

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5921631号
(P5921631)

(45) 発行日 平成28年5月24日 (2016. 5. 24)

(24) 登録日 平成28年4月22日 (2016. 4. 22)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 33/50 (2010. 01)	HO 1 L 33/00 4 1 0
HO 1 L 33/62 (2010. 01)	HO 1 L 33/00 4 4 0
F 2 1 V 9/16 (2006. 01)	F 2 1 V 9/16 1 0 0
F 2 1 V 9/08 (2006. 01)	F 2 1 V 9/08 2 0 0
F 2 1 Y 115/10 (2016. 01)	F 2 1 Y 101:02

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2014-202962 (P2014-202962)
 (22) 出願日 平成26年10月1日 (2014. 10. 1)
 (62) 分割の表示 特願2010-274409 (P2010-274409)
 の分割
 原出願日 平成22年12月9日 (2010. 12. 9)
 (65) 公開番号 特開2015-8335 (P2015-8335A)
 (43) 公開日 平成27年1月15日 (2015. 1. 15)
 審査請求日 平成26年10月1日 (2014. 10. 1)

(73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 (74) 代理人 100114476
 弁理士 政木 良文
 (72) 発明者 石崎 真也
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 シャープ株式会社内
 審査官 佐藤 俊彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁性フィルムの上面上に、夫々が金属膜片からなり、電氣的に絶縁分離されて形成された一対の第1ランド部及び第2ランド部と、

前記絶縁性フィルムの下面上に、夫々が金属膜片からなり、電氣的に絶縁分離されて形成された外部接続用の一対の第1端子部及び第2端子部と、

前記絶縁性フィルムを貫通し、前記第1ランド部を前記第1端子部と電氣的に導通させる第1の貫通導電体と、

前記絶縁性フィルムを貫通し、前記第2ランド部を前記第2端子部と電氣的に導通させる第2の貫通導電体と、

前記絶縁性フィルムの上面に、前記第1ランド部及び前記第2ランド部の少なくとも一部を露出する開口部を有して形成された撥液層と、

前記開口部内の前記第1ランド部及び前記第2ランド部に搭載された、近紫外乃至青色領域にピーク発光波長を有する光を放射する発光素子と、を備え、

緑色蛍光体、第1赤色蛍光体、及び、前記第1赤色蛍光体よりピーク発光波長が長い第2赤色蛍光体の3種の蛍光体を混合した透明樹脂を前記開口部上に注入して、前記発光素子を封止するドーム状の蛍光体層が形成されている、

前記緑色蛍光体の発光スペクトル半値幅が95nm以上であり、

前記第1及び第2赤色蛍光体の合計重量に対する第2赤色蛍光体の重量比が25%以下であって、平均演色評価数Raが80 Ra 85であることを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

絶縁性フィルムの上面上に、夫々が金属膜片からなり、電氣的に絶縁分離されて形成された一对の第 1 ランド部及び第 2 ランド部と、

前記絶縁性フィルムの下面上に、夫々が金属膜片からなり、電氣的に絶縁分離されて形成された外部接続用の一对の第 1 端子部及び第 2 端子部と、

前記絶縁性フィルムを貫通し、前記第 1 ランド部を前記第 1 端子部と電氣的に導通させる第 1 の貫通導電体と、

前記絶縁性フィルムを貫通し、前記第 2 ランド部を前記第 2 端子部と電氣的に導通させる第 2 の貫通導電体と、

前記絶縁性フィルムの上面上に、前記第 1 ランド部及び前記第 2 ランド部の少なくとも一部を露出する開口部を有して形成された撥液層と、

前記開口部内の前記第 1 ランド部及び前記第 2 ランド部上に搭載された、近紫外乃至青色領域にピーク発光波長を有する光を放射する発光素子と、を備え、

緑色蛍光体、第 1 赤色蛍光体、及び、前記第 1 赤色蛍光体よりピーク発光波長が長い第 2 赤色蛍光体の 3 種の蛍光体を混合した透明樹脂を前記開口部上に注入して、前記発光素子を封止するドーム状の蛍光体層が形成されている、

前記緑色蛍光体の発光スペクトル半値幅が 95 nm 以上であり、

前記第 1 及び第 2 赤色蛍光体の合計重量に対する第 2 赤色蛍光体の重量比が 25% 以上 75% 以下であって、平均演色評価数 Ra が 85 Ra 90 であることを特徴とする発光装置。

10

20

【請求項 3】

絶縁性フィルムの上面上に、夫々が金属膜片からなり、電氣的に絶縁分離されて形成された一对の第 1 ランド部及び第 2 ランド部と、

前記絶縁性フィルムの下面上に、夫々が金属膜片からなり、電氣的に絶縁分離されて形成された外部接続用の一对の第 1 端子部及び第 2 端子部と、

前記絶縁性フィルムを貫通し、前記第 1 ランド部を前記第 1 端子部と電氣的に導通させる第 1 の貫通導電体と、

前記絶縁性フィルムを貫通し、前記第 2 ランド部を前記第 2 端子部と電氣的に導通させる第 2 の貫通導電体と、

前記絶縁性フィルムの上面上に、前記第 1 ランド部及び前記第 2 ランド部の少なくとも一部を露出する開口部を有して形成された撥液層と、

前記開口部内の前記第 1 ランド部及び前記第 2 ランド部上に搭載された、近紫外乃至青色領域にピーク発光波長を有する光を放射する発光素子と、を備え、

緑色蛍光体、第 1 赤色蛍光体、及び、前記第 1 赤色蛍光体よりピーク発光波長が長い第 2 赤色蛍光体の 3 種の蛍光体を混合した透明樹脂を前記開口部上に注入して、前記発光素子を封止するドーム状の蛍光体層が形成されている、

前記緑色蛍光体の発光スペクトル半値幅が 95 nm 以上であり、

前記第 1 及び第 2 赤色蛍光体の合計重量に対する第 2 赤色蛍光体の重量比が 75% 以上であって、平均演色評価数 Ra が 90 Ra 97 であることを特徴とする発光装置。

30

40

【請求項 4】

前記第 1 赤色蛍光体のピーク発光波長が、610 nm 以上 625 nm 未満の波長範囲内にあり、

前記第 2 赤色蛍光体のピーク発光波長が、625 nm 以上 670 nm 以下の波長範囲内にあることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項 5】

前記第 1 赤色蛍光体が、 $(Sr_{1-y}, Ca_y)_{1-x} AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体 (但し、 $0.001 < x < 0.05$ 、 $0 < y < 0.2$) であり、

前記第 2 赤色蛍光体が、 $(Sr_{1-y}, Ca_y)_{1-x} AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体 (但し、 $0.001 < x < 0.05$ 、 $0.2 < y < 1$)、または、 $Ca_{1-x} AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体 (但し、 $0.001 < x < 0.05$) であることを特徴とする請求項

50

4に記載の発光装置。

【請求項6】

前記緑色蛍光体のピーク発光波長が510nm以上550nm以下の波長範囲内にあることを特徴とする請求項1～5の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項7】

前記緑色蛍光体が、 $Al_5Lu_xO_y:Ce$ 系蛍光体、または、 $Ca_3(Sc_{1-x}, Mg_x)_2Si_3O_{12}:Ce$ 系蛍光体(但し、 $0.01 < x < 0.4$)、または、 $Al_5O_{12}Y_3:Ce$ 系蛍光体、または、 $MII_3(MII_{1-x}, Ce_x)_2(SiO_4)_3$ (但し、 MI は Mg, Ca, Sr 及び Ba の中から選択される少なくとも1種の元素であり、 MI は $Al, Ga, In, Sc, Y, La, Gd$ 及び Lu から選択される少なくとも1種の元素であり、 $0.01 < x < 0.4$)であることを特徴とする請求項6に記載の発光装置。

10

【請求項8】

前記発光素子は、350nm以上490nm以下の波長範囲内にピーク発光波長を有する光を放射するLEDチップであることを特徴とする請求項1～7の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項9】

前記発光素子は、430nm以上490nm以下の波長範囲内にピーク発光波長を有する光を放射するLEDチップであることを特徴とする請求項1～7の何れか一項に記載の発光装置。

20

【請求項10】

前記発光素子は、350nm以上430nm未満の波長範囲内にピーク発光波長を有する光を放射するLEDチップであり、

前記蛍光体層が、前記発光素子から放射された1次光によって励起され、430nm以上490nm以下の波長範囲内にピーク発光波長を有する光を放射する青色蛍光体を更に含有することを特徴とする請求項1～7の何れか一項に記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明器具、表示装置の光源等に利用可能な発光装置に関し、特に、発光輝度を維持若しくは低下を最小限に抑制しつつ、高い演色性の実現を可能にした発光装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

半導体発光素子(以下、適宜「発光素子」と称す)を用いた照明装置等の半導体発光装置が種々開発されており、出力性能向上のための手段が種々検討されている。特に、一般照明器具用途に使用可能な発光装置では、性能として、高演色性を有すること(基本的に平均演色評価数Raが80以上、米国Energy Star規格等)が重要となっている。

40

【0003】

半導体発光装置にて白色発光を実現する代表的な方法としては、第1に、赤色、緑色、青色に発光する3種類のLED(発光ダイオード)チップを使用する方法、第2に、青色LEDチップと、黄色または橙色蛍光体を組み合わせる方法、第3に、青色LEDチップと、緑色蛍光体と赤色蛍光体を組み合わせる方法、第4に、紫外発光LEDチップと、青色蛍光体と緑色蛍光体と赤色蛍光体を組み合わせる方法が挙げられる。この内一般的には、上記第2または第3の方法が広く実用化されている。

【0004】

上述した方法を適用したLED発光装置の構造としては、LEDチップを配線基板のカップ部(凹部)へ実装し、蛍光体を混合した透明封止樹脂を該カップ部に流し込み、硬化

50

させて蛍光体を含有する樹脂層を形成した構造が一般的である（例えば、下記特許文献 1 及び特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 に開示の発光装置では、発光素子として青色 LED チップを使用し、ピーク発光波長が異なる 2 種類の黄色蛍光体と赤色蛍光体との計 3 種類の蛍光体を透明樹脂に混合、分散させて蛍光体層を形成した構造となっている。特に、2 種類の黄色蛍光体は、 $540 \pm 20 \text{ nm}$ のピーク発光波長を有する第 1 の黄色蛍光体と、この第 1 の黄色蛍光体のピーク発光波長より長く且つ 590 nm 以下のピーク発光波長を有する第 2 の黄色蛍光体とし、赤色蛍光体の配合比を調整することで、発光輝度の低下をできるだけ抑制し、比較的高い演色性と、高い発光輝度を同時に実現するというものである。

10

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 に開示の発光装置では、赤色蛍光体を構成する窒化物蛍光体に A 1 と B を含有させることでピーク発光波長の長波長化により深い赤色の発光を実現し、他の蛍光体（例えば、緑色蛍光体、黄色蛍光体等）と組み合わせるとして蛍光体層を構成して、白色発光を実現している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 1 1 6 1 1 7 号 公 報

【 特許文献 2 】 国際公開 2 0 0 6 - 0 7 7 7 4 0 号

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 に開示の蛍光体層の構成では、LED からの青色発光と蛍光体層からの黄色と赤色発光の組合せとなり、緑色領域の発光が少ないことより、特に緑色領域の色再現性が効率良くできず、演色評価数 ($R_i : i = 1 \sim 15$) に偏りが発生するという問題があった。

【 0 0 0 9 】

また、平均演色評価数 R_a 、及び、特に特殊演色評価数 R_9 (赤色) を向上させるためには、比較的波長の長い領域 (630 nm 以上) にピーク発光波長を有する赤色蛍光体を含有させる必要があるが、赤色蛍光体の効率は、ピーク発光波長が長波長領域へシフトすると、ヒトの比視感度の影響により蛍光体自体の効率が急激に低下するため、結果として、半導体発光装置の効率低下を引き起こすという問題があった。発光効率の指標は幾つか存在するが、通常用いられているものは、投入電力に対する視感効率 (単位: lm/W) であり、本願明細書においても同様である。比視感度は、国際的には CIE (国際照明委員会) の標準比視感度曲線に、国内では経済産業省令第 189 号計量単位規則別表第 8 に分光視感効率として定義されている。つまり、ヒトの比視感度の影響とは、ヒトは、明るい所では 555 nm 付近の光を最も強く感じ、暗い所では 507 nm 付近の光を最も強く感じるとされるため、上記ピーク波長から離れて波長が長く或いは短くなった光に対して感度が低下し、より暗くなったと感じることを意味する。赤色の場合の視感効率は、波長が長くなると低下する。

30

40

【 0 0 1 0 】

また、特許文献 2 に開示の発光装置では、深い赤色を実現する赤色蛍光体の具体的な実現方法及び当該赤色蛍光体と他の蛍光体を組み合わせた発光装置について複数の実施例が開示されているものの、同じ蛍光体の組み合わせにおいて、高い演色性を実現するために、如何なる蛍光体をどのような配合比で調整すべきかの指標までは開示されていない。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、平均演色評価数 R_a 及び特殊演色評価数 R_9 を高い数値で維持した状態で、発光効率の低下をできるだけ抑制した、一般照明用途で使用可能な高演色、高効率の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】

【0012】

上記目的を達成するため、本願発明者の鋭意研究により、近紫外乃至青色領域にピーク発光波長を有するLEDと、緑色蛍光体と赤色蛍光体を含有する蛍光体層を備えて構成される発光装置において、赤色蛍光体として、比視感度のピークに近く、発光強度維持乃至改善への寄与の大きい短波長域とにピーク発光波長を有する赤色蛍光体と、演色性改善への寄与の大きい長波長域にピーク発光波長を有する赤色蛍光体の2種類を使用し、その配合比を調整することで、演色性と発光強度を制御できることを見出した。

【0013】

即ち、本発明は、上記目的を達成するため、近紫外乃至青色領域にピーク発光波長を有する光を放射する少なくとも1つの発光素子と、前記発光素子から放射された1次光によって励起され緑色領域にピーク発光波長を有する光を放射する緑色蛍光体と、前記1次光によって励起され赤色領域にピーク発光波長を有する光を放射する第1赤色蛍光体と、前記1次光によって励起され赤色領域に前記第1赤色蛍光体と異なるピーク発光波長を有する光を放射する第2赤色蛍光体を含有する蛍光体層と、を備えることを特徴とする発光装置を提供する。

10

【0014】

更に、上記特徴の発光装置において、前記緑色蛍光体のピーク発光波長が、510nm以上550nm以下の波長範囲内にあり、前記第1赤色蛍光体のピーク発光波長が、610nm以上625nm未満の波長範囲内にあり、前記第2赤色蛍光体のピーク発光波長が、625nm以上670nm以下の波長範囲内にあることが好ましく、更に、前記発光素子が、350nm以上490nm以下の波長範囲内にピーク発光波長を有する光を放射するLEDチップであることが好ましい。

20

【0015】

更に、前記発光素子が、430nm以上490nm以下の波長範囲内にピーク発光波長を有する光を放射するLEDチップであることが好ましい。或いは、前記発光素子が、350nm以上430nm未満の波長範囲内にピーク発光波長を有する光を放射するLEDチップであり、前記蛍光体層が、前記発光素子から放射された1次光によって励起され、430nm以上490nm以下の波長範囲内にピーク発光波長を有する光を放射する青色蛍光体を更に含有することが好ましい。

30

【0016】

更に、上記特徴の発光装置において、上記LEDチップは、InGaN系LEDチップであることが好ましく、前記緑色蛍光体が、 $Al_5Lu_xO_y$:Ce系蛍光体、 $Ca_3(Sc, Mg)_2Si_3O_{12}$:Ce系蛍光体、及び、 $Al_5O_{12}Y_3$:Ce系蛍光体の何れか1つを含むことが好ましく、更に、前記第1及び第2赤色蛍光体の夫々が、 $(Sr, Ca)AlSiN_3$:Eu系蛍光体、または、 $CaAlSiN_3$:Eu系蛍光体であることが好ましい。

【0017】

上記特徴の発光装置によれば、光色の3原色である青、緑、赤の全ての光成分の発光スペクトルを備えるとともに、赤色蛍光体を2種類使用することで、赤色成分の発光スペクトルを広帯域化できるので、高い演色性が実現可能となる。赤色の発光スペクトルが長波長側にシフトすると、視感効率が低下するため、1種類の赤色蛍光体で高い演色性を実現しようとするれば、発光効率の大幅な低下を招くところ、赤色蛍光体を2種類使用することで、発光効率の維持したまま高い演色性が実現可能となる。

40

【0018】

更に、上記特徴の発光装置において、平均演色評価数Raが80 Ra 97となるように、前記第1及び第2赤色蛍光体の合計重量に対する夫々の重量配分が調整されていることが好ましい。特に、平均演色評価数Raが80 Ra 85となるように、前記第1及び第2赤色蛍光体の合計重量に対する第2赤色蛍光体の重量比が25%以下に調整されていること、或いは、平均演色評価数Raが85 Ra 90となるように、前記第1及

50

び第2赤色蛍光体の合計重量に対する第2赤色蛍光体の重量比が25%以上75%以下に調整されていること、或いは、平均演色評価数Raが90 Ra 97となるように、前記第1及び第2赤色蛍光体の合計重量に対する第2赤色蛍光体の重量比が75%以上に調整されていることが好ましい。

【0019】

上記特徴の発光装置では、赤色蛍光体を2種類使用することで、照明用光源として使用される場合に、高演色照明として使用可能とされる平均演色評価数Raが80以上の領域において、所望の平均演色評価数Raを選択することが可能となる。CIEでは、平均演色評価数Raが、80 Ra < 90では、住宅、ホテル、店舗、学校等で使用可能、Ra 90では、美術館等で使用可能と定義されており、第1及び第2赤色蛍光体の配合比を調整することで、使用環境に応じた演色性と発光効率の調整が可能となる。尚、第2赤色蛍光体の配合比を大きくすることで、平均演色評価数Raが向上する一方、発光効率は相対的に低下する。しかし、上記特徴の発光装置では、80 Ra 97の範囲内で、第1及び第2赤色蛍光体の配合比を調整できるため、演色性を優先する場合は、第2赤色蛍光体の配合比を大きく、逆に、発光効率を優先する場合には、小さくすることで、多様な用途に適用可能となる。

【0020】

更に、赤色蛍光体を2種類使用することで、特殊演色評価数R9についても、赤色蛍光体が1種類の場合と比較して、発光効率の維持したまま高い演色性の実現可能となる。更に、演色性を優先する場合は、第2赤色蛍光体の配合比を大きく、逆に、発光効率を優先する場合には、小さくすることで、多様な用途に適用可能となる。

【0021】

更に、上記特徴の発光装置において、前記蛍光体層が、透明樹脂に粒状の前記緑色蛍光体と粒状の前記第1赤色蛍光体と粒状の前記第2赤色蛍光体を混合して形成されるか、或いは、透明樹脂に粒状の前記緑色蛍光体を混合した緑色蛍光体層と、透明樹脂に粒状の前記第1赤色蛍光体を混合した第1赤色蛍光体層と、透明樹脂に粒状の前記第2赤色蛍光体を混合した第2赤色蛍光体層を積層した積層構造として形成されるか、または、前記蛍光体層が、透明樹脂に粒状の前記緑色蛍光体を混合した緑色蛍光体層と、透明樹脂に粒状の前記第1赤色蛍光体と粒状の前記第2赤色蛍光体を混合した赤色蛍光体層を積層した積層構造として形成されることが好ましい。

【0022】

更に、前記発光素子が、前記蛍光体層、前記蛍光体層の最下層、または、前記蛍光体層より前記発光素子側に設けられた蛍光体を含まない透明樹脂層によって封止されていることが好ましい。また、前記緑色蛍光体層が、前記第1赤色蛍光体と前記第2赤色蛍光体が存在する層より上層に位置することが好ましい。

【0023】

これにより、蛍光体層の構造及び発光素子の封止構造として、実装形態に応じた多様な構造が可能となる。特に、緑色蛍光体層を蛍光体層の上層部に設けることで、緑色蛍光体から放射される緑色光が、第1または第2赤色蛍光体で吸収されるのを抑制できるため、結果として、高い発光効率を実現できる。

【0024】

更に、前記緑色蛍光体の粒径のメジアン値が8µm以上20µm以下であること、前記第1赤色蛍光体と前記第2赤色蛍光体の粒径の各メジアン値が5µm以上15µm以下であることが、夫々好ましい。これにより、各蛍光体の発光効率の高い領域での使用が可能となり、結果として、高い発光効率を実現できる。更に、前記蛍光体層の各層の前記透明樹脂が、硬化前粘度が3Pa・s以上20Pa・s以下のシリコン樹脂であることが好ましい。これにより、粒状の各蛍光体を透明樹脂内に一様に分散させて混合する工程を量産性良く実現できる。

【発明の効果】

【0025】

以上、上記特徴の発光装置により、平均演色評価数 R_a 及び特殊演色評価数 R_9 を向上させつつ、発光効率の低下をできるだけ抑制した、一般照明用途で使用可能な高演色、高効率の発光装置の提供が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明に係る発光装置の一実施形態の概略構造を模式的に示す概略断面図

【図2】本発明に係る発光装置の実施例1～7の各蛍光体のピーク発光波長及び配合比と光学特性を一覧表示する図

【図3】比較例1, 2の各蛍光体のピーク発光波長及び配合比と光学特性を一覧表示する図

【図4】実施例1～7及び比較例1, 2の発光スペクトルを示す図

【図5】実施例1～7における発光強度(相対値)と第2赤色蛍光体の配合比の関係を示す図

【図6】実施例1～7における平均演色評価数 R_a と第2赤色蛍光体の配合比の関係を示す図

【図7】本発明に係る発光装置の蛍光体層を多層構造とした別実施形態の概略構造を模式的に示す概略要部断面図

【図8】本発明に係る発光装置の蛍光体層を多層構造とした他の別実施形態の概略構造を模式的に示す概略要部断面図

【図9】本発明に係る発光装置のリードフレームパッケージに実装した別実施形態の概略構造を模式的に示す概略断面図

【図10】本発明に係る発光装置の蛍光体層をドーム形状とした別実施形態の概略構造を模式的に示す概略斜視図

【発明を実施するための形態】

【0027】

本発明に係る発光装置(以下、適宜「本発光装置」という。)の実施の形態につき、照明用の白色光源として使用される場合を想定して、図面に基づいて説明する。尚、本発光装置の構造を示す図面においては、適宜、要部を強調し、或いは、模式的に図示している箇所が存在するため、各部の寸法比は必ずしも実際の構造と一致していない。

【0028】

図1は、本発光装置の一例を模式的に示す概略構造断面図である。図1に示すように、本発光装置1は、セラミック基板2、配線パターン3(3a, 3k)、電極ランド4(4a, 4k)、蛍光体層5、LEDチップ6、ワイヤー7、印刷抵抗素子8、樹脂ダム9を備えて構成される。尚、図1(a)は上面図、図1(b)は、LEDチップ6とワイヤー7を切断するXZ断面での要部断面図である。図1(a)においては、接続関係を明瞭にするために、内部を透明化して図示している。

【0029】

セラミック基板2は上面視長形状で、一例として、外形を24mm×20mm、厚みを1mmとする。配線パターン3a, 3kは、相互に対向するようにセラミック基板2上にスクリーン印刷方法等により形成される。夫々は、本発光装置1の上面から見て円環から一部切り出された円弧形状を構成している。電極ランド4a, 4kは、外部接続用(例えば電源供給用途)の電極として、材質がAg-Pt等でスクリーン印刷方法等により形成される。厚みの一例は20μmである。電極ランド4aは配線パターン3aの一端と引き出し用配線を介して接続され、電極ランド5kは配線パターン3kの一端と引き出し用配線を介して接続されている。

【0030】

蛍光体層5は、LEDチップ6から放射された光(例えば、青色光)の一部を、緑色光と2種類の赤色光に変換して、当該4色の光を混ぜ合わせ白色光として放射するものである。蛍光体層5は、透明樹脂に粒状の緑色蛍光体と粒状の第1赤色蛍光体と粒状の第2赤色蛍光体が夫々一様に分散して混合された蛍光体混合樹脂を、円環状に形成された樹脂ダ

10

20

30

40

50

△9の内側に注入し、例えば、100で1時間、引き続き、150で3～5時間熱硬化させることで形成される。また、蛍光体層5は、LEDチップ6を封止するための封止樹脂として機能する。蛍光体層5の厚さは、樹脂ダム9の高さとほぼ同じで、LEDチップ6の厚さより大きく、例えば0.6～1.0mm程度である。

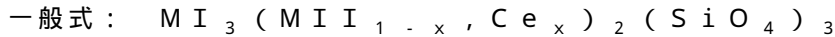
【0031】

透明樹脂の好適な実施形態として、硬化前粘度が3Pa・s以上20Pa・s以下のシリコン樹脂を使用する。また、シリコン樹脂には、各蛍光体の沈降を抑制するため、更に、LEDチップ6及び各蛍光体からの発光を効率良く拡散させるために、一例として、微細シリカ粒子が混入されている。尚、シリカ粒子等の沈降抑制剤や拡散剤は必ずしも混入する必要はない。

10

【0032】

緑色蛍光体として、ピーク発光波長が510nm以上550nm以下の波長範囲内にある、 $Al_5Lu_xO_y : Ce$ 系蛍光体、 $Ca_3(Sc_{1-x}, Mg_x)_2Si_3O_{12} : Ce$ 系蛍光体(但し、 $0.01 < x < 0.4$ が好ましい。)、または、 $Al_5O_{12}Y_3 : Ce$ 系蛍光体を使用する。更に、緑色蛍光体として、以下の一般式で表される3価のセリウム付活珪酸塩蛍光体を使用できる。



但し、MIは、Mg, Ca, Sr及びBaの中から選択される少なくとも1種の元素であり、MIIは、Al, Ga, In, Sc, Y, La, Gd及びLuから選択される少なくとも1種の元素であり、 $0.01 < x < 0.4$ である。

20

【0033】

緑色蛍光体の発光スペクトルの半値幅は、緑色蛍光体が1種類であるため、広い方が好ましく、例えば95nm以上の蛍光体を使用する。上記LuAG系蛍光体、CSMS系蛍光体、及び、YAG系蛍光体は、何れもCeを付活剤とするガーネット結晶構造の蛍光体であり、Ceを付活剤として使用するので、半値幅の広い(95nm以上)の発光スペクトルが得られ、高い演色性を得るのに好適な緑色蛍光体である。当該半値幅は、例えば、 $Al_5Lu_xO_y : Ce$ 系蛍光体では102nm、 $Ca_3(Sc, Mg)_2Si_3O_{12} : Ce$ 系蛍光体では103nmが得られる。

【0034】

第1赤色蛍光体として、ピーク発光波長が、610nm以上625nm未満の波長範囲内にある、 $(Sr_{1-y}, Ca_y)_{1-x}AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体(但し、 $0.001 < x < 0.05$ 、 $0 < y < 0.2$ が好ましい。)を使用する。

30

【0035】

第2赤色蛍光体として、ピーク発光波長が、625nm以上670nm以下の波長範囲内にある、 $(Sr_{1-y}, Ca_y)_{1-x}AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体(但し、 $0.001 < x < 0.05$ 、 $0.2 < y < 1$ が好ましい。)、または、 $Ca_{1-x}AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体(但し、 $0.001 < x < 0.05$ が好ましい。)を使用する。

【0036】

$(Sr_{1-y}, Ca_y)_{1-x}AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体は、 $Ca_{1-x}AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体において、Caの一部または全部が、Srの置換されたものであり、ともに温度変化に対して蛍光特性の変動の少ない蛍光体である。従って、第1及び第2赤色蛍光体としてこれらを使用した場合には、発光装置として赤色領域の発光の温度依存性を小さくでき、更に、緑色蛍光体として温度依存性の小さい蛍光特性の $Ca_3(Sc, Mg)_2Si_3O_{12} : Ce$ 系蛍光体や $Al_5Lu_xO_y : Ce$ 系蛍光体を同様に使用することで、全体の発光特性の温度依存性の小さい発光装置が実現できる。即ち、温度依存性の小さい高演色性の発光装置が実現できる。

40

【0037】

また、 $(Sr_{1-y}, Ca_y)_{1-x}AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体と $Ca_{1-x}AlSiN_3 : Eu_x$ 系蛍光体は、比重差が小さいので、後述するように、発光素子を封止する透明樹脂中に添加した際、比重差による沈降バラツキが小さく、演色性を含めた発光装

50

置の発光特性のバラツキを軽減できる。尚、以下の本文中において、 $(Sr_{1-y}, Ca_y)_{1-x}AlSiN_3:Eu_x$ 系蛍光体、 $Ca_{1-x}AlSiN_3:Eu_x$ 系蛍光体を、適宜簡略化して、 $(Sr, Ca)AlSiN_3:Eu$ 系蛍光体、 $CaAlSiN_3:Eu$ 系蛍光体と記載する。

【0038】

更に、第1及び第2赤色蛍光体として、以下の一般式で示される窒化物蛍光体が使用できる。

一般式： $(MI_{1-x}, Eu_x)MIISiN_3$

但し、MIは、Mg, Ca, Sr及びBaの中から選択される少なくとも1種の元素であり、MI Iは、Al, Ga, In, Sc, Y, La, Gd及びLuから選択される少なくとも1種の元素であり、 $0.001 < x < 0.05$ である。

10

【0039】

第1及び第2赤色蛍光体の発光スペクトルの半値幅は、緑色蛍光体と同様に広い方が好ましいが、2種類使用するため、赤色全体としての発光スペクトルが特定波長でピークを有しないように制限される方が良く、例えば、半値幅が85~110nm程度の蛍光体を使用する。例えば、 $(Sr, Ca)AlSiN_3:Eu$ 系蛍光体では88nm、 $CaAlSiN_3:Eu$ 系蛍光体では90nmのものを使用する。

【0040】

また、各蛍光体の粒径は、夫々のメジアン値(D50)が、緑色蛍光体では8µm以上20µm以下、第1及び第2赤色蛍光体では5µm以上15µm以下であるのが好ましい。

20

【0041】

蛍光体層5は、本発光装置1における重要な構成要素であり、各蛍光体の発光スペクトルのピーク発光波長及び各蛍光体の配合比は、発光効率及び演色性に影響を与えるため、後述する7つの実施例において詳細に説明する。

【0042】

LEDチップ6は、青色領域(波長:430nm以上490nm以下)にピーク発光波長が存在する青色成分を含む光を放射する半導体発光素子のペアチップで、InGaN系LEDで構成される。ピーク発光波長が430未満の場合、演色性が低下し、490nmを超えると白色での明るさが低下するため、実用性の観点から上記波長範囲が好ましい。本実施形態では、一例として、ピーク発光波長が450nm近傍のものを使用する。また、本実施形態では、LEDチップ6は、基板2上にダイボンドされ、基板2の一辺(X方向)にほぼ平行になるように複数個が直線状に複数列配置されている。そして、配線パターン3で囲まれたエリア内で高密度に配置できるよう、配線パターン3と印刷抵抗素子8とで形成される円環形状の中心付近において列内のチップ数を最も多くし、中心から基板の周辺に向かうに連れて列内のチップ数が少なくなるように配置されている。図1に示す例では、LEDチップ6は12個直列に接続したものが12列並列に接続されて構成されている。また、LEDチップ6は、チップ上面から発光が出射される構造で、チップ表面に隣接するLEDチップ6または配線パターン3とワイヤー7で相互に接続するための図示しない電極パッド(アノード用、カソード用)が形成されている。尚、LEDチップ6が裏面出射タイプの場合は、ワイヤー7に相当する配線及びランドを基板2上に予め形成し、LEDチップ6を表面の電極パッドを基板2の表面に対向させて bumps を介してチップチップ接続により搭載するようにしても構わない。

30

40

【0043】

印刷抵抗素子8は、静電耐圧を高める目的で設けられており、一例として幅200µm、幅6µm、抵抗値50MΩの RhO_2 によって形成される。図1に示すように、印刷抵抗素子8は、配線パターン3aの一端と配線パターン3kの一端に接続するように配置され、円環から一部切り出された円弧形状を構成している。本実施形態では、配線パターン3aと印刷抵抗素子8と配線パターン3kの夫々が、同一の円環の一部分を構成するように配置されている。

50

【0044】

樹脂ダム9は、封止樹脂である蛍光体層5を堰き止めるための樹脂であり、有着色材料（白色や乳白色が好ましい）で構成されている。本実施形態では、樹脂ダム9を、白色シリコン樹脂（フィラー TiO_2 含有）の材質で、幅1mm、径9mmの円環状に形成した。樹脂ダム9は、上記シリコン樹脂を円環状に流し込んだ後、150の硬化温度で1時間熱硬化させ形成した。樹脂ダム9は、図1(a)に示すように、配線パターン3と印刷抵抗素子8が形成する円弧状部分を覆うように形成されるのが好ましい。

【0045】

次に、本発光装置1における重要な構成要素である蛍光体層5の構成と光学特性（発光強度、平均演色評価数 R_a 、特殊演色評価数 R_9 、色温度）との関係について、以下の7つの実施例1～7に基づいて説明する。各実施例では、各蛍光体の発光スペクトルのピーク発光波長及び各蛍光体の配合比の少なくとも何れか1つが相互に異なる。尚、配合比は、各蛍光体の重量比で規定される。尚、各実施例において、緑色蛍光体と第1及び第2赤色蛍光体の合計との配合比は、5：1と共通にしている。

10

【0046】

また、各実施例と比較するための後述する2つの比較例1, 2について上記光学特性を計測した。尚、各実施例及び比較例は、LEDチップ6として、ピーク発光波長が450nm近傍のInGa N 系LEDを使用し、何れも色温度3000～3300K近傍の白色光源としての使用を想定した。また、各実施例及び比較例では、蛍光体層5以外の構成は、上述の構成と同じであるので、重複する説明は割愛する。

20

【0047】

実施例1

実施例1では、緑色蛍光体として、535nm付近にピーク発光波長を有する $\text{Al}_5\text{Lu}_x\text{O}_y\text{:Ce}$ 系蛍光体を、第1赤色蛍光体として、620nm付近にピーク発光波長を有する $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3\text{:Eu}$ 系蛍光体を、第2赤色蛍光体として、650nm付近にピーク発光波長を有する $\text{CaAlSiN}_3\text{:Eu}$ 系蛍光体を使用した。また、緑色蛍光体、第1赤色蛍光体、第2赤色蛍光体の配合比を、5：0.98：0.02とした。発光強度の相対値（実施例1～7の内の最も低い発光強度を基準とする）が118.6%、平均演色評価数 R_a が81.65、特殊演色評価数 R_9 が9.31、色温度が3263Kとなった。

30

【0048】

実施例2

実施例2では、緑色蛍光体として、520nm付近にピーク発光波長を有する $\text{Ca}_3(\text{Sc}, \text{Mg})_2\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{:Ce}$ 系蛍光体を、第1赤色蛍光体として、620nm付近にピーク発光波長を有する $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3\text{:Eu}$ 系蛍光体を、第2赤色蛍光体として、650nm付近にピーク発光波長を有する $\text{CaAlSiN}_3\text{:Eu}$ 系蛍光体を使用した。また、緑色蛍光体、第1赤色蛍光体、第2赤色蛍光体の配合比を、5：0.98：0.02とした。実施例1との相違点は、緑色蛍光体のピーク発光波長と蛍光体材料である。

【0049】

発光強度の相対値が109.3%、平均演色評価数 R_a が83.57、特殊演色評価数 R_9 が12.16、色温度が3004Kとなった。実施例1と比較して、緑色蛍光体のピーク発光波長が短くなったため、発光強度は僅かに低下したが、演色性は高くなった。

40

【0050】

実施例3

実施例3では、緑色蛍光体として、535nm付近にピーク発光波長を有する $\text{Al}_5\text{Lu}_x\text{O}_y\text{:Ce}$ 系蛍光体を、第1赤色蛍光体として、620nm付近にピーク発光波長を有する $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3\text{:Eu}$ 系蛍光体を、第2赤色蛍光体として、630nm付近にピーク発光波長を有する $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3\text{:Eu}$ 系蛍光体を使用した。また、緑色蛍光体、第1赤色蛍光体、第2赤色蛍光体の配合比を、5：0.83：0.

50

17とした。実施例1との相違点は、第2赤色蛍光体のピーク発光波長と蛍光体材料、及び、第1及び第2赤色蛍光体の配合比である。

【0051】

発光強度の相対値が115.9%、平均演色評価数Raが82.26、特殊演色評価数R9が9.44、色温度が3041Kとなった。実施例1と比較して、第2赤色蛍光体のピーク発光波長が短くなったが、配合比を大きくしたため、発光強度が僅かに低下したものの高水準を維持し、且つ、演色性も向上した。

【0052】

実施例4

実施例4では、緑色蛍光体として、535nm付近にピーク発光波長を有する $Al_5Lu_xO_y:Ce$ 系蛍光体を、第1赤色蛍光体として、620nm付近にピーク発光波長を有する $(Sr,Ca)AlSiN_3:Eu$ 系蛍光体を、第2赤色蛍光体として、650nm付近にピーク発光波長を有する $CaAlSiN_3:Eu$ 系蛍光体を使用した。また、緑色蛍光体、第1赤色蛍光体、第2赤色蛍光体の配合比を、5:0.78:0.22とした。実施例1との相違点は、第1及び第2赤色蛍光体の配合比である。

10

【0053】

発光強度の相対値が115.0%、平均演色評価数Raが83.58、特殊演色評価数R9が20.24、色温度が2987Kとなった。実施例1と比較して、第2赤色蛍光体の配合比が大きくなったため、発光強度は僅かに低下したものの高水準を維持し、更に高い演色性が得られ、Ra(標準値)=85或いはRa(最小値)=80をターゲットとした照明器具用途へ使用可能である。

20

【0054】

実施例5

実施例5では、緑色蛍光体として、535nm付近にピーク発光波長を有する $Al_5Lu_xO_y:Ce$ 系蛍光体を、第1赤色蛍光体として、620nm付近にピーク発光波長を有する $(Sr,Ca)AlSiN_3:Eu$ 系蛍光体を、第2赤色蛍光体として、650nm付近にピーク発光波長を有する $CaAlSiN_3:Eu$ 系蛍光体を使用した。また、緑色蛍光体、第1赤色蛍光体、第2赤色蛍光体の配合比を、5:0.5:0.5とした。実施例1との相違点は、第1及び第2赤色蛍光体の配合比である。

【0055】

発光強度の相対値が110.0%、平均演色評価数Raが86.41、特殊演色評価数R9が36.02、色温度が3323Kとなった。実施例1及び実施例4と比較して、第2赤色蛍光体の配合比が大きくなったため、発光強度は110%に低下したものの、更に高い演色性が得られ、Ra(最小値)=85をターゲットとした照明器具用途へ使用可能である。

30

【0056】

実施例6

実施例6では、緑色蛍光体として、535nm付近にピーク発光波長を有する $Al_5Lu_xO_y:Ce$ 系蛍光体を、第1赤色蛍光体として、620nm付近にピーク発光波長を有する $(Sr,Ca)AlSiN_3:Eu$ 系蛍光体を、第2赤色蛍光体として、650nm付近にピーク発光波長を有する $CaAlSiN_3:Eu$ 系蛍光体を使用した。また、緑色蛍光体、第1赤色蛍光体、第2赤色蛍光体の配合比を、5:0.25:0.75とした。実施例1との相違点は、第1及び第2赤色蛍光体の配合比である。

40

【0057】

発光強度の相対値が105.0%、平均演色評価数Raが91.1、特殊演色評価数R9が55.9、色温度が3268Kとなった。実施例1及び実施例4及び実施例5と比較して、第2赤色蛍光体の配合比が大きくなったため、発光強度は105%に低下したものの、更に高い演色性が得られ、Ra(標準値)=90をターゲットとした照明器具用途へ使用可能である。

【0058】

50

実施例 7

実施例 7 では、緑色蛍光体として、535 nm 付近にピーク発光波長を有する $Al_5Lu_xO_y : Ce$ 系蛍光体を、第 1 赤色蛍光体として、620 nm 付近にピーク発光波長を有する $(Sr, Ca)AlSiN_3 : Eu$ 系蛍光体を、第 2 赤色蛍光体として、650 nm 付近にピーク発光波長を有する $CaAlSiN_3 : Eu$ 系蛍光体を使用した。また、緑色蛍光体、第 1 赤色蛍光体、第 2 赤色蛍光体の配合比を、5 : 0.02 : 0.98 とした。実施例 1 との相違点は、第 1 及び第 2 赤色蛍光体の配合比である。

【0059】

発光強度の相対値が 100.0%、平均演色評価数 R_a が 93.7、特殊演色評価数 R_9 が 82.75、色温度が 3316 K となった。実施例 1、実施例 4 ~ 6 と比較して、第 2 赤色蛍光体の配合比が更に大きくなったため、発光強度は 100% まで低下したものの、更に高い演色性が得られ、 R_a (最小値) = 90 をターゲットとした照明器具用途へ使用可能である。

10

【0060】

次に、比較例 1 及び比較例 2 について説明する。各比較例は、特許文献 1 に開示された青色 LED と黄色蛍光体と赤色蛍光体の組み合わせで、黄色蛍光体と赤色蛍光体は夫々 1 種類を使用する。

【0061】

比較例 1

比較例 1 では、黄色蛍光体として、560 nm 付近にピーク発光波長を有する $(Y, Gd)_3(Al, Ga)_5O_{12} : Ce$ 系蛍光体、赤色蛍光体として、630 nm 付近にピーク発光波長を有する $(Sr, Ca)AlSiN_3 : Eu$ 系蛍光体を使用した。また、黄色蛍光体、赤色蛍光体の配合比を、3.3 : 1 とした。発光強度の相対値が 124.0%、平均演色評価数 R_a が 73.0、特殊演色評価数 R_9 が -5.0、色温度が 2950 K となった。

20

【0062】

比較例 2

比較例 2 では、黄色蛍光体として、560 nm 付近にピーク発光波長を有する $(Y, Gd)_3(Al, Ga)_5O_{12} : Ce$ 系蛍光体、赤色蛍光体として、650 nm 付近にピーク発光波長を有する $CaAlSiN_3 : Eu$ 系蛍光体を使用した。また、黄色蛍光体、赤色蛍光体の配合比を、3.9 : 1 とした。発光強度の相対値が 114.0%、平均演色評価数 R_a が 77.0、特殊演色評価数 R_9 が 20.0、色温度が 3000 K となった。

30

【0063】

次に、実施例 1 ~ 7、比較例 1, 2 の光学特性の測定結果を、以下の図 2 ~ 図 6 を参照して、比較検討する。図 2 は、実施例 1 ~ 7 の各蛍光体のピーク発光波長及び配合比と光学特性を一覧表示する図であり、図 3 は、比較例 1, 2 の各蛍光体のピーク発光波長及び配合比と光学特性を一覧表示する図である。図 4 は、各実施例及び各比較例の発光スペクトルを示す。図 5 は、各実施例における発光強度 (相対値) と第 2 赤色蛍光体の配合比の関係を示す。図 6 は、各実施例における平均演色評価数 R_a と第 2 赤色蛍光体の配合比の関係を示す。図 5 及び図 6 において、実施例 1, 4 ~ 7 の測定値を菱形 () で、実施例 2 の測定値を三角形 ()、実施例 3 の測定値を丸 () で示し、比較例 1 及び 2 の測定値を参考値として夫々破線で示す。

40

【0064】

まず、比較例 1 及び 2 は、何れも平均演色評価数 R_a が 80 より低く、高演色照明用の白色光源として使用可能な領域に到達していないが、実施例 1 ~ 7 は、全て平均演色評価数 R_a が 80 を超えており、高演色照明用の白色光源として使用可能な領域に到達している。また、同程度の発光強度の実施例 3, 4 と比較例 2 を対比しても、実施例 3, 4 の方が、高い演色性となることが分かる。

【0065】

次に、図 5 及び図 6 より、第 2 赤色蛍光体の配合比が増加すると (逆に、第 1 赤色蛍光

50

体の配合比が減少すると)、発光強度が低下し、逆に、平均演色評価数 R_a が上昇する関係にあることが分かる。つまり、第1及び第2赤色蛍光体の配合比を調整することで、平均演色評価数 R_a が80以上の領域において、所望の平均演色評価数 R_a と発光強度を得ることが可能となる。例えば、80 R_a 85の演色性を目標とする場合は、第2赤色蛍光体の配合比を25%以下に調整し、85 R_a 90の演色性を目標とする場合は、第2赤色蛍光体の配合比を25%以上75%以下に調整し、90 R_a 97の演色性を目標とする場合は、第2赤色蛍光体の配合比を75%以上に調整すれば良い。

【0066】

第2赤色蛍光体の配合比が同じ実施例1と実施例2を比較すると、実施例1の方が発光強度は高いが、演色性が低くなっている。一方、発光強度がほぼ同じ実施例2と実施例5を比較すると、実施例5の方が高い演色性となっている。つまり、緑色蛍光体のピーク発光波長と第1及び第2赤色蛍光体の配合比を夫々調整することで、発光強度を維持したまま演色性を改善できることが分かる。

【0067】

実施例1、3～5の発光強度は、比較例1の発光強度と同等レベルであるものの、比較例2の発光強度より大きい。但し、上述のように演色性は比較例1、2より改善されている。実施例2、6、7は、上述のように実施例1、3～5より演色性改善を重視したものであるため、その発光強度は、比較例1の発光強度に比べると低下しているが、比較例2の発光強度とは同等レベルとなっている。尚、発光強度が同等レベルとは、基準の発光強度から $\pm 15\%$ 以内範囲の発光強度をいう。

【0068】

図5及び図6より、第1及び第2赤色蛍光体の配合比だけが異なる実施例1、4～7の各測定値を結ぶ線に、第2赤色蛍光体のピーク発光波長の異なる実施例3の測定値がほぼ重なることが分かる。実施例1、4～7では、第1及び第2赤色蛍光体の各ピーク発光波長は、620nmと650nmでその差は30nmであるが、実施例3では、第1及び第2赤色蛍光体の各ピーク発光波長は、620nmと630nmでその差は10nmである。これより、第1及び第2赤色蛍光体の各ピーク発光波長の差が10nmであっても、第1及び第2赤色蛍光体の配合比を調整すること、或いは、緑色蛍光体のピーク発光波長と第1及び第2赤色蛍光体の配合比を夫々調整することで、発光強度と演色性を制御できることが分かる。更に、第1及び第2赤色蛍光体の各ピーク発光波長は、620nmと630nmの中間値(例えば、625nm)を挟んで、第1赤色蛍光体のピーク発光波長を当該中間値より短く、第2赤色蛍光体のピーク発光波長を当該中間値より長く設定すれば良いことが分かる。試験番号9の赤色の分光輝度放射率(0.4～0.8)を参考にすると、第1赤色蛍光体のピーク発光波長は概ね610～625nmの範囲内、第2赤色蛍光体のピーク発光波長は概ね625nm以上670nm以下の範囲内に設定するのが、特殊演色評価数 R_9 の改善効果が高くなり、好ましいと考えられる。

【0069】

以上、本発光装置1によれば、144個のLEDチップ6を円形領域に配置した構成であるため、30Wクラスの半導体発光装置が実現可能となり、一般照明用途でも特に100Wの白熱電球、八口ゲンランプ、HIDランプ等を代替でき、広範な用途に適用可能となる。また、樹脂ダム9が円環状であるため、照明用途に使用する際に必要となる光学設計(レンズやリフレクタの設計)が比較的容易となる。更に、LEDチップ6の配置がほぼ円形で均等に分散されているため、本発光装置1から放射される光の演色性、色度、色温度等のバラツキを抑制できる。また、ピーク発光波長や配合比の異なる各蛍光体が混合された透明樹脂を予め準備しておけば、樹脂ダム9まで形成した本発光装置1の中間製品に、当該透明樹脂を樹脂ダム9内に注入し、熱硬化させるだけの工程で、種々の光学特性の本発光装置1を得ることができる。

【0070】

別実施形態

以下、上記実施形態の別実施形態について説明する。

【 0 0 7 1 】

1 上記実施形態では、蛍光体層 5 には、緑色蛍光体と第 1 赤色蛍光体と第 2 赤色蛍光体の夫々が混在していた（1 層構造）が、蛍光体層 5 を 2 層または 3 層に分離して構成しても良い。

【 0 0 7 2 】

例えば、図 7 に模式的に示すように、蛍光体層 5 を、透明樹脂に粒状の第 1 赤色蛍光体を混合した第 1 赤色蛍光体層 5 a と、透明樹脂に粒状の第 2 赤色蛍光体を混合した第 2 赤色蛍光体層 5 b と、透明樹脂に粒状の緑色蛍光体を混合した緑色蛍光体層 5 c を LED チップ 6 側から順番に積層して構成しても良い。この場合、各蛍光体層 5 a ~ 5 c の全体での各蛍光体の配合比は、蛍光体層 5 を 1 層で構成した場合と同様に決定すれば良い。

10

【 0 0 7 3 】

ここで、図 7 (a) に示すように、蛍光体を含まない透明樹脂層 1 0 で LED チップ 6 を封止した上層に、当該 3 層の蛍光体層 5 を形成するのが好ましい。この場合、透明樹脂層 1 0 の厚さは、LED チップ 6 の厚さ（80 ~ 200 μm 程度）と同等以上とするのが良い。また、図 7 (b) に示すように、透明樹脂層 1 0 を設けずに、第 1 赤色蛍光体層 5 a で LED チップ 6 を封止した上層に、残り 2 層の第 2 赤色蛍光体層 5 b と緑色蛍光体層 5 c を積層しても良い。また、第 1 赤色蛍光体層 5 a と第 2 赤色蛍光体層 5 b の順番を入れ替えても良い。

【 0 0 7 4 】

更に、図 8 に模式的に示すように、蛍光体層 5 を、透明樹脂に粒状の第 1 赤色蛍光体と第 2 赤色蛍光体を混合した赤色蛍光体層 5 d と、透明樹脂に粒状の緑色蛍光体を混合した緑色蛍光体層 5 c を LED チップ 6 側から順番に積層して構成しても良い。この場合、各蛍光体層 5 c , 5 d の全体での各蛍光体の配合比は、蛍光体層 5 を 1 層で構成した場合と同様に決定すれば良い。

20

【 0 0 7 5 】

ここで、図 8 (a) に示すように、蛍光体を含まない透明樹脂層 1 0 で LED チップ 6 を封止した上層に、当該 2 層の蛍光体層 5 を形成するのが好ましい。また、図 8 (b) に示すように、透明樹脂層 1 0 を設けずに、赤色蛍光体層 5 d で LED チップ 6 を封止した上層に、緑色蛍光体層 5 c を積層しても良い。

【 0 0 7 6 】

尚、上記実施形態で例示した第 1 及び第 2 赤色蛍光体に使用する $(Sr, Ca)AlSi_3N_3 : Eu$ 系蛍光体と $CaAlSi_3N_3 : Eu$ 系蛍光体は、吸収帯域が広く、緑色成分の光も吸収するため、図 7 または図 8 に示す構成において、緑色蛍光体層 5 c を蛍光体層 5 の最上層に設けることで、緑色蛍光体から放射される緑色成分の光が第 1 または第 2 赤色蛍光体で吸収されるのを抑制でき、結果として発光効率の低下を抑制でき好ましい。

30

【 0 0 7 7 】

更に、蛍光体層 5 を多層構造とする場合、各層を 1 層ずつ注入・熱硬化させて順番に形成しても良く、或いは、一部または全ての層について、先に樹脂の注入だけを行い、後で一気に熱硬化させて形成しても良い。つまり、各層の境界は必ずしも明確に分離している必要は無い。更に、図 7 または図 8 に示す構成をミックスしても良い。例えば、上記第 1 赤色蛍光体層 5 a と、上記第 2 赤色蛍光体層 5 b と、1 または複数の配合比の異なる上記赤色蛍光体層 5 d を適宜組み合わせる最終的に必要な第 1 赤色蛍光体と第 2 赤色蛍光体の配合比を得るようにしても構わない。従って、蛍光体層 5 の層数は 1 ~ 4 に限定されるものではない。

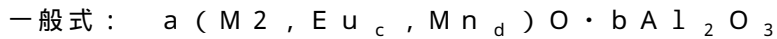
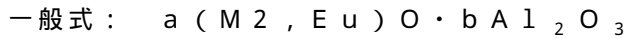
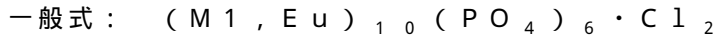
40

【 0 0 7 8 】

2 上記実施形態では、LED チップ 6 を、青色領域（波長：430 nm 以上 490 nm 以下）にピーク発光波長（発光ピーク）が存在する青色成分を含む光を放射する半導体発光素子の InGaN 系 LED で構成する場合を説明したが、LED チップ 6 からの発光のピーク発光波長が、近紫外領域から紫色領域（波長：350 nm 以上 430 nm 未満）に存在する場合にも、本発明は適用可能である。LED チップ 6 は、上記実施形態と同

50

様、InGa_N系LEDで構成するのが好ましい。但し、LEDチップ6の発光スペクトルが短波長側にシフトすると、LEDチップ6から放射される青色成分の光が不足或いは欠如するため、蛍光体層5の透明樹脂に混合する蛍光体として、緑色蛍光体と第1赤色蛍光体と第2赤色蛍光体以外に、近紫外光または紫色光で励起され青色成分の光(例えば、ピーク発光波長を430nm以上490nm以下の範囲内に有する。)を放射する青色蛍光体を追加するのが好ましい。青色蛍光体として、例えば、以下の3つの一般式で表される2価のユーロピウム付活ハロゲン酸塩蛍光体、2価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、2価のユーロピウム及びマンガン共付活アルミン酸塩蛍光体等が使用可能である。



但し、M1は、Mg, Ca, Sr及びBaの中から選択される少なくとも1種の元素であり、M2は、Mg, Ca, Sr, Ba及びZnから選択される少なくとも1種の元素であり、a、b、c及びdは、 $a > 0$ 、 $b > 0$ 、 $0.1 \leq a/b \leq 1.0$ 、 $0.001 \leq d/c \leq 0$ を満足する数である。

【0079】

青色蛍光体を使用する場合でも、青色光の放射が、LEDチップ6から青色蛍光体に交替しただけの違いであるので、第1赤色蛍光体と第2赤色蛍光体の2種類の赤色蛍光体を使用することによる本発明の効果は、上記実施形態と同様に奏し得ることは明らかである。また、青色蛍光体を含む蛍光体層5を、上記別実施形態1で示したような多層構造としても良い。この場合、青色蛍光体層を、緑色蛍光体と第1赤色蛍光体と第2赤色蛍光体を含む層より上層、つまり、最上層に設けるのが好ましい。

【0080】

3 上記実施形態では、図1に示すように、セラミック基板2上に複数のLEDチップ6を搭載する実装形態を例示したが、セラミック基板2の形状、材質、及び大きさ、LEDチップ6の搭載数及び搭載エリアの形状、蛍光体層5の形状、厚み、透明樹脂の材質及び層数等は、上記実施形態に限定されるものではない。また、樹脂ダム9に代えて、特許文献1の図1に示されるような凹部を有する樹脂製フレームをセラミック基板2上に形成し、当該凹部にLEDチップ6を搭載し、各蛍光体を含む透明樹脂を当該凹部内に注入して、LEDチップ6を封止するようにしても良い。

【0081】

4 更に、LEDチップ6をセラミック基板2上に搭載するのではなく、リードフレームを用いたパッケージに搭載する実装形態であっても良い。図9(a)、(b)に、リードフレームパッケージに搭載した場合の断面構造を模式的に示す。図9(a)、(b)の何れの実装例においても、一方がアノード端子、他方がカソード端子となる2つのリード端子11, 12を備え、一方のリード端子にLEDチップ6を収容する凹部が形成され、LEDチップ6が当該一方のリード端子の凹部上にダイボンディングされ、LEDチップ6及びリード端子11, 12の上側に、緑色蛍光体と第1赤色蛍光体と第2赤色蛍光体を含む透明樹脂が充填され、蛍光体層5が形成されている。また、リード端子11, 12の下側及び上記透明樹脂が充填される領域の周囲に、不透明樹脂からなるリード端子11, 12を固定するパッケージ本体部13が形成されている。

【0082】

図9(a)は2チップを搭載する実装例で、一方のLEDチップ6の一方の電極パッド(図示せず)と一方のリード端子がワイヤー7で相互に接続され、一方のLEDチップ6の他方の電極パッド(図示せず)と他方のLEDチップ6の一方の電極パッド(図示せず)がワイヤー7で相互に接続され、他方のLEDチップ6の他方の電極パッド(図示せず)と他方のリード端子がワイヤー7で相互に接続され、2つのLEDチップ6の直列回路が形成されている。また、図9(a)の実装例では、保護素子としてのツェナーダイオード14が、2つのリード端子11, 12に介装されている。更に、図9(b)は1チップを搭載する実装例で、LEDチップ6の一方の電極パッド(図示せず)と一方のリード端

10

20

30

40

50

子がワイヤー7で相互に接続され、LEDチップ6の他方の電極パッド(図示せず)と他方のリード端子がワイヤー7で相互に接続されている。

【0083】

尚、図9(a)の実装例においても、LEDチップ6の搭載数を3以上としても良い。また、図9(a)、(b)の実装例において、蛍光体層5を上記別実施形態1で示したような多層構造としても良い。

【0084】

5 更に、LEDチップ6をセラミック基板2上に搭載し、蛍光体層5を平板状に形成するのではなく、図10に例示するようなドーム状の蛍光体層5を備える構造としても良い。

【0085】

具体的には、セラミック基板2に代えて、絶縁性フィルム15の上面に、金属膜片からなる1対のランド部16a、16bを備え、下面に金属膜片からなる外部接続用の1対の端子部17a、17bを備え、各ランド部16a、16bは接着層18を介して絶縁性フィルム15の上面に接着し、各端子部17a、17bは接着層19を介して絶縁性フィルム15の下面に接着したフィルム状の基板を用いる。ランド部16aと端子部17aは、絶縁性フィルム15を挟んで対向し、絶縁性フィルム15を貫通する2つの貫通導電体(図示せず)により電氣的に導通している。同様に、ランド部16bと端子部17bは、絶縁性フィルム15を挟んで対向し、絶縁性フィルム15を貫通する2つの貫通導電体(図示せず)により電氣的に導通している。貫通導電体の個数は夫々1または3以上でも良い。1対のランド部16a、16bは、当該ランド部間をY方向に延伸する細長い間隙によって電氣的に絶縁分離されている。同様に、1対の端子部17a、17bも、当該端子部間をY方向に延伸する細長い間隙によって電氣的に絶縁分離されている。本別実施形態5では、絶縁性フィルム15の一例として、膜厚0.05mmのポリイミドフィルムを使用する。1対のランド部16a、16bとその間隙の上に、当該間隙の中央部分を含む円形領域を露出する開口部20を中央に有する環状の撥液層21を備え、開口部20の内側の1対のランド部16a、16b上に、LEDチップ6が搭載されている。図10に示す実装例では、LEDチップ6は、チップ表面に図示しない1対の電極パッド(アノード用、カソード用)が形成された裏面出射タイプのフリップチップ型LEDで、裏面を上向きにして bumps を介して、各電極パッドがランド部16a、16b上に接続している。LEDチップ6が表面出射タイプの場合は、各電極パッドとランド部16a、16bを夫々ワイヤーで接続する。上記実施形態と同様の緑色蛍光体と第1及び第2赤色蛍光体の3種類の蛍光体を混合した透明樹脂を、撥液層21を覆うマスク部材を用いて、例えばスキージ印刷法等により開口部20上に注入し、マスク部材を取り外すことで、撥液層21の撥液性と透明樹脂の表面張力によりドーム状に自然に成形され、引き続き熱硬化処理することで、LEDチップ6を封止するドーム状の蛍光体層5が形成される。

【0086】

絶縁性フィルム15の表裏に、1対のランド部16a、16bと1対の端子部17a、17bを夫々複数組形成することで、図10に示す構造の本発光素子1が、同時に多数形成され、必要数に応じて1対のランド部16a、16bの周囲の絶縁性フィルム15を切断することで、任意の数のドーム状の本発光素子が得られる。また、開口部20に搭載するLEDチップ6は2以上であっても良い。

【0087】

6 上記別実施形態4、5で、本発光装置の実装形態の変形例を説明したが、本発光装置1の実装形態は、上記実施形態及び別実施形態で例示したものに限定されるものではない。

【0088】

7 更に、上記実施形態では、本発光装置が照明用の白色光源として使用される場合を想定して説明したが、本発光装置は、液晶表示装置のバックライトに適した実装形態を採用することで、当該バックライトに応用可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 9 】

8 更に、上記実施形態の実施例 1 ~ 7 では、色温度 3 0 0 0 ~ 3 3 0 0 K 近傍の白色光源向けに蛍光体の組合せ及び配合比を規定したものであるが、例えば、色温度 5 0 0 0 K 近傍の昼光色等の色温度のより高い白色光源用に上記と同様の蛍光体の組合せで、蛍光体の配合比を適宜変更した構成としても良い。例えば、緑色蛍光体と第 1 及び第 2 赤色蛍光体の合計との配合比は、7 . 7 : 1 で、第 1 赤色蛍光体と第 2 赤色蛍光体の配合比を 0 . 8 5 : 0 . 1 5 とすることで、高演色性と高い発光効率を有した発光装置の実現が可能となる。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 0 】

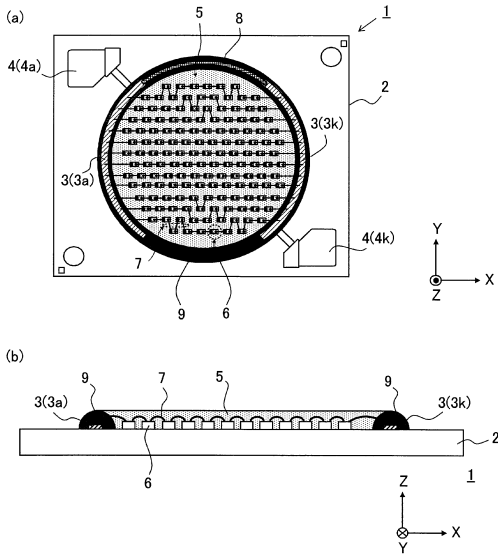
- 1 : 発光装置
- 2 : セラミック基板
- 3 , 3 a , 3 k : 配線パターン
- 4 , 4 a , 4 k : 電極ランド
- 5 : 蛍光体層
- 5 a : 第 1 赤色蛍光体層
- 5 b : 第 2 赤色蛍光体層
- 5 c : 緑色蛍光体層
- 5 d : 赤色蛍光体層
- 6 : LEDチップ
- 7 : ワイヤー
- 8 : 印刷抵抗素子
- 9 : 樹脂ダム
- 1 0 : 透明樹脂層
- 1 1 , 1 2 : リード端子
- 1 3 : パッケージ本体部
- 1 4 : ツェナーダイオード
- 1 5 : 絶縁性フィルム
- 1 6 a , 1 6 b : ランド部
- 1 7 a , 1 7 b : 端子部
- 1 8 , 1 9 : 接着層
- 2 0 : 開口部
- 2 1 : 撥液層

10

20

30

【 図 1 】



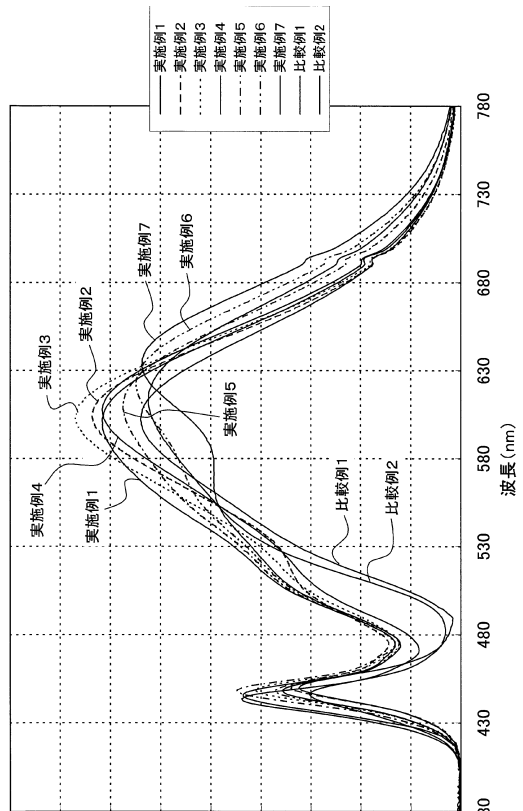
【 図 2 】

項目	紫外線照射後		紫外線照射前		光学特性	
	第一波長帯に占める割合	第二波長帯に占める割合	第一波長帯に占める割合	第二波長帯に占める割合	発光強度	色温度
実施例1	5.25	0.98	6.20	0.98	118.6%	3263
実施例2	5.20	0.98	6.20	0.98	109.3%	3004
実施例3	5.95	0.83	6.20	0.17	115.9%	3041
実施例4	5.95	0.72	6.20	0.22	115.0%	2987
実施例5	5.95	0.75	6.20	0.25	110.0%	3323
実施例6	5.95	0.75	6.20	0.25	105.0%	3268
実施例7	5.95	0.98	6.20	0.98	100.0%	3316

【 図 3 】

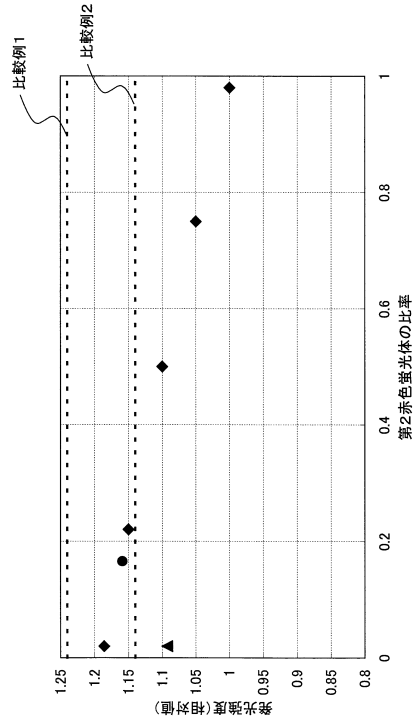
項目	紫外線照射後		紫外線照射前		光学特性	
	第一波長帯に占める割合	第二波長帯に占める割合	第一波長帯に占める割合	第二波長帯に占める割合	発光強度	色温度
比較例1	5.60	3.3	6.30	1	124.0%	2950
比較例2	5.60	3.9	6.50	1	114.0%	3000

【 図 4 】

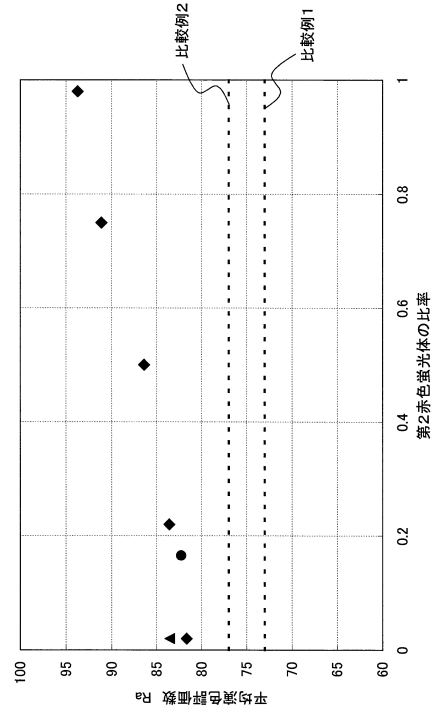


(任意単位) 発光強度

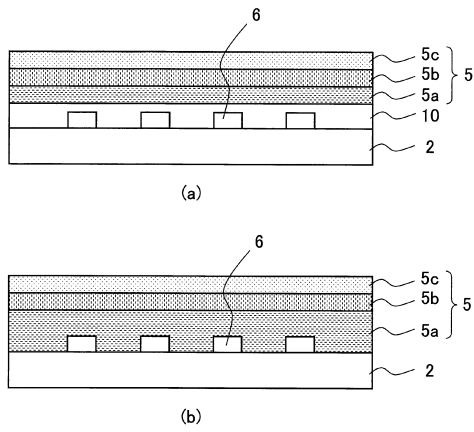
【図5】



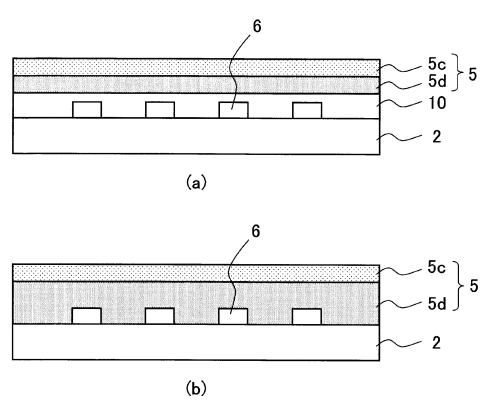
【図6】



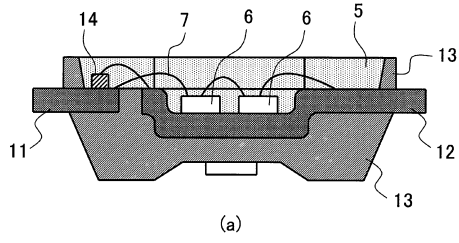
【図7】



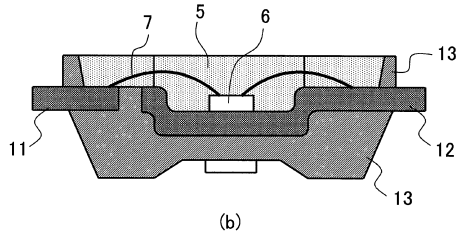
【図8】



【 図 9 】

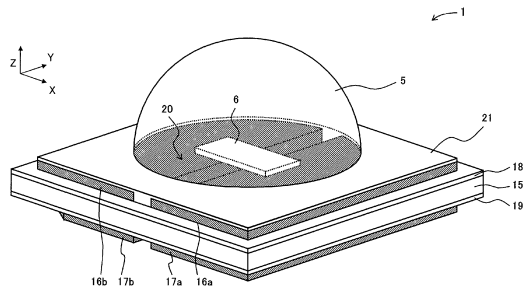


(a)



(b)

【 図 10 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-147999(JP,A)
特開2010-050235(JP,A)
特開2009-164242(JP,A)
特開2001-332770(JP,A)
特開2009-239242(JP,A)
特開2007-180377(JP,A)
特開2009-049000(JP,A)
特開2007-113019(JP,A)
国際公開第2009/011205(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64