molding, because of the difference in thermal expansion coefficient due to the fluorescent material contained in either of the above two materials, the conductive wire is likely to break at the interface. For this reason, diameter of the conductive wire is preferably not less than $25\mu\text{m}$ and, for the reason of light emitting area and ease of handling, preferably within $35\mu\text{m}$. The conductive wire may be a metal such as gold, copper, platinum and aluminum or an alloy thereof. When a conductive wire of such material and configuration is used, it can be easily connected to the electrodes of the light emitting components, the inner lead and the mount lead by means of a wire bonding device.

(Mount lead 105)

[0131] The mount lead 105 comprises a cup 105a and a lead 105b, and it suffices to have a size enough for mounting the light emitting component 102 with the wire bonding device in the cup 105a. In case a plurality of light emitting components are installed in the cup and the mount lead is used as common electrode for the light emitting component, because different electrode materials may be used, sufficient electrical conductivity and good conductivity with the bonding wire and others are required. When the light emitting component is installed in the cup of the mount lead and the cup is filled with the fluorescent material, light emitted by the fluorescent material is, even if isotropic, reflected by the cup in a desired direction and therefore erroneous illumination due to light from other light emitting diode mounted nearby can be prevented. Erroneous illumination here refers to such a phenomenon as other light emitting diode mounted nearby appearing as though lighting despite not being supplied with power.

[0132] Bonding of the light emitting component 102 and the mount lead 105 with the cup 105a can be achieved by means of a thermoplastic resin such as epoxy resin, acrylic resin and imide resin. When a face-down light emitting component (such a type of light emitting component as emitted light is extracted from the substrate side and is configured for mounting the electrodes to oppose the cup 105a) is used, Ag paste, carbon paste, metallic bump or the like can be used for bonding and electrically connecting the light emitting component and the mount lead at the same time. Further, in order to improve the efficiency of light utilization of the light emitting diode, surface of the cup of the mount lead whereon the light emitting component is mounted may be mirror-polished to give reflecting function to the surface. In this case, the surface roughness is preferably from 0.1S to 0.8 S inclusive. Electric resistance of the mount lead is preferably within $300\mu\Omega\text{-cm}$ and more preferably within $3\mu\Omega\text{-cm}$. When mounting a plurality of light emitting components on the mount lead, the light emitting components generate significant amount of heat and therefore high thermal conductivity is required.

Specifically, the thermal conductivity is preferably $0.01 \text{ cal/(s)(cm}^2\text{)(}^\circ\text{C/cm)}$ or higher, and more preferably $0.5 \text{ cal/(s)(cm}^2\text{)(}^\circ\text{C/cm)}$ or higher. Materials which satisfy these requirements contain steel, copper, copper-clad steel, copper-clad tin and metallized ceramics.

(Inner lead 106)

[0133] The inner lead 106 is connected to one of electrodes of the light emitting component 102 mounted on the mount lead 105 by means of conductive wire or the like. In the case of a light emitting diode where a plurality of the light emitting components are installed on the mount lead, it is necessary to arrange a plurality of inner leads 106 in such a manner that the conductive wires do not touch each other. For example, contact of the conductive wires with each other can be prevented by increasing the area of the end face where the inner lead is wire-bonded as the distance from the mount lead increases so that the space between the conductive wires is secured. Surface roughness of the inner lead end face connecting with the conductive wire is preferably from 1.6 S to 10 S inclusive in consideration of close contact. In order to form the inner lead in a desired shape, it may be punched by means of a die. Further, it may be made by punching to form the inner lead then pressurizing it on the end face thereby to control the area and height of the end face.

[0134] The inner lead is required to have good connectivity with the bonding wires which are conductive wires and have good electrical conductivity. Specifically, the electric resistance is preferably within $300\mu\Omega\cdot\text{cm}$ and more preferably within $3\mu\Omega\cdot\text{cm}$. Materials which satisfy these requirements contain iron, copper, iron-containing copper, tin-containing copper, copper-, gold- or silver-plated aluminum, iron and copper.

(Coating material 101)

[0135] The coating material 101 is provided in the cup of the mount lead apart from the molding material 104 and, in the first embodiment, contains the phosphor which converts the light emitted by the light emitting component. The coating material may be a transparent material having good weatherability such as epoxy resin, urea resin and silicone or glass. A dispersant may be used together with the phosphor. As the dispersant, barium titanate, titanium oxide, aluminum oxide, silicon dioxide and the like are preferably used. When the fluorescent material is formed by sputtering, coating material may be omitted. In this case, a light emitting diode capable of bending colors can be made by controlling the film thickness or providing an aperture in the fluorescent material layer.

(Molding material 104)

[0136] The molding 104 has the function to protect the light emitting component 102, the conductive wire 103 and the coating material 101 which contains phosphor from external disturbance. According to the first embodiment, it is preferable that the molding material 104 further contain a dispersant, which can unsharpen the directivity of light from the light emitting component 102, resulting in increased angle of view. The molding material 104 has the function of lens to focus or diffuse the light emitted by the light emitting component. Therefore, the molding material 104 may be made in a configuration of convex lens or concave lens, and may have an elliptic shape when viewed in the direction of optical axis, or a combination of these. Also the molding material 104 may be made in a structure of multiple layers of different materials being laminated. As the molding material 104, transparent materials having high weatherability such as epoxy resin, urea resin, silicon resin or glass is preferably employed. As the dispersant, barium titanate, titanium oxide, aluminum oxide, silicon dioxide and the like can be used. In addition to the dispersant, phosphor may also be contained in the

molding material. Namely, according to the present invention, the phosphor may be contained either in the molding material or in the coating material. When the phosphor is contained in the molding material, angle of view can be further increased. The phosphor may also be contained in both the coating material and the molding material. Further, a resin including the phosphor may be used as the coating material while using glass, different from the coating material, as the molding material. This makes it possible to manufacture a light emitting diode which is less subject to the influence of moisture with good productivity. The molding and the coating may also be made of the same material in order to match the refractive index, depending on the application. According to the present invention, adding the dispersant and/or a coloration agent in the molding material has the effects of masking the color of the fluorescent material obscured and improving the color mixing performance. That is, the fluorescent material absorbs blue component of extraneous light and emits light thereby to give such an appearance as though colored in yellow. However, the dispersant contained in the molding material gives milky white color to the molding material and the coloration agent renders a desired color. Thus the color of the fluorescent material will not be recognized by the observer. In case the light emitting component emits light having main wavelength of 430nm or over, it is more preferable that ultraviolet absorber which serves as light stabilizer be contained.

Embodiment 2

[0137] The light emitting diode of the second embodiment of the present invention is made by using an element provided with gallium nitride compound semiconductor which has high-energy band gap in the light emitting layer as the light emitting component and a fluorescent material including two or more kinds of phosphors of different compositions, or preferably yttrium-aluminum-garnet fluorescent materials activated with cerium as the phosphor. With this configuration, a light emitting diode which allows to give a desired color tone by controlling the contents of the two or more

fluorescent materials can be made even when the wavelength of the LED light emitted by the light emitting component deviates from the desired value due to variations in the production process. In this case, emission color of the light emitting diode can be made constantly using a fluorescent material having a relatively short emission wavelength for a light emitting component of a relatively short emission wavelength and using a fluorescent material having a relatively long emission wavelength for a light emitting component of a relatively long emission wavelength.

[0138] As for the fluorescent material, a fluorescent material represented by general formula $(Re_{1-r}Sm_r)_3(Al_{1-s}Ga_s)O_{12}:Ce$ may also be used as the phosphor. Here $0 \leq r < 1$ and $0 \leq s \leq 1$, and Re is at least one selected from Y, Gd and La. This configuration makes it possible to minimize the denaturing of the fluorescent material even when the fluorescent material is exposed to high-intensity high-energy visible light emitted by the light emitting component for a long period of time or when used under various environmental conditions, and therefore a light emitting diode which is subject to extremely insignificant color shift and emission luminance decrease and has the desired emission component of high luminance can be made.

(Phosphor of the second embodiment)

[0139] Now the phosphor used in the light emitting component of the second embodiment will be described in detail below. The second embodiment is similar to the first embodiment, except that two or more kinds of phosphors of different compositions activated with cerium are used as the phosphor, as described above, and the method of using the fluorescent material is basically the same.

[0140] Similarly to the case of the first embodiment, the light emitting diode can be given high weatherability by controlling the distribution of the phosphor (such as tapering the concentration with the distance from the light emitting component). Such a distribution of the phosphor concentration can be achieved by selecting or controlling the

material which contains the phosphor, forming temperature and viscosity, and the configuration and particle size distribution of the phosphor. Thus, according to the second embodiment, distribution of the fluorescent material concentration is determined according to the operating conditions. Also, according to the second embodiment, efficiency of light emission can be increased by designing the arrangement of the two or more kinds of fluorescent materials (for example, arranging in the order of nearness to the light emitting component) according to the light generated by the light emitting component.

[0141] With the configuration of the second embodiment, similarly to the first embodiment, light emitting diode has high efficiency and enough light resistance even when arranged adjacent to or in the vicinity of relatively high-output light emitting component with radiation intensity (E_e) within the range from 3 Wcm^{-2} to 10 Wcm^{-2} can be made.

[0142] The yttrium-aluminum-garnet fluorescent material activated with cerium (YAG fluorescent material) used in the second embodiment has garnet structure similarly to the case of the first embodiment, and is therefore resistant to heat, light and moisture. The peak wavelength of excitation of the yttrium-aluminum-garnet fluorescent material of the second embodiment can be set near 450nm as indicated by the solid line in Fig. 5A, and the peak wavelength of emission can be set near 510nm as indicated by the solid line in Fig. 5B, while making the emission spectrum so broad as to tail out to 700nm. This makes it possible to emit green light. The peak wavelength of excitation of another yttrium-aluminum-garnet fluorescent material activated with cerium of the second embodiment can be set near 450nm as indicated by the dashed line in Fig. 5A, and the peak wavelength of emission can be set near 600nm as indicated by the dashed line in Fig. 5B, while making the emission spectrum so broad as to tail out to 750nm. This makes it possible to emit red light.

[0143] Wavelength of the emitted light is shifted to a shorter wavelength by substituting part of Al, among the constituents of the YAG fluorescent material having garnet structure, with Ga, and the wavelength of the emitted light is shifted to a longer wavelength by substituting part of Y with Gd and/or La. Proportion of substituting Al with Ga is preferably from Ga:Al=1:1 to 4:6 in consideration of the light emitting efficiency and the wavelength of emission. Similarly, proportion of substituting Y with Gd and/or La is preferably from Y:Gd and/or La=9:1 to 1:9, or more preferably from Y:Gd and/or La=4:1 to 2:3. Substitution of less than 20% results in an increase of green component and a decrease of red component. Substitution of 80% or greater part, on the other hand, increases red component but decreases the luminance steeply.

[0144] Material for making such a phosphor is made by using oxides of Y, Gd, Ce, La, Al, Sm and Ga or compounds which can be easily converted into these oxides at high temperature, and sufficiently mixing these materials in stoichiometrical proportions. Or either, mixture material is obtained by dissolving rare earth elements Y, Gd, Ce, La and Sm in stoichiometrical proportions in acid, coprecipitating the solution oxalic acid and firing the coprecipitate to obtain an oxide of the coprecipitate, which is then mixed with aluminum oxide and gallium oxide. This mixture is mixed with an appropriate quantity of a fluoride such as ammonium fluoride used as a flux, and fired in a crucible at a temperature from 1350 to 1450 °C in air for 2 to 5 hours. Then the fired material is ground by a ball mill in water, washed, separated, dried and sieved thereby to obtain the desired material.

[0145] In the second embodiment, the two or more kinds of yttrium-aluminum-garnet fluorescent materials activated with cerium of different compositions may be either used by mixing or arranged independently (laminated, for example). When the two or more kinds of fluorescent materials are mixed, color converting portion can be formed relatively easily and in a manner suitable for mass production. When the two or more kinds of fluorescent materials are arranged independently, color can be adjusted after

forming it by laminating the layers until a desired color can be obtained. Also when arranging the two or more kinds of fluorescent materials independently, it is preferable to arrange a fluorescent material that absorbs light from the light emitting component of a shorter wavelength near to the LED element, and a fluorescent material that absorbs light of a longer wavelength away from the LED element. This arrangement enables efficient absorption and emission of light.

[0146] The light emitting diode of the second embodiment is made by using two or more kinds of yttrium-aluminum-garnet fluorescent materials of different compositions as the fluorescent materials, as described above. This makes it possible to make a light emitting diode capable of emitting light of desired color efficiently. That is, when wavelength of light emitted by the semiconductor light emitting component corresponds to a point on the straight line connecting point A and point B in the chromaticity diagram of Fig. 6, light of any color in the shaded region enclosed by points A, B, C and D in Fig. 6 which is the chromaticity points (points C and D) of the two or more kinds of yttrium-aluminum-garnet fluorescent materials of different compositions can be emitted. According to the second embodiment, color can be controlled by changing the compositions or quantities of the LED elements and fluorescent materials. In particular, a light emitting diode of less variation in the emission wavelength can be made by selecting the fluorescent materials according to the emission wavelength of the LED element, thereby compensating for the variation of the emission wavelength of the LED element. Also a light emitting diode including RGB components with high luminance can be made by selecting the emission wavelength of the fluorescent materials.

[0147] Moreover, because the yttrium-aluminum-garnet (YAG) fluorescent material used in the second embodiment has garnet structure, the light emitting diode of the second embodiment can emit light of high luminance for a long period of time. Also the light emitting diodes of the first embodiment and the second embodiment are provided with light emitting component installed via fluorescent material. Also because

the converted light has longer wavelength than that of the light emitted by the light emitting component, energy of the converted light is less than the band gap of the nitride semiconductor, and is less likely to be absorbed by the nitride semiconductor layer. Thus, although the light emitted by the fluorescent material is directed also to the LED element because of the isotropy of emission, the light emitted by the fluorescent material is never absorbed by the LED element, and therefore the emission efficiency of the light emitting diode will not be decreased.

(Planar light source)

[0148] A planar light source which is another embodiment of the present invention is shown in Fig. 7.

[0149] In the planar light source shown in the Fig. 7, the phosphor used in the first embodiment or the second embodiment is contained in a coating material 701. With this configuration, blue light emitted by the gallium nitride semiconductor is color-converted and is output in planar state via an optical guide plate 704 and a dispersive sheet 706.

[0150] Specifically, a light emitting component 702 of the planar light source of Fig. 7 is secured in a metal substrate 703 of inverted C shape whereon an insulation layer and a conductive pattern (not shown) are formed. After electrically connecting the electrode of the light emitting component and the conductive pattern, phosphor is mixed with epoxy resin and applied into the inverse C-shaped metal substrate 703 whereon the light emitting component 702 is mounted. The light emitting component thus secured is fixed onto an end face of an acrylic optical guide plate 704 by means of an epoxy resin. A reflector film 707 containing a white diffusion agent is arranged on one of principal planes of the optical guide plate 704 where the dispersive sheet 706 is not formed, for the purpose of preventing fluorescence.

[0151] Similarly, a reflector 705 is provided on the entire surface on the back of the optical guide plate 704 and on one end face where the light emitting component is not provided, in order to improve the light emission efficiency. With this configuration, light emitting diodes for planar light emission which generates enough luminance for the back light of LCD can be made.

[0152] Application of the light emitting diode for planar light emission to a liquid crystal display can be achieved by arranging a polarizer plate on one principal plane of the optical guide plate 704 via liquid crystal injected between glass substrates (not shown) whereon a translucent conductive pattern is formed.

[0153] Now referring to Fig. 8 and Fig. 9, a planar light source according to another embodiment of the present invention will be described below. The light emitting device shown in Fig. 8 is made in such a configuration that blue light emitted by the light emitting diode 702 is converted to white light by a color converter 701 which contains phosphor and is output in planar state via an optical guide plate 704.

[0154] The light emitting device shown in Fig. 9 is made in such a configuration that blue light emitted by the light emitting component 702 is turned to planar state by the optical guide plate 704, then converted to white light by a dispersive sheet 706 which contains phosphor formed on one of the principal plane of the optical guide plate 704, thereby to output white light in planar state. The phosphor may be either contained in the dispersive sheet 706 or formed in a sheet by spreading it together with a binder resin over the dispersive sheet 706. Further, the binder including the phosphor may be formed in dots, not sheet, directly on the optical guide plate 704.

<Application>

(Display device)

[0155] Now a display device according to the present invention will be described below. Fig. 10 is a block diagram showing the configuration of the display device

according to the present invention. As shown in Fig. 10, the display device comprises an LED display device 601 and a drive circuit 610 having a driver 602, video data storage means 603 and tone control means 604. The LED display device 601, having white light emitting diodes 501 shown in Fig. 1 or Fig. 2 arranged in matrix configuration in a casing 504 as shown in Fig. 11, is used as monochromatic LED display device. The casing 504 is provided with a light blocking material 505 being formed integrally therewith.

[0156] The drive circuit 610 has the video data storage means (RAM) 603 for temporarily storing display data which is input, the tone control means 604 which computes and outputs tone signals for controlling the individual light emitting diodes of the LED display device 601 to light with the specified brightness according to the data read from RAM 603, and the driver 602 which is switched by signals supplied from the tone control means 604 to drive the light emitting diode to light. The tone control circuit 604 retrieves data from the RAM 603 and computes the duration of lighting the light emitting diodes of the LED display device 601, then outputs pulse signals for turning on and off the light emitting diodes to the LED display device 601. In the display device constituted as described above, the LED display device 601 is capable of displaying images according to the pulse signals which are input from the drive circuit, and has the following advantages.

[0157] The LED display device which displays with white light by using light emitting diodes of three colors, RGB, is required to display while controlling the light emission output of the R, G and B light emitting diodes and accordingly must control the light emitting diodes by taking the emission intensity, temperature characteristics and other factors of the light emitting diodes into account, resulting in complicate configuration of the drive circuit which drives the LED display device. In the display device of the present invention, however, because the LED display device 601 is constituted by using light emitting diodes 501 of the present invention which can emit white light without using light emitting diodes of three kinds, RGB, it is not necessary for

the drive circuit to individually control the R, G and B light emitting diodes, making it possible to simplify the configuration of the drive circuit and make the display device at a low cost.

[0158] With an LED display device which displays in white light by using light emitting diodes of three kinds, RGB, the three light emitting diodes must be illuminated at the same time and the light from the light emitting diodes must be mixed in order to display white light by combining the three RGB light emitting diodes for each pixel, resulting in a large display area for each pixel and making it impossible to display with high definition. The LED display device of the display device according to the present invention, in contrast, can display with white light can be done with a single light emitting diode, and is therefore capable of display with white light of higher definition. Further, with the LED display device which displays by mixing the colors of three light emitting diodes, there is such a case as the display color changes due to blocking of some of the RGB light emitting diodes depending on the viewing angle, the LED display device of the present invention has no such problem.

[0159] As described above, the display device provided with the LED display device employing the light emitting diode of the present invention which is capable of emitting white light is capable of displaying stable white light with higher definition and has an advantage of less color unevenness. The LED display device of the present invention which is capable of displaying with white light also imposes less stimulation to the eye compared to the conventional LED display device which employs only red and green colors, and is therefore suited for use over a long period of time.

(Embodiment of another display device employing the light emitting diode of the present invention)

[0160] The light emitting diode of the present invention can be used to constitute an LED display device wherein one pixel is constituted of three RGB light emitting

diodes and one light emitting diode of the present invention, as shown in Fig. 12. By connecting the LED display device and a specified drive circuit, a display device capable of displaying various images can be constituted. The drive circuit of this display device has, similarly to a case of monochrome display device, video data storage means (RAM) for temporarily storing the input display data, a tone control circuit which processes the data stored in the RAM to compute tone signals for lighting the light emitting diodes with specified brightness and a driver which is switched by the output signal of the tone control circuit to cause the light emitting diodes to illuminate. The drive circuit is required exclusively for each of the RGB light emitting diodes and the white light emitting diode. The tone control circuit computes the duration of lighting the light emitting diodes from the data stored in the RAM, and outputs pulse signals for turning on and off the light emitting diodes. When displaying with white light, width of the pulse signals for lighting the RGB light emitting diodes is made shorter, or peak value of the pulse signal is made lower or no pulse signal is output at all. On the other hand, a pulse signal is given to the white light emitting diode in compensation thereof. This causes the LED display device to display with white light.

[0161] As described above, brightness of display can be improved by adding the white light emitting diode to the RGB light emitting diodes. When RGB light emitting diodes are combined to display white light, one or two of the RGB colors may be enhanced resulting in a failure to display pure white depending on the viewing angle, such a problem is solved by adding the white light emitting diode as in this display device.

[0162] For the drive circuit of such a display device as described above, it is preferable that a CPU be provided separately as a tone control circuit which computes the pulse signal for lighting the white light emitting diode with specified brightness. The pulse signal which is output from the tone control circuit is given to the white light emitting diode driver thereby to switch the driver. The white light emitting diode illuminates when the driver is turned on, and goes out when the driver is turned off.

(Traffic signal)

[0163] When the light emitting diode of the present invention is used as a traffic signal which is a kind of display device, such advantages can be obtained as stable illumination over a long period of time and no color unevenness even when part of the light emitting diodes go out. The traffic signal employing the light emitting diode of the present invention has such a configuration as white light emitting diodes are arranged on a substrate whereon a conductive pattern is formed. A circuit of light emitting diodes wherein such light emitting diodes are connected in series or parallel is handled as a set of light emitting diodes. Two or more sets of the light emitting diodes are used, each having the light emitting diodes arranged in spiral configuration. When all light emitting diodes are arranged, they are arranged over the entire area in circular configuration. After connecting power lines by soldering for the connection of the light emitting diodes and the substrate with external power supply, it is secured in a chassis of railway signal. The LED display device is placed in an aluminum diecast chassis equipped with a light blocking member and is sealed on the surface with silicon rubber filler. The chassis is provided with a white color lens on the display plane thereof. Electric wiring of the LED display device is passed through a rubber packing on the back of the chassis, for sealing off the inside of the chassis from the outside, with the inside of the chassis closed. Thus a signal of white light is made. A signal of higher reliability can be made by dividing the light emitting diodes of the present invention into a plurality of groups and arranging them in a spiral configuration swirling from a center toward outside, while connecting them in parallel. The configuration of swirling from the center toward outside may be either continuous or intermittent. Therefore, desired number of the light emitting diodes and desired number of the sets of light emitting diodes can be selected depending on the display area of the LED display device. This signal is, even when one of the sets of light emitting diodes or part of the light emitting diodes fail to illuminate due to some trouble, capable of illuminate evenly in a circular configuration without color shift by means of

the remaining set of light emitting diodes or remaining light emitting diodes. Because the light emitting diodes are arranged in a spiral configuration, they can be arranged more densely near the center, and driven without any different impression from signals employing incandescent lamps.

<Examples>

[0164] The following Examples further illustrate the present invention in detail but are not to be construed to limit the scope thereof.

(Example 1)

[0165] Example 1 provides a light emitting component having an emission peak at 450nm and a half width of 30nm employing a GaInN semiconductor. The light emitting component of the present invention is made by flowing TMG (trimethyl gallium) gas, TMI (trimethyl indium) gas, nitrogen gas and dopant gas together with a carrier gas on a cleaned sapphire substrate and forming a gallium nitride compound semiconductor layer in MOCVD process. A gallium nitride semiconductor having N type conductivity and a gallium nitride semiconductor having P type conductivity are formed by switching SiH₄ and Cp₂Mg as dopant gas. The LED element of Example 1 has a contact layer which is a gallium nitride semiconductor having N type conductivity, a clad layer which is a gallium nitride aluminum semiconductor having P type conductivity and a contact layer which is a gallium nitride semiconductor having P type conductivity, and formed between the contact layer having N type conductivity and the clad layer having P type conductivity is a non-doped InGaN activation layer of thickness about 3 nm for making a single quantum well structure. The sapphire substrate has a gallium nitride semiconductor layer formed thereon under a low temperature to make a buffer layer. The P type semiconductor is annealed at a temperature of 400°C or above after forming the film.

[0166] After exposing the surfaces of P type and N type semiconductor layers by etching, n and p electrodes are formed by sputtering. After scribing the semiconductor wafer which has been made as described above, light emitting components are made by dividing the wafer with external force.

[0167] The light emitting component made in the above process is mounted in a cup of a mount lead which is made of silver-plated steel by die bonding with epoxy resin. Then electrodes of the light emitting component, the mount lead and the inner lead are electrically connected by wire bonding with gold wires 30 μ m in diameter, to make a light emitting diode of lead type.

[0168] A phosphor is made by dissolving rare earth elements of Y, Gd and Ce in an acid in stoichiometrical proportions, and coprecipitating the solution with oxalic acid. Oxide of the coprecipitate obtained by firing this material is mixed with aluminum oxide, thereby to obtain the mixture material. The mixture was then mixed with ammonium fluoride used as a flux, and fired in a crucible at a temperature of 1400°C in air for 3 hours. Then the fired material is ground by a ball mill in water, washed, separated, dried and sieved thereby to obtain the desired material. Phosphor made as describe above is yttrium-aluminum-garnet fluorescent material represented by general formula $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12}:Ce$ where about 20% of Y is substituted with Gd and substitution ratio of Ce is 0.03.

[0169] 80 Parts by weight of the fluorescent material having a composition of $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12}:Ce$ which has been made in the above process and 100 parts by weight of epoxy resin are sufficiently mixed to turn into slurry. The slurry is poured into the cup provided on the mount lead whereon the light emitting component is mounted. After pouring, the slurry is cured at 130°C for one hour. Thus a coating having a thickness of 120 μ m, which contains the phosphor, is formed on the light emitting component. In Example 1, the coating is formed to contain the phosphor in gradually increasing concentration toward the light emitting component. Irradiation intensity is

about 3.5W/cm². The light emitting component and the phosphor are molded with translucent epoxy resin for the purpose of protection against extraneous stress, moisture and dust. A lead frame with the coating layer of phosphor formed thereon is placed in a bullet-shaped die and mixed with translucent epoxy resin and then cured at 150 °C for 5 hours.

[0170] Under visual observation of the light emitting diode formed as described above in the direction normal to the light emitting plane, it was found that the central portion was rendered yellowish color due to the body color of the phosphor.

[0171] Measurements of chromaticity point, color temperature and color rendering index of the light emitting diode made as described above and capable of emitting white light gave values of (0.302, 0.280) for chromaticity point (x, y), color temperature of 8080 K and 87.5 for color rendering index (Ra) which are approximate to the characteristics of a 3-waveform fluorescent lamp. Light emitting efficiency was 9.5 lm/W, comparable to that of an incandescent lamp. Further in life tests under conditions of energization with a current of 60mA at 25°C, 20mA at 25°C and 20mA at 60°C with 90% RH, no change due to the fluorescent material was observed, proving that the light emitting diode had no difference in service life from the conventional blue light emitting diode.

(Comparative Example 1)

[0172] Formation of a light emitting diode and life tests thereof were conducted in the same manner as in Example 1 except for changing the phosphor from (Y_{0.8}Gd_{0.2})₃Al₅O₁₂:Ce to (ZnCd)S:Cu, Al. The light emitting diode which had been formed showed, immediately after energization, emission of white light but with low luminance. In a life test, the output diminished to zero in about 100 hours. Analysis of the cause of deterioration showed that the fluorescent material was blackened.

[0173] This trouble is supposed to have been caused as the light emitted by the light emitting component and moisture which had caught on the fluorescent material or entered from the outside brought about photolysis to make colloidal zinc to precipitate on the surface of the fluorescent material, resulting in blackened surface. Results of life tests under conditions of energization with a current of 20mA at 25 °C and 20mA at 60 °C with 90% RH are shown in Fig. 13 together with the results of Example 1. Luminance is given in terms of relative value with respect to the initial value as the reference. A solid line indicates Example 1 and a wavy line indicates Comparative Example 1 in Fig. 13.

(Example 2)

[0174] In Example 2, a light emitting component was made in the same manner as in Example 1 except for increasing the content of In in the nitride compound semiconductor of the light emitting component to have the emission peak at 460 nm and increasing the content of Gd in phosphor than that of Example 1 to have a composition of $(Y_{0.6}Gd_{0.4})_3Al_5O_{12}:Ce$.

[0175] Measurements of chromaticity point, color temperature and color rendering index of the light emitting diode, which were made as described above and capable of emitting white light, gave values of (0.375, 0.370) for chromaticity point (x, y), color temperature of 4400 K and 86.0 for color rendering index (Ra). Fig. 18A, Fig. 18B and Fig. 18C show the emission spectra of the phosphor, the light emitting component and the light emitting diode of Example 2, respectively.

[0176] 100 pieces of the light emitting diodes of Example 2 were made and average luminous intensities thereof were taken after lighting for 1000 hours. In terms of percentage of the luminous intensity value before the life test, the average luminous intensity after the life test was 98.8%, proving no difference in the characteristic.

(Example 3)

[0177] 100 light emitting diodes were made in the same manner as in Example 1 except for adding Sm in addition to rare earth elements Y, Gd and Ce in the phosphor to make a fluorescent material with composition of $(Y_{0.39}Gd_{0.57}Ce_{0.03}Sm_{0.01})_3Al_5O_{12}$. When the light emitting diodes were made illuminate at a high temperature of 130 °C, average temperature characteristic about 8% better than that of Example 1 was obtained.

(Example 4)

[0178] LED display device of Example 4 is made of the light emitting diodes of Example 1 being arranged in a 16 x 16 matrix on a ceramics substrate whereon a copper pattern is formed as shown in Fig. 11. In the LED display device of Example 4, the substrate whereon the light emitting diodes are arranged is placed in a chassis 504 which is made of phenol resin and is provided with a light blocking member 505 being formed integrally therewith. The chassis, the light emitting diodes, the substrate and part of the light blocking member, except for the tips of the light emitting diodes, are covered with silicon rubber 506 colored in black with a pigment. The substrate and the light emitting diodes are soldered by means of an automatic soldering machine.

[0179] The LED display device made in the configuration described above, a RAM which temporarily stores the input display data, a tone control circuit which processes the data stored in the RAM to compute tone signals for lighting the light emitting diodes with specified brightness and drive means which is switched by the output signal of the tone control circuit to cause the light emitting diodes to illuminate are electrically connected to make an LED display device. By driving the LED display devices, it was verified that the apparatus can be used as black and white LED display device.

(Example 5)

[0180] The light emitting diode of Example 5 was made in the same manner as in Example 1 except for using phosphor represented by general formula $(Y_{0.2}Gd_{0.8})_3Al_5O_{12}:Ce$. 100 pieces of the light emitting diodes of Example 5 were made and measured for various characteristics.

[0181] Measurement of chromaticity point gave values of (0.450, 0.420) in average for chromaticity point (x, y), and light of incandescent lamp color was emitted. Fig. 19A, Fig. 19B and Fig. 19C show the emission spectra of the phosphor, the light emitting component and the light emitting diode of Example 5, respectively. Although the light emitting diodes of Example 5 showed luminance about 40% lower than that of the light emitting diodes of Example 5, showed good weatherability comparable to that of Example 1 in life test.

(Example 6)

[0182] The light emitting diode of Example 6 was made in the same manner as in Example 1 except for using phosphor represented by general formula $Y_3Al_5O_{12}:Ce$. 100 pieces of the light emitting diodes of Example 6 were made and measured for various characteristics.

[0183] Measurement of chromaticity point slightly yellow-greenish white light compared to Example 1 was emitted. The light emitting diode of Example 6 showed good weatherability similar to that of Example 1 in life test. Fig. 20A, Fig. 20B and Fig. 20C show the emission spectra of the phosphor, the light emitting component and the light emitting diode of Example 6, respectively.

(Example 7)

[0184] The light emitting diode of Example 7 was made in the same manner as in Example 1 except for using phosphor represented by general formula

Y₃(Al_{0.5}Ga_{0.5})₅O₁₂:Ce. 100 pieces of the light emitting diodes of Example 7 were made and measured for various characteristics.

[0185] Although the light emitting diodes of Example 7 showed a low luminance, emitted greenish white light and showed good weatherability similar to that of Example 1 in life test. Fig. 21A, Fig. 21B and Fig. 21C show the emission spectra of the phosphor, the light emitting component and the light emitting diode of Example 7, respectively.

(Example 8)

[0186] The light emitting diode of Example 8 was made in the same manner as in Example 1 except for using phosphor represented by general formula Gd₃(Al_{0.5}Ga_{0.5})₅O₁₂:Ce which does not contain Y. 100 pieces of the light emitting diodes of Example 8 were made and measured for various characteristics.

[0187] Although the light emitting diodes of Example 8 showed a low luminance, showed good weatherability similar to that of Example 1 in life test.

(Example 9)

[0188] Light emitting diode of Example 9 is planar light emitting device having the configuration shown in Fig. 7.

[0189] In 0.05Ga_{0.95}N semiconductor having emission peak at 450nm is used as a light emitting component. Light emitting components are made by flowing TMG (trimethyl gallium) gas, TMI (trimethyl indium) gas, nitrogen gas and dopant gas together with a carrier gas on a cleaned sapphire substrate and forming a gallium nitride compound semiconductor layer in MOCVD process. A gallium nitride semiconductor layer having N type conductivity and a gallium nitride semiconductor layer having P type conductivity are formed by switching SiH₄ and Cp₂Mg as dopant gas, thereby forming a PN junction. For the semiconductor light emitting component, a contact layer which is gallium nitride semiconductor having N type conductivity, a clad layer which is gallium

nitride aluminum semiconductor having N type conductivity, a clad layer which is gallium nitride aluminum semiconductor having P type conductivity and a contact layer which is gallium nitride semiconductor having P type conductivity are formed. An activation layer of Zn-doped InGaN which makes a double-hetero junction is formed between the clad layer having N type conductivity and the clad layer having P type conductivity. A buffer layer is provided on the sapphire substrate by forming gallium nitride semiconductor layer at a low temperature. The P type nitride semiconductor layer is annealed at a temperature of 400°C or above after forming the film.

[0190] After forming the semiconductor layers and exposing the surfaces of P type and N type semiconductor layers by etching, electrodes are formed by sputtering. After scribing the semiconductor wafer which has been made as described above, light emitting components are made as light emitting components by dividing the wafer with external force.

[0191] The light emitting component is mounted on a mount lead which has a cup at the tip of a silver-plated copper lead frame, by die bonding with epoxy resin. Electrodes of the light emitting component, the mount lead and the inner lead are electrically connected by wire bonding with gold wires having a diameter of 30μm.

[0192] The lead frame with the light emitting component attached thereon is placed in a bullet-shaped die and sealed with translucent epoxy resin for molding, which is then cured at 150°C for 5 hours, thereby to form a blue light emitting diode. The blue light emitting diode is connected to one end face of an acrylic optical guide plate which is polished on all end faces. On one surface and side face of the acrylic plate, screen printing is applied by using barium titanate dispersed in an acrylic binder as white color reflector, which is then cured.

[0193] Phosphor of green and red colors are made by dissolving rare earth elements of Y, Gd, Ce and La in acid in stoichiometrical proportions, and coprecipitating the solution with oxalic acid. Oxide of the coprecipitate obtained by firing this material

is mixed with aluminum oxide and gallium oxide, thereby to obtain respective mixture materials. The mixture is then mixed with ammonium fluoride used as a flux, and fired in a crucible at a temperature of 1400 °C in air for 3 hours. Then the fired material is ground by a ball mill in water, washed, separated, dried and sieved thereby to obtain the desired material.

[0194] 120 parts by weight of the first fluorescent material having a composition of $Y_3(Al_{0.6}Ga_{0.4})_5O_{12}:Ce$ and capable of emitting green light prepared as described above and 100 parts by weight of the second fluorescent material having a composition of $(Y_{0.4}Gd_{0.6})_3Al_5O_{12}:Ce$ and capable of emitting red light prepared in a process similar to that for the first fluorescent material, are sufficiently mixed with 100 parts by weight of epoxy resin, to form a slurry. The slurry is applied uniformly onto an acrylic layer having a thickness of 0.5 mm by means of a multi-coater, and dried to form a fluorescent material layer to be used as a color converting material having a thickness of about 30 μ m. The fluorescent material layer is cut into the same size as that of the principal light emitting plane of the optical guide plate, and arranged on the optical guide plate thereby to form the planar light emitting device. Measurements of chromaticity point and color rendering index of the light emitting device gave values of (0.29, 0.34) for chromaticity point (x, y) and 92.0 for color rendering index (Ra) which are approximate to the properties of 3-waveform fluorescent lamp. Light emitting efficiency of 12 lm/W comparable to that of an incandescent lamp was obtained. Further in weatherability tests under conditions of energization with a current of 60mA at room temperature, 20mA at room temperature and 20mA at 60°C with 90% RH, no change due to the fluorescent material was observed.

(Comparative Example 2)

[0195] Forming of light emitting diode and weatherability tests thereof were conducted in the same manner as in Example 9 except for mixing the same quantities of a

green organic fluorescent pigment (FA-001 of Synleuch Chemisch) and a red organic fluorescent pigment (FA-005 of Synleuch Chemisch) which are perylene-derivatives, instead of the first fluorescent material represented by general formula $Y_3(A_{10.6}Ga_{0.4})_5O_{12}:Ce$ capable of emitting green light and the second fluorescent material represented by general formula $(Y_{0.4}Gd_{0.6})_3Al_5O_{12}:Ce$ capable of emitting red light of Example 9. Chromaticity coordinates of the light emitting diode of Comparative Example 1 thus formed were $(x, y) = (0.34, 0.35)$. Weatherability test was conducted by irradiating with ultraviolet ray generated by carbon arc for 200 hours, representing equivalent irradiation of sun light over a period of one year, while measuring the luminance retaining ratio and color tone at various times during the test period. In a reliability test, the light emitting component was energized to emit light at a constant temperature of 70°C while measuring the luminance and color tone at different times. The results are shown in Fig. 14 and Fig. 15, together with Example 9. As will be clear from Fig. 14 and Fig. 15, the light emitting component of Example 9 experiences less deterioration than Comparative Example 2.

(Example 10)

[0196] The light emitting diode of Example 10 is a lead type light emitting diode.

[0197] In the light emitting diode of Example 10, the light emitting component having a light emitting layer of $In_{0.05}Ga_{0.95}N$ with emission peak at 450nm which is made in the same manner as in Example 9 is used. The light emitting component is mounted in the cup provided at the tip of a silver-plated copper mount lead, by die bonding with epoxy resin. Electrodes of the light emitting component, the mount lead and the inner lead were electrically connected by wire bonding with gold wires.

[0198] Phosphor is made by mixing a first fluorescent material represented by general formula $Y_3(A_{10.5}Ga_{0.5})_5O_{12}:Ce$ capable of emitting green light and a second fluorescent material represented by general formula $(Y_{0.2}Gd_{0.8})_3Al_5O_{12}:Ce$ capable of

emitting red light prepared as follows. Namely, rare earth elements of Y, Gd and Ce are solved in acid in stoichiometrical proportions, and coprecipitating the solution with oxalic acid. Oxide of the coprecipitation obtained by firing it is mixed with aluminum oxide and gallium oxide, thereby to obtain respective mixture materials. The mixture is mixed with ammonium fluoride used as a flux, and fired in a crucible at a temperature of 1400°C in air for 3 hours. Then, the fired material is ground by a ball mill in water, washed, separated, dried and sieved thereby to obtain the first and second fluorescent materials of the specified particle size distribution.

[0199] 40 parts by weight of the first fluorescent material, 40 parts by weight of the second fluorescent material and 100 parts by weight of epoxy resin are sufficiently mixed to form a slurry. The slurry is poured into the cup which is provided on the mount lead wherein the light emitting component is placed. Then the resin including the phosphor is cured at 130°C for 1 hour. Thus a coating layer including the phosphor in thickness of 120µm is formed on the light emitting component. Concentration of the phosphor in the coating layer is increased gradually toward the light emitting component. Further, the light emitting component and the phosphor are sealed by molding with translucent epoxy resin for the purpose of protection against extraneous stress, moisture and dust. A lead frame with the coating layer of phosphor formed thereon is placed in a bullet-shaped die and mixed with translucent epoxy resin and then cured at 150°C for 5 hours. Under visual observation of the light emitting diode formed as described above in the direction normal to the light emitting plane, it was found that the central portion was rendered yellowish color due to the body color of the phosphor.

[0200] Measurements of chromaticity point, color temperature and color rendering index of the light emitting diode of Example 10 which was made as described above gave values of (0.32, 0.34) for chromaticity point (x, y), 89.0 for color rendering index (Ra) and light emitting efficiency of 10 lm/W. Further in weatherability tests under conditions of energization with a current of 60mA at room temperature, 20mA at room

temperature and 20mA at 60°C with 90% RH, no change due to the phosphor was observed, showing no difference from an ordinary blue light emitting diode in the service life characteristic.

(Example 11)

[0201] In_{0.4}Ga_{0.6}N semiconductor having an emission peak at 470nm is used as an LED element. Light emitting components are made by flowing TMG (trimethyl gallium) gas, TMI (trimethyl indium) gas, nitrogen gas and dopant gas together with a carrier gas on a cleaned sapphire substrate thereby to form a gallium nitride compound semiconductor layer in the MOCVD process. A gallium nitride semiconductor layer having N type conductivity and a gallium nitride semiconductor layer having P type conductivity were formed by switching SiH₄ and Cp₂Mg used as the dopant gas, thereby forming a PN junction. For the LED element, a contact layer which is gallium nitride semiconductor having N type conductivity, a clad layer which is gallium nitride aluminum semiconductor having P type conductivity and a contact layer which is gallium nitride semiconductor having P type conductivity are formed. An activation layer of non-doped InGaN with thickness of about 3nm is formed between the contact layer having N type conductivity and the clad layer having P type conductivity, thereby to make single quantum well structure. A buffer layer is provided on the sapphire substrate by forming a gallium nitride semiconductor layer at a low temperature.

[0202] After forming the layers and exposing the surfaces of P type and N type semiconductor layers by etching, electrodes are formed by sputtering. After scribing the semiconductor wafer which is made as described above, light emitting components are made by dividing the wafer with an external force.

[0203] The light emitting component is mounted in a cup at the tip of a silver-plated copper mount lead by die bonding with epoxy resin. Electrodes of the light

emitting component, the mount lead and the inner lead are electrically connected by wire bonding with gold wires having a diameter of 30 μ m.

[0204] The lead frame with the light emitting component attached thereon is placed in a bullet-shaped die and sealed with translucent epoxy resin for molding, which is then cured at 150°C for 5 hours, thereby to form a blue light emitting diode. The blue light emitting diode is connected to one end face of an acrylic optical guide plate which is polished on all end faces. On one surface and side face of the acrylic plate, screen printing is applied by using barium titanate dispersed in an acrylic binder as white color reflector, which is then cured.

[0205] Phosphor is made by mixing a fluorescent material represented by general formula (Y_{0.8}Gd_{0.2})₃Al₅O₁₂:Ce capable of emitting yellow light of relatively short wavelength and a fluorescent material represented by general formula (Y_{0.4}Gd_{0.6})₃Al₅O₁₂:Ce capable of emitting yellow light of relatively long wavelength prepared as follows. Namely, rare earth elements of Y, Gd and Ce are solved in acid in stoichiometrical proportions, and coprecipitating the solution with oxalic acid. Oxide of the coprecipitation obtained by firing it is mixed with aluminum oxide, thereby to obtain respective mixture material. The mixture is mixed with ammonium fluoride used as a flux, and fired in a crucible at a temperature of 1400°C in air for 3 hours. Then the fired material is ground by a ball mill in water, washed, separated, dried and sieved.

[0206] 100 parts by weight of yellow fluorescent material of relatively short wavelength and 100 parts by weight of yellow fluorescent material of relatively long wavelength which are made as described above are sufficiently mixed with 1000 parts by weight of acrylic resin and extruded, thereby to form a fluorescent material film to be used as color converting material of about 180 μ m in thickness. The fluorescent material film is cut into the same size as the principal emission plane of the optical guide plate and arranged on the optical guide plate, thereby to make a light emitting device. Measurements of chromaticity point and color rendering index of the light emitting

device of Example 3 which is made as described above gave values of (0.33, 0.34) for chromaticity point (x, y), 88.0 for color rendering index (Ra) and light emitting efficiency of 101 m/W. Fig. 22A, Fig. 22B and Fig. 22C show emission spectra of the fluorescent material represented by $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12}:Ce$ and a fluorescent material represented by general formula $(Y_{0.4}Gd_{0.6})_3Al_5O_{12}:Ce$ used in Example 11. Fig. 23 shows emission spectrum of the light emitting diode of Example 11. Further in life tests under conditions of energization with a current of 60mA at room temperature, 20mA at room temperature and 20mA at 60°C with 90% RH, no change due to the fluorescent material was observed. Similarly, desired chromaticity can be maintained even when the wavelength of the light emitting component is changed by changing the content of the fluorescent material.

(Example 12)

[0207] The light emitting diode of Example 12 was made in the same manner as in Example 1 except for using phosphor represented by general formula $Y_3In_5O_{12}:Ce$. 100 pieces of the light emitting diode of Example 12 were made. Although the light emitting diode of Example 12 showed luminance lower than that of the light emitting diodes of Example 1, showed good weatherability comparable to that of Example 1 in life test.

[0208] As described above, the light emitting diode of the present invention can emit light of a desired color and is subject to less deterioration of emission efficiency and good weatherability even when used with high luminance for a long period of time. Therefore, application of the light emitting diode is not limited to electronic appliances but can open new applications including display for automobile, aircraft and buoys for harbors and ports, as well as outdoor use such as sign and illumination for expressways.

CLAIMS:

1. A light emitting diode comprising:
 - an LED chip having an electrode;
 - a transparent material covering said LED chip, and
 - a phosphor contained in said transparent material and absorbing a part of light emitted by said LED chip and emitting light of wavelength different from that of the absorbed light;wherein the main emission peak of said LED chip is within the range from 400 nm to 530 nm,
 - a concentration of said phosphor in the vicinity of said LED chip is larger than a concentration of said phosphor in the vicinity of the surface of said transparent material, and
 - said phosphor diffuses the light from said LED chip and suppresses a formation of an emission pattern by a partial blocking of the light by said electrode.

2. The light emitting diode according to claim 1, wherein said LED chip comprises a sapphire substrate.

3. The light emitting diode according to claim 1, wherein said LED chip emits a light having a spectrum with a peak in the range from 420 to 490 nm, said phosphor emits light having a spectrum with a peak in the range from 510 to 600 nm and a tail continuing beyond 700 nm, and said spectrum of the light emitted from said phosphor and said spectrum of the light emitted from said LED chip overlap with each other to make a continuous combined spectrum.

4. The light emitting diode according to claim 3, wherein said spectrum of the light emitted from said phosphor has a peak in the range from 530 to 570 nm and a tail continuing beyond 700 nm.

5. The light emitting diode according to claim 3, wherein a color of said combined spectrum is white.

6. The light emitting diode according to claim 1, wherein said phosphor comprises two or more kinds of fluorescent materials.

7. The light emitting diode according to claim 1, wherein said phosphor comprises an yttrium-aluminum-garnet fluorescent material containing Y and Al.

8. The light emitting diode according to claim 1, wherein said phosphor has a crystal structure.

9. The light emitting diode according to claim 1, wherein said LED chip comprises a light emitting layer of single quantum well or multi quantum well structure.

10. The light emitting diode according to claim 1, wherein said LED chip comprises InGaN.

11. The light emitting diode according to claim 1, wherein said transparent material is selected from the group consisting of epoxy resin, urea resin, silicone resin and glass.

12. The light emitting diode according to claim 1, wherein said transparent material contains a dispersant.

13. The light emitting diode according to claim 12, wherein said dispersant is selected from the group consisting of barium titanate, titanium oxide, aluminum oxide and silicon dioxide.

14. The light emitting diode according to claim 1, wherein said transparent material contains a color agent.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A light emitting device containing a semiconductor light emitting component and a phosphor, the phosphor is capable of absorbing a part of light emitted by the light emitting component and emitting light of a wavelength different from that of the absorbed light, is provided. A straight line connecting a point of chromaticity corresponding to a spectrum generated by the light emitting component and a point of chromaticity corresponding to a spectrum generated by the phosphor is substantially along a black body radiation locus in a chromaticity diagram.

