



Новые Материалы

Contribution ID : 25

Type : not specified

ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ПЛЁНКИ ОКСИДОВ МЕДИ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОДНОСТЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ, ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПАРОВ АЦЕТОНА

Пары ацетона являются одним из ключевых маркеров диабета в выдыхаемом человеком воздухе, их пороговая концентрация для диагностики составляет 1,2-2,0 ppm. Разработка высокочувствительных сенсоров, способных детектировать пары ацетона при комнатной температуре, является актуальной задачей медицинской диагностики. Среди полупроводниковых металлооксидов особое внимание привлекают оксиды меди (I) и (II), благодаря их узкой запрещенной зоне и высокой концентрации кислородных вакансий. Введение углеродных наноматериалов, в частности одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ), в пленки оксидов меди способствует снижению рабочей температуры детектирования за счет формирования гетеропереходов, увеличения эффективной поверхности и появления дополнительных активных центров [1, 2]. В связи с этим, в данной работе приведены результаты исследования чувствительности меднооксидных и модифицированных ОУНТ пленок к низким концентрациям паров ацетона при комнатной температуре. Пленки меди наносили на стеклянные подложки методом терморезистивного напыления с последующим отжигом при 250 °C (для Cu_2O) и 400 °C (для CuO) в течение 10 мин. ОУНТ осаждали центрифугированием (четыре слоя). Пары ацетона концентрацией 0,7 и 2,8 ppm создавали в газ-зосмесительной системе, сопротивление регистрировали стендом Keithley 2400. При концентрации 0,7 ppm на пленках Cu_2O и $\text{Cu}_2\text{O}/\text{ОУНТ}$ наблюдается рост сопротивления, характерный для p-типа полупроводников. Газочувствительность пленки Cu_2O составила 1,1%, тогда как для $\text{Cu}_2\text{O}/\text{ОУНТ}$ – 5,1% (время отклика 835 с). Эффект объясняется окислением ацетона, высвобождающим электроны, которые рекомбинируют с дырками. Для пленки $\text{CuO}/\text{ОУНТ}$ при той же концентрации чувствительность достигла 4,8% (время отклика 1150 с), однако после прекращения подачи газа сопротивление не восстанавливается полностью, что указывает на неполную обратимость. При повышении концентрации ацетона до 2,8 ppm характер отклика пленки $\text{CuO}/\text{ОУНТ}$ меняется на противоположный (см. рисунок 1).

Рисунок 1. Зависимость электрического сопротивления пленки $\text{CuO}/\text{ОУНТ}$ от времени выдержки в парах ацетона с концентрацией 2,8 ppm

Как видно из рисунка 1, газочувствительность составила 5,6%, время отклика – 305 с. Смена знака отклика (падение сопротивления) свидетельствует об инверсии типа проводимости в приповерхностном слое. Интенсивный поток электронов при окислении ацетона превышает концентрацию дырок, уровень Ферми поднимается, и на поверхности формируется тонкий электронный канал n-типа. Таким образом, покрытие меднооксидных пленок ОУНТ повышает чувствительность к парам ацетона по сравнению с чистыми оксидами. Установлено концентрационно-зависимое p-n-переключение в пленке $\text{CuO}/\text{ОУНТ}$, что открывает возможность создания селективных сенсоров, различающих концентрацию ацетона по знаку сигнала. Порог переключения между 0,7 и 2,8 ppm лежит вблизи диагностических значений для диабета 1-го типа, что делает $\text{CuO}/\text{ОУНТ}$ перспективными для неинвазивного скрининга.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 26-29-20277 и Чувашской Республики.

1. Han X., Zhang K., Liu J., Wang X., Liu F., Lu G. Facile Synthesis of Cu_2O Octahedral and Cubic

- Nanocrystals and Their Acetone Sensing Properties. Physica Status Solidi (A) – Applications and Materials Science. 2017. V. 214. № 6. P. 1600904.
2. Zhang J. et al. Low-temperature acetone gas sensor based on CuO/CNT hetero-structure. Nanoscale Research Letters. 2020. V. 15. P. 40.

Primary author(s) : Mr. СМИРНОВ, Александр

Presenter(s) : Mr. СМИРНОВ, Александр