

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4102803号
(P4102803)

(45) 発行日 平成20年6月18日(2008.6.18)

(24) 登録日 平成20年3月28日(2008.3.28)

(51) Int.Cl.

F I

C O 9 K 11/64 (2006.01)

C O 9 K 11/64 C P P

H O 1 L 33/00 (2006.01)

H O 1 L 33/00 N

C O 9 K 11/66 (2006.01)

C O 9 K 11/66 C P T

請求項の数 13 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2004-562061 (P2004-562061)
 (86) (22) 出願日 平成15年12月19日(2003.12.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2003/016379
 (87) 国際公開番号 W02004/056939
 (87) 国際公開日 平成16年7月8日(2004.7.8)
 審査請求日 平成17年12月28日(2005.12.28)
 (31) 優先権主張番号 10259945.9
 (32) 優先日 平成14年12月20日(2002.12.20)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 000241463
 豊田合成株式会社
 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
 番地
 (73) 特許権者 305054382
 ロット グンドウラ
 ドイツ連邦共和国、ディー-17498、
 レーフェンハーゲン ドルフシュトラッセ
 13アー
 (73) 特許権者 305054393
 テウス ヴァルター
 ドイツ連邦共和国、ディー-17489
 グライフシュバルト フライシュマンシュ
 トラッセ 1シー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光体およびこれを用いた光デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルカリ土類金属アルミン酸塩 - ガリウム酸塩を含み且つユーロピウムがドーブされ、
 実験式

$$(Ba, Sr)_{1-x}(Al, Ga)_{2-y}Si_cO_{4+3c/2}:Eu_x, Dy_y$$

(式中、

Al 及び Ga は必須であり、及び

 $0 < c \leq 0.004$ であり、 $0 < x \leq 0.5$ であり、 $0 < y \leq 0.5$ である)、

である化合物を含み、

LED の調製において発光層として使用することを特徴とする長蛍光寿命を有する発光体。

【請求項 2】

単独又は複数の化合物の混合物として使用することを特徴とする請求項 1 に記載の長蛍光寿命を有する発光体。

【請求項 3】

LED において着色光～白色光を発生する層に使用することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の長蛍光寿命を有する発光体。

【請求項 4】

発光層の励起エネルギーをスイッチオフすると放射線の放出の色変化を生じさせるＬＥＤに使用することを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の長蛍光寿命を有する発光体。

【請求項５】

単独又は複数の化合物の混合物として、コンパクト省エネルギーランプにおける発光層の調製に使用することを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の長蛍光寿命を有する発光体。

【請求項６】

ＬＥＤ素子から放射される光に基づいて励起されて励起光を放射する発光体を含む波長変換部を有する光デバイスにおいて、

10

前記波長変換部は、請求項１に記載の長蛍光寿命を有する発光体を含むことを特徴とする光デバイス。

【請求項７】

ＬＥＤ素子と、

前記ＬＥＤ素子を搭載するとともに前記ＬＥＤ素子に給電するための給電部と、

前記ＬＥＤ素子と前記給電部とを一体的に封止する光透過性を有する封止部と、

前記ＬＥＤ素子から放射される光に基づいて励起されて励起光を放射する波長変換部と、を有し、

前記波長変換部は、請求項１に記載の長蛍光寿命を有する発光体を含むことを特徴とする光デバイス。

20

【請求項８】

ＬＥＤランプと、

前記ＬＥＤランプから放射される光を導光する導光部と、

前記導光部を介して導光された光に基づいて励起されて励起光を放射する波長変換部と、

前記波長変換部を介して放射される光に基づいて照明される被照明部と、を有し、

前記波長変換部は、請求項１に記載の長蛍光寿命を有する発光体を含むことを特徴とする光デバイス。

【請求項９】

前記波長変換部は、前記ＬＥＤ素子を封止する光透過性を有した封止樹脂に含まれることを特徴とする請求項７に記載の光デバイス。

30

【請求項１０】

前記発光体は、前記光透過性を有するガラスによって封止される薄膜状の発光体層であることを特徴とする請求項７に記載の光デバイス。

【請求項１１】

前記発光体層は、面状に形成されていることを特徴とする請求項１０に記載の光デバイス。

【請求項１２】

前記波長変換部は、前記ＬＥＤ素子から放射される光を所望の照射範囲に放射させる光学形状を有した封止樹脂の表面に設けられることを特徴とする請求項７に記載の光デバイス。

40

【請求項１３】

前記波長変換部は、波長３００ｎｍから５００ｎｍの範囲における青色光及び／又は紫外光によって励起されることを特徴する請求項６から８のいずれか１項に記載の光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

本出願は、ドイツ特許出願番号(ＤＥ１０２５９９４５．９)に基づいており、このドイツ出願の全内容は、本出願において参照され導入される。

【０００２】

50

技術分野

本発明は、長蛍光寿命を有する発光体およびこれを用いた光デバイスに関し、例えば、オプトエレクトロニック固体構成要素及びコンパクト省エネルギーランプの製造に使用される発光体およびこれを用いた光デバイスに関する。

【0003】

背景技術

Butler, K. H.: 「Fluorescent Lamp Phosphors in Technology and Theory (蛍光ランプ蛍光体の技術及び理論)」、ペンシルバニア大学、Press University Park (1980) は、青色及び短波長紫外スペクトル領域の両方で励起でき、且つ可視スペクトル領域で

10

発光する、蛍光ランプ用発光体を開示している。しかしながら、それらは、いままで蛍光ランプ及びコンパクト省エネルギーランプにのみ使用されることしか知られていない。

有機染料と無機染料の両方とも、LEDに使用される。有機染料は、単独では安定性が低く且つ有効性が低い。

しかしながら、WO98/12757、WO02/93116及び米国特許第6,252,254号は、白色光を生成するための色変換材としてますます使用される無機材料を開示している。但し、これらは、主にイットリウムアルミニウムガーネットからなるYAG発光体系に対応させなければならない。この発光体種は、生成される白色光が低演色種であり、例えば、青色LEDとこの黄色光発光体との組み合わせの場合、演色指数Raが70~77であり、演色種IIaであるという欠点がある。これらの白色光の生成品質が不十分であるのは、たとえ5000K未満の色温度で得られるとしても白色光が不十分にしか得られない楕円形光分布に起因する。しかしながら、YAG発光体系の使用は、青色LEDに制限される。色波長460nm未満では、YAG発光体系の励起性は、激減する。UVLEDの作動範囲である色波長370~400nmでは、YAG発光体系は、限られた程度にしか励起されることができない。

20

WO00/33389は、色波長500nm未満で刺激する良好な特性をも有する、色波長505nmで極大発光を有するBa₂SiO₄:Eu²⁺発光体系を記載している。

WO00/33390は、同時演色指数Ra83~87で色温度3000~6500Kを生じるLED用発光体混合物を開示している。好ましくは、赤色スペクトル領域又は青色スペクトル領域で発光するさらなる発光体との組み合わせにおいて、発光体を、着色光及び/又は白色光を生成させるための混合物として使用できる。LEDに使用される全ての従来の発光体は、温度特性が不十分であり且つ温度安定性も不十分であるという欠点がある。これにより、LEDの動作時に、発光体の有効性が温度の増加とともに著しく減少する。YAG発光体系の場合と同様に、この場合も、発光のエネルギー分布のシフトが生じて光色変化が生じる。

30

ある用途についてのさらなる欠点は、バリウムマグネシウムアルミネートからなるCe付活YAG発光体及びEu付活BAM発光体等のLEDに使用される公知の発光体の蛍光寿命が短いことがある。主にCe付活発光体及びEu付活発光体についての典型的な蛍光寿命は、数マイクロ秒である。極大で、蛍光寿命が数ミリ秒のことがあり、これは、例えば、マンガンによる追加のドーピングにより得られる。

40

本発明の目的は、温度安定性が改善され且つ関連した長蛍光寿命を有する発光体を提供することにある。

更に、本発明の目的は、高光品質、省電力性、および高輝度等の特性に優れる光デバイスを提供することにある。

【0004】

発明の開示

(A) 本発明により、付活剤の他に、ランタン(La)、セリウム(Ce)、プラセオジウム(Pr)、ネオジウム(Nd)、サマリウム(Sm)、ガドリニウム(Gd)、テルビウム(Tb)、ジスプロシウム(Dy)、ホルミウム(Ho)、エルビウム(Er)、ツリウム(Tm)、イッテルビウム(Yb)、ルテチウム(Lu)、ビスマス(Bi)、スズ

50

(S n)、アンチモン (S b) 及び類似の物質から選択された一種以上の共付活剤を、発光体の温度安定性を向上させるためのさらなる発光中心として含むことを特徴とする、長蛍光寿命を有する発光体が提供される。

(B) 本発明の他の側面により、

L E D 素子から放射される光に基づいて励起されて励起光を放射する発光体を含む波長変換部を有する光デバイスにおいて、

前記波長変換部は、付活剤の他に、ランタン (L a)、セリウム (C e)、プラセオジウム (P r)、ネオジウム (N d)、サマリウム (S m)、ガドリニウム (G d)、テルビウム (T b)、ジスプロシウム (D y)、ホルミウム (H o)、エルビウム (E r)、ツリウム (T m)、イッテルビウム (Y b)、ルテチウム (L u)、ビスマス (B i)、スズ (S n)、アンチモン (S b) 及び類似の物質から選択された一種以上の共付活剤を、温度安定性を向上させるためのさらなる発光中心として含む発光体を含むことを特徴とする光デバイスが提供される。

10

(C) 本発明の他の側面により、

L E D 素子と、

前記 L E D 素子を搭載するとともに前記 L E D 素子に給電するための給電部と、

前記 L E D 素子と前記給電部とを一体的に封止する光透過性を有する封止部と、

前記 L E D 素子から放射される光に基づいて励起されて励起光を放射し、付活剤の他に、ランタン (L a)、セリウム (C e)、プラセオジウム (P r)、ネオジウム (N d)、サマリウム (S m)、ガドリニウム (G d)、テルビウム (T b)、ジスプロシウム (D y)、ホルミウム (H o)、エルビウム (E r)、ツリウム (T m)、イッテルビウム (Y b)、ルテチウム (L u)、ビスマス (B i)、スズ (S n)、アンチモン (S b) 及び類似の物質から選択された一種以上の共付活剤を、温度安定性を向上させるためのさらなる発光中心として含む発光体を含む波長変換部を有することを特徴とする光デバイスが提供される。

20

(D) 本発明の他の側面により、

L E D ランプと、

前記 L E D ランプから放射される光を導光する導光部と、

前記導光部を介して導光された光に基づいて励起されて励起光を放射し、付活剤の他に、ランタン (L a)、セリウム (C e)、プラセオジウム (P r)、ネオジウム (N d)、サマリウム (S m)、ガドリニウム (G d)、テルビウム (T b)、ジスプロシウム (D y)、ホルミウム (H o)、エルビウム (E r)、ツリウム (T m)、イッテルビウム (Y b)、ルテチウム (L u)、ビスマス (B i)、スズ (S n)、アンチモン (S b) 及び類似の物質から選択された一種以上の共付活剤を、温度安定性を向上させるためのさらなる発光中心として含む発光体を含む波長変換部と、

30

前記波長変換部を介して放射される光に基づいて照明される被照明部とを有することを特徴とする光デバイスが提供される。

【 0 0 0 5 】

図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の発光体に係る相対強度と加熱温度との関係を示す特性図である。

40

第 2 図は、本発明の発光体に係る相対強度と発光スペクトルの関係を示す特性図である。

第 3 図は、励起エネルギーをスイッチオフした状態での光源における相対強度を示す特性図である。

第 4 図は、第 1 の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。

第 5 図は、第 1 の実施の形態に係る L E D 素子の層構成図である。

第 6 図は、第 1 の実施の形態に係る L E D 素子の他の構成を示す層構成図である。

第 7 図は、第 2 の実施の形態に係る発光装置を示し、(a) は縦断面図、(b) は L E D 素子の部分拡大図である。

第 8 図は、第 3 の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。

50

第 9 図は、第 4 の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。

第 10 図は、第 5 の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。

第 11 図は、第 6 の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。

第 12 図は、第 7 の実施の形態に係る光デバイスとしての液晶バックライト装置を示す断面図である。

【 0 0 0 6 】

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明に係る発光体について、図面等を参照して詳細に説明する。

表 1 に、長蛍光寿命を有する本発明による発光体の一部を、種々の温度でのそれらの相対発光濃度とともに追加して示す。

【表 1】

表 1

発光体組成	相対発光濃度			
	25℃	70℃	100℃	120℃
$(\text{Ba}_{0.9648}\text{Sr}_{0.01}\text{Eu}_{0.025}\text{Dy}_{0.0002})_2(\text{Si}_{0.98}\text{Ge}_{0.02})_3\text{O}_{8.0006}$	100%	100.6%	102.7%	101.5%
$(\text{Ba}_{0.9696}\text{Sr}_{0.015}\text{Ca}_{0.005}\text{Eu}_{0.01}\text{Pr}_{0.0004})_3(\text{Si}_{0.99}\text{Ge}_{0.01})\text{O}_{5.0018}$	100%	102.4%	102.8%	102.0%
$(\text{Ba}_{0.965}\text{Sr}_{0.02}\text{Zn}_{0.005}\text{Eu}_{0.01})(\text{Si}_{0.97}\text{Ge}_{0.03})_2(\text{Al}_{0.002}\text{Dy}_{0.00003})\text{O}_{5.003045}$	100%	101.4%	102.0%	101.5%
$(\text{Ba}_{0.905}\text{Sr}_{0.07}\text{Zn}_{0.005}\text{Mg}_{0.005}\text{Eu}_{0.015})_2\text{Si}(\text{Al}_{0.0001}\text{Dy}_{0.0002})\text{O}_{4.00045}$	100%	101.2%	102.4%	102.3%
$(\text{Ba}_{0.915}\text{Sr}_{0.005}\text{Zn}_{0.005}\text{Eu}_{0.075})_3\text{Mg}_{0.99}\text{Mn}_{0.01}(\text{Si}_{0.998}\text{Ge}_{0.002})_2(\text{Ga}_{0.0001}\text{Dy}_{0.0001})\text{O}_{8.0003}$				
$(\text{Ba}_{0.92}\text{Sr}_{0.04}\text{Zn}_{0.01}\text{Ca}_{0.01}\text{Eu}_{0.02})_2\text{Mg}(\text{Si}_{0.9}\text{Ge}_{0.1})_2(\text{Ga}_{0.0001}\text{Dy}_{0.0002})\text{O}_{7.00045}$	100%	102.0%	103.6%	102.4%
$(\text{Ba}_{0.8}\text{K}_{0.05}\text{Dy}_{0.05}\text{Eu}_{0.1})\text{Mg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$	100%	100.6%	101.0%	100.8%
$(\text{Ba}_{0.15}\text{Sr}_{0.8}\text{Eu}_{0.05})_4\text{Al}_{12.5}\text{Ga}_{1.49996}\text{Dy}_{0.00004}\text{Si}_{0.005}\text{O}_{25.0075}$	100%	102.8%	107.4%	108.0%
$(\text{Ba}_{0.47}\text{Sr}_{0.5}\text{Eu}_{0.03})\text{Al}_{1.5997}\text{Ga}_{0.4}\text{Dy}_{0.0003}\text{Si}_{0.004}\text{O}_{4.006}$	100%	101.5%	103.5%	103.5%
	100%	100.5%	100.8%	100.6%

(1) 表1の第1行目において、組成 $(\text{Ba}_{0.9648}\text{Sr}_{0.01}\text{Eu}_{0.025}\text{Dy}_{0.0002})_2(\text{Si}_{0.98}\text{Ge}_{0.02})_3\text{O}_{8.0006}$ を有する発光体が記載されている。その原料は、 BaCO_3 、 SrCO_3 、 Eu_2O_3 、 Dy_2O_3 、 SiO_2 及び GeO_2 である。

10

20

30

40

50

調製：

酸化形態の原料、又は酸化物に転化できる材料からの原料を、表示の化学量論比で混合し、反応条件に応じて、コランダム坩堝中で、窒素／水素混合物の還元雰囲気中1220で4時間か焼する。最終生成物を、水で洗浄し、乾燥し、篩分けする。得られる発光体化合物は、色波長487nmで極大発光を示し、長蛍光寿命を有する。

(2) 表1の第2行目において、組成 $(\text{Ba}_{0.9696}\text{Sr}_{0.015}\text{Ca}_{0.005}\text{Eu}_{0.01}\text{Pr}_{0.0004})_3(\text{Si}_{0.99}\text{Ge}_{0.01})\text{O}_{5.00018}$ を有する発光体が記載されている。その原料は、 BaCO_3 、 SrCO_3 、 CaCO_3 、 Eu_2O_3 、 Pr_6O_{11} 、 SiO_2 及び GeO_2 である。

調製：

原料を化学量論比で数時間激しく混合した後、得られた混合物を、コランダム坩堝中で、窒素／水素混合物の還元雰囲気中1245で3時間か焼する。得られたか焼ケーキを粉碎し、水洗し、乾燥し、篩分けする。得られる発光体化合物は、色波長589nmで極大発光を示し、長蛍光寿命を有する。

(3) 表1の第3行目において、組成 $(\text{Ba}_{0.965}\text{Sr}_{0.02}\text{Zn}_{0.005}\text{Eu}_{0.01})(\text{Si}_{0.97}\text{Ge}_{0.03})_2(\text{Al}_{0.002}\text{Dy}_{0.00003})\text{O}_{5.003045}$ を有する発光体が記載されている。その原料は、 BaCO_3 、 SrCO_3 、 ZnO 、 Eu_2O_3 、 SiO_2 、 GeO_2 、 Al_2O_3 及び Dy_2O_3 である。

調製：

原料を化学量論比で秤量し、数時間均一混合する。得られた混合物を、室温でオープンに入れ、窒素／水素混合物の還元雰囲気中1220で4時間か焼する。得られたか焼物を粉碎し、水洗し、乾燥し、篩分けする。得られる発光体化合物は、色波長509nmで極大発光を示し、長蛍光寿命を有する。

(4) 表1の第4行目において、組成 $(\text{Ba}_{0.905}\text{Sr}_{0.07}\text{Zn}_{0.005}\text{Mg}_{0.005}\text{Eu}_{0.015})_2\text{Si}(\text{Al}_{0.0001}\text{Dy}_{0.0002})\text{O}_{4.00045}$ を有する発光体が記載されている。その原料は、 BaCO_3 、 SrCO_3 、 ZnO 、 Eu_2O_3 、 MgO 、 SiO_2 、 Dy_2O_3 及び Al_2O_3 である。

調製：

表示の原料を上記の化学量論比で混合する。得られた混合物を、還元条件下1220の温度で予備か焼する。か焼材料を粉碎後、窒素／水素混合物の還元雰囲気中1220で二次か焼プロセスをおこなう。2時間の二次か焼により、均一な最終生成物が得られ、その後、水洗し、乾燥し、篩分けする。得られる発光体化合物は、色波長445nmで極大発光を示し、長蛍光寿命を有する。

(5) 表1の第5行目において、組成 $(\text{Ba}_{0.915}\text{Sr}_{0.005}\text{Zn}_{0.005}\text{Eu}_{0.075})_3\text{Mg}_{0.99}\text{Mn}_{0.01}(\text{Si}_{0.998}\text{Ge}_{0.002})_2(\text{Ga}_{0.0001}\text{Dy}_{0.0001})\text{O}_{8.0003}$ を有する発光体が記載されている。その原料は、 BaCO_3 、 SrCO_3 、 ZnO 、 Eu_2O_3 、 MgO 、 MnCO_3 、 SiO_2 、 GeO_2 、 Dy_2O_3 及び Ga_2O_3 である。

調製：

原料を良好に混合後、か焼プロセスに附する。か焼プロセスは、反応条件下、窒素／水素混合物の還元雰囲気中1225で3時間実施する。最終生成物を、粉碎し、水洗し、乾燥し、篩分けする。得られる発光体化合物は、色波長543nmで極大発光を示し、長蛍光寿命を有する。

(6) 表1の第6行目において、組成 $(\text{Ba}_{0.92}\text{Sr}_{0.04}\text{Zn}_{0.01}\text{Ca}_{0.01}\text{Eu}_{0.02})_2\text{Mg}(\text{Si}_{0.9}\text{Ge}_{0.1})_2(\text{Ga}_{0.0001}\text{Dy}_{0.0002})\text{O}_{7.00045}$ を有する発光体が記載されている。その原料は、 BaCO_3 、 SrCO_3 、 ZnO 、 CaCO_3 、 Eu_2O_3 、 MgO 、 SiO_2 、 GeO_2 、 Dy_2O_3 及び Ga_2O_3 である。

調製：

原料を化学量論比で完全に激しく混合した後、窒素／水素混合物の還元雰囲気中123

10

20

30

40

50

5 で4時間か焼プロセスに附する。最終生成物を、粉碎し、水洗し、乾燥し、篩分けする。得られる発光体化合物は、色波長548nmで極大発光を示し、長蛍光寿命を有する。

(7)表1の第7行目において、組成 $(Ba_{0.8}K_{0.05}Dy_{0.05}Eu_{0.1})Mg_2Al_{16}O_{27}$ を有する発光体が記載されている。その原料は、 $BaCO_3$ 、 K_2CO_3 、 Dy_2O_3 、 Eu_2O_3 、 MgO 及び Al_2O_3 である。

調製：

原料を化学量論比で秤量した後、融剤として AlF_3 をさらに含有する得られた混合物を、窒素/水素混合物の還元雰囲気中1420で2時間か焼する。得られたか焼物を粉碎し、数回水洗し、乾燥し、篩分けする。得られる発光体化合物は、色波長452nmで極大発光を示し、長蛍光寿命を有する。

10

発光体 $(Ba_{0.8}K_{0.05}Dy_{0.05}Eu_{0.1})Mg_2Al_{16}O_{27}$ の相対発光強度(相対強度)と100K~900Kの範囲で加熱温度との関係を、第1図に示す。発光体の相対強度は、200K~約600Kの温度範囲で0.8超である。

(8)表1の第8行目において、組成 $(Ba_{0.15}Sr_{0.8}Eu_{0.05})_4Al_{12.5}Ga_{1.49996}Dy_{0.00004}Si_{0.005}O_{25.0075}$ を有する発光体が記載されている。その原料は、 $BaCO_3$ 、 $SrCO_3$ 、 Eu_2O_3 、 Al_2O_3 、 Ga_2O_3 、 SiO_2 及び Dy_2O_3 である。

調製：

表示の原料を化学量論量で秤量した後、融剤としてホウ酸を添加して均一混合し、コランダム坩堝中、窒素/水素混合物の還元雰囲気中1420で2時間か焼する。続いて、得られたか焼物を粉碎し、再び激しく混合し、同条件下でさらにか焼プロセスに附する。次に得られた最終生成物を、粉碎し、水洗し、乾燥し、篩分けする。得られる発光体化合物は、色波長496nmで極大発光を示し、長蛍光寿命を有する。

20

(9)表1の第9行目において、組成 $(Ba_{0.47}Sr_{0.5}Eu_{0.03})Al_{15.997}Ga_{0.4}Dy_{0.00003}Si_{0.004}O_{4.006}$ を有する発光体が記載されている。その原料は、 $BaCO_3$ 、 $SrCO_3$ 、 Eu_2O_3 、 Al_2O_3 、 Ga_2O_3 、 SiO_2 及び Dy_2O_3 である。

調製：

原料を化学量論比で融剤としてのホウ酸と塩化アンモニウムとともに混合し、窒素/水素混合物の還元雰囲気中1420で2時間か焼する。か焼ケーキを粉碎及び混合後、か焼プロセスを反復する。最終生成物を、粉碎し、水洗し、乾燥し、篩分けする。得られた化合物は、色波長523nmで極大発光を示し、長蛍光寿命を有する。

30

第2図は、図示していない光源1の虹色の発光スペクトルを示す。光源1は、発光体

$(Ba_{0.8}K_{0.05}Dy_{0.05}Eu_{0.1})Mg_2Al_{16}O_{27}$ と、
 $(Ba_{0.965}Sr_{0.02}Zn_{0.005}Eu_{0.01})(Si_{0.97}Ge_{0.03})_2(Al_{0.002}Dy_{0.000003})O_{5.003045}$ と、
 $(Ba_{0.9696}Sr_{0.015}Ca_{0.005}Eu_{0.01}Pr_{0.00004})_3(Si_{0.99}Ge_{0.01})O_{5.0018}$ と
 の混合物を含む。

40

紫外線波長380nmでの色の相対発光強度(相対強度)は0.04であり、波長490nmでの青色の相対発光強度は0.034であり、波長508nmでの緑色の相対発光強度は0.02であり、波長560nmでの黄色の相対発光強度は0.024であり、波長610nmでの赤色の相対発光強度は0.02である。

光源1での励起エネルギーをスイッチオフした後も、この光源は、第3図に示す色波長580nmに極大発光を有する相対発光強度(相対強度)0.0375の黄色光をまだ放射する。

【0007】

(本発明に係る発光体の効果)

