



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Wybrane zagadnienia nanotechnologii [S2FT2>WZN]

Przedmiot

Kierunek studiów

Fizyka techniczna

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

15

Liczba punktów ECTS

4,00

Koordynatorzy

dr hab. inż. Wojciech Koczorowski prof. PP

wojciech.koczorowski@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Wiedza z inżynierii materiałowej oraz fizyki w zakresie podstaw nanotechnologii, materiałów i technik próżniowych. Umiejętność opisu problemów fizycznych i technicznych w oparciu o posiadaną wiedzę, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Rozumienie konieczności poszerzania swojej wiedzy i kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom aktualnej wiedzy w obszarze nanotechnologii materiałów, narzędzi i procesów oraz ich zastosowań. Zapoznanie studentów z możliwościami wybranych technik eksperymentalnych oraz kontrolowanej strukturyzacji i modyfikacji powierzchni. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności krytycznej analizy własnych pomysłów, badań i idei w kontekście szeroko pojętej nanotechnologii oraz samodzielnego projektowania eksperymentów, a także procesów technologicznych. 3. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej w zakresie zdobywania i przekazu wiedzy.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. zna osiągnięcia, wyzwania oraz ograniczenia wybranych, zaawansowanych zagadnień inżynierii

materiałowej i fizyki znajdujących zastosowanie w nowoczesnych technologiach badawczych, a także przemysłowych

2. ma rozbudowaną wiedzę dotyczącą charakterystyki i modyfikacji materiałów (w tym dwuwymiarowych) oraz wybranych, potencjalnych zastosowań we współczesnej technice i technologii
3. ma ugruntowaną, szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami analizy właściwości materiałów funkcjonalnych w różnych skalach rozmiarowych
4. zna obecny stan wiedzy, badań i rozwoju z zakresu nanotechnologii, fizyki fazy skondensowanej, fizyki powierzchni, elektroniki, oraz ma wiedzę dotyczącą transferu technologii

Umiejętności:

1. potrafi pozyskiwać z literatury i baz danych informacje dotyczące zagadnień fizycznych oraz technicznych, dokonywać ich krytycznej analizy, integrować oraz formułować opinie w aspektach: fizycznym, technicznym i ekonomicznym
2. ma umiejętność samokształcenia i potrafi określić kierunki dalszego uczenia się
3. potrafi analizować koncepcje wybranych, intensywnie rozwijanych nowych obszarów inżynierii materiałowej, oceniać ich innowacyjność oraz techniczną wykonalność

Kompetencje społeczne:

1. potrafi odpowiedzialnie pracować nad wyznaczonym wielowątkowym zadaniem, samodzielnie i w zespole
2. rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego aktualizowania uzupełniania wiedzy oraz konieczności podnoszenia kompetencji zawodowych oraz społecznych
3. ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć fizyki technicznej, inżynierii materiałowej oraz innych aspektów działalności inżynierskiej

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

W zakresie stosowanych metod weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się stosuje się następujące progi ocen:

- 50,1-60% dst;
- 60,1-70% dst+;
- 70,1-80% db;
- 80,1-90% db+;
- od 90,1% bdb.

Ocena wynika z indywidualnej pracy pisemnej oraz/lub odpowiedzi ustnej.

Treści programowe

Wykład:

1. Spektrometria masowa.
2. Testy szczelności układów ciśnieniowych.
3. Laboratoria Clean-room.
4. Strukturyzacja powierzchni - metody litograficzne.
5. Modyfikacja powierzchni krystalicznych.
6. Metody osadzania cienkich warstw.
7. Materiały dwu-wymiarowe.
8. Projektowanie eksperymentu.

Ćwiczenia:

Poznanie różnych technik charakterystyki powierzchni oraz objętościowej z omówieniem ograniczeń pomiarowych i uzyskiwanych informacji fizycznych, rozwiązywanie zagadnień problemowych dotyczących doboru technik badawczych.

Projekt:

Na podstawie danych wejściowych wykonanie projektu urządzenia o architekturze planarnej obejmujące ciąg procesów technologicznych, dobór materiałów, struktury pomiarowej oraz przewidywanych wyników.

Tematyka zajęć

Zagadnienia szczegółowe:

1. Spektrometria masowa: rodzaje spektrometrów masowych, źródła jonów, filtry masowe, detektory, analiza wyników spektrometrii masowej, ICP-MS, MALDI, itd., zastosowania.
2. Testy szczelności: podstawowe techniki wykrywania wycieków, przemysłowe techniki wykrywania nieszczelności, helowe testy szczelności, helowy wykrywacz nieszczelności - tryby pracy, zastosowania.
3. Laboratoria Clean-room: zasady użytkowania, projektowania i rozwiązania konstrukcyjne, klasyfikacje CR.
4. Strukturyzacja powierzchni - metody litograficzne: definicje, podstawy litografii: optycznej, elektronowej, jonowej (FIB), urządzenia typu dual-beam (SEM-FIB), procesy wieloetapowe.
5. Modyfikacja powierzchni krystalicznych - elementy fizyki powierzchni, rekonstrukcja i relaksacja powierzchni, metody otrzymywania zrekonstruowanych powierzchni półprzewodnikowych oraz metalicznych, typowe przykłady rekonstrukcji, układy służące do preparatyki powierzchni.
6. Metody osadzania cienkich warstw: osadzanie z wykorzystaniem technik PVD i CVD oraz właściwości, w tym rozpylanie z wykorzystaniem wiązki elektronowej, magnetronowe (DC oraz RF), ALD, i inne., metody kontroli grubości i jakości wytworzonych warstw.
7. Materiały dwu-wymiarowe: podział materiałów warstwowych, wytwarzanie materiałów warstwowych, właściwości oraz techniki charakteryzacji.
8. Projektowanie eksperymentu - dobór technik eksperymentalnych w zależności od oczekiwanych wyników eksperymentalnych.

Ćwiczenia:

Poznanie różnych technik charakteryzacji powierzchni oraz objętościowej z omówieniem ograniczeń pomiarowych i uzyskiwanych informacji fizycznych, rozwiązywanie zagadnień problemowych dotyczących doboru technik badawczych.

Projekt:

Na podstawie danych wejściowych wykonanie projektu urządzenia o architekturze planarnej obejmujące:

1. Wybór materiałów na kanały aktywne, podłoże i kontakty elektryczne.
2. Zaprojektowanie powierzchniowej struktury pomiarowej.
3. Opracowanie procedury strukturyzacji z wykorzystaniem odpowiedniego rodzaju litografii, w tym dobór reżystu.
4. Na podstawie właściwości fizycznych układu analiza możliwych wyników uzyskanych pomiarowych dla danej struktury pomiarowej.
5. Prezentacja uzyskanych wyników.

Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, dyskusja, dyskusja oksfordzka.

Ćwiczenia: prezentacja opracowanych zagadnień, ćwiczenia praktyczne, dyskusja, dyskusja oksfordzka, nauczanie problemowe, praca w zespole.

Projekt: rozwiązywanie problemów projektowych, nauczanie problemowe, dyskusja, dyskusja oksfordzka, praca w zespole, prezentacja wyników.

Literatura

Podstawowa:

- [1] J. Throck Watson, O. David Sparkman, Introduction to Mass Spectrometry: Instrumentation, Applications and Strategies for Data Interpretation, 2007 John Wiley & Sons, Ltd
- [2] Koczorowski, W., Kuświk, P., Przychodnia, M., Wiesner, K., El-Ahmar, S., Szybowicz, M., Nowicki, M., Strupiński, W., Czajka, R., 2017. CMOS-compatible fabrication method of graphene-based micro devices. Materials Science in Semiconductor Processing 67, 92-97.
- [3] Wiley, W. C., McLaren I. H., Rev. Sci. Instrum. 1955, 26, 1150-1157
- [4] [5] H. Rottländer, W. Umrath, G. Voss, Fundamentals of leak detection, Editor: Leybold GmbH Cat. No. 199 79_VA.02, https://www.leyboldproducts.com/media/pdf/90/c7/87/Fundamentals_of_Leak_Detection_EN.pdf - dostęp 10.2024
- [6] Liu, Shenghong, Wang, J., Shao, J., Ouyang, D., Zhang, W., Liu, Shiyuan, Li, Y., Zhai, T., 2022. Nanopatterning Technologies of 2D Materials for Integrated Electronic and Optoelectronic Devices. Advanced Materials 34, 1-22.
- [7] W. Whyte, Cleanroom Technology: Fundamentals of Design, Testing and Operation, 2nd Edition Wiley 2010, ISBN: 978-0-470-74806-0, John Wiley & Sons, Ltd

- [8] W. R. Fahrner - editor Nanotechnology and Nanoelectronics Materials, Devices, Measurement Techniques, Chapter: Nanostructuring, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005,
<https://link.springer.com/book/10.1007/b137771#toc> - - dostęp 01.2022
- [9] Das, S., Robinson, J.A., Dubey, M., Terrones, H., Terrones, M., 2015. Beyond Graphene: Progress in Novel Two-Dimensional Materials and van der Waals Solids. Annual Review of Materials Research 45, 1-27.

Uzupełniająca:

- [1] Pfeiffer Vacuum Company, The Vacuum Technology Book - part. II, 2017
- [2] A. Hałas, Technika Próżni, OWPW, Wrocław, 2017
- [3] J. M. Lafferty (Editor), Foundations of Vacuum Science and Technology, Wiley, New York, 1998, ISBN: 978-0-471-17593-3

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	1,50