

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6398222号
(P6398222)

(45) 発行日 平成30年10月3日(2018.10.3)

(24) 登録日 平成30年9月14日(2018.9.14)

(51) Int.Cl.

H01L 33/62 (2010.01)

F 1

H01L 33/62

請求項の数 14 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2014-35617 (P2014-35617)
 (22) 出願日 平成26年2月26日 (2014.2.26)
 (65) 公開番号 特開2014-195064 (P2014-195064A)
 (43) 公開日 平成26年10月9日 (2014.10.9)
 審査請求日 平成29年2月2日 (2017.2.2)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-40148 (P2013-40148)
 (32) 優先日 平成25年2月28日 (2013.2.28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000226057
 日亜化学工業株式会社
 徳島県阿南市上中町岡491番地1OO
 (74) 代理人 100100158
 弁理士 鮫島 瞳
 (74) 代理人 100138863
 弁理士 言上 恵一
 (74) 代理人 100145403
 弁理士 山尾 憲人
 (72) 発明者 大湯 孝寛
 徳島県阿南市上中町岡491番地1OO
 日亜化学工業株式会社内
 審査官 百瀬 正之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発光装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上面に負のリード電極と正のリード電極を有するフレキシブル基板と、
 上面に負電極と正電極とを有する発光素子と、
 前記発光素子の側面に形成された絶縁膜と、
 前記絶縁膜上に接して形成され、前記負電極と前記負のリード電極間、又は前記正電極
 と前記正のリード電極間を接続する配線と、を有し、
 前記発光素子は、前記正のリード電極および前記負のリード電極の一方のリード電極のみの上に、絶縁性の接合部材を介して接合され、前記接合部材は、前記発光素子が接合されていない他方のリード電極に対向する前記一方のリード電極の端面までを被覆し、および、前記発光素子は、絶縁性の素子基板を備え、前記素子基板の側面に前記配線が直接設けられている、発光装置。

【請求項 2】

前記絶縁膜は、前記発光素子の側面に略均一な厚さに形成されている請求項1に記載の発光装置。

【請求項 3】

前記負のリード電極又は前記正のリード電極と前記配線との接続部は、前記発光素子の側面の下端に近接した位置にある請求項1または2に記載の発光装置。

【請求項 4】

前記絶縁膜は、無機物からなる請求項1～3のうちのいずれか1つに記載の発光装置。

10

20

【請求項 5】

前記絶縁膜が、屈折率の異なる2種以上の誘電体膜を積層した多層膜である請求項1～4のうちのいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項 6】

前記発光素子と前記配線とを封止する封止部材をさらに含む請求項1～5のうちのいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項 7】

フレキシブル基板と、

第1連結部と該第1連結部にそれぞれ一端が連結された複数の第1延伸電極とを有し、前記基板の上面に形成された負のリード電極と、

10

第2連結部と該第2連結部にそれぞれ一端が連結された複数の第2延伸電極とを有し、該第2延伸電極が前記第1延伸電極と所定の間隔で隣接するように前記フレキシブル基板の上面に形成された正のリード電極と、

それぞれ上面に正電極と負電極とを有し、第1延伸電極に負電極がそれぞれ接続され、前記第2延伸電極にそれぞれ正電極が接続された複数の発光素子と、

前記複数の発光素子の側面にそれぞれ形成された絶縁膜と、

前記絶縁膜上にそれぞれ形成され、前記正電極と前記第1延伸電極間、又は前記負電極と前記第2延伸電極間をそれぞれ接続する複数の配線と、を有し、

前記発光素子は、前記複数の第1延伸電極および前記複数の第2延伸電極の一方の延伸電極のみの上に、絶縁性の接合部材を介して接合され、前記接合部材は、前記発光素子が接合されていない他方の延伸電極に対向する前記一方の延伸電極の端面までを被覆し、および前記発光素子は、絶縁性の素子基板を備え、前記素子基板の側面に前記配線が直接設けられている、発光装置。

20

【請求項 8】

前記フレキシブル基板は、短辺と長辺を有する矩形形状であり、前記発光素子は前記フレキシブル基板の長手方向に列状に配列された請求項7に記載の発光装置。

【請求項 9】

前記絶縁膜はそれぞれ、前記発光素子の側面に略均一な厚さに形成されている請求項7または8に記載の発光装置。

【請求項 10】

30

前記第1延伸電極又は前記第2延伸電極と前記配線との接続部はそれぞれ、前記発光素子の側面の下端に近接した位置にある請求項7～9のうちのいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項 11】

前記絶縁膜はそれぞれ、無機物からなる請求項7～10のうちのいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項 12】

前記絶縁膜はそれぞれ、屈折率の異なる2種以上の誘電体膜を積層した多層膜である請求項7～11のうちのいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項 13】

40

前記配線の厚さは、10～20μmの範囲にある請求項7～12のうちのいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項 14】

前記複数の発光素子のうちの1つの発光素子と当該発光素子の側面に形成された絶縁膜上に形成された配線とをそれぞれ封止する複数の封止部材をさらに含む請求項7～13のうちのいずれか1つに記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、発光素子が搭載された発光装置、特に電極が形成された面を上にして実装す

50

る（以下、フェイスアップ実装という）対応の発光素子が搭載された発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード（LED）やレーザーダイオード（LD）等の半導体発光素子（以下、発光素子と記す）は、小型で電力効率がよく鮮やかな色に発光し、また半導体素子であるので球切れ等の心配がなく、さらに初期駆動特性が優れ、振動やオン・オフ点灯の繰返しに強いという特徴を有する。このような優れた特性を有するため、発光素子を光源として搭載した発光装置は、照明器具や液晶ディスプレイ（LCD）のバックライトの一般的民生用光源として、その用途に対応した構造のものが利用されている。

【0003】

10

例えば、板状やフィルム状の基板の表面にリード電極のパターンが金属膜で形成された配線基板（プリント基板）に、発光素子を搭載した発光装置がある。配線基板に半導体素子（チップ）を実装するには、配線基板の所定の実装領域に半導体素子を搭載して、半導体素子の電極を配線基板上のリード電極（インナーリード）に電気的に接続し、半導体素子を樹脂で封止する。その際、半導体素子を電極（パッド電極）が設けられた面を上に向けて載置し、パッド電極とリード電極とを電気的に接続する配線（導線）を形成するフェイスアップ実装と、パッド電極を下に向けてリード電極と接合しつつ半導体素子を搭載するフリップチップ実装（フェイスダウン実装）とがある。

【0004】

20

フェイスアップ実装は、通常、配線の形成がワイヤボンディングにて行われ、このとき、配線であるワイヤが、両端のみで半導体素子のパッド電極とリード電極に接合して弧状に設けられる。したがって、ワイヤボンディング実装では、樹脂で半導体素子と共に封止されたワイヤが、外部から応力が加えられた等の場合に断線する虞がある。一方、フリップチップ実装は、半導体素子のパッド電極の位置に合わせて、配線基板のリード電極が対面して配置される必要があるために、ワイヤボンディング実装と比較して作業が容易ではない。

【0005】

30

そこで、フェイスアップ実装対応の発光素子を、ワイヤボンディングによらずに配線基板に実装する方法が開発されている。例えば特許文献1には、導電性インクで配線を印刷して、発光素子の上面の電極と配線基板のリード電極とを接続する実装方法が開示されている。導電性インクは、近年、配線基板等の微細配線形成にも適用され、特にインクジェット方式によれば、ある程度の段差のある面に対しても印刷することができるため、発光素子のチップ上面の電極からチップ側面（端面）を経由して、チップ載置面である配線基板に配線（ダイス配線）を形成することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2011-243666号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0007】

特許文献1に記載された実装方法によれば、配線基板上に載置した発光素子の側面にエポキシ樹脂やウレタン樹脂等の透光性樹脂の層を設けることにより、導電性インクで形成されるダイス配線を発光素子の半導体層と絶縁している。しかしながら、このような構造では、ダイス配線が、発光素子の側面に設けた樹脂の層と発光素子を封止する透光性樹脂とに挟まれ、すなわち樹脂のみで支持されるため、ワイヤボンディング実装と同様に断線する虞がある。特にフィルム状のフレキシブル基板を配線基板とする場合は、曲げ応力により断線し易くなる。また、発光素子の側面に設けた樹脂の層は、発光素子と熱伝導性の高いダイス配線とに挟まれているため、発光装置の使用に伴い熱や光で特に経時劣化し易く、透光性が低下する虞がある。

50

【0008】

本発明は前記問題点に鑑みてなされたものであり、フェイスアップ実装対応の発光素子を適用することができ、ワイヤボンディング実装よりも信頼性の高い発光装置を提供することが課題である。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本願発明者は、以下のような構成の発光装置に想到した。

【0010】

本発明に係る発光装置の第1の形態は、

上面に負のリード電極と正のリード電極を有するフレキシブル基板と、

上面に負電極と正電極とを有する発光素子と、

前記発光素子の側面に形成された絶縁膜と、

前記絶縁膜上に接して形成され、前記負電極と前記負のリード電極間、又は前記正電極と前記正のリード電極間を接続する配線と、

を有する。

【0011】

このような構成により、フレキシブル基板を用いた発光装置において配線が断線し難くできる。

【0012】

本発明に係る発光装置の第2の形態は、

フレキシブル基板と、

第1連結部と該第1連結部にそれぞれ一端が連結された複数の第1延伸電極とを有し、前記基板の上面に形成された負のリード電極と、

第2連結部と該第2連結部にそれぞれ一端が連結された複数の第2延伸電極とを有し、該第2延伸電極が前記第1延伸電極と所定の間隔で隣接するように前記基板の上面に形成された正のリード電極と、

それぞれ上面に正電極と負電極とを有し、第1延伸電極に負電極がそれぞれ接続され、前記第2延伸電極にそれぞれ正電極が接続された複数の発光素子と、

前記複数の発光素子の側面にそれぞれ形成された絶縁膜と、

前記絶縁膜上にそれぞれ形成され、前記正電極と前記第1延伸電極間、又は前記負電極と前記第2延伸電極間をそれぞれ接続する複数の配線と、

を有する。

【0013】

本発明に係る発光装置の第3の形態は、

基板と、

第1連結部と該第1連結部にそれぞれ一端が連結された複数の第1延伸電極とを有し、前記基板の上面に形成された負のリード電極と、

第2連結部と該第2連結部にそれぞれ一端が連結された複数の第2延伸電極とを有し、該第2延伸電極が前記第1延伸電極と所定の間隔で隣接するように前記基板の上面に形成された正のリード電極と、

それぞれ上面に正電極と負電極とを有し、前記所定の間隔で隣接する第1延伸電極と第2延伸電極とに跨ってそれぞれ設けられた複数の発光素子と、

前記発光素子の側面にそれぞれ形成された絶縁膜と、

前記絶縁膜上にそれぞれ形成され、前記負電極と前記第1延伸電極間、又は前記正電極と前記第2延伸電極間をそれぞれ接続する配線と、

を有する。

【発明の効果】**【0014】**

本発明に係る発光装置によれば、汎用性の高い配線基板に実装することができるというフェイスアップ実装対応の発光素子の利点を活かしつつ、ワイヤボンディング実装による

10

20

30

40

50

発光装置よりも信頼性の高い発光装置となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明に係る発光装置の構成を説明する外観図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る発光装置の構成を説明する模式図であり、(a)は発光装置に搭載された発光素子の平面図、(b)は(a)のA-A線矢視断面図に相当する発光装置の要部断面図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係る発光素子の製造方法を説明するフローチャートである。

【図4】本発明の第2実施形態に係る発光装置の構成を説明する模式図であり、図2(a)のA-A線矢視断面図に相当する発光装置の要部断面図である。 10

【図5】本発明の第3実施形態に係る発光装置の構成を説明する模式図であり、図2(a)のA-A線矢視断面図に相当する発光装置の要部断面図である。

【図6】本発明の第3実施形態に係る発光素子の製造方法を説明するフローチャートである。

【図7】本発明の第4実施形態に係る発光装置の構成を説明する模式図であり、図2(a)のA-A線矢視断面図に相当する発光装置の要部断面図である。

【図8】本発明の第5実施形態に係る発光装置の構成を説明する模式図であり、図2(a)のA-A線矢視断面図に相当する発光装置の要部断面図である。

【図9】本発明の第6実施形態に係る発光装置の構成を説明する模式図であり、(a)は発光装置に搭載された発光素子の平面図、(b)は(a)のB-B線矢視断面図に相当する発光装置の要部断面図である。 20

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明に係る発光装置について、図面を参照して説明する。なお、本明細書において、上面及び下面是それぞれ、配線基板1又は発光素子の図面におけるx-y面に平行な面である。

以下、本発明の第1実施形態に係る発光装置について、図1および図2を参照して説明する。なお、図2(a)は図1の部分を拡大した平面図に、図2(b)は図2(a)の断面図に、それぞれ相当するが、要部を詳細に表すために、図1と図2(a)(b)の寸法は一致しない。 30

