**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy technologii układów i systemów

**Koordynator przedmiotu:**

Romuald BECK

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

PTUIS

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

uczestnictwo w zajęciach 30 godzin wykładu i 15 godzin laboratorium
praca własna studenta w celu:
- opanowania wiedzy podawanej na wykładzie - 25 godzin
- przygotowania się do laboratorium wraz z przygotowaniem sprawozdania 10 godzin
Łącznie w semestrze: 80 godzin

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

4

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 2h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 1h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Elka1 + Elka2 lub ELiU lub PP

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

- uzmysłowienie studentom roli jaką pełni technologia w wytwarzaniu układów scalonych i struktur MEMS/MOEMS oraz wzajemnych zależności i powiązań między konstrukcją (projektowaniem), wytwarzaniem (technologią) i oceną jego skutków (charakteryzacją i diagnostyką);
- zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami związanymi z wytwarzaniem przyrządów, układów i całych systemów mikroelektronicznych, optoelektronicznych i mikromechanicznych;
- zapoznanie studentów z możliwymi sposobami realizacji podstawowych zadań technologicznych (budowania nowych warstw, definiowania kształtów, modyfikowania właściwości elektrofizycznych i elektrochemicznych) ich cechami charakterystycznymi i ograniczeniami zarówno fundamentalnymi (nieprzekraczalnymi), jak i wynikającymi z aktualnego poziomu rozwoju tej dziedziny;
- ukształtowanie u studentów świadomości uniwersalności zastosowań metod technologicznych w stosunku do wielkiej i różnorodnej grupy przyrządów, układów, czy nawet systemów;
- ukształtowanie u studentów umiejętności twórczego i elastycznego posługiwania się zdobytą wiedzą w celu realizacji różnych zadań technologicznych;
- zapoznanie praktyczne studentów (w ramach zajeć laboraotoryjnych) ze specyfika pracy w pomieszczeniach o podwyższonej czystości (clean-room);
- zapoznanie praktyczne z podstawowymi procesami technologicznymi;
- zapoznanie się praktyczne z powszechnie używanymi symulatorami procesów technologicznych, ich ograniczeniami i poprawnością odwzorowania rzeczywistości.

**Treści kształcenia:**

Czystość technologiczna jako warunek niezbędny dla tych technologii (ocena, wymagania, sposoby jej osiągania i zachowania)
Przegląd niezbędnych do realizacji różnych zadań technologicznych grupy procesów; zakres ich stosowalności; ograniczenia fundamentalne i wynikające z aktualnego rozwoju techniki
- procesy wytwarzania warstw: z udziałem podłoża (wysokotemperaturowe), bez udziału podłoża (metody chemicznego i fizycznego osadzania z fazy lotnej, w tym także metody posługujące się plazmą w.cz.)
- procesy definiowania kształtów: maskowanie, trawienie i lift-off, litografia posługująca się promieniowaniem ultrafioletowym (fotolitografia), wiązką elektronów (elektronolitografia); procesy trawienia mokrego i suchego (plazma i jony); sposoby kontrolowania procesu i najczęściej spotykane defekty
- procesy modyfikacji właściwości elektrofizycznych i elektrochemicznych: rekystalizacja i wygrzewanie; amorfizacja; domieszkowanie (dyfuzja wysokotemperaturowa i implantacja jonów);
Zastosowanie poznanych procesów technologicznych do realizacji podstawowych typów przyrządów półprzewodnikowych (bipolarne i CMOS) oraz charakterystycznych zadań i elementów MEMS/MOEMS (uwalnianie elementów ruchomych, mikro-reaktory, ... itp.)
Zajęcia laboratoryjne realizowane będą w laboratorium technologicznym IMiO PW (Zakładu Przyrządów Mikroelektroniki i Nanoelektroniki). Wykonywane w trakcie zajęć procesy technologiczne będą potem charakteryzowane za pomocą odpowiednich pomiarów.
Praktyczna realizacja zadań technologicznych jest uzupełniona o prowadzone w trybie interaktywnym, na komercyjnych symulatorach (ATHENA firmy Silvaco, TRIM - IBM), 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.

**Metody oceny:**

wykład - 2 kolokwia sprawdzające
w trakcie zajęć laboratoryjnych - prace sprawdzające oraz ocena sprawozdań merytorycznych z realizacji ćwiczenia

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

literatura podstawowa:
R.B. Beck "Technologia krzemowa", PWN Warszawa 1991
literatura uzupełniająca:
J. D. Plummer, M. . Deal, P.B. Griffin "Silicon VLSI Technology (Fundamentals, Practice and Modeling)" Perntice Hall inc. 2000
S. Wolf, R.N. Tauber "Silicon Processing for the VLSI Era" vol.1 Process Technology; Lattice Press

**Witryna www przedmiotu:**

nie posiada

**Uwagi:**

Przystąpienie do zajęć laboratoryjnych warunkuje odbycie przeszkolenia w zakresie zachowania się w pomieszczeniach typu clean-room oraz zasad BHP i PPOŻ.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka PTUiS\_W1:**

Znajomość wymagań stawianych infrastrukturom technicznym niezbędnym do realizacji szeroko rozumianych technologii półprzewodnikowych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTUiS\_W2:**

Znajomość (na poziomie podstawowym) procesów technologicznych, ich fundamentalnych i wynikających z aktualnego stanu techniki ograniczeń oraz pola ich zastosowań

Weryfikacja:

dyskusja w ramach zajęć laboratoryjnych + kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTUiS\_W3:**

Znajomość sposobów rozwiązywania podstawowych zadań technologicznych spotykanych w technologiach układów scalonych i struktur MOEMS

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTUiS\_W4:**

Znajomość podstawowych sekwencji procesów technologicznych stosowanych przy wytwarzaniu układów scalonych i MOEMS

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTUiS\_W5:**

Zrozumienie związku między obiektami, ich wzajemnym położeniem i ich właściwościami, a konstrukcją i parametrami wytwarzanych przyrządów i struktur.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTUiS\_W6:**

Zrozumienie podstawowych ograniczeń na konstrukcje przyrządów i struktur wynikające z dostępnych procesów technologicznych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka PTUiS\_U1:**

Umiejętność oceny możliwego zakresu zastosowań laboratorium technologicznego typu clean-room w zależności od jego klasy czystości i parametrów jego infrastruktury.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTUiS\_U2:**

Umiejętność wyboru właściwego procesu technologicznego w zależności od funkcji pełnionej przez dany element struktury i jej oczekiwane parametry

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTUiS\_U3:**

Umiejętność zaprojektowania technologii (ciągu procesów technologicznych) obiektów lub prostych struktur

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**