

ЭЛЕКТРОСТАТИКА ГРАФЕНОВОЙ ТРАНЗИСТОРНОЙ СТРУКТУРЫ

В.В. Мельникова, Д.А. Подрябинкин, А.Л. Данилюк

Графен рассматривается как перспективный материал для полевых транзисторов, несмотря на отсутствие запрещенной зоны, не позволяющей напрямую применять его в цифровой электронике. Однако имеющиеся его преимущества, такие как высокая подвижность и чувствительность к эффекту поля привлекает внимание исследователей для его использования в качестве элемента аналоговых электронных схем. В связи с развитием графеновой электроники встает задача проектирования высокоскоростных графеновых транзисторов. Характеристики таких транзисторов помимо свойств самого графена существенно определяются параметрами диэлектрика, подложки, а также межфазных границ, т.е. интерфейсами электрод / графен, графен / подзатворный диэлектрик, графен / подложка. Это требует помимо развития технологии получения самого графена и создания графеновых транзисторных структур также разработки моделей функционирования полевых графеновых транзисторов, подобных существующим для кремниевых транзисторов. В работе представлены результаты моделирования электрофизических параметров графеновой транзисторной структуры в условиях электростатики, в отсутствие переменного сигнала. В этом случае приложение потенциала полевого электрода эквивалентно смещению электрохимического потенциала, что приводит к изменению электрофизических параметров графеновой структуры, таких как концентрация носителей заряда, квантовая емкость, емкости канала и затвора [1, 2]. Исходя из условия электронейтральности транзисторной структуры с затвором, записано интегральное уравнение электростатики графенового канала [2], с помощью которого вычислены зависимости электрохимического потенциала, концентрации электронов и дырок, а также квантовой емкости от изменения потенциала полевого электрода, емкости подзатворного диэлектрика, плотности интерфейсных состояний на границе графен / диэлектрик. Показано, что при определенной величине плотности интерфейсных состояний зависимости электрофизических параметров графена от потенциала полевого электрода претерпевают скачкообразный переход из одного устойчивого состояния в другое. Также рассмотрены особенности спин-орбитального взаимодействия, индуцированного тяжелыми атомами в графене, которые обуславливают спин-зависимые процессы переноса в графеновой транзисторной структуре, определяющие функционирование спинового транзистора.

Литература

1. Schwierz F. Graphene Transistors // Nature Nanotech. 2010. Vol. 5. P.487–496.
2. Zebrev G.I. Graphene Field Effect Transistors: Diffusion-Drift Theory / in “Physics and Applications of Graphene-Theory”. InTech, 2011. P. 476–498.