

ECTS – Arkusz przedmiotu

Kod		Nazwa przedmiotu	Projektowanie akumulatorów litowych dla samochodów elektrycznych				
Prowadzący przedmiot	Prof. dr hab. inż. Janina Molenda						
Osoby prowadzące zajęcia							
Klasa przedmiotu	specjalnościowy		Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy			
Wydział	Energetyki i Paliw						
Kierunek	Energetyka						
Rodzaj studiów	Stacjonarne		Stopień studiów	Studia II stopnia	Semestr	3	
Rodzaje zajęć Liczba godzin	Suma	Wykłady	Ćwiczenia	Laboratoria	Seminaria	Projekty	ECTS
	60	30	0	15	15	0	5
WWW							
Uwagi							

Cel przedmiotu - zdobyte umiejętności

Celem przedmiotu jest przygotowanie do projektowania materiałów dla akumulatorów litowych o wysokiej gęstości energii dla zastosowań w motoryzacji. Zdobyta wiedza w zakresie korelacji właściwości elektronowych i elektrochemicznych materiałów elektrodowych pozwoli na projektowanie funkcjonalnych właściwości akumulatorów Li-ion batteries.

Streszczenie przedmiotu

Program przedmiotu obejmuje wprowadzenie w zjawiska transportu ładunku i masy w fazie stałej na przykładzie reakcji interkalacji litu do związków metali przejściowych. Omawia podstawy działania akumulatorów Li-ion batteries, termodynamiczny i elektronowy model procesu interkalacji, parametry użytkowe akumulatorów oraz modyfikację właściwości w trakcie procesu interkalacji. Przedmiot daje podstawy projektowania materiałów dla Li-ion batteries.

The program of subject „Design of lithium batteries for electric vehicles” covers introduction to charge and mass transport phenomena on the example of reaction of lithium intercalation into transition-metal compounds. The introduction to lithium cells operation, thermodynamical and electronic model of the intercalation process, operational parameters of batteries and the modification of properties during the intercalation will be presented. The subject provides the basis of designing of materials for Li-ion batteries.

Warunki uczestnictwa w przedmiocie	Zgodnie z regulaminem studiów
Forma zaliczenia przedmiotu	Kolokwium zaliczające seminarium, kolokwium zaliczające laboratorium, egzamin z wykładów
Zasada wystawiania oceny końcowej	Średnia ważona: 0.3 x ocena z seminarium + 0.3 x ocena z laboratorium + 0.4 x ocena z egzaminu

Program wykładów

1. Elementy elektrochemii ciała stałego. Elektrody i elektrolity. Diagram elektronowy. Diagram jonowy.
2. Interkalacja elektrochemiczna litu do związków metali przejściowych. Interkalacja chemiczna.
3. Typy struktur zdolnych do interkalacji: dwuwymiarowe i trójwymiarowe tlenki i siarczki metali przejściowych
4. Termodynamika procesu interkalacji. Mechanizm procesów jonowo-elektronowych.
5. Model termodynamiczny i model elektronowy procesu interkalacji.
6. Ogniwa litowe bez litu metalicznego Li-ion batteries. Rozwój technologii ogniw litowych.
7. Parametry użytkowe ogniw. Kryterium doboru materiału katodowego i anodowego.
8. Elektrolity litowe: ciekłe, szkliste, polimerowe. Kryteria dla elektrolitów. Okno elektrochemiczne.

9. Elektronowe kryterium efektywności procesu interkalacji.
10. Projektowanie SEM, krzywej rozładowania oraz gęstości prądu ogniw litowych w oparciu o strukturę elektronową materiału katodowego i jego właściwości transportowych
11. Modyfikacja właściwości transportowych i struktury elektronowej materiału katodowego pod wpływem wprowadzanego litu
12. Nowy materiał katodowy dla ogniw Li-ion na bazie związków żelaza LiFePO_4 . Przejście do nanoskali i kompozytów dla zwiększenia efektywności reakcji interkalacji.
13. Projektowanie materiałów katodowych na bazie warstwowych tlenków metali przejściowych w kierunku zwiększenia ich stabilności chemicznej w stosunku do organicznego elektrolitu
14. Interkalowane tlenki Li_xWO_3 i $\text{Li}_x\text{Nb}_2\text{O}_5$ dla ogniw elektrochromowych – projektowanie zmiany barwy
15. Poszukiwania nowych grup materiałów dla Li-ion batteries w oparciu o kryteria struktury jonowo-elektronowej.

Program pozostałych zajęć (seminaria, laboratoria)

Seminarium (7 spotkań po 2h):

1. Model Goodenougha- parametr krytyczny R_c jako parametr określający właściwości elektryczne i elektrochemiczne tlenkowych materiałów katodowych.
2. Weryfikacja elektronowego modelu procesu interkalacji na przykładzie Na_xCoO_2 .
3. Przejście izolator-metal typu Motta-Hubbarda w VO_2 a zdolność do interkalacji litu.
4. Czy możliwe jest by materiał dawał w ogniwie wysoką wartość SEM i wysoką gęstość prądu?
5. Dobór i projektowanie właściwości transportu jonowo-elektronowego materiałów katodowych.
6. Materiały anodowe: Li metaliczny, grafit, stopy Sn, Si, CoO.
7. Zabiegi technologiczne zwiększające bezpieczeństwo ogniw Li-ion.

Laboratorium (3 spotkania po 5h):

1. Opracowanie składu chemicznego $\text{Li}(\text{Ni},\text{Co},\text{Mn})\text{O}_2$, synteza materiału katodowego, montaż ogniwa Li-ion i testy. Wyznaczenie krzywej rozładowania (OCV) i pod obciążeniem 1C. Wyznaczenie krzywych voltamperometrycznych i współczynnika dyfuzji chemicznej litu.
2. Badania modyfikacji struktury krystalicznej i elektronowej LiCoO_2 w procesie interkalacji / deinterkalacji litu. Weryfikacja elektronowego modelu interkalacji.
3. Badania zjawiska elektrochromowego w ogniwie $\text{Li}/\text{Li}^+/\text{Li}_x\text{WO}_3$.

Bibliografia

1. Akumulatory, baterie, ogniwa, A. Czerwiński, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2005.
2. Lithium Batteries: Science and Technology. Red. G.-A. Nazri, G. Pistoia, Kluwer Academic Publishers, 2004.
3. Handbook of Batteries, D. Linden, T.B. Reddy, McGraw-Hill Professional Publishing, 2001
4. Lithium-Ion Batteries: Science and Technologies, Red. M. Yoshio, R.J. Brodd, A. Kozawa, Springer, 2009.
5. P.G. Bruce, Solid State Chemistry, Cambridge University Press, 1996.
6. S. Mrowec, Teoria dyfuzji w stanie stałym, WNT, Warszawa 1995.
7. W. Jakubowski, Przewodniki superjonowe, WNT, Warszawa 1988.