

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5749201号
(P5749201)

(45) 発行日 平成27年7月15日(2015.7.15)

(24) 登録日 平成27年5月22日(2015.5.22)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/50 (2010.01) H O 1 L 33/00 4 1 0

請求項の数 4 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-53378 (P2012-53378) (22) 出願日 平成24年3月9日(2012.3.9) (65) 公開番号 特開2013-187485 (P2013-187485A) (43) 公開日 平成25年9月19日(2013.9.19) 審査請求日 平成26年2月6日(2014.2.6)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 (74) 代理人 100119035 弁理士 池上 徹真 (74) 代理人 100141036 弁理士 須藤 章 (74) 代理人 100088487 弁理士 松山 允之 (72) 発明者 服部 靖 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内 (72) 発明者 岡田 葵 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 白色発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

430nm以上470nm以下の波長領域にピーク波長を有する発光素子と、
 525nm以上560nm以下の第1のピーク波長の光を発光する第1の蛍光体と、
 前記第1のピーク波長より長い第2のピーク波長の光を発光する第2の蛍光体と、
 前記第2のピーク波長より長い620nm以上750nm以下の第3のピーク波長の光
 を発光する第3の蛍光体と、を備え、

前記第1の蛍光体と前記第2の蛍光体が、

M S i O N

(ただし、MはEuを含み、SrまたはBaを必ず含み、さらにCa、Mg、Znを含ん
 ても良い。さらに、Ti、Pb、Mn、As、Al、Pr、Tb、およびCeからなる群
 から選ばれる元素を賦活剤として含有しても良い。また、 $1.8 < \frac{M}{Si} < 2.4$ 、 $1.8 < \frac{O}{N} < 2.2$ 、 $1.8 < \frac{M}{N} < 2.2$ である。)

の組成を有し、

前記第1のピーク波長を λ_1 (nm)、前記第2のピーク波長を λ_2 (nm) とする場
 合に、

$1100 < \lambda_1 + \lambda_2 < 1600$ 、かつ、 $1539 < \lambda_1 < 1600$ であり、

平均演色評価数 (Ra) が85より大きい光を発することを特徴とする白色発光装置。

【請求項2】

$30 < \lambda_2 - \lambda_1 < 100$ であることを特徴とする請求項1記載の白色発光装置。

【請求項 3】

1 1 1 0 1 + 2であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の白色発光装置。

【請求項 4】

5 3 0 1であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 いずれか一項記載の白色発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施の形態は、白色発光装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード (Light Emitting Diode: LED) を用いた発光装置は、主に励起光源としての LED チップと蛍光体との組み合わせから構成される。そして、その組み合わせによって様々な色の発光色を実現することができる。

【0003】

白色光を放出する白色 LED 発光装置には、例えば、青色光を放出する LED チップと蛍光体との組み合わせが用いられている。蛍光体としては主に青色の補色である黄色蛍光体を使用され、擬似白色光 LED として使用されている。その他にも青色光を放出する LED チップと、緑色ないし黄色蛍光体、および赤色蛍光体が用いられている 3 波長型白色 LED が開発されている。

20

【0004】

白色発光装置では、自然光に近い色を再現するために高い演色性、特に、高い平均演色評価数 (Ra) を実現することが望まれる。また、低消費電力化のために高い発光効率の両立が求められる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 261512 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記事情を考慮してなされたものであり、その目的とするところは、高い演色性と、高い発光効率を両立する白色発光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

実施の形態の白色発光装置は、430nm 以上 470nm 以下の波長領域にピーク波長を有する発光素子と、525nm 以上 560nm 以下の第 1 のピーク波長の光を発光する第 1 の蛍光体と、前記第 1 のピーク波長より長い第 2 のピーク波長の光を発光する第 2 の蛍光体と、前記第 2 のピーク波長より長い 620nm 以上 750nm 以下の第 3 のピーク波長の光を発光する第 3 の蛍光体と、を備える。そして、第 1 の蛍光体と第 2 の蛍光体が、MSiON (ただし、M は Eu を含み、Sr または Ba を必ず含み、さらに Ca、Mg、Zn を含んでも良い。さらに、Ti、Pb、Mn、As、Al、Pr、Tb、および Ce からなる群から選ばれる元素を賦活剤として含有しても良い。また、1.8

40

2.4、1.8、2.2、1.8、2.2 である。) の組成を有し、前記第 1 のピーク波長を 1 (nm)、前記第 2 のピーク波長を 2 (nm) とする場合に、1100 1 + 2、かつ、2 - 1 60、かつ、1 539 であり、平均演色評価数 (Ra) が 85 より大きい光を発する。

【図面の簡単な説明】

50

【0008】

【図1】第1の実施の形態の発光装置の模式断面図である。

【図2】SION系蛍光体が1種の場合のシミュレーション結果を示す図である。

【図3】シミュレーションで得られた発光スペクトルの一例を示す図である。

【図4】本実施の形態のシミュレーション結果を示す図である。

【図5】実施の形態の作用・効果を説明する図である。

【図6】第2の実施の形態の発光装置の模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を用いて実施の形態について説明する。

10

【0010】

(第1の実施の形態)

本実施の形態の白色発光装置は、430nm以上470nm以下の波長領域にピーク波長を有する発光素子と、525nm以上560nm以下の第1のピーク波長の光を発光する第1の蛍光体と、第1のピーク波長より長い第2のピーク波長の光を発光する第2の蛍光体と、第2のピーク波長より長い620nm以上750nm以下の第3のピーク波長の光を発光する第3の蛍光体と、を備える。そして、第1の蛍光体と第2の蛍光体が、

MSiON

(ただし、MはEuを含み、SrまたはBaを必ず含み、さらにCa、Mg、Znを含んでも良い。さらに、Ti、Pb、Mn、As、Al、Pr、Tb、およびCeからなる群から選ばれる元素を賦活剤として含有しても良い。また、1.8 2.4、1.8 2.2、1.8 2.2である。)

20

の組成を有し、第1のピーク波長を1(nm)、第2のピーク波長を2(nm)とする場合に、1100 1+ 2、かつ、2- 1 60である。

【0011】

本実施の形態の白色発光装置は、上記構成を備えることにより、高い演色性、特に高い平均演色評価数Raと、高い発光効率を実現することが可能となる。すなわち、青色光を発する発光素子と、ピーク波長の異なる2種の同一母体の黄緑～橙色蛍光体と、赤色蛍光体を組み合わせることにより、高い演色性と高い発光効率の両立が可能となる。

【0012】

30

図1は、本実施の形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置10は、白色光を発する白色発光装置である。特に、発光色が電球色(2800K)となる白色発光装置である。

【0013】

白色発光装置10は、発光素子を実装する平面を有する基板12を備えている。基板12には、例えば、高反射材料が用いられる。

【0014】

そして、波長430nm以上470nm以下のピーク波長の光を発する発光素子14として、例えば、青色LEDチップが基板12の平面上に実装されている。青色LEDチップは、例えば金のワイヤ16を介して図示しない配線に接続されている。そして、この配線を介して外部から駆動電流が青色LEDチップに供給されることにより、青色LEDチップが励起用の青色光を発生する。

40

【0015】

青色LEDチップは、例えば、発光層をGaInNとするAlGaInN系LEDである。

【0016】

発光素子14上には、半球形状の透明樹脂からなる素子封止透明層18が設けられている。透明樹脂は例えばシリコン樹脂である。

【0017】

さらに、素子封止透明層18を覆うように、平面に対して垂直な断面における外周形状

50

が半円状の第1の蛍光体層20が形成されている。第1の蛍光体層20には、発光素子14から出射される光を励起光とし、525nm以上560nm以下の第1のピーク波長の光を発光する第1の蛍光体が含有される。

【0018】

第1の蛍光体(以下、Y1の略称も用いる)は、黄緑~黄色蛍光体である。第1の蛍光体層20は、例えば、黄緑~橙色蛍光体の粒子が、例えば透明なシリコン樹脂中に分散されて形成される。第1の蛍光体層20は、青色LEDから発生された青色光を吸収して黄緑~黄色光に変換する。