【0017】

〔第1実施形態〕

図1に示すように、本発明の第1実施形態に係る発光装置10は、上面が光の主な出射面であり、テープ状の配線基板(基板)1に、長手方向(図面におけるx方向)に列状に4個の発光素子3が並んで搭載されている。詳しくは、発光装置10において、配線基板1上に、平面視略正方形の発光素子3が一対のパッド電極(電極)51, 52(図2(a)参照)が形成された面(上面)を上にして搭載され、ダイス配線(配線)21, 22により、パッド電極51, 52が配線基板1のリード電極12に電気的に接続されている。以下、本明細書では、導通を伴って接觸している状態を、単に「接続する」と表す。また、ダイス配線21, 22は、発光素子3の側面を被覆する絶縁膜7(図2(b)参照)の表面に形成されている。さらに、本実施形態に係る発光装置10において、略半球状に盛り上げられた封止部材9で、1個の発光素子3およびその周辺における配線基板1の表面がそれぞれ封止されている。なお、発光装置10は、図1に示す4個の発光素子3が連結された長尺の状態で1台として使用されるが、以下、本明細書では、1個の発光素子3とその1個の発光素子を封止する封止部材9を含む発光装置1つの発光装置10として説明する。 40

【0018】

(配線基板)

配線基板1として、ワイヤボンディング実装対応の発光素子を搭載するための、フレキ 50

シブル基板、より詳細にはフレキシブルプリント基板（F P C : F l e x i b l e p r i n t e d c i r c u i t s ）を適用することができる。配線基板1は、ポリイミドフィルム等の可撓性を有するシート（フィルム）状の基材11と、その上に銅等の金属膜で形成されたリード電極12とを有する。基材11は、前記のポリイミドの他に、液晶ポリマー（L C P ）またはポリエチレンテフタレート（P E T ）等の、一般的なフレキシブル基板材料で形成してもよい。基材11には、特に、リード電極12に適用される銅等の金属と熱膨張率の比較的近いポリイミドまたはL C P を適用することが、熱応力によるリード電極12の剥離等を抑えるために好ましい。基材11の形状や厚さは特に規定されず、製品としてユーザに提供する発光装置の形態や用途に応じて、適宜設計される。フレキシブル基板の形状が一方向に長い形状（例えば、短辺と長辺を有する矩形形状）である場合には、発光素子の断線が発生しやすくなるが、本発明の構成を用いれば、有効に断線を防止することができる。10

【 0 0 1 9 】

リード電極12は、負のリード電極121と正のリード電極122とを含む。負のリード電極121および正のリード電極122（適宜、まとめてリード電極12と称する）は、一般的な半導体素子の配線基板に適用される金属材料を適用することができ、銅、銀、金、アルミニウム等が挙げられ、熱伝導性や加工性の点から銅が特に好ましい。リード電極12は、めっきや蒸着等の公知の方法で基材11の表面に成膜して、エッチング等でパターン形成することができる。また、基材11がL C P で形成されている場合は、金属箔をL C P の熱圧着にて貼り合わせてもよい。また、リード電極12は、導電性インクを基材11の表面に印刷して形成することもできる。リード電極12の膜厚や幅は特に規定されず、リード電極としての抵抗、発光装置10に搭載される発光素子3の駆動電圧および駆動電流等に応じて適宜設計される。20

【 0 0 2 0 】

負のリード電極121と正のリード電極122のパターン形状（平面視形状）は特に限定されないが、本実施形態においては、リード電極121, 122の両方の上面が発光素子3の底面と接合されるような配置とする。例えば、図1に示すような、テープ状の配線基板（基板）1の長手方向に複数の発光素子3が並んで搭載される発光装置では、以下のようなパターン形状とすることができます。まず、負のリード電極121を、第1連結部121bと第1連結部121bにそれぞれ一端が連結された複数の第1延伸電極121aとを有する櫛形形状とする。また、正のリード電極122を、第2連結部122bと第2連結部122bにそれぞれ一端が連結された複数の第2延伸電極122aとを有する櫛形形状にする。そして、負のリード電極121と正のリード電極122とを、第1延伸電極121aと第2延伸電極122aが所定の間隔で対向するように配線基板1の上面に配置する。尚、発光素子3を実装する領域では、第1延伸電極121aと第2延伸電極122aの間隔は、発光素子3の一辺より狭い間隔とする。30

以上のように負のリード電極121と正のリード電極122とを構成することにより、発光素子を、負のリード電極121（第1延伸電極121a）と正のリード電極122（第2延伸電極122a）とに跨って設けることが可能になる。

これにより、配線基板1上に載置した発光素子3の側面の、少なくともダイス配線21, 22が設けられる領域の下端が、第1延伸電極121aと第2延伸電極122a上に位置する。これにより、発光素子3の側面の下端に近接した位置で、第1延伸電極121aとダイス配線21、及び第2延伸電極122aとダイス配線22とをそれぞれ接続することが可能になる。40

より具体的には、図2に示すように、x方向において、発光素子3の長さLより、第1延伸電極121aと第2延伸電極122a間の距離（間隔）dが短くなり、かつ第1延伸電極121aの外側の端部と第2延伸電極122aの外側の端部の距離（W+d+W）が長くなるように（d < L < W+d+W）、負のリード電極121と正のリード電極122とを形成する。

このような配置であれば、ダイス配線21(22)が、発光素子3のパッド電極51(

52) 表面から発光素子3の側面(絶縁膜7の表面)を経由して、その直下の第1延伸電極121a(第2延伸電極122a)の表面に到達するように設けることが可能になる。

また、ダイス配線21, 22が、樹脂で形成された基材11の表面に形成されることなく第1延伸電極121aと第2延伸電極122aの表面に直接接続されることにより、樹脂で形成された基材11の表面にダイス配線の一部が形成された場合に比較して、曲げ応力で断線する虞が低減し、可撓性を有する配線基板1が適用されても、断線し難くなる。

また、発光素子3のパッド電極51(52)から第1延伸電極121a(第2延伸電極122a)までの距離が短いので、ダイス配線21(22)も短くて済む。

以上のように、本実施形態では、発光素子が負のリード電極と正のリード電極とに跨って設けられていることから、負電極と正電極とを短い距離で負のリード電極と正のリード電極とに接続することが可能になる。

また、実質的に基板側面のみに形成した配線により正電極と負電極とを正のリード電極と負のリード電極に接続することが可能になり、基板上に配線を形成する必要がない。

これらのことにより、配線の断線リスクを減少させることができる。

【0021】

さらに、第1延伸電極121aと第2延伸電極122aとが、 \times 方向に発光素子3の外側へ十分に張り出して設けられている($W + d + W > > L$)ことが好ましい。このような配置であれば、ダイス配線21(22)を、第1延伸電極121a(第2延伸電極122a)上で発光素子3の外側へ延伸させて形成することが可能になり、ダイス配線21と第1延伸電極121aの接触面積、及びダイス配線22と第2延伸電極122aの接触面積を大きくすることができ、発光装置10の信頼性を容易に高くすることができる。なお、第1延伸電極121aと第2延伸電極122aとは、それぞれの幅(\times 方向長さ) W が、本実施形態においては同じとしているが、互いに異なっていてもよい。

また、図2に示すように、発光装置10は、 \times 方向において、発光素子3の中心が、第1延伸電極121aと第2延伸電極122a間の中心(間隔dの中心)と一致するように配置されているが、このような配置に限られない。

【0022】

また、発光素子3から下方に出射した光がリード電極12に照射されることで、金属からなるリード電極12が反射膜となり、発光装置10の光の取出し効率を向上させることができる。さらに、発光素子3が基材11ではなくリード電極12に接合されることで、発光装置10の放熱性を向上させることができる。したがって、リード電極12は、第1延伸電極121aと第2延伸電極122aの間隔dを互いに短絡しない程度として、より多くの面積で発光素子3の底面に接合するようなパターン形状とすることが好ましい。

【0023】

さらに第1延伸電極121a及び第2延伸電極122aは、広い幅に形成することが好ましい。図1に示すように、第1延伸電極121a及び第2延伸電極122aが、発光素子3の下から外側に延設されて、封止部材9が形成された領域のほぼ全域にわたるように幅Wを広くすることで、より低抵抗な導体となるだけでなく、反射膜および放熱板としていっそう効果的に作用する。

また、本実施形態に係る発光装置10のように、製造(組立)時において配線基板1がテープ状の場合、その長手方向、ここでは \times 方向に第1延伸電極121a及び第2延伸電極122aが並んで配置されることが好ましい。

これにより、ダイス配線21, 22を平面視において配線基板1の長手方向に平行な配線形状にでき、後記するようにインクジェット方式によるダイス配線21, 22の形成の作業性が高くなる。しかしながら、ダイス配線21と22は、平面視において配線基板の長手方向に、実質的に垂直又は傾斜角を持つよう形成されていてもよい。これにより、ダイス配線21と22は配線基板1または発光装置3に付加される曲げストレスを避けることができる。

【0024】

前記の通り、リード電極12は反射膜としても作用するので、表面にめっき等で高反射

10

20

30

40

50

率の金属膜が積層されていてもよい。具体的には、銀、ロジウム、金、アルミニウムから選択される1種の金属、または前記金属の合金が挙げられ、可視光については銀が最も反射率が高く好ましい。したがって、例えば、リード電極12を銅に銀を積層した2層構造とすることで、熱伝導性(放熱性)と光の取出し効率の両方を向上させることができる。また、基材11表面の、リード電極12が設けられていない領域に、反射膜として金属膜が形成されていてもよい(図示せず)。この場合、言うまでもなく、反射膜としての金属膜は、負のリード電極121と正のリード電極122とを導通させないように形成する。

【0025】

(ダイス配線)

ダイス配線21は、発光素子3のn側パッド電極51を負のリード電極121に、ダイス配線22は、発光素子3のp側パッド電極52を正のリード電極122に、それぞれ接続する配線である。すなわちダイス配線21およびダイス配線22は、ワイヤボンディング実装におけるワイヤに代えて設けられる。ただし、ダイス配線21, 22は、発光素子3の側面に沿って、詳しくは発光素子3の側面を被覆する絶縁膜7の表面に直接形成される。これに対して、ボンディングワイヤは、両端(接続部)以外が封止部材(樹脂)のみで支持される。このように、ダイス配線21, 22は、ボンディングワイヤとは異なり、発光素子3(絶縁膜7)と封止部材9に挟まれて支持されるので、断線し難い。

【0026】

ダイス配線21, 22は、配線基板1に載置した発光素子3およびその側面を被覆する絶縁膜7の上から、Au, Ag, Cu等の金属ナノ粒子を含有する導電性インクを印刷(描画)にて付着させ、必要に応じて焼成することで形成される。ダイス配線21, 22の形成(印刷)方法は、配線基板等を印刷で形成する一般的な方法を適用することができ、具体的にはインクジェット方式やスクリーン印刷方式が挙げられる。特にインクジェット方式によれば、発光素子3の厚み分という段差のある面にも連続したダイス配線21, 22を容易に形成することができる。また、導電性インクは、印刷方法に対応したものを適用することができる。導電性インクは、発光素子3等へのダメージが抑えられるように、焼成温度が200程度以下の導電性インクが好ましい。

【0027】

ダイス配線21(22)の配線形状は特に規定されないが、配線長を短くするために、パッド電極51(52)から負のリード電極121(正のリード電極122)に最短距離で接続されるように形成することが好ましい。また、本実施形態においてダイス配線21(22)は、図2(a)に示すように、両端が大きく、すなわちパッド電極51(52)、負のリード電極121(正のリード電極122)それぞれとの接続面積が大きくなるように形成されている。さらに、本実施形態に係る発光装置10のように、配線基板1がテープ状の場合、ダイス配線21, 22は、平面視において、配線基板1の長手方向(図面におけるx方向)に平行な配線形状にすることが、後記するようにインクジェット方式による作業性が高くなるので好ましい。しかしながら、ダイス配線21と22は、平面視において配線基板の長手方向に、実質的に垂直又は傾斜角を持つよう形成されていてもよい。これにより、ダイス配線21と22は配線基板1または発光装置3に付加される曲げストレスを避けることができる。本実施形態では、ダイス配線21(22)は、発光素子3の上面において、その4辺のうちのパッド電極51(52)から最も近い辺の略中心から鉛直に下ろすように発光素子3の左(右)側面に沿って設けられる。また、ダイス配線21, 22は、厚さや配線幅を特に規定されず、導体としての抵抗、発光装置10に搭載される発光素子3の駆動電圧および駆動電流等に応じて適宜設計されるが、抵抗を低く抑えるために配線を厚く、発光素子3が発光する光を多く遮らないように配線幅を狭くするために、厚さ10~20μm程度とすることが好ましい。

【0028】

(発光素子)

発光素子3は、発光装置10における光源であり、電圧を印加することで自ら発光する半導体素子(半導体発光素子)で、例えば窒化物半導体等から構成される発光ダイオード

10

20

30

40

50

(LED) が適用される。特に、本実施形態に係る発光装置10に搭載される発光素子3は、ワイヤボンディング実装対応のものを適用することができ、ただし側面形状のみを、後記の製造方法にて説明するように加工すればよい。

【0029】

本実施形態において、発光素子3は、平面視が一辺の長さLの略正方形で、上下(y方向)対称の構造である。図2(a)の平面図には中心線(A-A線)から上半分を示す。発光素子3は、例えば、サファイアのような透光性の基板(素子基板)31に、n型半導体層32、活性層(発光層)33、p型半導体層34の、窒化物半導体30の各層を順次、エピタキシャル成長させて積層した後に、n型半導体層32、p型半導体層34にそれぞれ接続する電極(n側パッド電極51、透光性電極4およびp側パッド電極52)を形成して製造される。本実施形態に係る発光装置10においては、発光素子3は素子基板31を下にして配線基板1上に載置され、上面における左右の辺のそれぞれの中心近傍に、外部から電流を供給するために、パッド電極51, 52が設けられている。すなわち発光素子3は、上面に一対のパッド電極51, 52を備えるフェイスアップ実装(ワイヤボンディング実装)対応の半導体素子である。

