

發明專利說明書

公告本

(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：94138243

※申請日期：94 11 / ※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

G-1N²⁷/26

酸鹼度感測器之製備方法，所製備的酸鹼度感測器、含有該酸鹼度感測器之系統以及量測方法

Preparation of a pH sensor, the prepared pH sensor, systems comprising the same, and measurement using the systems

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立雲林科技大學/

National Yunlin University of Science and Technology

代表人：(中文/英文) 林聰明/LIN, TSONG-MING

住居所或營業所地址：(中文/英文)

雲林縣斗六市大學路3段123號/

No. 123 Sec. 3, University Rd., Touliu County 640, Yunlin, Taiwan, R. O.C.

國籍：(中文/英文) 中華民國 TW

三、發明人：(共2人)

姓名：(中文/英文)

1. 周榮泉/ Jung-Chuan Chou

2. 顏志先/ Chin-Hsien Yen

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國 TW

2. 中華民國 TW

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☐ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☐ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於生物感測器，且特別是有關於一種含有氮化鈦感測薄膜之生物感測器以及包含該生物感測器之系統。

【先前技術】

離子感測場效電晶體 (Ion Sensitive Field Effect Transistor, 簡稱 ISFET) 係 Piet Bergveld 自 1970 年提出。具有參考電極之 ISFET 與金屬-氧化物-半導體場效電晶體 (Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor, 簡稱 MOSFET) 類似，差異在於 ISFET 具有裸露之閘極絕緣體供測量溶液中的離子濃度。延伸式閘極離子感測場效電晶體 (Extended Gate Ion Sensitive Field Effect Transistor, 簡稱 EGISFET) 係一發展自 ISFET 之元件，擁有低成本、構造簡單且能解決封裝問題之分離式 ISFET 結構，其結構為分離式閘極感測膜與金氧半導體場效電晶體 (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, MOSFET) 所組合而成。分離式之優勢在於成本降低，並更適合於生醫上之應用。

EGISFET 較 ISFET 具有多項優點，除成本降低與適合生醫上之應用，更包括能以 CMOS 標準製程製作標準之 MOSFET 元件，降低半導體製程元件於酸鹼溶液中之非理想效應，使量測結果更為準確。然而目前用於製作 EGISFET 包括有二氧化銻 (IrO_2) 與二氧化錫 (SnO_2) 感測膜等，其皆非 CMOS 標準製程使用之材料。

有關離子感測場效電晶體之製作與測量方法的專利如美國

專利第 4,812,220 號提出使用酵素製備場效型離子感測元件，以測量食物中胺基酸之含量。另外，如美國專利第 5,061,976 提出於離子感測場效電晶體閘極絕緣層上覆蓋一層碳薄膜，再覆蓋上 2, 6 二甲酚 (2,6 xylenol) 電解聚合物 (electrolytic polmerization) 薄膜，以進行氫離子感測，若於上面覆蓋其他薄膜，則可感測其他種類之離子。或者，如美國專利第 5130265 號揭示使用矽氧烷前聚合物 (siloxanic prepolymer) 作為感測薄膜以得到多功能離子選擇性感測器。至於，美國專利第 5,387,328 號亦係利用酵素固定於感測膜上，可進行葡萄糖濃度之感測，且利用鉑作為參考電極，以檢測出所有能與酵素反應生成 H_2O_2 之有機物質。另外，美國專利第 5,833,824 號揭示一背部基座防護離子感測場效電晶體感測器，感測水溶液中離子活性之離子感測場效電晶體包含基座和一個離子感測場效電晶體晶片，基座之前表面暴露於水溶液中，後表面位於前表面之下方，相對於前表面，孔徑延伸於前表面和後表面之間，離子感測場效電晶體之感測膜鑲嵌於後表面，以致於感測膜可經由孔徑暴露於水溶液中。

目前有許多材料皆已應用於製作 ISFET 與 EGISFET 之感測膜，例如：非晶形矽氫 ($a\text{-Si:H}$)、非晶形碳氫 ($a\text{-C:H}$)、氧化鋁 (Al_2O_3)、氮化矽 (Si_3N_4)、三氧化鎢 (WO_3)、二氧化錫 (SnO_2) 等，上述材料皆使用濺鍍機或電漿輔助化學氣相沈積法所備製。上述於實際之應用上，除使用 EGISFET 架構之外，更需要發展低成本且製作容易之感測膜材料，以更能符合商品化之需求。

【發明內容】

有鑑於此，本發明之一目的係利用反應性濺鍍法備製氮化

鈦(TiN)延伸式感測場效電晶體。本發明以氮化鈦作為酸鹼離子感測器之感測膜的優點係擁有較低之片電阻(Sheet resistance)，較佳之導電性、高熔點(Melting point: 2930°C)，非常穩定之高溫特性、金屬介面中良好之附著性、及具防腐蝕性，可承受較高之酸鹼溶液。

本發明之又一目的，係提供一種低成本且製作簡易之方法製備氮化鈦(TiN)薄膜以應用於氫離子感測薄膜。於本發明中，以濺鍍法所備製之薄膜具有下列之優點：低溫流程、可於較低之濺鍍壓力下濺鍍、及可大面積成長薄膜且均勻。

本發明之另一目的，係提出一種以氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體，用以偵測待測溶液之酸鹼值，可量測上述氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體之閘極電壓對汲極電流曲線圖，並藉由此電流-電壓曲線圖得知元件之感測度。

