

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-211202

(P2015-211202A)

(43) 公開日 平成27年11月24日(2015.11.24)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H O 1 L 33/50 (2010.01) H O 1 L 33/00 4 1 O 5 F 1 4 2

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-94082 (P2014-94082)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成26年4月30日 (2014. 4. 30)		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	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	アルベサール 恵子
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
			東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

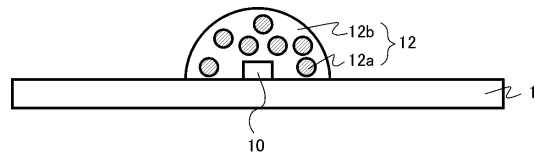
【課題】発光効率が向上する発光装置を提供する。

【解決手段】実施形態の発光装置は、近紫外光または青色光の励起光を発する発光素子と、式(1)で表され励起光を黄色光に変換する黄色蛍光体と、黄色蛍光体を囲む樹脂を含み、黄色蛍光体の体積濃度が7%以下であり、発光素子の発光面に平行な断面の断面積が発光面よりも大きい領域を有する第1の色変換層と、を備える。

$$(Sr_{1-x_1}Ce_{x_1})_{a_1}AlSi_{b_1}O_{c_1}Nd_1 \cdots (1)$$

(式(1)中、 x_1 、 a_1 、 b_1 、 c_1 、 d_1 は、次の関係を満たす。 $0 < x_1 \leq 0.1$ 、 $0.6 < a_1 < 0.95$ 、 $2.0 < b_1 < 3.9$ 、 $0 < c_1 < 0.45$ 、 $4.0 < d_1 < 5.0$)

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

近紫外光または青色光の励起光を発する発光素子と、

式(1)で表され前記励起光を黄色光に変換する黄色蛍光体と、前記黄色蛍光体を囲む樹脂を含み、前記黄色蛍光体の体積濃度が7%以下であり、前記発光素子の発光面に平行な断面の断面積が前記発光面よりも大きい領域を有する第1の色変換層と、を備えることを特徴とする発光装置。

$(Sr_{1-x_1}Ce_{x_1})_{a_1}AlSi_{b_1}O_{c_1}Nd_{d_1} \cdots (1)$

(式(1)中、 x_1 、 a_1 、 b_1 、 c_1 、 d_1 は、次の関係を満たす。 $0 < x_1 \leq 0.1$ 、 $0.6 < a_1 < 0.95$ 、 $2.0 < b_1 < 3.9$ 、 $0 < c_1 < 0.45$ 、 $4.0 < d_1 \leq 5.0$)

10

【請求項 2】

前記式(1)中、 $0.05 \leq x_1 \leq 0.1$ であることを特徴とする請求項1記載の発光装置。

【請求項 3】

前記励起光は青色光であり、CIE色度図の座標(C_x , C_y)で表記した場合に、 $0.30 \leq C_x \leq 0.48$ 、 $0.30 \leq C_y \leq 0.44$ の色度の光を発することを特徴とする請求項1または請求項2記載の発光装置。

【請求項 4】

式(2)で表され前記励起光を緑色光に変換する緑色蛍光体と、前記緑色蛍光体を囲む樹脂を含み、前記緑色蛍光体の体積濃度が7%以下であり、前記発光素子の発光面に平行な断面の断面積が前記発光面よりも大きい領域を有する第2の色変換層を、さらに備え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発光装置。

20

$(Sr_{1-x_2}Eu_{x_2})_{a_2}AlSi_{b_2}O_{c_2}Nd_{d_2} \cdots (2)$

(式(2)中、 x_2 、 a_2 、 b_2 、 c_2 、 d_2 は、次の関係を満たす。 $0 < x_2 \leq 0.2$ 、 $0.93 < a_2 < 1.3$ 、 $4.0 < b_2 < 5.8$ 、 $0.6 < c_2 < 1.0$ 、 $6.0 < d_2 \leq 11$)

【請求項 5】

式(3)で表され前記励起光を赤色光に変換する赤色蛍光体と、前記赤色蛍光体を囲む樹脂を含み、前記赤色蛍光体の体積濃度が7%以下であり、前記発光素子の発光面に平行な断面の断面積が前記発光面よりも大きい領域を有する第3の色変換層を、さらに備えることを特徴とする請求項1ないし請求項4いずれか一項記載の発光装置。

30

$(Sr_{1-x_3}Eu_{x_3})_{a_3}AlSi_{b_3}O_{c_3}Nd_{d_3} \cdots (3)$

(式(3)中、 x_3 、 a_3 、 b_3 、 c_3 、 d_3 は、次の関係を満たす。 $0 < x_3 \leq 0.2$ 、 $0.6 < a_3 < 0.95$ 、 $2.0 < b_3 < 3.9$ 、 $0.25 < c_3 < 0.45$ 、 $4.0 < d_3 \leq 5.0$)

【請求項 6】

前記第1の色変換層は、式(2)で表され前記励起光を緑色光に変換する緑色蛍光体を含み、前記黄色蛍光体の体積濃度と前記緑色蛍光体の体積濃度の和が7%以下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発光装置。

40

$(Sr_{1-x_2}Eu_{x_2})_{a_2}AlSi_{b_2}O_{c_2}Nd_{d_2} \cdots (2)$

(式(2)中、 x_2 、 a_2 、 b_2 、 c_2 、 d_2 は、次の関係を満たす。 $0 < x_2 \leq 0.2$ 、 $0.93 < a_2 < 1.3$ 、 $4.0 < b_2 < 5.8$ 、 $0.6 < c_2 < 1.0$ 、 $6.0 < d_2 \leq 11$)

【請求項 7】

前記第1の色変換層は、式(3)で表され前記励起光を赤色光に変換する赤色蛍光体を含み、前記黄色蛍光体の体積濃度と前記赤色蛍光体の体積濃度の和が7%以下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発光装置。

$(Sr_{1-x_3}Eu_{x_3})_{a_3}AlSi_{b_3}O_{c_3}Nd_{d_3} \cdots (3)$

(式(3)中、 x_3 、 a_3 、 b_3 、 c_3 、 d_3 は、次の関係を満たす。 $0 < x_3 \leq 0.2$

50

、 $0.6 < a_3 < 0.95$ 、 $2.0 < b_3 < 3.9$ 、 $0.25 < c_3 < 0.45$ 、 $4.0 < d_3 < 5.0$)

