

Отзыв на автореферат диссертации **Тарасова Ивана Анатольевича**

«Развитие методики эллипсометрического контроля

параметров наноструктур Fe/Si в процессе роста»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «приборы и методы экспериментальной физики»

Диссертационная работа Тарасова И.А. посвящена разработке приборной и методологической базы технологии системы материалов «железо-кремний», которая интересна как с точки зрения исследований фундаментальных свойств материалов, так и практических приложений в разнообразных приборах спинтроники, энергонезависимой памяти, кремниевой оптоэлектроники, включая фотовольтаику и др. Развитие эллипсометрии для экспресс контроля роста и неразрушающих исследований физических свойств эпитаксиальных и поликристаллических пленок Fe, а также его силицидов Fe_3Si , $\beta\text{-FeSi}_2$, выращиваемых на подложках Si с различной ориентацией и степенью окисления, является, несомненно, актуальной задачей.

Демонстрируемые Тарасовым И.А. возможности одноволновой кинетической эллипсометрии по наноразмерному контролю толщин и оптических постоянных (в т.ч. и изменяющихся) растущих слоев в сложных гетероструктурах свидетельствуют о грамотном решении автором весьма сложной в этом случае эллипсометрической задачи. Автор демонстрирует глубокое понимание основ метода, всестороннее владение техникой реального и численного экспериментов, в ходе проведения которых им были разработаны оригинальные алгоритмы и программное обеспечение решения сложных нелинейных трансцендентных уравнений, описывающие рост слоев с изменяющимся комплексным показателем преломления. Достоверность полученных результатов обеспечивалась квалифицированным применением широкого набора физико-материаловедческих диагностик свойств слоев и процессов их роста, а также детальным знанием литературы по многим областям физики, математики, метрологии и технологии.

Автореферат написан хорошим литературным языком и, несмотря на небольшой объем, полностью раскрывает содержание большого объема работ, как по разработке новой экспресс-методики, так и ее конкретных приложений для технологических разработок и исследований свойств системы Fe/Si. Все полученные результаты будут интересны широкому кругу специалистов и наверняка получат дальнейшее развитие в ходе будущих исследований в различных лабораториях. Несомненным достоинством работы, если судить по публикационной активности ее автора, начавшейся в 2012 году, являются сжатые сроки ее выполнения при большом объеме выполненных исследований.

Вместе с тем необходимо сделать несколько замечаний:

1. В главе 5, при описании приложения разработанного метода к характеристике роста пленок Fe_3Si и $\beta\text{-FeSi}_2$ с конечной толщиной 25 нм и 55 нм, соответственно, делается вывод о различной степени однородности лишь на основании лишь степени сложности временных зависимостей показателей преломления и толщины. При этом из текста реферата остается непонятным насколько оптические характеристики начальной части слоя Fe_3Si , выращенного в островковом режиме роста, отличаются от аналогичных характеристик для слоя, выращенного после коалесценции островков. В связи с этим возникает вопрос о степени однородности сверхтонких слоев Fe_3Si (с толщиной, например, менее 10 нм).
2. В тексте реферата, несмотря на его весьма высокое качество, присутствует несколько непонятных для меня мест и опечаток. В частности:
 - В тексте на стр. 14 и на рисунке 6 непонятно, что понимается под «стехиометрическими соотношениями атомарных процентов кремния к железу, равными 2 и 0.33» для одного химического соединения $\beta\text{-FeSi}_2$;
 - В подписи к рисунку 5b ошибочно указан рост «эпитаксиальной пленки $\text{Fe}_3\text{Si}/\text{SiO}_2/\text{Si}(111)$ » вместо описанного в тексте роста гетероструктуры $\text{Fe}_3\text{Si}/\text{Si}(111)$.

Указанные замечания, разумеется, не являются критическими и не влияют на ценность изложенного материала. В целом автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным самостоятельно на высоком научном уровне. Судя по автореферату полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Таким образом, представляемая к защите работа соответствует классификационным признакам и отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Тарасов И.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «приборы и методы экспериментальной физики»

с.н.с., д.ф.-м.н.

Жмерик Валентин Николаевич

+7 911 2122795, jmerik@pls.ioffe.ru

22 сентября 2014



[Handwritten signature]