

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5647028号
(P5647028)

(45) 発行日 平成26年12月24日(2014.12.24)

(24) 登録日 平成26年11月14日(2014.11.14)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 33/50 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 1 0
 HO 1 L 33/58 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 3 0

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-28841 (P2011-28841)	(73) 特許権者	000002303 スタンレー電気株式会社 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
(22) 出願日	平成23年2月14日(2011.2.14)	(74) 代理人	110000888 特許業務法人 山王坂特許事務所
(65) 公開番号	特開2012-169442 (P2012-169442A)	(72) 発明者	原田 光範 東京都目黒区中目黒2-9-13 スタン レー電気株式会社内
(43) 公開日	平成24年9月6日(2012.9.6)	審査官	吉野 三寛
審査請求日	平成26年1月15日(2014.1.15)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、該基板上に搭載された半導体発光素子と、前記半導体発光素子上に配置された蛍光体含有層と、前記蛍光体含有層の上に搭載された板状光学層とを有し、

前記板状光学層は、前記半導体発光素子の上面より小さく、前記蛍光体含有層の側面は、前記半導体発光素子の端部から前記板状光学層の端部に向かう傾斜面を備え、

前記傾斜面は、外向きに凸の湾曲面であり、前記傾斜面および前記板状光学層の側面は、光反射性材料により覆われ、

前記半導体発光素子は、素子基板と、前記素子基板の上面に搭載された発光構造を有する半導体層とを含み、

前記素子基板は、前記半導体発光層の発する波長の光に対して不透明であり、

前記半導体層は、前記素子基板の上面よりも小さく、

前記蛍光体含有層は、前記素子基板上に形成されて、前記半導体層の上面および側面の全てを覆い、

前記半導体層の側面は、前記光反射性材料から離間していることを特徴とする発光装置

。

【請求項2】

基板と、該基板上に配列して搭載された複数の半導体発光素子と、前記半導体発光素子の上に配置された蛍光体含有層と、前記蛍光体含有層の上に搭載された板状光学層とを有し、

前記板状光学層は、前記複数の半導体発光素子全体を覆うように配置され、前記板状光学層の大きさは、前記複数の半導体発光素子の全体の上面より小さく、

前記蛍光体含有層の側面は、配列された前記半導体発光素子の外周側端部から前記板状光学層の端部に向かう傾斜面を備え、

前記傾斜面は、外向きに凸の湾曲面であり、前記傾斜面および前記板状光学層の側面は、光反射性材料により覆われ、

前記半導体発光素子は、素子基板と、前記素子基板の上面に搭載された発光構造を有する半導体層とを含み、

前記素子基板は、前記半導体発光層の発する波長の光に対して不透明であり、

前記半導体層は、前記素子基板の上面よりも小さく、

前記蛍光体含有層は、前記素子基板上に形成されて、前記半導体層の上面および側面の全てを覆い、

前記半導体層の側面は、前記光反射性材料から離間していることを特徴とする発光装置

【請求項 3】

基板と、該基板上に搭載された半導体発光素子と、前記半導体発光素子の上に配置された蛍光体含有層と、前記蛍光体含有層の上に搭載された板状光学層とを有し、

前記半導体発光素子は、素子基板と、前記素子基板上に配列して配置された複数の発光領域とを備え、

前記板状光学層は、前記複数の発光領域全体を覆うように配置され、前記板状光学層の大きさは、前記複数の発光領域の全体の上面より小さく、

前記蛍光体含有層の側面は、前記素子基板の端部から前記板状光学層の端部に向かう傾斜面を備え、

前記傾斜面は、外向きに凸の湾曲面であり、前記傾斜面および前記板状光学層の側面は、光反射性材料により覆われ、

前記素子基板は、前記半導体発光層の発する波長の光に対して不透明であり、

前記蛍光体含有層は、前記素子基板上に形成されて、前記半導体層の上面および側面の全てを覆い、

前記半導体層の側面は、前記光反射性材料から離間していることを特徴とする発光装置

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の発光装置において、前記素子基板の側面は、前記蛍光体含有層から露出していることを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

基板上に配置された半導体発光素子の上面に、未硬化の樹脂に蛍光体を分散させたものを塗布する第 1 工程と、

前記半導体発光素子の上面より小さい板状光学層を、前記樹脂の上に搭載することにより、前記半導体発光素子の端部と前記板状光学層の端部を結ぶ傾斜した側面を有する蛍光体含有樹脂層を、前記未硬化の樹脂の表面張力により前記傾斜した側面が外向きに凸の湾曲面となるように形成する第 2 工程とを有し、

前記半導体発光素子は、素子基板と、前記素子基板の上面に搭載された発光構造を有する半導体層とを含み、前記半導体層は、前記素子基板の上面よりも小さく、

前記蛍光体含有層は、前記素子基板上に形成されて、前記半導体層の上面および側面の全てを覆い、前記半導体層の側面は、前記光反射性材料から離間している

することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の発光装置の製造方法において、前記第 1 工程で塗布する樹脂量を制御することにより、前記第 2 工程で形成される蛍光体含有樹脂層の傾斜面の湾曲形状を制御することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 7】

