

クイックガイド Q-161

S-image - AFM 測定操作

はじめに

本書は、初めて AFM 測定をされる方のために、その基本操作について説明したものです。操作の基本を覚えて頂くため、下表のような一般的な場合を例として説明しています。

必ずオンラインガイド内のオペレーションガイド A-161 をお読みになってからご使用下さい。項目名や手順の番号を合わせてあります。また、FFM 測定および AFM/電流同時測定については、AFM 測定との違いを Appendix A, B にまとめてあります。この他、イーザーメニューを用いた測定の概略手順を Appendix C に記載してあります。

プローブステーション / ユニット	NanoNaviReal / S-image
使用するスキャナ	20 μ m スキャナ
使用するカンチレバー	SN-AF01-S-NT (長さ 100 μ m の短いレバーを使用)
使用するカンチレバーホルダ	AFM/DFM ホルダ
走査エリア / 形状	100nm \sim 20 μ m / 1 μ m 以下の凸凹
データタイプ	形状像 (表面形状像)

1. システムを起動します

- (1) NanoNaviReal 電装部のリアパネル下部にあるサーキットブレーカ (Main) が Off になっていたら On にする
- (2) NanoNaviReal 電装部のフロントパネル中央の電源スイッチを On \rightarrow スイッチ点灯
- (3) パソコンとディスプレイの電源を On \rightarrow Windows 起動
- (4) デスクトップの Spisel32 アイコンSM をダブルクリック \rightarrow [NanoNavi セレクタ] 表示
- (5) [ユニット] で「S-image」を選択
- (6) [測定モード] で「AFM」を選択
- (7) [言語] で「日本語」が選択されていることを確認
- (8) [OK] をクリック \rightarrow メインプログラム (SPIWin) 起動

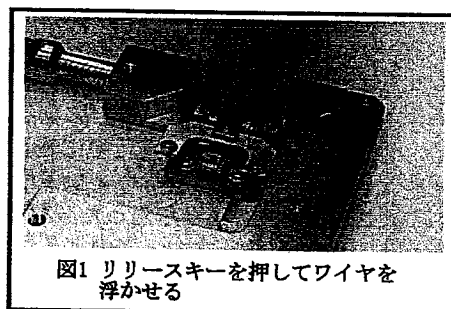


図1 リリースキーを押してワイヤを浮かせる

2. スキャナ、試料、カンチレバーをセットします

除振台の確認

- (1) 除振台の四隅を押して、浮いていることを確認

スキャナのセット

- (2) (必要な場合) スキャナをセット (または交換)

試料のセット

- (3) 試料台をスキャナの上に載せる (マグネット固定)
- (4) 試料を試料台に載せる。不安定な場合は接着固定

接着した場合は、完全に固まってから測定するようにして下さい。固まっていないとドリフトの原因になります。

カンチレバーのセット

- (5) AFM 用カンチレバー (SN-AF01 を推奨) およびカンチレバーホルダ (AFM/DFM ホルダ) を用意
- (6) リリースキーを押して、カンチレバーを押さえるワイヤを浮かせる (図 1)
- (7) カンチレバーセット部にカンチレバーを載せる (図 2)
- (8) リリースキーを放す \rightarrow ワイヤがカンチレバーを押さえる (図 3)

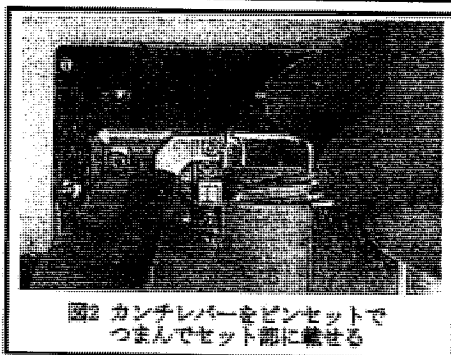


図2 カンチレバーをピンセットでつまんでセット部に載せる

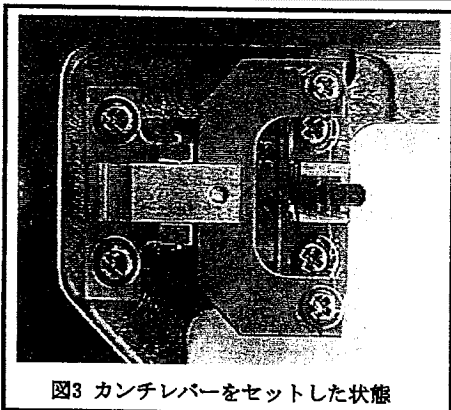


図3 カンチレバーをセットした状態

- (9) カンチレバーホルダをユニットにセット(マグネットとガイドピラーで支持・固定されます)

セットする際、カンチレバーやホルダが試料と接触しないよう注意して下さい。接触しそうな場合は、[アプローチ]の[ステージ上下動]タブを選択し、離す[低速]または[高速]ボタンで試料台を充分下げて下さい。

パラメータテーブルの選択

- (10) [セットアップ]で[スキャナとカンチレバーの設定]コマンドを選択
→[スキャナとカンチレバーの設定]ダイアログ表示
- (11) セットしたスキャナおよびカンチレバーのパラメータテーブルを選択し、[閉じる]をクリック

