

Влияние параметров CVD-синтеза на дефектность малослойного графена

Попов К.М.¹, Новиков М.А.¹, Сысоев В.И.¹, Окотруб А.В.¹

popov@niic.nsc.ru

¹ ИНХ СО РАН, Новосибирск, Россия

Графен находит широкое применение в различных областях, включая транзисторы, сенсоры, фотонику и оптоэлектронику, благодаря своим уникальным физическим, электрическим и оптическим свойствам. Ключевым препятствием для реализации высоких характеристик устройств являются структурные дефекты, в частности — границы зёрен, ухудшающие транспортные и механические параметры материала. [1]. Метод химического осаждения из газовой фазы (CVD) применяется для формирования графена с малой величиной дефектности. Важное значение для CVD-синтеза играют свойства подложки и газодинамические параметры синтеза. В качестве подложек для синтеза часто используются медь и никель.

В данном исследовании синтез осуществлялся на медной фольге (Alfa Aesar, 99.8%) толщиной 25 мкм [2], предварительно обработанной в атмосфере H_2 при температуре 1000–1070 °C для удаления оксидного слоя и увеличения размеров кристаллитов медной фольги [3]. CVD-синтез выполнялся в реакторе замкнутого типа с циркулирующим газовым потоком, где термолиз смеси CH_4/H_2 протекал как при пониженном давлении, так и при атмосферном давлении при использовании аргона в качестве газа-разбавителя. Оптимизация параметров синтеза включала вариации общего давления и соотношения метана к водороду, что позволило минимизировать структурные дефекты формируемых плёнок. Оценено влияние аргона на структуру графеновых плёнок.

Для исследования структуры и свойств полученных материалов образцы графена перенесены раствором методом на поверхность SiO_2/Si , как с использованием, так и без использования полиметилметакрилата. Характеризация образцов выполнялась с привлечением комплекса методов: оптической, растровой и атомно-силовой микроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния света, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии [4]. С помощью микроскопических методов установлена корреляция между температурой отжига, размерами кристаллитов меди и морфологией графена. Установлено, что наибольшее влияние на дефектность графена оказывают температура синтеза и соотношение H_2/CH_4 . Получены оптимальные параметры синтеза, а именно температура 1050 °C и соотношение H_2/CH_4 в диапазоне от 11:1 до 9:1, при которых формируются наименее дефектные структуры. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№24-73-10039).

Ссылки

1. Yanga X., Zhanga G., Prakasha J., Chena Z., Gauthiera M. and Suna S. // International Reviews In Physical Chemistry 2019, 38, 149–199.
2. Rezaei M., Li S., Huang S., Agrawal K.V. // Journal of Membrane Science 2020, 612, 118406.
3. Архипов В.Е., Гусельников А.В., Попов К.М., Гевко П.Н., Федосеева Ю.В., Смирнов Д.А., Булушева Л.Г., Окотруб А.В. // Журнал Структурной Химии 2018. т.59, №4, 2018, стр.792.
4. Bulusheva L.G., Kanygin M.A., Arkhipov V.E., Popov K.M., Fedoseeva Yu.V., Smirnov D.A., Okotrub A.V. // J. Phys. Chem. C 2017, 121, 5108–5114.