

發明專利說明書

(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： 97111121

※ 申請日期： 97.3.27 ※IPC 分類：H01L 33/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有多孔性擴散反射器的發光二極體

LED WITH POROUS DIFFUSING REFLECTOR

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商飛利浦露明光學公司

PHILIPS LUMILEDS LIGHTING COMPANY, LLC

代表人：(中文/英文)

盧 達杜克

DADOK, LOU

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州山橋市西亭伯路370號

370 W. TRIMBLE ROAD, SAN JOSE, CA 95131-1008 U. S. A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：（共 3 人）

姓 名：（中文/英文）

1. 約翰 E 愛普勒
EPLER, JOHN E.
2. 漢明 趙
ZHAO, HANMIN
3. 麥可 R 克萊米斯
KRAMES, MICHAEL R.

國 籍：（中文/英文）

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.
3. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2007年03月27日；11/692,132

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於發光二極體(LED)，且尤其係關於一種用以藉由提供一實際上不增加正向電壓降之光擴散層來改進LED的光擷取效率，而不增加操作電壓的技術。

【先前技術】

用以形成一LED之材料主要決定發射波長。一用於一光產生作用層之第III至V族組成物係AlInGaP。此等LED典型會產生在紅至黃範圍中之光。該作用層係夾置在一p型包覆層及一n型包覆層間，導致異類結構。LED層典型含有磷化鋁銦鎵(AlInGaP)，取決於例如與GaAs成長基板匹配之晶格及所需能帶隙的各種為人熟知因素，其具有變動百分比之Al及In。GaAs吸引可見光，且通常在成長程序結束處移除GaAs基板，及用一透明GaP(0%Al及In)基板替換。

GaP為主材料具有相對較高折射率(約3.5)。因此，依據史奈爾(Snell)定律，除非光線在與法線約17度(臨界角)內撞擊LED之一壁，否則光線係在LED中內反射。光反射離開LED之內壁，直至其發射或被吸收。因為LED晶片實質上係直線，反射光即使在多個反射後亦將重複其入射角。對於各內反射，光變得衰減。因此，需要擷取由具有最小內反射之作用層所發射的光。GaP為主之LED(在囊封後)的效率係約14%，意即對於進入LED的每七個電子僅一光子從LED發射。

所需要的係一種用於增加GaP為主LED的光擷取效率，

而不負面地影響正向電壓之技術。

【發明內容】

在一具體實施例中，一習知 AlInGaP LED 係形成在一 GaAs 成長基板上，其中 LED 層包含一底部 n 型 AlInGaP 包覆層、一作用層、一上部 p 型 AlInGaP 包覆層及一頂部 p 型 GaP 層。為了增加來自 LED 的光擷取，一厚 n 型 GaP 層係成長在頂部 p 型層上。厚 n 型 GaP 層係接著進行電化學蝕刻程序，其使 n 型 GaP 層變成多孔性、反射及光擴散。電化學蝕刻僅實質上影響 n 型材料。

多孔性層與一非多孔性層相比具有增加的電阻，若將多孔性層用於電流路徑中，其將會導致 LED 增加正向電壓。為了防止由於多孔性層造成任何正向電壓降，通道係在多孔性層中蝕刻以曝露該非多孔性 p 層，且金屬係沈積在通道中及多孔性層上，用於直接電接觸下方 p 型層。

在一具體實施例中，光吸收 GaAs 成長基板係在所有層皆成長後移除，且接著用一晶圓接合 GaP 基板替換。

一用於"底部" n 型 AlInGaP 層之電接點可在晶圓接合 GaP 基板上形成 (n 接點及 p 接點係在相對表面上)，或該 LED 晶片可為一覆晶，其中 p 及 n 金屬接點兩者皆在相同表面上形成。

當光係藉由作用層產生時，撞擊在多孔性層上之光被反射及散射，增加反射光將離開 LED 之機會。反之，在一典型先前 LED，入射角等於反射角，導致一反射光線從未在用於逸出 LED 之臨界角中。在此描述之電接觸方案致能使

用多孔性層而不實質上增加LED之正向電壓。雖然在金屬中恆具有一些電阻，正向電壓中之任何增加係不重要且大約為零。

在另一具體實施例中，頂部n-GaP層(覆蓋p型GaP層及在製成多孔性前)被遮罩以曝露n-GaP層之頂部表面的部分。經曝露n-GaP區係接著進行電化學蝕刻以使該等n-GaP區係多孔性及光擴散。一介電/金屬層堆疊可接著沈積及圖案化以僅覆蓋多孔性區，其中介電/金屬層用作一用於使光通過多孔性區的反射器。接著移除光阻且該頂部表面進行p型摻雜(如鋅)，其中p型摻雜劑擴散進入曝露非多孔性n-GaP部分，以使該等部分轉換成p型。一金屬層係接著在p型部分及介電/金屬層之頂部表面上形成。因為直接接觸係在金屬及非多孔性p型部分間製成，故沒有電流流過多孔性部分以致不增加正向電壓降。因此，在此具體實施例中無須通道以接觸非多孔性p層。

在另一具體實施例中，GaAs成長基板係在形成底部n型AlInGaP層、作用層、上部p型AlInGaP層及頂部p型GaP層後移除。成長基板係接著用一直接接觸n型AlInGaP層之n型GaP基板替換。GaP基板係接著進行電化學蝕刻程序以形成多孔性層。金屬填充通道係接著透過多孔性層形成以直接接觸n型AlInGaP層，因此將不會有橫跨多孔性層之正向電壓降。一在多孔性層上之金屬層接觸通道以形成陰極電極。

在另一具體實施例中，p型AlInGaP包覆層係成長在

GaAs基板上，之後成長該作用層、一n型AlInGaP包覆層及一頂部n型GaP層。該n型GaP層係接著使用電化學蝕刻製成多孔性。金屬填充通道接著透過多孔性層形成，因此沒有電流流過高電阻多孔性層。GaAs基板被移除以允許光穿過p層頂部離開。一電接點係對於p層製成。

一在光擷取表面上的抗反射塗層可與多孔性層結合以達到更佳擷取。無藉由多孔性層提供之內散射，一抗反射塗層並非改進矩形晶片性能之節省成本方法。

所有具體實施例可為覆晶或在LED之相對表面上具有陽極及陰極電極。

該晶片可為矩形或成型以進一步增加光擷取。

【實施方式】

儘管本發明可擴大至任何類型之GaP為主LED，本文將僅描述LED的少數範例。LED層可使用習知技術成長，且其精確組成物及厚度與本發明無關。電化學蝕刻程序及用於範例中之多孔性層的各種細節，係在2006年6月9日由John Epler等人申請之美國專利申請案序號第11/423,413號，標題為"包括散射層之半導體發光裝置"中說明，其係讓予本受讓人且藉由引用全數併入本文。

在圖1中，一薄InGaP阻止層12係成長在一300微米厚GaAs基板14上。阻止層12係後續當蝕刻移除光吸收GaAs基板時使用。

一1.5微米厚n型AlInGaP層16係成長在阻止層12上，之後成長一0.5微米厚AlInGaP作用層18。該作用層之組成物

影響藉由LED發射的光之波長。作用層18可包含多層，如為人熟知。一1.0微米厚p型AlInGaP層19係接著成長在作用層18上。一2.0微米厚p型GaP層20係成長在層19上。以上層全使用金屬有機化學汽相沈積(MOCVD)成長。層16及19係稱為限制層或包覆層。各層可包含多層，用於減少應力，變化能帶隙、電流擴展之目的，或其他已知目的。

其次，一30微米厚p型GaP層22係藉由汽相磊晶(VPE)成長，之後一20微米厚n型GaP層24亦藉由VPE形成。為了簡化，以下之層22及24亦稱作一p-GaP層22及一n-GaP層24。厚p-GaN層22之一利益係用於電流擴展。在另一具體實施例中，直接位於n-GaP層24下之該層係p型包覆層20。該n-GaP層24較佳係大於5微米厚，用於在其被製成多孔性後之適當光擴散。

在圖2中，使用化學蝕刻來蝕刻移除GaAs基板14，其中InGaP層12係作為一阻止層。一透明GaP基板26(如大於200微米厚)係接著晶圓接合至InGaP阻止層12。當形成GaP為主LED時，移除GaAs基板14及GaP基板26之晶圓接合係習知。GaAs基板14可使用包括拋光或離子蝕刻/銑製之各種其他方法移除。GaP基板26之接合可使用熱及壓力達成。GaP基板26之晶體方位應對準InGaP層12的晶體方位以使接面的導電率最大。移除GaAs基板及晶圓接合步驟可在LED製程中任何其他時間處執行。亦可使用除了GaP材料以外的基板。基板移除及晶圓接合(及形成AlInGaP LED)係由Fred Kish等人在美國專利第5,376,580號中討論，其係藉由

引用併入本文。

在後續圖式中，p-GaP層20及22係為了簡化而併入一單層22。

在圖3中，具有 $1.0E17$ 至 $1.0E19/cm^3$ 之較佳摻雜劑密度的n-GaP層24，係使用一電解液藉由電化學蝕刻程序製成多孔性。暫時電接點28係藉由習知金屬沈積程序形成在n-GaP層24表面上。對於GaP層24之電接點可依其他方法達成。一暫時鐵氟龍保護層29係提供在LED上，以僅曝露出GaP層24之頂部部分至電解液。鐵氟龍層29可為一用於晶圓之可再使用支撐結構的部分。至少n-GaP層24係浸入作為電解液之5%硫酸的酸浴30中。一鉑電極32(反電極)及一飽和甘汞電極(SCE)33(參考電極)亦係浸入該浴中。一DC電壓源31參考SCE 33在GaP層24及鉑電極32之間施加約10至15伏特。電流係大約 50 mA/sq. inch 。藉由在n-GaP層24及鉑電極32間之電流流動造成的電化學回應，隨著時間透過n-GaP層24的整個厚度蝕刻垂直孔(如空心管)。各孔皆在GaP層24之表面缺陷處於一次微米坑開始蝕刻。蝕刻GaP材料流入浴溶液。具有一約 150 nm 直徑之此等孔係大約相等地隔開(如隔開 0.5 至 1.0 微米)，且包含該多孔性n-GaP層24之體積的約 15% 至 75% 。在另一具體實施例中，該等孔包含超過GaP層24體積之 10% 的任何數量，且仍提供實質光擴散。該程序在孔到達p-GaP層22後實質上自行終止。LED晶片之剩餘部分對電化學程序免疫。電流密度、摻雜劑密度、厚度、導電率類型、蝕刻溶液及偏壓電壓影

響該孔密度及尺寸。

在一增加該孔尺寸之可選用步驟中，電化學蝕刻晶圓係在參考SEC之2伏特施加正電位下，使用來自Xe燈之50 mW/cm²次能帶隙曝露至H₂O : H₂SO₄ : H₂O₂電解液中。所施加電位對於發生以上所述蝕刻程序而言係太低，且次能帶隙光係僅在電解液半導體介面處吸收，因此主要效應係增加在第一步驟中所定義之層的多孔性。多孔性之程度係藉由時間積分電流密度(其係光強度之函數)、蝕刻劑濃度及基板參數決定。

圖4係顯示延伸穿過n-GaP層24之垂直孔34的所得LED晶片之斷面圖。

在圖5中，多孔性n-GaP層24係使用標準微影蝕刻技術以一光阻36選擇性地遮罩，其中在遮罩中之開口定義欲形成用於提供給下方p-GaP層22之電接點的導電通道之處。一反應離子蝕刻(RIE)係執行以蝕刻完全穿過多孔性n-GaP層24的通道。亦可使用光化學蝕刻方法來蝕刻通道。在一具體實施例中，通道係隔開30微米及各通道直徑係5微米。

圖6說明藉由圖5之程序形成的通道38。通道可依任何圖案，如藉由圖7之俯視圖顯示的格柵40(黑線係n-GaP層24中之溝渠)，或在圖8中顯示之點42的陣列。

在圖9中，金屬(如AuZn)係使用任何適合習知技術(如濺鍍)在多孔性n-GaP層24表面上沈積，以填充通道38及在n-GaP層24上形成一金屬層44。AuZn層係以TiW之阻障層使用濺鍍覆蓋，之後藉由一Au層作為接合金屬用於焊接或超

音波熔接。為了簡化，在金屬層44中由於通道之任何淺凹痕未顯示。

如圖10中顯示，一金屬接點46係接著在導電GaP基板26上形成，以造成至n-AlInGaP層16之電接點。接點46可為具有使用蒸鍍形成之一Au覆蓋的AuGe。

含有LED之晶圓係接著劃線及斷裂(或鋸切)以分離LED晶粒。各LED晶粒接著安裝在一子基板48上。在一具體實施例中，子基板48上之一金焊墊係被超音波熔接至LED晶粒上之金屬層44。子基板48之本體係電絕緣物，例如陶瓷。子基板48上之一金屬圖案從晶粒下延伸及終止在一焊墊50中，用於連接至一導線52。一導線54亦係接合至一n接點46。該n電極金屬可依其他形式以允許光被發射且又提供適合電流擴展在作用層18上。導線50及52係耦合至LED晶粒的電源供應。

藉由作用層18發射之光係穿過GaP基板26直接發射，或係在光反射離開晶粒之內表面之一或多個後發射。多孔性n-GaP層24上的任何光入射係藉由孔擴散反射。延伸穿過通道的金屬亦反射光。實質上無光會穿過n-GaP層24到達反射金屬層44。撞擊在金屬層44上之任何光被反射向作用層及藉由n-GaP層24進一步擴散。光之擴散已確定增加LED結構的光擷取效率達30%。因此，若習知AlInGaP LED之擷取效率係14%，則多孔性n-GaP層24之新增會增加效率至約18%，而不增加操作正向電壓。

在另一具體實施例中(顯示於圖11中)，LED晶粒係形成

為一覆晶，其中n及p接點形成在相同表面上(面對子基板60)。為了形成至n-AlInGaP層16之直接接觸，蝕刻一通道以穿過多孔性n-GaP層24、p-GaP層22及作用層18。一絕緣材料62(如藉由電漿沈積形成的氮化矽)係接著形成在通道之內壁上。通道係接著藉由蒸鍍用一金屬64填充，因此用於附接至子基板60之n及p接點係實質上平面。接點接著被超音波熔接至子基板60上之金焊墊。可使用焊料或其他接合材料而非超音波熔接。一子基板60上之金屬圖案含有用於向其之接合導線70、72之n及p接點66、68。可使用子基板及電源供應間之電連接的其他形式，如使子基板成為一表面安裝結構，其中子基板在其底部表面上具有金屬焊墊用於直接接合至一電路板上的焊墊。

圖12係一含有綜述以上所述程序之步驟81至89之自解釋性流程圖。

圖13至15說明另一具體實施例，其中排除穿過多孔性n-GaP層之金屬通道。在圖13中，非多孔性頂部n-GaP層95(圖1中的層24)係使用光阻部分92遮罩以曝露n-GaP層95之頂部表面的部分。所曝露之n-GaP區96係接著進行圖3之電化學蝕刻程序(其僅影響n型材料)，以造成該等n-GaP區96多孔性及光擴散。

在圖14中，一介電層98係接著沈積及圖案化以僅覆蓋多孔性區96，其中介電質用作為一反射器，用於通過多孔性區的光。接著移除光阻且頂部表面進行一p型毯覆式摻雜100，其中p型摻雜劑(如鋅)擴散進入該曝露非多孔性n-

GaP層95部分內，以將該等部分轉換成p型。介電層98係可選用但具有阻隔Zn擴散進入多孔性部分96(其中可增加光學吸收)內之利益。該n-GaP層95可形成為相對較薄(少於20微米)以透過層95之整個厚度達到p型轉換。

在圖15中，一金屬層102係接著在p型區及介電層98頂部表面上形成，形成一至非多孔性p型區之歐姆接觸。非多孔性區將被重度摻雜，防止擴散及提供一低電阻電流路徑。因為直接接觸係在金屬及p型區間造成，故電流無須流經任何多孔性層以到達作用區，故正向電壓降之增加係最小。一10%非多孔性區域10 um厚將會增加約20 meV至一典型正向電壓。因此，在此具體實施例中無須通道以電接觸p-GaP層22。金屬係反射性，因此實質上所有光皆被反射或擴散反射回到作用層。

一金屬接點104可形成在GaP基板26上，用於電接觸n-AlInGaP層16，或可形成一至層16之覆晶接觸。如先前具體實施例中，LED晶片係安裝在子基板上。

反射金屬之增加或多孔性層上的任何反射介電質減少多孔性層的需要厚度，因為多孔性層可允許一些量之光通過及反射回到LED內。減少多孔性層之厚度係符合需要，以減少處理時間及使圖案化易於完成。在圖15之具體實施例中，其中在多孔性部分間係有非多孔性半導體電流通道，一較薄多孔性層係尤其需要，因為形成孔之電化學蝕刻係等向性。多孔性層之最佳厚度取決於所形成之特定LED且可依經驗決定。

圖 16 說明另一具體實施例。一 n-AlInGaP 層 108 係成長在一 GaAs 成長基板 (未顯示) 上，之後為一作用層 110、一 p-AlInGaP 層 111 及一 p 型 GaP 層 112。該成長基板係接著以一 n 型 GaP 基板 114 替換，該 n 型 GaP 基板 114 係使用晶圓接合而直接接觸 n-AlInGaP 層 108。GaP 基板 114 係接著進行類似於圖 3 之電化學蝕刻程序 (將電壓施加至 GaP 基板 114)，以形成穿過 GaP 基板 114 之某一厚度的孔。GaP 基板 114 可在電化學蝕刻程序之前藉由任何已知方法 (機械、化學) 減少厚度，因此孔可完全延伸穿過該基板。金屬填充通道 116 係接著形成穿過多孔性層，以直接接觸 n-AlInGaP 層 108 (或直接接觸一非多孔性材料)，因此沒有正向電壓降橫跨多孔性層。一在多孔性層上的金屬層 118 接觸通道以形成陰極電極。一金屬接點 122 係在 p-GaP 層 112 上形成。LED 係接著安裝在子基板 48 上。

圖 17 說明另一具體實施例。一或多個 p-AlInGaP 包覆層 124 係成長在 GaAs 基板 126 上，之後成長一作用層 128、一 n-AlInGaP 包覆層 130 及一頂部 n-GaP 層 132。接著使用圖 3 之電化學蝕刻程序將 n-GaP 層 132 製成多孔性。金屬填充通道 134 係接著形成穿過多孔性層，以致沒有電流流經高電阻多孔層，且一金屬層 136 係在多孔性層上形成以接觸通道且作為一反射器。GaAs 基板 126 被移除以允許光穿過 p-AlInGaP 層 124 之頂部離開。一金屬電接點 138 係產生到達 p 層。LED 接著係安裝在子基板 48 上。

圖 18 係類似圖 17，惟 LED 係一覆晶除外。覆晶電接點結

構及子基板係與圖11相關地描述。

圖19係類似圖11，惟在LED晶粒安裝於子基板60上後藉由蝕刻移除GaAs成長基板14除外，其導致一很薄LED結構。

一LED晶粒陣列可安裝在一單一子基板晶圓上以簡化處理及處置。可執行各種程序，而LED晶粒係安裝在子基板晶圓上，例如在各晶粒上沈積一磷光體塗層，粗化各晶粒之頂部表面以增加光擷取，移除成長基板，囊封各LED晶粒，在各LED晶粒上模製透鏡或其他程序。在此處理後，子基板晶圓被鋸切以分離LED結構。子基板可後續安裝在印刷電路板上。

在所有具體實施例中，可能有用於一實際LED之額外半導體層以減少材料缺陷、減少應力、擴展電流或提供其他為人熟知之利益。此等額外層亦形成本發明之LED的部分。例如，一欲覆蓋第二層或位於第二層下之第一層可實際上具有在第一及第二層間之中間層。

此外，可將一抗反射塗層結合多孔性層以具有更大優點。對於一具有微粗化表面之典型矩形晶片，一抗反射塗層不提供擷取效率方面之明顯改進。然而，一埋入式多孔性層使光子隨機化，減少內部損失，及保持一平表面。因此，夫瑞乃(Fresnel)反射之減少幾乎與單一通過透射中之改進直接成比例地改進擷取效率。假設一15%之初始外部量子效率(EQE)，一在透射中自70%至100%之增加，將會根據 $30\% \times 15\% = 4.5\%$ 增加所得之EQE，導致一19.5%的最後

EQE。

參考一係"磷化鎵(GaP)為主"之LED結構，在此係用來指示一LED，其包含含有GaP的一或多個層，該等層具有任何數量(包括零)之鋁及銦。雖然已描述以GaP為主的LED，但在此描述的技術可應用至一在不以GaP為主之LED中的材料。

已詳述本發明，熟悉此項技術人士應明白，根據本揭示內容，可對本發明作修改而不脫離本文所述精神與發明概念。因此，無意於限制本發明之範疇於所解釋及說明的特定具體實施例。

【圖式簡單說明】

圖1說明在本發明之一具體實施例中成長於GaAs成長基板上的各種AlInGaP半導體層的斷面。

圖2說明移除該光吸收GaAs基板及一透明GaP基板之晶圓接合。

圖3說明一電化學程序以造成頂部n-GaP層多孔性以致成為光擴散。

圖4說明在圖3之程序後所得的LED晶片。

圖5及6說明多孔性n-GaP層之選擇性蝕刻，以形成延伸至下方p層之通道。

圖7係顯示一穿過多孔性n-GaP層之金屬填充通道的格柵配置之LED晶片的俯視圖。

圖8係顯示一穿過多孔性n-GaP層之金屬填充通道的點配置之LED晶片的俯視圖。

圖9說明在通道中沈積金屬以電接觸p層。

圖10說明在形成一n金屬接點後及在LED晶粒從晶圓分離及安裝在子基板上後所得的晶片。

圖11說明一安裝在子基板上的LED晶片之覆晶版本。

圖12係用以依據發明之一具體實施例形成LED結構的一般程序流程圖。

圖13、14及15說明使用一多孔性光擴散層之LED結構及一n型至p型轉換程序的另一具體實施例，其中不使用金屬填充通道來接觸多孔性n-GaP層下方之p-GaP層。

圖16說明本發明之另一具體實施例，其中已移除成長基板，一n型GaP基板係晶圓接合至n-AlInGaP層及造成多孔性，且金屬填充通道係形成以穿過多孔性層以接觸n-AlInGaP層。

圖17說明本發明之另一具體實施例，其中一p-AlInGaP包覆層之後的一作用層、一n-AlInGaP包覆層及一n-GaP層係成長在一成長基板上，且該頂部n-GaP層係接著造成多孔性。金屬填充通道係形成以穿過多孔性層以接觸下方n-AlInGaP層，且移除該成長基板以允許光穿過p層表面離開。

圖18與圖17類似，除了LED係一覆晶。

圖19與圖11類似，除了在LED晶粒安裝在子基板後僅移除(如蝕刻移除)GaAs成長基板，導致一很薄LED結構。

圖式中的相同或類似元件係用相同數字標示。

【主要元件符號說明】

12	InGaP阻止層
14	GaAs基板
16	n型AlInGaP層
18	AlInGaP作用層
19	p型AlInGaP層
20	p型GaP層
22	p型GaP層
24	n型GaP層
26	GaP基板
28	電接點
29	鐵氟龍保護層
30	酸浴
31	DC電壓源
32	鉑電極/反電極
33	飽和甘汞電極/SCE
34	垂直孔
36	光阻
38	通道
40	格柵
42	點
44	金屬層
46	金屬接點/n接點
48	子基板
50	焊墊/導線

52	導線
54	導線
60	子基板
62	絕緣材料
64	金屬
66	n接點
68	p接點
70	導線
72	導線
92	光阻部分
95	非多孔性頂部 n-GaP層
96	n-GaP區 / 多孔性區
98	介電層
102	金屬層
104	金屬接點
108	n-AlInGaP層
110	作用層
111	p-AlInGaP層
112	p型 GaP層
114	n型 GaP基板
116	金屬填充通道
118	金屬層
122	金屬接點
124	p-AlInGaP包覆層

126	GaAs基板
128	作用層
130	n-AlInGaP包覆層
132	n-GaP層
134	金屬填充通道
136	金屬層
138	金屬電接點

五、中文發明摘要：

本發明之一具體實施例中，一AlInGaP LED包括一底部n型層、一作用層、一頂部p型層及一在該頂部p型層上之厚n型GaP層。厚n型GaP層係接著進行電化學蝕刻程序，其使該n型GaP層變成多孔性及光擴散。電接觸係藉由透過多孔性層提供金屬填充通道產生到達該多孔性n-GaP層下之p-GaP層，或電接觸係透過多孔性區間之GaP層的非多孔性區產生。LED晶片可安裝在一子基板上，其中該多孔性n-GaP層面對子基板表面。該等孔及金屬層反射及擴散光，其大幅地增加該LED的光輸出。本發明揭示LED結構之其他具體實施例。

六、英文發明摘要：

In one embodiment, an AlInGaP LED includes a bottom n-type layer, an active layer, a top p-type layer, and a thick n-type GaP layer over the top p-type layer. The thick n-type GaP layer is then subjected to an electrochemical etch process that causes the n-type GaP layer to become porous and light-diffusing. Electrical contact is made to the p-GaP layer under the porous n-GaP layer by providing metal-filled vias through the porous layer, or electrical contact is made through non-porous regions of the GaP layer between porous regions. The LED chip may be mounted on a submount with the porous n-GaP layer facing the submount surface. The pores and metal layer reflect and diffuse the light, which greatly increases the light output of the LED. Other embodiments of the LED structure are described.

十、申請專利範圍：

1. 一種發光二極體(LED)結構，其包含：複數個LED層，其包括一第一包覆層、一作用層及一成長在一成長基板上之第二包覆層，該第一包覆層係一第一導電率類型，且該第二包覆層係一相反之第二導電率類型；一多孔性半導體層覆蓋該第二包覆層，該多孔性半導體層含有具有一次微米最小直徑之孔，該等孔具有擴散藉由該作用層產生之光的特性；一覆蓋該多孔性半導體層之第一金屬電接觸該第二包覆層，以致大多數電流在該第一金屬及該第二包覆層間流動，而不實質上透過該多孔性半導體層之多孔性區域傳導；及一第二金屬，其電接觸該第一包覆層。
2. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係一多孔性GaP為主之層。
3. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層具有開口，透過其該第一金屬電接觸該第二包覆層而不透過該多孔性半導體層傳導電流。
4. 如請求項1之結構，其中實質上無電流流經該多孔性半導體層。
5. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係成長覆蓋該第二包覆層，其間具有如該第二包覆層之相同導電率類型的至少一中間層。
6. 如請求項1之結構，其中覆蓋該多孔性半導體層之層係該第二包覆層。

7. 如請求項1之結構，其中覆蓋該多孔性半導體層之層係除了該第二包覆層以外之一層。
8. 如請求項1之結構，其中該等孔完全地延伸穿過該多孔性半導體層。
9. 如請求項1之結構，其進一步包含穿過該多孔性半導體層之金屬填充通道以允許該第一金屬電接觸該第二包覆層。
10. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層包含多孔性GaP為主材料及非多孔性GaP為主材料之區，其中多孔性GaP為主材料及非多孔性GaP為主材料之該等區的表面係實質上共面，且其中該第一金屬電接觸多孔性GaP為主材料及非多孔性GaP為主材料之該等區的該等實質上共面表面。
11. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係一晶圓接合基板。
12. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係已成長覆蓋該第二包覆層的一層。
13. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係n型且該第二包覆層係p型。
14. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係n型且該第二包覆層係n型。
15. 如請求項1之結構，其中該第二包覆層係在該第一包覆層已成長在該成長基板上後，成長在該成長基板上。
16. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係一n型GaP

層。

17. 如請求項1之結構，其中已移除該成長基板。
18. 如請求項1之結構，其進一步包含一GaP基板，其替換該成長基板。
19. 如請求項1之結構，其中該複數個LED層包含一第一AlInGaP層，其係成長在該成長基板上；一AlInGaP作用層，其係成長在該第一AlInGaP層上；及一GaP層，其係成長在該作用層上。
20. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係至少5微米厚。
21. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係至少10微米厚。
22. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層係藉由將一非多孔性半導體層浸入一酸浴中形成，及透過該半導體層運行一電流。
23. 如請求項1之結構，其中該多孔性半導體層含有孔，其係大約垂直於該多孔性半導體層之一表面延伸，該等孔具有少於一微米之直徑，該等孔完全地延伸穿過該多孔性半導體層，其中該等孔由該多孔性半導體層之一體積的超過10%構成。
24. 如請求項1之結構，其中該等孔大約垂直於該多孔性半導體層之一表面延伸。
25. 如請求項1之結構，其中該LED結構係形成為一覆晶，在該處該第一金屬及該第二金屬在一相同表面上終止。

26. 如請求項1之結構，其中該第一金屬及該第二金屬在該LED結構之不同表面上終止。

27. 如請求項1之結構，其進一步包含一子基板，在該子基板上係安裝一包含該複數個LED層及該多孔性半導體層的晶粒。

28. 一種用於形成一發光二極體(LED)結構之方法，其包含：

成長複數個LED層，其包括一第一包覆層、一作用層及一在一成長基板上之第二包覆層，該第一包覆層係一第一導電率類型，且該第二包覆層係一相反之第二導電率類型；

使用一電化學蝕刻將一覆蓋該第二包覆層之半導體層轉換成一多孔性半導體層，該多孔性半導體層含有具有一次微米最小直徑之孔，該等孔具有擴散藉由該作用層產生之光之特性；

形成一覆蓋該多孔性半導體層之第一金屬，其電接觸該第二包覆層，以致大多數電流在該第一金屬及該第二包覆層間流動，而不實質上透過該多孔性半導體層之多孔性區域傳導；及

形成一第二金屬，其電接觸該第一包覆層。

29. 如請求項28之方法，其中該多孔性半導體層係多孔性GaP為主之一層。

30. 如請求項28之方法，其中該多孔性半導體層具有開口，透過其該第一金屬電接觸該第二包覆層而不透過該多孔

性半導體層傳導電流。

31. 如請求項28之方法，其中實質上無電流流經該多孔性半導體層。
32. 如請求項28之方法，其進一步包含在該第二包覆層上成長該半導體層。
33. 如請求項32之方法，其中該第二包覆層直接在該多孔性半導體層下方。
34. 如請求項28之方法，其中該等孔完全地延伸穿過該多孔性半導體層。
35. 如請求項28之方法，其進一步包含穿過該多孔性半導體層形成金屬填充通道，以允許該第一金屬電接觸該第二包覆層。
36. 如請求項28之方法，其進一步將該半導體層遮罩以曝露該半導體層之部分至該電化學蝕刻以造成該曝露部分多孔性，其中多孔性半導體材料及非多孔性半導體材料之區的表面係實質上共面，且其中該第一金屬電接觸多孔性半導體材料及非多孔性半導體材料之該等區的該等實質上共面表面。
37. 如請求項28之方法，其中該半導體層係一晶圓接合基板。
38. 如請求項28之方法，其中該多孔性半導體層係n型且該第二包覆層係p型。
39. 如請求項28之方法，其中該多孔性半導體層係n型且該第二包覆層係n型。

40. 如請求項28之方法，其中該第二包覆層係在該第一包覆層成長在該成長基板上後，成長在該成長基板上。
41. 如請求項28之方法，其中該多孔性半導體層係一n型GaP層。
42. 如請求項28之方法，其進一步包含移除該成長基板。
43. 如請求項28之方法，其中該複數個LED層包含一第一AlInGaP層，其係成長在該成長基板上；一AlInGaP作用層，其係成長在該第一AlInGaP層上；及一GaP層，其係成長在該作用層上。
44. 如請求項28之方法，其中該多孔性半導體層係藉由將一非多孔性半導體層浸入一酸浴中形成，及透過該半導體層運行一電流。
45. 如請求項28之方法，其中該多孔性半導體層含有孔，其係大約垂直於該多孔性半導體層之一表面延伸，該等孔具有少於一微米之直徑，該等孔完全地延伸穿過該多孔性半導體層，其中該等孔由該多孔性半導體層之一體積的超過10%構成。

