

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5562888号
(P5562888)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014.7.30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014.6.20)

(51) Int.Cl. F1
H01L 33/50 (2010.01) H01L 33/00 410

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2011-66019 (P2011-66019)
(22) 出願日 平成23年3月24日 (2011.3.24)
(65) 公開番号 特開2012-204481 (P2012-204481A)
(43) 公開日 平成24年10月22日 (2012.10.22)
審査請求日 平成25年9月11日 (2013.9.11)

(73) 特許権者 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 100108062
弁理士 日向寺 雅彦
(72) 発明者 貴志 壽之
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝内
審査官 高椋 健司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置および半導体発光装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の主面と、前記第1の主面の反対面を形成する第2の主面と、前記第2の主面上に形成された第1の電極部および第2の電極部と、を有する発光部と、

前記第1の主面側に設けられ、凹状の面を有する透光部と、

前記透光部を覆うように設けられ、蛍光体を含有する波長変換部と、

前記第1の電極部に接続された第1の導電部と、

前記第2の電極部に接続された第2の導電部と、

前記第2の主面側に設けられ、前記第1の導電部の端部および前記第2の導電部の端部を露出させつつ前記第1の導電部および前記第2の導電部を封止した封止部と、

を備え、

前記蛍光体は、前記透光部の側方に充填された第1の蛍光体と、前記第1の蛍光体の粒子径よりも大きく前記凹状の面の開口部よりも小さい粒子径を有し前記開口部に充填された第2の蛍光体と、を含むことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】

複数の半導体発光装置を一体的に形成する半導体発光装置の製造方法であって、

第1の主面と、前記第1の主面の反対面を形成する第2の主面と、前記第2の主面上に形成される第1の電極部および第2の電極部と、を有する発光部を形成し、

前記第1の電極部に接続される第1の導電部と、前記第2の電極部に接続される第2の導電部と、を形成し、

10

20

前記第2の主面側に設けられ、前記第1の導電部の端部および前記第2の導電部の端部を露出させつつ前記第1の導電部および前記第2の導電部を封止する封止部を形成し、

前記第1の主面側に設けられ、凹状の面を有する透光部を形成し、

蛍光体を分級し、前記一体的に形成される複数の半導体発光装置同士の間に生じた開口部であって前記一体的に形成される複数の前記透光部同士の間の開口部よりも小さい粒子径を有する前記蛍光体を使用し、前記蛍光体が混合された樹脂を大気圧よりも減圧された雰囲気中において塗布した後、前記雰囲気中の圧力を前記減圧された圧力よりも高い圧力に上昇させることにより、前記開口部に前記樹脂を充填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3】

複数の半導体発光装置を一体的に形成する半導体発光装置の製造方法であって、

第1の主面と、前記第1の主面の反対面を形成する第2の主面と、前記第2の主面上に形成される第1の電極部および第2の電極部と、を有する発光部を形成し、

前記第1の電極部に接続される第1の導電部と、前記第2の電極部に接続される第2の導電部と、を形成し、

前記第2の主面側に設けられ、前記第1の導電部の端部および前記第2の導電部の端部を露出させつつ前記第1の導電部および前記第2の導電部を封止する封止部を形成し、

前記第1の主面側に設けられ、凹状の面を有する透光部を形成し、

蛍光体を、前記一体的に形成される複数の前記透光部同士の間の第1の開口部よりも小さい粒子径を有する第1の蛍光体と、前記第1の開口部よりも大きく前記凹状の面の第2の開口部よりも小さい粒子径を有する第2の蛍光体と、に分級し、

前記第1の蛍光体が混合された第1の樹脂を大気圧よりも減圧された雰囲気中において前記第1の開口部に塗布した後、前記雰囲気中の圧力を前記減圧された圧力よりも高い圧力に上昇させることにより、前記第1の開口部に前記第1の樹脂を充填させ、

前記第2の蛍光体が混合された第2の樹脂を大気圧よりも減圧された雰囲気中において前記第2の開口部に塗布した後、前記雰囲気中の圧力を前記減圧された圧力よりも高い圧力に上昇させることにより、前記第2の開口部に前記第2の樹脂を充填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4】

前記減圧された圧力は、1000Pa以下の圧力であり、前記高い圧力は、3000Pa以上の圧力であることを特徴とする請求項2または3に記載の半導体発光装置の製造方法。

【請求項5】

前記蛍光体は、380nm以上、720nm以下の発光波長を有し、

ケイ素(Si)、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)、ゲルマニウム(Ge)、燐(P)、ホウ素(B)、イットリウム(Y)、アルカリ土類元素、硫化物元素、希土類元素、窒化物元素よりなる群から選択された少なくとも1つの元素を含むことを特徴とする請求項2~4のいずれか1つに記載の半導体発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、半導体発光装置および半導体発光装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体発光素子と蛍光体とを組み合わせた半導体発光装置がある。一例として、窒化ガリウム(GaN)などのIII族窒化物半導体を用い、高輝度の青色光を発光する半導体発光装置が知られている。そして、青色光を発光する半導体発光装置に波長変換可能な蛍光体を含む波長変換部を設けることで白色光を出射させる技術が提案されている。このような白色光を出射する半導体発光装置においては、青色光を発光する半導体発光装置上に波長変換可能な蛍光体を含む樹脂を単に塗布または滴下し、これを硬化させることにより波

10

20

30

40

50

長変換部を形成するようにしている。

そのため、白色光を出射する半導体発光装置を見る方向によって色度が異なる色度ずれが生ずるおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特表2010-502000号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、色度ずれを抑制することができる半導体発光装置および半導体発光装置の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の実施態様によれば、発光部と、透光部と、波長変換部と、第1の導電部と、第2の導電部と、封止部と、を備えた半導体発光装置が提供される。前記発光部は、第1の主面と、前記第1の主面の反対面を形成する第2の主面と、前記第2の主面上に形成された第1の電極部および第2の電極部と、を有する。前記透光部は、前記第1の主面側に設けられ、凹状の面を有する。前記波長変換部は、前記透光部を覆うように設けられ、蛍光体を含有する。前記第1の導電部は、前記第1の電極部に接続されている。前記第2の導電部は、前記第2の電極部に接続されている。前記封止部は、前記第2の主面側に設けられ、前記第1の導電部の端部および前記第2の導電部の端部を露出させつつ前記第1の導電部および前記第2の導電部を封止している。前記蛍光体は、前記透光部の側方に充填された第1の蛍光体と、前記第1の蛍光体の粒子径よりも大きく前記凹状の面の開口部よりも小さい粒子径を有し前記開口部に充填された第2の蛍光体と、を含む。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】本発明の実施の形態にかかる半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図2】本実施形態にかかる半導体発光装置の色度ずれを説明するための模式図である。

【図3】比較例にかかる半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図4】比較例にかかる半導体発光装置の色度ずれを説明するための模式図である。

【図5】本発明の他の実施の形態にかかる半導体発光装置を表す断面模式図である。

【図6】本発明の実施の形態にかかる半導体発光装置の製造方法を表すフローチャート図である。

【図7】本実施形態の波長変換部の形成方法を例示する断面模式図である。

【図8】本発明の実施の他の形態にかかる半導体発光装置の製造方法を表すフローチャート図である。

【図9】本実施形態の波長変換部の形成方法を例示する断面模式図である。

【図10】本発明の実施のさらに他の形態にかかる半導体発光装置の製造方法を表すフローチャート図である。

【図11】本実施形態の波長変換部の形成方法を例示する断面模式図である。

【図12】本発明の実施のさらに他の形態にかかる半導体発光装置の製造方法を表すフローチャート図である。

【図13】本実施形態の波長変換部の形成方法を例示する断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。なお、各図面中、同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

図1は、本発明の実施の形態にかかる半導体発光装置を表す断面模式図である。

また、図2は、本実施形態にかかる半導体発光装置の色度ずれを説明するための模式図

10

20

30

40

50

である。

また、図 3 は、比較例にかかる半導体発光装置を表す断面模式図である。

また、図 4 は、比較例にかかる半導体発光装置の色度ずれを説明するための模式図である。

【 0 0 0 8 】

なお、図 2 (a) は、本実施形態にかかる半導体発光装置における視野角度を例示する断面模式図であり、図 2 (b) は、本実施形態にかかる半導体発光装置の色度ずれを例示するグラフ図である。

また、図 4 (a) は、比較例にかかる半導体発光装置における視野角度を例示する断面模式図であり、図 4 (b) は、比較例にかかる半導体発光装置の色度ずれを例示するグラフ図である。

10

【 0 0 0 9 】

本実施形態にかかる半導体発光装置 1 の製造方法では、例えば、複数の半導体発光装置 1 が一体的に形成された後、各半導体発光装置 1 が個片化される。これにより、半導体発光装置 1 の生産性を向上させることができる。図 1 は、一体的に形成された複数の半導体発光装置 1 のうちの 2 つの半導体発光装置 1 が並列した状態を例示している。

【 0 0 1 0 】

図 1 に表したように、半導体発光装置 1 は、発光部 2 0 と、透光部 3 0 と、波長変換部 4 0 と、第 1 の導電部 6 0 と、第 1 の接続部材 7 0 と、第 2 の導電部 9 0 と、第 2 の接続部材 1 1 0 と、絶縁部 1 2 0 と、封止部 1 3 0 と、固定部 1 5 0 と、を備える。

