

(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2014-175362

(P2014-175362A)

(43) 公開日 平成26年9月22日 (2014.9.22)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
 HO 1 L 33/02 (2010.01) HO 1 L 33/00 1 0 0 5 F 1 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-44547 (P2013-44547)  
 (22) 出願日 平成25年3月6日 (2013.3.6)

(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  
 (74) 代理人 100108062  
 弁理士 日向寺 雅彦  
 (72) 発明者 木村 晃也  
 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 小幡 進  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
 東芝内

最終頁に続く

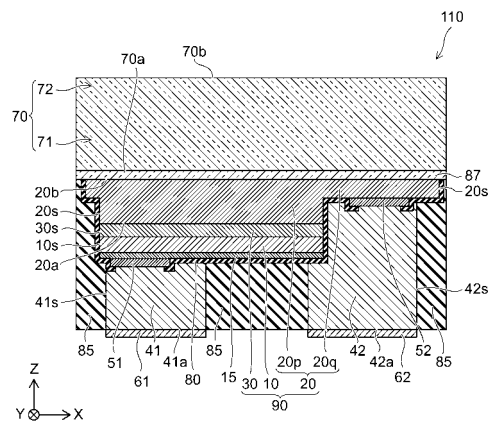
(54) 【発明の名称】 半導体発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 実装生産性が高い半導体発光素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 半導体発光素子 110 は、第1導電性ピラー41と、第2導電性ピラー42と、第1半導体層10と、発光層30と、第2半導体層20と、封止部85と、透光層70と、を含む。第1導電性ピラー41の上に、第1半導体層10、発光層30が設けられる。第2半導体層20は、発光層30の上及び第2導電性ピラー42の上に設けられる。封止部85は、第1、第2導電性ピラー41、42のそれぞれの側面を覆う。透光層70は、第2半導体層20の上に設けられ光透過性である。透光層70のうちの上面部分の硬度は、上面部分と第2半導体層20との間の下側部分の硬度よりも高い。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 方向に延在する第 1 導電性ピラーと、  
 前記第 1 方向と交差する第 2 方向において前記第 1 導電性ピラーから離間し前記第 1 方向に延在する第 2 導電性ピラーと、  
 前記第 1 導電性ピラーの上に設けられた第 1 導電形の第 1 半導体層と、  
 前記第 1 半導体層の上に設けられた発光層と、  
 前記発光層の上及び前記第 2 導電性ピラーの上に設けられた第 2 導電形の第 2 半導体層と、  
 前記第 1 導電性ピラーの側面と前記第 2 導電性ピラーの側面とを覆う封止部と、  
 前記第 2 半導体層の上に設けられた光透過性の透光層であって、前記透光層のうちの上  
 面部分の硬度は、前記上面部分と前記第 2 半導体層との間の下側部分の硬度よりも高い透  
 光層と、  
 を備えた半導体発光素子。

10

## 【請求項 2】

前記上面部分の弾性率は、前記下側部分の弾性率よりも高い請求項 1 記載の半導体発光素子。

## 【請求項 3】

前記透光層は、複数の粒子と前記複数の粒子が分散された透光性樹脂とを含み、  
 前記上面部分における前記粒子の濃度は、前記下側部分における前記粒子の濃度より高  
 い請求項 1 または 2 記載の半導体発光素子。

20

## 【請求項 4】

前記粒子は、蛍光体粒子を含む請求項 3 記載の半導体発光素子。

## 【請求項 5】

前記第上面部分の屈折率は、前記下側部分の屈折率よりも低い請求項 1 ~ 4 のいずれか  
 1 つに記載の半導体発光素子。

## 【請求項 6】

前記透光層は、複数の粒子が第 1 粒子濃度で分散された第 1 透光材層と、前記複数の粒  
 子が前記第 1 粒子濃度よりも高い第 2 粒子濃度で分散された第 2 透光材層と、を含み、  
 前記第 2 透光材層と前記第 2 半導体層との間に前記第 1 透光材層が配置される請求項 1  
 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の半導体発光素子。

30

## 【請求項 7】

前記透光材層は、前記第 1 透光材層と前記第 2 透光材層との間に設けられた第 3 透光材  
 層をさらに含み、

前記第 1 透光材層は、

前記複数の粒子を第 1 濃度で含む第 1 濃度部分と、

前記第 1 膜から前記第 2 膜に向かう積層方向に対して交差する方向において前記第 1  
 濃度部分と並び、前記複数の粒子を前記第 1 濃度よりも高い第 2 濃度で含む第 2 濃度部分  
 と、を含み、

前記第 3 透光材層は、

前記複数の粒子を第 3 濃度で含む第 3 濃度部分と、

前記交差する方向において前記第 3 濃度部分と並び、前記複数の粒子を前記第 3 濃度  
 よりも高い第 4 濃度で含む第 4 濃度部分と、を含み、

40

前記積層方向に対して垂直な平面に投影したときに、前記第 1 濃度部分の少なくとも一  
 部は、前記第 4 濃度部分の少なくとも一部と重なり、前記第 2 濃度部分の少なくとも一部  
 は前記第 3 濃度部分の少なくとも一部と重なる請求項 6 記載の半導体発光素子。

## 【請求項 8】

基板上に第 1 半導体膜、発光膜及び第 2 半導体膜を順に形成し、

前記発光膜の一部、及び、前記第 2 半導体膜の一部を除去して前記第 1 半導体膜の一部  
 を露出させ、

50

前記第 2 半導体膜の残存する部分の上に第 1 電極を形成し、前記露出した前記第 1 半導体膜の上に第 2 電極を形成し、

前記第 1 電極の上に第 1 導電性ピラーを形成し、前記第 2 電極の上に第 2 導電性ピラーを形成し、前記第 1 導電性ピラーの側面及び前記第 2 導電性ピラーの側面を覆う封止部を形成し、

前記基板を除去し、

前記基板が除去されて露出する前記第 1 半導体膜の表面上に、光透過性の透光層であって、前記透光層のうちの表面部分の硬度が前記表面部分と前記第 1 半導体膜との間の部分の硬度よりも高い透光層を形成する半導体発光素子の製造方法。

【請求項 9】

10

前記透光層の形成は、

複数の粒子が分散された透光性樹脂液を支持体上に塗布して塗布膜を形成し、

前記複数の粒子の一部を沈降させて前記塗布膜中において、前記複数の粒子を第 1 の濃度で含む低濃度部分と、前記支持体と前記低濃度部分との間に設けられ前記複数の粒子を前記第 1 の濃度よりも高い第 2 の濃度で含む高濃度部分と、を形成し、

前記第 2 濃度部分が前記第 1 半導体膜に対向するように、前記塗布膜を前記第 1 半導体膜に積層する請求項 8 記載の製造方法。

【請求項 10】

前記透光層の形成は、複数の粒子が第 1 粒子濃度で分散された第 1 透光材層と、前記複数の粒子が前記第 1 粒子濃度よりも高い第 2 粒子濃度で分散された第 2 透光材層と、を、前記第 2 透光材層と前記第 1 半導体膜との間に前記第 1 透光材層が配置されるように、前記第 1 半導体膜の前記表面に積層することを含む請求項 8 記載の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、半導体発光素子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体発光素子が各種の実装部材上に実装されて、照明機器、表示装置などが形成される。半導体発光素子において、実装時の生産性が高いことが重要である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2010 - 508669 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の実施形態は、生産性が高い半導体発光素子及びその製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

40

本発明の実施形態によれば、第 1 導電性ピラーと、第 2 導電性ピラーと、第 1 半導体層と、発光層と、第 2 半導体層と、封止部と、透光層と、を含む半導体発光素子が提供される。前記第 1 導電性ピラーは、第 1 方向に延在する。前記第 2 導電性ピラーは、前記第 1 方向と交差する第 2 方向において前記第 1 導電性ピラーから離間し前記第 1 方向に延在する。前記第 1 半導体層は、前記第 1 導電性ピラーの上に設けられ、第 1 導電形である。前記発光層は、前記第 1 半導体層の上に設けられる。前記第 2 半導体層は、前記発光層の上及び前記第 2 導電性ピラーの上に設けられ、第 2 導電形である。前記封止部は、前記第 1 導電性ピラーの側面と前記第 2 導電性ピラーの側面とを覆う。前記透光層は、前記第 2 半導体層の上に設けられ、光透過性である。前記透光層のうちの上面部分の硬度は、前記上面部分と前記第 2 半導体層との間の下側部分の硬度よりも高い。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1の実施形態に係る半導体発光素子の構成を示す模式的断面図である。

【図2】図2(a)～図2(e)は、第1の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を示す工程順模式的断面図である。

【図3】図3(a)及び図3(b)は、第1の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を示す工程順模式的断面図である。

【図4】第1の実施形態に係る別の半導体発光素子の構成を示す模式的断面図である。

【図5】図5(a)～図5(d)は、第1の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を示す工程順模式的断面図である。

【図6】図6(a)～図6(f)は、第1の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を示す工程順模式的断面図である。

【図7】図7(a)～図7(c)は、第1の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を示す工程順模式的断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に、各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の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。

【0008】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る半導体発光素子の構成を例示する模式的断面図である。

図1に表したように、本実施形態に係る半導体発光素子110は、第1導電性ピラー41と、第2導電性ピラー42と、第1電極51と、第2電極52と、積層体90と、封止部85と、透光層70と、を含む。積層体90は、第1半導体層10と、第2半導体層20と、発光層30と、を含む。

