

## 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».**

Основная цель исследования - обнаружение и обоснование закономерностей твердофазных превращений в приповерхностных слоях кристаллов различной структуры и химического состава при термическом воздействии в различных средах и изучение возможностей управления ими при использовании в качестве подложек для эпитаксиального наращивания наносистем с заданными свойствами.

Актуальность задачи получения знаний в указанной области очевидна, так как для соответствия требованиям современных технологий микроэлектроники необходим поиск методики создания оптимальной структуры поверхности на внутренней границе раздела фаз в системе “растущий слой – подложка”, пригодной для формирования пленки с требуемыми параметрами. При этом необходимо существенно снизить влияние таких факторов, как структурно-геометрическое подобие кристаллических решеток и характер кристаллохимических связей.

В диссертации содержится большой объем экспериментальных результатов по исследованиям процессов твердофазной перестройки поверхности подложек сапфира с образованием террасно-ступенчатой наноструктуры. Исследуются особенности процессов формирования террасно-ступенчатой наноструктуры на *A,C,R*-срезах кристаллов сапфира и активационному влиянию террасно-ступенчатой наноструктуры поверхности сапфира на процессы гетерогенного зародышеобразования полупроводниковых пленок ZnO, AlN, CdTe и металлических пленок Au.

Особо впечатляет цикл исследований по разработке методики формирования покрытий золота на подложке сапфира (включая квазипериодические слои, ансамбли упорядоченных и монодисперсных островков золота), в оптических спектрах поглощения которых наблюдаются плазмонные особенности, предложенная методика перспективна в оптоэлектронике и технологии изготовления сенсорных устройств. Однако автор не объяснил наблюдаемые эффекты, в частности, почему при формировании структуры золота при 450 С образуются монодисперсные островки золота – ведь

для микроэлектроники нужны именно такие структуры, а не полидисперсные.

В работе детально описаны результаты экспериментов магнетронного распыления, термического испарения для нанесения эпитаксиальных пленок, отжига нанесенных пленок, дается описание методики термохимической нитридации подложек сапфира в газовой смеси  $N_2$ , CO,  $H_2$ , а также термической нитридации в атмосфере  $N_2$  пленок алюминия. Приводится описание методов зондовой и электронной микроскопии, твердометрии, рентгеновских и электронографических методов исследования ориентации и структурного совершенства получаемых покрытий.

Из автореферата следует, что диссертационная работа является многомерным исследованием, охватывающим большой круг объектов исследования и явлений, выполняемых с использованием современных и разнообразных методов и имеет важное практическое значение для развития современной электроники. Разработанные основы твердофазного синтеза пленок ферритов никеля и кобальта различного структурного совершенства позволяют изменять магнитные свойства пленок с учетом напряжений и магнитострикционных эффектов в широком диапазоне величин, что очень актуально как в бионанотехнологиях, так и в композитных структурах магнитной записи.

Выращенные методом твердофазного синтеза пленки оксидов системы  $\beta$ - $Ga_2O_3$ - $In_2O_3$  с фотопроводящими свойствами в “солнечно-слепой” области УФ спектра перспективны для создания нового класса высокочувствительных приборов дистанционного анализа и диагностики в пожарной безопасности и других сферах.

#### **Замечания:**

**1. Автор в автореферате не приводит данные об используемом сапфире: 1) какова степень его кристаллического совершенства (дефектность); 2) о его химической чистоте, наличии примесей. Очевидно, что эти параметры должны влиять на исследуемые автором процессы, а также на воспроизводимость результатов. Это затрудняет понимание работы – автор меняет условия получения структур, например меняя температуру, но при этом использует разные подложки. Поэтому возникает вопрос – в этих двух экспериментах подложки одинаковые или нет ?**

**2. Автор получил уникальные результаты по разработке методики формирования покрытий золота на подложке сапфира. Однако автор не**

объяснил наблюдаемые эффекты, в частности, почему при формировании структуры золота при 450 С образуются монодисперсные островки золота – ведь для микроэлектроники нужны именно такие структуры, а не полидисперсные. Исследователь, претендующий на звание д.ф.-м.н. должен не только получать уникальные результаты, но должен их интерпретировать и давать рекомендации их внедрения.

Данные замечания носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку работы Муслимова А.Э.

Материал, представленный в автореферате, позволяет заключить, что автор диссертационной работы Муслимов А.Э. безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов».

Руководитель Лаборатории методов синхротронного излучения Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, д.х.н., с.н.с.



Борис Петрович Толочко

18.09.2018

630090, г.Новосибирск,  
ул. Кутателадзе, 18, ИХТТМ СО РАН  
т. 8-383-3294105  
B.P.Tolochko@inp.nsk.su

Согласен на обработку персональных данных