10

20

30

40

50

請求項 5 または 6 に記載の発光装置の製造方法において、前記傾斜面および前記板状光学層の側面を、光反射性材料により覆う第 3 工程をさらに有することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 8】

請求項 5 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置の製造方法において、前記第 2 工程で、前記樹脂の塗布後、半硬化させた後、前記板状光学層を前記樹脂上に搭載することを特徴とする発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光密度を高めた半導体発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

レンズ等の光学系で光束を制御する光学装置では、小型な光学系で有効に光を制御するために、発光面積の小さい発光装置（光源）を用いることが望まれる。例えば特許文献 1 では、発光ダイオードの出射面積を狭めるために、発光ダイオードの出射面の一部を反射層で覆う構成を開示している（特許文献 1 の特に図 3、図 4 参照）。また、出射面上にフレネル状の反射ミラーを配置して、出射光の一部を発光ダイオードに戻す構成（同図 5 参照）、出射面上に透明ドームを搭載し、透明ドームの上面の一部を反射層で覆う構成（同図 8 参照）、ならびに、出射面の一部を反射層で覆い、反射層の開口を波長変換材料で覆う構成（同図 7 参照）等も開示されている。

【0003】

また、特許文献 2 には、車のヘッドライトやプロジェクターのようにエッジの効いたコントラストのよい光を出射するために、半導体発光素子の上面全体に光透過部材を搭載し、半導体発光素子の側面と光透過部材の側面を反射層で被覆することにより、光透過部材の上面のみから光を出射させる構成の発光装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 153277 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 157638 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載の半導体発光素子の出射面を反射層で被覆する構成は、反射層で出射光を反射して半導体発光素子の内側に戻し、素子の内部で 1 回以上反射して出射面の開口に到達させ出射する。また、フレネル型の反射ミラーや透明ドームの表面の反射層で出射光を反射する場合も同様である。すなわち、出射光の一部は、半導体発光素子の内側に戻され、複数の半導体層を厚み方向に 1 回以上往復しなければ、狭められた出射面から出射されない。このため、戻り光は、複数の半導体層を 1 回以上往復する間に吸収され、減衰してしまうという問題がある。

【0006】

また、特許文献 1 の図 8 のように、半導体発光素子の出射面に透明ドームを搭載する構成は、半導体発光素子の四角形の出射面を、底面が円形のドームで完全に覆うことはできないため、半導体発光素子の四角形の隅からの出射を有効に集光することは困難である。

【0007】

一方、特許文献 2 のように半導体発光素子の側面を反射層で被覆する構成は、発光素子の側面から出射される光が反射層で反射されて半導体発光素子内に戻されるため、半導体によって吸収されて減衰する。また、半導体発光素子の上面から出射される光は、そのまま光透過部材を通過するため、発光密度を高める効果は得られない。このため、光束の工

10

20

30

40

50

ッジのコントラストを高めることはできるが、光密度を高める効果は得られない。

【0008】

本発明の目的は、出射面積が小さく、発光密度を高めることのできる発光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様では、以下のような発光装置を提供する。すなわち、基板と、基板上に搭載された半導体発光素子と、半導体発光素子上に配置された蛍光体含有層と、蛍光体含有層の上に搭載された板状光学層とを有する発光装置であって、板状光学層は、半導体発光素子の上面より小さく、蛍光体含有層の側面は、半導体発光素子の端部から板状光学層の端部に向かう傾斜面を備える。傾斜面は、外向きに凸の湾曲面であり、傾斜面および板状光学層の側面は、光反射性材料により覆われている。

10

【0010】

半導体発光素子は、素子基板と、素子基板の上面に搭載された発光構造を有する半導体層とを含み、半導体層は、素子基板の上面よりも小さい構造のものを用いることができる。蛍光体含有層は、半導体層の上面および側面を覆っていることが好ましい。

【0011】

また、本発明の第2の態様によれば、以下のような発光装置が提供される。すなわち、基板と、基板上に配列して搭載された複数の半導体発光素子と、半導体発光素子の上に配置された蛍光体含有層と、蛍光体含有層の上に搭載された板状光学層とを有する発光装置であって、板状光学層は、複数の半導体発光素子全体を覆うように配置され、板状光学層の大きさは、複数の半導体発光素子の全体の上面より小さい。蛍光体含有層の側面は、配列された半導体発光素子の外周側端部から板状光学層の端部に向かう傾斜面を備える。傾斜面は、外向きに凸の湾曲面であり、傾斜面および板状光学層の側面は、光反射性材料により覆われている。

20

【0012】

また、本発明の第3の態様によれば、以下のような発光装置が提供される。すなわち、基板と、基板上に搭載された半導体発光素子と、半導体発光素子の上に配置された蛍光体含有層と、蛍光体含有層の上に搭載された板状光学層とを有する発光装置であって、半導体発光素子は、素子基板と、素子基板上に配列して配置された複数の発光領域とを備える。板状光学層は、複数の発光領域全体を覆うように配置され、板状光学層の大きさは、複数の発光領域の全体の上面より小さい。蛍光体含有層の側面は、素子基板の端部から板状光学層の端部に向かう傾斜面を備える。傾斜面は、外向きに凸の湾曲面であり、傾斜面および板状光学層の側面は、光反射性材料により覆われている。