以下、発光素子3の要素について詳細に説明する。

【0030】

(素子基板)

素子基板31の材料は、特に限定されないが、発光素子3の製造において窒化物半導体30の各層を積層する等の、例えば窒化物半導体を成長させることのできる基板材料を適用することができる。このような材料からなる基板としては、C面、R面、A面のいずれかを正面とするサファイア、(111)面を正面とするスピネル(MgAl₂O₄)のような絶縁性基板、また炭化ケイ素(SiC)、ZnS、ZnO、Si、GaAs、ダイヤモンド、および窒化物半導体と格子整合するニオブ酸リチウム、ガリウム酸ネオジウム等の酸化物基板等が挙げられる。本実施形態に係る発光装置10において、発光素子3は、底面である素子基板31の裏面を配線基板1の一対の負と正のリード電極121, 122の両方に接合するため、また素子基板31の側面(端面)に直接にダイス配線21, 22が設けられるため、絶縁性基板、例えばサファイアを素子基板31として用いる。

【0031】

素子基板31の大きさ及び厚さ等は特に限定されないが、発光素子3の製造段階においては、多数の発光素子3がマトリクス状に配列されて1枚の素子基板31(ウェハ)に形成されるので、基台としてある程度の強度を必要とし、十分な強度を保つことができる厚さとする必要がある。

一方、発光素子3(ウェハ)の完成後は、切断(ダイシング)又は割断(ブレーク)等にてチップに分割することができるよう、素子基板31は、裏面から研削(バックグラインド)する等して薄肉化されることが好ましい。

特に、本実施形態に係る発光装置10においては、ダイス配線21, 22が形成されやすくかつ短くてよいように、発光素子3の厚みが小さい(薄い)ことが好ましい。

したがって、素子基板31は、窒化物半導体30に影響を与えない程度に(必要な強度が維持できる限り)薄肉化されることが好ましく、例えば研削により厚さを50~250μmとすることができます。

【0032】

(窒化物半導体)

n型半導体層32、活性層33、およびp型半導体層34としては、特に限定されるものではないが、例えばIn_xAl_yGa_{1-x-y}N(0<x, 0<y, x+y<1)等の窒化ガリウム系化合物半導体が好適に用いられる。n型半導体層32、活性層33、およびp型半導体層34(適宜まとめて窒化物半導体30という)は、それぞれ単層構造でもよいが、組成および膜厚の異なる層の積層構造、超格子構造等であってもよい。特に発光層である活性層33は、量子効果が生ずる薄膜を積層した单一量子井戸または多重量子井戸構造であることが好ましく、さらに井戸層がInを含む窒化物半導体であることが好ましい

10

20

30

40

50

。なお、素子基板 3 1 上に、任意に素子基板 3 1 との格子定数の不整合を緩和させるためのバッファ層等の下地層（図示せず）を介して n 型半導体層 3 2 を形成してもよい。

【 0 0 3 3 】

（電極）

発光素子 3 は、n 型半導体層 3 2 に接続された n 側パッド電極 5 1 と、p 型半導体層 3 4 に接続された p 側パッド電極 5 2 を備える。外部から電流を供給するために、n 側パッド電極 5 1 と p 側パッド電極 5 2 はそれぞれダイス配線 2 1, 2 2 で配線基板 1 (負のリード電極 1 2 1, 正のリード電極 1 2 2) に接続される。本実施形態に係る発光装置 1 0 の発光素子 3 は、n 側の電極と p 側の電極とを、同一面側に設けるために p 型半導体層 3 4 の側に設け、かつ p 型半導体層 3 4 の側を光の取出し側とする。具体的には、図 2 (a) に示すように、p 側パッド電極 5 2 は、比較的抵抗が高い p 型半導体層 3 4 の面内全体に均一に電流が流れるように、p 型半導体層 3 4 の上面における略全面に形成した透光性電極 4 の上に設けられる。一方、n 側パッド電極 5 1 は、一部の領域の p 型半導体層 3 4 および活性層 3 3 を除去して露出させた n 型半導体層 3 2 上に設けられてその n 型半導体層 3 2 に接続される。

【 0 0 3 4 】

透光性電極 4 は、透明電極材料である、インジウム - スズ酸化物 (Indium Tin Oxide : ITO) 又は酸化亜鉛 (ZnO) 等の導電性酸化物で形成される。また、パッド電極 5 1, 5 2 は、Al, Cu, Au 等の金属電極材料で形成される。また、パッド電極 5 1, 5 2 は、n 型半導体層 3 2 又は透光性電極 4 との接続に必要な形状及び面積でかつ、ダイス配線 2 1, 2 2 との接続に必要な平面視形状および面積に形成される。さらに、パッド電極 5 1, 5 2 は、平面視において、発光素子 3 の周縁すなわち辺の近傍に設けられていることが好ましい。このような配置とすることで、発光素子 3 が配線基板 1 に実装される際に、ダイス配線 2 1, 2 2 が短くて済み、特にダイス配線 2 1, 2 2 がインクジェット方式で形成される場合は、発光素子 3 の上面に余分な導電性インクが付着することが抑制される。

【 0 0 3 5 】

（保護膜、絶縁膜）

保護膜 6 は、発光素子 3 における窒化物半導体 3 0 の露出した表面（上面および端面）及び透光性電極 4 の表面等を被覆する。具体的には、外部との接続のための領域であるパッド開口部 6 h を除いて保護膜 6 が形成される。保護膜 6 は、パッド電極 5 1, 5 2 の上面の周縁部を覆っており、パッド電極 5 1, 5 2 の上面の周縁部を除いた領域がパッド開口部 6 h となる。さらに、本実施形態に係る発光装置 1 0 において、保護膜 6 は、発光素子 3 の側面（端面）において、ダイス配線 2 1, 2 2 を窒化物半導体 3 0 から絶縁するための絶縁体（適宜、絶縁膜 7 と記載する）と一体に形成される。絶縁膜 7 は、発光素子 3 の側面の、少なくともダイス配線 2 1, 2 2 が設けられる領域において、窒化物半導体 3 0 の各層 3 2, 3 3, 3 4 のいずれも露出しないように被覆する。特にダイス配線 2 1, 2 2 がインクジェット方式で形成される場合は、余分な導電性インクの付着による短絡を防止するために、保護膜 6（絶縁膜 7）は、発光素子 3 の窒化物半導体 3 0 および透光性電極 4 が一切露出しないように被覆することが好ましい。本実施形態に係る発光装置 1 0 においては、保護膜 6（絶縁膜 7）は、発光素子 3 を、その上面のパッド開口部 6 h、ならびに底面および側面の下部（素子基板 3 1）を除いて被覆する。

【 0 0 3 6 】

ここで、絶縁膜 7 は、無機物であって透光性の絶縁材料を適用することが好ましい。また、絶縁膜 7 は、少なくとも発光素子 3 の側面において略均一の厚さに形成されていることが好ましい。無機物の膜の方がエポキシ樹脂等の透光性の樹脂膜よりも耐久性に優れ、透光性が低下する虞や当該膜の表面に形成されたダイス配線 2 1, 2 2 を断線させる虞が少ないためである。また、保護膜 6 は透光性の絶縁材料であればよく、無機物に限定されないが、絶縁膜 7 と同様に、発光素子 3（ウェハ）の製造時に成膜することのできる無機物を適用されることが好ましい。無機物の絶縁性の膜材料として、具体的には、Si, T

10

20

30

40

50

i, Ta, Nb, Zr, Mg 等の酸化物 (SiO₂, TiO₂, Ta₂O₅, Nb₂O₅, ZrO₂, MgO)、Si 室化物 (例えば Si₃N₄)、AlN 等の室化物、あるいはフッ化マグネシウム (MgF₂) 等が挙げられる。また、保護膜 6、絶縁膜 7 の膜厚は特に限定されないが、10 ~ 10000 nm の範囲であることが好ましい。これらの材料は、発光素子 3 の製造時に蒸着法、スパッタ法等の公知の方法によって成膜することができる。具体的には、発光素子 3 が 1 枚の素子基板 31 (ウェハ) にマトリクス状に多数形成された状態で、保護膜 6 (絶縁膜 7) が成膜される。したがって、完成した発光素子 3 が個片化 (ダイシング) されたときに切断面に室化物半導体 30 が露出しないように、予め、当該発光素子 3 (チップ) の周縁部 (スクライプ領域、図 2 (a) においてハッチングを付して表す) における室化物半導体 30 を完全に除去して、その上から絶縁膜 7 を形成する (詳細は製造方法にて説明する)。

【0037】

以下、第 1 実施形態に係る発光装置 10 のその他の要素について詳細に説明する。

(接合部材)

接合部材 8 は、発光素子 3 を配線基板 1 に固定するためのものであり、本実施形態に係る発光装置 10 においては、発光素子 3 の底面 (素子基板 31 の裏面) と配線基板 1 のリード電極 12, の表面とを接合する。接合部材 8 は、発光素子 3 と配線基板 1 (具体的には、第 1 延伸電極 121a 及び第 2 延伸電極 122a) の間の間隔が大きくなりすぎないように設けられることが好ましく、これにより、第 1 延伸電極 121a (第 2 延伸電極 122a) とパッド電極 51 (52) とを接近させることができ、第 1 延伸電極 121a (第 2 延伸電極 122a) とダイス配線 21 (22) の接続を容易かつ確実にできる。すなわち接合部材 8 は、少なくともダイス配線 21, 22 が形成される領域において、発光素子 3 と配線基板 1 (第 1 延伸電極 121a 及び第 2 延伸電極 122a) との間に隙間が小さくなるように薄く設けられることが好ましい。

【0038】

本実施形態に係る発光装置 10 においては、接合部材 8 は、発光素子 3 と配線基板 1 とを電気的に接続する必要はなく、また発光素子 3 の接合面 (底面) が絶縁性の素子基板 31 であるので、一般的な半導体素子の実装 (ダイボンド) に適用される絶縁性、導電性のいずれの接合部材を適用することができる。絶縁性の接合部材としては、エポキシ系やシリコーン系等の接着剤が、導電性の接合部材としては、はんだ、Ag 等の導電性ペースト、共晶合金等が、それぞれ挙げられ、本発明においては導電性の接合部材を適用する方が好ましい。一般的にははんだ等の導電性部材は、樹脂系の接着剤よりも熱伝導性が高いため、発光装置 10 の放熱性を向上させることができる。なお、接合部材 8 は、導電性である場合には、図 2 (b) に示すように、負と正のリード電極 121, 122 間が短絡しないように、負のリード電極 121 と正のリード電極 122 の上にそれぞれ分離して設けられ、各接合部材 8 がそれぞれ発光素子 3 の底面と接合される。一方、接合部材 8 は、絶縁性である場合には、発光素子 3 の底面の全面を、すなわち負のリード電極 121 と正のリード電極 122 間の基材 11 上にも設けられていてもよい。

【0039】

(封止部材)

封止部材 9 は、発光素子 3、負のリード電極 121 の一部、正のリード電極 122 の一部、およびダイス配線 21, 22 等を封止 (埋設) して、塵芥、水分、外力等から保護するための部材である。封止部材 9 は、例えば、図 1 に示すように、配線基板 1 上において発光素子 3 が載置された領域に、透光性樹脂材料をディスペンサ等で吐出し、硬化させて形成される。封止部材 9 は、少なくとも発光素子 3 およびダイス配線 21, 22 を埋設すればよく、その形状は限定されない。本発明においては、ダイス配線 21, 22 はボンディングワイヤと異なり、発光素子 3 の極めて近傍に、上面および側面からほとんど突出せずに配置されている。したがって、封止部材 9 は発光素子 3 上に厚く形成される必要がなく、光学的な効果等その他求められる特性に応じて厚さや形状を決定することができる。例えば、本実施形態に係る発光装置 10 においては、封止部材 9 は、配線基板 1 上の発光

10

20

30

30

40

50

素子 3 を内包する円（図 1 参照）内に、比較的高粘度に調整した樹脂材料を盛り上げて形成されることで、平面視円形の略半球状となり、発光素子 3 からの光を効率的に外部へ照射させることができる。

【 0 0 4 0 】

封止部材 9 は、一般的な発光素子を搭載した発光装置と同様に、発光素子 3 の光を透過させる透光性樹脂材料で形成され、具体的には、ハイブリッドシリコーンを含めたシリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ユリア樹脂等が挙げられるが、耐熱性および耐光性に優れるシリコーン樹脂が好ましい。また、これらの樹脂材料に、発光装置 10 の目的や用途に応じて蛍光物質、着色剤、光拡散剤、フィラー等を含有させてもよく、特にシリコーン樹脂は熱膨張率が高いため、フィラー等により熱膨張率を適度に低減することが好ましい。あるいは、封止部材 9 は、発光素子 3 およびダイス配線 21, 22 を保護できる程度に抑えた硬さにして、応力が緩和されるような構造としてもよい。

