

# 混合场中 $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$ 体系 磁转变行为研究\*

康保娟 曹世勋<sup>†</sup> 王新燕 李领伟 黎文峰 刘芬 曹桂新 郁黎明 敬超 张金仓

(上海大学物理系, 上海 200436)

(2004 年 5 月 17 日收到, 2004 年 6 月 20 日收到修改稿)

对  $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  ( $y = 2/8, 4/8, 6/8$ ) 体系在 4.2K—300K 温度范围内混合场 (即交流驱动场  $H_{ac}$  与附加直流磁场  $H_{dc}$  的叠加) 下的磁转变行为进行了系统的实验研究. 结果表明, 随着外加直流磁场强度的增大, 样品的直流磁化强度增大, 交流磁化率逐渐减小; 在混合场作用下, 磁转变温度 (居里温度) 附近样品交流磁化率的实部出现一个特征的尖峰. 对于  $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  体系, 随着 Nd 掺杂量的增加, 交流磁化率实部的相对变化 ( $\Delta X'/X'_{dc}$ ) 的峰值对应的温度降低, 这一点与该系统的磁电阻的变化规律一致. 对锰氧化物体系在混合场中的磁转变现象进行了讨论.

关键词: 锰氧化物, 混合场, 磁特性

PACC: 7530E, 7220M, 7215G, 7570

## 1. 引言

稀土离子掺杂锰氧化物  $R_{1-x}A_x\text{MnO}_3$  ( $R$  代表稀土离子,  $A$  代表碱土金属离子) 体系显示出巨大的负磁电阻效应及一系列丰富的物理现象<sup>[1-9]</sup>. 在该类体系中, 对于不同的碱土金属元素和二价金属元素及其浓度比, 体系呈现出不同的电输运性质和磁性. 在低温下, 当掺杂浓度  $x$  在 0.2—0.5 之间变化时, 这类氧化物具有铁磁性和金属性电导, 其结构及输运性质随掺杂浓度的增加也有较大的变化. 实验表明, 当掺杂浓度为  $x = 1/3$  时, 样品表现出最高的居里温度和极大的负磁电阻效应 ( $\text{MR} = (\rho(H) - \rho(0))/\rho(H) \times 100\%$ )<sup>[6-9]</sup>. 该类氧化物体系的 MR 极大值一般出现在金属-绝缘体转变温度 ( $T_{MI}$ ) 和居里温度 ( $T_C$ ) 附近, 并与结构有着密切的关系. 这类材料表现出的奇异物理特性受多种因素的影响, 对薄膜、块体巨磁电阻材料的实验研究表明, 除  $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$  离子比例、Mn—O—Mn 键角的影响外, 材料的微观结构对其输运性质影响也很大, 并且样品的输

运性质又与其磁特性有密切联系<sup>[10-15]</sup>.

交流磁化率和直流磁化强度的测量广泛应用于巨磁电阻材料磁特性的研究中. 大量实验结果表明, 在混合场下 (即交流驱动场  $H_{ac}$  与附加直流磁场  $H_{dc}$  的叠加) 对样品磁化率的测量结果能更详细地反映巨磁电阻材料的磁性转变点附近的变化及它们之间的关联<sup>[11, 12, 16-18]</sup>. 本文对  $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  ( $y = 2/8, 4/8, 6/8$ ) 体系多晶样品磁化强度和交流磁化率进行了系统的研究, 并给出了其可能的物理机理.

## 2. 实验方法

实验所用  $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  ( $y = 2/8, 4/8, 6/8$ ) 系列多晶样品采用传统的固相反应法制备, 将高纯度的  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SrCO}_3$  和  $\text{MnO}_2$  粉末按照名义组分精确配比、称量, 混合原料置于玛瑙研钵中进行充分研磨后, 在 1000℃ 进行第一次预烧, 保温 12h; 将得到的粉末再次充分研磨后, 在 12 MPa 压力下压成直径为 13.0 mm、厚度约 1.5 mm 的小圆片, 在 1200℃ 进行第二次预烧, 保温 12h, 再经过研磨、压

\* 国家自然科学基金 (批准号: 10274049)、上海市科学技术委员会纳米科技计划项目 (批准号: 0352nm036)、上海市教育发展基金会和上海市教委曙光计划项目 (批准号: 03SG35)、上海市教委科技发展基金 (批准号: 02AK42) 和上海市教委重点学科建设项目资助的课题.

