

**Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej**

im. Aleksandra Krupkowskiego  
Polskiej Akademii Nauk w Krakowie



**ZESPÓŁ LABORATORIÓW  
BADAWCZYCH**

Od ponad pięćdziesięciu lat badania prowadzone w Instytucie Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Polskiej Akademii Nauk w Krakowie koncentrowały się wokół nowoczesnej problematyki naukowej w dyscyplinach metalurgii i inżynierii materiałowej. W 1997 roku Zespół Laboratoriów Badawczych (ZLB) otrzymał CERTYFIKAT AKREDYTACJI LABORATORIUM BADAWCZEGO NR AB 120 nadany przez Polskie Centrum Badań i Certyfikacji (PCBC) - Polskie Centrum Akredytacji (PCA), a od 2006 roku posiada umowę sublicencyjną z PCA na używanie znaku ilac-MRA. W 2010 roku przyznano nam zakres elastyczny, zgodnie z którym dopuszcza się: wdrażanie nowych i modyfikację własnych metod badawczych, stosowanie zaktualizowanych metod znormalizowanych, zmianę zakresu pomiarowego metody badań, dodanie badanej cechy, w ramach obiektu i metody oraz dodanie obiektu w ramach badanej cechy i metody.

IMIM PAN angażuje cały potencjał badawczy i wieloletnie doświadczenia w zakresie oceny własności mechanicznych i plastycznych materiałów, analitycznej mikroskopii elektronowej, dyfrakcji rentgenowskiej, analizy składu i struktury, własności fizykochemicznych materiałów oraz właściwości optoelektrycznych, aby ciągle doskonalić jakość wykonywanych badań.

Celem strategicznym w zakresie polityki jakości w IMIM PAN jest osiągnięcie wysokiego poziomu i rzetelności wykonywanych badań, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02, dokumentami PCA, w szczególności z dokumentem DA-10, jak również z dokumentami European Accreditation EA-4/16. Uzyskane w ten sposób wyniki umożliwią prawidłową kontrolę procesów produkcyjnych, modernizację technologii, a w konsekwencji zwiększenie konkurencyjności polskiego przemysłu.

Potwierdzeniem powodzenia naszych działań jest pełne zaangażowanie w kontynuację i doskonalenie polityki jakości, szczególnie przez systematyczne podnoszenie kwalifikacji personelu, zapewnienie środków finansowych umożliwiających zakup nowej aparatury, dokonywanie okresowych przeglądów, modernizacji oraz usuwanie awarii sprzętu, uczestnictwo w sieciach Centrów Doskonałości oraz przy realizacji badawczych projektów europejskich.

### ***Nasza Misja***

***ROZWÓJ I UTRZYMANIE WYSOKIEGO POZIOMU MERYTORYCZNEGO PRZEPROWADZANYCH BADAŃ, DLA ZDOBYCIA ZAUFANIA KLIENTÓW, A TYM SAMYM POTWIERDZENIE KOMPETENCJI TECHNICZNYCH LABORATORIÓW.***





## L-1 LABORATORIUM WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW



### Zakres badawczy:

#### Statyczna próba rozciągania ( $R_m$ ; $R_{p0,2}$ ; $R_{eL}$ ; $R_{eH}$ ; $A$ )

- badania prowadzone zgodnie z własną procedurą badawczą opartą na normach PN-EN ISO 6892-1, PN-EN ISO 6892-2 oraz PN-EN ISO 6892-3 lub wg ustaleń Klienta;
- zakres temperatur: od  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- głowice pomiarowe: 0-0,1 kN, 0-10 kN, 0-100 kN, 0-1200 kN (głowica 1200 kN – badania poza akredytacją PCA)

#### Statyczna próba ściskania ( $R_c$ ; $R_{plc}$ ; $R_{c0,2}$ ; $a$ )

- badania prowadzone zgodnie z własną procedurą badawczą opartą na wycofanej normie PN-57/H-04320 lub wg ustaleń Klienta;
- zakres temperatur: od  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- głowice pomiarowe: 0-10 kN, 0-100 kN, 0-1200 kN

