POLITECHNIKA ŚLĄSKA W GLIWICACH

Wydział Mechaniczny Technologiczny

mgr inż. Weronika Smok

PRACA DOKTORSKA

Analiza struktury i własności optycznych jednowymiarowych nanomateriałów ceramicznych SnO_2 oraz In_2O_3 wytwarzanych hybrydową techniką zol-żel i elektroprzędzenia z roztworu

Promotor:
dr hab. inż. Tomasz Tański prof. PŚ

Promotor pomocniczy:
Dr inż. Wiktor Matysiak

Gliwice, 2022

Streszczenie

Celem niniejszej pracy doktorskiej było wytworzenie jednowymiarowych nanostruktur SnO_2 i In_2O_3 metodą elektroprzędzenia z roztworu z następną kalcynacją oraz zbadanie ich struktury, morfologii i własności optycznych. W pierwszym etapie przygotowano jednorodne roztwory przędzalnicze o różnym stężeniu prekursora tlenku metalu (0,15; 0,30; 0,60; 1,00 mol/dm^3), które następnie poddano elektroprzędzeniu przy stałych parametrach procesu. Otrzymano w ten sposób nanowłókniste maty polimer/prekursor, które zgodnie z rezultatami analizy TGA poddano kalcynacji w temperaturze 500 i 600°C, w celu usunięcia polimeru i uformowania ceramicznych jednowymiarowych nanostruktur SnO_2 i In_2O_3. W kolejnym etapie eksperymentu dokonano analizy morfologii otrzymanych nanostruktur SnO_2 i In_2O_3, która wykazała, że otrzymane materiały ceramiczne miały postać nanowłókien i nanodrutów pozbawionych wad strukturalnych, których średnica wzrastała wraz ze wzrostem stężenia molowego prekursora w roztworze przędzalniczym. Stwierdzono także, że zastosowanie zbyt wysokiego stężenia molowego prekursora może skutkować powstawaniem artefaktów w postaci nanopasków pośród struktur o pożądanej morfologii. Szczegółowa analiza morfologii otrzymanych nanomateriałów ceramicznych wykazała, że są one zbudowane z połączonych ze sobą nanocząstek, przyjmujących formę jednowymiarową chrakteryzującą się dużą powierzchnią właściwą i obecnością mezoporów. Za pomocą technik spektroskopowych potwierdzono także skład chemiczny otrzymanych nanomateriałów oraz fakt, że pozbawione były one zanieczyszczeń i resztek polimeru, co świadczy o prawidłowym doborze temperatury kalcynacji. Na podstawie analizy XRD stwierdzono polikrystaliczny charakter obu grup materiałów. Nanostruktury SnO_2 były zbudowane głównie z krystalitów tetragonalnej odmiany SnO_2 oraz śladowej ilości odmiany romboedrycznej, podczas gdy In_2O_3 wyłącznie z odmiany regularnej. Ostatnim etapem eksperymentu była analiza własności optycznych nanostruktur SnO_2 i In_2O_3, która wykazała, że charakteryzują się one absorpcją promieniowania z zakresu UV, przy czym wraz ze wzrostem stężenia prekursora w roztworze przędzalniczym, a więc i średnicy nanostruktur obserwowano przesuwanie się krawędzi absorpcji w kierunku światła widzialnego. Wyznaczono także szerokość optycznej przerwy energetycznej nanodrutów SnO_2 i In_2O_3, która mieściła się odpowiednio w zakresie 3,24-3,73 eV i 2,80-3,43 eV. Własności fizykochemiczne otrzymanych nanostruktur jednowymiarowych pozwalają sadzić, że mogą one być z powodzeniem zastosowane w budowie nowoczesnych urządzeń optoelektronicznych, innowacyjnych ogniw fotowoltaicznych oraz w procesach fotokatalizy.