

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации Лапина Владимира Григорьевича

«Новые направления создания промышленных полевых СВЧ транзисторов на основе арсенида галлия», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах»

Полевые транзисторы с управляющим переходом Шоттки на основе полупроводниковых материалов АЗВ5 в настоящее время являются основными элементами монолитных интегральных схем СВЧ диапазона. Теоретические и экспериментальные исследования, направленные на комплексное повышение основных характеристик данных транзисторных структур, становятся все более актуальными, о чем свидетельствует неуклонный рост числа публикаций по данной тематике.

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений, поскольку в работе решается научно-техническая проблема комплексного улучшения основных параметров промышленных СВЧ транзисторов на основе арсенида галлия и повышения степени их воспроизводимости. При решении данной проблемы соискателем получены следующие основные научные результаты:

- 1) метод и технологии наклонного напыления самосовмещенных затворов с трапециевидной и Г-образной формами поперечного сечения, обеспечивающие уменьшение длины затворов в 2 – 3 раза по сравнению с разрешающей способностью используемого литографического оборудования;
- 2) конструкции полевых СВЧ транзисторов с самосовмещенными трапециевидным и Г-образным затворами, смещенными к истоку, обеспечивающие повышение выхода годных с 5 – 10% до 20 – 40%;
- 3) конструкции полевых СВЧ транзисторов на основе гетероструктур с донорно-акцепторным легированием, обеспечивающие двукратное увеличение удельной выходной мощности и коэффициента усиления по сравнению с традиционными транзисторными структурами.

С практической точки зрения, результаты, полученные в диссертации, представляют значительный интерес для разработчиков и производителей монолитных интегральных схем СВЧ и радиоэлектронных систем на их основе. Предложенные и исследованные методы наклонного напыления затворов использованы при разработке серийно выпускаемых СВЧ транзисторов с повышенными значениями удельной выходной мощности, коэффициента усиления и процента выхода годных.

Важным практическим результатом является предложенный метод уменьшения удельного сопротивления омических контактов к транзисторным структурам и повышения термостабильности посредством использования в процессе формирования контактов диффузионного барьера на основе гексаборида лантана.

Полученные результаты отражены в монографии, 23 научных статьях в журналах, рекомендованных ВАК для представления результатов диссертационных работ, в 10 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах данных, в 15 патентах РФ, а также обсуждены на международных научных конференциях, что свидетельствует об их обоснованности и достоверности.

По автореферату имеются следующие замечания:

1) не указано с какой целью в диссертационной работе (в подразделе 1.1.3) приведены результаты исследования фоточувствительности транзисторных структур, поскольку, как следует из автореферата, в дальнейшем ходе работы данные результаты не использовались;

2) в автореферате на стр. 8 упоминается экспериментально наблюдаемый «аномальный вид ВАХ транзисторов», но не указано в чем состоит данная аномалия и не приведены изображения ВАХ;

3) на стр. 19 автореферата указано, что теоретический анализ особенностей работы исследуемых транзисторных структур проведен с использованием гидродинамической и температурной моделей, а также с использованием уравнений Шредингера и Пуассона. При этом не указано, какими методами и с использованием каких программных средств осуществлялось решение данных уравнений;

4) при анализе тепловых режимов выполнен расчет лишь стационарных процессов теплообмена, хотя исследование переходных процессов теплопереноса для мощных СВЧ транзисторов представляется не менее важным;

5) на стр. 22 автореферата предлагается повысить эффективность отвода тепла от транзисторных структур посредством нанесения на поверхность алмазоподобной пленки. Однако не указан состав и структура данной пленки, не приведены сведения о том, отработана ли технология ее нанесения, не приведены количественные показатели уменьшения перегрева в результате применения данной пленки.

Отмеченные замечания не снижают высокого научного уровня диссертационной работы. Положения диссертации, выносимые на защиту, являются новыми.

Автореферат позволяет заключить, что диссертация соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а соискатель Лапин Владимир Григорьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Рецензент:

Рындин Евгений Адальбертович,  
профессор Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», доктор технических наук, доцент.

Адрес: 347922, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, ЮФУ, ИНЭП.

Телефон: (8634) 36-13-74

E-mail: earyndin@sfedu.ru

05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах»

подпись

12.04.2019г.

дата

Подпись профессора Рындина Е.А.  
удостоверяю

*Директор Института  
нанотехнологий, электроники  
и приборостроения  
Южного федерального университета*