【請求項 8】

前記発光素子が LED であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 いずれか一項記載の発光装置。

【請求項 9】

前記黄色蛍光体の粒径が $1 \mu\text{m}$ 以上 $25 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 いずれか一項記載の発光装置。

【請求項 10】

近紫外光または青色光の励起光を発する発光素子と、

10

式 (2) で表され前記励起光を緑色光に変換する緑色蛍光体と、前記緑色蛍光体を囲む樹脂を含み、前記緑色蛍光体の体積濃度が 7 % 以下であり、前記発光素子の発光面に平行な断面の断面積が前記発光面よりも大きい領域を有する色変換層と、を備えることを特徴とする発光装置。

$(Sr_{1-x_2}Eu_{x_2})_{a_2}AlSi_{b_2}O_{c_2}Nd_{d_2} \cdots \cdots (2)$

(式 (2) 中、 x_2 、 a_2 、 b_2 、 c_2 、 d_2 は、次の関係を満たす。 $0 < x_2 \leq 0.2$ 、 $0.93 < a_2 < 1.3$ 、 $4.0 < b_2 < 5.8$ 、 $0.6 < c_2 < 1.0$ 、 $6.0 < d_2 < 11$)

【請求項 11】

近紫外光または青色光の励起光を発する発光素子と、

20

式 (3) で表され前記励起光を赤色光に変換する赤色蛍光体と、前記赤色蛍光体を囲む樹脂を含み、前記赤色蛍光体の体積濃度が 7 % 以下であり、前記発光素子の発光面に平行な断面の断面積が前記発光面よりも大きい領域を有する色変換層と、を備えることを特徴とする発光装置。

$(Sr_{1-x_3}Eu_{x_3})_{a_3}AlSi_{b_3}O_{c_3}Nd_{d_3} \cdots \cdots (3)$

(式 (3) 中、 x_3 、 a_3 、 b_3 、 c_3 、 d_3 は、次の関係を満たす。 $0 < x_3 \leq 0.2$ 、 $0.6 < a_3 < 0.95$ 、 $2.0 < b_3 < 3.9$ 、 $0.25 < c_3 < 0.45$ 、 $4.0 < d_3 < 5.0$)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明の実施形態は、発光装置に関する。

【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 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を実現することができる。

【0003】

発光ダイオードを用いた発光装置は、携帯機器、PC 周辺機器、OA 機器、各種スイッチ、バックライト用光源、および表示板などの各種表示装置に用いられている。これら発光装置には、高効率化および高演色化が強く望まれている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 50490 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、発光効率が向上する発光装置を提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

実施形態の発光装置は、近紫外光または青色光の励起光を発する発光素子と、式(1)で表され励起光を黄色光に変換する黄色蛍光体と、黄色蛍光体を囲む樹脂を含み、黄色蛍光体の体積濃度が7%以下であり、発光素子の発光面に平行な断面の断面積が発光面よりも大きい領域を有する第1の色変換層と、を備える。

$$(Sr_{1-x}Ce_x)_aAlSi_bO_cNd \cdots (1)$$

(式(1)中、 x 、 a 、 b 、 c 、 d は、次の関係を満たす。 $0 < x \leq 0.1$ 、 $0.6 < a < 0.95$ 、 $2.0 < b < 3.9$ 、 $0 < c < 0.45$ 、 $4.0 < d \leq 5.0$)

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1の実施形態の発光装置の模式断面図。

【図2】第1の実施形態の発光装置の作用の説明図。

【図3】第2の実施形態の発光装置の模式断面図。

【図4】第3の実施形態の発光装置の模式断面図。

【図5】第4の実施形態の発光装置の模式断面図。

【図6】第5の実施形態の発光装置の模式断面図。

【図7】第6の実施形態の発光装置の模式断面図。

【図8】第7の実施形態の発光装置の模式断面図。

20

【図9】第8の実施形態の発光装置の模式断面図。

【図10】第9の実施形態の発光装置の模式断面図。

【図11】第10の実施形態の発光装置の模式断面図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本明細書中、発光素子や蛍光体の発する光のピーク波長とは、発光素子や蛍光体の発する光の分布の中で光強度が最大となる波長を意味する。また、ピーク強度とは、ピーク波長における光強度を意味する。なお、ピーク波長や光強度は、公知の光スペクトルアナライザや光パワーメータ等を用いて測定することが可能である。

【0009】

30

本明細書中、特に断りのない限り、白色光とは、色温度が電球色(2700K)から昼光色(6500K)の範囲の光を意味するものとする。

【0010】

本明細書中、近紫外光とは最大ピーク波長が200nm以上410nm未満の光を意味するものとする。青色光とは最大ピーク波長が410nm以上480nm未満である光を意味するものとする。また、緑色光とは最大ピーク波長が480nm以上530nm未満である光を意味するものとする。また、黄色光とは最大ピーク波長が530nm以上600nm未満である光を意味するものとする。また、赤色光とは最大ピーク波長が600nm以上760nm未満である光を意味するものとする。

【0011】

40

以下、図面を用いて実施形態について説明する。

【0012】

(第1の実施形態)

実施形態の発光装置は、近紫外光または青色光の励起光を発する発光素子と、式(1)で表され励起光を黄色光に変換する黄色蛍光体と、黄色蛍光体を囲む樹脂を含み、黄色蛍光体の体積濃度が7%以下であり、発光素子の発光面に平行な断面の断面積が発光面よりも大きい領域を有する第1の色変換層と、を備える。

$$(Sr_{1-x}Ce_x)_aAlSi_bO_cNd \cdots (1)$$

(式(1)中、 x 、 a 、 b 、 c 、 d は、次の関係を満たす。 $0 < x \leq 0.1$ 、 $0.6 < a < 0.95$ 、 $2.0 < b < 3.9$ 、 $0 < c < 0.45$ 、 $4.0 < d \leq 5.0$)

50

< 5 . 0)

