



費加羅半導體感測器 基本原理與應用

三聯科技股份有限公司 / 周瑞福



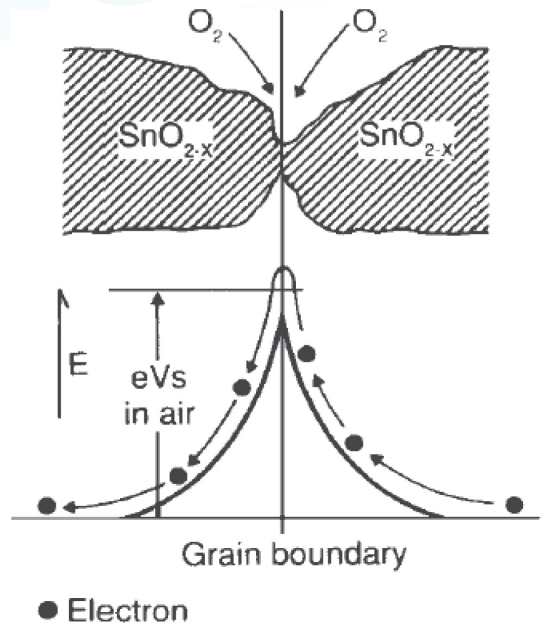
一、前言

費加羅技研株式會社成立於上世紀60年代，公司自成立以來，一直致力於各類氣體感測器的研究與製造，是世界領先的氣體感測器製造商。公司名稱來自于羅西尼歌劇《塞維利亞的理髮師》裡面那位什麼都肯幹的主人公「費加羅」，因為深愛音樂的創始人田口尚義覺得費加羅那份活力和挑戰精神很適合用來表達自己的理念——不管任何事都要勇於挑戰。公司的感測器產品廣泛應用於氣體報警器、火災檢測器、可燃氣體探測器等安防領域，以及空氣品質控制、空調設備、家電、汽車以及資訊通信等領域，產品品質獲得全球各地客戶的廣泛認可。除最新型的半導體式氣體感測器以外，費加羅技研還研發了獨有的電化學式氣體感測器、催化燃燒式氣體感測器，以因應氣體敏感技術領域的更多需求與挑戰。

二、費加羅半導體式氣體感測器的基本原理

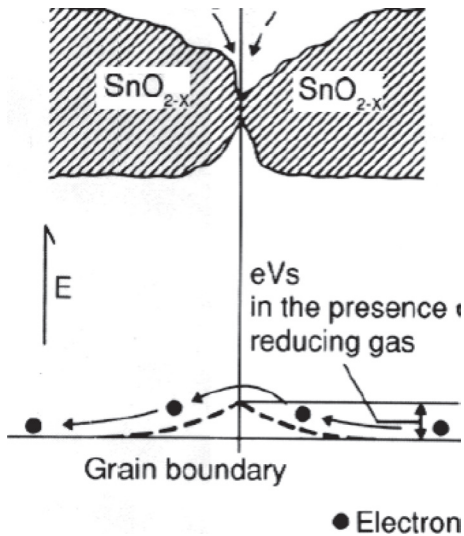
費加羅的半導體式感測器，是基於某些半導體材料（主要是二氧化錫 SnO_2 ）對氣體的特殊感性特性研製而成的氣體感測器。簡單來說，當這類半導體材料被加熱到一定的溫度時，會吸附潔淨空氣中的氧原子，在材料內部形成阻礙電子自由流動的勢壘（barrier），此

時測量半導體材料的阻值的話，會發現其表現出高阻抗的狀態。如圖1所示。



▲ 圖1

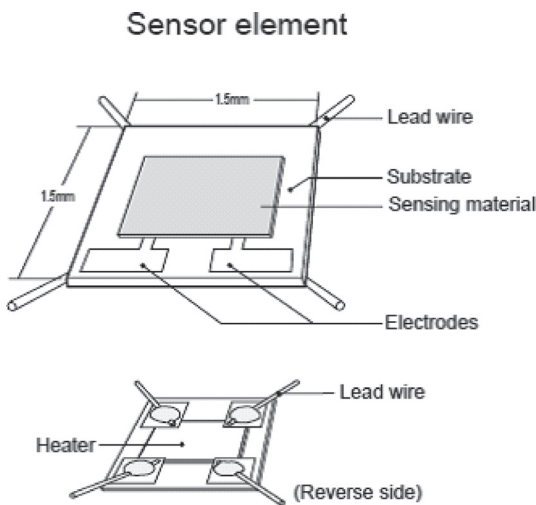
當空氣中存在某一種或一類氣體時（主要是還原性質的氣體），半導體材料中吸附的氧原子，在此類氣體的作用下，會重新釋放到空氣中，使得阻礙電子流動的勢壘（barrier）降低或消失，此時測量敏感材料的阻值的話，會發現其阻值會明顯下降。如圖2所示。氣體的種類及濃度不同，阻值下降的幅度也會不同。通過測量電阻值的變化幅度，配合一定的軟硬體，就可以感知氣體的種類及濃度。



▲ 圖2

三、費加羅半導體式感測器的結構

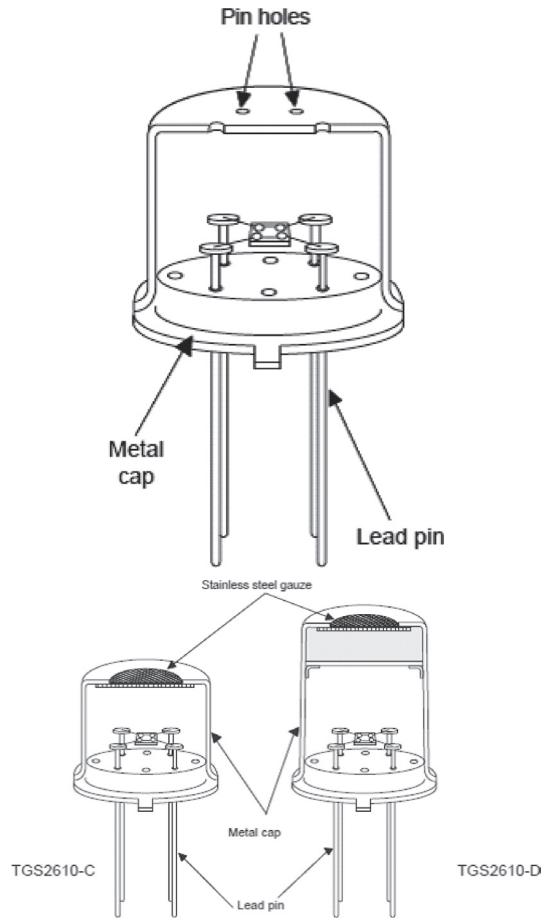
費加羅新型的26系列半導體感測器，採用厚膜技術，將敏感材料（以二氧化錫 SnO_2 為主）印刷在鋁制基底上，基底反面則是二氧化鈦 RuO_2 加熱器及引線。如圖3所示。



▲ 圖3

然後，將整個sensor element 通過Pt-W合金材質的引線bonding在不銹鋼底座上，底座

上方有不銹鋼cap，氣體通過不銹鋼cap上的開孔或過濾網進入感測器內部，與敏感材料反應，最終引起感測器阻值的變化。部分感測器在內部還安裝有活性炭材質的過濾裝置。具體結構如圖4所示。

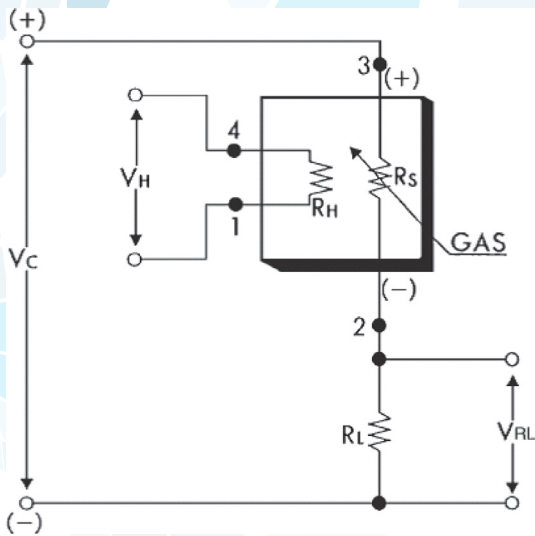


▲ 圖4

四、費加羅半導體式感測器的應用

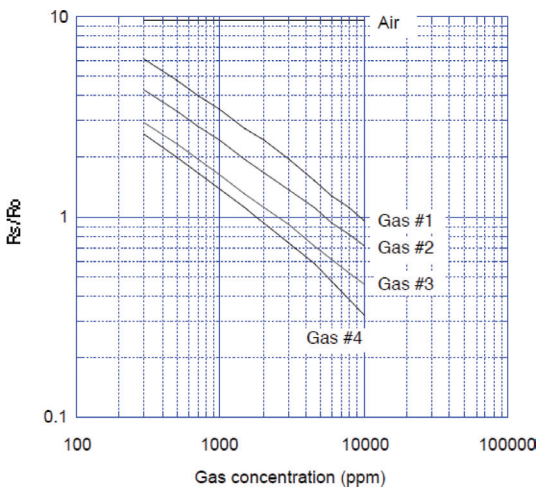
費加羅半導體式感測器的敏感素子，其電阻值 R_s 可以借助圖5的基本測量電路，通過測量負載電阻 R_L 上的電壓 V_{OUT} ，使用如下公式計算得到：

