



# 材料工程系專題製作成果報告

題目：垂直磁異向性之單層 FePt 合金薄膜製作與磁性質研究  
 學生：蘇偉翔、謝庚霖  
 指導教授：陳勝吉 老師

## 簡介

本研究在 620°C 之基板溫度以臨場(in-situ)直流磁控共鍍不同厚度(5-50 nm)之序化 FePt 合金薄膜。研究發現，當薄膜厚度控制在 30 nm 時，單層 FePt 薄膜具有很強的(001)從優取向並呈現高垂直磁異向性。進一步將 FePt 薄膜厚度增加至 40 nm 以上，由於 FePt(111)繞射峰強度大幅增強，致使垂直磁異向性隨膜厚增加而降低。30 nm 厚之 FePt 薄膜具有優異的垂直磁性質(垂直頂磁力達 14.0 kOe、飽和磁化量為 473 emu/cm<sup>3</sup> 及角形比為 0.96)，具備應用於高密度垂直磁記錄媒體的潛力。

## 儀器設備



磁控濺鍍機



電子微探儀(EPMA)



X 光繞射儀(XRD)



振盪樣品測磁儀(VSM)



原子力顯微鏡(AFM)及磁力顯微鏡(MFM)



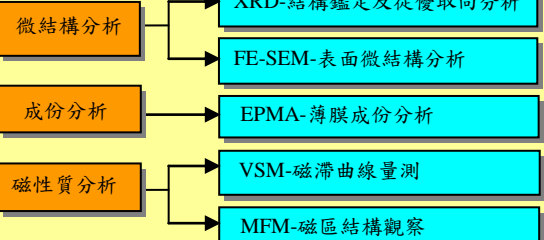
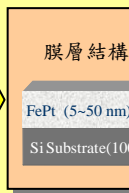
場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)

## 實驗步驟

表一、FePt 薄膜之濺鍍參數

濺鍍參數	參數設定
基板材料	自然氧化 Si(100)
背景真空	$5 \times 10^{-7}$ Torr
射頻濺鍍功率	Fe : 15 watt Pt : 4 watt
濺鍍氣壓	10 mTorr
基板溫度	620°C
基板轉速	10 rpm

臨場直流磁控共鍍 5-50 nm 厚之 FePt 薄膜於 620°C 自然氧化 Si(100) 基板上。



## 研究成果

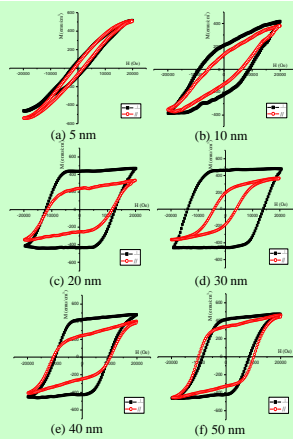


圖 1 不同厚度 FePt 薄膜之水平方向及垂直方向磁滯曲線(a) 5 nm、(b) 10 nm、(c) 20 nm、(d) 30 nm、(e) 40 nm 及(f) 50 nm。

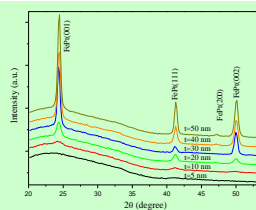


圖 3 不同厚度之單層 FePt 合金薄膜之 X 光繞射圖。

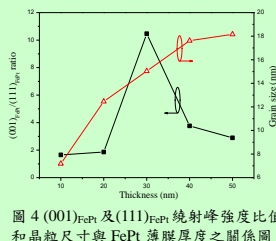


圖 4 (001)<sub>FePt</sub> 及(111)<sub>FePt</sub> 繞射峰強度比和晶粒尺寸與 FePt 薄膜厚度之關係圖。

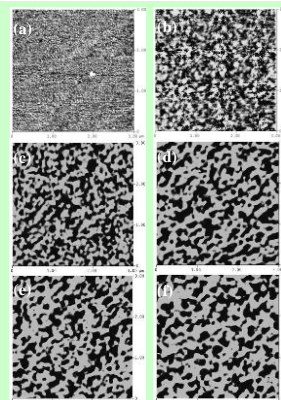


圖 5 不同厚度之 FePt 薄膜之 MFM 2D 影像圖，其膜厚為(a) 5 nm、(b) 10 nm、(c) 20 nm、(d) 30 nm、(e) 40 nm 及(f) 50 nm (影像尺寸=3×3 μm<sup>2</sup>)。

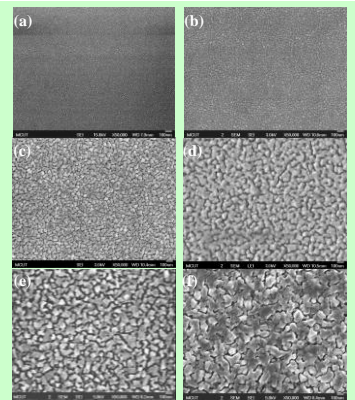


圖 6 不同厚度之 FePt 薄膜之 FE-SEM 影像圖，其膜厚為(a) 5 nm、(b) 10 nm、(c) 20 nm、(d) 30 nm、(e) 40 nm 及(f) 50 nm。

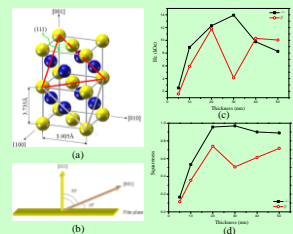


圖 2 (a) L1<sub>0</sub> FePt 結構之最密堆積面(111)及 (b) L1<sub>0</sub> FePt 易磁化軸[001]與膜面夾角呈 35° 之示意圖，(c) 頂磁力及(d) 角形比與不同 FePt 薄膜厚度之關係圖。

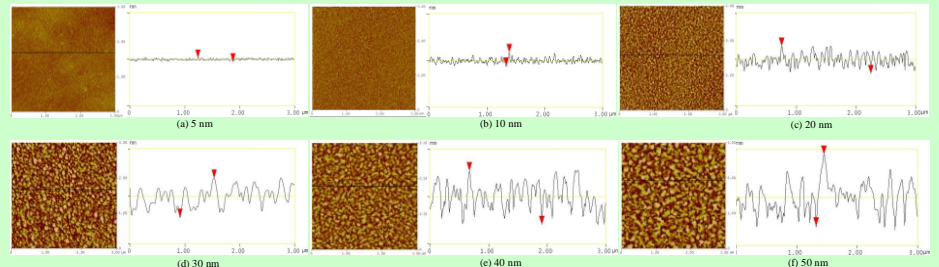


圖 7 不同厚度之 FePt 薄膜之原子力顯微影像及橫向粗糙度曲線圖，其膜厚為(a) 5 nm、(b) 10 nm、(c) 20 nm、(d) 30 nm、(e) 40 nm 及(f) 50 nm。(影像尺寸 = 3×3 μm<sup>2</sup>)。

- 本研究發現 FePt 之磁區尺寸與顆粒尺寸皆隨薄膜厚度之增加而變大，且當厚度大於 30 nm 後，FePt 薄膜會呈現散亂排列(random orientation)，顯然太厚之 FePt 薄膜並不利用於應用在高密度磁記錄媒體。
- 30 nm 厚之單層 FePt 薄膜採用臨場退火製程在 620°C 的基板溫度下可獲得高垂直磁異向性，其垂直頂磁力高達 14.0 kOe，飽和磁化量為 473 emu/cm<sup>3</sup>，且垂直角形比高達 0.96，此外，磁區大小為 125 nm，顆粒尺寸為 72 nm，這些性質使單層 FePt 薄膜具備應用於高密度垂直磁記錄媒體的潛力。