為了達到本發明之一目的，提供一種酸鹼度感測器之製備方法，上述酸鹼度感測器係一延伸式閘極離子感測場效電晶體結構。上述製備方法包括以下步驟：提供一延伸式閘極離子感測場效電晶體，其具有一延伸閘極區域；以射頻濺鍍法於該延伸閘極區域上形成一氮化鈦層，以得到一酸鹼度感測器。上述射頻濺鍍法係於流量為 60 至 90 SCCM 之 1:2 至 1:5 比例之氫氣與氮氣之混合氣體存在下，於濺鍍壓力為 0.01 至 0.04 托耳下，以射頻功率 85 至 120 瓦特(W)，將鈦靶材濺鍍，而形成該氮化鈦層於該延伸閘極區域上。

本發明之一實施型態亦提供一種酸鹼度感測器，其係一延伸式閘極場效電晶體結構。上述酸鹼度感測器包括：一金氧半場效電晶體；一延伸式閘極感測元件，其包括一半導體基底，以及一氮化鈦感測薄膜位於該半導體基底上；一導線，連接該

金氧半場效電晶體與該延伸式閘極感測元件；以及一密封層，覆蓋該導線，並露出該氮化鈦感測薄膜。

本發明之又一實施型態提供一種測量一溶液中酸鹼度之系統。上述系統包括：一上述酸鹼度感測器；一參考電極以提供穩定電位；一半導體特性量測儀，其分別與該酸鹼度感測器及該參考電極連接；一溫度控制器以控制感測元件之溫度，其具有一溫度控制中樞、一熱耦合器、及一加熱器，其中該熱耦合器與該加熱器分別與該控制中樞連接；以及一光隔絕容器以避免感測元件受到光敏效應影響。於本發明之實施例中測量一溶液中之酸鹼度時，將該溶液置於該光隔絕容器中，將酸鹼度感測器、參考電極及熱耦合器浸入該溶液中，且在熱耦合器測得溶液溫度變化時，由溫度控制中樞控制加熱器調節該溶液之溫度，酸鹼度感測器與參考電極之感測值可傳送至該半導體特性量測儀，由此讀出該感測元件之電流-電壓(I-V)值以得到該溶液中的酸鹼度。

本發明同時提供一種酸鹼度感測器之感測度(sensitivity)的量測方法，其係採用如上述之系統。上述量測方法包括以下步驟：將該酸鹼度感測器之氮化鈦感測薄膜與一酸鹼溶液接觸；在一固定溫度下，改變該酸鹼溶液之酸鹼值，並以該半導體特性量測儀測量，記錄該酸鹼度感測器的源/汲極電流對閘極電壓之曲線；以及利用該源/汲極電流對閘極電壓之曲線，取一固定電流以求出在該固定溫度下該酸鹼度感測器之感測度。

【實施方式】

本發明提供一種氮化鈦感測薄膜之製備方法，含有該感測薄膜之酸鹼感測器，含有該酸鹼感測器之系統以及量測方法。

本發明以 CMOS 標準製程使用最頻繁之阻障層材料氮化鈦 (Titanium Nitride, TiN) 作為感測膜。因氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體 (TiN-EGISFET) 會裸露氮化鈦薄膜接觸酸鹼溶液，當 TiN-EGISFET 感測膜之表面吸附氫離子後產生一表面電位，再藉著導線與後端 MOSFET 之起始電壓 (threshold voltage) 產生影響，使得 MOSFET 之通道電流受到調節。因其表面電位與溶液中氫離子活度有關，當 pH 值改變時，感測膜被誘發之表面電位即不同，導致不同之通道電流，故可利用 TiN-EGISFET 檢測溶液之 pH 值。

因此，本發明提供一種酸鹼度感測器之製備方法。上述酸鹼度感測器係一延伸式閘極離子感測場效電晶體結構。上述製備方法包括以下步驟：提供一延伸式閘極離子感測場效電晶體，其具有一延伸閘極區域；以射頻濺鍍法於該延伸閘極區域上形成一氮化鈦層，以得到一酸鹼度感測器。上述射頻濺鍍法係於密閉反應腔內使用適當之氣體、壓力、及射頻功率條件，對鈦靶材予以濺鍍處理一段時間，而在延伸式閘極離子感測場效電晶體之該延伸出的矽基板上形成氮化鈦層。詳細地說，所使用之氣體為氫氣與氮氣的混合氣體，上述混合氣體比例可為 1:2 至 1:5，較佳為 1:4 至 1:5，流量可為 30 至 90 SCCM，較佳為 60 至 90 SCCM，更佳為 60 SCCM。所使用之濺鍍壓力可為 0.01 至 0.04 托耳 (torr)，較佳可為 0.02 至 0.03 托耳 (torr)。所使用之射頻功率可為 85 至 120 瓦特 (W)，較佳為 90 至 100 瓦特 (W) 之射頻功率，如此製得之氮化鈦層可作為良好的離子感測膜之用。

本發明之氮化鈦感測膜，因本發明之方法利用濺鍍之優點：低溫流程、可於較低之濺鍍壓力下濺鍍、及可大面積成長

薄膜且均勻，而可形成於任何離子感測場效電晶體之感測薄膜。可將厚度控制為 2000 至 5000 埃(Å)，較佳為 3000 至 4000 埃(Å)，以作為感測膜，而製造具有氮化鈦感測膜之延伸式閘極離子感測場效電晶體。

請參閱第 1 圖，其顯示傳統型離子感測器場效電晶體結構圖，包括一 P 型矽基底(P-Si)108，其上有一閘極，閘極包括一二氧化矽(SiO_2)薄膜 106，上述薄膜上再固定一感測膜 104，係此場效電晶體結構中唯一可直接與待測溶液 102 接觸者，其他元件皆包覆在如環氧樹脂所構成絕緣區 103 之內。在二氧化矽薄膜 106 兩側之基底係 N 型重摻雜區(亦即是汲極與源極)107，整個電晶體結構經由導線 105 如鋁導線與外界相通，可將感測膜 104 偵測待測溶液 102 後場效電晶體之汲極/源極 107 所得到之電訊號經由傳輸送出。另外，此種結構需包括一參考電極 101，以提供穩定電位，避免雜訊干擾。

