



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201212120 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：099129442

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 01 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/3065(2006.01)**

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)
新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：李威儀 LEE, WEI I (TW)；徐瑩珈 HSU, YING CHIA (TW)；葉彥顯 YEH, YEN
HSIEN (TW)；陳奎銘 CHEN, KUEI MING (TW)

(74)代理人：黃孝惇

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：35 項 圖式數：21 共 37 頁

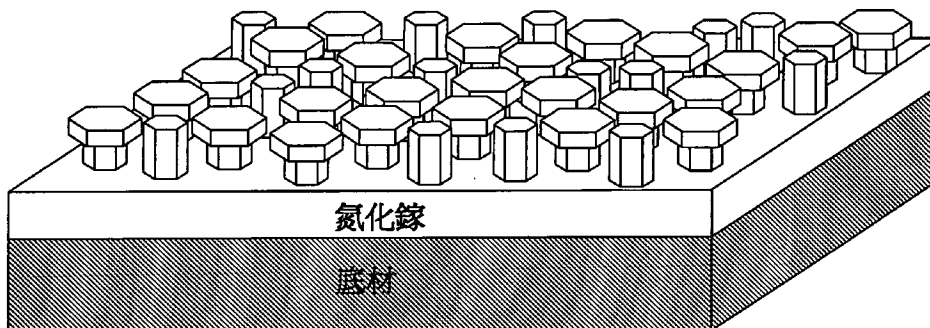
(54)名稱

一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法

A METHOD FOR TREATING GROUP III NITRIDE SEMICONDUCTOR

(57)摘要

本發明揭露一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，在特定溫度和壓力的環境中，於氮化物半導體磊晶層上通入特定的蝕刻氣體，經過特定的時間，可於氮化物半導體磊晶層表面產生特定的形貌。本發明可直接在氮化物半導體之表面產生圖樣化結構，可大幅降低製造成本。



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 09129442

※申請日： 09.11.01

※IPC分類： H01L 21/3065 2006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法/A Method for Treating group III Nitride Semiconductor

二、中文發明摘要：

本發明揭露一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，在特定溫度和壓力的環境中，於氮化物半導體磊晶層上通入特定的蝕刻氣體，經過特定的時間，可於氮化物半導體磊晶層表面產生特定的形貌。本發明可直接在氮化物半導體之表面產生圖樣化結構，可大幅降低製造成本。

三、英文發明摘要：

The invention discloses a treating method to produce various patterns on the surface by using gases with ability to etch group III nitride semiconductor in certain conditions. The selective etching makes some specific patterns on group III nitride semiconductor surface, and different forms of the patterns can be controlled by the etching conditions.

四、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：

無

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

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種表面處理的方法，且特別是有關於一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法。

【先前技術】

於傳統半導體製程技術中，一般形成氮化物半導體薄膜或厚膜成長的技術方法，多採用異質磊晶的方法，亦就是將氮化物半導體薄膜（或厚膜）形成在非氮化物半導體的基板上，例如形成氮化物半導體薄膜（或厚膜）在藍寶石基板上。但由於非氮化物半導體的基板和氮化物半導體的晶格常數上的差異，會產生15%的晶格不匹配(Lattice Mismatch)，故會產生貫穿差排(Threading Dislocations)的缺陷，而這些缺陷會影響發光二極體的光電特性，不但會虛耗電流，並且會產生多餘的熱能；且若以傳統技術於氮化物半導體上產生圖樣化結構，其方法確實會相當複雜。

目前業界常使用降低前述貫穿式差排缺陷的方法，多係使用「間隙形成剝離法」(Void-Assisted Separation, VAS)，「成長面向控制橫向磊晶法」(Facet-Controlled Epitaxial Lateral Overgrowth, FACELO)，以及「側向磊晶成長法」(Epitaxial lateral overgrowth, ELOG)等技術方法，藉由降低貫穿差排的數量，故而可以降低缺陷密

度。但前述技術需要藉由額外的半導體製程所完成，包括像是黃光製程、乾式蝕刻以及另外成長其他材料的膜層等所達成，故而使得在生產製造的半導體製程中增加許多步驟而增加了製造成本。

在習知的專利文獻中，如中華民國專利編號第 I271788 號專利中，曾提出了有關 GaN 單晶基板，氮化物型半導體磊晶基板，氮化物型半導體裝置及其製造方法。該專利主要討論研磨後的 GaN，其表面的刮痕可以藉由氨氣+氫氣 (NH_3+H_2) 的退火製程而得到平整的表面。氨氣 (NH_3) 本身雖然也可提供氫 (H) 原子，但因總量不足之故，所以需適量加入氫氣 (H_2) 進行補充，故在適當控制氨氣和氫氣流量下，可以得到平整的表面。氨氣是最主要的氣體，而氫氣只是作為輔助之用，且其結果是讓表面平整，是一種表面原子遷移的結果。

而在另外的習知專利文獻中，如美國專利編號第 5814239 號專利 (Gas-Phase Etching And Regrowth Method For Group III-Nitride Crystals) 中，該專利主要利用氣體以蝕刻氮化物半導體表面，該氣體為鹵素族氣體 (F_2 、 Cl_2 、 Br_2 和 I_2) 或鹵化氫氣體 (HF 、 HCl 、 HBr 和 HI)，即以鹵素族或鹵化氫氣體成為必要的氣體，壓力維持在 1 大氣壓力且溫度在攝氏 $500^\circ\text{C}\sim 900^\circ\text{C}$ ，此環境條件會讓氮化物半導體得到平整的表面，而無法產生圖樣化的氮化物半導體結構。

故而為了能產生更佳的圖樣化的氮化物半導體結構，提供產業界能掌握更佳的半導體生產技術，需要研發新式之半導體產品製程技術，藉以提高生產效率且能降低製造成本。

【發明內容】

本發明係一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，在特定溫度和壓力的環境中，於氮化物半導體磊晶層上通入特定的蝕刻氣體，經過特定的時間，可於氮化物半導體磊晶層表面產生特定的形貌。

本發明係一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，至少包含了下列的步驟：

首先提供一氮化物半導體；接著進行升溫至一特定溫度；繼續維持特定溫度，通入一特定蝕刻氣體，維持一特定壓力，且持續一特定時間以進行蝕刻氮化物半導體後，即屬完成蝕刻的特定時間後，最後停止通入特定蝕刻氣體並進行降溫，藉以形成蝕刻氮化物半導體的方法。

本發明可於單一的磊晶機台中使用氣體(如氫氣)以蝕刻氮化物半導體，更可直接在氮化物半導體之表面產生圖樣化的氮化物半導體結構，故可以大幅降低的製造成本。

本發明經處理過後，所產生的圖樣化氮化物半導體可使後續製程的磊晶層缺陷密度降低，且可釋放應

力，亦在厚膜磊晶時產生自我剝離(self-separation)的效果。

本發明之技術特點，係由於方法步驟甚為較少簡單，可於單一機台內完成，而不需額外的半導體製程步驟，故而製造成本可較為降低。

本發明之技術特點，係因所產生的圖樣變化多，可幫助降低半導體內部的缺陷密度，以及降低半導體的內部應力。

為讓本發明的上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合附圖，作詳細說明如下。

【實施方式】

本發明為一種以蝕刻方式進行表面處理氮化物半導體的方法，係於高溫時以如氫氣之蝕刻氣體對氮化物半導體磊晶層進行表面處理後，可在特定的條件下使氮化物半導體磊晶層的表面產生不同的形貌，亦可稱為是一種氮化物半導體表面處理的方法，而具體的實施例如下列所詳述：

第 1 實施例：

將以有機金屬化學氣相磊晶法(Metal-organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD)所成長的氮化鎵(GaN)模塊(template)放入氮化物氣相磊晶(Hydride

Vapour Phase Epitaxy, HVPE)設備中進行升溫。當溫度達到約攝氏 1100°C 至 1000°C，較佳約 1050°C 並維持於 1050°C 時，於該氮化物氣相磊晶設備的反應器 (reactor) 中，通入氣體流量係 3.95 每分鐘標準升 (standard litre per minute, slm) 的氮氣與 1.95 每分鐘標準升 (slm) 的氫氣，壓力維持在約 750 托耳 (torr) 至 650 托耳，較佳約 700 托耳，時間持續約 5 分鐘至 15 分鐘，較佳約 10 分鐘。於時間到達後，即停止供應氫氣並進行降溫，而氮化鎵表面便會形成如第 1 圖的形貌。

如第 1 圖所示經本發明蝕刻後之形貌示意圖，氮化鎵的表面形貌係由於氫氣的蝕刻所導致，因此在本發明中蝕刻氣體是必須使用的氣體，而在發明中所通入的氮氣僅作為環境氣體，亦可改用其他惰性氣體，如氫氣、氬氣等氣體均可，而使用某些設備機台時，甚至可以單獨通入蝕刻氣體即可，無須再通入其他的環境氣體。

氫氣能夠使氮化鎵產生如第 1 圖之表面形貌，主要因為氫氣之主要功能可以促進氮化鎵的分解，而在分解氮化鎵後，氫原子和氮原子結合成為 NH_3 或其他氣態的 N-H 化合物而留下了鎵原子在表面移動，且高溫亦有助於鎵原子脫離表面。由於氮化鎵的晶格結構本身有不同的面極性，如一般由有機金屬化學氣相磊晶法所成長的 c-plane 氮化鎵模塊 (template)，其表

面成為 Ga-polarity，而靠近基板的則是 N-polarity，垂直面則有非極性（nonpolar）的 a-plane 和 m-plane，而常見的斜面有以氮極性為主的 (1-101) 和 (11-22)。在這些不同極性的平面之中，由於氮氣蝕刻係以帶走氮原子為主，故凡氮原子較多的平面會較不穩定，使得 Ga-polarity 的表面成為最穩定的狀態，接著便是氮原子和鎵原子各半的非極性平面。而於 (1-101)、(11-22) 等氮原子較多的斜面將變得不穩定，而背面的 N-polarity 面則是最不穩定的平面。

第 2A 圖至第 2E 圖所示係本發明之氮化物表面形貌產生的過程。

如第 2A 圖所示，當於高溫下，所通入的氮氣到達氮化鎵表面時，由於表面是 Ga-polar，因具有較穩定的性質而難以進行分解。

而第 2B 圖所示為氮氣由部分較脆弱的區域，如於差排（dislocation）的區域開始往下蝕刻（例如第 2A 圖中的虛線即表示差排），成為直向蝕刻。

如第 2C 圖所示，在蝕刻過程中產生了被分解的氮原子，而這些被分解的氮原子使得側邊的非極性面開始產生不穩定，因此在到達某個深度後，氮氣開始進行橫向的蝕刻而產生了如圖示的側向蝕刻。

如第 2D 圖所示，當側邊被蝕刻後，背面的 N-polarity 面便產生了裸露，而該面由於較容易蝕

刻，所以氫氣亦開始進行由下往上的直向蝕刻。

如第 2E 圖所示係為最後所蝕刻出的形貌，而許多的此種直條形，T 字形以及 Γ 字形的柱子集合後，便形成像第 1 圖相同的形貌。

第 3 圖，第 4 圖和第 5 圖所示分別是在本發明第 1 實施例條件下進行氫氣蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 所拍攝的俯視圖，斜視圖和側視圖。

第 2 實施例：

以有機金屬化學氣相磊晶法 (MOCVD) 所成長的氮化鎵模塊 (template) 放入氫化物氣相磊晶 (HVPE) 設備中進行升溫。當溫度達到約攝氏 1150°C 至 1050°C，較佳約 1100°C 並維持在 1100°C 後，於該氫化物氣相磊晶設備的反應器 (reactor) 中，通入氣體流量係 3.9 每分鐘標準升 (slm) 的氫氣，壓力維持在約 750 托耳 (torr) 至 650 托耳，較佳約 700 托耳，時間持續約 5 分鐘至 15 分鐘，較佳約 10 分鐘。於時間到達後，停止供應氫氣並進行降溫，此時氮化鎵表面產生如同類似第 1 圖的形貌，但所蝕刻的深度與表面柱狀尺寸會與第 1 實施例的結果不同。

第 6 圖，第 7 圖和第 8 圖所示分別是在本發明第 2 實施例條件下進行氫氣蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 所拍攝的俯視圖，斜視圖和側視圖。

第 3 實施例：

將以獨立式(free-standing)的氮化物半導體基板，即將氮化鎵底材(GaN substrate)放入氮化物氣相磊晶(HVPE)設備中進行升溫。當溫度達到約攝氏1150°C至1050°C，較佳約1100°C並維持在1100°C後，該氮化物氣相磊晶(HVPE)設備的反應器(reactor)中，通入氣體流量係5.9每分鐘標準升(slm)的氮氣，壓力維持在約750托耳(torr)至650托耳，較佳約700托耳，時間持續約25分鐘至35分鐘，較佳約30分鐘。於時間到達後即停止供應氮氣並進行降溫，此時氮化鎵表面亦產生如同第1圖的形貌，但所蝕刻的深度與表面柱狀尺寸會與第1實施例與第2實施例的結果不同。第9圖所示是在本發明第3實施例條件下進行氮氣蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡(SEM)所拍攝的側視圖。

第 4 實施例：

將以有機金屬化學氣相磊晶法(MOCVD)所成長的所成長的氮化鎵模塊(GaN template)放入氮化物氣相磊晶(HVPE)設備中進行升溫。當溫度達到約攝氏1100°C至1000°C，較佳約1050°C並維持在1050°C後，於該氮化物氣相磊晶(HVPE)設備的反應器(reactor)中，通入氣體流量係4.9每分鐘標準升(slm)的氮氣與1.0每分鐘標準升(slm)的氮氣，壓力維持在約

450 托耳 (torr) 至 350 托耳，較佳約 400 托耳，時間持續約 5 分鐘至 15 分鐘，較佳約 10 分鐘。時間到達後停止供應氫氣並降溫，此時氮化鎵表面形成如第 10 圖的形貌。

該形貌所產生的原因是因為當壓力開始下降後，由於蝕刻速率較慢，因此氮原子數目亦會較少，也較容易逸散，因此非極性 (nonpolar) 面變得較為穩定，此時會出現一些往下蝕刻深度較深的洞，這種形貌與第 1 實施例，第 2 實施例，以及第 3 實施例的高壓條件所產生的形貌具有很大的差異。

第 11 圖，第 12 圖和第 13 圖所示分別是在本發明第 4 實施例條件下進行氫氣蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 所拍攝的俯視圖，斜視圖和側視圖。

第 5 實施例：

將以有機金屬化學氣相磊晶法 (MOCVD) 所成長的氮化鎵模塊 (GaN template) 放入氮化物氣相磊晶 (HVPE) 設備中進行升溫。當溫度達到約攝氏 1100°C 至 1000°C，較佳約 1050°C 並維持在 1050°C 後，於該氮化物氣相磊晶 (HVPE) 設備的反應器 (reactor) 中，氣體流量係通入 4.9 每分鐘標準升 (slm) 的氮氣與 1.0 每分鐘標準升 (slm) 的氫氣，壓力維持在約 150 托耳 (torr) 至 50 托耳，較佳約 100 托耳，時間持續約 5 分鐘至 15 分鐘，較佳約 10 分鐘。時間到達

後停止供應氫氣並降溫，此時氮化鎵表面形成如第 14 圖的形貌。

此形貌所產生的原因係因當壓力繼續降到低壓後，非極性 (nonpolar) 面開始變得非常穩定，此時便出現了許多往下蝕刻的深洞，且洞口多為類似氮化鎵的六角晶格形狀。

第 15 圖，第 16 圖和第 17 圖所示分別是在本條件下進行氫氣蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 所拍攝的俯視圖，斜視圖和側視圖。

第 18 圖亦是本發明第 5 實施例條件下以氫氣進行蝕刻後的樣品，再浸泡於攝氏 220°C 的磷酸液體加上硫酸液體 (比例約為 1:3)，時間於 20 分鐘後，以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 所拍攝的圖。該種蝕刻是一種腐蝕坑密度 (Etch Pit Density, EPD) 技術，可於表面上，從具有差排 (dislocation) 區域進行蝕刻而成為 V 型 (V-shape) 的坑洞。由第 18 圖可以看到原本的小洞被蝕刻而成為大洞，而無 V 型坑洞，故而表示氫氣的蝕刻是從差排區域所開始的，所有具有差排的區域都被蝕刻成柱狀的洞。

故而就前述的第 1 實施例至第 5 實施例的 5 個實施例中，可發現在不同條件下，氫氣可以蝕刻出不同的形貌，而這些蝕刻的條件也可以互相搭配而產生更多的各式形貌。

如第 19 圖所示，在先使用低壓高溫蝕刻的條件

下，會產生往下蝕刻的柱子，繼續再使用高壓高溫產生側向的蝕刻，產生有如第 19 圖所示的形貌。

如第 20 圖所示，在先使用高壓高溫蝕刻的條件下，會產生較寬的柱子，繼續再使用低壓高溫蝕刻，向下產生較深的洞，產生有如第 20 圖所示的形貌。

如第 21 圖所示，不同的混合條件，可以類推產生出複數個變化的類型，例如先以高壓高溫，再繼續以低壓高溫，最後再以高壓高溫進行蝕刻，產生有如第 21 圖所示的形貌。

