

鈹錳氧薄膜之成長與傳輸特性之研究

林靖凱、王立民

E-mail: 9708114@mail.dyu.edu.tw

摘要

我們以射頻磁控濺鍍的方式(RF magnetron sputtering)成長Nd_{0.47}Sr_{0.53}MnO₃薄膜，進而研究樣品在不同基座、不同成長溫度及不同成長壓力下，其物理特性的改變。我們使用X-ray繞射分析薄膜結晶結構及晶格應力。我們發現當成長溫度愈高時，其應力會有增加的趨勢。而熱激活能E則隨成長壓力之增加而減小，且當通氧氣退火後使得應力和電阻率變小。另外，在鈹酸錳SrTiO₃(001)基座成長不同比例成份之鈹錳氧Nd_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃薄膜，探討不同外加磁場下之磁阻特性、金屬-絕緣體相變溫度TP與溫度電阻係數(Temperature coefficient of resistance, TCR)特性分析及熱激活能E變化與TCR之關係。在H=7 T時，有最大之負磁阻約為2669%，在H=0 T時，有最大之TCR值為10.6 %K⁻¹。熱激活能E則隨磁場之增加而減小。

關鍵詞：射頻磁控濺鍍；金屬-絕緣體相變溫度；電阻的溫度係數；磁阻；熱激活能

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii
中文摘要	iii
iv 英文摘要	v
vi 目錄	vii
viii 圖目錄	viii
x 表目錄	xiii
第一章 緒論	1
1.1 前言	1.1.1
1.2 龐磁阻(Colossal Magnetoresistance, CMR)材料簡介	1.2.1
1.3 薄膜應力效應介紹	1.3.1
1.4 具高TCR之含錳氧化物材料研究發展現況	1.4.1
1.5 CMR薄膜通氧退火之介紹	1.5.1
1.6 研究目的	1.6.1
第二章 理論基礎	17
2.1 磁性之起源	18
2.2 磁阻	22
2.3 雙交換理論	25
2.4 Jahn-Teller distortion	26
2.5 CMR材料之電阻傳輸機制	27
2.5.1 極化子之傳輸機制	27
2.5.2 載子崩潰模型	27
2.6 應力效應	30
第三章 實驗方法與儀器設備	32
3.1 實驗流程	32
3.2 樣品製作:靶材製作	33
3.2.1 固態燒結法	33
3.2.2 靶材製作流程敘述	33
3.2.3 薄膜成長	37
3.3 實驗儀器介紹	39
3.3.1 真空鍍膜系統與離子蝕刻系統	39
3.3.2 X-ray繞射分析儀	41
3.3.3 成分分析儀(EDS)	43
3.3.4 電性量測	44
3.3.5 磁化強度之量測	45
3.3.6 高溫爐管	45
3.3.7 薄膜測厚儀	46
3.3.8 電阻率-溫度之微分與TCR之計算	48
第四章 結果與討論	49
4.1 Nd _{0.47} Sr _{0.53} MnO ₃ (NSMO47)薄膜之成長與特性分析	49
4.1.1 不同成長溫度NSMO47薄膜之結構、應力、電性分析	49
4.1.2 不同成長壓力NSMO47薄膜之結構、應力、電性分析	57
4.1.3 NSMO47薄膜成長於不同基座之特性分析	64
4.1.4 通氧退火效應	74
4.2 Nd _{0.7} Sr _{0.3} MnO ₃ (NSMO07)薄膜之長特性分析	79
4.2.1 外加磁場下之磁阻特性分析	79
4.2.2 外加磁場下之TCR特性分析	82
4.2.3 外加磁場下之熱激活能變化與TCR之關係	86
第五章 結論	90
參考文獻	91

參考文獻

- [1]H. J. Lee, J. H. Jung, J. S. Lee, and T. W. Noh, Phys. Rev. B 60, 5251 (1999).
- [2]S. Valencia, Li Balcells, J. Fontcuberta, and B. Martinez, Appl. Phys. Lett. 82, 4531 (2003).
- [3]F. Rivadulla, L. E. Hueso, D. R. Miguens, J. Appl. Phys. 91, 7412 (2006).
- [4]Michael Ziese and Chatchai, Phys. Rev. B 58, 11519 (1998).

- [5] 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).
- [6] 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).
- [7] C. Zener, *Phys. Rev.* 82 403 (1951).
- [8] H. Y. Hwang, S. W. Cheong, P. G. Radaelli, M. Marezio, and B. Batlogg, *Phys. Rev. Lett.* 75, 914 (1995).
- [9] S. Y. Wu, W. -H. Li, K. C. Lee, T. H. Meen, and H. D. Yang, *Appl. Phys. Lett.* 79, p6571-6573 (1996).
- [10] W. -H. Li, Y. F. Lin, S. Y. Wu, K. C. Lee, J. W. Lynn, and H. C. Ku, *J. Appl. Phys.* 79, p6568-6570 (1996).
- [11] W. -H. Li, W. Y. Chuang, S. Y. Wu, and K. C. Lee, *Japan Joint Seminar on Crystallography* p65-76 (1996).
- [12] W. -H. Li, S. Y. Wu, K. C. Lee, J. W. Lynn, R. S. Liu, J. B. Wu, and C. Y. Huang, *J. Appl. Phys.* 85, p5588-5590 (1999).
- [13] K. Ebata, M. Takizawa, K. Maekawa, A. Fujimori, H. Kuwahara, Y. Tomioka, and Y. Tokura, *Phys. Rev. B* 77, 094422 (2008).
- [14] Y. M. Xiong, G. Y. Wang, X. G. Luo and C. H. Wang, *J. Appl. Phys.* 97, 083909 (2005).
- [15] A. Barman and G. Koren, *Appl. Phys. Lett.* 77, 1674 (2000).
- [16] X. J. Chen, H. -U. Habermeier, H. Zhang, G. Gu, M. Varela, and C. C. Almasan, *Phys. Rev. B* 72, 104403 (2005).
- [17] M. Bibes, S. Valencia, Li. Balcells and B. Martinez, *Phys. Rev. B* 66, 134416 (2002).
- [18] K. Chahara, T. Ohno, M. Kasai, and Y. Kozono, *Appl. Phys. Lett.* 63, 1990 (1993).
- [19] R. von Helmlot, J. Wecker, B. Holzapfel, L. Schultz, and K. Samwer, *Phys. Rev. Lett.* 71, 2331 (1993).
- [20] S. Jin, T. H. Tiefel, M. McCormack, R. A. Fastnacht, R. Ramesh, and L. H. Chen, *Science* 264, 413 (1994).
- [21] R. Shreekala, M. Rajeswari, S. P. Pai, S. E. Lofland, V. Smolyaninova, K. Ghosh, S. B. Ogale, S. M. Bhagat, M. J. Downes, R. L. Greene, R. Ramesh, and T. Venkatesan, *Appl. Phys. Lett.* 74, 2857 (1999).
- [22] Chen, A. Goyal, M. Rajeswari, C. Kwon, R. Ramesh, T. Venkatesan, R. Shreekala, S. E. Lofland, S. M. Bhagat, *Appl. Phys. Lett.* 71, 2535 (1997).
- [23] A. Barman and G. Koren, *Appl. Phys. Lett.* 77, 1674 (2000).
- [24] Alvydas Lisauskas, S. I. Khartsev, and Alex Grishin, *Appl. Phys. Lett.* 77, 756 (2000).
- [25] Fan. Yang, Laurence. Mechin, Jean-Marc. Routoure and Bruno. Guillee, *J. Appl. Phys.* 91, 7412 (2002).
- [26] Tong Li, Bo Wang, Hongyun Dai, Yongsheng Du, and Hui Yan, *J. Appl. Phys.* 98, 123505 (2002).
- [27] W. Prellier, M. Rajeswari, T. Venkatesan, and R. L. Greene, *Appl. Phys. Lett.* 75, 1446 (1999).
- [28] A. Goyal, M. Rajeswari, R. Shreekala, S. E. Lofland, S. M. Bhagat, T. Boettcher, C. Kwon, R. Ramesh, and T. Venkatesan, *Appl. Phys. Lett.* 71, 27 (1997).
- [29] Soshin Chikazumi, *Physics of Ferromagnetism* (Wiley, New York, 1964) p.3.
- [30] B. D. Cullity, *Introduction to Magnetic Materials* (Addison-Wesley, Massachusetts, 1972) p.85.
- [31] Robert C. O'Handley, *Modern Magnetic Materials Principles and Applications* (John Wiley and Sons, New York, 2000).
- [32] M. Julliere, *Phys. Lett.* 54A, 225 (1975).
- [33] A. S. and A. M. Bratkovsky, *Phys. Rev. Lett.* 82, 141 (1999).
- [34] Guo-meng Zhao, V. Smolyaninova, W. Prellier, and H. Keller, *Phys. Rev. Lett.* 84 6086 (2000).
- [35] L. M. Wang, H. C. Yang, and H. E. Horng, "Electrical transport and carrier density collapse in doped manganite thin films", *Physical Review B* 64, 224423 (2001).
- [36] G. J. Snyder, R. Hiskes, S. DiCarolis, M. R. Beasley, and T. H. Ge, *Phys. Rev. B* 53, 14 434 (1996).
- [37] T. Akimoto, Y. Moritomo, and A. Nakamura, *Phys. Rev. Lett.* 85, 3914 (2000).