

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Шарипова Аламшо Партоевича «Синтез и свойства антимолибида и арсенида галлия в твердой и жидкой фазе», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (в электротехнике)

1. Актуальность избранной темы исследований.

Актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений, так как она посвящена целенаправленному поиску новых полупроводниковых материалов, имеющих различные необходимые и для науки, и для производства свойствам по электрофизическим, физико-химическим, термоэлектрическим, термодинамическим и другим характеристикам в определённом интервале температур, в т.ч. и в жидкую фазу.

Автор справедливо отмечает тот факт, что одним из перспективных полупроводниковых соединений являются, как двойные, так и тройные халькогениды галлия соединения группы $A^{III}B^V$ и, в частности, твердые растворы на их основе. Этому способствовало и приведённый автором литературный обзор касательно соединений $A^{III}B^V$, где выявлено, что полупроводники этих типов обладают достаточным эффектом комплекса электрофизических, а также и термоэлектрических характеристик, которые могут быть исследованы, как на поликристаллических, так и на монокристаллических системах. Процесс выращивания монокристаллов методом газотранспортной реакции, для некоторых халькогенидов галлия, требует специальной аппаратуры и методики проведения технологических регламентов. Например, применением халькогенидов галлия проявляется возможность, а также перспективы наращивания и получения монокристаллов полупроводниковых соединений с использованием методов «Сдвоенных тиглей», а также и «Химических газотранспортных реакций».

Технология разработки инновационных полупроводниковых материалов и совершенствование приборов и оборудования на их основе могут быть выполнены при комплексном исследовании широкого круга их свойств и процессов легирования, которая включает в себя исследование электрофизических свойств легированных соединений и взаимодействия основы – примесь и легирующих добавок друг с другом.

Использование методов синтеза и выращивания монокристаллов халькогенидов галлия, процесс их легирования различными примесями и комплексное исследование их характеристик легли в основу научных исследований данной научно-исследовательской работы.

3. Цель, объект, предмет и задачи исследования.

Цель работы заключается в экспериментальном исследовании электрофизических и физико-химических свойств антимолибида и арсенида галлия, а также легированных образцов в широком интервале температур. Усовершенствование технологических процессов синтеза и получения поли- и монокристаллов этих соединений.

Объектом исследования являются чистые и легированные антимониды и арсениды галлия в твердой и жидкой фазе.

Предмет исследования: синтез и изучение электрофизических и физико-химических свойств антимонида и арсенида галлия в твердой и жидкой фазе.

Основными задачами исследования являются:

1. Создание специальной установки сдвоенных тиглей для выращивания монокристаллов методом газотранспортных реакций.

2. Исследование фазовых равновесий с целью поиска новых полупроводниковых соединений группы $A^{III}-B^V$ – соединений.

3. Разработка оптимальных условий синтеза и выращивания монокристаллов бинарных антимонидов и арсенидов галлия и твердых растворов на их основе.

4. Исследование электрофизических, физико-химических, термодинамических свойств бинарных антимонидов и арсенидов галлия в широком интервале температур, включая и жидкую фазу.

5. Исследование легированных соединений $A^{III}B^V$ и изучение их электрофизических и термоэлектрических свойств.

6. Выяснение областей практического применения двойных и новых тройных антимонидов, и арсенидов галлия в электронной технике.

7. Исследование кинетических параметров в зависимости от состава твердых растворов в системе GaAs-GaSb с целью получения материалов с высокой термоэлектрической эффективностью.

4. Методы, отрасль и этапы исследования.

Методы исследования. При проведении исследования системы GaAs-GaSb применены методы термического, структурного и рентгенофазового анализа. Исследованы микроструктуры и микротвердости, являющиеся квазибинарными и представляющие собой непрерывный ряд твердых растворов.

Отраслью исследования является материаловедение, включающее синтез новых материалов и изучение электрофизических и физико-химических свойств антимонида и арсенида галлия в твердой и жидкой фазе.

