

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГАО ВО «Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных тех-
нологий, механики и оптики» (Уни-
верситет ИТМО), профессор, доктор
технических наук



Никифоров В.О.

« 07 ноября 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Пшенко Ольги Андреевны на тему «Синтез, структура и свойства диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол и композитов со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков на их основе», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия в диссертационный совет Д. 002.107.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов имени И. В. Гребенщикова РАН

Актуальность

Современные приложения микроэлектроники и фотоники требуют разработки новых материалов, а также методов их создания. В свою очередь, разработка новых материалов требует изучения природы и механизмов их формирования, а также исследования физико-химических свойств. Поэтому диссертационная работа О.А. Пшенко, которая посвящена синтезу, исследованию структуры и физико-химических характеристик диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол и композитов со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков, является **актуальной** научной задачей с высоким прикладным потенциалом. Решение этой задачи направлено, прежде всего, на миниатюризацию функциональных элементов современной аппаратурной базы микроэлектроники и фотоники.

Общая характеристика работы

- В диссертационной работе были поставлены и решены следующие **задачи**:
- Синтез двухфазных натриевоборосиликатных стекол с добавками K_2O (NaK-BSi стекла) и Fe_2O_3 (NaFeBSi стекла) методом варки из шихты и последующей термообработки. Проведение систематического исследования структуры и свойств синтезированных стекол в зависимости от их состава и режима термообработки.
 - Синтез диэлектрических пористых стекол путем сквозного химического травления двухфазных NaKBSi стекол, исследование их структуры и электрических свойств.
 - Разработка методики и синтез ферромагнитных пористых стекол из двухфазных NaFeBSi стекол, исследование их структуры, электрических и магнитных свойств.
 - Разработка методики и получение новых нанокомпозитных материалов на основе синтезированных пористых стекол путем внедрения в них сегнетоэлектрика (на примере KNO_3) из водно-солевого раствора. Исследование состава, структуры, а также электрических и магнитных свойств синтезированных композитов.

Основное содержание диссертации изложено в трех главах.

Во введении обоснована актуальность тематики диссертационного исследования, сформулированы цели и задачи работы, защищаемые положения, дана оценка научной новизны и практической значимости полученных результатов и приведены сведения об апробации работы.

Первая глава содержит обзор литературных данных по теме диссертации. Список цитируемой литературы содержит большое количество библиографических ссылок, что свидетельствует о проведении автором работы достаточно полного литературного обзора и аргументированности постановки основных задач работы.

Во второй главе описаны объекты (двухфазные натриевокалиевоборосиликатные и железосодержащие натриевоборосиликатные стекла, полученные из них пористые стекла, а также композиционные материалы со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков на основе матриц из пористых стекол) и методы исследования.

В третьей главе приведены экспериментальные результаты по исследованию структуры и физико-химических характеристик диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол и композитов на их основе.

В заключении описаны основные результаты диссертационной работы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

Впервые исследовано влияние поэтапного замещения Na_2O на K_2O в синтезированных двухфазных NaKBSi стеклах на их ликвационную структуру и свойства. Впервые показано, что в процессе варки двухфазных NaFeBSi стекол в них формируется кристаллическая фаза магнетита, благодаря присутствию которой, пористые стекла, обладают ферромагнитными свойствами. Впервые показано, что мезопористые ферромагнитные стекла обладают низкой величиной электрической проводимости, что обеспечивает возможность проведения измерения диэлектрических свойств и спонтанной поляризации композитов «ПС-матрица – сегнетоэлектрик». Впервые обнаружено значительное расширение температурного интервала сегнетоэлектрической $\gamma\text{-KNO}_3$ фазы вплоть до комнатной температуры нанокompозитных материалах и ее присутствие в образцах в течение длительного времени.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

Разработана методика и получены образцы композиционных материалов, в которых сегнетоэлектрическая фаза $\gamma\text{-KNO}_3$ присутствует вплоть до комнатной температуры. Разработаны методы синтеза и получены образцы ферромагнитных мезопористых стекол, а на их основе - опытные образцы но-

вых наноструктурированных композиционных материалов, содержащих одновременно магнитную и сегнетоэлектрическую фазы. Синтезированные нанокompозиты могут найти применение в микроэлектронике.

Достоверность результатов

Каждый основной результат и вывод являются достоверными, поскольку подтверждаются логической согласованностью совокупности представленных экспериментальных данных, их обоснованием в рамках физико-химических моделей, отсутствием противоречий со строго установленными и общепринятыми научными фактами. Проведенные исследования выполнены с использованием современных физико-химических методик на современном аттестованном оборудовании с использованием взаимодополняющих методов. В работе подробно описаны методики исследования с оценкой погрешности. Высокий научный уровень выполненных исследований, использование хорошо зарекомендовавших себя физико-оптических методов и контролируемость условий эксперимента гарантируют надежность представленных результатов.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и содержит список основных публикаций автора по теме выполненного исследования.

Апробация результатов работы

Результаты работы докладывались автором на 10 российских и 12 международных конференциях. По теме диссертационной работы опубликовано 7 статей в научных журналах из перечня ВАК и 2 статьи в международных рецензируемых научных журналах, 2 патента РФ на изобретение, а также 27 публикаций в материалах научных мероприятий.

Рекомендации по использованию результатов

Результаты, полученные в ходе исследований, могут быть рекомендованы для использования научными организациями и предприятиями, занимаю-

щимися разработкой, получением и исследованием новых материалов для электроники, такими, как ФГБУН Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (г. Санкт-Петербург), Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), ОАО «ЛОМО» (г. Санкт-Петербург), АО «ПО «Уральский оптико-механический завод» им. Э.С. Яламова» (г. Екатеринбург), ОАО «Загорский оптико-механический завод» (г. Сергиев Посад, Московская область) и др.

По диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. В диссертации сделано заключение о присутствии железа в двух валентных состояниях и двух координационных формах. Это заключение сделано на основании анализа спектра поглощения в ближнем ИК диапазоне. Известно, что валентность железа может быть определена по спектрам поглощения в УФ и ближнем ИК диапазоне, однако координация определяется методом месбауэровской спектроскопии и не может быть определена методом, который использован в работе.
2. В работе нет однозначного ответа, является ли материал мультиферроиком, т.к. не приведено сравнительных характеристик по изменению диэлектрической проницаемости для материала в присутствии магнитной фазы и без магнитной фазы.
3. В работе присутствуют сведения о процессе изменения размера магнитных нанокристаллов в процессе термообработки, который носит аномальный характер по сравнению с традиционно наблюдаемым в стеклообразных материалах механизмом процесса кристаллизации, однако нет четких объяснений этой аномалии.
4. В работе нет четкого описания, на какой стадии происходит рост кристаллической фазы, и как этот рост зависит от концентрации вводимого оксида железа. Написано, что кристаллические образования появляются в процессе синтеза. В связи с этим возникают вопросы. Как влияет концентрация железа на размер кристаллической фазы сразу после синтеза? Как соотно-

сятся данные, полученные для этих кристаллических образований, при использовании электронной микроскопии и рентгеновской дифракции?

5. В диссертации показано, что полученный нанокompозит обладает свойством сегнетоэлектрика. В работе есть только косвенные доказательства о наличии сегнетоэлектрической фазы в нанокompозите. Однако прямого подтверждения такой характеристики при помощи общепринятого метода измерения петель "гистерезиса" поляризации от приложенного электрического поля в работе не приводится.
6. Из материалов диссертации не ясно, в чем заключаются преимущества разработанных материалов на основе пористых стекол по сравнению с аналогичными и значительно более технологичными золь-гель материалами.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы. Можно сделать заключение, что диссертационное исследование выполнено на высоком научном уровне и представляет собой законченную квалификационную научную работу.

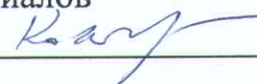
Диссертация «Синтез, структура и свойства диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол и композитов со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков на их основе» соответствует пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 28.08.2017 г.), а ее автор, Пшенко Ольга Андреевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Выступление соискателя заслушано и одобрено на научном семинаре кафедры оптоинформационных технологий и материалов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет

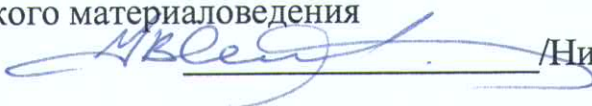
информационных технологий, механики и оптики» (г. Санкт-Петербург) (24.11.2017 г., протокол № 13).

Отзыв ведущей организации о диссертации Пшенко О. А. подготовлен доктором химических наук по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела, доцентом, профессором кафедры оптоинформационных технологий и материалов Колобковой Еленой Вячеславовной (Место работы: ФГАО ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики». Адрес: 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел. +7-911-247-16-06, e-mail: kolobok106@rambler.ru) и доктором физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика, профессором, заведующим кафедрой оптоинформационных технологий и материалов, директором НИЦ оптического материаловедения Никоноровым Николаем Валентиновичем (Место работы: ФГАО ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики». Адрес: 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел. +7(812)337-68-81, e-mail: nikonorov@oi.ifmo.ru)

Доктор химических наук, доцент,
Профессор кафедры
оптоинформационных технологий и материалов
Университета ИТМО

 /Колобкова Е.В./

Доктор физ.-мат-наук, профессор,
Заведующий кафедрой
оптоинформационных технологий и материалов,
Директор НИЦ оптического материаловедения
Университета ИТМО

 /Никоноров Н.В./

Подписи Колобковой Е.В. и Никонорова Н.В. удостоверяю.

Начальник Управления кадров

О.В. Котусева

