

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.204.12 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета

от 25 марта 2019 года, протокол № 12

О присуждении Зыковой Марины Павловне, гражданке Российской Федерации,
ученой степени кандидата химических наук

Диссертация «Нестехиометрические фазы на основе селенида цинка для разработки лазерных и детекторных материалов» в виде рукописи по специальности 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники, химические науки, принята к защите 30 июня 2018 года, протокол № 12 диссертационным советом Д 212.204.12 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (125047, Москва, Миусская площадь, 9, приказ о создании диссертационного совета от 20 декабря 2018 г. № 373/нк).

Соискатель Зыкова Марина Павловна, 27 ноября 1990 года рождения, в 2013 году окончила Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации. Освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации в 2017 году. Работает в Российском химико-технологическом университете имени Д. И. Менделеева Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на кафедре химии и технологии кристаллов в должности ведущего инженера. Диссертация выполнена на кафедре химии и технологии кристаллов Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель - доктор химических наук, профессор Аветисов Игорь Христофорович, гражданин Российской Федерации, заведующий кафедрой химии и технологии кристаллов Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Кожемякин Геннадий Николаевич, гражданин Российской Федерации, профессор лаборатории Космического материаловедения ИК РАН - филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук, Калуга;

кандидат химических наук Ретивов Василий Михайлович, гражданин Российской Федерации

государственного унитарного предприятия «Институт химических реактивов и особо чистых химических веществ Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Екатеринбург, в своем *положительном* заключении, подписанном заведующим кафедрой физической и коллоидной химии, доктором химических наук, профессором Марковым Вячеславом Филипповичем, ученым секретарем той же кафедры и кандидатом химических наук Виноградовой Татьяной Владимировной, указано, что диссертация Зыковой Марины Павловны отличается новизной и содержит решения современных актуальных проблем, а автор работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники (отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры физической и коллоидной химии 08 февраля 2019 года, протокол № 2).

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы. Опубликованные работы полностью отражают результаты, полученные в диссертации, недостоверных сведений о публикациях не содержится. Соискателем опубликовано 7 работ в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумах, получено 2 патента.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Gavrishuk E., Ikonnikov V., Kotereva T., Savin D., Rodin S., Mozhevitina E., Avetisov R., Zyкова M. Growth of high optical quality zinc chalcogenides single crystals doped by Fe and Cr by the solid phase recrystallization technique at barothermal treatment // Journal of Crystal Growth. 2017. V. 468. P. 655-661 (Web of Science).
2. Зыкова М.П., Кролевецкая В.Ю., Можевитина Е.Н., Гаврищук Е.М., Аветисов И.Х. Исследование фазовых равновесий тройной системы Zn-Se-Fe для лазерных технологий // Известия ВУЗов. Материалы электронной техники. 2016. № 2. С. 57-63 (Web of Science).
3. Gavrishchuk E., Zyкова M., Mozhevitina E., Avetisov R., Ikonnikov V., Savin D., Rodin S., Firsov K., Kazantsev S., Kononov I., Avetissov I. Investigations of nanoscale defects in crystalline and powder ZnSe doped with Fe laser application // Phys. Status Solidi A. 2018. V. 215. P. 1700457 (Web of Science).

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, *все положительные*. В отзывах указывается, что представленная работа характеризуется высоким теоретическим и экспериментальным уровнем, имеет большое научное и практическое значение и по своей новизне и актуальности соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии.

В отзыве доктора физико-математических наук Редькина Аркадия Николаевича, главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов

Российской академии наук отмечается, что непривычной является замена традиционных разделов «Положения, выносимые на защиту» и «Основные выводы» разделом «Итоги работы».

В отзыве доктора химических наук, профессора, начальника лаборатории Федерального государственного унитарного предприятия «18 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации Ермолова Александра Фридриховича отмечается нетрадиционный заголовок предпоследнего раздела автореферата - «Итоги работы», вместо принятого ранее «Выводы» или предусмотренного ГОСТ Р 7.0.11-2011– «Заключение».

В отзыве доктора технических наук, начальника научно-исследовательского отдела специальных материалов акционерного общества «Центральный научно-исследовательский технологический институт «Техномаш» Леоновича Бориса Наумовича отмечено, что на рис. 9 автор описывает зависимость интенсивности фотолюминесценции кристаллов ZnSe:Te от концентрации избыточного Se как линейную, тогда как там можно выделить 2 участка, на первом участке зависимость линейная, а на втором, начиная с $\lg I = -1$, интенсивность фотолюминесценции перестает в явном виде зависеть от концентрации избыточного селена.

Отзывы доктора физико-математических наук, заместителя директора по научной работе Федерального исследовательского центра «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук Волошина Алексея Эдуардовича и кандидата технических наук, заведующего лабораторией соединений A^2B^6 акционерного общества «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» Денисова Игоря Андреевича, доктора химических наук, ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии высокочистых веществ имени Г.Г. Девярых Российской академии науки Кутына Александра Михайловича замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью, которая подтверждена значительным количеством публикаций и патентов в области технологии и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники и позволяет оценить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании исследований соискателем:

выполнен анализ распределения железа в поликристаллических образцах s-ZnSe в зависимости от условий изготовления активных лазерных элементов;

получены данные справочного характера о растворимости железа в нестехиометрическом s-ZnSe и поведении линии солидус в системе Zn-Se-Fe;

предложены рекомендации для получения лазерных элементов с улучшенными характеристиками на основе экспериментальных данных о растворимости Fe в нестехиометрическом селениде цинка в условиях би- и моновариантного равновесий;

выполнен анализ распределения примесных элементов и сверхстехиометрических компонентов в монокристаллах s-ZnSe:Te, выращенных методом Бриджмена при высоких

давлениях, используемых для изготовления сцинтилляционных детекторов.

Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в том, что:

- теоретически *изучены* и экспериментально *уточнены* изотермические сечения T-X-Y проекций P-T-X-Y диаграммы тройной системы Zn-Se-Fe в диапазоне температур 450-1850 К;
- экспериментально *установлено*, что в интервале температур 1073-1273 К область гомогенности включает в себя стехиометрический состав: максимальная растворимость железа в кристаллическом s-ZnSe в условиях равновесия $S_{s-ZnSe}S_{\delta-FeSe:Zn}L_{Se}V$ составляет $2,1 \pm 0,2$ мол. % при 1073 К;
- на основании совокупности полученных экспериментальных результатов определено положение линии солидус фазы s-ZnSe:Fe при 1073 К и 1273 К;
- экспериментально *установлено*, что интенсивность фотолюминесценции в образцах s-ZnSe:Te зависит от концентрации сверхстехиометрического селена.

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что применительно к проблематике диссертации результативно использован метод графической термодинамики в сочетании с высокотемпературным синтезом и рентгенофазовым анализом, с помощью которых были *изучены* 54 изотермических сечения T-X-Y проекций P-T-X-Y диаграммы состояния тройной системы Zn-Se-Fe в диапазоне температур 450-1850 К;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что *получены* экспериментальные данные о растворимости Fe в нестехиометрическом селениде цинка в условиях би- ($S_{s-ZnSe}S_{\delta-FeSe}V$) и моновариантного ($S_{s-ZnSe}S_{\delta-FeSe:Zn}L_{Se}V$) равновесий, которые позволили сформулировать рекомендации для изготовления лазерных элементов с улучшенными характеристиками;

определено положение линии солидус фазы s-ZnSe:Fe при 1073 К и 1273 К; максимальная растворимость железа в кристаллическом s-ZnSe в условиях равновесия $S_{s-ZnSe}S_{\delta-FeSe:Zn}L_{Se}V$ составляет $2,1 \pm 0,2$ мол. % при 1073 К; оптимизация концентрации железа в лазерных элементах на основе селенида цинка позволила довести энергию лазерной генерации до 1,52 Дж с дифференциальным КПД 52 % и полным КПД по поглощенной в активном элементе энергии 50 %;

получены результаты анализа распределения примесных элементов и сверхстехиометрических компонентов в монокристаллах s-ZnSe:Te, выращенных методом Бриджмена при высоких давлениях, которые позволяют оптимизировать процесс выращивания кристаллов селенида цинка.

Результаты работы могут быть рекомендованы для изучения и внедрения в научных и образовательных организациях, а также на предприятиях акционерного общества «Российская электроника», в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте химии высокочистых веществ имени Г.Г. Девятовых Российской академии наук, акционерном обществе «Научно-исследовательский институт материаловедения имени А.Ю. Малинина».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- экспериментальные данные получены с использованием сертифицированных контрольно-измерительных и аналитических приборов с последующим анализом

погрешностей определяемых величин и проверкой их воспроизводимости;

– выводы диссертации обоснованы, не вызывают сомнения и согласуются с современными представлениями о фазовых равновесиях в тройных системах и дефектообразовании в кристаллах соединений $A^{II}B^{VI}$.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач исследований, в проведении экспериментов и анализов, в обсуждении и обработке результатов и формулировании основных выводов, подготовки публикаций по выполненной работе, включая доклады на конференциях различного уровня.


Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая содержит новые научно-обоснованные технологические решения по получению нестехиометрического легированного селенида цинка для создания лазерных и детекторных материалов, что вносит существенный вклад в развитие страны. Содержание диссертации отвечает паспорту специальности 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники в части «Разработка и исследование физико-технологических и физико-химических принципов создания новых и совершенствования традиционных материалов и приборов электронной техники, включая полупроводники, диэлектрики, металлы, технологические среды и приборы микроэлектроники и функциональной электроники, физико-химические исследования технологических процессов получения новых и совершенствования существующих материалов электронной техники» (п. 1, 5 паспорта специальности). По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует критериям, установленным п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (с изменениями и дополнениями), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании 25 марта 2019 года, протокол № 12 диссертационный совет принял решение присудить Зыковой Марине Павловне ученую степень кандидата химических наук по специальности 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности и отрасли науки рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени - 17, против присуждения учёной степени - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель заседания диссертационного совета
Ученый секретарь диссертационного совета



 А.В. Беляков
Н.А. Макаров