

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PS-000000B-0126	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Technologie dla mikroelektroniki, fotoniki i mikrosystemów (TUIS)		
			w j. angielskim	Technology for microelectronics, photonics and microsystems.		
Przynależność do grupy przedmiotów	przedmioty ogólne / warsztat badacza / przedmioty specjalnościowe					
Koordynator przedmiotu	Prof. dr hab. inż. Romuald Beck					
Jednostka realizująca	IMiO PW	Dyscyplina/y naukowa*	Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika			
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów	Semestr	zimowy/letni			
Język zajęć	Polski					
Forma zaliczenia:	zaliczenie/ zaliczenie na ocenę/egzamin	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	3	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	20	Dostępność dla studentów	Tak/Nie	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytorijne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	-	-	5 ćwiczeń 3 godzinnych	-
	łącznie w semestrze	30	-	-	15	-

* nie dotyczy warsztatu badacza

1. Wymagania wstępne

Ogólne wiadomości z zakresu fizyki ogólnej (wykład podstawowy na PW) oraz chemii - z zakresu szkoły średniej. Mile widziane, choć nie wymagane, wiadomości z zakresu podstaw fizyki półprzewodników.

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z podstawami technologii, które wykorzystuje się przy wytwarzaniu elementów, układów i całych systemów mikroelektronicznych, fonicznych i mikrosystemów (MOEMS). Wiedza ta i zrozumienie podstawowych wymagań i ograniczeń tych technologii należy do niezbędnego kanonu wiedzy niezależnie od tego, czy słuchacz będzie w przyszłości specjalizował się w modelowaniu i symulacji elementów i układów, ich technologii, czy projektowaniu układów i systemów.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

Wytwarzanie przyrządów, całych układów i systemów mikroelektronicznych, fonicznych i mikromechanicznych opiera się w istocie na pewnej specyficznej grupie procesów technologicznych. Szczególnym zrzędzeniem losu, procesy technologiczne dla wszystkich trzech grup przyrządów, układów i systemów pochodzą z pewnych spójnych grup procesów, czasem realizowanych dokładnie tak samo, czasem w innym zakresie wartości parametrów.

Podstawowe różnice realizacji tych procesów sprowadzają się przede wszystkim do optymalizacji, w każdej z trzech grup technologii, pod inne parametry lub inne zakresy wartości tych samych parametrów.

Dlatego, w układzie tego przedmiotu, kluczem do szybkiego i sprawnego wyłożenia zagadnień technologicznych jest zapoznanie studentów ogólnie z procesami stosowanymi do tej grupy technologii, w każdym konkretnym przypadku opisując dopiero jego warianty stosowane w poszczególnych typach zastosowań.

Przejsie od poszczególnych przyrządów do układów i systemów stwarza kolejne problemy scalania w znacznym stopniu rozwiązywane podobnie we wszystkich trzech dziedzinach. Dzieje się tak, tym bardziej, że należy przypuszczać, że wkrótce w niektórych zastosowaniach elementy wszystkich tych typów będą zintegrowane - realizowane wspólnie, obok siebie, na jednym podłożu (koncepcja SOC - ang. *System-On-Chip*).

W ramach tego przedmiotu nacisk kładziony będzie na zapoznanie słuchaczy z podstawowymi zagadnieniami związanymi z wytwarzaniem przyrządów, układów i całych systemów mikroelektronicznych, optoelektronicznych i mikromechanicznych. Zastosowany podział zagadnień na wytwarzanie nowych warstw, formowanie ich kształtów i modyfikacja właściwości pozwala na uniwersalne potraktowanie tych zagadnień technologicznych niezależnie od

charakteru przyszłego zastosowania budowanych przyrządów. Wydzielone zostały natomiast te grupy zagadnień, które nie poddają się temu podziałowi, szczególnie w wyniku specyficznego charakteru zadań, jakie dane przyrządy mają pełnić.

Laboratorium

Laboratorium do tego przedmiotu będzie prowadzone w dwóch przeplatających się płaszczyznach.

Z jednej strony prowadzone będą ćwiczenia praktyczne w laboratorium IMiO PW (Zakładu Przyrządów Mikroelektroniki i Nanoelektroniki) oraz unikatowych laboratoriach technologicznych CEZAMAT PW. Wykonywane w trakcie laboratorium procesy technologiczne będą potem charakteryzowane za pomocą odpowiednich pomiarów.

Z drugiej strony - bardzo ważnym uzupełnieniem ćwiczeń praktycznych będą prowadzone w trybie interaktywnym, na komercyjnych symulatorach symulacje procesów technologicznych.

W czasie zajęć laboratoryjnych studenci będą także prowadzić, posługując się ogólnie znanymi modelami teoretycznymi, własne symulacje i obliczenia, które pozwolą na wyciągnięcie interesujących wniosków z wykonanych procesów, pomiarów i obliczeń.

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SD PW	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Wiedza na temat etapu rozwoju technologii półprzewodnikowych, możliwych i niemożliwych do osiągnięcia celów (przy wytwarzaniu elementów i układów półprzewodnikowych)	SD_W3	Kolokwium pisemne
W02			
W03			
Umiejętności			
U01	Umiejętność wykorzystania posiadanej wiedzy do twórczego rozwiązania podstawowych problemów technologicznych półprzewodnikowych (do zastosowań w mikroelektronice, fotonice oraz mikrosystemach)	SD_U1	Kolokwium pisemne + ocena aktywności
U02	Umiejętność oceny zakresu zastosowania różnych metod technologicznych	SD_U2	Kolokwium pisemne + ocena aktywności
U03	Umiejętność wstępnej oceny możliwości realizacji koncepcji proponowanych przez konstruktorów nowych przyrządów w praktyce	SD-U3	Kolokwium pisemne + ocena aktywności
Kompetencje społeczne			
K01			

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

Oceniany będzie zasób wiedzy, którą słuchacz posiadał na podstawie wysłuchanych wykładów oraz wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych. Będzie on sprawdzany na dwóch kolokwiach zaliczających wydzielone partie materiału wykładowego oraz w ramach laboratoriów - na podstawie zweryfikowanego kartkówkami wiedzy z zakresu ćwiczenia, dyskusji oraz merytorycznego sprawozdania z realizacji ćwiczenia.

6. Literatura

Literatura podstawowa:

[1] udostępnione materiały wykładowe

[2] R.B. Beck „Technologie krzemowe” PWN, 1992

Literatura uzupełniająca:

[1]

[2]

7. Nakład pracy doktoranta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	45
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	5
3	Godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	25
4	godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	15
Sumaryczny nakład pracy doktoranta		
Liczba punktów ECTS		3

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy doktoranta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)