

## Opracowanie i rozwijanie metod wytwarzania stabilnych ogniw perowskitowych

Energetyka słoneczna jest jednym z najbardziej obiecujących, odnawialnych źródeł energii, która wywiera minimalny szkodliwy wpływ na środowisko, w porównaniu do innych źródeł, takich jak paliwa kopalne czy energia jądrowa. Ogniwo słoneczne to półprzewodnikowe urządzenie elektryczne, które zamienia energię światła na energię elektryczną w wyniku zjawiska fotowoltaicznego. Najczęściej występująca odmiana panelu słonecznego posiada ogniwa zbudowane z krzemu krystalicznego. Stały prąd elektryczny wytwarzany jest dzięki obecności półprzewodnika w postaci warstwy krzemu oraz znajdującego się w niej półprzewodnikowego złącza p-n. Technologia ogniw słonecznych opartych na krzemie znacznie się rozwinęła, ale nadal posiada wysokie koszty wytwarzania. W ostatnim czasie obserwuje się dynamiczny rozwój hybrydowych organiczno-nieorganicznych materiałów perowskitowych do zastosowań w fotowoltaice. Wraz z potwierdzoną 25,2% efektywnością konwersji energii słonecznej, ogniwa słoneczne oparte na perowskitach wykazują poziom wydajności porównywalny do ogniw opartych na CIGS oraz zbliżają się do maksymalnej wydajności komercyjnego monokrystalicznego krzemu. Co więcej, perowskity są również obiecujące dla wielu wydajnych urządzeń optoelektronicznych tj. diody LED, tranzystory polowe, ferroelektrycznych pamięci o dostępie swobodnym (FRAM).

Perowskity należą do grupy nieorganicznych lub nieorganiczno-organicznych związków chemicznych o ogólnym wzorze chemicznym  $ABX_3$ , charakteryzujących się kubiczną strukturą krystaliczną. Atomy pierwiastka A są rozmieszczone w centrum sześciangu, pośrodku każdej ściany znajduje się atom X, a w narożach tkwią atomy pierwiastka B. Nazwa tej grupy materiałów pochodzi od naturalnie występującego minerału, tytanianu(IV) wapnia  $CaTiO_3$ , nazwanego perowskitem na cześć rosyjskiego geologa Lwa Perowskiego. Obecnie najpowszechniej badany związek z grupy perowskitów jest związek  $(CH_3NH_3)PbI_3$ , w którym występują jony metyloamoniowe (w pozycji A), ołowiowe (w pozycji B) i jodkowe (w pozycji X). Kompozycje perowskitów ołowiowo-halogenkowych można łatwo modyfikować poprzez tworzenie różnych układów multikationowych oraz zawierających mieszane jony halogenkowe. Związki te przyciągają coraz większą uwagę ze względu na łatwy proces wytwarzania cienkich filmów i unikalne właściwości fizykochemiczne, np. odpowiednia przerwa w pasmach przewodzenia, wysokie współczynniki ekstynkcji oraz duże czasy życia nośników ładunków. Sposób wytwarzania cienkich filmów perowskitowych odgrywa kluczową rolę w ich właściwościach chemicznych i fizycznych, tj. krystaliczność, czystość fazowa, morfologia, dyspersja wielkości ziaren. Pomimo znacznego sukcesu hybrydowych materiałów perowskitowych w zastosowaniu do urządzeń fotoelektrycznych, wciąż istnieje kilka wad, które utrudniają ich dalszą komercjalizację na dużą skalę np. niska stabilność w warunkach dużej wilgotności. W tym kontekście wciąż poszukuje się nowych układów perowskitowych o pożądanym właściwościach chemicznych i fizycznych do zastosowań w optoelektronice.

Celem projektu jest projektowanie i synteza nowych ołowiowo-halogenkowych układów perowskitowych wykazujących wysoką stabilność w warunkach dużej wilgotności do zastosowań w ogniwach słonecznych. W tym celu, projektowane będą układy oparte na mieszanych układach 3D/2D oraz nieorganicznych perowskitach typu  $CsPbI_{3-x}Br_x$ . Następnie tak otrzymane materiały perowskitowe będą wykorzystywane jako komponenty do produkcji laboratoryjnych perowskitowych ogniw słonecznych. Z kolei modyfikacja powierzchni warstwy przewodzącej elektrony z użyciem nowych pochodnych fullerenów i 3-wymiarowych porowatych materiałów typu MOF powinna doprowadzić do rozwoju stabilnych i wydajnych perowskitowych ogniw słonecznych. Zależność między właściwościami optoelektronicznymi otrzymanych kompozycji perowskitowych i zastosowaną modyfikacją warstwy przewodzącej elektrony z wydajnością ogniwa będzie systematycznie badana, co powinno zaowocować otrzymaniem nowych materiałów do fotowoltaiki.

Proponowane badania w ramach projektu należą do aktualnych światowych trendów badawczych otwierając nowe perspektywy oraz możliwości w syntezie i charakteryzacji perowskitów ołowiowo-halogenkowych. W rezultacie otrzymane związki przyczynią się do wygenerowania stabilnych i wydajnych urządzeń fotowoltaicznych.