

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
Kierunek studiów	Inżynieria materiałowa
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok, 5 semestr
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy - Nanotechnologie i materiały nanokompozytowe
Język wykładowy	polski
Koordinator	dr hab. Małgorzata Pociask-Biały, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Małgorzata Pociask-Biały, prof. UR dr Stanisław Adamiak

* -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
5	15			15				15 (projekt)	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)**

Wykład – egzamin

Laboratorium - zaliczenie z oceną

Zajęcia projektowe – zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

- znajomość podstawowej problematyki związanej z ochroną środowiska naturalnego w technikach inżynierii materiałowej,

- znajomość sposobów oczyszczania podłoża, np. mycie, odtłuszczenie, zdejmowanie powłok warstw lakieru np. z drewna za pomocą żeli trawiących, znajomość praktycznych sposobów usuwania korozji w warunkach domowych

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

3.1 Cele przedmiotu

C1	Wytwarzanie materiałów półprzewodnikowych w połączeniu nanotechnologii i inżynierii materiałowej.
C2	Rola metod chemicznej obróbki powierzchni i ich zastosowania czyli technik usuwania materiału – trawienia poprzez litografię po metody polegające na tworzeniu nowych warstw: utlenianiu, epitaksji i metodach naparowania próżniowego.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu:	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	Student zna i rozumie: wybrane zagadnienia w zakresie chemii, fizyki i ich technicznych zastosowań niezbędnych do rozumienia i opisu podstawowych zjawisk fizycznych w obszarach chemicznej obróbki materiałów	K_W02
EK_02	Student zna i rozumie wybrane zagadnienia z zakresu budowy materii, zastosowania w technologii chemicznej obróbki materiałów, wytwarzania metodami chemicznej obróbki powierzchni nowoczesnych materiałów specjalnego przeznaczenia oraz w zakresie metodyki badań ich struktury i własności fizycznych	K_W04
EK_03	Student zna i rozumie współczesne techniki komputerowe, w tym metodykę, elementy grafiki komputerowej, podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały do projektowania, modelowania, symulacji i wytwarzania elementów specjalnego przeznaczenia za pomocą suchej i mokrej chemicznej obróbki metali i półprzewodników	K_W07
EK_04	Student potrafi wybrać i zastosować podstawowe techniki laboratoryjne oraz klasyczne metody służące do rozwiązywania prostych problemów o charakterze praktycznym w zakresie chemicznej obróbki metali i półprzewodników	K_U11
EK_05	Student potrafi współdziałać i pracować w grupie, potrafi planować pracę indywidualną oraz w zespole; jest gotów do wzbogacania swojej wiedzy i podnoszenia swoich kwalifikacji, rozumie konieczność zmian	K_U15, K_K01

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

	zachodzących w technice i technologii chemicznej obróbki metali i półprzewodników	
--	---	--

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Obróbka ciepło-chemiczna i elektrochemiczna stali. Dysocjacja, adsorpcja, dyfuzja Metalizowanie dyfuzyjne. Obróbka elektrochemiczna. Bierna i czynna ochrona przed korozją. Osadzanie elektrolityczne (galwaniczne). PVD (Physical Vapour Deposition) - fizyczne osadzanie z fazy gazowej). Osadzanie chemiczne (bezprądowe) Osadzanie konwersyjne. Zestalenie chemiczne.
Trawienie i pasywacja metali. Wytrawianie zanurzeniowe. Wytrawianie natryskowe
Chemiczne metody obróbki powierzchni półprzewodników oraz ich zastosowania. Trawienie mokre. Trawienie suche (jonowe). Trawienie izotropowe i anizotropowe. Utlenianie suche, utlenianie mokre. Metody oczyszczanie powierzchni półprzewodnika. Techniki usuwania materiału.
Utlenianie – tworzenie nowych warstw. Utlenianie suche, utlenianie mokre, oczyszczanie powierzchni półprzewodnika
Litografia. Fotolitografia. Litografia Rentgenowska LIGA. Litografia elektronowa
Nanoszenie cienkich warstw. Epitaksja z fazy gazowej: nasycanie dyfuzyjne CVD (Chemical Vapour Deposition - chemiczne osadzanie z fazy gazowej). CVD wspomagane i niewspomagane. Plasma Assisted CVD MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition - osadzanie z par chemicznych związków metaloorganicznych). Epitaksja z wiązek molekularnych MBE (Molecular Beam Epitaxy).

