

05;12

Влияние $P-H-T$ на электросопротивление и магниторезистивный эффект монокристаллических пленок $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.1}\text{Pb}_{0.2}\text{MnO}_3$

© С.С. Кучеренко, В.П. Пащенко, П.И. Поляков,
С.И. Харцев, В.А. Штаба

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины
E-mail: poljakov@host.dipt.donetsk.ua

Поступило в Редакцию 6 декабря 2000 г.

Исследовано влияние высоких гидростатических давлений (P) и магнитных полей (H) в широком температурном интервале ($T = 77 \div 325\text{K}$) на сопротивление (R) и магниторезистивный эффект ($\Delta R/R_0$) монокристаллической пленки $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.1}\text{Pb}_{0.2}\text{MnO}_3$, нанесенной лазерным напылением на подложку SrTiO_3 , ориентированную в плоскости (100). Максимальный отклик образца на воздействие P и H получен вблизи температуры фазовых переходов ($T = 310 \div 325\text{K}$). Наблюдалось уменьшение как R , так и $\Delta R/R_0$ с ростом P . Воздействие же нарастающего магнитного поля H привело к увеличению $\Delta R/R_0$ и уменьшению R монокристаллической пленки.

Введение. К наиболее интересным, интенсивно исследуемым в последние годы материалам относятся резкоземельные манганиты (РЗМ) со структурой перовскита, в которых обнаружен колоссальный магниторезистивный (КМР) эффект [1,2]. Выяснению природы этого явления и поиску высококачественных магниторезистивных материалов способствуют исследования влияния на их структуру и свойства давления, магнитного поля, температуры измерения и термообработки [3].

Из составов РЗМ наиболее перспективны манганит-лантановые перовскиты, легированные двухвалентными катионами: $\text{La}_{1-x}^{3+}\text{Me}_x^{2+}\text{Mn}_{1-x}^{3+}\text{Mn}_x^{4+}\text{O}_3$, где Me^{2+} — Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} [4]. Оптимальными свойствами, т.е. большим КМР, высокими температурами Кюри (T_C), перехода "металл-полупроводник" (T_R) и пика магниторезистивного эффекта (T_P), обладают материалы с $x = 0.33$ [5]. Из многообразия различных видов образцов: объемных

керамических [6] и монокристаллических [7], тонкопленочных, химического осаждения [8], магнетронного [9] и лазерного [10] напыления, — наиболее интересны и перспективны последние. Учитывая актуальность и важность исследований по влиянию изостатических давлений [11], в настоящей работе выполнены исследования в широком интервале давлений при различных температурах и напряженностях магнитного поля.

Методы получения и исследования образцов. Монокристаллические пленки состава $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.1}\text{Pb}_{0.2}\text{MnO}_3$ получали лазерным напылением из однофазных керамических мишеней $\text{O}24\text{mm}$, $d = 3 \div 5 \text{ mm}$ на подложку SrTiO_3 , ориентированную в плоскости (100). Согласно рентгенографическим данным, магниторезистивные образцы имели перовскитовую ромбоэдрически искаженную структуру ($R\bar{3}c$). Электросопротивление пленок определяли по четырехзондовому методу при различных гидростатических давлениях ($P = 0 \div 1.26 \text{ GPa}$), в широком

