

Description for the General Public

Obecnie jednym z najważniejszych wyzwań ludzkości jest znalezienie rozwiązań i materiałów pozwalających na efektywne pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych. Wodór jest szczególnie interesującą alternatywą dla konwencjonalnych paliw kopalnych, ze względu na wysoki zysk energetyczny ze spalania, którego głównym produktem jest woda, oraz możliwość jego produkcji przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii. Co więcej, wodór może być przechowywany w stanie gazowym, ciekłym lub związanym poprzez wiązania chemiczne z metalami, niemetalami i innymi pierwiastkami czy cząsteczkami.

Jednakże, jak można otrzymać wodór? Obecnie wodór do zastosowań komercyjnych jest produkowany z paliw kopalnych, czystość tak wytworzonego gazu jest na poziomie 98%. Jedną z metod jego pozyskiwania z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii jest fotoelektrochemiczne rozszczepianie cząsteczek wody, które pozwala na otrzymanie gazowego wodoru o czystości rzędu 99,99%. Metoda ta opiera się na wykorzystaniu światłoczułego półprzewodnika, który pod wpływem promieniowania słonecznego rozkłada cząsteczki wody na gazowy tlen oraz jony wodoru, które w tym samym układzie elektrochemicznym redukowane są do gazowego wodoru.

Idea wykorzystania energii słonecznej do wytwarzania wodoru z wody sama w sobie jest genialna, głównie ze względu na fakt, iż słońce dostarcza codziennie ogromne ilości energii w formie fotonów (1000 W/m^2), a na Ziemi dysponujemy ogromnymi zasobami wody (około 75% powierzchni stanowią oceany i inne naturalne zbiorniki wodne). Z tego też względu ludzkość posiada wszelkie potrzebne warunki do zrównoważonej i odnawialnej produkcji wodoru. Idea ta została po raz pierwszy zaprezentowana przez zespół japońskich naukowców Fujishima-Honda w roku 1972, który dokonał rozszczepienia cząsteczki wody w układzie elektrochemicznym za pomocą promieniowania słonecznego na elektrodzie z tlenku tytanu (IV). Układ taki składa się zazwyczaj z elektrody pracującej, którą stanowi światłoczuły materiał półprzewodnikowy oraz elektrody platynowej, na której odbywa się redukcja jonów wodorowych do gazowego wodoru. Fotony docierające ze słońca o energii równej bądź większej od przerwy energetycznej materiału półprzewodnikowego wytwarzają w nim pary elektron-dziura. W przypadku półprzewodników typu n (fotoanoda), dziury reagują z cząsteczkami wody wytwarzając O_2 , a jednocześnie elektrony przemieszczają się do przeciw elektrody, gdzie redukują jony H^+ do H_2 . Zgodnie z teorią, do zajścia reakcji rozkładu wody wymagany jest potencjał termodynamiczny równy 1.23 V, jednakże w rzeczywistości wartość ta jest wyższa ze względu na straty wynikające z rekombinacji nośników, oporów transferu ładunku i innych.

Obecny kierunek rozwoju zastosowań półprzewodników do generacji wodoru to zwiększenie ich wydajności poprzez otrzymywanie układów wielofazowych. Dotychczasowe rozwiązania są zbyt drogie, a materiały degradują zbyt szybko, przez co nie są opłacalne.

Projekt ten dotyczy wytwarzania eutektycznych (hybrydowych) cienkich warstw z wykorzystaniem nowatorskiej metody opatentowanej przez Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych. Wytworzone warstwy będą zbadane pod kątem właściwości materiałowych, strukturalnych, jak i fotoelektrochemicznych, celem lepszego zrozumienia ich zachowania w trakcie prowadzonego procesu rozszczepiania wody, jak i samego mechanizmu tego procesu.

Eutektyki mają wiele zalet, które są szczególnie ważne w przypadku generacji wodoru pod wpływem promieniowania słonecznego, jak wysoka krystaliczność, czy ostre granice ziaren, które redukują prawdopodobieństwo zachodzenia procesu rekombinacji nośników oraz zwiększają kontakt pomiędzy ziarnami. Co więcej, może zostać osiągnięty synergizm przy zastosowaniu wielu faz. Fotoanody będą zbadane pod kątem procesów zachodzących w trakcie procesu rozszczepiania cząsteczek wody zarówno w objętości materiału, jak i powierzchni, na której rzeczony proces ma miejsce. Zweryfikowana zostanie też użyteczność takich materiałów do efektywnej i opłacalnej produkcji wodoru.