

EDWARDS VACUUM GAUGE

PRESENTATION

業務經理 張冠迪
中英友科技有限公司
June, 28, 2013

VACUUM GAUGE

完整真空方案的提供者
最佳應用服務的整合者

中英友科技有限公司

<http://www.ptpump.com.tw>

真空產業相關問題， “知識”詢問窗口

- 請麻煩您至中英友科技公司網址，提出相關問題詢問，
- 我們的專業技術團隊，將會盡快回覆您的知識需求。



真空專業知識—詢問聯絡窗口

真空計Vacuum Gauge – 知識 Q&A

- Q:何謂派藍尼真空計(Pirani Gauge)?

Answer :

1.量測範圍: 1 atm ~ 10^{-4} Torr

2.量測原理: 與熱偶真空計類似，感測頭內有一熱阻係數大的發熱體，氣體分子可帶走發熱體之熱量，當壓力大時，帶走之熱量多，發熱體溫度降低，其電阻值隨之下降，派藍尼真空計利用電阻值的改變以量測壓力。

真空計Vacuum Gauge – 知識 Q&A

Answer :

3.量測技術:

派藍尼真空計的測壓管(gauge tube)主要為一金屬或玻璃的管，其中有一具有高電阻溫度系數的燈絲(filament)，當電流通過燈絲時，燈絲發熱維持溫度在 100°C 到 125°C 間。在應用時，此真空計有三種操作模式，即:

- A.定電壓變電流式
- B.定電流變電阻式
- C.定溫度(定電阻)變電壓

真空計Vacuum Gauge – 知識 Q&A

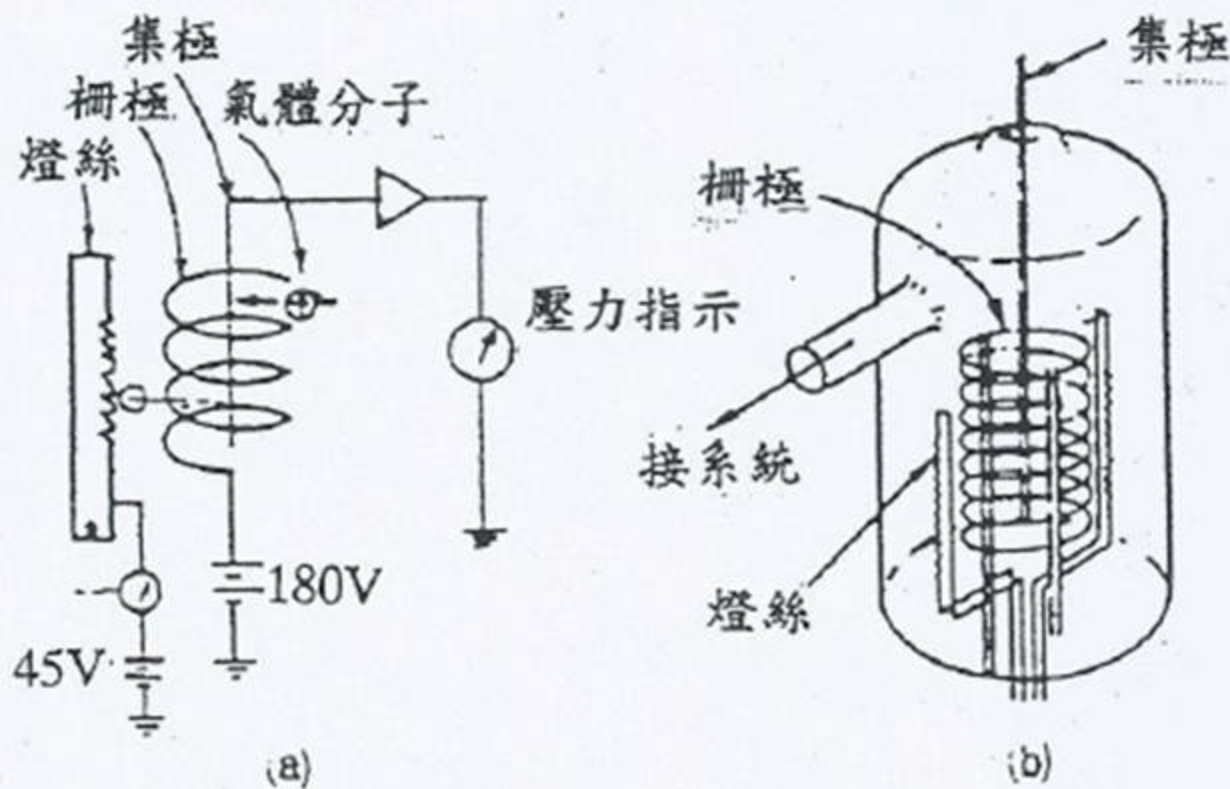
- **Q:何謂熱陰極離子化真空計(Hot-Cathode Ionization Gauge)?**

Answer :

1. 量測範圍: 10^{-4} Torr~ 10^{-13} Torr

2. 量測原理:熱燈絲放射之電子被加速後，與系統中之氣體分子碰撞，並且將之游離，正離子被集極(collector)收集，其所造成之電流大小與分子數目多少，即系統壓力成比例關係，由電流之量測以作壓力之指示。

真空計 Vacuum Gauge – 知識 Q&A



(a) B、A 式離子真空計之電極結構

(b) B、A 式離子真空計感測頭

真空計Vacuum Gauge – 知識 Q&A

Answer :

3.特性:

- (a)高真空系統中廣為使用之真空計
- (b)準確度高
- (c)壓力指示與氣體成份有關

4.熱離子真空計使用時注意事項:

- (1)壓力高或未知系統壓力時，暫勿使用
- (2)感測頭應放置於不易碰撞之位置
- (3)燈絲熱時，勿暴露於大氣

真空計Vacuum Gauge – 知識 Q&A

Answer :

- (4)不做度量時，關掉真空計以維持壽命，並預防真空系統內壓力突增對真空計可能造成之損害
- (5)須瞭解真空系統之特性,含有特殊氣體時需做校正
- (6)污染時需清洗
- (7)除氣的方法，時機與所需時間如下：
 - (a)柵極(Grid)加熱
 - (b)電子撞擊(Electeon Bombard)
 - (c)烘烤(Baking)
 - (d)時機:最好氣壓 $< 10^{-6}$ torr
 - (e)時間:初次除氣約15~20分鐘，以後約需15秒

真空計Vacuum Gauge – 知識 Q&A

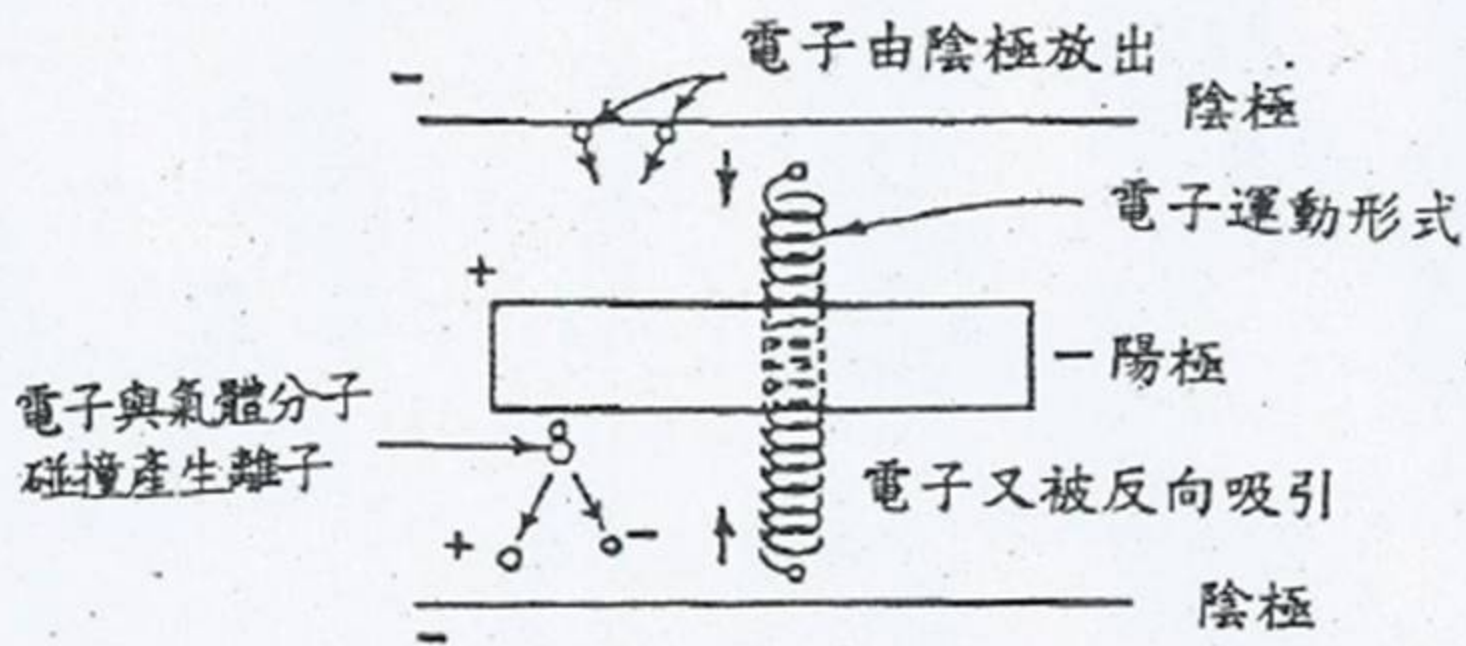
- **Q:何謂冷極真空計(Cold Cathode Gauge) , 又稱為彭甯真空計(Penning Gauge)?**

Answer :

1. 量測範圍: 10^{-2} Torr~ 10^{-7} Torr

2. 量測原理:低氣體壓力時陰陽極間加以高電壓，如圖所示。放電過程與離子邦浦之原理相同，其電流大小之量測以作壓力之指示。

真空計 Vacuum Gauge – 知識 Q&A



冷極真空計中電子之運動

真空計Vacuum Gauge – 知識 Q&A

Answer :

3.特點:

- 曝露大氣並不損害該真空計
- 堅固耐用、價廉、易於使用
- 污染後易於清洗，污染之真空計壓力指示偏低
- 在高真空(小於 10^{-6} 托爾)時不易啓動，必須等待數秒或更久之時間
- 指針幌動厲害時，表示感測頭嚴重污染
- 必須注意漏電流造成之誤差及高壓之安全性

真空計Vacuum Gauge – 知識 Q&A

Answer :

3.特點:

- 曝露大氣並不損害該真空計
- 堅固耐用、價廉、易於使用
- 污染後易於清洗，污染之真空計壓力指示偏低
- 在高真空(小於 10^{-6} 托爾)時不易啓動，必須等待數秒或更久之時間
- 指針幌動厲害時，表示感測頭嚴重污染
- 必須注意漏電流造成之誤差及高壓之安全性

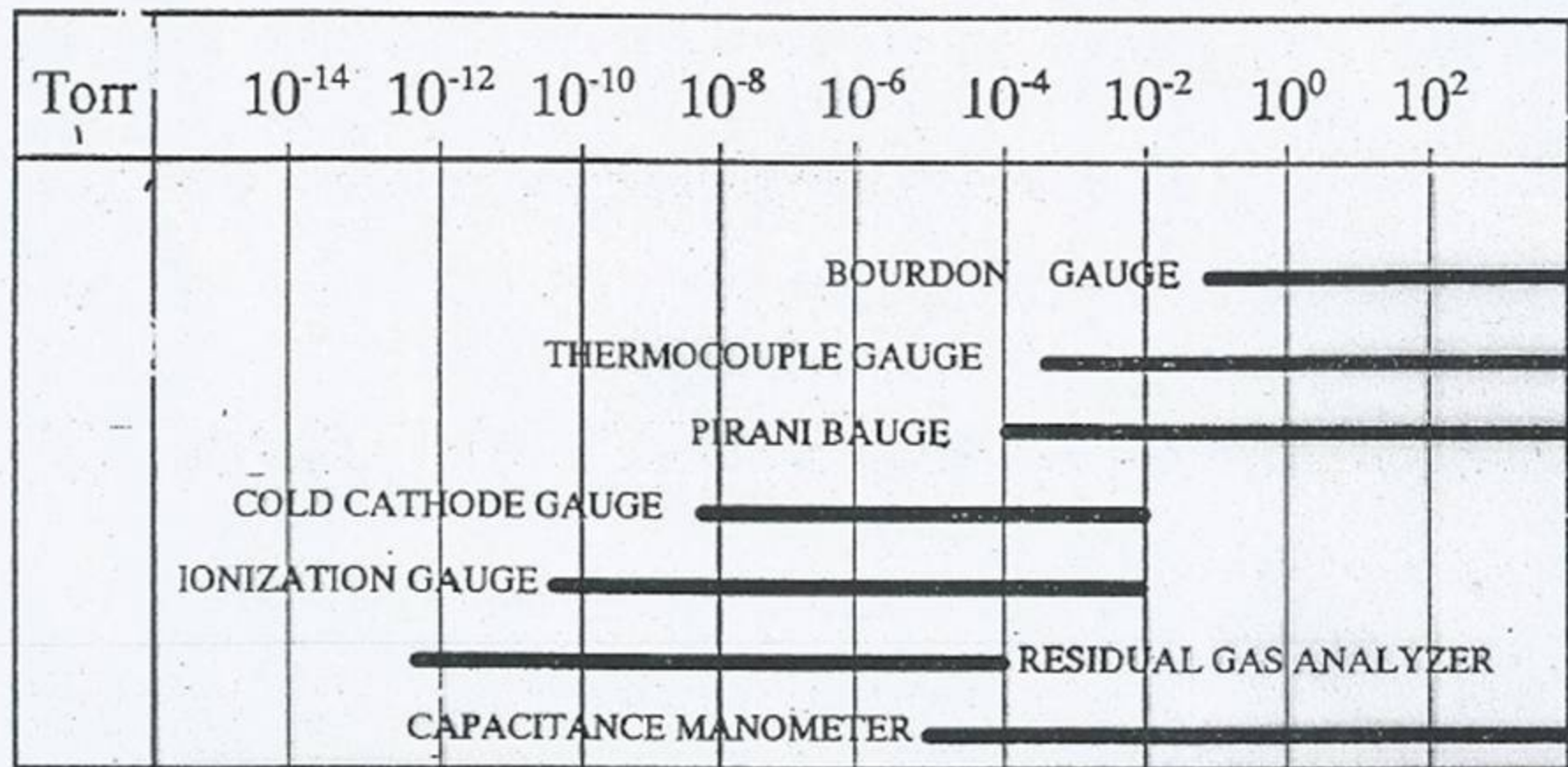
真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

壹、前言

工欲善其事，必先利其器，不論在實驗室或者在工廠，凡使用真空系統者，皆需依賴真空儀表的量測技術來監控，系統抽氣過程中，壓力的變化，並且判斷系統漏氣及清潔等運作狀況，以保證與真空製程有關之產品品質。

在真空系統運轉中，你必須讀取數個真空儀表的數值，才能完成系統工作，因為各種真空儀表的壓力範圍不同，限於量測原理及儀表構造，至今仍未有一個壓力感測器能量測 1 大氣壓至 10^{-12} Torr 壓力範圍。下圖 1 為常用的真空計及其應用壓力範圍。

真空計 Vacuum Gauge – 產品訓練課程



常用的真空儀表及其應用壓力範圍

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

本訓練課程將研習從粗略真空儀表至高真空儀表等。首先各式真空儀表皆需安裝在真空系統中，其感測元件在單位面積所承受系統中氣體分子的撞擊力，即為儀表讀取真空系統之壓力讀值。但是由上圖中可知，大多數的真空感測元件，無法直接由單位面積所承受力的大小量測壓力值。必須利用一些物理原理如電導、熱傳導轉換成壓力讀值，因此真空儀表的讀值是否正確、可靠，必須仰賴正確的量測方法及合理的維護作業。

以下內容重點有三：

- 1.從粗略真空儀表至高真空儀表的操作方法。
- 2.瞭解各式真空儀表的工作原理。
- 3.如何維護真空儀表。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

貳、真空儀表量測技術

一、 Bourdon Gauge (波爾登壓力計)

(1)量測範圍： 1 atm ~ 1 Torr。

(2)量測原理：波爾登管一端接系統，一端封閉並彎成橢圓形，管內壓力變化時，內外側管壁受力大小不同而改變該管的曲率，透過槓桿與齒輪裝置，把微小之機械變化量放大並轉換成壓力指示。

(3)特性：(a)粗略壓力指示，堅固、耐用。

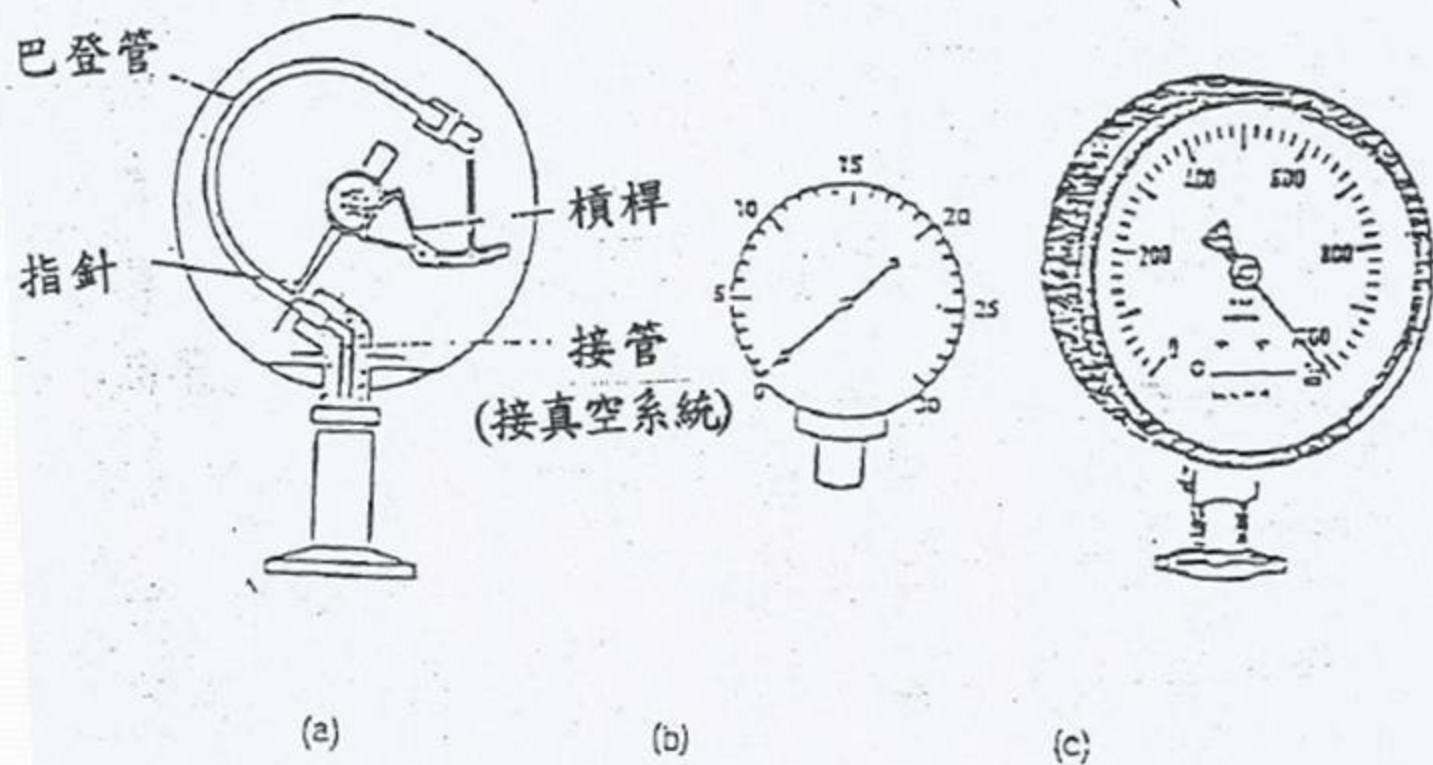
(b)壓力指示不隨氣體組成與種類變化。

(c)可量測大於一大氣壓之壓力。

(d)受大氣壓力大小影響，誤差常在 ± 10 torr左右。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

(4)裝置：如圖



波爾登真空計(a)結構(b)刻度(c)實體。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

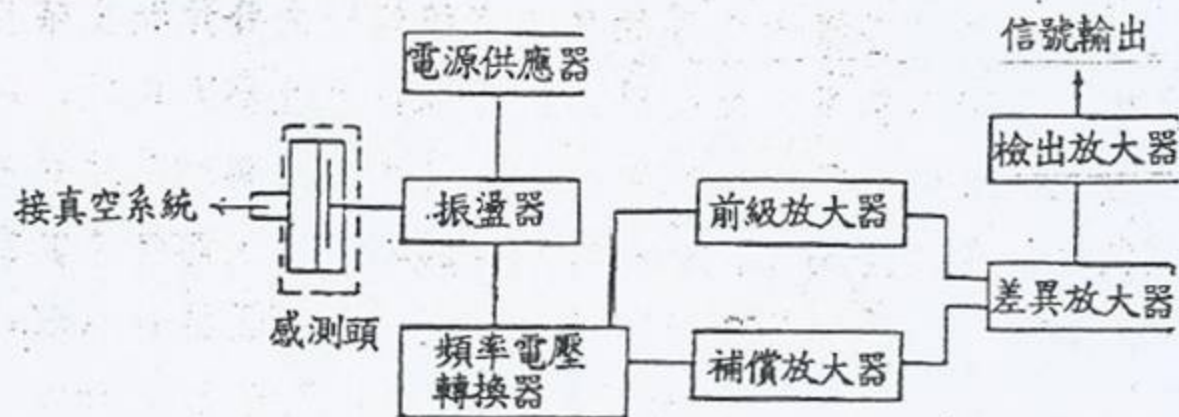
二、Capacitance Manometer (電容真空計):

- (1) 量測範圍: $1 \text{ atm} \sim 10^{-5} \text{ Torr}$ 。
- (2) 量測原理: 利用金屬薄膜與電極間的電容, 當壓力改變時, 二者間的距離發生變化, 電容亦改變, 因此測定電容即可轉換為壓力。
- (3) 特性:
 - 壓力指示不受系統污染的影響。
 - 長期穩定性與高靈敏度, 常作為真空計校正之二次標準。
 - 可涵蓋常用之其他種類之真空計不能精確量測之壓力範圍, 尤其是 $10^{-1} \sim 10^{-4}$ 托爾的真空區域。
 - 造價昂貴, 尤以高精度者為最。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

(4)裝置：如圖

單邊單電極電容真空計



值得初學注意的是選用電容真空計時應防止讓感測頭超過使用壓力，即 10 Torr 真空計不可使其曝露在大氣或 10 Torr 以上之壓力。一般設備使用者會將此電容真空計與反應室之間加裝一只隔離閥(Isolation Valve)保護之，應注意此閥門開或關的狀況。

精密之電容真空計會設計溫度補償電路，以避免環境溫度造成影響精度，故使用或校正電容真空計時需確定足夠暖機時間約 4 小時以上。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

三、Thermal Conductivity Vacuum Gauges (熱傳導真空計)

發熱體(如燈絲)在真空中其熱傳導有下列三種方式，即周圍氣體的導熱、輻射、及由發熱體支架直接傳熱。在粗略真空範圍，主要的導熱為發熱體周圍氣體的導熱，此時氣體分子的平均自由動徑甚小，導熱的方式主要為對流(convection)，且與氣壓無關(見圖 4)。在氣體分子的平均自由動徑增大到較發熱體半徑為大時(相當於 1 毫巴到 10^{-3} 毫巴真空範圍)，傳熱的方式雖然仍由氣體分子傳導，但其作用並非對流而係靠氣體分子碰撞發熱體帶走熱能，故熱傳導與氣壓有關，而且在此真空範圍內，此壓力與熱傳導的關係呈線性，此即熱傳導真空

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

計的基本原理。若真空度再增高進入高真空範圍，則由於氣體分子碰撞所傳導的熱能直接輻射或發熱體支架直接傳導者小甚多，故此時熱傳導又與氣體壓力無關，通常此時氣體分子的平均自由動徑已增大到與測壓管的半徑相當或較其為大，此種情形如圖 4 所示。熱傳導真空計為應用最廣的真空計，現在常用者依儀器操作原理的不同有下列三類即①加熱體的電阻隨氣壓變化，②加熱體的溫度隨氣壓變化，以及③由具有負電阻溫度係數(negative temperature coefficient of resistance)的熱變電阻半導體(thermistor)測定其電阻隨氣壓的變化。

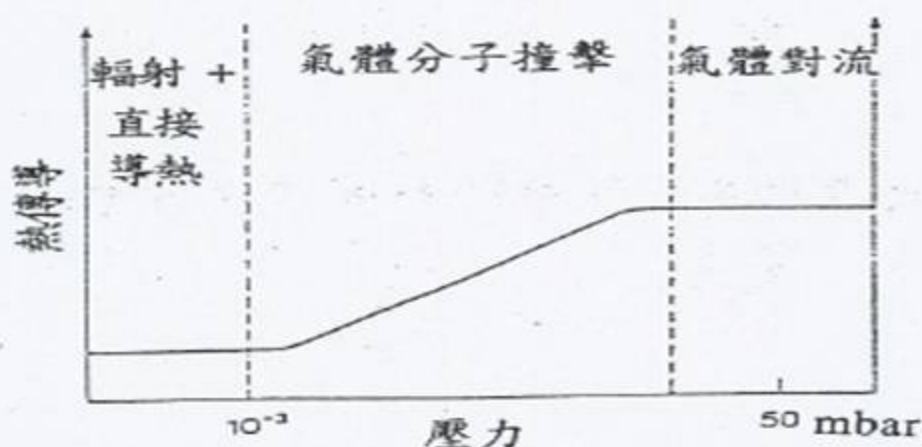


圖 4 壓力與熱傳導之關係圖

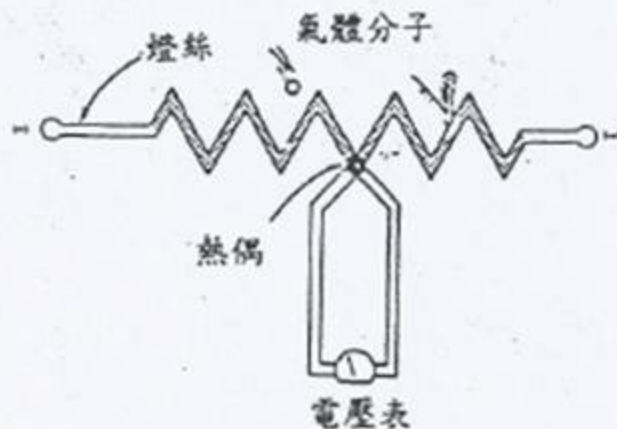
真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

(一) Thermocouple Gauge (熱偶真空計)

(1) 量測範圍： $1 \text{ atm} \sim 10^{-3} \text{ Torr}$ 。

(2) 量測原理：系統內之氣體分子與發熱體碰撞並帶走熱量，如圖 5，壓力愈高，則氣體分子數目愈多，帶走的熱量也愈多，因此發熱體的溫度變低，熱偶壓降減小，反之則溫度較高，熱偶壓降較大，由熱偶電動勢之大小(約為 $0 \sim 15 \text{ mV}$ 範圍)可校正為壓力之指示。

圖 5 氣體分子與熱燈絲之碰撞



真空計 Vacuum Gauge – 產品訓練課程

(3)特性：(a)熱偶電壓降與壓力之關係曲線如圖 6 所示。

(b)在 0.1 ~ 0.01 torr 之壓力範圍較為靈敏，在適用之壓力範圍兩端靈敏度很差。

(c)壓力指示會隨氣體種類改變，若想正確指示不同氣體之壓力，必須經過校正，參考圖 7。

圖 6 熱偶真空計中熱偶電動勢與壓力大小之關係

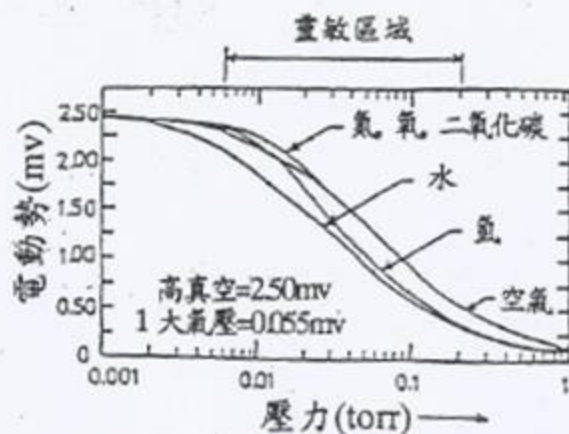
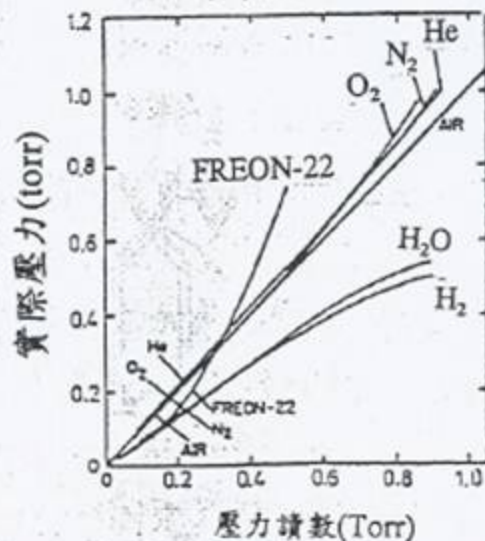


圖 7 熱偶真空計對不同氣體之校正曲線

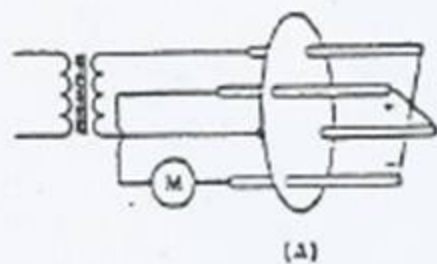
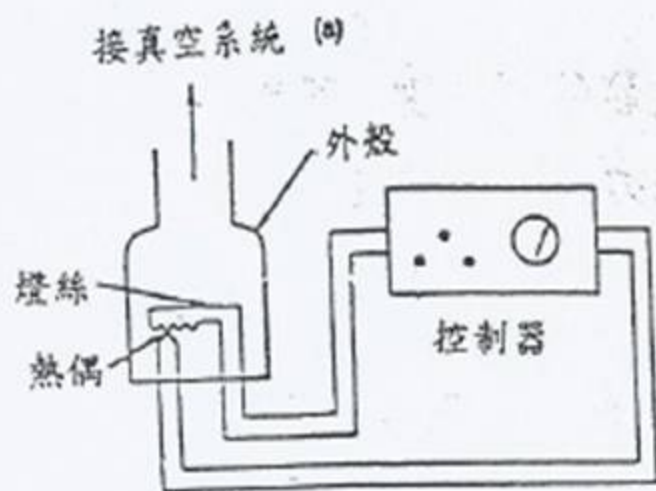


真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

圖 8 (a)熱偶真空計之組成

(A)感測頭燈絲及支架

(b)感測頭實體圖



(4)裝置：如圖 8 所示，包括一電子控制器與感測頭。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

(二) Pirani Gauge (派藍尼真空計)

(1) 量測範圍：1 atm ~ 10^{-4} Torr。

(2) 量測原理：與熱偶真空計類似，感測頭內有一熱阻係數大的發熱體，氣體分子可帶走發熱體之熱量，當壓力大時，帶走之熱量多，發熱體溫度降低，其電阻值隨之下降，派藍尼真空計利用電阻值的改變以量測壓力。