10

【 0 0 4 1 】

〔発光装置の製造方法〕

本発明の第 1 実施形態に係る発光装置の製造方法を、搭載される発光素子の製造も含めて、図 3 を参照して説明する。

【 0 0 4 2 】

発光装置 10 は、図 3 に示すように、少なくとも素子基板 31 上に発光素子 3 が連結した状態で配列されたウェハを製造するウェハ製造工程 S10、ウェハを発光素子ごとに分割して発光素子 3 (チップ) とする個片化工程 S30、発光素子 3 を配線基板 1 に実装する組立工程 S40 を経て製造される。本実施形態においては、ウェハ製造工程 S10 は、発光素子 3 の側面を被覆する絶縁膜 7 を形成する絶縁膜形成工程 S20 を含む。また、組立工程 S40 は、発光素子 3 を配線基板 1 に載置して接合する配線基板接合工程 (発光素子接合工程) S41、ダイス配線形成工程 (配線形成工程) S42、発光素子 3 を封止部材 9 で封止する封止工程 S43 を含む。以下、各工程について説明する。

20

【 0 0 4 3 】

〔発光素子の製造：窒化物半導体の形成〕

半導体成長工程 S11 では、サファイア基板を素子基板 31 として、MOVPE 反応装置を用いて、素子基板 31 上に、n 型半導体層 32、活性層 33、および p 型半導体層 34 を構成するそれぞれの窒化物半導体を順に成長させる (S11)。

30

【 0 0 4 4 】

本発明に係る発光装置の製造方法において、発光装置 10 に搭載される発光素子 3 の窒化物半導体 30 の形成方法としては、特に限定されないが、MOVPE (有機金属気相成長法)、MOCVD (有機金属化学気相成長法)、HVP E (ハイドライド気相成長法)、MBE (分子線エピタキシー法) 等、窒化物半導体の成長方法として公知の方法を好適に用いることができる。特に、MOCVD は結晶性よく成長させることができるので好ましい。また、窒化物半導体 30 の各層 32, 33, 34 は、種々の窒化物半導体の成長方法を使用目的により適宜選択して成長させることができるので好ましい。

【 0 0 4 5 】

〔発光素子の製造：n 側コンタクト領域の形成〕

40

n 側パッド電極 51 を接続するための領域 (n 側コンタクト領域) を形成するために、p 型半導体層 34 及び活性層 33 の各一部を除去して、表面 (上面) の一部に n 型半導体層 32 を露出させる。同時に、発光素子 3 (チップ) の周縁部 (ウェハのスクライプ領域) も前記 n 側電極用コンタクト領域と同じ深さまでエッティングする (S12)。詳しくは、窒化物半導体 30 の各層を成長させた素子基板 31 (以下、ウェハという) 上に、フォトレジストにて n 側コンタクト領域およびスクライプ領域に開口部を有するマスクを形成する。反応性イオンエッティング (RIE) にて、p 型半導体層 34 および活性層 33、さらに n 型半導体層 32 の一部を除去して、表面に n 型半導体層 32 における n 側コンタクト層を露出させる。

【 0 0 4 6 】

50

(発光素子の製造：チップ側面の露出)

発光素子3(チップ)の側面を露出させるために、ウェハのスクライプ領域をさらにエッティングしてスクライプ領域から窒化物半導体30(n型半導体層32)を完全に除去する(S13)。具体的には、ウェハ上にスクライプ領域に開口部を有するマスクを形成する。このとき、マスクの開口部の形状は、n型半導体層32表層までエッティングしたときのマスクの開口部より狭く、かつウェハ完成後のダイシングにより削り取られる切り代よりも広く設計する。RIEにて、n型半導体層32を完全に除去し、さらにその下の素子基板31の一部を除去する。エッティングの後、レジストを除去する。このように、スクライプ領域を2段階でエッティングすることにより、発光素子3(チップ)の側面が階段状に形成されることになる。

10

【0047】

(発光素子の製造：電極の形成)

p型半導体層34上に透光性電極4を形成し(S14)、n型半導体層32、p型半導体層34にそれぞれ接続するパッド電極51, 52を形成する(S15)。具体的には、まず、ウェハの全面に透光性電極4を形成する導電性酸化物膜をスパッタ法にて成膜する。導電性酸化物膜上に、その下のp型半導体層34の平面視形状(図2(a)参照)に対応した形状のマスクを形成し、マスクが形成されていない部分の導電性酸化物膜をエッティングにより除去してp型半導体層34上に透光性電極4を形成し、レジスト(マスク)を除去する。次に、透光性電極4の上面のp側パッド電極52を形成する領域と、露出させたn型半導体層32の上面のn側パッド電極51を形成する領域にそれぞれに開口部を有するマスクを形成し、そのマスクの上から金属電極材料をスパッタ法にて成膜した後、レジストを除去する(リフトオフ)。

20

以上のようにして、n側パッド電極51およびp側パッド電極52を形成する。

【0048】

(発光素子の製造：保護膜および絶縁膜の形成)

保護膜6を形成し(S16)、同時に絶縁膜7を形成する(S20)。

具体的には、まず、ウェハの全面にSiO₂等の無機物の膜をスパッタ法又はCVD(化学気相成長法)にて成膜する。次に、無機物膜上に、パッド電極51, 52のそれぞれのパッド開口部6h上に開口部を有するマスクを形成し、その開口部により露出された無機物膜をエッティングし、レジストを除去する。これにより、ウェハのパッド開口部6hを除く全面に、保護膜6(スクライプ領域においては絶縁膜7)が形成され、ウェハの完成となる。

30

【0049】

(発光素子の個片化)

完成したウェハの裏面から素子基板31を研削(バックグラインド)して、所望の厚さとなるまで薄く加工する(S31)。

この裏面研削したウェハを、スクライプ領域中心線に沿ってダイシング等で分割して(S32)、個々の発光素子3(チップ)に分割する。得られた発光素子3は、側面が階段状に形成され、さらに側面の窒化物半導体30およびその下の素子基板31の上部が絶縁膜7で被覆されている。

40

【0050】

(発光装置の組立)

配線基板1の、負と正のリード電極121, 122の発光素子3(チップ)を載置する所定領域にそれぞれにAgペーストを塗布して、その上から発光素子3を押し付け、加熱してAgペーストを硬化して、発光素子3を配線基板1上に固定する(S41)。加熱して硬化したAgペーストが接合部材8となる。

【0051】

次に、インクジェット法により、図2(a)に二点鎖線で示すダイス配線21, 22の平面視形状(ダイス配線21, 22を形成すべき領域)に沿って導電性インクを吐出し、焼成してダイス配線21, 22を形成する(S42)。本実施形態においては、ダイス配

50

線 2 1 , 2 2 は、平面視形状が配線基板 1 の長手方向（図 1 参照、×方向）に平行な線状であり、かつ幅方向中心に位置が揃っているので、インクジェットヘッドを固定して、テープ状の配線基板 1 を長手方向に移動させながら導電性インクを吐出すればよく、作業性よく形成することができる。しかしながら、ダイス配線 2 1 と 2 2 は、平面視において配線基板の長手方向に、実質的に垂直又は傾斜角を持つよう形成されていてもよい。これにより、ダイス配線 2 1 と 2 2 は配線基板 1 または発光装置 3 に付加される曲げストレスを避けることができる。また、発光素子 3 の側面が階段状に形成されているので、導電性インクを鉛直下方向に吐出しても、発光素子 3 の側面（絶縁膜 7 の表面）に導電性インクを十分な厚さに付着させることができる。

【 0 0 5 2 】

10

なお、インクジェットヘッドを傾斜させて、発光素子 3 の側面に向けて斜め下方向に導電性インクを吐出してもよい。これにより、発光素子 3 が厚み（チップ厚）が大きくてもあるいは側面に段差がなく平坦で鉛直な面であっても、かかる側面に導電性インクを十分に付着させることができる。

【 0 0 5 3 】

配線基板 1 上の発光素子 3 およびその周辺（図 1 参照）に、発光素子 3 およびダイス配線 2 1 , 2 2 を完全に被覆するような略半球状に透光性樹脂材料を塗布し、硬化させて封止部材 9 を形成する（S 4 3）。これにより、図 1 に示すように、1 個ずつ封止部材 9 で封止された 4 個の発光素子 3 がテープ状の配線基板 1 に支持されて 1 列に連結された発光装置 1 0 となる。

20

【 0 0 5 4 】

第 1 実施形態に係る発光装置 1 0 に搭載される発光素子 3 は、ウェハのスクライブ領域の 2 回目のエッチング（n 型半導体層 3 2 の除去、S 1 3）、あるいはさらに 1 回目のエッチング（n 型半導体層 3 2 の露出、S 1 2）にて、テープ状にエッチングして、側面が下に広がった傾斜面に形成されてもよい（図 7 に示す第 4 実施形態参照）。さらに、発光素子 3 は、個片化工程 S 3 0 (S 3 2) において、素子基板 3 1 の劈開性を利用して分割して、素子基板 3 1 の割断面を下に広がった傾斜面に形成してもよい（図示せず）。このような側面形状とすることで、ダイス配線 2 1 , 2 2 の形成において、導電性インクを鉛直下方向に吐出しても、発光素子 3 の側面に導電性インクを十分な厚さに付着させ易い。

【 0 0 5 5 】

30

また、第 1 実施形態に係る発光装置 1 0 は、発光素子 3 の底面（裏面）に、屈折率の異なる 2 種以上の誘電体膜を交互に積層した多層膜を備えてもよい（図示せず）。このような構成により、発光装置 1 0 は、発光素子 3 の発光層（活性層 3 3）から下方へ出射した光を多重反射させて、光の取出し効率を向上させることができる。多層膜は、発光素子 3 の、例えば裏面研削（S 3 1）後の素子基板 3 1 に形成することができる（後記の第 3 実施形態参照）。

【 0 0 5 6 】

以上のように、第 1 実施形態に係る発光装置は、公知のワイヤボンディング実装対応の発光素子および配線基板をほとんどそのまま適用して、ボンディングワイヤによらずに接続される。これにより、特に可撓性を有する配線基板を適用した場合であっても断線し難くでき、信頼性を向上させることができる。そして、発光装置は、ボンディングワイヤが弧状に設けられるのと異なり、配線が発光素子の側面等に薄膜（絶縁膜）のみを介して設けられているので、配線を含めても発光素子と同程度の大きさで済み、小型化、薄型化が容易である。

40

【 0 0 5 7 】

〔 第 2 実施形態 〕

本発明の第 1 実施形態に係る発光装置は、発光素子の保護膜と一体に側面を被覆する絶縁膜を形成した。しかしながら、本発明では、光学的効果を付与した絶縁膜を用いることにより、光の取出し率を向上させた発光装置とすることもできる。

以下、本発明の第 2 実施形態に係る発光装置について、図 4 を参照して説明する。

50

第1実施形態に係る発光装置と同一の要素については同じ符号を付して説明を省略する。

【0058】

本発明の第2実施形態に係る発光装置10Aは、光源として発光素子3Aを搭載すること以外は第1実施形態に係る発光装置10と同じ構成である。すなわち発光装置10Aは、図4に示すように、配線基板1上に発光素子3Aが載置され、上面の一対のパッド電極51, 52がそれぞれ配線基板1の負と正のリード電極121, 122にダイス配線21, 22で接続され、さらに、発光素子3A及びその周辺が封止部材9(図4において図示省略、図1、図2(b)参照、第3実施形態以降の断面図も同様)で封止されている。発光素子3Aは、以下に説明するように、側面形状、ならびに表面(上面、側面)を被覆する保護膜6および絶縁膜7Aの構成が異なっている以外は、第1実施形態における発光素子3と同様の構成である。すなわち、発光装置10Aの全体構成は、図1に示した構成と同様であり、発光素子3Aの上面は、図2(a)に示す通りである。

【0059】

(発光素子)

発光素子3Aにおいて、半導体構造(素子基板31、窒化物半導体30)および電極構成(透光性電極4、パッド電極51, 52)は、発光素子3と同様の構成であるので、説明を省略する。発光素子3Aは、発光装置10Aにおいて、パッド開口部6h(図2(a)参照)を除く上面および側面に絶縁性の無機物の膜が被覆されている点は第1実施形態と同様であるが、上面にのみを被覆する保護膜6を備え、側面を被覆する多層膜構造の絶縁膜7Aを備えている点で第1実施形態とは異なっている。さらに、発光素子3Aでは、図4に示すように、4側面(図では2側面を示す)が下方に広がるように傾斜して形成されている。このような側面形状とすることで、ダイス配線21, 22の形成の際、導電性インクを鉛直下方向に吐出しても、発光素子3Aの側面(絶縁膜7A表面)に導電性インクを十分な厚さに付着させることができる。

【0060】

(絶縁膜)

絶縁膜7Aは、第1実施形態における絶縁膜7と同じく無機物であって、屈折率の異なる2種類の誘電体膜を交互に積層してなる。このような多層膜構造の絶縁膜7Aの上にダイス配線21, 22を形成することで、発光素子3Aの側方へ出射してダイス配線21, 22で反射した光は、絶縁膜7A内を逆進して多層膜における界面で反射し、絶縁膜7A内で多重反射して進路を変え、最終的に多くがダイス配線21, 22を避けて発光装置10Aの外部へ照射される。

