



Федеральное космическое агентство
Государственный научный центр
Российской Федерации –
федеральное государственное унитарное
предприятие
"Исследовательский центр
имени М. В. Келдыша"
(ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»)

ул. Онежская, д. 8, г. Москва, Россия, 125438
Тел.: (495) 456 46 08 Факс: (495) 456 82 28
kerc@elnet.msk.ru kerc@comcor.ru
www.kerc.msk.ru

22.09.2014 № 48-29/61

На № _____

Г

Г

МГТУ им. Н. Э. Баумана
Ученому секретарю
диссертационного совета
Д 212.141.18
доктору технических наук,
профессору
Ю.Б. Цветкову
2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1
г. Москва, 105005

Направляю отзыв на автореферат диссертации Макеева Мстислава Олеговича на тему: «Разработка конструкторско-технологических методов и средств повышения надежности смесителей радиосигналов на основе резонансно-туннельных диодов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.14 – «Технология приборостроения», 05.27.06 – «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники».

Приложение: Отзыв на 2 л. в 2 экз.

Ученый секретарь,
кандидат военных наук

Ю.Л. Смирнов

О Т З Ы В

на автореферат диссертации

Макеева Мстислава Олеговича

на тему: «Разработка конструкторско-технологических методов и средств повышения надежности смесителей радиосигналов на основе резонансно-туннельных диодов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.14 – Технология приборостроения, 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.

Диссертационная работа посвящена актуальной проблеме создания приборов, способных функционировать в терагерцовом частотном диапазоне, а именно резонансно-туннельных диодов на основе наноразмерных гетероструктур с поперечным токопереносом. Сверхмалые размеры элементов приводят к заметной деградации характеристик устройств вследствие даже относительно незначительных диффузионных явлений. Выполнен полный цикл исследований, включающий выявление основных причин деградации, изучение закономерностей возникновения отказов, создание диагностических систем и методов ускоренных испытаний и, наконец, разработку конструктивных и технологических методов и средств повышения надежности устройств.

Автором установлено, что причина деградации – диффузия в туннельных структурах и омических контактах. Основной инструмент изучения диффузии – анализ профилей распределения частиц и вольт-амперных характеристик – позволяет достоверно установить связь между деградацией, с одной стороны, и конструкцией и технологией изготовления омических контактов и наноразмерных гетероструктур, с другой стороны. Данная связь позволяет разработать методику технической диагностики и прогнозирования надежности резонансно-туннельных диодов.

В основе методики лежат математические модели деградационных процессов в гетероструктурах и контактах в зависимости от времени, температуры, конструкции, технологии изготовления. Для их создания проведено большое количество экспериментальных исследований по изготовлению конструкций гетероструктур и контактов по различным технологиям и определению их вольт-амперных характеристик.

Модели дают возможность оптимизировать устройства как в части конструкций, так и по технологии, прогнозировать изменение характеристик во времени и, как следствие, оценить ресурс и надежность устройств. В этом состоит практическая ценность работы. Ее результаты представляют интерес для специалистов в области СВЧ-приборостроения, радиоэлектроники.

По работе можно сделать следующее замечание. Из представленной в автореферате информации трудно понять, как с помощью метода инфракрасной спектральной эллипсометрии определяется профиль распределения кремния в многослойных гетероструктурах с толщиной отдельных слоев от 1,5 нм до 100 нм. Уместным представляется рекомендация по измерению профиля еще одним независимым методом, например, электронно-оптическим картированием микрошлифов.

Указанное замечание не влияет на общую, в целом, положительную оценку работы. Решена задача разработки методов диагностики качества полупроводниковых устройств терагерцового диапазона частоты, способствующих конструкторско-технологической оптимизации. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК, а ее автор, Макеев Мстислав Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Начальник отдела нанотехнологий
ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»,
канд. физ.-мат. наук

Р.Н. Ризаханов

Подпись Р.Н. Ризаханова удостоверяю

Ученый секретарь
ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»,
канд. воен. наук



Ю.Л. Смирнов