

на автореферат диссертации Михайлюк Екатерины Андреевны «**Электрофизические свойства полупроводниковых гетероструктур  $In_2Te_3/InAs$  и  $In_{2x}Ga_{2(1-x)}Te_3/InAs$** », представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Полупроводниковые соединения группы  $A^{III}B^{VI}$ ,  $A^{III}B^V$ , а также гетероструктуры на их основе находят широкое применение в науке и технике. Поэтому их исследование и обнаружение в них новых, уникальных электрофизических и физико-химических свойств за счет применения определенных технологических методик является весьма актуальным. Важным является раскрытие и объяснение физических механизмов, протекающих в таких структурах под воздействием различных внешних факторов.

Диссертационная работа Михайлюк Е.А. направлена на решение одной из актуальных задач физики полупроводников, связанной с разработкой научных основ получения гетероструктур типа  $A_2^{III}B_3^{VI} - A^{III}B^V$  и установлением закономерностей формирования их физико-химических свойств, определяющих, в том числе, и возможности их практического использования. Большое внимание в представленной работе уделено исследованию процесса токопрохождения в пленках  $A_2^{III}B_3^{VI}$  гетероструктур на основе арсенида индия.

В качестве объекта исследования в работе выбраны МПП–структуры, где в качестве тонкого слоя диэлектрика используется широкозонный полупроводник П'. Такие структуры отвечают всем принципам объемного соответствия в гетеропереходах типа  $A_2^{III}B_3^{VI} - Si, A_2^{III}B_3^{VI} - A^{III}B^V$ .

На основе большого массива экспериментальных результатов и теоретических расчетов автор показывает, что классические методы исследования (ВАХ и температурные зависимости тока) не обладают необходимой чувствительностью к макронеоднородностям. Кроме того, при обработке результатов не учитывается влияние глубоких или мелких примесных уровней на электронные процессы, протекающие на границе раздела П'П. Поэтому несомненным достоинством работы является идея использования методов компьютерного моделирования, которые активно используются для решения уравнения электронейтральности в структуре  $Al/In_2Te_3/InAs$  ( $n$  – типа), с учётом двух типов глубоких уровней в запрещённой зоне материала слоя.

В результате исследования получены следующие результаты, имеющие большую научную и практическую ценность. Так, например,

- определена энергия и тип глубоких уровней в тонких слоях соединений  $A_2^{III}B_3^{VI}$  на  $InAs$  ( $n$  – типа), один из которых с энергией 0.5 эВ ниже дна зоны проводимости является центром донорного типа, второй – с энергией 0.36 эВ отвечает характеру поведения нейтральной ловушки.
- установлено, что совместное использование анализа эквивалентных схем и метода адмиттанса в тонких слоях  $In_2Te_3$  и  $In_{2x}Ga_{2(1-x)}Te_3$  позволяет определить присутствие энергетических уровней с низкой концентрацией ( $N_t \sim 6 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$ ) и наблюдать различие в частотных факторах, обуславливающих их проявление. Определен тип ЦЛЗ и рассчитаны их параметры.
- рассчитаны значения подвижности свободных носителей заряда в диапазоне температур (77 – 400) К, которые обеспечивают возможность использования слоев  $In_2Te_3$  или  $In_{2x}Ga_{2(1-x)}Te_3$  ( $x \sim 0.65$ ) в качестве изолирующих в полевых гетероструктурах на основе  $InAs$ .

Как следует из автореферата, представленные результаты являются достоверными не вызывают сомнений. Это связано с применением в экспериментах проверенных методик, высокой повторяемостью результатов, а также применением в исследованиях высокотехнологичного научного оборудования.

Вместе с тем, по тексту автореферата имеются замечания:



1. Почему в качестве металлического электрода структуры используется алюминий? Влияет ли алюминиевый слой на пространственное распределение объемного заряда вблизи этого слоя и как оно учитывается в расчетах?
2. В тексте автореферата (стр. 3) отсутствует расшифровка сокращения ЦЛЗ.


Однако, указанные замечания не снижают общей научной значимости. Представленный в нем материал отвечает паспорту специальности 01.04.10 – Физика полупроводников.

Результаты работы достаточно полно опубликованы в 21 работе автора, среди которых 7 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

В целом, судя по автореферату, работа выполнена на высоком научно-исследовательском уровне, полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор – Михайлюк Е.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – «Физика полупроводников».

Доцент кафедры экспериментальной  
общей физики, кандидат физико-  
математических наук



  
Бисенгалиев Рустем Александрович

«29» января 2016 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова»  
358000, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, ФГБОУ ВО "КалмГУ".

тел.: 8 (84722) 3-89-92; 8 (84722) 3-90-11

Е-mail: [task99@mail.ru](mailto:task99@mail.ru)