**Nazwa przedmiotu:**

Elektronowa mikroskopia skaningowa i mikroanaliza rentgenowska/ Scanning Electron Microscopy

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Krzysztof Sikorski

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Materiałowa

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

EMS

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

1

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

25 godzin, w tym obecność na wykładach - 15 godzin oraz samodzielna praca studenta - 10 godz.

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

0,6 punktu ECTS

**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:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Zaliczenie przedmiotów: Metody Badania Materiałów, Zaawansowane metody Badania Materiałów, Struktura Stopów I i II

**Limit liczby studentów:**

bez limitu

**Cel przedmiotu:**

Nabycie wiedzy o możliwościach badawczych współczesnej elektronowej mikroskopii skaningowej i mikroanalizy rentgenowskiej oraz praktycznego ich wykorzystania w inżynierii materiałowej

**Treści kształcenia:**

Kontrast topograficzny i jego wykorzystanie do badań fraktograficznych, oceny degradacji materiałów pod wpływem temperatury i obciążeń, oceny zmian mikrostruktury materiałów w wyniku korozji, badania proszków i cienkich warstw powierzchniowych.
Obrazy EBSD i ich wykorzystanie do badań orientacji krystalitów i kąta dezorientacji pomiędzy ziarnami.
Kontrast magnetyczny i jego wykorzystanie.
Kontrast EBIC i jego wykorzystanie w badaniach elementów półprzewodnikowych. Kontrast napięciowy i jego wykorzystanie.
Luminescencja katodowa i jej wykorzystanie.
Wykorzystanie SEM w ekspertyzach poawaryjnych.
Mikroanaliza faz i wtrąceń w badaniach materiałów.
Metodyka badań procesów dyfuzyjnych i wyznaczanie współczynników dyfuzji. Specyfika analizy ilościowej składu chemicznego materiałów zawierających pierwiastki lekkie, jak: B, C, O, N, F.
Badania niejednorodności materiałów.
Analiza śladowa pierwiastków.
Zastosowanie EPMA w badaniach degradacji materiałów pracujących w podwyższonych temperaturach.
Wykorzystanie EPMA w ekspertyzach poawaryjnych.
Metody badania mikroobszarów o wymiarach mniejszych od zdolności rozdzielczej metody (cienkie warstwy i układy wielowarstwowe osadzone na litych podłożach, mikroobszary położone przy granicy międzyfazowej, strefy dyfuzyjne z gradientem składu chemicznego, małe cząstki).
Wykorzystanie symulacji Monte Carlo w mikroanalizie rentgenowskiej.

**Metody oceny:**

Zaliczenie

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Podstawy ilościowej mikroanalizy rentgenowskiej (pod red. A. Szummera), WNT, Warszawa 1994.
2. K. Sikorski, Mikroanaliza cienkich warstw i małych cząstek, Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, Inżynieria materiałowa z. 11, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
3. K. Sikorski, Quantitative X-ray Microanalysis Beyond the Resolution of the Method, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009 ISBN 978-83-7207-811-7.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka SEMiMAR\_W1:**

Zna zasady wzbudzenia sygnałów elektronów wtórnych, wstecznie rozproszonych, prądu indukowanego, charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego i luminescencji katodowej w ciałach stałych. Zna podstawy detekcji w/w sygnałów i podstawy ich doboru. Zna ich korelacje ze strukturą i składem chemicznym badanego materiału. Zna zasady doboru rodzaju sygnału do określonych zastosowań. Zna podstawy ilościowej mikroanalizy rentgenowskiej. Zna wybrane przykłady zastosowań elektronowej mikroskopii skaningowej i mikroanalizy rentgenowskiej w badaniach materiałów.

Weryfikacja:

zaliczenie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka SEMiMAR\_U1:**

Potrafi dobrać rodzaj sygnału emitowanego z próbki badanej elektronowym mikroskopem skaningowym oraz mikroanalizatorem rentgenowskim do określonych zastosowań. Potrafi dobrać warunki badań. Potrafi prawidłowo zinterpretować przykładowe wyniki badań.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_U10, IM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.4.o