#### Badanie twardości (HV; HBW; HRA; HRBW; HRC)

- badania prowadzone zgodnie z własną procedurą badawczą opartą na normach PN-EN ISO 6506-1, PN-EN ISO 6507-1, PN-EN ISO 6508-1 lub wg ustaleń Klienta

#### Badanie udarności ( $KV_2$ ; $KU_2$ )

- badania prowadzone zgodnie z własną procedurą badawczą opartą na normach PN-EN ISO 148-1 (młot nieoprzyrządowany) oraz PN-EN ISO 14556 (młot oprzyrządowany) lub wg ustaleń Klienta;
- zakres temperatur: od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  do temperatury pokojowej;
- bijaki: 300 J, 450 J



Maszyna Wytrzymałościowa INSTRON Model 3382,  
maksymalne obciążenie 100 kN



Maszyna Wytrzymałościowa INSTRON  
Model 6025 zmodyfikowana przez firmę  
ZWICK/ROELL, maksymalne obciążenie 100 kN  
1. Makroekstensometr  
2. Piec wysokotemperaturowy  
3. Ekstensometr wysokotemperaturowy

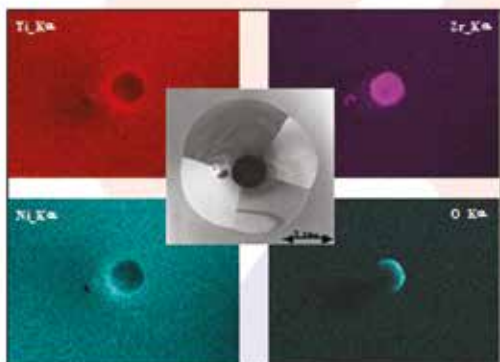


## L-2 LABORATORIUM ANALITYCZNEJ MIKROSKOPII ELEKTRONOWEJ

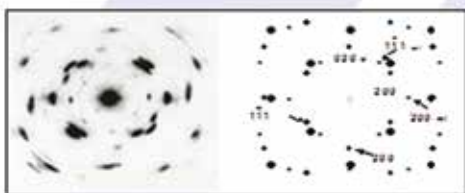
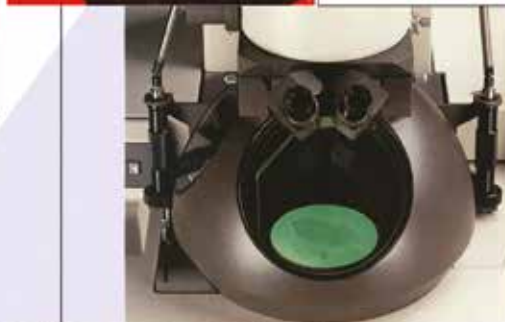
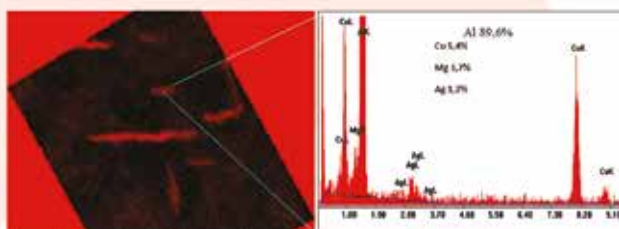


### Zakres badawczy:

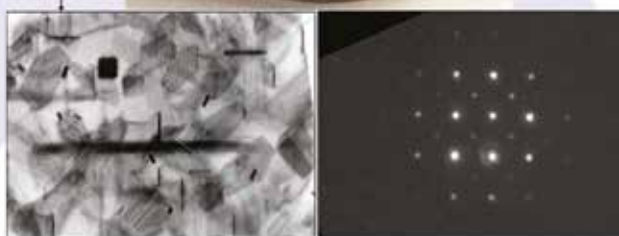
- obejmuje materiały metaliczne, ceramiczne, kompozytowe i polimery;
- analiza mikrostruktury w jasnym i ciemnym polu przy użyciu transmisyjnej mikroskopii elektronowej (rozmoszczenie wydzieliń i określenie ich kształtu, charakterystyka granic ziaren, wielkość wydzieliń, wielkość domen antyfazowych);
- analiza dyfrakcji elektronowej (typ domen antyfazowych, identyfikacja faz, identyfikacja orientacji krystalitów, identyfikacja zależności krystalograficznych między fazami);
- analizy składu chemicznego w mikroobszarach (technika EDS; analiza jakościowa: zawartości pierwiastków (dla  $Z > 5$ ), analiza ilościowa zawartości pierwiastków (dla  $Z > 10$ , gdzie  $Z$  to liczba atomowa pierwiastka).



Mikrostruktura TEM w jasnym polu i topografia składu chemicznego taśmy NiTiZr



Mikrostruktura TEM w jasnym polu i dyfrakcja elektronowa taśmy AgCuSn



Mikrostruktura TEM i dyfrakcja elektronowa wysokowytrzymałych stopów AlCuMgAg

### Posiadana aparatura badawcza:

- transmisyjny mikroskop elektronowy Tecnai G2 F20 Super TWIN (200kV z działem z emisją połową FEG) z przystawką EDAX EDS;
- FIB typ Dual Beam Quanta 3D z działem jonowym na bazie mikroskopu skaningowego.





## L-3 LABORATORIUM DYFRAKCJI RENTGENOWSKIEJ

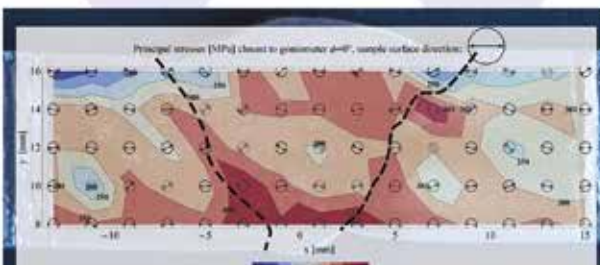
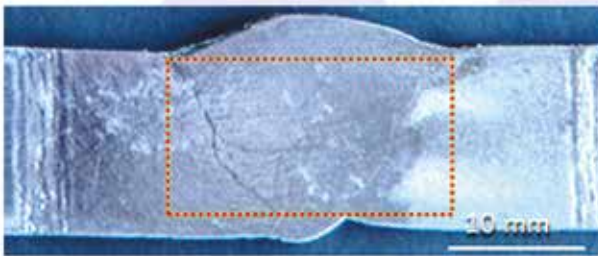


### Zakres badawczy:

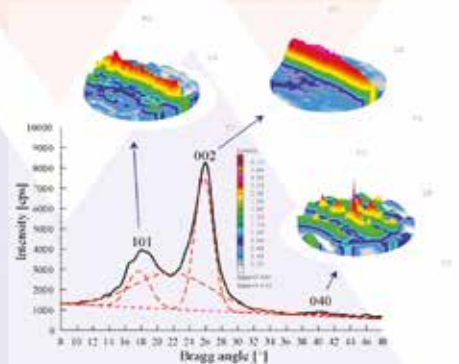
- jakościowa i ilościowa analiza dyfrakcyjna materiałów - udział masowy oraz dystrybucja faz, parametry komórek elementarnych, rozmiar krystalitów, poziom mikronaprężeń w próbce, stopień krystaliczności materiału;
- rentgenowska analiza stanu naprężeń w materiałach polikrystalicznych - nieniszczący pomiar naprężeń w warstwie przypowierzchniowej, wyznaczanie wartości i kierunków działania naprężeń głównych, mapowanie zmienności naprężeń na zadanych obszarach;
- rentgenowska analiza tekstury materiałów polikrystalicznych - pomiar i analiza figur biegunowych, wyznaczanie funkcji rozkładu orientacji.

### Posiadana aparatura badawcza:

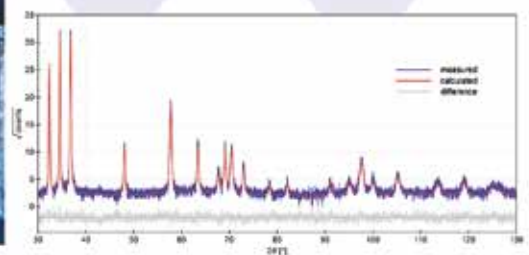
- wielofunkcyjny dyfraktometr rentgenowski D8 Discover firmy Bruker; koło Eulera, stolik X-Y-Z, polikapilarna optyka wiązki pierwotnej, półprzewodnikowy detektor pozycyjnie czuły, tradycyjny detektor scyntylacyjny, konfiguracja Bragg-Brentano lub konfiguracja wiązki równoległej, autorskie oprogramowanie sterujące i analityczne;
- wielofunkcyjny dyfraktometr rentgenowski X'Pert firmy Philips; koło Eulera, konfiguracja Bragg-Brentano, tradycyjne detektory scyntylacyjne, grafitowy monochromator, autorskie oprogramowanie sterujące i analityczne.



Topografia naprężeń własnych (kierunki główne) na przekroju poprzecznym złącza spawanego blach ze stali ferrytyczno-perlitycznej P460NL1



Dyfrakcyjne widmo rentgenowskie drewna sosny z kompletnymi figurami biegunowymi (pokazanymi przestrzennie)



Dyfraktogram rentgenowski stopu Mg-AZ31 umożliwia identyfikację faz oraz charakterystykę mikrostruktury (wielkość krystalitów, odkształcenie sieci krystalicznej)

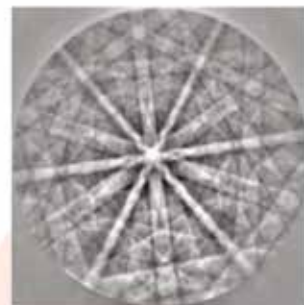


## L-4 LABORATORIUM SKANINGOWEJ MIKROSKOPII ELEKTRONOWEJ

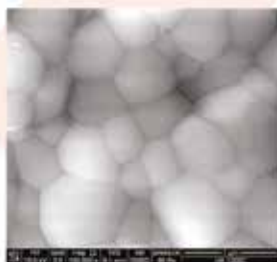


### Zakres badawczy:

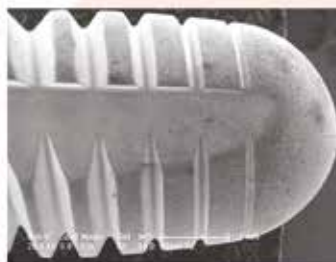
- określenie morfologii powierzchni ciał stałych techniką skaningowej mikroskopii elektronicznej (m.in. obserwacje kształtu i analiza wielkości wtrąceń, analiza wad, pęknięć itp.);
- analiza składu chemicznego ciał stałych w mikroobszarach techniką spektroskopii promieniowania rentgenowskiego z dyspersją energii: jakościowa i ilościowa analiza składu chemicznego w mikroobszarach, rozkład zawartości pierwiastków wzdłuż linii przesuwu wiązki elektronicznej (linescan) i z powierzchni (mapping) z wykorzystaniem spektrometru EDXS.



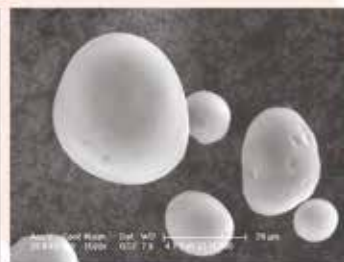
Dyfrakcja elektronów wstecznie rozproszonych z monokryształu Ni



