

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Сима Павла Евгеньевича «Исследование омических контактов НЕМТ транзисторов на основе GaN», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена необходимостью разработки НЕМТ с низким сопротивлением паразитных сопротивлений истока и стока, высокой крутизной вольт-амперной характеристики транзистора и высокой удельной выходной мощностью.

Целью работы П.Е. Сима является решение проблемы разработки и создания омических контактов к НЕМТ на гетероструктурах AlGaN/GaN и InAlN/GaN, обладающих низкими значениями контактного сопротивления и малой шероховатостью поверхности контакта.

Изложенное позволяет утверждать, что научная проблема, сформулированная Симом П.Е. в автореферате диссертации, является актуальной.

Сим П.Е. в достаточном объеме изучил известные конструкции и методы изготовления омических контактов к AlGaN/GaN и InAlN/GaN НЕМТ. Для получения научных результатов автор корректно применил методики разработки технологического маршрута и технологических операций, а также методику оценки величины сопротивления омического контакта.

В качестве научных результатов диссертантом выдвинуты следующие положения:

1. Закономерности (выбор металлизации, обоснование соотношения толщин металлов, температуры и времени отжига) формирования омических контактов с контактным сопротивлением 0,3 и 0,25 Ом·мм на базе металлизации Ti/Al/Mo/Au (20/50/40/25 нм) к СВЧ НЕМТ для транзисторов на основе гетероструктур AlGaN/GaN и InAlN/GaN соответственно, выращенных методом MOCVD на подложках 4H-SiC и Al₂O₃.

2. Использование тонкого in-situ слоя Si₃N₄ перед нанесением металлизации Ti/Al/Mo/Au (20/50/40/25 нм) позволяет добиться значения среднеквадратичной шероховатости поверхности контакта не более 14 нм и 24 нм для гетероструктур AlGaN/GaN и InAlN/GaN соответственно, и понижения температуры отжига контактов на 40 °С.

3. Быстрый термический отжиг в атмосфере гелия омических контактов на базе металлизации Ti/Al/Mo/Au для гетероструктур InAlN/GaN и AlGaN/GaN, выращенных на

подложках 4H-SiC, Al₂O₃ и Si большого диаметра, до 100 мм, обеспечивает разброс величины контактного сопротивления по пластине не более 10 %.

Отмеченные результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области производства AlGa_N/Ga_N и InAlN/Ga_N HEMT.

Степень достоверности результатов работы, а также обоснованность научных положений, методов исследований и выводов подтверждается систематическим характером теоретических и экспериментальных исследований, использованием современных методик и отсутствием противоречий между полученными данными.

Замечания по автореферату диссертационной работы:

- В представленных в автореферате изображениях поверхности контактов (рисунок 5 а и б) недостаточно обоснованы причины значительного различия между морфологиями поверхностей контактов к гетероструктурам AlGa_N/Ga_N и InAlN/Ga_N.

Отмеченный недостаток не снижает качество исследований и не влияет на основные теоретические и практические результаты диссертации.

В диссертационной работе приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать их как новые научные знания. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работы базируются на достаточном числе исходных данных, экспериментальных исследований, разработок и оценок. По каждому разделу автореферата диссертации сделаны четкие выводы.

Диссертация, судя по автореферату, является завершенной квалификационной работой, содержит новые научные результаты, отвечает требованиям ВАК, а её автор Сим Павел Евгеньевич достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника.

Начальник Прикладной лаборатории, к.ф.-м.н.

Петров Станислав Игоревич

Закрытое Акционерное Общество

«Научное и технологическое оборудование»

Россия 194156 г. Санкт-Петербург, пр. Энгельса, 27

тел. + 7 (812) 313-54-51, e-mail: petrov@semiteq.ru

Подпись Петрова С.И. удостоверяю

Специалист отдела кадров



Верлинггер Ольга Михайловна