20

【 0 0 1 1 】

発光部 2 0 は、第 1 の半導体部 2 1 と、第 2 の半導体部 2 2 と、活性部 2 3 と、を有する。また、発光部 2 0 は、第 1 の主面 2 5 と、第 1 の主面 2 5 の反対面を形成する第 2 の主面 2 7 と、第 2 の主面 2 7 上に形成された第 1 の電極部 5 0 および第 2 の電極部 8 0 と、を有する。

【 0 0 1 2 】

第 1 の半導体部 2 1 は、例えば n 形となるようにドーパされた半導体 (n 形半導体) などにより形成されている。この場合、第 1 の半導体部 2 1 は、例えば n 形の窒化物半導体などにより形成されている。窒化物半導体としては、例えば、GaN (窒化ガリウム)、AlN (窒化アルミニウム)、AlGaIn (窒化アルミニウムガリウム)、InGaIn (窒化インジウムガリウム) などが挙げられる。

30

【 0 0 1 3 】

第 2 の半導体部 2 2 は、例えば p 形となるようにドーパされた半導体 (p 形半導体) などにより形成されている。この場合、第 2 の半導体部 2 2 は、例えば p 形の窒化物半導体などにより形成されている。窒化物半導体としては、例えば、GaN (窒化ガリウム)、AlN (窒化アルミニウム)、AlGaIn (窒化アルミニウムガリウム)、InGaIn (窒化インジウムガリウム) などが挙げられる。

【 0 0 1 4 】

活性部 2 3 は、第 1 の半導体部 2 1 と第 2 の半導体部 2 2 との間に設けられている。

活性部 2 3 は、例えば、正孔および電子が再結合して光を発生する井戸層と、井戸層よりも大きなバンドギャップを有する障壁層 (クラッド層) と、を含む量子井戸構造などを有する。この場合、活性部 2 3 は、単一量子井戸 (SQW ; Single Quantum Well) 構造を有してもよいし、多重量子井戸 (MQW ; Multiple Quantum Well) 構造を有してもよい。また、活性部 2 3 は、複数の単一量子井戸構造が積層された構造を有してもよい。

40

【 0 0 1 5 】

単一量子井戸構造としては、例えば、GaInN (窒化ガリウム) を有する障壁層と、InGaIn (窒化インジウムガリウム) を有する井戸層と、GaInN (窒化ガリウム) を有する障壁層と、がこの順で積層された構造などが挙げられる。

多重量子井戸構造としては、例えば、GaInN (窒化ガリウム) を有する障壁層と、InGaIn (窒化インジウムガリウム) を有する井戸層と、GaInN (窒化ガリウム) を有する

50

障壁層と、InGa_N（窒化インジウムガリウム）を有する井戸層と、Ga_N（窒化ガリウム）を有する障壁層と、がこの順で積層された構造などが挙げられる。

この場合、第1の半導体部21が障壁層として機能してもよい。

なお、活性部23は、量子井戸構造を有することに限定されるわけではなく、発光可能な構造を適宜有することができる。

【0016】

発光部20は、例えば、ピークの発光波長が約380nm～530nm程度の発光ダイオードなどである。また、発光部20は、例えば、発光波長の帯域が約350nm～600nm程度の発光ダイオードなどであってもよい。

【0017】

透光部30は、発光部20の第1の主面25上に形成され、凹状の面31を有する。凹状の面31の上方には、開口部35（第2の開口部）が形成されている。透光部30は、発光部20から出射した光を透過させるとともに、色度ずれを抑制する。発光部20から出射した光を透過させやすいように、透光部30の透過率は、例えば、420nm～720nmの波長領域において例えば90%以上であることがより望ましい。また、透光部30の屈折率は、例えば1.2以上、1.9以下であることがより望ましい。

【0018】

透光部30は、半導体発光装置1を見る方向によって色度が異なる色度ずれを抑制するために設けられている。すなわち、透光部30を設けることで、波長変換部40の内部における光路長が発光部20の発光特性に応じて色度ずれが抑制される長さとなっている。但し、透光部30が設けられた場合でも、色度ずれが比較的大きくなる場合がある。これについては、後に詳述する。

【0019】

透光部30を形成する材料としては、例えば、エポキシ樹脂、シリコン系樹脂、メタクリル樹脂(PMMA)、ポリカーボネート(PC)、環状ポリオレフィン(COP)、脂環式アクリル(OZ)、アリルジグリコールカーボネート(ADC)、アクリル系樹脂、フッ素系樹脂、シリコン系樹脂とエポキシ樹脂とのハイブリット樹脂、ウレタン樹脂、SiO₂、TiO₂などが挙げられる。

【0020】

この場合、発光部20から出射する光が波長の短い紫外から青色の光であり、輝度が高い場合には、透光部30を形成する材料が劣化するおそれがある。そのため、透光部30を形成する材料としては、青色光などによる劣化が生じにくいものであることが好ましい。青色光などによる劣化が生じにくい樹脂としては、例えば、屈折率が1.5程度のメチルフェニルシリコン、ジメチルシリコンなどが挙げられる。

ただし、透光部30を形成する材料は、例示をしたこれらの材料に限定されるわけではなく適宜変更することができる。

【0021】

波長変換部40は、発光部20の第1の主面25の側に設けられ、透光部30を覆うように設けられている。波長変換部40は、波長変換可能な蛍光体41と、蛍光体41と混合された樹脂43と、を有する。蛍光体41は、例えば粒子状を有する。半導体発光装置に使用される粒子状の蛍光体41の粒子径は、一般的に、約数μm～100μm程度である。

【0022】

前述したように、本実施形態にかかる半導体発光装置1の製造方法では、例えば、複数の半導体発光装置1が一体的に形成される。そのため、半導体発光装置1の取れ高（形成量あるいは形成率）を高めようとする、半導体発光装置1同士の間の隙間をより狭くして一体的に形成する必要がある。本実施形態では、一体的に形成された複数の半導体発光装置1の透光部30同士の間の隙間3（第1の開口部）は、例えば約100μm程度である。

【0023】

10

20

30

40

50

しかしながら、図3に表した比較例にかかる半導体発光装置1aのように、蛍光体41が分級されず蛍光体41の粒子径が数 μm ~100 μm 程度である場合には、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3と同等あるいはそれよりも大きい粒子径を有する蛍光体41cは、その隙間3に入り込むことができない。一方、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3よりも小さい粒子径を有する蛍光体41dは、その隙間3に入り込むことができる。そのため、比較例にかかる半導体発光装置1aでは、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3への蛍光体41の充填が不十分となる場合がある。

【0024】

なお、蛍光体41の充填が不十分となるおそれのある部分は、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3に限定されるわけではない。蛍光体41を含む樹脂43を塗布あるいは滴下する際に、製造途中の複数の半導体発光装置同士の中に生じている開口部(隙間)においては、蛍光体41の充填が不十分となるおそれがある。本実施形態では、蛍光体41を含む樹脂43を塗布あるいは滴下する際に、製造途中の複数の半導体発光装置1同士の中に生じている最小の開口部が透光部30同士の間隙3である場合を例に挙げて説明する。

【0025】

図3および図4(a)に表したように、隙間3への蛍光体41の充填が不十分である場合には、透光部30の側方すなわち透光部30の側面33の近傍における蛍光体41の充填が十分ではない。つまり、透光部30の側方における蛍光体41の充填率は、透光部30の凹状の面31の上方における蛍光体41の充填率よりも低く十分ではない。そうすると、比較的大きい色度ずれが生ずる場合がある。

【0026】

図4(b)は、所定の位置から出射し波長変換部40を透過した光をシミュレーション分析したグラフ図である。図4(b)における横軸は、視野角度を表している。図4(a)に表したように、視野角度が0°とは、半導体発光装置を上方正面側から見た場合の角度である。その他の視野角度は、図4(a)に表した如くである。図4(b)における縦軸は色度を表しており、図中の上側になるほど黄色となり、図中の下側になるほど青色となる。また、色度ずれは、視野角度に対する色度の差で表される。そのため、例えば、0°、45°、-45°、60°、-60°、80°、および-80°の少なくとも2つ以上の視野角度の間における色度の差が小さくなるほど色度ずれが小さいことになる。

【0027】

図4(b)に表したように、比較例にかかる半導体発光装置1aでは、透光部30の側面33から光が出射されるほどに視野角度が大きくなると(例えば、視野角度60°、-60°、80°、-80°を参照)、透光部30の側面33から光が出射されない視野角度(例えば、視野角度0°、45°、-45°を参照)と比較して色度が急激に低下することが分かる。これにより、比較的大きい色度ずれが生ずる。これは、透光部30の側方すなわち透光部30の側面33の近傍における蛍光体41の充填率が十分ではなく、波長変換部40に入射した光の波長が蛍光体41により十分には変換されないためである。

【0028】

これに対して、本実施形態にかかる半導体発光装置1では、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3よりも小さい粒子径を有する蛍光体41が使用されている。言い換えれば、蛍光体41を含む樹脂43を塗布あるいは滴下する際に、製造途中の複数の半導体発光装置1同士の中に生じている最小の開口部よりも小さい粒子径を有する蛍光体41が使用されている。このように分級された蛍光体41が使用されることで、図1に表したように、蛍光体41が分級されない場合(図3参照)よりも隙間3への蛍光体41の充填を十分に行うことができる。

【0029】

そうすると、図2(a)に表したように、本実施形態にかかる半導体発光装置1の透光部30の側方における蛍光体41の充填率は、比較例にかかる半導体発光装置1aの透光

10

20

30

40

50

部30の側方における蛍光体41の充填率よりも高くなり十分となる。つまり、透光部30の側方における蛍光体41の充填率は、透光部30の凹状の面31の上方における蛍光体41の充填率と略同じとなる。これにより、色度ずれを抑制することができる。

【0030】

図2(b)は、図4(b)と同様に、所定の位置から出射し波長変換部40を透過した光をシミュレーション分析したグラフ図である。図2(b)における横軸および縦軸は、図4(b)に関して前述した横軸および縦軸とそれぞれ同様である。また、視野角度は、図2(a)に表した如くである。

【0031】

図2(b)に表したように、本実施形態にかかる半導体発光装置1では、透光部30の側面33から光が出射されるほどに視野角度が大きくとも(例えば、視野角度60°、-60°を参照)、比較例にかかる半導体発光装置1aのように色度が急激に低下しないことが分かる。これにより、色度ずれを抑制することができる。これは、本実施形態の透光部30の側方すなわち透光部30の側面33の近傍における蛍光体41の充填率が十分であり、波長変換部40に入射した光の波長が蛍光体41により十分に変換されるためである。

【0032】

波長変換部40は、例えば、440nm以上470nm以下(青色)、500nm以上555nm以下(緑色)、560nm以上580nm以下(黄色)、600nm以上670nm以下(赤色)にピークの発光波長を持つ蛍光体41の少なくとも1つ以上を含む。あるいは、波長変換部40は、例えば、発光波長の帯域が380nm~720nmの蛍光体41を含む。

【0033】

蛍光体41は、例えば、ケイ素(Si)、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)、ゲルマニウム(Ge)、燐(P)、ホウ素(B)、イットリウム(Y)、アルカリ土類元素、硫化物元素、希土類元素、窒化物元素よりなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む。

【0034】

赤色の蛍光を発する蛍光体41の材料としては、例えば以下が挙げられる。ただし、実施形態に用いられる赤色の蛍光を発する蛍光体41は、これらに限定されるわけではない。

$Y_2O_2S : Eu$ 、
 $Y_2O_2S : Eu + \text{顔料}$ 、
 $Y_2O_3 : Eu$ 、
 $Zn_3(PO_4)_2 : Mn$ 、
 $(Zn, Cd)S : Ag + In_2O_3$ 、
 $(Y, Gd, Eu)BO_3$ 、
 $(Y, Gd, Eu)_2O_3$ 、
 $YVO_4 : Eu$ 、
 $La_2O_2S : Eu, Sm$ 、
 $LaSi_3N_5 : Eu^{2+}$ 、
 $-sialon : Eu^{2+}$ 、
 $CaAlSiN_3 : Eu^{2+}$ 、
 $CaSiN_x : Eu^{2+}$ 、
 $CaSiN_x : Ce^{2+}$ 、
 $M_2Si_5N_8 : Eu^{2+}$ 、
 $CaAlSiN_3 : Eu^{2+}$ 、
 $(SrCa)AlSiN_3 : Eu^{x+}$ 、
 $Sr_x(Si_yAl_3)_z(O_xN) : Eu^{x+}$

【0035】

10

20

30

40

50

緑色の蛍光を発する蛍光体 41 の材料としては、例えば以下が挙げられる。ただし、実施形態に用いられる緑色の蛍光を発する蛍光体 41 は、これらに限定されるわけではない。

$ZnS : Cu, Al$ 、
 $ZnS : Cu, Al + \text{顔料}$ 、
 $(Zn, Cd)S : Cu, Al$ 、
 $ZnS : Cu, Au, Al, + \text{顔料}$ 、
 $Y_3Al_5O_{12} : Tb$ 、
 $Y_3(Al, Ga)_5O_{12} : Tb$ 、
 $Y_2SiO_5 : Tb$ 、
 $Zn_2SiO_4 : Mn$ 、
 $(Zn, Cd)S : Cu$ 、
 $ZnS : Cu$ 、
 $Zn_2SiO_4 : Mn$ 、
 $ZnS : Cu + Zn_2SiO_4 : Mn$ 、
 $Gd_2O_2S : Tb$ 、
 $(Zn, Cd)S : Ag$ 、
 $ZnS : Cu, Al$ 、
 $Y_2O_2S : Tb$ 、
 $ZnS : Cu, Al + In_2O_3$ 、
 $(Zn, Cd)S : Ag + In_2O_3$ 、
 $(Zn, Mn)_2SiO_4$ 、
 $BaAl_{12}O_{19} : Mn$ 、
 $(Ba, Sr, Mg)O \cdot aAl_2O_3 : Mn$ 、
 $LaPO_4 : Ce, Tb$ 、
 $Zn_2SiO_4 : Mn$ 、
 $ZnS : Cu$ 、
 $3(Ba, Mg, Eu, Mn)O \cdot 8Al_2O_3$ 、
 $La_2O_3 \cdot 0.2SiO_2 \cdot 0.9P_2O_5 : Ce, Tb$ 、
 $CeMgAl_{11}O_{19} : Tb$ 、
 $CaSc_2O_4 : Ce$ 、
 $(BrSr)SiO_4 : Eu$ 、
 $-sialon : Yb^{2+}$ 、
 $-sialon : Eu^{2+}$ 、
 $(SrBa)YSi_4N_7 : Eu^{2+}$ 、
 $(CaSr)Si_2O_4N_7 : Eu^{2+}$ 、
 $Sr(SiAl)(ON) : Ce$

【0036】

青色の蛍光を発する蛍光体 41 の材料としては、例えば以下が挙げられる。ただし、実施形態に用いられる青色の蛍光を発する蛍光体 41 は、これらに限定されるわけではない。

$ZnS : Ag$ 、
 $ZnS : Ag + \text{顔料}$ 、
 $ZnS : Ag, Al$ 、
 $ZnS : Ag, Cu, Ga, Cl$ 、
 $ZnS : Ag + In_2O_3$ 、
 $ZnS : Zn + In_2O_3$ 、
 $(Ba, Eu)MgAl_{10}O_{17}$ 、
 $(Sr, Ca, Ba, Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu$ 、
 $Sr_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu$



【0037】

黄色の蛍光を発する蛍光体41の材料としては、例えば以下が挙げられる。ただし、実施形態に用いられる黄色の蛍光を発する蛍光体41は、これらに限定されるわけではない。



10

【0038】

黄緑色の蛍光を発する蛍光体41の材料としては、例えば以下が挙げられる。ただし、実施形態に用いられる黄緑色の蛍光を発する蛍光体41は、これに限定されるわけではない。



【0039】

蛍光体41の混合比率を少なくすると色調が青色に近づき(色温度10000K付近)、蛍光体41の混合比率を多くすると色調が黄色に近づく(色温度6500K~2800K)。なお、混合する蛍光体41は1種類である必要はなく、複数種類の蛍光体41が混合されるようにしてもよい。例えば、赤色の蛍光を発する蛍光体41と、緑色の蛍光を発する蛍光体41と、青色の蛍光を発する蛍光体41と、黄色の蛍光を発する蛍光体41と、黄緑色の蛍光を発する蛍光体41と、が混合されるようにしてもよい。また、青味がかかった白色光、黄味がかかった白色光などのように色味を変えるために複数種類の蛍光体41の混合割合を変えるようにすることもできる。

20

【0040】

蛍光体41が混合される樹脂43としては、例えば、エポキシ樹脂、シリコン系樹脂、メタクリル樹脂(PMMA)、ポリカーボネート(PC)、環状ポリオレフィン(COP)、脂環式アクリル(OZ)、アリルジグリコールカーボネート(ADC)、アクリル系樹脂、フッ素系樹脂、シリコン系樹脂とエポキシ樹脂とのハイブリット樹脂、ウレタン樹脂などが挙げられる。蛍光体41が混合される樹脂43の屈折率は、蛍光体41の屈折率以下であることがより好ましい。また、発光部20から出射する光に対する樹脂43の透過率は、90%以上であることがより好ましい。

30

【0041】

発光部20から出射する光が、波長の短い紫外から青色の光であり輝度が高い場合には、波長変換部40を形成する樹脂43が劣化するおそれがある。そのため、波長変換部40を形成する樹脂43は、青色光などによる劣化が生じにくい性質を有することがより好ましい。青色光などによる劣化が生じにくい樹脂としては、例えば、屈折率が1.5程度のメチルフェニルシリコン、ジメチルシリコン、メチルフェニルシリコンとエポキシ樹脂とのハイブリット樹脂などが挙げられる。ただし、蛍光体41が混合される樹脂43としては、例示をしたものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。

40

【0042】

第1の電極部50は、第1の半導体部21に接続され、例えばNi(ニッケル)/Au(金)の二重層などを有する。この場合、例えば、Ni(ニッケル)層の厚みは、約1μm程度であり、Au(金)層の厚みは、約1μm程度である。ただし、第1の電極部50の材料や厚みは、例示をしたものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。第1の電極部50の形状は、例えば、円形などである。ただし、第1の電極部50の形状は、円形に限定されるわけではなく、後述する第1の接続部61の断面形状や大きさなどに応じて適宜変更することができる。

50

【 0 0 4 3 】

第1の導電部60は、封止部130の凹部131の底面と、封止部130の端面と、の間を貫通するようにして設けられている。第1の導電部60は、例えば、円柱状を呈し、Cu（銅）などの金属材料により形成されている。また、第1の導電部60は、封止部130を貫通する部分の断面積よりも小さな断面積を有する第1の接続部61を有する。そして、第1の接続部61は、第1の電極部50に接続されている。これにより、第1の電極部50を介して、第1の導電部60と、第1の半導体部21と、が電氣的に接続されている。ただし、第1の導電部60および第1の接続部61の形状および材料などは、例示をしたものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。

【 0 0 4 4 】

第1の接続部材70は、封止部130から露出する第1の導電部60の一方の端面を覆うようにして設けられている。第1の接続部材70は、例えばいわゆるはんだバンプなどである。第1の接続部材70がはんだバンプである場合には、第1の接続部材70の形状は、例えば半球形などを有し、第1の接続部材70の材料は、例えば表面実装に使用されるはんだ材料などである。この場合、表面実装に使用されるはんだ材料としては、例えば、Sn-3.0Ag-0.5Cuはんだ、Sn-0.8Cuはんだ、Sn-3.5Agはんだなどが挙げられる。

【 0 0 4 5 】

ただし、第1の接続部材70の形状および材料などは、例示をしたものに限定されるわけではなく、半導体発光装置1を実装する方法などに応じて適宜変更することができる。例えば、第1の接続部材70は、例えば薄膜状などを有し、例えばNi（ニッケル）/Au（金）の二重層などを有する。また、第1の接続部材70は、必ずしも必要ではなく、半導体発光装置1を実装する方法などに応じて適宜設けることができる。

【 0 0 4 6 】

第2の電極部80は、第2の半導体部22に接続され、例えばNi（ニッケル）/Au（金）の二重層などを有する。この場合、例えば、Ni（ニッケル）層の厚みは、約1μm程度であり、Au（金）層の厚みは、約1μm程度である。ただし、第2の電極部80の材料や厚みは、例示をしたものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。第2の電極部80の形状は、例えば、円形などである。ただし、第2の電極部80の形状は、円形に限定されるわけではなく、後述する第2の接続部91の断面形状や大きさなどに応じて適宜変更することができる。

【 0 0 4 7 】

第2の導電部90は、封止部130の凹部131の底面と、封止部130の端面と、の間を貫通するようにして設けられている。第2の導電部90は、例えば、円柱状を呈し、Cu（銅）などの金属材料により形成されている。また、第2の導電部90は、封止部130を貫通する部分の断面積よりも小さな断面積を有する第2の接続部91を有する。そして、第2の接続部91は、第2の電極部80に接続されている。これにより、第2の電極部80を介して、第2の導電部90と、第2の半導体部22と、が電氣的に接続されている。ただし、第2の導電部90および第2の接続部91の形状および材料などは、例示をしたものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。

【 0 0 4 8 】

第2の接続部材110は、封止部130から露出する第2の導電部90の一方の端面を覆うようにして設けられている。第2の接続部材110は、例えばいわゆるはんだバンプなどである。第2の接続部材110がはんだバンプである場合には、第2の接続部材110の形状は、例えば半球形などを有し、第2の接続部材110の材料は、例えば表面実装に使用されるはんだ材料などである。この場合、表面実装に使用されるはんだ材料としては、例えば、Sn-3.0Ag-0.5Cuはんだ、Sn-0.8Cuはんだ、Sn-3.5Agはんだなどが挙げられる。

【 0 0 4 9 】

ただし、第2の接続部材110の形状および材料などは、例示をしたものに限定される

10

20

30

40

50

わけではなく、半導体発光装置 1 を実装する方法などに応じて適宜変更することができる。例えば、第 2 の接続部材 1 1 0 は、例えば薄膜状などを有し、例えば Ni (ニッケル) / Au (金) の二重層などを有する。また、第 2 の接続部材 1 1 0 は必ずしも必要ではなく、半導体発光装置 1 を実装する方法などに応じて適宜設けることができる。

【 0 0 5 0 】

絶縁部 1 2 0 は、封止部 1 3 0 に設けられた凹部 1 3 1 を埋め込むようにして設けられている。絶縁部 1 2 0 は、絶縁材料から形成されている。例えば、絶縁部 1 2 0 は、SiO₂ などの無機材料や、樹脂などから形成される。この場合、発光部 2 0 から出射する光が、波長の短い紫外から青色の光であり輝度が高い場合には、絶縁部 1 2 0 を形成する樹脂が劣化するおそれがある。そのため、絶縁部 1 2 0 が樹脂から形成される場合には、絶縁部 1 2 0 を形成する樹脂は、青色光などによる劣化が生じにくい性質を有することがより好ましい。青色光などによる劣化が生じにくい樹脂としては、例えば、屈折率が 1.5 程度のメチルフェニルシリコン、ジメチルシリコンなどが挙げられる。

10

【 0 0 5 1 】

封止部 1 3 0 は、第 2 の主面 2 7 側に設けられ、第 1 の導電部 6 0 の端部および第 2 の導電部 9 0 の端部を露出させつつ第 1 の導電部 6 0 および第 2 の導電部 9 0 を封止する。封止部 1 3 0 は、例えば熱硬化性樹脂などから形成される。封止部 1 3 0 は、発光部 2 0 と、第 1 の電極部 5 0 と、第 2 の電極部 8 0 と、を封止する役割を有している。なお、封止部 1 3 0 と絶縁部 1 2 0 とは、一体的に形成されていてもよい。

【 0 0 5 2 】

発光部 2 0 に電力を供給する第 1 の接続部材 7 0 と、第 1 の導電部 6 0 と、第 1 の電極部 5 0 と、第 2 の接続部材 1 1 0 と、第 2 の導電部 9 0 と、第 2 の電極部 8 0 と、は、固定部 1 5 0 により発光部 2 0 に固定されている。

20

【 0 0 5 3 】

次に、半導体発光装置 1 の作用について例示をする。

第 1 の導電部 6 0 に電圧が印加されると、第 1 の電極部 5 0 を介して第 1 の半導体部 2 1 に電位が与えられる。また、第 2 の導電部 9 0 に電圧が印加されると、第 2 の電極部 8 0 を介して第 2 の半導体部 2 2 に電位が与えられる。そして、第 1 の半導体部 2 1 と第 2 の半導体部 2 2 とに電位が与えられると、活性部 2 3 において正孔および電子が再結合して光が発生する。

30

【 0 0 5 4 】

活性部 2 3 から出射した光の一部は、第 1 の半導体部 2 1 および透光部 3 0 を透過して波長変換部 4 0 に入射する。波長変換部 4 0 に入射した光は、蛍光体 4 1 により波長が変換され波長変換部 4 0 から外部に向けて出射される。例えば、活性部 2 3 から出射した青色光と、その光により励起された光 (黄色、あるいは、赤色及び緑色) と、が混合され、白色光として波長変換部 4 0 から外部に向けて出射される。

【 0 0 5 5 】

本実施形態においては、波長変換部 4 0 の内部における光路長を発光部 2 0 の発光特性に応じて適正化するようにしている。すなわち、所定の形状を有する透光部 3 0 を設けることで、内部における光路長が発光部 2 0 の発光特性に応じて色度ずれが抑制される長さとなるような面 4 5 を有する波長変換部 4 0 が形成されている。また、一体的に形成された複数の透光部 3 0 同士の間隙 3 よりも小さい粒子径に分類された蛍光体 4 1 が使用されることで、本実施形態の透光部 3 0 の側方における蛍光体 4 1 の充填率は、比較例にかかる半導体発光装置 1 a の透光部 3 0 の側方における蛍光体 4 1 の充填率よりも高くなっている。そのため、色度ずれを抑制することができる。例えば、白色光を出射する半導体発光装置 1 を見る方向にかかわらず色度ずれを少なくすることができ、波長変換部 4 0 のほぼ全域において白色光が出射されるようにすることができる。

40

【 0 0 5 6 】

図 5 は、本発明の他の実施の形態にかかる半導体発光装置を表す断面模式図である。

本実施形態にかかる半導体発光装置 1 b では、一体的に形成された複数の透光部 3 0 同

50

土の間の隙間 3 よりも大きく透光部 3 0 に設けられた凹状の面 3 1 の開口部 3 5 よりも小さい粒子径を有する蛍光体 4 1 a (第 2 の蛍光体) と、一体的に形成された複数の透光部 3 0 同士の間隙間 3 よりも小さい粒子径を有する蛍光体 4 1 b (第 1 の蛍光体) と、が使用されている。言い換えれば、透光部 3 0 に設けられた凹状の面 3 1 の開口部 3 5 に充填される蛍光体 4 1 a の粒子径は、一体的に形成された複数の透光部 3 0 同士の間隙間 3 に充填される蛍光体 4 1 b の粒子径よりも大きい。

【 0 0 5 7 】

図 5 に表したように、隙間 3 よりも大きく開口部 3 5 よりも小さい蛍光体 4 1 a は、透光部 3 0 に設けられた凹状の面 3 1 の開口部 3 5 に充填されている。一方、隙間 3 よりも小さい粒子径を有する蛍光体 4 1 b は、一体的に形成された複数の透光部 3 0 同士の間隙間 3、言い換えれば透光部 3 0 の側方すなわち透光部 3 0 の側面 3 3 の近傍に充填されている。その他の構造は、図 1 に関して前述した半導体発光装置 1 の構造と同様である。

10

【 0 0 5 8 】

本実施形態によれば、隙間 3 よりも大きい粒子径を有する蛍光体 4 1 a を捨てる必要はなく、透光部 3 0 に設けられた凹状の面 3 1 の開口部 3 5 に充填させる蛍光体 4 1 a として有効に利用することができる。また、図 1 および図 2 に関して前述した半導体発光装置 1 と同様ように、色度ずれを抑制することができる。

【 0 0 5 9 】

次に、本発明の実施の形態にかかる半導体発光装置の製造方法について、図面を参照しつつ説明する。

20

まず、図 1 に関して前述した半導体発光装置 1 の製造方法について説明する。

図 6 は、本発明の実施の形態にかかる半導体発光装置の製造方法を表すフローチャート図である。

また、図 7 は、本実施形態の波長変換部の形成方法を例示する断面模式図である。

【 0 0 6 0 】

まず、サファイアなどにより形成された基板上に所定の形状の第 1 の半導体部 2 1 と、活性部 2 3 と、第 2 の半導体部 2 2 と、をこの順で積層させる (ステップ S 1 0 1)。この場合、既知の気相成長法などを用いてこれらの積層を行うことができる。気相成長法としては、例えば、有機金属気相成長 (MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法、ハイドライド気相成長 (HVPE: Hydride Vapor Phase Epitaxy) 法、分子線エピタキシャル成長 (MBE; Molecular Beam Epitaxy) 法などが挙げられる。

30

【 0 0 6 1 】

次に、第 1 の半導体部 2 1 上に第 1 の電極部 5 0 を形成し、第 2 の半導体部 2 2 上に第 2 の電極部 8 0 を形成する (ステップ S 1 0 3)。この場合、真空蒸着法やスパッタリング法などの各種の物理的気相成長 (PVD: Physical Vapor Deposition) 法や、各種の化学的気相成長 (CVD: Chemical Vapor Deposition) 法や、メッキ法などと、リソグラフィ技術やエッチング技術などと、を組み合わせることで第 1 の電極部 5 0 および第 2 の電極部 8 0 を形成することができる。

【 0 0 6 2 】

次に、このようにして基板上に積層された積層体を覆うようにして所定の形状の絶縁部 1 2 0 を形成する (ステップ S 1 0 5)。この場合、真空蒸着法やスパッタリング法などの各種の物理的気相成長 (PVD: Physical Vapor Deposition) 法や、各種の化学的気相成長 (CVD: Chemical Vapor Deposition) 法などと、リソグラフィ技術やエッチング技術などと、を組み合わせることで絶縁部 1 2 0 を形成することができる。

40

【 0 0 6 3 】

次に、絶縁部 1 2 0 を覆うようにして所定の形状の封止部 1 3 0 を形成する (ステップ S 1 0 7)。この場合、真空蒸着法やスパッタリング法などの各種の物理的気相成長 (PVD: Physical Vapor Deposition) 法や、各種の化学的気相成長 (CVD: Chemical Vapor Deposition) 法などと、リソグラフィ技術やエッチング技術などと、を組み合わせることで封止部 1 3 0 を形成するようすることができる。

50

【 0 0 6 4 】

次に、第1の導電部60および第2の導電部90を形成する(ステップS109)。この場合、真空蒸着法やスパッタリング法などの各種の物理的気相成長(PVD:Physical Vapor Deposition)法や、各種の化学的気相成長(CVD:Chemical Vapor Deposition)法や、メッキ法などと、リソグラフィ技術やエッチング技術などと、を組み合わせることで第1の導電部60および第2の導電部90を形成することができる。

【 0 0 6 5 】

次に、第1の導電部60の端面に第1の接続部材70を形成し、第2の導電部90の端面に第2の接続部材110を形成する(ステップS111)。この場合、真空蒸着法やスパッタリング法などの各種の物理的気相成長(PVD:Physical Vapor Deposition)法や、各種の化学的気相成長(CVD:Chemical Vapor Deposition)法や、メッキ法などと、リソグラフィ技術などと、を組み合わせることで第1の接続部材70および第2の接続部材110を形成することができる。

10

【 0 0 6 6 】

次に、このようにして形成された積層体を基板から剥離させる(ステップS113)。この場合、レーザーリフトオフ法などを用いて積層体を基板から剥離させることができる。

【 0 0 6 7 】

次に、剥離させた積層体を反転させ、第1の半導体部21を覆うようにして透光部30を形成する(ステップS115)。この場合、樹脂などを塗布し、これを硬化させることで透光部30を形成することができる。

20

【 0 0 6 8 】

次に、透光部30を覆うようにして波長変換部40を形成する。ここからは、図7も参照しつつ説明する。

まず、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3よりも小さい粒子径に分級した蛍光体41と、波長変換部40を形成する樹脂43と、を混合させる(ステップS117)。続いて、1000Pa(パスカル)以下の真空中においてスキージ印刷法により、透光部30を覆うようにして蛍光体41を含む樹脂43を塗布する(ステップS119)。

【 0 0 6 9 】

例えば、図7(a)に表したように、圧力が1000Pa以下の図示しないチャンパー内において、透光部30の上方にスキージマスク201を設置する。スキージマスク201は、一体的に形成された複数の透光部30の全体に亘って開口している。そして、スキージ211を矢印Aの方向に移動させることで、透光部30を覆うように蛍光体41を含む樹脂43を塗布する。つまり、本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法では、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3と、透光部30に設けられた凹状の面31の開口部35と、に対して蛍光体41を含む樹脂43を一括して塗布する。

30

【 0 0 7 0 】

このとき、図7(b)に表したように、透光部30を覆う樹脂401は、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3には完全には入り込むことができない。これは、樹脂43が硬化する前に蛍光体41が沈降することを抑えるため、蛍光体41を含む樹脂43の粘度が比較的高いためである。そのため、透光部30を覆う樹脂401は、隙間3には充填されず、空隙が生ずる。

40

【 0 0 7 1 】

続いて、図示しないチャンパー内の圧力を3000Pa以上に上昇させる(ステップS121)。このとき、チャンパー内の圧力は大気圧であってもよい。そうすると、図7(c)に表したように、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3を覆う部分の樹脂401は、図示しないチャンパー内の圧力の上昇により隙間3に充填される(ステップS121)。そのため、図示しないチャンパー内の圧力を3000Pa以上に上昇させた後の状態で透光部30を覆っている樹脂403には、凹部405が形成される。

【 0 0 7 2 】

50

続いて、大気中においてスキージ印刷法により、樹脂403に形成された凹部405を埋めるようにして蛍光体41を含む樹脂43を塗布し平坦かつ適宜設定された厚さに調整する(ステップS123)。例えば、図7(c)に表したように、大気中において、透光部30を覆っている樹脂403の上方にスキージマスク201を設置し、スキージ211を矢印Bの方向に移動させることで、樹脂403に形成された凹部405を埋めるように蛍光体41を含む樹脂43を塗布する。

【0073】

続いて、蛍光体41を含む樹脂43に紫外線(UV: Ultraviolet)を照射することにより、あるいは蛍光体41を含む樹脂43に熱を加えることにより、蛍光体41を含む樹脂43を硬化させ波長変換部40を形成する(ステップS125、図7(d))。紫外線を照射して硬化させる場合には、樹脂43は、例えば紫外線硬化性樹脂である。一方、熱を加えて硬化させる場合には、樹脂43は、例えば熱硬化性樹脂である。

10

【0074】

本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法によれば、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3における蛍光体41の充填率は、透光部30に設けられた凹状の面31の開口部35における蛍光体41の充填率と略同じとなり、また十分となる。そのため、色度ずれを抑制することができる。

【0075】

図8は、本発明の実施の他の形態にかかる半導体発光装置の製造方法を表すフローチャート図である。

20

また、図9は、本実施形態の波長変換部の形成方法を例示する断面模式図である。

本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法は、図6および図7に関して前述した半導体発光装置の製造方法と同様に、図1に関して前述した半導体発光装置1の製造方法である。

【0076】

まず、ステップS161~S175の半導体発光装置1の製造方法は、図6に関して前述したステップS101~S115の半導体発光装置1の製造方法と同様である。

次に、透光部30を覆うようにして波長変換部40を形成する。ここからは、図9も参照しつつ説明する。

【0077】

まず、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3よりも小さい粒子径に分級した蛍光体41と、波長変換部40を形成する樹脂43と、を混合させる(ステップS177)。続いて、1000Pa以下の真空中においてダイコート法により、透光部30を覆うようにして蛍光体41を含む樹脂43を塗布する(ステップS179)。例えば、圧力が1000Pa以下の図示しないチャンパー内において、ダイコート法により透光部30を覆うようにして蛍光体41を含む樹脂43を塗布する。つまり、本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法では、図6および図7に関して前述した製造方法と同様に、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3と、透光部30に設けられた凹状の面31の開口部35と、に対して蛍光体41を含む樹脂43を一括して塗布する。