【0019】

第1の蛍光体層20を覆うように、平面に対して垂直な断面における外周形状が半円状の第2の蛍光体層22が形成されている。第2の蛍光体層22には、発光素子14から出射される光を励起光とし、第1のピーク波長より長い第2のピーク波長の光を発光する第2の蛍光体が含有される。

10

【0020】

第2の蛍光体(以下、Y2の略称も用いる)は、黄~橙色蛍光体である。第2の蛍光体層22は、例えば、黄~橙色蛍光体の粒子が、例えば透明なシリコン樹脂中に分散されて形成される。第2の蛍光体層22は、青色LEDから発生された青色光を吸収して黄~橙色光に変換する。

【0021】

第1の蛍光体および第2の蛍光体は、ともに、

20

$MSiON$

(ただし、Mはユウロピウム(Eu)を含み、ストロンチウム(Sr)またはバリウム(Ba)を必ず含む2種以上の金属であり、さらに、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)を含んでも良い。さらに、チタン(Ti)、鉛(Pb)、マンガン(Mn)、ヒ素(As)、アルミニウム(Al)、プラセオジウム(Pr)、テルビウム(Tb)、およびセリウム(Ce)からなる群から選ばれる元素を賦活剤として含有しても良い。また、 $1.8 \leq x \leq 2.4$ 、 $1.8 \leq y \leq 2.2$ 、 $1.8 \leq z \leq 2.2$ である。)

の組成を備えるいわゆるSION系蛍光体である。

【0022】

30

なお、より好ましくは、 $2.0 \leq x \leq 2.2$ 、 $1.8 \leq y \leq 2.1$ 、 $1.9 \leq z \leq 2.2$ である。

【0023】

さらに、好ましくは、第1の蛍光体および第2の蛍光体は、ともに、

$(Sr_{(1-x-y-z)}Ba_xCa_yEu_z)Si_2O_2N_2$

(ただし、 $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、 $0.01 < z < 0.2$)

の組成を備える。この式により表されるSiを含む酸窒化物蛍光体材料は、例えば、xおよびyの組成を変更することで発光波長を調整することが可能であり、同一母体において複数の発光波長を持つ蛍光体を得ることができる。なお、結晶構造を安定化したり、発光強度を高めたりするために、ストロンチウム(Sr)、バリウム(Ba)、及びカルシウム(Ca)の一部をMg及びZnの少なくともいずれか一方に置き換えてもよい。また、Ti、Pb、Mn、As、Al、Pr、Tb、及びCeからなる群から選択される少なくとも1つの元素を賦活剤として微量に含有してもよい。

40

【0024】

SION系蛍光体は、25~150℃での発光効率の変化が約10%以下と優れた温度特性を備える。したがって、高温動作時の白色発光装置の色ずれを抑制することが可能である。

【0025】

さらに、第2の蛍光体層22を覆うように、平面に対して垂直な断面における外周形状が半円状の第3の蛍光体層24が形成されている。第3の蛍光体層24には、発光素子1

50

4 から出射される光を励起光とし、第 2 のピーク波長より長い 620 nm 以上 750 nm 以下の第 3 のピーク波長の光を発光する第 3 の蛍光体が含有される。

【0026】

第 3 の蛍光体（以下、R の略称も用いる）は、赤色蛍光体である。第 3 の蛍光体層 24 は、例えば、赤色蛍光体の粒子が、例えば透明なシリコン樹脂中に分散されて形成される。第 3 の蛍光体層 24 は、青色 LED から発生された青色光を吸収して赤色光に変換する。

【0027】

第 3 の蛍光体は、例えば、 $Ca_2Si_yAl_{(12-y)}O_zN_{(16-z)}:Eu$ 、いわゆる CASN 系蛍光体である。

10

【0028】

以下、本実施の形態の作用・効果を示すシミュレーション結果について説明する。シミュレーションでは、白色発光装置の演色性と発光効率を求めた。

【0029】

シミュレーションは実測した青色 LED のスペクトルと、青色 LED によって励起された SION 系黄色蛍光体の発光スペクトルと、青色 LED によって励起された CASN 系赤色蛍光体の発光スペクトルを足し合わせることで計算を行った。SION 系黄色蛍光体の発光スペクトルはピーク波長 563 nm のものを用いた。CASN 系赤色蛍光体の発光スペクトルはピーク波長 653 nm のものを用いた。

