

Электронная микроскопия углеродных наностенок, полученных методом высокочастотного магнетронного распыления

Виноградов А.Я.¹, Грудинкин С.А.¹, Баранов М.А.²

grudink.gvg@mail.ioffe.ru

¹ ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

² Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

Углеродные наностенки (УНС) представляют собой пластины графена толщиной несколько нанометров, расположенные перпендикулярно поверхности подложки. УНС образуют на подложке трёхмерную структуру с высокой удельной поверхностью и могут найти применение в суперконденсаторах, устройствах преобразования солнечной энергии, автоэмиссионных катодах, газовых сенсорах и биосенсорах, в качестве носителей катализатора и шаблонов для создания наноструктур.

В большинстве работ для получения УНС в качестве рабочего газа используются газообразные углеводороды и водород, роль которого заключается в травлении аморфной фазы и предотвращении вторичного зародышеобразования УНС. Отличие нашего подхода заключается в том, что мы получаем УНС методом ВЧ (13.56 МГц) магнетронного распыления графитовой мишени в плазме тлеющего разряда в аргоне без добавления водорода. Температура подложки - 600 °С, давление 20 - 50 мТорр, ВЧ мощность 30 - 190 Вт, подложка - кристаллический кремний, кварц, опал и сапфир.

Проведенный ранее анализ данных спектроскопии комбинационного рассеяния света [1] показал, что УНС представляют собой смесь графита и аморфного углерода. В настоящей работе методом сканирующей электронной микроскопии исследовано влияние материала подложки, её предобработки, давления аргона и ВЧ мощности, на параметры структуры УНС, её эволюцию со временем роста и особенности ориентации УНС на профилированных подложках.

Установлено, что УНС с наименьшей толщиной стенок (несколько нанометров) формировались при минимальной скорости напыления (минимальном давлении 20 мТорр и ВЧ мощности 30 Вт). Формирование УНС происходило в три этапа: образование островковых зародышей и их коалесценция; рост УНС преимущественно в высоту; замедление скорости роста в высоту и увеличение толщины УНС при высоте стенок выше 500 нм. Из-за травления растущей пленки продуктами диссоциации молекул остаточных газов - O₂ и H₂O образование УНС начиналось через ~20 минут после включения разряда и продолжается с нелинейно возрастающей со временем скоростью напыления в течение первых ~10 минут. Дегазация установки путём её предварительного прогрева в течение 3 - 4 часов привела к тому, что рост УНС начинается сразу при включении разряда и происходит с постоянной скоростью напыления. Также обнаружено наличие между подложкой и УНС подслоя, обладающего твердостью, превышающей твердость графита.

Ссылки

1. S.A. Grudinkin and A. Ya. Vinogradov, Fabrication of carbon nanowalls by radio frequency magnetron sputtering of graphite target in argon plasma, Journal of Physics: Conference Series, **1697** (2020), 012108.