

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук, Вербенко Ильи Александровича на диссертацию Старикова Андрея Юрьевича на тему: "Структура и физико-химические свойства монозамещенного титаном гексаферрита бария, полученного методом твердофазного синтеза", представленную на соискание им ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия в диссертационный совет 24.2.437.03

Актуальность темы диссертации

На протяжении последних десятилетий неуклонно растет интерес к многофункциональным материалам, сочетающим особые электрические и магнитные свойства. Особое место среди них занимают оксидные соединения, обладающие помимо высоких значений коэффициентов взаимодействия с электрическими и магнитными полями, изоляционными свойствами, существенно расширяющими возможности их применения в устройствах микро- и нанoeлектроники, спин- и стрейнтроники, в том числе, работающих в СВЧ-диапазоне.

В то же время развитие современных технологий определяет необходимость поиска путей варьирования свойств функциональных материалов, самым простым и технологичным из них является химическое замещение. Гетеровалентное замещение с использованием немагнитного катиона Ti^{4+} в гексаферрите бария представляет интерес как с точки зрения влияния на процесс синтеза материала, так и на структурные характеристики вещества, а также изменение магнитных свойств за счет разбавления магнитной решетки и изменения уровня анизотропии свойств.

Таким образом, тема представленной диссертационной работы актуальна, представляет немалый интерес как с практической, так и с фундаментальной точек зрения.

Научная новизна и практическая значимость исследований

В диссертации А.Ю. Стариковым представлены результаты, обладающие научной новизной и имеющие практическую значимость:

- для системы BaO-Fe₂O₃-TiO₂, опираясь на литературные данные и результаты собственных экспериментов, сформирована термодинамическая модель фазовых равновесий и получены результаты моделирования зависимости фазового состава от температуры;

- отработаны комплексы физико-химических параметров, обеспечивающие получение методом твердофазного синтеза образцов замещенного титаном гексаферрита бария BaFe_{12-x}Ti_xO₁₉, с $x = 0,00 \div 2,00$ с $\Delta x = 0,25; 5,00$;

- впервые для изученной концентрационной линейки твердых растворов BaFe_{12-x}Ti_xO₁₉ установлены зависимости параметров решетки от содержания замещающего элемента – титана и определены зависимости магнитных свойств (намагниченность насыщения, температура Кюри) от содержания замещающего элемента – титана.

Результаты проведенных исследований использованы при оптимизации конструкции печи для производства магнитных керамических материалов, а созданные твердые растворы могут послужить основой для разработки компонентной базы устройств микроэлектроники.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Обоснованность и достоверность полученных результатов обеспечивается применением современных методов и техник анализа структуры, состава и свойств исследуемых образцов, а также специализированного программного обеспечения.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на многочисленных конференциях.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при создании компонентной базы для устройств микроэлектроники, работающих, в том числе, в СВЧ- диапазоне.

Краткая характеристика основного содержания диссертации

Диссертация А.Ю. Старикова состоит из введения, трех глав, основных результатов, приложения и библиографического списка.

Во введении обосновывается актуальность диссертационного исследования; формулируются цель и основные задачи работы; описывается

предлагаемый автором подход к решению поставленных задач; характеризуется степенью новизны полученных результатов и их апробация. Представлены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе автор рассматривает современное состояние исследований в области применения ферритов со структурами шпинели, граната, магнитоплюмбита, а также твердых растворов на их основе. Особенно актуальным представляется использование указанных материалов в СВЧ-диапазоне. Приводится развернутое описание фазовых равновесий в системах $\text{BaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, BaO-TiO_2 , $\text{BaO-Fe}_2\text{O}_3$, $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$. При этом особое внимание уделено возможностям варьирования свойств, обусловленным влиянием титана как модифицирующего элемента.

Во второй главе автором представлен тепловой расчет высокотемпературной установки для синтеза керамических материалов в атмосфере воздуха в широком диапазоне температур. Тепловой расчет включает в себя составление теплового баланса, который связывает приход и расход тепла. Расчет теплового баланса позволил определить технико-экономические показатели работы установки.

Третья глава посвящена описанию использованного оборудования, моделированию фазовых диаграмм с участием фаз со структурой магнитоплюмбита на основе системы $\text{BaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ в координатах состав-температура, а также обсуждению экспериментальных результатов синтеза и свойств полученных твердых растворов. Представленные в главе результаты свидетельствуют о тщательности и скрупулезности проведенных исследований.

В целом диссертация А.Ю. Старикова является законченным исследованием, представляет решение актуальных задач, объединенных общим подходом, обеспечивающим возможность проведения разработки новых материалов на основе гексаферрита бария для устройств СВЧ-техники.

К недостаткам работы можно отнести её узкую направленность, как по охвату модификаторов, так и по набору исследованных физических свойств объектов. По работе имеются следующие замечания:

1. В обзорной части описаны различные методы получения ферритов, однако экспериментально использовался лишь твердофазный синтез. Не совсем понятно, чем обусловлен выбор именно этого метода, и какую цель преследует описание альтернативных технологий?

2. Автором сделаны предположения о возможных механизмах изменения магнитных свойств при замещении Fe^{3+} на Tl^{4+} , тем не менее, конкретный преобладающий механизм не установлен, отсутствуют попытки моделирования свойств на основе существующих теоретических представлений.

3. Из представленного обзора литературы следует, что спектр практических применений исследованных твердых растворов в значительной степени может определяться их диэлектрическими свойствами, но данных о диэлектрических измерениях не представлено.

4. В работе отсутствуют также сведения об экспериментальной и относительной плотностях объектов исследования.

5. Понятие мультиферроики в обзоре автор трактует некорректно. В этой группе материалов должны сосуществовать в определенном температурном интервале сегнетоэлектрическое, магнитное и/или сегнетоэластическое упорядочения, Диэлектрические свойства универсальны и существуют у любого материала.

6. В работе имеются опечатки и неточности. Так, например, на с. 48 в слове «которые» потеряна последняя буква, на с. 37 и с. 40 не приведены заряды катионов.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Старикова А.Ю.

Общее заключение

Полнота изложения материалов диссертации в научной печати, обеспечена публикацией 13 печатных работ, из них 7 работ опубликованы в рецензируемых научных журналах, включенных в наукометрические базы данных Scopus и Web of Science.


Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации, характеризуют результаты проведенных исследований.

Диссертация А.Ю. Старикова представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача по определению влияния монозамещения титаном железа в гексаферрите бария на структуру и конечные свойства полученных твердых растворов. Это, в свою очередь, имеет значение для развития направления исследований перспективных материалов на основе ферритов. Уровень решаемых задач соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.4. Физическая химия, а также полностью соответствует требованиям пп. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

На основании вышеизложенного считаю, что автор работы «Структура и физико-химические свойства монозамещенного титаном гексаферрита бария, полученного методом твердофазного синтеза» Стариков Андрей Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук (1.3.8. Физика конденсированного состояния), директор научно-исследовательского института физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет».


04.09.23 Вербенко Илья Александрович
Научно-исследовательский институт физики Южного федерального университета.

344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Стачки, д.194

Тел.: (863) 243-36-76

Электронная почта: iphys@sfedu.ru, iphys@ip.rsu.ru