

La_{0.75}Ca_{0.25}MnO₃薄膜成長於Si(100)基座之特性研究

陳禹誠、王立民

E-mail: 9708116@mail.dyu.edu.tw

摘要

本實驗使用射頻磁控濺鍍法(RF magnetron sputtering)在Si(100)基座上成長出鑷鈣錳氧La_{0.75}Ca_{0.25}MnO₃(LCMO)不同膜厚之薄膜，再以低溫量測系統與X-ray繞射儀，量測其電阻值與結構，並探討應力效應與通氧退火對其電阻的溫度係數(Temperature coefficient of resistance, TCR)、金屬-絕緣體相變溫度(metal-insulator transition temperature, TP)及磁阻(magnetoresistance, MR)的影響，我們發現當膜厚越厚時，其TP、TCR_{max}與MR有越大的趨勢，當厚度為1200 Å，其TP、TCR_{max}與MR值分別為181 K、1.93 %K⁻¹、38 %。而通氧退火後其TP有些微提升，而TCR_{max}與MR有些微的減小。最後在利用載流子密度崩陷(current-carrier-density-collapse)模型解釋了雙極化子結合能(bipolaron binding energy, E_b)與TP、TCR_{max}之間的關係。並推导出 E_b 與TCR_{max}成反比，而 E_b 與TP成正比，此結果與實驗相符合。

關鍵詞：應力效應；射頻磁控濺鍍；電阻的溫度係數

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii
中文摘要	iii
iv 英文摘要	v
v 誌謝	v
vi 目錄	vii
vii 圖目錄	vii
x 表目錄	xiii
第一章 緒論 1.1 超巨磁阻材料	1
1.2 CMR材料成長於不同基座與薄膜厚度之介紹	3
1.2.1 CMR薄膜通氧退火之介紹	6
1.3 研究目的	9
第二章 理論基礎 2.1 磁性物質的發展	11
2.1.1 磁性理論	11
2.1.2 磁阻現象	14
2.1.3 超巨磁阻(CMR)	15
2.2 CMR材料之電阻傳輸機制	17
2.2.1 極化子之傳輸機制	17
2.2.2 載子崩潰模型	17
2.3 La _{1-x} A MnO ₃ (A=Ca, Sr) 之物理特性	20
2.4 應力效應	21
2.4.1 應力種類	21
2.4.2 應力效應(strain effect)	22
2.5 TCR與雜訊對熱輻射偵測器靈敏度之影響	24
第三章 實驗方法與儀器設備 3.1 實驗流程	25
3.2 樣品製作與樣品量測	26
3.2.1 樣品製作：薄膜製程	27
3.3 實驗儀器	30
3.3.1 薄膜濺鍍系統	30
3.3.2 薄膜厚度量測	33
3.3.3 高溫爐管	34
3.3.4 X-ray繞射分析儀	36
3.3.5 磁化強度之量測	38
3.3.6 電阻率量測	38
3.3.7 電阻率-溫度之微分與TCR之計算	41
第四章 結果與討論 4.1 不同厚度之LCMO薄膜特性分析	42
4.1.1 X-ray繞射與應力分析	42
4.1.2 電阻的溫度係數(TCR)分析	46
4.1.3 應力(σ)對Tp值與TCR值影響之討論	49
4.1.4 磁阻分析	50
4.2 退火後效應	51
4.2.1 X-ray繞射與應力分析	51
4.2.2 電阻的溫度係數退火與無退火比較分析	54
4.2.3 通氧退火後其磁性分析	56
4.2.4 通氧退火後其磁阻分析	58
4.3 雙極化子結合能(E_b)、熱激活能(E_a)對TCR與Tp影響之討論	59
4.3.1 雙極化子結合能(E_b)對TCR與Tp之影響	59
4.3.2 熱激活能(E_a)對TCR與Tp之影響	61
第五章 結論	64
參考文獻	65

參考文獻

- [1] S. Jin, T. H. Tiefel, M. McCormack, R. A. Fastnacht, R. Ramesh, and L. H. Chen, Science 264, 413 (1994).
- [2] K. Chahara, T. Ohno, M. Kasai, and Y. Kozono, Appl. Phys. Lett. 63, 1990 (1993) [3] R. von Helmlot, J. Wecker, B. Holzapfel, L. Schultz, and K. Samwer, Phys. Rev. Lett. 71, 2331 (1993).
- [4] 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) [5] Alvydas Lissauskas, S. I. Khartsev, and Alex Grishin, Appl. Phys. Lett. 77, 756 (2000) [6] G. A. Prinz, Phys. Today 48, 58 (1995); Science 282, 1660 (1998).

- [7] Parkin S. S. P. et al., Science 281, 797(1998) [8] M. Ziese, H. C. Semmelhack, and K. H. Han, Journal Of Applied Physics 91, 9930 (2002) [9] Jong Cheol Lee, Dong Gyun You, Sang Yub Je, Myeon Chang Sung, Ho Shik Song, Hyun Soon Park, Sei Kwon Kang, Sam Hyeon Lee, and Kwangho Jeong, Journal Of Applied Physics 91, 221 (2002) [10] 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) [11] Wiley, " Soshin Chikazumi, Physics of Ferromagnetism ", 1964, p. 3.
- [12] Charles Kittel, "Introduction to Solid State Physics 4th ed.", John Wiley & Sons, New York, 2000, Chap. 14-15, (1996) [13] B.D. Cullity, " Introduction to Magnetic Materials ", Addison-Wesley, Massachusetts, 1972, p. 85.
- [14] Robert C. O' Handley, Modern Magnetic Materials Principles and Applications (John Wiley & Sons, New York, 2000) [15] J. Baszynski, T. Tolinski, B. Idzikowski, D.M. Tobbens, A. Hoser J. Baszynski et al. / Journal of Alloys and Compounds 345 (2002) 210 – 213 [16] C. Zener, Phys. Rev. 82 403(1951) [17] A. S. and A. M. Bratkovsky, Phys. Rev. Lett. 82, 141 (1999) [18] Guo-meng Zhao, V. Smolyaninova, W. Prellier, and H. Keller, Phys. Rev. Lett. 84, 6086 (2000) [19] G. J. Snyder, R. Hiskes, S. DiCarolis, M. R. Beasley, and T. H. Ge, Phys. Rev. B 53, 14 434 (1996).
- [20] T. Akimoto, Y. Moritomo, and A. Nakamura, Phys. Rev. Lett. 85, 3914 (2000) [21] S. Jin, M. McCormack, T. H. Tiefel, and R. Ramesh, J. Appl. Phys. 76, 6929 (1994).
- [22] P. Schiffer, A. P. Ramirez, W. Bao, and S.-W. Cheong, Phys. Rev. Lett. 75, 3336 (1995).
- [23] C. Zener, Phys. Rev. 82, 403 (1951).
- [24] F. S. Ravavi, G. Gross, H. U. Habermeier, O. Lebedev, S. Amelinckx, G. Van Tendeloo, and A. Vigliante, Appl. Phys. Lett. 76, 155 (2000)
- [25] S. I. Khartsev, P. Johnsson, and A. M. Grishin, J. Appl. Phys. 87, 2394 (2000) [26] M. Kanai, H. Tanaka, and T. Kawai, Phys. Rev. B. 70, 125109 (2004) [27] L. Mechin, F. Yang, J.-M. Routoure, and D. Robbes, J. Appl. Phys. Lett. 93, 8062 (2003) [28] Alvydas Lisauskas, S. I. Khartsev, and Alex Grishin, Appl. Phys. Lett. 77, 756(2000) [29] C. Marshall, N. Butler, R. Blackwell, R. Murphy, and T. Breen, Proc. SPIE 2746, 23 (1996) [30] J. Baszynski, T. Tolinski, B. Idzikowski, D.M. Tobbens, A. Hoser J. Baszynski et al. / Journal of Alloys and Compounds 345 210 – 213 (2002) [31] Guo-Qiang Gong, Chadwick Canedy, and Gang Xiao, Appl. Phys. Lett 67, 1783 (1995) [32] Wei Zhang, W. Boyd and Martin Elliot, Appl. Phys. Lett 69 3929(1996)