本發明之第 1 實施例至第 5 實施例中，除了使用氫氣作為蝕刻氣體，亦可使用其他氣體，例如使用氟氣 (F_2)、氯氣 (Cl_2)、溴氣 (Br_2)、和碘氣 (I_2) 等鹵素族氣體，或是使用氟化氫 (HF)、氯化氫 (HCl)、溴化氫 (HBr)、和碘化氫 (HI) 等鹵化氫氣體，或是使用鹵化物氣體，例如三氯化硼 (BCl_3) 等氣體，可以藉由不同的蝕刻氣體以產生不同特徵的形貌。

故而本發明可適用於各種可通入氣體的高溫爐管，例如一般半導體製程所使用的高溫爐管，包括了化學氣相沉積法 (Chemical vapor deposition, CVD)，有機金屬化學氣相磊晶法 (Metal-organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD) 和氮化物氣相磊晶法 (Hydride Vapour Phase Epitaxy, HVPE) 等製程技術中所使用的高溫爐管。而氮化物半導體磊晶層可以使用有機金屬化學氣相磊晶法或其他的製程方法，

於藍寶石基板，碳化矽 (SiC) 基板或是矽 (Si) 基板等基板上成長模塊 (template)，或者成長成獨立式 (free-standing) 氮化物半導體基板，或是以其他方式所製作之氮化物半導體塊材 (bulk) 作為本發明之氮化物半導體磊晶層。

本發明可於單一機台中使用氣體 (如氫氣) 以蝕刻氮化物半導體，更可直接在氮化物半導體之表面產生圖樣化的氮化物半導體結構。而前述之機台可以是一般的磊晶機台，如有機金屬化學氣相磊晶機台或是氮化物氣相磊晶機台等，故可以直接在機台中進行磊晶製程，使得製程簡單，更可以降低製造成本。

本發明之氮化物半導體磊晶層，主要可以應用在光電半導體、電子元件的材料上。而本發明係利用具有蝕刻氮化物半導體的腐蝕性氣體，在適當的設定條件下，可以使氮化物半導體產生各種不同的表面形貌。

而在本發明的蝕刻條件下，腐蝕性氣體並不會進行整面性的蝕刻，而是從部份區域開始，使得氮化物半導體表面自然形成了被蝕刻和未被蝕刻的區域，因此而產生了圖樣。而該圖樣的樣式則由蝕刻條件可以進行調整，例如氫氣在高溫高壓時會產生深度較淺，但側向和背向蝕刻的效果較強的形貌；而在高溫低壓時會產生深度較深的洞。且不同的條件也可以混合使用以產生更多變化的形貌，而這些形貌將可以使後續的磊晶層有更好的品質，例如較低的缺陷密度

(threading-dislocation density)和較少的應力累積。對於氮化物半導體基板的製造上，一般先成長氮化物半導體厚膜在異質基板（例如藍寶石、碳化矽或鋁酸鋰上），然後再用雷射或化學方式將氮化物半導體厚膜從基板上分離出來。本發明的蝕刻可以將氮化物半導體和基板的介面變得脆弱，而產生自我分離的效果。本發明的方法可以達到其他複雜技術（例如 ELOG）所能達成的效果，故而對氮化物半導體元件的製造會有所幫助。

本發明係一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，在特定溫度和特定壓力的環境中，於氮化物半導體磊晶層上通入特定的蝕刻氣體，經過特定的時間，可於氮化物半導體磊晶層表面產生特定的形貌。

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】

第 1 圖所示係為經本發明第 1 實施例蝕刻後的形貌示意圖。

第 2A 圖至第 2E 圖所示係本發明之氮化物表面形貌產生的過程。

第 3 圖所示係在本發明第 1 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的俯視圖。

第 4 圖所示係在本發明第 1 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的斜視圖。

第 5 圖所示係在本發明第 1 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的側視圖。

第 6 圖所示係在本發明第 2 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的俯視圖。

第 7 圖所示係在本發明第 2 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的斜視圖。

第 8 圖所示係在本發明第 2 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的側視圖。

第 9 圖所示係在本發明第 3 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的側視圖。

第 10 圖所示係為經本發明第 4 實施例蝕刻後的形貌示意圖。

第 11 圖所示係在本發明第 4 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的俯視圖。

第 12 圖所示係在本發明第 4 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的斜視圖。

第 13 圖所示係在本發明第 4 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的側視圖。

第 14 圖所示係為經本發明第 5 實施例蝕刻後的形貌示意圖。

第 15 圖所示係在本發明第 5 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的俯視圖。

第 16 圖所示係在本發明第 5 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的斜視圖。

第 17 圖所示係在本發明第 5 實施例進行蝕刻後，以掃描式電子顯微鏡所拍攝的側視圖。

第 18 圖所示係經本發明第 5 實施例蝕刻後，再以化學藥品蝕刻後的樣品，以掃描式電子顯微鏡拍攝的圖。

第 19 圖所示係以不同的混合條件，先進行低壓高溫蝕刻，再使用高壓高溫蝕刻所產生的形貌。

第 20 圖所示係以不同的混合條件，先進行高壓高溫蝕刻，再使用低壓高溫蝕刻所產生的形貌。

第 21 圖所示係以不同的混合條件，先進行高壓高溫蝕刻，再使用低壓高溫蝕刻，最後以高壓高溫進行蝕刻所產生出的形貌。

【主要元件符號說明】

無

七、申請專利範圍：

1. 一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，至少包含：

在一特定溫度和一特定壓力的環境中，於一氮化物半導體磊晶層上通入一特定蝕刻氣體，經過一特定時間，於該氮化物半導體磊晶層表面產生一特定形貌。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該氮化物包含以有機金屬化學氣相磊晶法所形成的氮化鎵。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定溫度包含約攝氏 1100°C 至 1000°C。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定壓力包含約 750 托耳至 650 托耳。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體包含氣體流量為 3.95 每分鐘標準升的氮氣與 1.95 每分鐘標準升的氫氣。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體係由氫氣，鹵素族氣體，鹵化氫氣體，以及鹵化物氣體中所選出。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之氮化物半導體磊晶層

的表面處理方法，其中該特定時間包含約 5 分鐘至 15 分鐘。

8. 一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，至少包含：

在一特定溫度和一特定壓力的環境中，於一氮化物半導體磊晶層上通入一特定蝕刻氣體，經過一特定時間，於該氮化物半導體磊晶層表面產生一特定形貌。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該氮化物包含以有機金屬化學氣相磊晶法所形成的氮化鎵。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定溫度包含約攝氏 1150°C 至 1050°C。

11. 如申請專利範圍第 8 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定壓力包含約 750 托耳至 650 托耳。

12. 如申請專利範圍第 8 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體包含氣體流量 3.9 每分鐘標準升的氫氣。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體係由氫氣，鹵素族氣體，鹵化氫氣體，以及鹵化物氣體中所選出。

14. 如申請專利範圍第 8 項所述之氮化物半導體磊晶

層的表面處理方法，其中該特定時間包含約 5 分鐘至 15 分鐘。

15. 一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，至少包含：

在一特定溫度和一特定壓力的環境中，於一氮化物半導體磊晶層上通入一特定蝕刻氣體，經過一特定時間，於該氮化物半導體磊晶層表面產生一特定形貌。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該氮化物包含獨立式氮化鎵基板。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定溫度包含約攝氏 1150°C 至 1050°C。

18. 如申請專利範圍第 15 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定壓力包含約 750 托耳至 650 托耳。

19. 如申請專利範圍第 15 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體包含氣體流量 5.9 每分鐘標準升的氫氣。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體係由氫氣，鹵素族氣體，鹵化氫氣體，以及鹵化物氣體中所選出。

21. 如申請專利範圍第 15 項所述之氮化物半導體磊晶

層的表面處理方法，其中該特定時間包含約 25 分鐘至 35 分鐘。

22. 一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，至少包含：

在一特定溫度和一特定壓力的環境中，於一氮化物半導體磊晶層上通入一特定蝕刻氣體，經過一特定時間，於該氮化物半導體磊晶層表面產生一特定形貌。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該氮化物包含以有機金屬化學氣相磊晶法所形成的氮化鎵。

24. 如申請專利範圍第 22 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定溫度包含約攝氏 1100°C 至 1000°C。

25. 如申請專利範圍第 22 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定壓力包含約約 450 托耳至 350 托耳。

26. 如申請專利範圍第 22 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體包含氣體流量為 4.9 每分鐘標準升的氮氣與 1.0 每分鐘標準升的氫氣。

27. 如申請專利範圍第 26 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體係由氫氣，鹵素族氣體，鹵化氫氣體，以及鹵化物氣體中所選出。

28. 如申請專利範圍第 22 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定時間包含約 5 分鐘至 15 分鐘。

29. 一種氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，至少包含：

在一特定溫度和一特定壓力的環境中，於一氮化物半導體磊晶層上通入一特定蝕刻氣體，經過一特定時間，於該氮化物半導體磊晶層表面產生一特定形貌。

30. 如申請專利範圍第 29 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該氮化物包含以有機金屬化學氣相磊晶法所形成的氮化鎵。

31. 如申請專利範圍第 29 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定溫度包含攝氏約攝氏 1100°C 至 1000°C。

32. 如申請專利範圍第 29 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定壓力包含約 150 托耳至 50 托耳。

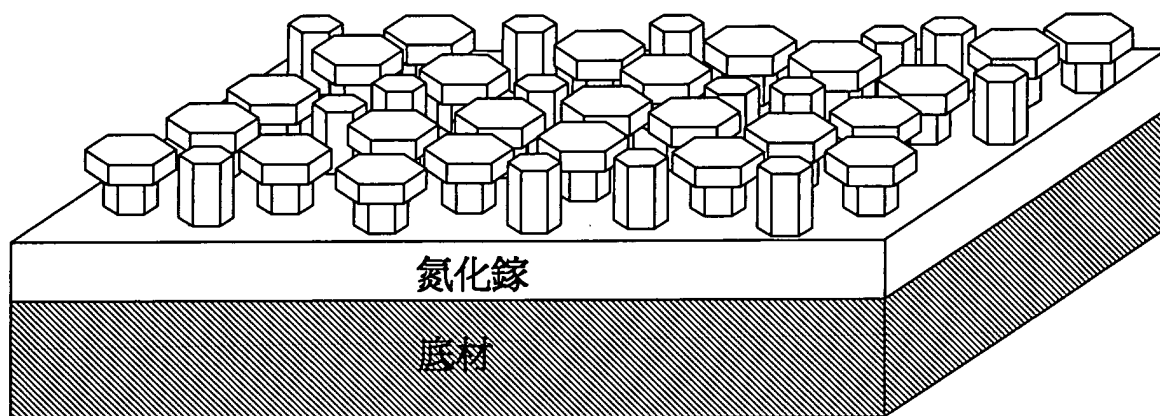
33. 如申請專利範圍第 29 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體包含氣體流量為 4.9 每分鐘標準升的氮氣與 1.0 每分鐘標準升的氫氣。

34. 如申請專利範圍第 33 項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定蝕刻氣體係由氫氣，鹵素族氣體，鹵化氫氣體，以及鹵化物氣體中

