

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7171568号
(P7171568)

(45)発行日 令和4年11月15日(2022.11.15)

(24)登録日 令和4年11月7日(2022.11.7)

(51)国際特許分類	F I
H 01 L 33/50 (2010.01)	H 01 L 33/50
H 01 L 33/62 (2010.01)	H 01 L 33/62
H 01 L 33/58 (2010.01)	H 01 L 33/58
H 01 L 33/38 (2010.01)	H 01 L 33/38
H 01 L 33/20 (2010.01)	H 01 L 33/20

請求項の数 15 (全30頁)

(21)出願番号	特願2019-527891(P2019-527891)	(73)特許権者	517099982 エルジー イノテック カンパニー リミ テッド 大韓民国, 07796, ソウル, カンソ -グ, マコク チョンカン 10-口, 30
(86)(22)出願日	平成29年11月24日(2017.11.24)	(74)代理人	100114188 弁理士 小野 誠
(65)公表番号	特表2019-536292(P2019-536292 A)	(74)代理人	100119253 弁理士 金山 賢教
(43)公表日	令和1年12月12日(2019.12.12)	(74)代理人	100129713 弁理士 重森 一輝
(86)国際出願番号	PCT/KR2017/013560	(74)代理人	100137213 弁理士 安藤 健司
(87)国際公開番号	WO2018/097667	(74)代理人	100143823 弁理士 市川 英彦
(87)国際公開日	平成30年5月31日(2018.5.31)		
審査請求日	令和2年11月16日(2020.11.16)		
(31)優先権主張番号	10-2016-0157703		
(32)優先日	平成28年11月24日(2016.11.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		
(31)優先権主張番号	10-2016-0160753		
(32)優先日	平成28年11月29日(2016.11.29)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体素子およびこれを含む表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれの発光部が、第1導電型半導体層、第2導電型半導体層、および前記第1導電型半導体層と前記第2導電型半導体層間に配置される活性層を含む複数個の発光部；

前記複数個の発光部上にそれぞれ配置される複数個の波長変換層；

前記複数個の発光部の間、および前記複数個の波長変換層の間に配置される隔壁；

前記複数個の波長変換層上にそれぞれ配置される複数個のカラーフィルタ；

前記複数個のカラーフィルタの間に配置されるブラックマトリックス；

前記複数個の発光部に共通して連結される第1バング電極；

前記複数個の発光部にそれぞれ電気的に連結される複数個の第2バング電極；

前記複数個の発光部の前記第1導電型半導体層を互いに電気的に連結する第1電極；および

前記複数個の発光部の下部を覆う第1絶縁層を含み、

前記第1導電型半導体層の幅は前記波長変換層に向かって連続的に減少し、前記第2導電型半導体層の幅は前記波長変換層に向かって増加し、

前記複数個の波長変換層の幅はそれぞれの波長変換層が配置された第1導電型半導体層の幅より小さく、

前記複数個のカラーフィルタの幅はそれぞれのカラーフィルタが配置された前記複数個の波長変換層の幅より大きい、半導体素子。

【請求項2】

10

20

前記複数個の波長変換層の間の幅は前記複数個の発光部の間の最大幅より大きい、請求項1に記載の半導体素子。

【請求項3】

前記第1電極は前記第1絶縁層を貫通して前記第1導電型半導体層と電気的に連結され、前記第1電極は前記第1バンプ電極と電気的に連結される、請求項1に記載の半導体素子。

【請求項4】

隣り合う前記波長変換層の間の幅は30μm～50μmである、請求項1に記載の半導体素子。

【請求項5】

前記隔壁は反射粒子を含む、請求項1に記載の半導体素子。

10

【請求項6】

前記波長変換層と前記カラーフィルタの間に配置される第1中間層をさらに含む、請求項1に記載の半導体素子。

【請求項7】

前記波長変換層はシリコーン樹脂を含み、前記カラーフィルタはアクリル樹脂を含む、請求項6に記載の半導体素子。

【請求項8】

前記第1中間層は酸化物または窒化物を含む、請求項6に記載の半導体素子。

【請求項9】

前記複数個の発光部の前記第1導電型半導体層の幅は前記波長変換層に近づくほど狭くなる、請求項1に記載の半導体素子。

20

【請求項10】

前記複数個の発光部の前記活性層の幅は前記波長変換層に近づくほど大きくなる、請求項1に記載の半導体素子。

【請求項11】

前記ブラックマトリックスの厚さは5μm～55μmである、請求項1に記載の半導体素子。

【請求項12】

半導体素子を含み、

30

前記半導体素子は、

それぞれの発光部が、第1導電型半導体層、第2導電型半導体層、および前記第1導電型半導体層と前記第2導電型半導体層間に配置される活性層を含む複数個の発光部；

前記複数個の発光部上にそれぞれ配置される複数個の波長変換層；

前記複数個の発光部の間、および前記複数個の波長変換層の間に配置される隔壁；

前記複数個の波長変換層上にそれぞれ配置される複数個のカラーフィルタ；

前記複数個のカラーフィルタの間に配置されるブラックマトリックス；

前記複数個の発光部に共通して連結される第1バンプ電極；

前記複数個の発光部にそれぞれ電気的に連結される複数個の第2バンプ電極；

前記複数個の発光部の前記第1導電型半導体層を互いに電気的に連結する第1電極；および

40

前記複数個の発光部の下部を覆う第1絶縁層を含み、

前記第1導電型半導体層の幅は前記波長変換層に向かって連続的に減少し、前記第2導電型半導体層の幅は前記波長変換層に向かって増加し、

前記複数個の波長変換層の幅はそれぞれの波長変換層が配置された第1導電型半導体層の幅より小さく、

前記複数個のカラーフィルタの幅はそれぞれのカラーフィルタが配置された前記複数個の波長変換層の幅より大きい、表示装置。

【請求項13】

前記複数個の波長変換層の間の幅は前記複数個の発光部の間の最大幅より大きい、請求

50

項 1 2 に記載の表示装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 電極は前記第 1 絶縁層を貫通して前記第 1 導電型半導体層と電気的に連結され、前記第 1 電極は前記第 1 バンプ電極と電気的に連結される、請求項 1 2 に記載の表示装置。

【請求項 1 5】

前記複数個の発光部の前記第 1 導電型半導体層の幅は前記波長変換層に近づくほど狭くなる、請求項 1 2 に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0 0 0 1】

実施例は半導体素子およびこれを含む表示装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

発光ダイオード (Light Emitting Diode : LED) は電流が印加されると光を放出する発光素子の一つである。発光ダイオードは低電圧で高効率の光を放出できるため、エネルギー節減効果に優れている。最近、発光ダイオードの輝度問題が大きく改善され、液晶表示装置のバックライトユニット (Backlight Unit)、電光掲示板、表示器、家電製品などのような各種機器に適用されている。

【0 0 0 3】

20

一般的な液晶表示装置は、発光ダイオードから放出された光と液晶の透過率を制御してカラーフィルタを通過する光でイメージまたは映像を表示する。最近では HD 以上の高画質および大画面の表示装置が要求されているが、一般的に主に使用されている複雑な構成を有する液晶表示装置および有機電界表示装置は歩留まりおよび費用のため、高画質の大画面表示装置の具現に困難がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

実施例は色純度が向上した半導体素子を提供する。

【0 0 0 5】

30

実施例は光度が向上した半導体素子を提供する。

【0 0 0 6】

実施例は個別的に駆動される第 1 ~ 第 3 発光部を含むチップレベルの発光素子が表示装置のピクセルとして提供され得る。この時、第 1 ~ 第 3 発光部がピクセルの各サブピクセルとして機能して高解像度の大型表示装置を具現することができる。

【0 0 0 7】

実施例で解決しようとする課題はこれに限定されるものではなく、下記で説明する課題の解決手段や実施形態から把握され得る目的や効果も含まれるものと言える。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 8】

40

本発明の一実施例に係る半導体素子は複数個の発光部を含む；前記複数個の発光部上にそれぞれ配置される複数個の波長変換層；前記複数個の発光部の間、および前記複数個の波長変換層の間に配置される隔壁および前記複数個の波長変換層上にそれぞれ配置される複数個のカラーフィルタ；および前記複数個のカラーフィルタの間に配置されるブラックマトリックスを含む。

【0 0 0 9】

前記複数個の波長変換層の間の幅は前記複数個の発光部の間の最大幅より大きくてよい。

【0 0 1 0】

前記それぞれの発光部は、第 1 導電型半導体層、第 2 導電型半導体層、および前記第 1

50

導電型半導体層と前記第2導電型半導体層間に配置される活性層を含むことができる。

【0011】

前記複数個の発光部の前記第1導電型半導体層の幅は前記波長変換層に近づくほど狭くなり得る。

【0012】

前記複数個の発光部の前記第2導電型半導体層の幅は前記波長変換層に近づくほど大きくなり得る。

【0013】

前記複数個の発光部に共通して連結される第1バンプ電極；前記複数個の発光部にそれぞれ電気的に連結される複数個の第2バンプ電極；および前記複数個の発光部の第1導電型半導体層を電気的に連結する第2電極を含むことができる。

10

【0014】

前記複数個の発光部の下部を覆う第1絶縁層をさらに含むことができる。

【0015】

前記第1電極は前記第1絶縁層を貫通して前記第1導電型半導体層と電気的に連結され得る。

【0016】

前記第1電極は前記第1バンプ電極と電気的に連結され得る。

【0017】

前記複数個の発光部にそれぞれ電気的に連結される複数個の第1バンプ電極；前記複数個の発光部に共通して連結される第2バンプ電極；および前記複数個の発光部の第2導電型半導体層を電気的に連結する第2電極を含むことができる。

20

【0018】

前記第2電極は前記第2バンプ電極と電気的に連結され得る。

【0019】

前記複数個の発光部の下部を覆う第1絶縁層をさらに含むことができる。

【0020】

前記第1絶縁層を貫通して、前記複数個の発光部の第2導電型半導体層の下部にそれぞれ配置される複数個の反射電極をさらに含み、前記第2電極は前記複数個の反射電極を電気的に連結することができる。

30

【0021】

前記隣り合う波長変換層の間の幅は30μm～50μmであり得る。

【0022】

前記隔壁は反射粒子を含むことができる。

【0023】

前記波長変換層上に配置されたカラーフィルタ層をさらに含み、前記カラーフィルタ層は前記複数個のカラーフィルタおよび前記ブラックマトリックスを含むことができる。

【0024】

本発明の一実施例に係る表示装置は前記半導体素子を含むことができる。

【0025】

複数個の共通配線と複数個の駆動配線が交差して定義された複数個のピクセル領域を含むパネルを含み、前記ピクセル領域ごとに前記半導体素子が配置されて前記第1、第2および第3発光部がそれぞれ緑色、赤色および青色波長帯の光を放出する第1、第2および第3サブピクセルであり得る。