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置は、白色光を発する発光装置である。

【 0 0 1 4 】

本実施形態の発光装置は、基板 1、発光素子 10、色変換層（第 1 の色変換層）12 を備えている。発光素子 10 は、基板 1 上に実装される。基板 1 には、例えば、高反射材料が用いられる。

【 0 0 1 5 】

発光素子 10 は、基板 1 上の図示しない配線に接続される。そして、配線を介して外部から発光素子 10 に駆動電流が供給され発光する。

【 0 0 1 6 】

発光素子 10 は、例えば、ピーク波長が 410 nm 以上 480 nm 未満の青色光を、励起光として発する。励起光は、発光素子 10 の上面から発せられる。

【 0 0 1 7 】

発光素子 10 は、例えば、青色 LED (Light Emitting Diode) である。青色 LED は、例えば、発光層を GaInN とする AlGaInN 系 LED である。青色 LED は、例えば、上面が一辺 300 μm の正方形の形状を備える。

【 0 0 1 8 】

色変換層 12 は、発光素子 10 から発せられる励起光の光路上に設けられる。本実施形態では、色変換層 12 は、ドーム状であり、発光素子 10 の上面および側面を覆い、発光素子 10 を埋め込むように配置されている。色変換層 12 は、発光素子 10 の発光面に平行な断面の断面積が発光面よりも大きい領域を有する。ここで、発光素子 10 の発光面とは、図 1 中、発光素子 10 の上面に相当する。

【 0 0 1 9 】

色変換層 12 は、複数の蛍光体粒子（黄色蛍光体）12a と、蛍光体粒子 12a を囲む樹脂 12b を備える。色変換層 12 の膜厚は、例えば、0.1 mm 以上 3.0 mm 以下である。なお、色変換層 12 の膜厚は、発光装置を切断し、断面を顕微鏡観察などで実測することによって測定する。

【 0 0 2 0 】

本実施形態の蛍光体粒子 12a の化学組成は、下記式 (1) で表わされ、励起光を黄色光に変換する黄色蛍光体である。

$(Sr_{1-x_1}Ce_{x_1})_{a_1}AlSi_{b_1}O_{c_1}N_{d_1} \cdots \cdots (1)$

(式 (1) 中、 x_1 、 a_1 、 b_1 、 c_1 、 d_1 は、次の関係を満たす。 $0 < x_1 < 0.1$ 、 $0.6 < a_1 < 0.95$ 、 $2.0 < b_1 < 3.9$ 、 $0 < c_1 < 0.45$ 、 $4.0 < d_1 < 5.0$)

【 0 0 2 1 】

本実施形態において、蛍光体粒子 12a は、ピーク波長が 530 nm 以上 600 nm 未満の黄色光を発する。本実施形態の蛍光体粒子 12a は、シリコン (Si)、アルミニウム (Al)、ストロンチウム (Sr) を含む酸窒化物蛍光体、いわゆるサイアロン蛍光体である。この蛍光体は、 $Sr_2Si_7Al_3ON_{13}$ の結晶構造と実質的に同じ結晶構造を備え、Ce で付活されている。サイアロン蛍光体は高い効率で発光する蛍光体である。

【 0 0 2 2 】

蛍光体粒子 12a の粒径は、1 μm 以上 25 μm 以下であることが望ましい。蛍光体粒子 12a の粒径は、3 μm 以上であることがより望ましく、5 μm 以上であることが、さらに望ましい。

【 0 0 2 3 】

なお、蛍光体粒子 12a の粒径は、市販の粒度分布測定装置によって測定することができる。例えば、Symtec 社製レーザー回折式 HELOS & RODOS を用いることができる。なお、蛍光体粒子が凝集し、塊状である場合には、量子効率の低下が 5 % 未

10

20

30

40

50

満になる程度に解砕した上で測定を行う。なお、本実施形態において粒径とはメジアン径（D50）を意味する。

【0024】

樹脂12bは、色変換層12のマトリックスである。樹脂12b中に蛍光体粒子12aが分散される。樹脂12bは、透明樹脂である。透明樹脂は、例えば、シリコン樹脂である。

【0025】

色変換層12中の蛍光体粒子（黄色蛍光体）12aの体積濃度は7%以下である。なお、体積濃度は、蛍光体粒子12aの体積を分子、色変換層12の体積を分母とする。例えば、顕微鏡写真を用いて、色変換層12の0.1mm四方中に蛍光体粒子12aの占める面積を測定し、0.01mm²で除することで、蛍光体粒子の体積濃度を求める。

10

【0026】

次に、本実施形態の発光装置の作用および効果について説明する。

【0027】

図2は、本実施形態の発光装置の作用の説明図である。図2(a)は、本実施形態のサイアロン蛍光体を用いた場合の、CIE色度図上のX座標（Cx）と発光効率の関係を示す図である。図2(b)は、比較形態のYAG蛍光体を用いた場合の、色度図上のX座標（Cx）と発光効率の関係を示す図である。

【0028】

本実施形態および比較形態いずれの場合も、青色光を励起光とし、以下の2つの方法で色変換層中の黄色蛍光体の量を変化させて、発光効率を評価している。第1の方法は、色変換層中の蛍光体の体積濃度を一定にし、色変換層の膜厚を振る方法である（図2中、濃度一定・膜厚振り）。第2の方法は、色変換層の膜厚を一定にし、変換層中の蛍光体の体積濃度を振る方法である（図2中、膜厚一定・濃度振り）。

20

【0029】

サイアロン蛍光体には、(Sr_{0.97}Ce_{0.03})_{0.67}AlSi_{2.3}O_{0.33}N_{4.3}を用いている。

【0030】

本実施形態のサイアロン蛍光体の場合には、特に、Cx = 2.6近傍から第1の方法と第2の方法で発光効率が乖離を見せ、第1の方法、すなわち、黄色蛍光体の体積濃度を一定にして黄色蛍光体の量を増加させる方が、発光効率が良くなることが分かる。例えば、白色光に相当するCx = 0.33では、第1の方法と第2の方法で発光効率が7%以上異なっている。Cx = 0.33における黄色蛍光体の体積濃度は、第1の方法の場合が7%、第2の方法の場合は14%である。