【0061】

なお、発光装置10Aは、発光素子3Aにおいて、ダイス配線21, 22が設けられる2側面のみを絶縁膜7Aで被覆し、残りの2側面は上面と同様に保護膜6(単層膜)で被覆してもよく、さらにはこの2側面が鉛直に形成されていてもよい。しかし、発光装置10Aにおいて、出射面(封止樹脂の表面)内における発光強度を均一に近付けるために、発光素子3Aの4側面すべてを傾斜面とし、かつ絶縁膜7Aを被覆することが好ましい。また、絶縁膜7Aは、光学的効果をより高くするために発光素子3Aの側面の多くを被覆することが好ましく、図4に示す例では下端まではなわち側面全体を被覆している。また、このように、発光素子3Aの側面および上面のパッド開口部6hを除いた全体が、絶縁膜7Aおよび保護膜6のような無機物の膜で被覆されていることにより、発光装置10Aにおいて、樹脂(封止部材9)が窒化物半導体30および素子基板31に接触しないようになる。これにより、熱や光による樹脂(封止部材9)の劣化がいっそう抑えられて耐久性が向上する。なお、このような構成に限られず、第1実施形態に係る発光装置10の絶縁膜7のように素子基板31の下部が露出していてもよい。

【0062】

多層膜である絶縁膜7Aを構成する誘電体膜のそれぞれは、第1実施形態における絶縁膜7(保護膜6)と同様に、半導体素子の保護膜として公知の絶縁材料が適用される。発

10

20

30

40

50

光素子 3 A の発光する光の波長域にもよるが、例えば低屈折率材料として、 SiO_2 , MgF_2 が、高屈折率材料として、 TiO_2 , Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , ZrO_2 , Si_3N_4 が、それぞれ挙げられる。絶縁膜 7 A の層数は規定されないが、光は、高屈折率材料から低屈折率材料には進入し難く界面で反射し易いので、発光素子 3 A の側(下)から低屈折率材料/高屈折率材料の順に積層された組を 1 以上有するように構成する。また、絶縁膜 7 A は、低屈折率、高屈折率の少なくとも一方の層を、屈折率の近い 2 種以上の材料を積層することにより構成してもよいし、3 段階以上で異なる屈折率の多層膜としてもよい。絶縁膜 7 A の誘電体膜のそれ(単層)の厚さは、光を伝搬する媒質として好適に作用するために 10 nm 以上であることが好ましい。また、絶縁膜 7 A の全体の膜厚(総厚)は、第 1 実施形態と同様に、10000 nm 程度以下であることが好ましい。

10

【0063】

〔発光装置の製造方法〕

本発明の第 2 実施形態に係る発光装置の製造方法は、搭載される発光素子の側面の形成および絶縁膜の形成を除いて、第 1 実施形態に係る発光装置の製造方法と同様の手順で行うことができる。以下、第 2 実施形態に係る発光装置の製造方法について、搭載される発光素子の製造も含めて、図 3 を参照して説明する。

【0064】

(発光素子の製造：窒化物半導体の形成、n 側コンタクト領域の形成)

発光素子 3 A の製造において、第 1 実施形態と同様に、素子基板 3 1 上に窒化物半導体 3 0 の各層を成長させ(S 1 1)、このウェハの n 側コンタクト領域およびスクライプ領域をエッティングして、n 型半導体層 3 2 を露出させる(S 1 2)。

20

【0065】

(発光素子の製造：チップ側面の露出)

ウェハのスクライプ領域をさらに素子基板 3 1 の所定の深さに達するようエッティングして窒化物半導体 3 0 を完全に除去する(S 1 3)。ここで、素子基板 3 1 の所定の深さは、少なくとも最終的な発光素子 3 A (チップ)において薄肉化された素子基板 3 1 の厚さを越える深さに設定する。また、このとき、スクライプ領域をテーパ状にエッティングする。このように加工することにより、発光素子 3 A は、チップに個片化されたときに側面が傾斜面となる。さらに後続の絶縁膜 7 A の形成にて、前記側面の下端まで被覆することができる。

30

【0066】

(発光素子の製造：電極の形成)

第 1 実施形態と同様に、ウェハの上面に、透光性電極 4、ならびに p 側パッド電極 5 2 および n 側パッド電極 5 1 を形成する(S 1 4, S 1 5)。

【0067】

(発光素子の製造：保護膜および絶縁膜の形成)

ウェハの全面に絶縁膜 7 A を構成する多層膜を、最上層とする 1 層を除いてスパッタ法にて連続成膜する。成膜した多層膜を、スクライプ領域以外についてエッティングして完全に除去する。

次に、絶縁膜 7 A の最上層かつ保護膜 6 とする絶縁膜を成膜し、第 1 実施形態と同様に、この絶縁膜(保護膜 6)において、パッド開口部 6 h とする領域を除去してウェハの完成となる(S 2 0, S 1 6)。

40

【0068】

(発光素子の個片化)

完成したウェハの裏面から素子基板 3 1 を研削(バックグラインド)して、ダイシング容易な厚さとなるまで薄く加工する(S 3 1)。この裏面研削したウェハを、スクライプ領域中心線に沿ってダイシング等で分割し(S 3 2)、裏面からさらに素子基板 3 1 を研削して、スクライプ領域においてエッティングされていない素子基板 3 1 を除去して、1 個の発光素子 3 A (チップ)とする。得られた発光素子 3 A は、側面が傾斜し、かつこの側面全体に絶縁膜 7 A が被覆されている(図 3 参照)。

50

【0069】

(発光装置の組立)

第1実施形態と同様に、配線基板1に発光素子3A(チップ)を載置し、ダイス配線21, 22を形成し、封止部材9で発光素子3Aを封止して、発光装置10Aとなる(S40)。

【0070】

前記製造方法では、絶縁膜7Aの形成(S20)を、保護膜6の形成(S16)と連続して行ったが、これに限らず、パッド電極5の形成(S15)前、あるいはさらに透光性電極4の形成(S14)前に行ってもよい。例えば、発光素子3Aの側面を形成する工程(S13)において、窒化物半導体30をエッチングした後、スクライプ領域以外を被覆するレジストマスクを残したままで多層膜を成膜して、レジスト除去によるリフトオフで、スクライプ領域(発光素子3Aの側面)を被覆する絶縁膜7Aを形成することができる。この場合は、n型半導体層32を露出させるエッチング(S12)はn側コンタクト領域のみとし、スクライプ領域の窒化物半導体30を除去する工程(S13)にて、p型半導体層34からn型半導体層32までを一度に除去すればよい。

10

【0071】

第2実施形態に係る発光装置10Aにおいて、発光素子3Aは、第1実施形態に係る発光装置10の発光素子3のように側面が鉛直に形成されてもよく、このような側面に絶縁膜7Aを被覆してもよい。また、発光装置10Aは、第1実施形態に係る発光装置10と同様に、絶縁膜7Aが発光素子3Aの側面の下端まで完全に被覆しない構造としてもよく、この場合には、個片化(S32)後に発光素子3Aの裏面を研削しなくてもよい(図示せず)。あるいは、発光装置10Aは、第1実施形態において説明したように、発光素子3Aの底面(裏面)にも絶縁膜7Aのような多層膜を被覆してもよい(図示せず)。

20

【0072】

以上のように、第2実施形態に係る発光装置は、第1実施形態と同様に、信頼性を向上させることができ、また小型化、薄型化が容易である。さらに発光装置は、ダイス配線と発光素子との間の絶縁膜を多層膜として、ダイス配線に入射した光を多重反射させることで、ダイス配線による出射光のムラを抑制することができる。

【0073】

(第3実施形態)

30

本発明の第1、第2実施形態に係る発光装置は、発光素子の側面を被覆する絶縁膜を形成するために、発光素子(ウェハ)の製造段階で、側面となるスクライプ領域を深くエッチングする必要がある。しかし、ウェハ、あるいはさらにチップとして完成した一般的なワイヤボンディング実装対応の発光素子についても、同様の発光装置に組み立てができる。以下、本発明の第3実施形態に係る発光装置について、図5を参照して説明する。第1、第2実施形態に係る発光装置と同一の要素については同じ符号を付して説明を省略する。

【0074】

図5に示すように、本発明の第3実施形態に係る発光装置10Bは、配線基板1上に、発光素子3Bが一対のパッド電極51, 52を上面にして載置され、パッド電極51, 52と配線基板1の負と正のリード電極121, 122とがダイス配線21, 22で接続されている。発光素子3Bは、以下に説明するように、側面形状と、絶縁膜7Bで側面のみならず底面が被覆されている点を除いて、第2実施形態における発光素子3Aと同様の構成である。発光装置10Bの全体構成は、図1に示した構成と同様であり、発光素子3Bの上面は、図2(a)に示す通りである。

40

【0075】

(発光素子)

発光素子3Bにおいて、半導体構造(素子基板31、窒化物半導体30)および電極(透光性電極4、パッド電極51, 52)は、発光素子3, 3Aと同様の構成であるので、説明を省略する。発光装置10Bにおいて、発光素子3Bは、第2実施形態と同様にパッ

50

ド開口部 6 h (図 2 (a) 参照) を除く上面のみを被覆する保護膜 6 を備え、側面、さらには底面を被覆する多層膜構造の絶縁膜 7 B を備える。

【 0 0 7 6 】

(絶縁膜)

絶縁膜 7 B は、第 2 実施形態における絶縁膜 7 A と同じく、屈折率の異なる 2 種類の誘電体膜を交互に積層してなり、誘電体膜のそれぞれの材料や厚さについても、第 2 実施形態と同様である。ただし、低温プロセス C V D にて成膜可能な誘電体膜であることが好ましい。多層膜構造の絶縁膜 7 B を発光素子 3 B の側面だけでなく、底面にも備えることと、当該発光素子 3 B の発光層 (活性層 3 3) から下方へ出射した光を多重反射させて、光の取出し効率をより向上させることもできる。このような絶縁膜 7 B は、発光素子 3 B をダイシング等により個片化した後に、側面および裏面 (底面) に一体に成膜して形成される (詳細は製造方法にて説明する)。また、本実施形態に係る発光装置 1 0 B において、第 2 実施形態と同様に、発光素子 3 B の側面全体が無機物である絶縁膜 7 B で被覆されて封止部材 9 が発光素子 3 B に接触しないので、封止部材 9 の熱や光による劣化がいっそう抑えられて耐久性が向上する。

【 0 0 7 7 】

(発光装置の製造方法)

本発明の第 3 実施形態に係る発光装置の製造方法では、搭載される発光素子 (チップ) の完成後に絶縁膜を形成する。以下、第 3 実施形態に係る発光装置の製造方法について、搭載される発光素子の製造も含めて、図 6 を参照して説明する。

【 0 0 7 8 】

発光装置 1 0 B は、図 6 に示すように、素子基板 3 1 上に発光素子 3 B を配列されて連結したウェハとして製造するウェハ製造工程 S 1 0 A 、ウェハを分割して発光素子 3 B (チップ) とする個片化工程 S 3 0 、発光素子 3 B の裏面 (底面) および側面を被覆する絶縁膜 7 B を形成する絶縁膜形成工程 S 2 0 A 、発光素子 3 B を配線基板 1 に実装する組立工程 S 4 0 を行って製造される。

以下、各工程について説明する。

【 0 0 7 9 】

(発光素子の製造 : 室化物半導体の形成、 n 側電極用コンタクト領域の形成)

発光素子 3 B の製造において、第 1 、第 2 実施形態と同様に、素子基板 3 1 上に室化物半導体 3 0 の各層を成長させ (S 1 1) 、このウェハの n 側電極用コンタクト領域およびスクライプ領域をエッチングして、 n 型半導体層 3 2 を露出させる (S 1 2)。なお、本実施形態においては、ウェハのスクライプ領域の室化物半導体 3 0 を完全に除去するエッチング (S 1 3 、図 3 参照) をしなくてよい。

【 0 0 8 0 】

(発光素子の製造 : 電極の形成、保護膜の形成)

第 1 実施形態と同様に、ウェハの上面に、透光性電極 4 、ならびに p 側パッド電極 5 2 および n 側パッド電極 5 1 を形成する (S 1 4 , S 1 5)。さらに第 1 実施形態と同様に、保護膜 6 とする絶縁膜を成膜し、この絶縁膜においてパッド開口部 6 h (図 2 (a) 参照) とする領域を除去して保護膜 6 を形成して (S 1 6) ウェハの完成となる。

【 0 0 8 1 】

(発光素子の個片化)

完成したウェハの裏面から素子基板 3 1 を研削 (バックグラインド) して、ダイシング容易な厚さとなるまで薄く加工する (S 3 1)。この裏面研削したウェハを、スクライプ領域の中心線に沿ってダイシング等で分割して (S 3 2) 、 1 個の発光素子 3 B (チップ) とする。得られた発光素子 3 B は、上面 (パッド電極 5 1 , 5 2 の形成面、以下、パッド電極形成面) のみが絶縁性の膜 (保護膜 6) で被覆され、ダイシングにより露出した側面 (端面) には室化物半導体 3 0 および素子基板 3 1 が露出している。

【 0 0 8 2 】

10

20

30

40

50

(絶縁膜の形成)

発光素子3B(チップ)を、パッド電極形成面を下に向けて、半導体素子製造用の耐熱性を有する粘着シート等の支持基板(図示省略)上に貼り付けて、一定の間隔を空けて配列する。底面(素子基板31)を上に向けて支持基板上に固定された発光素子3B(チップ)に、E C R プラズマ C V D 等の低温プロセス C V D にて、絶縁膜7Bを構成する多層膜を連続成膜する(S 2 0 A)。これにより、発光素子3Bは、底面および側面、すなわち露出していた窒化物半導体30および素子基板31が絶縁膜7Bで完全に被覆される。