40

【発明の効果】

【0026】

実施例の半導体素子は色純度が向上し得る。

【0027】

実施例の半導体素子は相対的光度が向上し得る。

【0028】

50

実施例の半導体素子は個別的に駆動される第1～第3発光部を含むチップレベルの発光素子が表示装置のピクセルとして提供され得る。この時、第1～第3発光部がピクセルの各サブピクセルとして機能して高解像度の大型表示装置を具現することができる。

【0029】

本発明の多様かつ有益な長所と効果は前述した内容に限定されず、本発明の具体的な実施形態を説明する過程でより容易に理解されるはずである。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の第1実施例に係る半導体素子の平面図。

10

【図2】図1のA-A方向断面図。

【図3】本発明の第2実施例に係る半導体素子の断面図。

【図4a】実施例に係る半導体素子の隔壁の幅による光束の変化を測定したグラフ。

【図4b】実施例に係る半導体素子の隔壁の幅による色純度の変化を測定したグラフ。

【図5】本発明の第3実施例に係る半導体素子の断面図。

【図6】図5の変形例。

【図7a】第3実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

20

【図7b】第3実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

【図7c】第3実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

【図7d】第3実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

【図7e】第3実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

【図7f】第3実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

【図8】本発明の第4実施例に係る半導体素子の断面図。

【図9a】第4実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

30

【図9b】第4実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

【図9c】第4実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

【図9d】第4実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面。

【図10】図8に図示した第4実施例に係る半導体素子の変形例の断面図。

【図11】本発明の第5実施例に係る半導体素子の断面図。

【図12】本発明の第6実施例に係る半導体素子の断面図。

【図13】本発明の第7実施例に係る半導体素子の断面図。

【図14】本発明の一実施例に係るディスプレイ装置の平面図。

【図15】半導体素子と回路基板が電気的に連結された状態を示した図面。

【発明を実施するための形態】

【0031】

本実施例は他の形態に変形され、または多様な実施例が互いに組み合わせられ得るが、本発明の範囲は以下で説明するそれぞれの実施例に限定されるものではない。

【0032】

特定の実施例で説明された事項が他の実施例で説明されていなくても、他の実施例でその事項と反対または矛盾する説明がない限り、他の実施例に関連した説明と理解され得る。

【0033】

例えば、特定の実施例で構成Aに対する特徴を説明し、他の実施例で構成Bに対する特徴を説明したとすれば、構成Aと構成Bが結合された実施例が明示的に記載されなくても、反対または矛盾する説明がない限り、本発明の技術的範囲に属するものと理解されるべきである。

【0034】

実施例の説明において、いずれか一つのelementが他のelementの「上(うえ)または下(した)(on or under)」に形成されるものと記載される場合において、上(うえ)または下(した)(on or under)は二つのelementが互いに直接(directly)接触したり一つ以上の他のelementが前記両elementの間に配置されて(indirectly)形成されるものをすべて含む

40

50

。また「上(うえ)または下(した)(on or under)」と表現される場合、一つのelementを基準として上側方向だけでなく下側方向の意味も含み得る。

【0035】

以下では添付した図面を参照して本発明の実施例について、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者が容易に実施できるように詳細に説明する。

【0036】

半導体素子は発光素子、受光素子などの各種電子素子を含むことができ、発光素子と受光素子はいずれも第1導電型半導体層110a、110b、110cと活性層120a、120b、120cおよび第2導電型半導体層130a、130b、130cを含むことができる。

10

【0037】

本実施例に係る半導体素子は発光素子であり得る。

【0038】

発光素子は電子と正孔が再結合することによって光を放出するようになり、この光の波長は物質固有のエネルギー・バンドギャップによって決定される。したがって、放出される光は前記物質の組成により異なり得る。

【0039】

以下、添付された図面を参照して実施例の半導体素子を詳細に説明すれば次の通りである。

【0040】

20

図1は本発明の第1実施例に係る半導体素子の平面図であり、図2は図1のA-A方向断面図である。

【0041】

図1を参照すると、半導体素子は複数個の発光部P1、P2、P3を含むことができる。複数個の発光部P1、P2、P3はそれぞれ同じであるかまたは異なる波長の光を出射することができる。複数個の発光部P1、P2、P3は互いに独立的に制御され得る領域と定義することができる。例示的に複数個の発光部P1、P2、P3のうち選択的に電流を印加して第1～第3発光部P1、P2、P3のうちいずれか一つのみを独立的に点灯することができる。

【0042】

30

複数個の発光部P1、P2、P3は、第1波長帯の光を出射する第1発光部P1、第2波長帯の光を出射する第2発光部P2、および第3波長帯の光を出射する第3発光部P3を含むことができる。

【0043】

第1発光部P1は緑色光を出射することができ、第2発光部P2と第3発光部P3は青色光を出射することができるがこれに限定されない。例示的に第1発光部P1は青色光を出射し、第2発光部P2と第3発光部P3は緑色光を出射することもできる。また、第1～第3発光部P1、P2、P3はすべて青色光を出射してもよい。第1～第3発光部P1、P2、P3は注入される電流により互いに異なる波長帯の光を出射してもよい。

【0044】

40

図2を参照すると、半導体素子1Aは第1～第3発光部P1、P2、P3、分離された第1導電型半導体層110a、110b、110cを電気的に連結する第1電極151と、第1電極151に連結された第1バンプ電極150、および分離された第2導電型半導体130a、130b、130cとそれ電気的に連結された複数の第2バンプ電極160a、160b、160cを含むことができる。

【0045】

半導体素子の、第1バンプ電極150と第2バンプ電極160a、160b、160cは複数個の発光部P1、P2、P3の下部に配置され得る。図面では、第1バンプ電極150と第2バンプ電極160a、160b、160cは第2導電型半導体層130a、130b、130cの下部に配置されたものと図示したが必ずしもこれに限定されない。例

50

示的に第1バンプ電極150と第2バンプ電極160a、160b、160cが第1導電型半導体層110a、110b、110cの上部に配置されてもよい。

【0046】

第1～第3発光部P1、P2、P3はそれぞれ第1導電型半導体層110a、110b、110c、活性層120a、120b、120cおよび第2導電型半導体層130a、130b、130cを含むことができる。

【0047】

例示的に第1発光部P1は第1導電型半導体層110a、活性層120aおよび第2導電型半導体層130aを含み、第2発光部P2は第1導電型半導体層110b、活性層120bおよび第2導電型半導体層130bを含み、第3発光部P3は第1導電型半導体層110c、活性層120cおよび第2導電型半導体層130cを含むことができる。

10

【0048】

第1～第3発光部P1、P2、P3の第1導電型半導体層110a、110b、110cは上部に行くほど幅が狭くなるように配置され得、第1～第3発光部P1、P2、P3の第2導電型半導体層130a、130b、130cは下部に行くほど幅が狭くなるように配置され得る。すなわち、第1導電型半導体層110a、110b、110cと第2導電型半導体層130a、130b、130cは互いに反対方向に行くほど幅が狭くなるように製作され得る。

【0049】

第1導電型半導体層110a、110b、110cはIII-V族、II-VI族などの化合物半導体で具現され得、n型ドーパントがドーピングされ得る。第1導電型半導体層110a、110b、110cは、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$) の組成式を有する半導体物質または $In_xAl_yGa_{1-x-y}P$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$) の組成式を有する半導体物質で形成され得る。例えば、AlInN、AlGaAs、GaP、GaAs、GaAsP、AlGaInPのうち選択された物質で形成され得るが、これに限定されない。n型ドーパントはSi、Ge、Sn、Se、Teなどで選択され得、これに限定されない。

20

【0050】

活性層120a、120b、120cは、単一井戸構造、多重井戸構造、単一量子井戸構造、多重量子井戸(Multi Quantum Well; MQW)構造、量子ドット構造または量子細線構造のうちいずれか一つの構造を有することができ、活性層120a、120b、120cの構造はこれに限定されない。活性層120a、120b、120cが井戸構造で形成される場合、例えば、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$) の組成式を有する井戸層と $In_aAl_bGa_{1-a-b}N$ ($0 \leq a \leq 1, 0 \leq b \leq 1, 0 \leq a+b \leq 1$) の組成式を有する障壁層を有する単一または量子井戸構造を有することができる。

30

【0051】

また、活性層120a、120b、120cは井戸層の組成が $(Al_pGa_{1-p})_qIn_{1-q}P$ 層(ただし、 $0 \leq p \leq 1, 0 \leq q \leq 1$)であり得、障壁層の組成が $(Al_{p1}Ga_{1-p1})_{q1}In_{1-q1}P$ 層(ただし、 $0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq q_1 \leq 1$)であり得るがこれに限定されるものではない。例えば、活性層120a、120b、120cはInGaN/GaN、InGaN/InGaN、GaN/AlGaN、InAlGaN/GaN、GaAs(InGaAs)/AlGaAs、GaP(InGaP)/AlGaPのうちいずれか一つ以上のペア構造で形成され得るがこれに限定されない。井戸層は障壁層のバンドギャップより小さいバンドギャップを有する物質で形成され得る。

40

【0052】

活性層120a、120b、120cは第1導電型半導体層110a、110b、110cを通じて注入される電子(または正孔)と第2導電型半導体層130a、130b、130cを通じて注入される正孔(または電子)が会う層である。活性層120a、120b、120cは電子と正孔が再結合するにつれて低いエネルギー準位に遷移し、それに

50

相応する波長を有する光を生成することができる。例えば、第1、第2および第3発光部P1、P2、P3の活性層120a、120b、120cは青色波長帯の光を生成することができる。

【0053】

第2導電型半導体層130a、130b、130cはIIII-V族、II-VI族などの化合物半導体で具現され得、p型ドーパントがドーピングされ得る。第2導電型半導体層130a、130b、130cは $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$)の組成式を有する半導体物質または $In_xAl_yGa_{1-x-y}P$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$)の組成式を有する半導体物質で形成され得る。例えば、第2導電型半導体層130a、130b、130cはAlInN、AlGaAs、GaP、GaAs、GaAsP、AlGaInPのうち選択された物質で形成され得るがこれに限定されない。P型ドーパントはMg、Zn、Ca、Sr、Baなどで選択され得、これに限定されない。

【0054】

第1～第3発光部P1、P2、P3は第1導電型半導体層110a、110b、110cを通じて青色波長帯の光が放出され得る。

【0055】

第1絶縁層140は第1～第3発光部P1、P2、P3の下部に配置され得る。第1絶縁層140は SiO_2 、 Si_xO_y 、 Si_3N_4 、 Si_xNy 、 SiO_xNy 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 AlN などからなる群から少なくとも一つが選択されて形成され得、これに限定されない。第1絶縁層140は第1電極151を第2導電型半導体層130a、130b、130cおよび活性層120a、120b、120cと電気的に絶縁させることができる。

【0056】

第1絶縁層140はSi酸化物やTi化合物を含む多層構造のDBR(distributed Bragg reflector)でもよい。しかし、必ずしもこれに限定されず第1絶縁層140は多様な反射構造を含むことができる。

【0057】

第1電極151は分離された第1導電型半導体層110a、110b、110cの間に配置され得る。そして第1電極151は分離された第1導電型半導体層110a、110b、110cを電気的に連結することができる。例えば、第1電極151は第1絶縁層140を貫通して第1導電型半導体層110a、110b、110cと電気的に連結され得る。

【0058】

第1電極151は第2パンプ電極160a、160b、160cと離隔して配置され得る。そして第1電極151は各発光構造物の第1導電型半導体層110a、110b、110cを電気的に連結することができる。第1電極151は第1導電型半導体層110a、110b、110cと一部重なるように配置されて電気的に連結され得る。第1電極151はオーミック電極であり得るが、これに限定されない。

【0059】

第1パンプ電極150は第1電極151と電気的に連結され得る。したがって、互いに離隔して配置された第1導電型半導体層110a、110b、110cは第1パンプ電極150と電気的に連結され得る。第1パンプ電極150と第1電極151は共通電極として機能することができるが、これに限定されない。

【0060】

複数個の第2パンプ電極160a、160b、160cは第2導電型半導体層130a、130b、130cと電気的に連結されてもよい。例示的に第2-1パンプ電極160aは第2-1導電型半導体層130aと電気的に連結され、第2-2パンプ電極160bは第2-2導電型半導体層130bと電気的に連結され、第2-3パンプ電極160cは第2-3導電型半導体層130cと電気的に連結され得る。

10

20

30

40

50

【0061】

第1バンプ電極150と第2バンプ電極160a、160b、160cはAg、Ni、Al、Rh、Pd、Ir、Ru、Mg、Zn、Pt、Au、Hf、Cuなどのような金属で形成され得る。また、第1バンプ電極150と第2バンプ電極160a、160b、160cは伝導性酸化膜と金属が混合された一つまたは複数個の層で形成され得、これに限定されない。

【0062】

第2導電型半導体層130a、130b、130cの下部には反射層がさらに配置され得るが、これに限定されない。

【0063】

複数個の第2バンプ電極160a、160b、160cと第2導電型半導体層130a、130b、130cの間には第2電極(161a、161b、161c)が配置され得る。しかし、必ずしもこれに限定されず第2バンプ電極160a、160b、160cが第2導電型半導体層130a、130b、130cとオーミック接触する物質を含むこともできる。

【0064】

支持層170は絶縁層140、第1電極151、第1導電型半導体層110a、110b、110c、活性層120a、120b、120cおよび第2導電型半導体層130a、130b、130cを支持するように半導体素子の下部に配置され得る。また、支持層170は光の透過度が低く、光反射層および/または光吸収層の役割を遂行することができる。

10

【0065】

支持層170は基材に反射粒子が分散した構造であり得る。基材はエポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、尿素樹脂、およびアクリル樹脂のうちいずれか一つ以上であり得る。一例として、高分子樹脂はシリコーン樹脂であり得る。反射粒子はTiO₂またはSiO₂のような無機物粒子を含むことができる。しかし、必ずしもこれに限定されず、支持層はEMC(Epoxy Molding Compound)またはSMC(Silicone Molding Compound)樹脂でもよい。

20

【0066】

支持層170は10~50wt%、または15~30wt%の無機物粒子を含むことができる。粒子の含量が10wt%より小さい場合、透過度を20%以下に制御することが難しく、含量が50wt%より大きい場合、無機物粒子の含量が高いためクラックが発生し得る。

30

【0067】

支持層170は熱膨張係数(CTE)が50ppm/以下であり得る。支持層170の厚さが70μm以上である場合に支持層170の透過度は20%以下であり得る。これにより、支持層170は第1~第3発光部P1、P2、P3で発生した光が第1導電型半導体層110a、110b、110cの上部に向かって反射することができる。これにより、実施例に係る半導体素子は向上した発光効率を提供することができる。

40

【0068】

図3は本発明の第2実施例に係る半導体素子の断面図であり、図4aおよび図4bは実施例に係る半導体素子の隔壁の幅による光束および色純度の変化を測定したグラフである。

【0069】

図3を参照すると、第2実施例に係る半導体素子1Bは第1~第3発光部P1、P2、P3上に配置された波長変換層181、182、183、および隔壁190をさらに含むことができる。

【0070】

波長変換層181、182、183は第1~第3発光部P1、P2、P3から放出される光の波長を変換することができる。

【0071】

50

例示的に第1波長変換層181は第1発光部P1から出射する光を緑色光に変換することができ、第2波長変換層182は第2発光部P2から出射する光を赤色光に変換することができ、第3波長変換層183は第3発光部P3から出射する光を青色光に変換することができる。もし第3発光部P3から青色光を出射する場合、第3波長変換層183は波長を変化させないか配置されなくてもよい。

【0072】

しかし、必ずしもこれに限定されず、第1～第3波長変換層181、182、183は第1～第3発光部P1、P2、P3から放出される青色(B)波長帯の光を吸収して白色(White:W)波長帯の光に変換してもよい。

【0073】

波長変換層181、182、183はエポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、尿素樹脂、およびアクリル樹脂などで選択された高分子樹脂に波長変換粒子が分散した構造であり得、これに限定されない。

【0074】

波長変換粒子は蛍光体、QD(Quantum Dot)のうちいずれか一つ以上を含むことができる。以下では波長変換粒子を蛍光体として説明する。

【0075】

蛍光体はYAG系、TAG系、Silicate系、Sulfide系またはNitrile系のうちいずれか一つの蛍光物質が含まれ得るが、実施例は蛍光体の種類に制限されない。

【0076】

例示的に、YAGおよびTAG系蛍光物質は(Y、Tb、Lu、Sc、La、Gd、Sm)₃(Al、Ga、In、Si、Fe)₅(O、S)₁₂:Ce中で選択され得、Silicate系蛍光物質は(Sr、Ba、Ca、Mg)₂SiO₄:(Eu、F、Cl)の中から選択使用可能である。また、Sulfide系蛍光物質は(Ca、Sr)S:Eu、(Sr、Ca、Ba)(Al、Ga)₂S₄:Euのうち選択可能であり、Nitrile系蛍光体は(Sr、Ca、Si、Al、O)N:Eu(例、CaAlSiN₄:Eu-SiAlON:Eu)またはCa-SiAlON:Eu系である(Cax、My)(Si、Al)₁₂(O、N)₁₆であり得る。この時、MはEu、Tb、YbまたはErのうち少なくとも一つの物質であり、0.05 < (x+y) < 0.3、0.02 < x < 0.27 and 0.03 < y < 0.3を満足する蛍光体成分の中から選択され得る。

【0077】

前記のような波長変換層181、182、183は隔壁190により第1～第3発光部P1、P2、P3と垂直方向に重なる領域別に分離され得る。隔壁190は波長変換層181、182、183の間および発光部P1、P2、P3の間に配置され得る。隔壁190はカーボンブラック(carbon black)、グラファイト(Graphite)のように光吸収物質を含んでもよいが、光を反射する反射物質を含んでもよい。

【0078】

隔壁190は基材に反射粒子が分散した構造であり得る。基材はエポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、尿素樹脂、およびアクリル樹脂のうちいずれか一つ以上であり得る。一例として、高分子樹脂はシリコーン樹脂であり得る。反射粒子はTiO₂またはSiO₂のような無機物粒子を含むことができるが、これに限定されない。

【0079】

隔壁190は無機物粒子を20wt%以上含むことができる。例示的に隔壁の無機物粒子は20wt%～70wt%であり得る。無機物粒子を20wt%未満で含む場合、隔壁190の反射度が低くなつて色純度が低くなる問題がある。例えば、第1発光部P1のみを点灯させて緑色光を出力する場合、第1発光部P1から出射した光の一部は隔壁190を通過して第2波長変換層182により赤色光に変換され得る。これによって色純度が低くなり得る。隔壁190は無機物粒子が70wt%を超過すると高分子樹脂の含量が小さくなるためクラック(Crack)が発生し得る。

10

20

30

40

50

【0080】

隔壁190は波長変換層181、182、183の間に配置される第1領域、および第1～第3発光部P1、P2、P3の間に配置される第2領域を含むことができる。

【0081】

例示的に第1領域の幅d1は第2領域の幅d2より大きくてよい。しかし、必ずしもこれに限定されず、第1領域の幅d1と第2領域の幅d2は同じでもよい。

【0082】

第1領域と第2領域の幅d1、d2は複数個の発光部P1、P2、P3の厚さ方向と垂直な方向(X軸方向)の距離であり得る。

【0083】

隔壁190の第1領域の幅d1は10μm以上であり得る。第1領域の幅d1は10μm～50μmであり得る。第1領域の幅d1が10μm以上である場合に、隔壁190は第1～第3発光部P1、P2、P3から放出される光を遮断して色純度を向上させることができる。

10

【0084】

例示的に無機物粒子の含量が20wt%以上であり、厚さが30μm以上である場合、隔壁190は第1～第3発光部P1、P2、P3から放出される光を遮断して光の重なりおよび混色を防止することができる。

【0085】

第1領域の幅d1が50μmより大きい場合、第1～第3発光部P1、P2、P3の間の幅が広くなつて半導体素子のサイズが大きくなり得る。隔壁190の形成方法は特に制限されない。例えは、隔壁190はフォトリソグラフィ、インプリンティング、ロールツーロールプリンティング、およびインクジェットプリンティングなどをを利用して形成することができる。

20

【0086】

第1領域の幅d1は第2領域の最大幅d2より大きくてよい。したがつて、それぞれの第1～第3波長変換層181、182、183のX軸方向の幅は第1～第3発光部P1、P2、P3の幅より小さくてもよい。このような構成によると、半導体素子のサイズを同一に製作しながらも隔壁の幅d1を増加させることができる。例示的にそれぞれの第1～第3波長変換層181、182、183のX軸方向の幅は第1～第3発光部P1、P2、P3の幅の80%～90%であり得る。

30

【0087】

図4aおよび図4bを参照すると、第1領域の幅が増加するほど複数個の発光部の光束は多少減少するが、色純度が大きく向上することを確認することもできる。すなわち、第1領域の幅が20μmである場合、色純度は102%向上し、第1領域の幅が30μmである場合105%に、第1領域の幅が50μmである場合106%に向上した。

【0088】

図5は本発明の第3実施例に係る半導体素子の断面図であり、図6は図5の変形例である。

40

【0089】

図5を参照すると、第3実施例に係る半導体素子1Cは波長変換層181、182、183および隔壁190上に配置されたカラーフィルタ層220を含むことができる。

【0090】

カラーフィルタ層220は複数のカラーフィルタ221、222、223とブラックマトリックス224を含むことができる。カラーフィルタ層220には第1～第3カラーフィルタ221、222、223が配置され得る。例示的に第1カラーフィルタ221は緑色フィルタでもよく、第2カラーフィルタ222は赤色フィルタでもよく、第3カラーフィルタ223は青色フィルタでもよい。