30

【0078】

このとき、図9(a)に表したように、透光部30を覆う樹脂411は、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3には完全には入り込むことができない。これは、樹脂43が硬化する前に蛍光体41が沈降することを抑えるため、蛍光体41を含む樹脂43の粘度が比較的高いためである。そのため、透光部30を覆う樹脂411は、隙間3には充填されず、空隙が生ずる。

40

【0079】

続いて、図示しないチャンパー内の圧力を3000Pa以上に上昇させる(ステップS181)。このとき、チャンパー内の圧力は大気圧であってもよい。そうすると、図9(b)に表したように、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3を覆う部分の樹脂411は、図示しないチャンパー内の圧力の上昇により隙間3に充填される(ステ

50

ップS181)。また、透光部30に設けられた凹状の面31の開口部35を覆う部分の樹脂411は、図示しないチャンパー内の圧力の上昇により開口部35に充填される。そのため、図示しないチャンパー内の圧力を3000Pa以上に上昇させた後の状態で透光部30を覆っている樹脂413には、凹部415が形成される。

【0080】

続いて、大気中においてインプリント法により、予め離型剤を散布したインプリントモールド(凹版)221を透光部30を覆っている樹脂413に押し付ける(ステップS183)。そうすると、図9(c)に表したように、透光部30を覆っていた樹脂413が凹部415に充填される。そして、インプリントモールド221を適宜設定された圧力で押し付けることで、透光部30を覆っている樹脂417を平坦かつ適宜設定された厚さに調整する。

10

【0081】

続いて、蛍光体41を含む樹脂43に紫外線を照射することにより、あるいは蛍光体41を含む樹脂43に熱を加えることにより、蛍光体41を含む樹脂43を硬化させ波長変換部40を形成する(ステップS185)。紫外線を照射して硬化させる場合には、樹脂43は、例えば紫外線硬化性樹脂である。一方、熱を加えて硬化させる場合には、樹脂43は、例えば熱硬化性樹脂である。

続いて、図9(d)に表したように、インプリントモールドを波長変換部40から剥離させる(ステップS187)。

【0082】

20

本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法によれば、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3における蛍光体41の充填率は、透光部30に設けられた凹状の面31の開口部35における蛍光体41の充填率と略同じとなり、また十分となる。そのため、色度ずれを抑制することができる。

【0083】

図10は、本発明の実施のさらに他の形態にかかる半導体発光装置の製造方法を表すフローチャート図である。

また、図11は、本実施形態の波長変換部の形成方法を例示する断面模式図である。

本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法は、図5に関して前述した半導体発光装置1bの製造方法である。

30

【0084】

まず、ステップS201~S215の半導体発光装置1bの製造方法は、図6に関して前述したステップS101~S115の半導体発光装置1の製造方法と同様である。

次に、透光部30を覆うようにして波長変換部40を形成する。ここからは、図11も参照しつつ説明する。

【0085】

まず、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3よりも小さい粒子径に分級した蛍光体41bと、波長変換部40を形成する樹脂43と、を混合させる(ステップS217)。続いて、1000Pa以下の真空中においてスキージ印刷法により、透光部30を覆うようにして蛍光体41bを含む樹脂43を塗布する(ステップS219)。

40

【0086】

例えば、図11(a)に表したように、圧力が1000Pa以下の図示しないチャンパー内において、透光部30の上方にスキージマスク203を設置する。スキージマスク203は、図7に関して前述したスキージマスク201のようには、一体的に形成された複数の透光部30の全体に亘って開口しているわけではない。スキージマスク203には、半導体発光装置を上方正面側(視野角度0°側)から見たときに、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3と略同じ程度の開口面積を有する開口部203aが形成されている。そして、スキージマスク203は、半導体発光装置を上方正面側(視野角度0°側)から見たときに、開口部203aと隙間3との位置が合うように透光部30の上方に設置される。続いて、スキージ211を矢印Cの方向に移動させることで、一体的に

50

形成された複数の透光部 30 同士の間隙 3 を覆うように蛍光体 41b を含む樹脂 43 を塗布する。

【0087】

このとき、図 7 (b) に表したように、隙間 3 を覆う樹脂 421 は、その隙間 3 には完全には入り込むことができない。これは、樹脂 43 が硬化する前に蛍光体 41b が沈降することを抑えるため、蛍光体 41b を含む樹脂 43 の粘度が比較的高いためである。そのため、透光部 30 を覆う樹脂 421 は、隙間 3 には充填されず、空隙が生ずる。

【0088】

続いて、図示しないチャンパー内の圧力を 3000 Pa 以上に上昇させる (ステップ S221)。このとき、チャンパー内の圧力は大気圧であってもよい。そうすると、図 11 (c) に表した樹脂 423 のように、一体的に形成された複数の透光部 30 同士の間隙 3 を覆う部分の樹脂 421 は、図示しないチャンパー内の圧力の上昇により隙間 3 に充填される (ステップ S221)。

【0089】

続いて、印刷版を交換する (ステップ S223)。例えば、透光部 30 の上方に設置されたスキージマスク 203 を、図 7 に関して前述したスキージマスク 201 に交換する。

【0090】

続いて、一体的に形成された複数の透光部 30 同士の間隙 3 よりも大きく透光部 30 に設けられた凹状の面 31 の開口部 35 よりも小さい粒子径を有する蛍光体 41a と、波長変換部 40 を形成する樹脂 43 と、を混合させる (ステップ S225)。続いて、1000 Pa 以下の真空中においてスキージ印刷法により、透光部 30 を覆うようにして蛍光体 41a を含む樹脂 43 を塗布する (ステップ S227)。

【0091】

例えば、図 11 (d) に表したように、圧力が 1000 Pa 以下の図示しないチャンパー内において、スキージ 211 を矢印 D の方向に移動させることで、透光部 30 を覆うように蛍光体 41a を含む樹脂 43 を塗布する。つまり、本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法では、一体的に形成された複数の透光部 30 同士の間隙 3 に対して蛍光体 41b を含む樹脂 43 を塗布し、透光部 30 に設けられた凹状の面 31 の開口部 35 に対して蛍光体 41a を含む樹脂 43 を塗布する。言い換えれば、本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法では、隙間 3 および開口部 35 に対して蛍光体 41b および蛍光体 41a を含む樹脂 43 をそれぞれ分割して塗布する。

【0092】

続いて、図示しないチャンパー内の圧力を 3000 Pa 以上に上昇させる (ステップ S229)。このとき、チャンパー内の圧力は大気圧であってもよい。そうすると、透光部 30 に設けられた凹状の面 31 の開口部 35 を覆う部分の樹脂は、図示しないチャンパー内の圧力の上昇により開口部 35 に充填される (ステップ S229)。

【0093】

続いて、図 11 (e) に表したように、大気中においてスキージ印刷法により、蛍光体 41a を含む樹脂 43 を塗布し平坦かつ適宜設定された厚さに調整する (ステップ S231)。

【0094】

続いて、蛍光体 41a、41b を含む樹脂 43 に紫外線を照射することにより、あるいは蛍光体 41a、41b を含む樹脂 43 に熱を加えることにより、蛍光体 41a、41b を含む樹脂 43 を硬化させ波長変換部 40 を形成する (ステップ S233)。紫外線を照射して硬化させる場合には、樹脂 43 は、例えば紫外線硬化性樹脂である。一方、熱を加えて硬化させる場合には、樹脂 43 は、例えば熱硬化性樹脂である。

【0095】

本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法によれば、一体的に形成された複数の透光部 30 同士の間隙 3 における蛍光体 41b の充填率は、透光部 30 に設けられた凹状の面 31 の開口部 35 における蛍光体 41a の充填率と略同じとなり、また十分となる

10

20

30

40

50

。そのため、隙間3よりも大きい粒子径を有する蛍光体41aを有効に利用しつつ、色度ずれを抑制することができる。

【0096】

図12は、本発明の実施のさらに他の形態にかかる半導体発光装置の製造方法を表すフローチャート図である。

また、図13は、本実施形態の波長変換部の形成方法を例示する断面模式図である。

本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法は、図10および図11に関して前述した半導体発光装置の製造方法と同様に、図5に関して前述した半導体発光装置1bの製造方法である。

【0097】

まず、ステップS261～S275の半導体発光装置1bの製造方法は、図6に関して前述したステップS101～S115の半導体発光装置1の製造方法と同様である。

次に、透光部30を覆うようにして波長変換部40を形成する。ここからは、図13も参照しつつ説明する。

【0098】

まず、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3よりも小さい粒子径に分級した蛍光体41bと、波長変換部40を形成する樹脂43と、を混合させる(ステップS277)。続いて、1000Pa以下の真空中においてスキージ印刷法により、透光部30を覆うようにして蛍光体41bを含む樹脂43を塗布する(ステップS279)。

【0099】

例えば、図11(a)に表したように、圧力が1000Pa以下の図示しないチャンパー内において、透光部30の上方にスキージマスク203を設置する。スキージマスク203の設置形態は、図11(a)に関して前述した如くである。続いて、スキージ211を矢印Eの方向に移動させることで、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3を覆うように蛍光体41bを含む樹脂43を塗布する。

【0100】

このとき、図11(b)に表したように、隙間3を覆う樹脂431は、その隙間3には完全には入り込むことができない。これは、樹脂43が硬化する前に蛍光体41bが沈降することを抑えるため、蛍光体41bを含む樹脂43の粘度が比較的高いためである。そのため、透光部30を覆う樹脂431は、隙間3には充填されず、空隙が生ずる。

