



(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 201215882 A1

(43) 公開日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 16 日

(21) 申請案號：099134543

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 11 日

(51) Int. Cl. : **G01N27/00 (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：冉曉雯 ZAN, HSIAO WEN (TW) ; 孟心飛 MENG, HSIN FEI (TW) ; 戴銘志 DAI, MING ZHI (TW) ; 趙宇強 CHAO, YU CHIANG (TW)

(74) 代理人：陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：35 項 圖式數：10 共 35 頁

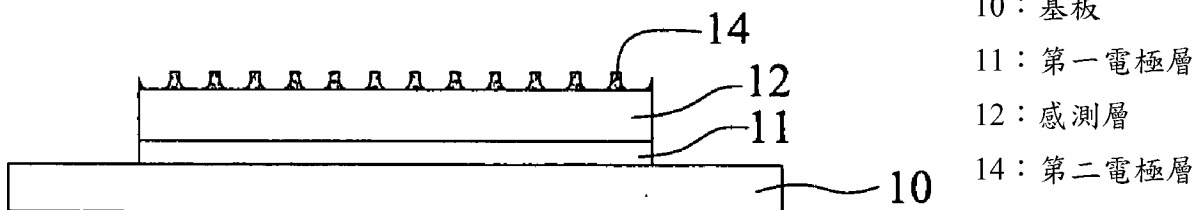
(54) 名稱

垂直式感測器

VERTICAL TYPE SENSOR

(57) 摘要

一種垂直式感測器，係包括：基板；第一電極層，係形成於該基板上；感測層，係形成於該第一電極層上，且令該第一電極層夾置於該基板與感測層之間，其中，該感測層係選自對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料；以及第二電極層，係形成於該感測層上，並令該感測層夾置於該第一電極層與第二電極層之間，且該第二電極層具有複數孔洞，以供該待測物質接觸該感測層。本發明之垂直式感測器提供即時、靈敏及快速之偵測性能。



# 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： 99124543

※ 申請日： 2010.03.11 ※IPC 分類：G01N 27/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

垂直式感測器

VERTICAL TYPE SENSOR

## 二、中文發明摘要：

一種垂直式感測器，係包括：基板；第一電極層，係形成於該基板上；感測層，係形成於該第一電極層上，且令該第一電極層夾置於該基板與感測層之間，其中，該感測層係選自對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料；以及第二電極層，係形成於該感測層上，並令該感測層夾置於該第一電極層與第二電極層之間，且該第二電極層具有複數孔洞，以供該待測物質接觸該感測層。本發明之垂直式感測器提供即時、靈敏及快速之偵測性能。

## 三、英文發明摘要：

A vertical type sensor is disclosed, comprising a substrate; a first electrode layer formed on the substrate; a sensing layer formed on the first electrode layer so that the first electrode layer is positioned between the substrate and sensing layer, wherein the material of the sensing layer is selected from the material with response to a target substance and the material containing a moiety having response to a target substance; and a second electrode layer having a plurality of openings which expose the sensing layer for contacting the target substance is formed on the sensing layer, thereby providing instant, sensitive and rapid detection.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1D ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10 基板
- 11 第一電極層
- 12 感測層
- 14 第二電極層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無代表化學式



## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種感測器，尤係有關於一種垂直式感測器。

### 【先前技術】

感測器，如用於分子生物檢測之感測器，已隨著醫療領域的快速發展逐漸成為研發重點。尤其是為了滿足即時量測及慢性病監控之需求，發展高靈敏度、即時、快速、準確、訊號讀取方便並具有再現性的檢測方法，是目前主要的發展趨勢。

第 20020092342 號美國專利揭露一種氣體感測器，如第 10 圖所示，該氣體感測器包括一背電極 71；形成於該背電極 71 上之 SiC 半導體層 72；形成於該 SiC 半導體層 72 上之氮化鋁層 73；以及形成於該氮化鋁層 73 上之閘電極 74，該閘電極為多孔性之催化性金屬，以於標靶氣體與該閘電極 74 反應後產生離子化產物，該離子化產物再擴散至氮化鋁層 73 與閘電極 74 之介面，改變位能分佈 (potential distribution)，造成電壓平移 (voltage shift)，以達偵測之目的。其他類似技術則包括如第 20020020853 及 20090113992 號美國專利所揭露利用催化性金屬者。

另外，H. T. Wang et al., APPLIED PHYSICS LETTERS 86, 243503 (2005) 及 F. Razi et al., Sensors and Actuators B: Chemical 146 (2010) 53-60 亦一種水平

式結構之感測器。H. T. Wang et al., 所揭露之水平式感測器，係先以氣相沉積方式生長氧化鋅奈米柱，之後再定義出電極位置，是種水平式感測器係以電阻變化來判別氣體濃度，但因每次生長的奈米柱分布變異大，因此，穩定性不佳。F. Razi et al., 所揭示之水平式感測器，係以多孔性之 p 型矽材做為基板，並使鈮金屬沉積於該矽基板上，惟該水平式感測器係利用鈮抓取氫，而該多孔性之矽基板僅用以承載鈮金屬而非用以感測標靶氣體。且該水平式感測器需藉由黃光微影製程定義出兩個不同材質之金屬電極，不僅製程複雜，處理時程亦較為冗長。

因此，仍然需要具有高靈敏度、即時、快速、訊號讀取方便並具有再現性之感測器。

#### 【發明內容】

本發明提供一種垂直式感測器，係包括：基板；第一電極層，係形成於該基板上；感測層，係形成於該第一電極層上，且令該第一電極層夾置於該基板與感測層之間，其中，該感測層係選自對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料；以及第二電極層，係形成於該感測層上，並令該感測層夾置於該第一電極層與第二電極層之間，且該第二電極層具有複數孔洞，以供該待測物質接觸該感測層。

於一態樣中，該感測層係具有第一多孔性結構，例如，複數開口朝上對應該第二電極層孔洞之孔洞。

於另一態樣中，本發明之垂直式感測器復包括對該待

測物質為惰性之半導體層，係設於該感測層之頂面或底面。此外，該感測層係可具有開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞，而該惰性之半導體層亦可具有開口朝上且對應該第二電極層之孔洞的第二多孔性結構。

於又一態樣中，該垂直式感測器之感測層可包括複數感測子層。例如，包括依序形成於該第一電極層上之第一感測子層、第二感測子層及第三感測子層。此外，於一具體實施態樣中，該第一感測子層及第二感測子層彼此具有開口對準且朝上之第三多孔性結構，該第三感測子層係具有隨機形成之第四多孔性結構。或者，該第一感測子層係具有開口朝上之第三多孔性結構，該第二感測子層及第三感測子層係具有開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞。

本發明復提供一種製備垂直式感測器之方法，係包括：提供一表面形成有第一電極層之基板；於該第一電極層表面上形成感測層，其中，該感測層係選自對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料；於該感測層上鋪設複數奈米顆粒，且該複數奈米顆粒外露出部分感測層頂面；於該外露之部分感測層頂面上形成第二電極層，以令該感測層夾置於該第一電極層與第二電極層之間；移除該奈米顆粒，以令該第二電極層對應形成複數外露出感測層之孔洞，以供該待測物質接觸該感測層。

於一本發明之製法實施例中，復包括移除部份感測層，以形成具有開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞。