(3) 量測技術：

派藍尼真空計的測壓管(gauge tube)主要為一金屬或玻璃的管，其中有一具有高電阻溫度係數的燈絲(filament)，當電流通過燈絲時，燈絲發熱維持溫度在 100 °C 到 125 °C 間。在應用時，此真空計有三種操作模式，即：

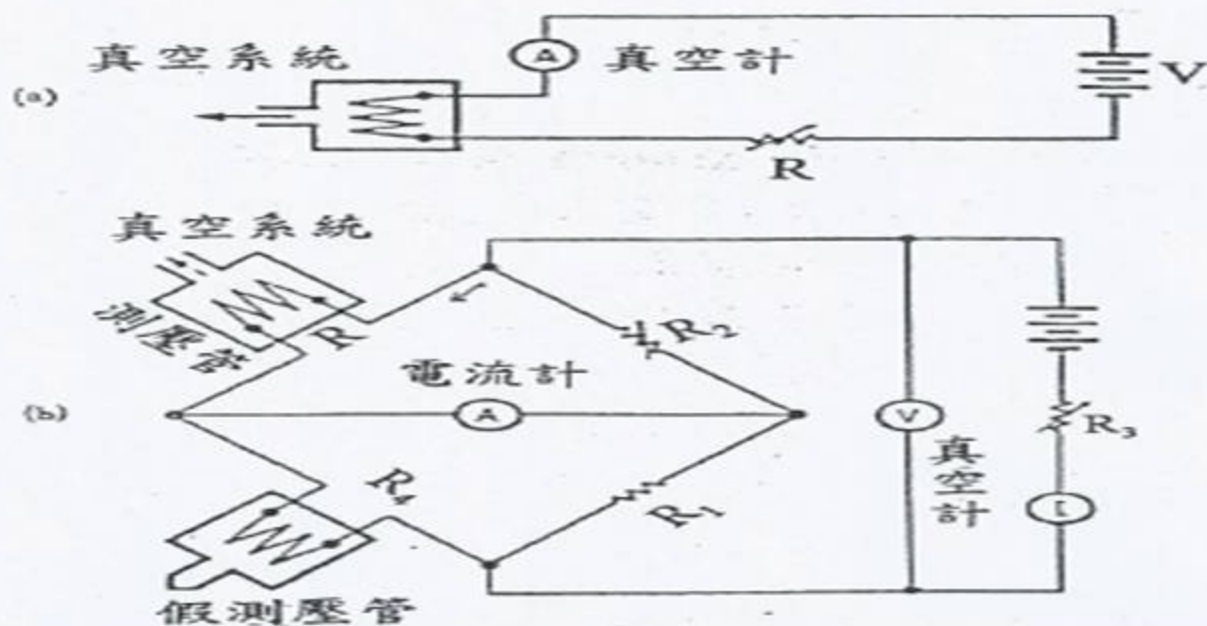
真空計 Vacuum Gauge – 產品訓練課程

- A. 定電壓變電流式：如圖 9(a)所示，當燈絲上維持一定的電壓時燈絲的溫度隨壓力而變，溫度的變化使燈絲的電阻產生改變，其結果使通過燈絲的電流發生變化，此電流變化的值就代表壓力。一種派藍尼真空計的測壓管，其燈絲用 0.005 到 0.1 毫米的鎢、鎳、或鉑金屬絲燒成 0.5 到 2 毫米外徑的螺旋約 60 到 80 毫米長，螺旋間節距至少要等於 10 倍金屬絲直徑，以免各圈間互相屏蔽影響效果。
- B. 定電流變電阻式：燈絲溫度的改變使其電阻發生變化故測定燈絲的電阻即可測定壓力。加熱燈絲的電阻可用測定跨過燈絲的電壓 V 與通過燈絲的電流 I 而求其比值，即為電阻 R ($R = V/I$)。圖 9(b)所示電路為一惠斯頓電橋(Wheatstone bridge)的構造，電橋中的一電阻即為測壓管的加熱燈絲，電橋中兩固定參考電阻其中有一為相似

真空計 Vacuum Gauge – 產品訓練課程

的假測壓管(dummy gauge tube), 先經抽真空後封閉置於待測壓力的同一位置, 以作環境溫度影響的補償, 另一固定電阻則與一可變電阻串聯再與前述兩串聯的測壓管並聯接於一電源上。當測壓管中的壓力為某一數值時, 其燈絲電阻變化而使電橋中的電流計 A 不為零, 調整可變電流為一定值(可從電源供應器的電流表 I 測出), 從測定電橋上電壓值 V 即代表所測的壓力。

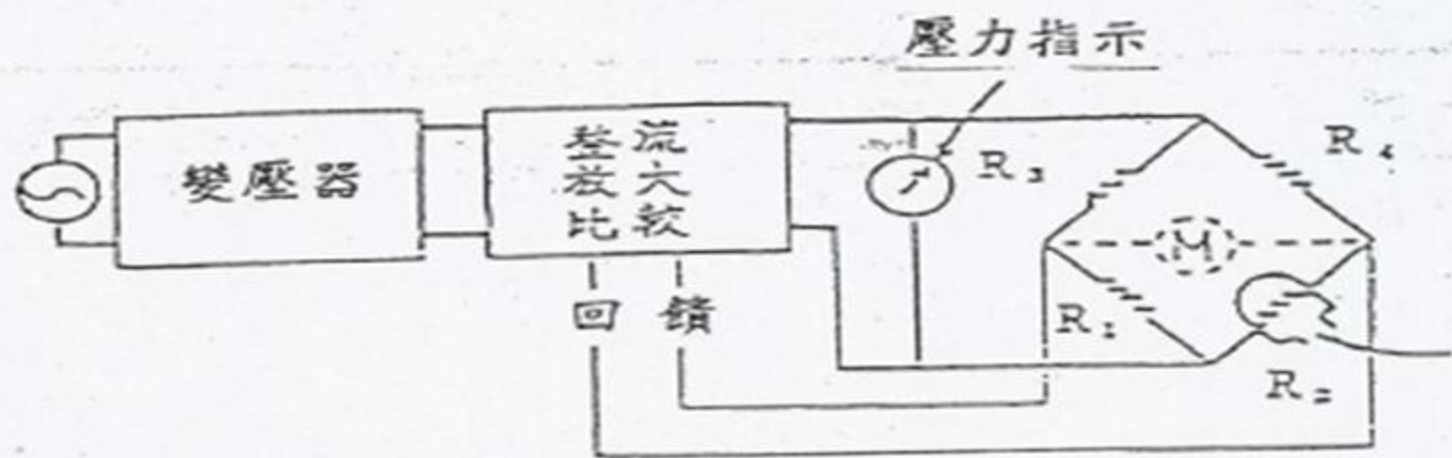
圖 9



真空計 Vacuum Gauge — 產品訓練課程

C. 定溫度(定電阻)變電壓：以調整所加的電壓使測壓管內的燈絲溫度維持在一定值，因為燈絲溫度不變，故其電阻值亦不變。此種操作方式其壓力與所加電壓的平方呈線性變化，因其溫度維持不變，故由於輻射及燈絲支架熱傳導的損失為一定值而與壓力的變化無關。如圖 10 量測。

圖 10



真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

(三) Thermister Gauge (半導體熱變電阻真空計)

半導體熱變電阻為一負溫度電阻係數的半導體，通常係用作測定溫度的感測子(sensor)。在用作真空計的測壓器時，其功用與派藍尼真空計中的燈絲相似，故電路可與派藍尼真空計所用者相似。當電流通過熱變電阻時，本身即發熱，在不同壓力下氣體分子對此半導體的冷卻效果不同，故其電阻亦不同。此種半導體真空計構造更為簡單，不需用加熱燈絲，但因每一個半導體熱變電阻對溫度的反應曲線均有差異，故使用時必需每一個測壓器均配有一校正曲線。

所有的熱傳導真空計測定壓力均與氣體種類有關，故真空系統中的氣體若與該真空計校正時所用的氣體不同，則所得結果應加修正。通常每一種真空計其對各種氣體的效應均有一定的修正常數或曲線，下表係一種比較表以顯示三類熱傳導真空計對各種氣體的相對靈敏度。應注意此僅係對氮氣或空氣的一種相對比較值，而非上述的修正常數。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

表一 熱傳導真空計對各種氣體的靈敏度

氣體	派藍尼	熱電偶	熱變電阻半導體
空氣	1.0	1.0	1.0
氮氣	1.0	1.0	1.0
氧氣	1.0	1.0	0.9
氫氣	0.8	0.6	0.7
氬氣	1.2	1.3	1.8
氦氣	---	1.2	0.9
二氧化碳	1.0	1.0	1.0

表一中所列數字顯示，氣體如氫氣或氬氣用熱傳導真空計所測得的壓力應較實際的壓力為高。實際上每一種熱傳導真空計對各種氣體的校正值均不相同，故使用時若無修正常數或曲線，則所測得的壓力可能誤差很大。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

四、 Hot-Cathode Ionization Gauge (熱陰極離子化真空計)

(1)量測範圍： 10^{-4} Torr $\sim$ 10^{-13} Torr。

(2)量測原理：熱燈絲放射之電子被加速後，與系統中之氣體分子碰撞，並且將之游離，正離子被集極(collector)收集，其所造成之電流大小與分子數目多少，即系統壓力成比例關係，由電流之量測以作壓力之指示。如圖 11 所示。

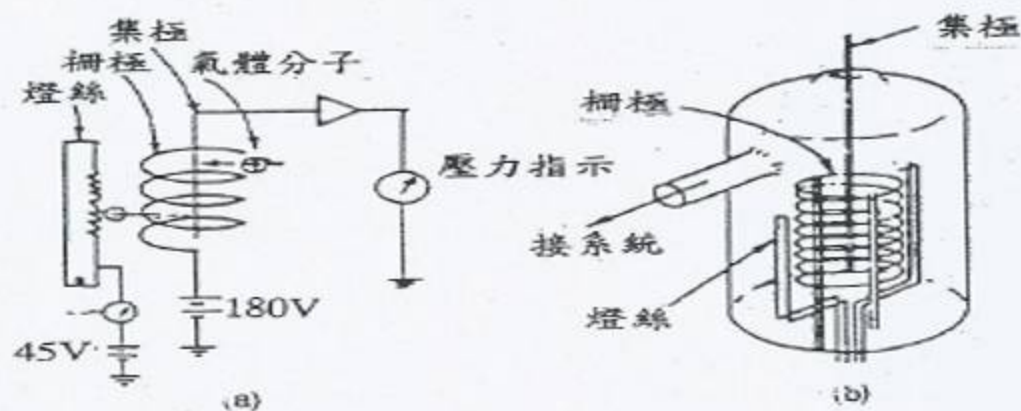


圖 11 (a) B、A 式離子真空計之電極結構
(b) B、A 式離子真空計感測頭

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

(3)特性：(a)高真空系統中廣為使用之真空計。

(b)準確度高。

(c)壓力指示與氣體成份有關。

(4)熱離子真空計使用時注意事項：

1.壓力高或未知系統壓力時，暫勿使用。

2.感測頭應放置於不易碰撞之位置。

3.燈絲熱時，勿暴露於大氣。

4.不做度量時，關掉真空計以維持壽命，並預防真空系統內壓力突增對真空計可能造成之損害。

5.須瞭解真空系統之特性，含有特殊氣體時需做校正。

6.污染時需清洗。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

7.除氣的方法，時機與所需時間如下：

(a)柵極(Grid)加熱。

(b)電子撞擊(Electeon Bombard)。

(c)烘烤(Baking)。

(d)時機：最好氣壓 $<10^{-6}$ torr。

(e)時間：初次除氣約 15 ~ 20 分鐘，以後約需 15 秒。

(5)裝置：如圖 12 所示，包括感測頭(Gauge Head)以及控制單元含電子發射電流調節器，電流信號放大器，各電極間偏壓穩定器，以及除氣(Degas)電源，燈絲過壓保護線路等。

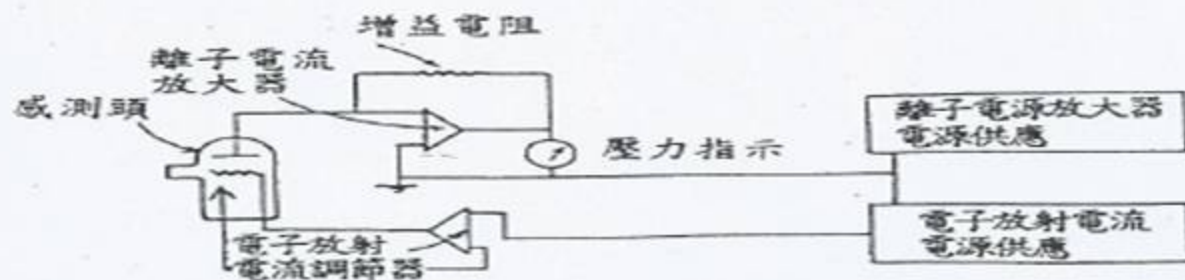


圖 12 離子真空計之組成

真空計 Vacuum Gauge – 產品訓練課程

五、Cold Cathode Gauge (冷極真空計), 又稱為彭甯真空計(Penning Gauge)

(1) 量測範圍: 10^{-2} Torr $\sim 10^{-7}$ Torr。

(2) 量測原理: 低氣體壓力時陰陽極間加以高電壓, 如圖 13 所示。放電過程與離子邦浦之原理相同, 其電流大小之量測以作壓力之指示。

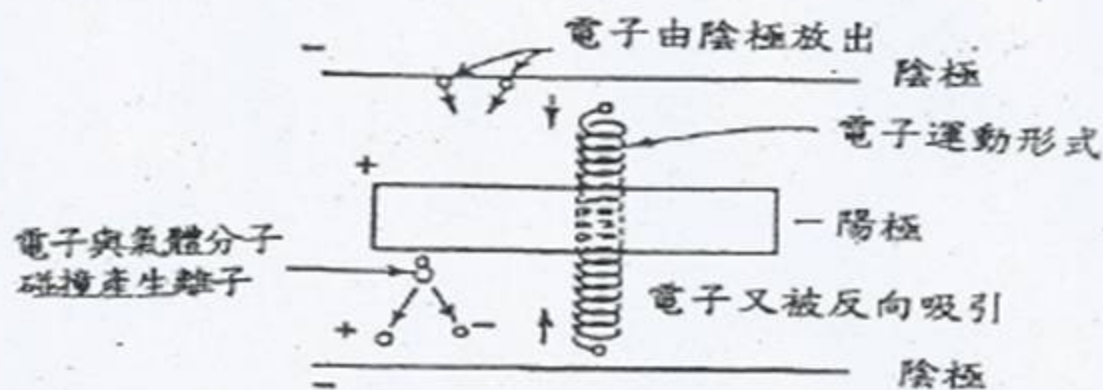


圖 13 冷極真空計中電子之運動

真空計 Vacuum Gauge – 產品訓練課程

- (3)特點：
- 曝露大氣並不損害該真空計。
 - 堅固耐用、價廉、易於使用。
 - 污染後易於清洗，污染之真空計壓力指示偏低。
 - 在高真空(小於 10^{-6} 托爾)時不易啟動，必須等待數秒或更久之時間。
 - 指針幌動厲害時，表示感測頭嚴重污染。
 - 必須注意漏電流造成之誤差及高壓之安全性。

(4)裝置：如圖 14 所示。

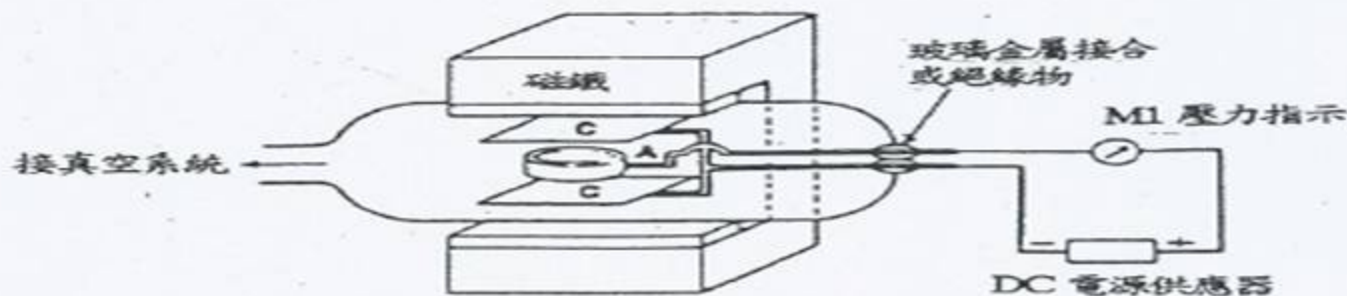


圖 14 冷極真空計之組成

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

六、Residual Gas Analyzer (簡稱 RGA，殘餘氣體分析儀)
或部分壓力分析儀(Partial Pressure Analyzer，簡稱為
PPA)

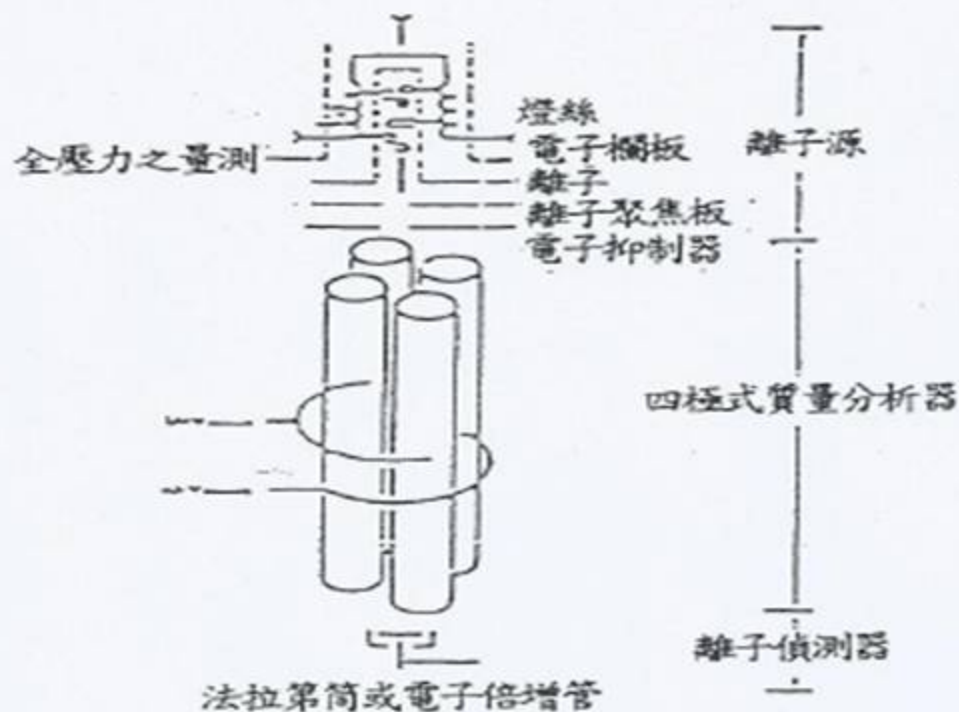


圖 15 殘餘氣體分析儀

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

- (1)量測範圍： 10^{-4} Torr 以下。
- (2)量測原理：依據質譜儀原理，如圖 15 所示，在離子源處使用電子撞擊方式產生離子，經 rf 與 DC 電壓的調變，以選擇通過分析器的質量大小，通過分析器的離子抵達偵測器以後，用法拉第筒或電子倍增管量其大小，由質量的掃描與離子流強度的大小構成質譜，透過質譜的分析，便可以知道系統內所含氣體的種類及多寡了。
- (3)特性：(a)分析真空系統中所含氣體種類及其所佔比例，即各殘存氣體分壓力之大小。
- (b)真空系統漏氣判定及測定(參閱圖 16)。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

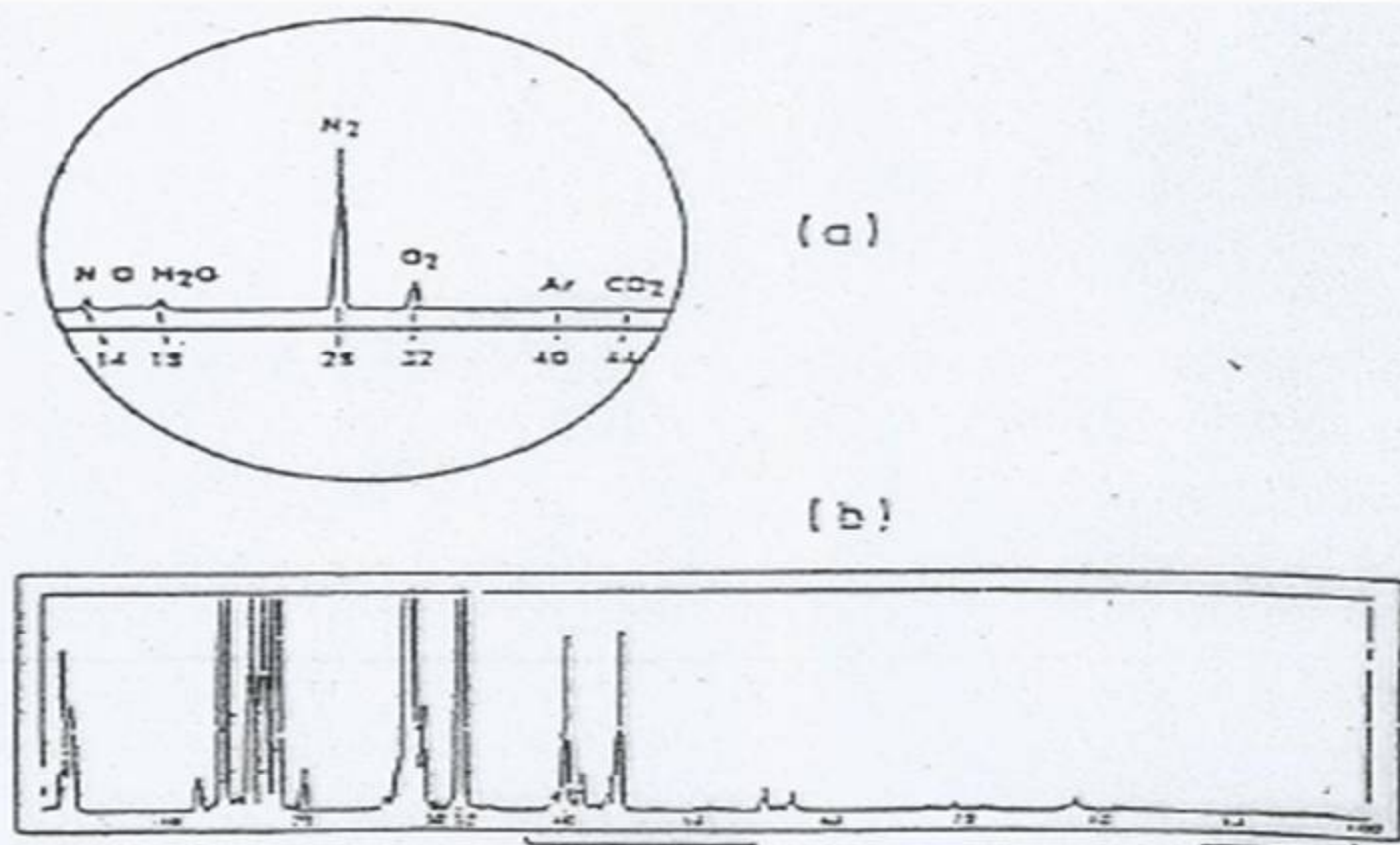


圖 16

殘餘氣體分析儀質譜

(a)系統漏氣時質譜外觀

(b)高靈敏度時較大質量區之質譜

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

(4)裝置：如圖 17 所示，包括一個四極式質譜管與控制線路。

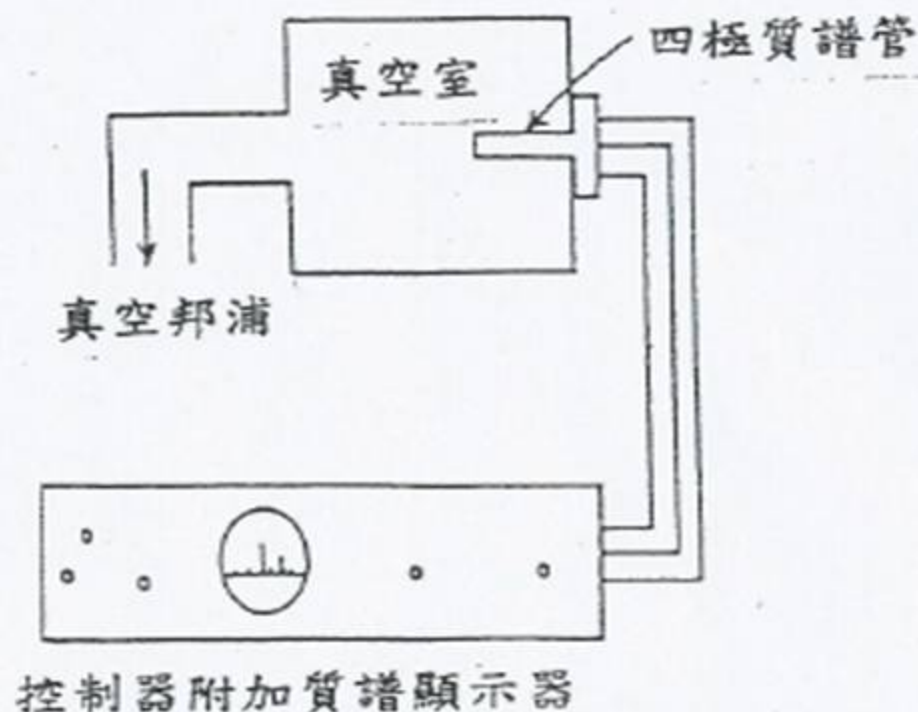


圖 17 分壓分析儀裝置

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

參、真空儀表的維護原則

若真空計使用日久，或可能被污染，或受震動損壞，則真空計亦應予校正。基本上，一旦使用之真空計發生了誤差或故障時，都有可能發生最不希望看到的結果。

一、一般真空儀表的維護

- (1)新購置時。進行污垢、變形等外觀檢查與真空漏率的檢查。
- (2)從大氣開始抽氣前，需檢視感測頭有無破損、污染、真空等，必要時更新。
- (3)定期檢查。
- (4)顯著污染時。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

二、真空儀表的校正

若真空計感測頭使用日久，可能被污染或受震動損壞，或電源控制(Meter)換新或修理，此時真空計需作校正。真空計的校正多在真空計製造廠或有標準設備的實驗室中執行，但此種校正設備除價格高昂外，且需專門技術人員操作，故執行頗為不易。通常若非需要精確度量真空系統中的壓力，而僅需知道系統內的真空度約略範圍，則真空計的校正可不必太嚴格，用第二級標準來比較即可自行校正。所謂第二級標準(secondary standard)係選用較為準確的真空計，定期送到標準校正單位(即所謂第一級標準 Primary Standard)予以校正，此真空計校正完畢後就專門用作校正其他的真空計，而此第二級標準件亦應定期(通常半年到一年)與第一級標準作精確的校正。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

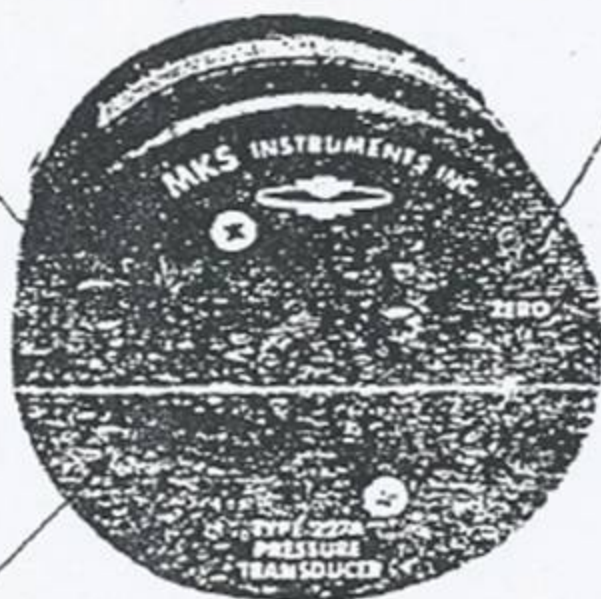
肆、真空儀表維護案例

- 一、波爾登真空計一般不做維護。如果是價格高昂的波爾登真空計，其設計有機械調整鈕。通常功能損壞時，係更換新品。
- 二、電容真空計之維修調整：系統之終極壓力(Ultimate Pressure)應可達 10^{-5} Torr 以下或更好，此時對 1 Torr 以上之電容真空計可視為零點，但對於真空計之 Gain 則無法調整，如何確認此 Gain 是否正確呢？的確是一問題，勸告諸君千萬別隨意調整 Gain，唯一辦法是與已校準之電容真空計校對，或更換一只正確的新品。

真空計 Vacuum Gauge – 產品訓練課程

LINEARITY POTENTIOMETER
FACTORY CALIBRATED
DO NOT ADJUST

ZERO ADJUST
POTENTIOMETER



SPAN POTENTIOMETER
FACTORY CALIBRATED
DO NOT ADJUST

圖 14 電容真空計之感測頭

真空計Vacuum Gauge—產品訓練課程

三、在有燈絲的真空計如熱偶真空計、派藍尼真空計、及各式熱離子真空計等因其燈絲通常很細，且經使用後因加熱而變脆，故在清潔應特別小心以免損及燈絲。燈絲上若吸附有任何溶劑而未被清除，則當其通電加熱時會使燈絲氧化甚至燒毀，故清潔時最好不要讓燈絲接觸溶劑。一般的清潔可用有機溶劑清洗，丙酮與酒精為可用的溶劑，但應注意清潔後要加熱烘烤將溶劑驅除盡淨。

四、熱偶真空計經清洗或更換燈絲，其控制器的零點(真空點)及大氣點必須重新調校。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

五、派藍尼真空計適用的範圍約在 10 毫巴到 10^{-3} 毫巴間，雖然大多數均從大氣壓力或 1000 毫巴開始，但用在壓力大時僅係一粗略的指示而已。所有的真空計其壓力指示均從零開始，但此處的零並不代表真正壓力為零，而僅代表用這種量度原理所能測定的最小值，在派藍尼真空計其指針指到零時即表示真空度已小於 10^{-3} 毫巴。在校正派藍尼真空計讀數時有兩種方法，其一為置於大氣壓力中而將指針調到最大讀數，但此法很不準確，因為在前節中已說明在粗略真空範圍熱傳導與壓力無關。另一方法則為將真空計置於高真空系統內而調整指針零位，如此零校正可使此真空計讀數較為正確。派藍尼真空計因係間接方法測定壓力誤差約為最大指示值的 ± 1 到 2%，例如最大指示值 10 毫巴的 1% 為 0.1 毫巴，若測得壓力為 1 毫巴，則結果為 1 ± 0.1 毫巴，若測得壓力為 0.1 毫巴，則其結果為 0.1 ± 0.1 毫巴。顯然在測量低壓力時，其誤差很大。

真空計Vacuum Gauge – 產品訓練課程

六、熱傳導真空計除在測定壓力時因不同的氣體分子而有不同的結果外，另一種造成誤差壓力讀數的原因即為測壓管污染，此種情形在幫浦油蒸氣、有機物蒸氣或其他高蒸氣壓物質存在時最易發生。當測壓管污染時，實際在真空系統中的壓力會較真空計所讀的為低。

Thank you for your attention

ANY QUESTION ?

中英友科技有限公司
安百立科技有限公司

<http://www.ptpump.com.tw>