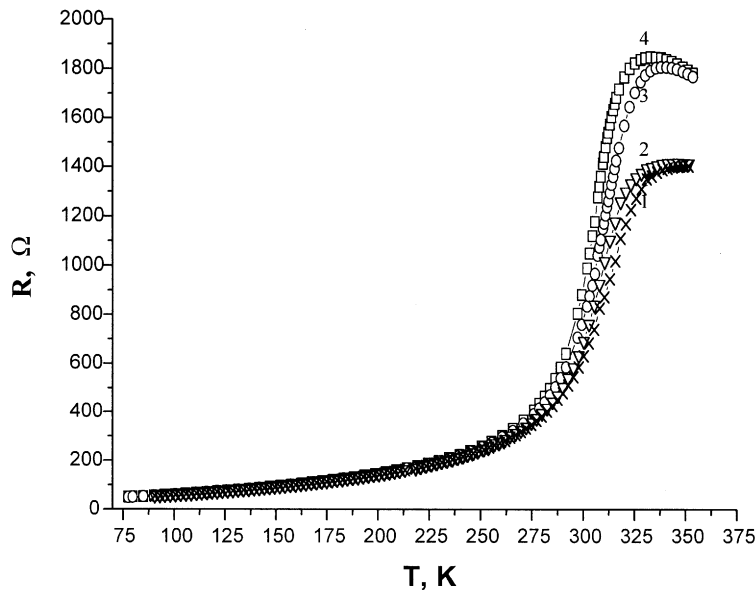


Рис. 1. Температурная зависимость сопротивления монокристаллической пленки $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.1}\text{Pb}_{0.2}\text{MnO}_3$ при различных гидростатических давлениях и напряженностях магнитного поля: 1 — $P = 1.26 \text{ GPa}$, $H = 8 \text{ kOe}$; 2 — $P = 1.26 \text{ GPa}$, $H = 0$; 3 — $P = 0$, $H = 8 \text{ kOe}$; 4 — $P = 0$, $H = 0$.

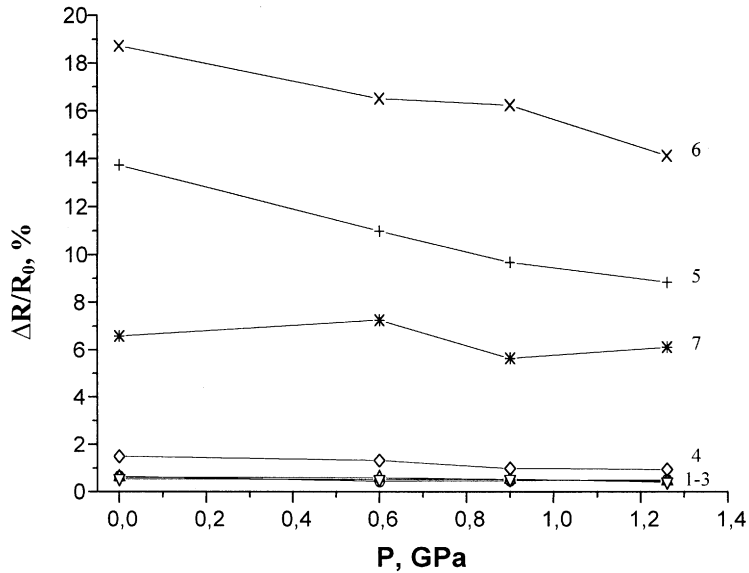


Рис. 2. Зависимость магниторезистивного эффекта при $H = 8$ кОе от давления при различных температурах: 1 — 100 К; 2 — 150; 3 — 200; 4 — 250; 5 — 300; 6 — 310; 7 — 325 К.

интервале температур ($T = 77 \div 350$ К) в магнитных полях с напряженностью $H = 2, 4, 6$ и 8 кОе.

Измерение электросопротивления образца, помещенного в камеру высокого давления (КВД) [12], проводилось в магнитном поле (R_H) и без него (R_0) в зависимости от температуры, которая определялась по сопротивлению медной катушки.

Погрешность измерения температуры составила 1%, магнитного поля — 1.5%, сопротивления — 0.01%, магниторезистивного эффекта ($\frac{\Delta R}{R_0} = \frac{R_0 - R_H}{R_0}$) — 0.1%, давления — 3%.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Влияние минимальных и максимальных значений гидростатических давлений и напряженностей магнитного поля на электросопротивление монокристаллической пленки $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.1}\text{Pb}_{0.2}\text{MnO}_3$ в широком интервале температур иллюстрирует рис. 1. Эффект действия высоких гидростатических

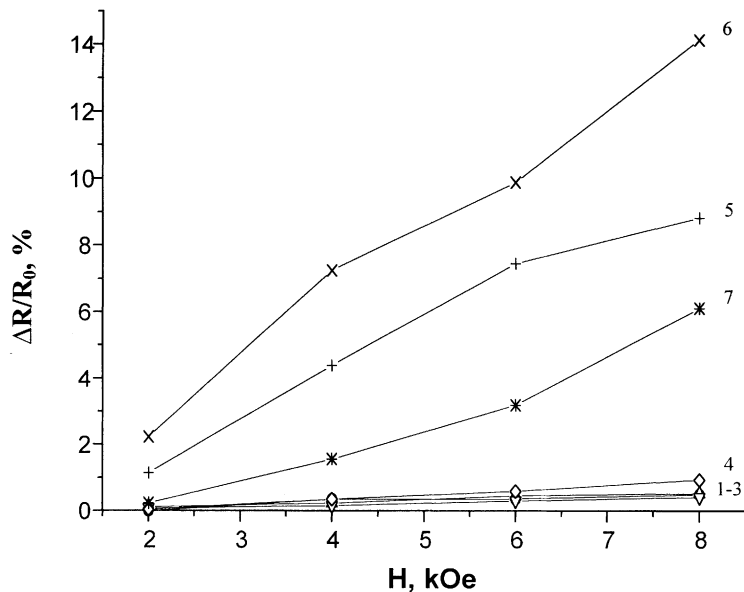


Рис. 3. Зависимость магниторезистивного эффекта от напряженности магнитного поля при различных температурах: 1 — 100 К; 2 — 150; 3 — 200; 4 — 250; 5 — 300; 6 — 310; 7 — 325 К.

давлений (ВГД) и магнитного поля аналогичен: с увеличением P и H сопротивление вблизи температуры максимума сопротивления, т.е. температуры перехода "металл-полупроводник", уменьшается. Прослеживается слабая тенденция к увеличению $T_{R\max}$ при росте P и H .

Повышенный интерес представляет влияние ВГД на величину магниторезистивного эффекта, измеренного при различных температурах (рис. 2). При повышенных температурах с увеличением давления наблюдается тенденция к уменьшению магниторезистивного эффекта ($\Delta R/R_0$). При более низких температурах ВГД практически не влияет на величину $\Delta R/R_0$, т.е. система оказывается слабо чувствительной даже к высоким изостатическим давлениям (рис. 2) и к магнитному полю (рис. 3). Существует определенный температурный интервал (300 ÷ 310 К), в котором наблюдается максимальное влияние P (рис. 2) и H (рис. 3) на величину магниторезистивного эффекта. Особый интерес

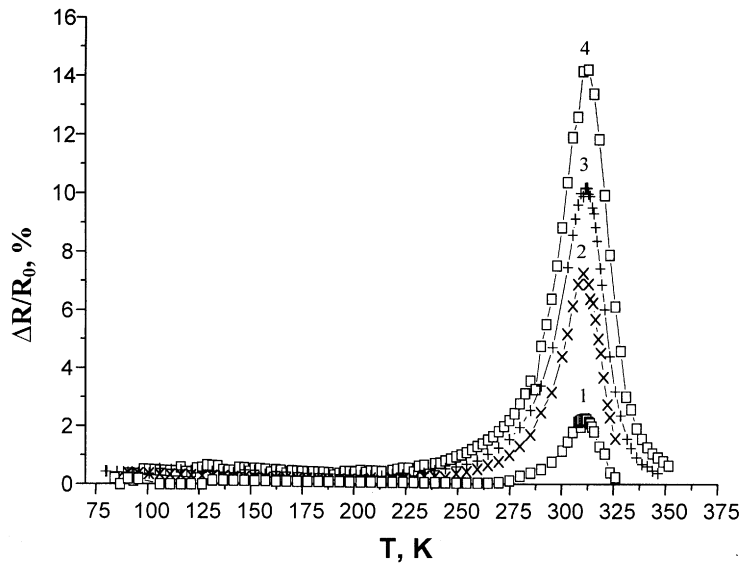


Рис. 4. Температурная зависимость магниторезистивного эффекта при $P = 1.26$ GPa и различных напряженностях магнитного поля: 1 — 2 kOe; 2 — 4; 3 — 6; 4 — 8 kOe.

представляет влияние температуры и магнитного поля на пик магниторезистивного эффекта при $P = 1.26$ GPa (рис. 4). С увеличением магнитного поля от 2 до 8 kOe вблизи температуры фазового перехода ($T_p \approx 310$ K) магниторезистивный эффект $\Delta R/R_0$ увеличивается от 2 до 15%, т. е. в 7.5 раз.

Наблюдаемые эффекты влияния P , H и T на электрические и магнитные свойства исследуемого образца, по нашему мнению, связаны с упругими и обратимыми изменениями локальных состояний прежде всего ионов марганца.

Выводы. Комплексными исследованиями по влиянию высоких гидростатических давлений ($P = 0 \div 1.26$ GPa), магнитного поля ($H = 0 \div 8$ kOe) и температуры ($T = 77 \div 350$ K) на сопротивление и магниторезистивный эффект монокристаллических пленок $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.1}\text{Pb}_{0.2}\text{MnO}_3$, полученных лазерным напылением, установлено следующее.

1. Максимальные значения сопротивления наблюдаются при температуре $T_{R\max} \approx 325$ К, а магниторезистивного эффекта — при $T_P \approx 310$ К.

2. Вблизи температуры фазовых переходов сопротивление и магниторезистивный эффект уменьшаются с увеличением гидростатических давлений.

3. С увеличением H уменьшается R и увеличивается $\Delta R/R_0$ вблизи температуры фазовых переходов ($310 \div 325$ К).

4. Максимальный эффект влияния P и H характерен для интервала температур, близких к фазовым переходам, и ослабевает как для низких ($77 \div 250$ К), так и более высоких (325 К) температур, далеких от $T_{R\max}$ и T_P .

Список литературы

- [1] Mahendrian R., Tiwary S.K., Raychaudhuri A.K. et al. // Phys. Rev. B. 1996-II. V. 53. N 6. P. 3348–3358.
- [2] Нагаев Э.Л. // УФН. 1996. Т. 166. № 8. С. 833–858.
- [3] Baryakhtar V.G., Pogorilyi A.N., Belous N.A., Tovstolytkin A.I. // JMMM. 1999. V. 196–197. P. 525–526.
- [4] Ramirez A.P. // J. Phys. Condens. Mater. 1997. V. 9. P. 8171–8199.
- [5] Urushibara A., Moritomo Y., Asamitsu A. et al. // Phys. Rev. B. 1995-II. V. 51. N 20. P. 14106–14109.
- [6] Пащенко В.П., Харцев С.И., Черенков О.П. и др. // Неорганические материалы. 1995. Т. 35. № 12. С. 1509–1516.
- [7] Балбашиев А.М., Губкин М.К., Куреев В.В. и др. // ЖЭТФ. 2000. Т. 117. В. 3. С. 542–547.
- [8] Сухоруков Ю.П., Лашкарева Н.Н., Ганьшина Е.А. и др. // Письма в ЖТФ. 1999. Т. 25. В. 14. С. 6–13.
- [9] Khartsev S.I., Krivoruchko V.N., Pashchenko V.P. // Low Temp. Phys. 1997. V. 23 (8). P. 631–634.
- [10] Von Helmlolt R., Wecker J., Holzappel B. et al. // Phys. Rev. Lett. V. 71. N 14. P. 2331–2333.
- [11] Архипов В.Е., Гавико В.С., Демчук К.М. и др. // Письма в ЖЭТФ. 2000. Т. 71. В. 3. С. 169–173.
- [12] Олейник А.В., Поляков П.И., Сынков В.Г. // ФТВД. 1994. Т. 4. № 1. С. 88–91.