第1導電性ピラー41の上に、第1電極51、第1半導体層10、発光層30、第2半導体層20が、この順に積層される。第2半導体層20は、第2導電性ピラー42の上に設けられた第2電極52の上にも設けられる。

【0009】

本願明細書において、「上に設けられる」状態は、直接接して設けられる状態の他に、間に他の層が挿入される状態も含む。

【0010】

第1半導体層10から第2半導体層20に向かう方向を積層方向(Z軸方向)とする。Z軸方向と直交する1つの方向をX軸方向とする。Z軸方向及びX軸方向と直交する方向をY軸方向とする。

【0011】

第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42は、積層方向(第1方向)に延在する。第2導電性ピラー42は、第1方向と交差する方向すなわち非平行な方向(第2方向)において第1導電性ピラー41から離間している。この例では、第1方向は、Z軸方向であり、第2方向は、X軸方向である。

【0012】

第1電極51は、第1導電性ピラー41の上に設けられる。第1電極51は、第1導電性ピラー41と電氣的に接続される。

第2電極52は、第2導電性ピラー42の上に設けられる。第2電極52は、第2導電性ピラー42と電氣的に接続される。

【0013】

10

20

30

40

50

第1半導体層10は、第1電極51の上に設けられる。発光層30は、第1半導体層10の上に設けられる。第2半導体層20は、発光層30の上及び第2電極52の上に設けられる。

【0014】

第1半導体層10は第1導電形であり、第2半導体層20は第2導電形である。例えば、第1導電形はp形であり、第2導電形はn形である。第1導電形がn形で、第2導電形がp形でもよい。以下の例では、第1導電形がp形であり、第2導電形がn形である。

【0015】

第1半導体層10は、第1側面10sを有する。第2半導体層20は、第2側面20sを有する。発光層30は、第3側面30sを有する。第1導電性ピラー41は、第4側面41sを有する。第2導電性ピラー42は、第5側面42sを有する。これらの側面は、X-Y平面に対して交差する。すなわち、X-Y平面に対して非平行である。

10

【0016】

封止部85は、第4側面41s及び第5側面42sを少なくとも覆う。この例では、封止部85は、第1側面10s、第2側面20s及び第3側面30sの上にも設けられる。

【0017】

透光層70は、第2半導体層20の上に設けられる。透光層70は、光透過性を有する。透光層70は、第1主面70aと第2主面70bとを有する。第1主面70aは、第2半導体層20に対向する面である。第2主面70bは、第1主面70aと反対側の面である。第1主面70aは下面であり、第2主面70bは上面である。

20

【0018】

本願明細書において、対向する状態は、直接面している状態に加え、間に別の要素が挿入されている状態も含む。

【0019】

この例では、半導体発光素子110は、中間層87をさらに含む。中間層87は、第2半導体層20と透光層70との間に設けられる。光透過性である中間層87は、例えば、積層体90(第2半導体層20)と、透光層70との密着性を高める。

【0020】

第1導電性ピラー41と第2導電性ピラー42との間に電圧を印加することで、第1電極51、第1半導体層10、第2電極52及び第2半導体層20を介して、発光層30に電流が供給される。例えば、第1電極51から、キャリア(例えばホール)が第1半導体層10に注入される。例えば、第2電極52から、キャリア(例えば電子)が第2半導体層20に注入される。これにより、発光層30から、光が放出される。光は、主に、第2半導体層20の上面から、透光性を有する透光層70(及び中間層87)を介して半導体発光素子110の外部に放出される。透光層70の第2主面70bは、光出射面となる。発光層30から放出される発光光の波長(ピーク波長)は、例えば、370nm以上700nm以下である。

30

【0021】

透光層70は、第1部分71と、第2部分72と、を含む。第1部分71は、第2半導体層20の近くに配置される。第2部分72は、第1部分71の上に配置される。第2部分72は、例えば、第2主面70bの少なくとも一部を含む。第2部分72は、透光層70のうちの上面部分である。第1部分71は、透光層70のうちの下側部分である。第1部分71は、第2部分72と第2半導体層20との間に設けられる。

40

【0022】

本実施形態においては、第2部分72は、第1部分71よりも硬い。第2部分72の硬度は、第1部分71の硬度よりも高い。例えば、第2部分72の材料及び処理条件の少なくともいずれかは、第2部分71とは異なる。例えば、透光層70が粒子(例えばフィラーやタルクなど)を含む場合、第2部分72における粒子の濃度は、第1部分71における粒子の濃度よりも高い。

【0023】

50

透光層 70 は、例えば、発光部（例えば、第 2 半導体層 20）を保護する。後述するように、透光層 70 は、発光層 30 から放出する光の波長を変換する機能を有していてもよい。

#### 【0024】

透光層 70 には、例えば透光性を有する樹脂材料が用いられる。透光層 70 のうちの少なくとも第 2 半導体層 20 に対向する第 1 部分 71 には、柔らかい材料が用いられる。これにより、例えば製造工程中または使用中に素子に応力が加わった場合においても、損傷が生じ難くできる。さらに、第 2 半導体層 20（または中間層 87）との密着性を高めることができる。

#### 【0025】

本実施形態に係る半導体発光素子 110 においては、半導体層が結晶成長された基板は、結晶成長の後に除去される。半導体層は、例えば、透光層 70 と封止層 85 とによって保持される。すなわち、半導体発光素子 110 は、薄膜型の発光素子である。基板が除去されているため、半導体発光素子 110 は、基板が除去されない場合に比べて軽い。

#### 【0026】

本願発明者の検討によると、このように軽い薄膜型の発光素子においては、実装工程において、発光素子が実装用の工具から離れ難く、このために、生産性が低下する場合があることが分かった。上記のように、透光層 70 として柔らかい材料を用いると、透光層 70 は、変形しやすい。透光層 70 が変形しやすいと、工具等への密着性が高まる。透光層 70 の表面のタック性が高くなる。このような場合において、素子が軽い場合には、特にこの問題が深刻になることが分かった。

#### 【0027】

透光層 70 の第 2 主面 70b は、例えば、半導体素子や電子部品などを収納するエンボスステップのカバーテープが接する面となる。第 2 主面 70b は、例えば、半導体発光素子 110 を実装する実装装置のノズルに接触する面となる。このように、半導体発光素子 110 の実装工程において、第 2 主面 70b を含む第 2 部分 72（上面部分）に、各種の部材や工具が接触する。第 2 主面 70b の硬度が低いと、第 2 主面 70b のタック性が高くなる。透光層 70 の第 2 主面 70b のタック性が高いと、カバーテープに透光層 70 が貼り付き、実装装置への供給不良が起こりやすくなる。さらに、例えば、実装工程において、半導体発光素子 110 は、透光層 70 側を実装装置のノズルで吸引して所定位置まで搬送さる際に、ノズルの吸引を止めても半導体発光素子 110 がノズルに密着されたままとなり、リリース不良が発生する場合がある。

このような生産性を低下させる問題が、薄膜型の発光素子においては特に深刻になる。

#### 【0028】

本実施形態は、このように新たに見出された課題を解決する。

本実施形態においては、透光層 70 のうちの上面部分を選択的に硬くする。すなわち、透光層 70 の第 2 主面 70b を含む第 2 部分 72 の硬度を第 1 部分 71 の硬度よりも高くする。これにより、透光層 70 の表面のタック性が低くなり、カバーテープへの貼り付きや実装時のリリース不良を抑制することができる。これにより、実装時の生産性が向上できる。

#### 【0029】

そして、本実施形態においては、透光層 70 は、第 2 部分 72 よりも硬度が低い第 1 部分 71 を有している。これにより、素子に応力が加わった場合にも損傷が生じ難くでき、高い密着性が得られる。すなわち、高い信頼性を得つつ、実装時の生産性を向上できる。

#### 【0030】

このように、本実施形態に係る半導体発光素子 110 においては、信頼性が高く、実用性を維持しながら、実装時の生産性を向上できる。

#### 【0031】

第 2 部分 72 の硬度は、第 1 部分 71 の硬度よりも高い。第 2 部分 72 の引張弾性率は、第 1 部分 71 の引張弾性率よりも高い。

10

20

30

40

50

## 【0032】

本実施形態において、第1半導体層10は、例えば、窒化物半導体を含む。第1半導体層10は、例えば、第1p側層を含む。第1p側層は、例えば、p形クラッド層である。第1半導体層10の厚さ（Z軸方向に沿う長さ）は、例えば、5nm以上300nm以下である。第1半導体層10の厚さは、例えば、100nmである。

## 【0033】

第2半導体層20は、第3主面20aと第4主面20bとを有する。第3主面20aは、発光層30と対向する面である。第4主面20bは、第3主面20aの反対側である。

## 【0034】

第2半導体層20は、第1半導体部分20pと、第2半導体部分20qとを含む。積層方向に対して垂直な平面（X-Y平面）に投影したときに、第1半導体部分20pは第1半導体層10と重なる。X-Y平面に投影したときに、第2半導体部分20qは、第1半導体層10と重ならない。X-Y平面に投影したときに、第1半導体部分20pと第2半導体部分20qとは、並置される。

10

## 【0035】

第2半導体層20は、例えば、窒化物半導体を含む。第2半導体層20は、例えば、第1n側層を含む。第1n側層は、例えば、n形クラッド層である。第2半導体層20の厚さ（Z軸方向に沿う長さ）は、例えば、1μm以上10μm以下である。第2半導体層20の厚さは、例えば、5μmである。

## 【0036】

半導体発光素子110では、第2半導体層20の第4主面20bが、光取り出し面となる。例えば、ウエットエッチング処理やドライエッチング処理などによるフロスト処理を第4主面20bに施し、微小な凹凸を第4主面20bに形成してもよい。これにより、例えば、発光層30から放出される光の第4主面20bでの全反射が抑えられ、半導体発光素子110の光取り出し効率が向上する。

20

## 【0037】

発光層30は、第2半導体層20の第1半導体部分20pと第1半導体層10との間に設けられる。発光層30の厚さは、例えば、5nm以上100nm以下である。発光層30の厚さは、例えば、10nmである。

## 【0038】

発光層30は、例えば、単一量子井戸（SQW：Single Quantum Well）構成、または、多重量子井戸（MQW：Multi Quantum Well）構成を有する。

30

## 【0039】

単一量子井戸構成を有する発光層30は、2つの障壁層と、障壁層どうしの間に設けられた井戸層と、を含む。多重量子井戸構成を有する発光層30は、例えば、3つ以上の障壁層と、障壁層どうしのそれぞれの間に設けられた井戸層と、を含む。例えば、複数の障壁層と、複数の井戸層と、がZ軸方向に沿って交互に積層される。

## 【0040】

発光層30は、例えば、窒化物半導体を含む。障壁層には、例えば、 $In_{x_1}Ga_{1-x_1}N$  ( $0 < x_1 < 1$ ) が用いられる。井戸層には、例えば、 $In_{x_2}Ga_{1-x_2}N$  ( $0 < x_2 < 1$ ,  $x_1 < x_2$ ) が用いられる。障壁層がInを含む場合は、障壁層におけるInの組成比は、井戸層におけるInの組成比よりも低くする。または、障壁層は、Inを実質的に含まない。障壁層におけるバンドギャップエネルギーは、井戸層におけるバンドギャップエネルギーよりも大きい。

40

## 【0041】

第1導電性ピラー41は、第1半導体層10と電氣的に接続される。この例では、第1導電性ピラー41は、第1電極51と反射層15（後述する）とを介して第1半導体層10と電氣的に接続される。第1導電性ピラー41の一部を第1電極51としてもよい。第1導電性ピラー41は、第1電極51と対向する側の反対側に第1端部41aを有する。

## 【0042】

50

第2導電性ピラー42は、第2半導体層20と電氣的に接続される。第2導電性ピラー42の一部を第2電極52としてもよい。第2導電性ピラー42は、第2電極52と対向する側の反対側に第2端部42aを有する。第1導電性ピラー41の第1端部41a及び第2導電性ピラー42の第2端部42aは、封止部85によって覆われない。

【0043】

第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42には、導電性を有する材料が用いられる。第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42には、例えば、銅などの金属材料が用いられる。第1導電性ピラー41を複数設けてもよい。第2導電性ピラー42を複数設けてもよい。第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42は、例えば、円柱状（扁平円柱状も含む）または多角柱状である。第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42の積層方向に沿う長さ（高さ）は任意である。例えば、第2半導体層20の第4主面20bと第1端部41aとの間の積層方向に沿う距離は、第4主面20bと第2端部42aとの間の積層方向に沿う距離と等しくなるように設定されている。

10

【0044】

第1電極51は、第1半導体層10と第1導電性ピラー41との間に設けられる。第2電極52は、第2半導体層20と第2導電性ピラー42との間に設けられる。第2電極52は、例えば、第2半導体層20の第3主面20a側に設けられる。第2電極52は、例えば、第2半導体層20の第2半導体部分20qと対向して設けられる。

第1電極51及び第2電極52には、導電性を有する材料が用いられる。第1電極51及び第2電極52には、例えば、Ni/Auなどの金属材料が用いられる。

20

【0045】

第1導電性ピラー41と第1電極51との間、及び、第2導電性ピラー42と第2電極52との間には、例えば、導電層（図示しない）をさらに設けてもよい。この導電層には、例えば、銅などの金属材料が用いられる。

【0046】

封止部85は、例えば、積層体90（第1半導体層10、第2半導体層20、発光層30）、第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42を保持する。封止部85は、例えば、積層体90、第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42を保護する。封止部85は、絶縁性である。封止部85には、例えば、絶縁性の樹脂が用いられる。封止部85には、例えば、エポキシ樹脂が用いられる。封止部85は、例えば、石英フィラーやアルミナフィラーなどを含む。これにより、封止部85の熱伝導性が向上し、放熱性を高めることができる。

30

【0047】

透光層70の屈折率は、例えば、1.0以上2.0以下である。透光層70の屈折率は、上記範囲内でなるべく小さくすることが望ましい。透光層70の屈折率を空気の屈折率に近づけることで、光取り出し効率が向上する。透光層70の屈折率は、例えば、1.5である。

【0048】

透光層70の第1部分71と第2部分72とで、屈折率を変えても良い。例えば、光出射面となる第2部分72の屈折率を低くする。例えば、第2部分72の屈折率は、第1部分71の屈折率よりも低い。光出射面となる部分の屈折率を低く設定することで、光取り出し効率が向上する。

40

【0049】

透光層70には、例えば、透光性を有する樹脂層が用いられる。樹脂層は、例えば、シリコン樹脂を含む。樹脂層は、例えば、メチルフェニルシリコンを含む。発光層30から放出される光の輝度が低く、青色光による劣化が少ない場合には、エポキシ樹脂、エポキシ樹脂とシリコン樹脂との混合樹脂、または、ウレタン樹脂などを用いてもよい。

【0050】

透光層70は、1つの層でもよく、透光層70が複数の層を含んでもよい。

【0051】

50



透光層 70 の厚さは、例えば、10  $\mu\text{m}$  以上 300  $\mu\text{m}$  以下である。透光層 70 の厚さは、例えば、120  $\mu\text{m}$  である。

【0052】

この例では、半導体発光素子 110 は、反射層 15 と、第 1 端子 61 と、第 2 端子 62 と、絶縁層 80 と、をさらに含む。

【0053】

反射層 15 は、例えば、第 1 電極 51 と第 1 半導体層 10 との間に設けられる。反射層 15 は、発光層 30 から放出される光を反射する。発光層 30 から放出される光に対する反射層 15 の反射率は、例えば、発光層 30 から放出される光に対する封止部 85 の反射率よりも高い。これにより、例えば、半導体発光素子 110 の発光効率を向上させることができる。反射層 15 には、例えば、Ag や Al などの金属材料またはそれらを含む金属積層膜が用いられる。反射層 15 の厚さは、例えば、0.2  $\mu\text{m}$  以上 0.4  $\mu\text{m}$  以下である。反射層 15 の厚さは、例えば、0.3  $\mu\text{m}$  である。

10

【0054】

第 1 導電性ピラー 41 の第 1 端部 41a 側に、第 1 端子 61 が設けられる。第 1 端子 61 の上に第 1 導電性ピラー 41 が設けられる。第 1 端子 61 は、第 1 導電性ピラー 41 に電氣的に接続される。第 1 端子 61 は、例えば、第 1 導電性ピラー 41 の第 1 端部 41a に接触して第 1 導電性ピラー 41 と導通する。

【0055】

第 2 導電性ピラー 42 の第 2 端部 42a 側に、第 2 端子 62 が設けられる。第 2 端子 62 の上に第 2 導電性ピラー 42 が設けられる。第 2 端子 62 は、上記の第 2 方向において第 1 端子 61 と離間している。第 2 端子 62 は、第 2 導電性ピラー 42 に電氣的に接続される。第 2 端子 62 は、例えば、第 2 導電性ピラー 42 の第 2 端部 42a に接触して第 2 導電性ピラー 42 と導通する。

20

【0056】

第 1 端子 61 及び第 2 端子 62 は、例えば、半導体発光素子 110 と外部の機器との電氣的な接続に用いられる。この例では、第 1 端子 61 が、p 側のアノードであり、第 2 端子 62 が、n 側のカソードである。半導体発光素子 110 の使用時には、第 1 端子 61 が正、第 2 端子 62 が負となるように、第 1 端子 61 と第 2 端子 62 との間に電圧を印加する。これにより、積層体 90 に順方向の電圧が加わり、発光層 30 から光が放出される。

30

【0057】

第 1 端子 61 及び第 2 端子 62 には、例えば、金属材料などの導電性を有する材料が用いられる。第 1 端子 61 及び第 2 端子 62 は、例えば、1 つの材料を用いた単層構造を有してもよく、複数の材料を用いた積層構造を有してもよい。

【0058】

絶縁層 80 の一部は、例えば、第 1 半導体層 10 の一部と封止部 85 の一部との間、発光層 30 の一部と封止部 85 の一部との間、及び、第 2 半導体層 20 の一部と封止部 85 の一部との間に設けられる。絶縁層 80 は、例えば、第 1 側面 10s (第 1 半導体層 10)、第 2 側面 20s (第 2 半導体層 20)、第 3 側面 30s (発光層 30) を覆う。

