

目錄

第一章 序論.....	1
第二章 文獻回顧與原理.....	3
2-1-1 磁阻簡介.....	3
2-1-2 巨磁阻效應(Giant Magnetoresistance Effect).....	4
2-1-3 CPP 巨磁阻和 CIP 巨磁阻(CPP GMR and CIP GMR).....	5
2-1-4 反向巨磁阻(inverse GMR).....	7
2-2 稀土-過渡金屬合金的特性.....	10
2-2-1 RE-TM 簡介.....	10
2-2-2 稀土-過渡金屬.....	10
2-2-3 稀土-過渡金屬合金之成分對磁化量與矯頑場之關係.....	12
2-2-4 典型稀土-過渡金屬合金之磁性質與溫度關係.....	14
2-2-5 稀土-過渡金屬合金之柯爾磁光性質.....	16
2-2-6 稀土-過渡金屬合金之垂直異向性.....	18
2-3 磁性隨機記憶體(MRAM).....	20
2-3-1 摘要.....	20
2-3-2 MRAM 的發展.....	20
2-3-3 MRAM 的基本原理.....	21

2-3-4	MRAM 寫入與讀取機制.....	23
2-3-5	垂直式磁性記憶體(MRAM with perpendicular magnetization).....	24
2-3-6	熱輔助寫入(thermally-assisted writing).....	27
第三章	實驗設備與分析儀器.....	30
3-1-1	濺鍍原理簡述.....	30
3-1-2	濺鍍系統(sputtering system).....	32
3-1-3	稀土-過渡金屬合金薄膜的製備.....	33
3-2-1	α -step 厚度分析.....	34
3-2-2	原子力顯微鏡(AFM)厚度分析.....	34
3-3	磁光柯爾效應分析儀 (Kerr-loop Tracer).....	36
3-4	四點探針之磁阻量測.....	39
第四章	實驗結果與討論.....	41
4.1	TbCo/Co(Fe)/Cu/Co(Fe)/TbFeCo 磁性多層膜之巨磁阻現象(GMR) 與熱輔助寫入的探討.....	41
4-1-1	垂直巨磁阻效應 (Giant Magnetoresistance with perpendicular magnetization).....	42
4-1-2	熱輔助寫入 (Thermally assisted-writing).....	46
4-2	介面 Cu 的厚度與磁阻大小的關係.....	52
4-3	介面過渡元素磁性層的厚度與磁阻大小的關係.....	53
4-4	Current writing of MRAM with perpendicular magnetization.....	59

4-5 稀土-過渡金屬合金的異常霍爾效應及其結合熱寫應用	61
4-5-1 淨磁矩(M_s)的提升	62
4-5-2 稀土-過渡金屬合金的異常霍爾效應之應用	65
參考文獻(Reference)	69



圖目錄

圖 2.1: 最早被發現的巨磁阻效應.....	5
圖 2.2: 差異性自旋散射效應.....	6
圖 2.3: 巨磁阻(GMR)量測方式.....	6
圖 2.4: 巨磁阻-外加場曲線圖 (a) normal GMR (b) inverse GMR.....	8
圖 2.5: 在非晶質結構中的反向巨磁阻結構.....	9
圖 2.6: Co/Dy/Co/Cu/Co 多層膜中,磁矩變化與磁阻變化和磁場之對應圖.....	9
圖 2.7: (a) heavy RE 與(b) light RE 的磁矩交互耦合圖示.....	12
圖 2.8: 稀土- 過渡金屬合金之成分對磁化量與矯頑場之關係圖.....	14
圖 2.9: 典型稀土-過渡金屬合金之磁性質與溫度關係.....	15
圖 2.10: 磁光柯爾效應.....	17
圖 2.11: 典型的反平行排列之磁矩之原子鍵結情形.....	20
圖 2.12(a): 典型準自旋閥結構.....	22
圖 2.12(b): R-H 特徵曲線.....	22
圖 2.13: MRAM 基本結構.....	24
圖 2.14(a): Vortex structure.....	25
圖 2.14(b): $0.5\mu\text{m}\times 0.5\mu\text{m}$ GdFe/FeCo.....	25

圖 2.15: Pt/(Co/Pt) ₃ /Co/Cu/Co/(PtCo) ₃ /FeMn/Pt.....	26
圖 2.16: 熱輔助寫入之熱產生器設計.....	27
圖 2.17: 熱輔助寫入之電流直接加熱設計.....	28
圖 3.1: 濺鍍系統架構圖.....	32
圖 3.2: 原子力顯微鏡系統簡圖.....	35
圖 3.3: 磁光科爾效應中反射光在極化方向的改變.....	36
圖 3.4: PMOKE 裝置.....	37
圖 3.5: 起偏鏡與檢偏鏡偏振方向示意圖.....	38
圖 3.6: 四點探針排列方式.....	40
圖 4.1(a): 試片一的 full MR loop.....	44
圖 4.1(b): 試片二的 full MR loop.....	44
圖 4.2(a): 試片一的磁矩方向圖.....	45
圖 4.2(b): 試片二的磁矩方向圖.....	46
圖 4.3(a): 試片一,自由層與被固定層的 Hc 與溫度關係圖.....	47
圖 4.3(b): 試片二,自由層與被固定層的 Hc 與溫度關係圖.....	48
圖 4.4: 翻轉場對溫度的對應圖.....	49
圖 4.5(a): 試片二經過大場飽和過後的磁滯曲線圖.....	50
圖 4.5(b): 試片二經過熱寫(180°C,10 Oe)後的磁滯曲線圖.....	51
圖 4.5(c): 試片二在 180°C 時的磁滯曲線圖.....	51

圖 4.5(d): 試片二的 minor MR loop.....	52
圖 4-6: 介面的 Cu 厚度對 MR ratio 的做圖.....	53
圖 4-7(a): $n=0.6$ 時的 Hysteresis loop 與 R-H loop.....	54
圖 4-7(b): $n=0.7$ 時的 Hysteresis loop 與 R-H loop.....	54
圖 4-7(c): $n=0.8$ 時的 Hysteresis loop 與 R-H loop.....	55
圖 4-7(d): $n=0.9$ 時的 Hysteresis loop 與 R-H loop.....	55
圖 4-7(e): $n=1.0$ 時的 Hysteresis loop 與 R-H loop.....	55
圖 4-8: (TbCo/CoFe)與(CoFe/TbFeCo)之 H_c 對於介面 $Co_{90}Fe_{10}$ 厚度的 變化.....	56
圖 4-9: 介面 CoFe 厚度對 MR ratio 的曲線圖.....	58
圖 4.10: (a) $n=0.9$ 時的水平 Hysteresis loop (b) $n=1.0$ 時的水平 Hysteresis loop.....	58
圖 4-11: pattern 的 R-H loop.....	60
圖 4-12: 翻轉場對通入電流的電流密度關係圖.....	60
圖 4-13: 正負異常霍爾效應示意圖.....	62
圖 4-14: Van der Pauw geometry 量測示意圖.....	62
圖 4-15: 膜層結構.....	63
圖 4-16: 三個試片的 Hall loop.....	63
圖 4-17: 各試片的正負異常霍爾電壓差.....	64

圖 4-18: 異常霍爾電壓差值隨成份的變化.....	66
圖 4-19: 加熱電流所需最小的電流密度對不同成分的作圖.....	66
圖 4-20: 各個不同成分的電阻係數.....	67
圖 4-21: 各個不同成分的 T_c	68

