

鑰鎳錳氧/鈹錳錳氧超晶格之磁傳輸與鐵磁性質之研究

徐中平、王立民

E-mail: 9608192@mail.dyu.edu.tw

摘要

我們成長出鈣鈦礦氧化物之超晶格，其中包含著鐵磁性質的 $\text{La}_{0.7}\text{Ba}_{0.3}\text{MnO}_3$ (LBMO)以及反鐵磁性的 $\text{Nd}_{0.2}\text{Sr}_{0.8}\text{MnO}_3$ (NSMO)，樣品在X光 θ -2 θ 繞射圖下顯示出薄膜成功沿著[110] 方向垂直成長，在[220]峰值附近產生明顯的衛星峰圖形，這顯示出一個超晶格結構。實驗中藉由一系列固定NSMO薄膜厚度並變換LBMO薄膜厚度之超晶格樣品，量測其磁性傳輸性質與特性。我們發現最大電阻溫度 T_P 伴隨著LBMO薄膜厚度減少而降低，並對應居禮溫度的降低。磁阻方面則顯示負值並，在 T_P 附近有最大值。在磁滯曲線量測方面，藉由減少LBMO厚度可以看到磁化容易軸漸漸轉向垂直薄膜方向，所有結果我們在文中討論。

關鍵詞：鈣鈦礦、超晶格

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iii
. iv 英文摘要	iv	v 誌謝	v
. vi 目錄	vi	vii 圖目錄	vii
. ix 表目錄	ix	xii	xii
第一章 序論 1.1前言	1	1.2研究目的	6
. 2 第二章 理論基礎 2.1磁性之起源	11	2.2磁阻	12
. 11 2.3龐巨磁阻材料	12	2.3.1雙交換理論	15
. 15 2.3.2 Jahn-Teller distortion	16	第三章 實驗方法 3.1實驗流程	17
. 17 3.1.1薄膜成長	17	3.1.2樣品製作	18
3.1.3電性量測	19	3.1.4磁化強度之量測	20
. 21 3.2.1真空鍍膜系統與離子蝕刻系統	21	3.2.2黃光微影製程	24
. 24 3.2.3薄膜分析	28	3.2.4薄膜測厚儀	29
. 29 第四章 結果與討論 4.1 XRD量測與分析	32	4.2磁化強度與磁化率	36
. 36 4.2.1對溫度的變化	36	4.2.2對外加磁場的變化	38
. 38 4.3電阻率、磁電阻	42	4.3.1電阻率對溫度的變化	42
4.3.2磁阻對溫度的變化	46	第五章 結論	48
48 參考文獻	49	圖目錄 圖1-1兩組奈米超晶格樣品磁化強度與溫度關係圖，插圖為其磁化率倒數對溫度關係圖	3
. 3 圖1-2兩組超晶格樣品電阻率對溫度關係圖，插圖為其磁阻變化對溫度關係圖	4	圖1-3 磁阻對外加磁場關係圖，插圖為樣品(76/56)12的異向磁阻與磁化強度對外加磁場關係圖	5
. 5 圖2-1 (a)順磁性的磁矩結構 (b)磁化率倒數對溫度曲線關係圖	7	圖2-2 (a)反磁性的磁矩結構 (b)磁化率倒數對溫度曲線關係圖	8
. 8 圖2-3 (a)鐵磁性的磁矩結構 (b)磁化率倒數對溫度曲線關係圖	8	圖2-4 鐵磁性材料之特性-磁滯曲線	9
. 9 圖2-5 (a)反鐵磁性的磁矩結構 (b)磁化率倒數對溫度曲線關係圖	10	圖2-6 (a)陶鐵磁性的磁矩結構 (b)磁化率倒數對溫度曲線關係圖	11
. 11 圖2-7 $\text{La}_{1-x}\text{AxMnO}_3(0.15 \leq x \leq 0.6)$ 化合物系列的物理特性	14	圖2-8 雙交換與錳離子夾角示意圖	16
. 17 圖3-2樣品型貌及晶格示意圖	18	圖3-1 實驗流程圖	18
. 20 圖3-4 本實驗磊晶與蝕刻製程系統之實體照片圖	21	圖3-3 電性量測架構圖	22
. 22 圖3-6 NSMO與LBMO薄膜的濺鍍腔體	23	圖3-5本實驗磊晶與蝕刻製程系統之示意圖	24
. 24 圖3-8 黃光製程的步驟	25	圖3-7 離子束蝕刻系統內部架構圖	27
. 27 圖3-10 (a) 為本實驗所用之XRD系統。圖 (b) 為內部裝置圖	28	圖3-9 本實驗所使用之曝光機台	29
. 29 圖3-12 θ -Step量測的示意圖	30	圖3-11 布拉格晶格繞射示意圖	30
. 30 圖3-13 實驗使用的膜後測厚系統	30		

31 圖4-1 超晶格樣品的XRD繞射峰示意圖	32 圖4-2 繞射角 2θ 從 20° 到 80° 之X-ray繞射圖
34 圖4-3 繞射角 2θ 在(220) 之X-ray繞射圖	35 圖4-4 磁化強度隨溫度的變化圖
37 圖4-5 磁化率對溫度的變化圖	38 圖4-6 LBMO在 $T=5$ K 時的磁滯曲線
39 圖4-7 樣品(104/91)6在 $T=5$ K時的磁滯曲線	40 圖4-8 樣品(52/91)6在 $T=5$ K時的磁滯曲線
40 圖4-9 樣品(39/91)16在 $T=5$ K時的磁滯曲線	41 圖4-10 LBMO與NSMO單層薄膜電阻率對溫度的變化圖
43 圖4-11電阻率對溫度變化圖	44 圖4-12 (104/91)6 電阻率隨溫度變化圖
45 圖4-13 (52/91)6 電阻率隨溫度變化圖	45 圖4-14 (39/91)6 電阻率隨溫度變化圖
46 圖4-15 -MR對溫度的變化圖	47 表目錄 表3.1 樣品列表
19 表4.1 d(220)變化表	33 表4.2 厚度估算結果表
34 表4.3 磁化強度對磁場變化之斜率計算	39

參考文獻

1. Yu Lu, X. W. Li, G. Q. Gong, Gang Xiao, A. Gupta, P. Lecoeur, J. Z. Sun, Y. Y. Wang, and V. P. Dravid, Phys. Rev. B 54, R8357 (1996); J. S. Noh, T. K. Nath, C. B. Eom, J. Z. Sun, W. Tian, and X. Q. Pan, Appl. Phys. Lett. 79, 233 (2001).
2. Alvydas Lisauskas, S. I. Khartsev, and Alex Grishin, Appl. Phys. Lett. 77, 756 (2000); Fan Yang, Laurence Mechin, Jean-Marc Routoure, Bruno Guillet, and Radoslav A. Chakalov, J. Appl. Phys. 99, 024903 (2006).
3. S. Iwasaki and Y. Nakamura, IEEE Trans. Magn. 13, 1271 (1977); S. Iwasaki, J. Magn. Mater. 287, 9 (2005).
4. L. M. Wang, Jing-Kae Lin, and Jong-Pyng Shyu, Phys. Rev. B 74, 184412 (2006).
5. Soshin Chikazumi, Physics of Ferromagnetism (Wiley, New York, 1964) p.3
6. B. D. Cullity, Introduction to Magnetic Materials (Addison-Wesley, Massachusetts, 1972) p.85
7. David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics (Academic Press, New York, 1989) p.245
8. Robert C. O'Handley, Modern Magnetic Materials Principles and Applications (John Wiley & Sons, New York, 2000)
9. C. Zener, Phys. Rev. 82 403 (1951)
10. Robert C. O'Handley, Modern Magnetic Materials Principles and Applications (John Wiley & Sons, New York, 2000)
11. H. Y. Hwang, S-W. Cheong, P. G. Radaelli, M. Marezio, and B. Batlogg, Phys. Rev. Lett. 75, 914 (1995)
12. 許樹恩, 吳泰伯, X 光繞射原理與材料結構分析, 中國材料科學學會, 1993, 頁121
13. B. D. Cullity, Elements of X-ray Diffraction (Addison-Wesley, Massachusetts, 1977) p.81
14. Joonghoe Dho and N. H. Hur, I. S. Kim and Y. K. Park, Appl. Phys., (2003)
15. Yafeng Lu, J. Klein, C. Hoener, B. Wiedenhorst, J. B. Philipp, F. Herbstritt, A. Marx, L. Alff, and R. Gross, Rev. Lett. 62, 15806 (2000)