再者，請參考第 2 圖所示，氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體係將氮化鈦薄膜 202 製備於 P 型矽基底 206 上，其晶向為(100)，電阻係數為 8 至 12 $\Omega \cdot \text{cm}$ ，且基底之大小為 $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^2$ 。再經一導線 203，如鋁金屬導線，連接至金氧半場效電晶體 204 之閘極端，上述金氧半場效電晶體為 N 型通道金氧半場效電晶體。上述感測元件並以如環氧樹脂之絕緣區 205 包覆，僅露出部分氮化鈦薄膜 202 與待測溶液(未標示)接觸，以做為檢測溶液離子濃度之用。氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體於量測時，仍需參考電極 201 做為穩定電位，避免雜訊干擾之用。

本發明之氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體的量測方法係利用如第 3 圖之電流-電壓(I-V)量測系統，將本發明氮化鈦

延伸式閘極離子感測場效電晶體之感測元件 207 浸入待測溶液 208 中，待測溶液 208 係置於一容器(未標示)中，而該感測元件 207 係經導線 209 與 210，例如鋁導線，將其汲極與源極分別與半導體特性(電流-電壓)量測儀 211，例如 Keithley 236 相連，以進一步將金氧半場效電晶體 204 所測得之電訊號做數據處理。

另外，可在待測溶液 208 中同時浸入一參考電極 201 以提供穩定電位，其可為一銀/氯化銀(Ag/AgCl)參考電極，且亦經由一導線 212 與上述半導體特性(電流-電壓)量測儀 211 相連；而於容器之外部有一組加熱器 213，連接於一溫度控制器(溫度控制中樞)214；其中，該加熱器 213 之作用在於當待測溶液 208 之溫度上升或下降時，該溫度控制器(溫度控制中樞)214 負責控制該加熱器 213 進行停止加熱或加熱之動作。而待測溶液 208 之溫度高低則由連接於該溫度控制器 214 之熱耦合器(Thermal couple)215 做感應。前述之待測溶液 208、與該待測溶液 208 有接觸之各元件以及加熱器 213 等皆置放於一光隔絕容器(如暗箱)216 中，以隔絕光對量測數值之影響。

測量一溶液 208 中之酸鹼度時，將該溶液置於該光隔絕容器 216 中，將酸鹼度感測器之感測元件 207、參考電極 201 及熱耦合器 215 浸入該溶液中，且在熱耦合器 215 測得溶液溫度變化時由溫度控制中樞 214 控制加熱器 213 調節該溶液之溫度，將溫度控制在室溫 25°C，酸鹼度感測器之感測元件 207 與參考電極 201 之感測值可傳送至該半導體特性量測儀 211，由此讀出該感測元件之電流-電壓(I-V)值以得到該溶液中之酸鹼度。

而上述系統量測本發明之酸鹼度感測器的感測度(sensitivity)之方法係如下所述：首先，將上述酸鹼度感測器之感測元件 207(氮化鈦薄膜)與一待測溶液 208 接觸。接著，於一

固定溫度下，通常為室溫 25°C，改變該待測溶液之酸鹼值，範圍由 pH 1 至 pH 13。此時，上述半導體特性量測儀 211 對於該參考電極 201 供應電壓係由 0 伏特(V)至 6 伏特(V)，對於該酸鹼度感測器之源/汲端電壓固定為 0.2 伏特(V)。再以該半導體特性量測儀 211 測量，並記錄該酸鹼度感測器之汲極電流對閘極電壓之曲線。最後利用該汲極電流對閘極電壓之曲線，取一固定電流以求出於上述固定溫度下，該酸鹼度感測器之感測度。

下列實施例係以依照本發明所備製之氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體元件及其量測過程為例，詳細說明如何實施本發明。於後述之感測膜備製條件、量測條件、實驗參數值乃至於量測裝置均僅用以舉例說明，並非用以限定本發明。

實施例

實施例 1：本發明之氮化鈦感測膜的製備

本實施例感測元件之基底係採用晶向(100)、電阻係數 8 至 12 $\Omega \cdot \text{cm}$ 、0.5cm×0.5cm 大小之 P 型矽晶圓。沈積前先將基底浸泡於去離子水中，以超音波振盪器清洗，再利用氮氣噴洗表面確定無水分存在。備製前先將濺鍍機反應腔內之壓力抽至 10^{-6} 托耳(torr)以下，通入氫氣/氮氣(10/50)之混合氣體，流量控制於 60 SCCM，並將壓力控制於 0.02 托耳，射頻功率調整於 100 瓦特，進行 30 分鐘製備，即可在矽晶圓表面獲得所需之氮化鈦薄膜。

經濺鍍而沈積氮化鈦薄膜之元件，需經清洗步驟後再進行封裝。最後藉由銀膠黏著導線與薄膜，並藉著環氧樹脂(EPO-TEK H77 lid sealing epoxy)封裝元件，且使用之環氧樹脂必須具有良好的絕緣性與抗腐蝕性。

實施例 2：氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體之感測度量測

利用如第 3 圖之裝置測量實施例 1 製備的具有氮化鈦感測膜之延伸式閘極離子感測場效電晶體。利用感測元件 207 與銀/氯化銀(Ag/AgCl)參考電極 201 一同置入待測溶液 208 中，利用溫度控制器 214 將溫度控制於室溫 25°C，且利用 Keithley 236 半導體特性量測儀 211 設定金氧半場效電晶體 204 工作於正常區域，Keithley 236 設定如下：金氧半場效電晶體 204 之源汲極電壓 $V_{DS}=0.2V$ 、提供參考電極 0~6V。如此即可量測感測器於各待測液中所響應之電流-電壓(I-V)曲線。因 pH 值越高之酸鹼溶液，感應之起始電壓 V_T 隨著上升。藉由此一機制即可量測出所定義之感測度($S = V_G / pH$)，再利用該汲極電流對閘極電壓之曲線，取一固定電流以求出於 25°C 時該氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體之感測度。

利用所量測之電流-電壓(I-V)曲線，如第 4 圖所示，可得本發明之氮化鈦酸鹼離子感測場效電晶體之感測度，如第 5 圖所示，可得知依據本發明之實施例所製作之氮化鈦感測膜可適用於 pH 值之感測。

請參考第 4 圖，顯示本發明之氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體利用本發明之量測步驟於 25°C 時所得到的不同 pH 值之汲極電流-閘極電壓曲線。由圖中可得知閘極電壓會隨 pH 值而增加。

請參考第 5 圖，顯示氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體操作於 25°C 時，各閘極電壓與 pH 值關係圖。由圖中可得知斜率即其感測度約為 54.31 毫伏/pH。由此可證明本發明所提出之氮化鈦感測膜備製方法可適用於 pH 感測。

由上述本發明較佳實施例，可得知應用本發明具有下列特點：

1.本發明提出以濺鍍法備製氮化鈦作為離子感測膜，於此製程條件下之感測度佳，並符合半導體之標準製程，此於習知技術中並無人曾以本發明之方法製作延伸式閘極離子感測場效電晶體的氮化鈦感測膜。

2.本發明所提出之測量方法及裝置，具有可精確地獲得氮化鈦延伸式閘極離子場效電晶體之元件感測度的優點。

3.利用本發明之量測方法及裝置，除了可測量本發明所製作之氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體外，亦可用於其他種類延伸式閘極離子場效電晶體之感測度測量。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，於不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾。故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示傳統離子感測場效電晶體結構之截面圖。

第 2 圖係顯示本發明所採用之氮化鈦延伸式閘極離子感測場效電晶體截面圖。

第 3 圖係依據本發明一較佳實施例之電流-電壓測量系統之架構圖。

第 4 圖係顯示依據本發明一較佳實施例之具有氮化鈦感測膜的延伸式閘極離子感測場效電晶體於 25°C 下操作時，汲極電流-閘極電壓曲線。

第 5 圖係顯示依據本發明一較佳實施例之具有氮化鈦感測膜的離子感測場效電晶體於 25°C 下操作時，閘極電壓與 pH 值關係圖。

【主要元件符號說明】

- 101、201~參考電極；
- 102、208~待測溶液；
- 103、205~環氧樹脂密封層；
- 104、202~氮化鈦感測薄膜；
- 105、203、209、210、212~導線；
- 106~二氧化矽(SiO₂)薄膜；
- 107~N 型重摻雜區(n⁺)；
- 108、206~P 型基底(P-Si)；
- 204~金氧半場效電晶體；
- 207~氮化鈦感測元件；
- 211~半導體特性量測儀；
- 213~加熱器；

214~溫度控制器；

215~熱耦合器；

216~光隔絕容器。

五、中文發明摘要：

酸鹼度感測器之製備方法，所製備之酸鹼度感測器，含有該酸鹼度感測器之系統以及量測方法。上述酸鹼度感測器係一延伸式閘極離子感測場效電晶體結構。上述酸鹼度感測器之製備方法包括以下步驟：提供一延伸式閘極離子感測場效電晶體，其具有一延伸閘極區域；以射頻濺鍍法於該延伸閘極區域上形成一氮化鈦層，以得到一酸鹼度感測器。

六、英文發明摘要：

Preparation of a pH sensor, the prepared pH sensor, systems comprising the same, and measurement using the systems. The pH sensor is an extended gate field effect transistor (EGFET) structure. The preparation includes the steps of providing an extended gate ion sensitive field effect transistor comprising an extended gate region, forming a titanium nitride film on the extended gate region by RF sputtering to obtain a pH sensor.

十、申請專利範圍：

1.一種酸鹼度感測器之製備方法，該酸鹼度感測器係一延伸式閘極離子感測場效電晶體結構，該方法包括以下步驟：

提供一延伸式閘極離子感測場效電晶體，其具有一延伸閘極區域；

以射頻濺鍍法於該延伸閘極區域上形成一氮化鈦層，以得到一酸鹼度感測器；

其中該射頻濺鍍法係於流量為 60 至 90 SCCM 之 1:2 至 1:5 比例之氬氣與氮氣之混合氣體存在下，於濺鍍壓力為 0.01 至 0.04 托耳下，以射頻功率 85 至 120 瓦特(W)，將鈦靶材濺鍍，而形成該氮化鈦層於該延伸閘極區域上。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之酸鹼度感測器之製備方法，其中該氬氣與氮氣之比例為 1:5。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之酸鹼度感測器之製備方法，其中該氬氣與氮氣之混合氣體的流量為 60 SCCM。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之酸鹼度感測器之製備方法，其中該濺鍍壓力為 0.02 托耳。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之酸鹼度感測器之製備方法，其中該射頻功率為 100 瓦特。