於另一態樣中，復可包括在形成該感測層之前，於該第一電極層上形成惰性之半導體層。又或者，在鋪設該複數奈米顆粒之前，於該感測層上形成惰性之半導體層。此外，復包括於移除該奈米顆粒之後，以該第二電極層為遮罩，向下移除部分該感測層及惰性之半導體層，以令該感測層係具有開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞，且該惰性之半導體層具有開口朝上且對應該第二電極層之孔洞的第二多孔性結構。

前述之製備垂直式感測器之方法中，該感測層可具有隨機形成之孔洞。

另一方面，該感測層可包括複數感測子層。例如，包括依序形成於該第一電極層上之第一感測子層、第二感測子層及第三感測子層。此外，於一具體實施態樣中，該第一感測子層及第二感測子層彼此具有開口對準且朝上之第三多孔性結構，該第三感測子層係具有隨機形成之第四多孔性結構。或者，該第一感測子層係具有開口朝上之第三多孔性結構，該第二感測子層及第三感測子層係具有開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞。該第三多孔性結構之製法係包括：在該第一電極層上鋪設單層之奈米顆粒層，以外露部分之該第一電極層表面；於該外露之第一電極層表面上形成對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料；以及移除該奈米顆粒層，以形成該第三多孔性結構。

而該第二感測子層及第三感測子層所具有之孔洞，係

藉由在移除該奈米顆粒之後，以該第二電極層為遮罩，向下移除部份之該第二感測子層及第三感測子層而得。

本發明復提供一種製備垂直式感測器之方法，係包括：提供一表面形成有第一電極層之基板；於該第一電極層表面上形成第一感測子層；於該第一感測子層上鋪設複數奈米顆粒，且該複數奈米顆粒外露出部分第一感測子層頂面；於該外露之部分第一感測子層頂面上依序形成第二感測子層、第三感測子層及第二電極層；移除該奈米顆粒，以令該第二電極層對應形成複數外露出第一感測子層之孔洞，以供該待測物質接觸該第一感測子層、第二感測子層及第三感測子層。

本發明另提供一種感測方法，係包括施加偏壓至本發明之垂直式感測器的第一電極層和第二電極層以產生電流；將待測物質與該垂直式感測器之感測層接觸；以及測定該垂直式感測器之電性變化。

本發明另提供一種感測系統，係包括本發明之垂直式感測器；電壓提供裝置，係電性連接至該垂直式感測器之第一電極層及第二電極層，用以提供偏壓至該垂直式感測器；以及電性檢測裝置，係電性連接至該垂直式感測器，用以測定該垂直式感測器之電性變化。

於較佳實施例中，該電性變化係為電流之改變。

本發明所提供之垂直式感測器，具有即時測定、迅速、靈敏度高之優點。又，本發明之垂直式感測器以讀取電流變化即可進行檢測，不需要大型昂貴的檢測設備，可



達到降低成本、大量篩選之目的。

### 【實施方式】

以下係藉由特定的具體實施例說明本發明之實施方式，熟習此技藝之人士可由本說明書所揭示之內容瞭解本發明之其他優點與功效。

須知，本說明書所附圖式所繪示之結構、比例、大小等，均僅用以配合說明書所揭示之內容，以供熟悉此技藝之人士之瞭解與閱讀，並非用以限定本發明可實施之限定條件，故不具技術上之實質意義，任何結構之修飾、比例關係之改變或大小之調整，在不影響本發明所能產生之功效及所能達成之目的下，均應仍落在本發明所揭示之技術內容得能涵蓋之範圍內。同時，本說明書中所引用之如“上”、“頂面”、“底面”及“一”等之用語，亦僅為便於敘述之明瞭，而非用以限定本發明可實施之範圍，其相對關係之改變或調整，在無實質變更技術內容下，當亦視為本發明可實施之範疇。

#### 第一實施例

請參閱第 1A 至 1D 圖，係為本發明之垂直式感測器之製法示意圖。

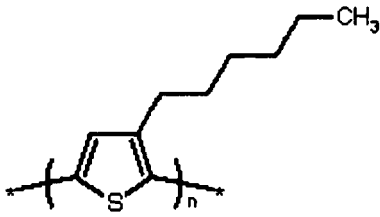
如第 1A 圖所示，提供一表面形成有如氧化銦錫之第一電極層 11 之基板 10；於該第一電極層 11 表面上形成感測層 12，其中，該感測層 12 係選自對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料，且該「具有對待測物質有反應之部位的材料」係指該材料為惰性材料，

例如，半導體材料、導體材料或絕緣體材料，而該待測物質有反應之部位(例如受體)是鍵結或接觸該惰性材料者。其中，該感測層 12 可為具有對待測物質有反應之部位的材料，且該對待測物質有反應之部位係鍵結或接觸惰性材料之探針基團。該探針基團包括一種或多種選自由-OH、-CHO、-COOH、-SO<sub>3</sub>H、-CN、-NH<sub>2</sub>、-SH、-CO<sub>2</sub>H、-COOR 及鹵化物所組成群組的化學基團。此外，該探針基團係可選自核酸、抗體、抗原、醣類、蛋白質、胺基酸及酵素所組成群組的生物性分子的一者，例如生物素 (biotin)。

以生物素為例，由於生物素與其受質，如抗生物素 (avidin) 會產生專一性結合，故使本發明之垂直式感測器可用於偵測待測物質中的抗生物素的存在；而其他無法與生物素結合的物質則不會形成專一性鍵結，因此垂直式感測器不產生感測反應，而達到特異性 (specific) 感測的目的。

另一方面，該感測層可為半導體材質。例如，選自銦-鎵-鋅-氧化物 (In-Ga-Zn-O, IGZO)、氧化鋅 (ZnO<sub>x</sub>)、二氧化鈦及氧化銦所組成群組之一種或多種金屬氧化物。同樣地，可透過上述探針基團鍵結或接觸至半導體材質。當然，亦可鍵結或接觸至導體或絕緣體。

於一具體實施例中，該感測層係可為有機聚合物半導體，舉例但非限定，如：



P3HT

通常使用有機聚合物半導體，即可簡單地透過旋轉塗佈形成感測層。至於其他材質，亦可選擇性透過習知沉積製程形成感測層。

如第 1B 圖所示，以浸泡方式於該感測層 12 上鋪設複數粒徑約為 200 奈米之奈米顆粒 13，例如聚苯乙烯球。較佳地，係鋪設單層之奈米顆粒 13 以外露出部分感測層 12 頂面。

如第 1C 圖所示，藉由蒸鍍的方式於該外露之部分感測層 12 頂面上形成如鋁之第二電極層 14，以令該感測層 12 夾置於該第一電極層 11 與第二電極層 14 之間。

如第 1D 圖所示，可透過膠帶移除該奈米顆粒 13，以令該第二電極層 14 對應形成複數外露出感測層 12 之孔洞 141，以供該待測物質接觸該感測層 12。

根據前述之製法，本發明之垂直式感測器，係包括：基板 10；第一電極層 11，係形成於該基板 10 上；感測層 12，係形成於該第一電極層 11 上，且令該第一電極層 11 夾置於該基板 10 與感測層 12 之間，其中，該感測層 12 係選自對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料；以及第二電極層 14，係形成於該感測層 12 上，並令該感測層 12 夾置於該第一電極層 11 與第二電極

層 14 之間，且該第二電極層 14 具有複數孔洞 141，以供該待測物質接觸該感測層 12。

### 第二實施例

請參閱第 2 圖，係為本發明揭露之垂直式感測器之另一實施例。

如圖所示，本實施例與實施例一之垂直式感測器製法大致相同，其差異在於移除該奈米顆粒 13 之後，復以第二電極層 14 為遮罩利用氧電漿(Oxygen plasma)移除部份感測層 12，以形成第一多孔性結構 15，例如，複數開口朝上對應該第二電極層 14 之孔洞 141 孔洞。

是以，本實施例之垂直式感測器之該感測層 12 係具有開口朝上對應該第二電極層 14 之孔洞 141 的第一多孔性結構 15。

### 第三實施例

請參閱第 3A 至 3D 圖，係為本發明之垂直式感測器之其他態樣。

如圖所示，本實施例與實施例一之垂直式感測器製法大致相同，其差異在於增設一惰性之半導體層 16。

如第 3A 圖所示，復包括在形成該感測層 12 之前，於該第一電極層 11 上形成惰性之半導體層 16。是以，所得之垂直式感測器具有對該待測物質為惰性之半導體層 16，係設於該感測層 12 之底面。

如第 3B 圖所示，接續第 1B 圖之製法，復包括在鋪設該複數奈米顆粒 13 之前，於該感測層 12 上形成惰性之半

導體層 16。是以，所得之垂直式感測器具有對該待測物質為惰性之半導體層 16，係設於該感測層 12 之頂面。如第 3C 及 3D 圖所示，接續前述第 3A 及 3B 圖之製法，復包括於形成第二電極層 14 及移除該奈米顆粒 13 之後，以該第二電極層 14 為遮罩，向下移除部分該感測層 12 及惰性之半導體層 16，以令該感測層 12 係具有開口朝上對應該第二電極層 14 之孔洞 141 的孔洞，如第一多孔性結構 15，且該惰性之半導體層 16 具有開口朝上且對應該第二電極層 14 之孔洞 141 的第二多孔性結構 17。

#### 第四實施例

請參閱第 4 圖，係為本發明之垂直式感測器之第四實施態樣。

在本實施例中，該垂直式感測器具有類似第 1D 圖所示之結構，其差異在於該感測層 12 具有隨機形成之孔洞 15'。該孔洞 15' 之形成亦類似前述使用奈米顆粒之方式，其差異在於令聚苯乙烯球自我堆疊數層於第一電極層 11 上，再將對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料填入複數聚苯乙烯球之縫隙間，於移除聚苯乙烯球後即可得到具有隨機形成之孔洞 15' 的感測層 12。相關的多孔性感測層之製備及官能化亦可參考申請號為第 98108545 號之台灣專利案。同樣地，亦可利用放電紡絲方式製備多孔性感測層。

#### 第五實施例

請參閱第 5A 至 5C 圖，係為本發明之垂直式感測器之

第五實施態樣。

在本實施例中，該垂直式感測器之該感測層可包括複數感測子層。例如，該感測層 12 包括依序形成於該第一電極層上之第一感測子層 121、第二感測子層 122 及第三感測子層 123，且該第一感測子層 121 及第二感測子層 122 彼此具有開口對準且朝上之第三多孔性結構 18，該第三感測子層 123 係具有隨機形成之第四多孔性結構 19。

如第 5A 圖所示，該第三多孔性結構 18 之製法係包括：在該第一電極層 11 上鋪設單層之奈米顆粒 13' 層，以外露部分之該第一電極層 11 表面；於該外露之第一電極層 11 表面上形成對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料，其中，依序形成之第一感測子層 121 及第二感測子層 122 的材質並不相同；以及移除該奈米顆粒 13' 層，以形成該第三多孔性結構 18。

如第 5B 及 5C 圖所示，可參閱第四實施例之方式形成第四多孔性結構 19，最後再形成第二電極層 14，即可得到本實施例之垂直式感測器。

第六實施例

請參閱第 6A 至 6B' 圖，係為本發明之垂直式感測器之第六實施態樣。

在本實施例中，該垂直式感測器之該感測層包括第一感測子層 121、第二感測子層 122 及第三感測子層 123，其中，該第一感測子層 121 係具有開口朝上之第三多孔性結構 18，該第二感測子層 122 及第三感測子層 123 係具有開

口朝上對應該第二電極層 14 之孔洞 141 的孔洞。

如第 6A 及 6B 圖所示，在本實施例之垂直式感測器的製作上，第一感測子層 121 係根據第五實施例之方式製備，至於第二感測子層 122 及第三感測子層 123 之製備，係可於鋪設奈米顆粒 13 前，先形成無孔洞之第二感測子層 122 及第三感測子層 123，最後於形成第二電極層 14 及移除該奈米顆粒之後，以該第二電極層 14 為遮罩，向下移除部份之該第二感測子層 122 及第三感測子層 123 而得。

如第 6A' 及 6B' 圖所示，本發明復提供另一製備第二感測子層 122 及第三感測子層 123 之方法，係接續第 1B 圖之步驟，在形成第二電極層 14 之前，於該外露之部分第一感測子層 121 頂面上依序形成第二感測子層 122、第三感測子層 123，之後再形成第二電極層 14，接著，移除該奈米顆粒 13，以令該第二電極層 14 對應形成複數外露出第一感測子層 121 之孔洞 141'，以供該待測物質接觸該第一感測子層 121、第二感測子層 122 及第三感測子層 123。

在具有第一感測子層 121、第二感測子層 122 及第三感測子層 123 的實施例中，係以至少一層感測子層為對待測物質有反應的材料為佳。

#### 第七實施例

請參閱第 7 圖，係為使用本發明垂直式感測器之感測系統示意圖。

如圖所示，該感測系統包括：本發明之垂直式感測器 40；電壓提供裝置 41，係電性連接至該垂直式感測器 40

之第一電極層 401 及第二電極層 402，用以提供偏壓至該垂直式感測器 40；以及電性檢測裝置 42，係電性連接至該垂直式感測器 40，用以測定該垂直式感測器 40 之電性變化。

若以具有複數感測子層之垂直式感測器作為感測系統時，且其中一層感測子層之材質具有導電特性時，則電壓提供裝置亦可電性連接(如透過導線)至該感測子層。同理，於進行感測時，亦可施加偏壓至該感測子層，再測定該垂直式感測器之電性變化。另一方面，本發明之垂直式感測器復可包括第三電極層 403，係嵌設於該感測層中，並以具有柵狀結構者為佳，其製作方式可透過圖案化製程或如前述使用奈米顆粒之方法。從而，電壓提供裝置亦可電性連接至該第三電極層 403，以提供更多的偵測數據。

#### 測試例

根據第二實施例之製法製作本發明垂直性感測器，其中，該第一電極層為氧化銻錫，感測層的材質為聚[3-己基噻吩-2,5-二基](P3HT, Poly[3-hexylthiophene-2,5-diyl])，其係對氨氣有反應之有機半導體材料，厚度約為 60nm，第二電極層為 40nm 厚之鋁。如第 8A 及 8B 圖所示，第 8A 圖係顯示具有複數孔洞之鋁電極表面形貌，第 8B 圖則顯示具有第一多孔性結構之感測層的本發明垂直性感測器。

在對照組方面，則係根據第一實施例之製法製作垂直



式感測器，惟其差異在於未使用奈米顆粒，因此所得到之垂直式感測器的第二電極層不具有複數孔洞。

在本測試例中，係分別將本發明之垂直式感測器及對照組之垂直式感測器置於不同之氮氣環境中，並提供電壓至本發明之垂直式感測器及對照組之垂直式感測器，接著通入氮氣氣體至該氮氣環境中，並調控氣體的釋放及關閉。

如第 9A、9B 及 9C 圖所示，該第 9A 圖係對照組之垂直式感測器在通入 5ppm 氮氣的電流變化圖，可發現其在第 270 至 370 秒及第 430 至 520 秒時通入 5ppm 氮氣產生些微電流變化，但並不明顯。相對地，於第 9B 圖所示之斜線標註區間可發現本發明之垂直式感測器在通入 1.72ppm 及 5ppm 濃度之氮氣時發生明顯電流變化，此外，在復改以 0.5ppm 之通入氮氣測試中，如第 9C 圖所示之結果，本發明之垂直式感測器亦具有明顯的電流變化特性。由此可知，本發明之垂直式感測器因第二電極層具有複數孔洞，亦或者感測層具有對應之第一多孔性結構使得垂直式感測器更為靈敏，尤其在重覆使用後仍具有良好的靈敏度，此外，更可降低感測濃度極限至 0.05ppm。

本發明之垂直式感測器及其製法，透過奈米顆粒的使用得以無需利用黃光微影製程，即可製作出具複數孔洞之第二電極層，再者，本發明之製法可得到可控制性高的多孔結構(如第二電極層之孔洞或第一及第二多孔性結構)，不僅製程簡便快速，亦較容易製得再現性高的感測器。此外，本發明之具有孔洞或多孔性結構之垂直式感測器具有

高靈敏度、即時、快速及無需高作電壓的優點。

又，開口朝上之多孔性結構，尤其是開口對準第二電極層孔洞者，因結構上較為一致，對於具有可逆性之感測層或探針基團，亦能具有較快的回復速度。

上述實施例僅例示性說明本發明之組成物與製備方法，而非用於限制本發明。任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與改變。因此，本發明之權利保護範圍如後述申請專利範圍所載。

#### 【圖式簡單說明】

第 1A 至 1D 圖係顯示本發明之垂直式感測器之製法示意圖；

第 2 圖係顯示本發明另一垂直式感測器之結構剖示圖；

第 3A 至 3D 圖係顯示本發明之具有惰性之半導體層之垂直式感測器示意圖；

第 4 圖係顯示本發明垂直式感測器之第四實施態樣之示意圖；

第 5A 至 5C 圖係為本發明之垂直式感測器之第五實施態樣及其製法示意圖；

第 6A 至 6B' 圖係為本發明之垂直式感測器之第六實施態樣及其製法示意圖，其中，第 6A' 及 6B' 圖係不同於第 6A 及 6B 圖之另一製法；

第 7 圖係顯示本發明垂直式感測器之感測系統示意

圖；

第 8A 及 8B 圖係分別顯示本發明垂直式感測器之具有複數孔洞之鋁電極的掃描式電子顯微鏡圖以及具有第一多孔性結構之感測層之本發明垂直性感測器的掃描式電子顯微鏡圖；

第 9A 至 9C 圖係顯示垂直式感測器之電流變化圖；以及

第 10 圖係顯示第 20020092342 號美國專利之氣體感測器示意圖。

**【主要元件符號說明】**

- 10 基板
- 11 第一電極層
- 12 感測層
- 121 第一感測子層
- 122 第二感測子層
- 123 第三感測子層
- 13、13' 奈米顆粒
- 14 第二電極層
- 141、141'、15' 孔洞
- 15 第一多孔性結構
- 16 惰性之半導體層
- 17 第二多孔性結構
- 18 第三多孔性結構
- 19 第四多孔性結構

- 40 垂直式感測器
- 41 電壓提供裝置
- 42 電性檢測裝置
- 401 第一電極層
- 402 第二電極層
- 403 第三電極層
- 71 背電極
- 72 SiC 半導體層
- 73 氮化鋁層
- 74 閘電極

## 七、申請專利範圍：

## 1. 一種垂直式感測器，係包括：

基板；

第一電極層，係形成於該基板上；

感測層，係形成於該第一電極層上，且令該第一電極層夾置於該基板與感測層之間，其中，該感測層係選自對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料；以及

第二電極層，係形成於該感測層上，並令該感測層夾置於該第一電極層與第二電極層之間，且該第二電極層具有複數孔洞，以供該待測物質接觸該感測層。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之垂直式感測器，其中，其中，該感測層係具有具有隨機形成之孔洞或第一多孔性結構。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之垂直式感測器，其中，其中，該感測層的第一多孔性結構，係複數開口朝上對應該第二電極層孔洞之孔洞。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之垂直式感測器，復包括對該待測物質為惰性之半導體層，係設於該感測層之頂面或底面。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之垂直式感測器，其中，該感測層係具有開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之垂直式感測器，其中，

- 該惰性之半導體層具有開口朝上且對應該第二電極層之孔洞的第二多孔性結構。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之垂直式感測器，其中，該感測層包括複數感測子層。
  8. 如申請專利範圍第 7 項所述之垂直式感測器，其中，該感測層包括依序形成於該第一電極層上之第一感測子層、第二感測子層及第三感測子層。
  9. 如申請專利範圍第 8 項所述之垂直式感測器，其中，該第一感測子層及第二感測子層彼此具有開口對準且朝上之第三多孔性結構，該第三感測子層係具有隨機形成之第四多孔性結構。
  10. 如申請專利範圍第 8 項所述之垂直式感測器，其中，該第一感測子層係具有開口朝上之第三多孔性結構，該第二感測子層及第三感測子層係具有開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞。
  11. 如申請專利範圍第 1 項所述之垂直式感測器，其中，該感測層係具有對待測物質有反應之部位的材料，且該對待測物質有反應之部位係探針基團。
  12. 如申請專利範圍第 11 項所述之垂直式感測器，其中，該探針基團包括一種或多種選自由-OH、-CHO、-COOH、-SO<sub>3</sub>H、-CN、-NH<sub>2</sub>、-SH、-COSH、-COOR 及鹵化物所組成群組的化學基團。
  13. 如申請專利範圍第 11 項所述之垂直式感測器，其中，該探針基團係選自核酸、抗體、抗原、醣類、蛋白質、

胺基酸及酵素所組成群組的生物性分子的一者。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之垂直式感測器，復包括第三電極層，係嵌設於該感測層中。
15. 一種製備垂直式感測器之方法，係包括：
  - 提供一表面形成有第一電極層之基板；
  - 於該第一電極層表面上形成感測層，其中，該感測層係選自對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料；
  - 於該感測層上鋪設複數奈米顆粒，且該複數奈米顆粒外露出部分感測層頂面；
  - 於該外露之部分感測層頂面上形成第二電極層，以令該感測層夾置於該第一電極層與第二電極層之間；
  - 移除該奈米顆粒，以令該第二電極層對應形成複數外露出感測層之孔洞，以供該待測物質接觸該感測層。
16. 如申請專利範圍第 15 項所述之製備垂直式感測器之方法，其中，該感測層係具有對待測物質有反應之部位的材料，且該對待測物質有反應之部位係探針基團。
17. 如申請專利範圍第 16 項所述之製備垂直式感測器之方法，其中，該探針基團包括一種或多種選自由 -OH、-CHO、-COOH、-SO<sub>3</sub>H、-CN、-NH<sub>2</sub>、-SH、-COSH、-COOR 及鹵化物所組成群組的化學基團。
18. 如申請專利範圍第 15 項所述之製備垂直式感測器之方

- 法，其中，該感測層為半導體材質。
19. 如申請專利範圍第18項所述之製備垂直式感測器之方法，其中，該半導體材質係選自氧化鋅、二氧化鈦及氧化銦所組成群組之一種或多種金屬氧化物。
  20. 如申請專利範圍第15項所述之製備垂直式感測器之方法，復包括移除部份感測層，以形成複數開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞。
  21. 如申請專利範圍第15項所述之製備垂直式感測器之方法，復包括在形成該感測層之前，於該第一電極層上形成惰性之半導體層。
  22. 如申請專利範圍第15項所述之製備垂直式感測器之方法，復包括在鋪設該複數奈米顆粒之前，於該感測層上形成惰性之半導體層。
  23. 如申請專利範圍第22項所述之製備垂直式感測器之方法，其中，復包括於移除該奈米顆粒之後，以該第二電極層為遮罩，向下移除部分該感測層及惰性之半導體層，以令該感測層係具有開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞，且該惰性之半導體層具有開口朝上且對應該第二電極層之孔洞的第二多孔性結構。
  24. 如申請專利範圍第16項所述之製備垂直式感測器之方法，該探針基團係選自核酸、抗體、抗原、醣類、蛋白質、胺基酸及酵素所組成群組的生物性分子的一者。
  25. 如申請專利範圍第15項所述之製備垂直式感測器之方法，該感測層具有隨機形成之孔洞。



26. 如申請專利範圍第 15 項所述之製備垂直式感測器之方法，其中，該感測層包括複數感測子層。
27. 如申請專利範圍第 15 項所述之製備垂直式感測器之方法，其中，該感測層包括依序形成於該第一電極層上之第一感測子層、第二感測子層及第三感測子層。
28. 如申請專利範圍第 27 項所述之製備垂直式感測器之方法，其中，該第一感測子層及第二感測子層彼此具有開口對準且朝上之第三多孔性結構，該第三感測子層係具有隨機形成之第四多孔性結構。
29. 如申請專利範圍第 27 項所述之製備垂直式感測器之方法，其中，該第一感測子層係具有開口朝上之第三多孔性結構，該第二感測子層及第三感測子層係具有開口朝上對應該第二電極層之孔洞的孔洞。
30. 如申請專利範圍第 28 或 29 項所述之製備垂直式感測器之方法，其中，該第三多孔性結構之製法係包括：  
在該第一電極層上鋪設單層之奈米顆粒層，以外露部分之該第一電極層表面；  
於該外露之第一電極層表面上形成對待測物質有反應的材料或具有對待測物質有反應之部位的材料；  
以及  
移除該奈米顆粒層，以形成該第三多孔性結構。
31. 如申請專利範圍第 29 項所述之製備垂直式感測器之方法，該第二感測子層及第三感測子層所具有之孔洞，係藉由在移除該奈米顆粒之後，以該第二電極層為遮

罩，向下移除部份之該第二感測子層及第三感測子層而得。

32. 一種製備垂直式感測器之方法，係包括：

提供一表面形成有第一電極層之基板；

於該第一電極層表面上形成第一感測子層；

於該第一感測子層上鋪設複數奈米顆粒，且該複數奈米顆粒外露出部分第一感測子層頂面；

於該外露之部分第一感測子層頂面上依序形成第二感測子層、第三感測子層及第二電極層；

移除該奈米顆粒，以令該第二電極層對應形成複數外露出第一感測子層之孔洞，以供該待測物質接觸該第一感測子層、第二感測子層及第三感測子層。

33. 一種感測方法，係包括：

施加偏壓至如申請專利範圍第 1 項之垂直式感測器的第一電極層和第二電極層以產生電流；

將待測物質與該垂直式感測器之感測層接觸；以及

測定該垂直式感測器之電性變化。

34. 一種感測系統，係包括：

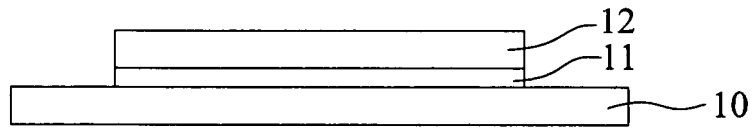
如申請專利範圍第 1 項之垂直式感測器；

電壓提供裝置，係電性連接至該垂直式感測器之第一電極層及第二電極層，用以提供偏壓至該垂直式感測器；以及

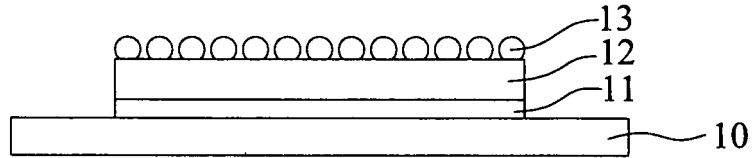
電性檢測裝置，係電性連接至該垂直式感測器，

用以測定該垂直式感測器之電性變化。

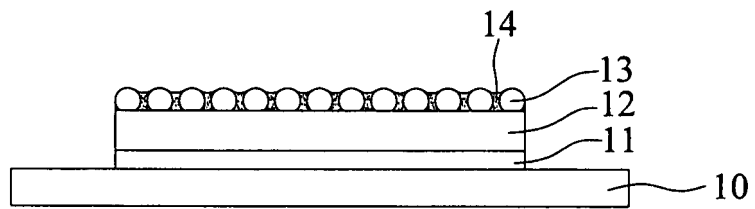
35. 如申請專利範圍第 34 項所述之感測系統，其中，該電性變化係為電流之變化。



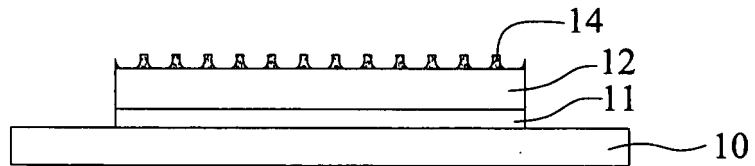
第1A圖



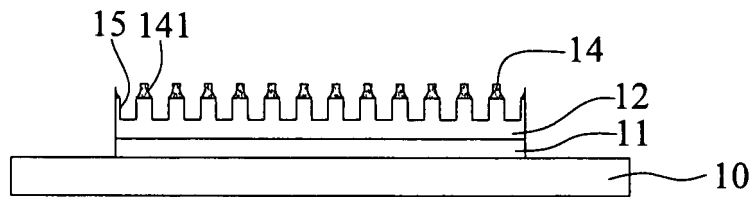
第1B圖



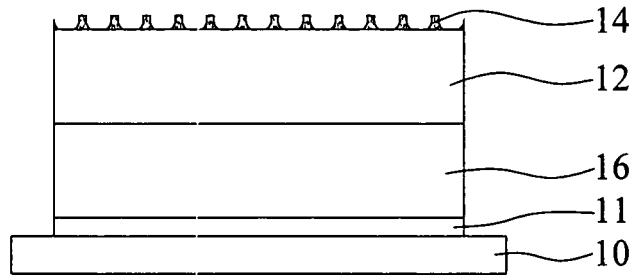
第1C圖



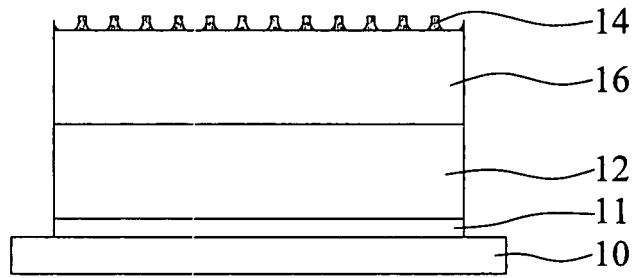
第1D圖



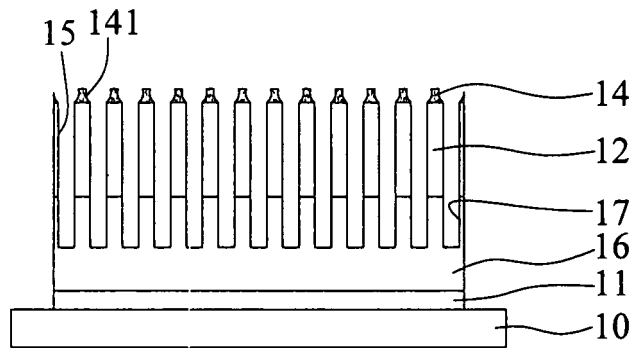
第2圖



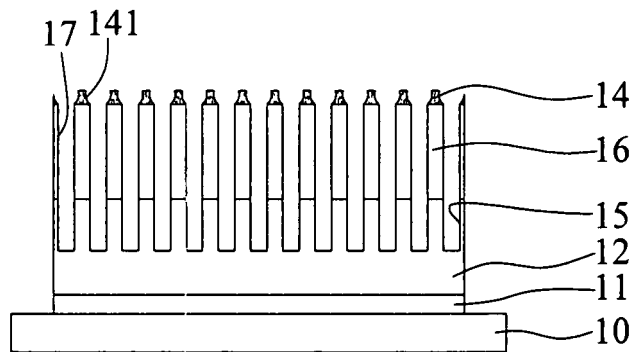
第3A圖



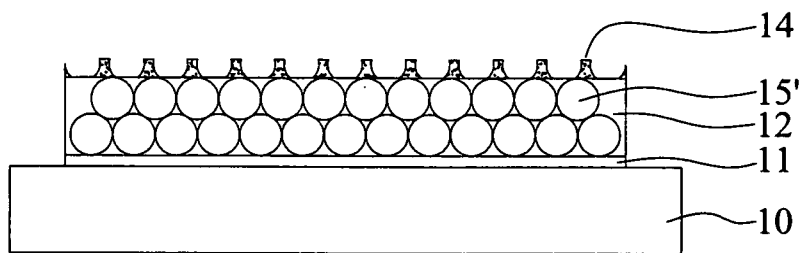
第3B圖



