

钙钛矿型锰氧化物 $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 的磁性和电性研究

万素磊 何利民 向俊尤 王志国 邢茹 张雪峰 鲁毅 赵建军

Magnetic and transport properties of bilayered perovskite manganites $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$

Wan Su-Lei He Li-Min Xiang Jun-You Wang Zhi-Guo Xing Ru Zhang Xue-Feng Lu Yi Zhao Jian-Jun

引用信息 Citation: *Acta Physica Sinica*, **63**, 237501 (2014) DOI: 10.7498/aps.63.237501

在线阅读 View online: <http://dx.doi.org/10.7498/aps.63.237501>

当期内容 View table of contents: <http://wulixb.iphy.ac.cn/CN/volumn/home.shtml>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

[La_{0.4}Ca_{0.6}MnO₃ 中 Mn-位 Fe 和 Cr 掺杂对磁性质的影响](#)

胡妮, 刘雍, 汤五丰, 裴玲, 方鹏飞, 熊锐, 石兢

2014, 63(23): 237502. 全文: [PDF \(371KB\)](#)

[Co 掺杂对 Mn₃Sn_{1-x}CoxC_{1.1} 化合物的磁性质、熵变以及磁卡效应的影响](#)

闫君, 孙莹, 王聪, 史再兴, 邓司浩, 史可文, 卢会清

2014, 63(16): 167502. 全文: [PDF \(746KB\)](#)

[取向易面各向异性羰基铁粉体的高频磁性研究](#)

霍天旭, 乔亮, 王涛, 李发伸

2014, 63(16): 167503. 全文: [PDF \(415KB\)](#)

[Cu 掺杂 ZnO 磁性能的实验与理论研究](#)

王锋, 林闻, 王丽兹, 葛永明, 张小婷, 林海容, 黄伟伟, 黄俊钦, W. Cao

2014, 63(15): 157502. 全文: [PDF \(899KB\)](#)

钙钛矿锰氧化物 $(La_{1-x}Eu_x)_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ ($x=0, 0.15$) 的磁性和电性研究

何利民, 冀钰, 鲁毅, 吴鸿业, 张雪峰, 赵建军

2014, 63(14): 147503. 全文: [PDF \(309KB\)](#)

钙钛矿型锰氧化物 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 的磁性和电性研究*

万素磊¹⁾ 何利民¹⁾ 向俊尤¹⁾ 王志国¹⁾ 邢茹¹⁾ 张雪峰²⁾
鲁毅¹⁾ 赵建军^{1)†}

1) (内蒙古科技大学包头师范学院物理科学与技术学院, 包头 014030)

2) (内蒙古科技大学, 内蒙古自治区白云鄂博矿多金属资源综合利用重点实验室, 包头 014010)

(2014年4月22日收到; 2014年8月13日收到修改稿)

采用传统固相反应法制备钙钛矿型锰氧化物 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 多晶样品, X-射线衍射分析表明, 样品 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 结构呈现良好的单相. 通过磁化强度随温度的变化曲线 ($M-T$)、不同温度下磁化强度随磁场的变化曲线 ($M-H$) 和电子自旋共振谱发现: 在 300 K 以下, 随着温度的降低, 样品先后经历了二维短程铁磁有序转变 ($T_C^{2D} \approx 282$ K)、三维长程铁磁有序转变 ($T_C^{3D} \approx 259$ K)、奈尔转变 ($T_N \approx 208$ K) 和电荷有序转变 ($T_{CO} \approx 35$ K); 样品 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 在 T_N 以下, 主要处于反铁磁态; 在 T_C^{3D} 达到 370 K 时, 样品处于铁磁-顺磁共存态, 在 370 K 以上时样品进入顺磁态. 此外, 分析电阻率随温度的变化曲线 ($\rho-T$) 得到: 样品在金属-绝缘转变温度 ($T_P \approx 80$ K) 附近出现最大磁电阻值, 其位置远离 T_C^{3D} , 表现出非本征磁电阻现象, 其磁电阻值约为 61%. 在 T_{CO} 以下, 电阻率出现明显增长, 这是由于温度下降使原本在高温部分巡游的 e_g 电子开始自发局域化增强所致. 通过对 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 的 $\rho-T$ 曲线拟合, 发现样品在高温部分的导电方式基本遵循小极化子的导电方式.

