

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Projektowanie, wytwarzanie jak również rozwój nowych nanomateriałów dla urządzeń fotonicznych takich jak biosensory optyczne jest niezwykle ważnym wyzwaniem nowoczesnej nauki i wyrafinowanych technologii w porównaniu do konwencjonalnych urządzeń mikro- i nanoelektronicznych. Biosensory optyczne są atrakcyjne z powodu małych rozmiarów, lekkości czy mobilności. Ponadto urządzenia te nie wymagają zasilania elektrycznego oraz charakteryzują się wysoką dokładnością i precyzją detekcji. Wydajność nanomateriałów stosowanych do budowy biosensorów optycznych związana jest głównie z wysokim stosunkiem powierzchni do objętości. Duża powierzchnia właściwa, jej funkcjonalność, porowatość, topografia oraz morfologia w znacznym stopniu poprawiają zdolność wykrywania poszukiwanego materiału (np. analitu), jak również wzmacniają siłę jego adsorpcji na powierzchni biosensora. Ze względu na niezwykle interesujące efekty ograniczenia kwantowego, nanomateriałem stosowanym do celów katalitycznych, jako sensory, baterie jonowo-litowe, jak również do wykrywania kwasów nukleinowych (DNA) był porowaty krzem (PSi). Struktura tego typu pokryta jest tlenkami metali (Metal Oxides-MOx), których główną funkcją jest polepszenie lub generowanie nowych właściwości struktury PSi/MOx. Zaprojektowanie oraz wytworzenie nanokompozytów typu PSi/MOx, jak również badania ich właściwości fizyko-chemicznych przyczynią się do rozwoju nowych materiałów funkcjonalnych z dużą powierzchnią czynną, jak również zaawansowanymi właściwościami dla zastosowań w biofotonice, nanoelektronice.

Hipoteza badawcza zakłada polepszenie właściwości elektrycznych i optycznych urządzeń zbudowanych w oparciu o ZnO poprzez użycie wysoce porowatego krzemu (PSi), jako podłoża. Morfologia, amorficzno-kryształiczne przejścia fazowe, efekty naprężeniowe czy efekty kwantowego ograniczenia wewnątrz nanokompozytu PSi-ZnO mogą istotnie modyfikować własności elektryczne i optyczne materiału w temperaturach pokojowych.

Głównym celem projektu jest opracowanie nowych nanokompozytów typu porowaty krzem (PSi)-tlenek metalu (ZnO) dla potencjalnych zastosowań biofotonicznych, w szczególności do optycznych biosensorów. ZnO jest obecnie jednym z najbardziej intensywnie badanych półprzewodników o szerokiej przerwie energetycznej z właściwościami optycznymi i elektrycznymi podobnymi do azotku galu (GaN). Większa energia wiązania par elektron-dziura oraz lepsze zdolności przenoszenia sygnałów w porównaniu z GaN czynią ZnO materiałem unikalnym pod względem: (1) stabilności w warunkach pokojowych; (2) emisji światła krótkofalowego; (3) zdolności przenoszenia sygnałów o wysokich częstotliwościach i dużych mocach. Ponadto, ZnO charakteryzuje się niskimi kosztami wytwarzania oraz niską toksycznością, co ma istotne znaczenie dla funkcjonalności biosensorów. ZnO może służyć także do budowy tranzystora polowego, który dzięki zdolności rozróżniania jonów może być wykorzystany do transformacji sygnału chemicznego (pochodzącego np. od biomolekuł) na elektryczny. Wytworzenie nanokompozytów opartych o porowaty krzem, jak również zbadanie ich właściwości przyczynią się do rozwoju nowych materiałów funkcjonalnych o dużej powierzchni właściwej oraz właściwościach kluczowych z punktu widzenia biofotoniki lub nanoelektroniki. **Cel zostanie osiągnięty** przy spełnieniu następujących punktów:

- 1) Zbadanie wpływu morfologii chemicznie wytrawionej struktury (MACE-Metal-Assisted Chemical Etching) porowatego krzemu PSi na strukturę i optyczne właściwości nanokompozytu w oparciu o warstwy tlenku metalu (ZnO) o grubości atomowej osadzonego przy użyciu metody ALD.
- 2) Zbadanie efektu ograniczenia kwantowego i przejść fazowych w nanokompozycie PSi-ZnO w zależności od grubości nanowarstwy ZnO osadzonej na strukturze porowatego krzemu oraz zbadanie nowych efektów na styku PSi-ZnO.
- 3) Wytworzenie bioselektywnej warstwy w układzie PSi-ZnO i zbadanie jej wpływu na właściwości elektryczne i optyczne struktury PSi-ZnO.
- 4) Zbadanie czułości zbiofunkcjonalizowanej struktury PSi-ZnO na docelowe biomolekuły (np. białko) przy użyciu technik optycznych (odbicie i fotoluminescencja).
- 5) Analiza czułości i selektywności rozwijanych nanomateriałów fotonicznych oraz zaproponowanie praktycznych rekomendacji dla użycia nanokompozytów w biosensorach optycznych.