

(21)申請案號：100107303

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 03 月 04 日

(51)Int. Cl. : **G01N33/553 (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)；蔡娟娟 TSAI, CHUANG CHUANG (TW)；孟心飛 MENG, HSIN FEI (TW)；葉雋正 YEH, CHUN CHENG (TW)；戴銘志 DAI, MING ZHI (TW)；李長紘 LI, CHANG HUNG (TW)

(74)代理人：李國光；張仲謙

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：8 共 30 頁

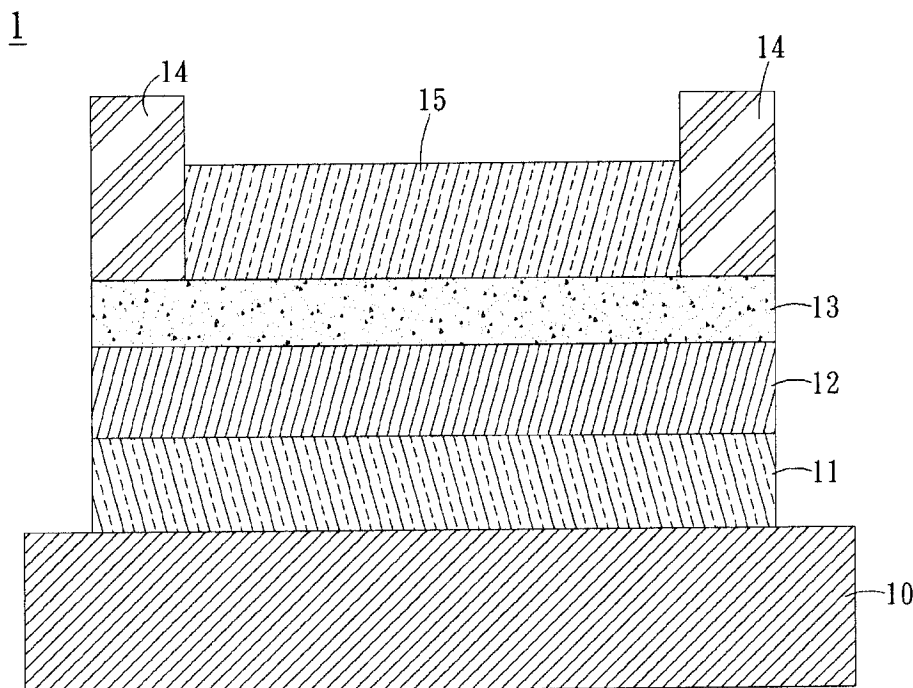
(54)名稱

生化學質感測器及其製造方法

BIOCHEMICAL MATTER SENSOR AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57)摘要

本發明係揭露一種生化學質感測器及其製造方法，而生化學質感測器係包含一基板、一閘極、一閘極絕緣層、一主動層、一源/汲極及一生化學質感測層。其中，閘極係設於基板之一面，閘極絕緣層係設於閘極背對基板之一面，主動層係設於閘極絕緣層背對閘極之一面，源/汲極係設於主動層背對閘極絕緣層之一面，而生化學質感測層則設於主動層背對閘極絕緣層之一面，並位於源/汲極之間。



1：生化學質感測器

10：基板

11：閘極

12：閘極絕緣層

13：主動層

14：源/汲極

15：生化學質感測層

專利案號：100107303



日期：100年03月04日

發明專利說明書

G01N33/553 (2006.01)

※申請案號：100107303

※IPC分類：

※申請日：

100.3.04

## 一、發明名稱：

生化學質感測器及其製造方法

BIOCHEMICAL MATTER SENSOR AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

## 二、中文發明摘要：

本發明係揭露一種生化學質感測器及其製造方法，而生化學質感測器係包含一基板、一閘極、一閘極絕緣層、一主動層、一源/汲極及一生化學質感測層。其中，閘極係設於基板之一面，閘極絕緣層係設於閘極背對基板之一面，主動層係設於閘極絕緣層背對閘極之一面，源/汲極係設於主動層背對閘極絕緣層之一面，而生化學質感測層則設於主動層背對閘極絕緣層之一面，並位於源/汲極之間。

## 三、英文發明摘要：

The present invention discloses a biochemical matter sensor and a manufacturing method thereof, and the biochemical matter sensor comprises a substrate, a gate, a gate insulator, an active layer, a drain/source and a biochemical matter sensing layer. The gate is disposed on one side of the substrate; the gate insulator is disposed on the back side of the gate facing the substrate; the active layer is disposed on the back side of the gate insulator facing the gate; the drain/source is disposed on the back side of the active layer facing the gate insulator; the biochemical matter sensing layer is disposed on the back side of the active layer facing the gate insulator and located between the drain/source.

Intellectual  
Property  
Office

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1A)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1：生化學物感測器；

10：基板；

11：閘極；

12：閘極絕緣層；

13：主動層；

14：源/汲極；以及

15：生化學物感測層。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 六、發明說明：

## 【發明所屬之技術領域】

[0001] 本發明是有關於一種生化物質感測器及其結構，特別是有關於一種在金屬氧化物半導體電晶體之背通道上添加生化物質感測層。

## 【先前技術】

[0002] 目前，習知的生化物質感測器由於使用單分子有機薄膜電晶體，因此除了單分子層的成膜不穩定的問題使該技術的量產性不足外，通常有機薄膜電晶體是很難在液態的環境中操作，也因此限制了該技術只能應用在氣態的環境中進行檢測。

[0003] 金屬氧化物電晶體 (Metal Oxide Semiconductor Transistor) 具有優秀的電流驅動能力且可在低溫下製作，其製程更是相對簡單且成熟，而且其可於大氣下長時間保存而不影響其操作特性，因此可謂是新一代的高潛力生化物質感測器的元件。然而，組成金屬氧化物電晶體的材料皆為無機材料，因此對於大部分的化學物質的感測反應不佳，作為生化物質感測元件似力有未逮之憾。

[0004] 因此，本發明之發明人乃思索並設計一種生化物質感測器及其製造方法，以期針對現有生化物質感測器技術之缺失加以改善，有效改善金屬氧化物電晶體用於感測生化物質的靈敏度與選擇性。

## 【發明內容】

[0005] 有鑑於上述習知技藝之問題，本發明之目的就是在提供

一種生化物質感測器及其製造方法，以解決習知生化物質感測器無法量產的問題，並提升金屬氧化物電晶體用於感測生化物質的靈敏度與選擇性。

[0006] 根據本發明之目的，提出一種生化物質感測器，其包含一基板、一閘極、一閘極絕緣層、一主動層、一源/汲極及一生化物質感測層。其中，閘極係設於基板之一面，閘極絕緣層係設於閘極背對基板之一面，主動層係設於閘極絕緣層背對閘極之一面，源/汲極係設於主動層背對閘極絕緣層之一面，而生化物質感測層則係設於主動層背對閘極絕緣層之一面，並位於源/汲極之間。

