АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060600-химия

Турсинова Жанар Илиясовна

«Направленный синтез, структура и электрофизические свойства сложнооксидных манганитов»

Общая характеристика диссертационной работы:

Диссертационная работа вносит свою лепту в понимании способа получения твердых растворов на основе манганита диспрозия, допированного висмутом, специфики их конструкции и характеристики. Результаты работ могут быть использованы при подходящем выборе по магнитным свойствам манганитов перовскитов и электрической проводимости при формировании памяти завищееся от магнитной энергии. Кроме того, результаты исследования позволяют легко использовать гетероструктуры, содержащие магнитоактивные слои, значительно расширяя функциональные возможности низкоразмерных структур, поскольку в этом случае, наряду с зарядом, спин электрона представляет собой активный элемент. Диссертационная работа предназначена для синтеза неизвестных ранее соединений, в том числе сложных манганитов, несколькими методами и их рентгенографических, электронографических и физических свойств, в том числе их магнитных свойств.

В качестве исходных веществ использовались оксиды Bi_2O_3, Dy_2O_3, Mn_2O_3 марок («х. ч.») и дистиллированная вода, лимонная кислота. В качестве гелеобразующих агентов использовали трехатомный спирт глицерин - в золь – гель методе, концентрированная азотная кислота в цитратно – нитратном методе, а в методе Печини - мочевина. Исходные вещества, полученные из стехиометрического расчета, взвешиваются на аналитических весах с максимальной точностью, смешиваются, измельчиваются в агатовой ступке и укладываются в алундовый тигель.

С помощью дифференциального сканирующего калориметра исследованы термические свойства соединений между 298-1000 K. Разделение соединений по термическим характеристикам полностью совпадает со строительной системой.

Для практического определения термодинамических свойств неорганических веществ требуется дорогостоящее, сложное оборудование и необходимо провести множество сложных экспериментов. На практике встречаются трудности, такие как нестабильность предметов, агрессивность, необходимость ценных вещей и др.

Поэтому для определения термодинамических свойств неорганических веществ целесообразно использовать множество вычислений. Различают методы расчета и практические методы. В настоящее время даны различные методы для расчета термохимических и термодинамических устойчивости.

Термодинамические свойства манганитов, синтезированных эффективным методом, рассчитаны полуэмпирическими методами.

По результатам термохимических анализов определены условия синтеза сложных смешанных манганитов, синтезированы новые поликристаллические манганиты, проведен фазовый анализ составов. С помощью рентгенографического исследования определены тип сингонии и параметры кристаллических решеток поликристаллов, определена взаимосвязь между пикнометрической и рентгеновской плотностью.

Определена удельная теплоемкость и рассчитаны термодинамические функции манганитов. Кроме того, были обнаружены фазовые переходы в слоистых структурах, изучена морфология поверхности и измерен размер частиц в порошке манганита.

Методом магнитометрии исследована зависимость магнитных свойств сложных оксидов от температуры и определена температурная зависимость магнитного момента сложного манганита. Исследованы температурные зависимости намагничнности манганита висмута-диспрозия в режимах ZFC и FC в магнитном поле 10, 100, 1000 кОе.

Актуальность исследовательской работы

В связи с актуальными проблемами микроэлектроники очень остро встала задача создания систем с большим изотропным отрицательным магнитосопротивлением, работающих при комнатных температурах. В частности, они нужны для создания головок магнитной записи, для надежного хранения информации и т. д. В последние годы основные работы в этой области велись в направлении создания многослойных магнитных пленок и гранулированных магнитных систем.

Целью работы является разработка методов синтеза сложных манганитов диспрозия легированных висмутом и исследование их структуры и функциональных свойств, а также взаимосвязи между структурой, магнитными и диэлектрическими свойствами синтеза полученных материалов.

Для достижения этой цели были достигнуты следующие задачи:

1. определение эффективного метода синтеза сложных манганитов диспрозия легированных висмутом;
2. определить влияние технологии синтеза на процесс, структуру, морфологию поверхности сложных манганитов;
3. определение фазовых переходов и морфологии поверхности в слоистых структурах, измерение размера частиц;
4. определение удельной теплоемкости и расчет термодинамических функций манганитов;
5. изучение зависимости намагничивания манганита висмута от температуры;
6. исследование зависимости от температуры и частоты диэлектрической проницаемости манганита синтезированного эффективным метода.

Объектом исследования был выбран ранее неизученный сложный перовскитообразный манганит $Bi_xR_{1-x}MnO_3$ (0.1 – 0.8) диспрозия.

Научная новизна:

1. Впервые манганит $Bi_xR_{1-x}MnO_3$ (0.1 – 0.8) был синтезирован четырьмя различными методами (твердофазный метод, золь-гель метод, цитрат-нитратный метод, метод Печини);
2. Впервые разработана схема эффективного способа синтеза манганитов $Bi_xR_{1-x}MnO_3$ (0.1-0.8) - метода Печини;
3. Рентгенофазовый анализ был проведен для определения синтезированных сложных оксидов и для контроля фазового состава, сравнительно рассчитаны рентгеновские и пнометрические плотности.;
4. Впервые были определены простые параметры решеток, типы сингоний и структуры синтезированных соединений;
5. Электронный микроскоп показал, что доля элементов в манганита, полученном методом Печини, соответствовала $Bi_xR_{1-x}MnO_3$ (0.1 – 0.8);
6. а также исследован поверхностный слой полученных манганитов;
7. По результатам термического анализа наблюдался экзотермический эффект в интервале 400-600˚С из-за несоответствия электронов в конструкции манганита;
8. Объем манганитовых порошков определяли седиментационным методом;
9. Впервые определена удельная теплоемкость $Bi_{0.2}Dy_{0.8}MnO_3$ манганита при высокой температуре;
10. Впервые рассчитаны термодинамические свойства манганита $Bi_{0.2}Dy_{0.8}MnO_3$;
11. Впервые определена температурная зависимость магнетизма в режимах ZFC и FC в магнитном поле 10, 100, 1000 кОе для $Bi_xR_{1-x}MnO_3$ (x = 0.1; 0.4; 0.5).

Теоретическая и практическая значимость работы

Результаты, полученные из механизму фазообразования, структурной стабильности сложного оксида, совместимости материалов и электрохимических характеристик ячеек, могут быть использованы в качестве данных для методов синтеза, обработки и контроля качества, применяемых при нанесении объемных образцов и пленок перовскитов манганитов, а также по химическому составу, строению и свойствам вещества в физической химии оксидных соединений. Соотношение увеличивает теоретическую концепцию. Результаты термического анализа, объемные количества манганитных порошков, значения параметров структуры и другие измеренные и рассчитанные значения могут быть использованы в качестве обзора для подготовки материала для изделий и электрохимических устройств в соответствии с этой темой. В основном манганитов можно считать перспективным в следующих новых областях:

- для изготовления датчиков магнитного поля;
- спинный транзистор (управляемый магнитным полем) и другие устройства, основанные на сильных поляризационных эффектах носителей

тока;

- для изготовления магнитооптических преобразователей с использованием сильных магнитопозитивных эффектов.

Результаты работ могут быть использованы при подходящем выборе по магнитным свойствам манганитов перовскитов и электрической проводимости при формировании памяти завищееся от магнитной энергии. Кроме того, результаты исследования позволяют легко использовать гетероструктуры, содержащие магнитоактивные слои, значительно расширяя функциональные возможности низкоразмерных структур, поскольку в этом случае, наряду с зарядом, спин электрона представляет собой активный элемент.

