

## SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2020-2022

(skrajne daty)

Rok akademicki 2021/2022

### 1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                                       |                                                                  |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Nazwa przedmiotu                                      | <b>Technologie przemysłowe do wyboru: Napyłanie magnetronowe</b> |
| Kod przedmiotu*                                       |                                                                  |
| Nazwa jednostki prowadzącej kierunek                  | Kolegium Nauk Przyrodniczych                                     |
| Nazwa jednostki realizującej przedmiot                | Kolegium Nauk Przyrodniczych                                     |
| Kierunek studiów                                      | Inżynieria materiałowa                                           |
| Poziom studiów                                        | studia drugiego stopnia                                          |
| Profil                                                | ogólnoakademicki                                                 |
| Forma studiów                                         | stacjonarne                                                      |
| Rok i semestr/y studiów                               | II rok, 2 semestr                                                |
| Rodzaj przedmiotu                                     | specjalnościowy do wyboru                                        |
| Język wykładowy                                       | polski                                                           |
| Koordynator                                           | dr Grzegorz Wisz                                                 |
| Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących | dr Grzegorz Wisz                                                 |

\* -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 |
|--------------|-------|-----|-------|------|------|----|--------|---------------|------------------|
| 2            | 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)

Wykład: egzamin

Laboratorium: zaliczenie z oceną

### 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Podstawowa wiedza z zakresu struktury, budowy i właściwości mechanicznych oraz eksploatacyjnych materiałów.

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

#### 3.1 Cele przedmiotu

|                |                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C <sub>1</sub> | Celem przedmiotu jest nabycie wiedzy w zakresie wytwarzania, testowania, budowy, właściwości i zastosowania powłok wytwarzanych metodą rozpylania magnetronowego; umiejętności projektowania procesu, badania struktury i właściwości powłok. |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

| EK (efekt uczenia się) | Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Odniesienie do efektów kierunkowych                |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| EK_01                  | Student charakteryzuje mechanizmy fizyczne procesu nanoszenia warstw w wykorzystaniem rozpylania magnetronowego.<br>Student wskazuje i charakteryzuje wady i zalety rozpylania magnetronowego w porównaniu do innych technologii; wskazuje i charakteryzuje wady i zalety rozpylania magnetronowego w porównaniu do innych technologii nanoszenia warstw                                                                                            | K_W01<br>K_W02<br>K_W07                            |
| EK_02                  | Student charakteryzuje urządzenia i parametry technologiczne procesu. Student umie określić wady cienkich warstw.<br>Student dobiera parametry procesu osadzania magnetronowego w zależności od jego rodzaju.<br>Student potrafi ocenić zagrożenie wynikające z pracy z gazami, wysoką próżnią oraz wysokim napięciem stosowanym w procesie osadzania.                                                                                              | K_U03<br>K_U05<br>K_U06<br>K_U08<br>K_U10<br>K_U11 |
| EK_03                  | Student potrafi pracować w zespole nad rozwiązaniem zadań problemowych.<br>Student potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.<br>Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy w aspekcie działalności związanej z inżynierią materiałową.<br>Student rozumie zasady etyki zawodowej, jest świadom i docenia znaczenie uczciwości w wykonywanym zawodzie. | K_K01<br>K_K03<br>K_K04<br>K_K05                   |

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

|                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Treści merytoryczne                                                                                                             |
| Rodzaje i zakresy zastosowań powłok PVD.                                                                                        |
| Modyfikacja, rekonstrukcja i aktywacja powierzchni.                                                                             |
| Przygotowanie i rola podłoża pod powłoki.                                                                                       |
| Przegląd próżniowych technik wytwarzania cienkich warstw z zastosowaniem fizycznych mechanizmów generowania strumienia par.     |
| Oddziaływanie pola elektrycznego i magnetycznego na ładunek elektryczny.                                                        |
| Budowa i zasada działania magnetronu. Typy i układy magnetronowe. Tryby pracy magnetronu.                                       |
| Mechanizmy rozpylania magnetronowego. Charakterystyka wzrostu warstw epitakcyjnych. Metody kontrolowanego wzrostu nanostruktur. |
| Kryteria wyboru technologii osadzania – dobór metody i parametrów                                                               |
| Powłoki i struktury fotowoltaiczne - wytwarzanie, właściwości, zastosowanie.                                                    |
| Powłoki i struktury tribologiczne - wytwarzanie, właściwości, zastosowanie.                                                     |
| Powłoki i struktury hydrofobowe - wytwarzanie, właściwości, zastosowanie.                                                       |
| Powłoki optyczne i elektryczne - wytwarzanie, właściwości, zastosowanie.                                                        |

