

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5227135号
(P5227135)

(45) 発行日 平成25年7月3日(2013.7.3)

(24) 登録日 平成25年3月22日(2013.3.22)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 33/54 (2010.01)
H01L 33/50 (2010.01)H01L 33/00 422
H01L 33/00 410

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-264439 (P2008-264439)
 (22) 出願日 平成20年10月10日 (2008.10.10)
 (65) 公開番号 特開2010-93208 (P2010-93208A)
 (43) 公開日 平成22年4月22日 (2010.4.22)
 審査請求日 平成23年9月12日 (2011.9.12)

(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
 (74) 代理人 110000888
 特許業務法人 山王坂特許事務所
 (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

審査官 下村 一石

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体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】

基板上に所定の間隙をあけて並べて配置された複数の発光素子と、前記発光素子間の間隙にそれぞれ配置された部材であって、前記間隙の両側の前記発光素子を連結するブリッジと、前記複数の発光素子の上面および前記ブリッジを一体に覆う波長変換層とを有し、前記波長変換層の膜厚は、少なくともその周縁部領域において傾斜し、端部に近づくにつれ薄くなっていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の半導体発光装置において、前記波長変換層の上面は、上向きに凸の曲面であることを特徴とする半導体発光装置。

10

【請求項 3】

請求項2に記載の半導体発光装置において、前記波長変換層は端部においても曲面形状であり、主平面に垂直な端面を有さない形状であることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 4】

請求項1ないし3のいずれか1項に記載の半導体発光装置において、前記波長変換層は、蛍光体粒子が添加された樹脂によって構成されていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 5】

請求項1ないし4のいずれか1項に記載の半導体発光装置において、前記ブリッジは、前記間隙の幅を充填する横幅を有し、前記ブリッジの、前記間隙の幅の方向と直交する長

20

手方向端部は、前記発光素子の上面と同一面上に位置することを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 6】

請求項 1ないし 5のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置において、前記ブリッジと前記基板との間には空間があることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 7】

請求項 1ないし 6のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置において、前記ブリッジは、前記間隙の幅の方向と直交する長手方向に沿って両側に傾斜面を有することを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 8】

請求項 1ないし 7のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置において、前記ブリッジは、光反射性のフィラーが添加された樹脂製であることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 9】

基板上に複数の発光素子を所定の間隙を開けて配列する工程と、

前記複数の発光素子の間隙に、当該間隙の両側の前記発光素子を連結する部材であるブリッジをそれぞれ配置する工程と、

前記ブリッジと前記複数の発光素子上面を一体に覆う一枚の波長変換層であって、少なくともその周縁部領域において膜厚が傾斜し、端部に近づくにつれ薄くなる層を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項 10】

請求項 9に記載の半導体発光装置の製造方法において、前記波長変換層を形成する工程は、前記ブリッジと前記複数の発光素子上面に波長変換層材料混合液を滴下し、前記ブリッジと前記複数の発光素子上面で材料混合液を表面張力により盛り上げて塗布膜を形成した後、これを硬化させる工程であることを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項 11】

請求項 9または 10に記載の半導体発光装置の製造方法において、前記ブリッジを配置する工程では、前記発光素子の間隙の幅を充填する横幅を有する前記部材を、前記間隙の幅の方向と直交する長手方向端部が前記発光素子の上面と同一面上に位置するように配置することを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項 12】

請求項 11に記載の半導体発光装置の製造方法において、前記ブリッジを配置する工程では、チクソトロピー性を付与した樹脂材料を所定の開口径のノズルから押し出し、前記発光素子の間隙を充填した後、硬化させることにより、前記樹脂材料により前記ブリッジを形成することを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項 13】

請求項 12に記載の半導体発光装置の製造方法において、前記ブリッジを配置する工程では、前記チクソトロピー性を付与した前記樹脂材料を前記所定の開口径のノズルから押し出す際に、前記間隙の幅の方向と直交する長手方向に沿って両側に傾斜面を有する形状に前記樹脂材料を形成することを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項 14】

請求項 12または 13に記載の半導体発光装置の製造方法において、前記ブリッジを配置する工程では、前記チクソトロピー性を付与した前記樹脂材料を前記間隙の上部にのみ配置し、形成される前記ブリッジと前記基板との間に空間を生じさせることを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項 15】

請求項 9ないし 14のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置の製造方法において、前記波長変換層を形成する工程の前に、前記発光素子上の電極を前記基板上の配線とワイヤボンディングにより接続する工程を行うことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、複数の半導体発光素子を配列した半導体発光装置に関し、特に、蛍光体材料等の波長変換層を備えた半導体発光装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

発光ダイオード(LED)の高出力化および高輝度化に伴い、車両のヘッドライト、一般照明、街路灯等の各種発光装置の光源として白色LEDが用いられ始めている。白色LEDは、青色LEDに蛍光体材料等を含む波長変換層を備えた構成であり、青色LEDの発した青色光の一部を波長変換層で色変換し、青色光と混合することにより白色光を得る構成である。

【0003】

例えば特許文献1、2、3には、ステンシル印刷やメタルマスクを用いたスクリーン印刷および懸濁液塗布法を行い、LEDチップの側面および上面を覆うように蛍光体含有層を形成する構成が知られている。また、特許文献4には、蒸着法やスパッタ法等の気相成長法により、LEDチップの上面のみに蛍光体層を形成した構成が開示されている。特許文献5には、2つの発光素子を並べて配置し、間隙を樹脂により充填し、これらの上面を一体に覆うように波長変換部材をスクリーン印刷や孔版印刷により形成した構成が開示されている。

10

【0004】

【特許文献1】特開2002-185048号公報

20

【特許文献2】特開2006-313886号公報

【特許文献3】特開2003-526212号公報

【特許文献4】特開2001-244507号公報

【特許文献5】特開2005-109434号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

車両のヘッドライト等のように一部の照明装置は、正面輝度分布が急峻な立ち上がりを示すことが要求される。すなわち、光の照射領域とその周囲の非照射領域との境界で輝度分布が急峻に立ち上がっていることが求められる。このような照明装置の光源として白色LEDを用いる場合、LED上面から正面方向へ指向性よく光が出射され、斜め方向や水平方向への光が出射されない構成にする必要がある。

30

【0006】

上記特許文献1～3に記載のLEDは、蛍光体含有層がLEDチップの上面および側面を覆っているため、LEDの上面から正面方向に光が出射されるだけでなく、LEDの側面から水平方向や水平方向よりも下方に向けて光が出射され、基板等で反射して正面方向に向かう。このため、正面輝度分布はLEDの端部に対応する位置でプロードになる。特許文献4、5に記載のLEDは、上面に搭載された蛍光体含有樹脂層の端面が矩形であるため、蛍光体含有樹脂層の端面から水平方向や水平方向よりも下方に向けて光が出射され、基板等で反射して正面方向に向かうため、正面輝度分布はLEDの端部に対応する位置でプロードになる。