6.一種酸鹼度感測器，其係一延伸式閘極場效電晶體結構，包括：

一金氧半場效電晶體；

一延伸式閘極感測元件，其包括一半導體基底，以及一氮化鈦感測薄膜位於該半導體基底上；

一導線，連接該金氧半場效電晶體與該延伸式閘極感測元件；以及

一密封層，覆蓋該導線，並露出該氮化鈦感測薄膜。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之酸鹼度感測器，其中該金氧半場效電晶體係 N 型通道金氧半場效電晶體。

8.如申請專利範圍第 6 項所述之酸鹼度感測器，其中該延伸式閘極感測元件之半導體基底之晶向為(100)。

9.如申請專利範圍第 6 項所述之酸鹼度感測器，其中該延伸式閘極感測元件之半導體基底的電阻係數為 8 至 12 $\Omega \cdot \text{cm}$ 。

10.如申請專利範圍第 6 項所述之酸鹼度感測器，其中該延伸式閘極感測元件之半導體基底的大小為 $0.5 \times 0.5 \text{cm}^2$ 。

11.如申請專利範圍第 6 項所述之酸鹼度感測器，其中該導線係鋁金屬。

12.如申請專利範圍第 6 項所述之酸鹼度感測器，其中該密封層係環氧樹脂。

13.一種測量一溶液中酸鹼度之系統，其包括：

一如申請專利範圍第 6 項之酸鹼度感測器；

一參考電極以提供穩定電位；

一半導體特性量測儀，其分別與該酸鹼度感測器及該參考電極連接；

一溫度控制器以控制感測元件之溫度，其具有一溫度控制中樞、一熱耦合器、及一加熱器，其中該熱耦合器與該加熱器分別與該控制中樞連接；以及

一光隔絕容器以避免感測元件受到光敏效應影響；

其中測量一溶液中之酸鹼度時，將該溶液置於該光隔絕容器中，將酸鹼度感測器、參考電極及熱耦合器浸入該溶液中，且在熱耦合器測得溶液溫度變化時由溫度控制中樞控制加熱器調節該溶液之溫度，酸鹼度感測器與參考電極之感測值可傳送

至該半導體特性量測儀，由此讀出該感測元件之電流-電壓(I-V)值以得到該溶液中之酸鹼度。

14.如申請專利範圍第 13 項所述之測量一溶液中酸鹼度之系統，其中該半導體特性量測儀為 Keithley 236。

15.如申請專利範圍第 13 項所述之測量一溶液中酸鹼度之系統，其中該溫度控制器係控制於室溫 25°C。

16.如申請專利範圍第 13 項所述之測量一溶液中酸鹼度之系統，其中該參考電極係銀/氯化銀(Ag/AgCl)參考電極。

17.如申請專利範圍第 13 項所述之測量一溶液中酸鹼度之系統，其中該光隔絕容器係一暗箱。

18.一種酸鹼度感測器之感測度(sensitivity)的量測方法，其係採用如申請專利範圍第 13 項之系統，且其步驟包括：

(a) 將該酸鹼度感測器之氯化鈦感測薄膜與一酸鹼溶液接觸；

(b) 在一固定溫度下，改變該酸鹼溶液之酸鹼值，並以該半導體特性量測儀測量，記錄該酸鹼度感測器之源/汲極電流對閘極電壓的曲線；以及

(c) 利用該源/汲極電流對閘極電壓之曲線，取一固定電流以求出在該固定溫度下該酸鹼度感測器之感測度。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之酸鹼度感測器之感測度的量測方法，其中該酸鹼溶液之酸鹼值係由 pH 1 至 pH 13。

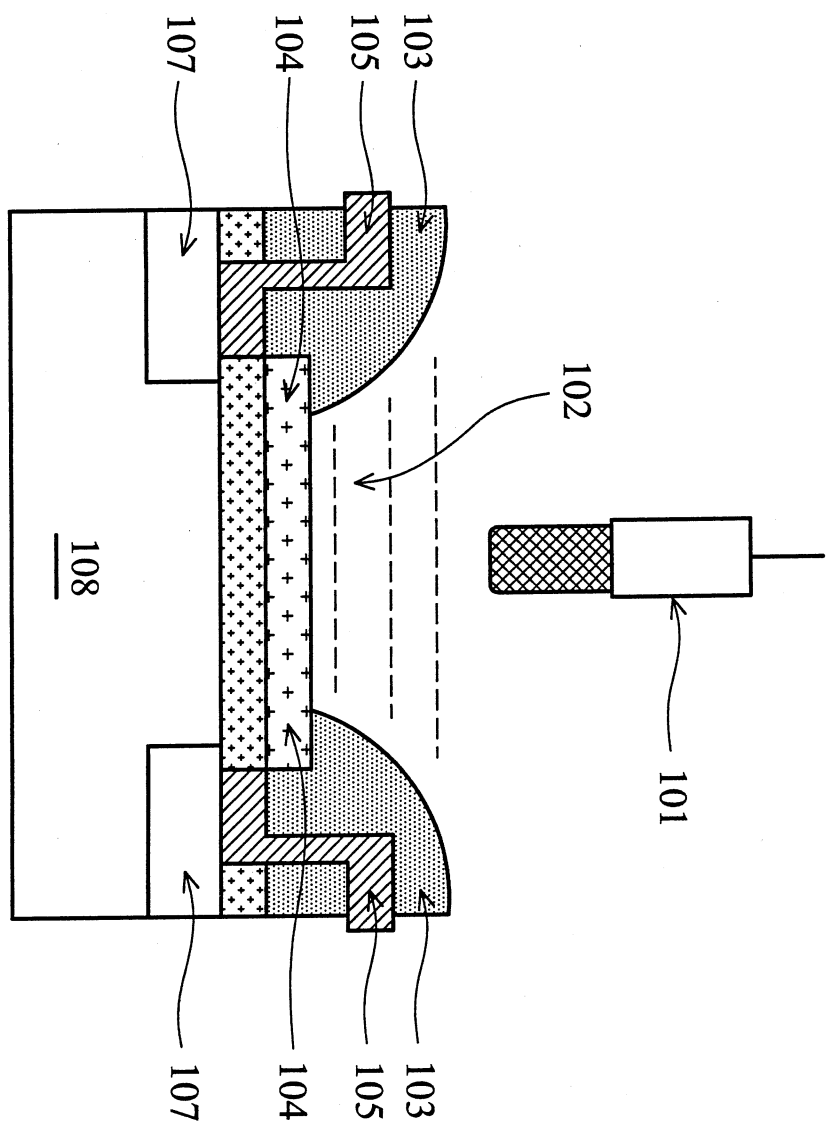
20.如申請專利範圍第 18 項所述之酸鹼度感測器之感測度的量測方法，其中該半導體特性量測儀對於該酸鹼度感測器之延伸式閘極供應電壓係由 0 伏特(V)至 6 伏特(V)。

21.如申請專利範圍第 18 項所述之酸鹼度感測器之感測度的量測方法，其中該半導體特性量測儀對於該酸鹼度感測器之

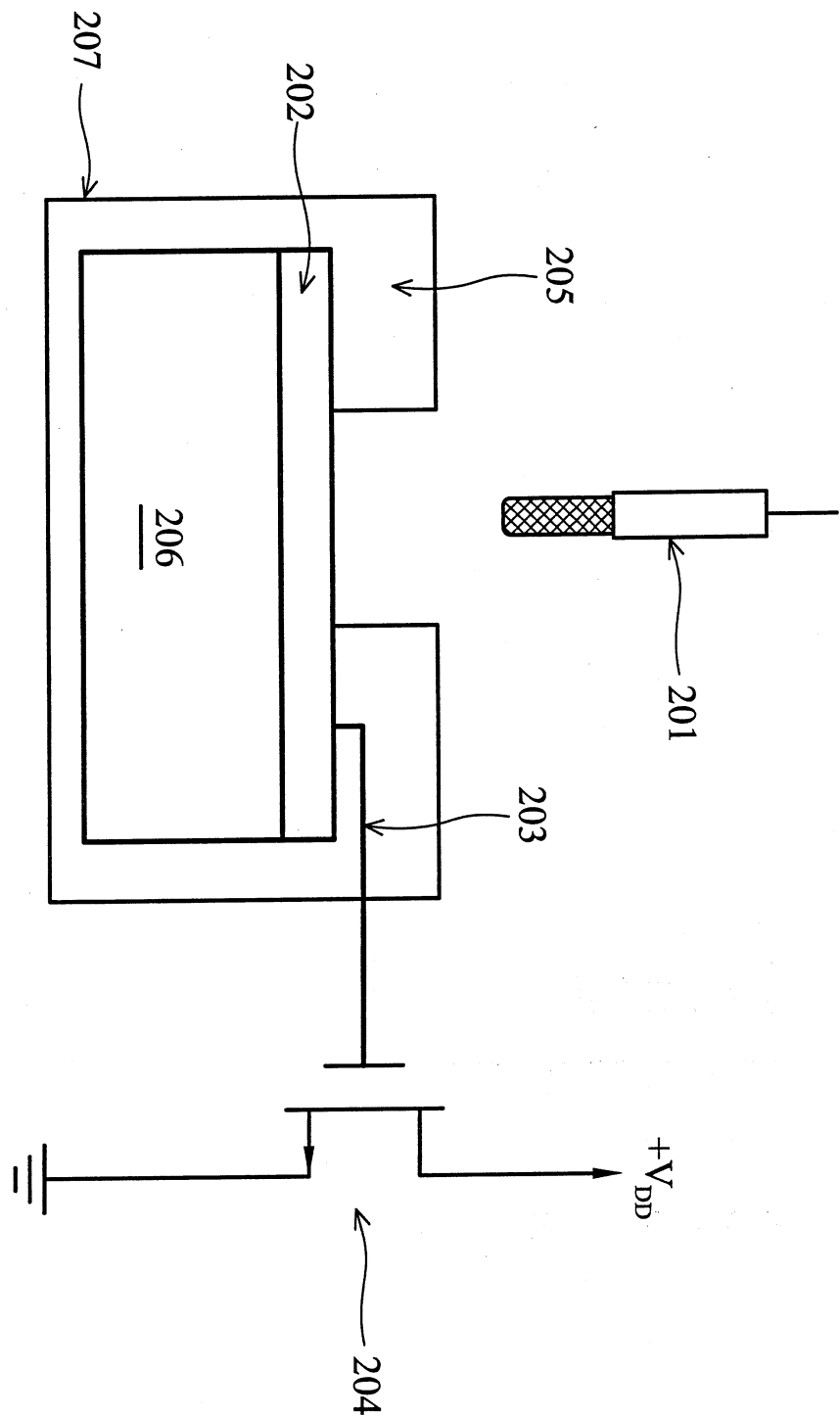
金氧半場效電晶體源/汲端電壓固定為 0.2 伏特(V)。