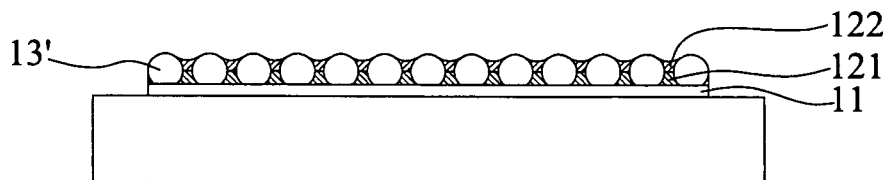
第3C圖



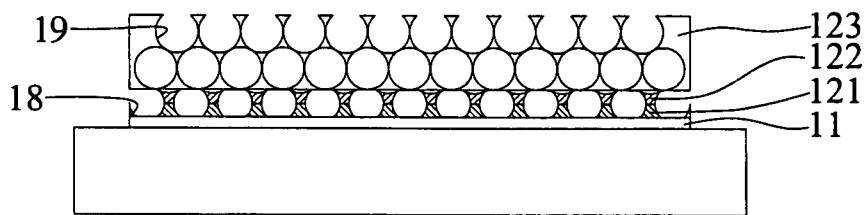
第3D圖



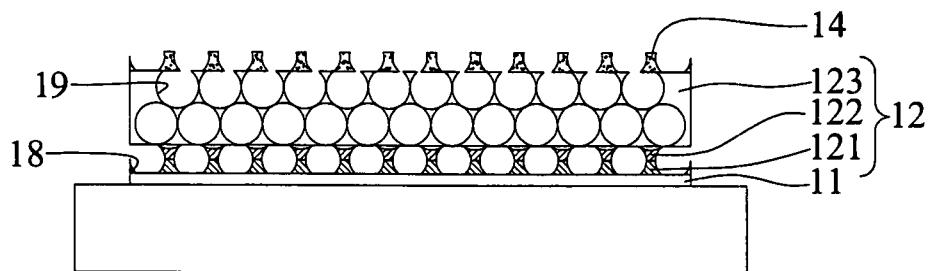
第4圖



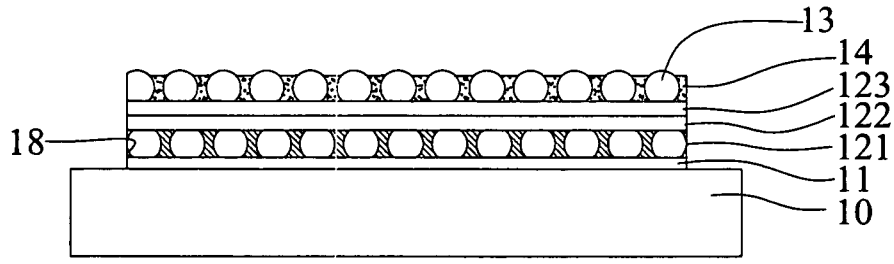
第5A圖



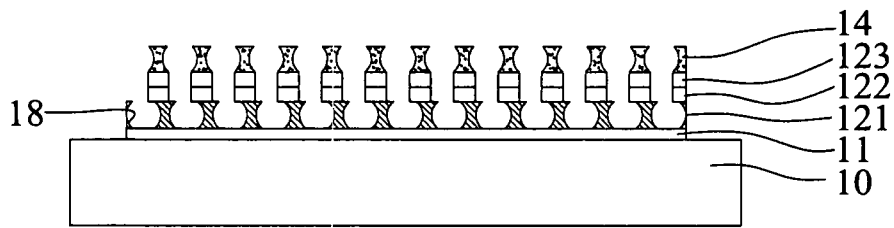
第5B圖



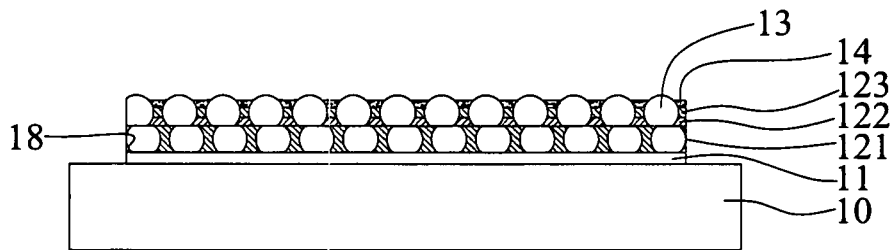
第5C圖



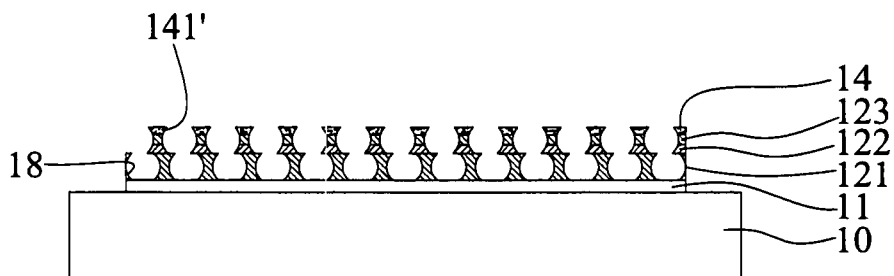
第6A圖



