

Streszczenie rozprawy doktorskiej

mgr inż. Karolina Kowalska

*Wpływ stężenia TiO_2 na budowę i właściwości szkieł germanianowych
emitujących promieniowanie w zakresie podczerwieni*

Rosnące od wielu lat zapotrzebowanie na różnego typu układy elektroniczne i optyczne powoduje, z jednej strony wzrost zapotrzebowania na komercyjnie dostępne materiały, a z drugiej strony ciągle poszukiwanie nowych. Jednym z najważniejszych materiałów konstrukcyjnych stosowanych dotychczas w układach optycznych są szkła nieorganiczne. Szczególne znaczenie mają w tym przypadku szkła tlenkowe domieszkowane jonami lantanowców, w których składnikiem szkłotwórczym jest tlenek SiO_2 , GeO_2 , B_2O_3 lub P_2O_5 . Charakteryzują się one wieloma bardzo korzystnymi właściwościami fizykochemicznymi, które pozwalają na wykorzystanie ich w układach optycznych, ale posiadają również pewne wady i ograniczenia. Czas życia luminescencji jonów Nd^{3+} w szklach krzemianowych jest stosunkowo długi, ale charakteryzują się małym przekrojem czynnym na emisję wymuszoną. Dużym przekrojem czynnym na emisję wymuszoną charakteryzują się szkła fosforanowe, ale wadą jest w ich przypadku krótki czas życia luminescencji. Z powodu silnych drgań między atomami boru i tlenu występującymi w matrycy szkła boranowego nie obserwuje się w nich niektórych przejść laserowych jonów ziem rzadkich w zakresie podczerwieni. Do niskofononowych szkieł tlenkowych można zaliczyć szkła germanianowe, które są szczególnie interesujące ze względu na dobrą przepuszczalność w zakresie podczerwieni, co daje możliwości zastosowania ich między innymi w technologiach światłowodowych. Intensywny rozwój technologii operujących w zakresie podczerwieni sprawia, że dużym zainteresowaniem cieszą się wieloskładnikowe szkła tlenkowe oparte na układzie GeO_2 - BaO - Ga_2O_3 , o wyróżniających się charakterystykach termicznych, strukturalnych i optycznych, w których tlenek germanu zostaje częściowo zastąpiony innymi tlenkami szkłotwórczymi lub modyfikującymi w celu uzyskania wydajnego promieniowania w pożądanym zakresie spektralnym. Tlenek tytanu(IV) jako jeden z nielicznych tlenków może pełnić rolę zarówno składnika szkłotwórczego jak i modyfikatora w zależności od jego stężenia w składzie matrycy. Dotychczasowe wyniki badań przedstawione w dostępnej literaturze pokazują, że tlenek tytanu(IV) pełnił najczęściej rolę składnika modyfikującego. Jednym z założeń naukowych niniejszej rozprawy jest opracowanie nowych wieloskładnikowych szkieł

tytanowo-germanianowych, w których TiO_2 będzie pełnić rolę składnika szklotwórczego. Oczekiwany efekt jest znaczące poszerzenie szerokości pasma emisyjnego jonów ziem rzadkich w zakresie podczerwieni. Postawione zadanie badawcze wymaga dogłębnej analizy wpływu stosunku ilościowego $\text{TiO}_2:\text{GeO}_2$ na budowę chemiczną szkielek, uniknięcia procesu krystalizacji oraz osiągnięcie jak najbardziej korzystnych parametrów spektroskopowych jonów ziem rzadkich.

W ramach rozprawy doktorskiej dokonano charakterystyki nowych szkielek tytanowo-germanianowych dla podczerwonej fotoniki, opartej na zbiorze dwunastu tematycznie powiązanych artykułów naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym.

W przypadku materiałów optycznych jednym z podstawowych problemów naukowych i technologicznych jest synteza. Punktem wyjścia w badaniach nad szkiekami tytanowo-germanianowymi było otrzymanie oraz charakterystyka wieloskładnikowych szkielek barowogalowo-germanianowych modyfikowanych TiO_2 . Przeprowadzona analiza rentgenowska potwierdziła w pełni amorficzny charakter otrzymanych szkielek zawierających wysokie stężenia TiO_2 . W celu wykazania korelacji pomiędzy charakterem wiązań uczestniczących między jonami aktywatora a jego najbliższym otoczeniem zastosowano trójwartościowe jony metali przejściowych (Cr^{3+}) oraz jony ziem rzadkich (Eu^{3+}), pełniące niezwykle ważną rolę sondy spektroskopowej. Przeprowadzona została również charakterystyka termiczna w celu sprawdzenia stabilności termicznej szkielek.

W kolejnej części pracy uwagę skoncentrowano na analizie wpływu stężenia TiO_2 na właściwości szkielek germanianowych emitujących promieniowanie w zakresie podczerwieni. Zbadano kompleksowo szkielek domieszkowane wybranymi jonami ziem rzadkich w celu otrzymania pełnej charakterystyki ich właściwości spektroskopowych oraz laserowych w funkcji stężenia tlenku tytanu(IV). Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników teoretycznych i eksperymentalnych dokonano wyboru szkielek tytanowo-germanianowego o najlepszych właściwościach optycznych w zakresie podczerwieni. Właściwości luminescencyjne otrzymanych szkielek tytanowo-germanianowych domieszkowanych jonami ziem rzadkich potwierdziły możliwość ich zastosowania jako szerokopasmowych wzmacniaczy optycznych pracujących w zakresie bliskiej podczerwieni oraz źródeł laserowych emitujących promieniowanie w zakresie średniej podczerwieni. Badane w ramach rozprawy doktorskiej zagadnienia mają charakter interdyscyplinarny i łączą aspekty z dziedziny chemii, technologii i inżynierii materiałowej, niezwykle istotne dla rozwoju współczesnej fotoniki.