



(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 201925748 A

(43)公開日：中華民國 108 (2019) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：106140709

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 23 日

(51)Int. Cl.：

G01N1/22 (2006.01)

G01N27/04 (2006.01)

(71)申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：羅英哲 LO, YING CHE (TW)；林育聖 LIN, YU SHENG (TW)；蕭丁豪 HSIAO, TING HAO (TW)

(74)代理人：洪澄文；顏錦順

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：4 共 28 頁

(54)名稱

電阻式氣體感測器與其氣體感測方法

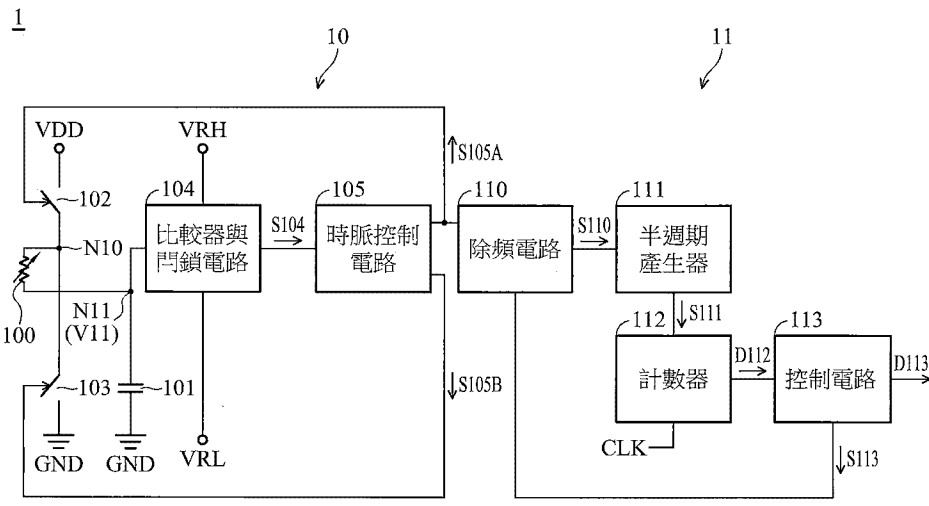
RESISTIVE GAS SENSOR AND GAS SENSING METHOD THEREFOR

(57)摘要

本發明提供了一種電阻式氣體感測器，包括感測電路以及判斷電路。感測電路感測氣體以產生偵測信號。判斷電路以除頻參數來對偵測信號進行除頻操作以產生除頻信號，對除頻信號的一半週期進行計數以產生半週期計數值，且根據半週期計數值來判斷氣體的濃度。此外，判斷電路根據半週期計數值來調整除頻參數。

A resistive gas sensor is provided. The resistive gas sensor includes a sensing circuit and a discrimination circuit. The sensing circuit senses gas to generate a detection signal. According to the frequency-division number, the discrimination circuit performs a frequency-dividing operation on the detection signal and generates a frequency-dividing signal. The half period of the frequency-dividing signal is counted by the discrimination circuit, and a half-period counting value is generated. The half-period counting value is used to determine the gas concentration by the discrimination circuit. Moreover, the discrimination circuit adjusts the frequency-division number or not according to the half-period counting value.

指定代表圖：



第 1 圖

- 符號簡單說明：
- 1 . . . 電阻式氣體感測器
 - 10 . . . 感測電路
 - 11 . . . 判斷電路
 - 100 . . . 感測元件
 - 101 . . . 電容器
 - 102、103 . . . 開關
 - 104 . . . 比較器與門鎖電路
 - 105 . . . 時脈控制電路
 - 110 . . . 除頻電路
 - 111 . . . 半週期產生器
 - 112 . . . 計數器
 - 113 . . . 控制電路
 - CLK . . . 時脈信號
 - D112 . . . 半週期計數值
 - D113 . . . 濃度值
 - GND . . . 接地端
 - N10、N11 . . . 節點
 - S104 . . . 致能信號
 - S105A、S105B . . . 控制信號
 - S110 . . . 除頻信號
 - S111 . . . 半週期信號
 - S113 . . . 除頻控制信號
 - V11 . . . 感測電壓
 - VDD . . . 供應電壓
 - VRH . . . 限臨界電壓
 - VRL . . . 下限臨界電壓

發明專利說明書

【發明名稱】電阻式氣體感測器與其氣體感測方法

Resistive Gas Sensor and Gas Sensing Method therefor

【技術領域】

【0001】本發明係關於一種氣體濃度感測方法，且特別是關於一種電阻式氣體感測器。

【先前技術】

【0002】隨著可攜式電子裝置的發展與使用者的需求，氣體感測器已整合於可攜式裝置，以便於使用者攜帶與使用。目前的氣體感測器多為利用電阻分壓的方式來獲得感測電壓，且根據感測電壓來偵測氣體感測元件的電阻值變化，藉以得知待測氣體的濃度。然而，此感測電壓的線性度不佳，導致偵測不同濃度的氣體時，偵測靈敏度亦無法相同，且感測解析度相差甚遠。此外，感測電壓為類比信號，若欲提供後端數位電路進行運算處理，感測器則需配置類比-數位轉換電路將感測電壓轉換為數位信號，將增加感測器的製作成本。再者，電阻分壓的感測方式限制了感測元件電阻值的量測範圍。

【發明內容】

【0003】因此，本發明提供一種電阻式氣體感測器，其具有較寬的感測元件電阻值的量測範圍、對於不同濃度的氣體提供相近的感測解析度、且產生表示氣體濃度的數位信號。

【0004】本發明之一實施例提供一種電阻式氣體感測器，其包括感測電路以及判斷電路。感測電路感測氣體以產生偵測信號。

判斷電路以除頻參數來對偵測信號進行除頻操作以產生除頻信號、對除頻信號的一半週期進行計數以產生半週期計數值、且根據半週期計數值來判斷氣體的濃度。此外，判斷電路根據半週期計數值來決定或調整除頻參數。

【0005】 本發明之另一實施例提供一種電阻式氣體感測器，其包括感測電路、除頻電路、計數器、以及控制電路。感測電路感測氣體以產生偵測信號。除頻電路接收偵測信號，且以除頻參數來對偵測信號進行除頻操作以產生第一除頻信號。計數器對第一除頻信號的半週期進行計數以產生第一計數值。控制電路接收第一計數值，且根據第一計數值來調整除頻參數。除頻器根據調整後的除頻參數對偵測信號進行除頻操作以產生第二除頻信號。計數器計數第二除頻信號的半週期進行計數以產生第二計數值，且控制電路根據第二計數值來判斷氣體的濃度。

【0006】 本發明之一實施例提供一種氣體感測方法，用於一電阻式氣體感測器。此氣體感測方法包括以下步驟：透過該電阻式氣體感測器來感測氣體，以產生一偵測信號；以除頻參數來對偵測信號進行除頻操作以產生第一除頻信號；對第一除頻信號的半週期進行計數以產生第一計數值；判斷第一計數值是否小於下限臨界值；當判斷出第一計數值小於下限臨界值時，增加除頻參數；根據增加後的除頻參數對偵測信號進行除頻操作以產生第二除頻信號；計數第二除頻信號的半週期進行計數以產生第二計數值；以及根據第二計數值來判斷氣體的濃度。

