

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

超導與磁性鈣鈦礦氧化物薄膜之界面特性與混成結構研究

(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2112-M-009-033-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學電子物理學系

計畫主持人：莊振益

計畫參與人員：謝志昌、鄭璨耀、陳建利、劉漢琦

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 6 月 1 日

國科會 92 學年度計劃進度報告

一、中文摘要

本計劃為三年期之整合型計劃，今年為三年計劃之第一年，承蒙國科會的支持，本實驗室在研究龐磁阻(CMR)鈣鈦礦結構之金屬錳氧化物薄膜之薄膜成長與量測，已有許多成果，尤其在熱處理方面發展出獨特的方式進行研究。對於相關材料的薄膜製備提供新的成長技術與重要的實驗參考。

二、英文摘要

Owing to the tremendous ionic size difference between La^{3+} and tetra valence ions (Sn^{4+} , Ce^{4+}), single-phase electron-doped manganite has been very difficult to fabricate. Here we report that, by combining with proper treatments, $\text{La}_{0.7}\text{Sn}_{0.3}\text{MnO}_{3+\delta}$ (LSnMO) thin films were successfully grown on SrTiO_3 (STO) substrates by pulsed laser deposition (PLD). The preliminary X-ray absorption spectroscopy indicates that the LSnMO films are indeed electron-doped. Furthermore, in order to study various possible mechanisms beyond the double exchange effect, the scanning tunneling spectra (STS) and spectroscopic images were obtained to estimate the intrinsic inhomogeneities in the electron-doped $\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$ films (LCeMO). Besides, an another system $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ (PCMO) is explained with antiferromagnetic property and charged-order state (COS) in the doping level of $0.3 \leq x \leq 0.75$ was proposed in recently paper. Electric-pulse-induced reversible (EPIR) effect was also discovered in PCMO. We have successfully observe the phenomenon in PCMO. Further experiments were designed to investigate the mechanism of the EPIR effect.

三、中、英文關鍵詞

錒錫錳氧、錒鈰錳氧、鐳鈣錳氧、鈣鈦礦結構氧化物、
 $\text{La}_{0.7}\text{Sn}_{0.3}\text{MnO}_3$ 、 $\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$ 、 $\text{Pr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ 、LSnMnO、LCeMO、PCMO、
perovskite

四、計劃執行進度與結果

本實驗室利用雷射鍍膜技術(PLD)，物理特性量測系統(PPMS)，與 X 光吸收近邊結構光譜(XANES)，研究 $\text{La}_{0.7}\text{Sn}_{0.3}\text{MO}_3$ (LSnMO)的電子與磁性傳輸性質，目前進度如下：

1. 我們以雷射鍍膜技術在 SrTiO_3 的基板上成長電子摻雜(electron-doped) LSnMO 龐磁阻(CMR) 錳氧化物。透過適當的熱處理，我們所製備的 LSnMO 樣品呈現了典型龐磁阻磁性材料的特性—金屬-絕緣體相轉變(metal-insulator transition)。我們也發現：熱處理前後，樣品的電阻比可高達7個數量級，這暗示著：晶體結構與傳輸性質皆經由熱處理而產生令人驚訝的改善。
2. 在研究 LSnMO 在磁場下的行為方面，我們在平行薄膜表面的方向加上1000 高斯的磁場，量測其在磁場作用下磁化隨著溫度的變化。根據其在磁場下的表現，可知此薄膜為鐵磁性材料，其居禮溫度為 288K。

