



Technologie materiałowe dla energetyki

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria Materiałowa Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Poziom kształcenia Studia inżynierskie I stopnia Forma studiów Stacjonarne Profil studiów Ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2023/2024 Kod przedmiotu CIMAS.li20.15572.23 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Do wyboru Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Koordynator przedmiotu	Krzysztof Wojciechowski	
Prowadzący zajęcia	Krzysztof Wojciechowski	
Okres Semestr 6	Forma zaliczenia Zaliczenie Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 30 Ćwiczenia laboratoryjne: 15 Zajęcia seminaryjne: 15	Liczba punktów ECTS 4

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi technologiami otrzymywania materiałów funkcjonalnych do konwersji energii
C2	Przekazanie wiedzy nt. charakterystyki wybranych parametrów cieplnych i elektrycznych materiałów
C3	Zapoznanie studentów z wybranymi technikami wytwarzania i charakterystyki złącz metal-półprzewodnik, metal - izolator
C4	Przekazanie wiedzy nt. charakterystyki parametrów wydajnościowych materiałów i urządzeń

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Zna fizyczne i techniczne podstawy metody wytwarzania materiałów	IMT1A_W01, IMT1A_W03, IMT1A_W04	Kolokwium, Projekt, Egzamin, Przygotowanie i przeprowadzenie badań
W2	Potrafi dobrać parametry metody wytwarzania dla danego materiału	IMT1A_W01, IMT1A_W03, IMT1A_W04	Kolokwium, Projekt, Egzamin, Przygotowanie i przeprowadzenie badań
W3	Zna najnowsze trendy w rozwoju technologii wytwarzania materiałów dla energetyki	IMT1A_W01, IMT1A_W03, IMT1A_W04	Kolokwium, Projekt, Egzamin, Przygotowanie i przeprowadzenie badań
W4	Zna metody charakterystyki właściwości cieplnych i elektrycznych materiałów	IMT1A_W01, IMT1A_W03, IMT1A_W04	Kolokwium, Projekt, Egzamin, Przygotowanie i przeprowadzenie badań
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Potrafi wykonać pomiary wybranych właściwości elektrycznych i cieplnych materiałów oraz scharakteryzować parametry wydajnościowe wybranych elementów	IMT1A_U02, IMT1A_U04, IMT1A_U05	Projekt, Przygotowanie i przeprowadzenie badań
U2	Potrafi wytworzyć materiały za pomocą wybranych technik	IMT1A_U01, IMT1A_U04, IMT1A_U05	Projekt, Przygotowanie i przeprowadzenie badań
U3	Potrafi zaprojektować i wykonać wybrane połączenia materiałowe	IMT1A_U02, IMT1A_U04, IMT1A_U05	Projekt, Przygotowanie i przeprowadzenie badań
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	krytycznej oceny posiadanej wiedzy, potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	IMT1A_K01	Przygotowanie i przeprowadzenie badań
K2	zna i stosuje zasady pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	IMT1A_K02	Przygotowanie i przeprowadzenie badań
K3	rozumie zasady wykonywania pracy w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej.	IMT1A_K03	Przygotowanie i przeprowadzenie badań

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Podczas zajęć studenci zapoznają się z wybranymi technologiami stosowanymi w energetyce oraz z przykładowymi metodami badań właściwości materiałów, warstw oraz złączy, ponadto będą badać parametry wydajnościowe urządzeń termoelektrycznych. Ćwiczenia laboratoryjne obejmują następujące tematy: • Wytwarzanie powłok dielektrycznych metodą

elektrochemiczną • Wytwarzanie ścieżek przewodzących czujników temperatury metodą sitodruku • Wytwarzanie warstw półprzewodnikowych i metalicznych metodą metodą magnetronową • Wytworzenie elementów funkcjonalnych do modułu termoelektrycznego metodą prasowania na gorąco • Charakterystyka parametrów wybranych elementów termoelektrycznych • Wytwarzanie złącz metal - półprzewodnik metodą lutowania rozpliwowego

