

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Копьева Виктора Васильевича
«Влияние встроенных электрических полей на перенос носителей заряда
в излучающих структурах InGaN/GaN», представленной на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.10 – Физика полупроводников

Представленное в автореферате исследование В. В. Копьева посвящено изучению влияния встроенных электрических полей на механизмы переноса носителей заряда в диапазоне температур от 10 до 100 К для структур с множественными квантовыми ямами и сверхрешетками InGaN/GaN.

Актуальность и научная новизна исследований сомнений не вызывает. Гетероструктуры на основе квантовых ям InGaN/GaN широко используются при производстве светодиодов, лазеров, фотоприемников и солнечных элементов видимого и ультрафиолетового диапазонов. В диссертационной работе предложена модель транспорта электронов над квантовыми ямами InGaN/GaN в область *p*-GaN и инъекции дырок из примесных акцепторных состояний Mg в активную область с их последующей излучательной рекомбинацией. Рассмотрены резонансные туннельные переходы между разрешенными уровнями энергии в соседних квантовых ямах InGaN/GaN.

Обнаруженные эффекты и построенные модели связаны с наличием сильного встроенного электрического поля спонтанной и пьезоэлектрической поляризации с напряженностью порядка 1 МВ/см, которые свойственны исследуемым структурам.

В диссертационной работе получены следующие основные **результаты**:

1. Обнаружены участки отрицательного дифференциального сопротивления в структурах с квантовыми ямами InGaN/GaN с толщиной барьеров 6 нм. Появление пиков проводимости связано с резонансными туннельными переходами между соседними квантовыми ямами.

2. Показано, что наличие встроенных полей приводит к появлению баллистического транспорта носителей над квантовыми ямами InGaN/GaN.

3. Установлен механизм протекания туннельного тока с примесных состояний Mg по структурным дефектам при температурах ниже 220 К.

Представленные в работе Копьева В. В. результаты имеют фундаментальное и прикладное значение, позволяют расширить представление о физических процессах переноса носителей заряда в наногетероструктурах на основе нитридных соединений при наличии сильных встроенных полей спонтанной и пьезоэлектрической поляризации.

Основные результаты проведенного диссертационного исследования представлены в 17 работах, в том числе в семи статьях в журналах, включенных в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, в трех статьях в сборниках трудов конференций, представленных в изданиях, входящих в базы цитирования Web of Science и Scopus. Результаты работы были представлены на конференциях всероссийского и международного уровней.

Личный вклад автора состоит в планировании исследований, выборе образцов с квантовыми ямами InGaN/GaN для исследования их оптических и электрических характеристик, проведении измерений и анализе результатов.

Достоверность и обоснованность результатов работы подтверждается проведением систематических исследований на пяти образцах из каждой партии, при этом полученные электрические и оптические характеристики неоднократно воспроизводились. Используемая математическая модель адекватно описывают рассматриваемые физические процессы.

По автореферату диссертации можно сделать следующее замечание: участки отрицательного дифференциального сопротивления обнаружены только для структур с значениями толщины барьеров GaN 3 и 6 нм, что автор объясняет наличием трех уровней размерного квантования. Из последующего изложения не ясно как действует указанный механизм при значениях толщины большего значения.

В целом материалы автореферата позволяют сделать вывод, что диссертация «Влияние встроенных электрических полей на перенос носителей заряда в излучающих структурах InGaN/GaN», является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует всем требованиям действующего Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к диссертационным исследованиям, а её автор Копьев Виктор Васильевич **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – Физика полупроводников.

Заведующий кафедрой
радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники»,
доктор технических наук,
доцент

Тьев Василий Иванович
tvi_retem@main.tusur.ru

10.12.2019

Данные об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40; телефон +7 (3822) 510-530;

E-mail: office@tusur.ru; адрес сайта: <http://www.tusur.ru>

Я, Василий Иванович Тьев, на обработку персональных данных согласен.

Подпись Тьева Василия Ивановича удостоверяю.

Ученый секретарь ТУСУР



Елена Викторовна Прокопчук