

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Лапина Владимира Григорьевича «Новые направления создания промышленных полевых СВЧ транзисторов на основе арсенида галлия», представленную на соискание ученой степени доктора технических по специальности 05.27.01 - твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро - и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах

1. Актуальность темы диссертации

Уже достаточно долго и в последние годы весьма успешно в мире ведутся работы по созданию элементной базы СВЧ на основе нитрида галлия. В ряде устройств, таких, например, как малошумящие СВЧ усилители, GaN транзисторы начинают вытеснять традиционные элементы из GaAs.

Несмотря на это в диапазоне частот от единиц до сотен гигагерц арсенид галлиевые полевые транзисторы остаются основными и наиболее востребованными активными элементами. Их возможности далеко не исчерпаны. Ситуация напоминает историю с кремнием, который «хоронят» в качестве базового материала микрэлектроники уже более тридцати лет, а он не торопится «умирать».

Поэтому представленные в диссертации результаты исследований В.Г. Лапина по поиску новых конструкций транзисторов и их отдельных элементов, позволившие улучшить характеристики GaAs полевых транзисторов и кардинально повысить их выход годных в производстве, являются безусловно важными и актуальными.

2. Степень новизны результатов, научных положений, которые выносятся на защиту диссертации

В диссертация В.Г. Лапина представлен ряд новых результатов, полученных автором, таких как:

- метод и технология наклонного напыления самосовмещенных затворных электродов;
- конструкция Г - образного затвора;
- метод наклонного напыления затворных электродов и соответствующая технология;
- предложение использовать DA-DрHEMT гетероструктуры с двумя дополнительными потенциальными барьерами;
- конструкции полевых транзисторов на гетероструктурах с донорно – акцепторным легированием.

3. Обоснованность и достоверность основных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность сформулированных в работе положений, основных выводов и рекомендаций подтверждены расчетами, проведенными автором, экспериментально, а затем внедрением в производство GaAs полевых транзисторов.

Все перечисленные выше новые результаты, представленные в диссертации В.Г. Лапина, внедрены в производство в АО «НПП «Исток» им. А.И. Шохина», а часть из них используется в серийно выпускаемой продукции.

Результаты исследований имеют законченный характер, сформулированы логично, апробированы на всероссийских и международных научно-технических конференциях, отражены в монографии, статьях в периодической научной печати и патентах.

4. Научная, практическая и экономическая значимость результатов и основных положений диссертации

Научная значимость результатов диссертации заключается в предложенных автором новых идеях, реализовавшихся в конструкциях GaAs полевых транзисторов и их элементов.

Практическая значимость результатов состоит в том, что идеи и конструкции были воплощены в новых технологиях, которые позволили:

- сформировать затвор транзистора с длиной в 2 – 3 раза меньше, чем разрешение используемого литографического оборудования;
- повысить точность формирования затвора;
- повысить воспроизводимость характеристик транзисторов;
- увеличить выходную мощность и коэффициент усиления DрHEMT в 1,5 – 2 раза по сравнению с традиционными.

Экономическая значимость работы состоит в том, что применение результатов диссертации на практике повысило выход годных транзисторов в четыре раза (с 5% - 10% до 20% - 40 %).

5. Полнота опубликования основных положений, результатов диссертации

По материалам диссертации автором опубликованы одна монография; 10 статей в журналах, индексируемых в международных базах данных; 23 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для защиты кандидатских и докторских диссертаций; 29 работ в других научных изданиях; получено 15 патентов РФ.

Основные результаты обсуждались на научно-технических конференциях различного уровня. Опубликованные работы раскрывают основные положения, выносимые на защиту. Автореферат правильно отражает основное содержание диссертации.

6. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представляется к защите

Диссертационная работа В.Г. Лапина соответствует специальности 05.27.01 — твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и

nanoэлектроника, приборы на квантовых эффектах, так как в ней решается актуальная для твердотельной электроники научная проблема: поиск новых направлений создания промышленных полевых СВЧ транзисторов на основе арсенида галлия. На функционирование исследуемых в диссертации приборов существенно влияют квантовые эффекты – перенос заряда в двумерном электронном газе.

7. Оценка оформления диссертации

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа выполнена на 350 страницах текста, содержит 95 рисунков, 24 таблицы и список литературы из 258 наименований.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с действующими требованиями ВАК РФ и характеризуются хорошим качеством текстового и графического материала. Работа изложена ясным научным языком.

8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Анализ содержания диссертации в целом, используемых методов исследования и интерпретации полученных результатов свидетельствует о том, что квалификация Лапина Владимира Григорьевича соответствует ученой степени доктора технических наук.

9. Недостатки диссертации и автореферата

К недостаткам работы я бы отнес отсутствие предварительных расчетов вольтамперных и переходных характеристик разрабатываемых транзисторов. Такие расчеты позволили бы провести (хотя бы качественно) оценку влияния различных параметров структур непосредственно на выходные характеристики приборов. Приведенные в диссертации квазидвумерные модели позволяют провести такие оценочные вычисления.

Кроме того, при расчёте всплеска дрейфовой скорости электронов, самосогласованные уравнения Шредингера и Пуассона решались только для Г – долины, в то время как при больших энергиях начинаются интенсивные переходы электронов в верхние долины.

Более в диссертации мною не обнаружено существенных недостатков. Имеется незначительное количество опечаток в тексте и в формулах.

10. Заключение

Приведенные замечания не снижают значимости и достоверности научных результатов, полученных соискателем. Диссертация В.Г. Лапина «Новые направления создания промышленных полевых СВЧ транзисторов на основе арсенида галлия», является законченной квалификационной научно-исследовательской работой. В ней решен ряд научных и технических проблем формирования структур транзисторов и оптимизации технологии их создания.

Предложены оригинальные решения по созданию транзисторов нового типа. Результаты работы внедрены в производство. Они позволили в несколько раз повысить выход годных СВЧ транзисторов.

В связи с изложенным, считаю, что диссертация Лапина Владимира Григорьевича «Новые направления создания промышленных полевых СВЧ транзисторов на основе арсенида галлия» соответствует критериям, установленным для докторских диссертаций Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Официальный оппонент,
генеральный директор
ООО НПО «Синергетика»,
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Илья Андреевич Обухов
«16» августа 2019 г.

Подпись Обухова Ильи Андреевича заверяю



Документ по персоналу Илья А.А. Суб

Адрес организации: 115419, Российская Федерация, г. Москва, 2-й Рошинский проезд, д. 8, пом. VI, ком. 30, ООО НПО «Синергетика»

Телефон: +7 (905)-532-95-07, Электронная почта: i_obukhov@nposinergy.ru