Этапы исследования включают изучение литературных источников по теме диссертации; синтез новых материалов и изучение электрофизических и физико-химических свойств антимонида и арсенида галлия в твердой и жидкой фазе.

Основная информационная и экспериментальная база охватывает поиск исследовательских работ через научные журналы с использованием международных информационных систем. Особое внимание уделено электронным научным материалам, использованию компьютерных сетей. Экспериментальная база данного университета позволяет проводить исследования по синтезу и изучению электрофизических и физико-химических свойств антимонида и арсенида галлия в твердой и жидкой фазе. Экспериментальные исследования выполнены с применением модернизированных приборов и методов теории планирования эксперимента.

5. Достоверность результатов исследований.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, полученных в диссертации, подтверждается корректным использованием современных методов исследования с применением системного и функционального анализа. Достоверность полученных результатов подтверждается также приведенными результатами экспериментальных исследований и сравнением некоторых полученных результатов с данными других исследователей, апробацией основных результатов, публикациями в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Диссертантом проведена значительная по объёму экспериментальная работа, которая имеет как научную, так и практическую значимость.

6. Научная новизна, теоретическая и практическая ценность исследований.

Научная новизна исследования.

Диссертантом проведено комплексное исследование по разработке технологии получения поли- и монокристаллов полупроводниковых соединений в тройной системе Ga-As-Sb, как чистых, так и в процессе легированных, а также исследования физико-химических, термоэлектрических и термодинамических свойств в широком интервале температур, где:

- исследованы фазовые равновесия в системах Ga-As и Ga-Sb и доказано существование индивидуальности соединений типа $A^{III}B^V$. В системе Ga-As-Sb установлен непрерывный ряд твердых растворов, определены кристаллическая структура и пространственная группа этих соединений;

- разработана новая разновидность метода химических транспортных реакций, позволившая получить монокристаллы соединений типа $A^{III}B^V$;

- по температурным зависимостям физико-химических, электрофизических свойств соединений $A^{III}B^V$ сделано заключение о том, что не наблюдаются радикальные изменения в характере химической связи и структуре ближнего порядка при плавлении и дальнейшем нагреве расплавов данных соединений;

- выявлен вклад составляющей теплопроводности (электронной, биполярной и молярной) в общей теплопроводности бинарных и сложных халькогенидов галлия в зависимости от температуры;

- рассчитаны температурные зависимости коэффициента термоэлектрической эффективности (добротности) данных соединений, по которым сделаны предложения об их практическом применении;

- показано, что при легировании изученных халькогенидов галлия можно регулировать их электрофизические свойства путем компенсации носителей заряда, а также установлены экспоненциальные законы температурной зависимости подвижности носителей заряда и механизм их рассеяния.

Теоретическая ценность исследования.

В диссертации изложены теоретические аспекты интерпретации данных и исследование комплекса теплофизических свойств бинарных и тройных халькогенидов галлия, которые можно использовать при проектировании установок для выращивания соответствующих монокристаллов.

Практическая ценность исследования:

- создана установка для выращивания монокристаллов методами двойных тиглей и газотранспортной реакции и усовершенствована аппаратура для выращивания кристаллов двойных и тройных халькогенидов галлия методом химических транспортных реакций;
- разработаны оригинальные конструкции ячейки для измерения электропроводности, коэффициентов термо-ЭДС и коэффициента Холла твёрдых и жидких полупроводников при высоких температурах;
- определены соединения $A^{III}B^V$ и твердые растворы на их основе, являющиеся перспективными полупроводниковыми материалами для использования в качестве термоэлектрогенераторов и термодатчиков;
- определена температурная зависимость теплоемкости, определены отдельные ее составляющие части и установлены пределы экспоненциального закона температурной зависимости теплоемкости в соединениях $A^{III}B^V$. По данным теплоемкости рассчитана температурная зависимость термодинамических функций этих соединений;

7. К личному вкладу соискателя можно отнести разработку и реализацию плана исследований, в постановке и решении задач исследования, выполненных в соавторстве, получении, обработке и анализе большинства экспериментальных данных и результатов экспериментов, а также в формулировке основных положений и выводов диссертации.

