

(此處由本局於收  
文時黏貼條碼)**發明專利說明書**

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94120645

※申請日期：94 年 06 月 21 日

※IPC 分類：H01L 33/00

**一、發明名稱：**

(中) 具有改良光輸出的垂直構造半導體裝置

(英) Vertical structure semiconductor devices with improved light output

**二、申請人：(共 1 人)**

1. 姓名：(中) 維帝克股份有限公司

(英) VERTICLE, INC.

代表人：(中) 1. 劉明哲

(英) 1. YOO, MYUNG CHEOL

地址：(中) 美國加州都柏林瑞奇諾街六五四三號

(英) 6543 Regional Street, Dublin, CA 94568, U.S.A.

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

**三、發明人：(共 3 人)**

1. 姓名：(中) 劉明哲

(英) YOO, MYUNG CHEOL

國籍：(中) 韓國

(英) KOREA

2. 姓名：(中) 金東武

(英) KIM, DONG WOO

國籍：(中) 韓國

(英) KOREA

3. 姓名：(中) 廉根永

(英) YEOM, GEUN YOUNG

國籍：(中) 韓國

(英) KOREA

#### 四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利  主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2004/06/22 ; 60/582,098  有主張優先權

## 五、中文發明摘要

發明之名稱：具有改良光輸出的垂直構造半導體裝置

本發明提供一種可信賴的技術用於製造一種新型垂直構造的組合半導體裝置，其具有大幅改良的光輸出。一種製造發光半導體裝置的方法之示範實施例，包括形成一發光層的步驟；以及形成一波浪形表面於發光層上的步驟以改善光輸出。一實施例中，該方法進一步包括形成一透鏡於每一個該等半導體裝置的波浪形表面上之步驟。一實施例中，該方法強調進一步包括以下步驟：形成一接觸墊於該半導體結構上與該發光層接觸；將每一個該等半導體裝置包裝在含有一上引線框和下引線框的封裝件內。本發明的優點包括一種用於製造半導體裝置的改良技術，具有高良率、可信賴度佳、以及改良的光輸出。

## 六、英文發明摘要

發明之名稱：

### VERTICAL STRUCTURE SEMICONDUCTOR DEVICES WITH IMPROVED LIGHT OUTPUT

The invention provides a reliable technique to fabricate a new vertical structure compound semiconductor devices with highly improved light output. An exemplary embodiment of a method of fabricating light emitting semiconductor devices comprising the steps of forming a light emitting layer, and forming an undulated surface over light emitting layer to improve light output. In one embodiment, the method further comprises the step of forming a lens over the undulated surface of each of the semiconductor devices. In one embodiment, the method of claim further comprises the steps of forming a contact pad over the semiconductor structure to contact with the light emitting layer, and packaging each of the semiconductor devices in a package including an upper lead frame and lower lead frame. Advantages of the invention include an improved technique for fabricating semiconductor devices with great yield, reliability and light output.

## 七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(10)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

515a、515c	GaN的LED層
516	p型接點
518	ITO透明接點/DRB反射物
520	黏著層
522	Au中間層
526	Cu層
528	Au保護層
530	導電的熱塑膠環氧基黏著劑
532	穿孔的晶圓載體
534a、534c	n型ITO
536	鈍化層

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(1)

## 九、發明說明

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於製造 GaN 基座且具有一頂部和底部接點結構的垂直構造之半導體裝置，以及製造此垂直構造的裝置之一種方法。

### 【先前技術】

圖 1 描繪於一絕緣藍寶石基板 116 上製造一種習知的氮化鎵 (GaN) 基座半導體裝置 100。此裝置可應用於，例如：發光二極體 (LED)、雷射二極體 (LD)、異質介面雙極電晶體 (HBT)、高電子移動性電晶體 (HEMT)。習知的製造過程中，該裝置是形成於一藍寶石基板上，並在該裝置的頂部面上形成兩個電極接點。一 p 型接點 102 是形成於其頂部，且使用平頂蝕刻除去材料以形成一 n 型金屬接點 118。此結果稱之為一垂直構造裝置，而且經常出現包括弱阻抗靜電放電 (ESD) 以及散熱等一些問題。這兩個問題限制了該裝置的製造良率和使用的有效期限。此外藍寶石材料非常堅硬，於晶圓研磨和拋光以及裝置分割時產生許多困難。裝置製造的良率是隨著包括覆蓋、拋光、和晶粒分割等後製造程序而決定。

圖 2 繪製一第二種習知技術，已經對於建構垂直構造的 GaN 基座的組合半導體 200 十分有用，其中使用一雷射移除 (LLO) 製程，藉由施加一具有可穿透藍寶石的波長，通常是在紫外線 (UV) 範圍的準分子雷射，將該藍寶

(2)

石基板從該 GaN 磊晶層移除。然後，該裝置是以一導體或半導體的第二基板 218 取代該絕緣藍寶石基板來製造，以建構垂直構造的裝置。這些製程步驟通常是使用晶圓結合技術，於雷射移除將藍寶石基板移除之後或之前能夠永久結合至該第二基板。

然而，對於大量生產垂直型發光二極體 (VLEDs) 仍缺少一大範圍的雷射移除製程，原因之一是大面積雷射移除的困難在於結合黏著層 216 與支撐晶圓 218 和磊晶層 214 之間、還有與該永久第二基板 218 之間的均勻性，因為在雷射移除之後該磊晶層表面不是整個晶圓表面完全平坦。此晶圓結合技術的另一個問題，在熔化金屬結合的過程中由於高溫和高壓致使金屬接點的品質損壞。此外，用於永久晶圓結合的基板，比如 Si 或 GaAs，相較於 Cu 基座的金屬基板，在散熱方面並不是最佳的材料。這些問題都會降低最終的生產良率，也無法提供一個令人滿意的解決方法能夠大量生產商業產品裝置。

圖 3A 至 B 繪製一裝置結構 300，用於克服該晶圓結合的問題以利製造 VLEDs。取代晶圓結合的方式，此製造裝置 300 的方法包括將一金屬支撐層 318 裝附至該裝置。然而所知的良率仍低，因為在雷射移除過程中該結合層的薄層脫落。如果其結合不夠穩固、無法抵擋高能量的雷射振動波，該 GaN 磊晶層於雷射移除之後會彎曲或出現裂痕，也就很難再進行雷射移除後的製程步驟，比方晶圓清潔、裝置製造、解除結合、以及裝置分割，因此裝置製造的

(3)

成品良率還是不佳。

圖 3A 至 B 顯示以此技術為主的垂直裝置之另一個問題是裝置品質不良。因為在該藍寶石基板上使用噴沙以改善其雷射光能量分佈的均勻度，雷射移除之後該 GaN 表面通常是粗糙，使得輸出光要比其為平坦光滑的表面時較少。此外，形成於該 n 型 GaN 層上的金屬反射層並不如非金屬反射層材料 ITO 那麼高。

還有，以圖 3A 至 B 所顯示技術為主的垂直裝置之另一限制是該 p 型接點 302 的位置在該裝置的中心，介於透明接點 304a 至 304b 之間。此位置是習知導線結合接點的偏好，但必須將一導線結合至該裝置的中心。

由於習知技術的種種限制，確實需要一種新的技術能夠提升裝置的品質以及大量生產 GaN 基座的半導體裝置之製造良率。

### 【發明內容】

本發明提供一種可信賴的技術，用於製造一種新型的垂直構造之組合半導體裝置，並具有改良的光輸出。

一種製造發光半導體裝置的方法之一示範實施例，包括形成一發光層、以及在該發光層上形成一波浪形表面的步驟，以改良光輸出的光束輪廓。本發明中光束輪廓的改善是指光輸出在晶片層次的角度。

一實施例中，形成一波浪形表面的步驟包括形成複數個大致是微小透鏡的步驟。此製程包括在該半導體結構上

(4)

沉積一遮罩，將該遮罩的一部分除去之步驟，使得複數個大致是圓形的遮罩形成於該半導體結構的表面上，還有蝕刻該半導體結構、以及除去剩餘的遮罩等步驟。

一實施例中，本發明包括形成一發光層、形成一巨觀透鏡於每一個該等半導體裝置的表面上之步驟，以改善光輸出的光束輪廓。從一觀點來看，該巨觀透鏡是形成於該半導體裝置的波浪形表面上；而以另一觀點，該半導體裝置並不具有波浪形的表面。

一實施例中，本方法包括形成一接觸墊於該半導體結構上的步驟，可與該發光層接觸，以及包括將每一個該等半導體裝置封入含有一上引線框和一下引線框的封裝內之步驟，其中與該半導體裝置的接觸是在該上引線框和下引線框之間。從一觀點來看，其接觸是以該上引線框與下引線框間的壓力、熱量、振動之中一種或多種的方式形成。

本發明的優點包括一種改良的技術，適用於製造具有高生產良率、可信賴度佳、以及改良光輸出的半導體裝置。

#### 【實施方式】

本發明以參考特定的裝置結構和實施例來敘述。於本技術領域的技術人員將會理解，這些敘述是為呈現並提供得以實施本發明的最佳模式。本發明包括數個製程和沉積的步驟，夠能根據本發明製造一半導體裝置。本說明文所指的將材料沉積於另外材料的上方或以上，為所敘述和繪



(5)

製的代表—任何參考架構，並且用以敘述和包括如本技術領域中技術人員所解釋和瞭解，將材料沉積於其他材料的頂部上方、之上、或下方之技術，及其相關的敘述。例如：部分的說明文中敘述由上方所架構的半導體層，以及其他部分敘述從下方所建構的半導體層，而兩種情況下，是有一新生層沉積在一現存層上方，意思是如敘述和繪製表示，其為沉積在該現存層的上方或下方。此處提及的許多製程參數是為呈現最佳模式，同時該參數的變化也會成為在此敘述製程、結構、和優點的結果。本發明的變化形式是以申請專利項所包含與所預期為範圍。

