

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6668996号  
(P6668996)

(45) 発行日 令和2年3月18日(2020.3.18)

(24) 登録日 令和2年3月2日(2020.3.2)

(51) Int.Cl.		F I
HO 1 L 33/50	(2010.01)	HO 1 L 33/50
HO 1 L 33/46	(2010.01)	HO 1 L 33/46
HO 1 L 33/48	(2010.01)	HO 1 L 33/48

請求項の数 22 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2016-150081 (P2016-150081)	(73) 特許権者	000226057
(22) 出願日	平成28年7月29日 (2016.7.29)		日亜化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2018-19023 (P2018-19023A)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(43) 公開日	平成30年2月1日 (2018.2.1)	(74) 代理人	110001807
審査請求日	平成31年1月23日 (2019.1.23)		特許業務法人磯野国際特許商標事務所
		(72) 発明者	岩倉 大典
			徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内
		審査官	右田 昌士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基台と、

前記基台に配置される発光素子と、

前記発光素子の側面を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長い発光ピーク波長の光に変換する第1蛍光体を含有する第1波長変換部材と、

前記発光素子の上面及び前記基台を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長く、前記第1蛍光体の発光ピーク波長よりも短い発光ピーク波長の光に変換する第2蛍光体を含有する第2波長変換部材と、を備え、

前記第2波長変換部材の、前記基台を覆う部分は、前記発光素子の上面の高さにおける前記第2蛍光体の濃度である第1濃度が、前記発光素子の下面の高さにおける前記第2蛍光体の濃度である第2濃度よりも小さく、前記第2蛍光体は、前記第1蛍光体の発光ピーク波長の光を反射し、

前記第1波長変換部材は、前記発光素子の上面を覆っておらず、

前記第2波長変換部材は、前記発光素子の上面と接している、発光装置。

【請求項2】

前記第1濃度が前記第2濃度の2分の1以下である、請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】

基台と、

前記基台に配置される発光素子と、

10

20

前記発光素子の側面を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長い発光ピーク波長の光に変換する第1蛍光体を含有する第1波長変換部材と、  
前記発光素子の上面及び前記基台を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長く、前記第1蛍光体の発光ピーク波長よりも短い発光ピーク波長の光に変換する第2蛍光体を含有する第2波長変換部材と、を備え、

前記第2波長変換部材を上面から下面に向かって切断した断面において、前記発光素子の高さの2分の1の高さから前記発光素子の上面までの高さにおける前記第2蛍光体の断面が占める面積の割合である第1面積率は、前記基台の上面から前記発光素子の高さの2分の1の高さにおける前記第2蛍光体の断面が占める面積の割合である第2面積率よりも小さく、

前記第1波長変換部材は、前記発光素子の上面を覆っておらず、

前記第2波長変換部材は、前記発光素子の上面と接している、発光装置。

【請求項4】

前記第1面積率及び前記第2面積率は、前記第2波長変換部材の前記断面において、それぞれが該当する高さ範囲の全領域における前記第2蛍光体の断面が占める面積の割合で定められる、請求項3に記載の発光装置。

【請求項5】

前記第1面積率及び前記第2面積率は、前記第2波長変換部材の前記断面において、前記発光素子の側方から前記発光素子の高さ分の長さまで延ばした長方形の領域における前記第2蛍光体の断面が占める面積の割合で定められる、請求項3に記載の発光装置。

【請求項6】

前記第1面積率は、50%以下である、請求項3乃至請求項5の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項7】

前記第1面積率は、前記第2面積率の2分の1以下である、請求項3乃至請求項6の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項8】

前記基台は、上面側に開口する凹部を有し、

前記発光素子は前記凹部の底面に配置される、請求項1乃至請求項7の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項9】

基台と、

前記基台に配置される発光素子と、

前記発光素子の側面を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長い発光ピーク波長の光に変換する第1蛍光体を含有する第1波長変換部材と、  
前記発光素子の上面及び前記基台を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長く、前記第1蛍光体の発光ピーク波長よりも短い発光ピーク波長の光に変換する第2蛍光体を含有する第2波長変換部材と、を備え、

前記第2波長変換部材は、少なくとも前記基台に配置された部分において、前記第2蛍光体が層状に配置されており、当該層の厚さが、前記発光素子の高さの4分の3以下であり、

前記第1波長変換部材は、前記発光素子の上面を覆っておらず、

前記第2波長変換部材は、前記発光素子の上面と接している、発光装置。

【請求項10】

前記第2波長変換部材は、少なくとも前記基台に配置された部分において、前記発光素子の高さの4分の3より上には前記第2蛍光体を実質的に配置されていない、請求項9に記載の発光装置。

【請求項11】

前記発光素子は、青色光を発し、

前記第1蛍光体は、赤色光を発し、

10

20

30

40

50

前記第2蛍光体は、緑色乃至黄色光を発する、請求項1乃至請求項10の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項12】

前記発光素子は、下面が透光性を有する接合部材を介して前記基台に接合されている、請求項1乃至請求項11の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項13】

前記発光素子は、下面に光反射膜を有し、

前記光反射膜は、前記発光素子の発光ピーク波長の光を反射し、前記第1蛍光体の発光ピーク波長の光を透過する、請求項12に記載の発光装置。

【請求項14】

前記光反射膜は、誘電体多層膜からなる分布ブラッグ反射鏡(DBR)膜であり、前記発光素子が発する光を反射し、前記第1波長変換部材が発する光を透過する、請求項13に記載の発光装置。

【請求項15】

前記第2波長変換部材は、少なくとも前記基台に配置された部分において、前記第2蛍光体が層状に配置されており、当該層の厚さが、前記第1波長変換部材の高さの4分の3以下である、請求項1乃至請求項14の何れか一項に記載の発光装置。

【請求項16】

支持部材上に、少なくとも1つの発光素子を配置する工程と、

前記発光素子の側面に、第1蛍光体を含有する第1波長変換部材を配置する工程と、

基台上に、前記第1波長変換部材が設けられた前記発光素子を配置する工程と、

前記第1波長変換部材が設けられた前記発光素子の上面及び側面を被覆し、第2蛍光体を含有する第2波長変換部材を配置する工程と、をこの順で含み、

前記第1波長変換部材は、前記発光素子の上面を覆っておらず、

前記第2波長変換部材は、前記発光素子の上面と接している、発光装置の製造方法。

【請求項17】

前記基台は、上面側に開口する凹部を有し、

前記第1波長変換部材が設けられた前記発光素子を配置する工程において、前記第1波長変換部材が設けられた前記発光素子は、前記凹部の底面に配置される、請求項16に記載の発光装置の製造方法。

【請求項18】

前記第1波長変換部材を配置する工程は、

前記支持部材上であって前記複数の発光素子の間に、前記第1蛍光体を含有する未硬化の第1樹脂を配置する工程と、

前記第1樹脂を硬化する工程と、

前記第1樹脂を、前記発光素子の間を厚さ方向に貫通する溝を形成することで切断する工程と、をこの順で含む、請求項16又は請求項17に記載の発光装置の製造方法。

【請求項19】

前記第2波長変換部材を形成する工程は、

前記第2蛍光体の粒子を含有する未硬化の第2樹脂を前記凹部に配置する工程と、

前記第2蛍光体の粒子を、前記凹部の底面側に強制沈降させる工程と、

前記第2樹脂を硬化する工程と、をこの順で含む、請求項17又は請求項18に記載の発光装置の製造方法。

【請求項20】

前記支持部材上に配置される発光素子は、前記支持部材と対向する面に光反射膜が設けられている、請求項16乃至請求項19の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

【請求項21】

前記第1波長変換部材を配置する工程において、前記発光素子の上面には前記第1波長変換部材を配置しない、請求項16乃至請求項20の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 2 2】

前記第 2 波長変換部材を配置する工程において、前記発光素子の上面に接するように前記第 2 波長変換部材を配置する、請求項 1 6 乃至請求項 2 1の何れか一項に記載の発光装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、発光装置及びその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

LED（発光ダイオード）などの半導体発光素子を用いた発光装置は、バックライト、照明、車載ライトなどの市場において、幅広く用いられている。また、演色性の高い白色光を出力するために、青色LEDと、緑色乃至黄色蛍光体や赤色蛍光体などの複数種類の蛍光体と、を使用する発光装置が提案されている。複数種類の蛍光体は、封止樹脂に混ぜてLEDの表面に塗布する構成が一般的だが、複数種類の蛍光体を混ぜて使用すると、比重や粒径が大きな黄緑色の蛍光体が先に沈むため、黄緑色蛍光体からの光が、赤色蛍光体に吸収され易くなる。赤色蛍光体は、黄緑色蛍光体からの光でも励起されて、赤色光を発光するが、2段階の励起となるため、青色LEDからの青色光から見ると波長変換効率が低くなり、白色光源としての出力の低下につながる。

## 【0003】

例えば、特許文献 1～5 には、青色LEDと、緑色蛍光体や赤色蛍光体などの複数種類の蛍光体と、を使用する発光装置が提案されている。これらの特許文献には、青色LED側から光が取り出される外側に向かって、赤色蛍光体層、緑色蛍光体層をこの順に配置して、緑色蛍光体からの緑色光が赤色蛍光体に吸収され難い構成の発光装置が提案されている。

また、例えば、特許文献 6 には、LEDの下面側に光反射膜を設けることで、上面側及び側面側からの光出力を高めることができる発光装置が提案されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 184330 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 184326 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 182241 号公報

【特許文献 4】特開 2005 - 228996 号公報

【特許文献 5】特開 2004 - 71726 号公報

【特許文献 6】特開 2011 - 243977 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、特許文献 1～特許文献 5 に記載されている発光装置において、光の出力と演色性との両方において改善の余地がある。また、特許文献 6 に記載されている発光装置において、複数種類の蛍光体が混在して配置されていると、発光装置の出力の向上にも限界がある。

## 【0006】

本開示に係る実施形態は、光の出力と演色性とを高めることができる発光装置を提供することを課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本開示の実施形態に係る発光装置は、基台と、前記基台に配置される発光素子と、前記発光素子の側面を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長より

10

20

30

40

50

も長い発光ピーク波長の光に変換する第1蛍光体を含有する第1波長変換部材と、前記発光素子の上面及び前記基台を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長く、前記第1蛍光体の発光ピーク波長よりも短い発光ピーク波長の光に変換する第2蛍光体を含有する第2波長変換部材と、を備え、前記第2波長変換部材の、前記基台を覆う部分は、前記発光素子の上面の高さにおける前記第2蛍光体の濃度である第1濃度が、前記発光素子の下面の高さにおける前記第2蛍光体の濃度である第2濃度よりも小さく、前記第2蛍光体は、前記第1蛍光体の発光ピーク波長の光を反射する、ように構成する。

【0008】

また、別の側面における本開示の実施形態に係る発光装置は、基台と、前記基台に配置される発光素子と、前記発光素子の側面を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長い発光ピーク波長の光に変換する第1蛍光体を含有する第1波長変換部材と、前記発光素子の上面及び前記基台を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長く、前記第1蛍光体の発光ピーク波長よりも短い発光ピーク波長の光に変換する第2蛍光体を含有する第2波長変換部材と、を備え、前記第2波長変換部材を上面から下面に向かって切断した断面において、前記発光素子の高さの2分の1の高さから前記発光素子の上面までの高さにおける前記第2蛍光体の断面が占める面積の割合である第1面積率は、前記基台の上面から前記発光素子の高さの2分の1の高さにおける前記第2蛍光体の断面が占める面積の割合である第2面積率よりも小さい、ように構成する。

【0009】

また、更に別の側面における本開示の実施形態に係る発光装置は、基台と、前記基台に配置される発光素子と、前記発光素子の側面を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長い発光ピーク波長の光に変換する第1蛍光体を含有する第1波長変換部材と、前記発光素子の上面及び前記基台を覆い、前記発光素子が発する光を、前記発光素子の発光ピーク波長よりも長く、前記第1蛍光体の発光ピーク波長よりも短い発光ピーク波長の光に変換する第2蛍光体を含有する第2波長変換部材と、を備え、前記第2波長変換部材は、少なくとも前記基台に配置された部分において、前記第2蛍光体が層状に配置されており、当該層の厚さが、前記発光素子の高さの4分の3以下である、ように構成する。

【0010】

本開示の実施形態に係る発光装置の製造方法は、支持部材上に、少なくとも1つの発光素子を配置する工程と、前記発光素子の側面に、第1蛍光体を含有する第1波長変換部材を配置する工程と、基台上に、前記第1波長変換部材が設けられた前記発光素子を配置する工程と、前記第1波長変換部材が設けられた前記発光素子の上面及び側面を被覆し、第2蛍光体を含有する第2波長変換部材を配置する工程と、をこの順で含む、ように構成する。

【発明の効果】

【0011】

本開示の実施形態に係る発光装置及びその製造方法によれば、光の出力と演色性とを向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1A】実施形態に係る発光装置の構成を示す斜視図である。

【図1B】実施形態に係る発光装置の構成を示す平面図である。

【図1C】実施形態に係る発光装置の構成を示す断面図であり、図1BのI C - I C線における断面を示す。

【図2】実施形態に係る発光装置における発光素子の構成例を示す断面図である。

【図3】実施形態に係る発光装置に用いられる蛍光体例の発光スペクトル及び反射スペクトルを示すグラフ図である。

10

20

30

40

50

【図 4 A】実施形態に係る発光装置における光取り出しを説明する図である。

【図 4 B】実施形態に係る発光装置における光取り出しを説明する図であり、図 4 A の領域 V I B の拡大図である。

【図 5】実施形態に係る発光装置の製造方法の手順を示すフローチャートである。

【図 6 A】実施形態に係る発光装置の製造方法において、第 1 波長変換部材配置工程における第 1 発光素子配置工程を示す断面図である。

【図 6 B】実施形態に係る発光装置の製造方法において、第 1 波長変換部材配置工程における第 1 樹脂配置工程を示す断面図である。

【図 6 C】実施形態に係る発光装置の製造方法において、第 1 波長変換部材配置工程における第 1 樹脂切断工程を示す断面図である。

10

【図 7】実施形態に係る発光装置の製造方法における第 2 発光素子配置工程を示す断面図である。

【図 8 A】実施形態に係る発光装置の製造方法において、第 2 波長変換部材配置工程における第 2 樹脂配置工程を示す断面図である。

【図 8 B】実施形態に係る発光装置の製造方法において、第 2 波長変換部材配置工程における第 2 蛍光体沈降工程を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、実施形態に係る発光装置及びその製造方法について説明する。

なお、以下の説明において参照する図面は、実施形態を概略的に示したものであるため、各部材のスケールや間隔、位置関係などが誇張、あるいは、部材の一部の図示が省略されている場合がある。また、例えば平面図とその断面図において、各部材のスケールや間隔が一致しない場合もある。また、以下の説明では、同一の名称及び符号については原則として同一又は同質の部材を示しており、詳細な説明を適宜省略することとする。

20

【0014】

また、実施形態に係る発光装置及びその製造方法において、「上」、「下」、「左」及び「右」などは、状況に応じて入れ替わるものである。本明細書において、「上」、「下」などは、説明のために参照する図面において構成要素間の相対的な位置を示すものであって、特に断らない限り絶対的な位置を示すことを意図したものではない。

【0015】

また、本明細書において、色名と色度座標との関係、光の波長範囲と単色光の色名との関係等は、特に断らない限り、日本工業規格 J I S Z 8 1 1 0 に従うものとする。具体的には、単色光の波長範囲が、380 nm ~ 455 nm は青紫色、455 nm ~ 485 nm は青色、485 nm ~ 495 nm は青緑色、495 nm ~ 548 nm は緑色、548 nm ~ 573 nm は黄緑色、573 nm ~ 584 nm は黄色、584 nm ~ 610 nm は黄赤色、610 nm ~ 780 nm は赤色である。

30

【0016】

[発光装置の構成]

実施形態に係る発光装置の構成について、図 1 A ~ 図 1 C を参照して説明する。

図 1 A は、実施形態に係る発光装置の構成を示す斜視図である。図 1 B は、実施形態に係る発光装置の構成を示す平面図である。図 1 C は、実施形態に係る発光装置の構成を示す断面図であり、図 1 B の I C - I C 線における断面を示す。

40

なお、図 1 A、図 1 B において、ドットによるハッチングは、凹部 23 a に第 2 波長変換部材 4 が存在することを示すものである。

また、図 1 C に示す断面図において、ワイヤ 5 の一部、保護素子 6 及び接合部材 7 2 は断面よりも手前側に位置するため観察されないが、便宜的に破線で図示している。後記する図 4 A、図 7 ~ 図 8 B についても同様である。

また、図 1 A ~ 図 1 C、及び後記する図 6 A ~ 図 8 B において、発光素子 1 の n 側電極 1 3 及び p 側電極 1 4 は、簡略化して両極の外部接続部 1 3 a、1 4 2 a に相当する部分のみを図示している。

50

## 【 0 0 1 7 】

本実施形態に係る発光装置 1 0 0 は、平面視形状が略正方形である発光素子 1 と、発光素子 1 を載置するための基台であって平面視形状が略正方形であるパッケージ 2 と、発光素子 1 の側面を覆う第 1 波長変換部材 3 と、発光素子 1 の上面並びに第 1 波長変換部材 3 の上面及び側面を覆う第 2 波長変換部材 4 と、を備えて構成されている。

発光素子 1 は、パッケージ 2 の、上面側に開口を有する凹部 2 3 a 内に設けられ、凹部 2 3 a の底面 2 3 b に透光性を有する接合部材 7 1 を用いて接合されている。また、発光素子 1 は、その正負のパッド電極である n 側電極 1 3 及び p 側電極 1 4 が、凹部 2 3 a の底面 2 3 b に露出する対応する極性のリード電極 2 1 , 2 2 と、それぞれボンディング用のワイヤ 5 を用いて電氣的に接続されている。

10

また、凹部 2 3 a 内には、保護素子 6 が設けられ、導電性を有する接合部材 7 2 とワイヤ 5 とで、リード電極 2 1 , 2 2 と電氣的に接続されている。第 2 波長変換部材 4 は、凹部 2 3 a 内に設けられ、発光素子 1 及び保護素子 6 を封止している。

## 【 0 0 1 8 】

また、発光素子 1 が発する光は、一部が第 1 波長変換部材 3 に含有されている第 1 蛍光体で波長変換され、他の一部が第 2 波長変換部材 4 に含有されている第 2 蛍光体で波長変換され、また、残りの部分が波長変換されずに、それぞれの光が混合されて凹部 2 3 a の開口から上方向に出射される。

また、本実施形態の発光装置 1 0 0 において、発光素子 1 は、1 個搭載されているが、2 個以上搭載することもできる。

20

## 【 0 0 1 9 】

ここで、発光素子 1 の構成例について、図 2 を参照して説明する。図 2 は、本実施形態に係る発光装置における発光素子の構成例を示す断面図である。

なお、本実施形態において、発光装置 1 0 0 はトップビュー型であるため、基板 1 1 の主面が発光装置 1 0 0 の上面側を向いた面である凹部 2 3 a の底面 2 3 b に対して平行となるように、発光素子 1 が実装される。

## 【 0 0 2 0 】

発光素子 1 は、LED などの半導体発光素子を好適に用いることができる。本実施形態における発光素子 1 は、平面視で略正方形に形成され、基板 1 1 と、半導体積層体 1 2 と、n 側電極 1 3 と、p 側電極 1 4 と、保護膜 1 5 と、光反射膜 1 6 と、を備えて構成されている。また、本実施形態における発光素子 1 は、基板 1 1 の一方の主面上に、LED (発光ダイオード) 構造を有する半導体積層体 1 2 を備え、更に半導体積層体 1 2 の一方の面側に n 側電極 1 3 及び p 側電極 1 4 を備え、フェイスアップ型の実装に適した構造を有している。

30

## 【 0 0 2 1 】

基板 1 1 は、半導体積層体 1 2 を支持するものである。また、基板 1 1 は、半導体積層体 1 2 をエピタキシャル成長させるための成長基板であってもよい。基板 1 1 としては、例えば、半導体積層体 1 2 に窒化物半導体を用いる場合、サファイア ( $Al_2O_3$ ) 基板を用いることができる。

## 【 0 0 2 2 】

半導体積層体 1 2 は、基板 1 1 の一方の主面上に、n 型半導体層 1 2 n 及び p 型半導体層 1 2 p が積層されてなり、n 側電極 1 3 及び p 側電極 1 4 間に電流を通電することにより発光するようになっている。半導体積層体 1 2 は、n 型半導体層 1 2 n と p 型半導体層 1 2 p との間に活性層 1 2 a を備えることが好ましい。

40

## 【 0 0 2 3 】

半導体積層体 1 2 には、p 型半導体層 1 2 p 及び活性層 1 2 a が部分的に存在しない領域、すなわち p 型半導体層 1 2 p の表面から凹んだ段差部 1 2 b が形成されている。段差部 1 2 b の底面は n 型半導体層 1 2 n で構成されている。段差部 1 2 b の底面には n 側電極 1 3 が設けられ、n 型半導体層 1 2 n と電氣的に接続されている。

また、発光素子 1 の外縁部にも、p 型半導体層 1 2 p 及び活性層 1 2 a が存在しない段

50

差部 1 2 c が形成されている。段差部 1 2 c は、ウエハを個片化する際の切断領域であるダイシングストリートである。

【 0 0 2 4 】

半導体積層体 1 2 は、液相成長法、MOCVD法などにより基板上に半導体を積層して形成したものが好適に用いられる。半導体材料としては、混晶度の選択により、紫外光から赤外光までの発光波長を種々選択することができるため、 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$  ( $0 < X, 0 < Y, X + Y < 1$ ) で表される窒化ガリウム系の半導体をより好適に用いることができる。

