

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7482081号  
(P7482081)

(45)発行日 令和6年5月13日(2024.5.13)

(24)登録日 令和6年5月1日(2024.5.1)

(51)国際特許分類 F I  
 H 0 1 L 33/38 (2010.01) H 0 1 L 33/38  
 H 0 1 L 33/42 (2010.01) H 0 1 L 33/42  
 H 0 1 L 33/44 (2010.01) H 0 1 L 33/44

請求項の数 10 (全60頁)

(21)出願番号	特願2021-88068(P2021-88068)	(73)特許権者	598061302 晶元光電股 ぶん 有限公司 Epistar Corporation 台湾新竹科学工業園區新竹市東區力行路 21號 21, Li-hsin Rd., Science-based Industrial Park, Hsinchu 300, TAIWAN
(22)出願日	令和3年5月26日(2021.5.26)		
(62)分割の表示	特願2016-220737(P2016-220737)の分割		
原出願日	平成28年11月11日(2016.11.11)		
(65)公開番号	特開2021-121039(P2021-121039A)		
(43)公開日	令和3年8月19日(2021.8.19)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
審査請求日	令和3年5月26日(2021.5.26)		
審査番号	不服2023-7447(P2023-7447/J1)	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
審査請求日	令和5年5月9日(2023.5.9)		
(31)優先権主張番号	104137443	(74)代理人	100135079 弁理士 宮崎 修
(32)優先日	平成27年11月13日(2015.11.13)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	台湾(TW)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光デバイスであって、  
 第一半導体層、第二半導体層、前記第一半導体層及び前記第二半導体層の間に位置する活性層を有する半導体積層と、  
 前記半導体積層の上に位置し、前記第二半導体層を露出させる第一絶縁層開口を有する第一絶縁層と、  
 前記第二半導体層の上に位置し、かつ、前記第一絶縁層開口によって前記第二半導体層と電氣的に接続する反射構造と、  
 前記反射構造の上に位置し、上面図における形状が環状であって、前記反射構造を露出させる環状開口を含む第二絶縁層と、  
 前記第二絶縁層の上に位置し、かつ、前記第一半導体層と電氣的に接続する第一はんだパッドと、  
 前記第二絶縁層の上に位置し、かつ、前記第二半導体層と電氣的に接続する第二はんだパッドと、  
 前記第二半導体層及び前記第一はんだパッドの間に位置し、前記第一半導体層と電氣的に接続する第一接触層と、  
 前記第二半導体層及び前記第二はんだパッドの間に位置する第二接触層とを含み、  
 前記第二絶縁層は中央部と辺縁部を含み、前記辺縁部が前記環状開口によって前記中央部と分離され、

10

20

前記第一接触層は前記辺縁部の上に位置し、かつ、前記辺縁部と接触し、  
前記第二接触層は前記中央部の上に位置し、かつ、前記環状開口の中に形成されて、前記  
反射構造と接触し、

前記半導体積層における前記第二接触層の投影範囲に対し、前記中央部は前記投影範囲内に位置する、発光デバイス。

【請求項 2】

前記発光デバイスの上面図において、前記第二接触層のサイズが前記第一接触層より小さく、前記第一接触層が前記第二接触層を囲んでいる、請求項 1 に記載の発光デバイス。

【請求項 3】

前記発光デバイスの上面図において、前記第一はんだパッドが第一側辺、及び前記第一側辺から前記第二はんだパッドに対し離れる方向へ延伸する一つまたは複数個の第一凹部を含む、請求項 1 に記載の発光デバイス。

10

【請求項 4】

前記第二半導体層及び前記活性層を貫通して前記第一半導体層を露出させる一つまたは複数個の孔部を含み、

前記発光デバイスの上面図において、前記一つまたは複数個の孔部が前記第二はんだパッド以外の領域に形成される、請求項 1 に記載の発光デバイス。

【請求項 5】

前記上面図において、前記第二はんだパッドが第二側辺、及び前記第二側辺から前記第一はんだパッドに対し離れる方向へ延伸する一つまたは複数個の第二凹部を含む、請求項 4 に記載の発光デバイス。

20

【請求項 6】

前記一つまたは複数個の第二凹部の位置が前記一つまたは複数個の孔部の位置に対応する、請求項 5 に記載の発光デバイス。

【請求項 7】

前記第一絶縁層が前記活性層の側壁を被覆する、請求項 1 に記載の発光デバイス。

【請求項 8】

前記発光デバイスはさらに、第三絶縁層開口を有する第三絶縁層を含み、

前記発光デバイスの上面図において、前記環状開口が前記第三絶縁層開口を囲んでいる、請求項 1 に記載の発光デバイス。

30

【請求項 9】

前記発光デバイスはさらに、前記第一接触層の上に位置する第三絶縁層を含み、

前記第三絶縁層が、前記第一はんだパッドに被覆された第一部分、及び前記第一はんだパッドの側辺に近い第二部分を含み、

前記第三絶縁層が、前記第一部分と前記第二部分との間に位置して前記第一接触層を露出させる第三絶縁層開口を含み、

前記第三絶縁層開口が前記第一部分の第一辺及び前記第二部分の第二辺によって構成され、前記第一はんだパッドの前記側辺と前記第一辺または前記第二辺が距離を有し、前記距離が  $100\ \mu\text{m}$  より小さい、請求項 1 に記載の発光デバイス。

【請求項 10】

40

前記発光デバイスはさらに、前記第二半導体層の上に位置する透明導電層を含み、

前記反射構造が前記透明導電層の上に位置し、前記反射構造がバリア層と反射層を含み、前記バリア層が前記反射層の上に位置する、請求項 1 に記載の発光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は発光デバイスに関し、特に、半導体積層及び半導体積層の上に位置するはんだパッドを含む発光デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

50

発光ダイオード (Light Emitting Diode、LED) は固体半導体発光デバイスであり、電力消費が低い、発生する熱エネルギーが低い、動作寿命が長い、防震、体積が小さい、反応速度が速い、及び優れた光電特性、例えば安定した発光波長などのメリットを有する。そのため、発光ダイオードは家電、設備の表示灯及び光電製品などに幅広く応用されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、発光デバイスを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

発光デバイスは、第一半導体層、第二半導体層、第一半導体層及び第二半導体層の間に位置する活性層を有する半導体積層と、半導体積層の上に位置し、第二半導体層を露出させる第一絶縁層開口を有する第一絶縁層と、第二半導体層の上に位置し、かつ、第一絶縁層開口によって第二半導体層と電気的に接続する反射構造と、反射構造の上に位置し、上面図における形状が環状で、反射構造を露出させる環状開口を含む第二絶縁層と、第一半導体層と電気的に接続する第一はんだパッドと、第二半導体層と電気的に接続する第二はんだパッドと、第二半導体層及び第一はんだパッドの間に位置する第一接触層と、第二半導体層及び第二はんだパッドの間に位置し、かつ、環状開口の中に形成されて、反射構造と接触する第二接触層とを含む。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図1B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図2A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図2B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図3A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図3B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図4A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図4B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図5A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図5B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図5C】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図6A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図6B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

【図6C】本発明の一実施例が開示する発光デバイス1又は発光デバイス2の製造方法である。

10

20

30

40

50

【図 7 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法である。

【図 7 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法である。

【図 7 C】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法である。

【図 8】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 1 の上面図である。

【図 9 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 1 の断面図である。

【図 9 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 1 の断面図である。

【図 10】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 2 の上面図である。

10

【図 11 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 2 の断面図である。

【図 11 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 2 の断面図である。

【図 12 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 12 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 13 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 13 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

20

【図 14 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 14 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 15 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 15 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 16 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

30

【図 16 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 17 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 17 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 18 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

【図 18 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法である。

40

【図 19】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 の上面図である。

【図 20】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 3 の断面図である。

【図 21】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 4 の上面図である。

【図 22】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 4 の断面図である。

【図 23】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 5 の断面図である。

【図 24】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 6 の断面図である。

【図 25】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 26 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

50

【図 2 6 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 2 7 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 2 7 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 2 8 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 2 8 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

10

【図 2 9 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 2 9 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 2 9 C】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 2 9 D】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 2 9 E】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

20

【図 3 0 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 3 0 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 3 1 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 3 1 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 3 2 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

30

【図 3 2 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 3 3 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 3 3 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び発光デバイス 7 の構造である。

【図 3 4 A】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 8 の上面図である。

【図 3 4 B】本発明の一実施例が開示する発光デバイス 8 の断面図である。

【図 3 5】本発明の一実施例が開示する発光装置の構造概略図である。

【図 3 6】本発明の一実施例が開示する発光装置の構造概略図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0006】

本発明をより詳しくかつ全体的に開示すべく、以下は関連図面に基づいてその実施例を説明する。なお、以下の実施例は本発明の発光デバイスを例示説明するものであり、本発明は以下の実施例に限定されない。また、本明細書の実施例における構成部品の寸法、材質、形状、相対配置などは、特に限定のない場合、単純な説明であり、本発明の範囲を制限するものではない。かつ、各図面に示された部品の大きさ又は位置関係などについて、説明を明確にするため拡張する場合がある。さらに、以下の説明において、同じ又は同性質の部品に同じ名称、符号を付与し、その詳細説明を適宜省略する。

【0007】

50

図 1 A ~ 図 1 1 B は本発明の一実施例が開示する発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法である。

【 0 0 0 8 】

図 1 A の上面図及び図 1 A の線分 A - A ' における断面図である図 1 B が示すように、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法はプラットフォーム形成ステップを含み、このプラットフォーム形成ステップにおいて、基板 1 1 a を提供し、及び基板 1 1 a の上に半導体積層 1 0 a を形成する。半導体積層 1 0 a は第一半導体層 1 0 1 a、第二半導体層 1 0 2 a、第一半導体層 1 0 1 a 及び第二半導体層 1 0 2 a の間に位置する活性層 1 0 3 a を含む。半導体積層 1 0 a に対しフォトリソグラフィ、エッチングの方法によってパターン化を行い、一部の第二半導体層 1 0 2 a 及び活性層 1 0 3 a を除去して、一つ又は複数の半導体構造 1 0 0 0 a、及び一つ又は複数の半導体構造 1 0 0 0 a を囲む囲み部 1 1 1 a を形成する。囲み部 1 1 1 a は第一半導体層 1 0 1 a の第一表面 1 0 1 1 a を露出させる。一つ又は複数の半導体構造 1 0 0 0 a はそれぞれ第一外側壁 1 0 0 3 a、第二外側壁 1 0 0 1 a 及び内側壁 1 0 0 2 a を含み、第一外側壁 1 0 0 3 a は第一半導体層 1 0 1 a の側壁であり、第二外側壁 1 0 0 1 a は活性層 1 0 3 a 及び / 又は第二半導体層 1 0 2 a の側壁であり、第二外側壁 1 0 0 1 a の一端が第二半導体層 1 0 2 a の表面 1 0 2 s に接続され、第二外側壁 1 0 0 1 a の他端が第一半導体層 1 0 1 a の第一表面 1 0 1 1 a に接続され、内側壁 1 0 0 2 a の一端が第二半導体層 1 0 2 a の表面 1 0 2 s に接続され、内側壁 1 0 0 2 a の他端が第一半導体層 1 0 1 a の第二表面 1 0 1 2 a に接続され、複数の半導体構造 1 0 0 0 a は第一半導体層 1 0 1 a を介して互いに接続する。図 1 B を見ると、半導体構造 1 0 0 0 a の内側壁 1 0 0 2 a と第一半導体層 1 0 1 a の第二表面 1 0 1 2 a との間に鈍角を有し、半導体構造 1 0 0 0 a の第一外側壁 1 0 0 3 a と基板 1 1 a の表面 1 1 s との間に鈍角又は直角を有し、半導体構造 1 0 0 0 a の第二外側壁 1 0 0 1 a と第一半導体層 1 0 1 a の第一表面 1 0 1 1 a との間に鈍角を有する。囲み部 1 1 1 a は半導体構造 1 0 0 0 a の周囲を囲み、囲み部 1 1 1 a は発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の上面図において矩形又は多角形である。

10

20

【 0 0 0 9 】

本発明の一実施例において、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 は 3 0 m i l より小さい辺長を有する。外部電流が発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 に入力された時、囲み部 1 1 1 a が半導体構造 1 0 0 0 a の周囲を囲んでいるため、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 のライトフィールド分布の均等化させ、かつ発光デバイスの順電圧の低減させることができる。

30

【 0 0 1 0 】

本発明の一実施例において、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 は 3 0 m i l より大きい辺長を有する。半導体積層 1 0 a にフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化を行い、一部の第二半導体層 1 0 2 a 及び活性層 1 0 3 a を除去し、第二半導体層 1 0 2 a 及び活性層 1 0 3 a を貫通する一つ又は複数の孔部 1 0 0 a を形成し、一つ又は複数の孔部 1 0 0 a が第一半導体層 1 0 1 a の一つ又は複数の第二表面 1 0 1 2 a を露出させる。外部電流が発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 に入力された時、囲み部 1 1 1 a 及び複数の孔部 1 0 0 a の分散配置により、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 のライトフィールド分布を均等化させ、かつ発光デバイスの順電圧を低減させることができる。

40

【 0 0 1 1 】

本発明の一実施例において、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 は 3 0 m i l より小さい辺長を有し、活性層の発光面積を増やすよう、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 は一つ又は複数の孔部 1 0 0 a を含まなくてもよい。

【 0 0 1 2 】

本発明の一実施例において、一つ又は複数の孔部 1 0 0 a の開口の形状は円形、楕円形、矩形、多角形、又は任意の形状を含む。複数の孔部 1 0 0 a は複数列に配列され、隣接する二列の孔部 1 0 0 a は互いに位置が揃ってもずれてもよい。

【 0 0 1 3 】

50

本発明の一実施例において、基板 11a は成長基板であって、アルミニウムインジウムガリウムリン (AlGaInP) を成長させるためのガリウム砒素 (GaAs) ウエハ、又は窒化インジウムガリウム (InGaN) を成長させるためのサファイア (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ウエハ、窒化ガリウム (GaN) ウエハ又は炭化ケイ素 (SiC) ウエハを含むことができる。この基板 11a において、有機金属気相成長法 (MOCVD)、分子線エピタキシー (MBE)、ハイドライド気相成長法 (HVPE)、蒸着法又は離子電気メッキ方法によって光電特性を有する半導体積層 10a、例えば発光 (light-emitting) 積層を形成することができる。

#### 【0014】

本発明の一実施例において、第一半導体層 101a と第二半導体層 102a は、例えば被覆層 (cladding layer) 又は制限層 (confinement layer) であり、両者は異なる導電型、電気特性、極性を有し、又は添加された元素に基づいて電子又は正孔を提供することが可能であり、例えば第一半導体層 101a は n 型電気特性の半導体であり、第二半導体層 102a は p 型電気特性の半導体である。活性層 103a は第一半導体層 101a と第二半導体層 102a との間に形成され、電子と正孔は電流の駆動によって活性層 103a で結合し、電気エネルギーを光エネルギーに変換し、光線を発する。半導体積層 10a 中の一層又は複数層の物理及び化学組成を変更することにより発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 が発する光線の波長を調整する。半導体積層 10a の材料は III-V 族の半導体材料、例えば Al<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>(1-x-y)</sub>N 又は Al<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>(1-x-y)</sub>P であり、かつ、0 < x、y < 1、(x + y) < 1 である。活性層 103a の材料によって、半導体積層 10a の材料が AlInGaP 系の材料である場合、波長が 610 nm から 650 nm の間の赤色光、波長が 530 nm から 570 nm の間の緑色光を発生し、半導体積層 10a の材料が InGaN 系の材料である場合、波長が 450 nm から 490 nm の間の青色光を発生し、また半導体積層 10a の材料が AlGaN 系列材料である場合、波長が 400 nm から 250 nm の間の紫外光を発生することができる。活性層 103a はシングルヘテロ構造 (single heterostructure、SH)、ダブルヘテロ構造 (double heterostructure、DH)、ダブルサイドダブルヘテロ構造 (double-side double heterostructure、DDH)、多重量子井戸構造 (multi-quantum well、MQW) であってもよい。活性層 103a の材料は中性、p 型又は n 型電気特性の半導体であってもよい。

#### 【0015】

プラットフォーム形成ステップに続き、図 2A の上面図及び図 2A の線分 A-A' における断面図である図 2B が示すように、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法は第一絶縁層形成ステップを含む。蒸着又は成長 (deposition) などの方法で半導体構造 1000a の上に第一絶縁層 20a を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化することにより、上記囲み部 111a の第一表面 1011a 及び孔部 100a の第二表面 1012a を被覆し、かつ半導体構造 1000a の第二半導体層 102a、活性層 103a の第二外側壁 1001a 及び内側壁 1002a を被覆し、なお、第一絶縁層 20a は上記囲み部 111a を被覆する第一絶縁層囲みエリア 200a を含み、囲み部 111a に位置する第一半導体層 101a の第一表面 1011a が第一絶縁層囲みエリア 200a に被覆される。第一群の第一絶縁層被覆エリア 201a は孔部 100a を被覆することにより、孔部 100a に位置する第一半導体層 101a の第二表面 1012a が第一群の第一絶縁層被覆エリア 201a に被覆される。また、第二群の第一絶縁層開口 202a は第二半導体層 102a の表面 102s を露出させる。第一群の第一絶縁層被覆エリア 201a は互いに離間してそれぞれ複数の孔部 100a に対応する。第一絶縁層 20a は単層又は多層の構造であってもよい。第一絶縁層 20a が単層膜である場合、第一絶縁層 20a は半導体構造 1000a の側壁を保護し、活性層 103a が後の工程で破壊されることを防ぐことができる。第一絶縁層 20a が多層膜である場合、第一絶縁層 20a は屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されるブラッグ反

射器 ( D B R ) 構造を含み、特定の波長の光を選択的に反することができる。第一絶縁層 2 0 a は非導電材料によって形成され、例えば、S u 8、ベンゾシクロブテン ( B C B )、パーフルオロシクロブタン ( P F C B )、エポキシ樹脂 ( E p o x y )、アクリル樹脂 ( A c r y l i c R e s i n )、環状オレフィンポリマー ( C O C )、ポリメタクリル酸メチル ( P M M A )、ポリエチレンテレフタレート ( P E T )、ポリカーボネート ( P C )、ポリエーテルイミド ( P o l y e t h e r i m i d e )、フルオロカーボン重合体 ( F l u o r o c a r b o n P o l y m e r ) などの有機材料、又は、例えばシリコン ( S i l i c o n e )、ガラス ( G l a s s ) 等の無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム ( A l <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )、窒化ケイ素 ( S i N <sub>x</sub> )、酸化ケイ素 ( S i O <sub>x</sub> )、酸化チタニウム ( T i O <sub>x</sub> )、及びフッ化マグネシウム ( M g F <sub>x</sub> ) などの誘電材料を含む。

10

## 【 0 0 1 6 】

本発明の一実施例において、第一絶縁層形成ステップに続いて図 3 A の上面図及び図 3 A の線分 A - A ' における断面図である図 3 B が示すように、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法は透明導電層形成ステップを含む。蒸着又は成長などの方法で第二群の第一絶縁層開口 2 0 2 a の中に透明導電層 3 0 a を形成し、なお、透明導電層 3 0 a の外縁 3 0 1 a と第一絶縁層 2 0 a が一定距離離れており、第二半導体層 1 0 2 a の表面 1 0 2 s が露出される。透明導電層 3 0 a は第二半導体層 1 0 2 a のほぼ全面に形成され、かつ第二半導体層 1 0 2 a に接触するため、透明導電層 3 0 a は電流を均等に第二半導体層 1 0 2 a の全体に分配することができる。透明導電層 3 0 a の材料は、活性層 1 0 3 a が発する光線に対し透明な材料、例えば酸化インジウム錫 ( I T O )、又は酸化インジウム亜鉛 ( I Z O ) を含む。

20

## 【 0 0 1 7 】

本発明の別の実施例において、プラットフォーム形成ステップの後、まず透明導電層形成ステップを行い、次に第一絶縁層形成ステップを行ってもよい。

## 【 0 0 1 8 】

本発明の別の実施例において、プラットフォーム形成ステップの後、第一絶縁層形成ステップを省略し、直接透明導電層形成ステップを行ってもよい。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の一実施例において、透明導電層形成ステップに続き、図 4 A の上面図及び図 4 A の線分 A - A ' における断面図である図 4 B が示すように、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法は反射構造形成ステップを含む。反射構造は反射層 4 0 a 及び / 又はバリア層 4 1 a を含み、蒸着又は成長などの方法によって直接透明導電層 3 0 a の上に形成され、反射層 4 0 a が透明導電層 3 0 a 及びバリア層 4 1 a の間に位置する。発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の上面図において、反射層 4 0 a の外縁 4 0 1 a は透明導電層 3 0 a の外縁 3 0 1 a の内側、外側に設けられ、又は透明導電層 3 0 a の外縁 3 0 1 a と重なるように設けられてもよい。バリア層 4 1 a の外縁 4 1 1 a は反射層 4 0 a の外縁 4 0 1 a の内側、外側に設置されても、又は反射層 4 0 a の外縁 4 0 1 a と重なるように設置されてもよい。

30

## 【 0 0 2 0 】

本発明の別の実施例において、透明導電層形成ステップを省略し、プラットフォーム形成ステップ又は第一絶縁層形成ステップの後、直接反射構造形成ステップを行い、例えば、反射層 4 0 a 及び / 又はバリア層 4 1 a を直接第二半導体層 1 0 2 a の上に形成することが可能であり、反射層 4 0 a は第二半導体層 1 0 2 a 及びバリア層 4 1 a の間に位置する。

40

## 【 0 0 2 1 】

反射層 4 0 a は単層又は多層構造であり、多層構造として例えばブラッグ反射構造であってもよい。反射層 4 0 a の材料は反射率が比較的に高い金属材料、例えば銀 ( A g )、アルミニウム ( A l )、又はロジウム ( R h ) などの金属又は上記材料の合金を含む。ここで、比較的に高い反射率を有するとは、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 が発する光線の波長に対し 8 0 % 以上の反射率を有することを意味する。本発明の一実施例において、

50



反射層 40a の表面酸化による反射層 40a の反射率劣化を防止するために、バリア層 41a は反射層 40a を被覆している。バリア層 41a の材料は金属材料、例えばチタニウム (Ti)、タングステン (W)、アルミニウム (Al)、インジウム (In)、錫 (Sn)、ニッケル (Ni)、プラチナ (Pt) などの金属又は上記材料の合金を含む。バリア層 41a は単層又は多層構造であり、多層構造として例えばチタニウム (Ti) / アルミニウム (Al)、及び / 又はチタニウム (Ti) / タングステン (W) であってもよい。本発明の一実施例において、バリア層 41a は、反射層 40a から離れた側にチタニウム (Ti) / アルミニウム (Al) の積層構造を有し、及び反射層 40a に近い側にチタニウム (Ti) / タングステン (W) の積層構造を有する。本発明の一実施例において、反射層 40a 及びバリア層 41a の材料は金 (Au) 又は銅 (Cu) 以外の金属材料を含むことが好ましい。

10

#### 【0022】

本発明の一実施例において、反射構造形成ステップに続き、図 5A の上面図、図 5A の A - A' における断面図である図 5B、及び図 5A の線分 B - B' における断面図である図 5C が示すように、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法は第二絶縁層形成ステップを含む。蒸着又は成長などの方法で半導体構造 1000a の上に第二絶縁層 50a を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化することにより、第一半導体層 101a を露出させる第一群の第二絶縁層開口 501a を形成し、及び反射層 40a 又はバリア層 41a を露出させる第二群の第二絶縁層開口 502a を形成する。ここで、第二絶縁層 50a をパターン化する過程において、上記第一絶縁層形成ステップで囲み部 111a を被覆する第一絶縁層囲みエリア 200a 及び孔部 100a 内の第一群の第一絶縁層被覆エリア 201a が部分的にエッチング除去されて、第一半導体層 101a が露出される。孔部 100a 内に形成された第一群の第一絶縁層開口 203a は第一半導体層 101a を露出させる。本実施例の発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の断面図において、図 5B が示すように、第一群の第二絶縁層開口 501a 及び第二群の第二絶縁層開口 502a は異なる幅、数を有する。第一群の第二絶縁層開口 501a 及び第二群の第二絶縁層開口 502a の開口の形状は円形、楕円形、矩形、多角形、又は任意の形状を含む。本実施例において、図 5A が示すように、第一群の第二絶縁層開口 501a は互いに離間し、複数列に配列され、かつ複数の孔部 100a 及び第一群の第一絶縁層開口 203a にそれぞれ対応している。第二群の第二絶縁層開口 502a はいずれも基板 11a の一方側、例えば、基板 11a の中心線の左側又は右側に近接し、第二群の第二絶縁層開口 502a は互いに離間し、かつ隣接する二列の第一群の第二絶縁層開口 501a の間に位置する。第二絶縁層 50a は単層又は多層構造であってもよい。第二絶縁層 50a が単層膜の場合、第二絶縁層 50a は半導体構造 1000a の側壁を保護し、活性層 103a が後工程で破壊されることを防止できる。第二絶縁層 50a が多層膜の場合、第二絶縁層 50a は、屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されたブラッグ反射器 (DBR) 構造を含み、特定波長の光を選択的に反射することができる。第二絶縁層 50a は非導電材料によって形成され、例えば Su8、ベンゾシクロブテン (BCB)、パーフルオロシクロブタン (PFCB)、エポキシ樹脂 (Epoxy)、アクリル樹脂 (Acrylic Resin)、環状オレフィンポリマー (COC)、ポリメタクリル酸メチル (PMMA)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリカーボネート (PC)、ポリエーテルイミド (Polyetherimide)、フルオロカーボン重合体 (Fluorocarbon Polymer) などの有機材料、又は、例えばシリコン (Silicone)、ガラス (Glass) などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、窒化ケイ素 (SiN<sub>x</sub>)、酸化ケイ素 (SiO<sub>x</sub>)、酸化チタニウム (TiO<sub>x</sub>)、若しくはフッ化マグネシウム (MgF<sub>x</sub>) などの誘電材料を含む。

20

30

40

#### 【0023】

第二絶縁層形成ステップに続き、本発明の一実施例において、図 6A の上面図、図 6A の線分 A - A' における断面図である図 6B、及び図 6A の線分 B - B' における断面図である図 6C が示すように、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法は接触層形成ス

50

テップを含む。蒸着又は成長などの方法で第一半導体層 101a 及び第二半導体層 102a の上に接触層 60a を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化することにより、第二群の第二絶縁層開口 502a 上に一つ又は複数の接触層開口 602a を形成して、反射層 40a 又はバリア層 41a を露出させ、かつ発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の幾何中心部分にエリア 600a を定義する。発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の断面図において、接触層開口 602a の幅は任意一つの第二群の第二絶縁層開口 502a の幅より大きい。発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の上面図において、複数の接触層開口 602a はいずれも基板 11a の一方側、例えば基板 11a 中心線の左側又は右側に近接している。接触層 60a は単層又は多層構造であってもよい。第一半導体層 101a と接触する時の抵抗を低減するために、接触層 60a の材料は金属材料、例えばクロム (Cr)、チタニウム (Ti)、タングステン (W)、金 (Au)、アルミニウム (Al)、インジウム (In)、錫 (Sn)、ニッケル (Ni)、プラチナ (Pt) などの金属又は上記材料の合金を含む。本発明の一実施例において、接触層 60a の材料は金 (Au)、銅 (Cu) 以外の金属材料を含むことが好ましい。本発明の一実施例において、接触層 60a の材料は高反射率を有する金属、例えばアルミニウム (Al)、プラチナ (Pt) を含むことが好ましい。本発明の一実施例において、第一半導体層 101a との接合強度を高めるために、接触層 60a と第一半導体層 101a が接触する側にクロム (Cr) 又はチタニウム (Ti) を含むことが好ましい。

10

**【0024】**

本発明の一実施例において、接触層 60a は全ての孔部 100a を被覆し、かつ延伸して第二半導体層 102a の上を被覆する。また、接触層 60a は第二絶縁層 50a を介して第二半導体層 102a と絶縁し、接触層 60a は孔部 100a を介して第一半導体層 101a と接触する。外部電流が発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 に入力された時、電流は複数の孔部 100a によって第一半導体層 101a まで伝導される。本実施例において、同じ列に隣接して位置する二つの孔部 100a の間は第一最短距離を有し、発光デバイスの縁部に近接する任意の孔部 100a と第一半導体層 101a の第一外側壁 1003a との間は第二最短距離を有し、なお、第一最短距離は第二最短距離より大きい。

20

**【0025】**

本発明の別の実施例において、接触層 60a は囲み部 111a 及び孔部 100a を被覆し、かつ延伸して第二半導体層 102a の上を被覆する。また、接触層 60a は第二絶縁層 50a を介して第二半導体層 102a と絶縁し、接触層 60a は囲み部 111a 及び孔部 100a を介して第一半導体層 101a と接触する。外部電流が発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 に入力された時、一部の電流が囲み部 111a によって第一半導体層 101a まで伝導され、もう一部の電流が複数の孔部 100a によって第一半導体層 101a まで伝導される。本実施例において、同じ列に隣接して位置する二つの孔部 100a の間は第一最短距離を有し、発光デバイスの縁部に近接する任意の孔部 100a と第一半導体層 101a の第一外側壁 1003a との間は第二最短距離を有し、なお、第一最短距離は第二最短距離より小さい、又は等しい。

30

**【0026】**

本発明の別の実施例において、複数の孔部 100a が第一列と第二列に配列され、同じ列に隣接して位置する二つの孔部 100a の間は第一最短距離を有し、第一列に位置する孔部 100a と第二列に位置する孔部 100a との間は第二最短距離を有し、なお、第一最短距離は第二最短距離より大きい又は小さい。

40

**【0027】**

本発明の一実施例において、複数の孔部 100a は第一列、第二列及び第三列に配列され、第一列に位置する孔部 100a と第二列に位置する孔部 100a の間は第一最短距離を有し、第二列に位置する孔部 100a と第三列に位置する孔部 100a の間は第二最短距離を有し、なお、第一最短距離は第二最短距離より小さい。

**【0028】**

本発明の一実施例において、図 6A、図 6B 及び図 6C が示す接触層形成ステップに続

50

き、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法は第三絶縁層形成ステップを含み、図 7 A の上面図、図 7 A の線分 A - A ' における断面図である図 7 B、及び図 7 A の線分 B - B ' における断面図である図 7 C が示すように、蒸着又は成長などの方法で半導体構造 1 0 0 0 a の上に第三絶縁層 7 0 a を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化することにより、接触層 6 0 a の上に第一群の第三絶縁層開口 7 0 1 a を形成して、図 6 A が示す接触層 6 0 a を露出させ、及び一つ又は複数の接触層開口 6 0 2 a の上に第二群の第三絶縁層開口 7 0 2 a を形成して、図 6 A が示す反射層 4 0 a 又はバリア層 4 1 a を露出させる。なお、第二半導体層 1 0 2 a の上に位置する接触層 6 0 a は第二絶縁層 5 0 a 及び第三絶縁層 7 0 a の間に挟まれ、第一群の第三絶縁層開口 7 0 1 a と第一群の第二絶縁層開口 5 0 1 a はずれており、互いに重なっていない。上記シンプルエリア 6 0 0 a は第三絶縁層に囲まれ及び被覆されている。本実施例において、図 7 A が示すように、第一群の第三絶縁層開口 7 0 1 a は互いに離間しており、かつ複数の孔部 1 0 0 a とそれぞれずれている。第二群の第三絶縁層開口 7 0 2 a は互いに離間しており、かつ複数の接触層開口 7 0 2 a とそれぞれ対応している。図 7 A の上面図において、第一群の第三絶縁層開口 7 0 1 a は基板 1 1 a の一方側、例えば右側に近接し、第二群の第三絶縁層開口 7 0 2 a は基板 1 1 a の他方側、例えば基板 1 1 a の中心線の左側に近接する。発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の断面図において、任意一つの第二群の第三絶縁層開口 7 0 2 a の幅が任意一つの接触層開口 7 0 2 a の幅より小さく、第三絶縁層 7 0 a は接触層開口 6 0 2 a に沿って充填され、接触層開口 6 0 2 a の側壁を被覆し、反射層 4 0 a 又はバリア層 4 1 a を露出させ、第二群の第三絶縁層開口 7 0 2 a を構成する。第三絶縁層 7 0 a は単層又は多層構造であってもよい。第三絶縁層 7 0 a が多層膜の場合、第三絶縁層 7 0 a は屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されたブラッグ反射器 (DBR) 構造を含む、特定波長の光を選択的に反射することができる。第三絶縁層 7 0 a は非導電材料によって形成され、例えば Su 8、ベンゾシクロブテン (BCB)、パーフルオロシクロブタン (PFCB)、エポキシ樹脂 (Epoxy)、アクリル樹脂 (Acrylic Resin)、環状オレフィンポリマー (COC)、ポリメタクリル酸メチル (PMMA)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリカーボネート (PC)、ポリエーテルイミド (Polyetherimide)、フルオロカーボン重合体 (Fluorocarbon Polymer) などの有機材料、又は、例えばシリコン (Silicone)、ガラス (Glass) などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、窒化ケイ素 (SiN<sub>x</sub>)、酸化ケイ素 (SiO<sub>x</sub>)、酸化チタニウム (TiO<sub>x</sub>)、若しくはフッ化マグネシウム (MgF<sub>x</sub>) などの誘電材料を含む。

#### 【0029】

第三絶縁層形成ステップに続き、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の製造方法ははんだパッド形成ステップを含む。図 8 の上面図が示すように、電気メッキ、蒸着又は成長などの方法で一つ又は複数の半導体構造 1 0 0 0 a の上に第一はんだパッド 8 0 a 及び第二はんだパッド 9 0 a を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化を行う。図 8 の上面図において、第一はんだパッド 8 0 a は基板 1 1 a の中心線の一方側、例えば右側に近接し、第二はんだパッド 9 0 a は基板 1 1 a の中心線の他方側、例えば左側に近接する。第一はんだパッド 8 0 a は全ての第一群の第三絶縁層開口 7 0 1 a を被覆し、接触層 6 0 a と接触し、かつ接触層 6 0 a 及び孔部 1 0 0 a を介して第一半導体層 1 0 1 a と電氣的に接続する。第二はんだパッド 9 0 a は全ての第二群の第三絶縁層開口 7 0 2 a を被覆し、反射層 4 0 a 又はバリア層 4 1 a と接触し、かつ反射層 4 0 a 又はバリア層 4 1 a を介して第二半導体層 1 0 2 a と電氣的に接続する。第一はんだパッド 8 0 a は、一つ又は複数の第一はんだパッド開口 8 0 0 a、第一側辺 8 0 2 a、第一側辺 8 0 2 a から第二はんだパッド 9 0 a に対し離れる方向へ延伸する複数個の第一凹部 8 0 4 a を有する。第二はんだパッド 9 0 a は、一つ又は複数の第二はんだパッド開口 9 0 0 a、第二側辺 9 0 2 a、第二側辺 9 0 2 a から第一はんだパッド 8 0 a に対し離れる方向へ延伸する複数個の第二凹部 9 0 4 a を有する。第一はんだパッド開口 8 0 0 a の位置及び第二はんだパッド開口 9 0 0 a の位置は孔部 1 0 0 a の位置とほぼ対応しており、また、

第一凹部 804a の位置及び第二凹部 904a の位置は孔部 100a の位置とほぼ対応している。言い換えれば、第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a はいずれの孔部 100a も被覆しておらず、第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a は孔部 100a を避けて、かつ孔部 100a の周囲に形成されているため、第一はんだパッド開口 800a 又は第二はんだパッド開口 900a の直径が任意一つの孔部 100a の直径より大きく、及び、第一凹部 804a 又は第二凹部 904a の幅が任意一つの孔部 100a の直径より大きい。本発明の一実施例では、複数の第一凹部 804a は上面図において複数の第二凹部 904a と位置が略揃っている。本発明の別の実施例では、複数の第一凹部 804a は上面図において複数の第二凹部 904a と位置がずれている。本発明の一実施例では、発光デバイス 1 又は発光デバイス 2 の上面図において、第一はんだパッド 80a の形状が第二はんだパッド 90a の形状と同じ又は異なる。

10

#### 【0030】

図 9A は図 8 の線分 A - A' における断面図である、図 9B は図 8 の線分 B - B' の断面図である。本実施例が開示する発光デバイス 1 はフリップチップ式の発光ダイオードデバイスである。発光デバイス 1 は、基板 11a、基板 11a の上に位置する一つ又は複数の半導体構造 1000a、一つ又は複数の半導体構造 1000a を囲む囲み部 111a、半導体積層 10a の上に位置する第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a を含む。一つ又は複数の半導体構造 1000a はそれぞれ半導体積層 10a を含む、半導体積層 10a は第一半導体層 101a、第二半導体層 102a、及び第一半導体層 101a と第二半導体層 102a との間に位置する活性層 103a を含む。複数の半導体構造 1000a は第一半導体層 101a を介して繋がっている。図 8、図 9A 及び図 9B が示すように、一つ又は複数の半導体構造 1000a の周囲の第二半導体層 102a 及び活性層 103a が除去されて、第一半導体層 101a の第一表面 1011a が露出されている。言い換えれば、囲み部 111a は第一半導体層 101a の第一表面 1011a を含み、半導体構造 1000a の周囲を囲んでいる。

20

#### 【0031】

発光デバイス 1 はさらに一つ又は複数の孔部 100a 及び接触層 60a を含む。孔部 100a は第二半導体層 102a 及び活性層 103a を貫通し、第一半導体層 101a の一つ又は複数の第二表面 1012a を露出させる。接触層 60a は、第一半導体層 101a の第一表面 1011a の上に形成され、半導体構造 1000a の周囲を囲み、かつ第一半導体層 101a と接触して電氣的に接続し、及び、第一半導体層 101a の一つ又は複数の第二表面 1012a の上に形成され、一つ又は複数の孔部 100a を被覆し、かつ第一半導体層 101a と接触して電氣的に接続する。本実施例では、発光デバイス 1 の上面図において、接触層 60a の総表面積が活性層 103a の総表面積より大きく、又は接触層 60a の外周辺長は活性層 103a の外周辺長より大きい。

30

本発明の一実施例において、第一はんだパッド 80a 及び / 又は第二はんだパッド 90a は複数の半導体構造 1000a を被覆する。

#### 【0032】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド 80a は一つ又は複数の第一はんだパッド開口 800a を含み、第二はんだパッド 90a は一つ又は複数の第二はんだパッド開口 900a を含む。第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a の形成位置は孔部 100a の形成位置を避けているため、第一はんだパッド開口 800a 及び第二はんだパッド開口 900a の形成位置は孔部 100a の形成位置と重なっている。

40

#### 【0033】

本発明の一実施例では、発光デバイス 1 の上面図において、第一はんだパッド 80a の形状と第二はんだパッド 90a の形状が同じく、例えば、第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a の形状が 状であり、図 8 が示すように、第一はんだパッド 80a の第一はんだパッド開口 800a の曲率半径及び第一凹部 804a の曲率半径はそれぞれ孔部 100a の曲率半径より大きく、第一はんだパッド 80a が複数の孔部 100a 位置以外の領域に形成されている。第二はんだパッド 90a の第二はんだパッド開口 900a

50

の曲率半径及び第二凹部 904a の曲率半径はそれぞれ孔部 100a の曲率半径より大きく、第二はんだパッド 90a が複数の孔部 100a 位置以外の領域に形成されている。

#### 【0034】

本発明の一実施例では、発光デバイス 1 の上面図において、第一はんだパッド 80a の形状と第二はんだパッド 90a の形状が異なり、例えば、第一はんだパッド 80a の形状が矩形であり、第二はんだパッド 90a の形状が 状である場合、第一はんだパッド 80a は第一はんだパッド開口 800a を含み、第一はんだパッド 80a が複数の孔部 100a 以外の領域に形成され、第二はんだパッド 90a は第二凹部 904a を含み、又は第二凹部 904a と第二はんだパッド開口 900a を同時に含み、第二はんだパッド 90a が複数の孔部 100a 以外の領域に形成される。

10

#### 【0035】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド 80a の寸法と第二はんだパッド 90a の寸法が異なり、例えば第一はんだパッド 80a の面積が第二はんだパッド 90a の面積より大きい。第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a は単層又は多層であつて、金属材料を含む構造であつてもよい。第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a の材料は金属材料を含み、例えばクロム (Cr)、チタニウム (Ti)、タングステン (W)、アルミニウム (Al)、インジウム (In)、錫 (Sn)、ニッケル (Ni)、プラチナ (Pt) などの金属又は上記材料の合金である。第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a が多層構造の場合、第一はんだパッド 80a は第一上層はんだパッド 805a 及び第一下層はんだパッド 807a を含み、第二はんだパッド 90a は第二上層はんだパッド 905a 及び第二下層はんだパッド 907a を含む。上層はんだパッドと下層はんだパッドはそれぞれ異なる機能を有する。上層はんだパッドの機能として、主にはんだ付け及びリード線の形成に用いられる。上層はんだパッドにより、発光デバイス 1 はフリップチップ形式で、はんだ (solder) 又は AuSn と共晶接合することによってパッケージ基板上に実装される。上層はんだパッドの具体的な金属材料は、高い展延性を有する材料、例えばニッケル (Ni)、コバルト (Co)、鉄 (Fe)、チタニウム (Ti)、銅 (Cu)、金 (Au)、タングステン (W)、ジルコニウム (Zr)、モリブデン (Mo)、タンタル (Ta)、アルミニウム (Al)、銀 (Ag)、プラチナ (Pt)、パラジウム (Pd)、ロジウム (Rh)、イリジウム (Ir)、ルテニウム (Ru)、オスmium (Os) を含む。上層はんだパッドは上記材料の単層、合金又は多層膜であつてもよい。本発明の一実施例において、上層はんだパッドの材料はニッケル (Ni) 及び / 又は金 (Au) を含むことが好ましく、かつ上層はんだパッドは単層又は多層である。下層はんだパッドの機能は、接触層 60a、反射層 40a 又はバリア層 41a と安定した界面を形成し、例えば、第一下層はんだパッド 807a と接触層 60a の界面接合強度を高め、又は第二下層はんだパッド 907a と反射層 40a 若しくはバリア層 41a との界面接合強度を高めることである。下層はんだパッドの別の機能は、はんだ又は AuSn と共晶接合する時に錫 (Sn) が拡散して反射構造中に入り込み、反射構造の反射率を下げることを防止する。従つて、下層はんだパッドは、金 (Au)、銅 (Cu) 以外の金属材料、例えばニッケル (Ni)、コバルト (Co)、鉄 (Fe)、チタニウム (Ti)、タングステン (W)、ジルコニウム (Zr)、モリブデン (Mo)、タンタル (Ta)、アルミニウム (Al)、銀 (Ag)、プラチナ (Pt)、パラジウム (Pd)、ロジウム (Rh)、イリジウム (Ir)、ルテニウム (Ru)、オスmium (Os) を含むことが好ましく、下層はんだパッドは上記材料の単層、合金又は多層膜であつてもよい。本発明の一実施例において、下層はんだパッドはチタニウム (Ti)、アルミニウム (Al) の多層膜、又はクロム (Cr)、アルミニウム (Al) の多層膜を含むことが好ましい。

20

30

40

#### 【0036】

本発明の一実施例では、発光デバイス 1 の断面図において、第一半導体層 101a と接続する接触層 60a の部分が第二はんだパッド 90a の下方に位置する。

#### 【0037】

50

本発明の一実施例では、発光デバイス 1 の断面図において、第一半導体層 101a と接続する接触層 60a の部分が反射層 40a 及び / 又はバリア層 41a の上方に位置する。

【0038】

本発明の一実施例では、発光デバイス 1 の上面図において、孔部 100a の最大幅が第一はんだパッド開口 800a の最大幅より小さく、及び / 又は、孔部 100a の最大幅が第二はんだパッド開口 900a の最大幅より小さい。

【0039】

本発明の一実施例では、発光デバイス 1 の上面図において、複数の孔部 100a はそれぞれ第一はんだパッド 80a の複数個の第一凹部 804a 及び第二はんだパッド 90a の複数個の第二凹部 904a の中に位置する。

【0040】

図 10 は本発明の一実施例が開示する発光デバイス 2 の断面図である。発光デバイス 2 と上記実施例中の発光デバイス 1 を比較すると、発光デバイス 2 はさらに第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a の下方にそれぞれ位置する第一緩衝パッド 810a 及び第二緩衝パッド 910a を含み、これを除くと発光デバイス 2 と発光デバイス 1 がほぼ同じ構造を有し、図 10 の発光デバイス 2 と図 9 の発光デバイス 1 において同じ名称、符号を有する構造は同じ構造を示し、同じ材料又は同じ機能を有するため、以下は説明を適宜省略することがある。本実施例において、発光デバイス 2 は、第一はんだパッド 80a と半導体積層 10a との間に位置する第一緩衝パッド 810a、及び第二はんだパッド 90a と半導体積層 10a との間に位置する第二緩衝パッド 910a を含み、第一緩衝パッド 810a 及び第二緩衝パッド 910a は一部又は全部の孔部 100a を被覆する。本実施例において、はんだパッド 80a、90a と半導体積層 10a の間に多層絶縁層が含まれており、発光デバイス 2 のはんだパッド 80a、90a とはんだ又は  $AlSiN$  とが共晶接合する時に発生する応力により、はんだパッド 80a、90a と絶縁層に亀裂が生じるため、緩衝パッド 810a、910a はそれぞれはんだパッド 80a、90a 及び第三絶縁層 70a の間に位置し、第一緩衝パッド 810a 及び第二緩衝パッド 910a 全部の孔部 100a を被覆し、第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a の形成位置が孔部 100a お形成位置を避けており、緩衝パッドの材料を選択すること、及び厚さを減らすことで、はんだパッドと絶縁層の間に生じる応力を低減する。言い換えれば、第一はんだパッド 80a 及び第二はんだパッド 90a は孔部 100a を被覆しない。

【0041】

本発明の一実施例では、図 10 が示すように、発光デバイス 2 の上面図において、緩衝パッド 810a、910a の形状がそれぞれはんだパッド 80a、90a の形状と同じく、例えば、第一緩衝パッド 810a 及び第一はんだパッド 80a の形状が 状である。

【0042】

本発明の一実施例では、発光デバイス 2 の上面図において（図示せず）、緩衝パッド 810a、910a の形状がそれぞれはんだパッド 80a、90a の形状と異なり、例えば、第一緩衝パッド 810a の形状が矩形であり、第一はんだパッド 80a の形状が 状である。

【0043】

本発明の別の実施例は、緩衝パッド 810a、910a の寸法がそれぞれはんだパッド 80a、90a の寸法と異なり、例えば、第一緩衝パッド 810a の面積が第一はんだパッド 80a の面積より大きく、第二緩衝パッド 910a の面積が第二はんだパッド 90a の面積より大きい。

【0044】

本発明の別の実施例では、第一はんだパッド 80a と第二はんだパッド 90a との間の距離が第一緩衝パッド 810a と第二緩衝パッド 910a との間の距離より大きい。

【0045】

本発明の別の実施例では、はんだパッド 80a、90a に比べて、緩衝パッド 810a、910a が比較的に大きな面積を有し、ダイボンディングする時のはんだパッド 80a

10

20

30

40

50

、90aの圧力を解放する。発光デバイス2の断面図において、第一緩衝パッド810aの幅は第一はんだパッド80aの幅の1.5~2.5倍であり、好ましくは2倍である。

【0046】

本発明の別の実施例では、はんだパッド80a、90aに比べて、緩衝パッド810a、910aは比較的にな大きな面積を有し、ダイボンディングする時のはんだパッド80a、90aの圧力を解放する。発光デバイス2の断面図において、第一緩衝パッド810aの外部拡張距離が自身の厚さの1倍以上であり、好ましくは自身の厚さの2倍以上である。

【0047】

本発明の別の実施例では、はんだパッド80a、90aの厚さが1~100 $\mu$ mの間にあり、好ましくは2~7 $\mu$ mの間にあり、ダイボンディングする時のはんだパッド80a、90aの圧力を解放するために、緩衝パッド810a、910aの厚さが0.5 $\mu$ m以上である。

【0048】

本発明の別の実施例では、第一緩衝パッド810a及び第二緩衝パッド910aは単層又は多層構造であり、金属材料を含んでもよい。第一緩衝パッド810a及び第二緩衝パッド910aの機能は、接触層60a、反射層40a又はバリア層41aと安定した界面を形成し、例えば、第一緩衝パッド810aと接触層60aが接触し、第二緩衝パッド910aと反射層40a又はバリア層41aが接触する。はんだ又はAuSnと共晶接合する時に錫(Sn)が拡散して発光デバイス中に入り込むこと防止するために、緩衝パッド810a、910aは金(Au)、銅(Cu)以外の金属材料、例えば、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、鉄(Fe)、チタニウム(Ti)、タングステン(W)、ジルコニウム(Zr)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、プラチナ(Pt)、パラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)、イリジウム(Ir)、ルテニウム(Ru)、オスmium(Os)を含むことが好ましい。

【0049】

本発明の別の実施例において、第一緩衝パッド810a及び/又は第二緩衝パッド910aは金属材料を含む多層構造であり、はんだパッド80a、90aとはんだ又はAuSnとが共晶接合する時に発生する応力によって、はんだパッド80a、90aと半導体積層10aの間の絶縁層に亀裂が生じることを防ぐために、多層構造は高展延性層と低展延性層を含む。高展延性層と低展延性層は、異なるヤング係数(Young's modulus)を有する金属を含む。

【0050】

本発明の別の実施例において、第一緩衝パッド810a及び第二緩衝パッド910aの高展延性層の厚さは低展延性層の厚さより大きい又は等しいである。

【0051】

本発明の別の実施例において、第一緩衝パッド810a及び第二緩衝パッド910aは金属材料を含む多層構造であり、第一はんだパッド80a及び第二はんだパッド90aが金属材料を含む多層構造である場合、はんだパッドと緩衝パッドの界面接合強度を高めるよう、第一緩衝パッド810aと第一はんだパッド80aの接する面が同じ金属材料を含み、第二緩衝パッド910aと第二はんだパッド90aの接する面が同じ金属材料を含み、例えば、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、チタニウム(Ti)、プラチナ(Pt)である。

【0052】

図11A及び図11Bが示すように、蒸着又は成長などの方法で第一緩衝パッド810a及び第二緩衝パッド910aの上に第四絶縁層110aを形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化を行い、さらに上記方法によって第一はんだパッド80a及び第二はんだパッド90aをそれぞれ第一緩衝パッド810a及び第二緩衝パッド910aの上に形成し、第四絶縁層110aは第一緩衝パッド810a及び第二緩衝パッド910aの側壁を囲む。第四絶縁層110aは単層又は多層構造であってもよい。第四絶縁層110aが多層膜の場合、第四絶縁層110aは屈折率が異なる二種類以上の

10

20

30

40

50

材料が交互に積み重なって形成されるブラッグ反射器（DBR）構造を含み、特定波長の光を選択的に反射することができる。第四絶縁層110aの材料は非導電材料で形成され、例えばSu8、ベンゾシクロブテン（BCB）、パーフルオロシクロブタン（PFCB）、エポキシ樹脂（Epoxy）、アクリル樹脂（Acrylic Resin）、環状オレフィンポリマー（COC）、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリカーボネート（PC）、ポリエーテルイミド（Polyetherimide）、フルオロカーボン重合体（Fluorocarbon Polymer）などの有機材料、又は、例えばシリコン（Silicone）、ガラス（Glass）などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム（ $Al_2O_3$ ）、窒化ケイ素（ $SiN_x$ ）、酸化ケイ素（ $SiO_x$ ）、酸化チタニウム（ $TiO_x$ ）、若しくはフッ化マグネシウム（ $MgF_x$ ）などの誘電材料を含む。

10

#### 【0053】

本発明の一実施例において、第一緩衝パッド810a及び第二緩衝パッド910aの製造工程の後に続き直接第一はんだパッド80a及び第二はんだパッド90aの製造工程を行ってもよい。本発明の別の実施例において、第一緩衝パッド810a及び第二緩衝パッド910aの製造工程の後、まず第四絶縁層110aの形成ステップを行い、続いて第一はんだパッド80a及び第二はんだパッド90aの製造工程を行う。

#### 【0054】

図12A～22は本発明の一実施例が開示する発光デバイス3又は発光デバイス4の製造方法である。

20

#### 【0055】

図12Aの上面図及び図12Aの線分A-A'における断面図である図12Bが示すように、発光デバイス3又は発光デバイス4の製造方法はプラットフォーム形成ステップを含み、このプラットフォーム形成ステップにおいて、基板11bを提供し、及び、基板11bの上に半導体積層10bを形成し、半導体積層10bが第一半導体層101b、第二半導体層102b、及び第一半導体層101bと第二半導体層102bとの間に位置する活性層103bを含む。半導体積層10bに対しフォトリソグラフィ、エッチングの方法によってパターン化を行い、一部の第二半導体層102b及び活性層103bを除去し、一つ又は複数の半導体構造1000bを形成し、囲み部111bは一つ又は複数の半導体構造1000bを囲む。囲み部111bは第一半導体層101bの第一表面1011bを露出させる。一つ又は複数の半導体構造1000bはそれぞれ一つの第一外側壁1003b、第二外側壁1001b及び一つの内側壁1002bを含み、第一外側壁1003bが第一半導体層101bの側壁であり、第二外側壁1001bが活性層103b及び/又は第二半導体層102bの側壁であり、第二外側壁1001bの一端と第二半導体層102bの表面102sが繋がっており、第二外側壁1001bの他端と第一半導体層101bの第一表面1011bが繋がっている。内側壁1002bの一端と第二半導体層102bの表面102sが繋がっており、内側壁1002bの他端と第一半導体層101bの第二表面1012bが繋がっている。複数の半導体構造1000bは第一半導体層101bによって互いに繋がっている。図12Bをみると、半導体構造1000bの内側壁1002bと第一半導体層101bの第二表面1012bとの間に鈍角を有し、半導体構造1000bの第一外側壁1003bと基板11bの表面11sとの間に鈍角又は直角を有し、半導体構造1000bの第二外側壁1001bと第一半導体層101bの第一表面1011bとの間に鈍角を有し、囲み部111bは半導体構造1000bの周囲を囲み、発光デバイス3又は発光デバイス4の上面図において、囲み部111bは矩形又は多角形である。

30

40

#### 【0056】

本発明の一実施例において、発光デバイス3又は発光デバイス4は30 $\mu$ mより小さい辺長を有する。外部電流が発光デバイス3又は発光デバイス4に入力された時、囲み部111bが半導体構造1000bの周囲を囲んでいるため、発光デバイス3又は発光デバイス4のライトフィールド分布を均等化させ、かつ発光デバイスの順電圧を低減することができる。

50



## 【0057】

本発明の一実施例において、発光デバイス3又は発光デバイス4は30milより大きい辺長を有する。半導体積層10bに対しフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化を行うことにより、一部の第二半導体層102b及び活性層103bを除去し、第二半導体層102b及び活性層103bを貫通する一つ又は複数の孔部100bを形成し、一つ又は複数の孔部100bが第一半導体層101bの一つ又は複数の第二表面1012bを露出させる。外部電流が発光デバイス3又は発光デバイス4に入力された場合、囲み部111b及び複数の孔部100bの分散配置により、発光デバイス3又は発光デバイス4のライトフィールド分布を均等化させ、かつ発光デバイスの順電圧を低減させることができる。

10

## 【0058】

本発明の一実施例において、一つ又は複数の孔部100bの開口の形状は円形、楕円形、矩形、多角形、又は任意の形状を含む。複数の孔部100bは複数列に配列され、隣接する二列の孔部100bの互いの位置が揃ってもずれてもよい。

## 【0059】

本発明の一実施例において、基板11bは成長基板であって、アルミニウムインジウムガリウムリン(AlGaInP)を成長させるためのガリウム砒素(GaAs)ウエハ、又は窒化インジウムガリウム(InGaN)を成長させるためのサファイア(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)ウエハ、窒化ガリウム(GaN)ウエハ又は炭化ケイ素(SiC)ウエハを含む。この基板11bの上に、有機金属気相成長法(MOCVD)、分子線エピタキシー(MBE)、

20

## 【0060】

半導体積層10b、例えば発光(light-emitting)積層を形成することができる。

本発明の一実施例において、第一半導体層101bと第二半導体層102bは、例えば被覆層(cladding layer)又は制限層(confinement layer)であり、両者は異なる導電型、電気特性、極性を有し、又は添加する元素に基づいて電子又は正孔を提供し、例えば、第一半導体層101bはn型電気特性の半導体である、第二半導体層102bはp型電気特性の半導体である。活性層103bは第一半導体層101bと第二半導体層102bとの間に形成され、電子と正孔は電流の駆動によって活性層103bで結合し、電気エネルギーを光エネルギーに変換し、光線を発する。半導体積層10b中の一層又は多層の物理及び化学組成を変更することによって、発光デバイス3又は発光デバイス4が発する光線の波長を調整する。半導体積層10bの材料はIII-V族の半導体材料を含み、例えばAl<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>(1-x-y)</sub>N又はAl<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>(1-x-y)</sub>Pであり、かつ、0 < x, y < 1、(x+y) < 1である。活性層103bの材料によって、半導体積層10bの材料がAlInGaP系の材料である場合、波長が610nmから650nmの間の赤色光、波長が530nmから570nmの間の緑色光を発し、半導体積層10bの材料がInGaN系の材料である場合、波長が450nmから490nmの間の青色光を発し、また、半導体積層10bの材料がAlGaN系の材料である場合、波長が400nmから250nmの間の紫外光を発する。活性層103bはシングルヘテロ構造(single heterostructure、SH)、ダブルヘテロ構造(double heterostructure、DH)、ダブルサイドダブルヘテロ構造(double-side double heterostructure、DDH)、多重量子井戸構造(multi-quantum well、MQW)であつてもよい。活性層103bの材料は中性、p型又はn型の電気特性の半導体であつてもよい。

30

40

## 【0061】

プラットフォーム形成ステップに続き、図13Aの上面図及び図13Aの線分A-A'における断面図である図13Bが示すように、発光デバイス3又は発光デバイス4の製造方法は第一絶縁層形成ステップを含む。蒸着又は成長などの方法で半導体構造1000bの上に第一絶縁層20bを形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパター

50

ン化することにより、上記囲み部 1 1 1 b の第一表面 1 0 1 1 b 及び孔部 1 0 0 b の第二表面 1 0 1 2 b を被覆し、かつ半導体構造 1 0 0 0 b の第二半導体層 1 0 2 b、活性層 1 0 3 b の第二外側壁 1 0 0 1 b 及び内側壁 1 0 0 2 b を被覆し、また、第一絶縁層 2 0 b は上記囲み部 1 1 1 b を被覆する第一絶縁層囲みエリア 2 0 0 b を含むため、囲み部 1 1 1 b に位置する第一半導体層 1 0 1 b の第一表面 1 0 1 1 b が第一絶縁層囲みエリア 2 0 0 b に被覆される。第一群の第一絶縁層被覆エリア 2 0 1 b は孔部 1 0 0 b を被覆しており、孔部 1 0 0 b に位置する第一半導体層 1 0 1 b の第二表面 1 0 1 2 b が第一群の第一絶縁層被覆エリア 2 0 1 b に被覆される。また、第二群の第一絶縁層開口 2 0 2 b は第二半導体層 1 0 2 b の表面 1 0 2 s を露出させる。第一群の第一絶縁層被覆エリア 2 0 1 b は互いに離間し、かつ複数の孔部 1 0 0 b にそれぞれ対応する。第一絶縁層 2 0 b は単層又は多層構造であってもよい。第一絶縁層 2 0 b が単層膜の場合、第一絶縁層 2 0 b は半導体構造 1 0 0 0 b の側壁を保護し、活性層 1 0 3 b が後の製造過程で破壊されることを防止できる。第一絶縁層 2 0 b が多層膜の場合、第一絶縁層 2 0 b は屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されるブラッグ反射器 ( D B R ) 構造を有し、特定波長の光を選択的に反射することができる。第一絶縁層 2 0 b は非導電材料によって形成され、例えば S u 8、ベンゾシクロブテン ( B C B )、パーフルオロシクロブタン ( P F C B )、エポキシ樹脂 ( E p o x y )、アクリル樹脂 ( A c r y l i c R e s i n )、環状オレフィンポリマー ( C O C )、ポリメタクリル酸メチル ( P M M A )、ポリエチレンテレフタレート ( P E T )、ポリカーボネート ( P C )、ポリエーテルイミド ( P o l y e t h e r i m i d e )、フルオロカーボン重合体 ( F l u o r o c a r b o n P o l y m e r ) などの有機材料、又は、例えばシリコン ( S i l i c o n e )、ガラス ( G l a s s ) などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム ( A l <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )、窒化ケイ素 ( S i N <sub>x</sub> )、酸化ケイ素 ( S i O <sub>x</sub> )、酸化チタニウム ( T i O <sub>x</sub> )、若しくはフッ化マグネシウム ( M g F <sub>x</sub> ) などの誘電材料を含む。

#### 【 0 0 6 2 】

本発明の一実施例において、第一絶縁層形成ステップに続き、図 1 4 A の上面図及び図 1 4 A の線分 A - A ' における断面図である図 1 4 B が示すように、発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法は透明導電層形成ステップを含む。透明導電層 3 0 b は、蒸着又は成長などの方法によって半導体構造 1 0 0 0 b の上に形成され、かつ第二半導体層 1 0 2 b と接触し、透明導電層 3 0 b は孔部 1 0 0 b を被覆していない。発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の上面図において、透明導電層 3 0 b は第二半導体層 1 0 2 b のほぼ全面に形成されている。具体的に、透明導電層 3 0 b は、蒸着又は成長などの方法によって第二群の第一絶縁層開口 2 0 2 b の中に形成され、かつ、透明導電層 3 0 b の外縁 3 0 1 b と第一絶縁層 2 0 b が一定距離離れており、第二半導体層 1 0 2 b の表面 1 0 2 s を露出させる。透明導電層 3 0 b は一つ又は複数の透明導電層開口 3 0 0 b を有し、それぞれ一つ又は複数の孔部 1 0 0 b に対応し、及び / 又は、それぞれ第一群の第一絶縁層被覆エリア 2 0 1 b に対応し、また、透明導電層開口 3 0 0 b の外縁 3 0 1 b が半導体構造 1 0 0 0 b の内側壁 1 0 0 2 b 及び / 又は孔部 1 0 0 b の外縁と一定距離離れており、透明導電層開口 3 0 0 b の外縁が孔部 1 0 0 b の外縁を囲み、又は第一群の第一絶縁層被覆エリア 2 0 1 b を囲む。透明導電層 3 0 b の材料は、活性層 1 0 3 b が発する光線に対し透明な材料、例えば、酸化インジウム錫 ( I T O )、又は酸化インジウム亜鉛 ( I Z O ) を含む。

#### 【 0 0 6 3 】

本発明の別の実施例において、プラットフォーム形成ステップの後、まず透明導電層形成ステップを行い、次に第一絶縁層形成ステップを行ってもよい。

#### 【 0 0 6 4 】

本発明の別の実施例において、プラットフォーム形成ステップの後、第一絶縁層形成ステップを省略し、直接透明導電層形成ステップを行ってもよい。

#### 【 0 0 6 5 】

本発明の一実施例において、透明導電層形成ステップに続き、図 1 5 A の上面図及び図 1 5 A の線分 A - A ' における断面図である図 1 5 B が示すように、発光デバイス 3 又は発

10

20

30

40

50

光デバイス4の製造方法は反射構造形成ステップを含む。反射構造は反射層40b及び/又はバリア層41bを含み、蒸着又は成長などの方法によって直接透明導電層30bの上に形成され、かつ反射層40bは透明導電層30b及びバリア層41bの間に位置する。発光デバイス3又は発光デバイス4の上面図において、反射層40b及び/又はバリア層41bは第二半導体層102bのほぼ全面に形成されている。反射層40bの外縁401bは透明導電層30bの外縁301bの内側、外側に設けられてもよく、又は透明導電層30bの外縁301bと重なるように設けられてもよい。バリア層41bの外縁411bは反射層40bの外縁401bの内側、外側に設けられてもよく、又は反射層40bの外縁401bと重なるように設けられてもよい。反射層40bは一つ又は複数の反射層開口400bを有し、それぞれ一つ又は複数の孔部100bに対応し、バリア層41bは一つ又は複数のバリア層開口410bを有し、それぞれ一つ又は複数の孔部100bに対応する。透明導電層開口300b、反射層開口400b及びバリア層開口410bは互いに重なっている。反射層開口400bの外縁及び/又はバリア層開口410bの外縁は孔部100bの外縁と一定距離離れており、反射層開口400bの外縁及び/又はバリア層開口410bの外縁は孔部100bの外縁を囲んでいる。

#### 【0066】

本発明の別の実施例において、透明導電層形成ステップを省略して、プラットフォーム形成ステップ又は第一絶縁層形成ステップの後、直接反射構造形成ステップを行うことも可能であり、例えば、反射層40b及び/又はバリア層41bを第二半導体層102bの上に直接形成し、反射層40bが第二半導体層102b及びバリア層41bの間に位置する。反射層40bは単層又は多層構造であって、多層構造として例えばブラッグ反射構造である。反射層40bの材料は比較的の高い反射率を有する金属材料、例えば銀(Ag)、アルミニウム(Al)、ロジウム(Rh)などの金属又は上記材料の合金を含む。ここで、比較的の高い反射率を有するとは、発光デバイス3が発する光線の波長に対し80%以上の反射率を有することを意味する。本発明の一実施例において、反射層40bの表面酸化による反射層40bの反射率劣化を防ぐために、バリア層41bは反射層40bを被覆している。バリア層41bの材料は金属材料を含み、例えば、チタニウム(Ti)、タンゲステン(W)、アルミニウム(Al)、インジウム(In)、錫(Sn)、ニッケル(Ni)、プラチナ(Pt)などの金属又は上記材料の合金である。バリア層41bは単層又は多層構造であって、多層構造は例えばチタニウム(Ti)/アルミニウム(Al)、及び/又はチタニウム(Ti)/タンゲステン(W)である。本発明の一実施例において、バリア層41bはその反射層40bより遠い側にチタニウム(Ti)/アルミニウム(Al)の積層構造を有し、及び、反射層40bに近い側にチタニウム(Ti)/タンゲステン(W)の積層構造を有する。本発明の一実施例において、反射層40b及びバリア層41bの材料は金(Au)又は銅(Cu)以外の金属材料を含むことが好ましい。

#### 【0067】

本発明の一実施例において、反射構造形成ステップに続き、図17Aの上面図及び図17Aの線分A-A'における断面図である図17Bが示すように、発光デバイス3又は発光デバイス4の製造方法は第二絶縁層形成ステップを含む。蒸着又は成長などの方法で半導体積層10bの上に第二絶縁層50bを形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化することにより、第一半導体層101bを露出させる第一群の第二絶縁層開口501b、及び反射層40b又はバリア層41bを露出させる第二群の第二絶縁層開口502bを形成する。なお、第二絶縁層50bをパターン化する過程において、前記第一絶縁層形成ステップで囲み部111bを被覆する第一絶縁層囲みエリア200b及び孔部100b上の第一群の第一絶縁層被覆エリア201bはエッチング除去されて、第一半導体層101bが露出され、かつ、孔部100bの上に第一群の第一絶縁層開口203bが形成されて、第一半導体層101bが露出される。本発明の一実施例において、図17Aが示すように、第一群の第二絶縁層開口501bは互いに離れており、それぞれ複数の孔部100bに対応し、第二群の第二絶縁層開口502bはいずれも基板11bの一方側、例えば基板11bの中心線の左側又は右側に近接している。一実施例において、第

10

20

30

40

50

二群の第二絶縁層開口502bの数は一つ又は複数であり、本実施例において、第二群の第二絶縁層開口502bは互いに繋がって、共同の一つの環状開口5020bを形成し、この環状開口5020bは発光デバイス3の上面図において 状、矩形、楕円形、円形又は多角形であってもよい。本発明の一実施例において、第二絶縁層50bは単層又は多層構造であってもよい。第二絶縁層50bが多層膜の場合、第二絶縁層50bは屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されたブラッグ反射器(DBR)構造を含み、特定波長の光を選択的に反射することができる。第二絶縁層50bは非導電材料によって形成され、例えばSu8、ベンゾシクロブテン(BCB)、パーフルオロシクロブタン(PFCB)、エポキシ樹脂(Epoxy)、アクリル樹脂(Acrylic Resin)、環状オレフィンポリマー(COC)、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリカーボネート(PC)、ポリエーテルイミド(Polyetherimide)、フルオロカーボン重合体(Fluorocarbon Polymer)などの有機材料、又は、例えばシリコン(Silicone)、ガラス(Glass)などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、窒化ケイ素(SiN<sub>x</sub>)、酸化ケイ素(SiO<sub>x</sub>)、酸化チタニウム(TiO<sub>x</sub>)、又はフッ化マグネシウム(MgF<sub>x</sub>)などの誘電材料を含む。

#### 【0068】

第二絶縁層形成ステップに続き、本発明の一実施例において、図17Aの上面図及び図17Bの断面図が示すように、発光デバイス3又は発光デバイス4の製造方法は接触層形成ステップを含む。蒸着又は成長などの方法で半導体積層10bの上に接触層60bを形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化することにより、第一接触層601b及び第二接触層602bを形成する。第一接触層601bは全ての第一群の第二絶縁層開口501bを被覆し、一つ又は複数の孔部100bの中に充填されて、第一半導体層101bと接触し、かつ延伸して第二絶縁層50b及び第二半導体層102bの上を被覆し、第一接触層601bは第二絶縁層50bを介して第二半導体層102bと絶縁になっている。第二接触層602bは第二絶縁層50bの環状開口5020bの中に形成され、反射層40b及び/又はバリア層41bと接触し、かつ第二接触層602bの側壁6021bと環状開口5020bの側壁5021bとが一定距離離れている。第一接触層601bの側壁7011bと第二接触層602bの側壁6021bは一定距離離れており、第一接触層601bと第二接触層602bが接触せず、かつ第一接触層601bと第二接触層602bとは一部の第二絶縁層50bを介して電気特性が隔絶されている。上面図において、第一接触層601bは半導体積層10bの囲み部111bを被覆しているため、第一接触層601bは第二接触層602bを囲む。図17Aの上面図において、第二接触層602bは基板11bの一方側、例えば基板11bの中心線の左側又は右側に近接している。接触層60bはさらに半導体積層10b上の幾何中心部分においてシンプルエリア600bを定義している。シンプルエリア600bは第一接触層601b及び第二接触層602bと接することなく、かつ互いの電気特性が隔絶され、シンプルエリア600bは第一接触層601b及び/又は第二接触層602bと同じ材料を含む。シンプルエリア600bはエピタキシャル層を保護する構造として、エピタキシャル層が後の工程、例えば結晶粒(crystalline grain)の分離、結晶粒の試験、パッケージにおいて、探針によって損傷されることを防止する。接触層60bは単層又は多層構造であってもよい。第一半導体層101bと接触する抵抗を低減させるために、接触層60bの材料は金属材料、例えばクロム(Cr)、チタニウム(Ti)、タングステン(W)、金(Au)、アルミニウム(Al)、インジウム(In)、錫(Sn)、ニッケル(Ni)、プラチナ(Pt)などの金属又は上記材料の合金を含む。本発明の一実施例において、接触層60bの材料は金(Au)、銅(Cu)以外の金属材料を含むことが好ましい。本発明の一実施例において、接触層60bの材料は高い反射率を有する金属、例えばアルミニウム(Al)、プラチナ(Pt)を含むことが好ましい。本発明の一実施例において、第一半導体層101bとの接合強度を高めるために、接触層60bと第一半導体層101bが接触する側にクロム(Cr)又はチタニウム(Ti)を含むことが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 9 】

