

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 212.243.01 НА БАЗЕ
ФГБОУ ВО «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18.12.2016 № 70

О присуждении Шишкину Михаилу Игоревичу,
гражданину Российской Федерации,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Фотоэлектрические и оптические свойства полупроводников, обнаруживающих влияние света на выход вторичных ионов» по специальности 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах» принята к защите 12.09.2016 г., протокол № 64, диссертационным советом 212.243.01 на базе ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, совет утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 15.02.2013, № 75-нк, приказы об изменении состава совета: от 15.12.2015 №1598/нк, от 28.09.2016 № 1180/нк.

Соискатель Шишкин Михаил Игоревич 1988 года рождения, в 2011 году окончил ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»; в 2015 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре по специальности 05.27.01. - «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах» на кафедре физики полупроводников ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»). Работает в должности ассистента кафедры физики полупроводников ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», Министерство образования и науки РФ.

Работает в должности ассистента кафедры физики полупроводников ФГБОУ ВО «СГУ университет имени Н.Г. Чернышевского», Министерство образования и науки РФ. Диссертация выполнена на кафедре физики полупроводников ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», Министерство образования и науки РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Роках Александр Григорьевич, ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского, кафедра физики полупроводников, профессор.

Официальные оппоненты:

1. Доктор физико-математических наук, Микаелян Геворк Татевосович, ООО НПП «Инжект» (г. Саратов), директор;
2. Доктор физико-математических наук, профессор Самохвалов Михаил Константинович, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», кафедра проектирования и технологии электронных средств, заведующий,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, профессором Зимняковым Дмитрием Александровичем, заведующим кафедрой «Физика», и доктором физико-математических наук, профессором Гестриным Сергеем Геннадьевичем, профессором кафедры «Физика», указала, что диссертация соответствует критериям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24.09.2013 (ред. от 02.08.2016), диссертант заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 17; работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, – 3. Кроме того, 1 работа опубликована в зарубежном международном журнале и 13 работ – в трудах конференций.

Наиболее значимые публикации по теме диссертации:

1. Роках А.Г., Биленко Д.И., Шишкин М.И., Скапцов А.А., Вениг С. Б., Матасов М.Д. Оптические спектры пленок CdS-PbS и возможность фотоэффекта в среднем инфракрасном диапазоне // Физика и Техника Полупроводников. – 2014. – Т. 48, № 12. – С.1602-1606.
2. Роках А.Г., Шишкин М.И., Вениг С.Б., Матасов М.Д., Аткин В.С.. О возможности плазменного резонанса в пленках CdS-PbS в средней инфракрасной области спектра // Прикладная физика. – 2014. – № 5. – С. 58-61.
3. Роках А.Г., Шишкин М.И., Вениг С.Б., Матасов М.Д., Аткин В.С.. Аналогии между экзoeлектронной фотоэмиссией и вторично-ионным фотоэффектом в полупроводниках // Прикладная физика. – 2014. - № 5. – С. 11-15.
4. Rokakh A. G., Shishkin M. I., Perepelitsyn Yu.N., Venig S.B., Matasov M.D. Connection of a secondary-ion photoeffect with crystallinity and photoconductivity of some semiconductor compounds // Phys.Express. – 2013. – Vol. 3, № 2. – P.1-8.

На диссертацию и автореферат поступило 6 положительных отзывов: из ФГБОУ ВО НИУ «Московский энергетический институт» от д.ф.-м.н., профессора, Морозовой Н. К.; из Южного Федерального университета от д.т.н., профессора Коноплева Б. Г.; из ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» от д.х.н., профессора Маскаевой Л. Н. и к.х.н. Форостяной Н. А.; из Саратовского социально-экономического института (филиала) РЭУ им. Г.В. Плеханова от д.ф.-м.н., профессора Гусятникова В. Н., из

Саратовского филиала института радиоэлектроники им. В.А. Котельникова РАН от к.ф.-м.н. в.н.с. Джумалиева А. С.; из ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского» от к.ф.-м.н. доцента Стецюры С. В.

В отзывах на автореферат сделаны замечания о недостаточности в автореферате информации о состоянии поверхности исследуемых монокристаллов и ее влиянии на выход вторичных ионов, о необходимости отжига пленок CdS-PbS на воздухе; критериев отбора образцов; о фотоэлектрических явлениях в арсениде галлия и теллуриде кадмия; о выборе длины волны для возбуждения фотолюминесценции; расчетов, оценивающих степень согласованности фототоков с токами, наведенными ионным пучком; о сделанных приближениях при оценке длины Дебая.

Выбор официальных оппонентов д.ф.-м.н. Микаеляна Г.Т. и д.ф.-м.н. Самохвалова М.К. объясняется их теоретическими и практическими знаниями в области опто- и фотоэлектроники и опытом создания электролюминесцирующих устройств, что подтверждается их публикациями в специализированных научных изданиях и наличием патентов. Выбор ведущей организации обосновывается наличием в ней специалистов по математическому моделированию оптических процессов, в том числе в тонкопленочных образцах, обладающих микрокристаллической структурой.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый научный подход, согласно которому выход вторичных ионов из полупроводниковых мишеней под действием света связывается с наличием или отсутствием выраженной индуцированной примесной фотопроводимости в этих образцах;

предложена гипотеза об аналогии между эффектом увеличения выхода вторичных ионов из вещества при освещении и процессом эмиссии электронов при возбуждении плазменного резонанса свободных электронов;

доказана эффективность совместного использования воздействия света и электрического поля на распыляемую мишень;

введено понятие «вторично-ионный фототранзистор».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказаны влияние узкозонных включений сульфида свинца на отсутствие остаточной и индуцированной примесной фотопроводимости в пленках CdS-PbS, а также влияние этих включений на спектр отражения в средней ИК области спектра (посредством расчета эффективной диэлектрической проницаемости композитной пленки на основе соотношения Максвелла – Гарнетта).

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован механизм возбуждения фотолюминесценции в поликристаллических пленках CdS-PbS с разной геометрией, эффект смещения электродов полупроводниковой структуры

AlGaAs-GaAs при вторично-ионном распылении под действием электрического поля при заземлении электродов структуры.

Выявлена различная роль кислорода в формировании поверхностных слоев в арсениде галлия и теллуриде кадмия, влияющая на работу выхода электрона;

Раскрыта связь между радиационной стойкостью, аномальным вторично-ионным фотоэффектом и отсутствием оптического гашения проводимости в пленках сульфида кадмия-свинца.

Изучено влияние узкозонной фазы, обогащенной сульфидом свинца, на плазменный резонанс в средней инфракрасной области спектра.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

проведена модернизация оптического комплекса на основе монохроматора МДР-41, позволяющая измерять спектр фотопроводимости в автоматическом режиме;

разработана и внедрена в лабораторных условиях схема проведения эксперимента по объяснению влияния света на выход вторичных ионов из полупроводников с учетом свойств их поверхности, обусловленных наличием как примесных уровней (в монокристаллах GaAs и CdTe), так и скоплением на поверхности участков иного фазового состава (в поликристаллических пленках CdS-PbS);

определены перспективы развития аналогии вторично-ионного фотоэффекта для разработки неохлаждаемого приемника с внешним электронным фотоэффектом в средней инфракрасной области спектра;

создана модель полевого фототранзистора для моделирования процессов управления выходом вторичных ионов с помощью света и электрического поля;

представлены методические рекомендации по использованию явления оптического плазменного резонанса для разработки неохлаждаемого фотоприемника в средней инфракрасной области спектра;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: результаты экспериментов получены с помощью стандартных методик вторично-ионной масс-спектрометрии; фотоэлектрические и оптические исследования были выполнены в стационарных условиях и подтверждаются воспроизводимостью экспериментальных данных;

теория построена на общепринятых описаниях процессов ионного распыления веществ и процессов фотопамяти, имеющих место в высокоомных фотопроводниках. Используемые в работе математические формулы для расчета длины Дебая, эффективной диэлектрической проницаемости композитных сред, параметров и характеристик полевого транзистора с p-n переходом имеют конкретное физическое применение. Полученные по этим формулам результаты согласуются с литературными данными для полупроводниковых структур;

использованы справочные данные по параметрам монокристаллического арсенида галлия-алюминия;

установлено взаимное влияние цепей, содержащих разные электроды в полупроводниково-диэлектрической структуре;

использован комплекс современных методов исследования материалов: сканирующая электронная микроскопия, ИК Фурье спектроскопия, вторично-ионная масс-спектрометрия. Проведено исследование поверхности гетерофазных пленок CdS-PbS и их оптических свойств в широком спектральном диапазоне с помощью как контактных, так и бесконтактных методов.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном выполнении представленных в диссертации расчетов и экспериментов по изучению электронных и морфологических свойств поверхности полупроводников, обнаруживающих влияние освещения на изменение выхода вторичных ионов. Лично соискателем выполнялись все измерения фотоэлектрических и большинства оптических свойств, в том числе связанных с плазменным отражением. При использовании результатов других авторов или результатов полученных в соавторстве в диссертации приведены соответствующие ссылки.

Результаты диссертации могут быть использованы при проведении работ по созданию установок селективного 3D травления для получения поверхности с заданной морфологией в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени Первого Президента РФ Б.Н.Ельцина», ФГБУН «Институт радиотехники и электроники им В.А. Котельникова РАН», ФГАОУ ВО «Южный Федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный университет».

Диссертация Шишкина М.И. является научно-квалификационной работой, соответствующей критериям п. 9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

На заседании 18 ноября 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Шишкину Михаилу Игоревичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 9 докторов наук (по специальности 05.27.01 рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 29 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Усанов Дмитрий Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Аникин Валерий Михайлович

18 ноября 2016 г.

