

# 發明專利說明書 200417019

(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：92123438

※申請日期：92.8.26 ※IPC 分類：H01L 29/74  
21/00

壹、發明名稱：(中文/英文)

具 PN 接面之介電發射器/DIELECTRIC EMITTER WITH PN JUNCTION

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·惠普研發公司 / HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY, L. P.

代表人：(中文/英文) 蓋伊 J. 凱利 / Guy J. Kelley

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國德州休士頓市 S. H. 249 20555 號

20555 S. H. 249, HOUSTON, TEXAS 77070, U. S. A.

國籍：(中文/英文) 美國/U. S. A.

參、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 陳姿涵/Zhizhang Chen
2. 廖宏/Hung Liao
3. 亞歷山大·高維亞迪諾夫/Alexander Govyadinov

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國俄勒岡州柯瓦里斯·雪刷道 4411 號  
4411 Snowbrush Drive, Corvallis OR 97330, U. S. A.
2. 美國俄勒岡州柯瓦里斯·西南亞維納區 5652 號  
5652 SW Avena Place, Corvallis OR 97333, U. S. A.
3. 美國俄勒岡州柯瓦里斯·西北誠實橡木道 5746 號  
5746 NW Fair Oaks Dr., Corvallis OR 97330, U. S. A.

國籍：(中文/英文) 1. 2. 美國/U. S. A. 3. 白俄羅斯/BY

**肆、聲明事項：**

本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎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；2003,02,18；10/369,365

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

## 玖、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

#### 發明領域

本發明是有關於微電子領域，本發明尤其是有關於發  
5 射器與包括發射器之裝置。

### 【先前技術】

#### 發明背景

發射器在微電子領域中具有廣大可能之應用範圍。發  
射器響應電氣信號而發射電子。此經控制之發射形成基礎  
10 以產生電氣與光學效應之有用範圍。習知傳統式發射器包  
括主軸尖端式冷陰極裝置與平面發射器。

此種主軸尖端式發射器所提供之挑戰包括：其可製造  
性以及在其使用壽命期間之穩定性。此種主軸尖端式發射  
器之製造須要多個相當困難的沈積步驟，其所造成的結果  
15 為通常為昂貴且非常消耗時間。一旦形成，此尖端層不穩  
定，因為它隨著操作會改變，並且如果它不是在高度真空  
狀態中操作的話會受到損壞。

傳統式平面發射器相較之下為有利，因為它提供較大  
的發射表面，且可在較不嚴苛的真空環境中操作。平面發  
20 射器包括介電發射層，其響應於在電子源與在介電層任一  
面上薄金屬層之間施加電壓所產生之電場。電子從電子源  
行進至介電層中某處之介電導電帶。一旦進入導電帶，則  
電子朝薄金屬加速。然後，此等電子行經薄金屬並且離開  
發射器。

然而，此種平面發射器仍然存在著問題與未解決之需求。

## 【發明內容】

### 發明概要

- 5 根據本發明，此發射器包括：PN接面、導電層，以及夾在PN接面與導電層之間之介電層。

### 圖式簡單說明

- 第1圖為本發明發射器較佳實施例之概要橫截面圖；  
 第2圖為本發明發射器裝置之較佳實施例之概要圖；  
 10 第3圖為本發明積體發射電路之實施例之概要圖；  
 第4圖為本發明發射器顯示裝置之較佳實施例之概要圖；  
 第5A與5B圖為本發明之發射器記憶體裝置較佳實施例之概要圖；以及  
 15 第6圖為流程圖，其說明製造本發明發射器之方法之較佳實施例。

## 【實施方式】

### 較佳實施例之詳細說明

- 本發明是有關於發射器、發射器裝置、發射電子之方法，以及製造發射器之方法。本發明典型的方法包括兩個  
 20 步驟之發射過程，其中將PN接面反向偏壓以產生熱電子，然後對PN接面施加強電場，以造成發射此等熱電子之至少一部份。本發明典型之發射器包括PN接面，具有形成於其表面一部份上之薄介電層。然後，在介電層上形成薄金屬層。

當將PN接面反向偏壓時層產生熱電子。將電壓施加至薄金屬則產生跨薄介電層之電場，並且造成此等熱電子之一部份穿透薄介電層且發射。本發明其他典型實施例是關於發射器，用於製造發射器以及包括發射器之裝置之方法，而具有包括積體電路、顯示裝置，以及記憶體裝置之例子。

現在請參考圖式，第1圖在10顯示本發明發射器較佳實施例之橫截面。發射器10包括在12所顯示之PN接面。導電層14可以例如由鋁製成而形成PN接面12之底部。此典型的PN接面12亦包括通常配置如所顯示之：第一P<sup>+</sup>的區域16、P  
10 矽區域18，以及第二P<sup>+</sup>矽區域20。此P<sup>+</sup>區域20通常為圓柱形，且其周圍由P區域18之一部份圍繞。