【0101】

続いて、図示しないチャンパー内の圧力を3000Pa以上に上昇させる(ステップS281)。このとき、チャンパー内の圧力は大気圧であってもよい。そうすると、図13(c)に表した樹脂433のように、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3を覆う部分の樹脂431は、図示しないチャンパー内の圧力の上昇により隙間3に充填される(ステップS281)。

【0102】

続いて、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3よりも大きく透光部30に設けられた凹状の面31の開口部35よりも小さい粒子径を有する蛍光体41aと、波長変換部40を形成する樹脂43と、を混合させる(ステップS283)。続いて、1000Pa以下の真空中においてスリットコート法により、透光部30を覆うようにして蛍光体41aを含む樹脂43を塗布する(ステップS285)。

【0103】

つまり、本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法では、図11および図12に関して前述した製造方法と同様に、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3に対して蛍光体41bを含む樹脂43を塗布し、透光部30に設けられた凹状の面31の開口部35に対して蛍光体41aを含む樹脂43を塗布する。言い換えれば、本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法では、隙間3および開口部35に対して蛍光体41bおよび蛍光体41aを含む樹脂43をそれぞれ分割して塗布する。

【0104】

10

20

30

40

50

続いて、図13(d)に表したように、大気中においてインプリント法により、予め離型剤を散布したインプリントモールド221を透光部30を覆っている樹脂435に押し付ける(ステップS287)。そして、インプリントモールド221を適宜設定された圧力で押し付けることで、透光部30を覆っている樹脂435を平坦かつ適宜設定された厚さに調整する。

【0105】

続いて、蛍光体41a、41bを含む樹脂43に紫外線を照射することにより、あるいは蛍光体41a、41bを含む樹脂43に熱を加えることにより、蛍光体41a、41bを含む樹脂43を硬化させ波長変換部40を形成する(ステップS289)。紫外線を照射して硬化させる場合には、樹脂43は、例えば紫外線硬化性樹脂である。一方、熱を加えて硬化させる場合には、樹脂43は、例えば熱硬化性樹脂である。

10

続いて、図13(e)に表したように、インプリントモールドを波長変換部40から剥離させる(ステップS291)。

【0106】

本実施形態にかかる半導体発光装置の製造方法によれば、一体的に形成された複数の透光部30同士の間隙3における蛍光体41bの充填率は、透光部30に設けられた凹状の面31の開口部35における蛍光体41aの充填率と略同じとなり、また十分となる。そのため、隙間3よりも大きい粒子径を有する蛍光体41aを有効に利用しつつ、色度ずれを抑制することができる。

【0107】

20

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

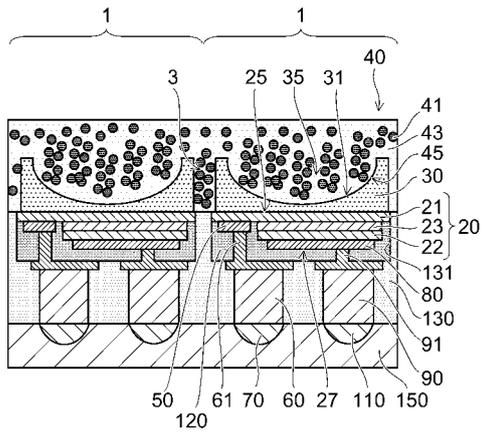
【符号の説明】

【0108】

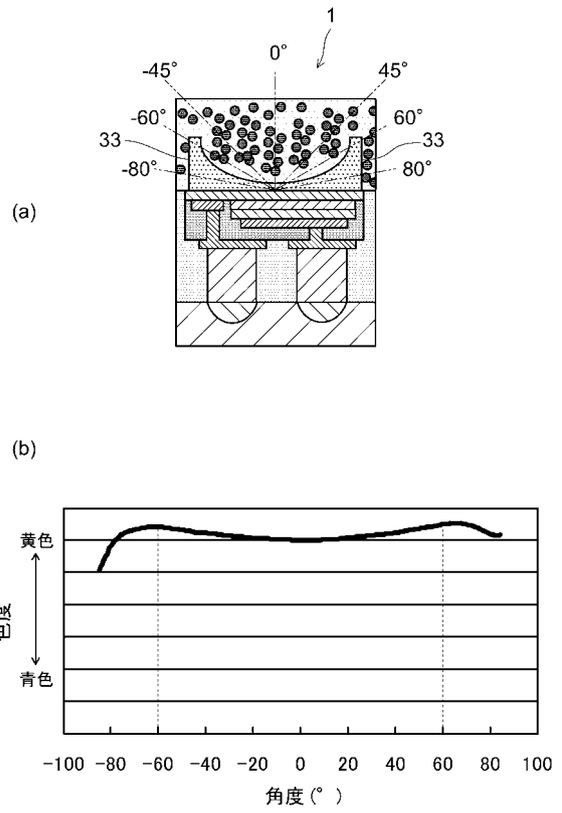
1、1a、1b 半導体発光装置、 3 隙間、 20 発光部、 21 第1の半導体部、 22 第2の半導体部、 23 活性部、 25 第1の主面、 27 第2の主面、 30 透光部、 31 面、 33 側面、 35 開口部、 40 波長変換部、 41、 41a、41b、41c、41d 蛍光体、 43 樹脂、 45 面、 50 第1の電極部、 60 第1の導電部、 61 第1の接続部、 70 第1の接続部材、 80 第2の電極部、 90 第2の導電部、 91 第2の接続部、 110 第2の接続部材、 120 絶縁部、 130 封止部、 131 凹部、 150 固定部、 201、203 スキージマスク、 203a 開口部、 211 スキージ、 221 インプリントモールド、 401、403、樹脂、 405 凹部、 411、413 樹脂、 415 凹部、 417、421、423、431、433、435 樹脂

