

Stability issues of third generation solar cell – fabrication, characterization and light-soaking effect

Streszczenie

W ostatnich latach dynamiczny rozwój organicznej fotowoltaiki spowodował, iż jest to aktualnie jedna z najbardziej obiecujących niskokosztowych technologii ogniw słonecznych. Te fotowoltaiczne moduły mogą być wytwarzane na elastycznych podłożach w postaci zwiniętej rolki (technologia roll-to-roll). Możliwość wytwarzania częściowo przezroczystych i różnobarwnych ogniw organicznych, w zależności od użytych do produkcji materiałów pozwala na zastosowanie ich nie tylko w elektrowniach fotowoltaicznych, ale również w niszowych rozwiązaniach dla których walory estetyczne mogą odgrywać istotną rolę dla użytkownika końcowego. Technologia fotowoltaiczna wprowadzana na rynek wymaga modułów o wysokiej sprawności i dużej przepustowości produkcji, które charakteryzują się długookresową stabilnością. Krótki czas życia organicznych ogniw słonecznych jest powodem, dla którego technologia ta nie jest powszechnie dostępna. Niniejsza praca porusza wiele problemów dotyczących stabilności organicznych urządzeń fotowoltaicznych.

W pracy wykazano, iż proces wygrzewania warstwy złącza objętościowego (bulk-heterojunction, BHJ) jest kluczowy nie tylko dla uzyskania wysokiej sprawności ogniw, lecz również znacząco wpływa na stabilność urządzeń. W zależności od procesu wygrzewania uzyskano ogniwa o czasie życia od 100 h do ponad 2400 h.

Wyniki badań stabilności ogniw pod różnym oświetleniem potwierdziły przyspieszoną degradację urządzeń w obecności jednocześnie światła i tlenu/wody (fotoutlenianie). Fotodegradacja obniża zewnętrzną sprawność kwantową bez zmiany kształtu jej widmowej charakterystyki, co oznacza, iż degradacja zachodzi w całej objętości warstwy BHJ i nie jest zlokalizowana w pobliżu żadnego z interfejsów warstwy organicznej z warstwami buforowymi. Wykazano, iż ten mechanizm degradacji zależy od dozy energii, a nie od energii fotonu (w badanym zakresie od 410 do 640 nm).

Znacząca część pracy poświęcona jest metodzie wyznaczania sprawności i czasu życia organicznych ogniw słonecznych ze szczególnym uwzględnieniem tzw. efektu light-soaking. Początkowy wzrost i nasycenie sprawności ogniw podczas pierwszych kilku minut ciągłego naświetlania określany jest w literaturze mianem efektu light-soaking. Efekt ten związany jest z cienką warstwą tlenku cynku i stanami defektowymi, co zostało potwierdzone w badaniach spektralnych ogniw słonecznych oraz pomiarami fotonapięcia powierzchniowego próbek ITO/ZnO. Przeprowadzono systematyczne badania nad właściwą analizą dynamiki degradacji organicznych ogniw słonecznych ze szczególnym uwzględnieniem efektu light-soaking.

W niniejszej pracy poruszono temat zabezpieczania elastycznych ogniw słonecznych z wykorzystaniem żywicy epoksydowej utwardzanej promieniowaniem UV. Poprawa przepuszczalności pary wodnej (Water Vapor Transmission Rate, WVTR) folii PET jest możliwa przez zastosowanie wielowarstwowych struktur, zwykle naprzemiennie organicznych i nieorganicznych.

Opracowana w ramach pracy technologia wytwarzania wielowarstwowych struktur organicznych ogniw słonecznych na szkło i folii PET o wysokiej powtarzalności pozwoliły na analizę wyników degradacyjnych w oparciu o dane statystyczne.