【0007】 在一實施例中，氣體感測方法更包括以下步驟：當判斷出第一計數值不小於下限臨界值時，判斷第一計數值是否大

於上限臨界值；當判斷出第一計數值大於該上限臨界值時，減少或不調整除頻參數；根據調整後的除頻參數對偵測信號進行除頻操作以產生第三除頻信號；計數第三除頻信號的半週期進行計數以產生第三計數值；以及根據第三計數值來判斷氣體的濃度。

【0008】 為讓本發明之上述目的、特徵及優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附的圖式，作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0009】

第1圖表示根據本發明之一實施例之電阻式氣體感測器。

第2圖表示根據本發明之另一實施例之電阻式氣體感測器。

第3圖表示第2圖中電阻式氣體感測器的主要信號時序圖。

第4圖表示根據本發明之一實施例的氣體感測方法之控制除頻參數的流程圖。

【實施方式】

【0010】 於下文中將參照相關圖式以解說本發明之數個實施例之範例。

【0011】 第 1 圖係表示根據本發明一實施例的電阻式氣體感測器。參閱第 1 圖，電阻式氣體感測器 1 包括感測電路 10 以及判斷電路 11，其共同操作來感測電阻式氣體感測器 1 周遭的氣體，並判斷出此氣體的濃度。以下將透過第 1 圖至第 3 圖來說明本發明實施例的電阻式氣體感測器以及氣體感測方法。如第 1 圖所示，感測電路 10 包括感測元件 100、電容器 101、開關 102 與 103、比較器與門鎖電路 104、以及時脈控制電路 105。判斷電路 11 包括除頻電路 110、半週期產生器 111、計數器 112、以及控制電路 113。

在此實施例中，感測元件 100 以電阻器來實現，其電阻值隨著被感測的氣體的濃度而改變。感測元件 100 耦接於節點 N10 與 N11 之間，且電容器 101 耦接於節點 N11 與接地端 GND 之間。因此可知，感測元件 100 與電容器 101 形成一 RC 振盪電路。

【0012】開關 102 之一端耦接電壓源 VDD，且其另一端耦接節點 N10。開關 103 之一端耦接節點 N10，且其另一端耦接接地端 GND。開關 102 與 103 的導通/關閉狀態分別由控制信號 S105A 與 S105B 所控制。在此實施例中，控制信號 S105A 與 S105B 係由時脈控制電路 105 所產生。參閱第 2 圖，開關 102 與 103 可以電晶體來實現，詳細來說，開關 102 以 P 型電晶體 202 來實現，而開關 103 以 N 型電晶體 203 來實現。P 型電晶體 202 的閘極接收控制信號 S105A，其源極耦接電壓源 VDD，且其汲極耦接節點 N10。N 型電晶體 203 的閘極接收控制信號 S105B，其汲極耦接節點 N10，且其源極耦接接地端 GND。P 型電晶體 202 與 N 型電晶體 203 分別由控制信號 S105A 與 S105B 所控制而於不同的時間導通。也就是說，P 型電晶體 202 的導通持續期間與 N 型電晶體 203 的導通持續期間不重疊。如此一來，藉由電壓源 VDD 透過導通的 P 型電晶體 202 對電容器 101 的充電以及藉由電容器 101 透過導通的 N 型電晶體 203 對接地端 GND 放電，使得產生於節點 N11 的感測電壓 V11 隨著電容器 101 的充放電而變化（感測電壓 V11 的變化如第 3 圖所示，詳細變化將於後文說明）。由於電容器 101 的充放電時間受到感測元件 100 的電阻值所影響，因此，由電容器 101 的充放電時間所衍生出的信號或參數與被感測的氣體的濃度相關聯。

【0013】 再次參閱第 1 圖，比較器與門鎖電路 104 耦接節點 N11 接收感測電壓 V_{11} ，且以上限臨界電壓 V_{RH} 與下限臨界電壓 V_{RL} 來對感測電壓 V_{11} 進行比較，且根據比較結果來產生致能信號 S104。參閱第 2 圖，在一實施例中，比較器與門鎖電路 104 包括比較器 204A 與 204B、反相器 204C、以及 SR 正反器 204D。比較器 204A 的正輸入端 (+) 接收上限臨界電壓 V_{RH} ，其負輸入端 (-) 接收感測電壓 V_{11} 。反相器 204C 耦接比較器 204A 的輸出端。比較器 204A 根據比較結果於其輸出端產生對應的輸出信號，且此輸出信號經反相器 204C 反相後作為比較信號 S204A。比較器 204B 的正輸入端 (+) 接收下限臨界電壓 V_{RL} ，其負輸入端 (-) 接收感測電壓 V_{11} 。比較器 204B 根據比較結果於其輸出端產生比較信號 S204B。SR 正反器 204D 的設定端 (S) 接收比較信號 S204A，其重置端 (R) 接收比較信號 S204B，且其輸出端 (Q) 產生致能信號 S104。根據 SR 正反器的操作，每當設定端 (S) 或重置端 (R) 的信號由低電壓位準轉換為高電壓位準時（即比較信號 S204A 或 S204B 發生上升緣時），輸出端 Q 上的致能信號 S104 則轉態至另一電壓位準（即致能信號 S104 發生上升緣或下降緣），例如，由低電壓位準轉換至高電壓位準（上升緣），或由高電壓位準轉換至低電壓位準（下降緣）。

【0014】 如第 1 圖所示，時脈控制電路 105 接收致能訊號 S104，且根據致能訊號 S104 產生用來控制信號 S105A 與 S105B。如上所述，為了使感測電壓 V_{11} 隨著電容器 101 的充放電而變化，以進一步獲得與被感測的氣體的濃度相關聯的信號或參數，P 型電晶體 202 與 N 型電晶體 203 不能同時導通。因此，控制信號 S105A

處於低電壓位準以導通 P 型電晶體的持續期間與控制信號 S150B 處於高電壓位準以導通 N 型電晶體的持續期間不重疊，如第 3 圖所示。參閱第 2 圖，時脈控制電路 105 由非重疊時脈產生器 205 構成。非重疊時脈產生器 205 接收致能信號 S104，且根據致能信號 S104 來產生控制信號 S105A 與 S105B。根據上述，比較器與閘鎖電路 104 透過以上限臨界電壓 V_{RH} 與下限臨界電壓 V_{RL} 來對感測電壓 V_{11} 進行比較來產生比較信號 S204A 與 S204B，因此，比較信號 S204A 的上升緣與比信號 S204B 的上升緣之間的期間可表示感測電壓 V_{11} 的充放電時間。如此一來，致能信號 S104 的週期可表示感測電壓 V_{11} 的充放電時間，也就是說，致能信號 S104 的週期與被感測的氣體的濃度相關聯。

