

Изготовление образцов для транспортных измерений из CVD графена и измерение их транспортных свойств.

А. И. Бердюгин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт физики твёрдого тела РАН

<sup>2</sup> Московский физико-технический институт (государственный университет)

Графен — первый двумерный кристалл, полученный в 2004ом году [1][2], за исследование которого в 2010 году была присуждена Нобелевская премия. Впервые графен был получен методом отслоения атомных плоскостей графита [1][2]. Со временем появились различные способы изготовления графена такие как: выращивание графена на подложках карбида кремния SiC [3], химическое осаждение углерода на подложку меди (CVD) [4] и другие методы. Графен интересен прежде всего своими носителями заряда, которыми в графене являются безмассовые Дираковские фермионы [2]. В виду их малой концентрации (относительно нормального металла), транспортные свойства графена удобно контролировать при помощи заднего затвора [1].

Целью данной работы было освоение методики изготовления образцов для транспортных измерений из CVD графена и измерения их транспортных свойств.

Изготовление образцов происходило в несколько этапов:

- 1) Оптическая литография для контактов
- 2) Напыление контактов Cr/Au
- 3) Оптическая литография для травления
- 4) Травление графена в кислородной плазме

Измерения транспортных свойств графена проводились при гелиевой температуре. Было обнаружено, что после фабрикации графен оказывался сильно легированным (концентрация носителей определялась по положению максимума сопротивления при изменении напряжения на заднем затворе) (более 30 вольт) (рис 1.) и обладал низкой подвижностью ( $100 \text{ см}^2/(\text{В с})$ ) относительно литературных данных [5]. Кроме того, сопротивление образцов не реагировало на магнитное поле.

Такое поведение образцов может быть связано с наличием на поверхности графена остатков резиста, не смывшегося после фотолитографии и других загрязнений [6].

Для очищения поверхности был использован метод отжига током [7], плюсом которого является возможность не вынимать образец из вставки для транспортных измерений во время отжига. В результате наблюдалось заметное улучшение транспортных свойств (рис2).

В магнитном поле удалось наблюдать осцилляции Шубникова — да Гааза. (рис 3, 4).

### Литература

1. K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva, and A. A. Firsov, Science 306, 666 (2004).
2. K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, M. I. Katsnelson, I. V. Grigorieva, S. V. Dubonos, and A. A. Firsov, Nature 438, 197 (2005).
3. Berger, C.; Song, Z. M.; Li, X. B.; Wu, X. S.; Brown, N.; Naud, C.; Mayou, D.; Li, T. B.; Hass, J.; Marchenkov, A. N.; Conrad, E. H.; First, P. N.; de Heer, W. A. Electronic Confinement and Coherence in Patterned Epitaxial Graphene. Science 2006, 312, 1191–1196.
4. Stankovich, S.; Dikin, D. A.; Dommett, G. H. B.; Kohlhaas, K. M.; Zimney, E. J.; Stach, E. A.; Piner, R. D.; Nguyen, S. T.; Ruoff, R. S. Graphene-based Composite Materials. Nature 2006, 442, 282–286.
5. [http://bgtmaterials.com/products\\_grat\\_filmtm.php](http://bgtmaterials.com/products_grat_filmtm.php) Gratom-M-Si-01x4
6. Yung-Chang Lin†, Chun-Chieh Lu†, Chao-Huei Yeh†, Chuanhong Jin‡, Kazu Suenaga‡, and Po-Wen Chiu\*† graphene annealing: How Clean Can It Be? NanoLetters.
7. J Moser, A. Barreiro and A. Bachtold, Applied physics letters 91, 163513 (2007)

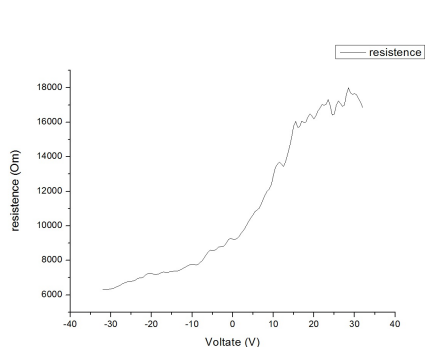


Рис 1. Зависимость сопротивления образца от напряжения на заднем затворе при гелиевой температуре (до отжига)

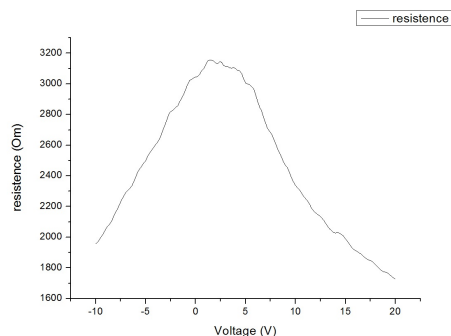


Рис 2. зависимость сопротивления образца от напряжения на заднем затворе при гелиевой температуре (после отжига)

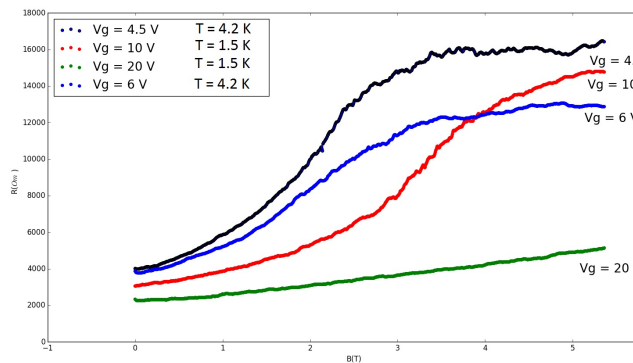


Рис 3. Зависимость сопротивления от магнитного поля при различных напряжениях на заднем затворе

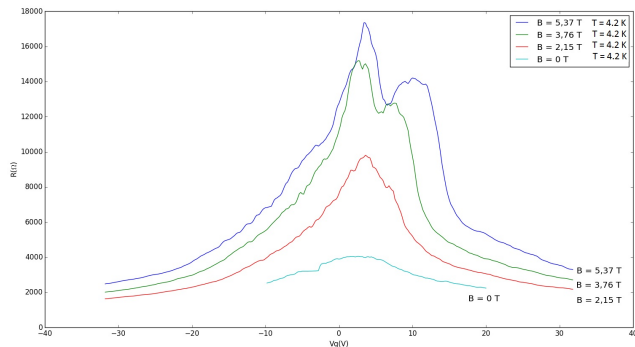


Рис 4. Зависимость сопротивления от напряжения на заднем затворе в различных магнитных полях