[0007] 其中，生化物質感測層更包含了一第一生化物質感測子層以及一第二生化物質感測子層。第一生化物質感測子層係設於主動層背對閘極絕緣層之一面，並位於源/汲極之間；第二生化物質感測子層則係設於第一生化物質感測子層背對主動層之一面。

[0008] 其中，生化物質感測層之表面係被官能化而具有生化選擇性。

[0009] 其中，生化物質感測層之表面係具有至少一第一孔洞化結構，第一孔洞化結構係增加生化物質感測層之接觸面積。

[0010] 其中，主動層之表面係具有至少一第二孔洞化結構，第二孔洞化結構係增加主動層之接觸面積。

[0011] 其中，生化物質感測層係為3-己基噻吩（3-Hexylthiophene, P3HT）、鉛鈦花青（Lead

phthalocyanine, PbPC) 或銅鈦菁 (Copper phthalocyanine, CuPC)。

[0012] 根據本發明之目的，再提出一種生化學質感測器之製造方法，包含提供一基板，設置一閘極於基板之一面，設置一閘極絕緣層於閘極背對基板之一面，設置一主動層於閘極絕緣層背對閘極之一面，設置一源/汲極於主動層背對閘極絕緣層之一面，最後則設置一生化學質感測層設於主動層背對閘極絕緣層之一面，並位於源/汲極之間。

[0013] 其中，生化學質感測層更包含了一第一生化學質感測子層以及一第二生化學質感測子層，生化學質感測器之製造方法更包含設置第一生化學質感測子層於主動層背對閘極絕緣層之一面，並位於源/汲極之間；以及設置第二生化學質感測子層於第一生化學質感測子層背對主動層之一面。

[0014] 其中，生化學質感測器之製造方法更包含了官能化生化學質感測層之表面而使生化學質感測層具有生化選擇性。

[0015] 其中，生化學質感測器之製造方法更包含設置一第一孔洞化結構於生化學質感測層之表面。第一孔洞化結構係增加生化學質感測層之接觸面積。

[0016] 其中，生化學質感測器之製造方法更包含了設置一第二孔洞化結構於主動層之表面。第二孔洞化結構係增加主動層之接觸面積。

[0017] 其中，生生物質感測層係為3-己基噻吩（3-Hexylthiophene, P3HT）、鉛鈦花青（Lead phthalocyanine, PbPC）或銅鈦菁（Copper phthalocyanine, CuPC）。

[0018] 承上所述，依本發明之生生物質感測器及其製造方法，其可具有一或多個下述優點：

（1）此生生物質感測器及其製造方法可藉由在主動層上設置生生物質感測層，藉此可提高偵測各種不同種類的生生物質（如氨氣、一氧化氮、丙酮、DNA分子、蛋白質等）之便利性。

（2）此生生物質感測器及其製造方法可藉由官能化生生物質感測層，藉此可增加生生物質感測器的感測靈敏度以及感測物質選擇性。

#### 【實施方式】

[0019] 請參閱第1A圖，其係為本發明之生生物質感測器之第一實施例示意圖。如圖所示，本發明之生生物質感測器1，其包含一基板10、一閘極11、一閘極絕緣層12、一主動層13、一源/汲極14及一生生物質感測層15。其中，閘極11係設於基板10之一面，閘極絕緣層12係設於閘極11背對基板10之一面，主動層13係設於閘極絕緣層12背對閘極11之一面，源/汲極14係設於主動層13背對閘極絕緣層12之一面，而生生物質感測層15則係設於主動層13背對閘極絕緣層12之一面，並位於源/汲極14之間。

[0020] 在本實施例中，基板10係可為矽基板或玻璃基板，閘極11可為鋁、銅、金或多晶矽等，閘極絕緣層12可為氧化

矽或氮化矽，主動層13可為單晶矽、多晶矽或氧化銦鎵鋅（IGZO），而源/汲極14可為鋁、銅或金等金屬，生物物質感測層15則可為單層、多層、具微奈米結構、單分子層（小分子、大分子如DNA等），且生物物質感測層15之選用係依據待測物之物理化學特性而定。在一些較佳的實施例中，生物物質感測層15係可為（但不限於）3-己基噻吩（3-Hexylthiophene, P3HT）、鉛鈦花青（Lead phthalocyanine, PbPC）或銅鈦菁（Copper phthalocyanine, CuPC）等。本發明之生物物質感測器1係可感測固體（如懸浮態的微粒）、液體與氣體。

[0021] 請一併參閱第1B~1D圖，其係為本發明之生物物質感測器之第一實施例感氣體或液體之示意圖。如第1B圖之左方所示，在本實施例中，主動層13係採用氧化銦鎵鋅（IGZO），而生物物質感測層15則採用3-己基噻吩（3-Hexylthiophene, P3HT）。由於氮氣分子為帶有極性之分子（polar molecules），此分子藉由凡得瓦力（Van der Waals force）附著於生物物質感測層15（P3HT）的表面，而極性氮氣分子會捕捉P3HT中的載子（accepter-like deep trap states），影響P3HT載子的分布。同時，此效應也間接影響到下層主動層13（IGZO）之載子，使原本對氮氣無反應之IGZO電晶體可用於氮氣感測。另外，P3HT也可用於感測一氧化氮氣體。由於IGZO對一氧化氮為不可回復反應且和濃度無關，但加上P3HT之後反應為可回復並與濃度有關，如第1B圖右方所示。



[0022] 再如第1C圖所示，在本實施例中主動層13係採用氧化銦鎵鋅（IGZO），而生化物質感測層15則採用鉛鈦花青（Lead phthalocyanine, PbPC）。第1C圖係示意IGZO電晶體覆蓋PbPC在不同濃度一氧化氮中之閘極電壓對汲極電流的趨勢圖。藉由覆蓋PbPC相較於基本元件（standard device），本實施例可大幅提升對本發明之生化物質感測器1對一氧化氮之感測（off-current在通入50ppm 一氧化氮時有將近一個數量級的變化）。雖然本實施例在常溫之下具有不可回復之特性，然而當施以真空加熱處理後，則本實施例之見特性便能回復至原本的狀態，恢復後的元件仍保有一氧化氮的反應特性。

[0023] 再如第1D圖所示，在本實施例中主動層13係採用氧化銦鎵鋅（IGZO），而生化物質感測層15則採用銅鈦菁（Copper phthalocyanine, CuPC）。第1D圖係為IGZO電晶體覆蓋CuPC在不同濃度丙酮中之電流變化圖，由圖中可知當IGZO電晶體覆蓋CuPC後，可明顯的發現IGZO電晶體呈現可逆的丙酮反應；而未覆蓋者，則無明顯的電流變化。

[0024] 請參閱第2圖，其係為本發明之生化物質感測器之第二實施例示意圖。如圖所示，本實施例之生化物質感測器2，其包含一基板20、一閘極21、一閘極絕緣層22、一主動層23、一源/汲極24及一生化物質感測層25。其中，閘極21係設於基板20之一面，閘極絕緣層22係設於閘極21背對基板20之一面，主動層23係設於閘極絕緣層22背對閘極21之一面，源/汲極24係設於主動層23背對閘極絕緣層

22之一面，而生化物質感測層25則係設於主動層23背對閘極絕緣層22之一面，並位於源/汲極24之間。本實施例與第一實施例最大的差異即在於生化物質感測層25更包含了一第一生化物質感測子層250以及一第二生化物質感測子層251。第一生化物質感測子層250係設於主動層23背對閘極絕緣層22之一面，並位於源/汲極24之間；第二生化物質感測子層251則係設於第一生化物質感測子層250背對主動層23之一面。

[0025] 以本實施例的多層態樣實施的生化物質感測層25可以有效提升生化物質感測層25附著於主動層23上時，附著力不佳的問題。藉由多層的連接，實際用作感測生化物質的第二生化物質感測子層251可以有效的透過第一生化物質感測子層250附著在主動層23上。

[0026] 請參閱第3圖，其係為本發明之生化物質感測器之第三實施例示意圖。如圖所示，本實施例與第一實施例最大的不同處即在於，在兩個源/汲極34之側壁上設置有隔絕層340，使得當本實施例的生化物質感測器3在進行液體36的感測時，不會因為液體36而導通了兩個源/汲極34。

[0027] 請參閱第4及第5圖，其係為本發明之生化物質感測器之第四及第五實施例示意圖。如圖所示，此二實施例與第一實施例最大的不同在於，第四實施例係在生化物質感測層45上更刻畫多個第一孔洞化結構450，用以增加生化物質感測層45接觸待感測物的面積，進一步增進感測速率；另一方面，第五實施例則是將第二孔洞化結構530刻畫在主動層53上，接著再將生化物質感測層55覆蓋在具

有第二孔洞化結構530的主動層53上，達成與第四實施例一樣增進生化物質感測層55接觸待感測物的面積，進一步增進感測速率。

[0028] 請參閱第6A及6B圖，其係為本發明之生化物質感測器之第六實施例以及感測氣體示意圖。如第6A圖所示，本實施例係以溶液製成法將氧化鋅（ZnO）作為生化物質感測層65，接著將氯化血紅素650（Hemin）鍵結在ZnO上面，此即為表面官能化（functionalized）。由於ZnO表面具有氫氧基（OH），可和Hemin的酸基（COOH）鍵結，並在ZnO表面形成Hemin之單分子層，可用於一氧化氮66的感測，如第6B圖所示。

[0029] 在此必須先行敘明的是，在本發明所屬領域具有通常知識者應可藉由本發明的第六實施例瞭解，若欲在金屬氧化物電晶體主動層上加上一層具有選擇性的感測分子層（例如血紅素）時，假使單分子層無法直接附著於金屬樣化物上，則必須要在中間加入一層讓單分子層附著的物質（例如金屬層或氧化物層），使金屬氧化物薄膜電晶體具有感測的功能。而本發明所屬領域具有通常知識者對上面所敘述的技術為任何簡單置換或修改皆應包含在本發明之申請專利範圍內。

[0030] 請參閱第7圖，其係為生化物質感測器之感測陣列示意圖。如第7圖所示，本發明之生化物質感測器之感測陣列7係包含了多個生化物質感測器2、3及4，藉由本實施例所列示的實施態樣，本發明所屬領域具有通常知識者即可輕易的將不同種類的生化物質感測器整合在同一塊基板

上，達成多元感測以及增加感測選擇性的目的。

[0031] 儘管前述在說明本發明之生化學感測器的過程中，亦已同時說明本發明之生化學感測器之製造方法的概念，但為求清楚起見，以下仍另繪示流程圖詳細說明。請參閱第8圖，其係為本發明之生化學感測器之製造方法之流程圖。如圖所示，本發明之生化學感測器之製造方法係包含下列步驟：

(S80) 提供一基板；

(S81) 設置一閘極於該基板之一面；

(S82) 設置一閘極絕緣層於該閘極背對該基板之一面；

(S83) 設置一主動層於該閘極絕緣層背對該閘極之一面；

(S84) 設置一源/汲極於該主動層背對該閘極絕緣層之一面；以及

(S85) 設置一生化學感測層設於該主動層背對該閘極絕緣層之一面，並位於該源/汲極之間。

[0032] 其中，步驟(S85)中更包含了下列步驟(未繪示)：

(S850) 設置第一生化學感測子層於主動層背對閘極絕緣層之一面，並位於源/汲極之間；以及

(S851) 設置第二生化學感測子層於第一生化學感測子層背對主動層之一面。

[0033] 另外，生化學感測器之製造方法更包含了下列步驟(未繪示)：

(S860) 官能化生化學感測層之表面而使生化學感測層具有生化選擇性。

[0034] 此外，於步驟（S85）後更包含下列步驟（未繪示）：

（S861）設置一第一孔洞化結構於生化物質感測層之表面。第一孔洞化結構係增加生化物質感測層之接觸面積。

[0035] 步驟（S861）的另一個實施態樣也可以是在步驟（S83）後實施下列步驟（未繪示）：

（S830）設置一第二孔洞化結構於主動層之表面。第二孔洞化結構係增加主動層之接觸面積。

[0036] 其中，生化物質感測層之選用係依據待測物之物理化學特性而定，其較佳可為（但不限於）3-己基噻吩（3-Hexylthiophene, P3HT）、鉛鈦花青（Lead phthalocyanine, PbPC）或銅鈦菁（Copper phthalocyanine, CuPC）。

[0037] 本發明之生化物質感測器之製造方法的詳細說明以及實施方式已於前面敘述本發明之生化物質感測器時描述過了，在此為了簡略說明便不再贅述。

[0038] 綜上所述，本發明之生化物質感測器及其製造方法可藉由在主動層上設置生化物質感測層，而能在金屬氧化物電晶體上實施偵測各種不同種類的生化物質（如氨氣、一氧化氮、丙酮、DNA分子、蛋白質等）；另一方面，此生化物質感測器及其製造方法可藉由官能化生化物質感測層或整合多個生化物質感測器至單一基板上，增加生化物質感測器的感測靈敏度以及感測物質選擇性。以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本

發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

【圖式簡單說明】

- [0039] 第1A圖係為本發明之生化物質感測器之第一實施例示意圖；
- 第1B圖係為本發明之生化物質感測器之第一實施例感測氣體示意圖；
- 第1C圖係為本發明之生化物質感測器之第一實施例感測氣體示意圖；
- 第1D圖係為本發明之生化物質感測器之第一實施例感測液體示意圖；
- 第2圖係為本發明之生化物質感測器之第二實施例示意圖；
- 第3圖係為本發明之生化物質感測器之第三實施例示意圖；
- 第4圖係為本發明之生化物質感測器之第四實施例示意圖；
- 第5圖係為本發明之生化物質感測器之第五實施例示意圖；
- 第6A圖係為本發明之生化物質感測器之第六實施例示意圖；
- 第6B圖係為本發明之生化物質感測器之第六實施例感測氣體示意圖；
- 第7圖係為本發明之生化物質感測器之感測陣列示意圖；
- 以及
- 第8圖係為本發明之生化物質感測器之製造方法之流程圖

【主要元件符號說明】

- [0040] 1、2、3、4、5、6：生化學物感測器；  
10、20、30、40、50、60：基板；  
11、21、31、41、51、61：閘極；  
12、22、32、42、52、62：閘極絕緣層；  
13、23、33、43、53、63：主動層；  
14、24、34、44、54、64：源/汲極；  
340、540：隔絕層；  
15、25、35、45、55、65：生化學物感測層；  
250：第一生化學物感測子層；  
251：第二生化學物感測子層；  
36：液體；  
450：第一孔洞化結構；  
530：第二孔洞化結構；  
650：血紅素；  
66：一氧化氮；  
7：感測陣列；以及  
S80～S85：步驟。

## 七、申請專利範圍：

1. 一種生化物質感測器，其包含：
  - 一基板；
  - 一閘極，係設於該基板之一面；
  - 一閘極絕緣層，係設於該閘極背對該基板之一面；
  - 一主動層，係設於該閘極絕緣層背對該閘極之一面；
  - 一源/汲極，係設於該主動層背對該閘極絕緣層之一面；以及
  - 一生化物質感測層，係設於該主動層背對該閘極絕緣層之一面，並位於該源/汲極之間。
2. 如申請專利範圍第1項所述之生化物質感測器，其中該生化物質感測層更包含了：
  - 一第一生化物質感測子層，係設於該主動層背對該閘極絕緣層之一面，並位於該源/汲極之間；以及
  - 一第二生化物質感測子層，係設於該第一生化物質感測子層背對該主動層之一面。
3. 如申請專利範圍第1項所述之生化物質感測器，其中該生化物質感測層之表面係被官能化而具有生化選擇性。
4. 如申請專利範圍第1項所述之生化物質感測器，其中該生化物質感測層之表面係具有至少一第一孔洞化結構，該些第一孔洞化結構係增加該生化物質感測層之接觸面積。
5. 如申請專利範圍第1項所述之生化物質感測器，其中該主動層之表面係具有至少一第二孔洞化結構，該些第二孔洞化結構係增加該主動層之接觸面積。
6. 如申請專利範圍第1項所述之生化物質感測器，其中該生



化物質感測層係為3-己基噻吩（3-Hexylthiophene，P3HT）、鉛鈦花青（Lead phthalocyanine，PbPC）或銅鈦菁（Copper phthalocyanine，CuPC）。

- 7 . 一種生化學物質感測器之製造方法，包含下列步驟：
  - 提供一基板；
  - 設置一閘極於該基板之一面；
  - 設置一閘極絕緣層於該閘極背對該基板之一面；
  - 設置一主動層於該閘極絕緣層背對該閘極之一面；
  - 設置一源/汲極於該主動層背對該閘極絕緣層之一面；以及
  - 設置一生物物質感測層設於該主動層背對該閘極絕緣層之一面，並位於該源/汲極之間。
- 8 . 如申請專利範圍第7項所述之生化學物質感測器之製造方法，其中該生物物質感測層更包含了一第一生物物質感測子層以及一第二生物物質感測子層，該生物物質感測器之製造方法更包含了下列步驟：
  - 設置該第一生物物質感測子層於該主動層背對該閘極絕緣層之一面，並位於該源/汲極之間；以及
  - 設置該第二生物物質感測子層於該第一生物物質感測子層背對該主動層之一面。
- 9 . 如申請專利範圍第7項所述之生化學物質感測器之製造方法，其更包含了下列步驟：
  - 官能化該生物物質感測層之表面而使該生物物質感測層具有生化選擇性。
- 10 . 如申請專利範圍第7項所述之生化學物質感測器之製造方法，其更包含了下列步驟：