【0015】 在此實施例中，非重疊時脈產生器 205 以致能信號 S104 的脈波（例如，處於高電壓位準的部分）作為控制信號 S105A 與 S105B 的脈波出現的依據。參閱第 3 圖，當致能信號 S104 於時間點 t_1 由低電壓位準轉換為高電壓位準（上升緣）後，控制信號 S150A 於時間點 t_2 由低電壓位準轉換為高電壓位準，接著，控制信號 S150B 於時間點 t_3 由低電壓位準轉換為高電壓位準；當致能信號 S104 於時間點 t_5 由高電壓位準轉換為低電壓位準（下降緣）後，控制信號 S150B 於時間點 t_6 由高電壓位準轉換為低電壓位準，接著，控制信號 S150A 於時間點 t_7 由高電壓位準轉換為低電壓位準。換句話說，在致能信號 S104 出現一上升緣之後，控制信號 S105A 與 S105B 的上升緣依序發生；在致能信號 S104 出現一下降緣之後，控制信號 S105B 與 S105A 的下降緣依序發生。如此一來，控制信號 S105A 處於低電壓位準的持續期間（例如由時間點 $t_7 \sim t_{10}$ ）

的期間)與控制信號 S150B 處於高電壓位準的持續期間(例如由時間點 $t_3 \sim t_6$ 的期間)不重疊。如上所述,由於非重疊時脈產生器 205 係根據致能信號 S104 來產生控制信號 S105A 與 S105B,因此,控制信號 S105A 與 S105B 的週期可表示感測電壓 V11 的充放電時間,也就是說,控制信號 S105A 與 S105B 的週期都與被感測的氣體的濃度相關聯。

【0016】參閱第 1 圖,在此實施例中,由於控制信號 S105A 的週期與被感測的氣體的濃度相關聯,因此,控制信號 S105A 作為感測電路 10 感測氣體所獲得的偵測信號。判斷電路 11 中的除頻電路 110 接收控制信號 S105A (也就是偵測信號),且以一除頻參數來對控制信號 S105A 進行除頻操作以產生除頻信號 S110。此除頻參數係由控制電路 113 所產生的除頻控制信號 S113 所決定或控制。參閱第 2 圖,除頻電路 110 包括複數個依序串接的除頻器 220 以及多工器 (MUX) 221。在此實施例中,以 16 個除 2 的除頻器 220_1~220_16 為例來說明。除頻器 220_1~220_16 中的每一者以數值 2 (稱為除頻子參數)對其接收的輸入信號進行除頻以產生各自的輸出信號 S220_1~S220_16。在這些除頻器 220_1~220_16 中的第一個除頻器 220_1 接收控制信號 S105A 作為其輸入信號,而其他除頻器 220_2~220_16 的每一者則是接收前一除頻器的輸出信號做為其輸入信號。輸出信號 S220_1~S220_16 傳送或多工器 221 的輸入端。多工器 221 受到由控制電路 113 所產生的除頻控制信號 S113 的控制,選擇輸出信號 S220_1~S220_16 中一者作為除頻信號 S110。根據上述可得知,透過除頻控制信號 S113 對多工器 221 的控制,可實現控制電路 113 對除頻參數的調整。舉例

來說，當多工器根據除頻控制信號 S113 來選擇輸出信號 S220_1 作為除頻信號 S110 時，除頻參數則為 2，即對控制信號 S105A 除以 2；當多工器根據除頻控制信號 S113 來選擇輸出信號 S220_3 作為除頻信號 S110 時，除頻參數則為 $8(2^3)$ ，即對控制信號 S105A 除以 8。根據上述，控制信號 S105A 的週期與被感測的氣體的濃度相關聯，因此，即使由控制信號 S105A 經除頻後獲得的除頻信號 S110 的週期變大，除頻信號 S110 的週期仍與被感測的氣體的濃度相關聯。

【0017】 在獲得除頻信號 S110 後，半週期產生器 111 則根據除頻信號 S110 來產生半週期信號 S111。此半週期信號 S111 的脈波持續時間等於除頻信號 S110 的半週期，且與被感測的氣體的濃度相關聯。接著，計數器 112 接收半週期信號 S111。計數器 112 根據時脈信號 CLK 來計數半週期信號 S111 的脈波持續時間，以產生半週期計數值 D112。在此實施例中，半週期計數值 D112 為 16 位元的數值，且目標精度為 13 位元。半週期計數值 D112 傳送至控制電路 113。控制電路 113 根據半週期計數值 D112 產生除頻控制信號 S113，以決定或控制除頻電路 110 的除頻參數。

【0018】 第 4 圖係表示根據本發明實施例的氣體感測方法之控制除頻參數的流程圖。參閱第 4 圖，當電阻式氣體感測器 1 啟動（步驟 U40）後，控制電路 113 處於等待狀態（步驟 U41），且判斷是否接收到半週期計數值 D112（步驟 U42）。當控制電路 113 未接收到半週期計數值 D112（步驟 U42-否），則控制電路 113 持續處於等待狀態直到接收到半週期計數值 D112。當控制電路 113 接收到半週期計數值 D112（步驟 U42-是），其判斷半週期計數值

D112 是否小於一下限臨界值（步驟 U43）。當控制電路 113 判斷出半週期計數值 D112 小於下限臨界值時（步驟 U43-是），控制電路 113 則透過除頻控制信號 S113 來增加除頻電路 110 的除頻參數（步驟 U44）。在增加除頻參數後，半週期計數值 D112 則因為半週期信號 S111 的脈波持續時間的增長而增加。當控制電路 113 判斷出半週期計數值 D112 不小於下限臨界值時（步驟 U43-否），控制電路 113 則判斷半週期計數值 D112 是否大於一上限臨界值（步驟 U45）。當控制電路 113 判斷出半週期計數值 D112 大於下限臨界值時（步驟 U45-是），控制電路 113 則透過除頻控制信號 S113 來減少除頻電路 110 的除頻參數或不調整除頻參數（步驟 U46）。在減少除頻參數的情況下，半週期計數值 D112 則因為半週期信號 S111 的脈波持續時間的縮短而減少。當控制電路 113 判斷出半週期計數值 D112 不大於上限臨界值時（步驟 U45-否），控制電路 113 則不調整除頻參數（步驟 U47）。藉由除頻參數的調整，使得對應不同濃度的半週期計數值 D112 具有相同的解析度。

【0019】根據本發明實施例，控制電路 113 還可根據半週期計數值 D112 來判斷被感測的氣體濃度，且產生對應的濃度值 D113。如上所述，半週期信號 S111 的脈波持續時間與被感測的氣體的濃度相關聯。因此，計數此脈波持續時間所獲得的半週期計數值 D112 也與被感測的氣體的濃度相關聯，使得控制電路 113 能根據半週期計數值 D112 來判斷被感測的氣體的濃度。

【0020】如上所述，根據控制電路 113 的操作，除頻參數可能維持不變或被調整（增加或減少）。因此，在此實施例中，被控制電路 113 用來作為判斷被感測的氣體濃度的依據，且根據步驟 U43

與 U45 的判斷結果而有所不同。當控制電路 113 根據步驟 U45 的判斷結果而不調整除頻參數時，控制電路 113 根據此時的半週期計數值 D112 來判斷被感測的氣體的濃度。舉例來說，假設 16 位元的半週期計數值 D112 為 6280 (" 0001 1000 1000 1000")，當控制電路 113 根據步驟 U45 的判斷結果而不調整除頻參數時，控制電路 113 決定增益為 $2^0 (=1)$ (即除頻參數的調整程度為 1 倍)，且根據此增益來產生除頻控制信號 S113 以控制多工器 221 不改變所選擇的輸出信號，因此，半週期計數值 D112 則維持 6280 (增益為 $2^0 (=1)$)，且以 6280 作為偵測計數值，也就是多工器 221 維持選擇目前的輸出信號作為除頻信號 S110。此時，控制電路 113 則根據偵測計數值 (=6280) 來判斷此時的感測元件 100 的電阻值 (例如 $16\text{M}\Omega$)，且根據判斷出的電阻值來判斷被感測的氣體的濃度。

【0021】 當控制電路 113 根據步驟 U43 或 U45 的判斷結果來調整 (增加或減少) 除頻電路 110 的除頻參數時，控制電路 113 根據調整後的半週期計數值 D112 來進一步判斷被感測的氣體的濃度。舉例來說，假設 16 位元的半週期計數值 D112 為 196 (" 0000 0000 1100 0100")，當控制電路 113 根據步驟 U43 的判斷結果而決定調整除頻參數且決定增益為 $2^5 (=32)$ (即除頻參數的調整程度為 32 倍) 時，其根據此增益來產生除頻控制信號 S113 以控制多工器 221 改變選擇另一輸出信號 (例如由選擇輸出信號 S221_1 變為選擇輸出信號 S221_6)，藉此增加除頻參數。此時，半週期計數值 D112 則變為 6272 (" 0001 1000 000 0000")，且半週期計數值 D112 的解析度增加 32 倍。當控制電路 113 接收到增加的半

週期計數值 D112 後，將半週期計數值 D112(即 6272)除以 32(對應於除頻參數的調整程度)，且此除法結果作為偵測計數值，以判斷此時的感測元件 100 的電阻值(例如 $512\text{k}\Omega$)，且根據判斷出的電阻值來進一步判斷被感測的氣體的濃度。在此實施例中，控制電路 113 可將半週期計數值 D112(“0001 1000 000 0000”)儲存在內建的一暫存器內，其中，半週期計數值 D112 的整數位(即“0001 1000 000 0000”中的前 11 個位元)儲存在暫存器的一整數部分，而半週期計數值 D112 的小數位(即“0001 1000 000 0000”中的後 5 個位元)儲存在暫存器的小數部分。在一實施例中，暫存器 113 儲存一查詢表，其包括不同的電阻值以及對應的濃度值。在控制電路 113 接收到增加的半週期計數值 D112 且判斷此時的感測元件 100 的電阻值之後，可對此查詢表進行查詢以獲得對應的濃度值，以作為被感測的氣體的濃度。

【0022】由上述實施例可知，感測元件 100 的電阻值為 $16\text{M}\Omega$ 與 $512\text{k}\Omega$ ，經除頻電路 110 與控制電路 113 調整除頻參數後，分別產生半週期計數值 D112 為 6280 及 6272，意即對應於不同的感測氣體濃度，可獲得相近的感測解析度。

【0023】在下文中，將透過第 2、3 圖來詳細說明電阻式氣體感測器 1 的操作。

【0024】參閱第 3 圖，於時間點 t_0 ，P 型電晶體 202 根據低電壓位準的控制信號 S105A 而導通且 N 型電晶體 203 根據低電壓位準的控制信號 S105B 而關閉，使得感測電壓 V11 隨著供應電壓 VDD 對電容器 101 的充電而逐漸地上升。在本發明實施例中，由於感測元件 100 與電容器 101 形成一 RC 振盪電路，因此，電容

器 101 的充放電時間受到感測元件 100 的電阻值所影響，也就是，感測電壓 V_{11} 逐漸上升的斜率與感測元件 100 的電阻值相關聯。一旦感測電壓 V_{11} 超過上限臨界電壓 V_{RH} （例如於時間點 t_1 ），透過比較器 204A 與反相器 204C 的操作，比較信號 S_{204A} 切換為高電壓位準。此時，SR 正反器 204D 所產生的致能信號 S_{104} 反應於比較信號 S_{204A} 的上升緣而將切換為高電壓位準。非重疊時脈產生器 205 反應於致能信號 S_{104} 上升緣而在延遲於時間點 t_1 的時間點 t_2 將控制信號 S_{105A} 由低電壓位準切換為高電壓位準，且接著在延遲於時間點 t_2 的時間點 t_3 將控制信號 S_{105B} 由低電壓位準切換為高電壓位準。如此一來，P 型電晶體 202 於時間點 t_2 根據高電壓位準的控制信號 S_{150A} 而關閉，使得感測電壓 V_{11} 於時間點 t_2 停止上升，且維持在一位準直到時間點 t_3 。於時間點 t_3 ，N 型電晶體 203 根據高電壓位準的控制信號 S_{150B} 而導通，使得電容器 101 開始放電且感測電壓 V_{11} 開始下降。

【0025】 於時間點 t_4 ，感測電壓 V_{11} 低於上限臨界電壓 V_{RH} ，透過比較器 204A 與反相器 204C 的操作，比較信號 S_{204A} 切換為低電壓位準。感測電壓 V_{11} 逐漸地下降，且逐漸下降的斜率與感測元件 100 的電阻值相關聯。一旦感測電壓 V_{11} 低於下限臨界電壓 V_{RL} （例如於時間點 t_5 ），透過比較器 204B 的操作，比較信號 S_{204B} 切換為高電壓位準。此時，SR 正反器 204D 所產生的致能信號 S_{104} 反應於比較信號 S_{204B} 的上升緣而將切換為低電壓位準。非重疊時脈產生器 205 反應於致能信號 S_{104} 下降緣而在延遲於時間點 t_5 的時間點 t_6 將控制信號 S_{105B} 由高電壓位準切換為低電壓位準，且接著在延遲於時間點 t_6 的時間點 t_7 將控制信號 S_{105A}

由高電壓位準切換為低電壓位準。如此一來，N 型電晶體 203 於時間點 t_6 根據低電壓位準的控制信號 S150B 而關閉，使得感測電壓 V11 於時間點 t_6 停止下降，且維持在一位準直到時間點 t_7 。於時間點 t_7 ，P 型電晶體 202 根據低電壓位準的控制信號 S150A 而導通，使得電容器 101 開始充電且感測電壓 V11 開始逐漸地上升。於時間點 t_8 ，感測電壓 V11 超過下限臨界電壓 V_{RL} ，透過比較器 204B 的操作，比較信號 S204B 切換為低電壓位準。於時間點 t_8 之後，感測電路 10 執行前述相同的操作，在此省略說明。

【0026】除頻電路 110 對控制信號 S105A (偵測信號) 進行除頻。舉例來說，參閱第 2、3 圖，除頻器 220_1 以數值 2 對控制信號 S105A 進行除頻以獲得輸出信號 S220_1，如此一來，輸出信號 S220_1 的週期為控制信號 S105A 的週期的兩倍。在第 3 圖的實施例中，假設多工器 221 根據除頻控制信號 S113 而選擇輸出信號 S220_1 作為除頻信號 S110，半週期產生器 111 所產生的半週期信號 S111 的脈波持續時間等於輸出信號 S220_1 的半週期，且與被感測的氣體的濃度相關聯。計數器 112 則根據時脈信號 CLK 來計數半週期信號 S111 的脈波持續時間來產生半週期計數值 D112。控制電路 113 根據半週期計數值 D112 產生除頻控制信號 S113，來決定或控制除頻電路 110 的除頻參數。

【0027】如上所述，在本發明的實施例中，係以控制信號 S105A 作為傳送到除頻電路 110 的偵測信號。而在其他實施例中，致能信號 S104 的週期亦與被感測的氣體的濃度相關聯，因此可以控制信號 S105A 作為偵測信號。

【0028】根據本發明實施例，電阻式氣體感測器 1 係透過偵

測信號 S105A 的振盪週期來偵測感測元件 100 的電阻值變化，藉以獲得氣體濃度。與習知技術中透過電阻分壓來偵測電阻值變化比較起來，對於電阻值變化而言，振盪週期具有較佳的線性度，且具有較寬的量測範圍。再者，透過計數器 112 對信號週期的計數操作，其輸出的半週期計數值 D112 為數位信號。因此，電阻式氣體感測器 1 不需要另外配置會增加成本的類比數位轉換器。如上述實施例所揭露，控制電路 113 透過增益的決定與除頻參數的控制，使得在不同的氣體濃度下計數半週期計數值 D112 具有相近的解析度，能更準確地判斷氣體濃度。

【0029】 本發明實施例提到的多對一多工器的輸入端數量與除頻器數目，可依系統要求之感測解析度作適當的增加或減少。

【0030】 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，任何熟習此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作更動與潤飾，因此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。

【符號說明】

【0031】

1～電阻式氣體感測器；	10～感測電路；
11～判斷電路；	100～感測元件；
101～電容器；	102、103～開關；
104～比較器與門鎖電路；	105～時脈控制電路；
110～除頻電路；	111～半週期產生器；
112～計數器；	113～控制電路；
202～P 型電晶體；	203～N 型電晶體；

204A、204B～比較器；	204D～SR 正反器；
205～非重疊時脈產生器；	220_1…220_16～除頻器；
221～多工器（MUX）；	CLK～時脈信號；
D112～半週期計數值；	D113～濃度值；
GND～接地端；	N10、N11～節點；
U40…U47～步驟；	S104～致能信號；
S105A、S105B～控制信號；	S110～除頻信號；
S111～半週期信號；	S113～除頻控制信號；
S204A、S204B～比較信號；	
S220_1…S220_16～輸出信號；	
t0…t12～時間點；	V11～感測電壓；
VDD～供應電壓；	V _{RH} ～上限臨界電壓；
V _{RL} ～下限臨界電壓。	

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：**G01N 1/22** (2006.01)
G01N 27/04 (2006.01)

【發明名稱】電阻式氣體感測器與其氣體感測方法

Resistive Gas Sensor and Gas Sensing Method therefor

【中文】

本發明提供了一種電阻式氣體感測器，包括感測電路以及判斷電路。感測電路感測氣體以產生偵測信號。判斷電路以除頻參數來對偵測信號進行除頻操作以產生除頻信號，對除頻信號的一半週期進行計數以產生半週期計數值，且根據半週期計數值來判斷氣體的濃度。此外，判斷電路根據半週期計數值來調整除頻參數。

【英文】

A resistive gas sensor is provided. The resistive gas sensor includes a sensing circuit and a discrimination circuit. The sensing circuit senses gas to generate a detection signal. According to the frequency-division number, the discrimination circuit performs a frequency-dividing operation on the detection signal and generates a frequency-dividing signal. The half period of the frequency-dividing signal is counted by the discrimination circuit, and a half-period counting value is generated. The half-period counting value is used to determine the gas concentration by the discrimination circuit.

Moreover, the discrimination circuit adjusts the frequency-division number or not according to the half-period counting value.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1～電阻式氣體感測器；	10～感測電路；
11～判斷電路；	100～感測元件；
101～電容器；	102、103～開關；
104～比較器與門鎖電路；	105～時脈控制電路
110～除頻電路；	111～半週期產生器；
112～計數器；	113～控制電路；
CLK～時脈信號；	D112～半週期計數值；
D113～濃度值；	GND～接地端；
N10、N11～節點；	S104～致能信號；
S105A、S105B～控制信號；	S110～除頻信號；
S111～半週期信號；	S113～除頻控制信號；
V11～感測電壓；	VDD～供應電壓；
V_{RH} ～限臨界電壓；	V_{RL} ～下限臨界電壓。

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無。

申請專利範圍

1.一種電阻式氣體感測器，包括：

一感測電路，感測一氣體以產生一偵測信號；以及

一判斷電路，以一除頻參數來對該偵測信號進行一除頻操作以產生一除頻信號、對該除頻信號的一半週期進行計數以產生一半週期計數值、且根據該半週期計數值來判斷該氣體的一濃度；

其中，該判斷電路根據該半週期計數值來決定該除頻參數。

2.如申請專利範圍第1項所述之電阻式氣體感測器，

其中，當該除頻參數為一第一參數時，該判斷電路產生的該半週期計數值為一第一計數值；以及

其中，當該判斷電路根據該第一計數值來調整該除頻參數時，該判斷電路根據反應於調整的該除頻參數而改變該半週期計數值。

3.如申請專利範圍第2項所述之電阻式氣體感測器，

其中，該判斷電路判斷該第一計數值是否小於一下限臨界值；

其中，當該判斷電路判斷出該第一計數值小於該下限臨界值時，該判斷電路調整該除頻參數為大於該第一參數的一第二參數、產生為一第二計數值的該半週期計數值、且根據該第二計數值來判斷該氣體的該濃度。

4.如申請專利範圍第3項所述之電阻式氣體感測器，

其中，當該判斷電路判斷出該第一計數值不小於該下限臨界值時，該判斷電路判斷該第一計數值是否大於一上限臨界值；其中，當該判斷電路判斷出第一計數值大於該上限臨界值時，該判斷電路調整該除頻參數為小於該第一參數的一第三參數、產生為一第三計數值的該半週期計數值、且根據該第三計數值來判斷該氣體的該濃度。

5.如申請專利範圍第1項所述之電阻式氣體感測器，其中，該判斷電路包括：

一除頻電路，接收該偵測信號，且以該除頻參數來對該偵測信號進行該除頻操作以產生該除頻信號；
一半週期產生器，根據該除頻信號來產生一半週期信號，其中，該半週期信號的脈波持續時間等於該除頻信號的該半週期；
一計數器，接收該半週期信號，且根據一時脈信號來計數該半週期信號的脈波持續時間以產生該半週期計數值；以及
一控制電路，接收該半週期計數值，根據該半週期計數值來決定一增益，且以該增益來產生一除頻控制信號決定該除頻參數，其中，該增益表示該除頻參數的調整程度。

6.如申請專利範圍第5項所述之電阻式氣體感測器，其中，該除頻電路包括：

複數依序串接的除頻器，每一該除頻電路以一除頻子參數對各自的一輸入信號進行除頻來產生各自的一輸出信號，其中，該等除頻電路中的第一個該除頻電路接收該感測信號作為對應

的該輸入信號，而該等除頻電路中的其他該等除頻電路的每一者接收前一該除頻電路的該輸出信號作為對應的該輸入信號；

一多工器，耦接該等除頻電路以接收該等輸出信號，且受控於該除頻控制信號以選擇該等輸出信號中之一者作為該除頻信號；

其中，該除頻參數為產生被選擇的該輸出信號的該等除頻電路的該等除頻子參數的乘積。

7.如申請專利範圍第5項所述之電阻式氣體感測器，其中，該控制電路以該增益來對該半週期計數值進行一除法運算以獲得一偵測計數值，且根據該偵測計數值來判斷該氣體的該濃度。

8.如申請專利範圍第1項所述之電阻式氣體感測器，其中，該感測電路包括：

一第一開關，耦接於一電壓源與一第一節點之間，且受控於一第一控制信號；

一第二開關，耦接於該第一節點與一接地端之間，且受控於一第二控制信號；

一感測元件，耦接於該第一節點與一第二節點之間，且具有一電阻值，其中，該電阻值隨著該氣體的該濃度而改變；

一電容器，耦接於該第二節點與該接地端之間，其中，一感測電壓產生於該第二節點；

一比較器與門鎖電路，接收該感測電壓，且以一上限臨界電壓與一下限臨界電壓來對該感測電壓進行比較，以產生一第一比較信號與一第二比較信號，其中，該第一比較信號表示該上限臨界電壓與該感測電壓的比較結果，且該第二比較信號表示該下限臨界電壓與該感測電壓的比較結果，該比較器與門鎖電路包括：

