

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ НАНОСТРУКТУРОВАНОГО ZnO ДО ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Кулик А.О., НУЦЗУ
НК – Мінська Н.В., д.т.н., доц., НУЦЗУ

Газові датчики на основі одновимірних наноструктур ZnO останнім часом привертають велику увагу завдяки своїй високій чутливості та низькому енергоспоживанню [1, 2]. Особливо наностержні ZnO широко використовуються для виявлення газів низької концентрації завдяки діапазону змін провідності, реакції як на окисні, так і відновні гази, а також високочутливих і селективних властивостей.

Оксид цинку кристалізується у двох основних формах: гексагональному вюрциті та кубічній цинковій обманці. При нормальному тиску й температурі навколишнього середовища ZnO кристалізується у структурі вюрциту. Оксид цинка має широку заборону зони (3,37 eV) та велику енергію зв'язку ексітону (60 meV) [3], що є великою перевагою серед інших оксидів металів. До складу ZnO входять недорогі екологічно чисті компоненти, нетоксичні [4], які у поєднанні дозволяють виявляти гази низької концентрації, такі як етанол, бензол, оксид азоту, рідкий нафтовий газ та інші види. Оскільки ZnO є хіміо-резистивним сенсором, зміна його опору сильно залежить від присутності хемосорбованих іонів кисню. Крім того, молекули кисню адсорбуються на поверхні ZnO в присутності атмосферного повітря. Таким чином, їх утворення відбувається за рахунок вилучення електронів із зони провідності ZnO, що збільшує опір ZnO. Коли відновні гази взаємодіють з хемосорбованими іонами кисню на поверхні ZnO, відбувається зменшення опору, оскільки іони кисню віддають вільні електрони до зони провідності ZnO.

Для визначення чутливості зразків до встановленого газового середовища, а саме 100 ppm CO, були проведені дослідження зразків при відносній вологості 50 %. Відомо, що після однієї години перебування в приміщеннях, повітря яких містить лише 0,1 % CO людина втрачає свідомість. При концентрації CO в приміщеннях на рівні 0,5 % настає смертельне отруєння через 20 хвилин, а за вмісту 1 % – через хвилину. Концентрації були обрані в діапазоні, який становить інтерес для звичайних стандартів якості повітря. Під час знаходження в повітрі, молекули кисню, адсорбуються на поверхні ZnO, захоплюючи електрони із зони провідності, що призводить до утворення виснаженого шару і, таким чином, збільшує опір сенсора. Встановлено, що чутливість до відновних газів можна підвищити за рахунок збільшення робочої температури газового сенсора.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gurav K.V., Deshmukh P.R., Lokhande C.D. LPG sensing properties of Pd-sensitized vertically aligned ZnO nanorods. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2011;151(2). P. 365–369. DOI: 10.1016/j.snb.2010.08.012
2. Pawar R.C., Shaikh J.S., Suryavanshi S.S., Patil P.S. Growth of ZnO nanodisk, nanospindles and nanoflowers for gas sensor: Ph dependency. *Current Applied Physics*. 2012;12(3):778-783. DOI: 10.1016/j.cap.2011.11.005
3. Jia, X., Fan, H., Afzaal, M., Wu, X. & Brien, P. O. Solid state synthesis of tin doped ZnO at room temperature: characterization and its enhanced gas sensing and photocatalytic properties. *J. Hazard. Mater.* 193, (2011). P 194–199 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21813237/>
4. Dar, G. N. et al. Ce-doped ZnO nanorods for the detection of hazardous chemical. *Sens. Actuators B* 173, 2012. P. 72–78.