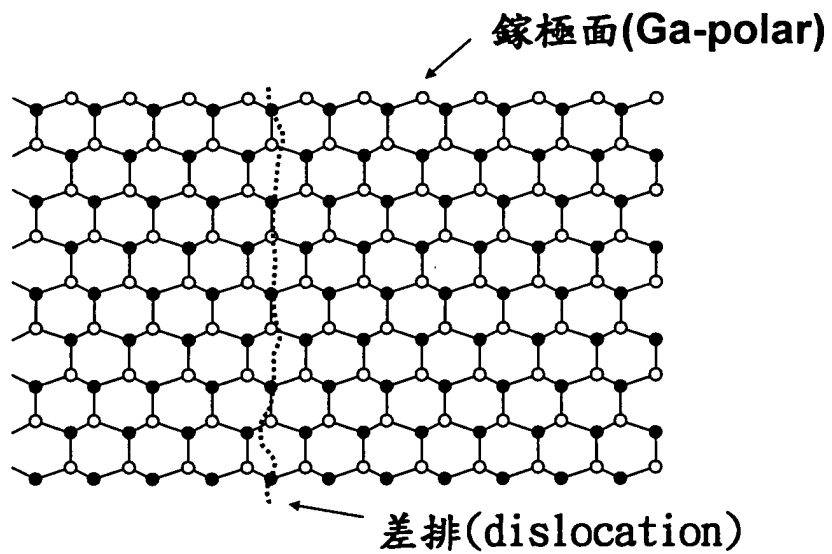
所選出。

35. 如申請專利範圍第29項所述之氮化物半導體磊晶層的表面處理方法，其中該特定時間包含約5分鐘至15分鐘。

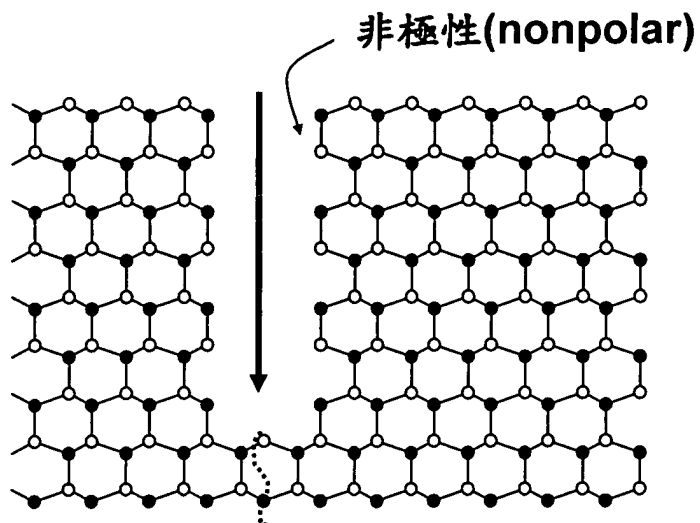
八、圖式：



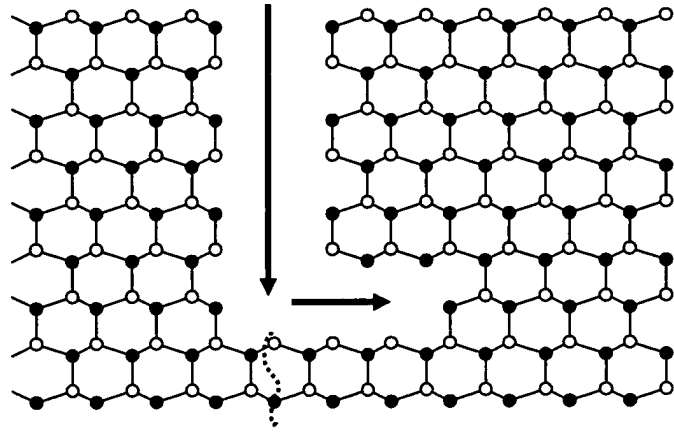
第 1 圖



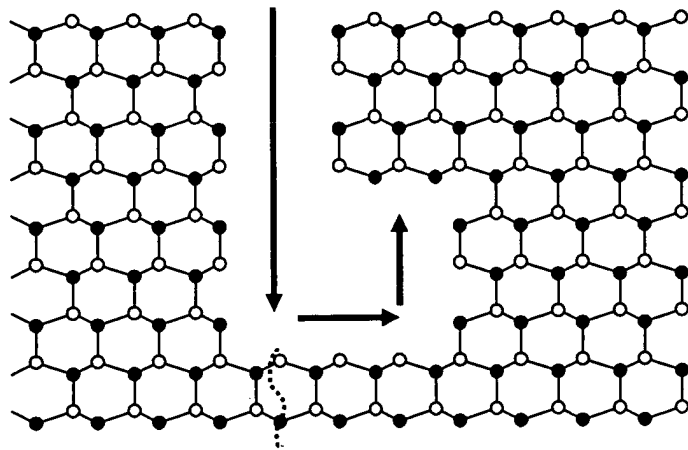
第 2A 圖



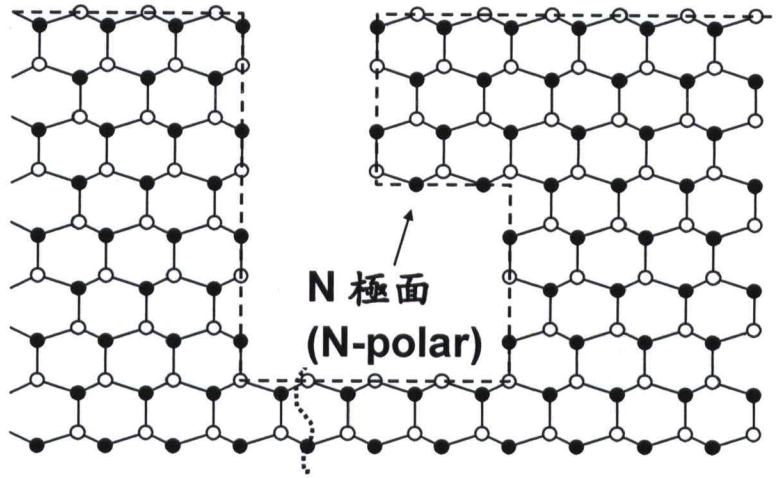
第 2B 圖



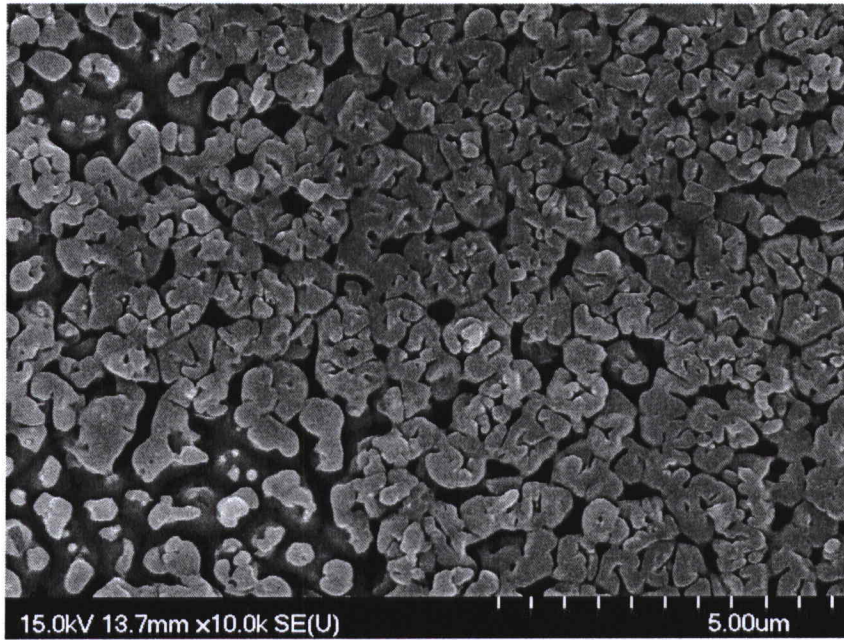
第 2C 圖