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Ćwiczenia laboratoryjne	15
Zajęcia seminaryjne	15
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	20
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Przygotowanie do zajęć	25
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 107
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	Podstawy konwersji energii słonecznej: efekt fotoelektryczny, ogniwo słoneczne, składowe i parametry promieniowania słonecznego, materiały dla ogniw słonecznych, energetyczne i wizualne jednostki fotometryczne, sprawność ogniw słonecznych, technologie produkcji ogniw słonecznych	W1, W2, W3, W4	Wykład
2.	Kolektory słoneczne, absorbery promieniowania; budowa i zasada działania kolektorów płaskich i próżniowych; rodzaje strat; charakterystyki statyczne i dynamiczne absorbera; materiały i technologie wytwarzanie powłok absorpcyjnych	W1, W2, W3, W4	Wykład
3.	Bezpośrednia konwersja ciepła na energię elektryczną, efekty termoelektryczne Seebecka i Thomsona, budowa i zasada działania generatora termoelektrycznego, sprawność generatora, parametr efektywności termoelektrycznej ZT, materiały termoelektryczne, charakterystyki temperaturowe materiałów, technologie wytwarzania materiałów termoelektrycznych	W1, W2, W3, W4	Wykład

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
4.	Półprzewodnikowe pompy ciepła, efekty termoelektryczny Peltiera, chłodziarki i mikrochłodziarki termoelektryczne, materiały do konstrukcji elementów Peltiera, parametry wydajnościowe termoelektrycznych pomp ciepła; współczynnik wydajności cieplnej COP a parametr ZT, technologie wytwarzania modułów termoelektrycznych	W1, W2, W3, W4	Wykład
5.	Sorpcyjne pompy ciepła, fizykochemiczne podstawy działania adsorpcyjnych i adsorpcyjnych pomp ciepła, budowa systemów sorpcyjnych, wydajność cieplna pomp, parametr COP, absorbery i adsorbery, wymagania materiałowe	W1, W2, W3, W4	Wykład
6.	Magazyny ciepła i chłodu, wykorzystanie ciepła właściwego, przemian fazowych, ciepła przemian chemicznych; materiały zmiennofazowe (PMC), pojemność cieplna akumulatorów ciepła, parametry cieplne materiałów do magazynów ciepła i chłodu	W1, W2, W3, W4	Wykład
7.	Ogniwa paliwowe, alkaliczne (AFC), z kwasem fosforowym (PAFC), stałotlenkowe (SOFC), ze stopionym węglanami (MCFC), z membraną protonową (PEMFC), ogniwo metanolowe (DMFC), zasada działania ogniwa paliwowych, ogniwa wodorowe, parametry temperaturowe i wydajnościowe ogniwa paliwowych, materiały do ogniwa paliwowych i technologie ich wytwarzania	W1, W2, W3, W4	Wykład
8.	Energetyka wodorowa - wytwarzanie i przechowywanie wodoru, elektrolizery, reforming parowy gazu i węgla, reforming metanolu, fotoliza wody, metody konwencjonalne magazynowania wodoru, wiązanie wodoru w stopach metali - roztwory stałe i wodorki metaliczne, wiązanie wodoru w związkach kompleksowych - wodorki kompleksowe; wiązanie wodoru na powierzchni ciał stałych (adsorpcja) - zeolity, nanomateriały węglowe, wpływ wodoru na materiały; "choroby wodorowe";	W1, W2, W3, W4	Wykład
9.	Ogniwa elektrochemiczne i superkondensatory, ogniwa litowe i sodowe, materiały elektrodowe i elektrolity, charakterystyki prądowe i napięciowe, wydajność cyklu ładowania- rozładowania, ogólne właściwości superkondensatorów, relaksacja dielektryczna, materiały i technologie wytwarzania elektrod i elektrolitów	W1, W2, W3, W4	Wykład
10.	Materiały dla energetyki jądrowej, budowa, koncepcja i układy technologiczne podstawowych reaktorów jądrowych; konstrukcja elementów paliwowych i rdzenia; paliwa jądrowe; moderatory; pręty kontrolne; materiały do wymienników ciepła i układów chłodzenia; wpływ promieniowania jonizującego na materiały; materiały ochronne	W1, W2, W3, W4	Wykład
11.	Projekt urządzenia termoelektrycznego (czujnika, ogniwa, elementu Peltiera) dla wybranego zastosowania Założenia projektowe, model teoretyczny, dobór materiałów i technik wytwarzania, obliczenia parametrów wydajnościowych	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2, K3	Zajęcia seminaryjne

