

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Ирхи Владимира Александровича

«Электронно-стимулированная кристаллизация аморфных углеродных наноструктур», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Эффект электронно-стимулирования разложения органики сопровождающийся зарастанием диафрагм электронных микроскопов проявился сразу после изобретения таковых. Эффект проявлялся в приборах, в которых для получения высокого вакуума использовались паромасляные насосы. Первым, кто обратил внимание на характер заростов был чл.кор. РАН В.В. Аристов. Под действием электронного пучка зарождались и разрастались углеродные образования в виде вискерсов, которые вырастали в плоскости диафрагмы и представляли собой квазиодномерные, усики, т.е. ориентированные перпендикулярно электронному лучу. В середине 90-х годов прошлого века эффект стал использоваться специалистами компании НТ-МДТ для изготовления кантилеверов с углеродными вискерами, выращенными в заданных условиях с использованием эффекта Аристова. До настоящего времени группа специалистов института проблем технологии микроэлектроники продолжает производство кантилеверов с углеродными вискерами на концах. Исследование структуры вискерсов методами электронной дифракции показывает, что выращенные разложением органики квазиодномерные вискеры имеют аморфную структуру, обладают электронной проводимостью, но являются высокоомными образованиями.

Данная работа посвящена углубленному изучению процессов роста углеродных наноструктур вышеописанного типа с использованием различных прекурсоров. Для дальнейшего развития микроэлектронной промышленности необходимо создание с одной стороны нового класса оборудования (например, многолучевых электронных литографов), с другой стороны интересна возможность коррекции ошибок в конкретных микросхемах нанoeлектроники, микро и наномеханики, где использование исследуемых наноструктур с заданной формой и характеристиками может быть полезным. Развиваемый Ирхой В.А. метод электронно-стимулированного роста может быть применен в твердотельной электронике для создания проводящих и/или изолирующих контактов, восстановления фотошаблонов для фотолитографии и формирования функциональных наноструктур с линейными и латеральными размерами, не превышающими 10 нм. В связи с этим тематика диссертационного исследования, выполненного Ирхой В.А. является актуальной научной задачей, перспективной для прикладного использования.

В своей диссертационной работе автор провел моделирование процесса электронно-стимулированного роста одиночных нанообъектов из аморфного углерода с многосторонним исследованием их физических свойств и параметров. В своих исследованиях Ирха В.А. опирается на современные методы диагностики наноструктурированных материалов, что подтверждает достоверность полученных результатов. Особую ценность в диссертационной работе представляют результаты математического моделирования, позволяющие учесть вклад различных видов излучения в процесс электронно-стимулированного роста, а также экспериментальные исследования зависимости свойств, выращиваемых углеродных наноструктур от энергии и тока электронного зонда.

Представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных литературных источников. Автореферат диссертации изложен хорошим научным языком и содержит всю

необходимую информацию, позволяющую оценить уровень, выполненных научных исследований.

В качестве замечания к полученным результатам можно отметить следующие:

1. Автор повсюду использует термин «электронностимулированная кристаллизация», хотя по сути изучает и моделирует процессы электронностимулированного роста аморфных наноструктур степень кристалличности которых остается неизвестной;

2. В работе отсутствуют ссылки на пионерские исследования российских авторов по теме диссертации, в частности, отсутствуют ссылки на работы В.В. Аристова (ИПТМ РАН). Отсутствуют ссылки и на работы группы компаний НТ-МДТ по кантилеверам с углеродными вискерами на концах, которые производятся с конца 90-х годов.

Но приведенные недостатки не являются фатальными и на основании анализа автореферата диссертации Ирхи Владимира Александровича «Электронно-стимулированная кристаллизация аморфных углеродных наноструктур» позволяют сделать вывод о соответствии работы требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также о том, что ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

« 28 » ноября 2016 г.

Президент
Нанотехнологического общества
России, доктор технических наук,
Профессор МФТИ, почетный президент группы
компаний «НТ-МДТ Спектрум Инструментс»



Быков В.А.

124460, г. Москва, Зеленоград, проезд № 4922, дом 4, строение 3
ЗАО НТ-МДТ Спектрум Инструментс, тел. (499) 110-2050,
e-mail: vbykov@ntmdt-si.com



Подпись профессора Быкова Виктора Александровича заверяю:

Ученый секретарь группы
компаний «НТ-МДТ Спектрум Инструментс», к.ф.-м.н., Рябоконе В.Н.