

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Тарасова И. А. «РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭЛЛИПСОМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ НАНОСТРУКТУР Fe/Si В ПРОЦЕССЕ РОСТА», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Кремний является базовым материалом современной твердотельной электроники, а силициды переходных металлов, таких, как железо, обладают рядом уникальных свойств. Поэтому выращивание на кремниевых подложках наноструктур на основе силицидов железа открывает широкие возможности для создания новых устройств в таких перспективных областях, как магнетoeлектроника, оптоэлектроника и спинтроника. Формирование наноразмерных структур обычно ведется в условиях сверхвысокого вакуума и требует надежных методов контроля ростовых процессов, позволяющих осуществлять мониторинг толщины и физических свойств покрытий в режиме реального времени. Проведению такого экспресс-анализа в случае системы Fe/Si препятствует высокая реакционная способность данного интерфейса, затрудняющая использование стандартных методов, в частности, дифракции быстрых электронов. Решению этой проблемы и посвящена диссертационная работа И. А. Тарасова. Целью ее является разработка методики контроля толщины и оптических свойств наноструктур Fe/Si в процессе их роста. Поскольку решение этой задачи имеет большое научное и практическое значение, тема диссертации И. А. Тарасова, безусловно, важна и актуальна.

Автору удалось разработать и реализовать оригинальную экспресс-методику, позволяющую определять зависимости толщины синтезируемой пленки, а также показателя преломления n и коэффициента поглощения k от времени осаждения материалов. Методика базируется на анализе эллипсометрических данных, получаемых непосредственно в процессе синтеза наноструктур в ростовой камере. Основу ее составляет новый алгоритм решения обратной задачи эллипсометрии, использующий итерационный численный метод Ньютона, расширенный на область комплексного переменного. Эффективность использования разработанной методики убедительно продемонстрирована целым рядом примеров, описанных в трех

последних главах диссертации. В них, в частности, показано, что при совместном осаждении Fe и Si на подложку кремния, разогретую до 150°C, сплошной слой Fe₃Si образуется при толщине пленки более 5 нм. Впервые полученная экспериментально дисперсия показателя преломления и коэффициента поглощения для эпитаксиальной плёнки Fe₃Si имеет наиболее близкое соответствие с рассчитанной из первых принципов дисперсией n и k . Установлено также, что при совместном осаждении железа и кремния на подложку Si(100), разогретую до 450°C на начальном этапе формирования плёнок β -FeSi₂ идёт островковый рост смеси фаз α -FeSi₂, β -FeSi₂ и γ -FeSi₂. Полученные профили n и k показывают, что однородный слой β -FeSi₂ формируется при толщине более 20 нм.

Автореферат диссертации написан четко и ясно. Однако в подписи к рисунку 5 б) имеется ошибка ($Fe_3Si/SiO_2/Si(111)$), вводящая читателя в заблуждение.

Оценивая работу Тарасова И. А. в целом, считаю, что по своему уровню, объему, новизне и значимости полученных результатов, она, безусловно, удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник ФТИ им. А.Ф. Иоффе,
доктор физ.-мат.-наук

10 сентября 2014 г.

(И.И. Пронин)

