

Отзыв

на автореферат диссертации

Анкудинова Александра Витальевича

**«Диагностика наноустройств методами сканирующей
зондовой микроскопии»,**

представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 – “Приборы и методы экспериментальной физики”

В настоящее время, метод сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) является одним из наиболее перспективных прецизионных методов исследования геометрических, электрических, механических и химических свойств наноразмерных структур и устройств на их основе. Однако, применение метода СЗМ в качестве инструмента контроля параметров наноустройств в ходе технологического процесса их изготовления затруднительно, т.к. результаты СЗМ исследований, как правило, дают только карту распределения исследуемого параметра по поверхности материала и практически не предоставляют никаких данных о его количественном значении (за исключением рельефа поверхности). Определение количественных значений параметров исследуемых наноструктуры или наноустройства требует проведение дополнительного анализа и интерпретации данных, полученных методом СЗМ, и последующую разработку методик их определения с учетом особенностей метода измерения и свойств исследуемого объекта. В связи с этим, диссертационная работа Анкудинова А.В., направленная на разработку новых количественных методик измерений и обработки экспериментальных результатов исследований параметров наноустройств на основе СЗМ, является актуальной.

Экспериментальные и теоретические исследования, проведенные в работе Анкудинова А.В., позволили получить важные научные результаты, среди которых следует отметить следующие:

– разработан алгоритм измерений и анализа данных атомно-силовой микроскопии для определения условий закрепления наномостика на краях углубления в подложке, повышающий точность измерений модуля Юнга материала наномостика;

– предложен способ изготовления специализированных сферических зондов субмикронного калиброванного радиуса кривизны для СЗМ исследований мягких объектов, не требующий применения оптической и электронной микроскопии на основных стадиях изготовления;

– разработана методика восстановления локального фазового и амплитудного состава поперечных мод электрического поля по особенностям распределения интенсивности света на излучающих зеркалах мощных лазерных диодов;

– разработан способ детектирования утечки неосновных носителей в работающих лазерных диодах. Выявлена прямая связь локальной величины тока утечки с концентрацией носителей в активной области лазера.

Необходимо отметить практическую направленность и обширные экспериментальные исследования. Материалы диссертации в достаточной мере опубликованы автором в авторитетных научных изданиях.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1) большая часть цитированной в аналитическом обзоре диссертации литературы старше 15 лет;

2) в цели работы заявлена разработка количественных методик измерений параметров наноустройств на основе методов СЗМ, однако в тексте автореферата не описаны способы определения и не представлены численные значения: концентраций неравновесных носителей зарядов в исследуемых гетероструктурах методом СКЗМ, пьезомодуля сегнетоэлектрических пленок методом ЭСМ и проводимости углеродных гранул, покрытых и непокрытых полимером;

3) в пункте 3 практической значимости (стр. 9 автореферата) сказано, что разработана оригинальная методика измерений и обработки СЗМ сигналов для исследований воздушно-водородных топливных элементов. Однако, в тексте автореферата представлены только результаты стандартного исследования топографии и распределения тока по поверхности полимерно-углеродного композита (стр. 19);

4) не понятен выбор термина «тэппинг режим АСМ», если есть аналогичный русский термин «полуконтактный режим АСМ»;

5) интерпретация результатов, представленных на рис. 6 (стр. 19 автореферата), не однозначна. Так, область 1, определяемая автором как гладкая, непроводящая поверхность кремния, может быть связана с потерей взаимодействия зонда АСМ с поверхностью материала и простым отсутствием детектируемого сигнала; представленное токовое распределение по поверхности углеродных гранул может быть связано не со степенью покрытия их полимером, а с наклоном всего образца и, как следствие, разным прижимом зонда АСМ к поверхности и, соответственно, разной проводимостью; нанометровое разрешение по деталям распределения полимерной компоненты на углеродных гранулах каталитического слоя также не очевидно;

6) в тексте автореферата не приведены значения жесткости и проводимости коллоидных частиц, которые использовались для изготовления специализированных сферических зондов СЗМ, хотя данные параметры могут оказывать существенное влияние на результаты измерений пьезоотклика сегнетоэлектрических образцов и локальной проводимости исследуемых материалов.

Указанные замечания не снижают значимости диссертационной работы Анкудинова А.В., а полученные автором научные результаты являются существенным вкладом в развитие приборов и методов сканирующей зондовой микроскопии.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость полученных результатов считаем, что диссертационная работа Анкудинова Александра Витальевича удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

директор института нанотехнологий,

электроники и приборостроения

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

доктор технических наук,

профессор



Агеев Олег Алексеевич

Место работы: Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

Адрес: 347928, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2

Телефон: +7-903-463-76-64

E-mail: ageev@sfnedu.ru

кандидат технических наук,

доцент

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Vladimir Alexandrovich Smirnov.

Смирнов Владимир Александрович

Место работы: Кафедра нанотехнологий и микросистемной техники, Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

Адрес: 347928, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2

Телефон: +7-988-890-25-67

E-mail: vasmirnov@sfnedu.ru