十一、圖式：

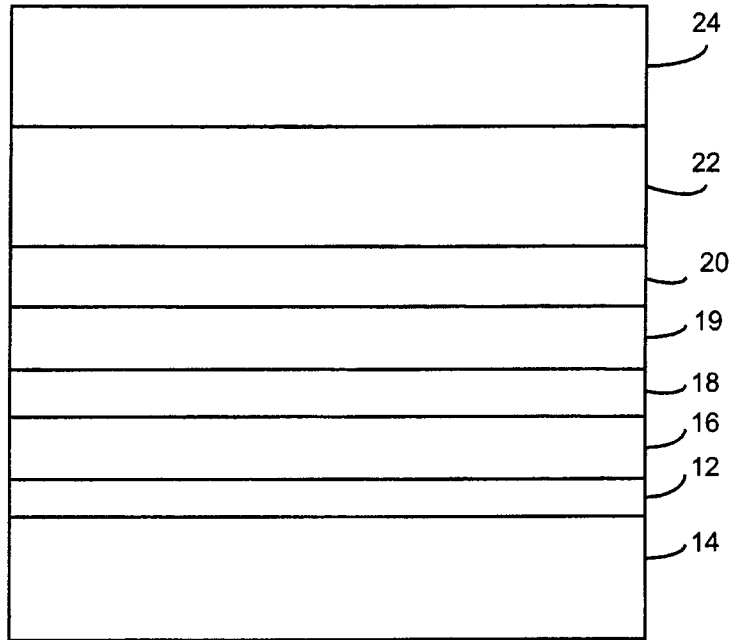


圖1

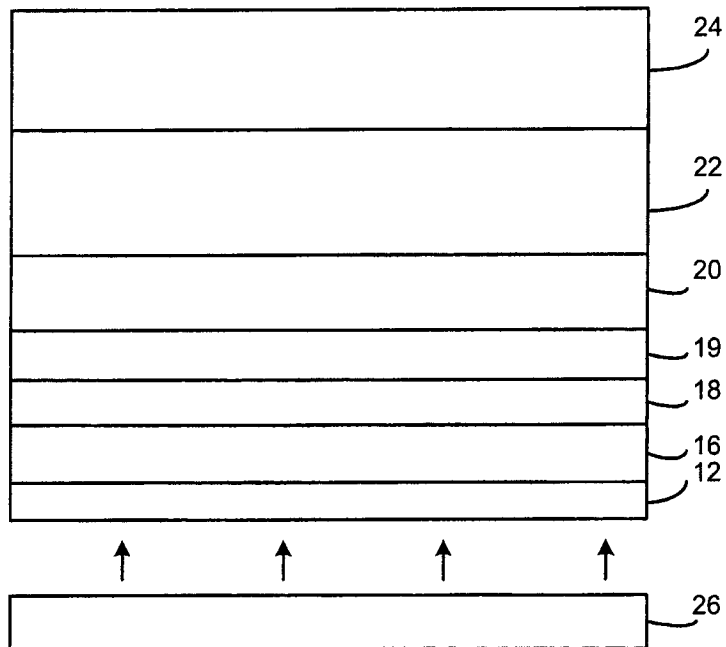


圖2

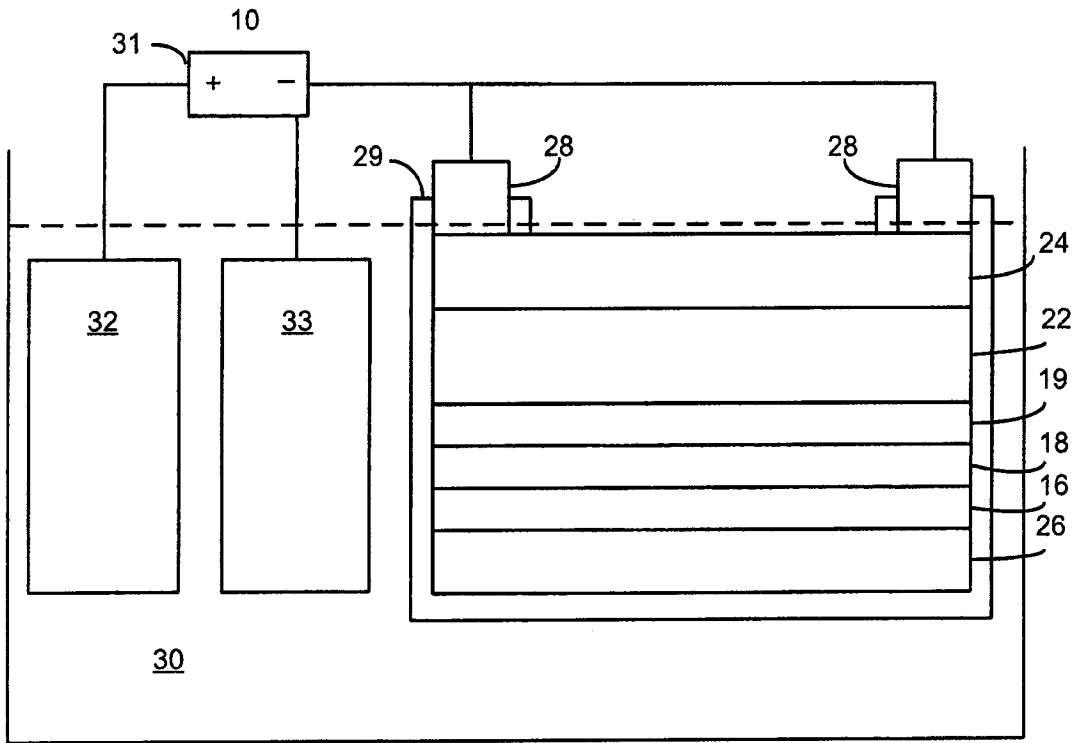


圖3

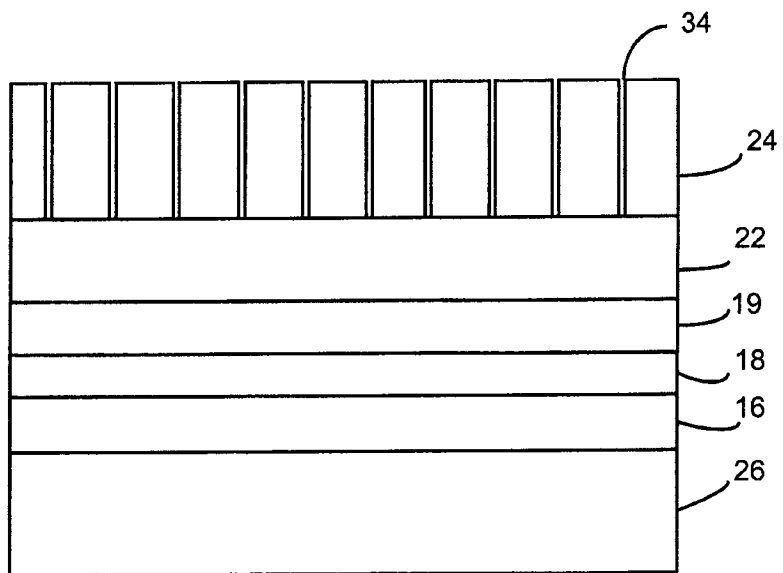


圖4

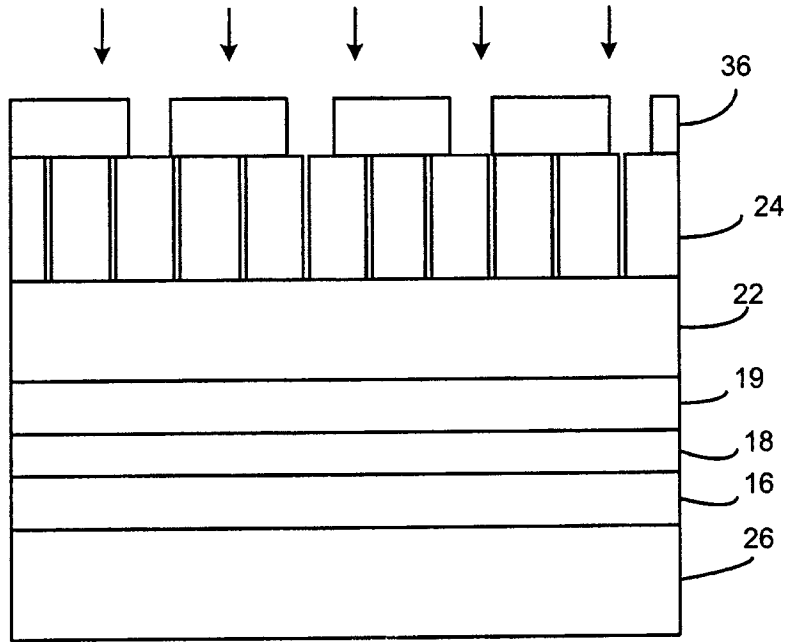


圖5

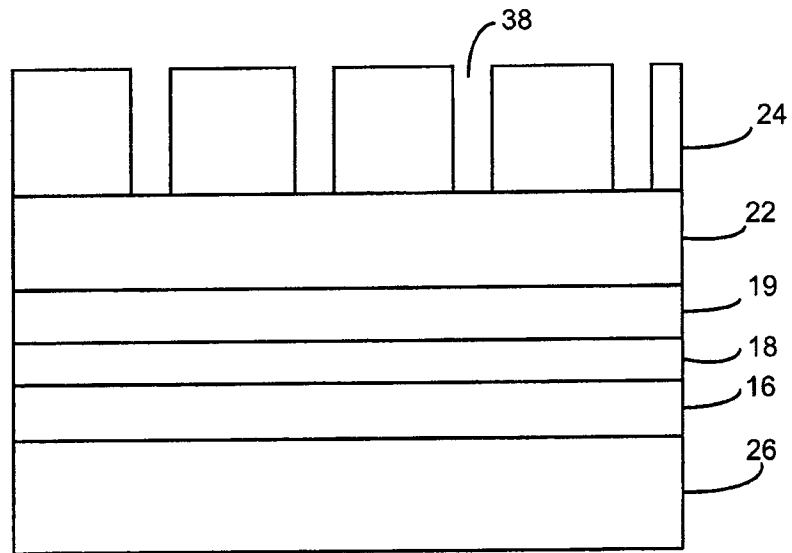


圖6

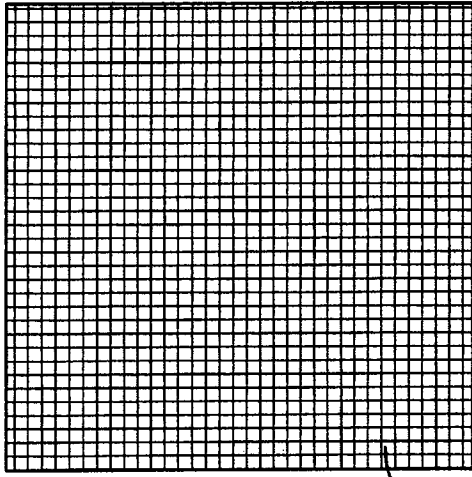


圖7

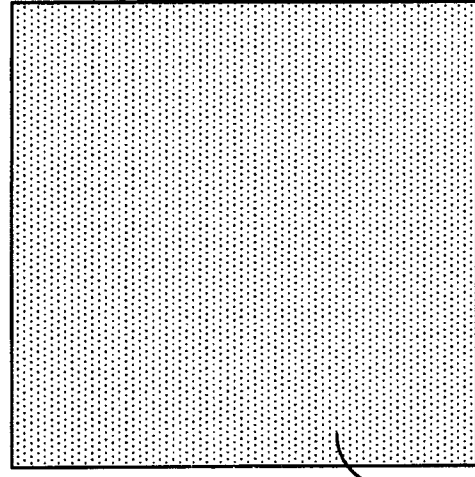


圖8

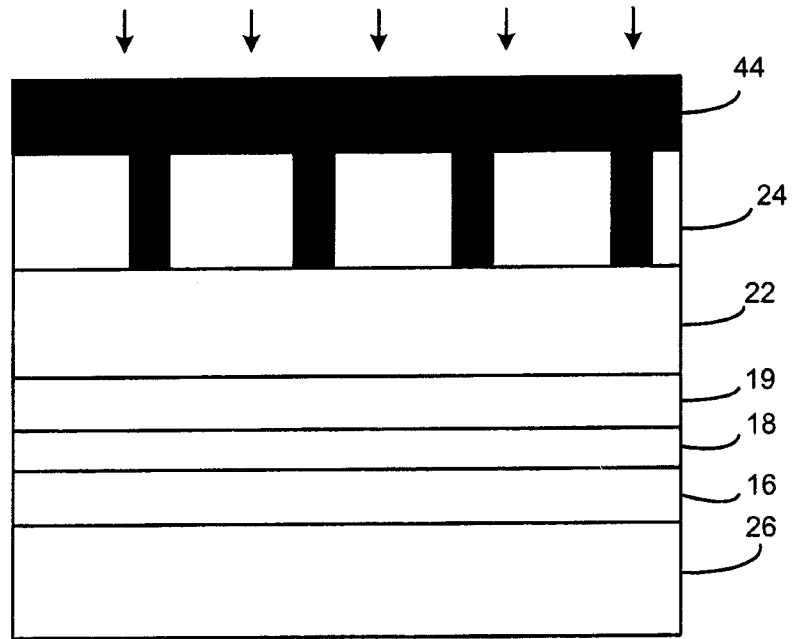


圖9

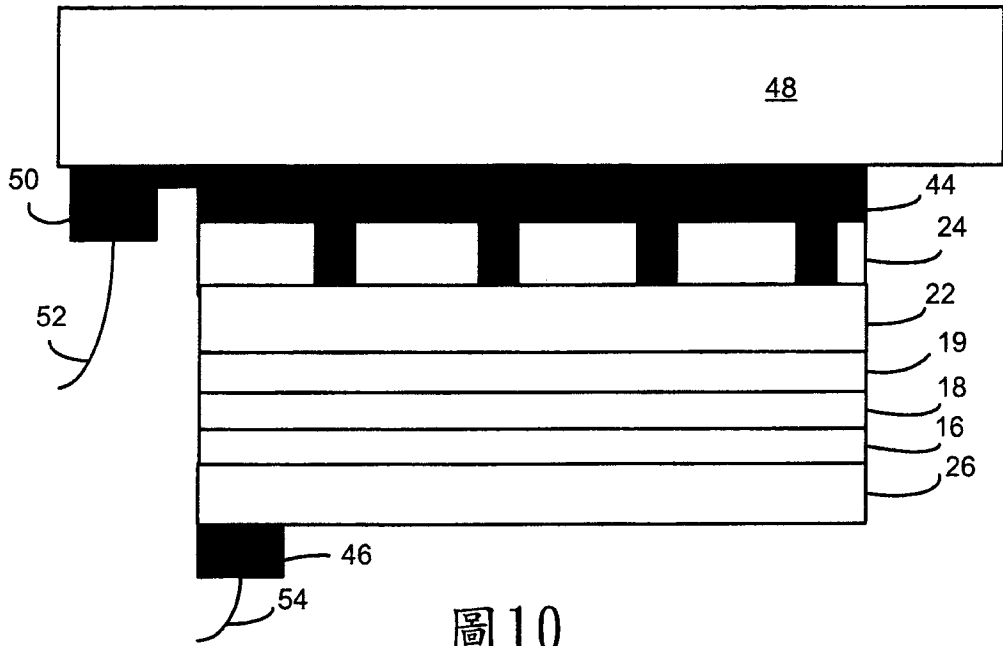


圖 10

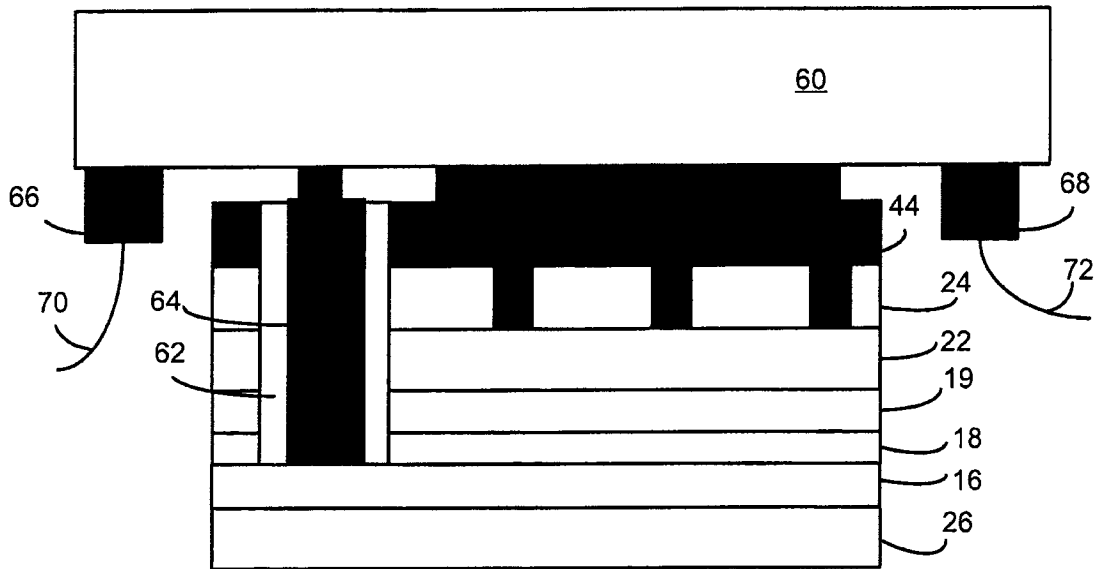


圖 11

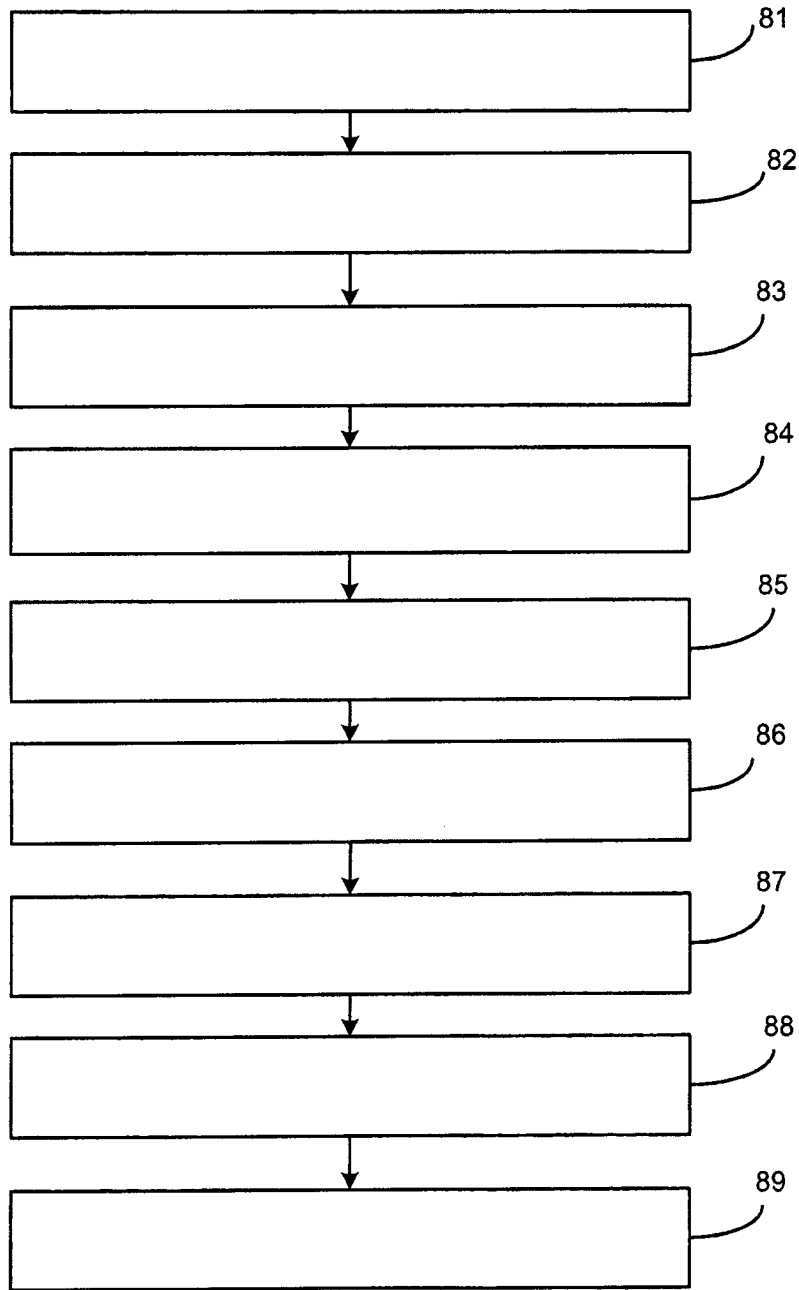


圖12

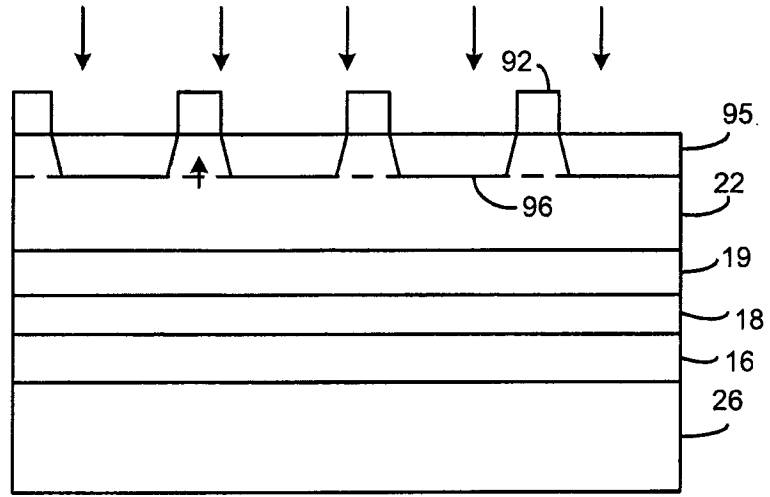


圖13

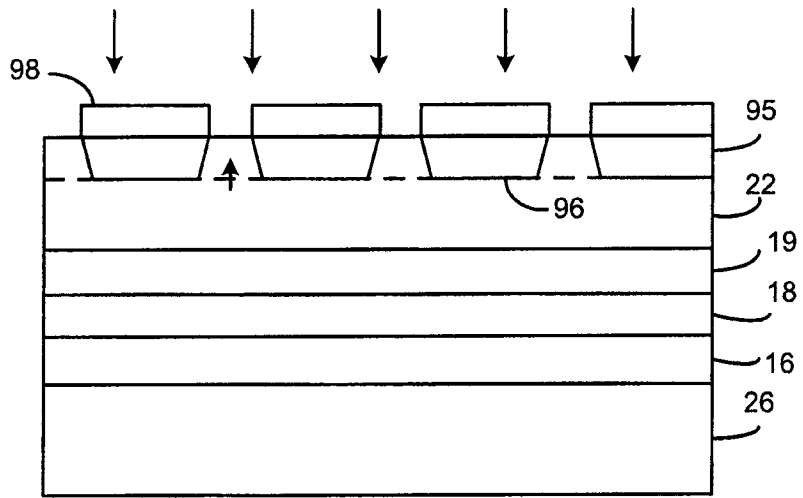


圖14

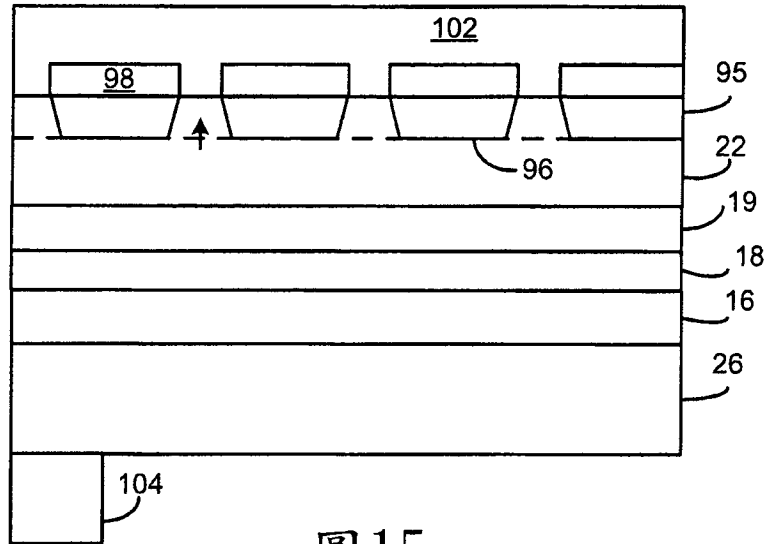


圖 15

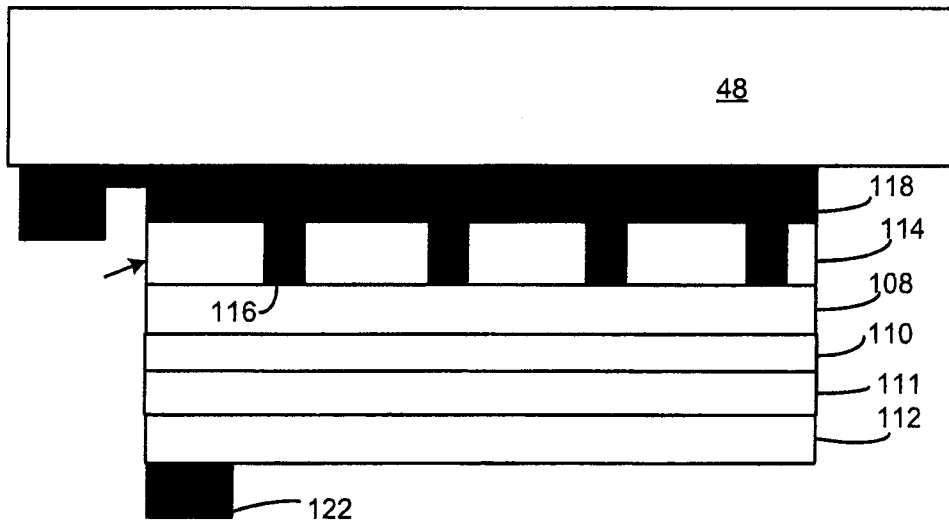


圖 16

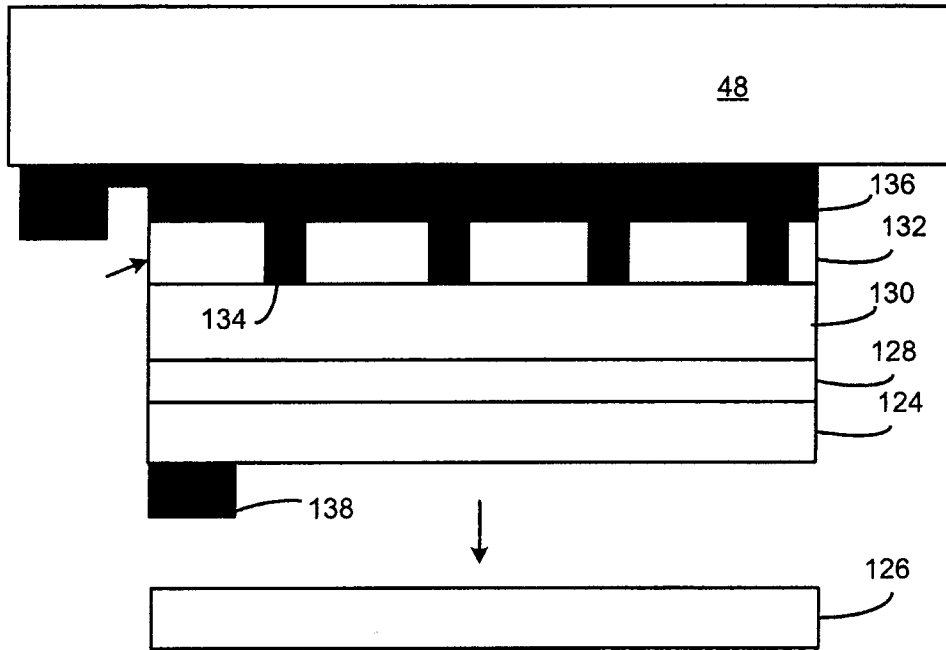


圖 17

