

Отзыв

на автореферат диссертации Федина Ивана Владимировича
«Мощные быстродействующие диоды на основе гетероэпитаксиальных структур нитрида галлия», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 - физическая электроника.

Не смотря на переход к информационному обществу потребление энергии человечеством неуклонно растёт. Ограниченные запасы углеводородных источников энергии и негативное влияние на окружающую среду угольных и газовых электростанций вынуждает наращивать использование альтернативных источников энергии. **Актуальность темы** диссертационного исследования обусловлена растущей потребностью в снижении потерь при преобразовании энергии. Развитие альтернативных источников энергии требует появления всё более эффективных устройств её накопления, преобразования и передачи. Элементная база на основе широко зонных полупроводников, таких как нитрид галлия (GaN), является перспективной заменой кремниевой ЭКБ. Развитие GaN ЭКБ в России, обладающей огромным потенциалом для получения энергии из альтернативных источников, является перспективной и актуальной задачей.

Основным объектом исследования в представляемой диссертационной работе являются планарные диоды Шоттки, изготовленные на основе гетероструктуры pGaN/AlGaIn/GaN, выращенной на Si подложке. Появление нормально-закрытых транзисторов, разработанных фирмой Efficient Power Conversion, а также развитие методов металл - органической газофазовой эпитаксии (MOCVD), позволившей получать гетероструктуры на основе GaN на неестественных подложках (Si, SiC, Al₂O₃), дало возможность применять GaN не только в области светодиодной промышленности, но и в области силовой электроники. Исследование мощных AlGaIn/GaN диодов Шоттки интенсивно развивается на протяжении последних 15 лет вследствие широких перспектив их практического применения в качестве элементов силовой электроники. Особенностью данных приборов является использование двумерного электронного газа (ДЭГ), заключённого в квантовой яме, сформированной двумя полупроводниками с различной шириной запрещённой зоны. ДЭГ обладает повышенной подвижностью и плотностью носителей заряда, по сравнению с объёмным полупроводником GaN, что позволяет реализовывать в приборах высокие плотности мощности и рабочие частоты. Особый интерес представляет изготовление интегральных схем, включающих как нормально-закрытые транзисторы, так и мощные диоды на базе GaN, что позволит значительно снизить себестоимость и массогабаритные показатели конечных приборов (преобразователей мощности, инвертеров, источников вторичного электропитания).

Предметом исследования данной диссертационной работы являются электрофизические характеристики низкотемпературных невыпрямляющих контактов к AlGaIn/GaN, на основе Ta/Al металлизации, и электрофизические характеристики выпрямляющих контактов к AlGaIn.

Целью диссертации является разработка технологии создания AlGaIn/GaN диодов Шоттки, совместимой с технологией создания pGaN/AlGaIn/GaN нормально-закрытых транзисторов. Для достижения цели работы исследуется взаимосвязь между электрофизическими характеристиками контактов и режимами их получения (составом

металлизации, температурой отжига, глубиной рецесса). Таким образом, объект и предмет исследования диссертационной работы соответствуют специальности 01.04.04 физическая электроника, а цель определяет отрасль – «Технические науки».

В своей работе автор проводит систематическое исследование влияния толщин Ta/Al металлизации, температуры вжигания и глубины катодного рецесса на контактное сопротивление невыпрямляющих контактов к AlGaIn/GaN. Так же автор исследует влияние материала металлизации, глубины анодного рецесса и длины анодного полевого электрода на электрические характеристики выпрямляющих контактов к AlGaIn.

Полученные в работе результаты имеют как практическую, так и теоретическую значимость.

К наиболее важным относятся следующие результаты:

1) Разработана технология создания низкотемпературных Ta/Al омических контактов к гетероструктуре AlGaIn/GaN, выращенной на Si подложке.

2) Разработана технология получения барьерных контактов к AlGaIn, с применением рецесса анода и анодного полевого электрода.

3) Предложена технология создания AlGaIn/GaN диодов Шоттки, совместимая с технологией создания pGaIn/AlGaIn/GaN нормально-закрытых транзисторов.

4) Предложено объяснение непропорциональному изменению токов прямого и обратного смещения AlGaIn/GaN диодов Шоттки, при увеличении глубины анодного рецесса.

Достоверность результатов вытекает из применения современного высокоточного технологического и измерительного оборудования НОЦ «Нанотехнологии» ТУСУР и АО «НПФ «Микран» и обсуждения результатов проведенных исследований на 18 научно-технических конференциях. Результаты работы автора опубликованы в достаточном количестве в рецензируемых изданиях из перечня ВАК (5 шт.).

По содержанию реферата можно выделить следующие **замечания**:

1) Автором не приводится сравнение характеристик AlGaIn/GaN диодов, полученных на кремниевых, карбид кремниевых и сапфировых подложках. Данная информация может быть очень полезна для дальнейшего развития темы исследования.

2) Автор использует термин «рецесс» вместо «углубление», что является избыточным англицизмом.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертация обладает научной и практической значимостью и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям в пунктах 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.

Считаю, что её автор – Федин Иван Владимирович – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника.

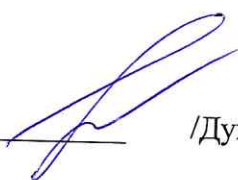
Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Средства связи и
информационной безопасности» ФГБОУ
ВО «Омский государственный
технический университет» (ОМГТУ)

 /Майстренко В.А./

Майстренко Василий Андреевич
644050, г. Омск-50, пр. Мира 11, каб. 8-405.
Тел.: (3812) 65-85-60;
E-mail: secretar_ssib@mail.ru

Подпись Майстренко В.А. удостоверяю
Начальник Управления кадров ОМГТУ



 /Духовских Ю.А./

МП