一SR正反器，具有接收該第一比較信號的輸出端的一設定端、接收該第二比較信號的一重置端、以及產生一致能信號的一輸出端；以及

一時脈控制電路，接收該致能信號，且根據該致能信號來產生該第一控制信號以及該第二控制信號；

其中，該第一控制信號導通該第一開關的一第一持續期間與該第二控制信號導通該第二開關導通的一第二持續期間不重疊；以及

其中，該第一控制信號作為該偵測信號。

9.如申請專利範圍第8項所述之電阻式氣體感測器，其中，該感測元件為一電阻器。

10.如申請專利範圍第8項所述之電阻式氣體感測器，其中，該時脈控制電路包括：

一非重疊時脈產生器，接收該致能信號，且根據該致能信號的複數脈波來產生該第一控制信號以及該第二控制信號；

其中，該第一控制信號於該第一持續期間處於一低位準以導通

該第一開關，且該第二控制信號於該第二持續期間處於一高位準以導通該第二開關。

11.一種氣體感測方法，用於一電阻式氣體感測器，包括：

透過該電阻式氣體感測器來感測一氣體，以產生一偵測信號；
以一除頻參數來對該偵測信號進行一除頻操作以產生一第一除頻信號；

對該第一除頻信號的一半週期進行計數以產生一第一計數值；

判斷該第一計數值是否小於一下限臨界值；

當判斷出該第一計數值小於該下限臨界值時，增加該除頻參數；

根據增加後的該除頻參數對該偵測信號進行該除頻操作以產生一第二除頻信號；