30

【0031】

一方、比較形態のYAG蛍光体の場合には、第1の方法と第2の方法との間に発光効率に顕著な差は見られない。

【0032】

以上のように、本実施形態のサイアロン蛍光体では、比較形態のYAG蛍光体にはない特異な傾向が見られる。これは、蛍光体による励起光の散乱に関連すると考えられる。

40

【0033】

色変換層12中の蛍光体の体積濃度が増加すると、発光素子が色変換層を見込む立体角が増加するため色変換層内での励起光密度が上昇し、励起光が蛍光体によって散乱される確率が上昇する。このため、発光素子10側への戻り光が増加し、結果的に発光効率が低下する。

【0034】

サイアロン蛍光体はYAG蛍光体と比較して、単位体積当たりの賦活剤であるセリウム（Ce）の量が少ない。したがって、同じ強度の黄色光を発するために必要とされる蛍光体の体積が多くなる。よって、サイアロン蛍光体はYAG蛍光体と比較して蛍光体による励起光の散乱が顕在化しやすいと考えられる。

50

【 0 0 3 5 】

サイアロン蛍光体の場合、発光効率の低下を抑制する観点から、色変換層中 1 2 の黄色蛍光体の体積濃度が 7 % 以下であることが望ましい。そして、6 % 以下であることがより望ましく、4 % 以下であることがさらに望ましい。

【 0 0 3 6 】

また、色変換層 1 2 中の黄色蛍光体の体積濃度は、0 . 2 % 以上であることが、色変換層 1 2 の膜厚が厚くなりすぎることを防ぎ、発光装置のサイズが実用性を損なわないようにする観点から望ましい。

【 0 0 3 7 】

また、発光装置が同じ色度の光を発する場合でも、発光効率の低下を抑制する観点から、蛍光体の体積濃度は低い方が望ましい。したがって、賦活剤であるセリウム (C e) の量が多いことが望ましく、0 . 0 5 x 1 0 . 1 であることが望ましい。

10

【 0 0 3 8 】

また、図 2 (a) に示すように、特に、青色光を励起光として白色光を発する領域で、第 1 の方法と第 2 の方法とでの発光効率の差が顕在化している。したがって、発光装置の励起光が青色光であり、C I E 色度図の座標 (C x , C y) で表記した場合に、0 . 3 0 C x 0 . 4 8、0 . 3 0 C y 0 . 4 4 の色度の光を発することが望ましい。

【 0 0 3 9 】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の黄色蛍光体の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

20

【 0 0 4 0 】

なお、ここでは、青色光の励起光を発する発光素子 1 0 を例に説明したが、近紫外光の励起光を発する発光素子とすることも可能である。この場合、発光装置は白色光ではなく、黄色光を発することになる。

【 0 0 4 1 】

本実施形態の発光装置が発する光の色度は、蛍光体粒子の色変換層中の体積密度を 7 % 以下に制限した条件で、励起光の波長、強度、色変換層の膜厚、蛍光体量を適宜調整することで所望の色度とすることが可能となる。

【 0 0 4 2 】

(第 2 の実施形態)

本実施形態の発光装置は、近紫外光または青色光の励起光を発する発光素子と、式 (2) で表され励起光を緑色光に変換する緑色蛍光体と、緑色蛍光体を囲む樹脂を含み、緑色蛍光体の体積濃度が 7 % 以下である色変換層と、を備える。黄色蛍光体を含む色変換層にかえて、緑色蛍光体を含む色変換層を備えること以外は、第 1 の実施形態と同様である。したがって、第 1 の実施形態と重複する内容については記述を省略する。

30

(S r _{1 - x 2} E u _{x 2}) a ₂ A l S i b ₂ O c ₂ N d ₂ (2)

(式 (2) 中、x 2、a 2、b 2、c 2、d 2 は、次の関係を満たす。0 < x 2 0 . 2、0 . 9 3 < a 2 < 1 . 3、4 . 0 < b 2 < 5 . 8、0 . 6 < c 2 < 1 . 0、6 . 0 < d 2 < 1 1)

40

【 0 0 4 3 】

図 3 は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。

【 0 0 4 4 】

本実施形態の発光装置は、発光素子 1 0 と、色変換層 1 4 を備えている。発光素子 1 0 は、例えば、図示しない基板上に実装される。基板には、例えば、高反射材料が用いられる。

【 0 0 4 5 】

発光素子 1 0 は、近紫外光または青色光の励起光を発する。例えば、励起光が近紫外光の場合、発光装置は緑色光を発する。また、例えば、励起光が青色光の場合、発光装置は青緑色光を発する。

50

【 0 0 4 6 】

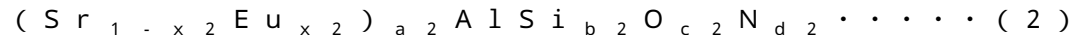
本実施形態の発光装置は、色変換層 1 2 にかえて、色変換層 1 4 を備える点で第 1 の実施形態と異なる。色変換層 1 4 は、ドーム状であり、発光素子 1 0 を埋め込むように配置されている。

【 0 0 4 7 】

色変換層 1 4 は、複数の蛍光体粒子（緑色蛍光体）1 4 a と、蛍光体粒子 1 4 a を囲む樹脂 1 4 b を備える。色変換層 1 4 の膜厚は、例えば、0 . 1 mm 以上 3 . 0 mm 以下である。

【 0 0 4 8 】

本実施形態の蛍光体粒子 1 4 a の化学組成は、下記式（ 2 ）で表わされ、励起光を緑色光に変換する緑色蛍光体である。



（式（ 2 ）中、 x_2 、 a_2 、 b_2 、 c_2 、 d_2 は、次の関係を満たす。 $0 < x_2 \leq 0.2$ 、 $0.93 < a_2 < 1.3$ 、 $4.0 < b_2 < 5.8$ 、 $0.6 < c_2 < 1.0$ 、 $6.0 < d_2 < 11$ ）

