

Отзыв

на автореферат диссертации **Свиташевой Светланы Николаевны** «Развитие метода эллипсометрии для исследования наноразмерных пленок диэлектриков, полупроводников и металлов», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01- приборы и методы экспериментальной физики.

Работа С.Н. Свиташевой посвящена развитию метода эллипсометрии, повышению его точности и информативности при исследовании наноразмерных пленок полупроводников и металлов, а также неоднородных по составу пленок окислов металлов и диэлектриков. В работе развиты методы установления корреляционных зависимостей между оптическими свойствами и составом, а также морфологией (включая шероховатости разного масштаба) поверхности.

Данное направление исследований является весьма актуальным в связи с развитием нанотехнологий, включая технологии наноэлектроники, и необходимостью знания структурных и оптических параметров (диэлектрических функций) тонких полупроводниковых, металлических и диэлектрических слоев и многослойных структур различной конфигурации и размерности. Методы эллипсометрии, в особенности спектральной эллипсометрии, позволяют неразрушающим способом не только определять оптические параметры и толщины слоев наноструктур, а и изучать квантово-размерные свойства наноструктур, химические процессы на поверхности образцов, фазовые переходы в наносистемах и пр.

Необходимо отметить, что в эллипсометрии для определения структурных и оптических параметров образцов необходимо решать обратную математическую задачу. Поскольку основное уравнение эллипсометрии является трансцендентным, в большинстве практически важных случаев возможно лишь численное решение. При этом возникают проблемы, связанные с единственностью, устойчивостью и точностью полученных решений. Эти и другие задачи эллипсометрии требуют разработки новых и совершенствования имеющихся методов расчета оптических параметров структур из экспериментальных данных. Особенно важным является изучение присущих методам эллипсометрии фундаментальных ограничений на точность и однозначность восстановления параметров пленочной системы, включая получение количественных сведений о морфологии рельефа поверхности.

Диссертационная работа С.Н. Свиташевой состоит из шести глав. Первые три главы посвящены развитию теории метода эллипсометрии. Вторая часть работы (главы 4 – 6), в основном, экспериментальная. Она включает в себя сведения о разработке новых методов эллипсометрических измерений и результаты исследований свойств наноразмерных пленок диэлектриков, полупроводников и металлов.

В диссертационной работе С.Н. Свиташевой разработан универсальный метод аналитического решения задач эллипсометрии (для оптически прозрачных и поглощающих сред) в виде пространственной кривой, одна из проекций которой на плоскости параметров является логарифмической спиралью с переменным коэффициентом роста, что позволяет определить адекватность выбранной модели, оптические константы и толщины слоев. Важным результатом работы представляется увеличение точности метода эллипсометрии для восстановления параметров измеряемых систем путем оптимизации информативности эллипсометрических измерений, способов минимизации функционала (выбора

формы функции ошибок, выбора шага итераций и момента останова) и способа формирования симплекса (при статистической обработке результатов решения).

Необходимо отметить новые методы математической обработки экспериментальных результатов и новый подход к моделированию шероховатой поверхности. Определена роль каждого из параметров рельефа и проведен расчет условий максимального влияния шероховатости модельной поверхности с нерегулярным рельефом случайной фазовой маски на решение уравнения эллипсоидности.

В диссертации приведены экспериментальные результаты эллипсоидных исследований химических процессов на поверхностях полупроводниковых, металлических и диэлектрических систем. Был использован метод специальных номограмм для определения параметров наноразмерных пленок оксидов на поверхностях полупроводников [GaAs(110), CdTe(111)], диэлектриков (Si_3N_4) и металлов (Cu, V, Ti). Даны объяснения зависимостей толщины и состава оксидов от условий окисления, которые подтверждены независимыми методами анализа поверхности.

Получен целый ряд и других новых важных результатов.

Работы автора, составляющие основу диссертации, опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных журналах, представлялись и обсуждались на многочисленных национальных и международных конференциях.

Считаем, что работа С.Н. Свиташевой заслуживает самой высокой оценки и соответствует требованиям ВАК, представляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а диссертант – присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01- приборы и методы экспериментальной физики.

И.о. руководителя
Отделения физики твердого тела ФИАН
д.ф.-м.н., член-корр. РАН

Н.Н. Сибельдин

Зав. Лабораторией физики
неоднородных систем ФИАН
д.ф.-м.н.

Ф.А. Пудонин

Подписи Н.Н. Сибельдина и Ф.А. Пудонина
удостоверяю.

Ученый секретарь
Отделения физики твердого тела ФИАН
к.ф.-м.н.



О.М. Иваненко

ЛИЧНЫЕ ДАННЫЕ АВТОРОВ ОТЗЫВА

Сибельдин Николай Николаевич – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, И.о. руководителя Отделения физики твердого тела Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им.

П.Н.Лебедева Российской академии наук (119991 ГСП-1 г. Москва, Ленинский проспект, д. 53, ФИАН, тел. 8(495)135-42-64, E-mail: postmaster@lebedev.ru)

Пудонин Федор Алексеевич - доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией физики неоднородных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н.Лебедева Российской академии наук (119991 ГСП-1 г. Москва, Ленинский проспект, д. 53, ФИАН, тел. [+7\(499\) 132-67-57.](tel:+7(499)132-67-57) , E-mail: postmaster@lebedev.ru)