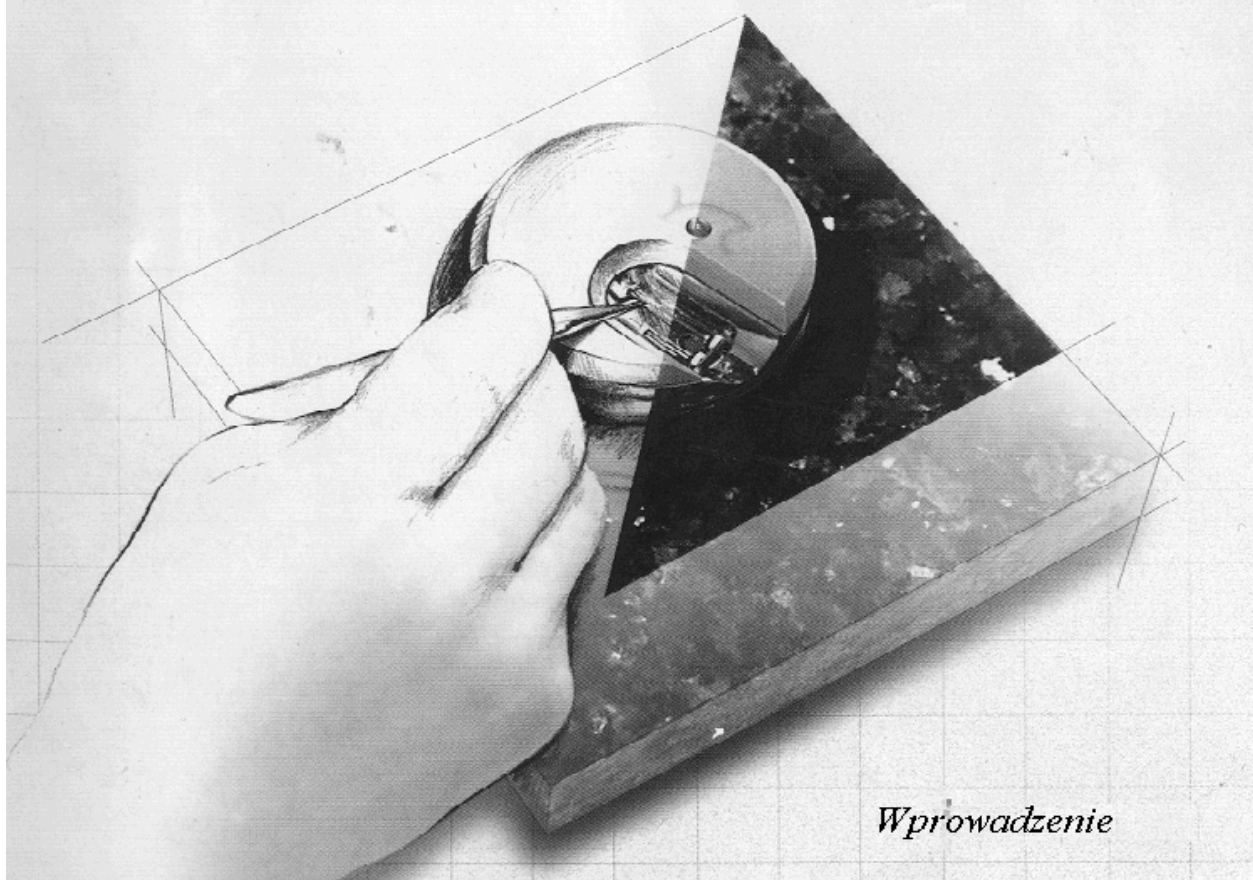


easyScan

STM SYSTEM



Wprowadzenie

tłumaczenie i redakcja
Marek Barwiński

Wprowadzenie

Spis rzeczy

Wstęp.....	2
Czym jest STM?.....	2
Skanowanie przy użyciu 'easyScan'.....	2
Przygotowanie.....	4
Zestawienie układu.....	5
Instalacja oprogramowania (Windows).....	5
Przygotowanie i montaż ostrza.....	8
Przygotowanie próbki.....	9
Zakładanie próbki.....	9
Pomiary dla próbki grafitowej.....	11
Włączenie mikroskopu.....	11
Zbliżenie ostrza.....	12
Rozpoczęcie pomiaru.....	13
Ustawianie współrzędnych nachylenia próbki.....	14
Uzyskiwanie rozdzielczości atomowej.....	15
Stopklatka obrazu.....	17
Ocena jakości obrazu.....	17
Odłączenie 'easyScanu'.....	21
Zakończenie pomiaru i zachowanie obrazów.....	21
Wyłączanie i rozłączenie urządzenia.....	21
Uwagi o powierzchni grafitu.....	22
Pomiary dla próbki złotej.....	23
Utrzymanie urządzenia.....	25
Głowica.....	25
Elektronika.....	25
P and A: problemy i awarie.....	26
Dane techniczne.....	28

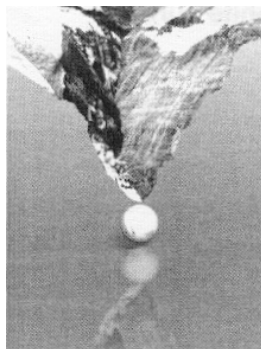
Wstęp

W badaniach naukowych mikroskopia jest jedną z najciekawszych technik poznawczych. Jej zastosowanie doprowadziło do nowego spojrzenia na strukturę materii i różnych form życia. Dzięki skaningowym mikroskopom tunelowym (Scanning Tunneling Microscopes) możliwy jest wgląd w fascynujący świat atomów.

Ta instrukcja opisuje zasady obsługi STMu 'easyScan'. Jest krótka, prosta i zawiera wyłącznie najistotniejsze wyjaśnienia. Celem jest umożliwienie ludziom, którzy nie posiadają dogłębnej wiedzy o fizyce, łatwego otrzymywania 'zdjęć' o atomowej rozdzielczości.

Czym jest STM?

Ta nowa technika w mikroskopii odbywa się bez soczewek i daje atomową rozdzielczość. Niewielkie platynowe ostrze przesuwane nad powierzchnią próbki w odległości na tyle małej by umożliwić przepływ tzw. 'prądu tunelowego'. Dzięki temu prądowi, odległość ostrze-powierzchnia jest dokładnie kontrolowana. W ten sposób uzyskuje się niezwykle wysoką rozdzielczość, umożliwiającą obejrzenie rozmieszczenia pojedynczych atomów.



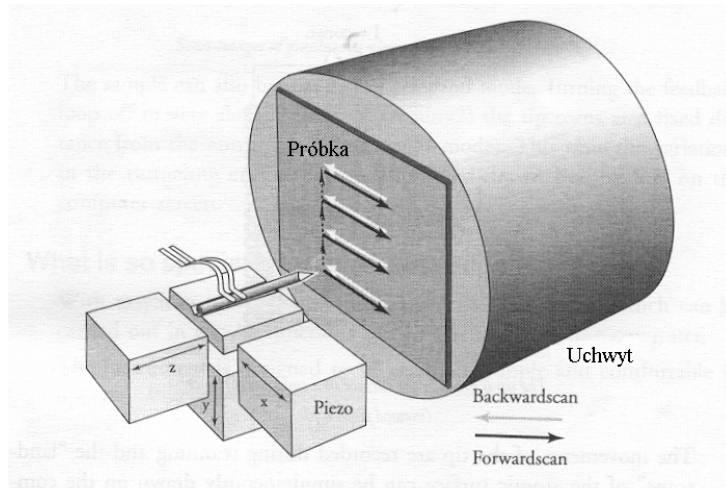
Niewiarygodna wydaje się jakość zdjęć robionych przez STM, biorąc pod uwagę, że atom w porównaniu do ostrza jest jak rozmiar piłeczki pingpongowej do wielkości góry!

Skaningowy Mikroskop Tunelowy został zbudowany przez Gerda Binniga i Heinricha Rohrera na początku lat osiemdziesiątych naszego stulecia w laboratorium IBM w Rüschlikon (Szwajcaria). Za ten rewolucyjny wynalazek Binnig i Rohrer zostali nagrodzeni w roku 1986 nagrodą Nobla z dziedziny fizyki.

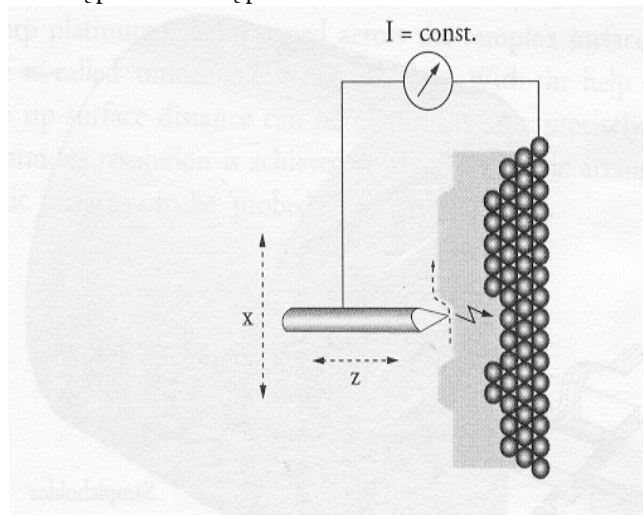
Skanowanie przy użyciu 'easyScan'

Platynowe ostrze w mikroskopie jest wciśnięte pomiędzy dwie sprężynki i płytkę, którą można przesuwać we wszystkich trzech kierunkach.

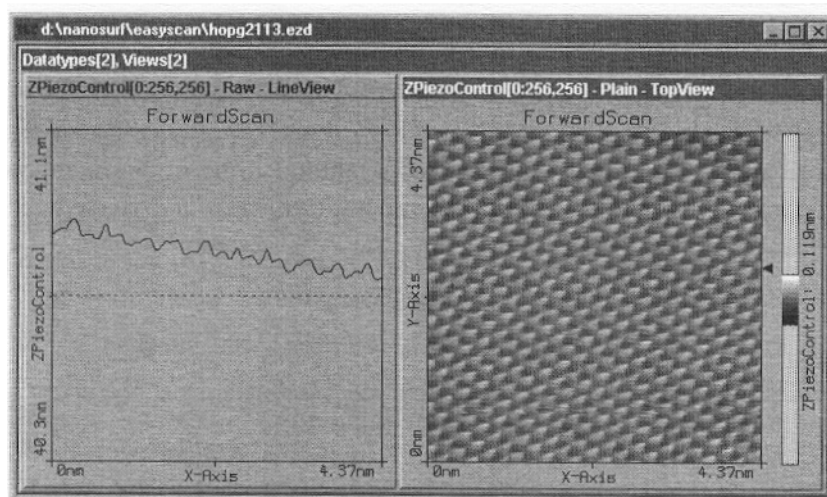
Nanometrową dokładność ustawienia ostrza dla wszystkich trzech współrzędnych osiąga się przez zastosowanie piezoelektryków przesuwających płytkę.



Próbka zostaje zbliżona do ostrza na odległość około 1 nanometra (10^{-9}m). Fizyka klasyczna nie pozwala na przepływ elektronów pomiędzy ostrzem a próbką. Mechanika kwantowa natomiast tak. Nawet przy małej różnicy potencjałów ($U \sim 0.1\text{V}$) płynie tzw. tunelowy prąd ($I \sim 1\text{nA}$) pomiędzy ostrzem a próbką. Ponieważ prąd silnie, bo wykładniczo, zależy od odległości, ruch ostrza może być ściśle kontrolowany. Ostrze przesuwają nad próbką. Poprzez utrzymywanie stałej wartości natężenia prądu, dzięki wielokrotnemu sprzężeniu zwrotnemu (tryb stałego prądu 'CC'), zapewniona jest stała odległość pomiędzy ostrzem a nierówną powierzchnią próbki.



Położenie ostrza jest zapamiętywane w trakcie skanowania i „pejzaż” rozmieszczonych atomów może być natychmiast wyrysowany na ekranie komputera.



Próbka może być także skanowana w inny sposób: wyłączamy pętlę sprzężenia zwrotnego lub zadajemy powolne parametry reakcji sprzężenia ($P\text{-Gain}=0$, $I\text{-Gain}=2$ patrz *Feedback Panel - Opis oprogramowania*). Ostrze jest wtedy w ustalonej odległości od próbki (tryb stałej wysokości 'CH'), a zmiany natężenia prądu, rysowane na ekranie linia po linii, przedstawiają odległość atomów od ostrza.

Co jest wyjątkowego w 'easySkanie' ?

Dzięki easyScan możliwe jest przeprowadzeniu każdego doświadczenia z dziedziny STM, o ile nie wymaga próżni. Wszelkie operacje mogą być obsługiwane przez komputer. Urządzenie zostało zaprojektowane jako poręczne, łatwe i wygodne w obsłudze.

Przygotowanie

W tym rozdziale opisano instalację STM 'easyScan'.

Uwaga!

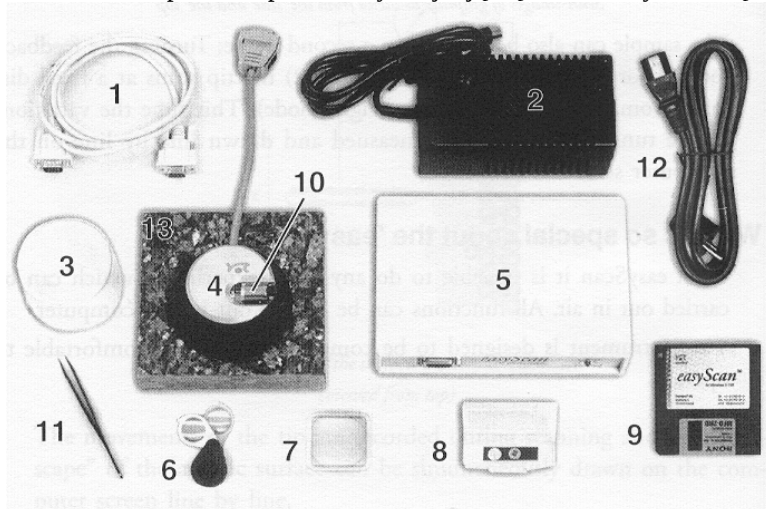
Aby uzyskać maksymalną rozdzielczość oferowaną przez 'easyScan', należy zastosować się do poniższych instrukcji, chroniących urządzenie przed kurzem i tłuszczem.

- nigdy nie dotykać drutu na ostrza (7) próbki(8) ani głowicy skanującej (4) palcami.
- trzymać uchwyt (10) tylko za czarną, plastikową końcówkę.

Proszę także uważnie przeczytać rozdział 'Utrzymanie Urządzenia'.

Części mikroskopu

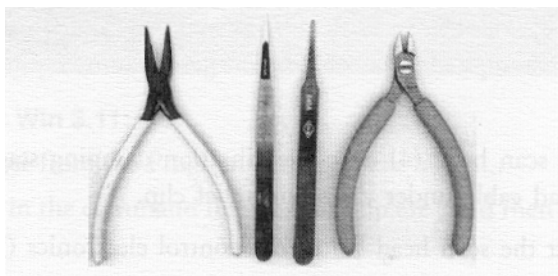
Po otworzeniu pudełka sprawdź czy znajdują się w nim wszystkie części:



1. Kabel do portu COM łączący komputer z układem elektronicznym
 2. Zasilacz
 3. Przezroczysta przykrywka
 4. Głowica skanująca
 5. Układ elektroniczny
 6. Lupa
 7. Drut na ostrza - 30 cm Platyna/Iryd
 8. Próbki: HOPG (grafit) i cienka złota folia
 9. Dyskietka z oprogramowaniem instalacyjnym
 10. Uchwyt (przytrzymuje próbkę)
 11. Pinceta
 12. Kabel
 13. Płytką absorbująca drgania
- Plus** - Kartka testowa i karta z danymi kalibracyjnymi.

Dodatkowo wymagane narzędzia

- Komputer z dostępnym portem COM i MS Windows 3.1/95
- Cążki i kleszcze.



- Rozpuszczalnik do czyszczenia narzędzi (n.p. aceton, alkohol etylowy)

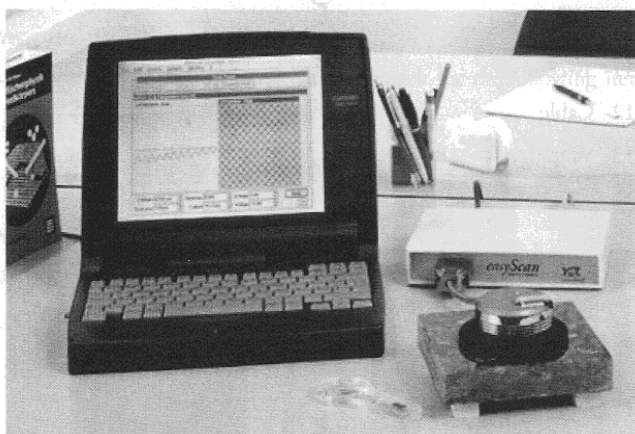
Zestawienie układu

Uwaga:

- Proszę sprawdzić czy napięcie w sieci jest odpowiednie dla zasilacza. (2)

- Upewnić się, że sieć ma zabezpieczenie przed przepięciem.

Wybierz stabilny stół gdzie praca będzie przebiegać bez zakłóceń. Aby otrzymać bezawaryjną pracę STMu należy wybrać miejsce z dala od drgań mechanicznych, źródeł ciepła i prądów powietrznych.



- Położyć głowicę (4) na płytce absorbującej drgania.(13)

- Podłączyć głowicę (4) do układu elektronicznego. (5)

- Upewnij się, że komputer jest wyłączony. Tylko wtedy połącz kablem (1) układ (5) z portem COM.

- Podłącz zasilacz (2) do układu.

- Włącz zasilacz przy pomocy głównego kabla (12)

Układ elektroniczny i mikroskop są już połączone. (LED świeci czerwono)

Instalacja oprogramowania (Windows)

Wymagania sprzętowe dla 'easyScan':

Minimalne:

486DX / 50 Mhz

8 Mb RAM

karta i monitor z rozdzielczością 800 x 600 i 256 kolorów

Zalecane:

Pentium / 133 Mhz

16 Mb

karta i monitor z rozdzielczością 1024 x 768 i 256 kolorów

- Włącz komputer i uruchom Windows

- Włóż backup dyskietki instalacyjnej (9) do stacji dysków

- Uruchom program 'setup.exe' z dyskietki

Win 95

- Uruchom plik 'setup.exe' z dyskietki

lub

- W menu 'Start' wybierz Run / Uruchom i wpisz literę odpowiadającą stacji dysków w twoim komputerze, po tym dwukropek i komendę setup n.p. 'a:setup.exe'. Wciśnij 'OK'.

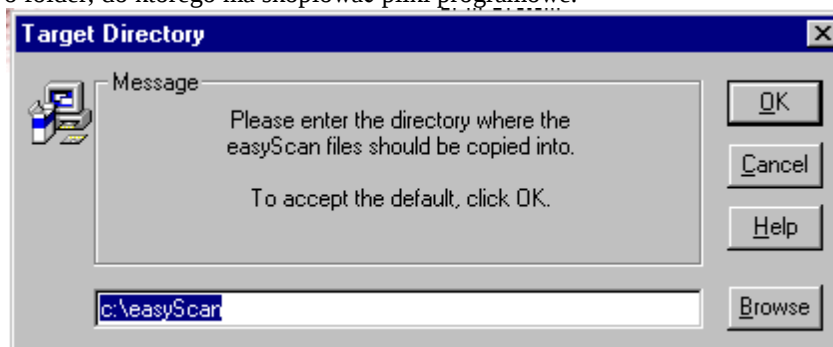
Win 3.1 lub Win 3.11

- W Program Manager / Menadżer Programów wybierz File --> Run/ Plik-->Uruchom
- Wpisz 'a:setup.exe' i wciśnij 'OK'



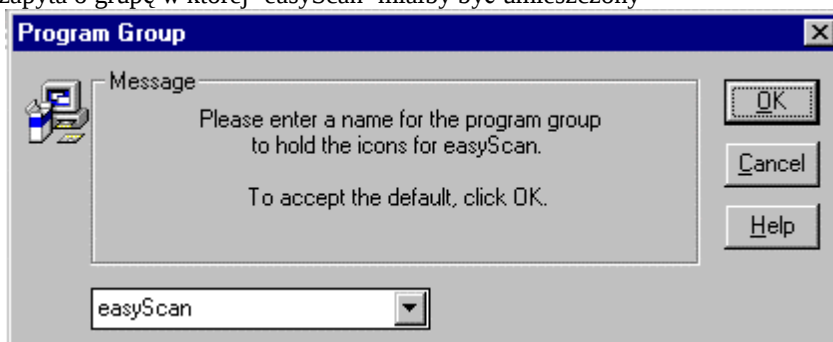
Dla wszystkich systemów:

- Wybierz 'Install' by zainstalować program 'easyScan', który będzie pobierał dane pomiarowe z mikroskopu.
- Setup zapyta o folder, do którego ma skopiować pliki programowe.

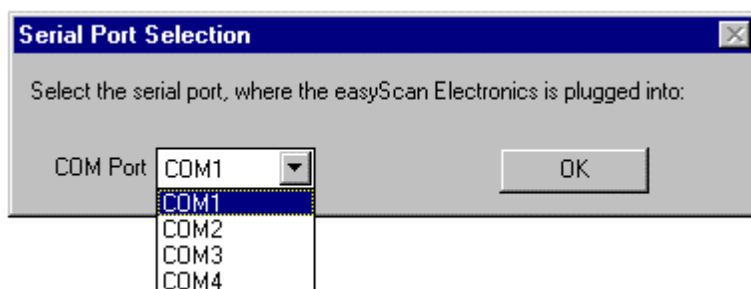


- Zalecamy katalog 'easyScan'. Po prostu wciśnij 'OK'

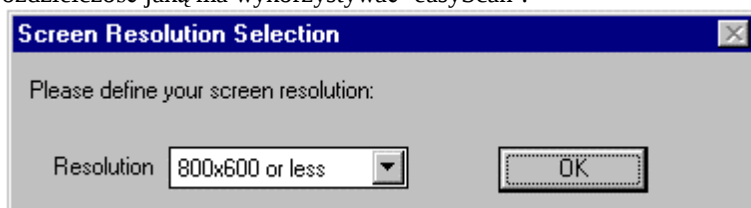
Potem setup zapyta o grupę w której 'easyScan' miałby być umieszczony



- Zatwierdź sugestię programu klikając 'OK' lub wpisz inną nazwę.
- Teraz setup zapyta o Port COM



- Wybierz ten COM, do którego podłączyłeś układ (5) kablem (1) - patrz 'włączenie mikroskopu'
Na końcu podaj rozdzielczość jaką ma wykorzystywać 'easyScan':



- Wybierz pasującą rozdzielczość i naciśnij 'OK'



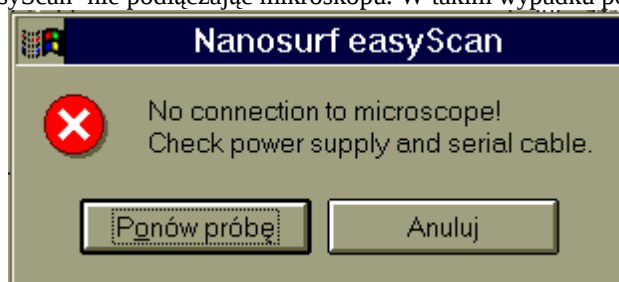
Przy udanej instalacji otrzymasz powyższe potwierdzenie. Program 'easyScan.exe' znajdziesz w folderze 'easyScan' bądź innym, który wybrałeś.

Kalibracja skanera

- Stosuj się do instrukcji zamieszczonych na kartce z 'informacją o kalibracji', którą otrzymałeś wraz z całym zestawem.

'Symulacja działania mikroskopu'

Możesz uruchomić 'easyScan' nie podłączając mikroskopu. W takim wypadku pojawi się informacja:



Wciskając 'Cancel' uruchomisz symulację mikroskopu. Imituje ona większość funkcji prawdziwego mikroskopu. Próbka zostaje zastąpiona matematycznym opisem rozmieszczenia atomów.

Wskazówka:

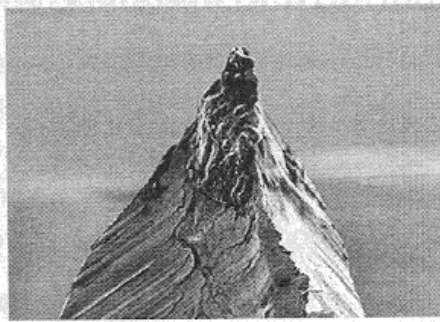
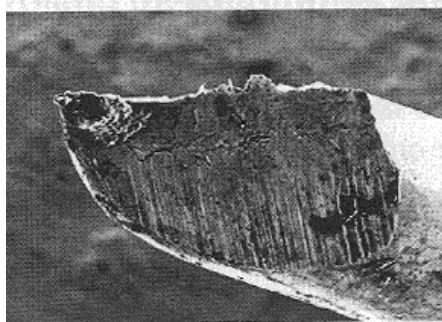
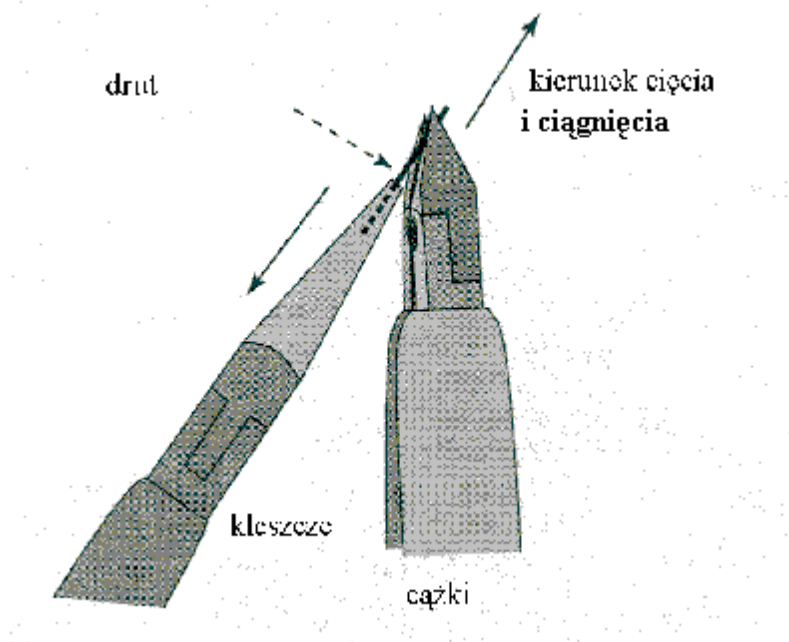
Polecamy używanie symulacji, gdyż system easyScan (dane i oprogramowanie) jest często spotykany bez podłączonego mikroskopu (off-line). Jest on nadal użytecznym narzędziem do prezentacji pomiarów.

- Upewnij się, że opcja: 'Simulate Microscope' w menu 'Options' jest włączona. Dalej: stosuj się do instrukcji w rozdziale: 'Rozpoczęcie pomiaru'.

Przygotowanie i montaż ostrza

Ostrze skanujące jest ucinane i montowane przez użytkownika. To najtrudniejsza część przygotowań. Zazwyczaj potrzeba trochę wprawy by odciąć odpowiednie ostrze. Do cięcia i montażu należy przywiązać dużą uwagę. Dobry pomiar w znacznym stopniu zależy od dokładności wykonania tych czynności.

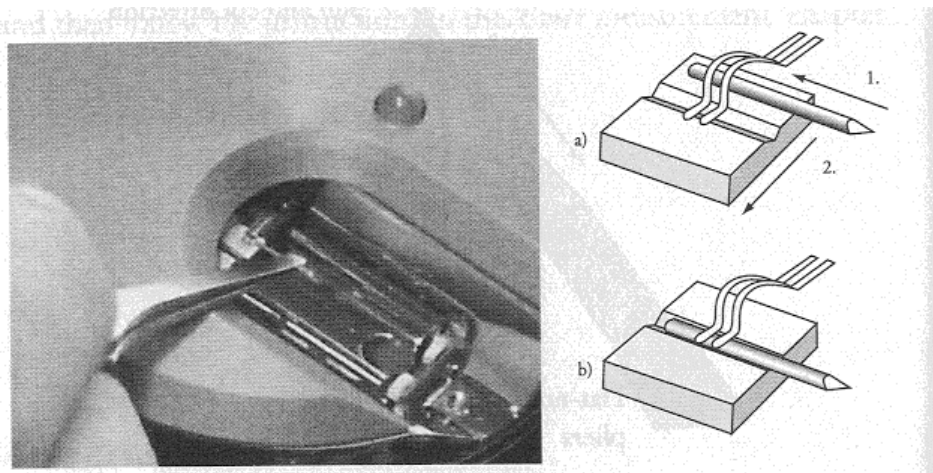
1. Po pierwsze upewnij się, że cążki, kleszcze i pinceta (10) zostały oczyszczone etanolem. Platynowego drutu (7) dotykaj jedynie czystymi narzędziami.
2. Przytrzymaj koniec drutu kleszczami i odetnij kawałek o długości około 5mm.
3. Przytrzymując kawałek kleszczami, umieść cążki przy drucie, pod najmniejszym możliwym kątem. (patrz rysunek poniżej)
4. Zaciskaj cążki na drucie aż poczujesz opór. Następnie pociągnij i odetnij w kierunku pokazanym na rysunku. Aby uzyskać szpiczaste ostrze należy drut raczej oderwać niż równo odciąć.



Uwaga:

- Nie dotykaj niczego ostrzem!
 - Złote uchwyty w otwartej części głowicy są delikatne i nie powinny być wyginane!
5. Przytrzymaj drut pincetą za odciętym kawałkiem.
 6. Włóż go delikatnie pod złoty uchwyt w głowicy, nie wyginając ich. (patrz rysunek poniżej)

Wskazówka: Najpierw włóż ostrze pod podwójny łuk z uchwytów. Potem wsuń je bokiem w rowek na środku płytki: patrz a) i b)



montaż ostrza

Świeżo ucięte ostrze powinno być dobrze przymocowane i wystawać 2-3mm za uchwyty.
Ostrze jest już zainstalowane.

Przygotowanie próbki

STM może badać jedynie przewodniki elektryczne. Wybór materiału jest ograniczony ponieważ powierzchnia próbki musi być bardzo czysta i równa, by wyniki pomiaru były użyteczne. Z tego powodu próbki należy odpowiednio przygotować.

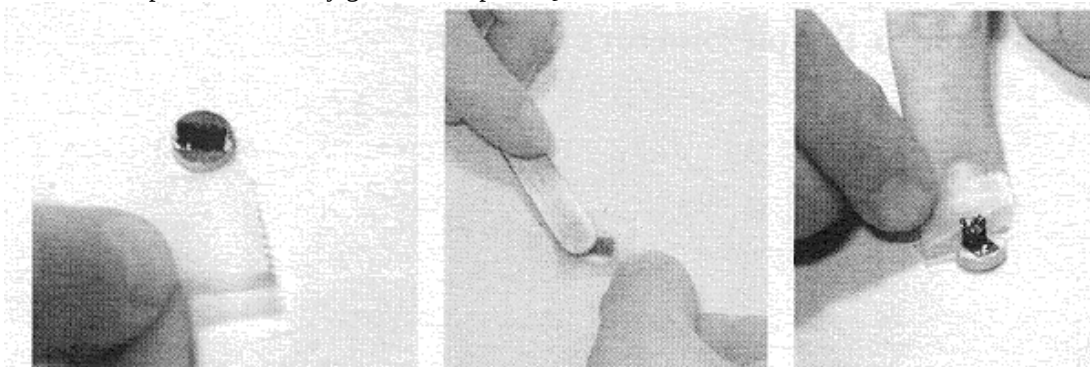
Cienka złota folia

Czyszczenie próbki nie jest ani możliwe ani konieczne. Po prostu nigdy nie dotykaj próbki palcami i nie kładź jej niewłaściwą stroną do dołu.

Grafit

Powierzchnia próbki grafitowej powinna być czyszczona co kilka miesięcy. Ponieważ grafit ma budowę warstwową, czyszczenie jest proste i wymaga jedynie taśmy klejącej: (patrz zdjęcia poniżej)

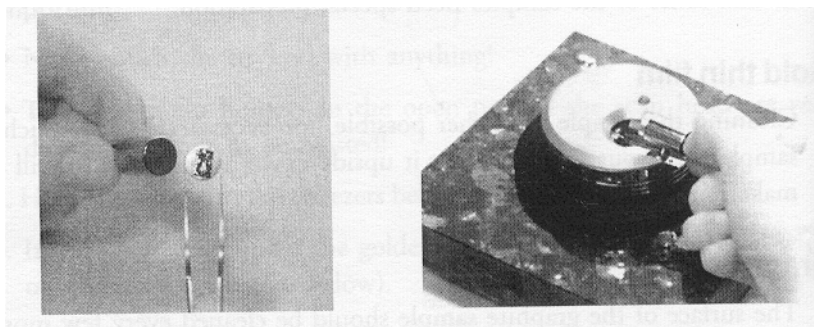
- Połóż pincetą próbkę na stole.
- Przytnij delikatnie taśmę do grafitu i oderwij. Zewnątrz warstwa powinna przykleić się do taśmy.
- Jakiegolwiek pozostałe drobiny grafitu usuń pincetą.



O ile nie zostanie dotknięta palcami, próbka grafitowa nadaje się już do użytku.

Zakładanie próbki

- Uchwyt (10) można trzymać tylko za czarną plastikową końcówkę.
- Próbkę połóż na magnetycznej końcówce uchwytu używając pincety. (patrz poniżej)



- Ostrożnie umieść uchwyt w głowicy tak, by nie dotykał ostrza. (patrz powyżej)

Uwaga!

Unikaj kontaktu uchwyty z piezoelektrykami w czasie umieszczania go w głowicy.

- Połóż uchwyt na poprzeczkach ochronnych i spuść go na podpórki piezoelektryków.

Pomiary dla próbki grafitowej

Przygotowania zostały zakończone.

STM jest złożony, oprogramowanie zainstalowane a ostrze i próbka gotowe.

Ten rozdział opisuje, krok po kroku, jak obsługiwać mikroskop i otrzymać pierwsze zdjęcia. Bardziej szczegółowe wyjaśnienia obsługi oprogramowania znaleźć można w jego opisie.

Uwaga!

- Nigdy nie dotykaj próbki ani ostrza! Precyzyjny pomiar zależy w znacznym stopniu od dokładności z jaką przygotowano te elementy.

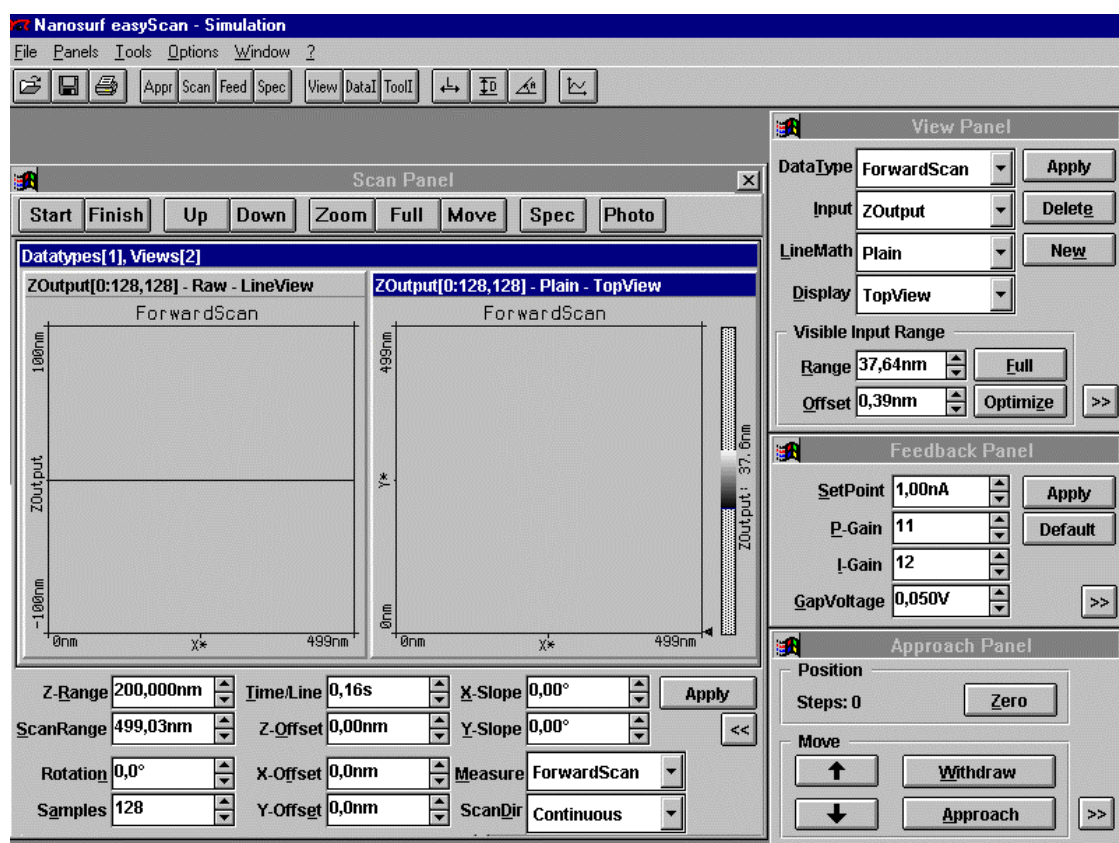
- Ostrze nie może dotknąć próbki. Kontakt niszczy jego delikatną końcówkę i operację przygotowania trzeba przeprowadzić ponownie.

Włączenie mikroskopu

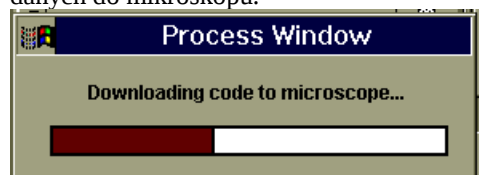
- Upewnij się, że zasilacz (2) jest podłączony do źródła prądu zmiennego: Czerwona dioda w układzie elektronicznym (5) powinna mrugać lub świecić.

- Uruchom 'easyScan' w komputerze:

Pojawiło się główne okienko programu i 'Scan Panel'.



Gdy czerwona dioda układu elektronicznego mruga, powinna pojawić się informacja o przesyłaniu danych do mikroskopu.



To znaczy, że komputer komunikuje się z układem (5) i wymienia istotne informacje. Proces ten powtarzany jest po każdym rozłączeniu układu. Gdy przesyłanie danych zostanie zakończone, dioda powinna przejść z mrukania w ciągłe świecenie. Dioda na głowicy (4) powinna świecić pomarańczowo. System jest gotowy do użytku.

Zbliżenie ostrza

By pomiar mógł nastąpić, próbka musi znajdować się bardzo blisko ostrza. Inaczej nie popłynie prąd tunelowy. Zmniejszanie odległości to delikatna operacja wykonywana w trzech krokach. Kolor diody głowicy sygnalizuje charakter odległości pomiędzy ostrzem a próbką:

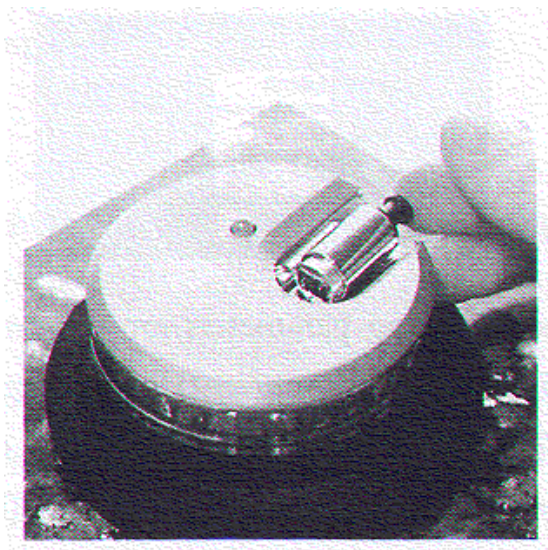
Dioda pomarańczowa: Odległość za duża, brak prądu tunelowego.

Dioda czerwona: Próbka dotyka, lub wpadła na ostrze, prąd za duży

Dioda zielona: Próbka w odpowiedniej odległości, płynie prąd tunelowy

1. Zgrubne przybliżenie przy ręcznym montażu

- Ostrożnie pchnij uchwyt (10) tak by znajdował się w odległości 1mm od ostrza.
- Jeżeli zajdzie potrzeba, lekko obróć uchwyt, by ostrze znajdowało się dokładniej nad płaską powierzchnią próbki.

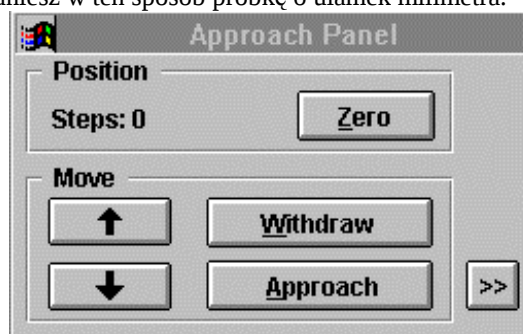


- Nałóż przezroczystą przykrywkę (3) na głowicę, nie dotykając uchwyty.

Przykrywka zmniejsza wpływ podmuchów, co daje dużą stabilność termiczną, niezbędną przy pomiarach na poziomie atomowym.

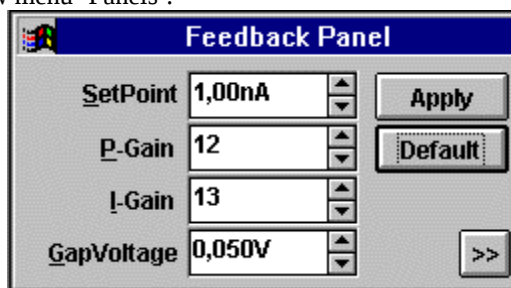
2. Dokładne zmniejszanie odległości przy użyciu piezoelektryków

- Wybierz menu 'Panels' z programu 'easyScan'.
- Otwórz 'Approach Panel'.
- Obserwuj odległość pomiędzy ostrzem a próbką, używając lupy (6). Naciśnij 'strzałkę w dół' w 'Approach Panel'. Przesuniesz w ten sposób próbkę o ułamek milimetra.



Wskazówka: na powierzchni próbki możesz obserwować zwierciadlany obraz ostrza.

- Otwórz 'Feedback Panel' w menu 'Panels'.

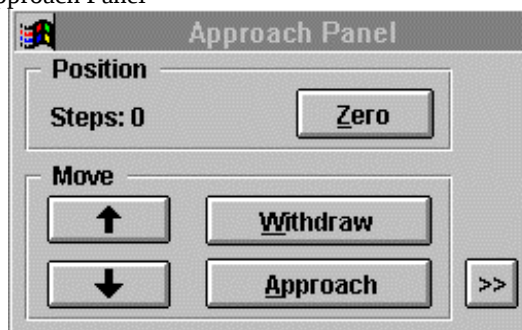


- Upewnij się, że zadane parametry są poprawne:

- 'SetPoint' (natężenie prądu tunelowego) ok. 1.00nA
- GapVoltage (napięcie próbka-ostrze) ok. 0.05V
- 'P-Gain'=12; 'I-Gain'=13 (parametry pętli sprzężenia zwrotnego; P-Proporcjonalne i I-Całkowe wzmocnienie)

3. Automatyczne ustawienie odległości

- Wciśnij 'Approach' w 'Approach Panel'



Silnik piezoelektryczny przesuwa uchwyt z próbką w stronę ostrza do chwili, w której zostanie osiągnięte natężenie zadeklarowane w 'SetPoint'. Teraz odległość pomiędzy ostrzem a próbką jest automatycznie kontrolowana przez układ elektroniczny. Jeżeli operacja zakończyła się pomyślnie, powinna zapalić się zielona dioda, a na ekranie pojawić informacja 'Approach done'.

- Wciśnij 'OK'

Pomiędzy ostrzem a próbką, płynie teraz ustalony prąd tunelowy.

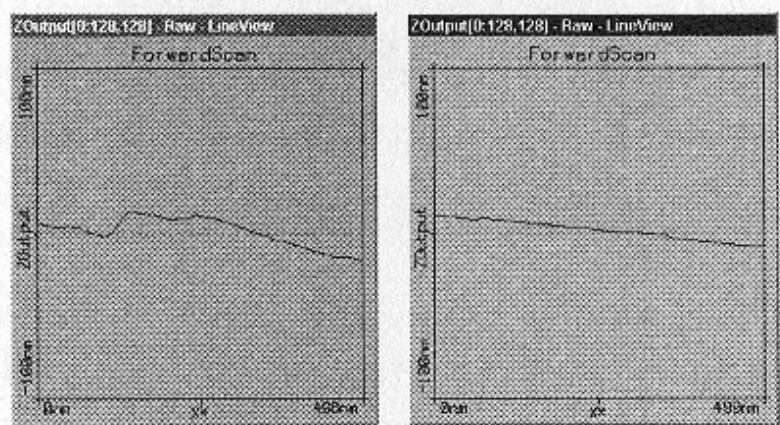
Może się jednak zdarzyć, że próbka „wpadnie” na ostrze: Dioda zaświeci się wtedy na czerwono. Ponownie trzeba wyciąć ostrze z drutu: (patrz rozdział *P. and A*)

Rozpoczęcie pomiaru

Gdy prąd zadany przez parametr 'SetPoint' płynie pomiędzy ostrzem a próbką (zielona dioda), można rozpocząć pomiar:

- Wciśnij 'Full' w 'Scan Panel' by zmaksymalizować zasięg skanera.
- Rozpocznij pomiar naciskając 'Start' w 'Scan Panel'

Jeżeli przygotowania i ustawienie odległości przebiegło pomyślnie, rezultat pomiaru będzie przedstawiony jako linia w 'LineView' i płaszczyzna w 'TopView'. Obserwuj wyświetlane obrazy dopóki TopView nie będzie rysowane po raz trzeci.



