

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Projekt dotyczy badania przewodnictwa i fotoprzewodnictwa (efekt przewodzenia prądu elektrycznego pod wpływem oświetlenia) materiałów, które w normalnych warunkach są izolatorami (dielektrykami). Materiały objęte badaniami to materiały tlenkowe, azotki, tlenoazotki i tlenosiarczki w postaci monokryształów, proszków i nanomateriałów domieszkowane metalami z grupy lantanowców, które stanowią centra świecące (luminescencyjne). Materiały te od dawna znajdują zastosowanie jako luminofory do diod świecących i jako materiały scyntylacyjne. Ważnym nowym zastosowaniem luminescencyjnych nanomateriałów jest ich użycie w fototerapii i w fotodiagnostyce medycznej. W tym ostatnim przypadku wykorzystuje się zjawisko luminescencji opóźnionej w czasie polegające na świeceniu nanomateriału wprowadzonego do żywego organizmu, trwające nawet do kilku godzin. Nie wszystkie związki, pomimo domieszkowania aktywatorami luminescencji posiadają własności luminescencyjne. Choć struktura elektronowa domieszek lantanowców jest dość dobrze znana ogólnie przyjęte procedury doboru matryc i domieszek opierają się na ekstensywnym i kosztownym syntezowaniu wielu związków i wybieraniu najlepszego z nich. Proponowane badania przewodnictwa i fotoprzewodnictwa, połączone z badaniami spektroskopowymi poprzez poznanie detali struktury energetycznej układu „domieszka- sieć krystaliczna” mają na celu ustalenie związków pomiędzy parametrami makroskopowymi sieci krystalicznej gospodarza (np. rodzaj wiązań chemicznych czy odległości międzyatomowe, rodzaj naturalnych defektów) a wydajnością luminescencji.

Badania prowadzone będą w dwóch kierunkach. Po pierwsze, badając zależność ich oporności od barwy (długości fali) światła wzbudzającego i porównując ją z widmami absorpcji wzbudzenia luminescencji, i widmami emisji uzyskujemy dodatkowe istotne informacje na temat struktury elektronowej badanych materiałów, niezbędne dla zrozumienia mechanizmów akumulacji energii fotonu wzbudzającego oraz późniejszej luminescencji. Szczególnie istotne znaczenie ma tu badanie istnienia ekscytonów związanych z domieszkami, które nie są opisane przez obecnie stosowane zaawansowane modele teoretyczne a mają podstawowe znaczenie dla wydajności luminescencji.

Drugim ważnym kierunkiem badań jest określenie warunków, które powodują zmiany przewodności badanych dielektryków. Między innymi badany będzie wpływ defektów naturalnych, które powstają w procesie technologicznym, oraz dodatkowego domieszkowania na oporność materiałów. Badania takie do tej pory nie były wykonywane dla dielektryków, mają one jednak istotne znaczenie dla możliwości projektowania optoelektronicznych urządzeń zintegrowanych. W odróżnieniu od obecnie używanych diod świecących, w których złącze p-n emituje światło o barwie niebieskiej, które następnie jest absorbowane i przetwarzane na światło o barwie białej przez luminofor, w urządzeniu zintegrowanym luminofor byłby częścią złącza p-n. Tworzenie takich urządzeń zrewolucjonizowałoby rynek oświetleniowy.

Oprócz konwencjonalnych pomiarów przewodnictwa i fotoprzewodnictwa unikatową techniką stosowaną w projekcie będą pomiary w wysokich ciśnieniach hydrostatycznych, osiągających wartości nawet powyżej 30 GPa (300000 atm) wytwarzanych w komorach z kowadłami diamentowymi. Głównym efektem wysokiego ciśnienia jest kompresja, czyli zmiana objętości, a co za tym idzie skrócenie odległości pomiędzy atomami. Uzyskane w tym przypadku wyniki będą równoważne tym, które można by uzyskać syntezując materiały o podobnej strukturze różniące się odległościami międzyatomowymi.