【 0 0 2 5 】

n側電極 1 3 は、半導体積層体 1 2 の段差部 1 2 b の底面において、n型半導体層 1 2 n と電氣的に接続されるように設けられ、発光素子 1 に外部からの電流を供給するための負極側の電極である。また、n側電極 1 3 は、平面視で発光素子 1 の角部に外部接続部 1 3 a を有している。

10

n側電極 1 3 は、ワイヤボンディングなどによる外部との接続に適するように、例えば、Cu、Au又はこれらの何れかの金属を主成分とする合金を用いることができる。

【 0 0 2 6 】

p側電極 1 4 は、p型半導体層 1 2 p の上面において、p型半導体層 1 2 p と電氣的に接続されるように設けられ、発光素子 1 に外部からの電流を供給するための正極側の電極である。また、p側電極 1 4 は、透光性電極 1 4 1 とパッド電極 1 4 2 とが積層された構造を有している。

20

【 0 0 2 7 】

下層側の透光性電極 1 4 1 は、p型半導体層 1 2 p の上面の略全面を被覆するように設けられている。透光性電極 1 4 1 は、パッド電極 1 4 2 を介して外部から供給される電流をp型半導体層 1 2 p の全面に拡散するための電流拡散層として機能するものである。透光性電極 1 4 1 は、導電性金属酸化物を用いて形成することができ、特にITO ( $Sn$ ドープ  $In_2O_3$ ) は、可視光 (可視領域) において高い透光性を有し、導電率の高い材料であることから好適である。

【 0 0 2 8 】

上層側のパッド電極 1 4 2 は、透光性電極 1 4 1 の上面の一部に設けられ、外部の電極と接続するための層である。また、パッド電極 1 4 2 は、ワイヤボンディングなどにより外部と接続するための外部接続部 1 4 2 a と、外部接続部 1 4 2 a から延伸する延伸部 1 4 2 b とから構成されている。延伸部 1 4 2 b は、電流をより効率的に拡散させることができるように配置されている。パッド電極 1 4 2 は、前記したn側電極 1 3 と同様に、ワイヤボンディングなどによる外部との接続に適するように、例えば、Cu、Au又はこれらの何れかの金属を主成分とする合金を用いることができる。

30

なお、本実施形態において、パッド電極 1 4 2 は、外部接続部 1 4 2 a 及び延伸部 1 4 2 b が、ともに同じ材料で構成されている。

【 0 0 2 9 】

保護膜 1 5 は、透光性及び絶縁性を有し、基板 1 1 の側面及び下面を除き、発光素子 1 の上面及び側面の略全体を被覆する膜である。また、保護膜 1 5 は、n側電極 1 3 の上面に開口部 1 5 n を有し、p側電極 1 4 のパッド電極 1 4 2 の上面に開口部 1 5 p を有している。当該開口部 1 5 n, 1 5 p から露出した領域が、外部接続部 1 3 a, 1 4 2 a である。

40

保護膜 1 5 としては、例えば、 $SiO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$  などの酸化物、 $SiN$  などの窒化物、 $MgF$  などのフッ化物を好適に用いることができる。

【 0 0 3 0 】

光反射膜 1 6 は、発光素子 1 の光取り出し面と反対側の面である基板 1 1 の下面側に設けられている。光反射膜 1 6 は、屈折率が互いに異なる 2 種以上の誘電体を積層した分布ブラッグ反射鏡 (DBR) 膜を用いることが好ましい。DBR膜に用いる誘電体としては、例えば、 $SiO_2$  と  $Nb_2O_5$  との組み合わせを挙げることができる。

50

また、光反射膜 1 6 として、D B R 膜を用いる場合は、高率で光反射する波長域の中心が、発光素子 1 の発光ピーク波長となるように、誘電体多層膜の各層の膜厚を定めることが好ましい。これによって、発光素子 1 が発する光を、発光素子 1 の上面に設けられている第 1 波長変換部材 3 又は発光素子 1 の側面に設けられている第 2 波長変換部材 4 に導入させることができる。

#### 【 0 0 3 1 】

ここで、発光素子 1 が青色光を発し、第 1 波長変換部材 3 に含有される第 1 蛍光体が赤色光を発する場合について説明する。光反射膜 1 6 である D B R 膜は、高い光反射率を示す波長域の中心が、発光素子 1 の発光ピーク波長となるように設計すると、光反射膜 1 6 は、第 1 蛍光体からの赤色光の多くを透過するような特性となる。

10

従って、第 1 蛍光体によって波長変換される光の中で、下方に伝播する光は、光反射膜 1 6 を透過して透光性の接合部材 7 1 に入射する。

#### 【 0 0 3 2 】

なお、発光素子 1 の平面視での外形形状は正方形に限定されず、長方形、三角、六角形などの多角形でもよく、円形や楕円形などであってもよい。また、発光素子 1 において、n 側電極 1 3 及び p 側電極 1 4 の配置領域や形状、層構造など、段差部 1 2 b の配置領域や形状などは、本実施形態に限定されるものではなく、適宜に定めることができる。

#### 【 0 0 3 3 】

図 1 A ~ 図 1 C に戻って、発光装置 1 0 0 の構成について説明を続ける。

パッケージ ( 基台 ) 2 は、リード電極 2 1 , 2 2 と、樹脂部 2 3 とを有して構成されている。パッケージ 2 は、外形が、平面視で略正方形であり、発光装置 1 0 0 の厚さ方向に扁平に形成された略四角柱形状を有している。パッケージ 2 は、発光素子 1 を搭載する凹部 2 3 a の開口を上面に有しており、当該開口から光が出射されるように構成されており、トップビュー型の実装に適している。

20

#### 【 0 0 3 4 】

リード電極 2 1 及びリード電極 2 2 は、正負の極性に対応した一对の電極である。リード電極 2 1 , 2 2 は、樹脂部 2 3 に支持されるように設けられ、リード電極 2 1 の上面とリード電極 2 2 の上面とが互いに離間して、凹部 2 3 a の底面 2 3 b に露出するように配置されている。

30

#### 【 0 0 3 5 】

また、パッケージ 2 の下面は、リード電極 2 1 , 2 2 が露出しており、外部と接続するための発光装置 1 0 0 の実装面となっている。従って、発光装置 1 0 0 は、底面を実装基板と対向させ、半田などの導電性の接合部材を用いて、リード電極 2 1 , 2 2 の下面が実装基板の配線パターンと接合されることで実装される。

#### 【 0 0 3 6 】

リード電極 2 1 , 2 2 は、板状の金属を用いて形成され、その厚みは均一であってもよいし、部分的に厚く又は薄くなってもよい。

リード電極 2 1 , 2 2 を構成する材料は特に限定されないが、熱伝導率の比較的大きな材料、比較的大きい機械的強度を有するもの、あるいは打ち抜きプレス加工又はエッチング加工等が容易な材料が好ましい。具体的には、銅、アルミニウム、金、銀、タングステン、鉄、ニッケル等の金属又は鉄 - ニッケル合金、燐青銅等の合金等が挙げられる。また、内部リード部 2 1 a , 2 2 a の凹部 2 3 a の底面 2 3 b に露出した面には、搭載される発光素子 1、第 1 波長変換部材 3 及び第 2 波長変換部材 4 からの光を効率よく取り出すために、良好な光反射性を有する A g などの反射メッキが施されていることが好ましい。

40

#### 【 0 0 3 7 】

樹脂部 2 3 は、リード電極 2 1 , 2 2 を支持するためのパッケージ 2 の母体である。樹脂部 2 3 は、上面側に開口を有する凹部 2 3 a を有し、当該凹部 2 3 a の底面 2 3 b にリード電極 2 1 , 2 2 が互いに離間して露出するように構成されている。また、樹脂部 2 3 の下面側は、リード電極 2 1 , 2 2 が露出し、実装面となっている。

#### 【 0 0 3 8 】

50

凹部 23 a の底面 23 b であるリード電極 21, 22 上には 1 個の発光素子 1 と 1 個の保護素子 6 とが搭載されている。凹部 23 a の内側面は、上方ほど広がるように傾斜した傾斜面となっており、発光素子 1 から側方に出射した光を、光取り出し方向である上方に反射させるように構成されている。

また、平面視で略正方形である凹部 23 a の 1 つの角は面取りされた形状に形成され、リード電極 21, 22 の極性を識別するためのカソードマーク 23 c となっている。

【0039】

樹脂部 23 は、透光性を有する樹脂に光反射性物質の粒子を含有することで光反射性を付与された材料で形成され、凹部 23 a において、発光素子 1 からの光を反射して、上方に効率的に出射させるための光反射部材としても機能する。

10

また、凹部 23 a 内には透光性の第 2 波長変換部材 4 が充填されている。

【0040】

樹脂部 23 に用いられる樹脂材料としては、発光素子 1 が発する光の波長に対して良好な透光性を有することが好ましく、熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂を用いることができる。例えば、熱硬化性樹脂では、シリコン樹脂、シリコン変性樹脂、シリコンハイブリッド樹脂、エポキシ樹脂、エポキシ変性樹脂、ユリア樹脂、ジアリルフタレート樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂又はこれらの樹脂を 1 種類以上含むハイブリッド樹脂などが挙げられる。

【0041】

樹脂部 23 に含有させる光反射性物質としては、前記した樹脂材料との屈折率差が大きく、良好な透光性を有する材料の粒子を用いることが好ましい。このような光反射性物質としては、屈折率が、例えば 1.8 以上であることが好ましく、樹脂材料との屈折率差は、例えば 0.4 以上であることが好ましい。また、光反射性物質の粒子の平均粒径は、高い効率で光散乱効果を得られるように、0.08 μm 以上 10 μm 以下であることが好ましい。

20

【0042】

また、特に断らない限り、光反射性物質や蛍光体などの粒子の粒径の値は、空気透過法又は Fisher Sub-Sieve Sizers による平均粒径とする。

【0043】

また、光反射性物質として、具体的には、TiO<sub>2</sub>（酸化チタン）、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（酸化アルミニウム）などの白色顔料の粒子を用いることができる。なかでも、TiO<sub>2</sub> は、水分などに対して比較的安定でかつ高屈折率であり、また熱伝導性にも優れるため好ましい。

30

【0044】

また、当該樹脂材料は、十分な光反射性が得られ、かつ、パッケージの形状を形成する際の成形性が損なわれない範囲で、光反射性物質が含有されている。そのためには、樹脂部 23 に含有される光反射性物質の含有率は、10 質量% 以上 60 質量% 以下とすることが好ましい。

【0045】

第 1 波長変換部材 3 は、発光素子 1 の側面を覆うように設けられ、発光素子 1 が発する光の一部を異なる波長の光に変換するものである。このために、第 1 波長変換部材は、発光素子 1 が発する光を、発光素子 1 の発光ピーク波長よりも長い発光ピーク波長の光に変換する波長変換物質である第 1 蛍光体の粒子を含有している。

40

第 1 波長変換部材 3 は、第 1 蛍光体の粒子を含有する透光性の樹脂材料を用いて形成することができる。樹脂材料としては、前記したパッケージ 2 の樹脂部 23 に用いられるものと同様の材料を用いることができる。

【0046】

なお、第 1 波長変換部材 3 は、発光素子 1 の側面の全体を覆うように設けられているが、発光素子 1 の上面には設けられていない。従って、発光素子 1 の上面には、第 2 変換部材 4 が発光素子 1 と接するように設けられている。

50

## 【0047】

第2波長変換部材4は、発光素子1の上面並びに第1波長変換部材3の上面及び側面を覆うように、基台であるパッケージ2の凹部23a内に設けられ、発光素子1が発する光の一部を異なる波長の光に変換するものである。このために、第2波長変換部材4は、発光素子1が発する光を、発光素子1の発光ピーク波長よりも長く、第1蛍光体の発光ピーク波長よりも短い発光ピーク波長の光に変換する波長変換物質である第2蛍光体の粒子を含有している。

また、本実施形態において、第2波長変換部材4は、発光素子1、第1波長変換部材3、保護素子6、ワイヤ5などを封止する封止部材でもある。

## 【0048】

第2波長変換部材4は、凹部23aの底面23b側、すなわち、底面23bの近傍、発光素子1及び第1波長変換部材3の上面の近傍に、第2蛍光体を相対的に高濃度に含有する高濃度領域4aを有している。

発光素子1の上面の高さにおける第2蛍光体の濃度である第1濃度が、発光素子1の下面の高さ、すなわち高濃度領域4aにおける第2蛍光体の濃度である第2濃度の2分の1以下となるように、第2蛍光体の粒子を配置することが好ましい。特に第1濃度は、第2濃度の5分の2以下であることがより好ましい。言い換えれば、第2波長変換部材4において、第2蛍光体は、底面23b側に偏在しており、第2蛍光体が、実質的に層状に配置されている。これにより第1波長変換部材3からの光が第2波長変換部材4によって遮られる割合を減らし、第1波長変換部材3からの光を側方に出射することができる。

## 【0049】

また、層状の高濃度領域4aは、上端が、第1波長変換部材3の高さの4分の3以下の高さとなるように設けることが好ましく、3分の2以下の高さとなるように設けることがより好ましい。言い換えれば、第1波長変換部材3の外側面の上層部の4分の1以上の領域に、より好ましくは3分の1以上の領域に、実質的に第2蛍光体を配置しないようにすることが好ましい。

## 【0050】

このように、発光素子1の側面に設けられた第1波長変換部材3の外側面の上層部において、第2蛍光体を含有しない領域乃至は第2蛍光体の濃度が低い領域を設けることによって、第1波長変換部材3に含有される第1蛍光体が発する光を、第2蛍光体によって反射や吸収などされることなく、外部に取り出し易くすることができる。

また、第2蛍光体を、第2波長変換部材4の母材である樹脂よりも熱伝導性の高い発光素子1やリード電極21、22の近傍に偏在して配置することにより、第2蛍光体が発するストークスロスに伴って発生する熱を効率よく外部に放熱することができる。

## 【0051】

なお、第2蛍光体の濃度が低い領域とは、例えば、発光素子1の下面の高さにおける第2蛍光体の濃度の2分の1以下の濃度の領域とすることができる。また、高濃度領域4aとは、発光素子1の下面の高さにおける第2蛍光体の濃度の2分の1よりも濃度が高い領域とすることができる。

## 【0052】

また、第2蛍光体の配置は、前記した濃度による規定に代えて、第2波長変換部材4の断面における第2蛍光体の粒子の断面の面積率によって規定することもできる。

具体的には、第2波長変換部材5を上面から下面に向かって切断した断面において、発光素子1の高さの2分の1の高さから発光素子1の上面までの高さにおける第2蛍光体の断面が占める面積の割合である第1面積率が、基台であるパッケージ2の上面から発光素子1の高さの2分の1の高さにおける第2蛍光体の断面が占める面積の割合である第2面積率よりも小さいように定めることができる。

## 【0053】

ここで、第1面積率及び第2面積率を定める際に参照する第2波長変換部材4の断面の領域は、それぞれに該当する前記した高さ範囲に該当する帯状の全領域とすることができる。

10

20

30

40

50

る。すなわち、第1面積率及び第2面積率は、第2波長変換部材4の断面において、それぞれが該当する高さ範囲の全領域における第2蛍光体の断面が占める面積の割合で定められる。参照領域を該当する高さ範囲の全領域とすることで、横方向についての第2蛍光体の局所的な分布むらがあっても、第1波長変換部材3に含有されている第1蛍光体からの光の外部取り出しに対する影響を適切に評価することができる。

#### 【0054】

また、第1面積率及び第2面積率を定めるための参照領域は、第2波長変換部材4の断面の、それぞれに対応する高さ範囲の全領域ではなく、部分的な領域としてもよい。このとき、参照する部分領域は、発光素子1の側方から発光素子1の高さ分の長さまで延ばした長方形の領域とすることができる。すなわち、第1面積率及び第2面積率は、それぞれが対応する高さ範囲の当該長方形の領域における第2蛍光体の粒子の断面が占める面積の割合で定められる。第1面積率及び第2面積率を定めるにあたって、発光素子1の側面を第1波長変換部材3が覆っているため、この第1波長変換部材3が占める面積を除いた、残りの部分の第2波長変換部材4の面積を比較することになる。

10

#### 【0055】

例えば、発光素子1の高さが200 $\mu\text{m}$ である場合は、第2波長変換部材4の発光素子1の側方の近傍領域、より好ましくは、第1波長変換部材3の外側面に接する領域であって、高さが100 $\mu\text{m}$ 、発光素子1の側面に垂直な方向の長さである幅が200 $\mu\text{m}$ の長方形領域が第1面積率及び第2面積率を定めるために参照する領域である。第2面積率を定めるための領域は、パッケージ2の凹部23aの底面から高さ100 $\mu\text{m}$ までの領域であり、第1面積率を定めるための領域は、高さ100 $\mu\text{m}$ から発光素子1の上面の高さである高さ200 $\mu\text{m}$ までの領域である。

20

第1面積率及び第2面積率を定めるための参照領域を、発光素子1の側方の近傍領域とすることで、第1波長変換部材3に含有されている第1蛍光体からの光の外部取り出しに対する影響を、より適切に評価することができる。

#### 【0056】

また、第1面積率及び第2面積率を定めるための参照領域は、第1波長変換部材3が設けられた発光素子1の近傍であって、前記した高さ範囲における任意の形状の所定面積の領域とすることもできる。所定面積の領域の形状は、例えば、円形や正方形、その他の多角形などとすることができる。所定面積の領域の大きさは、第2蛍光体の粒径に応じて定めることができる。例えば、所定面積の領域の形状を正方形又は円形とする場合は、正方形の一辺の長さ又は円の直径は、第2蛍光体の平均粒径や粒径の中央値であるD50の4倍以上とすることが好ましい。あるいは、参照領域に第2蛍光体の粒子が10個以上含まれている部分としてもよい。

30

#### 【0057】

第1面積率は、低いほど第1蛍光体からの光を良好に取り出すことができる。また、第1面積率は、第2面積率と比較して小さいほど第1蛍光体からの光を良好に取り出すことができる。

具体的には、第1面積率は、50%以下であることが好ましい。また、第1面積率は、第2面積率の2分の1以下とすることが好ましい。特に、第1面積率は、40%以下であることがより好ましく、20%以下であることが更に好ましい。また、第1面積率は第2面積率の5分の2以下とすることがより好ましい。

40

#### 【0058】

第2波長変換部材4は、第2蛍光体の粒子を含有する透光性の樹脂材料を用いて形成することができる。樹脂材料としては、発光素子1、第1蛍光体及び第2蛍光体が発する光の波長に対して良好な透光性を有し、封止部材として耐候性、耐光性及び耐熱性の良好な材料が好ましい。このような材料としては、前記したパッケージ2の樹脂部23に用いられるものと同様の材料を用いることができる。また、後記する製造工程において、第2蛍光体の粒子を沈降させることによって凹部23aの底面23b側に高濃度に配置するために、樹脂材料として熱硬化性樹脂を用いることが好ましい。従って、樹脂材料としては、

50

特に、耐熱性、耐光性に優れているシリコン樹脂、フッ素樹脂が好ましい。

【0059】

波長変換物質である第1蛍光体及び第2蛍光体としては、当該分野で公知のものを使用することができ、例えば、以下に示す蛍光体の中から、発光素子1、第1蛍光体及び第2蛍光体のそれぞれの発光ピーク波長と、発光装置100としての発光色とを勘案して適宜に選択することができる。

【0060】

例えば、発光素子1が青色光を発する場合において、第1波長変換部材3は、青色光を赤色光に変換する第1蛍光体を含み、第2波長変換部材4は、青色光を緑色乃至黄色光に変換する第2蛍光体を含み、白色光を発する発光装置100を構成することができる。

また、第1蛍光体及び第2蛍光体として、その一方又は両方に、2種以上の蛍光体材料を用いるようにしてもよい。

【0061】

波長変換物質としては、例えば、緑～黄色に発光するセリウムで賦活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット(YAG)系蛍光体、緑色に発光するセリウムで賦活されたルテチウム・アルミニウム・ガーネット(LAG)系蛍光体、緑～赤色に発光するユーロピウム及び/又はクロムで賦活された窒素含有アルミノ珪酸カルシウム(CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>)系蛍光体、青～赤色に発光するユーロピウムで賦活されたシリケート((Sr,Ba)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>)系蛍光体、緑色に発光する組成が(Si,Al)<sub>6</sub>(O,N)<sub>8</sub>:Euで表されるサイアロン蛍光体、組成がSrGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub>:Euで表される硫化物系蛍光体、赤色に発光する組成がCaAlSiN<sub>3</sub>:Euで表されるCASN系又は(Sr,Ca)AlSiN<sub>3</sub>:Euで表されるSCASN系蛍光体などの窒化物系蛍光体、赤色に発光する組成が(K<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>:Mn)で表されるKSF系蛍光体などのフッ化物系蛍光体、赤色に発光する硫化物系蛍光体、赤色に発光する組成が(3.5MgO·0.5MgF<sub>2</sub>·GeO<sub>2</sub>:Mn)で表されるゲルマン酸塩系(MGF系)蛍光体、などが挙げられる。

また、第1蛍光体及び第2蛍光体は、平均粒径が1µm～40µm程度のものを用いることが好ましく、5µm～30µm程度のものを用いることがより好ましい。第1蛍光体及び第2蛍光体の平均粒径をこのような範囲とすることで、明るさを維持しつつ、高密度に配置することができる。

【0062】

また、第2蛍光体は、第1蛍光体の発光ピーク波長の光を良好に反射することが好ましい。ここで、第2蛍光体の第1蛍光体の発光ピーク波長における反射率は、60%以上であることが好ましく、70%以上であることがより好ましく、80%以上であることが更に好ましい。

第2蛍光体として、第1蛍光体が発する光を良好に反射するものを用いることで、第1蛍光体が発する光を効率よく外部に取り出すことができる。

なお、光取り出しについての詳細な説明は後記する。

【0063】

ここで、このような第1蛍光体と第2蛍光体との組み合わせについて、図3を参照して説明する。図3は、実施形態に係る発光装置に用いられる蛍光体例の発光スペクトル及び反射スペクトルを示すグラフ図である。

図3において、SCASN系蛍光体についての発光スペクトルを実線で、反射スペクトルを一点鎖線で示し、LAG系蛍光体についての発光スペクトルを破線で、反射スペクトルを二点鎖線で示している。

【0064】

SCASN系蛍光体は、発光ピーク波長が630nm近傍である赤色光を発し、LAG系蛍光体は、発光ピーク波長が540nm近傍である緑色光を発する。

赤色蛍光体であるSCASN系蛍光体は、その発光波長よりも短波長側の光である発光

10

20

30

40

50

素子 1 が発する青色光の他に、LAG系蛍光体が発する光に対しても、比較的大きな吸収を示す。これに対して、緑色蛍光体であるLAG系蛍光体は、SCASN系蛍光体の発する光に波長域の全体において、高い反射率を有している。

従って、第1蛍光体としてSCASN系蛍光体を用い、第2蛍光体としてLAG系蛍光体を用い、第1蛍光体に対して第2蛍光体からの光の照射量が少なくなるように、第1波長変換部材3及び第2波長変換部材4の高濃度領域4aを配置することで、第1蛍光体からの赤色光と、第2蛍光体からの緑色光とを効率よく外部に取り出すことができる。

なお、発光装置100からの光取り出しの詳細については後記する。

#### 【0065】

また、第2波長変換部材4は、光拡散性物質を含有させてもよい。第2波長変換部材4に含有させる光拡散性物質としては、具体的には、 $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ などの白色顔料の粒子を用いることができる。なかでも、 $TiO_2$ は、水分などに対して比較的安定でかつ高屈折率であり、また熱伝導性にも優れるため好ましい。

#### 【0066】

また、第2波長変換部材4に含有させる光拡散性物質の粒子の平均粒径は、 $0.001\mu m$ 以上 $10\mu m$ 以下であることが好ましく、これによって高い効率の光散乱性を得ることができる。特に、第2波長変換部材4における光拡散性物質の粒子の平均粒径は、 $0.001\mu m \sim 0.05\mu m$ がより好ましい。これによって、高い光散乱効果、つまり、レイリー散乱効果が得られ、発光装置100としての光取り出し効率をより高くすることができる。また、光取り出し効率が向上する分、蛍光体の使用量を低減することで蛍光体の発熱による温度上昇が抑制できるため、蛍光体の劣化が低減され、発光装置100の信頼性を向上することができる。

#### 【0067】

ワイヤ5は、発光素子1のn側電極13の外部接続部13a及びp側電極14の外部接続部142aと、それぞれが対応する極性のリード電極21、22とを電氣的に接続するものである。また、ワイヤ5は、保護素子6の一方の電極とリード電極21とを電氣的に接続するためにも用いられる。

ワイヤ5としては、Au、Cu、Al、Ag又はこれらの何れかの金属を主成分とする合金を好適に用いることができる。

#### 【0068】

保護素子6は、発光素子1を静電放電から保護するために設けることが好ましい。保護素子6としては、ツェナーダイオードを発光素子1と並列に、かつ、逆極性に接続して用いることができる。また、保護素子6として、バリスタ、抵抗、キャパシタなどを用いることもできる。

保護素子6は、リード電極22上に導電性を有する接合部材72を用いて接合されるとともに、保護素子6の一方の電極と電氣的に接続されている。また、保護素子6の他方の電極は、ワイヤ5を用いてリード電極21と接続されている。

#### 【0069】

接合部材71は、発光素子1を凹部23aの底面23bに設けられたリード電極21に接着するための透光性を有する接着材である。

接合部材71としては、発光素子1が発する光や熱によって変色や劣化が起き難い樹脂材料が好ましく、更に、良好な透光性を有し、第2波長変換部材4に用いられる樹脂材料の屈折率と同等以下が好ましい。接合部材71の屈折率を第2波長変換部材4に用いられる樹脂材料の屈折率と同等以下にすることで、接合部材71に入射した光を、接合部材71と第2波長変換部材4との界面で全反射させずに、効率的に外部に取り出すことができる。このような樹脂材料としては、シロキサ骨格を有するシリコン系のダイボンド樹脂が好ましい。シリコン系のダイボンド樹脂としては、シリコン樹脂、シリコンハイブリッド樹脂、シリコン変性樹脂が挙げられる。

#### 【0070】

接合部材72は、保護素子6をリード電極22に接合するとともに、保護素子6の一方

10

20

30

40

50

の電極とリード電極 2 2 とを電気的に接続するための、半田などの導電性を有する接着材である。

【 0 0 7 1 】

( 変形例 )

なお、本実施形態には、発光素子 1 を載置する基台として、樹脂パッケージを用いるようにしたが、セラミックパッケージを用いるようにしてもよい。

また、基台として、凹部 2 3 a を有するパッケージ 2 を用いたが、凹部 2 3 a を有さない平板状の基台を用いるようにしてもよい。

【 0 0 7 2 】

[ 発光装置の動作 ]

次に、発光装置 1 0 0 の動作について、図 1 A ~ 図 1 C、図 4 A 及び図 4 B を参照して説明する。

図 4 A は、実施形態に係る発光装置における光取り出しを説明する図である。図 4 B は、実施形態に係る発光装置における光取り出しを説明する図であり、図 4 A の領域 I V B の拡大図である。

なお、説明の便宜上、発光素子 1 は青色光を発生し、第 1 波長変換部材 3 には波長変換物質として青色光を吸収して赤色光を発生する第 1 蛍光体の粒子が含有され、第 2 波長変換部材 4 には波長変換物質として青色光を吸収して緑色光を発生する第 2 蛍光体の粒子が含有されているものとして説明する。また、光反射膜 1 6 は、発光素子 1 が発生する青色光を反射し、第 1 波長変換部材 3 に含有されている第 1 蛍光体が発生する赤色光を透過する反射特性を有するものとする。

【 0 0 7 3 】

発光装置 1 0 0 は、リード電極 2 1 , 2 2 を介して外部電源に接続されると、ワイヤ 5 を介して発光素子 1 に電流が供給され、発光素子 1 が青色光を発生する。発光素子 1 が発生した青色光の中で、上方に伝播する光線 L 1 は、発光素子 1 の上面に配置されている第 2 波長変換部材 4 の高濃度領域 4 a 中の第 2 蛍光体によって緑色光に変換されて光線 L 2 として発光装置 1 0 0 の上面から外部に取り出される。

本実施形態の発光装置 1 0 0 において、第 2 蛍光体を高濃度に含有する高濃度領域 4 a は、発光装置 1 0 0 の光取り出し面である上面側に第 1 蛍光体を含有する第 1 波長変換部材 3 が設けられていない。このため、第 2 蛍光体によって、発光素子 1 の上面から出射される青色光を、効率よく緑色光に変換して外部に取り出すことができる。

【 0 0 7 4 】

また、発光素子 1 内を横方向に伝播する青色の光線 L 3 は、発光素子 1 の側面に配置されている第 1 波長変換部材 3 に含有されている第 1 蛍光体によって赤色光に変換される。赤色光の一部は、光線 L 4 のように、第 2 波長変換部材 4 の第 2 蛍光体の含有濃度が低い領域を上方に向かって伝播して外部に取り出される。

本実施形態の発光装置 1 0 0 において、第 1 波長変換部材 3 の外側面の一部に、第 2 蛍光体の含有濃度が低い領域を設けているため、第 1 蛍光体によって変換された赤色光を、効率よく外部に取り出すことができる。

【 0 0 7 5 】

また、赤色光の他の一部で下方に伝播する光線 L 5 は、凹部 2 3 a の底面 2 3 b の高濃度領域 4 a に含有されている第 2 蛍光体によって反射される。その反射光である光線 L 6 は、第 2 波長変換部材 4 内を上方に伝播して外部に取り出される。

本実施形態の発光装置 1 0 0 において、第 2 蛍光体として、第 1 蛍光体が発生する赤色光に対する反射率が高い材料を用いることで、凹部 2 3 a の底面 2 3 b に配置された高濃度領域 4 a が、第 1 蛍光体が発生する光に対する反射層として機能する。このため、第 1 蛍光体が発生する赤色光を、効率よく外部へ取り出すことができる。

【 0 0 7 6 】

また、発光素子 1 が発生する青色光の中で、下方に伝播する光線 L 1 1 は、発光素子 1 の下面に設けられている光反射膜 1 6 によって反射され、光線 L 1 2 として示すように上方

10

20

30

40

50

に伝播する。

【0077】

発光素子1が発する青色光の中で、横方向に伝播する光線L13は、第1波長変換部材3に含有される第1蛍光体によって赤色光に変換される。赤色光の中で、第2波長変換部材4の第2蛍光体の含有濃度が低い低濃度領域に向かって伝播する光線L14は、光線L15として示すように、第2波長変換部材4中を伝播して、外部に取り出される。

【0078】

赤色光の中で、第2波長変換部材4の高濃度領域4aに向かって伝播する光線L16は、高濃度領域4aに含有される第2蛍光体の粒子によって、光線L17, L18, L19で示すように第2蛍光体の粒子によって散乱されながら伝播し、更に第2波長変換部材4の上層部である第2蛍光体の低濃度領域を伝播して外部に取り出される。ここで、第2蛍光体として赤色光に対する反射率が高い材料を用いることで、赤色光を散乱させながらも、赤色光の光量の低減を抑制しつつ伝播させて、外部に取り出すことができる。

10

【0079】

赤色光の中で、発光素子1内に入射して、下方に向かって伝播する光線L20は、光反射膜16を透過して、透光性の接合部材71に入射する。接合部材71内を下方に伝播する光線L21は、凹部23aの底面23bに設けられているリード電極21の上面で反射され、光線L22として示すように、上方に伝播する。光線L22は、光反射膜16を透過して、光線L23として示すように、発光素子1内を上方に向かって伝播し、発光素子1の上面側から外部に取り出される。

20

【0080】

また、接合部材71に入射した赤色光の一部は、光線L24として示すように、接合部材71内を横方向に伝播して、凹部23aの底面23b上に設けられている第2波長変換部材4の高濃度領域4aに入射して、光線L25, L26, L27, L28で示すように第2蛍光体の粒子によって散乱されながら伝播し、更に第2波長変換部材4の上層部である第2蛍光体の低濃度領域を伝播して外部に取り出される。

このように、接合部材71を介するという、赤色光を外部に取り出す経路を増やすことで、発光装置100の出力光における赤色光の光量を増加させることができる。これによって、発光装置100の、特に赤色の色票に対する演色性を向上させることができる。

【0081】

なお、発光素子1の側面に設けられた第1波長変換部材3及び発光素子1の上面に設けられた第2波長変換部材4の高濃度領域4aの入射した青色光は、一部が波長変換されずに、第1波長変換部材3及び第2波長変換部材4の高濃度領域4aを透過する。

30

第1波長変換部材3及び第2波長変換部材4の高濃度領域4aを透過した青色光の一部は、青色光のまま発光装置100から外部に取り出される。また、青色光の他の一部は、凹部23a内に配置された各部材の界面で反射されて、凹部23aの底面23bに設けられた高濃度領域4aに含有されている第2蛍光体で緑色光に波長変換されて外部に取り出される。

【0082】

また、第2波長変換部材4の高濃度領域4aが発する緑色光の一部は、第1波長変換部材3に入射されて赤色光に変換されるが、本実施形態の発光装置100において、第1波長変換部材3と第2波長変換部材4の高濃度領域4aとは、互いに接する領域が少なくなるように配置されている。このため、緑色光が赤色光に変換されて、緑色光の成分が減少することを抑制することができる。

40

【0083】

以上説明したように、発光素子1が発した青色光は、一部はそのまま外部に取り出され、一部は第1波長変換部材3中の第1蛍光体によって赤色光に変換されて外部に取り出され、一部は第2波長変換部材4の主として高濃度領域4a中の第2蛍光体によって緑色光に変換されて外部に取り出される。そして、これらの光が混合した白色光が、発光装置100から出力される。

50

このとき、第1蛍光体が発する光である赤色光を効率よく外部に取り出すことができるため、発光装置100の演色性を向上することができる。また、第2蛍光体が発する光である緑色光を効率よく外部に取り出すことができるため、発光装置100の出力を高めることができる。

#### 【0084】

##### [発光装置の製造方法]

次に、発光装置100の製造方法について、図5～図8Bを参照して説明する。

図5は、実施形態に係る発光装置の製造方法の手順を示すフローチャートである。図6Aは、実施形態に係る発光装置の製造方法において、第1波長変換部材配置工程における第1発光素子配置工程を示す断面図である。図6Bは、実施形態に係る発光装置の製造方法において、第1波長変換部材配置工程における第1樹脂配置工程を示す断面図である。図6Cは、実施形態に係る発光装置の製造方法において、第1波長変換部材配置工程における第1樹脂切断工程を示す断面図である。図7は、実施形態に係る発光装置の製造方法における第2発光素子配置工程を示す断面図である。図8Aは、実施形態に係る発光装置の製造方法において、第2波長変換部材配置工程における第2樹脂配置工程を示す断面図である。図8Bは、実施形態に係る発光装置の製造方法において、第2波長変換部材配置工程における第2蛍光体沈降工程を示す断面図である。

なお、図7～図8Bは、図1BのIC-IC線に相当する位置における断面を示す。

#### 【0085】

実施形態に係る発光装置100の製造方法は、パッケージ準備工程S11と、発光素子準備工程S12と、第1波長変換部材配置工程S13と、第2発光素子配置工程S14と、第2波長変換部材配置工程S15と、が含まれている。第1波長変換部材配置工程S13には、第1発光素子配置工程S131と、第1樹脂配置工程S132と、第1樹脂硬化工程S133と、第1樹脂切断工程S134とが含まれている。第2波長変換部材配置工程S15には、第2樹脂配置工程S151と、第2蛍光体沈降工程S152と、第2樹脂硬化工程S153とが含まれている。

#### 【0086】

パッケージ準備工程(基台を準備する工程)S11は、発光装置100における基台であるパッケージ2を準備する工程である。この工程で準備されるパッケージ2は、発光素子1、第1波長変換部材3及び第2波長変換部材4が配置されていない状態のものである。

パッケージ準備工程S11において、パッケージ2を準備するために、例えば、トランスファー成形法や射出成形法、圧縮成形法、押出成形法などの金型を用いた成形方法で製造するようにしてもよいし、市販のパッケージを入手するようにしてもよい。

#### 【0087】

パッケージ2の製造方法の例について説明する。

まず、板金を打ち抜き加工することでリード電極21, 22の外形を有するリードフレームを形成する。次に、リードフレームを樹脂部23の形状の空洞を有する上下の金型で挟み込み、金型の一部に設けられたゲート穴から樹脂材料を注入する。次に、注入した樹脂材料を硬化又は固化させた後に金型から取り出す。以上の工程を行うことで、パッケージ2を製造することができる。また、複数のパッケージ2がリードフレームで連結された状態で製造する場合は、リードフレームを切断することでパッケージ2を個片化する。

なお、パッケージ2の個片化は、第2波長変換部材配置工程S15の後で行うようにしてもよい。

#### 【0088】

発光素子準備工程S12は、個片化された発光素子1を準備する工程である。

#### 【0089】

第1波長変換部材配置工程S13は、発光素子準備工程S12で準備した発光素子1の側面を覆うように、第1波長変換部材3を配置する工程である。前記したように、第1波長変換部材配置工程S13には、第1発光素子配置工程S131と、第1樹脂配置工程S

10

20

30

40

50

132と、第1樹脂硬化工程S133と、第1樹脂切断工程S134とが含まれている。

【0090】

第1発光素子配置工程S131は、発光素子1を支持部材81上に配置する工程である。支持部材81は、平板状の台座であり、第1樹脂配置工程S132～第1樹脂切断工程S134を行う間に、発光素子1が支持部材81から脱落しない程度に保持可能なように構成されている。

このために、支持部材81の上面に粘着層を備え、粘着力によって発光素子1を上面側に保持するように構成することができる。また、粘着層として熱硬化性樹脂又は紫外線硬化樹脂を用いることで、第1波長変換部材3を形成した後に、当該粘着層を加熱又は紫外線を照射することで硬化させ、粘着力を喪失させることで、第1波長変換部材3付き発光素子1を、支持部材81から容易に剥離することができる。

10

【0091】

本実施形態では、支持部材81上に、複数の発光素子1を所定の間隔を空けて配置している。ここで、所定の間隔とは、配置しようとする第1波長変換部材3の幅、すなわち発光素子1の側面に垂直な方向の厚さと、第1樹脂切断工程S134において切り代となる幅とを考慮した間隔である。

なお、本実施形態では、支持部材81上に複数の発光素子1を配置するようにしたが、1個の発光素子1を配置するようにしてもよい。

【0092】

第1樹脂配置工程S132は、第1蛍光体の粒子を含有した樹脂材料である第1樹脂31を、支持部材81上に配置されている発光素子1の側面を覆うように配置する工程である。

20

第1樹脂31は、母材である樹脂材料として熱硬化性樹脂を用いることが好ましい。第1樹脂31は、未硬化の熱硬化性樹脂と、第1蛍光体の粒子とを含有するスラリーを、各種の塗布方法によって、支持部材81の上面側に塗布することで配置することができる。ここで、塗布されるスラリーは、溶媒の添加量やシリカなどのフィラーの添加量を加減することで、用いる塗布方法に適した粘度に調整することができる。

スラリーを塗布する方法としては、スプレー法、シルクスクリーン印刷法、インクジェット法、ポッピング法、スピコート法などを挙げることができる。これらの中で、発光素子1の上面側にスラリーを塗布せずに、かつ、複数の発光素子1の間にスラリーを充填するには、スピコート法が簡便である。

30

【0093】

第1樹脂硬化工程S133は、第1樹脂31を硬化させる工程である。

第1樹脂31として熱硬化性樹脂を用いる場合は、加熱処理を行うことで第1樹脂31を硬化させることができる。

また、第1樹脂31として熱可塑性樹脂を用いることもできる。この場合は、第1樹脂配置工程S132において、第1蛍光体の粒子を含有する第1樹脂31を溶融させて、発光素子1の側面に配置する。その後、第1樹脂硬化工程S133において、放冷又は冷却することで第1樹脂31を固化させる。

【0094】

40

第1樹脂切断工程S134は、発光素子1の間に設定された境界線BDに沿って第1樹脂31を切断する工程である。具体的には、ダイサー82などを用いて、境界線BDに沿って、第1樹脂31に、厚さ方向に貫通する溝を形成することで、第1樹脂31を切断する。このとき、発光素子1の側面から所定の幅が残るように第1樹脂31を切断する。発光素子1の側面に残された第1樹脂31が第1波長変換部材3となる。

以上の工程によって形成された第1波長変換部材3付き発光素子1は、支持部材81から剥離して用いられる。

【0095】

なお、発光素子準備工程S12及び第1波長変換部材配置工程S13を含む第1波長変換部材3付き発光素子1を形成する工程と、パッケージ準備工程S11とは、何れを先に

50

行ってもよく、並行して行うようにしてもよい。

【0096】

第2発光素子配置工程S14は、第1波長変換部材3付き発光素子1を、基台であるパッケージ2の凹部23a内に実装する工程である。まず、透光性を有する接合部材71を用いて、第1波長変換部材3付き発光素子1を、パッケージ2の凹部23aの底面23bであるリード電極21上に接合する。このとき、光反射膜16が設けられている面を下向きとして、第1波長変換部材3付き発光素子1を凹部23aの底面23bに接合する。

次に、導電性のワイヤ5を用いて、発光素子1のn側電極13及びp側電極14と、それぞれが対応する極性のリード電極21, 22とを電気的に接続する。また、本工程において、保護素子6も、接合部材72及びワイヤ5を用いて、パッケージ2の凹部23a内に実装する。

10

【0097】

第2波長変換部材配置工程S15は、第1波長変換部材3付き発光素子1の上面及び側面を覆うように、第2波長変換部材4を配置する工程である。前記したように、第2波長変換部材配置工程S15には、第2樹脂配置工程S151と、第2蛍光体沈降工程S152と、第2樹脂硬化工程S153とが含まれている。

【0098】

第2樹脂配置工程S151は、第2蛍光体の粒子を含有する第2樹脂41を、第1波長変換部材3付き発光素子1の上面及び側面を覆うように配置する工程である。

第2樹脂41は、母材である樹脂材料として熱硬化性樹脂が用いられる。第2蛍光体の粒子と樹脂材料とを含有し、溶媒と、必要に応じてフィラーとで粘度調整されたスラリーを準備し、例えば、ディスペンサ83を用いて凹部23a内を充填するように供給する。

20

なお、第2蛍光体は、未硬化の樹脂材料よりも比重が大きいものが用いられる。

【0099】

第2蛍光体沈降工程S152は、パッケージ2の凹部23aに供給された第2樹脂41を未硬化の状態を保持し、第2蛍光体の粒子を凹部23aの底面23b側に沈降させる工程である。第2蛍光体の粒子を凹部23aの底面23b側に沈降させるとは、底面23b上に沈降させるとともに、第1波長変換部材3付き発光素子1が配置されている領域では、第1波長変換部材3付き発光素子1の上面に沈降させることをいうものである。第2蛍光体の粒子が沈降して、第2波長変換部材4内において、相対的に高濃度に第2蛍光体の粒子を含有する高濃度領域4aが形成される。

30

前記したように、第2蛍光体は、未硬化の樹脂材料よりも比重が大きいいため、重力方向である下方に沈降する。従って、第2樹脂41を未硬化のままに放置することで、第2蛍光体を自然に沈降させることができる。

【0100】

また、遠心分離器を用いて、第2蛍光体の粒子を、凹部23aの底面23b側に強制沈降させるようにしてもよい。このとき、未硬化の第2樹脂41を配置したパッケージ2を、遠心力が底面23bの垂直下向きに作用するように遠心分離器に設置する。

遠心分離器を用いて第2蛍光体の粒子を強制沈降させることにより、本工程にかかる時間を、自然沈降させる場合よりも短時間で済ませることができる。

40

また、強制沈降により、自然沈降させた場合よりも、第2蛍光体の粒子を、底面23b側のより狭い領域に、高濃度に配置することができる。言い換えれば、第1波長変換部材3の上部側面において、第2蛍光体の粒子が配置されないか、低濃度で配置される領域を多くすることができる。その結果として、第1波長変換部材3によって波長変換された光が、外部に取り出される効率をより高めることができる。

【0101】

第2樹脂硬化工程S153は、第2蛍光体の粒子を沈降させた後で、加熱処理を行うことにより、第2樹脂41を硬化させる工程である。これによって、第2波長変換部材4が形成される。

以上説明した手順により、発光装置100を製造することができる。

50

## 【0102】

(変形例)

なお、前記したように、凹部23aを有さない基台を用いて発光装置を構成するようにしてもよい。この場合は、第2波長変換部材配置工程S15において、平面視で第1波長変換部材3付き発光素子1を囲むように枠体を配置して、枠体内に未硬化の第2樹脂41を配置し、第2蛍光体の粒子を沈降させ、第2樹脂41を硬化させることで第2波長変換部材4を形成した後に、枠体を除去することで形成することができる。

また、枠体を用いずに、適度な粘度に調製された第2樹脂41をポットイング法で滴下して、第1波長変換部材3付き発光素子1を覆うように配置し、第2蛍光体の粒子を自然沈降させた後に硬化させるようにしてもよい。

10

## 【実施例】

## 【0103】

&lt;実施例1&gt;

実施例及び比較例として、下記の条件で図1A～図1Cに示した形状の発光装置を作製した。また、作製した各発光装置について、光束、並びに、日本工業規格JIS Z8726:1990で規定される平均演色評価数Ra及び赤色の色票に対する特殊演色評価数R9を測定した。

## 【0104】

[作製条件]

(発光素子)

- ・平面視形状：一辺が650μmの正方形
- ・厚さ：200μm
- ・半導体材料：窒化ガリウム系半導体
- ・基板：サファイア
- ・発光ピーク波長：448nm
- ・光反射膜：DBR膜(サファイア基板と接する層をSiO<sub>2</sub>として、SiO<sub>2</sub>及びNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を交互に21層積層)

20

DBR膜は、発光素子の発光ピーク波長に対して、設計上は入射角が0°のときの反射率が98%であり、第1蛍光体の発光ピーク波長に対しては、設計上は入射角が0°のときに反射率が81%である。

30

## 【0105】

(パッケージ)

日亜化学工業株式会社製の型番NF×W757Gのパッケージを用いた。その主要な仕様を以下に示す。

- ・平面視形状：外形は一辺が3.0mmの正方形  
凹部の開口は一辺が2.6mmの略正方形
- ・樹脂部：白色樹脂
- ・リード電極：上面にAgメッキによる反射膜あり
- ・発光素子の接合部材(ダイボンド樹脂)：ジメチル系シリコン樹脂

40

## 【0106】

(第1波長変換部材)

- ・母材：シリコン樹脂(信越化学工業株式会社製の製品名SCR-1011)、屈折率1.53
- ・第1蛍光体：SCASN系蛍光体(発光ピーク波長：620nm)、平均粒径10μm
- ・第1蛍光体の含有量：母材100質量部に対して100質量部

## 【0107】

(第2波長変換部材)

- ・母材：フェニル系シリコン樹脂(東レ・ダウコーニング株式会社製の製品名OE-630)、屈折率1.53
- ・第2蛍光体：LAG系蛍光体(発光ピーク波長：517nm)、平均粒径22μm

50

- ・第2蛍光体の含有量：母材100質量部に対して60質量部
- ・光拡散剤：母材100質量部に対して、18.2質量部
- ・第2波長変換部材を形成時に、第2蛍光体を自然沈降させた。

## 【0108】

(比較例1：実施例1と相違する条件)

- ・第1蛍光体に相当する蛍光体：SCASN系蛍光体(発光ピーク波長：625nm)  
但し、実施例1と色度及び平均演色評価数Raを合わせるため、実施例1とは発光ピーク波長が若干異なるSCASN系蛍光体を用いた。
- ・第1蛍光体に相当する蛍光体の含有量：パッケージの凹部に充填する封止部材の母材100質量部に対して3質量部
- ・第2蛍光体に相当する蛍光体：LAG系蛍光体(発光ピーク波長：517nm)
- ・第2蛍光体に相当する蛍光体の含有量：パッケージの凹部に充填する封止部材の母材100質量部に対して、72質量部
- ・比較例1における第1蛍光体及び第2蛍光体は、配置領域を区分せずに、実施例1の第1波長変換部材及び第2波長変換部材に相当する封止部材中に分散させた。

10

## 【0109】

[評価結果]

表1～表3に、実施例1と比較例1について、前記した項目の測定結果を示す。表1は、発光素子の下面に光反射膜としてDBR膜を設けない場合の実施例1及び比較例1のサンプルを示す。表2は、発光素子の下面に光反射膜としてDBR膜を設けた場合の実施例1及び比較例1のサンプルを示す。表3は、発光素子の下面に光反射膜としてDBR膜を設けた場合とDBR膜を設けない場合における実施例1のサンプルを示す。

20

なお、表1～表3において、x値及びy値は、CIE(国際照明委員会)で規定されるXYZ表色系に基づいて算出される色度値である。後記する表4及び表5についても同様である。

また、各表において、同じ表に示したサンプル同士は、明示的に示した相違点以外は、同じ条件で作製したものであるが、互いに異なる表に示したサンプル同士は、作製条件が若干相違する場合がある。

## 【0110】

【表1】

・DBR膜なし

項目	x	y	光束	Ra	R9
比較例1	0.366	0.367	30.4	87.2	29.1
実施例1	0.367	0.366	31.0	89.8	27.8

30

## 【0111】

【表2】

・DBR膜あり

項目	x	y	光束	Ra	R9
比較例1	0.370	0.372	31.0	86.8	26.2
実施例1	0.371	0.372	31.5	89.3	25.1

40

## 【0112】

【表 3】

## ・DBR膜の有無の比較

項 目	x	y	光束	Ra	R9
DBR膜なし	0.364	0.363	31.0	90.0	29.2
DBR膜あり	0.365	0.362	31.3	90.1	30.0

## 【 0 1 1 3 】

表 1 に示すように、D B R 膜なしの場合において、実施例 1 は比較例 1 に対して、光束及び平均演色評価数 R a が高くなっていることが確認できる。また、赤色の色票に対する特殊演色評価数 R 9 は、比較例 1 の方が高いことが確認できる。

比較例 1 では、第 1 蛍光体と第 2 蛍光体とが混ざって配置されているため、第 2 蛍光体が発する緑色光の中で、第 2 蛍光体によって赤色光に変換される量が多いと考えられる。これに対して、実施例 1 では、第 1 蛍光体と第 2 蛍光体とが、互いに分離して配置され、第 2 蛍光体が発する緑色光が、第 1 蛍光体に吸収され難いように配置されている。これによって、実施例 1 では、視感度の高い緑色光の光量の減少が抑制されるため、光束が相対的に高くなるとともに、種々の色相の色票に対する演色性の評価値である平均演色評価数 R a も高くなるものと考えられる。

また、表 2 に示すように、D B R 膜ありの場合においても、D B R 膜なしの場合と、光束、平均演色評価数 R a 及び特殊演色評価数 R 9 は、同じ傾向にあることが確認できる。

## 【 0 1 1 4 】

なお、比較例 1 では、赤色光の光量が増加するため、特殊演色評価数 R 9 は実施例 1 よりも高くなる。これに対して、実施例 1 では、特殊演色評価数 R 9 は低下するが、それ以上に平均演色評価数 R a が向上しており、総合的にみて、実施例 1 の方が高い演色性を得られているといえることができる。

従って、実施例 1 のように、第 1 蛍光体と第 2 蛍光体とを分離して配置するとともに、第 2 蛍光体が発する光が第 1 蛍光体に吸収され難いように配置することにより、光束及び演色性が向上することが分かる。

## 【 0 1 1 5 】

また、表 3 に示すように、実施例 1 は、光束が向上することが確認できる。また、実施例 1 は、特殊演色評価数 R 9 が向上することが確認できる。

従って、D B R 膜を設けることで発光素子が発する青色光の上面側からの光取り出し効率が向上するため、発光装置の出力を向上できることが分かる。

また、D B R 膜に赤色光を透過する特性を持たせ、透光性を有する接合部材で発光素子を接合して、赤色光の外部への取り出し経路を増やすことで、赤色光の光量が増加し、赤色の色票に対する演色性を向上できることが分かる。

## 【 0 1 1 6 】

< 実施例 2 >

( 作製条件 )

・実施例 2 は、実施例 1 と第 1 蛍光体及び第 2 蛍光体の含有量及び粒径が若干異なるが、その他の条件は実施例 1 と同じである。

・比較例 2 は、実施例 2 に対して、第 2 蛍光体を沈降させずに第 2 波長変換部材の母材中に分散させたことが異なる。その他の条件は、実施例 2 と同じである。

## 【 0 1 1 7 】

[ 評価結果 ]

表 4 及び表 5 に、実施例 2 及び比較例 2 について、前記した項目の測定結果を示す。表 4 は、発光素子の下面に光反射膜として D B R 膜を設けない場合の実施例 2 及び比較例 2 のサンプルを示す。表 5 は、発光素子の下面に光反射膜として D B R 膜を設けた場合の実施例 2 及び比較例 2 のサンプルを示す。

【 0 1 1 8 】

【表 4】

・DBR膜なし

項 目	x	y	光束	Ra	R9
比較例2	0.359	0.352	30.6	90.9	35.7
実施例2	0.360	0.352	30.7	91.0	36.0

【 0 1 1 9 】

10

【表 5】

・DBR膜あり

項 目	x	y	光束	Ra	R9
比較例2	0.362	0.354	31.0	90.9	35.0
実施例2	0.362	0.353	31.0	90.8	35.3

【 0 1 2 0 】

表 4 に示すように、D B R 膜なしの場合において、実施例 2 は、比較例 2 に対して、光束及び平均演色評価数 R a は略同じであるが、赤色の色票に対する特殊演色評価数 R 9 が、約 1 % 向上していることが確認できる。

20

また、表 5 に示すように、D B R 膜ありの場合においても、実施例 2 は、比較例 2 に対して、D B R 膜なしのサンプルと同様の傾向にあることが確認できる。

従って、実施例 2 の発光装置のように、第 2 蛍光体を底面側に沈降させることで、赤色の色票に対する演色性が向上することが分かる。

【 0 1 2 1 】

以上、本実施形態に係る発光装置について、発明を実施するための形態をより具体的に説明したが、本発明の趣旨はこれらの記載に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づいて広く解釈されなければならない。また、これらの記載に基づいて種々変更、改変などしたのも本発明の趣旨に含まれることはいうまでもない。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 1 2 2 】

本開示の実施形態に係る発光装置は、液晶ディスプレイのバックライト光源、各種照明器具、大型ディスプレイ、広告や行き先案内などの各種表示装置、更には、デジタルビデオカメラ、ファクシミリ、コピー機、スキャナなどにおける画像読取装置、プロジェクタ装置など、種々の光源に利用することができる。

【符号の説明】

【 0 1 2 3 】

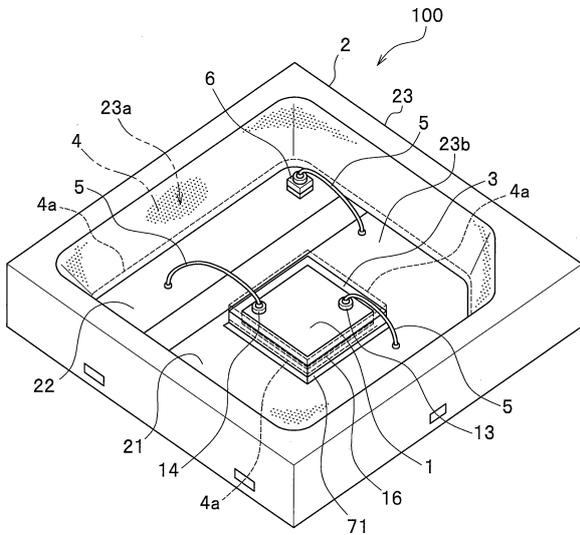
- 1 発光素子
- 1 1 基板
- 1 2 半導体積層体
- 1 2 n n 型半導体層
- 1 2 a 活性層
- 1 2 p p 型半導体層
- 1 2 b 段差部
- 1 3 n 側電極
- 1 3 a 外部接続部
- 1 3 b 延伸部
- 1 4 p 側電極
- 1 4 1 透光性電極

40

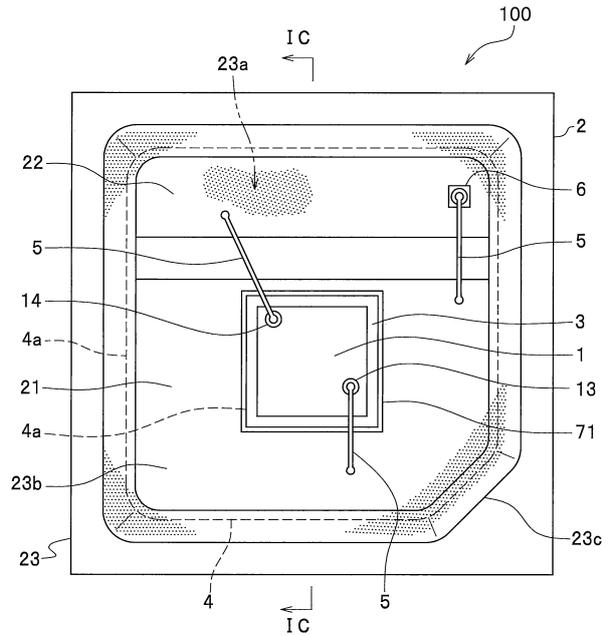
50

1 4 2	パッド電極	
1 4 2 a	外部接続部	
1 4 2 b	延伸部	
1 5	保護膜	
1 5 n , 1 5 p	開口部	
1 6	光反射膜	
2	パッケージ ( 基台 )	
2 1 , 2 2	リード電極	
2 3	樹脂部	
2 3 a	凹部	10
2 3 b	底面	
2 3 c	カソードマーク	
3	第 1 波長変換部材	
3 1	第 1 樹脂	
4	第 2 波長変換部材	
4 1	第 2 樹脂	
4 a	高濃度領域	
5	ワイヤ	
6	保護素子	
7 1	接合部材	20
7 2	接合部材	
8 1	支持部材	
8 2	ダイサー	
8 3	ディスプレイ	
1 0 0	発光装置	
B D	境界線	

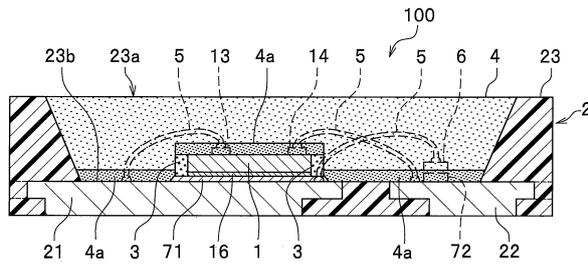
【図1A】



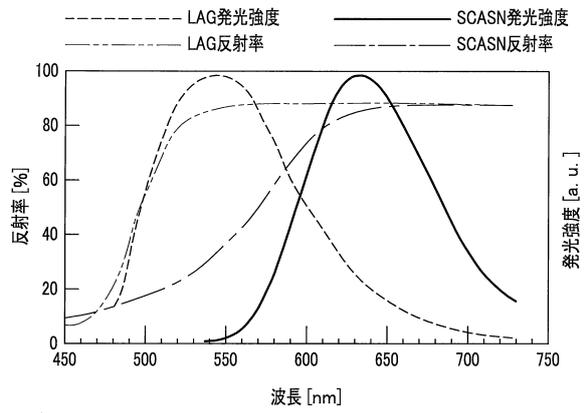
【図1B】



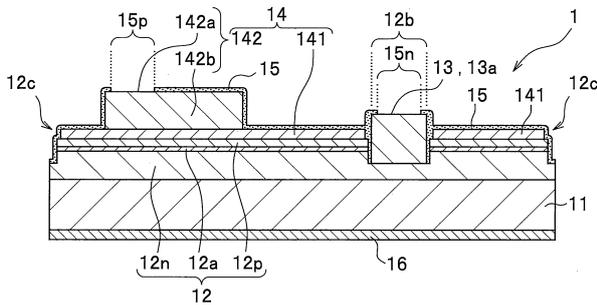
【図1C】



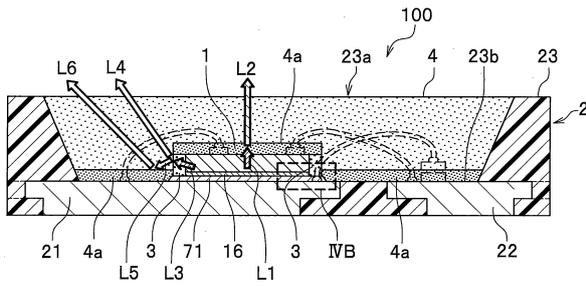
【図3】



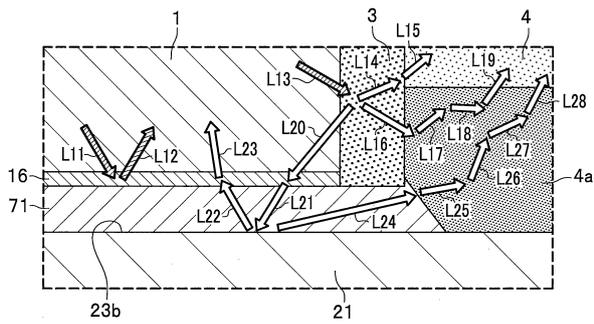
【図2】



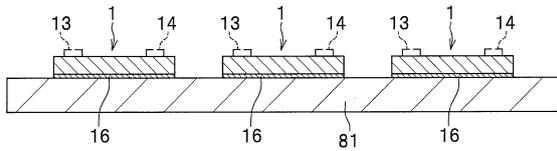
【図4A】



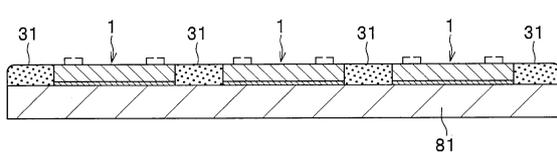
【図4B】



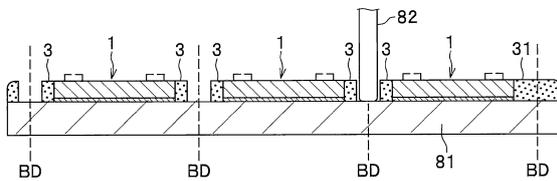
【図6A】



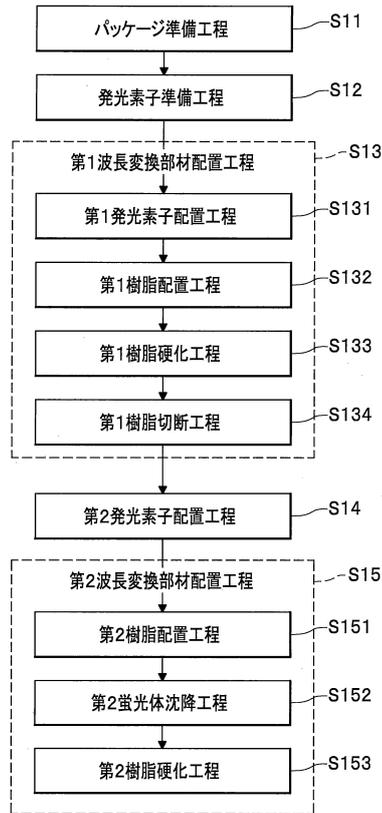
【図6B】



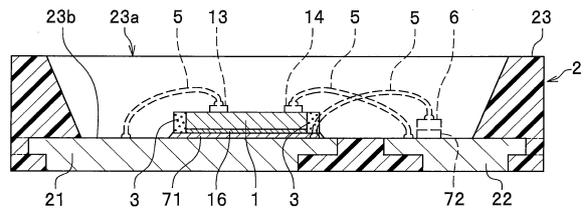
【図6C】



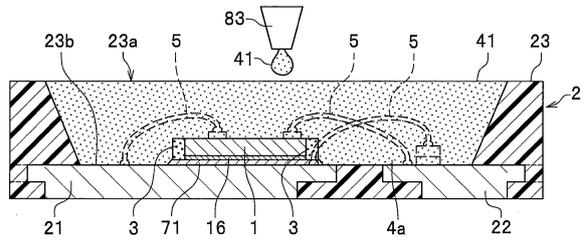
【図5】



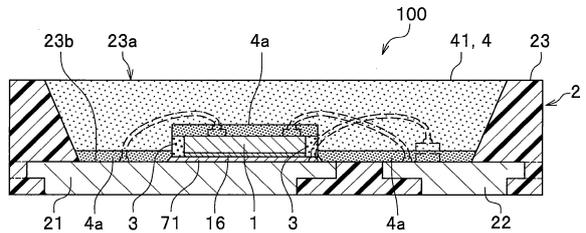
【図7】



【図8A】



【図8B】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-294895(JP,A)  
特開2007-184326(JP,A)  
特開2005-005604(JP,A)  
特開2011-171557(JP,A)  
特開2013-084750(JP,A)  
特開2011-082248(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0317397(US,A1)  
韓国公開特許第10-2012-0104705(KR,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64