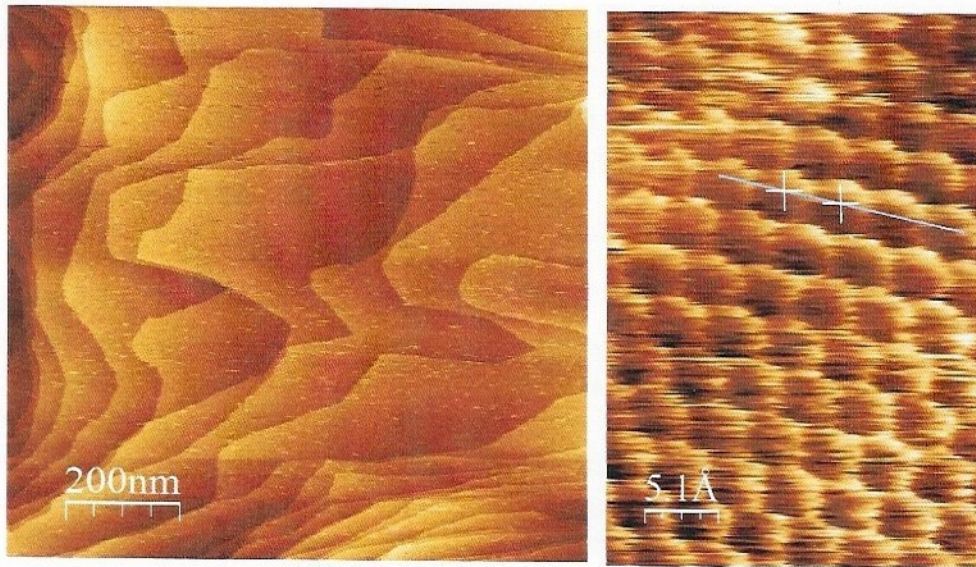


Badanie topografii powierzchni próbki złota Au (111) techniką Skaningowej Mikroskopii Tunelowej (STM)



Rys.1 Fragment struktury powierzchni złota Au (111) w skali $1 \times 1 \mu\text{m}$ (po lewej) oraz $2.6 \times 3.6 \text{ nm}$ z widoczną strukturą atomową (po prawej).

Zagadnienia teoretyczne:

- Podstawy fizyki ciała stałego (m.in: struktura i powstawanie kryształów, budowa komórki elementarnej i jej rodzaje, wskaźniki Millera, odległości międzypłaszczyznowe), budowa komórki elementarnej złota krystalicznego (111).
- Zagadnienie cząstki w studni potencjału, efekt tunelowy (tunelowanie przez barierę potencjału).
- Budowa i zasada działania mikroskopów ze skanującą sondą w tym STM i AFM, w tym: budowa skanera piezoelektrycznego, tryby pracy mikroskopów AFM i STM, artefakty na obrazach STM/AFM,
- Zastosowanie techniki STM/AFM w nanotechnologii.

Czynności wstępne:

- Zapoznanie z elementami składowymi urządzenia.
- Zapoznanie ze środowiskiem oprogramowania Nanonis V5.
- Zapoznanie ze środowiskiem oprogramowania WsxM 4.0.
- Przygotowanie układu do pracy (sprawdzenie poprawności połączeń elektrycznych, weryfikacja parametrów próżni).

Czynności dodatkowe:

- Ostrzenie igły, oczyszczanie badanej próbki.
- Przygotowanie układu do sputteringu.
- Wprowadzenie tarczy do sputteringu igły.
- Sputtering igły/próbki z użyciem gazu roboczego Ar.
- Podgrzewanie próbki badanej.

Pomiary właściwe:

- Najazd igły do próbki badanej.
- Obserwacja i dobór parametrów pracy instrumentu dla uzyskania zadowalających wyników pomiaru.
- Akwizycja obrazów przedstawiających topografię powierzchni próbki w różnych skalach:
 1. $1 \times 1 \mu\text{m} - 2 \times 2 \mu\text{m}$ - obrazowanie tarasów i dużych struktur na powierzchni próbki.
 2. $100 \times 100 \text{ nm} - 300 \times 300 \text{ nm}$ - obrazowanie powierzchni tarasów i zmian powierzchniowych związanych z rekonstrukcją powierzchni.
 3. $5 \times 5 \text{ nm} - 20 \times 20 \text{ nm}$ - obrazowanie struktury atomowej powierzchni.

Analiza danych pomiarowych:

- Kalibracja próbki (wyplaszczanie powierzchni, redukcja szumów).
- Wyznaczanie parametrów obserwowanej komórki elementarnej (pomiary odległości i kątów).
- Wyznaczanie profili wysokościowych obserwowanych struktur.
- Generowanie obrazów 3D powierzchni próbki.
- Określanie porowatości obserwowanych powierzchni.

Literatura:

Podstawy techniki STM/AFM:

- STM/AFM mikroskopy ze skanującą sondą elementy teorii i praktyki, Rebecca Howland, Lisa Benatar (Park Scientific Instruments tłumaczenie Michał Woźniak, Jan A. Kozubowski <http://bio.materials.pl/nowa/wp-content/uploads/2014/01/Mikroskopy-STM-AFM.pdf>
- Scanning Tunneling Microscopy I, H.-J. Guntherodt, R. Wiesendanger (Eds.) Springer - Verlag

Rekonstrukcja powierzchni:

- Structure and local reactivity of the Au(111) surface reconstruction, Felix Hanke and Jonas Björk, Linköping University Post Print, American Physical Society <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:631032/FULLTEXT01.pdf>

Artefakty w technice AFM:

- A Guide to AFM Image Artifacts, Paul West, Natalia Starostina, Pacific Nanotechnology https://www.physik.uniwuerzburg.de/fileadmin/physikfpraktikum/_imported/fileadmin/1199999/AFM/AFM_part3.pdf

Krystalografia i podstawy fizyki ciała stałego:

- Podstawy fizyki ciała stałego, C. Kittel
- Wykład Prof. Roman Stepniewski: <https://www.fuw.edu.pl/~stepniew/FizCSt.pdf>