

## **Inżynieria nanostrukturalnych form perowskitów i tlenku cynku poprzez kontrolę składu i morfologii w celu radykalnej poprawy efektywności urządzeń przetwarzających energię świetlną**

Energia słoneczna stanowi alternatywę względem powszechnie używanych obecnie paliw kopalnych, jednak jej kluczową zaletą jest łatwo dostępny i w zasadzie nieograniczony surowiec oraz niski koszt środowiskowy jej przetworzenia. Przekształcanie energii słonecznej w elektryczną odbywa się w ogniwach fotowoltaicznych. Idealne ogniwo to takie, które cechuje się wysoką wydajnością konwersji energii, stabilnością i odpornością na warunki atmosferyczne, a także jest łatwe i tanie do wytworzenia. Ogniwa fotowoltaiczne zbudowane są z kilku umieszczonych na sobie warstw, spośród których każda pełni inną funkcję. Najbardziej istotny dla skutecznej pracy ogniwa jest materiał tworzący warstwę absorbującą (pochłaniającą) światło słoneczne. Od lat 70. do chwili obecnej najpowszechniej do tego celu wykorzystuje się krystaliczny krzem. Wadą technologii krzemowych jest jednak wysoki koszt wytworzenia ogniwa oraz jego stosunkowo niewielka elastyczność i znaczna grubość. W odpowiedzi na te wyzwania w ciągu ostatnich kilkunastu lat zaczęły rozwijać się tak zwane cienkowarstwowe ogniwa słoneczne, w których materiałem absorbującym światło są polimery, barwniki organiczne lub kropki kwantowe. Ostatnie lata przyniosły z kolei bardzo dynamiczny rozwój urządzeń opartych materiałach z rodziny nieorganiczno-organicznych perowskitów halogenkowych, których wydajność wzrosła w ciągu kilku ostatnich lat z 3,8% do ponad 25%, zbliżając się do limitu wynikającego z praw fizyki. Dlatego obecnie największymi wyzwaniami stojącymi przed fotowoltaiką perowskitową są stabilność ogniwa, sposób ich prostego, niedrogiego i wydajnego wytwarzania oraz zmniejszanie kosztów środowiskowych.

W projekcie rozwijane i udoskonalane będzie wytwarzanie materiałów perowskitowych za pomocą przyjaznych środowisku metod mechanochemicznych, czyli takich, w których reakcje chemiczne zachodzą pomiędzy substancjami stałymi bez użycia rozpuszczalników ani podwyższonej temperatury. Szczególny nacisk zostanie położony na opracowanie nowego składu warstwy perowskitowej, który pozwoli na zwiększenie stabilności ogniwa, a także na opracowanie nowych materiałów perowskitowych o zmniejszonej lub nawet zerowej zawartości toksycznego ołowiu. Dodatkowo planowane jest opracowanie nowych metodologii syntezy mechanochemicznej, która pozwoli na otrzymanie perowskitów warstwowych, które nie były do tej pory w ten sposób otrzymane. Najnowsze obserwacje pokazują, że wpływ na pracę ogniwa ma nie tylko skład chemiczny perowskitu lecz także jego morfologia, czyli wielkość i kształt cząstek, które tworzy. Dlatego podczas projektu zostaną także skonstruowane ogniwa zawierające perowskit w postaci, na przykład, nanorurek. Efektem projektu będzie także lepsze zrozumienie przebiegu mechanochemicznego otrzymywania perowskitów co będzie możliwe poprzez jego śledzenie in-situ, co nie było dotychczas prowadzone nigdzie na świecie. Oprócz warstwy pochłaniającej światło kluczowa w działaniu ogniwa fotowoltaicznego jest także warstwa transportująca elektrony wyekstrahowane z absorbera w celu wygenerowania prądu elektrycznego. Materiał, który tworzy tę warstwę powinien cechować się wysoką mobilnością elektronów i wielkością przerwy wzbronionej kompatybilną z absorberem. W przypadku ogniwa perowskitowych jednym z najbardziej obiecujących kandydatów na materiał tworzący warstwę transportującą elektrony jest nanokrystaliczny tlenek cynku. Bazując na naszym bogatym doświadczeniu w racjonalnym projektowaniu i otrzymywaniu tego typu nanocząstek w projekcie zostanie opracowany szereg nowych materiałów oraz zbadany zostanie wpływ wielkości cząstek, ich morfologii, rodzaju organicznej otoczki, domieszkowania jonami metali zarówno na właściwości optoelektroniczne samej warstwy jak i na wydajność i stabilność całego ogniwa.