

第三章 實驗方法

3.1 實驗流程

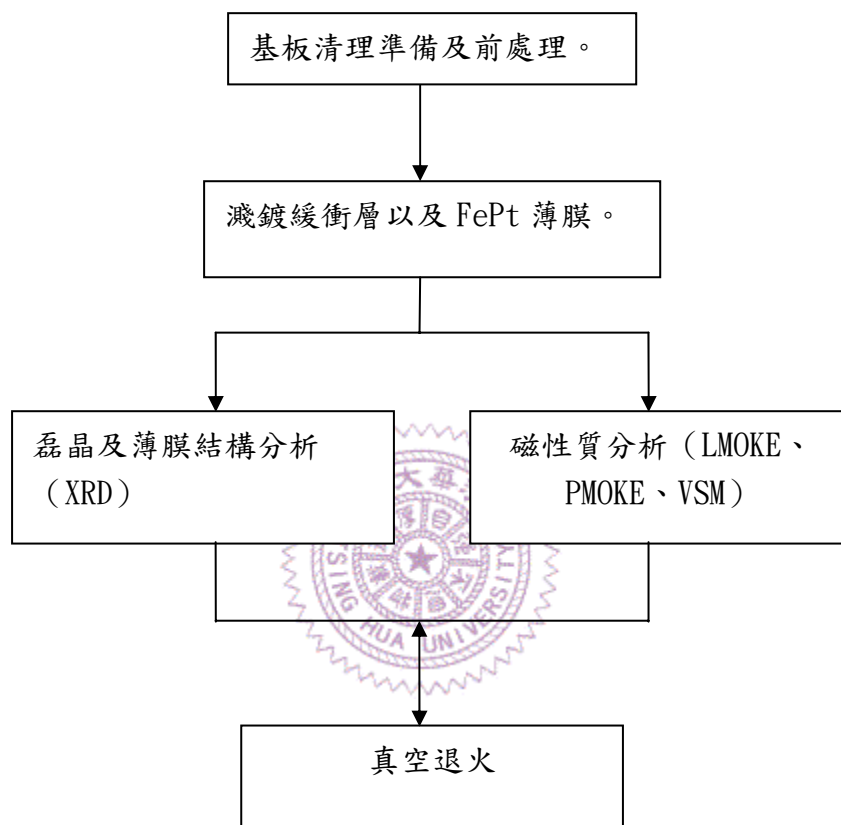


圖 3-1 實驗流程圖。

3.2 樣品製備

本實驗以真空濺鍍的方法製備樣品。首先將 p-type Si (100) 基板切成一公分見方的大小，經過適當的清潔之後即可使用。真空濺鍍系統如圖 3-2 所示，主腔體內有五隻濺鍍槍，可以濺鍍五種不同的元素把材，亦可共鍍合金膜。

