

Badanie powierzchni materiałów za pomocą skaningowej mikroskopii sił atomowych (AFM)

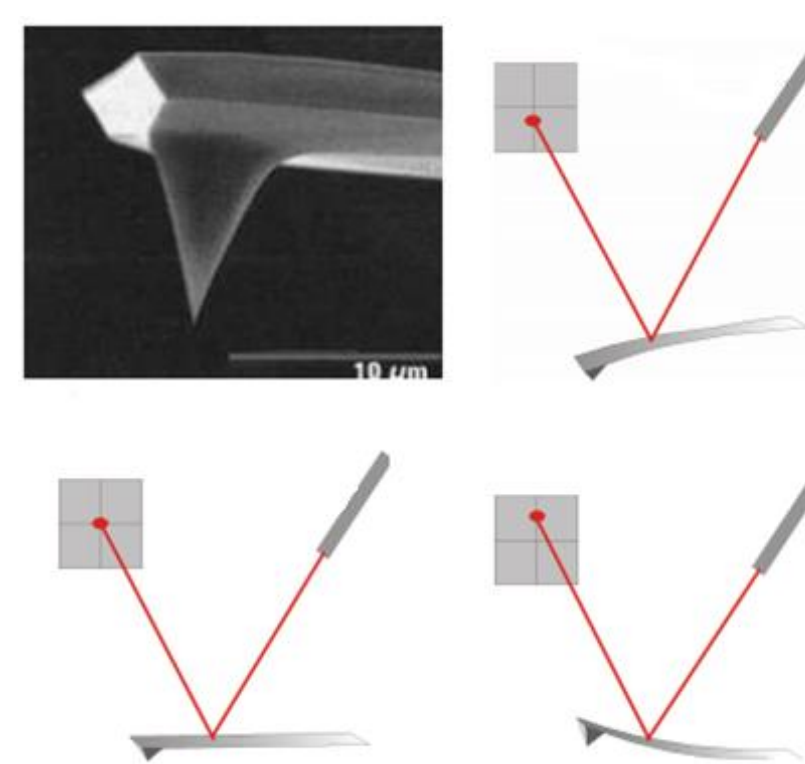
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński
Paulina Ziemkiewicz, pod opieką dr Joanny Raczkowskiej

Streszczenie

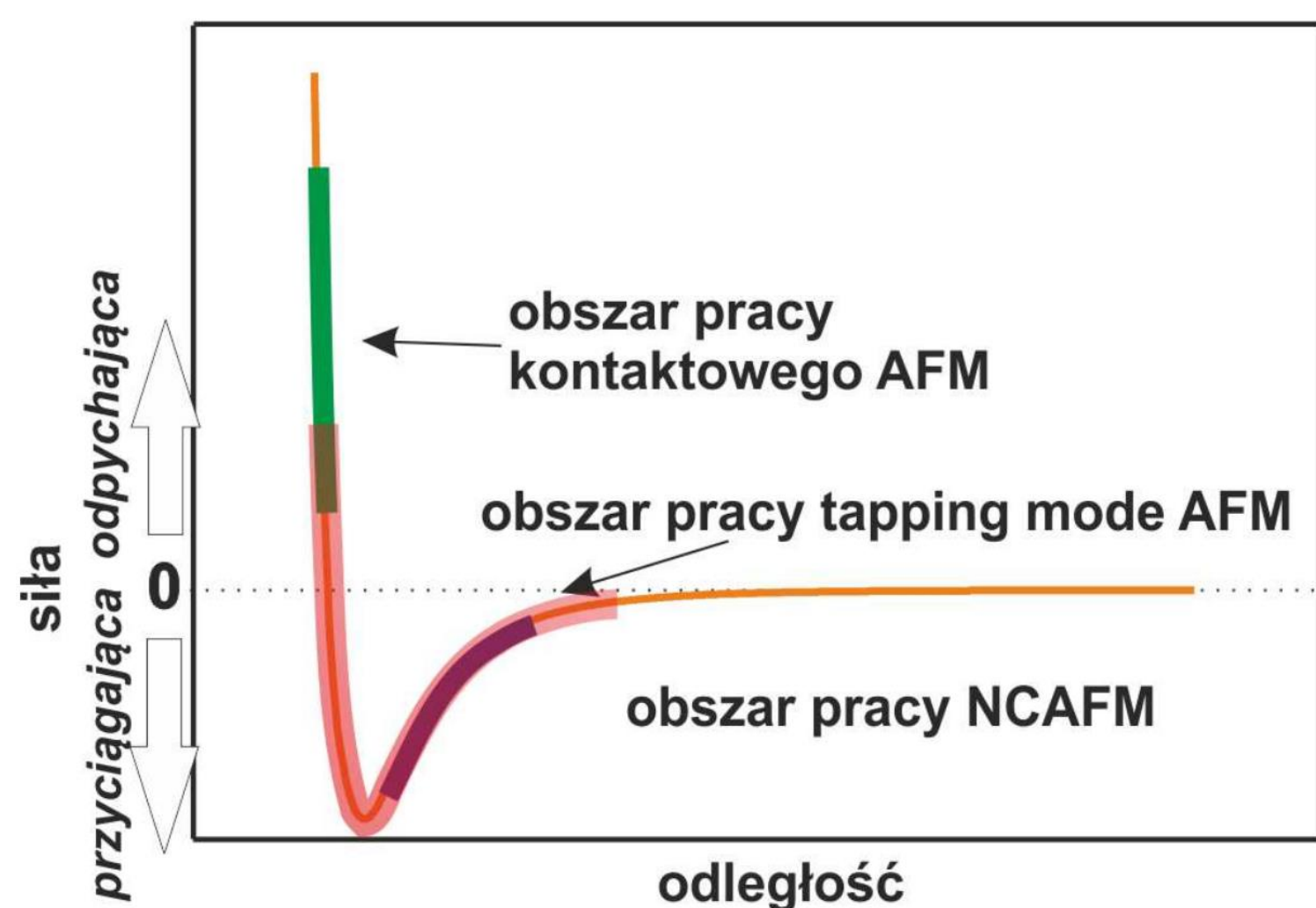
Mikroskopia sił atomowych ma zastosowanie w różnorodnych badaniach struktury geometrycznej i stanu fizycznego powierzchni wielu materiałów, w tym również tworzyw. Używając tego rodzaju mikroskopii możliwe jest otrzymanie obrazów 10^8 -krotnie powiększonych, z rozdzielczością teoretyczną względem osi x, y dochodzącą do 0,1 nm, a względem osi z nawet do 0,01 nm. W AFM analizuje się ugięcie dźwigni z ostrzem pomiarowym pod wpływem sił oddziaływań pomiędzy atomami ostrza a atomami tworzącymi badaną powierzchnię. W przypadku trybu kontaktowego lub przerywanego wygięcie belki jest przetwarzane przez fotodiodę na sygnał prądowy, który następnie służy do generacji obrazu próbki. Szczególną zaletą tej metody jest to, że nie trzeba specjalnie przygotowywać próbek do badań, oraz że podczas badań nie następuje ich niszczenie. W przeprowadzonym doświadczeniu zbadano cztery rodzaje próbek kalibracyjnych oraz płytkę DVD, różne obrazy uzyskano zmieniając parametry pomiaru. W tym ćwiczeniu skorzystano z dwóch trybów pracy mikroskopu - trybu kontaktowego oraz przerywanego kontaktu. Uzyskane dane opracowano w programie WSxM 4.0.