30

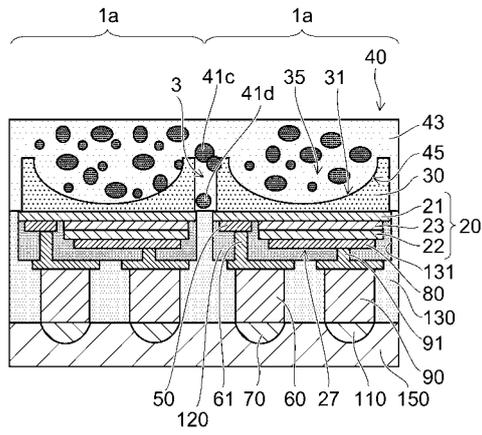
【 図 1 】



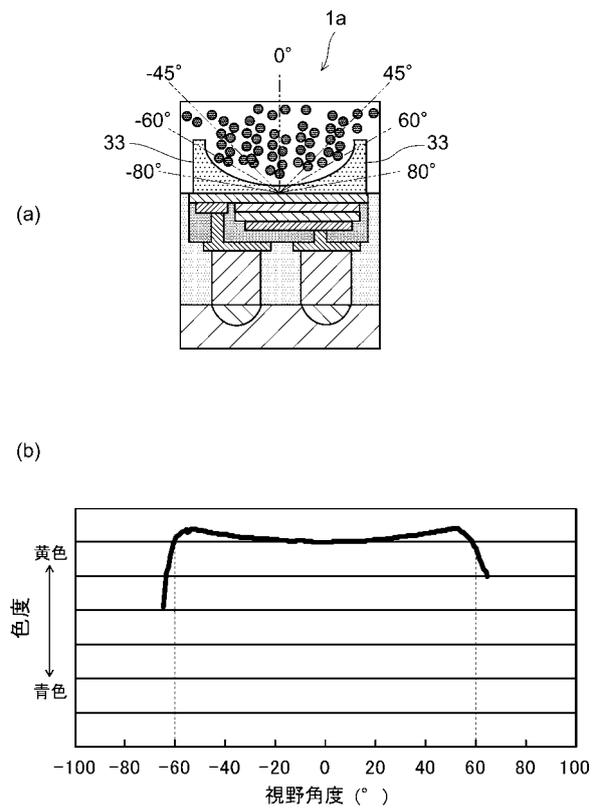
【 図 2 】



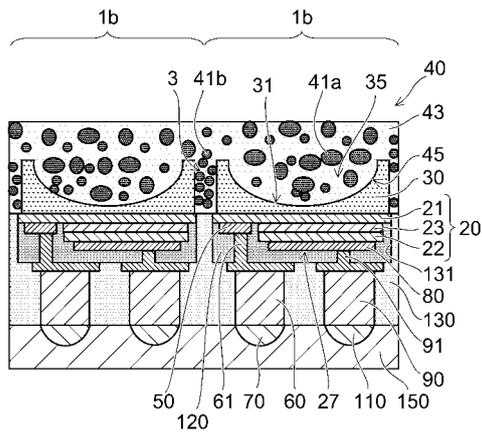
【 図 3 】



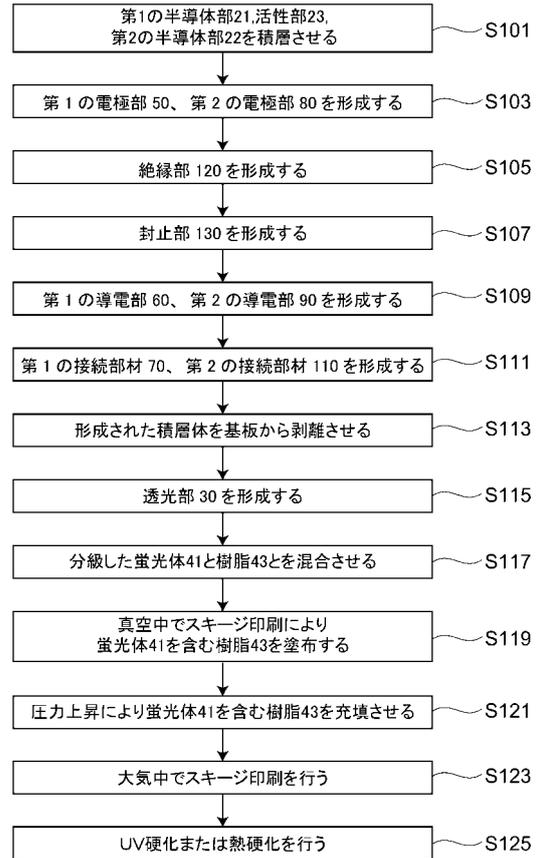
【 図 4 】



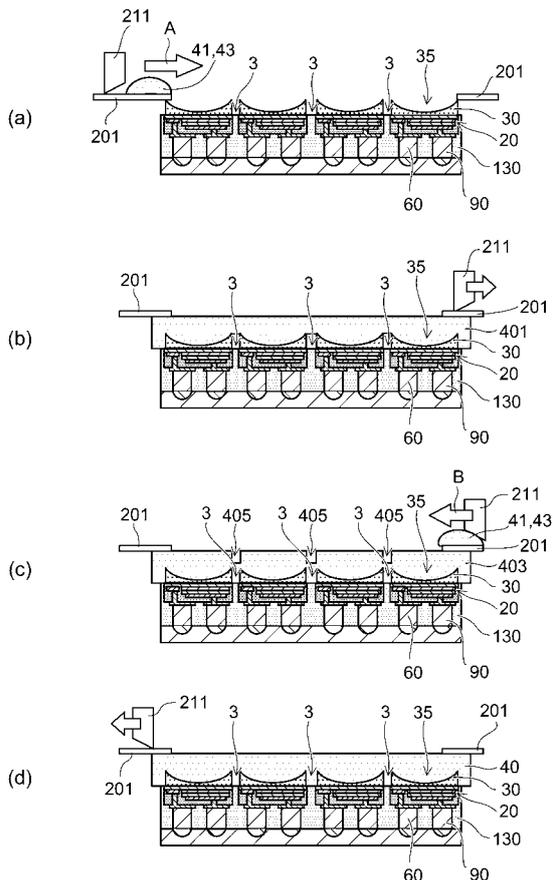
【図5】



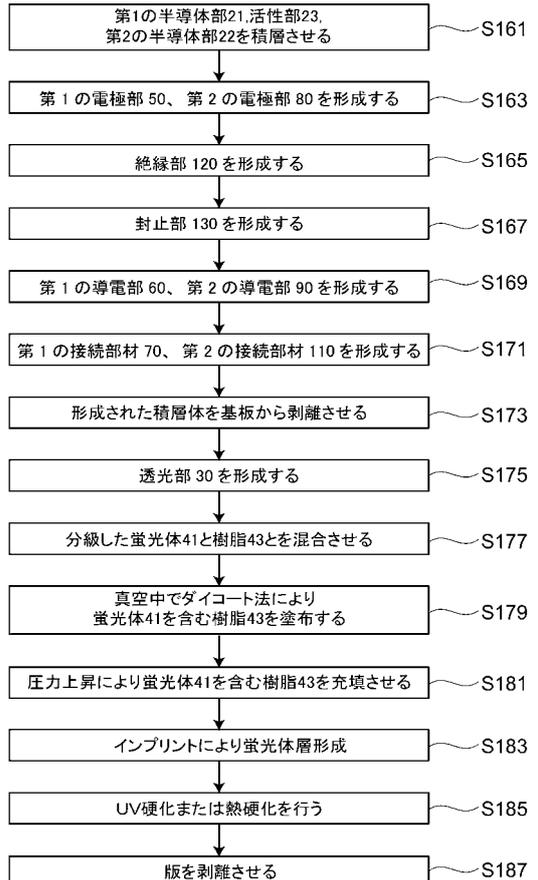
【図6】



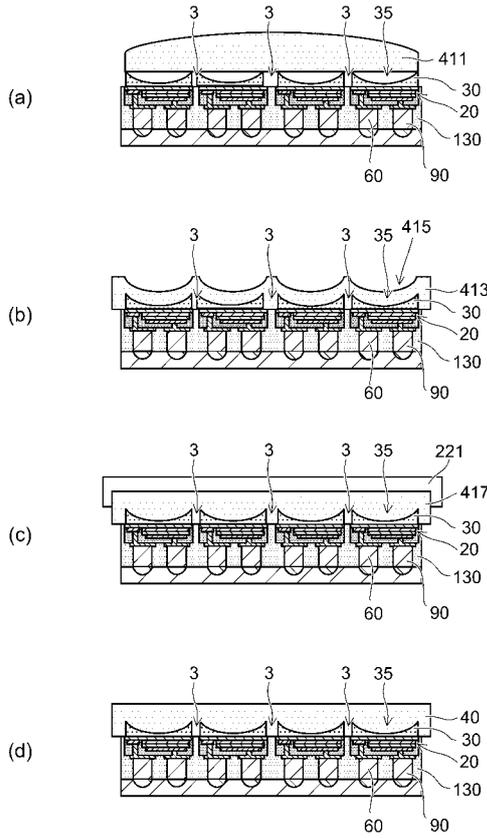
【図7】



【図8】



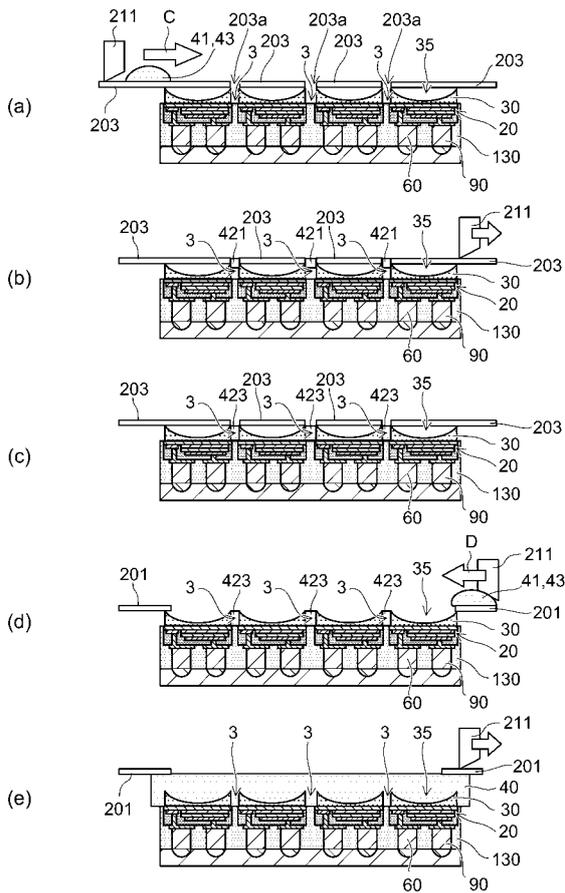
【図9】



【図10】



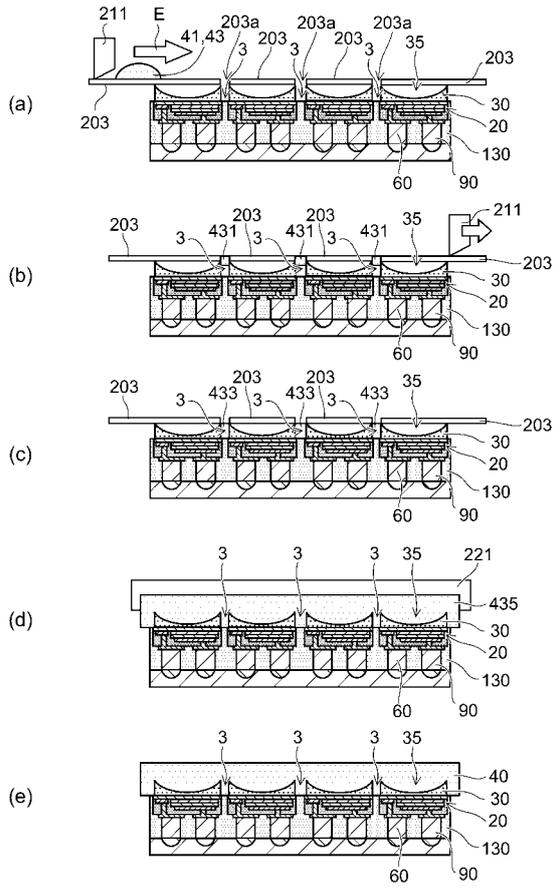
【図11】



【図12】



【 図 13 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-123560(JP,A)
特開2009-043764(JP,A)
特表2006-521699(JP,A)
国際公開第2002/059982(WO,A1)
特表2008-516414(JP,A)
特開2010-199565(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64