【0083】

なお、素子基板31の研削(S 3 1)のための支持基板をウェハのパッド電極形成面に貼り合わせたままで、研削後に裏面からダイシング(S 3 2)してもよい。これにより、個片化された発光素子3B(チップ)は、底面(素子基板31)を上に向けて、ダイシングの切り代分の間隔を空けて配列して支持基板上に固定されるため、チップを別の支持基板へ貼り換えることなしに絶縁膜7Bを成膜することができる。この、ウェハやチップの移動(研削、ダイシング、および絶縁膜の成膜の各作業用の粘着シートへの貼付けおよび剥離)を最小限に抑えることで、破損を防止し作業性が向上する。

【0084】

(発光装置の組立)

第1、第2実施形態と同様に、配線基板1に発光素子3B(チップ)を載置し(S 4 1)、ダイス配線21, 22を形成し(S 4 2)、封止部材9で発光素子3Bを封止して(S 4 3)、発光装置10Bとなる。

【0085】

第3実施形態に係る発光装置10Bは、多層膜からなる絶縁膜7Bに代えて、第1実施形態に係る発光装置10と同様に、単層の絶縁膜を設けてもよい。また、発光装置10Bにおいては、発光素子3Bが底面を絶縁膜7Bで被覆されるので、素子基板31は導電性のGaN基板等でもよく、あるいは素子基板31が完全に除去されてもよい。発光素子3Bは、素子基板31を完全に除去するためには、研削に代えて、例えばLLO(レーザリフトオフ)で素子基板31を窒化物半導体30から剥離することができる。これは、第1、第2実施形態に係る発光装置10, 10Aにおいて、発光素子3, 3Aの底面に多層膜を設ける場合も同様である。なお、発光素子3, 3Aは、個片化前(ウェハ)にスクライブ領域の窒化物半導体30が完全に除去されているので、素子基板31の剥離により、それと同時に個片化される。

【0086】

また、発光素子3, 3Aでは、底面に多層膜を形成する場合、多層膜を個片化(S 3 2)の前(素子基板31の研削または除去の後)に形成してもよいし、個片化の後に形成してもよい。例えば、側面を鉛直に形成された発光素子3において、個片化の後に、底面に多層膜(絶縁膜7B)が形成された場合には、発光素子3の側面には保護膜6および絶縁膜7Bが積層される(図示せず)。このように、本発明に係る発光装置に搭載される発光素子は、側面から底面の少なくとも一部に連続した絶縁された領域が設けられていればよい。

【0087】

以上のように、第3実施形態に係る発光装置は、第2実施形態と同様に、信頼性を向上させるだけでなく、ダイス配線による発光のムラを抑制し、さらに、光の取出し効率を向上させ、また、ワイヤボンディング実装対応の発光素子(チップ)を流用して容易に製造することができる。

【0088】

前記第1～第3実施形態に係る発光装置10, 10A, 10B(以下、適宜まとめて発光装置10)は、一対のパッド電極51, 52を備えた発光素子3(3A, 3B)を搭載するが、例えばn側、p側の各パッド電極が2個以上設けられた大型の発光素子を搭載することもできる。このような発光装置は、それぞれのパッド電極の表面から個別にダイス配線を形成して、負と正のリード電極121, 122上の異なる箇所で接続すればよい(

10

20

30

40

50

図示せず)。

【0089】

本発明に係る発光装置に搭載される発光素子3(3A, 3B)は、パッド電極51, 52について、ワイヤボンディングのための、当該発光素子3上面における配置、形状(面積)、厚さ、およびワイヤとの密着性が求められることはなく、透光性電極4、n型半導体層32との接続、およびダイス配線21, 22との接続が低抵抗でなされればよい。さらには、p側パッド電極52を省略して、透光性電極4に直接にダイス配線22を接続してもよい。

【0090】

前記第1～第3実施形態に係る発光装置10は、電極のすべてが上面(光の照射面)に設けられたフェイスアップ実装対応の発光素子3を搭載するが、本発明に係る発光装置は、電極が発光素子の上面と下面とに設けられた対向電極型の発光素子を搭載することもできる。また、本発明に係る発光装置は、発光ダイオード(LED)の他に、例えばレーザーダイオード(LD)を搭載することもできる(図示せず)。

【0091】

前記実施形態に係る発光装置10は、配線基板1上において、封止部材9が略半球型、すなわち凸レンズ状に形成されるが、これに限られない。発光装置は、例えば配線基板1上の発光素子3を囲む円に沿った枠(枠体)を設け、この枠体の内側に透光性樹脂材料を充填して硬化することで封止部材9を形成してもよい(図示せず)。このような形成方法による封止部材9であれば、枠体の形状に応じて任意の平面視形状とすることができる、また低粘度の樹脂材料を適用することができ、この場合には表面形状を平面にすることや、凹面(凹レンズ状)にすることもできる。さらに、枠体を反射率の高い材料で形成することで、発光素子から側方へ出射した光を反射させて、光取出し効率の高い発光装置とすることができる。枠体は、先に当該枠体の形状に成形されてから、配線基板1の上面に貼り付けることもできるが、封止部材9と同様に、配線基板1上に液状やペースト状で成形してそのまま凝固させて形成されることが好ましい。このような枠体の材料は、熱硬化性樹脂であるフェノール樹脂、エポキシ樹脂、BTRレジン、シリコーン樹脂、熱可塑性樹脂であるPPA(ポリフタルアミド)等が挙げられ、反射率を高くするために、酸化チタン等の白色フィラーを添加して白色としたシリコーン樹脂が好適である。

【0092】

前記実施形態に係る発光装置10は、可撓性を有するフィルム状のFPCを配線基板1に適用したが、これに限られず、ワイヤボンディングで実装可能なパッケージであれば適用することができる。例えば、平板形状の基材にリード電極のパターンが金属膜で形成されたCOB(Chip on Board)パッケージを適用してもよい。あるいは、筐体の底面にリード電極のパターンが金属膜で形成された表面実装型発光装置用のセラミックパッケージを適用してもよい。また、発光装置10は、搭載される発光素子3に負と正のリード電極121, 122の両方が対面する配線基板1を適用したが、これに限られず、一方のリード電極にのみ、あるいは基材に直接に発光素子を接合する構成とすることもできる。このような発光装置においては、ダイス配線が発光素子の側面(絶縁膜表面)から基材表面を経由してリード電極が設けられた領域まで延設されてもよいし、さらに、例えば導電性インクでダイス配線とリード電極を一体に形成することもできる(後記第4、第5実施形態参照)。

【0093】

さらに本発明に係る発光装置は、例えばCOBパッケージに、複数の発光素子をマトリクス状に配列して搭載した大型の面状発光装置としてもよい。このような発光装置において、隣り合う発光素子のパッド電極同士をダイス配線によって接続してもよい。本発明に係る発光装置は特に、発光素子のそれぞれの両側にボンディングワイヤの接合(接続)のためのスペースを要しないので、複数の発光素子を間隔を狭く配列して、面積当たりの光量の多い発光装置とすることができる。

【0094】

10

20

30

40

50

【第4実施形態】

前記した通り、配線基板のリード電極は導電性インクで形成することもできるので、本発明に係る発光装置においては、導電性インクで、ダイス配線と同時にリード電極を形成することができる。

以下、本発明の第4実施形態に係る発光装置について、図7を参照して説明する。第1～第3実施形態に係る発光装置と同一の要素については同じ符号を付して説明を省略する。

【0095】

図7に示すように、本発明の第4実施形態に係る発光装置10Cは、平板状の基材11Aに、発光素子3が一対のパッド電極51, 52を上面にして搭載され、ダイス配線21A, 22Aが、それぞれパッド電極51, 52から発光素子3の側面を伝って基材11A表面に到達して、平面視で発光素子3の外側(図7における左右)へ延設されている。ダイス配線21A(22A)は、基材11A表面においては、負のリード電極121(正のリード電極122)となる。すなわち、発光装置10Cにおいて、ダイス配線21A(22A)と負のリード電極121(正のリード電極122)が一体に形成されている。発光装置10Cは、例えば、COBパッケージに複数の発光素子3を配列して搭載した面状発光装置であり、図7では発光素子3の1個分を拡大して示す。

【0096】

(発光素子)

発光装置10Cに搭載される発光素子3は、第1実施形態に係る発光装置10(図2参照)に搭載されているものと、側面の一部(n型半導体層32)が傾斜面に形成されていること以外は同じ構造であり、同じ符号を付して表す。このような発光素子3は、第1実施形態にて説明したように、ウェハのスクライプ領域の2回目のエッチング(n型半導体層32の除去)にて、テープ状にエッチングして製造される。なお、発光装置10Cは、図2(b)に示すように側面が鉛直に形成された発光素子3を搭載することもできるし、第2、第3実施形態に係る発光装置10A, 10Bに搭載された発光素子3A, 3Bを搭載することもできる(図示せず)。

【0097】

(基材)

発光装置10Cに適用される配線基板1Aは、平板状の基材11Aとその表面に形成された負と正のリード電極121, 122からなる。ただし、配線基板1Aは、当該配線基板1Aの母材である基材11Aに発光素子3を搭載した後に、負と正のリード電極121, 122がダイス配線21A, 22Aと共に形成されて完成する。基材11Aは、第1実施形態における配線基板1の基材11と同様に可撓性を有するフィルム状でもよいが、ダイス配線21A(22A)と負のリード電極121(正のリード電極122)が連続して形成されるため、特に発光素子3と基材11Aとの境(発光素子3の下面の端部)で断線しないように、変形し難い、ある程度の強度を有する絶縁性材料で形成されることが好ましい。また、基材11Aは、発光素子3の発光した光や外光の透過し難い光透過率の低い材料で形成されたものが好ましい。具体的には、セラミックス(A₁₂O₃, AlN等)、あるいはフェノール樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、BTRレジン(bismaleimide triazine resin)、ポリフタルアミド(PPA)等の樹脂が挙げられる。

【0098】

(リード電極、ダイス配線)

配線基板1Aの負のリード電極121(正のリード電極122)は、ダイス配線21A(22A)と一体に形成される。すなわち、負のリード電極121(正のリード電極122)は、ダイス配線21A(22A)と共に、基材11A上面、ならびにその上に搭載された発光素子3の側面および上面のパッド電極51, 52に連続して形成することができる導電性材料で形成される。このような材料として、第1実施形態に係る発光装置10のダイス配線21, 22と同様に、導電性インクが挙げられる。

【0099】

10

20

30

40

50

(接合部材)

発光装置 10C は、発光素子 3 が基材 11A に直接に接合され、ここでは底面全体を絶縁性の接合部材 8A で接合される。あるいは第 1 実施形態に係る発光装置 10 と同様に、導電性の接合部材 8 を 2箇所に分離して、基材 11A に接合してもよい(図 2 (b) 参照)。接合部材 8A は、発光素子 3 の底面(素子基板 31)と基材 11A との密着性および放熱性のよい材料を適用することが好ましい。

【0100】

[発光装置の製造方法]

本発明の第 4 実施形態に係る発光装置の製造方法は、形成するダイス配線の形状を除いて、第 1 実施形態に係る発光装置の製造方法と同様の手順で行うことができる。以下、第 4 実施形態に係る発光装置の製造方法について、図 3 を参照して説明する。なお、搭載される発光素子は、第 1 実施形態に係る発光装置と同一であるので、その個片化までの製造方法(S10 ~ S30)は省略する。

10

【0101】

(発光装置の組立)

基材 11A に、発光素子 3(チップ)を接合部材 8A で固定する(S41)。

次に、インクジェット法により、基材 11A 表面の負のリード電極 121 とする領域から発光素子 3 の側面を経由してパッド電極 51 上にダイス配線 21A を形成し、パッド電極 52 上から発光素子 3 の側面を経由して基材 11A 表面の正のリード電極 122 とする領域にダイス配線 22A を形成する(S42)。この作業は、例えば、図 7 における左から右へインクジェットヘッドを移動させながら(発光素子 3 を搭載した基材 11A を左へ移動させながら)、導電性インクを吐出することができる。そして、封止部材 9(図示省略)で発光素子 3 を封止して(S43)、発光装置 10C となる。

20

【0102】

第 4 実施形態に係る発光装置 10C は、リード電極が形成されていない基板(基材 11 のみで構成された基板)に発光素子 3 を接合して、ダイス配線と共にリード電極を形成したが、予めリード電極が形成された配線基板の基材表面(リード電極が形成されていない領域)に発光素子 3 を接合してもよい。すなわち、負と正のリード電極間の距離 d が発光素子 3 の長さ L よりも大きい($d > L$)配線基板を適用することもできる。この場合は、ダイス配線を、基材に接合した発光素子 3 の側面(絶縁膜 7 表面)から基材表面まで形成し、さらに基材上で延設させてリード電極上まで到達させる(後記第 5 実施形態参照)。

30

【0103】

以上のように、第 4 実施形態に係る発光装置は、配線が設けられていない基板(基材)を適用して、第 1 実施形態と同様に、ワイヤボンディング実装対応の発光素子(チップ)を流用して容易に製造することができる。

【0104】

[第 5 実施形態]

前記した通り、本発明に係る発光装置に搭載される発光素子は、第 1 実施形態にて前記したようなワイヤボンディング実装対応の発光素子と同様のパッド電極の構成に限定されず、例えばインクジェット方式によるダイス配線の形成により好適とするために、配置や形状を改変してもよい。また、本発明に係る発光装置は、負と正のリード電極の一方に発光素子を搭載する仕様の配線基板を適用することもできる。