Zasada działania mikroskopu AFM

Do badania powierzchni próbki wykorzystywane są oddziaływania pomiędzy ostrzem a badaną powierzchnią. Pomiar siły jest realizowany poprzez obserwację wygięcia elastycznej dźwigni o znanej stałej sprężystości, do której przymocowane jest ostrze. Pomiar wygięcia dźwigni polega na obserwacji odbicia promienia lasera od górnej powierzchni dźwigni, które kierowane jest do pozycjo-czułego detektora oddalonego o kilka centymetrów. Dzięki temu nawet minimalne zmiany wygięcia dźwigni powodują mierzalne przesunięcie plamki światła na detektorze, więc też i mierzalną zmianę napięcia w detektorze.



Rysunek 1. Dźwignia z ostrzem w powiększeniu, oraz schemat detekcji ruchów dźwigni



Rysunek 2. Zależność siły oddziaływania między atomami od odległości

Metoda bezkontaktowej mikroskopii sił: dźwignia wprowadzana jest w drgania rezonansowe. Siła pomiędzy ostrzem a powierzchnią zmienia częstość rezonansową, co daje informacje o ukształtowaniu powierzchni.

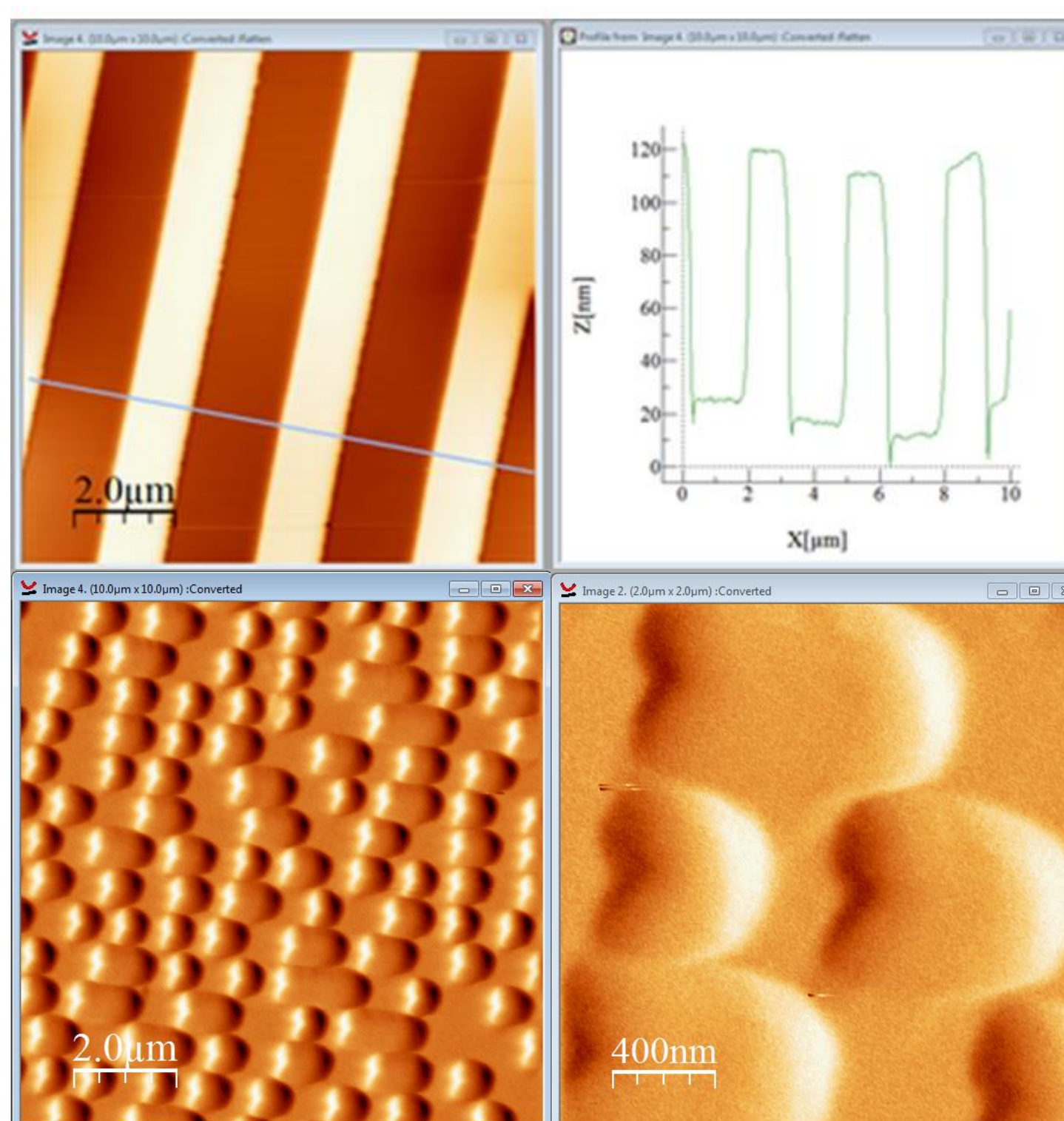
Tryb kontaktu przerywanego: dźwignia drga z wymuszoną częstością bliską częstości rezonansowej tak, aby w dowolnym punkcie nawrotu dotknęła powierzchni. W tym przypadku mierzona jest amplituda drgań, z której można wywnioskować informacje o topografii powierzchni.

Tryb kontaktowy: nie wymaga wprowadzenia dźwigni w drgania. Zbliży się ją do powierzchni aż ostrze dotknie tafli materiału po czym naciska się na nią z niewielką siłą. Przesuwanie ostrza po powierzchni o pewnym ukształtowaniu powoduje zmianę wygięcia ramienia dźwigni, która daje nam informacje o topografii.

Wykonane pomiary

Górne rysunki przedstawiają analizę powierzchni próbki TGZ2 - charakteryzuje się licznymi paskami na swojej powierzchni. Program WSxM 4.0 generuje interpretację graficzną (po lewej stronie) oraz wykres będący przekrojem poprzecznym badanej próbki. Otrzymany obraz wykonano posługując się trybem kontaktowym za pomocą ostrza typu PPP-CONTR-20.

Dolne obrazy przedstawiają graficzną wizualizację powierzchni płyty DVD. W zależności od ustawień pomiaru możliwe jest manipulowanie obszarem roboczym mikroskopu w celu wykonania zbliżenia na konkretną badaną strukturę. Analiza zdjęć próbki wykonanych za pomocą tej metody umożliwia zdobycie wielu informacji na temat badanego materiału, nie tylko na temat nanostruktur znajdujących się na powierzchni - w tym przypadku łatwo stwierdzić, że materiał z którego została wykonana płyta jest jednolity ponieważ nie widać żadnych porowatości na materiale. Porównując wzorec wypalonych wgłębień można również stwierdzić, że jest to płyta DVD-R.



Rysunek 3. U góry zdjęcie próbki TGZ2, wraz z jej przekrojem poprzecznym. Na dole to zdjęcia płyty DVD-R

Bibliografia

„Narzędzia dla nanotechnologii Mikroskopia Sił Atomowych (AFM)” - Tomasz Kruk, www.labportal.pl/article/mikroskopia-sil-atomowych-afm, M. Żenkiewicz, Adhezja i modyfikowanie warstwy wierzchniej tworzyw wielkocząsteczkowych, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.