本発明の一実施例において、図 1 7 A 及び図 1 7 B が示す接触層形成ステップに続き、発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法は第三絶縁層形成ステップを含み、図 1 8 A の上面図及び図 1 8 A の線分 A - A ' における断面図である図 1 8 B が示すように、蒸着又は成長などの方法で半導体積層 1 0 b の上に第三絶縁層 7 0 b を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化することにより、第一接触層 6 0 1 b の上に第三絶縁層開口 7 0 1 b を形成して、図 1 7 A が示す第一接触層 6 0 1 b を露出させ、及び、第二接触層 6 0 2 b の上にもう一つの第三絶縁層開口 7 0 2 b を形成して、図 1 7 A が示す第二接触層 6 0 2 b を露出させ、かつ、第二半導体層 1 0 2 b 上に位置する一部の第一接触層 6 0 1 b が第二絶縁層 5 0 b と第三絶縁層 7 0 b との間に挟まれている。本実施例において、図 1 8 A が示すように、第三絶縁層開口 7 0 1 b 及びもう一つの第三絶縁層開口 7 0 2 b は一つ又は複数の孔部 1 0 0 b を避けて設けられている。本実施例において、第三絶縁層開口 7 0 1 b 及び / 又はもう一つの第三絶縁層開口 7 0 2 b は環状開口であり、この環状開口は上面図において 状、矩形、楕円形、円形又は多角形であってもよい。図 1 8 A の上面図において、第三絶縁層開口 7 0 1 b は基板 1 1 b の中心線の一方側、例えば右側に近接しており、もう一つの第三絶縁層開口 7 0 2 b は基板 1 1 b の中心線の他方側、例えば左側に近接している。断面図において、第三絶縁層開口 7 0 1 b の幅がもう一つの第三絶縁層開口 7 0 2 b の幅より大きい。第三絶縁層 7 0 b は単層又は多層構造であってもよい。第三絶縁層 7 0 b が多層膜の場合、第三絶縁層 7 0 b は屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されたブラッグ反射器 ( D B R ) 構造を含み、特定波長の光を選択的に反射することができる。第三絶縁層 7 0 b は非導電材料によって形成され、例えば S u 8、ベンゾシクロブテン ( B C B )、パーフルオロシクロブタン ( P F C B )、エポキシ樹脂 ( E p o x y )、アクリル樹脂 ( A c r y l i c R e s i n )、環状オレフィンポリマー ( C O C )、ポリメタクリル酸メチル ( P M M A )、ポリエチレンテレフタレート ( P E T )、ポリカーボネート ( P C )、ポリエーテルイミド ( P o l y e t h e r i m i d e )、フルオロカーボン重合体 ( F l u o r o c a r b o n P o l y m e r ) などの有機材料、又は、例えばシリコン ( S i l i c o n e )、ガラス ( G l a s s ) などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム ( A l <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )、窒化ケイ素 ( S i N <sub>x</sub> )、酸化ケイ素 ( S i O <sub>x</sub> )、酸化チタニウム ( T i O <sub>x</sub> )、若しくはフッ化マグネシウム ( M g F <sub>x</sub> ) などの誘電材料を含む。

10

20

30

## 【 0 0 7 0 】

第三絶縁層形成ステップに続き、発光デバイス 3 又は発光デバイス 4 の製造方法ははんだパッド形成ステップを含む。図 1 9 の上面図が示すように、電気メッキ、蒸着又は成長などの方法で半導体積層 1 0 b の上に第一はんだパッド 8 0 b 及び第二はんだパッド 9 0 b を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化を行う。図 1 9 の上面図において、第一はんだパッド 8 0 b は基板 1 1 b の中心線の一方側、例えば右側に近接し、第二はんだパッド 9 0 b は基板 1 1 b の中心線の他方側、例えば左側に近接している。第一はんだパッド 8 0 b は第三絶縁層開口 7 0 1 b によって第一接触層 6 0 1 b と接触し、かつ第一接触層 6 0 1 b によって第一半導体層 1 0 1 b と電氣的に接続する。第二はんだパッド 9 0 b はもう一つの第三絶縁層開口 7 0 2 b によって反射層 4 0 b 及び / 又はバリア層 4 1 b と接触し、かつ反射層 4 0 b 及び / 又はバリア層 4 1 b によって第二半導体層 1 0 2 b と電氣的に接続する。第一はんだパッド 8 0 b は、複数個の第一凸部 8 0 1 b 及び複数個の第一凹部 8 0 2 b を有し、互いに交互に繋がっている。第二はんだパッド 9 0 b は複数個の第二凸部 9 0 1 b 及び複数個の第二凹部 9 0 2 b を有し、互いに交互に繋がっている。第一はんだパッド 8 0 b の第一凹部 8 0 2 b の位置及び第二はんだパッド 9 0 b の第二凹部 9 0 2 b の位置は孔部 1 0 0 b の位置と略対応している。言い換えれば、第一はんだパッド 8 0 b 及び第二はんだパッド 9 0 b はいずれの孔部 1 0 0 b も被覆しておらず、第一はんだパッド 8 0 b の第一凹部 8 0 2 b 及び第二はんだパッド 9 0 b の第二凹部 9 0 2 b は孔部 1 0 0 b を避けて、かつ孔部 1 0 0 b の周囲に設けられており、第一はんだパッド 8 0 b の第一凹部 8 0 2 b の幅又は第二はんだパッド 9 0 b の第二

40

50

凹部 902b の幅が任意の孔部 100b の直径より大きい。本発明の一実施例では、複数個の第一凹部 802b は上面図において複数個の第二凹部 902b と位置が略揃っている。本発明の別の実施例において、複数個の第一凹部 802b は上面図において複数個の第二凹部 902b とずれている。

【0071】

本発明の一実施例において、図 19 が示すように、第一はんだパッド 80b は第三絶縁層開口 701b の上を被覆し、第二はんだパッド 90b はもう一つの第三絶縁層開口 702b の上を被覆しており、第三絶縁層開口 701b の最大幅がもう一つの第三絶縁層開口 702b の最大幅より大きいため、第一はんだパッド 80b の最大幅が第二はんだパッド 90b の最大幅より大きい。大きさが異なる第一はんだパッド 80b 及び第二はんだパッド 90b により、パッケージのはんだ付けを行う時、そのはんだパッドに対応して接続する電気特性を簡単に識別することができて、間違った電気特性のはんだパッドにはんだ付けを防止できる。

10

【0072】

本発明の一実施例では、発光デバイスの上面図において、第三絶縁層開口 701b の面積は第一はんだパッド 80b の面積より大きい又は小さい。

【0073】

本発明の別の実施例において、第一凸部 801b と第二凸部 901b との間の最短距離は、第一凹部 802b と第二凹部 902b との間の最大距離より小さい。

【0074】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド 80b は、第一凸部 801b 及び第一凹部 802b と対向する第一平辺 803b を有し、第二はんだパッド 90b は、第二凸部 901b 及び第二凹部 902b と対向する第二平辺 903b を有する。第一はんだパッド 80b の第一平辺 803b と第一凸部 801b との間の最大距離は、第一凸部 801b と第二凸部 901b との間の最短距離より大きい。第二はんだパッド 90b の第二平辺 903b と第二凸部 901b との間の最大距離は、第一凸部 801b と第二凸部 901b との間の最短距離より大きい。

20

【0075】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド 80b の複数個の第一凹部 802b の曲率半径は、第一はんだパッド 80b の複数個の第一凸部 801b の曲率半径と異なり、例えば、第一はんだパッド 80b の複数個の第一凹部 802b の曲率半径が第一はんだパッド 80b の複数個の第一凸部 801b の曲率半径より大きい又は小さい。本発明の別の実施例において、第二はんだパッド 90b の複数個の第二凹部 902b の曲率半径は、第二はんだパッド 90b の複数個の第二凸部 901b の曲率半径より大きい又は小さい。

30

【0076】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド 80b の第一凸部 801b の曲率半径は、第二はんだパッド 90b の第二凸部 901b の曲率半径より大きい又は小さい。

【0077】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド 80b の複数個の第一凹部 802b と第二はんだパッド 90b の複数個の第二凹部 902b とが対向し、複数個の第一凹部 802b の曲率半径が複数個の第二凹部 902b の曲率半径より大きい又は小さい。

40

【0078】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド 80b の形状と第二はんだパッド 90b の形状が異っており、例えば第一はんだパッド 80b の形状が矩形であり、第二はんだパッド 90b の形状が 状である。

【0079】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド 80b の寸法と第二はんだパッド 90b の寸法が異っており、例えば第一はんだパッド 80b の面積が第二はんだパッド 90b の面積より大きい。

【0080】

50

図20は図19のA-A'における断面図である。本実施例が開示する発光デバイス3はフリップチップ式発光ダイオードデバイスである。発光デバイス3は基板11b及び基板11b上に位置する一つ又は複数の半導体構造1000bを含み、半導体構造1000bは半導体積層10を含み、半導体積層10は第一半導体層101b、第二半導体層102b、及び第一半導体層101bと第二半導体層102bとの間に位置する活性層103bを含み、複数の半導体構造1000bが第一半導体層101bによって互いに繋がっている。囲み部111bは一つ又は複数の半導体構造1000bを囲み、かつ囲み部111bは第一半導体層101bの第一表面1011bを露出させる。また、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bは一つ又は複数の半導体構造1000bの上に位置する。図19及び図20が示すように、一つ又は複数の半導体構造1000bはそれぞれ複数個の外側壁1001b及び複数個の内側壁1002bを含み、外側壁1001bの一端が第二半導体層102bの表面102sと繋がっており、外側壁1001bの他端が第一半導体層101bの第一表面1011bと繋がっている。内側壁1002bの一端が第二半導体層102bの表面102sと繋がっており、内側壁1002bの他端が第一半導体層101bの第二表面1012bと繋がっている。

10

**【0081】**

本発明の一実施例において、発光デバイス3が30milより大きい辺長を有する場合、発光デバイス3はさらに、一つ又は複数の孔部110b及び接触層60を有する。一つ又は複数の孔部100bは第二半導体層102b及び活性層103bを貫通して第一半導体層101bの一つ又は複数の第二表面1012bを露出させる。接触層60bは、第一半導体層101bの第一表面1011bの上に位置し、一つ又は複数の半導体構造1000bの周囲を囲み、かつ第一半導体層101bと接触して電氣的に接続し、及び、第一半導体層101bの一つ又は複数の第二表面1012bの上に形成され、一つ又は複数の孔部100bを被覆し、かつ第一半導体層101bと接触して電氣的に接続する。なお、接触層60bは第一接触層601b及び第二接触層602bを含み、第一接触層601bが第二半導体層の上に位置して第二半導体層の側壁を囲み、かつ第一半導体層と接続し、第二接触層が第二半導体層の上に位置し、かつ第二半導体層と接続し、第二接触層602bが第一接触層601bに囲まれ、第一接触層601b及び第二接触層602bが互いに重なっていない。

20

**【0082】**

本発明の一実施例において、発光デバイス3が30milより小さい辺長を有する場合、より多くの発光面積を確保するために、発光デバイス3は孔部100bを含まなくてもよい。

30

**【0083】**

本発明の一実施例では、発光デバイス3の上面図において、接触層60bの総表面積が活性層103bの総表面積より大きい。

**【0084】**

本発明の一実施例では、発光デバイス3の上面図において、接触層60bの外周総辺長が活性層103bの外周総辺長より大きい。

**【0085】**

本発明の一実施例では、発光デバイス3の上面図において、第一接触層601bの面積が第二接触層602bの面積より大きい。

40

**【0086】**

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bの形成位置が孔部100bを避けているため、いずれの孔部100bも第一はんだパッド80b又は第二はんだパッド90bに被覆されていない。

**【0087】**

本発明の一実施例では、発光デバイス3の断面図において、第一半導体層101bと接続する第一接触層601bは第二はんだパッド90bの下方に位置しない。

**【0088】**

50

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90b間の最小距離は50 $\mu$ mより大きい。

【0089】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90b間の距離が300 $\mu$ mより小さい。

【0090】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bは単層又は多層であって、金属材料を含む構造であってもよい。第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bの材料が含む金属材料は、例えばクロム(Cr)、チタニウム(Ti)、タングステン(W)、アルミニウム(Al)、インジウム(In)、錫(Sn)、ニッケル(Ni)、プラチナ(Pt)などの金属又は上記材料の合金である。第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bが多層構造の場合、第一はんだパッド80bは第一下層はんだパッド(図示せず)及び第一上層はんだパッド(図示せず)を含み、第二はんだパッド90bは第二下層はんだパッド(図示せず)及び第二上層はんだパッド(図示せず)を含む。上層はんだパッドと下層はんだパッドはそれぞれ異なる機能を有する。上層はんだパッドの機能として、主にはんだ付けとリード線の形成に用いられ、上層はんだパッドにより、発光デバイス3をフリップチップ形式で、はんだ又はAuSn共晶接合によって実装基板に実装することができる。上層はんだパッドの具体的な金属材料は、高い展延性の材料、例えばニッケル(Ni)、コバルト(Co)、鉄(Fe)、チタニウム(Ti)、銅(Cu)、金(Au)、タングステン(W)、ジルコニウム(Zr)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、プラチナ(Pt)、パラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)、イリジウム(Ir)、ルテニウム(Ru)、オスmium(Os)を含む。上層はんだパッドは上記材料の単層、合金又は多層膜であってもよい。本発明の一実施例において、上層はんだパッドの材料はニッケル(Ni)及び/又は金(Au)を含むことが好ましく、かつ上層はんだパッドは単層又は多層である。下層はんだパッドの機能として、接触層60b、反射層40b又はバリア層41bと安定した界面を形成し、例えば、第一下層はんだパッドと接触層60bの界面の接合強度を高め、又は第二下層はんだパッドと反射層40b及び/又はバリア層41bの界面の接合強度を高めることである。下層はんだパッドの別の機能は、はんだ又はAuSn共晶における錫(Sn)が拡散して反射構造に入り込み、反射構造の反射率を妨げることを防止する。従って、下層はんだパッドは金(Au)、銅(Cu)以外の金属材料を含むことが好ましく、例えばニッケル(Ni)、コバルト(Co)、鉄(Fe)、チタニウム(Ti)、タングステン(W)、ジルコニウム(Zr)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、プラチナ(Pt)、パラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)、イリジウム(Ir)、ルテニウム(Ru)、オスmium(Os)であり、かつ下層はんだパッドは上記材料の単層、合金又は多層膜であってもよい。本発明の一実施例において、下層はんだパッドはチタニウム(Ti)、アルミニウム(Al)の多層膜、又はクロム(Cr)、アルミニウム(Al)の多層膜を含むことが好ましい。

【0091】

本発明の一実施例において、発光デバイス3がはんだによってフリップチップ形式でパッケージ基板上に実装された場合、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bの間に高度差Hがあってもよい。図20が示すように、第一はんだパッド80b下方の第二絶縁層50bが反射層40bを被覆しているが、第二はんだパッド90b下方の第二絶縁層50bが反射層40b又はバリア層41bを露出させる第二絶縁層開口502bを有するため、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bがそれぞれ第三絶縁層開口701b及びもう一つの第三絶縁層開口702bの中に形成された時、第一はんだパッド80bの最上面80sと第二はんだパッド90bの最上面90sを比較すると、第一はんだパッド80bの最上面80sが第二はんだパッド90bの最上面90sより高い。言い換えれば、第一はんだパッド80bの最上面80s及び第二はんだパッド90bの最上面90sの間に高度差Hがあり、かつ第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90

10

20

30

40

50



bの間の高度差Hは第二絶縁層50bの厚さとほぼ同じ。一実施例において、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bの間の高度差が $0.5\mu\text{m} \sim 2.5\mu\text{m}$ の間にあり、例えば $1.5\mu\text{m}$ である。第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bがそれぞれ第三絶縁層開口701b及びもう一つの第三絶縁層開口702b中に形成された場合、第一はんだパッド80bは第三絶縁層開口701bによって第一接触層601bと接触し、かつ第三絶縁層開口701bから延伸して第三絶縁層70bの一部表面上に被覆し、第二はんだパッド90bはもう一つの第三絶縁層開口702bによって第二接触層602bと接触し、かつもう一つの第三絶縁層開口702bから延伸して第三絶縁層70bの一部表面上に被覆する。

#### 【0092】

図21は本発明の一実施例が開示する発光デバイス4の上面図である。図22は本発明の一実施例が開示する発光デバイス4の断面図である。発光デバイス4と上記実施例の発光デバイス3を比較すると、第一はんだパッド及び第二はんだパッドの構造異なるほか、発光デバイス4と発光デバイス3がほぼ同じ構造を有するため、発光デバイス4と発光デバイス3において同じ符号を有する素子の説明をここで省略する。発光デバイス4がAuSn共晶接合によってフリップチップ形式でパッケージ基板上に実装された時、はんだパッドとパッケージ基板との間の安定性を高めるために、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bの間の高度差は小さい程好ましい。第22図が示すように、第一はんだパッド80b下方の第二絶縁層50bは反射層40bを被覆し、第二はんだパッド90b下方の第二絶縁層50bは第二絶縁層開口502bを有し、反射層40b又はバリア層41bを露出させる。本実施例において、第一はんだパッド80bの最上面80s及び第二はんだパッド90bの最上面90s間の高度差を低減するために、第三絶縁層開口701bの幅がもう一つの第三絶縁層開口702bの幅より大きい。はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bがそれぞれ第三絶縁層開口701b及びもう一つの第三絶縁層開口702b中に形成された時、第一はんだパッド80bの全体が第三絶縁層開口701b中に形成されて、第一接触層601bと接触し、第二はんだパッド90bがもう一つの第三絶縁層開口702bに形成されて、反射層40b及び/又はバリア層41bと接触し、かつ第二はんだパッド90bは第三絶縁層開口702bから延伸して第三絶縁層70bの一部表面上に被覆する。言い換えれば、第三絶縁層は第一はんだパッド80bの下方に形成されていないが、第三絶縁層の一部が第二はんだパッド90bの下方に形成されている。本実施例において、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90b間の高度差が $0.5\mu\text{m}$ より小さく、好ましくは $0.1\mu\text{m}$ より小さく、より好ましくは $0.05\mu\text{m}$ より小さい。

#### 【0093】

図23は本発明の一実施例が開示する発光デバイス5の断面図である。発光デバイス5と上記実施例中の発光デバイス3、発光デバイス4を比較すると、第二はんだパッドの構造が異なるほか、発光デバイス5と発光デバイス3、発光デバイス4がほぼ同じ構造を有するため、発光デバイス5と発光デバイス3、発光デバイス4において同じ符号を有する素子の説明をここで省略する。発光デバイス5がAuSn共晶接合によってフリップチップ形式でパッケージ基板上に実装された時、はんだパッドとパッケージ基板の間の安定性を高めるために、第一はんだパッド80b及び第二はんだパッド90bの間の高度差が小さい程好ましい。上記のように、第二はんだパッド90bの下方に一部の第三絶縁層を形成するほか、第二はんだパッド90bの下方に第二緩衝パッド910bを形成することによって、第一はんだパッド80bの頂面及び第二はんだパッド90bの頂面間の高度差を低減することができる。図23が示すように、第一はんだパッド80b下方の第二絶縁層50bが反射層40bを被覆し、第二はんだパッド90b下方の第二絶縁層50bが第二絶縁層開口502bを含み、反射層40b又はバリア層41bを露出させる。本実施例において、第一はんだパッド80bの全体が第三絶縁層開口701b中に形成されて第一接触層601bと接触し、第二はんだパッド90bの全体がもう一つの第三絶縁層開口702b中に形成されて第二接触層602bと接触する。言い換えれば、第三絶縁層は第一は

10

20

30

40

50

んだパッド 80b の下方及び第二はんだパッド 90b の下方に形成されていない。本実施例において、第二はんだパッド 90b 及び第二接触層 602b の間に位置する第二緩衝パッド 910b によって、第一はんだパッド 80b の頂面及び第二はんだパッド 90b の頂面間の高度差を低減させており、なお、AuSn 共晶中の錫 (Sn) が拡散にて発光デバイス 5 中に入り込むことを防止するために、第二緩衝パッド 910b は金 (Au)、銅 (Cu) 以外の金属材料を含むことが好ましく、例えば、クロム (Cr)、ニッケル (Ni)、コバルト (Co)、鉄 (Fe)、チタニウム (Ti)、タングステン (W)、ジルコニウム (Zr)、モリブデン (Mo)、タンタル (Ta)、アルミニウム (Al)、銀 (Ag)、プラチナ (Pt)、パラジウム (Pd)、ロジウム (Rh)、イリジウム (Ir)、ルテニウム (Ru)、オスmium (Os) である。本実施例において、第一はんだパッド 80b の頂面及び第二はんだパッド 90b の頂面間の高度差は  $0.5 \mu\text{m}$  より小さく、好ましくは  $0.1 \mu\text{m}$  より小さく、より好ましくは  $0.05 \mu\text{m}$  より小さい。本実施例において、第二緩衝パッド 910b の厚さは第二絶縁層 50b の厚さとほぼ同じである。

#### 【0094】

図 24 図は本発明の一実施例が開示する発光デバイス 6 の断面図である。発光デバイス 6 と上記実施例の発光デバイス 3、発光デバイス 4 を比較すると、第一はんだパッド 80b の下方の第三絶縁層 70b の構造が異なるほか、発光デバイス 6 と発光デバイス 3、発光デバイス 4 はほぼ同じ構造を有するため、発光デバイス 6 と発光デバイス 3、発光デバイス 4 において同じ符号を有する素子の説明をここで省略する。図 24 が示すように、蒸着又は成長などの方法で半導体積層 10b の上に第三絶縁層 70b を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化することにより、第一接触層 601b の上に第三絶縁層開口 701b を形成して、第一接触層 601b を露出させ、及び、第二接触層 602b の上にもう一つの第三絶縁層開口 702b を形成して、第二接触層 602b を露出させる。電気メッキ、蒸着又は成長などの方法によって半導体積層 10b の上に第一はんだパッド 80b 及び第二はんだパッド 90b を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法でパターン化を行う。第一はんだパッド 80b は第三絶縁層開口 701b によって第一接触層 601b と接触し、かつ第一接触層 601b によって第一半導体層 101b と電氣的に接続する。第三絶縁層開口 701b を形成するエッチング過程において、第一はんだパッド 80b 下方の第一接触層 601b と第二絶縁層 50b が第三絶縁層 70b のエッチング時に過度に除去されて反射層 40b 及び / 又はバリア層 41b を露出することを防止するために、第一はんだパッド 80b 下方の第三絶縁層 70b がエッチングされて第三絶縁層開口 701b を形成する面積を減らし、第一部分の第三絶縁層 70b が第一はんだパッド 80b と第一接触層 601b との間に位置し、かつ第一はんだパッド 80b に完全被覆されることを維持し、その他の第二部分の第三絶縁層 70b が第一はんだパッド 80b の周囲に位置し、第一部分と第二部分の第三絶縁層 70b との間隙が第三絶縁層開口 701b を構成する。具体的に言うと、第一はんだパッド 80b に完全に被覆された第一部分の第三絶縁層 70b の幅は、はんだパッド 80b 下方の第三絶縁層開口 701b の幅より大きい。本実施例では、発光デバイスの上面図において、第三絶縁層開口 701b は環状開口である。

#### 【0095】

図 25 ~ 34 B は本発明の一実施例が開示する発光デバイス 7 の製造方法及び構造である。

#### 【0096】

図 25 が示すように、発光デバイス 7 の製造方法は、基板 11c を提供し、さらに基板 11c の上に半導体積層 10cc を形成する半導体積層 10c 形成ステップを含み、半導体積層 10c は第一半導体層 101c、第二半導体層 102c、及び第一半導体層 101c と第二半導体層 102c との間に位置する活性層 103c を有する。

#### 【0097】

本発明の一実施例において、基板 11c は成長基板であり、アルミニウムインジウムガリウムリン (AlGaInP) を成長させるガリウム砒素 (GaAs) ウエハ、又は窒化

インジウムガリウム (InGa<sub>N</sub>) を成長させるサファイア (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ウエハ、窒化ガリウム (GaN) ウエハ又は炭化ケイ素 (SiC) ウエハを含む。

【0098】

本発明の一実施例において、有機金属気相成長法 (MOCVD)、分子線エピタキシー (MBE)、ハイドライド気相成長法 (HVPE)、物理気相成長法 (PVD) 又は離子電気メッキ方法によって基板 11c 上に光電特性を有する半導体積層 10c、例えば発光 (light-emitting) 積層を生成する。なお、物理気相成長法はスパッタリング (Sputtering) 又は蒸着 (Evaporation) 法を含む。第一半導体層 101c と第二半導体層 102c は、被覆層 (cladding layer) 又は制限層 (confinement layer) であってもよく、両者が異なる導電型、電気特性、極性を有し、又は添加した元素によって電子又は正孔を提供し、例えば、第一半導体層 101c は n 型電気特性の半導体であり、第二半導体層 102c は p 型電気特性の半導体である。活性層 103c は第一半導体層 101c と第二半導体層 102c との間に形成され、電子と正孔が電流の駆動によって活性層 103c で結合し、電気エネルギーを光エネルギーに変換し、光線を発する。半導体積層 10c 中の一層又は多層の物理及び化学組成を変えることにより発光デバイス 7 が発する光線の波長を調整する。半導体積層 10c の材料は III-V 族の半導体材料を含み、例えば Al<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>(1-x-y)</sub>N 又は Al<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>(1-x-y)</sub>P であって、かつ 0 ≤ x, y ≤ 1、(x+y) ≤ 1 である。活性層 103c の材料によって、半導体積層 10c の材料が AlInGaP 系材料である場合、波長が 610 nm から 650 nm の間の赤色光、波長が 530 nm 及 570 nm の間の緑色光を発し、半導体積層 10c の材料が InGa<sub>N</sub> 系材料である場合、波長が 450 nm から 490 nm の間の青色光を発し、また、半導体積層 10c の材料が AlGa<sub>N</sub> 系又は AlInGa<sub>N</sub> 系材料である場合、波長が 400 nm から 250 nm の間の紫外光を発することができる。活性層 103c はシングルヘテロ構造 (single heterostructure, SH)、ダブルヘテロ構造 (double heterostructure, DH)、ダブルサイドダブルヘテロ構造 (double-side double heterostructure, DDH)、多重量子井戸構造 (multi-quantum well, MQW) であってもよい。活性層 103c の材料は中性、p 型又は n 型電気特性の半導体であってもよい。

