

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć: Materiały termoelektryczne

Rok akademicki: 2019/2020 Kod: CIMT-2-133-s Punkty ECTS: 2

Wydział: Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Kierunek: Inżynieria Materiałowa Specjalność: —

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 1

Strona www: —

Prowadzący moduł: prof. dr hab. inż. Wojciechowski Krzysztof (wojciech@agh.edu.pl)

Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna podstawowe zjawiska związane z jednoczesnym transportem ładunku, ciepła i elektryczności	IMT2A_W03, IMT2A_W01	Kolokwium
M_W002	Posiada wiedzę związaną z metodami syntezy i preparatyki materiałów termoelektrycznych	IMT2A_W01	Kolokwium
M_W003	Posiada wiedzę na temat sposobów optymalizacji właściwości materiałów termoelektrycznych	IMT2A_W01	
M_W004	Posiada wiedzę na temat charakterystyki właściwości cieplnych i elektrycznych materiałów	IMT2A_W03	Kolokwium

Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna podstawowe zjawiska związane z jednoczesnym transportem ładunku, ciepła i elektryczności	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Posiada wiedzę związaną z metodami syntezy i preparatyki materiałów termoelektrycznych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Posiada wiedzę na temat sposobów optymalizacji właściwości materiałów termoelektrycznych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Posiada wiedzę na temat charakterystyki właściwości cieplnych i elektrycznych materiałów	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	30 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	15 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	3 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	50 godz
Punkty ECTS za moduł	2 ECTS

Pozostałe informacje**Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)****Wykład**Materiały termoelektryczne

Opis fenomenologiczny zjawisk termoelektrycznych; podstawy termodynamiki nierównowagowej; jednoczesny transport ładunku i ciepła w materii, równania Onsagera; zależności pomiędzy współczynnikami kinetycznymi a współczynnikami transportowymi, współczynnik Seebecka a entropia transportu nośników, uogólnione prawa Fouriera i Ohma, efekty termoelektryczne w półprzewodnikach i metalach, wpływ zewnętrznego pola magnetycznego, efekty skrośne, czynniki anizotropowe, udział efektów termoelektrycznych w procesach dyfuzji oraz spiekania i degradacji materiałów, zastosowanie materiałów termoelektrycznych w sensorach, generatorach termoelektrycznych oraz pompach ciepła, sprawność urządzeń termoelektrycznych, parametr efektywności termoelektrycznej ZT, mechanizmy transportu ciepła w ciałach stałych, struktura krystaliczna a przewodzenie ciepła, sieciowa i elektronowa składowa przewodnictwa cieplnego, gałąź optyczna i akustyczna przewodnictwa sieciowego, mechanizmy rozpraszania fononów, procesy umklapp, oddziaływania fonon - elektron, mechanizmy powstawania siły termoelektrycznej w metalach, półprzewodnikach i przewodnikach jonowych, mechanizm dyfuzyjny, unoszenie fononowe, unoszenie magnonowe, związki pomiędzy strukturą elektronową a parametrem ZT, optymalizacja parametrów materiałów termoelektrycznych, optymalna szerokość przerwy wzbronionej, poziomu Fermiego oraz koncentracji nośników, klasyczne materiały termoelektryczne, stopy Bi_2Te_3 , Sb_2Te_3 , PbTe , Mg_2Si , TAGS, stopy półHeuslera, materiały tlenkowe, polimery termoelektryczne, metody preparatyki materiałów termoelektrycznych, materiały polikrystaliczne, metody hodowli monokryształów związków podwójnych i potrójnych, termoelektryczne materiały gradientowe FGTM, koncepcja szkielec fononowych - kryształów elektronowych, klatraty, skutterudyty; nanostrukturalne materiały termoelektryczne, wykorzystanie kwantowych efektów rozmiarowych do podniesienia parametru ZT, koncepcja Dresselhaus, kropki kwantowe, nanodrudty, supersieci z materiałów termoelektrycznych, metody preparatyki nanostrukturalnych materiałów termoelektrycznych, wpływ mikrostruktury na właściwości termoelektryczne, metody charakterystyki właściwości termoelektrycznych materiałów, pomiar współczynnika

Seebecka, metody pomiarów przewodnictwa cieplnego; metoda LFA, metoda Angstroma, metoda 3-omega, metody pomiarów przewodnictwa elektrycznego, pomiar koncentracji nośników, bezpośredni pomiar parametru ZT, metoda Harmana, skaningowa sonda termoelektryczna

Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Nie określono

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena średnia ważona z prezentacji i kolokwium (pisemnych i ustnych)

ocena końcowa = prezentacje • 0.4 + kolokwia • 0.6

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Nie określono

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Ukończony kurs fizyki ciała stałego lub chemii fizycznej ciała stałego

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. A.F. Ioffe, Physics of Semiconductors, Infosearch, London 1960
2. B.R. Nag, Electron Transport in Compound Semiconductors, Springer, Berlin 1980
3. D.M. Rowe, Thermoelectrics Handbook - Macro to Nano, CRC Taylor & Francis, 2005
4. D.M. Rowe, CRC Handbook of Thermoelectrics, CRC Press LLC, London, 1995
5. G.S. Nolas, J. Sharp, H.J. Goldsmid, Thermoelectrics - Basic Principles and new Materials Developments, Springer-Verlag, Berlin, 2001
6. M.G. Kanatzidis, Chemistry Physics and Materials Science of Thermoelectric Materials, Kluwer Academic, Michigan, 2003
7. J. Przyłuski, Materiały termoelektryczne, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1983
8. S. Filin S. Termoelektryczne urządzenia chłodzące, IPPU Masta, Gdańsk, 2002

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

1. K.T. Wojciechowski, Wpływ modyfikacji strukturalnych na właściwości termoelektryczne materiałów z grupy skutterudytów, Ceramika, vol. 106, 2008 - monografia habilitacyjna
2. K.T. Wojciechowski, J. Leszczyński, „Otrzymywanie i właściwości termoelektryczne CoSb₃ typu p i n”, Elektronika, vol. 2-3, 2005, pp. 35-36

- 3.R. Zybala, K. T. Wojciechowski, W. Kucza, R. Gajerski, E. Godlewska, R. Mania, Charakterystyka właściwości cieplnych warstw ochronnych metodą 3-omega, Elektronika, 9 2009, 22-24
- 4.K. Wojciechowski, R. Gajerski, J. Grzonka, R. Mania, K. Mars, J. Morgiel, R. Zybala Nanoproszki i warstwy z materiałów termoelektrycznych - otrzymywanie i charakterystyka, Elektronika, 9 2009, 65-67
5. K. Wojciechowski, Nanostrukturalne materiały termoelektryczne, Elektronika, 9 2009, 68-71
- 6.K.T. Wojciechowski, R. Mania, K Mars, R. Zybala, "Zastosowanie metody 3omega do pomiaru przewodnictwa cieplnego materiałów litych oraz warstw", Elektronika, 10, 2007, 61-63
- 7.R. Zybala, R. Mania, K. Wojciechowski „Złącza CoSb₃/Cu z barierami dyfuzyjnymi otrzymanymi techniką rozpylania magnetronowego” Materiały Ceramiczne 62 nr 1 2010, 65 - 69
- 8.M. Schmidt, R. Zybala, K. T. Wojciechowski „Otrzymywanie wybranych materiałów termoelektrycznych metodą krystalizacji kierunkowej i ich charakterystyka”, Materiały Ceramiczne 62 nr 1, 2010, 56 - 59

Informacje dodatkowe

Brak