<sup>†</sup>E-mail: sxcao@mail.shu.edu.cn

片,最后在  $1300^\circ\text{C}$  烧结 24h,即得到所需的多晶样品.所有的烧结过程均在空气气氛中进行,升温速率小于  $200^\circ\text{C}/\text{h}$ ,保温烧结后随炉冷却至室温.样品的结构分析利用日本理学公司 Dmax/RC 型粉末 x 射线衍射仪(Cu 靶  $K\alpha$  辐射),对  $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  ( $y = 2/8, 4/8, 6/8$ ) 体系多晶样品的粉末 x 射线衍射分析表明所有样品具有良好的单相性.样品的磁性测量利用美国 Q/D 公司生产的物性测量系统 (PPMS-9T),温度和磁场测量范围分别为  $1.9\text{--}350\text{ K}$  和  $0\text{--}7.2\text{MA}/\text{m}$ ,实验结果有很好的重复性.

### 3. 结果与讨论

#### 3.1. 不同外加磁场下样品直流磁化强度随温度的变化

图 1 所示为  $(\text{Pr}_{6/8}\text{Nd}_{2/8})_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  多晶样品的直流磁化强度随温度变化的测量结果.在不同外加磁场条件下,从高温到低温样品经历了由顺磁相到铁磁相的转变,转变宽度随外加磁场的增大逐渐变宽,转变温度(居里温度)  $T_C$  介于  $\text{Pr}_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  ( $280\text{ K}$ ) 和  $\text{Nd}_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  ( $270\text{ K}$ ) 之间,与 Caignaert 等人的结果一致<sup>[19]</sup>.  $T_C$  随外加磁场的增大向高温方向移动,在  $T_C$  以下的温区范围内样品的直流磁化强度随外加磁场的增大而增大,具有铁磁性物质的典型特征.

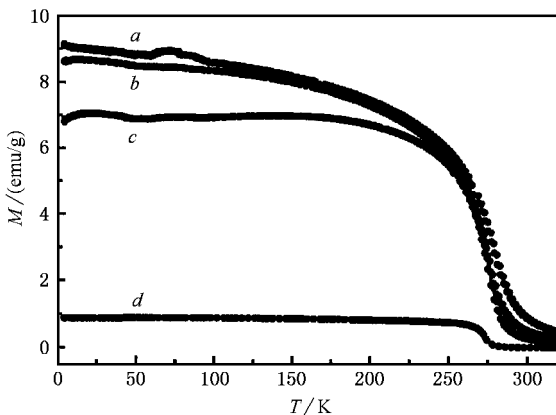


图 1  $(\text{Pr}_{6/8}\text{Nd}_{2/8})_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  体系样品在不同外加磁场下直流磁化强度随温度的变化

#### 3.2. 混合场下交流磁化率与样品 $(\text{Pr}_{6/8}\text{Nd}_{2/8})_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$ 的磁转变行为

图 2 所示为样品  $(\text{Pr}_{6/8}\text{Nd}_{2/8})_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  在不同

混合场下交流磁化率实部的测量结果.其中交流驱动场振幅为  $H_{ac} = 800\text{A}/\text{m}$ ,频率  $f = 777\text{ Hz}$ ,附加直流磁场分别为  $H_{dc} = 0$  (曲线 a),  $H_{dc} = 80\text{kA}/\text{m}$  (曲线 b),  $H_{dc} = 120\text{kA}/\text{m}$  (曲线 c).由图 2 可以看出,在无附加直流磁场情况下,即曲线 a,在  $T_C$  以下的温度范围内,磁化率实部的值呈现缓慢的下降.对于  $270\text{ K}$  附近磁化率实部的变化,做了不同频率 ( $f = 10\text{ Hz--}10\text{ kHz}$ ) 下的测量,结果与  $777\text{ Hz}$  时并无差别,即交流磁化率实部随温度的变化与频率无关,表明在该体系中没有自旋玻璃态成分的存在<sup>[20-25]</sup>.图 2 曲线 a, b, c 显示,随附加直流磁场的增大,在铁磁相温区 ( $T < T_C$ ) 范围内样品交流磁化率实部的值明显减小,顺磁相温区 ( $T > T_C$ ) 范围内样品交流磁化率实部的变化不大.

