

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Султанова Азрета Оюсовича «ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК β -SiC НА КРЕМНИИ С НАНОПОРИСТЫМ БУФЕРНЫМ СЛОЕМ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ» » на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – Физика полупроводников.

Известно, что приборные структуры и микросистемы на основе карбида кремния представляют огромный интерес для изделий экстремальной, силовой и СВЧ-электроники. Но, несмотря на заметные успехи в этой области, технология получения качественных приборных структур на основе карбида кремния остается проблемной, как в части получения совершенных монокристаллов с заданными структурными и электрофизическими свойствами, так и в части получения гетероструктур.

В связи с этим диссертация Султанова А.О., ориентированная на теоретическое и экспериментальное исследование закономерностей роста слоев 3C-SiC на подложках мезопористого кремния **имеет важное научное и прикладное значение.**

Для достижения поставленных целей автором решены следующие основные задачи: проведены комплексные исследования влияния режимов газовой эпитаксии на кристаллическую структуру и морфологию поверхности слоев карбида кремния при формировании гетероструктур 3C-SiC/por-Si; исследована кинетика карбидизации мезопористого кремния и изучены механизмы релаксации механических напряжений несоответствия в гетероструктурах 3C-SiC/Si с буферным слоем мезопористого кремния.

Считаем необходимым особо выделить следующие достижения автора:

1. В работе приведен обширный материал исследований в области получения и применения буферных слоев при гетероэпитаксии карбида кремния кубического поли типа.
2. Определены области значений технологических параметров гетероэпитаксии 3C-SiC из газовой фазы на кремнии монокристаллическом (давления в ростовой камере, температуры, соотношения потоков прекурсоров [Si]/[C]), наиболее оптимальные с точки зрения кристаллического совершенства и морфологии поверхности синтезируемых слоев..
3. Разработана модель, учитывающая процессы кнудсеновской диффузии, коагуляции и зарастания пор при формировании слоя 3C-SiC и получено аналитическое выражение для эффективного коэффициента диффузии в системе 3C-SiC/por-Si.
4. Изучен механизм релаксации напряжений несоответствия в гетероструктуре 3C-SiC/Si с буферным слоем мезопористого кремния. Получены аналитические выражения, отражающие влияние факторов толщины и пористости буферного слоя на распределение механических напряжений и деформаций в системе 3C-SiC/por-Si.

По работе имеется и замечание. Хотелось бы в содержательной части автореферата увидеть результаты подтверждающие вывод о том, что соотношения потоков прекурсоров [Si]/[C]) является оптимальным для получения эпитаксиальных слоев карбида кремния на мезопористом слое.

В целом, общий анализ содержательной части автореферата позволяет сделать следующие выводы по работе:

- объем и направленность проведенных исследований и разработок соответствует целям и задачам, сформулированным в диссертационной работе;
- основные положения и результаты диссертационной работы, выносимые на защиту носят оригинальный характер, а их содержательная часть не вызывает сомнения;

- результаты исследований достаточно полно обсуждены на конференциях, тематически связанных с направлением исследований, проведенных в диссертации и опубликованы в научно-технических журналах, вошедших в перечень определенных ВАКом для диссертационных работ.

Несомненно, что решенные автором задачи вносят весомый вклад в совершенствование технологии карбидкремниевых приборных структур.

В целом работа оставляет хорошее впечатление по уровню и качеству проведенных исследований.

Считаем, что диссертация **по актуальности, новизне результатов и практической значимости** отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям, а её автор, Султанов Азрет Оюсович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 - Физика полупроводников.

Зав. кафедрой электроники
и информационных технологий
Кабардино-Балкарского государственного
университета,
д.т.н., профессор
teshev.r@mail.ru, 89282259009



Р.Ш. Тешев

Зав. лабораторией материалов и
компонентов твердотельной электроники
Кабардино-Балкарского государственного
университета,
к.х.н., доцент
dahir@mail.ru, 89287074968



Д.С. Гаев



Подпись <u>Султанова Р.О.</u>
<u>Д.С. Гаева</u> заверяю
Начальник управления кадрового и правового обеспечения КБГУ
<u>Машукова</u> Е.М. Машукова
«12» 11 2019г.