

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Асафьева Никиты Олеговича:

«Исследование физико-химических свойств материалов, в том числе, при высоких давлениях и температурах, с помощью СВЧ акустоэлектронных сенсоров на алмазных подложках»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.3.8 (01.04.07) – Физика конденсированного состояния

В последние годы наблюдается стремительный рост интереса к исследованию физических и химических свойств материалов при различных воздействиях и операционных частотах, в том числе под действием высоких давлений и температур. Это связано с необходимостью разработки новых методов исследования, которые используют микроакустические устройства для анализа малозначительных образцов, а также с практическим применением сенсоров, работающих на различных физико-химических принципах. Продвижение интеллектуальных систем управления, применяемых как в гражданских, так и специальных приложениях, делает данную область исследования, и диссертационную работу Асафьева Н.О. особенно актуальной.

Новизна исследования обоснована и свидетельствует о значимых научных результатах, полученных автором. Работа фокусируется на изучении мультислойных пьезоэлектрических структур на подложках из материалов с низкими акустическими потерями, таких как нитрид алюминия и нитрид алюминия-скандия. Разработка композитных объёмных акустических резонаторов на основе этих структур представляет собой новое направление, позволяющее использовать монокристаллы алмаза в качестве подложки. Это обеспечивает рекордные акустические параметры и открывает доступ к исследованию новых механик акустического затухания, что является значительным шагом в физике твёрдого тела.

Среди сформулированных положений научной новизны следует отметить получение информации о композитных СВЧ ОАВ-резонаторах на основе мультислойной пьезоэлектрической структуры $Me_1/Al_1-xSc_xN/Me_2/(100)$ алмаз с различным содержанием Sc ($Me_1 = Al, Pt$; $Me_2 = Mo, Pt$), а также об исследовании эффекта субнанометрового приращения плёнки Pt. Получила объяснение зависимость сдвига частоты обертонов от толщины плёнок ($Me_3 = Mo, Sc, Pt$) в 5-слойной системе $Me_1/ASN/Me_2/(100)$ алмаз/ Me_3 на частотах до 20 ГГц. С помощью интегрированной измерительной системы “Камера высокого давления на алмазных наковальнях с композитным ОАВ-резонатором” (ИИС КВДАН) исследовано изменение СВЧ акустических свойств образца W при высоких давлениях (до 30 ГПа).

Разработанные научные положения расширяют знания в области композитных СВЧ резонаторов и могут служить необходимым фундаментом для дальнейшего расширения данной области.

Результаты диссертационной работы имеют высокую практическую значимость. Выполненное исследование расширяет методологию изучения физико-химических и акустических свойств твёрдых тел с помощью СВЧ сенсора на основе композитного ОАВ-резонатора на алмазной подложке. Эти резонаторы, совместно с пьезоэлектриками AlN или ASN, обладают высокой частотой и могут применяться в качестве миниатюрных сенсоров, устойчивых к экстремальным условиям среды. Автором разработана система для исследования материалов при высоком давлении, с возможностью создания микробиологических сенсоров на алмазной подложке. Практическая значимость работы подтверждается получением патента РФ на СВЧ акустический масссенсор (№ 2723956).

Выводы, сделанные в работе, обоснованы. Выносимые на защиту положения аргументированы и достаточно полно отражают полученные результаты исследования. Выбор методов, применяемых для получения результатов также аргументирован.

Автореферат диссертационной работы написан грамотным и понятным научным языком и сопровождается достаточным количеством информативного графического материала. Результаты исследований многократно докладывались на научных конференциях. Результаты были опубликованы в 10 научных статьях, рекомендованных ВАК или приравненных к ним, 2 статьи в сборниках конференций и получен 1 патент РФ.

Диссертационная работа представляет собой законченное исследование, результаты которого могут быть применимы в области физики, химии, материаловедении, сенсорики и приборостроении.

По автореферату имеется ряд замечаний и вопросов:

1. Формулировка п. 4 секции «Научная новизна работы» вызывает неопределенность относительно способов определения термостойкости материалов Mo, Al, ASN. Неясно, будут ли эти материалы частью мультислойной структуры или их планируется исследовать отдельно, в качестве тонких пленок.
2. В тексте автореферата неоднократно указывается, что разработанные резонаторы могут использоваться в качестве физико-химических сенсоров. Однако не хватает конкретики относительно характеристик, которые эти резонаторы намерены регистрировать. Понятие физико-химических свойств является очень обширным, и с помощью одного резонатора невозможно охватить весь набор этих свойств.

Тем не менее, считаю, что приведенные замечания никак не снижают научную и практическую значимость полученных результатов.

Считаю, что диссертационная работа представляет собой законченное исследование, которое соответствует требованиям «Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утвержденном приказом Минобрнауки России от 10 ноября 2017 г. № 1093 с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 07 июня 2021 г. № 458 и заявленной специальности, а ее автор Асафьев Никита Олегович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 (01.04.07) – Физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук

Квашнин Дмитрий Геннадьевич

(специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния),
доцент, ведущий научный сотрудник, заведующий Центром компьютерного моделирования неорганических и композитных наноразмерных материалов
Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук. Адрес: 119334, Москва, ул. Косыгина 4, ibcp@sky.chph.ras.ru

Доктор физико-математических наук

Квашнин Дмитрий Геннадьевич

Подпись заверена

Ученый секретарь ИБХФ РАН

к.б.н. Скалацкая Светлана Ивановна



18.12.2024г.