【0030】

20

また、発光効率については、発光素子の効率や、蛍光体の効率を無視するために、発光効率の理論値、すなわち、ルーメン当量を指標として用いた。

【0031】

まず、比較のために、青色発光素子と 1 種の SION 系黄緑～橙色蛍光体、赤色蛍光体の組み合わせについて、演色性と発光効率のシミュレーションを行った。

【0032】

発光波長 455 nm の青色 LED のスペクトルに、黄緑～橙色蛍光体のピーク波長を変数とし、合計したスペクトルの色度が 2800 K の電球色 ($Cx=0.4519$ 、 $Cy=0.4087$) となるように黄緑～橙色蛍光体のピーク波長とピーク強度比、赤色蛍光体のピーク強度比を調整した。黄緑～橙色蛍光体のスペクトルは、ピーク波長 563 nm の黄色蛍光体の実測スペクトルをシフトさせて用いた。

30

【0033】

図 2 は、SION 系蛍光体が 1 種の場合のシミュレーション結果を示す図である。横軸は平均演色評価数 R_a 、縦軸はルーメン当量 (lm/W) である。

【0034】

1 種の SION 系蛍光体では、図 2 に示すような R_a と発光効率の相関を示す特性曲線が得られた。1 種の SION 系蛍光体では、ピーク波長を 563 nm から長波長側にずらすことにより、 R_a は低下するが発光効率が向上する。また、ピーク波長を 563 nm から短波長側にずらすと R_a は向上するが発光効率は低下する。

【0035】

40

次に、青色発光素子と、黄緑～橙色の SION 系蛍光体から選ばれるピーク波長の異なる 2 種の蛍光体の組み合わせについて、演色性と発光効率のシミュレーションを行った。以後、ピーク波長が短波長側の蛍光体を Y1、長波長側の蛍光体を Y2 と称する。

【0036】

発光波長 455 nm の青色 LED のスペクトルに、2 種の黄緑～橙色蛍光体、赤色蛍光体の各スペクトルを足し合わせたスペクトルの色度が、2800 K の電球色 ($Cx=0.4519$ 、 $Cy=0.4087$) となるように、黄緑～橙色蛍光体のピーク波長とピーク強度比、赤色蛍光体のピーク強度比を調整した。蛍光体 Y1、Y2 それぞれのピーク波長 1、2 を変数とした。

【0037】

50

具体的なシミュレーションの手順としては、まず、Y 1 のピーク波長を 5 2 0 n m ~ 5 6 5 n m の間を 2 n m 刻み、Y 2 のピーク波長を Y 1 のピーク波長から差分が 6 0 n m までの間を 2 n m 刻みで変化させた。そして、それぞれのピーク波長の組み合わせにおいて、スペクトルの色度が 2 8 0 0 K の電球色となるよう Y 1、Y 2、R の強度比を調整した。結果得られるスペクトルから、演色性および発光効率を求めた。半値幅については、S I O N 蛍光体の典型的な値を用いた。すなわち、短波長側の Y 1 は 1 0 0 n m、長波長側の Y 2 は 8 0 n m とした。

【 0 0 3 8 】

図 3 は、シミュレーションで得られた発光スペクトルの一例を示す図である。図 3 に示したスペクトルは上記計算結果による一例で、短波長側の蛍光体の発光ピーク波長 λ_1 が 5 4 1 n m、長波長側の蛍光体の発光ピーク波長 λ_2 が 5 9 9 n m の時の電球色に合わせたスペクトルである。ルーメン当量が 2 6 4 l m / W、Ra が 9 1 となっている。

10

【 0 0 3 9 】

図 4 は、本実施の形態のシミュレーション結果を示す図である。図 4 (a) がシミュレーション結果、図 4 (b) が作用・効果の説明図である。

【 0 0 4 0 】

図 4 には、比較のために、図 2 に示した S I O N 系 1 種の場合の特性曲線も実線で示している。また、プロットされた各点が 2 種の S I O N 系蛍光体 Y 1、Y 2 を適用した場合の特性曲線である。同一のマークは蛍光体 Y 1 のピーク波長 λ_1 が同一である場合を示す。図 4 から明らかのように、2 種の蛍光体を組み合わせることにより、1 種の蛍光体より特性が向上する領域があることが見出された。

20

【 0 0 4 1 】

図 4 (b) 中、斜線でハッチングした領域が、実用的な特性を備え、かつ、1 種の蛍光体よりも特性が向上する領域である。すなわち、一般に実用上必要とされる Ra が 7 0 以上 (点線 A の右側の領域) であり、S I O N 系蛍光体 1 種の場合よりも同一の Ra で高い発光効率を実現するか (実線より上の領域)、または、S I O N 系で実現できない Ra を実現する (点線 B の右側の領域) 領域である。

【 0 0 4 2 】

図 4 (b) 中、斜線でハッチングした領域に特性が入るためには、シミュレーションの結果より、第 1 の S I O N 系蛍光体 Y 1 の第 1 のピーク波長を λ_1 (n m)、第 2 の S I O N 系蛍光体 Y 2 の第 2 のピーク波長を λ_2 (n m) とする場合に、 $5 2 5 < \lambda_1 < 5 6 0$ 、 $1 1 0 0 < \lambda_2 < 1 1 6 0$ 、かつ、 $\lambda_2 - \lambda_1 > 6 0$ であることが必要となる。

30

【 0 0 4 3 】

図 5 は、実施の形態の作用・効果を説明する図である。

【 0 0 4 4 】

白色発光装置は、 $3 0 < \lambda_2 - \lambda_1$ の条件を充足することが望ましい。この条件を充足することにより、図 5 で示す点線 C よりも右上側の領域の特性が得られる。すなわち、実施の形態の特性曲線の変曲点よりも右上側の領域に入り、S I O N 系蛍光体 1 種の場合よりも特性がさらに向上する。 $4 0 < \lambda_2 - \lambda_1$ であることが発光効率を向上させる上でより望ましい。

40

【 0 0 4 5 】

白色発光装置は、 $1 1 1 0 < \lambda_1 + \lambda_2$ の条件を充足することが望ましい。この条件を充足することにより、図 5 で示す点線 D よりも上側の領域の特性が得られる。すなわち、S I O N 系蛍光体 1 種で最高の Ra を達成する場合よりも常に発光効率が高い領域に入り、S I O N 系蛍光体 1 種の場合よりも特性がさらに向上する。

【 0 0 4 6 】

さらに、白色発光装置は、 $5 3 0 < \lambda_1 < 5 4 0$ の条件を充足することが望ましい。この条件を充足することにより、図 5 で示す点線 B よりも常に右側の領域の特性が得られる。すなわち、常に、Ra が 9 0 以上の領域に入り、S I O N 系蛍光体 1 種の場合よりも特性がさらに向上する。

50

【0047】

なお、実施の形態の2種の黄緑～橙色蛍光体、1種の赤色蛍光体の合計3種の蛍光体に、さらに別種の蛍光体を備えることも可能である。しかしながら、蛍光体の種類を4種以上とすると、蛍光体間の再吸収等で発光効率が低下するおそれがある。したがって、蛍光体層に含まれる蛍光体は、2種の黄緑～橙色蛍光体、1種の赤色蛍光体の合計3種のみであることが望ましい。

【0048】

本実施の形態によれば、高い演色性と高い発光効率を実現できる白色発光装置が提供される。また、高温動作での色ずれの抑制された白色発光装置が提供される。

【0049】

比較のために、YAG:Ce蛍光体についても同様のシミュレーションを行った。半値幅については、YAG:Ce蛍光体の典型的な値を用いた。すなわち、短波長側のY1、長波長側のY2ともに110nmとした。

【0050】

この結果、YAG:Ce蛍光体の場合は蛍光体を2種組み合わせても、1種の場合より特性が向上することはなかった。

【0051】

この違いは、一つには組み合わせる蛍光体の半値幅が狭いことにより、発光効率が向上することが考えられる。特に、長波長側の半値幅を狭くすることが有効と考えられる。

【0052】

したがって、短波長側のY1は100nm以下であることが望ましい。また、長波長側のY2は100nm以下であることが望ましく、80nm以下であることがより望ましい。

【0053】

(第2の実施の形態)

本実施の形態の白色発光装置は、2種のSION系蛍光体が、混合されて1層の蛍光体層に含有されること以外は第1の実施の形態と同様である。したがって、第1の実施の形態と重複する内容については、記述を省略する。

【0054】

図6は、本実施の形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置20は、白色光を発する白色発光装置である。

【0055】

発光装置20は、第1の実施の形態の第1の蛍光体層20、第2の蛍光体層22にかえて蛍光体層26を備えている。蛍光体層26には、発光素子14から出射される光を励起光とし、525nm以上560nm以下の第1のピーク波長の光を発光する第1の蛍光体と、発光素子14から出射される光を励起光とし、第1のピーク波長より長い第2のピーク波長の光を発光する第2の蛍光体とが混合して含有されている。

【0056】

本実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様、高い演色性と高い発光効率を実現できる白色発光装置が提供される。また、高温動作での色ずれの抑制された白色発光装置が提供される。さらに、蛍光体層の形成が簡易であるため、白色発光装置の製造が容易となる。

【0057】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。上記、実施の形態はあくまで、例として挙げられているだけであり、本発明を限定するものではない。実施の形態の説明においては、白色発光装置、蛍光体等で、本発明の説明に直接必要としない部分等については記載を省略したが、必要とされる白色発光装置、蛍光体等に関わる要素を適宜選択して用いることができる。

【0058】

例えば、実施の形態においては、発光層をGaInNとするAlGaInN系LEDを

10

20

30

40

50

用いる場合を例に説明した。発光層（活性層）として、III-V族化合物半導体である窒化アルミニウムガリウムインジウム（AlGaInN）、あるいはII-VI族化合物半導体である酸化マグネシウム亜鉛（MgZnO）等を用いたLEDを用いることが出来る。例えば、発光層として用いるIII-V族化合物半導体は、Al、Ga、及びInからなる群から選ばれた少なくとも1種を含む窒化物半導体である。この窒化物半導体は、具体的には、 $Al_x Ga_y In_{(1-x-y)} N$ （ $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、 $0 < (x+y) < 1$ ）と表わされるものである。このような窒化物半導体には、AlN、GaN、及びInNの2元系、 $Al_x Ga_{(1-x)} N$ （ $0 < x < 1$ ）、 $Al_x In_{(1-x)} N$ （ $0 < x < 1$ ）、及び $Ga_y In_{(1-y)} N$ （ $0 < y < 1$ ）の3元系、更にすべてを含む4元系のいずれもが含まれる。Al、Ga、及びInの組成x、y、（1-x-y）に基づいて、紫外から青までの範囲の発光ピーク波長が決定される。また、III族元素の一部をホウ素（B）、タリウム（Tl）等に置換することができる。更に、V族元素のNの一部をリン（P）、ヒ素（As）、アンチモン（Sb）、ビスマス（Bi）等に置換することができる。

10

【0059】

同様に、発光層として用いるII-VI族化合物半導体は、Mg及びZnの少なくとも1種を含む酸化物半導体することができる。具体的には、 $Mg_z Zn_{(1-z)} O$ （ $0 < z < 1$ ）と表されるものがあり、Mg及びZnの組成z、（1-z）に基づいて、紫外領域の発光ピーク波長が決定される。

【0060】

20

また、蛍光体層の透明基材としては、シリコン樹脂を例に説明したが、励起光の透過性が高く、かつ耐熱性の高い任意の材料を用いることができる。そのような材料として、例えば、シリコン樹脂の他に、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、フッ素樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂等が使用可能である。特に、入手し易く、取り扱いやすく、しかも安価であることから、エポキシ樹脂やシリコン樹脂が好適に使用される。また、樹脂以外にも、ガラス、焼結体等を用いることもできる。

