

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6273945号
(P6273945)

(45) 発行日 平成30年2月7日(2018.2.7)

(24) 登録日 平成30年1月19日(2018.1.19)

(51) Int.Cl.
H O 1 L 33/62 (2010.01)

F I
H O 1 L 33/62

請求項の数 11 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2014-57970 (P2014-57970)	(73) 特許権者	000226057
(22) 出願日	平成26年3月20日 (2014. 3. 20)		日亜化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2014-225644 (P2014-225644A)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(43) 公開日	平成26年12月4日 (2014. 12. 4)	(74) 代理人	100100158
審査請求日	平成28年10月5日 (2016. 10. 5)		弁理士 鮫島 睦
(31) 優先権主張番号	特願2013-94235 (P2013-94235)	(74) 代理人	100138863
(32) 優先日	平成25年4月26日 (2013. 4. 26)		弁理士 言上 恵一
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100145403
			弁理士 山尾 憲人
		(72) 発明者	米田 章法
			徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内
		(72) 発明者	木内 章喜
			徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

p型半導体層とn型半導体層とを含み、該p型半導体層と該n型半導体層との間で発光する半導体チップと、

前記半導体チップの上面側でかつ前記p型半導体層上に配置されたp側パッド電極と、
前記半導体チップの上面側でかつ前記n型半導体層上に配置されたn側パッド電極と、
前記半導体チップの上面を覆うように配置された樹脂層と、
前記樹脂層の上面に配置され、前記半導体チップの上面側に位置する、p側接続電極およびn側接続電極と、
を有し、

前記p側パッド電極と1つの前記p側接続電極との間および前記n側パッド電極と1つの前記n側接続電極との間の少なくとも一方が、前記樹脂内に配置された複数の金属ワイヤにより接続され、

前記複数の金属ワイヤのうち1つは、前記n側パッド電極の上面のうち、前記1つのp側接続電極の直下に位置する領域または前記p側パッド電極の上面のうち、前記1つのn側接続電極の直下に位置する領域に接続され、

前記p側接続電極および前記n側接続電極が配置された前記樹脂層の上面が実装面であることを特徴とする発光装置。

【請求項2】

p型半導体層とn型半導体層とを含み、該p型半導体層と該n型半導体層との間で発光

する半導体チップと、

前記半導体チップの上面側でかつ前記 p 型半導体層上に配置された p 側パッド電極と、
前記半導体チップの上面側でかつ前記 n 型半導体層上に配置された n 側パッド電極と、
前記半導体チップの上面を覆うように配置された樹脂層と、
前記樹脂層の上面に配置され、前記半導体チップの上面側に位置する、p 側接続電極および n 側接続電極と、
を有し、

前記 p 側パッド電極と前記 p 側接続電極との間および前記 n 側パッド電極と前記 n 側接続電極との間の少なくとも一方が、前記樹脂内に配置された金属ワイヤにより接続され、
複数のバンプを積層したバンプ積層体を更に含み、
該バンプ積層体は、前記 n 側パッド電極と前記 n 側接続電極との間を接続し、
前記金属ワイヤの一端は前記バンプ積層体が接続されている n 側パッド電極と異なる n 側パッド電極に接続され、前記金属ワイヤの他端は前記バンプ積層体のバンプの 1 つに接続され、

前記 p 側接続電極および前記 n 側接続電極が配置された前記樹脂層の上面が実装面であることを特徴とする発光装置。

【請求項 3】

p 型半導体層と n 型半導体層とを含み、該 p 型半導体層と該 n 型半導体層との間で発光する半導体チップと、

前記半導体チップの上面側でかつ前記 p 型半導体層上に配置された p 側パッド電極と、
前記半導体チップの上面側でかつ前記 n 型半導体層上に配置された n 側パッド電極と、
前記半導体チップの上面を覆うように配置された樹脂層と、
前記樹脂層の上面に配置され、前記半導体チップの上面側に位置する、p 側接続電極および n 側接続電極と、
を有し、

前記 p 側パッド電極と前記 p 側接続電極との間および前記 n 側パッド電極と前記 n 側接続電極との間の少なくとも一方が、前記樹脂内に配置された金属ワイヤにより接続され、
複数のバンプを積層したバンプ積層体を更に含み、
該バンプ積層体は、前記 p 側パッド電極と前記 p 側接続電極との間を接続し、
前記金属ワイヤの一端は前記バンプ積層体が接続されている p 側パッド電極と異なる p 側パッド電極に接続され、前記金属ワイヤの他端は前記バンプ積層体のバンプの 1 つに接続され、

前記 p 側接続電極および前記 n 側接続電極が配置された前記樹脂層の上面が実装面であることを特徴とする発光装置。

【請求項 4】

p 型半導体層と n 型半導体層とを含み、該 p 型半導体層と該 n 型半導体層との間で発光する半導体チップと、

前記半導体チップの上面側でかつ前記 p 型半導体層上に配置された p 側パッド電極と、
前記半導体チップの上面側でかつ前記 n 型半導体層上に配置された n 側パッド電極と、
前記半導体チップの上面を覆うように配置された樹脂層と、
前記樹脂層の側面に配置され、前記半導体チップの上面側に位置する、p 側接続電極および n 側接続電極と、
を有し、

前記 p 側パッド電極と前記 p 側接続電極との間および前記 n 側パッド電極と前記 n 側接続電極との間の少なくとも一方が、前記樹脂内に配置された金属ワイヤにより接続され、
前記 p 側接続電極および前記 n 側接続電極が配置された前記樹脂層の側面が実装面であることを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

1 つの前記 n 側接続電極および 1 つの前記 p 側接続電極の少なくとも一方に複数の前記金属ワイヤが接続されていることを特徴とする請求項 2～4 のいずれか 1 項に記載の発光

10

20

30

40

50

装置。

【請求項 6】

前記 p 側パッド電極と前記 p 側接続電極との間および前記 n 側パッド電極と前記 n 側接続電極との間の両方が、前記樹脂内に配置された金属ワイヤにより接続されていることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 7】

前記 n 側半導体層の上に前記 p 型半導体層が配置され、前記 n 側半導体層の下面に蛍光体層が設けられていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 8】

前記蛍光体層が前記 n 型半導体層の側面の少なくとも一部と前記 p 型半導体層の側面の少なくとも一部を覆っていることを特徴とする請求項 7 に記載の発光装置。

10

【請求項 9】

前記金属ワイヤの少なくとも 1 つは、両端が異なる前記 p 側パッド電極または異なる前記 n 側パッド電極に固定され、中間部が前記樹脂層の外側から露出していることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 10】

前記金属ワイヤの一部が、前記樹脂層の外側から露出し、該露出した部分が前記 p 側接続電極または前記 n 側接続電極であることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 11】

20

発光する半導体チップと、前記半導体チップの上面側でかつ半導体層上に配置された複数のパッド電極と、一端が前記複数のパッド電極の 1 つである第 1 パッド電極と接続され、他端が前記複数のパッド電極の別の 1 つであって前記第 1 パッド電極と同じ極性を有する第 2 パッド電極と接続された金属ワイヤと、前記半導体チップの上面側であって、前記パッド電極および前記金属ワイヤを覆うように配置された樹脂層と、を有し、前記樹脂層から前記金属ワイヤの一部が露出されているフェイスダウン型発光装置の製造方法であって、

1) 前記金属ワイヤの前記一端を前記第 1 パッド電極と接続し、前記他端を前記第 2 電極と接続した後、前記金属ワイヤを覆うように、前記樹脂層を前記半導体チップの上面側に形成する工程と、

30

2) 前記樹脂層に覆われた前記金属ワイヤの一部が露出するように前記樹脂層の一部を除去する工程と、を有するフェイスダウン型発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード等の半導体チップ（発光素子）を用いた発光装置は小型化が容易で且つ高い発光効率が得られることから広く用いられている。

40

半導体チップを用いた発光装置は、大別すると、半導体チップにパッド電極を設ける面が、実装基板と反対側の面であるフェイスアップ型と、実装基板と対向する面である半導体チップの下面に電極を設けたフェイスダウン型の 2 種類がある。

【0003】

フェイスアップ型では半導体チップをリード等にマウントし半導体チップとリードとの間をボンディングワイヤ等により接続するため、実装基板に実装して同基板の表面に垂直な方から平面視した場合、ボンディングワイヤの一部が半導体チップよりも外側に位置する必要がある小型化に限界があった。

【0004】

一方、フェイスダウン型（フリップチップ型の形態を取ることが多い）では、半導体チ

50

ップの表面に設けたパッド電極と、実装基板上に設けた配線とを、実装基板の表面に垂直な方から平面視した場合に半導体チップの内側に位置するバンプおよび金属ピラー等の接続手段により電氣的に接続することが可能である。

これにより、発光装置のサイズ（とりわけ実装基板に垂直な方向から平面視したサイズ）を半導体チップに近いレベルまで小型化したC S P（Chip Size Package）を実現することができる。

【0005】

そして、最近ではより一層の小型化を進めるまたは発光効率をより高めるため、サファイア等の成長基板（透光性基板）を除去またはその厚さを薄くしたフェイスダウン型の発光装置が用いられている。

10

【0006】

成長基板は、その上に半導体チップを構成するp型半導体層およびn型半導体層を成長させるために用いる基板であって、厚さが薄く強度の低い半導体チップを支持することにより発光装置の強度を向上させる効果も有している。

【0007】

このため、半導体チップ（LEDチップ）を形成した後に、成長基板を除去した発光装置および成長基板を有していてもその厚さが薄い発光装置では、例えば、特許文献1に示されるように、半導体チップを支持するために電極側（実装基板と対向する側）に樹脂層を設けるとともに、この樹脂層を貫く金属ピラーを形成して、この金属ピラーにより半導体チップの電極と実装基板に設けた配線（配線層）とを電氣的に接続している。

20

そして、この金属ピラーを含む樹脂層を有することで発光装置は十分な強度を確保することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2010-141176号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1に記載の金属ピラーは形成に多大な時間を要する等のため、量産性が低くなってしまうという問題を有している。発光装置が十分な強度を有するために樹脂層は、例えば数十ミクロンレベル以上または1mm以上のような十分な厚さを有する必要がある、このため、金属ピラーも数十 μ m以上または1mm以上の厚さが必要となる。一方、金属ピラーは、通常、電解メッキ法により形成されるため、このように厚い金属ピラー（金属膜）を形成するためには長い時間を要するため量産性（生産性）が低くなってしまうという問題があった。

30

【0010】

そこで本発明は、小型で十分な強度を有し且つ高い量産性を備えた発光装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0011】

本発明の発光装置は、p型半導体層とn型半導体層とを含み、該p型半導体層と該n型半導体層との間で発光する半導体チップと、前記半導体チップの上面側でかつ前記p型半導体層上に配置されたp側パッド電極と、前記半導体チップの上面側でかつ前記n型半導体層上に配置されたn側パッド電極と、前記半導体チップの上面を覆うように配置された樹脂層と、前記樹脂層の外面に配置され、前記半導体チップの上面側に位置する、p側接続電極およびn側接続電極と、を有し、前記p側パッド電極と前記p側接続電極との間および前記n側パッド電極と前記n側接続電極との間の少なくとも一方が、前記樹脂内に配置された金属ワイヤにより接続されている。

