

Nazwa przedmiotu: Technologie cienkich warstw
Nazwa w jęz. angielskim: Thin films technologies
Kod przedmiotu: WTCNTCSM-TCW

Dane dotyczące przedmiotu:
Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Nowych Technologii i Chemii
Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii
Obowiązuje od naboru: październik 2016

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

Egzamin

Język wykładowy:

polski

Skrócony opis:

Przedmiot obejmuje wiedzę w zakresie technologii cienkich warstw, otrzymywanych w warunkach próżni lub obniżonego ciśnienia gazu, o strukturze amorficznej, polikrystalicznej lub monokrystalicznej (epitaksja), z materiałów metalicznych, dielektryków, półprzewodników lub złożonych (kompozytów), wykorzystywanych w nowoczesnych produktach przemysłu elektronicznego, w optoelektronice, w optyce i tribologii.

Opis:

1. Historia osadzania warstw. Procesy samorzutne i celowe działania. Systematyka, przegląd i podział technologii wytwarzania warstw. Metody fizyczne, chemiczne, krystalizacja. Ogólne omówienie metod i ich zastosowań. (W2,L0).
2. Fizyczne metody osadzania warstw w próżni (PVD). Podstawy techniki próżni. Materiały wysokotopliwe. Oporowe napyłanie termiczne w próżni. Napyłanie z użyciem wiązki elektronowej. Realizacja aparaturowa. Zastosowania w skali laboratoryjnej i przemysłowej. (W4, L4).
3. Rozpylanie jonowe w próżni. Oddziaływanie jonów z powierzchnią materiałów (mi. trawienie jonowe). Warianty metody - działło jonowe, wyładowanie w rozrzedzonej gazie. Aparatura, zastosowania metody. (W2,L0).
4. Rozpylanie magnetronowe. Zastosowanie pola magnetycznego – magnetrony. Wpływ plazmy na wydajność jonizacji i rozpylania oraz na własności warstw. Stosowane konstrukcje magnetronów. Wady i zalety rozpylania magnetronowego. Rozpylanie dielektryków w polu szybkozmennym. Skala i koszty metody. Zastosowania warstw w tribologii. (W2,L4).
5. Rozpylanie reaktywne. Zastosowanie gazu reaktywnego w rozpylaniu próżniowym. Dwubiegunowy charakter zjawisk (stan metaliczny – zatruty). Stechiometria warstw. Aparatura i procesy sterowania stechiometrią. Zastosowania w tworzeniu powłok o specjalnym przeznaczeniu i utwardzaniu powierzchni roboczych narzędzi.
6. Rozpylanie laserowe. Zastosowanie lasera do osadzania warstw w próżni. Zjawiska oddziaływania promieniowania e-m z powierzchnią materiałów. Aparatura do wzrostu. Wpływ parametrów lasera i konfiguracji układu na warunki wzrostu. Materiały otrzymywane tą metodą. Struktura i własności warstw. Porównanie metod fizycznego osadzania warstw. Kolokwium półroczne. (W4,L0).
7. Procesy zachodzące na powierzchni podłoż w początkowej fazie osadzania warstw metodami fizycznymi z fazy gazowej (termalizacja cząstek, adsorpcja, dyfuzja powierzchniowa, tworzenie się klastrów, zarodkowanie, mechanizmy wzrostu warstw: F.Van Der Merwe, Stranskiego-Krastanowa, Volmera-Webera). Struktura warstw otrzymywanych metodami PVD. Zakres zastosowań powłok o różnych strukturach. (W4,L0).
8. Chemiczne metody osadzania warstw (CVD). Reakcje chemiczne w obszarze osadzania warstw. Prekursory. Grupy związków otrzymywane tą metodą. Parametry sterowania procesem wzrostu. Struktura i czystość warstw. Epitaksja z fazy gazowej (VPE). Chemiczne osadzanie warstw z użyciem związków metaloorganicznych (MOCVD). Wykorzystanie w elektronice i optoelektronice do wzrostu warstw półprzewodnikowych (Si, Ge, A^2B^6 , A^3B^5 i in.). Rola kontroli stosowanych rozwiązań technicznych i zabezpieczeń przed szkodliwymi warunkami. (W4, L4).
9. Epitaksja z wiązek molekularnych (MBE). Aparatura próżniowa UHV. Formowanie i sterowanie parametrami wiązki molekularnej (komórki Knudsen). Analiza wzrostu warstw *in situ* (RHEED). Materiały (półprzewodniki, magnetyki i inne). Struktury niskowymiarowe. Zastosowania. Koszty eksploatacji. (W2, L0)
10. Epitaksja z fazy ciekłej (LPE). Procesy w fazie ciekłej - wykresy fazowe, współczynniki aktywności i segregacji, dyfuzja. Rozwiązania aparaturowe, rodzaje metod i materiałów. „Epitaksjalne” własności warstw – b. wysoka jakość struktura i czystość. Sterowanie parametrami procesu. Zastosowania na skalę przemysłową i koszty metody. Zestawienie i porównanie metod epitaksjalnych wzrostu warstw. Drugie kolokwium półroczne. (W4, L4)

Tematyka zajęć laboratoryjnych:

1. Napyłanie termiczne metalu w próżni (warstwy kontaktowej) na strukturze półprzewodnikowej (4 godz.).
2. Nanoszenie warstwy dielektryka na półprzewodniku metodą zmiennoprądowego rozpylania magnetronowego (4 godz.).
3. Epitaksjalny wzrost metodą MOCVD – dobór prekursorów i wyznaczenie procedury do wzrostu heterostruktury CdTe/CdHgTe. (4 godz.).
4. Epitaksja z fazy ciekłej (LPE)- tygle, materiały: roztwory metaliczne Ga i In, podłoża i polikrystały do wzrostu GaAs, InSb, InAs. Wykresy fazowe, opracowanie procedury wzrostu warstw ze złączem p-n z GaAs i InSb. (4 godz.).

Literatura:

1. A.J. Michalski, *Fizykochemiczne podstawy otrzymywania powłok z fazy gazowej*, Oficyna Wyd. PW Warszawa, 2000
2. Handbook of Thin Film Deposition Process & Techniques. Principles, Methods, Equipment and Application, ed. by Krishna Seshan, Noyes Publ., William Andrew Inc. Norwich, New York 2001 (baza bibl. Knovel)
3. *Handbook of Thin Film Technology*, Ed. Hartmut Frey, Hamid R Khan, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2015
4. J. Groszkowski, *Zagadnienia próżni w nauce i technice*, WNT, Warszawa, 1983
5. J. Żmija, *Podstawy teorii wzrostu monokryształów*, PWN Warszawa 1987
6. T. Burakowski, T. Wierzchoń, *Inżynieria powierzchni metali*, WNT, Warszawa 1995
7. B. Major, *Ablacja i osadzanie laserem impulsowym*, (monografia książkowa), Wydawnictwo Naukowe Akapit, Kraków 2002
8. A. Herman, W. Richter, H. Sitter, *Epitaxy: Physical Principles and Technical Implementation*, Springer Series in Materials Science; vol. 62, Springer Berlin 2004

Efekty kształcenia:

- W1 Poznał metody otrzymywania warstw w postaci powłok o określonych właściwościach i przeznaczeniu jak i warstw monokrystalicznych półprzewodników i materiałów optycznych. K_W09, K_W18
- W2 Zna zjawiska fizyczne i prawa mające zastosowanie w technologii warstw oraz mechanizmy wzrostu na poziomie kilku warstw atomowych i cienkich monokryształów. K_W11, K_W17, K_W18
- W3 Zna uwarunkowania technologiczne i układy aparaturowe stosowane w poszczególnych metodach wzrostu oraz metody sterowania procesami wzrostu i kontroli parametrów otrzymywanych warstw. K_W09, K_W18
- U1 Dla otrzymania określonego materiału potrafi wykonać analizę pod kątem wymaganych parametrów oraz kosztów i dokonać wyboru odpowiedniej technologii na podstawie zdobytej wiedzy ogólnej i informacji pozyskanych z literatury. K_U03, K_U05, K_U09
- U2 Potrafi zaprojektować prosty proces technologiczny używając właściwych metod, technik i narzędzi. K_U07, K_U09
- U3 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, integrować je i dokonywać ich interpretacji w celu rozwiązania konkretnych problemów technologicznych. K_U01, K_U03, K_U04
- K1 Rozumie potrzebę ciągłego rozwoju i kształcenia się i zapoznawania się z nowymi trendami w technologii w celu pozyskiwania bieżących informacji i kreatywnie stosować je w pracy. K_K01, K_K06
- K2 Potrafi pracować w zespole rozumiejąc rolę współdziałania osób reprezentujących różne pokrewne dziedziny nauki i techniki dla rozwiązywania problemów technologicznych i ma świadomość odpowiedzialności za realizowane wspólnie zadania. K_K03, K_K04
- K3 Ma wiedzę i potrafi ocenić szkodliwość stosowanych w danej technologii związków chemicznych i procedur. Ma wiedzę o sposobach zabezpieczeń. K_W02, K_K04, K_K05

Metody i kryteria oceniania:

Przedmiot kończy się zaliczeniem pisemnym.