#### A. 裝置結構與製造

圖 4 是根據本發明之一實施例的流程圖 400，呈現一種製造一半導體裝置的方法。該流程圖中繪製的步驟是以展示該範例的實施例和結構為目的，而且本發明包括該方法的修改部分以及在此所呈現的最終架構。步驟 402 是從一磊晶層晶圓開始，該範例的製程步驟 404 包括 p 型接點的形成，步驟 406 是形成一發光裝置層，例如：GaN 基座 LED，步驟 408 包括晶圓載體的結合。該原始的半導體裝置繪製於圖 5，參考數字 500 是用於標示可以得到一種或多種裝置的半導體，於許多裝置的情況下參考標示是以字母順序加在字尾，如 500a, 500b, 500c 等，其步驟是以參考圖 5 至 12 繪製的半導體結構製造和封裝以及其他圖式所敘述。

(6)

如圖 5 所示，藍寶石 / GaN / Cu / Au 晶圓是利用一導電的熱塑膠環氧基黏著劑 530，結合至一穿孔的晶圓載體 532，該穿孔的晶圓載體是以不繡鋼打洞製成。使用金屬晶圓載體的原因是於感應耦合電漿 ( ICP ) 蝕刻、晶圓探測、與晶粒隔絕的過程中，提供電力和熱量傳導。藉著使用一金屬晶圓載體，就比較不需要在後製程步驟將晶圓從該載體移除。此外，該穿孔的晶圓載體提供無氣泡的晶圓結合，因為空氣泡在結合的過程中能夠輕易地從該孔洞中離開，同時也提供藍寶石 / GaN / Cu / Au 晶圓與該晶圓載體之間簡便的解除結合方式，因為溶劑在解除結合的過程中能夠經由孔洞浸透。藉由使用該穿孔的晶圓載體，整個製程變得容易、可信賴並且簡單，即可提高製造垂直裝置的生產良率。晶圓載體的範例厚度是 1/16 吋，且直徑是 2.5 吋。範例的孔洞總數是 21 個，而穿過孔洞的直徑是 20/1000 吋。同時，範例的晶圓載體表面是以電性拋光變成像鏡面一樣的平坦表面，而能以黏著物均勻結合。

銀基座的導電黏著物，是用於將該藍寶石 / GaN / Cu / Au 與該穿孔的晶圓載體結合，該導電黏著物是在晶圓探測和晶粒隔絕蝕刻的製程中，提供良好的導電和熱傳導。該熱塑膠環氧基黏著劑具有良好的黏性強度以及良好的熱阻。該熱塑膠環氧基黏著劑的另一個優點是可以非常容易地溶解，例如：丙酮的溶劑中，於解除結合的製程中很有用。

本發明使用一種薄層型的熱塑膠環氧基黏著劑，因為該薄層型環氧基黏著劑的膜層厚度要比液體為主的黏著物

(7)

較均勻。其液體為主的黏著物通常會導致厚度不平的均勻性，並且在先前的結合製程中形成氣泡，因為液體為主的黏著物之旋轉塗佈，通常會造成在晶圓邊緣比該晶圓中心區域形成較厚的膜層。而常發生的現象是，液體為主的黏著物在多次旋轉後會得到較厚的黏著層。對於熱塑膠環氧基黏著劑來說，厚度 127 微米的薄層型熱塑膠環氧基黏著劑是夾在厚的金屬支撐層與穿孔的晶圓載體之間。於熱均衡加壓中，壓力是設定在約 10 至 15 psi，溫度維持在攝氏 200 度以下，在此狀況結合的時間要少於 1 分鐘。短暫的結合時間相較於液體為主的黏著物具有絕對的優點，否則要耗費超過 6 小時的凝固時間，才能將該黏著物完全凝固。短暫的結合時間可以大幅地提升製造垂直裝置的生產力。

參考圖 6，使用一種 248 毫微米的 KrF 紫外線 (UV) 準分子雷射，(脈衝維持十億分之 38 秒)，進行雷射移除。選擇此波長的原因是其雷射能夠有助益地穿透該藍寶石基板，但會被 GaN 磊晶層吸收，為使該 GaN 在 GaN/藍寶石交界面上分解成金屬 Ga 和氣態氮 ( $N_2$ )。該雷射光束的大小選擇為一個 7 毫米乘 7 毫米的正方形光束，具有的光能量密度介於 600 至 1200  $mj/cm^2$ 。同時建議該雷射光束的能量密度隨著該藍寶石基板表面的粗糙度來決定。為了在雷射移除之後得到平滑的 GaN 表面，要使用高於 800  $mj/cm^2$  的光束能量對藍寶石基板進行機械式拋光，達到 RMS 值 10 至 20 埃。

(8)

該藍寶石基板的表面粗糙度是在雷射移除之後能夠得到一平滑 GaN 表面的一個重要製程參數，如果在雷射移除時使用沒有拋光的藍寶石表面，該 GaN 表面變得粗糙，會由於形成一最終裝置之後粗糙表面的反射性不佳，而導致該 LED 裝置的光輸出不良。然而，如果使用一拋光的表面會得到一平滑的 GaN 表面，因此也能得到較高的光輸出。可是因為該雷射光束是局限在該拋光的藍寶石的表面上，以較高雷射光束強度照射的區域，相較於低雷射光束能量強度照射的區域，會在該 GaN 表面上產生裂痕。所以，如何選擇一最佳的藍寶石表面粗糙度，又能夠同時得到雷射移除的高良率以及裝置的高品質是非常重要的。根據習知技術，通常使用噴沙在拋光的藍寶石表面以得到均勻的雷射光束分佈。然而，噴沙並不可信賴且不可重複，無法持續地得到相同的表面粗糙度。本發明中，在雷射光束與藍寶石基板之間架構一可穿透 248 毫微米 UV 雷射的一擴散媒介 552，為在該藍寶石表面上得到均勻的雷射光束能量分佈，以此提供該雷射移除的製造良率。該擴散媒介的表面粗糙度之均方根 (rms) 值是設定在小於 30 微米，而藍寶石是用於當做擴散物。

參考圖 7，雷射移除之後在雷射移除過程中經由 GaN 分解產生過多的 Ga 滴液 503，要以 HCl 溶液（室溫下 HCl:H<sub>2</sub>O=1:1）清潔，或以 HCl 蒸氣沸騰 30 秒。因為 Ga 在室溫下會熔化，在該雷射移除的過程中 Ga 是液體狀態形成。

(9)

參考圖 8，爲了將 n 型 GaN 的磊晶層曝露在外，以乾蝕刻移去該緩衝層 505（也就是 GaN 或 AlN 和 AlGaIn 緩衝層），有效地使用感應性耦合反應離子蝕刻（ICPRIE）。本發明進行此蝕刻步驟是爲了形成一波浪形表面於該發光層上方，以散開光輸出。從一觀點來看，本發明容許該 GaN 滴液在該 GaN 表面上凝固，以協助該波浪形表面的形成；以另一觀點，該波浪形表面是利用如下所述的光阻和蝕刻形成。不論那一種情況，該波浪形表面創造一連串的微小透鏡，其功能是將該光輸出散開成一較大的區域。注意到該波浪形表面可形成凹面和/或凸面結構以改善光輸出。

參考圖 9，爲了改善該垂直裝置的電流分佈，在該 n 型 GaN 的 LED 表面 515 上形成 n 型 ITO 透明接點 534。此圖式繪製該波浪形 GaN 層與該 ITO 層的交界面。ITO 的組成是 10wt% 的  $\text{SnO}_2$  和 90wt% 的  $\text{In}_2\text{O}_3$ ，以及一層厚度約 75 至 200 毫微米的 ITO 膜，利用一電子束蒸鍍器或濺鍍系統在室溫下沉積。該 ITO 膜沉積之後，在一管狀火爐內以  $\text{N}_2$  環圍進行回火 5 分鐘，其回火的溫度可以在攝氏 300 至 500 度之間變化。該 ITO 膜的最小電阻，在攝氏 350 度的回火溫度以  $\text{N}_2$  環圍下約是低的  $10^{-4} \Omega \text{ cm}$ ，於超過回火溫度攝氏 350 度下在 460 毫微米的穿透量約超過 85%。

該 ITO 透明接點形成之後，在該 n 型 ITO 表面上形成一 n 型接點 540，由 Ti 和 Al 組成。因爲是形成多重接點，參考數字依次爲 540a, 540b, 540c 等。該 n 型接點金屬

(10)

的厚度分別是 5 毫微米的 Ti 和 200 毫微米的 Al。爲了在該 n 型接點的金屬層與一金屬墊 542 之間形成良好的黏著效果，在該 Al 頂部沉積一層 20 毫微米的 Cr 當做一黏著層。爲了要沉積金屬墊，在一電子束蒸鍍腔內不要破壞真空，連續地在該 Cr 頂部上沉積 500 毫微米的金。爲了形成一歐姆接點，該 n 型接點金屬在攝氏 250 度以 N<sub>2</sub> 氣體環繞的火爐內進行回火。

清潔該 GaN 表面之後，以一 MICP (磁化感應性耦合電漿) 乾蝕刻技術將個別的裝置隔絕開來。該 MICP 相較於其他的乾蝕刻方法能夠加速其蝕刻速度，此對於在該蝕刻製程中防止該光阻遮罩著火很有用。該 MICP 通常提供比習知的 ICP 約兩倍的蝕刻速度。在具有金屬支撐的垂直裝置的製程建議較快的蝕刻速度，因爲該金屬基板會被設計爲除去金屬或氧化物遮罩的化學物質襲擊，所以爲了在晶粒隔絕蝕刻中使用光阻遮罩，建議快速蝕刻技術。其範例的隔絕溝道尺寸是 30 微米寬、且 3.5 微米深，該蝕刻深度是隨著磊晶層晶圓的厚度而改變。該晶粒隔絕也可以機械切割或雷射刻劃中任一種方式進行。

參考圖 10，在該裝置的曝露部分上沉積一鈍化層 536。爲了保護裝置免於外在環境的污染，以及爲了藉由調變該鈍化層與該 GaN 之間的折射率來增加光輸出，將該垂直裝置以一 SiO<sub>2</sub> 薄膜 536 進行鈍化。該薄膜是以 PECVD (電漿增強化學蒸氣沉積) 低於攝氏 250 度下沉積，該膜層的厚度保持在 80 毫微米爲最佳的折射率。

(11)