(1)本発明の発光体によれば、通常に使用される付活剤の他に、ランタン(La)、セ

50

リウム (Ce)、プラセオジウム (Pr)、ネオジウム (Nd)、サマリウム (Sm)、ガドリニウム (Gd)、テルビウム (Tb)、ジスプロシウム (Dy)、ホルミウム (Ho)、エルビウム (Er)、ツリウム (Tm)、イッテルビウム (Yb)、ルテチウム (Lu)、ビスマス (Bi)、スズ (Sn)、アンチモン (Sb) 及び類似の物質から選択された一種以上の共付活剤を使用することにより達成される。共付活剤により、発光体においてさらなる中心が得られ、LED の場合、より高い測定動作温度で発光体自体で生じるより少ないエネルギー損失プロセスが可能となる。目的とするこれらの追加の共付活剤を発光体に含有させることにより、さらなる及び / 又は新しい再結合中心が形成される。

この追加の付活には、蛍光寿命を数秒又は数分、最大数時間まで増加するという利点がある。これにより、とりわけ安全光及び健康光で作業する用途においてますます重要性が増している光源が人間の目の適合挙動へ適合することが可能となる。

10

これらの発光体の混合物は、種々の時間の蛍光寿命を実現するのに好適である。本発明によれば、これにより、発光体の励起をスイッチオフすると LED の色を変化させることが可能となる。

これらのさらなる及び新しい中心のさらなる利点は、発光イオンとの放射再結合が原則として可能である主にこれらの中心により、電子が励起状態から捕獲されることである。次に、これらの電子は、キラー中心、すなわち、励起エネルギーが無駄に熱に変換されて発光の損失が生じる中心によっては捕獲されない。

(2) 本発明によれば、ケイ酸塩 - ゲルマニウム酸塩を含み且つユーロピウムをドーピングすることにより温度安定性及び蛍光寿命を改善した発光体が、実験式

20

$$M'{}_a M''{}_b (Si_{1-z} Ge_z)_c (Al, Ga, In)_d (Sb, V, Nb, Ta)_e O_{(a+b+2c+3d/2+5e/2-n/2)} X_n : Eu_x, R_y$$

(式中、

M' は、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr)、バリウム (Ba) 及び亜鉛 (Zn) からなる群から選択された一種以上の元素であり、

M'' は、マグネシウム (Mg)、カドミウム (Cd)、マンガン (Mn) 及びベリリウム (Be) からなる群から選択された一種以上の元素であり、

R は、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn 及び Sb からなる群から選択された一種以上の元素であり、

X は、電荷のバランスをとるためのフッ素 (F)、塩素 (Cl)、臭素 (Br) からなる群から選択されたイオンであり、

30

及び $0.5 \leq a \leq 8$ であり、 $0 \leq b \leq 5$ であり、 $0 < c \leq 10$ であり、 $0 \leq d \leq 2$ であり、 $0 \leq e \leq 2$ であり、 $0 \leq n \leq 4$ であり、 $0 \leq x \leq 0.5$ であり、 $0 \leq y \leq 0.5$ であり、 $0 \leq z \leq 1$ である)、

に相当する追加のドーパントを含む、発光体が提供される。

(3) アルミン酸塩 - ガリウム酸塩を含み且つユーロピウムによりドーピングした発光体の場合における温度安定性と蛍光寿命の改善は、実験式

$$M'{}_4 (Al, Ga)_{14} (Si, Ge)_p O_{25+2p} : Eu_x, R_y$$
 に相当する追加のドーパント又は実験式

$$M' (Al, Ga)_2 (Si, Ge)_p O_{4+2p} : Eu_x, R_y$$
 に相当する追加のドーパント

40

(式中、

M' は、Sr、Ba、Ca、Mg 及び Zn からなる群から選択された一種以上の元素であり、及び

R は、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn 及び Sb からなる群から選択された一種以上の元素であり、

$0 < p \leq 1$ であり、 $0 \leq x \leq 0.5$ であり、 $0 \leq y \leq 0.5$ である)、

により達成される。

(4) アルミン酸塩を含み且つユーロピウムによりドーピングした発光体の場合における温度安定性と蛍光寿命の改善では、実験式

50

(M', M'', M' ") M'' " ₂ Al ₁₆ O ₂₇ : Eu _x, R _y

(式中、

M' は、Ba、Sr 及び Ca からなる群から選択された一種以上の元素であり、

M'' は、リチウム (Li)、ナトリウム (Na)、カリウム (K) 及びルビジウム (Rb) からなる群から選択された一種以上の元素であり、

M' " は、Dy であり、

M'' " は、Mg、Mn であり、

R は、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn 及び Sb からなる群から選択された一種以上の元素であり、及び

0 < x 0.5 であり、0 y 0.5 である)、

10

に相当する追加のドーパントにより達成される。

(5) アルカリ土類金属アルミン酸塩 - ガリウム酸塩を含み且つユーロピウムをドーブした発光体の場合の温度安定性と蛍光寿命を改善するために、実験式

M' _{1-a} (Al, Ga) _b (Si, Ge) _c O _{1.5b+1+3c/2} : Eu _x, R

y

(式中、

M' は、Ca、Sr、Ba 及び Mg からなる群から選択された一種以上の元素であり、

R は、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn 及び Sb からなる群から選択された一種以上の元素であり、

及び

20

0 a 1 であり、0 b 10 であり、0 c 8 であり、0 x 0.5 であり、

0 y 0.5 である)、

で表される追加のドーパントでドーピングを実施する。

本発明によれば、これらの発光体、例えば、

(Ba _{0.9648} Sr _{0.01} Eu _{0.025} Dy _{0.0002}) ₂ (Si _{0.98} Ge _{0.02}) ₃ O _{8.0006}、

(Ba _{0.9696} Sr _{0.015} Ca _{0.005} Eu _{0.01} Pr _{0.0004}) ₃ (Si _{0.99} Ge _{0.01}) O _{5.0018}、

(Ba _{0.965} Sr _{0.02} Zn _{0.005} Eu _{0.01}) (Si _{0.97} Ge _{0.03}) ₂ (Al _{0.002} Dy _{0.00003}) O _{5.003045}、

30

(Ba _{0.905} Sr _{0.07} Zn _{0.005} Mg _{0.005} Eu _{0.015}) ₂ Si (Al _{0.0001} Dy _{0.0002}) O _{4.00045}、

(Ba _{0.915} Sr _{0.005} Zn _{0.005} Eu _{0.075}) ₃ Mg _{0.99} Mn _{0.01} (Si _{0.998} Ge _{0.002}) ₂ (Ga _{0.0001} Dy _{0.0001}) O _{8.0003}、

(Ba _{0.92} Sr _{0.04} Zn _{0.01} Ca _{0.01} Eu _{0.02}) ₂ Mg (Si _{0.9} Ge _{0.1}) ₂ (Ga _{0.0001} Dy _{0.0002}) O _{7.00045}、

(Ba _{0.8} K _{0.05} Dy _{0.05} Eu _{0.1}) Mg ₂ Al ₁₆ O ₂₇、

(Ba _{0.15} Sr _{0.8} Eu _{0.05}) ₄ Al _{12.5} Ga _{1.49996} Dy _{0.00004} Si _{0.005} O _{25.0075}、

40

(Ba _{0.47} Sr _{0.5} Eu _{0.03}) Al _{1.5997} Ga _{0.4} Dy _{0.0003} Si _{0.004} O _{4.006}

は、LED 又はコンパクト省エネルギーランプにおいて着色～白色光を生成する層に使用される。

(6) 本発明によるケイ酸塩 - ゲルマニウム酸塩発光体を含む発光体混合物及び/又は本発明によるアルミン酸塩 - ガリウム酸塩発光体の一種以上を含む発光体混合物は、LED 及びコンパクト省エネルギーランプの温度安定性及び蛍光寿命を改善するための層としても好適である。

さらなる利点として、LED を動作したときにチップ自体により提供される熱エネルギーにより、これらの中心から電子が自由となり、同時に発光することが可能となることが

50

あげられる。いずれの場合も、発生する熱は、効果的に変換される。

これにより、発光体の温度安定性を改善でき、従って発光元素に使用するのに有利であり、且つ着色光及び/又は白色光を発生させる特定のLEDに使用するのにも有利である。約60～120の動作温度でLEDを動作させるとき、従来の発光体と比較して有効性が改善される。さらに、発光体は、一般的にマイクロ秒の範囲である蛍光寿命を示す従来のLED用発光体と比較して、長蛍光寿命を示す。その特性により、ケイ酸塩-ゲルマニウム酸塩発光体は、同時に、可視スペクトルの橙色-赤色スペクトル領域がその組成に依存する限り、青色スペクトル領域からの発光に極めて好適である。特に、ケイ酸塩-ゲルマニウム酸塩発光体は、長蛍光寿命を有し、同時に高度の有効性を有する白色光を得るために、波長300～500nmの範囲における青色及び/又は紫外励起光源用変換材として使用するのに選択される。

