

# 實驗一 真空鍍膜系統之認識

## 一、實驗目的

認識真空系統的基本結構，了解其工作原理，並熟悉其基本操作。

## 二、實驗儀器

機械幫浦、擴散幫浦

## 三、實驗原理

(A) 一個空間中完全沒有任何物質和氣體的存在，稱為絕對真空。目前人類至今尚未找到絕對真空的地方，再實驗室中目前也還沒又造出一個壓力等於零的空間。所以一般真空的定義為一個容器內空間中的壓力小於一大氣壓就是真空。也可以定義為容器中的氣體分子密度小於  $2.5 \times 10^{19}$  molecules/cm<sup>3</sup> (一大氣壓的分子密度)，則該容器為真空。簡單的表示為壓力 < 大氣壓力，壓力由**熱電偶真空計**測得。

(B) 真空系統之基本結構

本實驗室之儀器為熱電阻真空鍍膜系統及高週波濺鍍系統，其基本結構主要包括以下幾大部分：

機械幫浦、擴散幫浦、閥門與管路系統、真空腔（直徑四十二公分、高五十公分）、電阻式之蒸鍍系統、真空計、真空冷卻水系統與其他週邊相關配備，如：殘留氣體分析儀、質流控制器（MFC-Mass Flow Controller）。

(C) 抽氣原理

本實驗室之真空系統之幫浦主要有機械幫浦與擴散幫浦兩種：

1. 機械幫浦（mechanical pump）工作原理

此種 pump 之簡單構造如圖 1-1。幫浦內部有一旋轉的偏心轉子，轉子上有一對受彈簧力的翼，當轉子旋轉時此對翼因彈簧的壓力會持續接觸在幫浦的靜子壁上。靜子外界儲滿幫浦油，此種油經由靜子上的小油路，滲入靜子內壁。當轉子轉動，轉子以及轉子上的翼與靜子的內壁接觸變形成一層油膜以維持氣密。因為轉子的軸為偏心，故幫浦內的氣體當轉子轉動時被壓縮，而轉子到幫浦的進氣口處形成局部真空。真空系統內的氣壓因為大於幫浦進口處的氣壓受壓縮到超過大氣壓力時，就推開靜子上的單向活門經過油槽進入大氣中。

2. 擴散幫浦（diffusion pump）

擴散油在低壓下加熱沸騰，其蒸氣呈分子流狀態以高速衝過噴嘴（nozzle），如圖 1-2（1）所示，氣體分子從真空系統內擴散到擴散幫浦噴流的附近，首先碰撞散射的低密度之蒸氣分子而被迫入高密度蒸氣分子流中。此分子流向自由膨脹，遇到**通有冷卻水**的幫浦氣壁而冷卻

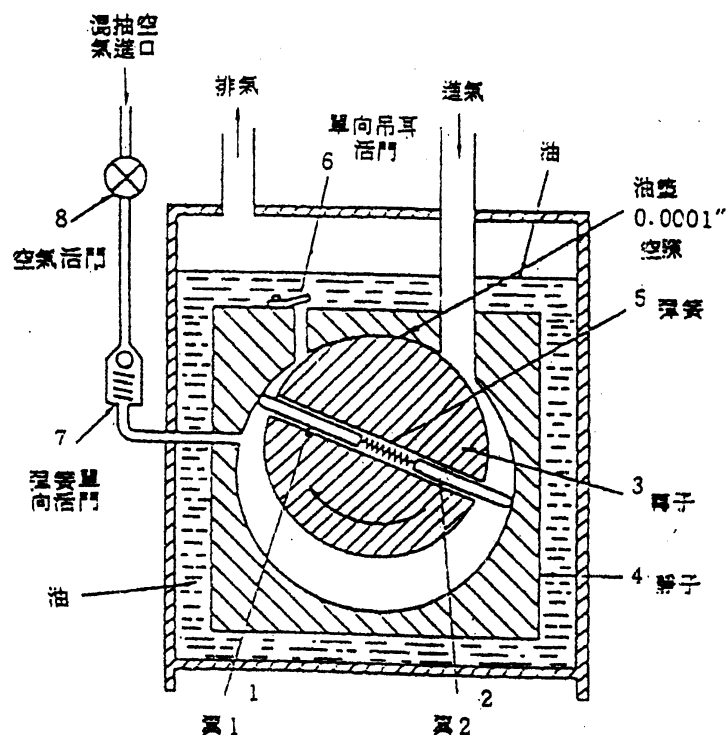
成液體，被帶來的氣體分子，則於此處被前對幫浦抽走。可見蒸氣噴出向下流動的速度越快，效果越好。圖 1-2 (1) 僅為簡單擴散幫浦原理，1-2 (2) 為詳細構造。此為三級擴散幫浦，亦即三個噴嘴相串聯。當幫浦亦在底部加熱槽內受加熱蒸發，蒸氣從第一噴嘴噴出被抽的氣體壓縮帶到第二噴嘴處，再經過壓縮帶到第三噴嘴處，在壓縮後被前段機械幫浦抽去。

#### 四、實驗步驟

1. 如圖 1-3 整個真空系統仍由一個機械幫浦工作，但在最初抽氣時，機械幫浦直接經由粗略真空管路將真空室及管路抽到中度真空，蒸氣幫浦內部通常因為活門 2 及活門 3 關閉故保持在高真空，但若因任何原因而失真空，可將活門 2 打開由機械幫浦同時先抽到可啟動的真空度。當此狀態達到後就啟動蒸氣幫浦（活門 2 必須先打開以便讓機械幫浦做前段抽真空）；然後關活門 2 開活門 1，由機械幫浦將真空室抽至粗略真空，然後關活門 1 開活門 2、再開活門 3，此時整個系統就由蒸氣幫浦抽到高真空。
2. 拆裝擴散幫浦、換油、並更換 O 形環，如圖 1-4。

#### 五、問題與討論

1. 為什麼鍍膜需抽真空？
2. 本系統有兩處放氣活門，其放氣時機為何？目的何在？
3. 本實驗所採用的高真空計為何種？工作原理為何？
4. 真空系統之冷卻水何時打開？其目的為何？



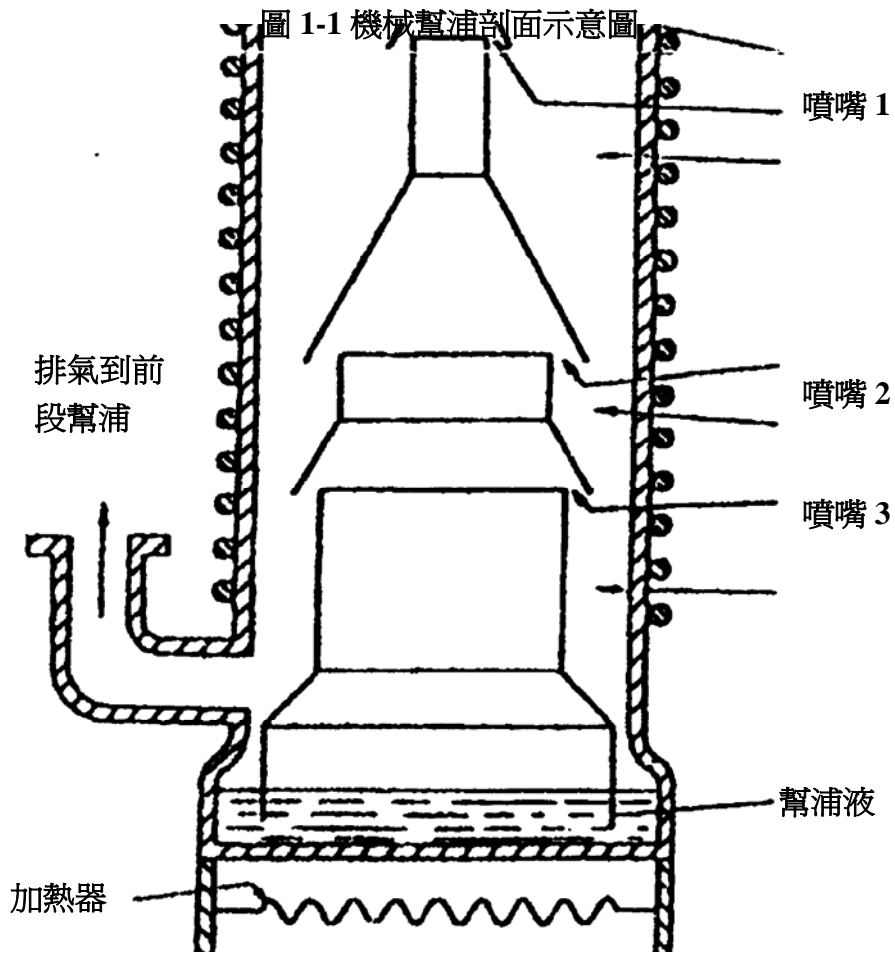


圖 1-2 (1) 三級擴散幫浦構造

真空系統

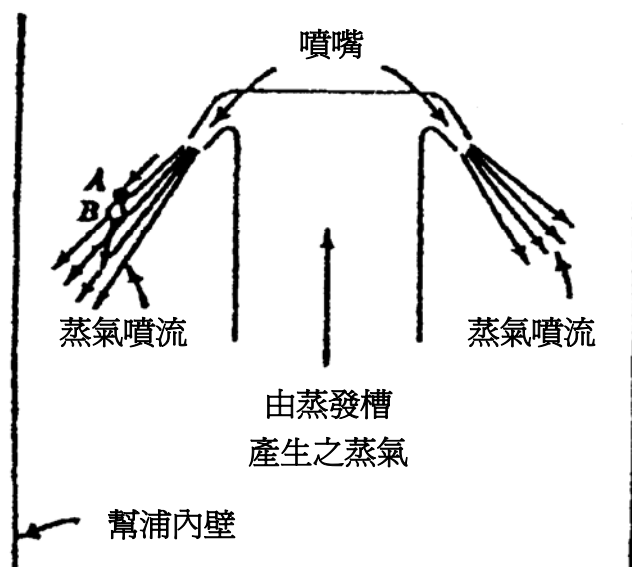


圖 1-2 (2) 擴散幫浦原理

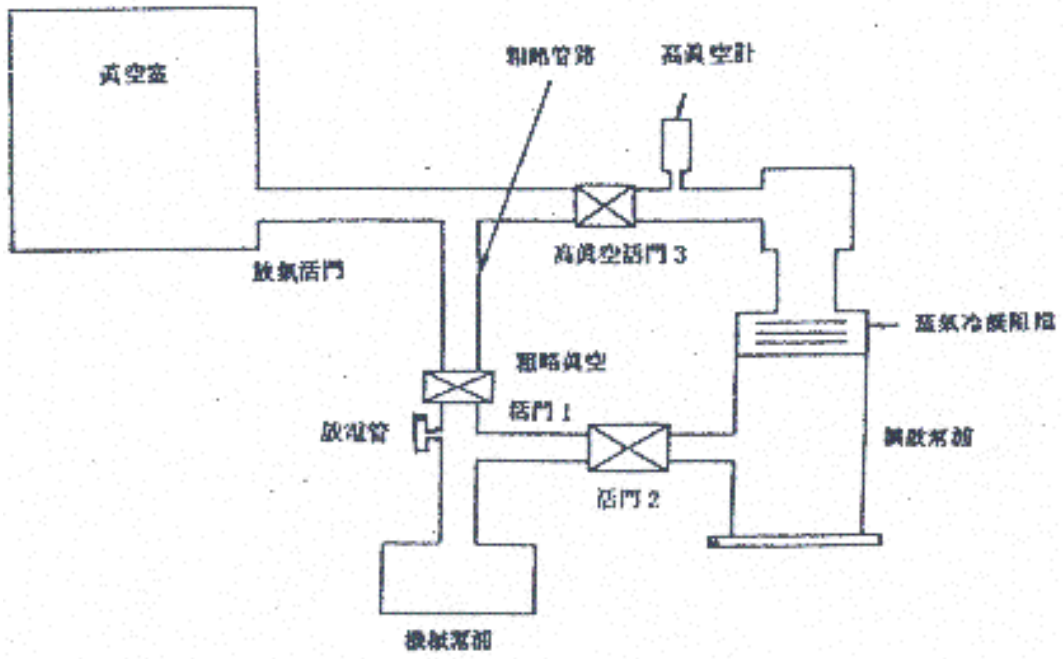


圖 1-3 真空系統簡圖



圖 1-4 (a)



圖 1-4 (b)



圖 1-4 (c)

## 六、參考資料

1. 薄膜製程上課講義
2. 真空技術與應用，行政院國家科學委員會。
3. [http://www.or.com.tw/MZ/down\\_mz\\_3/down\\_mz\\_3-d-2.htm](http://www.or.com.tw/MZ/down_mz_3/down_mz_3-d-2.htm)

## 七、補充：

### 熱電偶真空計：

熱電偶真空計主要用於中級真空範圍，由於結構簡單、堅固耐用成本低廉且幾乎無需維修，故廣為各領域採用。典型基型的最大量測範圍可由  $1 \times 10^{-3}$  至 20mbar 較佳之量測範圍由  $1 \times 10^{-2}$  至 5mbar，不確定度在此一範圍約為 30%~50%，在接近其量測範圍的極限時，讀數值僅供參考。

熱電偶真空計感測頭的最大特色就是利用熱電偶之特性，直接量測真空感測頭內發熱燈絲（如以熱電偶為加熱體時則為熱電偶本身）之溫度，由熱電偶感測溫度之變化，即可得知真空壓力之變化，就其感測頭實際結構而言，最簡單的就是將熱電偶緊密焊接於發熱體（如發熱燈絲）上，並將熱電偶之輸出接至信號放大與處理之類比電路，以及可顯示真空壓力值之表頭或數位顯示電路，由於感測線路設計之不同與偵測主體之差異，熱電偶真空計又可細分為非直接加熱式熱電偶真空計及直接加熱式熱電偶真空計。

所謂直接加熱式熱電偶真空計係指感溫之熱電偶亦為實際發熱體，其特徵在於以單一之熱電偶承擔**實際發熱體**與**感溫**兩者的工作。

### Mass Flow Controller 量測介紹：

質流控制器（Mass Flow Controller）一般簡稱 MFC。它是一種流量計與控制閥組的精密機電組合，與一般流量計最大的差別在於它是利用熱感溫差、非接觸的方式測量氣體的質量流速，不同於一般測量體積流速的方法，所以能夠避免環境壓力與氣體體積的影響，非常適合用在動態的氣體流量控制上。對於未來，可預期地半導體工業製程的趨勢中，對於沉積及蝕刻製要求的研究，明顯地，產業界需要更佳的數位化氣體控制執行能力（Digital Mass Flow Controller）以及其它的關鍵技術。

一般工業界在流量控制上分為體積流量與質量流量，分別如下：

體積流量（ $Q_v$ ）：流量因壓力、溫度隨之變化。

質量流量（ $Q_m$ ）：流量不會因壓力、溫度隨之變化。

兩者有以下之關係： $Q_m = \rho Q_v$

其中  $\rho$  為流體之密度。

因為體積流量會隨壓力與溫度而改變，並不是很精準，所以製程用的氣體流量控制與測量，則通常使用質流控制器，而質量流量之單位針對流體質量在時間

內的比例而言，流體質量不因壓力、溫度而變化，所以單位以 (g/sec) 表之較為適當。但此種單位之表示方法，不容易直接體會，故一般仍以特定之溫度、密度條件下之質量流量以體積流量 (cc/min，又稱 sccm standard cubic centimeter per minute，是一種氣體流量單位，1sccm 代表在標準狀態下 (溫度 273K, 壓力 760 torr)，每分鐘有  $1\text{cm}^3$  的氣體流量)。

**平均自由徑(mean-free path)：**

氣體分子每隔一段差不多一樣長的距離就會跟另一個粒子碰一次，在每次碰撞之後，氣體分子會慣性飛行一段時間。這段慣性飛行的距離就稱為平均自由徑 (mean-free path) 可以用來衡量當時的擁擠度或是氣壓。當慣性距離的值因為外在環境變小時，又有可能變回液態。

## 實驗一結報

姓名：

學號：

下課前交回。

1. 為什麼鍍膜需抽真空？
2. 粗抽、細抽分別需要何種幫浦在運作？
3. 本系統有兩處放氣活門，其放氣時機為何？目的何在？
4. 本實驗所採用的高真空計為何種？工作原理為何？
5. 真空系統之冷卻水何時打開？其目的為何？
6. MFC-Mass Flow Controller 的單位？