

POPULARNONAUKOWY OPIS BADAŃ

„Optymalizacja technologii wytwarzania nanowarstw dwutlenku cyny SnO₂ o jak największej powierzchni wewnętrznej pod kątem ich zastosowań sensorowych”

Procesy adsorpcji molekuł gazów na powierzchni ciała stałego odgrywają kluczową rolę m.in. w mechanizmie sensorowym będącym podstawą działania urządzeń do monitorowania składu otaczającej atmosfery gazowej, w tym zwłaszcza gazów toksycznych lub niebezpiecznych (wybuchowych).

W ostatnich latach w sensoryce gazów opartej na strukturach rezystancyjnych obserwuje się powszechny wzrost zainteresowania materiałami sensorowymi w nanoskali, co wynika przede wszystkim z zaobserwowanej poprawy ich podstawowych parametrów użytkowych, w tym zwłaszcza ich czułości na wybrane gazy, oraz z przekonania, że ich wykorzystanie może się przyczynić do jeszcze szybszego rozwoju sensoryki.

Jednym z najbardziej powszechnie stosowanych materiałów sensorowych jest dwutlenek cyny (SnO₂). Pomimo wielu lat intensywnych badań nad nanostrukturami SnO₂ w dalszym ciągu główną wadą i tym samym podstawowym nierozwiązanym problemem sensorów opartych na SnO₂ są ich słabe charakterystyki dynamiczne, tzn. stosunkowo długie czasy z jednej strony odpowiedzi na dedykowany gaz, a z drugiej – stosunkowo wolna regeneracja materiału po zakończeniu ekspozycji w gazie. Podstawową przyczyną takiego stanu rzeczy jest prawdopodobnie niedostateczne (słabe) rozwinięcie powierzchni wewnętrznej dotychczas powszechnie wykorzystywanych form SnO₂ będących w kontakcie z otaczającymi molekułami gazu. Dlatego celem planowanych badań w ramach zgłaszanego projektu jest próba rozwiązania kluczowego problemu w sensoryce gazów, jakim jest niedostatecznie rozwinięta powierzchnia wewnętrzna materiału sensorowego będąca przyczyną w/w słabych charakterystyk dynamicznych sensorów gazu (czasów ich odpowiedzi/regeneracji).

Rozwiązanie powyższego problemu będzie możliwe poprzez zastosowanie nowych, oryginalnych w skali światowej i opracowanych w Politechnice Śląskiej w Gliwicach metod technologicznych otrzymywania nowej generacji nanostruktur (nanowarstw) SnO₂. Pierwsza z nich nazwana wzrostem reotaksjalnym z utlenianiem próżniowym (z ang. Rheotaxial Growth and Vacuum Oxidation – RGVO) stanowi autorską modyfikację metody reotaksjalnego wzrostu z utlenianiem termicznym (RGTO - Rheotaxial Growth and Thermal Oxidation), której główna wada polega na otrzymywaniu silnie zaglomerowanych warstw powstałych z posklejanych nanoziaren. Druga technika nazwana odparowaniem termicznym z utlenianiem próżniowym (z ang. Thermal Evaporation and Vacuum Oxidation - TEVO) jest modyfikacją znanej w literaturze metody odparowania termicznego (TE) sproszkowanego SnO₂. Na podstawie prac wstępnych otrzymanych w Politechnice Śląskiej w Gliwicach wykazano, iż podstawową przewagą planowanych metod, w stosunku do innych pierwowzorów jak również innych technik wytwarzania nanostruktur jest z jednej strony możliwość otrzymywania izolowanych nanoziaren SnO₂, a z drugiej – dokładna kontrola właściwości chemicznych nanoszonych warstw SnO₂, w tym zwłaszcza poziomu niekorzystnych zanieczyszczeń powierzchniowych, które silnie wpływają na pracę sensora.

W związku z powyższym, do kontroli morfologii powierzchni nowo osadzonych nanowarstw RGVO i TEVO SnO₂, w tym zwłaszcza kształtów i rozmiarów ziaren determinujących wielkość ich powierzchni wewnętrznej będzie wykorzystywana metoda mikroskopii sił atomowych (AFM) oraz skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Natomiast do dodatkowej kontroli czystości oraz składu chemicznego zostanie wykorzystana metoda rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronowej wraz z profilowaniem jonowym (XPS+DP). Następnie, dla tak zoptymalizowanych pod względem jak największej powierzchni wewnętrznej nanowarstw SnO₂, zostaną przeprowadzone badania ich charakterystyk sensorowych w atmosferze gazów toksycznych, takich jak m.in. dwutlenku azotu NO₂. Badania te dodatkowo pozwolą przeprowadzić analizę porównawczą zaproponowanych rozwiązań technologicznych wytwarzania nanowarstw SnO₂ o jak najlepszych sensorowych parametrach użytkowych w aspekcie zastosowań do detekcji wybranych gazów toksycznych.

Rozwiązanie podstawowego problemu stosunkowo wolnej odpowiedzi sensorów, do którego niewątpliwie przyczynią się rezultaty prac uzyskane w ramach projektu, będzie stanowić znaczący wkład w rozwój szeroko rozumianej sensoryki, która już w istotny sposób przyczyniła się do ewidentnej poprawy warunków życia społeczeństw przez eliminację m.in. zagrożeń przemysłowych.