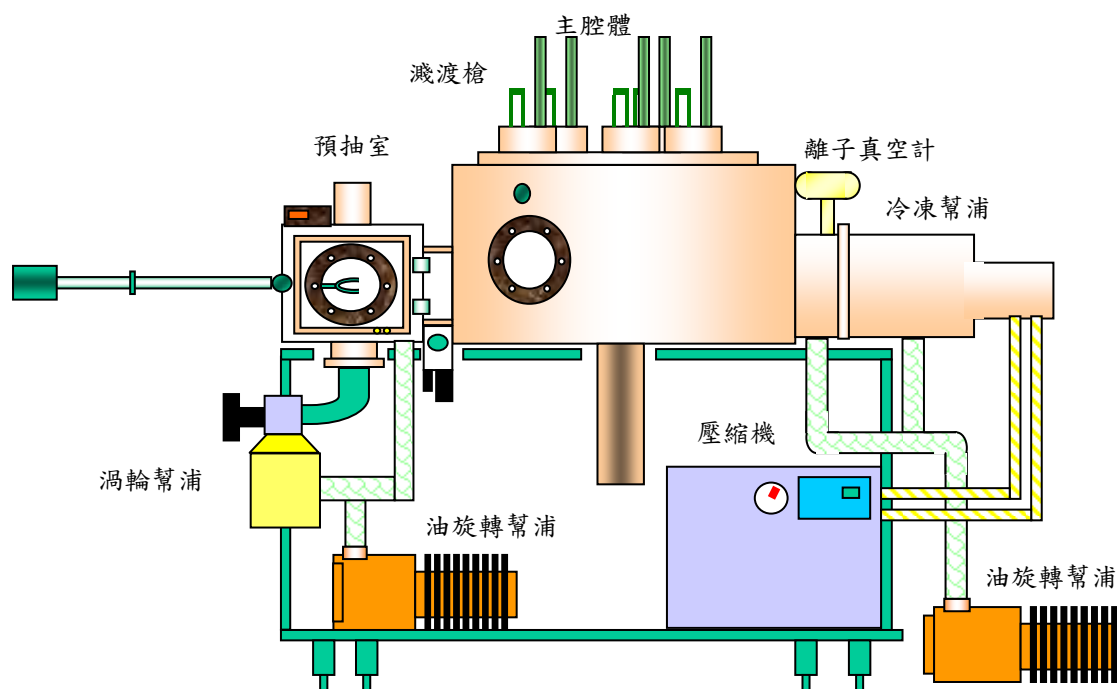


圖 3-2 濺鍍系統示意圖。

主腔體前備有預抽室，基板放入主腔體前可先在預抽室裡先預抽至一定的真空，之後再放入主腔體中。主腔體以及預抽室皆有加熱裝置，可進行真空或氣氛退火的實驗。本濺鍍系統採用冷凍幫浦(cyro pump)、渦輪幫浦(turbo pump)，以及機械幫浦(mechanic pump)。最好的真空度可達 5×10^{-7} Torr。FePt 薄膜使用 Fe 與 Pt 共鍍的方法鍍製。各層的鍍製參數如下表。

表 3-1 各元素鍍膜參數表。

	Cu	Co ₉₀ Fe ₁₀	Pt	Ag	FePt
功率	15W DC	50W DC	45W Rf	15W DC	Fe:160WDC Pt:130WRf
工作壓力	3 mTorr	3 mTorr	3 mTorr	3 mTorr	3 mTorr

濺鍍氣體	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar
氣體流量	20 sccm	20 sccm	20 sccm	20 sccm	20 sccm
鍍率	0.84 Å/sec	1.12 Å/sec	0.56 Å/sec	2.07 Å/sec	1.11 Å/sec

3.3 升溫處理

要得到高矯頑場，FePt 相變需要升溫，升溫方式可以在鍍膜時直接利用主腔體裡面的加熱裝置來增高基板溫度，或者在鍍完膜之後，進行真空後退火。

退火爐是為一獨立真空腔，內有加熱燈絲，可進行真空退火。退火爐使用一個擴散幫浦(diffusion pump)進行抽氣，最低壓力可達 2×10^{-4} Torr。

3.4 量測與分析

3.4.1 磁性量測

實驗以磁光柯爾效應(Magneto-Optical Kerr effect, MOKE)量測樣品之磁性質。由於線偏振光經由磁性物質反射之後，其偏振角會改變。偏振角的改變量與磁性物質本身的磁化量有關。

