

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-135693

(P2010-135693A)

(43) 公開日 平成22年6月17日(2010.6.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 33/36 (2010.01)	HO 1 L 33/00 E	5 F O 4 1
HO 1 L 33/32 (2010.01)	HO 1 L 33/00 C	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-312453 (P2008-312453)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成20年12月8日(2008.12.8)	(74) 代理人	100083806 弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100100712 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100095500 弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100101247 弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100098327 弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

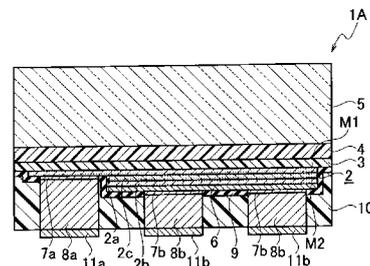
(54) 【発明の名称】 光半導体装置及び光半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 寿命低下の抑止及び低コスト化を実現することができ、さらに、光半導体素子と同程度に小型化することができる光半導体装置を提供する。

【解決手段】 光半導体装置 1 A において、第 1 主面 M 1 と、その反対面である第 2 主面 M 2 と、第 2 主面 M 2 上に形成された第 1 電極 7 a 及び第 2 電極 7 b とを有する発光層 2 と、第 1 主面 M 1 上に設けられた蛍光層 4 と、蛍光層 4 上に設けられ透光性を有する無機物からなる透光層 5 と、第 1 電極 7 a に設けられた第 1 金属ポスト 8 a と、第 2 電極 7 b に設けられた第 2 金属ポスト 8 b と、第 2 主面 M 2 上に設けられ第 1 金属ポスト 8 a 及び第 2 金属ポスト 8 b を各々の端部を露出させて封止する封止層 1 0 と、露出した第 1 金属ポスト 8 a の端部に設けられた第 1 金属層 1 1 a と、露出した第 2 金属ポスト 8 b の端部に設けられた第 2 金属層 1 1 b とを備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 主面と、前記第 1 主面の反対面である第 2 主面と、前記第 2 主面上に形成された第 1 電極及び第 2 電極とを有する発光層と、
 前記第 1 主面上に設けられ、蛍光体粒子を含有する蛍光層と、
 前記蛍光層上に設けられ、透光性を有する無機物の透光層と、
 前記第 1 電極に設けられた第 1 金属ポストと、
 前記第 2 電極に設けられた第 2 金属ポストと、
 前記第 2 主面上に設けられ、前記第 1 金属ポストの端部及び前記第 2 金属ポストの端部を露出させて前記第 1 金属ポスト及び前記第 2 金属ポストを封止する封止層と、
 露出した前記第 1 金属ポストの端部に設けられた第 1 金属層と、
 露出した前記第 2 金属ポストの端部に設けられた第 2 金属層と、
 を備えることを特徴とする光半導体装置。

10

【請求項 2】

前記蛍光層は、少なくとも組成の異なる 2 種類の蛍光体粒子を含有していることを特徴とする請求項 1 記載の光半導体装置。

【請求項 3】

前記蛍光層は、少なくとも組成の異なる 2 種類の蛍光層が積層されて形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の光半導体装置。

【請求項 4】

前記第 1 金属層及び前記第 2 金属層ははんだバンプであることを特徴とする請求項 1 記載の光半導体装置。

20

【請求項 5】

発光層の第 1 の主面側にこの発光層を励起する電流を印加するための複数の正極及び負極の組を形成し、発光基材を製造する工程と、

透光性を有する無機膜表面に、蛍光体粒子が分散した樹脂によって蛍光層を形成し、発光基材を製造する工程と、

前記発光層の前記第 1 の主面とは反対側の第 2 の主面側に、前記発光基材を前記蛍光層を対向させて接着する工程と、

前記正極及び負極の組ごとに個片化を行う工程と、

を有することを特徴とする光半導体装置の製造方法。

30

【請求項 6】

第 1 主面と、前記第 1 主面の反対面である第 2 主面と、前記第 2 主面上に形成された第 1 電極及び第 2 電極とを有する複数の発光層を基板上に形成する工程と、

前記複数の発光層を形成した前記基板上に、前記複数の発光層を覆う導電性膜を形成する工程と、

前記導電性膜上に、前記発光層毎の前記第 1 電極及び前記第 2 電極上を開口する犠牲層を形成する工程と、

前記導電性膜を陰極として電気メッキ法により前記発光層毎の前記第 1 電極及び前記第 2 電極上にメッキ層を形成する工程と、

前記メッキ層を形成した前記基板から前記犠牲層及び前記導電性膜を除去する工程と、

前記犠牲層及び前記導電性膜を除去した前記基板上に、前記発光層毎の前記メッキ層を封止する封止層を形成する工程と、

前記封止層から前記発光層毎の前記メッキ層の端部を露出させる工程と、

透光性を有する無機物の透光基材上に、蛍光体粒子を含有する蛍光層を形成する工程と

、

前記蛍光層を形成した前記透光基材を前記複数の発光層に前記蛍光層を対向させて接合する工程と、

露出した前記発光層毎の前記メッキ層の端部に金属層を形成する工程と、

前記発光層毎に個片化を行う工程と、

40

50

を有することを特徴とする光半導体装置の製造方法。

【請求項 7】

第 1 主面と、前記第 1 主面の反対面である第 2 主面と、前記第 2 主面上に形成された第 1 電極及び第 2 電極とを有する複数の発光層を基板上に形成する工程と、

前記複数の発光層を形成した前記基板上に、前記複数の発光層を覆う導電性膜を形成する工程と、

前記導電性膜上に、前記発光層毎の前記第 1 電極及び前記第 2 電極上を開口する犠牲層を形成する工程と、

前記導電性膜を陰極として電気メッキ法により前記発光層毎の前記第 1 電極及び前記第 2 電極上にメッキ層を形成する工程と、

前記メッキ層を形成した前記基板から前記犠牲層及び前記導電性膜を除去する工程と、

前記犠牲層及び前記導電性膜を除去した前記基板上に、前記発光層毎の前記メッキ層を封止する封止層を形成する工程と、

前記封止層から前記発光層毎の前記メッキ層の端部を露出させる工程と、

前記複数の発光層上に、蛍光体粒子を含有する蛍光層を形成する工程と、

前記蛍光層上に、透光性を有する無機物の透光層を形成する工程と、

露出した前記発光層毎の前記メッキ層の端部に金属層を形成する工程と、

前記発光層毎に個片化を行う工程と、

を有することを特徴とする光半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光半導体装置及び光半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

青色光を発光する高輝度の光半導体素子が開発されたことにより、青色光半導体素子と、青色光を黄色光に波長変換可能な蛍光体を用いて白色光を発光する光半導体装置が製品化されている。この白色光半導体装置は、小型で、投入電力に対して得られる輝度が高く、寿命が長い、水銀などの有害物質が使用されていない、という特徴から、携帯電話のボタン下光源・フラッシュ光源や、車載用とのインテリア光源・エクステリア光源など、さまざまな分野への適用が進められている。

【0003】

現在、青色 LED を用いた光半導体装置は、投入電極に対して得られる全光束の観点では、従来光源である白熱電球 (15 ~ 20 lm/W)、蛍光灯 (60 ~ 90 lm/W) と比較して、同等以上の 150 lm/W までの効率を得られている。ところが、1 lm を得るために必要なコストという観点では、従来光源の 0.1 ~ 0.2 円 / lm に対して、10 倍以上のコストがかかるという問題がある。コストを低減するための施策としては、素子の発光効率をより高くするとともに、低コスト化可能な光半導体装置の構造検討が進められている。

