

Materiały luminescencyjne stały się nieodłączną częścią codziennego życia. Można je znaleźć w lampach, sygnalizacji świetlnej, ekranach komputerów, telefonach komórkowych oraz na etykietach towarów. Materiały luminescencyjne są także używane w obrazowaniu medycznym, urządzeniach do kontroli bezpieczeństwa na lotniskach i wielu innych. Stały się one nieodzownym elementem zapewniającym wiele wygod oraz dobrobyt społeczeństwa. Nic dziwnego, że rozwój i wykorzystanie materiałów luminescencyjnych znacząco wzrosło w ostatniej dekadzie. Czynniki stymulującymi, w głównej mierze, są coraz to bardziej wymagające dziedziny technologiczne, jak oświetlenie półprzewodnikowe, optyka i fotonika, konwersja i przechowywanie energii, a także etykietowanie i obrazowanie w biomedycynie. Produkcja materiałów luminescencyjnych i związanych z nimi urządzeń jest również podstawą funkcjonowania niektórych sektorów przemysłowych.

Ze względu na ogromny i ciągle rosnący popyt na funkcjonalne materiały luminescencyjne w formie monokryształów czy cienkich warstw monokrystalicznych, istnieje potrzeba dalszego ich rozwoju oraz poszukiwanie nowych lepszych i wielofunkcyjnych materiałów. Syntetyczne monokryształy i warstwy monokrystaliczne należą do zaawansowanych technologicznie materiałów o wysokim stopniu czystości, doskonałości, ekstremalnej twardości, znakomitej przewodności cieplnej i elektrycznej. Strategie polegające na inżynierii składu chemicznego kryształów i warstw monokrystalicznych stanowią podstawę w projektowaniu i zrozumieniu właściwości materiałów, a także w odkrywaniu i modelowaniu struktury nowych materiałów luminescencyjnych dla kształtujących się nowoczesnych zastosowań.

Kryształy i warstwy monokrystaliczne o strukturze perowskitu (LnMO_3) czy granatu ($\text{Ln}_3\text{M}_2\text{M}_3\text{O}_{12}$) ($\text{Ln}=\text{Lu}, \text{Y}, \text{Tb}, \text{Gd}$ lantanowce i $\text{M}=\text{Al}, \text{Ga}, \text{Sc}$ metale) wykazują właściwości fizyczne i chemiczne ściśle związane ze swoją fazą, składem chemicznym oraz metodą syntezy. Wysoka elastyczność struktury perowskitu i granatu pozwala na zaprojektowanie materiału o ściśle określonym składzie chemicznym oraz fazie wymaganej w danej aplikacji. Perowskity i granaty domieszkowane jonami aktywnymi optycznie, takimi jak Ce^{3+} , Eu^{3+} lub Pr^{3+} , stanowią klasę wysoce wydajnych materiałów luminescencyjnych o niezwykle bogatej historii zastosowań, od luminoforów katodowych, laserów i luminoforów korygujących kolory w lampach fluorescencyjnych po ich nowsze zastosowania jako scyntylatory, materiały termoluminescencyjne i poświatowe oraz konwertery kolorów w diodach emitujących białe światło.

Zasadniczo, duże niedopasowanie promieni jonowych pomiędzy jonami Ln^{3+} i M^{3+} sprzyja tworzeniu się struktury perowskitu, podczas gdy niewielkie niedopasowanie promieni jonowych stabilizuje strukturę granatu. Sterowanie tą cechą umożliwia płynne przejście ze struktury perowskitu do granatu. Jednak wiedza na temat płynnego przejścia pomiędzy obiema strukturami a tym samym równowagi termodynamicznej, jest ograniczona, tj. granica między formowaniem się struktury perowskitu i granatu nie jest określona dla monokryształów. Aby z powodzeniem zaprojektować materiały luminescencyjne do zastosowań docelowych, wymagana jest szczegółowa wiedza na temat równowagi termodynamicznej między monokryształami perowskitu i granatu w odniesieniu do składu chemicznego. Rzeczywiście, w dziedzinie wzrostu monokryształów ze stopu nadal istnieje luka w systematycznych badaniach czynników regulujących przejście od struktury perowskitu do struktury granatu. Dlatego celem tego projektu jest wypełnienie braków wiedzy w badaniach nad monokryształami perowskitu i granatu oraz równowagami regulującymi powstawanie struktur eutektycznych (tj. ujawnienie związku między docelową strukturą a odpowiadającymi jej czynnikami, takimi jak skład, niedopasowanie kationowych promieni jonowych i temperatura). Taka podstawowa wiedza pozwoli przewidzieć, jakie związki chemiczne mogą krystalizować w strukturze perowskitu lub granatu, a także w układach eutektycznych. W konsekwencji pozwoli to odkryć nowoczesne wielofunkcyjne kryształy i warstwy monokrystaliczne dla nowych aplikacji.

Metoda mikrowyciągania (μ -PD) jest doskonałym narzędziem do wzrostu pojedynczych kryształów. Technika ta umożliwia szybki (5-10 h) oraz tani (użycie surowca około 1 g) wzrost kryształów i jest odpowiednia do krystalizacji systemów topiących się niekongruentnie, kongruentnie oraz eutektycznych systemów kompozytowych. Dodatkowym atutem jest możliwość krystalizacji praktycznie 100% stopu. Szybkość wzrostu do 5 mm/min jest znacznie szybsza niż w większości metod wzrostu (np. metoda Czochralskiego lub Bridgmana) i jest bardzo wygodna do szybkiej analizy nowych kompozycji kryształów. Dodatkowo kilka kompozycji w postaci cienkich warstw monokrystalicznych zostanie przygotowanych metodą epitaksji z fazy ciekłej (LPE). Wszystkie syntetyzowane monokryształy, warstwy monokrystaliczne oraz kompozyty warstwa/kryształ perowskitów i granatów będą scharakteryzowane pod względem badań ich struktury, oraz właściwości luminescencyjnych, scyntylacyjnych i foto-konwersyjnych. Dodatkowo pozwoli to na porównanie cech obu technologicznych metod wzrostu kryształów i warstw przy użyciu metod μ -PD i LPE oraz ujawnieniu wzajemnej komplementarności w wytwarzaniu różnych kompozycji materiałów luminescencyjnych do różnego rodzaju aplikacji w optoelektronice.