

ОТЗЫВ

Научного руководителя кандидата физико-математических наук Анисимова Андрея Николаевича о научной деятельности соискателя ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния» Бреева Илья Дмитриевича

В 2012 году И.Д. Бреев поступил в Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный Политехнический университет Петра Великого и в 2018 году его успешно закончил по специальности «Физика». В 2018 году И.Д. Бреев поступил в аспирантуру ФТИ им. А.Ф. Иоффе в лабораторию микроволновой спектроскопии кристаллов, где успешно прошел обязательную программу обучения в аспирантуре и сдал экзамены по философии, специальности и английскому языку.

За время работы соискатель И.Д. Бреев проявил себя как целеустремленный и талантливый сотрудник. Специализацией И.Д. Бреева является оптически-детектируемый магнитный резонанс на центрах окраски в широкозонных полупроводниках. Во время научной работы И.Д. Бреев освоил экспериментальные техники регистрации оптически-детектируемого магнитного резонанса и спектроскопии анти-пересечения уровней, а также методы оптической спектроскопии и комбинационного рассеяния света, изучил большое количество литературы по спектроскопии магнитного резонанса и центрам окраски в широкозонных полупроводниках. И.Д. Бреев для выполнения научных задач проводил модернизацию экспериментальной установки для регистрации оптически детектируемого магнитного резонанса на базе конфокального микроскопа, а также разработал программное обеспечение необходимое для регистрации спектров. В результате соискатель получил все необходимые экспериментальные результаты, которые стали основой для написания диссертационной работы. Для интерпретации полученных результатов соискателем были построены теоретические модели, описывающие эксперимент и выполнены все необходимые расчеты, для интерпретации и анализа данных.

Диссертационная работа И.Д. Бреева заключается в применении методов комбинационного рассеяния света и оптически детектируемого магнитного резонанса для исследования спин-оптических и спин-деформационных свойств вакансионных центров кремния со спином $3/2$ в карбиде кремния, или V_{Si} центров. Был проведен анализ температурных и деформационных зависимостей для вакансионных центров кремния со спином $3/2$ в карбиде кремния. Для определения структуры возбужденного состояния данных центров применялась оптическая поляризационная спектроскопия фотолуминесценции и оптически детектируемый магнитный резонанс. Данные исследования были проведены на установках по оптической спектроскопии и комбинационному рассеянию света в лаборатории микроволновой спектроскопии кристаллов в ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

Материал диссертации содержит новые результаты. Соискателем И.Д. Бреевым было получено распределение механических напряжений на интерфейсе гетероструктур $AlN/4H-SiC$ и $AlN/6H-SiC$ с субмикронным пространственным разрешением и обнаружены механические напряжения на интерфейсе вплоть до 1 ГПа, а также предложена модель их образования. С помощью метода оптически детектируемого магнитного резонанса соискателем установлена зависимость расщепления в нулевом магнитном поле спиновой системы V_{Si} центров в карбиде кремния $4H-SiC$ и $6H-SiC$ от статических механических деформаций и предложена теоретическая модель связи спинового Гамильтониана с механическими напряжениями. Установлены константы спин-деформационного взаимодействия для V_{Si} центров в карбиде кремния $4H-SiC$ и $6H-SiC$. Также И.Д. Бреев

установил поляризацию излучения V_{Si} центров в 6H-SiC, что позволило сделать теоретические выводы о структуре возбужденного состояния V_{Si} центра V3 в 6H-SiC. Соискателем обнаружено критическое температурное поведение V_{Si} центра V3 в 6H-SiC в окрестности критической температуры $T_c=16$ K, а также описаны предполагаемые причины подобного поведения. Кроме того, была продемонстрирована возможность когерентного контроля ниже критической температуры для V_{Si} центра V3 в 6H-SiC.

Результаты исследований И.Д. Бреева опубликованы в ведущих международных рецензируемых журналах, таких как Physical Review B, npj Quantum Information, Applied Physics Letters. И.Д. Бреев является соавтором 13 публикаций в рецензируемых журналах по теме диссертации, а также 19 публикаций в материалах тезисов конференций. Результаты исследования были представлены соискателем лично на 11 всероссийских и международных конференциях в формате устных и стендовых докладов.

Соискатель в 2020 г. получил грант Умник, Квантовые Технологии II, "Разработка микро-размерных оптоволоконных квантовых сенсоров магнитного поля и температуры на основе V-центров в карбиде кремния". Соискатель являлся призерам премии для молодых ученых ФТИ «за лучшую научную работу» 2020 г. Также, соискатель получил стипендию президента РФ молодым ученым и аспирантам в 2022 г. И.Д. Бреев участвовал в подготовке выпускных работ студентов 3-6 курсов, помогал в освоении студентами экспериментальных установок и теоретических знаний.

Считаю, что И.Д. Бреев является сформировавшимся и самостоятельным исследователем, и он заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. «Физика конденсированного состояния».

Научный руководитель,
Научный сотрудник
ФТИ им. А.Ф. Иоффе
Кандидат физико-математических наук

/А.Н. Анисимов/



Подпись Анисимова А.Н. удостоверяю
зав.отделом кадров ФТИ им.А.Ф.Иоффе

Н.С. Бузекеро