

Dzi fotowoltaika jest jednym ze źródeł energii elektrycznej trafiającej do naszych domów i prognozuje się, że będzie coraz silniej rozwijana tak, aby w przyszłości stała się głównym źródłem energii. Jednak wysoki koszt i duża ilość toksycznych odpadów związanych z produkcją urządzeń fotowoltaicznych opartych na półprzewodnikach nieorganicznych utrudnia rozpowszechnienie tej metody. Jednym z rozwiązań tych problemów jest zastosowanie materiałów organicznych – bazujących na związkach węgla – w budowie urządzeń fotowoltaicznych, a jednymi z najlepiej rokujących urządzeń fotowoltaiki opartej na materiałach organicznych są barwnikowe ogniwa typu DSSC (ang. Dye-sensitized solar cell). Ogniwa te składają się z nieorganicznej elektrody zabarwionej barwnikiem organicznym, który odpowiada za konwersję energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Pomimo bardzo dużego stosunku uzyskiwanej energii elektrycznej do kosztów wyprodukowania takiego ogniwa technologia DSSC nadal ma przed sobą wiele wyzwań. Jednym z nich jest opracowanie wysokowydajnych a zarazem elastycznych ogniw, co w znacznym stopniu ułatwiłoby ich zastosowanie.

Jednym z proponowanych rozwiązań uzyskania elastycznych układów typu DSSC jest tworzenie ogniw z elektrod składających się z nanostruktur węgla jako zamiennik dzisiaj stosowanych tlenków przewodzących. Jednymi z najszerzej rozwiniętych nanostruktur węgla, zarówno pod kątem produkcji, jak i modyfikacji struktury, są nanorurki węgla CNTs (ang. carbon nanotubes). CNTs są pojedynczymi płaszczyznami grafitu zwiniętymi w rurki o średnicach rzędu 1 nm, dla nanorurek jednościennej a w przypadku nanorurek wielościennej, (kiedy większa liczba nanorurek tworzy formę matryjki - nanorurki o mniejszych średnicach wzrastają wewnątrz nanorurek o większych średnicach) osiągniętych do 100 nm (1 nm = 0,000000001 m). Nanorurki węgla posiadają zdumiewające właściwości mechaniczne oraz elektryczne. Potrafią przewodzić znacznie większą prądowość od konwencjonalnych przewodników zachowując jednocześnie wytrzymałość mechaniczną porównywalną ze splotem kevlarowym – materiałem wykorzystywanym między innymi w produkcji kamizełek kuloodpornych. Niestety, tak jak w przypadku struktur węgla, CNTs cechują się czarną barwą co oznacza, że pochłaniają większą część światła słonecznego. Dlatego też aby zastosować CNTs jako elektrody w ogniwach fotowoltaicznych konieczne jest wytworzenie cienkich warstw tych nanostruktur, które nie tylko wydajnie przewodzą prąd elektryczny ale są także przezroczyste dla światła widzialnego.

Opracowano wiele metod nanoszenia cienkich warstw nanorurek węgla na różne podłoża, jednak technika wytwarzania monowarstw Langmuira pozwala na najbardziej precyzyjną kontrolę procesu nanoszenia. Technika ta polega na wytworzeniu pojedynczej warstwy materiału na powierzchni wody. Uzyskuje się to przez wylanie roztworu materiału w lotnym rozpuszczalniku na granicę faz woda powietrze. Po odparowaniu rozpuszczalnika oraz zapewnieniu odpowiednich warunków eksperymentu na powierzchni wody pozostaje jedynie bardzo rzadko upakowany materiał w postaci tak zwanego dwuwymiarowego gazu (jeżeli wytwarzamy warstwę molekularnego wymiaru grubości jest zanedbywalnie mały w stosunku do wymiarów długości i szerokości warstwy). Następnie materiał badany można mechanicznie sprężyć – za pomocą precyzyjnie sterowanych barier – doprowadzając do utworzenia gęsto upakowanej warstwy. Jeżeli proces ten wykona się w odpowiednich warunkach materiał pozostaje w formie dwuwymiarowej monowarstwy tworząc jednorodny ultracienki film. Badanie różnych parametrów takiego cienkiego filmu na powierzchni wody dostarcza wielu informacji o właściwościach fizykochemicznych i materiałowych. Jednak pod kątem zastosowania najbardziej interesująca jest możliwość pokrycia różnego rodzaju podłoża monowarstwą materiału. Technika Langmuira umożliwia takie pokrycie przez wynurzenie lub zanurzenie podłoża w wodzie w której uprzednio wytworzono monowarstwę materiału. Warstwy takie nazywamy warstwami Langmuira-Blodgett lub Langmuira-Sheafera w zależności od ułożenia wynurzanego podłoża względem powierzchni wody. Proces pokrywania podłoża można powtarzać wielokrotnie co umożliwia kontrolę grubości finalnego pokrycia z maksymalną dokładnością. W ramach projektu zamierzamy wytworzyć cienkie warstwy różnego rodzaju nanorurek węgla na elastycznych podłożach polimerowych techniką Langmuira. Dzięki precyzyjnej kontroli grubości filmu zamierzamy osiągnąć elektrody o optymalnym stosunku transmisji światła do oporu elektrycznego. Następnie elektrody te zostaną wykorzystane w budowie modelowych ogniw fotowoltaicznych typu DSSC a parametry pracy tych ogniw zostaną porównane z parametrami ogniw wytworzonych na elektrodach szklanych.

Ponadto zakładamy, że zastosowanie nanorurek węgla w elektrodzie organicznych ogniw fotowoltaicznych pomoże ograniczyć rozpraszanie i rekombinację ładunków, które są głównym powodem stosunkowo niskiej wydajności DSSC. Co w przyszłości umożliwi opracowanie technologii wytwarzania elastycznych ogniw o sprawności porównywalnej ze sprawnością ogniw komercyjnych a w przyszłości pomoże wdrożyć organiczną fotowoltaikę.