【0059】

絶縁層 80 の一部は、例えば、第 1 半導体層 10 の一部と第 2 導電性ピラー 42 の一部との間の一部、発光層 30 の一部と第 2 導電性ピラー 42 との間、及び、第 2 半導体層 20 と第 2 導電性ピラー 42 との間の一部にも設けられる。半導体発光素子 110 が反射層 15 を含む場合、絶縁層 80 の一部は、反射層 15 の一部と封止部 85 の一部との間、反射層 15 の一部と第 1 導電性ピラー 41 の一部との間、及び、反射層 15 の一部と第 2 導電性ピラー 42 の一部との間にも設けられる。

40

【0060】

絶縁層 80 によって、第 1 半導体層 10 と第 2 導電性ピラー 52 とが電氣的に絶縁される。絶縁層 80 によって、例えば、第 1 半導体層 10、第 2 半導体層 20、発光層 30 及び反射層 15 と、封止部 85 と、の間の絶縁性が高められる。絶縁層 80 を設けることで

50

、封止部 85 に含まれる不純物などから第 1 半導体層 10、第 2 半導体層 20 及び発光層 30 を保護する。

【0061】

絶縁層 80 には、例えば、 $SiO_2$ 、 $SiN$ 、リン・シリケート・ガラス (PSG)、及び、ボロン・リン・シリケート・ガラス (BPSG) などの無機材料が用いられる。また、絶縁層 80 には、例えば、ポリイミド、ベンゾシクロブテン (Benzocyclobutene) などの有機材料を用いてもよい。用いる有機材料は、感光性を有していても良い。無機膜と有機膜との積層体を用いてもよい。

【0062】

絶縁層 80 の厚さは、例えば、100 nm 以上 1000 nm 以下である。絶縁層 80 の厚さは、例えば、約 400 nm である。絶縁層 80 の形成には、例えば、CVD、蒸着及びスパッタなどが用いられる。塗布法を用いてもよい。

10

【0063】

中間層 87 には、光透過性の材料が用いられる。中間層 87 には、例えば、酸化シリコンや窒化シリコンなどの無機材料、シリコーン樹脂などの有機材料が用いられる。中間層 87 の厚さは、例えば、0.1  $\mu m$  以上 10  $\mu m$  以下である。

【0064】

例えば、中間層 87 の屈折率を透光層 70 の屈折率よりも高くしても良い。それによって、半導体発光素子 110 の光取り出し効率を高めることができる。

【0065】

積層方向に対して垂直な平面 (X-Y 平面) に投影したときに、半導体発光素子 110 の外形は、例えば、矩形状である。例えば、半導体発光素子 110 の一つの辺が、X 軸方向に対して平行である。例えば、半導体発光素子 110 の別の辺が、Y 軸方向に対して平行である。X-Y 平面に投影したときに、半導体発光素子 110 の X 軸方向に沿う辺の長さ (幅) は、例えば、100  $\mu m$  以上 1000  $\mu m$  以下であり、例えば、600  $\mu m$  である。X-Y 平面に投影したときに、半導体発光素子 110 の Y 軸方向に沿う辺の長さ (幅) は、例えば、100  $\mu m$  以上 1000  $\mu m$  以下であり、例えば、600  $\mu m$  である。

20

第 1 導電性ピラー 41 から第 2 導電性ピラー 42 に向かう第 2 方向は、X 軸方向と平行でなくてもよい。第 2 方向は、Y 軸方向と平行でなくてもよい。第 2 方向が、半導体発光素子 110 の辺と交差しても (すなわち、非平行であっても) よい。

30

【0066】

半導体発光素子 110 の製造方法の例について説明する。

図 2 (a) ~ 図 2 (e) は、第 1 の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を例示する工程順模式的断面図である。

図 3 (a) 及び図 3 (b) は、第 1 の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を例示する工程順模式的断面図である。

【0067】

図 2 (a) に表したように、成長用基板 5 の表面 5a の上に、積層体 90 となる積層体膜 90f を形成する。成長用基板 5 には、例えば、半導体基板などの基板が用いられる。成長用基板 5 には、例えば、シリコン (Si) 基板が用いられる。成長用基板 5 は、サファイアでもよい。積層体膜 90f の形成には、例えば、有機金属気層成長 (MOCVD) 法が用いられる。

40

【0068】

積層体膜 90f の形成においては、成長用基板 5 の上に、第 1 半導体膜 21f、発光膜 30f、第 2 半導体膜 12f が、この順で結晶成長 (エピタキシャル成長) される。第 1 半導体膜 21f は、第 2 半導体層 20 となる。発光膜 30f は、発光層 30 となる。第 2 半導体膜 12f は、第 1 半導体層 10 となる。

【0069】

成長用基板 5 と第 1 半導体膜 21f との間に、バッファ層 (図示しない) を設けてもよい。バッファ層により、例えば、積層体 90 (第 2 半導体層 20) の結晶性が高まる。パ

50

ツファ層により、例えば、応力が緩和される。

【0070】

例えば、リソグラフィ処理及びエッチング処理により、第2半導体膜12fの側から、第2半導体膜12fの一部、及び、発光膜30fの一部を除去して、第1半導体膜21fの一部を露出させる。このとき、第1半導体膜21fの一部を除去してもよい。これにより、第1半導体膜21fに、凹部20dが形成される。凹部20dが形成され、露出される部分が第2半導体部分20qとなる。他の部分は、第1半導体部分20pとなる。これによって、第1半導体層10、第2半導体層20及び発光層30を含む積層体90が形成される。

図2(a)に表したように、この例では、成長用基板5の表面5aの上に、複数の積層体90が形成される。

10

【0071】

図2(b)に表したように、成膜処理、リソグラフィ処理及びエッチング処理により、複数の積層体90の第1半導体層10のそれぞれの上に、反射層15を形成する。

【0072】

複数の反射層15及び複数の第2半導体部分20qの上に、電極膜50fを成膜する。電極膜50fは、例えば、第1電極51及び第2電極52となる。例えば、第1電極51及び第2電極52は、同時に形成される。第1電極51と第2電極52とを別々に形成してもよい。この場合、第1電極51となる第1電極膜51fを反射層15の上に、第2電極52となる第2電極膜52fを第2半導体層20の第2半導体部分20qの上に、それぞれ成膜する。

20

【0073】

リソグラフィ処理及びエッチング処理により、電極膜50fを加工する。これにより、複数の反射層15のそれぞれの上に、第1電極51が形成される。複数の第2半導体層20のそれぞれの第2半導体部分20qの上に、第2電極52が形成される。

【0074】

複数の積層体90及び反射層15のそれぞれの上に、絶縁層80となる絶縁膜80fを形成する。形成された絶縁膜80fにリソグラフィ処理及びエッチング処理を行い、第1開口81及び第2開口82を形成する。これにより、絶縁層80が形成される。第1開口81において、第1電極51が露出する。第2開口82において、第2電極52が露出する。

30

【0075】

図2(c)に表したように、第1半導体層10の上であって第1電極51が形成されていない領域、及び、第2半導体層20の上であって第2電極52が形成されていない領域の上に封止部85となる封止膜85fを形成する。例えば、複数の積層体90上の絶縁層80のそれぞれの上、及び、成長用基板5の上に、封止膜85fを形成する。封止膜85fは、例えば、樹脂膜である。

封止膜85fに、第1貫通孔85aと第2貫通孔85bとを形成する。第1貫通孔85aは、第1電極51に繋がる。第2貫通孔85bは、第2電極52に繋がる。

【0076】

40

図2(d)に表したように、第1貫通孔85a及び第2貫通孔85bを埋めるように、導電膜40fを形成する。導電膜40fは、第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42となる。この場合、第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42は、同時に形成される。第1導電性ピラー41となる第1導電膜41fと、第2導電性ピラー42となる第2導電膜42fとを別々に形成してもよい。

導電膜40f(第1導電膜41f及び第2導電膜42f)を研削等により平坦化して、第1導電性ピラー41及び第2導電性ピラー42が形成される。研削面が、第1端部41a及び第2端部42aとなる。

【0077】

この例では、封止膜85f(封止部85)を形成した後に、導電膜40f(第1導電性

50

ピラー 4 1 及び第 2 導電性ピラー 4 2 ) を形成している。実施形態において、導電膜 4 0 f ( 第 1 導電膜 4 1 f 及び第 2 導電膜 4 2 f ) を形成した後で、封止膜 8 5 f ( 封止部 8 5 ) を形成してもよい。

【 0 0 7 8 】

例えば、成膜処理、リソグラフィ処理及びエッチング処理により、第 1 導電性ピラー 4 1 の第 1 端部 4 1 a の上に、第 1 端子 6 1 を形成し、第 2 導電性ピラー 4 2 の第 2 端部 4 2 a の上に、第 2 端子 6 2 を形成する。第 1 端子 6 1 及び第 2 端子 6 2 は、同時に形成してもよいし、別々に形成してもよい。

【 0 0 7 9 】

図 2 ( e ) に表したように、例えば、エッチング法により、成長用基板 5 を除去する。成長用基板 5 が、例えば、サファイアの場合には、レーザーリフトオフ法などによって成長用基板 5 を除去してもよい。

10

【 0 0 8 0 】

この例では、成長用基板 5 が除去されて露出した第 2 半導体層 2 0 及び封止膜 8 5 f の上に、中間層 8 7 となる中間膜 8 7 f を、さらに形成する。

【 0 0 8 1 】

図 3 ( a ) に表したように、中間膜 8 7 f の上に、透光層 7 0 となる透光膜 7 0 f を形成する。透光膜 7 0 f は、例えば、透光性を有する樹脂膜である。

