

Газочувствительные пленки на основе углеродных нанотрубок.

Баталова Мария Замировна¹, Петров Виктор Владимирович²

Студент¹, к.т.н²

Таганрогский технологический институт Южного Федерального университета, Таганрог, Россия.

E-mail: vvpetrov@fib.tsure.ru

Внедрение и развитие автоматизированных систем производства приводит к необходимости создания эффективных систем мониторинга окружающей среды. Одной из таких систем является система контроля атмосферного воздуха в производственных помещениях. Первой ступенью этих систем регистрирующей сигнал являются сенсоры газов. Наиболее важным является создание функционального слоя сенсоров. В последнее время, в связи с развитием нанотехнологий и получением различных наноматериалов, ученые обратили внимание на углеродные нанотрубки (CNT) как на материал для газочувствительных пленок.

Использование CNT как газочувствительного материала стало возможным благодаря их полупроводниковым свойствам. Действие газов на пленку из CNT вызывает адсорбцию молекул газа на поверхности нанотрубок. Как результат происходит изменение поверхностного сопротивления. Объясняется это тем, что CNT (как одностенные (SWNT), так и многостенные (MWNT)) проявляют свойства полупроводников p – типа. Например, если на CNT действует газ акцептор электронов (диоксид азота), то электроны переходят с поверхности нанотрубок к молекулам газов, происходит увеличение концентрации дырок, как следствие приближение уровня Ферми к валентной зоне и уменьшение сопротивления.

Сенсоры на основе CNT показывают достаточно высокую чувствительность. Очень важным является то, что такие сенсоры способны работать при комнатной температуре. Результаты исследований показывают возможность определения концентраций порядка десятков ppm.

Однако, прибегая к различным видам воздействия на CNT можно повысить чувствительность пленок. Можно выделить два типа воздействия. Первый тип это термическое воздействие на пленку. Такое действие разделяется на три вида: 1) сенсор нагревают в азоте от 25°C до 200°C (5°C/мин), затем охлаждают до комнатной температуры; 2) аналогично предыдущей, только вместо азота использовался атмосферный воздух; 3) сенсор нагревается до 300°C (5°C/мин), выдерживается при этой температуре в течении 24ч.

Второй тип это действие плазмы кислорода. В ходе данного процесса в результате действия радикалов и электронов, находящихся в пределах плазмы, происходит разрыв связи C-C и образуются различные функциональные группы (-OH, -C=O). Наличие таких функциональных групп оказывает действие на чувствительность и избирательность пленок. Например, пленки с большей концентрацией –C=O на поверхности нанотрубок определяют концентрацию диоксида азота равную 500ppb, но не чувствительны к аммиаку.

Отдельно следует обратить внимание на зависимость чувствительности пленок от формы и расположения нанотрубок. В результате проведенных исследований оказалось, что пленки из петлевидных MWNT более чувствительны, чем из спиралевидных. Упорядоченное расположение SWNT в пленке увеличивает и чувствительность, очевидно благодаря более равномерному доступу молекул газа к поверхности CNT, что не возможно при хаотичном расположении нанотрубок.

Следует так же отметить недостатки сенсоров с газочувствительным слоем из CNT. Главный недостаток - время восстановления. В таких сенсорах возврат к начальному сопротивлению занимает достаточно много времени, порядка нескольких часов.