

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.069.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28.11.2019 № 8

О присуждении Байдаковой Наталии Алексеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Процессы поглощения и излучения света в структурах с Ge(Si) самоформирующимися nanoостровками, выращенными на различных подложках» по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах – принята к защите 26 сентября 2019 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д002.069.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения (ФГБНУ) «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 603950 г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ о создании диссертационного совета номер 670/нк от 30 июня 2017 года.

Соискатель Байдакова Наталия Алексеевна, 1987 года рождения, в 2010 году окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» по направлению «Физика», освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт

физики микроструктур Российской академии наук» (срок обучения 01.07.2010 – 30.06.2013), работает в должности младшего научного сотрудника Лаборатории основ наноэлектронной компонентной базы информационных технологий Института физики микроструктур РАН – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в отделе физики полупроводников Института физики микроструктур РАН – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, Новиков Алексей Витальевич, зам. директора по научно-технологическому развитию, заведующий лабораторией молекулярно-пучковой эпитаксии полупроводниковых гетероструктур Института физики микроструктур РАН – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Бурдов Владимир Анатольевич, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой теоретической физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" (ННГУ),

2. Шамирзаев Тимур Сезгирович, доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярно-лучевой эпитаксии соединений АЗВ5 Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской

академии наук» (ФИАН) – в своем **положительном отзыве**, составленном и подписанном Кривобоком Владимиром Святославовичем, кандидатом физико-математических наук, профессором, старшим научным сотрудником Отдела твердотельной фотоники Отделения физики твердого тела ФИАН, и утвержденном Савиновым Сергеем Юрьевичем, профессором, доктором физико-математических наук, заместителем директора по научной работе ФИАН, указала, что «Н.А. Байдакова получила интересные экспериментальные результаты при решении актуальной научной задачи, связанной с исследованием процессов поглощения и излучения света в структурах с Ge(Si) самоформирующимися островками.» «Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Байдакова Наталия Алексеевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Соискатель имеет 74 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликована 31 работа, из них в рецензируемых научных журналах опубликовано 7 статей. Наиболее значительные работы:

1. Н.А. Байдакова. Метод спектроскопии возбуждения фотолюминесценции, модифицированный для исследования структур с самоформирующимися Ge(Si)/Si(001) наноструктурами / Н.А. Байдакова, А.В. Новиков, Д.Н. Лобанов, А.Н. Яблонский // Письма в журнал технической физики – 2012. **38**(18). – С. 7 – 15.
2. А.Н. Яблонский. Спектры возбуждения и кинетика фотолюминесценции в структурах с самоформирующимися Ge(Si) наноструктурами / А.Н. Яблонский, Н.А. Байдакова, А.В. Новиков, Д.Н. Лобанов, М.В. Шалеев // Физика и техника полупроводников. – 2015. **49**(11). – С. 1458-1462.
3. М.В. Шалеев. Ширина линии фотолюминесценции от самоформирующихся островков Ge(Si), заключенных между напряженными Si-слоями / М.В.

Шалеев, А.В. Новиков, Н.А. Байдакова, А.Н. Яблонский, О.А. Кузнецов, Д.Н. Лобанов, З.Ф. Красильник // Физика и техника полупроводников. – 2011. **45**(2). – С. 202-206.

4. Н.А. Байдакова. Рост светоизлучающих SiGe гетероструктур на подложках «напряженный кремний на изоляторе» с тонким слоем окисла / Н.А. Байдакова, А.И. Бобров, М.Н. Дроздов, А.В. Новиков, Д.А. Павлов, М.В. Шалеев, П.А. Юнин, Д.В. Юрасов // Физика и техника полупроводников. – 2015. **49**(8). – С. 1129-1135.
5. Н.А. Байдакова. Электролюминесценция структур с самоформирующимися Ge(Si) наноструктурами, заключенными между напряженными слоями кремния / Н.А. Байдакова, А.В. Новиков, М.В. Шалеев, М.В. Юрасов, Е.Е. Морозова, Д.В. Шенгуров, З.Ф. Красильник // Физика и техника полупроводников. – 2016. **50**(12). – С. 1685-1689.

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертации отсутствуют. Личный вклад соискателя в опубликованные по теме диссертации работы является определяющим.

На автореферат диссертации поступило 3 отзыва (**все положительные**):

1) Баталов Рафаэль Ильясович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории интенсивных радиационных воздействий Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», в своем отзыве на автореферат диссертации отмечает: «К наиболее важным результатам диссертационной работы следует отнести создание люминесцирующих с узкой шириной линии ФЛ (25-30 мэВ) структур, заключенных между напряженными слоями кремния, а также установление физических механизмов, отвечающих за люминесценцию указанных структур». **Отзыв содержит следующее замечание:**

1. Отсутствие в автореферате данных о форме, размерах и составе островков Ge(Si). Вероятно, эти данные имеются в самой диссертации.

2) Пчеляков Олег Петрович, доктор физико-математических наук, заведующий отделом роста и структуры полупроводниковых материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН), в своем отзыве на автореферат диссертации отмечает, что «полученные результаты имеют приоритетный характер и могут быть использованы при исследовании широкого круга полупроводниковых материалов». **Отзыв не содержит замечаний.**

3) Шкляев Александр Андреевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории нанодиагностики и нанолитографии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН), в своем отзыве на автореферат диссертации отмечает, что «автореферат написан пунктуально и даёт детальное представление о содержании диссертационной работы», которая «представляет несомненный научный интерес». **Отзыв не содержит замечаний.**

Выбор ведущей организации и официальных оппонентов обосновывается тематической близостью диссертационного исследования соискателя и их научных исследований, посвященных изучению оптических свойств низкоразмерных гетероструктур SiGe (ведущая организация, 7 публикаций за последние 4 года), спектроскопическим исследованиям различных типов низкоразмерных полупроводниковых гетероструктур (оппонент Шамирзаев Т.С., 6 публикаций за последние 5 лет), теоретическим и экспериментальным исследованиям полупроводниковых структур на основе кремния (Бурдов В.А., 6 публикаций за последние 5 лет).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработаны модифицированная методика спектроскопии возбуждения фотолюминесценции (ФЛ), позволяющая учитывать изменение формы линии ФЛ Ge(Si) островков в зависимости от длины волны возбуждения и получать спектры возбуждения ФЛ для различных излучательных процессов в островках, а также методика предростовой химической и термической очистки подложек “напряженный кремний на изоляторе” с тонким напряженным слоем (sSi) и тонким захороненным слоем SiO₂, позволяющая сохранить упругие напряжения в sSi и очистить поверхность от основных загрязняющих примесей.

Доказано, что при межзонной для Si оптической накачке основной вклад в возбуждение ФЛ Ge(Si) островков вносит захват носителей заряда из кремниевой матрицы, а в условиях подзонной для кремния оптической накачки основной вклад в возбуждение сигнала ФЛ островков дает поглощение возбуждающего излучения на пространственно прямых переходах в Ge(Si) островках.

Продемонстрирована возможность уменьшения ширины линии ФЛ структур с Ge(Si) самоформирующимися наноструктурами, выращенными на релаксированных SiGe/Si(001) буферных слоях, за счет компенсации различного диффузионного размытия слоев напряженного Si под и над островками. **Получены** структуры с рекордно узкой линией ФЛ для структур с пространственно неупорядоченными SiGe самоформирующимися островками линией ФЛ (ширина на полувысоте 20-30 мэВ при температуре 20 К).

Получены и исследованы диодные светоизлучающие структуры с Ge(Si)/sSi наноструктурами, сформированными на релаксированных SiGe/Si(001) буферных слоях.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказана возможность наблюдения пространственно прямых излучательных переходов в

гетероструктурах II рода, а также возможность непосредственного поглощения излучения на пространственно прямых переходах в Ge(Si) островках.

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

- разработана методика спектроскопии возбуждения фотолюминесценции, подходящая для исследования свойств структур с Ge(Si) самоформирующимися островками, обладающих широким спектром ФЛ, форма которого существенно зависит от мощности и длины волны возбуждающего излучения;

- разработана методика предростовой химической и термической подготовки подложек “напряженный кремний на изоляторе” с тонким напряженным слоем Si и тонким захороненным слоем SiO₂, которая позволила использовать данный тип подложек для формирования эпитаксиальных светоизлучающих SiGe гетероструктур;

- получены структуры с рекордно узкой для структур с пространственно неупорядоченными SiGe самоформирующимися островками линией ФЛ (ширина на полувысоте 20-30 мэВ при температуре 20 К), ширина которой сравнима с шириной линии ФЛ от квантовых точек InAs/GaAs;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- основные научные положения работы базируются на результатах, полученных с использованием апробированных экспериментальных методик: методики спектроскопии фото- и электролюминесценции, спектроскопии фотолюминесценции с временным разрешением, спектроскопии возбуждения фотолюминесценции;

- полученные экспериментальные результаты проверены с помощью дополняющих друг друга экспериментальных методик;

- достоверность полученных экспериментальных результатов подтверждается их согласованностью с теоретическими оценками и данными, известными из литературы;

- эффективность разработанной методики предростовой химической и термической очистки подложек “напряженный кремний на изоляторе” с тонким

напряженным слоем Si и тонким захороненным слоем SiO₂ подтверждается формированием на данных подложках светоизлучающих SiGe структур высокого кристаллического качества.

Личный вклад соискателя: Основные результаты, представленные в рассмотренной диссертационной работе, были получены автором лично, либо при его непосредственном участии. Постановка цели и задач диссертационного исследования, интерпретация полученных результатов и формулировка выводов осуществлены совместно с научным руководителем.

На заседании 28.11.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Байдаковой Н.А. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против 0 (нет), недействительных бюллетеней 0 (нет).

Председатель диссертационного совета



Гапонов С.В.

Ученый секретарь диссертационного совета

Водолазов Д.Ю.

Дата оформления Заключения 28.11.2019 г.