【0004】

現在製品化されている最も汎用な光半導体装置の構造は、青色光を発光する光半導体素子と、配線基板として使用されるフレームであって白色の熱可塑性樹脂がモールド成型された Ag メッキ Cu フレームと、光半導体素子とフレームとを接続する接続材料と、光半導体素子の上面電極とフレームとを通電させる金ワイヤと、青色光を黄色光に波長変換する蛍光体粒子が混合された樹脂であって光半導体素子を封止するシリコン樹脂から構成されている (例えば、特許文献 1 参照)。

【0005】

この光半導体装置の製造においては、まず、Ag メッキ Cu フレームに白色の熱可塑性樹脂がモールド成形される。次に、フレームの光半導体素子搭載部に接続用の樹脂材料が供給された後、その上に光半導体素子がマウントされ、樹脂材料がオープンで加熱されて

10

20

30

40

50

硬化し、光半導体素子とフレームが接続される。次いで、ワイヤボンダで光半導体素子のチップ上面に形成された電極とフレームとがAuワイヤにより接続される。その後、光半導体装置が白色光を発光するように蛍光体濃度が調整されたシリコン樹脂が光半導体素子搭載部にディスペンスにより供給され、そのシリコン樹脂が加熱により硬化される。最後に、光半導体素子を含む製品部分が切り離され、外装電極として使用されるフレーム部分がフォーミングされることにより光半導体装置が完成する。

【特許文献1】特開2000-183407号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述のように従来作製された光半導体装置は、指向性の高さを利用して、車載や表示パネル、アミューズメント機器等に適用される、主に500nm以上の波長の光を発光する光半導体素子を用いて製品化されてきた光半導体装置の構造に青色光半導体素子を搭載したものである。

【0007】

このような光半導体装置においては、青色光は波長が短く、光の強度が高いため、ベンゼン環を含む樹脂を用いたりフレクタ樹脂の変色等により光半導体装置の寿命が短くなるという問題が発生している。また、青色光半導体素子の開発により、白色光を発光する光半導体装置が製品化され、従来の車載や表示パネルなどの適用機器に加え、照明機器への適用も進められており、これと同時に上述のように低コスト化が必須となっているが、従来の光半導体装置の構造では低コスト化に限界があり、装置構造とその製造プロセスを再考する必要が出てきている。

【0008】

また、照明機器への適用を考えた場合、単体の光半導体装置で光源とすることは不可能であり、蛍光灯などの一般照明を白色光半導体装置で置き換えていくためには、光半導体装置を複数個搭載していく必要がある。このため、面内での輝度ムラ等を無くするためには、小型の光半導体装置を配線基板中に多数個搭載する必要があり、光半導体装置の小面積化も求められている。

【0009】

本発明は上記に鑑みてなされたものであり、その目的は、寿命低下の抑止及び低コスト化を実現することができ、さらに、光半導体素子と同程度に小型化することができる光半導体装置及び光半導体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】

【0010】

本発明の実施の形態に係る第1の特徴は、光半導体装置において、第1主面と、第1主面の反対面である第2主面と、第2主面上に形成された第1電極及び第2電極とを有する発光層と、第1主面上に設けられ、蛍光体粒子を含有する蛍光層と、蛍光層上に設けられ、透光性を有する無機物の透光層と、第1電極に設けられた第1金属ポストと、第2電極に設けられた第2金属ポストと、第2主面上に設けられ、第1金属ポストの端部及び第2金属ポストの端部を露出させて第1金属ポスト及び第2金属ポストを封止する封止層と、露出した第1金属ポストの端部に設けられた第1金属層と、露出した第2金属ポストの端部に設けられた第2金属層とを備えることである。

【0011】

本発明の実施の形態に係る第2の特徴は、光半導体装置の製造方法において、発光層の第1の主面側にこの発光層を励起する電流を印加するための複数の正極及び負極の組を形成し、発光基材を製造する工程と、透光性を有する無機膜表面に、蛍光体粒子が分散した樹脂によって蛍光層を形成し、発光基材を製造する工程と、発光層の第1の主面とは反対側の第2の主面側に、発光基材を蛍光層を対向させて接着する工程と、正極及び負極の組ごとに個片化を行う工程とを有することである。

【0012】

10

20

30

40

50

本発明の実施の形態に係る第3の特徴は、光半導体装置の製造方法において、第1主面と、第1主面の反対面である第2主面と、第2主面上に形成された第1電極及び第2電極とを有する複数の発光層を基板上に形成する工程と、複数の発光層を形成した基板上に、複数の発光層を覆う導電性膜を形成する工程と、導電性膜上に、発光層毎の第1電極及び第2電極上を開口する犠牲層を形成する工程と、導電性膜を陰極として電気メッキ法により発光層毎の第1電極及び第2電極上にメッキ層を形成する工程と、メッキ層を形成した基板から犠牲層及び導電性膜を除去する工程と、犠牲層及び導電性膜を除去した基板上に、発光層毎のメッキ層を封止する封止層を形成する工程と、封止層から発光層毎のメッキ層の端部を露出させる工程と、透光性を有する無機物の透光基材上に、蛍光体粒子を含有する蛍光層を形成する工程と、蛍光層を形成した透光基材を複数の発光層に蛍光層を対向させて接合する工程と、露出した発光層毎のメッキ層の端部に金属層を形成する工程と、発光層毎に個片化を行う工程とを有することである。

10

【0013】

本発明の実施の形態に係る第4の特徴は、光半導体装置の製造方法において、第1主面と、第1主面の反対面である第2主面と、第2主面上に形成された第1電極及び第2電極とを有する複数の発光層を基板上に形成する工程と、複数の発光層を形成した基板上に、複数の発光層を覆う導電性膜を形成する工程と、導電性膜上に、発光層毎の第1電極及び第2電極上を開口する犠牲層を形成する工程と、導電性膜を陰極として電気メッキ法により発光層毎の第1電極及び第2電極上にメッキ層を形成する工程と、メッキ層を形成した基板から犠牲層及び導電性膜を除去する工程と、犠牲層及び導電性膜を除去した基板上に、発光層毎のメッキ層を封止する封止層を形成する工程と、封止層から発光層毎のメッキ層の端部を露出させる工程と、複数の発光層上に、蛍光体粒子を含有する蛍光層を形成する工程と、蛍光層上に、透光性を有する無機物の透光層を形成する工程と、露出した発光層毎のメッキ層の端部に金属層を形成する工程と、発光層毎に個片化を行う工程とを有することである。

20

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、寿命低下の抑止及び低コスト化を実現することができ、さらに、光半導体素子と同程度に小型化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0015】

