



(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 201616127 A

(43) 公開日：中華民國 105 (2016) 年 05 月 01 日

(21) 申請案號：103137865

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 31 日

(51) Int. Cl. : G01N27/12 (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

臺北榮民總醫院 (中華民國) TAIPEI VETERANS GENERAL HOSPITAL (TW)

臺北市北投區石牌路二段 201 號

(72) 發明人：冉曉雯 ZAN, HSIAO-WEN (TW)；孟心飛 MENG, HSIN-FEI (TW)；鄭宏志 CHENG, HENRICH (TW)；莊明諺 CHUANG, MING-YEN (TW)；林洪正 LIN, HUNG-CHENG (TW)；鍾龍江 CHUNG, LUNG-CHIANG (TW)；周家瑋 CHOU, CHIA-WEI (TW)

(74) 代理人：蔡朝安

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：24 項 圖式數：8 共 34 頁

(54) 名稱

多層垂直式感測器及其製造方法、以及應用多層垂直式感測器的感測系統、感測方法

VERTICAL SENSOR HAVING MULTIPLE LAYERS AND MANUFACTURING METHOD THEREOF, AND SENSING SYSTEM AND SENSING METHOD USING THE VERTICAL SENSOR HAVING MULTIPLE LAYERS

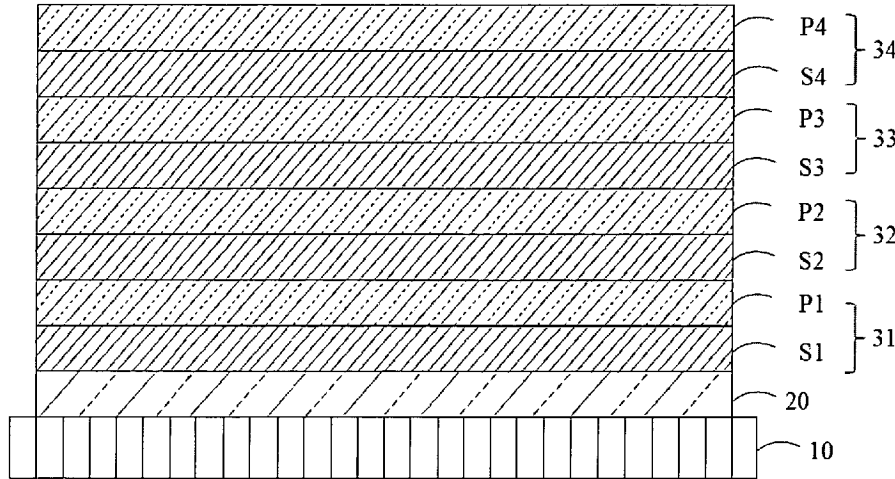
(57) 摘要

一種多層垂直式感測器包含一基板；一底部電極；以及複數個可穿透電極組結構。底部電極、可穿透電極組結構依序設置於基板上，每一可穿透電極組結構包含：感測層及可穿透電極層。可穿透電極層包含複數個孔洞用以供待測氣體穿入，且一部分可穿透電極層與感測層交疊，介於兩可穿透電極層之間的感測層包含一氣體可穿透結構。利用多層可穿透電極組結構，使待測氣體能夠在各感測層之間自由移動，並與感測層發生反應，並藉由量測反應產生的電性變化達到準確感測目的。上述感測器的製造方法、應用上述感測器的感測系統、感測方法亦於此處被提出。

A vertical sensor having multiple layers comprises: a substrate; a bottom electrode and a plurality of permeable electrode set structure, which are disposed on the bottom electrode sequentially, each of the plurality of permeable electrode set structure comprises a sensing layer and a permeable electrode. The permeable electrode has a plurality of holes for the penetration of the test gas, and part of the permeable electrode and the sensing layer are overlapped, and the sensing layer disposed between two permeable electrodes comprises a gas permeable structure. By using the vertical sensor having multiple layers, the test gas may move between each of the sensing layers free and react with the sensing layers, and the electrical change produced by the reaction may be measured accurately. The manufacturing method of the sensor, and sensing system and sensing method using the vertical sensor having multiple layers are also provided herein.

指定代表圖：

100



【圖1】

符號簡單說明：

10 . . . 基板

20 . . . 底部電極

31、32、33、

34 . . . 可穿透電極  
組結構

100 . . . 多層垂直式  
感測器

S1~S4 . . . 感測層

P1~P4 . . . 可穿透  
電極層



申請日:

IPC分類: G01N 21/12 (2006.01)

201616127

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 多層垂直式感測器及其製造方法、以及應用多層垂直式感測器的感測系統、感測方法

【英文發明名稱】 VERTICAL SENSOR HAVING MULTIPLE LAYERS AND MANUFACTURING METHOD THEREOF, AND SENSING SYSTEM AND SENSING METHOD USING THE VERTICAL SENSOR HAVING MULTIPLE LAYERS

## 【中文】

一種多層垂直式感測器包含一基板；一底部電極；以及複數個可穿透電極組結構。底部電極、可穿透電極組結構依序設置於基板上，每一可穿透電極組結構包含：感測層及可穿透電極層。可穿透電極層包含複數個孔洞用以供待測氣體穿入，且一部分可穿透電極層與感測層交疊，介於兩可穿透電極層之間的感測層包含一氣體可穿透結構。利用多層可穿透電極組結構，使待測氣體能夠在各感測層之間自由移動，並與感測層發生反應，並藉由量測反應產生的電性變化達到準確感測目的。上述感測器的製造方法、應用上述感測器的感測系統、感測方法亦於此處被提出。

## 【英文】

A vertical sensor having multiple layers comprises: a substrate; a bottom electrode and a plurality of permeable electrode set structure, which are disposed on the bottom electrode sequentially, each of the plurality of permeable electrode set structure

comprises a sensing layer and a permeable electrode. The permeable electrode has a plurality of holes for the penetration of the test gas, and part of the permeable electrode and the sensing layer are overlapped, and the sensing layer disposed between two permeable electrodes comprises a gas permeable structure. By using the vertical sensor having multiple layers, the test gas may move between each of the sensing layers free and react with the sensing layers, and the electrical change produced by the reaction may be measured accurately. The manufacturing method of the sensor, and sensing system and sensing method using the vertical sensor having multiple layers are also provided herein.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10 基板

20 底部電極

31、32、33、34 可穿透電極組結構

100 多層垂直式感測器

S1~S4 感測層

P1~P4 可穿透電極層

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 多層垂直式感測器及其製造方法、以及應用多層垂直式感測器的感測系統、感測方法

【英文發明名稱】 VERTICAL SENSOR HAVING MULTIPLE LAYERS AND MANUFACTURING METHOD THEREOF, AND SENSING SYSTEM AND SENSING METHOD USING THE VERTICAL SENSOR HAVING MULTIPLE LAYERS

### 【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種垂直式感測器技術，更特別的是，一種多層堆疊的垂直式感測器及其製造方法、以及應用多層垂直式感測器的感測系統、感測方法。

### 【先前技術】

【0002】 大部分的氣體並無特殊的顏色，一般人並無法以嗅覺分析出其中所包含的氣體種類及詳細的濃度資訊。因此，若在氣體中存在對人體有害的無味氣體，則可能會造成危害。因此，需要有精準的氣體感測器作為工具進行感測。隨著科技的演進，對於感測器的要求除了靈敏度及準確性之外，更需要能夠同時檢測多種待檢測物之多功能感測器以提供使用者更方便的操作流程及降低時間成本。

【0003】 目前常見的氣體感測器多為單層裝置，當要感測多種氣體時，則係利用水平陣列元件，亦即，將多種感測材料分別圖樣化於不同的陣列位置以達到同時偵測多種待測物的效果，然而，其需要較複雜的製程，可能造成製備成本的提高。

#### 【發明內容】

【0004】 本發明提供一種多層垂直式感測器及其製造方法、以及應用多層垂直式感測器的感測系統、感測方法，利用多層可穿透電極組結構，使待測氣體能夠在各感測層之間自由移動，並與感測層發生反應，並藉由量測反應產生的電性變化達到準確感測目的。

