

Оптическая спектроскопия манганитов с колоссальным магнитосопротивлением

Сухоруков Ю.П., Лошкарева Н.Н., Мостовщикова Е.В., Телегин А.В., Номерованная Л.В., Махнев А.А.



Методами оптического поглощения, отражения и эллисометрии изучена эволюция оптических спектров и электронной структуры легированных манганитов. Сравнительный анализ оптических, магнитооптических и магнотранспортных свойств позволил получить информацию об электронной структуре, её связи с магнитным упорядочением и о зарядовом и магнитном разделении фаз в манганитах с колоссальным магнитосопротивлением. Для описания спектров использовались различные модели (зонная, кластерный метод и теория эффективной среды). Изготовлен модулятор ИК-излучения, работающий на основе эффекта гигантского магнитопротускания в пленке манганита, при комнатной температуре.

Фундаментальной задачей являлось изучение электронной структуры и взаимосвязи электронной и магнитной подсистем манганитов лантана.

1. Определен основной полупроводниковый параметр - ширина запрещенной зоны в LaMnO_3 (0.30эВ при 293К) и CaMnO_3 (1.55эВ).

2. Показано сосуществование локализованных (ИК-полос) и делокализованных (Друдевклада) состояний в оптическом поглощении слаболегированных манганитов, что является особенностью сильно коррелированных систем.

3. При сравнении температурной зависимости ИК поглощения и электропроводности получено доказательство разделения фаз в электронной подсистеме манганитов, легированных дырками, т.е. наличие "металлических" капель в диэлектрической матрице. Методика основана на различии оптического отклика от диэлектрической фазы, поглощение которой уменьшается при понижении температуры, и "металлической" фазы, поглощение которой увеличивается. При отсутствии перколяции "металлические" включения в диэлектрической фазе не проявляются в статической проводимости, но хорошо видны в ИК-поглощении. Рис.1 демонстрирует существование металлической фазы в монокристалле $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{MnO}_3$ ниже температуры Кюри (T_C). Относительный объем "металлической" фазы состав-

ляет 0.2% при 100К. Показано сосуществование "металлических" и диэлектрических областей с орбитальным упорядочением в электронно-допированных манганитах $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{MnO}_3$ и кобальтитах $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$ при $T < T_C$, а в низкоразмерных манганитах $\text{La}_{1.2}\text{Sr}_{1.8}\text{Mn}_2\text{O}_7$ при $T > T_C$.

4. В парамагнитном состоянии спектры отражения слабо легированных дырками $\text{La}_{1-x}(\text{Ca,Sr,Ba})_x\text{MnO}_3$ описываются в рамках теории полярона малого радиуса.

В CaMnO_3 , легированом ионами La^{3+} , обнаружен переход от поляронной к зонной про-

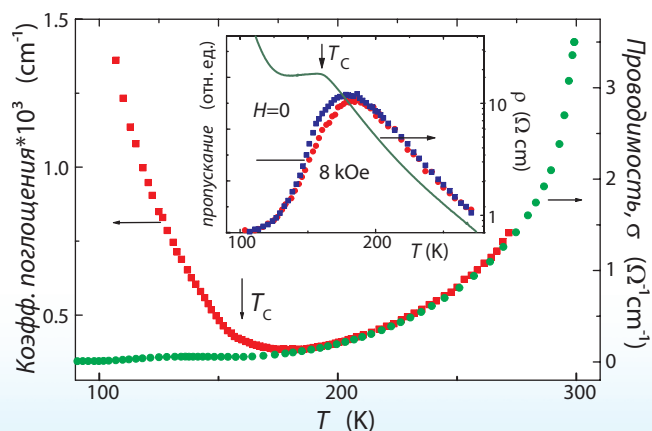


Рис.1

Температурная зависимость статической проводимости (правая ордината) и коэффициента поглощения света (левая ордината) при 0.35эВ. На вставке – температурная зависимость электросопротивления (правая ордината) и пропускания света (левая ордината) в магнитном поле $H = 8\text{кЭ}$.

водимости. Определены параметры носителей заряда.

5. В манганитах различных составов обнаружен эффект гигантского магнитопропускания, который является оптическим аналогом колоссального магнитосопротивления. Вставка на *рис.1* демонстрирует изменение пропускания в магнитном поле. Колоссальное магнитосопротивление является усредненной характеристикой образцов с разделением фаз и имеет максимум вблизи концентрационного порога перколяции (например, для пленок La_xMnO_3 при $x=0.90$, *рис.2*). Магнитопропускание появляется только в металлических каплях и имеет максимальную величину в оптимально легированных манганитах с максимальным объемом ферромагнитной металлической фазы при низких температурах и с максимальной T_C (например, при $x=0.83$, *рис.2*). Сравнение концентрационной зависимости магнитосопротивления и магнитопропускания доказывает наличие разделения фаз в легированных манганитах.

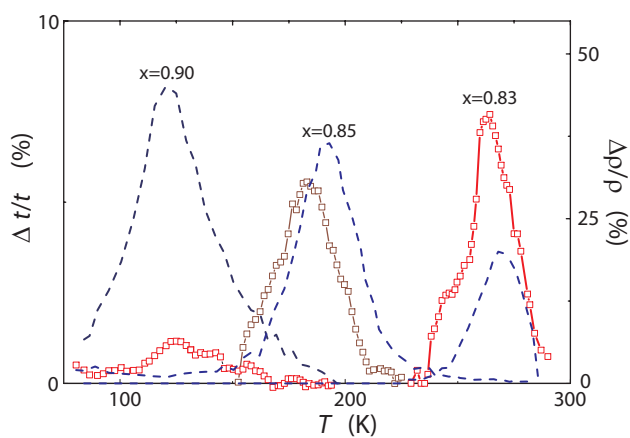


Рис.2

Температурная зависимость магнитопропускания (красные символы) и магнитосопротивления (синий пунктир) пленок La_xMnO_3 в магнитном поле 8кЭ.

6. Гигантское магнитопропускание (до 55 % при $H=8\text{кЭ}$) в широкой инфракрасной области спектра (1.5-12мкм) может быть использовано для создания оптоэлектронных устройств ИК-диапазона, управляемых магнитным полем. Создан модулятор ИК-излучения, работающий при комнатной температуре на эффекте гигантского магнитопропускания в пленке $\text{La}_{0.82}\text{Na}_{0.18}\text{MnO}_3$ (*рис.3*). Разработана магнитная линза на основе гетероструктуры манганит - высокотемпературный сверхпроводник, которая позволяет уменьшить управляющие магнитные поля. Подробнее с результатами и выводами можно ознакомиться в обзоре [1].

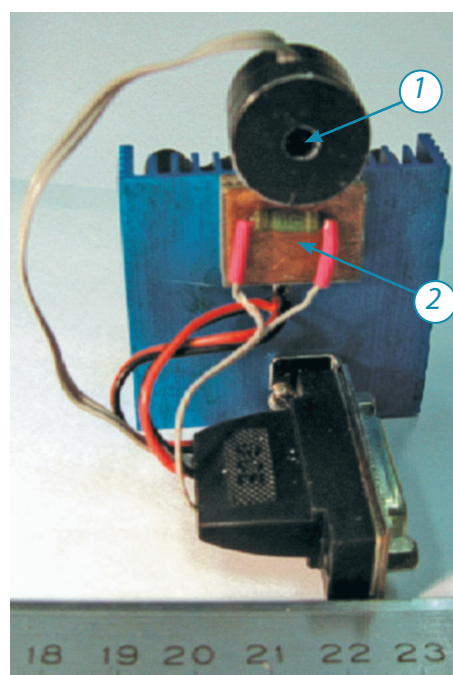


Рис.3

Модулятор ИК-излучения, работающий на основе эффекта гигантского магнитопропускания в пленке $\text{La}_{0.82}\text{Na}_{0.18}\text{MnO}_3$ при комнатной температуре, в диапазоне длин волн 1.5-12мкм (глубина модуляции ~6 %)

1 – Модулятор (магнитооптический элемент и источник магнитного поля)

2 – Система термостабилизации