【0099】

本発明の一実施例において、半導体積層 10c のエピタキシー品質を改善するために、半導体積層 10c 及び基板 11c との間に、緩衝層として PVD 窒化アルミニウム (AlN) を形成することができる。一実施例において PVD 窒化アルミニウム (AlN) を形成するためのターゲット材は窒化アルミニウムによって構成される。別の実施例において、アルミニウムによって構成されるターゲット材を用いて、窒素源の環境においてアルミニウムターゲット材と反応させて窒化アルミニウムを形成する。

【0100】

図 26A の上面図及び図 26A の線分 A-A' における断面図である図 26B が示すように、基板 11c 上に半導体積層 10c を形成した後、発光デバイス 7 の製造方法はプラットフォーム形成ステップを含む。フォトリソグラフィ、エッチングの方法で半導体積層 10c をパターン化して、一部の第二半導体層 102c 及び活性層 103c を除去することにより、一つ又は複数の半導体構造 1000c、一つ又は複数の半導体構造 1000c の周囲を囲んで第一半導体層 101c の第一表面 1011c を露出させる囲み部 111c、及び、第一半導体層 101c の第二表面 1012c を露出させる一つ又は複数の孔部 100c を形成する。

【0101】

本発明の一実施例において、複数の半導体構造 1000c が互いに離れて基板 11c の表面 11s を露出させても、又は第一半導体層 101c を介して互いに繋がってもよい。一つ又は複数の半導体構造 1000c はそれぞれ第一外側壁 1003c、第二外側壁 1001c、及び一つ又は複数の内側壁 1002c を含み、かつ第一外側壁 1003c が第一

10

20

30

40

50

半導体層 101c の側壁であり、第二外側壁 1001c が活性層 103c 及び / 又は第二半導体層 102c の側壁であり、第二外側壁 1001c の一端が第二半導体層 102c の表面 102s と繋がり、第二外側壁 1001c の他端が第一半導体層 101c の第一表面 1011c と繋がる。内側壁 1002c の一端が第二半導体層 102c の表面 102s と繋がり、内側壁 1002c の他端が第一半導体層 101c の第二表面 1012c と繋がる。図 2B が示すように、半導体構造 1000c の内側壁 1002c と第一半導体層 101c の第二表面 1012c との間に鈍角又は直角を有し、半導体構造 1000c の第一外側壁 1003c と基板 11c の表面 11s との間に鈍角又は直角を有す、半導体構造 1000c の第二外側壁 1001c と第一半導体層 101c の第一表面 1011c との間に鈍角又は直角を有する。

10

## 【0102】

本発明の一実施例において、囲み部 111c は図 27A が示す発光デバイス 7 の上面図を見ると、矩形又は多角形環状である。

## 【0103】

本発明の一実施例において、孔部 100c の開口の形状は円形、楕円形、矩形、多角形、又は任意の形状を含む。複数の孔部 100c は複数列に配列され、隣接する二列又は隣接する二列毎において、孔部 100c が互いに位置が揃ってもずれてもよい。

## 【0104】

本発明の一実施例において、複数の孔部 100c が第一列と第二列に配列され、同じ列に隣接して位置する二つの孔部 100c の間に第一最短距離があり、第一列に位置する孔部 100c と第二列に位置する孔部 100c との間に第二最短距離があり、第一最短距離が第二最短距離より大きい又は小さい。外部電流が発光デバイス 7 に入力された場合、複数の孔部 100c の分散配置により、発光デバイス 7 のライトフィールド分布を均等化させ、かつ発光デバイス 7 の順電圧を低減させることができる。

20

## 【0105】

本発明の一実施例において、複数の孔部 100c は第一列、第二列及び第三列に配列され、第一列に位置する孔部 100c と第二列に位置する孔部 100c との間に第一最短距離があり、第二列に位置する孔部 100c と第三列に位置する孔部 100c との間に第二最短距離があり、第一最短距離が第二最短距離より小さい。外部電流が発光デバイス 7 に入力された場合、複数の孔部 100c の分散配置により、発光デバイス 7 のライトフィールド分布を均等化させ、かつ発光デバイス 7 の順電圧を低減させることができる。

30

## 【0106】

本発明の一実施例において、発光デバイス 7 が 30mil より大きい辺長を有する場合、発光デバイス 7 は囲み部 111c 及び一つ又は複数の孔部 100c を含む。隣接する二つの孔部 100c の間に第一最短距離があり、任意一つの孔部 100c と第一半導体層 101c の第一外側壁 1003c との間に第二最短距離があり、第一最短距離が第二最短距離より小さい。外部電流が発光デバイス 7 に入力された場合、囲み部 111c 及び一つ又は複数の孔部 100c の分散配置により、発光デバイス 7 のライトフィールド分布を均等化させ、かつ発光デバイス 7 の順電圧を低減させることができる。

## 【0107】

本発明の一実施例において、発光デバイス 7 が 30mil より小さい辺長を有する場合、発光できる活性層の面積を増やすために、発光デバイス 7 は囲み部 111c を含むが、孔部 100c を含まない。外部電流が発光デバイス 7 に入力された場合、囲み部 111c が半導体構造 1000c の周囲を囲んでいるため、発光デバイス 7 のライトフィールド分布を均等化させ、かつ発光デバイス 7 の順電圧を低減することができる。

40

## 【0108】

プラットフォーム形成ステップに続き、図 27A の上面図及び図 27A の線分 A - A' における断面図である図 27B が示すように、発光デバイス 7 の製造方法は第一絶縁層形成ステップを含む。物理気相成長法又は化学気相成長法などの方法によって、半導体構造 1000c の上に第一絶縁層 20c を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方

50

法で第一絶縁層 20c をパターン化することにより、上記囲み部 111c の一部の第一表面 1011c を被覆し及び半導体構造 1000c の第二外側壁 1001c を包む第一絶縁層 20c を形成し、複数の孔部 100c の第二表面 1012c を被覆し及び半導体構造 1000c の内側壁 1002c を包む一群の第一絶縁層被覆エリア 201c を形成し、及び、第二半導体層 102c の表面 102s を露出させる第一絶縁層開口 202c を形成する。一群の第一絶縁層被覆エリア 201c は互いに離間しており、かつ複数の孔部 100c にそれぞれ対応する。第一絶縁層 20c は単層又は積層構造であってもよい。第一絶縁層 20c が単層構造の場合、第一絶縁層 20c が半導体構造 1000c の側壁を保護し、活性層 103c が後の製造工程で破壊されることを防止できる。第一絶縁層 20c が積層構造の場合、第一絶縁層 20c は半導体構造 1000c を保護できるほか、屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されるブラッグ反射器 (DBR) 構造を含むことにより、特定波長の光を選択的に反射することができる。第一絶縁層 20c は非導電材料によって構成され、例えば Su8、ベンゾシクロブテン (BCB)、パーフルオロシクロブタン (PFCB)、エポキシ樹脂 (Epoxy)、アクリル樹脂 (Acrylic Resin)、環状オレフィンポリマー (COC)、ポリメタクリル酸メチル (PMMA)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリカーボネート (PC)、ポリエーテルイミド (Polyetherimide)、フルオロカーボン重合体 (Fluorocarbon Polymer) などの有機材料、又は、例えばシリコン (Silicone)、ガラス (Glass) などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ )、窒化ケイ素 ( $SiN_x$ )、酸化ケイ素 ( $SiO_x$ )、酸化チタニウム ( $TiO_x$ )、若しくはフッ化マグネシウム ( $MgF_x$ ) などの誘電材料を含む。

10

20

## 【0109】

本発明の一実施例において、第一絶縁層形成ステップに続き、図 28A の上面図及び図 28A の線分 A - A' における断面図である図 28B が示すように、発光デバイス 7 の製造方法は透明導電層形成ステップを含む。物理気相成長法又は化学気相成長法などの方法で第一絶縁層開口 202c の中に透明導電層 30c を形成し、透明導電層 30c の外縁 301c が第一絶縁層 20c と一定距離離れているため、第二半導体層 102c の一部表面 102s が露出される。透明導電層 30c は第二半導体層 102c のほぼ全面に形成され、かつ第二半導体層 102c と接触しているため、電流が透明導電層 30c を介して第二半導体層 102c 全体に均等に分配される。透明導電層 30c の材料は活性層 103c が発する光線に対し透明な材料、例えば酸化インジウム錫 (ITO)、又は酸化インジウム亜鉛 (IZO) を含む。

30

## 【0110】

本発明の別の実施例において、プラットフォーム形成ステップの後、まず透明導電層形成ステップを行い、次に第一絶縁層形成ステップを行ってもよい。

## 【0111】

本発明の別の実施例において、プラットフォーム形成ステップの後、第一絶縁層形成ステップを省略し、直接透明導電層形成ステップを行ってもよい。

## 【0112】

本発明の一実施例において、透明導電層形成ステップに続き、図 29A の上面図、図 29B の領域 B に部分拡大図、図 29C の領域 C の部分拡大図、図 29A の線分 A - A' における断面図である図 29D、及び図 29E の領域 E の部分拡大図が示すように、発光デバイス 7 の製造方法は反射構造形成ステップを含む。物理気相成長法又は化学気相成長法などの方法で透明導電層 30c の上に直接反射構造 400 を形成し、反射構造 400 は反射層 40c 及び / 又はバリア層 41c を含み、反射層 40c が透明導電層 30c 及びバリア層 41c の間に位置する。本発明の一実施例において、反射層 40c の外縁 401c を透明導電層 30c の外縁 301c の内側、外側に設けても、又は透明導電層 30c の外縁 301c と重なり合うように設けてもよい。バリア層 41c の外縁 411c を反射層 40c の外縁 401c の内側、外側に設けても、又は反射層 40c の外縁 401c と重なり合うように設けてもよい。図 29B、図 29C の部分拡大図、及び図 29E の部分拡大図が示

40

50

すように、反射層 40c の外縁 401c が透明導電層 30c の外縁 301c と重ならず、透明導電層 30c の外縁 301c が反射層 40c に被覆されているため、バリア層 41c が透明導電層 30c と接していない。

#### 【0113】

本発明の別の実施例において、透明導電層形成ステップを省略し、プラットフォーム形成ステップ又は第一絶縁層形成ステップの後、直接反射構造形成ステップを行ってもよく、例えば、第二半導体層 102c の上に直接反射層 40c 及び / 又はバリア層 41c を形成し、反射層 40c が第二半導体層 102c 及びバリア層 41c の間に位置する。

#### 【0114】

反射層 40c は単層又は積層構造であって、積層構造は例えばブラッグ反射構造である。反射層 40c の材料は反射率が比較的に高い金属材料、例えば銀 (Ag)、アルミニウム (Al)、又はロジウム (Rh) などの金属又は上記材料の合金を含む。ここで、比較的に高い反射率とは、発光デバイス 7 が発する光線の波長に対し 80% 以上の反射率を有することを意味する。本発明の一実施例において、反射層 40c の表面酸化によって反射層 40c の反射率が劣化しないよう、バリア層 41c が反射層 40c を被覆している。バリア層 41c の材料は金属材料を含み、例えばチタニウム (Ti)、タングステン (W)、アルミニウム (Al)、インジウム (In)、錫 (Sn)、ニッケル (Ni)、プラチナ (Pt) などの金属又は上記材料の合金である。バリア層 41c は単層又は積層構造であって、積層構造は例えばチタニウム (Ti) / アルミニウム (Al)、及び / 又はチタニウム (Ti) / タングステン (W) である。本発明の一実施例において、バリア層 41c はその反射層 40c に近い側にチタニウム (Ti) / タングステン (W) の積層構造を有し、反射層 40c より遠い側にチタニウム (Ti) / アルミニウム (Al) の積層構造を有する。本発明の一実施例において、反射層 40c 及びバリア層 41c の材料は金 (Au) 又は銅 (Cu) 以外の金属材料を含むことにより、後の製造過程において、パッケージはんだ中の金属、例えば錫 (Sn) が拡散して発光デバイス 7 の中に入り込み、発光デバイス 7 の内部の金属材料、例えば金 (Au) 又は銅 (Cu) と共晶を形成し、発光デバイス 7 構造を变形させることを防止する。

#### 【0115】

本発明の一実施例において、反射構造形成ステップに続き、図 30A の上面図及び図 30A の線分 A - A' における断面図である図 30B が示すように、発光デバイス 7 の製造方法は第二絶縁層形成ステップを含む。物理気相成長法又は化学気相成長法などの方法によって半導体構造 1000c の上に第二絶縁層 50c を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法で第二絶縁層 50c をパターン化することにより、第一半導体層 101c を露出させる一又は第一群の第二絶縁層開口 501c を形成し、及び、反射層 40c 又はバリア層 41c を露出させる一又は第二群の第二絶縁層開口 502c を形成する。また、第二絶縁層 50c をパターン化する過程では、前記第一絶縁層形成ステップにおいて囲み部 111c を被覆する第一絶縁層囲みエリア 200c 及び孔部 100c 内の第一群の第一絶縁層被覆エリア 201c は部分的にエッチング除去されて第一半導体層 101c が露出され、かつ孔部 100c 内に第一群の第一絶縁層開口 203c を形成し、第一半導体層 101c を露出する。

#### 【0116】

本実施例において、図 30A の上面図及び図 30B の断面図が示すように、第一群の第二絶縁層開口 501c の形状又は数が孔部 100c の形状又は数に対応している。第一半導体層 101c 上に位置する第二絶縁層開口 501c 及び第二半導体層 102c 上に位置する第二絶縁層開口 502c は異なる形状、幅、数を有する。第二絶縁層開口 501c、502c の上面図の開口の形状が環状開口である。

#### 【0117】

本実施例では、図 30A が示すように、第一半導体層 101c 上に位置する第二絶縁層開口 501c は互いに離間し、かつ複数の孔部 100c にそれぞれ対応しており、第二半導体層 102c 上に位置する第二絶縁層開口 502c は基板 11c の一方側、例えば基板

10

20

30

40

50

11cの中心線C-C'の左側又は右側に近接する。第二絶縁層50cは単層又は積層構造であってもよい。第二絶縁層50cが単層構造の場合、第二絶縁層50cは半導体構造1000cの側壁を保護し、活性層103cが後の製造工程で破壊されることを防止できる。第二絶縁層50cが積層構造の場合、第二絶縁層50cは屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されるブラッグ反射器(DBR)構造を含むことにより、特定波長の光を選択的に反射することができる。第二絶縁層50cは非導電材料によって構成され、例えばSu8、ベンゾシクロブテン(BCB)、パーフルオロシクロブタン(PFCB)、エポキシ樹脂(Epoxy)、アクリル樹脂(Acrylic Resin)、環状オレフィンポリマー(COC)、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリカーボネート(PC)、ポリエーテルイミド(Polyetherimide)、フルオロカーボン重合体(Fluorocarbon Polymer)などの有機材料、又は、例えばシリコン(Silicone)、ガラス(Glass)などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、窒化ケイ素(SiN<sub>x</sub>)、酸化ケイ素(SiO<sub>x</sub>)、酸化チタニウム(TiO<sub>x</sub>)、又はフッ化マグネシウム(MgF<sub>x</sub>)などの誘電材料を含む。

#### 【0118】

第二絶縁層形成ステップに続き、本発明の一実施例において、図31Aの上面図及び図31Aの線分A-A'における断面図である図31Bが示すように、発光デバイス7の製造方法は接触層形成ステップを含む。物理気相成長法又は化学気相成長法などの方法で半導体積層10cの上に接触層60cを形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法で接触層60cをパターン化することにより、第一接触層601c、第二接触層602c及びシンプルエリア600cを形成する。第一接触層601cは孔部100c中に充填されかつ第二絶縁層開口501cを被覆して、第一半導体層101cと接触し、かつ延伸して第二絶縁層50c及び第二半導体層102cの一部の表面上を被覆し、第一接触層601cが第二絶縁層50cを介して第二半導体層102cと絶縁になっている。第二接触層602cは第二絶縁層50cの環状開口502c中に形成されて、一部の反射層40c及び/又はバリア層41cと接触する。

#### 【0119】

本発明の一実施例において、第一接触層601c、第二接触層602c及びシンプルエリア600cが互いに一定距離離れている。第二接触層602cは部分的に延伸して第二絶縁層50cの環状開口502c中に形成され、第二接触層602cの側壁6021cと環状開口502cの側壁5021cが互いに一定距離離れ、第一接触層601cの側壁7011cと第二接触層602cと側壁6021cが互いに一定距離離れているため、第一接触層601cと第二接触層602cが接することなく、かつ第一接触層601cと第二接触層602cが一部の第二絶縁層50cを介して電気特性が隔絶されている。発光デバイス7の上面図において、第一接触層601cが半導体積層10cの囲み部111cを被覆しているため、第一接触層601cが第二接触層602cの複数の側壁を囲むようになっている。

#### 【0120】

本発明の一実施例において、第一接触層601cは囲み部111c及び孔部100cを介して第一半導体層101cと接触する。外部電流が発光デバイス3に入力された場合、一部電流が囲み部111cを介して第一半導体層101cまで伝導され、ほかの一部電流が複数の孔部100cを介して第一半導体層101cまで伝導される。

#### 【0121】

図31Aが示すように、第二接触層602cは基板11cに一方側、例えば基板11cの中心線C-C'の左側又は右側に近接する。シンプルエリア600cは半導体積層10c上の幾何中心部分に位置する。シンプルエリア600cは第一接触層601c及び第二接触層602c接することなく、かつ第一接触層601c及び第二接触層602cと電気特性が隔絶され、シンプルエリア600cは第一接触層601c及び/又は第二接触層602cと同じ材料を含む。シンプルエリア600cはエピタキシャル層を保護する構造とし

て、エピタキシャル層が後の製造工程、例えば結晶粒の分離、結晶粒の試験、パッケージにおいて、外力によって損傷されること、例えば探針又はシンプルによって損傷されることを防止する。シンプルエリア 600c の形状は矩形、楕円形又は円形を含む。

【0122】

本発明の一実施例において、シンプルエリア 600c は半導体積層 10c 上の幾何中心部分に位置する。シンプルエリア 600c と第一接触層 601c 又は第二接触層 602c が接続し、シンプルエリア 600c は第一接触層 601c 及び / 又は第二接触層 602c と同じ材料を含む。

【0123】

本発明の一実施例において、接触層 60c は単層又は積層構造であってもよい。第一半導体層 101c と接触する抵抗を低減するために、接触層 60c の材料は金属材料を含み、例えばクロム (Cr)、チタニウム (Ti)、タングステン (W)、金 (Au)、アルミニウム (Al)、インジウム (In)、錫 (Sn)、ニッケル (Ni)、プラチナ (Pt) などの金属又は上記材料の合金である。接触層 60c の材料は金 (Au)、銅 (Cu) 以外の金属材料を含み、これにより、後の製造過程において、パッケージはんだ中の金属、例えば錫 (Sn) が拡散して発光デバイス 7 中に入り込み、発光デバイス 7 内部の金属材料、例えば金 (Au)、銅 (Cu) と共晶を形成し、発光デバイス 7 構造を変形させることを防止する。

【0124】

本発明の一実施例において、接触層 60c の材料は高い反射率を有する金属、例えばアルミニウム (Al) 又はプラチナ (Pt) を含む。

【0125】

本発明の一実施例において、接触層 60c と第一半導体層 101c の接合強度を高めるために、接触層 60c と第一半導体層 101c が接触する一方側にクロム (Cr) 又はチタニウム (Ti) を含む。

【0126】

本発明の一実施例において、図 31A 及び図 31B の接触層形成ステップに続き、発光デバイス 7 の製造方法は第三絶縁層形成ステップを含み、図 32A の上面図及び図 32A の線分 A - A' における断面図である図 32B が示すように、物理気相成長法又は化学気相成長法などの方法で、半導体構造 1000c の上に第三絶縁層 70c を形成し、さらにフォトリソグラフィ、エッチングの方法で第三絶縁層 70c をパターン化することにより、第一接触層 601c、第二接触層 602c をそれぞれ露出させる第三絶縁層開口 701c、702c を形成する。第三絶縁層 70c の第一部分 7011c を形成し、第一部分 7011c は第三絶縁層開口 701c に囲まれている。第三絶縁層 70c の第二部分 7022c を形成し、第二部分 7022c は第三絶縁層開口 702c に囲まれている。及び、第三絶縁層開口 701c と第三絶縁層開口 702c との間に、第三絶縁層 70c の接続部分 7000c を形成する。図 32A が示すように、第三絶縁層 70c の接続部分 7000c は第三絶縁層 70c の第一部分 7011c 及び第二部分 7022c をそれぞれ囲んでいる。図 32B が示すように、第三絶縁層 70c の接続部分 7000c は第三絶縁層 70c の第一部分 7011c の両側に位置し、第三絶縁層 70c の接続部分 7000c は第三絶縁層 70c の第二部分 7022c の両側に位置する。第三絶縁層開口 701c は第三絶縁層 70c の第一部分 7011c の第一辺 70111 及び第三絶縁層 70c の接続部分 7000c に一方辺 70001 によって構成され、第三絶縁層開口 702c は第三絶縁層 70c の第二部分 7022c の第二辺 70222c 及び第三絶縁層 70c の接続部分 7000c の他方辺 70002c によって構成される。

【0127】

本発明の一実施例において、第二半導体層 102c の上に位置する第一接触層 601c は、第二絶縁層 50c 及び第三絶縁層 70c の間に挟まれている。上記シンプルエリア 600c は第三絶縁層 70c の接続部分 7000c に囲まれ及び包まれている。

【0128】

10

20

30

40

50



本発明の一実施例において、図32Aが示すように、第三絶縁層開口701c、702cと複数の孔部100cは互いにずれており、重ならない。言い換えれば、第三絶縁層開口701cと第二絶縁層開口501cは互いにずれており、重ならない。第三絶縁層開口702cは第二絶縁層開口502cによって囲まれてもよい。図32Aの上面図において、第三絶縁層開口701c、702cは基板11cの中心線C-C'の両側に位置し、例えば、第三絶縁層開口701cが基板11cの中心線C-C'の右側に位置し、第三絶縁層開口702cが基板11cの中心線C-C'の左側に位置する。

【0129】

本発明の一実施例において、第三絶縁層開口701cは第二絶縁層開口501cの幅より小さい幅を有し、第三絶縁層開口702cは第二絶縁層開口502cの幅より小さい幅を有する。

10

【0130】

本発明の一実施例において、第三絶縁層開口701cは第二絶縁層開口501cの幅より大きい幅を有し、第三絶縁層開口702cは第二絶縁層開口502cの幅より大きい幅を有する。

【0131】

第三絶縁層70cは単層又は積層構造であってもよい。第三絶縁層70cが積層構造の場合、第三絶縁層70cは屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されるブラッグ反射器(DBR)構造を含み、特定波長の光を選択的に反射することができる。第三絶縁層70cは非導電材料によって形成され、例えばSu8、ベンゾシクロブテン(BCB)、パーフルオロシクロブタン(PFCB)、エポキシ樹脂(Epoxy)、アクリル樹脂(Acrylic Resin)、環状オレフィンポリマー(COC)、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリカーボネート(PC)、ポリエーテルイミド(Polyetherimide)、フルオロカーボン重合体(Fluorocarbon Polymer)などの有機材料、又は、例えばシリコン(Silicone)、ガラス(Glass)などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、窒化ケイ素(SiN<sub>x</sub>)、酸化ケイ素(SiO<sub>x</sub>)、酸化チタニウム(TiO<sub>x</sub>)、若しくはフッ化マグネシウム(MgF<sub>x</sub>)などの誘電材料を含む。