$$R_s R_L \quad (\text{公式1})$$



▲ 圖5

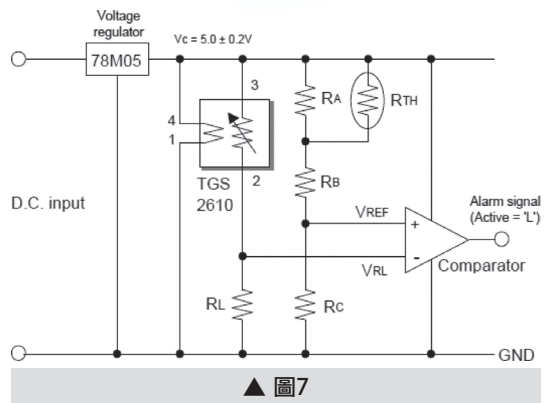
半導體感測器的電阻值 R_S 與被测氣體的濃度，在對數坐標軸上，呈線性關係。然而，由於半導體工藝及材料的原因，不同感測器個體間的 R_S 差別很大，所以，我們通常使用感測器在不同濃度中的阻值（ R_S ）與其在特定濃度中的阻值（ R_0 ）的比值，來表徵該感測器的靈敏度特性，如圖6所示：



▲ 圖6

使用者在使用此類感測器時，需要首先測量每個感測器在特定濃度（通常是潔淨空氣）中的電阻值（ R_0 ），並將其作為基準值；然後，根據在實際環境中測量得到的電阻值（ R_S ）計算其比值，再結合物件氣體的靈敏度特徵曲線，就可以得到物件氣體的濃度或範圍了。由於這種測量方法，利用的是感測器電阻值的比值，因此，有時也簡稱為“相對值檢測”。

對於家庭中常見的易燃易爆氣體，如甲烷/LPG，的洩漏檢測及報警，FIGARO也向客戶提供大幅簡化了的感測器應用方法。當客戶的產品不要求測量具體的氣體濃度，而僅要求對超出特定閾值範圍（如，甲烷LEL的10%）的情況進行報警的時候，可以參考圖7的電路進行設計：



▲ 圖7

此時，僅需要選擇合適的普通電阻及熱敏電阻，並配合一個比較器，就可以實現包含溫度補償功能的基本報警信號輸出。使用這種方法設計產品時，如果根據感測器的ID編號來選擇合適的負載電阻（ R_L ），就可以免去複雜的氣體校準工作，大幅簡化產品生產流程。

由於這種設計方法，利用的是感測器的實際電阻值，因此，有時也簡稱為“絕對值檢測”。

五、結語

從費加羅半導體式感測器的工作原理可以看出，感測器的敏感材料本身在工作過程中不會被消耗，因此，與市面常見的電化學式感測器相比，其壽命更長，幾乎不需要額外的維護。另外，半導體式氣體感測器的靈敏度高，反應快，成本低，應用簡單，因此自費加羅的產品發明以來，就一直被廣泛的應用於各類氣

體檢測領域。為了確立出獨創的氣體傳感技術，費加羅仍不斷地在探索。費加羅技研的使命就是，以開發、製造並銷售這些有形無形的技術來為全世界的人們提供安心、安全又舒適的生活。

☒ 參考文獻

費加羅技研株式會社 TGS MOSTYPE TECHNICAL INFORMATION

費加羅技研株式會社 TGS2600 TECHNICAL INFORMATION

費加羅技研株式會社 TGS2610 TECHNICAL INFORMATION

賀

三聯科技和OSMOS Group共同取得「SIAP + Micros」
100%股權，提供全球性的集成監控解決方案服務

未來的世界是整合的態勢！三聯科技在邁入第二個五十年的元年後，本著「協助人類了解居住/工作環境」之企業使命，由董事長代表本公司於2018/9/13與Osmos Group順利完成共同取得SIAP+Micros 100%股權，這將是我們發展的一個重要里程碑。