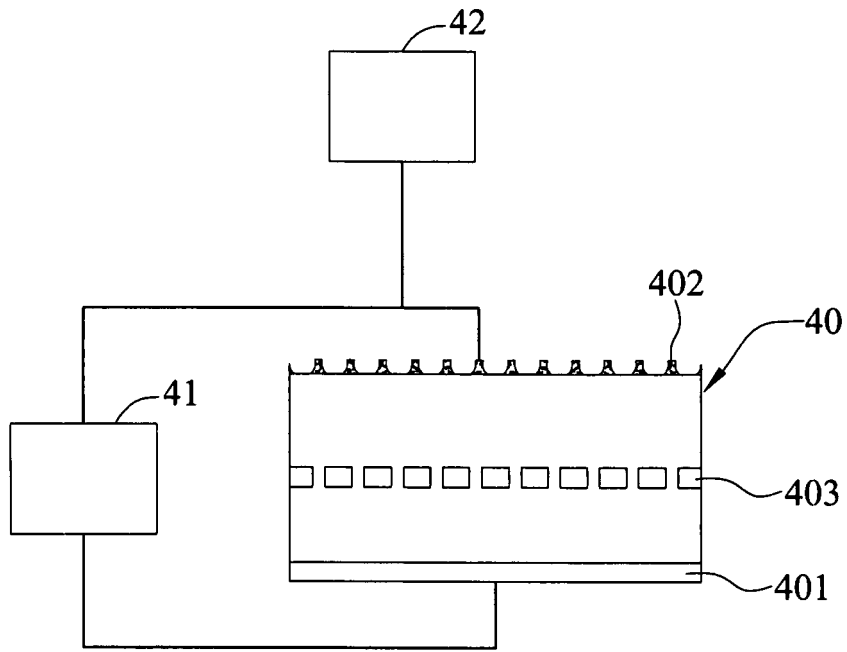
第6B圖



第6A'圖

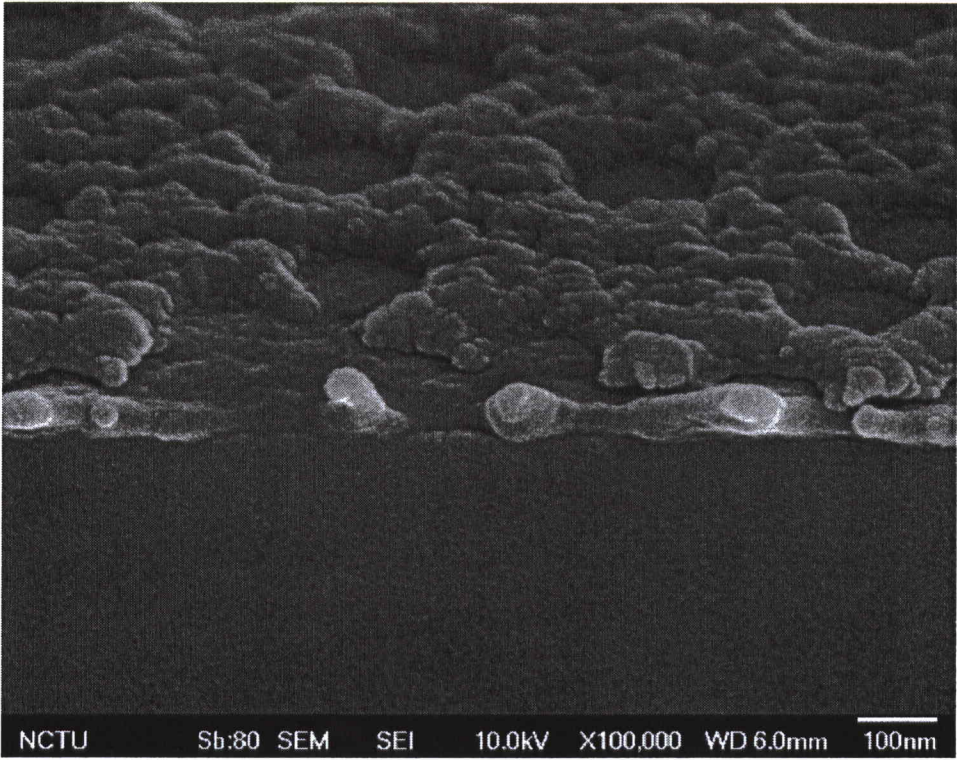


第6B'圖

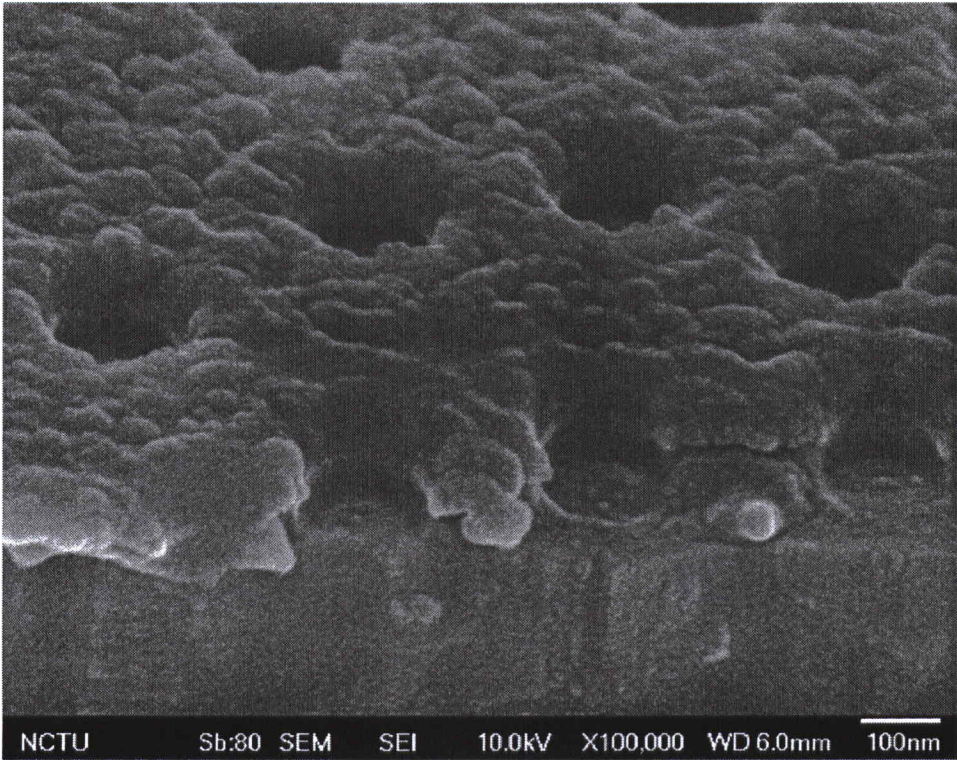


第7圖

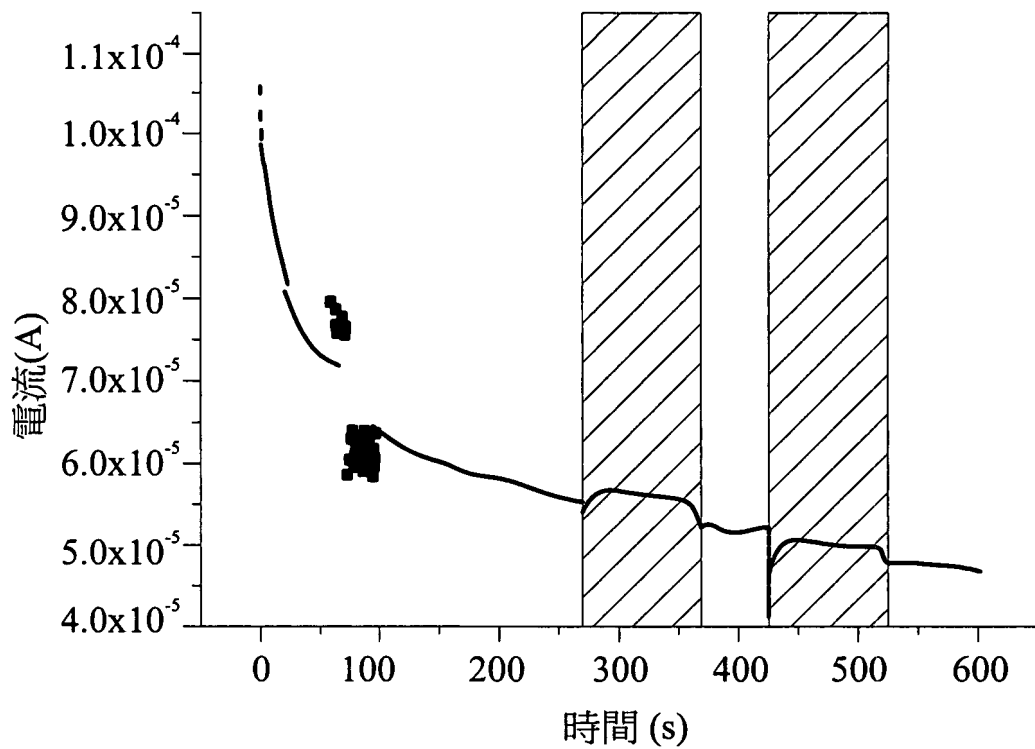




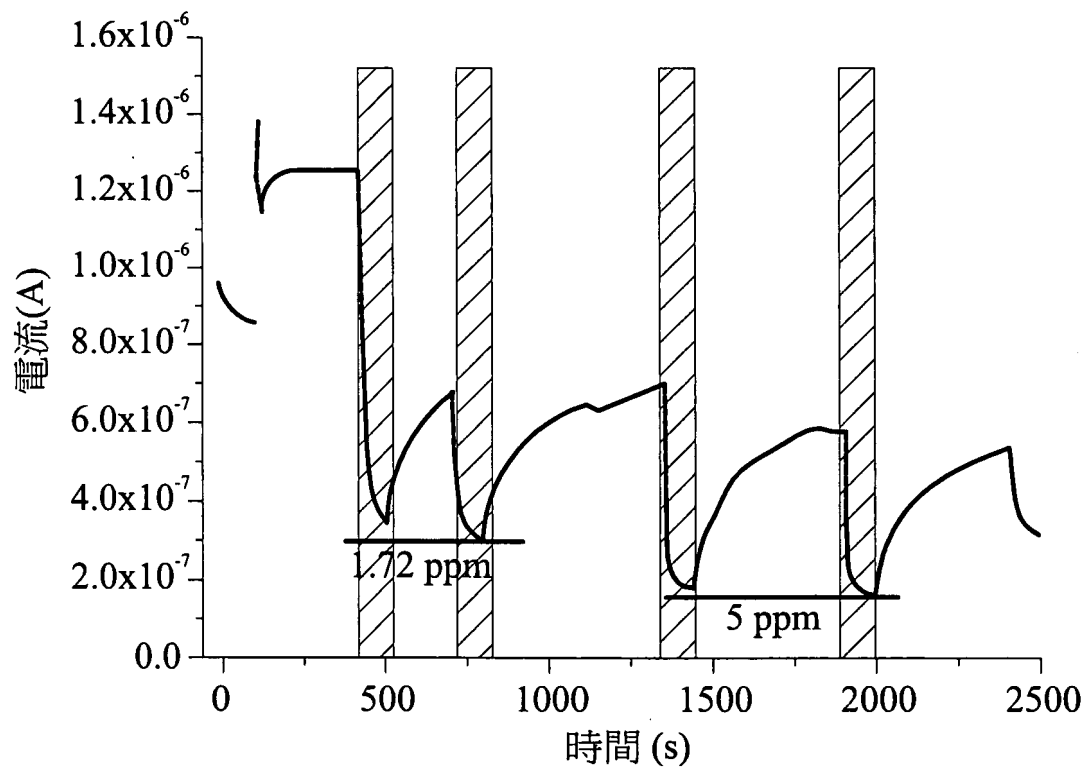
第8A圖



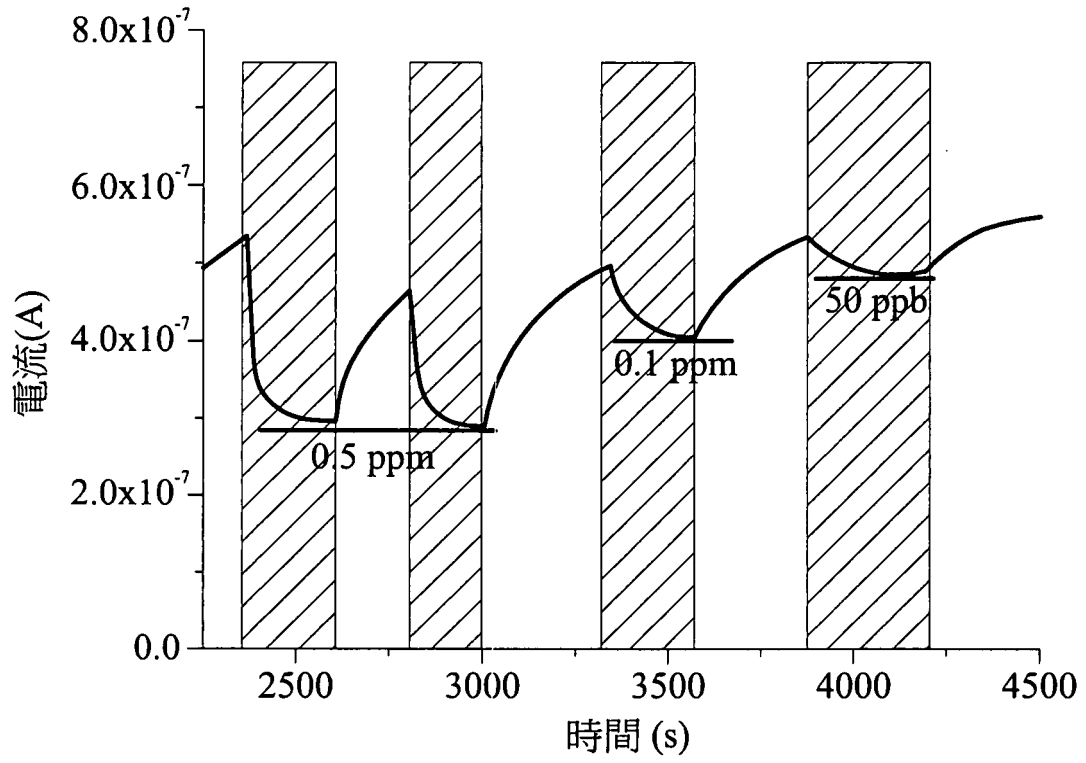
第8B圖



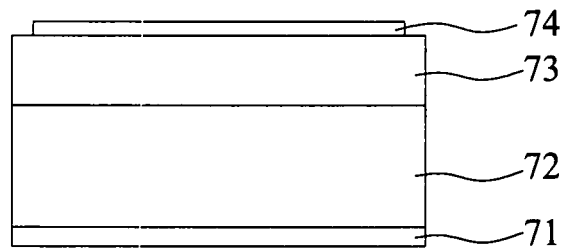
第9A圖



第9B圖



第9C圖



第10圖