【0007】

40

また、複数のLEDチップをアレイ状に並べたLED発光装置を構成する場合、特許文献1～4の技術のように、個々のLEDチップにそれぞれ蛍光体含有層を印刷等により形成すると、蛍光体含有層内の蛍光体粒子の分布ムラ等により、アレイ状LED発光装置の発光色にムラが生じやすい、LEDチップ間に起因する部分的な輝度低下が生じるという問題もある。

【0008】

本発明の目的は、アレイ状に並べられた複数の発光素子と、発光素子の出射光の一部を波長変換する層を備える発光装置であって、正面輝度分布の立ち上がりが急峻で、発光色ムラが少ない装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【0009】

上記目的を達成するために、本発明によれば、基板上に所定の間隙をあけて並べて配置された複数の発光素子と、発光素子間の間隙に配置され、発光素子を連結するブリッジ部と、複数の発光素子の上面およびブリッジ部を一体に覆う波長変換層とを有する半導体発光装置を提供する。波長変換層の膜厚は、少なくともその周縁部領域において傾斜し、端部に近づくにつれ薄くなるように構成する。このように、一体に覆う波長変換層の膜厚が、端部において薄くすることにより、波長変換層から横方向や基板方向に出射される光を低減することができるとともに、光の立ち上げの効果が得られ、正面輝度分布の立ち上がりを急峻にすることができる。また、複数の発光素子を一体に覆う波長変換層を用いることにより、発光色ムラを低減できる。

10

【0010】

波長変換層は、例えば上面が上向きに凸の曲面形状にする。これにより、連続的に光の立ち上げ角が変化するため、輝度むらを低減できる。

【0011】

波長変換層は端部においても曲面形状であり、主平面に垂直な端面を有さない形状であることが好ましい。

【0012】

波長変換層は、例えば蛍光体粒子が添加された樹脂によって構成する。

【0013】

ブリッジ部は、間隙を充填する横幅を有し、長手方向端部は発光素子の上面と同一面上に位置するように構成することが可能である。これにより、発光素子上の波長変換層材料混合液を滴下した場合の表面張力をブリッジ部においても維持することができるため、表面張力により波長変換層を作成することができる。

20

【0014】

ブリッジ部と基板との間には空間が生じるように形成することにより、ブリッジ部の端部の位置を発光素子の上面と同一面上に配置することが容易になる。

【0015】

ブリッジ部は、間隙の長手方向に沿って、両側に傾斜面を有する形状にすることができる。これにより発光素子からの光をブリッジ部の傾斜面で反射し、立ち上げることができるとともに輝度が向上する。

30

【0016】

ブリッジ部は、例えば光反射性のフィラーが添加された樹脂によって構成する。

【0017】

本発明の別の態様によれば半導体発光装置の製造方法が提供される。すなわち、基板上に複数の発光素子を所定の間隙を開けて配列する工程と、複数の発光素子間の間隙にブリッジ部を配置する工程と、ブリッジ部と複数の発光素子上面を一体に覆う一枚の波長変換層であって、少なくともその周縁部領域において膜厚が傾斜し、端部に近づくにつれ薄くなる層を形成する工程とを含む製造方法である。

【0018】

波長変換層を形成する工程は、例えば、ブリッジ部と複数の発光素子上面に波長変換層材料混合液を滴下し、ブリッジ部と複数の発光素子上面で材料混合液を表面張力により盛り上げて塗布膜を形成し、これを硬化させる工程とする。

40

【0019】

ブリッジ部を配置する工程では、発光素子の間隙を充填する横幅を有するブリッジ部を、その端部が前記発光素子の上面と同一面上に位置するように配置することが好ましい。

【0020】

例えば、ブリッジ部を配置する工程は、チクソトロピー性を付与した樹脂材料を所定の開口径のノズルから押し出し、発光素子の間隙を充填した後、硬化させる。

【0021】

ブリッジ部を配置する工程では、チクソトロピー性を付与した樹脂材料を所定の開口径

50

のノズルから押し出すことにより、例えば、長手方向に沿って両側に傾斜面を有する樹脂材料を発光素子の間隙上に形成し、硬化させることも可能である。

【0022】

ブリッジ部を配置する工程では、チクソトロピー性を付与した樹脂材料を発光素子の間隙の上部にのみ配置し、基板との間に空間を生じさせることが可能である。これにより、ブリッジ部の端部を比較的容易に発光素子の上面と同一面上に配置することができる。

【0023】

波長変換層を形成する工程の前に、発光素子上の電極を基板上の配線とワイヤボンディングにより接続する工程を行うことが可能である。電極に波長変換層材料が付着する前にワイヤボンディングを行うことにより、電気的な信頼性を向上させることができる。

10

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、アレイ状に並べられた複数の発光素子と、それらの発光光の一部を波長変換する層を備える発光装置であって、正面輝度分布の立ち上がりが急峻で、発光色ムラが少ない装置を提供することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の一実施の形態の半導体発光装置について説明する。

以下の実施の形態では、一例として、配列した複数の青色発光素子(LED)と、青色発光を励起光とし黄橙色の蛍光を発光する波長変換層とを組み合わせ、青色光と黄橙色とを混色して白色を得る白色発光装置について説明する。しかし、本発明において発光色は白色に限定されるものではなく、発光素子と波長変換材料とを組み合わせた発光装置であれば、発光色にかかわらず本発明を適用することができる。

20

【0026】

<第1の実施形態>

図1は、第1の実施形態を示す図であり、図1(a)は半導体発光装置の上面図、図1(b)は側面図である。第1の実施形態の半導体発光装置は、4個の発光素子(LEDチップ)102が一定の間隔をあけて一つの基板101上に配列され、発光素子102間にはそれぞれブリッジ部105が配置され、発光素子102間の間隙を充填している。4個の発光素子102の上面全体およびブリッジ部105の上部は、波長変換層103によって一体に覆われている。

30

【0027】

4つの発光素子102は、LEDチップであり、上面方向に青色光を発光する構造である。波長変換層103は、青色光を励起光とし、黄橙色の蛍光を発する蛍光体粒子(例えばYAG系蛍光体粒子)が分散された樹脂層である。4つの発光素子102の上面には同じ極性の電極(ワイヤボンドパッド)107がそれぞれ配置され、ボンディングワイヤ108によって基板101上の配線と接続されている。また、4つの発光素子102の下面には、上面に設けられた電極107の対極(図示していない)が配置されており、基板101上に形成された電極パターン上に電気的に接続されている。波長変換層103は、電極107およびボンディングワイヤ108の一部を埋め込むように配置されている。

40

【0028】

4つの発光素子102から上面に向かって発せられた青色光は、波長変換層103を通過する。その際に青色光の一部は、波長変換層103の蛍光体粒子を励起し、蛍光体粒子は黄橙色の蛍光を発する。波長変換層103を透過した青色光と黄橙色蛍光とは混合され、白色光が波長変換層103から上面に向かって出射される。

【0029】

波長変換層103は、図1(b)の側面図および図2(b)に示したA-A'断面図のように、少なくともその周縁部領域では膜厚が傾斜し、端部で最も薄く、中央部に近付くにつれ厚くなるように形成されている。特に、波長変換層103が主平面に垂直な端面を有していない形状、すなわち連結された4つの発光素子の上面外周において波長変換層1

50

03の膜厚がほぼゼロになる形状である場合には、波長変換層103から横方向や基板101方向へ光が出射されないため好ましい。これにより、従来技術のように波長変換層の端面から横方向や基板101方向へ出射された光が、周辺で反射して正面方向に向かうのを防止することができ、正面(上面)輝度分布の立ち上がり(非照射領域と照射領域の境界における輝度分布の立ち上がり)を急峻にすることができます。また、波長変換層103は膜厚が傾斜しているため、波長変換層103から光が出射される際に光が正面方向に立ち上げられ、正面輝度分布の立ち上がりをより急峻にする効果が得られる。

【0030】

本実施形態では、波長変換層103の上面は、図1(b)、図2(b)のように上向きに凸の曲面形状(断面形状が略弧を描くドーム形状)に形成されているため、波長変換層103は、連結された発光素子102の端部まで曲面であり、主平面に垂直な端面を有さず、かつ、端部から中央部に向かって膜厚が連続的に変化し、中央部は円頂を有する。これにより、上述のように波長変換層103から横方向や基板101方向へは光が出射されないだけでなく、波長変換層103から上面に出射される光の立ち上げ角度が連続的に変化するため、波長変換層103に起因する光の密度分布を低減できるという効果も得られる。

【0031】

なお、波長変換層103の全体の膜厚が傾斜している必要はなく、少なくとも周縁部領域の膜厚が傾斜していればよい。したがって波長変換層103の中央部領域は平坦であつてもよい。

【0032】

波長変換層103は、4つの発光素子102上に一体に一枚の層として形成されるため、4つの発光素子102の上にそれぞれ波長変換層103を形成する場合と比較して、蛍光体粒子の分布の偏りが生じにくく、色ムラ、輝度ムラが発生しにくいというメリットがある。

【0033】

また、4つの発光素子102上に一体に一枚の層として形成されるため、波長変換層103の上面形状は一つの長方形となり、4つの角部(隅部)しか生じない。よって、4つの発光素子102にそれぞれ波長変換層を配置する場合に生じる角部(隅部)の数、 4×4 枚 = 16と比較して角部の数が少ない。本実施の形態では波長変換層103は周縁部領域で膜厚を傾斜させているため、波長変換層103の角部では膜厚が薄く、発光色の青みが強くなる傾向になるが、波長変換層103が4つの発光素子102を一体に覆う一枚の層したことにより、角部の数を低減することができ、色ムラを低減することができる。

【0034】

このような形状の波長変換層103を4つの発光素子102の上に一体に形成するためには、本実施の形態では波長変換層103の材料混合液を、ブリッジ部105で接続された4つの発光素子102上に滴下し、表面張力により盛り上げ、そのまま硬化させる手法を用いる。これにより、上述した周縁部の膜厚が傾斜した形状の波長変換層103を容易に形成できる。

【0035】

表面張力を利用して波長変換層103を形成するため、本実施形態では発光素子102上に滴下した材料混合液の表面張力がブリッジ部105の上においても維持されるように、ブリッジ部105の形状および端部形状を定めている。例えば、図1(c)、図3(a)に示すようにブリッジ部105の断面形状がほぼ円形であり、長手方向の端部121は曲面形状に丸まり、端面を有していない形状にすることができる。このように、端面を有していない形状である場合には、図2(a)のように端部121の先端が発光素子102端部の上面とほぼ同一面に位置するように形成する。図3(b)に示すように、断面形状が橢円形であり、端部121が丸まっている場合も同様にする。一方、ブリッジ部105が図3(c)に示すように、三角柱や四角柱等のように端面122を有する形状の場合には、端面122の底辺122a(基板101側の辺)が発光素子102の上面と同一面に

10

20

30

40

50

位置するように形成する。

【0036】

これにより、波長変換層103の材料混合液を滴下した際に発光素子102端部とブリッジ部105端部において、同一面で表面張力を生じさせることができるために、ブリッジ部105で連結された4つの発光素子102の全面に表面張力により材料混合液を盛り上げることができる。盛り上げられた材料混合液は、図2(a)のように材料混合液塗布膜123を形成する。材料混合液塗布膜123を硬化させることにより、図2(b)のように膜厚が連続的に変化し、垂直な端面を有さないドーム形状の波長変換層103を形成することができる。

【0037】

これに対し、図4(a)に示したように、ブリッジ部105の端部121が発光素子102端部の上面よりも下側に位置し、上面と同一面にない場合には、発光素子102端部で働く表面張力は、ブリッジ部105の端部では維持されない。このため、発光素子102上に滴下した材料混合液133は発光素子102上では表面張力により盛り上がろうとするが、ブリッジ部105の端部では表面張力を維持することができないため、材料混合液はブリッジ部105の端部から基板101上へと流れ落ちる(図4(b))。よって、材料混合液の塗膜を形成することができない。

【0038】

なお、ブリッジ部105の形状は、上記図3に示した形状に限定されるものではなく、滴下した材料混合液の表面張力が維持される形状であればよい。

【0039】

本実施形態では、ブリッジ部105の端部121または端面122の底辺122aを発光素子102端部の上面と同一面上に位置する形状とするために、樹脂材料の流動性を管理しながら、塗布や印刷等により発光素子102間に塗布し、硬化させる方法を用いる。例えば、ディスペンサー塗布工程、スクリーン印刷工程、ステンシル印刷工程等で形成することができる。

【0040】

以下、本実施形態の半導体発光装置の製造工程を説明する。ブリッジ部105の形状は、図1(c)および図3(a)のように断面がほぼ円形で端部121が丸まった形状である場合を例に説明する。

発光素子102をあらかじめ用意しておく。発光素子102は図5に示すように厚さ数ミクロンの薄膜状半導体発光層1021が導電性不透明基板1022、例えばシリコンやゲルマニウム等の上に形成された構造であり、発光層1021からの放射光の大部分が素子前方(正面)に放射されるように、発光層1021と不透明基板1022との間に銀やアルミニウムなどの光反射層1023が配置されている。この発光素子102は、一般的に用いられる透明サファイア基板上に半導体発光層を設けたタイプに比べて、前方への光放射密度が高く、高輝度化しやすい。