【発明の効果】

50

【0012】

本発明に係る発光装置は、小型化が可能な構成を有し、十分な強度を有するとともに、高い量産性を備えている。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は本発明の実施形態1に係る発光装置100を示す図であり、図1(a)は発光装置100の概略平面図であり、図1(b)は図1(a)のIb-Ib断面を示す概略断面図であり、図1(c)は図1(a)のIc-Ic断面を示す概略断面図である。

【図2】図2は半導体チップを形成した状態を示す図であり、図2(a)は概略平面図であり、図2(b)は、図2(a)のIIb-IIb断面を示す概略断面図であり、図2(c)は図2(a)のIIc-IIc断面を示す概略断面図である。

10

【図3】図3は半導体チップの外周部に沿って成長基板19の上面を露出させた状態を示す図であり、図3(a)は概略平面図であり、図3(b)は図3(a)のIIIb-IIIb断面を示す概略断面図であり、図3(c)は図3(a)のIIIc-IIIc断面を示す概略断面図である。

【図4】図4は金属ワイヤ1および金属ワイヤ3を配置した状態を示す図であり、図4(a)は、概略平面図であり、図4(b)は図4(a)のIVb-IVb断面を示す概略断面図であり、図4(c)は図4(a)のIVc-IVc断面を示す概略断面図である。

【図5】図5は樹脂層21を形成した状態を示す図であり、図5(a)は概略平面図であり、図5(b)は図5(a)のVb-Vb断面を示す概略断面図であり、図5(c)は図5(a)のVc-Vc断面を示す概略断面図である。

20

【図6】図6は樹脂層21の上面から金属ワイヤ1および金属ワイヤ3の他方の端部が露出した状態を示す図であり、図6(a)は概略平面図であり、図6(b)は図6(a)のVIb-VIb断面を示す概略断面図であり、図6(c)は図6(a)のVIc-VIc断面を示す概略断面図である。

【図7】図7は樹脂層21の上面に接続電極23aおよび接続電極23bを形成した状態を示す図であり、図7(a)は概略平面図であり、図7(b)は図7(a)のVIIb-VIIb断面を示す概略断面図であり、図7(c)は図7(a)のVIIc-VIIc断面を示す概略断面図である。

【図8】図8は成長基板19を除去した状態示す図であり、図8(a)は図7(a)のVIIb-VIIb断面に相当する断面の概略断面図であり、図8(b)は図7(a)のVIIc-VIIc断面に相当する断面の概略断面図である。

30

【図9】図9は実施形態1に係る発光装置100の第1の変形例を示す図であり、図9(a)は図1のIb-Ib断面に相当する断面を示す概略断面図であり、図9(b)は図1のIc-Ic断面に相当する断面を示す概略断面図である。

【図10】図10は実施形態1に係る発光装置100の第2の変形例を示す図であり、図10(a)は図1のIb-Ib断面に相当する断面を示す概略断面図であり、図10(b)は図1のIc-Ic断面に相当する断面を示す概略断面図である。

【図11】図11は実施形態1の第3の変形例に係る発光装置100Aを示す図であり、図11(a)は発光装置100Aの概略平面図であり、図11(b)は図11(a)のXIb-XIb断面を示す概略断面図であり、図11(c)は図11(a)のXIc-XIc断面を示す概略断面図である。

40

【図12】図12は、U字型の金属ワイヤ3を形成した後、U字型形状の底部を樹脂層21から露出される方法を例示する概略断面図である。

【図13】図13は実施形態1の第4の変形例に係る発光装置100Bを示す図であり、図13(a)は発光装置100Bの概略平面図であり、図13(b)は図13(a)のXIIb-XIIb断面を示す概略断面図であり、図13(c)は図13(a)のXIIc-XIIc断面を示す概略断面図である。

【図14】図14は実施形態1の第5の変形例に係る発光装置100Cを示す図であり、図14(a)は発光装置100Cの概略平面図であり、図14(b)は図14(a)のX

50

I V b - X I V b 断面を示す概略断面図であり、図 1 4 (c) は図 1 4 (a) の X I V c - X I V c 断面を示す概略断面図である。

【図 1 5】図 1 5 は本発明の実施形態 2 に係る発光装置 1 0 0 D を示す図であり、図 1 5 (a) は発光装置 1 0 0 D が 2 つ並んだ状態を示す概略平面図であり、図 1 5 (b) は図 1 5 (a) の X V b - X V b 断面を示す概略断面図である。

【図 1 6】図 1 6 (a) は図 1 5 (a) の X V I a - X V I a 断面を示す概略断面図であり、図 1 6 (b) は図 1 5 (b) の X V I b - X V I b 断面を示す概略断面図であり、図 1 6 (c) は図 1 5 (a) の X V I c - X V I c 断面を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

10

以下、図面に基づいて本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、以下の説明では、必要に応じて特定の方向や位置を示す用語（例えば、「上」、「下」、「右」、「左」及びそれらの用語を含む別の用語）を用いるが、それらの用語の使用は図面を参照した発明の理解を容易にするためであって、それらの用語の意味によって本発明の技術的範囲が制限されるものではない。また、複数の図面に表れる同一符号の部分は同一の部分又は部材を示す。

【0015】

本発明者らは鋭意検討した結果、半導体チップの p 型半導体層上に配置された p 側パッド電極と、半導体チップの n 型半導体層上に配置された n 側パッド電極と、半導体チップの面であって、p 側パッド電極および n 側パッド電極が配置されている側の面の少なくとも一部を覆うように配置された樹脂層と、樹脂層の外面に配置された p 側接続電極および n 側接続電極とを有するフェイスダウン型の発光装置において、詳細を後述するように、p 側パッド電極と p 側接続電極との間および n 側パッド電極と n 側接続電極との間の少なくとも一方を樹脂層に配置された金属ワイヤにより接続する本発明の発光装置に至ったものである。

20

【0016】

本発明の発光装置は上述したように、フェイスダウン型の発光装置である。本明細書において、用語「フェイスダウン型の発光装置」とは、p 側パッド電極と n 側パッド電極と p 側接続電極と n 側接続電極とが、半導体チップに対して、同じ側に位置している発光装置を意味する。

30

従って、フェイスダウン型の発光装置とは、p 側接続電極および n 側接続電極が、樹脂層の外面のうち半導体チップの p 側パッド電極および n 側パッド電極が配置されている面と対向する面（樹脂層の上面）に配置されている発光装置だけでなく、p 側接続電極および n 側接続電極が、樹脂層の外面のうち半導体チップの p 側パッド電極および n 側パッド電極が配置されている面と略垂直な面（樹脂層の側面）に配置されている所謂サイドビュー型の発光装置も含む概念である。

なお、p 側接続電極および n 側接続電極は、発光装置を実装基板に載置した際に、バンパまたは半田等の導電材料を介して実装基板に配置された配線（配線層）に接続される（電氣的に接続される）電極である。

以下に、図を参照して本発明の詳細を説明する。

40

【0017】

1. 実施形態 1

(1) 発光装置 100

図 1 は本発明の実施形態 1 に係る発光装置 100 を示す図であり、図 1 (a) は発光装置 100 の概略平面図であり、図 1 (b) は図 1 (a) の I b - I b 断面を示す概略断面図であり、図 1 (c) は図 1 (a) の I c - I c 断面を示す概略断面図である。

なお、図 1 (a) では、p 側金属ワイヤ 1 と n 側金属ワイヤ 3 の配置を明確に示すために樹脂層 2 1 と p 側接続電極 2 3 a と n 側接続電極 2 3 b の記載を省略している。

本明細書では、図 1 (a) ~ 図 1 (c) のように、図を示す数字が同じで、括弧内に示されたアルファベットが異なる図を総称して、「図 1」のように図の番号のみで呼ぶ場合

50

がある。

【0018】

半導体装置100は、n型半導体層11と、n型半導体層11の上に配置されたp型半導体層9と、p型半導体層9の上面ほぼ全面を覆って配置されている全面電極13と、全面電極13の上に配置されたカバー電極15とを有する半導体チップ(LEDチップ)30を含む。

半導体チップ30は、p型半導体層9とn型半導体層11との間に電流を流すことでp型半導体層9とn型半導体層11層との間で発光する。なお、より高い発光効率を得られるように、p型半導体層9とn型半導体層11との間に半導体層を積層させた発光層(活性層)を設けてよい。

10

【0019】

p型半導体層9とn型半導体層11との間に電流を流すため(電圧を印加するために)に、p側パッド電極5とn側パッド電極7とが、半導体チップ30の上面に設けられている。

より詳細には、p側パッド電極5は、p型半導体層9の上に配置されている。図1に示す実施形態では、p側パッド電極5は全面電極13とカバー電極15とを介してp型半導体層9の上に配置されているが、必要に応じて、全面電極13とカバー電極15のうち、少なくとも一方を形成しなくてもよい。

【0020】

n側パッド電極7は、n型半導体層11の上に配置されている。図1に示す実施形態では、n型半導体層11は、p型半導体層9の下部に位置している。このため、図1(b)に示すように、n型半導体層11の上面のうち、p型半導体層9により覆われていない部分(p型半導体層9から露出した部分)の上にn側パッド電極7が配置されている。

20

【0021】

半導体チップ30の上面のうち、パッド電極(p側パッド電極5またはn側パッド電極7)により覆われていない部分は、好ましくは図1に示すように保護膜17により覆われている。

【0022】

半導体装置100は、半導体チップ30の下面に、n型半導体層11(および/またはp型半導体層9)を成長させるために用いた成長基板を有しない。詳細を後述するように、所望の半導体層を得た後、成長基板(後述の成長基板19)を除去してよいのである。

30

成長基板を有しなくても半導体チップ30が十分な剛性を有するように、半導体チップ30の上面を覆うように(図1の実施形態では、p側パッド電極5、n側パッド電極7および保護膜17を介して半導体チップ30を覆うように)樹脂層21が配置されている。

【0023】

そして、樹脂層21の外面のうちの上面(図1のXY面)には、p側接続電極23aとn側接続電極23bとが配置されている。

p側接続電極23aはp側パッド電極5と電氣的に接続されており、n側接続電極23bはn側パッド電極7と電氣的に接続されている。

40

そして、p側接続電極23aおよびn側接続電極23bを、それぞれ、 bumpsまたは半田等の導電材料を介して実装基板に配置された配線と接続することによりp型半導体層9とn型半導体層11との間に電流を流すことが可能となる。

【0024】

p側パッド電極5とn側パッド電極7とp側接続電極23aとn側接続電極23bとが半導体チップ30に対して、上側(Z方向側)に位置していることから、発光装置100がフェイスダウン型の発光装置であることがわかる。

また、発光装置100では、p側接続電極23aおよびn側接続電極23bが、樹脂層21の外面のうち半導体チップ30のp側パッド電極5およびn側パッド電極7が配置されている面と対向する面に配置されている。

