



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I629777 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 11 日

(21) 申請案號：106142792

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 06 日

(51) Int. Cl. : **H01L27/15 (2006.01)**

(71) 申請人：晶元光電股份有限公司 (中華民國) EPISTAR CORPORATION (TW)

新竹市東區新竹科學工業園區力行五路 5 號

(72) 發明人：楊宗憲 YANG, TSUNG-HSIEN (TW) ; 巫漢敏 WU, HAN-MIN (TW) ; 王誌賢 WANG, JHIH-SIAN (TW) ; 陳怡名 CHEN, YI-MING (TW) ; 徐子傑 HSU, TZU-CHIEH (TW)

(56) 參考文獻：

US 2008/0083929A1

US 2011/0089444A1

US 2011/0215350A1

US 2011/0272726A1

審查人員：王世賢

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：14 共 27 頁

(54) 名稱

發光二極體

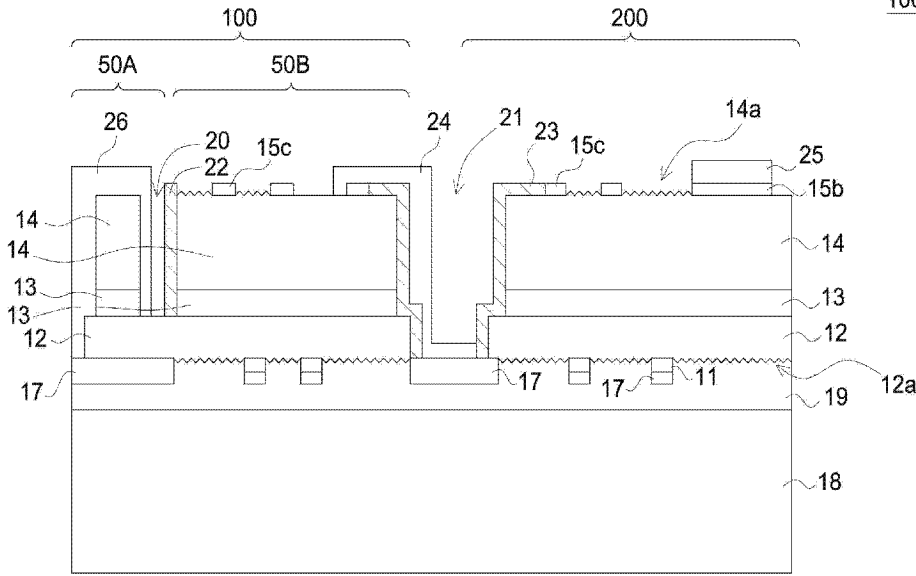
LIGHT-EMITTING DIODE

(57) 摘要

本發明提供一發光二極體，包含：一第一發光二極體，包含：一第一區域，其包含一側壁；一第二區域；及一第一隔絕道，其包含一介於第一區域以及第二區域之間的電極絕緣層。發光二極體更包含一電極連接層覆蓋第一區域；一電性連接結構覆蓋第二區域；及一位於電性連接結構下的電性連接層，且電性連接層直接接觸電性連接結構，其中第一區域及第二區域各依序包含：一第一導電型半導體層、一活性層及一第二導電型半導體層，且電極連接層覆蓋第一區域的側壁。

The application provides a light-emitting diode comprising a first light-emitting structure, comprising: a first area comprising a sidewall; a second area; and a first isolation path having an electrode isolation layer between the first area and the second area. The light-emitting diode further comprises an electrode contact layer covering the first area; an electrical connecting structure covering the second area; and an electrical contact layer under the electrical connecting structure, wherein the electrical contact layer directly contacts the electrical connecting structure; wherein each of the first area and the second area sequentially comprises a first conductive type semiconductor layer, an active layer, and a second conductive type semiconductor layer, and the electrode contact layer covers the sidewall of the first area.

指定代表圖：



第12圖

符號簡單說明：

1000

- 11 . . . 第一導電型接觸層
- 12 . . . 第一導電型半導體層
- 12a . . . 下平面
- 13 . . . 活性層
- 14 . . . 第二導電型半導體層
- 14a . . . 上平面
- 15b . . . 第二電性電極
- 15c . . . 第二電性延伸電極
- 17 . . . 電性連接層
- 18 . . . 永久基板
- 19 . . . 接合層
- 20 . . . 第一隔絕道
- 21 . . . 第二隔絕道
- 22 . . . 電極絕緣層
- 23 . . . 絕緣結構
- 24 . . . 電性連接結構
- 25 . . . 第二電性焊接墊
- 26 . . . 電極連接層
- 100 . . . 第一發光二極體
- 50A . . . 第一區域
- 50B . . . 第二區域
- 200 . . . 第二發光二極體
- 1000 . . . 發光二極體陣列

【發明說明書】

【中文發明名稱】 發光二極體

【英文發明名稱】 LIGHT-EMITTING DIODE

【技術領域】

【0001】 本發明關於一種發光二極體結構及其製造方法，特別是關於一種利用電極絕緣層來改善漏電現象的結構及其製造方法。

【先前技術】

【0002】 發光二極體是半導體元件中一種被廣泛使用的光源。相較於傳統的白熾燈泡或螢光燈管，發光二極體具有省電及使用壽命較長的特性，因此逐漸取代傳統光源而應用於各種領域，如交通號誌、背光模組、路燈照明、醫療設備等產業。

【0003】 隨著發光二極體光源的應用與發展對於亮度的需求越來越高，如何增加其發光效率以提高其亮度，便成為產業界所共同努力的重要方向。

【0004】 第14圖描述了現有技術中用於半導體發光元件的LED封裝體300：包括由封裝結構1封裝的半導體LED 晶片2，其中半導體LED 晶片2具有一p-n界面3，封裝結構1通常是熱固性材料，例如環氧樹脂(epoxy)或者熱塑膠材料。半導體LED 晶片2透過一焊線(wire) 4與兩導電支架5、6連接。因為環氧樹脂(epoxy)在高溫中會有劣化(degrading)現象，因此只能在低溫環境運作。此外，環氧樹脂(epoxy)具很高的熱阻(thermal resistance)，使得第14圖的結構只提供了半導體LED 晶片2高阻值的熱散逸途徑，而限制了LED封裝體 1的低功耗應用。

【發明內容】

【0005】 本發明提供一發光二極體，包含：一第一發光二極體，包含：一第一區域，其包含一側壁；一第二區域；及一第一隔絕道，其包含一介於第一區域以及第二區域之間的電極絕緣層。發光二極體更包含一電極連接層覆蓋第一區域；一電性連接結構覆蓋第二區域；及一位於電性連接結構下的電性連接層，且電性連接層直接接觸電性連接結構，其中第一區域及第二區域各依序包含：一第一導電型半導體層、一活性層及一第二導電型半導體層，且電極連接層覆蓋第一區域的側壁。

【圖式簡單說明】

【0006】 第1-12圖係本發明第一實施例之發光二極體陣列之結構剖面示意圖。

【0007】 第13圖係本發明第二實施例之發光二極體陣列上視圖。

【0008】 第14圖係習知之發光元件結構圖。

【實施方式】

【0009】 本發明之實施例會被詳細地描述，並且繪製於圖式中，相同或類似的部分會以相同的號碼在各圖式以及說明出現。

【0010】 為了使本發明之敘述更加詳盡與完備，請參照下列描述並配合第1圖至第13圖之圖式。依據本發明第一實施例之發光二極體陣列1000之結構及製造步驟如下：如第1圖所示，提供一成長基板10，例如砷化鎵基板；複數個發光二極體直接磊晶成長於此基板上。本實施例中發光二極體單元為100、200二個，但並不以此數目為限。其中，每一個發光二極體包含一第一導電型接觸層11、第一導電型半導體層12、一活性層13、以及一第二導電型半導體層14，如第2圖所

示。其中，第一導電型接觸層11可為n型砷化鎵(n-GaAs)；第一導電型半導體層12、一活性層13、以及一第二導電型半導體層14其材料包含一種或一種以上之元素選自鎵(Ga)、鋁(Al)、銦(In)、砷(As)、磷(P)、氮(N)以及矽(Si)所構成群組；例如可為磷化鎵(GaP)或磷化鋁鎵銦(AlGaInP)。

【0011】於第二導電型半導體層14之上利用蒸鍍方式分別於選擇性區域形成電極結構，例如：至少一第二電性電極15b及複數個第二電性延伸電極15c。再於此些電極之上接合一暫時基板16後，移除成長基板10，如第3、4圖所示；其中暫時基板16可為玻璃。利用微影蝕刻製程將第一導電型接觸層11部份移除以形成複數個點狀結構並露出部分第一導電型半導體層12之下表面12a，再分別於部分下表面12a及複數個第一導電型接觸層11點狀結構之下形成一電性連接層17，如第5圖所示。上述第二電性電極15b及複數個第二電性延伸電極15c之材料可選自：鉻(Cr)、鈦(Ti)、鎳(Ni)、鉑(Pt)、銅(Cu)、金(Au)、鋁(Al)、鎢(W)、錫(Sn)、或銀(Ag)等金屬材料。電性連接層17之材料可為鍺/金。

【0012】利用濕式蝕刻法將第一導電型半導體層12之下表面12a蝕刻成一粗糙平面，如第6圖所示。另外提供一永久基板18，例如氧化鋁基板；並於此基板之上形成一接合層19，以形成如第7圖之結構；或於第一導電型半導體層12之下表面12a形成一接合層19(圖未示)，再以接合層19將永久基板18接合於第一導電型半導體層12之下表面12a之下，使第6、7圖結構二者接合為一體，並使複數個第一導電型接觸層點狀結構11及電性連接層17介於第一導電型半導體層12之下表面12a與接合層19之間，如第8圖所示。將暫時基板16移除，以裸露出第二電性電極15b、複數個第二電性延伸電極15c及部分第二導電型半導體層14之上表面14a，如第9圖所示。以感應耦合電漿離子蝕刻系統(Inductively Coupled Plasma

Reactive Ion Etching System)由上向下乾式蝕刻第二導電型半導體層14、活性層13至裸露出第一導電型半導體層12之部分表面以形成一第一隔絕道20及一第二隔絕道21;其中第一隔絕道20將第一發光二極體100分隔為一第一區域50A及一第二區域50B,且此二區域之距離不小於 $25\ \mu\text{m}$ 。第二隔絕道21則位於第一發光二極體100與第二發光二極體200之間。再利用乾式蝕刻或濕式蝕刻方法將第二導電型半導體層14之上表面14a蝕刻成一粗糙平面,如第10圖所示。再次以感應耦合電漿離子蝕刻系統將第二隔絕道21中的部份第一導電型半導體層12蝕刻並移除。因前後二次乾式蝕刻速率不同,造成第二隔絕道21中的第二導電型半導體層14、活性層13及第一導電型半導體層12之側壁形成一階梯狀,如第11圖所示。

【0013】於第一隔絕道20中,沿著第二區域50B的側壁以蒸鍍方法形成一電極絕緣層22,且此電極絕緣層22的高度大於第二區域50B的側壁高度。於第二隔絕道21中,沿著第二區域50B的部份上表面及側壁以蒸鍍方法形成一絕緣結構23及沿著第二發光二極體200的部份上表面及側壁以蒸鍍方法形成另一絕緣結構23,其中電極絕緣層22和絕緣結構23的材料可為氧化矽,氮化矽,氧化鋁,氧化鋯,或氧化鈦等介電材料。再形成一電極連接層26包覆第一區域50A之側壁及上表面,其中電極連接層26材料可為鈦-金。因電極連接層26與第一發光二極體100之第一導電型半導體層12、活性層13及第二導電型半導體層14之間無法形成電性歐姆接觸,需藉由電性連接層17才能與第一導電型半導體層12形成電性歐姆接觸。在第二隔絕道21中,於第二區域50B的絕緣結構23之上方、側壁及第二隔絕道21底部形成一電性連接結構24;其中第一發光二極體100之第二導電型半導體層14藉由此電性連接結構24及電性連接層17與第二發光二極體200之第一導電型半導體層12形成串聯之電性連接。再於第二電性電極15b之上形成一第二電性焊

接墊25。另外，電極連接層26可作為第一電性焊接墊之用，當電極連接層26和第二電性焊接墊25外接電源形成電性連接(圖未示)時，外接電源提供的電流可從電極連接層26經由電性連接層17流經發光二極體100之第一導電型半導體層12、活性層13、第二導電型半導體層14，並藉由電性連接結構24流至發光二極體200。其中電極連接層26及電性連接結構24可與此第二電性焊接墊25同時以蒸鍍方式形成，且組成材料可以相同。經由上述製程步驟後形成一具有二個發光二極體100，200串聯而成之發光二極體陣列1000。發光二極體100被第一隔絕道20分隔成一第一區域50A及一第二區域50B；其中第一區域50A被一電極連接層26所包覆。第二電性焊接墊25位於第二發光二極體200之部份上表面14a上，且電極連接層26之上表面與第二電性焊接墊25之上表面可位於相同的水平高度。

【0014】第13圖為本發明第二實施例之發光二極體陣列2000上視圖，其為包含第一發光二極體100及第二發光二極體200等共10個發光二極體且彼此電性串聯之發光二極體陣列。如第13圖所示，發光二極體陣列2000包含一基板30，具有一第一表面30a；10個發光二極體位於此第一表面上，包含第一發光二極體100及第二發光二極體200；複數個導電配線結構40配置在第一表面上，電性連接此些發光二極體；二電性焊接墊50，60位於第一表面上，且二電性焊接墊與一外接電源電性連接(圖未示)；一隔絕道70位於任一電性焊接墊(例如:焊接墊50)與任一發光二極體(例如:發光二極體100)之間；其中此電性焊接墊與發光二極體之距離不小於 $25\ \mu\text{m}$ 。當此電性焊接墊與發光二極體之距離過小時，在發光二極體蝕刻步驟時易有半導體物質殘留於發光二極體側壁上，造成漏電現象。此時於隔絕道70中於發光二極體的側壁形成一電極絕緣層80，可改善此現象。其中基板30係為一承載基礎，可包含導電基板或不導電基板、透光基板或不透光基板。

【0015】 上述第一導電型半導體層12及第二導電型半導體層14係彼此中至少二個部分之電性、極性或摻雜物相異、或者係分別用以提供電子與電洞之半導體材料單層或多層（「多層」係指二層或二層以上，以下同），其電性選擇可以為p型、n型、及i型中至少任意二者之組合。活性層13係位於第一導電型半導體層12及第二導電型半導體層14之間，為電能與光能可能發生轉換或被誘發轉換之區域。

【0016】 依據本發明之實施例中所述之發光二極體其發光頻譜可以藉由改變半導體單層或多層之物理或化學要素進行調整。常用之材料係如磷化鋁鎵銦（AlGaInP）系列、氮化鋁鎵銦（AlGaInN）系列、氧化鋅（ZnO）系列等。活性層(未顯示)之結構係如：單異質結構（single heterostructure；SH）、雙異質結構（double heterostructure；DH）、雙側雙異質結構（double-side double heterostructure；DDH）、或多層量子井（multi-quantum well；MQW）。再者，調整量子井之對數亦可以改變發光波長。

【0017】 於本發明之一實施例中，第一導電型接觸層11與成長基板10間尚包含一緩衝層(圖未示)。此緩衝層係介於二種材料系統之間，使基板之材料系統”過渡”至半導體系統之材料系統。對發光二極體之結構而言，一方面，緩衝層係用以降低二種材料間晶格不匹配之材料層。另一方面，緩衝層亦可以是用以結合二種材料或二個分離結構之單層、多層或結構，其可選用之材料係如：有機材料、無機材料、金屬、及半導體等；其可選用之結構係如：反射層、導熱層、導電層、抗形變層、應力釋放(stress release)層、應力調整(stress adjustment)層、接合(bonding)層、波長轉換層、及機械固定構造等。在一實施例中，此

緩衝層之材料可為AlN、GaN、GaInP、InP、GaAs、AlAs，且形成方法可為濺鍍(Sputter)或原子層沉積(Atomic Layer Deposition, ALD)。

【0018】第二導電型半導體層14上更可選擇性地形成一第二導電型接觸層(未顯示)。接觸層係設置於第二導電型半導體層遠離活性層13之一側。具體而言，第二導電型接觸層可以為光學層、電學層、或其二者之組合。光學層係可以改變來自於或進入活性層(未顯示)的電磁輻射或光線。在此所稱之「改變」係指改變電磁輻射或光之至少一種光學特性，前述特性係包含但不限於頻率、波長、強度、通量、效率、色溫、演色性(rendering index)、光場(light field)、及可視角(angle of view)。電學層係可以使得第二導電型接觸層之任一組相對側間之電壓、電阻、電流、電容中至少其一之數值、密度、分布發生變化或有發生變化之趨勢。第二導電型接觸層之構成材料係包含氧化物、導電氧化物、透明氧化物、具有50%或以上穿透率之氧化物、金屬、相對透光金屬、具有50%或以上穿透率之金屬、有機質、無機質、螢光物、磷光物、陶瓷、半導體、摻雜之半導體、及無摻雜之半導體中至少其一。於某些應用中，第二導電型接觸層之材料係為氧化銻錫、氧化鎘錫、氧化銻錫、氧化銻鋅、氧化鋅鋁、與氧化鋅錫中至少其一。若為相對透光金屬，其厚度係約為 $0.005\ \mu\text{m}$ ~ $0.6\ \mu\text{m}$ 。

【0019】以上各圖式與說明雖僅分別對應特定實施例，然而，各個實施例中所說明或揭露之元件、實施方式、設計準則、及技術原理除在彼此顯相衝突、矛盾、或難以共同實施之外，吾人當可依其所需任意參照、交換、搭配、協調、或合併。

【0020】 雖然本發明已說明如上，然其並非用以限制本發明之範圍、實施順序、或使用之材料與製程方法。對於本發明所作之各種修飾與變更，皆不脫本發明之精神與範圍。

【符號說明】

【0021】

- 1：封裝結構
- 2：發光二極體晶片
- 3：p-n接面
- 4：焊線
- 5，6：導電支架
- 10：成長基板
- 11：第一導電型接觸層
- 12：第一導電型半導體層
- 12a：下平面
- 13：活性層
- 14：第二導電型半導體層
- 14a：上平面
- 15b：第二電性電極
- 15c：第二電性延伸電極
- 16：暫時基板
- 17：電性連接層

- 18：永久基板
- 19：接合層
- 20：第一隔絕道
- 21：第二隔絕道
- 22：電極絕緣層
- 23：絕緣結構
- 24：電性連接結構
- 25：第二電性焊接墊
- 26:電極連接層
- 30：基板
- 30a：第一表面
- 40：導電配線結構
- 50，60：電性焊接墊
- 50A:第一區域
- 50B:第二區域
- 70：隔絕道
- 80：電極絕緣層
- 100：第一發光二極體
- 200：第二發光二極體
- 300：發光二極體封裝體
- 1000，2000：發光二極體陣列



【發明摘要】

【中文發明名稱】 發光二極體

【英文發明名稱】 LIGHT-EMITTING DIODE

【中文】

本發明提供一發光二極體，包含：一第一發光二極體，包含：一第一區域，其包含一側壁；一第二區域；及一第一隔絕道，其包含一介於第一區域以及第二區域之間的電極絕緣層。發光二極體更包含一電極連接層覆蓋第一區域；一電性連接結構覆蓋第二區域；及一位於電性連接結構下的電性連接層，且電性連接層直接接觸電性連接結構，其中第一區域及第二區域各依序包含：一第一導電型半導體層、一活性層及一第二導電型半導體層，且電極連接層覆蓋第一區域的側壁。

【英文】

The application provides a light-emitting diode comprising a first light-emitting structure, comprising: a first area comprising a sidewall; a second area; and a first isolation path having an electrode isolation layer between the first area and the second area. The light-emitting diode further comprises an electrode contact layer covering the first area; an electrical connecting structure covering the second area; and an electrical contact layer under the electrical connecting structure, wherein the electrical contact layer directly contacts the electrical connecting structure; wherein each of the first area and the second area sequentially comprises a first conductive type semiconductor layer, an active layer,

and a second conductive type semiconductor layer, and the electrode contact layer covers the sidewall of the first area.