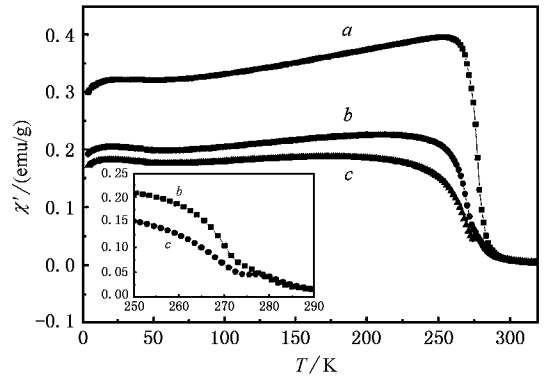


图 2  $(\text{Pr}_{6/8}\text{Nd}_{2/8})_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  样品在较小直流场下交流磁化率实部  $\chi'$  随温度的变化

值得注意的是,对于外场  $H_{dc} = 80\text{kA}/\text{m}$  和  $120\text{kA}/\text{m}$ ,在  $T_C$  附近较小的温区内,样品的交流磁化率  $\chi'$  出现一个小的平台或峰值.为更深入地研究此现象,对  $(\text{Pr}_{6/8}\text{Nd}_{2/8})_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  样品做了较大附加直流场 ( $H_{dc} = 160\text{--}4800\text{kA}/\text{m}$ ) 作用下  $\chi'$  的测量(图 3).随  $H_{dc}$  的增大,铁磁相温区内  $\chi'$  的值越来越小,但  $T_C$  附近小温区范围内  $\chi'$  出现一个尖峰;在较强直流磁场下(如图 3 插图所示  $H_{dc} = 2400\text{kA}/\text{m}$ ,  $4800\text{kA}/\text{m}$ ),即使在  $T_C$  两边其他温区(顺磁相温区和铁磁相温区)内  $\chi'$  都已趋近于 0,但  $T_C$  附近  $\chi'$  仍有一尖峰出现.

#### 3.3. $T_C$ 附近交流磁化率的变化与样品的磁转变及掺杂对样品磁性质的影响

图 4 所示为  $(\text{Pr}_{6/8}\text{Nd}_{2/8})_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  样品在  $T_C$  附

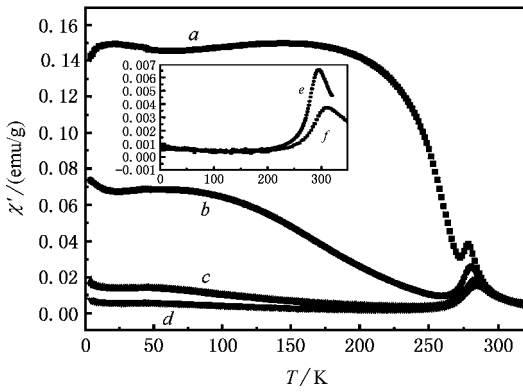


图 3 (Pr<sub>6/8</sub>Nd<sub>2/8</sub>)<sub>2/3</sub>Sr<sub>1/3</sub>MnO<sub>3</sub> 样品较大直流场下交流磁化率实部 χ' 随温度的变化

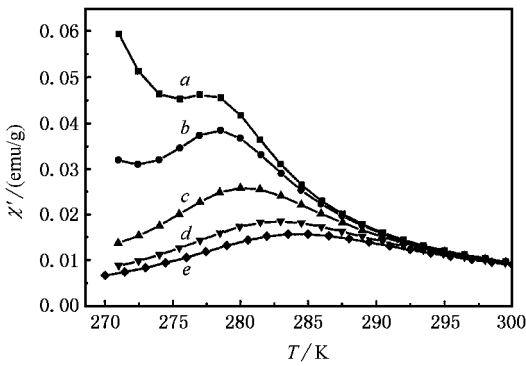


图 4 (Pr<sub>6/8</sub>Nd<sub>2/8</sub>)<sub>2/3</sub>Sr<sub>1/3</sub>MnO<sub>3</sub> 样品 T<sub>c</sub> 附近小温区内不同混合场下交流磁化率 χ' 随温度的变化

近较小温区范围内不同混合场下 χ' 随温度变化的测量结果。随着 H<sub>dc</sub> 的增大, χ' 峰值逐渐减小, 其峰值所对应的温度逐渐向高温方向移动。为更清楚地反映在混合场作用下样品交流磁化率实部随外加磁场的变化, 按下式定义交流磁化率实部的相对变化 E<sub>χ'</sub> 为<sup>[16]</sup>

$$E_{\chi'} = \Delta\chi' / \chi'_{dc} = (\chi'_{dc} - \chi'_0) / \chi'_{dc} \times 100\% \quad (1)$$

其中 χ'<sub>dc</sub> 与 χ'<sub>0</sub> 分别是在 H<sub>dc</sub> ≠ 0 和 H<sub>dc</sub> = 0 时交流磁化率 χ' 的测量结果。E<sub>χ'</sub> 反映的是不同附加直流磁场下样品交流磁化率实部的相对变化。图 5 为 (Pr<sub>1-y</sub>Nd<sub>y</sub>)<sub>2/3</sub>Sr<sub>1/3</sub>MnO<sub>3</sub> 体系三个样品交流磁化率实部的相对变化 (E<sub>χ'</sub> = Δχ' / χ'<sub>80kA/m</sub>) 随温度的变化曲线。测量结果表明, E<sub>χ'</sub> 峰值出现在 T<sub>c</sub> 附近, 且随 Nd 掺杂量的增多, E<sub>χ'</sub> 峰值出现温度 (T<sub>p</sub>) 逐渐向低温方向移动 (图 5 中的插图所示)。与 Jia 等人<sup>[26]</sup> 对 (Pr<sub>1-y</sub>Nd<sub>y</sub>)<sub>2/3</sub>Sr<sub>1/3</sub>MnO<sub>3</sub> (y = 0.0, 0.7, 1.0) 体系磁电

阻 MR 的研究工作相比较, 变化规律基本一致。

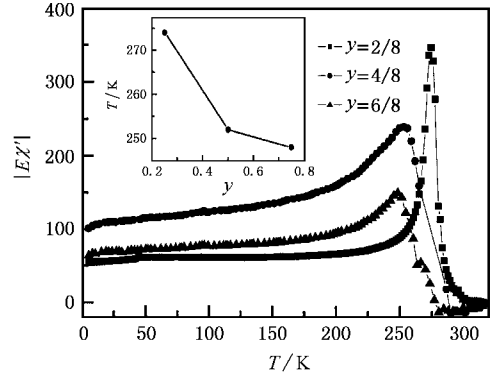


图 5 (Pr<sub>1-y</sub>Nd<sub>y</sub>)<sub>2/3</sub>Sr<sub>1/3</sub>MnO<sub>3</sub> 体系样品交流磁化率实部的相对变化 (E<sub>χ'</sub>) 随温度的变化