計數該第二除頻信號的一半週期進行計數以產生一第二計數值；以及

根據該第二計數值來判斷該氣體的一濃度。

12.如申請專利範圍第11項所述之氣體感測方法，更包括：

當判斷出該第一計數值不小於該下限臨界值時，判斷該第一計數值是否大於一上限臨界值；

當判斷出該第一計數值大於該上限臨界值時，減少該除頻參數；

根據減少後的該除頻參數對該偵測信號進行該除頻操作以產生一第三除頻信號；

計數該第三除頻信號的半週期進行計數以產生一第三計數值；以及

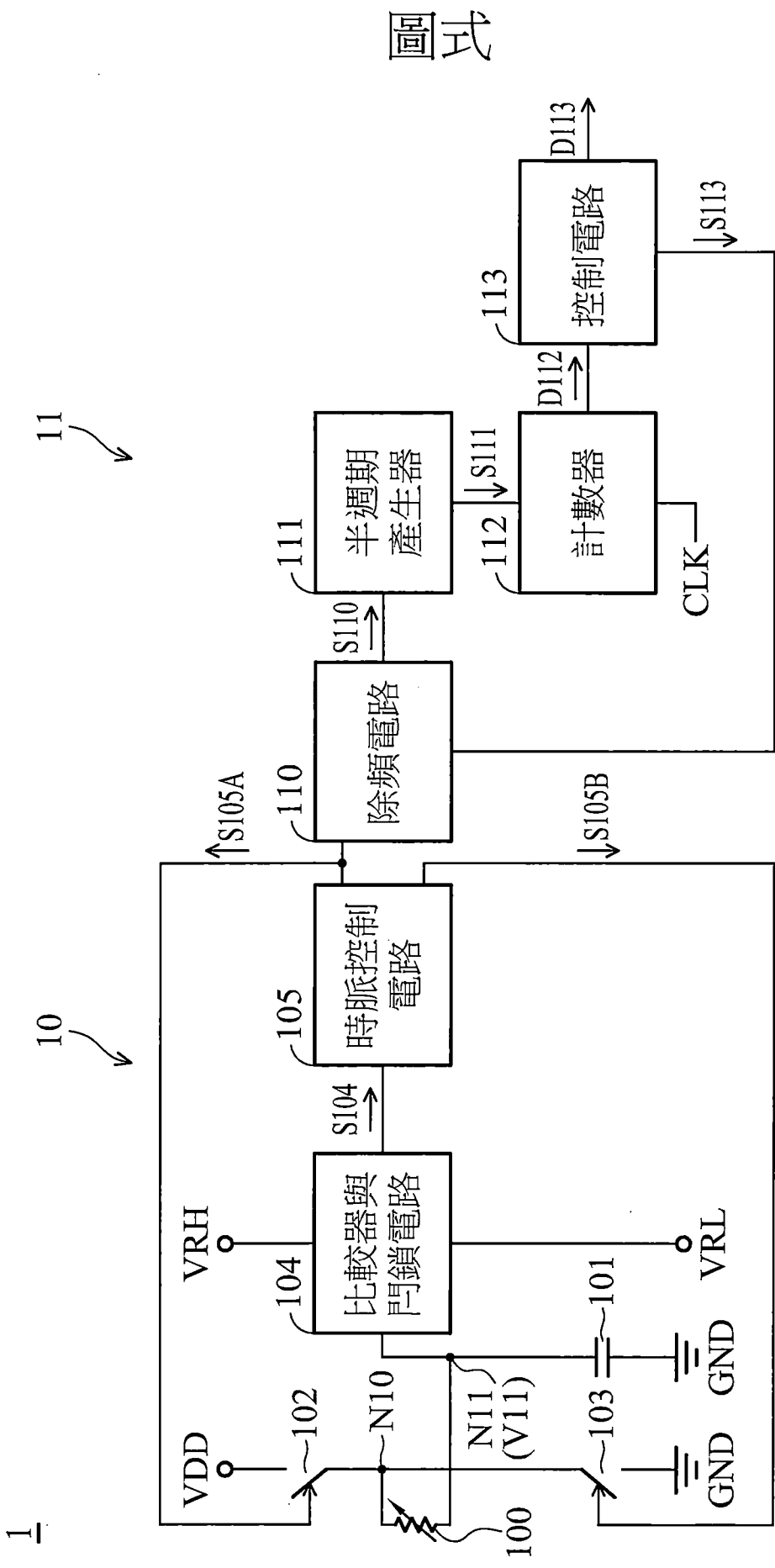
根據該第三計數值來判斷該氣體的該濃度。

13.如申請專利範圍第11項所述之氣體感測方法，其中，根據該第二計數值來判斷該氣體的該濃度之步驟包括：

以對應該第二除頻參數的增加程度的一數值來對該第二計數值進行一除法運算以獲得一偵測計數值；

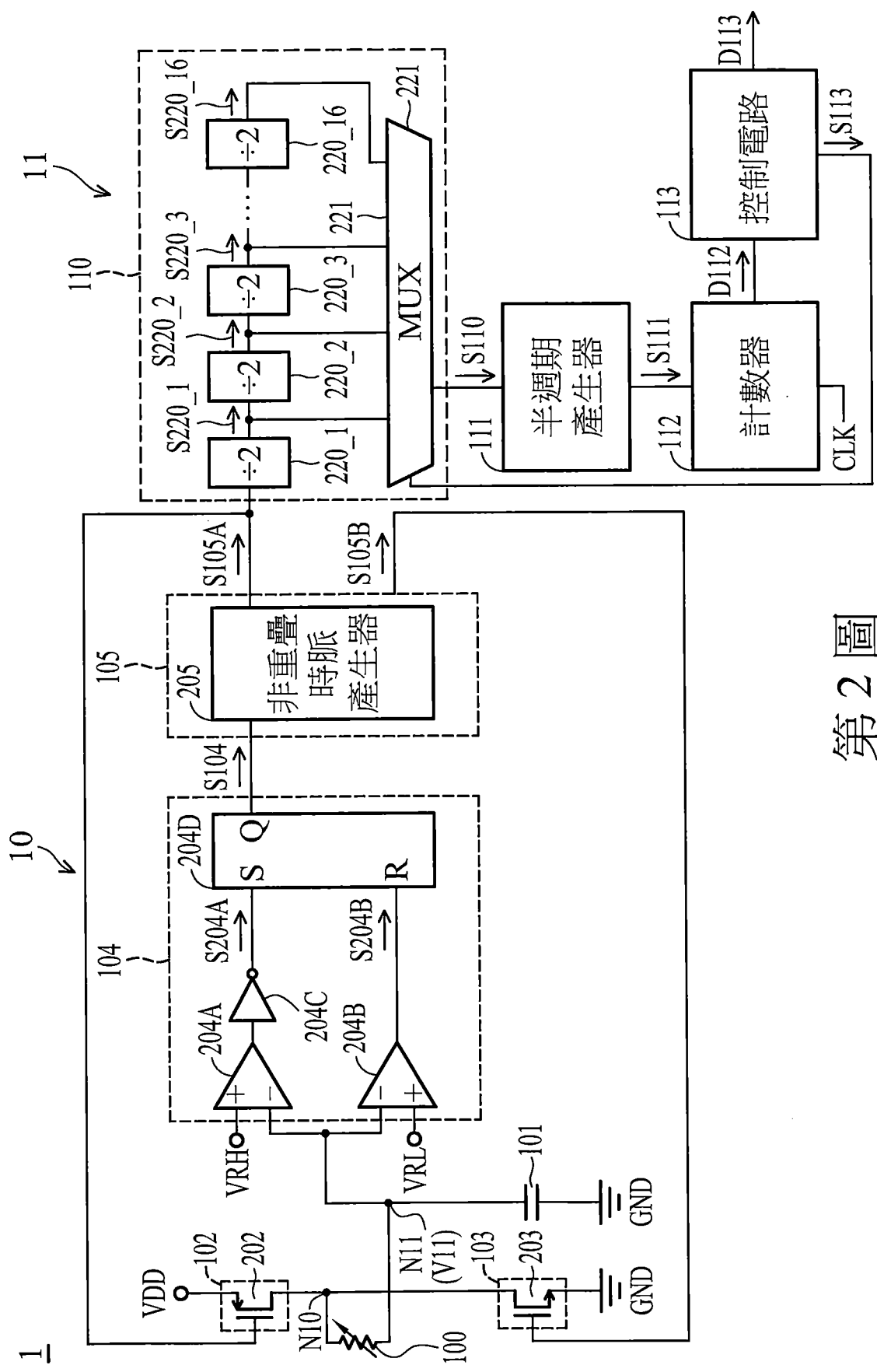
根據該偵測計數值來判斷該氣體的該濃度。

14.如申請專利範圍第11項所述之氣體感測方法，其中，該電阻式氣體感測器透過一RC振盪電路來感測該氣體。

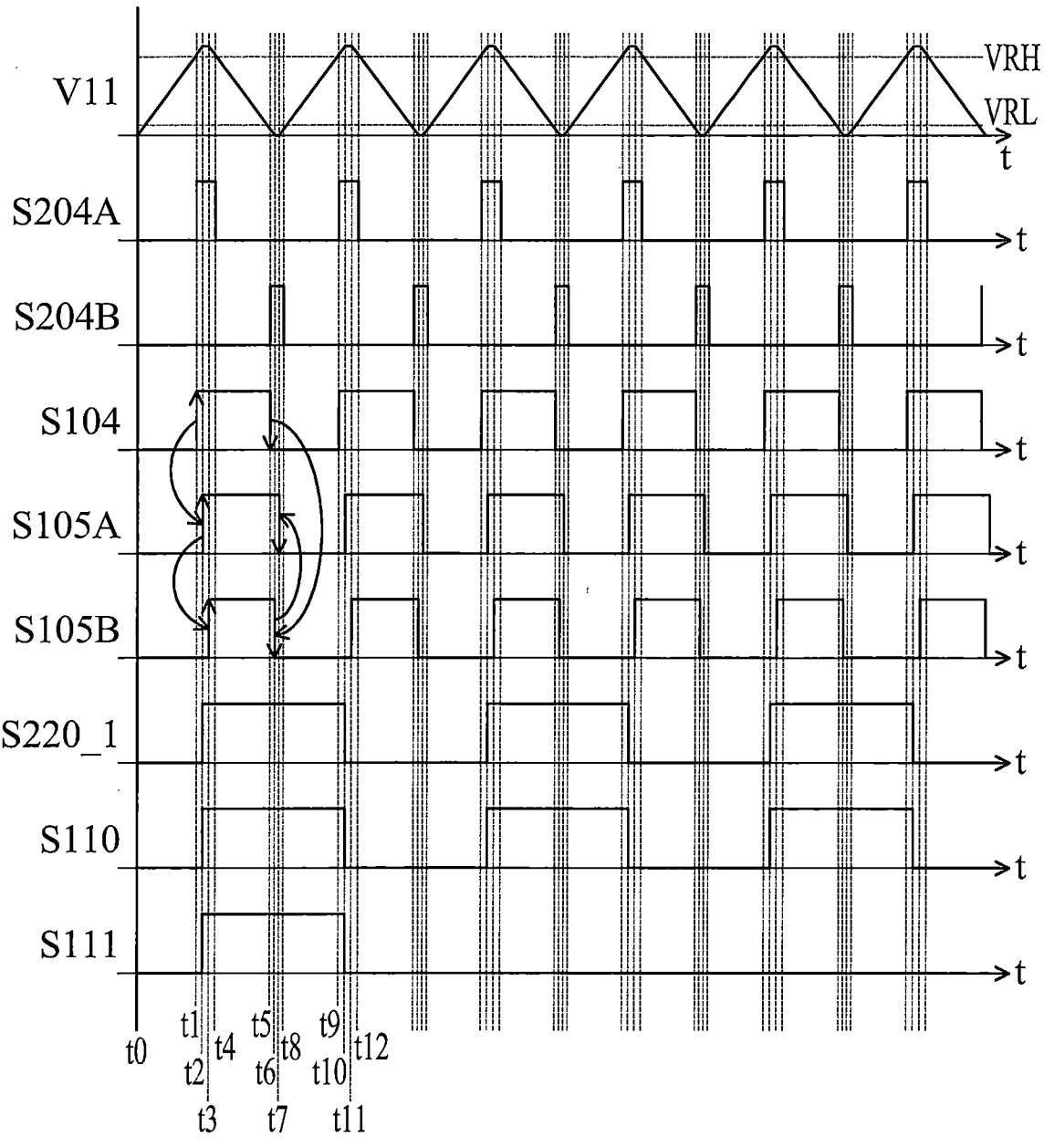


第 1 圖

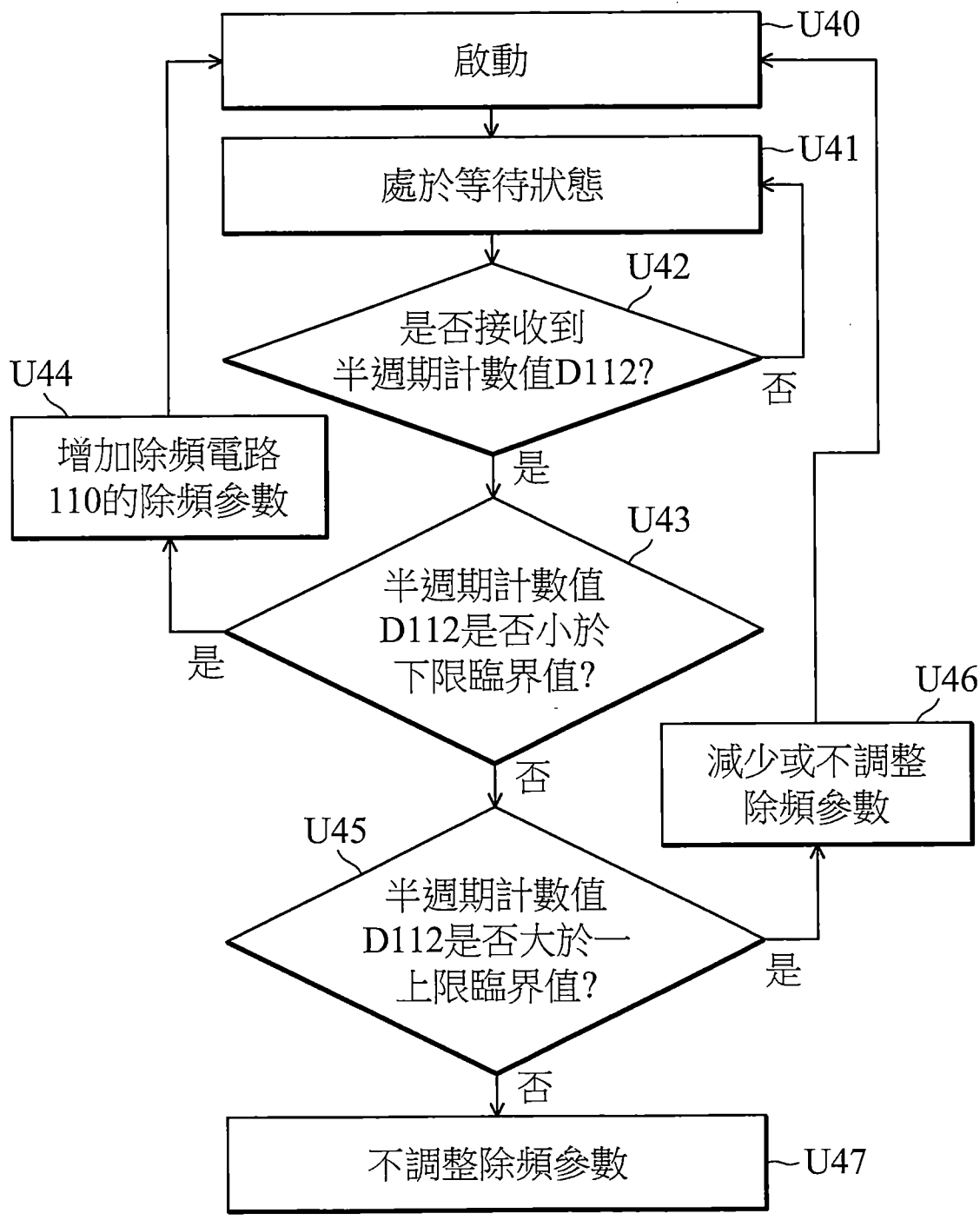
圖式



第2圖



第 3 圖



第 4 圖