

Отзыв

на автореферат диссертационной работы И.В. Кожевникова «Теория дифракции рентгеновского излучения от неоднородных слоистых сред», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Развитию современных физических методов исследования уделяют пристальное внимание, поскольку они позволяют решать не только фундаментальные, но и прикладные задачи. Дифракция рентгеновских лучей, несмотря на широкое применение и вековой возраст,

остается некоторой загадкой, поскольку не все особенности взаимодействия излучения с веществом до конца выяснены. Одной из причин этого является проблема восстановления искомым параметров исследуемых структур при решении обратной задачи. В связи с развитием нанотехнологий высветилась задача структурной диагностики широкого класса низкоразмерных объектов. Для ее решения требуется не только всесторонний анализ физики рассеяния на структурах от десятых до единиц нанометров, но и создание адекватных моделей рассеяния. Необходимо отметить, что рентгеновские методы исследования являются неразрушающими, высокоинформативными и, в ряде случаев, экспрессными. Это определяет актуальность и своевременность выполненной работы для физики конденсированного состояния, физики полупроводников, а также ее перспективность при разработке новых систем и устройств рентгеновской оптики.

Основное внимание автора уделено разработке новых теоретических подходов к рассеянию и дифракции жесткого и мягкого рентгеновского излучения от одномерных пленок до 3D-мерных структур с шероховатыми границами. Выбор объектов исследования обусловлен их фундаментальными свойствами и широким применением как в экспериментальных методиках, так в технологии производства приборов микроэлектроники.

Заслуживает внимания бесспорная научная и практическая ценность основных результатов и выводов, заключающихся в следующем:

- Разработан самосогласованный безмодельный подход для диагностики слоисто-неоднородных сред на основе анализа угловых зависимостей коэффициента зеркального отражения и интенсивности рассеянного излучения.
- Получено точное решение фазовой проблемы в in-situ рефлектометрии растущих многослойных структур.
- Предложена аналитическая теория отражения рентгеновского излучения от аперидических многослойных структур и продемонстрировано ее применение при производстве широкополосных зеркал с наперед заданными характеристиками.

В качестве замечаний отметим следующее:

1. Восстановленные профили диэлектрической проницаемости не могут считаться однозначными, поскольку вычисления проводятся для плоской волны и не приводится коридор ошибок варьируемых параметров, что особенно должно было сказаться при ангстремном разрешении по глубине.
2. На стр. 13 (последний абзац) отмечается, что «существует оптимальная длина волны излучения $\lambda \sim 16\sigma$ », когда достигается наилучшее восстановление величины шероховатости поверхности на основе разрабатываемого подхода. Это утверждение противоречит здравому смыслу, поскольку инструмент не должен превосходить измеряемый объект.
3. На стр.16 (второй абзац, пятая строчка) «Это условие.....причем чем точнее прописывается форма индикатрисы рассеяния, тем больше статистическая неопределенность измерений, связанная с конечным размером поверхности». Становится непонятно, зачем тогда применять большую апертуру детектора, поскольку измеряемая интенсивность может быть ошибочной.

Автореферат написан ясным и понятным языком.

В заключение следует отметить, насколько позволяет судить содержание автореферата, что по актуальности, степени новизны и практической значимости выполненная Кожевниковым И.В. работа «Теория дифракции рентгеновского излучения от неоднородных слоистых сред» является целенаправленным и завершенным исследованием, удовлетворяющим требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям. Считаю, что ее автор Игорь Викторович Кожевников заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник
ФГБУН Физико-технологический институт РАН

д. ф.-м. н.

Андрей Александрович Ломов

e-mail lomov@ftian.ru

117218, г.Москва, Нахимовский проспект, 34, ФТИАН РАН

Тел. 8-499-1296810



Подпись руки Ломова А.А.
ЗАВЕРЯЮ
Начальник отдела кадров ФТИАН

28.02.2014г.

В.И. Сосина