

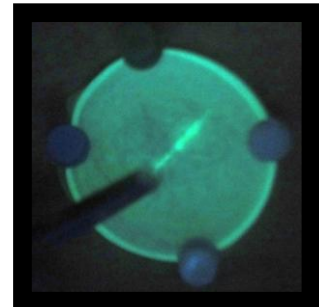
## Wyświetlacze i detektory mechanoluminescencyjne na bazie piezoelektrycznych materiałów nanostrukturyzowanych

Mechanoluminescencja jest rodzajem luminescencji, wywoływanej jakimś rodzajem mechanicznego oddziaływania, na przykład tarcieniem, uderzeniem (obciążenie dynamiczne), czy różnego typu odkształcaniem materiału (jak ściskanie, rozciąganie, zginanie, skręcanie), prowadzącym do jego trwałej (kruszenie, odkształcenie plastyczne) bądź odwracalnej (odkształcenie elastyczne) deformacji.

W zależności od sposobu generowania oraz od tego, jak wywołujące ją oddziaływanie wpływa na strukturę materiału, mechanoluminescencję dzieli się na szereg rodzajów, jak np. sono-, frakto-, plasto-, czy elastoluminescencję. Choć zjawisko mechanoluminescencji obserwowane jest dla wielu materiałów organicznych i nieorganicznych, to zazwyczaj ma ona bardzo słabe natężenie.

W ramach naszego projektu będziemy syntezować i badać materiały, w przypadku których natężenie mechanoluminescencji jest stosunkowo duże. Mechanizmy uwalniania energii w postaci emitowanego światła w wyniku działania mechanicznych naprężeń mogą być różne, w zależności od rodzaju kryształu, jego struktury, obecności defektów, domieszek. Bardzo interesującą grupą materiałów są kryształy domieszkowane jonami ziem rzadkich lub metali przejściowych, które poza zwykłą luminescencją, wykazują też tzw. przedłużoną luminescencję. Ten typ luminescencji związany jest z tworzeniem się w kryształach, poza stanami jonów domieszek stanowiących centra luminescencyjne, także dodatkowych stanów pułapkowych, które mogą magazynować ładunki elektryczne. Obsadzenie stanów pułapkowych można uzyskać na przykład przez naświetlenie kryształu światłem o odpowiedniej długości fali. Energia potrzebna do uwolnienia ładunków ze stanów pułapkowych zależy od położenia tych stanów względem pasma walencyjnego, pasma przewodnictwa i stanów jonów domieszki. Okazuje się, że przy odpowiednim układzie tych stanów, energia, dostarczana kryształowi poprzez generowanie w nim naprężeń mechanicznych, pozwala uwalniać ładunki ze stanów pułapkowych, umożliwiając ich promienistą rekombinację w centrach luminescencyjnych.

Mechanoluminescencja może być zatem wykorzystana do stosunkowo łatwego i natychmiastowego wykrywania i wizualizacji pojawiających się lokalnych odkształceń, naprężeń, itp. Przykład zaprezentowano na zdjęciu obok. Przedstawia ono krążek wykonany z folii PVDF, w której rozproszono proszek  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}$ , Dy. Widoczny na krążku jasno świecący ślad jest wynikiem odkształcenia wykonanego za pomocą metalowego patyczka.



Do szczególnie interesujących materiałów należą domieszkowane kryształy piezoelektryczne i choć sama piezoelektryczność matrycy nie gwarantuje mechanoluminescencji, to niektóre piezoelektryczne kryształy wykazują wyjątkowo silną mechanoluminescencję. W ramach projektu zamierzamy badać także takie kryształy. Należą do nich  $\text{LiNbO}_3$  oraz pokrewne, jak  $\text{LiTaO}_3$ ,  $\text{KNbO}_3$ , a także ich roztwory stałe. Będą one syntezowane różnymi metodami i domieszkowane różnymi jonami ziem rzadkich i jonami metali przejściowych, w celu uzyskania materiałów o jak najlepszych własnościach mechanoluminescencyjnych, świecących w różnych zakresach spektralnych. Kolejną grupą materiałów piezoelektrycznych, które będą badane pod kątem ich własności mechanotronicznych są nanodrutki  $\text{GaN}$  i  $\text{ZnO}$  domieszkowane jonami ziem rzadkich. Będą one hodowane metodą hydrotermalną ( $\text{ZnO}$ ) i metodą epitaksji z wiązek molekularnych ( $\text{GaN}$ ) na różnych podłożach, takich jak szkło, kwarc, krzem, lub podłożach elastycznych, a następnie pokryte warstwą polimerową.

Sproszkowane materiały posłużą do wytworzenia kompozytów mechanoluminescencyjnych i mechanotronicznych np. poprzez ich umieszczenie w odpowiednich foliach polimerowych lub żywicach epoksydowych.

W ramach projektu przygotowany zostanie także demonstrator czujnika mechanoluminescencyjnego, który posłuży zarówno do testów opracowanej teorii mechanoluminescencji jak też wskaże możliwe zastosowania praktyczne dla tego typu urządzeń.