

Materiały nieorganiczne zawierające domieszkę jonów chromu  $\text{Cr}^{3+}$ , charakteryzujące się wydajnym świeceniem (luminescencją), od wielu lat znajdują zastosowanie w optoelektronice jako materiały laserowe, czujniki temperatury oraz ciśnienia, a także jako emitujące czerwone światło luminofory w diodach elektroluminescencyjnych (LED).

W ostatnim czasie dużym zainteresowaniem cieszą się luminofory aktywowane jonami  $\text{Cr}^{3+}$ , charakteryzujące się wydajną szerokopasmową emisją w bliskiej podczerwieni, czyli promieniowaniem niewidocznym dla ludzkiego oka. Promieniowanie tego typu potrafi wnikać przez skórę na pewną głębokość co umożliwi stosowanie go w diagnostyce medycznej. Jednym z głównych zastosowań luminoforów w zakresie podczerwonym jest znakowanie i obrazowanie substancji wprowadzanych do wnętrza żywych organizmów. W tym celu wykorzystuje się zjawisko przedłużonej luminescencji, czyli świecenia, które po wzbudzeniu może trwać nawet do kilkunastu godzin. Kolejnym zastosowaniem materiałów aktywowanych jonami chromu są miniaturowe, diodowe źródła bliskiej podczerwieni, które mogą zostać wykorzystane w analizie świeżości, jakości i składu żywności. Luminescencja jonów  $\text{Cr}^{3+}$  w bliskiej podczerwieni jest również obiecująca w termometrii optycznej. Jest to nieinwazyjna metoda, która może być stosowana do określenia temperatury wewnątrz żywych organizmów.

Dogłębne zrozumienie własności fizycznych materiałów luminescencyjnych daje możliwość przewidzenia ich cech charakterystycznych, a co za tym idzie możliwość projektowania materiałów o odpowiednich właściwościach luminescencyjnych, co jest pożądane z punktu widzenia komercyjnych zastosowań. W kontekście przyszłych zastosowań ważne jest zrozumienie procesów promienistych (wywołujących świecenie) oraz konkurencyjnych procesów bezpromienistych, które są odpowiedzialne za zmniejszenie wydajności luminescencji. Podczas gdy procesy promieniste w materiałach domieszkowanych jonami  $\text{Cr}^{3+}$  są dobrze znane, procesy bezpromieniste wciąż wymagają dogłębnego wyjaśnienia.

Świecenie atomów lub jonów wiąże się z przejściami ich elektronów pomiędzy poziomami o różnej energii, podczas których różnica energii między poziomami jest wyemitowana w postaci światła (proces promienisty). Jednak może zdarzyć się tak, że elektron znajdzie inną, bezpromienistą drogę, aby przejść do stanu podstawowego (stanu o najniższej energii), a jego energia zostanie zamieniona w ciepło. W takim przypadku luminescencja zostanie znacząco wygaszona. Przejścia bezpromieniste mogą zachodzić bezpośrednio pomiędzy stanami jonów  $\text{Cr}^{3+}$  lub poprzez termicznie aktywowane przejście elektronów z jonów domieszki do pasma przewodnictwa (tzw. autojonizacja), z którego następnie elektrony są wychwytywane przez centra bezpromienistej relaksacji na przykład defekty w strukturze krystalicznej. Co ważne, zjonizowane elektrony w paśmie przewodnictwa mogą się swobodnie poruszać, co może być wykryte poprzez pomiar fotoprzewodnictwa, czyli przewodzenia prądu elektrycznego pod wpływem oświetlenia materiału.

Projekt ma charakter doświadczalny, jego celem jest zbadanie oraz wyjaśnienie procesów odpowiedzialnych za temperaturowe wygaszanie luminescencji w materiałach domieszkowanych jonami  $\text{Cr}^{3+}$ . Wykorzystane zostaną metody doświadczalne takie jak: pomiar temperaturowej zależności widm emisji (zależność intensywności luminescencji od długości fali jaką emituje) oraz temperaturowej zależności fotoprzewodnictwa (zależność intensywności prądu od długości fali wzbudzającej). Na podstawie danych doświadczalnych. Wnioski uzyskane dzięki badaniom pozwolą określić mechanizm odpowiedzialny za procesy bezpromienistego wygaszania luminescencji w jonie  $\text{Cr}^{3+}$ . Kolejnym celem będzie uogólnienie otrzymanych wyników na materiały domieszkowane jonami innych pierwiastków.

Oprócz ww. pomiarów unikatową techniką stosowaną w projekcie są pomiary własności optycznych w wysokich ciśnieniach generowanych w komorach wysokociśnieniowych za pomocą kowadeł diamentowych. W takich komorach można uzyskać ciśnienie nawet 300000 razy większe niż ciśnienie atmosferyczne. Mimo że ciała stałe uważa się za nieściśliwe, ciśnienie wytwarzane w komorach wysokociśnieniowych jest wystarczające by atomy zaczęły się nieznacznie zbliżać. Tak wysokie ciśnienie wpływa na otoczenie jonu odpowiedzialnego za luminescencję, przez co własności fizyczne materiału mogą się zmieniać, ujawniając pewne jego cechy, których nie da się dostrzec standardowymi technikami pomiarowymi w warunkach normalnych, a które pozwolą nam lepiej zrozumieć zachodzące w materiale zjawiska.