30

【0013】

また、本発明の第4の態様によれば、以下のような発光装置の製造方法が提供される。すなわち、基板上に配置された半導体発光素子の上に、未硬化の樹脂に蛍光体を分散させたものを塗布する第1工程と、半導体発光素子の上面より小さい板状光学層を、樹脂の上に搭載することにより、半導体発光素子の端部と前記板状光学層の端部を結ぶ傾斜した側面を有する蛍光体含有樹脂層を、未硬化の樹脂の表面張力により、傾斜した側面が外向きに凸の湾曲面となるように形成する第2工程とを有する製造方法である。

40

【0014】

上記第1工程で塗布する樹脂量を制御することにより、第2工程で形成される蛍光体含有樹脂層の傾斜面の形状を制御することができる。また、第2工程で、樹脂の塗布後、半硬化させた後、板状光学層を樹脂上に搭載することも可能である。

【0015】

上記第2工程の後、傾斜面および前記板状光学層の側面を、光反射性材料により覆う第3工程をさらに行うことも可能である。

【発明の効果】

【0016】

50

本発明によれば、半導体発光素子から出射された光を、蛍光体含有樹脂層で板状光学層に集光することができるため、出射面積が小さく、発光密度を高めた発光装置が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1の実施形態の発光装置の断面図。

【図2】図1の発光装置に用いる半導体発光素子の斜視図。

【図3】第1の実施形態の発光装置において、傾斜面130を平面状にした場合の断面図

。【図4】図1の発光装置の傾斜面130付近の拡大断面図。

10

【図5】図1の発光装置にピーズ115を用いた場合の断面図。

【図6】(a)~(e)第1の実施形態の発光装置の製造工程を示す断面図。

【図7】第2の実施形態の半導体発光装置の(a)断面図、(b)上面図。

【図8】図7の発光装置に用いる半導体発光素子の斜視図。

【図9】第3の実施形態の半導体発光装置の(a)断面図、(b)上面図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の一実施の形態の発光装置について図面を用いて説明する。

【0019】

<第1の実施形態>

20

図1に、第1の実施形態の発光装置の断面図を示す。この発光装置は、半導体発光素子11の上面に蛍光体含有樹脂層13を配置し、蛍光体含有樹脂層13の上に、半導体発光素子11の上面よりも面積の小さい板状光学層14を配置する。この板状光学層14から上方に光を出射する。面積の小さい板状光学層14よりも外側領域の半導体発光素子11上面で発光された光は、蛍光体含有樹脂層13の傾斜した側面による反射、および、蛍光体による散乱によって板状光学層14に到達させて、板状光学層14から上方に出射する。これにより、半導体発光素子11への戻り光を低減しながら、面積の小さい板状光学層に光を集めて出射できるため、半導体による戻り光の吸収を低減し、出射光の光密度を高めることができる。

【0020】

30

以下、本実施形態の発光装置の構造を具体的に説明する。図1のように、上面に一对の電極111および配線が形成されたサブマウント基板10の上には半導体発光素子11が搭載されている。半導体発光素子11は、図2のように素子基板113と、素子基板113の上面に配置された発光構造層110と、発光構造層110に接続された一对の電極パッド114とを備えている。発光構造層110は、エピタキシャル成長させた複数の半導体層を含み、一对の電極パッド114から電流を供給されることにより、所定の波長光を発光する。例えば、青色光を発光するGaN系の発光構造層110を用いることができる。発光構造層110の大きさは、素子基板113の上面よりも若干小さい。

【0021】

素子基板113は、発光構造層110の発する波長の光に対して不透明である。素子基板113の裏面側をサブマウント基板10に半田等でダイボンドすることにより、半導体発光素子11は、サブマウント基板10に固定されている。一对の電極パッド114は、ボンディングワイヤ112によりサブマウント基板111上的一对の電極111と接続されている。サブマウント基板10の材質としては、例えばAlNセラミックス製のものを用いることができる。

40

【0022】

半導体発光素子11の上面には、蛍光体含有樹脂層13が配置されている。蛍光体含有樹脂層13は、半導体発光素子11の発する光により励起されて所定波長の蛍光を発する蛍光体(例えばYAG蛍光体)を、半導体発光素子11の発光および蛍光に対して透明な樹脂(例えばシリコン樹脂)に分散させたものである。発光構造層110は、半導体発光

50

素子 11 の上面よりも若干小さいため、蛍光体含有樹脂層 13 は、発光構造層 110 の上面のみならず、側面も被覆している。これにより、発光構造層 110 の上面および側面から発光される光を蛍光体含有樹脂層 13 に入射させることができる。なお、蛍光体含有樹脂層 13 は、基材が透明な樹脂であるものに限定されず、ガラス等の透明な無機材料を用いることも可能である。

