

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кожевникова Игоря Викторовича «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

В настоящее время рентгеновские методы анализа широко применяются в научных исследованиях и высокотехнологичном производстве для изучения и контроля различных параметров наноструктур. Это обусловлено тем, что длина волны рентгеновского излучения может быть выбрана в широком диапазоне от единиц до десятых и даже сотых долей нанометров, что позволяет исследовать неразрушающим методами различные наноразмерные объекты.

Одним из перспективных рентгеновских методов структурного исследования слоистых систем является метод рентгеновской рефлектометрии. Его применение позволяет получить данные о качестве границ раздела, толщине слоев и их диэлектрических свойствах, дает информацию о распределении в пленке по глубине атомов определенного сорта.

Диссертационная работа И.В. Кожевникова посвящена актуальной задаче разработке теории дифракции рентгеновского излучения от неоднородных слоистых сред. Такими объектами является широко используемые на практике в оптике, электронике и рентгеновской технике слоистые и пленочные наноструктуры.

В работе впервые получены следующие важные результаты.

Показано, что теория возмущений позволяет определить параметры шероховатой поверхности (PSD-функцию) однозначным образом. При этом теория возмущений позволяет объяснить основные особенности отражения и рассеяния рентгеновского излучения от шероховатых поверхностей, такие как пик и анти-пик Ионеды, кажущееся увеличение высоты шероховатостей при предельно малых углах скольжения зондирующего пучка, переход от фактора Нево-Кроса к фактору Дебая-Валлера в выражении для коэффициента отражения при увеличении радиуса корреляции высот шероховатостей от нуля до бесконечности.

Доказано, что как Борновское приближение с искаженными волнами (DWBA), так и теория возмущений по высоте шероховатостей обеспечивают строгое выполнение закона сохранения энергии для произвольной непоглощающей слоисто-неоднородной среды, если индикатриса рассеяния в вакуум и в глубь среды рассчитываются в первом порядке

DWBA или теории возмущений, а коэффициенты зеркального отражения и прохождения - во втором.

Разработаны подходы к конструированию широкополосных многослойных зеркал, основанные на комбинации аналитического и численного расчетов, позволяют оптимизировать конструкцию МИС для получения любого, даже очень сложного, спектрального или углового профиля кривой отражения, а также для получения максимального интегрального коэффициента отражения с учетом функции источника.

Как недостаток работы отметим следующее. В автореферате во 2-й главе диссертации при анализе решения обратной задачи рентгеновской рефлектометрии рассматривается предположение, что мнимой частью диэлектрической проницаемости слоистой среды ε можно пренебречь. Между тем на практике это условие может не выполняться, а учет указанного параметра среды позволяет получить дополнительную информацию о составе пленки и распределении компонентов по глубине. Таким образом, это ограничивает применимость предложенного подхода.

В целом диссертационная работа И.В. Кожевникова выполнена на высоком научном уровне и является важным вкладом в развитие теории отражения и рассеяния рентгеновских волн в слоистых структурах. Автореферат дает достаточно полное представление о материале диссертации. Указанное замечание не умаляет высокой значимости и новизны полученных научных результатов. Работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК к докторским диссертациям, а ее автор – Кожевников Игорь Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Зав. лабораторией «Рентгеновские методы диагностики наноструктур»
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской академии наук,
119991, Москва, Ленинский пр. 53. Эл. адрес: algeo-tour@yandex.ru, тел. 499-132-67-37
доктор физ.-мат. наук Турьянский Александр Георгиевич

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской академии наук
доктор физ.-мат. наук Полухина Наталья Геннадьевна