50

【0025】

なお、発光装置100の構成を説明するにあたり、p側接続電極23aおよびn型接続電極23bのある方向を上方向（すなわち図1のZ方向を上方向、-Z方向を下方向）として説明しているが、これは、後述するように発光装置100を製造するに際し、成長基板を下にして、その上に半導体チップ30、樹脂層21等を形成し、一番上に、p側接続電極23aおよびn型接続電極23bが形成されるためである。

一方、発光装置100を実装する際には、上述のように実装基板上の配線にp側接続電極23aおよびn側接続電極23bを接続することから、p側接続電極23aおよびn型接続電極23bの方が下側となり、半導体チップの方が上側となる。

【0026】

すなわち、本発明に係る発光素子において、「上」および「下」は、状況に応じて入れ替わるものであり、本明細書において、「上」、「下」は、構成要素間の相対的な位置を示すものであって、全体的な位置を示すことを意図したものではないことに留意されたい。

【0027】

そして、本発明に係る発光装置では、p側パッド電極5とp側接続電極23aとの間およびn側パッド電極7とn側接続電極23bとの間の少なくとも一方、好ましくは両方が、少なくとも一部分（好ましくは全体）が、樹脂層21内に配置されている金属ワイヤ（p側金属ワイヤ1および／またはn側金属ワイヤ3）により接続されている。

図1に示す半導体装置100においては、図1（c）に示すようにp側パッド電極5とp側接続電極23aとの間は、p側金属ワイヤ1により接続されており、p側金属ワイヤ1はその全体が樹脂層21内に位置している。さらに、図1（b）に示すようにn側パッド電極7とn側接続電極23bとの間は、n側金属ワイヤ3により接続されている。

【0028】

このようにパッド電極と接続電極の間を金属ワイヤ1、3により接続することで、例えば、従来の電解メッキにより形成したピラー等と比べ、極めて短時間、すなわち高い生産性で、パッド電極と実装基板とを電氣的に接続する接続手段を得ることができる。

また、金属ワイヤ1、3の少なくとも一部（好ましくは全部）が樹脂層21内に収容されるため、幅方向（図1のX方向）および長さ方向（図1のY方向）において、金属ワイヤ1、3を樹脂層21および半導体チップ30からはみ出すことなく配置できることから、半導体装置100は容易に小型化することができる。

【0029】

さらに、金属ワイヤ1、3は、電解メッキ法で金属ピラーを形成する場合と異なり、容易に屈曲部および湾曲部を形成できることから、接続電極が、接続しようとするパッド電極の直上になくても（例えば、図1（b）の左側のn側パッド電極7とn側接続電極23bの間の位置関係および図1（c）の右側のp側パッド電極5と接続電極23aとの間の位置関係）容易に接続できる。このため発光装置の設計（とりわけパッド電極と接続パッドの配置）の自由度が大きくなるという利点を有する。

すなわち、金属ワイヤ1、3は、それぞれ、パッド電極5、7から直上（例えば、図1のZ方向）に延在する（図1（b）の右側の金属ワイヤ3および図1（c）の左側の金属ワイヤ1のように）だけでなく、途中で曲げ部（屈曲部および湾曲部）を有してもよい。

【0030】

図1に示されたp側金属ワイヤ1およびn側金属ワイヤ3の詳細を以下に説明する。

図1（b）には2本のn側金属ワイヤ3が示されている。右側に示されたn側金属ワイヤ3は一端がバンプを形成してパッド電極7上に固定され、パッド電極7から上方に（Z方向（p型半導体層9またはn型半導体層11の表面に垂直な方向））に樹脂層21の上面まで延在し、そこで樹脂層21の外面から露出した他端が接続電極23bに接続されている。

図1（b）の左側に示されたn側金属ワイヤ3は、クランク形状を有している。すなわち、このn側金属ワイヤ3は、一端がバンプを形成してパッド電極7上に固定され、パッ

10

20

30

40

50

ド電極 7 から上方（Z 方向）に延在した後、屈曲部で直角に曲がって横方向（X 方向（p 型半導体層 9 または n 型半導体層 11 の表面に平行な方向））に延在し、更に別の屈曲部で直角に曲がって上方に（Z 方向）に樹脂層 21 の上面まで延在し、そこで樹脂層 21 の外面から露出した他端が接続電極 23b に接続されている。

図 1（b）に示す実施形態では、1つの接続電極 23b に2つの n 側金属ワイヤ 3 が接続されている。このように、1つの接続電極 23b に接続する n 側金属ワイヤ 3 は1つに限定されるものでなく、1つの接続電極 23b に2つ以上の n 側金属ワイヤ 3 を接続してよい。1つの接続電極 23b に複数の n 側金属ワイヤ 3 を接続することにより、n 側金属ワイヤ 3 の長さ（複数の n 側金属ワイヤ 3 の合計長さ）が短くなるように配線することが可能となる。この結果、n 側金属ワイヤ 3 の断線リスクを低減でき、発光装置の信頼性を向上できる。また、n 側金属ワイヤ 3 全体の抵抗を減少させることも可能となる。

10

【0031】

同様に、図 1（c）には2本の p 側金属ワイヤ 1 が示されている。左側に示された p 側金属ワイヤ 1 の一端がバンプを形成してパッド電極 5 上に固定され、パッド電極 5 から上方に（Z 方向）に樹脂層 21 の上面まで延在し、そこで樹脂層 21 の外面から露出した他端が接続電極 23a に接続されている。

図 1（c）の右側に示された金属ワイヤ 1 は、クランク形状を有している。すなわち、この金属ワイヤ 1 は、一端がバンプを形成してパッド電極 5 上に固定され、パッド電極 7 から上方（Z 方向）に延在した後、屈曲部で直角に曲がって横方向（-X 方向（p 型半導体層 9 または n 型半導体層 11 の表面に平行な方向））に延在し、更に別の屈曲部で直角に曲がって上方に（Z 方向）に樹脂層 21 の上面まで延在し、そこで樹脂層 21 の上面から露出した他端が接続電極 23a に接続されている。

20

図 1（c）に示す実施形態では、1つの接続電極 23a に2つの p 側金属ワイヤ 1 が接続されている。このように、1つの接続電極 23a に接続する p 側金属ワイヤ 1 は1つに限定されるものでなく、1つの接続電極 23a に2つ以上の p 側金属ワイヤ 1 を接続してよい。1つの接続電極 23a に複数の p 側金属ワイヤ 1 を接続することにより、p 側金属ワイヤ 1 の長さ（複数の p 側金属ワイヤ 1 の合計長さ）が短くなるように配線することが可能となる。この結果、p 側金属ワイヤ 1 の断線リスクを低減でき、発光装置の信頼性を向上できる。また、p 側金属ワイヤ 1 全体の抵抗を減少させることも可能となる。

【0032】

30

金属ワイヤ 1、3 の延在する形態はこれらに限定されるものではなく、例えば、パッド電極 5 または 7 から、斜め方向（Z 方向に対して角度を有して）に上方に樹脂層 21 の上面まで延在してもよい。また屈曲部は直角以外の角度で曲がってもよい。

さらに、金属ワイヤ 1、3 は、屈曲部（延在方向が非連続的に変化する部分）に代えて湾曲部（延在方向が連続的に変化する部分）を有してよい。

【0033】

このような金属ワイヤ 1、3 は、金ワイヤ、銀ワイヤおよび銅ワイヤのように、発光ダイオードのパッド電極と他の電極（フェイスアップ型で用いるリード等）との接続に用いることのできる任意のワイヤであってよい。

【0034】

40

半導体装置 100 では、その内部に金属ワイヤ 1、3 が配置された樹脂層 21 を用いるため、上述したように半導体チップ 30（n 型半導体層 11）の下にあった成長基板を除去することができる。このため、図 1 に示すように必要に応じて、半導体チップ 30（n 型半導体層 11）の下（例えば下面）に蛍光体層 25 を設けてよい。蛍光体層 25 は、半導体チップからの発光の一部を吸収し、より波長の長い光を発光する蛍光体を含んでいる。

蛍光体層 25 を設ける場合、蛍光体層 25 と接する n 型半導体層 11 の下面は図 1（b）、1（c）に示すように粗面化され凹凸を有することが好ましい。凹凸によって光が散乱され、n 型半導体層 11 と蛍光体層 25 との界面において生じる全反射を軽減することができる為、発光効率（特に、光取り出し効率）を高めるからである。

50

【0035】

次に金属ワイヤ1、3以外の半導体装置100の各要素の詳細について説明する。

・半導体チップ30

半導体チップ30（LEDチップ）は、任意の種類のp型半導体およびn型半導体を用いた発光ダイオードを含む構成であってよい。

好ましい半導体チップ30の例として、p型半導体層9およびn型半導体層11が、 $\text{In}_X\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-X-Y}\text{N}$ （ $0 \leq X$ 、 $0 \leq Y$ 、 $X+Y \leq 1$ ）等の窒化物半導体であり青色LEDを含む半導体チップを挙げることができる。この場合、半導体チップ30は、p型半導体層9とn型半導体層11との間にこれよりもバンドギャップエネルギーの小さいInGaN層等を含む発光層（活性層）を有することが好ましい。

10

しかし、p型半導体層9およびn型半導体層11は、これに限定されるものではなく、AlInGaP、AlGaAs、GaP等を含む、発光ダイオードに用いる任意の半導体を含む層であってよい。

【0036】

図1に示す発光装置100は、成長基板（最終の発光装置では除去されていてよい）の上にn型半導体層11が形成され、その上にp型半導体層9が形成されるがしかし、本発明の発光装置はこれに限定されるものではなく、成長基板の上にp型半導体が形成され、その上にn型半導体層が形成されている発光装置（発光装置100に対してp型半導体層とn型半導体層が入れ替わった発光装置）を含む。

20

【0037】

・保護膜17

保護膜17は、酸化膜等、発光装置に用いられている任意の材料を用いてよい。図1に示す実施形態では、保護膜17は、半導体チップ30の上面のうち、パッド電極5、7により覆われていない部分の全てを覆っているがこれに限定されるものではなく、一部のみを覆ってもよい。

【0038】

・全面電極13、カバー電極15

全面電極13は、p型半導体層9内により均一に電流が流れるようにp型半導体層9の上面のほぼ全面を覆うように形成される。Ga₂N等の窒化物半導体のように、電流を均一に流すことが容易でない半導体の上面に設けると効果的である。全面電極に用いる材料としてITO（インジウムスズ酸化物）、IZO（インジウム亜鉛酸化物）、ZnO、In₂O₃、SnO₂などの導電性酸化物およびAgなどの金属薄膜を例示できる。

30

また、カバー電極15は、全面電極13として金属薄膜を用いた際、金属材料のマイグレーションを抑制するために全面電極13の上に形成されている。カバー電極15に用いる好ましい材料として金（Au）およびアルミニウム（Al）などを例示できる。

【0039】

・樹脂層21

好ましくは図1（b）、（c）に示すように、p型半導体層9およびn型半導体層11の側面は樹脂層21により覆われている（図1（b）、（c）に示す実施形態ではp型半導体層9の側面は、保護膜17を介して樹脂層21により覆われている）。これにより、p型半導体層9およびn型半導体層11を保護できると共に、半導体チップ30の強度を高めることができる。また、保護膜17と樹脂層21との界面で光を反射することができる為、光出射面側から効率良く光を取り出すことができる。

40

樹脂層21は任意の種類の樹脂により構成されてよい。好ましい樹脂として、シリコン樹脂およびエポキシ樹脂などを例示できる。

樹脂層21は、好ましくは白色の樹脂より成る。半導体チップ30の発光の内、樹脂層21に達した光をより多く反射できるからである。

なお、樹脂層21の内部に、例えばツェナーダイオードのような、静電気等の高電圧により半導体チップ30が損傷するのを防止できる保護素子を配置してよい。

【0040】

50

・接続電極 23a、23b

接続電極 23a、23b は、金属等、樹脂の上に形成可能な任意の電極であってよい。金属ワイヤ 1、3 と異なり、厚さ（図 1 の Z 方向の長さ）が薄くてもよいことから、銅（Cu）膜、銅スズ（CuSn）膜、金（Au）膜および金スズ（AuSn）膜等の金属の薄膜であってもよい。

接続電極の面積（-Z 方向から平面視した場合の面積）は、金属ワイヤ 1、3 の断面積（金属ワイヤ 1、3 の延在方向に垂直な面における断面積）より大きいことが好ましい。実装基板に実装した際に実装基板上の配線に電氣的に、より確実に接続できるからである。

【0041】

10

・蛍光体層 25

蛍光体層 25 を用いる場合、蛍光体層 25 は、発光ダイオードを用いた発光装置に用いることができる任意の蛍光体を含んだ層であってよい。

例えば、半導体チップが青色発光ダイオードを含んでいる場合、好ましい蛍光体として、緑色および／または黄色を発光する YAG 系蛍光体およびクロロシリケート蛍光体等のシリケート系蛍光体、赤色を発光する (Sr,Ca)AlSiN₃:Eu 等の SCASN 系蛍光体、CaAlSiN₃:Eu 等の CASN 系蛍光体などから選択される 1 種以上を例示することができる。

【0042】

このような発光装置 100 の動作については説明する。

20

発光装置 100 は、上述したように、実装基板上に実装される。この際に、接続電極 23a、23b が実装基板上の配線と電氣的に接続される。このため、電流が、p 側接続電極 23a、p 側金属ワイヤ 1 および p 側パッド電極 5 を流れ、半導体チップ 30 に入る。半導体チップ 30 から出た電流は n 側パッド電極 7、n 側金属ワイヤ 3 および n 側接続電極 23b を流れて実装基板の配線に流れる。

このように、半導体チップ 30 に電流が供給されることにより、p 型半導体層 9 と n 型半導体層 11 との間から所望の波長の光が発光される。

【0043】

そして、蛍光体層 25 を設けた場合、半導体チップの発光のうち、蛍光体層 25 に入射した光の一部を蛍光体層 25 内部の蛍光体が吸収し、当該蛍光体は吸収した光よりも波長の長い光を発する。

30

なお、図 1 に示す実施形態では、上述したように、樹脂層 21 の上面から露出した金属ワイヤ 1 の他端が p 側接続電極 23a に接続され、樹脂層 21 の上面から露出した金属ワイヤ 3 の他端が n 側接続電極 23b に接続されているが、p 側接続電極 23a と n 側接続電極 23b とを設けなくてもよい。この場合、樹脂層 21 の上面から露出した金属ワイヤ 1 の他端（端面）が p 側接続電極として機能し、樹脂層 21 の上面から露出した金属ワイヤ 3 の他端（端面）が n 側接続電極として機能する。

例えば実装基板の配線に、比較的低温で溶融する接合用の金属層（Sn および AuSn などの金属層）を形成しておき、加熱して溶融した金属層が金属ワイヤ 1 の他端および金属ワイヤ 3 の他端と実装基板の配線とを接続し、その後この金属層が凝固することにより本実施形態の発光装置を実装基板に実装することができる。

40

【0044】

（2）発光装置 100 の製造方法

次に図 2～図 8 を用いて発光装置 100 の製造方法を工程の順序に従って説明する。以下の説明は、発光装置 100 の製造方法を例示することを目的とするものであって、発光装置 100 の製造方法を限定することを目的とするものではない。

なお、図 2～図 8 では 1 個の発光装置 100 に対応する要素が記載されているが、図 2～図 8 は、ウエハ（成長基板）19 上で複数の発光装置 100 が同時に形成される課程の 1 個の発光装置のみを示したものである点に留意されたい。

【0045】

50

図2は、半導体チップを形成した状態を示す図であり、図2(a)は概略平面図であり、図2(b)は図2(a)のI I b-I I b断面を示す概略断面図であり、図2(c)は図2(a)のI I c-I I c断面を示す概略断面図である。

【0046】

成長基板19の上に、n型半導体層11を形成し、その上にp型半導体層9、全面電極13およびカバー電極15を形成し、半導体チップ30を得る。

成長基板19は、発光ダイオードに用いる半導体層を成長させるために用いられている任意の既知の基板であってよい。半導体チップ30が青色発光ダイオードを含む場合、成長基板19として、サファイア基板、炭化珪素(SiC)および窒化ガリウム(GaN)などを例示できる。

10

【0047】

次にカバー電極15の上にp側パッド電極5を形成し、n型半導体層11の上にn側パッド電極7を形成し、半導体チップ30の上面のうち、p側パッド電極5およびn側パッド電極7が形成されていない部分に保護膜17を形成する。

このように半導体チップ30、p側パッド電極5、n側パッド電極7および保護膜17を形成する工程は、発光ダイオードを含む発光装置の製造に用いられる任意の方法を用いてよい。

【0048】

図3は半導体チップの外周部に沿って成長基板19の上面を露出させた状態を示す図であり、図3(a)は概略平面図であり、図3(b)は図3(a)のI I I b-I I I b断面を示す概略断面図であり、図3(c)は図3(a)のI I I c-I I I c断面を示す概略断面図である。

20

半導体チップ30、とりわけ、n型半導体層11の外周部を除去することで、上面視(Z方向から見た状態)において、半導体チップ30(すなわち、n型半導体層11)の外周を取り囲むように成長基板19が露出している。

これは、成長基板(ウエハ)19上に広がっているn型半導体層11を半導体装置1個1個に対応して、分離することに対応する。

【0049】

このように半導体チップ30の外周に沿って、成長基板19の上面を露出させることにより、後の工程で成長基板19の除去を容易に行うことができる。

30

このような成長基板19の露出は、例えばフォトリソグラフィにより、成長基板を露出させる部分以外にレジストパターンを形成した後、エッチングすることにより行うことができる。

【0050】

図4はp側金属ワイヤ1およびn側金属ワイヤ3を配置した状態を示す図であり、図4(a)は、概略平面図であり、図4(b)は図4(a)のI V b-I V b断面を示す概略断面図であり、図4(c)は図4(a)のI V c-I V c断面を示す概略断面図である。

図4(b)および図4(c)に示すように、p側金属ワイヤ1およびn側金属ワイヤ3は、一方の端部が、バンプを形成してp側パッド電極5またはn側パッド電極7に固定され、他方の端部が自由端となっている。そして、その形状(図4(b)、(c)に示される形状)は、直線およびクランク形状となっている。

40

【0051】

図4に示す金属ワイヤ1および金属ワイヤ3は、例えば、従来のボンディングマシンを用い、ワイヤを供給するキャピラリーを所望のワイヤ形状に沿って移動させ、得られた所望の形状のワイヤをキャピラリーから切り離すことにより得ることができる。クランク形状の屈曲部を形成する際は、ワイヤを屈曲させたい方向とは反対の方向にキャピラリーを押し込むように移動させワイヤに折り目を付けた後、キャピラリーを屈曲させたい方向に移動することにより屈曲部を形成することができる。

【0052】

図5は樹脂層21を形成した状態を示す図であり、図5(a)は概略平面図であり、図

50

5 (b) は図 5 (a) の V b - V b 断面を示す概略断面図であり、図 5 (c) は図 5 (a) の V c - V c 断面を示す概略断面図である。

なお、図 5 (a) では、樹脂層 2 1 内の金属ワイヤ 1、3 の配置が判るように、樹脂層 2 1 内の金属ワイヤ 1、3 を破線により示した。

【0053】

図 5 に示す段階では、金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 の他方の端部 (p 側パッド電極 5 または n 側パッド電極 7 に固定されていない自由端部) は樹脂層 2 1 の内部に位置している。

樹脂層 2 1 は、金型内に、その上に複数の発光装置 1 0 0 に対応して半導体チップ 3 0、金属ワイヤ 1、3 等が配置されている成長基板 1 9 (図 4 に示す状態) を配置して圧縮成形を行うことで形成することができる。

【0054】

図 6 は樹脂層 2 1 の上面から金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 の他方の端部が露出した状態を示す図であり、図 6 (a) は概略平面図であり、図 6 (b) は図 6 (a) の V I b - V I b 断面を示す概略断面図であり、図 6 (c) は図 6 (a) の V I c - V I c 断面を示す概略断面図である。

図 6 (a) では、金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 の樹脂層 2 1 の内部に位置し、平面視により見えない部分を破線で示した。

図 5 に示した樹脂層 2 1 の高さ (Z 方向長さ) を減少させて、図 6 に示すように、金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 の他方の端部を樹脂層 2 1 の上面から露出させる。

例えば、図 5 に示す樹脂層 2 1 の上面に研削、研磨または切削等の加工を施すことにより図 6 に示す状態を実現できる。

このように、研削、研磨または切削等の加工により金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 の他方の端部を樹脂層 2 1 から露出させた場合、本発明の 1 つの実施形態では、図 6 に示すように金属ワイヤ 1 および 3 の他方の端部の端面は、樹脂層 2 1 の上面と同一平面 (面一) となっている。

【0055】

図 7 は樹脂層 2 1 の上面に接続電極 2 3 a および接続電極 2 3 b を形成した状態を示す図であり、図 7 (a) は概略平面図であり、図 7 (b) は図 7 (a) の V I I b - V I I b 断面を示す概略断面図であり、図 7 (c) は図 7 (a) の V I I c - V I I c 断面を示す概略断面図である。

図 7 (a) では、金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 は接続電極 2 3 a、2 3 b の下または樹脂層 2 1 の内部に位置し、平面視により見えないが、接続電極 2 3 a、2 3 b の下または樹脂層 2 1 の内部での配置が判るよう破線で示した。

【0056】

図 7 (b) から判るように、金属ワイヤ 3 の他方の端部 (端面) は n 側接続電極 2 3 b の下面と接触しており、金属ワイヤ 1 の他方の端部 (端面) は p 側接続電極 2 3 a の下面と接触している。

上述したように、p 側接続電極 2 3 a および n 側接続電極 2 3 b は、例えば銅のような金属薄膜でよく、このような金属薄膜はスパッタリングにより形成できる。

より詳細には、樹脂層 2 1 の上面全体にスパッタリングにより金属薄膜を形成後、フォトリソグラフィにより、p 側接続電極 2 3 a および n 側接続電極 2 3 b を形成したい部分にレジストパターンを形成し、その後エッチングを行うことで所望の位置にのみ、p 側接続電極 2 3 a または n 側接続電極 2 3 b となる金属薄膜を残すことができる。