„szarpana” i poprawna linia na pierwszych pomiarach

Szarpana linia w 'LineView' jest spowodowana złym kontaktem tunelowym. Zazwyczaj oznacza to, że ostrze jest zbyt tępe lub niestabilne. Zaniechaj pomiaru i wytnij nowe ostrze.

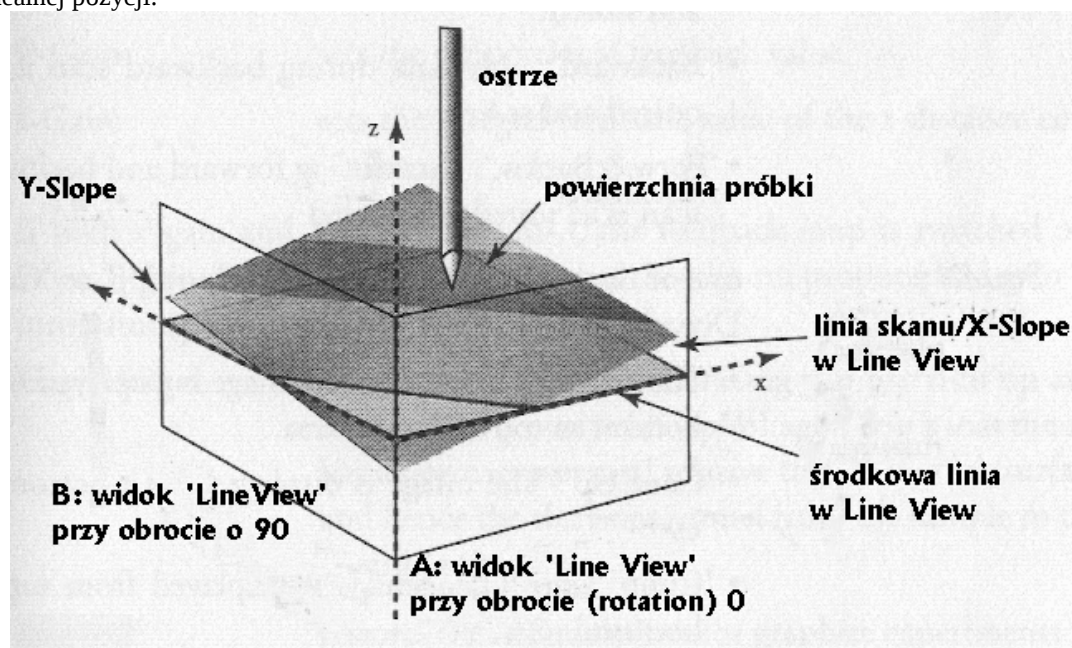
- Naciśnij 'Stop' i stosuj się do instrukcji w rozdziale 'P. and A'

Jeżeli linia w 'LineView' jest spokojna i powtarzalna możesz przejść do następnego rozdziału.

Ustawianie współrzędnych nachylenia próbki

W okienku 'LineView' przekrój powierzchni próbki jest opisywany jako rzut względem jej faktycznego położenia. (patrz rysunek poniżej)

Idealny zasięg skanowania, leży w płaszczyźnie XY skanera. Najczęściej jednak próbka jest nachylona względem idealnej płaszczyzny. Jeżeli nie można wyrównać tego mechanicznie, należy zmodyfikować parametry skanera. Poprzez nadanie odpowiednich wartości parametrom 'X-slope' i 'Y-slope', współrzędne osi w programie zostają 'przechylone' tak, że powierzchnia próbki wydaje się leżeć w idealnej pozycji.

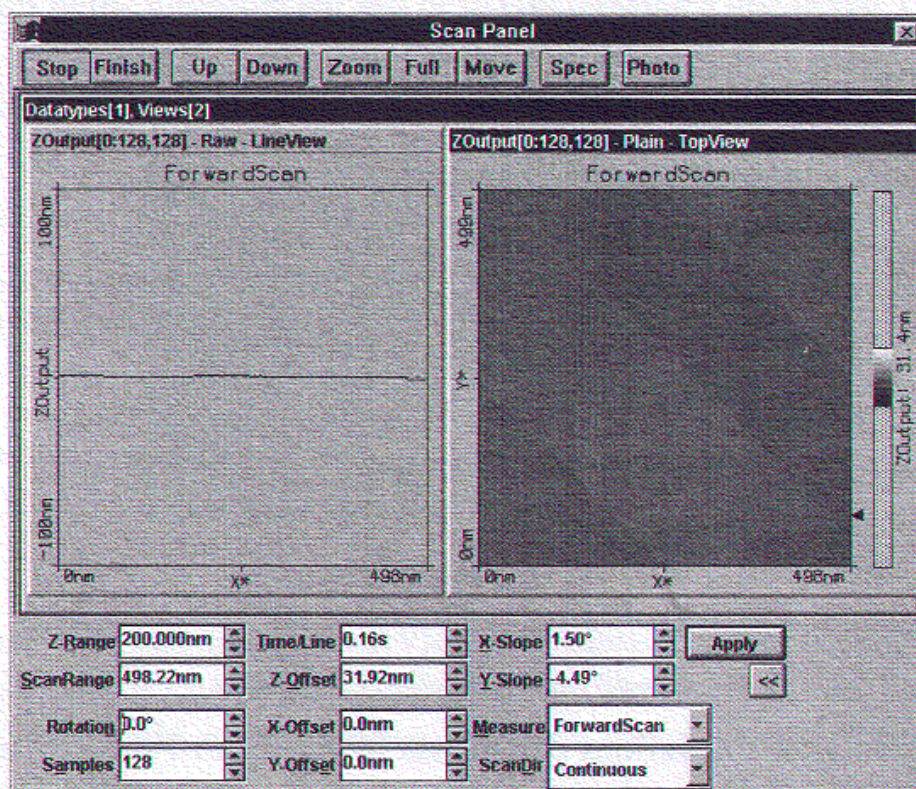


Orientacja próbki przed dopasowaniem nachylenia

Możesz zmieniać wiele parametrów w 'Scan Panel' używając strzałek na ekranie, lub wpisując „ręcznie” nowe dane. W drugim przypadku, musisz potwierdzić zmianę wciskając klawisz 'Enter' lub przycisk 'Apply'

1. Zmieniaj wartość 'X-Slope' używając strzałek, aż twoja linia pomiaru będzie równoległa do osi X
2. W parametrze 'Rotation' podaj wartość 90° by obejrzeć linię pomiaru na osi Y. (patrz rysunek wyżej - widok B)
3. Jeżeli linia nie jest pozioma, zmień wartość 'Y-slope' dopóki nie będzie równoległa do osi.
4. Zmień 'Rotation' na 0°. 'LineView' znów pokazuje widok A (rysunek)

Wartość 'Z-Offset' waha się nieznacznie w trakcie pomiaru. Jest to poprawne zachowanie. W menu 'Options' powinna być aktywna opcja 'Auto Adjust Z-Offset'.



Widok po nastawieniu nachylenia

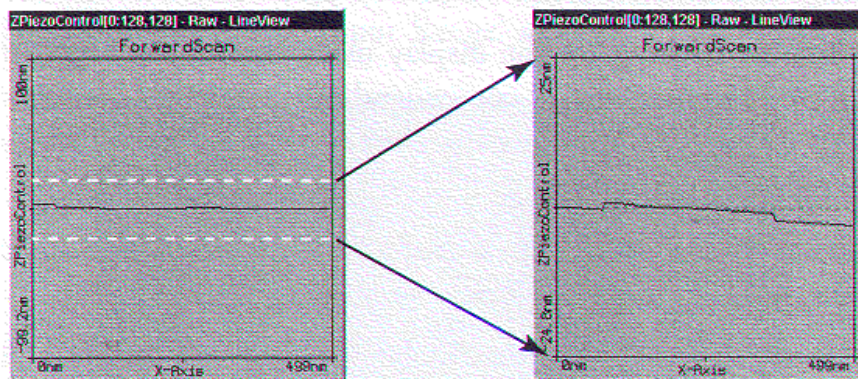
Uzyskiwanie rozdzielczości atomowej

Przygotowałeś pomiar na tyle dokładnie, że linia w środku 'LineView' wielokrotnie rysowana wygląda tak samo. Teraz zasięg skanowania musi zostać ograniczony a mierzony sygnał wzmocniony by móc zaobserwować strukturę atomów.

Przypomnienie: Pomiary w skali nanometrowej są bardzo wrażliwe. Bezpośrednie światło, szybkie ruchy powodujące podmuchy powietrza i zaburzenia stałości temperatury wokół głowicy mogą wpływać na pomiar, a nawet go zakłócić. Najlepiej, przy obiecujących danych pomiarowych, dać popracować aparaturze by ustabilizowała się termicznie.

Poniższe wskazówki dotyczą pomiarów dla grafitu:

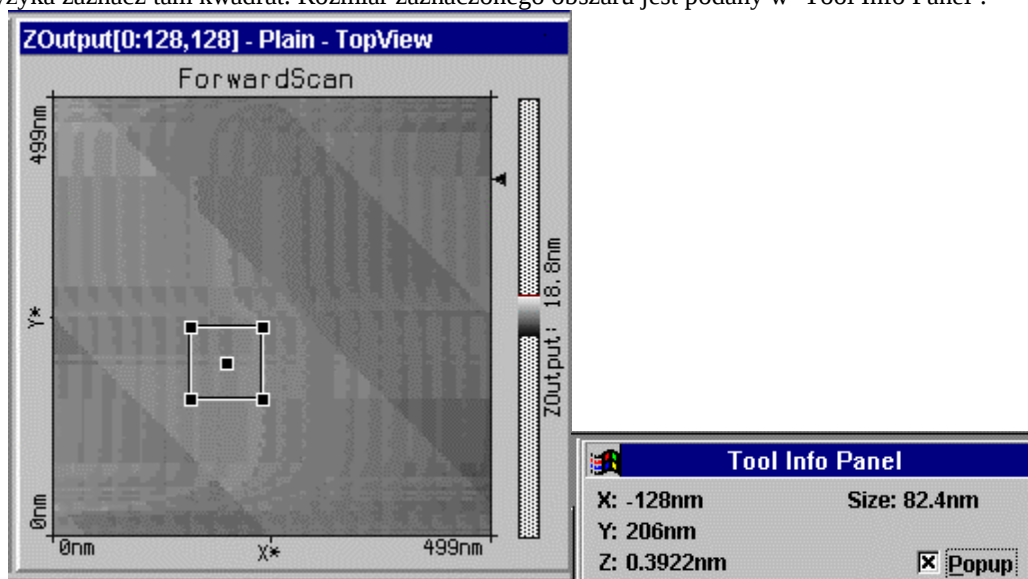
1. Zmniejsz wartość 'Z-Range' w 'ScanPanel' do 50nm by skoncentrować pomiar na tym zakresie.