10

さらなる利点に、これらの中心からの電子が自由になることにより、励起状態が通常存在する他に得られ、励起源を動作すると温度の上昇とともに有効性が増加することがある。

この原理は、青色～赤色スペクトル領域を放出する発光体に適用できる。

同時に、ケイ酸塩-ゲルマニウム酸塩発光体を単独又はアルミン酸塩-ガリウム酸塩発光体系若しくは他の発光体との組み合わせて使用すると、青色及び/又は紫外LEDによる励起により、長蛍光寿命を有する着色光又は白色光を得ることができる。ケイ酸塩格子におけるゲルマニウム及びアルミン酸塩格子におけるガリウムの両方とも、わずかに格子膨張を生じ、両方の場合とも放出光がわずかにシフトし、蛍光寿命に影響する。このようにして得られた光は、その高蛍光寿命、高温度安定性及び高光品質が顕著である。

20

【0008】

以下に、上記した発光体を用いた光デバイスを詳細に説明する。

(第1の実施の形態)

第4図は、本発明の第1の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。

この発光装置1は、LED素子をリードに搭載した波長変換型発光装置1であり、配線導体であるリード2および3と、リード2に設けられるLED素子収容用のカップ部4と、カップ部4の底部5に接着されたLED素子6と、LED素子6の図示しない電極とリード2および3とを電氣的に接続するAuからなるワイヤ7と、LED素子6およびワイヤ7とともにカップ部4を封止する光透過性の封止樹脂8と、封止樹脂8に混合される発光体9と、光透過性を有してリード2および3とLED素子6とワイヤ7とを一体的に封止する砲弾形状の封止樹脂10とを有する。

30

リード2および3は、熱伝導性および導電性に優れる銅又は銅合金によって形成されており、リード3に設けられるカップ部4は、カップ外部への光放射性を高めるために内壁の光出射側を拡大することによって傾斜を有している。

LED素子6は、波長460nmの青色光を放射するGaN系LED素子であり、カップ部4の底部5に光反射性を有する接着材によって接着固定されている。

封止樹脂8は、発光体9を混合されたシリコン樹脂であり、カップ部4にポッティング注入されることによってLED素子6を封止している。

発光体9は、通常に使用される付活剤の他に、ランタン(La)、セリウム(Ce)、プラセオジウム(Pr)、ネオジウム(Nd)、サマリウム(Sm)、ガドリニウム(Gd)、テルビウム(Tb)、ジスプロシウム(Dy)、ホルミウム(Ho)、エルビウム(Er)、ツリウム(Tm)、イットルビウム(Yb)、ルテチウム(Lu)、ビスマス(Bi)、スズ(Sn)、アンチモン(Sb)及び類似の物質から選択された一種以上の共付活剤を使用している。

40

具体的には、封止樹脂8は、ケイ酸塩-ゲルマニウム酸塩を含み且つユーロピウムをドーパした発光体に対して、以下の実験式に相当する追加のドーパント

$M^{\prime}_a M^{\prime\prime}_b (Si_{1-z} Ge_z)_c (Al, Ga, In)_d (Sb, V, Nb, Ta)_e O_{(a+b+2c+3d/2+5e/2-n/2)} X_n : Eu_x, R_y$
(式中、

50

M' は、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr)、バリウム (Ba) 及び亜鉛 (Zn) からなる群から選択された一種以上の元素であり、

M'' は、マグネシウム (Mg)、カドミウム (Cd)、マンガン (Mn) 及びベリリウム (Be) からなる群から選択された一種以上の元素であり、

R は、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn 及び Sb からなる群から選択された一種以上の元素であり、

X は、電荷のバランスをとるためのフッ素 (F)、塩素 (Cl)、臭素 (Br) からなる群から選択されたイオンであり、

及び $0.5 \leq a \leq 8$ であり、 $0 \leq b \leq 5$ であり、 $0 < c \leq 10$ であり、 $0 \leq d \leq 2$ であり、 $0 \leq e \leq 2$ であり、 $0 \leq n \leq 4$ であり、 $0 \leq x \leq 0.5$ であり、 $0 \leq y \leq 0.5$ であり、 $0 \leq z \leq 1$ である)、

を含む発光体 9 を混合されている。

封止樹脂 10 は、エポキシ樹脂からなり、砲弾形状を形成するための型を用いたキャスティングモールド法によって光出射側に半球状の光学形状を有している。

第 5 図は、LED 素子 6 の層構成図である。LED 素子 6 は、サファイア基板 61 と、サファイア基板 61 上に形成される AlN バッファ層 62 と、AlN バッファ層 62 上に形成される Si ドープの n 型 GaN クラッド層 (コンタクト層) 63 と、n 型 GaN クラッド層 63 の上に 3 層の InGaN 井戸層 64A と 2 層の GaN 障壁層 64B とを交互に配置して形成される MQW 64 と、MQW 64 上に形成される Mg ドープの p 型 GaN クラッド層 65 と、p 型 GaN クラッド層 65 上に形成される Mg ドープの p 型 GaN コンタクト層 66 と、p 型 GaN コンタクト層 66 上に形成される透明電極 67 と、透明電極 67 上の所定の位置、例えば、素子側面寄りに形成されるパッド電極 68 と、エッチングによって p 型 GaN コンタクト層 66、p 型 GaN クラッド層 65、MQW 64、及び n 型 GaN クラッド層 63 の一部を除去することにより露出した n 型 GaN クラッド層 63 に形成される n 側電極 69 とを有する。この LED 素子 6 は発光層として MQW 64 を有するダブルヘテロ構造を有しており、各層に適宜 Al を含む構成とすることも可能である。

【0009】

次に、発光装置 1 の製造方法について説明する。

まず、リードフレームとなる銅板をプレス加工によって打ち抜くことにより、リード 2 および 3 を有するリードフレームを形成する。また、リードフレームの形成時にカップ部 4 をリード 3 に形成する。次に、カップ部 4 内に LED 素子 6 を接着材で接着固定する。次に、LED 素子 6 のパッド電極 68 とリード 2、および n 側電極 69 とリード 3 とをワイヤ 7 で電氣的に接続する。次に、予め発光体 9 を混合したシリコン樹脂をカップ部 4 にポッティング注入することによって LED 素子 6 を封止する。次に、樹脂成形用の型に LED 素子 6 を封止されたリード 2 および 3 を挿入する。次に、型内にエポキシ樹脂を注入することによりリード 2 および 3 の周囲に砲弾形状の封止樹脂 10 を形成する。次に、リード 2 および 3 をリードフレームから切断する。

次に、発光装置 1 の動作について説明する。

リード 2 および 3 を図示しない電源装置に接続して通電することにより、LED 素子 6 の MQW 64 において発光する。MQW 64 の発光に基づく光が LED 素子 6 の外部に放射されることにより、発光体 9 に照射される。発光体 9 は、LED 素子 6 の放射する光 (以下「放射光」という。) によって励起されて励起光を放射する。この放射光と励起光とが混合されることによって白色光がカップ部 4 の内部で生成される。この白色光は、カップ部 4 の内部から封止樹脂 10 を介して外部放射される。また一部の白色光は、カップ部 4 の傾斜した内壁で反射されて封止樹脂 10 を介して外部放射される。

上記した第 1 の実施の形態の発光装置 1 によると、以下の効果が得られる。

通常に使用される付活剤の他に共付活剤を追加した発光体 9 を混入された封止樹脂 8 でカップ部 4 を封止するようにしたため、発光体の温度安定性が向上し、発光のエネルギー分布のシフトを抑制して LED 素子 6 から放射される光の光色を安定させることができる

。共付活剤を追加することによって蛍光寿命を数秒又は数分、最大数時間まで増加することができるため、とりわけ安全光及び健康光で作業する用途に好適であり、人間の目の適合挙動へ適合させることが可能となる。

共付活剤を追加することによって種々の時間の蛍光寿命を実現できるため、発光体の励起をスイッチオフすると発光装置 1 から放射される光の色を変化させることが可能となる。