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
12.	Ćwiczenia laboratoryjne obejmują następujące tematy: • Wytwarzanie powłok dielektrycznych na podłoża sensorów strumienia ciepła metodą elektrochemiczną • Wytwarzanie ścieżek przewodzących czujników temperatury metodą sitodruku • Wytworzenie elementów funkcjonalnych do modułu termoelektrycznego metodą prasowania na gorąco • Charakterystyka parametrów elementów termoelektrycznych elementów czynnych modułów Peltiera • Wytwarzanie złącz metal - półprzewodnik metodą lutowania rozpułwowego • Badania parametrów wydajnościowych generacyjnego modułu termoelektrycznego	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2, K3	Ćwiczenia laboratoryjne

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Design thinking, Praca grupowa, Dyskusja, Mini wykład

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Egzamin	egzamin
Ćwiczenia laboratoryjne	Kolokwium, Przygotowanie i przeprowadzenie badań	kolokwium
Zajęcia seminaryjne	Projekt	projekt

Sposób obliczania oceny końcowej

$$E_k = 0.5 \cdot E_e + 0.25 \cdot E_s + 0.25 \cdot E_l$$

gdzie:

Ek-ocena końcowa

Ee-ocena z egzaminu

Es-ocena z seminarium

El- ocena z laboratorium

Wymagania wstępne i dodatkowe

ukończony:

kurs chemii fizycznej

kurs fizyki ciała stałego

kurs krystalografii

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

obecność na zajęciach laboratoryjnych i seminaryjnych jest obowiązkowa

Literatura

Obowiązkowa

1. Dobrzański Leszek, Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe, WNT – Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2006, ISBN-10: 83-204-3249-9
2. Roman Pampuch, Współczesne materiały ceramiczne, AGH, 2005, ISBN: 83-7464-007-3
3. Gustavo A. Rivas et.al., Ceramics Processing In Microtechnology, Whittles Publishing 2009, ISBN-10: 1904445845 ISBN-13: 978-190444584-5
4. Ashby M.F: Dobór materiałów w projektowaniu inżynierskim, Pergamon Press, Oxford 1998.
5. Blicharski M., Wstęp do inżynierii materiałowej, WNT, Warszawa, 2001.

Dodatkowa

1. Dobrzański L. A.: Zasady doboru materiałów inżynierskich z kartami charakterystyk. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2000

Badania i publikacje

Badania

1. Wytwarzanie materiałów półprzewodnikowych do konwersji energii
2. Wytwarzanie złącz metal-półprzewodnik
3. Charakterystyka właściwości cieplnych materiałów
4. Charakterystyka właściwości elektrycznych materiałów

