

Proces elektrolizy wody wciąż wymaga głębszego zrozumienia i udoskonalenia celem zapewnienia bardziej efektywnego wykorzystania energii elektrycznej. W praktyce, konwencjonalne elektrolizery wymagają dostarczenia napięcia około 1,7-1,8 V znacznie wyższego od termodynamicznego potencjału rozkładu wody (1,23V). Strata w ilości 0,5-0,6 V wynika przede wszystkim z nadpotencjału koniecznego do przeprowadzenia półwkowej reakcji rozkładu wody, anodowego wydzielania tlenu. Strat tych można potencjalnie uniknąć wykorzystując energię słoneczną jako siłę napędową ogniwa fotoelektrochemicznego którego zadaniem jest konwersja energii promieniowania do energii chemicznej dzięki użyciu elektrod z materiałów półprzewodnikowych. Schemat działania ogniwa fotoelektrochemicznego do rozkładu wody opiera się na absorpcji promieniowania przez materiał półprzewodnikowy, wytworzeniu i rozdzieleniu nośników ładunku oraz przeprowadzeniu reakcji katalitycznych wydzielania tlenu i wodoru, odpowiednio przez wytworzoną dziurę h^+ i elektron e^- . Biorąc pod uwagę fakt, że wydajność ogniwa jest uwarunkowana przez rodzaj materiału półprzewodnikowego, zasadniczym elementem pracy doktorskiej było zaprojektowanie, synteza i optymalizacja układu mieszanych tlenków półprzewodnikowych tak aby większość kryteriów stawianych wydajnym materiałom półprzewodnikowym zostały spełnione. Kryteria te obejmują właściwe położenie pasm przewodnictwa i walencyjnego które warunkuje nie tylko zakres absorpcji światła ale również wydajność procesów redukcji i utleniania wody, stopień krystalizacji warunkujący wysoką wydajność kwantową, rozwiniętą powierzchnię aktywną oraz ewentualnie mikrostrukturę umożliwiającą przenikanie elektrolitu w głąb warstwy pracującej. Osiągnięcie tych wymagań w jednym materiale półprzewodnikowym wymaga nie tylko optymalizacji struktury ale również warunków zewnętrznych takich jak np. określenie natury i pH optymalnego niekorozyjnego elektrolitu, opracowanie układu współ-katalizatora danej reakcji czy wyznaczenie wartości położenia krawędzi pasm *in operando*. W związku z powyższym kolejnym etapem pracy było określenie wpływu morfologii i struktury wytworzonych materiałów na ich wydajność w procesie przetwarzania energii słonecznej poprzez zastosowanie konwencjonalnych jak i zaadoptowanych do potrzeb eksperymentu technik badawczych. W ostatniej części pracy przedstawiono układ modelowy bazujący na monokrystalicznych materiałach półprzewodnikowych. Punktem wyjścia tych badań było wytworzenie monokryształów umożliwiających dłuższy czas życia nośników ładunków wygenerowanych w wyniku absorpcji światła. Nośniki te w przeciwieństwie do materiałów polikrystalicznych nie będą rekombinować na granicach ziaren. Eliminacja transportu ładunku poprzez sieć licznych kryształów ma wpływ nie tylko na drogi rekombinacji ale również na spadek oporu w przewodnictwie elektrycznym półprzewodnika. Synteza tych materiałów, przygotowanie kryształów jako materiału elektrodowego oraz zastosowanie takiej elektrody w ogniwie fotoelektrochemicznym były przedmiotem analizy i porównania z układami polikrystalicznymi. Warto tutaj podkreślić że układy złożone z mieszanin eutektycznych nie były do chwili obecnej badane pod kątem wydajności i zastosowań fotoelektrochemicznych.