

# 低雜訊高電阻溫度係數鏷鈣錳錒氧塊材之傳輸特性研究

陳信偉、王立民；李得勝

E-mail: 9806482@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究論文在探討以固態燒結法製作 $\text{La}_{0.75}\text{Ca}_{0.25-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ 系列塊材( $x=0, 0.05, 0.08, 0.1, 0.15, 0.2$ )。我們研究Sr在不同摻雜比例之下，其電阻-溫度係數(Temperature Coefficient of Resistance, TCR)，及金屬-絕緣轉換溫度(Metal-insulator Transition Temperature, TP)之性質。我們發現當 $x$ 愈大(Sr摻雜比例愈高)，其TP愈大，且其最大TCR值(TCRMAX)則呈現越小的趨勢。且我們對於 $\text{La}_{0.75}\text{Ca}_{0.15}\text{Sr}_{0.1}\text{MnO}_3$ 之樣品來討論，研究在不同通氧退火條件下(900~1050 )對其O/Mn原子的比例、TCRMAX及金屬-絕緣轉換溫度(TP)之影響。我們發現在通氧退火1000 下有其最大TCR值，TCRMAX由未退火前的6.45%/K提升至9.81%/K，TP也由未退火前的299 K提高為316 K，其O/Mn原子的比例約為4.1左右。

其次，我們利用載子密度崩陷(current-carriers-density-collapse)模型，推導出TCRMAX與雙極化子結合能(bipolaron binding energy,  $\epsilon$ )的關係，可以預期，當  $\epsilon$  越低時，其TCRMAX值則會越高。

最後，利用本實驗室自製之低雜訊放大器，來量測樣品的熱雜訊，我們發現其雜訊值低於 $1.2 \times 10^{-9}$  V Hz<sup>-0.5</sup>以下。

關鍵詞：紅外線偵測器、電阻溫度係數、金屬-絕緣轉換溫度、載子崩潰模型、雙極化子、熱雜訊

## 目錄

封面內頁	
簽名頁	
授權書	iii
中文摘要	iv
英文摘要	v
誌謝	vi
目錄	vii
圖目錄	x
表目錄	xv

## 第一章 序論

1.1紅外線偵測器原理及其應用	1
1.2具高TCR之含錳氧化物材料研究發展現況	3
1.3超巨磁阻材料簡介	4
1.3.1 CMR材料 - 改變摻雜比例之介紹	6
1.3.2 CMR材料 - 通氧退火之介紹	10
1.4研究目的及方法	14

## 第二章 理論基礎

2.1 物質的磁性	15
2.1.1磁性原理簡介	15
2.1.2磁阻介紹	18
2.1.3超巨磁阻材料—鈣鈦礦錳氧化物之結構	19
2.1.4雙交換理論	20
2.1.5 Jahn-Teller distortion	22
2.1.6 $\text{La}_{1-x}\text{A MnO}_3$ (A = Ca、Sr、Ba) 之物理特性	22
2.1.7 $\text{LaMnO}_3$ 之電傳導特性	23
2.2 CMR材料之電阻傳輸機制	24
2.2.1極化子之傳輸機制	24
2.2.2載子崩潰模型	25
2.3雜訊理論	28
2.4 TCR與雜訊對熱輻射偵測器靈敏度之影響	31

### 第三章 實驗方法與儀器設備

3.1 樣品的製備 . . . . .	32
3.1.1 固態燒結法 . . . . .	32
3.1.2 實驗流程敘述 . . . . .	32
3.2 實驗儀器 . . . . .	37
3.2.1 高溫電性實驗爐 . . . . .	37
3.2.2 高溫爐管 . . . . .	38
3.2.3 研磨拋光機 . . . . .	40
3.2.4 X-ray繞射分析儀 . . . . .	41
3.2.5 掃描式電子顯微鏡(SEM) . . . . .	43
3.2.6 成分分析儀(EDS) . . . . .	44
3.2.7 電阻率量測 . . . . .	45
3.2.8 磁化強度之量測 . . . . .	48

### 第四章 結果與討論

4.1 樣品結構與成分分析 . . . . .	49
4.1.1 X-ray繞射分析 . . . . .	49
4.1.2 掃描式電子顯微鏡分析(SEM) . . . . .	52
4.1.3 能量散佈X-ray光譜分析(EDS) . . . . .	53
4.2 不同Sr摻雜比例(x)之電阻溫度係數(TCR)分析 . . . . .	55
4.3 不同外加磁場下之電阻溫度係數(TCR)分析 . . . . .	59
4.4 磁化強度與居禮溫度之關係 . . . . .	64
4.5 通氧退火之效應 . . . . .	70
4.5.1 不同通氧退火溫度之掃描式電子顯微鏡(SEM) 分析 . . . . .	71
4.5.2 不同退火溫度之成分分析 . . . . .	72
4.5.3 不同退火溫度之X-ray繞射分析 . . . . .	73
4.5.4 不同退火溫度之電阻溫度係數(TCR)分析 . . . . .	75
4.5.5 合不同通氧退火溫度下, TCRMAX與TP (TCRMAX)之關係 . . . . .	79
4.6 雙極化子結合能( $\epsilon$ )對TCR值影響之討論 . . . . .	80
4.7 雜訊之量測 . . . . .	88
第五章 結論 . . . . .	91
參考文獻 . . . . .	93