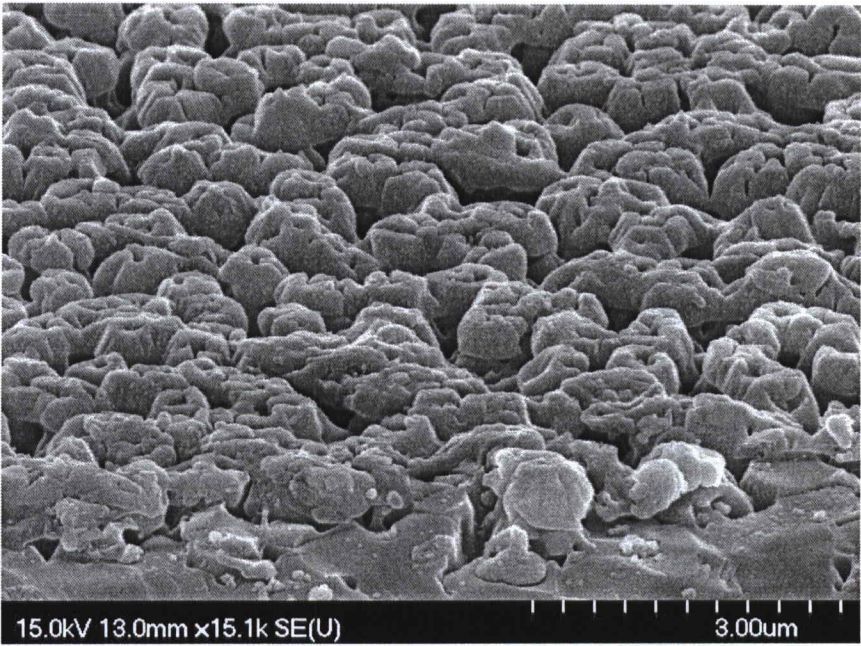
第 2D 圖



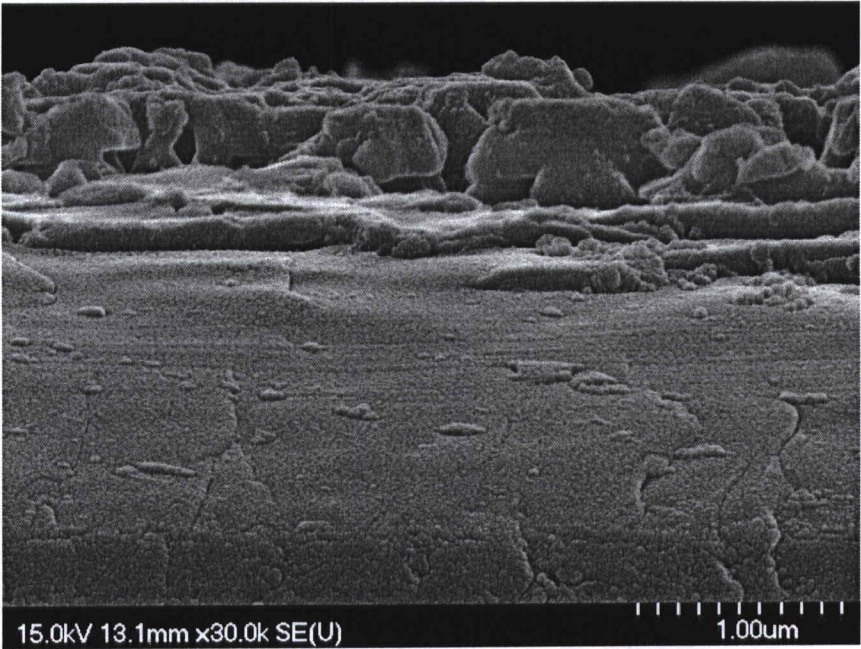
第 2E 圖



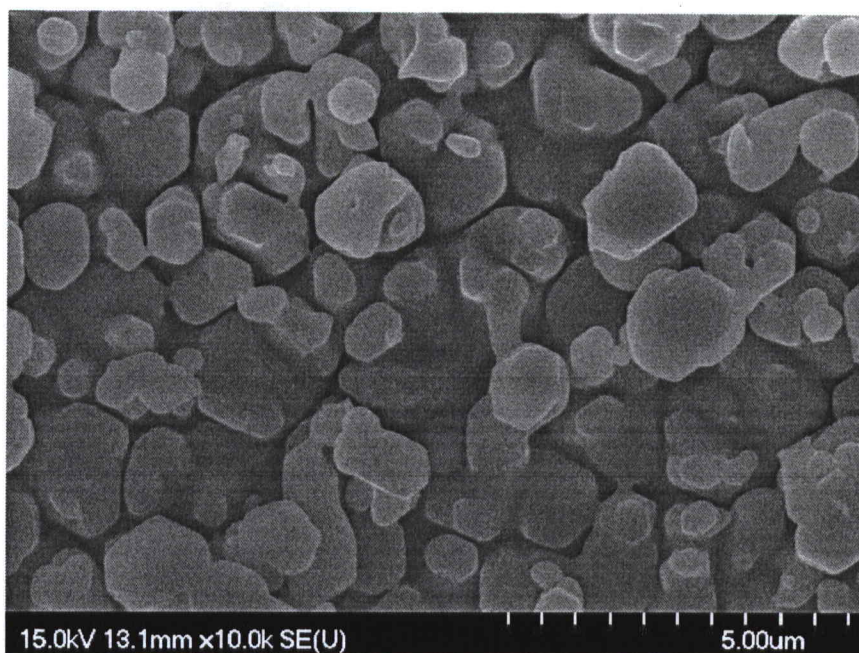
第 3 圖



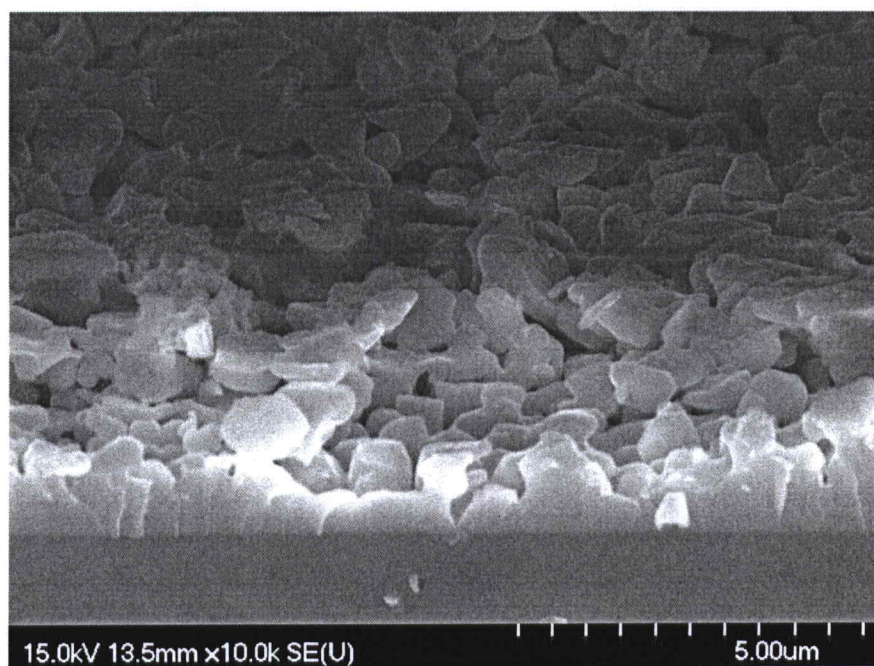
第 4 圖



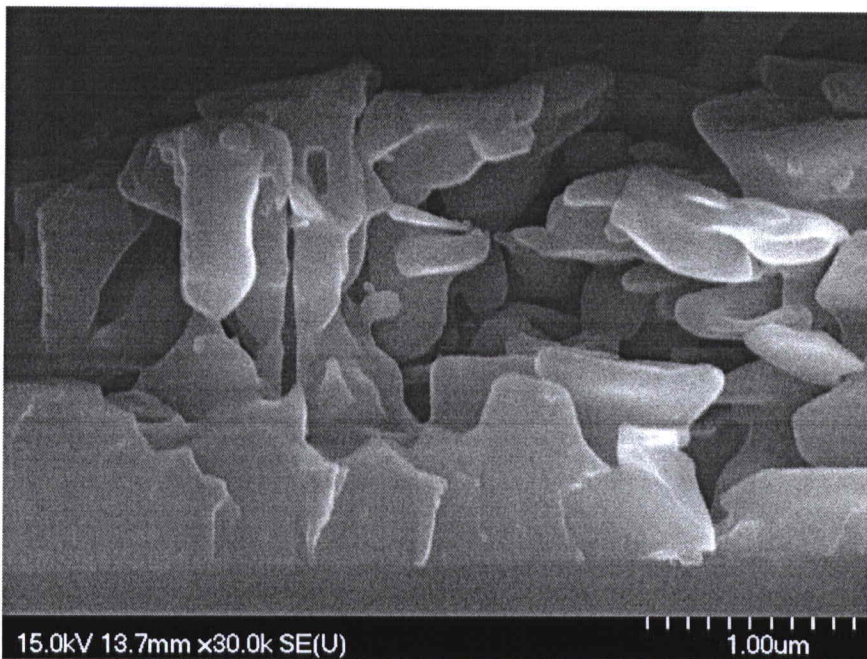
第 5A 圖



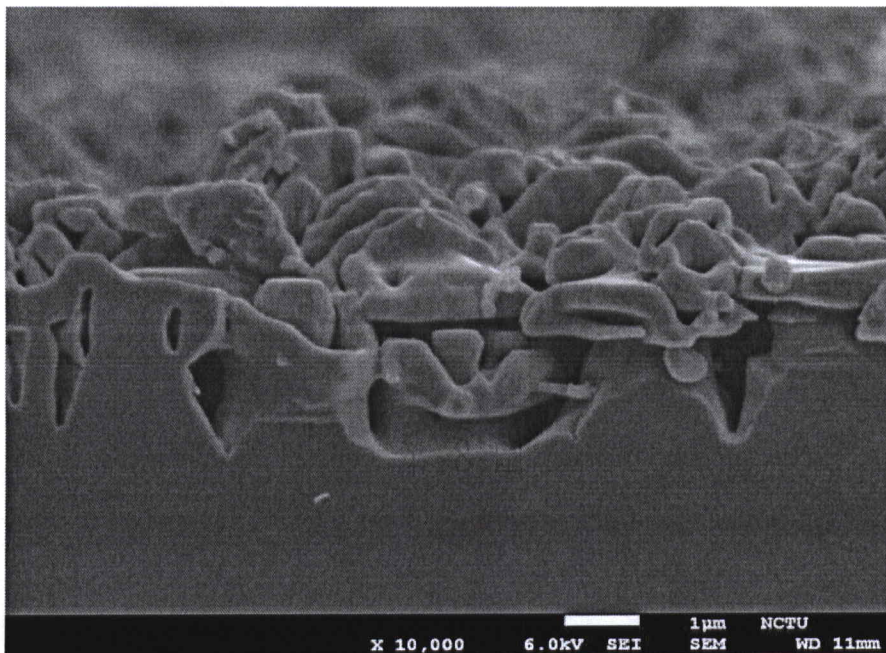
第 6 圖



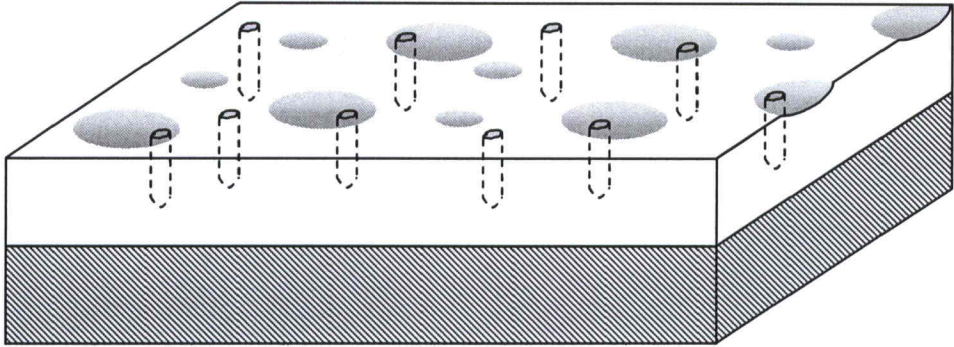
第 7 圖