【 0 0 8 2 】

例えば、中間膜 8 7 f の上に液状の透明樹脂を、例えば、スクリーン印刷法、ポッティング、モールドまたは圧縮成形などの方法により塗布及び形状加工し、加熱硬化させて、透光膜 7 0 f を形成する。

20

透光膜 7 0 f は、第 2 部分 7 2 となる上部分 7 0 u と、第 1 部分 7 1 となる下部分 7 0 d とを含む。上部分 7 0 u が下部分 7 0 d よりも硬くなるように、透光膜 7 0 f を形成する。例えば、上部分 7 0 u と下部分 7 0 d とで、形成条件を変更してもよい。例えば、上部分 7 0 u と下部分 7 0 d とで、用いる材料 ( 組成など ) を変更してもよい。

【 0 0 8 3 】

透光膜 7 0 f は、例えば 1 つの膜でもよく、透光膜 7 0 f は、複数の膜 ( 積層膜 ) を含んでもよい。透光膜 7 0 f が複数の膜を含む場合、複数の膜どうしの境界は、観察される場合と観察されない場合がある。

30

【 0 0 8 4 】

図 3 ( b ) に表したように、複数の積層体 9 0 どうしの間で、透光膜 7 0 f 、中間膜 8 7 f 及び封止膜 8 5 f を切断する。例えば、透光膜 7 0 f 、中間膜 8 7 f 及び封止膜 8 5 f を、ダイシングライン DL に沿って切断する。これにより、複数の半導体発光素子 1 1 0 が互いに分離される。すなわち、封止部 8 5 、中間層 8 7 及び透光層 7 0 が形成され、半導体発光素子 1 1 0 が形成される。半導体発光素子 1 1 0 においては、上面 ( 第 2 主面 7 0 b ) におけるタック性が低い。これにより、例えば半導体発光素子 1 1 0 を他の実装部材に実装する際の生産性が高くなる。

【 0 0 8 5 】

図 4 は、第 1 の実施形態に係る別の半導体発光素子の構成を例示する模式的断面図である。

40

図 4 に表した半導体発光素子 1 1 1 においては、透光層 7 0 以外の構成は、半導体発光素子 1 1 0 と同じである。以下では、半導体発光素子 1 1 1 に関して、透光層 7 0 について説明する。

【 0 0 8 6 】

半導体発光素子 1 1 1 において、透光層 7 0 は、樹脂部 7 6 と、複数の粒子 7 7 と、を含む。樹脂部 7 6 は、例えば、透光性の樹脂を含む。

樹脂部 7 6 には、例えば、シリコーン樹脂 ( 例えばメチルフェニルシリコーン ) 、エポキシ樹脂、エポキシ樹脂とシリコーン樹脂との混合樹脂、または、ウレタン樹脂などが用いられる。

50

## 【0087】

複数の粒子77は、例えば、樹脂部76中に分散されている。透光層70は、例えば、複数の粒子77を分散させた液状の樹脂を熱硬化させることで形成される。複数の粒子77の平均粒子径は、例えば、1 $\mu$ m以上50 $\mu$ m以下である。

## 【0088】

粒子77には、例えば、フィラーが用いられる。フィラーには、例えば、無機材料のフィラーを用いてもよい。粒子77には、例えば、SiO<sub>2</sub>、または、TiO<sub>2</sub>などを用いることができる。

## 【0089】

粒子77は、例えば、蛍光体粒子を含んでもよい。粒子77には、例えば、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が用いられる。粒子77は、例えば、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(Sr, Ba)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, Ca<sub>p</sub>(Si, Al)<sub>12</sub>を用いてもよい。

10

## 【0090】

粒子77に蛍光体粒子を用いる場合は、透光層70は、例えば、発光層30から放出された光のピーク波長を変換する波長変換層として機能する。透光層70は、例えば、発光層30から放出される第1光L1(発光光)の少なくとも一部を吸収し、第2光L2を放出する。第2光L2のピーク波長は、第1光L1のピーク波長とは異なる。第2光L2は、第1光L1のピーク波長と異なる複数のピーク波長を有する複数の光を含んでもよい。例えば、発光層30から放出される第1光L1は、青色光である。複数の粒子77は、例えば、第1光L1(青色光)を第2光L2(黄色光)に変換する蛍光体粒子である。例えば、第1光L1と第2光L2との合成光が実質的に白色になるように設計される。

20

## 【0091】

透光層70において、第2部分72の硬度が第1部分71の硬度よりも高くなるように、透光層70のうち、例えば、第1部分71と第2部分72とで複数の粒子77の濃度を変更する。例えば、第2部分72における複数の粒子77の濃度は、第1部分71における複数の粒子77の濃度よりも高い。例えば、第2部分72に含まれる粒子77と、第1部分71に含まれる粒子77とにおいて、材料、粒径の少なくともいずれかを変更してもよい。このときも、第2部分72の硬度が第1部分71の硬度よりも高くなるようにする。第2部分72の硬度が第1部分71の硬度よりも高くなり、生産性が高くなる。

30

## 【0092】

例えば、第2部分72の硬度が第1部分71の硬度よりも高くなるように、第1主面70aから第2主面70bに向かう方向に沿って、透光層70における複数の粒子77の濃度が上昇する濃度分布を設ける。

## 【0093】

例えば、複数の粒子77の濃度が透光層70内で均一な場合、半導体発光素子から出射される光に色ずれが生じる場合がある。すなわち、発光層30から放出された第1光L1において、第1光L1の進行方向と積層方向(Z軸方向)との間の角度が大きいと、角度が小さいときに比べて、透光層70中の光路長が長くなる。このため、角度が大きい光においては、第1光L1の強度に対する第2光L2の強度の比が高まる。このため、角度が大きくなると、黄色味の程度が高くなる。このような光は、例えば、イエローリングのように知覚される。

40

## 【0094】

これに対して、本実施形態においては、透光層70における複数の粒子77の濃度を、例えば、第1主面70aから第2主面70bに向かう方向に沿って上昇する濃度分布を設ける。これにより、光の進行方向とZ軸方向との間の角度が大きいときには、光路中における粒子77の濃度が低くできる。すなわち、角度による光路長の変化を濃度分布により補償する。これにより、半導体発光素子111においては、色ずれの発生が抑制される。

## 【0095】

さらに、蛍光体粒子である複数の粒子77の濃度が高い部分が、発熱源である発光層3

50

0 から遠い位置に配置されるため、発光層 30 からの熱が粒子 77 に伝わりにくい。これにより粒子 77 において温度消光により発光効率が低下することが抑制される。

【0096】

図 5 ( a ) ~ 図 5 ( d ) は、第 1 の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を例示する工程順模式的断面図である。

これらの図は、半導体発光素子 111 の透光層 70 の形成方法を例示している。以下に説明する製造方法においては、透光層 70 の形成以外の工程は、例えば、図 2 ( a ) ~ 図 2 ( e ) に関して説明した方法を適用できる。

【0097】

図 5 ( a ) に表したように、透光材層 70 s を支持体 6 の上に形成する。透光材層 70 s は、複数の粒子 77 を含んでいる。例えば、複数の粒子 77 が分散された液状の透光性樹脂を、支持体 6 の上に塗布して塗布膜 ( 透光材層 70 s ) を形成する。透光性樹脂として、例えば、熱硬化性樹脂が用いられる。透光材層 70 s の形成には、例えば、スクリーン印刷法、ポッティング、モールド、圧縮成形などの方法が用いられる。透光材層 70 s は、第 1 面 70 s a と第 2 面 70 s b とを有する。第 1 面 70 s a は、支持体 6 と対向する。第 2 面 70 s b は、第 1 面 70 s a と反対側の面である。

10

【0098】

図 5 ( b ) に表したように、液状を保持している透光材層 70 s において、複数の粒子 77 の一部を支持体 6 側 ( 第 1 面 70 s a 側 ) に沈降させる。例えば、透光材層 70 s となる材料の層 ( 液状の層 ) を支持体 6 上に形成した後に保持すると、透光材層 70 s 中において第 1 面 70 s a から第 2 面 70 s b に向かう方向に沿って、複数の粒子 77 に濃度分布を設ける。これによって、透光材層 70 s において、複数の粒子 77 を第 1 濃度で含む低濃度部分 70 d 1 と、複数の粒子 77 を第 1 濃度よりも高い第 2 濃度で含む高濃度部分 70 d 2 とが形成される。この例では、支持体 6 と第 1 濃度部分 70 d 1 との間に、第 2 濃度部分 70 d 2 が形成される。

20

【0099】

透光材層 70 s を加熱して、透光材層 70 s に含まれる樹脂をプレ硬化 ( 第 1 の硬化 ) させる。プレ硬化は、複数の粒子 77 の濃度分布が実質的に保持される条件で行う。

【0100】

図 5 ( c ) に表したように、この例では、透光材層 70 s を支持体 6 から剥離する。

30

【0101】

図 5 ( d ) に表したように、透光材層 70 s を第 2 半導体層 20 の上に積層する。この例では、透光材層 70 s を中間膜 87 f の上に積層させる。このとき、透光材層 70 s の第 2 面 70 s b が第 2 半導体層 20 ( 中間膜 87 f ) と対向するように積層する。加熱して透光材層 70 s に含まれる樹脂を硬化 ( 第 2 の硬化 ) させる。例えば、第 2 の硬化における温度は、第 1 の硬化における温度よりも高い。第 2 の硬化により、透光材層 70 s と第 2 半導体層 20 ( 中間膜 87 f ) とが、例えば、接着される。透光材層 70 s ( 塗布膜 ) は、透光膜 70 f となる。

このような工程により、半導体発光素子 111 が、積層方向に対して垂直な方向に複数並んで形成される。

40

【0102】

この例では、透光材層 70 s を支持体 6 から剥離した後で、第 2 半導体層 20 の上に積層している。実施形態はこれに限らず、例えば、透光材層 70 s と第 2 半導体層 20 とを積層させた後で、支持体 6 を剥離してもよい。さらに、支持体 6 が光透過性であり、支持体 6 の硬度が透光材層 70 s の硬度よりも高い場合には、支持体 6 を剥離しなくてもよい。この場合、支持体 6 が透光層 70 の上面部分 ( 第 2 部分 72 ) となる。

【0103】

例えば、透光膜 70 f、中間膜 87 f 及び封止膜 85 f をダイシングライン DL に沿って切断する。これによって、透光膜 70 f は透光層 70、中間膜 87 f は中間層 87、封止膜 85 f は封止部 85 となり、複数の半導体発光素子 111 が形成される。半導体発光

50

素子 1 1 1 においては、例えば、実装時の生産性を向上できる。

【 0 1 0 4 】

図 6 ( a ) ~ 図 6 ( f ) は、第 1 の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を例示する工程順模式的断面図である。

これらの図は、半導体発光素子 1 1 2 の透光層 7 0 の製造方法を例示している。以下に説明する製造方法においては、透光層 7 0 の形成以外の工程は、例えば、図 2 ( a ) ~ 図 2 ( e ) に関して説明した方法を適用できる。

【 0 1 0 5 】

図 6 ( a ) ~ 図 6 ( c ) に表したように、第 1 透光材層 7 1 s、第 2 透光材層 7 2 s 及び第 3 透光材層 7 3 s を、それぞれ形成する。第 1 透光材層 7 1 s の形成には、例えば、複数の粒子 7 7 が第 1 の透光性樹脂に分散された第 1 の溶液が用いられる。第 2 透光材層 7 2 s の形成には、例えば、複数の粒子 7 7 が第 2 の透光性樹脂に分散された第 2 の溶液が用いられる。第 3 透光材層 7 3 s の形成には、例えば、複数の粒子 7 7 が第 3 の透光性樹脂に分散された第 3 の溶液が用いられる。第 1 ~ 第 3 の透光性樹脂のそれぞれの材料は互いに同じでもよいし、異なってもよい。

10

【 0 1 0 6 】

第 1 ~ 第 3 の溶液 ( 第 1 ~ 第 3 透光材層 7 1 s ~ 7 3 s ) においては、例えば、複数の粒子 7 7 の濃度 ( 粒子濃度 ) が異なる。この例では、第 2 の溶液 ( 第 2 透光材層 7 2 s ) における粒子 7 7 の第 2 粒子濃度は、第 1 の溶液 ( 第 1 透光材層 7 1 s ) における粒子 7 7 の第 1 粒子濃度よりも高い。第 3 の溶液 ( 第 3 透光材層 7 3 s ) における粒子 7 7 の第 3 粒子濃度は、第 1 の溶液における粒子 7 7 の第 1 粒子濃度よりも高く、第 2 の溶液における粒子 7 7 の第 2 粒子濃度よりも低い。

20

【 0 1 0 7 】

例えば、支持体 6 上に第 1 ~ 第 3 の溶液を、スクリーン印刷法、ポッティング、モールド、圧縮成形などにより塗布及び形状加工する。このとき、例えば、第 1 支持体の上に第 1 の溶液を塗布する。第 2 支持体の上に第 2 の溶液を塗布する。第 3 支持体の上に第 3 の溶液を塗布する。第 1 ~ 第 3 支持体は、例えば、それぞれ異なる。加熱によりプレ硬化 ( 第 1 の硬化 ) させ、例えば、支持体 6 ( 第 1 ~ 第 3 支持体 ) から剥離して、第 1 ~ 第 3 透光材層 7 1 s ~ 7 3 s を形成する。

【 0 1 0 8 】

図 6 ( d ) に表したように、第 1 ~ 第 3 透光材層 7 1 s ~ 7 3 s を、接着材層を介して接着する。第 3 透光材層 7 3 s は、第 1 透光材層 7 1 s と第 2 透光材層 7 2 s との間に配置される。この例では、第 1 透光材層 7 1 s と第 3 透光材層 7 3 s とを第 1 接着材層 7 1 g s により接着する。第 2 透光材層 7 2 s と第 3 透光材層 7 3 s とを第 2 接着材層 7 2 g s により接着する。これによって、透光材層 7 0 s が形成される。

30

【 0 1 0 9 】

図 6 ( e ) に表したように、透光材層 7 0 s を中間膜 8 7 f の上に配置する。このとき、第 2 透光材層 7 2 s ( 粒子 7 7 の濃度が高い層 ) が、上側 ( 中間膜 8 7 f と対向する側と反対側 ) になるように配置する。すなわち、第 2 透光材層 7 2 s と第 2 半導体層 2 0 との間に第 1 透光材層 7 1 s ( 及び第 3 透光材層 7 3 s ) が配置される。

40

【 0 1 1 0 】

加熱して、透光材層 7 0 s に含まれる樹脂を硬化 ( 第 2 の硬化 ) させて、透光膜 7 0 f を形成する。第 1 透光材層 7 1 s が第 1 透光膜 7 1 f となる。第 2 透光材層 7 2 s が第 2 透光膜 7 2 f となる。第 3 透光材層 7 3 s が第 3 透光膜 7 3 f となる。第 1 接着材層 7 1 g s が第 1 接着膜 7 1 g f となる。第 2 接着材層 7 2 g s が第 2 接着膜 7 2 g f となる。

【 0 1 1 1 】

例えば、透光材層 7 0 s、中間膜 8 7 f、封止膜 8 5 f をダイシングライン DL に沿って切断する。これにより、図 6 ( f ) に表した半導体発光素子 1 1 2 が形成される。

【 0 1 1 2 】

図 6 ( f ) に表したように、半導体発光素子 1 1 2 においては、第 1 透光膜 7 1 f は、

50

透光層 70 の第 1 部分 71 となる。第 2 透光膜 72 f は、透光層 70 の第 2 部分 72 となる。第 3 透光膜 73 f は、例えば、透光層 70 の第 3 部分 73 となる。第 1 接着膜 71 g f は、第 1 接着層 71 g となる。第 2 接着膜 72 g f は、第 2 接着層 72 g となる。半導体発光素子 112 においても、第 2 部分 72 の硬度が第 1 部分 71 の硬度よりも高くなるように、第 2 部分 72 における複数の粒子 77 の濃度が第 1 部分 71 における複数の粒子 77 の濃度よりも高く設定されている。半導体発光素子 112 においても、例えば実装時において高い生産性が得られる。

【0113】

この例において、透光層 70 における第 3 部分 73 は必要に応じて設けられ、省略しても良い。すなわち、第 3 透光材層 73 s 及び第 2 接着材層 72 g s は、必要に応じて設けられ、省略しても良い。すなわち、透光層 70 に設けられる透光材層の数は、2 でもよく、3 以上でもよい。

10

【0114】

半導体発光素子 112 において、透光層 70 は、例えば、第 1 部分 71、第 2 部分 72、第 3 部分 73、第 1 接着層 71 g 及び第 2 接着層 72 g を含む。透光層 70 において、屈折率に分布が設けられても良い。例えば、第 2 部分 72 の屈折率は、第 1 部分 71 の屈折率よりも低く設定してもよい。これにより、光取り出し効率を高くすることができる。

【0115】

半導体発光素子 112 においては、粒子 77 として蛍光体粒子を用いており、粒子 77 の濃度分布が形成されている。これにより、色ずれが抑制される。

20

【0116】

この例では、透光層 70 の第 2 部分 72 の硬度が第 1 部分 71 の硬度よりも高くなるように、第 2 部分 72 に含まれる粒子 77 の密度を第 1 部分 71 に含まれる粒子 77 の密度よりも高く設定している。実施形態は、これに限らず、第 1 部分 71 に含まれる樹脂材料と第 2 部分 72 に含まれる樹脂材料とを互いに異ならせることで、硬度を変化させても良い。

【0117】

図 7 (a) ~ 図 7 (c) は、第 1 の実施形態に係る半導体発光素子の製造方法を例示する工程順模式的断面図である。

これらの図は、半導体発光素子 113 の透光層 70 の製造方法を例示している。

30

【0118】

図 7 (a) に表したように、透光材層 70 s は、第 1 透光材層 71 s、第 2 透光材層 72 s 及び第 3 透光材層 73 s を含む。例えば、支持体 6 (第 1 ~ 第 3 支持体) 上に前述の第 1 ~ 第 3 溶液をスクリーン印刷法、ポッティング、モールドまたは圧縮成形などにより塗布及び形状加工して塗布膜 (第 1 ~ 第 3 透光材層 71 s ~ 73 s) を形成する。この塗布膜を、例えば、プレ硬化させ、塗布膜 (第 1 ~ 第 3 透光材層 71 s ~ 73 s) を、支持体 6 (第 1 ~ 第 3 支持体) からそれぞれ剥離する。例えば、第 1 透光材層 71 s と第 3 透光材層 73 s とを、第 1 接着材層 71 g s で接着する。第 2 透光材層 72 s と第 3 透光材層 73 s とを、第 2 接着材層 72 g s で接着する。これにより、透光材層 70 s が形成される。第 2 透光材層 72 s と第 1 透光材層 71 s との間に第 3 透光材層 73 s が配置される。

40

【0119】

この例では、第 1 透光材層 71 s 及び第 3 透光材層 73 s のそれぞれにおいて、粒子 77 の分布は不均一である。

例えば、第 1 透光材層 71 s は、第 1 濃度部分 71 d 1 と、第 2 濃度部分 71 d 2 と、を含む。第 1 濃度部分 71 d 1 における粒子 77 の濃度 (第 1 濃度) は、第 2 濃度部分 71 d 2 における粒子 77 の濃度 (第 2 濃度) よりも高い。第 1 濃度部分 71 d 1 と第 2 濃度部分 71 d 2 とは、積層方向に対して垂直な平面に投影したときに並置される。

例えば、第 3 透光材層 73 s は、第 3 濃度部分 73 d 3 と、第 4 濃度部分 73 d 4 と、を含む。第 3 濃度部分 73 d 3 における粒子 77 の濃度 (第 3 濃度) は、第 4 濃度部分 7

50



3 d 4における粒子77の濃度(第4濃度)よりも高い。第3濃度部分73 d 3と第4濃度部分73 d 4とは、積層方向に対して垂直な平面に投影したときに並置される。

【0120】

この例では、第2透光材層72 sにおいて、粒子はほぼ均一に分布している。この例では、第2透光材層72 sにおける粒子77の濃度は、第1透光材層71 sにおける粒子77の平均の濃度よりも高い。第2透光材層72 sにおける粒子77の濃度は、第3透光材層73 sにおける粒子77の平均の濃度よりも高い。

【0121】

このような第1～第3透光材層71 s～73 sが互いに積層されている。このとき、図7(a)に表したように、積層方向に対して垂直な平面に投影したときに、第1濃度部分71 d 1と第4濃度部分73 d 4とが重なるように積層する。例えば、第2濃度部分71 d 2と第3濃度部分73 d 3とが重なるように積層する。これにより、粒子77の濃度の面内のばらつきが抑制できる。

10

【0122】

図7(b)に表したように、透光材層70 sを中間膜87 fの上に配置する。このとき、第2透光材層72 sと第2半導体層20との間に第1透光材層71 s(及び第3透光材層73 s)が配置される。

【0123】

加熱によって、透光材層70 sに含まれる樹脂を硬化させて透光膜70 fを形成する。第1～第3透光材層71 sは、それぞれ、第1～第3透光膜71 fとなる。第1、第2接着材層72 g sは、それぞれ、第1、第2接着膜72 g fとなる。

20

【0124】

例えば、透光材層70 s、中間膜87 f、封止膜85 fをダイシングラインDLに沿って切断する。これにより、図7(c)に表した半導体発光素子113が形成される。

【0125】

第1透光膜71 fは、例えば、透光層70の第1部分71の少なくとも一部となる。第2透光膜72 fは、例えば、透光層70の第2部分72の少なくとも一部となる。第3透光膜73 fは、例えば、透光層70の第3部分73の少なくとも一部となる。

【0126】

半導体発光素子113において、第2部分72における粒子77の濃度が高いため、硬度が高い。半導体発光素子113においても、実装時の生産性が高い。

30

【0127】

また、半導体発光素子113において、透光層70における面内の粒子77の濃度のばらつきが低減されている。さらに、半導体発光素子113から出射される光における色ずれが抑制される。

この例では、透光材層において粒子77の濃度にばらつきが生じた場合であっても、複数の透光材層を濃度ばらつきが補償されるように積層することで、濃度のばらつきが低減される。これにより、半導体発光素子の製造における生産性が向上する。

【0128】

実施形態によれば、実装生産性が高い半導体発光素子及びその製造方法が提供される。

40

【0129】

本明細書において「窒化物半導体」とは、 $B_x In_y Al_z Ga_{1-x-y-z} N$  ( $0 < x < 1, 0 < y < 1, 0 < z < 1, x + y + z < 1$ )なる化学式において組成比 $x$ 、 $y$ 及び $z$ をそれぞれの範囲内で変化させた全ての組成の半導体を含むものとする。またさらに、上記化学式において、 $N$ (窒素)以外のV族元素もさらに含むもの、導電形などの各種の物性を制御するために添加される各種の元素をさらに含むもの、及び、意図せずに含まれる各種の元素をさらに含むものも、「窒化物半導体」に含まれるものとする。

【0130】

本願明細書において、「垂直」及び「平行」は、厳密な垂直及び厳密な平行だけではなく、例えば製造工程におけるばらつきなどを含むものであり、実質的に垂直及び実質的に

50

平行であればよい。

【0131】

以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明の実施形態は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、半導体発光素子に含まれる、第1半導体層、発光層、第2半導体層、第1電極、第2電極、第1導電性ピラー、第2導電性ピラー、封止部、透光層、透光部、粒子、中間層、絶縁層及び反射層などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に含まれる。

また、各具体例のいずれか2つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

10

【0132】

その他、本発明の実施の形態として上述した半導体発光素子及びその製造方法を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての半導体発光素子及びその製造方法も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

【0133】

その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

【0134】

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。

20

【符号の説明】

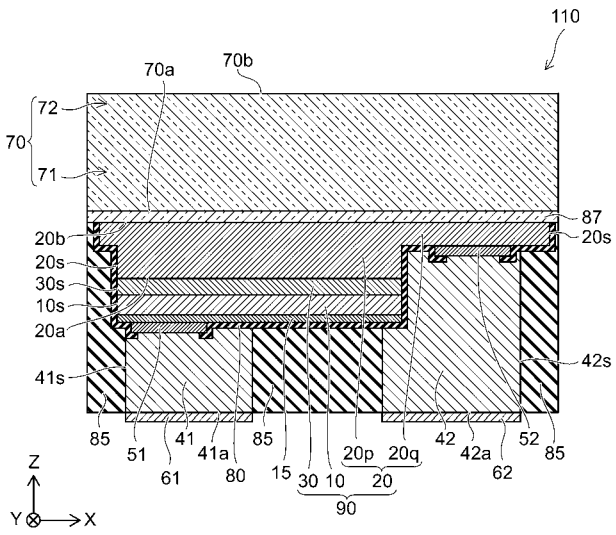
【0135】

5 ... 成長用基板、 6 ... 支持体、 10 ... 第1半導体層、 10s ... 第1側面、 12 f ... 第2半導体膜、 15 ... 反射層、 20 ... 第2半導体層、 20a ... 第3主面、 20b ... 第4主面、 20d ... 凹部、 20p ... 第1半導体部分、 20q ... 第2半導体部分、 20s ... 第2側面、 21f ... 第1半導体膜、 30 ... 発光層、 30f ... 発光膜、 30s ... 第3側面、 40f ... 導電膜、 41 ... 第1導電性ピラー、 41a ... 第1端部、 41f ... 第1導電膜、 41s ... 第4側面、 42 ... 第2導電性ピラー、 42a ... 第2端部、 42f ... 第2導電膜、 42s ... 第5側面、 50f ... 電極膜、 51 ... 第1電極、 51f ... 第1電極膜、 52 ... 第2電極、 52f ... 第2電極膜、 61 ... 第1端子、 62 ... 第2端子、 70 ... 透光層、 70a ... 第1主面、 70b ... 第2主面、 70d ... 下部分、 70d1 ... 低濃度部分、 70d2 ... 高濃度部分、 70f ... 透光膜、 70s ... 透光材層、 70sa ... 第1面、 70sb ... 第2面、 70u ... 上部分、 71 ... 第1部分、 71d1 ... 第1濃度部分、 71d2 ... 第2濃度部分、 71f ... 第1透光膜、 71g ... 第1接着層、 71gf ... 第1接着膜、 71gs ... 第1接着材層、 71s ... 第1透光材層、 72 ... 第2部分、 72f ... 第2透光膜、 72g ... 第2接着層、 72gf ... 第2接着膜、 72gs ... 第2接着材層、 72s ... 第2透光材層、 73 ... 第3部分、 73d3 ... 第3濃度部分、 73d4 ... 第4濃度部分、 73f ... 第3透光膜、 73s ... 第3透光材層、 76 ... 樹脂部、 77 ... 粒子、 80 ... 絶縁層、 80f ... 絶縁膜、 81 ... 第1開口、 82 ... 第2開口、 85 ... 封止部、 85a ... 第1貫通孔、 85b ... 第2貫通孔、 85f ... 封止膜、 87 ... 中間層、 87f ... 中間膜、 90 ... 積層体、 90f ... 積層体膜、 110 ~ 113 ... 半導体発光素子、 DL ... ダイシングライン

