**Nazwa przedmiotu:**

Technologia Urządzeń Mechatroniki II

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab.inż. Leszek Kudła, Prof. nzw. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

TUM2

**Semestr nominalny:**

8 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Laboratorium: 25h,
Konsultacje: 5h,
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych: 25h,
Opracowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych: 25h,
RAZEM 80h (3 ECTS).

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

Laboratorium: 25h,
Konsultacje: 5h,
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych: 25h,
Opracowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych: 25h,
RAZEM 30h (1 ECTS).

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Laboratorium: 25h,
Opracowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych: 25h,
RAZEM 50h (2 ECTS).

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 0h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 375h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość rodzajów i właściwości tworzyw konstrukcyjnych metalowych i niemetalowych (inżynieria materiałowa). Znajomość zasad zapisu konstrukcji, sposobów pomiarów wielkości geometrycznych, dokładności i chropowatości.

**Limit liczby studentów:**

laboratorium - 12 osób

**Cel przedmiotu:**

Poznanie procesów wytwarzania mikroelementów i mikrosystemów. Umiejętność doboru procesu i jego parametrów do wykonania mikroelementów z materiałów metalowych, ceramicznych i tworzyw sztucznych. Poznanie podstaw projektowania, technologii i montażu wyrobów elektronicznych.

**Treści kształcenia:**

Zjawiska plastyczne w mikroskali, pozorna zmiana granicy plastyczności. Wytwarzanie drutów i taśm o małych przekrojach. Przecinanie cienkich folii. Kształtowanie miniaturowych elementów przez wykrawanie, tłoczenie, spęczanie, środki techniczne wytwarzania, warunki
i ograniczenia technologiczne.
Sposoby obróbki ściernej, ultradźwiękowej, dziurkowanie , mikrowiercenie. Obróbka wykańczająca mikrootworów i par precyzyjnych.
Obróbka elektroerozyjna mikroelementów . Dokładność i stan powierzchni. Wykonywanie mikroelementów przez wycinanie elektrodą drutową. Kształtowanie z wykorzystaniem obróbki laserowej. Lasery stosowane w mikroobróbce. Urządzenia do precyzyjnego wycinania laserowego mikroelementów. Laserowe drążenie mikrootworów, nacinanie płytek półprzewodnikowych, korekcja rezystorów. Znakowanie laserowe wyrobów z metali itworzyw sztucznych.
Specyfika wtryskiwania miniaturowych elementów . Ograniczenia technologiczne, mikrowtryskarki, oprzyrządowanie. Zastosowanie formowania wtryskowego do wytwarzania mikroelementów z proszków metalowych i ceramicznych. Zasady doboru proszków i termoplastycznych lepiszcz. Uwarunkowania technologiczne operacji wtryskiwania, debinderyzacji i spiekania. Ekonomika procesu mikrowtryskiwania.
Technologia miniaturowych sprężyn płaskich, śrubowych i spiralnych, technologia sprężyn włosowych . Oprzyrządowanie technologiczne.
Wytwarzanie i obróbka elementów z uzębieniami drobnomodułowymi, frezowanie kształtowe i obwiedniowe,kształtowanie plastyczne, obróbka wykańczająca
Rodzaje i technologia hybrydowych układów scalonych. Metody wytwarzania cienkowarstwowych układów hybrydowych: naparowanie próżniowe i rozpylanie katodowe, obróbka fotolitograficzna warstw metalicznych. Metody wytwarzania grubowarstwowych układów hybrydowych: druk sitowy i wypalanie past. Pasty fotoczułe. Technologia modułów wielostrukturowych (moduły typu MCM/L, MCM/C, MCM/D, MCM/LD). Rodzaje i wytwarzanie obudów układów hybrydowych i MCM-ów. Technologia ASIC. Technologia FC. Technologia TAB.

**Metody oceny:**

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych na podstawie ocen cząstkowych z każdego wykonanego ćwiczenia

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Ruszaj A.: Niekonwencjonalne metody wytwarzania elementów maszyn i urządzeń. IOS, 1999
Burakowski T, i inni: Inżynieria powierzchni metali. WNT, 1995
Marciniak M., Perończyk J.: Obróbka wykańczająca i erozyjna. PW, 1993
Oczoś K.: Kształtowanie mikroczęści i ich zastosowanie. Mechanik, 5-6, 1999
Erbel: Encyklopedia technik wytwarzania. PW, 2005
Krasnikow W. F.: Technologia miniaturnych izdelii. Moskwa, 1999
Krause W.: Fertigung in der Feinwerk – und Mikrotechnik. Vien, 1996
Kudła L.: Wiercenie mikrootworów. Konf. Mechatronika’97
Mrugalski Z., Rymuza Z.: Mikrotechnika MEMS. PAK, 6, 1993
Popiłow K. J.: Elektrofizyczna i elektrochemiczna obróbka materiałów. WNT, 1991
Seiger M. et al.: Metal forming of micro parts for electronics. Prod. Eng., 1, 1994
Kocańda A., Prejs T.: Mezoobróbka plastyczna – problemy miniaturyzacji wyrobów. Przegląd Mech., 23-24, 1998
Michalski J.: Technologia i montaż płytek drukowanych. WNT, Warszawa, 1992
Oleksy H. i inni: Montaż elementów elektronicznych na płytkach drukowanych. WKiŁ, Warszawa, 1984
Mika M.: Obwody drukowane. WKiŁ, Warszawa, 1979
Praca zbiorowa: Technologia sprzętu elektronicznego – Laboratorium. Skrypt PW, 1984

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka TUM2\_nst\_W01:**

Zna precyzyjne techniki wytwarzania zespołów mechatronicznych,w tym sposoby obróbki ściernej, ultradźwiękowej, dziurkowanie, mikrowiercenie oraz obróbkę wykańczająca mikrootworów i par precyzyjnych.

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka TUM2\_nst\_W02:**

Zna optomechatroniczne systemy wykorzystywane w obróbce mikroelementów, m.in. stosowane w procesie kształtowania z wykorzystaniem obróbki laserowej, urządzenia do precyzyjnego wycinania laserowego mikroelementów czy systemy laserowe do drążenia mikrootworów, nacinania płytek półprzewodnikowych lub korekcji rezystorów.

Weryfikacja:

Zaliczenie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka TUM2\_nst\_U01:**

Potrafi dobrać odpowiednią technologię do kształtowania miniaturowych komponentów (mechanicznych lub elektronicznych) urządzenia mechatronicznego.

Weryfikacja:

Ocena ze ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka TUM2\_nst\_U02:**

Potrafi wykorzystać hybrydowe technologie wytwarzania cienkowarstwowych i grubowarstwowych układów scalonych.

Weryfikacja:

Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o, I.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka TUM2\_nst\_K01:**

Potrafi dobrać technologie wytwarzania komponentów urządzeń mechatronicznych z uwzględnieniem pozatechnicznych aspektów działalności inżynierskiej.

Weryfikacja:

Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KR