【0057】

また、別の方法として、以下の方法を挙げることができる。

樹脂層 2 1 の上面のうち、接続電極 2 3 a および接続電極 2 3 b のどちらも形成しない部分に、フォトリソグラフィによりレジストパターンを形成し、スパッタリングを行う。そして、リフトオフにより、レジストパターンおよびその上に形成された金属薄膜を除去することで所望の位置にのみ、p 側接続電極 2 3 a または n 側接続電極 2 3 b となる金属

10

20

30

40

50

薄膜を残すことができる。

【0058】

図8は成長基板19を除去した状態を示す図であり、図8(a)は図7(a)のV I I b-V I I b断面に相当する断面の概略断面図であり、図8(b)は図7(a)のV I I c-V I I c断面に相当する断面の概略断面図である(下部に位置する成長基板19を除去しても平面図は図7(a)と変わらないため)。

図8(a)、(b)からわかるように、成長基板19は完全に除去されている。

成長基板19の除去は、例えば、レーザーリフトオフ(LLO)法により行うことができる。

【0059】

10

成長基板19を除去し、n型半導体層11の下面に蛍光体層25設けた後、ダイスにより個片化(得られた複数の発光装置を1個ずつ分離すること)を行うことで発光装置100を得ることができる。

好ましくは、成長基板19を除去後、蛍光体層25を形成する前にn型半導体層25の下面を粗面化することが好ましい。粗面化は例えばウエットエッチングにより実施することができる。

蛍光体層を含む樹脂を用いて圧縮成形を行うことにより、n型半導体層11の下面に蛍光体層25を形成することができる。

【0060】

また、成長基板19を除去する前に、樹脂層21の上面側(成長基板19と反対の面側)に粘着シート等を用いて、ガラスなどの支持基板を貼り付けていてもよい。このように樹脂層21の上面にガラスの支持基板を貼り付けることにより、成長基板19を除去した際に生じるウエハの反りをより抑制することができる。なお、粘着シートは、後工程においてウエハから剥離させることができる限り任意の形態のシートを用いてよく、例えば微粘着シートおよびUV硬化型の粘着シートなどを用いることができる。さらに本実施形態のように蛍光体層25を設ける場合、圧縮成形時に生じる熱を考慮して耐熱性に優れた粘着シートを用いることが好ましい。

20

【0061】

(3) 変形例1

図9は実施形態1に係る発光装置100の第1の変形例を示す図であり、図9(a)は図1のI b-I b断面に相当する断面を示す概略断面図であり、図9(b)は図1のI c-I c断面に相当する断面を示す概略断面図である(変形例1に係る発光装置の上面視した形態は発光装置100の上面視した形態と同じであるため)。

30

【0062】

変形例1に係る発光装置では、p型半導体層9およびn型半導体層11の側面が樹脂層21に覆われている点は発光装置100と同じである。

変形例1に係る半導体装置では、さらに、このp型半導体層9およびn型半導体層11の側面を、樹脂層21を介して、蛍光体層25により覆っている点が図1に示す発光装置100と異なる。

変形例1に係る発光装置のこれ以外の構成は、発光装置100と同じであってよい。

40

【0063】

図9に示す実施形態ではp型半導体層9の側面には保護膜17が形成されている。

このように、樹脂層21に加えて、p型半導体層9の側面およびn型半導体層11の側面の少なくとも一方は保護膜17により覆われていてよい。

p型半導体層9およびn型半導体層11の側面を蛍光体層25により覆うことにより、横方向(図9中のX方向およびY方向)に発光した光の一部をより波長の長い光に確実に変換できる。

なお、p型半導体層9およびn型半導体層11の外周全体に亘って、その側面が蛍光体層25により覆われていることが好ましいが、外周の一部分において、その側面が蛍光体層25により覆われていてもよい。

50

【0064】

図9に示すような、蛍光体層25のうち、p型半導体層9およびn型半導体層11の側面を覆う部分は、例えば、以下の方法により形成できる。

樹脂層21を形成する際に、p型半導体層9およびn型半導体層11の側面部分のうち蛍光体層25により覆う部分にレジストを形成しておき、樹脂層21を形成後にこのレジストを除去し、蛍光体層25を形成する際にこのレジストを除去した部分にも蛍光体層25を形成する。

【0065】

(4) 変形例2

図10は実施形態1に係る発光装置100の第2の変形例を示す図であり、図10(a)は図1のIb-Ib断面に相当する断面を示す断面図であり、図10(b)は図1のIc-Ic断面に相当する断面を示す断面図である(変形例2に係る発光装置の上面視した形態は発光装置100の上面視した形態と同じであるため)。

【0066】

変形例2に係る発光装置は、p型半導体層9およびn型半導体層11の側面が蛍光体層25により覆われている点は変形例1に係る発光装置と同じである。

変形例1に係る半導体装置では、樹脂層21を介して、蛍光体層25により、p型半導体層9およびn型半導体層11の側面を覆っているのに対して、変形例2に係る発光装置では樹脂層21を介することなく蛍光体層25により、p型半導体層9およびn型半導体層11の側面を覆っている。

変形例2に係る発光装置のこれ以外の構成は、変形例1に係る発光装置と同じであってよい。

【0067】

図10に示す実施形態ではp型半導体層9の側面には保護膜17が形成されている。

このように、p型半導体層9の側面およびn型半導体層11の側面の少なくとも一方は保護膜17により覆われていてよい。

p型半導体層9およびn型半導体層11の側面を蛍光体層25により覆うことにより、横方向(図9中のX方向およびY方向)に発光した光の一部をより波長の長い光に確実に変換できる。

なお、p型半導体層9およびn型半導体層11の外周全体に亘って、その側面が蛍光体層25により覆われているのが好ましいが、外周の一部分において、その側面が蛍光体層25により覆われていてもよい。

【0068】

また、図10に示すように蛍光体層25は、p型半導体層9およびn型半導体層11の上面の一部(上面の外周部の全周又は外周部の一部)を覆ってよい。これによりp型半導体層9の側面とn型半導体層11の側面の間から出て上方に向かう光の一部をより確実に波長の長い光に変換できる。

図10に示すように、蛍光体層25により覆われるp型半導体層9の上面の一部およびn型半導体層11の上面の一部の少なくとも一方は保護膜17により覆われていてよい。

【0069】

変形例2に係る蛍光体層25は、例えば、樹脂層21の形成時(圧縮成形時)にp型半導体層9の側面とn型半導体層11の側面(必要に応じてp型半導体層9およびn型半導体層11の上面の一部も)を覆わないように樹脂層21を形成し、蛍光体層25の形成時(圧縮成形時)に蛍光体層(例えば、蛍光体を含む樹脂層)25が金型とp型半導体層9およびn型半導体層11との間に流れ込むことにより得ることができる。

【0070】

(5) 変形例3

図11は実施形態1の第3の変形例に係る発光装置100Aを示す図であり、図11(a)は発光装置100Aの概略平面図であり、図11(b)は図11(a)のXIb-XIb断面を示す概略断面図であり、図11(c)は図11(a)のXIc-XIc断面を

10

20

30

40

50

示す概略断面図である。

なお、図11(a)では、p側金属ワイヤ1とn側金属ワイヤ3の配置を明確に示すために樹脂層21とp側接続電極23aとn側接続電極23bの記載を省略している。

【0071】

発光装置100Aでは、金属ワイヤ3は、U字型（下側が開いているため、「逆U字型」ともいう）の形状を有し、両方の端部にバンプが形成され、異なるn側パッド電極7に接続されている。そして、両方の端部の間に位置する中間部分の一部が樹脂層21の上面から露出し、n側接続電極23bの下面と接触している。

発光装置100Aのこれ以外の構成は発光装置100と同じであってよい。

【0072】

図11(b)からも判るように、金属ワイヤ3のU字型形状の底部（中間部分のうち樹脂層21より露出している部分）を広く（または長く）形成できるため、より確実に金属ワイヤ3とn側接続電極23bとを接触させることができる。

【0073】

また、このU字型の金属ワイヤ3は、(1) 1つのn側パッド電極7にバンプボンディングによって、予めバンプを形成した後、(2) 別のn側パッド電極7に、ボールボンディング（第1ボンディング）を行い、ワイヤを供給するキャピラリーをU字状に移動させることによって、U字形状のワイヤループを形成し、さらに工程(1)で形成したバンプ上に、ステッチボンディング（第2ボンディング）を行うことにより形成することができる。

なお、工程(1)を省略して、バンプを形成することなく、U字形状のワイヤループの一方の端部を1つのn側パッド電極7に接続してもよい。

【0074】

なお、図11に示す実施形態では、金属ワイヤ3はU字型の形状を有しているが、これに限定されるものではなく、両方の端部が、それぞれ、異なるn側パッド電極に固定され、中間部が樹脂層21の外表面から露出している限り任意の形状を有してよい。

【0075】

図12は、U字型の金属ワイヤ3を形成した後、U字型形状の底部を樹脂層21から露出される方法を例示する断面図である。両端が、異なるn側パッド電極7に固定されているU字型の金属ワイヤ3を形成する。次に、図12に示すように、U字型の金属ワイヤ3全体を覆うように樹脂層21を形成する（すなわち、樹脂層21の厚さ（図12のZ方向長さ）がU字型の金属ワイヤ3の高さ（図12のZ方向長さ）より高くなるように樹脂層21を形成する。）。そして、図12に破線で示すA-A断面、すなわち形成したU字型金属ワイヤ3の底部を横切る断面まで、樹脂層21を研削または研磨することにより金属ワイヤ3が樹脂層21から露出する。

樹脂層21をA-A断面まで研削または研磨する際に金属ワイヤ3も研磨または研削され、金属ワイヤ3の露出面と樹脂層21の外表面（上面）とは同一平面（面一）であることが好ましい。樹脂層21の外表面に形成する接続電極23bと金属ワイヤ3とをより確実に接触できるからである。

【0076】

図11で示す実施形態では金属ワイヤ1は、一端がパッド電極5に固定され、直線状に延在した他端がp側接続電極23aと接触している。

しかし、これに限定されるものではなく、金属ワイヤ1も金属ワイヤ3と同じU字型形状（この場合、金属ワイヤ1は、両方の端部の間に位置する中間部分の一部が樹脂層21の上面から露出し、p側接続電極23aの下面と接触してよい。）、またはクランク形状等の任意の形状を有してよい。

また、金属ワイヤ3についても、上述のU字型形状の金属ワイヤ3に加えて、直線状、クランク形状を含む任意の形状の金属ワイヤ3を有してよい。

【0077】

(6) 変形例 4

図 13 は実施形態 1 の第 4 の変形例に係る発光装置 100B を示す図であり、図 13 (a) は発光装置 100B の概略平面図であり、図 13 (b) は図 13 (a) の X I I I b - X I I I b 断面を示す概略断面図であり、図 13 (c) は図 13 (a) の X I I I c - X I I I c 断面を示す概略断面図である。

【0078】

発光装置 100B の金属ワイヤ 3 は、発光装置 100A と同じ U 字型の形状を有している。金属ワイヤ 3 の U 字型形状の底部が樹脂層 21 の表面より露出している点も発光装置 100A と同じである。