參考圖 11A，沉積鈍化層之後，利用溶劑將該穿孔的支撐晶圓載體從該 GaN/金屬支撐晶圓上移走。圖 11B 是裝置的俯視圖，以呈現該 Au 墊的位置。該解除結合的製程步驟包括將該 GaN/金屬晶圓浸泡在丙酮中 0.5 至 1 小時，以便從該穿孔的支撐晶圓載體溶解該導電黏著層。該分離的 GaN/金屬晶圓進一步浸泡，並在一超音波清潔器以異丙醇潔淨。該 GaN 裝置表面進一步以 DI 水沖洗和乾燥來清潔。

參考圖 12，爲了從該晶圓上將個別的裝置分開，可以使用一 Nd:YAG 雷射藉由雷射刻劃把該裝置切割開來。將一金屬基板支撐具有垂直裝置的晶圓放置在有氣孔的抽氣支柱上，該 Nd:YAG 雷射聚焦在以 MICP 所形成 30 微米寬的溝道上。完成雷射刻劃之後，將分割開的晶片傳送到黏著晶圓夾的輸送帶。於該拾起和放置的步驟之前，要將該分割開的晶片從該第一晶圓夾翻過面來到另一晶圓夾 560，使得該 GaN 表面位於該裝置的頂部。

本發明進一步包括用於在該發光層上方形成一波浪形表面，以及在該半導體裝置上方形成一巨觀透鏡、封裝該半導體裝置的先進技術。這些技術可以分開地或是一起運用，而且其他替代的技術也可以用於本發明中。

#### B. 微小透鏡的形成

如上所述，形成波浪形狀的技術之一是使用雷射移除步驟之後產生的 GaN 液滴來協助該波浪形狀的成型，而希

(12)

望的結果為一連串大致是凸面的透鏡。其他技術包括遮住預定的區域、再以乾蝕刻，例如：ICPRIE（感應性耦合電漿反應離子蝕刻）蝕刻該 GaN 表面，以產生具有預定曲度、尺寸、以及位置的透鏡。注意到該微小透鏡形成該波浪形表面可以凹面和或凸面結構來建構，以改善光輸出。

從一觀點來看，n 型 GaN 表面上形成的微小透鏡是高於 2 微米的透鏡高度。實際上該 p 型 GaN 的厚度通常由於磊晶層的品質是比 0.5 微米要薄，使得要形成 2 微米高的透鏡結構很困難。因此該磊晶層最好設計為厚度大於 2 微米的一 n 型 GaN 層。

在該 n 型 GaN 表面上形成透鏡之前，要將剩餘的 GaN 和 AlGaN 緩衝層蝕刻去掉以曝露出該 n 型 GaN 表面。此外，也要利用 ICPRIE 使 n 型 GaN 表面平滑的步驟。進行平滑表面的原因是為保持一個平坦的 n 型 GaN 表面，以便形成低 n 型金屬接點。該 ICPRIE 的表面平滑蝕刻是使用 100% 的  $\text{BCl}_3$  氣體進行。通常在粗糙或波浪形表面上形成一金屬接點，相較於在一平坦表面上形成該金屬接點，會導致高接點的特性。

圖 13A 至 F 根據本發明之一實施例繪製一種於該 n 型 GaN 表面形成微小透鏡的方法。圖 13A 繪製該發光層 515（n 型 GaN），並在該半導體結構上沉積一光阻遮罩層 602。圖 13B 繪製除去一部分的遮罩，而得到複數個大致是圓形的遮罩於該半導體結構的表面上。圖 13C 繪製光阻遮罩迴焊以形成凸面，且最好是半球形的透鏡，此步驟是



(13)

將光阻遮罩於攝氏 110 度下烘烤 30 秒完成。圖 13D 至 E 繪製該半導體結構。ICPRIE 蝕刻進行的方式是為得到高度具有各向異性的蝕刻特性，此步驟是在  $\text{Cl}_2$  與  $\text{BCl}_3$  的混合氣體以高濃度（大於 90%）的  $\text{Cl}_2$  氣體進行。為能得到半球形的透鏡形狀所使用的方法，該偏壓電壓相較於正常的蝕刻狀況是保持在較高位。圖 13F 繪製移走剩餘的遮罩，可得到一連串大致是凸面的透鏡。

從一觀點來看，圖 13B 是一印製圖樣的步驟，其中該光阻被印上一連串的圓形遮罩，直徑約是 4 微米而圖樣大約是 8 微米。圖 13C 繪製的是烘烤該光阻以固定該圖樣。圖 13D 繪製以  $\text{Cl}_2$  和 Ar 進行的 ICP 蝕刻之一啓始階段；圖 13E 則繪製以  $\text{Cl}_2$  和 Ar 的 ICP 蝕刻與蝕刻除去的最終階段。圖 13F 繪製其最後的凸面透鏡，通常一般是一半球形的形狀。

圖 14 是一流程圖以呈現根據本發明之一實施例執行該微小透鏡形成的步驟。所進行步驟 654 至 676 的操作是本發明之此示範實施例於圖 4 中進行步驟 412 的延伸。

圖 15A 至 B 繪製根據本發明之一實施例中該微小透鏡的範例尺寸和位置。圖式中呈現的透鏡直徑約 4 微米而圖樣約 8 微米。

### C. 巨觀透鏡的形成

在該半導體裝置上方進一步形成一巨觀透鏡，而能夠更增強該光束輪廓。本發明所改善的光束輪廓指的是該光

(14)

輸出在晶片層次的角度。一習知的垂直 LED 具有一斜角基板，通常產生的光是一窄小如鉛筆的光束，因為當該垂直 LED 以一反射性的引線框封裝起來，其反射物就沒有反射效果，所以該光束輪廓會變得較小，是由於只有發射光束的表面能夠貢獻光束輪廓。以另一觀點，習知的縱向 LEDs 具有透明基板，通常得利於一引線框反射物而產生一較寬的光束輪廓。此寬廣的光束輪廓對於背光應用的 LCD 螢幕特別重要，要能產生均勻的光束輪廓和光強度增加，該光源的視角是很重要。

除此之外，對於製造一較薄的背光單元也有較高的需求，因為可攜帶式顯示裝置越來越小、也越薄，所以製造一較薄的背光照明器是 LCD 面板製造業者的目標之一。當能夠利用在封裝階段的一透鏡形成一較寬的光束輪廓之同時，對於該薄型背光照明單元把光源變得較薄並不實際。

解決具有斜角基板的垂直 LEDs 所產生問題之一方法，是使用一晶片層次的巨觀透鏡。該巨觀透鏡可以與發光層上方形成的一波浪形表面（即上述的微小透鏡）運用，或者不一起使用。與微小透鏡合併使用時，會得到一寬廣的光束輪廓；即使單獨使用，該巨觀透鏡也能得到一個寬的晶片層次上視角。形成巨觀透鏡的主要概念和製程與形成該微小透鏡相似；然而，該形成巨觀透鏡的差別在於使用具有一理想折射率的透鏡材料，在該 LED 裝置上形成一巨觀透鏡系統，該微小透鏡則是使用 GaN 材料以產生從

(15)

該半導體裝置所導引出較高的光線。

圖 16A 至 F 繪製根據本發明之一實施例中一種形成巨觀透鏡的方法。圖 16A 繪製一發光層 515 (GaN) 包括一波浪形表面或者不包括其波浪形表面。圖 16B 繪製沉積一層旋塗式玻璃層 702 (SoG)。從一觀點來看，該 SoG 的厚度超過 30 微米以形成一凹面型式的巨觀透鏡。圖 16C 繪製以烘烤造成 SoG 迴焊，SoG 迴焊對於形成一凸面型式的透鏡很有用。此步驟可將 SoG 於攝氏 110 度烘烤 1.5 分鐘完成。圖 16D 繪製以 ICPRIE 蝕刻，進行此步驟為得到高度的各向異性之蝕刻特性，在  $\text{Cl}_2$  與  $\text{BCl}_3$  的混合氣體中以一高濃度（大於 90%）的  $\text{Cl}_2$  氣體完成。為得到凸面型式的透鏡形狀方法，該偏壓的電壓相較於正常的蝕刻狀況是要保持在高電壓。圖 16E 繪製在該裝置上方沉積光阻 704，並在光阻印上圖樣而容許其上接點 542 蝕刻。圖 16F 繪製的蝕刻步驟打開該接點 542 並除去剩餘的光阻，得到具有一巨觀透鏡的裝置成品。

圖 17 是根據本發明之一實施例的流程圖，以呈現形成該巨觀透鏡的步驟。

圖 18A 至 C 繪製根據本發明之一實施例中用於背光照明 LCD 顯示器的範例光束輪廓。圖 18A 繪製一種使用 4 個廣角 LEDs，分別是 752a 至 752d 的技術。每一個該等 LEDs 包括以一箭頭表示 LED 的一光束圖樣。注意到該圖樣 770 包括充分含蓋整個顯示器。然而，如果使用窄小光束的 LEDs，就是圖 18B 繪製的一黑點暗區域 772，其中

(16)

提供的背光照明不足以觀看該顯示器。本發明對於該光束窄小的問題提供一個解決方法，以整合透鏡的功能將光束擴展開來得到一個寬廣的晶片層次上視角。從一觀點來看，如圖 18C 所顯示，該光線能夠大幅地變寬以降低提供背光照明所需要的 LEDs 數目。圖 18C 繪製 3 個 LEDs 所提供的光束輪廓足以供給全部的背光照明。使用較少 LEDs 的優點在於花費較低、產生的熱量較少、於可攜帶式產品中電池的消耗也較少。

#### D. 封裝

如上所述，該 LED 背光單元的最終產品厚度可以利用焊接結合的技術進一步降低。傳統上導線結合技術是用於封裝晶片裝置；然而為了降低最終封裝的裝置厚度，導線結合需要相當的垂直空間，而且對於背光照明的應用產品並不實際，因為這類產品通常有高度的限制，所以根據本發明之一實施例使用焊接結合技術，以降低最終封裝的裝置厚度是有幫助。

然而，如此的焊接結合方法對於一習知垂直 LED 裝置、且具有一接觸墊位於該裝置角落並不實際，因為一引線框必須與中心接觸就會阻擋該表面發光。所以本發明之一觀點在於提供一種焊接結合方法，用於具有接觸墊位在角落的新型裝置，如本發明實施例中的情況（參考圖 11B）。

圖 19A 至 B 根據本發明之一實施例繪製一種封裝半導

(17)

體裝置的方法。圖 19A 是一裝置於一封裝 800 內的側面圖，該封裝包括經由焊接物 804 接觸該裝置的一下引線框 802，而一上引線框 806 則經由焊接物 808 接觸該裝置。與該半導體裝置的接觸是保持在該上引線框與下引線框之間。從一觀點，接觸是由該上引線框與下引線框間的壓力、熱量、和振動之中一種或種方式形成。

圖 19B 是該裝置封裝 800 的一俯視圖，以呈現該裝置中一相當大的部分能夠將光線擴散至一目標區域。同時可以與上述的該微小透鏡和巨觀透鏡的技術一起建構該裝置、或者單獨運用，所呈現的封裝能夠容許光束有一很大的角度而被擴散至一目標區域。

圖 20 是一流程圖為呈現用於封裝的步驟。

此封裝步驟的優點包括簡化該裝置的封裝過程，而得到更可信賴的裝置，其中沒有結合或物墊結合，以降低封裝成本。雖然繪製此範例封裝步驟，但本發明仍可運用其他替代的封裝技術。

#### E. 結論

本文已揭示並敘述本發明的示範實施例與優點，尤其是敘述具有示範性的實施例與最佳模式，修改和變化型式可以形成所揭示的實施例，但本發明的保有的內容與精神仍以下列申請專利範圍而定。

#### 【圖式簡單說明】

(18)

本發明將參考以下圖式敘述

圖 1 根據習知技術繪製一垂直構造 GaN 基座的 LED，具有兩個金屬接點形成於裝置的頂部面上。

圖 2 根據習知技術繪製一垂直構造 GaN 基座的 LED，其中一 GaN 薄膜是結合至一導體或半導體的第二基板。

圖 3A 至 B 根據習知技術繪製一垂直構造 GaN 基座的 LED，其中於除去原始的藍寶石基板之後，有一金屬厚層是裝附至一 GaN 薄膜。

圖 4 是根據本發明之一實施例的一流程圖，以呈現一種製造半導體裝置的方法。

圖 5 根據本發明之一實施例繪製一發光半導體裝置，包括以導電黏著劑於雷射移除之前，將一 GaN 基座的 LED 晶圓裝附至一穿孔的支撐晶圓載體。

圖 6 根據本發明之一實施例繪製一準分子雷射光束，經由一擴散的媒介施加至該藍寶石基板且穿透其中，而能在雷射移除的過程中得到均勻的雷射光束能量分佈。

圖 7 根據本發明之一實施例繪製除去該藍寶石基板、以及雷射移除之後 Ga 滴液潔淨。

圖 8 根據本發明之一實施例繪製以蝕刻除去 GaN/AlGaN 緩衝層。

圖 9 根據本發明之一實施例繪製一 n 型 ITO 透明接點形成於該 GaN 的 LED 層上頂部。

圖 10 根據本發明之一實施例繪製沉積一保護性的 SiO<sub>2</sub> 鈍化層。

(19)

圖 11A 至 B 根據本發明之一實施例繪製除去支撐晶圓載體以及最後的裝置結構。

圖 12 根據本發明之一實施例繪製以晶粒切割或雷射刻劃分割裝置。

圖 13A 至 F 根據本發明之一實施例繪製一種形成微小透鏡於該 n 型 GaN 內的方法。

圖 14 是根據本發明之一實施例的一流程圖，以呈現形成該微小透鏡的執行步驟。

圖 15A 至 B 根據本發明之一實施例繪製該微小透鏡的範例尺寸和位置。

圖 16A 至 F 根據本發明之一實施例繪製一種形成巨觀透鏡的方法。

圖 17 是根據本發明之一實施例的一流程圖，以呈現形成該巨觀透鏡的執行步驟。

圖 18A 至 C 根據本發明之一實施例繪製用於背光照射 LCD 顯示器的範例光束輪廓。

圖 19A 至 B 根據本發明之一實施例繪製一種封裝半導體裝置的方法。

圖 20 是根據本發明之一實施例的一流程圖，以呈現執行封裝的步驟。

**【主要元件符號說明】**

100	GaN 基座的半導體裝置
102、302	P 型接點

(20)

114	絕緣藍寶石基板
116	N型金屬接點
200	垂直構造的 GaN 基座之組合半導體
214	磊晶層
216	黏著層
218	第二基板支撐晶圓
304	透明接點
318	金屬支撐
503	GaN 滴液
505	緩衝層
515	N型 GaN 的 LED 表面
530	導電的熱塑膠環氧基黏著劑
532	穿孔的晶圓載體
534	N型 ITO 的透明接點
536	鈍化層
540	N型接點
542	金屬墊/接點
552	擴散媒介
560	晶圓夾
602	光阻遮罩層
702	旋塗式玻璃
704	光阻
800	封裝
802	下引線框



(21)

804、808 焊接物

806 上引線框

## 十、申請專利範圍

1. 一種製造發光半導體裝置的方法，包括以下步驟：

形成一包括 n 型 GaN 層之發光層；

形成一波浪形表面於該發光層上，以改良光輸出的光束輪廓，該波浪形表面被形成於該 n 型 GaN 層上；

形成一與該波浪形表面交界之 n 型 ITO 層；以及

形成一巨觀透鏡於每一個該等半導體裝置的波浪形表面上。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中形成一波浪形表面的步驟包括形成複數個微小透鏡的步驟，其包括以下步驟：

形成一遮罩於包括該 n 型 GaN 層之該發光層之一側面上；

除去一部分的該遮罩，使得複數個基本為圓形的遮罩形成於包括該 n 型 GaN 層之該發光層之該側面的表面上；

以遮罩迴焊定型具有確定曲度的遮罩頂部表面；

蝕刻該遮罩之剩餘部分及包括該 n 型 GaN 層之該發光層之該側面之曝露表面；以及

除去剩餘的遮罩。

3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該發光層是以厚度超過 2 微米的該 n-GaN 層建構，而該複數個微小透鏡是形成於該發光層上。

4. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該形成遮罩

之步驟包括形成一光阻遮罩於包括該 n 型 GaN 層之該發光層之該側面上的步驟，而該定型步驟包括光阻遮罩迴焊的步驟，並將該光阻遮罩於攝氏 110 度烘烤約 1.5 分鐘，以形成基本為是半球形的形狀。

5. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中在  $\text{Cl}_2$  與  $\text{BCl}_3$  的混合氣體中以一高濃度（大於 90%）的  $\text{Cl}_2$  氣體，執行蝕刻以獲得高度各向異性的蝕刻特性，並且為能得到一半球形的透鏡之形態，必須維持一高偏壓的電壓。

6. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該複數個微小透鏡的直徑大約是 4 微米，而圖樣大約 8 微米。

7. 如申請專利範圍第 2 項之方法，進一步包括形成一接觸墊於每一個該等半導體裝置中一角落位置的包括該 n 型 GaN 層之該發光層之該側面上之步驟。

8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包括以下步驟：

形成一接觸墊於包括該 n 型 GaN 層之該發光層之該側面上，與該發光層接觸；以及

將每一個該等半導體裝置封入含有一上引線框和下引線框的封裝內，其中與該等半導體裝置的接觸是保持在該上引線框與下引線框之間。

9. 一種發光半導體裝置，包括：

一發光層，包括 n 型 GaN 層之該發光層之一側面；

一波浪形表面於該發光層上，以改良光輸出的光束輪廓，該波浪形表面被形成於該 n 型 GaN 層上；

一 n 型 ITO 層；以及

一 巨觀透鏡於該半導體裝置的波浪形表面上。

10. 如申請專利範圍第 9 項之發光半導體裝置，其中該波浪形表面包括複數個微小透鏡。

11. 如申請專利範圍第 10 項之發光半導體裝置，其中該發光層是以厚度超過 2 微米的該 n-GaN 層建構，而該複數個微小透鏡是形成於該發光層上。

12. 如申請專利範圍第 10 項之發光半導體裝置，其中該複數個微小透鏡基本為半球形的形狀。

13. 如申請專利範圍第 11 項之發光半導體裝置，其中該複數個微小透鏡基本為半球形的形狀。

14. 如申請專利範圍第 10 項之發光半導體裝置，其中該複數個微小透鏡的直徑大約為 4 微米，而圖樣大約是 8 微米。

15. 如申請專利範圍第 10 項之發光半導體裝置，進一步包括一接觸墊位於該裝置中一角落位置的包括該 n 型 GaN 層之該發光層之該側面上。

16. 如申請專利範圍第 9 項之發光半導體裝置，進一步包括：

一 接觸墊於包括該 n 型 GaN 層之該發光層之該側面上與該發光層接觸；以及

一封裝件含有一上引線框和下引線框，其中與該半導體裝置的接觸是保持在該上引線框與下引線框之間。

圖1  
(習知技術)

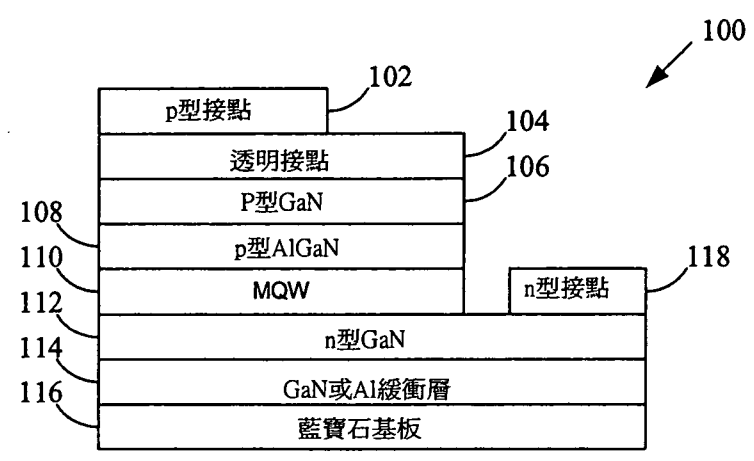


圖2  
(習知技術)

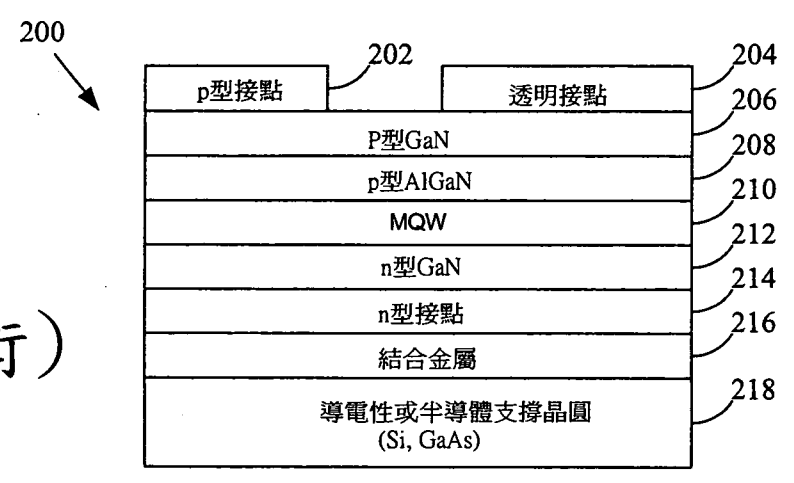


圖3A  
(習知技術)

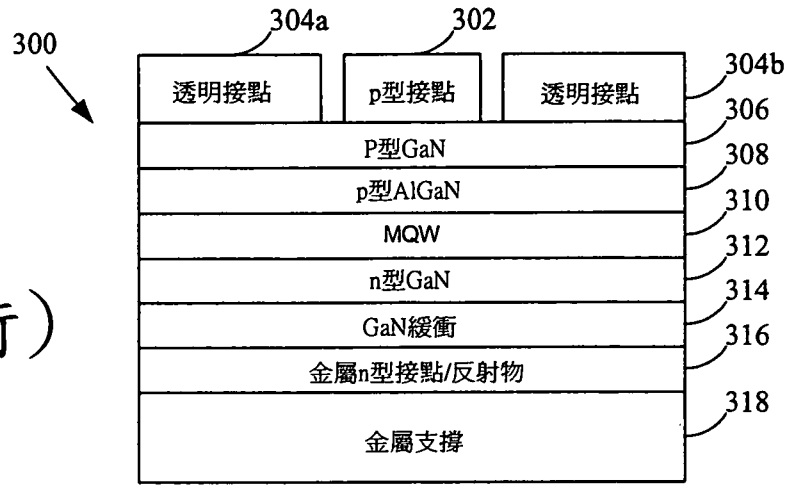
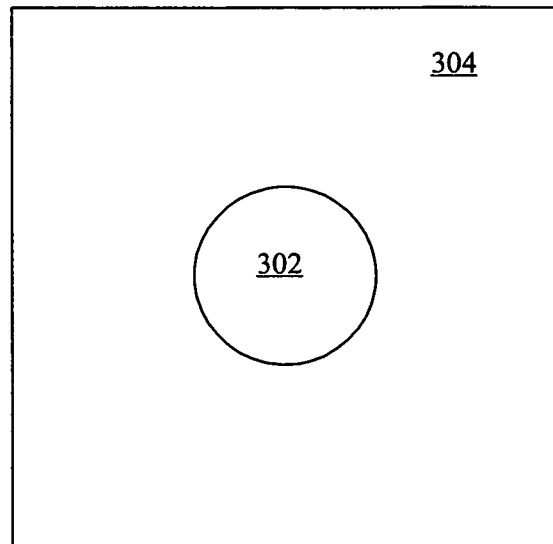


圖3B  
(習知技術)



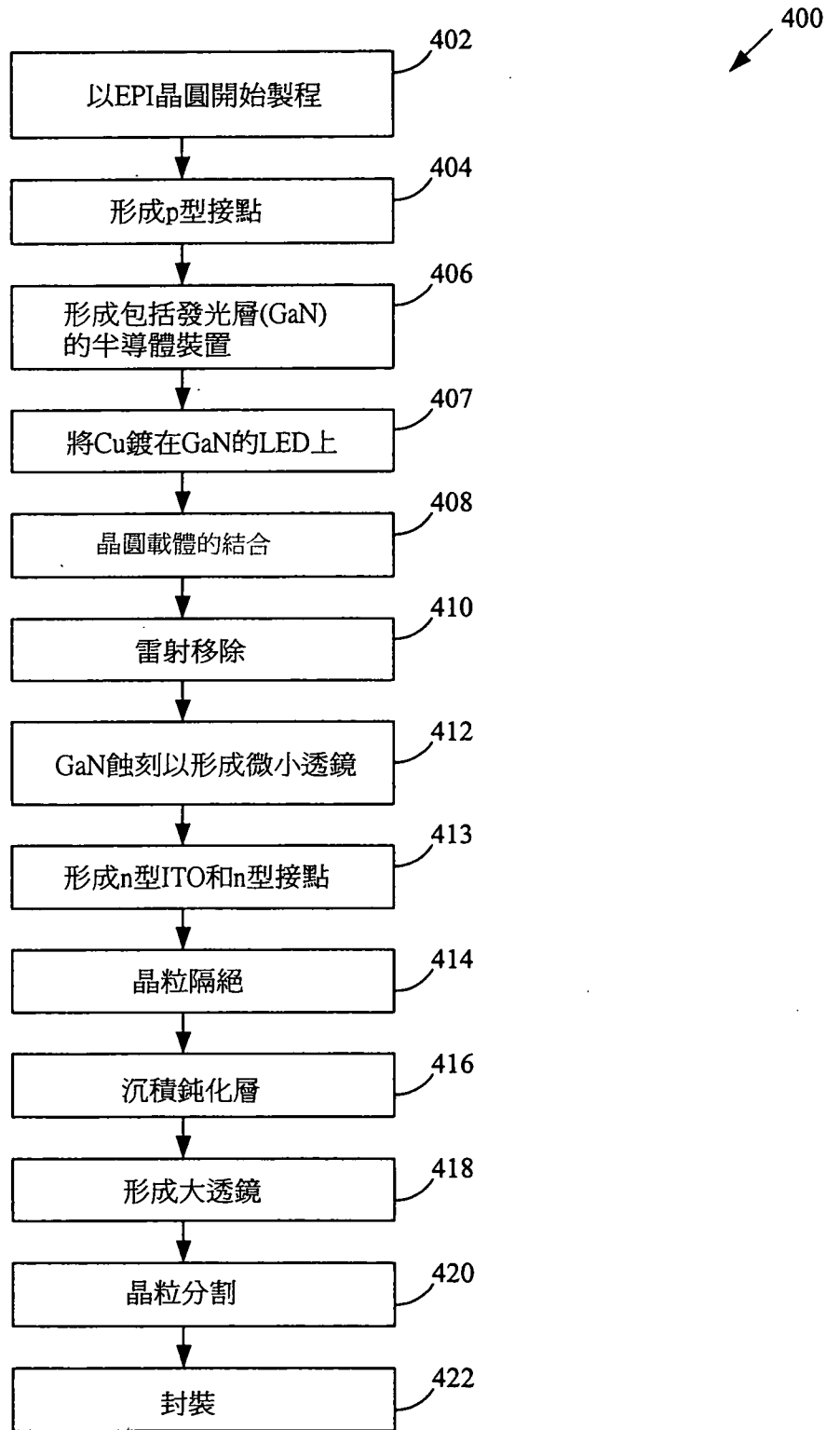


圖4

圖5

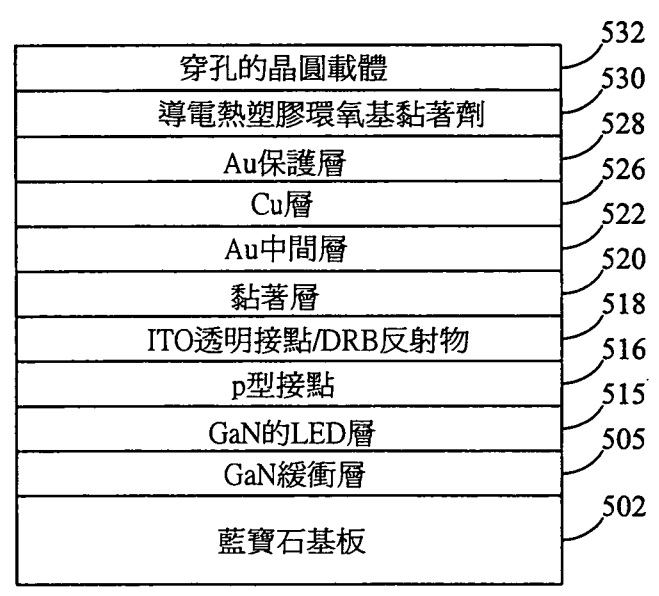


圖6

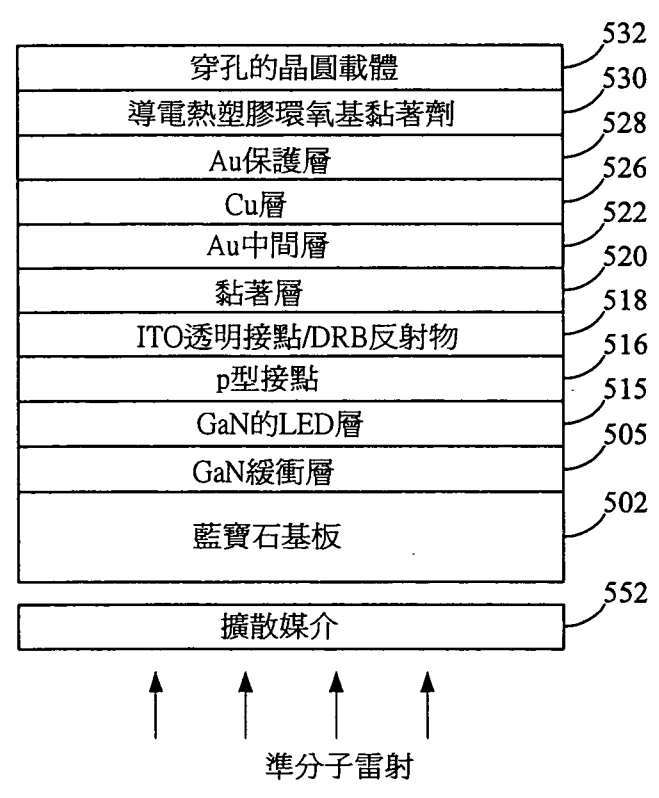




圖 7

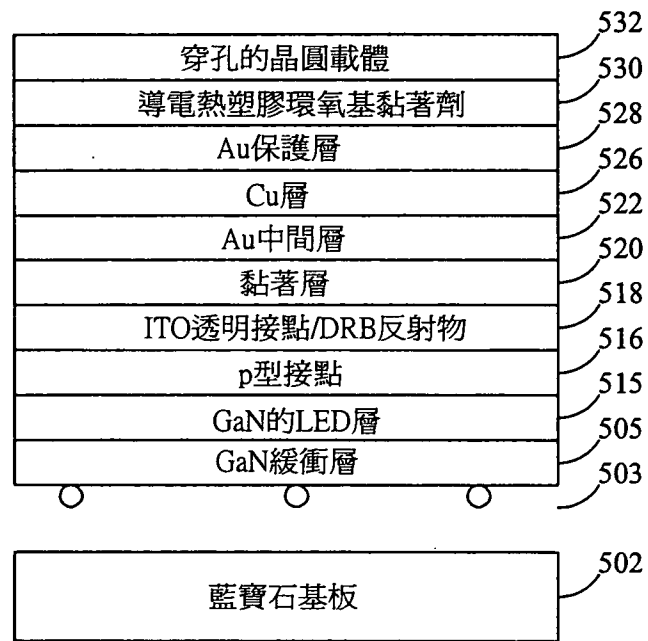


圖 8

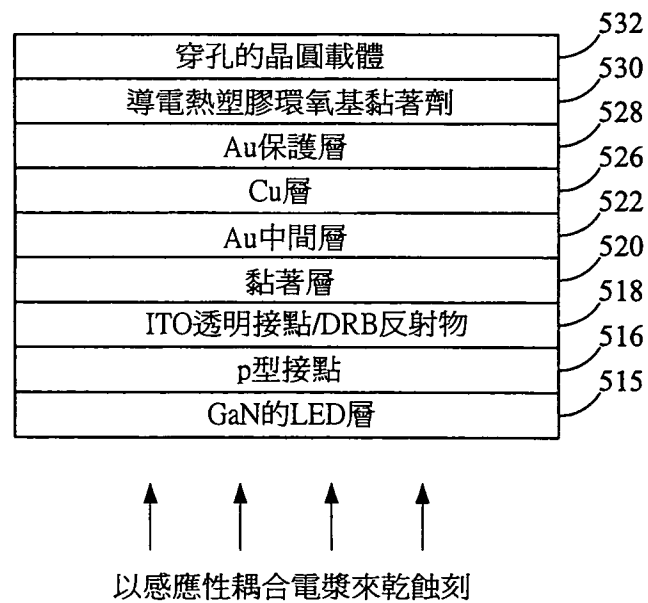


圖 9

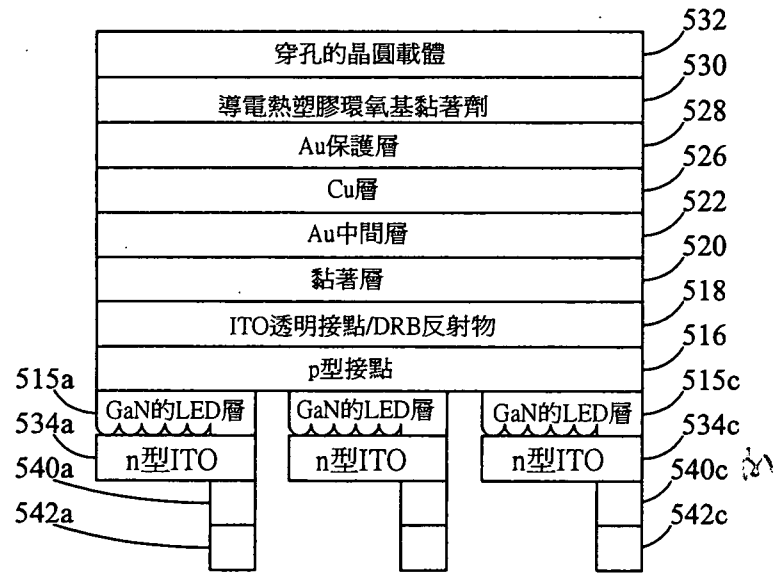


圖 10

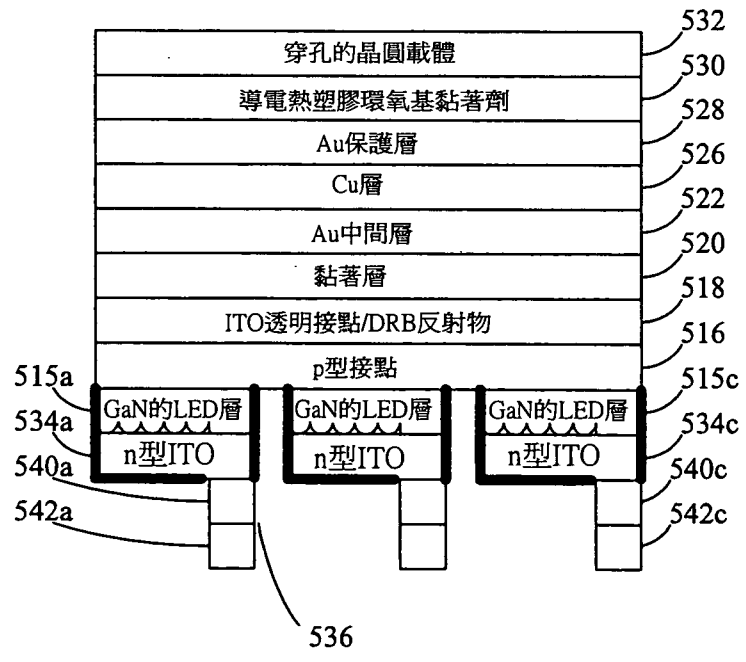


圖 11A

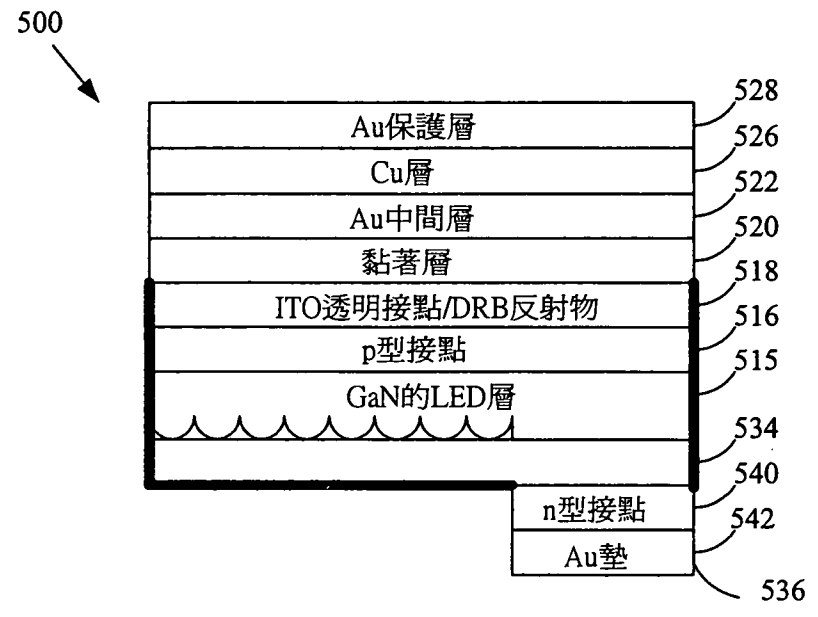


圖 11B

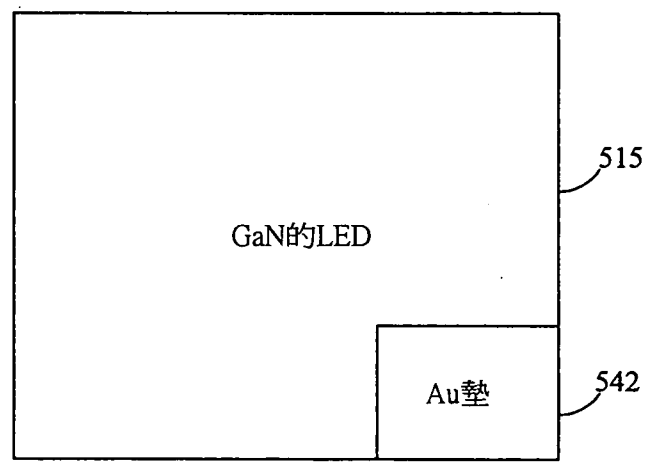


圖 12

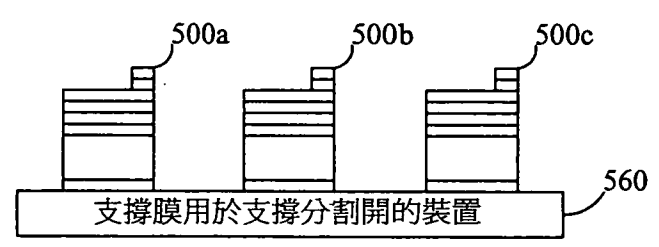


圖 13A

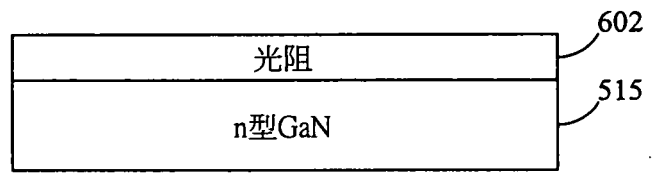


圖 13B

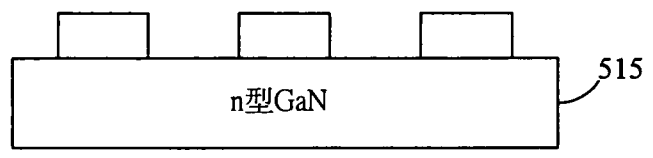


