**Nazwa przedmiotu:**

Charakteryzacja struktur i technologii mikroelektronicznych

**Koordynator przedmiotu:**

Bogdan MAJKUSIAK

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

CSTM

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Udział w wykładzie - 30 godz.
Przygotowanie do kolokwiów - 2 x 10 godz. = 20 godz.
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych - 5 x 3 godz. = 15 godz.
Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 5 x 3 godz. = 15 godz.
Przygotowanie (dokończenie) sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych = 5 x 3 godz. = 10 godz.
Wykonanie zadania projektowego 15 godz.
Studia literaturowe do projektu 15 godz
Udział w konsultacjach indywidualnych i grupowych - 15 godz.
RAZEM: 30+20+15+15+10+15+15+15 = 135 godz. = 5 ECTS

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

30+15+15 = 60 godz = 3 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

15+10+15 = 45 godz = 2 ECTS

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagane przedmioty poprzedzające:
Elektronika 1
lub
Elementy i Układy Elektroniczne
Zalecane przedmioty poprzedzające:
Elektronika Ciała Stałego, Elektronika III, Technologia Monolitycznych Układów Scalonych

**Limit liczby studentów:**

25

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie technik i procedur pomiaru parametrów charakteryzujących mikroelektroniczne materiały, struktury i technologie oraz dyskusja błędów i ograniczeń ich stosowania.

**Treści kształcenia:**

Klasa czystość linii produkcyjnej (1h). Typ przewodnictwa półprzewodnika (1h). Rezystywność, koncentracja nośników i domieszek (6h): sonda czteroostrzowa, sondy van der Pauwa, profilowanie rezystywności, metody bezkontaktowe, efekt Halla, metody pojemności obszaru zubożonego, metody prądowo-napięciowe w tranzystorze MOS, spektroskopia SIMS. Pomiary grubości cienkich warstw (4h): pomiary optyczne, elipsometria, metody pojemnościowo-napięciowe kondensatora MOS, pomiary prądu tunelowego. Napięcia charakterystyczne struktury MOS (3h): napięcie płaskich pasm, napięcie kontaktowe, napięcie progowe. Ładunki w tlenku (1h): ładunek efektywny, gęstość pułapek powierzchniowych. Wysokości barier potencjału (2h): metody fotoprądowe, metody prądowo-napięciowe. Czas życia (4h). Parametry tranzystora MOS (4h): długość kanału, rezystancje źródła/drenu. Ruchliwość nośników: Halla, efektywna i polowa. Niezawodność cienkich warstw dielektrycznych (2h). Zagadnienia prognozowania uzysku (2h).
Laboratorium:
Pięć 3-godzinnych ćwiczeń na tematy:
 1. Kondensator MOS jako narzędzie diagnostyki
 2. Pomiary czasu życia w półprzewodniku
 3. Parametry tranzystora MOS
 4. Metoda pompowania ładunku
 5. Parametry niezawodnościowe dielektryka bramkowego
 Projekt:
Zadania projektowe polegają na opracowaniu programów komputerowych symulujących charakterystyki elektryczne wybranych struktur testowych: kondensatora MOS, tranzystora MOS, itp. i ich wykorzystaniu do analizy błędów i ograniczeń omawianych technik pomiarowych.

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia w czasie wykładowym.
Ocena wykonania projektu.
Ocena wykonania ćwiczeń laboratoryjnych na podstawie obserwacji i rozmów w trakcie wykonywania, na podstawie raportu z ćwiczenia oraz dyskusji końcowej.

2 kolokwia 0-10 pkt = 20 pkt max
5 ćwiczeń 0-5pkt = 25 pkt max
projekt 0-15 pkt
Maksymalna liczba punktów: 60
Ocena:
< 31 pkt niedostateczny
31-38 3,5
38-46 4,0
46-54 4.5
> 54 5,0

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. A. Jakubowski, W. Marciniak, H.M. Przewłocki, „Diagnostyka i pomiary w produkcji układów scalonych LSI/VLSI”.
2. D.K. Schrőder, „Semiconductor Material and Device Characterization”, J. Wiley & Sons, Inc., New York

**Witryna www przedmiotu:**

www.

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka CSTM\_W01:**

Zna metody pomiaru koncentracji domieszek i nośników w materiałach półprzewodnikowych

Weryfikacja:

Kolokwium, raport ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka CSTM\_W02:**

Zna metody pomiaru grubości warstw dielektrycznych i półprzewodnikowych

Weryfikacja:

kolokwium, raport ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka CSTM\_W03:**

Zna metody pomiaru czasu życia nośników w materiałach i przyrządach elektronicznych

Weryfikacja:

Kolokwium, raport ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka CSTM\_W04:**

Zna metody pomiaru parametrów elektrofizycznych modelu pasmowego materiałów elektronicznych

Weryfikacja:

Kolokwium, raport ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka CSTM\_U01:**

Potrafi dokonać charakteryzacji struktury metal-izolator-półprzewodnik na podstawie pomiaru charakterystyki pojemnościowo-napięciowej

Weryfikacja:

Raport z ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka CSTM\_U02:**

Potrafi ocenić czystość i jakość technologii metal-izolator-półprzewodnik

Weryfikacja:

Raport z ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka CSTM\_U03:**

Potrafi napisać program komputerowy i przeprowadzić symulacje charakterystyki pojemnościowo-napięciowej struktury MOS

Weryfikacja:

Raport z projektu indywidualnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11, K\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka CSTM\_K01:**

Potrafi działać w zespole badawczym

Weryfikacja:

Raport z ćwiczenia laboratoryjnego i dyskusja wyników

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**