

Projekt poświęcony jest opracowaniu nowych materiałów, które zostaną wykorzystane w słonecznych ogniwach perowskitowych. Ogniwa tego rodzaju należą do najnowszej technologii, która przed kilkoma laty dokonała przełomu w fotowoltaice czyli w dziedzinie zajmującej się konwersją energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną. W krótkim czasie, sprawność ogniw perowskitowych wzrosła blisko sześciokrotnie z 3,9 % w 2009 r do 22,7 % w 2017 r. Szczególna uwaga będzie zwrócona na aspekt ekologiczny by do syntezy nowych materiałów używać jak najmniej szkodliwych związków chemicznych.

Ogniwa oparte na perowskitach należą do najbardziej obiecujących z pośród wszystkich ogniw trzeciej generacji i mogą w przyszłości zastąpić ogniwa oparte na krzemie. Ich największą zaletą jest to że osiąga się wysokie sprawności przy zastosowaniu niskotemperaturowych i stosunkowo prostych technologii. Dlatego też cena 1 W energii elektrycznej wyprodukowanej z tego typu ogniw może być niższa w porównaniu do innych technologii. Inną zaletą jest możliwość sterowania przerwą energetyczną poprzez zmianę składu chemicznego. Z tego powodu perowskity bardzo dobrze nadają się do ogniw tandemowych np. z krzemem lub z CIGS.

Ogniwa perowskitowe zaliczane są do grupy cienkowarstwowych gdzie absorberem jest perowskit, najczęściej jodek ołowiowo-metyloamonowy, uzyskany w efekcie prostej syntezy chemicznej. Główną zaletą ogniw perowskitowych jest fakt, że do ich produkcji stosuje się zwykle nieskomplikowane metody niewymagające użycia specjalnej aparatury. Cienkie warstwy, a także transparentna elektroda przednia powodują, że ogniwa są półprzezroczyste, ponadto zależnie od składu chemicznego perowskitu mogą przybierać różne kolory. Dzięki temu mogą znaleźć w przyszłości zastosowanie nie tylko w elektrowniach fotowoltaicznych gdzie stanowiłyby dużo tańszą alternatywę dla klasycznych ogniw krzemowych ale również w budownictwie czy motoryzacji. Jediną wadą obecnie wytwarzanych ogniw perowskitowych w skali laboratoryjnej jest brak stabilności, która w głównej mierze zależy od samego perowskitu. Jak wiadomo jodek ołowiowo-metyloamonowy jest bardzo wrażliwy na działanie wilgoci, promieniowania UV, a także podwyższonej temperatury. Dopiero rozwiązanie tego problemu umożliwi wdrożenie tych ogniw do produkcji. Dlatego też, celem projektu będzie opracowanie perowskitów o zwiększonej stabilności.

Oprócz perowskitu, będącego absorberem, w ogniwie występują również inne warstwy odgrywające rolę transporterów nośników ładunku dodatniego (dziur) i ujemnego (elektronów) do elektrody. Warstwy te mogą oddziaływać destrukcyjnie na perowskit, jak i same mogą ulegać rozkładowi. Szczególnie niestabilny jest HTM będący najczęściej materiałem organicznym o strukturze amorficznej. Najbardziej popularnym spośród materiałów transportujących dziury jest tzw. Spiro-OMeTAD czyli małowymiarowy związek organiczny który należy dodatkowo domieszkować litem w celu uzyskania odpowiednio wysokiego przewodnictwa. Wszystkie rekordowo wysokie sprawności uzyskuje się dla tego typu materiału. Jego wadą jest jednak bardzo wysoka cena wynikająca z wielu skomplikowanych procesów w czasie jego syntezy. Ponadto stosowane domieszki pochłaniają wilgoć, która prowadzi do degradacji perowskitu. Dlatego też prowadzi się intensywne badania w wielu laboratoriach na świecie, które obecnie skoncentrowane są na poprawie stabilności ogniw.

O intensywności badań świadczy eksponencjalny wzrost liczby publikacji wydawanych w ciągu roku od zaledwie 3 w 2009 r do 3150 w 2017, zgodnie z bazą Web of Science. W publikacjach w ostatnich dwóch latach zostały określone pewne strategiczne drogi, które mogą doprowadzić do wzrostu stabilności. Pierwsza droga polega na zastąpieniu kationu metyloamonowego (MA) w bazowym perowskicie MAPbI_3 kilkoma kationami, a anionu jodowego przez mieszaninę jonów jodowego i bromowego. Drugie podejście obejmuje wytworzenie struktur wielowymiarowych w perowskicie poprzez implementację struktur dwuwymiarowych 2D w perowskicie 3D.

Zatem w projekcie proponuje się opracowanie metod wytwarzania zmodyfikowanego perowskitu halogenkowego oraz materiałów transportujących dziury (HTM). Syntezowane perowskity będą charakteryzowały się obecnością mieszaniny kationów metyloamonowego (MA), formamidynowego (FA), guanidynowego (GA) lub cezowego (Cs^+) o różnym udziale molowym. Prace te nawiązują do ostatnich kierunków badań, które są niezwykle obiecujące dla podniesienia stabilności perowskitu. Materiały organiczne HTM będą syntezowane w jednym prostym procesie. Celem będzie opracowanie HTM-ów o dostatecznie wysokiej przewodności, niewymagających domieszkowania. Jeżeli natomiast nie uda się osiągnąć tego założenia, wówczas opracowane zostaną domieszki o charakterze hydrofobowym, które w przeciwieństwie do litu nie będą prowadziły do rozkładu perowskitu.

Bardzo ważny z punktu widzenia przyszłej masowej produkcji ogniw perowskitowych jest aspekt ekologiczny. Ponieważ do wytwarzania wysokosprawnych ogniw perowskitowych stosuje się obecnie silnie toksyczne rozpuszczalniki takie jak chlorobenzen i dimetyloformamid poszukuje się innych rozpuszczalników, które byłyby mniej toksyczne. W projekcie będą prowadzone badania nad znalezieniem przyjaznych dla środowiska tzw. zielonych rozpuszczalników. Będą przeprowadzone badania nad wpływem tych rozpuszczalników na proces krystalizacji perowskitów, ich morfologię jak i również parametry elektryczne ogniw.