

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра энергофизики

УДК 538.911, 538.912, 543.424.2

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА
СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНА НА МЕДНЫХ ПОДЛОЖКАХ

Студента IV курса

Пашинского Артема
Дмитриевича

Научный руководитель

м.н.с., НИЛ энергоэффективных
материалов и технологий кафедры
энергофизики БГУ

Колесов Е.А.

Рецензент

зав. лабораторией, к.ф.-м.н., НИЛ
физики электронных материалов
кафедры физики полупроводников и
наноэлектроники БГУ

Ксенович В.К.

«ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ»

Заведующий кафедрой энергофизики

к.ф.-м.н. доцент _____ М.С. Тиванов

«__» _____ 2018 г.

МИНСК 2018

РЕФЕРАТ

Дипломная работа, 50 страниц, 29 рисунков (графики, иллюстрации), 3 таблицы, 64 источника.

ГРАФЕН, СПЕКТРОСКОПИЯ КРС, СЗМ, ДЕФЕКТЫ, ЧИСЛО ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ, СДВИГ ЛИНИЙ КРС, МЕХАНИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ.

Цель работы — установить структурные свойства выращенного и перенесенного графена на медных подложках методами спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС) и сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). На основании полученных данных определить число графеновых слоев и концентрацию дефектов в материале, а также рассчитать механические напряжения, внедряемые подложками.

Метод исследования — спектроскопия КРС с использованием конфокального спектрометра Nanofinder HE; исследование поверхности подложки методом СЗМ проводилось с помощью сканирующего зондового микроскопа SolverNano.

В результате исследования были получены спектры КРС и карты СЗМ для графена на медных подложках. Определено количество слоев и концентрация дефектов в исследуемой области образца. Рассчитано значение деформации, которое соответствует встроенным механическим напряжениям, создаваемым медной подложкой в выращенном и перенесенном графене. Проанализировано влияние перепадов высоты поверхности подложки на механические напряжения в графене. Составлены гистограммы локальных механических напряжений в образцах.

Степень внедрения — результаты исследования, представленные в дипломной работе, могут быть использованы для учета влияния подложек на структурные свойства графена до и после переноса, что актуально для оптимизации процессов синтеза и переноса данного материала, а также при проектировании и создании устройств наноэлектроники на основе графена, синтезированного с помощью методик, не предусматривающих перенос.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца, 50 старонак, 29 малюнкаў (графікі, ілюстрацыі), 3 табліцы, 64 крыніцы.

ГРАФЕН, СПЕКТРАСКАПІЯ КРС, СЗМ, ЛІК ГРАФЕНОВЫХ СЛАЁЎ, ДЭФЕКТЫ, ЗРУХ ЛІНІІ КРС, МЕХАНІЧНЫЯ НАПРУГІ.

Мэта працы - усталяваць структурныя ўласцівасці выгадаванага і перанесенага графена на медных падкладках метадамі спектраскапіі камбінацыйнага рассеявання святла (КРС) і сканіруючай зондавай мікраскапіі (СЗМ). На падставе атрыманых дадзеных вызначыць лік графеновых слаёў і канцэнтрацыю дэфектаў у матэрыяле, а таксама разлічыць механічныя напружання, якія ўкараняюцца падкладкамі.

Метад даследавання - спектраскапія КРС з выкарыстаннем канфакальнага спектрометра Nanofinder HE; даследаванне паверхні падкладкі метадам СЗМ праводзілася з дапамогай сканавальнага зондавага мікраскопа SolverNano.

У выніку даследавання былі атрыманы спектры КРС і карты СЗМ для графена на медных падкладках. Вызначана колькасць слаёў і канцэнтрацыя дэфектаў у доследнай вобласці. Разлічана значэнне дэфармацыі, якое адпавядае убудаваным механічным высілкам, ствараным меднай падкладкай ў вырашчаным і перанесеным графене. Прааналізаван ўплыў перападаў вышыні паверхні падкладкі на механічныя напружання ў графене. Складзеныя гістаграмы лакальных механічных высілкаў у узорах.

Ступень ўкаранення - вынікі даследавання, прадстаўленыя ў дыпломнай праце, могуць быць выкарыстаны для ўліку ўплыву падкладка на структурныя ўласцівасці графена да і пасля пераносу, што актуальна для аптымізацыі працэсаў сінтэзу і пераносу дадзенага матэрыялу, а таксама пры праектаванні і стварэнні прылад нанаэлектронікі на аснове графена, сінтэзаванага з дапамогай метадык, якія не прадугледжваюць перанос.

SUMMARY

Graduation work 50 pages, 29 pictures (graphics and illustrations), 3 tables, 64 sources.

GRAFEN, RAMAN SPECTROSCOPY, SPM, DEFECTS, NUMBER OF GRAPHENE LAYERS, SHIFT LINES, MECHANICAL STRAIN.

The goal of this research is to establish the structural properties of grown and transferred graphene on copper substrates by the methods of Raman spectroscopy and scanning probe microscopy (SPM). On the basis of the data obtained, to define the number of graphene layers and calculate the mechanical stresses implemented by the substrates.

The method of research is Raman spectroscopy with the use of a confocal spectrometer Nanofinder HE; Substrate surface analysts was carried out using a scanning probe microscope SolverNano.

The research has determined Raman spectra and SPM maps for graphene on copper substrates, the number of layers and the area of defects in the inspected sample. The stress value corresponding to the built-in mechanical stresses created by the copper substrate in the grown and transferred graphene has been calculated. The impact of the height differences of the substrate surface on graphene mechanical stresses has been analyzed. Histograms of local mechanical stresses in the samples has been made.

The degree of implementation – the results of the research may be used for considering the influence of substrates on graphene's structural properties, which is relevant for the improvement of the processes of synthesis and transporting of the material, as well as for designing and building of nanoelectronic graphene based devices synthesized without graphene transportation.