

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лукашина Владимира Михайловича на тему: «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 нанoeлектроники, квантовых устройств».

Разработка и производство мощных СВЧ транзисторов и усилителей мощности на их основе было и остается одним из важнейших и актуальных направлений развития современной электронной компонентной базы СВЧ электроники. В диссертации В.М. Лукашина проведена разработка конструкции и технологии для нового класса перспективных вариантов мощных СВЧ полевых транзисторов с InGaAs каналом - «DA-rHEMT» и «DA-DpHEMT» транзисторов. Разработка базируется на основе предложенных В.М. Лукашиным новых rHEMT гетероструктур с дополнительными pin - потенциальными барьерами, усиливающими локализацию электронов в слое канала. Актуальность работы обусловлена темой работы, разработанными конструкцией и технологией транзисторов, обеспечивающими возможность их внедрения в серийное производство и полученными результатами: образцы разработанных DA-DpHEMT транзисторов для см - диапазона длин волн на частоте 10 ГГц показали почти двукратное увеличение коэффициента усиления и удельной выходной мощности по отношению к максимальной величине 1.2 Вт/мм, измеряемой в DpHEMT лучших зарубежных аналогов. При этом DA-DpHEMT транзисторы с InGaAs каналом для мм - диапазона длин волн на частоте 67 ГГц показали малосигнальный коэффициент усиления более 14 дБ.

В результате проведенных работ В.М. Лукашиным получен ряд новых научных результатов имеющих теоретическое и практическое значение.

В теоретической части работы разработана оригинальная квантово - гидродинамическая модель полевого разогрева электронов в квантовой яме DA-DpHEMT транзисторов, показано, что сформированные с помощью селективного легирования донорами и акцепторами локализующие барьеры в DA-DpHEMT транзисторах увеличивают стационарную дрейфовую скорость и всплеск дрейфовой скорости до величин, превышающих аналогичные величины в DpHEMT транзисторах до 1.5 раз.

В практической части работы показано, что DA-DpHEMT транзисторы для см - диапазона обеспечивают удельную выходную СВЧ мощность и коэффициент усиления в 1.5 - 2 больше, чем у полевых транзисторов на традиционных DpHEMT структурах. Также показано, что DA-DpHEMT транзисторы для мм - диапазона обеспечивают малосигнальный коэффициент усиления более 15 дБ в диапазоне частот 25 - 55 ГГц и более 10 дБ при частоте 67 ГГц. При этом DA-DpHEMT транзисторы с 22 % содержанием индия в слое канала, позволяют без падения коэффициента усиления получать увеличенное (при сравнении с DpHEMT) пробивное напряжение «затвор - сток»: более 30 В, наблюдаемое при расстоянии затвор - сток равном 0.9 мкм.

Предложенная новая конструкция алмазоподобных теплоотводов на боковых стенках заземляющих отверстий позволяет до двух раз уменьшить максимальный перегрев DA-DpHEMT транзистора относительно корпуса, что дает возможность использовать увеличенные сопротивления нагрузки и увеличить выходную мощность.

Важно, что разработанная конструкция и технология нового класса DA-pHEMT и DA-DpHEMT транзисторов обеспечивает монолитную интеграцию транзисторов в состав микросхем усилителей мощности.

К недостаткам представленного автореферата можно отнести следующее:

- не описано изменение поперечного распределения зоны проводимости и концентрации электронов в DA-DpHEMT гетероструктуре при подаче на затвор положительного и отрицательного потенциалов, что вынуждает обращаться к содержанию диссертации.

- не спрогнозирована возможность получения в разработанных соискателем DA-DpHEMT транзисторах максимального тока стока около 1 А/мм и пробивного напряжения «затвор-сток» более 50 В, т.е. величин, характерных для GaN транзисторов.

Приведенные замечания не снижает научной и практической ценности диссертации. Автореферат достаточно полно отражает сущность проведенных автором исследований и научных положений, выносимых на защиту, большой объем расчетных и ряд экспериментальных данных подтверждает обоснованность полученных результатов.

Вышеизложенное позволяет заключить, что диссертация В.М. Лукашина «Гетероструктурные СВЧ полевые транзисторы с селективным донорно - акцепторным легированием», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.2 «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств», является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение ряда важных прикладных и теоретических задач, которые могут иметь большое значение для развития микроэлектроники. Диссертационная работа отвечает всем требованиям ВАК – п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор В.М. Лукашин достоин присуждения ему ученой степени доктора технических наук.

Путря Михаил Георгиевич

Профессор кафедры интегральной электроники и микросистем (ИЭМС) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», д.т.н., профессор (научная специальность - 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах»)

Почтовый адрес: 124498, Москва, Зеленоград, площадь Шокина, д.1

Тел. 8-499-710-19-65

e-mail: mishapmg@gmail.com

Устный секретарь УС
17.05.2023



Кожеев А.В.