

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 ИШФВП ТПУ
Отделение Экспериментальной физики

Научно-квалификационная работа

Тема научно-квалификационной работы
«Влияние структурных дефектов на сверхвысокочастотные характеристики мощного нитрид – галлиевого транзистора с высокой подвижностью электронов»

УДК 621.382.323-048.78:661.868.1'041

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А6-08	Курбанова Наталья		

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор-консультант отделения экспериментальной физики ИЯТШ	Чернов И.П.	Д.ф.-м.н., профессор		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий лабораторией НПЛ ИПЭПТ	Ремнев Г.Е.	Д.ф.м.н., профессор		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гриняев С.Н.	д.ф.-м.н., доцент		

АННОТАЦИЯ

В данной работе проведено исследование влияния структурных дефектов на сверхвысокочастотные характеристики мощного нитрид – галлиевого транзистора с высокой подвижностью электронов (GaN HEMT). Основным инструментом исследования являлось электрофизическое приборное моделирование с последующим сравнением с экспериментальными данными.

HEMT на основе нитридов обладают высокой эффективностью, высокой плотностью мощности и имеют меньшие пассивные компоненты, что приводит к более легким, уменьшенным и более эффективным электрическим системам по сравнению с обычными устройствами на основе кремния (Si). На сегодняшний день приборы на основе AlGaN (AlInGaN)/GaN транзисторов с высокой подвижностью электронов показывают большие перспективы в высоковольтных, высокочастотных и мощных приложениях: преобразователях постоянного тока, сотовых базовых станциях, радарх и системах беспроводной связи. Кроме того, высокая частота переключения, высокая плотность мощности и высокое напряжение пробоя делают GaN подходящим кандидатом и для применения в транспортной отрасли, где требуются более легкие конструкции без ущерба для эффективности. Тем не менее, использование GaN HEMT связано со многими технологическими и конструктивными ограничениями, особенно на рынке отечественной микроэлектроники. Полупроводниковые компании первого уровня проводят обширные исследования по выпуску следующего поколения высокопроизводительных GaN-транзисторов. В ближайшем будущем ожидается, что с массовым производством устройств GaN затраты будут снижены, что приведет к увеличению внедрения технологии GaN.

В представленной работе исследованы современные возможности отечественного производства GaN HEMT и способы оптимизации параметров прибора и качества выращиваемых гетероструктур. Особое внимание уделено прогнозированию поведения транзистора в различных условиях эксплуатации посредством симуляции электрофизических эффектов и характеристик в среде моделирования Silvaco TCAD.

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований деградации характеристик модели транзистора и его экспериментальных образцов при наличии дефектов и несовершенств в структуре, в условиях высоких электрических полей и температур. Предложены варианты оптимизации для повышения качества выпускаемой продукции. Получена электрофизическая модель GaN HEMT, описывающая реальное

поведение прибора и включающая особенности физических процессов, характерных для данного типа полупроводникового устройства.

Основные результаты отражены в публикациях, индексируемых базой данной Scopus, WoS и в публикациях в научных журналах, рекомендуемых ВАК. Также имеется 3 свидетельства о государственной регистрации топологии интегральной микросхемы.