

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лапина В.Г.

"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"

Мировое производство СВЧ приборов на основе полупроводниковых соединений A_3B_5 в последние десятилетия демонстрирует устойчивый рост. Сейчас уже трудно представить современную жизнь без устройств, использующих такие приборы (мобильная связь, цифровое ТВ, высокоскоростной Интернет), а военно-технический потенциал страны во многом определяется уровнем развития технологии СВЧ элементной базы. В связи с этим вопросы разработки промышленной технологии электронных СВЧ компонентов, пригодной для массового производства, приобретают важнейшее значение. Поэтому рассматриваемая диссертационная работа, направленная на совершенствование промышленных транзисторов на основе арсенида галлия, разработку новых типов эпитаксиальных структур, конструкций приборов и технологических процессов, позволяющих существенно улучшить и стабилизировать выходные параметры транзисторов при их серийном выпуске, несомненно, **актуальна**.

Большое внимание в работе было уделено одной из важнейших проблем технологии СВЧ полевых транзисторов с барьером Шоттки (ПТШ) – созданию высококачественных барьерных и омических контактов с заданной геометрией. Для решения этой проблемы нужно было решить целый комплекс научно-технических задач, начиная от выяснения причин, вызывающих неудовлетворительные параметры ПТШ, установления источников их возникновения, до разработки методов и способов устранения отрицательных факторов на всем технологическом маршруте.

В ходе этих исследований автором получены результаты, обладающие **научной новизной**. В частности, разработан изящный способ наклонного напыления затворных электродов, позволяющий обеспечить точное и контролируемое положение затвора между истоком и стоком; предложен, отработан и доведен до уровня промышленного использования способ формирования Г-образного затвора, обеспечивающий формирование затвора с длиной в 2-3 раза меньше, чем разрешение литографического оборудования.

Особо следует отметить разработку и реализацию концепции гетероструктур с дополнительными донорно-акцепторными локализирующими потенциальными барьерами – DA-DpHEMT гетероструктур. Применение в гетероструктурах потенциальных барьеров, усиливающих локализацию горячих электронов в слое канала, является новым решением и имеет большую перспективу. Фактически, соискатель для получения положительного результата использовал управляемое изменение вида зонной диаграммы гетероструктуры, проведенное с помощью формирования p-i-n структур в слоях, окружающих канал. Таким образом, в рассматриваемой работе мы имеем блестящий пример целенаправленной и эффективной зонной инженерии, результаты которой убедительно подтверждены параметрами изготовленных приборов.

Результаты проведенных исследований и разработанные методы использованы при разработке серийно выпускаемых транзисторов, что позволило существенно повысить выход годных приборов и обеспечило повышение уровня параметров выпускаемых транзисторов. Это очевидно доказывает высокую **практическую значимость** выполненной работы.

К сожалению, из автореферата не ясно, в чем различие между гетероструктурами с дополнительными донорно-акцепторными локализирующими потенциальными барьерами, обозначенными автором как DA-DpHEMT и DA-rHEMT. Кроме того, вызывает сомнение вывод автора о том, что характер фотоотклика в арсенид-галлиевых полевых транзисторах определяется не столько природой глубоких центров вблизи p-i перехода, сколько процессами формирования области сильного поля, поскольку динамика формирования этой области и перераспределения напряжения между ней и остальной частью прибора

также связана с параметрами глубоких центров.

Однако, эти замечания ни в коей мере не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Лапина В.Г..

В целом, рассматриваемая диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические, конструктивные и технологические решения создания промышленных полевых СВЧ транзисторов на основе арсенида галлия, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие одной из самых высокотехнологичных отраслей отечественной промышленности – твердотельной СВЧ электроники.

Таким образом, работа Лапина В.Г. соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присвоения ему искомой степени доктора технических наук по специальности 05.27.01 – "Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах".

Заместитель генерального директора по развитию,
кандидат технических наук

Цыпленков И.Н.

Подпись Игоря Николаевича Цыпленкова заверяю:

Генеральный директор АО «Элма-Малахит»

к.т.н.

А.А. Арендаренко



Контактные данные:

АО «Элма-Малахит»: адрес: Россия, 124460, Москва, Зеленоград,
проспект Панфиловский, д.10, пом.327, эт.2. к.39Г
Тел. +7(499) 720-83-70

E-mail: icyplenkov@yandex.ru