

國立成功大學

機械工程學系

電子束蒸鍍機手冊
(E-Beam Evaporator)

指導教授：李永春

中華民國 115 年 7 月 1 日

目錄

目錄.....	i
第一章 緒論.....	1
1.1 金屬鍍膜	1
1.2 液體成膜法	2
1.2.1 電鍍法	2
1.2.2 溶液沉積法	3
1.2.3 陽極氧化法	3
1.3 氣體成膜法	3
1.3.1 物理氣相沉積法	3
1.3.2 蒸鍍法	4
1.3.3 濺鍍法	4
1.3.4 化學氣相沉積法	4
1.3.5 常壓化學氣相沉積法	5
1.3.6 電漿輔助式化學氣相沉積法	5
第二章 電子束蒸鍍.....	6
2.1 傳統蒸鍍機	6
2.2 電子束蒸鍍	6
2.3 電子束蒸鍍運作機制	7

2.4 真空度對於度膜品質的影響	7
2.5 膜厚偵測機制	7
2.6 垂直蒸鍍與旋轉蒸度的差異	8
第三章 機體介紹.....	10
3.1 控制區概述	10
3.2 腔體	15
3.3 真空機台	18
3.4 其他機台與靶材簡介	19
第四章 操作 SOP.....	21
4.1 使用前後檢查表	21
4.2 操作步驟-前置作業.....	22
4.3 操作步驟-程式設定	24
4.4 操作步驟-開始蒸鍍.....	26
4.5 操作步驟-蒸鍍結束、其他	27
參考資料.....	28

第一章 緒論

1.1 金屬鍍膜

金屬鍍膜是一種在物體表面形成金屬薄膜的技術，主要用途包括改變物體外觀、提供保護、提升導電性或其他功能性，是現代科技與工業中重要的製程技術。其基本過程包含金屬原子或離子自來源轉移至基材表面，進而形成鍍膜。依照不同應用需求，鍍膜的目的可能是裝飾、防護、導電或改變其他材料性質。常見的鍍膜方法可大致分為兩類：前者為物理性質變化為主的液態或氣態沉積法；後者則偏向化學或電化學反應，兩者各有應用領域與製程方式，如圖 1.1 所示，本章將簡單介紹圖 1.1 中的液體及氣體成膜技術。 [1]



圖 1.1 金屬鍍膜粗略分類

1.2 液體成膜法

液體成膜法是透過液體本身或以液體為媒介，藉由化學或電化學反應，將薄膜沉積於基材表面，以改變其表面性質或材料特性。此技術廣泛應用於醫療器材、化學工業設備、航太零件及電子元件等領域，具備良好的適應性與實用價值。

1.2.1 電鍍法

電鍍法（Electroplating）是一種藉由電化學反應，將金屬離子還原並沉積於基材表面的成膜技術。其基本原理為：在電解質溶液中通以電流，使金屬陽離子在基材（作為陰極）表面還原為金屬薄膜。此過程可形成均勻且具特定功能性的鍍層。

電鍍法具有多種優點，包括鍍層厚度易於控制、附著性良好、成膜速度快，以及能在複雜形狀的工件表面形成鍍層等。然而，其過程中所產生的金屬離子廢液與化學物質，若未妥善處理，將可能導致環境污染與資源浪費。

電鍍技術廣泛應用於各種領域，例如電子零件的導電性提升、機械構件的耐磨與防蝕處理、珠寶與裝飾品的美觀表面鍍層等。此外，常見鍍層材料包括金、銀、鎳、鉻與鋅等，依照應用需求選擇不同的金屬與製程條件，以達到裝飾性、功能性或保護性的目的。

基本電鍍過程如下：

(1) 準備電解液

將欲鍍金屬溶解於可溶性鹽類中，製成電解液（通常為水溶液）。

(2) 連接電極

將待鍍工件接為陰極，而提供金屬來源的材料（或可溶性陽極）接為陽極。

(3) 形成電解反應

通電後，陽極金屬釋放電子成為陽離子進入電解液中，陰極則吸引這些金屬離子還原沉積於工件表面，形成鍍層。

(4) 控制鍍層品質

鍍層的厚度與均勻性受電流密度與操作時間影響，可透過調整電流大小與操作時間進行控制。

1.2.2 溶液沉積法

溶液沉積法是藉由將金屬離子自其化合物中釋放出來，並透過還原劑的化學還原作用，使金屬離子在無外加電流的情況下，於玻璃、陶瓷或其他材料表面自動還原成金屬原子並沉積成薄層。此法常用於形成均勻且黏著性良好的金屬膜，如化學鍍鎳、鍍鈮、鍍金、鍍銀、鍍鉻等，具備無須電源、設備簡單等優勢，尤其適用於非導體材料的金屬化前處理。

1.2.3 陽極氧化法

雖然陽極氧化法（Anodizing）嚴格來說並不屬於傳統意義上的「鍍膜」技術，因為其並非將外來金屬沉積於基材表面，而是藉由電化學反應使金屬本體產生一層自我氧化層，屬於一種「表面改質」技術。然而，考量到其處理目的與鍍膜技術相似，皆為提升金屬表面的功能性、耐久性或裝飾性，因此在本章節中，仍將陽極氧化法納入金屬表面處理方法之一併介紹。這樣有助於全面理解各類金屬表層處理技術在實務上的應用與互補性。

陽極氧化法（Anodizing）是一種利用電化學方式，使金屬材料表面產生氧化層的表面處理技術。其名稱源於處理過程中，工件本身作為電解槽中的陽極，透過電解反應產生氧化作用。與一般金屬鍍膜不同的是，陽極氧化法並非將外部金屬沉積於表面，而是使金屬基材本身進一步氧化，生成緻密且均勻的氧化層，此層氧化膜具備良好的耐蝕性、機械強度與絕緣特性。[2]

1.3 氣體成膜法

1.3.1 物理氣相沉積法

物理氣相沉積法（Physical Vapor Deposition, PVD）是一種將材料自固態轉換為氣相後，再沉積於基材表面形成薄膜的真空製程技術。其原理主要是透過加熱、濺鍍或電子束等物理方式，使鍍膜材料升華或氣化，再凝結於待鍍物表面。由於沉積過程在高真空條件下進行，可有效減少氣氛中雜質干擾，進而形成結構均勻、附著性佳且純度高的薄膜，PVD 涵蓋多種技術形式，常見者包括蒸鍍法（Evaporative PVD）、濺鍍法（Sputtering PVD），本次學習的 E-Beam 就是屬於蒸鍍法的一種，會在稍後的章節做詳細介紹。

1.3.2 蒸鍍法

蒸鍍法是一種在高真空條件下進行的物理氣相沉積技術，主要藉由熱能（如電阻加熱、電子束或雷射等）將鍍膜材料加熱至蒸發或昇華溫度，使其轉變為氣相，並在基材表面冷凝形成薄膜。蒸鍍材料可為原子或分子，氣相化後在無外界干擾的真空環境中傳輸至基板，沉積為均勻鍍層。相較於其他鍍膜方法，蒸鍍設備結構較為簡單，且鍍膜速率較快，適用於氧化物或具揮發性的材料。其鍍層厚度控制靈活、均勻性良好，特別適合製作大面積或多層結構的鍍膜。此外，蒸鍍法亦常應用於光學鍍膜、半導體封裝、面板元件與高密度多片基板製程等領域，具備高生產效率與良好適應性。