Struktura naturalnego hydroksyapatytu, obraz GSE, pow. 100 000x



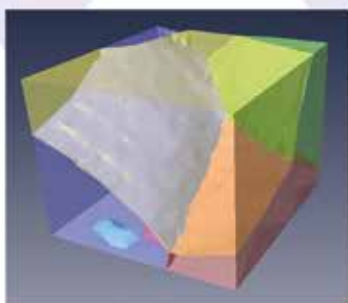
Powierzchnia wkręta tytanowego, obraz SE, pow. 50x



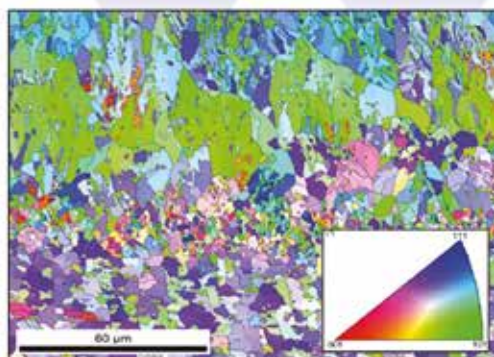
Obraz ziaren skrobi, obraz GSE, pow. 1500x, zmienna próżnia

### Ponadto:

- analiza topografii orientacji oraz identyfikacja fazowa materiałów krystalicznych za pomocą techniki dyfrakcji elektronów wstecznie rozproszonych (EBSD);
- analizy punktowe, liniowe oraz powierzchniowe pierwiastków z wykorzystaniem spektroskopii promieniowania X z dyspersją długości fali (WDS);
- analiza trójwymiarowa (3D) orientacji krystalograficznych oraz składu chemicznego;
- badania przemian fazowych in-situ za pomocą stolika grzewczego Gatan Murano 525 do temperatury 950 °C.



Trójwymiarowa rekonstrukcja granic międzyziarnowych w stali niskowęglowej, obszar o wymiarach 10x8x8  $\mu\text{m}$



Mapa rozkładu orientacji w materiale ceramicznym

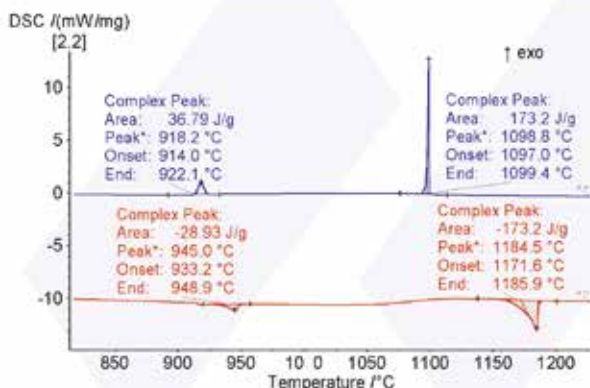


## L-5 LABORATORIUM KALORYMETRII



### Zakres badawczy:

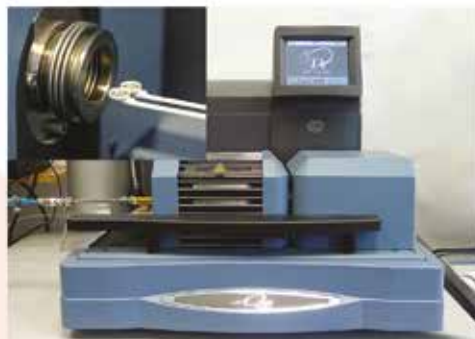
- zakres temperaturowy i kinetyka rozkładu, utleniania lub innych procesów chemicznych zachodzących ze zmianą masy, procesy spalania;
- termiczna stabilność materiału: dyfuzyjne i bezdyfuzyjne przemiany fazowe, krystalizacja, przemiana zeszklenia, rekrytalizacja, topienie;
- weryfikacja diagramów fazowych;
- pojemność cieplna;
- entalpia mieszania i tworzenia;
- zakres temperatur od  $-175\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $1650\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- zmiany właściwości mechanicznych materiałów pod obciążeniem stałym lub zmiennym w funkcji programowanych zmian temperatury: sprężystość, rozszerzalność cieplna, odkształcalność, wytrzymałość, mięknięcie, przemiany fazowe;
- zakres temperatur od  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $1550\text{ }^{\circ}\text{C}$ , siły od  $-3\text{N}$  do  $3\text{N}$  i częstotliwości modulacji do  $1\text{ Hz}$ .



