

目 錄

第一章 序論.....	1
第二章 文獻回顧.....	2
2-1 稀磁半導體簡介.....	2
2-1-1 何謂稀磁半體?.....	2
2-1-2 發展 DMS 的必要性.....	3
2-1-3 DMS 的分類.....	5
2-1-4 平均場理論與從無到有理論.....	6
2-1-5 II-VI 族氧化鋅 DMS 的優勢.....	8
2-1-6 DMS 目前遭遇的挑戰.....	10
2-1-7 DMS 的磁性來源.....	12
2-1-8 氧化鋅的性質.....	14
2-2 DMS 的應用.....	16
2-3 氧化鋅 DMS 文獻回顧.....	22
第三章 實驗及分析設備.....	26
3-1 雙離子槍濺鍍系統.....	26
3-2 樣品振盪磁測計.....	28
3-3 X 光繞射儀.....	29

3-4 原子力探針顯微鏡.....	31
3-5 超導量子干涉儀.....	33
第四章 結果與討論.....	35
4-1 氧化鋅 DMS 樣品製備.....	35
4-1-1 優選方向氧化鋅薄膜性質.....	35
4-1-2 優選方向氧化鋅 DMS.....	40
4-1-3 鈷原子團的排除.....	46
4-2 磊晶氧化鋅薄膜.....	48
4-2-1 室溫製程磊晶氧化鋅薄膜.....	48
4-2-2 磊晶結構氧化鋅 DMS.....	52
4-2-3 鈷原子團的排除.....	54
4-2-4 鐵磁性來源.....	58
4-3 DMS 鐵磁層與反鐵磁層的交互耦合.....	60
4-3-1 sputter 鍍製銦錳.....	60
4-3-2 IBD 鍍製銦錳.....	67
第五章 結論.....	72
第六章 參考文獻.....	73

圖目錄

圖 2-1 A:鐵磁性材料 B:DMS C:半導體材料.....	3
圖 2-2 各種 P 型半導體在 5%Mn 摻雜以及電洞濃度為 3.5×10^{20} 情況下,平均場預測的 T_C 值.....	7
圖 2-3 利用從無到有理論,在 N 型氧化鋅中各種過渡金屬元素原子間交互作用的情況以及每種元素所能貢獻的磁化量.....	8
圖 2-4 $\log R$ vs $T^{-0.5}$ 及 TEM 分析.....	12
圖 2-5 載子傳遞自旋訊號示意圖.....	13
圖 2-6 RKKY 效應.....	13
圖 2-7 wurtzite 氧化鋅結構.....	14
圖 2-8 不同氧氣比例的氧化鋅 PL 光譜.....	15
圖 2-9 引入稀磁半導體的量子井結構.....	16
圖 2-10 溫度對光極化率的影響.....	17
圖 2-11 DMS 場效電晶體示意圖.....	17
圖 2-12 電場對磁矩排列的影響.....	18
圖 2-13 電場對磁滯曲線的影響.....	18
圖 2-14 控制磁區壁的 DMS 結構.....	19
圖 2-15 磁光顯微鏡顯示磁區壁的翻轉.....	19
圖 2-16 GaMnAs/MnO 不同磁場中冷卻在 10K 的磁滯曲線.....	21

圖 2-17 三種成份的 M-T 曲線.....	22
圖 2-18 摻雜 5%過渡金屬的氧化鋅，室溫下水平及垂直方向 M 值的 比較.....	23
圖 2-19 不同方向量測 $\text{Zn}_{0.93}\text{Co}_{0.07}\text{O}$ 磁滯曲線，插圖顯示水平方向有 異向性.....	23
Table 2-1 氧化鋅文獻整理.....	24
圖 3-1 雙離子槍濺鍍系統示意圖.....	26
圖 3-2 反應式濺鍍製備氧化鋅薄膜示意圖.....	27
圖 3-3 樣品震盪磁測試儀設備圖.....	28
圖 3-4 $\theta/2\theta$ scan 裝置示意圖.....	30
圖 3-5 原子力顯微鏡掃瞄示意圖.....	32
圖 3-6 直流超導量子干涉儀示意圖.....	33
圖 3-7 高頻超導量子干涉儀示意圖.....	34
圖 4-1 (a) SiO_2/ZnO (b)glass/ ZnO 的 XRD 分析.....	36
圖 4-2 (a) SiO_2/ZnO (b)glass/ ZnO 不同通氧量的 I-V 電阻量測.....	36
圖 4-3 利用霍爾效應測量不同通氧量以及摻雜鈷的載子濃度變化..	37
圖 4-4 未摻雜以及 Co=7%氧化鋅的穿透光譜分析.....	39

圖 4-5 300K 下量測(a)SiO ₂ /ZnCo _{0.07} O (b) SiO ₂ /ZnCo _{0.1} O	
(c)glass/ZnCo _{0.07} O 的磁滯曲線.....	42
圖 4-6 在 5K 下量測 SiO ₂ /ZnCo _{0.07} O 的 R-H 曲線 (a)磁場//膜面方向	
(b)磁場⊥膜面方向.....	45
圖 4-7 在 5K 下量測 glass/ZnCo _{0.07} O 的 R-H 曲線 (a)磁場//膜面方向	
(b)磁場⊥膜面方向.....	45
圖 4-8 不同通氧氣量 glass/ZnCo _{0.07} O 的 logR-T ^{-0.5} 曲線.....	47
圖 4-9 Si/Cu/ZnO XRD 分析.....	49
圖 4-10 Φ -scan 分析 Si/Cu/ZnO 薄膜的膜層間磊晶堆疊關係.....	50
圖 4-11 銅與氧化鋅界面在水平膜面方向的兩種氧化鋅晶粒示意圖.....	50
圖 4-12 不同通氧氣量 Si/Cu/ZnO 的 XRD 分析.....	51
圖 4-13 Si/Cu/ZnO 不同通氧氣量對繞射峰值以及半高寬的影響.....	51
圖 4-14 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O XRD 分析.....	52
圖 4-15 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O 300K 磁滯曲線.....	53
圖 4-16 Si/Cu/ZnCo _{0.1} O 300K 磁滯曲.....	53
圖 4-17 利用 XPS 分析 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O 的鈷原子價數.....	54
圖 4-18 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O 利用 MFM 分析(a)表面影像 (b)磁力影像....	55
圖 4-19 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O 結構中,銅與氧化鋅界面之間的原子影像....	56
圖 4-20 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O 結構的橫截面 TEM 分析.....	57

圖 4-21 極化子示意圖	59
圖 4-22 能階密度示意圖	59
圖 4-23 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/IrMn/Ta 的結構示意圖	61
圖 4-24 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/IrMn/Ta 的 XRD 分析	61
圖 4-25 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/IrMn/Ta 場退火後的 XRD 分析	63
圖 4-26 圖 4-26 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O 在 5K 量測的磁滯曲線(a)ZFC (b)FC=+3000Oe	65
圖 4-27 (a)場退火 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/IrMn/Ta 在 5K 量測三種場冷條件 的磁滯曲線 (b)放大圖	65
圖 4-28 (a)未退火 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/IrMn/Ta 在 5K 量測三種場冷條件 的磁滯曲線 (b)放大圖	66
圖 4-29 在 IBD 系統完成的 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/IrMn/Cu 的 XRD 分析 ...	67
圖 4-30 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/Cu1.5Å/IrMn/Cu 的 XRD 分析	68
圖 4-31 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/Cu1.5Å/IrMn/Cu 場退火後的 XRD 分析	69
圖 4-32 (a)場退火 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/Cu1.5Å/IrMn/Cu 在 5K 量測三種場 冷條件的磁滯曲線 (b)放大圖	70
圖 4-33 (a)未退火 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/Cu1.5Å/IrMn/Cu 在 5K 量測三種場 冷條件的磁滯曲線 (b)放大圖	70
圖 4-34 (a)未退火 Si/Cu/ZnCo _{0.07} O/Cu1.5Å/IrMn/Cu 在 5K 量測正負 3T 場冷及 ZFC 的磁滯曲線 (b)放大圖	71