3. レーザー光軸を調整します

USB カメラ像によるカンチレバーと試料の確認

- (1) 光頭(スタンド型光頭または金属顕微鏡)をユニットの上方にセット
- (2) 光頭の照明を点灯
- (3) [セットアップ]で[CCD 像モニタ]を選択→[USB カメラ]表示
- (4) USB カメラ像を見ながら試料表面に焦点を合わせ、測定位置を確認

手順(7)でアプローチを止めるときの目安になるので、見え方を覚えておいて下さい。

- (5) USB カメラ像を見ながら、カンチレバーに焦点を合わせる
- (6) [測定]で[アプローチ]コマンドを選択→[アプローチ]ダイアログ表示
- (7) [ステージ上下動]タブの近づける[低速]/[高速]ボタンを使用して、USB カメラ像を見ながら探針・試料間を近づける
→およそ 1.0mm 以内になったら停止させる

1. 必ず試料表面に焦点が合う前に止めて下さい。焦点が合うと試料とカンチレバーが接触することになるので、損傷する恐れがあります。

止めるときは実行中に表示されているウィンドウか、マウスを右クリックして表示されるウィンドウの、[中止]をクリックして下さい。

2. 試料表面が平らだったり試料が透明だったりすると、表面を視認できないことがあります。このような場合は、カンチレバーと試料の間を横(ユニット正面)から目視しながら近づけて下さい。

- (8) 必要に応じ、マイクロメータ X/Y を回すか、またはインパクトステージを用いて、カンチレバーを測定したい箇所に合わせる(図 4)

試料を直接、標準の試料台に固定してしまうと、インパクトステージを用いても試料は移動しません。

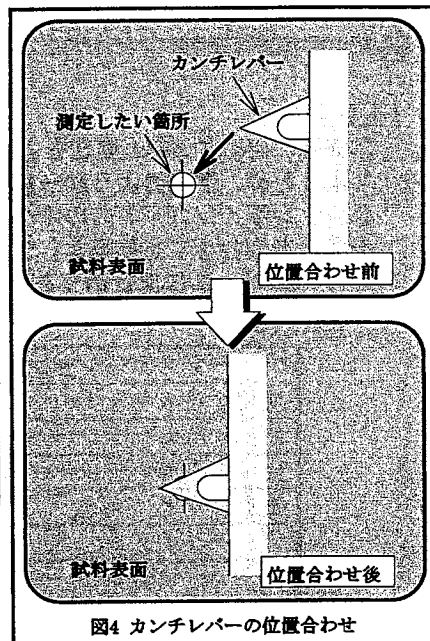


図4 カンチレバーの位置合わせ

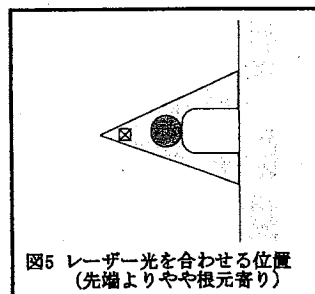


図5 レーザー光を合わせる位置 (先端よりやや後寄り)

レーザーの調整

- (9) [アプローチ]を閉じる

[アプローチ]が開いていると、手順(14)で[レーザー位置モニタ]を選択できません。

- (10) 光ヘッドを本体部に載せ、固定ねじ(2本、図 6 参照)で固定

セットの際、光ヘッドと光頭が接触しないよう注意して下さい。必要なら、光頭をいったんユニット上方から移動させてから作業して下さい。

- (11) USB カメラ像を見ながら光頭を再調整し、カンチレバーに焦点を合わせる
- (12) コントロール BOX 前面の SELECT スイッチを[ADD]に切り換える
- (13) コントロール BOX 前面の EXT FB スイッチが OFF になっていることを確認

ON になっていると、この後の手順(フォトリテクタの調整)で DIF 値の調整が行えません。



図6 光ヘッドの調整つまみと固定ねじ

- (14) [セットアップ]で[レーザー位置モニタ]コマンドを選択→[レーザー位置モニタ]ダイアログ表示

- (15) USB カメラ像を見ながら調整つまみ LASER X/LASER Y (図 6) を回し、レーザー光をカンチレバーの先端よりやや根元寄りに合わせる (図 5)
- (16) 調整つまみ LASER X/LASER Y (図 6) を回して、ADD 値が最大 (8~13V) になるよう調整

フォトディテクタの調整

- (17) 光頭の照明を消灯
- (18) 調整つまみ FFM/DIF (図 6) を回し、スポット (●) が [レーザー位置モニタ] の図 7,8 に示す範囲 (アミカケ部) を横切ってスムーズに移動することを確認

スムーズに移動しない場合は、レーザー光がフォトディテクタから大きく外れている可能性があります。調整つまみ FFM/DIF を回して、スムーズに移動するところを探して下さい。

- (19) 調整つまみ FFM/DIF (図 6) を回し、[レーザー位置モニタ] 中央の□枠内にスポット (●) を入れる (図 7,8) 調整つまみ FFM/DIF を回したときに ADD 値が減少する場合は、つまみを回す方向が逆です。

- (20) ADD 値が 8V 未満になっていたら、調整つまみ LASER X/LASER Y (図 6) を回して、ADD 値が最大になるよう再調整

ADD 値が 1.5V 以下だと測定領域へのアプローチが行えません。

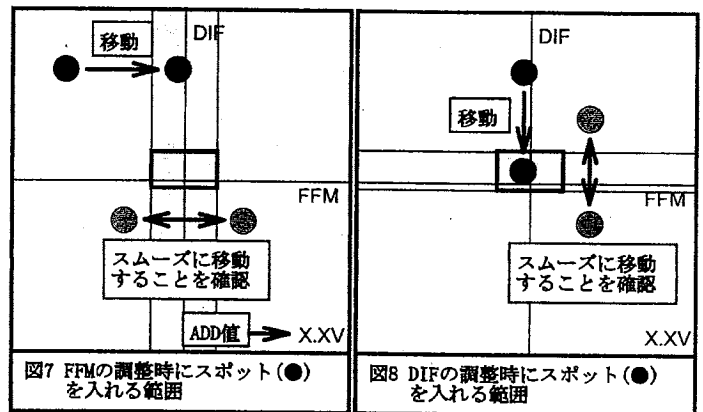
- (21) 手順(19)を再度行い、DIF 値および FFM 値を合わせ込む

DIF : 0.5~1V FFM : ±1V 以内

→値はパネルメータでも確認

DIF 値は必ず正值にして下さい。負値になっているとアプローチが行えません。

- (22) 防音カバーを閉める
- (23) [レーザー位置モニタ] を閉じる



4.測定領域にアプローチします

- (1) [測定]で[イメージ]を選択→[アプローチ]および[測定条件パネル]表示
- (2) [測定条件パネル] (詳細表示) のパラメータ (たわみ量, I ゲイン, P ゲイン, A ゲイン) を図 9 のように設定

アプローチ時のパラメータ設定について

- たわみ量は必ず負値にして下さい。正值にするとアプローチが正常に終了しないことがあります。また、値が小さすぎる (負で絶対値大) とカンチレバーや試料にダメージを与える恐れがあります。
- I ゲインはおおむね 0.3 程度として下さい。値が小さすぎるとアプローチが正常に終了しないことがあります。また、値が大きすぎると、測定領域に入った後に発振することがあります。

- (3) [スキャナ Z 電圧]で、Z 電圧値が -20V になっていることを確認

→200V になっていたら、「3.レーザー光軸を調整します」の手順(19)に戻って DIF 値を確認し、必要に応じて再調整

Z 電圧値が 200V になっていると、アプローチが行えません。

- (4) [アプローチ]ダイアログ ([オート]タブ) の [アプローチ] ボタンをクリックし、プローブ・試料間を測定領域に入れる → 測定領域に入ると自動停止し、オートゼロ動作を経て終了

試料が帯電していると、正しくアプローチできない場合があります。静電ブロー等で除電してから試料をセットして下さい。

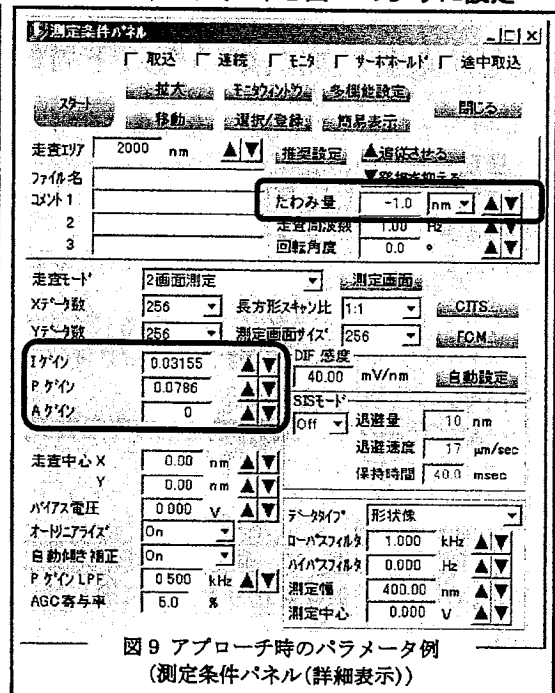


図 9 アプローチ時のパラメータ例 (測定条件パネル (詳細表示))

5.イメージを測定します

パラメータの設定

- (1) [測定条件パネル] (詳細表示) のパラメータを設定
(図 10 参照)

[測定条件パネル] (詳細表示) の主なパラメータ (設定項目)

たわみ量 (設定力) : おおむね -1.0nm 程度

必ず負値にしてください。ただし、値が小さすぎる (負で絶対値大) とカンチレバーや試料にダメージを与え恐れがあります。

I ゲイン : 下表参照

試料の凸凹が大きい (数百 nm 以上) ときは大きめの値に、小さい (数十 nm 以下) ときは小さめ (0.1 程度) にして下さい。

値を大きくすると、試料の凸凹への追従性がよくなります。ただし、値が大きすぎると発振することがあります。

P ゲイン : 下表参照

1. I ゲインの 1/4 程度を目安として下さい。
2. 値が大きすぎると発振することがあります。

A ゲイン : おおむね 0~10

通常は 0 で使用します。I ゲイン/P ゲインの値を大きくしていった、発振し始めた状態の時に使用 (A ゲインの値を大きく) して下さい。発振状態が緩和され、I ゲイン/P ゲインの値をより大きく (追従速度を速く) して測定できるようになります。大きな凸凹や広いエリアを測定する場合に特に有効です。

走査エリアと走査周波数の目安 (20 μ m スキャナ使用時)					
走査エリア (nm)	200	500	2000	10000	20000
走査周波数 (Hz)	1.20	1.20	0.96	0.60	0.54
I ゲイン	0.30	0.30	0.30	0.31	0.32
P ゲイン	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

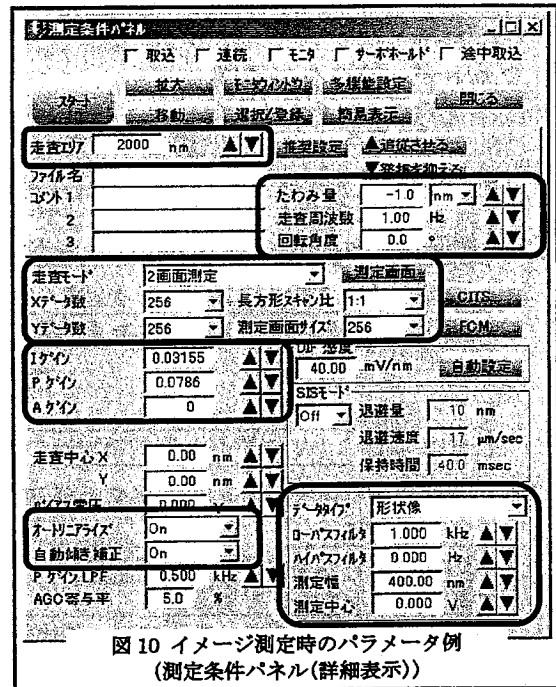


図 10 イメージ測定時のパラメータ例
(測定条件パネル (詳細表示))

- (2) [測定条件パネル] の [モニタウィンドウ] をクリック

→ [モニタパネル] 表示

- (3) [モニタ A] の [信号名] で「形状像」が、[モニタ B] の [信号名] で「誤差信号像」が、それぞれ選択されていることを確認

- (4) [測定モード] で「往復」が選択されていることを確認

- (5) [スタート] をクリック → モニタエリアに断面波形表示

- (6) 次のようにゲイン値 (特に I ゲイン) や走査周波数を調整

- ・「形状像」の往復の断面波形がなるべく同じ形になるようにする
- ・「誤差信号像」の [Div] 値がなるべく小さくなるようにする
(「形状像」の [Div] 値の 1/5 が目安)

- (7) [モニタパネル] を閉じる

- (8) [測定条件パネル] (詳細表示) の [測定画面] をクリック

→ スキャンキャンバス (2 枚) 表示

- (9) 2 枚のスキャンキャンバスのデータタイプを、それぞれ「形状像」「誤差信号像」に設定 (図 11)

「誤差信号像」は、発振等の制御状態を把握したり、表面の細かい形状や輪郭を見たりするのに適しています。

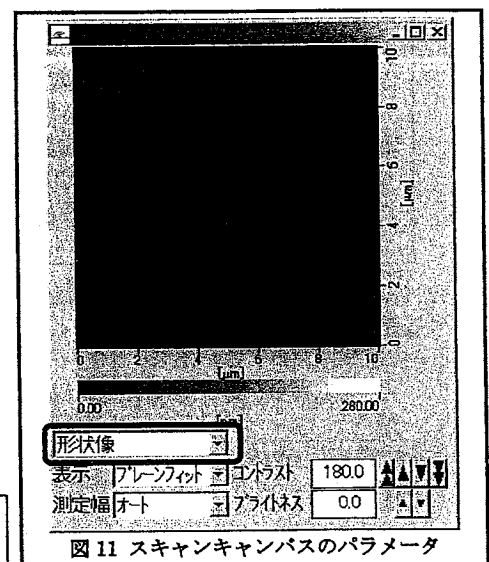


図 11 スキャンキャンバスのパラメータ

測定の開始と終了

- (10) (連続測定したい時のみ) [測定条件パネル] の [連続] をチェック
- (11) (測定時に走査ラインの信号波形を見たい場合) [測定条件パネル] の [モニタ] をチェック
- (12) [測定条件パネル] の [スタート] をクリックして測定を開始

(13) スキャンキャンバスを見ながら必要に応じて下記のような操作を行い、目的のイメージを測定

パラメータを微調整する

発振している場合は、IゲインやPゲインを小さくする等の調整をして下さい。

コントラストを調整する

コントラストを調整すると、イメージを見やすくすることができます。

(14) 測定終了→スキャンキャンバスがトップビューキャンバスに切り換わる

(15) [アプローチ]の離す[設定値まで]をクリックし、プローブ・試料間を離す

6.測定イメージを保存します

保存したいイメージがキャンバスとして開かれている場合

- (1) 保存したいイメージのキャンバスをアクティブにする(マウスで指定)
- (2) [ファイル]の[保存]を選択→[ファイルの保存]表示
- (3) [ドライブ]で保存先ドライブを、[フォルダ]で保存先フォルダをそれぞれ選択
- (4) [ファイル名]テキストボックスにファイル名を入力
- (5) 必要に応じ、[コメント 1]～[3]にコメントを入力
- (6) [保存]をクリックし、保存を実行

保存したいイメージがバッファ内にある場合

- (1) [ファイル]の[保存]を選択→[ファイルの保存]表示
- (2) [バッファから選択]をクリック→[データの選択]表示
- (3) 保存したいイメージをデータリストから選択

サムネイル(画像一覧)を見て選択する場合は、[画像一覧]をクリックして[画像一覧]ダイアログを開いて下さい。

(4) [選択]をクリックし、[ファイルの保存]に戻る

(5) 上記「保存したいイメージがキャンバスとして開かれている場合」の(3)～(6)を実行

7.終了します

- (1) [ファイル]の[SPIWinの終了]を選択→[終了]表示

もし、まだ保存していないイメージがあった場合は、[データ保存の確認]の各ボタンをクリックして各イメージを保存するかどうかを指示して下さい。通常は、必要なイメージは「6.測定イメージを保存します」で保存済みなので、[全消去]をクリックします。

(2) 必要に応じ、テンポラリーのパラメータを保存するかどうかを[保存パラメータ]で選択

(3) [終了]をクリック→プローブ・試料間を離し、プログラムを終了

実行中に表示されているウィンドウか、マウスを右クリックして表示されるウィンドウの、[中止]をクリックすると止まります。

なお、終了時のプローブ・試料間を離す動作は、リミットスイッチが作動する位置までの動作になります。リミットスイッチ位置まで離す必要がない場合は、10秒程度動作させたら止めて下さい。

(4) タスクバー左端の[スタート]から[終了オプション]を選択→[コンピュータの電源を切る]表示

(5) [電源を切る]をクリック→Windowsが終了し、パソコンの電源がOffになる

(6) ディスプレイの電源をOff

(7) NanoNaviReal電装部の電源をOff

(8) ユニットからカンチレバーおよび試料を取り外す

以上

Appendix A : FFM 測定時の注意

FFM 測定 (AFM との同時測定) を行う場合は、下記の各点にも注意して下さい。

2. スキャナ、試料、カンチレバーをセットします

(a) 手順(5)では、FFM に適したカンチレバー (SN-FF01 等) と AFM/DFM ホルダを用意して下さい。

5. イメージを測定します

(a) 手順(1)で、回転角度を -90° に設定して下さい。

(b) 手順(9)で、2枚のスキャンキャンパスのデータタイプをそれぞれ「形状像」「摩擦像」に設定して下さい。

Appendix B : AFM/電流同時測定時の注意

AFM/電流同時測定を行う場合は、下記の各点にも注意して下さい。

なお、光ヘッドのレーザーを OFF にした状態で AFM/電流同時測定を行う場合の注意点については、オペレーションガイド A-161 の「イメージを測定します」の項をご覧ください。

2. スキャナ、試料、カンチレバーをセットします

(a) 手順(4)では、試料と試料台の間で導通を取って下さい。

(b) 手順(5)では、導電性のあるカンチレバー (SI-AF01-A 等) と AFM/電流同時測定ホルダを用意して下さい。

3. レーザー光軸を調整します

(a) 手順(13)では、I/V スイッチが **NOR** になっていることも確認して下さい。

EXT になっていると、電流測定が正しく行えません。

4. 測定領域にアプローチします

(a) 手順(2)で、バイアス電圧 ([測定条件パネル] (詳細表示) にあります) を 0.0V に設定して下さい。

5. イメージを測定します

(a) 手順(1)で、バイアス電圧も必ず設定して下さい。

バイアス電圧は、カンチレバー側を基準 (グラウンド) として試料側に印加されます。

(b) 手順(9)で、2枚のスキャンキャンパスのデータタイプをそれぞれ「形状像」「電流像」に設定して下さい。

Appendix C : イージーメニューを用いた測定

イージーメニューを用いると、ダイアログに表示されるナビメッセージに従って手順を進めていくことで、測定を簡単に行うことができます。ここでは、その概略について記載します。

システムを起動します

(1) システムを起動 → 「1. システムを起動します」参照

初期設定を行います

イージーメニューの起動

(2) [セットアップ] の [イージーメニュー] コマンドを選択 (または ツールバーアイコンをクリック)

→ [イージーメニュー] ダイアログ、[測定モードとスキャナの設定] ダイアログ表示

測定モードとスキャナの設定

(3) 必要ならスキャナを交換

(4) [測定モードとスキャナの設定] (図 12) の [測定モード] で「AFM」「FFM」「Current (Nano)」のいずれかを選択

(5) [測定モードとスキャナの設定] (図 12) の [操作レベル] で「ビギナー」「カスタム」のいずれかを選択

(6) [測定モードとスキャナの設定] (図 12) の [スキャナ] で、ユニットにセットされているスキャナに合ったスキャナテーブルを選択
→ 「2. スキャナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(11)参照