20

【0132】

第三絶縁層形成ステップに続き、発光デバイス7の製造方法ははんだパッド形成ステップを含む。図33Aの上面図及び図33Aの線分A-A'における断面図である図33Bが示すように、電気メッキ、物理気相成長法又は化学気相成長法などの方法によって、一つ又は複数の半導体構造1000cの上に第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90cを形成する。図33Aの上面図において、第一はんだパッド80cは基板11cの一方側、例えば基板11cの中心線C-C'の右側に近接し、第二はんだパッド90cは基板11cの他方側、例えば基板11cの中心線C-C'の左側に近接する。第一はんだパッド80cは第三絶縁層開口701cを被覆して、第一接触層601cと接触し、かつ第一接触層601c及び孔部100cによって第一半導体層101cと電氣的に接続する。第二はんだパッド90cは第三絶縁層開口702cを被覆して、第二接触層602cと接触し、かつ第二接触層602c、反射層40c又はバリア層41cによって、第二半導体層102cと電氣的に接続する。図33Aが示すように、第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90cはいずれの孔部100cをも被覆しておらず、孔部100cは第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90c以外の領域に形成されている。

30

40

【0133】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80cの寸法と第二はんだパッド90cの寸法が同じ又は異なり、この寸法とは幅又は面積を意味してもよい。

【0134】

本発明の一実施例において、図33Bが示すように、第一はんだパッド80cは側辺801cを有し、第一はんだパッド80cの側辺801cは、第三絶縁層70cの第一部分

50

7011cの第一辺70111又は第三絶縁層70cの接続部分7000cの一方辺70001と一定距離離れており、この距離は好ましくは100 $\mu$ mより小さく、より好ましくは50 $\mu$ mより小さく、さらに好ましくは20 $\mu$ mより小さい。第二はんだパッド90cは側辺902cを有し、第二はんだパッド90cの側辺902cは、第三絶縁層70cの第二部分7022cの第二辺70222c又は第三絶縁層70cの接続部分7000cの他方辺70002cと一定距離離れており、この距離は好ましくは100 $\mu$ mより小さく、より好ましくは50 $\mu$ mより小さく、さらに好ましくは20 $\mu$ mより小さい。

【0135】

本発明の一実施例では、発光デバイス7の上面図において、第一はんだパッド80cの側辺801cは第三絶縁層開口701cの側辺70001、70111に沿って配置され、第二はんだパッド90cの側辺902cは第三絶縁層開口702cの側辺70002c、70222cに沿って配置されている。

10

【0136】

図33Aは発光デバイス7の上面図であり、図33Bは発光デバイス7の断面図である。本実施例が開示する発光デバイス7はフリップチップ式の発光ダイオードデバイスである。発光デバイス7は基板11c、基板11c上に位置する一つ又は複数の半導体構造1000c、一つ又は複数の半導体構造1000cを囲む囲み部111c、半導体積層10c上に位置する第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90cを含む。一つ又は複数の半導体構造1000cはそれぞれ半導体積層10cを含み、半導体積層10cは第一半導体層101c、第二半導体層102c、及び第一半導体層101cと第二半導体層102cとの間に位置する活性層103cを含む。

20

【0137】

図33A及び図33Bが示すように、一つ又は複数の半導体構造1000cの周囲は囲み部111cに囲まれている。本発明の一実施例において、複数の半導体構造1000cは第一半導体層101cを介して互いに繋がり、囲み部111cは第一半導体層101cの第一表面1011cを含むことにより、複数の半導体構造1000cの周囲を囲んでいる。本発明の別の実施例において、複数の半導体構造1000cは互いに離間し、かつ一定距離離れて、基板11cの表面11sを露出させてもよい。

【0138】

発光デバイス7はさらに、第二半導体層102c及び活性層103cを貫通して第一半導体層101cの一つ又は複数の第二表面1012cを露出させる一つ又は複数の孔部100cを含む。

30

【0139】

発光デバイス7はさらに第一接触層601c及び第二接触層602cを含む。第一接触層601cは、第一半導体層101cの第一表面1011c上に形成され、半導体構造1000cの周囲を囲み、かつ第一半導体層101cと接触して電氣的に接続し、及び、第一半導体層101cの一つ又は複数の第二表面1012c上に形成され、一つ又は複数の孔部100cを被覆し、かつ第一半導体層101cと接触して電氣的に接続する。第二接触層602cは、第二半導体層102cの表面102s上に形成される。本発明の一実施例では、発光デバイス7の上面図において、図31Aが示すように、第一接触層601cは第二接触層602cの複数の側壁を囲んでいる。

40

【0140】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80c及び/又は第二はんだパッド90cは複数の半導体構造1000cを被覆する。

【0141】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90cの形成位置は孔部100cの形成位置を避けており、そのため第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90cの形成位置が孔部100cの形成位置と重ならない。

【0142】

本発明の一実施例では、発光デバイス7の上面図において、第一はんだパッド80cの

50

形状と第二はんだパッド90cの形状が同じく、例えば、図33Aが示すように、第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90cの形状が矩形である。

【0143】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80cの寸法と第二はんだパッド90cの寸法が異なり、例えば、第一はんだパッド80cの面積が第二はんだパッド90cの面積より大きい又は小さい。第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90cの材料は金属材料を含み、例えばクロム(Cr)、チタニウム(Ti)、タングステン(W)、アルミニウム(Al)、インジウム(In)、錫(Sn)、ニッケル(Ni)、プラチナ(Pt)などの金属又は上記材料の合金である。第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90cは単層又は積層構造であってもよい。第一はんだパッド80c及び第二はんだパッド90cが積層構造の場合、第一はんだパッド80cは第一上層はんだパッド及び第一下層はんだパッドを含み、第二はんだパッド90cが第二上層はんだパッド及び第二下層はんだパッドを含む。上層はんだパッドと下層はんだパッドはそれぞれ異なる機能を有する。

10

【0144】

本発明の一実施例において、上層はんだパッドの機能として、主にはんだ付けとリード線形成に用いられる。上層はんだパッドにより、発光デバイス7はフリップチップ形式で、はんだ(solder)又は例えばAuSn材料を用いた共晶接合によってパッケージ基板上に実装される。上層はんだパッドの金属材料は高い展延性を有する材料を含み、例えば錫(Sn)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、鉄(Fe)、チタニウム(Ti)、銅(Cu)、金(Au)、タングステン(W)、ジルコニウム(Zr)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、プラチナ(Pt)、パラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)、イリジウム(Ir)、ルテニウム(Ru)、オスmium(Os)などの金属又は上記材料の合金である。上層はんだパッドは上記材料の単層又は積層構造であってもよい。本発明の一実施例において、上層はんだパッドの材料はニッケル(Ni)及び/又は金(Au)を含み、かつ上層はんだパッドは単層又は積層構造である。

20

【0145】

本発明の一実施例において、下層はんだパッドの機能は、接触層60c、反射層40c又はバリア層41cと安定した界面を形成し、例えば、第一下層はんだパッドと第一接触層601cとの界面接合強度を高めること、又は第二下層はんだパッドと反射層40c又はバリア層41cとの界面接合強度を高めることである。下層はんだパッドの別の機能として、はんだ又はAuSn共晶中の錫(Sn)が拡散して反射構造中に入り込み、反射構造の反射率を妨げることを防止する。従って、下層はんだパッドは金(Au)、銅(Cu)以外の金属材料を含み、例えばニッケル(Ni)、コバルト(Co)、鉄(Fe)、チタニウム(Ti)、タングステン(W)、ジルコニウム(Zr)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、プラチナ(Pt)、パラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)、イリジウム(Ir)、ルテニウム(Ru)、オスmium(Os)などの金属又は上記材料の合金であり、下層はんだパッドは上記材料の単層又は積層構造であってもよい。本発明の一実施例において、下層はんだパッドはチタニウム(Ti)/アルミニウム(Al)の積層構造、又はクロム(Cr)/アルミニウム(Al)の積層構造を含む。

30

40

【0146】

本発明の一実施例において、はんだ又はAuSn共晶中の錫(Sn)が拡散して反射構造中に入り込み、反射構造の反射率を妨げることを防止する。そのため、第一接触層601cと第一はんだパッド80cが接する側には、チタニウム(Ti)及びプラチナ(Pt)から選ばれて構成される一群の金属材料が含まれている。第二接触層602cと第二はんだパッド90cが接する側には、チタニウム(Ti)及びプラチナ(Pt)から選ばれて構成される一群の金属材料が含まれている。

【0147】

50

図34Aは本発明の一実施例の発光デバイス8の上面図であり、図34Bは発光デバイス8の断面図である。発光デバイス8と上記実施例中の発光デバイス7を比較すると、発光デバイス8はさらに、第一はんだパッド80d及びノ又は第二はんだパッド90dの複数個の側壁を囲む金属層900d、及び第一はんだパッド80dと第二はんだパッド90dの上方にそれぞれ位置する第一電極バンプ810dと第二電極バンプ910dを有する。その他、発光デバイス8と発光デバイス7はほぼ同じ構造を有するため、図34A、図34Bの発光デバイス8と図33A、図33Bの発光デバイス7において同じ名称、符号を有する構造は同じ構造、同じ材料、又は同じ機能を有することを意味し、ここでその説明を適宜省略する。

#### 【0148】

本実施例が開示する発光デバイス8はフリップチップ式の発光ダイオードデバイスである。発光デバイス8は基板11c、基板11c上に位置する一つ又は複数の半導体構造1000c、一つ又は複数の半導体構造1000cを囲む囲み部111c、半導体積層10c上に位置する第一はんだパッド80d及び第二はんだパッド90d、及び第一はんだパッド80dと第二はんだパッド90dの上方にそれぞれ位置する第一電極バンプ810dと第二電極バンプ910dを含む。一つ又は複数の半導体構造1000cはそれぞれ半導体積層10cを含み、半導体積層10cは第一半導体層101c、第二半導体層102c、第一半導体層101cと第二半導体層102cとの間に位置する活性層103cを含む。

#### 【0149】

図34A及び図34Bが示すように、一つ又は複数の半導体構造1000cの周囲は囲み部111cによって囲まれている。本発明の一実施例において、複数の半導体構造1000cが第一半導体層101cを介して互いに繋がってもよく、囲み部111cが第一半導体層101cの第一表面1011cを含むことで、複数の半導体構造1000cの周囲を囲む。本発明の別の実施例において、複数の半導体構造1000cが互いに離間し、かつ一定距離離れて、基板11cの表面11sを露出させてもよい。

#### 【0150】

発光デバイス8はさらに、第二半導体層102c及び活性層103cを貫通し、第一半導体層101cの一つ又は複数の第二表面1012cを露出させる一つ又は複数の孔部100cを含む。

#### 【0151】

発光デバイス8はさらに、第一接触層601c及び第二接触層602cを含む。第一接触層601cは、第一半導体層101cの第一表面1011c上に形成され、半導体構造1000cの周囲を囲み、かつ第一半導体層101cと接触して電氣的に接続し、及び、第一半導体層101cの一つ又は複数の第二表面1012c上に形成され、一つ又は複数の孔部100cを被覆し、第一半導体層101cと接触して電氣的に接続する。第二接触層602cは、第二半導体層102cの表面102s上に形成され、かつ第二半導体層102cと電氣的に接続する。本発明の一実施例では、発光デバイス2の上面図において、第一接触層601cが第二接触層602cの複数の側壁を囲み、第二接触層602cの寸法が第一接触層601cの寸法より小さく、この寸法は例えば面積である。

#### 【0152】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80dが一部又は全部の孔部100cを被覆し、及びノ又は、第二はんだパッド90dが一部又は全部の孔部100cを被覆する。図34Aが示すように、第一はんだパッド80dは一部の孔部100cを被覆し、第二はんだパッド90dはいずれの孔部100cをも被覆していない。

#### 【0153】

発光デバイスはフリップチップ形式でパッケージ基板上に実装される時、発光デバイスの表面の絶縁層が外力の衝突によって破損し易いため、はんだ又は共晶接合の例えばAuSn材料が絶縁層の亀裂から発光デバイスの内部に入り込み、発光デバイスの失効に繋がる。本発明の一実施例において、発光デバイス8は半導体積層10c上に位置する金属層900dを有することで、その下方の絶縁層を保護し、絶縁層が外力の衝突によって破損

10

20

30

40

50

すること防止する。図34Aが示すように、金属層900dは第二はんだパッド90dの複数個の側壁を囲み、金属層900dと第二はんだパッド90dが一定間隔離れている。金属層900dは一部の孔部100cを被覆し、一部の第一接触層601cが金属層900dの下に位置し、かつ第三絶縁層70cを介して金属層900dと絶縁になっている。

【0154】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80d、第二はんだパッド90d及び金属層900dは互いに一定距離離れ、互いに繋がっていない。

【0155】

本発明の一実施例において、発光デバイス8は第三絶縁層70cを含み、第三絶縁層70cは第一接触層601c及び第二接触層602cをそれぞれ露出させる一つ又は複数の開口701c、702cを有し、かつ金属層900dと第二はんだパッド90dとの間に間隔が開けられており、第三絶縁層70cの一部表面を露出させる。

10

【0156】

本発明の一実施例では、発光デバイス8の上面図において、第一はんだパッド80dの形状と第二はんだパッド90dの形状が異なり、例えば、第一はんだパッド80dの形状が矩形であり、第二はんだパッド90dの形状が 状である。

【0157】

本発明の一実施例では、発光デバイス8の上面図において、第一はんだパッド80dの寸法と第二はんだパッド90dの寸法が異なっており、この寸法は例えば面積である。

【0158】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80d、第二はんだパッド90dの寸法がそれぞれ第一電極バンプ810d、第二電極バンプ910dの寸法と異なっており、例えば、第一はんだパッド80dの面積が第一電極バンプ810dの面積より大きく、第二はんだパッド90dの面積が第二電極バンプ910dの面積より大きい。

20

【0159】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80dと第二はんだパッド90dとの間の距離が第一電極バンプ810dと第二電極バンプ910dとの間の距離より小さい。

【0160】

本発明の一実施例では、発光デバイス8の上面図において、第一電極バンプ810dの形状と第二電極バンプ910dの形状が近似又は同じであり、例えば、第一電極バンプ810d及び第二電極バンプ910dの形状が 状であり、図10Cが示すように、第一電極バンプ810dは互いに交互して繋がっている複数個の第一凸部811d及び複数個の第一凹部812dを有する。第二電極バンプ910dは、互いに交互して繋がっている複数個の第二凸部911d及び複数個の第二凹部912dを有する。第一電極バンプ810dの第一凹部812dの位置及び第二電極バンプ910dの第二凹部912dの位置は、ほぼ孔部100cの位置に対応している。言い換えれば、第一電極バンプ810dの第一凹部812dの幅又は第二電極バンプ910dの第二凹部912dの幅がいずれの孔部100cの直径よりも大きく、そのため、第一電極バンプ810d及び第二電極バンプ910dがいずれの孔部100cをも被覆しておらず、第一電極バンプ810dの第一凹部812d及び第二電極バンプ910dの第二凹部912dが孔部100cを避けており、かつ孔部100c周囲に形成されている。本発明の一実施例において、複数個の第一凹部812dは、上面図において複数個の第二凹部912dと位置が略揃っている。本発明の別の実施例において、複数個の第一凹部812dは、上面図において、複数個の第二凹部912dと位置がずれている。

30

40

【0161】

本発明の一実施例において、発光デバイス8がフリップチップ形式でパッケージ基板上に実装される時、第一はんだパッド80d、第二はんだパッド90dと半導体積層10cとの間に多層の絶縁層が含まれているため、発光デバイス8の第一はんだパッド80d、第二はんだパッド90dが外力を受けることにより、例えばはんだ又はAuSn共晶接合時に生じる応力により、第一はんだパッド80d、第二はんだパッド90dと絶縁層に亀

50

裂が発生することがある。そのため、発光デバイス 8 は、第一はんだパッド 8 0 d 及び第二はんだパッド 9 0 d の上方にそれぞれ位置する第一電極バンプ 8 1 0 d 及び第二電極バンプ 9 1 0 d を含み、第一電極バンプ 8 1 0 d 及び第二電極バンプ 9 1 0 d を介して外部と接合し、かつ、外力によってはんだパッドと絶縁層と間に応力が生じることを減らすために、第一電極バンプ 8 1 0 d 及び第二電極バンプ 9 1 0 d の形成位置が孔部 1 0 0 c の形成位置を避けている。

#### 【 0 1 6 2 】

本発明の別の実施例において、第一電極バンプ 8 1 0 d 及び第二電極バンプ 9 1 0 d に比較すると、第一電極バンプ 8 1 0 d 及び第二電極バンプ 9 1 0 d のダイボンディング時の圧力を解放するために、第一はんだパッド 8 0 d、第二はんだパッド 9 0 d が比較的に  
10

#### 【 0 1 6 3 】

本発明の別の実施例において、第一電極バンプ 8 1 0 d 及び第二電極バンプ 9 1 0 d に比較すると、第一電極バンプ 8 1 0 d 及び第二電極バンプ 9 1 0 d のダイボンディング時の圧力を解放するために、第一はんだパッド 8 0 d、第二はんだパッド 9 0 d が比較的に  
10

#### 【 0 1 6 4 】

本発明の別の実施例において、第一電極バンプ 8 1 0 d 及び第二電極バンプ 9 1 0 d の  
20

#### 【 0 1 6 5 】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド 8 0 d、第二はんだパッド 9 0 d 及び  
金属層 9 0 0 d が同じ金属材料及び / 又は同じ金属積層を含む。

#### 【 0 1 6 6 】

第一はんだパッド 8 0 d、第二はんだパッド 9 0 d 及び金属層 9 0 0 d は単層又は積層  
30

構造であってもよい。第一はんだパッド 8 0 d 及び第二はんだパッド 9 0 d の機能は、第一接触層 6 0 1 c、反射層 4 0 c 又はバリア層 4 1 c と安定した界面を形成し、例えば、第一はんだパッド 8 0 d と第一接触層 6 0 1 c が接触し、第二はんだパッド 9 0 d と反射層 4 0 c 又はバリア層 4 1 c が接触する。第一はんだパッド 8 0 d 及び第二はんだパッド 9 0 d は金 ( A u )、銅 ( C u ) 以外の金属材料を含み、例えば、クロム ( C r )、ニッケル ( N i )、コバルト ( C o )、鉄 ( F e )、チタニウム ( T i )、タングステン ( W )、ジルコニウム ( Z r )、モリブデン ( M o )、タンタル ( T a )、アルミニウム ( A l )、銀 ( A g )、プラチナ ( P t )、パラジウム ( P d )、ロジウム ( R h )、イリジウム ( I r )、ルテニウム ( R u )、オスシウム ( O s ) などの金属又は上記材料の合金  
40

であり、これにより、はんだ又は A u S n 共晶中の錫 ( S n ) が拡散して発光デバイス 8 中に入り込み、第一はんだパッド 8 0 d 及び第二はんだパッド 9 0 d に含まれる金属、例えば金 ( A u )、銅 ( C u ) と共晶接合することを防止する。金属層 9 0 0 d は金 ( A u )、銅 ( C u ) 以外の金属材料を含み、例えば、クロム ( C r )、ニッケル ( N i )、コバルト ( C o )、鉄 ( F e )、チタニウム ( T i )、タングステン ( W )、ジルコニウム ( Z r )、モリブデン ( M o )、タンタル ( T a )、アルミニウム ( A l )、銀 ( A g )、プラチナ ( P t )、パラジウム ( P d )、ロジウム ( R h )、イリジウム ( I r )、ルテニウム ( R u )、オスシウム ( O s ) などの金属又は上記材料の合金である。金属層 9 0 0 d と第三絶縁層 7 0 c の界面接合強度を高めるために、金属層 9 0 0 d と第三絶縁層 7 0 c が接する側にはクロム ( C r )、ニッケル ( N i )、チタニウム ( T i )、又はプラチナ ( P t ) が含まれている。  
50

## 【0167】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド80d及び/又は第二はんだパッド90dは積層構造であって、はんだパッド80d、90dとはんだ又はAuSnとの共晶接合時に発生する応力によってはんだパッド80d、90dと半導体積層10aとの間の絶縁層に亀裂が発生することを防止するために、積層構造が高展延性層と低展延性層を有する。高展延性層と低展延性層は、異なるヤング係数(Young's modulus)を有する金属を含む。

## 【0168】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド80d及び/又は第二はんだパッド90dの高展延性層の厚さが低展延性層の厚さより大きい又は等しい。

10

## 【0169】

本発明の別の実施例において、第一はんだパッド80d及び第二はんだパッド90dが積層構造であり、第一電極パンプ810d及び第二電極パンプ910dが積層構造であり、はんだパッドと緩衝パッドの界面接合強度を高めるために、第一はんだパッド80dと第一電極パンプ810dの接する面が同じ金属材料を含み、第二はんだパッド90dと第二電極パンプ910dが接する面が同じ金属材料を含み、例えば、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、チタニウム(Ti)、又はプラチナ(Pt)である。

## 【0170】

本発明の別の実施例において、はんだパッド形成ステップの後、発光デバイス8の製造方法は第四絶縁層形成ステップを含む。物理気相成長又は化学気相成長法などの方法で第一はんだパッド80d及び第二はんだパッド90dの上に第四絶縁層(図示せず)を形成し、さらに、第一はんだパッド80d及び第二はんだパッド90dの上にそれぞれ第一電極パンプ810d及び第二電極パンプ910dを形成し、かつ第四絶縁層が第一はんだパッド80d及び第二はんだパッド90dの側壁を囲む。第四絶縁層は単層又は積層構造であってもよい。第四絶縁層が積層構造の場合、第四絶縁層は屈折率が異なる二種類以上の材料が交互に積み重なって形成されるブラッグ反射器(DBR)構造を含み、特定波長の光を選択的に反射することができる。第四絶縁層の材料は非導電材料によって形成され、例えばSu8、ベンゾシクロブテン(BCB)、パーフルオロシクロブタン(PFCB)、エポキシ樹脂(Epoxy)、アクリル樹脂(Acrylic Resin)、環状オレフィンポリマー(COC)、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリカーボネート(PC)、ポリエーテルイミド(Polyetherimide)、フルオロカーボン重合体(Fluorocarbon Polymer)などの有機材料、又は、例えばシリコン(Silicone)、ガラス(Glass)などの無機材料、又は、例えば酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、窒化ケイ素(SiN<sub>x</sub>)、酸化ケイ素(SiO<sub>x</sub>)、酸化チタニウム(TiO<sub>x</sub>)、若しくはフッ化マグネシウム(MgFx)などの誘電材料である。

20

30

## 【0171】

本発明の一実施例において、第一はんだパッド80d及び第二はんだパッド90dの製造工程の後、直接第一電極パンプ810d及び第二電極パンプ910dの製造工程を行ってもよい。本発明の別の実施例において、第一はんだパッド80d及び第二はんだパッド90dの製造工程の後、まず第四絶縁層形成ステップを行い、次に第一電極パンプ810d及び第二電極パンプ910dの製造工程を行ってもよい。

40

## 【0172】

図35は本発明の一実施例の発光装置の概略図である。上記実施例の半導体発光デバイス1、発光デバイス2、発光デバイス3、発光デバイス4、発光デバイス5、発光デバイス6、発光デバイス7又は発光デバイス8をフリップチップ方法でパッケージ基板51の第一パッド511、第二パッド512上に実装する。第一パッド511、第二パッド512の間は、絶縁材料を含む絶縁部53によって電氣的に絶縁される。フリップチップ実装は、電極形成面と対向する成長基板11a、11bの一方側を主な光取り出し面とする。発光装置の光取り出し効率を上げるために、半導体発光デバイス1、発光デバイス2、発

50

光デバイス 3、発光デバイス 4、発光デバイス 5、発光デバイス 6、発光デバイス 7 又は発光デバイス 8 の周囲に反射構造 5 4 を設けてもよい。

【 0 1 7 3 】

図 3 6 は本発明の一実施例の発光装置の概略図である。電球 6 0 0 はランプカバー 6 0 2、反射ミラー 6 0 4、発光モジュール 6 1 0、ランプベース 6 1 2、放熱シート 6 1 4、接続部 6 1 7 及び電気接続素子 6 1 8 を含む。発光モジュール 6 1 0 は搭載部 6 0 6、及び搭載部 6 0 6 上に位置する複数個の発光デバイス 6 0 8 を有し、複数個の発光デバイス 6 0 8 が前記実施例中の半導体発光デバイス 1、発光デバイス 2、発光デバイス 3、発光デバイス 4、発光デバイス 5、発光デバイス 6、発光デバイス 7 又は発光デバイス 8 であってよい。

10

【 0 1 7 4 】

本発明で例示された各実施例は本発明を説明することのみが目的であり、本発明の範囲を制限するものではない。本発明に対し行った明らかな修正又は変更も本発明の趣旨及び範囲に属する。

