

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Григорьевой Людмилы Николаевны на тему:
«Влияние частиц карбида кремния на фотопроводимость систем множественных квантовых ям GaAs/AlGaAs», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 - Физика полупроводников

В настоящее время для детектирования излучения среднего и дальнего ИК-спектра часто используются «базовые» гетероструктуры GaAs/AlGaAs с множественными квантовыми ямами (QWIP-структуры). Однако существует физическая проблема, связанная с ограничением фоточувствительности при нормальном падении световой волны (направлении вектора Пойнтинга) на поверхность структуры и невозможностью оптических переходов между локализованными уровнями в квантовых ямах. Автор диссертационной работы для решения этой проблемы предложила использовать свойства фонон-поляритонных резонансов в полупроводниковых микрокристаллах карбида кремния (SiC), лежащих в диапазоне 6–12 мкм. Микрокристаллы полярного диэлектрика в этом случае играют роль посредника для передачи энергии электромагнитных волн в электронную подсистему полупроводниковой структуры QWIP за счет формирования ближнего поля на этих частицах.

В процессе выполнения работы, в частности, путем численного моделирования, было показано, что за счет взаимодействия электромагнитного поля с микрочастицей полярного кристалла SiC на поверхности структуры с множественными квантовыми ямами GaAs/AlGaAs происходит поворот вектора напряженности электрического поля в ближней зоне микрочастицы. В результате этого появляется компонента электрического поля, направленная вдоль оси роста квантовых ям. Это позволяет частично преодолеть ограничения, связанные с правилами отбора для переходов между энергетическими уровнями в квантовых ямах GaAs/AlGaAs и приблизительно в 2 раза увеличить чувствительность фотоприемника к электромагнитному излучению с поляризацией вдоль плоскости квантовых ям. В связи с вышеперечисленным, **тему диссертации**, безусловно, следует считать **актуальной** и с научной, и с практической точки зрения.

Научная новизна результатов работы главным образом состоит в том, что в данной работе впервые показана возможность увеличения взаимодействия электромагнитного поля падающей волны с электронной подсистемой структуры с множественными квантовыми ямами GaAs/AlGaAs за счет использования ближнего поля фонон-поляритонного резонанса микрочастиц SiC, нанесенных на поверхность структуры. Используемый подход является оригинальной альтернативой уже известным методам создания сложных металлических или диэлектрических резонаторов на поверхности QWIP структуры.

Значимость для науки и практики полученных результатов работы состоит в том, что в результате диссертационных исследований была разработана технология создания гибридного фотодетектора среднего ИК-диапазона на основе множественных полупроводниковых квантовых ям GaAs/AlGaAs, в котором для увеличения взаимодействия электромагнитного поля падающей волны с электронной подсистемой квантовых ям используется ближнее поле микрочастиц SiC, нанесенных на поверхность устройства. Данные о распределении концентрации носителей заряда в микрочастицах SiC и предложенные методы варьирования их среднего размера и фонон-плазмонных мод могут быть использованы при синтезе микрочастиц SiC.

Достоверность полученных результатов подтверждается применением независимых и взаимодополняющих экспериментальных методов с использованием современного научного оборудования, а также сопоставлением данных экспериментов и численного моделирования с результатами работ других авторов, выполненных на схожих фоточувствительных структурах.

Основные результаты работы опубликованы в 15-ти печатных работах: 5 статей в рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, РИНЦ и 10 тезисов докладов и трудов международных и российских конференций.

Автореферат написан понятным языком, изложенный материал в полной мере отражает, каким образом достигнута поставленная цель работы. Основные результаты работы соответствуют формуле и областям исследований специальности 1.3.11 - Физика полупроводников.

В качестве замечаний можно отметить следующее.

1) Не указано, каким образом по спектральному положению и ширине смешанной длинноволновой продольной оптической (LO) фонон-плазмонной моды оценена концентрация свободных носителей в ядре микрочастиц SiC.

2) Не обоснован выбор условий нанесения микрочастиц SiC на поверхность фотоприемного устройства с квантовыми ямами.

Указанные замечания не подвергают сомнению научную новизну, не затрагивают научных положений, выносимых на защиту, и не снижают практическую значимость результатов диссертационной работы.

По своей актуальности, новизне, теоретической и практической значимости диссертационная работа «Влияние частиц карбида кремния на фотопроводимость систем множественных квантовых ям GaAs/AlGaAs» соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, изложенным в разделе 2 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете» от 18.01.2019, а ее автор Григорьева Людмила Николаевна за решение научной задачи, связанной с повышением фоточувствительности приемников среднего ИК диапазона на основе гетероструктуры GaAs/AlGaAs с множественными квантовыми ямами за счет использования микрочастиц SiC на поверхности фотоприемника, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.3.11 – Физика полупроводников.

Вишняков Николай Владимирович,

Кандидат технических наук (01.04.10 – Физика полупроводников), доцент кафедры «Микро- и нанoeлектроника», директор Регионального центра зондовой микроскопии коллективного пользования (РЦЗМкп) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Раб. телефон: +7(4912)72-02-99; моб. телефон: +7 (920) 6398947;

e-mail: rcpm@rsreu.ru

Вишняков Николай Владимирович

«21» февраля 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» (ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ).

Адрес: 390005 Россия, Рязань, ул. Гагарина 59/1,

телефон: +7 (4912)72-03-03,

e-mail: rgrtu@rsreu.ru

Подпись Вишнякова Николая Владимировича удостоверяю

Ученый секретарь Ученого совета РГРТУ,

канд. физ.-мат. наук  Бухенский Кирилл Валентинович

«22»