【0061】

また、赤色蛍光体としては、以下に示す、酸窒化物の他、窒化物系光体、酸硫化物蛍光体などを用いることができる。

【0062】

30

窒化物系蛍光体（主にシリコンナイトライド系蛍光体）および酸窒化物系蛍光体： $L_x Si_y N_{(2x/3 + 4y/3)}$ ；Eu、又は $L_x Si_y O_z N_{(2x/3 + 4y/3 - 2z/3)}$ ；Eu（LはSr、Ca、Sr及びCaからなる群からなる群から選択される少なくとも1つの元素）：

上記組成において、 $x = 2$ かつ $y = 5$ 、又は $x = 1$ かつ $y = 7$ であることが望ましいが、x及びyは、任意の値とすることができる。上記式により表される窒化物系蛍光体として、 Mn が賦活剤として添加された $(Sr_x Ca_{(1-x)})_2 Si_5 N_8$ ；Eu、 $Sr_2 Si_5 N_8$ ；Eu、 $Ca_2 Si_5 N_8$ ；Eu、 $Sr_x Ca_{(1-x)} Si_7 N_{10}$ ；Eu、 $Sr Si_7 N_{10}$ ；Eu、 $Ca Si_7 N_{10}$ ；Eu等の蛍光体を使用することが望ましい。これらの蛍光体には、Mg、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr、及びNiからなる群から選ばれる少なくとも1つの元素が含有されてもよい。また、Ce、Pr、Tb、Nd、及びLaからなる群から選ばれる少なくとも1つの元素を、賦活剤として含有してもよい。

40

またSiの一部をAlに置き換えたサイアロン系蛍光体： $L_x Si_y Al_{(12-y)} O_z N_{(16-z)}$ ；Eu（LはSr、Ca、Sr及びCaからなる群からなる群から選択される少なくとも1つの元素）を用いても良い。

【0063】

酸硫化物蛍光体材料： $(Ln_{(1-x)} Eu_x) O_2 S$ （LnはSc、Y、La、Gd、及びLuからなる群から選ばれる少なくとも1つの元素、xは $0 < x < 1$ を満足する数値）なお、Tb、Pr、Mg、Ti、Nb、Ta、Ga、Sm、及びTmからなる群か

50

ら選ばれる少なくとも1種を、賦活剤として含有してもよい。

【0064】

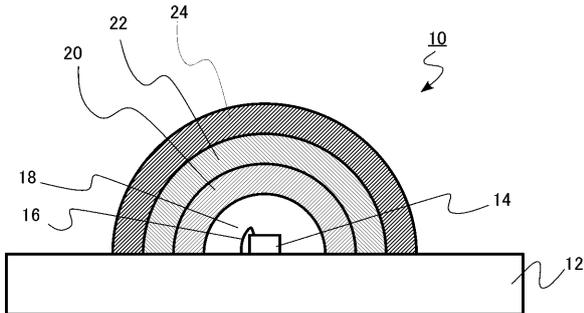
その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全ての白色発光装置は、本発明の範囲に包含される。本発明の範囲は、特許請求の範囲およびその均等物の範囲によって定義されるものである。