(第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態について図1及び図2を参照して説明する。

【0016】

図1に示すように、本発明の第1の実施の形態に係る光半導体装置1Aは、第1主面M1及び第2主面M2を有する発光層2と、その第1主面M1上に設けられた接着層3と、その接着層3上に設けられた蛍光層4と、その蛍光層4上に設けられた透光層5と、発光層2の第2主面M2の第1領域に設けられた反射層6と、その第2主面M2の第2領域に設けられた第1電極7aと、反射層6上に設けられた複数の第2電極7bと、第1電極7aに設けられた第1金属ポスト8aと、各第2電極7bに設けられた複数の第2金属ポスト8bと、発光層2の第2主面M2上に各金属ポスト8a、8bを避けて設けられた絶縁層9と、その絶縁層9上に各金属ポスト8a、8bを封止するように設けられた封止層10と、第1金属ポスト8aの端部に設けられた第1金属層11aと、各第2金属ポスト8bの端部に設けられた複数の第2金属層11bとを備えている。

40

【0017】

発光層2は、n型半導体層である第1クラッド層2aと、その第1クラッド層2aより狭面積のp型半導体層である第2クラッド層2bと、それらの第1クラッド層2a及び第2クラッド層2bにより挟持された活性層2cとにより構成されている。発光層2の厚さは5 μ mである。この発光層2は、例えば青色光を発光するInGa_xN層により形成されている。なお、第1主面M1は第1クラッド層2aの上面(図1中)であり、第2主面M

50

2は第1クラッド層2aの下面(図1中)及び第2クラッド層2bの下面(図1中)であり、途中に段差を有している。

【0018】

図2に示すように、第1クラッド層2aの平面形状は、一辺550 μm の正方形である(図2点線参照)。この第1クラッド層2aの下面(図1中)には、活性層2cを間にし、第1クラッド層2aのコナ領域(一辺150 μm の正方形)を除く領域に第2クラッド層2bが形成されている。なお、活性層2cは第2クラッド層2bと同じ形状をしており、同程度の面積を有している。

【0019】

接着層3はシリコン樹脂により形成されている。接着層3の厚さは例えば1 μm 以下である。この接着層3は発光層2の第1クラッド層2aの第1主面M1と蛍光層4とを接着する。シリコン樹脂は、屈折率が1.5程度のメチルフェニルシリコンである。蛍光体粒子を封止する樹脂には、メチルフェニルシリコンの他に、ジメチルシリコン等、他の組成のシリコン樹脂でもよく、また、輝度が低く、青色光による劣化を受けない場合には、エポキシ樹脂や、エポキシ樹脂とシリコン樹脂のハイブリット樹脂、もしくはウレタン樹脂等、用途に応じて適時、適切な樹脂が用いられても良い。

【0020】

蛍光層4は、青色光を長波長光に変換する蛍光体粒子を混合したシリコン樹脂により形成されている。蛍光層4の厚さは例えば15 μm である。シリコン樹脂は、接着層3と同種の樹脂、屈折率が1.5程度のメチルフェニルシリコンであるが、これに限られるものではなく、他種の樹脂であってもよい。蛍光体は、アルミン酸イットリウムに賦活剤としてセリウムを導入したYAG:Ceであり、その粒子径は10 μm 以下程度である。蛍光体としては、その他、珪酸ストロンチウム・バリウムに賦活剤としてユーロピウムを導入した $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{Ca}_p(\text{Si}, \text{Al})_{12}$ 等を適宜用いることができる。また、混合する蛍光体は1組成である必要はなく、青色光を緑色光と赤色光に波長変換する2種類の蛍光体が混合されて用いられても良い。

【0021】

透光層5は光学ガラスや石英等の透明基材により形成されている。透光層5の厚さは例えば200 μm である。この透光層5の材料としては、透明基材に限られるものではなく、その他の透光材料が用いられてもよく、透光性を有する無機物である透光基材が用いられる。ただし、透光基材としては、光半導体装置1Aの光取り出し効率の観点から、屈折率が1.0~2.0の範囲で可能な限り小さい基材が用いられることが望ましい。これにより、蛍光層4と空気との屈折率差が緩和されるので、光半導体装置1Aの光取り出し効率を向上させることができる。

【0022】

反射層6はAgやAl等の金属により形成されている。反射層6の厚さは例えば0.3 μm である。この反射層6は、発光層2の第2クラッド層2bの下面(図1中)の全領域(第1領域)に設けられている。詳しくは、第2クラッド層2bの下面には、0.1 μm /0.1 μm の厚さでNi/Au等の金属によりNi/Auのコンタクト電極(図示せず)が形成され、その上に厚さ0.3 μm の反射層6が形成されている。

【0023】

第1電極7aは0.1 μm /0.1 μm の厚さでNi/Au等の金属により形成されている。第1電極7aの厚さは0.2 μm である。この第1電極7aは、発光層2の第1クラッド層2aの下面(図1中)の露出領域(第2領域)に直径100 μm の円形状に設けられている(図2参照)。

【0024】

各第2電極7bも0.1 μm /0.1 μm の厚さでNi/Au等の金属により形成されている。各第2電極7bの厚さは0.2 μm である。これらの第2電極7bは、反射層6の下面(図1中)に直径100 μm の円形状に200 μm ピッチで設けられている(図2参照)。

10

20

30

40

50

【0025】

第1金属ポスト8aはCu等の金属により円柱状に形成されている。第1金属ポスト8aの高さは103 μm 程度であり、その直径は100 μm である。この第1金属ポスト8aは第1電極7aに通電している。なお、第1電極7a及び第1金属ポスト8aの形状は適宜変更可能である。

【0026】

各第2金属ポスト8bはそれぞれCu等の金属により円柱状に形成されている。第2金属ポスト8bの高さは100 μm であり、その直径は100 μm である。この第2金属ポスト8bは第2電極7bに通電している。各第2金属ポスト8bは、各第2電極7bの配置と同様に200 μm ピッチで設けられている(図2参照)。なお、第2電極7b及び第2金属ポスト8bの形状は適宜変更可能である。

10

【0027】

絶縁層9はSiO₂層により形成されており、パッシベーション膜(保護膜)として機能する。絶縁層9の厚さは0.3 μm である。絶縁層9は、発光層2をその端部まで完全に覆っており、第1電極7a及び各第2電極7bを除いて外部との通電を防止している。これにより、実装用はんだの這い上がりによるショート等を防ぐことができる。

【0028】

封止層10は熱硬化性樹脂により形成されている。封止層10の厚さは各金属ポスト8a、8bと同様に100 μm 程度である。封止層10は、第1金属ポスト8aの端部及び各第2金属ポスト8bの端部を露出させて第1金属ポスト8a及び各第2金属ポスト8bを封止するように絶縁層9の全面に設けられている。これにより、第1金属ポスト8a及び各第2金属ポスト8bの周面は封止層10により完全に覆われている。

20

【0029】

なお、絶縁層9は発光層2をその端部まで完全に覆うように設けられているが、これに限られるものではなく、封止層10が絶縁層9にかわって発光層2をその端部まで完全に覆うように設けられてもよい。この場合でも、第1電極7a及び各第2電極7bを除いて外部との通電が防止されるので、実装用はんだの這い上がりによるショート等を防ぐことができる。

【0030】

第1金属層11a及び各第2金属層11bは、それぞれ1.0 μm /0.1 μm の厚さでNi/Au等の金属により形成されている。第1金属層11aは第1金属ポスト8aの端部、すなわち露出部分に設けられている。各第2金属層11bはそれぞれ各第2金属ポスト8bの端部、すなわち露出部分に設けられている。なお、第1金属層11aは第1電極7aと同じ円形状となり、第2金属層11bは第2電極7bと同じ円形状となる(図2参照)。

30

【0031】

このような光半導体装置1Aでは、第1金属ポスト8a及び各第2金属ポスト8bに電圧が印加されると、第1金属ポスト8aから第1クラッド層2aに電位が与えられ、各第2金属ポスト8bから第2クラッド層2bに電位が与えられ、第1クラッド層2aと第2クラッド層2bとに挟まれた活性層2cから光が放射される。放射された光の一部は、透光層5を透過してそのまま透光層5の表面から放出され、他の一部は、反射層6により反射されて透光層5を透過して透光層5の表面から放出される。また、放射された光の一部は蛍光層4に含有される蛍光体粒子に入射するため、蛍光体粒子は励起されて光を放射する。蛍光体粒子による光の一部も透光層5を透過して透光層5の表面から放出され、また、その光の他の一部も、反射層6により反射されて透光層5を透過して透光層5の表面から放出される。このようにして、発光層2により放射された青色光と、その光により励起された蛍光体粒子により放射された光(黄色、あるいは、赤色及び緑色)とは混合され、白色光として透光層5の表面から放出される。

40

【0032】

前述のような構造によれば、装置構成が簡略化されており、発光層2の平面積と同サイ

50

ズの小型な光半導体装置 1 A を得ることができる。さらに、製造時、モールド成形やマウント工程、接続工程等を行う必要がなくなり、通常の半導体製造装置による製造が可能になるので、コストを抑えることができる。また、発光層 2 上に青色光を長波長光に波長変換する蛍光層 4 を形成し、発光層 2 の下面 (図 1 中) に反射層 6 を形成して上方向にのみ青色光を発光することによって、光半導体装置 1 A の上面方向 (図 1 中) に白色光を発光することができる。また、蛍光層 4 上に透光層 5 を形成することにより、蛍光層 4 と空気との屈折率差を緩和することが可能になるので、光の取り出し効率を向上させることができる。また、前述のような構造によれば、発光層 2 の平面積と同サイズの光半導体装置 1 A を一般的な配線基板であるガラスエポキシ基板に実装する場合にも、ガラスエポキシ基板と発光層 2 間の線膨張係数差を各金属ポスト 8 a、8 b により緩和することが可能であるため、光半導体装置 1 A の実装時の信頼性を確保することができる。

【 0 0 3 3 】

以上説明したように、本発明の第 1 の実施の形態によれば、発光層 2 上に蛍光層 4 を設け、その蛍光層 4 上に透光性を有する無機物を透光層 5 として設け、さらに、発光層 2 の第 1 電極 7 a 上に第 1 金属ポスト 8 a を設け、発光層 2 の各第 2 電極 7 b 上に第 2 金属ポスト 8 b を設け、それらの第 1 金属ポスト 8 a 及び各第 2 金属ポスト 8 b を封止する封止層 1 0 を発光層 2 上に設けることによって、前述の構造の光半導体装置 1 A が得られる。この光半導体装置 1 A によれば、透光層 5 が無機物であるため、発光層 2 から放射された光 (特に、青色光) による透光層 5 の劣化が防止されるので、寿命低下を抑止することができる。さらに、装置構成が簡略化されて製造コストが抑えられるので、低コスト化を実現することができる。加えて、装置構成が簡略化されて装置の平面サイズは発光層 2 の平面積と同程度になっているので、通常の光半導体素子と同程度に光半導体装置 1 A を小型化することができる。

【 0 0 3 4 】

(第 2 の実施の形態)

本発明の第 2 の実施の形態について図 3 を参照して説明する。本発明の第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態と異なる部分について説明する。なお、第 2 の実施の形態においては、第 1 の実施の形態で説明した部分と同一部分を同一符号で付し、その説明を省略する。

【 0 0 3 5 】

図 3 に示すように、本発明の第 2 の実施の形態に係る光半導体装置 1 B では、第 1 金属層 1 1 a 及び各第 2 金属層 1 1 b がはんだバンプである。すなわち、直径 1 0 0 μ m の半球状のはんだバンプが第 1 金属ポスト 8 a 及び各第 2 金属ポスト 8 b 上に形成されている。はんだバンプの組成は、S n - 3 . 0 A g - 0 . 5 C u や S n - 0 . 8 C u、S n - 3 . 5 A g 等の表面実装に使用されるはんだ材である。

【 0 0 3 6 】

以上説明したように、本発明の第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。さらに、第 1 金属層 1 1 a 及び各第 2 金属層 1 1 b をはんだバンプにより形成することによって、光半導体装置 1 B が配線基板に実装された場合、第 1 の実施の形態に係る光半導体装置 1 A と比較して、光半導体装置 1 B と配線基板とのギャップがはんだバンプにより高くなるので、熱時に線膨張係数差により発生する応力をより緩和することができる。

【 0 0 3 7 】

(第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 の実施の形態について図 4 及び図 5 を参照して説明する。本発明の第 3 の実施の形態では、第 1 の実施の形態と異なる部分について説明する。なお、第 3 の実施の形態においては、第 1 の実施の形態で説明した部分と同一部分を同一符号で付し、その説明を省略する。

【 0 0 3 8 】

図 4 及び図 5 に示すように、本発明の第 3 の実施の形態に係る光半導体装置 1 C では、

第1クラッド層2aの下面(図4中)に一辺100 μm の正方形の第1電極7aが形成され、第2クラッド層2bの下面(図4中)の第2電極7bは、一辺500 μm の正方形で、第1クラッド層2aのコナ領域で一辺150 μm の正方形領域分欠けている。第1金属ポスト8aは第1電極7aと同じ平面形状で直方体状の角柱となり、第2金属ポスト8bは第2電極7bと同じ平面形状で角柱となる。さらに、第1金属層11aは第1電極7aと同じ平面形状となり、第2金属層11bは第2電極7bと同じ平面形状となる(図5参照)。

【0039】

以上説明したように、本発明の第3の実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。さらに、第1の実施の形態に係る光半導体装置1Aと比較して、第1電極7a及び第2電極7bの平面積を大きく、すなわち、第1金属ポスト8a及び第2金属ポスト8bを大きくすることによって、発光により発熱した熱を逃がすための放熱経路が大きくなるので、熱抵抗の低減により、電流投入時の発熱量を減少させることができると共に、過渡熱抵抗を大幅に減少させることができる。

10

【0040】

(第4の実施の形態)

本発明の第4の実施の形態について図6を参照して説明する。本発明の第4の実施の形態では、第1の実施の形態と異なる部分について説明する。なお、第4の実施の形態においては、第1の実施の形態で説明した部分と同一部分を同一符号で付し、その説明を省略する。

20

【0041】

図6に示すように、本発明の第4の実施の形態に係る光半導体装置1Dにおいては、接着層3が除かれており、発光層2の第1主面M1上に蛍光層4が形成されている。蛍光層4の厚さは10 μm である。蛍光層4はスパッタ法やCVD(化学気相成長)法等により発光層2の第1主面M1上に形成される。また、透光層5は、例えば、液状ガラスが蛍光層4上にスピコートにより供給され、その液状ガラスが硬化されて蛍光層4上に形成される。

【0042】

以上説明したように、本発明の第4の実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。さらに、前述のような構造によれば、第1の実施の形態に係る光半導体装置1Aと比較して、製造工程において、蛍光体粒子とシリコン樹脂とを調合する工程や発光層2と蛍光層4とを接着する工程を排除することが可能になるので、工程の短縮及び低コスト化を実現することができる。

30

【0043】

(第5の実施の形態)

本発明の第5の実施の形態について図7を参照して説明する。本発明の第5の実施の形態では、第1の実施の形態と異なる部分について説明する。なお、第5の実施の形態においては、第1の実施の形態で説明した部分と同一部分を同一符号で付し、その説明を省略する。

【0044】

図7に示すように、本発明の第5の実施の形態に係る光半導体装置1Eでは、接着層3が除かれており、発光層2の第1主面M1上に蛍光層4として2層の蛍光層4a、4bが形成されている。まず、青色光を緑色光に波長変換する蛍光層4aが形成されており、その上に、青色光を赤色光に波長変換する組成の異なる蛍光層4bが形成されている。各蛍光層4a、4bの厚さはそれぞれ10 μm である。これらの蛍光層4a、4bはスパッタ法やCVD(化学気相成長)法等により発光層2の第1主面M1上に形成される。また、透光層5は、例えば、液状ガラスが蛍光層4b上にスピコートにより供給され、その液状ガラスが硬化されて蛍光層4上に形成される。

40

【0045】

以上説明したように、本発明の第5の実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の

50

効果を得ることができる。さらに、前述のような構造によれば、第 1 の実施の形態に係る光半導体装置 1 A と比較して、製造工程において、蛍光体粒子とシリコン樹脂とを調合する工程や発光層 2 と蛍光層 4 とを接着する工程を排除することが可能になるので、工程の短縮及び低コスト化を実現することができる。

【 0 0 4 6 】

(第 6 の実施の形態)

本発明の第 6 の実施の形態について図 8 ないし図 1 9 を参照して説明する。本発明の第 6 の実施の形態では、第 1 の実施の形態に係る光半導体装置 1 A の製造方法について説明する。なお、この製造方法は、第 3 の実施の形態に係る光半導体装置 1 C の製造方法にも適用される。第 6 の実施の形態においては、第 1 の実施の形態で説明した部分と同一部分を同一符号で付し、その説明を省略する。

10

【 0 0 4 7 】

まず、図 8 に示すように、直径 2 インチで厚さ 2 0 0 μm のサファイアウエハである基板 1 1 上に InGa_N の青色発光の発光層 1 2 が形成される。この発光層 1 2 は、まず元となる発光層がエピタキシャル成長により成膜され、その発光層が RIE (反応性イオンエッチング) 処理により個別化されている。これにより、光半導体装置 1 A の発光層 2 が形成される。この発光層 2 は、一辺 5 5 0 μm の正方形領域に第 1 クラッド層 2 a が成膜され、その第 1 クラッド層 2 a の下面に活性層 2 c を挟んで、第 1 クラッド層 2 a のコーナ領域 (一辺 1 5 0 μm の正方形) を除く領域に第 2 クラッド層 2 b が成膜されて形成されている (図 1 及び図 2 参照) 。

20

【 0 0 4 8 】

次に、図 9 に示すように、基板 1 1 上の各発光層 1 2 上に多層膜 1 3 が形成される。まず、0 . 1 μm / 0 . 1 μm 厚さの Ni / Au 膜 (図示せず) が発光層 1 2 のコンタクト層として発光層 1 2 の表面全体にスパッタにより成膜され、その膜上に Ag もしくは Al の金属膜 (図示せず) が 0 . 3 μm の厚さでスパッタ法により成膜される。これにより、光半導体装置 1 A の反射層 6 が形成される。その後、0 . 1 μm / 0 . 1 μm の厚さの Ni / Au 膜 (図示せず) が電極材料として発光層 1 2 の電極部分に成膜され、電極部分以外の領域に厚さ 0 . 3 μm の SiO₂ 膜のパシベーション膜 (図示せず) がスパッタ法により成膜される。これにより、光半導体装置 1 A の第 1 電極 7 a 、各第 2 電極 7 b 及び絶縁層 9 が形成される。このようにして、基板 1 1 上の各発光層 2 上に多層膜 1 3 が形成される。

30

【 0 0 4 9 】

次に、図 1 0 に示すように、基板 1 1 の全面にわたって、メッキの給電層となる導電性膜であるシード層 1 4 が蒸着法やスパッタ法などの物理的被着法により形成される。このシード層 1 4 としては、例えば Ti / Cu などの積層膜が用いられる。ここで、Ti 層はレジストやパッドとの密着強度を高める目的で形成される。したがって、その膜厚は 0 . 1 μm 程度で構わない。一方、Cu は主に給電に寄与するため、その膜厚は 0 . 2 μm 以上が好ましい。

【 0 0 5 0 】

次いで、図 1 1 に示すように、基板 1 1 の全面にわたって、第 1 電極 7 a 及び各第 2 電極 7 b 部分である電極パッド部分を開口した犠牲層であるレジスト層 1 5 が形成される。レジストとしては、感光性の液状レジストやドライフィルムレジストを用いることが可能である。レジスト層 1 5 は、まず元となるレジスト層が形成された後、開口部を形成するための遮光マスクが用いられ、露光及び現像により開口部が形成されて、基板 1 1 の全面に形成される。現像後のレジストはその材料に応じて必要があればベーキングされる。

40

【 0 0 5 1 】

続いて、図 1 2 に示すように、電気メッキ法によりメッキ層 1 6 がレジスト層 1 5 の開口部に形成される。これにより、光半導体装置 1 A の各金属ポスト 8 a 、 8 b が形成される。電気メッキに際しては、例えば、硫酸銅と硫酸からなるメッキ液中にウエハの基板 1 1 が浸漬されるとともに、シード層 1 4 に直流電源の負極が接続され、基板 1 1 の被メッ

50

キ面と対向するように設置したアノードとなるCu板に直流電源の陽極が接続されて電流が流されてCuメッキが開始される。メッキ膜は時間の経過とともにその厚さが増加するが、レジスト層15の厚さに達する前に、通電が停止されてメッキが完了する。

【0052】

メッキ後、図13に示すように、レジスト層15が基板11から剥離されて除去される。その後、酸洗浄により、シード層14がエッチングにより除去される。これにより、発光層12、多層膜13及びメッキ層16が露出する。

【0053】

次に、図14に示すように、基板11の全面にわたって、封止層となる熱硬化樹脂層17が形成される。まず、スピコートにより、メッキ層16が埋まる程度の厚さで、メッキ層16の周囲に熱硬化性樹脂が供給され、その後、オープンに投入され、加熱により熱硬化樹脂層17が硬化する。樹脂は、例えば150で2時間の加熱により硬化する。

【0054】

その後、図15に示すように、熱硬化樹脂層17の表面が研削されてメッキ層16が露出する。これにより、光半導体装置1Aの封止層10が形成される。熱硬化樹脂層17の研削には、回転研磨ホイールが用いられ、回転研削によって平坦性を確保しながら研削を完了させることが可能である。研削完了後に、必要に応じて、乾燥が行われてもよい。この研削工程は、前工程でスピコートなどによりメッキ層16の端部のみを露出させて熱硬化樹脂を塗布することは困難であるため（塗布時間及びコストがかかる）、スピコート後にメッキ層16の端部を露出させるために必要な工程である。

