

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2025-2029...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2027/2028

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Chemiczna obróbka metali i półprzewodników
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, 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. Zestawienie 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.unierlangen.de/lehre/mm/html/oxidation.htm

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

