

Отзыв

на автореферат диссертационной работы
ЛУКАШИНА ВЛАДИМИРА МИХАЙЛОВИЧА

«Гетероструктурные СВЧ полевые транзисторы
с селективным донорно-акцепторным легированием»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.2.2 «Электронная компонентная база
микро- и наноэлектроники, квантовых устройств»

Повышение рабочих частот и мощности полевых транзисторов является генеральным направлением в СВЧ электронике. Диссертационное исследование Лукашина В.М., посвященное разработке конструктивных и технологических решений в области мощных СВЧ транзисторов с InGaAs каналом на основе двойных гетероструктур с донорно-акцепторным легированием, очень актуально для СВЧ электроники. Публикация статьи соискателем в 2021 г. в известном зарубежном журнале IEEE Transactions on Electron Devices подтверждает актуальность работы и мировой уровень новизны её результатов.

Поставив целью создание нового типа гетероструктур и технологии СВЧ полевых транзисторов с InGaAs каналом нового класса транзисторов с повышенной удельной мощностью и коэффициентом усиления, соискатель получил ряд замечательных научно-технических результатов. На наш взгляд, важнейшими из них являются следующие:

1. Разработанная в приближении объемных механизмов рассеяния квантово-гидродинамическая модель транспорта электронов в квантовой яме DA-DpHEMT транзисторов обеспечивает возможность расчета статических и динамических характеристик гетероструктур, показавших для различных конструкций гетероструктур изменение амплитуды всплеска дрейфовой скорости электронов в несколько раз.
2. Двойные DA-DpHEMT и обращенные DA-DpHEMT гетероструктуры отличаются усиленной локализацией горячих электронов в слое канала, усиленным размерным квантованием, дающим при толщинах слоя канала менее 15 нм разность энергий между нижними размерно-квантовыми уровнями в разы больше энергии оптического фонона в арсениде галлия.
3. Введение в двойные DA-DpHEMT и обращенные pHEMT структуры DA – потенциальных барьеров, усиливающих локализацию горячих электронов в канале транзистора, позволяет до 1,5 раз увеличить статическую дрейфовую скорость и амплитуду всплеска дрейфовой скорости электронов.
4. DA-DpHEMT транзисторы на основе гетероструктур с pin-потенциальными барьерами, усиливающими локализацию горячих электронов в канале, позволяют в 1,5 раза увеличить удельную выходную мощность и более чем в 2 раза коэффициент усиления полевых транзисторов не только в сантиметровом, но и в миллиметровом диапазонах длин волн.

Полученные результаты обладают научной новизной: в частности, впервые теоретически исследованы особенности полевого разогрева электронов в DA-DpHEMT транзисторах с GaAs и InGaAs каналами; разработана оригинальная квантово-гидродинамическая модель полевого разогрева электронов в квантовой яме DA-DpHEMT транзисторов; разработанные DA-DpHEMT СВЧ транзисторы показали повышение удельной выходной мощности и коэффициента усиления в см-диапазоне в 1,5–2 раза по сравнению с традиционными DpHEMT структурами.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнения, так как все заявленные результаты воплощены в реальных транзисторных структурах, которые используются в более 20 крупных предприятиях, таких как АО «НПП «Алмаз», АО «НПП «Салют», ЦКБА, АО УПКБ «Деталь», НПО «Октябрь» и другие, что также подтверждает большую практическую ценность работы.

Прочтение автореферата вызвало очень приятное ощущение о большой и серьезной работе, выполненной при работе над докторской диссертацией соискателем Лукашиным В.М. Даже в автореферате содержится огромное количество очень полезной информации. Важно, что наряду с чисто научными проблемами, диссертант решил многие практические задачи по созданию нового поколения и DA-DpHEMT гетероструктур, и полевых транзисторов на их основе.

Автореферат дает полное представление о содержании диссертации.

К автореферату есть ряд замечаний, не носящих принципиального характера:

1. В п. 5 Научной новизны после "1,5–2" нет слова "раза".
2. Везде, вместо более корректного слова "значение" используется слово "величина".
3. В научном положении 4 для удельного переходного сопротивления контакта используется размерность Ом*мм, а на с. 26 – Ом/мм.
4. Перед п. Актуальность работы нет стандартного заголовка: Общая характеристика работы, после которого нет стандартного п. Состояние исследований, где указываются отечественные и зарубежные исследователи, проводившие близкие работы. Кроме того, отсутствует стандартный п. Методы исследования.
5. В заключении нет рекомендаций и перспектив исследований, рекомендуемых ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Содержание автореферата позволяет сделать заключение, что соискатель ученой степени доктора наук Лукашин В.М. выполнил отличную работу, в которой содержатся новые научно-технические результаты по актуальной проблеме. Полученные результаты отражены в опубликованных работах, в том числе в монографии, технические решения защищены патентами. Разработанные СВЧ транзисторы на основе DA-DpHEMT гетероструктур используются на более 20 предприятиях для создания техники.

Можно говорить о том, что соискателем Лукашиным В.М. решена важная народнохозяйственная проблема: разработаны новые мощные DA-DpHEMT

транзисторы на частоты 10–100 ГГц, пригодные для широкого промышленного применения.

Диссертация Лукашина В.М. соответствует требованиям ВАК, предъявленным к докторским диссертациям, а соискатель Лукашин Владимир Михайлович достоин присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.2 «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств».

Доктор технических наук,
Заведующий кафедрой физической электроники
Томского государственного университета систем управления
и радиоэлектроники (ФГБОУ ВО ТУСУР),
634050, г.Томск, пр.Ленина, 40,
тел.(8-3822) 41-48-61
e-mail:tpe@tusur.ru

Троян Павел Ефимович
16.05.2023

Доктор технических наук,
Главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории
«Безопасность и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств»
Томского государственного университета систем управления
и радиоэлектроники (ФГБОУ ВО ТУСУР)
634050, г.Томск, пр.Ленина, 40,
тел.(8-3822) 41-34-30
e-mail: talgat@tu.tusur.ru

Газизов Тальгат Рашитович

Подписи Трояна Павла Ефимовича и Газизова Тальгата Рашитовича заверяю:

Ученый секретарь совета



Прокопчук Елена Викторовна