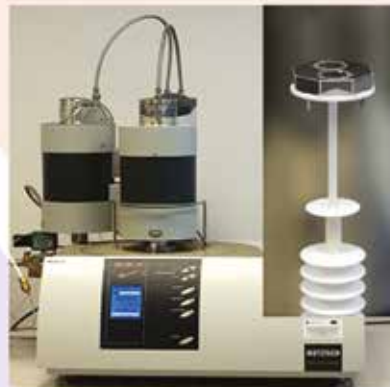
Krzywa kalorymetryczna

### Typowe materiały:

stopy metali, fazy wysoko-temperaturowe, szkła, polimery, emulsje, mydła, ferroelektryki. Laboratorium wykonuje zlecenia dla ośrodków naukowych, zakładów produkcyjnych i innych instytucji prowadzących działalność komercyjną, organizuje szkolenia i staże dla studentów, pracowników naukowych i laboratoriów przemysłowych.



Różnicowy kalorymetr skaningowy z termowagą SDT (DSC+TGA) Q600 firmy TA Instruments



Różnicowy kalorymetr skaningowy DSC 404 F1 firmy Netzsch



Analizator termomechaniczny TMA 402 F1 firmy Netzsch

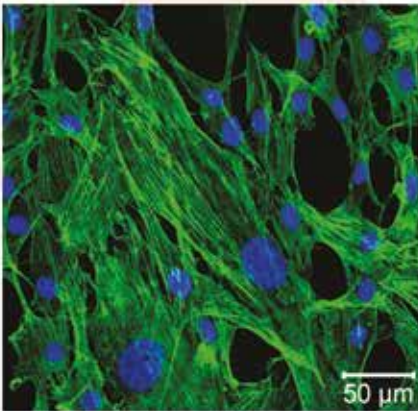




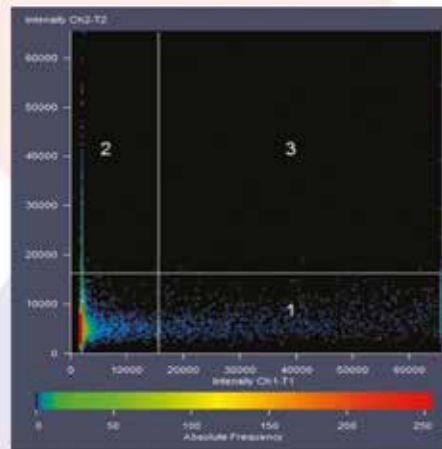
## Zakres badań:

### Skaningowy mikroskop konfokalny LSM Exciter 5 z komorą inkubacyjną:

- pomiar intensywności fluorescencji;
- analiza morfologii oraz liczby komórek;
- fluorescencyjna analiza morfologii powierzchni;
- obrazowanie 2D i 3D obiektów fluorescencyjnych.
- analiza fluorescencji obiektów przy wzbudzeniu sześcioma długościami światła laserowego;
- badanie procesów komórkowych *in situ* z wykorzystaniem komory inkubacyjnej i stolika grzewczego;
- opracowanie danych przy pomocy oprogramowania obliczeniowego AxioVision 4.8.



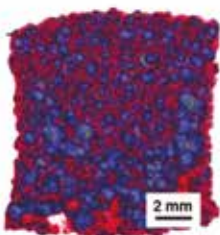
Analiza morfologii komórek śródbłonna naczyniowego na badanym podłożu; niebieskie jądra komórkowe (DAPI), zielony cytoszkielet aktynowy (faloidyna - Alexa Fluor488).