【 符号の説明 】

【 0 1 7 5 】

1、2、3、4、5、7 発光デバイス

1 1 a、1 1 b 基板

1 0 a、1 0 b 半導体積層

1 0 1 a、1 0 1 b 第一半導体層

1 0 2 a、1 0 2 b 第二半導体層

1 0 3 a、1 0 3 b 活性層

1 0 0 a、1 0 0 b 孔部

1 0 2 s 表面

1 0 1 1 a、1 0 1 1 b 第一表面

1 0 1 2 a、1 0 1 2 b 第二表面

1 1 0 a 第四絶縁層

1 1 1 a、1 1 1 b 囲み部

2 0 a、2 0 b 第一絶縁層

2 0 0 a、2 0 0 b 第一絶縁層囲みエリア

2 0 1 a、2 0 1 b 第一絶縁層被覆エリア

2 0 2 a、2 0 2 b 第一絶縁層開口

2 0 3 a、2 0 3 b 第一絶縁層開口

3 0 a、3 0 b 透明導電層

3 0 0 b 透明導電層開口

3 0 1 a、3 0 1 b 透明導電層外縁

4 0 a、4 0 b 反射層

4 0 0 b 反射層開口

4 0 1 a、4 0 1 b 反射層外縁

4 1 a、4 1 b バリア層

4 1 0 b バリア層開口

4 1 1 a、4 1 1 b バリア層外縁

5 0 a、5 0 b 第二絶縁層

5 0 1 a、5 0 1 b 第二絶縁層開口

5 0 2 a、5 0 2 b 第二絶縁層開口

5 0 2 0 b 環状開口

5 0 2 1 b 側壁

6 0 a、6 0 b 接触層

6 0 0 a、6 0 0 b シンプルエリア

6 0 2 a 接触層開口

20

30

40

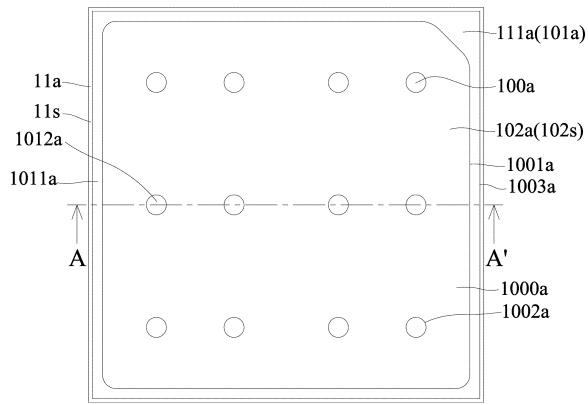
50



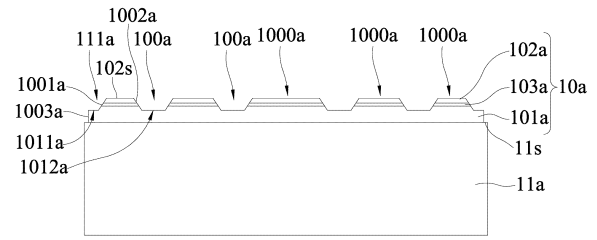
6 0 1 b	第一接触層	
6 0 1 1 b	第一接触層側壁	
6 0 2 b	第二接触層	
6 0 2 1 b	第二接触層側壁	
7 0 a、7 0 b	第三絶縁層	
7 0 1 a、7 0 2 a	第三絶縁層開口	
7 0 1 b、7 0 2 b	第三絶縁層開口	
8 0 a、8 0 b	第一はんだパッド	
9 0 a、9 0 b	第二はんだパッド	
8 0 0 a	第一はんだパッド開口	10
8 0 1 b	第一凸部	
8 0 2 a	第一側辺	
8 0 2 b	第一凹部	
8 0 3 b	第一平辺	
8 0 4 a	第一凹部	
8 0 5 a	第一上層はんだパッド	
8 0 7 a	第一下層はんだパッド	
8 1 0 a	第一緩衝パッド	
9 0 0 a	第二はんだパッド開口	
9 0 1 b	第二凸部	20
9 0 2 a	第二側辺	
9 0 2 b	第二凹部	
9 0 3 b	第二平辺	
9 0 4 a	第二凹部	
9 0 5 a	第二上層はんだパッド	
9 0 7 a	第二下層はんだパッド	
9 1 0 a、9 1 0 b	第二緩衝パッド	
1 0 0 0 a、1 0 0 0 b	半導体構造	
1 0 0 1 a、1 0 0 1 b	第二外側壁	
1 0 0 2 a、1 0 0 2 b	内側壁	30
1 0 0 3 a、1 0 0 3 b	第一外側壁	
5 1	パッケージ基板	
5 1 1	第一パッド	
5 1 2	第二パッド	
5 3	絶縁部	
5 4	反射構造	
6 0 0	電球	
6 0 2	ランプカバー	
6 0 4	反射ミラー	
6 0 6	搭載部	40
6 0 8	発光デバイス	
6 1 0	発光モジュール	
6 1 2	ランプベース	
6 1 4	放熱シート	
6 1 7	接続部	
6 1 8	電気接続素子	

