

Materiały wykazujące opóźnioną luminescencję (MOL) są relatywnie nową grupą materiałów badanych w ostatnich latach. Zainteresowanie tymi materiałami wiąże się przede wszystkim z ich niezwykłą własnością, jaką jest emisja światła (najczęściej w zakresie widzialnym) po ustaniu wzbudzenia. Materiały te choć bardzo często wykorzystywane w formie „gadżetów” (zabawki świecące w nocy, podświetlane przyciski pilota, czy wskazówki zegara świecące w nocy) mają ogromny potencjał również w nauce i przemyśle. Główne zastosowania wyżej opisanych materiałów w nauce to fotowoltaika bioobrazowanie czy sensoryka. W pierwszym przypadku zastosowanie MOL wiąże się głównie z ich szeroką absorpcją promieniowania UV i widzialnego. Następnie poprzez transfery energii i odpowiednio dobrane parametry materiału następuje emisja w zakresie widzialnym lub podczerwonym, w którym znacznie wyższą wydajność wykazują ogniwa słoneczne. W przypadku takiego zastosowania mówimy tu o „zbiorach” światła, ponieważ MOL absorbują bardzo dużą część promieniowania słonecznego i konwertuje je na te użyteczne dla ogniw słonecznych. Dzięki zastosowaniu takich układów następuje wzrost wydajności ogniw słonecznych co przekłada się na zwiększenie potencjału ekonomicznego tego rodzaju pozyskiwania energii. W przypadku bioobrazowania MOL dają możliwości, które dla niektórych materiałów są ciężkie do osiągnięcia. Ponieważ tkanki bardzo dobrze absorbują promieniowanie w zakresie od UV do czerwonego i są transparentne dopiero w zakresie bliskiej i średniej podczerwieni materiały do bioobrazowania muszą emitować w tym zakresie. Co jednak jest bardzo ważne muszą być również w tym zakresie wzbudzane. Dlatego szeroko badane są materiały wykazujące upkonwersję - UC (emisję światła o energii wyższej od zaabsorbowanej). Synteza takich materiałów jest jednak dosyć skomplikowana i niejednokrotnie kosztowna. MOL są alternatywą dla takich struktur, ponieważ ich synteza jest znacznie prostsza, a niektórych przypadkach również znacznie tańsza. MOL nie muszą być wzbudzane w zakresie podczerwieni ponieważ można je wzbudzić „ex vivo” a ponieważ emitują one przez bardzo długi czas (sięgający kilkunastu godzin) obserwować emisję z nich po wprowadzeniu ich do organizmu (in vivo). W przypadku sensoryki zjawiskiem, które jest wykorzystywane jest pojawienie się prądu pod wpływem oświetlenia. Związane jest to z uwalnianiem się elektronów z pułapek i ich przepływem przez pasmo walencyjne do poziomów wzbudzonych jonów aktywnych optycznie. Zastosowań takich materiałów jest oczywiście znacznie więcej, dlatego prowadzone są intensywne badania nad uzyskaniem jak najlepszej wydajności emisji (intensywności i długości świecenia) oraz odpowiedniej długości fali emitowanego światła.

Celem realizacji projektu jest synteza i zbadanie własności spektroskopowych materiałów o wąskiej przerwie energetycznej, lub z silnie zdefektowaną strukturą oraz możliwości modulowania opóźnionej luminescencji (czas i intensywność świecenia, długość fali emisji) poprzez zastosowanie różnych matryc krystalicznych lub odpowiednich jonów ziem rzadkich, wykorzystanie technologii spiekania wysokociśnieniowego, domieszkowanie grafenem czy użycie próżni. Określone zostaną głębokości pułapek magazynujących energię oraz transfery energii pomiędzy nimi i poziomami wzbudzonymi jonów luminescencyjnych. Zbadana zostanie kinetyka procesów, oraz zmiany wywołane czynnikami zewnętrznymi (np. przyłożone ciśnienie, poziom próżni). Podjęte zostaną próby opisanie modeli teoretycznych mechanizmów transferu energii tak aby w przyszłości można było modelować takie materiały już na etapie wyboru matrycy i domieszki.

W wyniku realizacji projektu wytworzone zostaną zaawansowane materiały, o dobrze określonych właściwościach chemicznych i foto-fizycznych. Zbadanie mechanizmów opóźnionej luminescencji oraz czynników na nią wpływających pozwoli na lepsze zrozumienie tego zjawiska oraz możliwość stworzenia wydajnych układów, które znajdą szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach życia codziennego. Ponieważ transfery energii zachodzące w MOL wciąż nie są do końca zbadane, wymagają one intensywnych prac, aby określić ich mechanizmy.