

SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2021-2025***(skrajne daty)*

Rok akademicki 2023/2024

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
Język wykładowy	polski
Koordynator	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			30					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

Laboratoria – zaliczenie z oceną

2. Wymagania wstępne

- | |
|---|
| - znajomość praw rządzących przepływem prądu stałego oraz zmiennego, umiejętność ich stosowania,
- umiejętność łączenia obwodów z prądem stałym według schematu, |
|---|

- znajomość podstawowej problematyki związanej z ochroną środowiska naturalnego w technikach inżynierii materiałowej,
- umiejętność prowadzenia podstawowych działań matematycznych: rachunek różniczkowy, całkowy i analiza wektorowa;
- znajomość zasady działania różnego typu uniwersalnych mierników analogowych oraz cyfrowych.

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zastosowanie materiałów półprzewodnikowych jako podzespołów układów elektronicznych i elektrotechnicznych, mikromaszyn i różnego rodzaju czujników.
C ₂	Wytwarzanie materiałów półprzewodnikowych w połączeniu nanotechnologii i inżynierii materiałowej.
C ₃	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_o1	Student zna i rozumie: wybrane zagadnienia w zakresie chemii, fizyki i ich technicznych zastosowań niezbędnych do rozumienia i opisu podstawowych zjawisk fizycznych oraz rozumienia roli fizyki w różnych obszarach techniki i technologii chemicznej obróbki materiałów	K_Wo2
EK_o2	Student zna i rozumie wybrane zagadnienia z zakresu budowy materii, zastosowania w technologii chemicznej obróbki materiałów, wytwarzania nowoczesnych materiałów specjalnego przeznaczenia oraz w zakresie metodyki badań ich struktury i własności fizycznych	K_Wo7
EK_o3	Student zna i rozumie współczesne techniki komputerowe, w tym metodykę i technikę programowania, elementy grafiki komputerowej, podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały do projektowania, modelowania, symulacji i wytwarzania elementów i urządzeń technicznych oraz rozwiązywania za ich pomocą prostych zagadnień technicznych i badawczych w zakresie suchej i mokrej chemicznej obróbki metali i półprzewodników	K_Wo7
EK_o4	Student potrafi wybrać i zastosować podstawowe techniki laboratoryjne oraz rutynowe metody służące do rozwiązywania prostych problemów w zakresie chemicznej	K_U11

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

	obróbki metali i półprzewodników o charakterze praktycznym	
EK_05	Student potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role oraz planować pracę indywidualną oraz w zespole; jest gotów do podnoszenia swoich kwalifikacji, rozumie konieczność wzbogacania swojej wiedzy i umiejętności do zmian zachodzących w technice i technologii chemicznej obróbki metali i półprzewodników	K_U15 K_Ko1

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Obróbka cieplno-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. Zestawianie 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 oczyszczania 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 ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne:
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 6 ćwiczeń zgodnie z harmonogramem.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja

Laboratorium: wykonywanie oraz projektowanie eksperymentalnych ćwiczeń laboratoryjnych.

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
EK_02	kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie, egzamin pisemny	W, Lab.
EK_03	kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie, egzamin pisemny	W, Lab.
EK_04	obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie, egzamin pisemny	W, Lab.
EK_05	obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie	W, Lab.

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

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 kontaktowe wynikające 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

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 – 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

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. Solarzkiego, AGH Uczelniane Wyd.Nauk.-Dydakt., Kraków 2008 (wyd.uzupeł.i popr.) – udostępnia prowadzący

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej