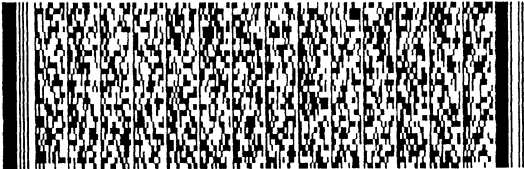


公告本

申請日期：91. 3. 4	案號：91103965
類別：(H01L 33/00)	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書		577178
一、發明名稱	中文	高效率反射層之發光二極體及其製造方法
	英文	High Efficient Reflective Metal Layer of Light Emitting Diode
二、發明人	姓名(中文)	1. 陳澤澎
	姓名(英文)	1. Tzer-Perng CHEN
	國籍	1. 中華民國
	住、居所	1. 新竹市竹村七路2-3號6樓
三、申請人	姓名(名稱)(中文)	1. 國聯光電科技股份有限公司
	姓名(名稱)(英文)	1. United Epitaxy Co., Ltd.
	國籍	1. 中華民國
	住、居所(事務所)	1. 新竹科學園區力行路10號9樓
	代表人姓名(中文)	1. 黃國欣
	代表人姓名(英文)	1. Kuo-Hsin HUANG
		

本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

五、發明說明 (1)

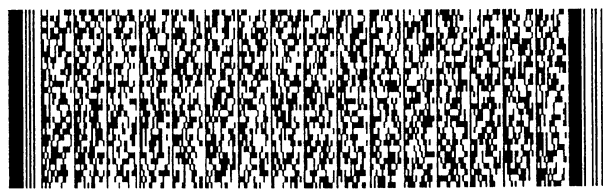
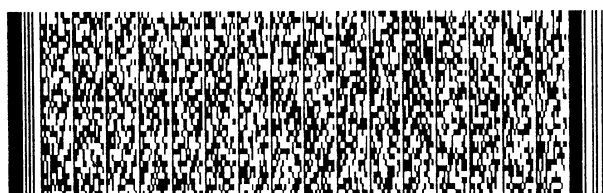
發明領域：

本發明係關於一種高效率發光二極體 (Light Emitting Diode; LED) 結構，特別是一種有關 III-V 族化合物半導體發光二極體結構及其製造方法，其中發光二極體結構具有高反射率之金屬反射鏡於其中以避免產生之光被基板吸收之。

發明背景：

傳統的磷化鋁鎵銦發光二極體具有一雙異質結構 (Double Heterostructure; DH)，其構造如第 1 圖所示，由下而上分別為：基板歐姆接觸電極層 1，一 n 型砷化鎵 (GaAs) 基板 (Substrate) 1，一鋁含量在 70%-100% 的 n 型 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 之下包覆層 3，一 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 之活性層 5，一鋁含量在 70%-100% 的 p 型 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 之上包覆層 7，以及一 p 型高能隙的電流分散層 (Current Spreading Layer) 9，這一層的材料可以是磷化鎵、磷砷化鎵、磷化銦鎵、氧化錫或砷化鋁鎵等。不過由於所述砷化鎵基板 1 的能隙小，因此所述活性層 5 所發出的光，其朝向所述砷化鎵基板 1 的光將會全部被所述砷化鎵基板 1 所吸收。因此，所述磷化鋁鎵銦發光二極體之發光之量子效率而言，其效率是很低的。除此之外，由於砷化鎵的熱傳導率僅約 $44W/m^{\circ}C$ 。因此，以如此小之砷化鎵的熱傳導率並不足以將所有發光二極體的熱能散逸掉。

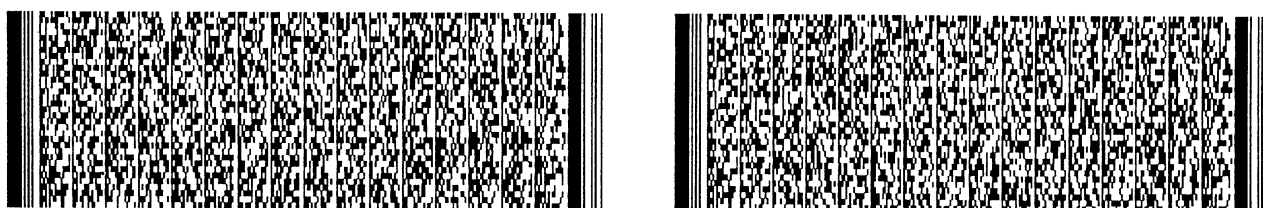
為克服以上基板吸光的缺點。傳統上有一些文獻揭露出 LED 的技術，然而這些技術都有其缺點以及限制，例如



五、發明說明 (2)

Sugawara等人發表於 [Appl. Phys Lett. Vol. 61, 1775-1777 (1992)]便揭示了一種利用加入一層分散布拉格反射層 (Distributed Bragg Reflector; DBR)於砷化鎵基板 1上，其發光二極體之結構請參考第 2圖。由於其結構相似於第 1圖，因此，部分相似功能的薄膜都以相同圖號標示。第 2圖中，Sugawara等人除了增加了所述分散布拉格反射層 2形成於所述砷化鎵基板 1與下包覆層 3之中，以反射朝向所述砷化鎵基板 1的光線外，更增加了一阻擋區域 10以加強電流之分佈。不過，所述 DBR層 2對所述磷化鋁鎵銻發光二極體的反射效率也僅約 80%而已，除此之外，反射特性又和反射角度有關。所述 DBR層 2僅對垂直入射於或接近垂直入射所述砷化鎵基板 1可以非常有效率。因此，所述 DBR層 2對於光量子效率的改善效果有限。若要使 DBR層 2達到高反射率，磊晶時間需較長，以控制每一單層的厚度。如此一來產能就無法提高。

另一實施例係 Kish等人發表於 [Appl. Phys Lett. Vol. 64, No.21, 2839, (1994)]之文獻，名稱為「Very high-efficiency semiconductor wafer-bonded transparent-substrate ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}/\text{GaP}$ 」，揭示一種黏接晶圓 (Wafer bonding)之透明式基板 (Transparent-Substrate; TS)($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}/\text{GaP}$ 發光二極體。請參考第 3圖所示之示意圖。其中，Kish等人以透明基板 TS 13取代了砷化鎵基板。TS AlGaInP LED係以利用氫化物的氣相磊晶法 (Hydride vapor phase

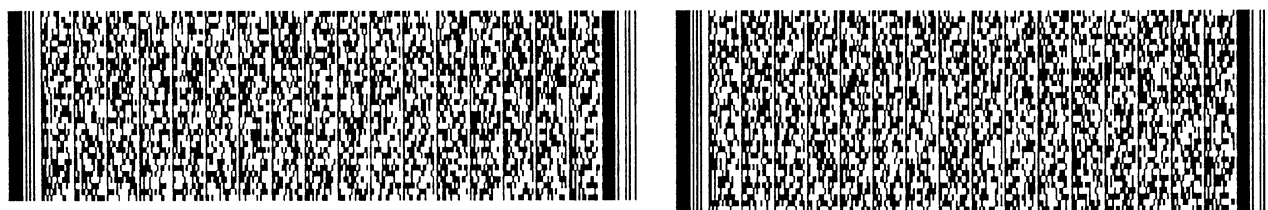


五、發明說明 (3)

epitaxy; HVPE) 形成厚度相當厚 (約 $50\mu\text{m}$) 之 p 型磷化鎵 (GaP) 窗戶 (Window) 層 11 於發光結構磊晶層 12 上。發光結構磊晶層包含 $0.75\mu\text{m}$ 厚的 p-型 $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 包覆層 3 / 活性層 $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 5 / $1\mu\text{m}$ 厚的 n-型 $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 包覆層 7 形成於暫時性 n 型砷化鎵基板上。在所述 p 型磷化鎵 (GaP) 窗口 (Window) 層 11 形成後，再以習知之化學蝕刻法，選擇性地移除 n 型砷化鎵 (GaAs) 基板。接著將此曝露出之 n 型 $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 下包覆層 3，黏接至厚度約為 8-10mil 之 n 型磷化鎵基板 TS 13 上。就發光亮度而言，以這種方式所製得之 TS AlGaInP LED，比傳統吸收式基板

(Absorbing-Substrate; AS) AlGaInP LED 其亮度大兩倍以上。然而，這種 TS AlGaInP LED 的缺點就是製造過程太過繁雜，且通常會在接合界面具有一非歐姆接觸的高電阻特性，因此，無法獲得高生產良率且難以降低製造成本。

另一種傳統技術，請參看第 4 圖的示意圖，係由 Haitz 等人所獲得之美國專利第 5,917,202 揭示之發光二極體。在發光二極體磊晶層 40 (包含活性層 41 及 n 型 GaP 層 45 p 與 p 型 GaP 層 43 形成之後，接著形成一摻雜有鋅、鍺或其他類似金屬的金屬反射層 47 及 n 電極 47a (亦可與反射金屬層 47 具有相同材質以簡化步驟) 於其上下兩面，隨後，再使用脈衝雷射將某些位置點的反射金屬層 47 加熱以使其與 p 型 GaP 層 43 及 n 電極 17a 與 n 型 GaP 層 45 各形成若干個合金點 (alloy dots) 49。合金點成網點分佈 (每一網點之直徑，網點與網點間距視每一點可散佈之電流面積而定)。利用



五、發明說明 (5)

基板，上下兩面均沉積一金屬的導電散熱基板，再利用焊錫層或金屬或金屬矽化物將高反射金屬層與矽基板黏著在一起。再去除暫時性基板。及形成 n 電極。再進行退火，以使 n 電極與發光二極體磊晶層形成良好歐姆接觸。

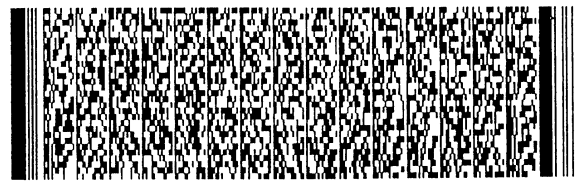
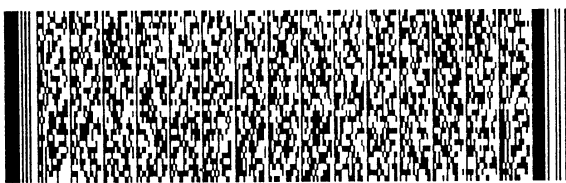
此外為防止黏著層與反射金屬層反應也可以先在反射金屬層上先形成一導電型氧化層。

此外透明導電型氧化層與發光二極體磊晶層之間的歐姆接觸可藉由以下四種實施例完成。在第一實施例中，係形成歐姆接觸網點或網格層於與發光二極體磊晶層接面之透明導電型氧化層中，以均勻分佈電流，再注入發光二極體磊晶層。在第二實施例中，係藉由高導電雜質摻雜之薄砷化鎵磊晶層於發光二極體磊晶層與透明導電型氧化層之間，以使透明導電型氧化層先與薄砷化鎵層先形成良好歐姆接觸，以使電流分佈均勻。

本發明的第三實施例中係使用透明金屬層做為透明導電型氧化層與發光二極體磊晶層之間的良好歐姆接觸。而第四實施例中則是在透明導電型氧化層中形成若干個歐姆接觸通道，而使電流均勻分佈於發光二極體磊晶層。

發明詳細說明：

如前所述，習知利用 DBR 做為反射層發光二極體，雖然可以使部分朝向基板的光反射，但畢竟有入射角度的問題，而削減了亮度，而採用反射金屬層替代 DBR 層雖沒有光入射角的問題，但卻有反射金屬層與 III-V 族化合物發光二極體磊晶層直接接觸後就不宜有任何之高溫製程的困



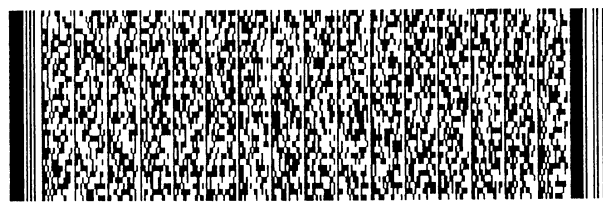
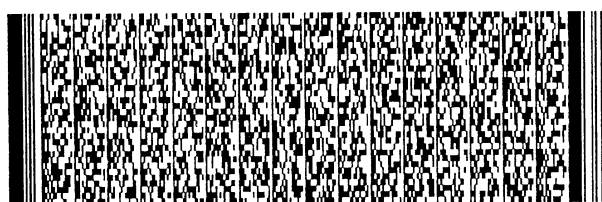
五、發明說明 (6)

擾，雖然 HP 公司提出了另一解決的方法，即利用介電層隔離反射金屬層和 III-V 族化合物發光二極體磊晶層之直接接觸，而得以進行任何包含高溫製程的製程步驟。但電流只能藉由複數個導電孔於介電層中提供電流路徑別無他途。如此一來，不但增加製程步驟的複雜性，且由於介電層本身導熱性不佳，因此就不能承受大電流，而使功率受限。

因此，本發明將提供三個新的發光二極體結構實施例以解決上述傳統發光二極體的缺點。詳細說明如下。

首先請先參照第 6A 圖所示發光二極體之磊晶結構層 1000 之橫截面示意圖，包括由下而上依序堆疊之一 n 型砷化鎵 (GaAs) 基板 100、一蝕刻終止層 (Etching Stop Layer) 102、一 n 型磷化鋁鎵銻 ($(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$) 下包覆 (Cladding) 層 104，其中鋁含量範圍由 50 至 100% 均可、一未摻雜之磷化鋁鎵銻 ($(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$) 活性層 (Active Layer) 106，其中鋁含量範圍為 0-45%，當鋁含量 $x=0$ 時，活性層的組成是 $Ga_{0.5}In_{0.5}P$ ，而發光二極體所發出的光波長 λ 約為 635nm，即約為紅光範圍。一 p 型 ($(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$) 上包覆 (Cladding) 層 108，其中鋁含量範圍也可由 50 至 100%、一 p 型歐姆接觸磊晶層 (Ohmic Contact Epitaxial Layer) 110。

此外，其中所述蝕刻終止層 102 之材質可以是任何 III-V 族化合物半導體，不過，晶格常數需能與所述砷化鎵基板 100 相匹配以減少差排之產生，另一點是當利用蝕



五、發明說明 (7)

刻混合劑例如： $5\text{H}_3\text{PO}_4:3\text{H}_2\text{O}_2:3\text{H}_2\text{O}$ 或是 $1\text{NH}_4\text{OH}:35\text{H}_2\text{O}_2$)蝕刻時，蝕刻速率需小於對所述砷化鎵基板100之蝕刻速率，此外，所述蝕刻終止層102也需要高載子濃度以降低歐姆接觸電阻值。典型而言，載子濃度係高於 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 。在本發明中蝕刻終止層102之較佳材質可為磷化銦鎵(InGaP)或砷化鋁鎵(AlGaAs)。

所述p型歐姆接觸磊晶層110則應選擇對所述活性層106而言具有高度透光性之材料，這一層材料因此在此及往後稱為透明歐姆接觸層110。換言之，透明歐姆接觸層110係選自能隙(energy band gap)大於所述活性層106之材料，同時摻以高載子濃度，以利於形成歐姆接觸。依據上述要求，透明歐姆接觸層110，可以選自III-V族化合物半導體中合於上述要求的材料。例如若所述活性層106發出的光的波長範圍在590nm至650nm，則這樣可以選擇砷化鋁鎵(AlGaAs)、或磷砷化鎵(GaAsP)。而若波長在560nm附近及其下時，可以選擇磷化鎵(GaP)。此外，透明歐姆接觸層110之載子濃度係高於 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 。

隨後，再形成一具有點狀或網狀的圖案之p型歐姆金屬接觸圖案層112於透明歐姆接觸層110上。p型歐姆金屬接觸圖案層112的材料可以選擇像Au-Be, Au-Zn or Cr-Au,這一類型的金屬層。以促使由p電極(後述)所注入之電流藉由這些歐姆接觸網點或網格層112均勻分佈。所述歐姆接觸網點或網格層112之個數視經由這些網點或網格所能橫向散佈面而定，而散佈面又與所述透明歐姆接觸



五、發明說明 (8)

層 110 的厚度及其阻值而定，例如，若所述透明歐姆接觸層 110 較厚，可以允許所述歐姆接觸網點 112 之點距較稀疏。反之則較密。另外，所述透明歐姆接觸層 110 阻值愈小，所代表的意義是每一歐姆接觸網點可以橫向散佈面愈大，都可以允許減少所述歐姆接觸網點或網格層 112 之個數。除此之外所述之 p 型歐姆金屬接觸圖案層 112 覆蓋率若愈高將會減少光輸出，但其也會相對使發光二極體之順向電壓值減低。因此，在權衡光線輸出和接觸電阻兩者之損益下，所述 p 型歐姆金屬接觸圖案層 112 的覆蓋率在 10% 以下較為理想。

而所述點狀或網狀的 p 型歐姆金屬接觸層 112 可以採用以下之順序形成。一種方式是先形成 p 型歐姆金屬接觸層，次形成一光阻圖案於其上，再應用蝕刻技術形成所述 p 型歐姆金屬接觸圖案層 112，最後再移除光阻圖案。另一種方式是先形成一光阻圖案於所述透明歐姆接觸層 110 上，次形成 p 型歐姆金屬接觸層，後再應用膠布黏著方式去除附著力不佳的 p 型歐姆金屬接觸層，以形成 p 型歐姆金屬接觸圖案層 112，最後再移除光阻圖案。

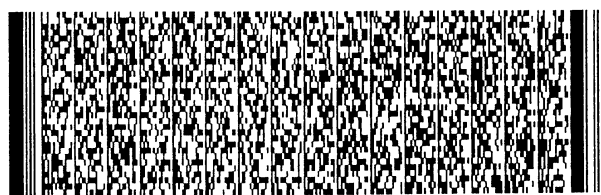
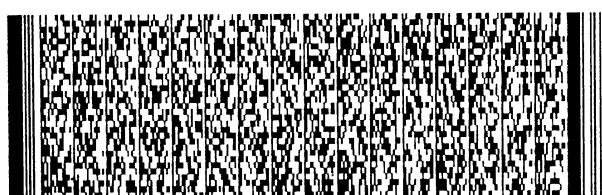
隨後所述之發光二極體結構體再進行 350-600°C 的高溫退火步驟，以降低接觸電阻值。接著，再先後形成一透明導電型氧化層 114 及一高反射金屬層 116 於透明歐姆接觸層 110 上，如圖示，當然包含將所述 p 型歐姆接觸圖案層 112 覆蓋於其中。所述透明導電型氧化層 114，依據本發明之方法係一高導電性良好光穿透性之氧化層，且不會和所



五、發明說明 (9)

述透明歐姆接觸層 110 及高反射率金屬層 116 起反應。例如像 In_2O_3 、 SnO_2 、 CdO 、 ZnO 、ITO(氧化銦錫)、CTO(氧化鎘錫)、 CuAlO_2 、 CuGaO_2 及 SrCu_2O_2 。都是可以選用之透明導電氧化層 114 候選者。至於所述高反射率反射金屬層 116 則可以選自鋁、金、銀等。所述這三種金屬層，都是具有高反射率之金屬層上選，在 560 至 650nm 波長下，反射金屬層 116 的反射率約為 90% 以上。本發明的主要改善處可以看出係因為本發明採用了所述透明導電型氧化層 114 於高反射率金屬層 116 與所述透明歐姆接觸層 110 之間。這樣可以防止高溫退火製程中所述反射金屬層 116 與所述透明歐姆接觸層兩者之間的反應。一般而言，所述反射金屬層 116 所選用之材料鋁、金、銀幾乎會和所有的 III-V 族化合物反應。且退火溫度愈高，情況就愈嚴重。若兩者產生反應將對所述反射金屬層 116 之反光性有明顯的損害。加入一惰性層：透明的導電型氧化層 114 就可以完全避免所述反射金屬層 116 與所述透明歐姆接觸層 110 兩者之間的反應發生。因此所述反射金屬層 116 可以承受高溫的退火，而沒有反射率變差的問題。

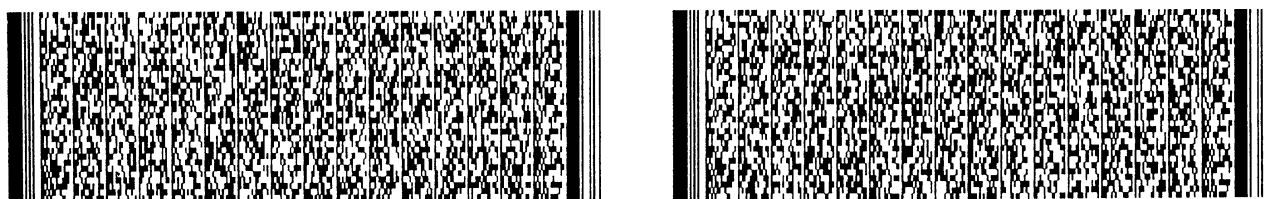
接著，所述磷化鋁鎵銦發光二極體磊晶層 1000 再和具有高熱傳導性與導電性的基板 125 黏著在一起。有許多的半導體、陶瓷及金屬材料都以擔任，例如矽基板、碳化矽基板、氮化鋁、銅和鋁都是做為所述導電性及導熱性基板材料的優良候選者，由於散熱性佳，因此可以呈受更高之電流。特別是矽基板，不但便宜且就研磨蝕刻、或切割都



五、發明說明 (11)

在黏著之後，再使用研磨或化學蝕刻混合物如 $5\text{H}_3\text{PO}_4:3\text{H}_2\text{O}_2:3\text{H}_2\text{O}$ 或是 $1\text{NH}_4\text{OH}:35\text{H}_2\text{O}_2$ 或反應式離子蝕刻技術 (reactive ion etching; RIE) 將所述之不透光的 n 型砷化鎵基板 100 除去，並停留在所述蝕刻終止層 102 上。隨後，再形成一 n 型歐姆接觸層 130 於所述蝕刻終止層 102 上以做為電極，其結果如第 6C 圖所示。當然，隨後需進行退火，用以將歐姆接觸阻值降低，以完成垂直性電流傳導且具有良好熱散逸能力之磷化鋁鎵銻發光二極體之製作。依據本發明所述之製程完成之磷化鋁鎵銻發光二極體波長範圍約在 585 至 630 nm，流明照度約為 30 流明 / 瓦。此外亮度是隨注入之電流而增加，電流並可達到 100 mA 以上。證明了矽做為基板材料的確優於使用砷化鎵的基板，上述之實施例雖以磷化鋁鎵銻發光二極體做為實施例說明，但並不代表限制本發明適用的二極體種類，例如砷化鋁鎵 (AlGaAs) 發光二極體，磷砷化鎵銻 (InGaAsP) 發光二極體，氮化鋁鎵銻 (AlGaInN) 發光二極體或者是垂直共振腔式面射型雷射 (vertical cavity surface emitting laser) 也可以適用。

在第一較佳實施例中已述及透明導電型氧化層形成於反射金屬層 116 與發光二極體磊晶層 1000 之間可以防止因後續高溫製程而使所述發光二極體磊晶層 1000 與所述反射金屬層 116 的反應。而所述歐姆接觸網狀或網點層 112 可以使注入透明導電型氧化層的電流經由這些歐姆接觸網狀或網點層 112 而均勻散佈於所述發光二極體磊晶層 1000，

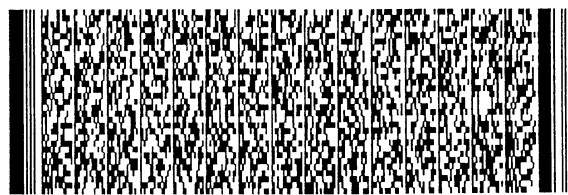
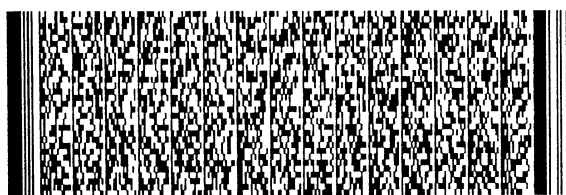


五、發明說明 (12)

而不是被透明導電型氧化層 114與發光二極體磊晶層 1000之接面間的能量障障 (energy barrier)所擋住。

上述發光二極體磊晶層 1000與所述透明導電型氧化層 114之間，也可以如下變化，請參考本發明的第二實施例，如第 7圖所示。係將所述發光二極體磊晶層 1000之歐姆接觸導體層與透明導電型氧化層之間以相對於發光二極體磊晶層能隙小的薄膜層形成於發光二極體磊晶層上再形成透明導電型氧化層，用以促使透明導電型氧化層與發光二極體磊晶層產生良好的歐姆接觸。以磷砷化鎵銦 (InGaAsP) 發光二極體磊晶層為例，能隙小的薄膜層可以是砷化鎵薄層 113g或磷砷化鎵薄層 (磷含量在 20至 30%)113g其中之一種。

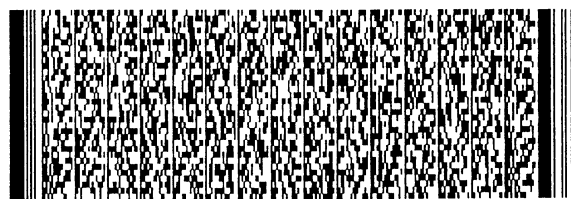
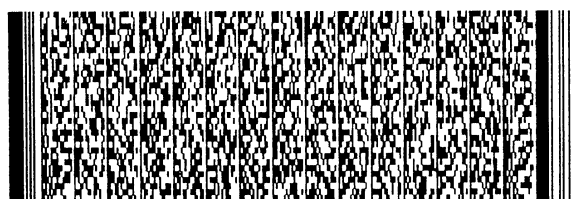
因此，在包含所述暫時性基板 100之所述二極體磊晶層 1000上，首先形成一砷化鎵薄層 113g或磷砷化鎵薄層 (磷含量在 20至 30%)113g，再接著依序形成一透明導電型氧化層 114及反射金屬層 116，及進行後續反射金屬層 116、黏著導電導熱基板、去除暫時性基板 100及形成 n電極 130與退火等步驟一如前述。一如前述，由於砷化鎵或磷砷化鎵能隙小，因此，有吸光的問題。但所述能隙小的 III-V族化合物半導體薄膜 (例如至少 500埃以下，典型值為 300埃以下)卻可以容許將載子 (carrier)濃度提高。特別是前述的 p型歐姆接觸層 110，由於為防止吸光的問題，能隙就得選用高能隙的材質，例如 GaP等。如此一來，要提高 p型載子濃度就很困難。反過來說，能隙小的砷化鎵



五、發明說明 (13)

卻可以解決高濃度載子摻雜的問題。在本發明中所述砷化鎵薄膜 113g 內的載子濃度可提高至 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 以上。這對於典型良好歐姆接觸所需濃度需求 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 。當然是餘刃有餘。高濃度的砷化鎵薄膜層 113g 可以和所述透明導電型氧化層 114 形成良好的歐姆接觸。因此，自導電散熱基板 125 經反射金屬層 116 注入透明導電型氧化層的電流可以先均勻散佈於砷化鎵薄膜層 113g，再入射於發光二極體磊晶層 1000 而至 n 電極 130 而形成一電流通路。儘管如此，為防止砷化鎵吸光的缺點蓋過其均勻散佈電流的優點，厚度不得不如上所述加以限制。

在上述厚度或下的砷化鎵層 113g，透光度將隨著其厚度減薄而增加。犧牲一部分透光度而使得垂直於所述發光二極體磊晶層 1000 之注入電流更加均勻散佈是值得的。為使所述透明導電氧化層 114 與所述發光二極體磊晶層 1000 之間藉由良好歐姆接觸金屬層而均勻散佈電流，請參考第八圖所示第三實施例。一透光性之薄歐姆接觸金屬層 (TCL 層) 113 t 先沉積於所述包含暫時性基板 100 之發光二極體磊晶層 1000 上再接著形成所述透明導電型氧化層於 TCL 層 113 t 上。而後續步驟一如前述。所述薄歐姆接觸金屬層 TCL 層 113 t 例如 100 埃厚度之金/鎳層，或金/鈹，或金/鋅複合層都可以與所述透明導電型氧化層 114 形成極為良好之歐姆接觸，因此也可以使注入所述發光二極體磊晶層 1000 電流均勻散佈。所述薄 TCL 層 113 t 在所述厚度下具有透光性，因此，不致於犧牲太多由發光二極體磊晶層所發



五、發明說明 (14)

出且朝向反射金屬層光的被吸收問題(包括二次吸收)。

本發明的之第四實施例請參考第9圖。首先全面形成一透明導電型氧化層114於所述包含暫時性基板之發光二極體磊晶層其中一種上，接著以微影圖案及乾式蝕刻步驟定義複數個歐姆接觸通道115於所述透明導電型氧化層114之中，如圖示，歐姆接觸通道貫通所述透明導電型氧化層114上下兩面，接著再回填歐姆接觸金屬層。

其中所述歐姆接觸金屬層可以填滿或不完全填滿歐姆接觸通道115，最後再形成一層高反射的反射金屬層116於所述透明導電型氧化層114上，同時也將先前未完全填滿的歐姆接觸通道115補滿。一如前述歐姆接觸通道115內之金屬係用以使來自導電散熱基板的電流藉由這些通道115而均勻散佈於發光二極體磊晶層。以一較佳的實施例而言，所述歐姆接觸通道115所佔的面積比，約為的透明導電型氧化層114與二極體磊晶層1000接面的10%以下即可。

本發明且有以下幾點好處：

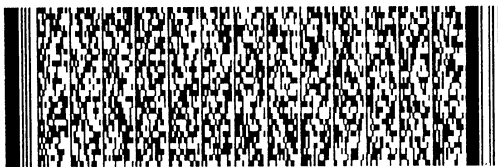
- (1)提供了一種垂直注入電流型之發光二極體結構，且只需要一單一金線即可，因此可以簡化發光二極體之封裝製程並降低生產成本。
- (2)發光二極體的尺寸可以大為減少，使得每片晶片產出的發光二極體晶粒數目增加。
- (3)具有良好之熱散逸性，因此LED有較好之可靠性表現，且可以操作於高電流密度下。
- (4)容易大量生產，良率高且成本低。



五、發明說明 (15)

(5)反射金屬層可以承受較高之溫度，且不致於有反射金屬層品質劣化之問題，因此可以提供晶片製作更大的彈性。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍，凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之申請專利範圍內。



圖式簡單說明

本發明的較佳實施例將於往後之說明文字中輔以下列圖形做更詳細的闡述：

第 1 圖係依據習知技術所製造之發光二極體結構之橫截面示意圖。

第 2 圖係依據習知技術，具有分散布拉格反射層之發光二極體之橫截面示意圖。

第 3 圖示依據習知技術所製造之發光二極體具有一依據黏著技術而形成之透明材料做為基板。

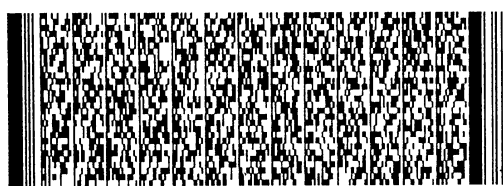
第 4 圖示依據習知技術所製造之發光二極體層，利用雷射加熱方式使具摻雜之反射金屬層與 n 型 GaP 及 p 型 GaP 形成網點之歐姆接觸。

第 5 圖示依據習知技術所製造之發光二極體層，利用介電層及形成於其中之若干個歐姆接觸通道使反射金屬層電流可以貫通至 n 電極，同時也可防止反射金屬層與發光二極體磊晶層的反應。

第 6A 圖至第 6C 圖示利用本發明之方法第一實施例所製造之發光二極體磊晶層結構與基板結構及兩者黏著後之結構，具有惰性透明導體層於反射金屬層與磊晶層結構之間之橫截面示意圖。

第 7 圖示依據本發明之方法第二實施例，以高導電雜質摻雜之薄砷化鎵磊晶層做為於透明導電型氧化層與發光二極體磊晶層與之間歐姆接觸媒介的示意圖。

第 8 圖示依據本發明之方法第三實施例，以 TCL 層做為於透明導電型氧化層與發光二極體磊晶層與之間歐姆接觸媒介



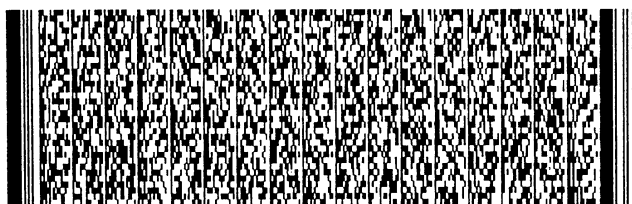
圖式簡單說明

的示意圖。

第 9 圖示依據本發明之方法第四實施例，以形成於透明導電型氧化層之歐姆接觸通道透明導電型氧化層與發光二極體磊晶層與之間媒介的示意圖。

圖號對照說明：

砷化鎵基板	1、100	分散布拉格反射層	2
砷化鎵緩衝層	2a	n型包覆層	3、45、104
活性層	5、41、106	p型包覆層	7、43、108
p型高能隙的電流分散層	9	阻擋區域	10
p型磷化鎵)窗口層	11	透明層 TS	13、52
光發射磊晶層	12、40、1000		
n型歐姆接觸金屬電極	19、47a、130		
矽基板	27、120	蝕刻終止層	102
p型歐姆金屬接觸圖案層	112	黏著層	124
高反射金屬層	47、116	透明歐姆接觸金屬層	113t
透明導電型氧化層	114	p型歐姆接點磊晶層	110
擴散阻擋層	126	歐姆接觸通道	54、115
介電層	53	薄砷化鎵層	113g
歐姆接觸網點	49		

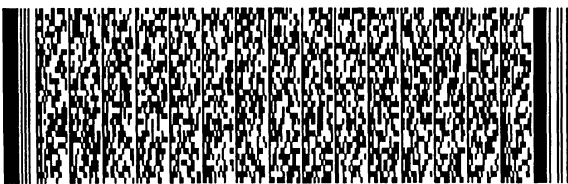


四、中文發明摘要 (發明之名稱：高效率反射層之發光二極體及其製造方法)

一 高效率之發光二極體具有鏡面反射層形成於其中，其中鏡面反射層係由一透明導電型氧化層和一高反射金屬層所構成，透明導電型氧化層與發光二極體磊晶層間再以透明金屬層或高濃度薄砷化鎵層形成歐姆接觸，也可藉由形成於透明導電型氧化層之歐姆接觸通道或歐姆接觸網狀或網點金屬層而使注入發光二極體磊晶層之電流均勻散佈。透明導電氧化層可以選取和高反射金屬層不會反應或幾乎不反應的材料，這樣即使是在高溫環境下，也可避免在進行歐姆接觸退火步驟時反射金屬層和 III-V 化合物半導體的反應所導致反光性退化的問題。因此，具有上述之鏡面反射層之發光二極體可以使得產品具有高良率，進而降低製造成本。

英文發明摘要 (發明之名稱：High Efficient Reflective Metal Layer of Light Emitting Diode)

A high efficient reflective metal layer of light emitting diode is disclosed. To prevent the reflective metal layer from reacting with the epi-LED layer structure during a thermal process, a transparent conductive oxide layer such as ITO is inserted in between them. Four preferred embodiments are proposed to improve the ohmic contact between the ITO layer and epi-LED layers. There are: forming ohmic contact grid pattern, or ohmic contact channels in the ITO layer, or forming



四、中文發明摘要 (發明之名稱：高效率反射層之發光二極體及其製造方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：High Efficient Reflective Metal Layer of Light Emitting Diode)

thin GaAs layer or thin transparent metal layer at the interface between the ITO and epi-LED layers.



六、申請專利範圍

1. 一種發光二極體，至少包含：

一導電導熱基板；

一光發射層結構層，具有複數層發光二極體磊晶層，用以當電流注入後產生光；

一透明導電型氧化層形成於該光發射層結構層上，該透明導電型氧化層具有複數條貫穿該透明導電型氧化層之歐姆接觸型通道形成於其中；

一反射金屬層形成於該透明導電型氧化層上；及

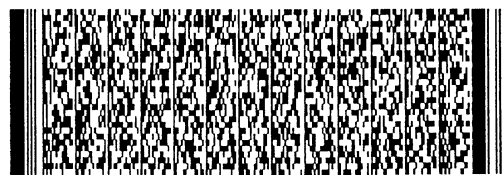
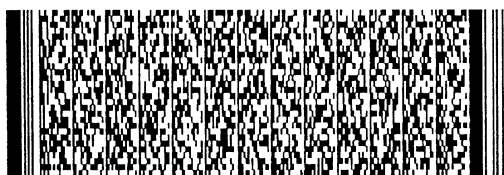
一金屬黏著層黏著該導電導熱基板上及該反射金屬層以形成該發光二極體。

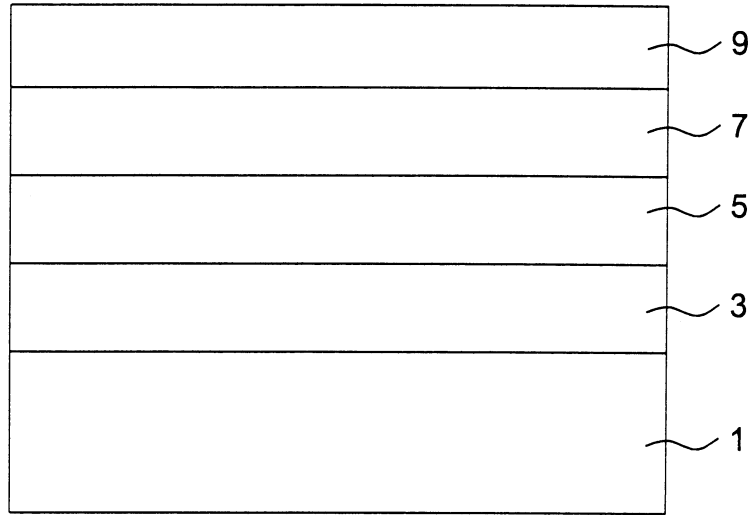
2. 如申請專利範圍第1項之發光二極體，其中上述之導體基板之材料係選自由銅、鋁、SiC、AlN及矽所組成之族群的其中之一種。

3. 如申請專利範圍第1項之發光二極體，其中上述之透明導電型氧化層係選自由 In_2O_3 、 SnO_2 、 CdO 、 ZnO 、ITO(氧化銦錫)、CTO(氧化鎘錫)、 CuAlO_2 、 CuGaO_2 及 SrCu_2O 所組成之族群的其中之一種。

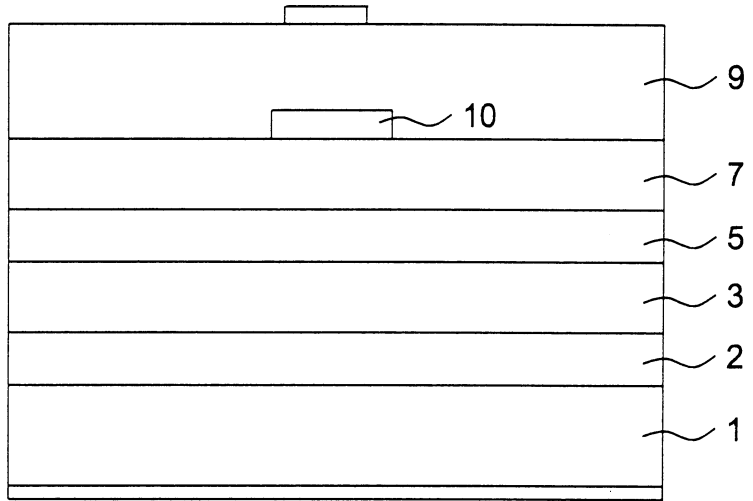
4. 如申請專利範圍第1項之發光二極體，其中上述之反射金屬層係選自由金、銀、鋁所組成之族群其中之一種，上述之金屬黏著層係選自由In、Au-Sn合金、Au-Si合金、Pb-Sn合金、和Au-Ge合金或PdIn合金其中之一種。

5. 如申請專利範圍第1項之發光二極體，更包含一擴散阻障層形成於該反射金屬層及該金屬黏著層之間，該擴散阻

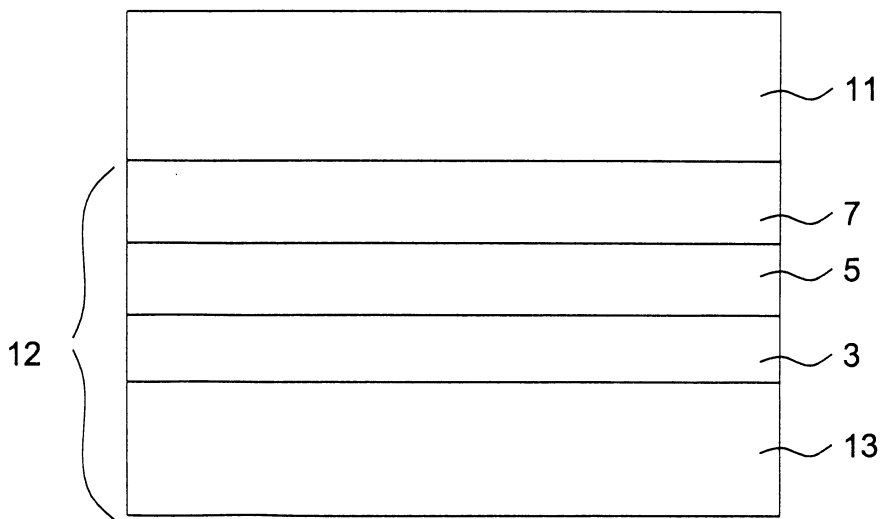




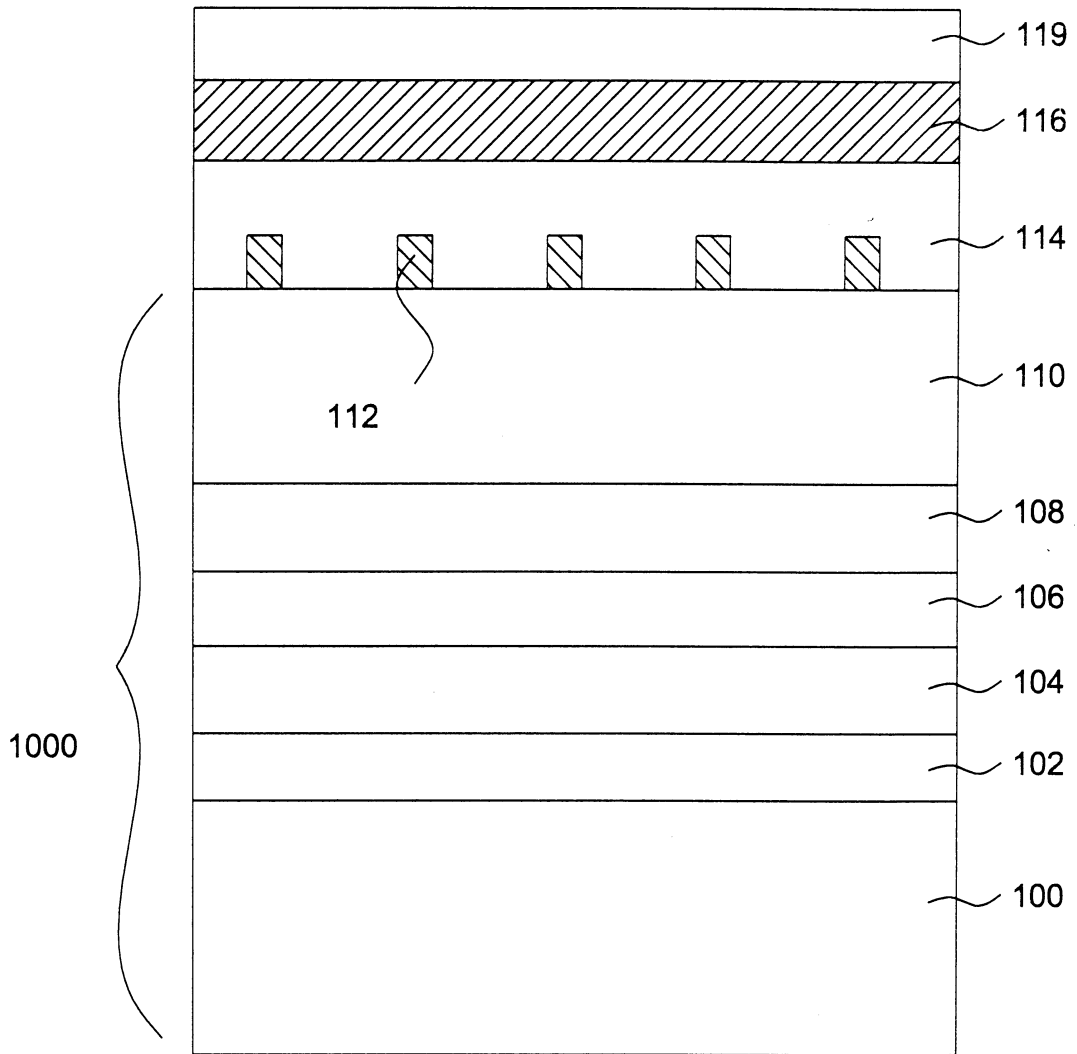
第1圖 (習知技藝)



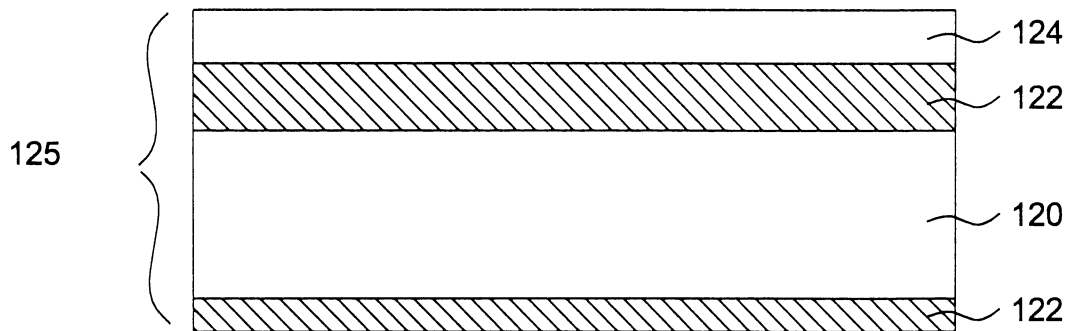
第2圖 (習知技藝)



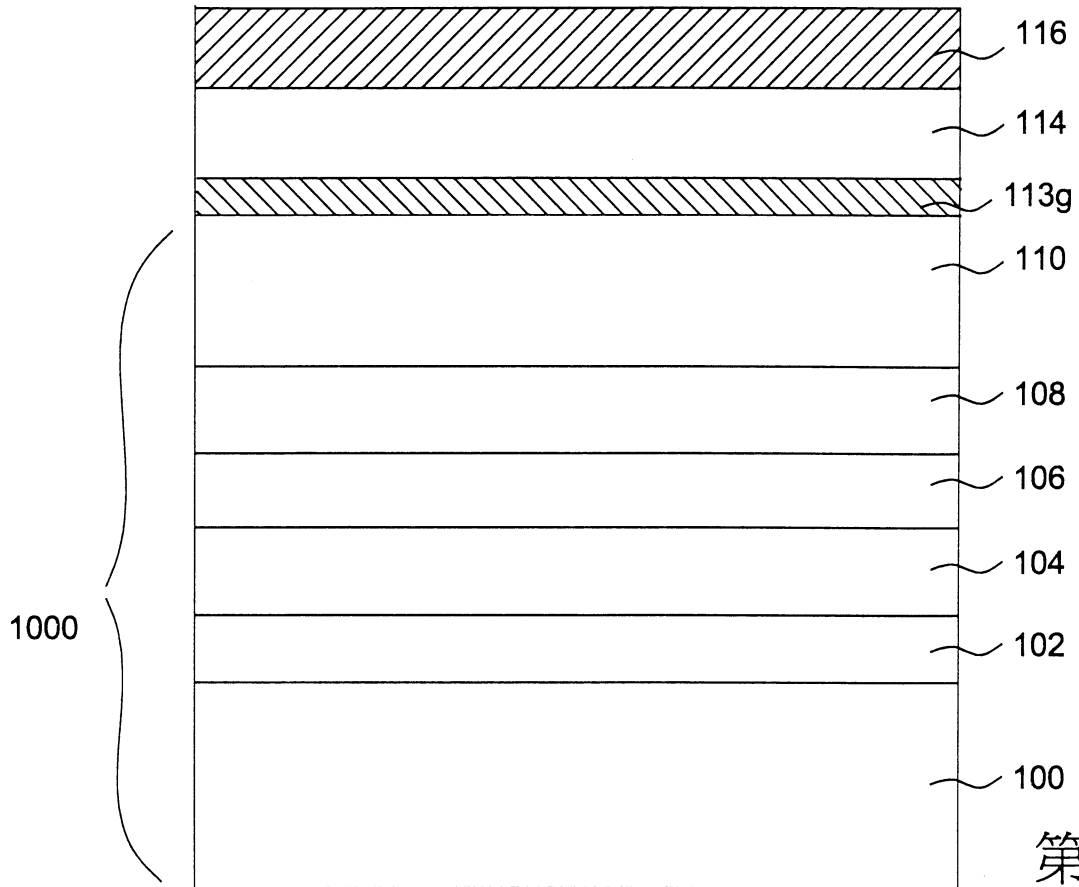
第3圖 (習知技藝)



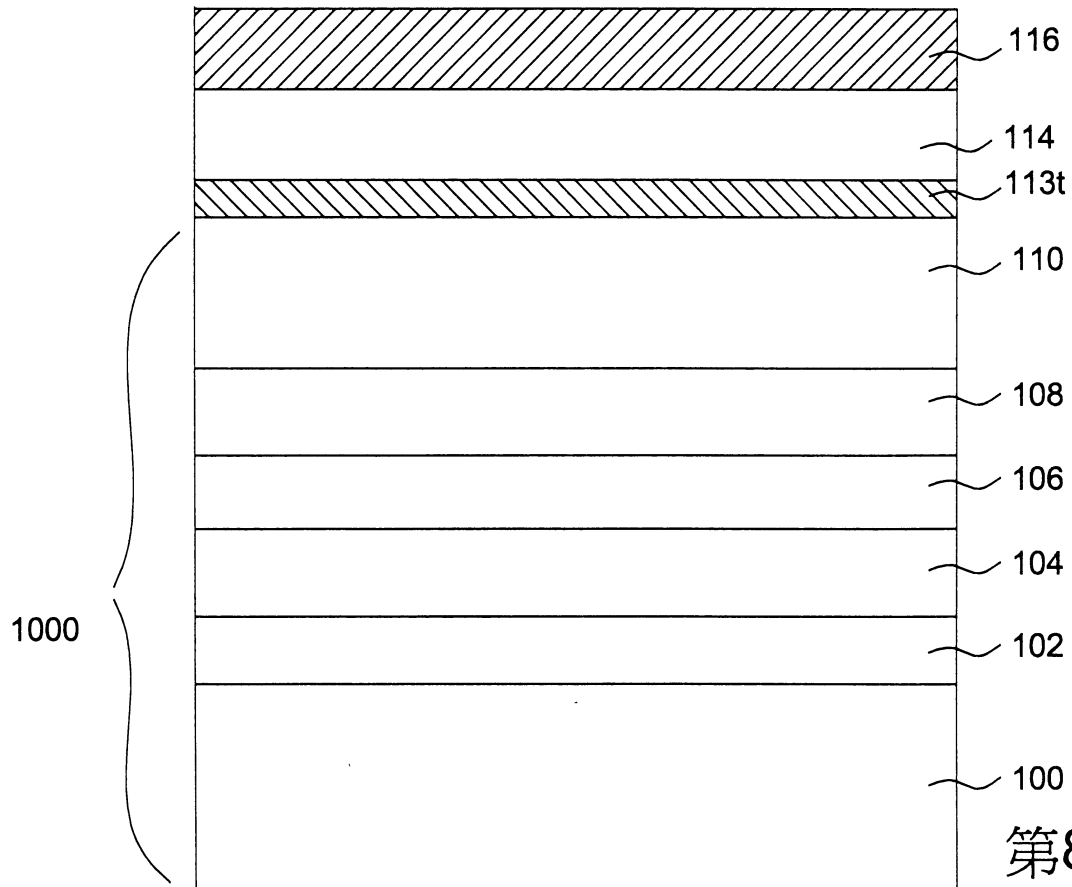
第6A圖



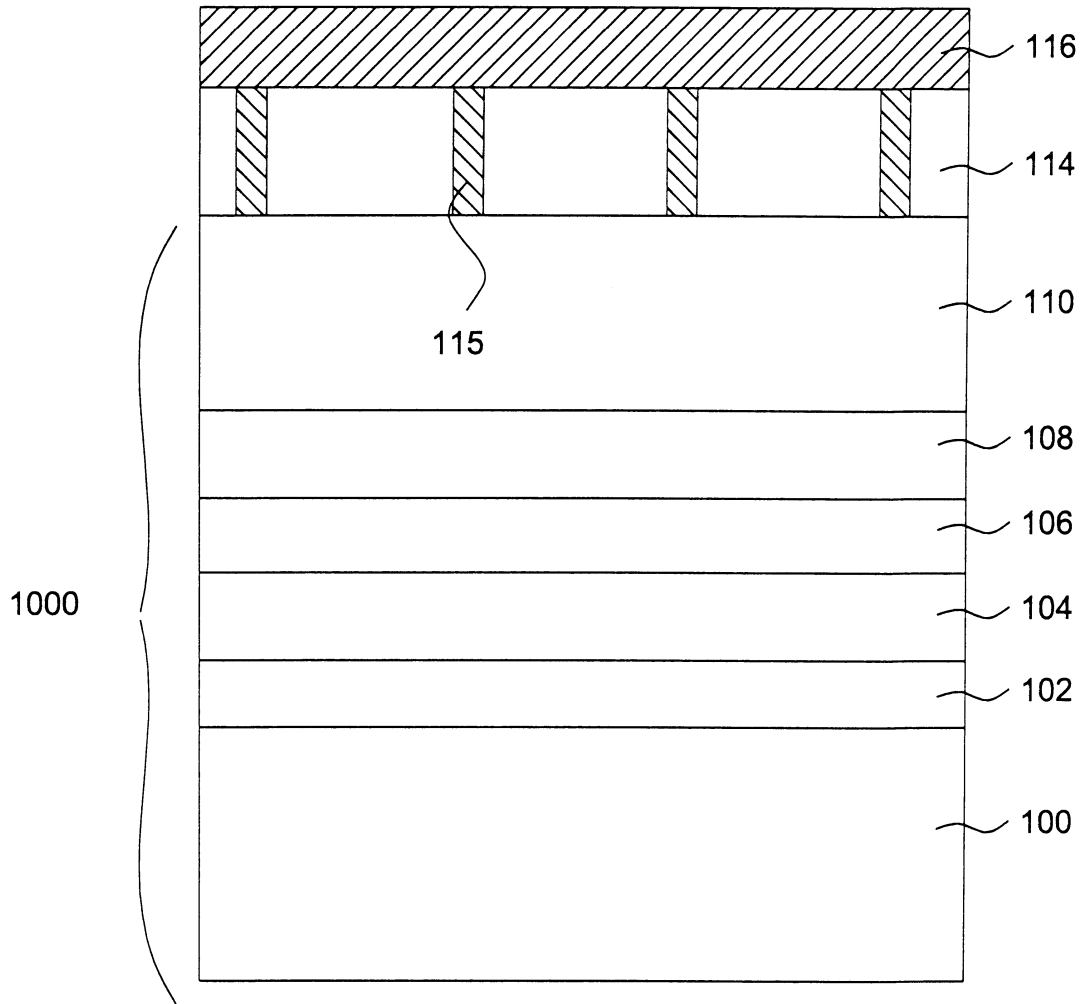
第6B圖



第7圖



第8圖



第9圖

五、發明說明 (3)

