

Streszczenie popularnonaukowe

Ogniwa słoneczne są niezawodnym i zrównoważonym źródłem energii elektrycznej, dlatego oprócz zastosowań naziemnych stanowią kluczowy element urządzeń stosowanych w przestrzeni kosmicznej. Dla zastosowań kosmicznych, ogniwo musi być lekkie, bardzo wydajne i ekonomicznie opłacalne. Jednak szczególnie istotna jest jego długotrwała stabilność w warunkach wysokich dawek promieniowania kosmicznego, ekstremalnych różnic temperatur i wysokiej próżni, co wymusza stosowanie wyspecjalizowanych technologii ogniw słonecznych. To tej pory kilka technologii ogniw jednozłączowych przekroczyło wydajność 25% dzięki poprawie właściwości optoelektronicznych wykorzystanych materiałów. Istnieje jednak teoretyczna granica dla wydajności jedno-złączowego ogniwa słonecznego, tzw. limit Shockley'a-Queisser'a, wynoszący 33,7%. Aby przekroczyć tę wartość, opracowano ogniwa wielozłączowe np. InGaP/InGaAs/Ge, GaInP₂/GaAs/Ge itp. Jednak pomimo ich nadzwyczaj wysokich wydajności początkowych, ich wadą jest drastyczny spadek wydajności podczas długotrwałej eksploatacji w warunkach kosmicznych. Dlatego, rozwój technologii lekkich i wysoko wydajnych ogniw słonecznych, długotrwale odpornych w warunkach kosmicznych jest tak bardzo istotny.

Dynamicznie rozwijająca się technologia ogniw perowskitowych (PSC), których rekordowa wydajność już przekroczyła 26% jest najbardziej obiecującym potencjalnym rozwiązaniem tego problemu. Jednak pomimo wysokich wydajności osiąganych przez PSC ich stabilność w warunkach atmosferycznych jak i kosmicznych pozostaje znaczącą przeszkodą na drodze do ich komercjalizacji. Wiele wysiłków naukowców zostało poświęcone poprawie wydajności i stabilności PSC, zarówno przez prace nad syntezą nowych materiałów perowskitowych jak i inżynierię wytwarzania ogniw. Dzięki temu, znacznie poprawiono odporność na czynniki atmosferyczne takie jak obecność powietrza, wilgotności czy wysoka temperatura. W znacznej mierze udało się to osiągnąć dzięki wprowadzeniu dwuwymiarowych (2D) i kwazi-2D (zawierających większą ilość warstw nieorganicznych) absorberów perowskitowych, zdobywających coraz większe zainteresowanie dzięki znacznie lepszej stabilności niż wprowadzone wcześniej perowskity 3D. Dlatego właśnie perowskity 2D mogą okazać się odpowiedzią na problem stabilności w warunkach atmosferycznych jak i kosmicznych. Jednak potrzeba jeszcze wiele pracy aby dogłębnie zrozumieć procesy fizyko-chemiczne leżące u podstaw ich wytwarzania jak i funkcjonowania w ogniwie słonecznym. Dla zastosowań kosmicznych, szczególnie istotne jest również zbadanie ich odporności w warunkach ekspozycji na promieniowanie.

Wśród różnych rodzajów promieniowania takich jak beta, gamma czy promieniowanie protonowe lub neutronowe, wysokoenergetyczne cząstki promieniowania kosmicznego (WCPK) mogą bezpowrotnie niszczyć urządzenia elektroniczne poprzez objętościową akumulację ładunku. Jednak do tej pory opublikowano bardzo niewiele badań dotyczących perowskitów 2D w warunkach napromieniowania przez WCPK. Dlatego istotnym jest aby zbadać stabilność urządzeń opartych o perowskity 2D w takich warunkach, jako że procesy takie jak generacja ładunku, jego transport i rekombinacja, warunkujące wydajność urządzeń optoelektronicznych, mogą ulegać zmianom pod wpływem WCPK. Dokładna analiza tych zmian może dostarczyć informacji potrzebnych do rozwiązania tych problemów. W ramach tego projektu, proponujemy wytworzenie 2D PSC z pomocą ekonomicznych i prostych metod opartych o roztwory oraz zdolne do przetrwania w nieprzyjazznych warunkach kosmicznych.

Ponadto, proponujemy badania podstawowe i optymalizację 2D PSC aby uzyskać wysoką wydajność i stabilność w warunkach atmosferycznych i kosmicznych. Kompletne urządzenia będą poddane wysokim skumulowanym dawkom WCPK (10^{14} cząstek/cm²) w celu zbadania zmian właściwości materiałów i wydajności ogniw. Podczas opracowywania optymalnych konfiguracji 2D PSC badane będą strukturalne, morfologiczne i optoelektroniczne właściwości wszystkich warstw funkcjonalnych tworzących PSC. Badania oddziaływania materiałów ze światłem prowadzone z pomocą metod spektroskopii absorpcji przejściowej będą źródłem kluczowych informacji na temat nośników ładunku, a mianowicie procesów ich separacji, rekombinacji, długości drogi dyfuzji, czasu życia, energii wiązania ekscytonów i wielu innych. Te analizy napromieniowanych próbek, pomogą oszacować właściwości a także wydajność i stabilność 2D PSC w warunkach kosmicznych. Zaproponowane działania pomogą w pokonaniu wielu wyzwań i problemów napotykanym podczas opracowywania oraz wytwarzania wydajnych i odpornych na promieniowanie 2D PSC dla przyszłych zastosowań kosmicznych.