通常為環形之N<sup>+</sup>矽區域22靠近PN接面12之上表面。在環形N<sup>+</sup>區域22之內部是較淺之第二N<sup>+</sup>矽區域24此淺的N<sup>+</sup>區域24可以具有在大約50與200Å<sup>o</sup>之間之厚度，並且作為特  
15 例可以具有大約100Å<sup>o</sup>之厚度。此淺N<sup>+</sup>區域22較佳具有實質上平坦之頂表面。此在此所使用”實質平坦”之片語是關於一種表面，其用以廣泛地稱呼沒有凸塊，脊塊以及其他不規則體。

此P<sup>+</sup>與P區域16-20，以及N<sup>+</sup>區域22-24是由電子源所製  
20 成，而以矽與多晶矽為典型材型。如同由熟習此項技術之人士瞭解，此等N<sup>+</sup>、P<sup>+</sup>以及P區域16-24之產生是藉由以相當小數目之雜質原子將矽摻雜而製成。在此所用之”+”表示增加之摻雜位準。此等因素例如：雜質摻雜之型式與濃度，以及在植入雜質中所使用之能量，決定此區域是否成為

N/N<sup>+</sup>或P/P<sup>+</sup>區域。

介電層26形成於PN接面之頂表面上，並且較佳通常為圓形或環形以界定井28。所使用典型的介電質包括矽或鈦之氮化物或氧化物。此介電層26與其內部井28是使用例如具有遮罩之沈積等之標準形成過程而形成。在井28中，在淺的N<sup>+</sup>區域上形成薄的介電層30。此薄的介電層30可以由與介電層26相同的材料製成，或者可以由不同的材料製成。

應用本發明之設計者瞭解，此薄的介電層30之最適厚度可產生最大的發射效率。此薄的介電層30可以具有例如介於大約5至大約25nm之間之厚度，並且作為特例可以為大約100 Å之厚。較薄的層減少此層之穿隧阻力，並且可在較低電壓產生電子發射，而增加此層之厚度增加其穿隧阻力。此層30可以由低介電常數(k)之介電質製成用於某些應用。一種低k介電層30是有孔層，其具有奈米尺寸之間隙之加強穿隧。此層30可以由在此技術中一般所知的方法製成孔。

導電層32形成於薄介電層30上，並且為了形成與電性連接方便起見，可以由井28延伸出以覆蓋層24之一部份。導電層32可以由金屬或金屬合金製成，例如，典型的層32是由Al、Ta、Pt或其合金製成。此位於井28中之導電層32之部份應具有足夠大之厚度，以提供足夠強之電場並且仍然足夠薄，以允許電子與光子經由層32釋出而發射。熟習此技術人士瞭解，可以根據各種設計因素例如：所施加之

偏壓、介電層部份30之厚度，所建構的材料、發射器之終極使用等，而選擇而井28中層32部份之厚度。作為例子，此位於井28中層32之部份可以具有介於大約3與15nm之間之厚度，並且作為特例可以為大約10nm厚。

- 5 而且，導電層32可以設有奈米尺寸洞孔，以增強發射位準密度。此等奈米尺寸洞孔提供電子射出路徑，其經由介電層部份30穿隧，但在正常情況下並不具有足夠能量經由導電層32釋出。此等奈米尺寸洞孔可以在回火過程期間產生，並且可以具有各種形狀，包括但並不限於：圓形、
- 10 裂縫、隙縫、空隙、蜿蜒蛇形狀等。此等奈米洞孔之尺寸可以為均勻一致或分散不一致。此等奈米洞孔之分佈較佳是跨#28中導電層32之區域為實質上均勻一致。此等用於裂縫形狀與隙縫形狀洞孔之奈米洞孔之典型尺寸包括：寬度大約1至50奈米，以及長度大約10至100奈米。當考慮裂縫
- 15 形狀或隙縫形狀洞孔時，通常寬度較長度重要。對於通常為圓形或較裂縫更接近圓形之奈米洞孔而言，其可具有大約1至50奈米之直徑。

因此建立兩個連接：第一連接34介於金屬層14與 $N^+$ 區域22之間，以及第二連接36介於金屬層14與導電層30之間。連接34是在第1圖中概要說明，而經由氧化物層26中之通路延伸，這實際上可以藉由蝕刻等而達成。此連接34之作用為建立兩個二極體：接觸二極體與發射二極體。此接觸二極體具有通常由環形 $N^+$ 區域22所形成之端子。此在環形接觸二極體中較淺之 $N^+$ 區域形成發射二極體。

