

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алидодова Тутишо Мералишоевича на тему «Исследование внутренних напряжений лазерных диодов на основе двойных гетероструктур GaInPAs/InP по их излучательным характеристикам», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Актуальность выбранной темы диссертационной работы Алидодова Тутишо Мералишоевича, «Исследование внутренних напряжений лазерных диодов на основе двойных гетероструктур GaInPAs/InP по их излучательным характеристикам», безусловно, не вызывает сомнений. Достаточно напомнить, например, что появление первых полупроводниковых лазеров на основе четырёхкомпонентных полупроводниковых кристаллов, в частности и GaInAsP, ещё в 70-е годы прошлого столетия, расширило и открыло новые возможности применения лазеров и лазерных технологий в различные физико-химические научные исследования, приборостроение, биомедицина, информационные технологии, телекоммуникации и много других. Вместе с тем, в связи с большим прогрессом в области технологии изготовления наноструктур и их экспериментального исследования, а также большим интересом к спиновым свойствам наноструктур в связи с перспективами создания на их основе принципиально новых устройств, выполненные в данной работе исследования представляются, также вполне актуальными.

Диссертационная работа посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию влияния внутренних напряжений на состояния валентной зоны в гетероструктурах. В качестве объекта исследования выбран четырёхкомпонентный полупроводниковый кристалл с двойной гетероструктурой GaInAsP/InP (где четырёхкомпонентный полупроводниковый кристалл GaInAsP использован в качестве активного слоя, а подложки из фосфата индия InP в качестве широкозонных подложек). Как правило, в таком лазере излучение возникает в активном слое (GaInAsP), который является активной средой, а InP - слой называется обычно слоем покрытия (материалом покрытия). Длина волны излучения полупроводникового лазера приближённо определяется шириной запрещённой зоны активного слоя кристалла и лежит, обычно в пределах 1,3...1,67 мкм.

В отличие от электронных состояний, дырочные состояния в гетероструктурах на основе полупроводников GaInPAs со сложной валентной зоной, ещё недостаточно хорошо изучены. Автор поставил и успешно решил пять научных задач, описанных в четырёх главах диссертации. Полученные результаты изложены в третьей и четвёртой главах диссертации.

В третьей главе рассмотрены электрофизические и излучательные характеристики приборов, изготовленных на основе двойных гетероструктур GaInPAs/InP. Хочу отметить два важных результата, полученных в данной главе. Первый - это предложенный способ повышения эффективности вывода излучения из торца светоизлучающего диода путём селективного химического травления заготовки светоизлучающего диода. Таким способом получен внешний квантовый выход на 30% больше. Посредством использования малогабаритного устройства для плавной перестройки длины волны излучения полупроводникового лазера

проведено исследование лазерных диодов на основе двусторонних гетероструктур (ДГС) GaInAsP/InP при одноосном сжатии. Показано, что при изменении величины давления до 2 Кбар длина волны излучения лазера сдвигается на 120-130 А°, причем перестройка происходит плавно и непрерывно.

В четвёртой главе рассмотрены спектральные характеристики рекомбинационного излучения гетероструктур InGaAsP/InP, упруго деформированных из-за несоответствия параметров решеток контактирующих материалов. Предложен и реализован метод определения упругих напряжений, деформаций по спектральным зависимостям степени линейной поляризации люминесценции для гетеролазеров с толщиной активного слоя больше 0,1 мкм и ультротонкого активного слоя. Разработаны модели упруго-деформированных гетеролазеров и приведены результаты численного решения упругих напряжений, деформаций как активного слоя, так и во всех слоях гетероструктуры InGaAsP/InP. Результаты численных расчетов, проведенных по разработанным методикам, хорошо согласуются с экспериментальными результатами ранее опубликованных работ.

В качестве замечаний и вопросов отмечу следующее:

1. На первый взгляд, как мне показалось, нет четкой грани между тем, что сделано до начала исследования и тем, что получено новшество в результате исследования;
2. Некоторые моменты обзорной части диссертации повторяются в части полученных результатов четвертой главы, относящейся к вопросу о расщеплении верхушки валентной зоны;

Однако, указанные замечания никоим образом не снижают высокую оценку научных результатов, полученных в ходе исследования.

В заключение хочется отметить, что работа автора апробирована на многих международных и республиканских конференциях, что позволяет говорить об обоснованности сделанных в работе выводов. В целом, работа выполнена на высоком научном уровне, соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Считаю, что Алидов Тутишо Мералишоевич является квалифицированным специалистом в области физики полупроводниковых наноструктур и заслуживает присвоения искомой степени по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук,

Профессор кафедры «Радиотехники, электроники и телекоммуникации»,

Казахского агротехнического университета

им. С. Сейфуллина, Ногай Адольф Сергеевич

Подпись профессора Ногай А.С. заверяю,

учёный секретарь Дерипсалдина Г.М.