【符号の説明】

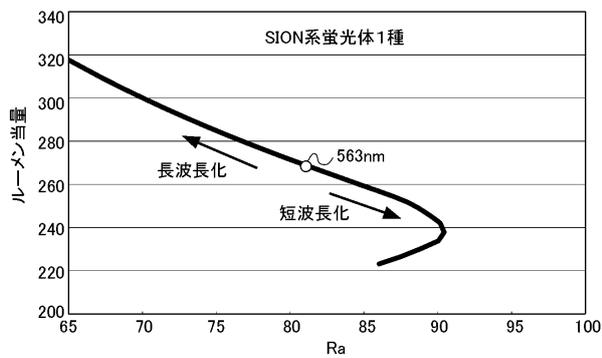
【0065】

- 10 白色発光装置
- 14 発光素子
- 20 第1の蛍光体層
- 22 第2の蛍光体層
- 24 第3の蛍光体層

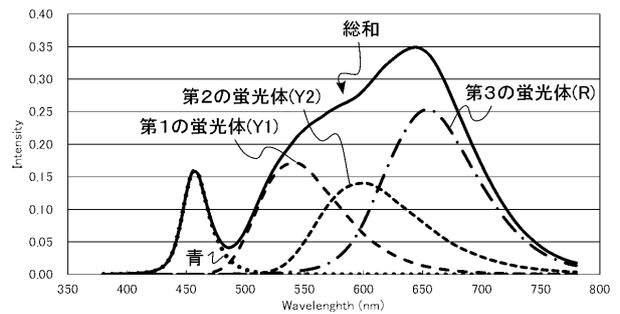
【図1】



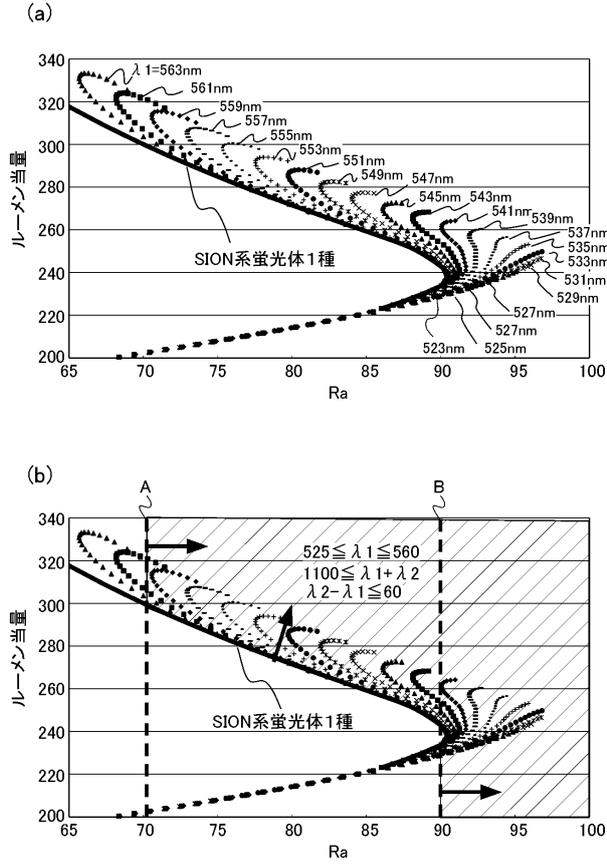
【図2】



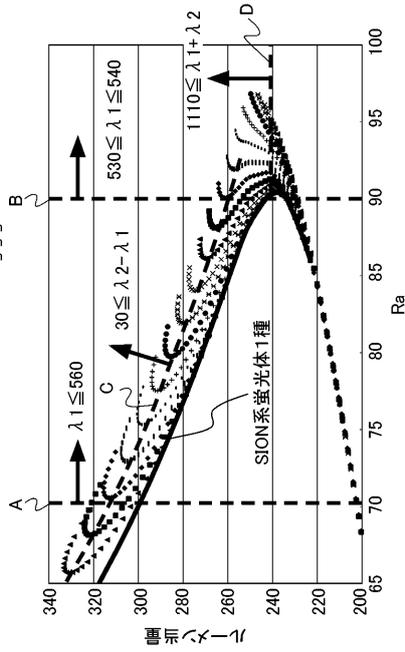
【図3】



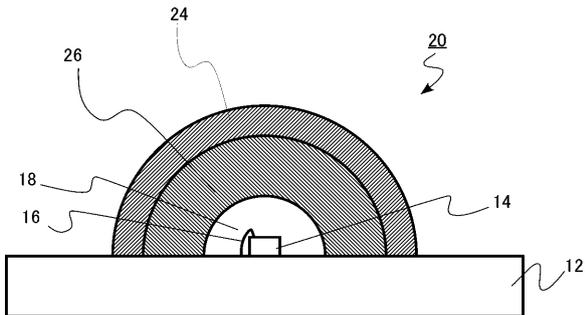
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 平松 亮介
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 石田 邦夫
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 加藤 雅礼
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 村井 友和

- (56)参考文献 特開2008-135707(JP,A)
国際公開第2009/017206(WO,A1)
特開2008-235552(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00-33/64