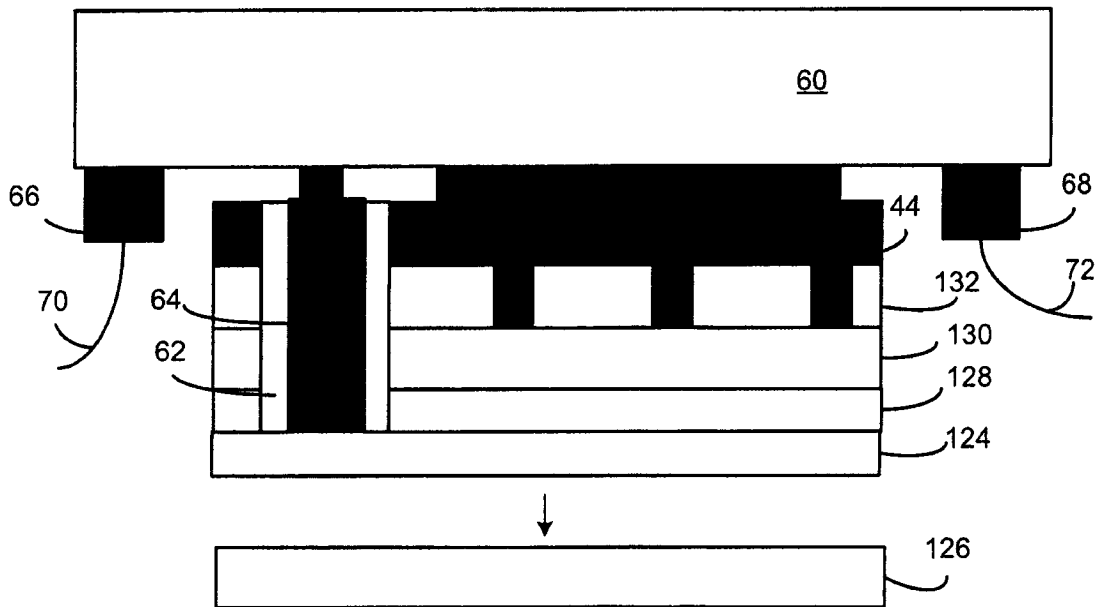


圖 18

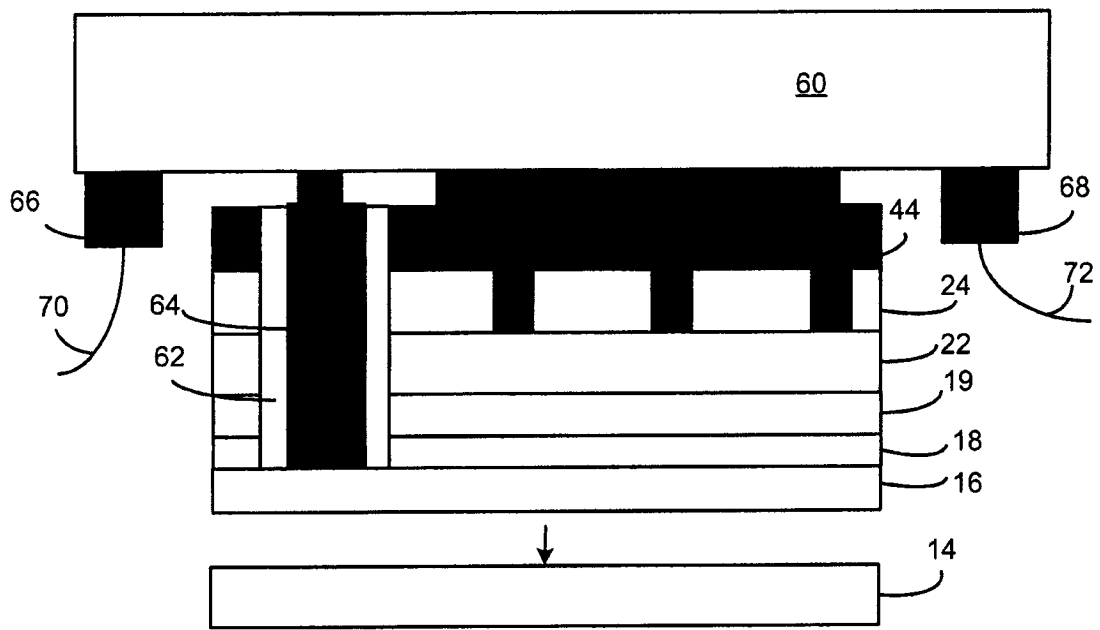


圖 19

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

12	InGaP阻止層
14	GaAs基板
16	n型AlInGaP層
18	AlInGaP作用層
19	p型AlInGaP層
20	p型GaP層
22	p型GaP層
24	n型GaP層

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)