発光装置 100B では、金属ワイヤ 1 も U 字型の形状を有し、U 字型の底部が樹脂層 21 の表面より露出している (図 13 (a) に示すように露出部分は Y 方向に延在している。)

【0079】

発光装置 100B では、発光装置 100A のように、p 側金属ワイヤ 1 および n 側金属ワイヤ 3 とは別に接続電極 23a、23b を設けていない。代わりに、p 側金属ワイヤ 1 の U 字形の底部、すなわち樹脂層 21 から露出している部分を p 側接続電極として用い、n 側金属ワイヤ 3 の U 字形の底部、すなわち樹脂層 21 から露出している部分を n 側接続電極として用いる。

このような構成を有することで、スパッタリング等を行って接続電極 23a、23b を形成する工程を省略することができる。

【0080】

なお、図 13 に示す実施形態では、金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 は U 字型の形状を有しているが、これに限定されるものではなく、両方の端部が、それぞれ、異なるパッド電極 (金属ワイヤ 1 は異なる p 側パッド電極 5、金属ワイヤ 3 は異なる n 側パッド電極 7) に固定され、中間部が樹脂層 21 の外面から露出している限り任意の形状を有してよい。

【0081】

(7) 変形例 5

図 14 は実施形態 1 の第 5 の変形例に係る発光装置 100C を示す図であり、図 14 (a) は発光装置 100C の平面図であり、図 14 (b) は図 14 (a) の X I V b - X I V b 断面を示す断面図であり、図 14 (c) は図 14 (a) の X I V c - X I V c 断面を示す断面図である。

なお、図 14 (a) では、p 側金属ワイヤ 1 と n 側金属ワイヤ 3 の配置を明確に示すために樹脂層 21 と p 側接続電極 23a と n 側接続電極 23b の記載を省略している。

【0082】

発光装置 100C では、図 14 (b) に示すように、高さ方向 (Z 方向) に複数 (図 14 (b) の実施形態では 5 つ) のバンプ 3a (n 側バンプ 3a) を積層 (積み重ねて) して形成したバンプ積層体により、n 側パッド電極 7 と n 側接続電極 23b との間を接続している。そして、金属ワイヤ 3 は、一方の端部がバンプ 3a を形成して別の n 側パッド電極 7 に固定 (接続) され、他方の端部がバンプ積層体の中の 1 つのバンプ 3a に固定 (接続) されている。

これにより、金属ワイヤ 3 は、バンプ積層体の一部を介して、n 側パッド電極 7 と n 側接続電極 23b との間を接続している。

【0083】

図 14 (c) に示すように、高さ方向 (Z 方向) に複数 (図 14 (c) の実施形態では 5 つ) のバンプ 1a (p 側バンプ 1a) を積層 (積み重ねて) して形成したバンプ積層体により、p 側パッド電極 5 と n 側接続電極 23a との間を接続している。そして、金属ワイヤ 1 は、一方の端部がバンプ 1a を形成して別の p 側パッド電極 5 に固定 (接続) され、他方の端部がバンプ積層体の中の 1 つのバンプ 1a に固定 (接続) されている。

これにより、金属ワイヤ 1 は、バンプ積層体の一部を介して、p 側パッド電極 5 と p 側

10

20

30

40

50

接続電極 2 3 a との間を接続している。

【0084】

バンプ積層体は、通常のパンプボンディングにより、順次バンプを積み重ねていくことにより容易に形成することができる。

そして、金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 の他方の端部（パッド電極と接続されていない方の端部）とバンプ積層体のバンプの 1 つとの接続は、例えば、バンプ上に、第 2 ボンディングを行い（一方の端部をステッチボンディングすることでパッド電極と接続）、さらにこの第 2 ボンディング部分の上にバンプを積層するだけで容易に行うことができる。また、1 つのバンプ積層体に複数の金属ワイヤ 1 または金属ワイヤ 3 を接続できることから、バンプ積層体に金属ワイヤ 1 または金属ワイヤ 3 をまとめることにより、比較的シ

10

【0085】

なお、図 1 4 に示す実施形態では、金属ワイヤ 1 と金属ワイヤ 3 の両方が、その他方の端部がバンプ積層体のバンプの 1 つと接続されているが、発光装置 1 0 0 C の金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 の実施形態はこれに限定されるものではなく、金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 の少なくとも 1 つが、その一方の端部がパッド電極に固定され（バンプを形成してパッド電極に固定されている場合を含む）、他方の端部がバンプ積層体のバンプの 1 つに接続されている限り、残りの金属ワイヤ 1 および金属ワイヤ 3 は、本明細書に示した形態を含む任意の形態であってよい。

20

【0086】

2. 実施形態 2

図 1 5 は本発明の実施形態 2 に係る発光装置 1 0 0 D を示す図であり、図 1 5 (a) は発光装置 1 0 0 D が 2 つ並んだ状態を示す概略平面図であり、図 1 5 (b) は図 1 5 (a) の X V b - X V b 断面を示す概略断面図である。

図 1 5 (a) では、樹脂層 2 1 内に配置されており、平面視において見えない金属ワイヤ 1、3 の配置を破線で示した。

図 1 6 (a) は図 1 5 (a) の X V I a - X V I a 断面を示す概略断面図であり、図 1 6 (b) は図 1 5 (b) の X V I b - X V I b 断面を示す概略断面図であり、図 1 6 (c) は図 1 5 (a) の X V I c - X V I c 断面を示す概略断面図である。

30

【0087】

実施形態 2 に係る発光装置 1 0 0 D は、p 側接続電極および n 側接続電極が、樹脂層 2 1 の外面のうち半導体チップ 3 0 の p 側パッド電極 5 および n 側パッド電極 7 が配置されている面と略垂直な面に配置されている所謂サイドビュー型の発光装置である。

【0088】

図 1 5 (a) では、2 つの発光装置 1 0 0 D が並んで（Z 方向に並んで）接触して配置されている。これは、発光装置 1 0 0 D を製造する方法の 1 つの実施形態において成長基板（ウエハ）1 9 上に複数の発光装置 1 0 0 D を形成した後、個々の発光装置 1 0 0 に切り離して（個片化して）1 個の発光装置 1 0 0 C を得ることに対応して、複数の発光装置 1 0 0 D のうちの 2 個を示したものである。図 1 5 (a) により、隣接して形成された発光装置 1 0 0 D 同士の間で金属ワイヤ 1、3 がどのように配置されているかを理解することが

40

ことができる。

図 1 5 (a) に示す 2 つの発光装置は、同図および図 1 6 中に示す B - B 線に沿って切断することで個片化される。

【0089】

以下に発光装置 1 0 0 D の特徴を示す。なお、特段の記載が無い限り、発光装置 1 0 0 D の各要素は、実施形態 1 に係る図面で同じ符号を付した対応する要素と同じ構成を有してよい。

図 1 5 (a)、図 1 5 (b) および図 1 6 (a) に示すように、p 側金属ワイヤ 1 は、水平方向（n 型半導体層 1 1 の表面に略平行（図中の X Y 面に略平行）な方向）に延在する水平延在部と、一方の端部がバンプを有して p 側パッド電極 5 に固定され、略垂直方向

50

に延在し、他方の端部が水平延在部に接続されている垂直延在部とを有する。水平延在部は、その一部が樹脂層21の側面(図15および図16の実施形態ではX-Z面)から露出するように構成されている。図15および図16に示す実施形態では、金属ワイヤ1の水平延在部は隣接する半導体装置100Dまで延在している。そして、B-B線に沿って個片化すると、B-B線に沿った樹脂層21の側面(X-Z面)が形成され、そこに金属ワイヤ1の水平延在部の端面が露出する。

樹脂層21の側面に露出した金属ワイヤ1の水平延在部の一部(例えば、端面)はp側接続電極として機能する。

【0090】

なお、必要に応じて、金属ワイヤ1の樹脂層21の側面に露出した部分を接触して覆う金属薄膜を樹脂層21の側面に設けて、当該金属薄膜をp側接続電極として用いてよい。

また、図15(a)および図16(a)に示す実施形態では、1つの発光装置100Dについて、2つの側面(図のX-Z面)それぞれから金属ワイヤ1の一部が露出することとなる。しかし、p側接続電極としてバンプ等を介して実装基板の配線層に接続するために不可欠なのは一方の露出部だけである。必要に応じて、実装基板の配線層との接続に寄与しない他方の露出部を樹脂等の絶縁体により覆ってもよい。

【0091】

図15(a)、図15(b)、図16(b)および図16(c)に示すように、n側金属ワイヤ3もまた、水平方向(n型半導体層11の表面に略平行(図中のXY面に略平行)な方向)に延在する水平延在部と、一方の端部がバンプを有してn側パッド電極7に固定され、略垂直方向に延在し、他方の端部が水平延在部に接続されている垂直延在部とを有する。

金属ワイヤ3の水平延在部は、図15(a)に示すように、分岐部を有し、分岐部から先はクランク形状となっている部分を有する。

金属ワイヤ3の水平延在部は、分岐部、屈曲部および湾曲部から選択される1つ以上を有してよい。

なお、金属ワイヤ1の水平部についても同様に、分岐部、屈曲部および湾曲部から選択される1つ以上を有してよい。

【0092】

金属ワイヤ3の水平延在部は、その一部が樹脂層21の側面(図15および図16の実施形態ではX-Z面)から露出するように構成されている。図15および図16に示す実施形態では、金属ワイヤ3の水平延在部は隣接する半導体装置100Dまで延在している。そして、B-B線に沿って個片化すると、B-B線に沿った樹脂層21の側面(X-Z面)が形成され、そこに金属ワイヤ3の水平延在部の端面が露出する。

樹脂層21の側面に露出した金属ワイヤ3の水平延在部の一部(例えば、端面)はn側接続電極として機能する。

【0093】

なお、必要に応じて、金属ワイヤ3の樹脂層21の側面に露出した部分を接触して覆う金属薄膜を樹脂層21の側面に設けて、当該金属薄膜をn側接続電極として用いてよい。

また、図15(a)および図16(b)に示す実施形態では、1つの発光装置100Dについて、2つの側面(図のX-Z面)それぞれから金属ワイヤ3の一部が露出することとなる。しかし、n側接続電極としてバンプ等を介して実装基板の配線層に接続するために不可欠なのは一方の露出部だけである。必要に応じて、実装基板の配線層との接続に寄与しない他方の露出部を樹脂等の絶縁体により覆ってもよい。

【0094】

以上の構成を有する発光装置100Dは、p側パッド電極5とn側パッド電極7と、p側接続電極として機能する金属ワイヤ1の露出部と、n側接続電極として機能する金属ワイヤ3の露出部とが半導体チップ3に対して、同じ側(上面側)に位置している。そして、n側接続電極とp側接続電極が形成されている樹脂層21の側面を実装面として、実装基板上に載置される。

10

20

30

40

50

なお、図 15、図 16 に示す実施形態では、成長基板 19 を有しているが、発光装置 100D は、実施形態 1 で示した他の発光装置と同様に成長基板が除去されてもよい。