Fig. 1

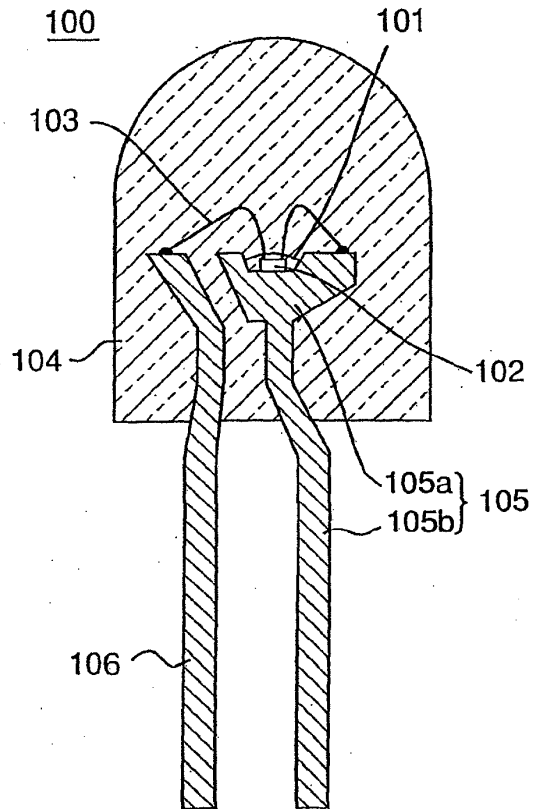


Fig. 2

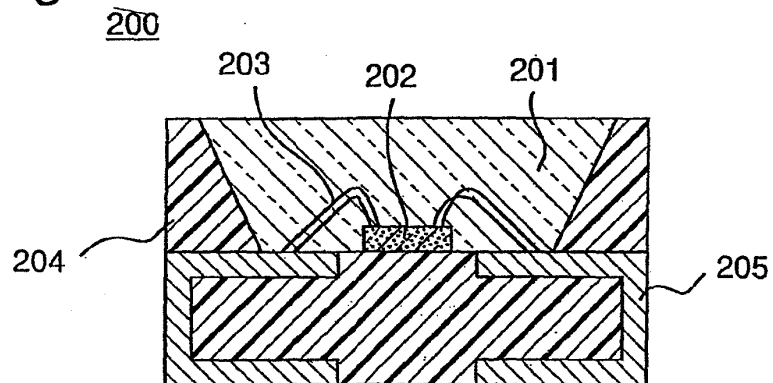


Fig.3A

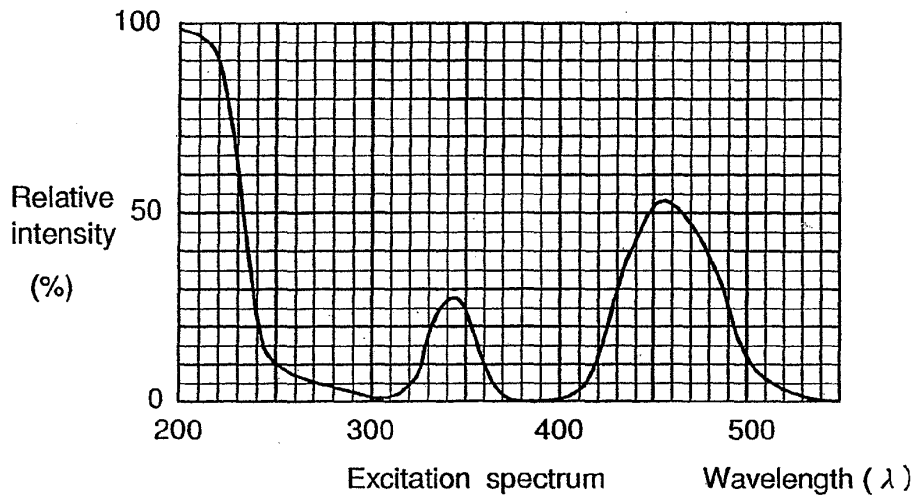


Fig.3B

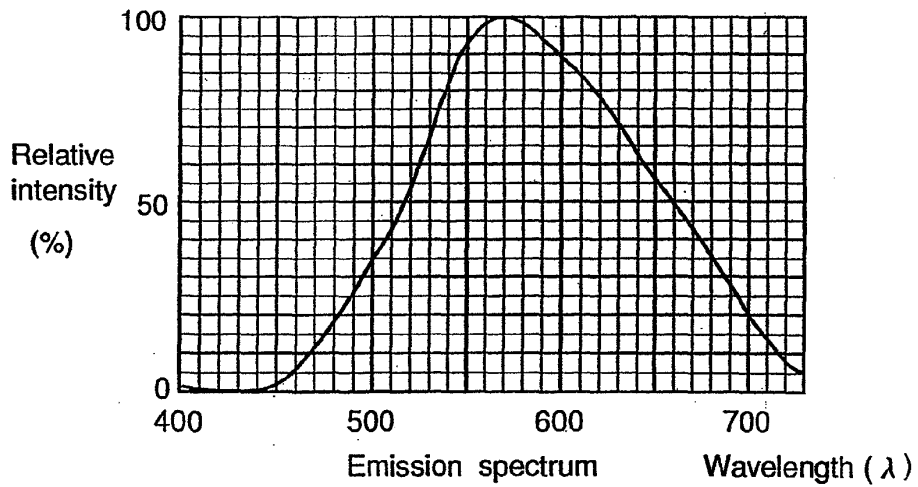


Fig. 4

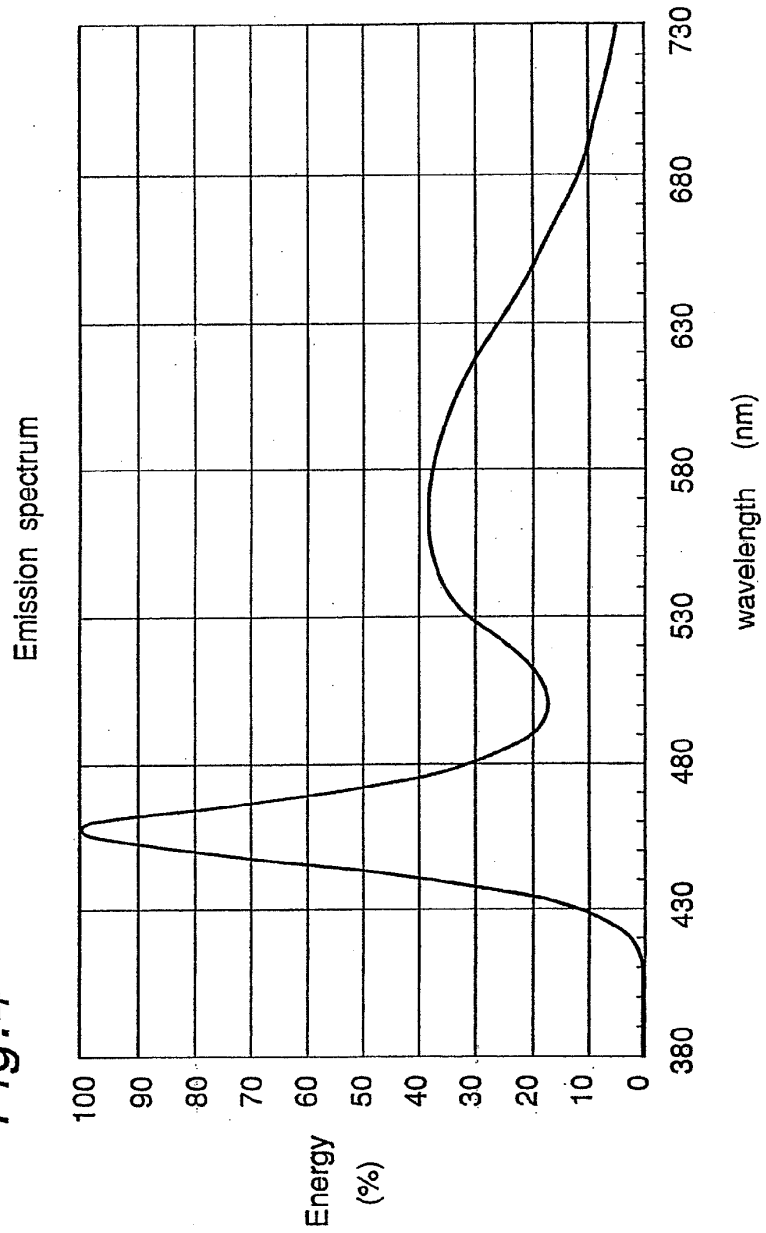


Fig.5A

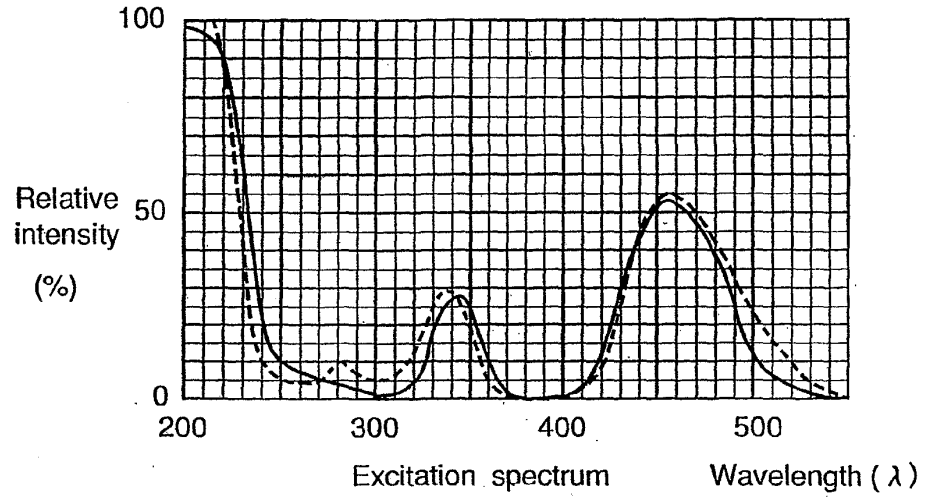


Fig.5B

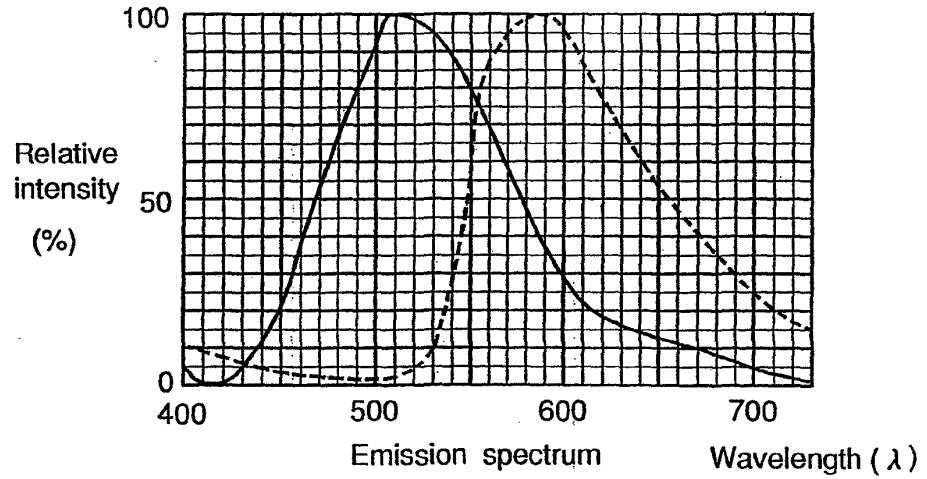


Fig.6

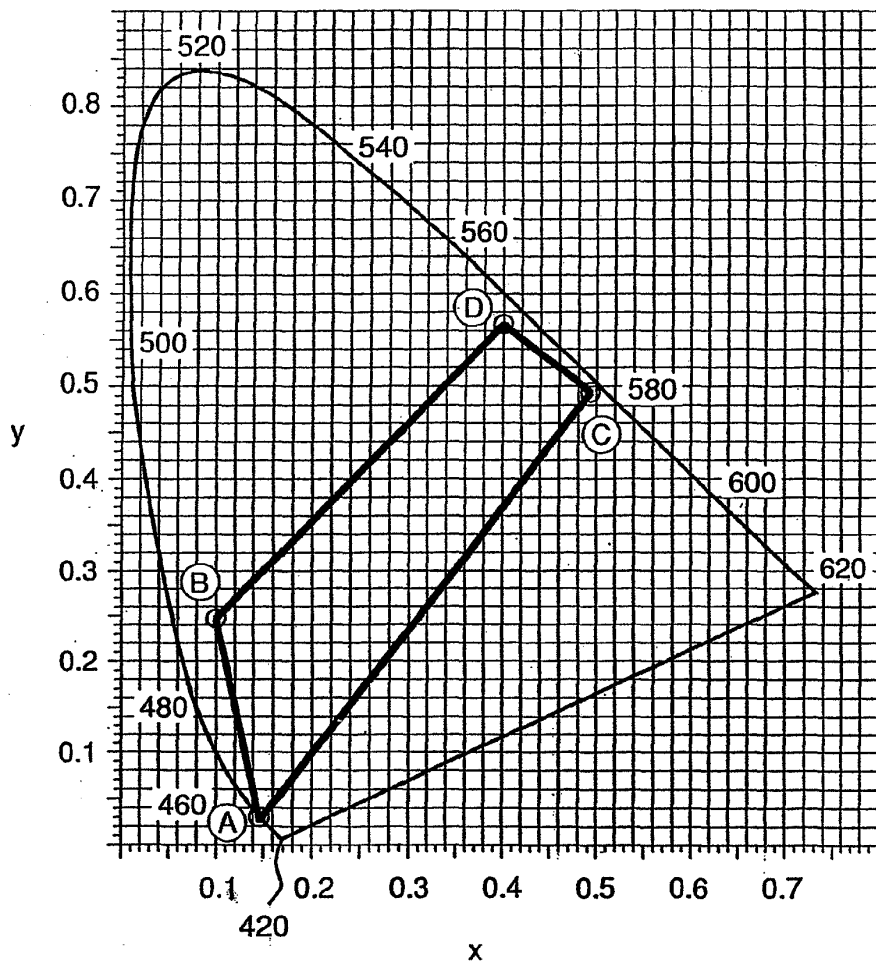


Fig.7

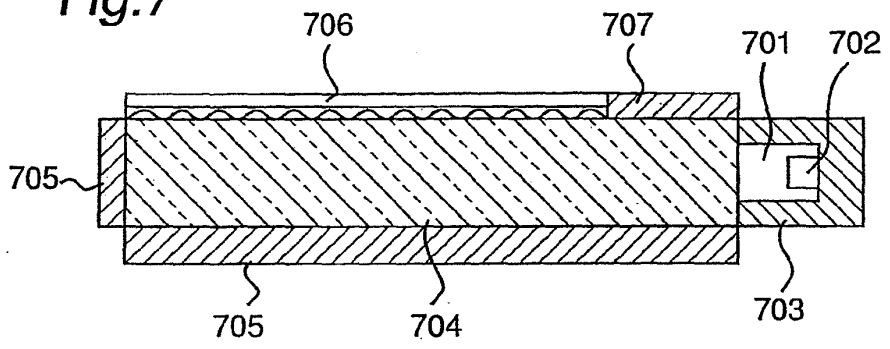


Fig.8

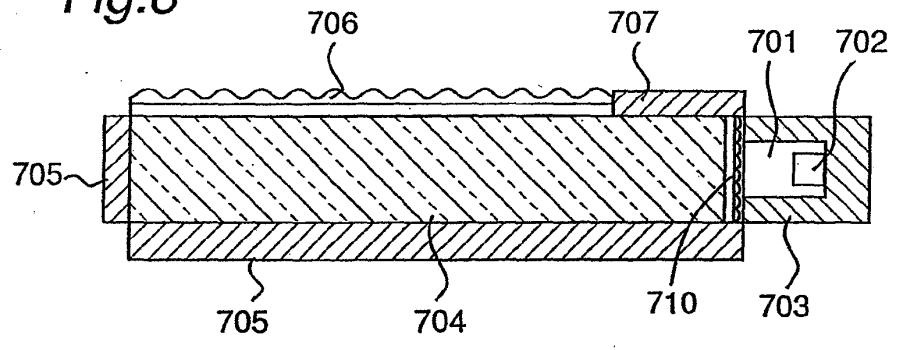


Fig.9

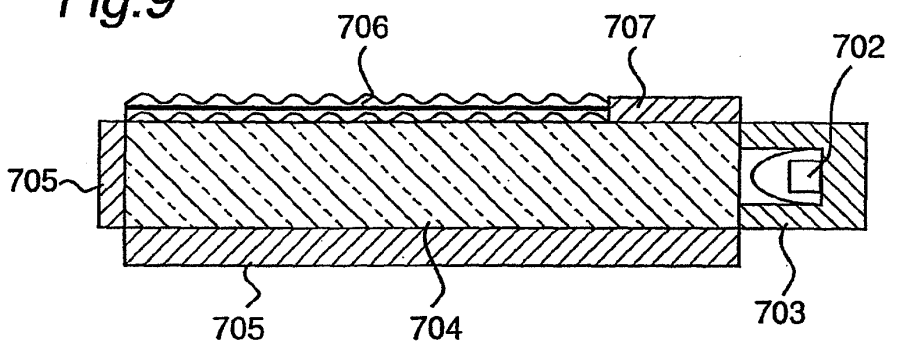


Fig. 10

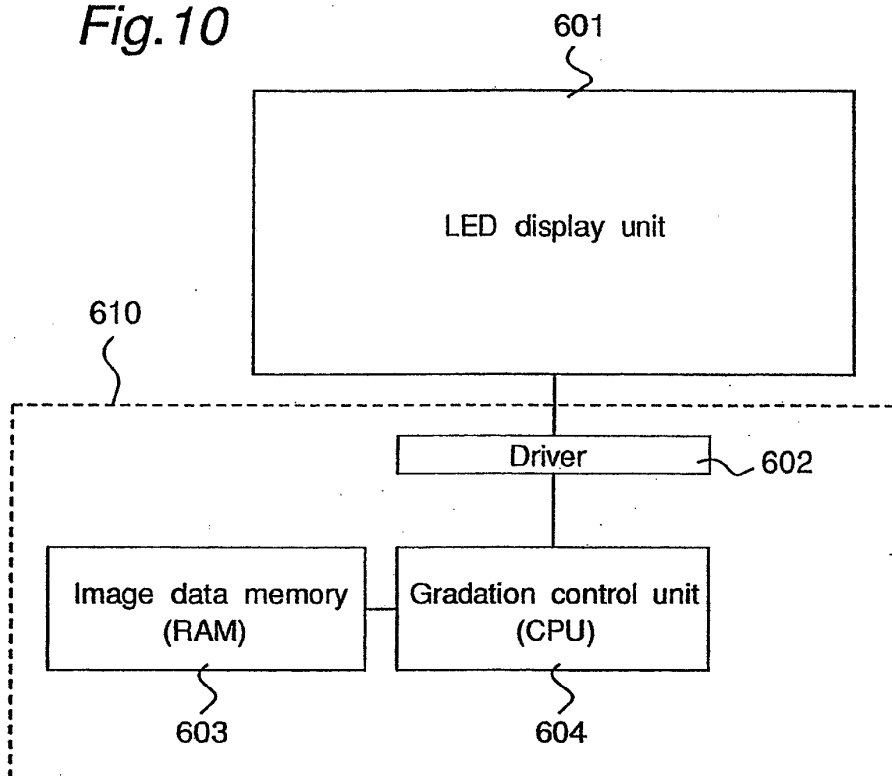


Fig. 11

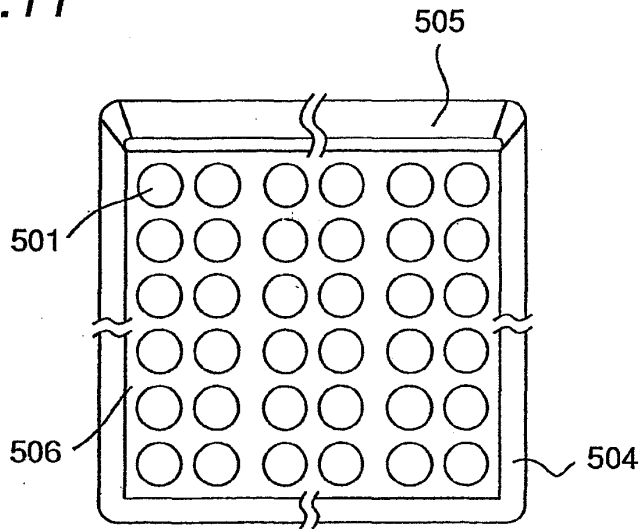


Fig. 12

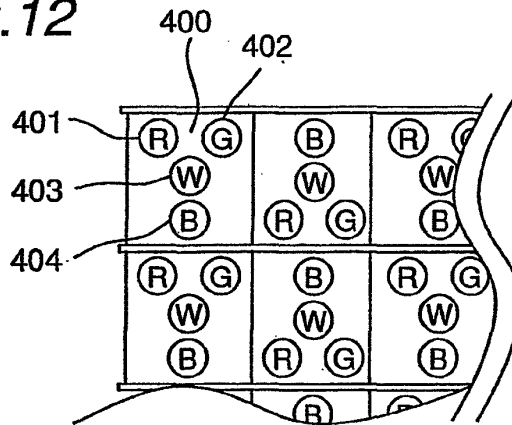


Fig. 13A

Life test
If=20mA Ta=25°C

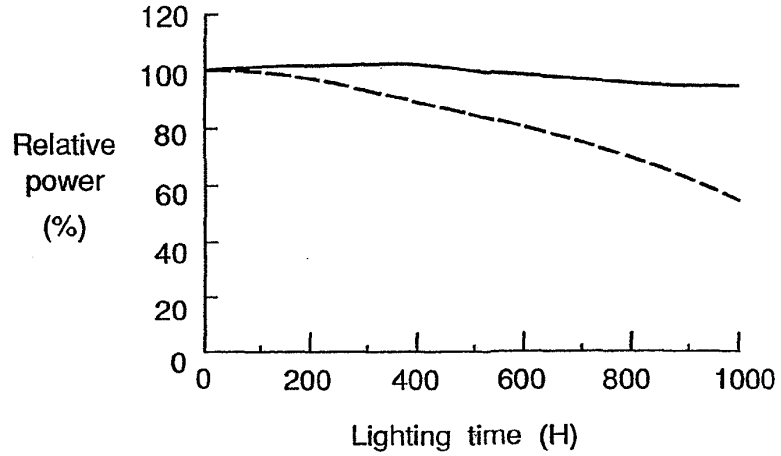


Fig. 13B

Life test
If=20mA Ta=60°C 90%RH

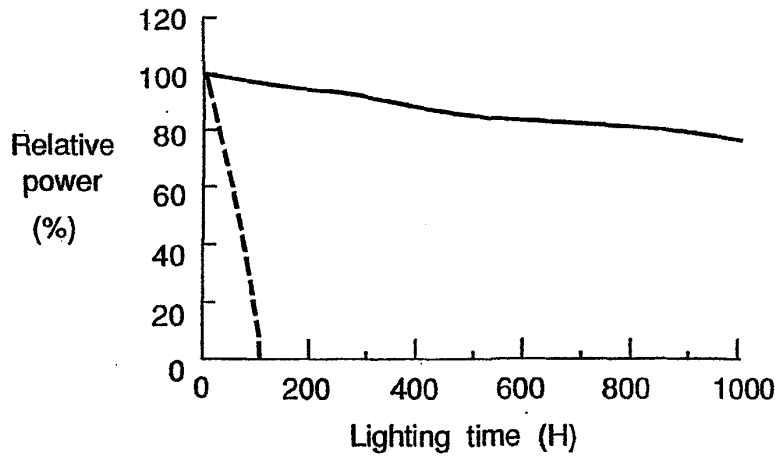


Fig.14A

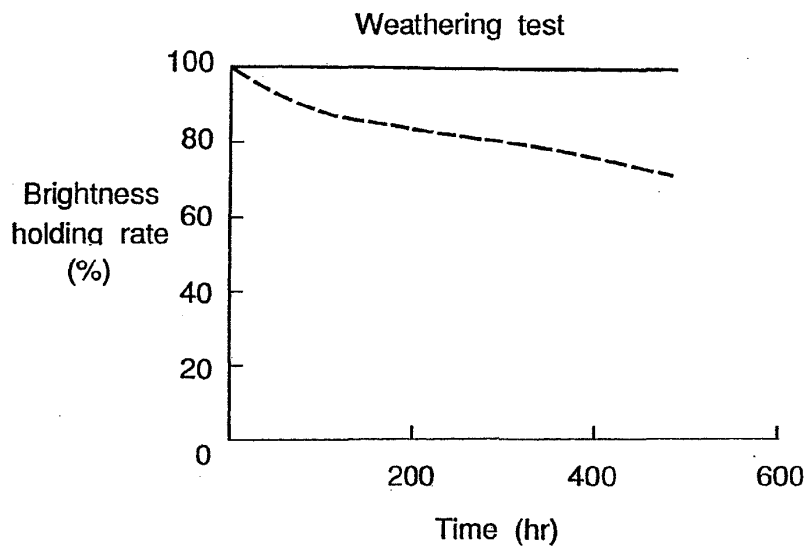


Fig.14B

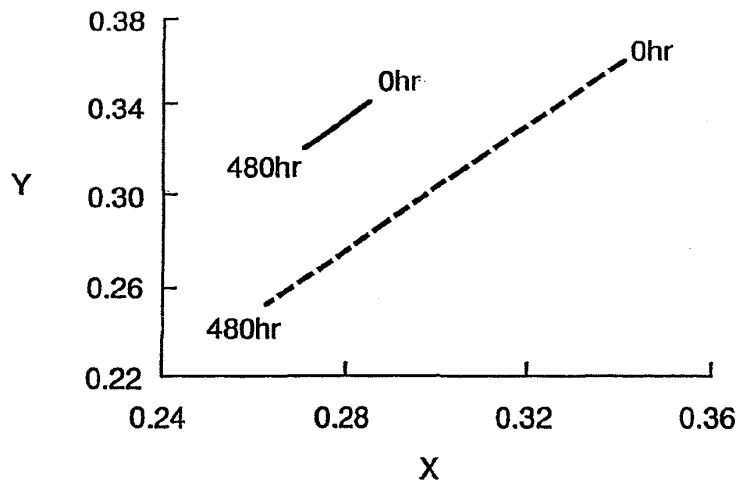


Fig.15A

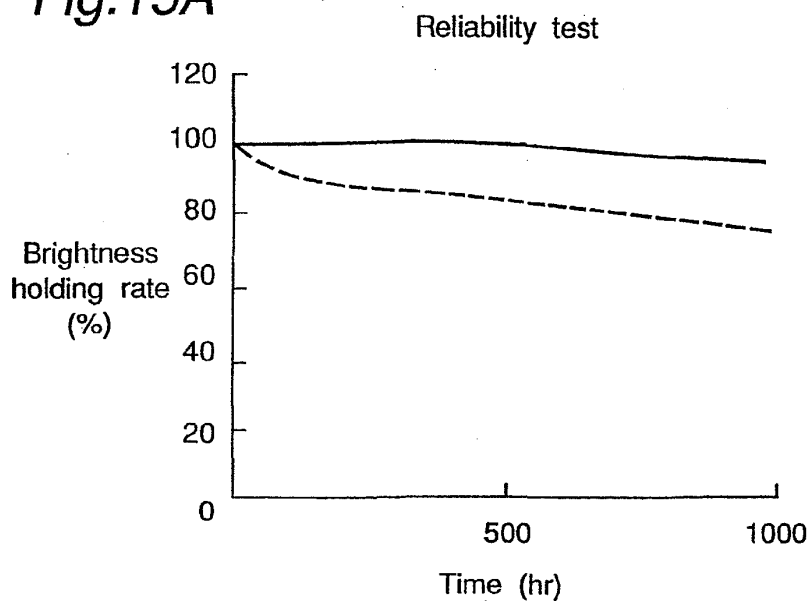


Fig.15B

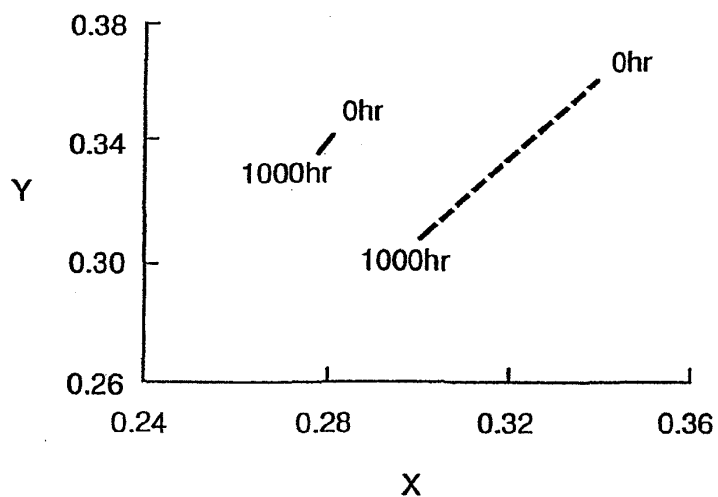


Fig. 16

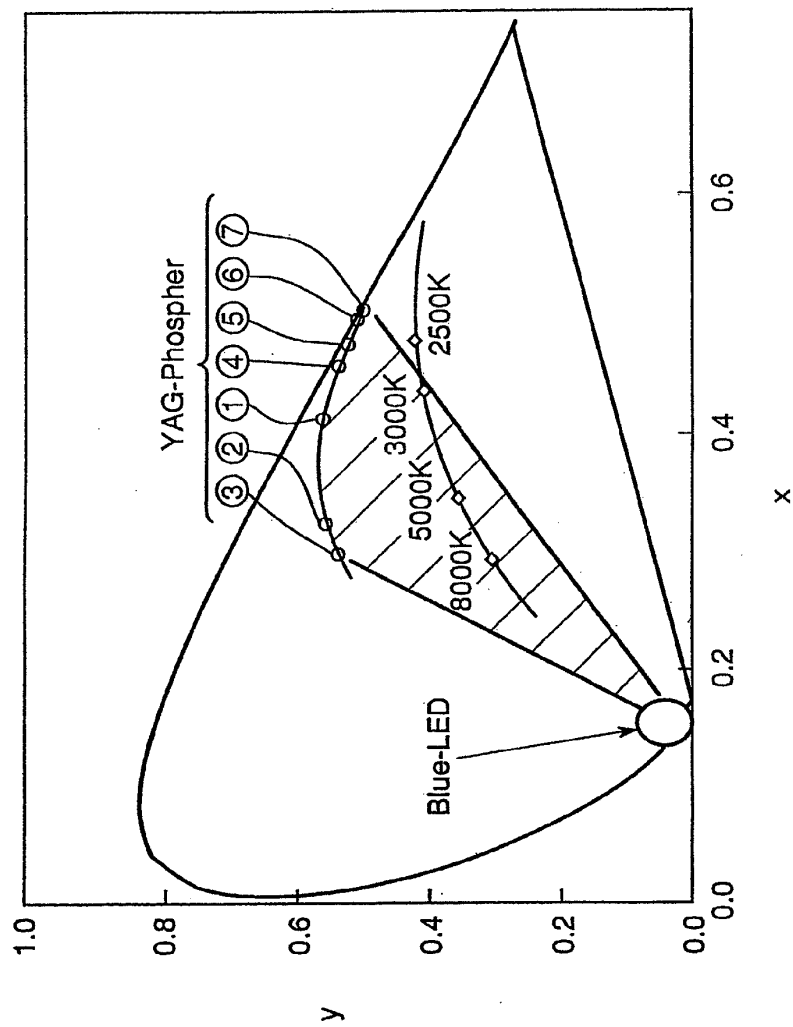


Fig.17

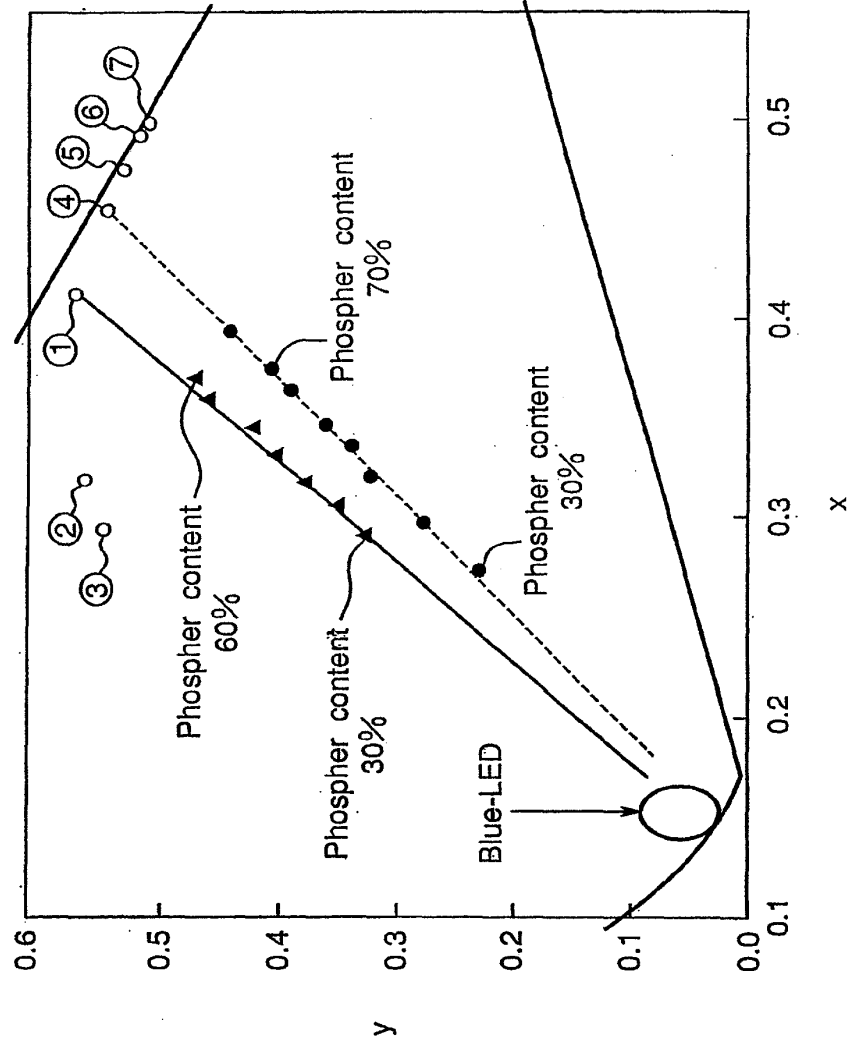


Fig.18A

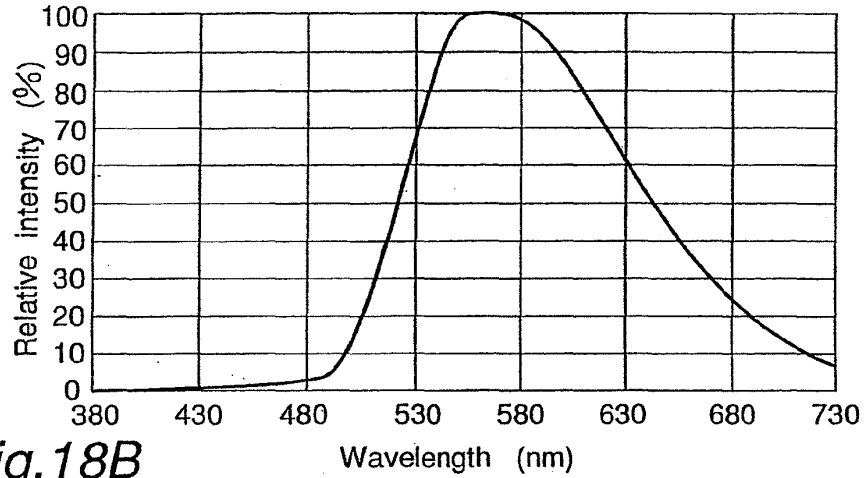


Fig.18B

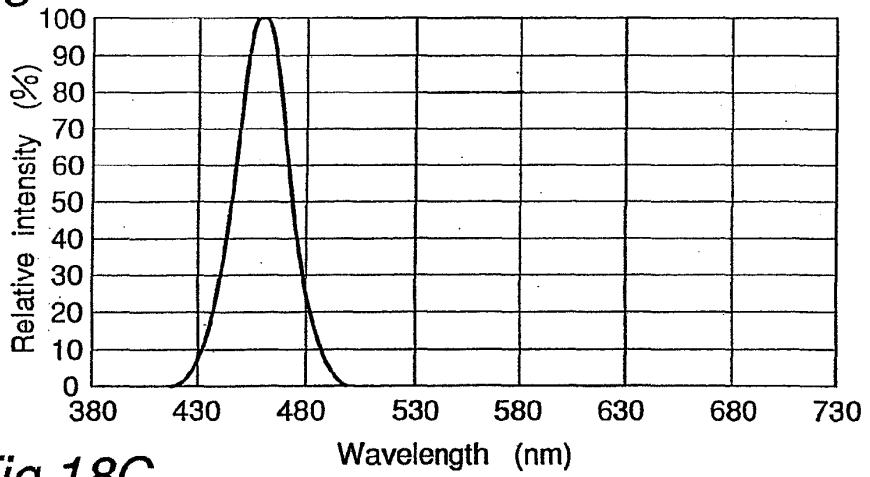


Fig.18C

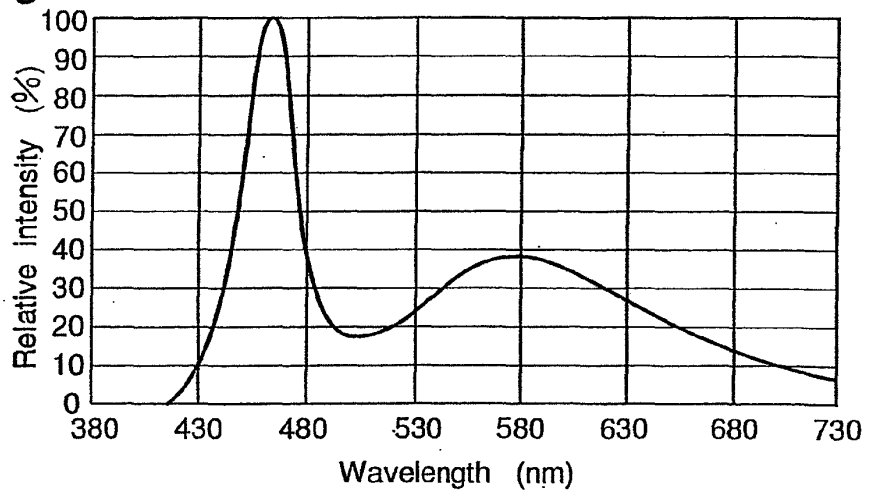


Fig. 19A

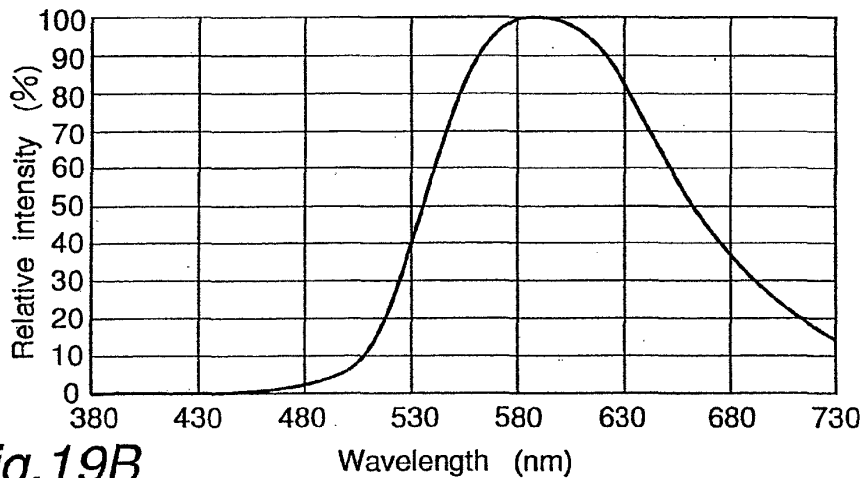


Fig. 19B

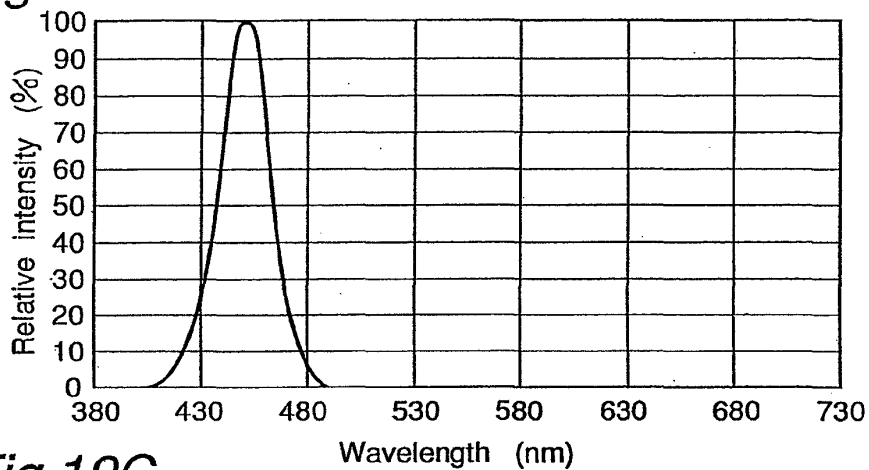


Fig. 19C

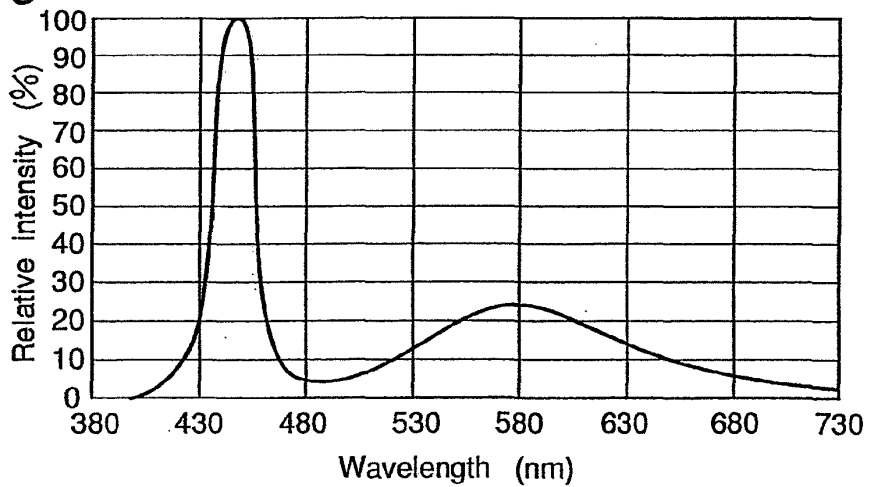


Fig.20A

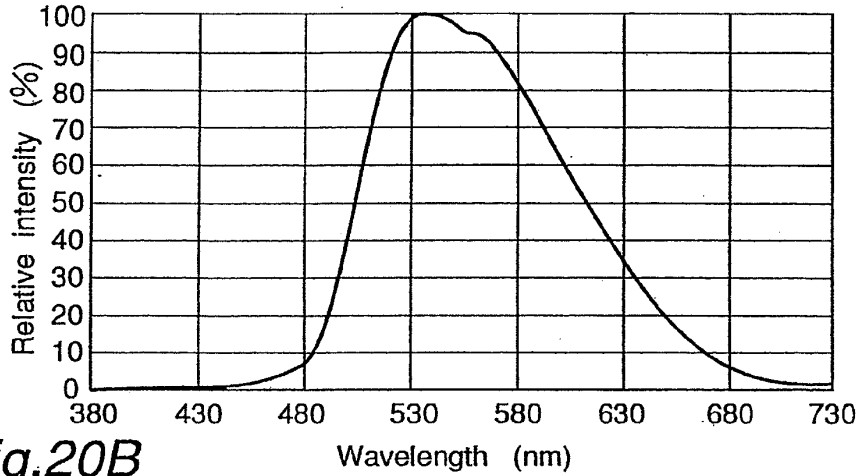


Fig.20B

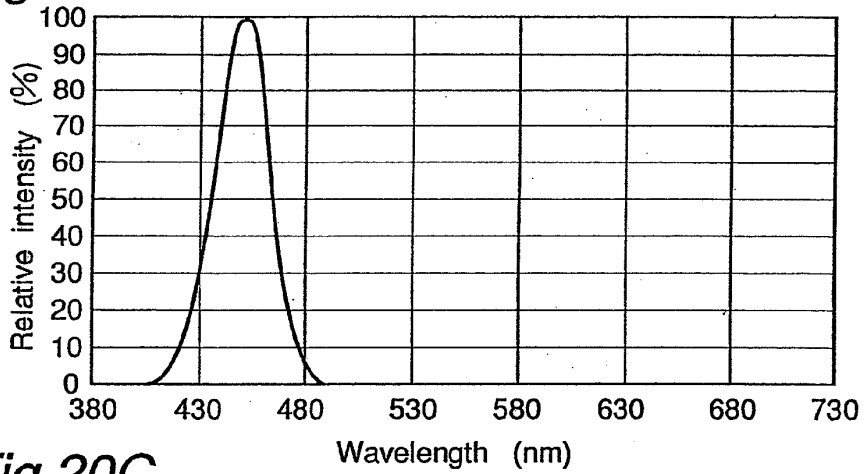


Fig.20C

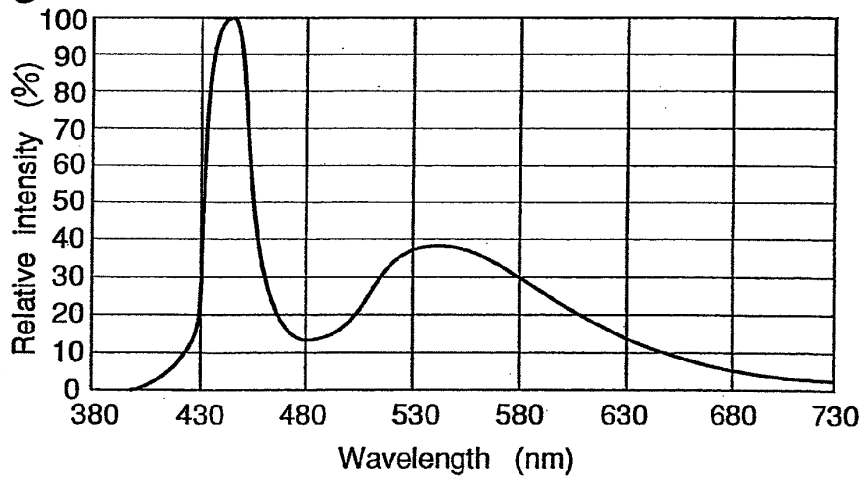


Fig.21A

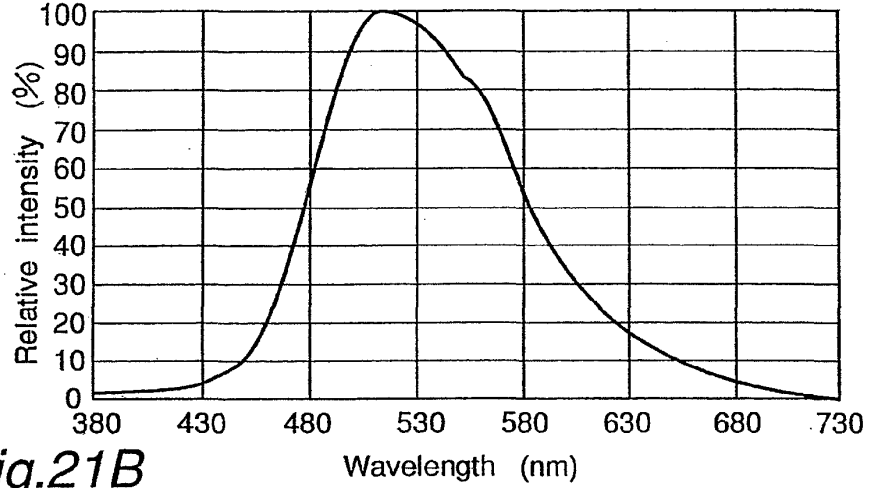


Fig.21B

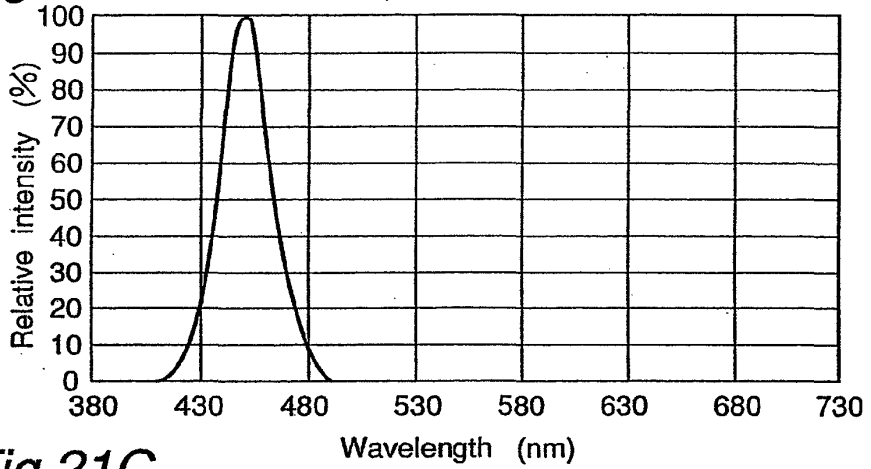


Fig.21C

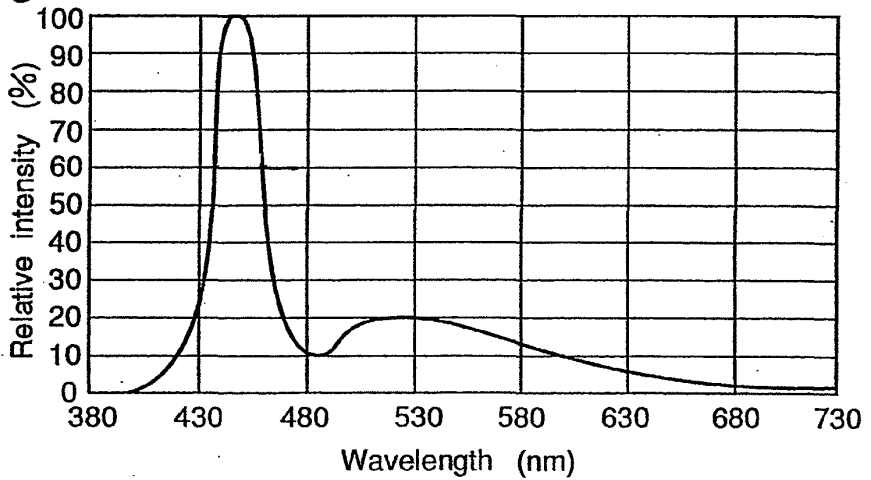


Fig.22A

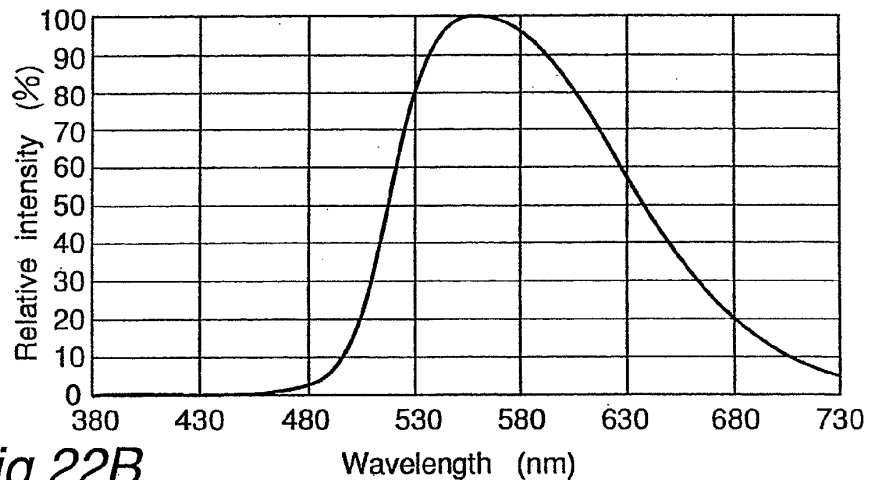


Fig.22B

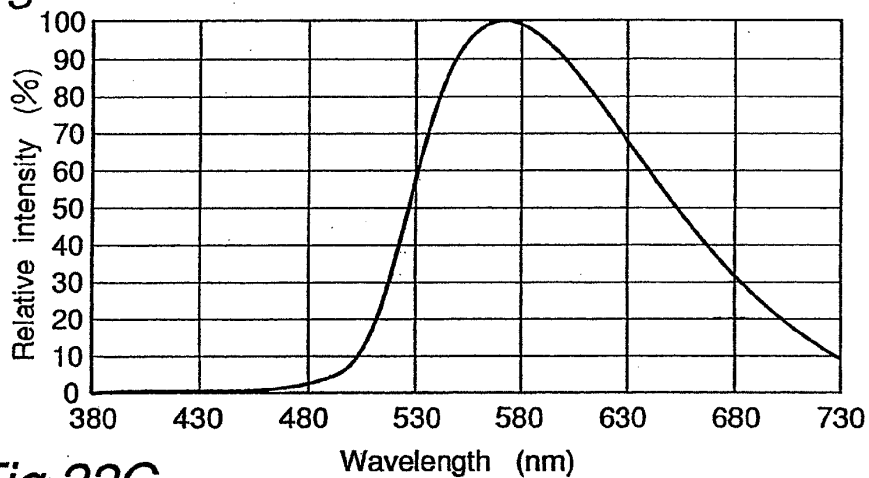


Fig.22C

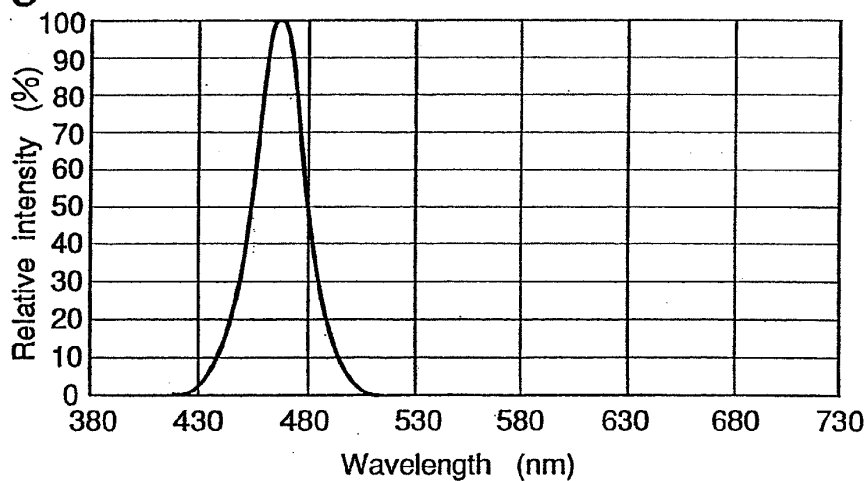
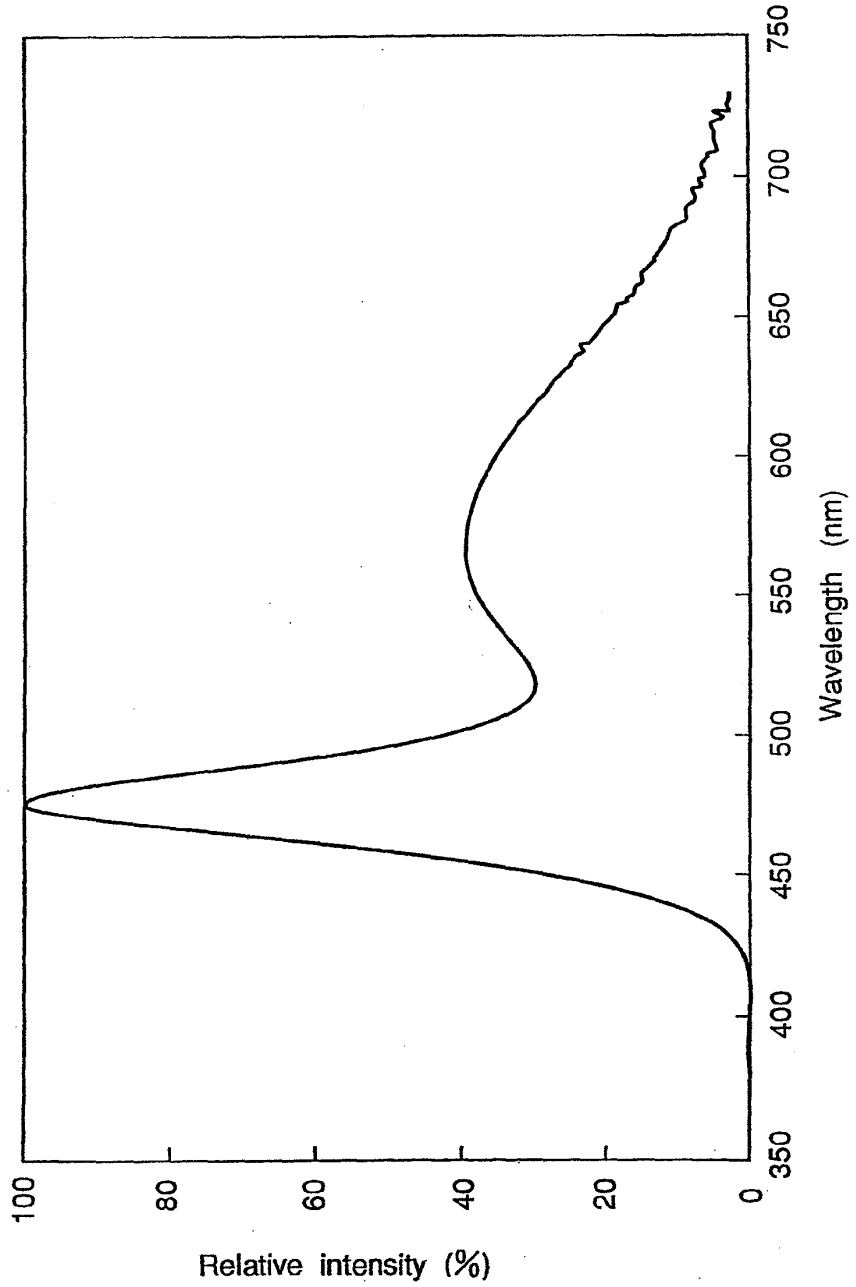


Fig. 23



COMBINED DECLARATION AND POWER OF ATTORNEY FOR PATENT AND DESIGN APPLICATIONS

ATTORNEY DOCKET NO. 20-4260P

PLEASE NOTE: YOU MUST COMPLETE THE FOLLOWING:

As a below named inventor, I hereby declare that: my residence, post office address and citizenship are as stated next to my name; that I verily believe that I am the original, first and sole inventor (if only one inventor is named below) or an original, first and joint inventor (if plural inventors are named below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled:*

Insert Title

LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Check Box If Appropriate - For Use Without Specification Attached

the specification of which is attached hereto unless the following box is checked:

[] was filed on _____ as United States Application Number _____ or PCT International Application Number _____ and was amended on _____ (if applicable).

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, §1.56.

I do not know and do not believe the same was ever known or used in the United States of America before my or our invention thereof, or patented or described in any printed publication in any country before my or our invention thereof, or more than one year prior to this application, that the same was not in public use or on sale in the United States of America more than one year prior to this application, that the invention has not been patented or made the subject of an inventor's certificate issued before the date of this application in any country foreign to the United States of America on an application filed by me or my legal representatives or assigns more than twelve months (six months for designs) prior to this application, and that no application for patent or inventor's certificate on this invention has been filed in any country foreign to the United States of America prior to this application by me or my legal representatives or assigns, except as follows.

I hereby claim foreign priority benefits under Title 35, United States Code, §119 (a)-(d) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate listed below and have also identified below any foreign application for patent or inventor's certificate having a filing date before that of the application on which priority is claimed:

Insert Priority Information (if appropriate)

Table with 5 columns: Prior Foreign Application(s), (Number), (Country), (Month/Day/Year Filed), Priority, Claimed. Rows include applications P 08-198585, P 08-244339, P 08-245381, P 08-359004, and P 09-081010, all filed in Japan.

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, § 119(e) of any United States provisional application(s) listed below.

Table for provisional applications with columns for (Application Number) and (Filing Date).

All Foreign Applications, if any, for any Patent or Inventor's Certificate Filed More Than 12 Months (6 Months for Designs) Prior To The Filing Date of This Application:

Table with 3 columns: Country, Application No., Date of Filing (Month/Day/Year).

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, §120 of any United States application(s) listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States application in the manner provided by the first paragraph of Title 35, United States Code, §112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, §1.56 which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of this application:

Table with 3 columns: (Application Number), (Filing Date), (Status — patented, pending, abandoned).

*NOTE: Must be completed.

I hereby appoint the following attorneys to prosecute this application and/or an international application based on this application and to transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith and in connection with the resulting patent issued on instructions received from the entity who first sent the application papers to the attorneys identified below, unless the inventor(s) or assignee provides said attorneys with a written notice to the contrary:

RAYMOND C. STEWART (Reg. No. 21,066)
 JOSEPH A. KOLASCH (Reg. No. 22,463)
 JAMES M. SLATTERY (Reg. No. 28,380)
~~DOUGLAS C. KOLASCH (Reg. No. 28,380)~~
 CHARLES GORENSTEIN (Reg. No. 29,271)
 LEONARD R. SVENSSON (Reg. No. 30,330)
 MARC S. WEINER (Reg. No. 32,181)
 JOE MCKINNEY MUNCY (Reg. No. 32,334)
 C. JOSEPH FARACI (Reg. No. 32,350)

TERRELL C. BIRCH (Reg. No. 19,382)
 ANTHONY L. BIRCH (Reg. No. 26,122)
 BERNARD L. SWEENEY (Reg. No. 24,448)
 MICHAEL K. MUTTER (Reg. No. 29,680)
 GERALD M. MURPHY, JR. (Reg. No. 28,977)
 TERRY L. CLARK (Reg. No. 32,644)
 ANDREW D. MEIKLE (Reg. No. 32,868)
 ANDREW F. REISH (Reg. No. 33,443)

PLEASE NOTE:
 YOU MUST
 COMPLETE THE
 FOLLOWING:

Send Correspondence to: **BIRCH, STEWART, KOLASCH AND BIRCH, LLP**

P.O. Box 747
 Falls Church, Virginia 22040-0747
 Telephone: (703) 205-8000
 Facsimile: (703) 205-8050

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Full Name of First or Sole Inventor: Insert Name of Inventor Insert Date This Document Is Signed Insert Residence Insert Citizenship	GIVEN NAME	FAMILY NAME	INVENTOR'S SIGNATURE	DATE*
	Yoshinori SHIMIZU		<i>Yoshinori Shimizu</i>	07/22/1997
	Residence (City, State & Country) Naka-gun, Tokushima, Japan		CITIZENSHIP Japan	
Insert Post Office Address	POST OFFICE ADDRESS (Complete Street Address including City, State & Country) c/o Nichia Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha, 491-100, Oka, Kaminakacho, Anan-shi, TOKUSHIMA 774 JAPAN			
	GIVEN NAME	FAMILY NAME	INVENTOR'S SIGNATURE	DATE*
	Kensho SAKANO		<i>Kensho Sakano</i>	07/22/1997
Full Name of Second Inventor, if any: see above	Residence (City, State & Country) Anan-shi, Tokushima, Japan		CITIZENSHIP Japan	
	POST OFFICE ADDRESS (Complete Street Address including City, State & Country) c/o Nichia Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha, 491-100, Oka, Kaminakacho, Anan-shi, TOKUSHIMA 774 JAPAN			
	GIVEN NAME	FAMILY NAME	INVENTOR'S SIGNATURE	DATE*
Full Name of Third Inventor, if any: see above	Yasunobu NOGUCHI		<i>Yasunobu Noguchi</i>	07/22/1997
	Residence (City, State & Country) Naka-gun, Tokushima, Japan		CITIZENSHIP Japan	
	POST OFFICE ADDRESS (Complete Street Address including City, State & Country) c/o Nichia Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha, 491-100, Oka, Kaminakacho, Anan-shi, TOKUSHIMA 774 JAPAN			
Full Name of Fourth Inventor, if any: see above	GIVEN NAME	FAMILY NAME	INVENTOR'S SIGNATURE	DATE*
	Toshio MORIGUCHI		<i>Toshio Moriguchi</i>	07/22/1997
	Residence (City, State & Country) Anan-shi, Tokushima, Japan		CITIZENSHIP Japan	
Full Name of Fifth Inventor, if any: see above	POST OFFICE ADDRESS (Complete Street Address including City, State & Country) c/o Nichia Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha, 491-100, Oka, Kaminakacho, Anan-shi, TOKUSHIMA 774 JAPAN			
	GIVEN NAME	FAMILY NAME	INVENTOR'S SIGNATURE	DATE*
	Residence (City, State & Country)		CITIZENSHIP	
POST OFFICE ADDRESS (Complete Street Address including City, State & Country)				

*Note: Must be completed — date this document is signed.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:				
Filing Date:				
Title of Invention:	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY			
First Named Inventor/Applicant Name:	Yoshinori SHIMIZU			
Filer:	Andrew Duff Meikle/Lisa Strandberg			
Attorney Docket Number:	0020-5147PUS5			
Filed as Large Entity				
Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees				
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
Utility application filing	1011	1	330	330
Utility Search Fee	1111	1	540	540
Utility Examination Fee	1311	1	220	220
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 (\$)				1090

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	5963574
Application Number:	12548618
International Application Number:	
Confirmation Number:	7447
Title of Invention:	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
First Named Inventor/Applicant Name:	Yoshinori SHIMIZU
Customer Number:	02292
Filer:	Andrew Duff Meikle/Lisa Strandberg
Filer Authorized By:	Andrew Duff Meikle
Attorney Docket Number:	0020-5147PUS5
Receipt Date:	27-AUG-2009
Filing Date:	
Time Stamp:	12:57:44
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	\$ 1090
RAM confirmation Number	10524
Deposit Account	022448
Authorized User	

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

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		TransmittalIDS.pdf	776221 <small>d513cd57b871fb189d50672b386dc5b2f03790a4</small>	yes	13
Multipart Description/PDF files in .zip description					
		Document Description	Start	End	
		Miscellaneous Incoming Letter	1	1	
		Transmittal of New Application	2	2	
		Transmittal Letter	3	7	
		Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	8	12	
		Miscellaneous Incoming Letter	13	13	
Warnings:					
Information:					
2		SpecificationDeclarationDrawings.pdf	3654507 <small>c4e52ce41ddd940e7943d33187fb4de620531253</small>	yes	81
Multipart Description/PDF files in .zip description					
		Document Description	Start	End	
		Specification	1	56	
		Claims	57	59	
		Abstract	60	60	
		Drawings-only black and white line drawings	61	79	
		Oath or Declaration filed	80	81	
Warnings:					
Information:					
3	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	32883 <small>46d8dc980488c6332454b21b6d7e8d917d31ddf1</small>	no	2
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.

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	5963574
Application Number:	12548618
International Application Number:	
Confirmation Number:	7447
Title of Invention:	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
First Named Inventor/Applicant Name:	Yoshinori SHIMIZU
Customer Number:	02292
Filer:	Andrew Duff Meikle/Lisa Strandberg
Filer Authorized By:	Andrew Duff Meikle
Attorney Docket Number:	0020-5147PUS5
Receipt Date:	27-AUG-2009
Filing Date:	
Time Stamp:	12:57:44
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	\$ 1090
RAM confirmation Number	10524
Deposit Account	022448
Authorized User	

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

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		TransmittalIDS.pdf	776221 <small>d513cd57b871fb189d50672b386dc5b2f03790a4</small>	yes	13
Multipart Description/PDF files in .zip description					
		Document Description	Start	End	
		Miscellaneous Incoming Letter	1	1	
		Transmittal of New Application	2	2	
		Transmittal Letter	3	7	
		Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	8	12	
		Miscellaneous Incoming Letter	13	13	
Warnings:					
Information:					
2		SpecificationDeclarationDrawings.pdf	3654507 <small>c4e52ce41ddd940e7943d33187fb4de620531253</small>	yes	81
Multipart Description/PDF files in .zip description					
		Document Description	Start	End	
		Specification	1	56	
		Claims	57	59	
		Abstract	60	60	
		Drawings-only black and white line drawings	61	79	
		Oath or Declaration filed	80	81	
Warnings:					
Information:					
3	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	32883 <small>46d8dc980488c6332454b21b6d7e8d917d31ddf1</small>	no	2
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.

Effective on 12/08/2004. Fees pursuant to the Consolidated Appropriations Act, 2005 (H.R. 4818). <h2 style="margin: 0;">FEE TRANSMITTAL</h2> <h3 style="margin: 0;">For FY 2009</h3>		Complete if Known	
<input type="checkbox"/> Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27		Application Number	
		Filing Date	AUG 27 2009
		First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU
		Examiner Name	Not Yet Assigned
		Art Unit	N/A
TOTAL AMOUNT OF PAYMENT	(\$) 1,090.00	Attorney Docket No.	0020-5147PUS5

METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

Check
 Credit Card
 Money Order
 None
 Other (please identify): _____

Deposit Account
 Deposit Account Number: 02-2448
 Deposit Account Name: Birch, Stewart, Kolasch & Birch, LLP

For the above-identified deposit account, the Director is hereby authorized to: (check all that apply)

Charge fee(s) indicated below
 Charge fee(s) indicated below, **except for the filing fee**

Charge any additional fee(s) or underpayments of fee(s) under 37 CFR 1.16 and 1.17
 Credit any overpayments

FEE CALCULATION

1. BASIC FILING, SEARCH, AND EXAMINATION FEES

Application Type	FILING FEES		SEARCH FEES		EXAMINATION FEES		Fees Paid (\$)
	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)	
Utility	330	165	540	270	220	110	1,090.00
Design	220	110	100	50	140	70	
Plant	220	110	330	165	170	85	
Reissue	330	165	540	270	650	325	
Provisional	220	110	0	0	0	0	

2. EXCESS CLAIM FEES

Fee Description	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)
Each claim over 20 (including Reissues)	52	26
Each independent claim over 3 (including Reissues)	220	110
Multiple dependent claims	390	195

Total Claims **Extra Claims** **Fee (\$)** **Fee Paid (\$)** **Multiple Dependent Claims**
14 - 20 or HP x =

HP = highest number of total claims paid for, if greater than 20.

Indep. Claims **Extra Claims** **Fee (\$)** **Fee Paid (\$)**
1 - 3 or HP = x =

HP = highest number of independent claims paid for, if greater than 3.

3. APPLICATION SIZE FEE

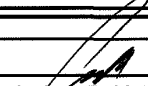
If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper (excluding electronically filed sequence or computer listings under 37 CFR 1.52(e)), the application size fee due is \$270 (\$135 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).

Total Sheets **Extra Sheets** **Number of each additional 50 or fraction thereof** **Fee (\$)** **Fee Paid (\$)**
79 - 100 = /50 = (round up to a whole number) x =

4. OTHER FEE(S)

Non-English Specification, \$130 fee (no small entity discount)

Other (e.g., late filing surcharge): _____

SUBMITTED BY			
Signature		Registration No. (Attorney/Agent)	32,868
Name (Print/Type)	Andrew D. Meikle	Telephone	(703) 205-8000
		Date	AUG 27 2009

Filing Date: 08/27/09

PTO/SB/06 (12-04)

Approved for use through 7/31/2006. OMB 0651-0032
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 displays a valid OMB control number.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875					Application or Docket Number 12/548,618						
APPLICATION AS FILED – PART I											
(Column 1)			(Column 2)			SMALL ENTITY		OR		OTHER THAN SMALL ENTITY	
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE (\$)	FEE (\$)	RATE (\$)	FEE (\$)					
BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A		N/A	330					
SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (l), or (m))	N/A	N/A	N/A		N/A	540					
EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A		N/A	220					
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	14	minus 20 =	x\$26		x\$52						
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	1	minus 3 = *	x\$110		x\$220						
APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is \$260 (\$130 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR										
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))			195		390						
			TOTAL		TOTAL	1090					
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.											
APPLICATION AS AMENDED – PART II											
(Column 1)			(Column 2)			SMALL ENTITY		OR		OTHER THAN SMALL ENTITY	
AMENDMENT A	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)				
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus **	=	X =	X =	X =				
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus ***	=	X =	X =	X =				
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))			N/A		N/A					
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))			N/A		N/A					
			TOTAL ADD'T FEE		TOTAL ADD'T FEE						
(Column 1)			(Column 2)			SMALL ENTITY		OR		OTHER THAN SMALL ENTITY	
AMENDMENT B	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)	RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)				
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus **	=	X =	X =	X =				
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus ***	=	X =	X =	X =				
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))			N/A		N/A					
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))			N/A		N/A					
			TOTAL ADD'T FEE		TOTAL ADD'T 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 number found in the appropriate box in column 1.</p>											

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 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: 12/548,618, 08/27/2009, 2879, 1090, 0020-5147PUS5, 14, 1

CONFIRMATION NO. 7447

FILING RECEIPT

2292
BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH
PO BOX 747
FALLS CHURCH, VA 22040-0747



Date Mailed: 10/05/2009

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

Applicant(s)

Yoshinori SHIMIZU, Naka-gun, JAPAN;
Kensho Sakano, Anan-shi, JAPAN;
Yasunobu Noguchi, Naka-gun, JAPAN;
Toshio Moriguchi, Anan-shi, JAPAN;

Power of Attorney: None

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a DIV of 12/028,062 02/08/2008
which is a DIV of 10/609,402 07/01/2003 PAT 7,362,048
which is a DIV of 09/458,024 12/10/1999 PAT 6,614,179
which is a DIV of 09/300,315 04/28/1999 PAT 6,069,440
which is a DIV of 08/902,725 07/29/1997 PAT 5,998,925

Foreign Applications

JAPAN P 08-198585 07/29/1996
JAPAN P 08-244339 09/17/1996
JAPAN P 08-245381 09/18/1996
JAPAN P 08-359004 12/27/1996
JAPAN P 09-081010 03/31/1997

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: 09/29/2009

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 12/548,618**

Projected Publication Date: 01/14/2010

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No

Title

LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Preliminary Class

313

PROTECTING YOUR INVENTION OUTSIDE THE UNITED STATES

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

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

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

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

For information on preventing theft of your intellectual property (patents, trademarks and copyrights), you may wish to consult the U.S. Government website, <http://www.stopfakes.gov>. Part of a Department of Commerce initiative, this website includes self-help "toolkits" giving innovators guidance on how to protect intellectual property in specific countries such as China, Korea and Mexico. For questions regarding patent enforcement issues, applicants may call the U.S. Government hotline at 1-866-999-HALT (1-866-999-4158).

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

GRANTED

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

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

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

NOT GRANTED

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



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
12/548,618	08/27/2009	Yoshinori SHIMIZU	0020-5147PUS5

CONFIRMATION NO. 7447

IMPROPER CPOA LETTER

2292
BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH
PO BOX 747
FALLS CHURCH, VA 22040-0747



Date Mailed: 10/05/2009

NOTICE REGARDING POWER OF ATTORNEY

This is in response to the Power of Attorney filed 08/27/2009. The Power of Attorney in this application is not accepted for the reason(s) listed below:

- The Power of Attorney you provided did not comply with the new Power of Attorney rules that became effective on June 25, 2004. See 37 CFR 1.32.

/bpham/

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
Date of Application: 1 9 9 6 年 7 月 2 9 日

出 願 番 号
Application Number: 平成 8 年特許願第 1 9 8 5 8 5 号

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

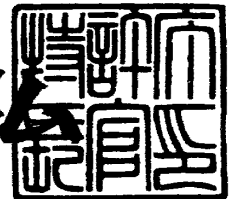
J P 1 9 9 6 - 1 9 8 5 8 5

出 願 人
Applicant(s): 日亜化学工業株式会社

2009年10月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

細野 哲弘



【書類名】 特許願

【整理番号】 P96ST13

【提出日】 平成 8年 7月29日

【あて先】 特許庁長官 荒川 寿光 殿

【国際特許分類】

H01L 33/00

【発明の名称】 発光ダイオード及びそれを用いた表示装置

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 清水 義則

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 阪野 顕正

【特許出願人】

【識別番号】 000226057

【郵便番号】 774

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0

【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【代表者】 小川 英治

【電話番号】 0884-22-2311

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010526

【納付金額】 21,000

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光ダイオード及びそれを用いた表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光ダイオードであって、

前記LEDチップの発光スペクトルのピークが400nmから530nmの発光波長を有すると共に、前記フォトルミネセンス蛍光体がRE₃(Al, Ga)₅O₁₂:Ceであることを特徴とする発光ダイオード。

但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種である。

【請求項2】

マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、

前記LEDチップが窒化ガリウム系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材がRE₃(Al, Ga)₅O₁₂:Ceフォトルミネセンス蛍光体を有する透光性樹脂であることを特徴とする発光ダイオード。

但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種である。

【請求項3】

前記フォトルミネセンス蛍光体の組成が次の一般式で示されることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の発光ダイオード。

$(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3(Al_{1-s}Ga_s)_5O_{12}$

但し、 $0 \leq p \leq 0.8$

$0.003 \leq q \leq 0.2$

$0.0003 \leq r \leq 0.08$

$0 \leq s \leq 1$

【請求項4】

請求項2記載の発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と電氣的に接続させた駆動回路と、を有するLED表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本願発明は、LEDディスプレイ、バックライト光源、信号機、照光式スイッチ及び各種インジケータなどに利用される発光ダイオードに係わり、特に発光素子であるLEDチップからの発光を変換して発光させるフォトルミネセンス蛍光体を有し使用環境によらず高輝度、高効率な発光ダイオード及びそれを用いた表示装置に関する。

【0002】

【従来技術】

発光ダイオード（以下、LEDともいう）は、小型で効率が良く鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れなどの心配がない。初期駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特徴を有する。そのため各種インジケータや種々の光源として利用されている。最近、超高輝度高効率な発光ダイオードとしてRGB（赤、緑、青色）などの発光ダイオードがそれぞれ開発された。これに伴いRGBの三原色を利用したLEDディスプレイが省電力、長寿命、軽量などの特長を生かして飛躍的に発展を遂げつつある。

【0003】

発光ダイオードは使用される発光層の半導体材料、形成条件などによって紫外から赤外まで種々の発光波長を放出させることが可能である。また、優れた単色性ピーク波長を有する。

【0004】

しかしながら、発光ダイオードは優れた単色性ピーク波長を有するが故に白色系発光光源などとさせるためには、RGBなどが発光可能な各LEDチップをそれぞれ近接して発光させ拡散混色させる必要がある。このような発光ダイオードは、種々の色を自由に発光させる発光装置としては有効であるが、白色系などの

色のみを発光させる場合においても赤色系、緑色系及び青色系の発光ダイオード、或いは青緑色系及び黄色系の発光ダイオードをそれぞれ使用せざるを得ない。LEDチップは、半導体であり色調や輝度のバラツキもまだ相当ある。また、半導体発光素子であるLEDチップがそれぞれ異なる材料を用いて形成されている場合、各LEDチップの駆動電力などが異なり個々に電源を確保する必要がある。そのため、各半導体ごとに電流などを調節して白色系を発光させなければならない。同様に、半導体発光素子であるため個々の温度特性の差や経時変化が異なり、色調が種々変化してしまう。さらに、LEDチップからの発光を均一に混色させなければ色むらを生ずる場合がある。

【0005】

そこで、本出願人は先にLEDチップの発光色を蛍光体で色変換させた発光ダイオードとして特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報などに記載された発光ダイオードを開発した。これらの発光ダイオードによって、1種類のLEDチップを用いて白色系など他の発光色を発光させることができる。

【0006】

具体的には、発光層のエネルギーバンドギャップが大きいLEDチップをリードフレームの先端に設けられたカップ上などに配置する。LEDチップは、LEDチップが設けられたメタルステムやメタルポストとそれぞれ電氣的に接続させる。そして、LEDチップを被覆する樹脂モールド部材中などにLEDチップからの光を吸収し波長変換する蛍光体を含有させて形成させてある。

【0007】

LEDチップからの発光を波長変換した発光ダイオードとして、青色系の発光ダイオードの発光と、その発光を吸収し黄色系を発光する蛍光体からの発光との混色により白色系が発光可能な発光ダイオードなどとすることができる。これらの発光ダイオードは、白色系を発光する発光ダイオードとして利用した場合においても十分な輝度を発光する発光ダイオードとすることができる。

【0008】

【発明が解決する課題】

発光ダイオードによって励起される蛍光体は、蛍光染料、蛍光顔料さらには有機、無機化合物などから様々なものが挙げられる。また、蛍光体は、発光素子からの発光波長を波長の短いものから長い波長へと変換する、或いは発光素子からの発光波長を波長の長いものから短い波長へと変換するものがある。

【0009】

しかしながら、波長の長いものから短い波長へと変換する場合、変換効率が極めて悪く実用に向かない。また、LEDチップ周辺に近接して配置された蛍光体は、太陽光よりも約30倍から40倍にも及ぶ強照射強度の光線にさらされる。特に、発光素子であるLEDチップを高エネルギーバンドギャップを有する半導体を用い蛍光体の変換効率向上や蛍光体の使用量を減らした場合には、LEDチップから発光した光が可視光域にあるといっても光エネルギーが必然的に高くなる。この場合、発光強度を更に高め長期に渡って使用すると、蛍光体自体が劣化しやすい。蛍光体が劣化すると色調がずれる、或いは蛍光体が黒ずみ光の外部取り出し効率が低下する場合がある。同様にLEDチップの近傍に設けられた蛍光体は、LEDチップの昇温や外部環境からの加熱など高温にもさらされる。さらに、発光ダイオードは、一般的に樹脂モールドに被覆されてはいるものの外部環境からの水分の進入などを完全に防ぐことや製造時に付着した水分を完全に除去することはできない。蛍光体によっては、このような水分が発光素子からの高エネルギー光や熱によって蛍光体物質の劣化を促進する場合もある。また、イオン性の有機染料に至ってはチップ近傍では直流電界により電気泳動を起こし、色調が変化する可能性がある。したがって、本願発明は上記課題を解決し、より高輝度、長時間の使用環境下においても発光光率の低下や色ずれの極めて少ない発光ダイオードを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本願発明は、発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップの発光スペクトルのピークが400nmから530nmの発光波長を有すると共に

、前記フォトルミネセンス蛍光体が $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である。但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種である。

【0011】

また、マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップが窒化ガリウム系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材が $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ フォトルミネセンス蛍光体を有する透光性樹脂でもある。但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種である。

【0012】

さらに、前記フォトルミネセンス蛍光体の組成が次の一般式で示される発光ダイオードでもある。 $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3(A1_{1-s}Ga_s)_5O_{12}$ 但し、 $0 \leq p \leq 0.8$ 、 $0.003 \leq q \leq 0.2$ 、 $0.0003 \leq r \leq 0.08$ 、 $0 \leq s \leq 1$

【0013】

また、請求項2記載の発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と電氣的に接続させた駆動回路と、を有するLED表示装置である。

【0014】

【発明の実施の態様】

本願発明者は、種々の実験の結果、可視光域における光エネルギーが比較的高いLEDチップからの発光光をフォトルミネセンス蛍光体によって色変換させる発光ダイオードにおいて、特定の半導体及び蛍光体を選択することにより高輝度、長時間の使用時における光効率低下や色ずれを防止できることを見出し本願発明を成すに至った。

【0015】

即ち、発光ダイオードに用いられるフォトルミネセンス蛍光体としては、

1. 耐光性に優れていることが要求される。特に、半導体発光素子などの微小領域から強放射されるために太陽光の約30倍から40倍にもおよぶ強照射強度にも十分耐える必要がある。2. 発光素子との混色を利用するため紫外線ではなく青色系発光で効率よく発光すること。3. 混色を考慮して緑色系から赤色系の光が発光可能なこと。4. 発光素子近傍に配置されるため温度特性が良好であること。5. 色調が組成比或いは複数の蛍光体の混合比で連続的に変えられること。6. 発光ダイオードの利用環境に応じて耐候性があることなどの特徴を有することが求められる。

【0016】

これらの条件を満たすものとして本願発明は、発光素子として発光層に高エネルギーバンドギャップを有する窒化ガリウム系化合物半導体素子を、フォトルミネセンス蛍光体として $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体を用いる。これにより発光素子から放出された可視光域における高エネルギー光を長時間近傍で高輝度に照射した場合であっても発光色の色ずれや発光輝度の低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができるものである。

【0017】

具体的な発光ダイオードの一例として、チップタイプLEDを図2に示す。チップタイプLEDの筐体204内に窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップ202をエポキシ樹脂などを用いて固定させてある。導電性ワイヤー203として金線をLEDチップ202の各電極と筐体に設けられた各電極205とにそれぞれ電氣的に接続させてある。 $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体をエポキシ樹脂中に混合分散させたものをLEDチップ、導電性ワイヤーなどを外部応力などから保護するモールド部材201として均一に硬化形成させる。このような発光ダイオードに電力を供給させることによってLEDチップ202を発光させる。LEDチップ202からの発光と、その発光によって励起されたフォトルミネセンス蛍光体からの発光光との混色により白色系などが発光可能な発光ダイオードとすることができる。以下、本願発明の構成部材について詳述する。

【0018】

(蛍光体)

本願発明に用いられるフォトルミネセンス蛍光体としては、半導体発光層から発光された可視光及び紫外線で励起されて発光するフォトルミネセンス蛍光体という。具体的なフォトルミネセンス蛍光体としては、 $RE_3(A1, Ga)_5O_{12} : Ce$ （但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種）である。窒化ガリウム系化合物半導体を用いたLEDチップから発光した光と、ボディーカラーが黄色でありフォトルミネセンス蛍光体から発光する光が補色関係などにある場合、LEDチップからの発光と、フォトルミネセンス蛍光体からの発光と、を混色表示させると白色系の発光色表示を行うことができる。そのため発光ダイオード外部には、LEDチップからの発光とフォトルミネセンス蛍光体からの発光とがモールド部材を透過する必要がある。したがって、フォトルミネセンス蛍光体のバルク層内などにLEDチップを閉じこめ、フォトルミネセンス蛍光体層にLEDチップからの光が透過する開口部を1乃至2以上有する構成の発光ダイオードとしても良い。また、フォトルミネセンス蛍光体の粉体を樹脂や硝子中に含有させLEDチップからの光が透過する程度に薄く形成させても良い。フォトルミネセンス蛍光体と樹脂などとの比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0019】

さらに、フォトルミネセンス蛍光体の含有分布は、混色性や耐久性にも影響する。すなわち、フォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部やモールド部材の表面側からLEDチップに向かってフォトルミネセンス蛍光体の分布濃度が高い場合は、外部環境からの水分などの影響をより受けにくく水分による劣化を抑制しやすい。他方、フォトルミネセンス蛍光体の含有分布をLEDチップからモールド部材表面側に向かって分布濃度が高くなると外部環境からの水分の影響を受けやすいがLEDチップからの発熱、照射強度などの影響がより少なくフォトルミネセンス蛍光体の劣化を抑制することができる。このような、フォトルミネセンス蛍光体の分布は、フォトルミネセンス蛍光体を含有する部材、形成温度、粘度やフォトルミネセンス蛍光体の形状、粒度分布などを調整させることによって種々形成させることができる。したがって、使用条件などにより蛍光体

の分布濃度を、種々選択することができる。

【0020】

本願発明のフォトルミネセンス蛍光体は、特にLEDチップと接する或いは近接して配置され放射照度として $(E_e) = 3W \cdot cm^{-2}$ 以上 $10W \cdot cm^{-2}$ 以下においても高効率に十分な耐光性を有する発光ダイオードとすることができる。

【0021】

本願発明に用いられるフォトルミネセンス蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが $450nm$ 付近にさせることができる。また、発光ピークも $530nm$ 付近にあり $700nm$ まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。しかも、組成の Al の一部を Ga で置換することで発光波長が短波長にシフトし、また組成の Y の一部を Gd で置換することで、発光波長が短波長へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度が Gd の組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を白色系発光に変換するための理想条件を備えている。

【0022】

また、窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップと、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット蛍光体 (YAG) に希土類元素のサマリウム (Sm) を含有させたフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光ダイオードとすることによりさらに光効率を向上させることができる。

【0023】

このようなフォトルミネセンス蛍光体は、 Y 、 Gd 、 Ce 、 Sm 、 Al 及び Ga の原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、 Y 、 Gd 、 Ce 、 Sm の希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中 $1350 \sim 1450^{\circ}C$ の温度範囲で $2 \sim 5$ 時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通

すことで得ることができる。

【0024】

$(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$ フォトルミネセンス蛍光体は、結晶中にGdを含有することにより、特に460nm以上の長波長域の励起発光効率を高くすることができる。ガドリニウムの含有量の増加により、発光ピーク波長が、530nmから570nmまで長波長に移動し、全体の発光波長も長波長側にシフトする。赤みの強い発光色が必要な場合、Gdの置換量を多くすることで達成できる。一方、Gdが増加すると共に、青色光によるフォトルミネセンスの発光輝度は徐々に低下する。したがって、pは0.8以下であることが好ましく、0.7以下であることがより好ましい。さらに好ましくは0.6以下である。

【0025】

Smを含有する $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$ 蛍光体は、Gdの含有量の増加に関わらず温度特性の低下が少ない。このようにSmを含有させることにより、高温におけるフォトルミネセンス蛍光体の発光輝度は大幅に改善される。その改善される程度はGdの含有量が高くなるほど大きくなる。すなわち、Gdを増加してフォトルミネセンス蛍光体の発光色調に赤みを付与した組成ほどSmの含有による温度特性改善に効果的であることが分かった。(なお、ここでの温度特性とは、450nmの青色光による常温(25°C)における励起発光輝度に対する、同蛍光体の高温(200°C)における発光輝度の相対値(%)で表している。)

【0026】

Smの含有量は $0.0003 \leq r \leq 0.08$ の範囲で温度特性が60%以上となり好ましい。この範囲よりrが小さいと、温度特性改良の効果が小さくなる。また、この範囲よりrが大きくなると温度特性は逆に低下してくる。 $0.0007 \leq r \leq 0.02$ の範囲では温度特性は80%以上となり最も好ましい。

【0027】

Ceは $0.003 \leq q \leq 0.2$ の範囲で相対発光輝度が70%以上となる。qが0.003以下では、Ceによるフォトルミネセンスの励起発光中心の数が減少することで輝度低下し、逆に、0.2より大きくなると濃度消光が生ずる。

【0028】

本願発明の発光ダイオードにおいてこのようなフォトルミネセンス蛍光体は、2種類以上の $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ フォトルミネセンス蛍光体を混合させてもよい。即ち、A1、Ga、Y及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ フォトルミネセンス蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。これに、カラーフィルターを用いることによりフルカラー液晶表示装置用としても利用できる。

【0029】

(LEDチップ102、202、702)

本願発明に用いられるLEDチップとは、 $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体を効率良く励起できる窒化物系化合物半導体が挙げられる。発光素子であるLEDチップは、MOCVD法等により基板上にInGaN等の半導体を発光層として形成させる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0030】

窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にGaN、AlN等のバッファ層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーブしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーブさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーブしただけではP型化しにくいいためP型ドーパント導入後に、低電子線照射させたり、プラズ

マ照射等によりアニールすることでP型化させることが好ましい。エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。

【0031】

次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細かいスクライブライン（経線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップを形成させることができる。

【0032】

本願発明の発光ダイオードにおいて白色系を発光させる場合は、フォトルミネセンス蛍光体との補色等を考慮して発光素子の発光波長は400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップとフォトルミネセンス蛍光体との効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下がさらに好ましい。本願発明の白色系発光ダイオードの発光スペクトルを図3に示す。450nm付近にピークを持つ発光がLEDチップからの発光であり、570nm付近にピークを持つ発光がLEDチップによって励起されたフォトルミネセンスの発光である。

【0033】

（導電性ワイヤー103、203）

導電性ワイヤー103、203としては、LEDチップ102、202の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミ

ニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0034】

(マウント・リード105)

マウント・リード105としては、LEDチップ102を配置させるものであり、ダイボンディング機器などで積載するのに十分な大きさがあれば良い。また、LEDチップを複数設置しマウント・リードをLEDチップの共通電極として利用する場合においては、十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性が求められる。また、マウント・リード上のカップ内にLEDチップを配置すると共に蛍光体を内部に充填させる場合は、近接して配置させた別の発光ダイオードからの光により疑似点灯することを防止することができる。

【0035】

LEDチップ102とマウント・リード105のカップとの接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどによりマウント・リードと接着させると共に電氣的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。さらに、発光ダイオードの光利用効率を向上させるためにLEDチップが配置されるマウント・リードの表面を鏡面状とし、表面に反射機能を持たせても良い。この場合の表面粗さは、0.1 μ m以上0.8 μ m以下が好ましい。また、マウント・リードの具体的な電気抵抗としては300 $\mu\Omega$ -cm以下が好ましく、より好ましくは、3 $\mu\Omega$ -cm以下である。また、マウント・リード上に複数のLEDチップを積置する場合は、LEDチップからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、0.01 cal/cm²/cm/°C以上が好ましくより好ましくは0.5 cal/cm²/cm/°C以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。

【0036】

(インナー・リード106)

インナー・リード106としては、マウント・リード105上に配置されたLEDチップ102と接続された導電性ワイヤー103との接続を図るものである。マウント・リード上に複数のLEDチップを設けた場合は、各導電性ワイヤー同士が接触しないよう配置できる構成とする必要がある。具体的には、マウント・リードから離れるに従って、インナー・リードのワイヤーボンディングさせる端面の面積を大きくすることなどによってマウント・リードからより離れたインナー・リードと接続させる導電性ワイヤーの接触を防ぐことができる。導電性ワイヤーとの接続端面の粗さは、密着性を考慮して1.6S以上10S以下が好ましい。インナー・リードの先端部を種々の形状に形成させるためには、あらかじめリードフレームの形状を型枠で決めて打ち抜き形成させてもよく、或いは全てのインナー・リードを形成させた後にインナー・リード上部の一部を削ることによって形成させても良い。さらには、インナー・リードを打ち抜き形成後、端面方向から加圧することにより所望の端面の面積と端面高さを同時に形成させることもできる。

【0037】

インナー・リードは、導電性ワイヤーであるボンディングワイヤー等との接続性及び電気伝導性が良いことが求められる。具体的な電気抵抗としては、 $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅及び銅、金、銀をメッキしたアルミニウム、鉄、銅等が挙げられる。

【0038】

(コーティング部101)

本願発明に用いられるコーティング部101とは、モールド部材104とは別にマウント・リードのカップに設けられるものでありLEDチップの発光を変換するフォトルミネセンス蛍光体が含有されるものである。コーティング部の具体的な材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、フォトルミネセンス蛍光体と共

に拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。

【0039】

(モールド部材104)

モールド部材104は、発光ダイオードの使用用途に応じてLEDチップ102、導電性ワイヤー103、フォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部101などを外部から保護するために設けることができる。モールド部材は、一般には樹脂を用いて形成させることができる。また、フォトルミネセンス蛍光体を含有させることによって視野角を増やすことができるが、樹脂モールドに拡散剤を含有させることによってLEDチップ102からの指向性を緩和させ視野角をさらに増やすことができる。更にまた、モールド部材104を所望の形状にすることによってLEDチップからの発光を集束させたり拡散させたりするレンズ効果を持たせることができる。従って、モールド部材104は複数積層した構造でもよい。具体的には、凸レンズ形状、凹レンズ形状さらには、発光観測面から見て楕円形状やそれらを複数組み合わせた物である。モールド部材104の具体的材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。さらに、拡散剤に加えてモールド部材中にもフォトルミネセンス蛍光体を含有させることもできる。したがって、フォトルミネセンス蛍光体はモールド部材中に含有させてもそれ以外のコーティング部などに含有させて用いてもよい。また、コーティング部をフォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂、モールド部材を硝子などとした異なる部材を用いて形成させても良い。この場合、生産性良くより水分などの影響が少ない発光ダイオードとすることができる。また、屈折率を考慮してモールド部材とコーティング部とを同じ部材を用いて形成させても良い。

【0040】

(表示装置)

本願発明の発光ダイオードをLED表示器に利用した場合、RGBをそれぞれ

発光する発光ダイオードの組み合わせだけによるLED表示器よりも、より高精細に白色系表示させることができる。すなわち、各発光ダイオードを組み合わせる白色系などを混色表示させるためにはRGBの各発光ダイオードをそれぞれ同時に発光せざるを得ない。そのため赤色系、緑色系、青色系のそれぞれ単色表示した場合に比べて一画素あたりの表示が大きくなる。したがって、白色系の表示の場合においてはRGB単色表示と比較して高精細に表示させることができない。また、白色系の表示は各発光ダイオードを調節して表示させるため各半導体の温度特性などを考慮し種々調整しなければならない。さらに、混色による表示であるが故にLED表示器の視認する方向や角度によって、RGBの発光ダイオードが部分的に遮光され表示色が変わる場合もある。本願発明の発光ダイオードをRGBの発光ダイオードに加えて利用することにより、より高精細化が可能となると共に白色系の発光が安定し色むらをなくすこともできる。また、RGBの各発光ダイオードともに発光させることにより輝度を向上させることもできる。

【0041】

本願発明の発光ダイオードを用いて表示装置の1つとして、RGBの各発光ダイオードに加えて白色系発光ダイオードを1画素として利用し、標識やマトリクス状など任意の形状に配置させたLED表示器の概略構成を示す。LED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM (Random Access Memory) と、RAMに記憶されるデータから各発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、各発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備える。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータから発光ダイオードの点灯時間を演算してパルス信号を出力する。ここで、白色系の表示を行う場合は、RGB各発光ダイオードのパルス信号を短くする、パルス高を低くする或いは全く点灯させない。他方、それを補償するように白色系発光ダイオードにパルス信号を出力する。これにより、LED表示器の白色を表示する。

【0042】

したがって、白色系発光ダイオードを所望の輝度で点灯させるためのパルス信号を演算する階調制御回路としてCPUを別途備えることが好ましい。階調制御回路から出力されるパルス信号は、白色系発光ダイオードのドライバーに入力されてドライバをスイッチングさせる。ドライバーがオンになると白色系発光ダイオードが点灯され、オフになると消灯される。

【0043】

また、本願発明の発光ダイオードを用いた別のLED表示器を示す。本願発明の白色系発光ダイオードのみを用い白黒用のLED表示装置とすることもできる。白黒用のLED表示器は、本願発明の発光ダイオード501のみをマトリックス状などに配置し構成することができる。RGBのそれぞれの駆動回路の代わりに白色発光可能な本願発明の発光ダイオード用駆動回路のみとしてLED表示器を構成させることができる。LED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)と、RAMに記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備える。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータから発光ダイオードの点灯時間を演算してパルス信号を出力する。

【0044】

したがって、白黒用のLED表示器はRGBのフルカラー表示器と異なり当然回路構成を簡略化できると共に高精細化できる。そのため、安価にRGBの発光ダイオードの特性に伴う色むらなどのないディスプレイとすることができるものである。また、従来の赤色、緑色のみを用いたLED表示器に比べ人間の目に対する刺激が少なく長時間の使用に適している。

【0045】

(信号機)

本願発明の発光ダイオードを表示装置の1種である信号機として利用した場合

、長時間安定して発光させることが可能であると共に発光ダイオードの一部が消灯しても色むらなどが生じないという特徴がある。本願発明の発光ダイオードを用いた信号機の概略構成として、導電性パターンが形成された基板上に白色系発光ダイオードを配置させる。このような発光ダイオードを直列又は直並列に接続された発光ダイオードの回路を発光ダイオード群として扱う。発光ダイオード群を2つ以上用いそれぞれ渦巻き状に発光ダイオードを配置させる。全ての発光ダイオードが配置されると円状に全面に配置される。各発光ダイオード及び基板から外部電力と接続させる電源コードをそれぞれ、ハンダにより接続させた後、鉄道用信号機の筐体内に固定させる。LED表示器は、遮光部材が付いたアルミダイキャストの筐体内に配置され表面にシリコンゴムの充填材で封止されている。筐体の表示面は、白色レンズを設けてある。また、LED表示器の電氣的配線は、筐体の裏面からゴムパッキンを通し筐体内を密閉する。これにより白色系信号機を形成することができる。本願発明の発光ダイオードを、複数の群に分け中心部から外側に向け輪を描く渦巻き状などに配置し、並列接続させることでより信頼性が高い信号機とさせることができる。中心部から外側に向け輪を描くとは連続的に輪を描くものも断続的に配置するものをも含む。したがって、LED表示器の表示面積などにより配置される発光ダイオードの数や発光ダイオード群の数を種々選択することができる。この信号機により、一方の発光ダイオード群や一部の発光ダイオードが何らかのトラブルにより消灯したとしても他方の発光ダイオード群や残った発光ダイオードにより信号機を円形状に均一に発光させることが可能となるものである。また、色ずれが生ずることもない。渦巻き状に配置してあることから中心部を密に配置することができ電球発光の信号と何ら違和感なく駆動させることができる。

【0046】

(面状発光光源)

本願発明の発光ダイオードを用いて図7の如く面状発光光源を構成することができる。面状発光光源の場合、フォトルミネセンス蛍光体をコーティング部や導光板上の散乱シート706に含有させる。或いはバインダー樹脂と共に散乱シート706に塗布などさせシート状701に形成しモールド部材を省略しても良い

。具体的には、絶縁層及び導電性パターンが形成されたコの字形の金属基板703内にLEDチップ702を固定する。LEDチップと導電性パターンとの電氣的導通を取った後、フォトルミネセンス蛍光体をエポキシ樹脂と混合攪拌しLEDチップ702が積載された基板703上に充填させ発光ダイオードを形成させる。こうして形成された発光ダイオードは、アクリル性導光板704の端面にエポキシ樹脂などで固定される。導光板704の一方の主面上には、蛍現象防止のため白色散乱剤が含有されたフィルム状の反射部材707を配置させてある。同様に、導光板の裏面側全面や発光ダイオードが配置されていない端面上にも反射部材705を設け発光光率を向上させてある。これにより、LCDのバックライトとして十分な明るさを得られる面状発光光源とすることができる。液晶表示装置として利用する場合は、導光板704の主面上に不示図の透光性導電性パターンが形成された硝子基板間に注入された液晶装置を介して配された偏光板により構成させることができる。以下、本願発明の実施例について説明するが、本願発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0047】

【実施例】

(実施例1)

発光素子として発光ピークが450nmのGaInN半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG（トリメチルガリウム）ガス、TMA（トリメチルアルミニウム）ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH₄とCp₂Mgと、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させた。（なお、P型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。）

【0048】

エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させ

た。

【0049】

銀メッキした銅製リードフレームの先端にカップを有するマウント・リードにLEDチップをエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電氣的導通を取った。

【0050】

一方、フォトルミネセンス蛍光体は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蔭酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化カリウムと混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400°Cの温度範囲で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0051】

形成された $(Y_{1.2}Gd_{0.8})Al_3O_{12}:Ce$ 蛍光体80重量部、エポキシ樹脂100重量部をよく混合してスリラーとさせた。このスリラーをLEDチップが配置されたマウント・リード上のカップ内に注入させた。注入後、フォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂を130°C1時間で硬化させた。こうしてLEDチップ上に厚さ120 μ のフォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部が形成された。なお、コーティング部には、LEDチップに向かってフォトルミネセンス蛍光体が徐々に多くしてある。その後、さらにLEDチップやフォトルミネセンス蛍光体を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中にフォトルミネセンス蛍光体のコーティング部が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150°C5時間にて硬化させた。こうして形成された発光ダイオードは、発光観測正面から視認するとフォトルミネセンス蛍光体のボディーカラーにより中央部が黄色っぽく着色していた。

【0052】

こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色

性指数を測定した。それぞれ、色度点 ($x=0.302$ 、 $y=0.280$)、色温度 8080K 、 Ra (演色性指数) = 87.5 と三波長型蛍光灯に近い性能を示した。また、発光光率は 9.51lm/w と白色電球並であった。さらに耐侯試験として室温 60mA 通電、室温 20mA 通電、 60°C 90% RH 下で 20mA 通電の各試験においても蛍光体に起因する変化は観測されず通常の色発光ダイオードと寿命特性に差がないことが確認できた。

【0053】

(比較例1)

フォトルミネセンス蛍光体を $(Y_{1.2}Gd_{0.8})Al_3O_{12}:Ce$ から $(ZnCd)S:Cu$ 、 Al とした以外は、実施例1と同様にして発光ダイオードの形成及び耐侯試験を行った。形成された発光ダイオードは通電直後、実施例1と同様白色系の発光が確認されたが輝度が低かった。また、耐侯試験においては、約 100 時間で出力がゼロになった。劣化原因を解析した結果、蛍光体が黒化していた。

【0054】

これは、発光素子の発光光と蛍光体に付着していた水分或いは外部環境から進入した水分により光分解し蛍光体結晶表面にコロイド状亜鉛金属を析出し外観が黒色に変色したものと考えられる。

【0055】

(実施例2)

LEDチップの窒化物系化合物半導体を実施例1よりも In の含有量を増やし発光ピークを 460nm とした。同様にフォトルミネセンス蛍光体として実施例1よりも Gd の含有量を増やした以外は実施例1と同様にして発光ダイオードを 100 個形成し耐侯試験を行った。

【0056】

こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点 ($x=0.375$ 、 $y=0.370$)、色温度 4400K 、 Ra (演色性指数) = 86.0 であった。さらに耐侯試験においては、形成させた発光ダイオード 100 個平均で行った。耐侯性試験前の光度

を100%とし1000時間経過後における平均光度を調べた。耐候性試験後も98.8%であり特性に差がないことが確認できた。

【0057】

(実施例3)

フォトルミネセンス蛍光体をY、Gd、Ceの希土類元素に加えSmを含有させ $(Y_{0.39}Gd_{0.57}Ce_{0.03}Sm_{0.01})_3Al_5O_{12}$ 蛍光体とした以外は、実施例1と同様にして発光ダイオードを100個形成した。この発光ダイオードを130℃の高温下において点灯させても実施例1の発光ダイオードと比較して平均温度特性が8%ほど良好であった。

【0058】

(実施例4)

本願発明の発光ダイオードを図5の如くLED表示器の1つであるディスプレイに利用した。実施例1と同様にして形成させた発光ダイオードを銅パターンを形成させたセラミックス基板上に、16×16のマトリックス状に配置させた。基板と発光ダイオードとは自動ハンダ実装装置を用いてハンダ付けを行った。次にフェノール樹脂によって形成された筐体504内部に配置し固定させた。遮光部材505は、筐体と一体成形させてある。発光ダイオードの先端部を除いて筐体、発光ダイオード、基板及び遮光部材の一部をピグメントにより黒色に着色したシリコンゴム406によって充填させた。その後、常温、72時間でシリコンゴムを硬化させLED表示器を形成させた。このLED表示器と、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)及びRAMに記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と階調制御回路の出力信号でスイッチングされて発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備えたCPUの駆動手段と、を電氣的に接続させてLED表示装置を構成した。LED表示器を駆動させ白黒LED表示装置として駆動できることを確認した。

【0059】

【発明の効果】

本願発明の構成とすることにより高出力の窒化物系化合物半導体の発光素子と

、 $RE_3(A_1, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体と、を利用した発光ダイオードとすることにより長時間高輝度時の使用においても発光効率が高い発光ダイオードとすることができる。さらに、信頼性や省電力化、小型化さらには色温度の可変性など車載や航空産業、一般電気機器に表示の他に照明として新たな用途を開くことができる。また、白色は人間の目で長時間視認する場合には刺激が少なく目に優しい発光ダイオードとすることができる。

【0060】

特に、本願発明の請求項1に記載の構成とすることにより高輝度、長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少ない白色系が発光可能な発光ダイオードなど種々の発光ダイオードとすることができる。

【0061】

本願発明の請求項2の構成とすることにより、高輝度、長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少ない発光ダイオードなど種々の発光ダイオードとすることができるに加えて、発光ダイオードを複数近接して配置した場合においても他方の発光ダイオードからの光により蛍光体が励起され疑似点灯されることを防止させることができる。また、LEDチップ自体の発光むらを蛍光体により分散することができるためより均一な発光光を有する発光ダイオードとすることができる。

【0062】

本願発明の請求項3の構成とすることにより、より温度依存性の少ない発光ダイオードとすることができる。

【0063】

本願発明の請求項4の構成とすることにより、比較的安価で高精細なLED表示装置や視認角度によって色むらの少ないLED表示装置とすることができる。

【0064】

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本願発明の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図2】

図2は、本願発明の他の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図3】

図3は、本願発明の発光ダイオードの発光スペクトルの一例を示した図である。

【図4】

図4（A）は、本願発明に使用されるフォトルミネセンス蛍光体の吸収スペクトルの一例を示し、図4（B）は、本願発明に使用されるフォトルミネセンス蛍光体の発光スペクトルの一例を示した図である。

【図5】

図5は、本願発明の発光ダイオードを用いたLED表示装置の模式図である。

【図6】

図6は、図5に用いられるLED表示装置のブロック図である。

【図7】

図7は、本願発明の発光ダイオードを用いた別のLED表示装置の模式図である。

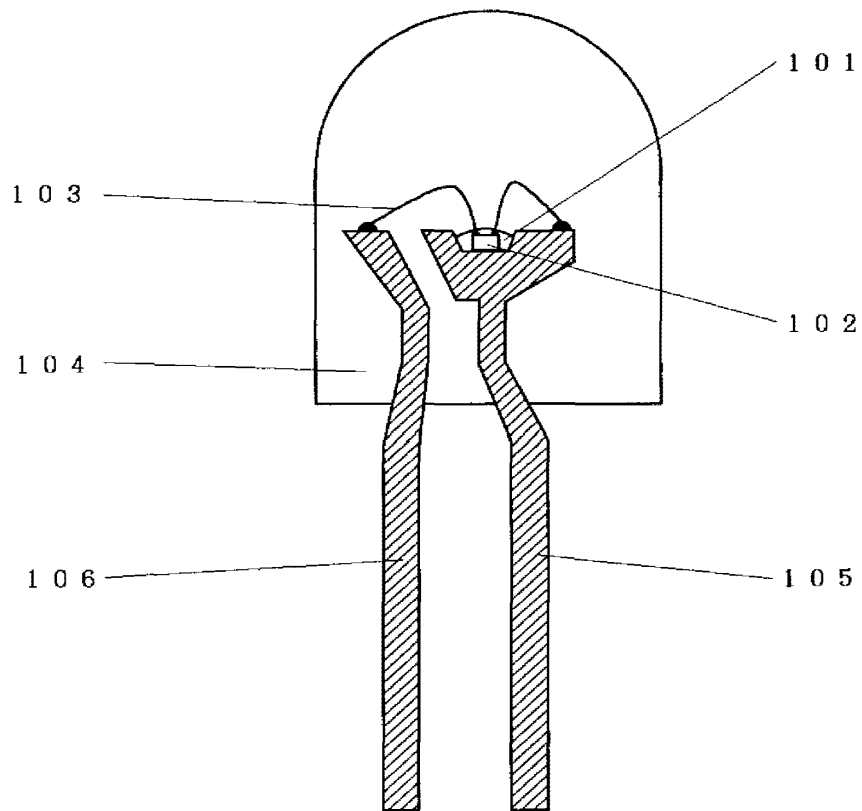
【符号の説明】

- 101、701・・・フォトルミネセンスが含有されたコーティング部
- 102、202、702・・・LEDチップ
- 103、203・・・導電性ワイヤー
- 104・・・モールド部材
- 105・・・マウント・リード
- 106・・・インナー・リード
- 201・・・フォトルミネセンスが含有されたモールド部材
- 204・・・筐体
- 205・・・筐体に設けられた電極
- 501・・・発光ダイオード
- 504・・・筐体
- 505・・・遮光部材
- 506・・・充填材

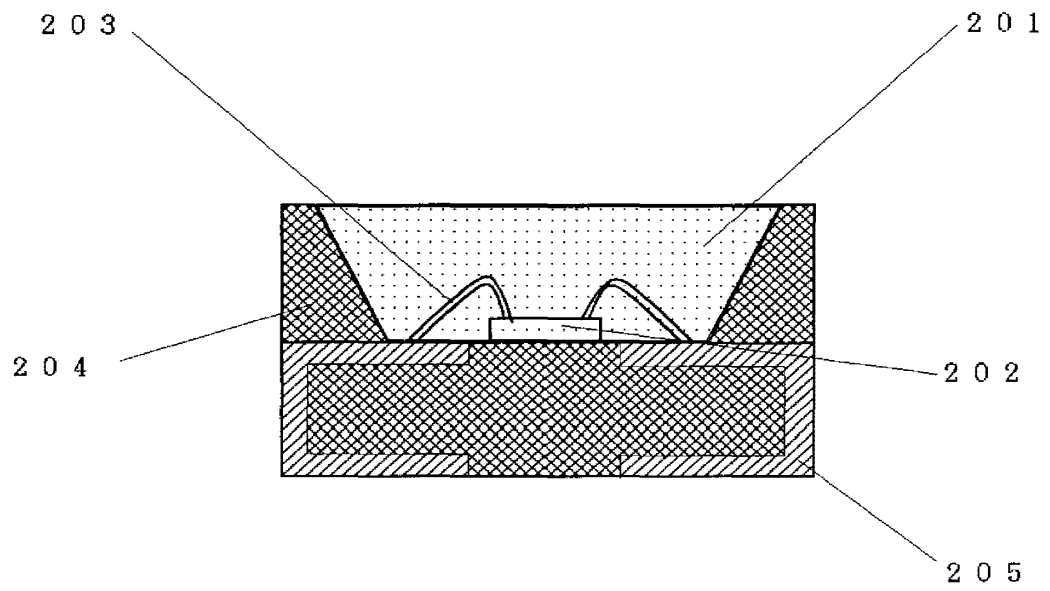
- 703・・・金属製基板
- 704・・・導光板
- 705、707・・・反射部材
- 706・・・散乱シート

【書類名】 図面

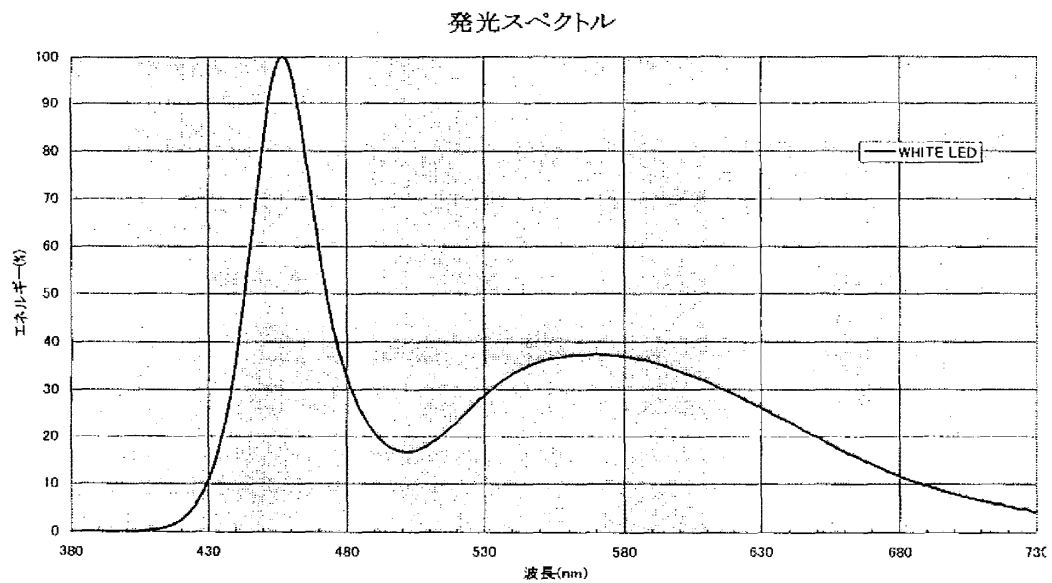
【図1】



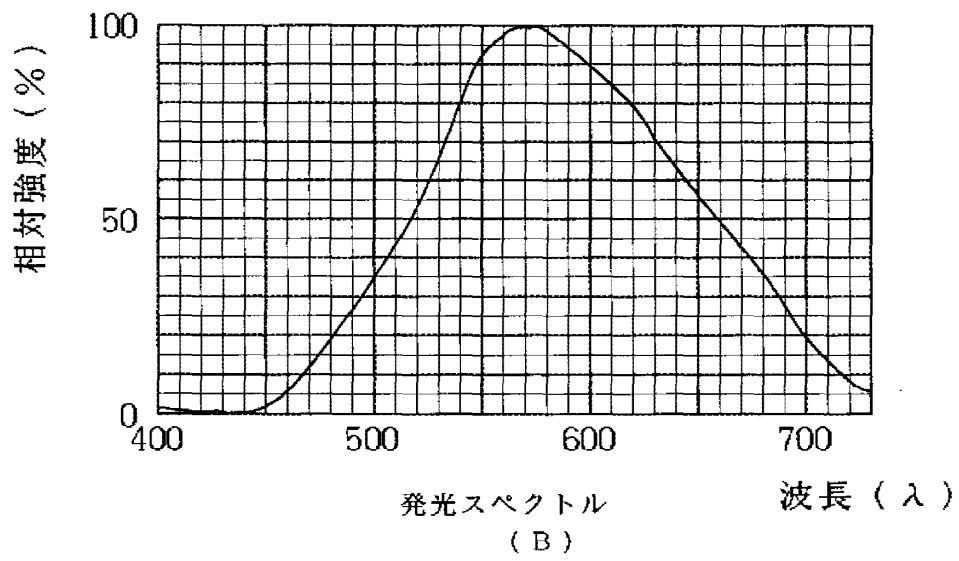
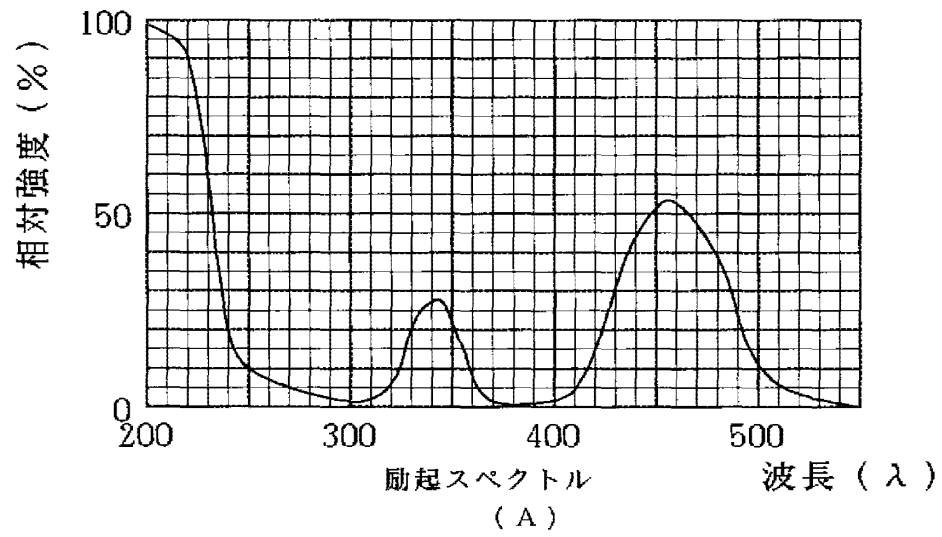
【図2】



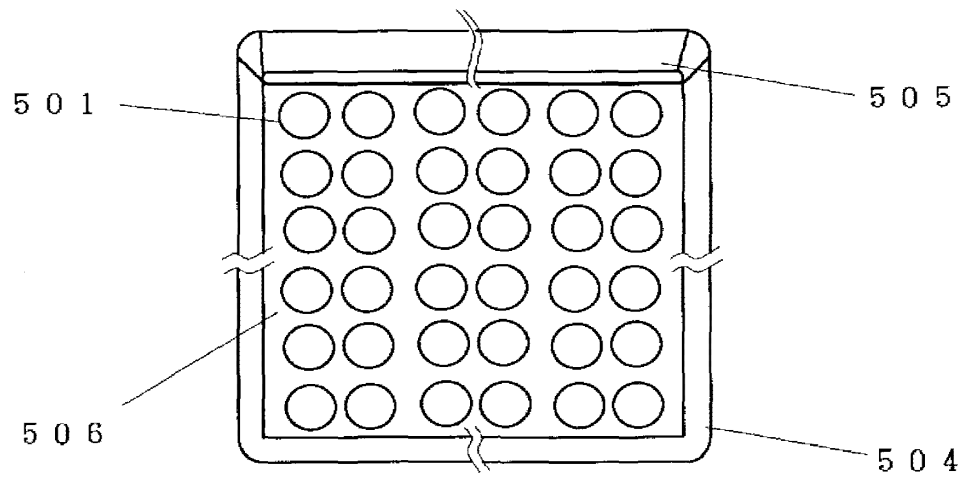
【図3】



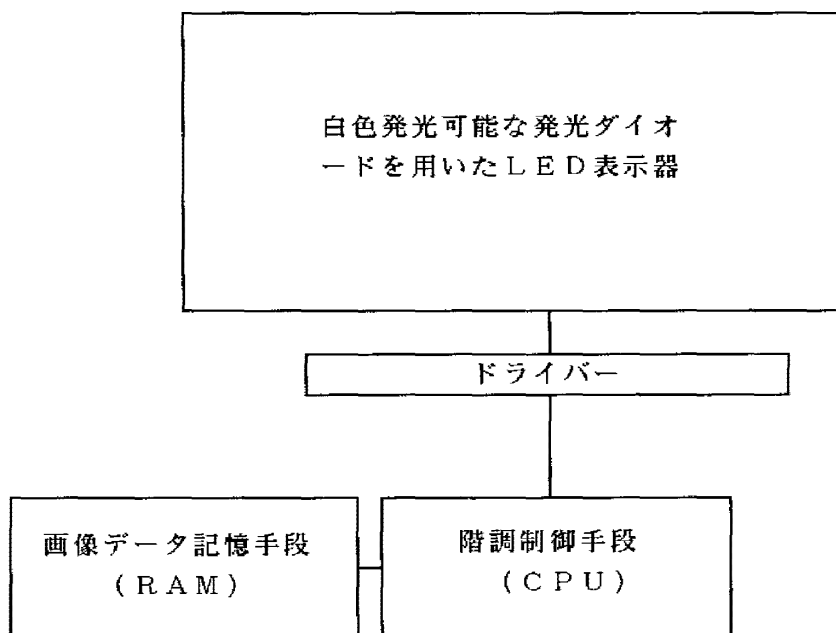
【図4】



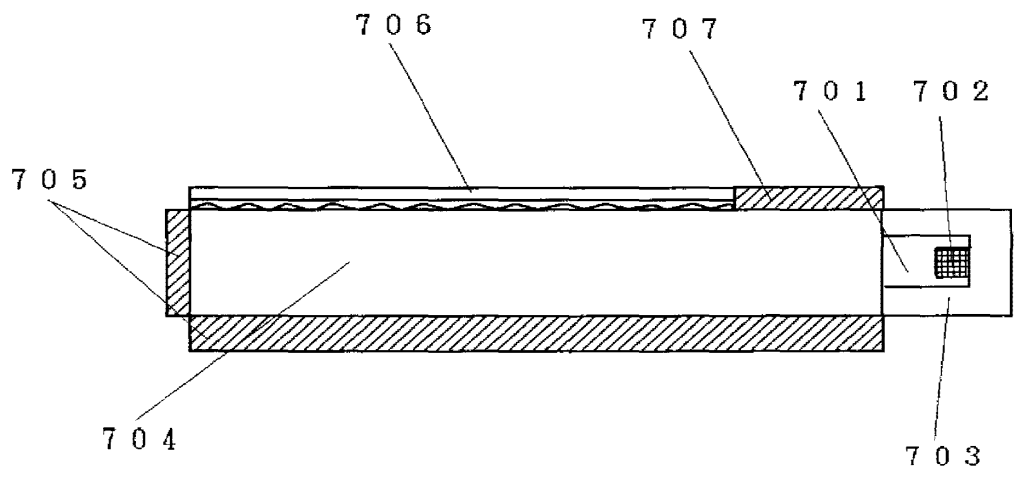
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【課題】

本願発明は、LEDチップからの発光を変換して発光させるフォトルミネセンス蛍光体を有し使用環境によらず高輝度、高効率に発光可能な発光ダイオード及びそれを用いた表示装置に関する。

【解決手段】

本願発明は、発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップの発光スペクトルのピークが400nmから530nmの発光波長を有すると共に、前記フォトルミネセンス蛍光体が $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である発光ダイオード。但し、REは、Y, Ga, Smから選択される少なくとも一種である。

【選択図】 図1

【書類名】	職権訂正データ
【訂正書類】	特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】	申請人
【識別番号】	000226057
【住所又は居所】	徳島県阿南市上中町岡491番地100
【氏名又は名称】	日亜化学工業株式会社

出願人履歴

000226057

19900818

新規登録

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社

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
Date of Application: 1 9 9 6 年 9 月 1 7 日

出 願 番 号
Application Number: 平成 8 年特許願第 2 4 4 3 3 9 号

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

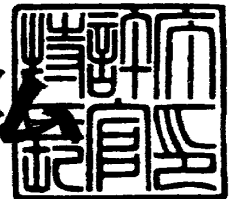
J P 1 9 9 6 - 2 4 4 3 3 9

出 願 人
Applicant(s): 日亜化学工業株式会社

2009年10月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

細野 哲弘



【書類名】 特許願

【整理番号】 P96ST30

【提出日】 平成 8年 9月17日

【あて先】 特許庁長官 荒井 寿光 殿

【国際特許分類】

H01L 33/00

【発明の名称】 発光装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 森口 敏生

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 野口 泰延

【特許出願人】

【識別番号】 000226057

【郵便番号】 774

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0

【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【代表者】 小川 英治

【電話番号】 0884-22-2311

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010526

【納付金額】 21,000

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】要約書 1
【プルーフの要否】要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光装置であって、

前記LEDチップの主発光ピークが400nmから530nm内であると共に、前記フォトルミネセンス蛍光体が $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である第1の蛍光体と、 $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であって第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある第2の蛍光体とであることを特徴とする発光装置。
但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。

【請求項2】

発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光装置であって、

前記LEDチップの主発光ピークが400nmから530nm内であると共に、前記フォトルミネセンス蛍光体は $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ の主発光波長よりも短波長側に主発光波長がある $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ と $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であることを特徴とする発光装置。

但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。

【請求項3】

LEDチップからの発光により励起されて蛍光を発するフォトルミネセンス蛍光体が含有された蛍光体層を介して光学的に接続されたLEDチップと、透光性導光板と、を有する面状光源であって、

前記LEDチップの発光層が400nmから530nm内に主発光波長を有する窒化ガリウム系化合物半導体であり、前記フォトルミネセンス蛍光体が $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である第1の蛍光体と、 $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であっ

て前記第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある第2の蛍光体であることを特徴とする面状光源。

但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。

【請求項4】

透光性導光板の端面の少なくとも一箇所にLEDチップが光学的に接続されており、前記導光板の主面のいずれか一方に、前記LEDチップの発光により励起されて蛍光を発するフォトルミネセンス蛍光体が含有された蛍光部材を有する面状光源であって、

前記LEDチップの発光層が400nmから530nm内に主発光波長を有する窒化ガリウム系化合物半導体であり、前記フォトルミネセンス蛍光体が $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である第1の蛍光体と、 $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であって前記第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある第2の蛍光体とであることを特徴とする面状光源。

但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。

【請求項5】

マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、

前記LEDチップが窒化ガリウム系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材が第1のフォトルミネセンス蛍光体である $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ と、 $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であって前記第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長を有する第2の蛍光体である $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ とを有する透光性樹脂であることを特徴とする発光ダイオード。

但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本願発明は、バックライト光源、照光式スイッチ、信号機、表示器、LEDディスプレイ及び各種インジケータなどに利用される発光装置に係わり、特に使用環境によらず高輝度、高効率にRGB（赤、緑、青色系）成分が発光可能な発光装置に関する。

【0002】

【従来技術】

LEDチップを用いた発光装置は、小型で効率が良く鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れなどの心配がない。初期駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特徴を有する。そのため各種インジケータや種々の光源として利用されている。最近、超高輝度高効率な発光ダイオードとしてRGBなどの発光ダイオードがそれぞれ開発された。これに伴いRGBの三原色を利用した液晶用バックライトなどに使用可能なフルカラー用面状発光装置が省電力、長寿命、軽量などの特長を生かして研究されてきている。

【0003】

LEDチップは使用される発光層の半導体材料、形成条件などによって紫外から赤外まで種々の発光波長を放出させることが可能である。また、優れた単色性ピーク波長を有する。

【0004】

しかしながら、LEDチップを用いた発光装置は優れた単色性ピーク波長を有するが故に白色系発光光源などとさせるためには、RGBなどが発光可能な各LEDチップをそれぞれ近接して発光させ拡散混色させる必要がある。このような発光ダイオードは、種々の色を自由に発光させる発光装置としては有効であるが、白色系などの色のみを発光させる場合においても赤色系、緑色系及び青色系の発光ダイオードなどをそれぞれ使用せざるを得ない。LEDチップは、半導体であり色調や輝度のバラツキもまだ相当ある。また、同一半導体材料を用いて高輝度にRGBが発光可能なLEDチップが未だ開発されていない。そのため、それぞれ異なる材料を用いて形成させざるを得ず、各LEDチップの駆動電力などが異なるため個々に電源などを確保する必要がある。白色系を発光させるためには、各半導体ごとに電流などを調節して発光させなければならない。同様に、半導

体発光素子であるため個々の温度特性の差や経時変化が異なり、色調が種々変化してしまう。さらに、LEDチップからの発光を均一に混色させなければ、色むらを生ずる場合がある。

【0005】

そこで、本出願人は先にLEDチップの発光色を蛍光物質で色変換させた発光ダイオードや面状発光装置として特開平5-152609号公報、特開平7-176794号公報、特開平8-8614号公報などに記載された発光ダイオードや面状発光光源を開発した。これらの発光ダイオードや面状発光光源によって、1種類のLEDチップを用いて白色系など他の発光色を発光させることができる。

具体的には、青色が発光可能なLEDチップを透明な導光板の一端に接続させLEDチップから発光された発光を導光板上に設けられた蛍光物質含有層によって緑色及び赤色などに色変換させ白色系の発光とさせるものである。これらは、RGB発光成分を有する白色系が発光可能な発光装置として利用した場合においても十分な輝度を長時間に渡って発光する発光装置とすることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

LEDチップからの発光によって励起される蛍光物質は、蛍光染料、蛍光顔料さらには有機、無機化合物などから様々なものが挙げられる。蛍光体の励起波長や発光波長によっても種々のものが挙げられる。また、蛍光体は、発光素子からの発光波長を波長の短いものから長い波長へと変換する、或いは発光素子からの発光波長を波長の長いものから短い波長へと変換するものがある。

【0007】

しかしながら、波長の長いものから短い波長へと変換する場合、変換効率が極めて悪く実用に向かない。また、発光装置を直射日光など外部環境下で使用する場合や蛍光体をLEDチップ周辺に近接して配置させた場合は、紫外線など様々な高エネルギー光が蛍光体などに長期間に渡って強照射され続ける。特に、発光素子であるLEDチップを高エネルギーバンドギャップを有する半導体を用い蛍光体の変換効率向上や蛍光体の使用量を減らした場合においては、LEDチップ

から発光した光が可視光域にあるといっても光エネルギーが必然的に高くなり、太陽光などの外来光からとの相乗作用で蛍光体自体が劣化しやすい。

【0008】

蛍光体が劣化すると色調がずれる、或いは蛍光体が黒ずみ光の外部取り出し効率が低下する場合がある。同様に蛍光体は、LEDチップの昇温や外部環境からの加熱など高温にもさらされる。さらに、発光装置は一般的に樹脂ケースに被覆されてはいるものの外部環境からの水分の進入などを完全に防ぐことや、製造時に付着した水分を完全に除去することはできない。蛍光体によっては、このような水分が発光素子からの高エネルギー光や熱によって蛍光体物質の劣化を促進する場合もある。また、イオン性の有機染料に至ってはチップ近傍では直流電界により電気泳動を起こし、色調が変化する可能性がある。したがって、本願発明は上記課題を解決し、野外の使用時などにおいてもより長時間、発光光率の低下や色ずれが極めて少なくRGBの発光成分を高輝度に発光可能な発光装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本願発明は、発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光装置であって、前記LEDチップの主発光ピークが400nmから530nm内であると共に、前記フォトルミネセンス蛍光体が $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である第1の蛍光体と、 $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であって第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある第2の蛍光体とである発光装置である。(但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。)

【0010】

また、発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光装置であって、前記LEDチップの主発光ピークが400nmから530nm内であると共に、前記フォトルミネセンス蛍光体は

$Y_3Al_5O_{12}:Ce$ の主発光波長よりも短波長側に主発光波長がある $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ と $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ である発光装置である。

但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。

【0011】

さらに、LEDチップからの発光により励起されて蛍光を発するフォトルミネセンス蛍光体が含有された蛍光体層を介して光学的に接続されたLEDチップと、透光性導光板とを有する面状光源であって、前記LEDチップの発光層が400nmから530nm内に主発光波長を有する窒化ガリウム系化合物半導体であり、前記フォトルミネセンス蛍光体が $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である第1の蛍光体と、 $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であって前記第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある第2の蛍光体とである面状光源である。(但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。)

【0012】

さらにまた、透光性導光板の端面の少なくとも一箇所にLEDチップが光学的に接続されており、前記導光板の主面のいずれか一方に、前記LEDチップの発光により励起されて蛍光を発するフォトルミネセンス蛍光体が含有された蛍光部材を有する面状光源であって、前記LEDチップの発光層が400nmから530nm内に主発光波長を有する窒化ガリウム系化合物半導体であり、前記フォトルミネセンス蛍光体が $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である第1の蛍光体と、 $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であって前記第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある第2の蛍光体とである面状光源である。(但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。)

【0013】

また、マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップが

窒化ガリウム系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材が第1のフォトルミネセンス蛍光体である $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ と、 $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であって前記第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長を有する第2の蛍光体である $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ とを有する透光性樹脂である発光ダイオードでもある。(但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。)

【0014】

【発明の実施の態様】

本願発明者は、種々の実験の結果、可視光域における光エネルギーが比較的高いLEDチップからの発光光をフォトルミネセンス蛍光体によって緑色系及び赤色系に色変換させる発光装置において、特定の半導体及び蛍光体を選択することにより高輝度、長時間の使用時における光効率低下や色ずれを防止できることを見出し本願発明を成すに至った。

【0015】

即ち、発光ダイオードに用いられるフォトルミネセンス蛍光体としては、

1. 耐光性に優れていることが要求される。特に、様々な高エネルギー光が照射される直射日光などから長時間耐える必要がある。また、発光ダイオードとして使用する場合は半導体発光素子などの微小領域から強放射されるために $(E_e) = 3W \cdot cm^{-2}$ 以上にも及ぶ強照射強度にも耐える必要がある。
2. 発光素子との混色を利用するため紫外線ではなく青色系発光で効率よく発光すること。
3. 混色を考慮して緑色系及び赤色系の光が高輝度に発光可能なこと。
4. 外部環境下や発光素子近傍に配置されるため温度特性が良好であること。
5. 色調が組成比或いは緑色系及び赤色系の蛍光体の混合比で連続的に変えられること。
6. 発光装置の利用環境に応じて耐候性があることなどの特徴を有することが求められる。

【0016】

これらの条件を満たすものとして本願発明は、発光素子として発光層に高エネルギーバンドギャップを有する窒化ガリウム系化合物半導体素子を、フォトルミネセンス蛍光体として $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体及び $RE_3(A1,$

$Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体（但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。）を用いる。これにより発光素子から放出された可視光域における高エネルギー光を長時間近傍で高輝度に照射した場合や外部環境の使用下においても発光色の色ずれや発光輝度の低下が極めて少ない高輝度にRGBの発光成分を有する発光装置とすることができるものである。

【0017】

具体的な発光装置の一例として、チップタイプLEDを図1に示す。チップタイプLEDの筐体内に窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップをエポキシ樹脂などを用いて固定させてある。導電性ワイヤーとして金線103をLEDチップ102の各電極と筐体に設けられた各電極105とにそれぞれ電気的に接続させてある。緑色系のフォトルミネセンス蛍光体として $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体をまた赤色系のフォトルミネセンス蛍光体として $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ 蛍光体（但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種である。）をアクリル樹脂中に混合分散させたものをLEDチップ、導電性ワイヤーなどを外部応力などから保護するモールド部材101として均一に硬化形成させる。このような発光装置に電力を供給させることによってLEDチップを発光させる。LEDチップからの青色系の発光と、その発光によって励起された緑色系及び赤色系をそれぞれ高輝度に発光可能な2種類以上のフォトルミネセンス蛍光体からの発光光との混色により白色系などが発光可能な発光装置の一例である発光ダイオードとすることができる。以下、本願発明の構成部材について詳述する。

【0018】

（蛍光体）

本願発明に用いられるフォトルミネセンス蛍光体としては、半導体発光層から発光された可視光や紫外線で励起されて発光するフォトルミネセンス蛍光体をいう。フォトルミネセンス蛍光体として赤色系が高輝度に発光可能な蛍光体と緑色系が高輝度に発光可能な蛍光体とを用いる。具体的なフォトルミネセンス蛍光体としては、赤色系が $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ 蛍光体（但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種）であり、緑色系が $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体である。窒化ガリウム系化合物半導体を用いたLEDチップから発光

した青色系の光と、ボディーカラーが黄色であるフォトルミネセンス蛍光体から発光する緑色系及び赤色系の光と、を混色表示させると白色系の発光色表示を行うことができる。発光装置はこの混色を起こさせるためにフォトルミネセンス蛍光体の粉体やバルクを樹脂や硝子中に含有させLEDチップからの光が透過する程度に薄く形成させたドット状のものや層状ものなど用途に応じて種々用いることができる。フォトルミネセンス蛍光体と樹脂などとの比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0019】

このような、フォトルミネセンス蛍光体の分布は、フォトルミネセンス蛍光体を含有する部材、形成温度、粘度やフォトルミネセンス蛍光体の形状、粒度分布などを調整させることによって種々形成させることができる。したがって、使用条件などにより蛍光体の分布濃度を、種々選択することができる。

【0020】

本願発明のフォトルミネセンス蛍光体を使用すると、放射照度として (E_e) $= 3 W \cdot cm^{-2}$ 以上 $10 W \cdot cm^{-2}$ 以下のLEDチップと接する或いは近接して配置された場合においても高効率に十分な耐光性を有する発光装置とすることができる。

【0021】

本願発明に用いられる緑色系が発光可能な第1のフォトルミネセンス蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、図4 (A) の実線の例の如く励起スペクトルのピークが $450 nm$ 付近にさせることができる。また、発光ピークも図4 (B) の実線の例の如く $510 nm$ 付近にあり $700 nm$ まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。一方、赤色系が発光可能な第2のフォトルミネセンス蛍光体も、ガーネット構造であり熱、光及び水分に強く、図4 (A) の波線の例の如く励起スペクトルのピークが $450 nm$ 付近にさせることができる。また、発光ピークも図4 (B) の波線の例の如く $600 nm$ 付近にあり $750 nm$ まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。

【0022】

ガーネット構造を持ったYAG蛍光体の組成の内、Alの一部をGaで置換することで発光波長が短波長にシフトし、また組成のYの一部をGd及び/又はLaで置換することで、発光波長が短波長へシフトする。AlのGaへの置換は、発光効率と発光波長を考慮してGa : Al = 1 : 1から4 : 6が好ましい。同様に、Yの一部をGd及び/又はLaで置換することは、Y : Gd及び/又はLa = 9 : 1から1 : 9であり、より好ましくは、Y : Gd及び/又はLa = 2 : 3から1 : 4である。置換が6割未満では、緑色成分が大きく赤色成分が少なくなる。また、8割以上では、赤み成分が増えるものの輝度が急激に低下する。

【0023】

このようなフォトルミネセンス蛍光体は、Y、Gd、Ce、La、Al及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、Laの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350～1450°Cの温度範囲で2～5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。

【0024】

(LEDチップ102、202、302)

本願発明に用いられるLEDチップとは、第1及び第2のフォトルミネセンス蛍光体をそれぞれ効率良く励起できる窒化物系化合物半導体が挙げられる。発光素子であるLEDチップは、MOCVD法等により基板上にInGaN等の半導体を発光層として形成させる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0025】

窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にGaN、AlN等のバッファ層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム系半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーブしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーブさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーブしただけではP型化しにくいいためP型ドーパント導入後に、低電子線照射させたり、プラズマ照射等によりアニールすることでP型化させることが好ましい。エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。

【0026】

次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン（経線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップを形成させることができる。

【0027】

本願発明の発光ダイオードにおいて白色系を発光させる場合は、フォトルミネセンス蛍光体との混色等を考慮して発光素子の主発光波長は400nm以上530nm以下内にあることが好ましく、420nm以上490nm以下内にあることがより好ましい。LEDチップとフォトルミネセンス蛍光体との効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下内にあることがさら

に好ましい。

【0028】

(導電性ワイヤー103、303)

導電性ワイヤーとしては、LEDチップ102、302の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、インナー・リード306及びマウント・リード305などと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0029】

(マウント・リード305)

マウント・リード305としては、LEDチップ302を配置させるものであり、ダイボンド機器などでLEDチップ302を積載するのに十分な大きさがあれば良い。また、LEDチップを複数設置しマウント・リードをLEDチップの共通電極として利用する場合においては、十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性が求められる。また、マウント・リード上のカップ内にLEDチップを配置すると共に蛍光体を内部に充填させる場合は、近接して配置させた別の発光ダイオードからの光により疑似点灯することを防止させることができる。

【0030】

LEDチップ302とマウント・リード305のカップとの接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどによりマウント・リードと接着させると共に電氣的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。

【0031】

さらに、発光ダイオードの光利用効率を向上させるためにLEDチップ302が配置されるマウント・リードの表面を鏡面状とし、表面に反射機能を持たせても良い。この場合の表面粗さは、0.1S以上0.8S以下が好ましい。また、マウント・リードの具体的な電気抵抗としては $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。

【0032】

また、マウント・リード上に複数のLEDチップを積置する場合は、LEDチップからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{cal/cm}^2\text{/cm/}^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{cal/cm}^2\text{/cm/}^\circ\text{C}$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。

【0033】

(インナー・リード306)

インナー・リード306としては、マウント・リード305上に配置されたLEDチップと接続された導電性ワイヤーとの接続を図るものである。マウント・リード上に複数のLEDチップ302を設けた場合は、各導電性ワイヤー同士が接触しにくい構成とすることが好ましい。

【0034】

具体的には、マウント・リード305から離れるに従って、インナー・リード306のワイヤーボンディングさせる端面の面積を大きくすることなどによってマウント・リードからより離れたインナー・リードと接続させる導電性ワイヤーの接触を防ぐことができる。

【0035】

また、導電性ワイヤーとの接続端面の粗さは、密着性を考慮して1.6S以上10S以下が好ましい。インナー・リードの先端部を種々の形状に形成させるためには、あらかじめリードフレームの形状を型枠で決めて打ち抜き形成させてもよく、或いは全てのインナー・リードを形成させた後にインナー・リード上部の一部を削ることによって形成させても良い。さらには、インナ・リードを打ち抜

き形成後、端面方向から加圧することにより所望の端面の面積と端面高さを同時に形成させることもできる。

【0036】

インナー・リードは、導電性ワイヤーであるボンディングワイヤー等との接続性及び電気伝導性が良いことが求められる。具体的な電気抵抗としては、 $300\ \mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3\ \mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅及び銅、金、銀をメッキしたアルミニウム、鉄、銅等が挙げられる。

【0037】

(コーティング部材301)

本願発明に用いられるコーティング部材301とは、モールド部材304とは別にマウント・リード305のカップに設けられるものでありLEDチップ302の発光を変換するフォトルミネセンス蛍光体が含有されるものである。コーティング部の具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンやアクリル樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、フォトルミネセンス蛍光体と共に拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。

【0038】

(モールド部材101、210、304)

モールド部材は、発光装置の使用用途に応じてLEDチップ、導電性ワイヤー、フォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部材などを外部から保護するために設けることができる。モールド部材は、樹脂や硝子を用いて形成させることができる。モールド部材中にフォトルミネセンス蛍光体を含有させることによって視野角を増やすことができる。また、拡散剤を加えることによってLEDチップからの指向性を緩和させ視野角をさらに増やすこともできる。

【0039】

更に、モールド部材を所望の形状にすることによってLEDチップからの発光を集束させたり拡散させたりするレンズ効果を持たせることができる。従って、

モールド部材は複数積層した構造でもよい。具体的には、凸レンズ形状、凹レンズ形状さらには、発光観測面から見て楕円形状やそれらを複数組み合わせた物である。

【0040】

モールド部材の具体的材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコーン、アクリル樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や低融点硝子などが好適に用いられる。また、拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。フォトルミネセンス蛍光体はモールド部材中に含有させてもそれ以外のコーティング部などに含有させて用いてもよい。また、コーティング部をフォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂、モールド部材を硝子などとした異なる部材を用いて形成させても良い。この場合、生産性良くより水分などの影響が少ない発光ダイオードとすることができる。屈折率を考慮してモールド部材とコーティング部とを同じ部材を用いて形成させても良い。

【0041】

(面状光源)

