

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

СУББОТИНА Евгения Юрьевича

“Формирование и термоэлектрические свойства кремниевых гетероструктур со встроенными нанокристаллами антимонида галлия”,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 - Физика полупроводников

Одним из направлений альтернативной энергетики является разработка тонкопленочных термоэлектрических преобразователей. Широкие перспективы их использования открываются также в различных областях науки и техники - в быту, медицине, микроэлектронике. Особенно следует отметить возможность интеграции таких устройств с полупроводниковой техникой, основой которой является монокристаллический кремний. Однако, несмотря на высокую электропроводность, кремний имеет также и повышенную теплопроводность, что ограничивает его применение в термоэлектрических преобразователях. Для понижения теплопроводности в работе используется встраивание нанокристаллов GaSb в матрицу кремния. Таким образом, создание и оптимизация многослойных структур на основе кремния для термоэлектрики является **актуальной и практически важной задачей**.

При выполнении поставленных задач автором использовался широкий комплекс современного экспериментального оборудования, включающего создание многослойных гетероструктур в условиях свехвысокого вакуума, а также исследование их структуры и транспортных свойств. **Достоверность полученных в работе результатов** подтверждается согласием с имеющимися данными других исследовательских групп и наличием публикаций в рецензируемых международных журналах.

Среди наиболее значимых результатов работы следует отметить следующие:

1. Показано, что структурирование кремния нанокристаллами GaSb позволяет значительно снизить коэффициент поперечной теплопроводности.
2. Созданы монокристаллические матрицы со встроенными нанокристаллами GaSb, что позволило улучшить термоэлектрические свойства кремниевых гетероструктур в области низких температур (300 – 450 К).

Имеются также замечания по результатам работы и их оформлению в автореферате.

- 1) Не указана величина коэф. термо-ЭДС для соединений BST в сравнении с Si. Также не указана теплопроводность объемного кристалла GaSb в сравнении с кремнием.

- 2) Рис. 1 и 2 в автореферате сильно размыты. Каким методом определялся состав НК на рис.1? Где находится поверхность на рис.2?
- 3) Чем обусловлен сильный разброс деформации решетки НК GaSb (от 0.46 до 3.8%)?
- 4) Не указан уровень легирования подложек n-Si и p-Si и концентрация носителей в слоях с НК GaSb (упоминались измерения по Холлу).
- 5) Авторские работы A1 и A2 описывают интересные результаты по фотолюминесценции слоев Si:GaSb и формированию сплошной пленки GaSb на Si, однако в тексте автореферата о них не говорится.

Указанные замечания не снижают ценности полученных результатов. Проведена большая работа с применением широкого комплекса современного оборудования, нашедшая свое отражение в пяти публикациях по списку ВАК и Скопус. Считаю, что данная работа соответствует требованиям Положения ВАК «О присуждении ученых степеней», а её автор СУББОТИН Евгений Юрьевич, безусловно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников.

Кандидат физико-математических наук (спец. 01.04.10 – Физика полупроводников)

Баталов Рафаэль Ильясович

12.01.2022.

Старший научный сотрудник, руководитель Лаборатории интенсивных радиационных воздействий, Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», 420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7, тел.: +7 (843) 231-9102, эл. почта: batalov@kfti.knc.ru



Подпись *Баталова Р.И.*
Завещаю: зав. канцелярией КФТИ - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазанЦ РАН
Хуркина Н.Г.