

Słoneczny piec będzie spalał swoje paliwo wodorowe jeszcze przez co najmniej 6 miliardów lat, dlatego też z punktu widzenia człowieka, Słońce jest niewyczerpanym źródłem energii. Każdego roku, z tej najbliższej nam gwiazdy do powierzchni Ziemi dociera około 170 petawatów (1.7×10^{17} W) energii, z czego 70% jest absorbowane przez powierzchnię planety. Dla porównania globalna produkcja energii w 2014 roku była około 8500 razy mniejsza i wynosiła w przybliżeniu 2×10^{13} W, w tym tylko 1% został wytworzony ze światła słonecznego. We współczesnym świecie praktycznie całe zapotrzebowanie na energię jest pokrywane poprzez ciągle rosnące zużycie, będących źródłem zanieczyszczenia, paliw nieodnawialnych, takich jak ropa, gaz czy węgiel. W przeciwieństwie do tych zasobów, Słońce jest źródłem czystej i odnawialnej energii. Dlatego też, prace nad rozwojem tanich i wydajnych urządzeń przetwarzających światło słoneczne w energię elektryczną jest niezwykle ważne. Przyspieszenie rozwoju technologii produkujących "czystą energię", w tym urządzeń fotowoltaicznych, zostało wskazane przez Komisję Europejską jako jedna z najważniejszych zadań w nadchodzących latach (Europe 2020 Energy Strategy).

Choć historia komercyjnego użycia paneli słonecznych liczy sobie już 60 lat, do tej pory nie podbiły one jednak rynku produkcji energii. Jest to skutkiem kilku poważnych wad tych urządzeń, takich jak skomplikowana technologia wytwarzania, niska wydajność, wysoki koszt zakupu, działanie zależne od dostępności Słońca czy relatywnie szybka degradacja. Badania prowadzące do wyeliminowania wad technologii przetwarzania energii słonecznej są więc niezwykle istotne. Obecnie, najpopularniejsze zastosowania urządzeń wykorzystujących światło Słońca obejmują solarne systemy zasilania i grzewcze, lampy solarne, solarne panele zasilające sztuczne satelity itd. Jak do tej pory największą sprawność przetwarzania światła na prąd elektryczny (PCE), wynoszącą 41.1%, osiągnęły ogniwa oparte na mieszaninie trzech różnych materiałów półprzewodnikowych absorbujących światło ($\text{Ga}_{0.35}\text{In}_{0.65}\text{P}/\text{Ga}_{0.83}\text{In}_{0.17}\text{As}/\text{Ge}$). Jednakże rynek ogniw fotowoltaicznych jest zdominowany przez dość kosztowne urządzenia oparte na krzemie. Wydajność ich w komercyjnych zastosowaniach nie przekracza jednak 18%. W 2009 roku, jako interesująca alternatywa dla krzemu, pojawiły się organiczno-nieorganiczne trihalogenki ołowiu o strukturze perowskitu charakteryzujące się dużą efektywnością absorpcji światła słonecznego. Przez ostatnich kilka lat wydajność urządzeń opartych na tych absorberach wzrosła z 3.8% do 22.1%. Oprócz relatywnie wysokiej PCE, istotnymi zaletami perowskitów są ich niski koszt i prostota wytwarzania. Kombinacja tych zalet daje nadzieję na rozwój technologii produkcji niedrogich solarnych systemów zasilających opartych na trihalogenkach ołowiu.

Pomimo tego, że ogniwa słoneczne wykorzystujące organiczno-nieorganiczne perowskity mogą osiągnąć wysoką wydajność, zastosowanie tych urządzeń nadal nie jest możliwe ze względu na małą stabilność absorbera. Mechanizmy dekompozycji i degradacji zachodzące w perowskitach w obecności elektrod metalicznych (Ag i Au) są wciąż przedmiotem dyskusji. Aby odpowiedzieć na pytania dotyczące procesów powstających w wyniku oddziaływania między absorberem a metalem, planujemy przebadać ogniwa słoneczne oparte na cienkich, polikrystalicznych warstwach jodku-chlorku metyloamoniowo-ołowiowego ($\text{MAPbI}_{3-x}\text{Cl}_x$, $x = 0-3$) oraz jodku-chlorku formamidyniowo-ołowiowego ($\text{MAPbI}_{3-x}\text{Cl}_x$, $x = 0-3$) o strukturze perowskitu, w obecności warstw Ag bądź Au. Alternatywnie, wytworzymy urządzenia zawierające dodatkowo cienką warstwę Mo lub Cr, separującą perowskit od elektrody metalicznej, w celu zbadania jej stabilizującego wpływu na ogniwo słoneczne.

Układy badane zostaną scharakteryzowane za pomocą stacjonarnych oraz czasowo-rozdzielczych technik mikroskopii i spektroskopii. Zastosowanie tych metod pomiarowych pozwoli monitorować jakie cząsteczki znajdują się w pobliżu warstwy metalu, jak również scharakteryzować, prowadzące do degradacji urządzenia, procesy chemiczne zachodzące na powierzchni elektrod Ag czy Au. Ponadto techniki mikroskopowe dadzą trójwymiarową charakterystykę właściwości optycznych badanych układów, pokazując związek struktury i morfologii próbki z rozkładem i właściwościami stanów pułapkowych.

Wynikiem migracji jonów i ich reakcji chemicznych zachodzących w warstwie perowskitu pracującym w ogniwie słonecznym powstają nowe stany pułapkowe. Formowanie się ich w warstwie absorbera znacznie zmniejsza PCE urządzenia poprzez zwiększenie wydajności procesów dezaktywacji bezpromienistej, która znacznie skraca czas przebywania ładunku w stanie wzbudzonym. Techniki czasowo-rozdzielcze umożliwią monitorowanie rozkładu i dynamiki utworzonych stanów pułapkowych poprzez śledzenie procesów dezaktywacji wzbudzonych nośników ładunków.