本願発明の発光装置の一つである面状光源の場合、図2(A)の如く白色光を発光させるためには白色光を導光板によって面状とさせ方法と、図2(B)の如く面状に発光したLEDチップからの青色系光を白色光に変換させる方法がある。

【0042】

白色光を導光板によって面状とさせる場合には、フォトルミネセンス蛍光体が含有された色変換層201を介して青色系が発光可能な発光ダイオード202と、導光板204と、を配置させた構成、或いはモールド部材中210などにフォトルミネセンス蛍光体を含有させ青色系が発光可能な窒化物半導体発光素子を有する発光ダイオード202と導光板204を光学的に接続させた構成をとることができる。

【0043】

他方、面状に発光したLEDチップ202からの青色系光を白色光に変換させ

る場合は、窒化物半導体を発光層に有する青色系が発光可能な発光ダイオード202と導光板204とを光学的に接続させた後、導光板204上の散乱シート206に含有させる。或いはバインダー樹脂と共に散乱シートに塗布などさせシート状に形成させる。さらには、導光板上にフォトルミネセンス蛍光体含有のバインダーをドット状に直接形成させる構成をとることができる。

【0044】

具体的には、絶縁層及び導電性パターンが形成されたコの字形の金属基板203内などにLEDチップを固定する。LEDチップと導電性パターンとの電氣的導通を取った後、エポキシ樹脂をLEDチップ202が積載された基板の上に充填させアクリル性導光板204の端面と光学的に接続させる。導光板204の発光主面上には、フォトルミネセンス蛍光体をエポキシ樹脂中に混合攪拌し予め拡散シート上に均一塗布したシート部材201を積置させてある。この拡散シート部材206は、アクリル樹脂をベースに拡散剤として酸化アルミニウム、酸化珪素、酸化チタン、チタン酸バリウムの粒子などを含有させたエポキシ樹脂を塗布させた層と、フォトルミネセンス蛍光体を含有させた層とに分かれている。

【0045】

導光板の一方の主面上には、蛍現象防止のため白色散乱剤が含有されたフィルム状の反射部材207を配置させてあることが好ましい。同様に、導光板204の裏面側全面や発光ダイオードが配置されていない端面上にも反射部材205を設け発光光率を向上させてある。これにより、LCDのバックライトなどとして使用した場合においても十分な明るさを得られる面状光源とすることができる。液晶表示装置として利用する場合は、導光板の主面上に不示図の透光性導電性パターンが形成された硝子基板間に注入された液晶を介して配された偏光板により構成させることができる。以下、本願発明の実施例について説明するが、本願発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0046】

【実施例】

(実施例1)

発光素子として発光ピークが450nmのGaInN半導体を用いた。LED

チップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG（トリメチルガリウム）ガス、TMA（トリメチルアルミニウム）ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH₄とCp₂Mgと、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させた。（なお、P型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。）

【0047】

エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。

【0048】

銀メッキした銅製リードフレームの先端にカップを有するマウント・リードにLEDチップをエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電氣的導通を取った。

【0049】

モールド部材は、砲弾型の型枠の中にLEDチップが配置されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150℃5時間にて硬化させ青色系発光ダイオードを形成させた。青色系発光ダイオードを端面が全て研磨されたアクリル性導光板の一端面に接続させた。アクリル板の片面及び側面は、白色反射部材としてチタン酸バリウムをアクリル系バインダー中に分散したものでスクリーン印刷及び硬化させるた。

【0050】

一方、フォトルミネセンス蛍光体は、緑色系及び赤色系をそれぞれ必要なY、Gd、Ce、Laの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムと混合して混合原料をそれぞれ得る。これにフラックスとしてフッ化アンモ

ニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400°Cの温度範囲で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品をそれぞれ水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0051】

形成された組成が $Y_3(A1_{0.6}Ga_{0.4})_5O_{12}:Ce$ であり緑色系が発光可能な第1の蛍光体120重量部と同様の工程で形成され組成が $(Y_{0.4}Gd_{0.6})_3Al_5O_{12}:Ce$ であり赤色系が発光可能な第2の蛍光体100重量部を、エポキシ樹脂100重量部とよく混合してスリラーとさせた。このスリラーを厚さ0.5mmの亚克力層上にマルチコーターを用いて均等に塗布、乾燥し、厚さ約30 μ mの色変換層として蛍光体層を形成させた。蛍光体層を導光板の主発光面と同じ大きさに切断し導光板上に配置させることにより発光装置を形成させた。発光装置の色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点(x=0.29, y=0.34)、色温度7000K、Ra(演色性指数)=80と三波長型蛍光灯に近い性能を示した。また、発光光率は12m/wと白色電球並であった。さらに耐候試験として室温60mA通電、室温20mA通電、60°C90%RH下で20mA通電の各試験においても蛍光体に起因する変化は観測されなかった。

【0052】

(比較例1)

第1及び第2のフォトルミネセンス蛍光体をそれぞれペリレン系誘導体である緑色有機蛍光顔料(シンロイヒ化学製FA-001)と赤色有機蛍光顔料(シンロイヒ化学製FA-005)として同量で混合攪拌した以外は、実施例1と同様にして発光ダイオードの形成及び耐候試験を行った。形成された発光ダイオードの色度座標は、(X, Y) = (0.34, 0.35)であった。耐候性試験として、カーボンアークで紫外線量を200hrで太陽光の1年分とほぼ同等とさせ時間と共に輝度の保持率及び色調を測定した。また、信頼性試験としてLEDチップを発光させ70°C一定における時間と共に発光輝度及び色調を測定した。この結果を実施例1と共に図6及び図7にそれぞれ示す。

【0053】

(実施例2)

発光素子として発光ピークが450nmのGaInN半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG（トリメチルガリウム）ガス、TMA（トリメチルアルミニウム）ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH₄とCp₂Mgと、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させた。（なお、P型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。）

【0054】

エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。

【0055】

銀メッキした銅製リードフレームの先端にカップを有するマウント・リードにLEDチップをエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電気的導通を取った。

【0056】

一方、フォトルミネセンス蛍光体は、緑色系及び赤色系をそれぞれ必要なY、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を鹼酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムと混合して混合原料をそれぞれ得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400℃の温度範囲で3時間焼成してそれぞれ焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0057】

形成された組成がY₃(Al_{0.5}Ga_{0.5})₅O₁₂:Ceであり緑色系が発光可能

な第1の蛍光体と $(Y_{0.2}Gd_{0.8})_3Al_5O_{12}:Ce$ であり赤色系が発光可能な第2の蛍光体をそれぞれ40重量部、エポキシ樹脂100重量部をよく混合してスリラーとさせた。このスリラーをLEDチップが配置されたマウント・リード上のカップ内に注入させた。注入後、フォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂を130℃1時間で硬化させた。こうしてLEDチップ上に厚さ120 μ のフォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部材が形成された。なお、コーティング部材には、LEDチップに向かってフォトルミネセンス蛍光体が徐々に多くしてある。その後、さらにLEDチップやフォトルミネセンス蛍光体を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中にフォトルミネセンス蛍光体のコーティング部が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150℃5時間にて硬化させた。こうして形成された発光ダイオードは、発光観測正面から視認するとフォトルミネセンス蛍光体のボディカラーにより中央部が黄色っぽく着色していた。

【0058】

こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点($x=0.32, y=0.34$)、色温度6000K、 R_a (演色性指数)=72、発光光率は101m/wであった。さらに耐侯試験として室温60mA通電、室温20mA通電、60℃90%RH下で20mA通電の各試験においてもフォトルミネセンス蛍光体に起因する変化は観測されず通常の色系発光ダイオードと寿命特性に差がないことが確認できた。

【0059】

【発明の効果】

本願発明の構成とすることにより高出力の窒化物系化合物半導体の発光素子と、赤色系及び緑色系が発光可能なフォトルミネセンス蛍光体と、を利用した発光装置とすることにより長時間高輝度時の使用においても発光効率が高い発光ダイオードとすることができる。さらに、信頼性や省電力化、小型化さらには色温度の変換性など車載や航空産業、一般電気機器に港内のブイ表示用や高速道路の標

識照明など屋外での表示や照明として新たな用途を開くことができる。また、白色は人間の目で長時間視認する場合には刺激が少なく目に優しい発光ダイオードとすることができる。

【0060】

特に、本願発明の請求項1に記載の構成とすることにより長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少なく高輝度にRGBの発光成分を有する白色系が発光可能な発光装置とすることができる。

【0061】

本願発明の請求項2に記載の構成とすることにより長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少なくより白昼色に近い光が発光可能な発光装置とすることができる。

【0062】

本願発明の請求項3に記載の構成とすることにより長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少なく白色系の光を面状に発光させることができる。

【0063】

本願発明の請求項4に記載の構成とすることにより長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少なく白色系の光をより均一に面状に発光させることができる。

【0064】

本願発明の請求項5に記載の構成とすることにより外部環境下においても長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少なく高輝度にRGBの発光成分を有する白色系が発光可能な発光ダイオードとすることができる。

【0065】

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本願発明の発光装置の模式的断面図である。

【図2】

図2は、本願発明の他の発光装置である面状光源の模式的断面図を示し、（A

)は、導光板と発光ダイオードとの間にフォトルミネセンス蛍光体を有する面状光源であり、(B)は、導光板の主面上にフォトルミネセンス蛍光体を有する面状光源である。

【図3】

図3は、本願発明の他の発光装置である発光ダイオードの模式的断面図である。

【図4】

図4(A)は、本願発明に用いられる第1及び第2のフォトルミネセンス蛍光体の吸収スペクトルの一例を示し、図5(B)は、本願発明に使用される第1及び第2のフォトルミネセンス蛍光体の発光スペクトルの一例を示した図である。

【図5】

図5は、本願発明に用いられる発光素子の発光スペクトル例を示した図である。

【図6】

図6は、本願発明と、比較のために示した発光装置との耐候性試験における結果を示し(A)は輝度保持率と時間との関係、(B)は色調と時間との関係を示したグラフである。

【図7】

図7は、本願発明と、比較のために示した発光装置との信頼性試験における結果を示し(A)は輝度保持率と時間との関係、(B)は色調と時間との関係を示したグラフである。

【符号の説明】

- 101、210・・・フォトルミネセンス蛍光体が含有されたモールド部材
- 102、202、302・・・LEDチップ
- 103、303・・・導電性ワイヤー
- 104・・・筐体
- 105・・・外部電極
- 201・・・色変換層
- 203・・・基板

204・・・導光板

205、207・・・反射部材

206・・・散乱シート

301・・・フォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部材

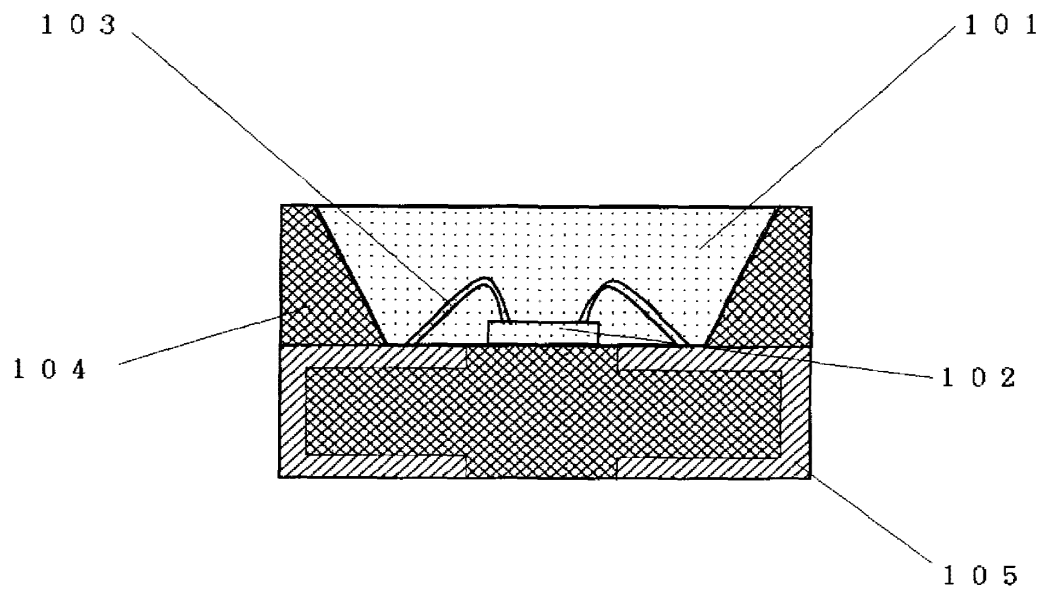
304・・・モールド部材

305・・・マウント・リード

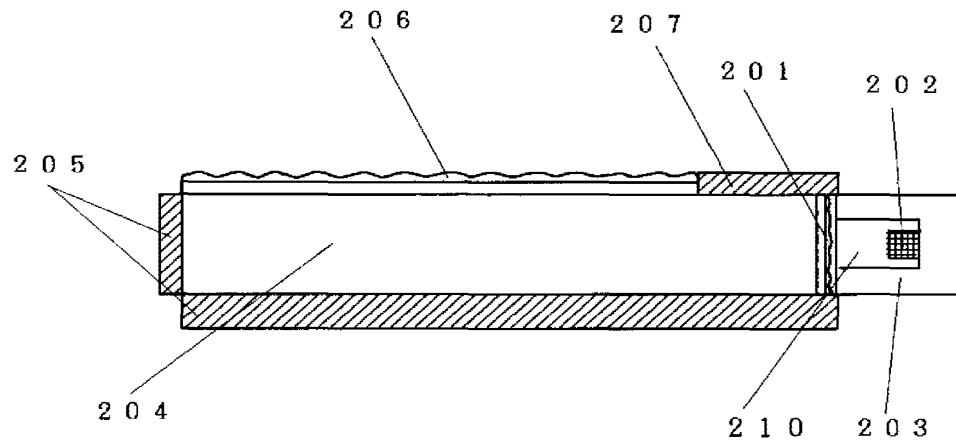
306・・・インナー・リード

【書類名】 図面

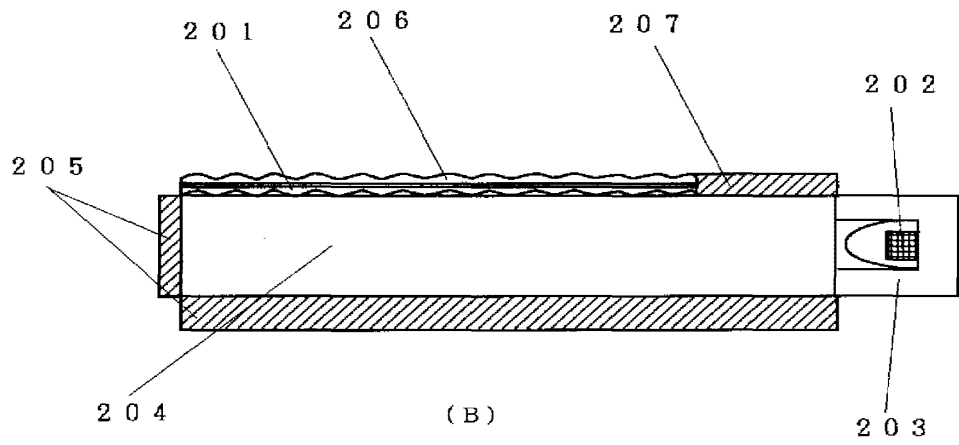
【図1】



【図2】

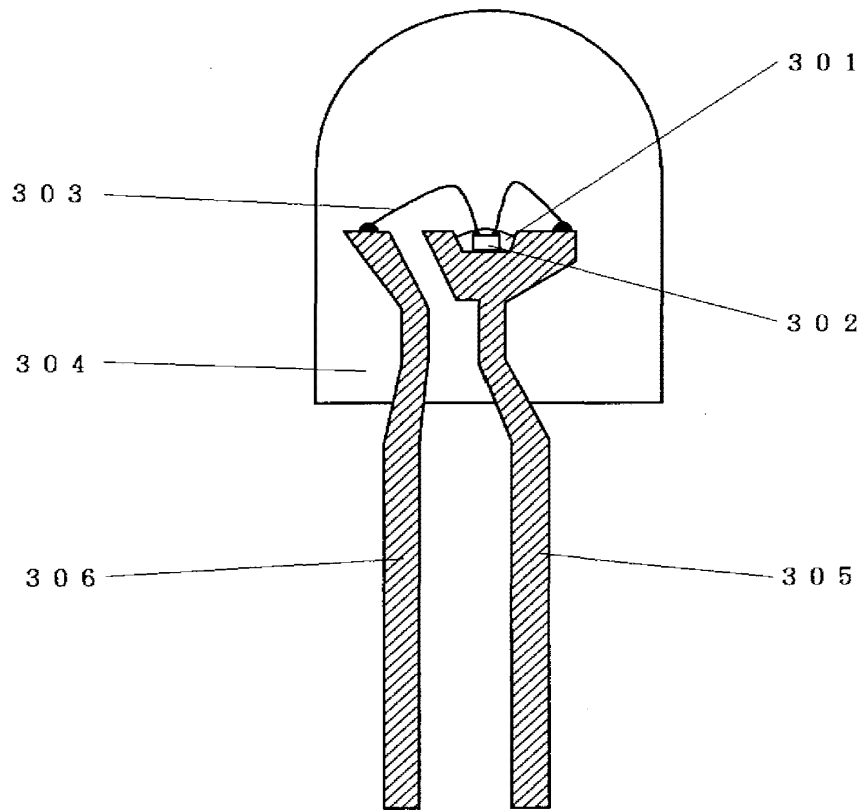


(A)

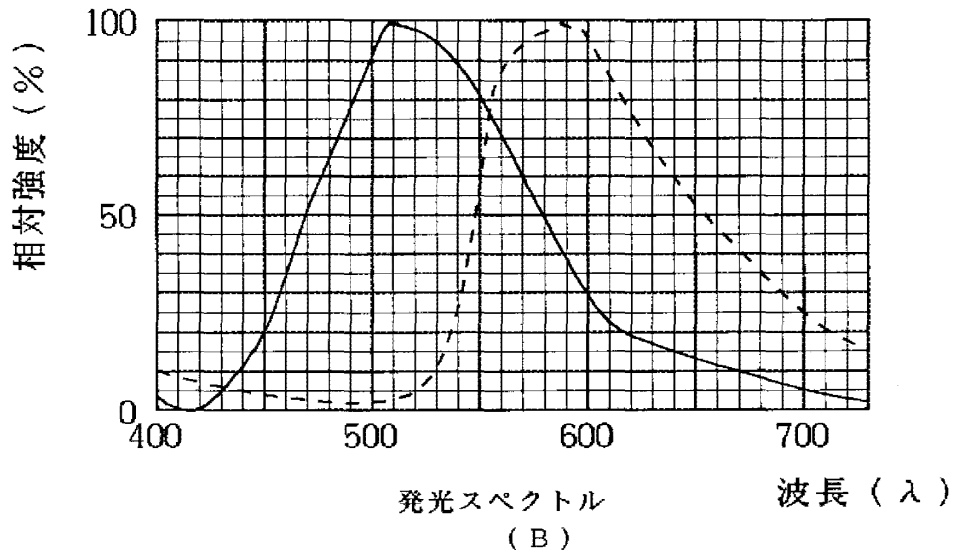
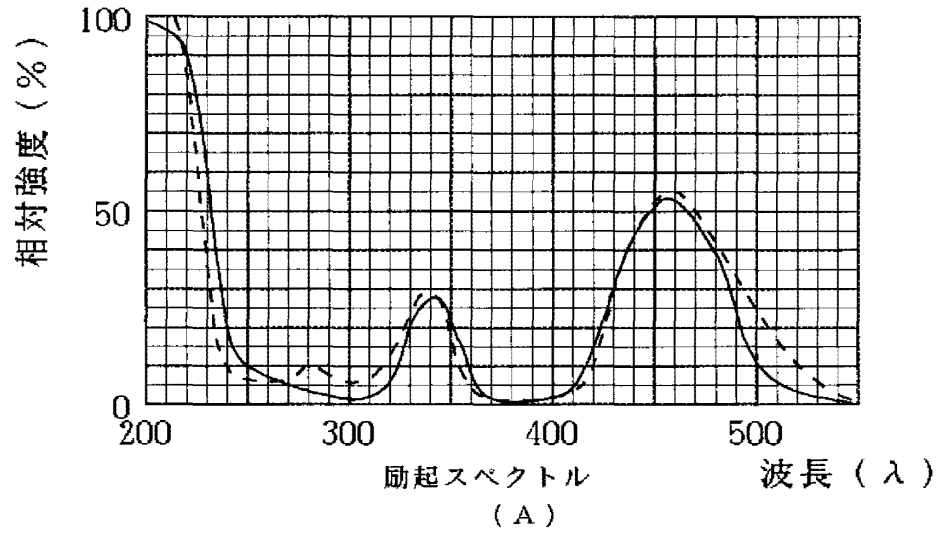


(B)

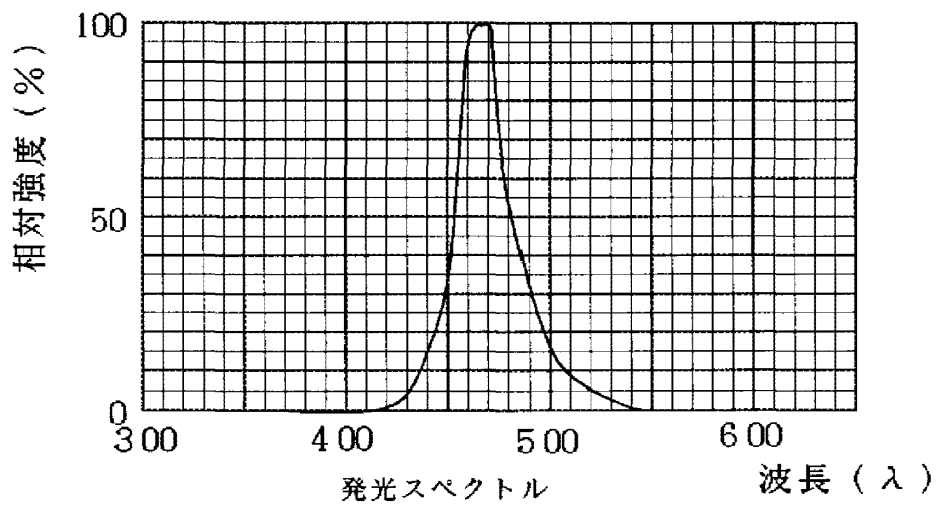
【図3】



【図4】

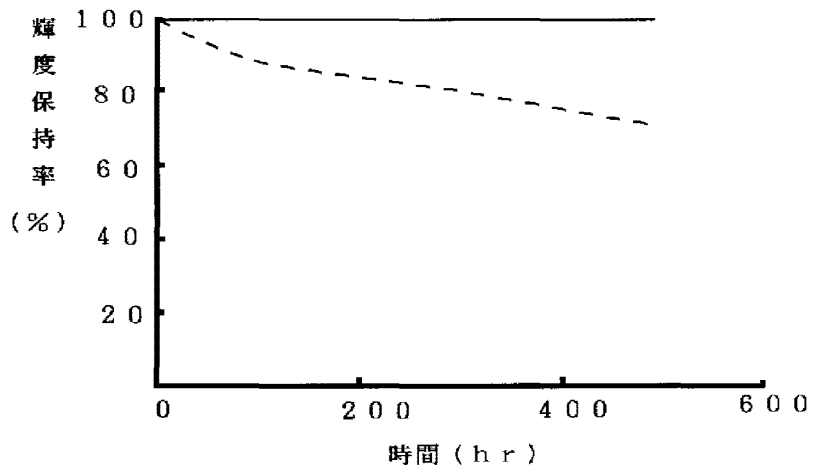


【図5】

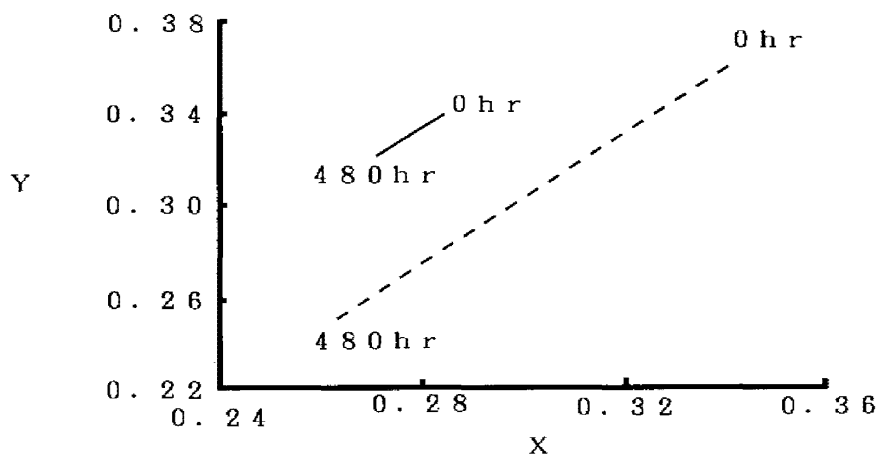


【図6】

耐候性試験



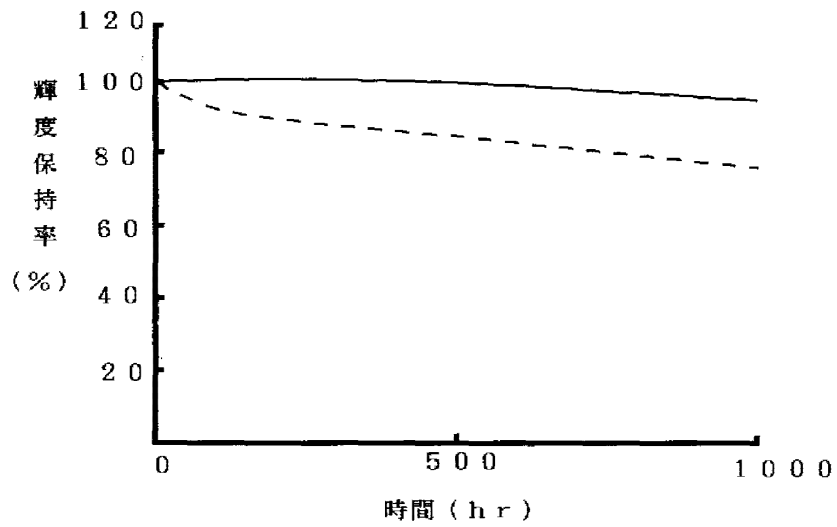
(A)



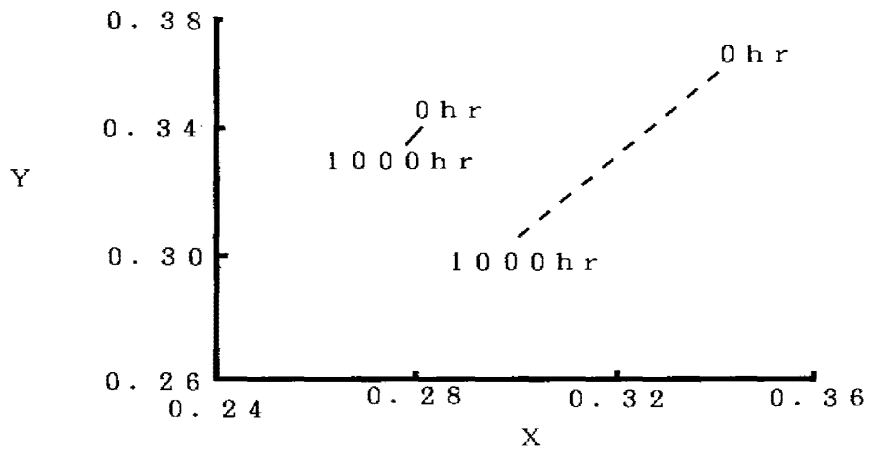
(B)

【図7】

信頼性試験



(A)



(B)

【書類名】 要約書

【課題】

本願発明は、使用環境によらず高輝度、高効率にRGB（赤、緑、青色系）成分が発光可能な発光装置を提供することにある。

【解決手段】

本願発明は、発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光装置であって、前記LEDチップの主発光ピークが400nmから530nm内であると共に、前記フォトルミネセンス蛍光体が $Y_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である第1の蛍光体と、 $RE_3Al_5O_{12}:Ce$ であって第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある第2の蛍光体とである発光装置である。（但し、REは、Y, Gd, Laから選択される少なくとも一種）

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】 申請人
【識別番号】 000226057
【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡491番地100
【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成 8年11月25日

【あて先】 特許庁長官 荒井 寿光 殿

【事件の表示】

【出願番号】 平成 8年特許願第244339号

【補正をする者】

【事件との関係】 特許出願人

【識別番号】 000226057

【郵便番号】 774

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0

【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【代表者】 小川 英治

【電話番号】 0884-22-2311

【発送番号】 032481

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 図面の簡単な説明

【補正方法】 変更

【補正の内容】 1

【ブルーフの要否】 要

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本願発明の発光装置の模式的断面図である。

【図2】

図2は、本願発明の他の発光装置である面状光源の模式的断面図を示し、(A)は、導光板と発光ダイオードとの間にフォトルミネセンス蛍光体を有する面状光源であり、(B)は、導光板の主面上にフォトルミネセンス蛍光体を有する面状光源である。

【図3】

図3は、本願発明の他の発光装置である発光ダイオードの模式的断面図である。

【図4】

図4(A)は、本願発明に用いられる第1及び第2のフォトルミネセンス蛍光体の吸収スペクトルの一例を示し、図4(B)は、本願発明に使用される第1及び第2のフォトルミネセンス蛍光体の発光スペクトルの一例を示した図である。

【図5】

図5は、本願発明に用いられる発光素子の発光スペクトル例を示した図である。

【図6】

図6は、本願発明と、比較のために示した発光装置との耐候性試験における結果を示し(A)は輝度保持率と時間との関係、(B)は色調と時間との関係を示したグラフである。

【図7】

図7は、本願発明と、比較のために示した発光装置との信頼性試験における結果を示し(A)は輝度保持率と時間との関係、(B)は色調と時間との関係を示したグラフである。

【書類名】	職権訂正データ
【訂正書類】	手続補正書

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】	申請人
【識別番号】	000226057
【住所又は居所】	徳島県阿南市上中町岡491番地100
【氏名又は名称】	日亜化学工業株式会社

出願人履歴

000226057

19900818

新規登録

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社

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
Date of Application: 1 9 9 6 年 9 月 1 8 日

出 願 番 号
Application Number: 平成 8 年特許願第 2 4 5 3 8 1 号

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

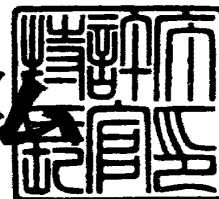
J P 1 9 9 6 - 2 4 5 3 8 1

出 願 人
Applicant(s): 日亜化学工業株式会社

2009年10月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

細野 哲弘



【書類名】 特許願

【整理番号】 P96ST13-2

【提出日】 平成 8年 9月18日

【あて先】 特許庁長官 荒川 寿光 殿

【国際特許分類】

H01L 33/00

【発明の名称】 発光ダイオード及びそれを用いた表示装置

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 清水 義則

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 阪野 顕正

【特許出願人】

【識別番号】 000226057

【郵便番号】 774

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0

【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【代表者】 小川 英治

【電話番号】 0884-22-2311

【先の出願に基づく優先権の主張】

【出願番号】 平成 8年特許願第198585号

【出願日】 平成 8年 7月29日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010526

【納付金額】 21,000

【提出物件の目録】

【物件名】明細書 1

【物件名】図面 1

【物件名】要約書 1

【プルーフの要否】要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光ダイオード及びそれを用いた表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光ダイオードであって、

前記LEDチップの発光スペクトルの主ピークが400nmから530nm内の発光波長を有すると共に、前記フォトルミネセンス蛍光体がRE₃(Al, Ga)₅O₁₂:Ceであることを特徴とする発光ダイオード。

但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種である。

【請求項2】

マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、

前記LEDチップが窒化ガリウム系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材がRE₃(Al, Ga)₅O₁₂:Ceフォトルミネセンス蛍光体を有する透光性樹脂であることを特徴とする発光ダイオード。

但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種である。

【請求項3】

前記フォトルミネセンス蛍光体の組成が次の一般式で示されることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の発光ダイオード。

$(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3(Al_{1-s}Ga_s)_5O_{12}$

但し、 $0 \leq p \leq 0.8$

$0.003 \leq q \leq 0.2$

$0.0003 \leq r \leq 0.08$

$0 \leq s \leq 1$

【請求項4】

請求項2記載の発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と電氣的に接続させた駆動回路と、を有するLED表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本願発明は、LEDディスプレイ、バックライト光源、信号機、照光式スイッチ及び各種インジケータなどに利用される発光ダイオードに係わり、特に発光素子であるLEDチップからの発光を変換して発光させるフォトルミネセンス蛍光体を有し使用環境によらず高輝度、高効率な発光装置である発光ダイオード及びそれを用いた表示装置に関する。

【0002】

【従来技術】

発光ダイオード（以下、LEDともいう）は、小型で効率が良く鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れなどの心配がない。初期駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しの強いという特徴を有する。そのため各種インジケータや種々の光源として利用されている。最近、超高輝度高効率な発光ダイオードとしてRGB（赤、緑、青色）などの発光ダイオードがそれぞれ開発された。これに伴いRGBの三原色を利用したLEDディスプレイが省電力、長寿命、軽量などの特長を生かして飛躍的に発展を遂げつつある。

【0003】

発光ダイオードは使用される発光層の半導体材料、形成条件などによって紫外から赤外まで種々の発光波長を放出させることが可能である。また、優れた単色性ピーク波長を有する。

【0004】

しかしながら、発光ダイオードは優れた単色性ピーク波長を有するが故に白色系発光光源などとさせるためには、RGBなどが発光可能な各LEDチップをそれぞれ近接して発光させ拡散混色させる必要がある。このような発光ダイオードは、種々の色を自由に発光させる発光装置としては有効であるが、白色系などの

色のみを発光させる場合においても赤色系、緑色系及び青色系の発光ダイオード、或いは青緑色系及び黄色系の発光ダイオードをそれぞれ使用せざるを得ない。LEDチップは、半導体であり色調や輝度のバラツキもまだ相当ある。また、半導体発光素子であるLEDチップがそれぞれ異なる材料を用いて形成されている場合、各LEDチップの駆動電力などが異なり個々に電源を確保する必要がある。そのため、各半導体ごとに電流などを調節して白色系を発光させなければならない。同様に、半導体発光素子であるため個々の温度特性の差や経時変化が異なり、色調が種々変化してしまう。さらに、LEDチップからの発光を均一に混色させなければ色むらを生ずる場合がある。

【0005】

そこで、本出願人は先にLEDチップの発光色を蛍光体で色変換させた発光ダイオードとして特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報などに記載された発光ダイオードを開発した。これらの発光ダイオードによって、1種類のLEDチップを用いて白色系など他の発光色を発光させることができる。

【0006】

具体的には、発光層のエネルギーバンドギャップが大きいLEDチップをリードフレームの先端に設けられたカップ上などに配置する。LEDチップは、LEDチップが設けられたメタルステムやメタルポストとそれぞれ電氣的に接続させる。そして、LEDチップを被覆する樹脂モールド部材中などにLEDチップからの光を吸収し波長変換する蛍光体を含有させて形成させてある。

【0007】

LEDチップからの発光を波長変換した発光ダイオードとして、青色系の発光ダイオードの発光と、その発光を吸収し黄色系を発光する蛍光体からの発光との混色により白色系が発光可能な発光ダイオードなどとすることができる。これらの発光ダイオードは、白色系を発光する発光ダイオードとして利用した場合においても十分な輝度を発光する発光ダイオードとすることができる。

【0008】

【発明が解決する課題】

発光ダイオードによって励起される蛍光体は、蛍光染料、蛍光顔料さらには有機、無機化合物などから様々なものが挙げられる。また、蛍光体は、発光素子からの発光波長を波長の短いものから長い波長へと変換する、或いは発光素子からの発光波長を波長の長いものから短い波長へと変換するものがある。

【0009】

しかしながら、波長の長いものから短い波長へと変換する場合、変換効率が極めて悪く実用に向かない。また、LEDチップ周辺に近接して配置された蛍光体は、太陽光よりも約30倍から40倍にも及ぶ強照射強度の光線にさらされる。特に、発光素子であるLEDチップを高エネルギーバンドギャップを有する半導体を用い蛍光体の変換効率向上や蛍光体の使用量を減らした場合においては、LEDチップから発光した光が可視光域にあるといっても光エネルギーが必然的に高くなる。この場合、発光強度を更に高め長期に渡って使用すると、蛍光体自体が劣化しやすい。蛍光体が劣化すると色調がずれる、或いは蛍光体が黒ずみ光の外部取り出し効率が低下する場合がある。同様にLEDチップの近傍に設けられた蛍光体は、LEDチップの昇温や外部環境からの加熱など高温にもさらされる。さらに、発光ダイオードは、一般的に樹脂モールドに被覆されてはいるものの外部環境からの水分の進入などを完全に防ぐことや製造時に付着した水分を完全に除去することはできない。蛍光体によっては、このような水分が発光素子からの高エネルギー光や熱によって蛍光体物質の劣化を促進する場合もある。また、イオン性の有機染料に至ってはチップ近傍では直流電界により電気泳動を起こし、色調が変化する可能性がある。したがって、本願発明は上記課題を解決し、より高輝度、長時間の使用環境下においても発光光率の低下や色ずれの極めて少ない発光ダイオードを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本願発明は、発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップの発光スペクトルの主ピークが400nmから530nm内の発光波長を有すると

共に、前記フォトルミネセンス蛍光体が $\text{RE}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ である。但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種である。

【0011】

また、マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップが窒化ガリウム系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材が $\text{RE}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ フォトルミネセンス蛍光体を有する透光性樹脂でもある。但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種である。

【0012】

さらに、前記フォトルミネセンス蛍光体の組成が次の一般式で示される発光ダイオードでもある。 $(\text{Y}_{1-p-q-r}\text{Gd}_p\text{Ce}_q\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}$ 但し、 $0 \leq p \leq 0.8$ 、 $0.003 \leq q \leq 0.2$ 、 $0.0003 \leq r \leq 0.08$ 、 $0 \leq s \leq 1$

【0013】

また、請求項2記載の発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と電氣的に接続させた駆動回路と、を有するLED表示装置である。

【0014】

【発明の実施の形態】

本願発明者は、種々の実験の結果、可視光域における光エネルギーが比較的高いLEDチップからの発光光をフォトルミネセンス蛍光体によって色変換させる発光ダイオードにおいて、特定の半導体及び蛍光体を選択することにより高輝度、長時間の使用時における光効率低下や色ずれを防止できることを見出し本願発明を成すに至った。

【0015】

即ち、発光ダイオードに用いられるフォトルミネセンス蛍光体としては、

1. 耐光性に優れていることが要求される。特に、半導体発光素子などの微小領域から強放射されるために太陽光の約30倍から40倍にもおよぶ強照射強度にも十分耐える必要がある。2. 発光素子との混色を利用するため紫外線ではなく青色系発光で効率よく発光すること。3. 混色を考慮して緑色系から赤色系の光が発光可能なこと。4. 発光素子近傍に配置されるため温度特性が良好であること。5. 色調が組成比或いは複数の蛍光体の混合比で連続的に変えられること。6. 発光ダイオードの利用環境に応じて耐候性があることなどの特徴を有することが求められる。

【0016】

これらの条件を満たすものとして本願発明は、発光素子として発光層に高エネルギーバンドギャップを有する窒化ガリウム系化合物半導体素子を、フォトルミネセンス蛍光体として $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体を用いる。これにより発光素子から放出された可視光域における高エネルギー光を長時間近傍で高輝度に照射した場合であっても発光色の色ずれや発光輝度の低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができるものである。

【0017】

具体的な発光ダイオードの一例として、チップタイプLEDを図2に示す。チップタイプLEDの筐体204内に窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップ202をエポキシ樹脂などを用いて固定させてある。導電性ワイヤー203として金線をLEDチップ202の各電極と筐体に設けられた各電極205とにそれぞれ電氣的に接続させてある。 $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体をエポキシ樹脂中に混合分散させたものをLEDチップ、導電性ワイヤーなどを外部応力などから保護するモールド部材201として均一に硬化形成させる。このような発光ダイオードに電力を供給させることによってLEDチップ202を発光させる。LEDチップ202からの発光と、その発光によって励起されたフォトルミネセンス蛍光体からの発光光との混色により白色系などが発光可能な発光ダイオードとすることができる。以下、本願発明の構成部材について詳述する。

【0018】

(蛍光体)

本願発明に用いられるフォトルミネセンス蛍光体としては、半導体発光層から発光された可視光及び紫外線で励起されて発光するフォトルミネセンス蛍光体をいう。具体的なフォトルミネセンス蛍光体としては、 $RE_3(A1, Ga)_5O_{12} : Ce$ （但し、REは、Y, Gd, Smから選択される少なくとも一種）である。窒化ガリウム系化合物半導体を用いたLEDチップから発光した光と、ボディーカラーが黄色でありフォトルミネセンス蛍光体から発光する光が補色関係などにある場合、LEDチップからの発光と、フォトルミネセンス蛍光体からの発光と、を混色表示させると白色系の発光色表示を行うことができる。そのため発光ダイオード外部には、LEDチップからの発光とフォトルミネセンス蛍光体からの発光とがモールド部材を透過する必要がある。したがって、フォトルミネセンス蛍光体のバルク層内などにLEDチップを閉じこめ、フォトルミネセンス蛍光体層にLEDチップからの光が透過する開口部を1乃至2以上有する構成の発光ダイオードとしても良い。また、フォトルミネセンス蛍光体の粉体を樹脂や硝子中に含有させLEDチップからの光が透過する程度に薄く形成させても良い。フォトルミネセンス蛍光体と樹脂などとの比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0019】

さらに、フォトルミネセンス蛍光体の含有分布は、混色性や耐久性にも影響する。すなわち、フォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部やモールド部材の表面側からLEDチップに向かってフォトルミネセンス蛍光体の分布濃度が高い場合は、外部環境からの水分などの影響をより受けにくく水分による劣化を抑制しやすい。他方、フォトルミネセンス蛍光体の含有分布をLEDチップからモールド部材表面側に向かって分布濃度が高くなると外部環境からの水分の影響を受けやすいがLEDチップからの発熱、照射強度などの影響がより少なくフォトルミネセンス蛍光体の劣化を抑制することができる。このような、フォトルミネセンス蛍光体の分布は、フォトルミネセンス蛍光体を含有する部材、形成温度、粘度やフォトルミネセンス蛍光体の形状、粒度分布などを調整させることによって種々形成させることができる。したがって、使用条件などにより蛍光体

の分布濃度を、種々選択することができる。

【0020】

本願発明のフォトルミネセンス蛍光体は、特にLEDチップと接する或いは近接して配置され放射照度として $(E_e) = 3W \cdot cm^{-2}$ 以上 $10W \cdot cm^{-2}$ 以下においても高効率に十分な耐光性を有する発光ダイオードとすることができる。

【0021】

本願発明に用いられるフォトルミネセンス蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが $450nm$ 付近にさせることができる。また、発光ピークも $530nm$ 付近にあり $700nm$ まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。しかも、組成のAlの一部をGaで置換することで発光波長が短波長にシフトし、また組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を白色系発光に変換するための理想条件を備えている。

【0022】

また、窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップと、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット蛍光体(YAG)に希土類元素のサマリウム(Sm)を含有させたフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光ダイオードとすることによりさらに光効率を向上させることができる。

【0023】

このようなフォトルミネセンス蛍光体は、Y、Gd、Ce、Sm、Al及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、Smの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中 $1350 \sim 1450^{\circ}C$ の温度範囲で2～5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通

すことで得ることができる。

【0024】

($Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r$)₃Al₅O₁₂フォトルミネセンス蛍光体は、結晶中にGdを含有することにより、特に460nm以上の長波長域の励起発光効率を高くすることができる。ガドリニウムの含有量の増加により、発光ピーク波長が、530nmから570nmまで長波長に移動し、全体の発光波長も長波長側にシフトする。赤みの強い発光色が必要な場合、Gdの置換量を多くすることで達成できる。一方、Gdが増加すると共に、青色光によるフォトルミネセンスの発光輝度は徐々に低下する。したがって、pは0.8以下であることが好ましく、0.7以下であることがより好ましい。さらに好ましくは0.6以下である。

【0025】

Smを含有する($Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r$)₃Al₅O₁₂蛍光体は、Gdの含有量の増加に関わらず温度特性の低下が少ない。このようにSmを含有させることにより、高温におけるフォトルミネセンス蛍光体の発光輝度は大幅に改善される。その改善される程度はGdの含有量が高くなるほど大きくなる。すなわち、Gdを増加してフォトルミネセンス蛍光体の発光色調に赤みを付与した組成ほどSmの含有による温度特性改善に効果的であることが分かった。(なお、ここでの温度特性とは、450nmの青色光による常温(25°C)における励起発光輝度に対する、同蛍光体の高温(200°C)における発光輝度の相対値(%)で表している。)

【0026】

Smの含有量は $0.0003 \leq r \leq 0.08$ の範囲で温度特性が60%以上となり好ましい。この範囲よりrが小さいと、温度特性改良の効果が小さくなる。また、この範囲よりrが大きくなると温度特性は逆に低下してくる。 $0.0007 \leq r \leq 0.02$ の範囲では温度特性は80%以上となり最も好ましい。

【0027】

Ceは $0.003 \leq q \leq 0.2$ の範囲で相対発光輝度が70%以上となる。qが0.003以下では、Ceによるフォトルミネセンスの励起発光中心の数が減少することで輝度低下し、逆に、0.2より大きくなると濃度消光が生ずる。

【0028】

本願発明の発光ダイオードにおいてこのようなフォトルミネセンス蛍光体は、2種類以上の $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ フォトルミネセンス蛍光体を混合させてもよい。即ち、A1、Ga、Y及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ フォトルミネセンス蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。これに、カラーフィルターを用いることによりフルカラー液晶表示装置用としても利用できる。

【0029】

(LEDチップ102、202、702)

本願発明に用いられるLEDチップとは、 $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体を効率良く励起できる窒化物系化合物半導体が挙げられる。発光素子であるLEDチップは、MOCVD法等により基板上にInGaN等の半導体を発光層として形成させる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0030】

窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にGaN、AlN等のバッファ層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーブしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーブさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーブしただけではP型化しにくいいためP型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射

やプラズマ照射等によりアニールすることでP型化させることが好ましい。エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。

【0031】

次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細かいスクライブライン（経線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップを形成させることができる。

【0032】

本願発明の発光ダイオードにおいて白色系を発光させる場合は、フォトルミネセンス蛍光体との補色関係や樹脂劣化等を考慮して発光素子の発光波長は400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップとフォトルミネセンス蛍光体との効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下がさらに好ましい。本願発明の白色系発光ダイオードの発光スペクトルを図3に示す。450nm付近にピークを持つ発光がLEDチップからの発光であり、570nm付近にピークを持つ発光がLEDチップによって励起されたフォトルミネセンスの発光である。

【0033】

（導電性ワイヤー103、203）

導電性ワイヤー103、203としては、LEDチップ102、202の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以

下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0034】

(マウント・リード105)

マウント・リード105としては、LEDチップ102を配置させるものであり、ダイボンド機器などで積載するのに十分な大きさがあれば良い。また、LEDチップを複数設置しマウント・リードをLEDチップの共通電極として利用する場合においては、十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性が求められる。また、マウント・リード上のカップ内にLEDチップを配置すると共に蛍光体を内部に充填させる場合は、近接して配置させた別の発光ダイオードからの光により疑似点灯することを防止することができる。

【0035】

LEDチップ102とマウント・リード105のカップとの接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどによりマウント・リードと接着させると共に電氣的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。さらに、発光ダイオードの光利用効率を向上させるためにLEDチップが配置されるマウント・リードの表面を鏡面状とし、表面に反射機能を持たせても良い。この場合の表面粗さは、0.1S以上0.8S以下が好ましい。また、マウント・リードの具体的な電気抵抗としては $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。また、マウント・リード上に複数のLEDチップを積置する場合は、LEDチップからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{cal/cm}^2\text{/cm/}^\circ\text{C}$ 以上が好ましくより好ましくは $0.5\text{cal/cm}^2\text{/cm/}^\circ\text{C}$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙

げられる。

【0036】

(インナー・リード106)

インナー・リード106としては、マウント・リード105上に配置されたLEDチップ102と接続された導電性ワイヤー103との接続を図るものである。マウント・リード上に複数のLEDチップを設けた場合は、各導電性ワイヤー同士が接触しないよう配置できる構成とする必要がある。具体的には、マウント・リードから離れるに従って、インナー・リードのワイヤーボンディングさせる端面の面積を大きくすることなどによってマウント・リードからより離れたインナー・リードと接続させる導電性ワイヤーの接触を防ぐことができる。導電性ワイヤーとの接続端面の粗さは、密着性を考慮して1.6S以上10S以下が好ましい。インナー・リードの先端部を種々の形状に形成させるためには、あらかじめリードフレームの形状を型枠で決めて打ち抜き形成させてもよく、或いは全てのインナー・リードを形成させた後にインナー・リード上部の一部を削ることによって形成させても良い。さらには、インナー・リードを打ち抜き形成後、端面方向から加圧することにより所望の端面の面積と端面高さを同時に形成させることもできる。

【0037】

インナー・リードは、導電性ワイヤーであるボンディングワイヤー等との接続性及び電気伝導性が良いことが求められる。具体的な電気抵抗としては、 $300\ \mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3\ \mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅及び銅、金、銀をメッキしたアルミニウム、鉄、銅等が挙げられる。

【0038】

(コーティング部101)

本願発明に用いられるコーティング部101とは、モールド部材104とは別にマウント・リードのカップに設けられるものでありLEDチップの発光を変換するフォトルミネセンス蛍光体が含有されるものである。コーティング部の具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた

透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、フォトルミネセンス蛍光体と共に拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。

【0039】

(モールド部材104)

モールド部材104は、発光ダイオードの使用用途に応じてLEDチップ102、導電性ワイヤー103、フォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部101などを外部から保護するために設けることができる。モールド部材は、一般には樹脂を用いて形成させることができる。また、フォトルミネセンス蛍光体を含有させることによって視野角を増やすことができるが、樹脂モールドに拡散剤を含有させることによってLEDチップ102からの指向性を緩和させ視野角をさらに増やすことができる。更にまた、モールド部材104を所望の形状にすることによってLEDチップからの発光を集束させたり拡散させたりするレンズ効果を持たせることができる。従って、モールド部材104は複数積層した構造でもよい。具体的には、凸レンズ形状、凹レンズ形状さらには、発光観測面から見て楕円形状やそれらを複数組み合わせさせた物である。モールド部材104の具体的な材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。さらに、拡散剤に加えてモールド部材中にもフォトルミネセンス蛍光体を含有させることもできる。したがって、フォトルミネセンス蛍光体はモールド部材中に含有させてもそれ以外のコーティング部などに含有させて用いてもよい。また、コーティング部をフォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂、モールド部材を硝子などとした異なる部材を用いて形成させても良い。この場合、生産性良くより水分などの影響が少ない発光ダイオードとすることができる。また、屈折率を考慮してモールド部材とコーティング部とを同じ部材を用いて形成させても良い。

【0040】

(表示装置)

本願発明の発光ダイオードをLED表示器に利用した場合、RGBをそれぞれ発光する発光ダイオードの組み合わせだけによるLED表示器よりも、より高精細に白色系表示させることができる。すなわち、各発光ダイオードを組み合わせ、白色系などを混色表示させるためにはRGBの各発光ダイオードをそれぞれ同時に発光せざるを得ない。そのため赤色系、緑色系、青色系のそれぞれ単色表示した場合に比べて一画素あたりの表示が大きくなる。したがって、白色系の表示の場合においてはRGB単色表示と比較して高精細に表示させることができない。また、白色系の表示は各発光ダイオードを調節して表示させるため各半導体の温度特性などを考慮し種々調整しなければならない。さらに、混色による表示であるが故にLED表示器の視認する方向や角度によって、RGBの発光ダイオードが部分的に遮光され表示色が変わる場合もある。本願発明の発光ダイオードをRGBの発光ダイオードに加えて利用することにより、より高精細化が可能となると共に白色系の発光が安定し色むらをなくすこともできる。また、RGBの各発光ダイオードともに発光させることにより輝度を向上させることもできる。

【0041】

本願発明の発光ダイオードを用いて表示装置の1つとして、RGBの各発光ダイオードに加えて白色系発光ダイオードを1画素として利用し、標識やマトリクス状など任意の形状に配置させたLED表示器の概略構成を示す。LED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM (Random Access Memory) と、RAMに記憶されるデータから各発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、各発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備える。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータから発光ダイオードの点灯時間を演算してパルス信号を出力する。ここで、白色系の表示を行う場合は、RGB各発光ダイオードのパルス信号を短くする、パルス高を低くする或いは全く点灯させない。他方、それを補償するように白色系発光ダイオードにパルス信号を出力する。これにより、LED表示器の白色を表示する。

【0042】

したがって、白色系発光ダイオードを所望の輝度で点灯させるためのパルス信号を演算する階調制御回路としてCPUを別途備えることが好ましい。階調制御回路から出力されるパルス信号は、白色系発光ダイオードのドライバーに入力されてドライバをスイッチングさせる。ドライバーがオンになると白色系発光ダイオードが点灯され、オフになると消灯される。

【0043】

また、本願発明の発光ダイオードを用いた別のLED表示器を示す。本願発明の白色系発光ダイオードのみを用い白黒用のLED表示装置とすることもできる。白黒用のLED表示器は、本願発明の発光ダイオード501のみをマトリックス状などに配置し構成することができる。RGBのそれぞれの駆動回路の代わりに白色発光可能な本願発明の発光ダイオード用駆動回路のみとしてLED表示器を構成させることができる。LED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM (Random Access Memory) と、RAMに記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備える。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータから発光ダイオードの点灯時間を演算してパルス信号を出力する。

【0044】

したがって、白黒用のLED表示器はRGBのフルカラー表示器と異なり当然回路構成を簡略化できると共に高精細化できる。そのため、安価にRGBの発光ダイオードの特性に伴う色むらなどのないディスプレイとすることができるものである。また、従来の赤色、緑色のみを用いたLED表示器に比べ人間の目に対する刺激が少なく長時間の使用に適している。

【0045】

(信号機)

本願発明の発光ダイオードを表示装置の1種である信号機として利用した場合、長時間安定して発光させることが可能であると共に発光ダイオードの一部が消灯しても色むらなどが生じないという特徴がある。本願発明の発光ダイオードを用いた信号機の概略構成として、導電性パターンが形成された基板上に白色系発光ダイオードを配置させる。このような発光ダイオードを直列又は直並列に接続された発光ダイオードの回路を発光ダイオード群として扱う。発光ダイオード群を2つ以上用いそれぞれ渦巻き状に発光ダイオードを配置させる。全ての発光ダイオードが配置されると円状に全面に配置される。各発光ダイオード及び基板から外部電力と接続させる電源コードをそれぞれ、ハンダにより接続させた後、鉄道用信号用の筐体内に固定させる。LED表示器は、遮光部材が付いたアルミダイキャストの筐体内に配置され表面にシリコンゴムの充填材で封止されている。筐体の表示面は、白色レンズを設けてある。また、LED表示器の電気的配線は、筐体の裏面からゴムパッキンを通し筐体内を密閉する。これにより白色系信号機を形成することができる。本願発明の発光ダイオードを、複数の群に分け中心部から外側に向け輪を描く渦巻き状などに配置し、並列接続させることでより信頼性が高い信号機とさせることができる。中心部から外側に向け輪を描くとは連続的に輪を描くものも断続的に配置するものをも含む。したがって、LED表示器の表示面積などにより配置される発光ダイオードの数や発光ダイオード群の数を種々選択することができる。この信号機により、一方の発光ダイオード群や一部の発光ダイオードが何らかのトラブルにより消灯したとしても他方の発光ダイオード群や残った発光ダイオードにより信号機を円形状に均一に発光させることが可能となるものである。また、色ずれが生ずることもない。渦巻き状に配置してあることから中心部を密に配置することができ電球発光の信号と何ら違和感なく駆動させることができる。

【0046】

(面状発光光源)

本願発明の発光ダイオードを用いて図7の如く面状発光光源を構成することができる。面状発光光源の場合、フォトルミネセンス蛍光体をコーティング部や導光板上の散乱シート706に含有させる。或いはバインダー樹脂と共に散乱シ-

ト706に塗布などさせシート状701に形成しモールド部材を省略しても良い。具体的には、絶縁層及び導電性パターンが形成されたコの字形の金属基板703内にLEDチップ702を固定する。LEDチップと導電性パターンとの電氣的導通を取った後、フォトルミネセンス蛍光体をエポキシ樹脂と混合攪拌しLEDチップ702が積載された基板703上に充填させ発光ダイオードを形成させる。こうして形成された発光ダイオードは、アクリル性導光板704の端面にエポキシ樹脂などで固定される。導光板704の一方の主面上には、蛍現象防止のため白色散乱剤が含有されたフィルム状の反射部材707を配置させてある。同様に、導光板の裏面側全面や発光ダイオードが配置されていない端面上にも反射部材705を設け発光光率を向上させてある。これにより、LCDのバックライトとして十分な明るさを得られる面状発光光源とすることができる。液晶表示装置として利用する場合は、導光板704の主面上に不示図の透光性導電性パターンが形成された硝子基板間に注入された液晶装置を介して配された偏光板により構成させることができる。以下、本願発明の実施例について説明するが、本願発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0047】

【実施例】

(実施例1)

発光素子として発光ピークが450nmのGaInN半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG（トリメチルガリウム）ガス、TMA（トリメチルアルミニウム）ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH₄とCp₂Mgと、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させた。（なお、P型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。）

【0048】

エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブ

ラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。

【0049】

銀メッキした銅製リードフレームの先端にカップを有するマウント・リードにLEDチップをエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電氣的導通を取った。

【0050】

一方、フォトルミネセンス蛍光体は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムと混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400°Cの温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0051】

形成された $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12} : Ce$ 蛍光体80重量部、エポキシ樹脂100重量部をよく混合してスリラーとさせた。このスリラーをLEDチップが配置されたマウント・リード上のカップ内に注入させた。注入後、フォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂を130°C1時間で硬化させた。こうしてLEDチップ上に厚さ120 μ のフォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部が形成された。なお、コーティング部には、LEDチップに向かってフォトルミネセンス蛍光体が徐々に多くしてある。その後、さらにLEDチップやフォトルミネセンス蛍光体を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中にフォトルミネセンス蛍光体のコーティング部が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150°C5時間にて硬化させた。こうして形成された発光ダイオードは、発光観測正面から視認するとフォトルミネセンス蛍光体のボディカラーにより中央部が黄色っぽく着色していた。

【0052】

こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点 ($x=0.302$ 、 $y=0.280$)、色温度 8080K 、 R_a (演色性指数) = 87.5 と三波長型蛍光灯に近い性能を示した。また、発光光率は 9.51lm/w と白色電球並であった。さらに寿命試験として温度 25°C 60mA 通電、温度 25°C 20mA 通電、温度 60°C 90% RH 下で 20mA 通電の各試験においても蛍光体に起因する変化は観測されず通常の青色発光ダイオードと寿命特性に差がないことが確認できた。

【0053】

(比較例1)

フォトルミネセンス蛍光体を $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12}:Ce$ から $(ZnCd)S:Cu, Al$ とした以外は、実施例1と同様にして発光ダイオードの形成及び寿命試験を行った。形成された発光ダイオードは通電直後、実施例1と同様白色系の発光が確信されたが輝度が低かった。また、寿命試験においては、約 100 時間で出力がゼロになった。劣化原因を解析した結果、蛍光体が黒化していた。

【0054】

これは、発光素子の発光光と蛍光体に付着していた水分或いは外部環境から進入した水分により光分解し蛍光体結晶表面にコロイド状亜鉛金属を析出し外観が黒色に変色したものと考えられる。温度 25°C 20mA 通電、温度 60°C 90% RH 下で 20mA 通電の寿命試験結果を実施例1と共に図8に示す。輝度は初期値を基準にしそれぞれの相対値を示す。また、実線が実施例1であり波線が比較例1を示す。

【0055】

(実施例2)

LEDチップの窒化物系化合物半導体を実施例1よりも In の含有量を増やし発光ピークを 460nm とした。同様にフォトルミネセンス蛍光体として実施例1よりも Gd の含有量を増やし $(Y_{0.6}Gd_{0.4})_3Al_5O_{12}:Ce$ とした以外は実施例1と同様にして発光ダイオードを 100 個形成し寿命試験を行った。

【0056】

こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点 ($x=0.375$ 、 $y=0.370$)、色温度4400K、Ra (演色性指数) = 86.0であった。さらに寿命試験においては、形成させた発光ダイオード100個平均で行った。寿命試験前の光度を100%とし1000時間経過後における平均光度を調べた。寿命試験後も98.8%であり特性に差がないことが確認できた。

【0057】

(実施例3)

フォトルミネセンス蛍光体をY、Gd、Ceの希土類元素に加えSmを含有させ ($Y_{0.39}Gd_{0.57}Ce_{0.03}Sm_{0.01}$) $3Al_5O_{12}$ 蛍光体とした以外は、実施例1と同様にして発光ダイオードを100個形成した。この発光ダイオードを130℃の高温下において点灯させても実施例1の発光ダイオードと比較して平均温度特性が8%ほど良好であった。

【0058】

(実施例4)

本願発明の発光ダイオードを図5の如くLED表示器の1つであるディスプレイに利用した。実施例1と同様にして形成させた発光ダイオードを銅パターンを形成させたセラミックス基板の上に、16×16のマトリックス状に配置させた。基板と発光ダイオードとは自動ハンダ実装装置を用いてハンダ付けを行った。次にフェノール樹脂によって形成された筐体504内部に配置し固定させた。遮光部材505は、筐体と一体成形させてある。発光ダイオードの先端部を除いて筐体、発光ダイオード、基板及び遮光部材の一部をピグメントにより黒色に着色したシリコンゴム406によって充填させた。その後、常温、72時間でシリコンゴムを硬化させLED表示器を形成させた。このLED表示器と、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM (Random Access Memory) 及びRAMに記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と階調制御回路の出力信号でスイッチングされて発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備えたCPUの駆動手段と、を電氣的に接続させてLED表示装置を構成した。LED表示器を駆動

させ白黒LED表示装置として駆動できることを確認した。

【0059】

【発明の効果】

本願発明の構成とすることにより高出力の窒化物系化合物半導体の発光素子と、 $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体と、を利用した発光ダイオードとすることにより長時間高輝度時の使用においても発光効率が高い発光ダイオードとすることができる。さらに、信頼性や省電力化、小型化さらには色温度の可変性など車載や航空産業、一般電気機器に表示の他に照明として新たな用途を開くことができる。また、白色は人間の目で長時間視認する場合には刺激が少なく目に優しい発光ダイオードとすることができる。

【0060】

特に、本願発明の請求項1に記載の構成とすることにより高輝度、長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少ない白色系が発光可能な発光ダイオードなど種々の発光ダイオードとすることができる。また、樹脂劣化に伴う輝度の低下も抑制させることができる。

【0061】

本願発明の請求項2の構成とすることにより、高輝度、長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少ない発光ダイオードなど種々の発光ダイオードとすることができることに加えて、発光ダイオードを複数近接して配置した場合においても他方の発光ダイオードからの光により蛍光体が励起され疑似点灯されることを防止させることができる。また、LEDチップ自体の発光むらを蛍光体により分散することができるためより均一な発光光を有する発光ダイオードとすることができる。

【0062】

本願発明の請求項3の構成とすることにより、より温度依存性の少ない発光ダイオードとすることができる。

【0063】

本願発明の請求項4の構成とすることにより、比較的安価で高精細なLED表示装置や視認角度によって色むらの少ないLED表示装置とすることができる。

【0064】

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本願発明の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図2】

図2は、本願発明の他の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図3】

図3は、本願発明の発光ダイオードの発光スペクトルの一例を示した図である。
。

【図4】

図4（A）は、本願発明に使用されるフォトルミネセンス蛍光体の吸収スペクトルの一例を示し、図4（B）は、本願発明に使用されるフォトルミネセンス蛍光体の発光スペクトルの一例を示した図である。

【図5】

図5は、本願発明の発光ダイオードを用いたLED表示装置の模式図である。

【図6】

図6は、図5に用いられるLED表示装置のブロック図である。

【図7】

図7は、本願発明の発光ダイオードを用いた別のLED表示装置の模式図である。

【図8】

図8（A）は、本願発明の実施例1と比較のために示した比較例1の発光ダイオードとの温度25℃20mA通電における寿命試験を示し、図8（B）は、本願発明の実施例1と比較のために示した比較例1の発光ダイオードとの温度60℃90%RH下で20mA通電における寿命試験を示したグラフである。