#### B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

|                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Treści merytoryczne                                                                                       |
| Budowa platformy osadzania powłok. Główne parametry procesowe i ich kontrola.                             |
| Wpływ temperatury podłoża na szybkość wzrostu i właściwości powłoki.                                      |
| Rodzaje i funkcjonalności cienkich warstw wytwarzanych metodami PVD.                                      |
| Właściwości i metody charakteryzacji powłok tribologicznych.                                              |
| Właściwości i metody charakteryzacji powłok elektrycznych i elektronicznych.                              |
| Właściwości i metody charakteryzacji powłok antybakteryjnych i hydrofobowych.                             |
| Badania właściwości optycznych powłok wytworzonych metodami PVD.                                          |
| Charakteryzacja warstw i struktur z wykorzystaniem techniki SEM i EDS.                                    |
| Badania TEM struktury monowarstw, multiwarstw.                                                            |
| Badania rezystancji i charakterystyk prądowo napięciowych dla warstw i struktur fotowoltaicznych.         |
| Zależność parametrów i funkcjonalności warstw od techniki wytwarzania – optymalizacja doboru technologii. |

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną, analiza i interpretacja tekstów źródłowych

Laboratorium: praca w grupach, wykonywanie zadań praktycznych.

#### 4. METODY I KRYTERIA OCENY

##### 4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

| Symbol efektu | Metody oceny efektów uczenia się<br>(np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny,<br>projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć) | Forma zajęć<br>dydaktycznych<br>(w, ćw, ...) |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| EK_01         | Egzamin, kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć                                                                                             | W, Lab.                                      |
| EK_02         | Egzamin, kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć                                                                                             | W, Lab.                                      |
| EK_03         | Obserwacja w trakcie zajęć                                                                                                                 | Lab.                                         |

##### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiąganych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności odbywa się poprzez oceny cząstkowe sprawozdań, udział w dyskusji oraz pracę semestralną. Natomiast weryfikacja kompetencji społecznych odbywa się poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Egzamin

suma punktów uzyskanych z pisemnych odpowiedzi na poszczególne pytania egzaminacyjne:

dst - (51 - 60)% pkt,  
+dst - (61 - 70)% pkt,  
dobry (71 - 80)% pkt,  
+dobry (81 - 90)% pkt,  
bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

Laboratorium

punkty uzyskane z kolokwium z poszczególnych treści objętych programem przedmiotu

dst - (51 - 60)% pkt,  
+dst - (61 - 70)% pkt,  
dobry (71 - 80)% pkt,  
+dobry (81 - 90)% pkt,  
bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

punkty uzyskane za opracowane sprawozdanie oraz aktywność na zajęciach laboratoryjnych:

dst - (51 - 60)% pkt,  
+dst - (61 - 70)% pkt,  
dobry (71 - 80)% pkt,  
+dobry (81 - 90)% pkt,  
bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

## 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)                             | 4                                                 |
| Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.) | 55                                                |
| SUMA GODZIN                                                                                               | 104                                               |
| 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> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Burakowski T., Wierzchoń T., Inżynieria powierzchni metali. WNT, Warszawa, 1995</li> <li>2. Wysiński M.: Nowoczesne materiały narzędziowe stosowane w obróbce skrawaniem. WNT, Warszawa, 1997.</li> <li>3. Anna Szaynok, Stanisław Kuźmiński, Podstawy fizyki powierzchni półprzewodników, WNT, Warszawa 2000,</li> <li>4. Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, Krystalografia, PWN, Warszawa 2001,</li> <li>5. Tkaczyk S. i in. Powłoki ochronne. Skrypt Politechniki Śląskiej nr 2024, Gliwice 1997</li> <li>6. Andrzej Dziędzic, Kształtowanie struktury i właściwości mechanicznych oraz antybakteryjnych powłok ditlenku tytanu modyfikowanego srebrem i azotem w procesie fizycznego osadzania z fazy gazowej, Kraków : Wydawnictwa AGH, 2018</li> </ol> |
| <p>Literatura uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mattox D.M.: Handbook of Physical Vapor Deposition (Pvd) Processing. Wyd. W. Andrew, 2010 Elsevier – udostępnia prowadzący</li> <li>2. G.Wisz, P.Sawicka-Chudy, R.Yavorskyi, P.Potera, M.Bester, Ł.Głowa, "TiO<sub>2</sub>/Cu<sub>2</sub>O heterojunctions for photovoltaic cells application</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

- produced by reactive magnetron sputtering", 2019, Materials Today: Proceedings, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.10.054>
3. Wisz, G., Sawicka-Chudy, P., Potera, P., Sibiński, M., Yavorskyi, R., Głowa, Ł., Cieniek, B., Cholewa, M., "Morphology, composition, structure and optical properties of thermally annealed Cu<sub>2</sub>O thin films prepared by reactive DC sputtering method", 2018, Molecular Crystals and Liquid Crystals, 672 (1), pp. 81-91. DOI: 10.1080/15421406.2018.1542110
  4. G. Wisz, I. Virt, P. Sagan, P. Potera and R. Yavorskyi, Structural, Optical and Electrical Properties of Zinc Oxide Layers Produced by Pulsed Laser Deposition Method, Nanoscale Research Letters, 12:253, (2017) DOI: 10.1186/s11671-017-2033-9
  5. Zasoby dostępne na stronie Kurt Lesker <http://www.lesker.com/>

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej