

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ермолаева Дениса Михайловича «Исследование детектирования терагерцового излучения короткопериодными массивами полевых транзисторов на основе наногетероструктуры AlGaAs/InGaAs/GaAs», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро–и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах

Диссертационная работа Ермолаева Д.М. посвящена исследованиям по созданию высокочувствительного, перестраиваемого по частоте терагерцового детектора, работающего при различных температурах, включая комнатную температуру. В исследованиях рассматриваются процессы резонансного и нерезонансного детектирования терагерцового излучения короткопериодными транзисторными структурами.

Первые исследования по детектированию терагерцового излучения при помощи плазменных колебаний (плазмонов) в канале полевого транзистора с одним затвором показали, что они имеют недостаточную чувствительность, в частности из-за малого размера по сравнению с длиной волны. В связи с этим практически привлекательную чувствительность плазменных детекторов можно реализовать при использовании специальных антенных элементов для возбуждения плазмонов падающим терагерцовым излучением. Автор и его коллеги выбрали другой путь: они использовали массивы короткопериодных транзисторов собранных различными способами. Такое решение идет в русле развития микроэлектроники – преимущество переходит элементам с активными слоями вместо пассивных.

Наиболее интересным следствием в результатах исследований представляется вывод, что резонансный плазмонный отклик терагерцового детектирования может значительно усиливаться в транзисторной структуре с узкощелевым решеточным затвором. Эффект обусловлен сильной связью между падающим терагерцовым излучением и плазменными колебаниями в электронном канале транзисторной структуры с узкощелевым решеточным затвором. В этих исследованиях нашел себе одно из подтверждений теоретический метод, разработанный одним из научных руководителей Ермолаева Д.М.

Автором проводится анализ детектирования терагерцового излучения, как с оптической точки зрения, так и с точки зрения динамических уравнений движения электронного потока. Такой анализ дает возможность более полноценного рассмотреть всю проблему детектирования терагерцового излучения полевым транзистором. Кроме того рассматриваются множество других вопросов, по которым ведутся разработки и научно-исследовательский поиск: резонансное и нерезонансное отклик, влияние структуры самого транзистора, тока смещения и температуры на отклик. Также рассматриваются тенденции в исследованиях терагерцовых детекторов на основе полевого

транзистора с высокой подвижностью электронов, приводится вывод уравнений для чувствительности детектора и приводится феноменологическое описание появления терагерцового детектированного сигнала. Особое внимание уделяется оценкам эффективности согласования детектора на основе полевого транзистора с терагерцовым излучением.

Необходимо отметить, что в автореферате следовало бы упомянуть о перспективах графена в области терагерцовых применений, поскольку этот материал обладает уникальными свойствами для использования в сверхвысокочастотной полупроводниковой электронике. Однако настоящее высказывание сложно назвать замечанием, поскольку сам автор ставил целью исследование транзисторов на арсенид галлиевой материальной системы и, судя по описанию первой главы в ней должны приводиться данные по перспективам графена в терагерцовых технологиях, так что оценка работы положительная.

Работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ермолаев Денис Михайлович, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Член-корреспондент РАН,
главный научный сотрудник
ФГБУН Института сверхвысокочастотной
полупроводниковой электроники РАН

В.И. Рыжий

Ученый секретарь
ФГБУН Института сверхвысокочастотной
полупроводниковой электроники РАН,
к.ф.-м.н.

Р.А. Хабибуллин

e-mail: isvc_h@isvch.ru, v-ryzhii@riec.tohoku.ac.jp
117105, Москва, Нагорный проезд, 7, стр.5
Телефон: (499) 123-44-64
Факс: (499) 123-44-64