這些合金點 49，可以形成歐姆接觸，而不需使晶片經過爐子高溫過程。但產能必定依據雷射束燒寫速度而定，因此無法提高，且也不允許後續有任何高溫製程。

Haitz 等人的另一實施例，請參考第 5 圖，係將二極體磊晶層 50 結合於一透明基板 52 上，再形成一介電層 53 於透明基板 52 上，隨後再藉由微影及蝕刻技術形成通道 54a，緊接著形成歐姆接觸金屬層 54 以填充通道。以使 n 電極與 p 電極之電流能貫通至後形成於介電層 53 之反射金屬層 56 上。如此過程除了製程複雜外，介電層 53 的不導電性與不導熱性將使發光二極體晶片的在高溫製程或高電流操作下特性變差。

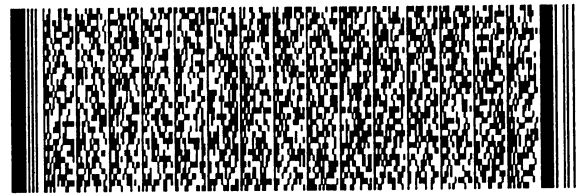
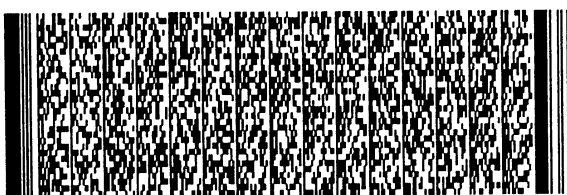
發明目的及概述：

本發明之一目的係提供一具有反射金屬層之高效率發光二極體結構。

本發明之另一目的係提供一種防止反射金屬層和 p 型歐姆接觸層之間因退火而反應之結構，此外在本發明中透明導電型氧化層與發光二極體磊晶層間的歐姆接觸方式亦提供了四種實施例。

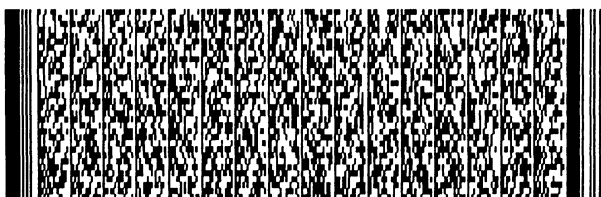
本發明之再一目的係提供一種防止黏著層與反射金屬層反應之結構。以進一步避免反射金屬層和相鄰層反應。

本發明提供一種高效率發光二極體結構，其結構至少包含一發光二極體磊晶層結構長在一晶格常數匹配之的暫時性基板上，一透明導電型氧化層和高反射之金屬層接著依序形成於磊晶層之 p 型透明歐姆接觸層上。最後以一矽



五、發明說明 (9)

很容易，因此矽基板是更佳的选择。如第 6B 圖所示，首先矽基板 120 要先以導電性雜質進行摻雜或者直接使用高濃度導電性雜質摻雜矽基板。隨後，在所述之矽基板 120 上下兩面都各沉積一金屬層，用以形成歐姆接觸金屬層 122。隨後，其中之一的所述歐姆接觸金屬層 122 再使用金屬黏著層 124 將磷化鋁鎵銻發光二極體磊晶層上的金屬反射層 116 和歐姆接觸金屬層 122 黏著在一起。金屬黏著層 124 材料必須具有高黏著強度與電流傳導性，例如可以選自焊劑 (solder)、低溫金屬或金屬矽化物例如像 PbSn、AuGe、AuBe、AuSi、Sn、In、AuIn 及 PdIn 等都是不錯的選擇。為避免所述金屬黏著層 124 和所述反射金屬層 116 在高溫的退火製程中也產生反應，可以選擇性的將一擴散阻障層 119 先沉積於所述之反射金屬層 116 上。擴散阻障層 119，可以選自氧化銻錫 ITO 或氧化鎘錫 CTO 或者是氧化鋅等。或其他高熔點之耐火金屬層皆可，例如鎢、氮化鎢、鉬和一些高溫金屬矽化物都可以選用。當然若不先沉積所述擴散阻障層 119 則所述之反射金屬層 116 則沉積時不妨厚一些。除此之外，請注意，第 6B 圖雖以金屬黏著層 124 先形成於歐姆接觸金屬層 122 上為例，但並不代表限制本發明之範圍，因為金屬黏著層 124 也可以直接先形成於反射金屬層上，或擴散阻障層 119 上均可。另外，也可以不需要金屬黏著層 124，只要歐姆接觸金屬層 122 係低熔點金屬或合金即可，但粘著後至少需可以抗釘線金屬 (wire bonding) 過程的溫度，以使反射層 116 和基板 120 牢固地粘著在一起。



六、申請專利範圍

障層材料係選自由導電性氧化層、高溫金屬層、高溫金屬矽化物層所組成之族群的其中之一種。

6. 一種發光二極體，至少包含：

一導電導熱基板；

一光發射層結構層，具有複數層發光二極體磊晶層，用以當電流注入後產生光；

一透明導電型氧化層形成於該光發射層結構上，該透明導電型氧化層與該光發射層結構層之接面具有複數個歐姆接觸金屬網格或網點其中之一種形成於該透明導電型氧化層中，以利於該發光二極體之垂直走向之電流均勻散佈；

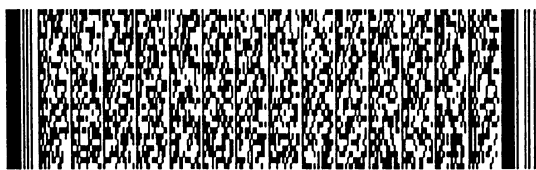
一反射金屬層形成於該透明導電型氧化層上；及

一金屬黏著層黏著該導電導熱基板上及該反射金屬層以形成該發光二極體。

7. 如申請專利範圍第6項之發光二極體，其中上述之導體基板之材料係選自由銅、鋁、SiC、AlN及矽所組成之族群的其中之一種。

8. 如申請專利範圍第6項之發光二極體，其中上述之透明導電型氧化層係選自由 In_2O_3 、 SnO_2 、 CdO 、 ZnO 、ITO(氧化銦錫)、CTO(氧化鎘錫)、 CuAlO_2 、 CuGaO_2 及 SrCu_2O 所組成之族群的其中之一種。

9. 如申請專利範圍第6項之發光二極體，其中上述之反射金屬層係選自由金、銀、鋁所組成之族群其中之一種，上述之金屬黏著層係選自由In、AuIn、Au-Sn合金、Au-Si



六、申請專利範圍

合金、Pb-Sn 合金、和 Au-Ge 合金或 PdIn 合金其中之一種。

10. 如申請專利範圍第 6 項之發光二極體，更包含一擴散阻障層形成於該反射金屬層及該金屬黏著層之間，該擴散阻障層材料係選自由導電性氧化層、高溫金屬層、高溫金屬矽化物層所組成之族群的其中之一種。

11. 如申請專利範圍第 6 項之發光二極體，其中上述之複數個歐姆接觸金屬網格或網點係均勻散佈且約為該透明導電型氧化層與該光發射結構層接面之 10% 以下。

12. 一種發光二極體，至少包含：

一 導電導熱基板；

一 光發射層結構，具有複數層發光二極體磊晶層，用以當電流注入後產生光；

高濃度 p 型雜質摻雜且能隙小之薄 III-V 族化合物半導體薄膜層或薄金屬層其中之一種形成於該光發射層結構之透明 p 型歐姆接觸層上，上述能隙小之薄 III-V 族化合物半導體薄膜係相對於該發光二極體磊晶層而言，上述之薄膜係指厚度在 500 埃以下的薄膜，上述之薄金屬層係指厚度在 150 埃以下的薄金屬層；

一 透明導電型氧化層形成於該砷化鎵層上以形成歐姆接觸；

一 反射金屬層形成於該透明導電型氧化層上；及

一金屬黏著層黏著該導電導熱基板及該反射金屬層以形成該發光二極體。



六、申請專利範圍

13.如申請專利範圍第12項之發光二極體，其中上述之導體基板之材料係選自由銅、鋁、SiC、AlN及矽所組成之族群的其中之一種。

14.如申請專利範圍第12項之發光二極體，其中上述之透明導電型氧化層係選自由 In_2O_3 、 SnO_2 、 CdO 、 ZnO 、ITO(氧化銦錫)、CTO(氧化鎘錫)、 CuAlO_2 、 CuGaO_2 及 SrCu_2O 所組成之族群的其中之一種。

15.如申請專利範圍第12項之發光二極體，其中上述之反射金屬層係選自由金、銀、鋁所組成之族群其中之一種，上述之金屬黏著層係選自由In、AuIn、Au-Sn合金、Au-Si合金、Pb-Sn合金、和Au-Ge合金或PdIn合金其中之一種。

16.如申請專利範圍第12項之發光二極體，更包含一擴散阻障層形成於該反射金屬層及該金屬黏著層之間，該擴散阻障層材料係選自由導電性氧化層、高溫金屬層、高溫金屬矽化物層所組成之族群的其中之一種。

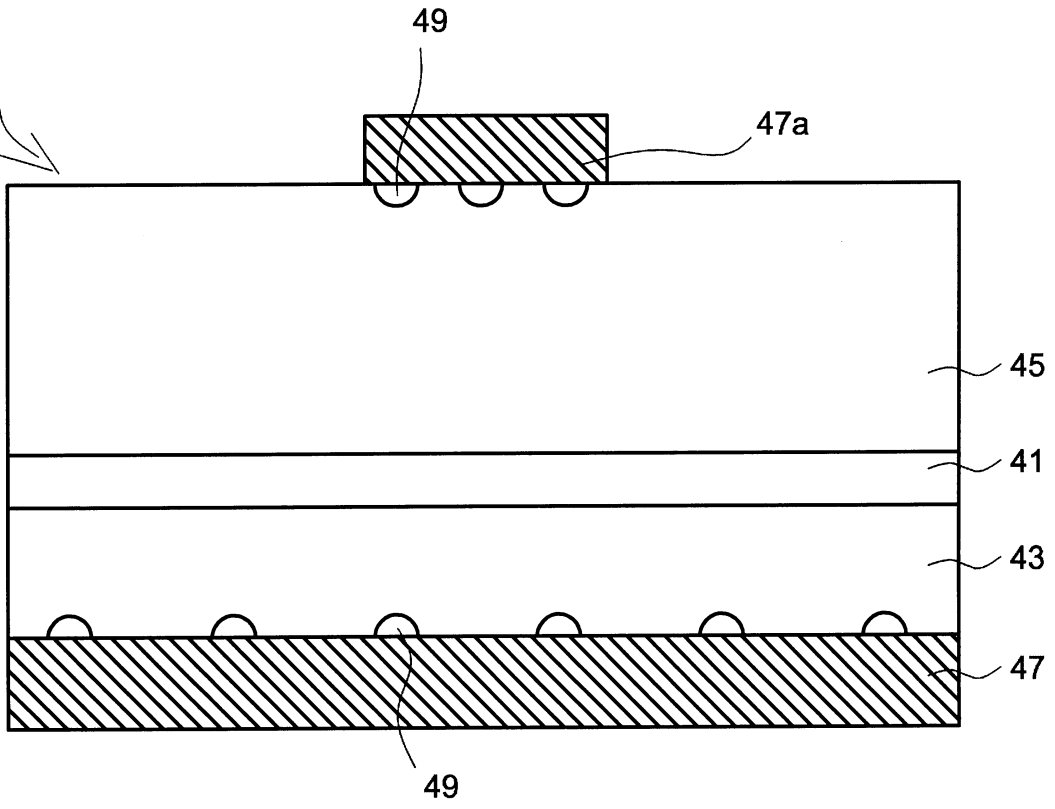
17.如申請專利範圍第12項之發光二極體，其中上述之III-V族化合物半導體薄膜係薄砷化鎵層或磷砷化鎵其中之一種，且具有p型雜質摻雜濃度約 5×10^{18} 以上。

18.如申請專利範圍第12項發光二極體，其中上述之透明金屬層係選自鈹、鎳、鋅其中之一種與金的複合膜層。

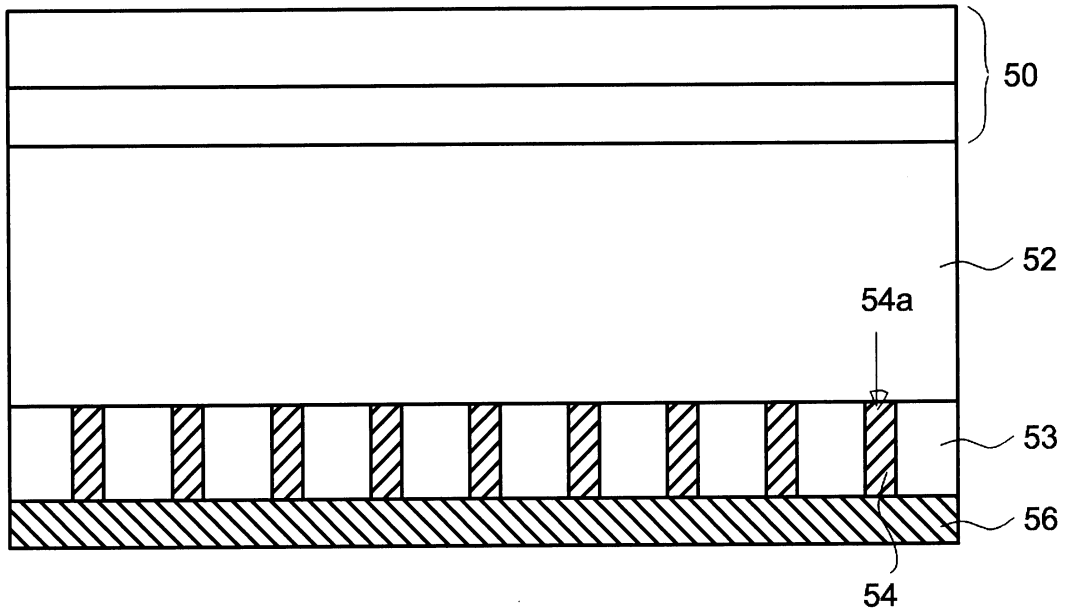


發明專利證書
中華民國 100 年 1 月 14 日

40



第4圖



第5圖

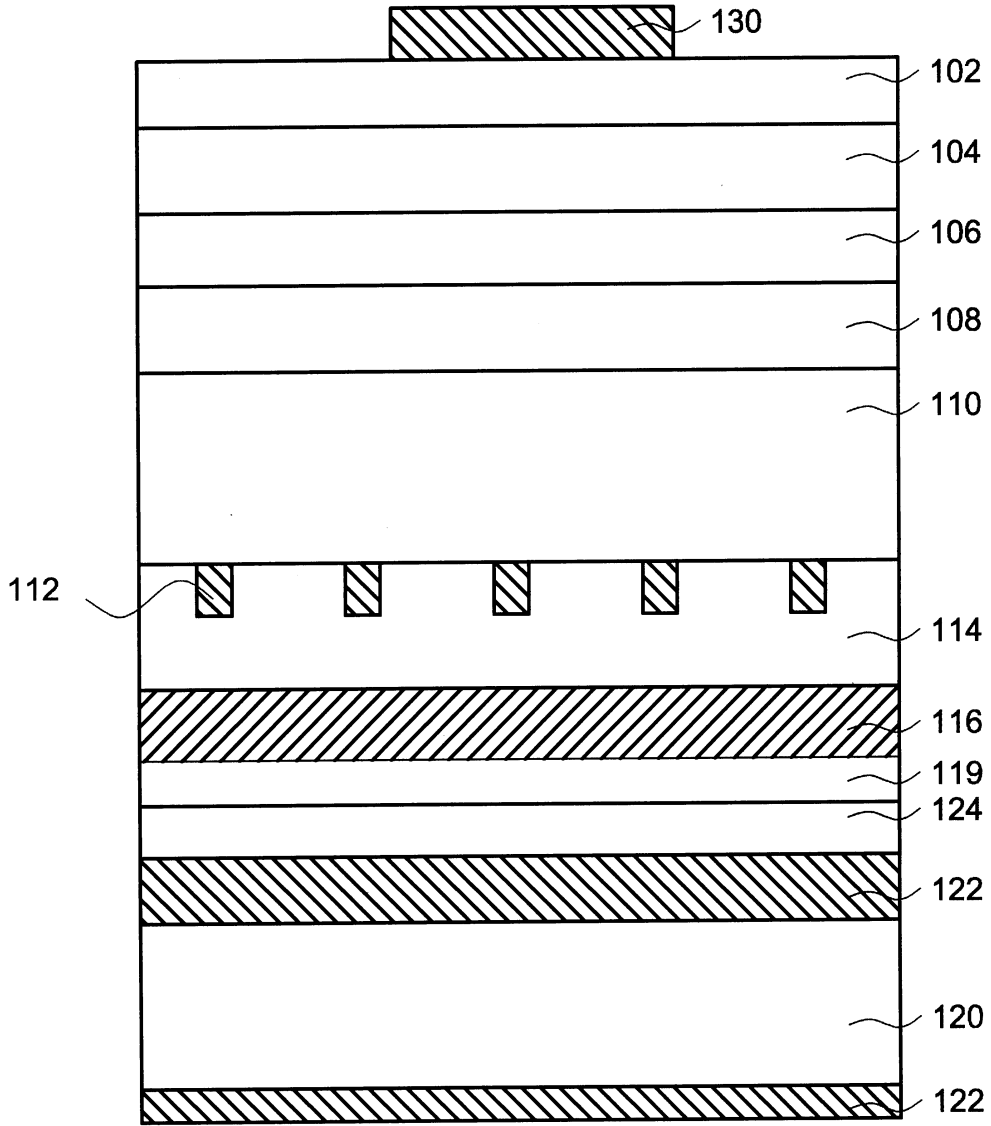


圖6C