此N<sup>+</sup>區域可以較此較淺N<sup>+</sup>區域24更高之濃度摻雜。此在區域22中較高濃度之摻雜通常是令人所欲的，以加強有關於連接34之連接並減少其串聯電阻。在較淺區域24中之摻雜可選擇為較低濃度，以達成良好之PN接面發射效率，並且提高崩潰電壓臨界值。特殊的摻雜濃度取決於以下通常為此技術中為人熟知之因素而改變，例如：最終使用之應用，所施加電壓，所使用之材料與摻雜雜質等。

作為例子，區域22可以濃度大約 $5 \times 10^{15}$ 原子/cm<sup>2</sup>之砷摻雜，較淺之N<sup>+</sup>區域24可以濃度大約 $2 \times 10^{15}$ 原子/cm<sup>2</sup>之砷摻雜，以及P<sup>+</sup>區域20可以劑量大約 $2 \times 10^{13}$ 原子/cm<sup>2</sup>之硼摻雜。在將各種區域摻雜後，可以例如在大約950°C將其摻性活化大約30分之期間。

本發明典型的發射器提供許多優點與效益。例如，N<sup>+</sup>區域24之表面可以實質為平坦，以達成所發射電子非常低的散射。此外，可以在區域24中達成非常高密度之發射中心。如同在此處所使用，”發射中心”這名詞之用意為泛指一地點，從此處可以發射熱電子。在此處使用”熱電子”之名詞，其用意為泛指一電子其與晶格並未處於熱平衡狀態。此等來自區域24之發射中心可以與表面原子密度相同等級。例如，據信本發明之實施可以在經摻雜之N<sup>+</sup>矽區域24中產生大於大約 $10^5$ /micron<sup>2</sup>之發射中心密度，且據信可以具有大約 $10^5$ /micron<sup>2</sup>之濃度。

典型的發射器10有用於說明本發明發射電子之典型之方法，以低於PN接面12崩潰電壓之位準跨連接34施加電壓

而將接面12之偏壓反向。這造成從接面12中，並且尤其是靠近區域24與20之接合介面處產生熱電子。此等熱電子在一般的方向中以一定速度朝薄的介電層部份30移動。將所施加之電壓維持在崩潰電壓以下，可確保此PN接面享有相當長的使用服務壽命年限，且可大幅降低接面崩潰之可能性。

跨連接36施加電壓導致將電壓施加至導電層32，並且產生跨薄介電層30之電場。此所施加電位之振幅較佳定以產生跨薄介電層30之強電場。僅作為例子而已，可以施加電壓，以造成產生至少大約 $10^7$ V/cm之跨介電層30之強電場。此強電場造成此等熱電子之一部份從其最初速度朝介電層30加速，經由薄介電層30穿隧，並且從導電層32射出。請注意，此跨層30之電場並不須要在底層14與導體32之間之連接36。例如，此連結36可以連接層22與23，且仍可產生跨層30之電場。

可以根據設計與應用因素而選擇跨連結34與36所施加電壓之大小。可以考慮之因素例如為：PN接面層14-24、電層30，以及導電層32所使用材料與厚度，所想要發射之電流等。據信，可以設計本發明之方法與發射器，以提供至少大約6%之發射效率。

本發明典型之方法因此使用兩階段之發射過程：第一階段對電子源施加電壓，而在此電子源中產生熱電子；並且在第二階段施加電場，造成此等電子之至少一部份從電子源發射。在一較佳方法實施例中，此電子源為PN接面，

而對其施加低於崩潰電壓之電壓而造成熱電子之產生。本發明之方法提供數項優點。例如，藉由操作低於PN接面之崩潰電壓之電壓，則相當均勻之導通電壓可供使用。此提供改良之發射電流控制。這例如在當在裝置中存在多個發射器時是令人所想要的。本發明方法之其他優點則對於熟習此技術之人士為明顯。

由於一般使用電子發射作為用於電氣、電子化學、以及電子光學效應之基礎，此用於本發明發射電子之發射器與方法有變大範圍之使用潛力。此外，可將本發明之發射器輕易地包括於積體電路之製造技術中。以下將藉由所舉之例討論本發明發射電子之發射器與方法之數個特殊較佳之應用。

第2圖為本發明之典型發射器裝置之典型概要圖式，其包括在200所示之發射器，其可使用於產生經聚焦之電子204以撞擊靶202。在此應用中，此等由本發明之發射器200所發射之電子206，是由靜電聚焦裝置或透鏡208聚焦。以發射器200通常包括在210所示例如為PN接面之電子源。PN接面210包括：P區域212、N區域214、以及位於其下之金屬基板層216。此通常為圓形或環形之介電層28，例如為金屬氧化物，其覆蓋N區域214之一部份，而具有界定於其中之井。此薄介電層部份220是設置於N區域214之一部份上之井之底部。薄金屬層222形成於介電層部份220之上。

