

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Муслимова Арсена Эмирбеговича  
«Управляемая перестройка поверхности кристаллических подложек для  
формирования эпитаксиальных наноструктур», представленной на соискание  
ученой степени доктора физико-математических наук по специальности  
01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов».**

Дальнейший прогресс нанoeлектроники связан, во многих мере, с развитием знаний в области физики и технологии эпитаксиальных наноструктур разных составов, кристаллической структуры и т.п.

Диссертация Арсена Эмирбеговича Муслимова посвящена исследованию, обнаружению и обоснованию закономерностей твердофазных превращений в приповерхностных слоях кристаллов различной структуры и химического состава (сапфир, пентаоксид ванадия, карбид кремния) в процессе отжига в различных средах и изучение возможностей управления ими при использовании в качестве подложек для эпитаксиального наращивания наносистем с заданными свойствами. В свете вышеизложенного, такое направление диссертационного исследования определяет актуальность его темы.

Среди важнейших результатов, полученных А.Э. Муслимовым, необходимо отметить следующие:

1. Визуализированы, систематизированы и обоснованы процессы твердофазной рекристаллизации в приповерхностных слоях подложек сапфира разной ориентации в зависимости от условий обработки и отклонения вицинальной поверхности от сингулярной грани. Применение комплекса методов зондовой и электронной микроскопии в совокупности с методами рентгеновского рассеяния позволило выявить морфологические особенности процесса эволюции наноструктуры поверхности сапфира при отжиге в зависимости от направления разориентации поверхности для грани (0001).
2. Продемонстрирована возможность целенаправленного модифицирования электрофизических свойств поверхности подложек сапфира, способствующих эпитаксиальному разрастанию осажденного вещества. Предложена методика роста эпитаксиальных пленок AlN на сапфире прямой высокотемпературной нитридизацией предварительно нанесенных слоев алюминия посредством твердофазных химических реакций.
3. Впервые проведены исследования плазмонных особенностей спектров поглощения покрытий золота на сапфировой подложке различной морфологии: квазипериодические



слои, упорядоченные ансамбли островков золота, неупорядоченный ансамбль монодисперсных и полидисперсных островков золота.

4. Впервые продемонстрирована возможность формирования многослойной структуры  $V_2O_3$ - $VO_2$ - $V_2O_5$  путем твердофазных превращений в приповерхностных слоях кристаллов  $V_2O_5$ . Показано, что в полученных образцах наблюдается пропускание в оптическом диапазоне и переход в низкоомное состояние при температуре  $61.5^\circ\text{C}$ .
5. Впервые получены композитные структуры железа с графеновыми слоями путем вакуумной термодеструкции карбида кремния в потоке атомов железа, обладающие выпрямляющими свойствами.
6. Предложена методика формирования напряженных монокристаллических, поликристаллических и аморфных пленок ферритов кобальта и никеля, путем твердофазного синтеза, с целью управления их магнитными свойствами. Разработана методика твердофазного синтеза дискретных нанокристаллов феррита висмута, в которых обнаружен эффект магнитоэлектрического переключения при приложении электрического напряжения  $\pm 10\text{В}$  без нанесения обменно-связанных слоев.
7. Впервые предложена методика твердофазного синтеза пленок системы  $\text{In}_2\text{O}_3$ - $\beta$ - $\text{Ga}_2\text{O}_3$ , обладающих фотопроводящими свойствами в “солнечно-слепой” области ультрафиолетового спектра, отжигом на воздухе исходной металлической пленки сплава галлий–индий на подложках сапфира.

Автореферат диссертации А.Э. Муслимова включает в себя актуальность темы работы, формулировку цели и решенных задач, описание научной новизны и практической значимости работы, основного содержания диссертации, защищаемых автором положений. Хорошее впечатление оставляет раздел «апробация работы», согласно которому результаты диссертации докладывались на большом количестве международных и российских научных конференциях. Также важно, что работа была оценена и поддержана грантами РФФИ.

Достоверность результатов диссертации обусловлена их воспроизводимостью, а также использованием для проведения исследований и измерений современного сертифицированного оборудования.

В автореферате изложены основные вопросы научной проблемы, что соответствует критерию внутреннего единства и подтверждается последовательным решением задач для достижения поставленной цели работы.

Таким образом, диссертация А.Э. Муслимова представляет собой законченную научно-квалификационную работу и подтверждает высокий научный уровень автора.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а А.Э. Муслимов, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов».

**Заведующий кафедрой Технологии Материалов Электроники  
НИТУ «МИСиС», доктор физ.-мат, наук, профессор,  
член-корреспондент Академии Инженерных Наук РФ,  
Костишин Владимир Григорьевич,  
119049, Москва, Ленинский проспект, 4,  
сл. тел: +7 495 638 46 51; сот. тел: +7 985 928 54 86.  
E-mail: drvgkostishyn@mail.ru**

22 сентября 2018 г.

Согласен на обработку персональных данных.



Подпись Костишина В.Г.  
заверяю  
зам. начальника Кузнецова А.Е.  
Отдела кадров МИСиС  
«24» 09 2018 г.