【 0 0 4 9 】

本実施形態において、蛍光体粒子 1 4 a は、ピーク波長が 4 8 0 nm 以上 5 3 0 nm 未満の緑色光を発する。本実施形態の蛍光体粒子 1 4 a は、シリコン（Si）、アルミニウム（Al）、ストロンチウム（Sr）を含む酸窒化物蛍光体、いわゆるサイアロン蛍光体である。この蛍光体は、 $Sr_3 Si_{13} Al_3 O_2 N_{21}$ の結晶構造と実質的に同じ結晶構造を備え、Eu で付活されている。サイアロン蛍光体は高い効率で発光する。

【 0 0 5 0 】

蛍光体粒子 1 4 a の粒径は、1 μ m 以上 2 5 μ m 以下であることが望ましい。蛍光体粒子 1 4 a の粒径は、3 μ m 以上であることがより望ましく、5 μ m 以上であることが、さらに望ましい。

【 0 0 5 1 】

本実施形態の緑色蛍光体も、第 1 の実施形態の黄色蛍光体と同様、色変換層 1 4 中の体積濃度が 7 % より大きくなると発光効率の低下が生ずる。

【 0 0 5 2 】

色変換層 1 4 中の蛍光体粒子（緑色蛍光体）1 4 a の体積濃度が 7 % 以下である。発光効率の低下を抑制する観点から、色変換層中 1 4 の緑色蛍光体の体積濃度が 7 % 以下であることが望ましい。そして、6 % 以下であることがより望ましく、4 % 以下であることがさらに望ましい。

【 0 0 5 3 】

また、色変換層 1 4 中の緑色蛍光体の体積濃度は、0 . 2 % 以上であることが、色変換層 1 4 の膜厚が厚くなりすぎることを防ぎ、発光装置のサイズが実用性を損なわないようにする観点から望ましい。

【 0 0 5 4 】

また、発光装置が同じ色度の光を発する場合でも、発光効率の低下を抑制する観点から、蛍光体の体積濃度は低い方が望ましい。したがって、賦活剤であるセリウム（Ce）の量が多いことが望ましく、0 . 0 5 $\times 10^{-1}$ であることが望ましい。

【 0 0 5 5 】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の緑色蛍光体の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

【 0 0 5 6 】

（第 3 の実施形態）

本実施形態の発光装置は、近紫外光または青色光の励起光を発する発光素子と、式（ 3 ）で表され励起光を赤色光に変換する赤色蛍光体と、赤色蛍光体を囲む樹脂を含み、赤色蛍光体の体積濃度が 7 % 以下である色変換層と、を備える。黄色蛍光体を含む色変換層に

10

20

30

40

50

かえて、赤色蛍光体を含む色変換層を備えること以外は、第１の実施形態と同様である。したがって、第１の実施形態と重複する内容については記述を省略する。

$(Sr_{1-x}Eu_x)_aAlSi_bO_cNd \cdots (3)$

(式(3)中、 x 、 a 、 b 、 c 、 d は、次の関係を満たす。 $0 < x \leq 0.2$ 、 $0.6 < a < 0.95$ 、 $2.0 < b < 3.9$ 、 $0.25 < c < 0.45$ 、 $4.0 < d < 5.0$)

【0057】

図４は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。

【0058】

本実施形態の発光装置は、発光素子１０と、色変換層１６を備えている。発光素子１０は、例えば、図示しない基板上に実装される。基板には、例えば、高反射材料が用いられる。

10

【0059】

発光素子１０は、近紫外光または青色光の励起光を発する。例えば、励起光が近紫外光の場合、発光装置は赤色光を発する。また、例えば、励起光が青色光の場合、発光装置は紫色光を発する。

【0060】

本実施形態の発光装置は、色変換層１２にかえて、色変換層１６を備える点で第１の実施形態と異なる。色変換層１６は、ドーム状であり、発光素子１０を埋め込むように配置されている。

20

【0061】

色変換層１６は、複数の蛍光体粒子（赤色蛍光体）１６ａと、蛍光体粒子１６ａを囲む樹脂１６ｂを備える。色変換層１６の膜厚は、例えば、 0.1 mm 以上 3.0 mm 以下である。

【0062】

本実施形態の蛍光体粒子１６ａの化学組成は、下記式(3)で表わされ、励起光を赤色光に変換する赤色蛍光体である。

$(Sr_{1-x}Eu_x)_aAlSi_bO_cNd \cdots (3)$

(式(3)中、 x 、 a 、 b 、 c 、 d は、次の関係を満たす。 $0 < x \leq 0.2$ 、 $0.6 < a < 0.95$ 、 $2.0 < b < 3.9$ 、 $0.25 < c < 0.45$ 、 $4.0 < d < 5.0$)

30

【0063】

本実施形態において、蛍光体粒子１６ａは、ピーク波長が 600 nm 以上 760 nm 未満の赤色光を発する。本実施形態の蛍光体粒子１６ａは、シリコン(Si)、アルミニウム(Al)、ストロンチウム(Sr)を含む酸窒化物蛍光体、いわゆるサイアロン蛍光体である。この蛍光体は、 $Sr_2Si_7Al_3ON_{13}$ の結晶構造と実質的に同じ結晶構造を備え、Euで付活されている。サイアロン蛍光体は高い効率で発光する。

【0064】

蛍光体粒子１６ａの粒径は、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。蛍光体粒子１６ａの粒径は、 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることがより望ましく、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが、さらに望ましい。

40

【0065】

本実施形態の赤色蛍光体も、第１の実施形態の黄色蛍光体と同様、色変換層１６中の体積濃度が 7% より大きくなると発光効率の低下が生ずる。

【0066】

色変換層１６中の蛍光体粒子（赤色蛍光体）１６ａの体積濃度が 7% 以下である。発光効率の低下を抑制する観点から、色変換層中１６の緑色蛍光体の体積濃度が 7% 以下であることが望ましい。そして、 6% 以下であることがより望ましく、 4% 以下であることがさらに望ましい。

【0067】

50

また、色変換層 16 中の赤色蛍光体の体積濃度は、0.2% 以上であることが、色変換層 16 の膜厚が厚くなりすぎることを防ぎ、発光装置のサイズが実用性を損なわないようにする観点から望ましい。

