

壹、實習目的

- 一、瞭解瓦斯煙霧感測器之原理與應用。
- 二、瞭解酒精感測器之原理與應用。
- 三、瞭解磁性霍爾元件之原理與應用。

貳、相關知識

一、瓦斯煙霧感測器

瓦斯煙霧感測器的使用可分為瓦斯洩漏的檢出及濃度的測定，瓦斯取樣分析。

一般瓦斯感測器可分為接觸燃燒式、半導體式、熱傳導式熱阻體式三種感測器。茲將其特性簡述於後：

1. 接觸燃燒式瓦斯感測器

此感測器近年來在炭坑內的沼氣檢出，都市管路瓦斯、筒裝瓦斯、液化天然瓦斯、各種化學工廠等公共安全的需要，能確實安定檢出並具有急速響應特性。

接觸燃燒式瓦斯感測器對瓦斯的輸出感度不大，所以將瓦斯檢知元件RD和密閉於純空氣中或做對瓦斯不感測的補償元件RC，如圖3-1所示構成的橋式電路，調整R1，R2使當RD元件周圍空氣中無瓦斯時，

$$RD \cdot R2 = RC \cdot R1$$

則輸出端+、-間輸出為0，瓦斯濃度為0%。

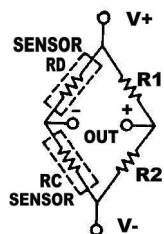


圖3-1 橋式電路

當RD 周圍瓦斯濃度漸高時，RD 元件因開始接觸燃燒以致溫度上昇，電阻變成 $RD + \Delta R$ ，輸出端+，一瞬間流過 ΔR 成分的電流。此 ΔR 和瓦斯濃度成正比，所以在輸出端接上檢流計即可讀出瓦斯濃度。輸出端接到瓦斯濃度設定電路，超過設定值警報器發出聲響。

2. 半導體式瓦斯感測器

半導體瓦斯感測器為利用半導體表面吸著瓦斯時導電率會變化而做成，材質有 SnO_2 ， ZnO ， Fe_2O_3 等。

半導體式感測器在動作原理、材料選定、處理工程等不明點還很多。最近的研究發現氧化金屬在低溫會發生結晶成長。本類型感測器在低溫動作時也發生結晶成長，結晶分子的膨脹引起的特性變化，可能是壽命短的原因。

半導體式瓦斯感測器的輸出感度隨形式而不一樣。工業用的一般輸出低。應用電路如圖3-1 之橋式電路，電導度隨著有無附著瓦斯而改變，而將輸出取出。接著介紹實際商品化的半導體感測器。

一般特性：

TGS 813 具有良好靈敏度和偵測氣體範圍廣的特性，TGS 工作點設計在5V 加熱電源，而電路電壓不超過24V，TGS 813 最適合應用在測試甲烷、丙烷和天然氣，因為它具有室內感應最佳的感測器。

TGS 813 加溫期最短，而可使用最久。

TGS 813 具有最低的雜氣感應能力減少不必要的瓦斯警報。

TGS813電路最特殊的地方是在維護電壓固定在24V和穩熱電壓5V。

這設計電壓額定值的規格很特別，因為它零件可用範圍很寬廣，這樣可使成本降低，而可靠性提升，因為它對甲烷、丙烷和天然氣具有高感測度，所以TGS 813 對城市瓦斯和LPG 監視極為實用，同時短而穩定的初始期和高可靠度的特性，FIGARO TGS 813 成為瓦斯感測器的最新代表。

(1) TGS 813 的結構：

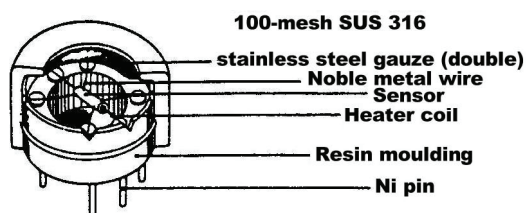


圖3-2 TGS 813 結構

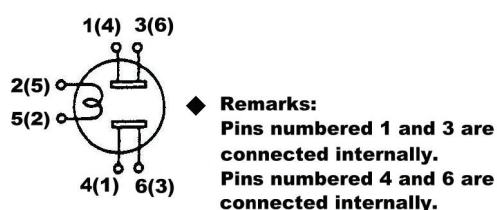


圖3-3 TGS 813 方塊圖

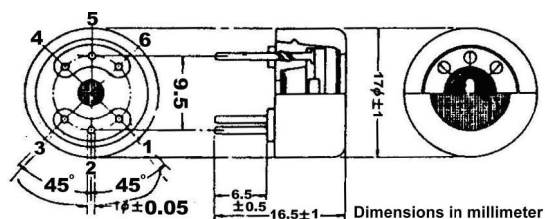


圖3-4 TGS 813 外型尺寸

圖3-2 和3-4 是TGS 813 感測器結構圖。

TGS 813 其體積如煙頭般大小，主要的組成元件是二氧化錫半導體，這半導體物質和電極組合一圓形管狀殼內。

熱絲線圈位於陶瓷盒內，線圈直徑為60 毫米有30 歐姆阻抗。

感測器金質電極導線直徑為80 micron，燈絲和導線被接到感測器7 支接腳的小插座上，這接腳可以站立，力量超過5 公斤。

偵測器基座和蓋子是由耐隆66 和UL94HB 標準物質組成，耐溫可超過攝氏240 度。

偵測器的上蓋和下蓋是由100 mesh 的雙層鋼SUS316 蓋起，單獨測試確定mesh 可防止內在的火花產生，防火蓋為一氫2，氧1 組合的混合物。

(2)基本測量電路：

圖3-5 為TGS 813 基本的測試電路，TGS 偵測器阻抗的改變，間接的改變將出現在負載電阻RL上，新鮮空氣通過偵測器和串聯電阻的電流極穩定，但是當瓦斯氣體如甲烷、丙烷等接觸到偵測器表面時，由於瓦斯濃度的出現，偵測器阻抗立即降低，而由AC(交流)或直流電源電壓所提供的電壓VC 和VH 在RL上所產生的電壓則是相同，電路中所用到的電壓、電流值如圖表3-1。

我們覺得此電路極適合TGS 813，因為很容易就可測量到輸出信號，然而當測量電路中VRL 輸出電壓時，借由下列公式得到RS 值，

$$R_S = \frac{V_C \cdot R_L}{V_{RL}} - R_L$$

用此方法，其它的資料均將用到您所測得的結果將非常標準，關於TGS 813 的性能從FIGARO 可得到有用的工程資料。

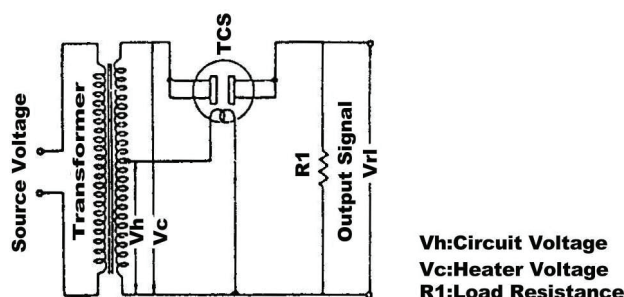


圖3-5 TGS 813 測試電路

(3)電路結構：

TGS 813 偵測器的安全操作範圍如表3-1，Vc，VH 和RS 值不能超過，偵測器最大消耗電力為15 毫瓦，Vc，Rc 值選擇成預設值，Vc 實際值為5、6、12 或24 伏，必須由電池或交流電源提供。

當用基本電路RS 變為最大或RS=RL 時我們建議RS 值應保持在15 毫瓦，因此，必須小心地決定Vc 和Rc 值，這樣RS 值才不會超過最大值。

◆ 感測器消耗功率	Max. 15mW
◆ 額定電壓	Max. 24V
◆ 電熱絲電壓	5.0 ± 0.2V

表3-1

3. 熱阻體瓦斯感測器

利用熱阻體元件的熱傳導式瓦斯檢知方式為日本通產省工業技術院資源技術試驗所。由感測器廠商、機器廠商共同開發，先當做坑內攜帶用沼氣檢知警報器，後來又用於都市管路瓦斯，液化天然瓦斯等檢出，是可靠度極高的瓦斯感測器。

熱阻體瓦斯察覺器當檢知部使用而實用化時有下列困難。

1. 必須將熱阻體元件的長期變化降到可忽視的程度。
2. 為克服上述1.的缺點，瓦斯檢知用元件和補償用元件的熱損失必須不影響其實用性。
3. 熱阻體式瓦斯檢知裝置在常溫常壓時，因水蒸氣的熱傳導率為沼氣的77%，所以易受濕度的影響，不可不重視。

茲將三種感測器之特點介紹於後：

接觸燃燒式瓦斯察覺器基本上有以下特點。

1. 只檢出可燃性瓦斯。輸出為線性。
2. 對溫度、濕度安定。
3. 使用初期即可安定，再現性佳。

但也有以下的缺點：

1. 觸媒有壽命限界。不同的環境劣化程度不一樣，壽命也不一定，但可推定其概略值。
2. 觸媒種類中有因水分引起急速劣化的，各廠商的產品不一樣，要根據預定使用場所做一番調查再決定。
3. 超過爆發上限(HEL)濃度的瓦斯無法燃燒而使輸出減少。使用於此種地反易發生危險要特別注意。

半導體式基本上有以下特點。

1. 感度敏銳輸出呈藍密爾曲線(Langmuir curve)。而且在爆發下限(LEL)以下很低的濃度就飽和。但LEL 以上無法檢出，也算是缺點。
2. 輸出大所以檢知警報電路簡單。
3. ZnO 系隨著所使用活性觸媒的種類而可對受測瓦斯種類做某種程度的選擇。SnO₂ 系隨著動作溫度的改變而可對受測瓦斯種類做某種程度的選擇。

另一方面，有以下缺點。

1. 易受溫度、濕度的影響(貯藏中也一樣)，尤其濕度引起劣化要特別注意。
2. 特性偏差大，再現性低。
3. 安定性稍差，可靠性差。

熱阻體瓦斯察覺器有以下的特點。

1. 基本上元件不劣化。
2. 容易做成本質安全防爆構造，所以安全。
3. 可檢知瓦斯濃度到100%，輸出為線性。
4. 可檢知不燃性瓦斯。
5. 加熱電力極小(約20mW)，小型，輕，可攜帶。

另外一方面，有以下缺點。

1. 環境溫濕度急變時，易引起輸出的零點漂移(因電力小，低操作溫度所造成)。
2. 不易測定熱傳導的瓦斯。
3. 混合瓦斯時，在雜瓦斯濃度變化大的地點，有向危險側誤動作的可能性。

二、酒精感測器

結構：

圖3-6 顯示TGS 822 內部結構在塑膠外殼內有兩個薄紗不銹鋼的防火裝置。一個在上面，另一個在下面，感應器是一個二氧化錫的陶器製品，上面印有兩個金色電極在鋁陶製的真空管上，這個元件在管子內部被熱線圈繞過後連接到第二和第五號接腳，另一電極接到第一和第三接腳由導線接到另一端的第四和第六接腳上。

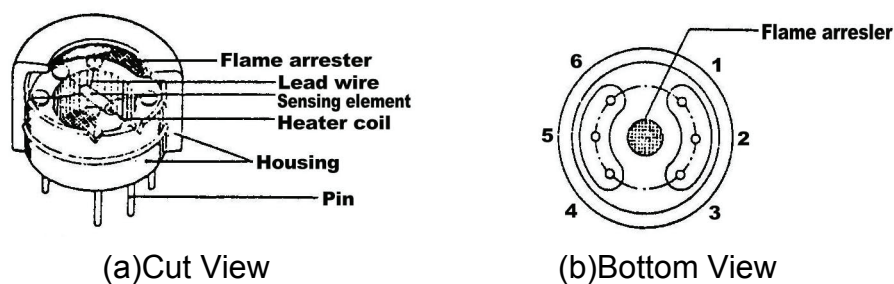


圖3-6 TGS-822 結構

基本測量電路

圖3-7 顯示TGS 822 基本測量電路，當改變RL上的電壓時可測得感測器阻抗的改變值，交流電或直流電可接到VC 和VH上量出VRL 輸出電壓值後即可借由下列

$$\text{公式 } RS = \frac{VC \cdot RL}{VRL} - RL \text{ 算出 } RS \text{ 值}$$

VC = 電路電壓

VH = 熱絲電壓

RL = 負載阻抗

VRL = 輸出訊號

RS = 感應阻抗

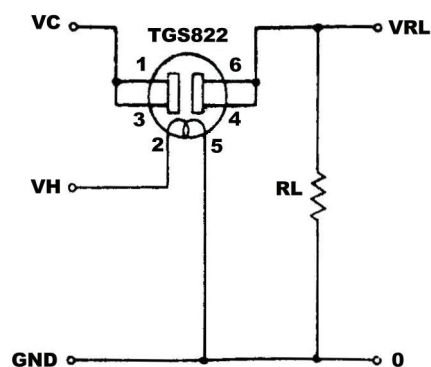


圖3-7 TGS 822 測量電路

操作情形

TGS 822 電子電路使用情形計量概況如表3-2。

如果不是這樣感測器就無法得到標準的靈敏特性。

電力消耗是否超過感測元件完全決定於VC 和RL 值，這VC 和RL 的組合值必須不超過15 毫瓦。

參 數	符 號 額 定 值	備 考
電路電壓	24V max.	交流或直流
燈絲電壓	VH 5V ±0.2V	交流或直流
過測電力消耗	Ps 15mW max.	$Ps = V^2 cRs / (Rs + R1)^2$
最高溫度範圍	-30 ~ +70°C	在感測器上不會凝結
操作溫度範圍	-10 ~ +40°C	

表3-2

規格

TGS 822 的規格如表3-3～3-6

項目	情形	額定值
感測電阻	Rs in 300 ppm ethanol/air	1K Ω ～10K Ω
阻抗改變率	Rs in 300 ppm ethanol/air	0.4 \pm 0.1
	Rs in 50 ppm ethanol/air	
燈絲電阻	在室溫時	38 Ω \pm 3 Ω
燈絲電力耗損	VH=5V	660mW \pm 55mW

表3-3 電極靈敏度特性

空氣情形	清潔空氣 溫度：20 \pm 2 $^{\circ}$ C 相關濕度：65 \pm 5%
電路情形	VC=10 \pm 0.1V (交流或直流) VH= 5 \pm 0.05V (交流或直流) RL=10.0K Ω \pm 1%
時間情形	7 個工作天或超過

表3-4 標準測試條件

項目	
震動測試	測試情形 頻率：1000cpm 垂直振幅：4mm 持續時間：1 小時
搖動證明測試	加速：100G 撞擊力線數：5

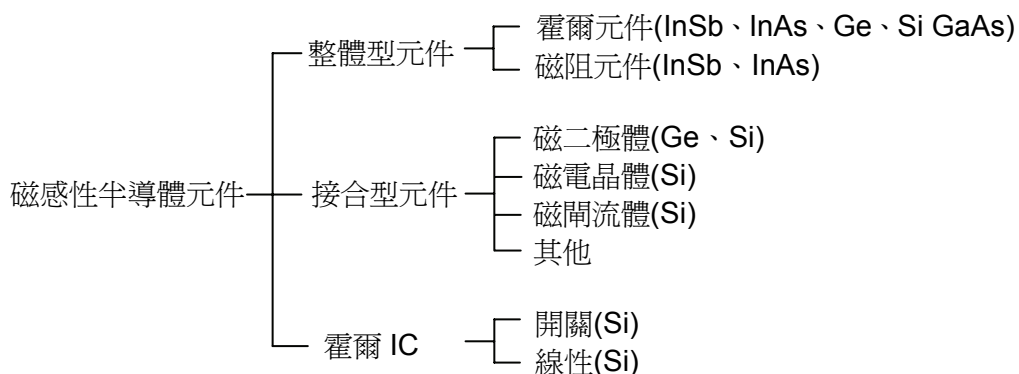
表3-5 機械耐久性

感測元件	二氧化錫陶製品
燈絲線圈	Chrome alloy 直徑：60um
導線	gold alloy 直徑：80um
外殼	耐隆66 (UL94AB)
接腳	鎳
防火裝置	雙層100-mesh 不銹鋼 SUS 316
重量	2.6 克

表3-6 物質

三、磁性霍爾元件

磁感性半導體元件近年用途越廣，重要性也日增。利用半導體特性的霍爾效應(Hall effect) 做成霍爾元件(Hall component)，即為典型代表。和其他的主要元件一起示於下：