【符号の説明】

101、701・・・フォトルミネセンスが含有されたコーティング部

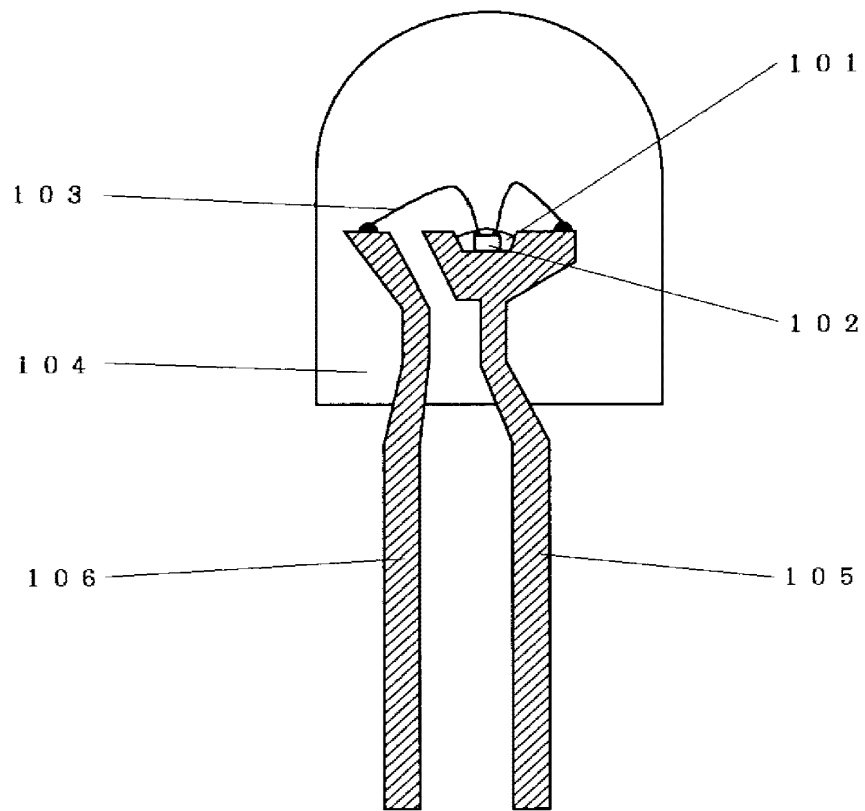
102、202、702・・・LEDチップ

103、203・・・導電性ワイヤー

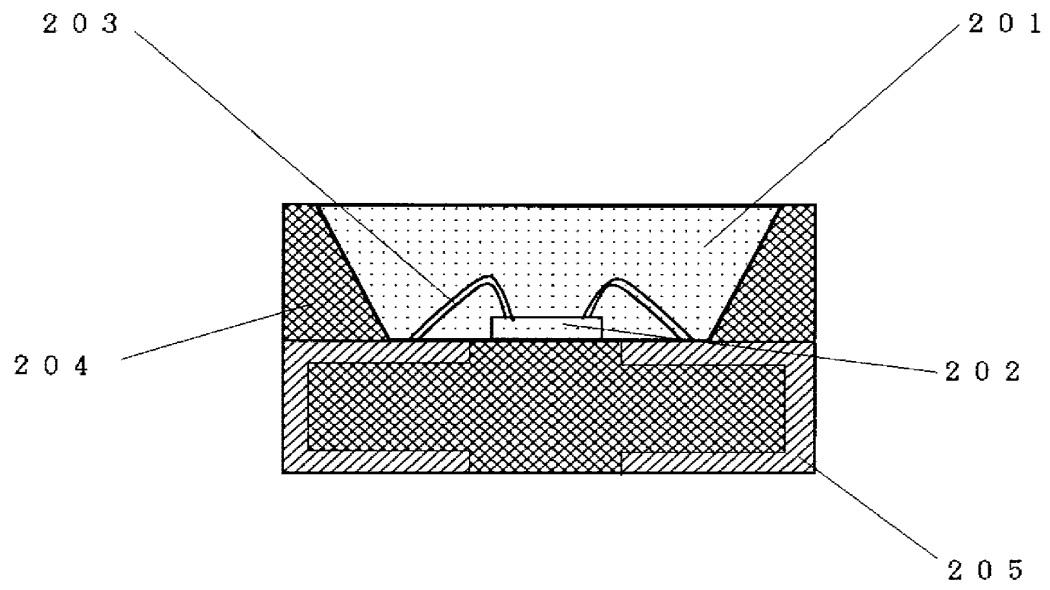
104・・・モールド部材
105・・・マウント・リード
106・・・インナー・リード
201・・・フォトルミネセンスが含有されたモールド部材
204・・・筐体
205・・・筐体に設けられた電極
501・・・発光ダイオード
504・・・筐体
505・・・遮光部材
506・・・充填材
703・・・金属製基板
704・・・導光板
705、707・・・反射部材
706・・・散乱シート

【書類名】 図面

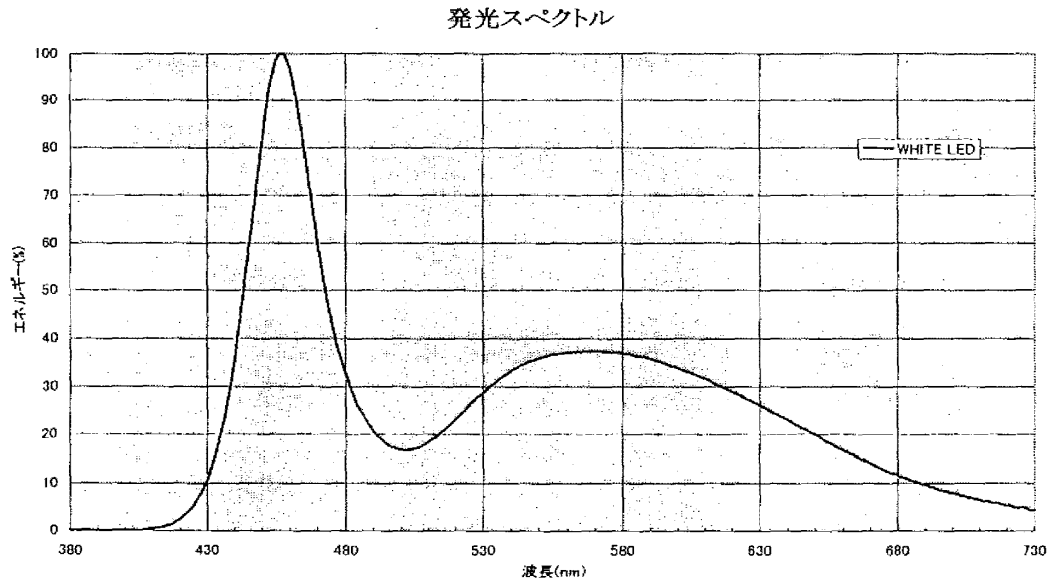
【図1】



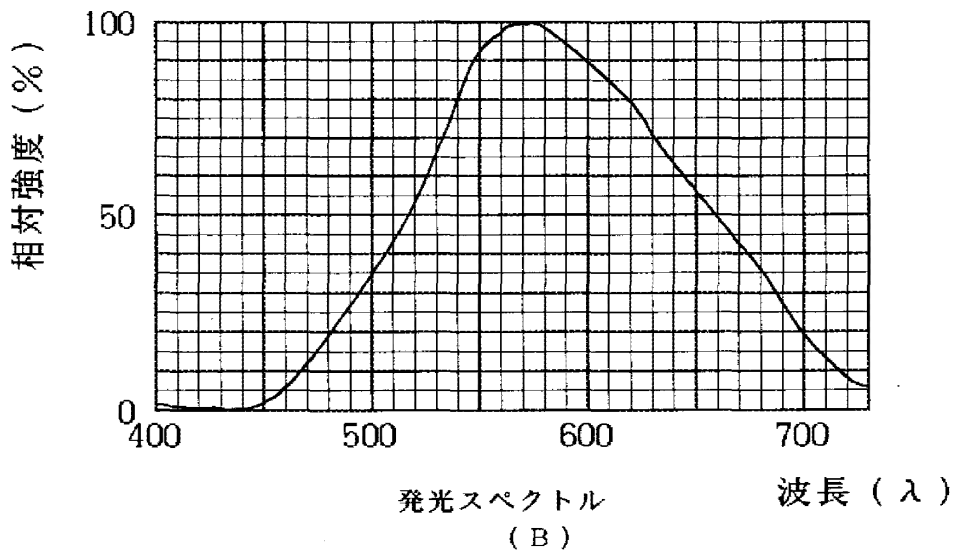
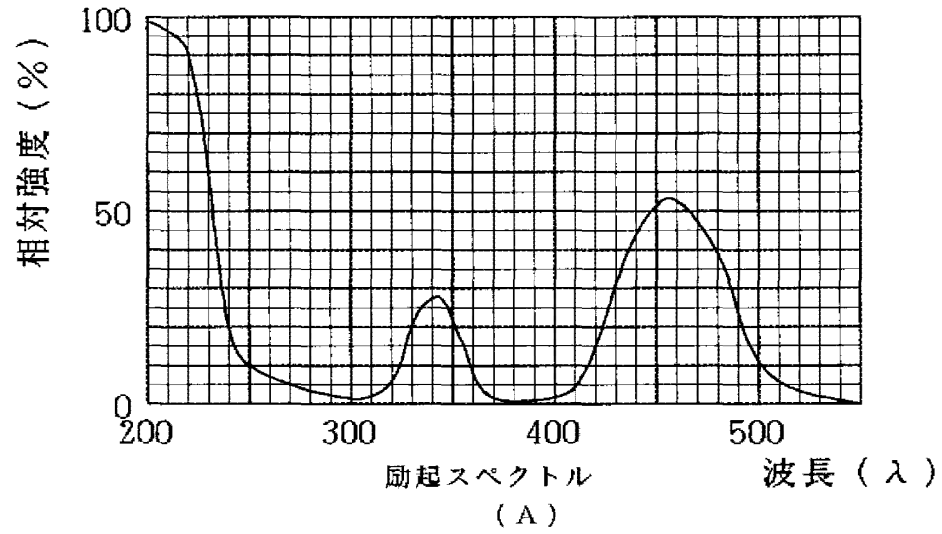
【図2】



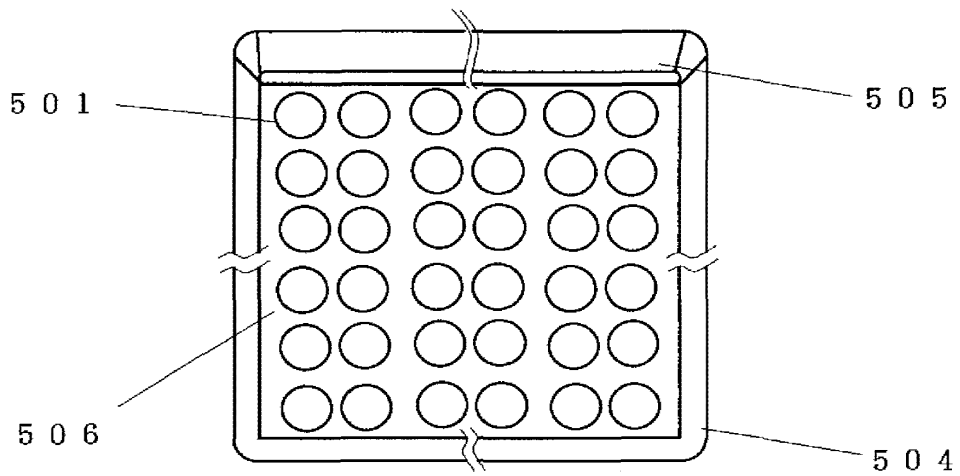
【図3】



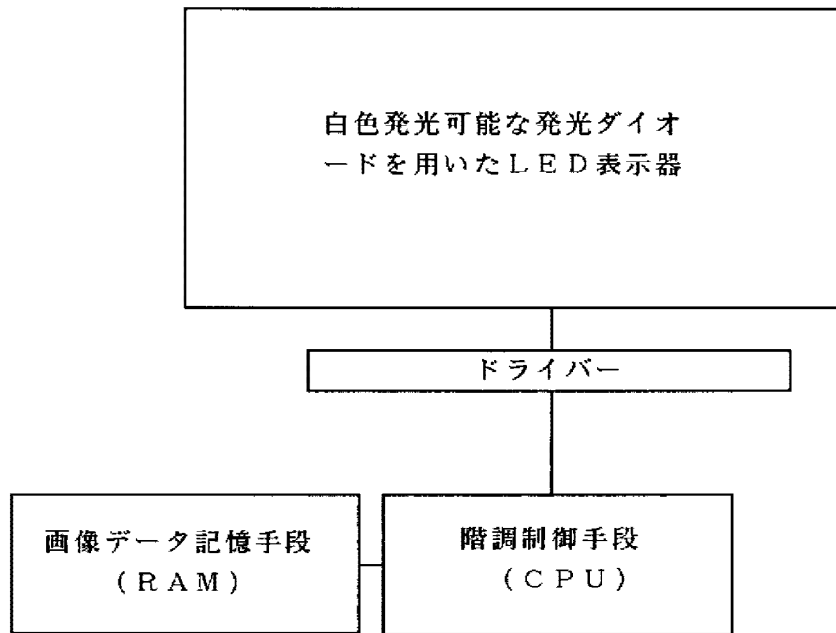
【図4】



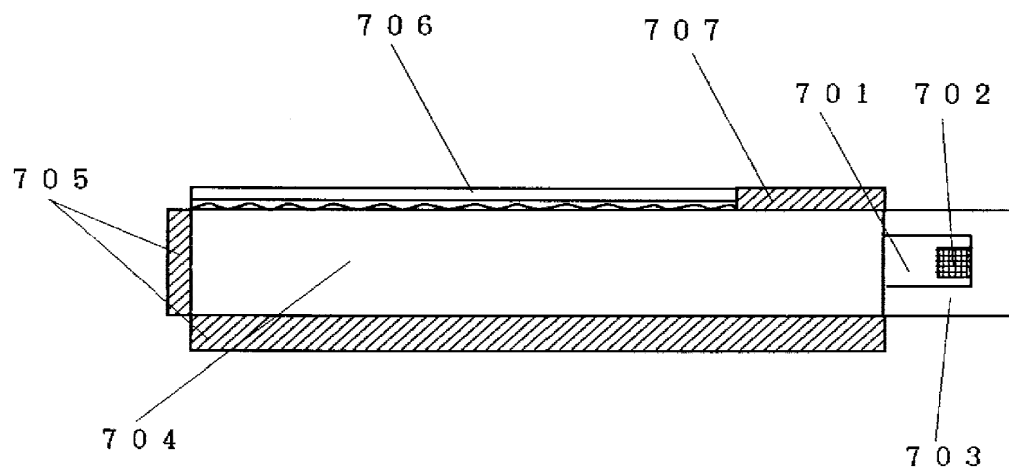
【図5】



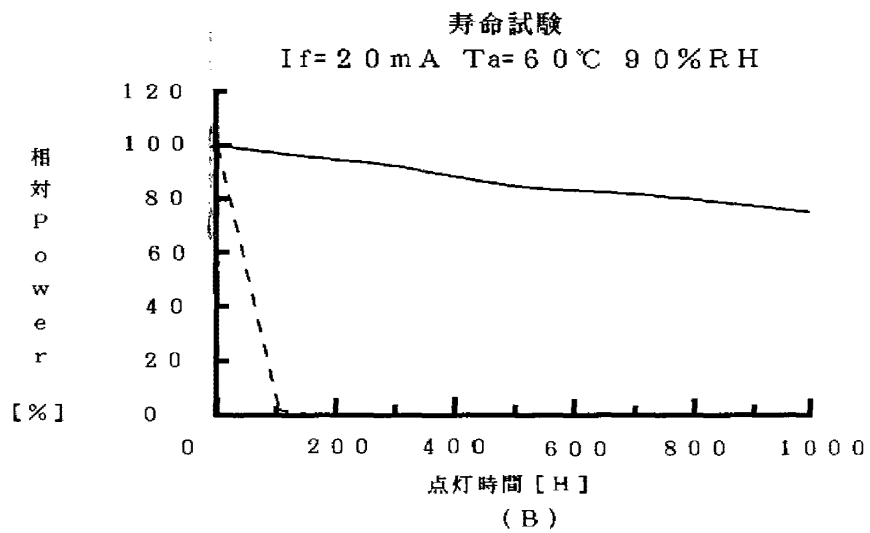
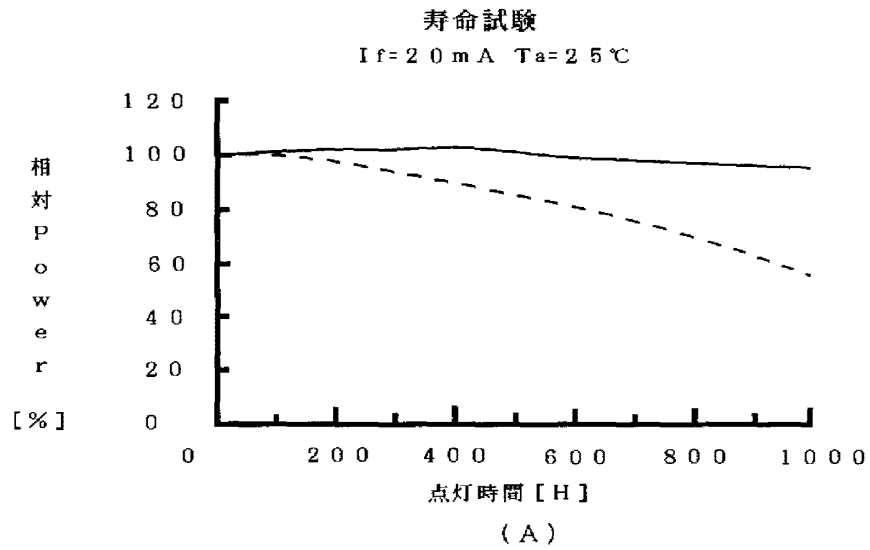
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【課題】

本願発明は、LEDチップからの発光を変換して発光させるフォトルミネセンス蛍光体を有し使用環境によらず高輝度、高効率に発光可能な発光ダイオード及びそれを用いた表示装置に関する。

【解決手段】

本願発明は、発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップの発光スペクトルの主ピークが400nmから530nm内の発光波長を有すると共に、前記フォトルミネセンス蛍光体が $RE_3(A1, Ga)_5O_{12}:Ce$ である発光ダイオード。但し、REは、Y, Ga, Smから選択される少なくとも一種である。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】 申請人
【識別番号】 000226057
【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡491番地100
【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

出願人履歴

000226057

19900818

新規登録

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社

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
Date of Application: 1 9 9 6 年 1 2 月 2 7 日

出 願 番 号
Application Number: 平成 8 年特許願第 3 5 9 0 0 4 号

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

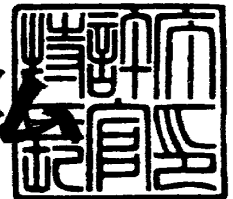
J P 1 9 9 6 - 3 5 9 0 0 4

出 願 人
Applicant(s): 日亜化学工業株式会社

2009年10月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

細野 哲弘



【書類名】 特許願

【整理番号】 P6270

【提出日】 平成 8年12月27日

【あて先】 特許庁長官 荒井 寿光 殿

【国際特許分類】

H01L 33/00

【発明の名称】 発光ダイオード及びそれを用いた表示装置

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 清水 義則

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 阪野 顕正

【特許出願人】

【識別番号】 000226057

【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【代表者】 小川 英治

【代理人】

【識別番号】 100074354

【弁理士】

【氏名又は名称】 豊栖 康弘

【電話番号】 0886-64-2277

【先の出願に基づく優先権の主張】

【出願番号】 平成 8年特許願第198585号

【出願日】 平成 8年 7月29日

【先の出願に基づく優先権の主張】

【出願番号】平成 8年特許願第245381号

【出願日】平成 8年 9月18日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015141

【納付金額】 21,000

【提出物件の目録】

【物件名】明細書 1

【物件名】図面 1

【物件名】要約書 1

【包括委任状番号】 9007362

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光ダイオード及びそれを用いた表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 LEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体とを有する発光ダイオードにおいて、

前記LEDチップが窒化物系化合物半導体で、前記フォトルミネセンス蛍光体がセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体であることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 前記窒化物系化合物半導体であるLEDチップの発光スペクトルの主ピークが400nmから530nm内の発光波長を有する請求項1に記載される発光ダイオード。

【請求項3】 LEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体とを有する発光ダイオードにおいて、

前記LEDチップが窒化ガリウム系化合物半導体で、前記フォトルミネセンス蛍光体が $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ 蛍光体であることを特徴とする発光ダイオード。

ただし、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gdから選択される少なくとも一種である。

【請求項4】 前記窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップの発光スペクトルの主ピークが400nmから530nm内の発光波長を有する請求項3に記載される発光ダイオード。

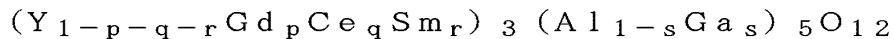
【請求項5】 マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電気的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、

前記LEDチップが窒化ガリウム系化合物半導体であり、かつ前記コーティン

グ部材が $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ 蛍光体を有する透光性樹脂であることを特徴とする発光ダイオード。

ただし、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gdから選択される少なくとも一種である。

【請求項6】 前記フォトルミネセンス蛍光体の組成が次の一般式で示されることを特徴とする請求項1、請求項3又は請求項5記載の発光ダイオード。



ただし、 $0 \leq p \leq 0.8$

$$0.003 \leq q \leq 0.2$$
$$0.0003 \leq r \leq 0.08$$
$$0 \leq s \leq 1$$

【請求項7】 請求項5記載の発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と電気的に接続させた駆動回路と、を有するLED表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本願発明は、LEDディスプレイ、バックライト光源、信号機、照光式スイッチ及び各種インジケータなどに利用される発光ダイオードに係わり、特に発光素子であるLEDチップからの発光を変換して発光させるフォトルミネセンス蛍光体を有し使用環境によらず高輝度、高効率な発光装置である発光ダイオード及びそれを用いた表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

発光ダイオード（以下、LEDともいう）は、小型で効率が良く鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れなどの心配がない。初期駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特長を有する。そのため各種インジケータや種々の光源として利用されている。最近、超高輝度高効率な発光ダイオードとしてRGB（赤、緑、青色）などの発光ダイオードがそれぞれ

開発された。これに伴いRGBの三原色を利用したLEDディスプレイが省電力、長寿命、軽量などの特長を生かして飛躍的に発展を遂げつつある。

【0003】

発光ダイオードは使用される発光層の半導体材料、形成条件などによって紫外から赤外まで種々の発光波長を放出させることが可能である。また、優れた単色性ピーク波長を有する。

【0004】

しかしながら、発光ダイオードは優れた単色性ピーク波長を有するが故に白色系発光光源などとさせるためには、RGBなどが発光可能な各LEDチップをそれぞれ近接して発光させ拡散混色させる必要がある。このような発光ダイオードは、種々の色を自由に発光させる発光装置としては有効であるが、白色系などの色のみを発光させる場合においても赤色系、緑色系及び青色系の発光ダイオード、あるいは青緑色系及び黄色系の発光ダイオードをそれぞれ使用せざるを得ない。LEDチップは、半導体であり色調や輝度のバラツキもまだ相当ある。また、半導体発光素子であるLEDチップがそれぞれ異なる材料を用いて形成されている場合、各LEDチップの駆動電力などが異なり個々に電源を確保する必要がある。そのため、各半導体ごとに電流などを調節して白色系を発光させなければならない。同様に、半導体発光素子であるため個々の温度特性の差や経時変化が異なり、色調が種々変化してしまう。さらに、LEDチップからの発光を均一に混色させなければ色むらを生ずる場合がある。

【0005】

そこで、本出願人は先にLEDチップの発光色を蛍光体で色変換させた発光ダイオードとして特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報などに記載された発光ダイオードを開発した。これらの発光ダイオードによって、1種類のLEDチップを用いて白色系など他の発光色を発光させることができる。

【0006】

具体的には、発光層のエネルギーバンドギャップが大きいLEDチップをリードフレームの先端に設けられたカップ上などに配置する。LEDチップは、LE

Dチップが設けられたメタルステムやメタルポストとそれぞれ電氣的に接続させる。そして、LEDチップを被覆する樹脂モールド部材中などにLEDチップからの光を吸収し波長変換する蛍光体を含有させて形成させてある。

【0007】

LEDチップからの発光を波長変換した発光ダイオードとして、青色系の発光ダイオードの発光と、その発光を吸収し黄色系を発光する蛍光体からの発光との混色により白色系が発光可能な発光ダイオードなどとすることができる。これらの発光ダイオードは、白色系を発光する発光ダイオードとして利用した場合においても十分な輝度を発光する発光ダイオードとすることができる。

【0008】

【発明が解決する課題】

発光ダイオードによって励起される蛍光体は、蛍光染料、蛍光顔料さらには有機、無機化合物などから様々なものが挙げられる。また、蛍光体は、発光素子からの発光波長を波長の短いものから長い波長へと変換する、あるいは発光素子からの発光波長を波長の長いものから短い波長へと変換するものがある。

【0009】

しかしながら、波長の長いものから短い波長へと変換する場合、変換効率が極めて悪く実用に向かない。また、LEDチップ周辺に近接して配置された蛍光体は、太陽光よりも約30倍から40倍にも及ぶ強照射強度の光線にさらされる。特に、発光素子であるLEDチップを高エネルギーバンドギャップを有する半導体を用い蛍光体の変換効率向上や蛍光体の使用量を減らした場合においては、LEDチップから発光した光が可視光域にあるといっても光エネルギーが必然的に高くなる。この場合、発光強度を更に高め長期にわたって使用すると、蛍光体自体が劣化しやすい。蛍光体が劣化すると色調がずれる、あるいは蛍光体が黒ずみ光の外部取り出し効率が低下する場合がある。同様にLEDチップの近傍に設けられた蛍光体は、LEDチップの昇温や外部環境からの加熱など高温にもさらされる。さらに、発光ダイオードは、一般的に樹脂モールドに被覆されてはいるものの外部環境からの水分の進入などを完全に防ぐことや製造時に付着した水分を完全に除去することはできない。蛍光体によっては、このような水分が発光素子

からの高エネルギー光や熱によって蛍光体物質の劣化を促進する場合もある。また、イオン性の有機染料に至ってはチップ近傍では直流電界により電気泳動を起こし、色調が変化する可能性がある。したがって、本願発明は上記課題を解決し、より高輝度、長時間の使用環境下においても発光光率の低下や色ずれの極めて少ない発光ダイオードを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本願発明の請求項1の発光ダイオードは、LEDチップと、このLEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体とを有する。LEDチップは、窒化物系化合物半導体で、フォトルミネセンス蛍光体は、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体である。

【0011】

また、本発明の請求項3の発光ダイオードは、LEDチップを窒化ガリウム系化合物半導体とし、フォトルミネセンス蛍光体を、 $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ 蛍光体とする。ただし、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gdから選択される少なくとも一種である。

【0012】

さらにまた、本発明の請求項2と請求項4に記載する発光ダイオードは、窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップの発光スペクトルの主ピークを、400nmから530nm内の発光波長とする。

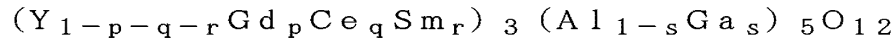
【0013】

また、本発明の請求項5の発光ダイオードは、マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材とを有する。この発光ダイオードは、前記LEDチップを窒化ガリウム系化合物半導体とし、かつ前記コーティング部材に、 $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ 蛍光体

を含む透光性樹脂を使用する。ただし、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gdから選択される少なくとも一種である。

【0014】

さらに、本発明の請求項6に記載する発光ダイオードは、前記フォトルミネセンス蛍光体を、次の組成のものとする。



ただし、 $0 \leq p \leq 0.8$

$0.003 \leq q \leq 0.2$

$0.0003 \leq r \leq 0.08$

$0 \leq s \leq 1$

【0015】

また、請求項7記載の表示装置は、前記請求項5に記載する発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と電気的に接続させた駆動回路と、を有する。

【0016】

【発明の実施の形態】

本願発明者は、種々の実験の結果、可視光域における光エネルギーが比較的高いLEDチップからの発光光をフォトルミネセンス蛍光体によって色変換させる発光ダイオードにおいて、特定の半導体及び蛍光体を選択することにより高輝度、長時間の使用時における光効率低下や色ずれを防止できることを見出し本願発明を成すに至った。

【0017】

すなわち、発光ダイオードに用いられるフォトルミネセンス蛍光体としては、

1. 耐光性に優れていることが要求される。特に、半導体発光素子などの微小領域から強放射されるために太陽光の約30倍から40倍にもおよぶ強照射強度にも十分耐える必要がある。
2. 発光素子との混色を利用するため紫外線ではなく青色系発光で効率よく発光すること。
3. 混色を考慮して緑色系から赤色系の光が発光可能なこと。

4. 発光素子近傍に配置されるため温度特性が良好であること。
5. 色調が組成比あるいは複数の蛍光体の混合比で連続的に変えられること。
6. 発光ダイオードの利用環境に応じて耐候性があることなどの特長を有することが求められる。

【0018】

これらの条件を満たすものとして本願発明の発光ダイオードは、発光層に高エネルギーバンドギャップを有する窒化ガリウム系化合物半導体素子と、フォトルミネセンス蛍光体であるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガネット系蛍光体とを組み合わせる。これにより発光素子から放出された可視光域における高エネルギー光を長時間その近傍で高輝度に照射した場合であっても発光色の色ずれや発光輝度の低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができるものである。

【0019】

具体的な発光ダイオードの一例を図1に示し、さらに、チップタイプLEDの断面図を図2に示す。チップタイプLEDの筐体204内に窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップ202をエポキシ樹脂などを用いて固定させてある。導電性ワイヤー203として金線をLEDチップ202の各電極と筐体に設けられた各電極205とにそれぞれ電気的に接続させてある。 $(RE_{1-x}Sm_x)_3(AlyGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ 蛍光体をエポキシ樹脂中に混合分散させたものをLEDチップ、導電性ワイヤーなどを外部応力などから保護するモールド部材201として均一に硬化形成させる。このような発光ダイオードに電力を供給させることによってLEDチップ202を発光させる。LEDチップ202からの発光と、その発光によって励起されたフォトルミネセンス蛍光体からの発光光との混色により白色系などが発光可能な発光ダイオードとすることができる。以下、本願発明の構成部材について詳述する。

【0020】

(蛍光体)

本願発明の発光ダイオードに用いられるフォトルミネセンス蛍光体は、半導体発光層から発光された可視光や紫外線で励起されて発光するフォトルミネセンス

蛍光体である。具体的なフォトルミネセンス蛍光体として、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体である。更に詳しくは、 $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ (但し、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gdから選択される少なくとも一種)である。窒化ガリウム系化合物半導体を用いたLEDチップから発光した光と、ボディーカラーが黄色であるフォトルミネセンス蛍光体から発光する光が補色関係などにある場合、LEDチップからの発光と、フォトルミネセンス蛍光体からの発光とを混色表示させると、白色系の発光色表示を行うことができる。そのため発光ダイオード外部には、LEDチップからの発光とフォトルミネセンス蛍光体からの発光とがモールド部材を透過する必要がある。したがって、フォトルミネセンス蛍光体のバルク層内などにLEDチップを閉じこめ、フォトルミネセンス蛍光体層にLEDチップからの光が透過する開口部を1ないし2以上有する構成の発光ダイオードとしても良い。また、フォトルミネセンス蛍光体の粉体を樹脂や硝子中に含有させLEDチップからの光が透過する程度に薄く形成させても良い。フォトルミネセンス蛍光体と樹脂などとの比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0021】

さらに、フォトルミネセンス蛍光体の含有分布は、混色性や耐久性にも影響する。すなわち、フォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部やモールド部材の表面側からLEDチップに向かってフォトルミネセンス蛍光体の分布濃度が高い場合は、外部環境からの水分などの影響をより受けにくく水分による劣化を抑制しやすい。他方、フォトルミネセンス蛍光体の含有分布をLEDチップからモールド部材表面側に向かって分布濃度が高くなると外部環境からの水分の影響を受けやすいがLEDチップからの発熱、照射強度などの影響がより少なくフォトルミネセンス蛍光体の劣化を抑制することができる。このような、フォトルミネセンス蛍光体の分布は、フォトルミネセンス蛍光体を含有する部材、形成温度、粘度やフォトルミネセンス蛍光体の形状、粒度分布などを調整させることによって種々形成させることができる。したがって、使用条件などにより蛍光体

の分布濃度を、種々選択することができる。

【0022】

本願発明のフォトルミネセンス蛍光体は、特にLEDチップと接する、あるいは近接して配置され放射照度として $(E_e) = 3W \cdot cm^{-2}$ 以上 $10W \cdot cm^{-2}$ 以下においても高効率に十分な耐光性を有し、優れた発光特性の発光ダイオードとすることができる。

【0023】

本願発明に用いられるフォトルミネセンス蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、図4に示すように、励起スペクトルのピークを450nm付近にさせることができる。また、発光ピークも図4に示すように、530nm付近にあり700nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。しかも、組成のAlの一部をGaで置換することで発光波長が短波長にシフトし、また組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。また、254nmや365nmなどのHg輝線ではほとんど励起されず450nm付近などの青色系LEDチップからの光による励起効率が高い。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を白色系発光に変換するための理想条件を備えている。

【0024】

また、窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップと、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット蛍光体(YAG)に希土類元素のサマリウム(Sm)を含有させたフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光ダイオードとすることによりさらに光効率を向上させることができる。

【0025】

このようなフォトルミネセンス蛍光体は、Y、Gd、Ce、Sm、Al及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、Smの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得

る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350～1450°Cの温度範囲で2～5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。

【0026】

($Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r$)₃Al₅O₁₂フォトルミネセンス蛍光体は、結晶中にGdを含有することにより、特に460nm以上の長波長域の励起発光効率を高くすることができる。ガドリニウムの含有量の増加により、発光ピーク波長が、530nmから570nmまで長波長に移動し、全体の発光波長も長波長側にシフトする。赤みの強い発光色が必要な場合、Gdの置換量を多くすることで達成できる。一方、Gdが増加すると共に、青色光によるフォトルミネセンスの発光輝度は徐々に低下する。したがって、pは0.8以下であることが好ましく、0.7以下であることがより好ましい。さらに好ましくは0.6以下である。

【0027】

Smを含有する($Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r$)₃Al₅O₁₂蛍光体は、Gdの含有量の増加に関わらず温度特性の低下が少ない。このようにSmを含有させることにより、高温におけるフォトルミネセンス蛍光体の発光輝度は大幅に改善される。その改善される程度はGdの含有量が高くなるほど大きくなる。すなわち、Gdを増加してフォトルミネセンス蛍光体の発光色調に赤みを付与した組成ほどSmの含有による温度特性改善に効果的であることが分かった。(なお、ここでの温度特性とは、450nmの青色光による常温(25°C)における励起発光輝度に対する、同蛍光体の高温(200°C)における発光輝度の相対値(%)で表している。)

【0028】

Smの含有量は $0.0003 \leq r \leq 0.08$ の範囲で温度特性が60%以上となり好ましい。この範囲よりrが小さいと、温度特性改良の効果が小さくなる。また、この範囲よりrが大きくなると温度特性は逆に低下してくる。 $0.0007 \leq r \leq 0.02$ の範囲では温度特性は80%以上となり最も好ましい。

【0029】

Ceは0.003 ≤ q ≤ 0.2の範囲で相対発光輝度が70%以上となる。qが0.003以下では、Ceによるフォトルミネセンスの励起発光中心の数が減少することで輝度低下し、逆に、0.2より大きくなると濃度消光が生ずる。

【0030】

本願発明の発光ダイオードにおいてこのようなフォトルミネセンス蛍光体は、2種類以上の $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ フォトルミネセンス蛍光体を混合させてもよい。すなわち、Al、Ga、Y及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ フォトルミネセンス蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。これに、カラーフィルターを用いることによりフルカラー液晶表示装置用としても利用できる。

【0031】

(LEDチップ102、202、702)

LEDチップは、図1に示すように、モールド部材104に埋設されることが好ましい。本願発明の発光ダイオードに用いられるLEDチップとは、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体を効率良く励起できる窒化物系化合物半導体である。発光素子であるLEDチップは、MOCVD法等により基板上にInGaN等の半導体を発光層として形成させる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。特に、本願発明においては、LEDチップの活性層をInGaNの単一量子井戸構造とすることにより、フォトルミネセンス蛍光体の劣化がなく、より高輝度に発光する発光ダイオードとして利用することができる。

【0032】

窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイ

ヤ基板上にGa₂N、AlN等のバッファ層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーブしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーブさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーブしただけではP型化しにくいいためP型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりP型化させることが好ましい。エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。

【0033】

次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン（経線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップを形成させることができる。

【0034】

本願発明の発光ダイオードにおいて白色系を発光させる場合は、フォトルミネセンス蛍光体との補色関係や樹脂劣化等を考慮して発光素子の発光波長は400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップとフォトルミネセンス蛍光体との効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下がさらに好ましい。本願発明の白色系発光ダイオードの発光スペクトルを図3に示す。450nm付近にピークを持つ発光がLEDチップからの発光であり、570nm付近にピークを持つ発光がLEDチップによって励起されたフォトルミネセンスの発光である。なお、本

願発明のLEDチップに加えて、蛍光体を励起しないLEDチップと一緒に用いることもできる。

【0035】

(導電性ワイヤー103、203)

導電性ワイヤー103、203としては、LEDチップ102、202の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0036】

(マウント・リード105)

マウント・リード105としては、LEDチップ102を配置させるものであり、ダイボンド機器などで積載するのに十分な大きさがあれば良い。また、LEDチップを複数設置しマウント・リードをLEDチップの共通電極として利用する場合においては、十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性が求められる。また、マウント・リード上のカップ内にLEDチップを配置すると共に蛍光体を内部に充填させる場合は、近接して配置させた別の発光ダイオードからの光により疑似点灯することを防止することができる。

【0037】

LEDチップ102とマウント・リード105のカップとの接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどによりマウント・リードと接着させると共に電氣的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。さらに、発光ダイオード

ドの光利用効率を向上させるためにLEDチップが配置されるマウント・リードの表面を鏡面状とし、表面に反射機能を持たせても良い。この場合の表面粗さは、 0.1 S 以上 0.8 S 以下が好ましい。また、マウント・リードの具体的な電気抵抗としては $300\ \mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\ \mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。また、マウント・リード上に複数のLEDチップを積置する場合は、LEDチップからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{ cal/cm}^2\text{/cm/}^\circ\text{C}$ 以上が好ましくより好ましくは $0.5\text{ cal/cm}^2\text{/cm/}^\circ\text{C}$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。

【0038】

(インナー・リード106)

インナー・リード106としては、マウント・リード105上に配置されたLEDチップ102と接続された導電性ワイヤー103との接続を図るものである。マウント・リード上に複数のLEDチップを設けた場合は、各導電性ワイヤー同士が接触しないよう配置できる構成とする必要がある。具体的には、マウント・リードから離れるに従って、インナー・リードのワイヤーボンディングさせる端面の面積を大きくすることなどによってマウント・リードからより離れたインナー・リードと接続させる導電性ワイヤーの接触を防ぐことができる。導電性ワイヤーとの接続端面の粗さは、密着性を考慮して 1.6 S 以上 10 S 以下が好ましい。インナー・リードの先端部を種々の形状に形成させるためには、あらかじめリードフレームの形状を型枠で決めて打ち抜き形成させてもよく、あるいは全てのインナー・リードを形成させた後にインナー・リード上部の一部を削ることによって形成させても良い。さらには、インナー・リードを打ち抜き形成後、端面方向から加圧することにより所望の端面の面積と端面高さを同時に形成させることもできる。

【0039】

インナー・リードは、導電性ワイヤーであるボンディングワイヤー等との接続性及び電気伝導性が良いことが求められる。具体的な電気抵抗としては、 300

$\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅及び銅、金、銀をメッキしたアルミニウム、鉄、銅等が挙げられる。

【0040】

(コーティング部101)

本願発明に用いられるコーティング部101とは、モールド部材104とは別にマウント・リードのカップに設けられるものでありLEDチップの発光を変換するフォトルミネセンス蛍光体が含有されるものである。コーティング部の具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、フォトルミネセンス蛍光体と共に拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。

【0041】

(モールド部材104)

モールド部材104は、発光ダイオードの使用用途に応じてLEDチップ102、導電性ワイヤー103、フォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部101などを外部から保護するために設けることができる。モールド部材は、一般には樹脂を用いて形成させることができる。また、フォトルミネセンス蛍光体を含有させることによって視野角を増やすことができるが、樹脂モールドに拡散剤を含有させることによってLEDチップ102からの指向性を緩和させ視野角をさらに増やすことができる。更にまた、モールド部材104を所望の形状にすることによってLEDチップからの発光を集束させたり拡散させたりするレンズ効果を持たせることができる。従って、モールド部材104は複数積層した構造でもよい。具体的には、凸レンズ形状、凹レンズ形状さらには、発光観測面から見て楕円形状やそれらを複数組み合わせた物である。モールド部材104の具体的材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコン樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。さらに、拡散剤に加えてモールド部材中にもフォトルミネセンス蛍光

体を含有させることもできる。したがって、フォトルミネセンス蛍光体はモールド部材中に含有させてもそれ以外のコーティング部などに含有させて用いてもよい。また、コーティング部をフォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂、モールド部材を硝子などとした異なる部材を用いて形成させても良い。この場合、生産性良くより水分などの影響が少ない発光ダイオードとすることができる。また、屈折率を考慮してモールド部材とコーティング部とを同じ部材を用いて形成させても良い。本願発明においてモールド部材に拡散剤や着色剤を含有させることは、発光観測面側から見た蛍光体の着色を隠すことができると共により混色性を向上させることもできる。

【0042】

(表示装置)

本願発明の発光ダイオードをLED表示器に利用した場合、RGBをそれぞれ発光する発光ダイオードの組み合わせだけによるLED表示器よりも、より高精細に白色系表示させることができる。従来の装置が、3個の発光ダイオードで白色表示するのに対して、本発明の装置は1個の発光ダイオードで白色表示できるからである。すなわち、従来の表示装置は、発光ダイオードを組み合わせで白色系などを混色表示させるためには、RGBの各発光ダイオードをそれぞれ同時に発光せざるを得ない。そのため赤色系、緑色系、青色系のそれぞれ単色表示した場合に比べて、一画素あたりの表示領域が大きくなる。したがって、白色系の表示の場合においては、RGB単色のモノクローム表示に比較して、高精細に表示させることができない。また、白色系の表示は各発光ダイオードの発光出力を調節して表示させるため、各半導体の温度特性などを考慮し種々調整しなければならない。さらに、混色による表示であるが故にLED表示器の視認する方向や角度によって、RGBの発光ダイオードが部分的に遮光され表示色が変わる場合もある。

本願発明の発光ダイオードをRGBの発光ダイオードに代えて使用する表示装置は、より高精細化が可能となると共に、安定して白色系に発光でき、さらに、色むらを少なくできる特長がある。また、本発明の発光ダイオードは、RGBの各発光ダイオードとともに使用することもできる。この表示装置は、輝度を向上

させることができる。

【0043】

また、本願発明の発光ダイオードを用いたLED表示器を図5に示す。この図のLED表示器は、本願発明の白色系発光ダイオードのみを用いて、白黒用のLED表示装置に使用される。白黒用のLED表示器は、本願発明の発光ダイオード501のみをマトリックス状などに配置している。この図のLED表示器を備える表示装置は、RGBの発光ダイオードを備えない。このため、RGB発光ダイオード用の複数の駆動回路を必要としない。複数の駆動回路に代わって、白色系発光ダイオード用の駆動回路で、LED表示器を駆動できる。

【0044】

LED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路を図6に示す。駆動回路は、入力される表示データを一時的に記憶させる画像データ記憶手段であるRAM(Random Access Memory)603と、RAM603に記憶されるデータから、LED表示器1のそれぞれの発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路604と、階調制御回路604の出力信号でスイッチングされて、発光ダイオードを点灯させるドライバー602とを備える。階調制御回路604は、RAM603に記憶されるデータからLED表示器1の発光ダイオード点灯時間を演算して点滅させるパルス信号を出力する。

【0045】

したがって、白黒用のLED表示器は、RGBのフルカラー表示器と異なり、回路構成を簡略化できると共に高精細化できる。そのため、安価にRGBの発光ダイオードの特性に伴う色むらなどのないディスプレイとすることができるものである。また、従来の赤色、緑色のみを用いたLED表示器に比べ人間の目に対する刺激が少なく長時間の使用に適している。

【0046】

本願発明の発光ダイオードは、RGBに発光する発光ダイオードに加えて使用することもできる。このLED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電気的

に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路は、モノクロームの表示装置と同じように、入力される表示データを一時的に記憶させる、画像データ記憶手段であるRAM (Random Access Memory) と、RAMに記憶されるデータから各発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、各発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備える。ただし、この駆動回路は、RGBと白色系に発光する発光ダイオードに専用の回路を必要とする。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータから、それぞれの発光ダイオードの点灯時間を演算して、点滅させるパルス信号を出力する。ここで、白色系の表示を行う場合は、RGB各発光ダイオードを点灯するパルス信号のパルス幅を短く、あるいは、パルス信号のピーク値を低く、あるいは全くパルス信号を出力しない。他方、それを補償するように白色系発光ダイオードにパルス信号を出力する。これにより、LED表示器の白色を表示する。

【0047】

したがって、白色系発光ダイオードを所望の輝度で点灯させるためのパルス信号を演算する階調制御回路としてCPUを別途備えることが好ましい。階調制御回路から出力されるパルス信号は、白色系発光ダイオードのドライバーに入力されてドライバをスイッチングさせる。ドライバーがオンになると白色系発光ダイオードが点灯され、オフになると消灯される。

【0048】

(信号機)

本願発明の発光ダイオードを表示装置の1種である信号機として利用した場合、長時間安定して発光させることが可能であると共に発光ダイオードの一部が消灯しても色むらなどが生じないという特長がある。本願発明の発光ダイオードを用いた信号機の概略構成として、導電性パターンが形成された基板上に白色系発光ダイオードを配置させる。このような発光ダイオードを直列又は直並列に接続された発光ダイオードの回路を発光ダイオード群として扱う。発光ダイオード群を2つ以上用いそれぞれ渦巻き状に発光ダイオードを配置させる。全ての発光ダ

イオードが配置されると円状に全面に配置される。各発光ダイオード及び基板から外部電力と接続させる電源コードをそれぞれ、ハンダにより接続させた後、鉄道用信号用の筐体内に固定させる。LED表示器は、遮光部材が付いたアルミダイキャストの筐体内に配置され表面にシリコンゴムの充填材で封止されている。筐体の表示面は、白色レンズを設けてある。また、LED表示器の電氣的配線は、筐体の裏面からゴムパッキンを通し筐体内を密閉する。これにより白色系信号機を形成することができる。本願発明の発光ダイオードを、複数の群に分け中心部から外側に向け輪を描く渦巻き状などに配置し、並列接続させることでより信頼性が高い信号機とさせることができる。中心部から外側に向け輪を描くとは連続的に輪を描くものも断続的に配置するものをも含む。したがって、LED表示器の表示面積などにより配置される発光ダイオードの数や発光ダイオード群の数を種々選択することができる。この信号機により、一方の発光ダイオード群や一部の発光ダイオードが何らかのトラブルにより消灯したとしても他方の発光ダイオード群や残った発光ダイオードにより信号機を円形状に均一に発光させることが可能となるものである。また、色ずれが生ずることもない。渦巻き状に配置してあることから中心部を密に配置することができ電球発光の信号と何ら違和感なく駆動させることができる。

【0049】

(面状発光光源)

本願発明の発光ダイオードは、図7に示すように、面状発光光源とすることもできる。図に示す面状発光光源の発光ダイオードは、フォトルミネセンス蛍光体をコーティング部や導光板上の散乱シート706に含有させる。あるいはバインダー樹脂と共に散乱シート706に塗布などさせシート状701に形成しモールド部材を省略しても良い。具体的には、絶縁層及び導電性パターンが形成されたコの字形の金属基板703内にLEDチップ702を固定する。LEDチップと導電性パターンとの電氣的導通を取った後、フォトルミネセンス蛍光体をエポキシ樹脂と混合攪拌しLEDチップ702が積載された金属基板703上に充填させる。こうして固定されたLEDチップは、アクリル性導光板704の端面にエポキシ樹脂などで固定される。導光板704の一方の主面上には、蛍現象防止

のため白色散乱剤が含有されたフィルム状の反射部材707を配置させてある。同様に、導光板の裏面側全面やLEDチップが配置されていない端面上にも反射部材705を設け発光効率を向上させてある。これにより、LCDのバックライトとして十分な明るさを得られる面状発光光源の発光ダイオードとすることができる。液晶表示装置として利用する場合は、導光板704の主面上に不示図の透光性導電性パターンが形成された硝子基板間に注入された液晶装置を介して配された偏光板により構成させることができる。以下、本願発明の実施例について説明するが、本願発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0050】

【実施例】

(実施例1)

発光素子として発光ピークが450nmのGaInN半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板の上にTMG（トリメチルガリウム）ガス、TMI（トリメチルインジウム）ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH₄とCp₂Mgと、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させた。（なお、P型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。）

【0051】

エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。

【0052】

銀メッキした銅製リードフレームの先端にカップを有するマウント・リードにLEDチップをエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディ

ングし電氣的導通を取った。

【0053】

一方、フォトルミネセンス蛍光体は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400°Cの温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0054】

形成された $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12}:Ce$ 蛍光体80重量部、エポキシ樹脂100重量部をよく混合してスラリーとさせた。このスラリーをLEDチップが配置されたマウント・リード上のカップ内に注入させた。注入後、フォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂を130°C1時間で硬化させた。こうしてLEDチップ上に厚さ120 μ のフォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部が形成された。なお、コーティング部には、LEDチップに向かってフォトルミネセンス蛍光体が徐々に多くしてある。その後、さらにLEDチップやフォトルミネセンス蛍光体を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中にフォトルミネセンス蛍光体のコーティング部が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150°C5時間にて硬化させた。こうして形成された発光ダイオードは、発光観測正面から視認するとフォトルミネセンス蛍光体のボディーカラーにより中央部が黄色っぽく着色していた。

【0055】

こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点(x=0.302、y=0.280)、色温度8080K、Ra(演色性指数)=87.5と三波長型蛍光灯に近い性能を示した。また、発光効率は9.51m/wと白色電球並であった。さらに寿命試験として温度25°C60mA通電、温度25°C20mA通電、温度60°C90%RH下で20mA通電の各試験においても蛍光体に起因する変化は観測されず通

常の青色発光ダイオードと寿命特性に差がないことが確認できた。

【0056】

(比較例1)

フォトルミネセンス蛍光体を $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12}:Ce$ から $(ZnCd)S:Cu, Al$ とした以外は、実施例1と同様にして発光ダイオードの形成及び寿命試験を行った。形成された発光ダイオードは通電直後、実施例1と同様白色系の発光が確認されたが輝度が低かった。また、寿命試験においては、約100時間で出力がゼロになった。劣化原因を解析した結果、蛍光体が黒化していた。

【0057】

これは、発光素子の発光光と蛍光体に付着していた水分あるいは外部環境から進入した水分により光分解し蛍光体結晶表面にコロイド状亜鉛金属を析出し外観が黒色に変色したものと考えられる。温度25℃20mA通電、温度60℃90%RH下で20mA通電の寿命試験結果を実施例1と共に図8に示す。輝度は初期値を基準にしそれぞれの相対値を示す。また、実線が実施例1であり波線が比較例1を示す。

【0058】

(実施例2)

LEDチップの窒化物系化合物半導体を実施例1よりもInの含有量を増やし発光ピークを460nmとした。同様にフォトルミネセンス蛍光体として実施例1よりもGdの含有量を増やし $(Y_{0.6}Gd_{0.4})_3Al_5O_{12}:Ce$ とした以外は実施例1と同様にして発光ダイオードを100個形成し寿命試験を行った。

【0059】

こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点 $(x=0.375, y=0.370)$ 、色温度4400K、Ra(演色性指数)=86.0であった。さらに寿命試験においては、形成させた発光ダイオード100個平均で行った。寿命試験前の光度を100%とし1000時間経過後における平均光度を調べた。寿命試験後も98.8%であり特性に差がないことが確認できた。

【0060】

(実施例3)

フォトルミネセンス蛍光体をY、Gd、Ceの希土類元素に加えSmを含有させ($Y_{0.39}Gd_{0.57}Ce_{0.03}Sm_{0.01}$) $3Al_5O_{12}$ 蛍光体とした以外は、実施例1と同様にして発光ダイオードを100個形成した。この発光ダイオードを130℃の高温下において点灯させても実施例1の発光ダイオードと比較して平均温度特性が8%ほど良好であった。

【0061】

(実施例4)

本願発明の発光ダイオードを図5のごとくLED表示器の1つであるディスプレイに利用した。実施例1と同様にして形成させた発光ダイオードを銅パターンを形成させたセラミックス基板上に、16×16のマトリックス状に配置させた。基板と発光ダイオードとは自動ハンダ実装装置を用いてハンダ付けを行った。次にフェノール樹脂によって形成された筐体504内部に配置し固定させた。遮光部材505は、筐体と一体成形させてある。発光ダイオードの先端部を除いて筐体、発光ダイオード、基板及び遮光部材の一部をピグメントにより黒色に着色したシリコンゴム406によって充填させた。その後、常温、72時間でシリコンゴムを硬化させLED表示器を形成させた。このLED表示器と、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)及びRAMに記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と階調制御回路の出力信号でスイッチングされて発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備えたCPUの駆動手段と、を電気的に接続させてLED表示装置を構成した。LED表示器を駆動させ白黒LED表示装置として駆動できることを確認した。

【0062】

【発明の効果】

本願発明の発光ダイオードは、窒化物系化合物半導体の発光素子と、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体や($RE_{1-x}Sm_x$) $3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12} : Ce$ 蛍光体を組み合わせることにより長時間高

輝度時の使用においても発光効率が高い発光ダイオードを実現する。さらに、本願発明の発光ダイオードは、信頼性や省電力化、小型化さらには色温度の可変性など車載や航空産業、一般電気機器に表示の他に照明として新たな用途を開くことができる。特に、本願発明に用いられるフォトルミネセンス蛍光体は、短残光であり120 nsecという応答速度を有する光源などとして利用することもできる。また、発光色を白色にして、人間の目で長時間視認する場合には刺激が少なく目に優しい発光ダイオードとすることができる。

【0063】

特に、本願発明の請求項1または3に記載の構成とすることにより高輝度、長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少ない白色系が発光可能な発光ダイオードなど種々の発光ダイオードとすることができる。また、樹脂劣化に伴う輝度の低下も抑制させることができる。

【0064】

本願発明の請求項5の構成とすることにより、高輝度、長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少ない発光ダイオードなど種々の発光ダイオードとすることができることに加えて、発光ダイオードを複数近接して配置した場合においても他方の発光ダイオードからの光により蛍光体が励起され疑似点灯されることを防止させることができる。また、LEDチップ自体の発光むらを蛍光体により分散することができるためより均一な発光光を有する発光ダイオードとすることができる。

【0065】

本願発明の請求項6の構成とすることにより、より温度依存性の少ない発光ダイオードとすることができる。

【0066】

本願発明の請求項7の構成とすることにより、比較的安価で高精細なLED表示装置や視認角度によって色むらの少ないLED表示装置とすることができる。

【0067】

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本願発明の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図2】

図2は、本願発明の他の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図3】

図3は、本願発明の発光ダイオードの発光スペクトルの一例を示した図である。

【図4】

図4（A）は、本願発明に使用されるフォトルミネセンス蛍光体の吸収スペクトルの一例を示し、図4（B）は、本願発明に使用されるフォトルミネセンス蛍光体の発光スペクトルの一例を示した図である。

【図5】

図5は、本願発明の発光ダイオードを用いたLED表示装置の模式図である。

【図6】

図6は、図5に用いられるLED表示装置のブロック図である。

【図7】

図7は、本願発明の発光ダイオードを用いた別のLED表示装置の模式図である。

【図8】

図8（A）は、本願発明の実施例1と比較のために示した比較例1の発光ダイオードとの温度25℃20mA通電における寿命試験を示し、図8（B）は、本願発明の実施例1と比較のために示した比較例1の発光ダイオードとの温度60℃90%RH下で20mA通電における寿命試験を示したグラフである。

【符号の説明】

101、701・・・フォトルミネセンスが含有されたコーティング部

102、202、702・・・LEDチップ

103、203・・・導電性ワイヤー

104・・・モールド部材

105・・・マウント・リード

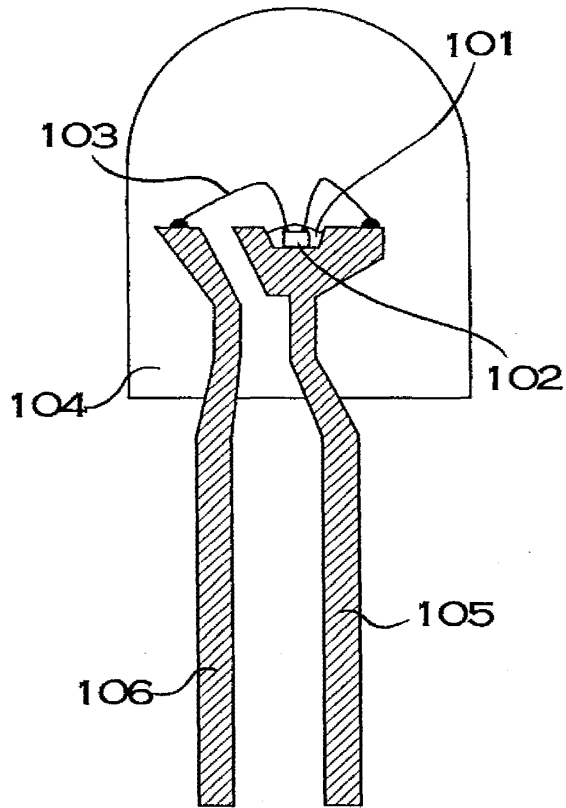
106・・・インナー・リード

201・・・フオルミネセンスが含有されたモールド部材
204・・・筐体
205・・・筐体に設けられた電極
501・・・発光ダイオード
504・・・筐体
505・・・遮光部材
506・・・充填材
601・・・LED表示器
602・・・ドライバー
603・・・RAM
604・・・階調制御手段
703・・・金属製基板
704・・・導光板
705、707・・・反射部材
706・・・散乱シート

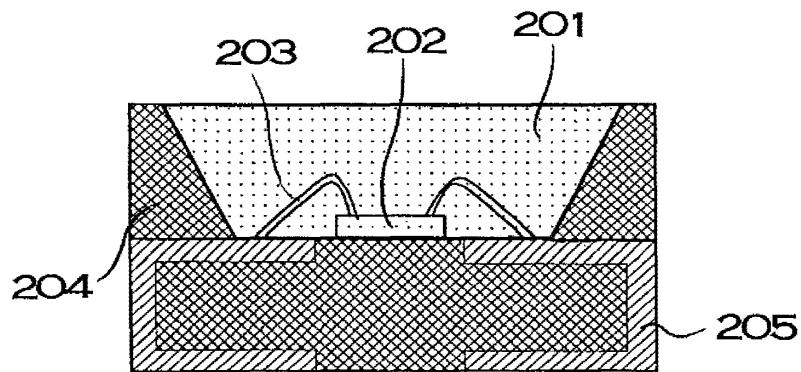
【書類名】

図面

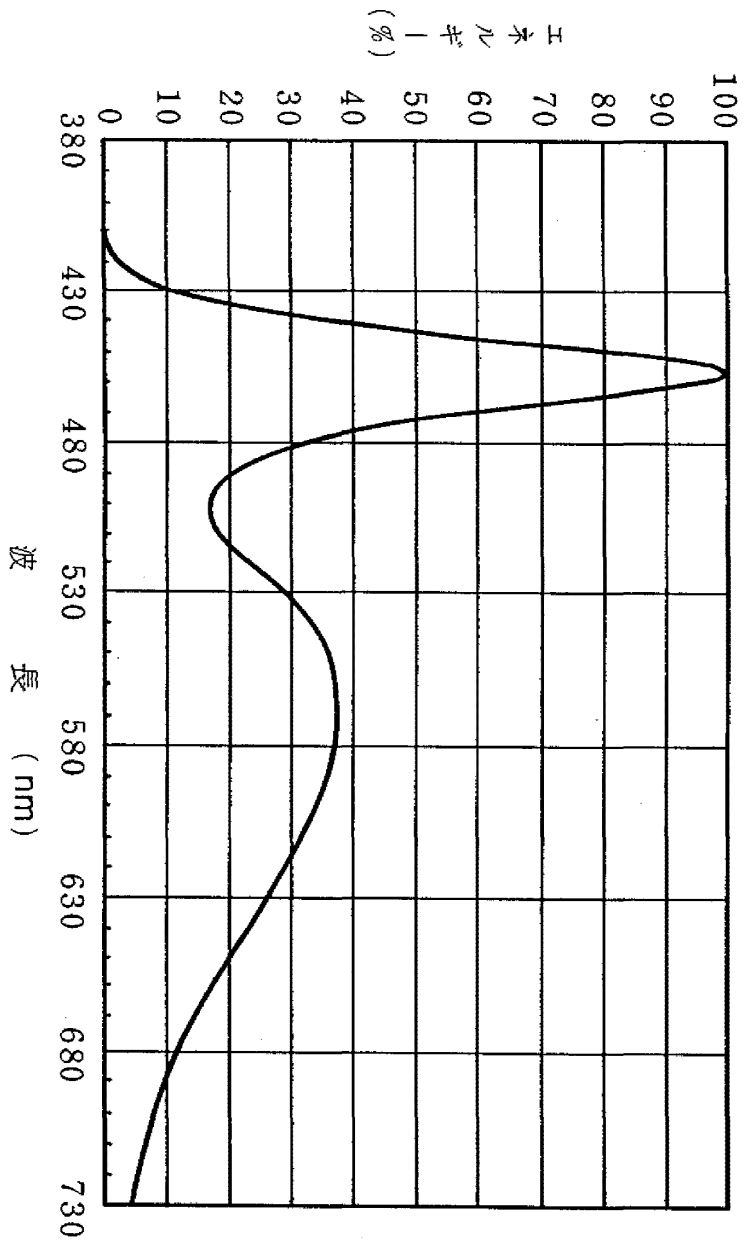
【図1】



【図2】

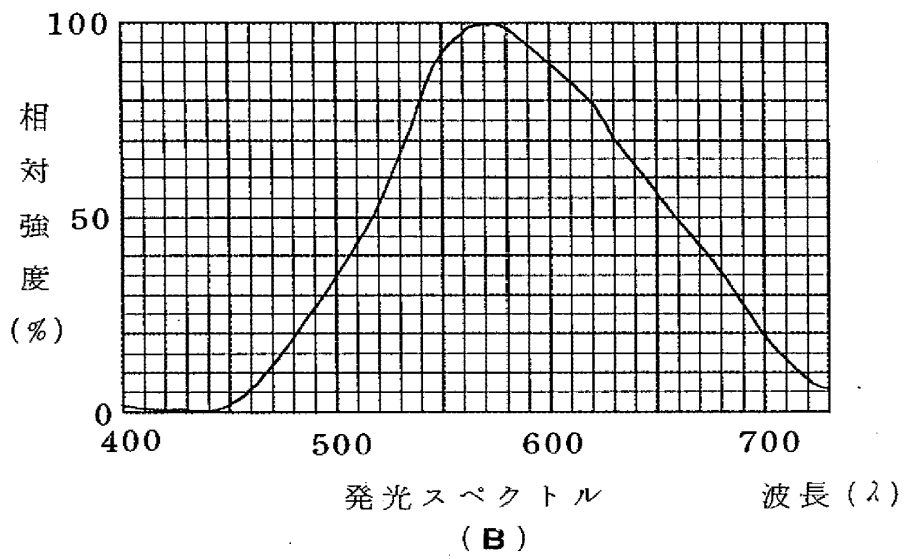
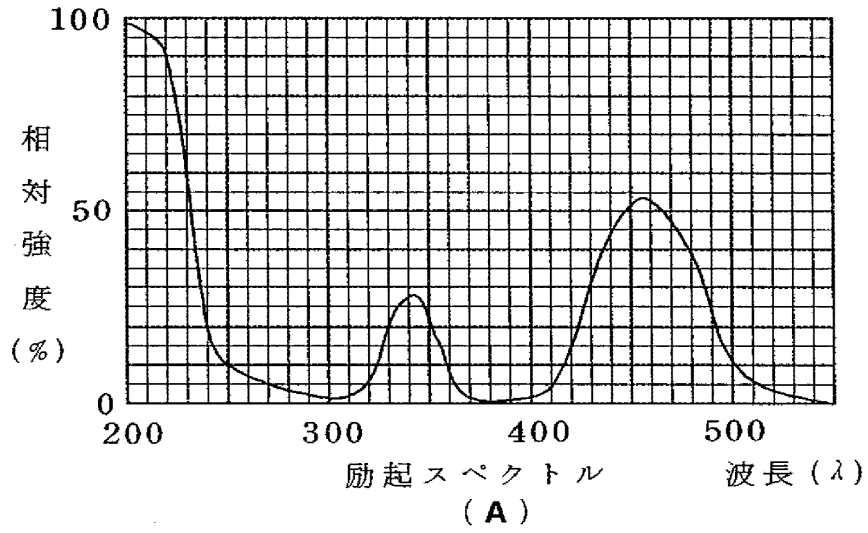