【0005】 本發明一實施例提供一種多層垂直式感測器，其包含基板；底部電極，其係設置於該基板上；以及複數個可穿透電極組結構，係依序設置於該底部電極上，其中每一複數個可穿透電極組結構包含：感測層，用以與待測氣體反應；及可穿透電極層，其包含複數個孔洞用以供待測氣體穿入，且至少一部分可穿透電極層與感測層彼此交疊。其中介於兩層可穿透電極層之間的感測層包含氣體可穿透結構。

【0006】 本發明之另一目地在於提供一種多層垂直式感測器之製造方法，其中多層垂直式感測器係用以感測至少一待測氣體，其步驟包含：提供基板，於基板上形成底部電極；於底部電極上形成可穿透電極組結構，其中可穿透電極組結構包含：感測層，用以與待測氣體反應；及可穿透電極層，其包含複數個孔洞用以供待測氣體穿入，且至少一部分可穿透電極層與感測層彼此交

疊；以及重複進行形成可穿透電極組結構之步驟，以形成堆疊的複數個可穿透電極組結構，其中介於兩層可穿透電極層之間的感測層包含氣體可穿透結構。

【0007】 本發明之再一目的係提供一種感測方法，包含：施加偏壓至上述之多層垂直式感測器，以使複數個可穿透電極組結構中之複數個電極層與底部電極之間產生電流；將待測物與多層垂直式感測器接觸；以及偵測複數個可穿透電極組結構中之複數個感測層之電性變化。

【0008】 本發明之又一目的係提供一種感測系統，包含：上述之多層垂直式感測器；電壓供應裝置，其係電性連接至該多層垂直式感測器之底部電極與複數個可穿透電極組結構中之複數個電極層，用以提供偏壓至多層垂直式感測器；以及電性檢查裝置，其係電性連接至多層垂直式感測器以測定電性變化。

【0009】 以下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

#### 【圖式簡單說明】

【0010】 圖1為根據本發明實施例之多層垂直式感測器之剖面圖。

圖2為根據本發明實施例之製造多層垂直式感測器之流程圖。

圖3A至圖3B為根據本發明實施例形成感測層之示意圖。

圖4A至圖4C為根據本發明另一實施例形成感測層之示意圖。

圖5A至圖5E為根據本發明再一實施例形成感測層之示意圖。

圖6A至圖6F為根據本發明又一實施例形成感測層之示意圖。

圖7A至圖7I為根據本發明一實施例形成多層垂直式感測器之示意圖。

圖8為根據本發明一實施例之感測系統之示意圖。

### 【實施方式】

【0011】 本發明將藉由下述之較佳實施例及其配合之圖式，做進一步之詳細說明。需注意的是，以下各實施例所揭示之實驗數據，係為便於解釋本案技術特徵，並非用以限制其可實施之態樣。

【0012】 應該瞭解的是，當本文中表示一元件或層位於另一元件或層「之上」或是「被設置於」另一元件或層時，其可能係直接位於另一元件或層之上或是直接被設置於另一元件或層，或者亦可能存在中間元件或層。相反地，當本文中表示一元件「直接位於」另一元件「之上」或是「直接被設置於」另一元件或層時，則不會存在任何的中間元件或層。全文中，所使用的「及/或」一詞包含該等相關所列項目中一或多者的任何及所有組合。

【0013】 應該瞭解的係，雖然本文可能會使用第一、第二、第三、...等詞語來說明各個元件、組件、區域、層、及/或圖樣，然而，該些元件、組件、區域、層、及/或圖樣不應該受限於該些詞語。該些詞語僅係用來區分一元件、組件、區域、層、及/或圖樣以及另一元件、區域、層、及/或圖樣。因此，下文所討論的第一元件、組件、區域、層、及/或圖樣亦可被稱為第二元件、組件、區域、層、及/或圖樣，其並不會脫離本發明實施例的教示內容。

【0014】 為方便說明起見，本文中可能會使用空間上相對的詞語，例如「底下」、「之下」、「下方」、「之上」、「上方」、以及類似詞語來說明圖中所示的其中一元件或特徵相對於另一元件或特徵其它多個元件或特徵圖樣的關係。應該瞭解的係，除了圖中所示的方位之外，該等空間上相對的詞語亦希望



涵蓋使用中或操作中裝置的不同方位。舉例來說，倘若翻轉圖中的裝置的話，那麼，被描述成位於其它元件或特徵「之下」或「底下」的元件便會被定向在該等其它元件或特徵「之上」。因此，示範性詞語「之下」便可能涵蓋之下與之上兩種方位。除此之外，該裝置亦可能有其它配向(旋轉90度或是其它配向)以及具以解釋之本文中所使用的空間上相對的描述符號。

【0015】 本發明一實施例之一種多層垂直式感測器，其包含基板、底部電極以及複數個可穿透電極組結構。其中底部電極設置於基板上；可穿透電極組結構係依序設置於底部電極上，其中每一複數個可穿透電極組結構包含：感測層及可穿透電極層，感測層用以與待測氣體反應。可穿透電極層包含複數個孔洞用以供待測氣體穿入，其中至少一部份可穿透電極層與感測層交疊，且介於兩層可穿透電極層之間的感測層包含氣體可穿透結構。請參閱圖1，其係為本發明一實施例之多層堆疊垂直式感測器100，包含依序堆疊之基板10、底部電極20、及複數個可穿透電極組結構。圖1係例示性地繪示第一可穿透電極組結構31、第二可穿透電極組結構32、第三可穿透電極組結構33、以及第四可穿透電極組結構34，其分別地包含第一感測層S1、第一可穿透電極層P1、第二感測層S2、第二可穿透電極層P2、第三感測層S3、第三可穿透電極層P3、第四感測層S4、以及第四可穿透電極層P4。然而，本發明之可穿透電極組結構的數目並不限於此，其可包含n個可穿透電極組結構，其中包含n個感測層及n個可穿透電極層，且n可為任意正整數。

【0016】 在一實施例中，可藉由分別地單獨測量第一可穿透電極組結構31、第二可穿透電極組結構32、第三可穿透電極組結構33、或第四可穿透電極組結構34之可穿透電極與底部電極20之間的電訊號而感測待測物。在本發明之

另一實施例中，可分別量測不同可穿透電極組結構之可穿透電極之間的電性變化而獲取待測物之感測訊號。舉例而言，可量測第一可穿透電極組結構31之第一可穿透電極P1與第四可穿透電極組結構34之第四可穿透電極P4之間的電性變化。據此，藉由堆疊包含感測層及電極層的複數個可穿透電極組結構，可依需求量測不同電極之間的電性變化，因而可同時感測複數個待測物，並增加感測的靈敏度。於一實施例中，感測層之氣體可穿透結構包含感測材料或由感測材料所構成；亦或者，由介電層以及覆蓋於介電層上之感測材料所構成。其中感測材料包含但不限於接觸氣體後，會產生電性變化之有機材料或無機材料，或由有機材料或無機材料混摻之複合材料，其可為多種有機材料混摻、多種無機材料混摻或有機材料與無機材料混摻之複合材料。舉例而言，無機材料可包含矽、碳、氧化鋅(ZnO)、氧化鎢(WO<sub>3</sub>)、二氧化鈦(TiO<sub>2</sub>)、氧化銮鎵(IGZO)等，可以用於液態sol-gel製程或奈米顆粒製程的無機材料。有機材料可包含導電高分子以及有機半導體材料，或其他電特性可作為電子或電洞傳輸之有機材料，例如，聚噻吩類(Polythiophene)如聚(3-己烷基噻吩)(P3HT)、聚(3-辛烷基噻吩)(P3OT)、聚噻吩衍生物(PQT-12)等、富勒烯類如富勒烯衍生物(PCBM)等、酞菁類環化合物如銅酞菁(CuPC)等、多環芳香烴類如並五苯(Pentacene)等、TCNQ(Tetracyanoquinodimethane)類如四氰基四氟苯醌二甲烷(F4TCNQ)等、二胺類如4,4'-雙(N-(1-萘基)-N-苯基胺基)聯苯(NPB)等，苯胺類如1,1-雙[(二-4-甲苯基胺基)苯基]環己烷(TAPC)等。

【0017】 而可穿透電極層包含導電材料或由導電材料所構成，其中導電材料包含但不限於金屬、金屬化合物、透明氧化物電極、奈米金屬線、奈米碳管、石墨烯及其氧化物、或前述材料混摻之複合材料。於一實施例中，感測層

之氣體可穿透結構可包含一柱狀結構或一多孔狀結構，以供氣體流入。其餘實施例之細部結構與製作方式於下列說明。

【0018】 請參閱圖2，根據本發明實施例之製備多層垂直式感測器之方法包含：提供其上設置有底部電極之基板(步驟S11)。接著，於底部電極上形成可穿透電極組結構(步驟S13)，其中，形成可穿透電極組結構可包含形成感測層及可穿透電極層，且其形成步驟將於後文中詳細地描述。

【0019】 根據本發明之一實施例，形成感測層之步驟可包含在底部電極20上塗佈一層晶種層301，如圖3A所示，接著將其浸泡於硝酸鋅與六亞甲基四胺(HMT)均勻混合之水溶液中，持續增溫一段時間，使奈米尺度之柱狀氧化鋅302成長於晶種層301上而形成氣體可穿透之結構。或者，可使用旋轉塗佈法、熱蒸鍍法、浸塗法等方式，將氣體感測材料塗佈於柱狀氧化鋅302上，以形成氣體可穿透式的感測層，如圖3B所示。

【0020】 根據本發明之另一實施例，參閱圖4A，形成感測層之步驟可包含利用旋轉塗佈的方式將有機奈米顆粒303塗佈於底部電極20上，形成多球狀層疊，堆疊的有機奈米顆粒之間具有一間隙。於一實施例中，有機奈米顆粒303可為聚苯乙烯球。接著參閱圖4B，將膠體前驅物304形成於有機奈米顆粒303上，使膠體前驅物304滲入有機奈米顆粒303之間間隙中。而後，移除有機奈米顆粒303，以形成一多孔狀結構305，於本實施例中，係利用高溫加熱的方式燒毀有機奈米顆粒303，如圖4C所示。最後，將感測材料以旋轉塗佈、浸塗法等方式塗佈於多孔狀結構305上，即可形成氣體可穿透式感測層。

【0021】 根據本發明之又一實施例，形成可穿透電極層的方法包含：形成圖案化遮罩結構於感測層上，以暴露出部分感測層；以圖案化遮罩結構為遮罩

形成一圖案化電極層於暴露出的部分感測層上；以及移除圖案化遮罩結構，以形成具有複數個孔洞的可穿透電極層以暴露出部分感測層。其中，形成圖案化遮罩結構的步驟可包含：設置複數個有機奈米顆粒於感測層上，其中複數個有機奈米顆粒之間具有一間隙以暴露出部分的感測層。在一實施例中，感測層可為介電層。請參閱圖5A~圖5E，形成感測層之步驟可包含先塗佈絕緣層306於底部電極20上；接著，塗佈有機奈米顆粒303於絕緣層306上，並利用熱蒸鍍法鍍上電極307。而後，利用膠帶撕除有機奈米顆粒303及其所形成於其上之電極後，可形成孔洞H1以暴露部分的絕緣層306，亦即，形成具有孔洞的電極307。接著，利用具有孔洞的電極307作為遮罩進行電漿蝕刻，以使絕緣層306及底部電極20產生柱狀的結構。最後，將感測材料以旋轉塗佈、浸塗法等方式塗佈於柱狀結構表面上，即可形成氣體可穿透式感測層。

【0022】 根據本發明之再一實施例，形成可穿透電極層之方法可包含，形成介電層於底部電極或可穿透電極層上；形成電極層於介電層上；設置抗反射光阻塗佈層於電極層上；於抗反射光阻塗佈層上形成一圖案化遮罩結構，以暴露出部分的電極層；以及移除暴露出的部分電極層，以形成具有複數個孔洞的可穿透電極層。請參閱圖6A~圖6F，其係為形成可穿透式感測層的另一態樣。其中，如圖6A所示，可先塗佈絕緣層306於底部電極20上，接著熱蒸鍍電極307於絕緣層306上、再將抗反射光阻塗佈層309塗佈於電極307上。而後，利用印壓法使用柱狀模具(圖未示)將抗反射光阻塗佈層309形成孔洞H2而暴露出電極307，如圖6B所示。接著，以具有孔洞H2之抗反射光阻塗佈層309作為圖案化遮罩對下方材料進行蝕刻而形成柱狀結構，其中，可使用濕式蝕刻將暴露出的電極307進行蝕刻，接著可使用電漿蝕刻法將絕緣層蝕刻並去除殘留的抗反射光阻塗佈層

309，以獲得如圖6C所示之柱狀結構。於此，形成柱狀結構的步驟並不限於此，在本發明之另一實施例中，可在依序塗佈絕緣層30及抗反射光阻塗佈層309後，直接先以柱狀模具印壓出孔洞，再蒸鍍電極307於孔洞結構上，而後將凸出的電極以膠帶撕除，因此可於底部保留網狀的電極。最後，再利用電漿蝕刻法將殘餘的抗反射光阻塗佈層309與裸露的絕緣層30移除以獲得柱狀結構。

【0023】 最後，將感測材料310以旋轉塗佈、浸塗法等方式塗佈於上述柱狀結構表面上，即可形成可穿透式感測層。其中，感測材料310可以僅包覆柱狀結構表面的方式而形成，如圖6D所示；感測材料310亦可以僅填滿結構孔洞的方式而形成，如圖6E所示；或者，感測材料310也可被填滿並覆蓋整個柱狀結構表面，如圖6F所示；然本發明並不以此為限，感測材料可以任意形式而形成於上述柱狀結構上。

【0024】 參閱回圖2，可重複進行形成可穿透電極組結構之步驟以獲得多層垂直感測器(步驟S15)。其中，形成可穿透電極層的方法可包含：形成介電層於底部電極或可穿透電極層上；形成圖案化電極層於介電層上；移除暴露出的部分介電層，以形成柱狀結構；以及形成感測材料於柱狀結構的表面上。在一實施例中，形成圖案化電極層的方法可包含：設置複數個有機奈米顆粒於介電層上，其中複數個有機奈米顆粒之間具有間隙以暴露出部分介電層；以及以複數個有機奈米顆粒為遮罩，形成圖案化電極層。在另一實施例中，形成圖案化電極層的方法可包含：形成電極層於介電層上；設置抗反射光阻塗佈層於電極層上；於抗反射光阻塗佈層上形成圖案化遮罩結構，暴露出部分電極層；以及移除暴露出的部分電極層，形成圖案化電極層。

【0025】 承上，根據本發明之一實施例，並參閱圖7A~圖7I說明形成多層垂直式感測器之方法。參閱圖7A至圖7C，提供基板10，其上設置有底部電極20，

於底部電極20上塗佈第一感測材料以形成第一感測層401。接著以相同於圖5B至圖5D之方法，將有機奈米顆粒402塗佈於第一感測層401上，並利用熱蒸鍍法鍍上可穿透電極層403。而後，利用膠帶撕除有機奈米顆粒402及形成於其上之電極後，可形成孔洞H3以暴露部分的第一感測層401，亦即，形成具有孔洞結構的可穿透電極層403。其中，可穿透電極層403可包含導電材料或由導電材料所構成，且導電材料包含選自金屬、金屬化合物、透明氧化物電極、奈米金屬線、奈米碳管、石墨烯及其氧化物、或前述材料混摻之複合材料所組成之群組之其中之一。

【0026】 接著，以相同於圖6A至圖6F之方法，可先塗佈絕緣層405於可穿透電極層403上，接著熱蒸鍍電極406於絕緣層405上，再將抗反射光阻塗佈層407塗佈於電極406上，如圖7D所示。而後，利用印壓法使用柱狀模具(圖未示)將抗反射光阻塗佈層407形成孔洞H4而暴露出電極406，如圖7E所示。接著，以具有孔洞H4之抗反射光阻塗佈層407作為遮罩進行蝕刻而形成柱狀結構，如圖7F所示。最後，將第二感測材料以旋轉塗佈、浸塗法等方式塗佈於柱狀結構表面上，即可形成第二感測層408，如圖7G所示。

【0027】 其中，形成第二感測材料之方式可如圖6D~圖6F所示，其可以形成為僅包覆柱狀結構之表面、或形成為填滿結構之孔洞、或填滿並覆蓋整個柱狀結構之表面的任一種方式而形成。需注意的是，第一感測材料與第二感測材料可相同或不同，當第一感測材料與第二感測材料不同時，可分別感測不同的待測物，然而，當第一感測材料與第二感測材料相同時，可增加反應接觸面積，進而放大反應而提高感測器之靈敏度。

【0028】 另外，可穿透電極組結構中的感測層與可穿透電極可依需求而以各種形式而設置，舉例而言，在第一可穿透電極組結構310中，第一感測層401係形成以設置於可穿透電極層403之下；然而，在第二可穿透電極組結構320中，第二感測層408係形成以圍繞電極層406的方式而設置。也就是說，本發明並不限定感測層與電極層的形狀與配置，只要至少一部分可穿透電極層與感測層係彼此交疊使感測層可流通電極之間的電流即可，因此本發明之感測層與電極層的設置可包括各種不同的態樣。

● 【0029】 在圖7G中，僅例示性地繪示兩層可穿透電極組結構，亦即，第一可穿透電極組結構310以及第二可穿透電極組結構320，然而，本發明並不以此為限制，其可包含n層可穿透電極組結構。舉例而言，如圖7H所示，可使用熱蒸鍍的方式將第三感測材料409蒸鍍於第二可穿透電極組結構320上，其中，亦可包含利用蝕刻等方式將柱狀結構頂部表面上之第二感測層408移除之步驟。接著如圖7I所示，利用滴鍍的方式於第三感測材料409上形成金屬奈米線(例如銀奈米線)以形成可穿透電極410，因此形成第三可穿透電極組結構330。

● 【0030】 藉由上述方法，可重複地形成感測層及電極層，藉以形成多層堆疊之垂直式感測器。需注意的是，本發明僅係以圖5B至圖5D及圖6A至圖6C之方法做為例示性的說明，但其並不意欲限制本發明，可使用選自上述任一實施例之其中之一或其組合之方法以形成多個感測層及電極層。

【0031】 根據本發明之一實施例，參閱圖8，提供一種感測系統1000，其包含如上述方法所製備之多層垂直式感測器200，其中，多層垂直式感測器200為方便說明，係例示性地繪示為包含依序堆疊於基板10上之底部電極20、第一感測層501、第一可穿透電極層502、第二感測層601以及第二可穿透電極層602，

然而，本發明並不限於此，其可依需求包含 $n$ 個感測層及 $n$ 個電極層。感測系統1000可更包含電壓供應裝置300及電性檢查裝置400，其中，電壓供應裝置300係電性連接至多層垂直式感測器200之底部電極20、第一可穿透電極層502、及第二可穿透電極層602，以分別地提供偏壓至多層垂直式感測器200。而電性檢查裝置400係電性連接至多層垂直式感測器200之以測定各感測層之電性變化。

**【0032】** 當多種氣體同時接觸各感測層後，各待測物會與相對應之感測層上之感測材料產生反應，因而使感測層產生電流變化，藉由電性檢查裝置400的測定電性變化，可達到同時感測多種待測物之目的。其中，可藉由分別量測單一可穿透電極組結構與底部電極之間的電訊號而感測待測物，或者，可藉由分別量測不同的可穿透電極組結構之可穿透電極之間的電性變化而獲取待測物的感測訊號。在本發明之另一實施例中，當各感測層之感測材料相同時，係可增加反應接觸面積，因而達到放大反應以提高靈敏度之效果。

**【0033】** 綜合上述，本發明之多層垂直式感測器及其製造方法、以及應用多層垂直式感測器的感測系統、感測方法，利用多層可穿透電極組結構，使各待測氣體能夠在各感測層之間自由移動，並與感測層發生反應，並藉由量測反應產生的電性變化達到準確感測目的。此外，製作可穿透電極組結構的方式彈性，多種感測層、可穿透電極層之製造方式可供使用者可自行搭配混合使用，可提供製程多樣的選擇性。且相較於水平陣列元件，運用在多種氣體感測時，須利用較複雜之製程，使多種感測材料分別圖形化於不同陣列位置。本發明案垂直堆疊之製程方式，將有效簡化製成方式進而降低製程成本。此外，本案使用複數感測層，故複數種類之待測分子進入各感測層後，可根據與待測分子相應之各感測層讀取電訊號，達到同時觀測之目的。再者，當針對特定待測分子



時，可藉由重複堆疊與待測分子對應之感測層，增加反應接觸面積，進而放大反應以提高靈敏度。更者，當針對特定待測分子時，可藉由選定皆會與待測分子反應之不同材料，作為感測層。並根據各反應層建立待測分子之資料庫，藉由交叉比對或是指紋圖比對等方式，有效增進感測之精確性，同時排除環境分子對感測影響。

【0034】 以上所述之實施例僅是為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

#### 【符號說明】

##### 【0035】

10 基板

20 底部電極

31、32、33、34、310、320、330 可穿透電極組結構

100、200 多層垂直式感測器

300 電壓供應裝置

301 晶種層

302 柱狀氧化鋅

303、402 有機奈米顆粒

304 膠體前驅物

305 多孔狀結構

306、405 絕緣層

307、403、406、410 電極

309、407 抗反射光阻塗佈層

310 感測材料

400 電性檢查裝置

H1、H2、H3、H4 孔洞

S1~S4、401、408、409、501、601 感測層

P1~P4、502、602 可穿透電極層

S11~S15 步驟

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】一種多層垂直式感測器，用以感測至少一待測氣體，其包含：

一基板；

一底部電極，其係設置於該基板上；以及

複數個可穿透電極組結構，係依序設置於該底部電極上，其中每一該複數個可穿透電極組結構包含：

一感測層，用以與該待測氣體反應；及

一可穿透電極層，其包含複數個孔洞用以供該待測氣體穿入，

且至少一部分該可穿透電極層與該感測層彼此交疊；

其中介於兩該可穿透電極層之間的該感測層包含一氣體可穿透結構。

【第2項】如請求項1之多層垂直式感測器，其中該感測層之該氣體可穿透結構包含一感測材料或由該感測材料所構成。

【第3項】如請求項2之多層垂直式感測器，其中該感測材料包含接觸該待測氣體後，會產生電性變化之有機材料或無機材料，或由該有機材料或該無機材料中至少其中之一混摻之複合材料。

【第4項】如請求項3之多層垂直式感測器，其中該無機材料包含矽、碳、氧化鋅(ZnO)、氧化鎢(WO<sub>3</sub>)、二氧化鈦(TiO<sub>2</sub>)、氧化銦銻(IGZO)。

【第5項】如請求項3之多層垂直式感測器，其中該有機材料包含導電高分子、有機半導體材料，或其他電特性可作為電子或電洞傳輸之有機材料。

【第6項】如請求項5之多層垂直式感測器，其中該有機材料包含聚噻吩類 (Polythiophene)、富勒烯類、酞菁類環化合物、多環芳香烴類、TCNQ(Tetracyanoquinodimethane)類、二胺類或苯胺類。

【第7項】如請求項2之多層垂直式感測器，其中該感測層之該氣體可穿透結構由一介電層以及覆蓋於該介電層上之該感測材料所構成。

【第8項】如請求項1之多層垂直式感測器，其中該感測層之該氣體可穿透結構包含一柱狀結構或一多孔狀結構。

【第9項】如請求項1之多層垂直式感測器，其中該可穿透電極層包含一導電材料或由該導電材料所構成。

【第10項】如請求項9之多層垂直式感測器，其中該導電材料包含選自金屬、金屬化合物、透明氧化物、奈米金屬線、奈米碳管、石墨烯及其氧化物、或其複合材料所組成之群組之其中之一。

【第11項】一種多層垂直式感測器之製造方法，其中該多層垂直式感測器係用以感測至少一待測氣體，其步驟包含：

提供一基板，於該基板上形成一底部電極；

於該底部電極上形成一可穿透電極組結構，其中該可穿透電極組結構包含：

一感測層，用以與該待測氣體反應；及

一可穿透電極層，其包含複數個孔洞用以供該待測氣體穿入，

其中至少一部分該可穿透電極層與該感測層彼此交疊；以及

重複進行形成該可穿透電極組結構之步驟，形成堆疊的複數該可穿透電極組結構，其中介於兩該可穿透電極層之間的該感測層包含一氣體可穿透結構。

【第12項】如請求項11之多層垂直式感測器之製造方法，其中形成該感測層之該氣體可穿透結構的方法包含：於該底部電極或該可穿透電極層上形成一晶種層；以及於該晶種層上形成隨機不規則的一柱狀結構。