40

以下、本発明の第 5 実施形態に係る発光装置について、図 8 を参照して説明する。第 1 ~ 第 4 実施形態に係る発光装置と同一の要素については同じ符号を付して説明を省略する。

【0105】

図 8 に示すように、本発明の第 5 実施形態に係る発光装置 10D は、配線基板(基板) 1B 上に、発光素子 3D が一対のパッド電極 51A, 52A を上面にして載置され、パッド電極 51A, 52A と配線基板 1B の負と正のリード電極 121, 122 とがダイス配線 21, 22 で接続され、封止部材 9(図 8 において図示省略、図 1、図 2 (b) 参照)

50

で発光素子 3 D が封止されている。発光装置 10 D は、例えば、セラミックパッケージに発光素子 3 D を搭載した発光装置であり、図 8 では、配線基板 1 B の上面を、セラミックパッケージの発光素子収容部である凹部（図示省略）の底面として拡大して示す。

【 0 1 0 6 】

（配線基板）

発光装置 10 D に適用される配線基板 1 B は、第 1 ~ 第 3 実施形態の配線基板 1 と同様に、基材 11 B とその上面に形成された負と正のリード電極 121, 122 からなる。ただし、図 8 に示すように、配線基板 1 B において、発光素子 3 D の載置領域全体には正のリード電極 122 が配置され、発光素子 3 D の外側に正のリード電極 122 と離間して負のリード電極 121 が配置される。本実施形態においては、n 側のダイス配線 21 が、発光素子 3 D の側面から直接に負のリード電極 121 に接続されず、第 4 実施形態に係る発光装置 10 C（図 7 参照）のダイス配線 21 A と同様に、基材 11 B の表面に形成される。したがって、ダイス配線 21 が、特に発光素子 3 D と基材 11 B との境で断線しないように、基材 11 B は、発光装置 10 C の基材 11 A と同様に、変形し難い、ある程度の強度を有する絶縁性材料で形成されることが好ましい。

【 0 1 0 7 】

（接合部材）

発光装置 10 D は、配線基板 1 B が、発光素子 3 D の底面全体に対面して正のリード電極 122 を設けているので、n 側のダイス配線 21 と絶縁するために、発光素子 3 D を絶縁性の接合部材 8 A で接合する。図 8 に示すように、接合部材 8 A は、発光素子 3 D の底面全体から、さらに正のリード電極 122 の、負のリード電極 121 に対向する端面までを被覆するように設けられる。接合部材 8 A は、第 4 実施形態と同様に、密着性および放熱性のよい材料を適用することが好ましい。

【 0 1 0 8 】

（発光素子）

発光素子 3 D は、パッド電極 51 A, 52 A の形状、保護膜 6 および絶縁膜 7 (7 A) の構成以外は第 1 実施形態に係る発光装置 10（図 2 参照）に搭載された発光素子 3 と同様の構成である。すなわち発光素子 3 D は、半導体構造（素子基板 31、窒化物半導体 30）および透光性電極 4 は、発光素子 3 と同様の構成であるので、説明を省略する。また、発光素子 3 D は、側面の形状は発光素子 3 と同じであるが、第 2 実施形態に係る発光装置 10 A と同様に、発光素子 3 D が上面を被覆する保護膜 6 を備え、側面を被覆する多層膜構造の絶縁膜 7 A を備える。

【 0 1 0 9 】

発光素子 3 D の n 側パッド電極 51 A および p 側パッド電極 52 A は、それぞれ当該発光素子 3 D の上面（図示省略）において、両端へ張り出した形状に形成される。この張り出した部分が窒化物半導体 30 に接触しないようにするために、パッド電極 51 A, 52 A は、絶縁膜 7 A および保護膜 6 を形成した上に設けられ、パッド開口部 6 h（図 2 (a) 参照）を介して n 型半導体層 32、p 型半導体層 34（透光性電極 4）に接続する。すなわち、発光素子 3 D は、透光性電極 4 を形成した（図 3 の S14）後に、保護膜 6 および絶縁膜 7 A の成膜、パッド開口部 6 h の形成（図 3 の S16, S20）、パッド電極 51 A, 52 A の形成（図 3 の S15）の順で製造され、各工程は第 1、第 2 実施形態に係る発光装置 10, 10 A の製造方法と同様である。

【 0 1 1 0 】

発光装置 10 D は、パッド電極 51 A, 52 A が前記形状に形成されていることから、発光素子 3 D の上面の周縁近傍でダイス配線 21, 22 がパッド電極 51 A, 52 A に接続されている。ダイス配線 21, 22 は、インクジェット方式による形成（第 1 実施形態の製造方法参照）時に、発光素子 3 D の上面に導電性インクがほとんど吐出されないので、発光素子 3 D に不要な導電性インクが付着することによる出射光が遮られることが抑制される。

【 0 1 1 1 】

10

20

30

40

50

第5実施形態に係る発光装置10Dは、絶縁膜7Aに代えて、第1実施形態に係る発光装置10と同様に、単層の絶縁膜7を保護膜6と一緒に設けてもよく、あるいは第3実施形態に係る発光装置10Bと同様に、絶縁膜7Bを発光素子3Dの底面と側面に設けててもよい。また、発光装置10Dは、第1～第3実施形態における発光素子3, 3A, 3Bを、絶縁性の接合部材8Aで配線基板1Bに接合、搭載してもよい。また、発光装置10Dに搭載される発光素子3Dは、第2実施形態に係る発光装置10A(図4参照)に搭載される発光素子3Aと同様に、側面が傾斜面であってもよく、また、発光素子3Dは、第1、第4実施形態に係る発光装置10, 10C(図2、図7参照)のように、配線基板1や配線基板1A(基材11A)に搭載されてもよい(図示せず)。

【0112】

10

以上のように、第5実施形態に係る発光装置は、リード電極の一方に発光素子を載置する配線基板を適用して、第1～第3実施形態と同様に、信頼性を向上させることができ、また小型化、薄型化が容易である。さらに発光装置は、インクジェット方式にてダイス配線が形成されても、発光素子への不要な導電性インクの付着が少ないため、照射光が遮られない。

【0113】

〔第6実施形態〕

前記第5実施形態に係る発光装置は、発光素子がパッド電極を上面における周縁近傍に配置して備えたが、さらに側面へ延設させてダイス配線と一体に設けてもよい。

以下、本発明の第6実施形態に係る発光装置について、図9を参照して説明する。第1～第5実施形態に係る発光装置と同一の要素については同じ符号を付して説明を省略する。

20

【0114】

本発明の第6実施形態に係る発光装置10Eは、第1実施形態に係る発光装置10と同じ配線基板1(図1参照)に、光源として発光素子3Eを搭載し、実装前に発光素子3Eに形成されたダイス配線(配線)21B, 22B、および導電性の接合部材8B, 8Bにより、負と正のリード電極121, 122に接続する。

【0115】

図9に示すように、発光素子3Eは、側面形状、パッド電極51B, 52Bの形状、および保護膜6(絶縁膜7)の構成以外は第1実施形態に係る発光装置10(図2参照)に搭載された発光素子3と同様の構成である。詳しくは、発光素子3Eは、n側パッド電極51Bおよびp側パッド電極52Bが、それぞれ当該発光素子3Eの上面(図示省略)から両端へ張り出して、さらに側面を被覆する絶縁膜7上に形成されたダイス配線21B, 22Bと連続して一体に形成される。そして発光素子3Eは、側面において、ダイス配線21B(n側パッド電極51B)、ダイス配線22B(p側パッド電極52B)が設けられる領域にのみ絶縁膜7で被覆する。なお、図9(a)において、パッド電極51B, 52B(ダイス配線21B, 22B)は、輪郭線を太破線で表す。

30

【0116】

ダイス配線21B, 22Bは、パッド電極51B, 52Bと一緒に形成され、したがって、第1～第3実施形態に係る発光装置のダイス配線21, 22と同様に、発光素子3Eのパッド電極51B, 52Bに接続するといえる。このようなダイス配線21B, 22Bは、パッド電極51B, 52Bと同様にスパッタ法等で形成される金属電極材料からなる膜であるので、バインダとして樹脂を含有する導電性インクからなるダイス配線21, 22よりも低抵抗であり、細く(幅狭に、薄く)形成することができる。本実施形態においては、図9(a)に示すように、ダイス配線21B, 22Bは、発光素子3E上面のパッド電極51B, 52Bの径と同じ幅で形成されているが、発光素子3Eの側面において幅を細くして、発光素子3Eが発光する光を多く遮らないようにすることができる(図示せず)。ただし、ダイス配線21B, 22Bは、接合部材8Bと接続(接触)する十分な面積を確保できる形状とすることが好ましい。このような、ダイス配線21B, 22Bと一緒にパッド電極51B, 52Bは、第5実施形態に係る発光装置10D(図8参照)に搭

40

50

載された発光素子 3 D と同様に、保護膜 6 (絶縁膜 7) の形成後に形成することができる。

【 0 1 1 7 】

ここで、ダイス配線 2 1 B , 2 2 B は、パッド電極 5 1 B , 5 2 B と同時に形成され、すなわち複数の発光素子 3 E が連結して配列されたウェハの状態で一括して形成される。したがって、ダイス配線 2 1 B , 2 2 B が発光素子 3 E の側面から外側へ (x 方向に) 突出して形成されると、発光素子 3 E は、ダイス配線 2 1 B , 2 2 B の厚み分以上のスクライプ領域を確保することになり、有効領域 (窒化物半導体 3 0 の全層を備える領域) が小さくなつて、出力が減少する。そのため、発光素子 3 E は、図 9 (a) にハッチングを付して示すように、ダイス配線 2 1 B , 2 2 B を設ける領域 (近傍含む) に限定して、窒化物半導体 3 0 (n 型半導体層 3 2) を、さらに素子基板 3 1 の上部を除去して、側面に凹みを形成し、その端面 (側面) に絶縁膜 7 を被覆する。

【 0 1 1 8 】

本実施形態に係る発光装置 1 0 E においては、ダイス配線 2 1 B , 2 2 B をインクジェット方式で形成しないので、不要な導電性インクが付着する虞がなく、発光素子 3 E の 2 側面 (図 9 における左右の側面) の全体を絶縁しなくてよい。ただし、導電性の接合部材 8 B が、発光素子 3 E の側面に露出した窒化物半導体 3 0 に接触しないように、ダイス配線 2 1 B , 2 2 B を設ける領域においては、素子基板 3 1 を十分に厚く (深く) 除去することが好ましい。また、このように窒化物半導体 3 0 が除去される領域が狭く限定されているため、素子基板 3 1 を深く除去しても、発光素子 3 E の個片化 (図 3 の S 3 0) のための裏面研削等で、ウェハが割れることを防止することができる。あるいは、発光素子 3 E は、スクライプ領域においても窒化物半導体 3 0 (n 型半導体層 3 2) および素子基板 3 1 の上部を除去してもよく、このとき、ダイス配線 2 1 B , 2 2 B を設ける領域のみを平面視で内側に広く除去し、それ以外のスクライプ領域は幅狭として、有効領域を確保する。また、図 9 (b) においては、発光素子 3 E は、窒化物半導体 3 0 を除去した領域の側面 (端面) が鉛直に形成されているが、上方へ広がった凹み (除去された部分) を形成して、テーパ状の傾斜面としてもよい (図示せず) 。

【 0 1 1 9 】

ダイス配線 2 1 B , 2 2 B は、個片化前のウェハ製造時に形成されるので、素子基板 3 1 の下部、すなわち個片化で露出する端面までは到達していない。これは、発光素子 3 E の個片化のために裏面から素子基板 3 1 を研削する際に、ダイス配線 2 1 B , 2 2 B が形成された高さ (深さ) 位置まで研削されると、ダイス配線 2 1 B , 2 2 B が剥離する虞があるからである。また、金属膜であるダイス配線 2 1 B , 2 2 B は、素子基板 3 1 および窒化物半導体 3 0 と共に、分割 (ダイシング、ブレーク) することが困難であるため、図 9 (a) に示すように、平面視において発光素子 3 E の端 (辺) に到達させず内側に形成することが生産性の観点から好ましい。したがって、発光装置 1 0 E は、このような発光素子 3 E を配線基板 1 に実装するために、はんだ等の導電性の接合部材 8 B が発光素子 3 E の底面から側面へ立ち上がるフィレットを形成して、発光素子 3 E の下面および側面 (端面) から距離のあるダイス配線 2 1 B , 2 2 B と接続する。言い換えると、発光装置 1 0 E は、ダイス配線 2 1 B (2 2 B) と接合部材 8 B が一体に、発光素子 3 E の左側 (右側) へ延設して負のリード電極 1 2 1 (正のリード電極 1 2 2) に接続する配線を形成する。そして、発光装置 1 0 E は、発光素子 3 E の配線基板 1 への実装 (組立工程 S 4 0 、図 3 参照) において、接合 (S 4 1) と接続 (S 4 2) を 1 工程で組み立てられる。このような 1 工程での実装はフリップチップ実装と同様であるが、発光素子 3 E は、パッド電極に相当するダイス配線 2 1 B , 2 2 B が下面 (実装面) ではなく対向する 2 側面に設けられて互いの間隔が空いているので、配線基板 1 との位置合わせにフリップチップ実装のような精度を要しない。

