

SYLABUSDOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA **2020-2024**

(skrajne daty)

Rok akademicki 2022/2023

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

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - 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

| | |
|----|---|
| C1 | Zastosowanie materiałów półprzewodnikowych jako podzespołów układów elektronicznych i elektrotechnicznych, mikromaszyn i różnego rodzaju czujników. |
| C2 | Wytwarzanie materiałów półprzewodnikowych w połączeniu nanotechnologii i inżynierii materiałowej. |
| C3 | 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 oraz rozumienia roli fizyki w różnych obszarach techniki i technologii chemicznej obróbki materiałów | K_W02 |
| EK_02 | 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_W07 |
| EK_03 | 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_W07 |
| EK_04 | 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: |
| <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 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. Józwick, Zakład Techniki Optycznej, Instytut mikromechaniki i fotoniki, Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska, <http://zto.mchtr.pw.edu.pl/download/g8.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 Naneoelktroniki, 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. Vanhellefont, 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>
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.uzupel.i popr.) – udostępnia prowadzący

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej