

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4546176号
(P4546176)

(45) 発行日 平成22年9月15日 (2010. 9. 15)

(24) 登録日 平成22年7月9日 (2010. 7. 9)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 33/52 (2010.01)

H O 1 L 33/00 4 2 0

請求項の数 2 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2004-210602 (P2004-210602)
 (22) 出願日 平成16年7月16日 (2004. 7. 16)
 (65) 公開番号 特開2006-32726 (P2006-32726A)
 (43) 公開日 平成18年2月2日 (2006. 2. 2)
 審査請求日 平成19年2月21日 (2007. 2. 21)

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (73) 特許権者 000005968
 三菱化学株式会社
 東京都港区芝4丁目14番1号
 (74) 代理人 100080791
 弁理士 高島 一
 (72) 発明者 只友 一行
 山口県宇部市上野中町1番33-403号
 (72) 発明者 柳澤 美津夫
 滋賀県蒲生郡蒲生町川合10番地の1 京
 セラ株式会社滋賀蒲生工場内

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】

原励起光を発する窒化物半導体発光素子と、一次蛍光体部材と、二次蛍光体部材とを有して構成される発光装置であって、

一次蛍光体部材は、原励起光によって励起されて一次蛍光を発する一次蛍光体を含んでいるとともに、板状に形成されており、

二次蛍光体部材は、前記一次蛍光によって励起されて二次蛍光を発する二次蛍光体を含んでいるとともに、一次蛍光体部材に対して窒化物半導体発光素子と同じ側に設けられた反射面上に、層状に形成されており、

一次蛍光体部材は、原励起光が二次蛍光体部材を透過することなく一次蛍光体に照射され得るように配置され、

二次蛍光体部材は、一次蛍光体部材から窒化物半導体発光素子側に放射される一次蛍光が二次蛍光体に照射され得るように配置され、

上記構成によって、

(a) 一次蛍光体部材から窒化物半導体発光素子側とは反対側に放射される一次蛍光と、
 (b) 一次蛍光体部材から窒化物半導体発光素子と同じ側に放射された一次蛍光によって励起されることで二次蛍光体部材から放射され、一次蛍光体部材を窒化物半導体発光素子側から透過する二次蛍光とが、

出力光とされることを特徴とする、発光装置。

【請求項 2】

10

20

窒化物半導体発光素子が実装される底面と、該底面を取り囲む漏斗状の反射面とを備える凹部を有し、一次蛍光体部材が該凹部の開口を塞いでおり、二次蛍光体部材が該反射面上にコーティングされている、請求項 1 記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、窒化物半導体発光素子（以下、「GaN系発光素子」とも呼ぶ）と、蛍光体とを組み合わせ構成される発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

励起光源として波長380nm～480nmの近紫外～青色光を発するGaN系発光素子を用い、該素子から発せられる励起光によって蛍光体を発光させるよう構成された発光装置が知られている。

ここでいう蛍光体とは、蛍光を発し得る物質そのもの（有機または無機の化合物や、これに特定の元素が添加されたものなど）であって、実使用上では、蛍光体は微粒子状とされ、樹脂、低融点ガラス等の透明媒体中に分散させてなる蛍光体部材などとして用いられる場合が多い。一般に、蛍光体は、塊状よりも微粒子状として用いた方が、波長変換効率が向上する。

以下、黄色光を発する蛍光体を黄色蛍光体と呼び、同様に、他の色の蛍光を発する蛍光体についても、その蛍光の色の名を冠して、例えば、赤色蛍光体、緑色蛍光体、青色蛍光体などと呼んで、従来技術および本発明を説明する。

【0003】

特許文献1には、GaN系発光素子として青色LEDと黄色蛍光体とを組み合わせ、青色光（一部が黄色蛍光体を励起し、一部がそのまま出力光となる）と黄色光とからなる、2色の補色による白色光を発する発光装置が開示されている。以下、青色光と黄色光とからなるような2色の補色による白色光を、光の3原色光を含んだ白色光と区別するために、擬似白色光とも呼ぶ。

擬似白色光は、光の3原色が揃っていないために演色性が好ましくないため、電光掲示板やバックライトなど、白色光であること（デザイン上、白色に見えること）だけが求められる用途に用いられている。

【0004】

特許文献2には、GaN系発光素子と、RGB（赤色、緑色、青色）の3原色光をそれぞれに発する3種類の蛍光体とを組み合わせた白色発光装置が記載され、さらには、蛍光体として3原色光以外の色の光を発する蛍光体を追加し、白色光スペクトルの補強や修飾を行うことも記載されている。

このような3原色光またはそれ以上の色の光を含んだ白色光は、演色性が良好であり、照明用途として期待されている。

【0005】

特許文献3には、GaN系発光ダイオード（GaN系LED）から発せられる紫外線（原励起光）によって第一次の蛍光体（一次蛍光体）を励起し、そこから発せられる一次蛍光によってさらに第二次の蛍光体（二次蛍光体）を励起し二次蛍光を発生させ、一次蛍光と二次蛍光とを合成して白色光を得る技術が開示されている。励起をこのように多段階的に行う構成は、「カスケード励起」と呼ばれている。

半導体発光素子と一次蛍光体とによって構成された一段階励起の発光装置では、発光素子の発光波長が変動し易いために、一次蛍光の強度も大きく変動する。これに対して、蛍光体は、半導体発光素子と比べて発光波長が変動し難いという性質を有するので、カスケード励起では、一次蛍光が、強度の面で変動するとしても、波長の面での変動が小さいために、二次蛍光の強度の変動はより改善されるという利点がある。

【0006】

図8は、上記特許文献1～3などの従来の発光装置、特にカスケード励起を行っている

10

20

30

40

50

発光装置において、発光素子と、一次蛍光体と、二次蛍光体とがどのような形態にて発光装置として組立てられているかを模式的に示した断面図である。

図8(a)の例では、近紫外光(原励起光)L10を発するGaN系LED(励起光源)110がステム100内に実装されており、蛍光体部材120は板状部材(波長変換板)として形成され、ステム100の開口を塞いでいる。

また、図8(b)の例では、GaN系LED110がステム100に実装されているが、蛍光体部材121は、板状ではなく、ステムのキャビティ内に充填された態様となっている。

【0007】

図8(a)、(b)のいずれの態様でも、蛍光体部材を構成する透明基材中に、一次蛍光体としての青色蛍光体と、二次蛍光体として必要な色の数だけ異なる種類の蛍光体(例えば、赤色蛍光体、緑色蛍光体など)の粒子130が分散している。図ではこれらの蛍光体粒子を、黒点で模式的に示している。

【0008】

原励起光L10が蛍光体部材に照射されると、まず、一次蛍光体(青色蛍光体)から一次蛍光(青色光)が発せられ、該青色光によって各二次蛍光体から赤色光、緑色光が発せられる。青色光は励起光としてだけでなく出力光としても利用され、これら青色、赤色、緑色の光によって白色光LWが出力される構成となっている。

【0009】

しかしながら、上記のようなカスケード励起を行う発光装置の構成について、本発明者等が詳細に検討したところ、蛍光体部材の態様に次のような問題が存在していることがわかった。

該問題とは、蛍光体部材が、一次蛍光体、二次蛍光体を共に粒子状とし、これらを混合して1つの基材中に分散させた構成であることに起因する問題である。

微粒子状の蛍光体を樹脂などの基材中に分散させる場合、液状の基材原料に、あるいは加熱等によって流動性を有する状態とされた基材材料に、微粒子状の蛍光体を混ぜ合わせて分散させ、成型型やステムの所定の位置などに配置した状態で硬化させるという製造工程を経る。

しかし、基材が硬化するまでに蛍光体粒子が沈降し、基材中での分散は不均一となる。しかも、沈降の速度は、粒子の大きさ、形状および表面状態、蛍光体の種類毎での粒子と基材との比重差、硬化前の基材の粘度等により異なり、また、均一な粒径を持つ蛍光体粉末は一般に入手困難である。よって、基材中における一次蛍光体粒子と二次蛍光体粒子の空間的な分布の状態を制御することは困難である。

このために、次の(a)~(c)の量が製品毎に常に一定とならず、出力光に含まれる一次蛍光の強さと二次蛍光の強さとの比率が安定しないために、製品毎に白色光の品質が異なるという問題が生じる。

(a) 蛍光体部材中に入射した原励起光のうち、二次蛍光体によって吸収、散乱を受けながら、最終的に一次蛍光体に到達し得る原励起光の量。

(b) 一次蛍光体から発せられた一次蛍光のうち、一次蛍光体自体によって散乱されながら、二次蛍光体に到達し得る一次蛍光の量、および外部に出射される一次蛍光の量。

(c) 二次蛍光体から発せられた二次蛍光のうち、一次蛍光体および二次蛍光体によって散乱されながら、外部に出射される二次蛍光の量。

【特許文献1】特開平7-99345号公報

【特許文献2】特開2004-14942号公報

【特許文献3】特開2003-147351号公報

【特許文献4】特開2000-331947号公報

【特許文献5】特開2002-280611号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

10

20

30

40

50

本発明の課題は、上記問題を解決し、GaN系発光素子と蛍光体とによってカスケード励起を行うよう構成された発光装置に対して、出力光に含まれる主要波長成分毎の強度の比率を、製品毎に、より安定させ、該発光装置が白色発光装置である場合においては、白色光の品質のばらつきを抑制し得る構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、次の特徴を有するものである。

(1) 原励起光を発する窒化物半導体発光素子と、一次蛍光体部材と、二次蛍光体部材とを有して構成される発光装置であって、

一次蛍光体部材は、原励起光によって励起されて一次蛍光を発する一次蛍光体を含んでいるとともに、板状に形成されており、

二次蛍光体部材は、前記一次蛍光によって励起されて二次蛍光を発する二次蛍光体を含んでいるとともに、一次蛍光体部材に対して窒化物半導体発光素子と同じ側に設けられた反射面上に、層状に形成されており、

一次蛍光体部材は、原励起光が二次蛍光体部材を透過することなく一次蛍光体に照射され得るように配置され、

二次蛍光体部材は、一次蛍光体部材から窒化物半導体発光素子側に放射される一次蛍光が二次蛍光体に照射され得るように配置され、

上記構成によって、

(a) 一次蛍光体部材から窒化物半導体発光素子側とは反対側に放射される一次蛍光と、

(b) 一次蛍光体部材から窒化物半導体発光素子と同じ側に放射された一次蛍光によって励起されることで二次蛍光体部材から放射され、一次蛍光体部材を窒化物半導体発光素子側から透過する二次蛍光とが、

出力光とされることを特徴とする、発光装置。

(2) 窒化物半導体発光素子を実装される底面と、該底面を取り囲む漏斗状の反射面とを備える凹部を有し、一次蛍光体部材が該凹部の開口を塞いでおり、二次蛍光体部材が該反射面上にコーティングされている、上記(1)に記載の発光装置。

【発明の効果】

【0012】

背景技術の説明で述べたとおり、従来のカスケード励起で用いられる蛍光体部材の態様は、図8に示したように、一次蛍光体、二次蛍光体を共に粒子状とし、1つの基材中に両方を混合したものであった。

しかし、このような分散のさせ方であっても、従来では、十分に均等な分散が、常に再現性良く得られていると考えられており、出力光に含まれる一次蛍光と二次蛍光との比率についても常に同程度となるとされて、何らの問題点も提起されることはなかった。

【0013】

これに対して、本発明では、図1に例示するように、一次蛍光体と二次蛍光体とを1つの基材中に混ぜ合わせることはせず、互いに異なる空間領域に分かれて独立的に存在するように、一次蛍光体は一次蛍光体部材に含め、二次蛍光体は二次蛍光体部材に含めて、これら一次蛍光体部材と二次蛍光体部材とを互いに独立した別の部材として配置している。

【0014】

一次蛍光体部材と二次蛍光体部材とが、互いに独立した別の部材であるとは、それぞれの部材が独立した1つの部品として別々に取り扱うことができる態様だけでなく、一次蛍光体部材と二次蛍光体部材とが互いに積層された状態のように、取り扱い上は不可分であっても、一次蛍光体と二次蛍光体とが、互いに異なる空間領域に分かれて集合し、互いに混ざり合うことなく存在し得る態様であればよい。

【0015】

本発明の構成によって、一次蛍光体と二次蛍光体とが、確実に所望の異なる空間位置へと分けられるので、原励起光が二次蛍光体による吸収や散乱をうけることなく一次蛍光体に到達し得る。よって、一次蛍光体に到達する原励起光の量を制御し易くなる。

10

20

30

40

50

同様に、二次蛍光体に到達する一次蛍光の量も、外部に出射される一次蛍光と二次蛍光の割合も制御し易くなり、製品毎の出力光の品質のばらつきは少なくなる。

【0016】

また、蛍光体粒子を基材中に分散させる場合、各蛍光体の種類毎の最適分散条件は一般的にみて同じではないため、同時に基材中に分散させる蛍光体の種類が多くなるほど、最適な製造条件が狭くなる。

本発明のように、一次蛍光体部材と二次蛍光体部材とを互いに独立した別の部材として分けることによって、蛍光体粒子を基材中に好ましく分散させるための製造条件が狭くなるという問題を避けることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明による発光装置は、図1(a)、(b)に構成の一例を模式的に示すように、原励起光Lを発するGaN系発光素子Sと、一次蛍光体部材1と、二次蛍光体部材2とを少なくとも有して構成される。

一次蛍光体部材1は、一次蛍光体10を含んでいる。該蛍光体10は、原励起光Lによって励起され一次蛍光L1を発する物質である。一次蛍光体部材1は、原励起光Lが一次蛍光体10に十分に照射され、十分な一次蛍光L1を発し得るように、原励起光Lに対して、位置、姿勢などを選択されて配置されている。

また、二次蛍光体部材2は、二次蛍光体20を含んでいる。該蛍光体20は、一次蛍光L1によって励起されて二次蛍光L2を発する物質である。二次蛍光体部材2は、一次蛍光L1が二次蛍光体に十分に照射され、十分な二次蛍光L2を発し得るように、一次蛍光L1に対して、位置、姿勢などを選択されて配置されている。

ここで重要な点は、上記発明の効果で述べたとおり、一次蛍光体粒子と、二次蛍光体粒子とが、互いに混合されることなく、互いに異なる空間領域に分かれて独立的に位置していること、即ち、両蛍光体粒子が、互いに独立した別の部材中に存在している点にある。この構成によって、発明の効果で述べた作用効果が得られる。

【0018】

励起光源であるGaN系発光素子は、LED、LD(半導体レーザー)など、発光部の材料に窒化物半導体を用いられた種々の発光素子であればよいが、一般的な照明装置、表示装置を構成するための励起光源としてはGaN系LEDが好ましい。

窒化物半導体とは、 $In_A Ga_B Al_C N$ ($0 \leq A \leq 1$ 、 $0 \leq B \leq 1$ 、 $0 \leq C \leq 1$ 、 $A + B + C = 1$)で示される化合物半導体であって、例えば、AlN、GaN、AlGaN、InGaNなどが重要な化合物として挙げられる。

【0019】

GaN系発光素子の発光波長に限定はないが、原励起光として種々の色の蛍光体を励起するためには、より高いエネルギーを持つ光であることが好ましく、青色から紫外に至る短い波長、即ち、 $360\text{nm} \sim 480\text{nm}$ の範囲内に属する波長が好ましい。

特に、このような発光波長となるように組成比を決定された $In_A Ga_{1-A} N$ を発光層に用いたGaN系発光素子は、高い発光効率を有するために、高出力となり、励起光源として好ましい。また、そのような $In_A Ga_{1-A} N$ を井戸層とする、単一量子井戸(SQW)または多重量子井戸(MQW)構造の発光層を用いたものは、更に高効率となり、好ましい。この場合の量子井戸構造中の障壁層の材料としては、GaNなどが挙げられる。

【0020】

出力光を白色光とし、その白色光を作り出すための少なくとも3原色光(RGB3波長光)を全て蛍光体によって作り出す構成とするならば、GaN系発光素子の発光波長は、 410nm 以下の近紫外線とすることが好ましく、 $380\text{nm} \sim 410\text{nm}$ がより好ましい。これは、前記の通り、 $In_A Ga_{1-A} N$ からなる発光層を有する高効率、高出力のGaN系発光素子を励起光源として使用できるとともに、 $380\text{nm} \sim 410\text{nm}$ という波長域において高い励起効率を示すRGBの蛍光体が入手可能であるからである。

また、励起光を青紫光～青色光（波長400nm～480nm）などとし、出力光の一部として、一次蛍光や二次蛍光とともに出射されるように発光装置を構成してもよい。

【0021】

GaN系発光素子の素子構造に限定はなく、公知のどのようなGaN系発光素子を用いてもよいが、同じ電流でより高い出力が得られるものが好ましい。

図2は、GaN系LEDの好ましい素子構造の一例を示す模式図であって、結晶基板（サファイア基板など）30上に、GaN系低温成長バッファ層30bを介して、順に、n型コンタクト層31、発光部35（n型クラッド層32/MQW発光層（詳細な積層構造は図示せず）33/p型クラッド層34）、p型コンタクト層（複数層の構造とされる場合があるが詳細には図示せず）36が気相成長によって積層され、各コンタクト層に、n電極P1、p電極P2が設けられている。

10

同図の例では、説明のために結晶基板30を下側として描いているが、p電極P2を実装用基板側に向けて回路に直接接続し結晶基板30を上にする実装（所謂フリップチップ実装）を行って基板裏面から光を取り出し、その光を蛍光体部へ照射する構成であってもよい。

【0022】

図2の例では、結晶基板30の上面（GaN系結晶層が成長する面）には、好ましい態様として凹凸40が加工されている。この凹凸によってGaN系結晶層の転位密度が低減され、発光部における発光効率がより高められる（内部量子効率の向上）。また、この凹凸は、素子内で発生した光を閉じ込めたままにせず、より多く外界に出す作用を示す（外部量子効率の向上）。これらの作用があいまって、高出力のGaN系LEDが得られる。このような素子構造とする場合、該凹凸面を通してより多くの光を外界に取り出す点からは、前記のフリップチップ実装用の素子とするのが好ましい態様である。

20

【0023】

GaN系発光素子を構成するための結晶基板、バッファ層、基板上への結晶成長技術、発光素子構造、実装技術などについては、従来公知の技術を参照すればよい（特許文献4、5）。

【0024】

一次蛍光体部材1、二次蛍光体部材2は、図1(a)の態様では、それぞれ板状の部材として形成されており、これらが2層の状態になって、GaN系LEDが実装されたステム50の開口を塞いでいる。

30

また、図1(b)の態様では、一次蛍光体部材1、二次蛍光体部材2は、ドーム形の樹脂モールドとして形成され、GaN系LEDとステム50を2重に被覆している。

これらの態様では、一次、二次のいずれの蛍光体部材も、透明樹脂製の基材中に、微粒子状とされた蛍光体が分散した構成となっている。

また、一次蛍光体部材が励起光源側、二次蛍光体部材が外界側（出射側）となるように積層されており、原励起光の光が二次蛍光体による吸収・散乱を受けることなく、先ず一次蛍光体に到達するため、変換効率が良い。

GaN系発光素子がフリップチップ実装型の素子である場合、一次蛍光体部材、二次蛍光体部材を発光素子の結晶基板の裏面に直接的にカスケード励起可能に2層に配置してもよい。

40

一次蛍光体部材、二次蛍光体部材をそれぞれどのように形成するかは限定されず、モールドタイプ、板状タイプ、反射面や透明基材の上へコーティングしたものなどを、自由に組み合わせて構成すればよい。本発明の発光装置は、GaN系半導体素子を複数並べて実装したものを励起光源とすることで、大型化することができるが、このように大型化する場合には、一次蛍光体部材や二次蛍光体部材を板状タイプまたは、透明基材にコーティングしたものとすることが好ましい。

【0025】

また、本発明の発光装置は、励起光源であるGaN系発光素子からの光を板状、棒状、ファイバ状等の導光体を介して蛍光体部材に導く構成としてもよく、また、一次蛍光体部

50

材から出る一次蛍光を、かかる導光体によって二次蛍光体部材に導く構成としてもよい。

【0026】

二次蛍光体が一次蛍光のみならず原励起光によっても励起され二次蛍光を発するような態様は、次の点で好ましくない。

即ち、二次蛍光体が原励起光によっても励起され得る場合、二次蛍光体に原励起光と一次蛍光の両方が到達したとき、その割合によって、二次蛍光体が発生する蛍光（原励起光により励起されて発生する蛍光と、一次蛍光により励起されて発生する蛍光の総和）の強度が変わるため、二次蛍光体の発光強度が一次蛍光体の空間分布に大きく影響を受けることになり、出力光の成分を安定させるための制御が困難となるからである。

【0027】

二次蛍光体が原励起光によって励起されて発光することのないように構成するには、（あ）二次蛍光体に原励起光が殆ど到達しないようにすることや、（い）二次蛍光体自体を、原励起光によって励起されない材料とすることなどが挙げられる。

上記（あ）を達成するための構成としては、次の（a）および／または（b）の構成が例示される。

（a）励起光源と二次蛍光体部材との間に一次蛍光体部材を配置し、原励起光が該一次蛍光体部材において実質的に全て一次蛍光に変換されるように、一次蛍光体部材に含まれる一次蛍光体の量を調節する構成。

（b）一次蛍光体部材と二次蛍光体部材との間に、一次蛍光は透過するが、原励起光は吸収または反射するフィルタ層を配置する構成。

【0028】

図3は、GaN系LEDが実装されたステムに対して、一次蛍光体部材、二次蛍光体部材を配置する際の他の構成例を示す模式図である。

図3（a）の例では、図1（a）の態様と同様に、板状の一次蛍光体部材1、二次蛍光体部材2が2層の状態になって、ステム50の開口を塞いでいるが、一次蛍光体部材1、二次蛍光体部材2の積層順序が、図1（a）の態様とは逆になっている。原励起光Lは、いったん二次蛍光体部材2を通過して一次蛍光体部材1に入り、そこで発生した一次蛍光の一部は外界へ出力され、一部は二次蛍光体部材2に入り、そこで二次蛍光L2が発せられる。

このような構成では、二次蛍光体として、原励起光によって励起されない性質を有する物質を用いることが好ましく、これによって、より多くの量の原励起光を外側の一次蛍光体部材に入射させることができる。

【0029】

図3（b）の例では、一次蛍光体部材1a、二次蛍光体部材2aが板状を呈しかつ積層された状態となっているが、透明基板3の一方の主面に一次蛍光体1a、二次蛍光体2aが薄くコーティングされた構成となっている。

図3（c）の例では、透明基板3の内側の主面に一次蛍光体部材層1aがコーティングされ、外側の主面に二次蛍光体部材層2aがコーティングされている。

これら図3（b）、（c）の構成は、図1に対する図3（a）のように、一次蛍光体部材層と二次蛍光体部材層の積層順または位置が逆であってもよい。

【0030】

図4（a）の例では、一次蛍光体部材1は、図1（a）の例と同様に、基材中に一次蛍光体を分散させた板状物であるが、その板面に複数の細かい凹部が形成され、その内部に二次蛍光体部材2が充填された態様となっている。この態様は、二次蛍光体部材層が、上記凹部が形作るパターンとして配置されたものということができる。

このように二次蛍光体部材層を細分化されたパターンとして配置する態様は、板状の蛍光体部材において、意図した面内分布パターン（均等なパターン、偏ったパターン）にて二次蛍光体を自在に分布させることができ、また、複数の二次蛍光体を分散させる場合の、各二次蛍光体の量的比率も面内で自在に制御することができるなど、特別な作用効果を有する。この態様については、より詳しく、後述する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

図 4 (b) の例では、一次蛍光体部材 1 は、図 1 (b) の例と同様にドーム形の樹脂モールドとして形成され、G a N 系 L E D とステム 5 0 を被覆している。一方、二次蛍光体部材 2 は、図 1 (a) の例と同様に板状の部材として形成されており、G a N 系 L E D が実装されたステム 5 0 の開口を塞いでいる。

【 0 0 3 2 】

図 4 (c) の例では、一次蛍光体部材 1 は、ステムの漏斗状 (パラボラ状) の反射面上にコーティングされており、そこで発生した一次蛍光 L 1 は上方へと向かう構成となっている。二次蛍光体部材 2 は、図 4 (b) の例と同様に板状の部材として形成されており、G a N 系 L E D が実装されたステム 5 0 の開口を塞いでいる。

10

一次蛍光体部材 1 と二次蛍光体 2 とは、互いに入れ替えてもよい。

【 0 0 3 3 】

図 5 の例では、一次蛍光体部材 1 は、図 4 (c) の例と同様にステムの反射面上にコーティングされているが、さらにその下層側に二次蛍光体部材 2 がコーティングされている。また、一次蛍光体部材 1 は、図 4 (b) の例と同様に板状の部材としても形成され、ステム 5 0 の開口を塞いでいる。原励起光 L のうち上方へ向かった光は、ステム開口において板状の一次蛍光体部材 1 によって一次蛍光 L 1 へと変換される。また、原励起光 L のうちステムの反射面へ向かった光は、先ず一次蛍光体によって一次蛍光 L 1 へと変換され、さらに下層側 (内部) へと進んだ一次蛍光 L 1 は二次蛍光 L 2 へと変換され、その二次蛍光 L 2 が表層の一次蛍光体部材 1 を透過し、上方へと向かう。

20

【 0 0 3 4 】

本発明では、一次蛍光体部材と二次蛍光体部材とによってカスケード励起を行っているが、原励起光、一次蛍光を、出力光として用いるかどうかは用途に応じて自由に選択してよい。

原励起光を紫外光として、これを出力光としては用いないようにする一方、一次蛍光を青色光として、これを出力光としかつ二次蛍光体の励起光とする組み合わせが好ましい態様として挙げられる。この場合、二次蛍光体として、赤色蛍光体と緑色蛍光体とを少なくとも用いれば、白色光を出力することができる。

また、二次蛍光体として黄色蛍光体を用い、青色光 (一次蛍光) と黄色光 (二次蛍光) とによる擬似白色光を出力する構成としてもよい。擬似白色光に赤色蛍光体や緑色蛍光体をさらに加えて演色性を向上させる場合には、これら赤色蛍光体や緑色蛍光体などは、一次蛍光体および二次蛍光体のいずれに含めてもよい。

30

本発明の発光装置において、一次蛍光体は、必ずしも 1 種類である必要はなく、二次蛍光体の励起に関係しない蛍光を発する蛍光体が含まれていてもよい。

【 0 0 3 5 】

図 4 (a) の例で概略的に説明した、二次蛍光体部材層を細分化されたパターンとして配置する態様について、より詳しく説明する。

図 6 (a) は、図 4 (a) の態様を上方から見たときの斜視図であって、二次蛍光体部材層 2 が板状の一次蛍光体部材 1 の表面に、細かい方形状領域が離間的に並んだパターンとして配置されている。換言すれば、一次蛍光体部材 1 の表面は複数の小領域に区分され、該小領域毎に、二次蛍光体 2 0 の配置の有無が選択されている。ここで、小領域毎に二次蛍光体 2 0 の種類が選択されてもよい。これによって、二次蛍光体部材層 2 は、一次蛍光体部材 1 の表面に細分化されたパターンとして配置された構成となっている。

40

【 0 0 3 6 】

また、図 6 (b) の例では、二次蛍光体部材層 2 は、一次蛍光体部材 1 とは独立した基板 2 1 の主面にコーティングされている。該基板 2 1 は一次蛍光が照射され得る位置に配置される。二次蛍光体部材層 2 は、基板 2 1 の基板面のうち、一次蛍光が照射され得る被照射面上に、細かい方形状領域が離間的に並んだパターンとして配置されている。同図の例は、被照射面に対して基板 2 1 を通して一次蛍光が照射される構成であって、基板 2 1 は一次蛍光が透過できるよう透明である。

50

以下、図6(a)の例においても、一次蛍光体部材の表面のうち、一次蛍光が照射されかつ二次蛍光体部材層を配置する面を「被照射面」と呼ぶ。

【0037】

二次蛍光体部材層を細分化されたパターンとして配置する態様（以下、「蛍光体細分化配置」と略す）は、次の作用効果を示す。

例えば、図1の態様のように、二次蛍光体部材が粒子状の蛍光体を樹脂基材中に分散させた一つの塊状物である場合、二次蛍光体部材に一次蛍光が入射した後、二次蛍光体部材から一次蛍光と二次蛍光とがどのような比率で出てくるかは、主として樹脂基材中の二次蛍光体微粒子の空間的な分布（前述の通り、これらは二次蛍光体微粒子の粒度、樹脂基材に対する配合比率などに影響される）で制御されることになる。

10

これに対して、図6(a)、(b)に例示するように、二次蛍光体部材層を細分化されたパターンとして配置することによって、次の作用効果が得られる。

(a) 二次蛍光体の種類が複数種あっても、各二次蛍光体を含む二次蛍光体部材層が被照射面内において形成するパターンを制御することで、被照射面内における、各二次蛍光体の分布（均等な分布、偏在する分布）や、各二次蛍光体の量的比率（均等な比率、異なる比率）を制御することができる。同様に、二次蛍光体が一種類だけの場合でも、前記のように、被照射面内におけるその分布のしかたを自在に制御することができる。

(b) 二次蛍光体部材層が形成された領域同士の間、二次蛍光体部材層が存在しない隙間領域が形成されるので、この隙間領域を、確実に、被照射面内に二次蛍光体が存在しない領域（励起光や一次蛍光が二次蛍光体の影響を実質的に受けることなく通過し得る領域）とすることができる。このような作用効果は、被照射面に入射する原励起光や一次蛍光の一部を通過させて出力光とする場合に顕著に有用となる。

20

【0038】

蛍光体細分化配置では、二次蛍光体部材が、励起光源から見て一次蛍光体部材の手前側／背後側のどちらに配置してもよい。図6(a)、(b)の例では、二次蛍光体部材2は励起光源Sから見て一次蛍光体部材1の背後側に配置されている。また例えば図6(b)の例において、透明基板21を裏返し、二次蛍光体部材2を励起光源Sから見て一次蛍光体部材1の手前側に配置してもよい。

前記の位置関係に加えて、蛍光体部材に対する原励起光の入射方向と、蛍光体部材から出る出力光の取り出し方向との関係についても限定はない。図6(a)、(b)の例において、少なくとも二次蛍光を含む出力光を、二次蛍光体部材層2が形成された面の側から取り出すように発光装置を構成してもよいし、あるいは励起光源Sに面した側の面から取り出す構成であってもよい。後者の場合、反射手段によって、励起光源Sから遠ざかる方向に向かう出力光を、積極的に、励起光源Sの側に向けるようにしてもよい。

30

【0039】

二次蛍光体部材層を配置すべき被照射面は、当該発光装置の用途に応じて、平面であっても、任意の曲面であってもよい。被照射面が単純な凹状、凸状曲面の場合、被照射面が励起光の進行方向に向かって凸状であっても、凹状であってもよい。前記単純な凹状、凸状曲面は、球状面であっても円柱の側面などであってもよい。

【0040】

二次蛍光体部材層を細分化されたパターンとして配置する際の、細分化の度合は、発光装置から出射される二次蛍光、一次蛍光および／または原励起光が十分に混色され、出力光に感知し得る色ムラが存在しなくなる段階まで細かくすることが好ましい。どの程度までの細分化が適当であるかは、当該発光装置の規模、細分化パターンの形成技術、当該発光装置に含まれるレンズ等の光学部品や光学系の構成・特性、コスト、作用効果などを考慮して決定すればよい。

40

【0041】

細分化パターンの代表的なタイプとして、単発的なドット状の領域が多数、規則的または不規則的に並んだパターン、細長く延伸する帯状の領域が多数、一定間隔または不規則間隔で並んだパターン、樹枝状、格子状、網目状等のパターン、これらが折衷または混合さ

50

れたパターンなどが挙げられる。蛍光体毎に、領域の大きさ（ドット状領域の径、帯状領域の幅、格子状・網目状を構成する線状領域の幅等）や存在数（ドット状領域の分散密度、帯状領域の間隔、格子状・網目状の細かさ等）を選択することによって、出力光に含まれる各色の光の強度のバランスを細かく設定することが容易になる。

【0042】

ドット状領域の形状の代表的なものとしては、円形その他、三角形、四角形、六角形、ひし形、多角形、不定形、その他任意の形状であってよい。

これらドット状領域の配置パターンは、細密的なもの、正方形列的なもの、特定の規則にしたがって繰り返すもの、ランダムなものなど、用途に応じて選択すればよい。

【0043】

二次蛍光体部材層の形成密度は、用途に応じて意図的に偏在させてもよい。例えば、基板面に円形ドット状の二次蛍光体部材層を配置するに際し、特定の部位（図の中心部。例えば、励起光源の直上部位など）に局所的に高密度で配置し、周囲に広がるに従って配置の密度を低くするなどである。このような偏在的な配置によって、二次蛍光体の濃度に変化を持たせた構成と同じ作用効果（例えば、発光装置からの出力光を見る方向・角度によって光の色が変わるという問題の是正）を得ることができ、しかも、二次蛍光体部材層の配置パターンや面積の大小を変えるだけで、容易にかつ自在に、被照射面内の二次蛍光体の分布密度を制御することが可能になる。

【0044】

帯状領域の代表的な配置パターンとしては、平行ストライプ状の配置が挙げられるほか、多重の同心円状、多条の渦巻き状、蛇行状、放射状などが挙げられ、いずれも局所的には縞状である。このような帯状領域は、途中で分岐したパターンであってもよい。

【0045】

二次蛍光体部材層をドット状に形成する場合、ドットの大きさは、装置全体の規模や照射対象物との間の遠近によっても異なるが、例えば、素子外形 $0.35\text{ mm} \times 0.35\text{ mm}$ 程度の GaN 系発光素子 1 個を励起光源とし、これに 1 つの蛍光体部を対応させて発光装置を構成し、その蛍光体部の被照射面を 1 辺 5 mm 程度の正方形の平面とし、二次蛍光体部材層からなる正方形のドットと、同じ大きさで二次蛍光体を含まない正方形の隙間領域とを、交互に、正方形列状に隙間無く配置する場合、該正方形の一边の長さは $0.01\text{ mm} \sim 1\text{ mm}$ 程度が好ましく、特に $0.1\text{ mm} \sim 0.5\text{ mm}$ がより好ましい寸法の例である。この場合、被照射面の全領域は 5×5 個 $\sim 500 \times 500$ 個程度の区画（半数は二次蛍光体を含む区画、半数は二次蛍光体を含まない区画）に分割されることになる。

ドットの形状が円形や異形の場合でも、上記の正方形と等価な大きさとすればよい。

また、二次蛍光体部材層を帯状に形成する場合には、個々の帯幅は $0.01\text{ mm} \sim 1\text{ mm}$ 程度、特に $0.1\text{ mm} \sim 0.5\text{ mm}$ が好ましい寸法である。

なお、発光装置の用途において問題となる色ムラが生じなければ、前記正方形のドットの 1 辺の長さや、帯状領域の帯幅は特に制限されるものではなく、例えば大型の投光装置等の用途であれば、 10 mm 程度またはそれ以上に大きくしてもよい。

【0046】

配置すべき二次蛍光体の種類が複数である場合、各二次蛍光体を含む二次蛍光体部材層をそれぞれどのような細分化パターンとして配置し、各二次蛍光体部材層が占める面積をどのようにするかは、出力光に含まれる各色の光の強度のバランスを考慮して、自由に選択してよい。

【0047】

上記に例示した、二次蛍光体部材層を形成しない隙間領域を設けた構成では、一次蛍光が隙間領域を通過し二次蛍光と共に出力光に含まれることになる。この態様によって、二次蛍光体部材層からなるドットや帯状領域の形状、サイズ、分散密度をデザインするだけで、出射光に含まれる一次蛍光と二次蛍光の混合比率を簡単かつ正確に制御することができる。

【0048】

二次蛍光体部材層を細分化されたパターンとして配置する方法としては、二次蛍光体微粒子を分散した塗料組成物を作製し、所定面上に、オフセット印刷、スクリーン印刷、インクジェット印刷などで所定のパターンとして印刷する方法や、フォトリソグラフィ技術を用いたマスクプロセスによって、所定形状にパターンニングされた蛍光体薄膜を所定面上に形成する方法が挙げられる。

【0049】

上記では二次蛍光体部材層を細分化パターンとして配置する例を説明したが、他方、複数の一次蛍光体を用いる場合に、異なる一次蛍光体を含む一次蛍光体部材を相互に独立した部材として形成し、その一部または全部を、原励起光の照射を受ける面内に細分化パターンとして形成された層状体として配置してもよい。この場合、二次蛍光体部材の形状や配置は特に限定されるものではないが、細分化パターンとして配置された一次蛍光体部材層のうち、カスケード励起に関与する一次蛍光体部材を含む層の上または下に、該一次蛍光体部材層と同一のパターンとして二次蛍光体部材層を積層配置すると、カスケード励起の効率が良好となり、好ましい。

【0050】

一次蛍光体部材、二次蛍光体部材は、粒子状の蛍光体を透明媒体中に分散させた配合物で形成された部材であってもよいし、粒子状の蛍光体が基材上に付着されてなる部材であってもよく、また、単体で部材を構成し得る蛍光体の場合は、蛍光体だけで形成された部材であってもよい。単体で部材を構成し得る蛍光体とは、例えば、化学気相成長法、スパッタリング法、真空蒸着法等の気相製膜法や、溶剤キャスト法、ゾル-ゲル法などによって(薄)膜状に形成し得る蛍光体、熔融成形や粉末成形によって成形体とし得る蛍光体である。

基板上に蛍光体部材層を配置する場合、蛍光体を板面から盛り上がる様に配置してもよいし、図4(a)に示すように、基板(この場合は一次蛍光体部材が基板となっている)の板面に凹部を形成し、該凹部に二次蛍光体部材を充填する態様などが挙げられる。

基板の材料は、原励起光や一次蛍光が該基板を通過する装置構成とするならば、当該光が透過し得る材料を用いるべきであり、例えば、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、ポリカーボネート、フッ素樹脂、各種の無機ガラスなどが好ましい材料として挙げられる。

【0051】

青色蛍光体としては、例えば、 $\{(M, Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu\}$ 、 $\{(Ba, Sr)MgAl_{10}O_{17} : Eu\}$ 、 $\{Ca_2B_5O_9Cl : Eu\}$ 、 $\{M_3MgSi_2O_8 : Eu\}$ 、 $\{M_2MgSi_2O_7 : Eu\}$ 、 $\{CaMgSi_2O_6 : Eu\}$ 、 $\{Sr_5Cl(PO_4)_3 : Eu\}$ および $\{ZnS : Ag\}$ (但し、MはCa, Sr, Baの少なくとも1種である) から選ばれる1種類以上の蛍光体が挙げられる。

【0052】

二次蛍光体としては、出力光として必要な種類の色を発する蛍光体であり、かつ一次蛍光によって励起される性質を有するものを選択すればよい。

例えば、青色蛍光体によって励起され得る赤色蛍光体としては、 $\{Ln_2O_2S : Eu (Ln = Y, La, Gd, Lu)\}$ 、 $\{(Zn_aCd_{1-a})S : Ag, Cl, (0.5 > a > 0.2)\}$ 、 $\{REuW_2O_8\}$ 、 $\{M_2Si_5N_8 : Eu\}$ 、 $\{3.5MgO \cdot 0.5MgF_2 \cdot GeO_2 : Mn\}$ 、及び $\{(Ca, Sr)S : Eu\}$ (但し、MはCa, Sr, Baのうちの少なくとも1種であり、RはLi, Na, K, Rb, Csのうちの少なくとも1種である) から選ばれる1種類以上の蛍光体が挙げられる。

【0053】

また、青色蛍光体によって励起され得る緑色蛍光体としては、 $\{(Zn_aCd_{1-a})S : Cu, Al, (1 - a > 0.6)\}$ 、 $\{(Zn_aCd_{1-a})S : Au, Al, (1 - a > 0.6)\}$ 、 $\{(Zn_aCd_{1-a})S : Ag, Cl, (1 - a > 0.6)\}$ 、 $\{(Ba, Sr)MgAl_{10}O_{17} : Eu, Mn\}$ 、 $\{SrAl_2O_4 : Eu\}$ 、 $\{Sr_4Al_{14}O_{25} : Eu\}$ および $\{MGa_2S_4 : Eu\}$ (但し、MはCa, Sr, Baのうちの少なくとも1種である) から選ばれる1種類以上の蛍光体が挙げられる。

【0054】

本発明者等の研究によれば、 $Zn_aCd_{1-a}S$ を母材とした緑色蛍光体（ ZnS 系蛍光体）は、空気中の水分と、発光素子からの短波長光との相乗作用によって黒く変色するという問題を有している。

この変色のため、 ZnS 系蛍光体を用いた白色発光装置は、経時的に緑色光の成分が低下し、演色性や輝度が低下することがわかった。

この問題を解消し、経時的に安定した信頼性ある緑色蛍光体を用いることを検討したところ、経時的な安定性については、 $[(Ba, Sr)MgAl_{10}O_{17}:Eu, Mn]$ などの酸化物系蛍光体がより好ましいことがわかった。

ところが、該酸化物系蛍光体は、材料の安定性（信頼性）の面では ZnS 系蛍光体よりも優れているが、その発光特性（発光スペクトル）を調べたところ、発光スペクトルの半値巾が狭い為、長い波長側の成分である 540 nm 付近～ 650 nm の成分が、黒変する前の ZnS 系蛍光体と比べて欠落していることがわかった。

10

【0055】

そこで、本発明では、緑色蛍光体として上記 $[(Ba, Sr)MgAl_{10}O_{17}:Eu, Mn]$ などの酸化物系蛍光体を用い、これに黄色蛍光体を追加する構成を推奨する。

これによって、緑色光において欠落する長い波長側の成分を黄色光によって補うことができ、優れた安定性（信頼性）と、優れた演色性とが両立した、好ましい白色発光装置が得られる。

【0056】

20

黄色光とは、波長 420 nm 付近～ 750 nm 付近の範囲内に発光分布をもつ光である。

黄色蛍光体は、一次蛍光体（青色蛍光体）から発せられる光によって励起される材料であることが好ましい。そのような蛍光体材料としては、 $[(Y, Gd)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce]$ 、 $[SrAl_2O_4:Eu]$ 、 $[(Y, Gd, Sc)-Al-O-N:(Eu, Ce)]$ から選ばれる1種類以上の蛍光体が挙げられる。

黄色蛍光体として $[(Y, Gd)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce]$ を用いる場合、該材料は波長 400 nm ～ 550 nm の発光分布を持つ青色光によって励起されるので、青色蛍光体として $[(Ba, Sr)MgAl_{10}O_{17}:Eu]$ を用いることが好ましい組み合わせとなる。

30

【0057】

図7のグラフは、 GaN 系発光素子の主発光波長を 395 nm とし、一次蛍光体として青色蛍光体 $[(Ca, Sr, Ba, Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu]$ を用い、二次蛍光体として、赤色蛍光体 $[LiEuW_2O_8]$ 、緑色蛍光体 $[BaMgAl_{10}O_{17}:Eu, Mn]$ 、黄色蛍光体 $[(Y, Gd)_3Al_5O_{12}:Ce]$ を用いた場合の、白色光出力（青色光、赤色光、緑色光、黄色光）のスペクトルを示すグラフ図である。

同図のグラフから明らかなとおり、緑色光において欠落した長波長側の成分が黄色光によって補われており、好ましい白色光となる。

【0058】

蛍光体層は、蛍光体の微粒子を透明媒体（樹脂、低融点ガラス等）に分散した層としてもよいし、化学気相成長法、スパッタリング法、真空蒸着法等により薄膜として形成してもよい。これらの組み合わせであってもよい。

40

【0059】

カスケード励起に係わる一次蛍光体と二次蛍光体は各一種類に限定されない。例えば、（1つの一次蛍光体と、複数の二次蛍光体とによるカスケード励起）、（複数の一次蛍光体と、1つの二次蛍光体とによるカスケード励起）、（複数の一次蛍光体と、複数の二次蛍光体とによるカスケード励起）などが挙げられる。制御性の面からはより単純な系とする方が好ましい。

【0060】

1つの発光装置内に、互いに異なるカスケード励起系が2つ以上存在してもよい。例え

50

ば、青色蛍光体（一次）と黄色蛍光体（二次）とによるカスケード励起系と、緑色蛍光体（一次）と赤色蛍光体（二次）とによるカスケード励起系を同時に有する等である。

【0061】

カスケード励起に関与しない蛍光体（原励起光により励起される蛍光体で、他の蛍光体を励起する一次蛍光を発生しないもの）は、原励起光が到達する蛍光体部材に添加すればよく、その場合、カスケード励起に関係する一次蛍光体部材、二次蛍光体部材とは別体となった蛍光体部材に添加してもよい。

【実施例】

【0062】

実施例 1

10

本実施例では、図1(a)に類する構造にて、励起光源としてInGaNを発光部材料とした近紫外LEDと、青色蛍光体を含んだ一次蛍光体部材と、赤色蛍光体、緑色蛍光体を含んだ二次蛍光体部材とを組み合わせ、白色光を出力する発光装置を実際に製作し、その性能を評価した。

【0063】

〔近紫外LEDの主な仕様〕

発光波長ピーク：382nm。

発光部の構造：InGaN井戸層/GaN障壁層を6ペア積層したMQW構造。

転位密度低減化の手法：サファイア基板の上にストライプ状の凹凸を加工し、各凹部底面・凸部上面にGaN系結晶をファセット成長させたのち、横方向成長を優勢にさせて平坦化する、所謂ファセットLEPS法。

20

ベアチップの外形：350μm×350μm方形。

実装方式：フリップチップ

ベアチップ状態での発光出力：通電電流20mAにおいて6.5mW

【0064】

〔蛍光体の主な仕様〕

青色蛍光体： $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}$

赤色蛍光体： $\text{La}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}$

緑色蛍光体： $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}, \text{Mn}$

【0065】

30

〔発光装置の作製工程の概要〕

近紫外LEDを配置するための配線パターンが形成された絶縁性基体と、近紫外LEDを取り囲む枠状の反射部材とを有する筐体を用意した。

該筐体内の配線パターンに、Agペースト等の導電性接着剤を介して、近紫外LEDを実装した。

筐体内にシリコン樹脂を充填して（図1(a)には充填樹脂は特に示していない）、近紫外LEDを被覆し、さらに加熱することによって該樹脂を硬化させ、内部層を形成した。

【0066】

次に、青色蛍光体を含有するシリコン樹脂（上記内部層と同じ材料からなる樹脂）を平滑な基板上に厚膜状に形成し、加熱して硬化させた後、基板上から剥がしてフィルム状の一次蛍光体部材とした。

40

内部層のシリコン樹脂と同じ材料樹脂を接着剤として介在させて、前記一次蛍光体部材を、内部層の上面に取り付けた。

【0067】

一次蛍光体部材の形成法と同様に、赤色蛍光体と緑色蛍光体とを含有するシリコン樹脂を、平滑な基板上に厚膜状に形成し、加熱してフィルム状に形成し、二次蛍光体部材とした。

内部層と同一のシリコン樹脂と同じ材料樹脂を接着剤として介在させて、図1(a)に示すように、二次蛍光体部材2を一次蛍光体部材1の上面に取り付け、本実施例の発光

50

装置を得た。評価は、後述する。

【 0 0 6 8 】

比較例 1

従来の発光装置として、図 8 (a) に示す発光装置を製作し比較例 1 として、上記実施例 1 と同様に性能を評価した。

〔 比較例品の仕様 〕

筐体、近紫外 L E D、蛍光体は、上記実施例 1 と同様のものを用いた。

筐体内の配線パターンに、導電性接着剤 (A g ペースト) を介して、近紫外 L E D を実装した。

硬化前の液状のシリコーン樹脂に、上記実施例 1 で用いた青色蛍光体、赤色蛍光体、緑色蛍光体を含有させ攪拌し、均一に分散させた。

10

ディスペンサーを用いて、前記 3 種類の蛍光体を含有したシリコーン樹脂を、筐体内に充填して、近紫外 L E D を被覆し、 1 5 0 、 1 0 分間の加熱によって硬化させ、比較例 1 の発光装置を得た。

【 0 0 6 9 】

〔 評価 〕

本実施例 1 の発光装置と、比較例 1 の発光装置とを、それぞれ 1 1 個ずつ作製し、出力光の色温度のバラツキについて評価した。

それぞれのサンプルについての出力光の色温度の測定結果を表 1 に示す。

【 0 0 7 0 】

20

【表 1】

	比較例 1 の発光装置		実施例 1 の発光装置		
	色温度 [K]	色温度差 [K]	色温度 [K]	色温度差 [K]	
設計値	6000	—	—	—	
サンプル (実測値)	No. 1	6441	+441	6033	+33
	No. 2	5705	-295	6027	+27
	No. 3	6345	+345	5958	-42
	No. 4	6255	+255	5961	-39
	No. 5	5685	+315	5988	-12
	No. 6	6245	+245	5993	-7
	No. 7	5812	-188	6012	+12
	No. 8	5779	-221	6005	+5
	No. 9	5816	-184	6029	+29
	No. 10	6045	+45	6031	+31
	No. 11	6125	+125	5984	-16

【0071】

上記表 1 から明らかなとおり、比較例 1 の発光装置における色温度のバラツキは ± 300 [K] であったが、実施例 1 の発光装置における色温度のバラツキは ± 50 [K] であった。

即ち、本発明の発光装置は、一次蛍光体部材と二次蛍光体部材とが互いに異なる空間領域に分かれて独立的に存在するように、互いに別の部材として配置されているので、発光装置の出力光に含まれる主要波長成分毎の強度の比率をより安定させることができ、出力光の色温度のバラツキを有効に抑制できていることがわかった。

【0072】

実施例 2

本実施例では、図 1 (a) に示した構造にて、青色蛍光体、赤色蛍光体、緑色蛍光体とを含んだ一次蛍光体部材と、黄色蛍光体を含んだ二次蛍光体部材とを組み合わせ、色特性

と演色性に優れる白色光を出力する発光装置を実際に製作した。

シリコン樹脂中に、青色蛍光体、赤色蛍光体、緑色蛍光体を分散させて一次蛍光体部材としたこと、および、シリコン樹脂中に黄色蛍光体を分散させて二次蛍光体部材としたこと以外は、筐体、近紫外LED、青色蛍光体、赤色蛍光体、緑色蛍光体など、各材料、各部の構成、製作工程は、全て上記実施例1と同様である。また、黄色蛍光体は $[Y_3Al_5O_{12}:Ce]$ である。

評価は、後述する。

【0073】

比較例2

実施例2に対する従来の発光装置として、図8(a)に示す発光装置を製作し、当該発光装置の性能を評価した。

10

筐体、近紫外LED、蛍光体は、上記実施例1と同様のものを用いた。

筐体内の配線パターンに、導電性接着剤(Agペースト)を介して、近紫外LEDを実装した。

硬化前の液状のシリコン樹脂に、上記実施例1で用いた青色蛍光体、赤色蛍光体、緑色蛍光体と、上記実施例2で用いた黄色蛍光体とを含有させ攪拌し、均一に分散させた。

ディスペンサーを用いて、前記4種類の蛍光体を含有したシリコン樹脂を、筐体内に充填して、近紫外LEDを被覆し、150、10分間の加熱によって硬化させ、比較例2の発光装置を得た。

【0074】

20

〔評価〕

実施例2の発光装置と、比較例2の発光装置とを、それぞれ11個ずつ作製し、出力光の色温度のバラツキについて評価した。

それぞれのサンプルについての出力光の色温度の測定結果を表2に示す。

【0075】

【表 2】

	比較例 2 の発光装置		実施例 2 の発光装置	
	色温度 [K]	色温度差 [K]	色温度 [K]	色温度差 [K]
設計値	6000	—	—	—
サンプル (実測値)	No. 1	6387	+387	+58
	No. 2	5510	-490	+37
	No. 3	6270	+270	-77
	No. 4	5002	-998	+73
	No. 5	6054	+54	-63
	No. 6	5380	-620	-55
	No. 7	6135	+135	+93
	No. 8	6054	+54	+31
	No. 9	5891	-109	-38
	No. 10	5763	-237	-87
	No. 11	6124	+124	-75

【0076】

上記表 2 から明らかなとおり、比較例 2 の発光装置における色温度のバラツキは ± 500 [K]であったが、実施例 2 の発光装置における色温度のバラツキは ± 100 [K]であった。

比較例 2 では、シリコーン樹脂内における、青色蛍光体、緑色蛍光体、赤色蛍光体と、黄色蛍光体（青色蛍光体の蛍光により励起され発光する）との分散状態により、発光装置の出力光に含まれる主要波長成分毎の強度の比率が不安定となり、色温度にバラツキが生じている。即ち、青色蛍光体、緑色蛍光体、赤色蛍光体は、近紫外 LED からの光によって励起され蛍光を出力する。一方、黄色蛍光体は、シリコーン樹脂内部に分散した青色蛍

光体からの蛍光によって励起され蛍光を出力する。この為、シリコン樹脂内における青色蛍光体と黄色蛍光体の分散状態や配置状態によって、青色蛍光体と黄色蛍光体の光出力が大きく異なり、その結果、光強度にバラツキが生じたと考えられる。

これに対し実施例 2 の発光装置では、一次蛍光体部材内の青色蛍光体の蛍光により励起される、緑色蛍光体、赤色蛍光体の発光強度は小さく、従って、一次蛍光体部材から出力される青色蛍光体の発光強度は安定している。その結果、発光強度の安定した青色蛍光を、二次蛍光体部材に入力できることから、該青色蛍光により励起される黄色蛍光体の光出力も安定している。即ち、実施例 2 の発光装置では、青色蛍光体と黄色蛍光体とが互いに異なる空間領域に分かれて独立的に存在するように、互いに別の部材として配置されているので、一次蛍光体部材から出力される青色蛍光の強度を安定させることができるとともに、青色蛍光により励起される黄色蛍光体の発光出力も安定させることができる。従って、発光装置の出力光に含まれる主要波長成分毎の強度の比率をより安定させることができ、出力光の色温度のバラツキを有効に抑制できたと考えられる。

さらに、本実施例 2 の発光装置の演色性について平均演色指数 R_a を測定した結果、 R_a が 90 以上であることを確認した。

以上の結果から、本発明の発光装置は、出力光の色温度のバラツキがより安定しているとともに、照明装置や医療用光源として最適な演色性に優れる発光装置となっていることがわかった。

【0077】

実施例 3

上記実施例 2 において、黄色蛍光体を分散させた蛍光体部材をフィルム状として形成する代わりに、インクジェット印刷法により、黄色蛍光体を含む層を、細かいドット状領域が多数分散したパターンとして形成した（詳細なパターン形成工程自体については、例えば、特開 2004 - 80058 号公報に記載されたとおりである）。

インクジェット印刷のパターンを変化させることにより、ドット状領域の分布密度を変化させたところ、得られた発光装置から出力される光の色温度が 5500 K ~ 6500 K の範囲で変化した。

これは、黄色蛍光体の分布が変わったことによって、出力光に含まれる一次蛍光と二次蛍光の比率が変化したためである。

これによって、ドットの分布密度を、印刷パターンの変更として変えることで、容易に出力光の色調を制御できることがわかった。

【産業上の利用可能性】

【0078】

本発明による発光装置の構成によって、カスケード励起を行うよう蛍光体を配置した構成でありながら、出力光に含まれる主要波長成分毎の強度の比率を、製品毎に、より安定させることが可能になった。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図 1】本発明による発光装置の構成を模式的に示す図である。

【図 2】本発明による発光装置を構成するために用いられる GaN 系発光素子の素子構造の一例を示す模式図である。

【図 3】本発明による発光装置の他の構成例を示す図であって、GaN 系 LED が実装されたステムに対して、一次蛍光体部材、二次蛍光体部材を配置する際の他の構成例を模式的に示している。

【図 4】本発明による発光装置のその他の構成例を示す図である。

【図 5】本発明による発光装置のその他の構成例を示す図である。

【図 6】図 4 (a) の態様を上方から見たときの斜視図であって、二次蛍光体部材が板状の一次蛍光体部材の表面に細分化されたパターンとして配置されている状態を見せている。

【図 7】本発明による発光装置の一構成例として、赤色蛍光体、緑色蛍光体、青色蛍光体

、黄色蛍光体を用いて作り出した白色光のスペクトルを示すグラフである。

【図 8】従来の発光装置、特にカスケード励起を行っている発光装置の構成を模式的に示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 8 0 】

S 窒化物半導体発光素子

L 励起光

1 一次螢光体部材

1 0 一次萤光体

L 1 一次萤光

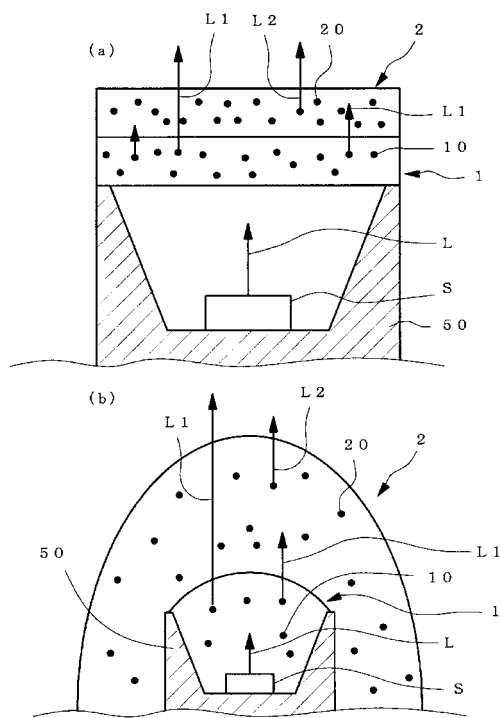
2 二次荧光体部材

20 二次萤光体

L 2 二次蛍光

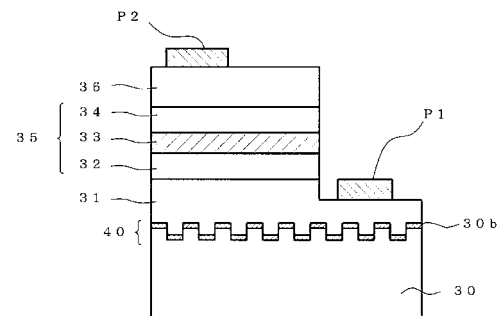
10

【 図 1 】

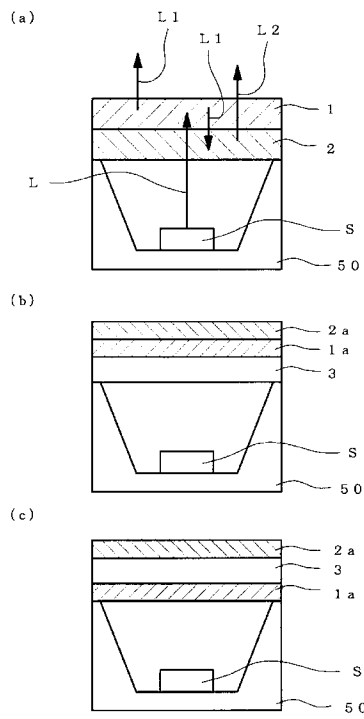


S	蜜化物半導體發光素子	L 1	一次螢光
L	勵起光	2	二次螢光體部材
1	一次螢光體部材	2 0	二次螢光體
1 0	一次螢光體	L 2	二次螢光

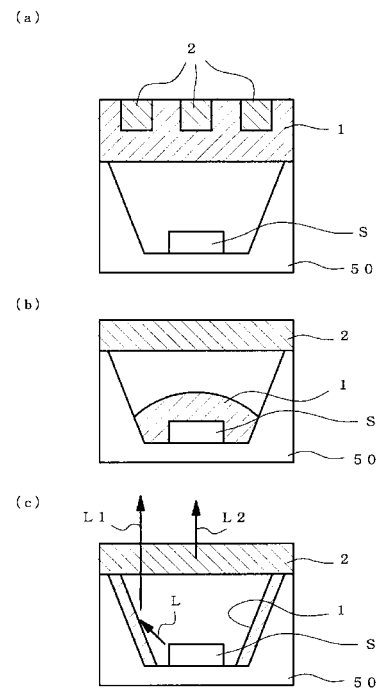
【圖 2】



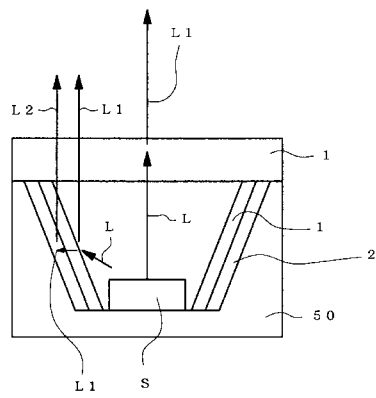
【図 3】



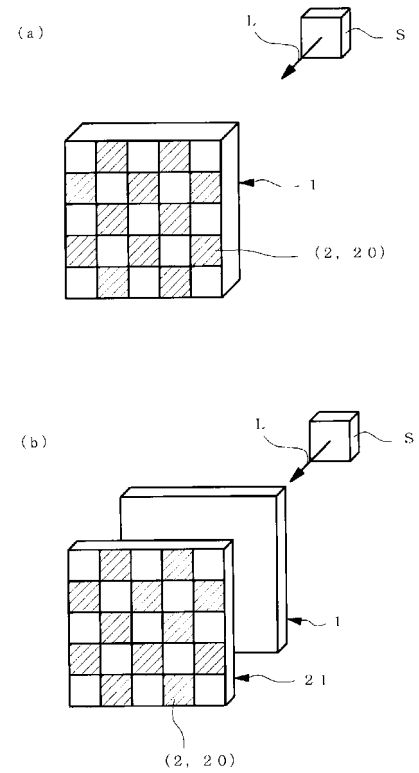
【図 4】



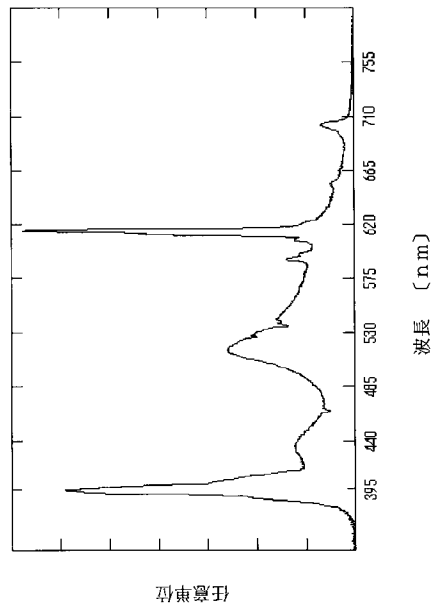
【図 5】



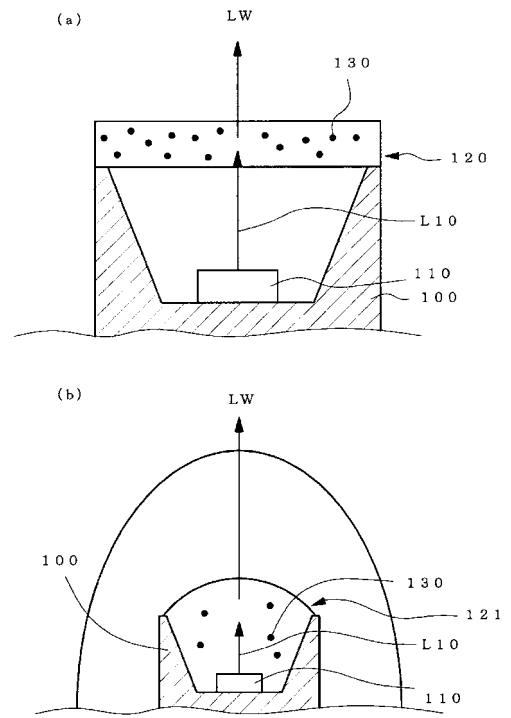
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 形部 浩介
滋賀県蒲生郡蒲生町川合 1 0 番地の 1 京セラ株式会社滋賀蒲生工場内
- (72)発明者 長谷 堯
神奈川県小田原市成田 1 0 6 0 番地 化成オプトニクス株式会社内
- (72)発明者 嶋 敏彦
兵庫県伊丹市池尻四丁目 3 番地 三菱電線工業株式会社内

審査官 土屋 知久

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 0 4 2 5 2 5 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 3 3 2 6 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 3 1 5 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 8 3 4 0 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 4 6 1 3 4 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 6 1 8 7 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 5 0 5 4 7 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 1 4 9 4 2 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 2 6 8 4 6 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 3 1 5 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 4 4 3 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 1 5 6 3 3 (J P , A)
特表 2 0 0 2 - 5 3 1 9 5 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 2 3 0 0 8 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 9 3 9 8 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 3 3 / 0 0