【指定代表圖】 第12圖。

【代表圖之符號簡單說明】

11：第一導電型接觸層

12：第一導電型半導體層

12a：下平面

13：活性層

14：第二導電型半導體層

14a：上平面

15b：第二電性電極

15c：第二電性延伸電極

17：電性連接層

18：永久基板

19：接合層

20：第一隔絕道

21：第二隔絕道

22：電極絕緣層

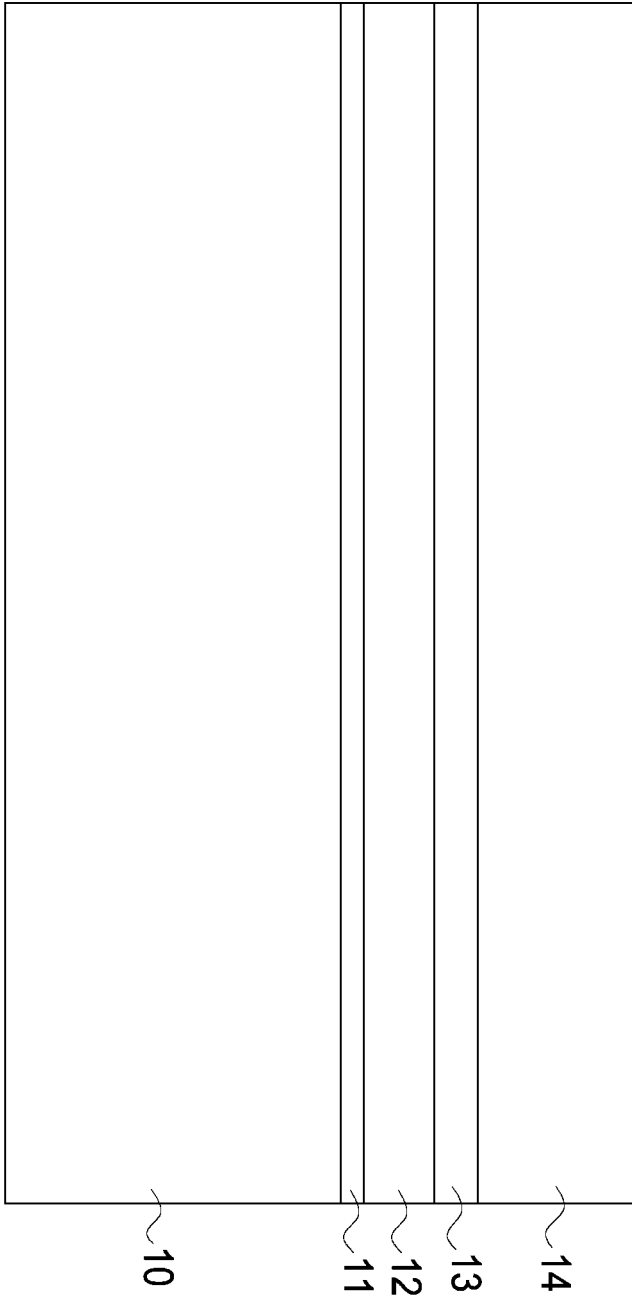
23：絕緣結構

24：電性連接結構

25：第二電性焊接墊

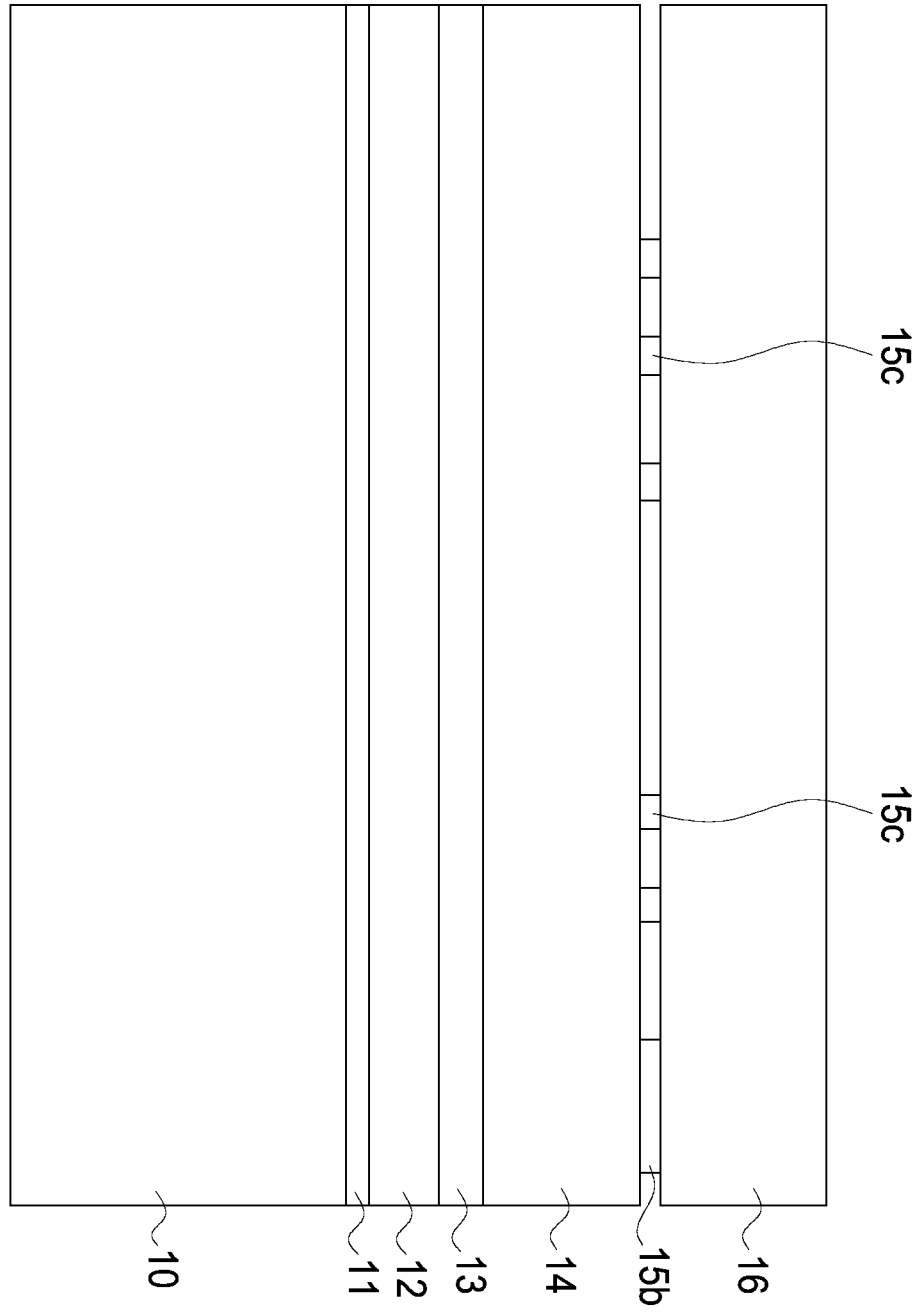
【發明圖式】

第2圖

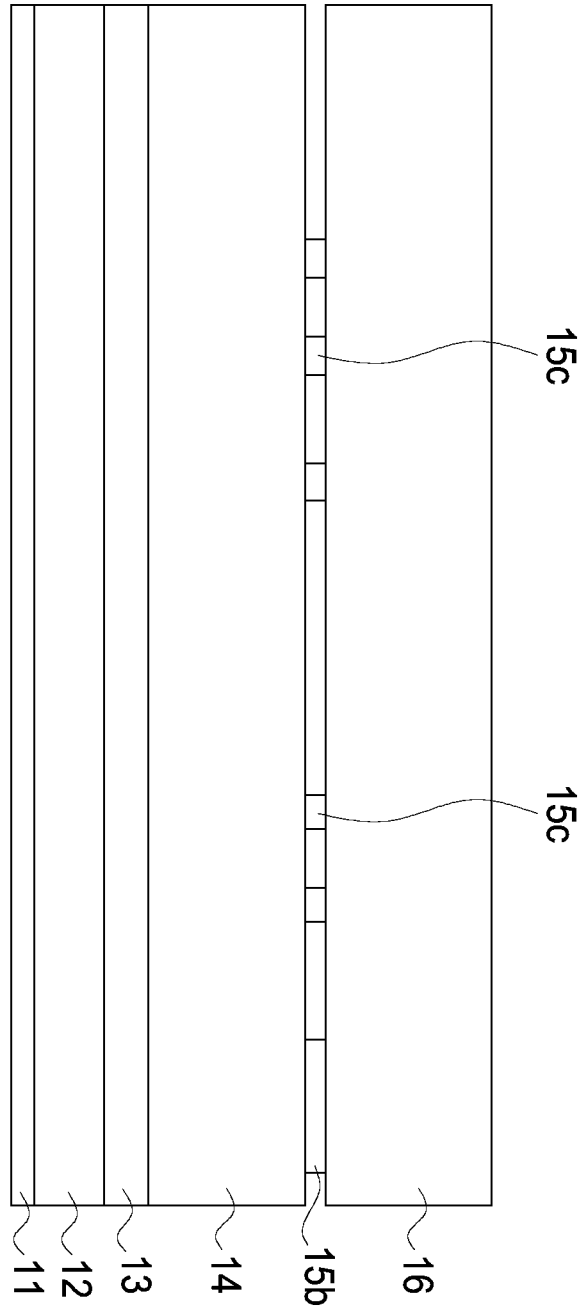


第1圖

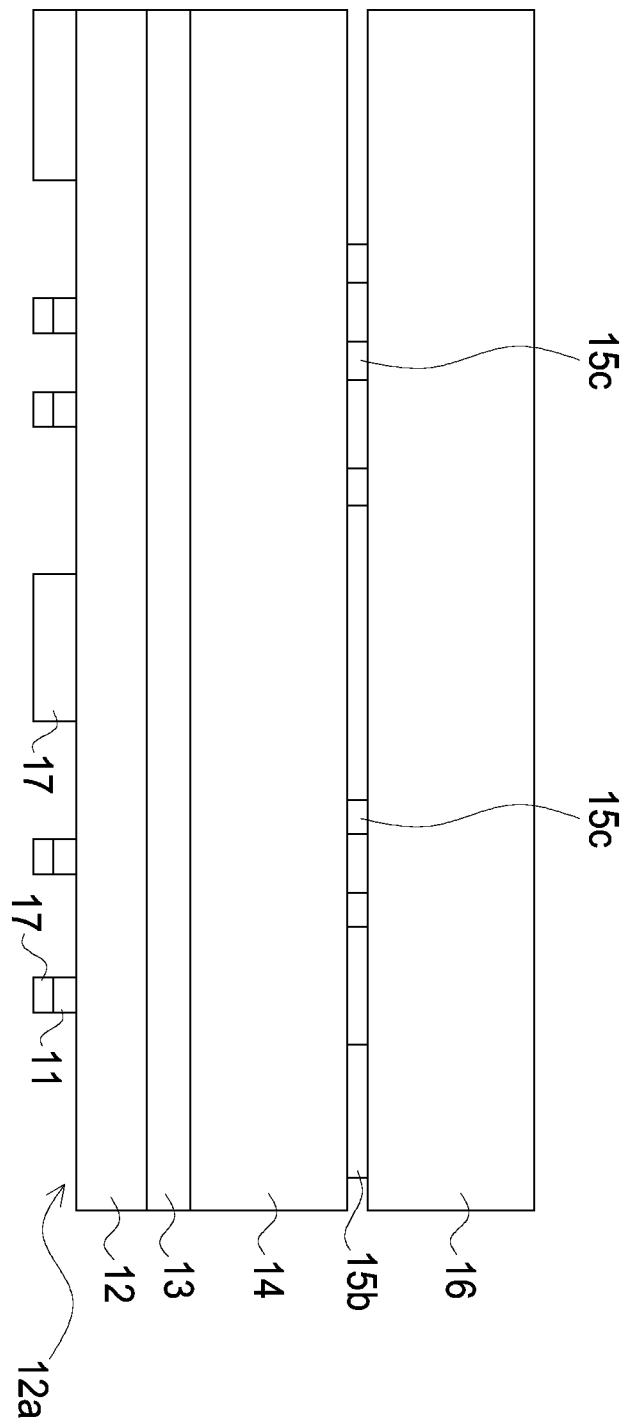




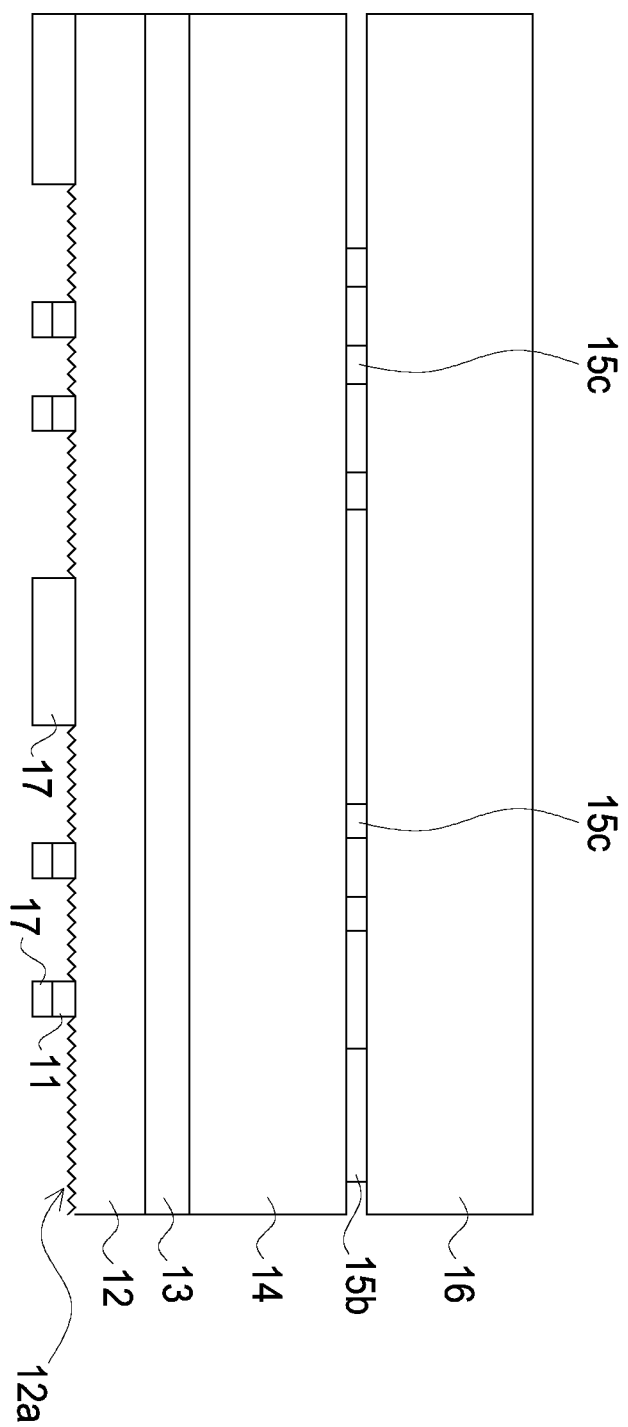
第3圖



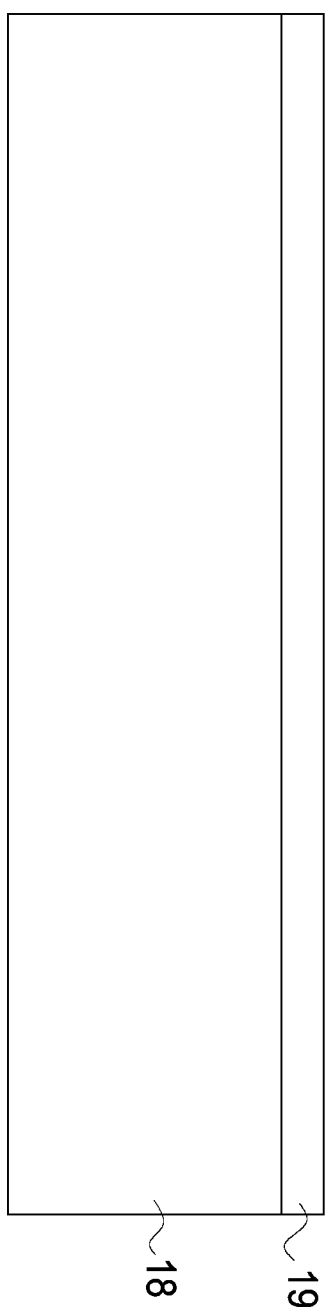
第4圖



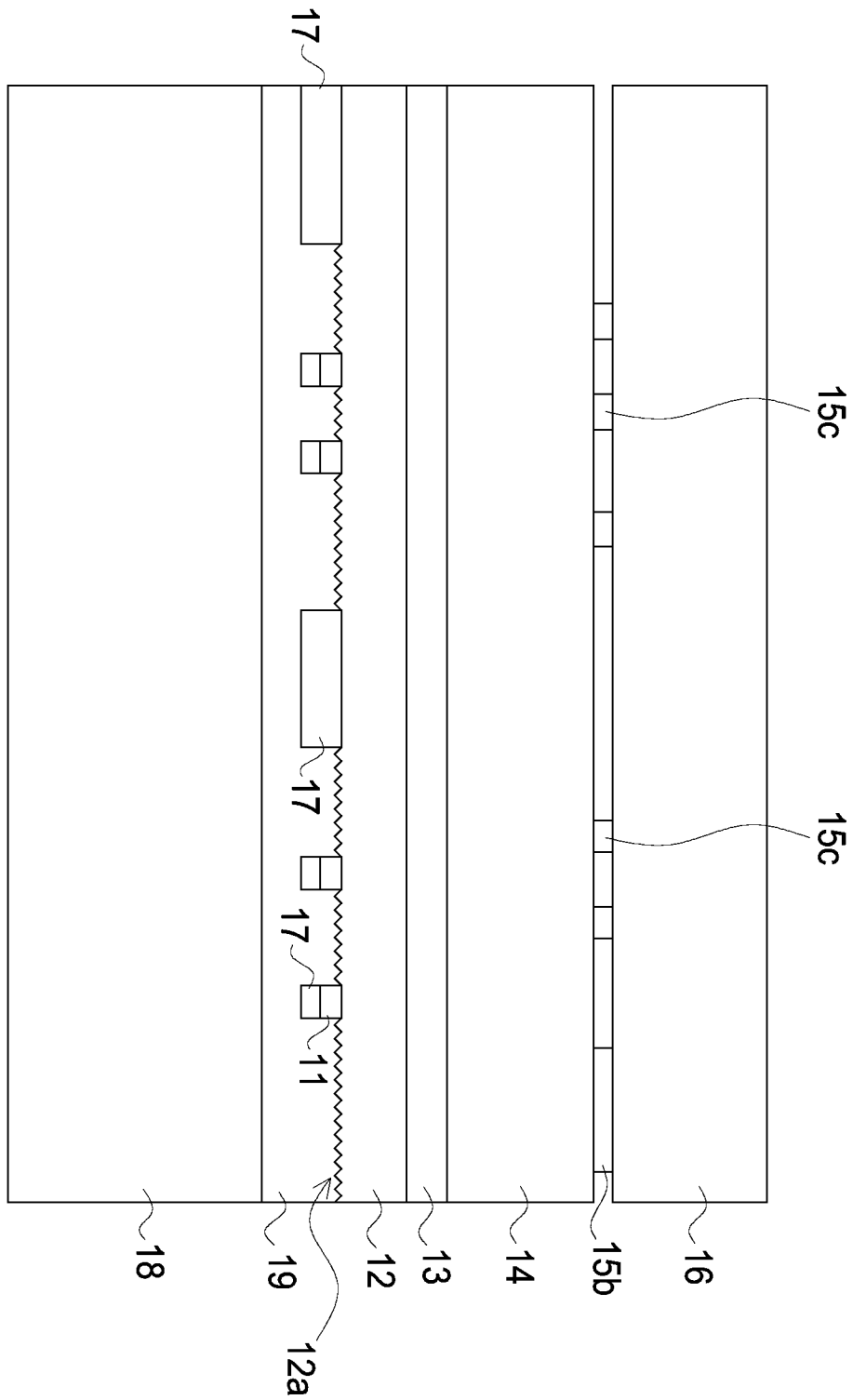
第5圖



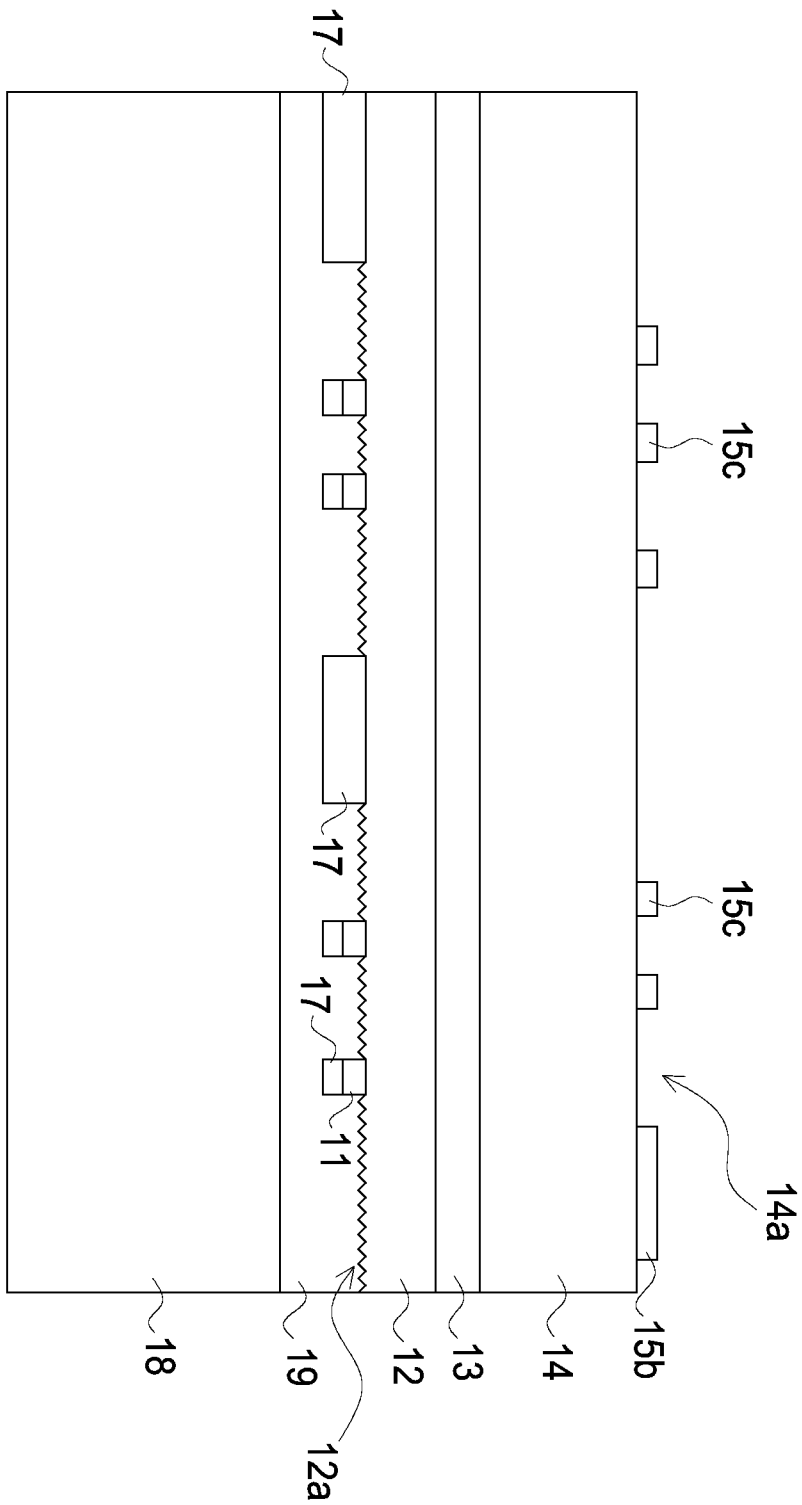
第6圖



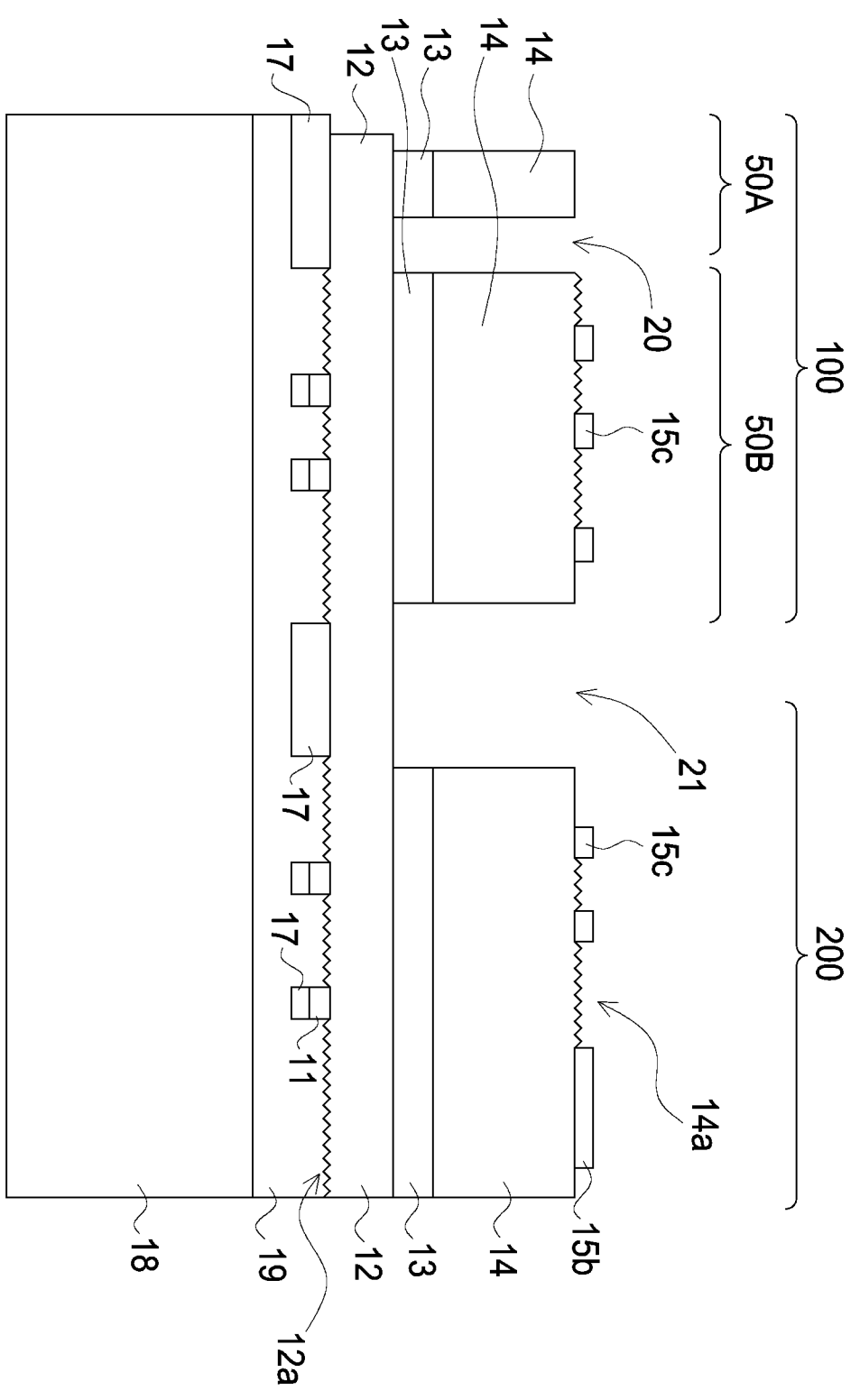
第7圖



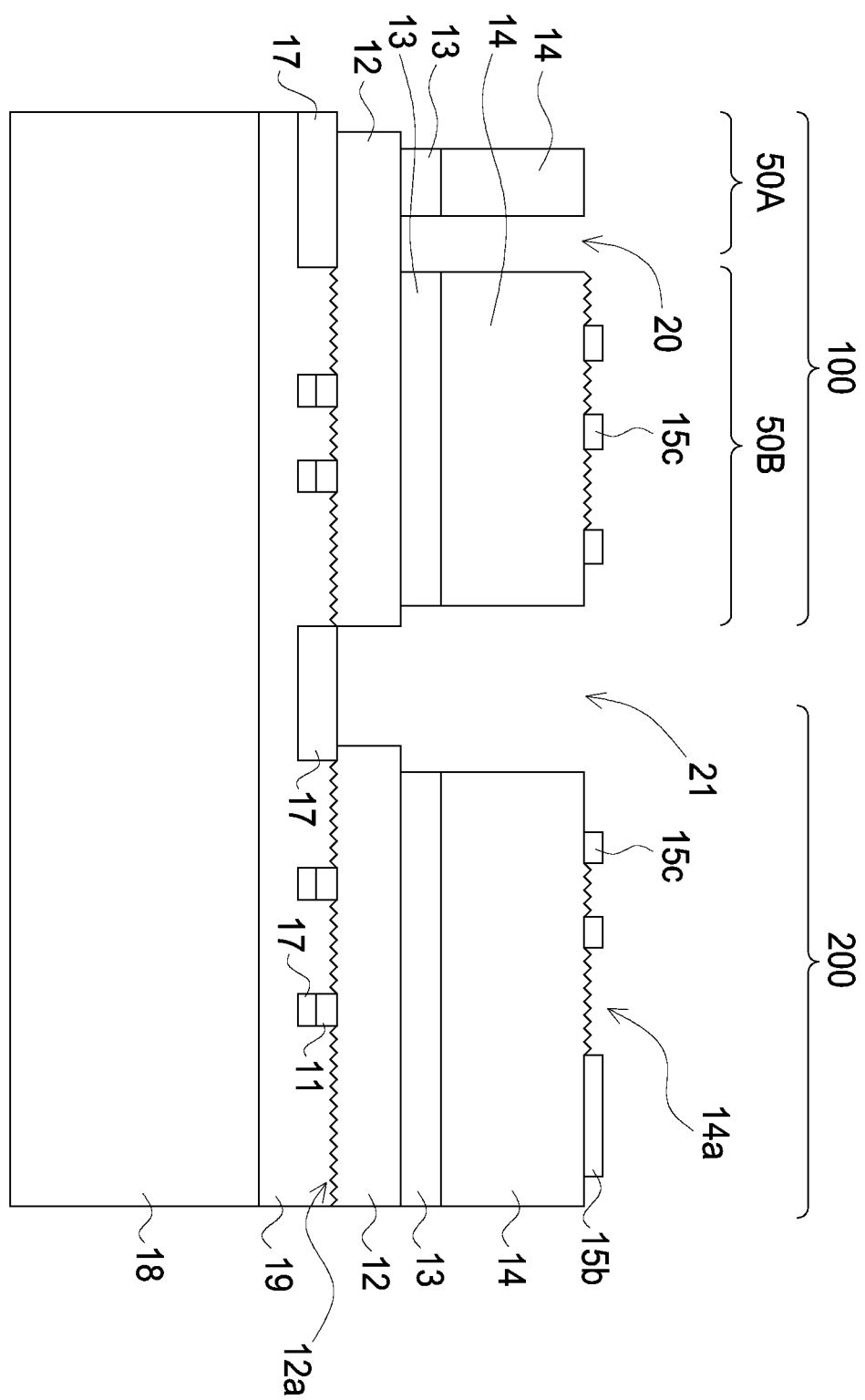
第8圖



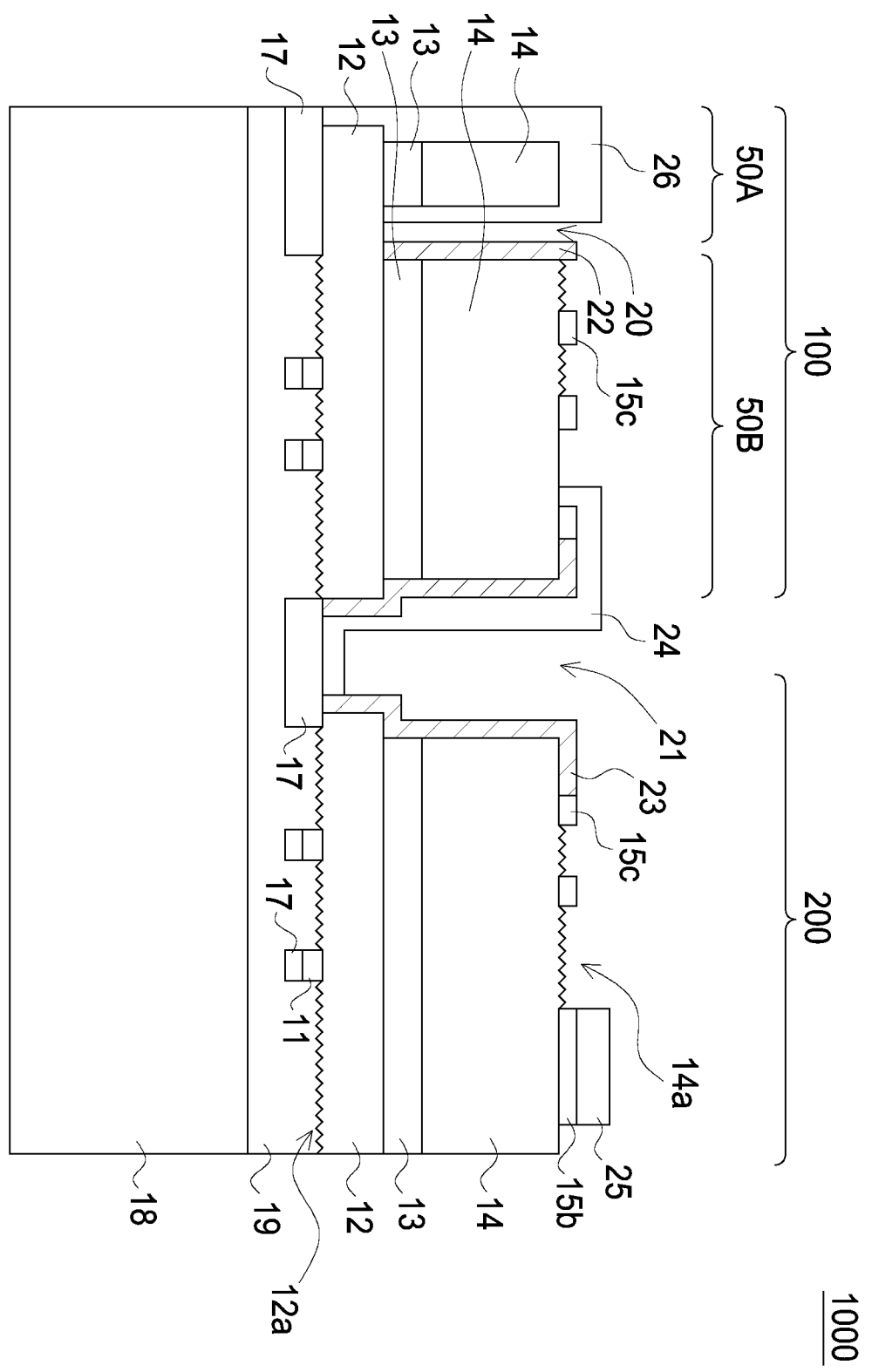
第9圖



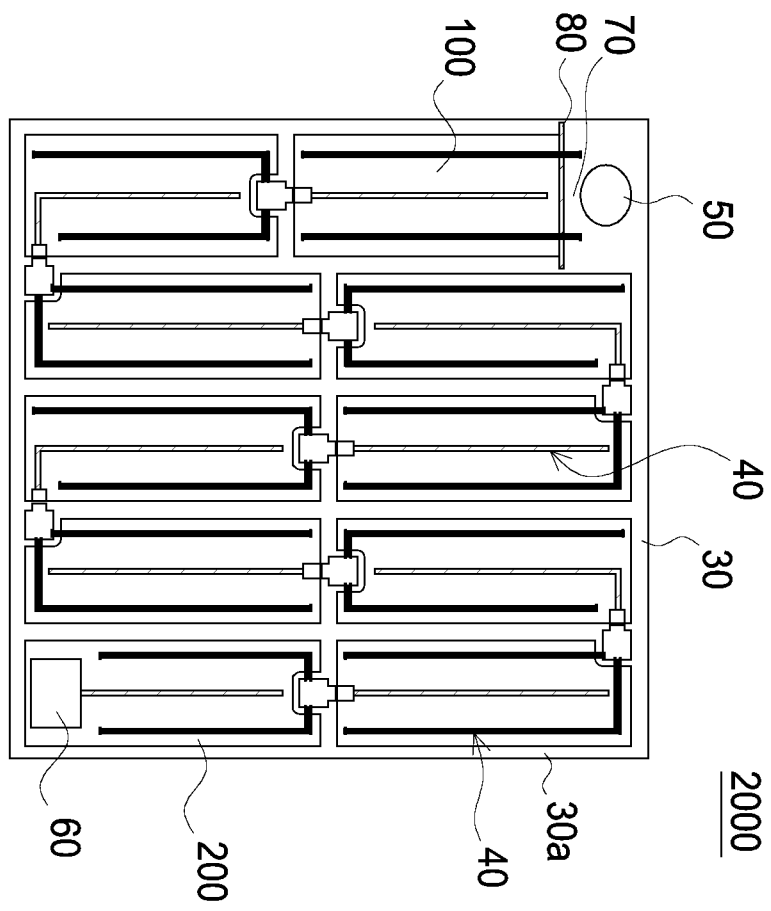
第10圖



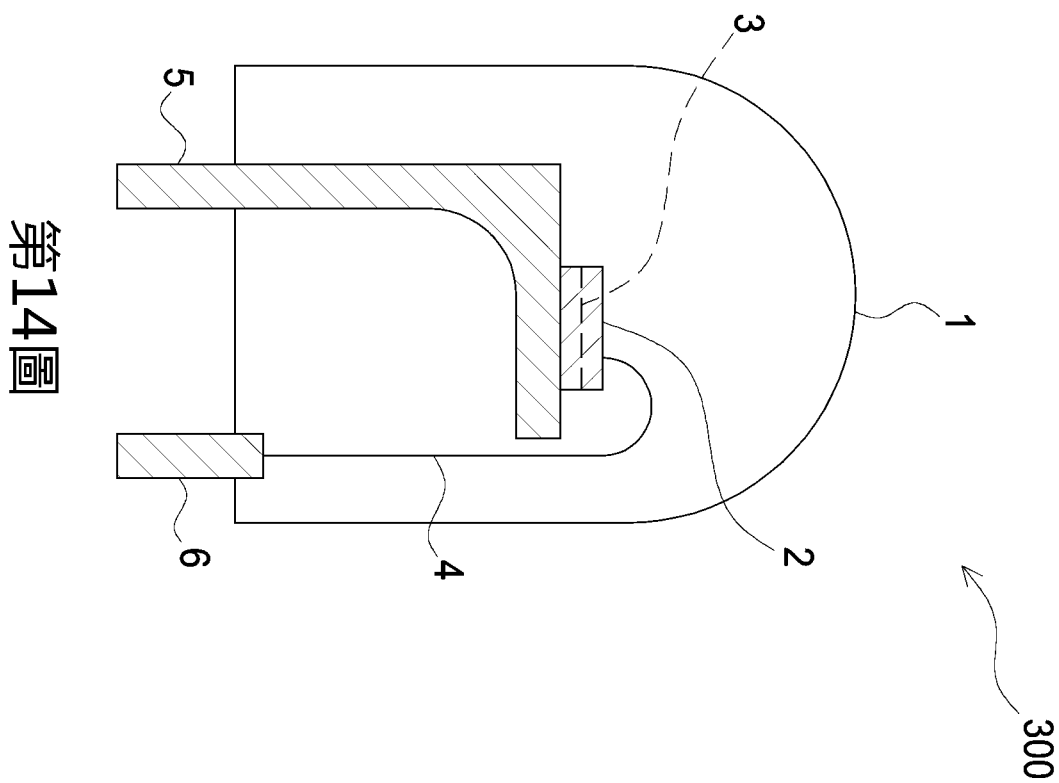
第11圖



第12圖



第13圖



第14圖

and a second conductive type semiconductor layer, and the electrode contact layer covers the sidewall of the first area.

