



(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 I407590B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 01 日

(21) 申請案號：098131648

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 18 日

(51) Int. Cl. : **H01L33/00 (2010.01)**

(30) 優先權：2009/03/31 美國

12/415,467

(71) 申請人：香港應用科技研究院有限公司 (香港地區) HONG KONG APPLIED SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED (HK)

香港

(72) 發明人：蔡勇 CAI, YONG (CN)；褚宏深 CHU, HUNG SHEN (TW)；鄭盛梅 ZHENG, SHENGMEI (CN)；陳家華 CHAN, KA WAH (HK)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW 200623470A

US 2008/0197367A1

US 2009/0039383A1

審查人員：于若天

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：30 共 0 頁

(54) 名稱

製造薄膜半導體結構的方法

(57) 摘要

本發明公開了製作一種薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構的方法。依照本發明的一個實施例，方法包括的步驟：提供一個基板；按順序形成一個或多個半導體層在基板上；蝕刻一個圖案在一個或多個半導體層上；沉積一電介質層；形成一光阻層在部分電介質層上；其中部分電介質層被沉積在一個或多個半導體層上；沉積一個底塗料；去除光阻層，其中在光阻層上的底塗料也被去除；沉積一種超硬材料，其中超硬材料形成在圖案上；去除基板。所以，超硬材料可被有選擇性沉積在期望有超硬材料的區域。然後，垂直結構 GaN 基發光裝置可以通過切割半導體結構而形成。

- 210 . . . 兩個終止點
- 260 之間的距離
- 230 . . . 活性區
- 250 . . . 載體
- 260 . . . 終止點
- 270 . . . 終止點寬度

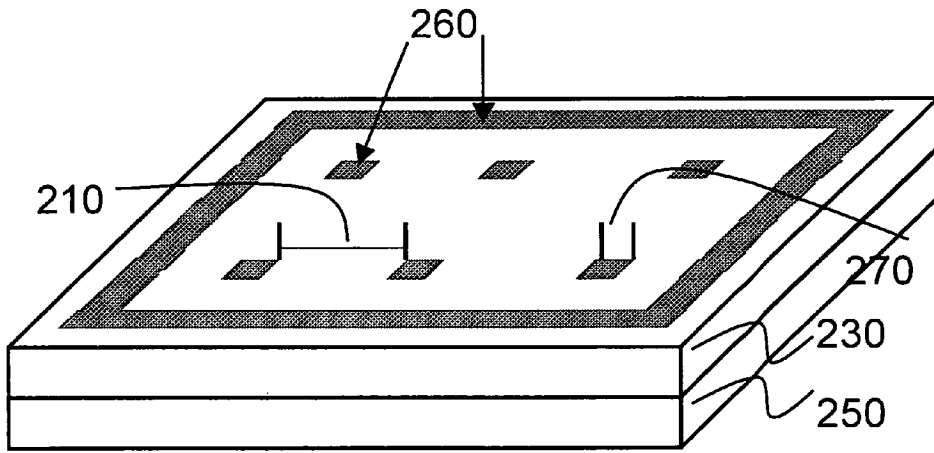


圖 2

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及半導體製造領域，特別涉及一種半導體製造方法以生產薄膜半導體結構。

本申請是美國專利申請(申請號：11/891,466，於2007年8月10申請)的一個部分繼續專利申請(continuation-in-part)，其披露通過引用被完全結合到本文。

【先前技術】

在一個製作覆晶晶片(flip-chip)發光二極體元件的傳統方法裡，多層外延層被沉積在一個藍寶石基板上生長，以製作一個磊晶片，在磊晶片上，製作多個發光二極體元件。接著，磊晶片被切割成晶粒。通過將元件晶粒的至少一個電極連接到固定平面的至少一個焊點，元件晶片被連接到一個固定平面。

薄膜-氮化鎵(GaN)發光二極體元件已經替代了覆晶發光二極體元件，並且與覆晶發光二極體元件相比，薄膜-GaN發光二極體元件具有低熱阻、n-型層和p-型層上均勻電流、和低成本的優點。對薄膜-GaN發光二極體元件而言，磊晶片被直接鍵合到一個導電載體基板。接著，一個鐳射剝離過程(laser lift-off process)被用來去除藍寶石基板，留下發光二極體元件的活性區。但是，鐳射剝離方法的缺點包括需要昂貴裝置、以及處理可能損壞發光二極體元件。

傳統化學機械拋光(CMP)技術已經被用來替代鐳射剝離

技術，其不需要鐳射裝置，並不會產生類似的損壞。但是，當實施傳統的CMP技術時，如果被拋光的平面太大，平面厚度上的變化將會太大而導致損壞一個有效結構。所以，在保持所需的生產標準時，無法進行半導體裝置的大批量生產。

所以，製造薄膜半導體結構的已知技術會導致損壞和產量的變動。所以，需要一種生產薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構的方法，其能夠克服已知方法的不足。

【發明內容】

依照本發明的一個實施例，披露了一種製作薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構的方法。此方法包括提供一個基板；按順序地形成一個或多個半導體層在基板上；蝕刻一圖案在一個或多個半導體層上；沉積一電介質層；形成一光阻層在部分電介質層上；其中部分電介質層被沉積在一個或多個半導體層上；沉積一種底塗料；去除光阻層，其中在光阻層上的底塗料也被去除；沉積一超硬材料，其中超硬材料形成在圖案上；去除基板。

依照本發明的另一個實施例，披露了一種製作薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構的方法。此方法包括提供一個藍寶石基板；按順序地形成一個或多個半導體層在藍寶石基板上，一個或多個半導體層包括一緩衝層、一無摻雜 GaN 層、n-型 GaN 層、一活性層、和一 p-型 GaN 層；蝕刻一溝槽圖案在一個或多個半導體層上；沉積一電介質層；形成一光阻層在部分電介質層上，其中部分電介質層被沉積在

一個或多個半導體層上；沉積一種底塗料；去除光阻層，其中在光阻層上的底塗料也被去除；沉積一超硬材料，其中超硬材料形成在溝槽裡；蝕刻而去除電介質層，並露出一個或多個半導體層的一p-GaN層；形成一導電基板在露出的p-GaN層上；去除藍寶石基板；蝕刻以露出一個或多個半導體層的一n-GaN層；形成一個n-電極在露出的n-GaN層上。

依照本發明的另一個實施例，披露了一個薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構。薄膜GaN基半導體結構包括一個藍寶石基板；一個或多個半導體層形成在基板上；多個終止點形成在一個或多個半導體層上；一電極層形成在一個或多個半導體層上；和一被鍵合到電極層的導電基板，其中導電基板是導電且導熱的。

依照本發明的另一個實施例，披露了一個垂直結構氮化鎵(GaN)基發光二極體(LED)。垂直結構GaN基LED包括一個導電基板，其中導電基板是導電且導熱的；一被鍵合到導電基板的電極層；被鍵合到電極層的一個或多個半導體層，其中一個或多個半導體層包括一n-型GaN層、一活性層、和一p-型GaN層，並且其中導電基板被鍵合到p-型GaN層；多個終止點形成在一個或多個半導體層上；以及一n-電極被製作到n-型GaN層。

從以下的詳細描述，本領域技術人員將更加容易理解本發明的其它實施例，其中本發明實施例是通過附圖進行描述。將會認識到，本發明能夠適用於其它和不同的實施

例，並能夠以各種方式對其一些細節作出改變，而沒有脫離本發明的精神和範圍。

【實施方式】

在以下的描述裡，參照附圖並通過描述，顯示了本發明的具體實施例。將會理解，在不脫離本發明的範圍情況下，可以作出結構和其它方面的改變，作為其它實施例。而且，各種實施例和每個不同實施例的各個方面可以以任何合適方式組合使用。所以，附圖和詳述實際上可被看作是描述性的而非限制性的。

本發明通常涉及一種製作薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構的方法。圖3到11B通常涉及本發明第一實施例的一種製作半導體基發光裝置的方法。圖12到27描述本發明第二實施例的製作半導體基發光裝置的方法。例如，半導體基發光裝置是一個垂直GaN基LED。將會認識到，有關本發明第二實施例的細節和描述同樣可以適用到本發明的第一實施例，反之亦然。通過使用有關圖3到11B描述的實施方法、或有關圖12到27所述的實施方法、或以上兩種方法的組合步驟，可以製作一個垂直結構GaN基LED。但是，本領域技術人員將會認識到，也可以使用其它方法，而不會脫離本發明的範圍。儘管披露了一個發光裝置的這些製作過程，將會認識到，製作一個薄膜半導體結構的方法也可用於其它應用。所以，一個垂直結構GaN基LED的製作是一個本發明實施例使用的示例。

在整個描述過程裡，使用首碼「u-」代表無摻雜或稍微

摻雜，「p-」表示p-型或正極，而「n-」表示n-型或負極。

圖1是一個具有多個終止點260的示例半導體結構的截面圖。半導體結構也可以被稱為「平面」或「整個平面」，因為LED通常是使用一個平面形狀的半導體結構來製造的。半導體結構具有兩個終止點260之間的距離210、變量V 220、活性區230(其可以是一個LED的發光表面)、一個電極層240和一個載體250。每個終止點有一個終止點寬度270。在使用機械薄化方法之後，如一個超平化學機械拋光方法，已經種入了多個終止點260，整個平面的變數V可被控制在半導體製造過程所要求的標準內。

在一個傳統的半導體結構，當實施一種傳統機械薄化技術時，如果被拋光的平面很大，在實際應用時，如圖1所示的層厚度的變數V變化將很大。變數V與平面邊緣間的距離成比例。如圖1所示，終止點260充當平面的邊緣，從而變數V會降低，即使整個平面的尺寸很大。

依照一個實施例，建立終止點的方法包括以下步驟：(a)提供第一材料來形成第一層；(b)提供第二材料形成第二層在第一層的一面上；(c)蝕刻第二層以產生多個溝槽而露出第一層表面；(d)在多個溝槽內填滿第三材料，其硬度大於第一材料和第二材料，填滿的溝槽形成多個拋光終止點；(e)去除位於溝槽外面的第三材料，並露出第二層的表面。所以，本發明允許隨後去除第一材料，同時控制變數V在半導體製作過程所需的標準和範圍內。

圖2顯示本發明一個實施例的一個終止點分佈的傾斜俯

視圖。如上所述，可以通過使用終止點降低變數 V 。所以，在可接受範圍內的變數 V 可以通過控制終止點的尺寸和/或終止點之間的距離而獲得。儘管在圖2所示的終止點通常是方形或周長線形，本發明裡的終止點可以是任何形狀，如線、點、圓、三角形、或矩形，並可以位於平面上的任何合適位置。

依照一個實施例，圖3到11B披露了本發明的一個實施，其是一種製作薄膜半導體發光裝置的方法。此方法包括以下步驟：(a)提供第一材料形成第一層410；(b)提供半導體材料的第二材料，用來形成第二層230，充當一個活性區在第一層一面上(如圖3所示，第二材料可以包括多個層，例如一層或多層p-GaN層420、一個有多個量子阱430的活性層，以及一層或多層n-GaN層440)；(c)蝕刻第二層而產生多個溝槽510，露出第一層的表面(如圖4所示)；(d)覆蓋一層介質620；(e)添加第三材料610，其硬度大於第一材料和第二材料，其也填滿溝槽以形成多個終止點(如圖5所示)；(f)去除第三材料610和層介質620，去除在溝槽以外區域上的第三材料，從而僅有終止點910(圖8所示)保留，並提供第四材料，以形成第一電極層710在第二層的表面(如圖6所示)；(g)鍵合第一電極層在一個導電載體810上(如圖7所示)；(h)去除第一層而露出多個終止點910(如圖8所示)；和(i)在去除第一層之後，形成多個第二電極1110在第二材料的表面上(如圖10所示)。本實施例還包括圖9A所示的粗化發光表面或在圖9B所示的形成二維光子晶體

1020在發光表面上。最後，如圖 11A和圖 11B所示，可以進行切割而形成發光裝置。

在以上所述的實施例裡，第一材料可以是藍寶石、矽、AlN、SiC、GaAs或GaP；第二材料可以是GaN、GaInN或AlGaN，III-V族的第二材料半導體材料；在步驟(c)裡的蝕刻可能是感應耦合等離子蝕刻(inductively coupled plasma etching)；其中第三材料可以是金剛石膜或類金剛石(DLC)膜；在步驟(h)裡的去除了可以是一種機械薄化方法；第一電極層是p-型，而第二電極層是n-型。本發明的一個實施例是一個金剛石肩發光二極體，其由參照碼1210表示。

依照本發明實施例產生的半導體裝置結構包括：一個導電載體；一個半導體材料層；一個超硬材料，其中超硬材料至少有一個表面靠近半導體材料層；第一電極層，位於半導體材料層的第一表面；和第二電極層，位於半導體材料層對著第一電極層的第二表面上。例如，半導體材料層可以是InGaP、AlInGaN、AlInGaP、AlGaAs、GaAsP、InGaAsP中的一種或其它合適的材料。超硬材料可以是諸如金剛石、類金剛石(DLC)、氮化鈦(TiNx)、鎢鈦(TiWx)合金或其它合適的材料。導電載體可以是諸如銅、矽、碳化矽、砷化鎵(GaAs)或其它類似材料。

圖 12是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖。半導體結構1200的截面圖顯示一個藍寶石基板1202和一個生長在藍寶石基板1202上的半導體層1204。例如，半導體

層 1204 可以是一個如圖 12 所示的 InGa_N 層，有一個 n-型 Ga_N 層 (n-Ga_N) 1208，一個有多個量子阱 (MQW) 結構的活性層 1210，和一個 p-型 Ga_N (p-Ga_N) 層 1212。但是，在圖 13 到圖 27，為便於清晰描述僅顯示半導體層 1204。但是，應該認識到，依照本發明的實施例，任何期望的層，包括一個或多個層，可以在基板上生長。

通常，n-Ga_N 層 1208 和活性層 1210 生長在半導體基板 1202 上。其它層也可以首先生長在半導體基板 1202 上，這取決於半導體結構 1200 的應用和設計。接著，一個或多個 p-Ga_N 層 1212 生長在活性層 1210 上。依照本發明的實施例，n-Ga_N 層可以包括一個生長在藍寶石基板 1202 上的無摻雜緩衝層，其不在圖內顯示。然後，n-Ga_N 層可以生長在無摻雜的緩衝層上。

圖 13 是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖。執行蝕刻以建立一個圖案 1300 在半導體層 1204 上而露出藍寶石基板 1202。在一個實施例裡，圖案 1300 可以是溝槽形狀，其形成可能是通過平臺隔離 (mesa isolation) 或其它合適的蝕刻方法。圖案的形狀可以是溝槽、點、孔、線或任何其它期望的形狀。本領域技術人員可以使用用來建立圖案 1300 的其它方法和技術。

在圖 14 到 17 裡，使用一個選擇沉積過程，圖案 1300 被填滿一種超硬材料。一保護電介質層 1400 被沉積在半導體層 1204 和藍寶石基平面 1202 的露出表面上。一光阻層 1402 在半導體層 1204 上被圖案化。

參照圖 15，底塗料 1500 被施加到半導體結構 1200 上，其覆蓋光阻層 1402 和電介質層 1400。添加底塗料 1500 是在圖案 1300 上形成超硬材料的一個步驟。

參照圖 16，去除光刻膠 1402。另外，位於光刻膠 1402 上的底塗料 1500 和光刻膠 1402 一起被去除。所以，在半導體層 1204 上的部分電介質層 1400 沒有底塗料 1500，其需要用來沉積超硬材料。

參照圖 17，超硬材料 1700 是在圖案 1300 上形成。因為底塗料 1500 僅位於圖案 1300 內的部分電介質層上，超硬材料 1700 僅形成在這些區域。所以，超硬材料 1700 至少部分基於底塗料 1500 的位置被選擇性地沉積。由於在半導體層 1204 上的部分電介質層上沒有底塗料，超硬材料 1700 不會形成在這些區域上。

參照圖 18，在半導體層 1204 上的電介質層 1400 被去除，以露出半導體層 1204 的 p-GaN 層。參照圖 19，利用 p-型金屬化，第一電極層 1900 是在半導體層 1204 和超硬材料 1700 的表面上形成。第一電極層 1900 可以是歐姆接觸和鏡層。現參照圖 20，與圖 19 的示意圖進行比較，圖像已經被旋轉 180°，使得藍寶石基板 1202 現在出現在附圖的上部分。第一電極層 1900 被鍵合到一個導電載體 2000 上。依照一個實施例，導電載體 2000 可以包括銅、銀、金、矽、碳化矽或砷化鎵 (GaAs)。

圖 21 是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖。圖 21 顯示已經去除的藍寶石基板 1202。在一個實施例裡，

藍寶石基板1202是通過一個機械薄化過程被去除，其通常可能包括研磨、拋光、或表面化學機械拋光作為部分過程。在一個實施例裡，使用組合的研磨、拋光和CMP來去除藍寶石基板1202。也可以使用其它去除方法。但是，使用本發明實施例的機械薄化方法能夠提供速度和精度方面的優勢。去除藍寶石基板1202而露出超硬材料1700。超硬材料1700，是一種比藍寶石基板1202更硬的材料，其充當終止點以指示機械薄化過程何時停止。當終止點是由一種超硬材料形成時，在終止點末端的位置可以確定且精確地停止機械薄化，留下剩下的半導體層。超硬材料可以是任何比藍寶石基板和Ga_N層更硬的合適材料。合適超硬材料的例子可以參照圖3到11B的提供。但是，「超硬」不是意在被限制到所提供的範例，可以是適合用來實現所述方法的任何材料類型。

參照圖22，半導體層1204的無摻雜Ga_N層被蝕刻而露出n-Ga_N層2200。參照圖23，電極2300形成在露出的n-Ga_N層2200上。

依照本發明的一個實施例，如圖24所示，可以進行發光表面的表面紋理化2400或粗化。依照另一個實施例，如圖25所示，也可以進行在發光表面上形成二維光子晶體2500。

圖26是本發明一個實施例的圖24所示半導體結構的截面圖。

圖27是本發明一個實施例的圖25所示半導體結構的截面

圖。

雖然參照所述實施例已經特別描述和顯示了本發明，本領域技術人員將會理解，可以對其格式和細節作出改變，而不會脫離本發明的精神和範圍。例如，儘管已經描述了某些蝕刻方法，任何合適的蝕刻方法可以用於本發明的實施例，諸如濕蝕刻、乾蝕刻、ICP蝕刻、PEC蝕刻或其它合適的方法。例如，在一個實施例裡，可以使用較高選擇性的濕蝕刻；但是，也可以使用本領域技術人員所熟知的幹蝕刻和其它合適的蝕刻方法。

所以，以上描述意在提供本發明的示範實施例，而本發明範圍並不受制於所提供的具體範例。

【圖式簡單說明】

圖1是本發明一個實施例的在實施超平(super flat)化學機械拋光技術之後一個示例半導體結構的截面圖；

圖2是本發明一個實施例的分佈在示例半導體結構裡的終止點的傾斜俯視圖；

圖3是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖4是本發明一個實施例的在蝕刻之後半導體結構的截面圖；

圖5是本發明一個實施例的在覆蓋金剛石膜之後半導體結構的截面圖；

圖6是本發明一個實施例的在形成第一電極層之後半導體結構的截面圖；

圖7是本發明一個實施例的在鍵合一個導電載體到第一

電極層之後半導體結構的截面圖；

圖8是本發明一個實施例的在機械拋光工藝之後半導體結構的截面圖；

圖9A是本發明一個實施例的在粗化頂部發光區域之後半導體結構的截面圖；

圖9B是本發明一個實施例的在形成二維光晶體在頂部發光區域上的半導體結構的截面圖；

圖10A是本發明一個實施例的形成第二電極到圖9A所示半導體結構的截面圖；

圖10B是本發明一個實施例的形成第二電極到圖9B所示半導體結構的截面圖；

圖11A是本發明一個實施例的切割圖10A半導體結構發光裝置的截面圖；

圖11B是本發明一個實施例的切割圖10B半導體結構發光裝置的截面圖。

圖12是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖13是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖14是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖15是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖16是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖17是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖18是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖19是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖20是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；

圖 21 是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；
圖 22 是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；
圖 23 是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；
圖 24 是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；
圖 25 是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；
圖 26 是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖；及
圖 27 是本發明一個實施例的一個半導體結構的截面圖。

【主要元件符號說明】

210	兩個終止點 260 之間的距離
220	變量 V
230	活性區 / 第二層
240	電極層
250	載體
260	終止點
270	終止點寬度
410	第一層
420	p-GaN 層
430	活性層
440	n-GaN 層
510	溝槽
610	第三材料
620	介質
710	第一電極層
810	導電載體

910	終止點
1020	二維光子晶體
1110	第二電極
1200	半導體結構
1202	半導體基板/藍寶石基板
1204	半導體層
1208	n-GaN層
1210	活性層
1212	p-GaN層
1300	圖案
1400	電介質層
1402	光阻層/光刻膠
1404	半導體層
1500	底塗料
1700	超硬材料
1900	第一電極層
2000	導電載體
2200	n-GaN層
2300	電極
2400	表面紋理化
2500	二維光子晶體

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98131648

※申請日：98.9.18

※IPC 分類：H01L 31/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

製造薄膜半導體結構的方法

二、中文發明摘要：

本發明公開了製作一種薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構的方法。依照本發明的一個實施例，方法包括的步驟：提供一個基板；按順序形成一個或多個半導體層在基板上；蝕刻一個圖案在一個或多個半導體層上；沉積一電介質層；形成一光阻層在部分電介質層上；其中部分電介質層被沉積在一個或多個半導體層上；沉積一個底塗料；去除光阻層，其中在光阻層上的底塗料也被去除；沉積一種超硬材料，其中超硬材料形成在圖案上；去除基板。所以，超硬材料可被有選擇性沉積在期望有超硬材料的區域。然後，垂直結構GaN基發光裝置可以通過切割半導體結構而形成。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種製作一個薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構的方法，此方法包括：
 - 提供一個藍寶石基板；
 - 在基板上順序地形成一個或多個半導體層；
 - 在一個或多個半導體層上蝕刻出一個圖案；
 - 沉積一電介質層；
 - 形成一光阻層在部分電介質層上，其中部分電介質層被沉積在一個或多個半導體層上；
 - 沉積一底塗料；
 - 去除光阻層，其中在光阻層上的底塗料也被去除；
 - 沉積一超硬材料，其中超硬材料形成在圖案上；和
 - 去除藍寶石基板。
2. 如請求項1之方法，其中藍寶石基板是通過使用機械薄化方法去除。
3. 如請求項1之方法，其中藍寶石基板是通過使用組合的研磨、拋光和化學機械拋光(CMP)去除。
4. 如請求項1之方法，其中一個或多個半導體層包括一n-型GaN層、一活性層和一p-型GaN層。
5. 如請求項1之方法，其中一個或多個半導體層還包括一個緩衝層(buffer layer)和無摻雜GaN層(undoped GaN layer)，此緩衝層是在藍寶石基板上生長，無摻雜GaN層是接續緩衝層生長，並且其中n-型GaN層是在無摻雜的GaN層上生長。

6. 如請求項1之方法，還包括：

蝕刻以去除電介質層，露出一個或多個半導體層的一個p-GaN層；

形成一個導電且導熱的基板在露出的p-GaN層上；

蝕刻以露出一個或多個半導體層的一個n-GaN層；

形成一個n-電極在露出的n-GaN層上；和

切割半導體結構而形成多個發光裝置。

7. 如請求項1之方法，其中多個終止點的硬度大於藍寶石基板的硬度。

8. 一種製作薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構的方法，此方法包括：

提供一藍寶石基板；

在藍寶石基板上順序地形成一個或多個半導體層，一個或多個半導體層包括一n-型GaN層、一活性層和一p-型GaN層；

在一個或多個半導體層上蝕刻一溝槽圖案；

沉積一電介質層；

形成一個光阻層在部分電介質層上，其中部分電介質層被沉積在一個或多個半導體層上；

沉積一底塗料；

去除光阻層，其中在光阻層上的底塗料也被去除；

沉積一超硬材料，其中超硬材料形成在溝槽裡；

蝕刻以去除電介質層，露出一個或多個半導體層的一個p-GaN層；

在露出的 p-GaN 層上形成一個導電基板；

去除藍寶石基板；

蝕刻以露出一個或多個半導體層的一個 n-GaN 層；

在露出的 n-GaN 層上形成一個 n-電極。

9. 如請求項 8 之方法，其中一個或多個半導體層還包括一個緩衝層和無摻雜 GaN 層，緩衝層是在藍寶石基板上生長，無摻雜 GaN 層是接續緩衝層生長，並且其中 n-型 GaN 層是在無摻雜 GaN 層上生長。
10. 如請求項 8 之方法，其中導電基板是導電且導熱的。
11. 如請求項 8 之方法，其中藍寶石基板是通過使用機械薄化 (mechanical thinning) 方法去除。
12. 如請求項 8 之方法，其中藍寶石基板是通過一個組合的研磨、拋光和化學機械拋光 (CMP) 方法去除。
13. 如請求項 8 之方法，其中一個或多個半導體層包括一活性層。
14. 如請求項 8 之方法，其中多個終止點的硬度大於藍寶石基板的硬度。
15. 如請求項 8 之方法，還包括：

表面粗糙化一個或多個半導體層的一個發光表面；和
切割半導體結構而形成多個發光裝置。
16. 如請求項 8 之方法，還包括：

在一個或多個半導體層的一個發光表面上形成二維光子晶體 (two-dimensional photonic crystal)；和
切割半導體結構以形成多個發光裝置。

17. 一個薄膜氮化鎵(GaN)基半導體結構，包括：
 - 一個藍寶石基板；
 - 一個或多個半導體層，形成在基板上；
 - 多個終止點，形成在一個或多個半導體層上；
 - 一個電極層，形成一個或多個半導體層上；和
 - 一個導電基板，被鍵合到電極層，其中導電基板是導電且導熱的。
18. 如請求項17之薄膜GaN基半導體結構，其中多個終止點的硬度大於藍寶石基板的硬度。
19. 如請求項17之薄膜GaN基半導體結構，還包括一n-電極，其中一個或多個半導體層包括一n-GaN層，n-電極被製作到n-GaN層。
20. 一個垂直結構的氮化鎵(GaN)基發光二極體(LED)，包括：
 - 一導電基板，其中導電基板是導電且導熱的；
 - 一電極層，被鍵合到導電基板；
 - 一個或多個半導體層，被鍵合到電極層，其中一個或多個半導體層包括一n-型GaN層、一活性層和一p-型GaN層，其中導電基板被鍵合到p-型GaN層；
 - 多個終止點，形成在一個或多個半導體層上；和
 - 一n-電極，被製作到n-型GaN層。

八、圖式：

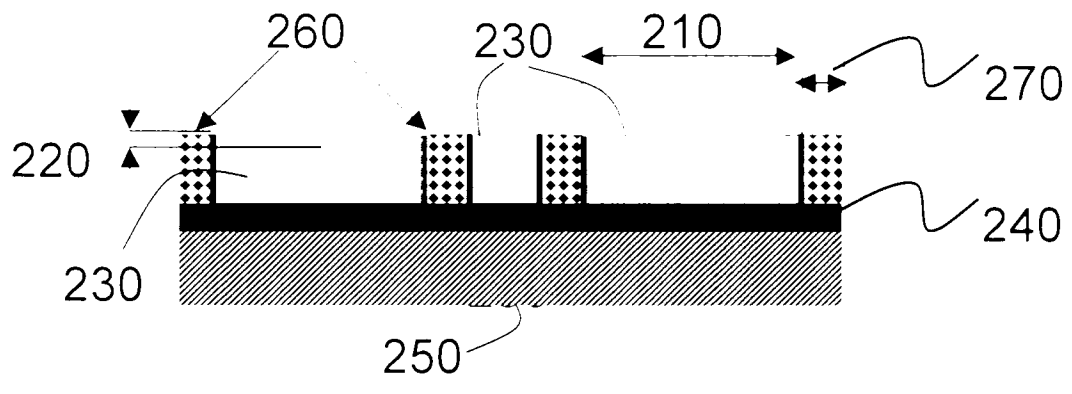


圖 1

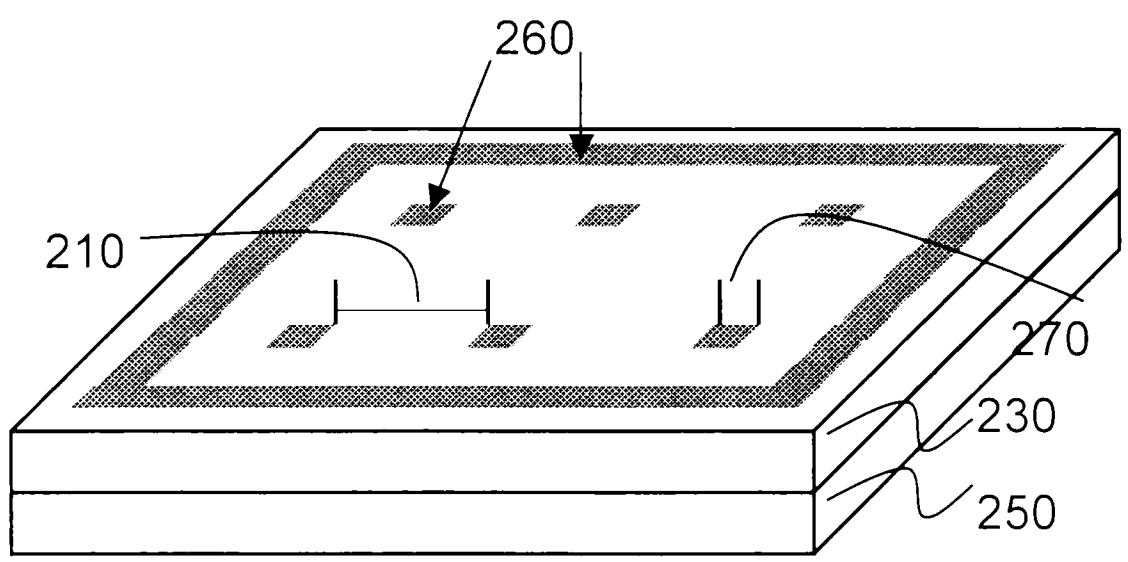


圖 2



圖 3

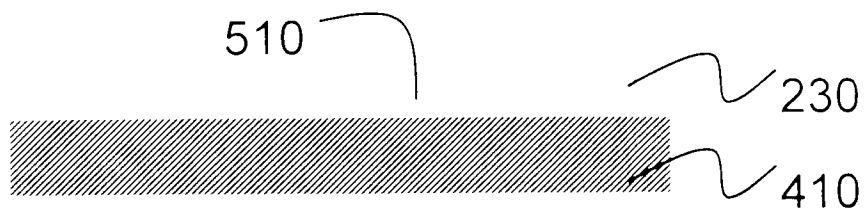


圖 4

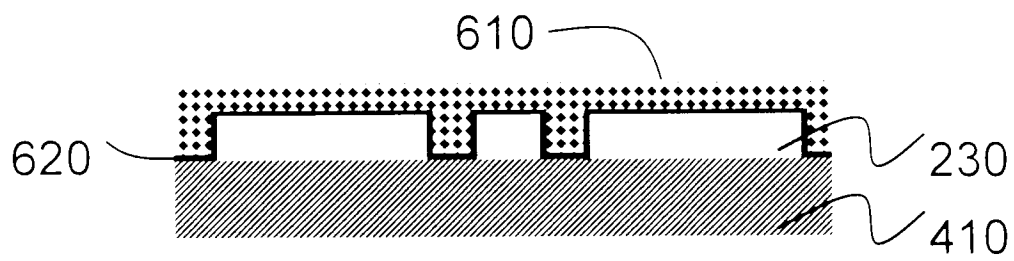


圖 5

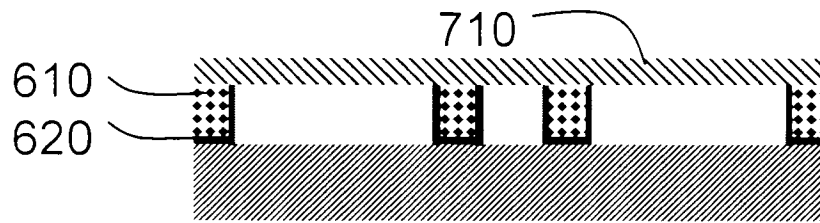


圖 6

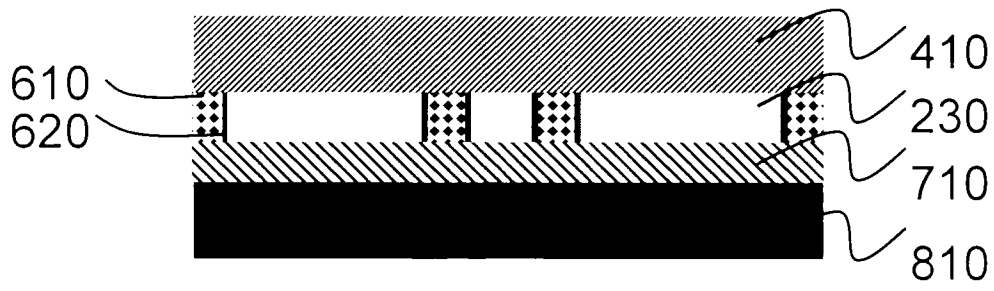


圖 7

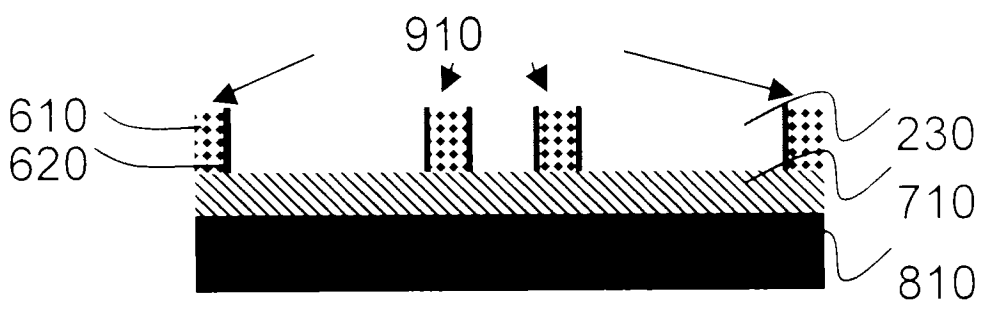


圖 8

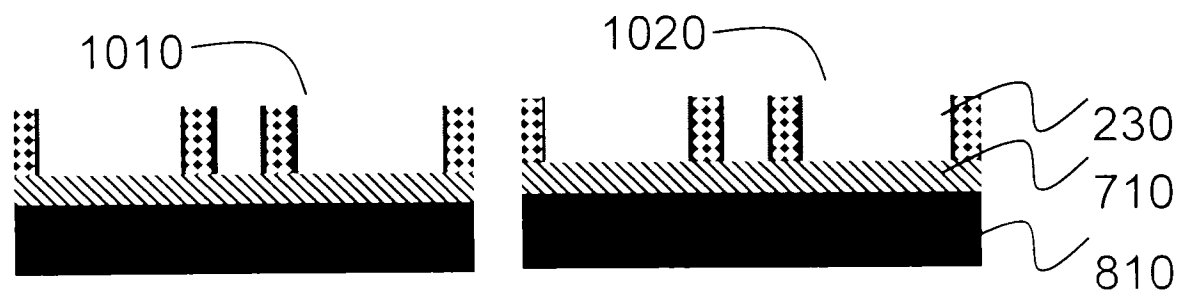


圖 9A

圖 9B

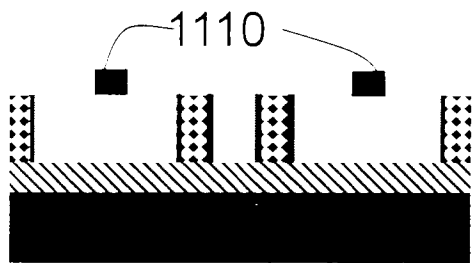


圖 10A

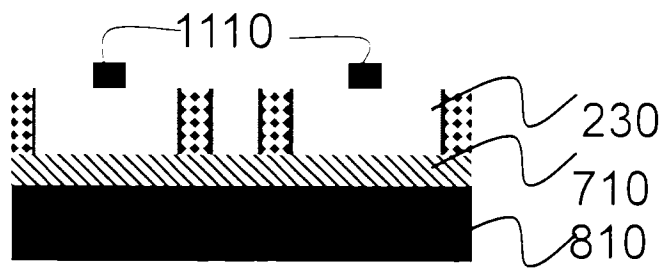


圖 10B

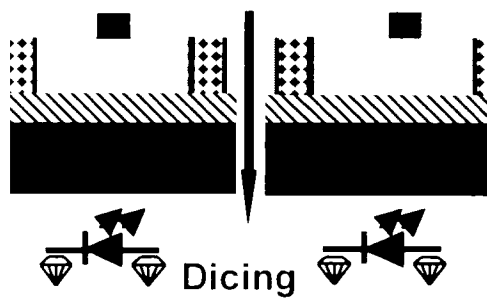


圖 11A

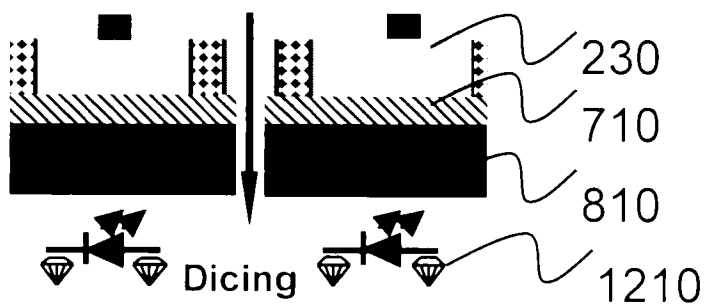


圖 11B

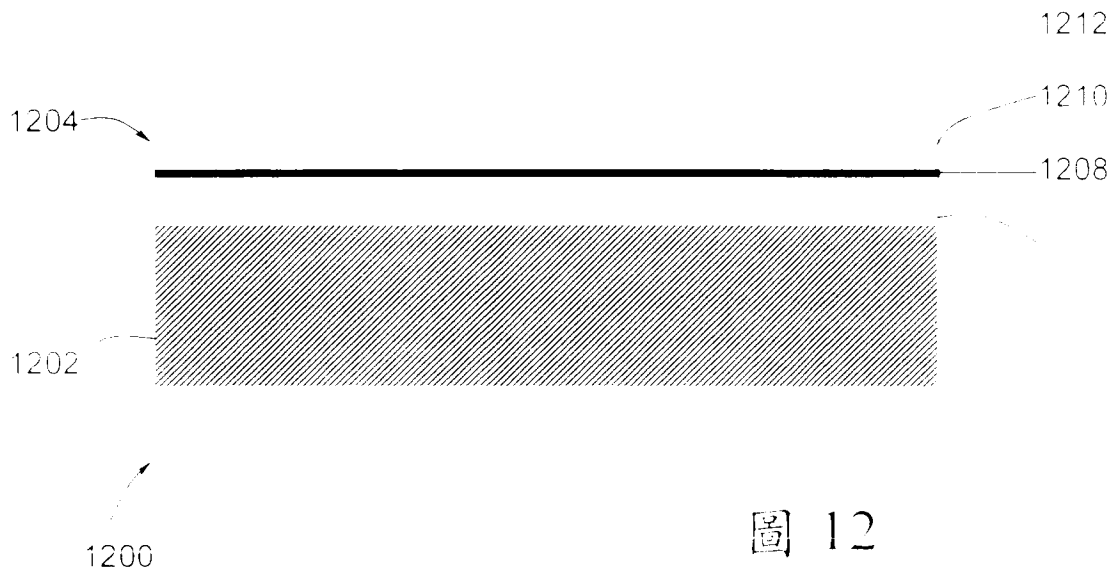


圖 12

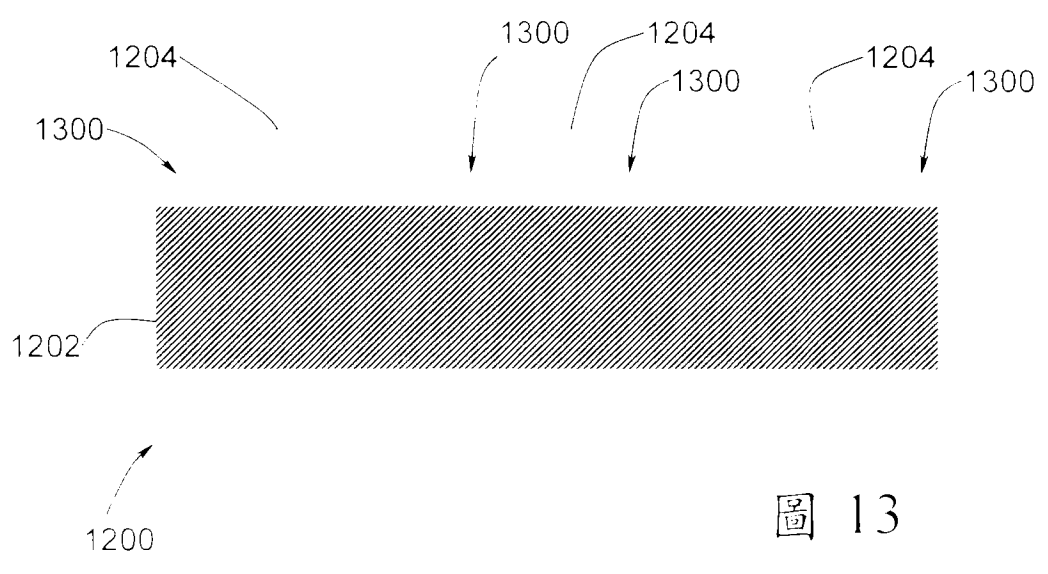
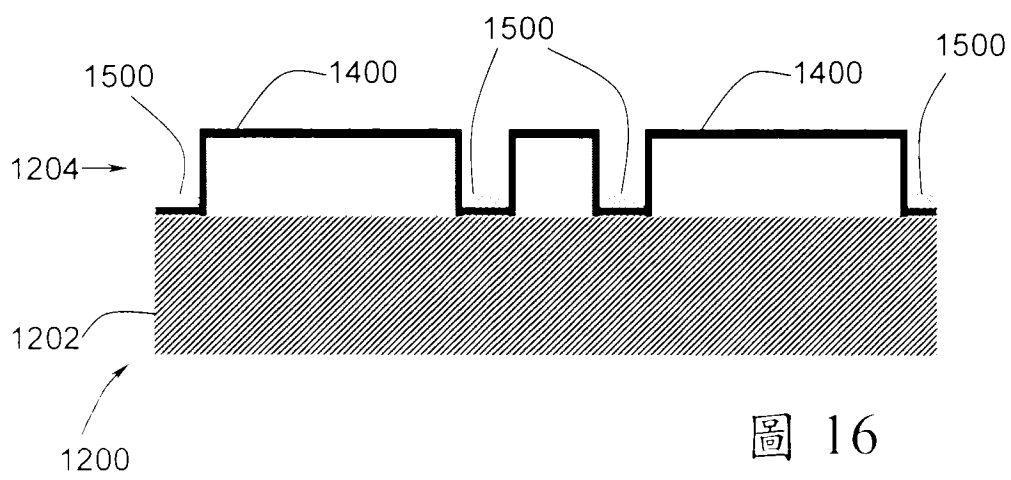
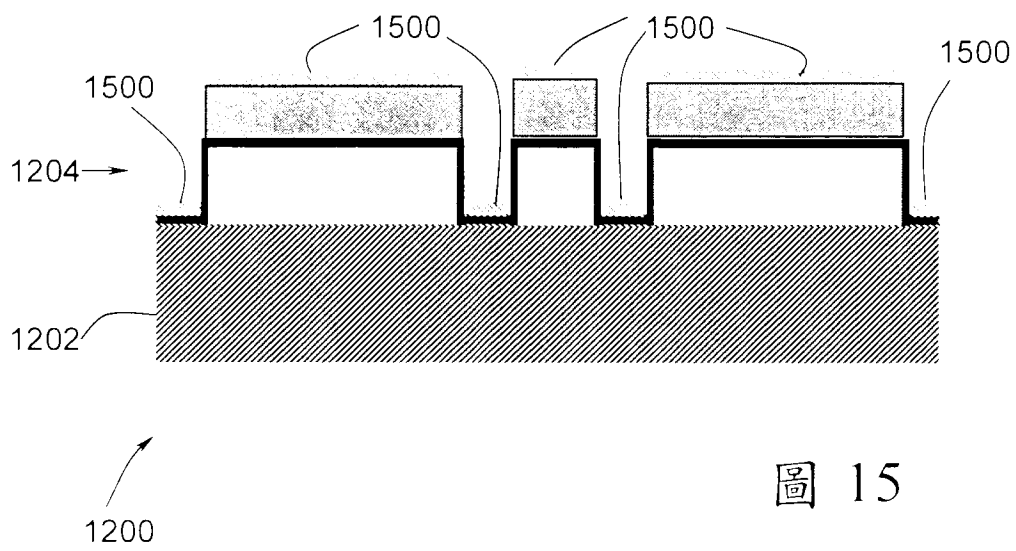
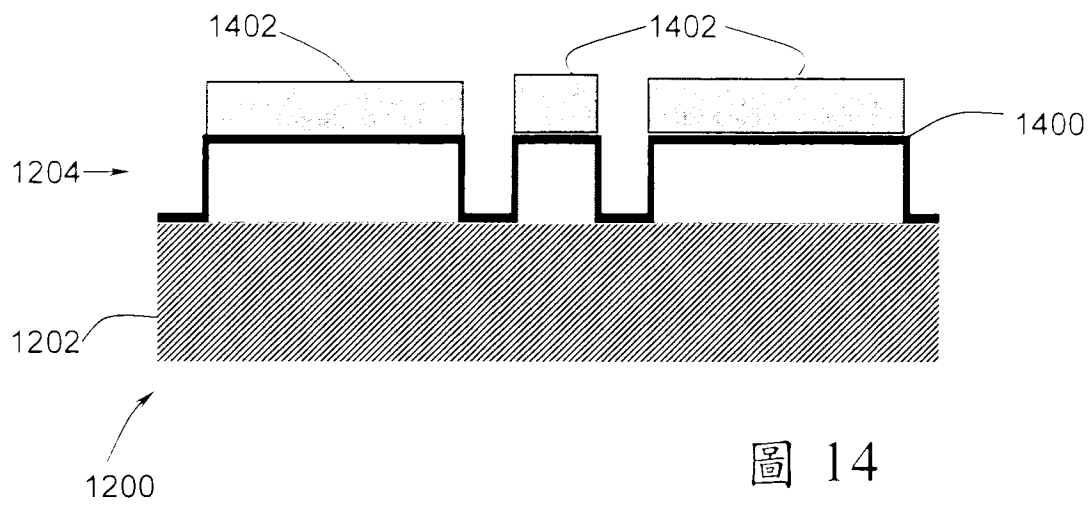