當跨連接224施加小於崩潰電壓之電壓時，在靠近接合介面之處產生熱電子。當跨連接226施加電壓時，將導電層

226充電，並使薄介電層部份220受到強電場。此強電場造成此等熱電子206之一部份經由層220穿隧，且由導電層222發射出。

在透鏡208中，可將在導體中之孔徑228設定在預定設定之電壓，並可調整以改變透鏡208之聚焦效應。熟習此技術之人士瞭解，此透鏡208可由一個以上之導體層製成，以產生所想要之聚焦效應。此等發射電子206由透鏡208聚焦成射束204而傳送至靶陽極媒體202上。將此靶陽極媒體202設定在陽極電壓 $V_a$ 。此 $V_a$ 之大小取決於以下因素，例如：

5  
10 此發射器所打算之使用，陽極媒體202與發射器200之間之距離等。

例如，以作為用於儲存裝置之可錄製記憶體媒體之陽極媒體，可以將 $V_a$ 選擇為介於大約500V與2000V之間。透鏡208藉由在孔徑220中所形成之電場而將所發射電子206

15 聚焦，此電場是響應於孔徑中之電壓 $V_1$ 而產生。藉由被設定在與跨連結226之電壓適當之電壓差，此由發射器200所發射電子206被導引至孔徑之中央，並且然後進一步被吸引至陽極媒體202以形成聚焦射束204。

可設計此陽極媒體202作為合適用於任何數個發射器

20 應用，而具有兩個較佳應用，其包括此靶媒體202為視覺顯示器或記憶體。如果此陽極媒體202包括顯示器，則可使用此聚焦在陽極媒體202上之射束，以產生刺激視覺顯示之效應。同樣的，如果此陽極媒體202包括記憶體媒體，則可藉由聚焦射束204改變此媒體之電子化學性質。可以例如藉由

陽極媒體202之空間組織部份，將此等改以二進制或其他方式”編碼”以儲存可擷取資訊，並且然後藉由所發射電子204選擇性地改變一些此等部份。視覺顯示媒體與記憶體媒體可以使用多個配置成陣列之發射器200，並且可以使用例如由馬達驅動之微定位器之移動器，用於將發射器200與陽極媒體202之一或另一個彼此相對移動。而且，可以使用控制電路以控制發射器200及/或其他元件。

第3圖例如為本發明之典型積體電路實施例300之概要圖，其包括至少一個以及較佳多個配置成陣列或其他幾何形狀之積體發射器302。將發射控制電路304整合於積體電路300上，並且使用以操作此積體式發射器302。

第4圖為使用本發明積體式發射器400之顯示器應用之概要實施例。尤其，此實施例須要多個形成於積體電路404中之PN接面平面發射器402。各發射器402發出電子，如同由第4圖之向上指向箭頭所說明者。陽極結構406具有多個各別像素408，其形成顯示器410以接收所發射之電子。像素408較佳為磷材料製成，其在當被來自發射器402之發射電子擊中時會產生光子。亦可提供其他元件，例如：電源、控制電路等。

在第5A與5B圖中概要顯示特殊較佳記憶體裝置。此記憶體裝置包括多個本發明之平面發射器50。其包括：至少一PN接面、介電層，以及薄金屬層。在此典型實施例中，將多個發射器500整合入積體電路(IC)502中。使用此可與積體式發射器500對準之聚焦機構505之透鏡陣列504，以產生

經聚焦之電子射束506，其影響記錄表面媒體508。此表面媒體508連接至移動器510，其將媒體508相對於積體式發射器500及/或透鏡陣列504而定位。此移動器510較佳具有整合於其中之讀取電路512。

5            在第5B圖中說明讀取電路512作為放大器514，其產生至媒體508之第一歐姆接觸516，以及至移動器510之第二歐姆接觸518，其較佳為半導體或導體基板。當聚焦射束506擊中媒體508時，如果此聚焦射束之電流密度足夠的高，則此媒體相改變以產生受影響之媒體區域520。當低電流密度

10  聚焦射束506施加至媒體508表面時，可由放大器514偵測到不同速率之電流，以產生讀取器輸出。因此，藉由以來自發射器500之能量以影響媒體508，而可使用媒體之結構相改變特性，將資訊儲存於媒體中。典型的相改變材料為InSe。

15            本發明還有其他之觀點為有關用於製造發射器之方法。第6圖為流程圖，說明本發明典型方法600之步驟。在說明典型方法600中，考慮例如在此處所討論並且在第1至5圖中所說明本發明之發射器會有助益。的確，熟習此項技術之人士瞭解，此等發射器與裝置之描述將有助於說明本

