

Гужанков Евгений Геннадьевич

студент

Шаронина Ирина Сергеевна

студентка

ФГБОУ ВО «Омский государственный

технический университет»

г. Омск, Омская область

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ГРАФЕНЕ

Аннотация: в данной статье рассмотрены полупроводниковые транзисторы, представлены опыты реализации этих устройств на основе графена.

Ключевые слова: графен, электроника, микроэлектроника, транзистор, полупроводники.

Транзистор – это многофункциональный электронный элемент, созданный из полупроводниковых материалов. Именно транзисторы являются теми элементами, которые приводят в действие функции электронных схем.

Одним из перспективных материалов для производства транзисторов является одноатомный слой молекул углерода – графен, бурное исследование свойств которого ведётся с момента лабораторного получения и воспроизведения его структуры в 2004 году [1].

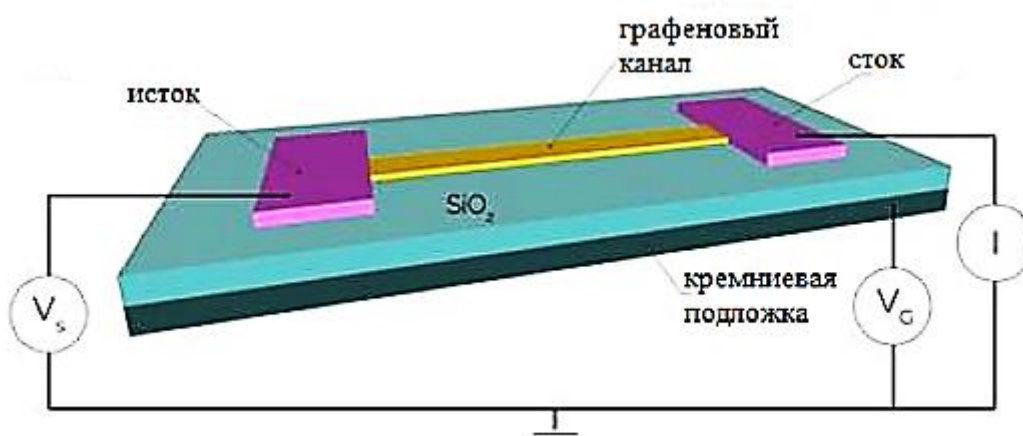


Рис. 1. Структура графенового транзистора [2]

Такая структура обладает следующими достоинствами:

- повышенная чувствительность, что может найти применение в датчиках;
- высокая проводимость, обусловленная большой подвижностью носителей заряда;
- меньше молекулярных дефектов.

Двумерная структура графена имеет ряд преимуществ по сравнению с объемными полупроводниками.

Проводимость полевых графеновых транзисторов достигает уровней, превышающих $100\,000\text{см}^2\text{В}^{-1}\text{с}^{-1}$ [3].

Поскольку большинство полупроводниковых транзисторных датчиков являются трехмерными, изменения электрического заряда на поверхности всегда проникают глубже в устройство. Это может резко ограничить чувствительность устройства. С другой стороны, поскольку графен имеет толщину только одного атома углерода, весь канал теперь находится на поверхности, что непосредственно подвергает канал воздействию любых молекул, присутствующих в окружающей среде.

Эта чувствительность была показана учеными из Манчестерского центра мезонауки и нанотехнологий, которые доказали, что датчики микрометрового размера, изготовленные из графена, способны обнаруживать отдельные молекулы газа, присоединяющиеся или отрывающиеся от поверхности [4].

GFET обычно изготавливают на подложке Si / SiO₂ с металлическими контактами. Сам графен наносится на пластину путем химического осаждения. Первым шагом является разложение источника углерода при высоких температурах. Затем атомы углерода осаждаются на подложке, в виде кристаллической решетки.

На обеих стадиях производственного процесса требуется использование катализатора для снижения требуемой эффективной температуры с 2500 °С до более управляемой 1000°С. Используя этот метод, получают слой графена за пять минут. Однако необходимо избегать проникновения примесей катализатора в графен.

Слой графена переносится с подложки и накладывается на пластину, которая обычно изготовлена из кремния. Далее металлические электроды наносятся на графен методом литографии. Последующие операции литографии используются для придания графену нужных размеров и формы.

Долгое время реализации транзисторов на графене препятствовало отсутствие в его зонной структуре запрещённой зоны. Это приводит к большим токам утечки [5].

Список литературы

1. Novoselov K.S. Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films / K.S. Novoselov // Science. – 2004. – 22 окт. – С. 666–669.
2. Ultrahigh-mobility graphene devices from chemical vapor deposition on reusable copper / L. Banszerus, M. Schmitz, S. Engels, J. Dauber, M. Oellers, F. Haupt, K. Watanabe, T. Taniguchi, B. Beschoten, Ch. Stampfer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://advances.sciencemag.org> (дата обращения: 22.12.2018).
3. Graphene Transistors – GFET – Graphene Fiel Effect Transistors – Graphenea [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.graphenea.com> (дата обращения: 22.12.2018).
4. Schedin F. Detection of individual gas molecules adsorbed on grapheme / F. Schedin, A.K. Geim, S.V. Morozov, E.W. Hill, P. Blake, M.I. Katsnelson, K.S. Novoselov // Nature Materials. – 2007. – 29 июля – С. 652–655.
5. Юдинцев В. Графен. Нанoeлектроника стремительно набирает силы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.electronics.ru> (дата обращения: 22.12.2018).