**Nazwa przedmiotu:**

Techniki Kształtowania Mikroelementów

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Leszek Kudła, prof. nzw. PW

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Wariantowe

**Kod przedmiotu:**

TKME

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

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

**Wymagania wstępne:**

Znajomość zagadnień prezentowanych w ramach przedmiotów Podstawy Technik Wytwarzania oraz Technologia Urządzeń Mechatroniki

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Poznanie wybranych problemów mikro- i nanotechnologii ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk fizycznych wykorzystywanych w nowoczesnych technikach kształtowania mikroelementów, a także efektów jakościowych i ekonomicznych oraz ograniczeń stosowania, zarówno klasycznych jak i niekonwencjonalnych sposobów mikroobróbki.

**Treści kształcenia:**

Klasyfikacja technik kształtowania mikroelementów. Techniki mikroformowania objętościowego oraz mikroobróbek subtrakcyjnych i addycyjnych. Miniaturyzacja konwencjonalnych technik kształtowania mikroelementów konstrukcyjnych i mikronarzędzi. Zmodyfikowane sposoby mikroskrawania: mikrofrezowanie 3D, mikrofrezowanie specjalnymi frezami diamentowymi, wiercenie i rozwiercanie mikrootworów, grawerowanie mikrorowków. Techniki wytwarzania miniaturowych narzędzi skrawających. Mikroobróbka ścierna. Zjawiska obróbkowe w skali mikro. Docieranie i polerowanie powierzchni o jakości optycznej. Mikroobróbki – ścierna ultradźwiękowa oraz strumieniowo-ścierna. Specjalne techniki polerowania mikroelementów. Przykłady realizacji i zastosowań. Niekonwencjonalne techniki kształtowania mikroelementów konstrukcyjnych i narzędzi. Mikroobróbka elektroerozyjna i elektrolityczno-elektroerozyjna. Subtrakcyjna mikroobróbka chemiczna i elektrochemiczna o zasilaniu wysokoczęstotliwościowym, trawienie 2D. Mikroobróbka laserowa i wiązką elektronów, trawienie rozproszoną i skoncentrowaną wiązką jonów. Addycyjna mikroobróbka elektrochemiczna, mikrogalwanoplastyka. Idea i realizacja mikrofabryk wykorzystujących technologie elektrochemiczne. Mikroobróbki hybrydowe. Przykłady zastosowań mikroobróbek niekonwencjonalnych. Kształtowanie w skali nano. Molekularna symulacja dynamiczna skrawania w skali mikro i nano. Nanokształtowanie powierzchni z wykorzystaniem układów mikroskopów sił atomowych. Problemy nanotechnologii, granice obróbki subtrakcyjnej, manipulacja cząsteczkami i atomami. Procesy złożone wytwarzania mikroelementów. Współzależność konstrukcji i wytwarzania. Przykłady kompleksowych procesów wytwarzania mikroelementów i mikrosystemów.

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładów na podstawie wyniku pracy kontrolnej. Zaliczenie laboratorium na podstawie ocen z poszczególnych ćwiczeń. Ocena wynikowa z przedmiotu jest średnią ocen uzyskanych na obu rodzajach zajęć.

**Egzamin:**

**Literatura:**

1. Ruszaj A.: Niekonwencjonalne metody wytwarzania elementów maszyn i narzędzi. Wyd. IOS, Kraków, 1999.
2. Krause W.: Fertigung in der Feinwerk- und Mikrotechnik. C. Hanser Verlag, Muenchen, Wien, 1995.
3. Masuzawa T.: State of the Art of Micromachining. Annals of the CIRP, Vol. 49/2/2000, 473-488.
4. Geiger M. i inni: Microforming. Annals of the CIRP, Vol. 50/2/2001, 445-462.
5. MacGeough J. A. i inni: Electroforming Process and Application to Micro/Macro Manufacturing. Annals of the CIRP, Vol. 50/2/2001, 499-514.
6. Alting L. i inni: Micro Engineering. Annals of the CIRP, Vol. 52/2/2003, 635-657.
7. Kudła L.: Specyfika procesu wiercenia mikrootworów. PW, Prace Naukowe, Mechanika z. 228, OW PW Warszawa 2009.
8. Kudła L.: Machining of mirror-like surfaces using cutting techniques. Proc. of the 4th Int. Conf. IA 2005, Sept. 19-22, 2005, Wuppertal, Germany, Vol. 1, 39-48.
9. Kudła L.: Microcutting Techniques for Micromachining. Proc. of IV Int. Conf. on Advances in Production Engineering APE 2007. Warsaw, June 2007.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe