

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гудкова Сергея Игоревича

«Диэлектрический отклик и электропроводность гетероструктур на основе тонких пленок ниобата лития и танталата лития, сформированных на кремниевых подложках», представленной к защите по специальности 1.3.8.- Физика конденсированного состояния

В настоящее время актуальны исследования, направленные на создание пленочных и тонкопленочных сегнетоэлектрических гетероструктур на подложках различного вида, перспективных в качестве функциональных материалов оптоэлектроники, сегнетоэлектрической оперативной памяти, для пиродетекторов. В диссертации С.И.Гудкова предпринята попытка создать микро- и наноразмерные гетероструктуры на подложках из кремния на основе нелинейно-оптических сегнетоэлектриков - ниобата лития ( $\text{LiNbO}_3$ ) и танталата лития ( $\text{LiTaO}_3$ ), полученных методом высокочастотного магнетронного напыления и исследовать их физические характеристики. В работе подробно исследованы электрофизические свойства, в частности, выполнен анализ механизмов электрической проводимости гетероструктур с учетом униполярности, наличия «мертвого» слоя и потенциального барьера и показано, что для исследованных образцов характерна естественная униполярность, обусловленная возникновением поляризованного состояния пленки за счет формирования слоя объемного заряда на границе раздела сегнетоэлектрик-полупроводник. Установлен диодный характер зависимости тока от напряжения, что свидетельствует о наличии потенциального барьера в исследованных гетероструктурах и показано, что причиной различия высоты потенциального барьера в исследуемых структурах является антипараллельное направление вектора поляризации в тонкопленочном сегнетоэлектрическом слое. Впервые выполнен расчет параметров «мертвого» слоя, существующего на интерфейсе сегнетоэлектрик/полупроводник для структур с тонким слоем ниобата лития и танталата лития. Установлено влияние «мертвого» слоя на естественную униполярность структур.

Таким образом, научные результаты, полученные в диссертации С.И. Гудкова, являются актуальными и имеют практическую значимость, в том числе для разработки технологий получения новых тонкопленочных сегнетоэлектрических гетероструктур.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, сделанных в работе, сомнений не вызывает. Они обусловлены применением надежно зарекомендовавшего метода получения тонкопленочных структур – метода высокочастотного магнетронного напыления, надежных экспериментальных методов измерений физических характеристик тонкопленочных структур, использованием аттестованного высокоточного оборудования, достоверных методов обработки экспериментальных данных. Результаты работы подробно обсуждались на научных конференциях и опубликованы в весомых изданиях из списка ВАК, а также индексированных в базах данных Web of Science и Scopus. Судя по автореферату, диссертация С.И.Гудкова, является полноценным и законченным исследованием в области физики конденсированного состояния.

К работе имеются следующие замечания:

1. К сожалению, в автореферате ничего не говорится об определении стехиометрии (отношения  $[\text{Li}]/[\text{Nb}]$  и  $[\text{Li}]/[\text{Ta}]$ , степени чистоты, степени кристалличности, степени разупорядочения структуры, композиционной однородности и контроле толщины тонких пленок, полученных автором. Неясно также, какие пленки

(аморфные или кристаллические) были получены, присутствуют ли в этих пленках другие фазы, помимо ниобата и танталата лития.

2. Было бы очень желательно связать электрофизические свойства пленочных гетероструктур с особенностями разупорядочения их структуры, установленными, например, методом полнопрофильного рентгеноструктурного анализа, методами колебательной спектроскопии.

Указанные замечания не умаляют значимости научных результатов диссертационного исследования С.И.Гудкова.

Считаю, что диссертационная работа «Диэлектрический отклик и электропроводность гетероструктур на основе тонких пленок ниобата лития и танталата лития, сформированных на кремниевых подложках» выполнена на высоком научном уровне, является законченным научным исследованием, соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в ред. 26.09.2022 № 1690) и соответствует паспорту специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния, а С.И.Гудков заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Я, Сидоров Николай Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Главный научный сотрудник лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева – обособленного подразделения федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН), доктор физико-математических наук, профессор

Сидоров Николай Васильевич

Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация:

01.04.01 – Техника физического эксперимента, физика приборов, автоматизация физических исследований.

Профессор по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

184209, Россия, г. Апатиты,

Мурманская область, Академгородок 26А, ИХТРЭМС КНЦ РАН.

Тел.(81555) 79194. E-mail: n.sidorov@ksc.ru

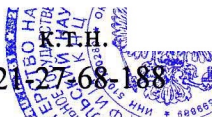
25 октября 2023 г.

Подпись доктора физико-математических наук, профессора Сидорова Николая Васильевича заверяю.

Учёный секретарь

ИХТРЭМС КНЦ РАН,

тел. (81555)79194; +7-921-27-68-188



Т.Н. Васильева