【0068】

また、発光装置が同じ色度の光を発する場合でも、発光効率の低下を抑制する観点から、蛍光体の体積濃度は低い方が望ましい。したがって、賦活剤であるセリウム (Ce) の量が多いことが望ましく、0.05 x 1 0.1 であることが望ましい。

【0069】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の赤色蛍光体の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

10

【0070】

(第4の実施形態)

本実施形態の発光装置は、下記式(2)で表され励起光を緑色光に変換する緑色蛍光体と、緑色蛍光体を囲む樹脂を含み、緑色蛍光体の体積濃度が7%以下である第2の色変換層を、さらに備えること以外は、第1の実施形態と同様である。したがって、第1の実施形態と重複する内容については、記述を省略する。

$(Sr_{1-x_2}Eu_{x_2})_aAlSi_bO_cNd \cdots (2)$

(式(2)中、 x_2 、 a 、 b 、 c 、 d は、次の関係を満たす。 $0 < x_2 \leq 0.2$ 、 $0.93 < a < 1.3$ 、 $4.0 < b < 5.8$ 、 $0.6 < c < 1.0$ 、 $6.0 < d < 11$)

20

【0071】

図5は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置は、例えば、白色光を発する発光装置である。

【0072】

本実施形態の発光装置は、色変換層(第1の色変換層)12の上に、色変換層(第2の色変換層)14を備える点で第1の実施形態と異なる。また、色変換層14は、第2の実施形態と同様である。

【0073】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の黄色蛍光体および緑色の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

30

【0074】

また、第1の実施形態と比較して、緑色蛍光体により色度調整の範囲が拡大する。

【0075】

(第5の実施形態)

本実施形態の発光装置は、下記式(3)で表され励起光を赤色光に変換する赤色蛍光体と、赤色蛍光体を囲む樹脂を含み、赤色蛍光体の体積濃度が7%以下である第2の色変換層を、さらに備えること以外は、第1の実施形態と同様である。したがって、第1の実施形態と重複する内容については、記述を省略する。

40

$(Sr_{1-x_3}Eu_{x_3})_aAlSi_bO_cNd \cdots (3)$

(式(3)中、 x_3 、 a 、 b 、 c 、 d は、次の関係を満たす。 $0 < x_3 \leq 0.2$ 、 $0.6 < a < 0.95$ 、 $2.0 < b < 3.9$ 、 $0.25 < c < 0.45$ 、 $4.0 < d < 5.0$)

【0076】

図6は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置は、例えば、白色光を発する発光装置である。

【0077】

本実施形態の発光装置は、色変換層(第1の色変換層)12の下、すなわち、発光素子10と色変換層12との間に、色変換層(第3の色変換層)16を備える点で第1の実施

50

形態と異なる。また、色変換層 16 は、第 3 の実施形態と同様である。

【0078】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の黄色蛍光体および赤色蛍光体の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

【0079】

また、第 1 の実施形態と比較して、赤色蛍光体により色度調整の範囲が拡大する。

(第 6 の実施形態)

【0080】

図 7 は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置は、例えば、白色光を発する発光装置である。

10

【0081】

本実施形態の発光装置は、色変換層(第 1 の色変換層)12 の下に、色変換層(第 3 の色変換層)16 を備え、色変換層(第 1 の色変換層)12 の上に、色変換層(第 2 の色変換層)14 を備える点で第 1 の実施形態と異なる。色変換層 14 は、第 2 の実施形態と同様である。また、色変換層 16 は、第 3 の実施形態と同様である。

【0082】

色変換層(第 3 の色変換層)16 は、複数の蛍光体粒子(赤色蛍光体)16a と、蛍光体粒子 16a を囲む樹脂 16b を備える。色変換層(第 1 の色変換層)12 は、複数の蛍光体粒子(黄色蛍光体)12a と、蛍光体粒子 12a を囲む樹脂 12b を備える。色変換層(第 2 の色変換層)14 は、複数の蛍光体粒子(緑色蛍光体)14a と、蛍光体粒子 14a を囲む樹脂 14b を備える。

20

【0083】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の黄色蛍光体、赤色蛍光体および緑色蛍光体の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

【0084】

また、第 1 の実施形態と比較して、赤色蛍光体および緑色蛍光体により色度調整の範囲が拡大する。

(第 7 の実施形態)

30

【0085】

図 8 は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置は、例えば、白色光を発する発光装置である。

【0086】

本実施形態の発光装置は、励起光として近紫外光を発する発光素子 11 上に、色変換層 16、色変換層 14、色変換層 18 を備える。色変換層 14 は、第 2 の実施形態と同様である。また、色変換層 16 は、第 3 の実施形態と同様である。

【0087】

色変換層 16 は、複数の蛍光体粒子(赤色蛍光体)16a と、蛍光体粒子 16a を囲む樹脂 16b を備える。色変換層 14 は、複数の蛍光体粒子(緑色蛍光体)14a と、蛍光体粒子 14a を囲む樹脂 14b を備える。色変換層 18 は、複数の蛍光体粒子(青色蛍光体)18a と、蛍光体粒子 18a を囲む樹脂 18b を備える。青色蛍光体は、例えば、BaMgAl₁₀O₁₇:Eu である。ただし、青色蛍光体はこれに限定されるものではない。

40

【0088】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の赤色蛍光体および緑色蛍光体の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

【0089】

また、第 1 の実施形態と比較して、赤色蛍光体、緑色蛍光体および青色蛍光体により色

50

度調整の範囲が拡大する。

【0090】

(第8の実施形態)

本実施形態の発光装置は、第1の色変換層が、式(2)で表され励起光を緑色光に変換する緑色蛍光体を含み、黄色蛍光体の体積濃度と緑色蛍光体の体積濃度の和が7%以下であること以外は、第1の実施形態と同様である。したがって、第1の実施形態と重複する内容については記述を省略する。

$(Sr_{1-x_2}Eu_{x_2})_aAlSi_bO_cNd \cdots (2)$

(式(2)中、 x_2 、 a 、 b 、 c 、 d は、次の関係を満たす。 $0 < x_2 \leq 0.2$ 、 $0.93 < a < 1.3$ 、 $4.0 < b < 5.8$ 、 $0.6 < c < 1.0$ 、 $6.0 < d < 11$)