【図面】

【図 1 A】

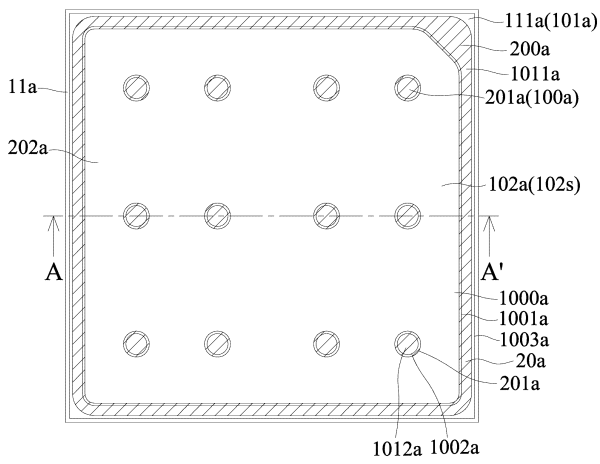


【図 1 B】

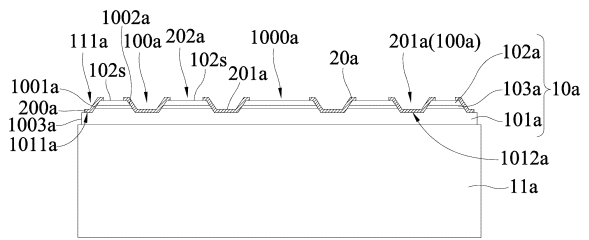


10

【図 2 A】



【図 2 B】



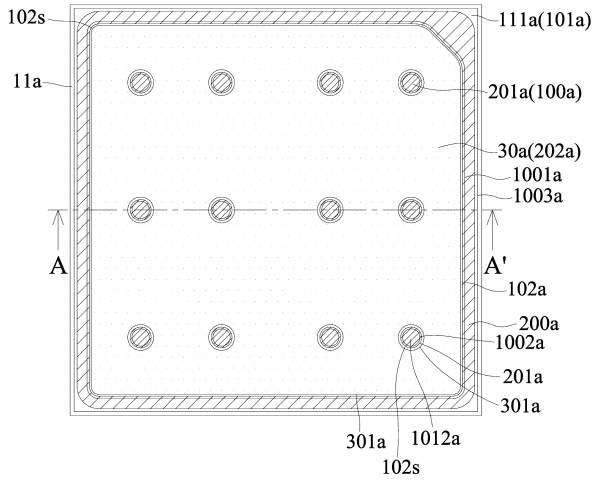
20

30

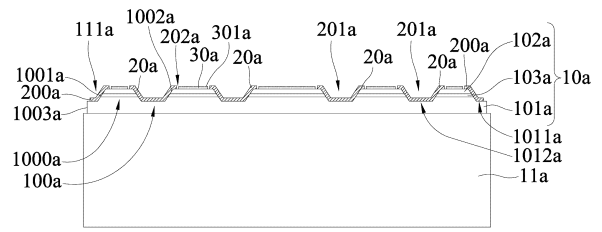
40

50

【 図 3 A 】

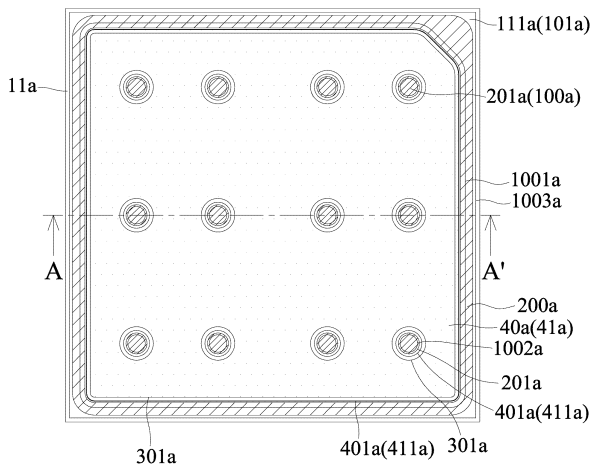


【 図 3 B 】

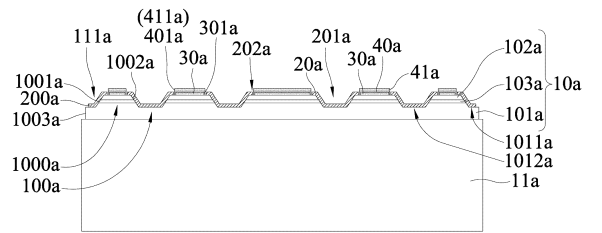


10

【 図 4 A 】



【 図 4 B 】



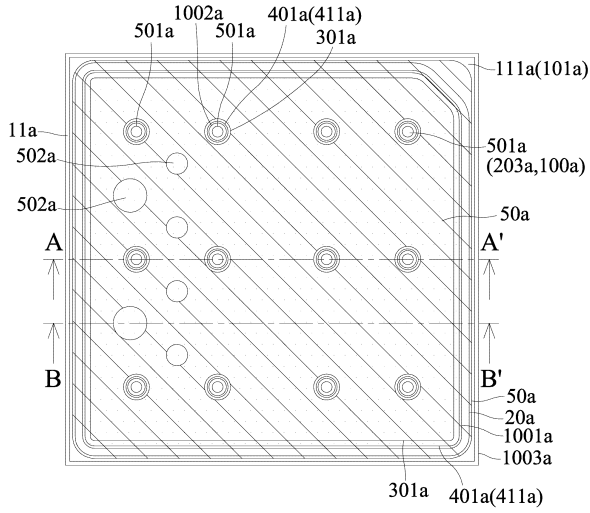
20

30

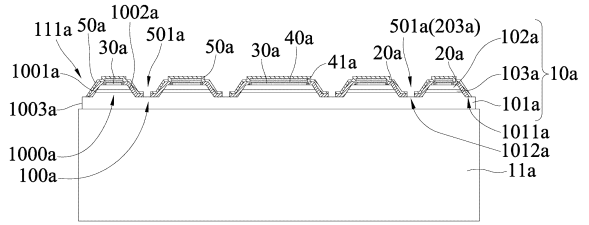
40

50

【 図 5 A 】

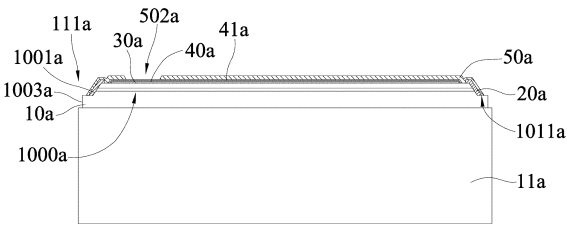


【 図 5 B 】

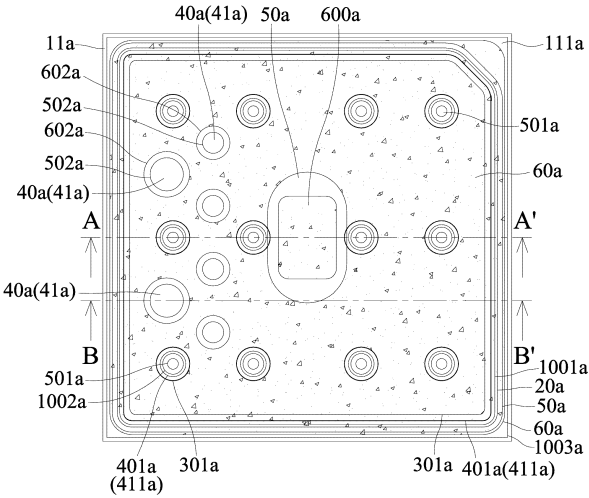


10

【 図 5 C 】



【 図 6 A 】



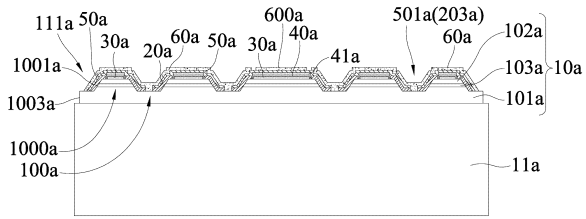
20

30

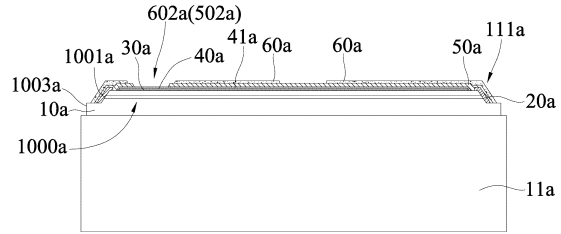
40

50

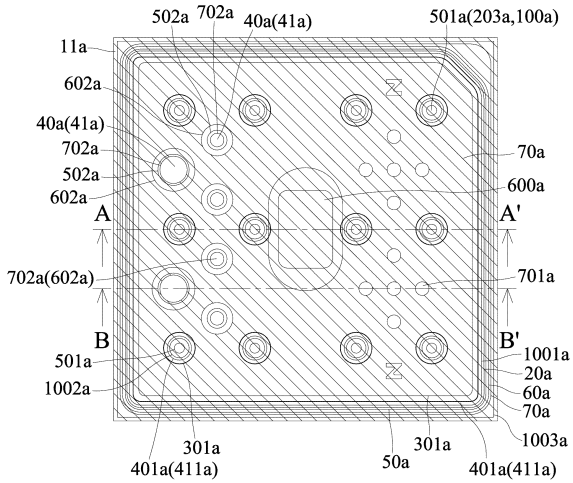
【 図 6 B 】



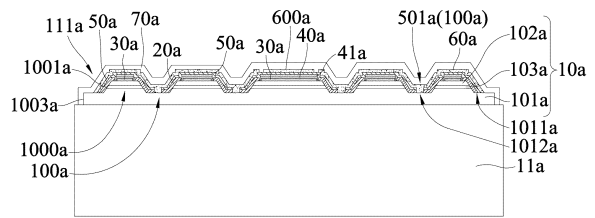
【 図 6 C 】



【 図 7 A 】



【 図 7 B 】



10

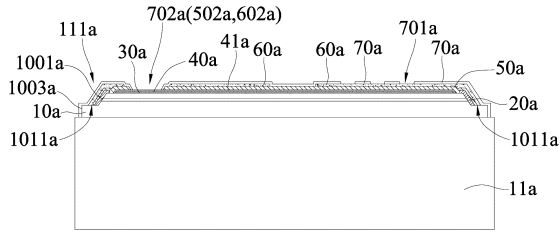
20

30

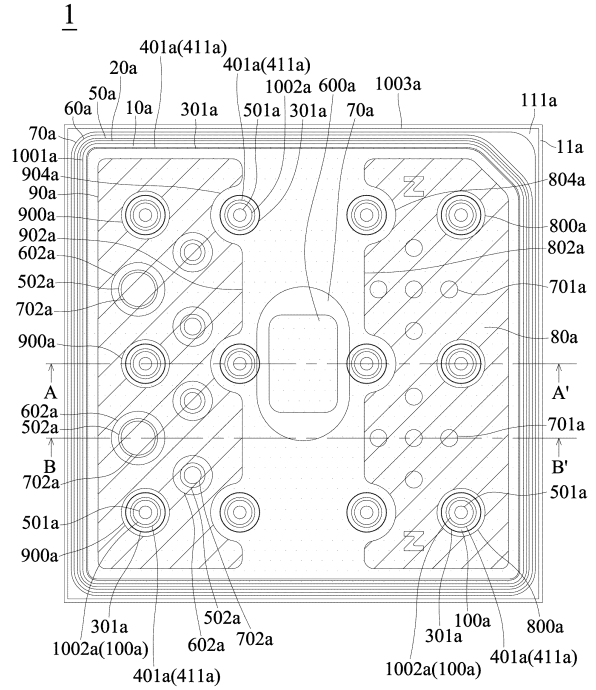
40

50

【 図 7 C 】



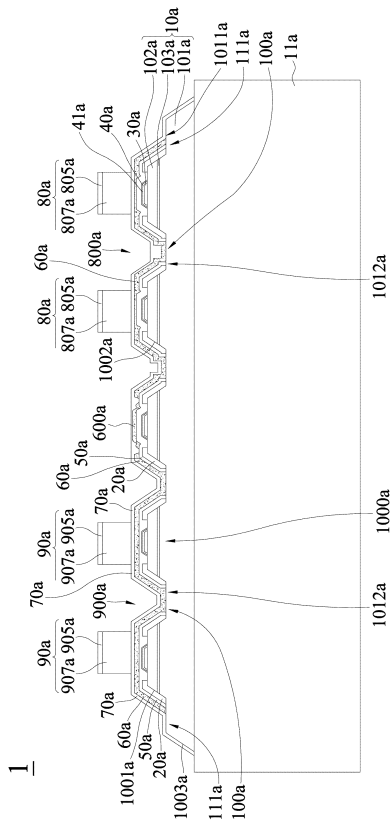
【 図 8 】



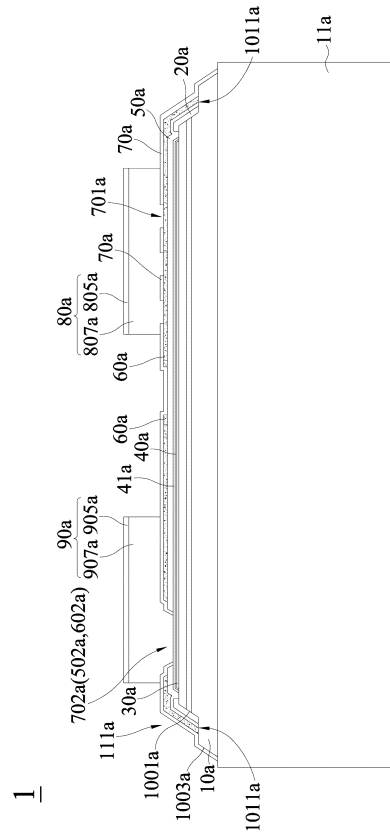
10

20

【 図 9 A 】



【 図 9 B 】

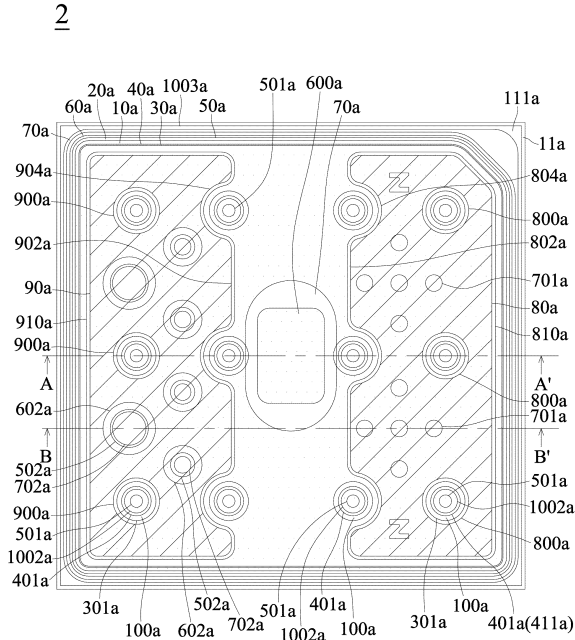


30

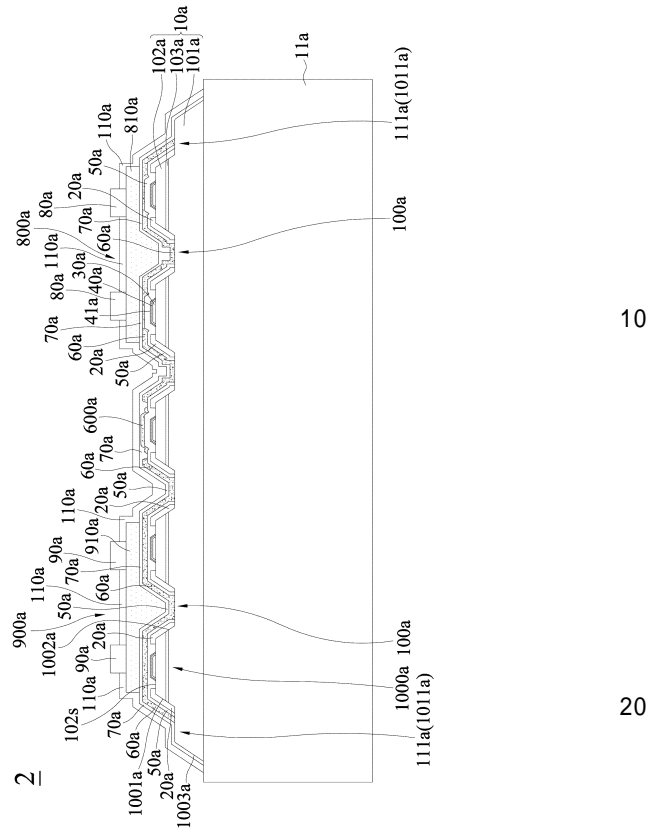
40

50

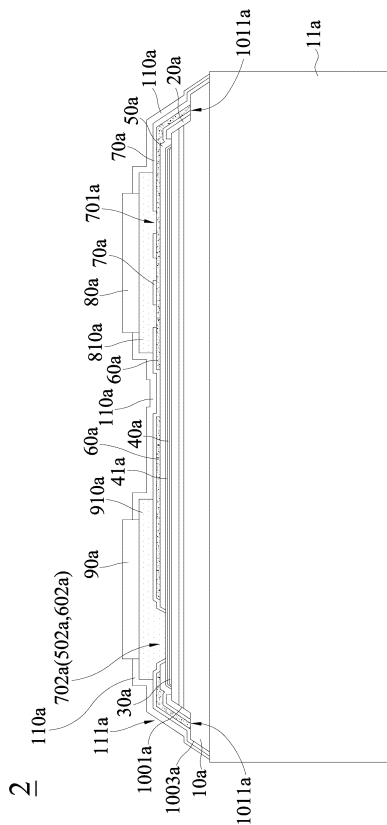
【図 10】



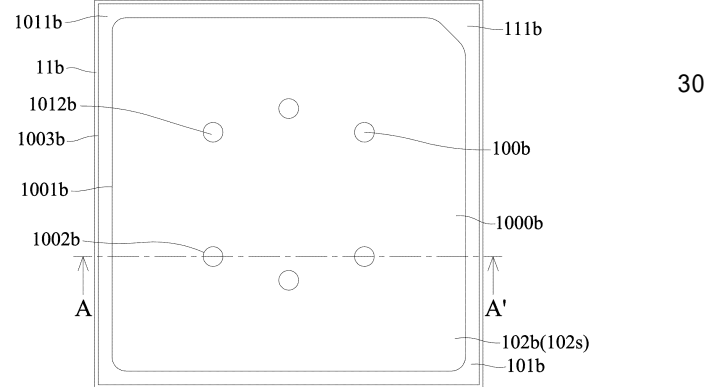
【図 11 A】



【図 11 B】



【図 12 A】



10

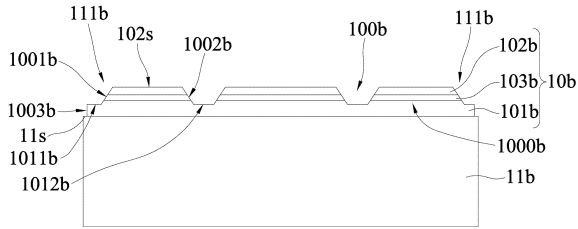
20

30

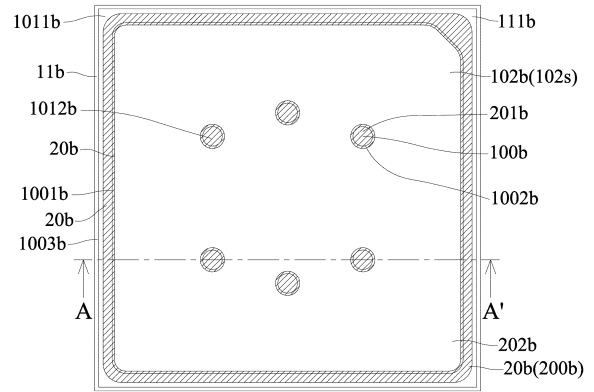
40

50

【図 1 2 B】

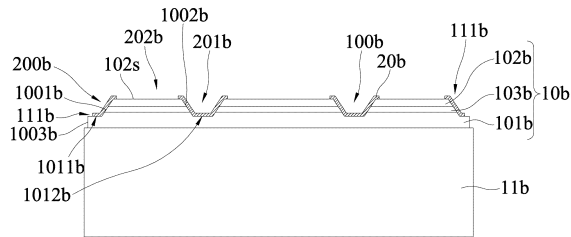


【図 1 3 A】

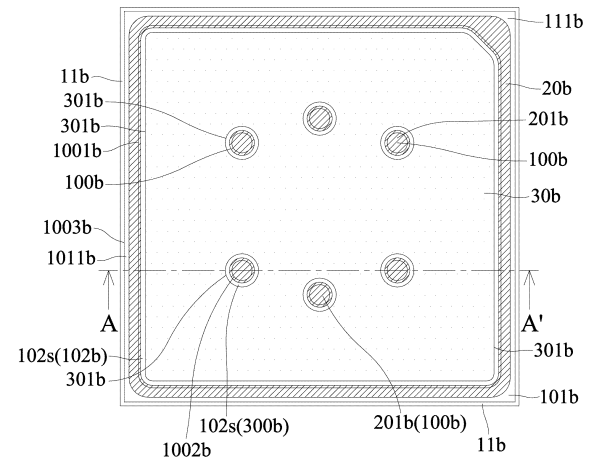


10

【図 1 3 B】



【図 1 4 A】



20

30

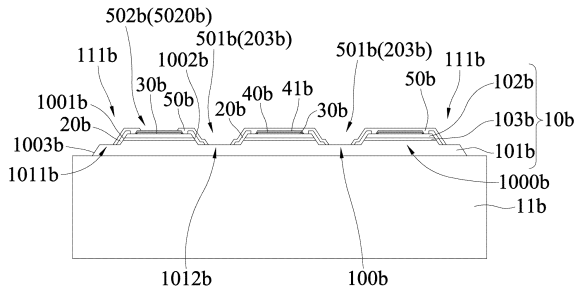
40

50

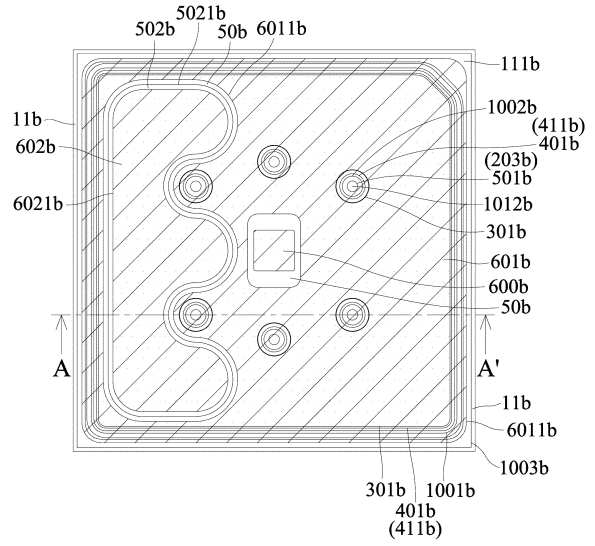




【図 16 B】

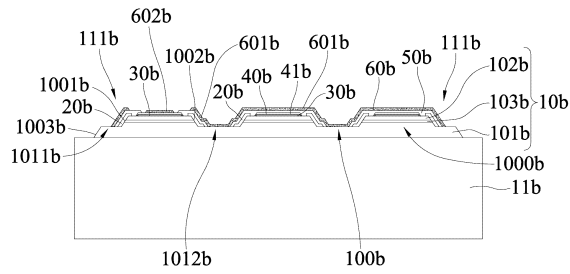


【図 17 A】

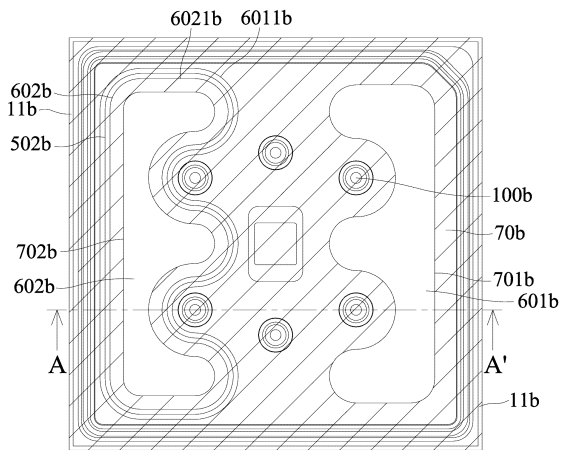


10

【図 17 B】



【図 18 A】



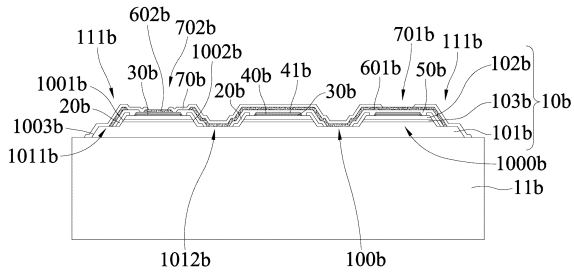
20

30

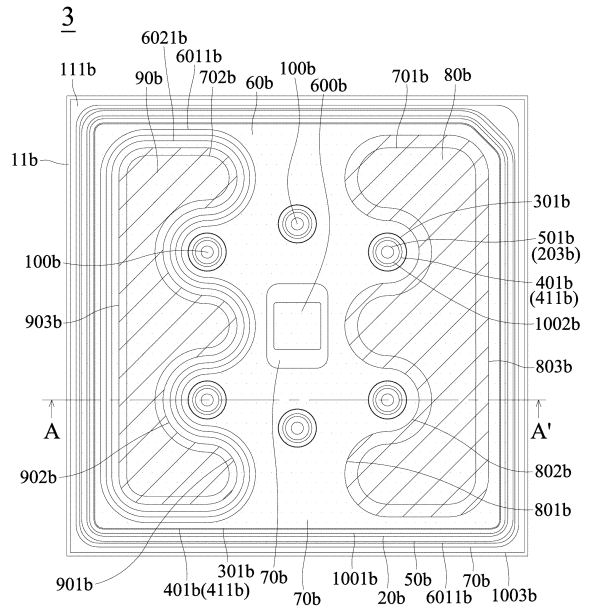
40

50

【図 18 B】



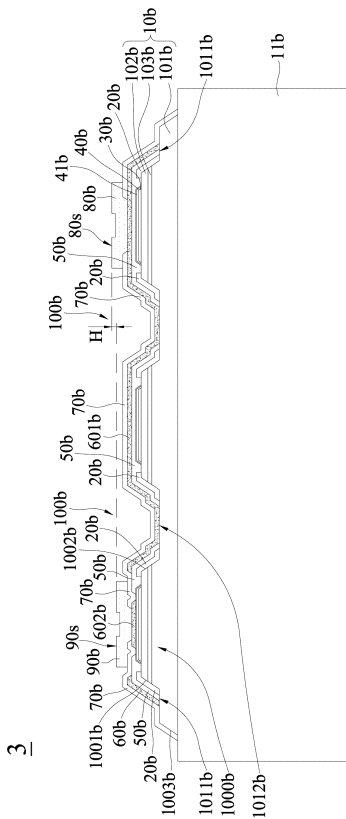
【図 19】



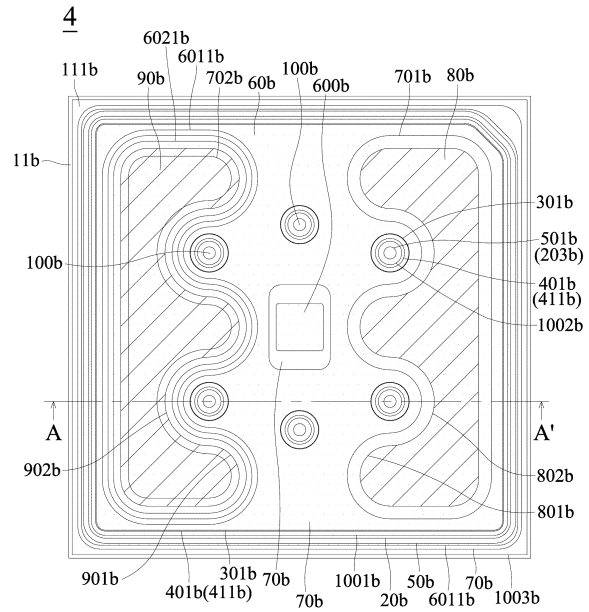
10

20

【図 20】



【図 21】

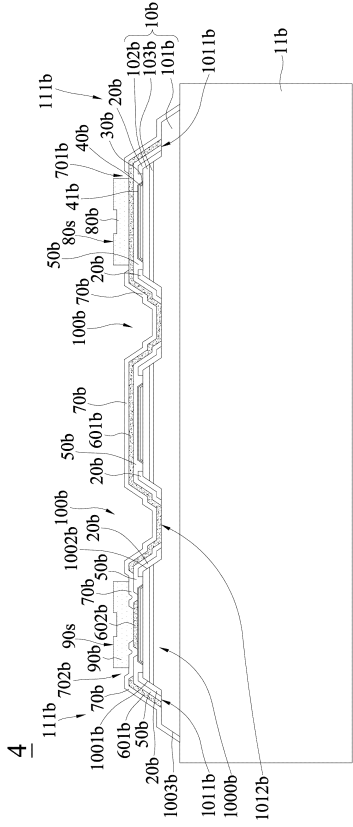


30

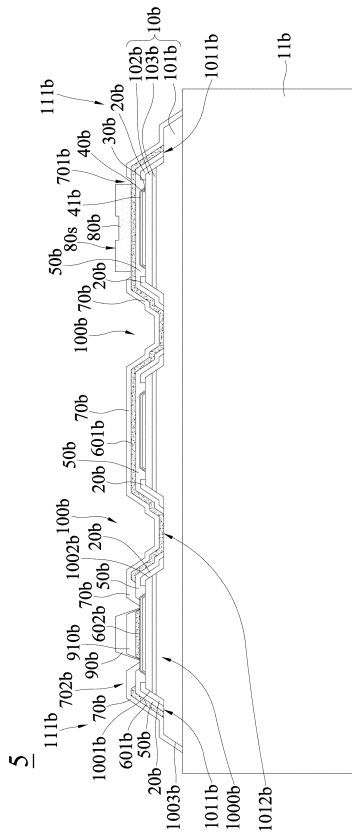
40

50

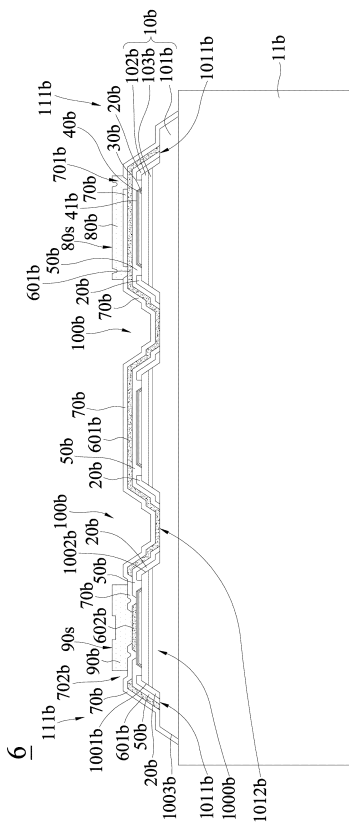
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



10

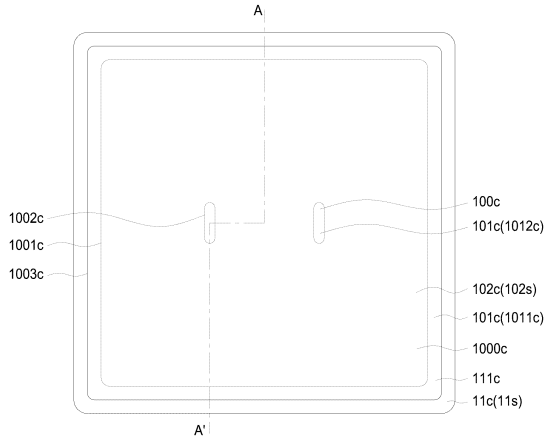
20

30

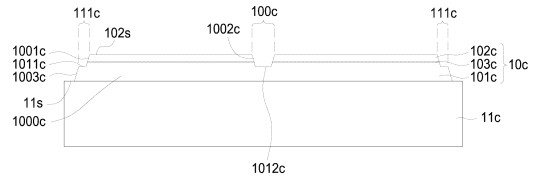
40

50

【 2 6 A 】

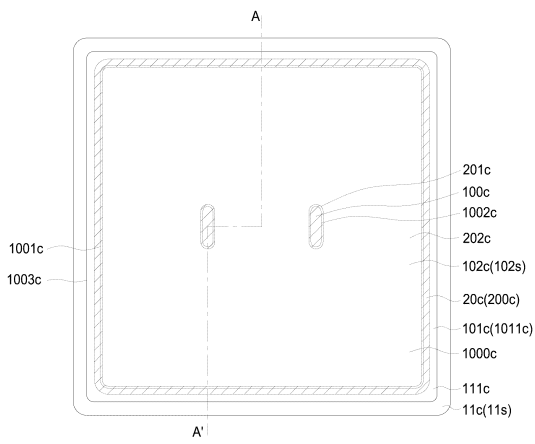


【 2 6 B 】

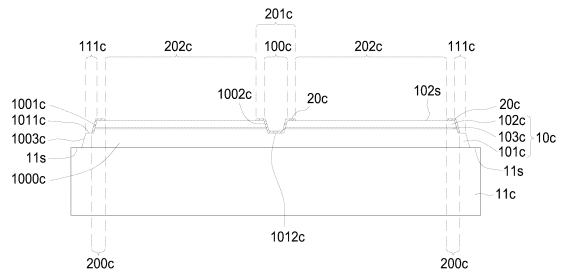


10

【 2 7 A 】



【 2 7 B 】



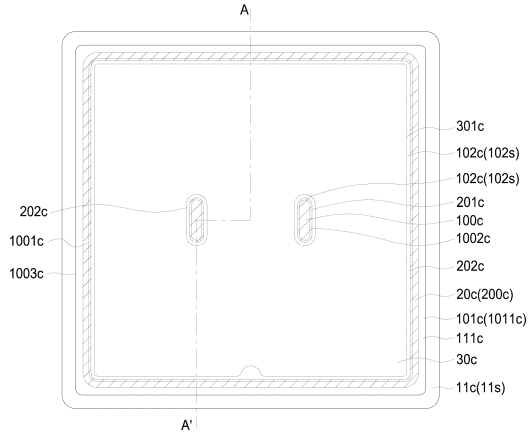
20

30

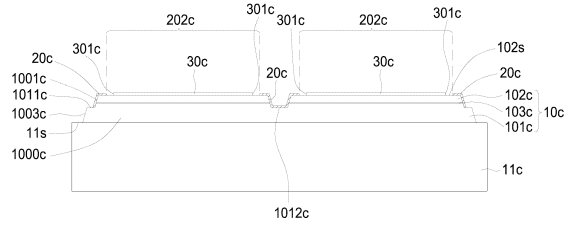
40

50

【図 28 A】

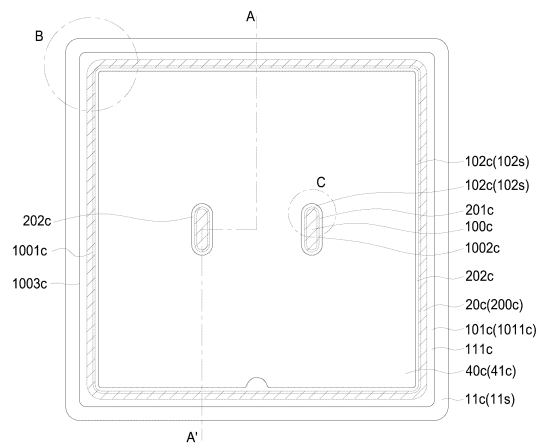


【図 28 B】

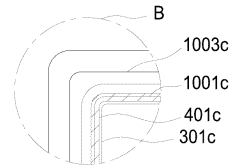


10

【図 29 A】

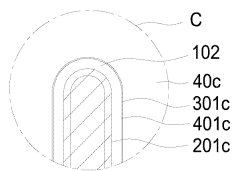


【図 29 B】

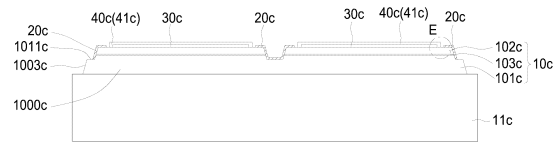


20

【図 29 C】



【図 29 D】

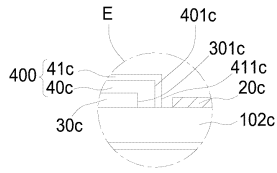


30

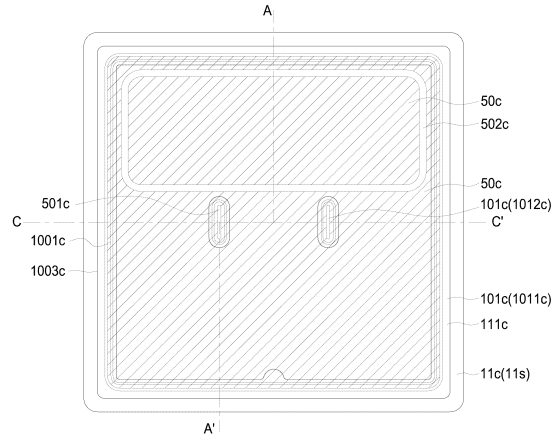
40

50

【図 29 E】

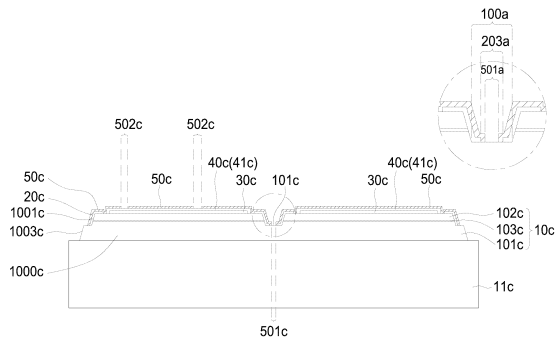


【図 30 A】

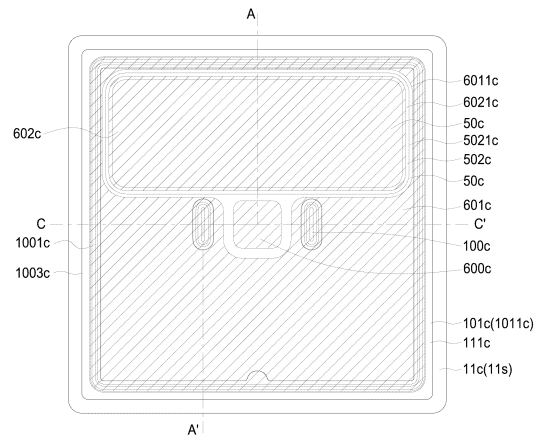


10

【図 30 B】



【図 31 A】



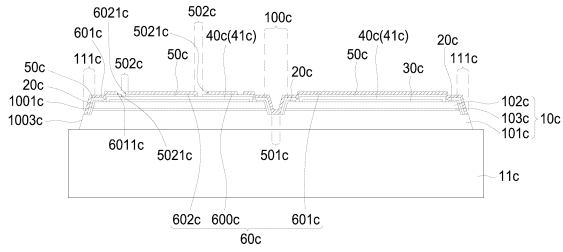
20

30

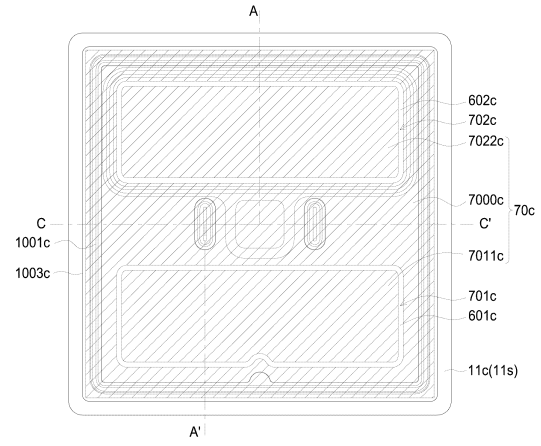
40

50

【 3 1 B 】

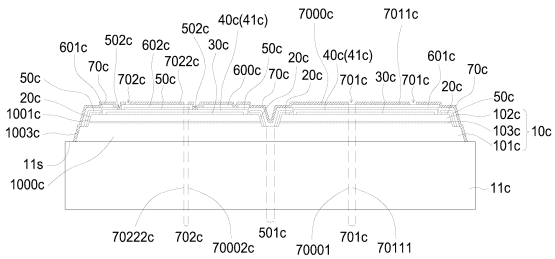


【 3 2 A 】

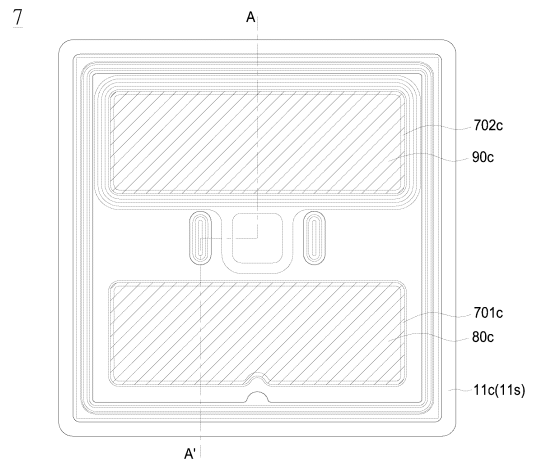


10

【 3 2 B 】



【 3 3 A 】



20

30

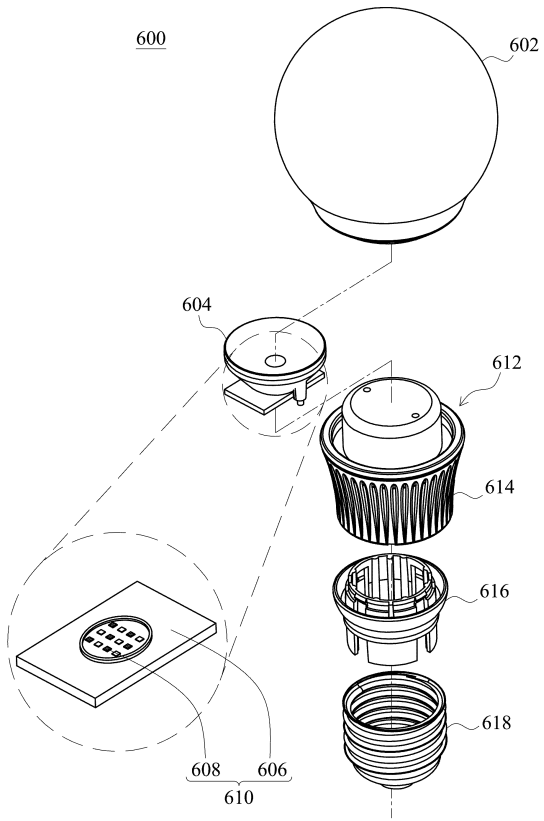
40

50





【 図 3 6 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(31)優先権主張番号 105120263

(32)優先日 平成28年6月28日(2016.6.28)

(33)優先権主張国・地域又は機関

台湾(TW)

(72)発明者 チェン, チャオ - シン

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 ワン, ジア - クエン

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 チュアン, ウェン - フン

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 ツェン, ズユ - ヤオ

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 ル, チェン - リン

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 シュ, チ - シアン

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 チアン, ツン - シュン

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 フ, ボ - ジウン

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 リー, クアン - イー

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 リン, ユ - リン

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 シェン, チエン - フ

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

(72)発明者 コ, ツン - カイ

台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・ロード 5

合議体

審判長 山村 浩

審判官 松川 直樹

審判官 野村 伸雄

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0252390(US, A1)

米国特許出願公開第2015/0171298(US, A1)

特開2014-241401(JP, A)

特開2009-259904(JP, A)

国際公開第2007/072871(WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
H01L33/00-33/64