

Высокие нанотехнологии: учёные Политеха представили результаты исследований в Эльбрусском учебно-научном комплексе

Представители Высшей инженерно-физической школы СПбПУ — профессор, советник при ректорате Алексей Филимонов и доцент Вячеслав Бондаренко — приняли участие в работе XV Международной научно-технической конференции «Микро- и нанотехнологии в электронике», которая прошла в Эльбрусском учебно-научном комплексе Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова.



На конференции представители научного сообщества из разных регионов России, а также Азербайджана и Беларуси, обсудили актуальные проблемы исследований структуры и свойств наноматериалов и наносистем, перспективы их применения. Прозвучало 82 доклада на такие темы, как: физико-химические свойства материалов и структур микро- и наноэлектроники; фазовые равновесия и превращения в материалах электронной техники; технологии наноматериалов и тонкоплёночных структур для микро- и наноэлектроники; приборы и устройства; информационные и цифровые интеллектуальные технологии и математическое моделирование в микро- и наноэлектронике.

Алексей Филимонов выступил с пленарным докладом на тему «Нанонеоднородные структуры в твёрдых растворах антисегнетоэлектриков и их динамическая природа». Антисегнетоэлектрики и их твёрдые растворы известны почти 70 лет. Долгое время основное внимание привлекали твёрдые растворы типа $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ (PZT) в области морфотропных составов, демонстрирующих сегнетоэлектрические свойства и высокие значения пьезоэлектрических коэффициентов. В последние два десятилетия большой интерес стали вызывать соединения, являющиеся антисегнетоэлектриками при комнатной температуре. Причина — широкие перспективы использования подобных материалов в быстрых системах хранения электрической энергии конденсаторного типа, а также для создания электрокалорических устройств или основы для систем хранения информации на нанодоменах и, в первую очередь, на доменных стенках. Поводом для применения именно этих материалов является их высокая «податливость» относительно внешних воздействий, обусловленная сложной мезоскопической структурой соединений.

Алексей Филимонов привёл в докладе результаты комплексного исследования несоразмерных, модулированных и нанодоменных структур в кристаллах $\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ методами рассеяния синхротронного излучения, выполнявшиеся в течение многих лет в НОЦ «Физика нанокompозитных материалов электронной техники» СПбПУ совместно с коллегами из ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН. Докладчик представил формирование антифазных доменов антисегнетоэлектрической фазы, антифазных доменных границ и влияние на них электрического поля. В твёрдых растворах подобных соединений в антисегнетоэлектрической фазе формируются полярные антифазные доменные границы шириной порядка 4 нм, которые могут быть ориентированы в заданном направлении при охлаждении и приложении электрического поля. В твёрдых растворах антисегнетоэлектриков этой группы возникает сложная система модулированных и несоразмерных структур, которые весьма лабильны относительно внешних воздействий, что и определяет их высокую перспективу для практического использования.



Вячеслав Бондаренко в докладе «Естественный размерный эффект на поверхности легированных III-нитридов в условиях самокомпенсации» осветил актуальную для современной микроэлектроники проблему контактных явлений на границах полупроводниковых структур. Нитридные технологии завоёвывают мир. Уже сейчас на основе III-нитридов (AlN, GaN, InN) производятся приборы силовой СВЧ-электроники и оптоэлектронные приборы в коротковолновой области спектра. В силу ряда электрофизических параметров указанных нитридных материалов, например, соответствующие мощные полевые транзисторы с высокоподвижным двумерным электронным газом могут работать на частотах до 100 ГГц при температурах до 400 градусов. Однако широкому внедрению нитридных материалов пока препятствует сложность технологии выращивания кристаллов III-нитридов из-за отсутствия подходящих подложек. Наличие разницы в параметрах решёток означает, что синтезируемые кристаллы, как правило, содержат более миллиарда линейных дефектов (дислокаций) несоответствия на квадратном сантиметре поверхности. Дислокации в III-нитридах — электроактивные дефекты — имеют компенсирующее действие и формируют случайные электрические поля, модифицирующие свойства поверхности данных полупроводников и контактных структур, где существенны размерные эффекты. В ранее проведённых исследованиях было установлено, что в широком диапазоне параметров полупроводниковых систем на поверхности и в контактах имеет место естественный размерный эффект — сопоставимость длин экранирования и среднего расстояния между заряженными дефектами.

В докладе рассматривался естественный размерный эффект на поверхности легированных III-нитридов на примере нитрида галлия n-типа. Было показано, что при больших степенях самокомпенсации на поверхности доминируют неоднородности полей заряженных дислокаций. Тем самым установлены технологически допустимые плотности дислокаций несоответствия.



Участники конференции побывали на экскурсии в Баксанской нейтринной обсерватории Института ядерных исследований РАН. Это первая (работает с 1973 года) и одна из двух функционирующих сегодня в мире крупномасштабных подземных лабораторий, включающих комплекс дополняющих друг друга уникальных установок для междисциплинарных исследований на стыке фундаментальной физики, астрофизики и геофизики. Только в лабораториях, расположенных глубоко под землёй, может быть достигнут чрезвычайно низкий уровень радиационного фона, необходимый для большинства ключевых исследований в области нейтринной физики и экспериментов, направленных на поиск редких событий в физике элементарных частиц. Только подземные лаборатории могут обеспечить условия для создания ультранизкофоновых гамма-спектрометров для определения следовых количеств радиоактивных примесей в материалах, используемых в низкофоновых экспериментах.

В целом, представленные на конференции работы охватывали как результаты фундаментальных исследований структуры и свойств

наноматериалов и наносистем, так и методы их практического применения. По результатам конференции издан сборник материалов, размещённый в интернете и проиндексированный в Российском индексе научного цитирования.

Фото: kbsu.ru

Дата публикации: 2025.06.18

>>Перейти к новости

>>Перейти ко всем новостям