

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Крупина Андрея Викторовича «Процессы роста и свойства эпитаксиальных гетероструктур со слоями дифторидов никеля и кадмия», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «физика конденсированного состояния».

Диссертационная работа Крупина А.В. является результатом его более чем десятилетней деятельности по развитию актуального направления в современной науке, связанным с разработкой методов эпитаксиального роста и исследованиями свойств новых материалов – различных фторидных соединений ( $\text{NiF}_2$ ,  $\text{CdF}_2$ ,  $\text{CaF}_2$  и др.). Эти соединения перспективны для различных приложений в магнитоэлектронике, магнитооптике, и в новых системах оптической памяти. Существенным достоинством работы, прибавляющим ей практическую значимость, явилось использование для эпитаксиального роста фторидов «традиционных» и широкораспространенных подложек Si. В работе последовательно решается целый ряд задач по физике и технологии гетероэпитаксиального роста фторидных соединений в условиях сильного рассогласования параметров решетки пленок и подложки с помощью неравновесного метода молекулярно-пучковой эпитаксии. Отметим детальное знание и успешное использование автором современных методик контроля процессов эпитаксиального роста гетероструктур с атомарным разрешением и проведение комплексных исследований их свойств. Автор глубоко изучил процессы образования метастабильных фаз в системе фторидных соединений, формирования доменных структур в слоях этих соединений, а также всесторонне описал и промоделировал различные кинетические эффекты роста гетероэпитаксиальных структур со сложной морфологией слоев. Необходимо отметить во-многом приоритетный характер этих работ, опирающихся на оригинальные идеи и подходы как в постановке экспериментов и моделировании процессов, так и в интерпретации их результатов.

Автореферат написан доступным и понятным языком. Его вводная часть свидетельствует о тщательном анализе литературных источников, а экспериментальная часть демонстрирует владение автором различными технологическими и аналитическими методами. На основании изложений каждой из глав диссертации можно получить достаточно информации о содержании работы, что и позволило без сомнений составить положительное мнение о ней.

Однако, на мой взгляд, по автореферату следует сделать несколько замечаний, касающихся как изложения материала, так и мелких ошибок в графическом материале.

1. В автореферате, почти не рассматриваются процессы релаксации упругих напряжений в гетероструктуре  $\text{NiF}_2/\text{CaF}_2/\text{Si}(111)$  с метастабильной орторомбической фазой  $\text{NiF}_2$ . Это приводит к тому, что в первом положении диссертационной работы остается непонятным относительно какого процесса вводится критическая толщина слоя метастабильной фазы. Далее, в описании третьей главы и в заключении также отсутствует информация о степени релаксации упругих напряжений и возможном влиянии этого фактора как на рост этих слоев, так и на экспериментально измерявшиеся значения постоянных решетки.
2. На левой части рис. 1 приводятся трудноразличимые индексы, соответствующие рефлексам на профиле интенсивности картины дифракции быстрых электронов.
3. В тексте автореферата размерности в микронах и в сантиметрах указаны на русском языке, а в нанометрах – на английском

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. Это свидетельствует о соискателе как о сложившемся высококлассном специалисте, профессионально владеющим широким арсеналом физических и технологических знаний. Работа соответствует классификационным признакам диссертации, определяющим характер результатов кандидатской диссертационной работы. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Судя по автореферату, диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Крупин А.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «физика конденсированного состояния».

с.н.с., д.ф.-м.н.

Жмерик Валентин Николаевич

+7911 2122795, Jmerik@pls.ioffe.ru

29 апреля 2014

