

東南技術學院機械工程系  
專題製作報告

射頻濺鍍機之製程與設備初步技術實習

指導老師：王俊程

學 生：周欣彥

鐘嘉盛

中華民國 90 年 12 月 25 日

# 東南工業專科學校機械工程科

## 專題製作評審老師審定書

(以下應填入之姓名字體為標楷體，16 號字)

周欣彥、鐘嘉盛 君所提之報告

射頻濺鍍機之製程與設備技術實務

經過審議後，認為符合專題製作標準

專題製作評審老師

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

專題製作指導老師

\_\_\_\_\_

# 摘 要

本專題製作旨在明瞭半導體製程設備中，射頻濺鍍機的原理、操作方式及重要零件的技術內容。

首先我們會對半導體製程先瞭解，再來就是到國科會的北區微機電中心，接受一般訓練的課程，通過一般訓練考試後，就參加射頻濺鍍機的課程。上完射頻濺鍍機的課程後，對射頻濺鍍機的原理，操作方法、真空系統、與物理氣相沉積(PVD)，具備如下述的瞭解。

1. 射頻濺鍍機的原理，是以離子加速，通常是用  $\text{Ar}^+$ ，經過一電位梯度，以離子去轟擊靶材或陰極。靶材表面的原子揮發，而以蒸氣的形式鍍到晶圓。而其中間需要介電質如  $\text{Al}_2\text{O}_3$  或  $\text{SiO}_2$  需要射頻電源，所以才會被稱為射頻濺鍍機。
2. 射頻濺鍍機的操作方法，首先是破真空，再來是將要濺鍍的靶材和晶圓的安裝，接下來是抽高真空，然後是設定加熱溫度，氬氣的流量和 RF Power。
3. 射頻濺鍍機真空系統，為了防止雜質對製程的影響，通常維持在非常低的基準壓力下。但在進行反應時，為了利用電漿(Plasma)內分子與電子間的碰撞而產生離子，其操作的環境將在“層流(Laminar Flow)流動”及“奴得森(Knudsen)流動”的區間內。
4. 物理氣相沉積(PVD, Physical Vapor Deposition)的原理，就是以物理現象的方式，來進行薄膜沈積的一種技術。

接下來我們會對射頻濺鍍機的質流控制器、冷凍泵、離子真空計、派尼藍真空計、射頻產生器來瞭解，並且會用來當作相關課程的教材給以後的學弟、學妹們作參考，這也是我們作這一次專題的目的。

# 目 錄

摘要

第一章 簡介 .....	P. 05
1-1 濺鍍機之簡介 .....	P. 05
1-2 射頻濺鍍機之簡介 .....	P. 09
第二章 射頻濺鍍機製程介紹 .....	P. 11
2-1 薄膜沈積的原理 .....	P. 11
2-2 物理氣相沈積 .....	P. 11
2-3 濺鍍原理 .....	P. 12
第三章 射頻濺鍍機設備介紹 .....	P. 14
3-1 射頻濺鍍機的構造 .....	P.14
3-2 路茲泵 .....	P.16
3-3 冷凍泵 .....	P. 17
3-4 真空壓力計 .....	P. 19
3-5 質流控制器 .....	P. 20
第四章 北區微機電中心射頻濺鍍機實作介紹 .....	P. 23
4-1 控制面板之說明 .....	P. 23
4-2 操作程序之說明 .....	P. 31
第五章 結論 .....	P. 35
參考文獻 .....	P. 36

心得

## 第一章 簡介

### 1-1 濺鍍機之簡介 【1】

濺擊沉積 (sputtering deposition) 最早是用來沉積薄膜，以塗敷於鏡子表面，或以金敷蓋薄織品。當真空技術 (vacuum technology) 成熟，濺鍍就大量地被真空蒸鍍 (evaporation) 所取代。因此濺鍍還是廣泛地被應用於積體電路 (I.C.) 的製造。

金屬如鈦、鉑、金、鉬、鈷、鎳和鎢等，都可以用二極式 (diode) 直流或射頻放電做濺鍍。濺鍍是以離子加速，通常是用  $Ar^+$ ，經過一電位梯度，以離子去轟擊靶材 (target) 或陰極。靶材表面的原子揮發，而以蒸氣的形式鍍到晶圓 (wafer) 表面。因此必須用高電子密度，使離子密度增加，使鋁的表面不會氧化。此高密度可以利用一有輔助放電的三極式 (triode) 濺鍍機來完成。或利用磁場以捕捉電子，增加游離的效率。如磁電管 (magnetron) 濺鍍。

濺鍍機大致上可以分為直流二極式 (DC Diode)、直流三極式 (DC Triode)、射頻二極式 (RF Diode)、射頻三極式 (RF Triode)、直流磁電式 (DC Magnetron) 和射頻磁電式 (RF Magnetron) 等數種。

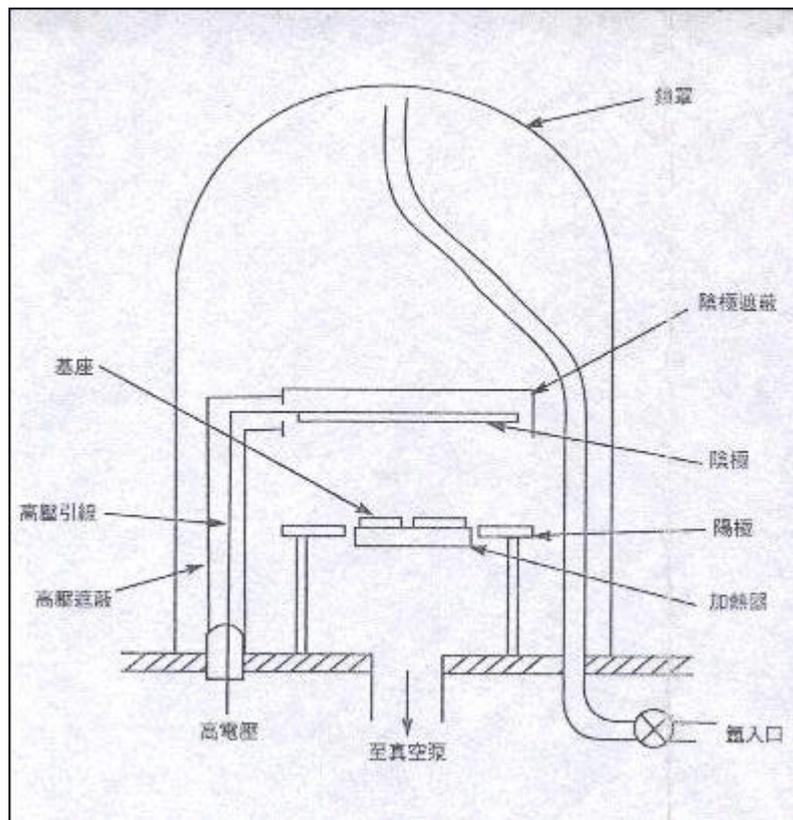


圖 1.1 二極式濺鍍機的概略圖

## 1. 直流二極式

以靶架為陰極，晶圓基座為陽極。，如圖 1.1 1.2 所示。1,000 5,000 伏的電壓加於陰極，將反應室抽真空至大約 10 毫托爾(torr)，通入的氬 ( Ar ) 氣，就會發生熾熱放電 ( glow discharge )，氬被游離為  $Ar^+$ 。製程的重要參數為離子密度、殘餘氣體壓力、基板和陰極的溫度等。

平面二極式濺鍍機的優點是，構造簡單，可沉積多層膜，耐火的 ( refractory ) 材料，絕緣膜或絕緣材料。膜的附著力好，可製作低溫磊晶 ( 長出單結晶膜 )。在大平面區域內，膜的厚度均勻。特點是源材料必須是片狀的，低沉積速率小於 200A/min，因為電漿產生的離子數目有限，基座必須冷卻。

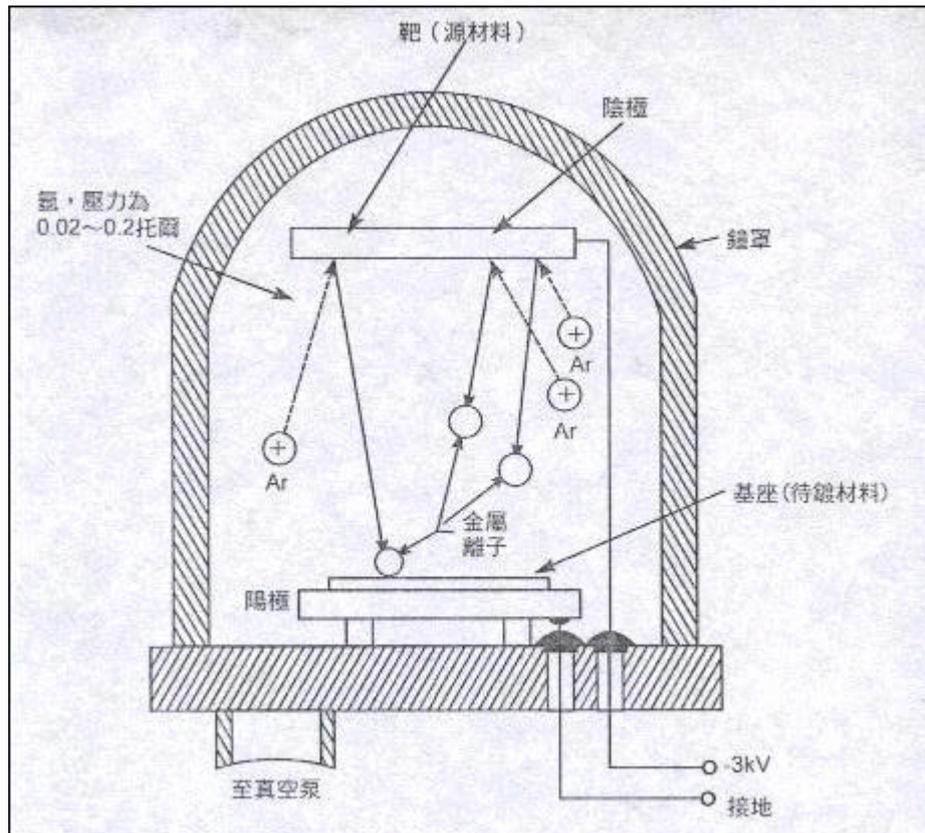


圖 1.2 低壓濺鍍機的概略圖

圖 1.2 的二極濺鍍系統，電壓為 1000 ~ 5000 伏特，電流密度為 1 ~ 10mA/cm<sup>2</sup>，電極直徑約在 5 ~ 50cm，電極的間距為 1 ~ 12cm。濺擊率 (sputtering yield) 是指一個氬離子能打出幾個靶金屬原子，和濺鍍設備之壓力有關，增加壓力可提高濺擊率。壓力上限為 100m torr，沉積速率為 100 ~ 500Å/min。

## 2. 直流三極式

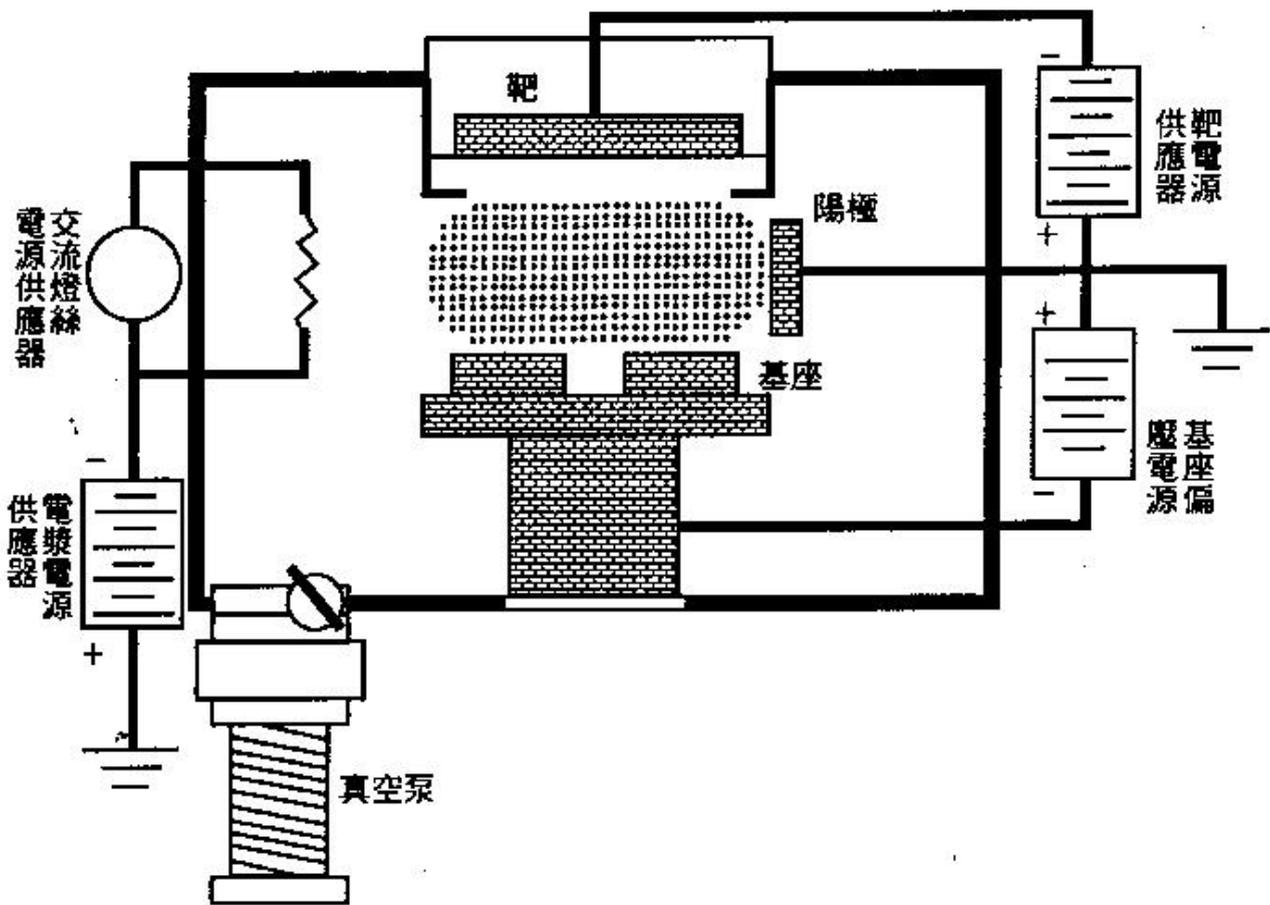


圖 1.3 直流三極式濺鍍機系統

在直流二極式濺鍍機增加一個電子源，如圖 1.3 圖 1.4。反應室抽真空通入氬氣，燈絲加熱，電子源發射電子，再加速趨向陽極，使氬游離。電漿的產生和靶電極無關，除非負電壓加到靶上，否則不會有濺鍍發生。因此製程參數可以獨立控制，可以得到最佳的沉積膜特性。此系統的熾熱放電的氣體壓力比較低，濺鍍速率較高，沉積膜密度和純度均較好，製程中可以利用光罩來定義圖案。電漿密度可以控制，沉積膜的特性可以調節。缺點是燈絲會造成污染，也可能燒斷。燈絲的功率消耗使反應室溫度升高。

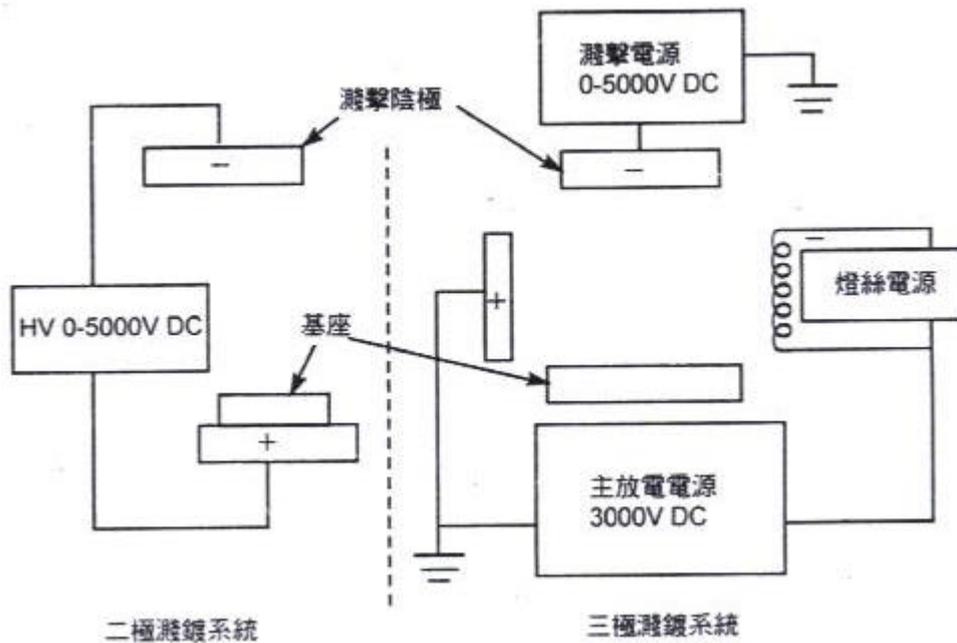


圖 1.4 平面二極式和三極式濺鍍系統

平面二極式和三極式濺鍍的比較顯示於圖 1.4，靶即使適當冷卻和加接地遮蓋，靶材料的使用率仍然不會超過 70%，功率密度決定靶何時裂開。

三極式濺鍍的缺點為：(1) 大面積靶，無法得到均勻的濺鍍，因為離子密度在沿電子束的軸和燈絲的近端最大，(2) 在反應性的環境，燈絲壽命會縮短。

### 1-2 射頻濺鍍機之簡介 【1】

射頻濺鍍機 (RF sputtering) 可以用絕緣物來做靶材料。射頻能加到靶的背面，以電容耦合到正面。RF 電漿中，電子和離子的移動率差別，使絕緣靶的表面得到一個淨的負電荷，有幾千伏電位。電漿中的氫離子被吸引到靶的表面，使濺擊發生。因為射頻源 (RF, radio frequency, 13.56MHz) 使絕緣物帶負電。

射頻濺鍍需要在電源供應器和反應室之間加一阻抗匹配網路 (matching network)。此系統會有寄生電感和電容，要注意基座的接地要確實，以免功率損失，效率降低。此系統的優點為：不會有氣態的雜質，沉積膜的重現性好。

不會被燈絲污染。可以沉積合金或化合物，原成份不改變。類似而進步的反應性濺鍍 ( reactive sputtering ) 可沉積氧化物、氮化物、硫化物，甚至氯化物，缺點為濺擊絕緣靶時，鄰近的固定物和基座有時也會被擊中。

## 第二章 射頻濺鍍機製程介紹

### 2-1 薄膜沈積的原理 【2】

在 IC 的生產製程中，分為薄膜沈積、微影、蝕刻、摻雜、氧化與熱製程、清洗、封裝等。而本次專題所做的射頻濺鍍機是屬於薄膜沈積技術的一種，本節先解釋薄膜沈積製程。

晶圓表面之所以可以產生薄膜，初始於佈滿在晶圓表面上的許多氣體分子或其他粒子，如原子團(Radical)和離子等。這些粒子可能因為發生化學反應，而產生固態的粒子，然後沈積在晶圓的表面上；或是因為在歷經表面擴散運動而失去部分的動能之後，被晶圓表面所吸附(Absorbed)，進而沈積的。而這些佈滿在晶圓表面的粒子，主要是透過粒子的擴散，或是強迫性的對流(Forced Convection)，從氣體的來源處(Gas Source)傳送到晶圓的表面。這些來源有可能是蒸鍍源(Evaporation Source)，有可能是電漿(Plasma)，也有可能是反應器裡的氣體供應源。雖然薄膜沈積技術因此而分為 PVD 與 CVD，但是這些沈積技術的原理則大同小異，甚至於與傳統的冶金材料的煉製原理相仿。

### 2-2 物理氣相沈積 【2】

所謂的物理氣相沈積(Physical Vapor Deposition，通常簡稱為 PVD)，就是以物理現象的方式，來進行薄膜沈積的一種技術。在半導體製程的發展上，主要的 PVD 技術，有蒸鍍(Evaporation)及濺鍍(Sputtering)等兩種。前者是藉著對被蒸鍍物體加熱，利用被蒸鍍物在高溫(接近其熔點)時所具備的飽和蒸氣壓，來進行薄膜的沈積的；而後者，則是利用電漿所產生的離子，藉著離子對被濺鍍物體電極(Electrode)的轟擊(Bombardment)，使電漿的氣相

( Vapor Phase ) 內具有被鍍物的粒子 ( 如原子 ) , 然後來產生薄膜沈積的。

### 2-3 濺鍍的原理 【2】

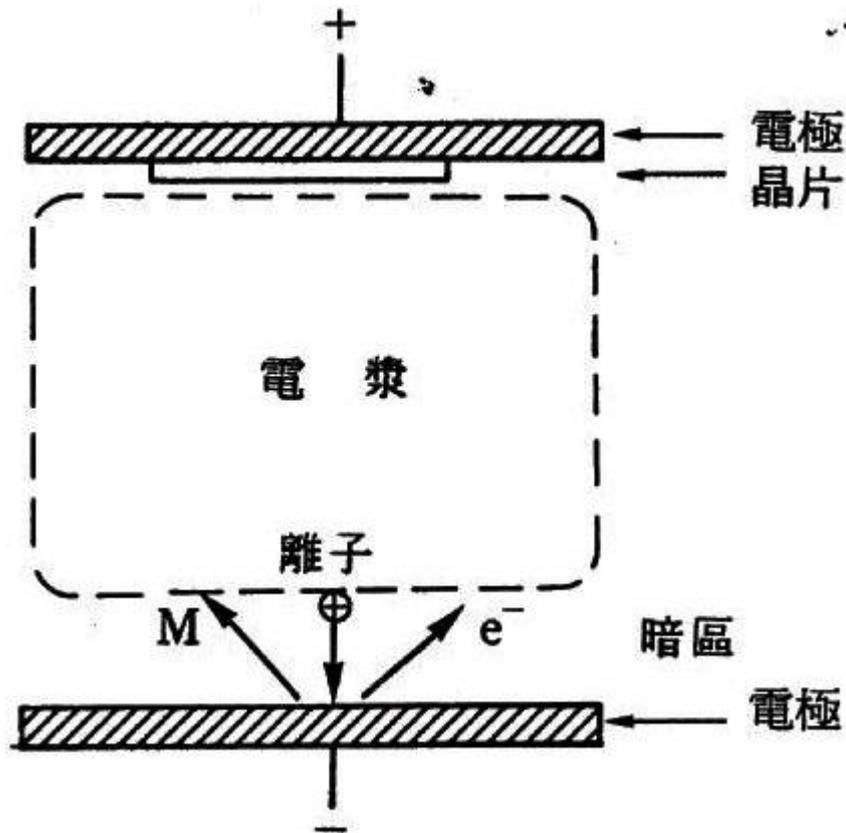


圖 2-1 濺鍍原理示意圖

電漿 ( Plasma ) 是一種遭受部分離子化的氣體 ( Partially Ionized Gases ) , 藉著在兩個相對應的金屬電極板 ( Electrodes ) 上施以電壓 , 假如電極板間的氣體分子濃度在某一特定的區間 , 電極板表面因離子轟擊 ( Ion Bombardment ) 所產生的二次電子 ( Secondary Electrons ) , 在電極板所提供的電場下 , 將獲得足夠的能量 , 而與電極板間的氣體分子因撞擊而進行所謂的 “ 解離 ( Dissociation ) ” 、 “ 離子化 ( Ionization ) ” 、 及 “ 激發 ( Excitation ) ” 等反應 , 而產生離子、原子、原子團 , 及更多的電子 , 以維持電漿內各粒子間的濃度平衡。

- (1) 讓我們把焦點放在離子對電極板表面所進行的轟擊上。圖 2-1 顯示一個 DC 電漿的陰極電板遭受離子轟擊的情形。脫離電漿的帶正電荷離子，在暗區的電場加速下，將獲得極高的能量。當離子與陰電極產生轟擊之後，基於動量轉換 (Momentum Transfer) 的原理，離子轟擊除了會產生二次電子以外，還會把電極板表面的原子給“打擊”出來，這個動作，我們稱之為“濺擊”。

### 第三章 射頻濺鍍機設備介紹

#### 3-1 射頻濺鍍機的構造 【1】

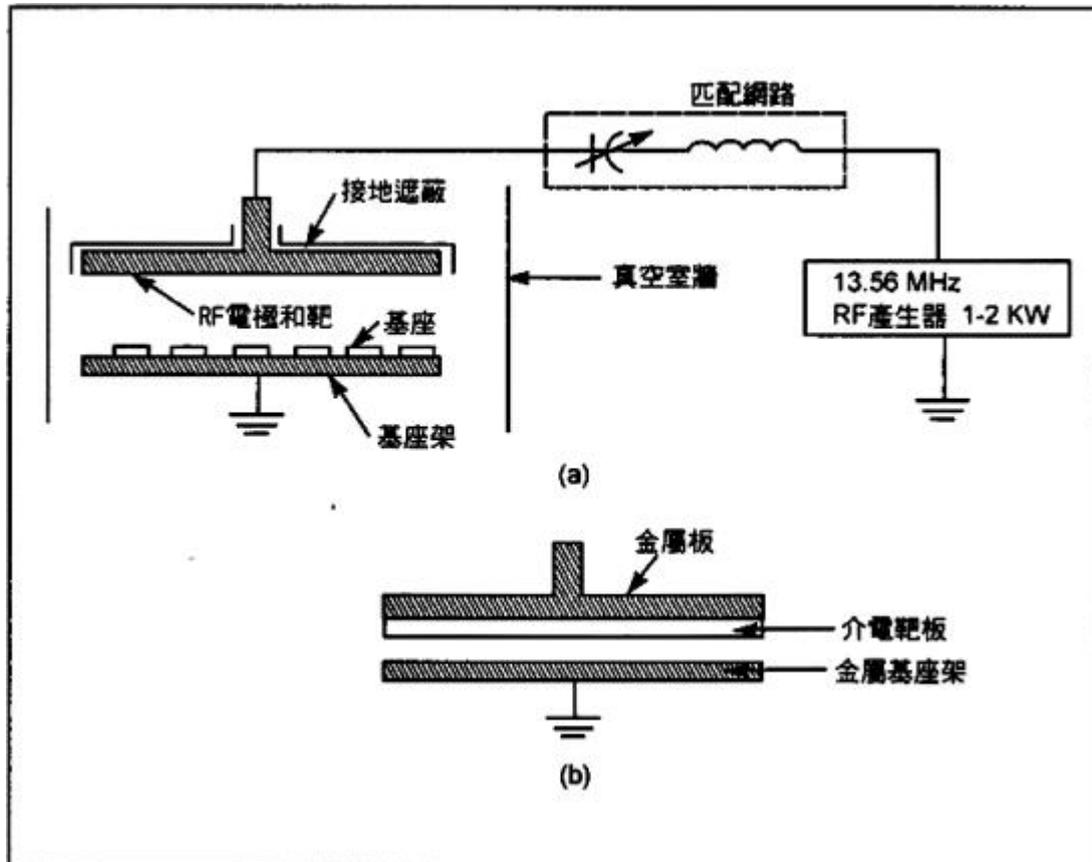


圖 3.1 (a) RF 二極濺鍍機，(b) 用於介電質濺鍍的靶

一個射頻濺鍍設備，如圖 3.1 所示。包括一個接地的基座架，和一個欲鍍金屬的陰極靶。設備抽真空，一個匹配網路，輸出功率 1-2KW，頻率為 13.56MHz。射頻濺鍍的優點之一為靶可以為金屬，也可以為介電質。介電材料作濺鍍，靶的構造如圖 3.1 (b) 所示。介電板用導電的化合物銲接到一金屬板支持板上。利用金屬板吸引氬離子，而撞擊前方的介電靶，當靶是介電質時，不需要阻擋直流電容器。

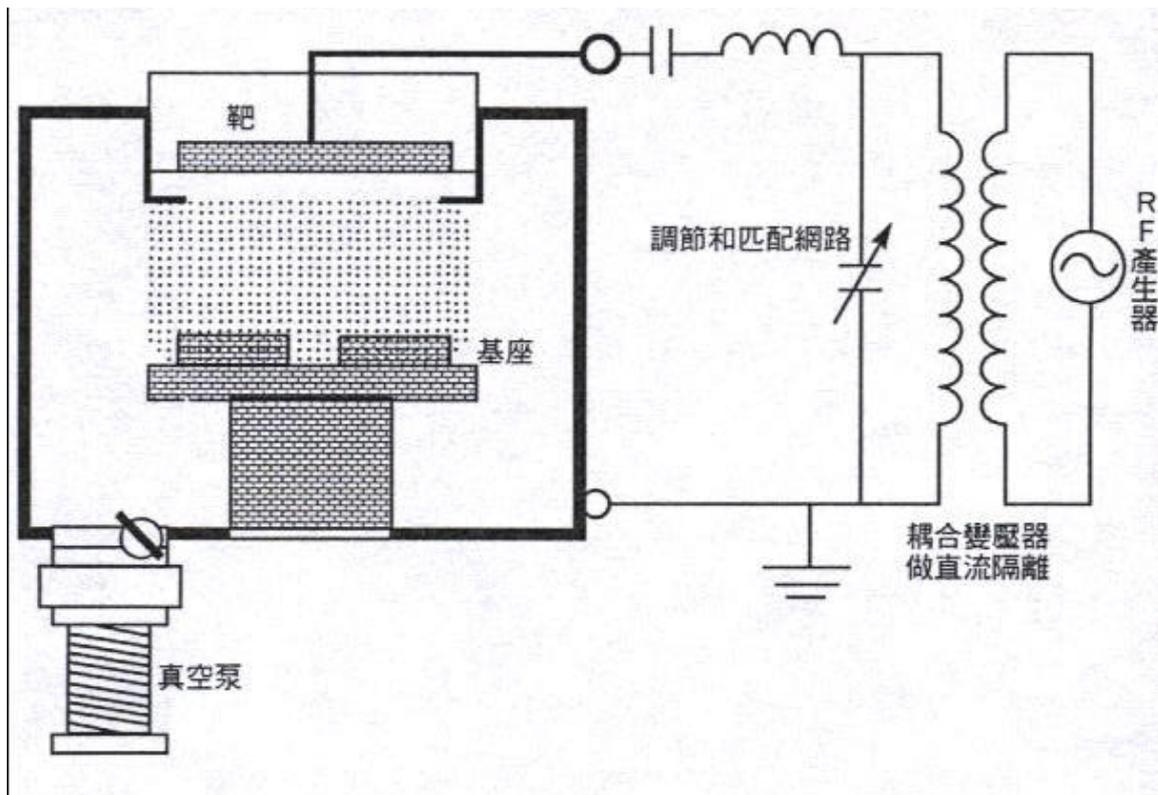


圖 3.2 一個 RF 二極濺鍍系統

圖 3.2 為一個 RF 二極濺鍍系統。耦合變壓器做質流隔離之用。

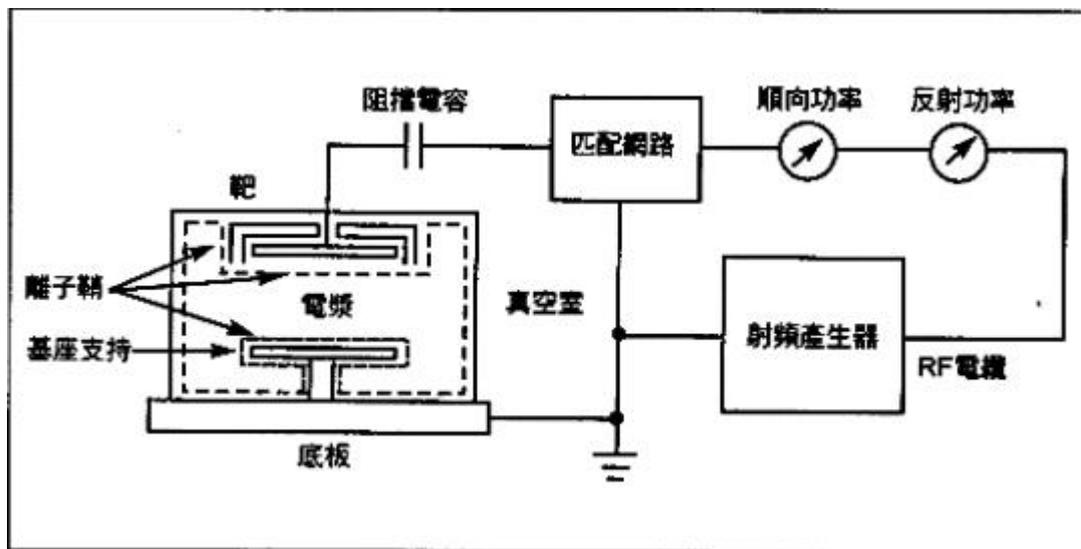


圖 3.3 射頻濺鍍系統

圖 3.3 為另一個射頻濺鍍系統。陰極靶的面積較小，整個反應室包括晶圓架面積大很多，接地而且加射頻電源，大面積的電極沒有空間電壓，不會被濺擊。靶接到小面積的電極，空間電壓大有強濺擊。如果靶為導體需要加一個阻擋電容，以避免自我偏壓經射頻產生器而接地。如靶為絕緣體，就不需要阻擋電容。

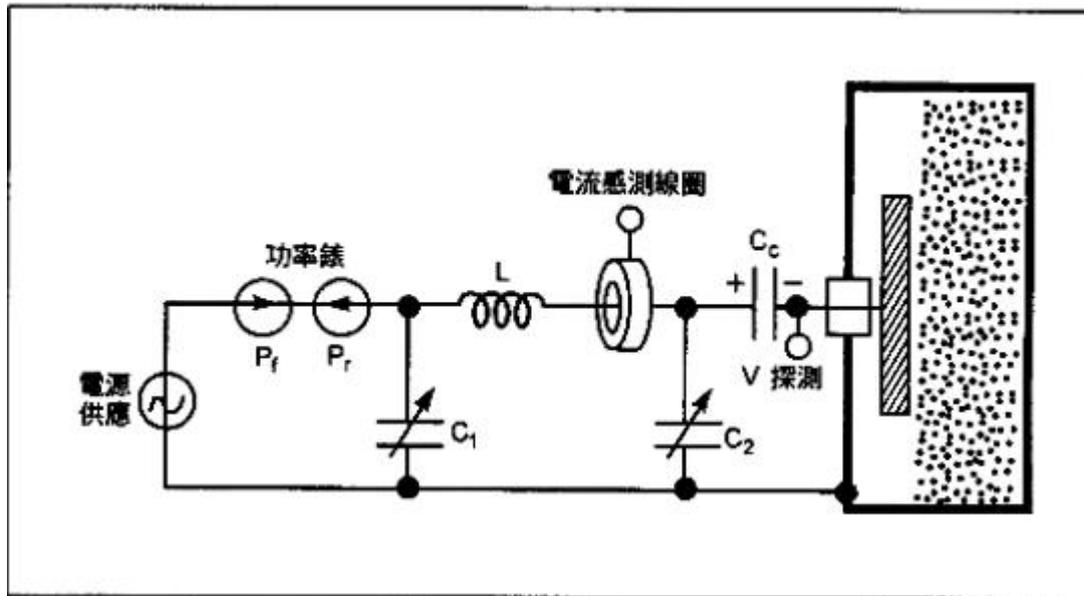


圖 3.4 射頻電漿耦合的匹配網路

圖 3.4 為一個用於高頻 RF 電漿耦合的匹配網路。此網路加上電漿，就像一個電阻的負載，反射功率降為 0。L 為匹配  $C_1+C_2$ ，直為  $0.7+5.6=6.3\mu\text{H}$ ，在 13.56MHz，再加上電漿的電容和串聯電容  $C_c$ 。

### 3-2 路茲泵 【1】

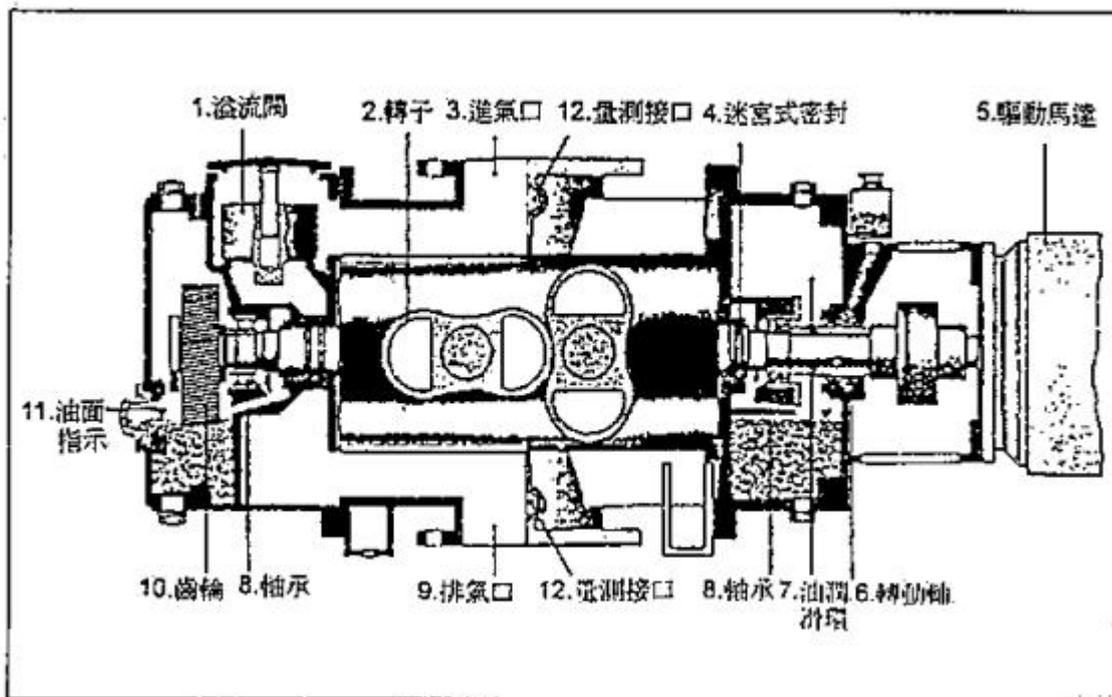


圖 3.5 路茲幫浦結構斷面及各部分名稱

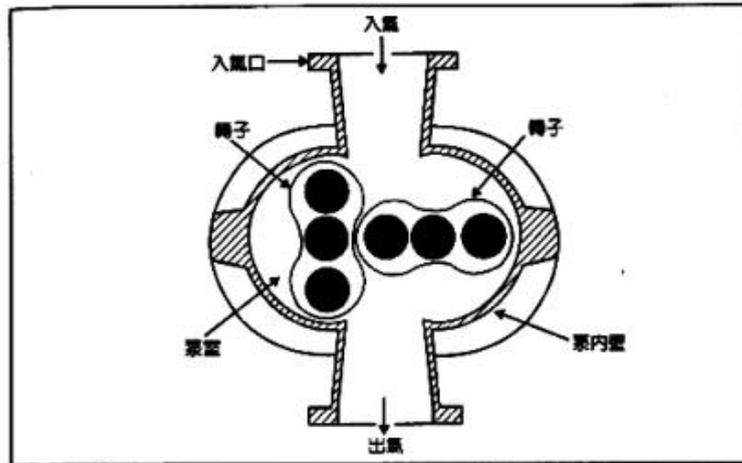


圖 3.6 路茲泵的概略圖

路茲泵(Roots Pump)又名路茲鼓風機(Roots blower)，是機械泵的一種。利用兩個轉子，相對逆向轉動，而逐漸將空氣由氣室(chamber)中抽走，如圖 3.6 所示。因為路茲幫浦各轉動元件間不直接觸，因此可以極高的速度運轉（1500~3600rpm）。不用油封合，屬冷乾式泵。內漏使得路茲泵的壓縮比，遠比油封式機械泵為小，約在 10~100 之間，抽真空程度可達  $10^{-4}$  托爾。

