

ОТЗЫВ

официального оппонента, к.т.н., доц., Юровских Артема Сергеевича на диссертационную работу Юшкова Антона Александровича «ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТОНКИХ ПЛЕНОК ТИПА A^V-B^{VI} И СУЛЬФИДНЫХ НАНОПОРОШКОВ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния

Актуальность работы. Диссертационная работа Юшкова Антона Александровича посвящена исследованию роста и структуры кристаллов в тонких халькогенидных пленках, а также структуры частиц халькогенидных нанопорошков.

Данные материалы играют роль фотокатализаторов в фотоэлектрохимии, квантовых точек в задачах альтернативной энергетики; находят применение при изготовлении термоэлектрических элементов, модулей энергонезависимой памяти, датчиков и т.д., что обуславливает практическую значимость работы. Актуальны и фундаментальные исследования их свойств, так, ряд материалов проявляет свойства топологических изоляторов и сверхпроводников.

Цель работы. Основная цель работы – определение кристаллической структуры тонких кристаллизуемых пленок типа A^V-B^{VI} и выявление общих зависимостей процессов кристаллизации в таких пленках.

Научная новизна диссертации. Автором получены и систематизированы новые экспериментальные данные по кристаллизации исходно аморфных тонких пленок типа A^V-B^{VI} (Sb, Bi, Sb-Te, Bi-Te, Sb-Se, Ge-Sb-Te) и оценке степени дефектности материалов по методу изгибных контуров (в том числе в *in situ* экспериментах), а также определены структурно-морфологические зависимости фазового состава и преобладающих кристаллографических ориентировок.

Практическая значимость работы обусловлена показанной возможностью контролируемого создания кристаллических микро- и наноструктур в аморфных пленках посредством наблюдаемого в реальном времени воздействия электронного пучка и использования новых данных для адаптации известных методов получения нанопорошков и тонких пленок.

Структура и содержание работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Работа содержит 140 страниц, 87 рисунков, 4 таблицы (а также рисунки и таблицы в Приложении); библиографический список содержит 80 наименований.

Во введении обоснованы актуальность работы, указаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе обоснован выбор объектов и методик исследований. Приведен обзор исследований тонкопленочных аморфно-кристаллических

материалов и сульфидных нанопорошков. Обзор литературных источников включает в основном современные статьи зарубежных изданий с высоким импакт-фактором.

Так же глава содержит описание способов получения образцов, основных средств и методов исследования. Основными методами работы можно считать просвечивающую электронную микроскопию изгибных контуров экстинкции, электронной дифракции и просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения.

Во второй главе приведены оценки искривления кристаллической решетки в пленках висмута, сурьмы и их соединений на основе измерений по методу изгибных контуров; данные по фазовому составу и кристаллографических ориентировках образцов по расчету электрограмм.

Показаны основные тенденции спонтанной кристаллизации в аморфных пленках; зависимости определяемой кристаллической фазы образца от толщины; зависимости степени дефектности кристаллов от толщины пленки.

В третьей главе приведены результаты исследований морфологии и кристаллической структуры сульфидных нанопорошков CdS, PbS, ZnS. С использованием методов электронной дифракции и ПЭМ высокого разрешения проведен анализ кристаллических фаз в образцах. Так же рассмотрены и классифицированы часто встречающиеся в частицах дефекты решетки.

Четвертая глава содержит данные по вынужденной кристаллизации образцов пленок, рассмотренных в первой главе, а также пленок Sb_2Te и GST225. В качестве факторов воздействия был использован электронный пучок непосредственно в колонне микроскопа и вакуумный термический отжиг (для образцов Sb_2Te). Описаны как общие тенденции вынужденной и спонтанной кристаллизации пленок, так и различия между ними.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений и обусловлена использованием современного исследовательского оборудования, известных и адаптированных в лабораториях мира методах исследований и методик интерпретации результатов.

Основные результаты и выводы опираются на анализ экспериментальных данных, корректное описание наблюдаемых явлений, являются обоснованными и отражают достижение поставленной цели исследования.

Вопросы и замечания:

1. Автор не приводит обоснования выбора использованных методик получения образцов, равно как и сами методики раскрыты недостаточно детально.

2. Толщина образцов в ряде случаев определена лишь косвенным методом через анализ эффектов интерференции на ПЭМ изображениях.

3. В работе почти не содержится иных методов анализа образцов, кроме методов электронной микроскопии, что, например, затрудняет корреляцию определяемой автором степени искривления кристаллической решетки с инструментально измеряемыми механическими характеристиками.

Тем не менее, указанные замечания не меняют общее благоприятное впечатление от работы. Результаты, полученные при проведении исследований, доложены на российских и международных конференциях и опубликованы в большом количестве научных изданий.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Соответствие паспорту специальности. Диссертация соответствует формуле специальности, п.1, п.2 и п.3 паспорта специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Заключение. Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» УрФУ. Соискатель Юшков Антон Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Доцент кафедры «Термообработка и физика металлов» УрФУ,
кандидат технических наук, специальность 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов

Юровских Артем Сергеевич  « 20 » 10 2022 г.

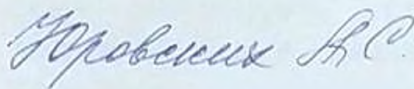
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 28

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Тел.: +7(343) 375-48-03

E-mail: a.s.yurovskih@urfu.ru

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.



УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УрФУ
МОРОЗОВА В.А.