また、図 15、図 16 に示す実施形態では、蛍光体層を有していないが、発光装置 100D は、実施形態 1 で示した他の発光装置と同様に n 型半導体層 11 の下部に蛍光体層 25 を有してよい。

【符号の説明】

【0095】

1 p 側金属ワイヤ

3 n 側金属ワイヤ

1a、3a バンプ

5 p 側パッド電極

7 n 側パッド電極

9 p 型半導体層

11 n 型半導体層

13 全面電極

15 カバー電極

17 保護膜

19 成長基板

21 樹脂層

23a p 側接続電極

23b n 側接続電極

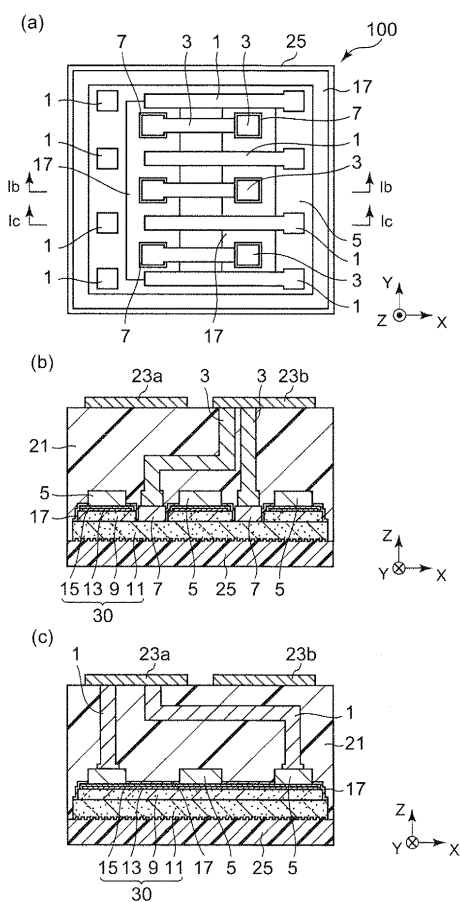
30 半導体チップ

100、100A、100B、100C、100D 発光装置

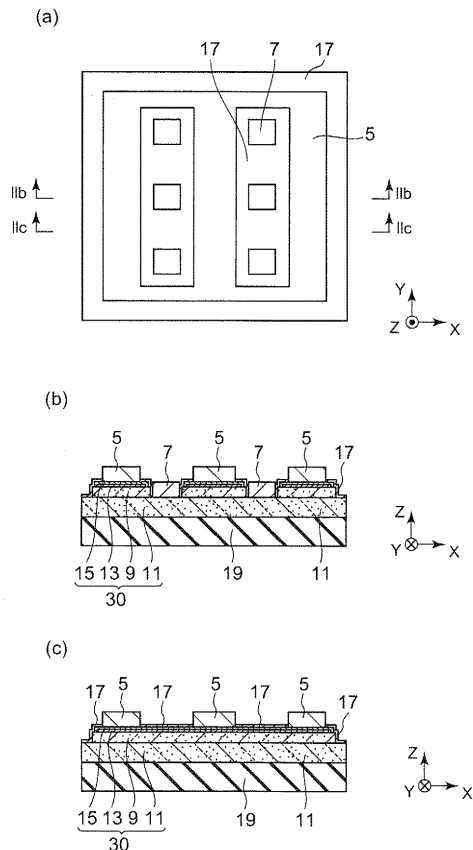
10

20

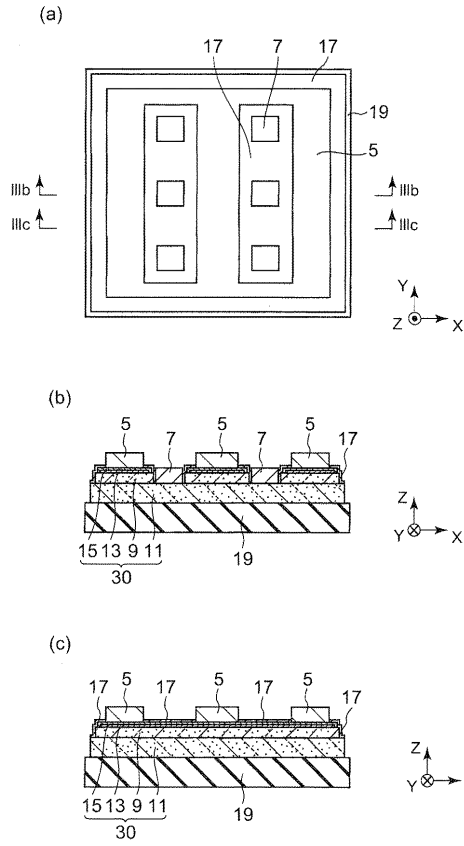
【図 1】



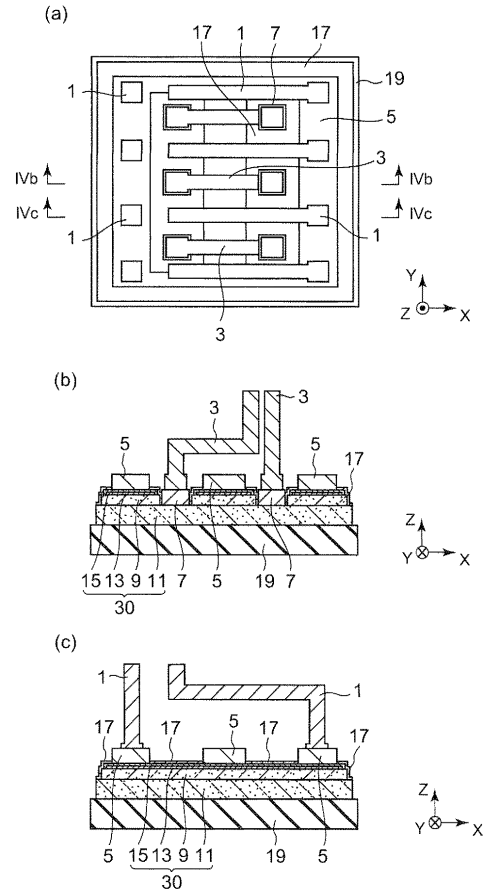
【図 2】



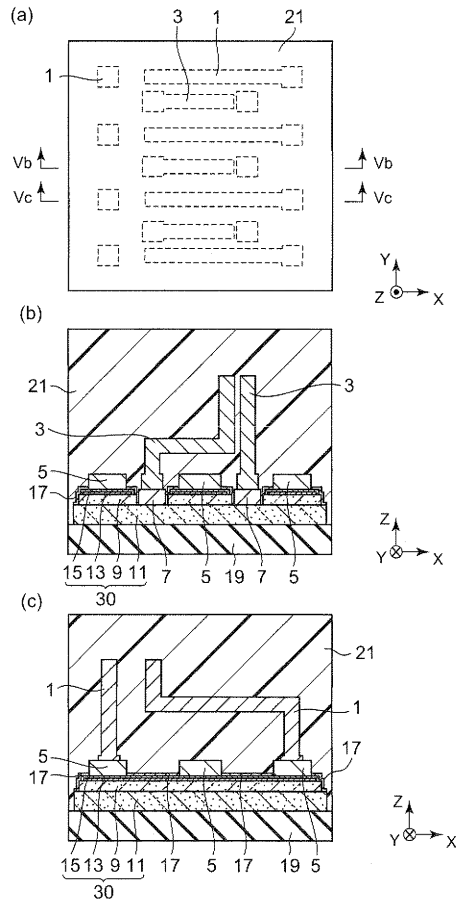
【図 3】



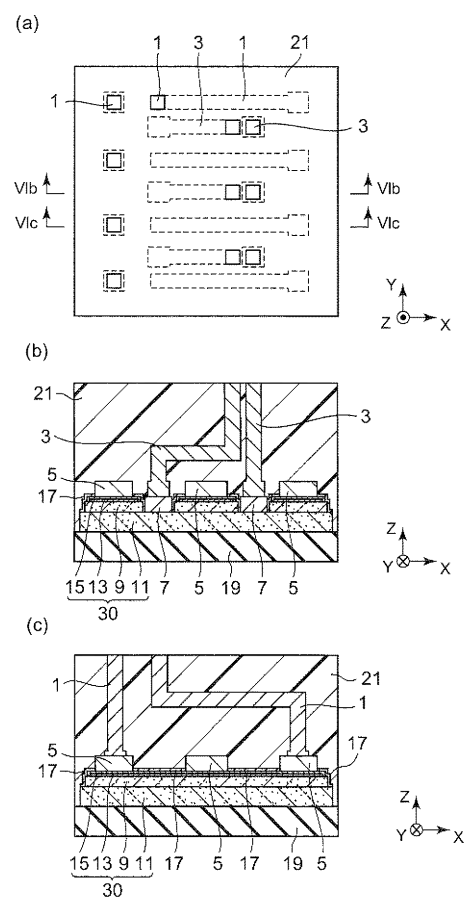
【図 4】



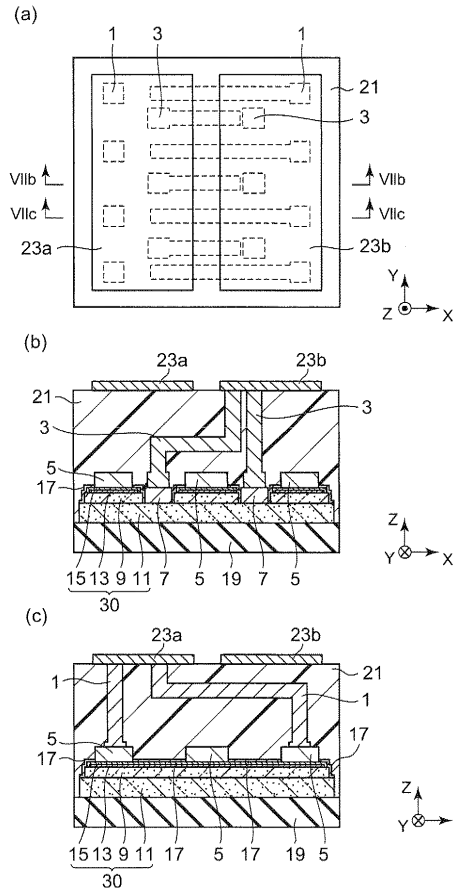
【図 5】



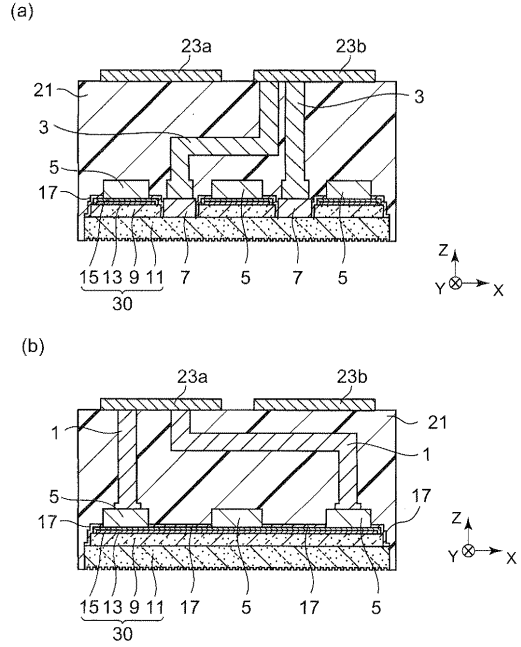
【図 6】



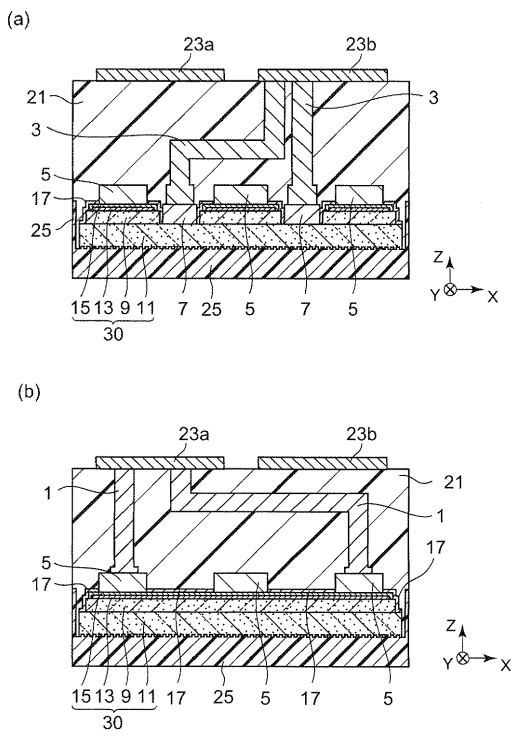
【図 7】



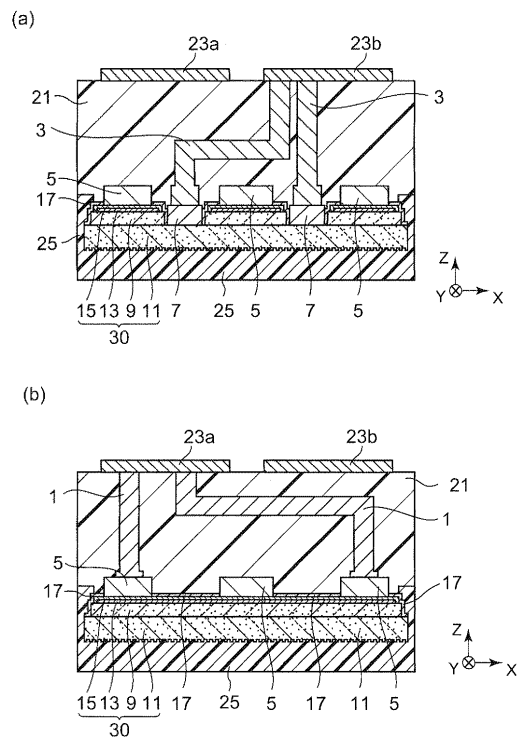
【図 8】