Publikacje

1. Krzysztof T. WOJCIECHOWSKI, Marcin BORCUCH, Michał MUSIAŁ, Paweł Wyzga , A testbed for performance studies of gas-liquid thermoelectric generators for waste heat harvesting, Measurement ; ISSN 0263-2241. — 2022 vol. 203 art. no. 111933, s. 1-10.
2. Artur KOSONOWSKI, Ashutosh Kumar, Taras Parashchuk, Raul Cardoso-Gil, Krzysztof T. WOJCIECHOWSKI, Thermal conductivity of PbTe-CoSb₃ bulk polycrystalline composite: role of microstructure and interface thermal resistance, Dalton Transactions ; ISSN 1477-9226. — 2021 vol. 50 iss. 4, s. 1261-1273.
3. N. Gostkowska-Lekner, B. Trawinski, A. KOSONOWSKI, B. Bochentyn, M. Lapinski, T. Miruszewski, K. WOJCIECHOWSKI, B. Kusz, New synthesis route of highly porous In_xCo₄Sb₁₂ with strongly reduced thermal conductivity, Journal of Materials Science ; ISSN 0022-2461. — 2020 vol. 55 iss. 28, s. 13658-13674.
4. Krzysztof T. WOJCIECHOWSKI, Taras Parashchuk, Bartłomiej WIENDŁOCHA, Oleksandr CHERNIUSHOK, Zinovi Dashevsky, Highly efficient n-type PbTe developed by advanced electronic structure engineering, Journal of Materials Chemistry. C ; ISSN 2050-7526. — 2020 vol. 8 iss. 38, s. 13270-13285.
5. Krzysztof WOJCIECHOWSKI, Elżbieta GODLEWSKA, Krzysztof MARS, Ryszard MANIA, Gabriele Karpinski, Paweł Ziolkowski, Christian Stiewe, Eckhard Müller, Characterization of thermoelectric properties of layers obtained by pulsed magnetron sputtering, Vacuum : Surface Engineering, Surface Instrumentation & Vacuum Technology ; ISSN 0042-207X. — 2008 vol. 82 iss. 10 spec. iss., s. 1003-1006.
6. K.T. WOJCIECHOWSKI, J. OBŁĄKOWSKI, Preparation and characterisation of nanostructured spherical powders for thermoelectric applications, Solid State Ionics ; ISSN 0167-2738. — 2003 vol. 157 iss. 1-4, s. 341-347. — Bibliogr. s. 347,
7. Ashutosh Kumar, Artur KOSONOWSKI, Piotr Wyzga, Krzysztof T. WOJCIECHOWSKI, Effective thermal conductivity of SrBi₄Ti₄O₁₅-La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃ oxide composite: role of particle size and interface thermal resistance, Journal of the European Ceramic Society ; ISSN 0955-2219.
8. Karolina ZAZAKOWNY, Artur KOSONOWSKI, Adrianna LIS, Oleksandr CHERNIUSHOK, Taras PARASHCHUK, Janusz TOBOŁA, Krzysztof T. WOJCIECHOWSKI, Phase analysis and thermoelectric properties of Cu-rich tetrahedrite prepared by solvothermal synthesis, Materials; ISSN 1996-1944. — 2022 vol. 15 iss. 3 art. no. 849, s. 1-16.

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
IMT1A_K01	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i jest gotów do dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych, krytycznie ocenia posiadaną wiedzę, potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.
IMT1A_K02	Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną, gotowość podporządkowania się zasadom pracy w grupie i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania.
IMT1A_K03	Ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej.
IMT1A_U01	Potrafi pozyskiwać informacje w języku polskim i języku obcym z literatury, baz danych i innych źródeł, dokonywać ich interpretacji, formułować i uzasadniać opinie dotyczące zadań inżynierskich.
IMT1A_U02	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe; potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi wykorzystywanych do badania materiałów oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.
IMT1A_U04	Posiada umiejętność doboru surowców i procesów technologicznych do wytwarzania, przetwórstwa oraz badania materiałów inżynierskich.
IMT1A_U05	Potrafi zaprojektować technologię wytwarzania materiałów i opisać przebieg zjawisk fizykochemicznych zachodzących w procesach technologicznych.
IMT1A_W01	Ma wiedzę z zakresu nauk podstawowych (matematyki, fizyki oraz chemii) niezbędną do opisu właściwości fizykochemicznych materiałów oraz do zrozumienia zjawisk występujących w materiałach przy ich wytwarzaniu i użytkowaniu.
IMT1A_W03	Ma wiedzę z zakresu inżynierii materiałowej niezbędną do opisu właściwości materiałów inżynierskich, zna metody ich projektowania i wytwarzania oraz rozumie zjawiska zachodzące w tych materiałach.
IMT1A_W04	Ma wiedzę z zakresu metod badawczych stosowanych do określania mikrostruktury i własności materiałów inżynierskich.