



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279,
ОКПО 02068574

Политехническая ул., 29, С.-Петербург, 195251
Телефон (812) 297-20-95, факс 552-60-80
E-mail: office@spbstu.ru

УТВЕРЖДАЮ

ректор,

Д. Т. Н., член-корр. РАН

А.И.Рудской



___ марта 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Носика Валерия Леонидовича

«Теоретические аспекты взаимодействия рентгеновского излучения

с кристаллами с искаженной решеткой»,

представленную на соискание ученой степени

доктора физико-математических наук по специальности

01.04.07 – физика конденсированного состояния

Диссертационная работа Носика В.Л. посвящена исследованию динамического рассеяния рентгеновского излучения на реальных кристаллах с дефектами различной природы и на кристаллах с искажениями решетки за счет ультразвуковых колебаний. В последнем случае внимание дополнительно уделяется возможности возбуждения высокочастотных ультразвуковых колебаний за счет использования нанокompозитных

преобразователей на основе углеродных нанотрубок и кремниевых нанопроволок. Также в работе предлагается использование диффузионно-динамического подхода к описанию дифракционных рефлексов с целью исследования и анализа характеристик дефектов кристаллов и рассматриваются вопросы повышения точности нейтронно-дифракционных измерений.

Актуальность темы диссертации

Актуальность темы диссертации В. Л. Носика определяется современным уровнем развития источников рентгеновского излучения, включая лазеры на свободных электронах, и импульсных методов измерений. И первые, и вторые позволяют существенно повысить качество дифракционных методов анализа приборных кристаллических структур для микро- и оптоэлектроники, однако на практике это сдерживается недостаточной разработанностью методов анализа получаемых при таких исследованиях данных, отсутствием адекватных теоретических подходов и ограниченностью научного обоснования ряда существующих экспериментальных методик. В связи с этим тематика представленного диссертационного исследования «Теоретические аспекты взаимодействия рентгеновского излучения с кристаллами с искаженной решеткой», которая вносит существенный вклад в развитие соответствующего научного направления, является актуальной.

Основные научные результаты, полученные автором, и их новизна

В итоге выполнения диссертационного исследования автором получены следующие результаты:

1. Впервые проведены расчеты основных параметров сфокусированного рентгеновского пучка при дифракции на кристалле с возбужденными высокочастотными ультразвуковыми колебаниями и продемонстрирована эффективная перестройка электромагнитного поля под действием таких колебаний.

2. Впервые статистическая теория дифракции использована для анализа влияния изотопического замещения на динамическое рассеяние Мессбауэровского излучения в твердых телах.

3. Впервые изучены особенности углового выхода вторичных излучений при дифракции тепловых нейтронов и рентгеновского излучения в колеблющихся кристаллах в рамках метода стоячих волн.

4. На основе теории химической связи в средах с пониженной размерностью теоретически исследованы механические характеристики углеродных нанотрубок и кремниевых нанопроволок.

5. Построена обобщенная диффузно-динамическая теория дифракции, применимая при любых соотношениях между когерентной и диффузной компонентами волнового поля для широкого класса дефектов.

Степень обоснованности научных положений, результатов и выводов

Достоверность и обоснованность полученных в работе экспериментальных данных определяется использованием современных диагностических методов. Достоверность приведенного в работе теоретического анализа подтверждается совпадением представленных в диссертации результатов как с экспериментом, проведенным в рамках работы, так и с опубликованными в литературе данными.

Практическая значимость полученных автором результатов

Практическая значимость полученных автором экспериментальных результатов обусловлена следующим:

1. В результате выполнения диссертационного исследования предложен новый метод ультразвукового управления параметрами сфокусированных пучков рентгеновского излучения.

2. Автором разработаны новые модификации методов стоячих нейтронных и рентгеновских волн при дифракции на колеблющихся кристаллах.

3. Установлена связь ряда свойств углеродных нанотрубок и кремниевых нанопроволок с их формой и размером, что может послужить основой разработки новых нанокомпозитов и сверхвысокочастотных пьезоэлектрических преобразователей.