Объекты исследовательской работы

Синтез, фазовая аттестация и уточнение строения сложных манганитов диспрозия легированных висмутом и дифракция рентгеновских лучей были выполнены в «Комплексном химико-биологический научно-исследовательском центре» (КазНацЖенПУ). Исследование высокотемпературного состояния образцов методом термогравиметрического анализа, исследование электронным сканирующим микроскопом, аналитические работы на оптическом микроскопе с целью исследования поверхностного слоя манганитов проводились в «Национальном нанотехнологическом лаборатории открытого типа» (КазНУ им. Аль-Фараби). Определение объемных значений синтезированных соединений методом седиментации проводилось в Институте радиоэлектроники и инженерной физики (СФУ, Россия). Температурная зависимость намагниченности, температурная зависимость комплексной диэлектрической проницаемости и температурная зависимость намагниченности в магнитных полях 500 Ое и 50 Ое были исследованы в Институте физики им. Л.В.Киренского (СФУ, Россия). Теплоемкости висмутовых манганитов до температуры 1500ºС исследованы в лабораторий инженерного профиля «Физико-химические методы исследования» (Карагандинский университет им. Букетова, Караганда). Исследование намагничивания соединений в режиме ZFC при температуре 10К между магнитным полем 50 кОе-50 и 50 кОе проводилась в лаборатории Кавендиш (Кембриджский университет, Великобритания).

Связь темы диссертации с приоритетными направлениями науки

1. ГФ4/38 «Синтез и физико-химические исследования многофункциональных магнитных материалов нового поколения» 2015 – 2017 гг.

2. AR05130165 «Разработка и физические основы новых кристаллических систем в классе мультиферроиков» 2018 - 2020 гг.

Основные результаты:

1) Впервые манганит $Bi_xR_{1-x}MnO_3$ (0.1 – 0.8) был синтезирован четырьмя различными методами (твердофазный метод, золь-гель метод, цитрат-нитратный метод, метод Печини), разработана схема эффективного способа синтеза манганитов - метода Печини;

2) Установлено, что манганиты, синтезированные методом Печини, кристаллизуются в орторомбической сингонии при x =1, 2, кристаллизуются в тетрагональной сингонии при x =3, кристаллируются в кубической сингонии при x =8, а число единиц в формуле изменяется в соответствии с сингонией.
3) В результате проведенного анализа на электронно-сканировочном микроскопе установлено, что порошки мананитов, синтезированные золь-гелевыми и цитратно – нитратными методами, распределены на микроразмере, а что касается метода Печини, обладают микроразмером при x=1, а по мере повышения значения x обладают наноразмером.
4) По результатам термического анализа проявление экзотермического эффекта манганита от 400 до 600˚С проявляется в результате окисления манганита.
5) Высокие значения, наблюдаемые на низких частотах, могут быть объяснены сдвиговой поляризацией пространственного заряда, создаваемого неоднородными диэлектрическими структурами, такими как пористость, грануляция и комбинации двух разных проводящих материалов.
6) Исследована теплоемкость висмутного диспрозионного манданита, термодинамические характеристики рассчитаны относительно несколькими методами и выведены в среднем значения.
7) Манганиты, синтезированные при низких температурах, указывают на ферромагнитные свойства, а при температуре 40-45К образуется небольшое магнитное возбуждение, которое считается остаточным магнитным возбуждением, манганит в этом случае относится к постоянному парамагнитному.

Апробация экспериментальных результатов

Основные выводы по теме диссертации представлены в докладах, представленных на международных конференциях и форумах: «XVIII Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых имени профессора Л.П.Кулева» (Томск, Россия, 2017 г.), 70-ая Международная научно-практическая конференция «Молодёжь и наука: реальность и будущее» (Алматы, 2017 г.), Международная научная конференция «Теоретическая и экспериментальная химия», посвященная ЭКСПО-2017 (Караганда, 2017), «Современные направления развития образования и науки в области химии, биологии, экологии и географии» (Алматы, 2017 г.), Международное научно-практическое мероприятие Общества Науки и Творчества "Сфера знаний: структурные преобразования и перспективные направления развития научной мысли" (Казань, Россия, 2018), Международная научно-практическая конференция 5th International Conference on Innovations and Development Patterns in Technical and Natural Sciences (Нью-Йорк, США, 2018).

Публикация основных материалов диссертационной работы

По результатам диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 1 статья в международных рецензируемых журналах, 4 статьи в журналах, рекомендованных ККСОН, 6 статей на международных и отечественных научно-практических конференциях, 1 инновационный патент Республики Казахстан.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из 127 страниц печатного текста. Диссертация содержит список сокращений и определений, введений, 3 глав, общие выводы, 136 специальный список литератур и приложений. В работе 76 рисунков и 10 таблицы.