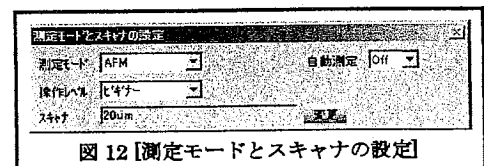


図 12 [測定モードとスキャナの設定]

(7) (手順(4)で「AFM」または「FFM」を選択した場合のみ)

[測定モードとスキャナの設定](図 12)の[自動測定]で、イメージの測定を「自動測定」で行う場合は「On」を、「自動測定」を使用しない場合は「Off」を選択

→「自動測定」については、RealTune および自動測定についての取扱説明書参照

(8) [イーザーメニュー]の[次へ]をクリック

試料とカンチレバーをユニットにセットします**試料のセット**

(9) 光頭をユニットの上方から移動

(10) 光ヘッドおよびカンチレバーホルダをユニットから外す

(11) [アプローチ]の離す[低速]/[高速]で、スキャナ(試料台)を安全な位置(カンチレバーホルダをセットしたときに探針(カンチレバー)と試料が接触しない位置)まで下げる

(12) 試料をセット→「2.スキャナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(3),(4)参照

(13) [イーザーメニュー]の[次へ]をクリック

カンチレバーのセット

(14) カンチレバーホルダにカンチレバーをセット

→「2.スキャナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(5)~(8)参照

(15) カンチレバーホルダをユニットにセット

→「2.スキャナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(9)参照

(16) [カンチレバーの設定](図 13)で、ユニットにセットされているカンチレバーに合ったレバーテーブルを選択

→「2.スキャナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(11)参照

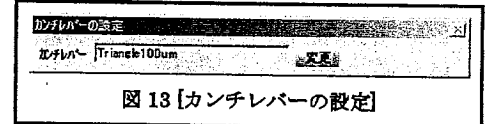


図 13 [カンチレバーの設定]

カンチレバーと試料の位置合わせ

(17) 光頭をユニットの上方にセット

(18) USB カメラ像を見ながら、試料表面の測定したい位置の直上にカンチレバーを位置合わせする

→「3.レーザー光軸を調整します」の手順(4)~(8)参照

(19) [イーザーメニュー]の[次へ]をクリック

レーザー光軸の調整

(20) 光ヘッドをユニットにセット

→「3.レーザー光軸を調整します」の手順(10)~(13)参照

(21) USB カメラ像や[レーザー位置モニタ]を見ながら、レーザー光軸を調整

→「3.レーザー光軸を調整します」の手順(15)~(21)参照

(22) [イーザーメニュー]の[次へ]をクリック

測定条件を設定します**測定条件の設定**

(23) [測定条件設定](図 14 または図 15)で各パラメータを設定

[測定条件設定]の主なパラメータ(設定項目)

測定データ(ビギナーモード時)：摩擦像、誤差信号像を測定するかどうかを設定

形状像は必ず測定されます。

画質：右表を参照して定性的(感覚的)に設定

(24) [今回設定値]をクリック

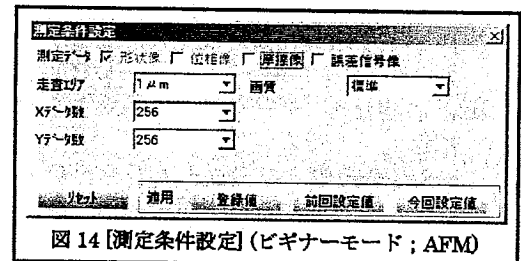


図 14 [測定条件設定] (ビギナーモード; AFM)

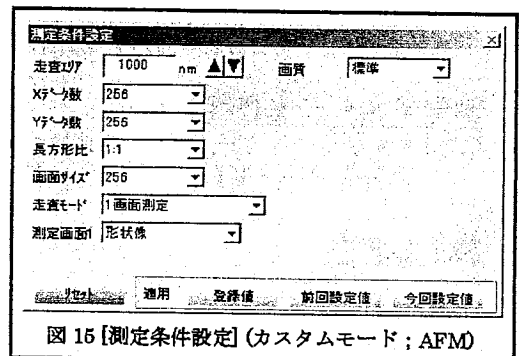


図 15 [測定条件設定] (カスタムモード; AFM)