关键词: 磁性, 电性, 金属-绝缘转变温度, 电子自旋共振

PACS: 75.47.Lx, 75.30.Et, 71.30.+h, 71.70.Ch

DOI: 10.7498/aps.63.237501

1 引言

自从在混合价 ABO_3 型钙钛矿结构锰氧化物中发现了庞磁电阻效应以来, 其丰富的物理性质和不可估值的潜在价值不断地吸引着国内外的科研工作者的广泛关注^[1-3]. 在钙钛矿型锰氧化物 $(R, A_{n+1})\text{Mn}_n\text{O}_{3n+1}$ (其中 n 表示 MnO_6 八面体沿着 c 轴方向堆垛的层数; R 为稀土元素, A 为碱土元素) 中, 把 $n = 2$ 时 $(R, A)_3\text{Mn}_2\text{O}_7$ 称为双层钙钛矿型锰氧化物. 即 $(R, A)_3\text{Mn}_2\text{O}_7$ 化合物是由一层 $(R/A, O)$ 岩盐层和两层 MnO_6 八面体沿 c 轴方向交替堆垛而成. 早在 20 世纪 50 年代, 对钙钛

矿型锰氧化物的研究开始兴起, 起初只是对锰氧化物系统的电磁性能的研究^[4,5]. 1969 年, Searle 和 Wang^[6] 研究 $\text{La}_{1-x}\text{Pb}_x\text{MnO}_3$ 单晶时发现, 在磁场中电阻率处于居里温度 T_C 附近会有明显的下降, 表现出负磁电阻效应. 1987 年, Ram 等^[7] 第一次成功合成了双层锰氧化物. 1996 年, Kimura 等^[8] 在外加 7 T 磁场的条件下, 从双层钙钛矿型 $\text{La}_{1.4}\text{Sr}_{1.6}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 中首次发现巨大的庞磁电阻效应. 就结构而言, 该类化合物具有准二维结构, 因此具有丰富的物理性质, 如 1999 年, Argyriou 等^[9] 报道了低温磁电阻效应; 2005 年, Deisenhofer 等^[10] 使用电子自旋共振 (electron spin resonance,

* 国家自然科学基金 (批准号: 11164019)、内蒙古自治区科学基金 (批准号: 2011MS0108, 2011MS0101) 和内蒙古自治区高等学校科学研究基金 (批准号: NJZZ11166, NJ10163, NJZY12202) 资助的课题.

† 通讯作者. E-mail: nmzhaojianjun@126.com

ESR) 波谱仪在 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ 体系中观察到了 Griffiths 相.

目前, 对 $\text{Ln}_{2-2x}\text{M}_{1+2x}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 系列在 La 位的掺杂已经有很多研究^[11-15], 例如, Nd 掺杂在 La 位可导致长程铁磁有序减弱或消失^[16], Pr 掺杂到 La 位会产生磁跳变的现象^[13]. 本文对 Eu 掺杂 $(\text{La}_{1-x}\text{Eu}_x)_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ ($x = 0.2$) 多晶样品的磁性和电输运性质进行了详细的研究, 进一步探究 La 位掺杂的物理现象.

2 实验

采用传统固相反应法, 制备了层状钙钛矿型锰氧化物 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 多晶样品. 实验过程: 将纯度优于 99.99% 的 La_2O_3 , Eu_2O_3 , SrCO_3 , MnCO_3 粉料按照化学计量比配料, 经混合研磨, 在 1000 °C 预烧 24 h, 然后以 1000 °C 再次煅烧脱碳 12 h; 再次研磨后, 压成圆片状, 在 1350 °C 煅烧 24 h 后随炉冷却; 最后获得外观均匀、平整、坚硬、无裂痕的样品. 使用 X 射线衍射 (XRD) 仪检验样品的晶体结构; 磁性测量采用超导量子磁强计 (Quantum Design, MPMS-7) 分别测 $M-T$ 曲线和 $M-H$ 曲线; ESR 谱的测量是在微波频率约为 9.0 GHz, 型号为 JEOLJES-FA200A 的 ESR 谱仪上完成 300—390 K 的测量; 电输运测量采用直流四端法测量 $\rho-T$ 曲线.

3 实验系统及测量结果

在室温下测试 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 样品的 XRD 图, 如图 1 所示. 从图 1 可以看出, 样品结构无杂相, 为 $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$ 型四方结构, 空间群为 $I4/mmm$. $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 晶格参数和晶胞体积如表 1 所列.

表 1 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 晶格参数和晶胞体积 ($1 \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm}$)

样品	$a / \text{\AA}$	$b / \text{\AA}$	$c / \text{\AA}$	$V / \text{\AA}^3$
$(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$	3.85987	3.85987	20.09249	299.35

在 T_N 与 T_{CO} 之间, 随着温度的降低, 磁化强度减小, 反铁磁性增强. 其原因在于半径较大的 La^{3+} 离子被半径较小的 Eu^{3+} 离子占据, 使得晶格

在 0.01 T 时, 样品 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 的磁化强度 M 随温度 T 的变化曲线如图 2 所示. 测量了样品的零场冷却 (zero-field-cooling, ZFC) 和带场冷却 (field-cooling, FC) 曲线, 测量范围从 15—300 K. 在样品 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 的 ZFC 和 FC 曲线中, 随着温度的降低, 样品 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 先后经历了二维短程铁磁有序转变 ($T_C^{2D} \approx 282 \text{ K}$), 三维长程铁磁有序转变 ($T_C^{3D} \approx 259 \text{ K}$), 奈尔转变 ($T_N \approx 208 \text{ K}$) 和电荷有序转变 ($T_{CO} \approx 35 \text{ K}$)^[17].

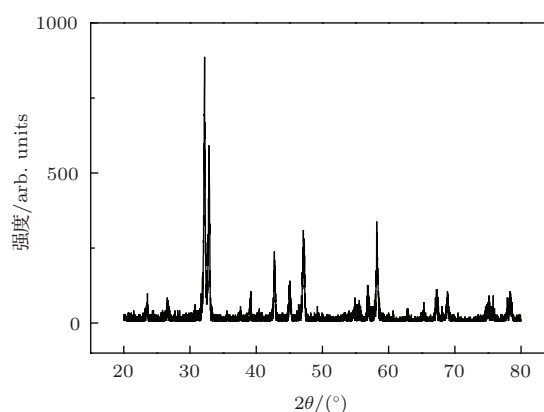


图 1 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 样品在室温下的 XRD 图

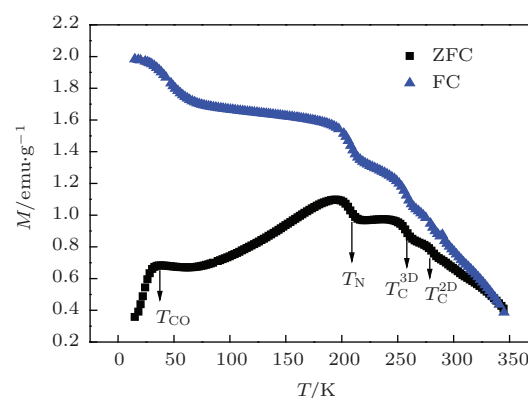


图 2 (网刊彩色) $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 在 0.01 T 磁场下的 $M-T$ 曲线 ($1 \text{ emu}\cdot\text{g}^{-1} = 1 \text{ A}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$)

失配, 双交换作用被削弱. 相较于双交换作用的降低, 超交换作用有所增强, 主导铁磁有序的是基于 $\text{Mn}^{3+}-\text{O}^{2-}-\text{Mn}^{4+}$ 构型的双交换作用, 而主导反

铁磁有序是基于 $Mn^{4+}-O^{2-}-Mn^{4+}$ 构型的超交换作用. 因此, Eu 的掺杂使得磁性发生转变、磁性降低 [18]. 并且 T_C^{2D} 和 T_C^{3D} 出现在高温部分, 可能由于掺杂量过大所导致. 此外, ZFC 曲线与 FC 曲线在低温部分出现明显分歧, 是由于铁磁与反铁磁相互竞争导致的 [18].