### 3-3 冷凍泵 【1】【3】

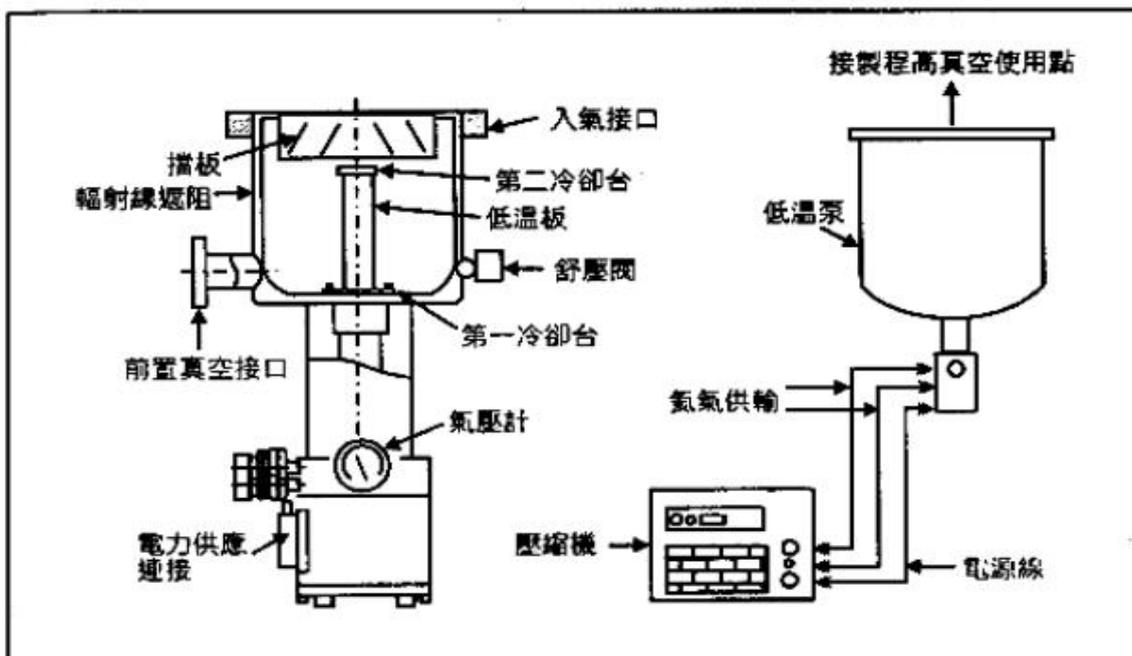


圖 3.7 冷凍式幫浦概略圖



圖 3.8 冷凍泵的實際圖



圖 3.9 壓縮機

圖 3.7 顯示冷凍幫浦由壓縮機(compressor)和冷凍幫浦(cryopump)二部份組成。先利用壓縮機將氦氣(He)壓縮，以熱交換方式除去產生的熱量，再使氦氣急速膨脹，並導入冷凍幫浦。它吸收大量的熱，使幫浦內調節板(baffle)溫度降為 80 K(K:絕對溫度)，將水蒸氣凝結。另一冷凍面板(cryopanel)更降為 15 K。當氣體分子和此面板接觸，即被陷住而凝聚。除氫、氦、氖外，所有氣體均液化為液體，蒸氣壓降至  $10^{-10}$  托爾以下。至於氫氦氖與低溫表面以凡得瓦

力 (Van der Waals force) 吸收。圖 3.8 與圖 3.9 顯示一個實際照相圖。

冷凍幫浦上吸附冷聚的氣體，可利用加熱一帶狀加熱器 (band heater) 使  
 附著氣體蒸發掉，當幫浦內回到一大氣壓，再通以乾燥氮氣，直到原來 80 K 調  
 節板的擋牆溫度升到 5~10 °C，這個過程即稱為再生 (regeneration)。

3-4 真空壓力計 【1】【3】

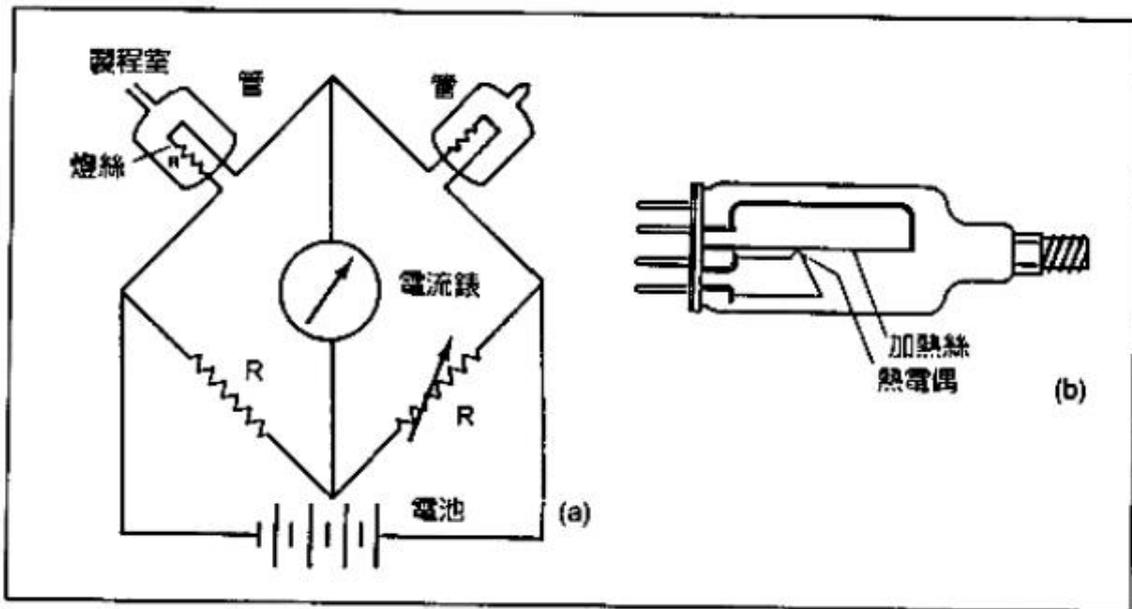


圖 3.10 派藍尼真空計，(a) 配合電橋電路，(b) 真空計管細部圖

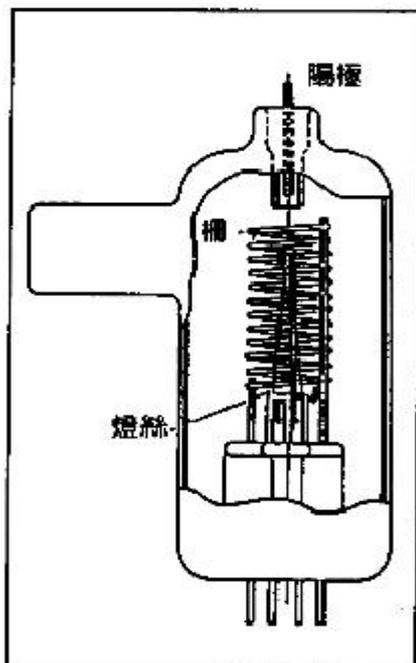


圖 3.11 離子計的細部圖



圖 3.12 離子計的實際圖

派藍尼計(Pirani)：如圖 3.10 所示，是用來測量真空度在 0.1~100 帕(Pa) ( $10^1\sim 10^{-3}$ 托爾)，如渦輪分子泵(turbo molecular pump)的背壓(backing pressure)，冷凍泵(cryo pump)內正在冷卻時的壓力，或以粗抽泵抽氣後的製程室。派藍尼計的壓力上限稍低( $1\sim 10^{-3}$ 托爾)，以固定電流通過一線電阻。

離子計(ion gauge)：如圖 3.11 和圖 3.12 所示，又稱為游離計(ionization gauge)，熱燈絲釋出之電子被加速後，與氣體分子碰撞，並且將其游離，正離子被集極 (collector) 吸引，造成之電流大小與分子數目成正比。由電流之量測可作為壓力指示。

### 3-5 質流控制器 【2】【3】

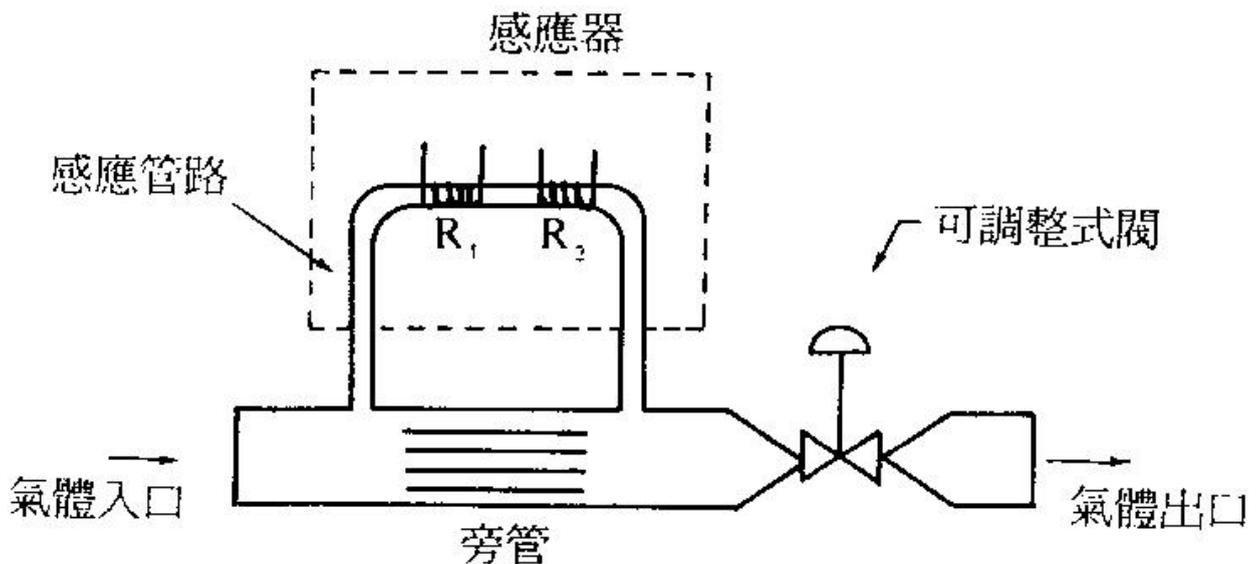


圖 3.13 質流控制器的主要配件與結構

質流控制器(MFC, Mass Flow Controller)是直接測量氣體質量流速的一種裝置?並不是測量體積流速,所以非常適合用在流動氣體的控制上。

質流控制器主要是由一個質流感應器 (sensor)、一個旁流管(Bypass)、及一個“可調整式”的閥所構成。當氣體流入 MFC 內，大多數氣體將流經旁管，而一部分氣體將流入感應管路內，這些流入感應管路內的氣體，將把  $R_1$  及

$R_2$ 的溫度分佈改變而產生一個溫度差，藉著惠橋電路，可以將  $R_1$  與  $R_2$  因溫度差所產生的電阻差得知，從電阻差進一步來獲得氣體的質量流速。

MFC 的優點除了是一種直接測量流體質量流速以外，其流量控制的精確度通常可以使誤差在 1% 以下，且控制的速度極快，因此普遍用來做為半導體製程氣體的流量控制器之用。



圖 3.14 質流控制器的實際圖

圖 3.14 顯示一個商用的產品型號 MC-2000，具有以下之特徵：

1. 具有高性能內藏微處理器 (Microprocessor)。
2. 採用高精度、高解析之 A/D、D/A(16bit)。
3. 擁有二種 Alarm mode (異常發生及狀態變化)。
4. 擁有表示狀態之雙色 LED。
5. 自動原點歸零 Auto zero (內藏式原點歸零 switch 或外部 I/O 控制)。