22.如申請專利範圍第 18 項所述之酸鹼度感測器之感測度的量測方法，其中該溫度控制器控制於室溫 25°C。

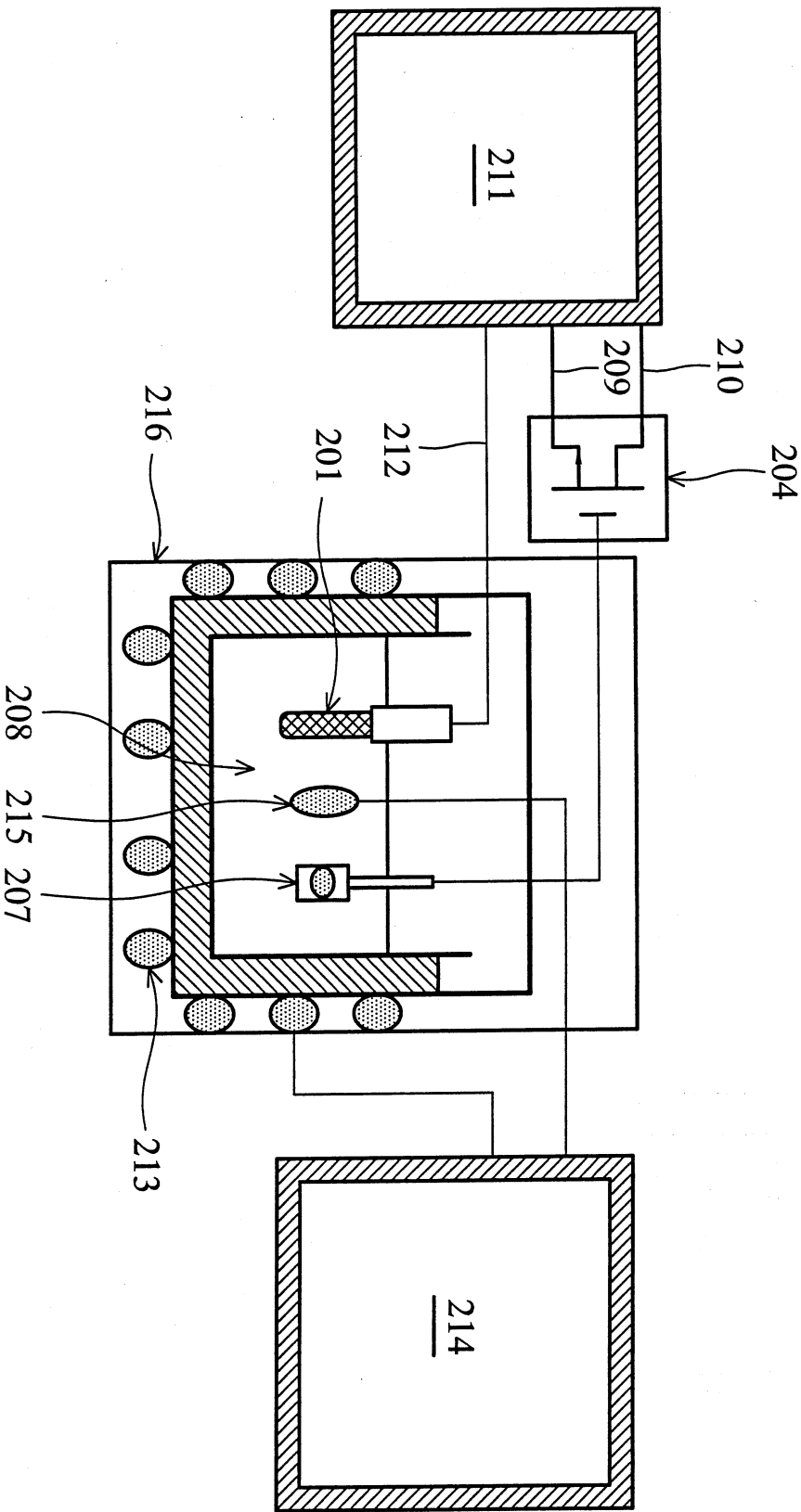
23.如申請專利範圍第 18 項所述之酸鹼度感測器之感測度的量測方法，其中該參考電極係銀/氯化銀(Ag/AgCl)參考電極。