【 0 1 2 0 】

第 6 実施形態に係る発光装置 1 0 E は、発光素子 3 E の負と正のリード電極 1 2 1 , 1 2 2 への接続に、導電性の接合部材 8 B を用いずに、または接合部材 8 B のみによらずに

10

20

30

40

50

、第1実施形態に係る発光装置10等におけるダイス配線21, 22のような導電性インクを用いた配線をさらに形成してもよい。また、発光素子3Eの製造において、ダイス配線21B, 22Bをパッド電極51B, 52Bと一緒に形成せず、パッド電極51, 52(51B, 52B)および保護膜6(絶縁膜7)の形成後に、再度スパッタ法等でパッド電極51, 52上に重ねて形成してもよい。また、発光装置10Eは、発光素子3Eの側面に、絶縁膜7に代えて絶縁膜7A(多層膜)を被覆してもよい。あるいは発光装置10Eは、発光素子3Eの底面に絶縁膜(多層膜)を被覆してもよい(図示せず)。この場合、個片化した発光素子3E(チップ)に裏面から絶縁膜を成膜すると、側面のダイス配線21B, 22Bも被覆されるため、個片化の前(ウェハ)に絶縁膜を成膜する。

【0121】

10

第6実施形態に係る発光装置10Eに搭載される発光素子3Eは、第1実施形態に係る発光装置10に搭載される発光素子3等と同様に、底面および底面から連続する側面の下部が絶縁されている。そのため、第5実施形態に係る発光装置10D(図8参照)のように、絶縁性の接合部材8Aで配線基板1B(正のリード電極122)に接合されて、ダイス配線21, 22で接続されてもよい。また、発光素子3Eは、第4実施形態に係る発光装置10C(図7参照)のように、配線基板1A(基材11A)に搭載されてもよい。

【0122】

以上のように、第6実施形態に係る発光装置は、第1～第5実施形態と同様に、信頼性を向上させることができ、また小型化、薄型化が容易である。さらに発光装置は、ダイス配線が、パッド電極と一緒に形成されることで製造において工程を追加する必要がない。また、パッド電極と一緒に金属膜であることで導電性に優れて幅狭に形成されていてもよい。ダイス配線を狭く形成することで、ダイス配線で遮られる発光素子の出射光を減少させることができる。さらに発光装置は、発光素子が実装前にダイス配線を形成されているので、組立の工程数が少ない。

20

【0123】

前記第1～第5実施形態に係る発光装置は、ダイス配線が、導電性インクを印刷して形成され、また第6実施形態に係る発光装置は、ダイス配線が蒸着法、スパッタ法で形成されるが、発光素子3の側面に、それらの方法以外であっても、所望の形状に導電性材料を被覆することができれば適用することができる。具体的には、ダイス配線の材料として、導電性インクや蒸着膜の他に、めっき膜、あるいは接着剤で貼り付けられた金属箔が挙げられる。

30

【0124】

以上、本発明に係る発光装置について、本発明を実施するための形態について説明したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、これらの記載に基づいて種々変更、改変等したものも本発明の趣旨に含まれることはいうまでもない。

【符号の説明】

【0125】

10, 10A, 10B, 10C, 10D, 10E 発光装置

1, 1A, 1B 配線基板(基板)

11, 11A, 11B 基材

40

121 負のリード電極

121a 第1延伸電極

121b 第1連結部

122 正のリード電極

122a 第2延伸電極

122b 第2連結部

21, 21A, 21B ダイス配線(配線)

22, 22A, 22B ダイス配線(配線)

3, 3A, 3B, 3D, 3E 発光素子

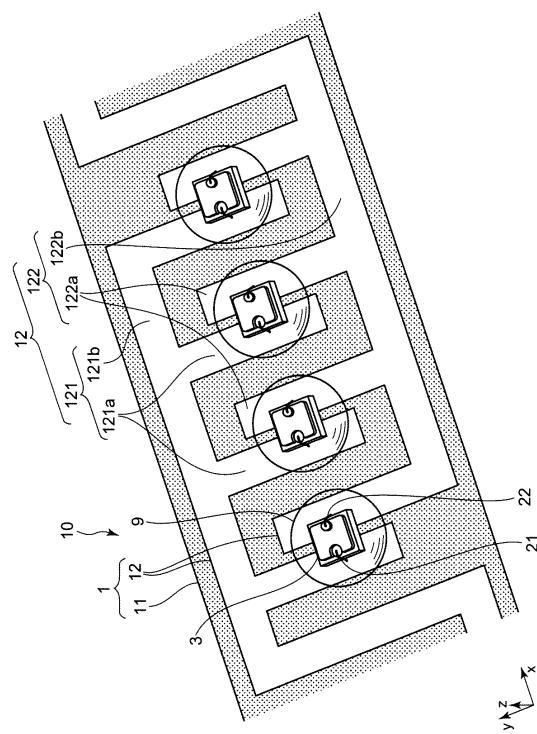
30 室化物半導体

50

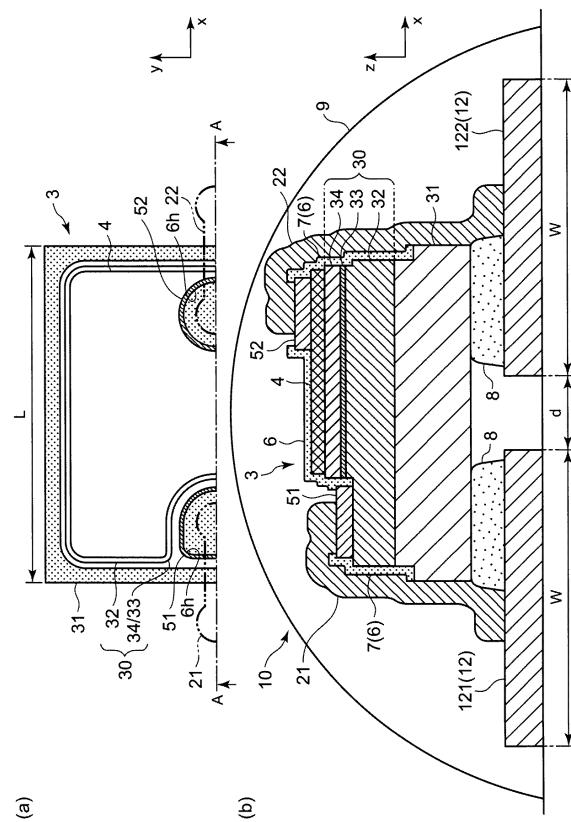
- 3 1 素子基板
 3 2 n型半導体層
 3 3 活性層
 3 4 p型半導体層
 4 透光性電極
 5 1, 5 1 A, 5 1 B n側パット電極(電極)
 5 2, 5 2 A, 5 2 B p側パット電極(電極)
 6 保護膜
 7, 7 A, 7 B 絶縁膜
 8, 8 A, 8 B 接合部材
 9 封止部材

10

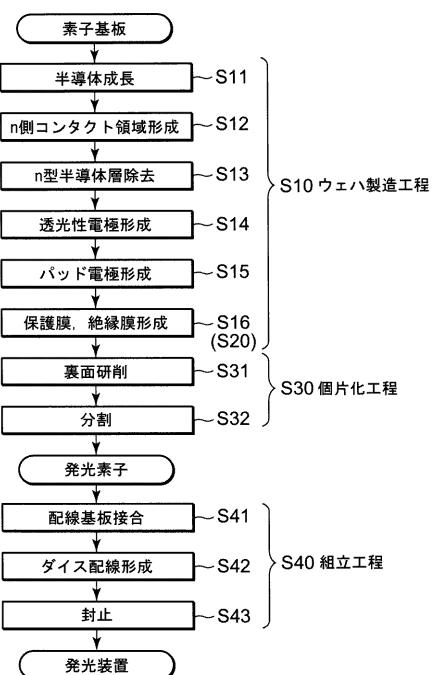
【図1】



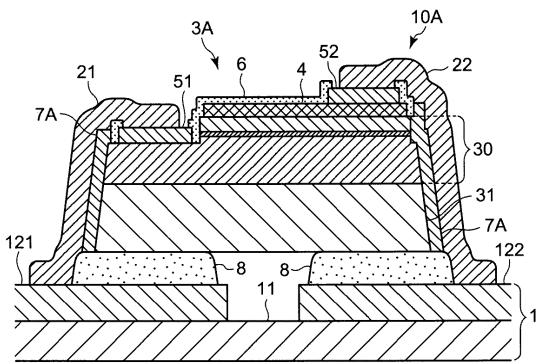
【図2】



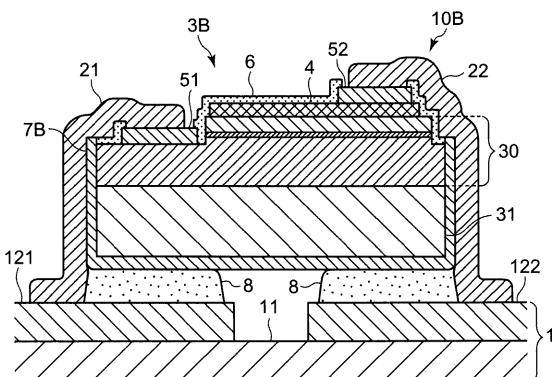
【図3】



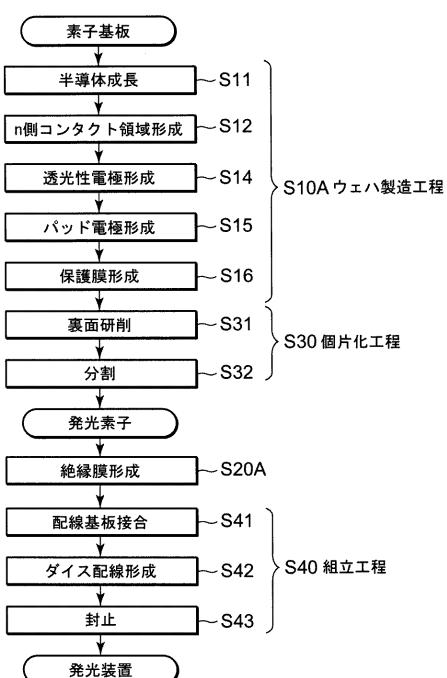
【図4】



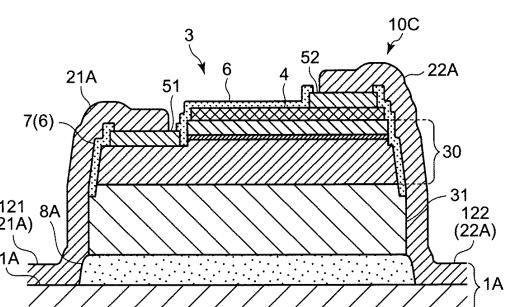
【図5】



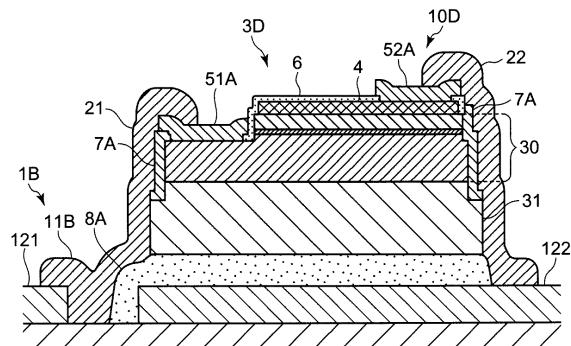
【図6】



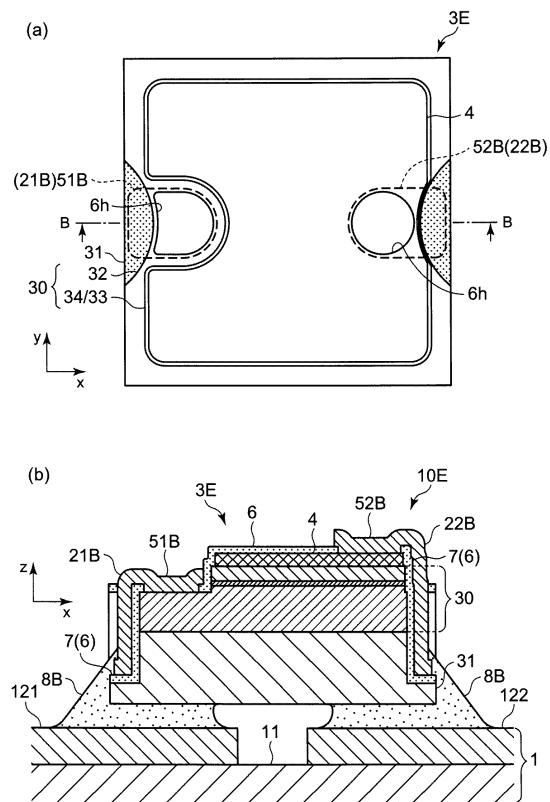
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-324205(JP,A)
特開2007-025285(JP,A)
特開2009-105173(JP,A)
特開2005-086134(JP,A)
特開平10-294493(JP,A)
特開2011-192672(JP,A)
特開2004-363537(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0173963(US,A1)
特開2012-091442(JP,A)
特開2011-243977(JP,A)
特開平11-145519(JP,A)
特開2007-188955(JP,A)
特開2013-008721(JP,A)
特開2006-332688(JP,A)
特開2012-142362(JP,A)
特開2012-059736(JP,A)
特開2006-073618(JP,A)
特開2011-243666(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0175667(US,A1)
米国特許出願公開第2014/0138615(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64