圖 13C

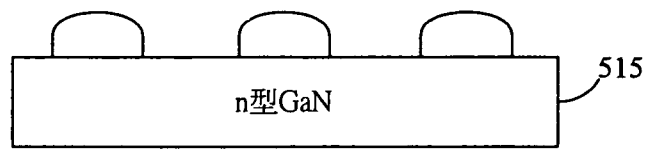


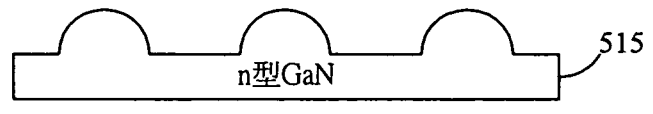
圖 13D



圖 13E



圖 13F



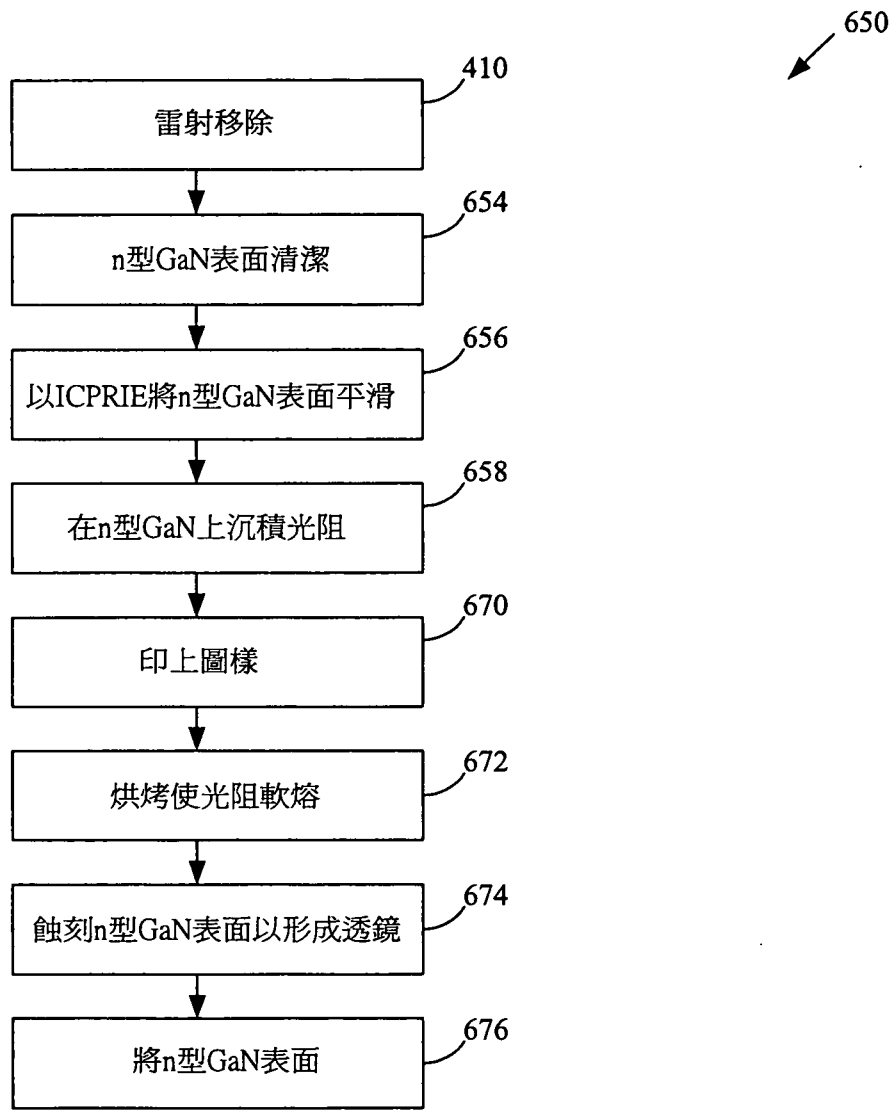


圖 14

圖 15A

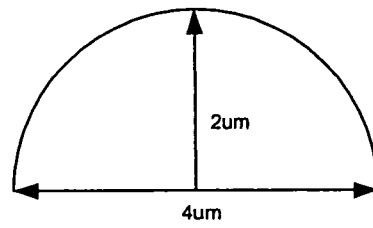


圖 15B

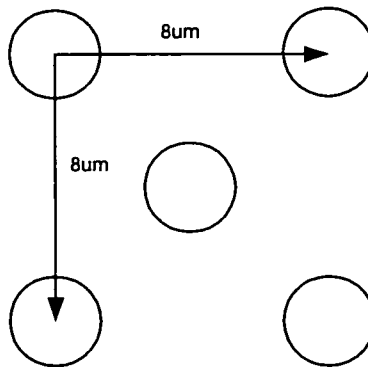


圖 16A

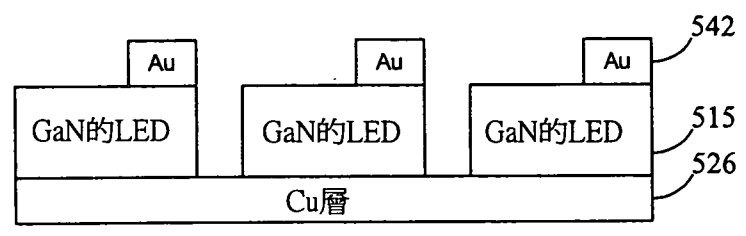


圖 16B

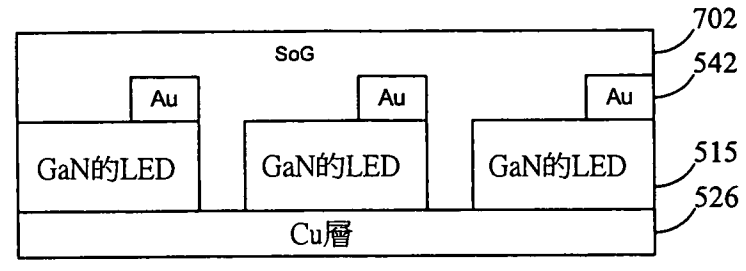


圖 16C

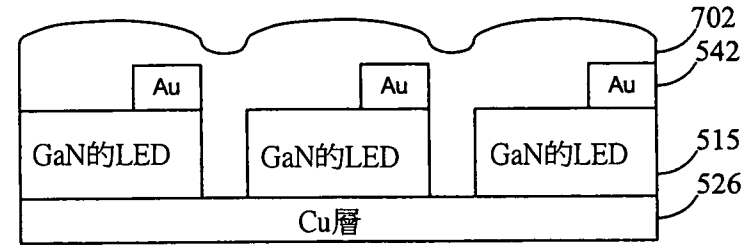


圖 16D

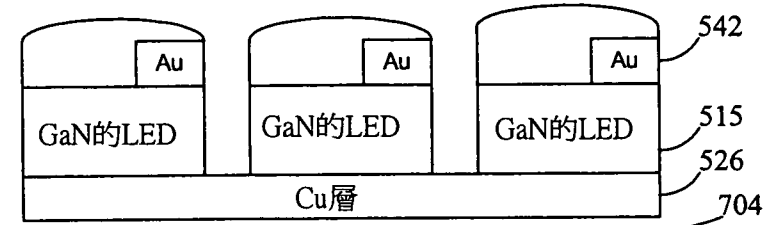


圖 16E

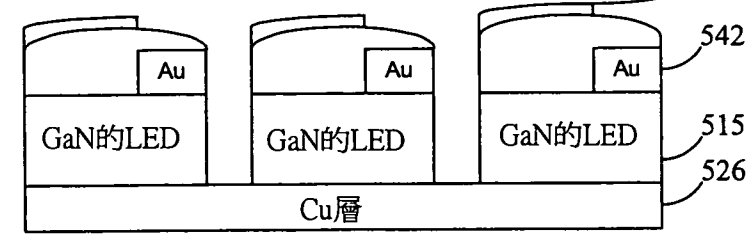
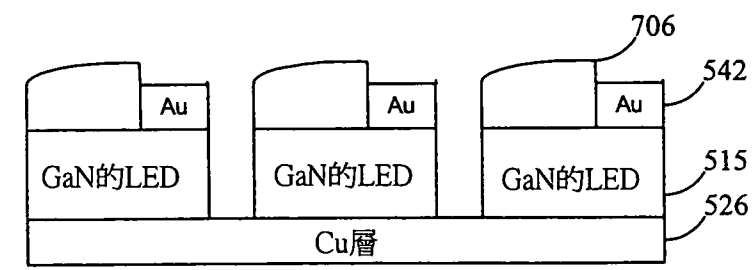