Zmniejszenie 'Z-Range' wzmacnia sygnał w kierunku Z

2. Zmniejsz zasięg powierzchni skanowanej (XY) w następujący sposób:

- kliknij okienko 'TopView' by upewnić się, że jest aktywne: górny pasek 'TopView' powinien mieć ten sam kolor co pasek 'Scan Panel'.
- kliknij przycisk 'Zoom': wskaźnik myszki zmieni się w krzyżyk, a 'Tool Info Panel' powinien się otworzyć.
- poszukaj 'płaskiego' fragmentu powierzchni (podobne wartości szarości) w 'TopView'. Używając krzyżyka zaznacz tam kwadrat. Rozmiar zaznaczonego obszaru jest podany w 'Tool Info Panel'.



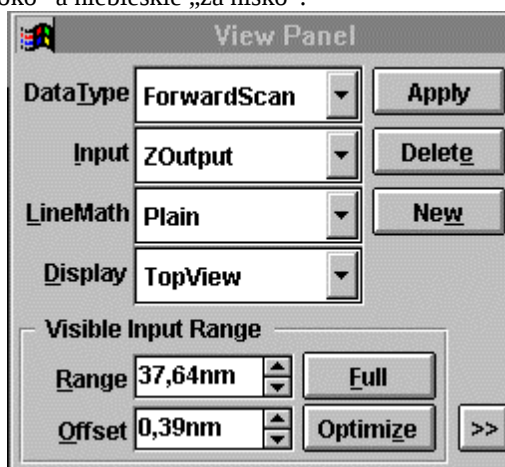
- Puść klawisz myszki, gdy kwadrat będzie rozmiaru 30 - 50nm.
 - Podwójny klik lewym klawiszem potwierdza wybór i powiększa obszar do wielkości całego okienka. Możesz zaniechać trybu powiększenia klikając prawym klawiszem.
3. Rozmieszczenie atomów jest zazwyczaj obserwowane dla parametrów: 'ScanRange' ok. 4nm i 'Z-Range' ok. 1.5nm.
- Ustaw takie wartości w 'ScanPanel'. Pobaw się zmianą tych wartości, obserwując zachowanie obrazu. Oba parametry dają się zredukować. Pomiędzy zmianami, pozwól komputerowi zeskanować zdjęcie kilkakrotnie.
 - Zwróć uwagę na wysokość sygnału w oknie 'LineView'. Nie powinna być większa od okienka. Jeżeli jest, zwiększ wartość 'Z-Range'

! Pomocne w dobieraniu parametrów: Jeden nanometr to od czterech do ośmiu atomów.

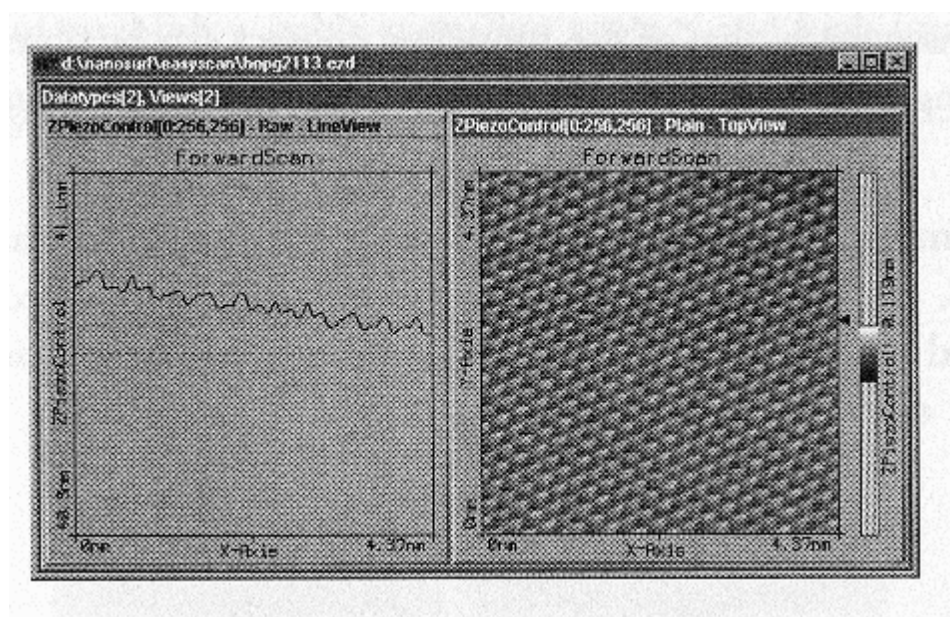
4. Niektóre części głowicy reagują na najmniejsze wahania temperatury. Termiczne ‘ruchy’ wpływają na pomiar. Próbkę powinna być zeskanowana najszybciej jak to możliwe.

- Ustaw ‘Time/Line’ w ‘ScanPanel’ na 0.06s by uzyskać maksymalną rozdzielczość

5. W okienku ‘TopView’ wartości, które nie pasują do wybranego zakresu ‘Z-Range’ same są kolorowe: czerwone punkty są „za wysoko” a niebieskie „za nisko”.



- Jeżeli niebieskich i czerwonych punktów jest znacząco wiele, otwórz ‘View Panel’ i wybierz ‘Optimize’ w sekcji ‘Visible Output Range’



dobrze zdjęcia z pomyślnych pomiarów

Stopklatka obrazu

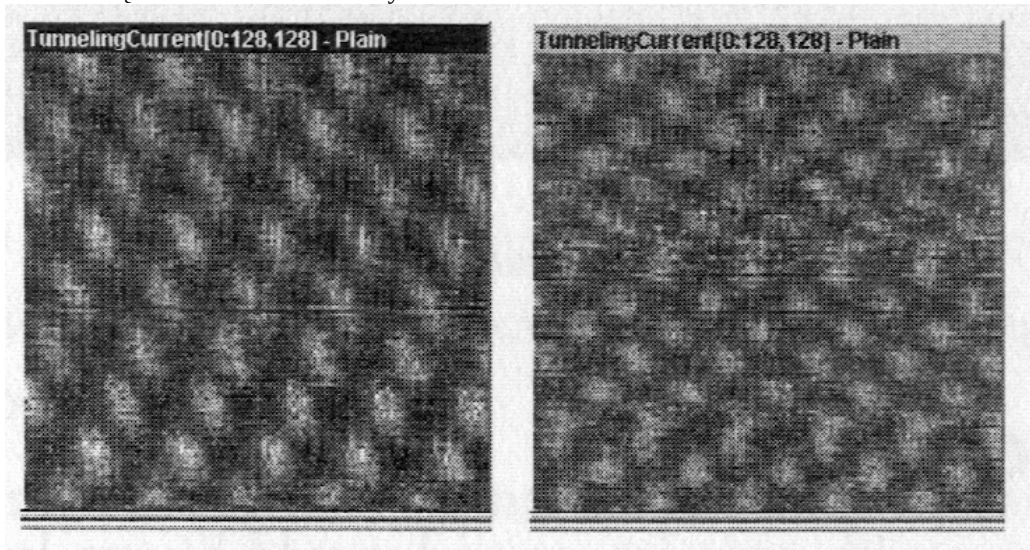
Jeżeli jesteś zadowolony z otrzymanego obrazu i chcesz go zachować, możesz zrobić stopklatkę i zachować ją później.

- Gdy zauważysz dobry obraz otrzymywany linia po linii, wybierz przycisk ‘Photo’ w ‘ScanPanel’. Po dokończeniu obecnej klatki, kopia obrazu jest wysyłana i wyświetlana w osobnym okienku za ‘ScanPanel’
- Jeżeli chcesz zrobić stopklatkę natychmiast, nie czekając na dokończenie rysunku, przerwij pomiar przyciskiem ‘Stop’ i utwórz kopię używając przycisku ‘Photo’.
- Po zakończeniu pomiarów możesz zachować ‘zdjęcia’ na dowolnym nośniku, n.p. twardym dysku komputera. (zobacz rozdział ‘Zakończenie pomiaru i zachowanie obrazów’)

Ocena jakości obrazu

Dzięki dokładności zdjęć można zaobserwować jakość ostrza i w konsekwencji kontaktu tunelowego. Dobry kontakt jest konieczny do uzyskania wysokiej jakości zdjęć o atomowej rozdzielczości.

- Obecność wahań temperatury powoduje tak zwany ‘dryf termiczny’. Przez to obraz jest rozciągnięty. Efekt jest widoczny, gdy n.p. skanowanie do góry daje znacząco inny obraz od skanowania w dół. Widoczne są dwie odmienne struktury.

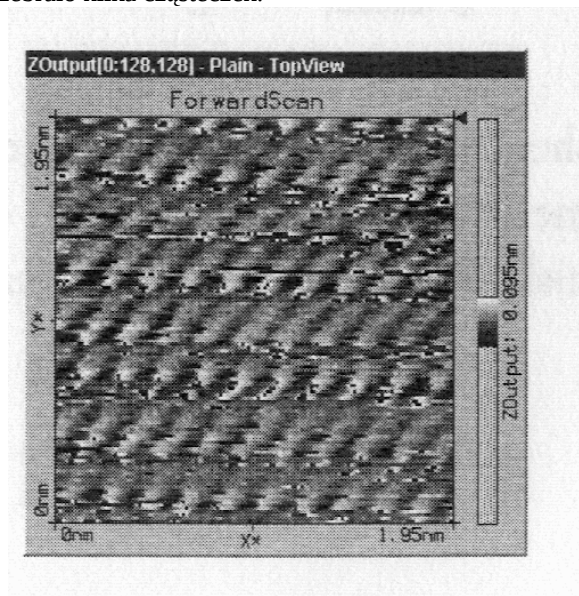


skanowana do góry i w dół próbka i dryf termiczny

Termiczne dryfty są łatwo zauważalne przy takiej szczegółowości zdjęć. Już wahania 10^{-1} °C dają odchylenie długości o n.p. dla uchwytu próbki (stal) kilku nanometrów!

Z tego powodu istotne jest pozwolić aparaturze pracować przez pewien czas (do około jednej godziny).by ustabilizować system.

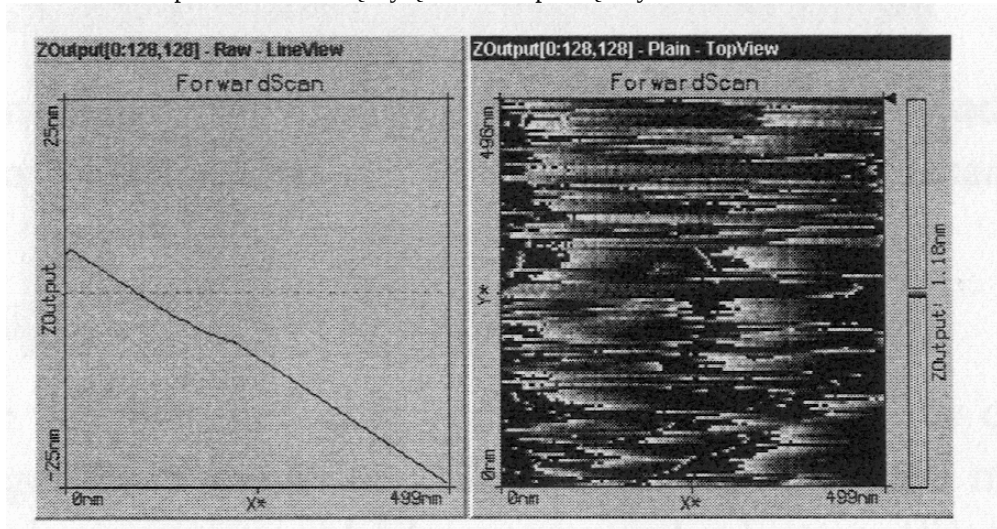
- Jeżeli w trakcie poprawnego pomiaru jakość obrazu dramatycznie się pogorszy, ostrze najprawdopodobniej zebrało kilka cząsteczek.