10

【0091】

図9は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置は、例えば、白色光を発する発光装置である。

【0092】

色変換層12は、複数の蛍光体粒子(黄色蛍光体)12aと、複数の蛍光体粒子(緑色蛍光体)14aと、蛍光体粒子12aおよび蛍光体粒子14aを囲む樹脂12bを備える。蛍光体粒子(黄色蛍光体)12aは、第1の実施形態と同様である。蛍光体粒子(緑色蛍光体)14aは、第2の実施形態と同様である。

20

【0093】

蛍光体粒子(黄色蛍光体)12aの体積濃度と、蛍光体粒子(緑色蛍光体)14aの体積濃度の和が7%以下である。

【0094】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の黄色蛍光体および緑色蛍光体の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

【0095】

また、第1の実施形態と比較して、緑色蛍光体により色度調整の範囲が拡大する。また、同一の色変換層に黄色蛍光体および緑色蛍光体を含有させるため、発光装置の製造が容易となる。

30

【0096】

(第9の実施形態)

本実施形態の発光装置は、第1の色変換層が、式(3)で表され励起光を赤色光に変換する赤色蛍光体を含み、黄色蛍光体の体積濃度と赤色蛍光体の体積濃度の和が7%以下であること以外は、第1の実施形態と同様である。したがって、第1の実施形態と重複する内容については記述を省略する。

$(Sr_{1-x_3}Eu_{x_3})_aAlSi_bO_cNd \cdots (3)$

(式(3)中、 x_3 、 a 、 b 、 c 、 d は、次の関係を満たす。 $0 < x_3 \leq 0.2$ 、 $0.6 < a < 0.95$ 、 $2.0 < b < 3.9$ 、 $0.25 < c < 0.45$ 、 $4.0 < d < 5.0$)

40

【0097】

図10は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置は、例えば、白色光を発する発光装置である。

【0098】

色変換層12は、複数の蛍光体粒子(黄色蛍光体)12aと、複数の蛍光体粒子(赤色蛍光体)16aと、蛍光体粒子12aおよび蛍光体粒子16aを囲む樹脂12bを備える。蛍光体粒子(黄色蛍光体)12aは、第1の実施形態と同様である。蛍光体粒子(赤色蛍光体)16aは、第3の実施形態と同様である。

【0099】

蛍光体粒子(黄色蛍光体)12aの体積濃度と、蛍光体粒子(赤色蛍光体)16aの体

50

積濃度の和が 7 % 以下である。

【0100】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の黄色蛍光体および赤色蛍光体の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

【0101】

また、第 1 の実施形態と比較して、赤色蛍光体により色度調整の範囲が拡大する。また、同一の色変換層に黄色蛍光体および赤色蛍光体を含有させるため、発光装置の製造が容易となる。

【0102】

(第 10 の実施形態)

図 11 は、本実施形態の発光装置の模式断面図である。この発光装置は、例えば、白色光を発する発光装置である。

【0103】

本実施形態の発光装置は、励起光として近紫外光を発する発光素子 11 上に、色変換層 20 を備える。色変換層 12 は、複数の蛍光体粒子 (緑色蛍光体) 14 a と、複数の蛍光体粒子 (赤色蛍光体) 16 a と、複数の蛍光体粒子 (青色蛍光体) 18 a と、蛍光体粒子 14 a、蛍光体粒子 16 a および蛍光体粒子 18 a を囲む樹脂 20 b を備える。蛍光体粒子 (黄色蛍光体) 14 a は、第 2 の実施形態と同様である。蛍光体粒子 (赤色蛍光体) 16 a は、第 3 の実施形態と同様である。

【0104】

蛍光体粒子 (緑色蛍光体) 14 a の体積濃度と蛍光体粒子 (赤色蛍光体) 16 a の体積濃度の和が 7 % 以下である。

【0105】

本実施形態の発光装置によれば、色変換層中の緑色蛍光体および赤色蛍光体の体積濃度が一定濃度以下に制限される。したがって、励起光の散乱による発光効率の低下が抑制される。よって、発光効率が向上する発光装置を提供することが可能となる。

【0106】

また、第 1 の実施形態と比較して、赤色蛍光体、緑色蛍光体および青色蛍光体により色度調整の範囲が拡大する。また、同一の色変換層に緑色蛍光体、赤色蛍光体および赤色蛍光体を含有させるため、発光装置の製造が容易となる。

【0107】

実施形態においては、発光層を GaInN とする AlGaInN 系 LED を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。

【0108】

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、 $Al_xGa_yIn_{(1-x-y)}N$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、 $0 < (x+y) < 1$) 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、 $Al_xGa_{(1-x)}N$ ($0 < x < 1$)、 $Al_xIn_{(1-x)}N$ ($0 < x < 1$)、及び $Ga_yIn_{(1-y)}N$ ($0 < y < 1$) 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。

【0109】

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

10

20

30

40

50

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。

【0110】

また、発光素子は、近紫外光または青色光を発する光源であれば、LEDに限られることなく、例えばレーザダイオード(LD)を使用することも可能である。

【0111】

また、色変換層の樹脂としては、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、エポキシ基を有するポリジメチルシロキサン誘導体、オキセタン樹脂、シクロオレフィン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、シリコン樹脂やエポキシ樹脂が好適に使用される。

10

【0112】

また、色変換層がドーム状である場合を例に説明したが、色変換層はドーム状に限られるものではない。発光素子の側面も含めて覆う形状であれば、例えば、カップ形状等、その他の形状とすることも可能である。

【0113】

また、発光素子と色変換層の間、色変換層と色変換層の間、または、色変換層の最外周等に、蛍光体をふくまない透明樹脂層を設ける構成とすることも可能である。

20

【0114】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。例えば、一実施形態の構成を他の実施形態の構成に加えたり置き換えたりしてもかまわない。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

