

POLITECHNIKA ŚLĄSKA W GLIWICACH
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Katedra Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych



mgr inż. Marta Zaborowska-Kornaga

ROZPRAWA DOKTORSKA

*„Hybrydowe nanostruktury jednowymiarowe
o podwyższonej aktywności fotokatalitycznej”*

Promotor:

dr hab. inż. Tomasz Tański, prof. PŚ

Promotor pomocniczy:

dr inż. Weronika Smok

Gliwice, 2024

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było zastosowanie hybrydowej metody łączącej technikę zol-żel przygotowania roztworów przedzalniczych, proces elektroprzędzenia nanowłókien polimer-prekursor oraz kalcynację w wysokiej temperaturze, w celu wytwarzania ceramicznych nanowłókien ZnO oraz ZnO:Yb³⁺, ZnO:Eu³⁺ i ZnO:Yb³⁺:Eu³⁺ i zbadanie wpływu domieszek jonów metali ziem rzadkich na strukturę, morfologię, własności optyczne i aktywność fotokatalityczną jednowymiarowych nanostruktur ZnO. Pierwszy etap pracy obejmował przygotowanie jednorodnych roztworów przedzalniczych o stosunku molowym prekursorów z zakresu 0,0075-0,0085 mol/dm³ i stężeniu polimeru PVP równym 10%. Roztwory poddawano przedzeniu w polu elektrostatycznym przy ściśle określonych parametrach procesu, w wyniku którego otrzymano nanowłókna polimer-prekursor pozbawione defektów o średnicach z zakresu 40-1000 nm. W drugim etapie elektroprzędzone nanostruktury 1D poddawano procesowi kalcynacji w temperaturze 500°C, która została wyznaczona na podstawie badań TGA nanowłókien polimer-prekursor. Bazując na analizie morfologii i struktury nanowłókien ceramicznych otrzymanych w trakcie drugiego etapu wykazano polikrystaliczny charakter nanostruktur hybrydowych z charakterystyczną dla metody elektroprzędzenia morfologią pojedynczych nanocząstek połączonych ze sobą tworzących kształt włókna o średnicach z zakresu 40-240 nm. W oparciu o analizę wyników zastosowanych w pracy metod spektroskopowych potwierdzono obecność krystalicznej fazy ZnO w postaci wurcytu oraz wbudowanie pierwiastków Eu i Yb do sieci krystalicznej tlenku cynku w postaci jonów trójdotadnych. Dodatkowo, na podstawie dyfraktogramów rentgenowskich i zastosowania metody Haldera-Wagnera możliwe było wyznaczenie wielkości kryształitów, które uległy redukcji wraz z domieszkowaniem struktury ZnO jonami europu i iterbu, przy jednoczesnym wzroście odkształceń sieci krystalicznej tlenku cynku. Za pomocą spektrofotometru UV/Vis wyznaczono wykresy absorpcji promieniowania elektromagnetycznego, które wykazały przesunięcie krawędzi absorpcji w stronę fal widzialnych, a wyznaczone ze wzoru Tauc'a wartości E_g wykazały redukcję z 3,02 eV dla nanowłókien ZnO do 2,55 eV dla nanostruktur ZnO:Yb³⁺:Eu³⁺. Poszerzenie zakresu absorpcji promieniowania nanostruktur hybrydowych wpłynęło na podwyższenie aktywności fotokatalitycznej nanowłókien tlenku cynku domieszkowanych jednocześnie Yb³⁺ oraz Eu³⁺ z udziałem światła widzialnego w porównaniu do nanostruktur ZnO i komercyjnie stosowanego fotokatalizatora P25.