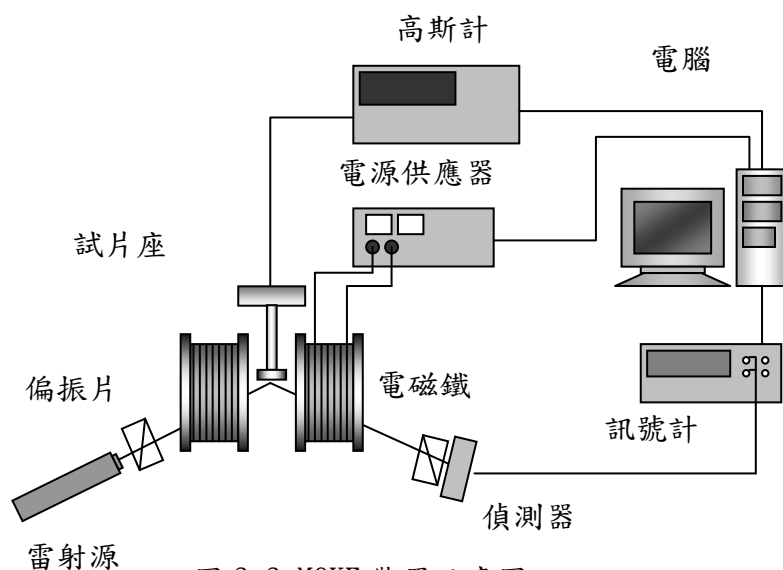


圖 3-3 MOKE 裝置示意圖。

如圖 3-3 所示，使用波長 6328\AA 的 He-Ne 雷射，經由偏振片之後打在試片上，穿透深度為 $200\sim 250\text{\AA}$ 。樣品放在固定座上，置於磁鐵正中央。固定座可垂直調整高度，中心樣品座可 360° 旋轉，可進行不同角度的量測。

3.4.2 X 光繞射

X 光繞射使用的是清大貴儀的 RIGAKU X 光繞射儀，操作功率為 600 瓦，電壓 30 KV，電流 20 mA，以 $\theta / 2\theta$ 方式掃描，每 0.02 度讀取一次訊號，每次讀取 2 至 4 秒。

當單一能量的 X 光以 θ 角入射並穿透晶體表面時，除了部分 X 光被晶格中的原子吸收外，大部分 X 光皆以入射角等於反射角的條件被散射出來。在某些散射角，相鄰晶面的散射波相位相同，光程差為波長的整數倍，產生建設性干涉。此條件即為布拉格定律 (Bragg's law)： $2 d \sin \theta = n\lambda$ 。

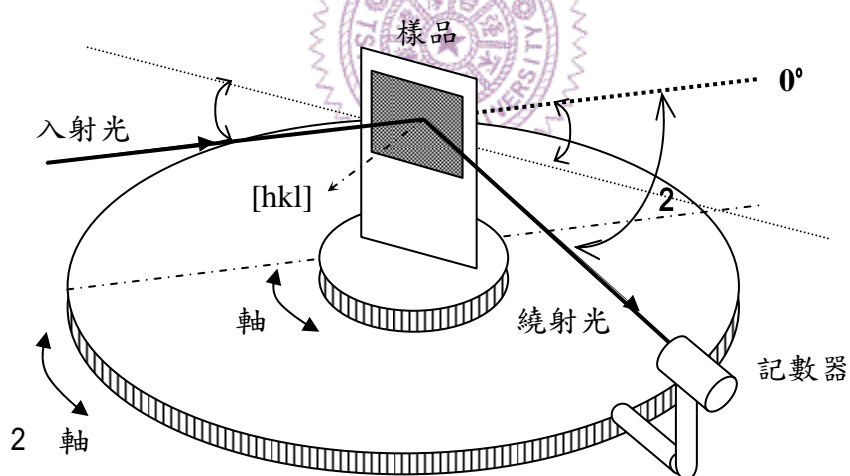


圖 3-4 $\theta/2\theta$ scan 裝置示意圖。當 θ 軸旋轉一 θ 角時， 2θ 軸同步地轉一 2θ 角。

儀器架設如圖 3-4 所示。掃描時，樣品旋轉 θ 角，記數器則以 2θ 角同步跟著旋轉。當滿足布拉格定律，而且 hkl 所對應的結構因子 (structure factor) 不等於零時，記數器可在該特定的 2θ 角度收到繞射訊號。此種掃描方法所得到

的繞射峰，對應的晶面一定是平行於樣品表面。對於粉末或是多晶薄膜的樣品而言，由於各種晶面都是隨意分佈，因此總是可以在某些區域找到某些晶面正好是平行於樣品表面的情況，所以我們可以得到在繞射儀角度限制內各個晶面所對應的繞射峰。但對於單晶塊材或是磊晶薄膜而言，此掃描方法只能得到某一族晶面（平行樣品表面的晶面）的繞射峰。

