

О Т З Ы В

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

В первых главах работы большое внимание уделено одному из важнейших вопросов, указанных в паспорте специальности 01.04.01, – математическому описанию исследуемых объектов, математическому анализу моделей для расчета свойств этих объектов, статистической обработке найденных решений обратной задачи эллипсометрии, математическому обоснованию выбора способа измерений для каждого исследуемого объекта, дальнейшее развитие которых позволит обеспечить дальнейшее совершенствование научно-технологической базы современных и самых передовых технологий получения наноразмерных пленок диэлектриков, полупроводников и металлов.

Показано, что точность определения нескольких параметров a_i различна и зависит от конкретной задачи, при этом точному решению соответствует не точка, а некоторый нормированный «объем» функционала в точке a^* в m -мерном пространстве параметров, характеризуемый коэффициентом K , или коэффициентом обусловленности $K_{cond} = \max \delta a_i / \min \delta a_i$, представляющего собой отношение максимального к минимальному приращению параметров.

Очень важен с принципиальной позиции и для практического пользования предложенный автором метод определения числа решений обратной задачи эллипсометрии в заданной области параметров измеряемой системы. Метод использует отображение области параметров с плоскости $n - ik$ на плоскость измеряемых эллипсометрических углов. Результат применения метода приведен на рис. 4.

Также важен для практического пользования впервые предложенный автором новый тип номограмм приращений, позволяющий исключить ошибку в определении начальной (для нулевой толщины) точки, при оценке толщины и

показателя преломления (состава) субнанометровых-нанометровых окислов диэлектриков, полупроводников и металлов. На рис. 6 показана перестройка поверхности меди в процессе образования куприта.

Рассматриваемая в работе физическая суть метода эквивалентной пленки (рис. 14), которая с одной стороны описывает макроскопические свойства эквивалентной пленки, т.е. некоторый усредненный профиль шероховатого поверхностного слоя, а с другой стороны описывает микроскопические свойства пленки, а также определяет параметры волнового вектора электромагнитной волны в пленке.

При эллипсометрических исследованиях по динамике температурного изменения фазового угла Δ (рис. 12) оценено относительное содержание двуокиси ванадия в поверхностной пленке, поскольку только в двуокиси ванадия в исследуемом диапазоне температур происходит перестройка кристаллической структуры, сопровождаемая изменением показателя преломления. Этот результат важен, поскольку двуокись ванадия применяется в серийно выпускаемых фотоприемных устройствах.

Необходимо отметить важность для практики исследование полупроводниковых структур типа $Al_xGa_{1-x}N$, на основе которых изготавливаются современные светоизлучающие приборы в широком диапазоне длин волн видимого спектра. Как показано (рис. 20), предварительно полученная калибровочная зависимость позволяет использовать спектральную эллипсометрию в качестве не только бесконтактного метода контроля структур, выращенных молекулярно-лучевой эпитаксией, но и в качестве составной части проведения и управления процессом молекулярно-лучевой эпитаксии.

Что же касается корреляционных методов, по которым устанавливается связь исследуемых объектов и поляризации света, отраженного от этих объектов при имитационном методе моделирования шероховатой поверхности, то, по моему мнению, следует быть очень осторожным в выводах, т.к. только строгое подобие этих процессов может служить основанием корреляционности того или иного метода.

Проведенные автором диссертации широкие исследования и полученные результаты по развитию самого метода эллипсометрии и его применения в

исследованиях, особенно в области нанотехнологий, несомненно являются научным достижением в этой области.

Список литературы по теме диссертации очень обширен и содержит публикации в авторитетных зарубежных журналах.

В целом считаю, что диссертационная работа, несомненно, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а Свиташёва Светлана Николаевна заслуживает присуждения ей степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Главный научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института кристаллографии им. А.В. Шубникова
Российской академии наук (ИК РАН)

Доктор технических наук



Б.Г.Захаров.

Личные данные автора отзыва:

Захаров Борис Георгиевич – профессор, зам. директора
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
кристаллографии имени А.В. Шубникова РАН (119333, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 59, тел.: 8(499)135-45-61,
E-mail: office@crys.ras.ru)