

圖目錄

圖 1.1 感應式讀寫頭.....	3
圖 1.2 異向性磁阻磁頭.....	3
圖 1.3 差異性自旋散射效應.....	6
圖 1.4 自旋閥的一般結構.....	7
圖 1.5 MRAM 中自旋閥元件配置圖.....	9
圖 1.6 自旋閥元件中 NOL 所在位置.....	10
圖 1.8 鏡面反射示意圖.....	10
圖 2.1 自旋電子態密度隨外加磁場變化.....	12
圖 2.2 差異性自旋散射造成電阻變化.....	13
圖 2.3 (a)自旋閥的 M- H loop 與 (b) R- H loop.....	14
圖 2.4 自旋閥多層膜結構.....	16
圖 2.5 自旋閥結構.....	17
圖 2.6 主要電子在磁化方向平行薄膜中的平均自由路徑示意圖.....	19
圖 2.7 氧化模型.....	21
圖 2.8 由半古典理論計算 Co ₂₀ /Cu ₂₀ /Co 的鏡面效應.....	21
圖 2.9 退火溫度對 NOL、non-NOL 自旋閥磁阻表現之影響.....	26
圖 2.10 CoFeO _x 自旋閥之變角度量測磁阻值.....	29
圖 2.11 正交耦合磁矩翻轉示意圖.....	29
圖 3.1 實驗流程圖.....	31
圖 4.1 自然氧化與電漿氧化形成 NiFeO _x 自旋閥之 R-H loop.....	37
圖 4.2 VSM 量測得磁滯曲線.....	39
圖 4.3 磁矩方向示意圖.....	40
圖 4.4 VSM 量測得磁滯曲線.....	40
圖 4.5 磁矩方向示意圖.....	41
圖 4.6 VSM 量測得磁滯曲線.....	41
圖 4.7 磁矩方向示意圖.....	42
圖 4.8 (a)為室溫下沿著 90°VSM 量測得磁滯曲線，(b)磁矩示意圖.....	43
圖 4.9 為-50°C下沿著 90°VSM 量測得磁滯曲線.....	43
圖 4.10 為-100°C下沿著 90°VSM 量測得磁滯曲線.....	44
圖 4.11 -150°C下沿著 90°VSM 量測得磁滯曲線.....	45
圖 4.12 為-170°C下沿著 90°VSM 量測得磁滯曲線.....	45
圖 4.13 不同 underlayer 之自旋閥磁阻曲線.....	46
圖 4.14 加偏壓之自旋閥磁阻曲線.....	47
圖 4.15 自然氧化法形成之自旋閥磁阻表現.....	48
圖 4.16 變電漿氧化時間之 0°自旋閥磁阻表現.....	49

圖 4.17 兩種氧化方法之 Cross Sectional TEM	51
圖 4.18 兩種氧化方法之自旋閥磁阻值對角度變化	53
圖 4.19 正交耦合自旋閥之變角度退火與磁阻表現	54
圖 4.20 R-H 曲線對反鐵磁層 IrMn 厚度之關係	57
圖 4.21 (a)R _{min} , (b) ΔR , (c)MR, (d)H _{coupling} 與 IrMn 厚度之關係	58
圖 4.22 H _{c_{top}} 、H _e 與 IrMn 厚度之關係	59
圖 4.23 NiFeO _x 正交耦合自旋閥之機制示意圖	60
圖 4.24 R-H 曲線對自旋閥中 bottom-pinned CoFe 厚度之關係	63
圖 4.25 R-H 曲線對氧化層 NiFeO _x 厚度之關係	64
圖 4.26 R-H 曲線對自旋閥中 top-pinned CoFe 厚度之關係	65
圖 4.27 退火溫度對自然氧化與電漿氧化自旋閥磁阻表現之影響	67
圖 4.28 改變退火溫度之 R-H 曲線	70
圖 4.29 (a) MR 與 (b)正交耦合場強度對退火溫度之關係	71
圖 4.30 退火溫度與時間對 NiFeO _x 正交耦合自旋閥之影響	72
圖 4.31 NiFeO _x 自旋閥 (a)室溫, (b)即時升溫 100°C, (b)150°C 量測	73
圖 4.32 NiFeO _x 自旋閥之低溫及時磁阻量測	75
圖 4.33 改變量測溫度對自旋閥之 (a)R _{min} 、(b) ΔR 以及 (c)MR 之影響	75
圖 4.34 沿 90° 方向變溫量測正交耦合自旋閥之磁阻表現	77
圖 4.35 改變 NiFeO _x 自旋閥即時量測溫度	78
圖 4.36 電漿氧化法形成之 FeO _x 自旋閥磁阻表現	81
圖 4.37 電漿氧化法之 FeO _x 自旋閥磁阻值對角度變化	82
圖 4.38 改變 FeO _x -NOL 正交耦合自旋閥之退火溫度	84
圖 4.39 退火溫度對 FeO _x 正交耦合自旋閥之影響	85
圖 4.40 電漿氧化法形成之 CoFeO _x 自旋閥磁阻表現	87
圖 4.41 改變 NOL 成分為 CoFe ₇ /Fe ₃ 之 R-H 曲線量測	88
圖 4.42 改變 NOL 成分為 CoFe ₅ /Fe ₅ 之 R-H 曲線量測	89
圖 4.43 改變 NOL 成分為 CoFe ₃ /Fe ₇	89
圖 4.44 改變 NOL 成分對自旋閥磁性質之影響	90