6. 擁有泛用數位式介面 ( RS-232C/RS-485 為基準 )。
7. 可使用 RS-232C 數位介面設定 Device number。
8. 採用數位式控制 ( 可改善低流量之響應性 )。
9. 使用方便且功能豐富之控制指令 ( ASCII 碼通信 )。
10. 裝有 Lintec 獨創之周圍溫度補償方式感應器 ( US.PAT.4984460 )。
11. 搭載壓電式驅動器。
12. 採用標準之電解研磨處理。
13. 採用標準之金屬密封圈 ( Seal ) 金、白金。
14. 擁有和過去類比式 MFC 互換相容之特性。

## 第四章 北區微機電中心射頻濺鍍機實作介紹

我們從原先的什麼都不懂，藉由老師不斷的把他所學習得來的知識和所擁有的資料，加上我們找來的書籍資料讓我們初步了解半導體製程和射頻濺鍍機的功用及性質。

我們一開始首先先了解射頻濺鍍機，所以我們到了國科會的北區微機電中心（NMEMS）接受了一般訓練課程，並且通過一般訓練考試後，參加了射頻濺鍍機的課程。在這裡先說明國科會的北區微機電中心，是一個開放實驗室，對北部大專院校想要研究半導體的同學、老師可以使用，詳細請參考【3】網站。

### 4-1 排氣控制面板 (PUMPING CONTROL) 【3】

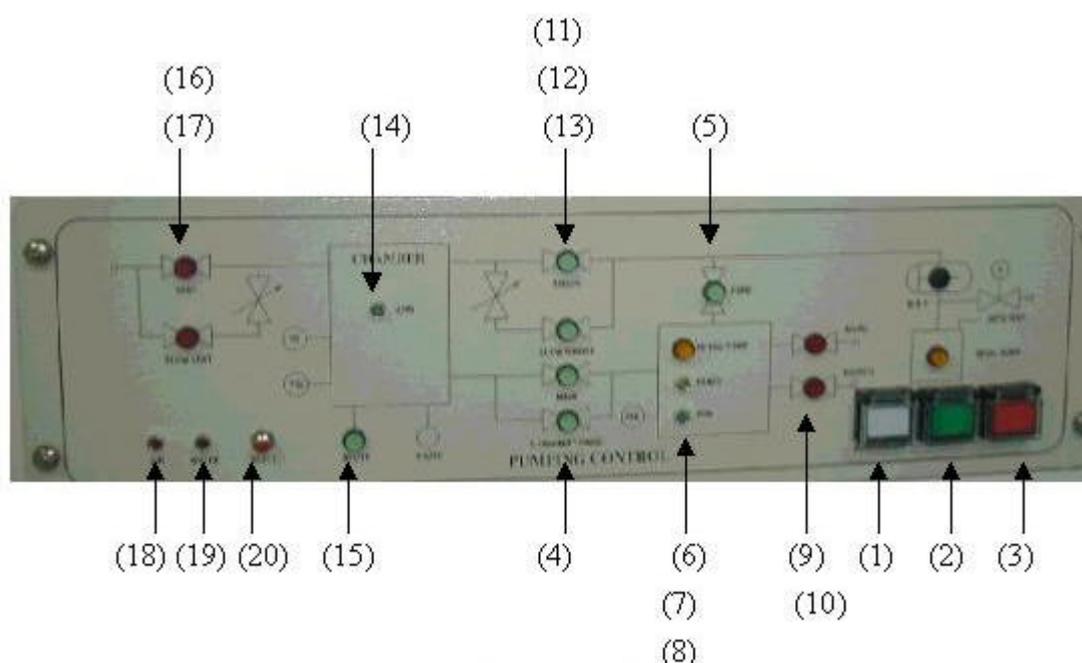


圖4.1 排氣控制面板

- ( 1 ) AUTO / MANUAL
- ( 2 ) START
- ( 3 ) STOP
- ( 4 ) MECH. PUMP
- ( 5 ) FORE VALVE
- ( 6 ) HI - VAC PUMP
- ( 7 ) READY
- ( 8 ) HI - VAC ATM
- ( 9 ) N<sub>2</sub> ( IN )
- ( 1 0 ) N<sub>2</sub> ( OUT )

說明:

- ( 1 ) AUTO / MANUAL : 自動排氣模式切換鍵，ON時燈會亮表自動排氣模式。
- ( 2 ) START : 於自動模式下，執行 Function Select 內之功能鍵，執行時燈會亮，任何動作要執行都會用到此鍵。
- ( 3 ) STOP : 於自動模式下，中斷 Function Select 內之功能鍵，中斷時燈會亮，任何動作要中斷都會用到此鍵。
- ( 4 ) MECH. PUMP : 油迴轉邦浦之動作啟動停止開關及狀態指示燈，運轉時狀態指示燈會亮。
- ( 5 ) FORE VALVE : 前置閥開啟關閉之開關及狀態指示燈，啟動時狀態指示燈會亮。
- ( 6 ) HI-VAC PUMP : 高真空冷凍邦浦之啟動停止開關及狀態指示燈，啟動時狀態指示燈會亮。
- ( 7 ) READY : 高真空冷凍邦浦待機狀態指示燈 LED LAMP ( 完成待機時指示燈會亮 )。
- ( 8 ) HI-VAC ATM : 冷凝腔體內之大氣壓狀態指示燈 LED LAMP ( 腔體內是大氣壓時狀態指示燈會亮 )。
- ( 9 ) N<sub>2</sub>( IN ): 冷凍邦浦再生時，氮氣進氣閥開啟關閉之開關及狀態指示燈，開啟時狀態指示燈會亮。
- ( 1 0 ) N<sub>2</sub>( OUT ): 冷凍邦浦再生時，氮氣引出閥開啟關閉之開關及狀態指示燈，開啟時狀態指示燈會亮。

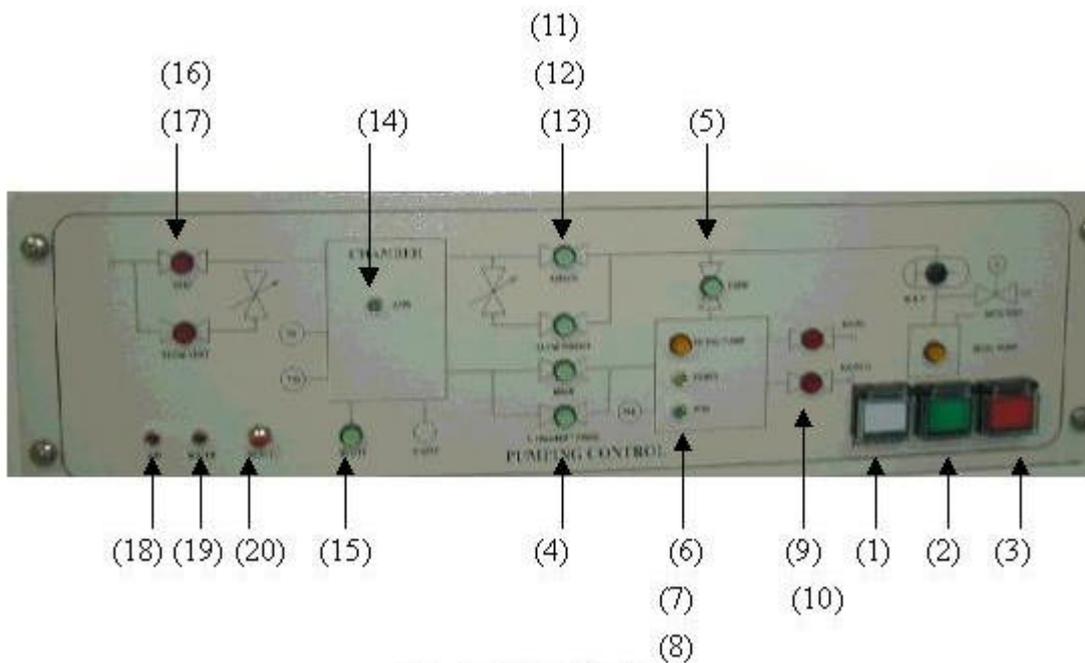


圖4.2 排氣控制面板

- ( 1 1 ) ROUGH VALVE
- ( 1 2 ) SLOW ROUGH VALVE
- ( 1 3 ) MAIN VALVE
- ( 1 4 ) CHAMBER ATM
- ( 1 5 ) SHUT
- ( 1 6 ) VENT VALVE
- ( 1 7 ) SLOW VENT VALVE
- ( 1 8 ) AIR
- ( 1 9 ) WATER
- ( 2 0 ) RESET

說明:

- ( 1 1 ) ROUGH VALVE : 粗抽真空閥開啟關閉之開關及狀態指示燈，開啟時狀態指示燈會亮。
- ( 1 2 ) SLOW ROUGH VALVE : 慢速粗抽真空閥開啟關閉之開關及狀態指示燈，開啟時狀態指示燈會亮。
- ( 1 3 ) MAIN VALVE : 主閥門開啟關閉之開關及狀態指示燈，開啟時狀態指示燈會亮。
- ( 1 4 ) CHAMBER ATM : 真空腔體內之大氣壓狀態指示燈 LED LAMP ( 腔體內是大氣壓時狀態指示燈會亮 )。

- ( 1 5 ) SHUT : 靶材源下方之擋板開啟關閉之開關及狀態指示燈，開啟時狀態指示燈會亮。
- ( 1 6 ) VENT VALVE : 排氣閥開啟關閉之開關及狀態指示燈，開啟時狀態指示燈會亮。
- ( 1 7 ) SLOW VENT VALVE : 慢速排氣閥開啟關閉之開關及狀態指示燈，開啟時狀態指示燈會亮。
- ( 1 8 ) AIR : 指示空壓之狀態，當空壓低於設定值 ( 5 kg / cm 2G ) 時會亮，且警報響之狀態指示燈 LED LAMP。
- ( 1 9 ) WATER : 指示冷卻水水壓之狀態，當冷卻水水壓低於設定值 ( 2 kg / cm 2G ) 時會亮，且警報響之狀態指示燈 LED LAMP。
- ( 2 0 ) RESET : 解除空壓或冷卻水水壓不足時產生之警報。

排氣功能控制面板(圖 4.3)及 SUBSTRATE HEATER CONTROLLER 面板(圖 4.4)

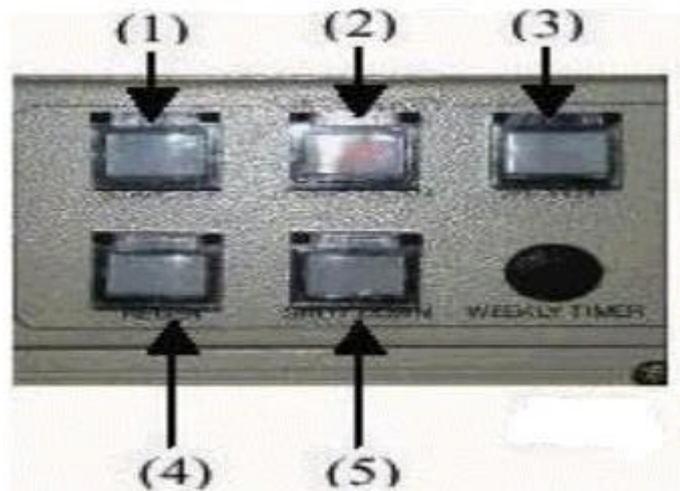


圖 4.3 排氣功能控制面板

### 排氣功能控制面板(圖 4.3)說明：

- (1) STAND BY：於自動排氣模式下，自動啟動高真空冷凍邦浦，經過 2 - 3 小時後，高真空冷凍邦浦（及 READY 指示燈亮），其執行時須與排氣控制面板上之“START”鍵連用，中斷或停止時，需將“START OFF”後按“STOP”，再將“STAND OFF”。
- (2) PUMP DOWN：於自動排氣模式下，自動進行真空腔之排氣，其條件需完成“STAND BY”動作後進行，其執行時需與排氣控制面板上之“START”鍵連用，中斷或停止時，需將“START OFF”後按“STOP”，再將“PUMP DOWN OFF”。
- (3) CHAMBER VENT：於自動排氣模式下，自動進行真空腔破真空之動作，其條件是要將靶材或晶圓放進和拿出，其執行時需與排氣控制面板上之“START”鍵連用，中斷或停止時，需將“START OFF”後按“STOP”，再將“CHAMBER VENT OFF”。
- (4) REGENE：於自動排氣模式下，自動啟動高真空冷凍邦浦之自動再生作業，其執行時需與排氣控制面板上之“START”鍵連用，中斷或停止時，需將“START OFF”後按“STOP”，再將“REGENE OFF”。
- (5) SHUT DOWN：於自動排氣模式下，自動進行關機之動作關閉所有閥門及停止邦浦運轉，其執行時需與排氣控制面板上之“START”鍵連用，中斷或停止時，需將“START OFF”後按“STOP”，再將“SHUT DOWN OFF”。

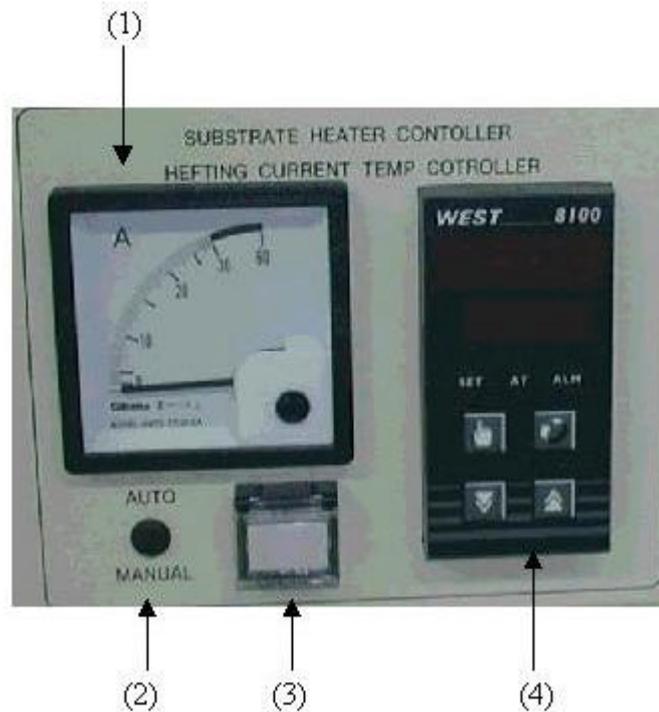


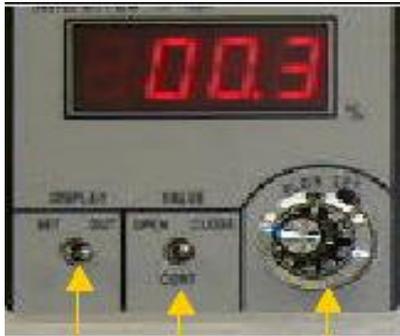
圖 4.4 SUBSTRATE HEATER CONTROLLER 面板

基板加熱控制面板(圖 4.4)說明：

- (1)：電流表 ( HEATER CURRENT )      POWER 輸出時，HEATER 所產生之電流。
- (2)：AUTO / MANUAL      自動或手動濺鍍模式切換鍵，AUTO 時由自動濺鍍單元( AUTO DEPOSITION )控制其 ON / OFF 開關。
- (3)：ON / OFF      電源輸入開關 ON / OFF。
- (4)：溫控器( TEMP CONTROLLER )      基板加熱溫度控制器。

## 質流控制面板

Ar



(1) (2) (3)

圖 4.5 Ar 質流控制面板

O<sub>2</sub>



(1) (2) (3)

圖 4.6 O<sub>2</sub> 質流控制面板

### 質流控制面板說明：

(1) SET / OUT : 搖頭開關

SET : 顯示流量設定值 ( 100% )

OUT : 顯示目前設定值 ( 100% )

(2) 閥搖頭開關：

OPEN : MFC 閥全開

CLOSE : MFC 閥全關

CONT : MFC 閥控制

( 3 ) 10 轉流量設定。



圖 4.7 CHAMBER DOOR



圖 4.8 RF POWER 控制面板

圖 4.7：操控 CHAMBER DOOR 的上升，下降，停止的選擇開關。

圖 4.8：RF POWER 控制面板，設定射頻的頻率及瓦數。

## 4-2 操作程序之說明 【3】

### 1. 開機:

檢查空壓、冷卻水、打開電源開關等，如圖 4.9 所示。

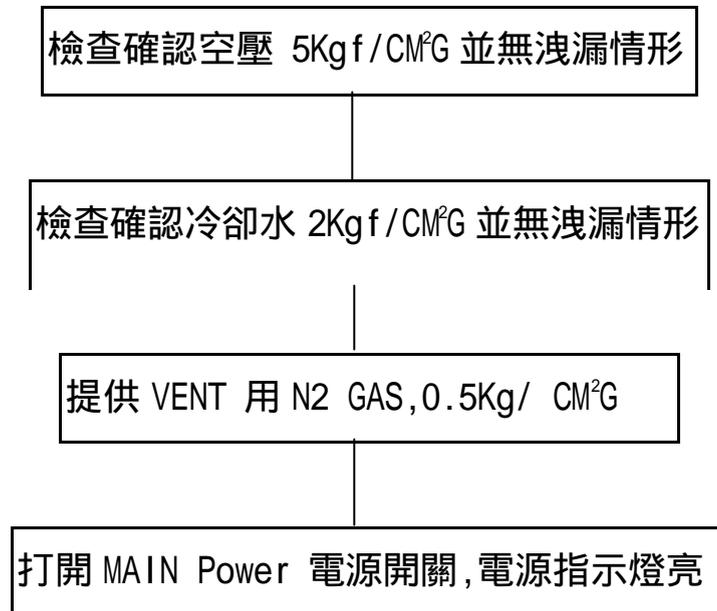


圖 4.9 開機流程圖

### 2. 排氣系統各項功能程序

#### 一、Cryo Pump 啟動待機(Stand by):

按下自動排氣模式切換鍵，燈會亮，再按下“Stand By”按鈕及“Start”鈕，及可使 CRYO PUMP 自動完成待機，其自動完成待機之動作，如圖 4.10 所示。

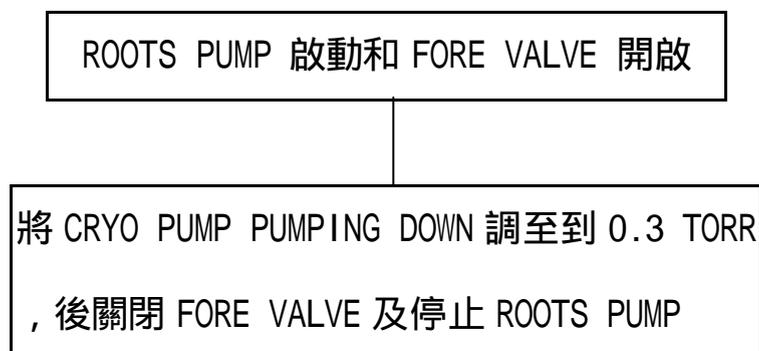


圖 4.10 待機流程圖

## 二、 抽真空：

抽真空必須先完成 Stand By 之狀態，“Ready”燈亮。再來就是按下”Pumping Down“按鈕，再按下”Start“鈕，即可自動完成抽真空。其自動完成抽真空的動作，如圖 4.11 (A) 及 4.11 (B)

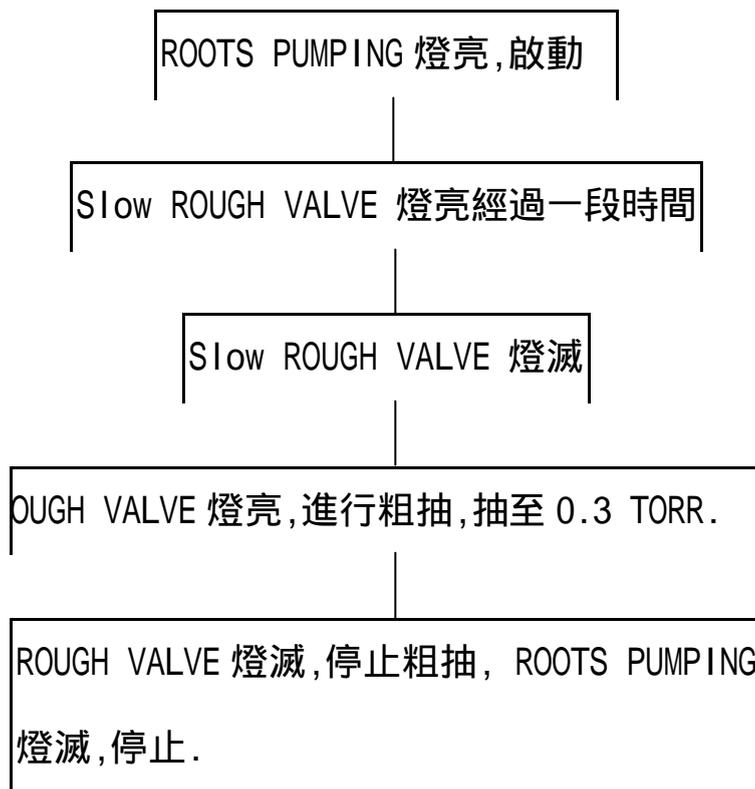


圖 4.11 (A) 抽真空之粗抽的流程圖

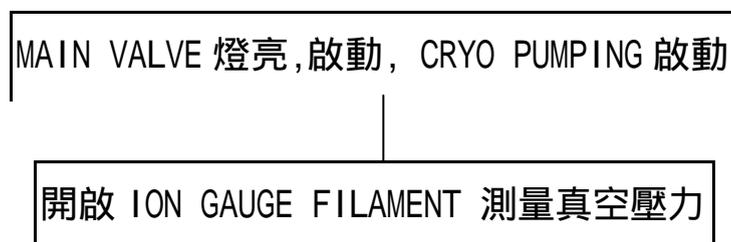


圖 4.11 (B) 抽真空之細抽的流程圖

### 三、破真空：

為了要將晶圓或靶材裝入反應室裡，因此要把原本是真空狀態的反應室，回歸到大氣壓力下，否則反應室會因壓差而氣爆，是非常危險的。破真空的動作，如圖 4.12 所示。

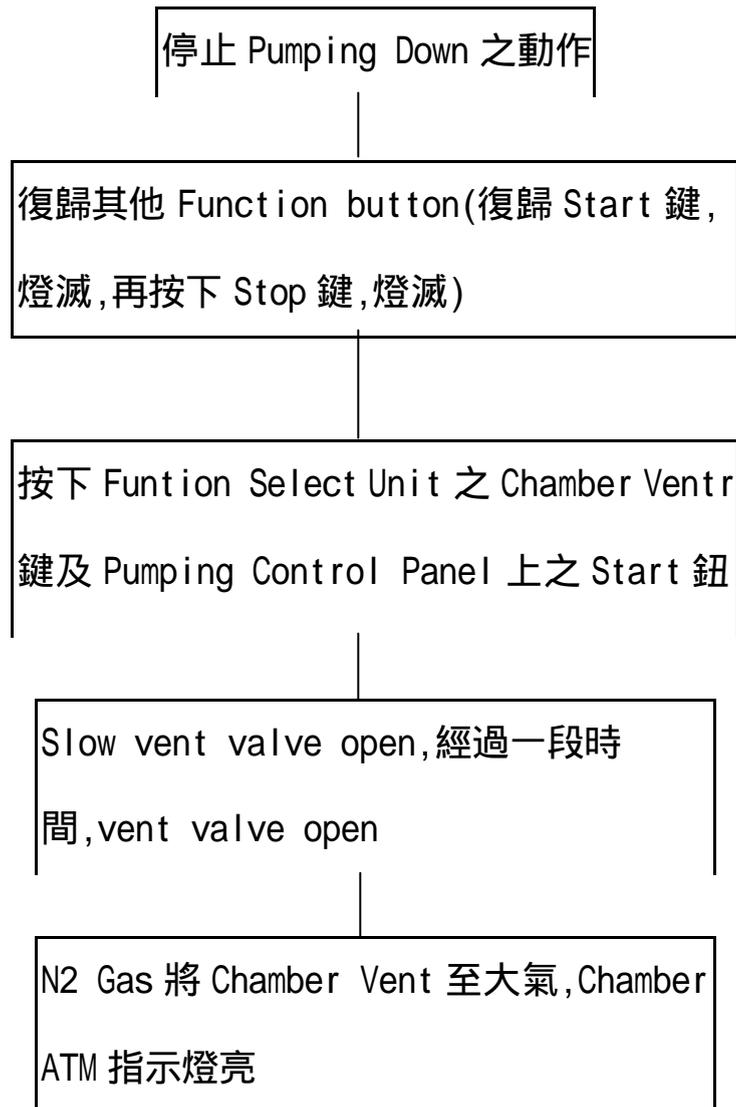


圖 4.12 破真空之流程圖

AUTO SHUT DOWN :

將檔板移開，使靶材可以裝入，其動作如圖 4.13 所示。

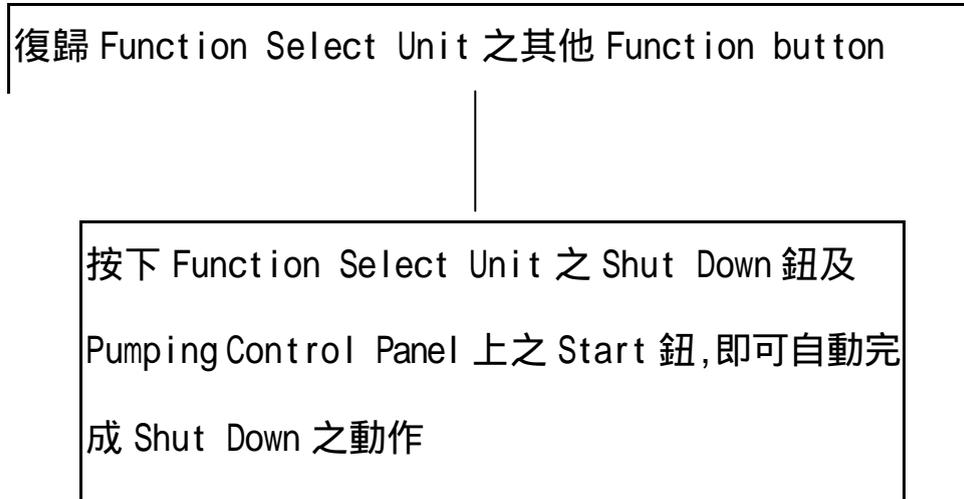
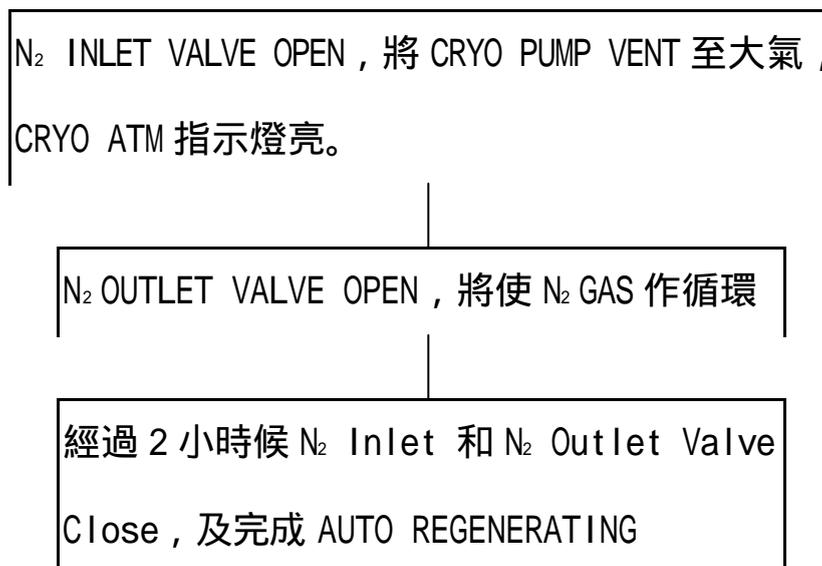


圖 4.13 移開檔板之流程圖

## 五、AUTO REGENERATING

先將系統 Shut Down，再復歸其他 Function Button，然後按下 Function Select Unit 之 Regenerate 鈕及 Pumping Control Panel 上之 Start 鈕，即可自動完成 Regenerate 之動作。



## 第五章 結論

射頻濺鍍機包括了兩大部分，第一個部份就是射頻濺鍍機製程介紹，製程的介紹包含了薄膜沉積的原理、物理氣相沉積、濺鍍原理、以及電漿原理等等。第二個部分就是從射頻濺鍍機設備來說明，就設備方面有路茲泵、冷凍泵、真空壓力計、質流控制器等等設備，配合其原理以及作法搭配在各種設備上，完成了濺鍍的工作。

從這次的專題中讓我們原本對半導體製程什麼都不了解,慢慢的藉由老師的指導以及去國科會的北區微機電中心，接受了一般訓練課程、一般訓練考試通過以及上過射頻濺鍍機的課程實習等。我們才慢慢的發現原來由各種不同的製程原理再加上各種不同的機械設備組合製造出的射頻濺鍍機功用甚大。希望對以後有心學習的學弟、學妹們有幫助。

## 心得

鐘嘉盛

本次的專題中，讓我瞭解到半導體的製程、射頻濺鍍機的原理及操作方法、真空技術等。

我一開始覺得這題目會很難，因為半導體製程設備只有在晶圓廠，而且要進入晶圓廠是不可能的事，因此我才會覺得很難；不過在指導老師的指導下，找到一個猶如小型晶圓廠，那就是國科會北區微機電中心，是開放給我們想研究及瞭解半導體製程的同學或老師來使用，再那裡真的可以學到很多半導體製程的知識，因為有國科會北區微機電中心的協助下，使我們完成的我們的專題，也要謝謝指導老師的指導，因為老師把他所學的知識及經驗來指導我們。

做了這次的專題，讓我們能在未來二技的半導體製程設備的課程上，打下好的基礎，也對未來要找工作的視野可以更加廣大了。

參考從這次的專題中讓我原本對半導體製程什麼都不了解,慢慢的藉由老師的指導以及去國科會的北區微機電中心,接受了一般訓練課程、一般訓練考試以及上過射頻濺鍍機的課程實習等。

從這次的上課過程中,我才慢慢的發現原來由各種不同的製程原理再加上各種不同的機械設備組合製造出的射頻濺鍍機功用甚大。

讓我又互進一步的了解了有關於半導體製程的事務等等。

#### 文獻

- 【1】半導體製程設備 張勁燕 五南圖書出版社 90年3月初版二刷
- 【2】VLSI製造技術 莊達人 高立圖書有限公司 90年2月四版九刷
- 【3】國科會北區微機電中心 網址 <http://nscmems.iam.ntu.edu.tw/home.htm>