

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Минтаирова Сергея Александровича «Многoperеходные гетероструктурные фотопреобразователи на основе материалов АЗВ5 и германия, полученные методом мосгидридной эпитаксии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Диссертационная работа Минтаирова Сергея Александровича посвящена систематическому экспериментальному исследованию и теоретическому анализу процессов МОС-гидридной эпитаксиальной технологии (МОСГФЭ) многoperеходных гетероструктур типа AlGaInP/AlGaInAs/Ge, а также разработке основ выращивания и изучению свойств многoperеходных фотопреобразователей (ФЭП) на основе таких структур.

В рассматриваемой работе на основе экспериментальных исследований разработанными автором методами in-situ и ex-situ анализа и контроля зарождения и роста многослойных гетероструктур для солнечных элементов решены важные фундаментальные и прикладные задачи. Раскрыты механизмы влияния условий роста и легирования на структурные, электрофизические и оптоэлектронные свойства изученных гетероэпитаксиальных систем. Исследованы ранее не обнаруженные особенности транспорта неосновных носителей заряда в фотогальванических германиевых p-n переходах. Полученные новые знания нашли применение при оптимизации технологических условий синтеза и легирования, наиболее важных в прикладном отношении гетеросистем на основе соединений типа АЗВ5, чем и объясняется актуальность выбранной темы.

Минтаириным Сергеем Александровичем в результате большой экспериментальной работы впервые продемонстрирована возможность получения методом МОСГФЭ многoperеходных фоточувствительных структур, содержащих субэлементы на основе германия, и детально исследованы фотоэлектрические параметры таких структур. При этом впервые разработаны программы для численных расчётов и аппроксимации параметров и вольтамперных зависимостей однопереходных и многoperеходных солнечных элементов. Оптимизированы оптические потери в структурах каскадных ФЭП, что позволило повысить фототок, генерируемый средним GaInAs субэлементом. Впервые показано, что использование нуклеационного слоя GaInP с оптимальной толщиной приводит к возрастанию фототока Ge субэлемента. Впервые предложено использовать слой p-GaInP в качестве тыльного барьера среднего GaInAs субэлемента. Впервые показано, что при величинах времени жизни в базовом слое ФЭП порядка 10^{-8} сек и в эмиттерном слое порядка 10^{-11} сек, использование анизотипных гетеропереходов приводит к сокращению рекомбинационных потерь и позволяет увеличить КПД ФЭП.

Все это определяет большую научную и практическую значимость проведенной автором работы. Достоверность полученных в диссертации результатов не вызывает сомнений в связи с большим объемом экспериментальных данных, полученных на совершенном оборудовании с помощью тщательно отработанных автором методик.

По содержанию работы имеется несколько замечаний:

Отсутствие схематических изображений архитектуры каскадных ФЭП затрудняет понимание текста в тех местах, где идёт речь о субэлементах, верхнем и нижнем туннельном диоде, о вариантах КСЭ n-p и p-n полярностей. Используемое в тексте автореферата сокращение «ТПБ» расшифровывается только в конце 17 страницы.

Однако эти замечания носят скорее редакционный характер и не снижают научной и практической ценности работы Минтаирова Сергея Александровича, которая, по моему мнению, является вполне законченным систематическим исследованием, выполненным на высоком экспериментальном и научном уровне. Результаты этой работы уже нашли применение в прикладных работах физико-технологического института РАН и могут быть практически применимы при разработке новых методов не только газофазной, но и молекулярно-пучковой, и жидкофазной эпитаксии. Диссертация может быть рекомендована к опубликованию в виде монографии.

Следует отметить высокую цитируемость пионерских работ автора диссертации. Это свидетельствует о том, что С.А. Минтаиров является общепризнанным специалистом в области физики полупроводников и технологии МОСГФЭ.

В целом диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор С.А. Минтаиров, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Заместитель директора Института физики
полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,
заведующий отделом роста и структуры
полупроводниковых материалов,
лауреат Государственной премии России,
д.ф.-м.н., профессор

О.П. Пчеляков

26.11.2015г.

Подпись Пчелякова: _____
Ученый секр _____
к.ф.-м.н. _____

А.В. Каламейцев