

Влияние ионной бомбардировки на формирование углеродных наностенок

Виноградов А.Я.¹, Грудинкин С.А.¹, Баранов М.А.², Царева А.А.³

grudink.gvg@mail.ioffe.ru

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

² Международный научно-образовательный центр физики наноструктур, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

³ ООО "НТЦ тонкопленочных технологий в энергетике", Санкт-Петербург, Россия

Углеродные наностенки (УНС), представляющие собой пластины графена толщиной несколько нанометров, расположенные перпендикулярно поверхности подложки, образуют на подложке трёхмерную структуру с высокой удельной поверхностью и могут применяться при изготовлении автоэмиссионных катодов, газовых сенсоров и биосенсоров, конденсаторов большой емкости, устройств преобразования солнечной энергии, в качестве носителей катализатора и шаблонов для создания наноструктур.

УНС чаще всего осаждают плазмохимическими методами с использованием в качестве рабочего газа газообразные углеводороды и водород. При этом происходит травление аморфной фазы и исключается вторичное зародышеобразование УНС.

Экспериментально доказана возможность получения УНС методом высокочастотного магнетронного распыления графитовой мишени в плазме тлеющего разряда в аргоне без добавления водорода. Травление углеродной пленки в этом методе происходит под действием ионной бомбардировки поверхности растущей пленки. Следовательно, при использовании метода высокочастотного распыления ионная бомбардировка оказывается одним из ключевых факторов формирования УНС.

Были проведены исследования влияния параметров процесса магнетронного распыления на структуру и фазовый состав УНС [1]. Показано, что УНС представляют собой смесь графита и аморфного углерода, а толщина пластин и расстояние между ними меняется от нескольких нанометров до десятка нанометров. Фазовый состав и морфология УНС зависят от давления рабочего газа и высокочастотной мощности.

В настоящей работе методами электронной микроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния света исследовались структурные и морфологические характеристики УНС, полученных высокочастотным (13.56 МГц) распылением графитовой мишени в плазме тлеющего разряда в аргоне, в зависимости от параметров ионной бомбардировки растущей пленки (энергии и потока ионов аргона) в широком диапазоне технологических параметров. Установлено, что морфология УНС зависит только от величины энергии ионов, а их структура определяется энергией и потоком ионов. Повышение энергии ионов, бомбардирующих растущую пленку, приводит к увеличению поверхностной плотности УНС (уменьшению толщины УНС и расстояния между ними) и к росту концентрации структурных дефектов УНС. Повышение потока ионов не влияет на поверхностную плотность УНС, но приводит к увеличению размера бездефектных областей УНС.

Ссылки

1. A.Ya. Vinogradov, S.A. Grudinkin, M.A. Baranov, and V.S. Levitskii, Tech. Phys. (2025) **70**, 260.