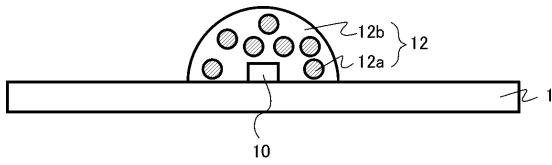
【0115】

30

- 10 発光素子
- 11 発光素子
- 12 色変換層(第1の色変換層)
- 12a 蛍光体粒子(黄色蛍光体)
- 12b 樹脂
- 14 色変換層(第2の色変換層)
- 14a 蛍光体粒子(緑色蛍光体)
- 14b 樹脂
- 16 色変換層(第3の色変換層)
- 16a 蛍光体粒子(赤色蛍光体)
- 16b 樹脂
- 18a 蛍光体粒子(青色蛍光体)
- 20 色変換層
- 20b 樹脂

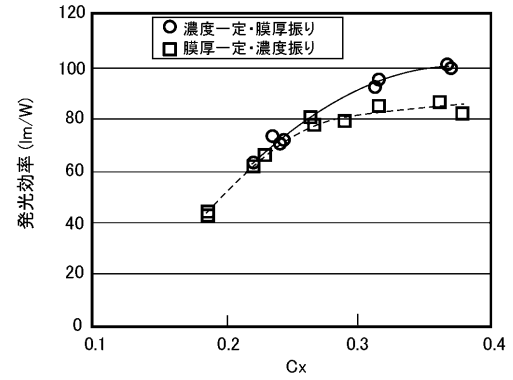
40

【図 1】

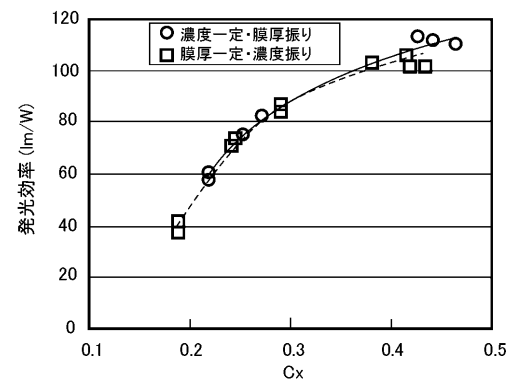


【図 2】

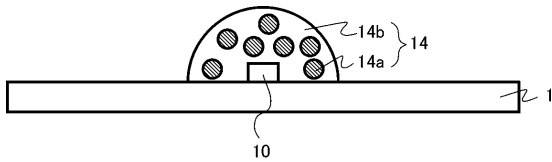
(a)



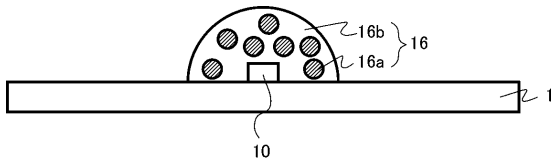
(b)



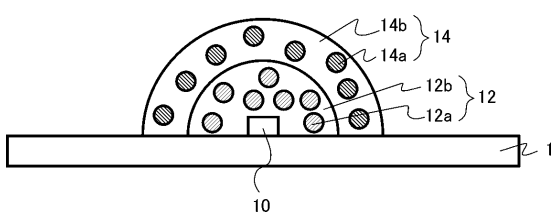
【図 3】



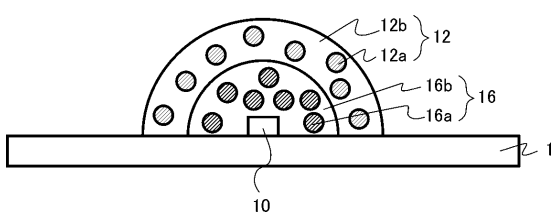
【図 4】



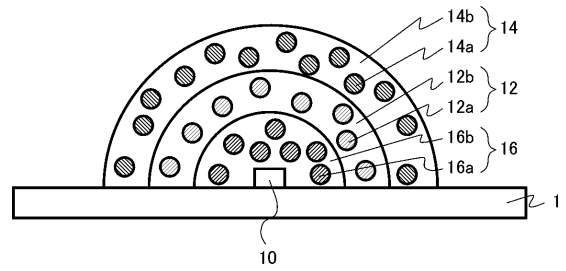
【図 5】



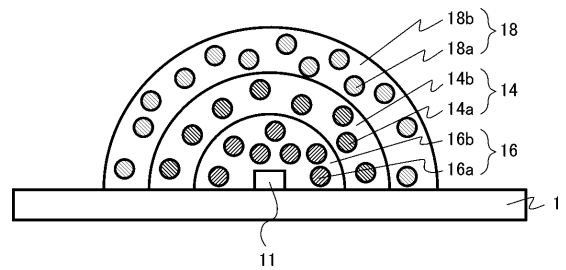
【図 6】



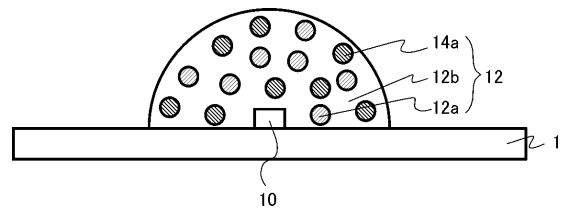
【図 7】



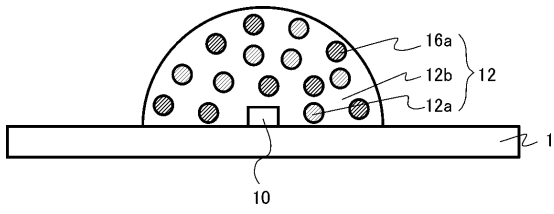
【図 8】



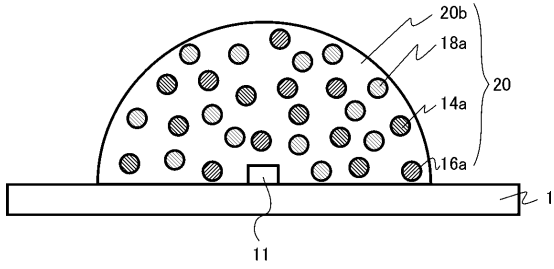
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(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 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

Fターム(参考) 5F142 AA02 BA32 CD02 CE04 CE08 CG03 CG04 CG05 CG23 CG26
DA02 DA03 DA12 DA22 DA23 DA24 DA32 DA35 DA44 DA52
DA53 DA54 DA56 DA63 DA65 DA72 DA73 FA28 HA05