以上都是利用半導體中的自由電子（或正子）隨著磁場而改變運動方向的特性。

磁性察覺器的應用範圍，可分為類比用途和數位用途。

類比運用方面：使用霍爾元件計測磁場強度的絕對值或計測磁場的線性輸出。

數位應用方面：使用磁阻元件、磁二極體、霍爾IC，或使用霍爾元件較佳。有關磁性霍爾元件之動作原理與特性請見第二章中有詳細的說明。

參、實習電路原理說明

一、瓦斯煙霧感測器電路

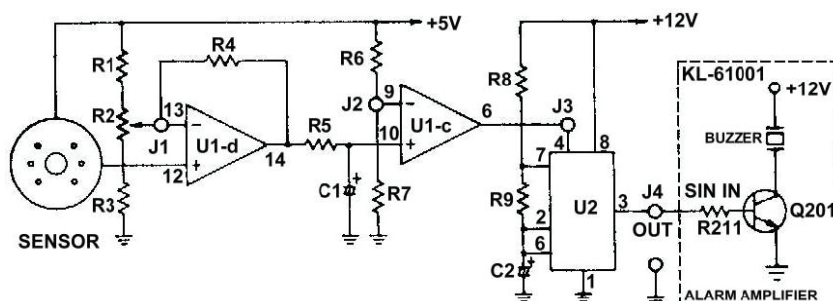


圖3-8 瓦斯煙霧感測器電路

本電路可偵測廚房瓦斯洩漏、浴室一氧化碳毒氣、屋內香煙廢氣警報。

U1-d 組成一臨界值準位電路，當第13 腳之電壓比第12 腳之電壓高時(即瓦斯濃度比預定值低)U1-d 之輸出為低電位。對R5，C1 之積分電路沒作用，因此U1-c 之輸出為低電位，故U2，NE555 振盪器沒動作，輸出為零。

當瓦斯、煙霧或者一氧化碳之濃度被感測器所接受時，第12 腳之正電位逐漸增加，以致超過第13 腳之設定值，故U1-d 之輸出為正電位電壓，此電壓對R5，C1 充電，此充電電壓超過第9 腳之電壓值時，接到NE555 之控制電壓為高電位，因此振盪器動作。由R8，R9 及C2 組成的無穩態電路由第3 腳輸出一連續的脈波。直到當瓦斯濃度低於設定值時，警報才予以解除。

二、酒精感測器電路

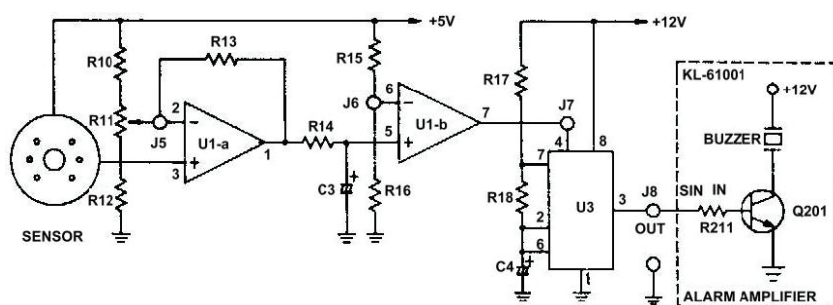


圖3-9 酒精感測器實習電路

酒精感測器之電路和瓦斯煙霧感測器之實習電路相類似。不同的在於將瓦斯感測器改成酒精感測器而已。

三、磁性霍爾元件數位式

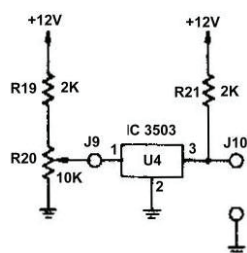


圖3-10 霍爾元件數位式電路

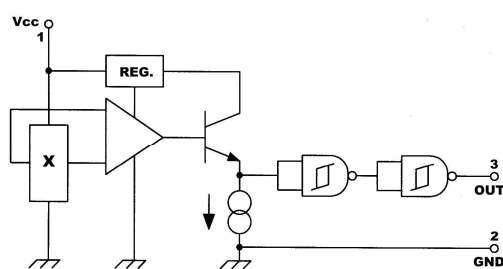


圖3-11 IC 3503 數位式霍爾IC 方塊圖

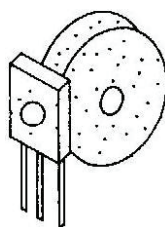


圖3-12 磁鐵與霍爾元件接觸

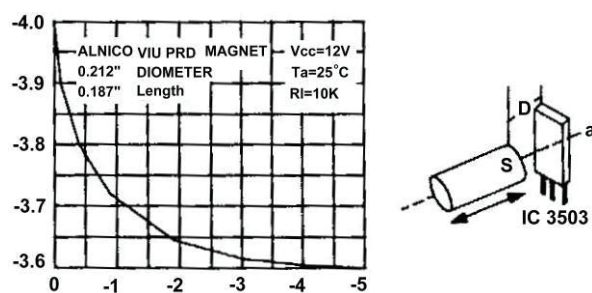


圖3-13 輸出電壓與磁極距離的特性關係

當磁鐵接近霍爾元件時，如圖3-13 磁場改變霍爾元件的特性變化，經過差動放大器放大之後，訊號送至樞密特觸發栓鎖器，使輸出信號產生Hi、Lo 的變化，而此Hi、Lo 的變化，而此Hi、Lo 的變化受磁場的大小所影響，當磁場強度大小達到一定程度時將使輸出轉態，而使栓鎖器動作，反之，必須加反相的磁場才會使輸出再轉態。

四、磁性霍爾元件類比式

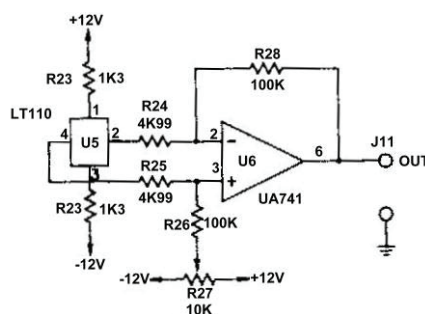


圖3-14 霍爾元件類比式實習電路

在本實驗中，主要利用霍爾元件來檢測磁通密度之大小，進而控制的目的。當磁極接近IC 表面時，則IC 之輸出電壓隨著距離的接近而相對的上升，使輸出端電壓上升，進而可檢知磁通量之大小。

肆、實習儀器設備

- 1.KL-61001 微電腦自動感測實驗器
- 2.KL-63002 實驗模板
- 3.連接線2mm-0.65
- 4.打火機
- 5.酒精
- 6.磁鐵

伍、實習步驟與記錄

一、瓦斯煙霧感測器

- 1.將模板KL-63002 置於KL-61001 四 個腳座[±]，並用連接線將電源接入。
2. 找出GAS SMOKE SENSOR 區域，將OUT(J4) 端，接至KL-61001 主機[±]的ALARM AMPLIFIER SIN IN 端。打開電源開關。
- 3.用三用電表量測J1 之電壓，並記錄之。
- 4.將打火機輕輕打開，以不點火為之，將瓦斯接近SENSOR 面，量測第12 腳之電壓，當此電壓超過J1 點時，記錄J3 的變化情形，並移開打火機。
- 5.此時J4 之變化為何？記錄J4 之波形為何？
- 6.當打火機移開之時，為何振盪還在工作？
- 7.改變R2 之設定值，可改變SENSOR 之靈敏度。

二、酒精感測器

- 1.找出ETHANOL SENSOR 區域，將OUT(J8)端，接至KL-61001 主機上的ALARM AMPLIFIER SIN IN 端，並打開電源開關。
- 2.用三用電表量測J5 之電壓，並記錄之。
- 3.將酒精溶劑氣體接近SENSOR 端時，量測第3 腳之變化，當此電壓超過J5 時，記錄J7 的變化情形，並移開酒精溶劑。
- 4.當酒精移開SENSOR 時，為何振盪器還繼續工作一段時間。
- 5.改變R11 可變化SENSOR 之靈敏度。

三、霍爾元件數位式

- 1.找出HALL-EFFECT SENSOR(1)區域將J10 接至DCV 之INPUT +端，並打開電源。
- 2.無磁場加入時，調整R20 使輸出為零伏特。
- 3.以磁鐵接近霍爾IC，在那一方向，霍爾IC 無反應。
- 4.改變磁鐵的N-S 極，對霍爾IC 的輸出變化為何？

四、霍爾元件類比式

- 1.找出模板HALL-EFFECT SENSOR(2)區域，將J11(OUT) 端接至DCV 之INPUT +端，並打開電源。
- 2.無磁場加入時，調整R27 使輸出為零伏特。
- 3.以磁鐵接近霍爾IC，在那一方向，霍爾IC 無反應。
- 4.當以磁鐵接近霍爾IC 時， 記錄當磁鐵與霍爾IC 在距離多少時，輸出有變化。
- 5.改變磁鐵的N-S 極，對霍爾IC 的輸出變化為何？