

Streszczenie

Pozyskiwanie energii, obok efektywnego zarządzania odpadami i rozwoju technologii medycznych, stanowią kluczowe wyzwania ludzkości. W kontekście rosnących potrzeb energetycznych oraz presji na ograniczanie emisji dwutlenku węgla, energetyka odnawialna, w szczególności energia pozyskiwana z ogniw fotowoltaicznych, odgrywa istotną rolę w strategiach zrównoważonego rozwoju. Mimo iż rynek zdominowany jest obecnie przez ogniwa krzemowe, ich produkcja wymaga materiału o wyjątkowo wysokiej czystości oraz celowego domieszkowania. Dodatkowo używany w tym celu proces wzrostu materiałów monokrystalicznych metodą Czochralskiego okazuje się wysoce energochłonny ze względu na wysoką temperaturę topnienia krzemu. W odpowiedzi na te ograniczenia rozwijane są alternatywne technologie fotowoltaiczne, takie jak ogniwa uczulane barwnikiem (DSSC, Dye Sensitized Solar Cells), ogniwa wykorzystujące półprzewodniki organiczne (OPV, Organic Photovoltaics), ogniwa oparte na siarczках, selenkach i tellurkach (używające np. PbS , CdTe , $\text{CuIn}_{1-n}\text{Ga}_n\text{Se}_2$, $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_n\text{Se}_{4-n}$) oraz perowskitowe ogniwa fotowoltaiczne (PSC, Perovskite Solar Cells).

Perowskity metalo-halogenkowe ABX_3 są jedną z najbardziej intensywnie badanych grup materiałów półprzewodnikowych, głównie ze względu na ich zastosowanie w warstwie aktywnej ogniw fotowoltaicznych. W ciągu ostatnich 15 lat technologie PSC osiągnęły wydajność konwersji energii na poziomie ~26% (w skali laboratoryjnej), zbliżając się tym samym do fizycznych granic wydajności określonych przez limit Shockleya-Queissera. W przeciwieństwie do konkurencyjnych technologii, perowskitowe ogniwa fotowoltaiczne (PSC) wykorzystują pierwiastki o wysokim rozpowszechnieniu, niskiej cenie jednostkowej (np. ołów) oraz ich właściwości pozwalają na przetwarzanie w łagodnych warunkach. Dodatkowo, perowskity metalo-halogenkowe charakteryzują się doskonałymi właściwościami fizykochemicznymi, takimi jak wysokie współczynniki absorpcji światła, wysoka mobilność nośników ładunku oraz długi czas życia ekscytonów. Największymi wyzwaniami spowalniającymi komercjalizację PSC pozostają: toksyczność związków ołowiu, niska stabilność urządzeń oraz skalowanie urządzeń do większych powierzchni.

Niniejsza rozprawa doktorska przedstawia badania własne dotyczące rozwoju chemii perowskitów metalo-halogenkowych. Szczególny nacisk został położony na użycie opracowanej w grupie macierzystej metody bezrozpuszczalnikowej syntezy mechanochemicznej, co pozwala na określenie właściwości fizykochemicznych nowo otrzymanych materiałów perowskitowych z pominięciem wpływu rozpuszczalnika, oraz umożliwia wykonanie ogniw fotowoltaicznych o lepszych właściwościach operacyjnych. Wybrane nowo opracowane materiały zostały użyte do budowy PSC (we współpracy z jednostkami partnerskimi). Część literaturowa pracy składa się z sekcji dotyczących kolejno: (II.1) budowy i właściwości fizykochemicznych perowskitów metalo-halogenkowych, (II.2) syntezy mechanochemicznej perowskitów metalo-halogenkowych oraz (II.3) perowskitowych ogniw fotowoltaicznych. Część doświadczalna podzielona jest na cztery segmenty opisujące kolejno: (III.1) inżynierię kompozycyjną perowskitów ołowiowo-halogenkowych, (III.2) inżynierię kompozycyjną perowskitów cynowo-halogenkowych, podczas gdy ostatnia część (III.4) właściwościach perowskitów cezowo-srebrowo-bizmutowo-halogenkowych, podczas gdy ostatnia część (III.4) opisuje 2D perowskity metalo-halogenkowe zawierające jony metali przejściowych takie jak Cu^{2+} , Pd^{2+} , Fe^{2+} i Mn^{2+} .

Zgodny z wersją
napisywany z dnia 04.04.2025 r.
M. Sarski