### 參考文獻

[1] 鐘富昭, 8501/8502 系列應用設計. 全華科技[2] 盧正興、陳昭綾, 單晶片微電腦應用. 高立圖書[3] 李鴻鵬, 8051/8051 原理與應用. 全華科技[4] 盧明智、盧鵬任, 感測器應用與線路分析. 全華科技[5] G. Urban, A. Tachimoviz, F. Kohl, H. Kuttner, F. Olcaytug, and H. Kamper, Sensors and Actuators, A21, p.650 (1992)[6] A. Lisauskas, S. I. Khartsev, and A. Grishin, Appl. Phys. Lett. 77, 3302 (2000)[7] C. M. Travers, A. Jahanzeb, D. P. Butler, and Z. ?elik-Butler, J. Microelectromech. Syst. 6, 271 (1997)[8] A. P. Gruzdeva, V. Y. Zerov, O. P. Konovalova, Y. V. Kulikov, V. G. Malyarov, I. A. Khrebtov, and I. I. [9] C. Marshall, N. Butler, R. Blackwell, R. Murphy, and T. Breen, Proc. SPIE 2746, 23 (1996). [10] K. Chahara, T. Ohno, M. Kasai, and Y. Kozono, Appl. Phys. Lett. 63, 1990 (1993)[11] R. von Helmlot, J. Weckerg, B. Holzapfel, L. Schultz, and K. Samwer, Phys. Rev. Lett. 71, 2331 (1993). [12] S. Jin, T. H. Tiefel, M. McCormack, R. A. Fastnacht, R. Ramesh, and L. H. Chen, Science 264, 413 (1994). [13] 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). [14] A. Goyal, M. Rajeswari, C. Kwon, R. Ramesh, T. Venlatesan, R. Shreekala, S. E. Lofland, S. M. Bhagat, Appl. Phys. Lett. 71, 2535 (1997). [15] A. Barman and G. Koren, Appl. Phys. Lett. 77, 1674 (2000). [16] A. Lisauskas, S. I. Khartsev, and A. Grishin, Appl. Phys. Lett. 77, 756 (2000)[17] S. Y. Wu, W. -H. Li, K. C. Lee, T. H. Meen, and H. D. Yang, 79, 6571 (1996)[18] W. -H. Li, Y. F. Lin, S. Y. Wu, K. C. Lee, J. W. Lynn, and H. C. Ku Journal of Appl Phys, 79, 6568 (1996)[19] W. -H. Li, W. Y. Chuang, S. Y. Wu, and K. C. Lee Japan Joint Seminar on Crystallography, 65 (1996)[20] W. -H. Li, S. Y. Wu, K. C. Lee, J. W. Lynn, R. S. Liu, J. B. Wu, and C. Y. Huang, Journal of Applied Physics, 85, 5588 (1999)[21] L. M. Wang, H. C. Yang, and H. E. Horng, Phys. Rev B 64, 224423 (2001)[22] P. R. Broussard, S. B. Qadri, V. M. Browning, and V. C. Cestone, Appl. Phys. Lett. 71, 2535 (1997)[23] Alvydas Lisauskas, S. I. Khartsev, and Alex Grishina, Appl. Phys. Lett. 77, 5 (2000)[24] Y. Tomioka, A. Asamitsu and, Y. Tokura, Phys. Rev B. 63, 024421 (2000)[25] 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)[26] M. Rajeswari, R. Shreekala, A. Goyal, S. E. Lofland, S. M. Bhagat, K. Ghosh, R. P. Sharma, R. L. Greene, R. Ramesh, and T. Venkatesan, Appl. Phys. Lett. 73, 18 (1998)[27] Wiley, "Soshin Chikazumi, Physics of Ferromagnetism", 1964, p. 3.

[28] B. D. Cullity, "Introduction to Magnetic Materials", 1972, p. 85. (Addison-Wesley, Massachusetts)[29] Robert C. O. Handley, Modern Magnetic Materials Principles and Applications (John Wiley & Sons, New York, 2000)[30] J. Baszynski, T. Tolinski, B. Idzikowski, D.M. Tobbens, A. Hoser, J. Baszynski et al. / Journal of Alloys and Compounds 345 (2002) 210[31] C. Zener, Phys. Rev. 81, 440 (1951)[32] C. Zener, Phys. Rev. 82, 403 (1951)[33] P. Schiffer, A. P. Ramirez, W. Bao and S. -W. Cheong, Phys. Rev. Lett. 75, 3336 (1995)[34] A. Urushibara, Y. Moritomo, T. Arima, A. Asamitsu, G. Kido and, Y. Tokura, Phys. Rev. B. 51, 14103 (1995)[35] A. S. and A. M. Bratkovsky, Phys. Rev. Lett. 82, 141 (1999)[36] Guo-meng Zhao, V. Smolyaninova, W. Prellier, and H. Keller, Phys. Rev. Lett. 84, 6086 (2000)[37] G. J. Snyder, R. Hiskes, S. DiCarolis, M. R. Beasley, and T. H. Ge, Phys. Rev. B 53, 14 434 (1996).

[38] T. Akimoto, Y. Moritomo, and A. Nakamura, Phys. Rev. Lett. 85, 3914 (2000)[39] L. M?chin, F. Yang, J.-M. Routoure, and D. Robbes, J. Appl. Phys. Lett. 93, 8062 (2003)[40] A. Lisauskas, S. I. Khartsev, and A. Grishin, Appl. Phys. Lett. 77, 756 (2000)[41] C. Marshall, N. Butler, R. Blackwell, R. Murphy, and T. Breen, Proc. SPIE 2746, 23 (1996)[42] Tong Li, Bo Wang, Hongyun Dai, Yongsheng Du, and Hui Yan, J. Appl. Phys. 98, 123505 (2005)[43] Fan Yang, Li, Laurence Mechin, Jean-Marc Rautoure, Bruno Guillet, and Radoslav A. Chakalov, J. Appl. Phys. 99, 024903 (2006)[44] 大葉大學, 吳智淵, 95年碩士論文[45] 大葉大學, 白順昌, 98年碩士論文