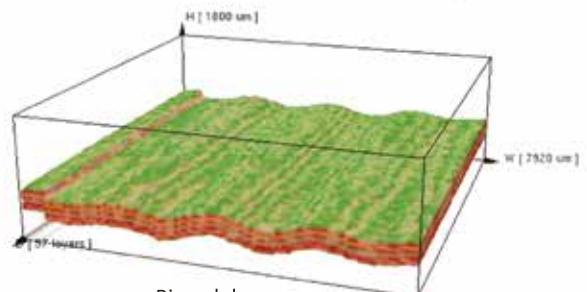
Analiza interakcji biomateriału z krwią ludzką. Analiza kolokalizacyjna intensywności fluorescencji przeciwciał anty CD45 – odpowiedź immunologiczna, anty CD62P – wykrzepianie.

### Skaningowy mikroskop akustyczny:

- badania materiału w trybie czasu rzeczywistego;
- defekty powierzchniowe i topografia powierzchni;
- analizy z wykorzystaniem 4 głowic ultradźwiękowych (15 MHz, 75 MHz, 110 MHz, 180 MHz);
- niejednorodność struktury w obszarze przypowierzchniowym (rozmiar od 1 mm do kilku cm);
- delaminacja powłok;
- 2D- i 3D obrazowanie zmian strukturalnych o zasięgu większym niż 30 mm.



Hydroksyapatyt porowaty



Bio-celuloza





## L-8 LABORATORIUM BADAŃ FIZYKOCHEMICZNYCH

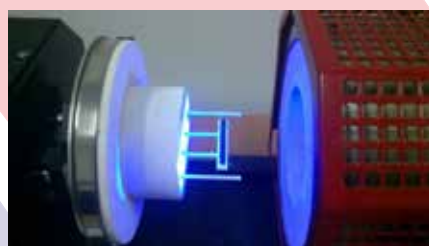


Laboratorium specjalizuje się w badaniach dylatometrycznych materiałów stałych i spiekanych wykorzystując do tego celu dylatometr optyczny Misura® 3 FLEX-ODLT, umożliwiający bezkontaktowe pomiary, a także w pomiarach absorpcji i desorpcji wodoru w ciałach stałych korzystając z aparatu Sieverta (IMI HTP Hiden Isochema) połączonego ze spektrometrem masowym.

### Pomiary dylatometryczne

#### Zakres badań:

- Dylatometryczna analiza kinetyki przemian fazowych.
- Badanie przemian fazowych zachodzących w stanie stałym.
- Pomiary zmiany długości badanej próbki pod wpływem zmiany temperatury w procesie nagrzewania i chłodzenia.
- Obserwowanie zmiany geometrii próbek podczas spiekania.
- Przeprowadzanie bezkontaktowych pomiarów zginania materiałów.

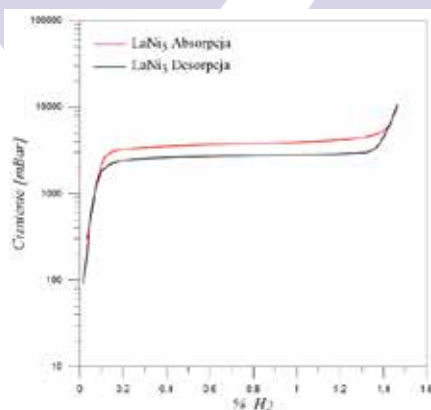


Dylatometr optyczny (Misura® 3 FLEX-ODLT).

### Pomiary absorpcji i desorpcji wodoru

#### Zakres badań:

- Wykonywanie izoterm absorpcji i desorpcji wodoru w próbkach litych i proszkowych.
- Wykonanie badań próbek w zakresie temperatury od  $-196^{\circ}\text{C}$  do  $500^{\circ}\text{C}$ .
- Określenie entalpii tworzenia i rozkładu badanych materiałów.
- Wykonywanie przebiegów temperaturowo programowalnej desorpcji (TPD).

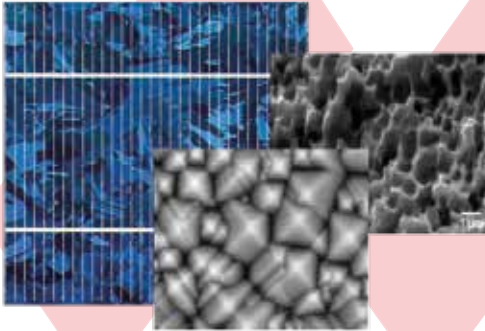


Aparat Sieverta (IMI HTP Hiden Isochema) połączony ze spektrometrem masowym.

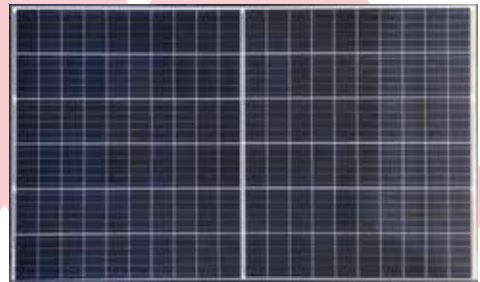


## Zakres badawczy:

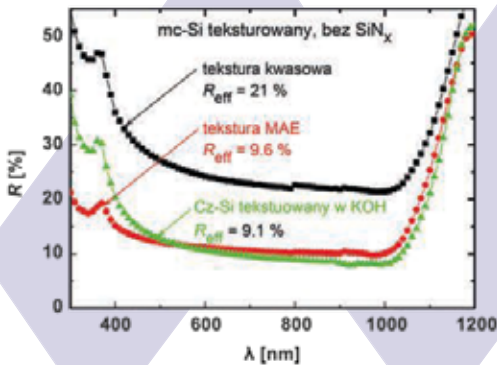
- pomiary współczynnika odbicia i transmisji, absorpcji światła w zakresie długości fali 250-2500 nm metodą spektrofotometryczną - materiały lite - (współczynnik odbicia i transmisji, absorpcja);
- pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych ogniw i modułów fotowoltaicznych z krzemu mono- i polikrystalicznego dla warunków STC (ang. Standard Test Conditions: natężenie promieniowania  $1000 \text{ W/m}^2$ , temperatura  $25^\circ\text{C}$ , widmo AM 1.5G)



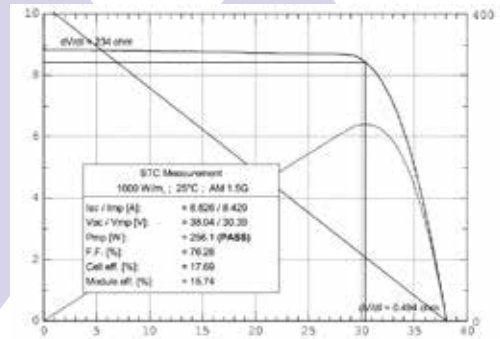
Tekstury powierzchni ogniwa słonecznego



Moduł fotowoltaiczny



Współczynnik odbicia R od różnych tekstur powierzchni ogniw



Charakterystyka I-V modułu fotowoltaicznego

## Posiadana aparatura badawcza:

- Symulator promieniowania słonecznego do pomiaru parametrów elektrycznych modułów fotowoltaicznych, Quick Sun 820A Endeas klasa AAA;
- Symulator światła słonecznego wraz z systemem pomiarowym charakterystyk I-V ogniw słonecznych SS 200AAA, Photo Emission Tech Inc. klasa AAA;
- Spektrofotometr UV-VIS-NIR wraz ze sferą całkującą 150 mm, Lambda 950S, Perkin Elmer.



# ZESPÓŁ LABORATORIÓW BADAWCZYCH

INSTYTUTU METALURGII I INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ  
IM. ALEKSANDRA KRUPKOWSKIEGO  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK W KRAKOWIE

ul. Władysława Reymonta 25

30-059 Kraków

tel.: +48 12 295 2898

fax: +48 12 295 2804

e-mail: [zlb@imim.pl](mailto:zlb@imim.pl)

[www.imim.pl/laboratoria-akredytowane](http://www.imim.pl/laboratoria-akredytowane)