20  發明方法之替代步驟。

請參考第6圖，方法600包括步驟以提供具有實質上平坦表面之PN接面(方塊602)。然後，在PN接面實質上平坦表面上形成介電層(方塊604)，其具有然後在介電層上所形成之薄導體層(方塊606)。作為例子，此等PN接面、介電層，

以及薄導體層之材料、尺寸以及結構，可各與在第1圖中所說明之發射器10之元件12、30以及32之材料、尺寸、以及結構符合一致。

方法600其次包括步驟，以形成至PN接面之電性連接，設計此連接將電壓施加至PN接面而將此接面逆向偏壓(方塊608)。較佳設計此連接而施加低於PN接面崩潰電壓之電壓。此方法亦包括步驟，以形成至薄導電層之電性連接，其被設計將此層充電，以產生跨此介電層之強電場(方塊610)。其他典型之方法步驟可以包括提供例如：靶、聚焦裝置以及積體電路，如同在考慮第2至5圖之典型發射器裝置中可瞭解者。

以上已經顯示與說明本發明之特殊實施例，應瞭解其它的修正，取代以及替換對於熟習此項技術者為明顯。可以在不偏離由所附申請專利範圍所決定之本發明之精神與範圍之前題T1作此等修正，取代以及替換。例如可以瞭解，可以使用本發明之發射器實施除了記憶體與視覺顯示器之外的許多應用。

可以在所附申請專利範圍中設定本發明之各種特性。

### 【圖式簡單說明】

- 第1圖為本發明發射器較佳實施例之概要橫截面圖；  
第2圖為本發明發射器裝置之較佳實施例之概要圖；  
第3圖為本發明積體發射電路之實施例之概要圖；  
第4圖為本發明發射器顯示裝置之較佳實施例之概要圖；

第5A與5B圖為本發明之發射器記憶體裝置較佳實施例之概要圖；以及

第6圖為流程圖，其說明製造本發明發射器之方法之較佳實施例。

5 **【圖式之主要元件代表符號表】**

10…發射器	210…PN接面
12…PN接面	212…P區域
14…導電層	214…N區域
16…P <sup>+</sup> 矽區域	216…基板層
18…P矽區域	218…介電層
20…P <sup>+</sup> 矽區域	220…介電層部份
22…N <sup>+</sup> 矽區域	222…薄金屬層
24…N矽區域	224…連接
26…介電層	226…連接
28…井	228…孔徑
30…薄介電層	300…積體電路
32…導電層	302…積體式發射器
34…第一連接	304…發射器控制電路
36…第二連接	400…積體式發射器
200…發射器	402…PN接面平面發射器
202…靶	404…積體電路
204…聚焦電子	406…陽極結構
206…發射電子	408…像素
208…透鏡	500…平面發射器

- 502...積體電路
- 504...透鏡陣列
- 505...聚焦機構
- 506...聚焦射束
- 508...錄製表面媒體
- 510...移動器
- 512...讀取器電路
- 514...放大器
- 516...第一歐姆接觸
- 518...第二歐姆接觸
- 520...媒體區域

### 伍、中文發明摘要：

本發明是有關於一種用於發射電子之方法，包括以下步驟：對電子源施加電壓，造成從電子源產生熱電子；以及施加電場，造成此等熱電子之至少一部份從電子源射出。

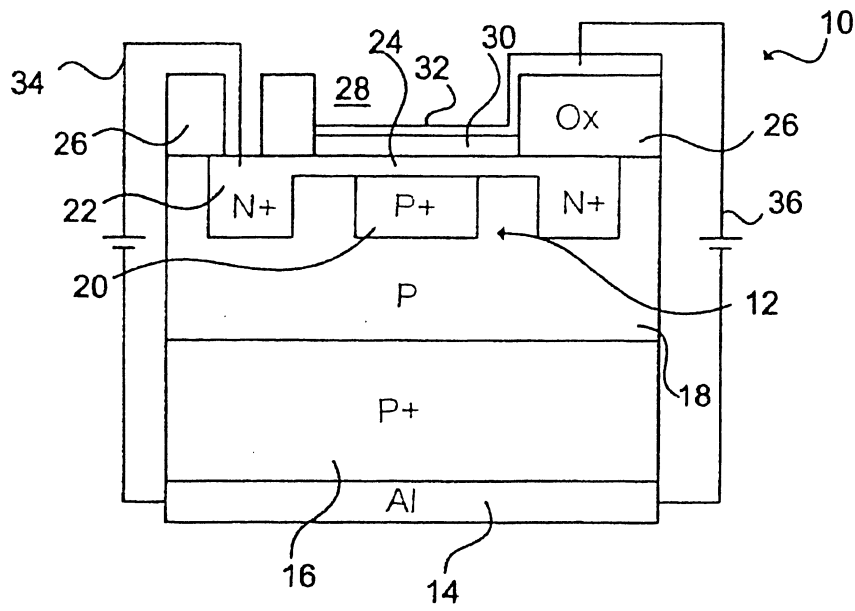
### 陸、英文發明摘要：

A method for emitting electrons includes the steps of applying a voltage to an electron source (12) to cause hot electrons to be generated with the source (12), and applying an electric field to cause at least a portion a portion of the hot electrons to be emitted from the electron source (12).