圖 13



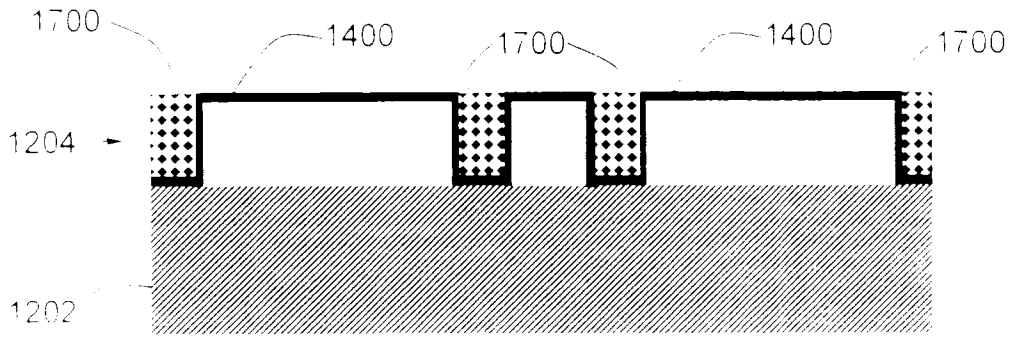


圖 17

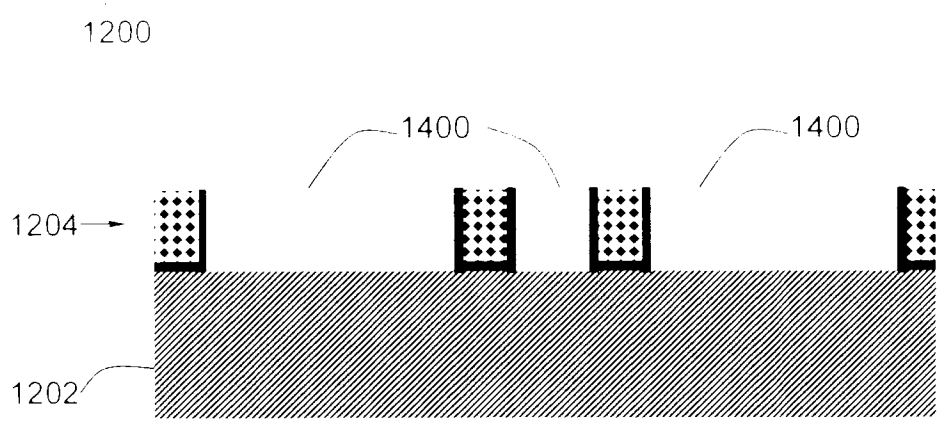


圖 18

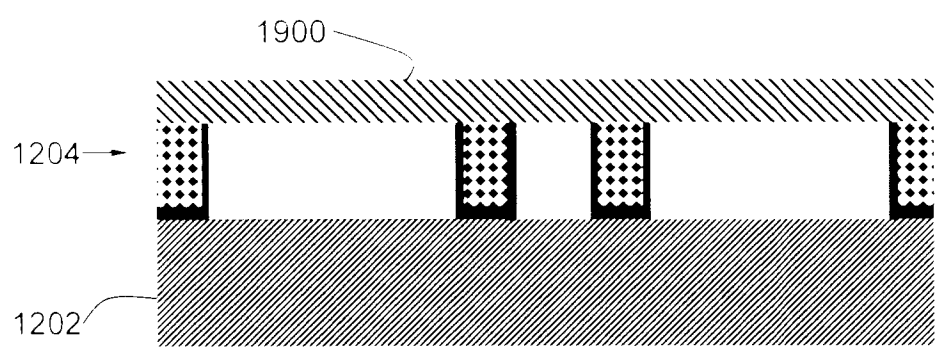


圖 19

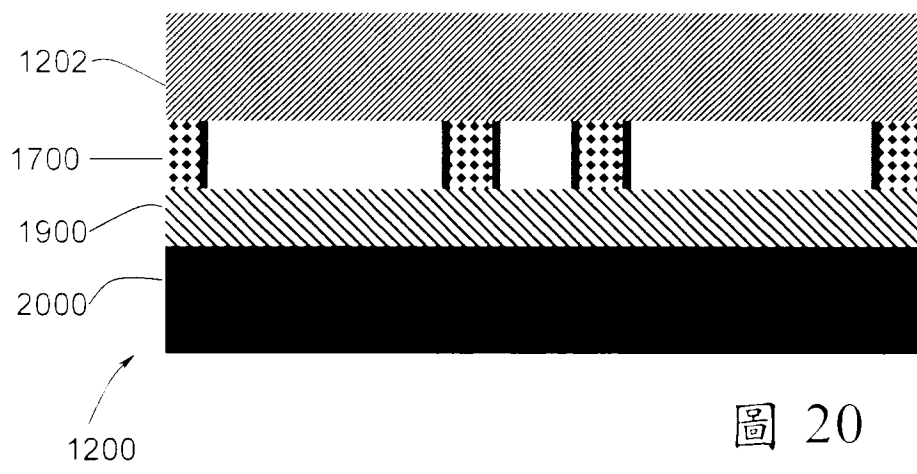


圖 20



圖 21

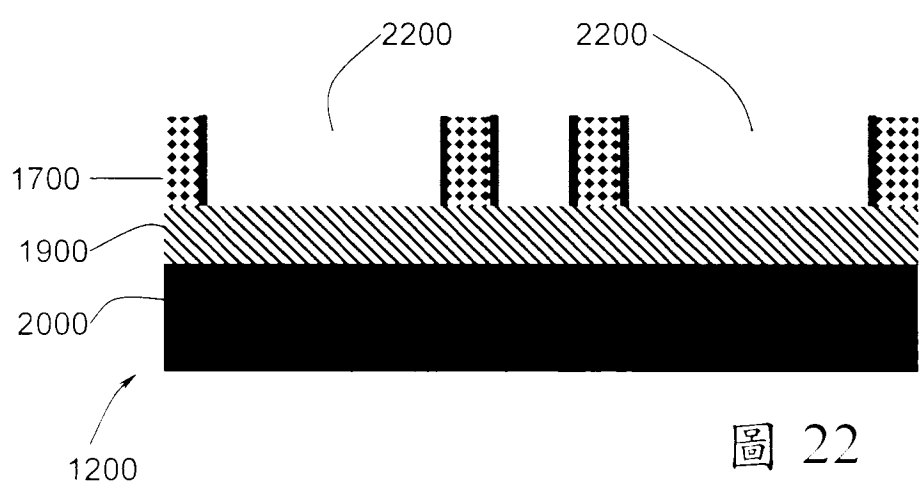
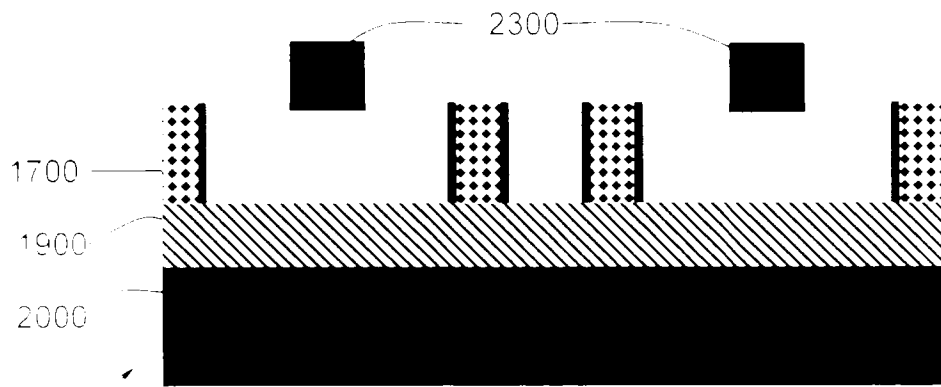
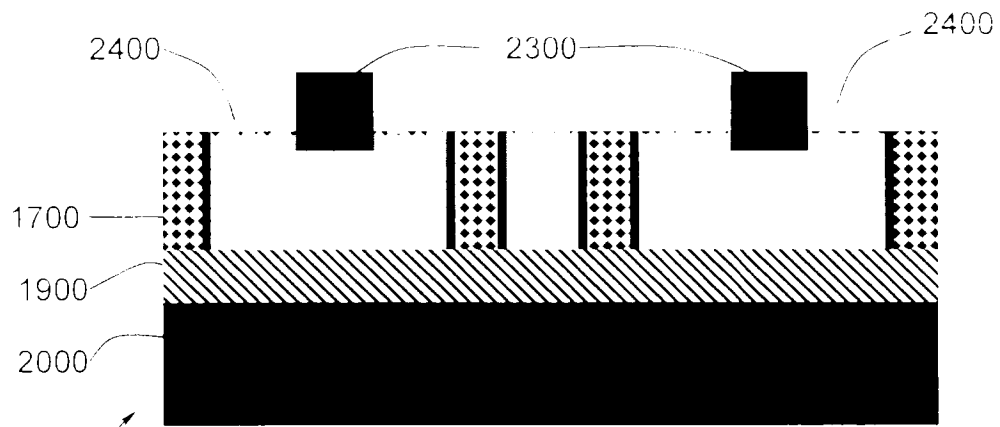


圖 22