8. Недостатки диссертационной работы.

Несмотря на положительную оценку диссертационной работы в ней обнаружены нижеследующие замечания:

1. В обзорной части главы 1 диссертации автор указывает на полупроводниковые соединения арсенида и антимонида галлия, как перспективного материала для электронной техники. Однако они также успешно могут быть применены в сферах машиностроения и металлургии.

2. В главе 2 диссертации не указаны наиболее современные методы исследования комплексных свойств металлов и полупроводников.

3. Основные предпосылки, приведённые в пп. 3.1 и 3.2 (стр. 68-70, главы 3 диссертации) по термодинамическим свойствам и теплопроводности ограничивались лишь определением этих свойств только для соединения типа $A^{III}B^{IV}$ а также и твёрдых растворов GaSb-GaAs в тройной системе Ga-As-Sb в п. 4.3 четвёртой главы диссертации.

4. Следовало бы по температурной зависимости электропроводности твёрдого раствора GaSb-GaAs (рис. 4.10, стр. 105 диссертации и рис. 6, стр. 16 автореферата) определить электропроводность и других исследуемых объектов исследования.

5. Наименование литературы в диссертации не соответствует требованиям оформления диссертации. Например, в ссылках 23-27, 30, 33, 97-100 не приведено название самой статьи. Автором необходимо дописать название таблицы на стр. 39, табл. 2.1; стр.138, табл. 4.1.; стр.95, табл.4.2; стр. 96, табл. 4.3 и стр.97, табл. 4.4. диссертации.

6. Некоторые переводы терминов с русского на таджикский язык требуют уточнения и специфического толкования.

Считаю необходимым отметить, что указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

9. Заключение.

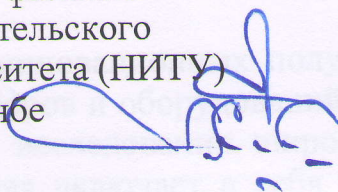
Подводя итог анализа представленной диссертации, можно заключить, что диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, в котором поставлена и решена актуальная научная и практическая задача синтеза и исследование свойств антимонида и арсенида галлия в твердой и жидкой фазе.

В целом, диссертационная работа Шарипова А.П. на тему: «Синтез и свойства антимонида и арсенида галлия в твердой и жидкой фазе» выполнена на высоком научном уровне с использованием различных методов исследования, совокупность которых свидетельствует о достоверности полученных результатов.

Учитывая вышесказанное, следует считать, что работа соискателя Шарипова А.П. соответствует паспорту специальности 05.02.01 - Материаловедение (в электротехнике) и соответствует требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание учёной степени кандидата наук «Положение о порядке присуждения учёных степеней» ВАК при Президенте Республики Таджикистан, утверждённым Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016г., №505 и представляет собой специально подготовленную рукопись, содержащую совокупность научных результатов и положений, выдвигаемых для защиты, свидетельствующих о личном вкладе в науку, а её автор заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата технических наук по выше названной специальности.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,
и.о. профессора, директор филиала
Национального исследовательского
технологического университета (НИТУ)
«МИСиС» в городе Душанбе



Саидзода
Рахимджон Хамро

Подпись д.т.н., и.о. проф. Саидзода Р.Х. заверяю:
Начальник ОКисР НИТУ «МИСиС»
в городе Душанбе



Зарипова М.А.

Сл. адрес: 734042, г. Душанбе, ул. Назаршоева, 7
Телефон: (+992) 372 22 2000, 372 22 2008
E-mail: misis.tj@mail.ru, df@misis.ru, ttucdo@mail.ru

