

# 低雜訊鐳鈣錳猛氧薄膜熱偵測器之製作與特性之研究

白順昌、王立民

E-mail: 9806479@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究運用射頻磁控濺鍍法，在鎵酸釷(NGO, 110)單晶基座上成長 $\text{La}_{0.75}\text{Ca}_{0.15}\text{Sr}_{0.1}\text{MnO}_3$  (LCSMO)薄膜，藉由改變不同的製程溫度，探討製程溫度對薄膜特性的影響，同時，在不同基座上長LCSMO薄膜，探討應力對薄膜電阻溫度係數特性的影響。我們以標準四點量測法，獲得在最佳條件下，得到以 $610$  在NGO成長之低應力LCSMO薄膜在 $301$  K時有最大的電阻溫度係數 $4.9\%K^{-1}$ ，同時，量測薄膜的雜訊值，在溫度 $300$  K、增益電流 $0.3$  mA與頻率 $30$  Hz時，有最小的等效雜訊溫度為 $8.4 \times 10^{-7}$  KHz $^{-0.5}$ ，此值遠低於氧化釩、半導體鉍銅氧等熱型紅外線偵測器，也證實鐳鈣錳猛氧薄膜應用在熱型紅外線偵測器上極具發展之潛力。

關鍵詞：紅外線偵測器、電阻溫度係數、超巨磁阻材料

## 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  | xiv |

## 第一章 緒論

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 1.1 紅外線輻射             | 1 |
| 1.2 紅外線偵測器            | 2 |
| 1.3 含錳氧化物應用在紅外線偵測器    | 4 |
| 1.4 摻雜比例對含錳氧化物材料的特性影響 | 5 |
| 1.5 應力效應對含錳氧化物材料的特性影響 | 7 |
| 1.6 紅外線偵測器的雜訊         | 8 |
| 1.7 研究動機及目的           | 9 |

## 第二章 理論基礎

|                    |    |
|--------------------|----|
| 2.1 紅外線輻射的特性       | 10 |
| 2.2 雜訊種類           | 12 |
| 2.3 紅外線偵測器的性能評價    | 15 |
| 2.4 磁性材料           | 19 |
| 2.4.1 磁性理論         | 19 |
| 2.4.2 磁性結構         | 22 |
| 2.4.3 磁阻現象         | 27 |
| 2.4.4 含錳氧化物材料之物理特性 | 28 |

## 第三章 實驗方法與儀器設備

|                |    |
|----------------|----|
| 3.1 實驗流程       | 30 |
| 3.2 樣品製備       | 31 |
| 3.2.1 靶材製作     | 31 |
| 3.2.2 薄膜製程     | 33 |
| 3.2.3 四點量測圖形製作 | 36 |
| 3.3 自製低雜訊放大器   | 38 |

|   |    |
|---|----|
| 3.4 實驗儀器 . . . . .                          | 43 |
| 3.4.1 高溫爐 . . . . .                         | 43 |
| 3.4.2 薄膜製程系統 . . . . .                      | 44 |
| 3.4.3 X-ray繞射分析儀(XRD) . . . . .             | 46 |
| 3.4.4 掃描式電子顯微鏡(SEM) . . . . .               | 47 |
| 3.4.5 元素分析儀(EDS) . . . . .                  | 47 |
| 3.4.6 薄膜厚度量測儀 . . . . .                     | 49 |
| 3.4.7 離子蝕刻系統 . . . . .                      | 49 |
| 3.4.8 變溫量測儀 . . . . .                       | 50 |
| 3.4.9 頻譜分析儀 . . . . .                       | 51 |
| 第四章 結果與討論                                   |    |
| 4.1 薄膜成長溫度T <sub>g</sub> 對薄膜特性的影響 . . . . . | 52 |
| 4.1.1 X-ray繞射分析 . . . . .                   | 52 |
| 4.1.2 EDS元素分析 . . . . .                     | 54 |
| 4.1.3 電性分析 . . . . .                        | 55 |
| 4.1.4 雜訊量測 . . . . .                        | 58 |
| 4.2 基座應力對薄膜特性的影響 . . . . .                  | 73 |
| 4.2.1 X-ray繞射分析 . . . . .                   | 73 |
| 4.2.2 電性分析 . . . . .                        | 75 |
| 4.2.3 雜訊分析 . . . . .                        | 78 |
| 4.3 總結 . . . . .                            | 85 |
| 4.3.1 電阻溫度係數之趨勢 . . . . .                   | 85 |
| 4.3.2 等效雜訊溫度之對照 . . . . .                   | 86 |
| 第五章 結論 . . . . .                            | 88 |
| 參考文獻 . . . . .                              | 89 |

## 參考文獻

- [1] 賴耿陽, 紅外線工學基礎應用. 臺灣復文興業[2] Joo-Hyung Kim, KTH Information and Communication Technology, Doctoral Thesis, Stockholm 2005.
- [3] K. Chahara, T. Ohno, M. Kasai, and Y. Kozono, Appl. Phys. Lett. 63, 1990 (1993).
- [4] R. von Helmlot, J. Wecker, B. Holzapfel, L. Schultz, and K. Samwer, Phys. Rev. Lett. 71, 2331 (1993).
- [5] S. Jin, T. H. Tiefel, M. McCormack, R. A. Fastnacht, R. Ramesh, and L. H. Chen, Science 264, 413 (1994).
- [6] Fan Yang, Laurence M<sup>?</sup>chin, Jean-Marc Routoure, and Bruno Guillet, Journal of Applied Physics 99, 024903 (2006).
- [7] Alvydas Lissauskas, S. I. Khartsev, and Alex Grishina, Appl. Phys. Lett. 77, 756 (2000).
- [8] 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).
- [9] CHEN Xi-Qu, YI Xin-Jian, and WANG Qiang, J. Infrared Millim. Waves 25, 246 (2006).
- [10] R. Mahendiran, R. Mahesh, A.K. Raychaudhuri, and C.N.R. Rao, Solid State Communications 94, 515 (1995).
- [11] A. Urushibara, Y. Moritomo, T. Arima, A. Asamitsu, G. Kido, and Y. Tokura, Phys. Rev. B. 51, 14105 (1995).
- [12] 吳智淵, 大葉大學, 95年碩士論文[13] B. Vengalis, A. Maneikis, F. Anisimovas, R. Butkute, L. Dapkus, and A. Kindurys, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 211, 35 (2000).
- [14] J. B. Johnson, Phys. Rev. 32, 97 (1928).
- [15] 張慶瑞, 常磁電阻與異向磁電阻, 中華民國磁性技術協會會訊第十九期, 5 (1999).
- [16] Clarence Zener, Phys. Rev. 82, 403 (1951).
- [17] Y. P. Lee, S. Y. Park, J. S. Park, V. G. Prokhorov, V. A. Komashko, V. L. Svetchnikov, and J.-H. Kang, Journal of Applied Physics 101, 053708 (2007).
- [18] Xiong C. S., Cui Y. F., Xiong Y. H., Pi H. L., Bao X. C., Huang Q. P., Zeng Y., Wei F. F., Zheng C. F., and Zhu J, Journal of Solid State Chemistry 181, 2123 (2008).
- [19] Laurence M<sup>?</sup>chin, Jean-Marc Routoure, Bruno Guillet, Fan Yang, St<sup>?</sup>phane Flament, and Didier Robbes, Appl. Phys. Lett. 87, 204103 (2005).
- [20] Laurence M<sup>?</sup>chin, Jean-Marc Routoure, Silvana Mercone, Fan Yang, St<sup>?</sup>phane Flament, and Radoslav A. Chakalov, Journal of Applied Physics 103, 083709 (2008).

- [21] 許仲男, 大葉大學, 94年碩士論文[22] 洪連輝, 固態物理學導論, 高立圖書[23] 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[24] 張煦, 李學養, 磁性物理學, 聯經出版社[25] Serway, and Jewett, Principles of Physics 3rd ed.
- [26] Adel S. Sedra, and Kenneth C. Smith, Microelectronic Circuits.
- [27] 陳志堯, 中央大學, 89年碩士論文[28] 許智鈞, 中山大學, 89年碩士論文[29] 許信國, 中山大學, 95年大學論文[30] 簡百鴻, 中央大學, 95年大學論文[31] J.-H. Kim, S. I. Khartsev, and A. M. Grishina, Appl. Phys. Lett. 82, 4295 (2003).
- [32] M. Rajeswari, C. H. Chen, A. Goyal, C. Kwon, M. C. Robson, R. Ramesh, and T. Venkatesan, Appl. Phys. Lett. 68, 3555 (1996).
- [33] P. Martyniuk, and A. Rogalski, Progress in Quantum Electronics 32, 89 (2008).
- [34] J.L. Tissot, Infrared Physics & Technology 46, 147 (2004).
- [35] Sherif Sedky, Paolo Fiorini, Kris Baert, Lou Hermans, and Robert Mertens, IEEE Transactions on Electron Devices 46, 675 (1999).
- [36] Mahmoud Almasri, Zeynep ?elik-Butler, Donald P. Butler, Alparslan Yaradanakul, and Ali Yildiz, Journal of Microelectromechanical System 11, 528 (2002).
- [37] Young Sun, and M. B. Salamon, Journal of Applied Physics 92, 3235 (2002).
- [38] B. Raquet, J. M. D. Coey, S. Wirth, and S. von Molna?r, Phys. Rev. B. 59, 12435 (1999).
- [39] Young-Min Kang, Alexander N. Ulyanov, Geo-Myung Shin, Sung-Yun Lee, Dae-Gil Yoo, and Sang-Im Yooa, Journal of Applied Physics 105, 07D711 (2009).
- [40] R. J. Choudhary, Anjali S. Ogale, S. R. Shinde, S. Hullavarad, S. B. Ogale, and T. Venkatesan, Appl. Phys. Lett. 84, 3846 (2004).
- [41] 蔣慶有, 大葉大學, 96年碩士論文