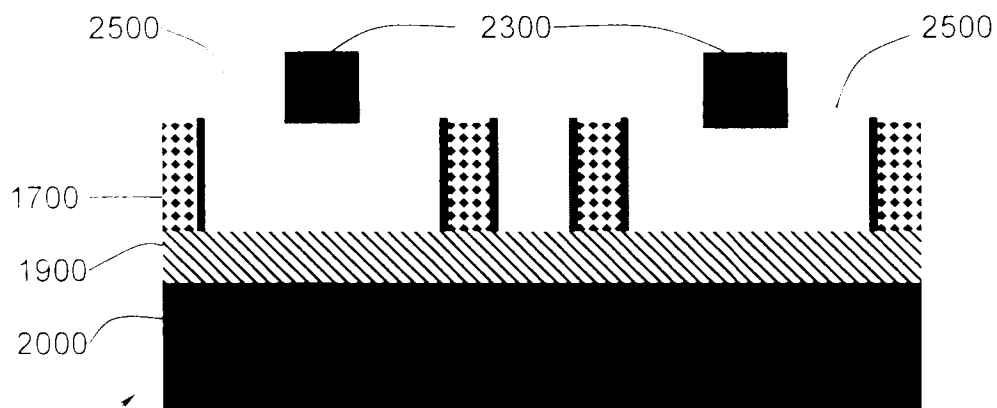
1200

圖 23



1200

圖 24



1200

圖 25

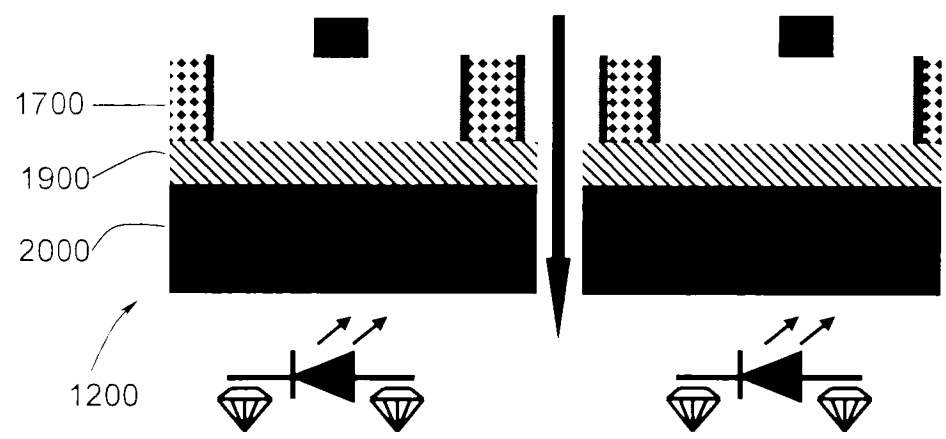


圖 26

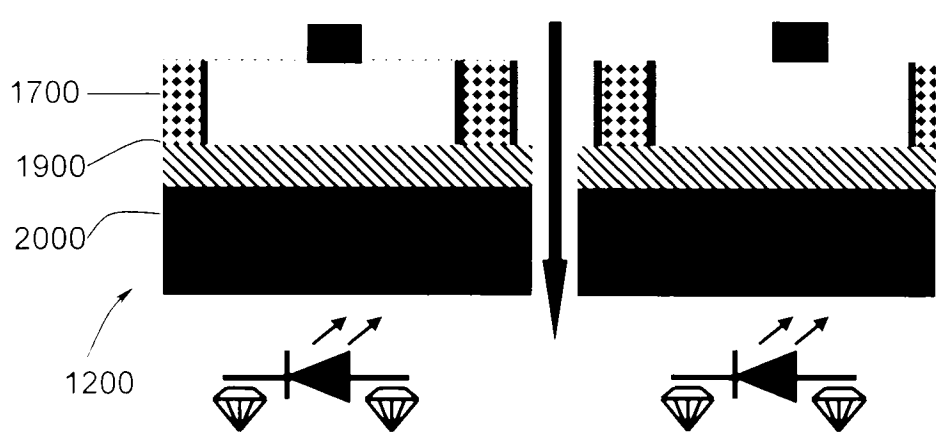


圖 27

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 210 兩個終止點260之間的距離
- 230 活性區
- 250 載體
- 260 終止點
- 270 終止點寬度

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)