

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2023-2027...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/2026

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Chemiczna obróbka metali i półprzewodników
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych, Instytut Inżynierii materiałowej
Kierunek studiów	Nanotechnologia
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok/ V semestr
Rodzaj przedmiotu	Ścieżka kształcenia w zakresie: Materiały dla ekoenergetyki
Język wykładowy	Język polski
Koordinator	Dr hab. Małgorzata Pociask-Biały, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr hab. Małgorzata Pociask-Biały, prof. UR

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
V	15			15		15			4

1.2. Sposób realizacji zajęć

- ☒ zajęcia w formie tradycyjnej
- ☒ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

Egzamin

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

- znajomość metod badania właściwości strukturalnych ciał stałych przewodzących i

izolatorów
 - znajomość metod badania własności transportowych półprzewodników
 - znajomość tematyki wzrostu cienkowarstwowych materiałów dla optoelektroniki i biosensorów

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Opanowanie podstaw doświadczalnych metod wyznaczania parametrów transportowych półprzewodników
C ₂	Znajomość zasadności stosowania metody trawienia jonowego do modyfikowania własności transportowych półprzewodników
C ₃	Znajomość własności i umiejętność zastosowania promieniowania rentgenowskiego do badania struktury krystalicznej materiałów;

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu Absolwent	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	Zna zagadnienia w zakresie budowy materii, metod chemicznej obróbki metali i półprzewodników	K_W03
EK_02	Potrafi dokonać doboru metod, technik i narzędzi oraz metod eksperymentalnych do badań metali i półprzewodników 2D poddawanych obróbce chemicznej	K_U07
EK_03	Potrafi przedstawić konsekwencje wykorzystania i stosowania metod nanotechnologii, szczególnie w zakresie chemicznej obróbki metali i półprzewodników, w życiu codziennym i jest świadom odpowiedzialności za podejmowane decyzje w tym zakresie.	K_K03

1.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
1. Obróbka cieplno-chemiczna i elektrochemiczna stali. Dysocjacja, adsorpcja, dyfuzja Metalizowanie dyfuzyjne. Obróbka elektrochemiczna. Bierna i czynna ochrona przed korozją. Osadzanie elektrolityczne (galwaniczne).
2. PVD - fizyczne osadzanie z fazy gazowej. Osadzanie chemiczne (bezprądowe). Osadzanie konwersyjne. Zestalenie chemiczne.

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

3. Nanoszenie cienkich warstw. Epitaksja z fazy gazowej: nasycanie dyfuzyjne CVD.
4. Epitaksja z wiązek molekularnych MBE.
5. Trawienie i pasywacja metali. Wytrawianie zanurzeniowe. Wytrawianie atryskowe.
6. Utlenianie – tworzenie nowych warstw. Utlenianie suche, utlenianie mokre, oczyszczanie powierzchni półprzewodnika
7. Chemiczne metody obróbki powierzchni półprzewodników oraz ich zastosowania. Trawienie mokre i suche półprzewodników – zastosowanie.
6. Litografia. Fotolitografia. Litografia Rentgenowska LIGA. Litografia elektronowa.

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne laboratoriów
1. Metody nanoszenia masek na powierzchnie niemetali i nie półprzewodników.
2. Wytrawianie detali o dowolnych kształtach otrzymywanych z folii i blach aluminiowych przy zastosowaniu litografii. Projekt płytki dla budowy mini modułu fotowoltaicznego
3. Mechaniczna obróbka powierzchni półprzewodnika
4. Oczyszczanie fotowoltaicznych polikrystalicznych elementów krzemowych. Łączenie krzemowych ogniw fotowoltaicznych w baterię na samodzielnie wytrawionej płytce
5. Osadzanie galwaniczne miedzi.

Treści merytoryczne ZP
1. Trawienie mokre. Trawienie chemiczne półprzewodników z grupy A_3B_5 i A_2B_6 na wybranych przykładach.
2. Trawienie suche. Modyfikacja własności elektrofizycznych heterostruktur n-HgCdTe:In hodowanych metodą MBE – analiza wybranych przykładów eksperymentów fizycznych

3.4 Metody dydaktyczne

Np.:

Wykład: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną, metody kształcenia na odległość

Ćwiczenia: analiza tekstów z dyskusją, metoda projektów (projekt badawczy, wdrożeniowy, praktyczny), praca w grupach (rozwiązywanie zadań, dyskusja), gry dydaktyczne, metody kształcenia na odległość

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń

Wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja; kształcenie na odległość: wykład z prezentacją multimedialną.

Ćwiczenia laboratoryjne: obliczeniowe, praca w grupach, dyskusja, projektowanie ćwiczeń laboratoryjnych.