【0023】

蛍光体含有樹脂層 13 の上には、発光素子 11 の上面よりも小さい板状光学層 14 が配置されている。板状光学層 14 は、発光素子 11 の発光および蛍光に対して透明な材料で構成されている。もしくは、板状光学層 14 として、発光素子 11 の発光により励起され所定波長の蛍光を発する蛍光体プレート、蛍光セラミックならびに蛍光ガラスを用いることも可能である。板状光学層 14 の上面が、本実施形態の発光装置の光出射面となる。蛍光体含有樹脂層 13 の側面は、板状光学層 14 よりも外側の領域 140 において、半導体発光素子 11 の素子基板 113 の端部と、板状光学層 14 の下面の端部とを結ぶ傾斜面 130 を形成している。

10

【0024】

蛍光体含有樹脂層 13 の傾斜面 130 の形状は、図 3 のように平面であるよりも、図 4 のように外向きに凸の湾曲面であることが望ましい。傾斜面 130 が外向きに凸の湾曲面である場合、板状光学層 14 よりも外側の領域 140 の蛍光体含有樹脂層 13 の膜厚を稼ぐことができるため、外側領域 140 の蛍光体量を確保できる。これにより、外側領域 140 においても、板状光学層 14 直下の蛍光体含有樹脂層 13 と同様に波長変換を行うことができる。また、外側領域 140 の蛍光体粒子によって、外側領域 140 の発光構造層 110 の発光および蛍光を図 4 のように散乱し、板状光学層 14 の方向に向かわせる作用を生じさせることができる。さらに、湾曲した傾斜面 130 により、発光構造層 110 の発光および蛍光を反射して、板状光学層 14 に向かわせることができる。このように、湾曲した傾斜面 130 にすることにより、蛍光による散乱作用と、湾曲した傾斜面 130 の反射の作用により、板状光学層 14 への集光効率を高めることができる。

20

【0025】

傾斜面 130 の湾曲形状は、図 4 のように、半導体発光素子 11 の端部において、半導体発光素子 11 の主平面の法線に沿った形状であることがより望ましい。一例としては、傾斜面の湾曲形状は、蛍光体含有樹脂層 13 の厚みを t とすると、直線傾斜（曲率 0）から曲率（ $1/t$ ）程度に外向きに凸になっていることが望ましい。傾斜面 130 が法線に対して大きく傾いていると、半導体発光素子 11 からの出射光が、半導体発光素子 11 に向かつて反射され、戻り光となるためである。また、傾斜面 130 が法線に対して大きく傾いていると、蛍光体含有樹脂層 13 の厚さを確保できず、外部領域 140 における波長変換のための蛍光体量も確保しにくいためである。傾斜面 130 の形状の制御は、板状光学層 14 の面積と半導体発光素子 11 との面積比、蛍光体含有樹脂層 13 の厚さ、および、後述する製造方法において蛍光体含有樹脂層 13 を形成する工程で供給する蛍光体含有樹脂の供給量で制御することができる。

30

【0026】

蛍光体含有樹脂層 13 には、蛍光体の他に、拡散材や、所定の粒径のビーズ等を分散することも可能である。拡散材を分散した場合、蛍光体のみならず拡散材によっても発光構造層 110 の出射光や蛍光を散乱することができる。よって、外側領域 140 の蛍光体含有樹脂層 13 で光を散乱して板状光学層 14 の方向に向かわせる作用をさらに効果的に生じさせることができる。

40

【0027】

ビーズを分散させる場合、粒径は蛍光体最大粒径よりも大きいものを用いる。これにより、図 5 に示したようにビーズ 115 は、半導体発光素子 11 の上面と板状光学層 14 との間に挟まれてスペーサの役割を果たし、蛍光体含有樹脂層 13 の膜厚を決定する作用をする。ビーズ 115 の形状は、真球状が好ましく、特に粒径が揃っていることが好ましい。ビーズの材質は、半導体発光素子 11 の出射光および蛍光に対して透明なもの、もしくは

50

は、透明な材料に蛍光体含有樹脂層 1 3 と同等の蛍光濃度で蛍光体を分散させた材料を用いる。例えば、透明な材料としては、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、ガラス等から適宜選択することができる。また、液晶パネルを構成する 2 枚のガラスの間に挟まれるスペーサをビーズ 1 1 5 として好適に用いることができる。

【 0 0 2 8 】

半導体発光素子 1 1 の周囲には、枠体 1 6 が配置され、発光素子 1 1 と枠体 1 6 との間の空間は反射材料層 1 5 により充填されている。反射材料層 1 5 は、発光素子 1 1 と蛍光体含有樹脂層 1 3 と板状光学層 1 4 の外周側面を覆っている。

【 0 0 2 9 】

反射材料層 1 5 は、非導電性で反射率の高い材料、例えば、酸化チタン、酸化アルミナ、酸化亜鉛等の反射性のフィラーを分散させた樹脂によって形成する。枠体 1 6 は、例えばセラミックリングを用いる。

10

【 0 0 3 0 】

本発光装置の各部の作用について説明する。ボンディングワイヤ 1 1 2 を介して、半導体発光素子 1 1 に電流を供給すると、発光構造層 1 1 0 の上面および側面から光が出射され、蛍光体含有樹脂層 1 3 に入射する。入射光の一部は、蛍光体に吸収され、蛍光が発せられるとともに、蛍光体で一部散乱されながら、蛍光体含有樹脂層 1 3 を進む。板状光学層 1 4 の直下の蛍光体含有樹脂層 1 3 を進む光の多くは、板状光学層 1 4 の下面に到達して、板状光学層 1 4 の上面から外部に向かって出射される。よって、板状光学層 1 4 からは、半導体発光素子 1 1 の出射光と蛍光との混合光が出射される。

20

【 0 0 3 1 】

板状光学層 1 4 の外側領域 1 4 0 に位置する発光構造層 1 1 0 から出射された光は、蛍光体含有樹脂層 1 3 に入射し、蛍光体により一部が蛍光に変換され、図 4 のように蛍光体により一部が散乱されながら蛍光体含有樹脂層 1 3 を進む。散乱光の一部は、板状光学層 1 4 の方向に向かって進行し、板状光学層 1 4 に到達する。また、光の一部は、傾斜面 1 3 0 によって反射されることによって、板状光学層 1 4 に向かって進み、板状光学層 1 4 から出射される。このように、外側領域 1 4 0 に位置する蛍光体含有樹脂層 1 3 では、蛍光体による散乱と傾斜面 1 3 0 による反射の両方の作用により、光を板状光学層 1 4 に集光させることができる。よって、板状光学層 1 4 からは、板状光学層 1 4 の直下の蛍光体含有樹脂層 1 3 からの光のみならず、外側領域 1 4 0 の蛍光体含有樹脂層 1 3 からも光が集光された光が出射される。

30

【 0 0 3 2 】

また、外側領域 1 4 0 の蛍光体含有樹脂層 1 3 において、一部の光は、蛍光体による散乱および傾斜面 1 3 0 での反射によって、半導体発光素子 1 1 に向かって進行し、半導体発光素子 1 1 内に戻る。そして、半導体発光素子 1 1 内で反射されて、再び半導体発光素子 1 1 の上面から出射される。戻り光は、半導体発光素子 1 1 の内部を通過する際に、半導体による吸収によって減衰するが、本実施の形態の発光装置は、従来の特許文献 1 の装置とは異なり、外側領域 1 4 0 の光の多くを半導体発光素子 1 1 へ戻さず、蛍光体含有樹脂層 1 3 内の散乱と傾斜面 1 3 0 の反射により板状光学層 1 4 に集光することができる。

【 0 0 3 3 】

このように、本実施形態の発光装置は、板状光学層 1 4 の外側領域 1 4 0 に位置する発光構造層 1 1 0 から出射された光の多くを、半導体層に戻すことなく、板状光学層 1 4 に到達させて出射することができる。よって、従来の特許文献 1 のように外側領域 1 4 0 の光をすべて半導体発光素子内に戻して半導体発光素子内で反射させる発光装置と比較して、光減衰を抑制でき、板状光学層 1 4 への集光光量を増加させることができる。これにより、面積の小さな板状光学層から発光密度を高めて出射することが可能な発光装置を提供できる。

40

【 0 0 3 4 】

また、発光構造層 1 1 0 は、上面のみならず側面も蛍光体含有樹脂層 1 3 で覆われており、反射材料層 1 5 には直接接していないため、側面からの発光も効率よく集光すること

50

ができる。

【0035】

また、発光面となる板状光学層14の上面は、面積が小さいため、発光面積が小さくでき、小型の発光装置が提供される。よって、レンズ等の他の光学素子との結合効率が高くなる。

【0036】

本実施形態の発光装置の板状光学層14の上面から出射される光密度が、半導体発光素子11の上面における出射光密度より増加する比率は、最大で、発光密度増加比率(最大値) = (半導体発光素子11の面積) / (板状光学層14の面積) で表わされる。すなわち、半導体発光装置11に供給する電流を増加させることなく、面積比で構造的に発光素子の発光密度を増強させることができる。例えば、半導体発光素子11が1mm角、板状光学層14が0.8mm角である場合、最大で56%発光密度が増加する。なお、半導体発光素子11の面積に対して板状光学層14の面積が小さいほど、外側領域140が大きくなり、半導体発光素子11への戻り光が増加するため、板状光学層14への集光効率を上記した数式よりも低下する。よって実際に発光装置を設計する場合には、これを考慮して設計する。

10

【0037】

また、板状光学層14の上面形状は、四角形のみならず、円形にすることも可能である。板状光学層14が円形の場合、発光面が円形になるため、本発光装置をレンズ等の光学系と組み合わせて使用する際の結合効率を大幅に向上させることができる。

20

【0038】

つぎに、本実施形態の発光装置の製造方法について図6(a)~(e)を用いて説明する。まず、図6(a)のように、サブマウント基板10の上面に半導体発光素子11の裏面をダイボンディングする。サブマウント基板10の電極111と、半導体発光素子11の上面の電極パッド114とをボンディングワイヤ112により接続する。

【0039】

図6(b)のように、半導体発光素子11の上面のみに、蛍光体を分散させた樹脂(未硬化)13'をディスペンサ等で所定量だけ塗布(ポッティングまたは滴下)する。塗布する樹脂13'の量によって、傾斜面130の曲率を制御できる。未硬化の樹脂13'を半導体発光素子11の上面に塗布する際には、塗布領域が半導体発光素子11の上面を越えて広がらないようにする。

30

【0040】

つぎに、図6(c)のように、マウンター装置を用いて、板状光学層14をゆっくり蛍光体分散樹脂13'上に接近させて搭載する。これにより、板状光学層14の裏面は、蛍光体含有樹脂13'の表面張力で生じるセルフアライメント効果により半導体発光素子11の中心部に移動し、板状光学層14の位置が決定される。このとき、未硬化の蛍光体含有樹脂13'を半硬化させてから板状光学層14を搭載することも可能である。これにより、未硬化の蛍光体含有樹脂13'が板状光学層14の上面に這い上がるのを防止できるとともに、傾斜面130の形状を制御する効果も得られる。また、未硬化の蛍光体含有樹脂13'のチクソ性を高めることによっても同様の効果を得られる。

40

【0041】

その後、蛍光体分散樹脂13'を所定硬化処理により硬化させ、蛍光体含有樹脂層13を形成する。なお、この後の工程で蛍光体含有樹脂層13の形状が変わらないのであれば、完全に硬化させず、半硬化となる条件で硬化させても良い。

【0042】

つぎに、図6(d)のように、サブマウント基板10上面に枠体16を樹脂等で接着する。図6(e)のように、発光素子11、蛍光体含有樹脂層13および板状光学層14と、枠体16との間に、ディスペンサなどで反射材料(未硬化)を注入する。蛍光体含有樹脂層13の傾斜面130と板状光学層14の側面に、反射材料(未硬化)が隙間なく密着するように充填する。また、反射材料が、板状光学層14の上面にかぶらないように注入

50

量を調節する。最後に、反射材料を所定の硬化処理により硬化させ、反射材料層 15 を形成する。以上により、本実施形態の発光装置が製造される。

【0043】

このように本実施形態の製造方法によれば、蛍光体含有樹脂 13' の表面張力を利用して、傾斜面 130 を形成できる。このため、板状光学層 14 が四角形であっても円形であっても、半導体発光素子 11 の上面との間に、傾斜面 130 を形成できる。よって、半導体発光素子 11 の上面の光をすべて蛍光体含有樹脂層 13 に入射させることができ、光を有効に集光させることができる。

【0044】

なお、板状光学層 14 には、上面および下面のいずれか一方、または両方に粗面を設けることも可能である。粗面で光散乱を生じさせることにより、色むらをさらに低減することができる。ただし、板状光学層 14 の上面を粗面にする場合、粗面を設ける領域のサイズ、粗面の粗さ、粗面を構成する凹凸の形状・密度などを調整し、蛍光体含有樹脂層 13 や反射材料層 15 を形成する工程で未硬化樹脂が板状光学層 14 の上面に這い上がってこないようにすることが望ましい。

【0045】

また、上述の製造方法では、蛍光体含有樹脂 13' の表面張力によるセルフアライメント効果を利用して、板状光学層 14 を半導体発光素子 11 の中心に配置することができる。発明者の経験によれば、セルフアライメントを有効に生じさせるためには、面積比 = (半導体発光素子 11 の上面の面積) / (板状光学層 14 の面積) が、1.5 ~ 4 の範囲であることが望ましい。ただし、セルフアライメント効果を利用せずに、マウンター装置による位置決め等により板状光学層 14 を半導体発光素子 11 の中心に配置することも可能であるので、本発明は、上記範囲の面積比に限定されるものではない。

【0046】

以上説明したように、本発明の発光装置は、少ない投入電力で高密度な光を出射できる点発光光源の提供が可能である。よって、レンズ光学系と組み合わせれば、レンズの小型化が可能となり、省スペースで大光量の照明装置（例えば白色照明装置）が提供できる。

【0047】

また、本発明の別の効果として、板状光学層 14 の大きさを調整することにより、半導体発光素子 11 の出力バラツキを補正し、所定範囲の光量を板状光学層 14 から出射する発光装置を製造することができる。具体的には、板状光学層 14 の大きさを予め複数種類準備しておき、半導体発光素子 11 の出力に応じて搭載する板状光学層 14 の大きさを選択する。上述のように、半導体発光素子 11 の面積に対して板状光学層 14 の大きさが小さいほど、外側領域 140 が大きくなり、板状光学層 14 への集光効率が低下する傾向になる。これを利用して、半導体発光素子 11 の出力が所定値よりも大きい場合には、小さめの板状光学層を選択することにより、板状光学層 14 の出射光量を所定範囲に収めることができる。これにより、出射光量が均一な半導体発光素子を製造することができる。

【0048】

半導体発光装置を複数個並べてレンズで投影する製品等のように、均一な配光が要求される製品を製造する際、従来は明るさ選別したものを並べたり、素子ごとに電流調整を行っていたが、本発明の発光装置を用いれば、明るさ選別や電流調整が不要になるため、製造コストを抑えることができる。

【0049】

< 第 2 の実施形態 >

第 2 の実施の形態の発光装置を図 7 (a) , (b) を用いて説明する。図 7 (a) は、発光装置の断面図であり、図 7 (b) は、その上面図である。図 7 (b) の上面図においても、図の理解を容易にするために、蛍光体含有樹脂層 13 にハッチングを付している。

【0050】

第 2 の実施形態の発光装置は、複数の半導体発光素子 11 を配列し、複数の半導体発光素子 11 の全体の上に、1 枚の板状光学層 14 を配置した構成である。配置された複数の

10

20

30

40

50

半導体発光素子 11 の発光構造層 110 全体の大きさより、板状光学層 14 の上面の方が小さく、蛍光体含有樹脂層 13 の側面が傾斜面 130 になっている。これにより、板状光学層 14 の外側領域 140 において、発光構造層 110 から出射された光を蛍光体含有樹脂層 13 の散乱および反射により、板状光学層 14 に集光することができるため、発光密度を高めることができる。

【0051】

なお、図7(a)のように、隣り合う半導体発光装置 11 の間の領域では、蛍光体含有樹脂層 13 がブリッジ状につながっている。ブリッジ状の蛍光体含有樹脂層 13 は、半導体発光素子 11 の端部から上方に向かって開いた傾斜面 131 を構成している。発光構造層 110 の側面から傾斜面 131 に向かって出射された光は、傾斜面 131 によって反射され、上方に向かって進み板状光学層 14 に入射する。よって、半導体発光装置 11 の間の領域においても、効率よく光を板状光学層 14 から出射させることができる。

10

【0052】

なお、ブリッジ状の蛍光体含有樹脂層 13 は、蛍光体含有樹脂層 13 を形成する際に塗布(滴下)する蛍光体含有樹脂の量を調節し、表面張力により形成する。

【0053】

他の構造および作用は、第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0054】

<第3の実施形態>

第3の実施形態の発光装置を図8および図9(a)、(b)を用いて説明する。図8は、第3の実施形態で使用する半導体発光素子の斜視図であり、図9(a)は、第3の実施形態の発光装置の断面図であり、図9(b)は、その上面図である。ただし、図9(b)の上面図においても、図の理解を容易にするために、蛍光体含有樹脂層 13 にハッチングを付している。

20

【0055】

図8のように、半導体発光素子は、1枚のサブマウント基板 113 に複数の発光構造層 110 を搭載した構成である。複数の発光構造層 110 には、上面に電極 124 が、下面には不図示の電極が配置されており、一对の電極パッド 114 から供給される電流は、複数の発光構造層 110 に直列に供給される。

【0056】

第3の実施形態の発光装置においては、板状光学層 14 は、複数の発光構造層 110 全体の大きさより小さく、蛍光体含有樹脂層 13 の側面が傾斜面 130 になっている。これにより、板状光学層 14 の外側領域 140 において、発光構造層 110 から出射された光を蛍光体含有樹脂層 13 の散乱および反射により、板状光学層 14 に集光することができるため、発光密度を高めることができる。

30

【0057】

なお、隣り合う発光構造層 110 の間の領域にも蛍光体含有樹脂層 13 が一様な厚さで形成されている。隣接する発光構造層 110 の間の領域で発光構造層 110 の側面から出射された光は、蛍光体による散乱で上方に向かい、板状光学層 14 に入射する。よって、半導体発光装置 11 の間の領域においても、板状光学層 14 から光を出射させることができる。

40

【0058】

他の構造および作用は、第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0059】

本発明の発光装置は、例えば、LCDバックライト、一般照明、街路灯、などライティングに用いるLED光源として利用することができる。

【符号の説明】

【0060】

10...サブマウント基板、11...発光素子、13...蛍光体含有樹脂層、14...板状光学層、15...反射材料層、16...外枠、110...発光構造層、111...電極、112...ボンデ

50

ィングワイヤ、 1 1 3 ...素子基板、 1 1 4 ...電極パッド、 1 1 5 ...ビーズ、 1 2 4 ...電極、
、 1 3 0 ...傾斜面、 1 3 1 ...傾斜面

【 図 1 】

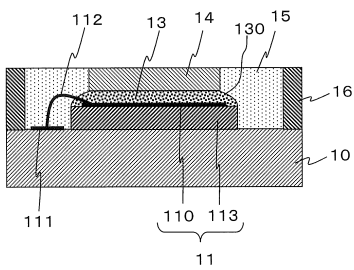


図1

【 図 3 】

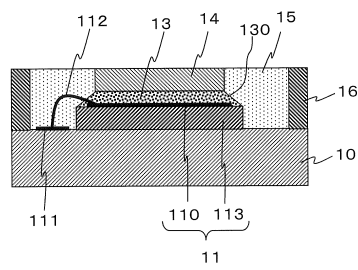


図3

【 図 2 】

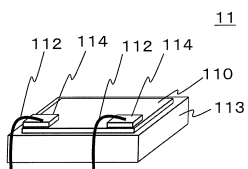


図2

【 図 4 】

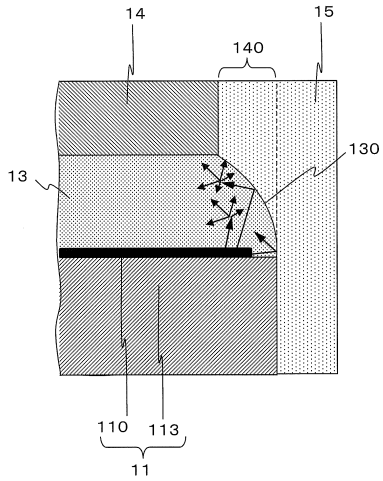


図4

【 図 5 】

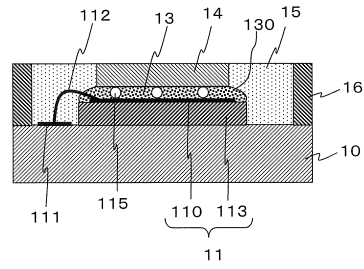


図5

【 図 6 】

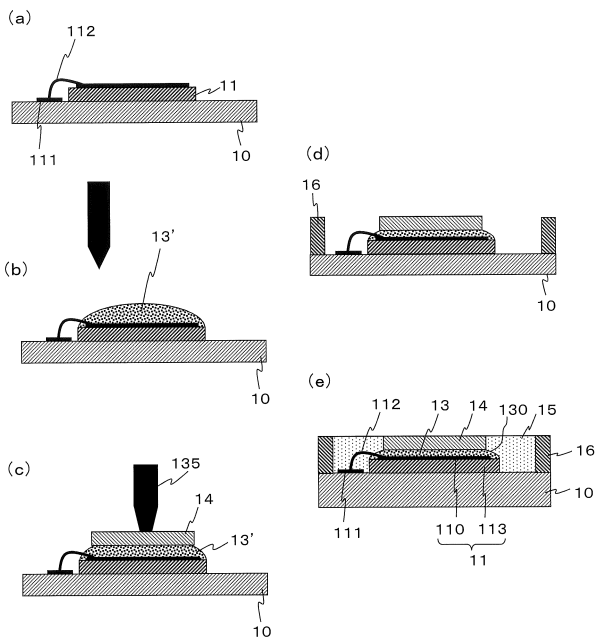
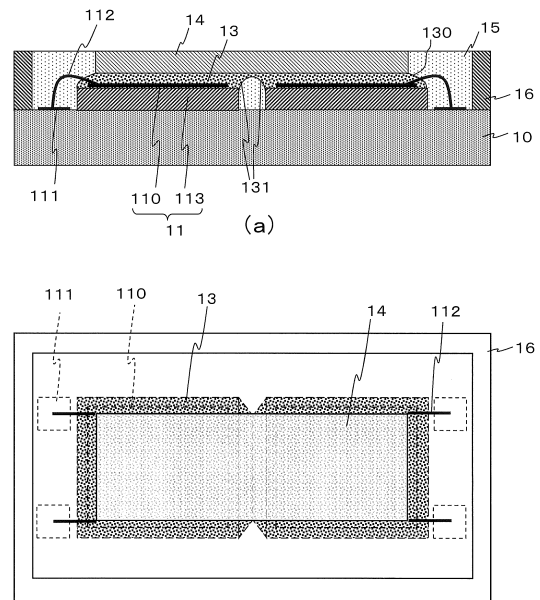


図6

【 図 7 】



(b)

図7

【 図 8 】

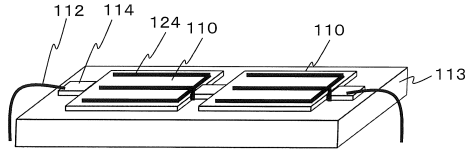
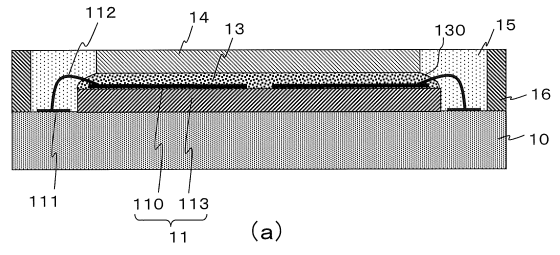
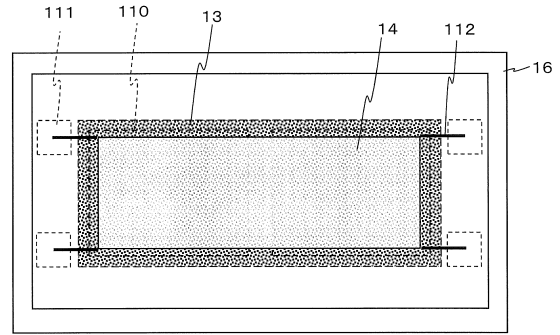


図8

【 図 9 】



(a)



(b)

図9

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-219324(JP,A)
国際公開第2009/069671(WO,A1)
特開平10-151794(JP,A)

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