

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Романова Даниила Алексеевича «Особенности формирования реальной структуры эпитаксиальных CVD-пленок алмаза с природным и модифицированным изотопным составом», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

В настоящее время все большую популярность обретают кристаллы, полученные методом CVD, поскольку в процессе их роста удается не только синтезировать наиболее чистые, совершенные по структуре кристаллы, но и прецизионно управлять содержанием в них примеси.

Благодаря своим уникальным свойствам монокристаллы синтетического алмаза находят все более широкое применение в различных областях науки и техники, в частности при производстве электронных приборов. Дефекты оказывают негативное влияние на характеристики электронных приборов, поэтому при их производстве предъявляются повышенные требования к однородности и структурному совершенству кристаллов, что определяет интерес к изучению дефектов в кристаллах.

Кроме структурного совершенства, качества, чистоты и подготовки поверхности подложек немаловажное значение для структуры плёнок в процессе эпитаксии имеют процессы, проходящие в системе плёнка – подложка. Однако существующие подходы к изучению реальной структуры алмазов затруднены. К таким случаям относятся эпитаксиальные структуры алмаза, чья высокая твердость и химическая инертность значительно затрудняет проведение структурных исследований.

В настоящее время для изучения физических процессов, происходящих в эпитаксиальных пленках, находящихся в напряженном состоянии, широко используют рентгеноструктурные методы исследования.

В процессе выполнения диссертационной работы Д.А. Романов получил ряд результатов, обладающих существенной научной новизной и практической значимостью. В частности, впервые проведено прецизионное определение периода кристаллической решетки эпитаксиальных CVD-пленок алмаза  $^{13}\text{C}$ , выращенных на подложках алмаза типа Ib, рассчитаны зависимости критических толщин псевдоморфных пленок алмаза от величины несоответствия периодов кристаллических решеток подложки и пленки. Ценность полученного результата подчёркивается показанной возможностью использования широко доступных методов дифракционной рентгеновской топографии.

Вынесенные на защиту положения являются обоснованными. Основные результаты работы опубликованы в 11 статьях в том числе рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, а также обсуждались в ходе выступлений на российских и международных конференциях.

По материалам автореферата может быть сделано следующее замечание. Проводились исследования эпитаксиальных структур алмаза, полученных при температуре 950°C, но не исследованы структуры, полученные при других режимах при других режимах эпитаксиального роста.

Отмеченные замечания не снижают высокую оценку диссертационной работы в целом, которая удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, установленным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Романов Даниил Алексеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния.

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Заведующий кафедрой физики и астрономии физико-технического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»  
[posu@posu.ru](mailto:posu@posu.ru)

362025, Республика Северная Осетия-Алания, г. Владикавказ, ул. Ватутина, 44-46  
+7 (8672) 33-33-73

Кандидат технических наук (05.27.06.Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники)

Силаев Иван Вадимович.

Подпись Силаев И.В. заверено  
Специальность 1.3.8. Физика конденсированного состояния  
Душев М.Р.  
13.01.2022г.