画質	ポイント	走査周波数
速度重視	速度を重視	高(速度速い)
標準	速度と画質をバランス	↑
精細	画質を重視	
高精細	「精細」よりさらに画質重視	

この後の手順

手順(7)で「On」を選択した場合は、「自動測定」へ

→この後の手順は、RealTune および自動測定についての取扱説明書参照

手順(7)で「Off」を選択した場合は、次(手順(25))へ

測定領域にアプローチします

- (25) (防音カバー使用時) カバーが開いていたら、閉める
- (26) 必要なら、[アプローチ]の[自動測定]をチェック
- (27) [スキャナ Z 電圧]で、Z 電圧値が-20V になっていることを確認
→「4.測定領域にアプローチします」の手順(3)参照
- (28) [アプローチ]ダイアログ([オート]タブ)の[アプローチ]ボタンをクリック
→アプローチ動作は測定領域に入ると自動停止し、オートゼロ動作を経て終了
→正常終了した場合は次(手順(29))へ、正常終了しなかった場合は手順(30)へ
- (29) (アプローチが正常終了した場合)
手順(26)で[自動測定]をチェックしていた場合は、自動的にダイアログが閉じて、直ちに測定がスタート
→手順(33)へ
チェックしていなかった場合は、メッセージ「アプローチが完了しました」が表示されるので、[OK]ボタンをクリック→手順(31)へ
- (30) (アプローチが正常に終了しなかった場合)
メッセージ「アプローチに失敗しました」が表示されるので、Z 電圧値の確認からやり直す(手順(27))
→ダメな場合は、カンチレバーをセットし直すか、交換する(手順(14))

イメージを測定します

イメージの測定

- (31) 必要なら、各パラメータを確認・調整→「5.イメージを測定します」の手順(1)~(12)参照
- (32) [測定条件パネル]の[スタート]をクリックして、測定を開始→「5.イメージを測定します」の手順(13)参照
- (33) 目的のイメージを測定→「5.イメージを測定します」の手順(14),(15)参照

データのバッチ処理

- (34) バッチ処理により測定データ(イメージ)を処理する場合は、[イメージメニュー]の[次へ]をクリック
- (35) 必要なら、データ処理に使用するバッチファイルを作成
→SPIWin のソフトウェアガイド C-1 の「バッチファイルを作成する」参照
- (36) よろしければ、バッチ処理を実行
→SPIWin のソフトウェアガイド C-1 の「[バッチ処理]ダイアログでバッチ処理を実行する」参照

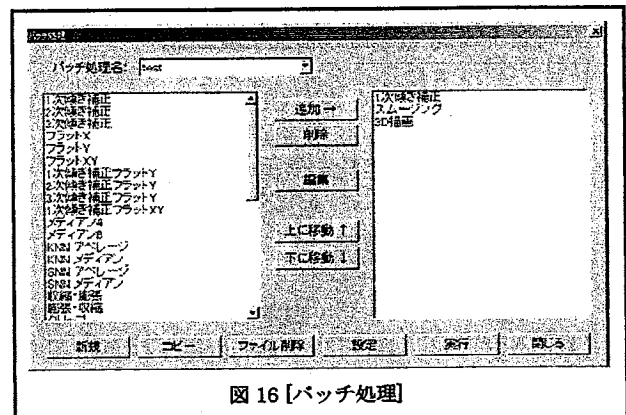


図 16 [バッチ処理]

測定イメージを保存します

- (37) [ファイルの保存]を開き、必要なイメージを保存
→「6.測定イメージを保存します」参照

終了します

- (38) 各部の電源を切り、カンチレバーや試料をユニットから取り外す→「7.終了します」参照

以上

クイックガイド Q-162

S-image - DFM 測定操作


はじめに

本書は、初めて DFM 測定をされる方のために、その基本操作について説明したものです。操作の基本を覚えて頂くため、下表のような一般的な場合を例として説明しています。

必ずオンラインガイド内のオペレーションガイド A-162 をお読みになってからご使用下さい。項目名や手順の番号を合わせてあります。また、イージーメニューを用いた測定の概略手順を Appendix に記載してあります。

プローブステーション / ユニット	NanoNaviReal / S-image
使用するスキャナ	20 μ m スキャナ
使用するカンチレバー	SI-DF20 (または SI-DF40) ※Al コートありタイプを推奨
使用するカンチレバーホルダ	AFM/DFM ホルダ
走査エリア / 形状	100nm \sim 20 μ m / 1 μ m 以下の凸凹
データタイプ	形状像 (表面形状像)

1. システムを起動します

- (1) NanoNaviReal 電装部のリアパネル下部にあるサーキットブレーカ (Main) が Off になっていたら On にする
- (2) NanoNaviReal 電装部のフロントパネル中央の電源スイッチを On \rightarrow スイッチ点灯
- (3) パソコンとディスプレイの電源を On \rightarrow Windows 起動
- (4) デスクトップの Spisel32 アイコン  をダブルクリック \rightarrow [NanoNavi セレクト] 表示
- (5) [ユニット] で「S-image」を選択
- (6) [測定モード] で「DFM」を選択
- (7) [言語] で「日本語」が選択されていることを確認
- (8) [OK] をクリック \rightarrow メインプログラム (SPIWin) 起動