【0055】

次に、図16に示すように、基板11と発光層12との層間にレーザが照射され、基板11から発光層12がリフトオフされる。これにより、発光層12、多層膜13及びメッキ層16及び熱硬化樹脂層17からなる発光基材12Aが基板11から分離される。リフトオフは、Nd:YAGの第三調波レーザを用いて発光層12との層間に基板11を通して波長355nmのレーザ光を照射することによって行われる。なお、リフトオフはオプションであり、省くことも可能である。

【0056】

次いで、図17に示すように、リフトオフにより形成された発光基材12Aは、光学ガラスウエハ等の透光基材18に設けられた蛍光層19上に発光層12を向けて接着層20を介して貼り合わされる。なお、別工程において蛍光基材が形成され、すなわち、透光性を有する無機物からなる透光基材18上に蛍光体粒子を混合したシリコン樹脂層が蛍光層19として形成され、そのシリコン樹脂層上にシリコン樹脂層が接着層20として形成される。このようにして、光半導体装置1Aの透光層5、蛍光層4及び接着層3が形成される。

【0057】

ここで、蛍光体粒子とシリコン樹脂は、自公転式の混合装置で均一に混ぜ合わせた後、透光基材18上にスピコートにより供給され、その後、オープンに投入されて硬化したものである。シリコン樹脂としては、例えば150で1時間の加熱により硬化するものが用いられる。均一厚さの蛍光層4を成膜するためには、シリコン樹脂が透光基材18上に供給された後、スペーサが形成され、表面に剥離性の高いフッ素加工を施した治具が貼り合わされて硬化させられる。これにより、樹脂の表面張力による表面の湾曲を抑制して、均一厚さのシリコン樹脂膜を成膜することが可能である。

【0058】

また、蛍光体を混合したシリコン樹脂層である蛍光層19と発光層12との貼り合わせは、蛍光層19（あるいは発光層12）上にシリコン樹脂をスプレー工法により供給し、その後、位置合わせ後に貼り合わせを行い、貼り合わせ状態の発光基材12A及び透光基材18をオープンに投入し、硬化及び接着することによって行われる。シリコン樹脂の硬化は例えば150で1時間の加熱により可能である。

【0059】

10

20

30

40

50

次に、図 18 に示すように、Ni / Au 層 21 が無電解メッキ法によりメッキ層 16 の Cu 電極上に形成される。これにより、光半導体装置 1A の金属層 11a、11b が形成される。Ni の無電解メッキに際しては、例えば、弱アルカリ性の脱脂液での 3 分間処理により脱脂が行われ、流水での 1 分間処理により水洗が行われ、酸洗の後、70 に温調されたニッケル - リンメッキ液中にウエハが浸漬された後、水洗が行われることにより、Ni 層の成膜が実行される。さらに、Au の無電解メッキに際しては、70 に温調された無電解金メッキ液中にウエハが浸漬された後、水洗及び乾燥が行われることにより、Cu 電極表面にメッキが施される。

【0060】

最後に、図 19 に示すように、ダイサによりダイシングが行われることにより、複数の光半導体装置 1A が切り出され、第 1 の実施の形態に係る光半導体装置 1A が得られる。なお、第 3 の実施の形態に係る光半導体装置 1C の製造工程においては、前述と同一の工程が用いられ、レジスト層 15 の開口サイズ及び形状の変更により、第 3 の実施の形態に係る光半導体装置 1C が得られる。

【0061】

以上説明したように、本発明の第 6 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態に係る光半導体装置 1A を製造することができ、その結果、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。また、レジスト層 15 の開口サイズ及び形状の変更することによって、第 3 の実施の形態に係る光半導体装置 1C を製造することができ、その結果、第 3 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。さらに、一度の製造工程で多数の光半導体装置 1A、1C を製造することが可能であるので、光半導体装置 1A、1C の大量生産を実現することができ、その結果、光半導体装置 1A、1C のコストを抑えることができる。

【0062】

(第 7 の実施の形態)

本発明の第 7 の実施の形態について図 20 ないし図 23 を参照して説明する。本発明の第 7 の実施の形態では、第 2 の実施の形態に係る光半導体装置 1B の製造方法について説明する。なお、第 7 の実施の形態においては、第 2 の実施の形態で説明した部分と同一部分を同一符号で付し、その説明を省略する。

【0063】

本発明の第 7 の実施の形態に係る製造工程は、図 8 に示す発光層 12 の成膜工程から図 17 に示す貼り合わせ工程まで第 6 の実施の形態と同じ工程を有している。

【0064】

貼り合わせ工程後、図 20 に示すように、メッキ層 16 の Cu 電極上に Ni / Au 層などのコンタクト層 31 が無電解メッキ法により形成される。Ni の無電解メッキ及び Au の無電解メッキに際しては、第 6 の実施の形態に係る Ni / Au 層 21 の形成工程と同様のメッキが行われる。

【0065】

次に、図 21 に示すように、Sn - 3.0Ag - 0.5Cu のはんだペースト 32 が印刷法によりコンタクト層 31 上に塗布される。なお、はんだペースト 32 の塗布方法は印刷法に限られるものではない。

【0066】

その後、図 22 に示すように、ウエハの透光基材 18 がリフリー炉に通されてはんだが再溶解され、フラックス残渣が洗浄されることにより、はんだバンプ 33 がメッキ層 16 の Cu 電極上に形成される。これにより、光半導体装置 1B の金属層 11a、11b が形成される。

【0067】

最後に、図 23 に示すように、ダイサによりダイシングが行われることにより、複数の光半導体装置 1B が切り出され、第 2 の実施の形態に係る光半導体装置 1B が得られる。

【0068】

以上説明したように、本発明の第 7 の実施の形態によれば、第 2 の実施の形態に係る光

10

20

30

40

50

半導体装置 1 B を製造することができ、その結果、第 2 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。さらに、一度の製造工程で多数の光半導体装置 1 B を製造することが可能であるので、光半導体装置 1 B の大量生産を実現することができ、その結果、光半導体装置 1 B のコストを抑えることができる。

【 0 0 6 9 】

(第 8 の実施の形態)

本発明の第 8 の実施の形態について図 2 4 ないし図 2 7 を参照して説明する。本発明の第 8 の実施の形態では、第 4 の実施の形態に係る光半導体装置 1 D の製造方法について説明する。なお、この製造方法は、第 5 の実施の形態に係る光半導体装置 1 E の製造方法にも適用される。第 8 の実施の形態においては、第 4 の実施の形態で説明した部分と同一部分を同一符号で付し、その説明を省略する。

10

【 0 0 7 0 】

本発明の第 8 の実施の形態に係る製造工程は、図 8 に示す発光層 1 2 の成膜工程から図 1 6 に示すリフトオフ工程まで第 6 の実施の形態と同じ工程を有している。

【 0 0 7 1 】

リフトオフ工程後、図 2 4 に示すように、蛍光層 4 1 がスパッタ装置により発光基材 1 2 A の発光層 1 2 側の面上に形成される。これにより、光半導体装置 1 D の蛍光層 4 が形成される。このとき、スパッタを複数回行うことにより蛍光層 4 1 を積層することも可能であり、第 5 の実施の形態に係る光半導体装置 1 E を製造することができる。なお、蛍光層 4 1 は、CVD 装置を用いて成膜することも可能である。

20

【 0 0 7 2 】

次に、図 2 5 に示すように、蛍光層 4 1 上に液状ガラスがスピンコートにより供給され、その液状ガラスが硬化されて透光層 4 2 が蛍光層 4 1 上に成膜される。これにより、光半導体装置 1 D の透光層 5 が形成される。液状ガラスは、スピンコートの他、スプレー工法により供給されることも可能であり、その供給方法は限定されない。ガラス層の硬化は、例えば 200 で 1 時間の加熱により実施可能である。透光層 4 2 の成膜材料としては、液状ガラスの他、用途に応じて適宜選択することが可能である。

【 0 0 7 3 】

次に、図 2 6 に示すように、メッキ層 1 6 の Cu 電極上に Ni / Au 層 4 3 が無電解メッキ法により形成される。これにより、光半導体装置 1 D の金属層 1 1 a、1 1 b が形成される。Ni の無電解メッキ及び Au の無電解メッキに際しては、第 6 の実施の形態に係る Ni / Au 層 2 1 の形成工程と同様のメッキが行われる。

30

【 0 0 7 4 】

最後に、図 2 7 に示すように、ダイサによりダイシングが行われることにより、複数の光半導体装置 1 D が切り出され、第 4 の実施の形態に係る光半導体装置 1 D が得られる。なお、第 5 の実施の形態に係る光半導体装置 1 E の製造工程においては、前述と同一の工程が用いられ、蛍光層 4 1 の形成工程でスパッタを複数回行って蛍光層 4 1 を積層することにより、第 5 の実施の形態に係る光半導体装置 1 E が得られる。

【 0 0 7 5 】

以上説明したように、本発明の第 8 の実施の形態によれば、第 4 の実施の形態に係る光半導体装置 1 D を製造することができ、その結果、第 4 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。また、蛍光層 4 1 を積層することによって、第 5 の実施の形態に係る光半導体装置 1 E を製造することができ、その結果、第 5 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。さらに、一度の製造工程で多数の光半導体装置 1 D、1 E を製造することが可能であるので、光半導体装置 1 D、1 E の大量生産を実現することができ、その結果、光半導体装置 1 D、1 E のコストを抑えることができる。

40

【 0 0 7 6 】

(他の実施の形態)

なお、本発明は、前述の実施の形態に限るものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能である。例えば、前述の実施の形態に示される全構成要素から幾つか

50

の構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施の形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。また、前述の実施の形態においては、各種の数値を挙げているが、それらの数値は例示であり、限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光半導体装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】図1に示す光半導体装置の下面を示す平面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係る光半導体装置の概略構成を示す断面図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態に係る光半導体装置の概略構成を示す断面図である。

【図5】図4に示す光半導体装置の下面を示す平面図である。

10

【図6】本発明の第4の実施の形態に係る光半導体装置の概略構成を示す断面図である。

【図7】本発明の第5の実施の形態に係る光半導体装置の概略構成を示す断面図である。

【図8】本発明の第6の実施の形態に係る製造方法を説明する第1の工程断面図である。

【図9】第2の工程断面図である。

【図10】第3の工程断面図である。

【図11】第4の工程断面図である。

【図12】第5の工程断面図である。

【図13】第6の工程断面図である。

【図14】第7の工程断面図である。

【図15】第8の工程断面図である。

20

【図16】第9の工程断面図である。

【図17】第10の工程断面図である。

【図18】第11の工程断面図である。

【図19】第12の工程断面図である。

【図20】本発明の第7の実施の形態に係る製造方法を説明する第1の工程断面図である。

【図21】第2の工程断面図である。

【図22】第3の工程断面図である。

【図23】第4の工程断面図である。

【図24】本発明の第8の実施の形態に係る製造方法を説明する第1の工程断面図である。

30

【図25】第2の工程断面図である。

【図26】第3の工程断面図である。

【図27】第4の工程断面図である。

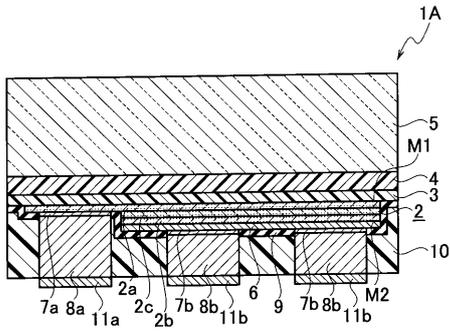
【符号の説明】

【0078】

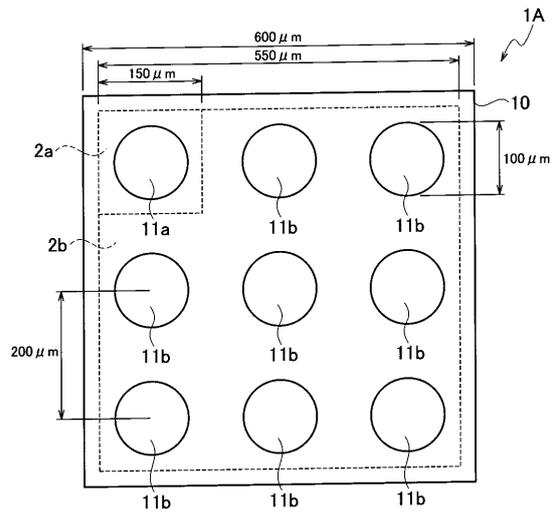
1A ~ 1D ... 光半導体装置、2 ... 発光層、4 ... 蛍光層、5 ... 透光層、7a ... 第1電極、7b ... 第2電極、8a ... 第1金属ポスト、8b ... 第2金属ポスト、10 ... 封止層、11a ... 第1金属層、11b ... 第2金属層、M1 ... 第1主面、M2 ... 第2主面、11 ... 基板、12 ... 発光層、12A ... 発光基材、14 ... 導電性膜(シード層)、15 ... 犠牲層(レジスト層)、16 ... メッキ層、17 ... 封止層(熱硬化樹脂層)、18 ... 透光基材、19, 41 ... 蛍光層、21, 33, 43 ... 金属層、42 ... 透光層

