(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6287204号
(P6287204)
(45)発行日　平成30年3月7日(2018.3.7)　(24)登録日　平成30年2月16日(2018.2.16)

(51)Int.Cl.　　F I
H01L 33/50 (2010.01)　　H01L 33/50
H01L 33/10 (2010.01)　　H01L 33/10

請求項の数 11　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2013-272660(P2013-272660)
(22)出願日　平成25年12月27日(2013.12.27)
(65)公開番号　特開2015-128088(P2015-128088A)
(43)公開日　平成27年7月9日(2015.7.9)
審査請求日　平成28年11月28日(2016.11.28)

(73)特許権者　000226057
日亜化学工業株式会社
徳島県阿南市上中町岡４９１番地１００
(74)代理人　100100158
弁理士　鮫島　睦
(74)代理人　100138863
弁理士　言上　惠一
(74)代理人　100131808
弁理士　柳橋　泰雄
(74)代理人　100145104
弁理士　膝舘　祥治
(72)発明者　岡　祐太
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体光源装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
装置基板上に実装される第１のＬＥＤ素子、第２のＬＥＤ素子及び波長変換部材を備える半導体光源装置であって、
前記第１のＬＥＤ素子が成長基板を含み、当該成長基板を介して前記装置基板に実装されることにより、
前記第１のＬＥＤ素子の発光層が前記第２のＬＥＤ素子の上面よりも前記装置基板に対し高い位置にあり、
前記波長変換部材は、前記第２のＬＥＤ素子を被覆し、前記第１のＬＥＤ素子の上面には付着せず、
前記第１のＬＥＤ素子の周囲は複数の前記第２のＬＥＤ素子により取り囲まれ、
前記波長変換部材は、前記第１のＬＥＤ素子の成長基板の側面に付着し、
前記波長変換部材は、前記第１のＬＥＤ素子を中心にして外側に向かって厚さが小さくなるように傾斜している半導体光源装置。
【請求項２】
前記第２のＬＥＤ素子が成長基板を有していない、請求項１に記載の半導体光源装置。
【請求項３】
前記第１のＬＥＤ素子が赤色ＬＥＤ素子である、請求項１または２に記載の半導体光源装置。
【請求項４】

前記第１のＬＥＤ素子の発光層が窒化物系化合物半導体からなる、請求項１または２に記載の半導体光源装置。
【請求項５】
前記第１のＬＥＤ素子及び前記第２のＬＥＤ素子の発光層が共に窒化物系化合物半導体からなる、請求項１または２に記載の半導体光源装置。
【請求項６】
前記第１のＬＥＤ素子が緑色ないし青緑色ＬＥＤ素子であり、前記第２のＬＥＤ素子が青色ＬＥＤ素子である、請求項５に記載の半導体光源装置。
【請求項７】
前記装置基板に対して低い前記第２のＬＥＤ素子の発光面積のほうが、前記装置基板に対して高い前記第１のＬＥＤ素子の発光面積よりも広く形成されている、請求項１～６の何れか１項に記載の半導体光源装置。
【請求項８】
前記装置基板に対して高い前記第１のＬＥＤ素子と前記装置基板に対して低い前記第２のＬＥＤ素子とが前記装置基板に交互に実装されている、請求項１～７の何れか１項に記載の半導体光源装置。
【請求項９】
前記第１のＬＥＤ素子の総数よりも前記第２のＬＥＤ素子の総数のほうが多い、請求項１～８の何れか１項に記載の半導体光源装置。
【請求項１０】
前記第１のＬＥＤ素子は、半導体層と前記成長基板との間に反射層を備える、請求項１～９の何れか１項に記載の半導体光源装置。
【請求項１１】
前記反射層がＤＢＲである、請求項１０に記載の半導体光源装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、発光ダイオード（Light Emitting Diode, LED）を用いた半導体光源装置に関する。特に、演色性に優れた照明光が得られる半導体光源装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
発光ダイオード（以下「ＬＥＤ」と略称する。）は、高い発光効率、低い消費電力および長寿命であるという観点から、照明用装置をはじめ、光通信装置、プリンタやスキャナなどの様々な応用製品の光源として採用されている。
現在主流とされる白色ＬＥＤは、青色ＬＥＤと、その青色光を変換する黄色蛍光体との組み合わせに基づいて、単一のＬＥＤ素子（シングルチップ）のみによる白色光が実現されている。また、蛍光体の波長変換帯域を広くしまたは任意に選択し、あるいは蛍光体を塗布しないＬＥＤ素子を加えることで、演色性に優れた良質の照明光を得ることが可能である。
【０００３】
ここで、演色性とは、物体を照明で照らしたときにその物体がどのような見え方をするか、という色の見え方に及ぼす光源の性質をいう。優れた演色性は、たとえば太陽光などの白色光のホワイトバランス（波長プロファイル）に光源の光を近づけることによって得られる。また、演色性に優れるとは、合成した光が白色光に限らず所望のまたは任意の色温度を有するように調整可能であること（たとえば蝋燭の炎や白熱灯などの光をＬＥＤ光により再現できること）や、光源に色むらなどの品質劣化がないことなども含まれる。
【０００４】
ところで、ＬＥＤ光源の色温度や上述したホワイトバランスなどを調整するため、蛍光体が塗布されるＬＥＤ素子と蛍光体が塗布されないＬＥＤ素子とが隣接して配置される半導体光源装置が知られている。しかし、蛍光体がその流動性により塗布すべきでないＬＥ

Ｄ素子に付着すると、光源のホワイトバランスが崩れ所望の演色性が得られなくなる。このような問題を解決するため、たとえば特許文献１には、蛍光体材料が塗布される第１ＬＥＤチップと、蛍光体材料が塗布されない第２ＬＥＤチップとを基板上に備え、第２ＬＥＤチップのほうが第１ＬＥＤチップよりも高い位置にあるように配置される半導体発光装置が開示されている。２種類のＬＥＤチップに高低差を設けたことにより、嵩上げされた第２ＬＥＤチップに蛍光体材料が付着することを防止している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２００８－２５１６４４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

たとえば特許文献１に開示される従来の半導体発光装置によれば、予め基板に嵩上げ部を設け、その嵩上げ部の上に第２ＬＥＤチップを実装することにより高低差を形成している。このような従来の嵩上げ部は、たとえば熱伝導性の高いアルミニウム等の金属から形成される。

【０００７】

しかし、嵩上げ部をアルミニウム等の導電性金属で形成した場合、基板と第２ＬＥＤチップとを電気的に絶縁するための絶縁層が必要となる。また、第２ＬＥＤチップごとに、それぞれの嵩上げ部を基板に貼り付ける工程が必要となり、半導体発光装置の製造工程が複雑化してコスト高を招くことにもなる。

【０００８】

本発明は、かかる従来の課題にかんがみてなされたものであり、演色性に優れ、また製造工程が少なく量産化にも適した半導体光源装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明は、装置基板上に実装される第１のＬＥＤ素子及び第２のＬＥＤ素子を備える半導体光源装置であって、前記第１のＬＥＤ素子が成長基板を含み、当該成長基板を介して前記装置基板に実装されることにより、前記第１のＬＥＤ素子の発光層が前記第２のＬＥＤ素子の上面よりも前記装置基板に対し高い位置にあり、前記第２のＬＥＤ素子が波長変換部材により被覆されている半導体光源装置である。

【発明の効果】

【００１０】

本発明の半導体光源装置によれば、第１のＬＥＤ素子の発光層が第２のＬＥＤ素子の上面よりも装置基板に対し高い位置にあるので、第２のＬＥＤ素子のみが波長変換部材に被覆される。これにより、発光層の位置が高い第１のＬＥＤ素子に不必要な波長変換部材の付着を防止し、優れた演色性を有する光源を得ることができる。また、第１のＬＥＤ素子が成長基板を介して装置基板に実装されるので、製造工程が少なく量産化にも適した半導体光源装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の一実施形態による第１のＬＥＤ素子の断面構造を模式的に示す図である。

【図２】本発明の他の実施形態による第１のＬＥＤ素子の断面構造を模式的に示す図である。

【図３】本発明の一実施形態による第２のＬＥＤ素子の断面構造を模式的に示す図である。

【図４】本発明の他の実施形態による第２のＬＥＤ素子の断面構造を模式的に示す図である。

【図５】本発明の一実施形態による半導体光源装置の略平面図である。
【図６】図５に示した実施形態による半導体光源装置の側面図である。
【図７】本発明の他の実施形態による波長変換部材を含む半導体光源装置の側面図である。
【図８】本発明のさらに他の実施形態による波長変換部材を含む半導体光源装置の側面図である。
【図９】本発明のさらに他の実施形態による波長変換部材を含む半導体光源装置の側面図である。
【図１０】本発明のさらに他の実施形態による半導体光源装置の略平面図である。
【図１１】本発明のさらに他の実施形態による半導体光源装置の略平面図である。
【図１２】本発明のさらに他の実施形態による半導体光源装置の略平面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下、図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態を説明する。なお、参照される各図を通し、同一の各構成要素および形態は異なるが対応関係がある各構成要素に対しては同一の符号が付されている。
【００１３】
本発明の一実施形態による半導体光源装置１０は、装置基板１３に実装される第１のＬＥＤ素子１１および第２のＬＥＤ素子１２を備える。図１は、一つの実施形態による第１のＬＥＤ素子１１の断面構造を模式的に示す図である。第１のＬＥＤ素子１１および第２のＬＥＤ素子１２は、ＬＥＤ素子で構成することができる。
【００１４】
（第１のＬＥＤ素子）
第１のＬＥＤ素子１１は、たとえば、６００ｎｍ付近に波長のピークを有する赤色ＬＥＤからなる。また、第１のＬＥＤ素子１１は、波長範囲５９０ｎｍ（橙）～７５０ｎｍ（赤）から選択される波長を有する暖色系のＬＥＤであってもよい。また、半導体光源装置１０の使用目的や要求される光源の特性等に応じて、緑色ないし青色ＬＥＤを第１のＬＥＤ素子１１に適用してもよい。
【００１５】
第１のＬＥＤ素子１１は、平面視において、たとえば０．５ｍｍ～２ｍｍ角の四角形のチップサイズを有している。第１のＬＥＤ素子１１は、図１に示されるように、成長基板１１１と、成長基板１１１上にエピタキシャル成長された半導体層１１２とを備えた垂直構造を有している。成長基板１１１はたとえばIII－Ｖ族のｎ型半導体単結晶である半導体基板からなる。この成長基板１１１としては、たとえばＳｉ（VI）をドナーとして添加したＧａＡｓ基板を用いることができる。また、第１のＬＥＤ素子１１が、窒化物系化合物半導体であるたとえばＧａＮ系の青色ＬＥＤまたは緑色ＬＥＤの場合には、成長基板１１１としてＳｉＣ、ＧａＮ、ＡｌＮ等の導電性基板が好適に用いられる。成長基板１１１の厚さは、８５μｍ～２００μｍとすることができ、好ましくは１２０μｍ～１５０μｍである。
【００１６】
第１のＬＥＤ素子１１の半導体層１１２は、ｎ型半導体層１１３、活性層１１４、ｐ型半導体層１１５およびｐ型拡散層１１８が順に積層された構造を有している。なお、ｎ型半導体層１１３、ｐ型半導体層１１５は、単層、多層を特に限定しない。半導体層１１２は、たとえば有機金属化学気相成長（Metal Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD）法によって成長基板１１１上に順次積層することができる。またその他の気相または液相成長法を用いて半導体層１１２を形成してもよい。具体的に半導体層１１２は、それぞれの層がたとえばＡｌＧａＩｎＰ系の化合物半導体からなる。すなわち、ｎ型半導体層１１３（ｎ型クラッド層）としては、ドナーである６価のＳｉをドーピングしたＡｌＧａＩｎＰまたはＡｌＩｎＰを用いることができ、ｐ型半導体層１１５（ｐ型クラッド層）としては、アクセプタである２価のＺｎをドーピングしたＡｌＧａＩｎＰまたはＡｌＩｎＰを

用いることができる。また、ｎ型半導体層１１３とｐ型半導体層１１５とによって挟まれる活性層１１４としてはＡｌＧａＩｎＰを用いることができる。なお、第１のＬＥＤ素子１１は、上述のＡｌＧａＩｎＰ系の化合物半導体以外にも、たとえばＧａＡｓＰ系や、ＡｌＧａＡｓ系や、ＧａＮ系や、ＩｎＧａＮ系の化合物半導体を用いることもできる。

【００１７】

高輝度のＬＥＤを実現するために、図１に示されるように半導体層１１２と成長基板１１１との間に光反射層１１６を設け、これにより光取り出し効率を高めてもよい。光反射層１１６は、たとえば、ｎ型半導体の一部として形成したＤＢＲ（Distributed Bragg Reflector）を用いることができる。ＤＢＲは、空間周期がλ／２ｎの回折格子である（ここで、λは真空における光の波長、ｎは媒体（具体的にはｎ型半導体層）における屈折率である。）。すなわち、光反射層１１６は、半導体層１１２から基板側へ放出された波長λの光を、反対側の上面である光取り出し面１１ａ側に回折させる一方で、ｐ電極１１７からの順方向の電流をｎ電極１１９へ導通させることができる。なお、第１のＬＥＤ素子１１の光取り出し面１１ａとは、図１に示されるように、半導体層１１２に積層され透光性を有するｐ型拡散層１１８の上面のことである。

【００１８】

第１のＬＥＤ素子１１において、ＬＥＤのアノードと電気的に接続されるｐ電極１１７は、前述のｐ型拡散層１１８上に設けられる。一方、カソードと電気的に接続されるｎ電極１１９は、成長基板１１１（ｎ型半導体基板）の底面に設けられる。これらｐ電極１１７およびｎ電極１１９は、たとえば真空蒸着またはスパッタリングにより導電性材料を成膜後、フォトリソグラフィ等の技術によりボンディングに適した所定のパターンにエッチングして形成される。

【００１９】

第１のＬＥＤ素子１１では、半導体層１１２に順方向の電流が供給されることにより活性層１１４にキャリアが移動して閉じ込められ、そこでキャリアの再結合が効率良く起こり光が放出される。このため、活性層１１４は発光層ともいわれる。なお、図１に示される第１のＬＥＤ素子１１は、半導体層が積層する方向と同じ方向に光が取り出されるので、装置基板１３に対してはフェース・アップ（ＦＵ）実装されることとなる。

【００２０】

また、図１には垂直構造のＬＥＤ素子が記載されているが、第１のＬＥＤ素子１１がたとえば図２に示される水平構造のＬＥＤ素子であってもよい。図２に示される構造のＬＥＤ素子も装置基板１３に対しＦＵ実装、つまり、ｐ電極１１７およびｎ電極１１９の形成された面を上側にし、成長基板１１１側がｎ電極１１９を介して装置基板１３に実装される。

なお、窒化物半導体における成長基板１１１としては、Ｃ面、Ｒ面、及びＡ面のいずれかを主面とするサファイアやスピネル（$MgAl_2O_4$）のような絶縁性基板を用いることができる。

【００２１】

（第２のＬＥＤ素子）

次に、図３は、本発明の一実施形態による第２のＬＥＤ素子１２の断面構造を模式的に示す図である。第２のＬＥＤ素子１２は、たとえば、ピーク波長が４５０ｎｍ前後の青色ＬＥＤ、またはピーク波長が５００ｎｍ前後またはそれ以上である緑色ＬＥＤからなる。また、半導体光源装置１０の使用目的や要求される光源の特性等に応じて、第２のＬＥＤ素子１２に赤色ないしは黄色の暖色系のＬＥＤを適用してもよい。第２のＬＥＤ素子１２は、平面視において、たとえば１ｍｍ～２ｍｍ角の四角形のチップサイズを有している。

【００２２】

第２のＬＥＤ素子１２のチップサイズは、上述した第１のＬＥＤ素子１１のチップサイズと同一でもよく、異なっていてもよい。また、第１および第２のＬＥＤ素子１１、１２のそれぞれの輝度特性が同一でもよく、異なっていてもよい。さらには、これら第１および第２のＬＥＤ素子１１、１２の輝度または発光強度が、半導体光源装置１０の外部また

は内部に設けた図示しない電流制御装置等により相対的に調整されるものでもよい。

【００２３】

第２のＬＥＤ素子１２は、窒化物系化合物半導体であるたとえばＧａＮ系の半導体により形成した半導体層１２２を備える。半導体層１２２の各層を構成する半導体は、図示しない成長基板上に、たとえばＭＯＣＶＤ法その他の気相成長法によりエピタキシャル成長される。この成長基板は、半導体層１２２を形成後に、たとえばレーザリフトオフ（ＬＬＯ）法により除去される。成長基板の除去は、好ましくはｐ電極１２７及びｎ電極１２９の形成後、さらに装置基板１３に実装された後に行うことが好ましい。成長基板除去後のＬＥＤ素子は極めて薄く、扱い辛いからである。好ましくは装置基板１３に実装した後で、ＬＥＤ素子の底面から側面にかけて樹脂等で固定し、その後に成長基板を除去する。この樹脂には、第２のＬＥＤ素子からの光を反射可能な反射部材を含有させることが好ましい。

【００２４】

第２のＬＥＤ素子１２の半導体層１２２は、ｎ型半導体層１２３、活性層１２４およびｐ型半導体層１２５が順に積層された構造を有している。具体的には、ｎ型半導体層１２３（ｎ型クラッド層）をたとえばＳｉをドーパントとして用いたＧａＮから形成でき、ｐ型半導体層１２５（ｐ型クラッド層）をたとえばＭｇまたはＺｎをドーパントとして用いたＧａＮから形成でき、活性層１２４をたとえばＧａＮまたはＩｎＧａＮから形成することができる。また、青色ＬＥＤを構成するために、半導体層１２２にＩｎＡｌＧａＮ系化合物を用いることができる。また、第２のＬＥＤ素子１２を緑色ＬＥＤで構成する場合には、半導体層１２２にＧａＮ系化合物を用いるもののほか、半導体層１２２にＧａＰ系化合物を用いることもできる。

【００２５】

第２のＬＥＤ素子１２のアノードと電気的に接続されるｐ電極１２７が、ｐ型半導体層１２５に接合して設けられる。また、カソードと電気的に接続されるｎ電極１２９が、ｎ型半導体層１２３に接合して設けられる。これらｐ電極１２７およびｎ電極１２９は、図３に示されるようにバンプとして形成される。ｐ電極１２７およびｎ電極１２９は、ｐ型およびｎ型半導体層１２５、１２３のそれぞれの所定位置にスパッタリング等によりアンダー・バリア・メタル（ＵＢＭ）を成膜し、成膜したＵＢＭ上に濡れ性の良い導電性金属であるたとえばＡｕをメッキすることにより得られる。

【００２６】

図３に示される第２のＬＥＤ素子１２は水平構造を有し、半導体層が積層する方向とは反対の方向に光が取り出されるので、装置基板１３に対してはフェース・ダウン（ＦＤ）実装されることとなる。また、図４に示されるように第２のＬＥＤ素子１２は垂直構造であってもよく、装置基板１３に対しｎ電極１２９がＦＵ実装されるものでもよい。

【００２７】

（半導体光源装置）

次に、本発明に係る半導体光源装置の実施形態をいくつか例示して説明する。なお、以下の説明において参照される図において、発明の理解を容易にするために主要な構成のみが示され、また一部の寸法が誇張して描かれている。

【００２８】

図５は、一つの実施形態による半導体光源装置１０の略平面図である。この実施形態では、装置基板１３上において、第１のＬＥＤ素子１１の両側に第２のＬＥＤ素子１２が実装される。図６は、図５に示された半導体光源装置１０をＶ方向から見た場合の側面図である。図６に示されるように、この半導体光源装置１０では、第１のＬＥＤ素子１１が成長基板１１１を介して装置基板１３に実装されることにより、第１のＬＥＤ素子１１の発光層１１４または半導体層１１２が、第２のＬＥＤ素子１２の上面（つまり光取り出し面１２ａ）よりも装置基板１３に対し高い位置にある。

【００２９】

ここで、「装置基板１３に対し高い位置にある」とは、第１のＬＥＤ素子１１の発光層

１１４または半導体層１１２のほうが第２のＬＥＤ素子１２の上面（つまり光取り出し面１２ａ）よりも装置基板１３から相対的に離れた位置にあることを意味する。

【００３０】

この実施形態の半導体光源装置１０では、装置基板１３に対し高いほうの第１のＬＥＤ素子１１と、装置基板１３に対して低いほうの第２のＬＥＤ素子１２とが交互に実装されている。この場合、第１のＬＥＤ素子１１の数が１個であるのに対し第２のＬＥＤ素子１２の数が２個であり、そのため、第１のＬＥＤ素子１１の発光面積よりも第２のＬＥＤ素子１２の発光面積のほうが広く形成されている。第１のＬＥＤ素子１１の発光面積と第２のＬＥＤ素子１２の発光面積の比率は、所望の色調に応じて適宜調整可能であるが、例えば、第１のＬＥＤ素子１１が赤色もしくは青緑、第２のＬＥＤ素子１２が青色の場合、（第１のＬＥＤ素子１１の発光面積：第２のＬＥＤ素子１２の発光面積）は１：１．８～１：３程度が例示される。

【００３１】

第２のＬＥＤ素子１２には、その上面である光取り出し面１２ａを被覆するように波長変換部材（２１、２２、２３、２４）が配置される。一方、第１のＬＥＤ素子１１には波長変換部材が被覆されていない。

【００３２】

波長変換部材に用いられる蛍光体材料としては、たとえば、Ｃｅ、Ｅｕ等のランタノイド系元素で賦活される、窒化物系蛍光体または酸窒化物系蛍光体を用いることができる。ただし、第２のＬＥＤ素子１２の光を所望の波長の光に変換するものであれば特に限定されない。

蛍光体材料として具体的には、たとえば、Ｃｅ等のランタノイド元素で賦活される希土類アルミン酸塩を用いることができ、そのうちＹＡＧ系蛍光体材料が好適に用いられる。また、ＹＡＧ系蛍光体材料のうちＹの一部または全部をＴｂ、Ｌｕで置換したものでもよい。また、Ｃｅで賦活される希土類ケイ酸塩等を蛍光体材料に用いることができる。

また、Ｅｕ等のランタノイド系元素で賦活される、アルカリ土類ハロゲンアパタイト、アルカリ土類金属ホウ酸ハロゲン、アルカリ土類金属アルミン酸塩、アルカリ土類金属硫化物、アルカリ土類金属硫チオガレート、アルカリ土類金属窒化ケイ素またはゲルマン酸塩、もしくはＥｕ等のランタノイド系元素で賦活される有機または有機錯体を蛍光体材料として用いることができる。例えば赤色蛍光体として、（Ｓｒ，Ｃａ）ＡｌＳｉN_3：ＥｕのようなＳＣＡＳＮ系蛍光体、ＣａＡｌＳｉN_3：ＥｕのようなＣＡＳＮ系蛍光体、ＳｒＡｌＳｉN_3：Ｅｕ、K_2SiF_6：Ｍｎ等がある。他にも、発光素子の青色光を吸収して緑色光を発光する、例えば、クロロシリケート蛍光体やβサイアロン蛍光体等を用いることができる。

【００３３】

波長変換部材の一つの実施形態は、図６に示される蛍光体シート２１ａである。蛍光体シート２１ａは、上述したような蛍光体材料を透光性の樹脂バインダーに混合し、ある程度の可撓性を維持してシート状に加工したものである。樹脂の種類としては、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、フッ素樹脂、および、それらの樹脂を少なくとも一種以上含むハイブリッド樹脂等、耐候性に優れた透光性樹脂を用いることができる。変色が起こりにくく性状が安定しているシリコーン樹脂がより好ましい。熱硬化または光硬化性樹脂を混合して樹脂バインダーを調製し、蛍光体シート２１ａを第２のＬＥＤ素子１２に配置した後に所定の方法で硬化させてもよい。

【００３４】

波長変換部材の他の実施形態が、図７～９に示される。図７には上述したような蛍光体材料を含む樹脂２２を第２のＬＥＤ素子１２の光取り出し面１２ａの上に電着した例が示される。図８にはスプレーを用いて蛍光体材料２３を第２のＬＥＤ素子１２に塗布する例が示される。図９には蛍光体材料を含む樹脂２４を第２のＬＥＤ素子１２上にポッティング（滴下）することにより被覆する例が示される。

【００３５】

このように、第２のＬＥＤ素子１２の上面には、図６～９に例示された方法または他の適当な方法によって波長変換部材（２１、２２、２３、２４）が被覆される。波長変換部材を構成する蛍光体材料を含む流動性を有する樹脂は、第１のＬＥＤ素子１１の成長基板１１１に対し濡れ性がないことが好ましい。しかし、波長変換部材の樹脂が成長基板１１１に対し仮に濡れ性を有していたとしても、図８または図９に示されるように成長基板１１１の側面のみに付着し、第１のＬＥＤ素子１１の少なくとも上面には付着しない。このように、第１および第２のＬＥＤ素子１１、１２に高低差を設けることで、低いほうの第２のＬＥＤ素子１２のみに選択的に波長変換部材を配置することができるようになる。したがって、波長変換の不要な第１のＬＥＤ素子１１には波長変換部材が被覆されないため、波長変換部材による吸収がなくなり、光束の低下が抑制される。また、ウェハーからダイシングした第１のＬＥＤ素子１１を成長基板１１１を除去せずにそのまま装置基板１３に実装するだけで、発光層１１４を嵩上げすることができる。したがって、製造工程数の増加を伴わずに量産化に適した半導体光源装置１０を得ることができる。

【００３６】

半導体光源装置１０のもう一つの実施形態では、第１のＬＥＤ素子１１を赤色ＬＥＤ素子で構成し、第２のＬＥＤ素子１２を青色ＬＥＤ素子で構成することができる。

【００３７】

この場合、波長変換部材（２１、２２、２３、２４）は、第２のＬＥＤ素子１２から放出された青色光の一部をより長い波長の光に変換する。第２のＬＥＤ素子１２からの光のうち、蛍光体シート２１ａを介してその一部が波長変換された黄色光と、波長変換されずに通過した青色光とが混合することにより、人の視覚では白と認識される白色光が得られる。この半導体光源装置１０では、この第２のＬＥＤ素子１２から得られる白色光と、第１のＬＥＤ素子１１から得られる赤色光とを合成することにより、演色性の高い、すなわち太陽光に近い自然な白色光を得ることができる。また、赤色を放出する第１のＬＥＤ素子１１の輝度または強度を上げ、または第１のＬＥＤ素子１１の発光面積を相対的に広くすることにより、半導体光源装置１０が照射する光を、たとえば白熱灯のような色温度が比較的高い光に調整することができる。

【００３８】

半導体光源装置１０のさらに他の実施形態では、第１のＬＥＤ素子１１および第２のＬＥＤ素子１２がそれぞれ窒化物系化合物半導体で構成される。たとえば、第１のＬＥＤ素子１１を緑色ないし青緑色ＬＥＤ素子で構成し、第２のＬＥＤ素子１２を青色ＬＥＤ素子で構成することができる。第１および第２のＬＥＤ素子１１、１２を共に青色ＬＥＤ素子で構成してもよい。この実施形態の半導体光源装置１０によれば、第２のＬＥＤ素子１２から得られる白色光と、第１のＬＥＤ素子１１から得られる緑色ないしは青色の光とが混合することにより、色温度が比較的低い青白い光を得ることができる。

【００３９】

図１０～１２はさらに他の実施形態による半導体光源装置１０の略平面図であり、それぞれ第１および第２のＬＥＤ素子の配置構成（発光部の配置構成）が異なっている。

【００４０】

図１０の実施形態では、半導体光源装置１０が１箇所の第１発光部３１と、２箇所の第２発光部３２とを備え、第１発光部３１を挟む両側に第２発光部３２が配置される。

【００４１】

図１１の実施形態では、第２発光部３２の四辺に近接して囲むように、第１発光部３１が４箇所に配置される。

【００４２】

図１２の実施形態では、第１発光部３１の周囲（八方）を取り囲むように、第２発光部３２が８箇所に配置される。

【００４３】

上述した図１０～１２の実施形態では、第１発光部３１を構成するＬＥＤ素子の総数よりも、第２発光部３２を構成するＬＥＤ素子の総数のほうが多く、そのため、第１発光部

３１の発光面積よりも第２発光部３２の発光面積のほうが広く形成されている。

【００４４】

また、第１発光部３１を構成する各ＬＥＤ素子の発光層１１４または半導体層１１２全体が、第２発光部３２を構成する各ＬＥＤ素子の上面よりも装置基板に対し高い位置にある。そのため、第２発光部３２のみ波長変換部材を配置することができ、所要の演色性を有する照明光を得ることができる。

【００４５】

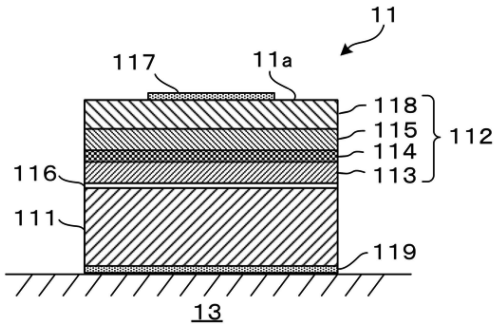
図１０～１２に示した第１発光部３１および第２発光部３２の配置構成は例示であり、半導体光源装置１０の使用目的や要求される光源の特性等に応じて任意に変更が可能である。また、図５や図１０～１２に代表される第１発光部３１および第２発光部３２の組み合わせをモジュール光源として形成し、半導体光源装置１０がこのようなモジュール光源の組み合せを複数含むものでもよい。

【符号の説明】

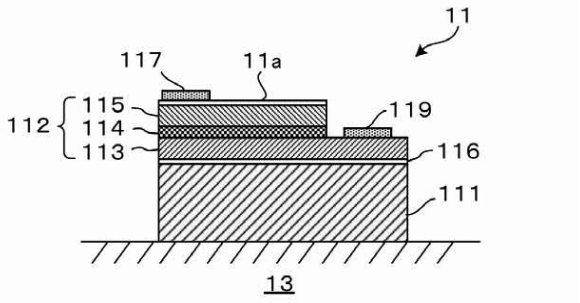
【００４６】

１０　半導体光源装置
１１　第１のＬＥＤ素子
１２　第２のＬＥＤ素子
１３　装置基板
２１、２２、２３、２４　波長変換部材
３１　第１発光部
３２　第２発光部
１１１　成長基板
１１２　半導体層
１１４　活性層（発光層）
１１６　光反射層
１１７　ｐ電極
１１８　ｐ型拡散層
１１９　ｎ電極
１２２　半導体層
１２４　活性層（発光層）
１２７　ｐ電極
１２９　ｎ電極

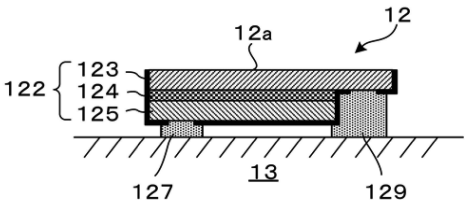
【図１】



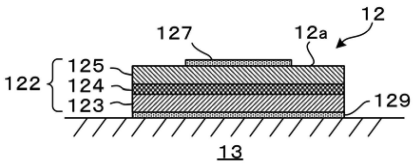
【図２】



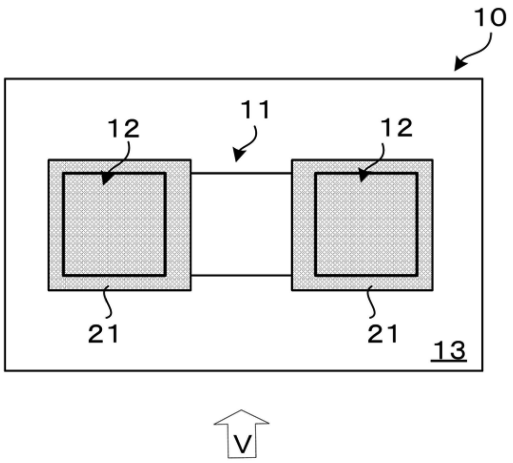
【図３】



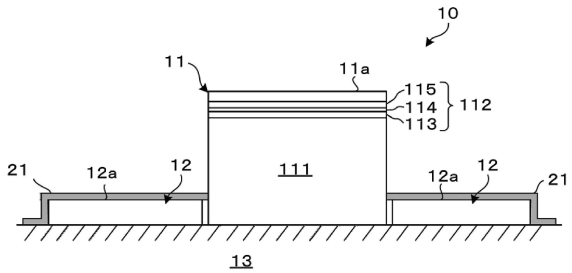
【図４】



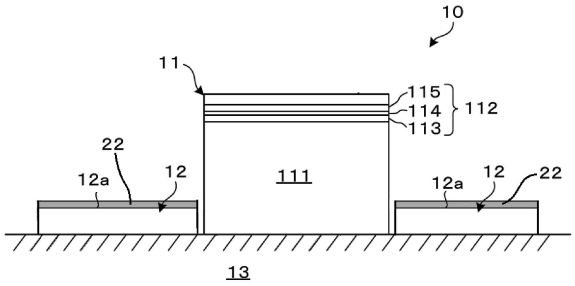
【図５】



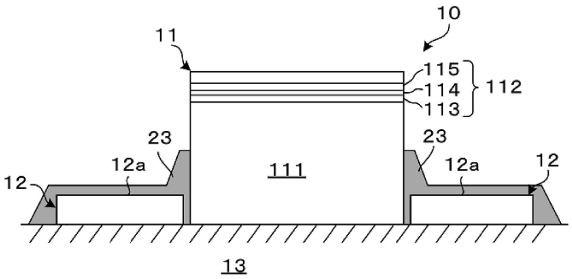
【図６】



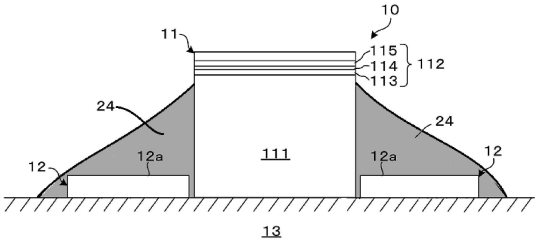
【図７】



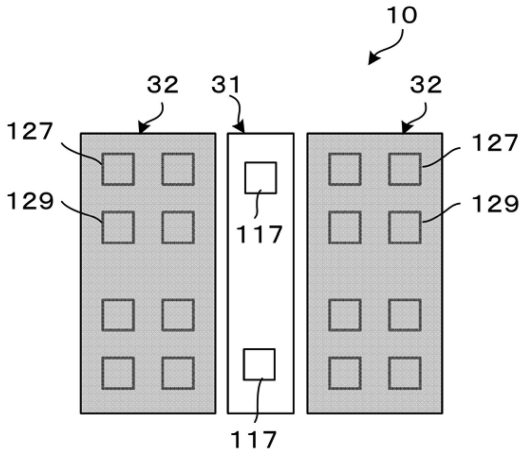
【図８】



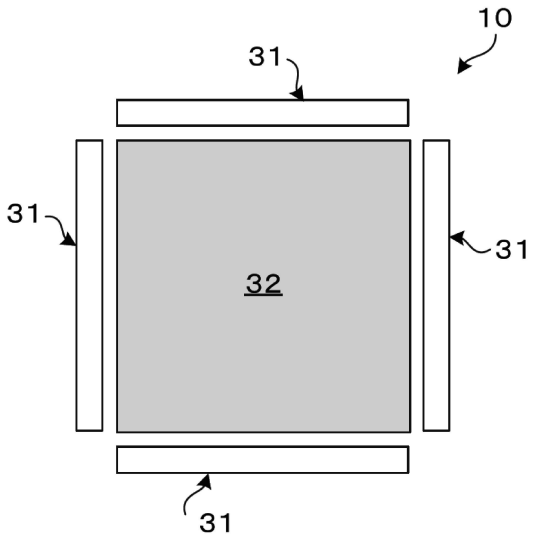
【図９】



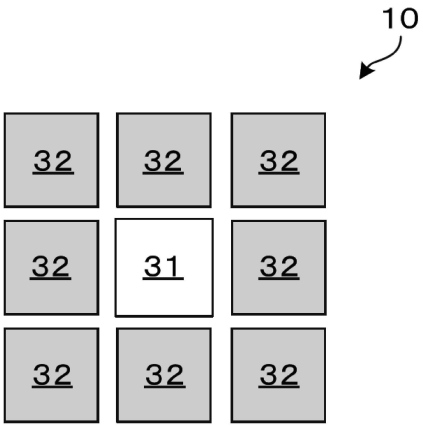
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

審査官　島田　英昭

(56)参考文献　特開２０１３－０１２５２９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１３／１５４１８１（WO，Ａ1）
特開２００７－０２７４２１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０２８６５２（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２２８５３６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１７５１９９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１８６１９４（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１３／０３１３５８５（ＵＳ，Ａ1）
特開２０１２－０２８５２５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１４２４３０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ３３／００－３３／６４