对于该体系, 在高温区由于 Mn 离子的自旋无序排列, 材料在宏观上表现为顺磁性。随着温度的降低, 在居里温度 T<sub>c</sub> 附近, 样品中 Mn<sup>3+</sup>/Mn<sup>4+</sup> 离子的磁矩开始平行排列, 磁化强度迅速增大, 宏观上表现为顺磁-铁磁转变。随着附加直流磁场强度的增大, Mn<sup>3+</sup>/Mn<sup>4+</sup> 离子自旋平行排列趋势增强, 相变温度 T<sub>c</sub> 增高, 对于较弱的交流驱动场 (振幅 H<sub>ac</sub> = 800A/m, 频率 f = 777Hz), 样品中磁矩的定向排列较难改变, 即表现为随附加外场增大交流磁化率实部减小。而在相变温度 T<sub>c</sub> 附近离子自旋排列受外加磁场扰动影响最大、最为敏感, 因此磁化率实部变化最大值应出现在 T<sub>c</sub> 附近。这与负磁电阻效应的产生紧密相关。根据 Zener 的双交换模型, 在这种情况下, e<sub>g</sub> 电子可以在自旋平行排列的 Mn<sup>3+</sup>/Mn<sup>4+</sup> 离子间跳跃, 样品由半导体 (或绝缘体) 型导电行为转变

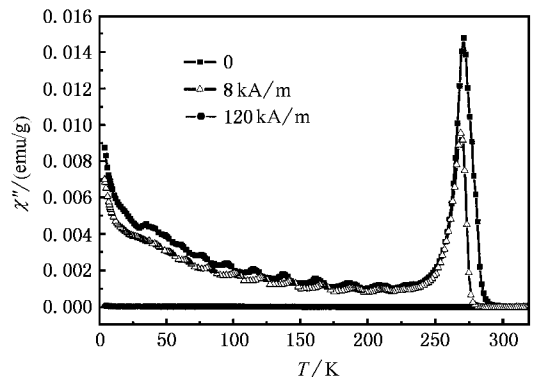


图 6 (Pr<sub>6/8</sub>Nd<sub>2/8</sub>)<sub>2/3</sub>Sr<sub>1/3</sub>MnO<sub>3</sub> 样品混合场下交流磁化率虚部 χ'' 随温度的变化

为金属型导电行为. 外加磁场的引入促进了  $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$  离子间的自旋平行排列, 增加了  $e_g$  电子的跃迁概率, 增强了金属型电导, 从而在居里温度  $T_c$  附近表现出较大的负磁电阻效应. 这与其他掺杂锰氧化物体系输运性质和磁特性的研究结果相一致<sup>[11,12,16-18]</sup>.

交流磁化率的虚部 ( $\chi''$ ) 反映能量的损失, 在样品经历一级相变时交流磁化率的虚部会有所变化. 图 6 所示为样品  $(\text{Pr}_{6/8}\text{Nd}_{2/8})_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  在混合场下 ( $H_{dc} = 800\text{A/m}$ ,  $f = 777\text{Hz}$ ,  $H_{ac} = 0-120\text{kA/m}$ ) 交流磁化率的虚部  $\chi''$  随温度的变化. 可以看出, 当  $H_{dc}$  较小时,  $\chi''$  在  $T_c$  附近有一峰值; 随着  $H_{dc}$  的增大,  $\chi''$  的峰值减小, 并且峰值所对应的温度向高温方向移动; 当  $H_{dc}$  足够大时,  $T_c$  处的尖峰消失; 对于该样品, 当  $H_{dc} = 120\text{kA/m}$  时,  $\chi''$  在整个测量温区内趋于 0. 根据扰动耗散理论<sup>[27]</sup>, 若材料经历磁相变, 那么能量的损失部分归因于磁化过程中(尤其是临界区域)的扰动. 在  $T_c$  附近, 当  $H_{dc}$  较小时, 自旋排列无序度较大, 因此在磁转变时能量损耗较大; 而当  $H_{dc}$  较大

时,  $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$  离子自旋平行排列趋势增强, 无序度减小. 因此在磁转变处能量损耗较小或者无损耗.

## 4. 结 论

系统研究了  $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  ( $y = 2/8, 4/8, 6/8$ ) 体系多晶样品在混合场下的磁特性. 结果表明, 随着附加直流磁场的增大, 磁化强度逐渐增大, 磁化率实部逐渐减小. 在混合场下交流磁化率的变化对样品的磁转变非常敏感, 由于在相变温度  $T_c$  附近离子自旋排列受外界磁场扰动影响最大, 所以磁化率实部的相对变化 ( $E_{\chi'}$ ) 最大值出现在相变温度  $T_c$  附近, 且与磁电阻效应变化规律相符合. 因此, 混合场下交流磁化率的测量可以作为确定样品磁转变温度的一个有效实验方法. 随着附加直流磁场强度的增强,  $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$  离子自旋平行排列趋势增强, 相变温度  $T_c$  增高, 对于较小的交变磁场扰动, 其磁定向排列较难改变, 即表现为随着附加直流磁场的增大, 样品的交流磁化率实部减小.

- [ 1 ] Jonker G H and Van Santen J H 1950 *Physica* **16** 337  
Jonker G H 1956 *Physica* **22** 707
- [ 2 ] Dho J, Kim W S and Hur N H 2002 *Phys. Rev. Lett.* **89** 027202 - 1
- [ 3 ] Kolesnik S, Dabrowski B, Chmaissem O, Bukowski Z and Mais J 2001 *J. Appl. Phys.* **89** 7407
- [ 4 ] Ye S L, Song W H, Dai J M, Wang K Y, Wang S G, Zhang C L, Du J J, Sun Y P and Fang J 2002 *J. Magn. Magn. Mater* **248** 26
- [ 5 ] Boujelben W, Cheikh-Rouhou A, Pierre J, Abou-Ras D, Renard J P and Shimizu K 2002 *Phys. B* **321** 68
- [ 6 ] Hwang H Y, Cheong S W, Radaelli P G, Marezio M and Batlogg B 1995 *Phys. Rev. Lett.* **75** 914
- [ 7 ] Hong C S, Kim W S and Hur N H 2001 *Phys. Rev. B* **63** 092504
- [ 8 ] Wu J, Cao Q L, Gu K M, Li Q L, Wang L, Zhang H C, Du Y W and Zhang S Y 1999 *Acta. Phys. Sin.* **48** 370 (in Chinese) [ 吴坚、曹庆琪、谷坤明、李启亮、王亮、张鸿才、都有为、张世远 1999 物理学报 **48** 370 ]
- [ 9 ] Dai D S, Xiong G C and Wu S C 1997 *Progress in Physics* **17** 201 (in Chinese) [ 戴道生、熊光成、吴思诚 1997 物理学进展 **17** 201 ]
- [ 10 ] Hejtmanek J, Pollert E, Jirak Z, Sedmidubsky D, Strejc A, Maignan A, Martin C, Hardy V, Kuzel R and Tomioka Y 2002 *Phys. Rev. B* **66** 014426
- [ 11 ] Vanderbemden P, Vertruyen B, Rulmont A, Cloots R, Dhaleme G and Ausloos M 2003 *Phys. Rev. B* **68** 224418
- [ 12 ] Zhao J H, Kunkel H P, Zhou X Z and Williams G 2002 *Phys. Rev. B* **66** 184428
- [ 13 ] Pena A, Gutierrez J, Barandiaran J M, Chapman J P, Insausti M and Rojo T 2003 *J. Solid State Chem.* **174** 52
- [ 14 ] Lu Y, Li Q A, Di N L and Cheng S H 2003 *Acta. Phys. Sin.* **52** 1520 (in Chinese) [ 鲁毅、李庆安、邱乃利、成韶华 2003 物理学报 **52** 1520 ]
- [ 15 ] Lu Y, Li Q A, Di N L, Cheng S H, Xue Y J, Zhang L, Chen N, Xiao H W, Zhang B S and Chen D F 2003 *Acta. Phys. Sin.* **52** 2057 (in Chinese) [ 鲁毅、李庆安、邱乃利、成韶华、薛艳杰、张莉、陈娜、肖红文、张百生、陈东风 2003 物理学报 **52** 2057 ]
- [ 16 ] Hasanain S K, Anisullah B, Mumtaz A and Shaheen S A 2001 *J. Magn. Magn. Mater* **225** 322
- [ 17 ] Wu S Y, Yang C C, Tsao F C, Li W H, Lee K C, Lynn J W and Yang H D 2002 *J. Phys. : Condens. Matter* **14** 12585
- [ 18 ] Xiong C S, Xiong Y H, Meng G N, Jian Z P, Yi W, Mai Y T, Xu W, Yang S, Ren Z M, Zhang J, Shi X F, Xia Z C and Yuan S L 2003 *J. Phys. : Condens. Matter* **15** 7063
- [ 19 ] Caignaert V, Maignan A and Raveau B 1995 *Solid State Commun.* **95** 357

- [ 20 ] Li R W , Wang Z H , Chen X and Shen B G 1999 *Acta . Phys . Sin .* **48** ( s1 ) s105 ( in Chinese ) [ 李润伟、王志宏、陈 新、沈保根 1999 *物理学报* **48** ( s1 ) s105 ]
- [ 21 ] Chatterjee S and Nigam A K 2002 *Phys . Rev . B* **66** 104403
- [ 22 ] Cai J W , Wang C , Shen B G , Zhao J G and Zhan W S 1997 *Appl . Phys . Lett .* **71** 1727
- [ 23 ] Fan J Y , Pi L , Tong W , Xu S J , Gao J , Zha C Z and Zhang Y H 2003 *Phys . Rev . B* **68** 092407
- [ 24 ] Chatterjee S and Nigam A K 2002 *Phys . Rev . B* **66** 104403
- [ 25 ] De Teresa J M , Ibarra M R , Garcia J , Blasco J , Ritter C , Algarabel P A , Marquina C and del Moral A 1996 *Phys . Rev . Lett .* **76** 3392
- [ 26 ] Jia Y X , Lu L , Khazemi K , Yen D , Lee C S and Zettl A 1995 *Solid State Commun .* **94** 917
- [ 27 ] White R M 1970 *Quantum Theory of Magnetism , McGraw-Hill Advanced Physics Monograph Series , New York , 1970 , pp. 116 - 120*

## Study on magnetic transition behavior for $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$ system under superposed fields<sup>\*</sup>

Kang Bao-Juan Cao Shi-Xun<sup>†</sup> Wang Xin-Yan Li Ling-Wei Li Wen-feng Liu Fen

Cao Gui-Xin Yu Li-Ming Jing Chao Zhang Jin-Cang

( Department of Physics , Shanghai University , Shanghai 200436 , China )

( Received 17 May 2004 ; revised manuscript received 20 June 2004 )

### Abstract

The magnetic transition behaviors of  $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  ( $y = 2/8, 4/8, 6/8$ ) polycrystalline samples under superposed magnetic fields ( i. e. , the superposed ac and dc magnetic field ) were systematically studied at temperatures ranging from 4.2 to 300K. The results showed that the magnetization increases with the increase of magnetic field , and the real part of the ac susceptibility decreases as the superposed dc magnetic field increases. Under the superposed magnetic field , a characteristic sharp peak of the real part of the susceptibility appears near the magnetic transition temperature ( Curie temperature ). For the  $(\text{Pr}_{1-y}\text{Nd}_y)_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  system , as the Nd content increases , the peak temperature of the relative variation of the real part of susceptibility ( $E_{\chi'} = \Delta\chi'/\chi'_{dc}$ ) decreases , in consistent with that of the magnetoresistivity of this system. The magnetic transition behaviors under superposed magnetic fields for the manganite systems are discussed.

**Keywords :** perovskite manganite , superposed field , magnetic properties

**PACC :** 7530E , 7220M , 7215G , 7570

<sup>\*</sup> Project supported by the National Natural Science Foundation of China ( Grant No. 10274049 ) , the Shanghai Nano-technology Promotion Center and the Science & Technology Committee of Shanghai Municipality , China ( No. 0352nm036 ) , the Dawn Project ( No. 03SG35 ) and the Science & Technology Development Foundation ( No. 02AK42 ) of the Education Committee of Shanghai Municipality and the Shanghai Leading Academic Discipline Program.

<sup>†</sup>E-mail : sxciao@mail.shu.edu.cn.