

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль 03.06.01 Физика и астрономия / Физика
конденсированного состояния
Школа Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)
отделение Материаловедение

Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы

Тема научно-квалификационной работы
Диагностика и контроль светодиодных гетероструктур на основе InGaN/GaN -
квантовых ям с возбуждением высокоэнергетическим сильнофокусным
электронным пучком

УДК 621.383.52:537.533.2

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A5-08	Ли Цзыюань		05.06.2019

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Чернов Иван Петрович	Доктор физико-математических наук		05.06.19

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Клименов Василий Александрович	Доктор технических наук		05.06.2019

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Олешко Владимир Иванович	Доктор физико-математических наук		05.06.2019г.

Томск – 2019 г.

**ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ СВЕТОДИОДНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА
ОСНОВЕ InGaN/GaN - КВАНТОВЫХ ЯМ С ВОЗБУЖДЕНИЕМ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ СИЛЬНОТОЧНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ
УДК 621.383.52:537.533.2**

Актуальность работы.

Исследования наноструктурированных материалов на основе GaN относятся к наиболее активно развивающемуся направлению современной физики конденсированного состояния. В таких исследованиях важное место отводится изучению люминесцентных свойств светодиодных наногетероструктур с InGaN/GaN квантовыми ямами и эпитаксиальных слоев GaN, что связано с необходимостью решения новых фундаментальных и прикладных проблем оптоэлектроники и нанофотоники.

В круг этих проблем входит и разработка экспрессных и эффективных методов контроля технологии выращивания наногетероструктур.

Один из путей решения этой задачи заключается в применении сильноточных электронных пучков (СЭП) и лазерных пучков для исследования люминесцентных свойств светодиодных наногетероструктур с InGaN/GaN квантовыми ямами и эпитаксиальных слоев GaN.

Целью диссертационной работы является комплексное исследование закономерностей формирования люминесцентных свойств светодиодных гетероструктур с InGaN/GaN квантовыми ямами и разработка физических основ для реализации новых методов катодолюминесцентного контроля наногетероструктур с возбуждением сильноточным электронным пучком.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Измерить спектрально-кинетические, амплитудные и пространственные характеристики ИКЛ гетероструктур InGaN/GaN и эпитаксиальных слоев GaN, выращенных различными производителями методом металлоорганической газофазной эпитаксии на подложках Al_2O_3 , при возбуждении СЭП с плотностью энергии, варьируемой в диапазоне 0,01 – 0,3 Дж/см².

2. Выяснить природу желтой полосы люминесценции в гетероструктурах InGaN/GaN.

3. Исследовать особенности и механизм формирования круглых разрушений в гетероструктурах InGaN/GaN и других материалах при облучении СЭП с плотностью энергии от 0,5 до 2,0 Дж/см².

Основные выводы.

1. Измерены спектрально-кинетические характеристики люминесценции светодиодных гетероструктур InGaN/GaN, выращенных методом МОГФЭ различными производителями. Плотностные и кинетические характеристики синей полосы (440-460 нм) объясняются с точки зрения модели донорно-акцепторной рекомбинации и модели рекомбинации в хвостах плотности состояний.

2. Впервые измерены амплитудные, спектральные и кинетические характеристики ИКЛ желтой полосы (560 нм) в гетероструктурах InGaN/GaN и эпитаксиальных слоях GaN с изменяющейся концентрацией дислокаций (образцы GaN1-4). Предложена структура центра люминесценции, ответственного за полосу 560 нм в эпитаксиальных слоях GaN, представляющего собой комплекс, включающий вакансию галлия, междоузельник галлия и кислород.

3. Экспериментально обоснована реализация термоупругого механизма формирования разрушения круглой формы в гетероструктурах InGaN/GaN при облучении СЭП. Данный вид разрушений возникает в результате взаимодействия акустической волны сжатия со свободной поверхностью твердого тела.