また、発光体 9 と他の発光体とを混合して使用することも可能であり、他の発光体として、例えば、YAG を用いることができる。この場合、発光装置 1 をオフすると白色から赤みを含む変化を伴いながら消灯する。具体的には青色系の LED 素子と YAG の発光装置に発光体 9 を組み合わせる構成、紫外系の LED 素子と紫外光で励起される発光体を有した発光装置に発光体 9 を組み合わせる構成でも良い。

なお、第 1 の実施の形態では、ケイ酸塩 - ゲルマニウム酸塩を含み且つユーロピウムをドーピングした発光体に対して、上記した追加のドーパントを含む発光体 9 を封止樹脂 8 に混合して用いる構成を説明したが、他の発光体 9 として、アルミン酸塩 - ガリウム酸塩を含み且つユーロピウムによりドーピングした発光体に対して、以下の実験式に相当する追加のドーパント

$M'_{4}(Al, Ga)_{14}(Si, Ge)_pO_{25+2p}:Eu_x, R_y$ に相当する追加のドーパント又は実験式

$M'(Al, Ga)_2(Si, Ge)_pO_{4+2p}:Eu_x, R_y$ に相当する追加のドーパント

(式中、

M' は、Sr、Ba、Ca、Mg 及び Zn からなる群から選択された一種以上の元素であり、及び

R は、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn 及び Sb からなる群から選択された一種以上の元素であり、

$0 < p \leq 1$ であり、 $0 \leq x \leq 0.5$ であり、 $0 \leq y \leq 0.5$ である)、を含む発光体 9 を混合されていても良い。

また、他の発光体 9 として、アルミン酸塩を含み且つユーロピウムによりドーピングした発光体に対して、以下の実験式に相当する追加のドーパント

$(M', M'', M''')M''''_2Al_{16}O_{27}:Eu_x, R_y$

(式中、

M' は、Ba、Sr 及び Ca からなる群から選択された一種以上の元素であり、

M'' は、リチウム (Li)、ナトリウム (Na)、カリウム (K) 及びルビジウム (Rb) からなる群から選択された一種以上の元素であり、

M''' は、Dy であり、

M'''' は、Mg、Mn であり、

R は、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn 及び Sb からなる群から選択された一種以上の元素であり、及び

$0 < x \leq 0.5$ であり、 $0 \leq y \leq 0.5$ である)、を含む発光体 9 を混合されていても良い。

また、更に他の発光体 9 として、アルカリ土類金属アルミン酸塩 - ガリウム酸塩を含み且つユーロピウムをドーピングした発光体に対して、以下の実験式に相当する追加のドーパント

$M'_{1-a}(Al, Ga)_b(Si, Ge)_cO_{1.5b+1+3c/2}:Eu_x, R_y$

(式中、

M' は、Ca、Sr、Ba 及び Mg からなる群から選択された一種以上の元素であり、

R は、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn 及び Sb からなる群から選択された一種以上の元素であり、

及び

0 a 1であり、0 b 10であり、0 c 8であり、0 x 0.5であり、
0 y 0.5である）、

を含む発光体9を混合されていても良い。

また、これらの発光体を組み合わせることにより得られる、例えば、

(Ba_{0.9648}Sr_{0.01}Eu_{0.025}Dy_{0.0002})₂(Si_{0.98}Ge_{0.02})₃O_{8.0006}、

(Ba_{0.9696}Sr_{0.015}Ca_{0.005}Eu_{0.01}Pr_{0.0004})₃(Si_{0.99}Ge_{0.01})O_{5.0018}、

(Ba_{0.965}Sr_{0.02}Zn_{0.005}Eu_{0.01})(Si_{0.97}Ge_{0.03})₂(Al_{0.002}Dy_{0.00003})O_{5.003045}、

(Ba_{0.905}Sr_{0.07}Zn_{0.005}Mg_{0.005}Eu_{0.015})₂Si(Al_{0.0001}Dy_{0.0002})O_{4.00045}、

(Ba_{0.915}Sr_{0.005}Zn_{0.005}Eu_{0.075})₃Mg_{0.99}Mn_{0.01}(Si_{0.998}Ge_{0.002})₂(Ga_{0.0001}Dy_{0.0001})O_{8.0003}、

(Ba_{0.92}Sr_{0.04}Zn_{0.01}Ca_{0.01}Eu_{0.02})₂Mg(Si_{0.9}Ge_{0.1})₂(Ga_{0.0001}Dy_{0.0002})O_{7.00045}、

(Ba_{0.8}K_{0.05}Dy_{0.05}Eu_{0.1})Mg₂Al₁₆O₂₇、

(Ba_{0.15}Sr_{0.8}Eu_{0.05})₄Al_{12.5}Ga_{1.49996}Dy_{0.0004}Si_{0.005}O_{25.0075}、

(Ba_{0.47}Sr_{0.5}Eu_{0.03})Al_{1.5997}Ga_{0.4}Dy_{0.0003}Si_{0.004}O_{4.006}

は、LED又はコンパクト省エネルギーランプにおいて着色～白色光を生成する層に使用することができる。

また、LED素子6外部への光放射性を高めるものとして、MQW64に対してサファイア基板61側に光反射層を設けるようにしても良い。具体的には、サファイア基板61上に光反射層としてAl層を設けることができる。

第6図は、LED素子6の他の構成を示す層構成図である。このLED素子6は、基板としてGaN基板70を用いるとともに、第5図で説明したAlNバッファ層を省いた構成としたものである。このようなGaN基板70上にGaN系半導体層を結晶成長させることによって形成されたLED素子6を用いることもできる。また、Si、SiC、AlGaN等の材料からなる基板を用いたLED素子6を光源として用いるようにしても良い。

【0010】

(第2の実施の形態)

第7図は、本発明の第2の実施の形態に係る発光装置を示し、(a)は縦断面図、(b)はLED素子の部分拡大図である。なお、第1の実施の形態の各部に対応する部分には同一符号を付している。

この発光装置1は、光源としてフリップチップ型のLED素子11を用いており、第7図(a)に示すようにLED素子11とAuバンプ12Aおよび12Bを介して電氣的に接合されるSiからなるサブマウント部13と、サブマウント部13をリード15Aのカップ部15aに電氣的に接続する導電性接着材であるAgペースト14と、サブマウント部13とワイヤを介して電氣的に接続されるリード15Bと、リード15Aに設けられる素子収容部15Cと、素子収容部15Cに設けられて傾斜を有した光反射面15bとを有する。

LED素子11は、第7図(b)に示すように光透過性を有するサファイア基板110と、AlNバッファ層111と、n型GaNクラッド層112と、3層のInGaN井戸層と2層のGaN障壁層とを交互に配置して形成されるMQW113と、p型GaNクラッド層114と、p型GaNコンタクト層115と、エッチングによってp型GaNコン

10

20

30

40

50

タクト層 115、p 型 GaN クラッド層 114、MQW 113、及び n 型 GaN クラッド層 112 の一部を除去することにより露出した n 型 GaN クラッド層 112 に形成される n 側電極 116 と、p 型 GaN コンタクト層 115 上に形成される p 側電極 117 とを有し、基板側がカップ部 15a の開口側に配置されるようにサブマウント部 13 に固定されている。

サブマウント部 13 は、第 7 図 (b) に示すように n 型半導体層 134 の表面に設けられる n 側電極 130 と、n 型半導体層 134 の一部に設けられる p 型半導体層 131 と、p 型半導体層 131 上に設けられる p 側電極 132 と、n 型半導体層 134 の底面側、すなわち、カップ部 15a との接合側に設けられる n 側電極 133 とを有し、n 側電極 130 は Au バンプ 12A を介して LED 素子 11 の p 側電極 117 と接続されている。また、p 側電極 132 は Au バンプ 12B を介して LED 素子 11 の n 側電極 116 に接続されるとともにワイヤ 7 が接続されている。

10

封止樹脂 8 は、第 1 の実施の形態で説明した発光体 9 が混合されており、LED 素子 11 およびサブマウント部 13 を覆って封止するようにカップ部 15a にポッティング注入されている。

LED 素子 11 をカップ部 15a 内に固定するには、まず、カップ部 15a の底部 15c に Ag ペースト 14 を塗布する。次に、サブマウント部 13 を Ag ペースト 14 でカップ部 15a 内に固定する。次に、Au バンプ 12A および 12B を介して LED 素子 11 を搭載し、超音波接合を行って LED 素子 11 をサブマウント部 13 に接合する。次に、p 側電極 132 とリード 15B とをワイヤで電氣的に接続する。次に、LED 素子 11 およびサブマウント部 13 を覆うように封止樹脂 8 をカップ部 15a に注入して封止する。

