

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кондакова Михаила Николаевича «Омические контакты на основе системы металлизации Mo/Al/Mo/Au к гетероструктурам AlGaIn/GaN», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 – технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники

Полупроводниковые соединения на основе нитридов элементов III группы являются перспективными материалами с широким спектром практических применений. Уникальные физические свойства этих материалов обеспечивают электронным приборам на их основе оптические, мощностные и частотные характеристики, во многих отношениях существенно превосходящие устройства на кремнии или других полупроводниковых материалах. В частности, эпитаксиальные структуры на основе нитридов III группы широко используются в оптоэлектронике, при разработке компонентной базы силовой и СВЧ-электроники. При этом изготовление приборов на таких структурах связано с использованием целого ряда технологических операций, которые во многом являются весьма специфическими для нитридных материалов и не могут быть просто позаимствованы из уже хорошо развитых процессов для кремниевой или арсенидгаллиевой электроники, в частности, создания низкоомных омических контактов, что в значительной степени определяет возможность достижения высоких параметров конечных изделий. Поэтому диссертация Кондакова М.Н., посвященная исследованию омических контактов на основе системы металлизации Mo/Al/Mo/Au к гетероструктурам AlGaIn/GaN, является, несомненно, актуальной.

В рассматриваемой работе разработана технология создания омических контактов на основе металлизации Mo/Al/Mo/Au (10/50/55/50 нм) к нелегированным гетероструктурам $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N/GaN}$, позволяющая получать значение контактного сопротивления на уровне 0.14–0.20 Ом·мм и приемлемую морфологию поверхности контакта; впервые исследована микроструктура таких контактов и фазовые превращения, происходящие в них при высокотемпературном отжиге; представлены исследования механизма токопереноса в омических контактах на основе Mo/Al/Mo/Au, что определяет научную новизну полученных результатов.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации подтверждается комплексным подходом автора к достижению цели исследования, значительным объемом проведенных экспериментов с использованием современных методов и аппаратуры для исследований, сопоставлением с опубликованными в литературе данными, а также публикацией статей по материалам диссертационной работы в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах и выступлениями на конференциях.

Несомненным достоинством работы является и ее практическая направленность - разработанная технология формирования низкоомного омического контакта внедрена непосредственно в технологический цикл создания СВЧ транзисторов. При этом одновременно решалась задача использования металлизации данных контактов в качестве знаков совмещения для последующей операции формирования Т-образных затворов, что заметно упрощает технологическую цепочку изготовления приборов.

К сожалению, автор не провел сравнительных исследований по использованию разработанной технологии создания низкоомных омических контактов на структурах, выращенных на подложках карбида кремния – наиболее подходящих для создания мощных СВЧ транзисторов. Не исключено, что заметные различия в теплопроводности подложек сапфира и карбида кремния могут потребовать некоторой корректировки оптимальных режимов отжига в этом случае. Кроме того, некоторые стилистические погрешности в автореферате порой затрудняют восприятие мысли автора (например, изложение п.3 Основных положений, выносимых на защиту).

Эти замечания, однако, ни в коем случае не снижают общей положительной оценки рассматриваемой работы, которая, безусловно, вносит определенный вклад в развитие наших представлений о характере, особенностях и закономерностях формирования низкоомных омических контактов при создании приборов на основе гетероэпитаксиальных структур нитридов элементов III группы-одного из самых перспективных материалов современной СВЧ-электроники.

Таким образом, диссертация Кондакова Михаила Николаевича «Омические контакты на основе системы металлизации $\text{Mo}/\text{Al}/\text{Mo}/\text{Au}$ к гетероструктурам AlGaIn/GaN », является научно-квалификационной работой, в которой изложены

новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития отечественной микроэлектроники, что отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 21.04.2016 г), предъявляемым к кандидатским диссертациям, и паспорту специальности 05.27.06, а ее автор, Кондаков Михаил Николаевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 – технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.

Главный научный сотрудник
АО «Элма-Малахит», к. т. н.

Свешников Ю.Н.

Подпись Свешникова Ю.Н. заверяю

Генеральный директор АО «Элма-Малахит»



А.А.Арендаренко.

18 февраля 2020

Автор отзыва

ФИО: Свешников Юрий Николаевич

Ученая степень: кандидат технических наук, 1980 г., 05.17.16 – Технология полупроводников и материалов электронной техники

Место работы: АО «Элма-Малахит»

Должность: главный научный сотрудник

Контактная информация:

Почтовый адрес: 124460, Россия, Москва, Зеленоград, проспект Георгиевский, дом. 5, стр. 2.

Тел. +7(499) 720-83-70

E-mail: sveshnikov-elma@yandex.ru