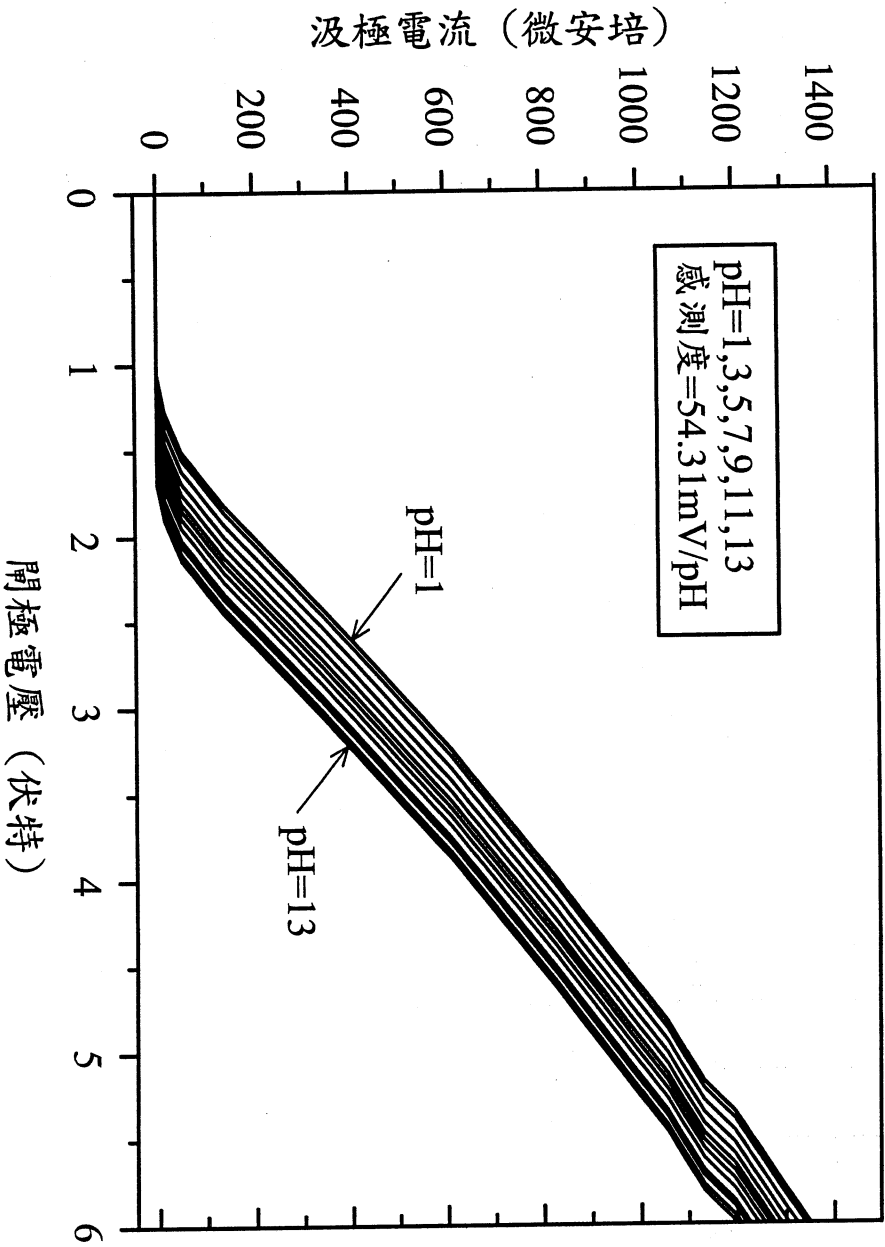
第 1 圖



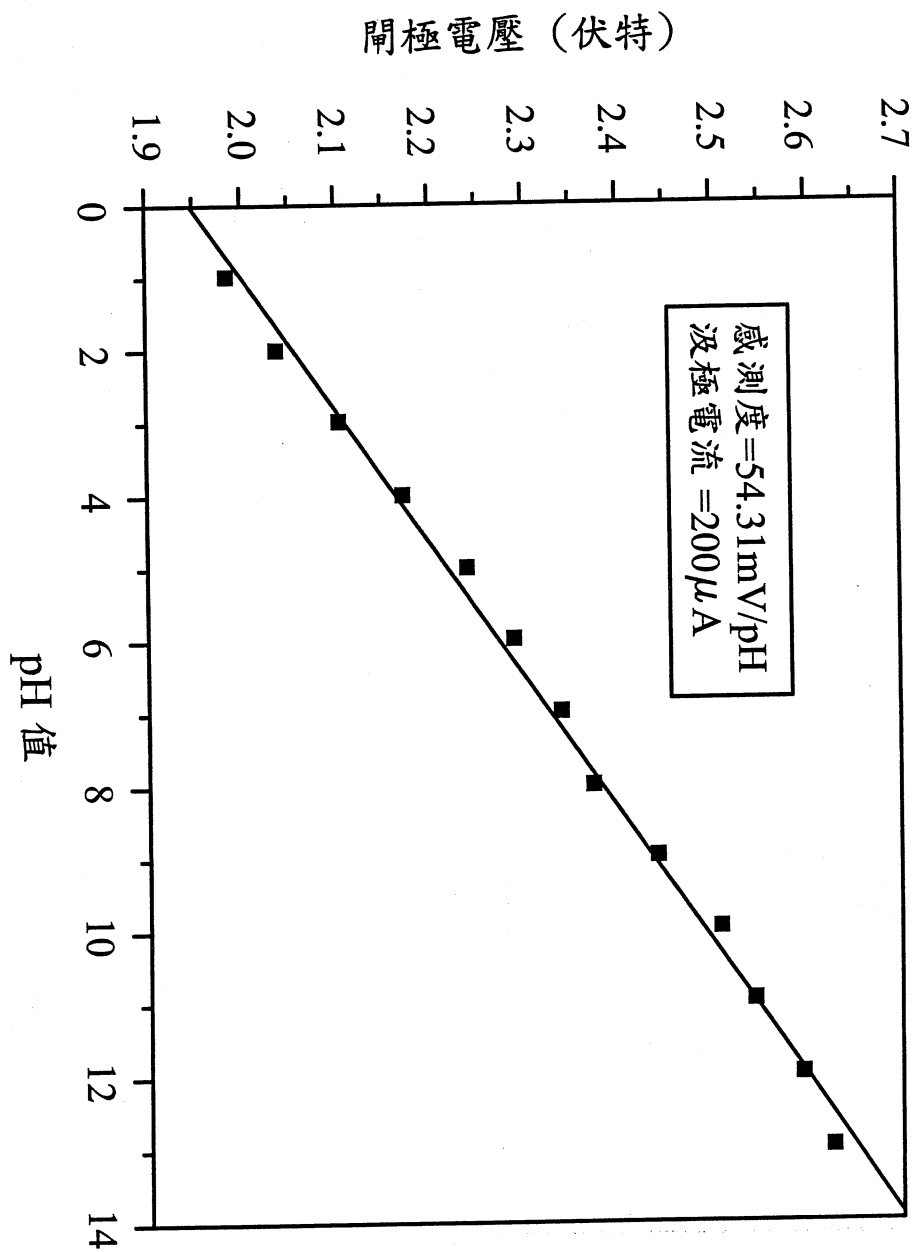
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

201~參考電極；

202~氮化鈦感測薄膜；

203~導線；

204~金氧半場效電晶體；

205~環氧樹脂密封層；

206~P 型基底 (P-Si)；

207~氮化鈦感測元件。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。