【指定代表圖】 第12圖。

【代表圖之符號簡單說明】

11：第一導電型接觸層

12：第一導電型半導體層

12a：下平面

13：活性層

14：第二導電型半導體層

14a：上平面

15b：第二電性電極

15c：第二電性延伸電極

17：電性連接層

18：永久基板

19：接合層

20：第一隔絕道

21：第二隔絕道

22：電極絕緣層

23：絕緣結構

24：電性連接結構

25：第二電性焊接墊

26:電極連接層

100：第一發光二極體

50A：第一區域

50B：第二區域

200：第二發光二極體

1000：發光二極體陣列

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種形成發光二極體的方法，包含：

提供一半導體疊層依序包含一第一導電型半導體層、一活性層位於該第一導電型半導體層之上，及一第二導電型半導體層位於該第一導電型半導體層之上；

形成一第一隔絕道於該半導體疊層中，並將該半導體疊層區分成一第一區域以及一第二區域；

形成一電極連接層包覆該第一區域之一側壁，其中該側壁位於該第一隔絕道中；

形成一電極絕緣層在該第一隔絕道中；以及

形成一電性連接結構覆蓋該第二區域；

其中，該電極連接層與該電極絕緣層分離。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述之方法，更包含形成一第二隔絕道於該半導體疊層中以形成一第一發光二極體結構及一第二發光二極體結構，其中該第一發光二極體結構包含該第一區域及該第二區域，該第二發光二極體結構包含一位於該半導體疊層之上的焊接墊。

【第3項】如申請專利範圍第2項所述之方法，其中該電性連接結構延伸至該第二隔絕道內且電性連接該第一發光二極體結構以及該第二發光二極體結構。

【第4項】如申請專利範圍第3項所述之方法，其更包含形成一第一絕緣結構以及一第二絕緣結構於該第二隔絕道內。

【第5項】如申請專利範圍第4項所述之方法，其中於該發光二極體的一剖面圖中，該電性連接結構分離該第一絕緣結構以及該第二絕緣結構。

【第6項】如申請專利範圍第4項所述之方法，其中該電性連接結構覆蓋該第一絕緣結構。

【第7項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一區域和該第二區域之間的距離不小於25微米(μm)。

【第8項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一區域的該第一導電型半導體層與該第二區域的該第一導電型半導體層直接連接。

【第9項】如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一區域的該第二導電型半導體層具有一上表面以及一位於該第一隔絕道的側壁，該第一區域的該活性層具有一位於該第一隔絕道的側壁，該電極連接層包覆該第二導電型半導體層的該上表面且延伸位於該第一隔絕道內而覆蓋該第一區域之該第二導電型半導體層的該側壁以及覆蓋該第一區域之該活性層的該側壁。

【第10項】如申請專利範圍第1項所述之方法，更包含形成一電性連接層位於該半導體疊層之下，且該電性連接層直接接觸該電性連接結構。