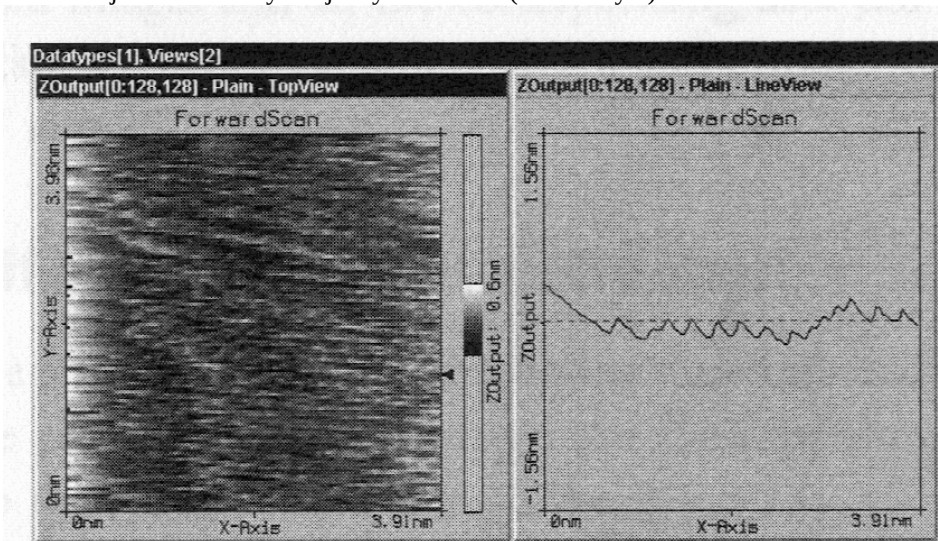
- Zobacz rozdział ‘PandA: Jakość obrazu ulega nagłemu pogorszeniu’

W następujących przypadkach ostrze musi być wymienione na nowe:

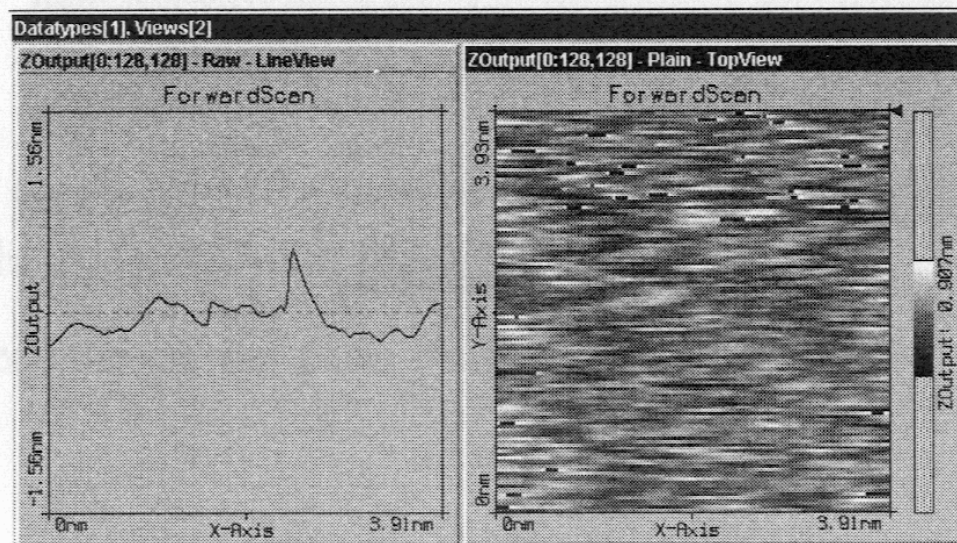
- Jeżeli obraz w 'TopView' składa się wyłącznie z niepowiązanych linii



- Jeżeli obraz jest 'rozmażany' na jednym z boków (tu na lewym)



- Jeżeli każdy obraz wygląda inaczej



- Jeżeli linie w 'LineView' są niestabilne a obraz w 'TopView' nieostry

Odłączenie ‘easyScanu’

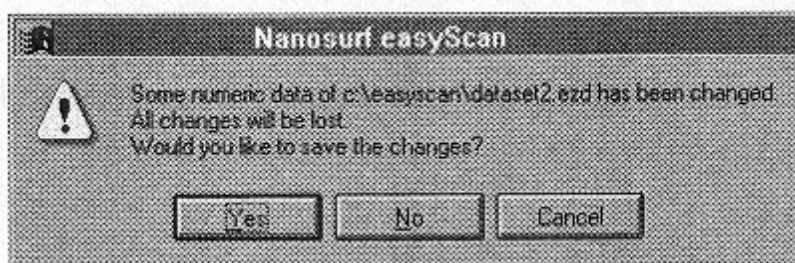
Zakończenie pomiaru i zachowanie obrazów

- Zatrzymasz pomiar klikając przycisk ‘Stop’
- Klikając ‘Withdraw’ a następnie ‘strzałkę w górę’ w ‘Approach Panel’ możesz wycofać uchwyt z próbką na bezpieczną i widoczną odległość od ostrza.
- Żeby zobaczyć zachowane ‘stopklatki’ zamknij wszystkie okienka
- Okienko z wybraną ‘stopklatką’ uaktywnisz, klikając na nie. Wybierz ‘File-->Save as...’. Wpisz nazwę pliku pod jaką chciałbyś zapisać obraz. (nazwa max. 8 znaków)

Zapisane obrazy i reszta zapisanych danych, może być później obejrzana ‘easyScanem’ (zob. także *opis oprogramowania*)

Wyłączanie i rozłączenie urządzenia

- Zakończ program ‘easyScan’ po zachowaniu wybranych informacji. Jeżeli zakończysz program nie zapisując danych, zapyta cię czy chcesz je zachować (dla pewności).



Jeżeli faktycznie chcesz zachować pewne dane, kliknij ‘Yes’. Jeżeli nie, kliknij ‘No’.

- Odłącz zasilacz od źródła napięcia.

Jeżeli urządzenie jest używane często przykryj je, by uchronić od zabrudzenia kurzem.

Jeżeli urządzenie nie będzie używane przez kilka tygodni włóż je z powrotem do opakowania.

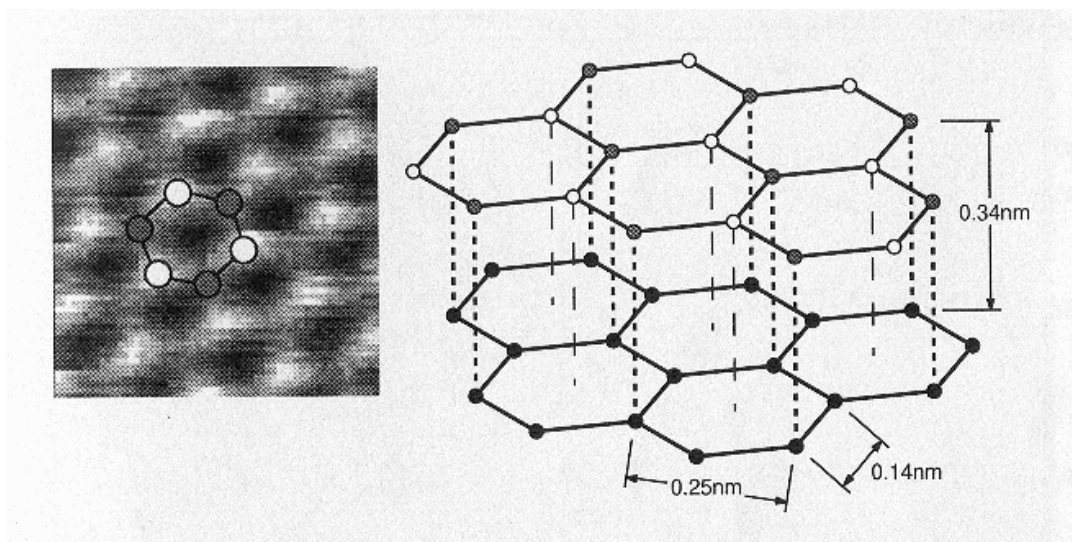
- Usuń próbkę, uchwyt i zapakuj wszystkie części. Ostrze można pozostawić w głowicy (4).

Przechowując urządzenie w walizce chronisz je przed kurzem. W tej sytuacji należy zdjąć gumowe stopki płytki izolującej drgania. Zdolność tłumiąca gumy zmniejsza się w miarę używania.

Uwagi o powierzchni grafitu

W dobrym obrazie 'TopView' zobaczysz wzorek z białych, czarnych i szarych plam. Wygląda to na trójwymiarowy obraz kul leżących obok siebie. Ale uwaga! to nie są pojedyncze atomy.

Przede wszystkim: czarne i szare plamy nie są cieniem rzucanym przez białe kulki, choć takie wrażenie samo się narzuca. Jasne plamy pokazują punkty wyżej a ciemne niżej na skali. osi z (wyjątek: 'LineMath', 'Derive')



W modelu sieci krystalicznej grafitu widać dwa rodzaje położenia atomów węgla. Pierwsze, w którym atom ma sąsiada w płaszczyźnie leżącej niżej (szary) i drugie, w którym ma tylko sąsiadów w swojej płaszczyźnie (biały).

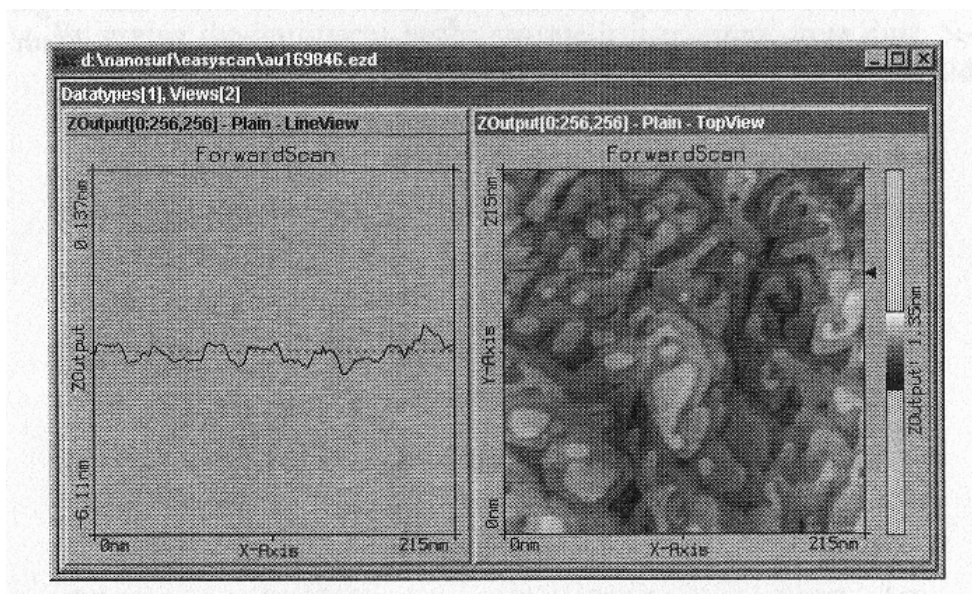
Wynikiem tego są lokalne różnice w przewodności elektrycznej. „Białe” atomy wydają się być wyżej niż reszta.

