

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук, Вербенко Ильи Александровича на диссертацию Солизода Иброхими Ашурали на тему: “Физико-химические закономерности формирования моно- и дызамещенных гексаферритов бария М-типа”, 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

Бурное развитие электротехнической отрасли в последние десятилетия определяет необходимость поиска новых многофункциональных материалов, сочетающих электрические и магнитные свойства. При этом возможности индивидуальных соединений практически исчерпаны, что вызывает необходимость поиска новых химических композиций на основе модифицирования и конструирования твердых растворов.

Наиболее перспективными кандидатами для создания таких материалов являются ферриты. Однако, сложность сверхобменного взаимодействия между магнитными катионами посредством орбиталей анионов кислорода, склонных к образованию вакансий, критически снижает предсказательную силу известных теоретических моделей магнитного взаимодействия в указанных соединениях и переводит проблему создания новых материалов в область экспериментальной науки. Результаты же подобных исследований могут стать основой для верификации сложившихся представлений о строении и свойствах столь сложно организованных конденсированных сред и определить новый этап в развитии электронной компонентной базы для перспективных устройств, работающих в СВЧ-диапазоне.

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

Научная новизна и практическая значимость исследований

В диссертации соискателя представлены результаты, обладающие

научной новизной и имеющие практическую значимость. Впервые:

- в условиях твердофазного синтеза проведен системный эксперимент по изучению процессов фазообразования в системах $\text{BaO-Fe}_2\text{O}_3$, $\text{BaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ и $\text{BaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ в диапазоне температур $(200\div 1400)^\circ\text{C}$;
- в условиях твердофазного синтеза проведено детальное изучение кинетики формирования гексаферрита бария и ионзамещенного гексаферрита бария М-типа;
- методом твердофазного синтеза получены твердые растворы на основе гексаферрита бария в широком концентрационном ряду замещений $\text{BaFe}_{12-x}\text{Al}_x\text{O}_{19}$ с $x = (0,0\div 5,0)$, $\text{BaFe}_{11,9-x}\text{Al}_x\text{Ti}_{0,1}\text{O}_{19}$, $\text{BaFe}_{11,5-x}\text{Al}_x\text{Ti}_{0,5}\text{O}_{19}$ и $\text{BaFe}_{11-x}\text{Al}_x\text{TiO}_{19}$ с $x = (0,1\div 4,0)$;
- экспериментально установлены закономерности влияния химического состава на параметры кристаллической решетки, а именно: $\text{BaFe}_{12-x}\text{Al}_x\text{O}_{19}$ ($x = 0,0\div 5,0$) – изовалентное замещение меньшим по ионному радиусу алюминием приводит к уменьшению параметров кристаллической решетки в соответствии с правилом Вегарда; $\text{BaFe}_{12-x-y}\text{Al}_x\text{Ti}_y\text{O}_{19}$, $x = (0,1\div 4,0)$, $y = 0,1; 0,5; 1,0$ – изовалентное замещение алюминием и гетеровалентное замещение титаном приводит к уменьшению параметров кристаллической решетки при разных соотношениях замещающих катионов;
- установлены закономерности влияния химического состава на магнитные характеристики твердых растворов на основе гексаферрита бария: $\text{BaFe}_{12-x}\text{Al}_x\text{O}_{19}$, $x = (0,0\div 5,0)$; $\text{BaFe}_{12-x-y}\text{Al}_x\text{Ti}_y\text{O}_{19}$, $x = (0,1\div 4,0)$, $y = 0,1; 0,5; 1,0$.

Полученные в результате работы твердые растворы могут стать основой для создания новых материалов – компонентов перспективных микроэлектронных устройств.

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 конференциях различного уровня, в том числе, международных.

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 И.А. Солизоды состоит из введения, обзора литературных данных, четырех экспериментальных глав, выводов и списка цитируемой литературы.

Во введении представлена актуальность диссертационной работы; сформулированы цель и основные задачи; предложен подход к их решению; характеризуется степень новизны полученных результатов и их апробация. Представлены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе автор рассматривает современное состояние исследований в области изучения магнитных свойств гексаферритов М-типа, описывает области их применения. Существенное внимание в обзорной главе уделено описанию методов получения гексаферритов, а также попыткам модифицирования их свойств путем введения Al^{3+} и Ti^{4+} .

Во второй главе автором представлена использованная методика твердофазного синтеза объектов исследования, а также описаны методы исследования структуры и свойств полученных образцов.

В третьей главе детально описан механизм ферритизации и кинетика образования твердых растворов $BaFe_{12}O_{19}$, $BaFe_{12-x}Al_xO_{19}$ и $BaFe_{12-y}Ti_yO_{19}$. Даны рекомендации по оптимизации технологии получения указанных ферритов.

Четвертая глава посвящена изучению структуры и свойств гексаферрита бария при замещении алюминием и титаном согласно формулам $BaFe_{12-x}Al_xO_{19}$, $BaFe_{12-y}Ti_yO_{19}$, где $x = (0,0 \div 6,0)$; $y = (0,1 \div 1,5)$. Показана связь магнитных свойств полученных материалов с преимущественным размещением немагнитных легирующих элементов в кристаллической решетке гексаферрита бария.

Пятая глава посвящена изучению структуры и свойств твердых растворов, полученных одновременным замещением Fe^{3+} на Ti^{4+} и Al^{3+} в гексаферрите бария.

В целом диссертация И.А. Солизоды является законченным исследованием, представляет решение актуальных задач, объединенных общим подходом, обеспечивающим возможность создания новых практически важных материалов – компонентов электронной техники.

По работе имеются следующие замечания:

1. Не совсем понятно, с чем связан выбор именно титана и алюминия в качестве модификаторов и именно тех концентрационных интервалов модифицирования, которые использованы в работе.

2. В представленном материале отсутствуют данные о диэлектрических свойствах керамик и влиянии на них магнитного поля, что представляло бы интерес для изученных сложнооксидных фаз.

3. В обзоре обсуждается сверхобменное взаимодействие между магнитными ионами, но при рассмотрении экспериментальных результатов этот аспект не затрагивается.

4. Работа посвящена исследованию твердых растворов – потенциальных основ для новых практически важных материалов, при этом отсутствуют сведения о правовой защите полученных результатов.

5. Результаты исследования структуры объектов можно было бы качественно дополнить данными о магнитной структуре, изученной при помощи нейтронографии или Мессбауэровского эксперимента.

6. В оформлении работы присутствуют недочеты. Так часть представленных рентгенограмм трудно читаемы, встречаются литературные и пунктуационные ошибки.

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

Общее заключение

Полнота изложения материалов диссертации в научной печати, обеспечена публикацией 10 печатных работ, из них 2 работы опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК России и 1 публикация включена в наукометрические базы данных Scopus и Web of Science.

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

Диссертация И.А. Солизоды представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача по определению влияния двойного замещения титаном и алюминием 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 п.п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

На основании вышеизложенного считаю, что автор работы «Физико-химические закономерности формирования моно- и дзамещенных гексаферритов бария М-типа» Солизода Иброхими Ашурали 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