Laboratorium – zaliczenie ćwiczenia wymaga uzyskania pozytywnej oceny z przygotowania teoretycznego do ćwiczenia, wykonania ćwiczenia i oddania właściwie przygotowanego pisemnego sprawozdania z ćwiczenia.

Zaliczenie przedmiotu wymaga uzyskania pozytywnych ocen z ćwiczeń laboratoryjnych oraz zdania pisemnego, dwuczęściowego sprawdzianu zawierającego: syntetyzujące pytanie otwarte oraz test jednokrotnego wyboru.

Osiągnięcie efektów W1, W2, U1 weryfikowane jest podczas sprawdzianu końcowego, natomiast efekty W1, W2, W3, U2, U3, K2, K3 sprawdzane są w trakcie realizacji ćwiczeń laboratoryjnych, efekt K1 sprawdzany podczas udziału w dyskusji na zajęciach.

ocena 2 – poniżej 50% poprawnych odpowiedzi;
ocena 3 – 50 ÷ 60% poprawnych odpowiedzi;
ocena 3,5 – 61 ÷ 70% poprawnych odpowiedzi;
ocena 4 – 71 ÷ 80% poprawnych odpowiedzi;
ocena 4,5 – 81 ÷ 90% poprawnych odpowiedzi;
ocena 5 – powyżej 91% poprawnych odpowiedzi.

Ocenę **bardzo dobrą** otrzymuje student, który posiadał wiedzę, umiejętności i kompetencje przewidziane efektami kształcenia, a ponadto wykazuje zainteresowanie przedmiotem, w sposób twórczy podchodzi do powierzonych zadań i wykazuje się samodzielnością w zdobywaniu wiedzy, jest wytrwały w pokonywaniu trudności oraz systematyczny w pracy.

Ocenę **dobrą** otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dobrym. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy o średnim stopniu trudności.

Ocenę **dostateczną** otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dostatecznym. Samodzielnie rozwiązuje zadania i problemy o niskim stopniu trudności. W jego wiedzy i umiejętnościach zauważalne są luki, które potrafi jednak uzupełnić pod kierunkiem nauczyciela.

Ocenę **niedostateczną** otrzymuje student, który nie posiadał wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie koniecznych wymagań.

Na końcową ocenę składają się oceny uzyskane na 2 sprawdzianach (połówkowym i końcowym), ocena z ćwiczeń laboratoryjnych oraz zaangażowanie i sposób podejścia studenta do nauki.

Praktyki zawodowe:

brak

Forma studiów

stacjonarne

Rodzaj studiów

II stopnia							
Rodzaj przedmiotu							
obowiązkowy							
Przedmioty wprowadzające							
- Fizyka. Wymagania wstępne: zna podstawy fizyki ciała stałego. - Chemia. Wymagania wstępne: zna podstawy chemii nieorganicznej i organicznej. - Język angielski. Wymagania wstępne: rozumienie nazewnictwa i terminologii fizycznej, chemicznej i technicznej.							
Programy							
semestr studiów II							
kierunek: inżynieria materiałowa							
specjalność: nowe materiały i technologie							
Forma zajęć liczba godzin/rygor							
semestr	x- egzamin, + zaliczenie, # projekt						ECTS
	razem	wykłady	ćwiczenia	laboratoria	projekt	seminarium	
II	46	30 / x	-	16 / +	-	-	3
Autor							
dr Jolanta RACZYŃSKA							
Bilans ECTS							
Lp.	Aktywność					Obciążenie w godz. II sem.	
1	Udział w wykładach					30	
2	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów					20	
3	Udział w ćwiczeniach						
4	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń						
5	Udział w laboratoriach					16	
6	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów					16	
7	Udział w seminariach						
8	Samodzielne przygotowanie się do seminariów						
9	Realizacja projektu						
10	Udział w konsultacjach						
11	Przygotowanie do egzaminu					10	
12	Udział w egzaminie					2	
Sumaryczne obciążenie pracą studenta						Godz.	ECTS
Zajęcia z udziałem nauczycieli: 1+3+5+7+9+10+12						94	3
Zajęcia o charakterze praktycznym: 5+6+9						48	2
Zajęcia powiązane z działalnością naukową: 1+2+3+4+7+8						32	1
						50	2

AUTOR
KARTY INFORMACYJNEJ


Dr Jolanta RACZYŃSKA

KIEROWNIK JEDNOSTKI ORGANIZACYJNEJ
ODPOWIEDZIALNEJ ZA PRZEDMIOT


Prof. dr hab. inż. Leszek JAROSZEWICZ