

CVD-синтез малослойного графена без переноса

Куркина И.И.¹, Винокуров П.В.¹, Платонов Б.Р.¹, Неустроев Е.П.¹

ii.kurkina@s-vfu.ru

¹ СВФУ им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия

Графен рассматривается как перспективный материал для микро-, оптоэлектроники и спинтроники благодаря высокой подвижности носителей и большой спиновой диффузионной длине, однако его широкое применение сдерживается необходимостью переноса с металлических подложек-катализаторов на целевые диэлектрические подложки, что часто сопряжено разрывами, дефектами и образованием складок. В последнее время активно развиваются подходы прямого CVD-синтеза графена на диэлектриках, в том числе на SiO_2/Si , где показано, что химическое состояние поверхности и присутствие кислорода существенно влияют на нуклеацию и кинетику роста графеновых доменов [1, 2]. Кислородсодержащие центры и вакансии на поверхности SiO_2 могут выступать активными сайтами для адсорбции и разложения углеродсодержащих прекурсоров, что приводит к формированию прерывистых малослойных графеновых пленок с характерным размером зёрен субмикронного масштаба.

В данной работе исследован прямой CVD-синтез малослойного графена на подложках SiO_2 , а также представлен рост на Al_2O_3 и MgO с использованием тонких пленок меди толщиной несколько десятков нанометров в качестве катализатора, а также без них на чистой SiO_2 . Показано, что рост графена протекает как на верхней поверхности медной пленки, так и на границе раздела медь-диэлектрик, что согласуется с моделью диффузии атомов углерода через границы зерен разжиженной металлической пленки. Наличие графеноподобного углеродного слоя на SiO_2 после удаления медного катализатора подтверждено данными спектроскопии комбинационного рассеяния света, атомно-силовой и сканирующей электронной микроскопии. Пленки, полученные на чистой поверхности SiO_2 без тонких пленок металлического катализатора, осаждаются на всю площадь диэлектрика и демонстрируют размер зерен в сотни нанометров, а также сравнимые интенсивности G и D полос на спектре комбинационного рассеяния. Морфологические исследования указывают на формирование шероховатого малослойного покрытия с характерной высотой на уровне нанометров, что важно для последующей интеграции в устройства. Показано, что использование наноструктурированных диэлектрических решеток позволяет пространственно контролировать осаждение графеноподобных слоёв, что открывает возможности для локальной функционализации и интеграции в элементы микро- и оптоэлектроники. Полученные результаты демонстрируют реализуемость подхода прямого CVD-синтеза графеноподобных слоев на диэлектрических подложках с и без тонких медных пленок.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-79-00065, <https://rscf.ru/project/23-79-00065/>

Ссылки

1. P.P. Satheesh, M.S. Kumar, S. Durairaj, N. Raveendran, K. M. Ponnusamy, S.K. Eswaran, M. Prakash, S. Chandramohan, The Journal of Physical Chemistry C (2025), 129, 32, 14390-14401
2. Sh. Xu, L. Zhang, B. Wang, R.S. Ruoff. Cell Reports Physical Science (2021), 2, 4, 100410