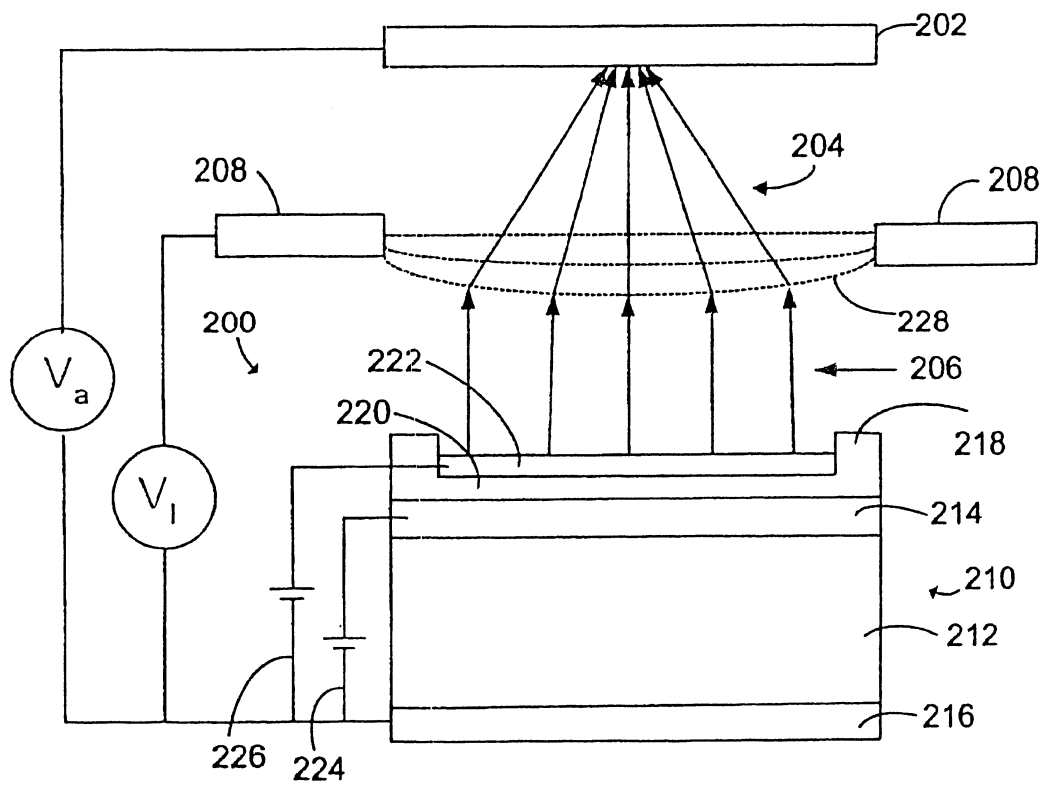
## 拾、申請專利範圍：

1. 一種發射器，其特徵為包括：  
PN接面；  
導電層；以及  
5 設置介於該PN接面與該導電層之間之介電層。
2. 如申請專利範圍第1項之發射器，其中  
該PN接面具有實質上平坦之表面，該導電層覆蓋該  
PN接面實質上平坦之表面。
3. 如申請專利範圍第1項之發射器，更包括連接至該PN接  
10 面之第一電壓，且將其設計使用小於該PN接面崩潰電壓  
之電壓，將該PN接面反向偏壓；以及更包括連接至該導  
電層之第二電壓，且設計將該導電層32充份充電，以導  
致產生跨該介電層30之強電場。
4. 如申請專利範圍第1項之發射器，其中該導電層是金  
15 屬，且具有介於大約3與大約15nm之間之厚度，以及其  
中該第一介電層30為金屬氧化物，且具有介於大約5與  
大約25nm之間之厚度。
5. 如申請專利範圍第1項之發射器，更包括靶，設計該導  
電層將該等所發射電子導向該靶，且在碰撞時在該靶上  
20 造成影響，以及更包括設置介於該靶與該PN接面之間之  
聚焦裝置。
6. 一種積體電路，其特徵為包括多個如申請專利範圍第1  
項之發射器，並且更包括連接至該多個發射器之控制電  
路。