圖 16F



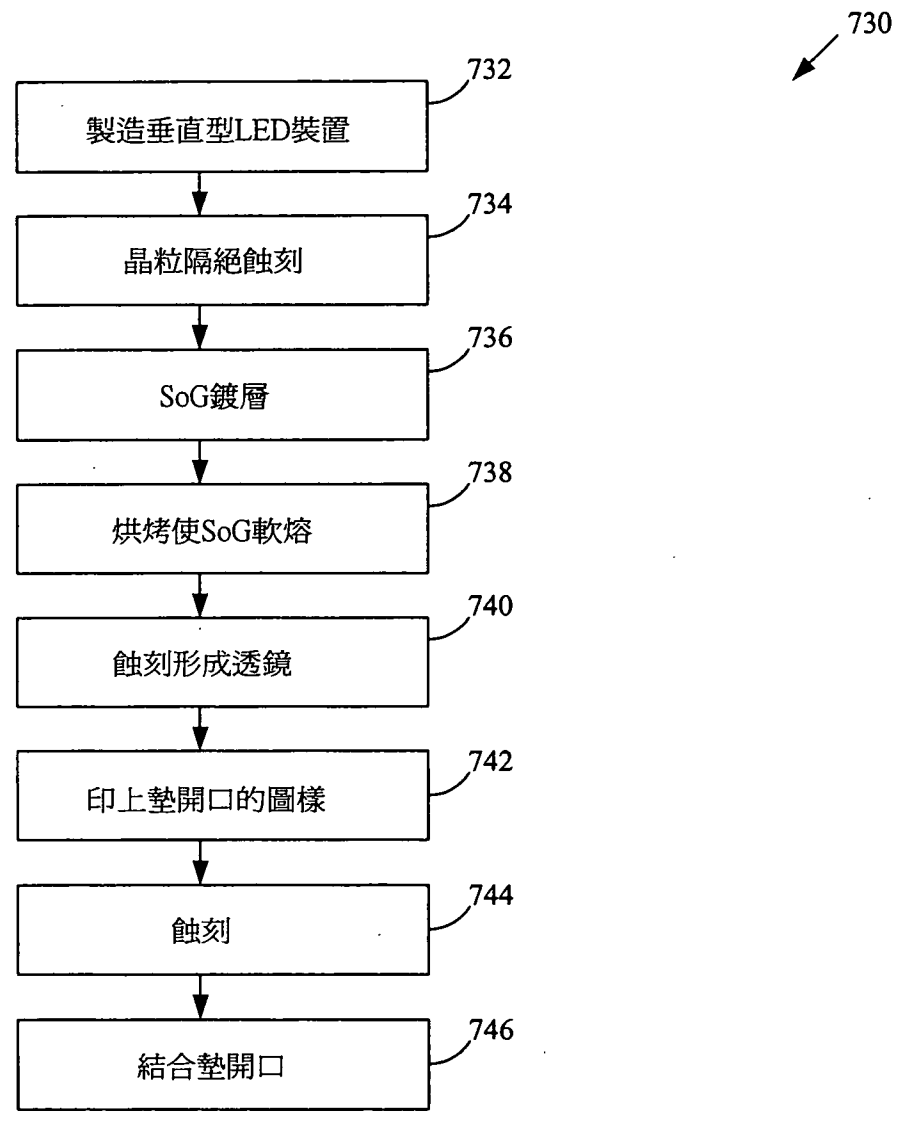


圖 17



圖 18A

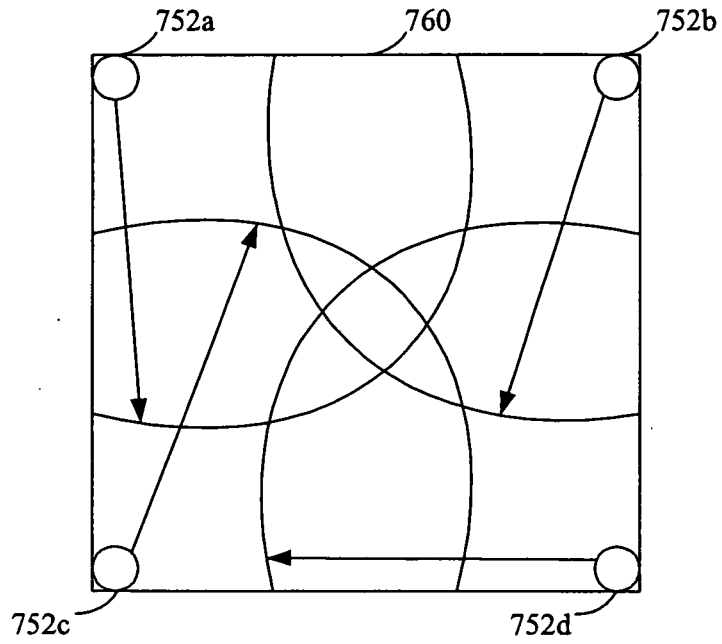


圖 18B

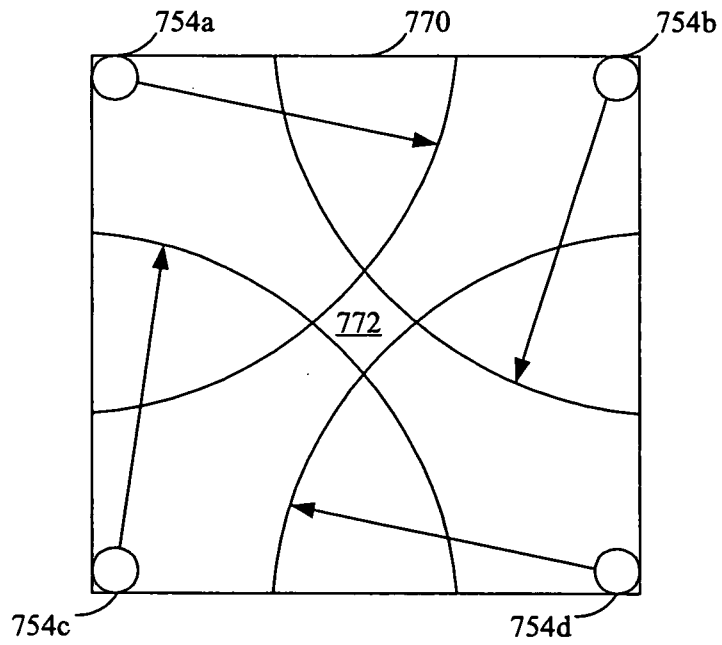


圖 18C

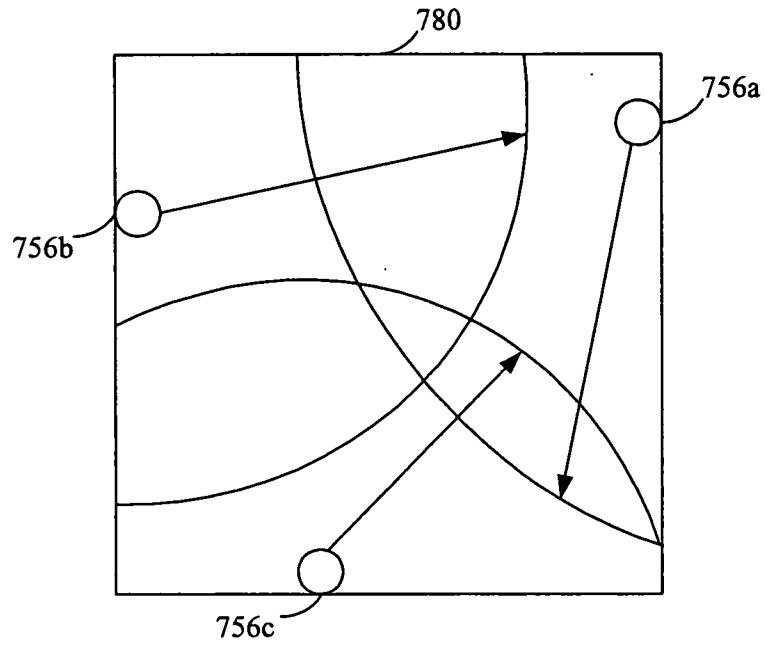


圖 19A

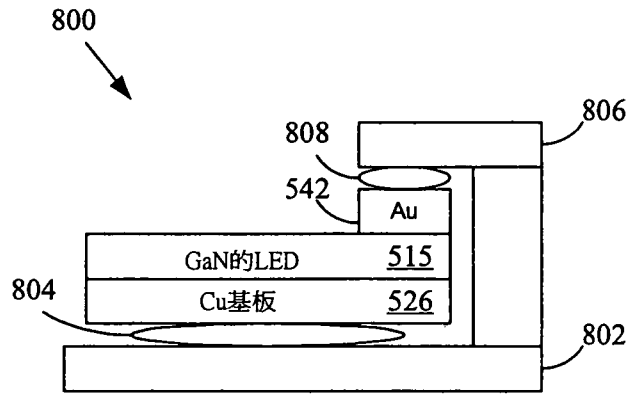
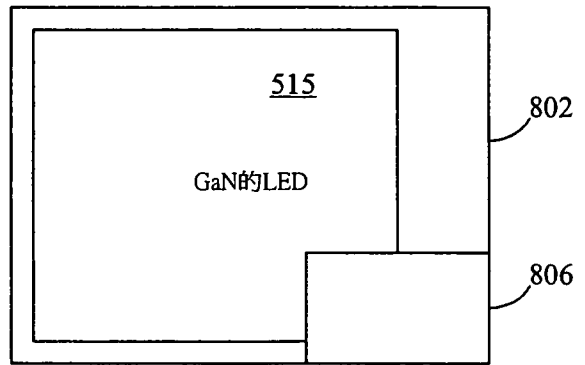


圖 19B



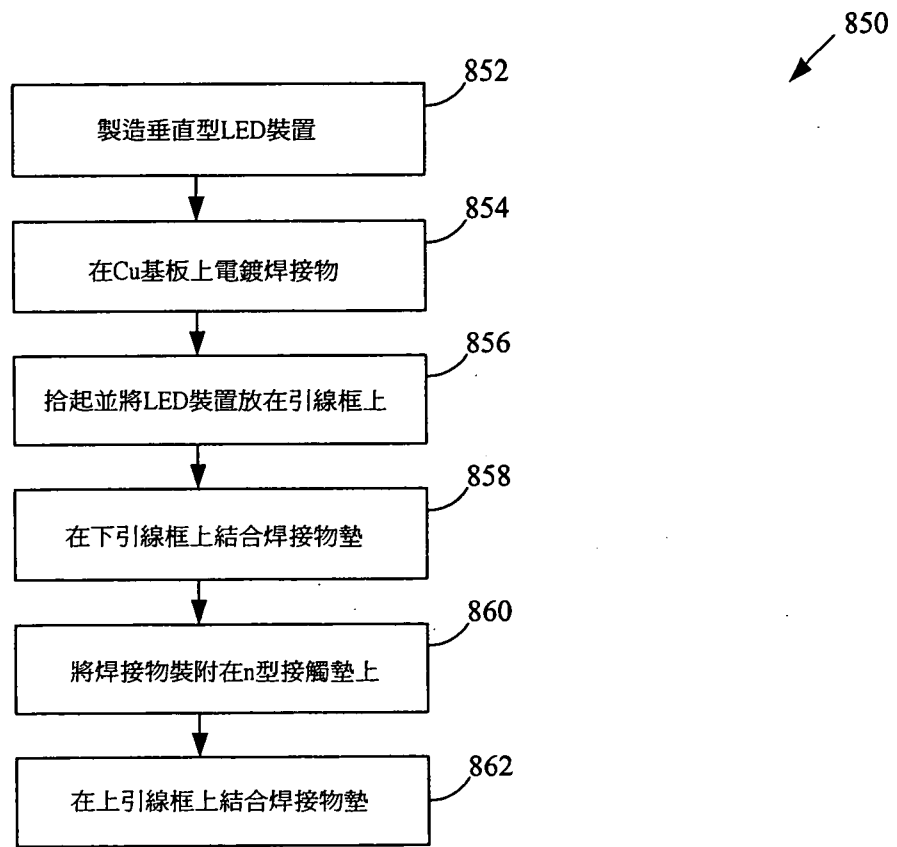


圖 20