

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Нечаева Дмитрия Валерьевича

«Плазменно-активированная молекулярно-пучковая эпитаксия гетероструктур (Al,Ga)N/c-Al₂O₃ для оптоэлектронных приборов среднего ультрафиолетового диапазона ($\lambda < 300$ нм)», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников

Проведенные научные исследования Д.В. Нечаева направлены на развитие технологии плазменно-активированной молекулярно-пучковой эпитаксии для изготовления ультрафиолетовых оптоэлектронных приборов на основе гетероструктур (Al,Ga)N.

Актуальность диссертационной работы заключается в решении ряда технологических задач формирования полупроводниковых структур III-N на коммерчески доступных подложках Al₂O₃ для постоянно увеличивающегося рынка УФ оптоэлектроники, охватывающего различные сферы деятельности: медицина, промышленность, наука.

Соискателем использовался широкий спектр диагностических методов для контроля роста нитридных гетероструктур, в том числе дифракция отраженных быстрых электронов, на основе которой были разработаны алгоритмы анализа полученных картин для количественного измерения a -постоянной решетки. Исследования кинетики роста бинарных и тройных слоев привели к развитию импульсных методов роста атомарно-гладких слоев AlGa_xN, что также важно для достижения резкости гетерограниц выращиваемых гетероструктур. В диссертационной работе существенное внимание уделено одной из ключевых проблем гетероструктур III-N – высокой плотности прорастающих дислокаций, что потребовало разработки новейших методов их ограничения и фильтрации на различных этапах роста буферных слоев AlN/c-Al₂O₃. Отдельно стоит отметить предложенный соискателем оригинальный метод фильтрации прорастающих дислокаций за счет введение тонких вставок GaN с трехмерной морфологией поверхности в буферные слои AlN, на которых происходит наклон прорастающих дислокаций с последующим усилением их взаимодействия между собой.

К достоинствам диссертационной работы следует отнести развитие метода поляризационного легирования для достижения высокого уровня легирования в слоях AlGa_xN с высоким содержанием Al и метода субмонослойной дискретной эпитаксии для формирования квантовых ям Al_xGa_{1-x}N с высокой степенью локализации носителей заряда.

В заключительном разделе работы реализованы опытные образцы приборов УФ диапазона, полученных методом плазменно-активированной молекулярно-пучковой эпитаксии.

Достоверность результатов подтверждена различными современными независимыми методами, автор известен активным участием в работе различных ведущих российских и международных конференций по нитридной тематике. Список публикаций полно отражает представленные результаты диссертационной работы.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. На с.15 автореферата сообщается, что “разработаны электронно-оптические преобразователи на основе фотокатодов с отрицательным электронным сродством (ОЭС), работающие в солнечно-слепой области в диапазоне от 226 до 280 нм”. Как достигалось состоя-

ние ОЭС – классически нанесением монослоя оксида цезия или с использованием собственных свойств поверхности гетероструктуры?

2. В автореферате недостаточно подробно описан метод эпитаксии с повышенной миграцией адатомов с точки зрения механизма, приводящего к формированию крупнозернистой морфологии поверхности зародышевых слоев AlN.

Указанные замечания, конечно, не снижают ценности работы и значимости полученных результатов. Диссертационная работа Д.В. Нечаева является законченным научным исследованием, полностью соответствующим положениям ФТИ им. А.Ф. Иоффе о присуждении ученых степеней, а её автор – Нечаев Дмитрий Валерьевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Профессор, доктор физ.-мат. наук, профессор
кафедры микро- и наноэлектроники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)

Зубков
Василий Иванович

Место работы: 197376, Россия, Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, д. 5
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), каф. Микро- и наноэлектроники
Тел. (812) 234-31-64; Эл. почта: vizubkov@etu.ru