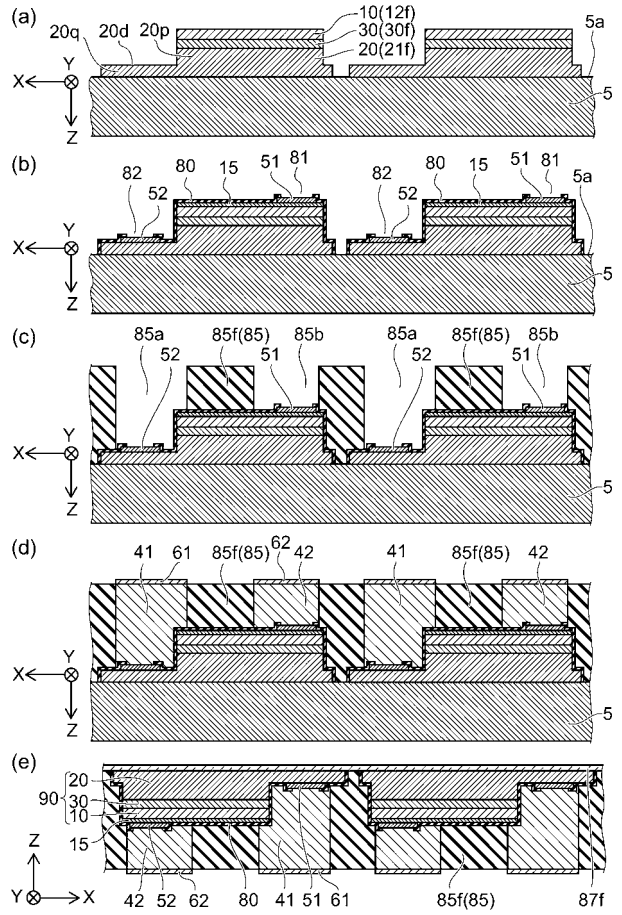
30

40

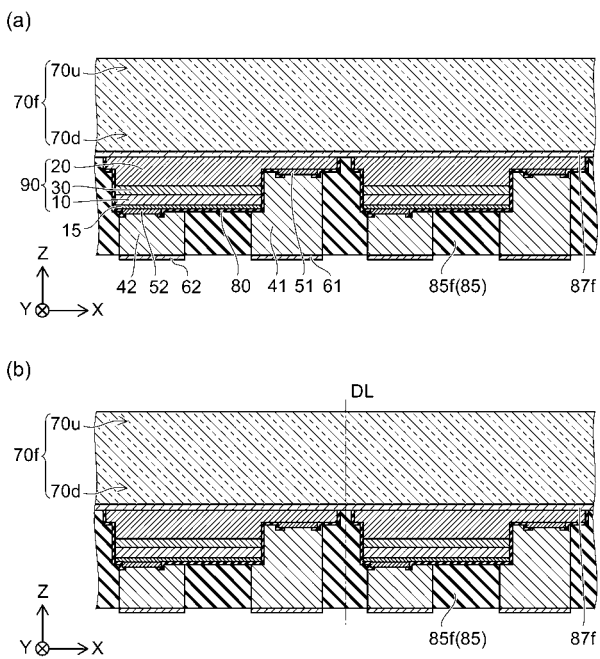
【 図 1 】



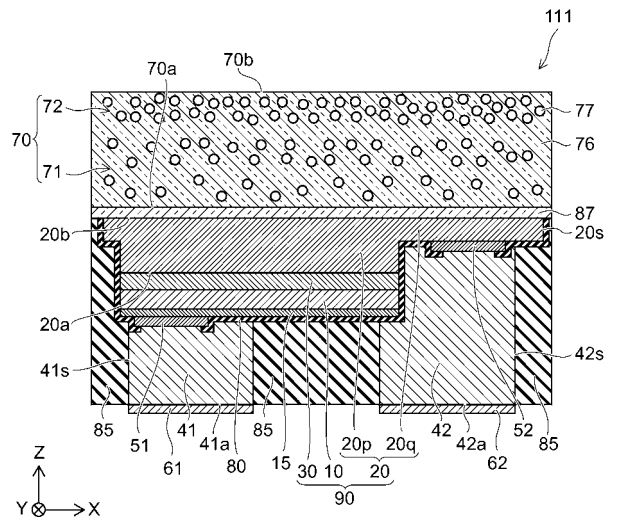
【 図 2 】



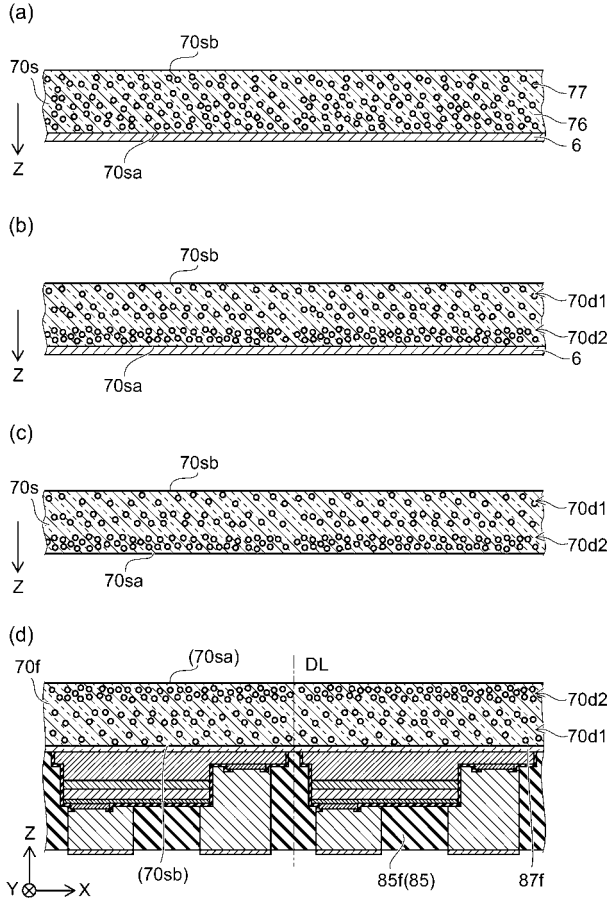
【 図 3 】



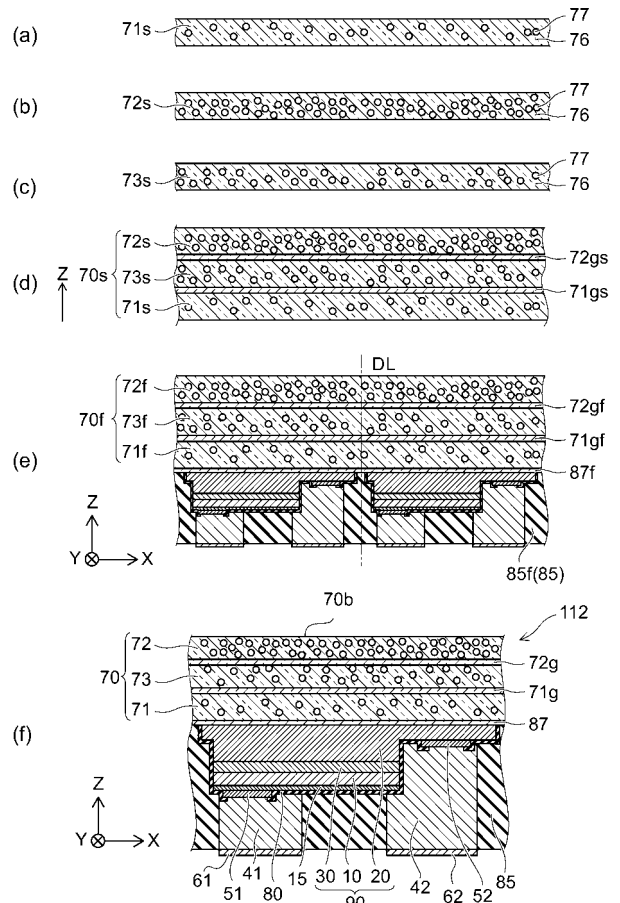
【 図 4 】



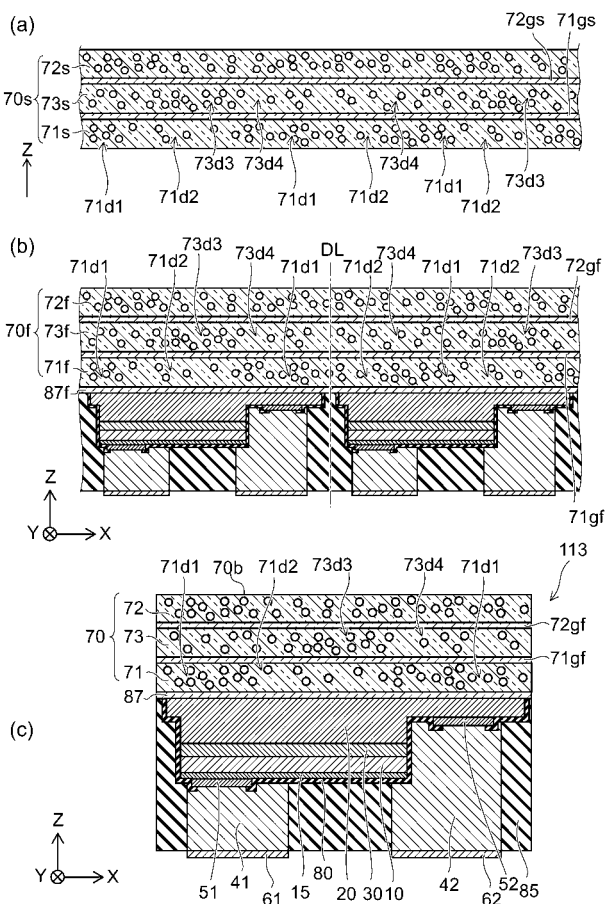
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F141 CA05 CA13 CA40 CA65 CA74 CA76 CA77 CA93 CB11 CB15  
CB36