B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
<ol style="list-style-type: none"> 1. Metody nanoszenia masek na powierzchnie metali i półprzewodników. Wytwarzanie masek fotolitograficznych (ćwiczenie wykonane na bazie analizy wybranych publikacji z bazy Science Direct). 2. Wytwarzanie struktur za pomocą fotolitografii cz.1: proces nanoszenie fotorezystora (przygotowanie podłoża, mycie, trawienie, nakładanie fotorezystu, utwardzenie). 3. Wytwarzanie struktur za pomocą fotolitografii cz. 2: proces wywołania i trawienia (wywołanie, trawienie, pomiar grubości). 4. Korozja metali, badanie odporności na korozję. 5. Natryskiwanie plazmowe powłok ceramicznych. 6. Trawienie chemiczne (zapoznanie się z procesami trawienia chemicznego stosowanego w przemyśle – zajęcia realizowane zakładzie: ZELMET-RZESZÓW Sp. z o.o.). 7. Nanoszenie powłok galwanicznych (zapoznanie się z procesami nanoszenia powłok galwanicznych – zajęcia realizowane zakładzie: ZELMET-RZESZÓW Sp. z o.o.).
Praca w 2 (lub 4) godzinnych cyklach w zespołach dwuosobowych.
Wykonanie 4 ćwiczeń zgodnie z harmonogramem.

C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne

1. Trawienie mokre. Trawienie chemiczne krzemu.
2. Litografia w procesie wytwarzania tranzystorów i innych elementów elektronicznych.
3. Trawienie suche. Techniki wytwarzania mikro i nano obiektów stosowanych w przemyśle optoelektronicznym.
4. Trawienie suche w zastosowaniu do produkcji przyrządów do obrazowania pól temperaturowych (stosowanych w medycynie i systemach monitorowania np. obiektów strategicznych)

Praca w 2 (lub 4) godzinnych cyklach w zespołach dwuosobowych.

Wykonanie 2 projektów uzgodnionych z prowadzącym zajęcia.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja

Laboratorium: wykonywanie oraz projektowanie eksperymentalnych ćwiczeń laboratoryjnych.

Projekt: wykonanie projektów z wykorzystaniem treści przekazywanych na wykładzie, wiedzy zdobytej podczas przeprowadzania eksperymentów oraz zdobytej w wyniku własnej pracy studenta.

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., lab)
EK_01	obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie	w, lab, projekt
EK_02	kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie, projekt, egzamin pisemny	w, lab, projekt
EK_03	kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie, projekt, egzamin pisemny	w, lab, projekt
EK_04	obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie, projekt, egzamin pisemny	w, lab, projekt
EK_05	obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie, projekt	lab, projekt

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 uczenia się. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć.

Wykład – aktywna dyskusja, egzamin pisemny.

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 na ocenę pozytywną ćwiczenia **projektowe**.

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 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 ćwiczeń projektowych decyduje średnia z ocen pozytywnych za każdy z dwóch projektów.

O ocenie pozytywnej z egzaminu decyduje maksymalnej uzyskana liczba punktów z egzaminu (>50%): 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.

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)	3
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	52
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	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

7. LITERATURA

<p>Literatura podstawowa:</p> <p>1. M. Kujawińska, T. Kozacki, M. Józwiak, 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</p> <p>2. dr inż. Maria Gazda; Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Politechnika Gdańska;</p> <p>www.mif.pg.gda.pl/homepages/maria/pdf/MF_o6_9.pdf, www.mif.pg.gda.pl/homepages/maria/pdf/INM_o6_6.pdf</p>

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 – udostępnia prowadzący; 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](http://weiti.czuby.net/NAN/Part4.pdf)

Literatura uzupełniająca:

1. Thermal oxidation, Siliconfareast, <http://www.siliconfareast.com/oxidation.htm> – udostępnia prowadzący

2. 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>

3. <http://www.nanolab.uc.edu/equipment/MOCVD/MOCVD.htm>

4. http://projects.ece.utexas.edu/ece/mrc/groups/street_mbe/mbechapter.html

5. Chemia dla inżynierów - podręcznik pod red. J. Banasia, W. Solarskiego, AGH Uczelniane Wyd.Nauk.-Dydakt., Kraków 2008 (wyd.uzupeł.i popr.) – udostępnia prowadzący

6. R. Kassing, I. Rangelow, Etching processes for high aspect ratio micro systems technology, Microsystem Technologies, 3, 20-27 (1996)

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej