



Inżynieria powierzchni

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria Materiałowa Specjalność Wszystkie Jednostka organizacyjna Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Poziom kształcenia Studia magisterskie inżynierskie II stopnia Forma studiów Stacjonarne Profil studiów Ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2023/2024 Kod przedmiotu CIMAS.IIi1.01018.23 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Do wyboru Blok zajęciowy Przedmioty podstawowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Koordynator przedmiotu	Karol Kyzioł	
Prowadzący zajęcia	Karol Kyzioł, Elżbieta Godlewska, Krzysztof Mars, Marzena Mitoraj-Królikowska	
Okres Semestr 1	Forma zaliczenia Zaliczenie Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 15 Zajęcia warsztatowe: 45	Liczba punktów ECTS 4

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie studentom wiedzy o roli inżynierii powierzchni w kształtowaniu właściwości użytkowych materiałów konstrukcyjnych oraz właściwości i zastosowania wybranych warstw i powłok w przemyśle
C2	Przekazanie studentom wiedzy o metodach modyfikacji powierzchni materiałów oraz zasad projektowania układów podłoże-warstwa/powłoka
C3	Praktyczne zapoznanie się studentów z wybranymi procesami syntezy warstw i powłok w reaktorach plazmochemicznych oraz z wykorzystaniem technik zanurzeniowych (dip-coating, spin-coating), na drodze elektroforezy, w procesach anodowania, jak i wybranymi metodami badań właściwości fizykochemicznych i użytkowych modyfikowanych powierzchni

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Rozumie znaczenie wpływu inżynierii materiałowej na rozwój nowoczesnych technologii	IMT2A_W01, IMT2A_K03	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Sprawozdanie, Wynik testu zaliczeniowego
W2	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki, w tym fizyki ciała stałego, niezbędną do zrozumienia zjawisk występujących przy wytwarzaniu i badaniu właściwości materiałów metalicznych, ceramicznych, polimerowych lub kompozytowych oraz określenia sposobu degradacji fizycznej tych materiałów	IMT2A_W01, IMT2A_W04	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu, Wynik testu zaliczeniowego
W3	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu chemii niezbędną do opracowania technologii wytworzenia podstawowych materiałów metalicznych, ceramicznych, polimerowych lub kompozytowych oraz do określenia sposobu degradacji chemicznej tych materiałów	IMT2A_W01	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; weryfikować poprawność danych; potrafi integrować uzyskane informacje, interpretować, a także wyciągać i formułować wnioski oraz merytorycznie uzasadniać opinie w obszarze nauki o materiałach	IMT2A_U01	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Sprawozdanie, Wynik testu zaliczeniowego
U2	Wykorzystuje wiedzę z zakresu inżynierii powierzchni materiałów potrafi dokonać właściwego doboru metod modyfikacji warstwy wierzchniej materiałów, opierając się na optymalnym doborze materiału warstwy/powłoki i procesów ich wytwarzania	IMT2A_U04	Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Sprawozdanie, Wynik testu zaliczeniowego
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Posiada świadomość ważności wiedzy podstawowej dla rozwiązywania problemów technologicznych oraz wpływu technologii na środowisko naturalne	IMT2A_K03	Udział w dyskusji, Sprawozdanie, Wynik testu zaliczeniowego

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kurs umożliwi zdobycie wiedzy z zakresu struktury i właściwości powierzchni ciała stałego oraz metod modyfikacji powierzchni materiałów, stosowanych zarówno w skali laboratoryjnej jak i w przemyśle.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	15
Przygotowanie do zajęć	8
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	10
Dodatkowe godziny kontaktowe	5
Zajęcia warsztatowe	45
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	15
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 100
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	Wykłady (15x2h, prezentacja multimedialna), obejmuje zagadnienia z zakresu: - roli inżynierii powierzchni we współczesnej technice - struktury i właściwości powierzchni - procesów adsorpcji i adhezji na powierzchni warstwy wierzchniej oraz stabilności mechanicznej warstw - technik obróbki warstwy wierzchniej jak i metod wytwarzania cienkich warstw oraz powłok (w tym fizycznego osadzania z fazy gazowej oraz metod otrzymywania w warunkach plazmy, chemicznego osadzania z fazy gazowej, osadzania chemicznego/elektrochemicznego z roztworów, natrysku cieplnego) - wybranych metod badań cienkich warstw oraz powłok (właściwości mikromechaniczne, chemiczne, fizyczne, strukturalne) - wybranych zastosowań cienkich warstw i powłok w przemyśle (powłoki odporne na korozję/erozję, bariery cieplne, powłoki supertwarde, powłoki samoczyszczące, warstwy refleksyjne i antyrefleksyjne, pokrycia superhydrofilowe i superhydrofobowe, warstwy adhezyjne, warstwy biogodne, powłoki antybakteryjne, i in.) - warstw nanostrukturalnych i ich właściwości.	W1, W2, W3, U1, K1	Wykład

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
2.	Zajęcia warsztatowe (15x3h), obejmują zagadnienia z zakresu : - wytwarzania warstw metodą magnetronową (w tym syntezy targetu metodą Induction Hot Pressing), otrzymywania powłok metalicznych metodą elektrochemiczną, otrzymywania warstw ochronnych w reaktorach RF CVD i MO CVD, budowy i syntezy powłok do zastosowań wysokotemperaturowych, otrzymywania cienkich warstw metodą wiązki molekularnej w warunkach UHV, obróbki polimerów biomedycznych za pomocą plazmy niskotemperaturowej, wykorzystania technik zanurzeniowych (spin-coating i dip-coating) do modyfikacji stopów medycznych z otrzymaniem powłok na bazie biopolimerów - pomiarów właściwości fizycznych warstw oraz analizy ich składu chemicznego, elektrochemicznych metod badania powierzchni, zastosowania reflektometrii rentgenowskiej w badaniach cienkich warstw, wykorzystania profilometru i mikroskopu sił atomowych do oceny topografii powierzchni materiałów metalowych i polimerowych Zajęcia będą prowadzone w formie warsztatów, na pierwszych zajęciach studenci wybierają tematy zajęć, które następnie realizują w kolejnych tygodniach. Obowiązkiem studenta jest zaliczenie 13 zajęć (z 15 możliwych), które wg. uznania Prowadzącego obejmują krótkie wprowadzenie teoretyczne do realizowanego tematu, zajęcia laboratoryjne lub projektowe (celem nabycia umiejętności praktycznych) jak i dyskusję/analizę problemu badawczego.	W3, U1, U2, K1	Zajęcia warsztatowe

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Praca z materiałem źródłowym, Metoda warsztatowa (ang. workshop), Dyskusja, Studium przypadku (ang. case study), Praca grupowa

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Aktywność na zajęciach, Wynik testu zaliczeniowego	Pozytywny wynik z testu zaliczeniowego, zgodnie z Regulaminem Studiów w AGH.
Zajęcia warsztatowe	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu	Zaliczenie przynajmniej 13 zajęć warsztatowych (z 15. możliwych), pozytywna ocena z przygotowania teoretycznego jak i sprawozdania.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Warunki zgodne z Regulaminem Studiów w AGH. Szczegóły podawane przez Prowadzącego przedmiot na pierwszych zajęciach.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa jest średnią ważoną ocen z testu zaliczeniowego (waga 0.5), zajęć warsztatowych (waga 0.4) i frekwencji na wykładzie (waga 0.1).

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Do uzgodnienia z Prowadzącym przedmiot.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Od studentów kursu oczekuje się wiedzy z zakresu podstaw fizykochemii ciała stałego i metod badań, z którymi studenci zapoznali się podczas studiów na dotychczasowych semestrach kształcenia.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Wykład: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody Prowadzącego.

Udział w zajęciach jest zalecany.

Zajęcia warsztatowe: Studenci wykonują ćwiczenia warsztatowe zgodnie z materiałami udostępnionymi przez Prowadzącego i pod Jego nadzorem. Student jest zobowiązany do przygotowania się w tematyce wykonywanego ćwiczenia. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie oceny z przygotowania do zajęć (co może być zweryfikowane w formie ustnej lub pisemnej) jak i opracowania tematu warsztatów. Zajęcia są obowiązkowe. Student powinien zaliczyć w semestrze 13 zajęć warsztatowych (na 15 możliwych).

Literatura

Obowiązkowa

1. C.B. Alcock: Thermochemical Processes, Principles and Models, Butterworth Heinemann (2001)
2. Deborah D.L. Chung: Composite Materials/Functional Materials for Modern Technologies, Springer (2003)
3. J. Dereń, J. Haber, R. Pampuch: Chemia Ciała Stałego” PWN (1975)
4. T. Burakowski, T. Wierzchoń, “Inżynieria powierzchni metali, PWN (1995)
5. C.B. Carter, M.G. Norton: Ceramic Materials Science and Engineering, Springer (2007)

Dodatkowa

1. Notatki z wykładów i polecane do samodzielnego studiowania artykuły naukowe.
2. K. Kyzioł, Ł. Kaczmarek, A. Kyzioł, "Handbook of Composite from Renewable Materials", 4 Vol Functionalization, Published by Wiley-Scrivener, ed. Vijay Kumar Thakur, Manju Kumari Thakur, Michael R. Kessler, 457-490, 2017, <https://doi.org/10.1002/9781119441632.ch80>
3. K. Kyzioł, A. Kyzioł, "Advances in Polymers and Fibers", vol. "Biopolymer Grafting: Applications", chapter 4: "Surface functionalization with biopolymers via plasma-assisted surface grafting and plasma-induced graft polymerization - materials for biomedical application", Published by Elsevier, ed. V.K. Thakur, 115-151, 2018, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810462-0.00004-1>

Badania i publikacje

Badania

1. Modyfikacja powierzchni materiałów inżynierskich w warunkach plazmy i z wykorzystaniem technik zanurzeniowych
2. Otrzymywanie i badanie właściwości powłok ochronnych w reaktorach CVD i PVD
3. Dyfuzja i reakcje w ciałach stałych - termodynamika i kinetyka

Publikacje

1. M. Mitoraj-Królikowska, E. Godlewska, Oxidation resistance and micromechanical properties of a Ti-46Al-8Nb (at.%) alloy with Cr-Si magnetron-sputtered coatings, Surface and Coatings Technology, 350 (2018), 732 - 739, <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2018.07.073>
2. R. Gaweł, K. Kyzioł, Z. Jurasz, Z. Grzesik, Oxidation resistance of valve steels covered with thin SiC coatings, obtained

- by RF CVD, Corrosion Science, 145 (2018) 16–25, <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2018.09.014>
3. K. Kyzioł, J. Rajczyk, K. Wolski, A. Kyzioł, B. Handke, Ł. Kaczmarek, Z. Grzesik, Dual-purpose surface functionalization of Ti-6Al-7Nb involving oxygen plasma treatment and Si-DLC or chitosan-based coatings, Materials Science & Engineering C, 121 (2021) 111848, <https://doi.org/10.1016/j.msec.2020.111848>
 4. E. Godlewska, M. Nocun, K. Majewska-Zawadzka, K. Mars, Sposób wytwarzania powłoki ochronnej na materiałach termoelektrycznych, Opis patentowy; PL 218147 B1; Udziel. 2014-03-07; Opubl. 2014-10-31.
 5. M. Mitoraj, E. Godlewska, O. Heintz, N. Geoffroy, S. Fontana, S. Chevalier, Scale composition and oxidation mechanism of the Ti-46Al-8Nb alloy in air at 700 and 800C, Intermetallics, 19 (2011), 39–47, <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2010.09.006>

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
IMT2A_K03	Przestrzega zasad etyki zawodowej oraz posiada zrozumienie wpływu inżynierii materiałowej i nowoczesnych technologii na środowisko naturalne, oraz w sposób odpowiedzialny podejmuje z tym związane decyzje.
IMT2A_U01	Potrafi korzystać z wiedzy literaturowej oraz posiada umiejętności korzystania z baz danych i innych źródeł. Potrafi na podstawie uzyskanych informacji dokonać analizy oraz interpretacji, zakończonej uzasadnionymi wnioskami i oceną krytyczną.
IMT2A_U04	Potrafi dokonać właściwego doboru metod i narzędzi niezbędnych w rozwiązaniu typowych zadań z dziedziny inżynierii materiałowej, opierając się na optymalnym doborze materiałów i procesów wytwórczych.
IMT2A_W01	Ma pogłębioną i poszerzoną wiedzę w dziedzinie nauk podstawowych takich jak chemia, fizyka, matematyka itp., która jest niezbędna do rozumienia efektów i zjawisk powiązanych z wytwarzaniem, badaniem i aplikacją materiałów inżynierskich.
IMT2A_W04	Ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą technik i metod pomiarowych w inżynierii materiałowej.