【0041】

薄膜状半導体発光層1021は、導電性不透明基板1022の大きさよりも内側に小さく形成されている。これは発光素子102をウエハ状態から発光素子102をダイシングやスクライブで個片化する際に、半導体発光層1021が切断され、接合界面が破壊されるのを防止するためである。したがって、基板1022の上面の外周領域には、図5に示したように一定幅aの非発光部が存在する。

【0042】

基板101としては、例えばセラミック基板を用意し、図6(a)のように4つの発光素子102をあらかじめ定めた間隔で一列に並べ、接合材(図示せず)を介して基板101の実装部にボンディングすることにより固定する。基板101にはあらかじめ表面に電極配線パターンを形成しておく。発光素子102の上面の電極107とセラミック基板の電極を、金等のワイヤ108によりワイヤボンディングする。これにより、基板101の配線パターンを発光素子102と電気接続する。

10

20

30

40

50

【0043】

つぎに、図6(b)のように発光素子102間にブリッジ部105を形成する。ブリッジ部105の材料は、例えば熱硬化性樹脂、RTVゴム等の耐熱性、耐応力性のある材料から選択する。ブリッジ部105は、発光素子102の隙間を直線状に埋めて、4つの発光素子102の端面全周が連続になるように形成する。熱硬化性樹脂は、例えば、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、メラミン樹脂等から適宜選択したものを用いることができる。また、樹脂に酸化チタン、アルミナ等のフィラーを混合することにより、ブリッジ部105に光反射性を付与することが可能である。これにより、光取り出し効率を上げることが可能である。

【0044】

10

熱硬化性樹脂を用いる場合、ディスペンサー塗布工法や、スクリーン印刷やステンシル印刷工法によりブリッジ部105を形成することができる。ディペンサー塗布工法でブリッジ部105を形成する場合、上述のワイヤーボンディング工程はブリッジ部105の形成前に行うことができる。これにより、電極(ワイヤボンドパッド)107にブリッジ部105に用いる熱硬化性樹脂材料が付着する前にワイヤボンディングを行うことができ、電極107のマスキング等も不要でありながら、ボンディング部の信頼性を高めることができる。

【0045】

一方、スクリーン印刷やステンシル印刷工法でブリッジ部105を形成する場合、印刷時のマスクアライメント工程を考慮して、ブリッジ部形成後にワイヤーボンディング工程を行う。印刷工程は、電極107にはブリッジ部105に用いる熱硬化性樹脂材料が付着しないようを行う。但し、電極107の位置によっては、ブリッジ部105作製工程とワイヤボンディング工程の順序は適宜変えることができる。

20

【0046】

ブリッジ部105の横幅は、発光素子102の間隔より広く、発光素子102間隔に発光素子102上部の非発光部の幅a(図5参照)の2倍を加えたものよりも小さくなるように調整する。上記範囲よりも大きいと、ブリッジ部105が発光層1021の一部を覆い、好ましくない。

【0047】

また、ブリッジ部105の長手方向端部121が、図2(b)のように、発光素子102上面とほぼ同一面に位置するように形成する。

30

【0048】

このような所望の端部位置および幅にブリッジ部105を形成するためには、樹脂の流動性管理が必要となる。具体的には、樹脂に、高粘度化やチクソトロピー性を付与する材料(チクソトロピック材料)、例えば粒径がナノサイズのシリカやアルミナを添加し、これにより塗布や印刷後も長時間形状を維持する特性を持たせることができる。ディスペンサー塗布工法でブリッジ部105を形成する場合には、適切なチクソ性を付与した材料を、所定の径のノズルからの滴下量を調整しながら押し出す(滴下)。これにより、所望の端部位置および幅の塗膜を形成することができる。具体的には、図1(c)や図3(a)に示したように、円柱状の樹脂材料塗布物を形成する。樹脂材料は、チクソ性を有するが、半液状の流動体であるため、塗布物を所定時間放置することにより円柱の端部が表面張力により丸まり、図1(c)や図3(a)のような丸まった先端形状になる。この形状のまま硬化させることにより、所望の端部位置及び幅のブリッジ部105を形成することができる(図2(a))。

40

【0049】

具体的には、ノズル径は、発光素子102の間隔以上、発光素子102の間隔に非発光部の幅aの2倍を加えた値以下の大きさにすることが望ましい。これにより、ブリッジ部105の横幅を上述した所定範囲の横幅に形成することができる。

【0050】

ブリッジ部105は、端部が素子102上面と一致するように形成されているため、図

50

2 (b) のように、ブリッジ部 105 下部と基板 101 との間に空間が形成される。

【0051】

つぎに、波長変換層 103 を形成する (図 6 (c))。例えばシリコーン樹脂材料と YAG 系蛍光体粒子を混合したもの (材料混合液) をディスペンサー等で滴下する。ブリッジ部 105 の端部 121 を発光素子 102 の上面と同一面上に形成しているため、発光素子 102 の周囲とブリッジ部 105 の端部において表面張力が維持され、材料混合液が盛り上がり、塗布膜が図 2 (a) のように形成される。塗布膜は、4 つの発光素子 102 とブリッジ部 105 とを一体に覆う 1 枚の長方形の膜として形成される。塗布膜は、4 つの発光素子 102 がブリッジ部 105 により連続しているので、表面の凹凸は必ずレベリングされて、塗布量に応じた曲面形状になる。また、1 枚の膜として塗布膜が形成されるため、各発光素子 102 上部における蛍光体濃度が一定となる。塗布膜は、その形状を維持したまま硬化させることができ、波長変換層 103 が形成される。

【0052】

波長変換層 103 は主平面に垂直な端面を有さず、周縁部で膜厚が傾斜しているため、本実施形態の半導体発光装置は、正面輝度分布が急峻になる。また、波長変換層 103 が全体として一枚の層であるため、各発光素子上部の蛍光体濃度がばらつきが少なく色むら、輝度むらが少ない。さらに、4 つの発光素子 102 全体で波長変換層 103 の角部は 4 つしかないため、波長変換層 103 の厚さが薄くなる角部における色ムラ、輝度ムラも少ない。

【0053】

< 第 2 の実施形態 >

第 2 の実施形態として、図 7 (a)、(b) の半導体発光装置について説明する。本実施形態の半導体発光装置では、ブリッジ部 105 が、図 3 (c) および図 7 (a)、(b) に示したように長手方向に沿って両側に傾斜面を有するように形成されている。ブリッジ部 105 の端部の下面は、表面張力を維持するために、第 1 の実施形態と同様に発光素子上面と同一面上に形成されている。他の構造も第 1 の実施の形態と同様に形成されている。

【0054】

ブリッジ部 105 を図 3 (c)、図 7 (a)、(b) のように形成するためには、例えば、チクソ性を付与した樹脂材料をディスペンサーで塗布する工程で、ノズルの開口が楕円状のものを用い、楕円柱形状の樹脂材料を形成する。突出圧力等を調整することにより樹脂材料の量を減らして、楕円の長径を小さくしながら同じ位置に重ねて複数回塗布し、長径が層ごとに小さくなる楕円柱樹脂材料層の積層体を形成する。この状態で所定時間放置すると、各層の樹脂材料の表面はレベリングされ一体となり、断面が略三角形状の樹脂材料が形成される。

【0055】

本実施形態の半導体発光装置は、図 7 (b) のようにブリッジ部 105 が両側に傾斜面を有することにより、発光素子 102 から斜め方向に広がるように出射された光がブリッジ部 105 の傾斜面で反射され、上方に立ち上げられる。これにより、正面輝度を向上させることができるという効果が得られる。

【0056】

ブリッジ部 105 の樹脂材料に反射材料 (フィラー) が添加されている場合には、反射効率が向上するため好ましい。反射材料としては、酸化チタン、アルミナ等を用いることができる。

【0057】

< 第 3 の実施形態 >

本発明の第 3 の実施形態の半導体発光装置の側面図を図 8 に示す。図 8 の半導体発光装置は、一列に配置された 4 つの発光素子 102 の列方向の両脇に、所定の間隔をあけて最外部パッド 117 が配置されている。最外部パッド 117 とその隣の発光素子 102 との間には、ブリッジ部 105 が配置されている。他の構造は、第 1 の実施形態と同一である

10

20

30

40

50

。

【0058】

波長変換層103を形成する際には、4つの発光素子102と最外部パッド117の上面全体の上に材料混合液が表面張力により盛り上がる。これにより1枚の波長変換層103が形成される。このため、両端に位置する発光素子102の端部における波長変換層103の厚さbは、最外部パッド117を配置しない場合よりも厚くなり、4つの発光素子102上の波長変換層103の厚さの差を最外部パッド117を配置しない場合よりも小さくすることができる。これにより、蛍光体濃度差により発光時に生じる色ムラを低減することができる。

【0059】

10

最外部パッド117の高さは発光素子102の高さと同等であることが好ましい。これにより、発光素子102と最外部パッド117の端部の全周が同一平面に位置するため波長変換層の表面張力を維持できる。最外部パッド117の幅は発光素子102の幅と同等～1/2であることが好ましい。これより小さい場合は波長変換層の表面張力を維持できなくなり、大きい場合は、発光部全体が大きくなる。また、最外部パッド117の上面形状は四角形や半円が好ましい。特に、最外部パッド117の上面形状が発光素子102と隣接する辺を直線部とする半円形状であることが、波長変換層の表面張力を均一に保つため好ましい。

【0060】

20

最外部パッド117の材質は、金属、セラミック、樹脂などから選択することができる。特に、光反射性のある銀メッキ付金属やアルミナを用いた場合、発光部の光を有効に前面に反射するので好適である。

【0061】

以上説明したように、本発明の半導体発光装置は、発光素子間にブリッジ部を設けて複数の発光素子を連結させることで、1枚の波長変換層を所定の形状に形成することができるため、連結一体成形された新たな発光形状の発光装置を提供することができる。

【0062】

なお、本実施例では、発光素子を一列に連結した構造を示したが、2×2配列、3×3配列、L字配列、四角連結など、素子側面にブリッジ部が形成できさえすれば各種の素子配列に適用することができる。

30

【0063】

また、上記実施形態では、チクソ性のある樹脂材料をディスペンサー塗布や印刷工法により発光素子102間に所定の形状で配置し、その後硬化させる方法について説明したが、本発明はこの方法に限定されるものではなく、予めブリッジ部105のみを所定の形状に製造しておき、製造済みのブリッジ部105を発光素子102間の間隙に搭載する方法を用いることも可能である。製造方法としては、射出成型やレーザー加工やエッティング法等を用いることができる。

【0064】

具体的には図9(a)に示すように、ブリッジ部本体105aと、これを支持するチップ間スペーサー105bからなるブリッジ部105を製造しておく。チップ間スペーサー105bは発光素子102の間隙に挿入され、これによりブリッジ部105が固定される構成である。チップ間スペーサー105bの長さは、本体105aの長さより短い。これにより、本体105aの端面122下部にはチップ間スペーサー105bがなく、端面122の底辺122aが露出されるように構成されている。ブリッジ部本体105aの形状は、図9(b)～(d)に示すように四角柱、三角柱、半円柱等の所望の形状にすることができるが、その横幅は発光素子102の間隙の幅よりも広く、発光素子102間隙の幅に発光素子102上部の非発光部の幅a(図5参照)の2倍を加えたものよりも小さくなるように調整する。これにより、ブリッジ部105が発光層1021の一部を覆わない構成にすることができる。

【0065】

40

50

図9(b)～(c)のようにあらかじめ製造しておいたブリッジ部105のチップ間スペーサー105bを発光素子102間に挿入することにより、ブリッジ部105を発光素子102の間隙に固定することができる。これにより、ブリッジ部本体105aの端面122の底辺122aは、発光素子102の端部の上面と同一平面上に位置するため、波長変換層材料を滴下された場合に、表面張力により波長変換層材料を盛り上げた形状にすることができる。

【0066】

上述してきた本発明の半導体発光装置の効果をまとめると、(1)発光素子間にブリッジ部を設けて複数の発光素子を連結させて、一枚の所定形状の波長変換層を形成することにより、正面輝度の立ち上がりが急峻にすることができる。(2)波長変換層塗布形状が連続しているので、凹凸は必ずレベリングされて、塗布量に応じた一定形状になると共に、各発光素子上部の蛍光体濃度のばらつきが少くなり、色ムラ、輝度ムラが少ない。(3)ブリッジ部により連続面を形成することで、波長変換層が連結一体成形された新たな発光形状の発光装置を提供することができる。(4)ディスペンサー塗布法により波長変換層を形成する場合には、塗布の前にワイヤボンディングを行うことができ、電極(ワイヤボンドパッド)のマスキング等を行うことなく電極の汚染を防止でき、信頼性を高めることができる。

【0067】

本実施形態の半導体発光装置は、一般照明、街路灯、ヘッドライトなどライティング装置に好適に用いることができる。

【実施例】

【0068】

実施例として、図7(a)、(b)で説明した構造の半導体発光素子を製造した。

予め配線パターンが形成されたセラミック基板101の上に4つの発光素子102を一列に並べ、接合材によりボンディングして固定した。発光素子102の間隔は、発光素子の幅Lの1/10とした。ブリッジ部105の材料は、熱硬化性樹脂であるシリコーン樹脂にチクソ性を付与するためにシリカ微粒子(日本エロジル(株)製エロジル380)を15%混合し、さらに反射性材料のフィラーとして粒径0.2～0.4μmの酸化チタンを混合したものを用いた。この樹脂材料を、開口形状が橢円形、開口径0.05×0.15mmのノズルを用いて滴下量を調節しながら、発光素子102の間隙に滴下した後、150℃で120分加熱することにより硬化させた。これにより図2(a)のように端部が素子上面と略同一面に位置し、かつ、長手方向に傾斜面を有する図7(b)の形状のブリッジ部105を形成した。

【0069】

この後、ワイヤ108の両端を電極(ワイヤボンドパッド)107と基板101上の配線パターンにボンディングし、接続した。

【0070】

波長変換層103の材料として、シリコーン樹脂に、粒径15μmのYAG蛍光体粒子を23%混合したもの(材料混合液)を用意した。ブリッジ部105で連結された4つの発光素子102上でディスペンサーのノズルを走査することにより、4つの発光素子102上に材料混合液を滴下した。滴下した材料混合液は、表面張力で盛り上がり、4つの発光素子102を一体に覆う1枚の塗布膜が形成された。塗布膜を50℃で90分加熱後さらに150℃で120分加熱することにより硬化させた。以上により実施例の半導体発光装置を完成させた。

【0071】

図10(a)、(b)に実施例で作製した半導体発光装置の側面写真を示す。図10(a)は発光素子102間にブリッジ部105を形成した後の写真であり、発光素子102が白色系樹脂(ブリッジ部105)によって連結されていることがわかる。ブリッジ部105は、両側に斜面を有する形状に形成されている。

【0072】

10

20

30

40

50

図10(b)は連結された4つの発光素子102全体を波長変換層103で覆った後の写真である。図10(b)からわかるように表面張力が働いて波長変換層103の表面は、盛り上がり、曲面形状になっている。端部領域では膜厚が明らかに傾斜し、端部に端面がない形状であることが確認できる。また、波長変換層103は、左右対称の一定形状をしていることもわかる。

【0073】

比較例1として、実施例のブリッジ部105を設けず、波長変換層103に代えて、蛍光体粒子を含む樹脂層を発光素子102の上面のそれぞれに印刷により形成した半導体発光装置を作製した。なお、上面に形成された電極107が一つのものを用いている。この比較例の印刷により形成した波長変換層は、発光素子ごとにそれぞれ形成されているため独立した4枚の層である。また、膜厚が一定であるため、4枚の波長変換層は、それぞれ周囲に垂直な端面を有する形状である。

【0074】

比較例2として、実施例のブリッジ部105を設けず、波長変換層103に代えて、本実施例と同じ蛍光体粒子と樹脂との混合液を4つの発光素子102の上面のそれぞれに滴下して表面張力により盛り上げ、硬化させることにより図11に示した半導体発光装置を作製した。発光素子102の構成は本実施例と同じである。この比較例2のより形成した波長変換層903は、発光素子102ごとにそれぞれ滴下して形成されているため、発光素子102それぞれの上面をドーム状に搭載された4枚の層である。

【0075】

図12に本実施例の半導体発光装置の横軸(発光素子の列方向)中心の断面輝度分布を示す。図13および図14には比較例1および2の半導体発光装置の横軸中心の断面輝度分布をそれぞれ示す。図13の比較例1の半導体発光装置の輝度分布は、発光素子の間隙に対応する位置に輝度分布の谷間が存在して、谷間の輝度はほとんどゼロに近いため完全なダーク部分になっている。また、印刷により形成された蛍光体層が垂直な端面を有する形状であるため、図13の断面輝度分布の外側の非照射領域Cの輝度が完全にフラットではなく、傾斜している。

【0076】

図14の比較例2の半導体発光装置の輝度分布は、蛍光体層903がドーム形状であるため、図13の断面輝度分布の外側の非照射領域Dの輝度はフラットであり、照射領域の立ち上がりは比較例1よりも急峻であり、改善されている。しかしながら、比較例1と同様に、発光素子の間隙に対応する位置に輝度分布の谷間が存在して、谷間の輝度はほとんどゼロに近いため完全なダーク部分になっている。

【0077】

これらに対し、図12の本実施例の輝度分布では、ブリッジ部105と全体を覆う蛍光体層103の効果により発光素子間の輝度分布の低下が抑えられ、発光素子間でも最大ピーク強度の半分近い輝度分布を有している。また、蛍光体層103はドーム形状であるため、図12の断面輝度分布の外側の非照射領域Bの輝度がフラットであり、照射領域の立ち上がりが比較例1よりも急峻になっている。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】第1の実施形態の半導体発光装置の(a)上面図、(b)側面図、(c)ブリッジ部の塗布後の斜視図と硬化後の側面図。

【図2】第1の実施形態の半導体発光装置の製造工程において、(a)波長変換層材料の塗布膜を形成した状態のA-A'断面図、(b)塗布膜を硬化させ波長変換層を形成した状態のA-A'断面図。

【図3】(a)図1のブリッジ部の樹脂材料を円柱状に塗布し、端部を丸ませた後硬化させた状態を示す説明図、(b)図1のブリッジ部の樹脂材料を楕円柱状に塗布し、端部を丸ませた後硬化させた状態を示す説明図、(c)図1のブリッジ部として三角柱状のものを用いたことを示す説明図。

10

20

30

40

50

【図4】第1の実施形態の半導体発光装置の製造工程において、(a)ブリッジ部105の端部が発光素子上面よりも下に位置する場合に、波長変換層材料を滴下した状態を示す説明図、(b)滴下した波長変換層材料がブリッジ部105の端部から流れ落ちた状態を示す説明図。

【図5】図1の半導体発光装置の発光素子102の断面図。

【図6】(a)～(c)第1の実施形態の半導体発光装置の各製造工程の上面図および側面図。

【図7】第2の実施形態の半導体発光装置の(a)上面図、(b)側面図、(c)ブリッジ部の塗布後とレベリング後の斜視図。

【図8】第3の実施形態の半導体発光装置の側面図。

10

【図9】本実施形態において、別工程で予め製造したブリッジ部の(a)側面図、(b)四角柱状にした場合の斜視図および断面図、(c)三角柱状にした場合の斜視図および断面図、(d)半円柱状にした場合の斜視図および断面図。

【図10】実施例の半導体発光装置の(a)ブリッジ部形成後の側面写真、(b)波長変換層形成後の側面写真。

【図11】比較例2の半導体発光装置の側面図。

【図12】実施例の半導体発光装置の横軸(素子の列方向)の輝度分布を示すグラフ。

【図13】比較例1の半導体発光装置の横軸(素子の列方向)の輝度分布を示すグラフ。

【図14】比較例2の半導体発光装置の横軸(素子の列方向)の輝度分布を示すグラフ。

【符号の説明】

20

【0079】

101…基板、102…発光素子、103…波長変換層、105…ブリッジ部、107…電極(ワイヤボンドパッド)、108…ボンディングワイヤ、117…最外部パッド、121…ブリッジ部の端部、133…波長変換層材料、1021…発光層、1022…素子基板、1023…光反射層。

【図1】

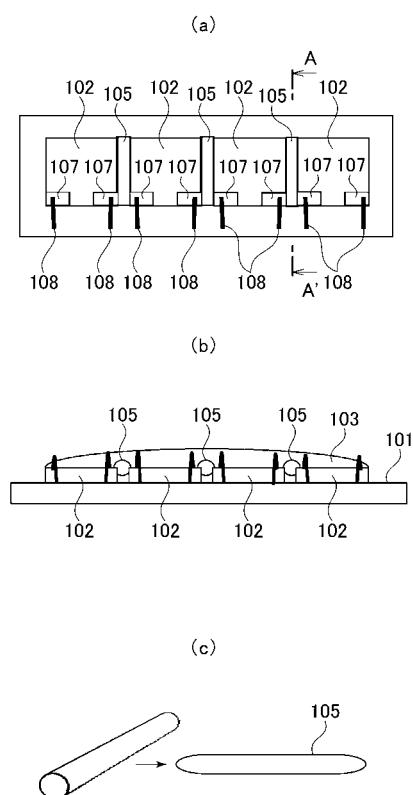


図1

【図2】

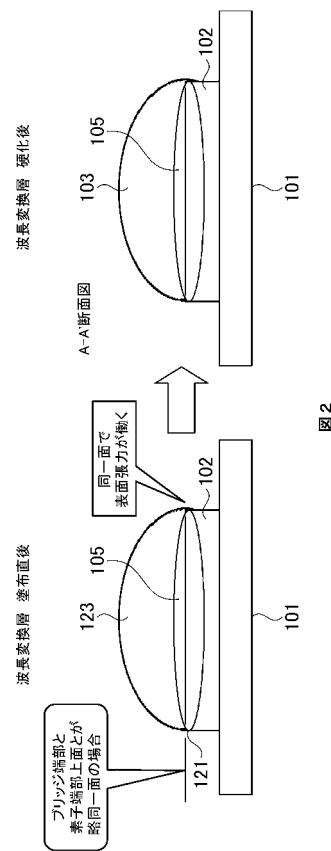
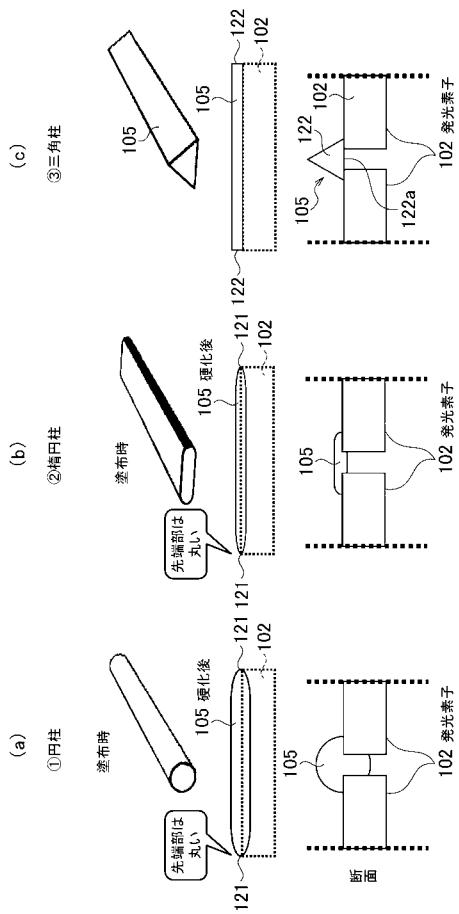


図2

【図3】



【図4】

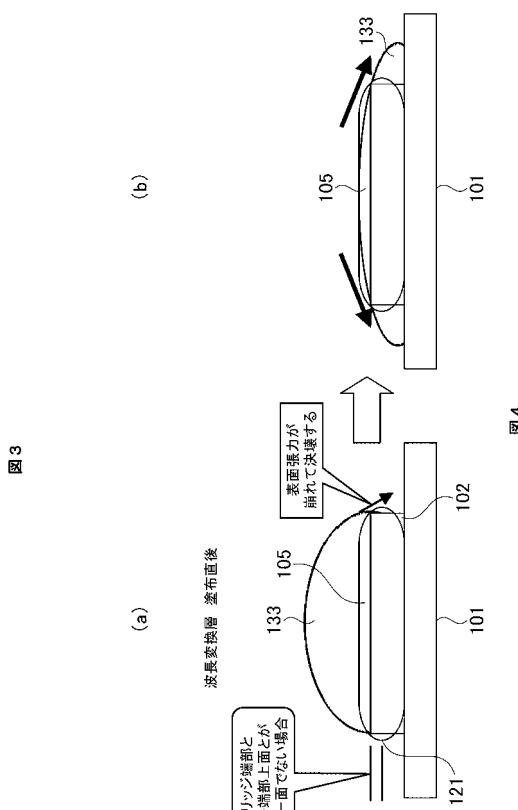


図3

図4

【図5】

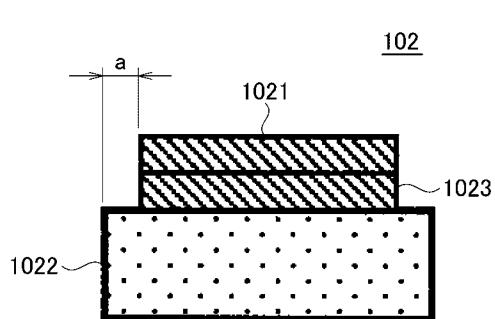


図5

【図6】

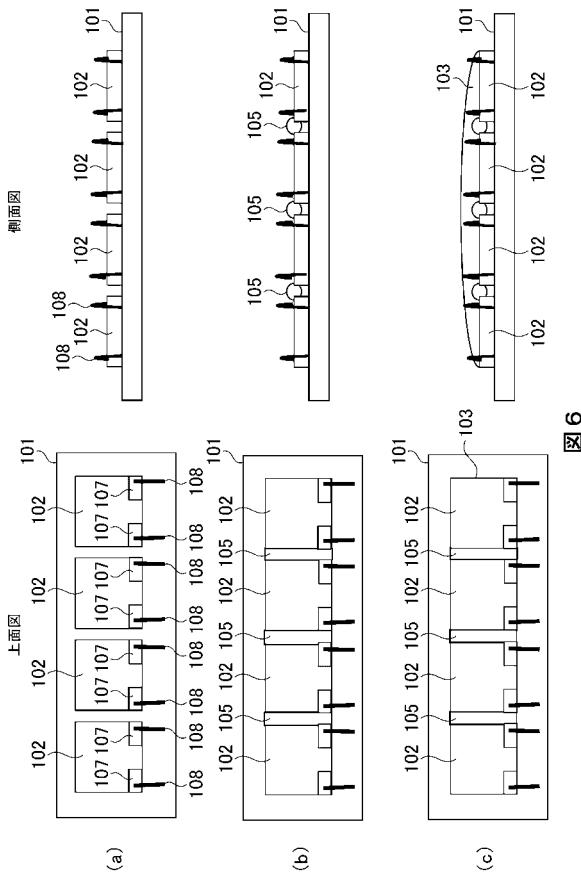


図6

【図7】

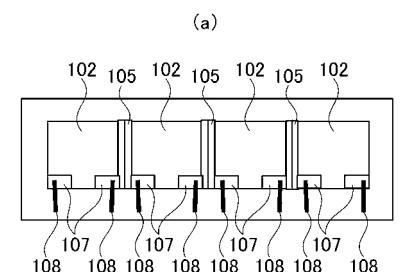
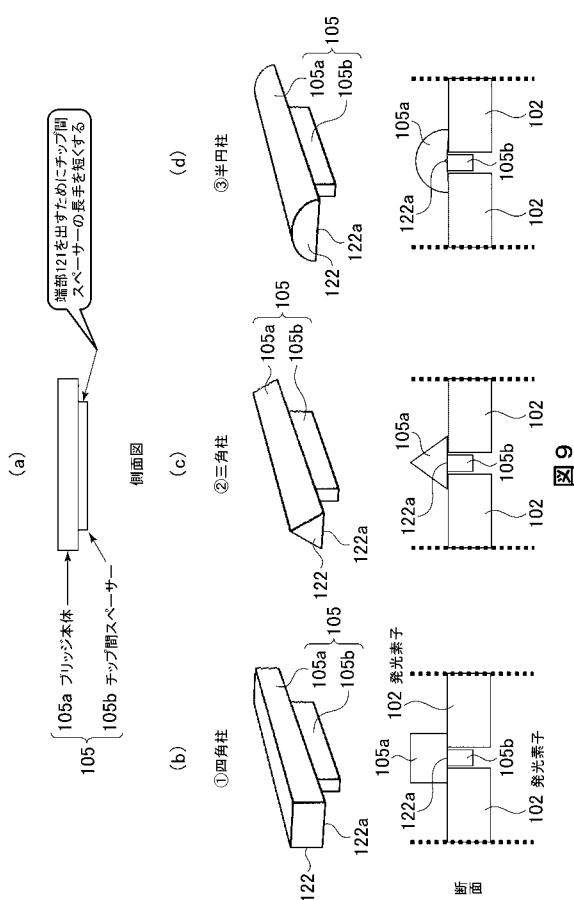


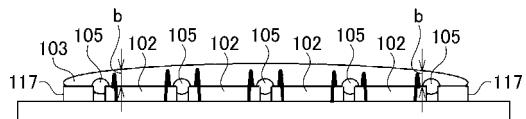
Diagram (c) illustrates the transformation of a stack of four bars into a single bar, with an arrow pointing to the right labeled "硬化" (hardening).

図 7

【 図 9 】

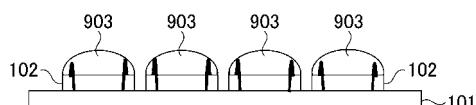


【図8】



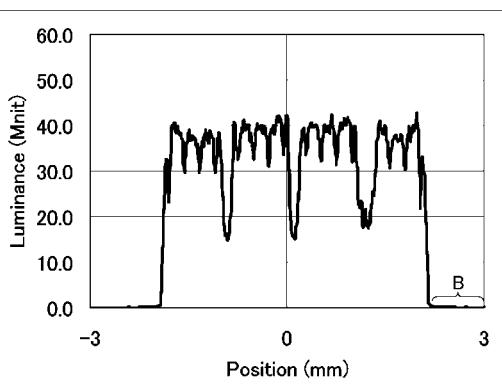
8

【 図 1 1 】



11

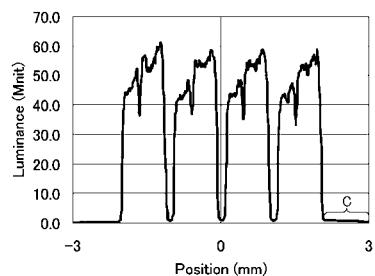
【 12 】



実施例の横軸輝度分布

図 1 2

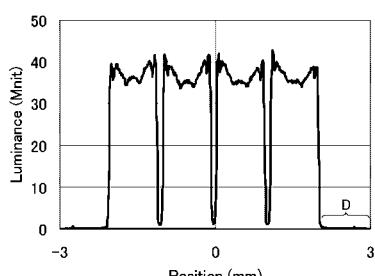
【図13】



比較例1の横軸輝度分布

図13

【図14】

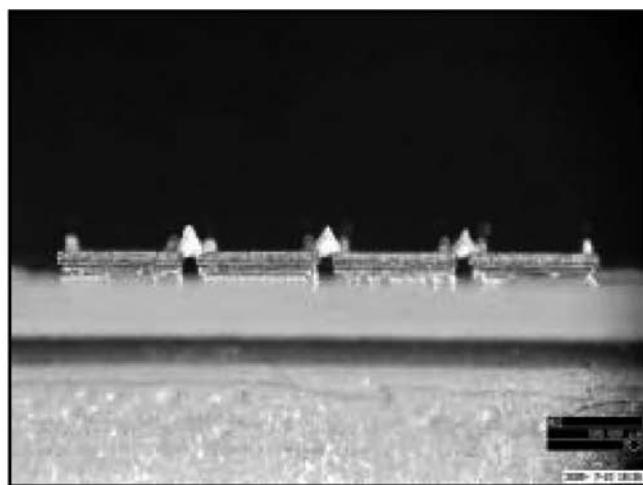


比較例2の横軸輝度分布

図14

【図10】

(a) 素子間ブリッジ後



(b) 蛍光体層塗布後

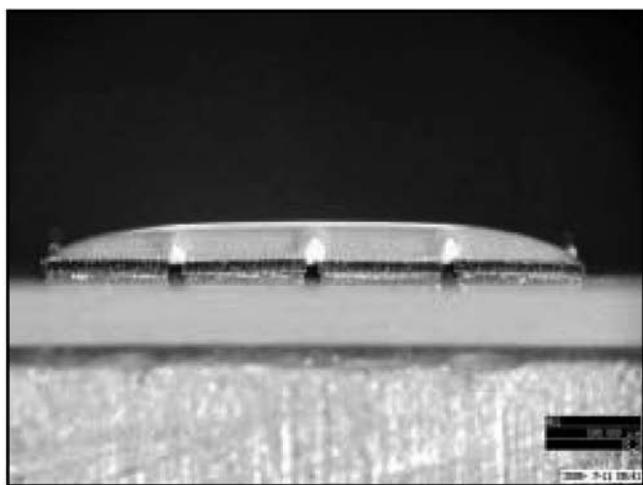


図10

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-352061(JP, A)
特開2007-088060(JP, A)
特開2008-218460(JP, A)
米国特許出願公開第2008/0296599(US, A1)
米国特許出願公開第2004/0201025(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H01L33/00 - 33/64