設置一第一孔洞化結構於該生化物質感測層之表面；

其中，該些第一孔洞化結構係增加該生化物質感測層之接觸面積。

- 11 . 如申請專利範圍第7項所述之生化物質感測器之製造方法，其更包含了下列步驟：

設置一第二孔洞化結構於該主動層之表面；

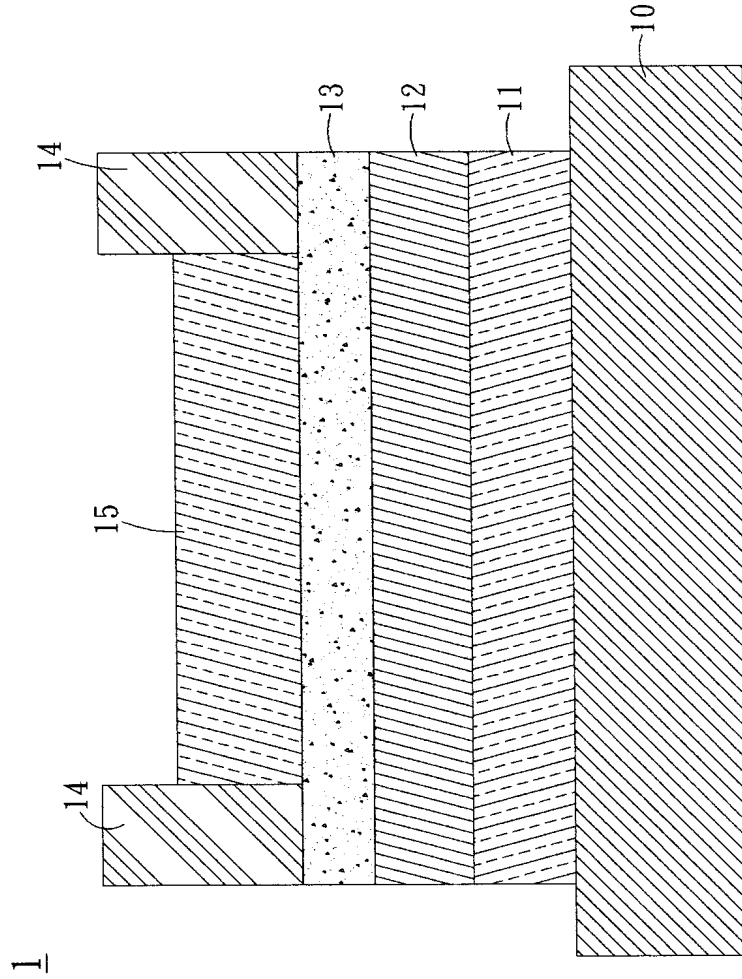
其中，該些第二孔洞化結構係增加該主動層之接觸面積。

- 12 . 如申請專利範圍第7項所述之生化物質感測器之製造方法，其中該生化物質感測層係為3-己基噻吩（

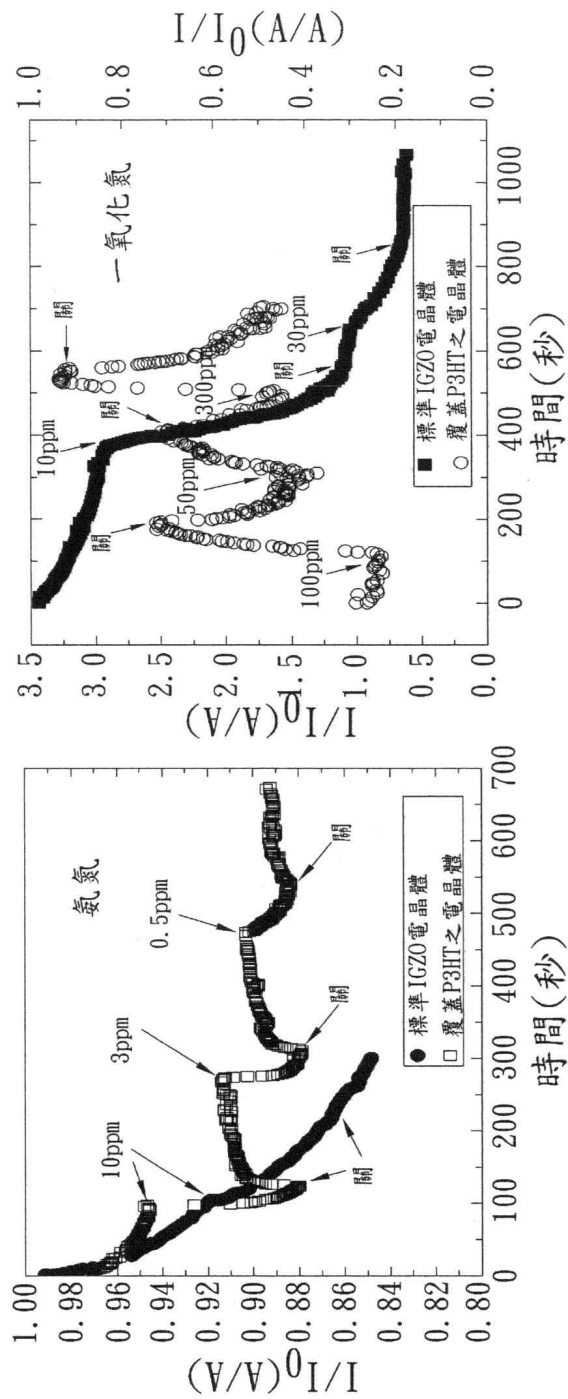
3-Hexylthiophene, P3HT）、鉛鈦花青（Lead phthalocyanine, PbPC）或銅鈦菁（Copper phthalocyanine, CuPC）。

