

Poznań, dnia 14.06.2024 r.

Imię i nazwisko autora: mgr inż. Maciej Tobis
Politechnika Poznańska
Wydział Technologii Chemicznej

Streszczenie rozprawy doktorskiej

„Study of two-dimensional nanostructured materials for electrochemical energy storage applications”

Promotor rozprawy doktorskiej: Prof. dr hab. Elżbieta Frąckowiak

Ze względu na niestabilny sposób dostawy energii ze źródeł odnawialnych, rozwój urządzeń do magazynowania energii ma kluczowe znaczenie dla zrównoważonej przyszłości. Kondensatory elektrochemiczne (KE) mają kilka zalet w porównaniu ze standardowymi akumulatorami litowo-jonowymi (Li-ion), w tym wysoką trwałość i gęstość mocy. Niestety charakteryzują się one umiarkowaną gęstością energii. Niniejsza rozprawa doktorska porusza główny problem niskiej gęstości energii, poprzez wykorzystanie nowatorskich dwuwymiarowych (2D) materiałów elektrodowych charakteryzujących się dużą pojemnością.

Pierwsza część rozprawy (rozdział I) skupia się na teoretycznym wprowadzeniu do aktualnego stanu wiedzy o KE i zawiera szczegółowe wyjaśnienie ich podstawowych mechanizmów magazynowania ładunku, w tym tworzenie podwójnej warstwy elektrycznej na granicy faz elektroda/elektrolit oraz zjawisko pseudopojemności. Omówiono szczegółowo standardowe składniki KE: elektrolity oraz materiały elektrodowe. Szczególną uwagę poświęcono wprowadzeniu materiałów 2D, takich jak dichalkogenki metali przejściowych (ang. *transition metal dichalcogenides* – TMD), jako elektrody w KE. Zostały opisane również nowe trendy w stosowaniu materiałów 2D oraz sposoby wykorzystania ich właściwości elektrochemicznych.

W Rozdziale II wyjaśniono cel i strukturę rozprawy doktorskiej. Przed każdym kolejnym rozdziałem przedstawiono motywację do podjęcia badań.

Rozdział III, składający się z trzech artykułów naukowych (**P1, P2, P3**), wprowadza koncepcję wykorzystania materiałów 2D jako materiałów elektrodowych w wodnych KE. Opracowano metodologię syntez hydrotermalnych umożliwiających otrzymywanie różnych materiałów TMDs (ReS_2 , MoS_2 , NiS_2 , FeS_2) i ich integrację z węglem w celu tworzenia kompozytów. Szczegółowo omówiono związek pomiędzy morfologią materiałów a zachowaniem elektrochemicznym. Wyjaśniono także zalety i wady stosowania TMDs jako materiałów elektrodowych.

Rozdział IV składa się z jednego artykułu naukowego (**P4**) i ma na celu wyjaśnienie problemów zidentyfikowanych w Rozdziale III. W oparciu o metodologię syntezy opracowanej w Rozdziale III, otrzymano MoS_2 do dalszej funkcjonalizacji związkami o aktywności redoks, tj. antrachinonem (AQ). Wykazano, że funkcjonalizacja MoS_2 antrachinonem zwiększa pojemność oraz stabilność materiału elektrodowego. Badania wykorzystujące techniki voltamperometryczne oraz spektroskopii impedancyjnej pozwoliły na oszacowanie wpływu obecności grup funkcyjnych na kinetykę oraz dominującego mechanizmu magazynowania ładunku. Biorąc pod uwagę wady zaobserwowane dla ogniów symetrycznych w rozdziale III, zastosowany został układ asymetryczny w celu uniknięcia utleniania MoS_2 , a tym samym szybkiej utraty trwałości ogniwa. Przeprowadzono również wstępne badania elektrochemiczne w elektrolicie organicznym.

Bazując na interesujących właściwościach elektrochemicznych MoS_2 w elektrolitach organicznych, w rozdziale V (**5**), wykorzystano do syntezy hydrotermalnej różne prekursorzy

siarki, tj. tiomocznik (TU), tioacetamid (TAA) i L-cysteinę (LC). Wykazano, że w zależności od wykorzystanego prekursora, uzyskuje się różne właściwości fizykochemiczne, w tym strukturalne, morfologiczne oraz porowatości otrzymywanego materiału. Różnice w wyżej wymienionych właściwościach, powodują, że zachowanie elektrochemiczne MoS_2 jest nieco różne. Zostały również wykonane dodatkowe badania typu *operando*, badające zmiany struktury krystalicznej, ekspansji oraz kurczenia się elektrody podczas pracy elektrochemicznej. W zależności od wielkości cząstek materiału uzyskano różne wyniki.

Ostatnią część dysertacji są wnioski ogólne, po których następuje prezentacja dorobku naukowego oraz wykaz literatury.

14.06.2024

.....
data i podpis autora