4. Продемонстрирован новый подход к определению упругих деформаций пьезоэлектрических преобразователей, приклеиваемых к непьезоактивным кристаллам.

5. Предложенный подход к моделированию дифракционного рассеяния Мессбауэровского излучения позволяет выполнить проверку основных положений теории дифракции в приложении к дефектам, не вызывающим упругих напряжений, и выполнять оценку качества кристаллов-монокроматоров с высоким разрешением по энергии.

6. Установленные закономерности рассеяния рентгеновских лучей на реальных кристаллах позволяют получать характеристики структуры кристаллов и распределенных дефектов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в диссертации результаты представляют интерес для специалистов, работающих в области физики и диагностики материалов, полупроводниковых технологий и физики наноструктур, исследования взаимодействия рентгеновского излучения с веществом, нанотехнологии и микроэлектроники. Результаты диссертации могут быть использованы на предприятиях, связанных с выращиванием, обработкой и использованием кристаллических материалов, научных лабораториях соответствующего профиля и учебных организациях, осуществляющих подготовку специалистов в области физики конденсированных сред, физического материаловедения, полупроводниковых технологий. В частности, сюда относятся АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха», НПП «Буревестник», ОАО «Авангард», ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова и др.

Оформление диссертации, публикации и апробация

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка цитируемой литературы и приложения. Материал изложен на 334 страницах машинописного текста, содержит 81 рисунок и 5 таблиц. Работа написана логичным, доступным для понимания языком.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ.

Материалы диссертации опубликованы в 33 печатных работах, в том числе в 24 статьях в реферируемых отечественных и зарубежных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Содержание диссертации адекватно отражено в автореферате.

Основные результаты диссертации докладывались автором на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

Замечания по диссертации

Следует отметить, что диссертация написана классическим дифракционным языком с использованием классической терминологии и обозначений, что особенно ценно в наше время. Однако в некоторых случаях автор не избегает введения собственных терминов. Например, определение «интегральная диффузно-динамическая комбинированная дифрактометрия» представляется неудобоваримым и нечетким.

Непонятно также, что такое «диффузный интегральный фактор экстинкции», в то время как в классике используются термины «длина экстинкции» и «коэффициент экстинкции», а слово фактор в русской литературе применяется к структурному фактору и фактору Дебая Валлера.

В главе 6 говорится о дефектах нескольких типов. Непонятно, о каких именно дефектах идет речь, ведь по Кривоглазу дефекты делятся на несколько классов по характеру полей смещений.

Указанные замечания не снижают высокого уровня представленной для рассмотрения диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Носика В.Л. является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей новые результаты в области физики дифракции рентгеновских лучей на кристаллах, представляющей выявленные общие закономерности влияния периодических искажений и распределенных дефектов кристаллической решетки на дифракционное рентгеновское поле внутри и вне кристалла и новые подходы к созданию дифракционных элементов, основанных на динамическом управлении положением отражающих плоскостей кристалла в пространстве и во времени. Работа имеет большое практическое значение для развития нанотехнологий и микроэлектроники.

Полученные в работе результаты и выводы являются достоверными и обоснованными. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Тематика выполненных Носиком В.Л. исследований соответствует паспорту специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»:

П.6 Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами.

Диссертационная работа Носика В.Л. по форме и содержанию соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением №842 Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. Автор диссертации Носик В.Л. заслуживает присуждения ему искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Отзыв составлен на основании знакомства с текстом диссертации и авторефератом и доклада Носика В.Л. на заседании кафедры физики и технологии наноструктур Института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций ФГАОУ ВО «СПбПУ».

Отзыв на диссертацию заслушан, обсужден и одобрен на заседании кафедры физики и технологии наноструктур Института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Протокол №3 от 24 марта 2016 г.

Заместитель заведующего кафедрой
Физики и технологии наноструктур
Института физики, нанотехнологий
и телекоммуникаций ФГАОУ ВО «СПбПУ»,
д.ф.-м.н.



Липовский Андрей Александрович

195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»),

телефон: (812) 297-2095, факс: (812) 552-6080, e-mail: office@sbpstu.ru