発光スペクトル

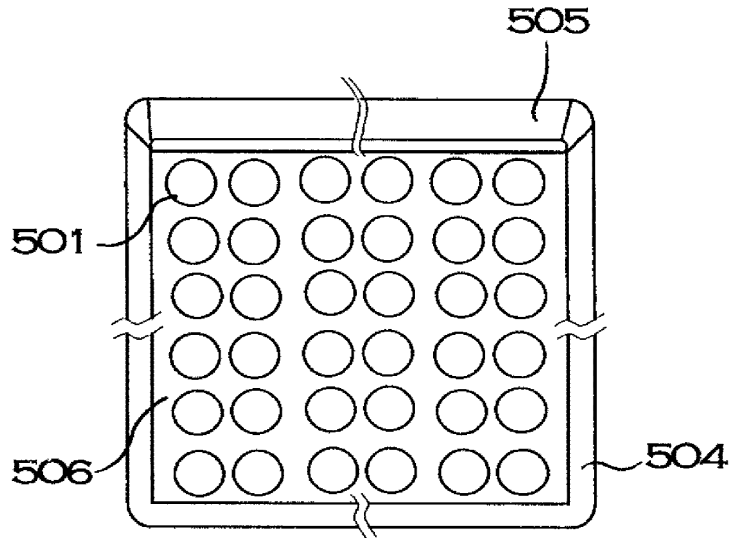


【図3】

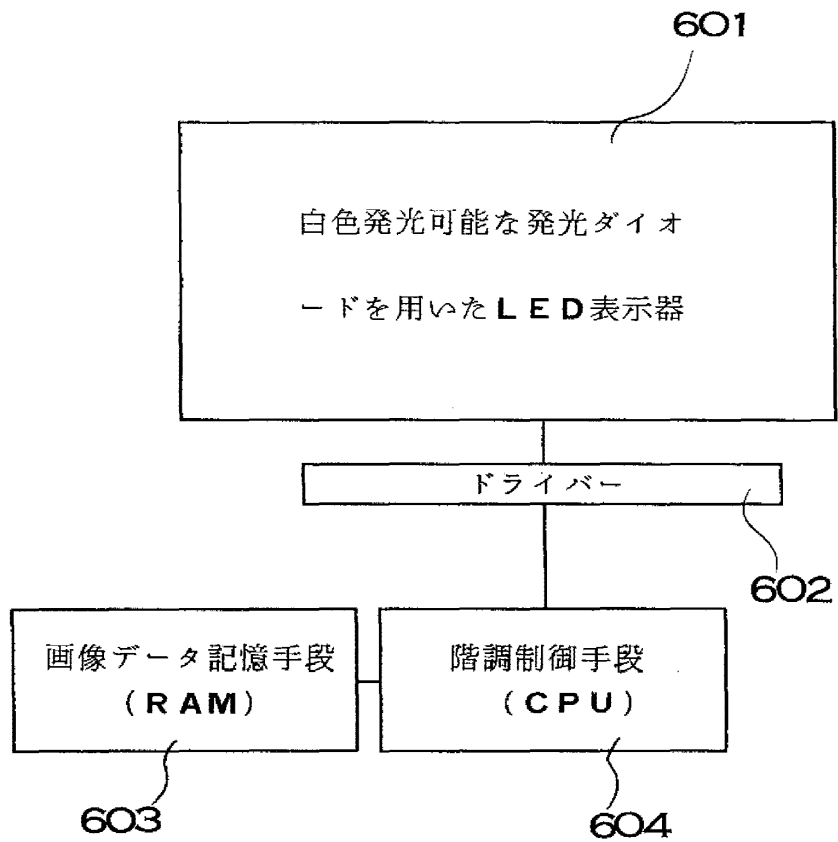
【図4】



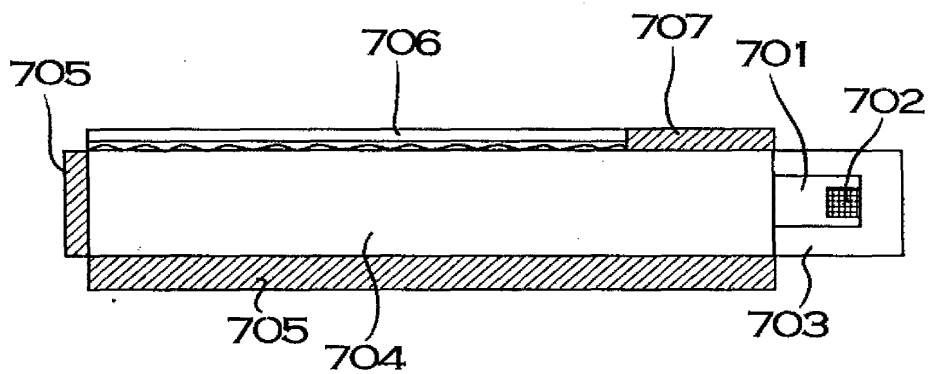
【図5】



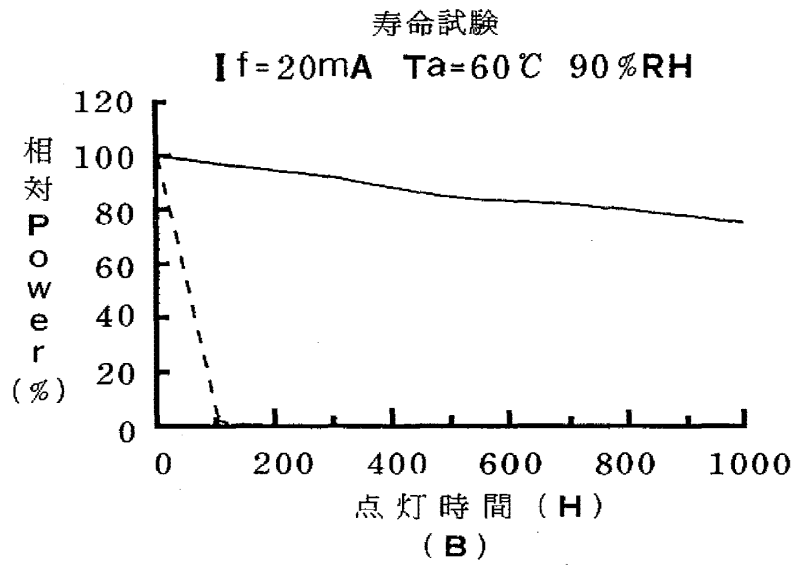
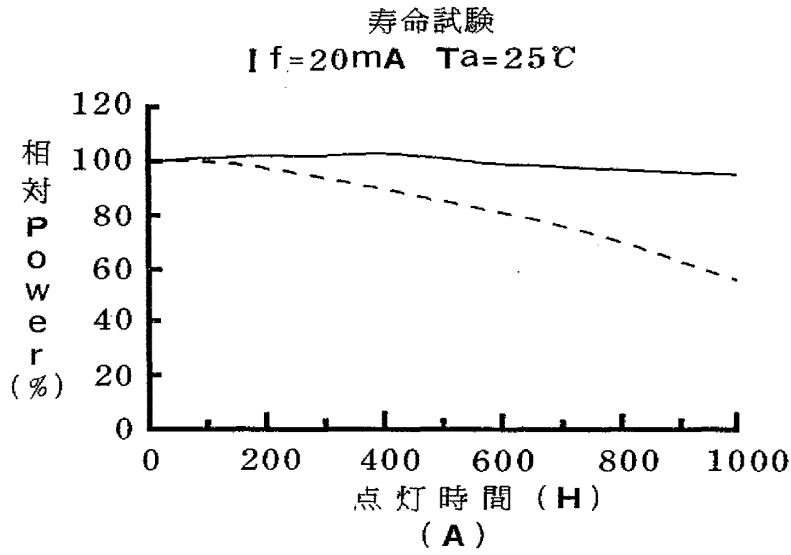
【図6】



【図7】



【图8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高輝度、長時間の使用環境下においても発光光率の低下や色ずれを少なくする。

【解決手段】 発光ダイオードは、LEDチップと、LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光するフォトルミネセンス蛍光体を有する。LEDチップは、窒化物系化合物半導体で、フォトルミネセンス蛍光体がセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体である。

【書類名】 職権訂正データ

【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000226057

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡491番地100

【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100074354

【住所又は居所】 徳島県徳島市金沢1丁目5番9号

【氏名又は名称】 豊栖 康弘

出願人履歴

000226057

19900818

新規登録

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社

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
Date of Application: 1 9 9 7 年 3 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number: 平成 9 年特許願第 0 8 1 0 1 0 号

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

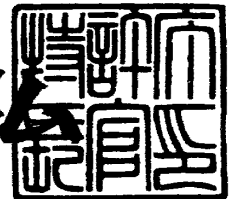
J P 1 9 9 7 - 0 8 1 0 1 0

出 願 人
Applicant(s): 日亜化学工業株式会社

2009年10月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

細野 哲弘



【書類名】 特許願

【整理番号】 P96ST30-2

【提出日】 平成 9年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 荒川 寿光 殿

【国際特許分類】

H01L 33/00

【発明の名称】 発光装置

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 森口 敏生

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0 日亜化学工業株式会社内

【氏名】 野口 泰延

【特許出願人】

【識別番号】 000226057

【郵便番号】 774

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0

【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【代表者】 小川 英治

【電話番号】 0884-22-2311

【先の出願に基づく優先権の主張】

【出願番号】 平成 8年特許願第244339号

【出願日】 平成 8年 9月17日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010526

【納付金額】 21,000

【提出物件の目録】

【物件名】明細書 1

【物件名】図面 1

【物件名】要約書 1

【プルーフの要否】要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光層が窒化物系化合物半導体である発光素子と、該発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光装置であって、

前記フォトルミネセンス蛍光体が組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体であることを特徴とする発光装置。

【請求項2】

前記セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体が $(Re_xSm_{1-x})_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ である請求項1記載の発光装置。

但し、 $0 < x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、Reは、Y、Gd、Laから選択される少なくとも一種である。

【請求項3】

前記セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体は、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ の主発光波長よりも短波長側に主発光波長があるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体と、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ の主発光波長よりも長波長側に主発光波長があるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である請求項1記載の発光装置。

【請求項4】

前記セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体は、 $Y_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ である第1の蛍光体と、 $Re_3Al_5O_{12}:Ce$ であって第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある第2の蛍光体である請求項1記載の発光装置。

但し、 $0 \leq y \leq 1$ 、Reは、Y、Gd、Laから選択される少なくとも一種である。

【請求項5】

前記組成が異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体は、Gdを有する第3の蛍光体と、第3の蛍光体よりもGdの組成比が高い第4の蛍光体である請求項1記載の発光装置。

【請求項6】

前記発光素子の主発光ピークが400nmから530nm内にある請求項1記載の発光装置。

【請求項7】

前記発光素子と光学的に接続された導光板上に配置されたフォトルミネッセンス蛍光体を有する色変換部材、或いは前記フォトルミネッセンス蛍光体を有する色変換部材を介して発光素子と導光板とが光学的に接続されることによって面状に発光可能な請求項1記載の発光装置。

【請求項8】

マウント・リードのカップ内に配置させた発光素子と、該発光素子と導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、発光素子、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、

前記発光素子の発光層が窒化物系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材が前記発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光する組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体を有することを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本願発明は、バックライト光源、照光式スイッチ、信号機、表示器、LEDディスプレイ及び各種インジケータなどに利用される発光装置に係わり、特に使用環境によらず高輝度、高効率に所望の色に発光可能な発光装置に関する。

【0002】

【従来技術】

発光素子であるLEDチップを用いた発光装置は、小型で効率が良く鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れなどの心配がない。初期駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特徴を有する。そのため各種インジケータ、センサーや種々の光源として利用されている。最近、超高輝度高効率な発光ダイオードとして1000mcdにも及ぶ発光ダイオードがRGB（赤色系、緑色系、青色系）ともそれぞれ開発された。これに伴いRGBの三原色を利用した液晶用バックライトなどに使用可能なフルカラー用面状発光装置が省電力、長寿命、軽量などの特長を生かして研究されてきている。

【0003】

LEDチップは使用される発光層の半導体材料、形成条件などによって紫外から赤外まで種々の発光波長を放出させることが可能である。また、優れた単色性ピーク波長を有する。

【0004】

しかしながら、LEDチップを用いた発光装置は優れた単色性ピーク波長を有するが故に白色系発光光源などとさせるためには、RGBなどが発光可能な各LEDチップをそれぞれ近接して発光させ拡散混色させる必要がある。このような発光ダイオードは、種々の色を自由に発光させる発光装置としては有効であるが、白色系などの色のみを発光させる場合においても赤色系、緑色系及び青色系の発光ダイオードなどをそれぞれ使用せざるを得ない。LEDチップは、半導体であり色調や輝度のバラツキもまだ相当ある。また、同一半導体材料を用いて高輝度にRGBなどが発光可能なLEDチップは、未だ開発されていない。そのため、それぞれ異なる材料を用いて形成させざるを得ず、各LEDチップの駆動電力などが異なるため個々に電源などを確保する必要がある。白色系を発光させるためには、各半導体ごとに電流などを調節して発光させなければならない。同様に、半導体発光素子であるため個々の温度特性の差や経時変化が異なり、色調が種々変化してしまう。さらに、LEDチップからの発光を均一に混色させなければ、色むらを生ずる場合がある。

【0005】

そこで、本出願人は先にLEDチップの発光色を蛍光物質で色変換させた発光

ダイオードや面状発光装置として特開平5-152609号公報、特開平7-176794号公報、特開平8-8614号公報などに記載された発光ダイオードや面状発光光源を開発した。これらの発光ダイオードや面状発光光源によって、1種類のLEDチップを用いて白色系など他の発光色を発光させることができる。

【0006】

具体的には、青色が発光可能なLEDチップを透明な導光板の一端に接続させLEDチップから発光された発光を導光板上に設けられた蛍光物質含有層によって緑色及び赤色などに色変換させ白色系の発光とさせるものである。これらは、RGB発光成分を有する白色系が発光可能な発光装置として利用した場合においても十分な輝度を長時間に渡って発光する発光装置とすることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

LEDチップからの発光によって励起される蛍光物質は、蛍光染料、蛍光顔料さらには有機、無機化合物などから様々なものが挙げられる。蛍光体の励起波長や発光波長によっても種々のものが挙げられる。また、蛍光体は、発光素子からの発光波長を波長の短いものから長い波長へと変換する、或いは発光素子からの発光波長を波長の長いものから短い波長へと変換するものがある。

【0008】

しかしながら、波長の長いものから短い波長へと変換する場合、変換効率が極めて悪く実用に向かない。また、発光装置を直射日光など外部環境下で使用する場合や蛍光体をLEDチップ周辺に近接して配置させた場合は、紫外線など様々な高エネルギー光が蛍光体などに長期間に渡って強照射され続ける。特に、蛍光物質を励起し且つ二次的な放出を行うのに十分に高いエネルギーを放出可能な高エネルギーバンドギャップを有する半導体発光素子からの光エネルギーは、必然的に高くなる。そのため、太陽光などの外来光からの相乗作用でも蛍光物質自体が劣化しやすい。

【0009】

蛍光物質が劣化すると色調がずれる、或いは蛍光物質が黒ずみ光の外部取り出

し効率が低下する場合がある。同様に蛍光物質は、LEDチップの昇温や外部環境からの加熱など高温にもさらされる。さらに、発光装置は一般的に樹脂ケースに被覆されてはいるものの外部環境からの水分の進入などを完全に防ぐことや、製造時に付着した水分を完全に除去することはできない。蛍光物質によっては、このような水分が発光素子からの高エネルギー光や熱によって蛍光物質の劣化を促進する場合もある。また、イオン性の有機染料に至ってはチップ近傍では直流電界により電気泳動を起こし、色調が変化する可能性がある。したがって、本願発明は上記課題を解決し、野外の使用時などにおいてもより長時間、発光効率の低下や色ずれが極めて少なく所望の発光成分を高輝度に発光可能な発光装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本願発明の発光装置は、発光層が窒化物系化合物半導体である発光素子と、該発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有すると共に、フォトルミネセンス蛍光体が組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である。

【0011】

本願発明の請求項2に記載の発光装置は、前記セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体が $(Re_xSm_{1-x})_3(Al_yGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ である。(但し、 $0 < x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、Reは、Y、Gd、Laから選択される少なくとも一種である。)

本願発明の請求項3に記載の発光装置は、前記セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体が、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ の主発光波長よりも短波長側に主発光波長があるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体と、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ の主発光波長よりも長波長側に主発光波長があるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である。

【0012】

本願発明の請求項4に記載の発光装置は、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体が、 $Y_3(AlyGa_{1-y})_5O_{12}:Ce$ である第1の蛍光体と、 $Re_3Al_5O_{12}:Ce$ であって第1の蛍光体の主発光波長よりも長波長側に主発光波長がある第2の蛍光体である。(但し、 $0 \leq y \leq 1$ 、Reは、Y、Gd、Laから選択される少なくとも一種である。)

本願発明の請求項5記載の発光装置は、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体は、Gdを有する第3の蛍光体と、第3の蛍光体よりもGdが多い第4の蛍光体である。

【0013】

本願発明の請求項6に記載の発光装置は、発光素子の主発光ピークが400nmから530nm内である。

【0014】

本願発明の請求項7に記載の発光装置は、発光素子と光学的に接続された導光板上に配置されたフォトルミネッセンス蛍光体を有する色変換部材、或いは前記フォトルミネッセンス蛍光体を有する色変換部材を介して発光素子と導光板とが光学的に接続されることによって面状に発光可能な発光装置である。

【0015】

本願発明の請求項8に記載の発光装置は、マウント・リードのカップ内に配置させた発光素子と、該発光素子と導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、発光素子、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、

前記発光素子の発光層が窒化物系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材が前記発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光する組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体を有する。

【0016】

【作用】

本願発明の発光装置は、発光素子と、発光素子からの光によって励起されそれよりも長波長側の光を発光する蛍光物質とを有している。蛍光物質は、組成の異なる2種類以上のイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体を用いている。これによって、所望の発光色が効率よく発光可能な発光装置とすることができる。即ち、半導体発光素子から放出される発光波長がその半導体発光素子毎によって図8のA点からB点の範囲であるとする、組成の異なる2種類以上のイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体の色度点である図8のC点及びD点で囲まれた斜線内にある任意の発光色を発光させることができる。特に、発光素子、蛍光体の組成或いはその量を種々選択させることによって調節させることができる。特に、発光素子の発光ばらつきを蛍光体を種々選択させることによって吸収させ所望の発光波長が得られる発光装置とすることができる。また、蛍光物質の発光波長を選択させることによってRGBの発光成分を高輝度に含んだ発光装置とさせることができる。

【0017】

さらに、イットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体は、長時間高輝度に発光可能な発光装置として利用することができる。また、発光素子からの光よりもより長波長側に発光する蛍光物質とさせることによって、効率よく発光可能である。また、変換された光は発光チップから放出される光よりも長波長側になっているために、発光チップのバンドギャップよりも小さく発光素子に吸収されにくい。そのため蛍光体が等方的に発光して発光素子側に向かったとしても発光素子に吸収されず効率よく発光可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】

本願発明者は、種々の実験の結果、可視光域における光エネルギーが比較的高いLEDチップからの発光光をフォトルミネセンス蛍光体によって色変換させる発光装置において、特定の半導体及び蛍光体を選択することにより高輝度、長時間の使用時における光効率低下や色ずれを防止できること及び歩留まりの高い発光装置が形成できることを見出し本願発明を成すに至った。

【0019】

即ち、本願発明の発光装置に用いられるフォトルミネセンス蛍光体としては、

1. 耐光性に優れていることが要求される。特に、様々な高エネルギー光が照射される直射日光などから長時間耐える必要もある。また、発光ダイオードとして使用する場合、半導体発光素子などの微小領域から強放射されるために $(E_e) = 3 W \cdot cm^{-2}$ 以上にも及ぶ強照射強度にも耐える必要がある。
2. 発光素子との混色を利用するため紫外線ではなく青色系発光などの可視光で効率よく発光すること。
3. 混色を考慮して緑色系及び赤色系の光などが高輝度に発光可能なこと。
4. 外部環境下や発光素子近傍に配置されるため温度特性が良好であること。
5. 色調が組成比或いは緑色系や赤色系などの蛍光体の混合比で連続的に変えられること。
6. 発光装置の利用環境に応じて耐候性があることなどの特徴を有することが求められる。

【0020】

上記の条件を満たすものとして本願発明は、発光素子として発光層に高エネルギーバンドギャップを有する窒化物系化合物半導体素子を、フォトルミネセンス蛍光体として組成の異なる2種類以上のフォトルミネセンス蛍光体が、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体を用いる。これにより本願発明は、発光素子の製造工程などによって発光素子から放出される発光波長が所望値からずれたとしても2種類以上の蛍光体を調節させることによって所望の色調を持った発光装置とできる。より具体的には、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体として $(Re_x Sm_{1-x})_3 (Al_y Ga_{1-y})_5 O_{12} : Ce$ を用いる。(但し、 $0 < x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、Reは、Y、Gd、Laから選択される少なくとも一種である。) これにより発光素子から放出された可視光域における高エネルギー光を長時間近傍で高輝度に照射した場合や外部環境の使用下においても発光色の色ずれや発光輝度の低下が極めて少ない高輝度に所望の発光成分を有する発光装置とすることができるものである。

【0021】

以下、具体的な発光装置の一例として、チップタイプLEDを図1に示す。チップタイプLEDの筐体内に窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップ102をエポキシ樹脂などを用いて固定させてある。LEDチップ102は、470nm

mの $\text{In}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{N}$ 半導体発光層を有する発光素子を用いた。発光素子は、サファイア基板上にN型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層、P型導電性を有する窒化ガリウムアルミニウム半導体であるクラッド層、P型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層を形成させた。N型導電性を有するコンタクト層とP型導電性を有するクラッド層との間に厚さ約3 nmであり、単一量子井戸構造とされるノンドープ InGaN の活性層を形成させた。

(なお、サファイア基板上には、低温で窒化ガリウム半導体を形成させバッファ層とさせてある。) このような発光素子 102 の電極と筐体に設けられた各電極 105 とを導電性ワイヤーである金線 103 でそれぞれ電気的に接続させてある。緑色系のフォトルミネセンス蛍光体として $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 蛍光体をまた赤色系のフォトルミネセンス蛍光体として $(\text{Y}_{0.8}\text{Gd}_{0.2})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 蛍光体をアクリル樹脂中に混合分散させたものを発光素子であるLEDチップ、導電性ワイヤーなどを外部応力などから保護するモールド部材 101 として均一に硬化形成させる。このような発光装置に電力を供給させることによってLEDチップを発光させる。LEDチップからの青色系の発光と、その発光によって励起されそれぞれ高輝度に発光可能な2種類以上のフォトルミネセンス蛍光体からの発光との混色により白色系などが発光可能な発光装置の一例である発光ダイオードとすることができる。また、このように形成された発光ダイオードは、蛍光体が含有されない発光ダイオードにおいて通常発光時に見られる発光パターンがない。LEDチップの発光面状に形成された電極などが陰になることによって形成される発光パターンは、蛍光物質の散乱などによって均一にされる。そのためより均一発光が可能な発光ダイオードともなる。以下、本願発明の構成部材について詳述する。

【0022】

(フォトルミネセンス蛍光体)

本願発明に用いられるフォトルミネセンス蛍光体としては、半導体発光素子から発光された可視光や紫外線で励起されて発光するフォトルミネセンス蛍光体という。特に本願発明においては、フォトルミネセンス蛍光体が組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体を利用

用する。発光層に窒化物系化合物半導体を用いた発光素子から発光した青色系の光と、青色光を吸収させるためボディカラーが黄色であるフォトルミネセンス蛍光体から発光する緑色系及び赤色系の光と、或いは、黄色系の光であってより緑色系及びより赤色系の光を混色表示させると所望の白色系発光色表示を行うことができる。発光装置はこの混色を起こさせるためにフォトルミネセンス蛍光体の粉体やバルクをエポキシ樹脂、アクリル樹脂或いはシリコン樹脂などの各種樹脂や酸化珪素、酸化アルミニウムなどの無機物中に含有させることが好ましい。このようにフォトルミネセンス蛍光体が含有されたものは、LEDチップからの光が透過する程度に薄く形成させたドット状のものや層状ものなど用途に応じて種々用いることができる。フォトルミネセンス蛍光体と樹脂などとの比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0023】

また、フォトルミネセンス蛍光体の分布を種々変えることによって耐候性の強い発光装置など種々の特性を持たせることができる。このような分布はフォトルミネセンス蛍光体を含有する部材、形成温度、粘度やフォトルミネセンス蛍光体の形状、粒度分布などを調整させることによって種々調整させることができる。したがって、使用条件などにより蛍光体の分布濃度を、種々選択することができる。また、2種類以上の蛍光体をそれぞれ発光素子からの入射光に対して順に配置させることによって効率よく発光可能な発光装置とすることができる。即ち、反射部材を有する発光素子上には、長波長側に吸収波長があり長波長に発光可能な蛍光体が含有された色変換部材と、それよりも長波長側に吸収波長がありより長波長に発光可能な色変換部材とを積層などさせることで反射光を有効利用することができる。

【0024】

本願発明のフォトルミネセンス蛍光体を使用すると、放射照度として (E_e) $= 3 W \cdot cm^{-2}$ 以上 $10 W \cdot cm^{-2}$ 以下のLEDチップと接する或いは近接して配置された場合においても高効率に十分な耐光性を有する発光装置とすることができる。

【0025】

本願発明に用いられるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である緑色系が発光可能なYAG系蛍光体では、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、図4（A）の実線の例の如く励起スペクトルのピークが450nm付近にさせることができる。また、発光ピークも図4（B）の実線の例の如く510nm付近にあり700nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。一方、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である赤色系が発光可能なYAG系蛍光体でも、ガーネット構造であり熱、光及び水分に強く、図4（A）の波線の例の如く励起スペクトルのピークが450nm付近にさせることができる。また、発光ピークも図4（B）の波線の例の如く600nm付近にあり750nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。

【0026】

ガーネット構造を持ったYAG系蛍光体の組成の内、Alの一部をGaで置換することで発光波長が短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGd及び/又はLaで置換することで、発光波長が長波長側へシフトする。AlのGaへの置換は、発光効率と発光波長を考慮してGa：Al＝1：1から4：6が好ましい。同様に、Yの一部をGd及び/又はLaで置換することは、Y：Gd及び/又はLa＝9：1から1：9であり、より好ましくは、Y：Gd及び/又はLa＝1：4から2：3である。置換が2割未満では、緑色成分が大きく赤色成分が少なくなる。また、8割以上では、赤み成分が増えるものの輝度が急激に低下する。

【0027】

このようなフォトルミネセンス蛍光体は、Y、Gd、Ce、La、Al、Sm及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、La、Smの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適

量混合して坩堝に詰め、空气中1350～1450°Cの温度範囲で2～5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。

【0028】

組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体は、混合させて用いても良いし、それぞれ独立して配置させても良い。蛍光体をそれぞれ独立して配置させる場合、発光素子から光をより短波長側で吸収発光しやすい蛍光体、それよりも長波長側で吸収発光しやすい蛍光体の順に配置させることが好ましい。これによって効率よく吸収及び発光させることができる。

【0029】

(発光素子102、202、302)

本願発明に用いられる発光素子とは、組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体をそれぞれ効率良く励起できる窒化物系化合物半導体が挙げられる。発光素子であるLEDチップは、MOCVD法等により基板上にAlN、InN、GaN、InGaNやInGaAlN等の半導体を発光層として形成させることができる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。半導体層の材料、構造やその混晶度によって発光波長を種々選択することができるが、フォトルミネセンス蛍光物質を効率よく励起させるためにフォトルミネセンス蛍光物質の発光波長よりも短い発光波長を発光することが好ましい。

【0030】

半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO、GaN等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化物系化合物半導体を形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にGaN、AlN等のバッファ層を形成しその上にPN接合を有する窒化物系化合物半導体を形成させることができる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーブしない状

態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーブさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーブしただけではP型化しにくいいためP型ドーパント導入後に、炉による加熱、低電子線照射、プラズマ照射等によりアニールすることでP型化させることが好ましい。エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。

【0031】

次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライプライン（経線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化ガリウム系化合物半導体である発光素子を形成させることができる。

【0032】

本願発明の発光装置において白色系を発光させる場合は、フォトルミネセンス蛍光体との混色等を考慮して発光素子の主発光波長は400nm以上530nm以下内にあることが好ましく、420nm以上490nm以下内にあることがより好ましい。LEDチップとフォトルミネセンス蛍光体との効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下内にあることがさらに好ましい。このような発光素子は、単色性ピーク波長を持つといってもある程度のスペクトル幅を持つため演色性の高い発光装置を形成させることができる。

【0033】

(導電性ワイヤー103、303)

導電性ワイヤーとしては、発光素子102、302の電極とのオーミック性、

機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、インナー・リード306及びマウント・リード305などと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0034】

(マウント・リード305)

マウント・リード305としては、発光素子302を配置させるものであり、ダイボンド機器などで発光素子であるLEDチップ302を積載するのに十分な大きさがあれば良い。また、LEDチップを複数設置しマウント・リードをLEDチップの共通電極として利用する場合においては、十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性が求められる。また、マウント・リード上のカップ内にLEDチップを配置すると共に蛍光体を内部に充填させる場合は、近接して配置させた別の発光ダイオードからの光により疑似点灯することを防止させることができる。

【0035】

LEDチップ302とマウント・リード305のカップとの接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどによりマウント・リードと接着させると共に電氣的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。

【0036】

さらに、発光ダイオードの光利用効率を向上させるためにLEDチップ302が配置されるマウント・リードの表面を鏡面状とし、表面に反射機能を持たせても良い。この場合の表面粗さは、 0.1 S 以上 0.8 S 以下が好ましい。また、

マウント・リードの具体的な電気抵抗としては $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。

【0037】

また、マウント・リード上に複数のLEDチップを積置する場合は、LEDチップからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{cal/cm}^2\text{/cm/}^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{cal/cm}^2\text{/cm/}^\circ\text{C}$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。

【0038】

(インナー・リード306)

インナー・リード306としては、マウント・リード305上に配置されたLEDチップと接続された導電性ワイヤーとの接続を図るものである。マウント・リード上に複数のLEDチップ302を設けた場合は、各導電性ワイヤー同士が接触しにくい構成とすることが好ましい。

【0039】

具体的には、マウント・リード305から離れるに従って、インナー・リード306のワイヤーボンディングさせる端面の面積を大きくする或いは、マウント・リードから離れるに従って端面の高さを高くさせることなどによってマウント・リードからより離れたインナー・リードと接続させる導電性ワイヤーの接触を防ぐことができる。

【0040】

また、導電性ワイヤーとの接続端面の粗さは、密着性を考慮して $1.6S$ 以上 $10S$ 以下が好ましい。インナー・リードの先端部を種々の形状に形成させるためには、あらかじめリードフレームの形状を型枠で決めて打ち抜き形成させてもよく、或いは全てのインナー・リードを形成させた後にインナー・リード上部の一部を削ることによって形成させても良い。さらには、インナー・リードを打ち抜き形成後、端面方向から加圧することにより所望の端面の面積と端面高さを同時に形成させることもできる。

【0041】

インナー・リードは、導電性ワイヤーであるボンディングワイヤー等との接続性及び電気伝導性が良いことが求められる。具体的な電気抵抗としては、 $300\ \mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3\ \mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅及び銅、金、銀をメッキしたアルミニウム、鉄、銅等が挙げられる。

【0042】

(コーティング部材301)

本願発明に用いられるコーティング部材301とは、モールド部材304とは別にマウント・リード305のカップに設けられるものであり発光素子302の発光を変換するフォトルミネセンス蛍光体が含有されるものである。コーティング部の具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンやアクリル樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂やケイ化物である酸化珪素、酸化アルミなどの無機物質などが好適に用いられる。また、フォトルミネセンス蛍光体と共に拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。さらに、光安定化剤として紫外線吸収剤を含有させても良い。

【0043】

(モールド部材101、210、304)

モールド部材は、発光装置の使用用途に応じてLEDチップ、導電性ワイヤー、フォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部材などを外部から保護するために設けることができる。モールド部材は、樹脂などの有機物質や硝子などの無機物質を用いて形成させることができる。モールド部材中にフォトルミネセンス蛍光体を含有させることによって視野角を増やすことができる。また、拡散剤を加えることによってLEDチップからの指向性を緩和させ視野角をさらに増やすこともできる。さらに安定発光させるために紫外線吸収剤などの光安定化剤を含有させても良い。

【0044】

更に、モールド部材を所望の形状にすることによってLEDチップからの発光を集束させたり拡散させたりするレンズ効果を持たせることができる。従って、

モールド部材は複数積層した構造でもよい。具体的には、凸レンズ形状、凹レンズ形状さらには、発光観測面から見て楕円形状やそれらを複数組み合わせたものが挙げられる。

【0045】

モールド部材の具体的材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコーン、アクリル樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や低融点硝子などが好適に用いられる。また、拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。フォトルミネセンス蛍光体はモールド部材中に含有させてもそれ以外のコーティング部などに含有させて用いてもよい。また、コーティング部をフォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂、モールド部材を硝子などとした異なる部材を用いて形成させても良い。この場合、生産性良くより水分などの影響が少ない発光ダイオードとすることができる。屈折率を考慮してモールド部材とコーティング部とを同じ部材を用いて形成させても良い。

【0046】

(面状光源)

本願発明の発光装置の一つである面状光源の場合、図2(A)の如く白色光を発光させるためには白色光を導光板によって面状とさせ方法と、図2(B)の如く面状に発光したLEDチップからの青色系光を白色光に変換させる方法がある。

【0047】

白色光を導光板によって面状とさせる場合には、フォトルミネセンス蛍光体が含有された色変換部材201を介して青色系が発光可能な発光ダイオード202と、導光板204と、を配置させた構成、或いはモールド部材中210などにフォトルミネセンス蛍光体を含有させ青色系が発光可能な窒化物半導体発光素子を有する発光ダイオード202と導光板204を光学的に接続させた構成をとることができる。

【0048】

面状に発光したLEDチップ202からの青色系光を白色光に変換させる場合

は、窒化物半導体を発光層に有する青色系が発光可能な発光ダイオード202と導光板204とを光学的に接続させた後、導光板204上の散乱シート206に含有させる。或いはバインダー樹脂と共に散乱シートに塗布などさせシート状に形成させる。さらには、導光板上にフォトルミネセンス蛍光体含有のバインダーをドット状に直接形成させる構成をとることができる。

【0049】

具体的には、絶縁層及び導電性パターンが形成されたコの字形の金属基板203内などに発光素子であるLEDチップを固定する。LEDチップと導電性パターンとの電気的導通を取った後、エポキシ樹脂をLEDチップ202が積載された基板の上に充填させアクリル性導光板204の端面と光学的に接続させる。導光板204の発光主面上には、フォトルミネセンス蛍光体をエポキシ樹脂中に混合攪拌し予め拡散シート上に均一塗布したシート部材201を積置させてある。この拡散シート部材206は、アクリル樹脂をベースに拡散剤として酸化アルミニウム、酸化珪素、酸化チタン、チタン酸バリウムの粒子などを含有させたエポキシ樹脂を塗布させた層と、フォトルミネセンス蛍光体を含有させた層とに分かれている。

【0050】

導光板の一方の主面上には、発光ダイオード近傍からの光が強発光する蛍現象防止のため白色散乱剤が含有されたフィルム状の反射部材207を配置させてあることが好ましい。同様に、導光板204の裏面側全面や発光ダイオードが配置されていない端面上にも反射部材205を設け発光効率を向上させてある。これにより、液晶のバックライトなどとして使用した場合においても十分な明るさを得られる面状光源とすることができる。液晶表示装置として利用する場合は、導光板の主面上に不示図の透光性導電性パターンが形成された硝子基板間に注入された液晶を介して配された偏光板により構成させることができる。以下、本願発明の実施例について説明するが、本願発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0051】

【実施例】

(実施例1)

発光素子として発光ピークが450nmの $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ 半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板の上にTMG（トリメチルガリウム）ガス、TMI（トリメチルインジウム）ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとして SiH_4 と Cp_2Mg と、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させる。半導体発光素子としては、N型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層、N型導電性を有する窒化ガリウムアルミニウム半導体であるクラッド層、P型導電性を有する窒化ガリウムアルミニウム半導体であるクラッド層、P型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層を形成させた。N型導電性を有するクラッド層とP型導電性を有するクラッド層との間にダブルヘテロ接合となるZnドープ InGaIn の活性層を形成させた。（なお、サファイヤ基板には、低温で窒化ガリウム半導体を形成させバッファ層とさせてある。P型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。）

エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。

【0052】

銀メッキした銅製リードフレームの先端にカップを有するマウント・リードにLEDチップをエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電氣的導通を取った。

【0053】

モールド部材は、砲弾型の型枠の中にLEDチップが配置されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150℃5時間にて硬化させ青色系発光ダイオードを形成させた。青色系発光ダイオードを端面が全て研磨されたアク

リル性導光板の一端面に接続させた。アクリル板の片面及び側面は、白色反射部材としてチタン酸バリウムをアクリル系バインダー中に分散したものでスクリーン印刷及び硬化させた。

【0054】

一方、フォトルミネセンス蛍光体は、緑色系及び赤色系をそれぞれ必要なY、Gd、Ce、Laの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蔭酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムと混合して混合原料をそれぞれ得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400°Cの温度範囲で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品をそれぞれ水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0055】

形成された組成が $Y_3(A1_{0.6}Ga_{0.4})_5O_{12}:Ce$ であり緑色系が発光可能な第1の蛍光体120重量部と同様の工程で形成され組成が $(Y_{0.4}Gd_{0.6})_3Al_5O_{12}:Ce$ であり赤色系が発光可能な第2の蛍光体100重量部を、エポキシ樹脂100重量部とよく混合してスラリーとさせた。このスラリーを厚さ0.5mmのアクリル層上にマルチコーターを用いて均等に塗布、乾燥し、厚さ約30 μ mの色変換部材として蛍光体層を形成させた。蛍光体層を導光板の主発光面と同じ大きさに切断し導光板上に配置させることにより発光装置を形成させた。発光装置の色度点、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点(x=0.29, y=0.34)、Ra(演色性指数)=92.0と三波長型蛍光灯に近い性能を示した。また、発光効率は12lm/wと白色電球並であった。さらに耐侯試験として室温60mA通電、室温20mA通電、60°C90%RH下で20mA通電の各試験においても蛍光体に起因する変化は観測されなかった。

【0056】

(比較例1)

第1及び第2のフォトルミネセンス蛍光体をそれぞれペリレン系誘導体である緑色有機蛍光顔料(シンロイヒ化学製FA-001)と赤色有機蛍光顔料(シンロイヒ化学製FA-005)として同量で混合攪拌した以外は、実施例1と同様

にして発光ダイオードの形成及び耐侯試験を行った。形成された発光ダイオードの色度座標は、 $(X, Y) = (0.34, 0.35)$ であった。耐侯性試験として、カーボンアークで紫外線量を200hrで太陽光の1年分とほぼ同等とさせ時間と共に輝度の保持率及び色調を測定した。また、信頼性試験としてLEDチップを発光させ70℃一定における時間と共に発光輝度及び色調を測定した。この結果を実施例1と共に図6及び図7にそれぞれ示す。

【0057】

(実施例2)

発光素子は、実施例1と同様にして発光ピークが450nmの $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ の発光層を有するLEDチップを形成させた。銀メッキした銅製リードフレームの先端にカップを有するマウント・リードにLEDチップをエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電気的導通を取った。

【0058】

一方、フォトルミネセンス蛍光体は、緑色系及び赤色系をそれぞれ必要なY、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムと混合して混合原料をそれぞれ得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400℃の温度範囲で3時間焼成してそれぞれ焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0059】

形成された組成が $\text{Y}_3(\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ であり緑色系が発光可能な第1の蛍光体と $(\text{Y}_{0.2}\text{Gd}_{0.8})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ であり赤色系が発光可能な第2の蛍光体をそれぞれ40重量部、エポキシ樹脂100重量部をよく混合してスリラーとさせた。このスリラーをLEDチップが配置されたマウント・リード上のカップ内に注入させた。注入後、フォトルミネセンス蛍光体が含有された樹脂を130℃1時間で硬化させた。こうしてLEDチップ上に厚さ120μmのフォトルミネセンス蛍光体が含有されたコーティング部材が形成された。なお、コ

ーティング部材には、LEDチップに向かってフォトルミネセンス蛍光体が徐々に多くしてある。その後、さらにLEDチップやフォトルミネセンス蛍光体を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中にフォトルミネセンス蛍光体のコーティング部が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150℃5時間にて硬化させた。こうして形成された発光ダイオードは、発光観測正面から視認するとフォトルミネセンス蛍光体のボディカラーにより中央部が黄色っぽく着色していた。

【0060】

こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点 ($x=0.32, y=0.34$)、Ra (演色性指数) = 89.0、発光効率は10 lm/wであった。さらに耐侯試験として室温60 mA通電、室温20 mA通電、60℃90%RH下で20 mA通電の各試験においてもフォトルミネセンス蛍光体に起因する変化は観測されず通常の青色系発光ダイオードと寿命特性に差がないことが確認できた。

【0061】

(実施例3)

発光素子として発光ピークが470 nmのIn_{0.4}Ga_{0.6}N半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG (トリメチルガリウム) ガス、TMI (トリメチルインジウム) ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH₄とCp₂Mgと、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させる。半導体発光素子としては、N型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層、P型導電性を有する窒化ガリウムアルミニウム半導体であるクラッド層、P型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層を形成させた。N型導電性を有するコンタクト層とP型導電性を有するクラッド層との間に厚さ約3 nmであり、単一量子井戸構造とされるノンドープInGa_xNの活性層を形成させた。(なお、サフ

ァイア基板には、低温で窒化ガリウム半導体を形成させバッファ層とさせてある。)

エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。

【0062】

銀メッキした銅製リードフレームの先端にカップを有するマウント・リードにLEDチップをエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電氣的導通を取った。

【0063】

モールド部材は、砲弾型の型枠の中にLEDチップが配置されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150℃5時間にて硬化させ青色系発光ダイオードを形成させた。青色系発光ダイオードを端面が全て研磨されたアクリル性導光板の一端面に接続させた。アクリル板の片面及び側面は、白色反射部材としてチタン酸バリウムをアクリル系バインダー中に分散したものでスクリーン印刷及び硬化させた。

【0064】

一方、フォトルミネセンス蛍光体は、組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光物質として比較的短波長側の黄色系が発光可能な蛍光体と、比較的長波長側の黄色系が発光可能な蛍光体を用いた。それぞれ必要なY、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと混合して混合原料をそれぞれ得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400℃の温度範囲で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品をそれぞれ水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0065】

形成された組成が $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12}:Ce$ であり比較的短波長側の黄色系が発光可能な蛍光体 100 重量部と同様の工程で形成され組成が $(Y_{0.4}Gd_{0.6})_3Al_5O_{12}:Ce$ であり比較的長波長側の黄色系が発光可能な蛍光体 100 重量部を、アクリル樹脂 1000 重量部とよく混合して押し出し成形させた。これにより厚さ約 $180\mu m$ の色変換部材として蛍光体層を形成させた。蛍光体層を導光板の主発光面と同じ大きさに切断し導光板上に配置させることにより発光装置を形成させた。発光装置の色度点、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点 ($x=0.33, y=0.34$)、 R_a (演色性指数) = 88.0 を示した。また、発光効率は $10lm/w$ であった。さらに耐侯試験として室温 60mA 通電、室温 20mA 通電、 $60^{\circ}C$ 90%RH 下で 20mA 通電の各試験においても蛍光体に起因する変化は観測されなかった。同様に、この蛍光体の含有量を種々変えることによって発光素子からの波長が変化しても所望の色度点を維持させることができる。

【0066】

【発明の効果】

高出力の窒化物系化合物半導体の発光素子と、この発光素子からの光によって励起され発光する組成の異なる 2 種類以上のフォトルミネセンス蛍光体と、を利用した本願発明の発光装置とすることにより、長時間高輝度時の使用においても発光効率が高く所望の色が発光可能な発光装置とすることができる。特に、蛍光体を励起する発光素子の発光波長が短く効率的に蛍光体が励起可能であると共に蛍光体によって等法的に放出された光は発光素子の発光層に吸収されることなく発光可能である。そのため、発光素子が反射性の部材の上に配置されるとより効率よく発光可能となる。さらに、信頼性や省電力化、小型化さらには色温度の可変性など車載や航空産業、一般電気機器に港内のブイ表示用や高速道路の標識照明など屋外での表示や照明として新たな用途を開くことができる。また、白色は人間の目で長時間視認する場合には刺激が少なく目に優しい発光ダイオードとすることができる。

【0067】

特に、本願発明の請求項 1 に記載の構成とすることにより長時間の使用におい

ても色ずれ、発光効率の低下が極めて少なく高輝度に所望の発光成分を有する白色系が発光可能な発光装置とすることができる。また、2種類以上の組成の異なる蛍光体を利用することによって演色性が高い発光装置とすることができる。さらに、発光素子の発光波長がずれたとしても蛍光体の組成や含有量を調整させることによって一定の発光色が発光可能な量産性の良い発光装置とすることができる。

【0068】

本願発明の請求項2に記載のより具体的な構成とすることにより、長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少なくより所望の光が発光可能な発光装置とすることができる。

【0069】

本願発明の請求項3に記載の構成とすることにより、長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少なく白色系の光を発光させることができる。

【0070】

本願発明の請求項4に記載の構成とすることにより、長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少なく白色系の光を発光させることができる。

【0071】

本願発明の請求項5に記載の構成とすることにより、長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少なくより所望の光が発光可能な発光装置とすることができる。

【0072】

本願発明の請求項6に記載の構成とすることにより、より効率よく長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少なく発光装置とすることができる。

【0073】

本願発明の請求項7に記載の構成とすることにより、長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少なく白色系の光をより均一に面状に発光させることができる。

【0074】

本願発明の請求項 8 に記載の構成とすることにより、外部環境下においても長時間の使用においても色ずれ、発光効率の低下が極めて少なく高輝度に RGB の発光成分を有する白色系が発光可能な発光ダイオードとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、本願発明の発光装置の模式的断面図である。

【図 2】

図 2 は、本願発明の他の発光装置である面状光源の模式的断面図を示し、(A) は、導光板と発光ダイオードとの間にフォトルミネセンス蛍光体を有する面状光源であり、(B) は、導光板の主面上にフォトルミネセンス蛍光体を有する面状光源である。

【図 3】

図 3 は、本願発明の他の発光装置である発光ダイオードの模式的断面図である。

【図 4】

図 4 (A) は、本願発明に用いられる第 1 及び第 2 のフォトルミネセンス蛍光体の吸収スペクトルの一例を示し、図 4 (B) は、本願発明に使用される第 1 及び第 2 のフォトルミネセンス蛍光体の発光スペクトルの一例を示した図である。

【図 5】

図 5 は、本願発明に用いられる発光素子の発光スペクトル例を示した図である。

【図 6】

図 6 は、本願発明と、比較のために示した発光装置との耐候性試験における結果を示し (A) は輝度保持率と時間との関係、(B) は色調と時間との関係を示したグラフである。

【図 7】

図 7 は、本願発明と、比較のために示した発光装置との信頼性試験における結果を示し (A) は輝度保持率と時間との関係、(B) は色調と時間との関係を示したグラフである。

【図8】

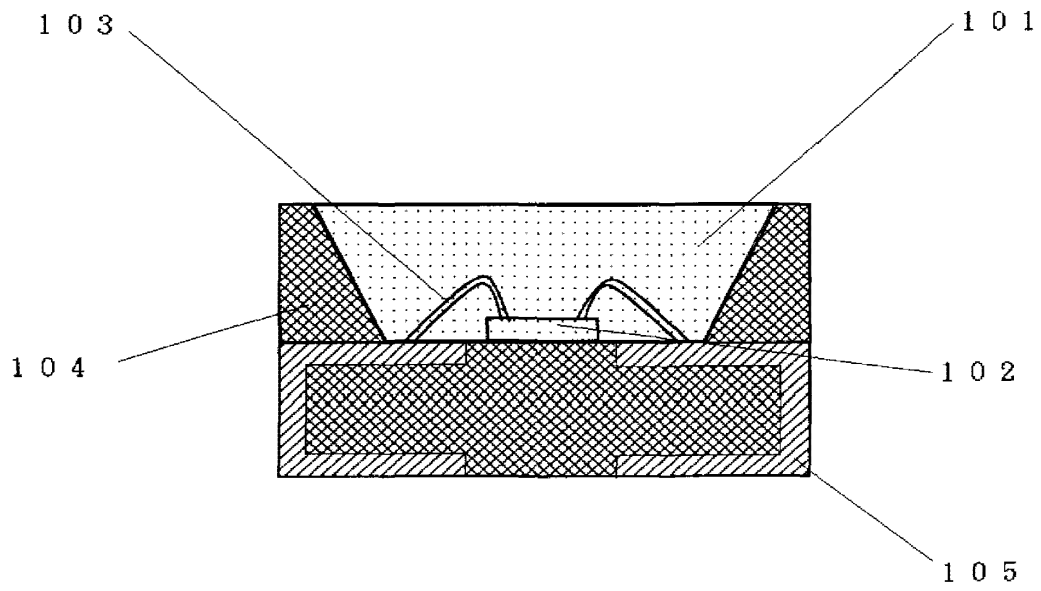
図8は、本願発明の発光装置が発光可能な色度図を表す。A及びB点は発光素子が発光する発光色を表し、C点、D点は、それぞれ2種類のフォトルミネッセンス蛍光体からの発光色を表す。

【符号の説明】

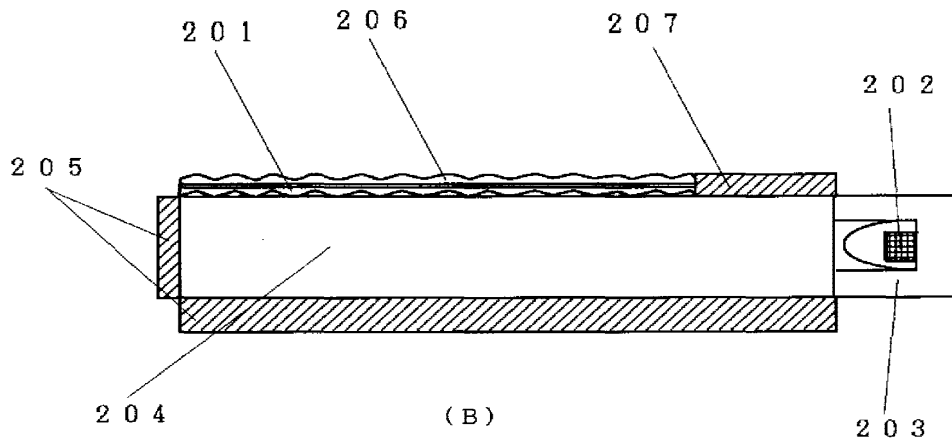
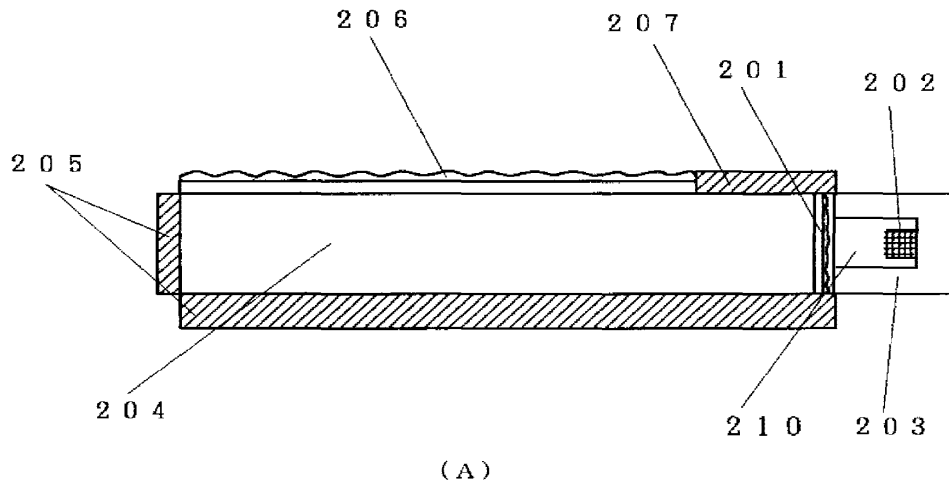
- 101、210・・・フォトルミネッセンス蛍光体が含有されたモールド部材
- 102、202、302・・・発光素子
- 103、303・・・導電性ワイヤー
- 104・・・筐体
- 105・・・外部電極
- 201・・・色変換部材
- 203・・・支持体
- 204・・・導光板
- 205、207・・・反射部材
- 206・・・散乱シート
- 301・・・フォトルミネッセンス蛍光体が含有されたコーティング部材
- 304・・・モールド部材
- 305・・・マウント・リード
- 306・・・インナー・リード

【書類名】 図面

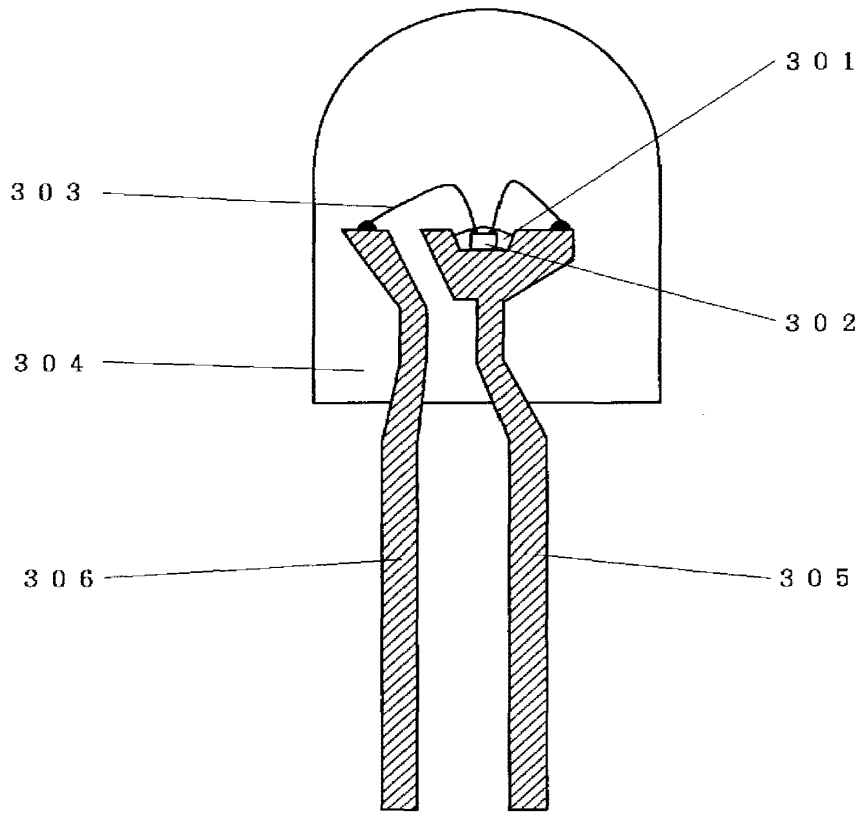
【図1】



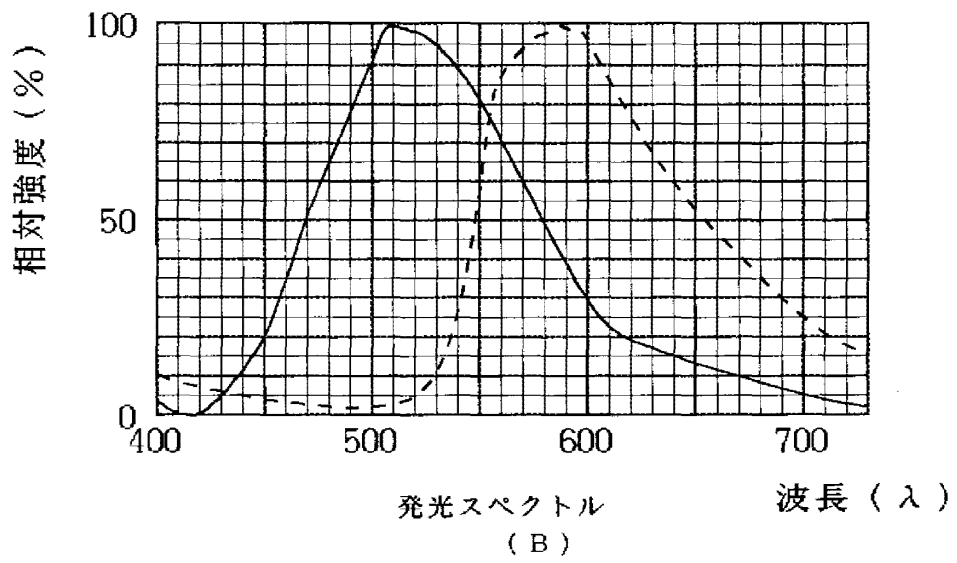
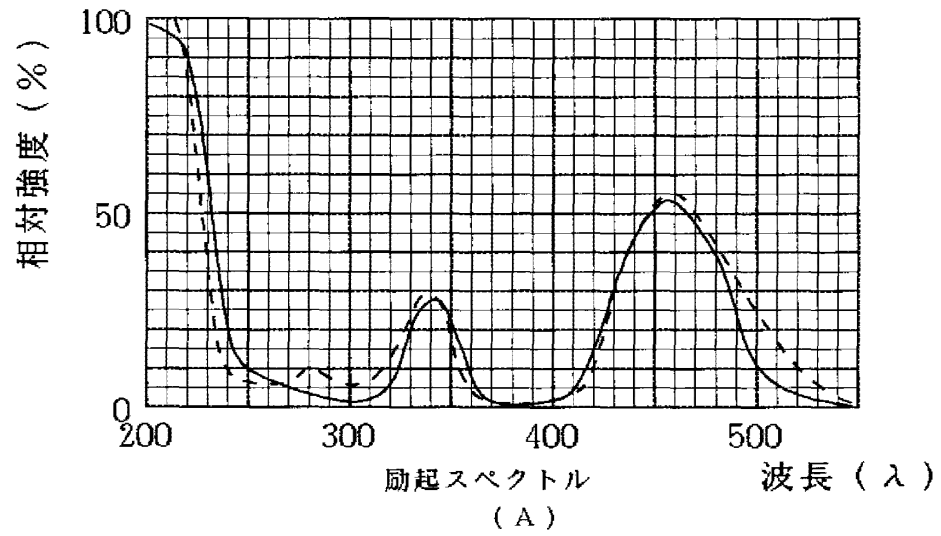
【図2】



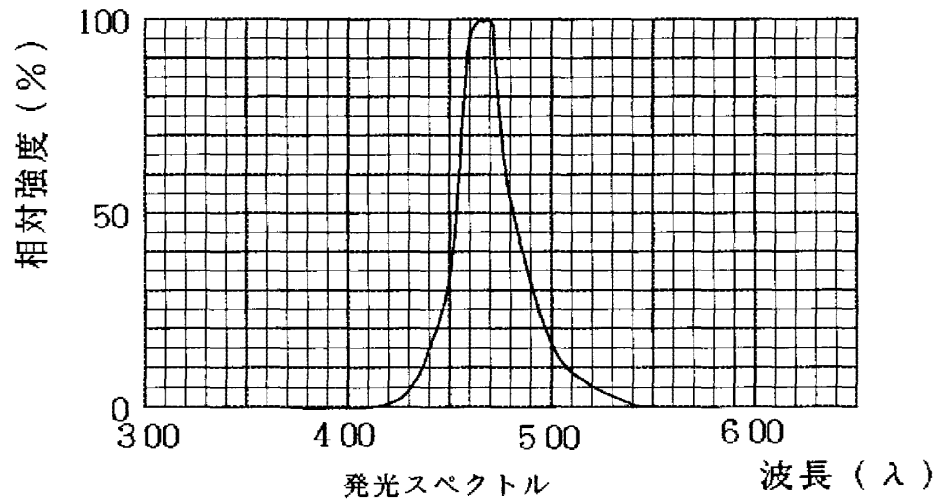
【図3】



【図4】

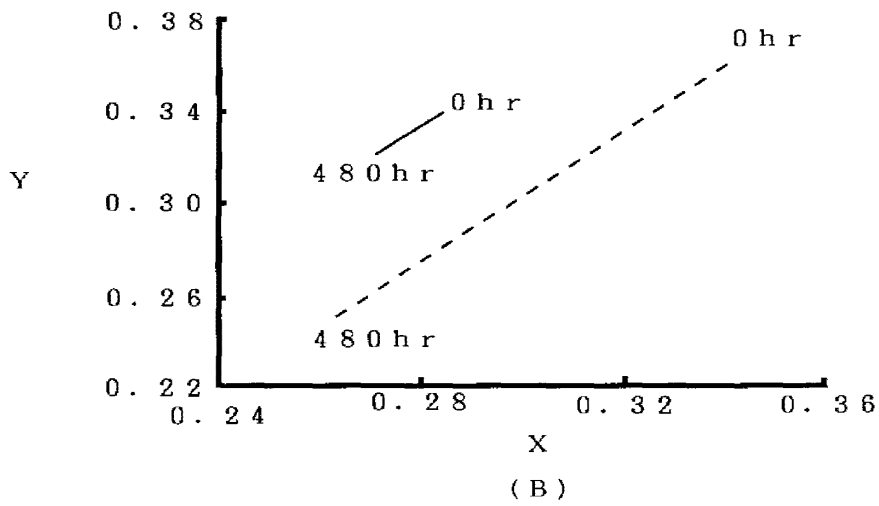
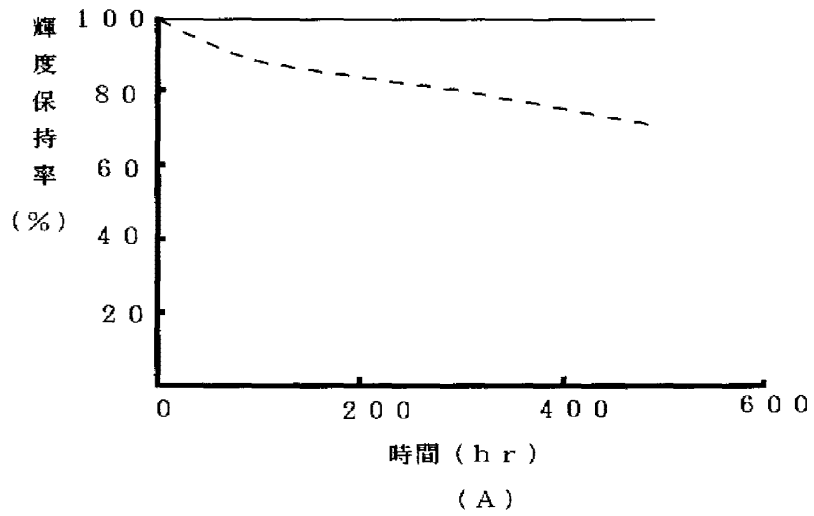


【図5】



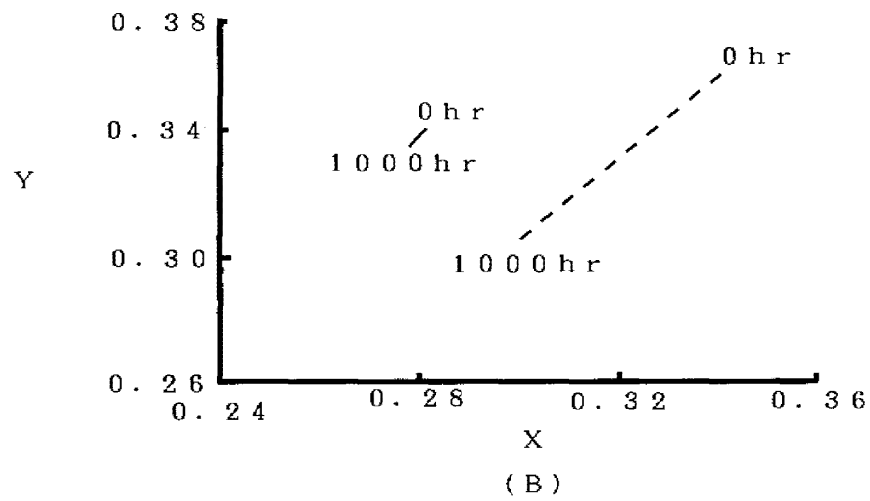
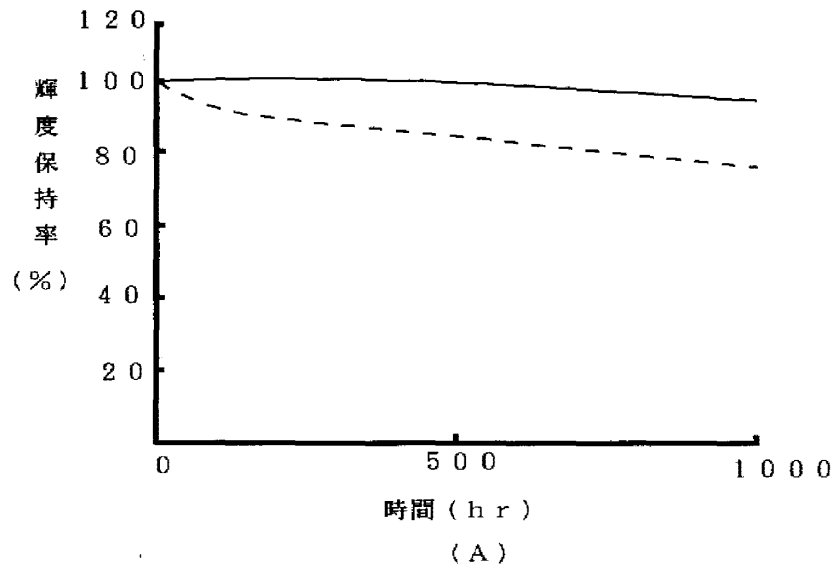
【図6】

耐候性試験

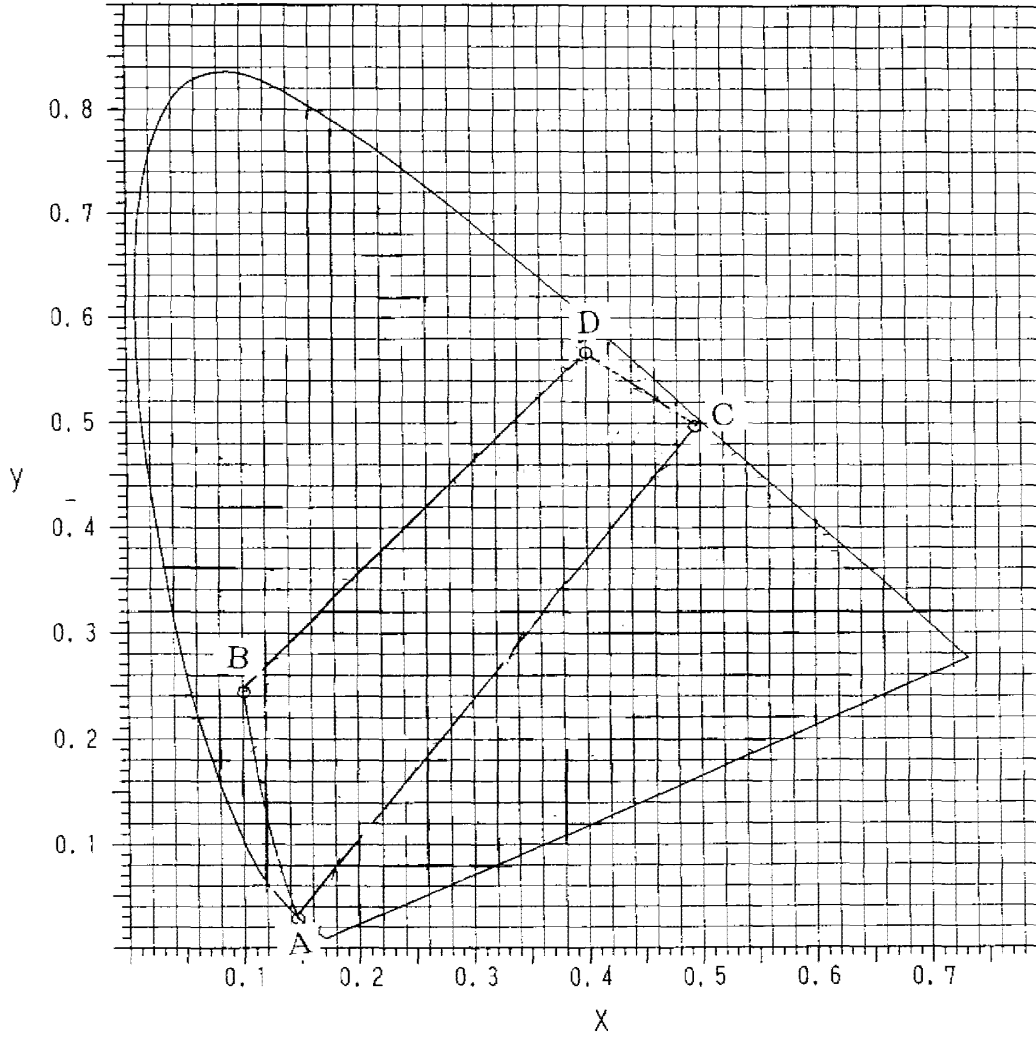


【図7】

信頼性試験



【图8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

本発明は、バックライト光源、照光式スイッチ、信号機、表示器、LEDディスプレイ及び各種インジケータなどに利用される発光装置に係わり、特に使用環境によらず高輝度、高効率に所望の色に発光可能な発光装置に関する。

【解決手段】

本発明は、発光層が窒化物系化合物半導体である発光素子と、該発光素子からの発光の少なくとも一部を吸収し前記発光素子からの発光よりも長波長光を発光するフォトルミネセンス蛍光体と、を有する発光装置である。フォトルミネセンス蛍光体は、組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である。

【選択図】 図1

【書類名】	職権訂正データ
【訂正書類】	特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】	申請人
【識別番号】	000226057
【住所又は居所】	徳島県阿南市上中町岡491番地100
【氏名又は名称】	日亜化学工業株式会社

出願人履歴

000226057

19900818

新規登録

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社

DEC 04 2009

PTO/SB/08a (07-09)

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.

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Complete if Known		
				Application Number	12/548,618, Conf. #7447	
Sheet		1	of	3	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Document Number	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code ² (if known)			
	AA*	US-5,798,537	08-25-1988	Nitta	
	AB*	US-5,998,925-A	12-07-1999	Shimizu et al.	
	AC*	US-6,069,440-A	05-30-2000	Shimizu et al.	
	AD*	US-6,608,332-B2	08-19-2003	Shimizu et al.	
	AE*	US-6,614,179-B1	09-02-2003	Shimizu et al.	
	AF*	US-7,026,756-B2	04-11-2006	Shimizu et al.	
	AG*	US-7,071,616-B2	07-04-2006	Shimizu et al.	
	AH*	US-7,126,274-B2	10-24-2006	Shimizu et al.	
	AI*	US-7,215,074-B2	05-08-2007	Shimizu et al.	
	AJ*	US-7,329,988-B2	02-12-2008	Shimizu et al.	
	AK*	US-7,362,048-B2	04-22-2008	Shimizu et al.	
	AL*	US-7,531,960-B2	05-12-2009	Shimizu et al.	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Foreign Patent Document	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T ⁶
		Country Code ³ -Number ⁴ -Kind Code ⁵ (if known)				
	BA*	EP-0-550-937-A1	09-02-1992			

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

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. * CITE NO.: Those application(s) which are marked with an single asterisk (*) next to the Cite No. are not supplied (under 37 CFR 1.98(a)(2)(iii)) because that application was filed after June 30, 2003 or is available in the IFW. ¹ Applicant's unique citation designation number (optional). ² See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at www.uspto.gov or MPEP 901.04. ³ Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ⁴ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁵ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁶ Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Complete if Known		
				Application Number	12/548,618, Conf. #7447	
				Filing Date	August 27, 2009	
				First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU	
				Art Unit	2812	
				Examiner Name	Not Yet Assigned	
Sheet	2	of	3	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5	

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	CA*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued January 28, 1999, in U.S. Application No. 08/902,725 (U.S. Patent 5,998,925).	
	CB*	Office Action issued November 17, 2000, in U.S. Application No. 08/902,725 (U.S. Patent 5,998,925).	
	CC*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued October 8, 1999, in U.S. Application No. 09/300,315 (U.S. Patent 6,069,440).	
	CD*	Office Action issued March 13, 2001, in U.S. Application No. 09/458,024 (U.S. Patent 6,614,179).	
	CE*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued March 26, 2003, in U.S. Application No. 09/458,024 (U.S. Patent 6,614,179).	
	CF*	Office Action issued August 14, 2002, in U.S. Application No. 09/736,425 (U.S. Patent 6,608,332).	
	CG*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued March 25, 2003, in U.S. Application No. 09/736,425 (U.S. Patent 6,608,332).	
	CH*	Office Action issued August 19, 2005, in U.S. Application No. 10/609,402 (U.S. Patent 7,362,048).	
	CI*	Office Action issued July 27, 2007, in U.S. Application No. 10/609,402 (U.S. Patent 7,362,048).	
	CJ*	Office Action issued January 2, 2008, in U.S. Application No. 10/609,402 (U.S. Patent 7,362,048).	
	CK*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued February 13, 2008, in U.S. Application No. 10/609,402 (U.S. Patent 7,362,048).	
	CL*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued May 4, 2005, in U.S. Application No. 10/609,503 (U.S. Patent 7,071,616).	
	CM*	Office Action issued April 8, 2005, in U.S. Application No. 10/677,382 (U.S. Patent 7,026,756).	
	CN*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued September 22, 2005, in U.S. Application No. 10/677,382 (U.S. Patent 7,026,756).	
	CO*	Office Action issued February 28, 2006, in U.S. Application No. 10/677,382 (U.S. Patent 7,026,756).	
	CP*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued February 11, 2009, in U.S. Application No. 11/682,014 (U.S. Patent 7,531,960).	
	CQ*	Office Action issued September 7, 2005, in U.S. Application No. 10/864,544 (U.S. Patent 7,126,274).	
	CR*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued March 10, 2006, in U.S. Application No. 10/864,544 (U.S. Patent 7,126,274).	

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

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

¹Applicant's unique citation designation number (optional). ²Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

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

Substitute for form 1449/PTO				Complete if Known	
				Application Number	12/548,618, Conf. #7447
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				Filing Date	August 27, 2009
				First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU
				Art Unit	2812
				Examiner Name	Not Yet Assigned
				Attorney Docket Number	0020-5147PUS5
Sheet	3	of	3		

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	CS*	Office Action issued December 13, 2005, in U.S. Application No. 11/208,729 (U.S. Patent 7,215,074).	
	CT*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued September 7, 2006, in U.S. Application No. 11/208,729 (U.S. Patent 7,215,074).	
	CU*	Office Action issued April 4, 2007, in U.S. Application 11/653,275 (U.S. Patent 7,329,988).	
	CV*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued September 25, 2007, in U.S. Application No. 11/653,275 (U.S. Patent 7,329,988).	
Examiner Signature			Date Considered

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

¹Applicant's unique citation designation number (optional). ²Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No.: 12/548,618

Confirmation No.: 7447

Filed: August 27, 2009

Art Unit: 2812

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Examiner: Not Yet Assigned

COPENDING APPLICATION LETTER

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

Sir:

Under the provisions of MPEP § 2001.06(b), the Examiner is hereby advised of the following co-pending U.S. Application(s):

<u>Appl. No.</u>	<u>Filing Date</u>	<u>Group</u>
12/548,614	08-27-2009	2812
12/548,620	08-27-2009	2812
12/548,621	08-27-2009	2812
12/559,042	09-14-2009	2812
12/575,155	10-07-2009	2812
12/575,162	10-07-2009	2812

The subject matter contained in the above-listed co-pending U.S. applications may be deemed to relate to the present application, and thus may be material to the prosecution of this instant application.

Copies of the cited U.S. patent applications (specification, claims, and the drawings) are available on the USPTO's Image File Wrapper. Therefore copies thereof need not be attached.

The materials in the envelope are considered trade secrets and are being submitted for consideration under MPEP § 724.

The above-listed co-pending applications are not to be construed as prior art. By bringing the above-listed applications to the attention of the Examiner, Applicants do NOT waive any confidentiality concerning the above-listed co-pending applications or this application. See MPEP § 101. Furthermore, if said applications should not mature into patents, such applications should be preserved in secrecy under the provisions of 35 U.S.C. § 122 and 37 C.F.R. § 1.14.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to our Deposit Account No. 02-2448 for any additional fees required under 37 C.F.R. § 1.16 or under § 1.17; particularly, extension of time fees.

Dated: DEC 04 2009

Respectfully submitted,

By *Andrew D. Meikle* *Att. No. 501*
* Andrew D. Meikle
Registration No.: 32,868
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
8110 Gatehouse Road, Suite 100 East
P.O. Box 747
Falls Church, Virginia 22040-0747
(703) 205-8000
Attorney for Applicant

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	6572525
Application Number:	12548618
International Application Number:	
Confirmation Number:	7447
Title of Invention:	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
First Named Inventor/Applicant Name:	Yoshinori SHIMIZU
Customer Number:	02292
Filer:	Andrew Duff Meikle/Lisa Strandberg
Filer Authorized By:	Andrew Duff Meikle
Attorney Docket Number:	0020-5147PUS5
Receipt Date:	04-DEC-2009
Filing Date:	27-AUG-2009
Time Stamp:	10:57:27
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		IDSetc.pdf	469279 <small>723a75cb666c33d23daf891abd58648f208ec403</small>	yes	12

Multipart Description/PDF files in .zip description		
Document Description	Start	End
Power of Attorney	1	1
Assignee showing of ownership per 37 CFR 3.73(b).	2	2
Transmittal Letter	3	7
Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	8	10
Transmittal Letter	11	12
Warnings:		
Information:		
Total Files Size (in bytes):		469279
<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>		

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.

POWER OF ATTORNEY OR REVOCATION OF POWER OF ATTORNEY WITH A NEW POWER OF ATTORNEY AND CHANGE OF CORRESPONDENCE ADDRESS	Application Number	12/548.618-Conf. #7447
	Filing Date	August 27, 2009
	First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU
	Title	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
	Art Unit	N/A
	Examiner Name	Not Yet Assigned
Attorney Docket No.	0020-5147PUS5	

I hereby revoke all previous powers of attorney given in the above-identified application.

A Power of Attorney is submitted herewith.
 OR

I hereby appoint Practitioner(s) associated with the following Customer Number as my/our attorney(s) or agent(s) to prosecute the application identified above, and to transact all business in the United States Patent and Trademark Office connected therewith: 02292

OR

I hereby appoint Practitioner(s) named below as my/our attorney(s) or agent(s) to prosecute the application identified above, and to transact all business in the United States Patent and Trademark Office connected therewith:

Practitioner(s) Name	Registration Number	Practitioner(s) Name	Registration Number

Please recognize or change the correspondence address for the above-identified application to:

The address associated with the above-mentioned Customer Number:
 OR

The address associated with Customer Number:

OR

Firm or Individual Name

Address

City	State	Zip
Country	Telephone	Email

I am the:

Applicant/Inventor.
 OR

Assignee of record of the entire interest. See 37 CFR 3.71.
 Statement under 37 CFR 3.73(b) (Form PTO/SB/96) submitted herewith or filed on _____

SIGNATURE of Applicant or Assignee of Record

Signature	<i>Eiji Ogawa</i>	Date	October 6, 2009
Name	Eiji OGAWA	Telephone	(81) 884-22-2311
Title and Company	President, NICHIA CORPORATION		

NOTE: Signatures of all the inventors or assignees of record of the entire interest or their representative(s) are required. Submit multiple forms if more than one signature is required, see below*.

*Total of 1 forms are submitted.

STATEMENT UNDER 37 CFR 3.73(b)

Applicant/Patent Owner: Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No./Patent No.: 12/548,618 Filed/Issue Date: August 27, 2009

Entitled: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

NICHIA CORPORATION, a Corporation
(Name of Assignee) (Type of Assignee, e.g., corporation, partnership, university, government agency, etc.)

states that it is:

- 1. the assignee of the entire right, title, and interest; or
- 2. an assignee of less than the entire right, title and interest.
The extent (by percentage) of its ownership interest is _____ %

in the patent application/patent identified above by virtue of either:

- A. An assignment from the inventors of the patent application/patent identified above. The assignment was recorded in Application No. _____ in the United States Patent and Trademark Office at Reel _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

OR

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

1. From: Yoshinori Shimizu et al. To: Nichia Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha
The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at
Reel 8804, Frame 0037

2. From: Nichia Kagaku Kogyo Kabushiki To: Nichia Corporation
The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at
Reel 017260, Frame 0861

3. From: _____ To: _____
The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at
Reel _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

Additional documents in the chain of title are listed on a supplemental sheet.

Copies of assignments or other documents in the chain of title are attached.
[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, if the assignment is to be recorded 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.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Eiji Ogawa
Signature

October 16, 2009
Date

Eiji OGAWA
Printed or Typed Name

(81) 884-22-2311
Telephone Number

President, NICHIA CORPORATION
Title

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No.: 12/548,618

Confirmation No.: 7447

Filed: August 27, 2009

Art Unit: 2812

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Examiner: Not Yet Assigned

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

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

Sir:

Applicant(s) hereby submit(s) an Information Disclosure Statement for consideration by the Examiner.

I. LIST OF PATENTS, PUBLICATIONS OR OTHER INFORMATION

The patents, publications, or other information submitted for consideration by the Office are listed on the PTO-SB08.

II. COPIES

a. Copies of foreign patent documents, non-patent literature and other information.

b. **REFERENCES PREVIOUSLY CITED OR SUBMITTED: Copies of any information not provided can be found in one or more of the following applications which has been relied upon for an earlier filing date under 35 U.S.C. § 120:**

U.S. Application No. and U.S. Filing Date

12/028,062 filed February 8, 2008

III. CONCISE EXPLANATION OF THE RELEVANCE

a. **NON-ENGLISH LANGUAGE DOCUMENTS:** A concise explanation of the relevance of all non-English language patents, publications, or other information listed is as follows:

b. **ENGLISH LANGUAGE SEARCH REPORT OR FOREIGN PATENT OFFICE COMMUNICATION:** An English language version of the search report or Foreign Patent Office communication that indicates the degree of relevance is attached.

c. **OTHER: The following additional information is provided. The documents listed on the attached Form PTO/SB/08 include related U.S. patents and Office Actions that issued in connection with the cited U.S. patents. U.S. 5,798,537 is cited herein, as it was erroneously cited as U.S. 6,798,537 (reference AY) in the IDS filed on August 27, 2009. EP 0 550 937 is cited herein, as it was erroneously cited as EP 0 500 937 (reference BM) in the IDS filed on August 27, 2009.**

IV. STATEMENT UNDER 37 C.F.R. § 1.97(e)

The undersigned hereby states that:

a. Each item of information contained in the IDS was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than **30 days** prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

b. Each item of information contained in the IDS 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 this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English

language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

c. No item of information contained in the IDS 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 IDS was known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of the IDS.

d. Some of the items of information in the IDS were cited in a communication from a foreign patent office. Such items were first cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office. As to the remaining items of information, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, such remaining items were not known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of this statement.

V. FEES

a. This Information Disclosure Statement is being filed concurrently with the filing of a new patent application or Request for Continued Examination. No fee is required.

b. This Information Disclosure Statement is being filed within three months of the filing date of an application. No fee is required.

c. **This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a first Action on the merits. No fee is required. If a first Office Action on the merits has issued, please consider this IDS under 37 C.F.R. § 1.97(c) and see the statement under 37**

C.F.R. § 1.97(e) above. If no statement has been made, charge our deposit account for the required fee.

d. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a Final Office Action or before the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(c)(1)).

No statement. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

or

See the above statement. No fee is required.

e. This Information Disclosure Statement is being filed after the mailing date of a Final Office Action or after the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(d)), see the statement above. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

VI. PAYMENT OF FEES

The required fee is listed on the attached Fee Transmittal.

No fee is required.

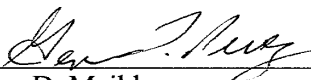
Application No.: 12/548,618
Art Unit 2812

Docket No.: 0020-5147PUS5

If the Examiner has any questions concerning this IDS, please contact the undersigned. If it is determined that this IDS has been filed under the wrong rule, the USPTO is requested to consider this IDS under the proper rule and charge the appropriate fee to Deposit Account No. 02-2448.

Dated: DEC 04 2009

Respectfully submitted,

By  #48,501
/ Andrew D. Meikle
Registration No.: 32,868
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
8110 Gatehouse Road, Suite 100 East
P.O. Box 747
Falls Church, Virginia 22040-0747
(703) 205-8000
Attorney for Applicant

Attachments: PTO/SB/08



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
12/548,618	08/27/2009	Yoshinori SHIMIZU	0020-5147PUS5

CONFIRMATION NO. 7447

PUBLICATION NOTICE

2292
BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH
PO BOX 747
FALLS CHURCH, VA 22040-0747



Title:LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Publication No.US-2010-0006819-A1

Publication Date:01/14/2010

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

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

Substitute for form 1449A/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				Complete if Known	
Application Number		12/548,618			
Filing Date		08-27-09			
First Named Inventor		Yoshinori Shimizu			
Art Unit		2812			
Examiner Name		Not Yet Assigned			
Attorney Docket Number		0020-5147PUS5			
Sheet	1	of	2		

U.S. PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initial *	Cite No. 1	Document Number		Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number	Kind Code ² (if known)			
	1	US-4,001,628		01-04-1977	Ryan	
	2	US-5,208,462-A		05-04-1993	O'Connor et al.	
	3	US-5,706,022-A		01-06-1998	Hato	
	4	US-5,743,629-A		04-28-1998	Helstern et al.	
	5	US-6,600,175-B1		07-29-2003	Baretz et al.	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS							
Examiner Initial *	Cite No. 1	Foreign Patent Document			Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Country ² Code	Number ⁴	Kind Code (if known) ⁵			
	6	JP	6-296043-A		10-21-1994		<input checked="" type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>

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

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

1. Applicant's unique citation designation number (optional) 2. See Kinds codes of USPTO patent Documents. at www.uspto.gov or MPEP 901.04.

3. Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3.) 4. For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. 5. Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.f 16 if possible. 6. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

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

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

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786.9199) and select option 2.

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

Substitute for form 1449B/PTO		Complete if Known	
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		Application Number	12/548,618
		Filing Date	08-27-09
		First Named Inventor	Yoshinori Shimizu
		Group Art Unit	2812
		Examiner Name	Not Yet Assigned
		Attorney Docket Number	0020-5147PUS5
Sheet	2	of	2

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initial *	Cite No. 1	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T 2
	7	Hide et al., "White light from InGaN/conjugated polymer hybrid light-emitting diodes," Appl. Phys. Lett., Vol. 70 (20), May 19, 1997, http://apl.aip.org/copyright.jsp , pp. 2664-2666.	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

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

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

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

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

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-296043

(43)Date of publication of application : 21.10.1994

(51)Int.Cl. H01L 33/00

(21)Application number : 05-081651 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

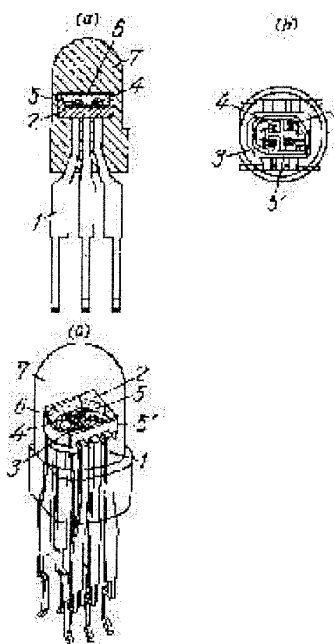
(22)Date of filing : 08.04.1993 (72)Inventor : ISECHI NORIHIRO YUMOTO SHIGEO

(54) LIGHT-EMITTING DIODE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to conduct heterochromatic three LED pellets mounting required for full-color emission, to improve color-mixing property, and to prevent generation of foam when molding.

CONSTITUTION: A double molded structure is formed by molding the recessed part of an inner container 2 using the resin having a high concentration dispersant and the entire inner container 2 is molded by the resin having low concentration dispersant. Also, in the case of single molding, a notch is provided on the inner container 2 so that foam is bled out excellently. As a result, at least three LED pellets can be mounted on the recessed part of the inner container, and color-mixing property can be improved by the double molding structure.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A light emitting diode having carried an LED pellet individually on two or more inner leads allocated in the bottom of said crevice of a non-translucency inner container which has a crevice, and carrying out an enclosure mold by translucency resin so that said non-translucency inner container and said LED pellet may be covered to one.

[Claim 2]A light emitting diode having covered by resin which added an optical dispersion agent by the 1st concentration to the crevice upper surface of a non-translucency inner container given in the 1st paragraph of a claim, and carrying out the mold of the periphery by resin which added an optical dispersion agent of little 2nd concentration rather than said 1st concentration.

[Claim 3]A light emitting diode providing infeed which is the depth from the crevice upper surface to the bottom, and reaches an inner container given in the 1st paragraph of a claim from a crevice medial surface to lateral surface.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to a multicolor light emitting diode.

[0002]

[Description of the Prior Art]A light emitting diode is divided roughly into the red and green which used Ga system compound semiconductors, such as GaP and GaAlAs, as the luminescent color, and three blue colors using compound semiconductors, such as SiC, GaN, and ZnZe, further. The LED pellet of these three colors is arranged in the same enclosure sealed body and what is called a mold in recent years, and the request from a commercial scene has increased to the light emitting diode in which multicolor luminescence is possible.

[0003]The conventional multicolor light emitting diode The passage of the sectional view of drawing 6 (top view of a), and said (b), After having carried out press working of sheet metal of the tip of the metal leadframes 11, having considered it as the LED pellet mount part, forming the flat part 11a and forming the reflection part 11b in the circumference of the flat part 11a further, the mold part 12 was formed with the sealing resin in which the optical dispersion agent was added in the circumference.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In the metal leadframes 11 in such press working of sheet metal, it was a limit that area of the flat part 11a in which an LED pellet is carried cannot secure widely, but carries the two LED pellets 13 and 13'.

[0005]In order to produce a red light LED pellet, a green emission LED pellet, and the multicolor light emitting diode further formed combining the luminescent color of three colors of a blue light LED pellet, The leadframe which needs to install the flat part which can carry three or more LED pellets in a leadframe, and can constitute easily the light circuit of these three or more LED pellets is required.

[0006]Although it is better for the resin which forms that mold part to use transparent resin from a point of luminous efficiency when the LED pellet which has the different luminescent color of three or more pieces is carried in the same mold, the luminescent color from each LED pellet can be directly seen in this case.

[0007]For example, since red and green are individually emitted to the exterior when it is transparent resin, red and green can be seen [orange], although obtained by making the LED pellet which emits light in red and green emit light simultaneously, and carrying out mixed colors, if the example which makes orange emit light explains from the outside as it is.

[0008]Forming a mold part with the translucent resin which added the optical dispersion agent for improvement in the mixed-colors performance of the luminescent color is carried out. However, in inverse proportion to the addition of the optical dispersion agent to that mold part, light emitting luminance falls in this case.

[0009]It is required on goods that hue and luminosity should not change even if the mixed-colors light in simultaneous lighting of two or more unique luminescence LED pellets observes from arbitrary directions.

[0010]Although the method of installing a reflection part in the circumference of the LED pellet

mount part of a leadframe is taken as a means which raises the luminous efficiency in the light emitting diode by which the single mold was carried out with the sealing resin which added the optical dispersion agent of arbitrary concentration, The shape where this LED pellet mount part has the high circumference as drawing 4 (a), and an LED pellet mount part is low, This inner container is inserted in the mold 9 with which it filled up with the undiluted solution 14 of sealing resin for molds reverse using what is called the concave inner container 2 as drawing 4 (b) at the time of formation of the mold part 14 of a light emitting diode. If the surrounding air is involved in, it means that that air foam 10 stagnated in this crevice with as as drawing 4 (c) at this time and heat cure of the mold part sealing resin is carried out, the air foam 10 remains in the mold part 14 of a light emitting diode, and it has become factors, such as poor lighting and characteristic defect.

[0011]As above-mentioned, when forming the mold part 14 of a light emitting diode, the leadframe for not generating the air foam 10 is needed in the mold part.

[0012]

[Means for Solving the Problem]This invention an LED pellet mount part in which red, green, and blue LED pellet loading are possible. After carrying an LED pellet in nothing and this leadframe a leadframe top allocated in inside of an inner container formed with thermoplastics, structure which carries out a mold so that this whole inner container may be covered is adopted.

[0013]As a means which takes out the luminescent color when simultaneous lighting of the LED pellet of two or more colors is carried out as one mixed color, It is filled up with translucent resin of the 1st concentration with many additions of an optical dispersion agent to the crevice upper surface of an inner container, and double molding structure which carries out the mold of the circumference with translucent resin of the 2nd concentration with few optical dispersion agents further is adopted.

[0014]Only arbitrary numbers provide infeed which is the depth from the crevice upper surface of this inner container to a recessed bottom face as a structure of making it not make it stagnating in that inner container, and attains air foam from a crevice medial surface to lateral surface.

[0015]

[Function]By attaching an inner container with the concave part which did not provide a crevice directly on the leadframe but was formed with thermoplastics on the leadframe, Three unique luminescence LED pellets, the red light LED pellet and green emission LED pellet which enable multicolor luminescence, and a blue light LED pellet, can be carried in the same light emitting diode.

[0016]It is filled up to the upper surface of the inner container by which translucent resin of the 1st concentration with many additions of an optical dispersion agent is carried in an LED pellet, By adopting the double molding structure which furthermore carried out the mold of the circumference with translucent resin of the 2nd concentration with few optical dispersion agents, change of the hue of the luminescent color when it sees from the luminescent color and a slanting transverse direction when it sees from a transverse plane can also be controlled.

[0017]When only arbitrary numbers provide the infeed which is the depth from the crevice upper surface of the inner container which carries the LED pellet to a recessed bottom face, and reaches from a crevice medial surface to the lateral surface, the air foam in the crevice of a light emitting diode is easily discharged by passing through an infeed part outside.

[0018]

[Example]The light emitting diode of this invention is explained with reference to drawings.

[0019]As shown in the perspective view of drawing 1 (the sectional side elevation of a), top view of the (b), and said (c), the light emitting diode of this invention, The sealing resin 6 of the 1st concentration with many additions of an optical dispersion agent is first filled up with and stiffened to the crevice upper surface of the inner container 2 (LED pellet mount part) of a leadframe, It is compatible in the performance to which luminescence mixed-colors nature furthermore disagrees the circumference with light emitting luminance by adoption of the double

molding structure which forms a lens with the sealing resin 7 of the 2nd concentration with few additions of an optical dispersion agent.

[0020]The flat part 1a which carries the LED pellet manufactured in etching or press working of sheet metal to the metal plates of 0.1–0.275 mm of board thickness like drawing 2 (a) although this structure is realized, and the lead outputting part 1b to the leadframe 1 which it has like drawing 2 (b). The inner container 2 fabricated with the thermoplastics of a white system for the purpose of improvement in the radiant power output to the direction of the front of an LED pellet is formed. The duty holding the leadframe 1 which carries out for relativity and is arranged has also achieved this inner container 2.

[0021]In the crevice of the inner container 2 of the leadframe 1 produced as mentioned above, it becomes possible about the red light LED pellet 3 required for especially multicolor luminescence, the green emission LED pellet 4, and the blue light LED pellet 5 to carry one piece and a total of three LED pellets or more, respectively.

[0022]In the depth from the crevice upper surface of the inner container 2 to a recessed bottom face as the drawing 3 perspective view. And by forming the infeed 8 which reaches from a crevice medial surface to the crevice lateral surface, as contrasted with drawing 5, as shown in drawing 4 (a) – (d), the air foam 10 involved in the inside of a mold can be easily emitted to the exterior through the infeed 8, and can remove the air foam in a light emitting diode mold part.

[0023]Of course, it cuts deeply here and, as for the width and the number of 8, the viscosity of sealing resin for molds must be carefully examined in consideration of the shape and the size of the inner container 2. If width of infeed is enlarged or the number is increased, it will become easy to escape from air foam, but in order for the internal surface product of a crevice which reflects the light of an LED pellet ahead to decrease, it is necessary to determine appropriately so that the fall of luminosity may be controlled.

[0024]

[Effect of the Invention]The sealing resin 6 of the 1st concentration with many additions of an optical dispersion agent is filled up with and stiffened to the crevice upper surface of the inner container of the LED pellet mount part of a leadframe, By forming a lens with the sealing resin 7 of the 2nd concentration with few additions of an optical dispersion agent, the circumference, At the time of simultaneous lighting of two or more unique luminescence LED pellets, even if the luminescent color of a light emitting diode sees from which direction, mixed-colors nature can be improved to such an extent that it is visible with the same color, and control of a fall of the light emitting luminance which disagrees with mixed-colors nature further is attained. In the light emitting diode by which the single mold was carried out with the sealing resin which added the optical dispersion agent of arbitrary concentration, In the depth from the crevice upper surface of the inner container 2 fabricated with the structure which enables improvement in optical power, and three or more unique luminescence LED pellet loading, and the adopted thermoplastics to a recessed bottom face. And when only arbitrary numbers form the infeed 8 which reaches from a crevice medial surface to the lateral surface and the crevice of this inner container 2 is inserted in the mold 9 with which the undiluted solution of sealing resin for molds was filled up, the air foam by which involved in the surrounding air and it was generated can be easily discharged to the exterior.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1](a) The sectional view of the light emitting diode of this invention example

(b) The top view

(c) The perspective view

[Drawing 2](a) The top view of a leadframe circuit part and a lead outputting part used for the light emitting diode of this invention example

(b) The top view in the state where the inner container made of thermoplastics was attached to the leadframe

[Drawing 3]The perspective view of the light emitting diode of this invention example

[Drawing 4](a) The mold part formation figure of a process which manufactures the example of this invention (before insertion to a mold)

(b) The sectional view of the mold with which it similarly filled up with the undiluted solution of sealing resin for molds

(c) The constitutional diagram which similarly inserted the leadframe with an envelope in the mold

(d) The sectional view of completion of a single mold light emitting diode

[Drawing 5](a) mold part formation figure (before insertion to a mold) which expresses the manufacturing process of a device conventionally

(b) The sectional view of the mold with which it similarly filled up with the undiluted solution of sealing resin for molds

(c) The constitutional diagram which similarly inserted the leadframe with an envelope in the mold

(d) Similarly it is a completed chart of a single mold light emitting diode.

[Drawing 6](a) The top view of the conventional multicolor light emitting diode

(b) The side view

[Description of Notations]

1 Leadframe

1a LED pellet mount part

1b Lead outputting part

2 Inner container

3 Red light LED pellet

4 Green emission LED pellet

5 5' Blue light LED pellet

6 The 1st sealing resin

7 The 2nd sealing resin

8 - 8''' infeed

9 The mold with which it filled up with the undiluted solution of sealing resin for molds

10 Air foam

11 Metal leadframe

11a Flat part

11b Reflection part

12 Mold part
13 and 13' LED pellet
14 Mold part

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-296043

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)Int.Cl.⁵
H 0 1 L 33/00

識別記号 庁内整理番号
N 7376-4M
F 7376-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-81651

(22)出願日 平成5年(1993)4月8日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 伊瀬知 宣博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 湯元 重夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小鍛治 明 (外2名)

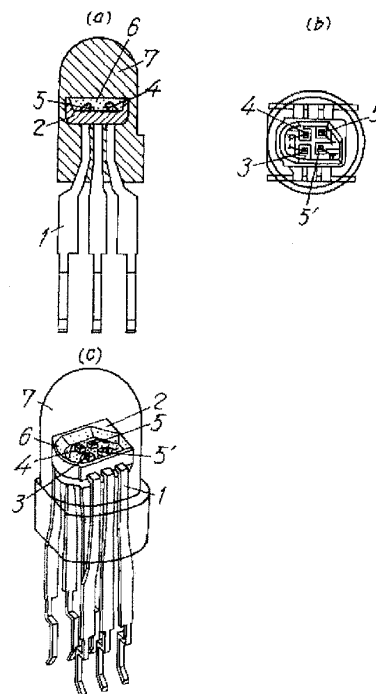
(54)【発明の名称】 発光ダイオード

(57)【要約】

【目的】 フルカラー発光に必要な異色3個のLEDペレット搭載を可能にし、混色性の改善及びモールド時の気泡を防止する。

【構成】 内部容器2の凹部を分散剤の濃度の高い樹脂で、内部容器2の全体を分散剤の濃度の低い樹脂でモールドして混色性を改善した2重モールド構造とする。また、シングルモールドの場合は内部容器2に切込み8を設けて気泡の抜けをよくする。

【効果】 内部容器の凹部に少なくとも3個のLEDペレットを搭載でき、かつ2重モールド構造により混色性がよくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 凹部を有する非透光性内部容器の、前記凹部の底面に配設した複数のインナーリード上にLEDペレットを個別に搭載すると共に、前記非透光性内部容器及び前記LEDペレットを一体に覆うように透光性樹脂で外周モールドしたことを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 請求項第1項記載の非透光性内部容器の凹部上面まで第1の濃度で光分散剤を添加した樹脂で被い、外周を前記第1の濃度よりも少ない第2の濃度の光分散剤を添加した樹脂でモールドしたことを特徴とする発光ダイオード。

【請求項3】 請求項第1項記載の内部容器に、凹部上面から底面に至る深さで、かつ凹部内側面から外側面へ達する切込みを設けたことを特徴とする発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マルチカラー発光ダイオードに関するものである。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオードは、発光色としてGaPやGaAlAs等のGa系化合物半導体を用いた赤色と緑色、さらにSiCやGaNやZnZn等の化合物半導体を用いた青色の3色に大別される。近年、これらの3色のLEDペレットを同一の外周封止体、いわゆる、モールド内に配置してマルチカラー発光可能な発光ダイオードに対して市場からの要望が増えてきた。

【0003】従来のマルチカラー発光ダイオードは、図6(a)の平面図、同(b)の断面図の通り、金属製リードフレーム11の先端をプレス加工してLEDペレット搭載部として平坦部11aを形成し、さらに平坦部11aの周囲に反射部11bを形成した後、その周囲を光分散剤の添加された封止樹脂でモールド部12を形成していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このようなプレス加工での金属製リードフレーム11では、LEDペレットを搭載する平坦部11aの面積が広く確保できず、2個のLEDペレット13、13'を搭載するのが限界であった。

【0005】赤色発光LEDペレットと緑色発光LEDペレットとさらに青色発光LEDペレットの3色の発光色を組合せて形成するマルチカラー発光ダイオードを作製するためには、3個以上のLEDペレットをリードフレームに搭載できる平坦部を設置する必要があり、またこれらの3個以上のLEDペレットの点灯回路を容易に構成できるリードフレームが必要である。

【0006】また、同一のモールド内に3個以上の異なる発光色を有するLEDペレットを搭載した場合、その

モールド部を形成している樹脂は発光効率の点から透明樹脂を用いる方がよいが、この場合、それぞれのLEDペレットからの発光色が直接見えてしまう。

【0007】たとえば、橙色に発光させる例で説明すると、橙色は、赤色と緑色に発光するLEDペレットを同時に発光させて混色させることで得られるが、透明樹脂の場合は、赤色と緑色が個別に外部へ放出されるために、赤色と緑色がそのまま外部から見えてしまう。

【0008】発光色の混色性能の向上のために、光分散剤を添加した半透明樹脂でモールド部を形成することが実施されている。しかし、この場合、そのモールド部への光分散剤の添加量に反比例して、発光輝度は低下する。

【0009】また、2個以上の異色発光LEDペレットの同時点灯での混色光が任意の方向から観測しても色相及び輝度が変わらないことが商品上要求される。

【0010】任意の濃度の光分散剤を添加した封止樹脂でシングルモールドされた発光ダイオードにおいて、その発光効率を向上させる手段として、リードフレームのLEDペレット搭載部の周囲に反射部を設置する方法がとられているが、このLEDペレット搭載部は、図4

(a)の通り、周囲が高く、LEDペレット搭載部が低い形状の、いわゆる凹状の内部容器2を用い、発光ダイオードのモールド部14の形成時、図4(b)の通り、モールド用封止樹脂の原液14の充填された型9にこの内部容器を逆さに挿入する。この時、図4(c)の通り、周囲の空気を巻き込み、この凹部にその空気泡10が滞留したままとなり、モールド部封止樹脂が加熱硬化されると、発光ダイオードのモールド部14内に空気泡10が残り、点灯不良や特性不良等の要因となっている。

【0011】上述の通り、発光ダイオードのモールド部14を形成する時そのモールド部内に空気泡10を発生させないためのリードフレームが必要となってきた。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、赤色と緑色と青色のLEDペレット搭載が可能なLEDペレット搭載部を、熱可塑性樹脂で形成された内部容器の内に配設されたリードフレーム上となし、このリードフレームにLEDペレットを搭載した後、この内部容器全体を覆うようにモールドする構造を採用する。

【0013】さらに、2色以上のLEDペレットを同時点灯した時の発光色をひとつの混合色として取り出す手段として、光分散剤の添加量の多い第1の濃度の半透明樹脂を内部容器の凹部上面まで充填し、さらにその周囲を光分散剤の少ない第2の濃度の半透明樹脂でモールドする2重モールド構造を採用する。

【0014】空気泡を、その内部容器内に滞留させないようにする構造としてこの内部容器の凹部上面から凹部

底面に至る深さで、かつ凹部内側面から外側面へ達する切込みを任意の数だけ設ける。

【0015】

【作用】リードフレーム上に直接凹部を設けるのではなく、リードフレーム上に熱可塑性樹脂で形成した凹状部をもつ内部容器を付設することにより、マルチカラー発光を可能にする赤色発光LEDペレットと緑色発光LEDペレットと青色発光LEDペレットの3個の異色発光LEDペレットを同一の発光ダイオード内に搭載することができる。

【0016】また、光分散剤の添加量の多い第1の濃度の半透明樹脂をLEDペレットの搭載された内部容器の上面まで充填し、さらにその周囲を光分散剤の少ない第2の濃度の半透明樹脂でモールドした2重モールド構造を採用することで、正面から見た時の発光色と斜め横方向から見た時の発光色の色相の変化をも抑制することができる。

【0017】LEDペレットを搭載している内部容器の凹部上面から凹部底面に至る深さで、かつ凹部内側面から外側面へ達する切込みを任意の数だけ設けることにより、発光ダイオードの凹部内の空気泡は切込み部を通り抜けることで容易に外部へ排出される。

【0018】

【実施例】本発明の発光ダイオードを、図面を参照して説明する。

【0019】本発明の発光ダイオードは、図1(a)の側断面図、同(b)の平面図、同(c)の斜視図に示すように、まずリードフレームの内部容器2(LEDペレット搭載部)の凹部上面まで光分散剤の添加量の多い第1の濃度の封止樹脂6を充填して硬化させ、さらにその周囲を光分散剤の添加量の少ない第2の濃度の封止樹脂7でレンズを形成する2重モールド構造の採用によって発光輝度と発光混色性の相反する性能を両立することができる。

【0020】この構造を実現するのに、図2(a)のように、板厚0.1~0.275mmの金属製平板にエッチングまたはプレス加工にて製作したLEDペレットを搭載する平坦部1aとリード出力部1bとを有するリードフレーム1に、図2(b)のように、LEDペレットの前方方向への発光出力の向上を目的として白色系の熱可塑性樹脂で成形された内部容器2を形成する。なお、この内部容器2は、相対向して配置されているリードフレーム1を保持する役目も果たしている。

【0021】以上のように作製されたリードフレーム1の内部容器2の凹部には、特にマルチカラー発光に必要な赤色発光LEDペレット3、緑色発光LEDペレット4及び青色発光LEDペレット5をそれぞれ1個、合計3個以上のLEDペレットを搭載することが可能となる。

【0022】さらに、図3斜視図の通り、内部容器2の

凹部上面から凹部底面に至る深さで、かつ凹部内側面から凹部外側面へ達する切込み8を設けることにより、図5と対比して、図4(a)~(d)に示すように、モールド内部に巻き込んだ空気泡10は、切込み8を経て容易に外部へ放出でき、発光ダイオードモールド部内の空気泡を取り除くことができる。

【0023】もちろん、ここで切込み8の幅と個数は内部容器2の形状と大きさを考慮し、並びにモールド用封止樹脂の粘度は、慎重に検討されなければならない。切込みの幅を大きくしたり、個数を増やすと空気泡は抜けやすくなるが、LEDペレットの光を前方に反射させる凹部の内部面積が減少するために輝度の低下を抑制するように、適切に決定する必要がある。

【0024】

【発明の効果】リードフレームのLEDペレット搭載部の内部容器の凹部上面まで光分散剤の添加量の多い第1の濃度の封止樹脂6を充填して硬化させ、その周囲を光分散剤の添加量の少ない第2の濃度の封止樹脂7でレンズを形成することにより、2個以上の異色発光LEDペレットの同時点灯時、発光ダイオードの発光色がどの方向から見ても同一色と見える程度に混色性が向上でき、さらに混色性と相反する発光輝度の低下の抑制が可能となる。また、任意の濃度の光分散剤を添加した封止樹脂でシングルモールドされた発光ダイオードにおいて、光出力向上と3個以上の異色発光LEDペレット搭載を可能とする構造と採用した熱可塑性樹脂で成形された内部容器2の凹部上面から凹部底面に至る深さで、かつ凹部内側面から外側面へ達する切込み8を任意の数だけ設けることにより、この内部容器2の凹部をモールド用封止樹脂の原液の充填された型9に挿入するとき、周囲の空気を巻き込んで発生した空気泡を容易に外部へ排出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)本発明実施例の発光ダイオードの断面図
(b)同平面図
(c)同斜視図

【図2】(a)本発明実施例の発光ダイオードに用いるリードフレーム回路部とリード出力部の平面図
(b)同リードフレームに熱可塑性樹脂製内部容器が付設された状態の平面図

【図3】本発明実施例の発光ダイオードの斜視図

【図4】(a)本発明の実施例を製造する過程のモールド部形成図(モールド型への挿入前)
(b)同じくモールド用封止樹脂の原液の充填された型の断面図
(c)同じく外圍器付きリードフレームをモールド型へ挿入した状態図

(d)シングルモールド発光ダイオードの完成の断面図

【図5】(a)従来装置の製造過程をあらわすモールド部形成図(モールド型への挿入前)

(b) 同じくモールド用封止樹脂の原液の充填された型の断面図

(c) 同じく外囲器付きリードフレームをモールド型へ挿入した状態図

(d) 同じくシングルモールド発光ダイオードの完成図

【図6】(a) 従来のマルチカラー発光ダイオードの平面図

(b) 同側面図

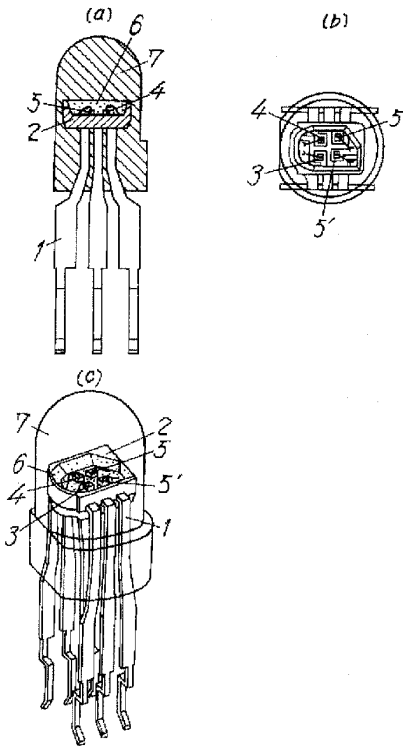
【符号の説明】

- 1 リードフレーム
- 1 a LEDペレット搭載部
- 1 b リード出力部
- 2 内部容器
- 3 赤色発光LEDペレット

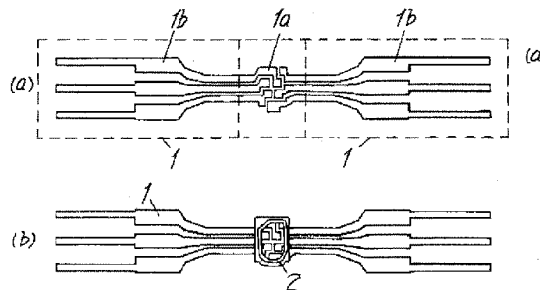
- * 4 緑色発光LEDペレット
- 5, 5' 青色発光LEDペレット
- 6 第1の封止樹脂
- 7 第2の封止樹脂
- 8~8' ' ' 切込み
- 9 モールド用封止樹脂の原液の充填された型
- 10 空気泡
- 11 金属製リードフレーム
- 11 a 平坦部
- 11 b 反射部
- 12 モールド部
- 13, 13' LEDペレット
- 14 モールド部

*

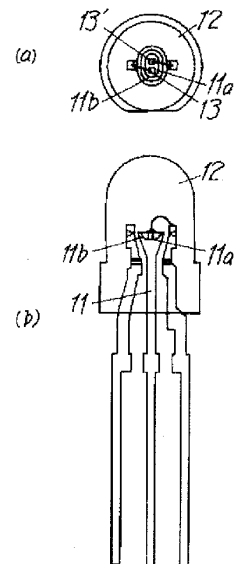
【図1】



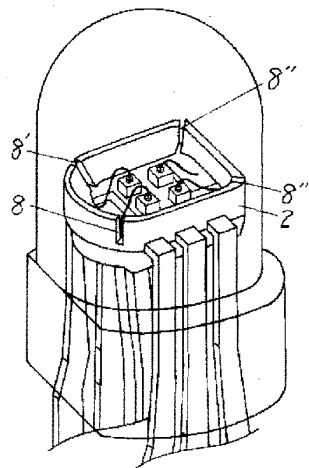
【図2】



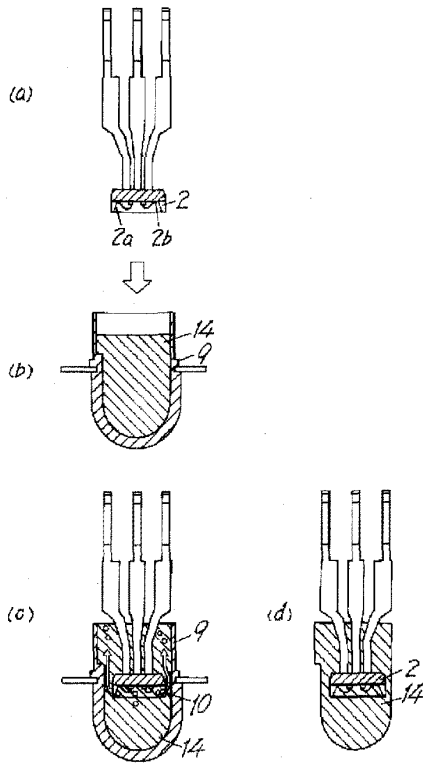
【図6】



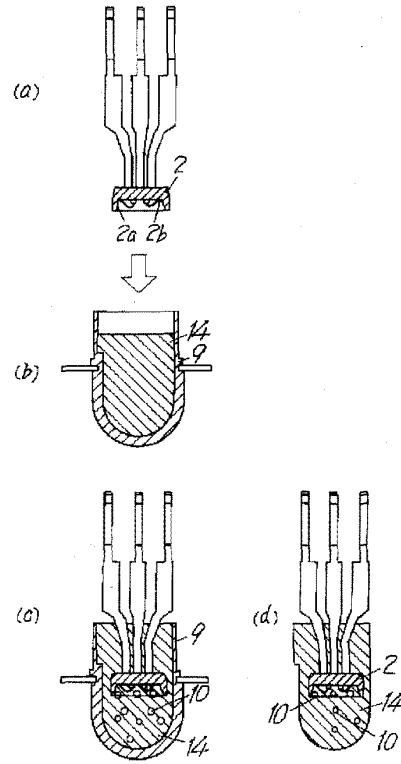
【図3】



【図4】



【図5】



Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	8008473
Application Number:	12548618
International Application Number:	
Confirmation Number:	7447
Title of Invention:	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
First Named Inventor/Applicant Name:	Yoshinori SHIMIZU
Customer Number:	02292
Filer:	David Richard Anderson/DEBBIE LABRINY
Filer Authorized By:	David Richard Anderson
Attorney Docket Number:	0020-5147PUS5
Receipt Date:	13-JUL-2010
Filing Date:	27-AUG-2009
Time Stamp:	18:46:32
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		00205147PUS520100713IDStra nsb08.pdf	373824 <small>aa4d89bcec35a8293475571d2a2258ba923 22a72</small>	yes	7

Multipart Description/PDF files in .zip description					
Document Description			Start	End	
Transmittal Letter			1	5	
Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)			6	7	
Warnings:					
Information:					
2	NPL Documents	NPLOA-2.pdf	649901	no	17
			65186ccc91df82a23abfab2ed8750c06f5f58ee6		
Warnings:					
Information:					
3	Foreign Reference	JP06296043-----,pdf	802658	no	12
			ba8b8249842284648351bf7ba5b2dacb536ad093		
Warnings:					
Information:					
4	NPL Documents	NPLhide.pdf	328085	no	3
			b7a6467b9a99b68bc18bb1d3d48322c09119fffa		
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			2154468		
<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>					

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Patent Application of:

Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No.: 12/548,618

Confirmation No.: 7447

Filed: August 27, 2009

Art Unit: 2812

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Examiner: Not Yet Assigned

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

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

Sir:

Applicants hereby submit an Information Disclosure Statement for consideration by the Examiner.

I. LIST OF PATENTS, PUBLICATIONS OR OTHER INFORMATION

The patents, publications, or other information submitted for consideration by the Office are listed on the attached PTO/SB/08.

II. COPIES

a. Copies of foreign patent documents, non-patent literature and other information.

b. REFERENCES PREVIOUSLY CITED OR SUBMITTED: Copies of any information not provided can be found in one or more of the following applications which has been relied upon for an earlier filing date under 35 U.S.C. § 120:

U.S. Application No. and U.S. Filing Date

III. CONCISE EXPLANATION OF THE RELEVANCE/OTHER INFORMATION

a. NON-ENGLISH LANGUAGE DOCUMENTS: A concise explanation of the relevance of all non-English language patents, publications, or other information listed is as follows:

An English language abstract and a full English machine generated translation are provided for the following reference: JP-6-296043-A

b. ENGLISH LANGUAGE SEARCH REPORT OR FOREIGN PATENT OFFICE COMMUNICATION: An English language version of the search report or Foreign Patent Office communication that indicates the degree of relevance is attached.

c. OTHER: The following additional information is provided. JP-6-296043-A was cited by the Japanese Patent Office on October 20, 2009 in a counterpart foreign application. US-4,001-628 and US-5,208,462-A were cited in a foreign Office Action from Singapore issued on April 9, 2010 in a counterpart foreign application.

IV. STATEMENT UNDER 37 C.F.R. § 1.97(e)

The undersigned hereby states that:

a. Each item of information contained in the IDS was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than **30 days** prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

b. Each item of information contained in the IDS 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 this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language

counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

c. No item of information contained in the IDS 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 IDS was known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of the IDS.

d. Some of the items of information in the IDS were cited in a communication from a foreign patent office. Such items were first cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office. As to the remaining items of information, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, such remaining items were not known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of this statement.

V. FEES

a. This Information Disclosure Statement is being filed concurrently with the filing of a new patent application or Request for Continued Examination. No fee is required.

b. This Information Disclosure Statement is being filed within three months of the filing date of an application. No fee is required.

c. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a first Action on the merits. No fee is required. If a first Office Action on the merits has issued,

please consider this IDS under 37 C.F.R. § 1.97(c) and see the statement under 37 C.F.R. § 1.97(e) above. If no statement has been made, charge our deposit account for the required fee.

d. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a Final Office Action or before the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(c)(1)).

No statement. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

or

See the above statement. No fee is required.

e. This Information Disclosure Statement is being filed after the mailing date of a Final Office Action or after the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(d)), see the statement above. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

VI. PAYMENT OF FEES

The required fee is listed on the attached Fee Transmittal.

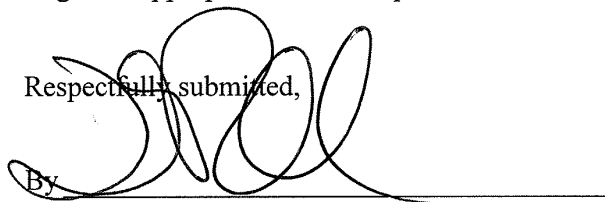
No fee is required.

If the Examiner has any questions concerning this IDS, please contact the undersigned. If it is determined that this IDS has been filed under the wrong rule, the USPTO is requested to consider this IDS under the proper rule and charge the appropriate fee to Deposit Account No. 02-2448.

Dated:

JUL 13 2010

Respectfully submitted,



By
D. Richard Anderson
Registration No.: 40439
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
8110 Gatehouse Road, Suite 100 East
P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
703-205-8000

Attachment(s):

- PTO/SB/08
- Document(s)
- Foreign Patent Office Communication
- Foreign Search Report
- Fee
- Other:

Cet

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Patent Application of:

Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No.: 12/548,618

Confirmation No.: 7447

Filed: August 27, 2009

Art Unit: 2812

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Examiner: Not Yet Assigned

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

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

Sir:

Applicants hereby submit an Information Disclosure Statement for consideration by the Examiner.

I. LIST OF PATENTS, PUBLICATIONS OR OTHER INFORMATION

The patents, publications, or other information submitted for consideration by the Office are listed on the attached PTO/SB/08.

II. COPIES

a. Copies of foreign patent documents, non-patent literature and other information.

b. REFERENCES PREVIOUSLY CITED OR SUBMITTED: Copies of any information not provided can be found in one or more of the following applications which has been relied upon for an earlier filing date under 35 U.S.C. § 120:

U.S. Application No. and U.S. Filing Date

III. CONCISE EXPLANATION OF THE RELEVANCE/OTHER INFORMATION

a. NON-ENGLISH LANGUAGE DOCUMENTS: A concise explanation of the relevance of all non-English language patents, publications, or other information listed is as follows:

An English language abstract and a full English machine generated translation are provided for the following reference: JP-6-296043-A

b. ENGLISH LANGUAGE SEARCH REPORT OR FOREIGN PATENT OFFICE COMMUNICATION: An English language version of the search report or Foreign Patent Office communication that indicates the degree of relevance is attached.

c. OTHER: The following additional information is provided. JP-6-296043-A was cited by the Japanese Patent Office on October 20, 2009 in a counterpart foreign application. US-4,001-628 and US-5,208,462-A were cited in a foreign Office Action from Singapore issued on April 9, 2010 in a counterpart foreign application.

IV. STATEMENT UNDER 37 C.F.R. § 1.97(e)

The undersigned hereby states that:

a. Each item of information contained in the IDS was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than **30 days** prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

b. Each item of information contained in the IDS 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 this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language

counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

c. No item of information contained in the IDS 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 IDS was known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of the IDS.

d. Some of the items of information in the IDS were cited in a communication from a foreign patent office. Such items were first cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office. As to the remaining items of information, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, such remaining items were not known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of this statement.

V. FEES

a. This Information Disclosure Statement is being filed concurrently with the filing of a new patent application or Request for Continued Examination. No fee is required.

b. This Information Disclosure Statement is being filed within three months of the filing date of an application. No fee is required.

c. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a first Action on the merits. No fee is required. If a first Office Action on the merits has issued,

please consider this IDS under 37 C.F.R. § 1.97(c) and see the statement under 37 C.F.R. § 1.97(e) above. If no statement has been made, charge our deposit account for the required fee.

d. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a Final Office Action or before the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(c)(1)).

No statement. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

or

See the above statement. No fee is required.

e. This Information Disclosure Statement is being filed after the mailing date of a Final Office Action or after the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(d)), see the statement above. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

VI. PAYMENT OF FEES

The required fee is listed on the attached Fee Transmittal.

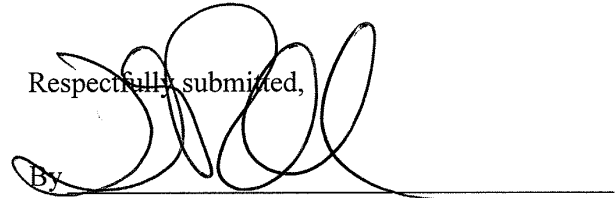
No fee is required.

If the Examiner has any questions concerning this IDS, please contact the undersigned. If it is determined that this IDS has been filed under the wrong rule, the USPTO is requested to consider this IDS under the proper rule and charge the appropriate fee to Deposit Account No. 02-2448.

Dated:

JUL 13 2010

Respectfully submitted,



By
D. Richard Anderson
Registration No.: 40439
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
8110 Gatehouse Road, Suite 100 East
P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
703-205-8000

Attachment(s):

- PTO/SB/08
- Document(s)
- Foreign Patent Office Communication
- Foreign Search Report
- Fee
- Other:

Cet

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

Substitute for form 1449A/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Complete if Known	
				Application Number	12/548,618
				First Named Inventor	Yoshinori Shimizu
				Art Unit	2812
				Examiner Name	Not Yet Assigned
				Attorney Docket Number	0020-5147PUS5
Sheet	1	of	2		

U.S. PATENT DOCUMENTS						
Examiner initial *	Cite No.	Document Number		Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number	Kind Code ² (if known)			
	1	US-5,221,984	- A	06-22-1993	Furuyama et al.	
	2	US-5,594,751	- A	01-14-1997	Scott	
	3	US-5,801,435	- A	09-01-1998	Otsuki	
	4	US-6,015,200	- A	01-18-2000	Ogura	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS								
Examiner Initial *	Cite No. 1	Foreign Patent Document			Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T
		Country ³ Code	Number ⁴	Kind Code (if known) ⁵				
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>

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

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

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

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786.9199) and select option 2.

cat

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

Substitute for form 1449B/PTO				Complete if Known	
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Application Number	12/548,618
				Filing Date	08-27-09
				First Named Inventor	Yoshinori Shimizu
				Art Unit	2812
				Examiner Name	Not Yet Assigned
Sheet	2	of	2	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner initial *	Cite No. 1	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T 2
	5	NAKAMURA et al., "High-Brightness InGaN Blue, Green and Yellow Light-Emitting Diodes with Quantum Well Structures", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 34, No. 7A, Part 2, July 1, 1995, pp. L797-L799 XP000702022	☐
	6	Non-Final Office Action issued August 2, 2010, in co-pending U.S. Application Serial No. 12/559,042.	☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐

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

* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.
 1. Applicant's unique citation designation number. (optional) 2. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.
 This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS.
 SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

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

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	8742974
Application Number:	12548618
International Application Number:	
Confirmation Number:	7447
Title of Invention:	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
First Named Inventor/Applicant Name:	Yoshinori SHIMIZU
Customer Number:	02292
Filer:	David Richard Anderson/Deborah Schultz
Filer Authorized By:	David Richard Anderson
Attorney Docket Number:	0020-5147PUS5
Receipt Date:	01-NOV-2010
Filing Date:	27-AUG-2009
Time Stamp:	15:25:03
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	NPL Documents	EPSrchRpt.pdf	360706 <small>22b7d9cf688007631f976eb44ea4041e11549kb</small>	no	5

Warnings:

Information:

2	NPL Documents	OA12559042-8-2-10.pdf	460093 b1d7fba9ff20ad08f6e9ec626277c504e27317ed	no	14
Warnings:					
Information:					
3	NPL Documents	Nakamura.pdf	215864 2b8a55810ab2af8f73d8594a530408e24eeba125	no	3
Warnings:					
Information:					
4		IDSsb08.PDF	331057 c59e2694b721b1704f51f87c0b28df7aee3fcc1	yes	7
	Multipart Description/PDF files in .zip description				
	Document Description	Start	End		
	Transmittal Letter	1	5		
	Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	6	7		
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):				1367720	
<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>					

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Patent Application of:

Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No.: 12/548,618

Confirmation No.: 7447

Filed: August 27, 2009

Art Unit: 2812

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Examiner: Not Yet Assigned

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

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

Sir:

Applicant(s) hereby submit(s) an Information Disclosure Statement for consideration by the Examiner.

I. LIST OF PATENTS, PUBLICATIONS OR OTHER INFORMATION

The patents, publications, or other information submitted for consideration by the Office are listed on the attached PTO/SB/08.

II. COPIES

a. Copies of foreign patent documents, non-patent literature and other information.

b. REFERENCES PREVIOUSLY CITED OR SUBMITTED: Copies of any information not provided can be found in one or more of the following applications which has been relied upon for an earlier filing date under 35 U.S.C. § 120:



III. CONCISE EXPLANATION OF THE RELEVANCE/OTHER INFORMATION

a. NON-ENGLISH LANGUAGE DOCUMENTS: A concise explanation of the relevance of all non-English language patents, publications, or other information listed is as follows:

b. ENGLISH LANGUAGE SEARCH REPORT OR FOREIGN PATENT OFFICE COMMUNICATION: An English language version of the search report or Foreign Patent Office communication that indicates the degree of relevance is attached.

c. OTHER: The following additional information is provided. The references listed in the attached European Search Report issued August 23, 2010, in EP 04001377.3, but not cited herein, are all previously submitted in an IDS filed August 27, 2009.

The U.S. references cited herein were cited by the Examiner in an Office Action issued August 2, 2010, in co-pending application Serial No. 12/559,042, a copy of which is attached

IV. STATEMENT UNDER 37 C.F.R. § 1.97(e)

The undersigned hereby states that:

a. Each item of information contained in the IDS was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than **30 days** prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

b. Each item of information contained in the IDS 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 this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

c. No item of information contained in the IDS 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 IDS was known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of the IDS.

d. Some of the items of information in the IDS were cited in a communication from a foreign patent office. Such items were first cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office. As to the remaining items of information, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, such remaining items were not known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of this statement.

V. FEES

a. This Information Disclosure Statement is being filed concurrently with the filing of a new patent application or Request for Continued Examination. No fee is required.

b. This Information Disclosure Statement is being filed within three months of the filing date of an application. No fee is required.

c. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a first Action on the merits. No fee is required. If a first Office Action on the merits has issued, please consider this IDS under 37 C.F.R. § 1.97(c) and see the statement under 37 C.F.R. § 1.97(e) above. If no statement has been made, charge our deposit account for the required fee.

d. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a Final Office Action or before the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(c)(1)).

No statement. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

or

See the above statement. No fee is required.

e. This Information Disclosure Statement is being filed after the mailing date of a Final Office Action or after the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(d)), see the statement above. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

VI. PAYMENT OF FEES

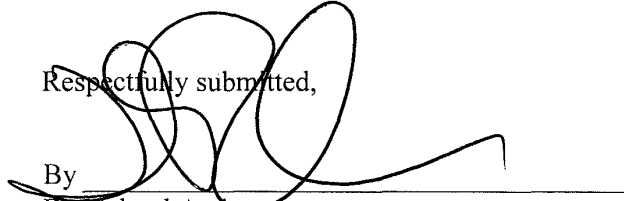
The required fee is listed on the attached Fee Transmittal.

No fee is required.

If the Examiner has any questions concerning this IDS, please contact the undersigned. If it is determined that this IDS has been filed under the wrong rule, the USPTO is requested to consider this IDS under the proper rule and charge the appropriate fee to Deposit Account No. 02-2448.

Dated: **NOV 1** 2010

Respectfully submitted,



By

D. Richard Anderson
Registration No.: 40439
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
8110 Gatehouse Road, Suite 100 East
P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
703-205-8000

Attachment(s):

- PTO/SB/08
- Document(s)
- Foreign Patent Office Communication
- Foreign Search Report
- Fee
- Other: Office Action issued August 2, 2010, in co-pending application Serial No. 12/559,042



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

Substitute for form 1449A/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Complete if Known		
				Application Number	12/548,618	
Sheet		1	of	2	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

U.S. PATENT DOCUMENTS						
Examiner initial *	Cite No.	Document Number		Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number - Kind Code ² (if known)				
	1	US-2009/0315014-A1		12-24-2009	SHIMIZU et al.	
	2	US-2009/0315015-A1		12-24-2009	SHIMIZU et al.	
	3	US-2010/0001258-A1		01-07-2010	SHIMIZU et al.	
	4	US-5,045,867-A		09-03-1991	FUSE	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS								
Examiner Initial *	Cite No. 1	Foreign Patent Document			Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T
		Country ³ Code	Number ⁴	Kind Code (if known) ⁵				
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>

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

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

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

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786.9199) and select option 2.

cat

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

Substitute for form 1449B/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				Complete if Known	
				Application Number	12/548,618
				Filing Date	08-27-09
				First Named Inventor	Yoshinori Shimizu
				Art Unit	2822
				Examiner Name	M. M. TRINH
Sheet	2	of	2	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner initial *	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	5	Office Action dated July 7, 2010 for US Application No. 12/548,614.	<input type="checkbox"/>
	6	Office Action dated June 16, 2010 for US Application No. 12/548,621.	<input type="checkbox"/>
	7	Office Action dated November 10, 2010 for US Application No. 12/575,162.	<input type="checkbox"/>
	8	Office Action dated November 15, 2010 for US Application No. 12/548,614.	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

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

* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.
 1. Applicants unique citation designation number. (optional) 2. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.
 This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS.
 SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

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

Cef

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Patent Application of:

Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No.: 12/548,618

Confirmation No.: 7447

Filed: August 27, 2009

Art Unit: 2812

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Examiner: M. M. TRINH

LETTER REGARDING COENDING APPLICATIONS

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

Sir:

This letter submits potential relevant information advising the Examiner of the following co-pending U.S. Applications which claim the benefit of U.S. Patent 6,600,175 (by Baretz et al., issued on 07/29/2003) which was submitted to USPTO in an IDS on July 13, 2010.

<u>Appl. No.</u>	<u>Filing Date</u>	<u>Group</u>
90/010,940 (Reexamination of USP 6,600,175)	May 6, 2010	3992
11/264,124	November 1, 2005	2814
12/131,118	June 1, 2008	2814
12/131,119	June 1, 2008	2879

The subject matter contained in the above-listed copending U.S. applications may be deemed to relate to the present application, and thus may be material to the prosecution of this instant application.

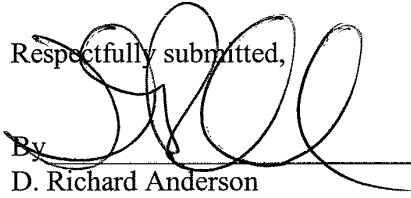
The above-listed co-pending applications are not to be construed as prior art. By bringing the above-listed applications to the attention of the Examiner, Applicants do NOT waive any

confidentiality concerning the above-listed co-pending applications or this application. See MPEP § 101.

If necessary, the Director is hereby authorized in this, concurrent, and future replies to charge any fees required during the pendency of the above-identified application or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448.

Dated: DEC 30 2010

Respectfully submitted,



By _____
D. Richard Anderson
Registration No.: 40439
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
8110 Gatehouse Road, Suite 100 East
P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
703-205-8000



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Patent Application of:

Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No.: 12/548,618

Confirmation No.: 7447

Filed: August 27, 2009

Art Unit: 2822

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Examiner: M. M. TRINH

LETTER REGARDING COPENDING APPLICATIONS

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

Sir:

Under the provisions of MPEP § 2001.06(b), the Examiner is hereby advised of the following copending U.S. Applications:

<u>Appl. No.</u>	<u>Filing Date</u>	<u>Group</u>
12/947,470	November 16, 2010	2812
12/831,586	July 7, 2010	2811
12/942,792	November 9, 2010	2812
12/689,681	January 19, 2010	2812

The subject matter contained in the above-listed copending U.S. applications may be deemed to relate to the present application, and thus may be material to the prosecution of this instant application.

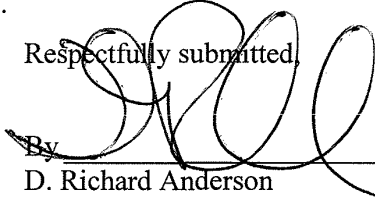
The above-listed co-pending applications are not to be construed as prior art. By bringing the above-listed applications to the attention of the Examiner, Applicants do NOT waive any confidentiality concerning the above-listed co-pending applications or this application. See MPEP § 101.

CET

If necessary, the Director is hereby authorized in this, concurrent, and future replies to charge any fees required during the pendency of the above-identified application or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448.

Dated: **DEC 30 2010**

Respectfully submitted,


By _____

D. Richard Anderson
Registration No.: 40439
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
8110 Gatehouse Road, Suite 100 East
P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
703-205-8000

Cet

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	9137720
Application Number:	12548618
International Application Number:	
Confirmation Number:	7447
Title of Invention:	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
First Named Inventor/Applicant Name:	Yoshinori SHIMIZU
Customer Number:	02292
Filer:	David Richard Anderson/Sarah Beatty/for Tim Boone
Filer Authorized By:	David Richard Anderson
Attorney Docket Number:	0020-5147PUS5
Receipt Date:	30-DEC-2010
Filing Date:	27-AUG-2009
Time Stamp:	13:23:29
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		00205147PUS5IDS.PDF	360463 f72fb49c1eb586e24540a64cf3e8bacc4aee6382	yes	7

Multipart Description/PDF files in .zip description					
Document Description			Start	End	
Transmittal Letter			1	5	
Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)			6	7	
Warnings:					
Information:					
2	NPL Documents	OfficeActionUS12548614dated 2010July7.pdf	941491 2af61e61edb21d155d31c7cbde8b095d838 b11c2	no	19
Warnings:					
Information:					
3	NPL Documents	OfficeActionUS12548621.pdf	907741 56bca57646256469bb927db584bcf273aa1 e862a	no	16
Warnings:					
Information:					
4	NPL Documents	OfficeActionUS12575162.pdf	1362575 0af490c589fa2f913d0069f315ade6f25fa9 c49	no	21
Warnings:					
Information:					
5	NPL Documents	OfficeActionUS12548614dated 2010Nov15.pdf	634006 9c971c994ae88d09f8a24f2c62a6a4f52484 42fb	no	16
Warnings:					
Information:					
6	Miscellaneous Incoming Letter	00205147PUS5LTR.PDF	57915 6c59b5c95eacc43ef4a0cedf2d84423021f5 5041	no	2
Warnings:					
Information:					
7	Miscellaneous Incoming Letter	00205147PUS5LTR2.PDF	55933 24a47eae23de1d13a6c61d557eb29061ea2 46827	no	2
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			4320124		

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.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Patent Application of:

Yoshinori SHIMIZU et al.

Application No.: 12/548,618

Confirmation No.: 7447

Filed: August 27, 2009

Art Unit: 2822

For: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Examiner: M. M. TRINH

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

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

Sir:

Applicant(s) hereby submit(s) an Information Disclosure Statement for consideration by the Examiner.

I. LIST OF PATENTS, PUBLICATIONS OR OTHER INFORMATION

The patents, publications, or other information submitted for consideration by the Office are listed on the attached PTO/SB/08.

II. COPIES

a. Copies of foreign patent documents, non-patent literature and other information.

b. REFERENCES PREVIOUSLY CITED OR SUBMITTED: Copies of any information not provided can be found in one or more of the following applications which has been relied upon for an earlier filing date under 35 U.S.C. § 120:



III. CONCISE EXPLANATION OF THE RELEVANCE/OTHER INFORMATION

a. NON-ENGLISH LANGUAGE DOCUMENTS: A concise explanation of the relevance of all non-English language patents, publications, or other information listed is as follows:

b. ENGLISH LANGUAGE SEARCH REPORT OR FOREIGN PATENT OFFICE COMMUNICATION: An English language version of the search report or Foreign Patent Office communication that indicates the degree of relevance is attached.

c. OTHER: The following additional information is provided.

Copies of the Office Actions dated July 7, 2010 and November 15, 2010 for US Application No. 12/548,614, a copy of the Office Action dated June 16, 2010 for US Application No. 12/548,621 and a copy of the Office Action dated November 10, 2010 for US Application No. 12/575,162 are attached.

All of the references cited in the attached US Office Actions except for US-5,045,867-A, US-2010/0001258-A1, US-2009/0315014-A1 and US-2009/0315015-A1 were previously cited in the IDSes filed August 27, 2009, December 4, 2009, July 13, 2010 or November 1, 2010.

IV. STATEMENT UNDER 37 C.F.R. § 1.97(e)

The undersigned hereby states that:

a. Each item of information contained in the IDS was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than **30 days** prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

b. Each item of information contained in the IDS 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 this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office; or

c. No item of information contained in the IDS 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 IDS was known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of the IDS.

d. Some of the items of information in the IDS were cited in a communication from a foreign patent office. Such items were first cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this IDS. This statement does not relate to English language counterparts not listed in a communication from the foreign patent office. Such English language counterparts are provided to aid the Examiner's consideration of non-English items first cited in the communication from the foreign patent office. As to the remaining items of information, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, such remaining items were not known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of this statement.

V. FEES

a. This Information Disclosure Statement is being filed concurrently with the filing of a new patent application or Request for Continued Examination. No fee is required.

b. This Information Disclosure Statement is being filed within three months of the filing date of an application. No fee is required.

c. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a first Action on the merits. No fee is required. If a first Office Action on the merits has issued, please consider this IDS under 37 C.F.R. § 1.97(c) and see the statement under 37 C.F.R. § 1.97(e) above. If no statement has been made, charge our deposit account for the required fee.

d. This Information Disclosure Statement is being filed before the mailing date of a Final Office Action or before the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(c)(1)).

No statement. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

or

See the above statement. No fee is required.

e. This Information Disclosure Statement is being filed after the mailing date of a Final Office Action or after the mailing date of a Notice of Allowance (see 37 C.F.R. § 1.97(d)), see the statement above. The fee as required by 37 C.F.R. § 1.17(p) is provided.

VI. PAYMENT OF FEES

The required fee is listed on the attached Fee Transmittal.

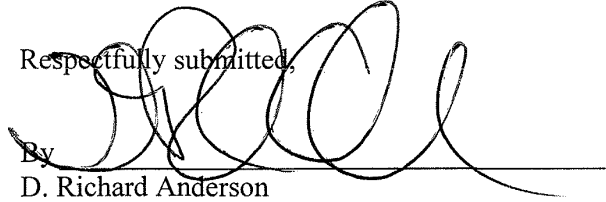
No fee is required.

CET

If the Examiner has any questions concerning this IDS, please contact the undersigned. If it is determined that this IDS has been filed under the wrong rule, the USPTO is requested to consider this IDS under the proper rule and charge the appropriate fee to Deposit Account No. 02-2448.

Dated: **DEC 30 2010**

Respectfully submitted,



By
D. Richard Anderson

Registration No.: 40439

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

8110 Gatehouse Road, Suite 100 East

P.O. Box 747

Falls Church, VA 22040-0747

703-205-8000

Attachment(s):

- PTO/SB/08
- Document(s)
- Foreign Patent Office Communication
- Foreign Search Report
- Fee
- Other: Four (4) US Office Actions





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

2292 7590 01/25/2011
BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH
PO BOX 747
FALLS CHURCH, VA 22040-0747

EXAMINER
TRINH, MICHAEL MANH
ART UNIT PAPER NUMBER
2822
DATE MAILED: 01/25/2011

Table with 5 columns: APPLICATION NO., FILING DATE, FIRST NAMED INVENTOR, ATTORNEY DOCKET NO., CONFIRMATION NO.
12/548,618 08/27/2009 Yoshinori SHIMIZU 0020-5147PUS5 7447

TITLE OF INVENTION: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

Table with 7 columns: APPLN. TYPE, SMALL ENTITY, ISSUE FEE DUE, PUBLICATION FEE DUE, PREV. PAID ISSUE FEE, TOTAL FEE(S) DUE, DATE DUE
nonprovisional NO \$1510 \$300 \$0 \$1810 04/25/2011

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 SMALL ENTITY status shown above.

If the SMALL ENTITY is shown as YES, verify your current SMALL ENTITY status:

- A. If the status is the same, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.
B. If the status above is to be removed, check box 5b on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and twice the amount of the ISSUE FEE shown above, or

If the SMALL ENTITY is shown as NO:

- A. Pay TOTAL FEE(S) DUE shown above, or
B. If applicant claimed SMALL ENTITY status before, or is now claiming SMALL ENTITY status, check box 5a on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and 1/2 the ISSUE FEE shown above.

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)

2292 7590 01/25/2011
BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH
PO BOX 747
FALLS CHURCH, VA 22040-0747

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.
12/548,618	08/27/2009	Yoshinori SHIMIZU	0020-5147PUSS	7447

TITLE OF INVENTION: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	\$1510	\$300	\$0	\$1810	04/25/2011

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
TRINH, MICHAEL MANH	2822	257-098000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).
 Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.
 "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.**

2. For printing on the patent front page, list
 (1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively, 1 _____
 (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 _____
 3 _____

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)
 PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.
 (A) NAME OF ASSIGNEE _____ (B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY) _____

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

4a. The following fee(s) are submitted:
 Issue Fee
 Publication Fee (No small entity discount permitted)
 Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): (**Please first reapply any previously paid issue fee shown above**)
 A check is enclosed.
 Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.
 The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)
 a. Applicant claims SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27. b. Applicant is no longer claiming SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27(g)(2).

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

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

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

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



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

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

Table with 5 columns: APPLICATION NO., FILING DATE, FIRST NAMED INVENTOR, ATTORNEY DOCKET NO., CONFIRMATION NO.
12/548,618 08/27/2009 Yoshinori SHIMIZU 0020-5147PUS5 7447

2292 7590 01/25/2011
BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH
PO BOX 747
FALLS CHURCH, VA 22040-0747

EXAMINER

TRINH, MICHAEL MANH

ART UNIT PAPER NUMBER

2822

DATE MAILED: 01/25/2011

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

The Patent Term Adjustment to date is 90 day(s). If the issue fee is paid on the date that is three months after the mailing date of this notice and the patent issues on the Tuesday before the date that is 28 weeks (six and a half months) after the mailing date of this notice, the Patent Term Adjustment will be 90 day(s).

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

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

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

Notice of Allowability	Application No.	Applicant(s)	
	12/548,618	SHIMIZU ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	Michael Trinh	2822	

-- 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 August 27, 2009.

2. The allowed claim(s) is/are 1-14.

3. Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).
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.

4. A SUBSTITUTE OATH OR DECLARATION must be submitted. Note the attached EXAMINER'S AMENDMENT or NOTICE OF INFORMAL PATENT APPLICATION (PTO-152) which gives reason(s) why the oath or declaration is deficient.

5. CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
(a) including changes required by the Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948) attached
1) hereto or 2) to Paper No./Mail Date _____.
(b) 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)

1. <input checked="" type="checkbox"/> Notice of References Cited (PTO-892)	5. <input type="checkbox"/> Notice of Informal Patent Application
2. <input type="checkbox"/> Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948)	6. <input type="checkbox"/> Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date _____.
3. <input checked="" type="checkbox"/> Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date <u>See Continuation Sheet</u>	7. <input type="checkbox"/> Examiner's Amendment/Comment
4. <input type="checkbox"/> Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material	8. <input checked="" type="checkbox"/> Examiner's Statement of Reasons for Allowance
	9. <input type="checkbox"/> Other _____.

/Michael Trinh/
Primary Examiner, Art Unit 2822

Continuation of Attachment(s) 3. Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date: 8/27/09; 12/4/09; 7/13/10; 11/1/10; and 12/30/10.

DETAILED ACTION

*** This office action is responsive to filing of the application on August 27, 2009. Claims 1-14 are pending.

Allowable Subject Matter

1. Claims 1-14 are allowed.
2. The following is a statement of reasons for the indication of allowable subject matter:
3. The references of record, alone or in combination, do not fairly anticipatively disclose each and every aspect of the claimed light emitting diode, or fairly make a prima facie obvious case of the claimed light emitting diode, in combination with other claimed limitations as recited in base claim 1, the inclusion of having a transparent material covering said LED chip, and a phosphor contained in said transparent material and absorbing a part of light emitted by said LED chip and emitting light of wavelength different from that of the absorbed light; wherein the main emission peak of said LED chip is within the range from 400 nm to 530 nm, a concentration of said phosphor in the vicinity of said LED chip is larger than a concentration of said phosphor in the vicinity of the surface of said transparent material, and said phosphor diffuses the light from said LED chip and suppresses a formation of an emission pattern by a partial blocking of the light by said electrode.

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to Michael M. Trinh whose telephone number is (571) 272-1847. The examiner can normally be reached on M-F: 9:00 Am to 5:30 Pm.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Zandra Smith can be reached on (571) 272-2429. The central fax phone number is (703) 872-9306.

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).
Oacs-25A-1

/Michael Trinh/
Primary Examiner, Art Unit 2822

Notice of References Cited	Application/Control No. 12/548,618	Applicant(s)/Patent Under Reexamination SHIMIZU ET AL.	
	Examiner Michael Trinh	Art Unit 2822	Page 1 of 1

U.S. PATENT DOCUMENTS

*	Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	Classification
*	A US-5,623,181	04-1997	Suehiro et al.	313/512
*	B US-5,043,716	08-1991	Latz et al.	345/82
*	C US-5,847,507	12-1998	Butterworth et al.	313/512
	D US-			
	E US-			
	F US-			
	G US-			
	H US-			
	I US-			
	J US-			
	K US-			
	L US-			
	M US-			

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

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

NON-PATENT DOCUMENTS

*	Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	Classification
	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.

Search Notes



Application/Control No.

12/548,618

Applicant(s)/Patent under Reexamination

SHIMIZU ET AL.

Examiner

Michael Trinh

Art Unit

2822

SEARCHED


Class	Subclass	Date	Examiner
257	98	1/18/2011	MT
257	13	1/18/2011	MT
257	99	1/18/2011	MT
257	100	1/18/2011	MT
257	101	1/18/2011	MT
257	E33.061	1/18/2011	MT

**SEARCH NOTES
(INCLUDING SEARCH STRATEGY)**

	DATE	EXMR
Searched Databases in EAST (Attached Search History Printout)	11/18/2011	MT

INTERFERENCE SEARCHED

Class	Subclass	Date	Examiner
PG-PUB Interference Search History Printout		1/18/2011	MT

<i>Index of Claims</i> 	Application/Control No. 12548618	Applicant(s)/Patent Under Reexamination SHIMIZU ET AL.
	Examiner Michael Trinh	Art Unit 2822

✓	Rejected
=	Allowed

-	Cancelled
÷	Restricted

N	Non-Elected
I	Interference

A	Appeal
O	Objected

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

CLAIM		DATE							
Final	Original	01/18/2011							
1	1	=							
2	2	=							
3	3	=							
4	4	=							
5	5	=							
6	6	=							
7	7	=							
8	8	=							
9	9	=							
10	10	=							
11	11	=							
12	12	=							
13	13	=							
14	14	=							



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. 7447

SERIAL NUMBER	FILING or 371(c) DATE	CLASS	GROUP ART UNIT	ATTORNEY DOCKET NO.		
12/548,618	08/27/2009	257 438	2822	0020-5147PUS5		
APPLICANTS Yoshinori SHIMIZU, Naka-gun, JAPAN; Kensho Sakano, Anan-shi, JAPAN; Yasunobu Noguchi, Naka-gun, JAPAN; Toshio Moriguchi, Anan-shi, JAPAN;						
** CONTINUING DATA ***** This application is a DIV of 12/028,062 02/08/2008 PAT 7,682,848 which is a DIV of 10/609,402 07/01/2003 PAT 7,362,048 which is a DIV of 09/458,024 12/10/1999 PAT 6,614,179 which is a DIV of 09/300,315 04/28/1999 PAT 6,069,440 which is a DIV of 08/902,725 07/29/1997 PAT 5,998,925						
** FOREIGN APPLICATIONS ***** JAPAN P 08-198585 07/29/1996 JAPAN P 08-244339 09/17/1996 JAPAN P 08-245381 09/18/1996 JAPAN P 08-359004 12/27/1996 JAPAN P 09-081010 03/31/1997						
** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ** 09/29/2009						
Foreign Priority claimed	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Met after Allowance	STATE OR COUNTRY	SHEETS DRAWINGS	TOTAL CLAIMS	INDEPENDENT CLAIMS
35 USC 119(a-d) conditions met	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		JAPAN	19	14	1
Verified and	/MICHAEL MANH TRINH/ Examiner's Signature		Initials			
ADDRESS BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH PO BOX 747 FALLS CHURCH, VA 22040-0747 UNITED STATES						
TITLE LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY						
FILING FEE RECEIVED 1090	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			

EAST Search History


EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L5	360166	(light near2 emitting near2 (diode\$1 or element or device \$1))	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:16
L6	2705	(transparen\$3 with resin) with (phosphor or fluorescen\$3 or YAG)	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:20
L7	392287	wavelength with light	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:20
L8	38060	concentration with (phosphor or fluorescen\$3 or YAG)	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:21
L9	134	(5 same 8) and 6	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:21
L10	128	9 and 7	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:21
L11	2677	8 with (larger or greater or smaller or higher)	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:22
L12	35	10 and 11	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:22
L13	314	SHIMIZU-YOSHINORI	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:46

L14	51	SAKANO-KENSHO	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:46
L15	75	NOGUCHI- YASUNOBU	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:46
L16	62	MORIGUCHI- TOSHIO	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:47
L17	374	13 14 15 16	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:47
L18	6	17 and 11 and 5	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:47
L19	12	phospho near3 crystal	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:51
L20	5728	phosphor with crystal	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:52
L21	732	20 same 5	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:52
L22	21	20 with 6	US-PGPUB; USPAT; FPRS; EPO; JPO; IBM_TDB	OR	ON	2011/01/17 21:52

1/ 17/ 2011 10:00:32 PM

C:\ Documents and Settings\ MTrinh\ My Documents\ EAST\ Workspaces
\ ~ ~ A COLLECTI ONS EARCH-25-A-1.wsp

Issue Classification 	Application/Control No. 12/548,618	Applicant(s)/Patent under Reexamination SHIMIZU ET AL.	
	Examiner Michael Trinh	Art Unit 2822	

ISSUE CLASSIFICATION											
ORIGINAL					CROSS REFERENCE(S)						
CLASS		SUBCLASS			CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)					
257		98			257	99	100				
INTERNATIONAL CLASSIFICATION					257	E33. 061					
H	0	1	L	29/22							
				/							
				/							
				/							
				/							
----- (Assistant Examiner) (Date)					/Michael Trinh/ 1/18/2011 (Primary Examiner) (Date)					Total Claims Allowed: 14	
(Legal Instruments Examiner) (Date)										O.G. Print Claim(s) 1	

<input checked="" 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						
1	1		31		61		91		121		151		181
2	2		32		62		92		122		152		182
3	3		33		63		93		123		153		183
4	4		34		64		94		124		154		184
5	5		35		65		95		125		155		185
6	6		36		66		96		126		156		186
7	7		37		67		97		127		157		187
8	8		38		68		98		128		158		188
9	9		39		69		99		129		159		189
10	10		40		70		100		130		160		190
11	11		41		71		101		131		161		191
12	12		42		72		102		132		162		192
13	13		43		73		103		133		163		193
14	14		44		74		104		134		164		194
	15		45		75		105		135		165		195
	16		46		76		106		136		166		196
	17		47		77		107		137		167		197
	18		48		78		108		138		168		198
	19		49		79		109		139		169		199
	20		50		80		110		140		170		200
	21		51		81		111		141		171		201
	22		52		82		112		142		172		202
	23		53		83		113		143		173		203
	24		54		84		114		144		174		204
	25		55		85		115		145		175		205
	26		56		86		116		146		176		206
	27		57		87		117		147		177		207
	28		58		88		118		148		178		208
	29		59		89		119		149		179		209
	30		60		90		120		150		180		210

EAST Search History

EAST Search History (I nterference)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L38	2	((light near2 emitt\$3) or LED) and (transparen\$2 or transluce\$4) and (wavelength or wave-length or (wave adj length)) and absorb\$3 and (concentration with phosphor with (larger or higher or greater or smaller or lower)) and diffus\$3 and (emission or emitt\$4)).cm.	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2011/01/18 11:54

1/ 18/ 2011 11:58:24 AM

C:\ Documents and Settings\ MTrinh\ My Documents\ EAST\ Workspaces

\ ~ ~ ACOLLECTI ONSARCH-25-A-1.w sp

Receipt date: 07/13/2010

12548618 - GAU: 2822

PTO/SB/08a (07-09)
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.

Substitute for form 1449A/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Complete if Known	
				Application Number	12/548,618
Sheet		1	of	2	
				Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

U.S. PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initial *	Cite No. 1	Document Number		Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number	Kind Code 2 (if known)			
	1	US-4,001,628		01-04-1977	Ryan	
	2	US-5,208,462-A		05-04-1993	O'Connor et al.	
	3	US-5,706,022-A		01-06-1998	Hato	
	4	US-5,743,629-A		04-28-1998	Helstern et al.	
	5	US-6,600,175-B1		07-29-2003	Baretz et al.	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS								
Examiner Initial *	Cite No. 1	Foreign Patent Document			Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	6
		Country ² Code	Number ⁴	Kind Code (if known) ⁵				
	6	JP	6-296043-A		10-21-1994			<input checked="" type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
--------------------	-----------------	-----------------	------------

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

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

rat
Vizio EX1002 Page 0379

Receipt date: 07/13/2010

12548618 - GAU: 2822

PTO/SB/08b (07-09)
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.

Substitute for form 1449B/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		Complete if Known	
		Application Number	12/548,618
		Filing Date	08-27-09
		First Named Inventor	Yoshinori Shimizu
		Group Art Unit	2812
		Examiner Name	Not Yet Assigned
Sheet	2	of	2
		Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initial *	Cite No. 1	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T 2
	7	Hide et al., "White light from InGaN/conjugated polymer hybrid light-emitting diodes," Appl. Phys. Lett., Vol. 70 (20), May 19, 1997, http://apl.aip.org/copyright.jsp , pp. 2664-2666.	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
--------------------	-----------------	-----------------	------------

* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.
 1. Applicants unique citation designation number. (optional) 2. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached. This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS.
SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.
If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED ~~OUT~~ THROUGH. /MT/

Receipt date: 08/27/2009

12548618 - GAU: 2822
AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO				Complete if Known	
				Application Number	NEW
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				Filing Date	AUG 27 2009
				First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU
				Art Unit	N/A
				Examiner Name	Not Yet Assigned
				Attorney Docket Number	0020-5147PUS5
Sheet	1	of	5		

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Document Number	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code ² (if known)			
	AA*	US-5,700,713-A	12-23-1997	Yamazaki et al.	
	AB*	US-5,257,049	10-26-1993	Van Peteghem	
	AC*	US-6,812,500	11-02-2004	Reeh et al.	
	AD*	US-2001-0030326-A1	10-18-2001	Reeh et al.	
	AE*	US-6,576,930	06-10-2003	Reeh et al.	
	AF*	US-6,784,511	08-31-2004	Kunihara et al.	
	AG*	US-6,066,861	05-23-2000	Hohn et al.	
	AH*	US-5,959,316	09-28-1999	Lowery	
	AI*	US-5,118,985-A	06-02-1992	Patton et al.	
	AJ*	US-4,644,223	02-17-1987	de Hair et al.	
	AK*	US-6,538,371	03-25-2003	Duggal et al.	
	AL*	US-3,875,456	04-01-1975	Kano et al.	
	AM*	US-3,510,732	05-05-1970	R.L. Amans	
	AN*	US-5,550,657	08-27-1996	Tanaka et al.	
	AO*	US-5,578,839	11-26-1996	Nakamura et al.	
	AP*	US-6,004,001-A	12-21-1999	Noll	
	AQ*	US-4,905,060	02-27-1990	Chinone et al.	
	AR*	US-3,652,956	03-28-1972	Pinnow et al.	
	AS*	US-4,314,910	02-09-1982	Barnes	
	AT*	US-5,006,908	04-09-1991	Matsuoka et al.	
	AU*	US-5,369,289	11-29-1994	Tamaki et al.	
	AV*	US-4,727,283	02-23-1988	van Kemenade et al.	
	AW*	US-4,298,820	11-03-1981	Bongers et al.	
	AX*	US-3,699,478	10-17-1972	Pinnow et al.	
	AY*	US-6,798,537	08-25-1998	Nitta	
	AZ*	US-5,202,777	04-13-1993	Sluzky et al.	
	AA1*	US-3,819,974	06-25-1974	Stevenson et al.	
	AB1*	US-5,847,507	12-08-1998	Butterworth et al.	
	AC1*	US-3,691,482	09-12-1972	Pinnow et al.	
	AD1*	US-4,550,256	10-29-1985	Berkstesser et al.	
	AE1*	US-4,716,337	12-29-1987	Huiskes et al.	
	AF1*	US-5,471,113	11-28-1995	De Backer et al.	
	AG1*	US-5,825,125-A	10-20-1998	Ligthart et al.	
	AH1*	US-5,602,418-A	02-11-1997	Imai et al.	
	AI1*	US-6,340,824-B1	01-22-2002	Komoto et al.	
	AJ1*	US-5,949,182	09-07-1999	Shealy et al.	
	AK1*	US-3,748,548	07-24-1973	Haisty et al.	
	AL1*	US-5,512,210	04-30-1996	Sluzky et al.	
	AM1*	US-5,630,741	05-20-1997	Potter	
	AN1*	US-4,857,228	08-15-1989	Kabay et al.	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Foreign Patent Document	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T ^o
		Country Code ³ -Number ⁴ -Kind Code ⁵ (if known)				
	BA	JP-2002-270020-A	09-20-2002	CASIO COMPUTER CO LTD		

Birch, Stewart, Kolasch & Birch, LLP


ADM/ETP/las

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

Receipt date: 08/27/2009

12548618 - GAU: 2822
AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)			<i>Complete if Known</i>			
			Application Number	NEW		
			Filing Date	AUG 27 2009		
			First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU		
			Art Unit	N/A		
			Examiner Name	Not Yet Assigned		
Sheet	2	of	5	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5	

	BB	JP-7-321407	12-08-1995	FUJI ELECTRIC CO LTD.	
	BC	JP-6-115158	04-26-1994	AGFA GEVAERT NV	
	BD	JP-61-158606	07-18-1986		
	BE	JP-2000-512806	09-26-2000		
	BF	JP-07-288341	10-31-1995	NICHIA CHEM IND LTD	
	BG	JP-5-226676	03-09-1993	SHARP CORP.	
	BH	JP-49-122292	11-22-1974		
	BI	JP-11-500584	01-12-1999		
	BJ	JP-8-78727-A	03-22-1996		√
	BK	JP-03-152898-A	06-28-1991		
	BL	JP-06-139973-A	05-20-1994		
	BM	EP-0 500 937-A1	09-02-1992		
	BN	JP-2001-320094-A	11-16-2001		
	BO	DE-3804293-A1	08-24-1989		
	BP	JP-06-231605-A	08-19-1994		
	BQ	GB-2 000 173	01-04-1979		
	BR	EP-0 383 215-A	08-22-1990		
	BS	DE-9013615-U	01-24-1991		
	BT	JP-59-30107-U	02-24-1984		
	BU	JP-7-32638-U	06-16-1995		
	BV	JP-01-257993-A	10-16-1989		
	BW	JP-01-260707-A	10-18-1989		
	BX	JP-02-111922-A	04-24-1990		
	BY	JP-05-142424-A	06-11-1993		
	BZ	JP-06-160635-A	06-07-1994		
	BA1	JP-06-027327-A	02-04-1994		
	BB1	JP-06-82633-A	03-25-1994		
	BC1	JP-07-114904-A	05-02-1995		
	BD1	JP-07-235207-A	09-05-1995		
	BE1	JP-53-7153	01-21-1978		
	BF1	JP-7-42152-A	07-21-1995		
	BG1	JP-55-4898-A	01-14-1980		
	BH1	JP-55-005533-A	01-16-1990		
	BI1	JP-60-185457	09-20-1985		
	BJ1	JP-62-20237-A	01-28-1987		
	BK1	JP-62-232827-A	10-13-1987		
	BL1	JP-01-189695-A	07-28-1989		
	BM1	JP-07-120754-A	05-12-1995		
	BN1	JP-06-177423-A	06-24-1994		
	BO1	JP-7-99345-A	04-11-1995		√
	BP1	JP-09-027642-A	01-28-1997		√
	BQ1	JP-05-63068-U	08-20-1993		√
	BR1	EP-0 209 942-A1	01-28-1987		√
	BS1	EP-0 541 373-A2	11-05-1992		√
	BT1	JP-0 599 224-A1	06-01-1994		√

Birch, Stewart, Kolasch & Birch, LLP

ADM/ETP/las

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

Receipt date: 08/27/2009

12548618 - GAU: 2822

AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				Complete if Known		
				Application Number	NEW	
				Filing Date	AUG 27 2009	
				First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU	
				Art Unit	N/A	
				Examiner Name	Not Yet Assigned	
Sheet	3	of	5	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5	

BU1	JP-01179471-A	07-17-1989		
BV1	JP-5043913-C1	04-21-1975		
BW1	JP-554898-A	01-14-1980		
BX1	JP-09027642-A	01-28-1997		
BY1**	JP-08007614-A	01-12-1996		
BZ1**	JP-07176794-A	07-14-1995		
BA2**	JP-07099345-A	04-11-1995		
BB2**	JP-05152609	06-18-1993		√
BC2**	JP-6220237-A	01-28-1987		√
BD2**	WO-97/50132-A1	12-31-1997		
BE2**	WO-98/12757-A1	03-26-1998		
BF2**	JP-5079379	11-24-1973		
BG2**	JP-742152	07-21-1995		√
BH2**	JP-4717684	09-09-1972		√
BI2**	JP-491221	01-12-1974		√
BJ2**	JP-49112577	10-26-1974		√
BK2**	JP-62189770	02-15-1986		√
BL2**	JP-291980	09-29-1988		√
BM2**	JP-5152609-A	06-18-1993		√
BN2**	JP-5183189-A	07-23-1993		√
BO2**	JP-863119	03-08-1996		√
BP2**	JP-10036835-A	02-10-1998		√
BQ2**	JP-49106283	12-27-1972		√
BR2**	JP-5245181	10-14-1977		√
BS2**	GB-1589964	05-20-1981		
BT2**	JP-5441660	12-05-1979		√
BU2**	JP-5472484	11-07-1978		√
BV2**	JP-5950445	04-01-1984		√
BW2**	JP-324692	03-14-1991		√
BX2**	JP-463162	05-29-1992		√
BY2**	JP-463163	05-29-1992		√
BZ2**	JP-563068	08-20-1993		√
BA3**	JP-8170077	07-02-1996		√
BB3**	JP-5331584	03-24-1978		
BC3**	JP-60144381	07-30-1985		√
BD3**	JP-62167387	07-23-1987		√
BE3**	JP-6208845	07-26-1994		√
BF3**	JP-06177423	06-24-1994		√
BG3**	JP-06260680	09-16-1994		√
BH3**	JP-06268257	09-22-1994		√

Receipt date: 08/27/2009

12548618 - GAU: 2822

AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				Complete if Known		
				Application Number	NEW	
				Filing Date	AUG 27 2009	
				First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU	
				Art Unit	N/A	
				Examiner Name	Not Yet Assigned	
Sheet	4	of	5	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5	

	BI3**	JP-4-234481-A	08-24-1992		
	BJ3**	JP-4-80286-A	03-13-1992		
	BK3**	GB-1 305 111	01-31-1973		
	BL3**	EP-0 667 383-A2	08-16-1995		

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

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. * CITE NO.: Those application(s) which are marked with a single asterisk (*) next to the Cite No. are not supplied (under 37 CFR 1.98(a)(2)(iii)) because that application was filed after June 30, 2003 or is available in the IFW. ** CITE NO.: Those document(s) which are marked with a double asterisk (**) next to the Cite No. are not supplied because they were previously cited by or submitted to the Office in a prior application relied upon in this application for an earlier filing date under 35 U.S.C. 120. ¹ Applicant's unique citation designation number (optional). ² See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at www.uspto.gov or MPEP 901.04. ³ Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ⁴ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁵ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁶ Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	CA	"White LED lamp: Efficient light-emitting; Manufacture cost half", Nikkei Sangyo Shimbun, September 13, 1996, Published by Nihon Keizai Shimbunsha.	
	CB	"SIMENS SMT-TOPLED fur die Oberflächenmontage" Frank Mollmer et al. Simens Components, 29 (1991) Hfet 4.	
	CC	"Proceedings of the Institute of Phosphor Society", Translation of pages 1, 5 to 14 of the 264th Proceedings of the Institute of Phosphor Society, Nov. 29, 1996.	
	CD	"Nichia Chemical starts the sample shipment of white light emitting diode", News Report, translation of page 15 of Nikkei Electronics 1996.9.23 (No. 671).	
	CE	"GaPnp Contact Blue/Ultraviolet light Emitting Diode", H. Amano et al., Applied Physics, Vol. 20, No. 2, pp. 163-166 (1991)	
	CF	"Phosphors Based on Rare-Earths, A New Era in Fluorescent Lighting", B.M.J. Smets, Materials Chemistry and Physics, 16 pp. 283-299 (1987)	
	CG	"A New Phosphor for Flying-Spot Cathode-Ray Tubes for Color Television: Yellow Emitting..", G. Blasse et al., App. Phys. Lett. Vol. 11, No. 2, pp. 53-55 (1967)	
	CH	Y. Nayatani, Color Research & Application, Vol. 20, No. 3, June 1995, pp. 143-155.	
	CI	WUSTLICH MIKRO-/OPTO-ELEKTRONIK GMBH (1994/1995)	
	CJ	W.W. Holloway, Jr. et al., "Optical Properties of Cerium-Activated Garnet Crystals", 1969 Journal of the Optical Society of America, Vol. 59, No. 1, pp. 60-63	
	CK	W.W. HOLLOWAY, Jr. et al., "On The Fluorescence of Cerium - Activated Garnet Crystals", Physics Letters, Vol. 25A, No. 8, 23 October 1967, pp. 614-615.	
	CL	W.J. MINISCALCO et al., "Measurements of Excited-State Absorption in Ce3+:YAGa)", J. Appl. Phys. Vol. 49, No. 12, December 1978, pp. 6109-6111.	
	CM	Takashi MATSUOKA et al., "Growth and Properties of a Wide-Gap Semiconductor InGaN", Optoelectronics-Devices and Technologies, Vol. 5, No. 1, pp.53-64, June 1990.	
	CN	Tadao MIURA, ELECTRONICS ENGINEERING, "High-intensity White Backlighting for LCD of Car Audios", July 1996, Vol. 38, No. 7, pp. 55-58	
	CO	T. NAGATOMO et al., "Ga1-xInxN Blue Light-Emitting Diodes", Proc. Electrochem. Soc., 1993, Vol. 93-10, pp. 136-141.	

Birch, Stewart, Kolasch & Birch, LLP

ADM/ETP/las

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

Receipt date: 08/27/2009

12548618 - GAU: 2822
AUG 27 2009

Used in Lieu of PTO/SB/08A/B
(Based on PTO 01-08 version)

Substitute for form 1449/PTO			Complete if Known	
			Application Number	NEW
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)			Filing Date	AUG 27 2009
			First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU
			Art Unit	N/A
			Examiner Name	Not Yet Assigned
			Attorney Docket Number	0020-5147PUS5
			Sheet	5

CP	Shuji NAKAMURA, "Zn-doped InGaN growth and InGaN/AlGaIn double-heterostructure blue-light-emitting diodes", Journal of Crystal Growth, 145 (1994), pp. 911-917.
CQ	Shuji NAKAMURA, "InGaN/AlGaIn blue-light-emitting diodes", J. Vac. Sci. Technol. A 13(3), May/Jun 1995, pp.705-710.
CR	Shuji NAKAMURA, "High-Power InGaN/AlGaIn Double-Heterostructure Blue-Light-Emitting Diodes", IEDM 94 (1994), IEEE, pp. 567-570.
CS	Shuji NAKAMURA et al., "Si-Doped InGaN Films Grown on GaN Films", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 32 (1993), pp. L16-L19, Part 2, No. 1A/B, 15 January 1993.
CT	Shuji NAKAMURA et al., "P-GaN/N-InGaN/N-GaN Double-Heterostructure Blue-Light-Emitting Diodes", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 32 (1993), pp. L8-L11, Part 2, No. 1A/B, 15, January 1993.
CU	Shigeo SHIONOYA et al. (editors), "Phosphor Handbook", pp. 505-508, CRC Press, 1999.
CV	Sato et al., Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 35, July 1, 1996, pp. L838-L839.
CW	S. Nakaura et al., Japanese Journal of Applied Physics Part 2, Vol. 31, No. 10B, 1992, pp. L1457-1459.
CX	R. W. G. Hunt, Color Research & Application, Vol. 16, No. 3, 1991, pp. 146-165.
CY	Proceedings of Illumination National Convention in 1983, page 12.
CZ	Phosphor Handbook, 1st Edition, 1987, pp. 233-240 and 275-277.
CA1	P. Schlouer et al. "Luminescence Conversion of Blue Light Emitting Diodes", Applied Physics Letter, vol. 46, p. 417-418, February 1997
CB1	Nikkei Sangyo Shin-bun of September 13, 1996.
CC1	Nakamura, SPIE, Vol. 3002, pp. 26-35 (1997)
CD1	Mitsubishi Electric Company Technical Report, Vol. 48, No. 9, 1974, pp. 1121-1124.
CE1	M.F. YAN et al., "Preparation of Y3Al5O12-Based Phosphor Powders, J. Electrochem. Soc., Vol. 134, No. 2, Feb. 1987.
CF1	M. Ikeda, Journal of the Illumination Society, Vol. 71, No. 10, 1987, pp. 612-617 and English Abstract.
CG1	M. Ikeda et al., Color Research & Application, Vol. 16, No. 2, April 1991, pp. 72-80.
CH1	M. Ikeda et al., Color Research & Application, Vol. 14, No. 4, August 1989, pp. 198-206.
CI1	Kozo OSAMURA et al., "Preparation and optical properties of Ga1-xInxN thin films", Journal of Applied Physics, Vol. 46, No. 8, August 1975, pp. 3432-3437.
CJ1	Journal of the Television Society, Vol. 47, No. 5, 1993, pp. 753-764.
CK1	J.M. Robertson, et al., "Colourshift of the Ce3+ Emission in Monocrystalline Epitaxially Grown Garnet Layers", 1981 Philips J. Res. 36, pp. 15-30
CL1	Hoffman, Journal of les, pp. 89-91 (1977)
CM1	H. Shinoda et al., Color Research & Application, Vol. 18, No. 5, October 1993, pp. 326-333.
CN1	G. BLASSE et al., "Investigation of Some Ce3+-Activated Phosphors", Journal of Chemical Physics, Vol. 47, No. 12, 15 December 1967.
CO1	E.F. GIBBONS et al., "Some Factors Influencing the Luminous Decay Characteristics of Y3Al5O12:Ce3+", J. Electrochem. Soc., Vol. 120, No. 6, June 1973.
CP1	D.J. ROBBINS et al., "Lattice Defects and Energy Transfer Phenomena in Y3Al5O12:Ce3+", pp. 1004-1013, printed June 19, 2001.
CQ1	Branko et al., Development and applications of highbright white LED lamps, November 29, 1996, The 264th Proceedings of the Institute of Phosphor Society, pages 4-16 of the English translation .

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
--------------------	-----------------	-----------------	------------

Birch, Stewart, Kolasch & Birch, LLP

ADM/ETP/las

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

Receipt date: 11/01/2010

12548618 - GAU: 2822

PTO/SB/08a (07-09)

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.

Substitute for form 1449A/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Complete if Known	
		Application Number	12/548,618		
		Filing Date	08-27-09		
		First Named Inventor	Yoshinori Shimizu		
		Art Unit	2812		
		Examiner Name	Not Yet Assigned		
		Attorney Docket Number	0020-5147PUS5		
Sheet	1	of	2		

U.S. PATENT DOCUMENTS						
Examiner initial *	Cite No.	Document Number		Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number - Kind Code ² (if known)				
	1	US-5,221,984 - A		06-22-1993	Furuyama et al.	
	2	US-5,594,751 - A		01-14-1997	Scott	
	3	US-5,801,435 - A		09-01-1998	Otsuki	
	4	US-6,015,200 - A		01-18-2000	Ogura	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS								
Examiner Initial *	Cite No. 1	Foreign Patent Document			Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T
		Country ³ Code	Number ⁴	Kind Code (if known) ⁵				
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
-------------------------------	-----------------	----------------------------	------------

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

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

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786.9199) and select option 2.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

Receipt date: 11/01/2010

12548618 - GAU: 2822

PTO/SB/08b (07-09)

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.

Substitute for form 1449B/PTO				Complete if Known	
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Application Number	12/548,618
				Filing Date	08-27-09
				First Named Inventor	Yoshinori Shimizu
				Art Unit	2812
				Examiner Name	Not Yet Assigned
Sheet	2	of	2	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner initial *	Cite No. 1	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	5	NAKAMURA et al., "High-Brightness InGaN Blue, Green and Yellow Light-Emitting Diodes with Quantum Well Structures", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 34, No. 7A, Part 2, July 1, 1995, pp. L797-L799 XP000702022	☐
	6	Non-Final Office Action issued August 2, 2010, in co-pending U.S. Application Serial No. 12/559,042.	☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐
			☐

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
--------------------	-----------------	-----------------	------------

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

1. Applicant's unique citation designation number. (optional) 2. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

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

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

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

Receipt date: 12/04/2009

12548618 - GAU: 2822

DEC 04 2009

PTO/SB/08a (07-09)

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.

Substitute for form 1449/PTO			Complete if Known	
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>			Application Number	12/548,618, Conf. #7447
			Filing Date	August 27, 2009
			First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU
			Art Unit	2812
			Examiner Name	Not Yet Assigned
			Attorney Docket Number	0020-5147PUS5
Sheet	1	of	3	

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Document Number	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number-Kind Code ² (if known)			
	AA*	US-5,798,537	08-25-1988	Nitta	
	AB*	US-5,998,925-A	12-07-1999	Shimizu et al.	
	AC*	US-6,069,440-A	05-30-2000	Shimizu et al.	
	AD*	US-6,608,332-B2	08-19-2003	Shimizu et al.	
	AE*	US-6,614,179-B1	09-02-2003	Shimizu et al.	
	AF*	US-7,026,756-B2	04-11-2006	Shimizu et al.	
	AG*	US-7,071,616-B2	07-04-2006	Shimizu et al.	
	AH*	US-7,126,274-B2	10-24-2006	Shimizu et al.	
	AI*	US-7,215,074-B2	05-08-2007	Shimizu et al.	
	AJ*	US-7,329,988-B2	02-12-2008	Shimizu et al.	
	AK*	US-7,362,048-B2	04-22-2008	Shimizu et al.	
	AL*	US-7,531,960-B2	05-12-2009	Shimizu et al.	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Foreign Patent Document	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages Or Relevant Figures Appear	T ⁶
		Country Code ³ -Number ⁴ -Kind Code ⁵ (if known)				
	BA*	EP-0-550-937-A1	09-02-1992			

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
--------------------	-----------------	-----------------	------------

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. * CITE NO.: Those application(s) which are marked with an asterisk (*) next to the Cite No. are not supplied (under 37 CFR 1.98(a)(2)(iii)) because that application was filed after June 30, 2003 or is available in the IFW. ¹ Applicant's unique citation designation number (optional). ² See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at www.uspto.gov or MPEP 901.04. ³ Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ⁴ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁵ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁶ Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

Receipt date: 12/04/2009

12548618 - GAU: 2822

PTO/SB/08a (07-09)
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.

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>		Complete if Known	
		Application Number	12/548,618, Conf. #7447
		Filing Date	August 27, 2009
		First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU
		Art Unit	2812
		Examiner Name	Not Yet Assigned
Sheet	2	of	3
		Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	CA*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued January 28, 1999, in U.S. Application No. 08/902,725 (U.S. Patent 5,998,925).	
	CB*	Office Action issued November 17, 2000, in U.S. Application No. 08/902,725 (U.S. Patent 5,998,925).	
	CC*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued October 8, 1999, in U.S. Application No. 09/300,315 (U.S. Patent 6,069,440).	
	CD*	Office Action issued March 13, 2001, in U.S. Application No. 09/458,024 (U.S. Patent 6,614,179).	
	CE*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued March 26, 2003, in U.S. Application No. 09/458,024 (U.S. Patent 6,614,179).	
	CF*	Office Action issued August 14, 2002, in U.S. Application No. 09/736,425 (U.S. Patent 6,608,332).	
	CG*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued March 25, 2003, in U.S. Application No. 09/736,425 (U.S. Patent 6,608,332).	
	CH*	Office Action issued August 19, 2005, in U.S. Application No. 10/609,402 (U.S. Patent 7,362,048).	
	CI*	Office Action issued July 27, 2007, in U.S. Application No. 10/609,402 (U.S. Patent 7,362,048).	
	CJ*	Office Action issued January 2, 2008, in U.S. Application No. 10/609,402 (U.S. Patent 7,362,048).	
	CK*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued February 13, 2008, in U.S. Application No. 10/609,402 (U.S. Patent 7,362,048).	
	CL*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued May 4, 2005, in U.S. Application No. 10/609,503 (U.S. Patent 7,071,616).	
	CM*	Office Action issued April 8, 2005, in U.S. Application No. 10/677,382 (U.S. Patent 7,026,756).	
	CN*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued September 22, 2005, in U.S. Application No. 10/677,382 (U.S. Patent 7,026,756).	
	CO*	Office Action issued February 28, 2006, in U.S. Application No. 10/677,382 (U.S. Patent 7,026,756).	
	CP*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued February 11, 2009, in U.S. Application No. 11/682,014 (U.S. Patent 7,531,960).	
	CQ*	Office Action issued September 7, 2005, in U.S. Application No. 10/864,544 (U.S. Patent 7,126,274).	
	CR*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued March 10, 2006, in U.S. Application No. 10/864,544 (U.S. Patent 7,126,274).	

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
--------------------	-----------------	-----------------	------------

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

¹Applicant's unique citation designation number (optional). ²Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

Receipt date: 12/04/2009

12548618 - GAU: 2822

PTO/SB/08a (07-09)
 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.

Substitute for form 1449/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				Complete if Known		
				Application Number	12/548,618, Conf. #7447	
Sheet		3	of	3	Filing Date	August 27, 2009
					First Named Inventor	Yoshinori SHIMIZU
					Art Unit	2812
					Examiner Name	Not Yet Assigned
					Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	CS*	Office Action issued December 13, 2005, in U.S. Application No. 11/208,729 (U.S. Patent 7,215,074).	
	CT*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued September 7, 2006, in U.S. Application No. 11/208,729 (U.S. Patent 7,215,074).	
	CU*	Office Action issued April 4, 2007, in U.S. Application 11/653,275 (U.S. Patent 7,329,988).	
	CV*	Notice of Allowance and Examiner's Comments on Allowance issued September 25, 2007, in U.S. Application No. 11/653,275 (U.S. Patent 7,329,988).	

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
--------------------	-----------------	-----------------	------------

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

¹Applicant's unique citation designation number (optional). ²Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

Receipt date: 12/30/2010

12548618 - GAU: 2822

PTO/SB/08a (07-09)

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.

Substitute for form 1449A/PTO				Complete if Known	
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Application Number	12/548,618
				Filing Date	08-27-09
				First Named Inventor	Yoshinori Shimizu
				Art Unit	2822
				Examiner Name	M. M. TRINH
Sheet	1	of	2	Attorney Docket Number	0020-5147PUS5

U.S. PATENT DOCUMENTS						
Examiner initial *	Cite No.	Document Number		Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
		Number - Kind Code ² (if known)				
	1	US-2009/0315014-A1		12-24-2009	SHIMIZU et al.	
	2	US-2009/0315015-A1		12-24-2009	SHIMIZU et al.	
	3	US-2010/0001258-A1		01-07-2010	SHIMIZU et al.	
	4	US-5,045,867-A		09-03-1991	FUSE	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS								
Examiner Initial *	Cite No. 1	Foreign Patent Document			Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T
		Country ³ Code	Number ⁴	Kind Code (if known) ⁵				
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>
								<input type="checkbox"/>

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
--------------------	-----------------	-----------------	------------

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

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

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

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786.9199) and select option 2.

cet

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /MT/

PTO/SB/08b (07-09)
 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.

Substitute for form 1449B/PTO INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				Complete if Known	
				Application Number	12/548,618
				Filing Date	08-27-09
				First Named Inventor	Yoshinori Shimizu
				Art Unit	2822
				Examiner Name	M. M. TRINH
				Attorney Docket Number	0020-5147PUS5
Sheet	2	of	2		

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner initial *	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	5	Office Action dated July 7, 2010 for US Application No. 12/548,614.	<input type="checkbox"/>
	6	Office Action dated June 16, 2010 for US Application No. 12/548,621.	<input type="checkbox"/>
	7	Office Action dated November 10, 2010 for US Application No. 12/575,162.	<input type="checkbox"/>
	8	Office Action dated November 15, 2010 for US Application No. 12/548,614.	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Examiner Signature	/Michael Trinh/	Date Considered	01/17/2011
--------------------	-----------------	-----------------	------------

* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.
 1. Applicants unique citation designation number. (optional) 2. Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.
 This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS.
 SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

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

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHEN ~~LINE~~ LINED THROUGH. /MT/

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)

2292 7590 01/25/2011
BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH, LLP
PO BOX 747
FALLS CHURCH, VA 22040-0747

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.
12/548,618	08/27/2009	Yoshinori SHIMIZU	0020-5147PUS5	7447

TITLE OF INVENTION: LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	\$1510	\$300	\$0	\$1810	04/25/2011

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
TRINH, MICHAEL MANH	2822	257-098000

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

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

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

(A) NAME OF ASSIGNEE: **NICHIA CORPORATION**

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY) **Anan-shi, JAPAN**

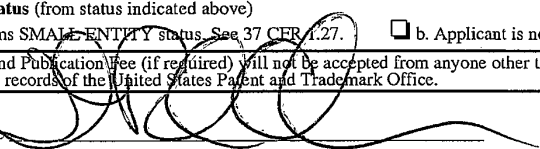
Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent): Individual Corporation or other private group entity Government

4a. The following fee(s) are submitted: <input checked="" type="checkbox"/> Issue Fee <input checked="" type="checkbox"/> Publication Fee (No small entity discount permitted) <input type="checkbox"/> Advance Order - # of Copies _____	4b. Payment of Fee(s): (Please first reapply any previously paid issue fee shown above) <input type="checkbox"/> A check is enclosed. <input type="checkbox"/> Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached. <input checked="" type="checkbox"/> The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number <u>02-2448</u> (enclose an extra copy of this form).
--	---

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

a. Applicant claims SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27. b. Applicant is no longer claiming SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27(g)(2).

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

Authorized Signature:  Date: February 22, 2011
 Typed or printed name: D. Richard Anderson Registration No.: 40,439

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

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

wt

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	12548618
Filing Date:	27-Aug-2009
Title of Invention:	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
First Named Inventor/Applicant Name:	Yoshinori SHIMIZU
Filer:	David Richard Anderson/Nadine Beasley
Attorney Docket Number:	0020-5147PUS5

Filed as Large Entity

Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Utility Appl issue fee	1501	1	1510	1510
Publ. Fee- early, voluntary, or normal	1504	1	300	300

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
Total in USD (\$)				1810

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	9493791
Application Number:	12548618
International Application Number:	
Confirmation Number:	7447
Title of Invention:	LIGHT EMITTING DEVICE AND DISPLAY
First Named Inventor/Applicant Name:	Yoshinori SHIMIZU
Customer Number:	02292
Filer:	David Richard Anderson/Nadine Beasley
Filer Authorized By:	David Richard Anderson
Attorney Docket Number:	0020-5147PUS5
Receipt Date:	22-FEB-2011
Filing Date:	27-AUG-2009
Time Stamp:	15:56:47
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	\$1810
RAM confirmation Number	2621
Deposit Account	022448
Authorized User	

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

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

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)	IssueFeeTransmittal.pdf	92031 dcd8303c43cfca383386ee33520c53ab3e784462	no	1

Warnings:

Information:

2	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	32112 bfc8818b52b391bb0df859300ac654ee9e8649e1	no	2
---	-------------------------	--------------	---	----	---

Warnings:

Information:

Total Files Size (in bytes): 124143

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

APPLICATION NO.	ISSUE DATE	PATENT NO.	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
12/548,618	03/29/2011	7915631	0020-5147PUS5	7447

2292 7590 03/09/2011
BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH
PO BOX 747
FALLS CHURCH, VA 22040-0747

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 90 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):

Yoshinori SHIMIZU, Naka-gun, JAPAN;
Kensho Sakano, Anan-shi, JAPAN;
Yasunobu Noguchi, Naka-gun, JAPAN;
Toshio Moriguchi, Anan-shi, JAPAN;

AO 120 (Rev. 08/10)

TO: Mail Stop 8 Director of the U.S. Patent and Trademark Office P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450	REPORT ON THE FILING OR DETERMINATION OF AN ACTION REGARDING A PATENT OR TRADEMARK
---	---

In Compliance with 35 U.S.C. § 290 and/or 15 U.S.C. § 1116 you are hereby advised that a court action has been filed in the U.S. District Court Central District of California on the following

Trademarks or Patents. (the patent action involves 35 U.S.C. § 292.):

DOCKET NO.	DATE FILED March 23, 2016	U.S. DISTRICT COURT Central District of California
PLAINTIFF Nichia Corporation		DEFENDANT VIZIO, Inc.
PATENT OR TRADEMARK NO.	DATE OF PATENT OR TRADEMARK	HOLDER OF PATENT OR TRADEMARK
1 7,901,959	March 8, 2011	Nichia Corporation
2 7,915,631	March 29, 2011	Nichia Corporation
3 8,309,375	November 13, 2012	Nichia Corporation
4 7,855,092	December 21, 2010	Nichia Corporation
5		

In the above—entitled case, the following patent(s)/ trademark(s) have been included:

DATE INCLUDED	INCLUDED BY <input type="checkbox"/> Amendment <input type="checkbox"/> Answer <input type="checkbox"/> Cross Bill <input type="checkbox"/> Other Pleading		
PATENT OR TRADEMARK NO.	DATE OF PATENT OR TRADEMARK	HOLDER OF PATENT OR TRADEMARK	
1			
2			
3			
4			
5			

In the above—entitled case, the following decision has been rendered or judgement issued:

DECISION/JUDGEMENT

CLERK	(BY) DEPUTY CLERK	DATE
-------	-------------------	------

Copy 1—Upon initiation of action, mail this copy to Director Copy 3—Upon termination of action, mail this copy to Director
 Copy 2—Upon filing document adding patent(s), mail this copy to Director Copy 4—Case file copy

AO 120 (Rev. 08/10)

TO: Mail Stop 8 Director of the U.S. Patent and Trademark Office P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450	REPORT ON THE FILING OR DETERMINATION OF AN ACTION REGARDING A PATENT OR TRADEMARK
---	--

In Compliance with 35 U.S.C. § 290 and/or 15 U.S.C. § 1116 you are hereby advised that a court action has been filed in the U.S. District Court Central District of California on the following

Trademarks or Patents. (the patent action involves 35 U.S.C. § 292.);

DOCKET NO. SACV15-1963-DMG-KESx	DATE FILED 11/23/2015	U.S. DISTRICT COURT Central District of California
PLAINTIFF VIZIO, Inc.		DEPENDANT Vizo, Inc.
PATENT OR TRADEMARK NO.	DATE OF PATENT OR TRADEMARK	HOLDER OF PATENT OR TRADEMARK
1 4621356	10/14/2014	VIZIO, Inc.
2 4053025	11/8/2011	VIZIO, Inc.
3 3235417	4/24/2007	VIZIO, Inc.
4 4369035	7/16/2013	VIZIO, Inc.
5		

In the above—entitled case, the following patent(s)/ trademark(s) have been included:

DATE INCLUDED	INCLUDED BY <input type="checkbox"/> Amendment <input type="checkbox"/> Answer <input type="checkbox"/> Cross Bill <input type="checkbox"/> Other Pleading		
PATENT OR TRADEMARK NO.	DATE OF PATENT OR TRADEMARK	HOLDER OF PATENT OR TRADEMARK	
1			
2			
3			
4			
5			

In the above—entitled case, the following decision has been rendered or judgement issued:

DECISION/JUDGEMENT Plaintiff's Notice of Dismissal Pursuant to Federal Rules of Civil Procedure 41(a) or (c) filed 3/21/2016.
--

CLERK KIRY K. GRAY	(BY) DEPUTY CLERK G. Kami	DATE 3/23/2016
-----------------------	------------------------------	-------------------

Copy 1—Upon initiation of action, mail this copy to Director Copy 3—Upon termination of action, mail this copy to Director
 Copy 2—Upon filing document adding patent(s), mail this copy to Director Copy 4—Case file copy