To powoduje także, że odległość pomiędzy białymi 'wzgórzami' jest większa (0.25nm) niż odległość między sąsiadującymi atomami.

Pomiary dla próbki złotej

Bardziej skomplikowane jest uzyskanie dobrych obrazów ze złotej folii.

Trudniej jest zaobserwować atomową strukturę, gdyż elektrony na powierzchni są rozłożone znacznie jednorodniej niż w graficie. Jednak odrobina wprawy pozwala na obserwację i tej próbki.

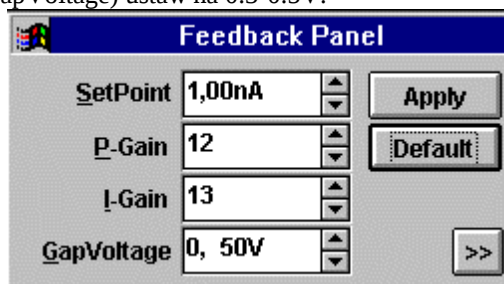


Ponieważ złota próbka nie może być czyszczona zwykłymi środkami, prawdopodobne jest, że z czasem zanieczyszczenia nie pozwolą ci na poprawny pomiar.

Wskazówka: Zanim rozpoczniesz eksperymenty ze złotem, niezbędna jest praca z próbką grafitową. Jakość wyciętego ostrza należy także sprawdzić na próbce grafitowej.

- Następnie postępuj tak jak z próbką grafitową (przygotowanie i nachylenie próbki), ale z dwoma wyjątkami:

a) napięcie próbka-ostrze (GapVoltage) ustaw na 0.3-0.5V.



b) zwiększ wartość 'Time/Line' do 0.3s w 'Scan Panel'

Jeżeli nie dostajesz stabilnych, powtarzalnych obrazów, poszukaj innego miejsca do pomiaru:

- Spróbuj kliknąć 'Withdraw' następnie 'Approach'. Jeżeli to nie pomoże kliknij 'Withdraw', wysuń uchwyty i lekko obróć go palcami. Wsuń i powtórz zbliżenie.

- Jeżeli otrzymujesz powtarzalne pomiary, zmniejsz 'Z-Range' do 50nm i wybierz 'ScanRange' pomiędzy 200nm a 300nm. Wykonaj pomiary.

- Teraz zmniejsz 'Z-Range' do 12nm lub mniej.

Oczywiście możesz bawić się parametrami tak jak z grafitem, modyfikując je tak, by najbardziej odpowiadały twoim wymaganiom. Zachowywanie i przetwarzanie danych (zoom, save...) dokonuje się tak samo jak w przypadku grafitu.

Utrzymanie urządzenia

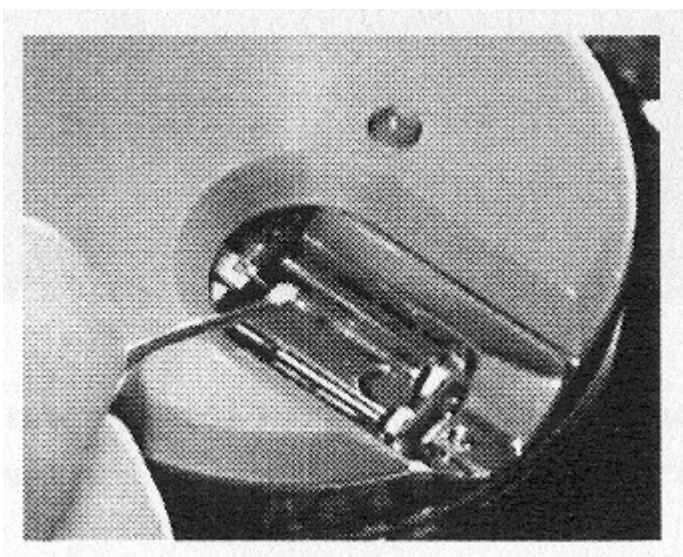
Aby zapewnić bezbłędną pracę mikroskopu, muszą być przestrzegane następujące zasady.

Głowica

Jest bardzo istotne, by utrzymywać uchwyt i odsłoniętą część głowicy w czystości. Duża wilgotność powoduje korodowanie urządzenia.

- Jeżeli ktokolwiek dotknął metalowej części uchwytu lub nie porusza się ona płynnie, należy przetrzeć ją miękkim materiałem nasączonym alkoholem.

- Czyścić poprzeczki uchwytu (patrz zdjęcie), powierzchnie piezoelektryków i uchwyt ostrza wacikiem lekko nawilżonym alkoholem. Upewnij się, że wcześniej usunięto ostrze!



Elektronika

Wyczyścić obudowę i kontrolki miękkim materiałem nasączonym rozwodnionym detergentem. Nie używać szorstkich materiałów, ani rozpuszczalników (alkohol, benzyna e.t.c.)

P and A: Problemy i Awarie

'Approach' jest za wolny / zatrzymuje się

- Wyczyścić poprzeczki uchwytu i powierzchnie piezoelektryków wacikiem lekko nasączonym alkoholem. Odczekać do wyschnięcia.

- Jeżeli to nie pomoże, otworzyć rozszerzone menu 'Approach Panel' klikając '>>'.
- Zwiększyć wartość 'Stepsize' i kliknąć 'Apply'.

Silniczek przesuwający teraz uchwyt większymi krokami w trakcie automatycznego ustawienia odległości.

- Zachować nową wartość 'Stepsize' używając 'File ->Parameters->Save'.

Ostrze często wpada na próbkę w trakcie 'Approach'

Sytuacja przeciwna do poprzedniej.

- Otwórz rozszerzone menu 'Approach Panel' używając '>>'.
- Zmniejsz wartość 'Stepsize' w 'Automatic Move Configuration' o 10% i kliknij 'Apply'.

- Powtórz zbliżenie próbki z nowym ostrzem. Jeżeli znowu nastąpi zderzenie zmniejsz 'Stepsize'.
- Zachowaj nową wartość 'Stepsize' używając 'File ->Parameters->Save'.

Jakość obrazu ulega nagłemu pogorszeniu

- Jeżeli nagle linia w 'LineView' zaczyna zaskakująco drgać, najprawdopodobniej ostrze zebrało kilka cząsteczek

- kontynuuj pomiar przez chwilę (4-5 obrazków), ostrze powinno zgubić obcy materiał.

- możesz zwiększyć „wyładowania” na końcu ostrza. W 'Feedback Panel' zwiększ 'Gap Voltage' do 2V i po chwili zmniejsz ponownie.

- Możesz też na chwilę zwiększyć natężenie prądu do 20nA.

- Wycofaj próbkę 'Withdraw' i spróbuj następnego podejścia.

Jeżeli te kroki nie poprawiły jakości obrazu, przygotuj nowe ostrze.

- Jeżeli linia w 'LineView' nagle zniknęła a dioda w układzie świeci pomarańczowo, ostrze straciło kontakt z próbką:

- Kliknij 'Approach' w 'Approach Panel' i powtórz kroki z rozdziału 'Rozpoczęcie pomiaru'

- Jeżeli dioda mruga zielono-pomarańczowo ostrze traci chwilowo kontakt z próbką.

- Kliknij 'Withdraw' a następnie 'Approach' i powtórz kroki z rozdziału 'Rozpoczęcie pomiaru'

Ucinanie nowego ostrza

- Zdejmij przezroczystą przykrywkę z głowicy.

- Wysuń uchwyt klikając 'Withdraw' i dalej 'strzałkę w górę'. Wyjmij uchwyt palcami.

- Wyciągnij ostrze spod uchwytów używając pensety.

- Powtórz polecenia z rozdziału 'Przygotowanie i montaż ostrza'

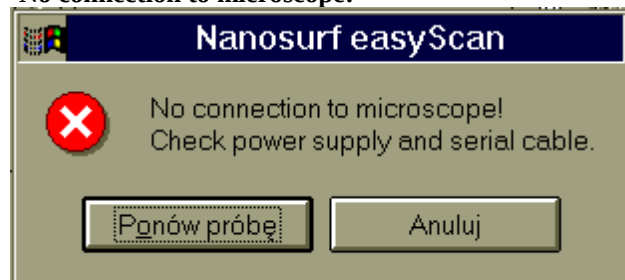
- Powtórz procedury z rozdziału 'Pomiar próbki grafitowej'

Uchwyt próbki porusza się zbyt wolno / zatrzymuje się

Jeżeli problem zauważony jest przy dokładnym zbliżaniu używając przycisków 'strzałek':

- Przeczyść uchwyt próbki, poprzeczki i powierzchnie piezoelektryków wacikiem zwilżonym alkoholem.

'No connection to microscope!'



Istnieje wiele powodów pojawienia się tej informacji. Program komputerowy czeka na odpowiedź od układu elektronicznego.

- Mikroskop nie jest podłączony:
 - jeżeli chcesz prowadzić symulowany eksperyment wybierz 'Cancel', w przeciwnym wypadku sprawdź połączenie i kliknij 'Retry'
- Układ nie jest podłączony do zasilacza (prądu)
 - sprawdź połączenie
- Układ nie jest połączony z komputerem kablem szeregowym.
 - sprawdź połączenie
- Układ elektroniczny wykonuje operację, która trwa nieprzewidywalnie długo powodując 'Timeout'. To zdarza się najczęściej użytkownikom Windows NT. Układ jest zajęty sobą i blokuje port seryjny.
 - kliknij 'Retry'
- W czasie instalacji wybrano niewłaściwy port:
 - kliknij 'Cancel' i zamknij 'easyScan'
 - sprawdź do którego portu podłączony jest układ
 - otwórz folder 'easyScan' i używając edytora tekstu otwórz 'Easyscan.ini'
 - ustaw właściwy port w sekcji '[WinSer]', linia 'ComPort='
Uwaga! Nie zmieniać innych wartości w tym pliku!
 - zapisz zmieniony plik 'Easyscan.ini'. Uruchom ponownie 'easyscan'
- Układ elektroniczny jest zepsuty
 - Odwiedź swojego sprzedawcę.

Z-Offset nie zmienia się automatycznie

W początkowej konfiguracji opcja 'Options->Auto Adjust Z-Offset' jest aktywna. Jeżeli wartość 'Z-Offset' w 'Scan Panel' nie zmienia się w czasie skanowania:

- sprawdź czy opcja jest aktywna.
- Ostrze jest już maksymalnie wychylone przez piezoelektryk. Kliknij 'Withdraw' i 'Approach'.
- Linia w 'LineView' przekracza granicę 'Z-Range'. Zwiększ wartość 'Z-Range'.

Dane Techniczne

- zasięg skanowania: 0.5 μ m $\times$ 0.5 μ m w kierunkach X i Y
 - zasięg skanowania: 200nm w kierunku Z
- (dokładne wartości zależą od kalibracji elementów piezoelektrycznych)
- prędkość skanowania 60ms na 128 datapoints
 - najmniejszy rozmiar kroku (przesunięcia) 0.015nm
 - napięcie ± 10 V w krokach 5mV
 - prąd tunelowy ± 100 nA w krokach 25pA
 - szerokość pasma sprzężenia zwrotnego 3 kHz
 - prędkość przesyłu układ-komputer 38400 bps