【0091】

複数個のカラーフィルタ221、222、223はMethylmethacryla

50

te - Butadiene - Styrene (MBS) のようなアクリル系列の樹脂に緑色 / 赤色 / 青色ピグメント (pigment) を混合して製作することができる。例示的にカラーフィルタ層 220 はフォトレジストに分散した顔料組成物をコーティング、露光、現像および硬化 (焼成) することで形成することができる。

【0092】

カラーフィルタ層 220 は波長変換層 181、182、183 により変換された光の色純度を向上させることができる。例示的に第 1 カラーフィルタ 221 は第 1 波長変換層 181 により変換された緑色光以外の光を遮断して緑色光の色純度を向上させることができる。

【0093】

また、波長変換層 181、182、183 が第 1 ~ 第 3 発光部 P1、P2、P3 の光を白色光に変換した場合、カラーフィルタ層 220 は白色 (W) 波長帯の光を青色 (B)、緑色 (G) および赤色 (R) 波長帯の光に分離することができる。

【0094】

カラーフィルタ層 220 は第 1 ~ 第 3 カラーフィルタ 221、222、223 の間に配置されるブラックマトリックス 224 を含むことができる。しかし、必ずしもこれに限定されず、第 1 ~ 第 3 カラーフィルタ 221、222、223 の間に配置されて区画できる構造であれば特に制限しない。

【0095】

ブラックマトリックス 224 の厚さは 5 μm ~ 55 μm であり得る。厚さが 5 μm より小さい場合、過度に薄いため第 1 ~ 第 3 カラーフィルタ 221、222、223 を画することができない可能性があり、厚さが 55 μm より大きい場合、全体的なフィルタの厚さが厚くなる問題がある。しかし、ブラックマトリックス 224 の厚さは必ずしもこれに限定されない。

【0096】

また、ブラックマトリックス 224 の幅はブラックマトリックス 224 の下部に配置された隔壁 190 の第 1 領域の幅 d_1 の $\pm 5 \mu\text{m}$ 範囲を有することができる。ブラックマトリックス 224 の幅は 5 μm ~ 55 μm であり得る。

【0097】

第 1 中間層 210 はカラーフィルタ層 220 と波長変換層 181、182、183 の間に配置されてこれらを接着する役割を遂行することができる。前述した通り、カラーフィルタ 221、222、223 はアクリル樹脂を主原料として使い、隔壁と波長変換層 181、182、183 はシリコーン樹脂を主原料として使うことができる。しかし、アクリル樹脂とシリコーン樹脂は物性差によって接着性が悪いため、波長変換層 181、182、183 上に直接カラーフィルタ 221、222、223 を製作することが難しい場合もある。

【0098】

第 1 中間層 210 は無機質材料として酸化物または窒化物を含むことができる。例示的に、第 1 中間層 210 は、ITO (indium tin oxide)、IZO (indium zinc oxide)、IZTO (indium zinc tin oxide)、IAZO (indium aluminum zinc oxide)、IGZO (indium gallium zinc oxide)、IGTO (indium gallium tin oxide)、AZO (aluminum zinc oxide)、ATO (antimony tin oxide)、GZO (gallium zinc oxide)、IZON (IZO Nitride)、AGZO (Al-Ga-ZnO)、IGZO (In-Ga-ZnO)、ZnO、IrO_x、RuO_x、NiO、RuO_x/ITO、ZnO、SiO₂、Si_xO_y、Si₃N₄、Si_xN_y、SiO_xN_y、Al₂O₃、TiO₂、AlN のうち少なくとも一つを含んで単層または多層で形成することができる。しかし、必ずしもこれに限定されず、第 1 中間層 210 はアクリル樹脂およびシリコーン樹脂の両方とも接着力が優秀な物質であれば制限なく選択され得る。

10

20

30

40

50

【0099】

第1中間層210の厚さは5nm～1,000nm、または40nm～200nmであり得る。厚さが5nmより小さい場合はアクリル樹脂が蛍光体に拡散することを防止することが難く、厚さが1000nmより大きい場合は透過率が70%よりも小さくなつて光束が減少する問題がある。

【0100】

隔壁190、第1中間層210、カラーフィルタ層220および封止層230の全体の厚さL₁は30μm～100μmであり得る。この時、隔壁190、第1中間層210、カラーフィルタ層220および封止層230の全体の厚さL₁が30μmより小さい場合、波長変換層181、182、183内の粒子数が少ないため色変換が少なくなり得、工程が困難であり得る。そして、隔壁190、第1中間層210、カラーフィルタ層220および封止層230の全体の厚さL₁が100μmより大きい場合、厚さによる光透過度が減少し得る。ここで、厚さはY軸方向の距離を意味する。

10

【0101】

図6を参照すると、変形例の半導体素子1C'は、第2中間層240が第1中間層210と波長変換層181、182、183の間に配置され得る。波長変換層181、182、183は工程によって、または樹脂に蛍光体粒子が分散するため、表面が平坦でないこともある。したがって、波長変換層181、182、183の表面の上にカラーフィルタ層を形成する場合、信頼性が低下する問題がある。第1中間層210は第2中間層240上に配置されて平坦面を提供することができる。

20

【0102】

しかし、必ずしもこれに限定されず、第2中間層240の構成は省略されてもよい。例示的に、波長変換層181、182、183および隔壁190の表面粗さが10μm以下または5μm以下である場合、第2中間層240は省略されてもよい。この時、第1中間層210の表面粗さは波長変換層181、182、183および隔壁190の表面粗さによって決定され得る。波長変換層181、182、183および隔壁190の表面粗さを制御するためにレベリングまたは研磨工程を遂行できる。

【0103】

第2中間層240は波長変換層181、182、183との接着力のために同じ材質を含むことができる。例示的に、第2中間層240と波長変換層181、182、183はすべてシリコーン樹脂を含むことができる。

30

【0104】

第2中間層240の厚さは3,000nm～20,000nmであり得る。第2中間層240の厚さが3,000nmより小さい場合、表面の平坦化が不良であり得、厚さが20,000nmより大きい場合、光透過率が減少する問題がある。したがって、第1中間層210と第2中間層240の厚さ比は1:4000～1:3であり得る。

【0105】

封止層230はカラーフィルタ層220上に配置され得る。封止層230は画素と半導体素子を覆うようにカラーフィルタ層220上に配置され、複数個の発光部P1、P2、P3、波長変換層181、182、183および隔壁190を保護することができる。

40

【0106】

封止層230は熱および/または光硬化性樹脂で形成されて液状の状態でカラーフィルタ層220上にコーティングされ、熱および/または光を利用した硬化工程によって硬化され得る。この時、封止層230は外部の押圧を緩衝する役割もすることができる。

【0107】

図7a～図7fは第3実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面である。

【0108】

図7aを参照すると、基板1上に第1導電型半導体層110、活性層120、および第2導電型半導体層130を順に形成することができる。基板1はサファイア(A₂O₃)、SiC、GaAs、GaN、ZnO、Si、GaP、InPおよびGeのうち選択さ

50

れた物質で形成され得、これに限定しはしない。

【0109】

図示してはいないが、第1導電型半導体層110と基板1の間にバッファー層（図示されず）がさらに具備され得る。バッファー層は第1導電型半導体層110、活性層120 120および第2導電型半導体層130と基板1の間の格子不整合を緩和することができる。バッファー層はII族とV族元素が結合された形態であるか、GaN、InN、AlN、InGaN、AlGaN、InAlGaN、AlInNのうちいずれか一つを含むことができる。バッファー層にはドーパントがドーピングされ得るが、これに限定されない。

【0110】

第1導電型半導体層110、活性層120および第2導電型半導体層130は、有機金属化学蒸着法（Metal Organic Chemical Vapor Deposition；MOCVD）、化学蒸着法（Chemical Vapor Deposition；CVD）、プラズマ化学蒸着法（Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition；PECVD）、分子線成長法（Molecular Beam Epitaxy；MBE）、水素化物気相成長法（Hydride Vapor Phase Epitaxy；HVPE）、スパッタリング（Sputtering）等の方法を利用して形成することができ、これに限定されない。

10

【0111】

図7bを参照すると、第2導電型半導体層130上に第1絶縁層140、第1電極151、および第2電極161a、161b、161cを形成することができる。以降、支持層170を形成した後、第1バンプ電極150と第2バンプ電極160a、160b、160cを貫通形成することができる。ただし、これに限定されず、第1バンプ電極150と第2バンプ電極160a、160b、160cを形成し、その後に支持層170を形成してもよい。

20

【0112】

この時、第2導電型半導体層130a、160b、160cと活性層120a、120b、120cはメサ食刻されて分離され得る。したがって、第2導電型半導体層130a、160b、160cと活性層120a、120b、120cは基板1と遠ざかる方向に幅が狭くなるように形成され得る。

30

【0113】

図7cを参照すると、基板1を除去することができる。基板1はレーザーリフトオフ（LLO）方式を利用することができますが必ずしもこれに限定されない。その後、第1導電型半導体層110を各発光部P1、P2、P3単位で分離することができる。したがって、第1導電型半導体層110はメサ食刻する過程で第2導電型半導体層130と反対方向に幅が狭くなるように形成され得る。

【0114】

図7dを参照すると、第1導電型半導体層110上に波長変換層181、182、183と隔壁190を形成することができる。この時、波長変換層181、182、183を先に形成した後に隔壁190を形成してもよいが必ずしもこれに限定されず、隔壁190を先に形成した後貫通ホールを形成してその中に波長変換層181、182、183を形成してもよい。

40

【0115】

図7eを参照すると、波長変換層181、182、183上に第1中間層210を形成し、その上に第1～第3カラーフィルタ221、222、223を形成することができる。この時、ブラックマトリックスを先に形成して波長変換層181、182、183と整列した後、第1～第3カラーフィルタ221、222、223を形成してもよいが、これに限定されるものではない。

【0116】

具体的には、緑色顔料（pigment）をスピンドルコート（spin coat

50

ing) またはバーコーティング (bar coating) 等の方法で全面塗布し、マスク工程を進行させて第1波長変換層181と対応する領域に第1カラーフィルタ221を形成することができる。

【0117】

その後、赤色顔料 (pigment) をスピンコーティング (spin coating) またはバーコーティング (bar coating) 等の方法で全面塗布し、マスク工程を進行させて第2波長変換層182と対応する領域に第2カラーフィルタ222を形成することができる。

【0118】

また、青色顔料 (pigment) をスピンコーティング (spin coating) またはバーコーティング (bar coating) 等の方法で全面塗布し、マスク工程を進行させて第3波長変換層183と対応する領域に第3カラーフィルタ223を形成することができる。その後、図7fのようにカラーフィルタ層220上に封止層230を形成することができる。