1.3.3 濺鍍法

濺鍍（Sputtering）是利用電漿（plasma）對靶材料進行離子轟擊（ion bombardment），使其表面原子被擊出，進而在基板上形成鍍膜的物理氣相沉積技術之一。濺鍍通常在充有惰性氣體（如氬氣）的真空系統中進行，透過高能離子撞擊靶材表面，使原子或分子脫離表面，並以氣體或等離子體形式被釋放出來，最終沉積於下方的基板上。這些脫離的原子經過附著、表面擴散與成核等過程，逐步在基材表面形成均勻的薄膜層。

與蒸鍍相比，濺鍍對真空的需求相對較低，設備系統穩定性高，更容易實現自動化與連續製程，且其鍍膜層具有較好的附著性與覆蓋性，因此廣泛應用於微電子、光學鍍膜與硬質塗層等領域。[3]

1.3.4 化學氣相沉積法

化學氣相沉積法（Chemical Vapor Deposition, CVD）是一種藉由氣相前驅物在基板表面發生化學反應，進而形成固態薄膜的鍍膜技術，直白的說，意思就是讓特定的氣體分子在加熱或等離子等條件下，直接在材料表面「變成薄膜」，就像是氣體在表面長出一層新的材料。反應物通常以氣體形式導入反應腔，在高溫或等離子輔助條件下於基板表面分解、還原或化合，最終沉積出均勻的鍍層。此法可製得高純度、高密度與良好附著性的薄膜，常用於製作半導體元件、光學塗層與硬質保護膜等。CVD 優點包括鍍層覆蓋性佳、可應用於複雜結構表面與高溫材料上，且製程可調整性高。[4]

1.3.5 常壓化學氣相沉積法

常壓化學氣相沉積法（Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition, APCVD）是化學氣相沉積（CVD）的一種，主要特點是在常壓環境下進行氣相反應並形成鍍膜，無需使用真空系統。此法製程簡單、設備成本低，適合大面積連續鍍膜，常應用於玻璃鍍膜、太陽能電池與平板顯示器製造等領域。然而，因為反應在常壓下進行，由氣體分子之平均自由路徑得知，易受外界雜質干擾，鍍膜均勻性與品質相對較難控制，較適合要求不那麼嚴格的應用。

1.3.6 電漿輔助式化學氣相沉積法

電漿輔助式化學氣相沉積法（Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD）是一種利用電漿能量來促進氣相反應的鍍膜技術。與傳統化學氣相沉積（CVD）相比，PECVD 可在較低的溫度條件下進行薄膜沉積，因為電漿能夠激發氣體分子，使其在基板表面提早反應生成固態膜層。

簡單來說，就是靠電漿來「活化」氣體分子，讓它們即使在不太高的溫度下也能反應、長出膜來。這對於熱敏感材料（如塑膠或某些電子元件）特別有用。PECVD 的鍍膜具有良好的附著性與覆蓋性，廣泛應用於半導體製程中的絕緣層、抗反射塗層以及硬碳膜等領域。[5]

第二章 電子束蒸鍍

2.1 傳統蒸鍍機

傳統蒸鍍機多採用玻璃鐘罩（Bell Jar）結構，如圖所示的 ULVAC 蒸鍍機，為 1990 至 2000 年代實驗室常見設備。其工作原理是在真空環境下，利用電阻加熱鎢舟或鎢絲，使金屬材料蒸發形成蒸氣，並沉積於基板表面形成薄膜。此類設備具有結構簡單、操作容易及維護成本較低等優點，適用於金、銀、鋁等金屬薄膜製備。然而，其真空度、鍍膜均勻性及自動化程度較現代蒸鍍設備低，因此目前多作為研究教學或基礎薄膜製程使用。[6]



圖2.1 傳統蒸鍍機示意圖

2.2 電子束蒸鍍 (Electron Beam Evaporation)

電子束蒸鍍是利用高能電子束的動能轉換為熱能，集中加熱鍍膜材料，使其升溫至接近熔點並達到足夠的飽和蒸氣壓，使材料氣化並蒸發。氣化的原子或分子在高真空環境中傳輸，最後凝結於基板表面形成薄膜。此法具備加熱效率高、升溫集中與可精準控制的優點，特別適用於高熔點金屬與氧化物材料。與其他鍍膜技術相比，電子束蒸鍍對材料種類限制較少，且多數材料可在不加熱基板的情況下成膜，適合熱敏感基材。電子束蒸鍍示意如圖 2.1 所示。[7]

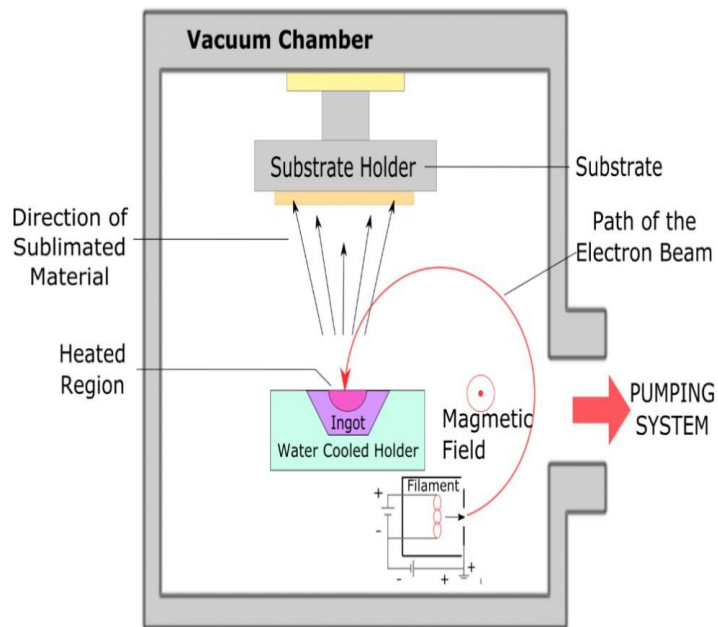


圖2.2 電子束蒸鍍示意圖

2.3 電子束蒸鍍運作機制

電子束蒸鍍系統主要利用高能電子束作為加熱源，將鍍膜材料局部熔化，使其氣化後在基板上沉積形成薄膜。其系統核心為 E-gun（電子槍），其運作原理如下：

首先，系統利用高壓電在電熱燈絲（Filament）產生自由電子，這些電子經由加速電壓引導至偏向磁場（Bending Magnet），並被彎曲約 270° ，集中打向金屬靶材表面。當電子束撞擊金屬材料時，其動能轉換為熱能，使局部區域迅速升溫至熔點甚至沸點，從而使材料蒸發。

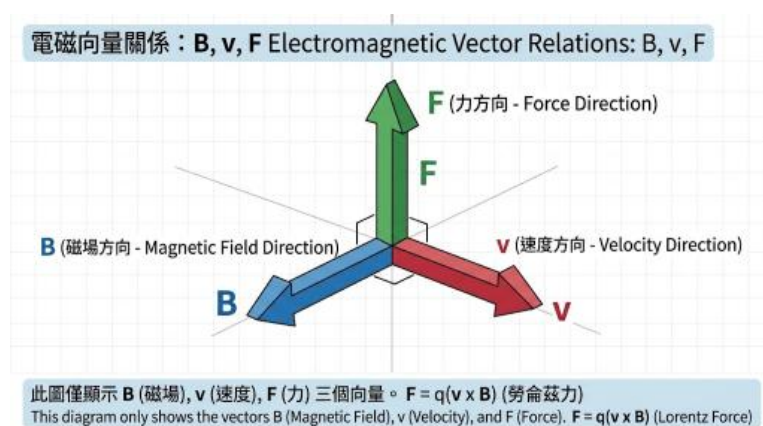


圖2.3 電子在磁場中運動受到的力

整個蒸鍍過程在高真空環境（約 4×10^{-6} Torr）下進行，能有效減少氣體分子碰撞與雜質干擾，使蒸發後的氣相原子能穩定地傳輸至基板表面並沉積為薄膜。透過調整電子束加速電壓或電流，可精準控制加熱溫度與蒸發速率，進而調節鍍膜厚度與均勻性。

2.4 真空度對於度膜品質的影響

在探討真空度對鍍膜品質的影響前，需先理解「平均自由路徑（mean free path）」的概念。平均自由路徑是指一個氣體分子在碰撞其他分子前所能行進的平均距離。在設計真空鍍膜系統時，此參數是一項重要的考量依據。[8]

真空度越高，氣體分子間的密度越低，平均自由路徑越長，氣相原子在傳輸過程中較不易與其他氣體分子發生碰撞，因而能更穩定地傳送至基板表面沉積成膜。相反地，若真空度不足，蒸發出的金屬原子易與殘留氣體分子發生碰撞或化學反應，進而影響薄膜的純度與品質，因此，為了提升鍍膜的穩定性與純淨度，蒸鍍系統通常會操作於較高真空度的腔體內，以降低雜質干擾，確保薄膜品質。

2.5 膜厚偵測機制

石英振盪器（Quartz Crystal Unit）是一種用來產生高精度振盪頻率的電子元件，在鍍膜過程中會透過石英振盪器來計算該次蒸鍍所鍍上的膜厚，原因是利用石英震盪器帶有「壓電效應」的特性。

壓電效應（Piezoelectric Effect）是指某些具有特殊晶體結構的材料，當受到機械力（如壓縮或拉伸）時，會在其表面產生電位差；反之，當施加電場時，材料則會產生機械變形。這種能量在機械與電能之間雙向轉換的現象，稱為壓電效應。依照作用方向不同，壓電效應可分為兩類：當施加機械力使材料產生電能時，稱為「正壓電效應」；當施加電場使材料產生形變時，則稱為「逆壓電效應」。這種現象主要來自於材料本身晶體結構的極性排列特性，當內部電偶極矩受外力或電場改變時，會在宏觀上產生可觀測的電位差或幾何形變。壓電效應廣泛應用於感測器、致動器與晶體振盪器等裝置中，而在此 E-Beam 的真空鍍膜系統中，由石英晶體的壓電震盪頻率變化，達到精準測量膜厚的目的。[9]

在實際應用中，系統會周期性地對石英振盪片施加電壓，使其因逆壓電效應產生穩定的機械振盪，並對應產生具有規律性的頻率。隨著鍍膜過程的進行，蒸鍍材料逐漸沉積於振盪片表面，造成其質量增加，進而改變其振盪行為。根據壓電振盪理論，振盪頻率與質量呈反比關係，因此當質量變化時，振盪頻率亦會產生對應變化。系統便可透過監測此頻率的變動，推算出鍍膜厚度的變化量，實現即時且非破壞式的膜厚量測。

這種方法有兩個主要優點：首先，它利用了壓電晶片的特性，透過逆壓電效應產生振盪，提供了一種即時的膜厚偵測機制，而無需額外的複雜設備；其次，這種方法兼具非接觸性和無破壞性，因為壓電晶片不需要直接接觸到基板，就可得知膜厚。

2.6 垂直蒸鍍與旋轉蒸度的差異

電子束蒸鍍（Electron Beam Evaporation）有分兩種蒸鍍型式，分別為垂直蒸鍍以及旋轉蒸鍍，兩者皆有其不同的用途以及差異。第一種方式垂直蒸鍍是將基板載台垂直固定於蒸鍍材料坩鍋之上，透過電子束打擊坩鍋，直接在真空腔體內進行蒸鍍，基板不須額外作動，讓氣體分子自行吸附至基板上，此種蒸鍍方式特色為試片上若有原先製作好的高低結構，則高低結構間所產生的側壁不會被金屬鍍膜覆蓋，試片經過垂直蒸鍍後結果如下圖 2.2。[10]

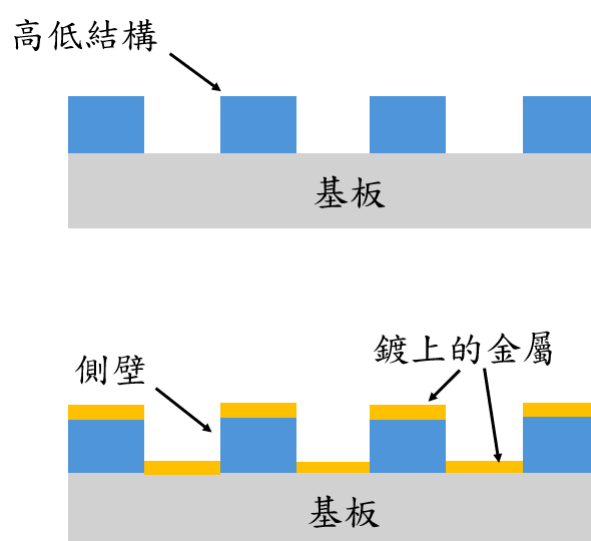


圖2.4 垂直蒸鍍前(上)與垂直蒸鍍後(下)結果

第二種方式「旋轉蒸鍍法」是將1至3座試片載台安裝於圓形滑軌上，並固定於真空腔體內。透過調速馬達帶動試片載台沿圓形滑軌以等速率旋轉。值得注意的是，試片載台並非垂直於滑軌安裝，而是以一定角度向內傾斜，面向中央靶材方向。透過旋轉運動，可使試片在不同角度皆能接受蒸鍍，達到全面鍍膜的效果。此機構設計示意如圖 2.3，其目的在於讓載台上的所有試片皆能均勻接受金屬鍍膜沉積。

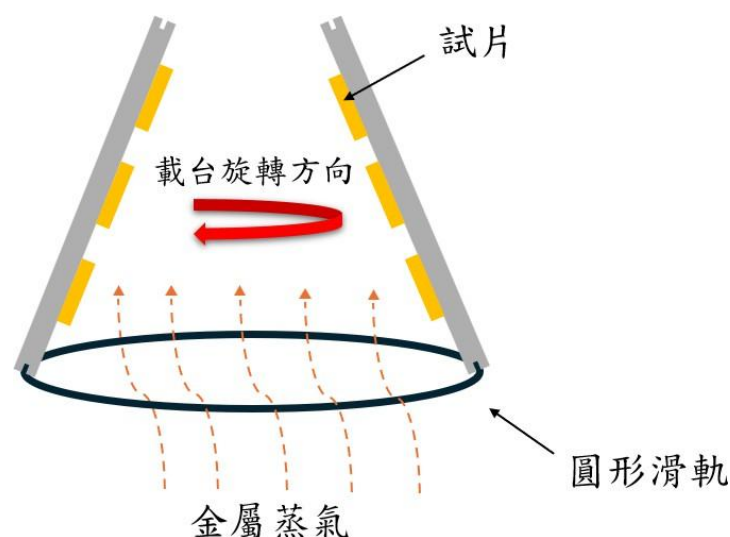


圖2.5 旋轉蒸鍍示意圖

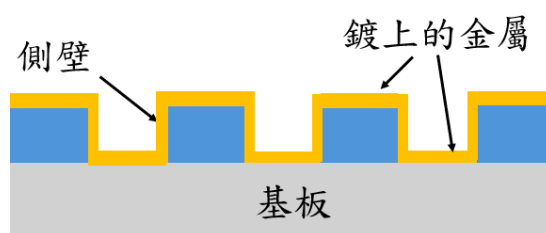


圖2.6 旋轉蒸鍍試片結果示意圖

在選擇使用垂直蒸鍍或旋轉蒸鍍時，應依試片所需的製程條件來判斷。若後續包含脫膜（Lift-Off）製程，則採用垂直蒸鍍法。這是因為脫膜製程的成功與否，取決於鍍膜是否僅沉積於試片表面而未覆蓋側壁。若鍍膜覆蓋至側壁，則脫膜時無法順利讓丙酮或其他有機溶劑滲入抗蝕層下方進行溶解，導致金屬膜無法有效剝離，影響圖案精度或造成元件製作缺陷；相對而言，旋轉蒸鍍法因具備優良的鍍膜均勻性與側壁覆蓋能力，較適合用於追求整體鍍膜厚度一致性與覆蓋完整度的應用情境。

第三章 機體介紹

機台大致可區分為三個部分，分別為控制區、腔體區與真空機台。以下簡單概述各區，控制區包含電子束蒸鍍機的電腦人機介面與資訊面板和電子束電源開關；腔體區為放入試片及靶材並實施金屬蒸鍍的空間；真空機負責將腔體抽至可工作的真空壓力值，有機械幫浦與低溫泵（Cryo pump）。

3.1 控制區概述

本節將簡單介紹控制區中各項面板及各控制區塊的用處，下圖為控制主機的示意圖，以數字標註區塊表示。

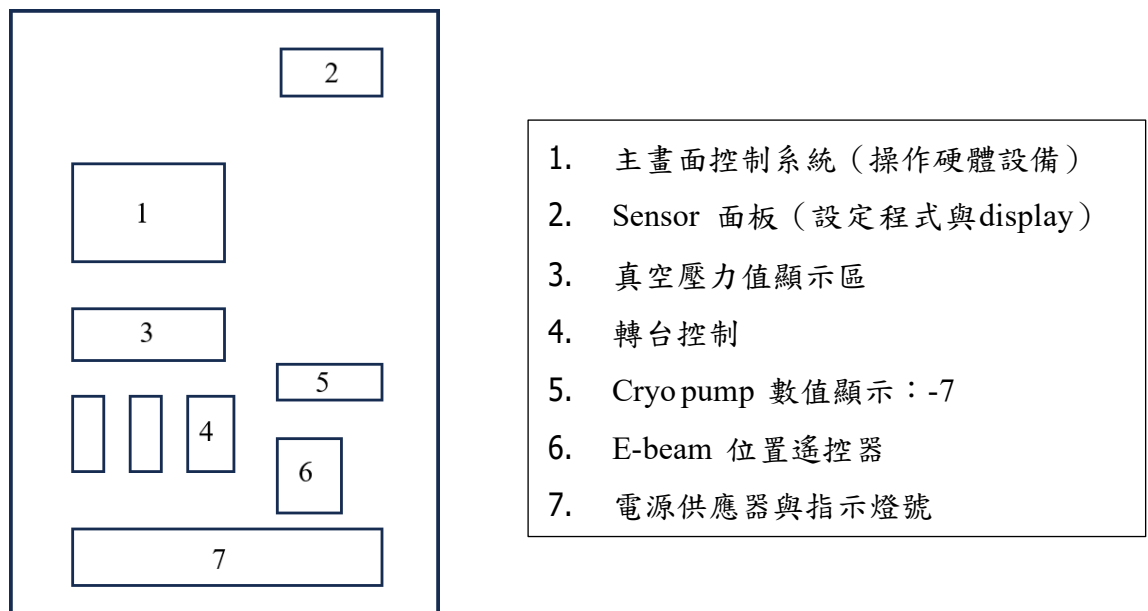
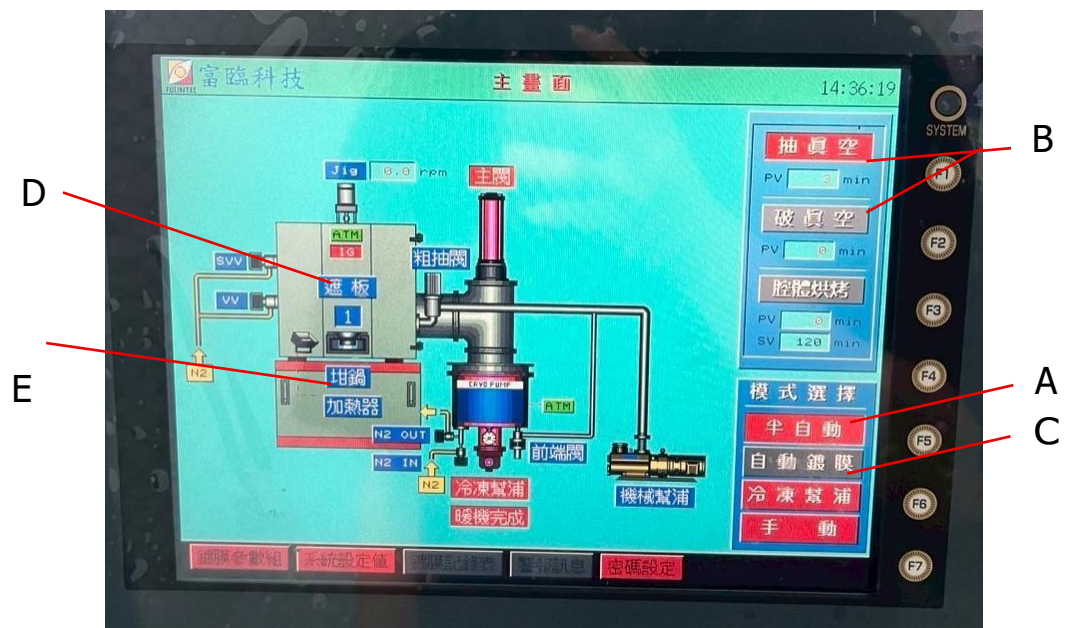


圖3.1 控制區各區塊用途

下方將以實體照片介紹以上常用區域：

1. 主畫面控制系統（操作硬體設備）



A：開啟或關閉半自動半自動模式

B：在半自動模式下啟動抽真空或破真空

C：自動鍍膜(全部設定好再按自動鍍膜)

D：開啟或關閉遮板

E：調整坩鍋至指定編號(1~4)

2. Sensor 面板（設定程式與display）

(1) MENU 畫面



A：顯示當前蒸鍍製程時的參數 B：設定程式

(2) Data display 畫面



A：蒸鍍時的即時膜厚(0.01kA = 1nm)

B：石英振盪片的振動頻率與壽命(不能低於 85%)

C：電子束能量使用率(不能高於 65%)

D：即時鍍率

(後續章節會再詳細介紹程式設定)

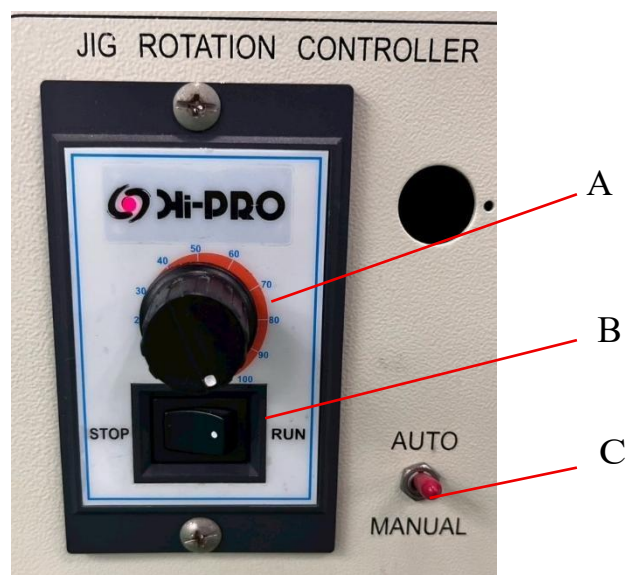
3. 真空壓力值顯示區



CH1 為粗抽值

CH3 當抽到高真空才會顯示

4. 轉台控制



A：旋轉蒸鍍時轉速（rpm）。

B：旋轉蒸鍍開關

C：

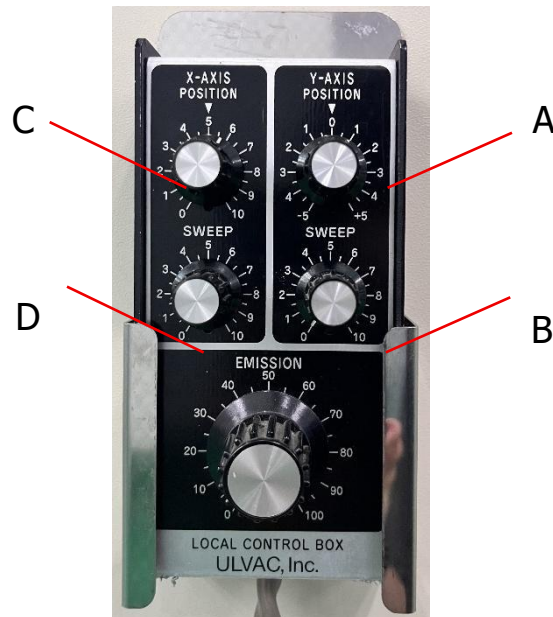
手動、自動開關

5. Cryo pump 數值顯示：-7



A：數值至少需小於-7

6. E-beam 位置遙控器



A：調整電子束 Y 方向擊打位置點（移動方向門上有標示）。

B：調整電子束 Y 方向橫掃範圍。

C：調整電子束 X 方向擊打位置點（移動方向門上有標示）。

D：調整電子束 X 方向橫掃範圍。

7. 電源供應器與指示燈號



A：資訊指示燈。

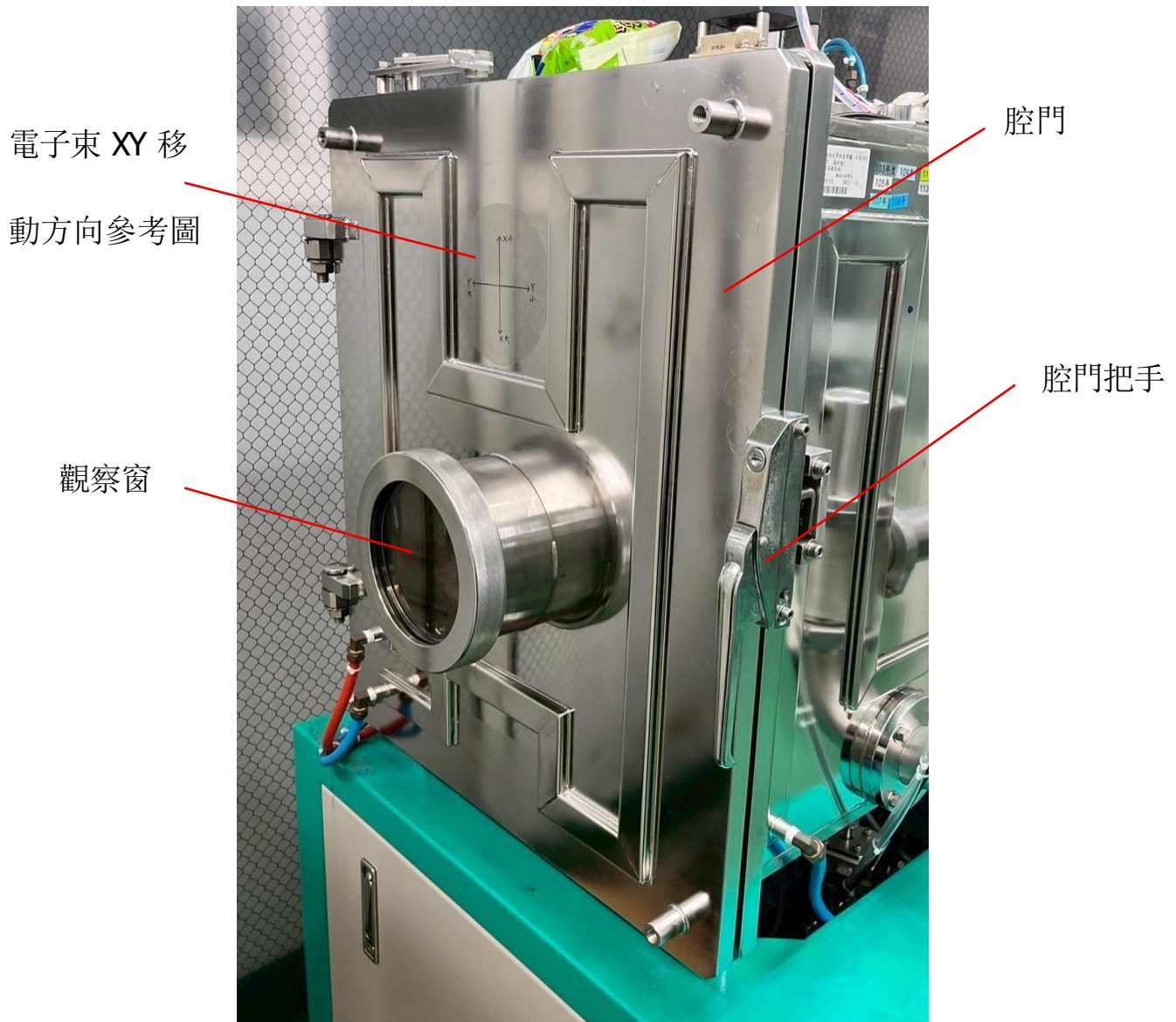
B：電源供應鑰匙孔（使用時轉到最右邊，使用完畢轉回最左邊）。

C：電源供應器之斷路器（使用時往上扳）。

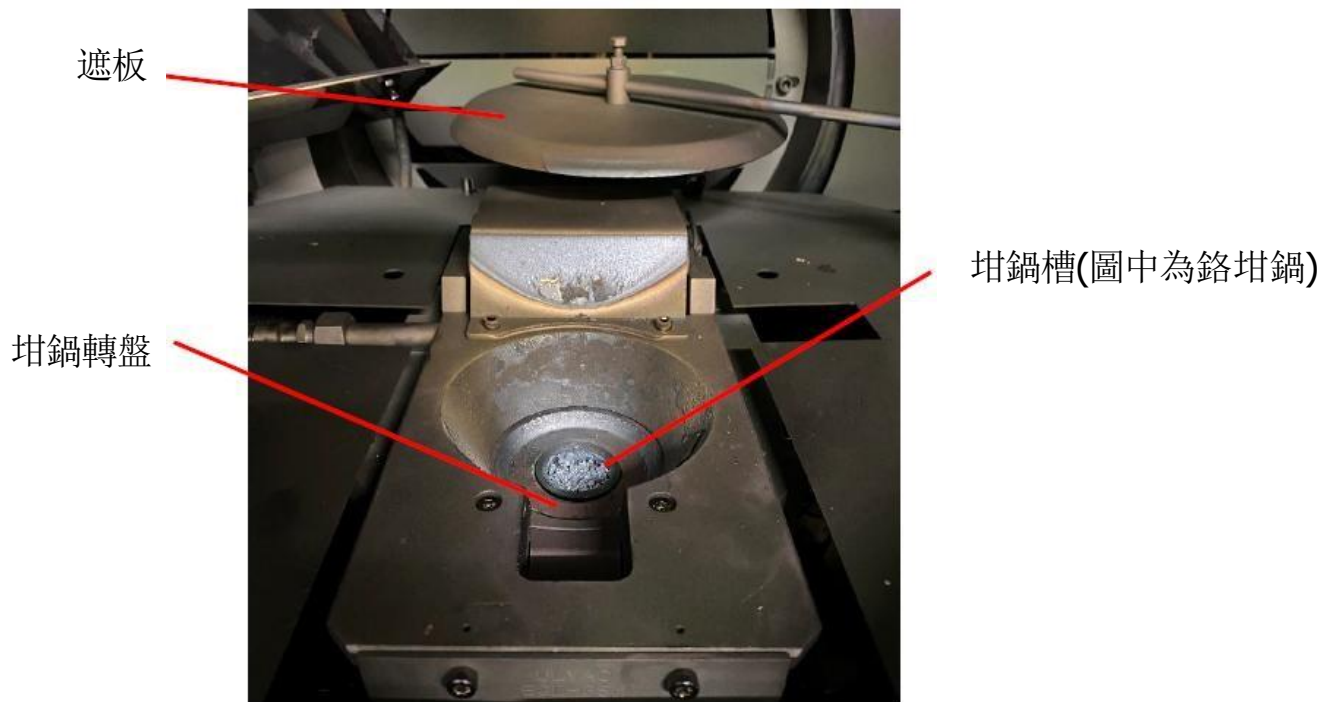
3.2 腔體

本節將簡單介紹腔體各部件之功用，以下將搭配實際圖片說明：

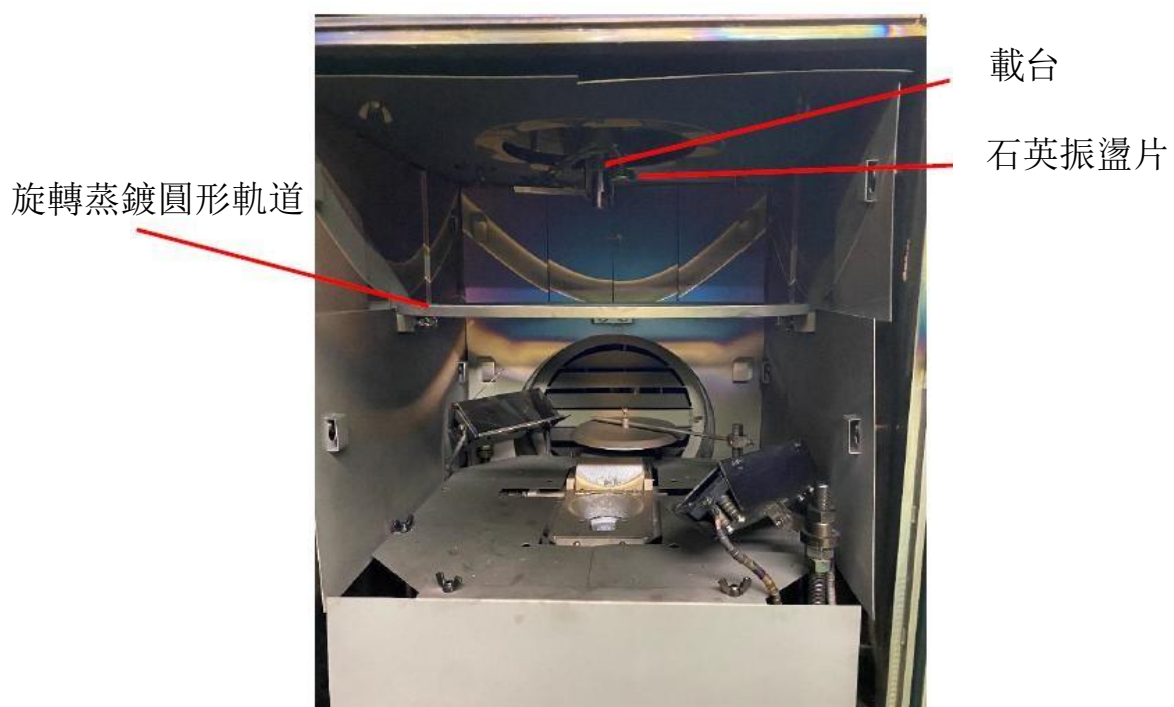
1. 腔體外部



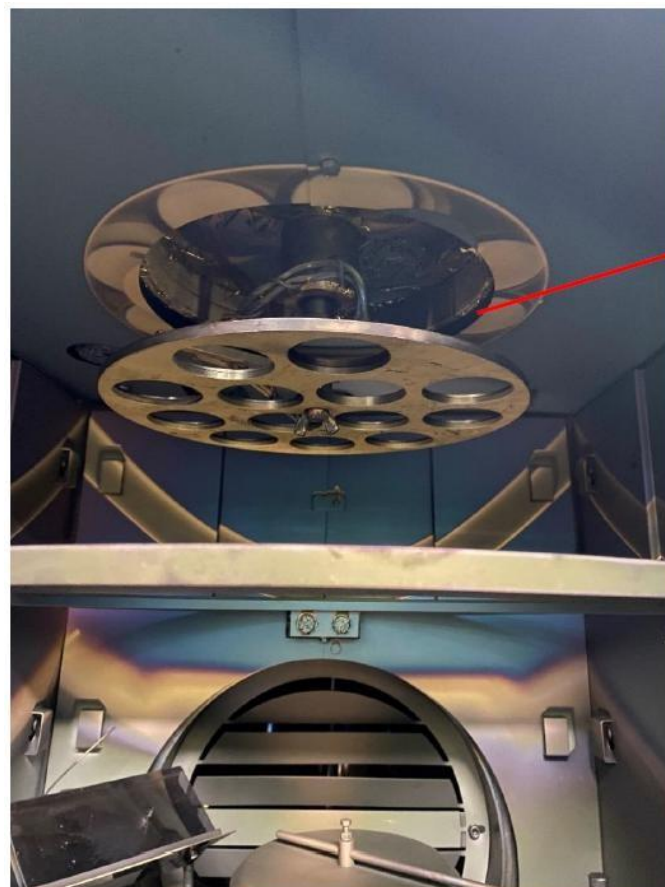
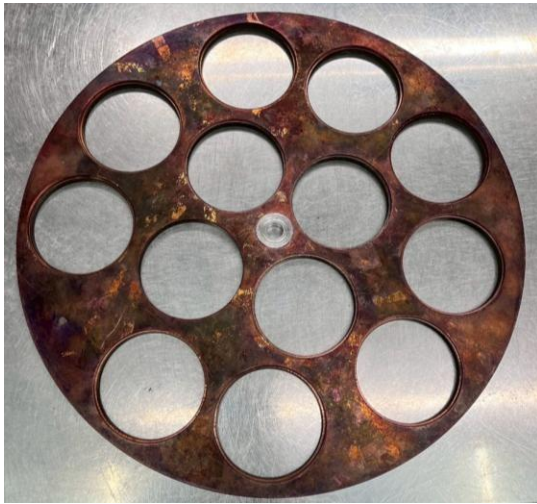
2. 腔體內部



可由主畫面控制系統（操作硬體設備）的面板進行控制：點面板上的遮板可控制打開或關閉；點面板上的坩鍋可調整坩鍋槽之位置有（1~4 可選），不同鍋位都有相對應的特定金屬不可隨意放置，請參考 Sensor 面板旁的對照表。



載台有分成垂直蒸鍍載台與旋轉蒸鍍載台，垂直蒸鍍載台利用螺絲直接鎖在支架上；旋轉蒸鍍載台則是將載台放置在軌道上，透過中間支架的旋轉使載台沿著軌道旋轉。（左-垂直蒸鍍、右-旋轉蒸鍍）



垂直蒸鍍載台安裝

3.3 真空機台

要使腔體達到高真空需要真空馬達抽真空，而E-beam 蒸鍍機有兩部真空馬達，首先會由機械幫浦從大氣壓力開始往下抽，直到抽不動後會由低溫泵接力往下抽直到 10^{-7} Torr 附近才可開始進行鍍膜流程。（左-機械、右-低溫）



3.4 其他機台與靶材簡介

1. 氣壓閥空壓機

氣壓閥空壓機會輸送壓縮空氣給電子束蒸鍍機內部的閥門，使閥門作動。



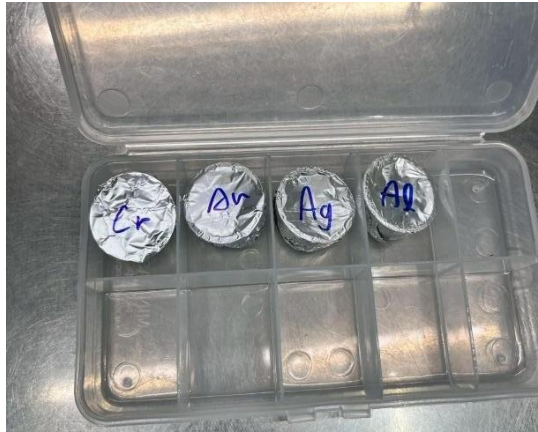
2. 冷水機

電子束擊打靶材的過程中會產生高溫，導致整個坩堝發燙。因此在完成鍍膜流程並破真空前，必須先將溫度降至安全範圍，方可取出試片與坩堝。此時，冷水機便發揮其降溫功能。E-beam 冷水機安裝於實驗室外走廊底，需定期觀察水量變化；當水位低於標線（約為水量的一半）時，需適時補水，以確保冷卻效能，另外濾網也需定期清潔(約兩個禮拜一次)。



3. 靶材

實驗室目前常用靶材有：金（Au）、銀（Ag）、鉻（Cr）、鋁（Al），使用完後需將坩鍋包覆包鮮膜以及鋁箔紙防止金屬顆粒氧化，並在最外層鋁箔紙寫上其元素名稱。



4. 氮氣

蒸鍍基在破真空時會往腔體填入氮氣，更換氮氣瓶時須注意氣嘴與螺孔盡量保持水平。



第四章 操作 SOP

4.1 使用前後檢查表

為了記錄每次使用時的基本參數以及機台使用前後的狀況，所有使用者皆須確實填寫使用前後檢查表。下圖為使用前後檢查表內容，請務必詳細閱讀並理解各項操作流程與其意義。

使用者		教授	
日期	/	時間	: ~ :
靶材		膜厚 (nm)	.
使用情況		使用前	使用後
高氣是否關閉			
抽真空			
鑰匙是否歸位			
操作頁面回首頁			
電子束電源供應器是否有關閉			
旋轉蒸鍍系統電源是否有關閉			
石英振盪片百分比 > 85%			
是否拆除試片載台			
靶材是否取出			
水位高度至少有一半			

使用前，請確認各項目是否符合標準。符合者請打「勾」，不符合者請打「叉」。確認無誤後，即可開始操作機台；使用完畢後亦需依照相同流程逐項檢查，與使用前檢查相同。

*使用前後皆需紀錄石英振盪片百分比

4.2 操作步驟-前置作業

Step1. 戴手套

Step2. 開氮氣瓶

- 開氮氣閥門
- 開流道
- 順時針旋轉黑色旋鈕對準指標

Step3. 確認主閥狀態（紅色：啟動／藍色：關閉）

Step4. （半自動模式）面板點停止抽真空

Step5. 面板點破真空（用氮氣）（直到聽到腔體有洩氣聲＋嗶嗶聲）

Step6. 暫停破真空

- 關氮氣（關氮瓶、轉鬆旋鈕、關流道）

Step7. 開啟遮板

Step8. 將坩鍋放到對應爐位

Step9. 關閉遮板

Step10. 試片上載台、載台進腔體

※註1：確認 **Sensor** 感測洞有無對準石英振盪片

※註2：旋轉蒸鍍試轉在最後

※註3：試片盡量保持水平及靠近載台圓心

旋轉蒸鍍

Step1. 拿轉台

Step2. 拿慧心且將試片黏上

※註1：四吋的用彈簧卡住

※註2：確認試片牢固

※註3：有一格打叉的要用黏的

Step3. 轉台上機

Step4. 慧心上機（卡插銷）

※註1：將待裝的位置轉至左手邊

※註2：右手拿中間T型，左手拿插銷

※註3：插入時要放慢速度

Step5. 試轉（將 Auto → Manual）

Step6. RUN

Step7. 轉速 10–15 rpm

Step11. 關閉腔門

Step12. 抽真空（至少 15 min）

4.3 操作步驟-程式設定

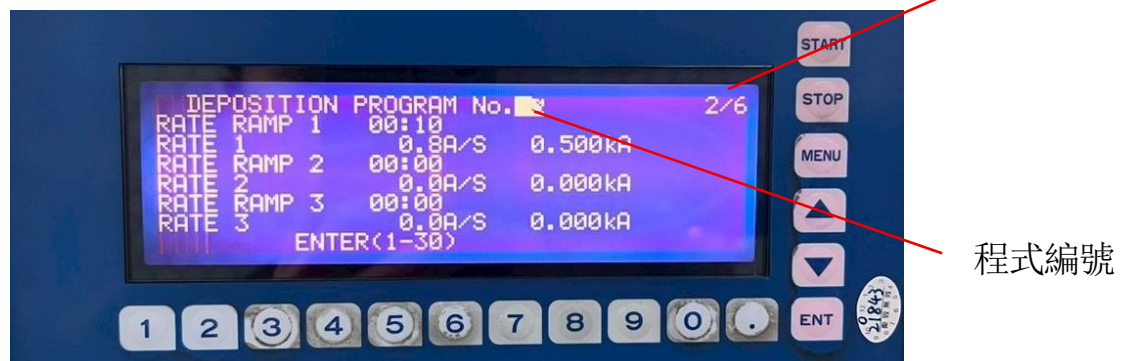
Step1. 按 **MENU** 按鍵，會出現下方畫面



Step2. 利用上下鍵及 **ENT** 按鍵選擇 **2.PROGRAM MENU**，會出現下方畫面



Step3. 選擇 **2. DEPOSITION PROGRAM**，會出現下方畫面



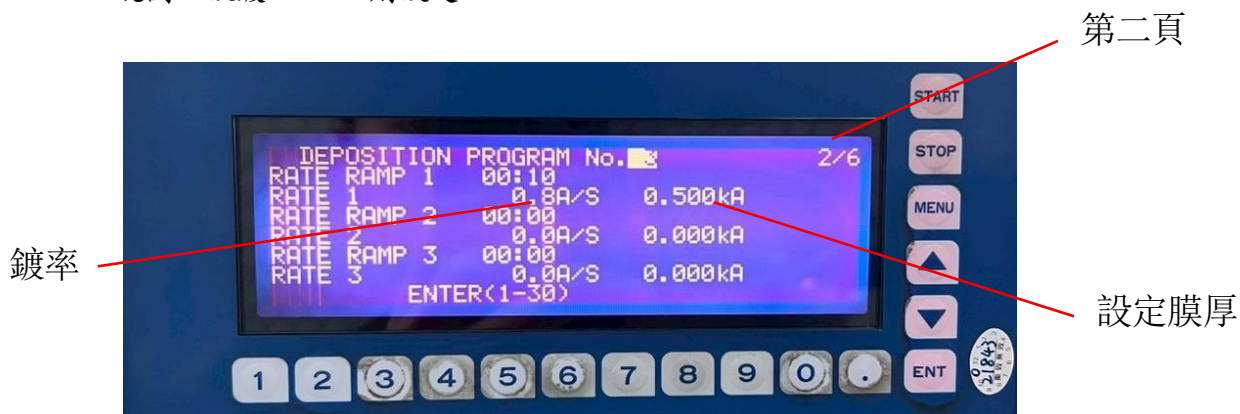
Step4. 設定程式號碼：**NO.num**（利用上下鍵及數字鍵設定）

Step5. 第二頁／設定膜厚 **RATE1** (利用上下鍵及數字鍵設定)

※註1：單位為 10^{-7} (m)

※註2：鍍率不動且確認後續無鍍率 (只有 RATE1 有值)

※說例：欲鍍 50 nm 則設定 0.5 kA



Step6. 第六頁 (設定坩鍋號碼 (**HEARTH num.**)), 會出現下方畫面

※註1：需與機台放置該坩鍋位置相同 (通常不會改到)

※註2：如需一次蒸鍍多個靶材再回Step4.

Step7. 回到 **2. PROGRAM MENU** 改點 **3. PROCESS PROGRAM**／設定程式執行順序

※註1：假設要鍍多層金屬就從 1 開始往下編寫鍍膜順序

※註2：請確認非鍍膜步驟下程式碼皆為 00

Step8. 確保執行程式後皆為 00

※註：迷路：**MENU-MENU-ENT**

4.4 操作步驟-開始蒸鍍

Step1. 開啟旋轉（若為旋轉蒸鍍）

Step2. 拿鑰匙開電源供應器

Step3. 開斷路器，再將鑰匙轉到最右邊

Step4. 確認4號燈有亮起（亮起代表氣壓有到達門檻），4顆綠燈全量

Step5. 關閉抽真空（確認主閥關閉）（4號燈關閉）

Step6. 關閉半自動模式

Step7. 開啟自動鍍膜模式，自動鍍膜模式畫面如下



Step8. 點開始

Step9. 確認蒸鍍源（看小窗口確認）

Step10. *soak1* 要控制遙控器（最上面一排）

※註：金靶不可一直擊打同一位置，須不停調整遙控器

Step11. 透過小窗口確認有無打歪

4.5 操作步驟-蒸鍍結束、其他

Step1. 等他嗶嗶叫（降溫完），按停止

Step2. 按主畫面（畫面左下角）

Step3. 關閉鑰匙

Step4. 關閉電源供應器

Step5. 鑰匙放回去

Step6. 開氮氣

Step7. 開啟半自動模式

Step8. 破真空（直到聽到腔體有洩氣聲＋嗶嗶聲）

Step9. 暫停破真空

Step10. 開腔門、拆載台

Step11. 開遮板 → 拿坩鍋 → 關閉遮板

Step12. 抽真空

Step13. 關氮氣

停電關機措施

Step1. 後方小門的電閥門全關閉

復機

Step1. 開啟後方電閥門

Step2. 等待 pump 數值達到 -7 即可開始使用

參考資料

- [1] Wikipedia, 電鍍, 2023.
- [2] Wikipedia, “陽極處理,” 18 1 2023. [線上]. Available: <https://reurl.cc/ZNn83V>.
- [3] 昱翔材料科技有限公司, “蒸鍍濺鍍優缺點,” 2021. [線上]. Available: https://www.esoar.net/news/idx_69.
- [4] 辛耘知識分享家, “化學氣相沉積設備運作原理、優缺點與應用一次了解,” 8 2023. [線上]. Available: <https://reurl.cc/3M1ynV>.
- [5] syskey, “電漿輔助式化學氣相沉積設備,” 2020. [線上]. Available: <https://reurl.cc/9nz0mX>.
- [6] “傳統蒸鍍機” https://ulvac-es.co.jp/products/deposition-related-system/vacuum-evaporation-system/vpc-260f/?utm_source=chatgpt.com
- [7] syskey, “電子束蒸鍍,” 2020. [線上]. Available: <https://reurl.cc/gYvNXV>.
- [8] leybold, “如何計算氣體分子的平均自由路徑?,” [線上]. Available: <https://reurl.cc/DO1Y5N>.
- [9] ROHM, “何謂壓電?,” [線上]. Available: <https://reurl.cc/qYDa13>. [存取日期: 5 7 2025].
- [10] junsun, “Lift-off 製程解決方案,” [線上]. Available: <https://reurl.cc/3M1yzX>. [存取日期: 5 7 2025].