**Nazwa przedmiotu:**

Mikroczujniki i mikrosystemy

**Koordynator przedmiotu:**

Ryszard JACHOWICZ

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

MIMI

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Student powinien uczestniczyć w zajęciach w wymiarze 30godz na wykładach i 15 godz.w laboratorium.

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

4pkt.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

4pkt

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

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

**Wymagania wstępne:**

student powinien wysłuchać wcześniej przedmiot Podstawy czujników pomiarowych - PCzP

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z najnowszymi konstrukcjami różnego typu mikroczujników i mikrosiłowników oraz mikrosystemów wykonywanych w technologii półprzewodnikowej, cienkowarstwowej, typu LIGA i w nanotechnologii w tym w „ink-jet printing”. Studenci poznają koncepcje technologii typu „bulk” i technologię typu „surface micromachining”. Rozpatrywane konstrukcje służą do pomiaru wielu wielkości fizycznych (naprężenia, przyspieszenia - akcelerometry, ciśnienia, zmian położenia kątowego – żyroskopy, przepływu, etc), składu chemicznego (czujniki jonoselektywne, -TAS’y, LoC, microspectrfotometry, microchromatografy, etc). Studenci zapoznają się z aplikacjami tych struktur i ich parametrami w dziedzinie przemysłu, ochrony środowiska i w medycynie.

**Treści kształcenia:**

1. Wprowadzenie i zagadnienia podstawowe (2h): Definicja czujnika, mikroczujnika, mikrosystemu i ich podstawowe parametry metrologiczne. Typy mikroczujników, mikrosiłowników i mikrosystemów (MEMS, MOEMS, BIOMEMS). Przykłady aplikacji poszczególnych typów.
2. Charakterystyka różnych technologii do wytwarzania mikroczujników i mikrossystemów (4h): właściwości mechaniczne krzemu i związków krzemu, technnologia „bulk” i „surface micromachining”, technologia grubo i cienkowarstwowa, technologia LIGA, technologia „ink-jet printing” i nanotechnologia.
3. Mikroczujniki przyspieszenia (4h): piezorezystwne (efekt piezorezystywny), pojemnościowe, bez masy sejsmicznej, w technologii „bulk” i „surface micromachining” , mikroczujniki receptorowe dla robotyki, MEMS’y dla mortoryzacji.
4. Mikroczujniki ciśnienia (4h): piezorezystwne (efekt piezorezystywny), pojemnościowe, różnicowe i do pomiaru bezwzględnego, w technologii „bulk” i „surface micromachining” , MEMS’y dla mortoryzacji i medycyny.
5. Mikrosiłowniki (2h): z wykorzystaniem energii elektrycznej, magnetycznej, piezoelektrycznj, cieplnej, mutipleksery optyczne, mikrozwierciadła sterowane, mikrozawory
6. MEMS’y dla elektroniki (2h): mikroprzełączniki, mikrorezonatory wysokostabilne, mikrokondensatory przestrajane,
7. Mikrosystemy oparte na prawie Coriolisa (2h): żyroskopy wibracyjne (z silnikiem liniowym) i rotacyjne (z silnikiem obrotowym)
8. Mikrosystemy fluidykowe (2h): LoC (µ-TAS), IS-FET’y, biosensory
9. Mikrospectrometry i mikrochromatgrafy (2h)
10. Techniki integracji i montażu MEMS’ów (2h): “back side” kontakty, montaż typu flip-chip
11. Interfejsy czujników inteligentnych i mikrosystemów (2h): przewodowe i bezprzewodowe
12. Specyficzne aplikacje mikrosystemów, wilkość rynku, prognozy rozwoju (2h)

**Metody oceny:**

Student powinien wykazać się wiedzą na temat zjawisk fizycznych na których opiera się praca wybranych mikroczujników i mikrosystemów, ich konstrukcji, wymagań technologicznych do ich wytwarzania, zakresów pomiarowych i spodziewanych niepewności pomiarów, odporności na parametry zakłócające pomiar, aplikacji.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. St. D. Senturia - „Microsystem Design”, Kluwer Academic Pub., 2001
2. T.R.Hsu – “MEMS and Microsystems- Design, Manufacture andNanoscale Engineering”, John Wiley&Sons, Ltd, 2008
3. R.W.Johnstone, M. Parameswaran: - “An Introduction to Surface
 Micromachining”, Kluwer Academic Pub., 2004
4. J.W.Gardner, V.K.Varadan, O.O.Awadelkarim – “Microsensors, MEMS, and Smart Devices”, John Wiley&Sons, Ltd, 2007
5. P.Rai-Choudhury – “MEMS and MOEMS Technology and Applications”, SPIE Press, 2000
6. Z. Brzózka, W. Wróblewski - „Sensory Chemiczne”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1998;
7. J.Fraden – “Handbook of Modern Sensors”, Springer-Verlag, 2004
8. A.Gajek, Z.Juda : - „Czujniki”, WKŁ, 2008r
9. J. Zakrzewski - „Czujniki i Przetworniki Pomiarowe”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2004;

**Witryna www przedmiotu:**

www.ise.pw.edu.pl/msrg

**Uwagi:**

W ramach przedmiotu przedstawiane są najnowsze konstrukcje mikroczujników i mikrosystemów. Wykład jest co roku modyfikowany o najnowsze doniesienia z literatury światowej w omawianej dziedzinie.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka MiMI \_ W1:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z najnowszymi konstrukcjami różnego typu mikroczujników i mikrosiłowników oraz mikrosystemów wykonywanych w technologii półprzewodnikowej, cienkowarstwowej, typu LIGA i w nanotechnologii w tym w „ink-jet printing”. Studenci poznają koncepcje technologii typu „bulk” i technologię typu „surface micromachining”. Rozpatrywane konstrukcje służą do pomiaru wielu wielkości fizycznych (naprężenia, przyspieszenia - akcelerometry, ciśnienia, zmian położenia kątowego – żyroskopy, przepływu, etc), składu chemicznego (czujniki jonoselektywne, -TAS’y, LoC, microspectrfotometry, microchromatografy, etc). Studenci zapoznają się z aplikacjami tych struktur i ich parametrami w dziedzinie przemysłu, ochrony środowiska i w medycynie.

Weryfikacja:

Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia: Do uzyskania 100pkt: egzamin 70 pkt laboratoria 30 pkt Do zaliczenia potrzeba min. 35pkt z egzaminu i min 15pkt z laboratorium a łącznie min 51 pkt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka MiMI \_ W2:**

Student powinien wiedzieć w jakiej technologii można wykonać dany typ mikroczujnika lub mikrosystemu

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**