ZP: projekt badawczy, praktyczny

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
EK_01	kolokwium, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W, LAB., ZP
EK_02	kolokwium, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie	W, LAB., ZP
EK_03	projekt, sprawozdanie	LAB., ZP

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Warunkiem zaliczenia wykładu jest obecność na 80% zajęć (w trybie nauczania zdalnego obecność na 80% zajęć).

Zaliczenie wykładu, laboratorium, zajęć projektowych oraz zdanie egzaminu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów kształcenia. Weryfikacja osiąganych efektów kształcenia kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć.

Wykład – aktywna dyskusja, egzamin pisemny.

Studenci uczestniczący w zajęciach w trybie indywidualnego toku studiów ustalają harmonogram wykładu i laboratorium z prowadzącym.

Przedmiot kończy się egzaminem pisemnym, mogą do niego przystąpić studenci, którzy zdobyli zaliczenie z laboratorium (pozytywne zaliczenie kolokwium ustnego i sprawozdań z wykonywanych ćwiczeń) oraz zaliczyli zajęcia projektowe przygotowując projekty na wskazane przez prowadzącego lub zaproponowane i zaakceptowane przez prowadzącego zajęcia tematy. Egzamin pisemny przeprowadzony zostanie w formie testu wyboru jednokrotnego i wielokrotnego. Egzamin poprawkowy odbywać się będzie w formie pisemnej, komisyjny w formie ustnej.

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych i ćwiczeń projektowych pozwala na przystąpienie do zaliczenia wykładów. O ocenie pozytywnej z ćwiczeń decyduje liczba uzyskanych punktów (>50% maksymalnej liczby punktów) ze sprawozdania: dst 51-59%, dst plus 60-69%, db 70-79%, db plus 80-89%, bdb 90-100%.

O ocenie pozytywnej z wykładów decyduje liczba uzyskanych punktów (>50% maksymalnej liczby punktów) z egzaminu: dst 51-59%, dst plus 60-69%, db 70-79%, db plus 80-89%, bdb 90-100%. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest osiągnięcie wszystkich założonych efektów uczenia się.

Środki dydaktyczne: wykład: prezentacja multimedialna, laboratorium: komputer, programy liczące Excel i Origin, analiza rezultatów pomiarów uzyskanych na aparatach znajdujących się w centrum Dydaktyczno-Naukowym Mikroelektroniki i Nanotechnologii, portale internetowe firm produkujących specjalistyczną aparaturę

naukowo-badawczą prezentujące dydaktyczne filmy nt. wybranych eksperymentów potwierdzających wybrane kluczowe dla technologii chemicznej obróbki metali i półprzewodników osiągnięcia, aparatura specjalistyczna dedykowana zagadnieniom objętym programem laboratorium dostępna w Kolegium Nauk Przyrodniczych UR.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	53
SUMA GODZIN	100
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	4

* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	
zasady i formy odbywania praktyk	

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

- [1] M. Kujawińska, T. Kozacki, M. Jóźwik, Zakład Techniki Optycznej, Instytut mikromechaniki i fotoniki, Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska, <http://zto.mchtr.pw.edu.pl/download/98.pdf> ISBN 2-88238-004-6
- [2] dr inż. Maria Gazda; Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska; www.mif.pg.gda.pl/homepages/maria/pdf/MF_o6_9.pdf, www.mif.pg.gda.pl/homepages/maria/pdf/INM_o6_6.pdf
- [3] A. Górecka-Drzazga "Micro and nano structurization of semiconductor surfaces" Bulletin of the Polish Academy of sciences - Technical Sciences; Vol. 53, No. 4, 2005; [http://bulletin.pan.pl/\(53-4\)433.pdf](http://bulletin.pan.pl/(53-4)433.pdf)
- [4] A. Górecka-Drzazga "Obróbka plazmowa w mikroelektronice i mikromechanice" Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika Wrocławska www.wemif.pwr.wroc.pl/agd/obrobkaplazmowa.pdf
- [5] Aleksander Werbowy „Techniki odwzorowywania kształtów w skali Nano (nanostruktury 2-D i 3-D)”, Zakład Przyrządów Mikroelektroniki i Nanoelektroniki, Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki Politechniki

Warszawskiej http://weiti.czuby.net/NAN/Part5.pdf, Part4.pdf [6] J. Zdanowski, Trawienie jonowe i plazmowe w technologii i badaniach, Elektronika, 7, 3-10 (1991)
Literatura uzupełniająca: [7] Thermal oxidation, Siliconfareast, http://www.siliconfareast.com/oxidation.htm [8] C. Claeys, J. Vanhellemont, G. Declerck, J. Van Landuyt, R. Van Overstraeten, S. Amelinckx, VLSI Science and Technology/1984, K.E. Bean, G. Rozgoni, Eds., The Electrochemical Society, Pennington, 1984, p.272. http://www.leb.e-technik.uni-erlangen.de/lehre/mm/html/oxidation.htm

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