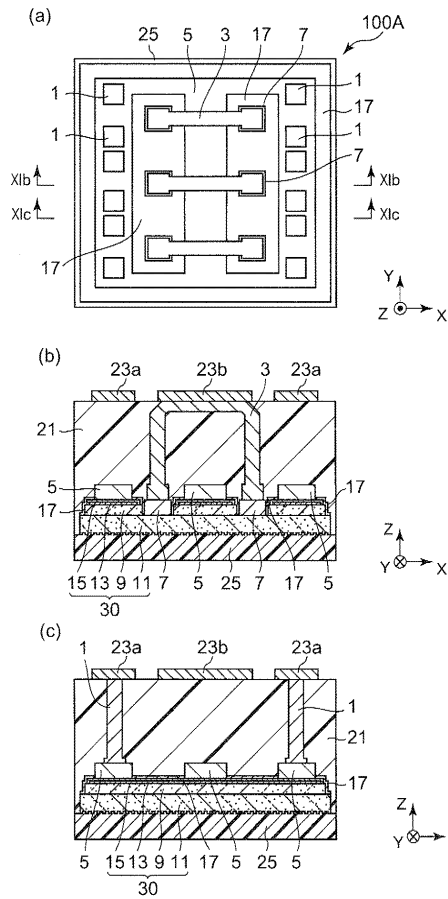
【図 9】



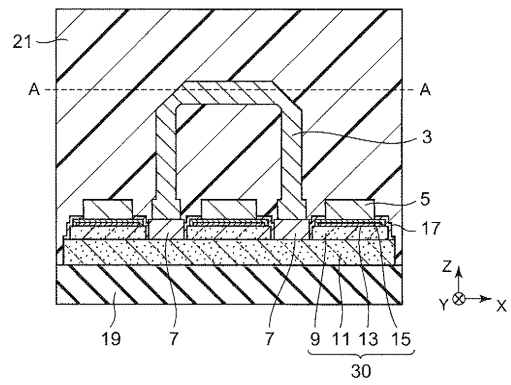
【図 10】



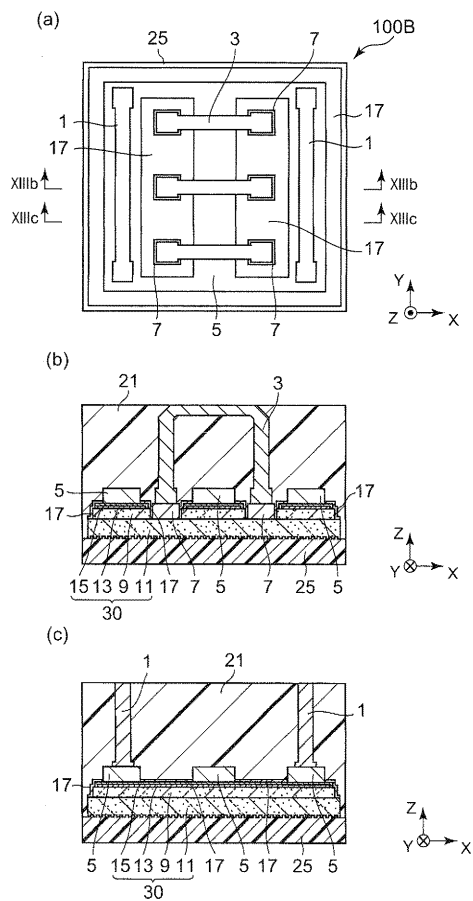
【図 1 1】



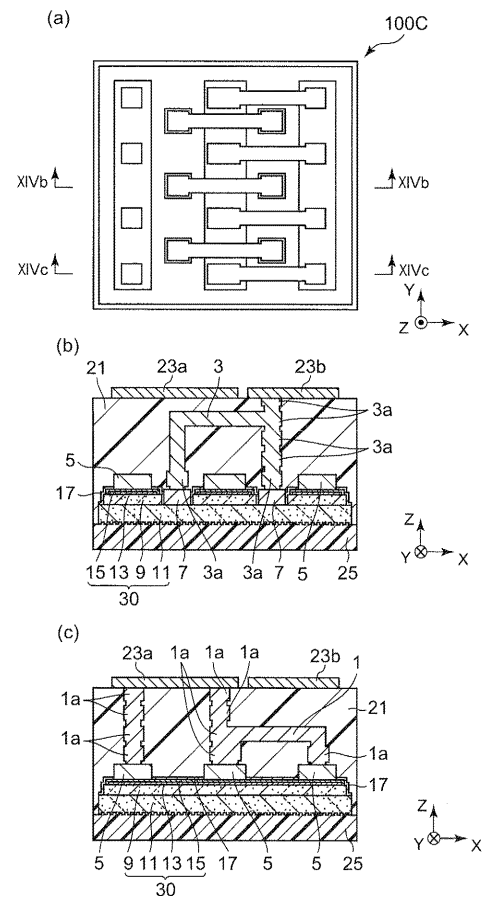
【図 1 2】



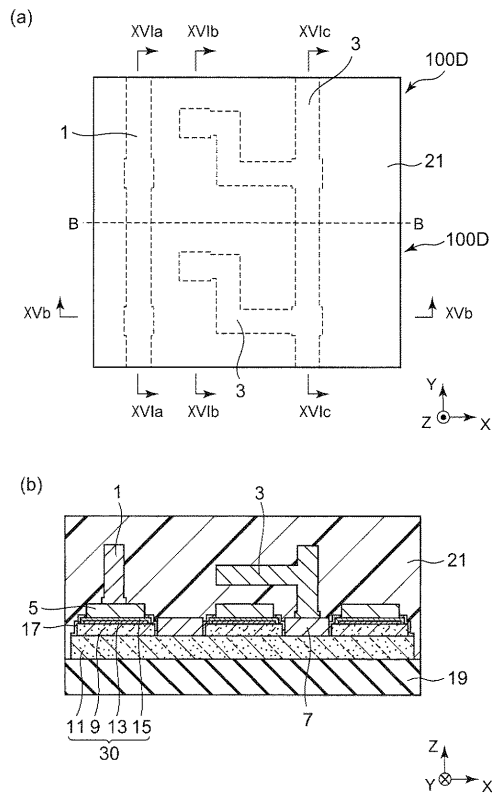
【図 1 3】



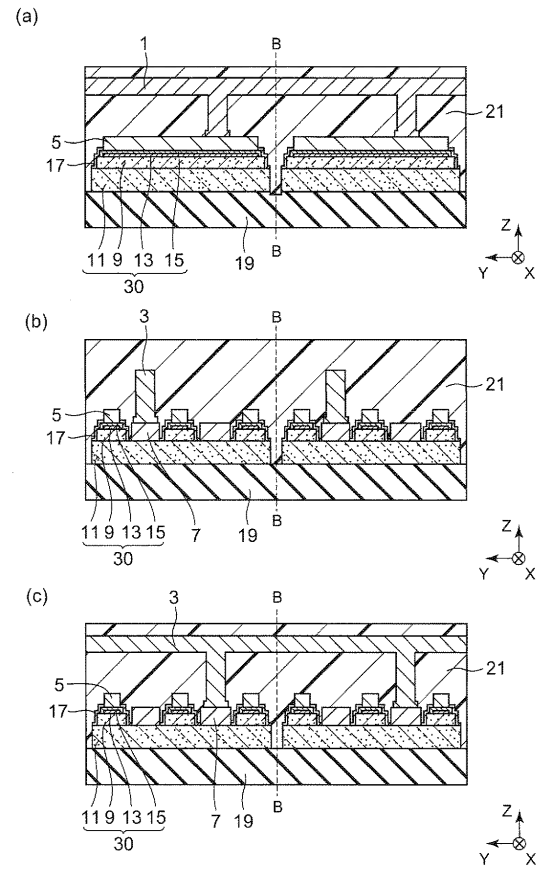
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

- (72)発明者 笠井 久嗣
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
- (72)発明者 粟飯原 善之
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
- (72)発明者 佐々 博凡
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
- (72)発明者 中村 伸治
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

審査官 小濱 健太

- (56)参考文献 特開2012-142326 (JP, A)
実開平06-038266 (JP, U)
国際公開第2009/009436 (WO, A1)
特開2010-141176 (JP, A)
特開2000-244012 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00-33/64