Intellectual  
Property  
Office

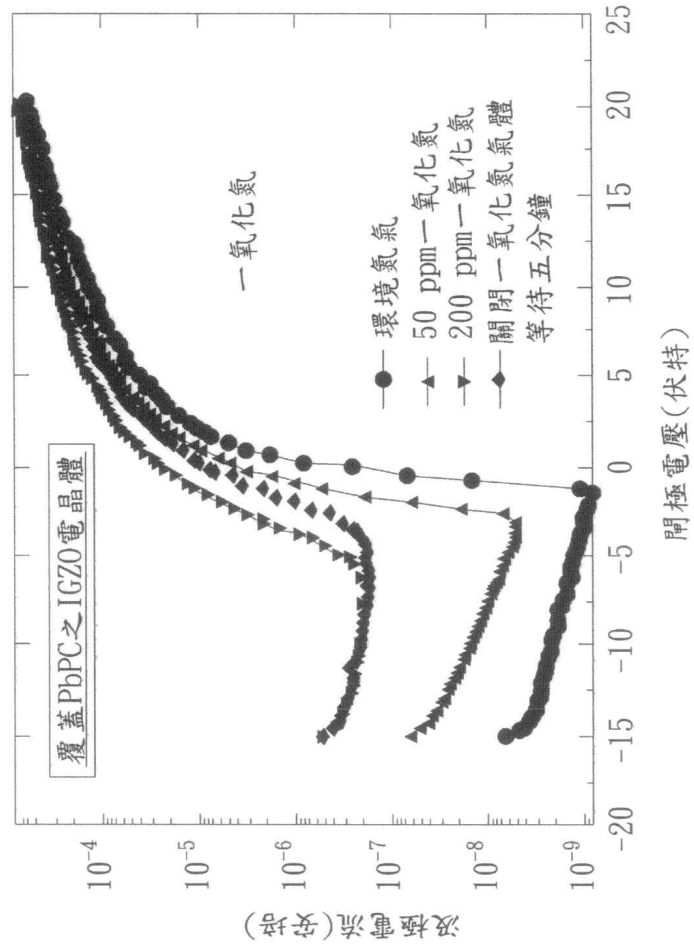
八、圖式：



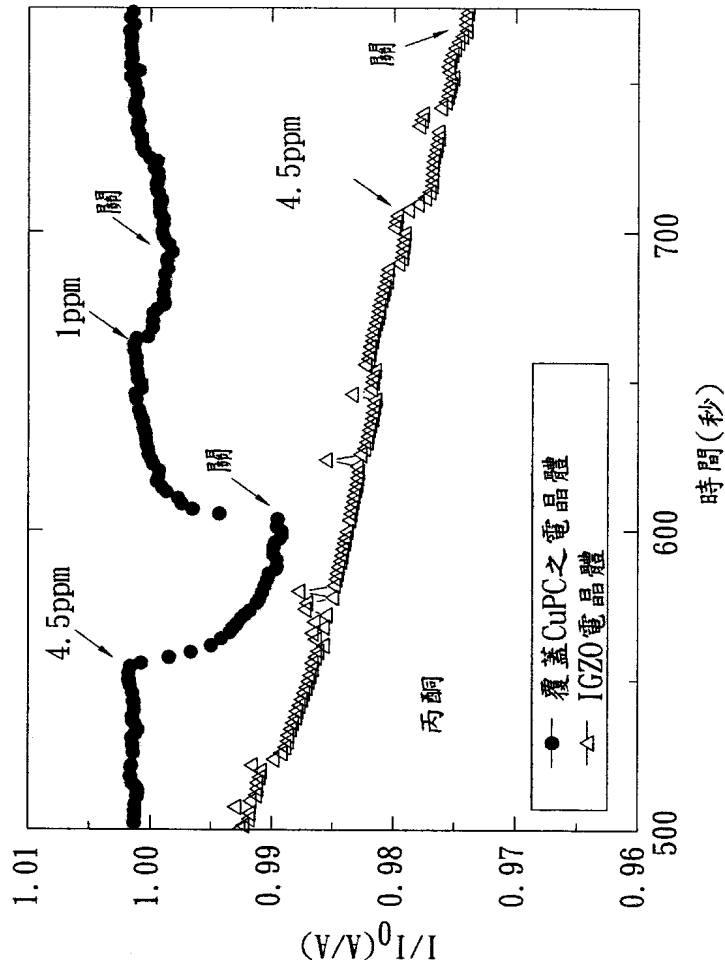
第1A圖



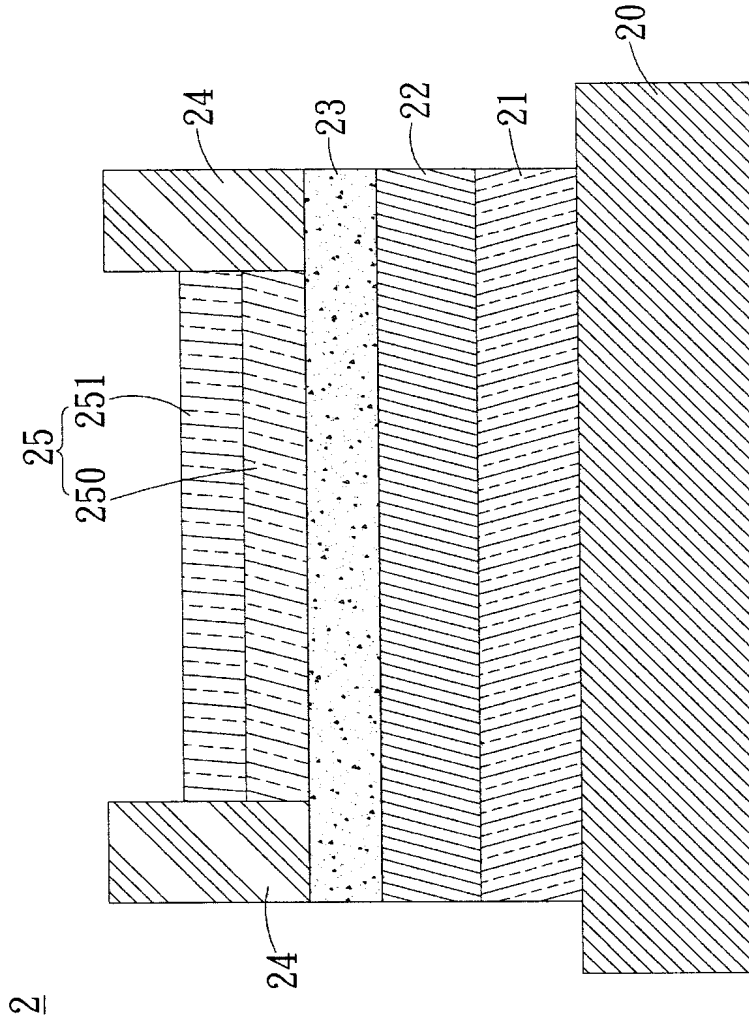
第1B圖



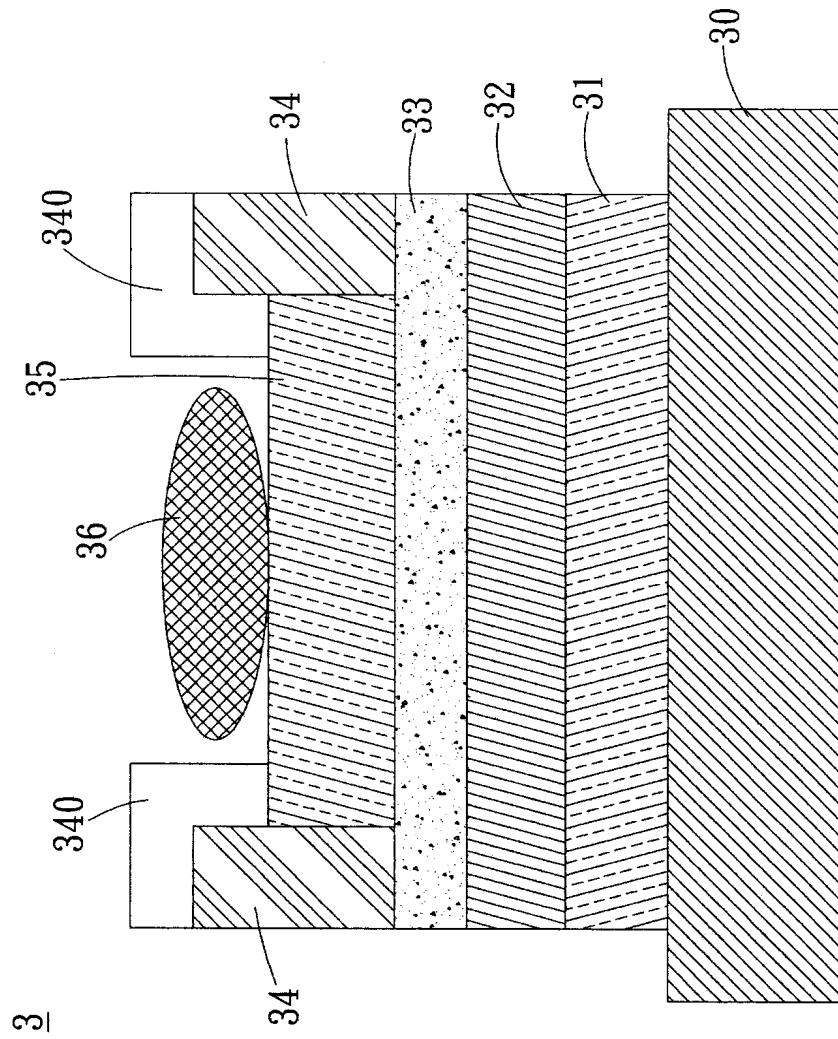
第1C圖



第1D圖

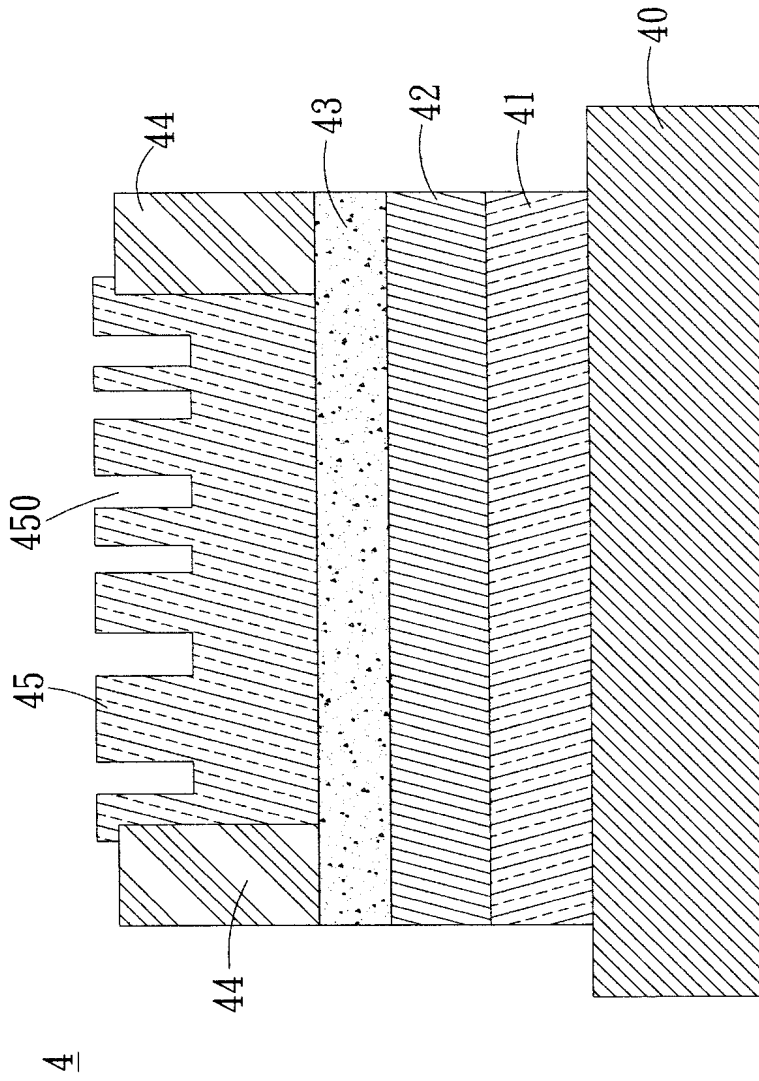


第 2 圖

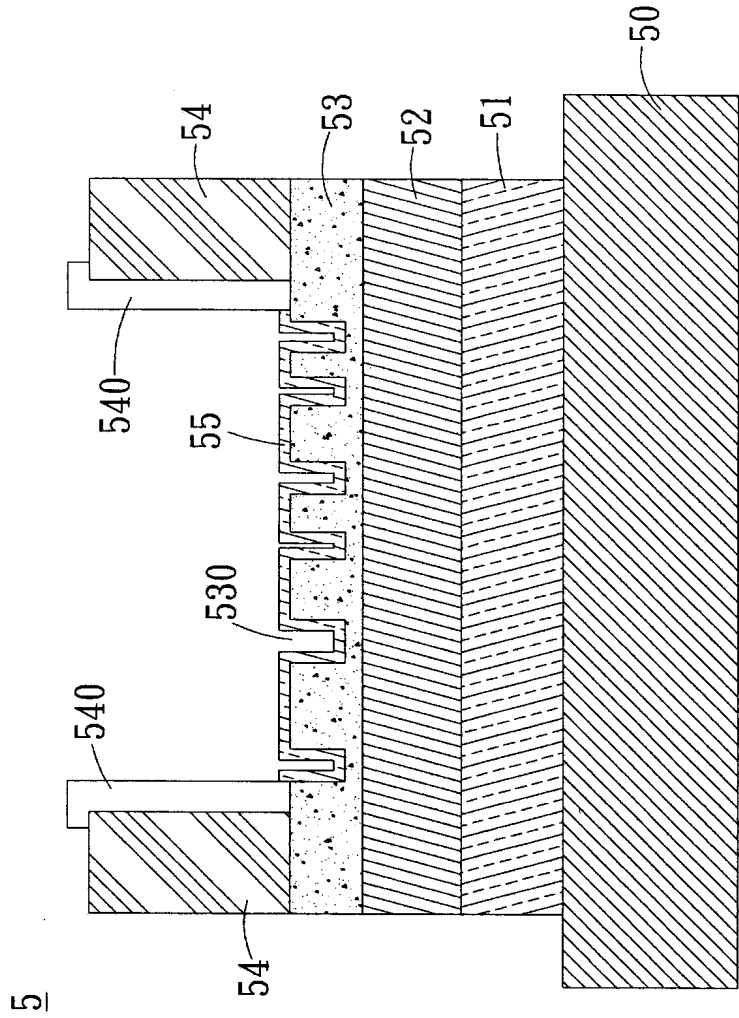


第3圖

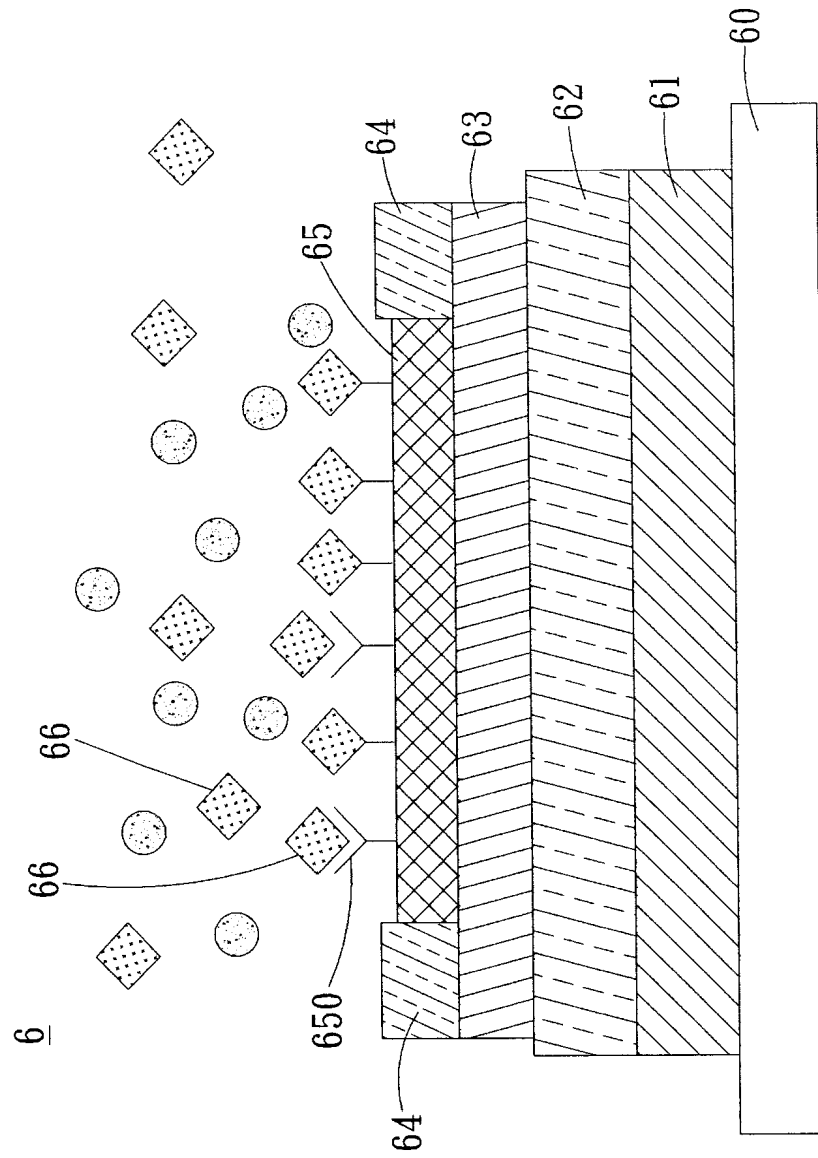




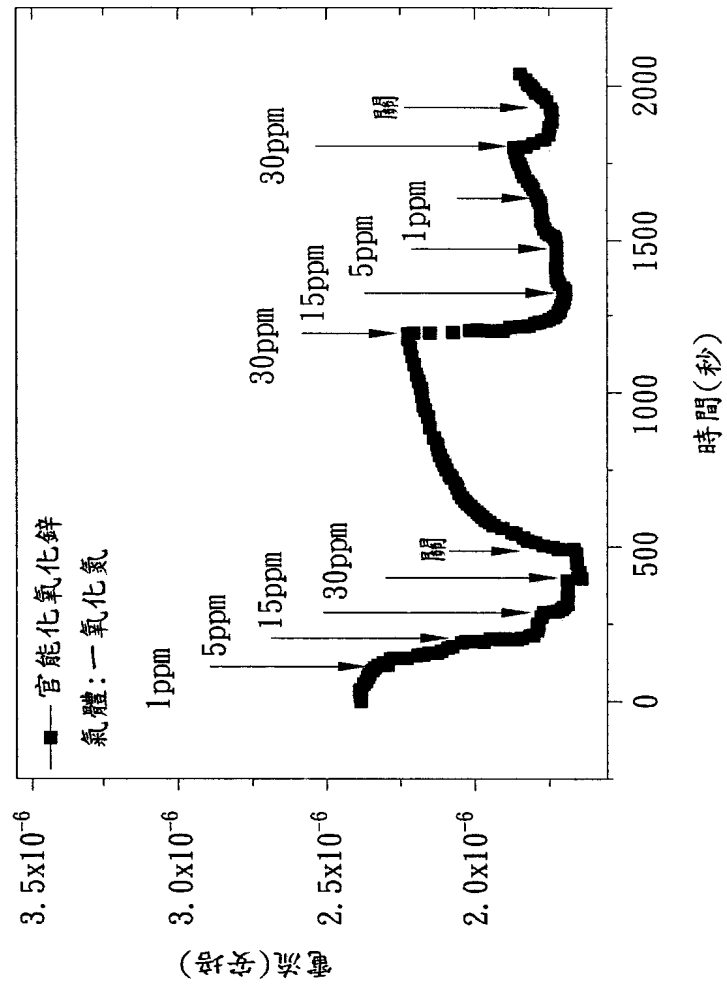
第 4 圖



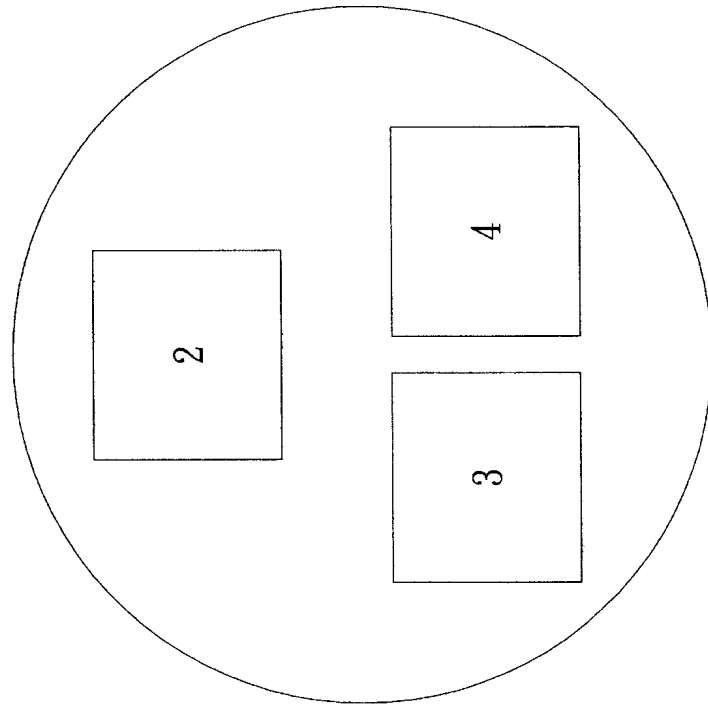
第5圖



第 6A 圖

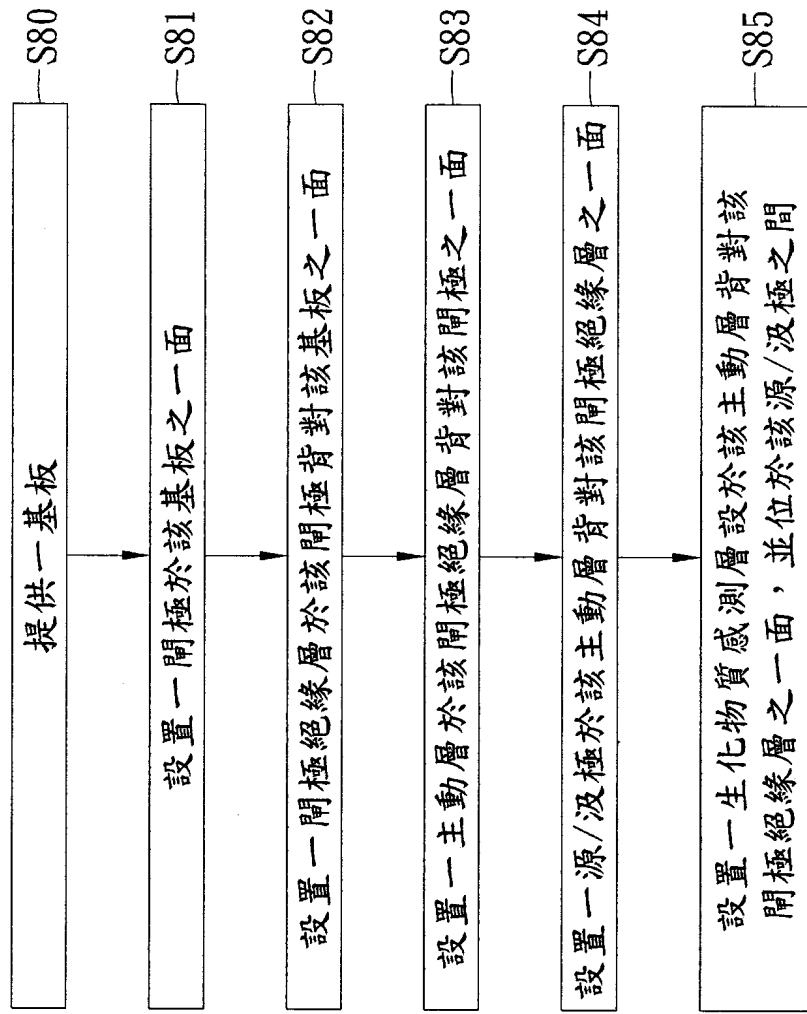


第6B圖



7

第7圖



第 8 圖