

ВЛИЯНИЕ ПРОПУСКАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ФОНОННЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНА НА SiO₂/Si И Al₂O₃

^aКолесов Е.А., ^aТиванов М.С., ^aКоролик О.В., ^aСвито И.А., ^aАнтонович А.С.,
^{b,c}Капитанова О.О., ^dПанин Г.Н.

^aБелорусский государственный университет, Минск, Беларусь

^{b,c}Центр фотоники и двумерных материалов, Московский физико-технический институт,
Долгопрудный, Россия

^{cd}Химический факультет, Московский государственный университет им. М. В.
Ломоносова, Москва, Россия

^dИнститут проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН,
Черноголовка, Россия

Актуальность изучения графена обусловлена его уникальными физическими свойствами, делающие его перспективным для ряда различных приложений [1, 2]. Экспериментальный графен синтезирован химическим осаждением из газовой фазы на подложки Cu при температуре 1020 °С, с использованием ПММА перенесён на подложки SiO₂/Si и Al₂O₃ с предварительно изготовленными с помощью фотолитографии контактными площадками на основе Au (60 нм) с подслоем Cr (5 нм). Для анализа фоновых и электронных свойств графена производились измерения спектров комбинационного рассеяния света (КРС) с одновременным измерением вольтамперных характеристик (ВАХ) в диапазоне от 20 В до -20 В в два цикла в вакууме (<5×10⁵ мбар).

В первом цикле ВАХ для всех образцов наблюдалось выраженное скачкообразное повышение электрического сопротивления до максимальных значений 941,7 и 730,5 Ом при напряжениях в 14 и 18 В для графена на SiO₂/Si и Al₂O₃, соответственно (второе повышение в случае SiO₂/Si было до 336,6 Ом при -16 В), с последующим снижением до первоначальных значений. Это указывает на наличие конкуренции между снижением расстояния графен-подложка (конформация) и десорбцией легирующих адсорбатов из-за Джоулева нагрева. Сопротивление графена на SiO₂/Si после первого цикла уменьшилось с 473,4 до 288,6 Ом (преобладание десорбции) и увеличилось до 360,3 Ом в конце второго цикла (преобладание конформации). Для Al₂O₃, сопротивление увеличивалось с 175,9 Ом (в начале 1 цикла) до 283,3 Ом (конец 1 цикла) и до 320,0 Ом (конец 2 цикла), что свидетельствует о более выраженной конформации в этом случае. Форма кривых ВАХ для 2 цикла во всех случаях качественно соответствовала литературным данным [3, 4].

В результате одновременных измерений КРС получены зависимости положений линий ω_G , ω_{2D} , и соотношения интенсивностей I_{2D}/I_G от напряжения. Первый локальный минимум на всех зависимостях ω_G , ω_{2D} достигался раньше по напряжению в случае подложки Al₂O₃, при сдвигах больше на ~4-13 см⁻¹. Вторые локальные минимумы примерно соответствовали друг другу по напряжению и демонстрировали разницу сдвигов ~ 2 см⁻¹. Зависимость I_{2D}/I_G , нелинейно связанная с концентрацией носителей заряда в графене [5], показывала выраженный спад при первом увеличении напряжения, что соответствует снижению расстояния графен-подложка. Параллельные измерения КРС показали постепенное увеличение концентрации дырок в процессе обработки с общим средним значением $\Delta p \sim 3,0 \times 10^{12}$ см⁻³ для графена на SiO₂/Si и $\Delta p \sim 7,9 \times 10^{12}$ см⁻³ – для случая Al₂O₃.

Библиографические ссылки

1. Novoselov K.S. et. al. / Science. 2004. Vol. 306. P. 666–669.
2. Randviir E.P. et. al. / Mater. Today. 2014. Vol. 17. P. 426–432.
3. Hertel S. et. al. / Appl. Phys. Lett. 2011. Vol. 98. P. 212109.
4. Sojoudi H. et. al. / J. Vac. Sci. Technol. B. 2012. Vol. 30. P. 041213.
5. Beams R. et. al. / J. Phys. Cond. Matt. 2015. Vol. 27. P. 083002.