【第13項】如請求項12之多層垂直式感測器之製造方法，其中該柱狀結構由一感測材料所構成。

【第14項】如請求項12之多層垂直式感測器之製造方法，更包含塗佈一感測材料於該柱狀結構之表面上。

【第15項】如請求項11之多層垂直式感測器之製造方法，其中形成該感測層之該氣體可穿透結構的方法包含：

於該底部電極或該可穿透電極層上設置堆疊的複數個有機奈米顆粒，堆疊的該複數個有機奈米顆粒之間具有一間隙；

塗佈一膠體於該複數個奈米顆粒上，使該膠體滲入該間隙之間；

移除該複數個有機奈米顆粒，以形成一多孔狀結構；以及

形成一感測材料於該多孔狀結構的表面上。

【第16項】如請求項11之多層垂直式感測器之製造方法，其中形成該可穿透電極層的方法包含：

形成一圖案化遮罩結構於該感測層上，以暴露出部分該感測層；

以該圖案化遮罩結構為遮罩形成一圖案化電極層於暴露出的部

分該感測層上；以及

移除該圖案化遮罩結構，以形成具有該複數個孔洞的該可穿透電極層以暴露出部分該感測層。

【第17項】如請求項16之多層垂直式感測器之製造方法，其中形成該圖案化遮罩結構之步驟包含：設置複數個有機奈米顆粒於該感測層上，其中該複數個有機奈米顆粒之間具有一間隙以暴露出部分該感測層。

【第18項】如請求項17之多層垂直式感測器之製造方法，其中該感測層為一介電層。

【第19項】如請求項16之多層垂直式感測器之製造方法，其中該可穿透電極層的方法包含：

形成一介電層於該底部電極或該可穿透電極層上；

形成一電極層於該介電層上；

設置一抗反射光阻塗佈層於該電極層上；

於抗反射光阻塗佈層上形成一圖案化遮罩結構，暴露出部分該電極層；以及

移除暴露出的部分該電極層，以形成具有該複數個孔洞的該可穿透電極層。

【第20項】如請求項11之多層垂直式感測器之製造方法，其中形成該可穿透電極層的方法包含：

形成一介電層於該底部電極或該可穿透電極層上；

形成一圖案化電極層於該介電層上；

移除暴露出的部分該介電層，以形成一柱狀結構；以及

形成一感測材料於該柱狀結構的表面上。

【第21項】如請求項20之多層垂直式感測器之製造方法，其中形成該圖案化電極層的方法包含：

設置複數個有機奈米顆粒於該介電層上，其中該複數個有機奈米顆粒之間具有一間隙以暴露出部分該介電層；以及

以該複數個有機奈米顆粒為遮罩，形成該圖案化電極層。

【第22項】如請求項20之多層垂直式感測器之製造方法，其中形成該圖案化電極層的方法包含：

形成一電極層於該介電層上；

設置一抗反射光阻塗佈層於該電極層上；

於該抗反射光阻塗佈層上形成一圖案化遮罩結構，暴露出部分該電極層；以及

移除暴露出的部分該電極層，形成該圖案化電極層。

【第23項】一種感測方法，包含：

施加一偏壓至如請求項1之多層垂直式感測器，以使該複數個可穿透電極組結構中之該複數個電極層與該底部電極之間產生電流；

將待測物與該多層垂直式感測器接觸；以及

偵測該複數個可穿透電極組結構中之該複數個感測層之電性變化。

【第24項】一種感測系統，包含：

如請求項1之該多層垂直式感測器；

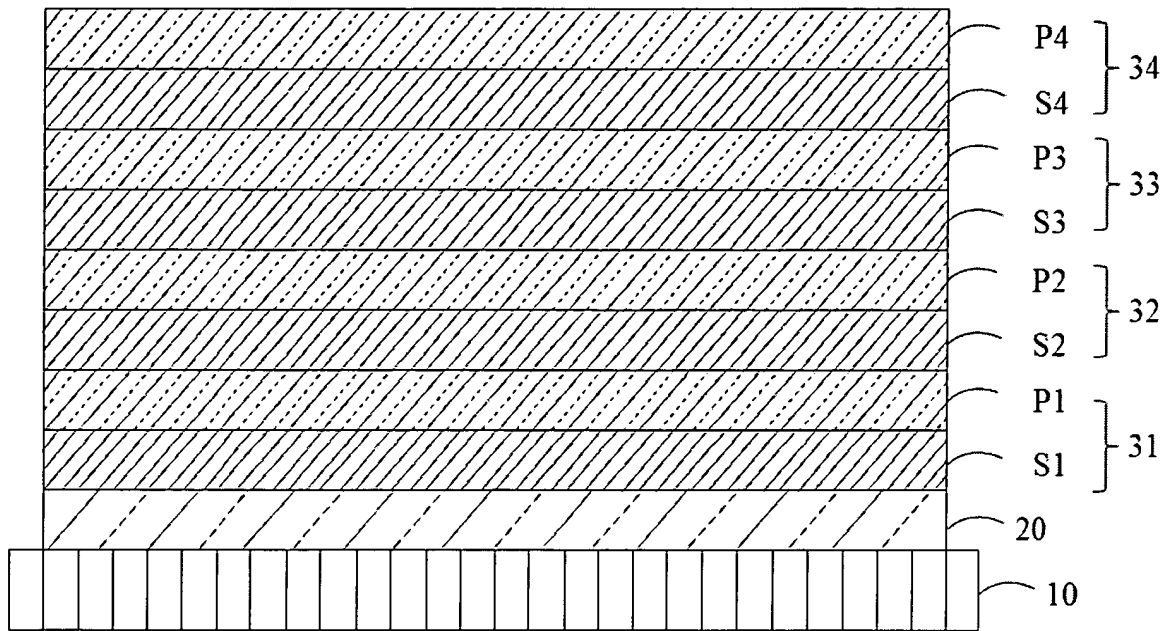
一電壓供應裝置，其係電性連接至該多層垂直式感測器之底部電極與該複數個可穿透電極組結構中之該複數個電極層，用以提供一偏壓至該多層垂直式感測器；以及

一電性檢查裝置，其係電性連接至該多層垂直式感測器以測定電性變化。

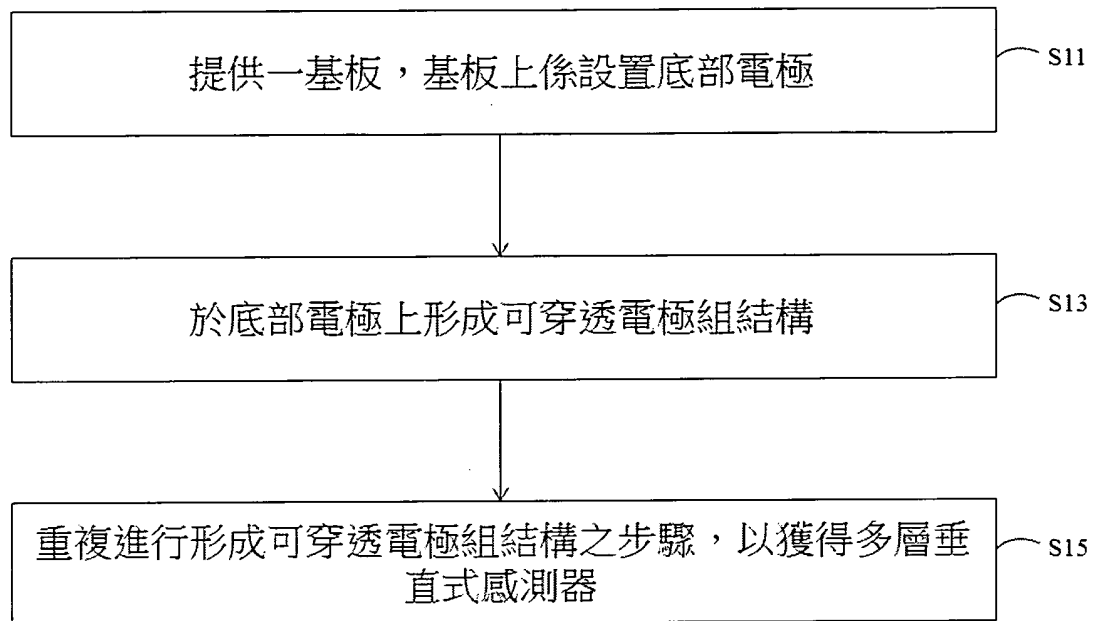


【發明圖式】

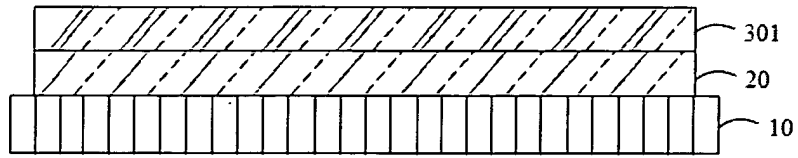
100



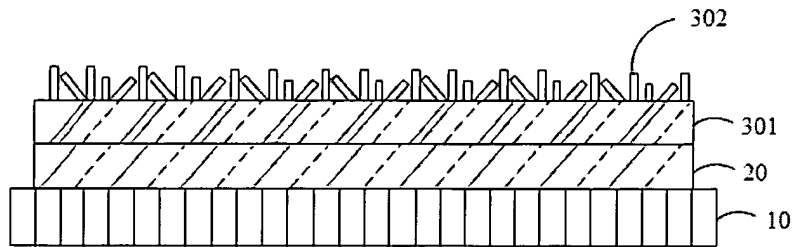
【圖1】



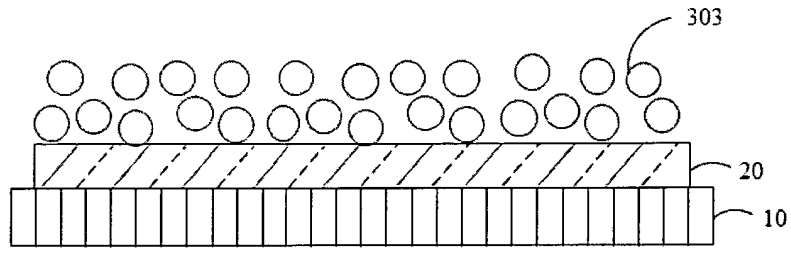
【圖2】



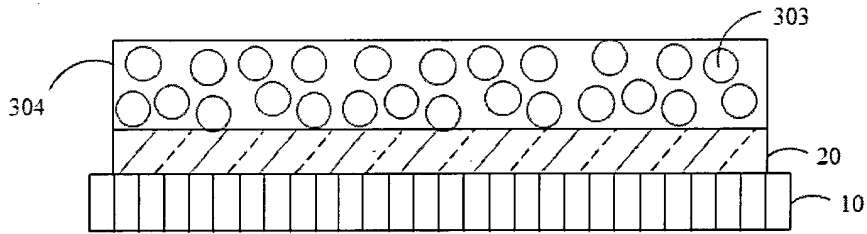
【圖3A】



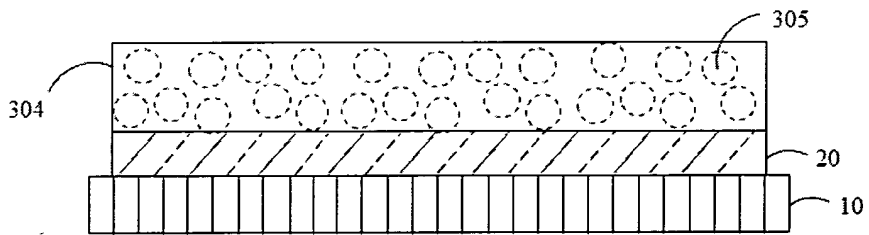
【圖3B】



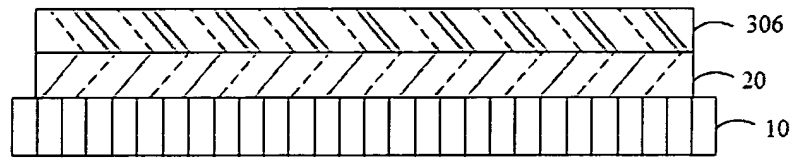
【圖4A】



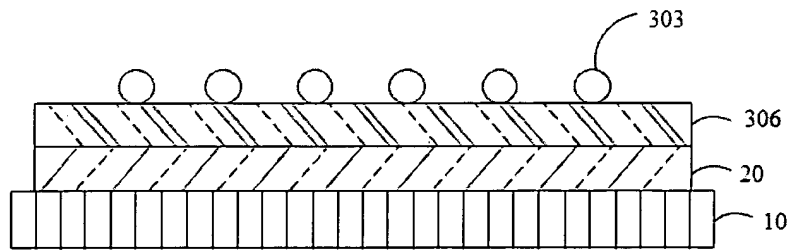
【圖4B】



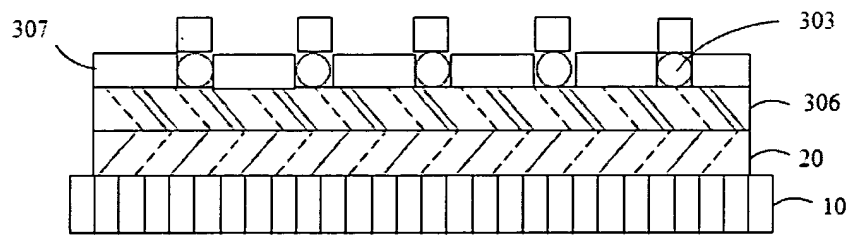
【圖4C】



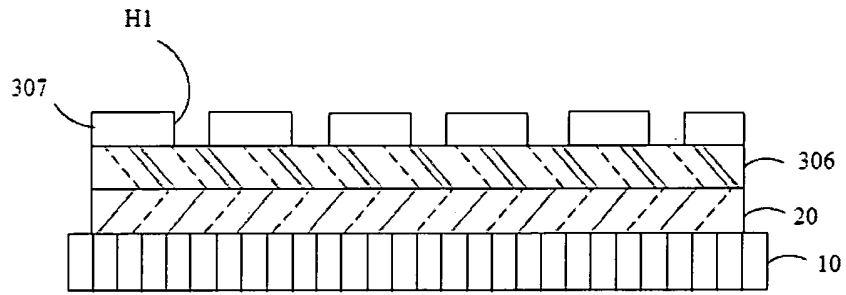
【圖5A】



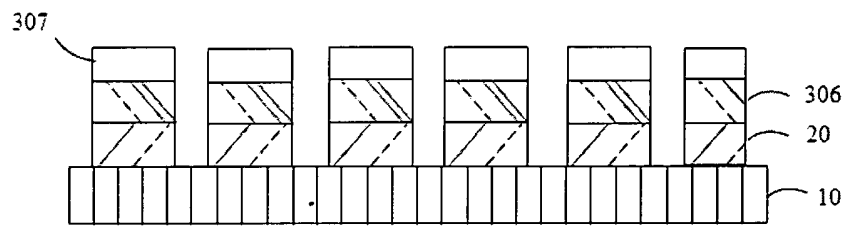
【圖5B】



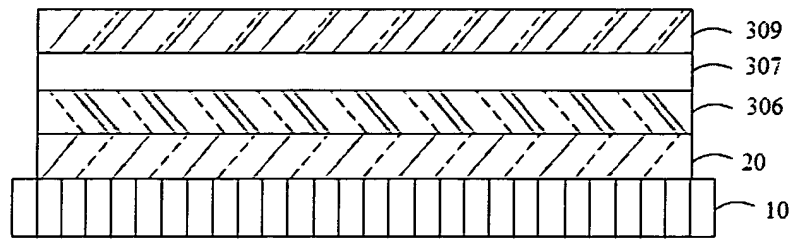
【圖5C】



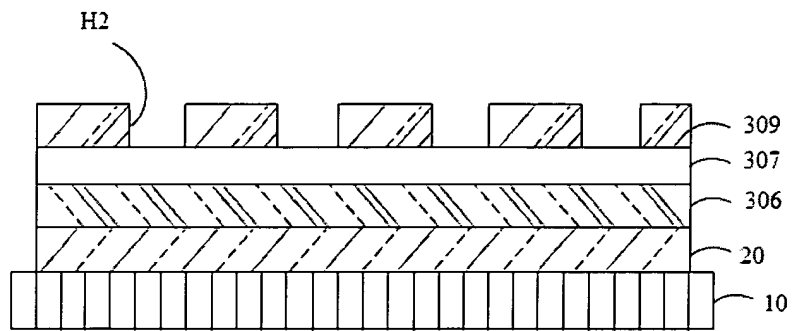
【圖5D】



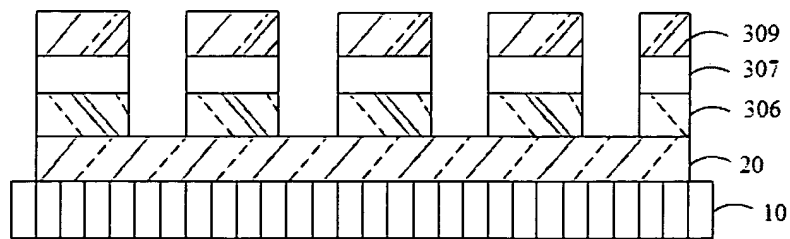
【圖5E】



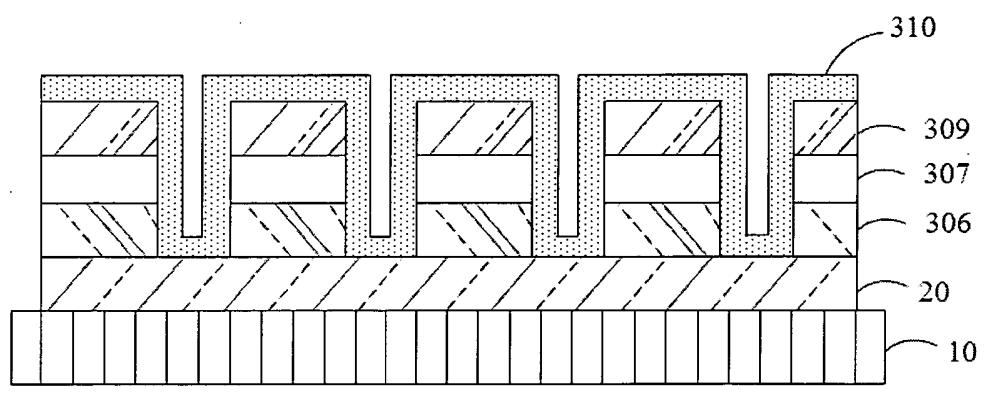
【圖6A】



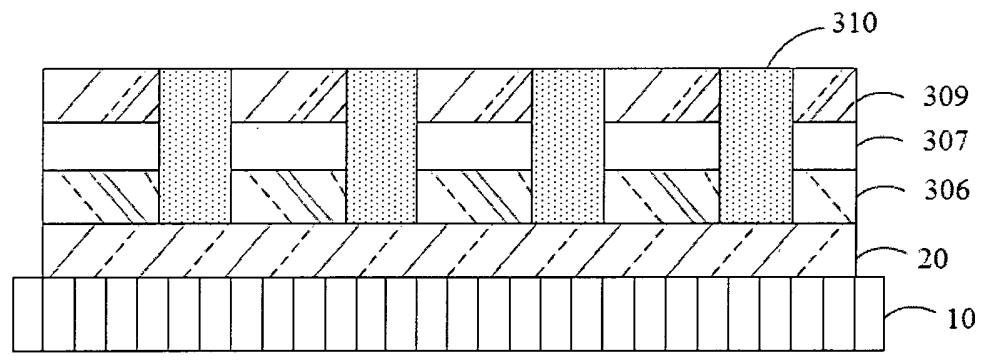
【圖6B】



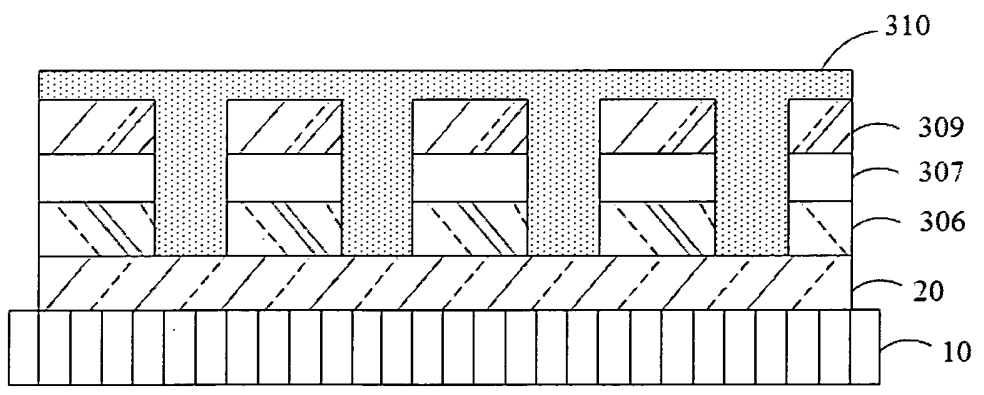
【圖6C】



【圖6D】

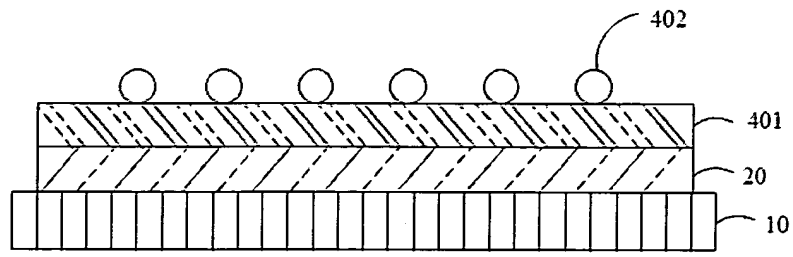


【圖6E】

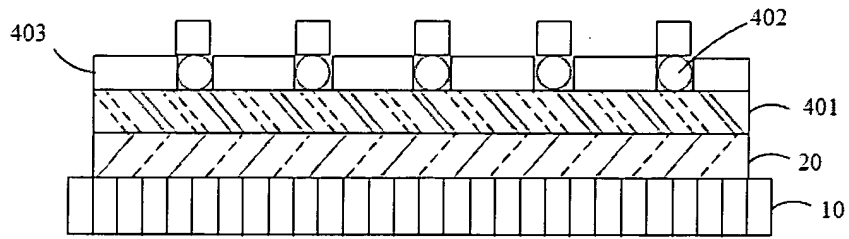


【圖6F】

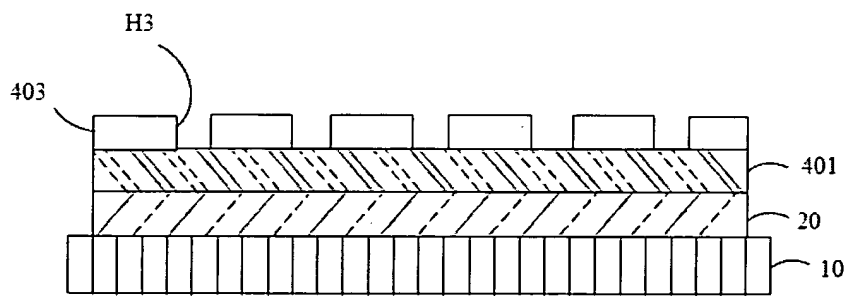




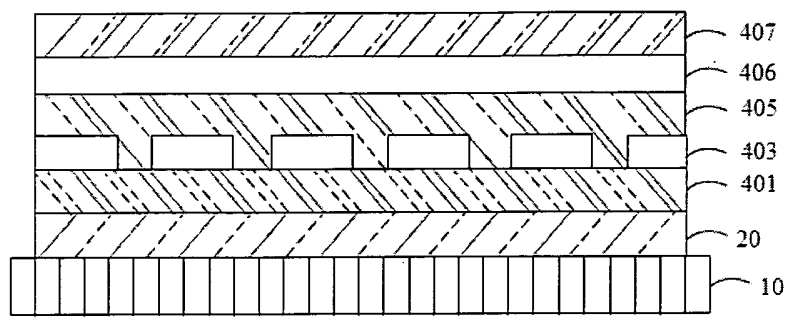
【圖7A】



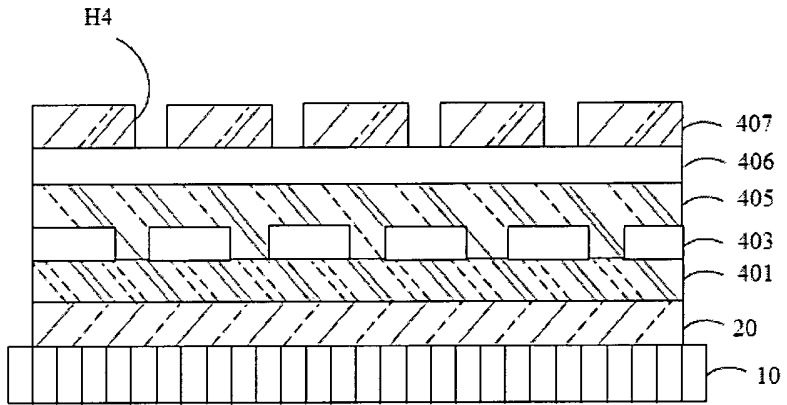
【圖7B】



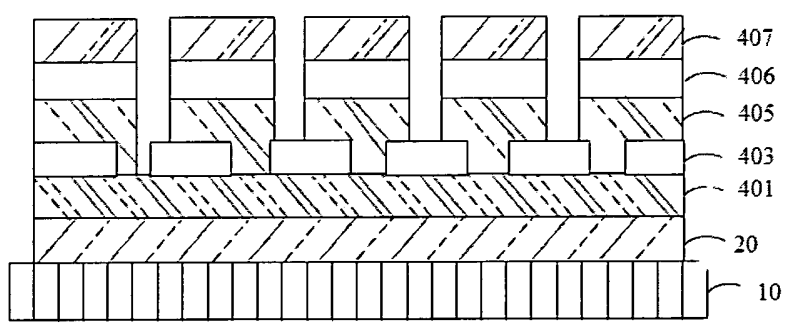
【圖7C】



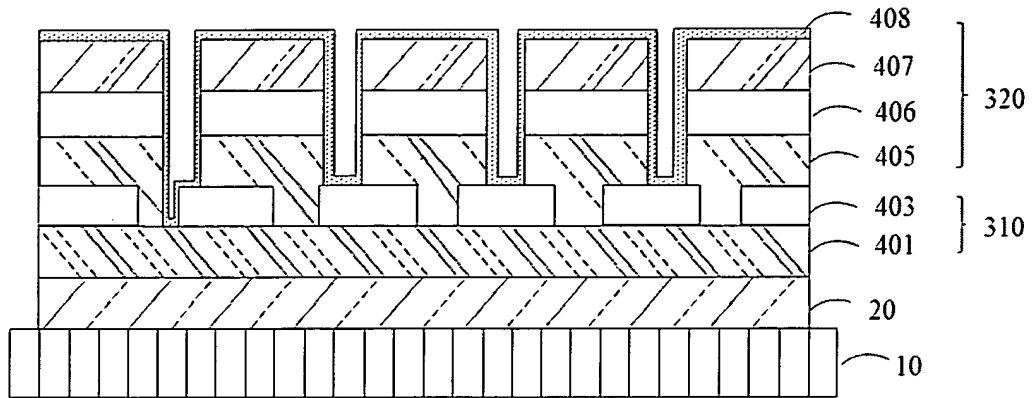
【圖7D】



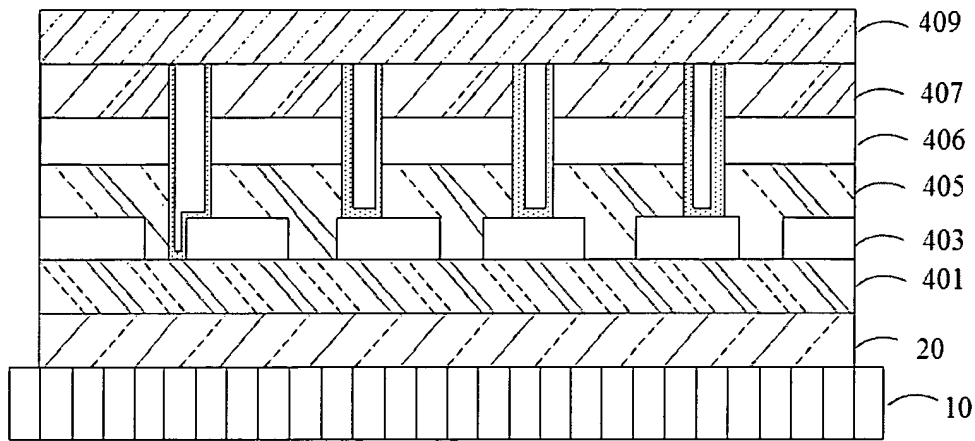
【圖7E】



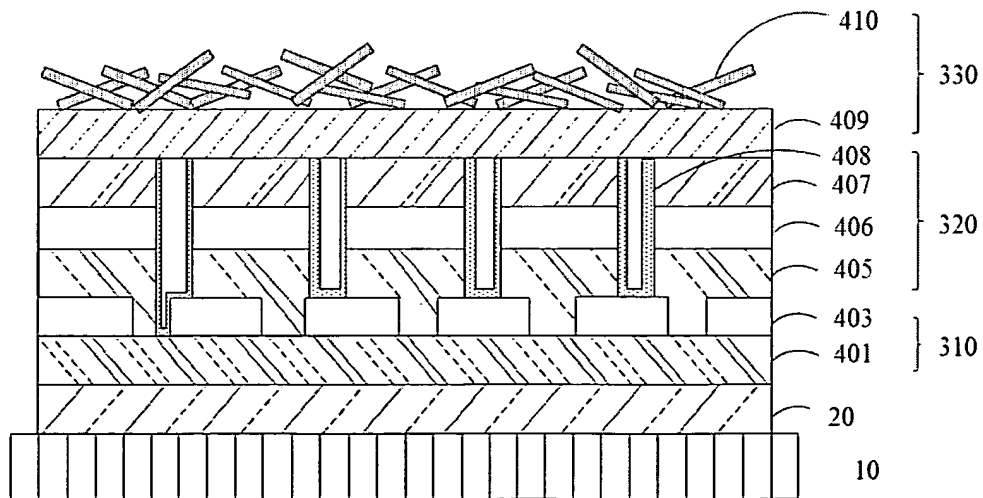
【圖7F】



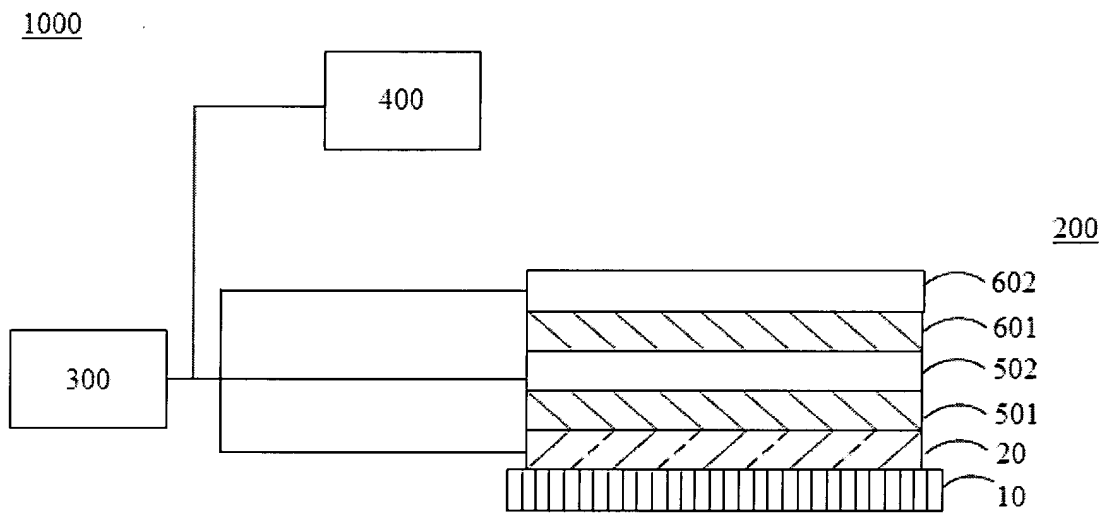
【圖7G】



【圖7H】



【圖7I】



【圖8】