40

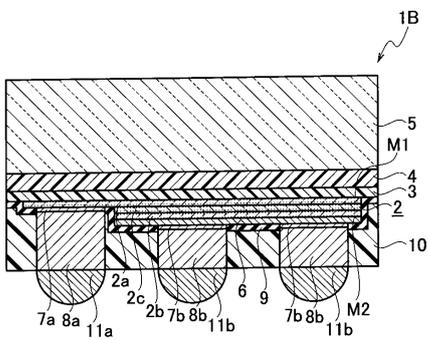
【 図 1 】



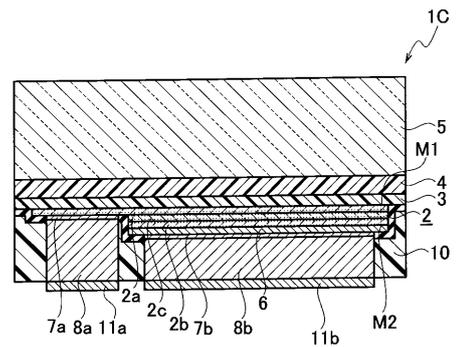
【 図 2 】



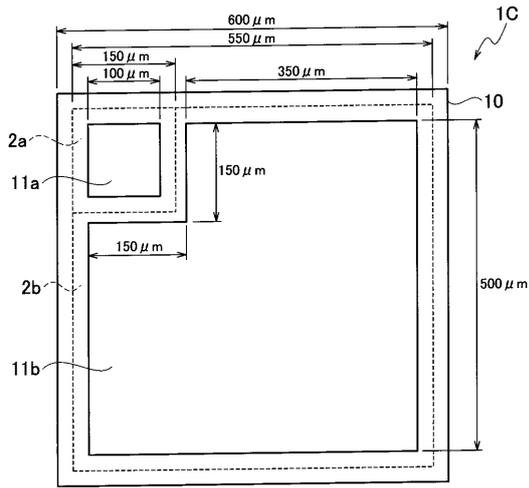
【 図 3 】



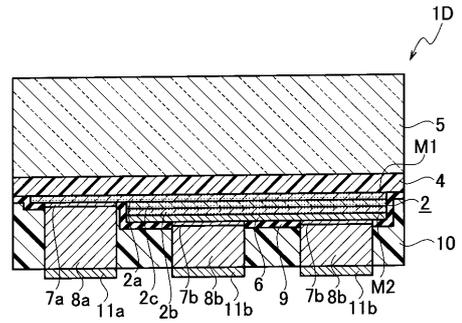
【 図 4 】



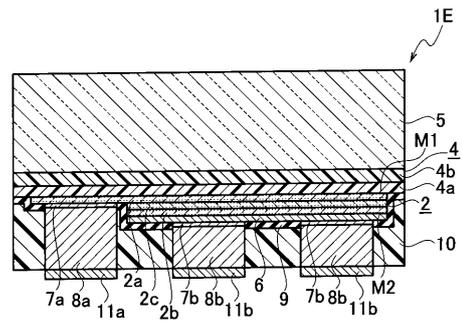
【 図 5 】



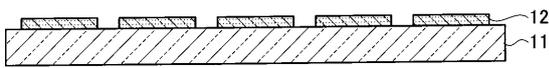
【 図 6 】



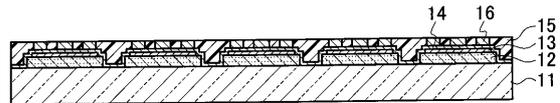
【 図 7 】



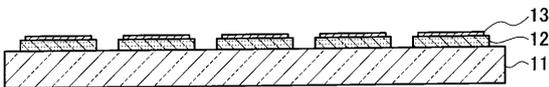
【 図 8 】



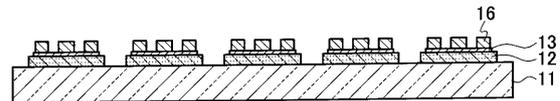
【 図 1 2 】



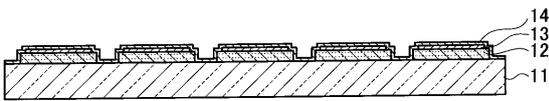
【 図 9 】



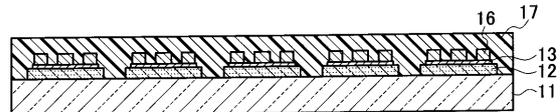
【 図 1 3 】



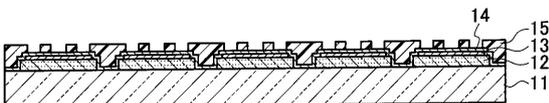
【 図 1 0 】



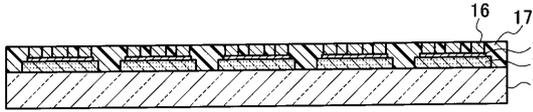
【 図 1 4 】



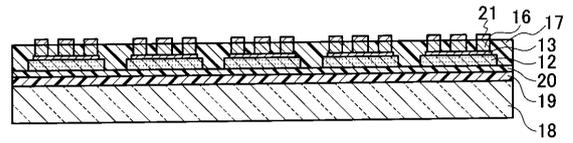
【 図 1 1 】



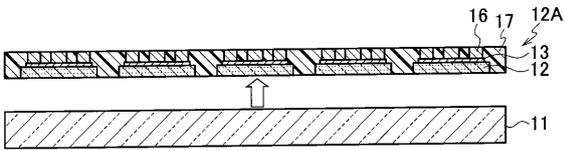
【図 15】



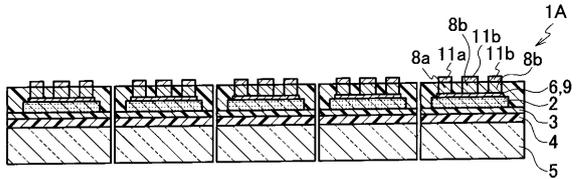
【図 18】



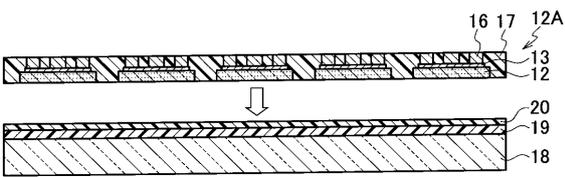
【図 16】



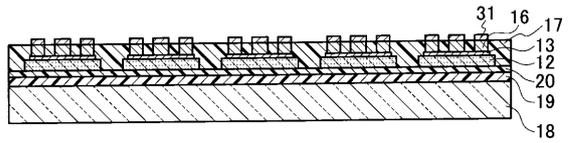
【図 19】



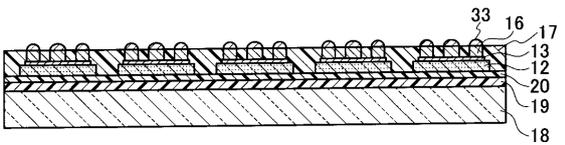
【図 17】



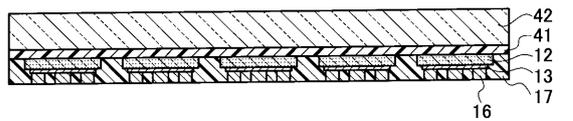
【図 20】



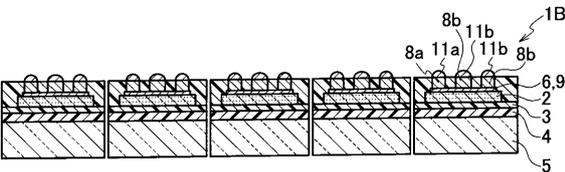
【図 22】



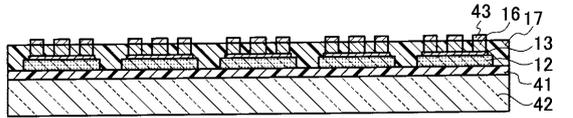
【図 25】



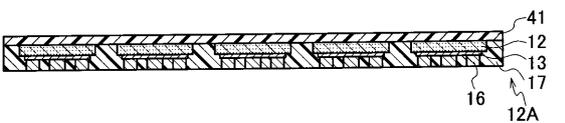
【図 23】



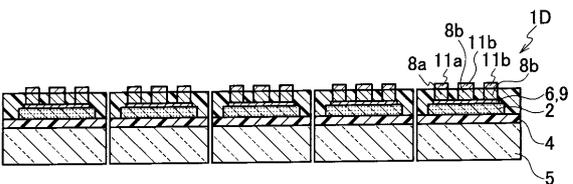
【図 26】



【図 24】



【図 27】



フロントページの続き

- (72)発明者 下川 一生
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 小梁川 尚
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 宮城 武史
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 八甫谷 明彦
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 樋口 和人
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 木谷 智之
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5F041 AA44 AA47 CA04 CA13 CA40 CA93 CA98 DA09 FF11