$(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 多晶在高温部分 (300—390 K) 的 ESR 谱如图 3 所示. 从图 3 可以看出: 300—360 K 图像出现铁磁和顺磁共振峰, 说明系统不是纯的单相, 表示铁磁相与顺磁相共存; 在 370 K 以上, 曲线出现单峰, 进入纯顺磁态. 随着温度的升高, 铁磁峰向高场移动, 而顺磁峰位置基本不变. 结合图 2, 说明在三维铁磁有序温度到 360 K 系统处于铁磁和顺磁的混合态, 出现相分离现象 [19], 其主要原因是由于基态内在的不均匀性导致的, 但铁磁表现更强烈.

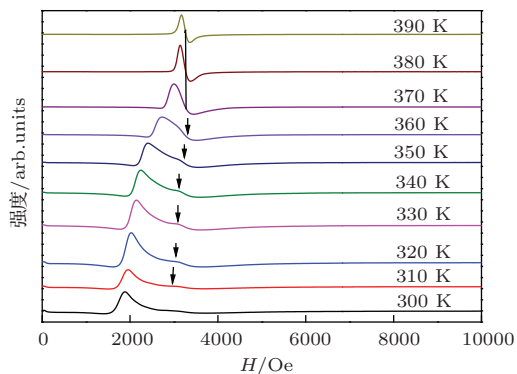


图3 $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 多晶 ESR 谱 (1 Oe = 79.5775 A/m)

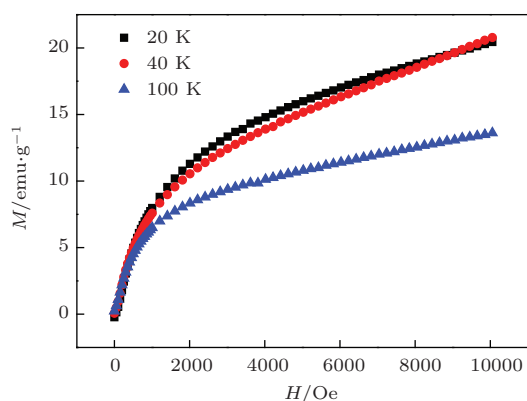


图4 不同温度下, $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 在 1 T 外磁场中的 $M-H$ 曲线

样品 $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 在不同温度下的 $M-H$ 曲线如图 4 所示. 在 100 K, $M-H$ 曲线更趋向于一条直线, 观察不到有饱和的趋势. 这种

现象表明长程有序受损或已被破坏, 导致自旋倾斜的发生.

从 $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 的 $M-H$ 曲线可以看到, 温度为 20, 40 和 100 K 时, 低磁场下的 $M-H$ 曲线都有弯曲的增长, 没有一条曲线是趋于饱和的状态, 这表明样品 $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 的三维长程铁磁有序转变点 T_C^{3D} 高于 100 K, 与图 2 所示的三维长程铁磁有序转变点 T_C^{3D} 出现在高温部分类似. 而且从图 4 还可以看出, 20 和 40 K 曲线出现了交叠. 由图 2 可知, 在温度为 35 K 左右出现了电荷有序温度点 T_{CO} , 使得在此温度周围出现了反铁磁性增强.

$(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 样品在 0 和 1 T 磁场下磁电阻率 ρ 及磁电阻随温度的变化曲线如图 5 所示. 样品的磁电阻最大值出现在低温部分, $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 磁电阻的最大值出现在金属-绝缘转变温度 ($T_P \approx 80$ K) 附近, 其磁电阻大约为 61%. 这种远离居里温度的磁电阻在多晶中称作非本征磁电阻, 在 $La_{1.2-x}Tb_xSr_{1.8}Mn_2O_7$ 系列样品的电性和磁电阻性质研究中有类似的表述 [20].

