

8.4. Ядерно-физические методы и физические свойства наноструктур

Н.Г. Чеченин, chechenin@sinp.msu.ru

Исследованы корреляционные зависимости обменного смещения, H_{EB} , и средне-квадратичной шероховатости, σ_{rms} , поверхности образцов в структурах с альтернативным порядком осаждения ферромагнитного и антиферромагнитного слоев в $Ni_{80}Fe_{20}/Ir_{25}Mn_{75}$ (Ф/АФ) бинарных структурах для различных толщин АФ слоя в диапазоне 10-40 нм. Установлено, что обменное смещение принимает близкие значения для TS (АФ слой на Ф слое) и BS (АФ слой под Ф слоем) образцов и изменяется с толщиной АФ слоя синхронным образом за исключением области малых толщин (10 нм). Величина σ_{rms} в TS образцах существенно превышает соответствующие значения в BS образцах, а изменение σ_{rms} с толщиной АФ слоя в TS и BS имеет противоположные тенденции. Наблюдаемые различия в образцах с альтернативным порядком осаждения Ф и АФ слоев отнесены за счет различия в условиях формирования микроструктуры в этих слоях в TS и BS образцах, приводящие к различиям в размерах зерен, текстуры, и, в результате, к различной степени скомпенсированности и величине анизотропии АФ слоя [1].

Предложен эффективный метод выращивания больших массивов (до 15 кв.см) плотно упакованных вертикально ориентированных многослойных углеродных нанотрубок (УНТ) с высокой однородностью по высоте (до 1мм), рис.1. Метод основан на непрерывной инъекции активного раствора ферроцена в циклогексане в высокотемпературный ректор. Разработаны методы синтеза нанокompозитов на основе полимеров, армированных вертикально и горизонтально ориентированными УНТ. Установлено, что электропроводимость таких композитов за счет УНТ возрастает 11-13 порядков и достигает величины 0.85 1/(Ом-см), рис.2, [2].

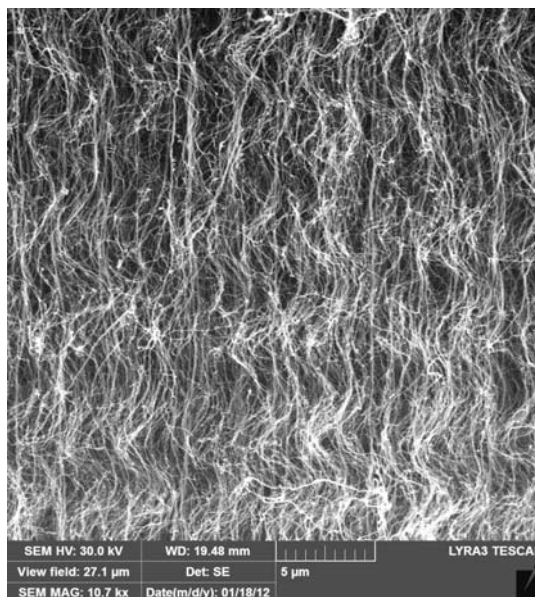


Рис. 1. Изображение в поперечном сечении массива ориентированных углеродных нанотрубок.

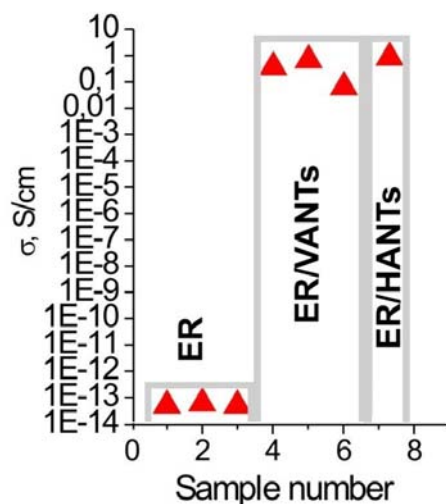


Рис. 2. Электропроводность чистой эпоксидной смолы (ER) и эпоксидной смолы, армированной вертикальными УНТ (ER/VANTS) и горизонтальными УНТ (ER/HANTS)

Проведено исследование модификации структуры поверхности стеклоглассера марки СУ-2500 при воздействии высокодозного облучения ионами

Ar^+ энергии 10-30 кэВ в интервале температур от комнатной до 400° С. На основе температурных и энергетических зависимостей коэффициента ионно-электронной эмиссии, РЭМ и дифракции электронов на отражение показано, что исходная структура стеклоуглерода, отличающаяся от структуры других углеродных материалов наличием наноразмерных элементов типа фуллеренов, при определенном уровне радиационных нарушений, вносимых ионной бомбардировкой, испытывает либо аморфизацию при температурах ниже температуры отжига радиационных нарушений (при 50-75 дпа) или графитацию при повышенных температурах - при $T = 250^\circ \text{C}$ и уровне большем 75 дпа [3].

В ОФАЯ НИИЯФ МГУ создан ускоритель кластерных ионов с энергией кластеров 20 кэВ. На данной установке реализован импульсный режим ускорения с относительно малой скоростью откачки источника кластерных ионов. Определены условия генерации стабильного пучка кластеров. Установлено, что в импульсном режиме ионы кластеров возникают на первой стадии формирования пучка. Развита модель, описывающая эволюцию кластерных ионов в импульсном режиме. Для анализа массового состава пучка кластерных ионов в импульсном режиме разработаны два метода: магнитная сепарация и время-пролетная методика. Кластеры ионов Ar^{n+} с отношением числа атомов к заряду в кластере около 500 были зарегистрированы в пучке с использованием магнитной сепарации. С использованием время-пролетной методики были зарегистрированы кластеры с 3000 атомов/заряд [4].

При проведении работ использовалось оборудование, приобретенное по Программе развития МГУ (Зондовая нанолaborатория, СЭМ TESCAN LYRA)

В работе принимали участие:

(ОФАЯ) Андрианова Н. Н., Борисов А.М., Воробьева Е..А., Джунь И.О., Ермаков Ю.А., Куликаускас В.С., Макунин А.В., Машкова Е.С., Назаров А.В., Черных П.Н., Черныш В.С., Чеченин Н.Г., Шемухин А. А., Студенты и аспиранты: Куренков А.С. (5-6 курс, физический ф-т МГУ), Шанова Е.И. (5-6 курс, физический ф-т МГУ), (м.н.с), Петров Д.В.(асп. МИРЭА РАН)

Работа отражена в публикациях:

1. Е. И. Шанова, И. О. Джунь, Н. Г. Чеченин. Обменное смещение в двухслойных системах ферромагнетик/антиферромагнетик с различной микроструктурой и порядком осаждения слоев. //Перспективные материалы, 2013, № 11, сс. 5 – 11
2. N.G. Chechenin, P.N. Chernykh, E.A. Vorobyeva, O.S. Timofeev, Synthesis and electroconductivity of epoxy/aligned CNTs composites //Appl. Surf. Sci., 2013, том 275, с. 217-221,
3. Andrianova N.N., Borisov A.M., Mashkova E.S., Sevostyanova V.S., Virgiliev Yu S. Anomalous deep ion-induced modification of HOPG. // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 2013, том 315, с. 117-120
4. Andreev A.A., Chernysh V.S., Ermakov Yu A., Ieshkin A.E. Design and investigation of gas cluster ion accelerator // Vacuum, 2013, том 91, с. 47-53