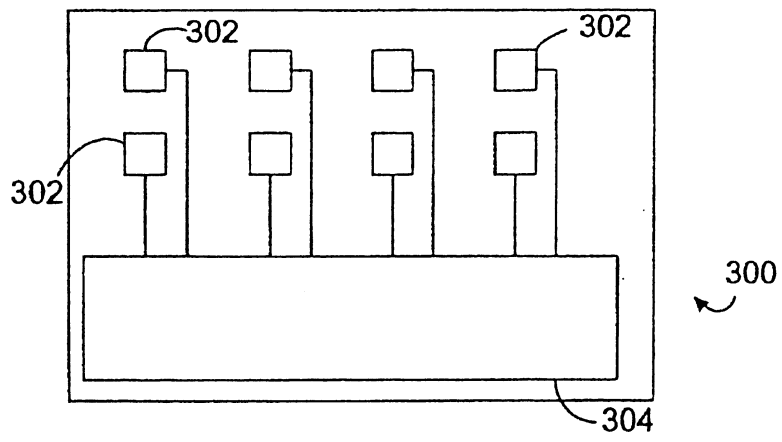
7. 一種用於製造發射器之方法，其特徵為包括以下步驟：  
提供一PN接面；  
在該PN接面上形成介電層；以及  
在該介電層上形成導電層。
- 5 8. 如申請專利範圍第7項之方法，更包括以下步驟：  
形成至該PN接面之第一電性連接，且設計該第一連接，以低於該PN接面崩潰電壓大小，對該PN接面施加反向偏壓；以及  
形成至該導電層之第二電性連接，並且設計該第二  
10 連接，將該導電層足夠充電，以產生跨該介電層之強電場。
9. 一種用於發射電子之方法，其特徵為包括以下步驟：  
對電子源施加電壓，而在該電子源中產生熱電子；  
以及  
15 對該電子源施加電場，以造成該等熱電子之至少一部份從該電子源射出。
10. 如申請專利範圍第9項之方法，其中該電子源包括PN接面，並且其中對該PN接面施加電壓之步驟包括：以低於該PN接面崩潰電壓之電壓，將該PN接面反向偏壓；並  
20 且其中該等熱電子之該至少一部份是該等熱電子之至少大約6%。



