



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Wybrane metody i zastosowania nanotechnologii [S2ETI2>WMiZN]

Przedmiot

Kierunek studiów

Edukacja techniczno-informatyczna

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

15

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

2,00

Koordynatorzy

dr hab. inż. Wojciech Koczorowski prof. PP
wojciech.koczorowski@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Wiedza podstawowa z fizyki doświadczalnej i teoretycznej z zakresu 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 warstwowych, wybranych technik próżniowych, wykrywania nieszczelności układów ciśnieniowych oraz technologii Clean-Room. Zapoznanie studentów z możliwościami wybranych technik eksperymentalnych oraz kontrolowanej strukturyzacji, wzrostu i modyfikacji materiałów. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności krytycznej analizy własnych pomysłów, badań i idei w kontekście szeroko pojętej nanotechnologii oraz samodzielnego projektowania eksperymentów. 3. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej w zakresie zdobywania i przekazu wiedzy.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. zna osiągnięcia, wyzwania i ograniczenia wybranych, zaawansowanych zagadnień inżynierii materiałowej i fizyki znajdujących zastosowanie w nowoczesnych technologiach,
2. ma rozbudowaną wiedzę dotyczącą charakterystyki i wytwarzania materiałów technologicznych oraz konstrukcyjnych i ich potencjalnych zastosowań we współczesnej technice i technologii
3. ma ugruntowaną, szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami analizy właściwości materiałów funkcjonalnych w skali nano, mikro i makro
4. zna obecny stan wiedzy, badań i rozwoju z zakresu nanotechnologii, fizyki fazy skondensowanej, fizyki powierzchni, elektroniki, ma wiedzę dotyczącą transferu technologii

Umiejętności:

1. potrafi pozyskiwać z literatury i baz danych informacje dotyczące zagadnień inżynierii materiałowej oraz technicznych, dokonywać ich krytycznej analizy, integrować oraz formułować opinie w aspektach: fizycznym, technicznym
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 i uzupełniania wiedzy oraz konieczności podnoszenia kompetencji zawodowych i społecznych
3. ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, w szczególności rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć fizyki technicznej 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 kryteria oceny /ocena: zgodnie z regulaminem studiów

W przypadku wykładu ocena wynika z indywidualnej pracy pisemnej oraz/lub odpowiedzi ustnej przeprowadzonej na ostatnich zajęciach wykładowych.

Dla zajęć projektowych ocena będzie zawierać: wyniki bieżącej weryfikacji przygotowania do zajęć i aktywność na zajęciach oraz finalną ocenę przygotowanych projektów.

Treści programowe

Wykład:

1. Spektrometria masowa
2. Testy szczelności
3. Laboratoria Clean-Room
4. Strukturyzacja powierzchni - metody litograficzne
5. Metody osadzania cienkich warstw
6. Materiały dwuwymiarowe

Projekt:

Na podstawie danych wejściowych wykonanie projektu prostego urządzenia o architekturze planarnej (np. czujnik Halla, struktura TLM, FET) obejmującego ciąg procesów technologicznych strukturyzacji, dobór materiałów, struktury pomiarowej oraz przewidywanych wyników.

Tematyka zajęć

Wykład:

1. Spektrometria masowa: rodzaje spektrometrów, 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.
3. Laboratoria Clean-Room: zasady użytkowania, projektowania i funkcjonowania, rozwiązania konstrukcyjne, klasyfikacje CR.
4. Strukturyzacja powierzchni - metody litograficzne: definicje, podstawy litografii: optycznej,

elektronowej, jonowej (FIB), urządzenia typu dual-beam, procesy wieloetapowe.

5. 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.

6. Materiały dwuwymiarowe: podział materiałów warstwowych, wytwarzanie materiałów warstwowych, właściwości oraz techniki charakteryzacji.

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 emulsji i innych odczynników chemicznych.
4. Na podstawie przewidywanych 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.

Projekt: rozwiązywanie indywidualnych 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] Wiley, W. C., McLaren I. H., Rev. Sci. Instrum. 1955, 26, 1150-1157

[3] 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 10.2025

[5] 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 01.2025

[6] 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. <https://doi.org/10.1146/annurev-matsci-070214-021034>

[7] 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.

<https://doi.org/10.1016/j.mssp.2017.05.021>

[8] 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. <https://doi.org/10.1002/adma.202200734>

Uzupełniająca:

[1] A. Hałas, Technika Próżni, OWPW, Wrocław, 2017

[2] Pfeiffer Vacuum Company, The Vacuum Technology Book - part. II, https://www.pfeiffer-vacuum.com/filepool/file/literature/vacuum-technology-book-ii-part-2.pdf?request_locale=en_US&referer=2063 -dostęp 01.2025

[3] J. M. Lafferty (Editor), Foundations of Vacuum Science and Technology, Wiley, New York, 1998, ISBN: 978-0-471-17593-3

[4] W. Whyte, Cleanroom Technology: Fundamentals of Design, Testing and Operation, 2nd Edition Willey 2010, ISBN: 978-0-470-74806-0, John Wiley & Sons, Ltd

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

| | Godzin | ECTS |
|--|--------|------|
| Łączny nakład pracy | 50 | 2,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem | 30 | 1,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiiw/egzaminu, wykonanie projektu) | 20 | 1,00 |