3.4.3 ϕ scan

當我們在 $\theta/2\theta$ scan 下只得到某一族晶面的繞射峰，例如只得到(200)和(400)的繞射峰，則樣品很明顯地具有很強的優選晶向，甚至可能是磊晶（單晶）。我們可以用 X 光 ϕ scan 的方法來區分樣品到底是優選晶向或是磊晶，其原理如下：假設薄膜樣品晶體結構為立方晶系，若膜面法方向具有[001]方向的優選晶向而平行膜面的結晶為隨意的，則{111}族的法方向將均勻地分佈在與膜面法方向成 54.74° 的圓錐面上，如圖 3-5。但若為(001)的磊晶，則由於{100}面的四軸對稱性，{111}族的面將只有(111)、 $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ 、 $(-1-11)$ 、 $(-11\bar{1})$ 四個面的法方向分布在圓錐上。

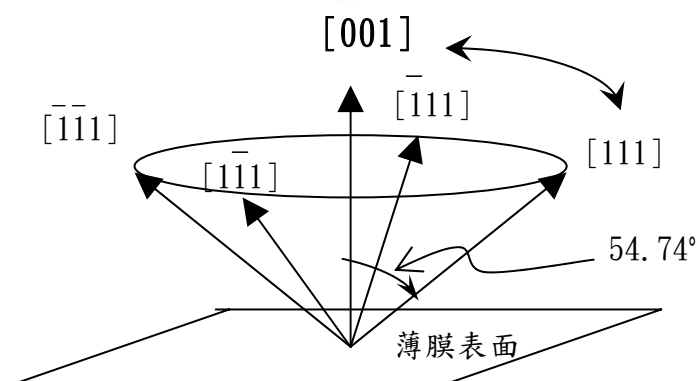


圖 3-5 優選晶向與磊晶的方位關係圖。若 (001)優選晶向，則 $\langle 111 \rangle$ 將均勻分佈在圓錐上。若為(001)的磊晶，則 $\langle 111 \rangle$ 將只有四個方向在圓錐上。膜面法方向為 ϕ 軸。

如果我們刻意傾轉樣品 54.74° ，如圖 3-6，再將 θ 固定在(111)晶面的布拉格角(θ_B)，同時旋轉 ϕ 軸(膜面法方向)。若樣品為磊晶，則 ϕ 旋轉 360° 的情形之下，我們可以得到四個間隔為 90° 的繞射峰。

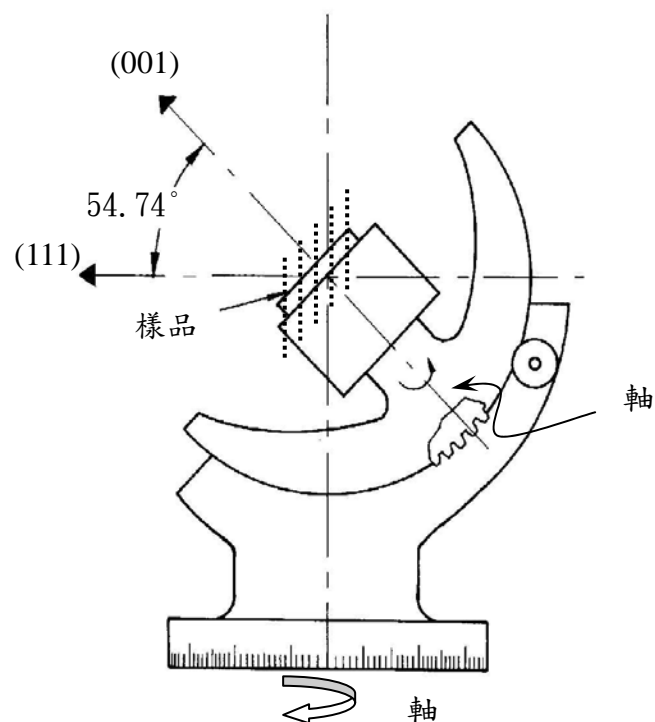


圖 3-6 ϕ scan 裝置示意圖。在圖中的例子，樣品為磊晶膜，且傾轉 54.74° 使得(111)面呈垂直狀態。然後把 θ 固定在(111)面的布拉格角 θ_B 上，記數器固定在 $2\theta_B$ 上。當 ϕ 軸旋轉 360° ，可以得到四個等間距的繞射峰。