10

【0119】

図8は、本発明の第4実施例に係る半導体素子の断面図である。

【0120】

図8を参照すると、半導体素子1Dは波長変換層181、182、183の間、および第1～第3発光部P1、P2、P3の間に配置された遮断層200をさらに含むことができる。遮断層200は第1絶縁層140上にも配置され得る。

20

【0121】

遮断層200は第1～第3発光部P1、P2、P3から放出された光が隣接した波長変換層181、182、183に放出されることを遮断することができる。例示的に遮断層200は第1発光部P1から放出された光が第2波長変換層182に入射することを防止することができる。このような構成によって、遮断層200は光の重なりおよび混色を防止することができる。

【0122】

遮断層200は金属を含むことができる。遮断層200は光を反射させる金属を含んで隣接した波長変換層181、182、183に移動する光を反射させることができる。一例として、金属はAg、Ni、Ti、Alを含むことができるが、これに限定されるものではない。

30

【0123】

遮断層200の幅d3は20nm以上あり得る、望ましくは、遮断層200の幅d3は100nm～1000nmあり得る。遮断層200の幅d3が100nmより小さい場合、遮断層200の固定が難しいため表面粗さが大きくなり得る。また、遮断層200の幅d3が1000nmより大きいと重さなどによるストレスで剥離が発生し得る。

【0124】

遮断層200は金属の蒸着によって形成され得るが、これに限定されるものではない。

【0125】

カラーフィルタ層220は複数のカラーフィルタ221、222、223とブラックマトリックス224を含むことができる。カラーフィルタ層220には第1～第3カラーフィルタ221、222、223が配置され得る。例示的に第1カラーフィルタ221は緑色フィルタでもよく、第2カラーフィルタ222は赤色フィルタでもよく、第3カラーフィルタ223は青色フィルタでもよい。

40

【0126】

第1中間層210はカラーフィルタ層220と波長変換層181、182、183の間に配置されてこれらを接着する役割を遂行することができる。カラーフィルタ層220と第1中間層210は図5で説明した特徴がそのまま適用され得る。また、図6の第2中間層がさらに配置されてもよい。

【0127】

50

図9a～図9dは、第4実施例に係る半導体素子の製造方法を示した図面である。

【0128】

図9aに係る発光素子は、図7a～図7cで説明した製造過程がそのまま適用され得る。すなわち、基板を除去した後、第1導電型半導体層110を各発光部P1、P2、P3単位で分離することができる。したがって、第1導電型半導体層110はメサ食刻する過程で第2導電型半導体層130と反対方向に幅が狭くなるように形成され得る。

【0129】

図9bを参照すると、第1導電型半導体層110上に波長変換層181、182、183と感光層Sを形成することができる。この時、波長変換層181、182、183を先に形成した後に感光層Sを形成してもよいが必ずしもこれに限定されず、感光層Sを先に形成した後に貫通ホールを形成してその中に波長変換層181、182、183を形成してもよい。

10

【0130】

図9cを参照すると、波長変換層181、182、183、第1～第3発光部P1、P2、P3および第1電極151と隔壁190の間に遮断層200が形成され得る。一例として、遮断層200は感光層Sを除去した後に蒸着され得る。

【0131】

遮断層200は有機金属化学蒸着法(Metal Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD)、化学蒸着法(Chemical Vapor Deposition; CVD)、スパッタ(Sputtering)等の方法を利用して形成することができ、これに限定されない。

20

【0132】

遮断層200が形成されて隔壁190上に隔壁190が形成され得る。

【0133】

図9dを参照すると、波長変換層181、182、183、隔壁190および遮断層200のそれぞれが上部面に露出するように波長変換層181、182、183、隔壁190および遮断層200の一部を除去することができる。除去方法はレベリング、ポリッシング工程を適用することができるが、必ずしもこれに限定されるものではない。

【0134】

図10は、図8に図示した第4実施例に係る半導体素子の変形例の断面図である。

30

【0135】

図10を参照すると、半導体素子1D'の遮断層200は波長変換層181、182、183および第1～第3発光部P1、P2、P3と隔壁190の間に配置され得る。この時、第1絶縁層140は遮断層200の間に露出され得る。

【0136】

遮断層200は第1～第3発光部P1、P2、P3から放出された光が隣接した波長変換層181、182、183に放出されることを遮断することができる。このような構成によって、遮断層200は光の重なりおよび混色防止を提供することができる。遮断層200は前記の説明が同様に適用され得る。

【0137】

40

図11は、本発明の第5実施例に係る半導体素子の断面図である。

【0138】

図11を参照すると、半導体素子1Eは第1発光部～第3発光部P1、P2、P3、離隔された第1導電型半導体層110a、110b、110cとそれ電気的に連結された第1パンプ電極150a、150b、150c、分離された第2導電型半導体層130a、130b、130cを電気的に連結する第2電極162、および第2電極162と電気的に連結された第2パンプ電極160を含むことができる。

【0139】

実施例に係る半導体素子1Eは第1パンプ電極150a、150b、150cが第1導電型半導体層110a、110b、110cにそれぞれ電気的に連結され、第2パンプ電

50

極 160 は第 2 電極 162 を通じて第 2 導電型半導体層 130a、130b、130c と電気的に連結され得る。

【0140】

第 2 電極 162 は第 1 ~ 第 3 発光部 P1、P2、P3 で離隔した第 2 導電型半導体層間 130a、130b、130c に配置され得る。そして第 2 電極 162 は離隔した第 2 導電型半導体層 130a、130b、130c を電気的に連結することができる。

【0141】

また、第 1 ~ 第 3 発光部 P1、P2、P3 の下部に第 1 絶縁層 140 が配置され得る。そして第 2 導電型半導体層 130a、130b、130c の下部には反射電極 161 が配置され得る。

10

【0142】

一例として、第 1 発光部 ~ 第 3 発光部 P1、P2、P3 の第 1 導電型半導体層 110a、110b、110c と第 1 バンプ電極 150a、150b、150c の間にはそれぞれ第 1 電極 151a、151b、151c が配置され得る。反射電極 161 は Ag、Ni、Al、Rh、Pd、Ir、Ru、Mg、Zn、Pt、Au および Hf などのように反射率が高い物質で形成されるか、前記反射率が高い物質と IZO、IZTO、IAZO、IGZO、IGTO、AZO、ATO などのような伝導性物質が混合されて単層または多層で形成され得、これに限定されない。

【0143】

そして、第 2 電極 162 は反射電極 161 の間に配置されて第 2 導電型半導体層 130a、130b、130c と第 2 バンプ電極 160 を電気的に連結することができる。第 2 電極 162 は第 1 ~ 第 3 発光部 P1、P2、P3 に電源を印加する共通電極の役割を遂行することができる。

20

【0144】

再び図 11 を参照すると、第 1 絶縁層 140 は第 1 ~ 第 3 発光部 P1、P2、P3 の下部を覆うように配置され得る。第 2 絶縁層 141 は第 1 電極 151a、151b、151c の一部、反射電極 161 の一部、および第 2 電極 162 の全体を覆うことができる。

【0145】

第 1 絶縁層 140 と第 2 絶縁層 141 は SiO_2 、 Si_xO_y 、 Si_3N_4 、 Si_xN_y 、 SiO_xNy 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 AlN などからなる群から少なくとも一つが選択されて形成され得、これに限定されない。

30

【0146】

第 1 絶縁層 140 は Si 酸化物や Ti 化合物を含む多層構造の DBR (distributed Bragg reflector) でもよい。しかし、必ずしもこれに限定されず、第 1 絶縁層 140 は多様な反射構造を含むことができる。

【0147】

支持層 170 は複数個の発光部 P1、P2、P3 と第 2 電極 162 を支持するように複数個の発光部 P1、P2、P3 の下部に配置され得る。また、支持層 170 は光の透過度が低く、光反射層および / または光吸収層の役割を遂行することができる。

【0148】

支持層 170 は基材に反射粒子が分散した構造であり得る。基材は光透過性エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、尿素樹脂、およびアクリル樹脂のうちいずれか一つ以上であり得る。一例として、高分子樹脂はシリコーン樹脂であり得る。反射粒子は TiO_2 または SiO_2 のような無機物粒子を含むことができる。しかし、必ずしもこれに限定されず、支持層は EMC (Epoxy Molding Compound) または SMC (Silicone Molding Compound) 樹脂でもよい。

40

【0149】

支持層 170 は 10 ~ 50 wt%、または 15 ~ 30 wt% の無機物粒子を含むことができる。粒子の含量が 10 wt% より小さい場合、透過度を 20 % 以下に制御するのが難しく、含量が 50 wt% より大きい場合、無機物粒子の含量が高いためクラックが発生し

50

得る。

【0150】

支持層170は熱膨張係数(CTE)が50 ppm/以下であり得る。そのため、支持層170の厚さが70 μm以上である場合に支持層170の透過度は20%以下であり得る。これによって、支持層170は第1～第3発光部P1、P2、P3で発生した光が第1導電型半導体層110a、110b、110cの上部に向かって反射され得る。したがって、一実施例に係る半導体素子は向上した発光効率を提供することができる。

【0151】

第1バンプ電極150a、150b、150cは支持層170を貫通して第1電極151a、151b、151cと電気的に連結され得る。

10

【0152】

第2バンプ電極160は支持層170を貫通して反射電極161と電気的に連結され得る。反射電極161は第2電極162によって電気的に連結され得る。ただし、これに限定されるものではない。

【0153】

そして、第2バンプ電極160は反射電極161と第2電極162を通じて第1～第3発光部P1、P2、P3の第2導電型半導体層130a、130b、130cと電気的に連結され得る。

【0154】

図12は本発明の第6実施例に係る半導体素子の断面図であり、図13は本発明の第7実施例に係る半導体素子の断面図である。

20

【0155】

図12を参照すると、実施例に係る半導体素子1Fは第1～第3発光部P1、P2、P3上に配置された波長変換層181、182、183、および隔壁190をさらに含むことができる。

【0156】

波長変換層181、182、183は第1～第3発光部P1、P2、P3から放出される光の波長を変換することができる。

【0157】

例示的に第1波長変換層181は第1発光部P1から出射する光を緑色光に変換することができ、第2波長変換層182は第2発光部P2から出射する光を赤色光に変換することができ、第3波長変換層183は第3発光部P3から出射する光を青色光に変換することができ。もし第3発光部P3から青色光を出射する場合、第3波長変換層183は波長を変化させなくてもよい。

30

【0158】

しかし、必ずしもこれに限定されず、第1～第3波長変換層181、182、183は第1～第3発光部P1、P2、P3から放出される青色(B)波長帯の光を吸収して白色(White:W)波長帯の光に変換してもよい。

【0159】

波長変換層181、182、183は透過性エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、尿素樹脂、およびアクリル樹脂などで選択された高分子樹脂に波長変換粒子が分散した構造であり得、これに限定されない。