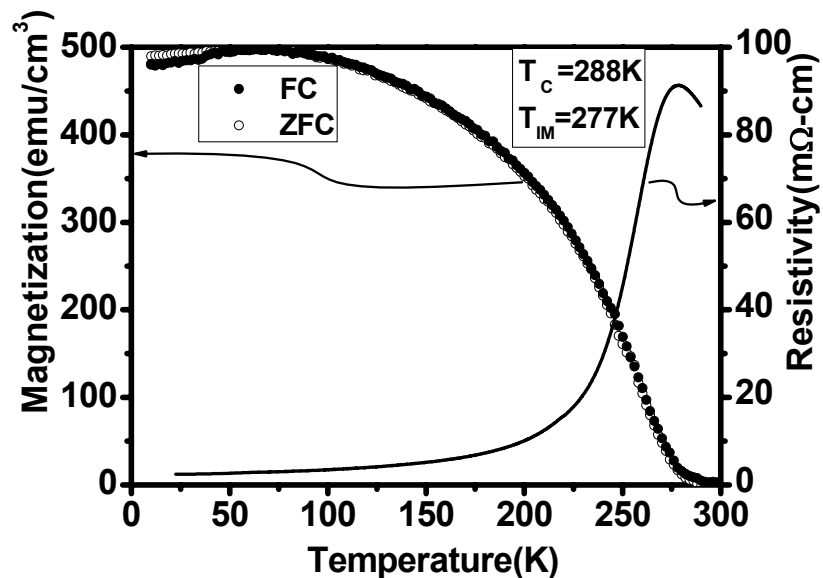


Fig.2. The temperature dependences of magnetization and resistivity of the LSnMO film. The inset shows the dependence of T_{IM} on T_S

3. 我們在製備樣品時經過熱處理的程序，雖然大幅的改善其傳輸性質，但是也同時引發了另一個問題：這會造成不預期產生的缺鏷(La-deficient)樣品嗎?為了釐清此一疑慮，進一步地，我們使用同步輻射光源來量測樣品中錳的 X 光吸收近邊結構光譜(XANES)，如下圖所示。在 Fig. 3 中，可以看到我們量測了各種錳的化合物，其所對應的價數為 Mn^{2+} 、 Mn^{3+} 、 Mn^{4+} 。我們可以清楚的觀察到 LSnMO 中錳的價數是 $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^{3+}$ 。根據此量測結果，強烈地證明了我們所製備的樣品是屬於電子摻雜磁阻材料。

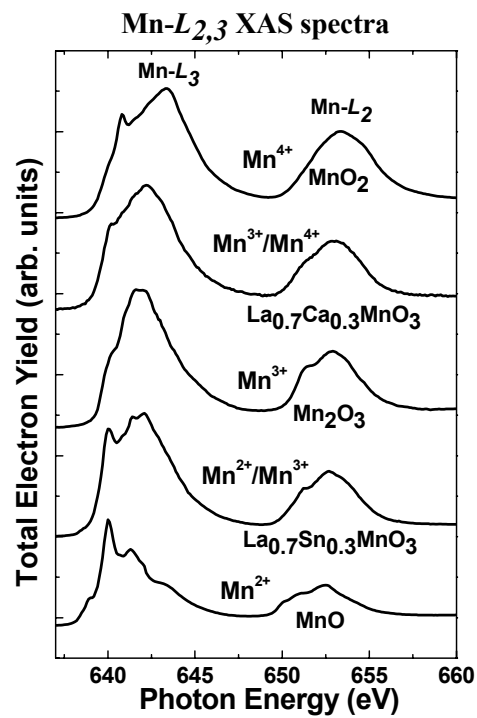


Fig.3. The Mn-L_{2,3} X-ray absorption spectra for the LSnMO and various manganese oxides. The samples have the representative valence states ranging from Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+} , and their mixed ones.

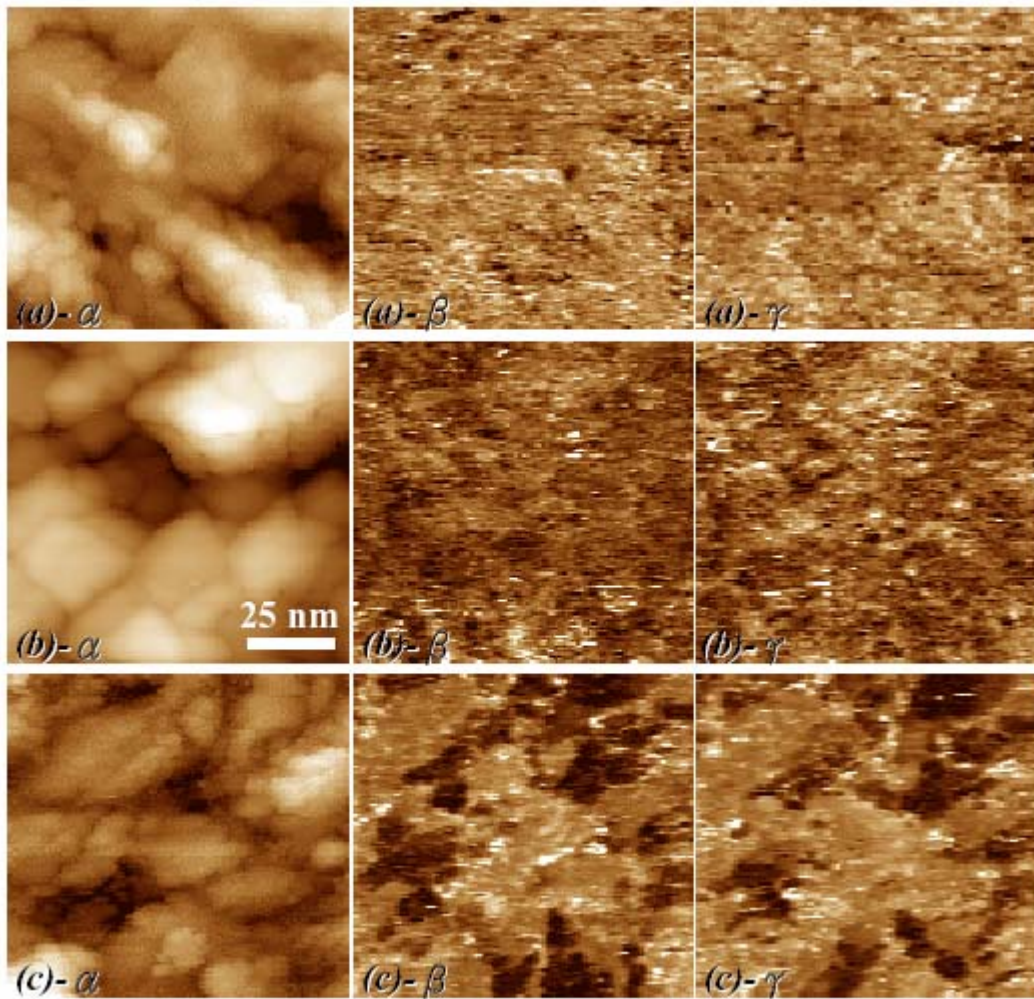


Fig.3. (a), (b) and (c) were measured at 300 K, 230 K and 80 K. α , β and γ are noted as topography, STS images with $H=0$ and 0.35 T, respectively.

4. 經過不斷的嘗試與驗證，我們初步成功地製備了電子摻雜的龐磁阻磁性薄膜，同時我們也發現此系列材料可藉由不同的成長條件創造各種多采多姿的現象。未來除了將樣品的特性作更深入分析外，進一步地會朝向研究其傳輸機制，並將其與電洞摻雜的龐磁阻磁性材料結合以製作磁性元件。相信對於磁性物理的發展與自旋電子學的應用將可貢獻一份心力。
5. 關於鐳鈣錳氧的 EPIR 現象，根據我們目前所製作的樣品，利用脈衝寬度為 500ns 的 5 伏特低電壓，已可產生約 4% 的電阻變化，同時對其施加一個等大小的反向偏壓也可使電阻回復為初始值。電阻的變化率隨著外加偏壓的強度與所施加的時間有關，施加偏壓的次數與電阻的變化量並沒有關係，增加外加電場的脈衝數只是造成電場作用的時間增長。未來將繼續朝著確認 EPIR 的成因作探討，並進一步朝著製作元件而努力。

五、發表期刊

- [1] T. Y. Cheng, C. C. Hsieh, W. J. Chang, J. Y. Juang, J.-Y. Lin, K. H. Wu, T. M. Uen, and Y. S. Gou, “Preparation of electron-doped $\text{La}_{0.7}\text{Sn}_{0.3}\text{MnO}_{3+\delta}$ epitaxial thin films by pulsed laser deposition”, submitted to Appl. Phys. Lett., May 2004.
- [2] J.-Y. Lin, W. J. Chang, J. Y. Juang, T. M. Wen, K. H. Wu, Y. S. Gou, J. M. Lee, and J. M. Chen, “Spectroscopic Evidence of Electron Doping in $\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$ ”, accepted by Journal of Magnetism and Magnetic Materials.
- [3] W.J. Chang, C.C. Hsieh, J.Y. Juang, K.H. Wu, T.M. Uen and Y.S. Gou, C. H. Hsu, J.-Y. Lin, “Effects of compressive epitaxial strain on the magneto-transport properties of single-phase electron-doped $\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$ films“, submitted to Journal of Applied Physics, April 2004.