



University at Buffalo
The State University of New York

Department of Electrical Engineering
School of Engineering and Applied Sciences

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 нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

Диссертация посвящена разработке и исследованию детекторов терагерцового излучения (ТГц) короткопериодными структурами полевых транзисторов (ПТ) на основе наногетероструктур из арсенида галлия. Для получения наилучших характеристик детекторов использовали пространственно развитые транзисторные структуры, состоящие из нескольких или множества элементарных транзисторных ячеек или разработали и изготовили транзистор с уникальными планарными размерами: при макроразмерах затвора с длиной металлических полосок 2 мм шириной 2,7 мкм с расстоянием между ними 312 нм, такие полоски были уложены на длине затвора в 2 мм. Решение такой задачи показывает сильные технологические возможности коллектива, в котором работал автор.

Диссертация разбита на пять глав, одна из которых носит обзорный характер, в других рассматривается технология изготовления детекторов, подготовительная часть измерений и сам процесс, в остальных приводятся результаты измерений и анализ данных.

Основные достижения работы:

1. Изготовлены ТГц детекторы в виде короткопериодных ПТ структур на основе наногетероструктуры AlGaAs/InGaAs/GaAs. Структура для резонансного детектирования представляет собой ПТ с периодическим решеточным затвором площадью 2×2 мм² с периодом 3 мкм и шириной щели решетки затвора 0,3 мкм (соотношение периода к ширине щели равно 10). Структуры для нерезонансного детектирования представляют собой плотноупакованные массивы ПТ с периодом 17,8 мкм и несимметричным затвором. Изготовлены два вида массивов с параллельным (всего 192 элемента) и последовательным (всего 4 элемента) соединением элементарных ячеек.

2. Экспериментально исследован эффект ТГц фотопроводимости ПТ с периодическим решеточным затворным электродом. Показано, что резонансный плазмонный отклик ТГц детектирования в такой структуре может значительно усиливаться при узкощелевом решеточном затворе, что обусловлено сильной связью между падающим ТГц излучением и плазменными колебаниями в электронном канале

транзисторной структуры с узкощелевым решеточным затвором. Минимального значение эквивалентной мощности шума равняется $8 \cdot 10^{-9}$ Вт/Гц^{1/2} при чувствительности 280 мВ/Вт.

3. Экспериментально изучен фотовольтаический отклик нерезонансного ТГц детектора в виде массива параллельно соединенных плотноупакованных ПТ с асимметричным Т-образным затвором на частоте 0,6 ТГц при температурах 300 и 77 К. ФотоЭДС возникает за счет асимметричной формы затвора, в результате чего переменное напряжение, наводимое падающим ТГц излучением, прикладывается преимущественно между истоком и затвором. Ампер-ваттная чувствительность массива параллельно соединенных плотноупакованных ПТ составляет 50 мА/Вт, что соответствует вольт-ваттной чувствительности каждого единичного транзистора в массиве около 1 кВ/Вт.

4. Экспериментально изучен фотовольтаический отклик нерезонансного ТГц детектора в виде цепочки последовательно соединенных плотноупакованных ПТ с асимметричным Т-образным затвором. Цепочка ПТ демонстрирует сильный ТГц фотовольтаический отклик из-за асимметричной формы Т-образного затвора в каждом ПТ в цепочке. Измеренная вольт-ваттная чувствительность цепочки последовательно соединенных ПТ составляет более 1 кВ/Вт в отсутствие постоянного тока смещения. Полученная эквивалентная мощность шума детектора составляет менее 10^{-11} Вт/Гц^{1/2} вследствие отсутствия тока смещения в канале ПТ и внешних межсоединений между различными ПТ в цепочке. Плотная упаковка ПТ обеспечивает сильную связь детектора с падающим ТГц излучением без использования дополнительной антенны. По теме диссертации опубликовано 4 статьи (1 – ПЖТФ, 1 – SSE, 2 – APL) и 1 авторское свидетельство, результаты были доложены на 11 российских и международных конференциях. Диссертация Ермолаева Д.М. представляет собой законченное исследование, удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор 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.



Владимир Митин

Профессор

19 июня 2015