

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора химических наук, профессора Петровой Ольги Борисовны на диссертацию Кондрашина Владислава Максимовича «Технология получения радиационноустойчивых монокристаллов, керамики и световодов галогенидов таллия и серебра», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Актуальность темы диссертации

Разработка технологии получения оптических материалов для волоконной и сцинтилляционной оптики, прозрачных в широкой области спектра электромагнитных волн и обладающих уникальными свойствами, является важной задачей в области материаловедения и оптики. Диссертационная работа Владислава Максимовича Кондрашина посвящена разработке радиационноустойчивых, прозрачных в области 0,4–55,0 мкм монокристаллов и оптической керамики и технологий их получения, включая процессы синтеза шихты высокой степени чистоты, выращивания кристаллов и изготовления керамики, а также постобработки материалов, такой как экструзия ИК световодов. Исследование является актуальным, так как полученные оптические материалы являются радиационноустойчивыми, устойчивыми к УФ-излучению, пластичны и негигроскопичны. Из полученных материалов, также по разработанной технологии возможно получение ИК-световодов, прозрачных от 3 до 20 мкм с достаточно низкими оптическими потерями.

Цель диссертационной работы заключается в разработке технологии получения новых оптических материалов, не теряющих свои свойства при воздействии агрессивной окружающей среды. Основные результаты включают реализацию безотходной технологии синтеза высокочистой шихты, построение и исследование новых фазовых диаграмм, определение оптимальных составов твердых растворов для получения монокристаллов и керамики, разработку технологических параметров роста кристаллов и

экструзии оптических волокон, исследование устойчивости кристаллических, керамических образцов и оптических волокон к УФ и ионизирующему излучениям.

Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автор корректно применяет известные научные методы для обоснования полученных результатов. Достоверность данных, научных положений и выводов обеспечивается корректностью постановки цели работы, обоснованностью решаемых задач, а также высоким уровнем экспериментальных исследований с использованием современных методов. Кроме того, достоверность подтверждается непротиворечивостью полученных результатов существующим представлениям об исследовании оптических материалов, в том числе на основе галогенидов таллия и серебра.

Достоверность положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Полученные результаты обладают высокой степенью достоверности, что подтверждается надёжностью и воспроизводимостью экспериментов. В процессе работы над проектом используется современное промышленное оборудование, что позволяет получать высококачественные монокристаллы, керамику и световоды. Применяются передовые аналитические приборы и методики исследования, что обеспечивает точность и надёжность полученных результатов. Результаты исследований публикуются в ведущих научных журналах, а также докладываются на российских и международных конференциях. Кроме того, обеспечивается защита интеллектуальной собственности, что гарантирует уникальность и оригинальность полученных результатов.

Автором представлены пять положений, выносимых на защиту, каждое из которых подтверждается проведенным исследованием и полученными данными справочного характера.

Научная новизна диссертационной работы, ее теоретическая и практическая значимость для дальнейшего развития науки подтверждается следующими важными результатами:

- 1) Дифференциально-термическим и рентгенофазовым анализами впервые построены и изучены фазовые диаграммы для двух систем $\text{TlCl}_{0,74}\text{Br}_{0,26} - \text{AgI}$ и $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54} - \text{AgCl}$ в диапазоне концентраций от 0 до 100 мол. % AgI в $\text{TlCl}_{0,74}\text{Br}_{0,26}$ и от 0 до 100 мольных процентов AgCl в $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$.
- 2) Определены однофазные и двухфазные области в двух новых фазовых диаграммах, позволяющих выращивать монокристаллы, а также синтезировать оптическую керамику.
- 3) Разработанные технологические параметры для производства новых материалов позволяющие выращивать монокристаллы с выходом до 90%, а оптическую керамику — с выходом 95%.
- 4) Методом экструзии изготовлены инфракрасные световоды на основе монокристаллов системы $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54} - \text{AgCl}$, содержащие 2, 3 и 5 мас. % $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$ в AgCl . Эти световоды обладают радиационной стойкостью, не подвержены разрушению в результате рекристаллизации зерен и прозрачны в диапазоне от 3 до 20 мкм.

Результаты исследования представляют большую ценность как для науки, так и для практического применения в области оптических материалов, электроники, фотоники и волоконной оптики.

Характеристика структуры и содержания диссертации

Диссертация изложена на 137 страницах, состоит из введения, 5 глав и заключения, включает достаточное количество рисунков и таблиц для представления полученных результатов: 84 рисунков, 6 таблиц. Материал в диссертации изложен научным языком, последователен, логичен и соответствует выбранной тематике и поставленной цели.

Общая характеристика работы

Во **введении** диссертационной работы автор чётко формулирует цели и задачи исследования. В работе представлены основные положения, которые выносятся на защиту, и подчёркивается их научная новизна. Также автор указывает на теоретическую и практическую ценность полученных результатов.

В **первой** главе автором представлен литературный обзор, включая историю исследований ИК-прозрачных материалов на основе галогенидов серебра и таллия, кристаллографические особенности этих соединений и твердых растворов на их основе, проанализировано оборудование для синтеза шихты, роста кристаллов.

Во **второй** главе, являющейся методической, автор представил метод синтеза шихты методом термозонной кристаллизации-синтеза (ТЗКС), подробно описал метод роста кристаллов и экструзии световодов. Автором показан метод горячего прессования для изготовления оптических изделий, таких как окон, линз, пластин, пленок и плоскопараллельных пластин для исследования их функциональных свойств. Рассмотрены методики исследования свойств полученных образцов.

В **третьей** главе диссертационной работы автор описывает построение и изучение фазовых диаграмм систем $\text{TlCl}_{0.74}\text{Br}_{0.26} - \text{AgI}$ и $\text{TlBr}_{0.46}\text{I}_{0.54} - \text{AgCl}$. Были определены области гомогенности, в которых возможно получение монокристаллов, а также гетерогенные области, в которой возможен синтез как монокристаллов, так и оптической керамики.

В **четвертой** главе автором представлена комплексная безотходная, экологически чистая технология получения оптических монокристаллов и керамики. Показаны технологические схемы получения монокристаллов, оптической керамики и световодов, с указанием параметров, таких как: температурные зависимости, концентрации и давления. Приведены режимы

синтеза оптической керамики и роста монокристаллов. Обоснован выбор метода роста кристаллов методом Бриджмена. Автором подробно описана спектроскопическая методика и снятие спектров с образцов. Также представлены данные об облучении материалов в «Центре радиационной стерилизации» и результаты измерений до и после облучения. Показаны спектры пропускания оптических материалов и доказана устойчивость их к УФ и ионизирующему излучениям. На основе спектрального анализа установлены значения показателя преломления материалов на длине волны 10,6 мкм и в области коротковолнового края поглощения.

В пятой главе представлена технология инфракрасных световодов, полученных из монокристаллов составов 2, 3 и 5 мас. % $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$ в AgCl . Подробно описаны режимы экструзии на промышленном прессе ПОИ-500. Показаны спектры пропускания волокон и определены области прозрачности световодов от 3 до 20 мкм. Также автором рассчитаны оптические потери методом отрезков на длинах волн от 10 до 11 мкм.

В заключении автором подведены итоги разработки технологии получения новых оптических материалов на основе галогенидов таллия и серебра. Сформулированы перспективы дальнейшей разработки.

Тематика диссертационной работы, область и объекты исследования, методики экспериментов и изучения свойств материалов **полностью соответствуют заявленной специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.**

В соответствии с тематикой специальности, в исследовании были рассмотрены принципы создания оптических материалов на основе галогенидов таллия и серебра. Также были разработаны и улучшены технологические методы и режимы получения оптических материалов. Это исследование направлено на создание малоотходных, ресурсосберегающих технологических схем и на уменьшение отходов производства и защиту

окружающей среды, что соответствует пунктам 8 и 10 паспорта научной специальности.

Научная новизна исследования

В диссертации представлены данные о получении новых монокристаллов, оптической керамики на основе систем $TiCl_{0,74}Br_{0,26} - AgI$ и $TiBr_{0,46}I_{0,54} - AgCl$. Результаты исследований новых материалов представляют собой важные справочные данные. Также эти материалы обладают уникальными свойствами, включая оптическое пропускание в широком спектре длин волн и устойчивость к факторам внешней среды.

Замечания по диссертации

1. В пункте 1.2. (с.15) указано, что *«Иодид серебра имеет три модификации. При температуре выше 146 °С – объемно-центрированная решетка и модификация α -AgI. При температуре ниже точки перехода – устойчивая β -модификацию с гексагональной решеткой. Модификация γ -AgI существует ниже 137 °С и представляет собой кубическую решетку типа цинковой обманки»*. Однако, затем на рис. 1.4, 1.5 и 1.8 (с. 17, 18 и 21), где представлены фазовые диаграммы с AgI, фаза γ -AgI отсутствует, и ее отсутствие не обсуждается. В главе 3 (с.53) снова упоминается γ -AgI, но на рис.3.1 эта фаза не обозначена.
2. На рис. 4.3. (с.67) показана фотография шихты в ампуле. В подписи под рисунком указано *«Шихта в ростовой ампуле...»*. На фотографии видно три ампулы в трубке. Из текста же кажется, что шихта находится в ампуле из стекла «пирекс» с отверстием в коническом дне, которая расположена над ростовой ампулой. Было бы лучше подписать ампулы на фотографии.
3. Почему была выбрана суммарная доза облучения – 800 кГр?
4. В тексте присутствуют стилистические, синтаксические и пунктуационные ошибки.

Заключение

Приведенные выше замечания не уменьшают значимости результатов, представленных в диссертационной работе Кондрашина Владислава Максимовича, и не оказывают влияния на положительную оценку работы «Технология получения радиационноустойчивых монокристаллов, керамики и световодов галогенидов таллия и серебра».

Публикации по теме диссертации и автореферат полно отражают ее основное содержание. 34 научных труда, из них 5 статей опубликовано в рецензируемых научных изданиях, определённых ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ и входящих в международные базы цитирования Scopus и WoS; 7 Патентов РФ на изобретение, 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ; 12 тезисов, представленных на международных и всероссийских конференциях. Статьи по теме диссертации опубликованы в таких высокорейтинговых журналах как Optical Materials, Chinese Optics Letters, Optics & Laser Technology, Ceramics International.

Выводы и положения, выносимые на защиту, являются новыми и актуальными. Не вызывает сомнения личный вклад соискателя в представленном диссертационном исследовании.

Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком уровне и с высокой прикладной направленностью. Защищаемые научные положения полностью обоснованы и соответствуют полученным в работе результатам.

По объему, актуальности, новизне, теоретической и практической значимости диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Кондрашин Владислав Максимович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 2.6.8 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры химии и технологии кристаллов Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», профессор, доктор химических наук (по специальности 2.2.3 Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники)

Ольга
Борисовна
Петрова

«18» октября 2024 г.

Адрес: 125047, Москва, Миусская пл. 9
Телефон: +7 (495) 496-67-69, +7 (903) 201-65-98
Адрес электронной почты: petrova.o.b@muctr.ru

Даю свое согласие на обработку персональных данных.

Контактная информация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева" (125047, Москва, Миусская пл. 9, +7 (495) 495-20-26
адрес электронной почты: petrova.o.b@muctr.ru

«18» октября 2024 г.

Подпись д. х. н., профессора

