

# Magneto-transport and Magnetic Properties of La<sub>0.7</sub>Ba<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub>/Nd<sub>0.2</sub>Sr<sub>0.8</sub>MnO<sub>3</sub> Superlattices

徐中平、王立民

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

## ABSTRACT

We have fabricated the perovskite superlattices consisting of ferromagnetic La<sub>0.7</sub>Ba<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub>(LBMO) and antiferromagnetic Nd<sub>0.2</sub>Sr<sub>0.8</sub>MnO<sub>3</sub>(NSMO) oxides. The x-ray - 2 diffraction scans show a good out-of-plane[110] orientated growth and satellite peaks around (220) peak, indicating a well-defined superlattices structure. We have investigated the magneto-transport and magnetic properties of a series of samples, in which the layer thickness of NSMO is fixed and that of LBMO is varied. It is found that the maximum-resistance temperature TP decreases with a decrease of LBMO layer thickness, corresponding to a decrease of the Curie temperature. The magnetoresistances show a negative value and a local maximum around TP, which is increase with a decrease of the LBMO layer thickness. In the magnetic hysteresis-loop measurements, it can be seen that the easy axis is consecutively switched to the out-of-plane[110] direction with decreasing LBMO layer thickness.

Keywords : perovskite、superlattices

## Table of Contents

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 . . . . .	1
. . . . . 2 第二章 理論基礎 2.1磁性之起源 . . . . .	2	6 2.2磁阻 . . . . .	6
. . . . . 11 2.3龐巨磁阻材料 . . . . .	11	12 2.3.1雙交換理論 . . . . .	12
. . . . . 15 2.3.2 Jahn-Teller distortion . . . . .	15	16 第三章 實驗方法 3.1實驗流程 . . . . .	16
. . . . . 17 3.1.1薄膜成長 . . . . .	17	17 3.1.2樣品製作 . . . . .	17
性量測 . . . . . 19 3.1.4磁化強度之量測 . . . . .	19	20 3.2實驗儀器介紹 . . . . .	20
. . . . . 21 3.2.1真空鍍膜系統與離子蝕刻系統 . . . . .	21	21 3.2.2黃光微影製程 . . . . .	21
. . . . . 24 3.2.3薄膜分析 . . . . .	24	28 3.2.4薄膜測厚儀 . . . . .	28
. . . . . 29 第四章 結果與討論 4.1 XRD量測與分析 . . . . .	29	32 4.2磁化強度與磁化率 . . . . .	32
. . . . . 36 4.2.1對溫度的變化 . . . . .	36	36 4.2.2對外加磁場的變化 . . . . .	36
. . . . . 38 4.3電阻率、磁電阻 . . . . .	38	42 4.3.1電阻率對溫度的變化 . . . . .	42
磁阻對溫度的變化 . . . . . 46 第五章 結論 . . . . .	46	48 參考文獻 . . . . .	48
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，	49	3 圖1-2兩組超晶個樣品電阻率對溫度關係圖，插圖	3
插圖為其磁化率倒數對溫度關係圖 . . . . .	3	4 圖1-3 磁阻對外加磁場關係圖，插圖為樣	4
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	5
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	7	8 圖2-3 (a)鐵磁性的磁矩結構 (b)磁化率倒數對溫	8
對溫度曲線關係圖 . . . . . 8 圖2-4 鐵磁性材料之特性-磁滯曲線 . . . . .	8	8 圖2-5 (a)反鐵磁性的磁矩結構 (b)磁化率倒數對溫度	8
曲線關係圖 . . . . . 9 圖2-6 (a)陶鐵磁性的磁矩結構 (b)磁化率倒數對溫度	9	10 圖2-7 La <sub>1-x</sub> A <sub>x</sub> MnO <sub>3</sub> (0.15? x ? 0.6)化合物系列的物理特性 . . . . .	10
. . . . . 11 圖2-8 雙交換與錳離子夾角示意圖 . . . . .	11	16 圖3-1 實驗流程圖 . . . . .	16
. . . . . 14 圖3-2樣品型貌及晶格示意圖 . . . . .	14	17 圖3-3 電性量測架構圖 . . . . .	17
. . . . . 20 圖3-4 本實驗磊晶與蝕刻製程系統之實體照片圖 . . . . .	20	21 圖3-5本實驗磊晶與蝕刻製	21
程系統之示意圖 . . . . . 22 圖3-6 NSMO與LBMO薄膜的濺鍍腔體 . . . . .	22	23 圖3-7 離子束蝕刻	23
系統內部架構圖 . . . . . 24 圖3-8 黃光製程的步驟 . . . . .	24	25 圖3-9	25

本實驗所使用之曝光機台 . . . . .	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3-11 布拉格晶格繞射示意圖 . . . . .	29	圖3-12 $\theta$ -Step量測的示意圖 . . . . .	30
圖3-13 實驗使用的膜後測厚系統 . . . . .	31	圖4-1 超晶格樣品的XRD繞射峰示意圖 . . . . .	32
圖4-2 繞射角 $2\theta$ 從 $20^\circ$ 到 $80^\circ$ 之X-ray繞射圖 . . . . .	34	圖4-3 繞射角 $2\theta$ 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

## REFERENCES

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)