40

【0160】

波長変換粒子は蛍光体、QD(Quantum Dot)のうちいずれか一つ以上を含むことができる。以下では波長変換粒子を蛍光体として説明する。

【0161】

蛍光体はYAG系、TAG系、Silicate系、Sulfide系またはNitride系のうちいずれか一つの蛍光物質が含まれ得るが、実施例は蛍光体の種類に制限されない。

【0162】

50

例示的に、YAGおよびTAG系蛍光物質は(Y、Tb、Lu、Sc、La、Gd、Sm)₃(Al、Ga、In、Si、Fe)₅(O、S)₁₂:Ceの中で選択され得、Silicate系蛍光物質は(Sr、Ba、Ca、Mg)₂SiO₄:(Eu、F、Cl)の中から選択使用可能である。また、Sulfide系蛍光物質は(Ca、Sr)S:Eu、(Sr、Ca、Ba)(Al、Ga)₂S₄:Euのうち選択可能であり、Nitride系蛍光体は(Sr、Ca、Si、Al、O)N:Eu(例、CaAlSiN₄:Eu - SiAlON:Eu)またはCa - SiAlON:Eu系である(Cax、My)(Si、Al)₁₂(O、N)₁₆であり得る。この時、MはEu、Tb、YbまたはErのうち少なくとも一つの物質であり、0.05 < (x + y) < 0.3、0.02 < x < 0.27 and 0.03 < y < 0.3を満足する蛍光体成分の中から選択され得る。

10

【0163】

前記のような波長変換層181、182、183は隔壁190により第1～第3発光部P1、P2、P3と垂直方向に重なる領域別に分離され得る。隔壁190は波長変換層181、182、183の間および発光部P1、P2、P3の間に配置され得る。隔壁190はカーボンブラック(carbon black)、グラファイト(Graphite)のように光吸収物質を含んでもよいが、光を反射する反射物質を含んでもよい。

【0164】

隔壁190は基材に反射粒子が分散した構造であり得る。基材はエポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、尿素樹脂、およびアクリル樹脂のうちいずれか一つ以上であり得る。一例として、高分子樹脂はシリコーン樹脂であり得る。反射粒子はTiO₂またはSiO₂のような無機物粒子を含むことができるが、これに限定されない。

20

【0165】

隔壁190は無機物粒子を20wt%以上含むことができる。例示的に隔壁の無機物粒子は20wt%～70wt%であり得る。無機物粒子を20wt%未満で含む場合、隔壁190の反射度が低くなつて色純度が低くなる問題がある。例えば、第1発光部P1のみを点灯させて緑色光を出力する場合、第1発光部P1から出射した光の一部は隔壁190を通過して第2波長変換層182により赤色光に変換され得る。これによって色純度が低くなり得る。隔壁190は無機物粒子が70wt%を超過するとクラック(Crack)が発生し得る。

30

【0166】

隔壁190は波長変換層181、182、183の間に配置される第1領域、および第1～第3発光部P1、P2、P3の間に配置される第2領域を含むことができる。隔壁190についての説明は前記と同様に適用され得る。

【0167】

図13を参照すると、実施例に係る半導体素子1Gは波長変換層181、182、183および隔壁190上に配置されたカラーフィルタ層220を含むことができる。

【0168】

カラーフィルタ層220は第1～第3カラーフィルタ221、222、223が配置され得る。例示的に第1カラーフィルタ221は緑色フィルタでもよく、第2カラーフィルタ222は赤色フィルタでもよく、第3カラーフィルタ223は青色フィルタでもよい。

40

【0169】

カラーフィルタ層220はMethylmethacrylate-Butadiene-Styrene(MBS)のようなアクリル樹脂に緑色/赤色/青色ピグメント(pigment)を混合して製作することができる。例示的にカラーフィルタ層220はフォトレジストに分散した顔料組成物をコーティング、露光、現像および硬化(焼成)することで形成することができる。

【0170】

カラーフィルタ層220は波長変換層181、182、183により変換された光の色純度を向上させることができる。例示的に第1カラーフィルタ221は第1波長変換層181により変換された緑色光以外の光を遮断して緑色光の色純度を向上させることができ

50

る。

【0171】

また、波長変換層181、182、183が第1～第3発光部P1、P2、P3の光を白色光に変換した場合、カラーフィルタ層220は白色(W)波長帯の光を青色(B)、緑色(G)および赤色(R)波長帯の光に分離することができる。

【0172】

カラーフィルタ層220は第1～第3カラーフィルタ221、222、223の間に配置されるブラックマトリックス224を含むことができる。

【0173】

第1中間層210はカラーフィルタ層220と波長変換層181、182、183の間に配置され得る。前述した通り、カラーフィルタ層220はアクリル樹脂を主原料として使い、隔壁と波長変換層181、182、183はシリコーン樹脂を主原料として使うことができる。しかし、アクリル樹脂とシリコーン樹脂の接着性が悪いため、波長変換層181、182、183上に直接カラーフィルタ層220を製作することが困難であり得る。

10

【0174】

第1中間層210は無機質材料として酸化物または窒化物を含むことができる。例示的に、第1中間層210はITO、ZnO、AZO、SiO₂を含むことができる。しかし、必ずしもこれに限定されず、第1中間層210はアクリル樹脂およびシリコーン樹脂の両方とも接着力が優秀な物質が選択され得る。

【0175】

第1中間層210の厚さは5nm～1000nm、または40nm～200nmであり得る。厚さが5nmより小さい場合アクリル樹脂が蛍光体に拡散することを防止することが難しく、厚さが1000nmより大きい場合、透過率が70%より小さくなつて光束が減少する問題がある。図示してはいないが第1中間層210と波長変換層181、182、183の間には第2中間層が配置されてもよい。

20

【0176】

封止層230はカラーフィルタ層220上に配置され得る。封止層230は画素と半導体素子を覆うようにカラーフィルタ層220上に配置され、複数個の発光部P1、P2、P3、波長変換層181、182、183および隔壁190を保護することができる。

【0177】

30

封止層230は熱および/または光硬化性樹脂で形成されて液状の状態でカラーフィルタ層220上にコーティングされ、熱および/または光を利用した硬化工程によって硬化され得る。この時、封止層230は外部の押圧を緩衝する役割もする。

【0178】

図14は本発明の一実施例に係るディスプレイ装置の平面図であり、図15は半導体素子と回路基板が電気的に連結された状態を示した図面である。

【0179】

図14および図15を参照すると、表示装置は共通配線41と駆動配線42が交差する領域と定義された複数個のピクセル領域を含むパネル40、各ピクセル領域に配置された半導体素子、共通配線41に駆動信号を印加する第1ドライバー30、駆動配線42に駆動信号を印加する第2ドライバー20、および第1ドライバー30と第2ドライバー20を制御するコントローラ50を含むことができる。

40

【0180】

パネル40に配置された第2隔壁46は各ピクセル領域に配置された半導体素子間に配置され、半導体素子、共通配線41および駆動配線42等を支持することができる。したがって、パネル44が大面積に大きくなつても共通配線41および駆動配線42の断線が防止され得る。第2隔壁46はカーボンブラック(carbon black)、グラファイト(Graphite)等のような物質を含んで形成されて隣接したピクセル領域の間の光漏れを防止することができ、これに限定されない。

【0181】

50

共通配線 4 1 は半導体素子の第 1 電極 150 と電気的に連結され得る。そして、第 1、第 2、第 3 駆動配線 4 3、4 4、4 5 は第 1、第 2、第 3 発光部 P 1、P 2、P 3 の第 2 電極 160 a、160 b、160 c とそれぞれ電気的に連結され得る。

【 0 1 8 2 】

第 1 電極 150 と第 2 電極 160 a、160 b、160 c が活性層 120 a、120 b、120 c を基準として、すべて半導体素子の第 2 導電型半導体層 130 a、130 b、130 c が配置された方向に露出するため、共通配線 4 1 と駆動配線 4 2 は少なくとも一つの絶縁膜を挟んで分離された構造であり得、これに限定されない。実施例では第 1、第 2 絶縁膜 1 a、1 b を図示した。

【 0 1 8 3 】

半導体素子はパネル 4 0 のピクセル領域ごとに配置され得る。一つの半導体素子が表示装置のピクセルとして機能することができる。そして、半導体素子の第 1 ~ 第 3 発光部 P 1、P 2、P 3 は第 1、第 2、第 3 サブピクセルとして機能することができる。例えば、第 1 発光部 P 1 は青色サブピクセルとして機能することができ、第 2 発光部 P 2 は緑色サブピクセルとして機能することができ、第 3 発光部 P 3 は赤色サブピクセルとして機能することができる。したがって、前記のような一つの半導体素子から放出される青色、緑色および赤色波長帯の光を混合して白色光を具現することができる。

【 0 1 8 4 】

また、半導体素子は基板上にチップ単位パッケージ (C h i p S c a l e P a c k a g e、C S P) で配置され得る。

【 0 1 8 5 】

コントローラ 5 0 は共通配線 4 1 と駆動配線 4 2 に選択的に電源が印加されるように、第 1、第 2 ドライバー 3 0、2 0 に制御信号を出力することができる。これに伴い、半導体素子の第 1 ~ 第 3 発光部 P 1、P 2、P 3 を個別的に制御することができる。

【 0 1 8 6 】

一般的な表示装置はピクセルの各サブピクセルごとに発光素子を個別的に配置するか、ダイボンディング (D i e - B o n d i n g) およびワイヤーボンディングのようなさらなるパッケージング工程を通じてパッケージングされた二個以上の発光素子を含む半導体素子をピクセルに配置することができる。したがって、一般的な表示装置はパッケージング面積を考慮しなければならないため、パネルの全体面積のうち実際に発光する領域の面積が狭いため発光効率が低い。

【 0 1 8 7 】

その反面、実施例の表示装置はピクセル領域にチップレベルの半導体素子が配置され、半導体素子の第 1、第 2、第 3 発光部 P 1、P 2、P 3 が R、G、B の第 1 ~ 第 3 サブピクセルとして機能することができる。したがって、第 1 ~ 第 3 サブピクセルとして機能する第 1 ~ 第 3 発光部 P 1、P 2、P 3 をダイボンディング (D i e - B o n d i n g) およびワイヤーボンディングのようなさらなる工程でパッケージングする必要がない。これに伴い、ワイヤーボンディングなどを遂行する面積が除去されて、半導体素子の第 1 ~ 第 3 発光部 P 1、P 2、P 3 の間の幅が減少され得る。すなわち、サブピクセルおよびピクセル領域のピッチ幅が減少して表示装置のピクセル密度および解像度が向上し得る。

【 0 1 8 8 】

特に、第 1 電極 150 と第 2 電極 160 a、160 b、160 c が複数個の発光部 P 1、P 2、P 3 と垂直方向に重なるため、実施例の半導体素子は前述したパッド領域を確保する必要がない。したがって、発光効率が高く、前述したように第 1 ~ 第 3 発光部 P 1、P 2、P 3 の間の幅が減少して半導体素子の大きさを減少させることができる。

【 0 1 8 9 】

したがって、実施例の半導体素子を含む実施例の表示装置は S D (S t a n d a r d D e f i n i t i o n) 級の解像度 (7 6 0 × 4 8 0) 、 H D (H i g h d e f i n i t i o n) 級の解像度 (1 1 8 0 × 7 2 0) 、 F H D (F u l l H D) 級の解像度 (1 9 2 0 × 1 0 8 0) 、 U H (U l t r a H D) 級の解像度 (3 4 8 0 × 2 1 6 0) 、ま

10

20

30

40

50

たはUHD級以上の解像度（例：4K（K=1000）、8Kなど）で具現するのに制約がない。

【0190】

さらに、実施例の表示装置は対角線の大きさが100インチ以上の電光掲示板やTVにも適用することができる。これは前述した通り、実施例に係る半導体素子が各ピクセルとして機能するため、電力消費が低く、低い維持費用で長い寿命を有することができるためである。

【0191】

以上で実施例を中心に説明したが、これは単なる例示に過ぎず、本発明を限定するものではなく、本発明が属する分野の通常の知識を有する者であれば、本実施例の本質的な特性を逸脱しない範囲で以上に例示されていない多様な変形と応用が可能であることが分かるはずである。例えば、実施例に具体的に示された各構成要素は変形して実施できるものである。そして、このような変形と応用に關係した差異点は添付された特許請求の範囲で規定する本発明の範囲に含まれるものと解釈されるべきである。