20

このようにしてカップ部 15a が封止されたリード 15A および 15B に対し、封止樹脂 10 を砲弾形状にモールドする。

上記した第 2 の実施の形態の発光装置 1 によると、第 1 の実施の形態の好ましい効果に加えて MQW 113 の発光に基づく光をサファイア基板側から放射させることができるため、光取り出し性が向上する。また、サブマウント部 13 に静電気に対する保護機能を付与することも可能であり、この場合には静電気による LED 素子 11 の破壊を防ぐこともできる。

【0011】

(第 3 の実施の形態)

30

第 8 図は、本発明の第 3 の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。

この発光装置 1 は、砲弾形状の封止樹脂 10 の表面に第 1 および第 2 の実施の形態で説明した発光体 9 を含むエポキシ等の樹脂材料からなるキャップ状の発光体層 18 を設けており、カップ部 15a を封止する封止樹脂 8 から発光体 9 を省いた構成としている。

上記した第 3 の実施の形態の発光装置 1 によると、第 1 および第 2 の実施の形態の好ましい効果に加えて、LED 素子 11 の周囲に発光体 9 が堆積することがないため、堆積した蛍光体の光吸収に伴う外部放射効率の低下を防止できる。このことによって封止樹脂 10 の表面に効率良く導かれた光を発光体層 18 で波長変換して外部放射させることができ、高輝度の波長変換型発光装置 1 が得られる。

【0012】

40

(第 4 の実施の形態)

第 9 図は、本発明の第 4 の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。なお、第 1 から第 3 の実施の形態の各部に対応する部分には同一符号を付している。

この発光装置 1 は、表面実装型の波長変換型発光装置 1 であり、LED 素子 11 と、LED 素子 11 から放射される光に基づいて励起される発光体層 18 を含む波長変換部 19 と、アクリル等の樹脂材料によって形成される本体 20 と、LED 素子 11 を搭載するセラミック基板 21 とを有する。

波長変換部 19 は、低融点ガラスからなる 2 枚のガラスシートの間に第 1 から第 3 の実施の形態で説明した発光体 9 からなる発光体層 18 を挟み込み、加熱処理を施すことで一体化したものである。具体的には、第 1 のガラスシート的一方の面に発光体 9 をスクリー

50

ン印刷し、これを150で加熱処理することによりバインダー成分を除去して薄膜化する。この薄膜化された発光体層18を挟み込むように第2のガラスシートを配置して加熱処理を行うことにより第1および第2のガラスシートを一体化する。

本体20は、内部に光反射面15bを有し、LED素子11から放射された光を波長変換部19の方向に反射する光反射面15bを有し、光出射面と波長変換部19の表面とが同一面を形成するように形成されている。また、光反射面15bによって包囲される空間にはシリコン樹脂16が充填されている。

セラミック基板21は、表面にLED素子11をAuバンプ12Aおよび12Bを介して接合するための銅箔パターンである配線層21Aおよび21Bを有し、配線層21Aおよび21Bはセラミック基板21の側面を介して外部回路との接合面である裏面にかけて設けられている。

10

上記した第4の実施の形態の発光装置1によると、第1から第3の実施の形態の好ましい効果に加えて、発光体9からなる薄膜状の発光体層18をガラス封止しているため、蛍光体層18の耐水性、耐吸湿性が向上し、長期にわたって波長変換性の良好な発光装置1が得られる。

また、発光体層18をスクリーン印刷および加熱処理に基づいて薄膜状に形成しているため、発光体層18による光吸収ロスを低減でき、高輝度の波長変換型発光装置1を実現できる。

また、発光体層18の薄膜化によって発光体9の使用量を低減できるため、発光装置1のコストダウンを実現することができる。

20

【0013】

(第5の実施の形態)

第10図は、本発明の第5の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。なお、第1から第4の実施の形態の各部に対応する部分には同一符号を付している。

この発光装置1は、フリップチップ型(0.3×0.3mm)のLED素子11と、LED素子11を搭載するAlNからなるサブマウント部13と、サブマウント部13と接合されるリードフレーム22Aおよび22Bと、LED素子11およびサブマウント部13を封止するとともにLED素子11から放射される光を波長変換する低融点ガラスからなる波長変換部19と、波長変換部19とともにサブマウント部13、リードフレーム22Aおよび22Bとを一体的に封止する低融点ガラスからなるガラス封止部23とを有し、波長変換部19は、LED素子11から放射される光を配光制御する光学形状、すなわち、ドーム状を有するように形成されるとともにLED素子11と所定の間隔を隔てて配置された発光体層18を有している。

30

サブマウント部13は、表面に銅箔による配線層21Aおよび21Bが形成されており、リードフレーム22Aおよび22Bに設けられる段部22aおよび22bに嵌合することによって配線層21Aおよび21Bがリードフレーム22Aおよび22Bに電氣的に接続されている。

波長変換部19は、第4の実施の形態で説明した第1および第2のガラスシートの間に発光体層18を挟み込んだものを加熱プレスすることによって光学形状を形成している。また、加熱プレス時に同時にガラス封止部23を形成する第3のガラスシートを加熱処理することによりリードフレーム22Aおよび22Bを一体的に封止している。発光体層18は、ガラスの熱処理に基づく変形に伴ってLED素子11との間にガラスシートの厚さに応じた間隔を有して配置される。

40

上記した第5の実施の形態の発光装置1によると、第1から第4の実施の形態の好ましい効果に加えて、波長変換部19が光学形状を有しているため、LED素子11から放射される光と発光体層18で波長変換された光との混合された光を所望の範囲に放射させることができる。

また、LED素子11がガラス封止されることによって耐水性、耐吸湿性が向上するため、多湿条件等の過酷な環境条件下でも長期にわたって安定した高輝度の波長変換型発光装置1が得られる。

50

【 0 0 1 4 】

(第 6 の実施の形態)

第 1 1 図は、本発明の第 6 の実施の形態に係る発光装置を示す断面図である。なお、第 1 から第 5 の実施の形態の各部に対応する部分には同一符号を付している。

この発光装置 1 は、第 5 の実施の形態のリードフレーム 2 2 A および 2 2 B に代えて、両面に銅箔からなる配線層 2 4 A、2 4 B、2 5 A、および 2 5 B を形成されたセラミック基板 2 1 を用いており、配線層 2 4 A と 2 5 A、および配線層 2 4 B と 2 5 B とをスルーホール 2 6 で電氣的に接続している。また、配線層 2 4 A、2 4 B には、Au バンプ 1 2 A および 1 2 B を介してフリップチップ型 (1 × 1 mm) の LED 素子 1 1 が電氣的に接続されている。

10

配線層 2 4 A および 2 4 B は、波長変換部 1 9 を構成するガラス材が接着される面積より大なる面積を有するように形成されている。

上記した第 6 の実施の形態の発光装置 1 によると、第 1 から第 5 の実施の形態の好ましい効果に加えて、波長変換部 1 9 がセラミック基板 2 1 の表面に設けられる銅箔からなる配線層 2 4 A および 2 4 B と接着されるため、ガラス材と銅箔との良好な接着性に基づいて波長変換部 1 9 と配線層 2 4 A および 2 4 B との優れた接着性が得られる。このことにより、波長変換部 1 9 の剥離や発光装置 1 内部への吸湿を強固に防ぐことができ、信頼性に優れた波長変換型発光装置 1 が得られる。

また、セラミック基板 2 1 を用いることによって、ベースとなる基板材料に一括的に形成された発光装置群をダイシングやスクライプ等の切断加工によって容易に切り出すことができるため、生産性に優れた波長変換型発光装置 1 が得られる。

20

【 0 0 1 5 】

(第 7 の実施の形態)

第 1 2 図は、本発明の第 7 の実施の形態に係る光デバイスとしての液晶バックライト装置を示す断面図である。なお、第 1 から第 6 の実施の形態の各部に対応する部分には同一符号を付している。

この液晶バックライト装置 3 0 は、光源である LED ランプ 3 1 と、LED ランプから放射された光を導光する導光体 3 2 と、導光体 3 2 の表面に設けられて LED ランプ 3 1 から放射された光を波長変換する発光体層 1 8 と、波長変換光に基づいて背面から透過照明される液晶パネル 3 5 とを有する。

30

LED ランプ 3 1 は、Ga N 系半導体層からなる LED 素子の発光に基づく波長 4 6 0 nm の青色光を砲弾形状の樹脂封止部で集光して所定の照射範囲に放射する。

