

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».

Диссертационная работа А.Э. Муслимова посвящена 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 современной электронике вопрос кристаллического совершенства пленок зачастую рассматривают через призму их функциональности. Основное внимание исследователей направлено на поиск материалов с новыми свойствами, которые чаще проявляются в напряженных пленках. В процессе эпитаксии в системе “растущий слой – подложка” только поверхность подложки является стационарной, а параметры растущей пленки определяются структурой переходной области на границе раздела. Вследствие этого целенаправленное модифицирование поверхности кристаллических подложек, а также варьирование величины и знака (сжатие, растяжение) механических напряжений на границе раздела сопрягающихся решёток позволяет контролировать процесс формирования эпитаксиальных гетероструктур с заданными свойствами. Таким образом, поиск способов управляемой твердофазной перестройки поверхности кристаллических подложек и создания гомо- и гетероструктур с требуемыми физическими свойствами является весьма актуальной задачей. Для ее выполнения необходимо применить комплекс методик, включающих в себя эксперименты по обработке поверхности кристаллов и исследования структурно-фазового состава и морфологии поверхности образцов с помощью современных поверхностно-чувствительных методов, в том числе зондовой и высокоразрешающей электронной микроскопии, дифракции быстрых электронов.

По моему мнению, безусловная и основная значимость и практическая новизна работы заключаются, помимо конкретных результатов, в самом факте комплексного анализа влияния морфологии поверхности, включающей геометрический рельеф поверхности и строение приповерхностных слоев на гетероэпитаксиальный рост металлических, полупроводниковых, магнитных, диэлектрических материалов. В диссертации эти исследования расширены на случаи применения подложек с развитым электростатическим рельефом и изучены особенности процессов взаимодействия жидкостей с поверхностью модифицированных подложек сапфира. Автором продемонстрировано, что предложенные подходы имеют гораздо более широкую область применения и тем

самым открыты новые пути для построения широкого класса устройств современной электроники.

Автореферат написан логично и дает полное представление об основных результатах диссертационной работы. Результаты отражены в 34 журнальных публикациях и докладывались на крупных российских и международных конференциях.

В качестве замечаний хотелось бы отметить следующие. Так, при обсуждении личного вклада, автор утверждает, что «разработал и апробировал методику атомно-силовой микроскопии». Это выглядит довольно странно при использовании промышленного атомно-силового микроскопа. Кроме того, три четверти публикаций автора представлены в журнале «Кристаллография», хотя представление результатов в других изданиях, в частности, микроэлектронного направления, позволило бы более широкому кругу специалистов познакомиться с работами автора.

Высказанные замечания несколько не снижают научной ценности и практической значимости полученных результатов. В целом, диссертационная работа А.Э. Муслимова выполнена на высоком современном научном уровне и представляет собой завершённый научно-квалификационный труд, теоретические и практические аспекты которого являются весомым вкладом в развитие технологий нанoeлектроники. Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость, считаю, что представленная диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации и установленным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. n 842 «о порядке присуждения ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов».

Помощник президента  
НИЦ «Курчатовский институт»  
Д.ф.-м.н.,  
профессор

*25.09.2018г.*



П.К. Кашкаров

Подпись П.К. Кашкарова удостоверяю:

Главный ученый секретарь  
НИЦ «Курчатовский институт»

С.Ю. Стремоухов

123182 Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

Телефон: +7 (499) 196-95-39, E-mail: kashkarov\_pk@rrcki.ru