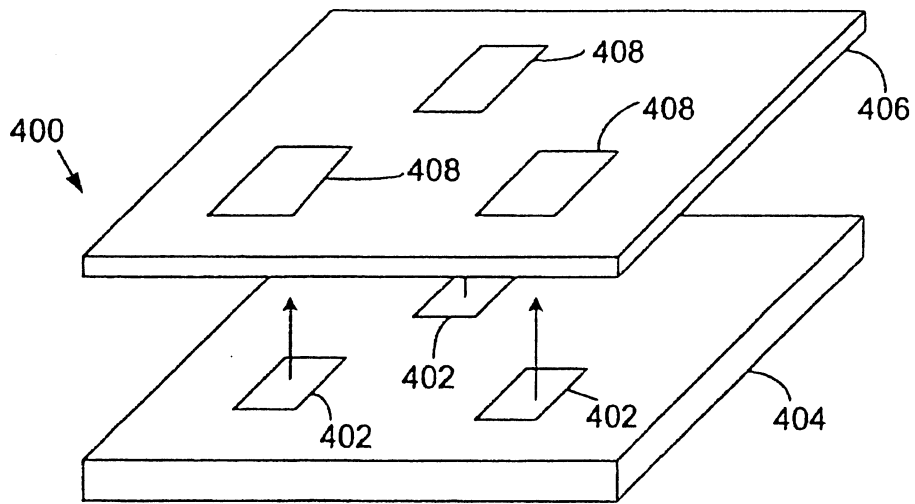
第 1 圖



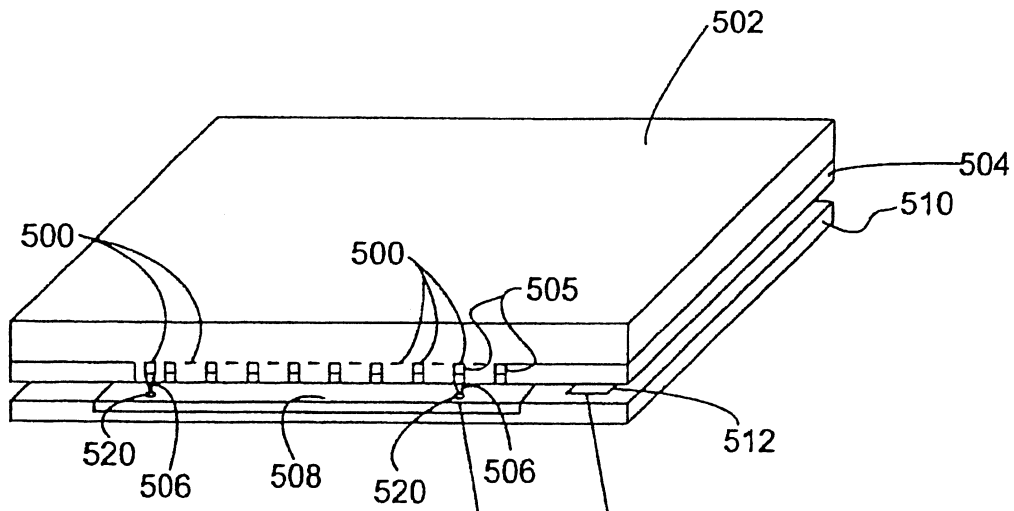
第 2 圖



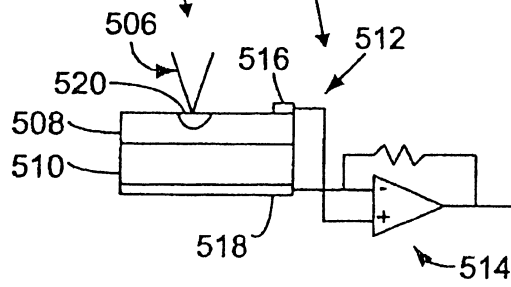
第 3 圖



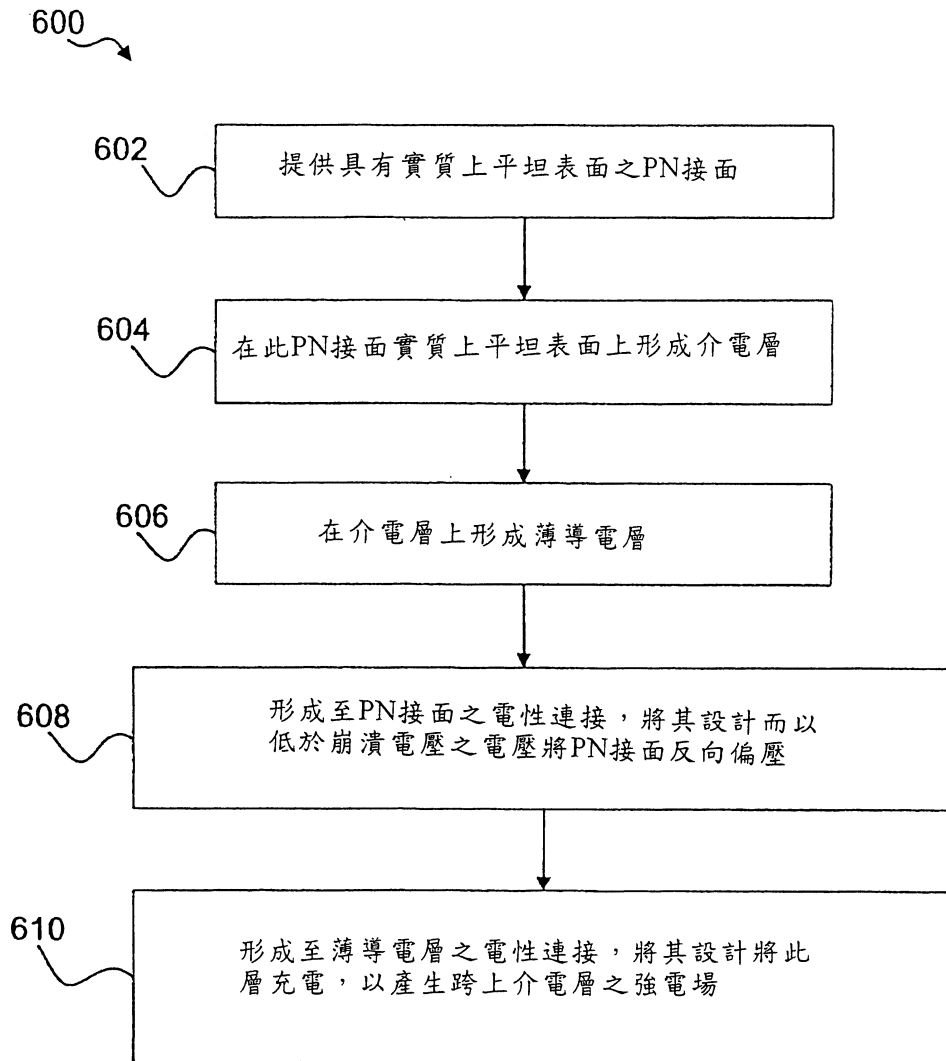
第 4 圖



第 5A 圖



第 5B 圖



第 6 圖

**柒、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10…發射器	24…N矽區域
12…PN界面	26…介電層
14…導電層	28…井
16…P <sup>+</sup> 矽區域	30…薄介電層
18…P矽區域	32…導電層
20…P <sup>+</sup> 矽區域	34…第一連接
22…N <sup>+</sup> 矽區域	36…第二連接

**捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**