導光体 3 2 は、LED ランプ 3 1 から入射する光を直角方向に反射する反射面 3 2 A と、底面 3 2 B と、反射面 3 2 A で反射されて導光体 3 2 内を導光された光が入射する傾斜面 3 2 C とを有し、底面 3 2 B には光反射層 3 3 が設けられている。また、傾斜面 3 2 C には、通常に使用される付活剤の他に、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn、Sb、及び類似の物質から選択された一種以上の共付活剤を使用した発光体からなる発光体層 1 8 が薄膜状に設けられている。

液晶パネル 3 5 は、例えば、TFT (Thin Film Transister) 基板、液晶層、カラーフィルタ基板を積層して構成されており、導光体 3 2 から放射される光を透過させる光透過性を有する。

40

この液晶バックライト装置 3 0 によると、LED ランプ 3 1 の放射光を導光体 3 2 を介して傾斜面 3 2 C に導光し、傾斜面 3 2 C に設けられる発光体層 1 8 で LED ランプ 3 1 の放射光を白色光に波長変換して液晶パネル 3 5 を透過照明する。

上記した第 7 の実施の形態の液晶バックライト装置 3 0 によると、第 1 から第 6 の実施の形態で説明した好ましい効果に加えて、導光体 3 2 を介して導光された光を液晶バックライト装置 3 0 の背面側に設けられる発光体層 1 8 で波長変換して放射させるようにしたため、青色光を光源として良好な輝度を得られるとともに、蛍光寿命の長い透過照明構造を実現でき、携帯電話や液晶表示部を有する機器の照明装置として、斬新な視覚性を付与することができる。

50

また、発光体層 18 の蛍光寿命が大であるため、LED ランプ 31 の発光制御との組み合わせに基づいて光品質を低下させることなく省電力化を実現でき、バッテリー等の電源を使用する機器の使用可能時間を大にすることができる。

なお、第 7 の実施の形態では、LED ランプ 31 の放射光を反射面 32 A で反射して導光体 32 を導光する構成としたが、反射面 32 A を設けない構成とすることもできる。例えば、反射面 32 A に代えて底面 32 B と直角な光入射端面を形成し、導光体 32 に対する放射光の光入射方向と導光方向とが同一の方向となるようにすることができる。

また、LED ランプ 31 として、青色光を放射するものの他に紫外光を放射するものを用いることも可能である。

【 0 0 1 6 】

10

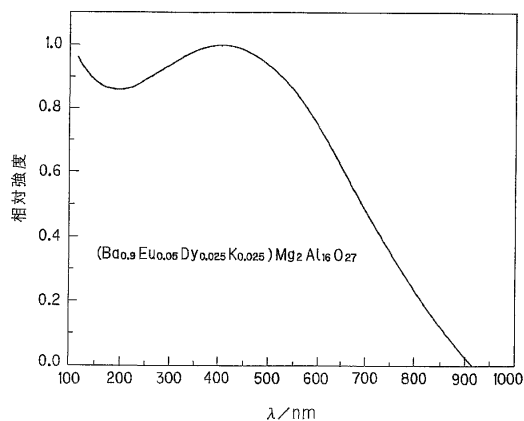
産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明によれば、通常に使用される付活剤の他に、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Bi、Sn、Sb、及び類似の物質から選択された一種以上の共付活剤を用いたため、発光体の温度安定性が改善される。従って、発光のエネルギー分布のシフトが生じにくくなり、光色変化の発生を抑制することができる。また、蛍光寿命を数マイクロ秒オーダーから数秒又は数分にまで長寿命化することができる。

また、温度安定性および蛍光寿命特性と向上した発光体を用いたため、高光品質、省電力性、および高輝度等の特性に優れる光デバイスを提供することができる。

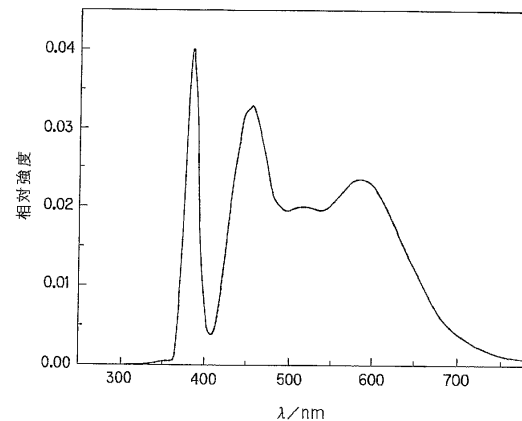
【 図 1 】

第 1 図

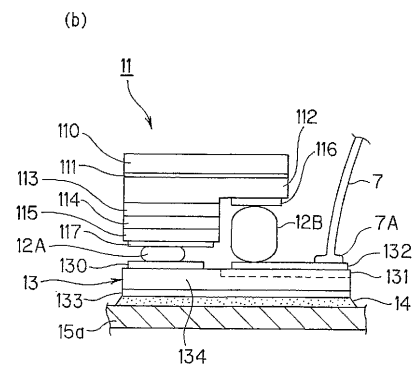
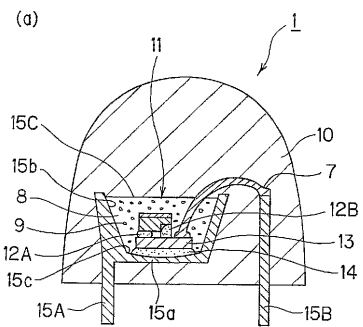
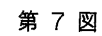
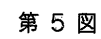
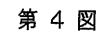


【 図 2 】

第 2 図

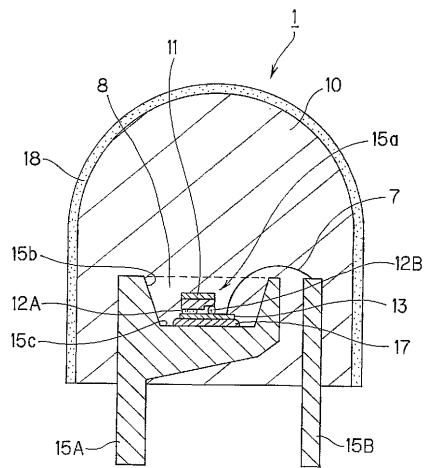


第 3 図



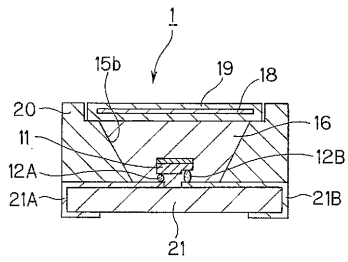
【図 8】

第 8 図



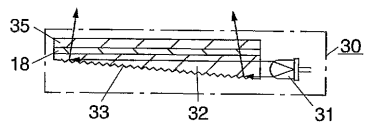
【図 9】

第 9 図



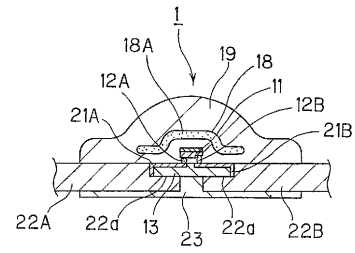
【図 1 2】

第 12 図



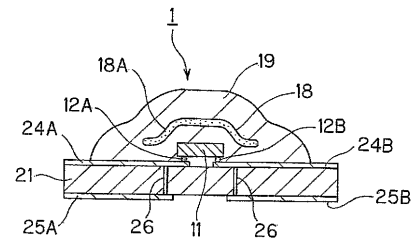
【図 1 0】

第 10 図



【図 1 1】

第 11 図



フロントページの続き

(74)代理人 100071526

弁理士 平田 忠雄

(72)発明者 ロット グンドゥラ

ドイツ連邦共和国、ディー - 1 7 4 9 8、レーフェンハーゲン ドルフシュトラッセ 1 3 アー

(72)発明者 テウス ヴアルター

ドイツ連邦共和国、ディー - 1 7 4 8 9、グライフシュバルト ルドルフ - ペーターズハーゲン -
アレー 1 2

審査官 藤原 浩子

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 6 3 5 5 5 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 1 7 1 0 0 0 (J P , A)

国際公開第 9 7 / 0 2 7 2 6 7 (W O , A 1)

特開平 1 0 - 1 1 2 5 5 7 (J P , A)

特開平 9 - 1 9 4 8 3 3 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 6 3 8 2 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C09K 11/00-11/89

H01L 33/00

REGISTRY(STN)

CA(STN)