Mgr. inż. Karol Czajkowski

Opracowanie światłowodu aktywnego wykazującego efekt plazmonowy

Streszczenie pracy doktorskiej

Na podstawie rozważań literaturowych stwierdzono, iż odpowiedni dobór pierwiastków szkłotwórczych, pierwiastków ziem rzadkich oraz metali przejściowych w odpowiednim stężeniu molowym może prowadzić do redukcji termochemicznej jonów metali umieszczonych w strukturze wytworzonego szkła, tym samym zapewniając otrzymanie nanocząstek metalicznych bezpośrednio w procesie syntezy szkła. Co więcej możliwe jest osiągnięcie wysokiej stabilności termicznej i wytrzymałości mechanicznej szkła, co przy doborze odpowiedniego materiału płaszcza pozwala na wytworzenie światłowodu. Ponadto, wprowadzenie do szkieł domieszek w postaci jonów ziem rzadkich oraz jonów metali szlachetnych umożliwia modyfikację luminescencji na drodze rezonansu plazmonowego nanocząstek metalicznych. Podsumowując, autor uważa za zasadne postawienie następującej tezy:

Możliwe jest opracowanie światłowodu współdomieszkowanego jonami lantanowców oraz nanocząsteczkami metali szlachetnych, wykazującego efekt plazmonowy.

Celem niniejszej pracy doktorskiej jest **opracowanie światłowodu współdomieszkowanego jonami lantanowców oraz nanocząsteczkami metali szlachetnych wykazującego efekt plazmonowy.**

Prace badawcze nad opracowaniem światłowodu aktywnego z wykorzystaniem efektu plazmonowego zostały podzielone na kilka obszarów badań naukowych i eksperymentalnych: wytworzenie szkieł optycznych dające możliwość domieszkowania jonami metali i lantanowcami; badania wpływu współdomieszkowania szkieł jonami lantanowców i cząsteczkami metali szlachetnych na właściwości strukturalne, termiczne oraz spektroskopowe; określenie procesu redukcji termochemicznej nanocząstek na skutek wygrzewania szkieł; analiza mechanizmów oddziaływania nanocząstek w szkłach domieszkowanych jonami Eu^{3+} i Dy^{3+}; wytworzenie światłowodu i jego charakteryzacja.

Dopełnienie powyższych zadań wpłynęło na wyznaczenie głównych tematów poruszanych w niniejszej rozprawie:

Pierwszy rozdział dotyczy światłowodów włóknistych. Autor skupił się na budowie i propagacji promieniowania w strukturze światłowodowej. Ponadto została dokonana charakteryzacja rodzajów światłowodów ze względu na ich zastosowanie.

Drugi rozdział poświęcony jest właściwościom spektroskopowym metali szlachetnych, zawiera podrozdziały dotyczące właściwości optycznych nanocząstek srebra, wpływu wielkości i współczynnika załamania ośrodka oraz wpływu agregacji na właściwości optyczne.

Trzeci rozdział skupia się na fundamentalnych zjawiskach powierzchniowego rezonansu plazmonowego oraz zlokalizowanego rezonansu plazmonowego. Ukazuje różnice między tymi zjawiskami. Kolejna część rozdziału jest poświęcona wpływowi pola elektrycznego na nanocząstki metali szlachetnych. Następnie przedstawia kluczowe matematyczne modele rozpraszania i absorpcji światła przez sferyczne nanocząstki metaliczne wykorzystując teorię Mie. W następnej kolejności przechodzimy do analizy sprzęgania nanocząstek oraz omówienia konfiguracji Otto i Kretschmanna kończąc na procesie Ostwalda, który opisuje metodykę syntezy nanocząstek.

Czwarty rozdział opisuje poziomy energetyczne oraz charakteryzuje możliwe oddziaływania między jonami lantanowców i nanocząstkami srebra. Dokładnie analizowane są poziomy energetyczne. To rozważanie obejmuje nie tylko ich podstawowe zrozumienie, ale także jak te poziomy wpływają na zachowanie i właściwości jonów lantanowców i nanocząstek srebra. Przedstawione są konfiguracje poziomów energetycznych, które decydują o charakterystyce spektralnej tych pierwiastków i ukazują wpływ na ich interakcje.

Piąty rozdział opisuje tezę i cel pracy, pełni kluczową rolę w przedstawieniu tezy i celu pracy definiując tym samym ścieżkę prowadzącą do ostatecznych wyników badań.

Szósty rozdział jest kompleksową analizą procesu tworzenia i oceny szkieł rdzeniowych domieszkowanych jonami Ag^+ i Au^+ oraz wybranymi jonami lantanowców (Dy^+, Eu^+). Ten segment pracy składa się z szeregu kroków, które łącznie prezentują całościowy obraz procedury, od doboru składu chemicznego, przez syntezę i opis redukcji termochemicznej. W dalszej części rozdziału zostały zawarte opisy stanowisk i metod pomiarowych do badania właściwości materiałowych, strukturalnych, morfologicznych oraz optycznych.

Siódmy rozdział stanowi dyskusję nad wynikami procesu badawczego, w którym dane doświadczalne są prezentowane, analizowane i interpretowane. Znajdują się tutaj kluczowe elementy, które rzucają światło na istotę badanych materiałów szklistych i ich unikalne właściwości. Jest to istotny element pracy, dostarczający solidnych dowodów na poparcie sformułowanej tezy badawczej.

Ósmy rozdział opisuje wytworzenie światłowodu domieszkowanego pierwiastkami ziem rzadkich oraz nanocząstkami metali szlachetnych, w tym dobór parametrów technologicznych procesu wyciągania światłowodu oraz analizę właściwości luminescencyjnych wytworzonych światłowodów.

Dziewiąty rozdział, stanowi podsumowanie pracy, w którym zaprezentowałem główne wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy. Rozdział zamyka dyskusję, zwracając uwagę na kluczowe aspekty pracy i podkreśla najważniejsze osiągniecia, jednocześnie wskazuje na ich implikacje.