

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации МАКОВЕЦКОЙ А. А. “Исследование динамики горячих электронов в полевых транзисторах на гетероструктурах с донорно-акцепторным легированием для разработки перспективных СВЧ усилителей мощности”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Прогресс современных радиоэлектронных систем, таких как приемо-передающих модулей радаров, высокоскоростных цифровых систем передачи данных, приборов радиоастрономии, неразрывно связан с усовершенствованием твердотельной компонентной базы, на основе которой они построены. Повышение удельной выходной мощности, коэффициента усиления и коэффициента полезного действия, а также расширение диапазона рабочих частот полупроводниковых приборов является одной из главных задач современной сверхвысокочастотной электроники. Основным активным элементом большинства радиоэлектронных систем являются усилители мощности на полевых транзисторах с барьером Шоттки на арсениде галлия и других соединениях A_3B_5 . Несмотря на большое количество работ, посвященных совершенствованию арсенид галлиевых псевдоморфных полевых транзисторов (рНЕМТ) ряд вопросов, связанных с физикой их работы до сих пор остается недостаточно исследованным и предельные характеристики транзисторов на этом материале не достигнуты.

Разработка математических моделей и исследование физических процессов, определяющих динамику горячих электронов и энергетические характеристики полевых транзисторов, позволяют улучшить их выходные СВЧ характеристики путем оптимизации исходных гетероструктур и конструкций транзисторов.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что тема рецензируемой работы, безусловно, актуальна, а сама она имеет большую практическую значимость.

Несомненный интерес как с практической, так из теоретической точки зрения, вызывает проведенные автором работы исследования динамики горячих электронов на основе гидродинамической модели полевого транзистора. На базе расчетных и экспериментальных данных А.А.Маковецкой показано, что локализация горячих электронов в канале арсенид галлиевых транзисторов типа рНЕМТ на гетероструктурах с донорно-акцепторным легированием (DA-DpНЕМТ) приводит к возрастанию средней дрейфовой скорости горячих электронов в 1,4-1,6 раза, что в свою очередь расширяет диапазон рабочих частот нового типа приборов. А при использовании в конструкции транзистора затворов с длиной менее 0,3 мкм позволит применять DA-DpНЕМТ в миллиметровом диапазоне частот.

Также для применения AlGaAs-InGaAs-GaAs гетероструктур с донорно-акцепторным легированием в мощных СВЧ транзисторах не менее важным с практической точки зрения является проведенное автором теоретическое исследование температурного режима нового типа транзисторов, показавшее, что благодаря уменьшению поперечного пространственного переноса электронов из слоя InGaAs в AlGaAs слои становится возможным реализовать такой режим работы транзистора, при котором будет происходить перемещения домена сильного поля от затвора к стоку и обратно за период СВЧ колебания, что

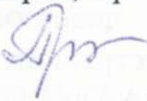
расширяет область тепловыделения и уменьшает тепловую нагрузку на транзистор.

Содержание автореферата позволяет получить достаточно полное представление о проведенных автором исследованиях, раскрывает сущность и обоснованность основных научных положений, выносимых на защиту.

Однако, несмотря на глубину проработки поставленных задач, по содержанию автореферата можно указать такой недостаток:

Одним из результатов диссертации является утверждение, полученное на основании расчетов по гидродинамической модели, что всплеск дрейфовой скорости электронов в полевых транзисторах на основе GaN заметно ниже, чем в приборах на GaAs. Между тем из автореферата непонятно, учитывалось ли при этих расчетах более высокое энергетическое положение боковых долин в GaN по сравнению с GaAs, что затрудняет междолинный переход электронов. Более того, меньшее значение всплеска дрейфовой скорости в GaN объясняется меньшим значением времени энергетической релаксации из-за более высокой частоты оптических фононов. Однако из литературы известно (*B.K. Readley, Hot electrons in low-dimensional structures, Rep. Prog. Phys. 54 (1991) 169-256*), что значение времени энергетической релаксации при взаимодействии с полярными оптическими фононами прямо пропорционально квадратному корню из частоты фононов.

Указанное замечание не снижает высокой научной и практической ценности диссертации. Диссертация А. А. Маковецкой «**Исследование динамики горячих электронов в полевых транзисторах на гетероструктурах с донорно-акцепторным легированием для разработки перспективных СВЧ усилителей мощности**» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение ряда прикладных задач, имеющих большое значение для развития СВЧ электронной компонентной базы. Диссертационная работа отвечает всем требованиям ВАК - п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор **А.А. Маковецкая** достойна присуждения ей ученой степени кандидата технических наук.

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории кинетических явлений в полупроводниках Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Новосибирск, пр. Ак.Лаврентьева 13, тел: +7(383)333-19-54, e-mail: protasov@isp.nsc.ru  Протасов Дмитрий Юрьевич.

Подпись и фамилию сотрудника ИФП им. А.В. Ржанова СО РАН Д.Ю. Протасова удостоверяю

Ученый секретарь: к.ф.-м.н.



С.А. Аржанникова