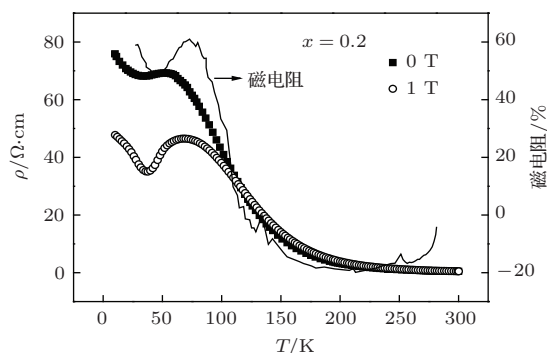


图5 $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 样品在 0 和 1 T 磁场下磁电阻率及磁电阻随温度的变化

在温度高于金属-绝缘转变温度时, 热涨落使存在于锰离子局域自旋间的铁磁性耦合破坏, 磁矩开始趋向于无序状态. 随着温度的升高, 巡游 e_g 电子由于自旋无序散射作用增强, 使得载流子局域化加强, 导致电阻呈现减小的趋势.

在 T_{CO} 附近, 随温度的降低, 样品 $(La_{0.8}Eu_{0.2})_{4/3}Sr_{5/3}Mn_2O_7$ 电阻率出现明显增长, 这是由于原本在高温部分巡游的 e_g 电子开始自发局域化, 并在 MnO_2 平面有序排列, 在阳离子之间不利于这种电子的跳跃, 所以才会使得电阻率在 T_{CO} 附近出现增长. 随着温度的降低, 电子局域化增强,

电阻率快速上升.

在外场为 1 T 时 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 样品的 ρ - T 曲线, 以及通过热激活模型 $(\ln(\rho)-T)$ 、小极化子模型 $(\ln(\rho/T)-T)$ 和变程跳跃模型 $(\ln(\rho)-T^{-1/(n+1)})$ 得到的拟合曲线如图 6 (a)—(d) 所示.

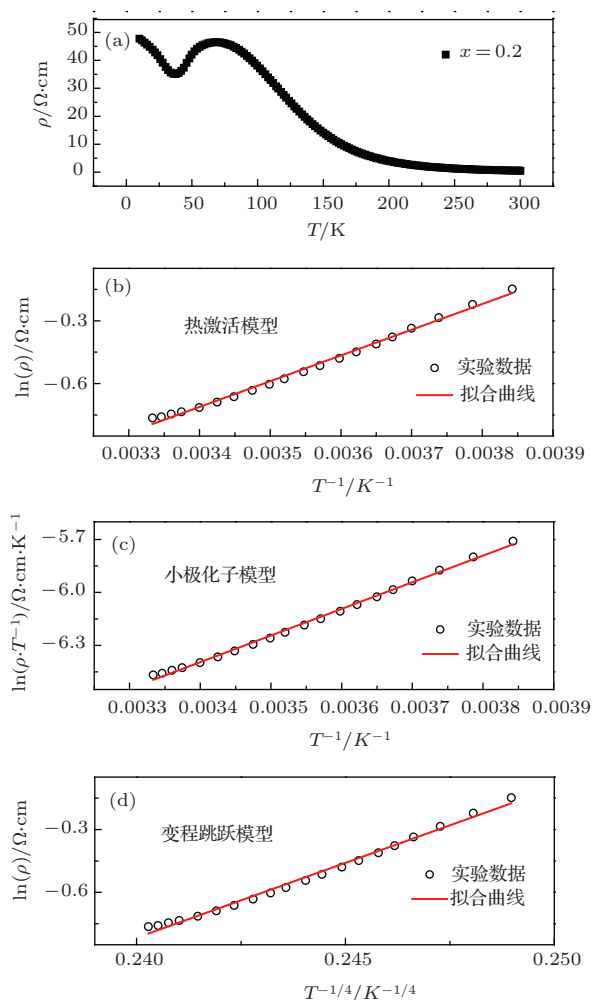


图 6 样品 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 的电阻率随温度的变化 (a) ρ - T 曲线; (b) $\ln(\rho)$ - T 曲线; (c) $\ln(\rho/T)$ - T 曲线; (d) $\ln(\rho)$ - $T^{-1/4}$ 曲线

图 6 (b), (c) 和 (d) 是对 300 K 以上 ρ - T 曲线进行拟合的结果, 通过对比发现, 小极化子模型拟合得最好. 因此, 在样品 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 高温部分的导电方式遵循小极化子的导电方式, 在 $(\text{La}_{0.95}\text{R}_{0.05})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ ($R = \text{Nd}, \text{Bi}, \text{Y}$)^[21] 样品中也有类似的发现.

4 结 论

本文主要研究了 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 多晶样品的结构、磁性和电输运性质. 结构方面:

样品 $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 采用传统固相反应法制备, 其结构无杂相, 空间群为 $I4/mmm$, 为 $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$ 型四方结构. 磁性方面: 通过测量样品的 M - T 曲线、 M - H 曲线和 ESR 谱线发现, $T_C^{2D} \approx 282$ K, $T_C^{3D} \approx 259$ K, $T_N \approx 208$ K 和 $T_{CO} \approx 35$ K, 其 T_C^{2D} 和 T_C^{3D} 出现在高温部分, 整个区域经历了反铁磁态、铁磁-顺磁共存态和顺磁态的转变. 电性方面: 通过 ρ - T 曲线分析得到最大磁电阻值出现在 T_P 附近, 磁电阻值约为 61%. T_P 不随 T_C^{3D} 转变发生变化, 体现出非本征电阻现象. 另外在 T_{CO} 以下, 电阻率出现明显增长, 这是由于原本在高温部分巡游的 e_g 电子周围温度下降, 使得自发局域化加强所致. 通过对 ρ - T 曲线拟合发现, 样品在高温部分遵循小极化子的导电方式.

参考文献

- [1] Zhao J J, Xing R, Lu Y, Haosi B Y, Zhao M Y, Jin X, Zheng L, Ning W, Sun Y, Cheng Z H 2008 *Chin. Phys.* **17** 2721
- [2] Imada M, Fujimori A, Tokura Y 1998 *Rev. Mod. Phys.* **70** 1039
- [3] Zhao J J, Lu Y, Haosi B Y, Xing R, Yang R F, Li Q A, Sun Y, Cheng Z H 2008 *Chin. Phys.* **17** 2717
- [4] Jonker G H 1956 *Physica* **22** 707
- [5] Jonker G H, van Santen J H 1950 *Physica* **16** 337
- [6] Searle C W, Wang S T 1969 *Can. J. Phys.* **47** 2703
- [7] Ram R A M, Ganguly P, Rao C N R 1987 *J. Sol. Stat. Chem.* **70** 82
- [8] Kimura T, Tomioka Y, Kuwahara H, Asamitsu A, Tamura M, Tokura Y 1996 *Science* **274** 1698
- [9] Argyriou D N, Mitchell J F, Radaelli P G, Jorgensen J, Goodenough J, Cox D, Bordallo H 1999 *Phys. Rev. B* **59** 8695
- [10] Deisenhofer J, Braak D, Krug von Nidda H A, Hemberger J, Eremina R M, Ivanshin V A, Balbashov A M, Jug G, Loidl A, Kimura T, Tokura Y 2005 *Phys. Rev. Lett.* **95** 257202
- [11] Yang R F, Sun Y, He W, Li Q A, Cheng Z H 2007 *Appl. Phys. Lett.* **90** 032502
- [12] Battle P D, Green M A, Laskey N S, Millburn J E, Murphy L, Rosseinsky M J, Sullivan S P, Vente J F 1997 *Mater. Chem.* **7** 977
- [13] Zhang J, Wang F W, Zhang P L, Yan Q W 2000 *Mater. Sci. Eng. B* **76** 6
- [14] Joonghoe D, Kim W S, Hur N H 2001 *Phys. Rev. B* **65** 024404
- [15] Ma X, Kou Z Q, Di N L, Li Q A, Cheng Z H 2005 *J. Magn. Magn. Mater.* **285** 439
- [16] Wang F, Gukasov A, Moussa F, Hennion M, Apostu M, Suryanarayanan R, Revcolevschi A 2003 *Phys. Rev. Lett.* **91** 47204

- [17] Chen C X 2005 *J. Inorg. Mater.* **20** 1 (in Chinese) [陈春霞 2005 无机材料学报 **20** 1]
 [18] Wang H J, Zheng L, Xing R, Zhao J J, Lu Y, Cheng Z H 2012 *Sin. China: Phys. Mech. Astron.* **42** 695 (in Chinese) [王洪金, 郑琳, 邢如, 赵建军, 鲁毅, 成昭华 2012 中国科学: 物理学 力学 天文学 **42** 695]
 [19] Zhao J J, Xing R, Lu Y, Hao S B Y E, Zhao M Y, Jin X, Zheng L, Ning W, Sun Y, Cheng Z H 2008 *Chin. Phys. B* **17** 2721
 [20] Zhou M, Wu H Y, Wang H J, Zheng L, Zhao J J, Lu Y 2012 *Physica B* **407** 2219
 [21] Liu L 2005 *Ph. D. Dissertation* (Wuhan: Huazhong University of Science and Technology) (in Chinese) [刘莉 2005 博士学位论文 (武汉: 华中科技大学)]

Magnetic and transport properties of bilayered perovskite manganites $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7^*$

Wan Su-Lei¹⁾ He Li-Min¹⁾ Xiang Jun-You¹⁾ Wang Zhi-Guo¹⁾ Xing Ru¹⁾
 Zhang Xue-Feng²⁾ Lu Yi¹⁾ Zhao Jian-Jun^{1)†}

1) (School of Physical Science and Technology, Baotou Normal University, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014030, China)

2) (Key Laboratory of Integrated Exploitation of Bayan Obo Multi-Metal Resources, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China)

(Received 22 April 2014; revised manuscript received 13 August 2014)

Abstract

Samples of $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ were prepared by solid state reaction method. X-ray diffraction patterns indicated that the sample shows no any asymmetry and no any trace of secondary phase. The magnetization curve as a function of temperature (M - T), the magnetization versus magnetic field (M - H) at different temperatures, and the electron spin resonance spectrum have been detected. The magnetization measurement reveals that with lowering temperature, all of the samples undergo a complex magnetic transition. They transform from the two-dimensional short-range ferromagnetic order at $T_C^{2D} \approx 282$ K, and enter the three-dimensional long-range ferromagnetic state at $T_C^{3D} \approx 259$ K. Then they step into the antiferromagnetic state at $T_N \approx 208$ K and enter electric charge temperature order at $T_{CO} \approx 35$ K. The antimagnetic phase is found in the sample $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ below T_N . When $T_C^{3D} = 370$ K, the paramagnetic phase and antimagnetic phase co-exist. When T_C^{3D} is above 370 K, only paramagnetic phase exists in the sample. Besides, through electrical resistivity versus temperature curve ρ - T , the sample shows the maximum magnetization electrical resistivity when metal-insulator transition temperature is reached $T_P \approx 80$ K, T_P being far from T_C^{3D} . And the transition shows the phenomenon of intrinsic magnetization electrical resistance, $\text{MR} \approx 61\%$. The resistance begins to increase below T_{CO} . Because of the lowering temperature, the itinerant electron e_g becomes increasingly spontaneously localized. One can see from the fitted ρ - T curves that $(\text{La}_{0.8}\text{Eu}_{0.2})_{4/3}\text{Sr}_{5/3}\text{Mn}_2\text{O}_7$ in high temperature range is in accordance with the small polaron mode range hopping conduction.

Keywords: magnetic property, electrical property, metal-insulator transition, electron spin resonance

PACS: 75.47.Lx, 75.30.Et, 71.30.+h, 71.70.Ch

DOI: 10.7498/aps.63.237501

* Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 11164019), the Science Foundation of Inner Mongolia Autonomous Region, China (Grant Nos. 2011MS0108, 2011MS0101), and the Science Research Fund of Institution of Higher Education of Inner Mongolia Autonomous Region, China (Grant Nos. NJZZ11166, NJ10163, NJZY12202).

† Corresponding author. E-mail: nmzhaojianjun@126.com