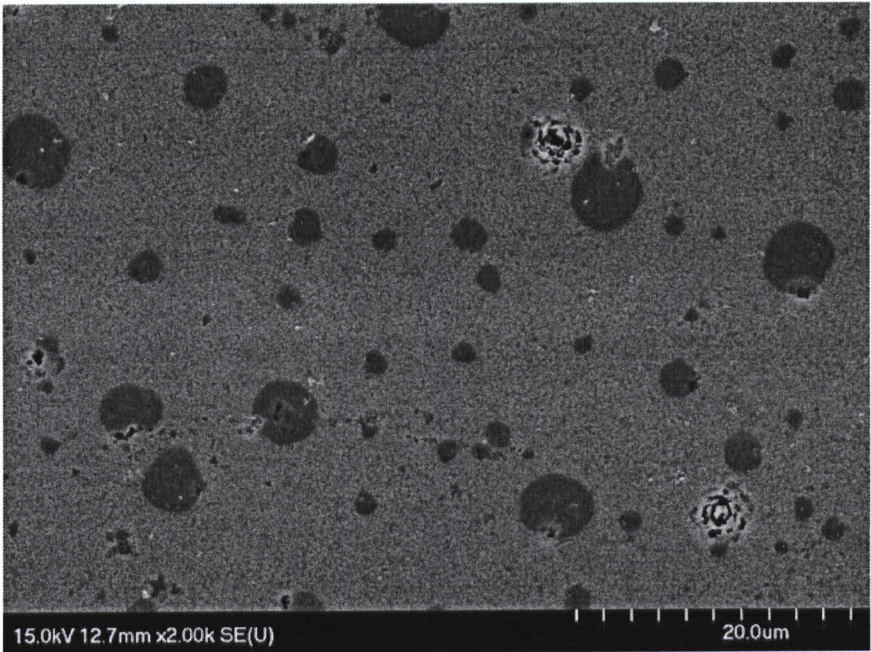
第 8 圖



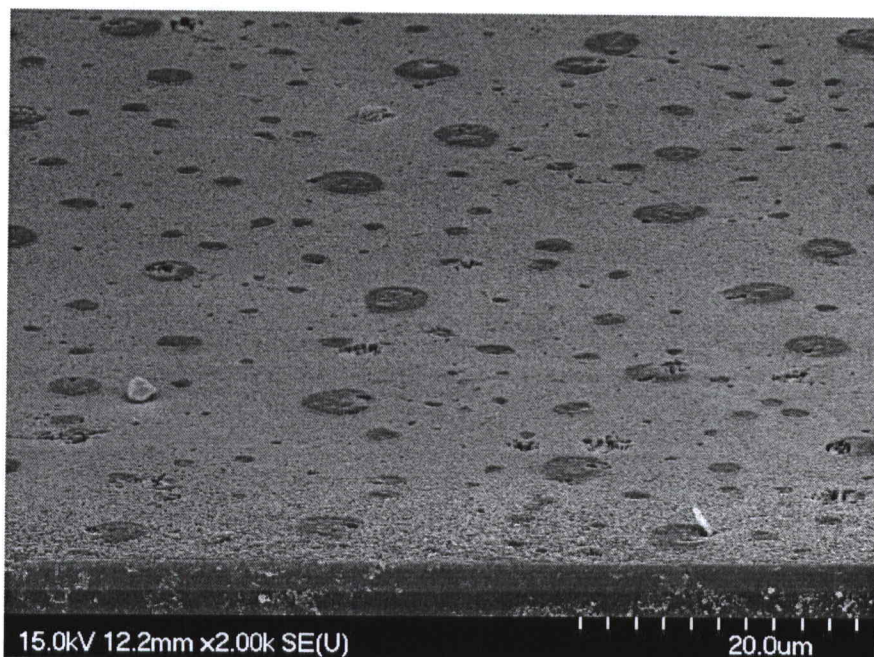
第 9 圖



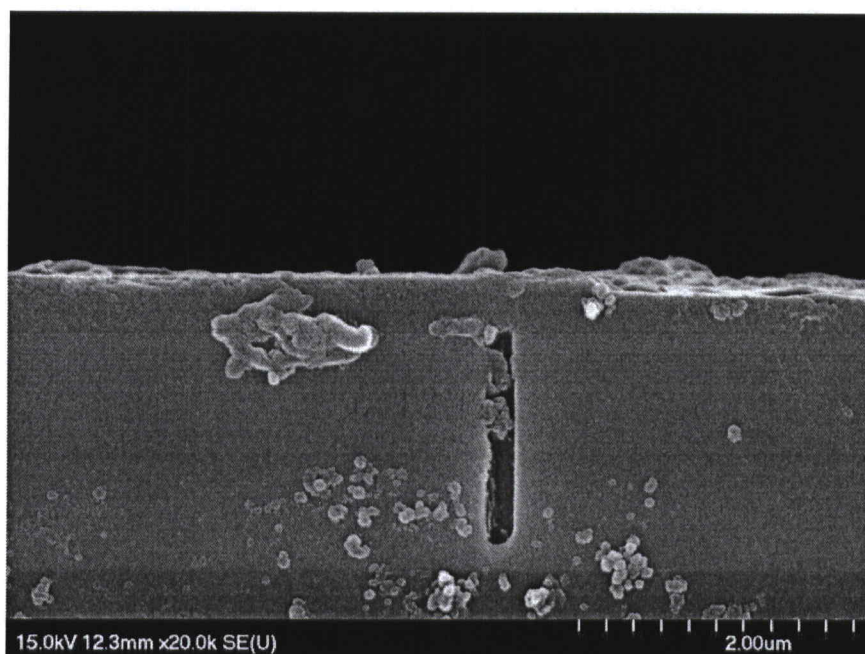
第 10 圖



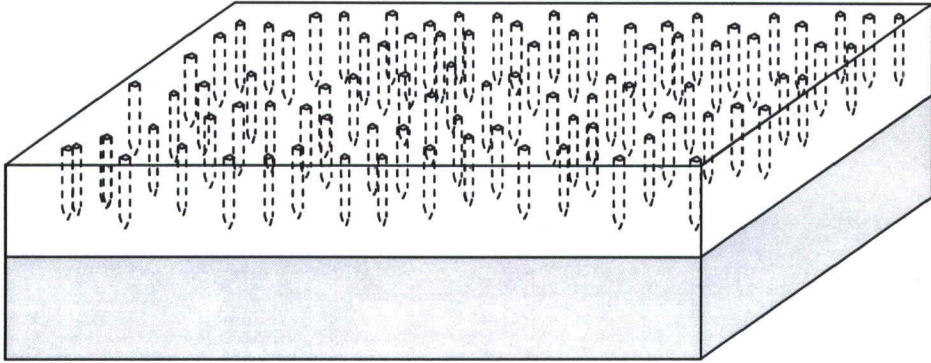
第 11 圖



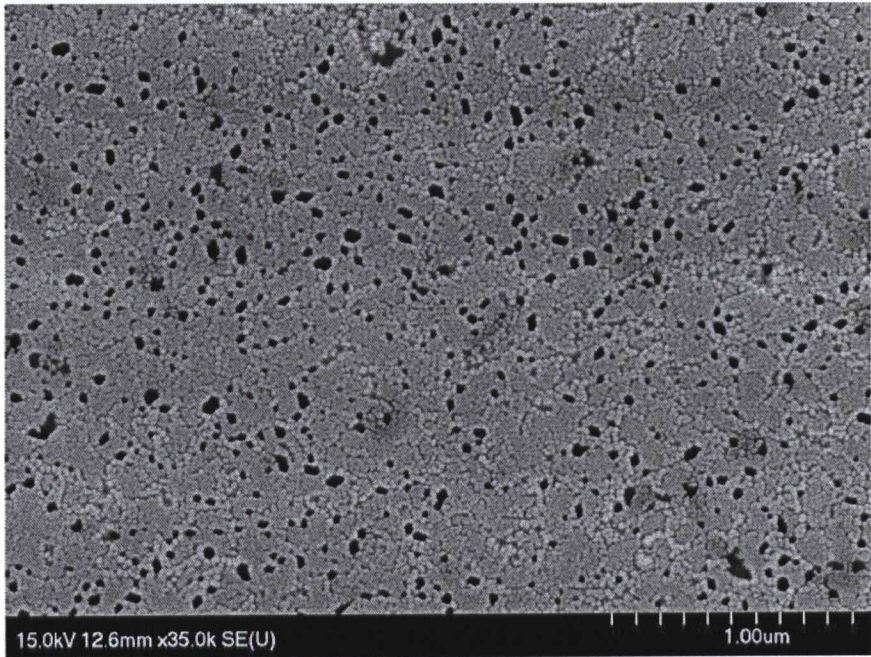
第 12 圖



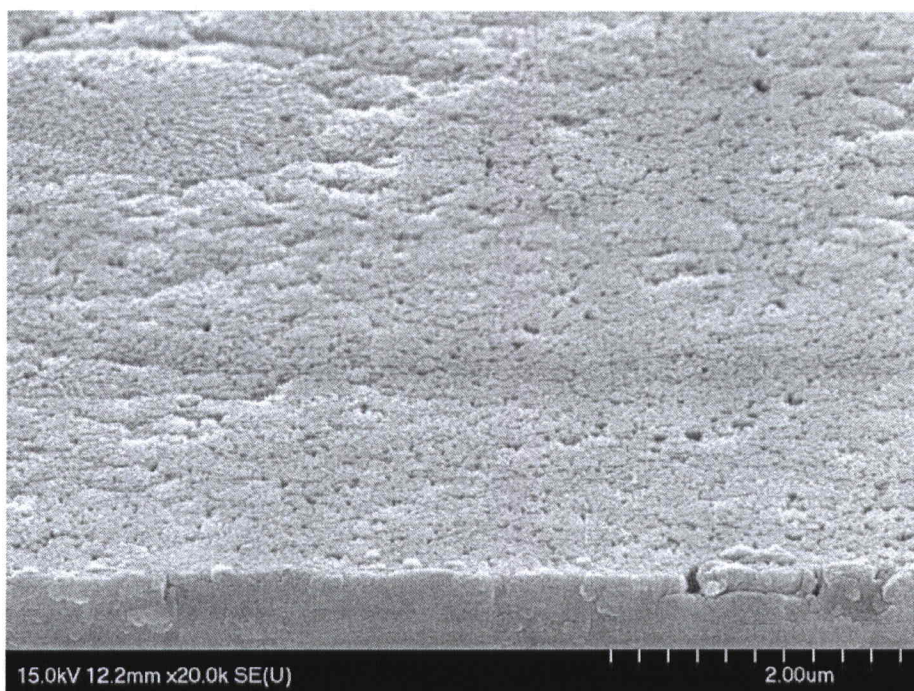
第 13 圖



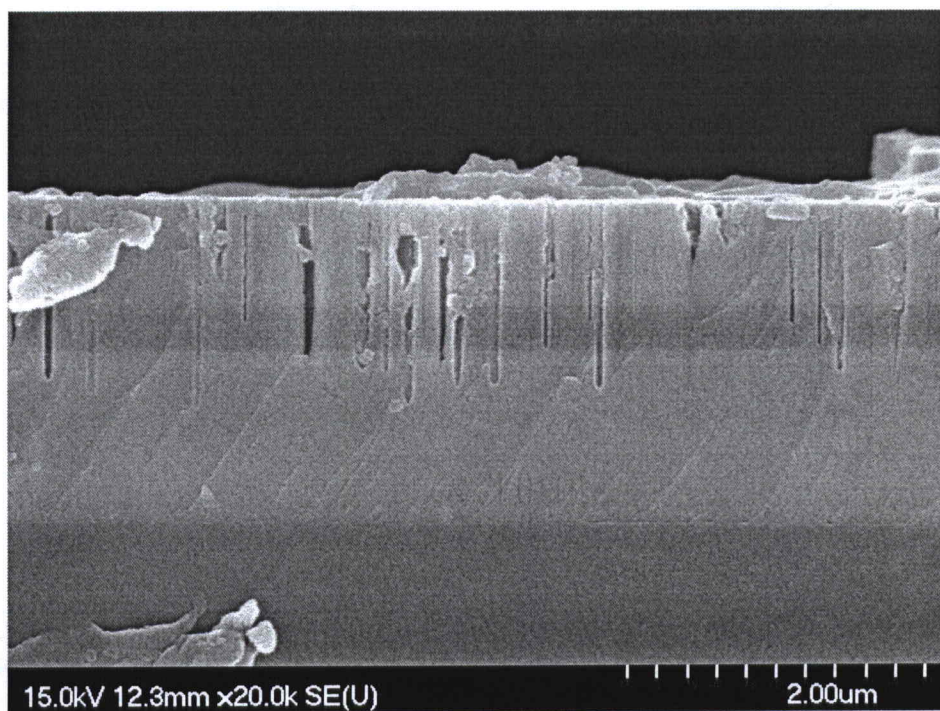
第 14 圖



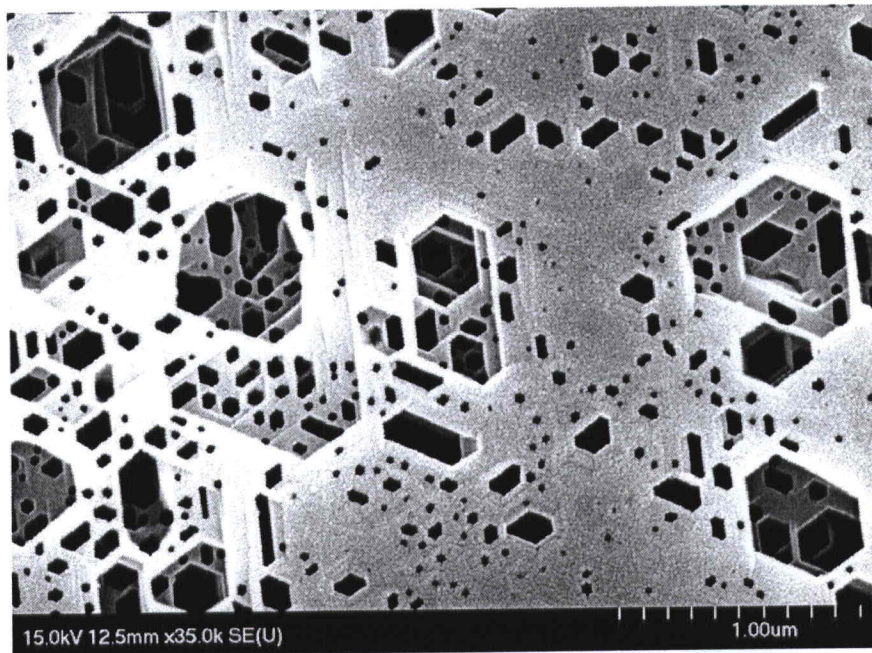
第 15 圖



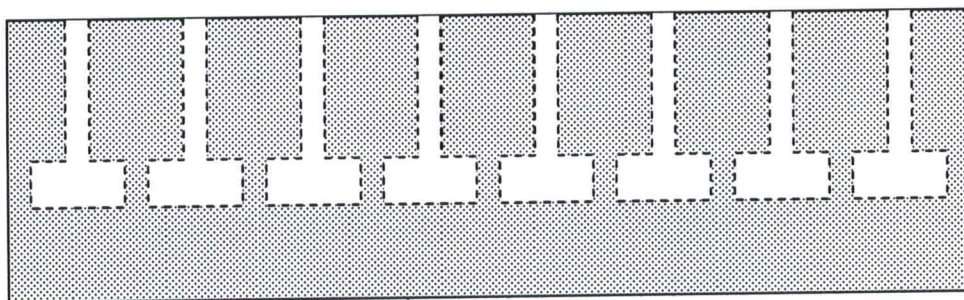
第 16 圖



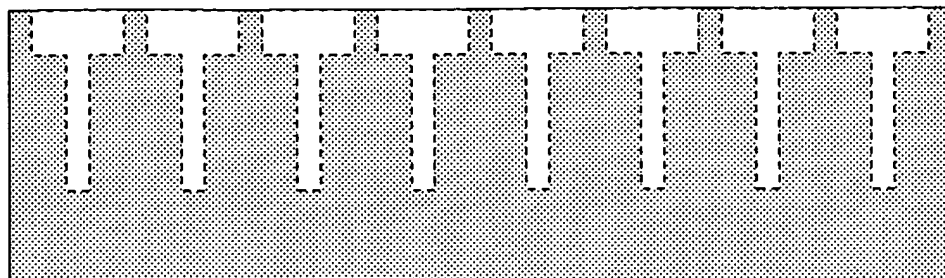
第 17 圖



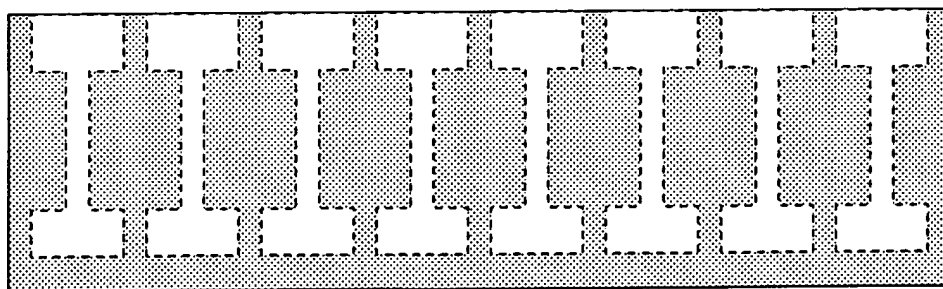
第 18 圖



第 19 圖

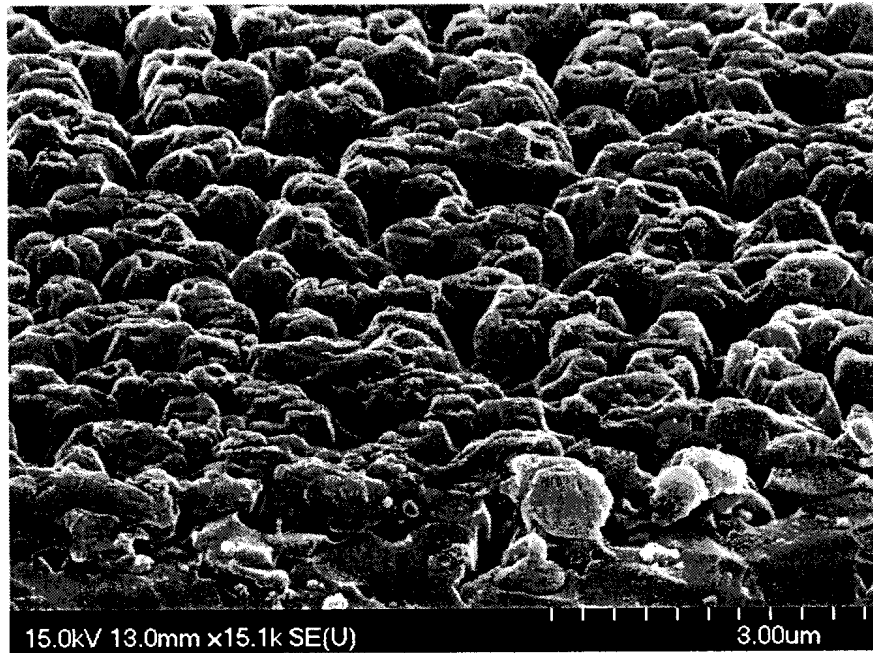


第 20 圖

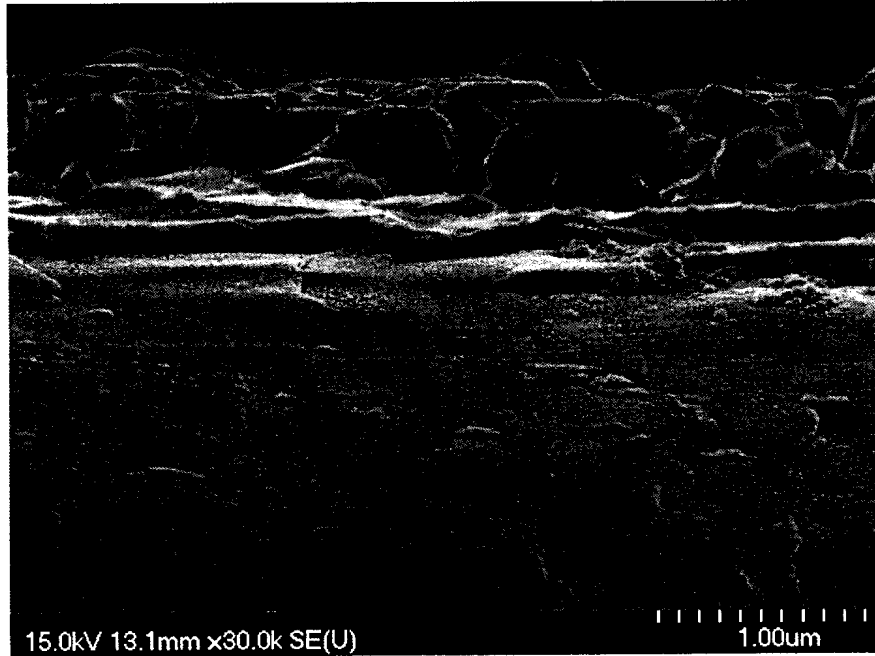


第 21 圖

PP 10 4 修正
年 月 日 補充



第 4 圖



第 5 圖