

Streszczenie

Jednym z głównych wyzwań, z którym obecnie musi zmierzyć się społeczeństwo na całym świecie jest wciąż rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną spowodowane rozwojem gospodarczym, czy też rosnącą liczbą ludności. Niezbędne są więc źródła energii, które pozwolą zaspokoić zapotrzebowanie na energię obecnych i przyszłych pokoleń. Najlepiej, aby źródła te byłyby przyjazne środowisku naturalnemu, aby nie powodować dodatkowej emisji gazów cieplarnianych do atmosfery oraz sprostać coraz to bardziej restrykcyjnym wymaganiom dotyczącym produkcji energii. Energia słoneczna zaliczana do energii odnawialnych pozwala na produkcję tzw. czystej energii. Ogniwa barwnikowe, zaliczane do trzeciej generacji technologii fotowoltaicznych, mogą stanowić obiecującą alternatywę dla powszechnie stosowanych modułów krzemowych, głównie monokrystalicznych. Technologia wytwarzania ogniw barwnikowych jest stosunkowo młoda, a obserwowany znaczny wzrost sprawności w krótkim okresie czasu prowadzi do zwiększonego zainteresowania i jej dynamicznego rozwoju.

Głównym celem niniejszej rozprawy doktorskiej było określenie zależności parametrów pracy ogniwa barwnikowego od rodzaju substancji pełniącej funkcję sensybilizatora. Praktyczną przesłanką przeprowadzonych badań eksperymentalnych była chęć wykorzystania organicznych substancji niezawierających metali (w szczególności rutenu) do sensybilizacji ogniw Grätzela. Sensybilizator jest jednym z kluczowych elementów mającym wpływ na sprawność konwersji energii przez pracujące ogniwo. Dokonano zatem modyfikacji fotoanody poprzez barwienie w roztworach sensybilizatorów w bezwodnym etanolu. Badaniom poddano następujące substancje: alizaryna, pyrokatechol fiolet, fenylofluoron oraz katechol w różnych warunkach procesu sensybilizacji (czasu trwania procesu i stężenia roztworu barwnika). Dodatkowo, w celu poprawy charakterystyki ogniwa i jego wydajności zaproponowano modyfikację przeciwelektrody polegającą na zastosowaniu warstwy refleksyjnej wykonanej z siarczanu baru (BaSO_4).

Pierwsza część pracy poświęcona jest przeglądowi literatury będącego wprowadzeniem teoretycznym do wykonywanych w drugiej części pracy, eksperymentalnej, badań laboratoryjnych. Opisano w niej promieniowanie słoneczne, wyjaśniono istotę efektu fotowoltaicznego, a także scharakteryzowano poszczególne generacje fotowoltaiczne. Szczególną uwagę poświęcono barwnikowym ogniwom słonecznym, które są przedmiotem niniejszej pracy. Szczegółowo opisano budowę i zasadę działania ogniw DSSC oraz ich

poszczególne komponenty (m.in. fotoanodę, przeciwelektrodę, substancje sensybilizujące, czy też elektrolit).

W części eksperymentalnej pracy przedstawiono wyniki przeprowadzonych badań. W pierwszej kolejności wykonano badania mikroskopowe naniesionych warstw z nanocząstek tlenku tytanu, które potwierdziły otrzymanie struktury mezoporowatej, powszechnie wykorzystywanej w ogniwach DSSC. Zbadano również refleksyjność dyfuzyjną warstw TiO_2 . Szczegółowym badaniom poddano również substancje, które na podstawie wykonanego przeglądu literatury, zostały wybrane do sensybilizacji ogniw (AL, PF, PCV, CAT). Określono parametry reaktywności chemicznej barwników czy też położenie poziomów HOMO oraz LUMO powstałych kompleksów sensybilizator- TiO_2 . Następnie przedstawiono wyniki pomiarów przeprowadzonych na symulatorze światła słonecznego ogniw wytworzonych w oparciu o roztwory wskazanych powyżej sensybilizatorów oraz substancji N719 wybranej jako barwnik referencyjny. Pomiary charakterystyk $I-V$, wykonano bezpośrednio po złożeniu ogniw, a także po 72 godzinach. Badania przeprowadzono z warstwą refleksyjną wykonaną z siarczanu baru (BaSO_4) oraz bez warstwy. Otrzymane dane zostały poddane analizie z wykorzystaniem programów komputerowych stworzonych w środowisku Matlab.

Na podstawie wykonanych badań, ich analizy oraz dyskusji określono modyfikacje fotoanody, które przekładają się na otrzymanie najlepszych parametrów pracy ogniw barwionych danym sensybilizatorem. Określono, iż najkorzystniejsze stężenia roztworów sensybilizatora wynoszą 2 mM, 1 mM, 2 mM oraz 0,25 mM odpowiednio dla alizaryny, fenylofluoronu, pyrokatecholu fioleto oraz katecholu. Natomiast optymalne czasy sensybilizacji wynoszą: 2 godziny (AL), 30 minut (PF), 1 godzina (PCV oraz CAT). Sensybilizatorem, dla którego otrzymano najwyższe wartości sprawności ogniw barwnikowych jest fenylofluoron. Modyfikacja polegająca na zastosowaniu dodatkowej warstwy wykonanej z siarczanu baru (BaSO_4) wpływa na poprawę pracy ogniw barwnikowych. Pomiary wykonywane w 3. dobie wskazują również na podwyższenie parametrów fotowoltaicznych większości ogniw, z uwagi na postępujące wnikanie elektrolitu w warstwę półprzewodnika TiO_2 .