

СХЕМА ГЕНЕРАЦИИ ПОТОКА ОТРИЦАТЕЛЬНО ЗАРЯЖЕННЫХ МОЛЕКУЛ НА ИЗОГНУТЫХ ЛИСТАХ ГРАФЕНА

Поклонский Н.А., Раткевич С.В., Вырко С.А., Власов А.Т.

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Для ряда задач высокоэнергетической ионной имплантации, ускорительной масс-спектрометрии, сверхколлимированных пучков ионов и других требуется разработка источников отрицательных ионов [1]. Обозначим некоторые подходы к получению потоков ионов и электрически нейтральных радикалов. Так, предложена методика удаления десорбированных (с инженерных поверхностей ускорительных устройств) ионов из общего потока ионов фильтром, который пропускает от источника к детектору только газофазные ионы и задерживает десорбированные благодаря разнице их кинетических энергий [2]. При этом необходимо учитывать взаимодействие адсорбата (молекулярного иона) с поверхностью ионного фильтра (например, из кристаллического полупроводника), которое приводит к изгибу зон разрешенных значений энергии, и далее — к пиннингу уровня Ферми на поверхности полупроводника [3]. На основе модели регибридизации (из-за сдвига sp^2 -гибридизации на каждом узле гексагональной решетки графена) показано [4], что нормальная к поверхности графенового листа электрическая поляризация (в виде двойного электрического слоя) зависит от кривизны листа, причем электронный заряд π -связей атомов углерода «перетекает» на выпуклую сторону листа. При прокачке водяного пара между обкладками электрического «конденсатора» (в виде двух одинаково изогнутых электропроводящих листов графена) водяной пар на выходе из конденсатора обогащается электрически нейтральными радикалами (OH^0) и молекулами водорода [5].

В данном сообщении предлагается простая схема получения потока отрицательно заряженных молекул из потока электрически нейтральных молекул при их перезарядном взаимодействии с изогнутыми в противоположные стороны двумя электропроводящими листами графена. Два изогнутых в виде сопла Лавалья графеновых листа (выпуклых друг к другу) электромеханически закреплены по краям на двух плоских подложках из химически инертного металла (см. также [5]). Подложки подключены к внешнему источнику постоянного электрического напряжения: отрицательный потенциал подан на две подложки (катоды), а на расположенный вдали от катодов (перпендикулярно потоку молекулярных ионов) анод в виде металлической сетки подан положительный потенциал.

На изогнутых листах графена возникает локальный электрический дипольный момент за счет асимметрично вытянутых π -связей атомов углерода (направление дипольного момента определяется плотностью π -электронных состояний, которая больше с выпуклой стороны графенового листа [6]). Поэтому изогнутая графеновая поверхность оказывается химически реактивно способной для соединения с частично положительно заряженными атомами водорода в молекулах воды [5, 6]. При этом в молекулах наименьший незаполненный электронами уровень энергии (относительно уровня энергии вакуума) должен быть расположен ниже, чем наивысший уровень энергии заполненных электронами π -состояний s - или v -зоны изогнутого графена, что и делает возможным переходы электронов из графена на молекулы и образование из них отрицательных ионов.

Библиографические ссылки

1. Дудников В.Г. / УФН. 2019. Т. 189. С. 1315–1351.
2. Лукин В.Г., Хвостенко О.Г. / УФН. 2020. Т. 190. С. 525–538.
3. Киселев В.А. / ФТТ. 1991. Т. 33. С. 3070–3076.
4. T. Dumitrică et al. / Chem. Phys. Lett. 2002. Vol. 360. P. 182–188.
5. Poklonski N.A. et al. / Int. J. Nanosci. 2019. Vol. 18. P. 1940008 (1–5).
6. Gao X. et al. / Phys. Chem. Chem. Phys. 2011. Vol. 13. P. 19449–19453.