

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации **Ивановой Александры Ивановны** «Микроморфология поверхности и дислокационная структура крупногабаритных оптических кристаллов германия и парателлурита», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Актуальность исследования. Одной из активно развивающихся и практически значимых областей науки и технологий – от экологических до военных – является оптика инфракрасного излучения. Очевидна важность исследования материалов, используемых для формирования систем и устройств в этой области. Как германий, с его широким окном прозрачности в инфракрасном диапазоне, так и парателлурит, прозрачный как в видимом, так и в инфракрасном диапазоне, являются востребованными материалами для ИК-технологий. В связи с этим актуальность представленных в диссертационной работе Ивановой А.И. не вызывает сомнений. Эти исследования, безусловно, попадают в перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, утвержденный Правительством РФ в 2011 году.

Одним из достоинств исследований Ивановой А.И. является обширная методология. Были использованы такие современные методы анализа кристаллов, как растровая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, дифференциальная поляризационная микроскопия, оптическая микроскопия, малоугловое рассеяние лазерного излучения, рентгеновская дифрактометрия.

Важной и, по-видимому, наиболее затратной компонентой работы была сама процедура выращивания кристаллов. Из известных методик роста были обосновано выбраны метод направленной кристаллизации и метод Чохральского, обеспечивающие формирование крупногабаритных достаточно совершенных монокристаллов.

Одной из задач, которая решалась в работе, являлась задача оптимизации процедуры селективного химического травления германия и парателлу-

рита (для формирования ямок травления) с различной кристаллографической ориентацией. Автором разработана модифицированная рецептура селективного травления германия.

К наиболее значимым результатам диссертационного исследования можно отнести выявление бороздчатой периодической структуры выращиваемых кристаллов, определение природы такой структуры и обнаружение связи плотности дислокаций с морфологией поверхности кристаллов, выявление секториального распределения дислокаций в монокристаллах парателлурита, теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение возможности метода фотоупругости для диагностики дислокационной структуры парателлурита, обнаружение выхода на боковые поверхности булей теллурита высокоиндексных граней, экспериментально подтвержденная возможность формирования литографическим методом микроструктур парателлурита.

Новизна результатов исследования определяется как новизной методик исследования (новизна методов селективного травления, метода фотоупругости для определения дислокационной структуры, метода использования ионной жидкости для анализа диэлектрических мишеней в РЭМ и др.), так и новизной вышеперечисленных результатов анализа крупногабаритных кристаллов германия и парателлурита.

Практическая значимость. Результаты работы могут быть использованы как в исследовательских лабораториях, так и в технологических цепочках на предприятиях для контроля качества выращиваемых кристаллов и для совершенствования самой процедуры роста крупногабаритных кристаллов, а также для разработки методик формирования микросистем на основе парателлурита.

Достоверность результатов исследования. Использование апробированных методик исследований, согласованность и непротиворечивость результатов, опыт коллектива, с участием которого выполнялась работа, и апробация результатов на многочисленных международных конференциях не дают ос-

нований сомневаться в достоверности приведенных результатов. Материалы, приведенные в диссертации, хорошо представлены в 12 публикациях, в том числе в 7 изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Текст автореферата достаточно полно отражает содержание диссертации.

Диссертационное исследование не свободно от изъянов, по которым можно сделать некоторые замечания.

1) Одним из используемых в работе диагностических методов является метод растровой электронной микроскопии. В многочисленных изображениях в РЭМ, приведенных в работе, использовались различные энергии электронов (от 0.8 КэВ (рис. 4.19) до 30 КэВ). Не ясна причина выбора различных режимов. Кроме того при анализе TeO_2 не указана какова подготовка поверхности – напыление проводящего слоя или использование ионной жидкости. Кстати, использование ионной жидкости – весьма интересная методика, разработанная с участием диссертанта, в диссертации практически не обсуждается.

2) Создается впечатление незавершенности последнего раздела диссертационной работы – 4.5 «Фотолитографическое микроструктурирование поверхности кристаллов парателлурита». В тексте диссертации показана структура с характерным размером порядка 300 мкм, а в заключении говорится о структурах с периодом 10–50 мкм. Не ясна перспектива использования подобных систем.

3) В главе 2, с моей точки зрения, содержится избыточная информация об экспериментальных методиках. Так на рис 1.1 приводится описание установки для определения внутренних напряжений в Ge. В тексте диссертации не содержится информации о результатах, полученных на этой установке.

Указанные замечания не снижают общего хорошего впечатления о проделанной диссертантом работы, которая является законченным научным исследованием высокого уровня.

Таким образом, представленная А.И. Ивановой работа «Микроморфология поверхности и дислокационная структура крупногабаритных оптических кристаллов германия и парателлурита» по уровню поставленных и решенных научных задач, объему исследований и практической значимости отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. а диссертант Александра Ивановна Иванова заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент,
профессор кафедры теоретической физики
и астрономии ФГБОУ ВПО
«Российский государственный
педагогический университет
им. А. И. Герцена», д. ф.-м. н.

Пронин Владимир Петрович

Адрес:
191186, Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, 48, корпус 1, ауд. 406
РГПУ им. А.И. Герцена, ф-т физики, кафедра теоретической физики и астрономии
Контактный телефон: +7-921-316-37-04