10

20

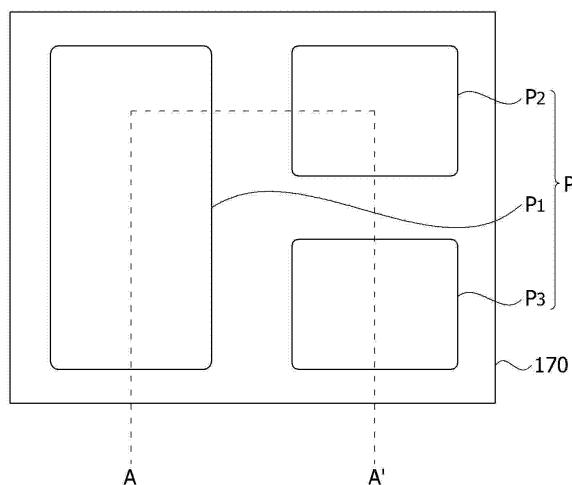
30

40

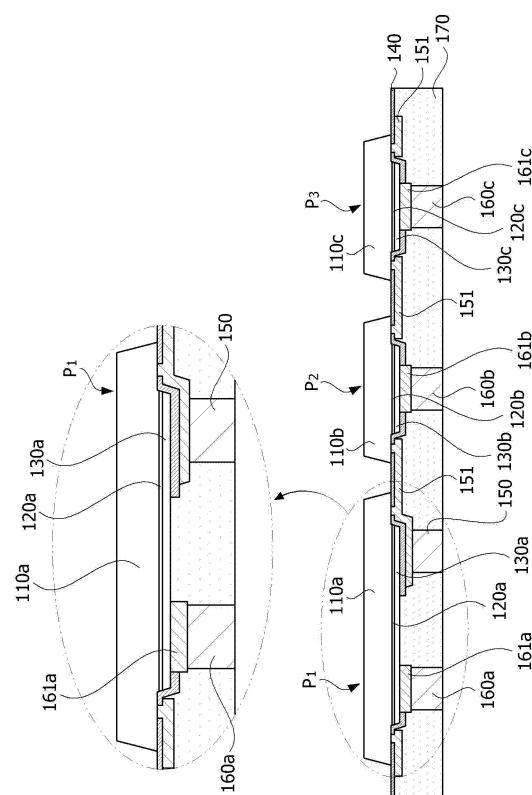
50

【四面】

【 囮 1 】



【 図 2 】



10

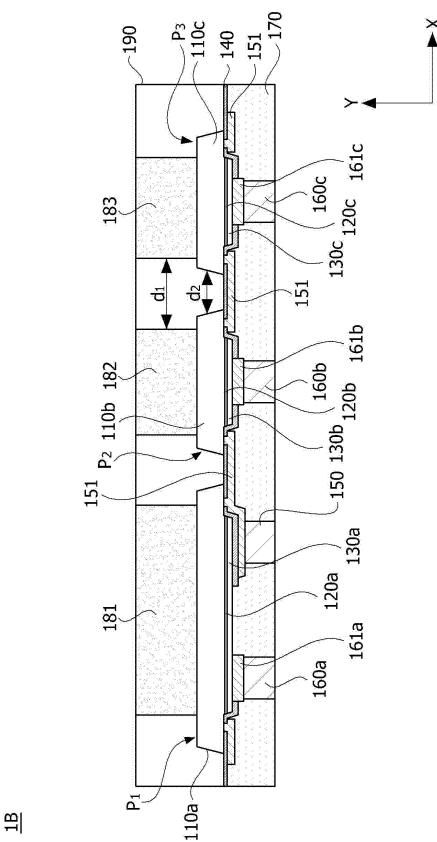
20

30

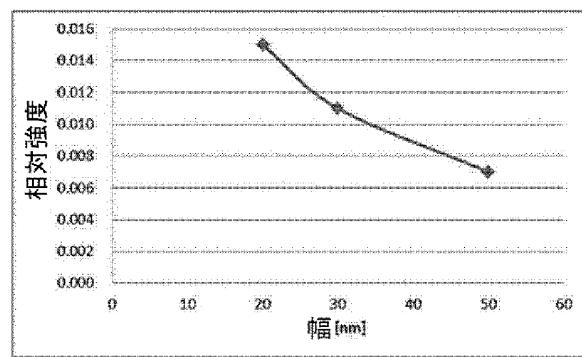
40

50

【 义 3 】



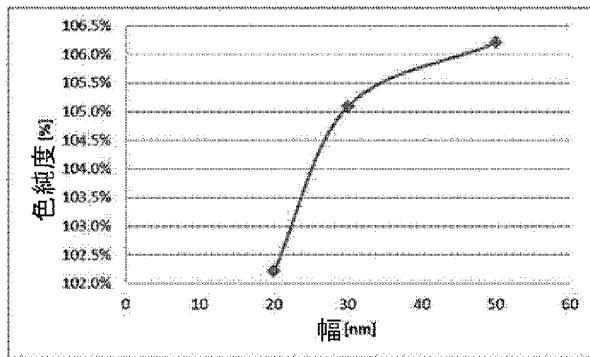
【図4a】



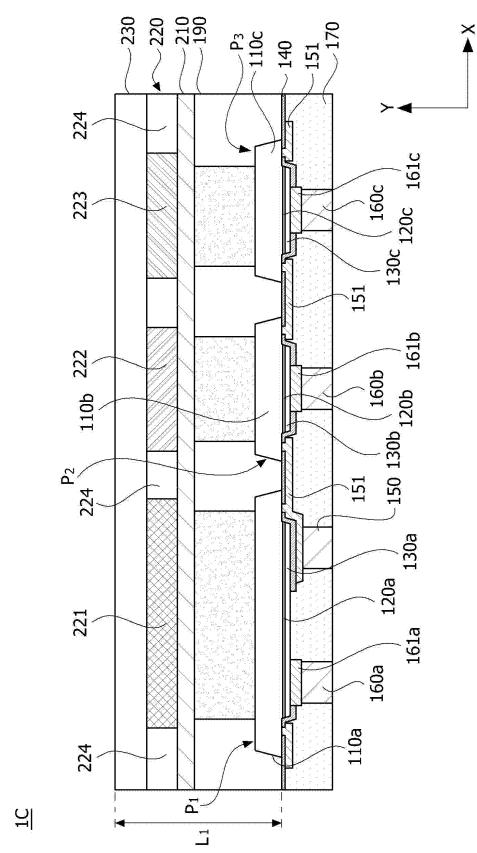
10

20

【図4b】



【図5】

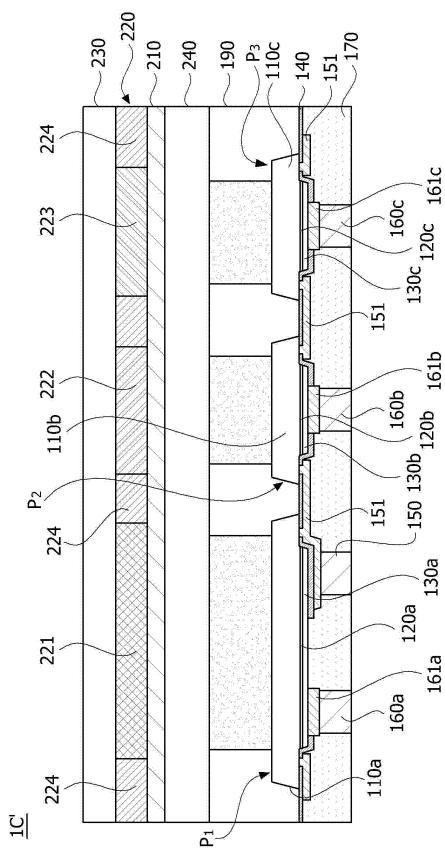


30

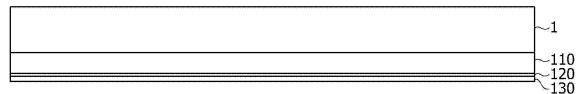
40

50

【 四 6 】



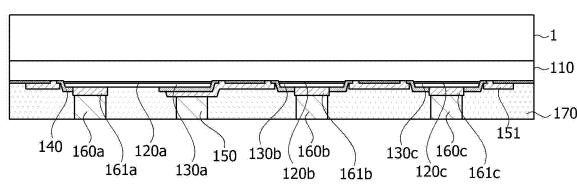
【図 7 a】



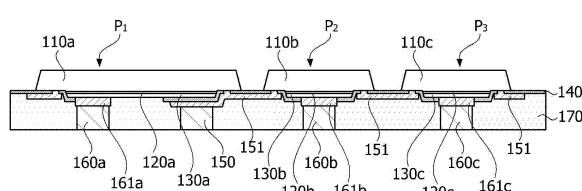
10

20

【図 7 b】



【図 7 c】

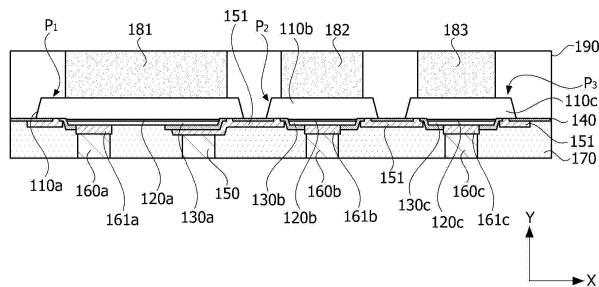


30

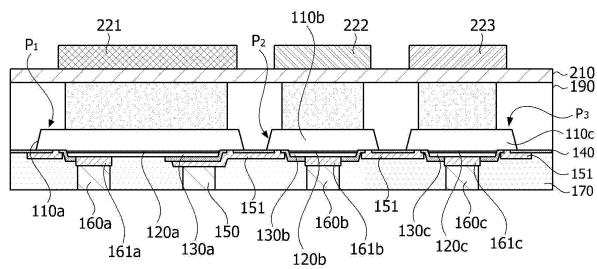
40

50

【図 7 d】

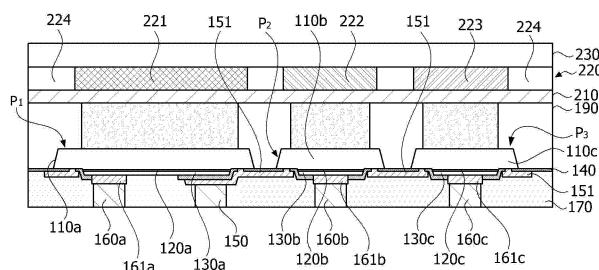


【図 7 e】

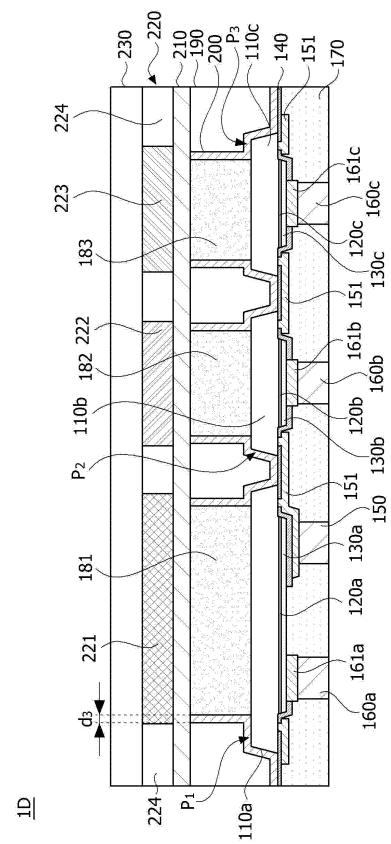


10

【図 7 f】



【図 8】



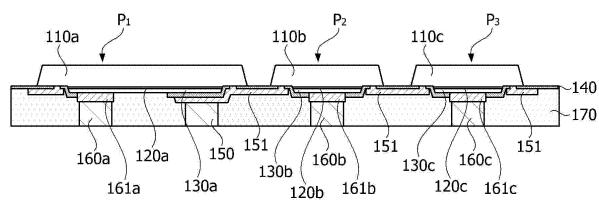
20

30

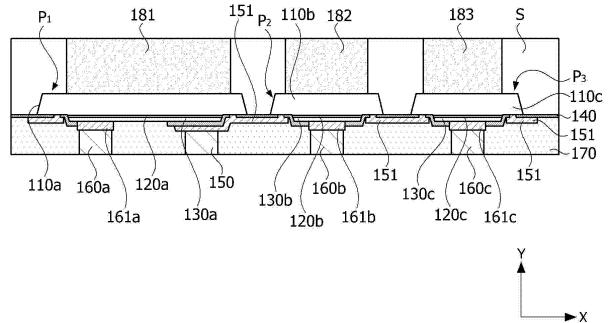
40

50

【図 9 a】

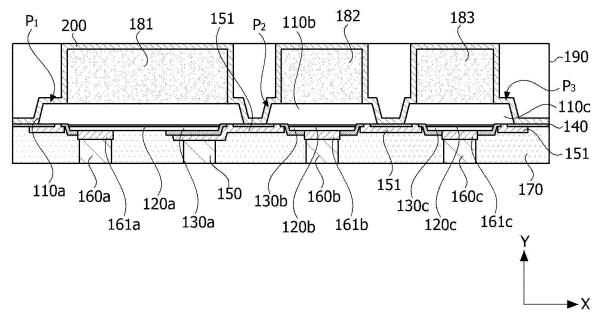


【図 9 b】

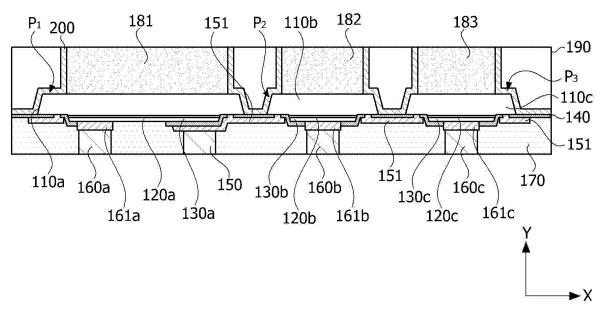


10

【図 9 c】



【図 9 d】



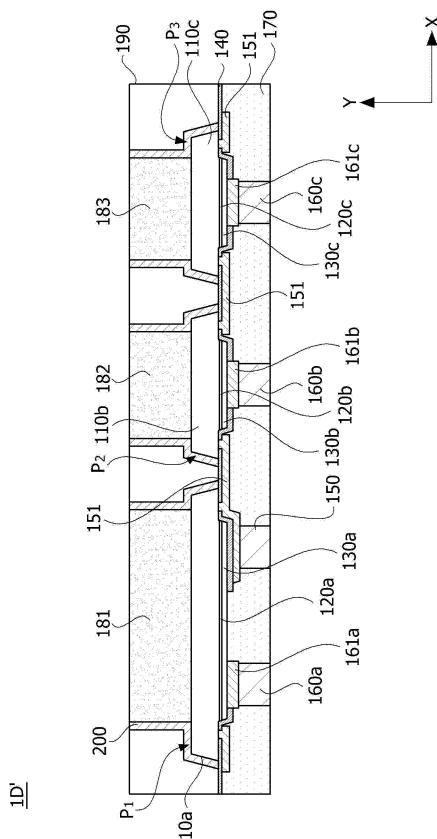
20

30

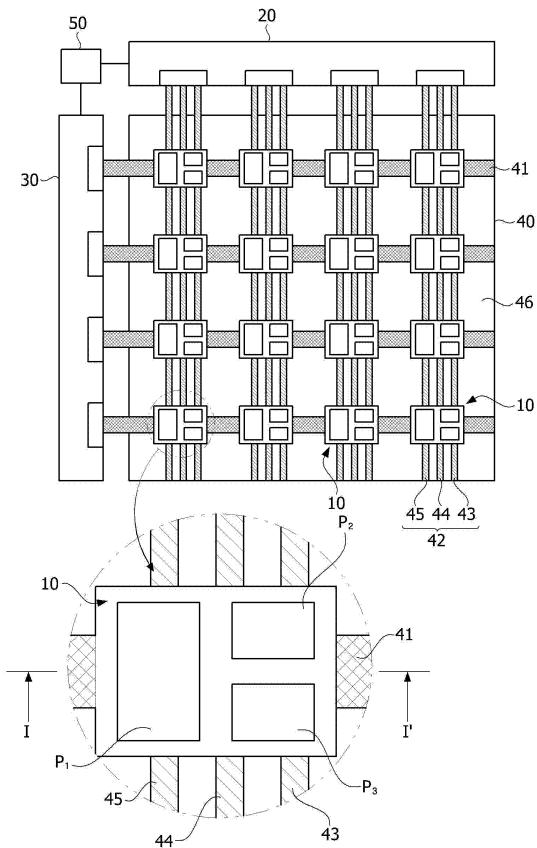
40

50

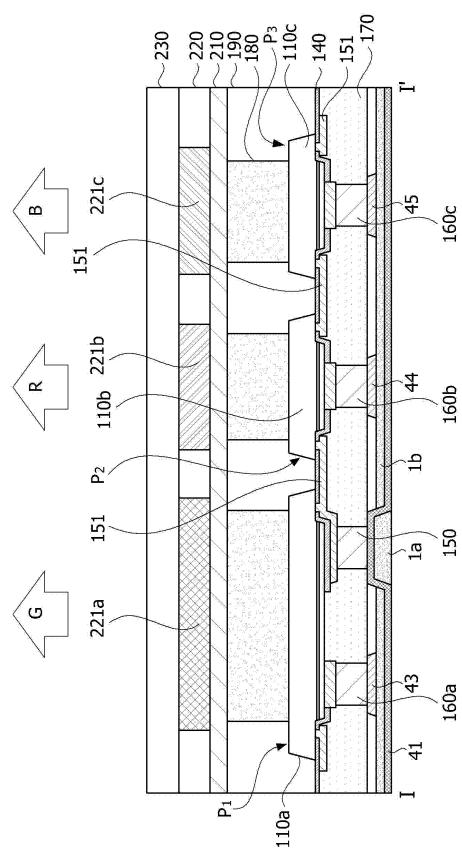
【図 1 0】



【図14】



【図15】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33) 優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(74) 代理人 100151448

弁理士 青木 孝博

(74) 代理人 100183519

弁理士 櫻田 芳恵

(74) 代理人 100196483

弁理士 川寄 洋祐

(74) 代理人 100203035

弁理士 五味渕 琢也

(74) 代理人 100185959

弁理士 今藤 敏和

(74) 代理人 100160749

弁理士 飯野 陽一

(74) 代理人 100160255

弁理士 市川 祐輔

(74) 代理人 100202267

弁理士 森山 正浩

(74) 代理人 100146318

弁理士 岩瀬 吉和

(72) 発明者 イ, ソンヨル

大韓民国 04637, ソウル, ジュン-グ, フアムーロ, 98, エルジー ソウルステーションビルディング, セブンティーンス フロア

(72) 発明者 キム, チョンソン

大韓民国 04637, ソウル, ジュン-グ, フアムーロ, 98, エルジー ソウルステーションビルディング, セブンティーンス フロア

(72) 発明者 ムン, ジヒョン

大韓民国 04637, ソウル, ジュン-グ, フアムーロ, 98, エルジー ソウルステーションビルディング, セブンティーンス フロア

(72) 発明者 パク, ソヌ

大韓民国 04637, ソウル, ジュン-グ, フアムーロ, 98, エルジー ソウルステーションビルディング, セブンティーンス フロア

(72) 発明者 チョ, ヒョンミン

大韓民国 04637, ソウル, ジュン-グ, フアムーロ, 98, エルジー ソウルステーションビルディング, セブンティーンス フロア

審査官 小澤 尚由

(56) 参考文献 国際公開第2013/137052 (WO, A1)

特開2015-156431 (JP, A)

特開2010-010039 (JP, A)

特開2011-108588 (JP, A)

米国特許出願公開第2015/0362165 (US, A1)

(58) 調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64