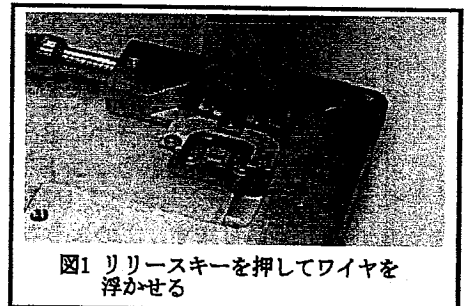


図1 リリースキーを押してワイヤを浮かせる



図2 カンチレバーをピンセットでつまんでセット部に載せる

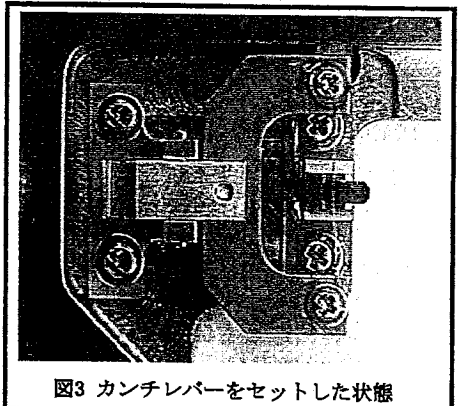


図3 カンチレバーをセットした状態

2. スキャナ、試料、カンチレバーをセットします

除振台の確認

- (1) 除振台の四隅を押して、浮いていることを確認

スキャナのセット

- (2) (必要な場合) スキャナをセット (または交換)

試料のセット

- (3) 試料台をスキャナの上に載せる (マグネット固定)
- (4) 試料を試料台に載せる。不安定な場合は接着固定

接着した場合は、完全に固まってから測定するようにして下さい。
固まっていないとドリフトの原因になります。

カンチレバーのセット

- (5) DFM 用カンチレバー (SI-DF20 (Al コートあり) を推奨) およびカンチレバーホルダ (AFM/DFM ホルダ) を用意
- (6) リリースキーを押して、カンチレバーを押さえるワイヤを浮かせる (図 1)
- (7) カンチレバーセット部にカンチレバーを載せる (図 2)
- (8) リリースキーを放す \rightarrow ワイヤがカンチレバーを押さえる (図 3)

- (9) カンチレバーホルダをユニットにセット(マグネットとガイドピンで支持・固定されます)

セットする際、カンチレバーやホルダが試料と接触しないよう注意して下さい。接触しそうな場合は、[アプローチ]の[ステージ上下動]タブを選択し、離す[低速]または[高速]ボタンで試料台を充分下げて下さい。

パラメータテーブルの選択

- (10) [セットアップ]で[スキャナとカンチレバーの設定]コマンドを選択
→[スキャナとカンチレバーの設定]ダイアログ表示
- (11) セットしたスキャナおよびカンチレバーのパラメータテーブルを選択し、[閉じる]をクリック

3. レーザー光軸を調整します

USB カメラ像によるカンチレバーと試料の確認

- (1) 光頭(スタンド型光頭または金属顕微鏡)をユニットの上方にセット
- (2) 光頭の照明を点灯
- (3) [セットアップ]で[CCD 像モニター]を選択→[USB カメラ]表示
- (4) USB カメラ像を見ながら試料表面に焦点を合わせ、測定位置を確認

手順(7)でアプローチを止めるときの目安になるので、見え方を覚えておいて下さい。

- (5) USB カメラ像を見ながら、カンチレバーに焦点を合わせる
- (6) [測定]で[アプローチ]コマンドを選択→[アプローチ]ダイアログ表示
- (7) [ステージ上下動]タブの近づける[低速]/[高速]ボタンを使用して、USB カメラ像を見ながら探針・試料間を近づける
→およそ 1.0mm 以内になったら停止させる

1. 必ず試料表面に焦点が合う前に止めて下さい。焦点が合うと試料とカンチレバーが接触することになるので、損傷する恐れがあります。

止めるときは実行中に表示されているウィンドウか、マウスを右クリックして表示されるウィンドウの、[中止]をクリックして下さい。

2. 試料表面が平らだったり試料が透明だったりすると、表面を視認できないことがあります。このような場合は、カンチレバーと試料の間を横(ユニット正面)から目視しながら近づけて下さい。

- (8) 必要に応じ、マイクロメータ X/Y を回すか、またはインパクトステージを用いて、カンチレバーを測定したい箇所に合わせる(図 4)

試料を直接、標準の試料台に固定してしまうと、インパクトステージを用いても試料は移動しません。

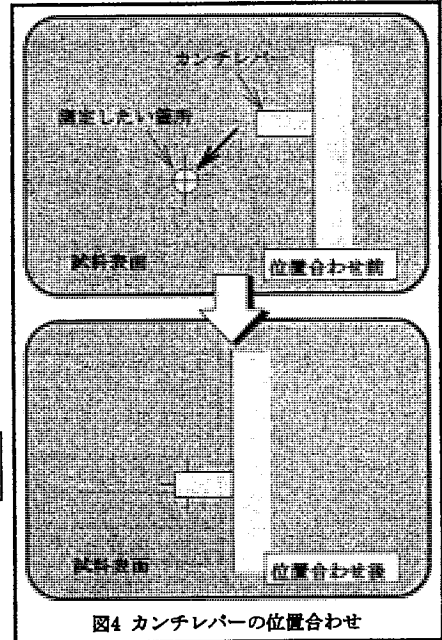


図4 カンチレバーの位置合わせ

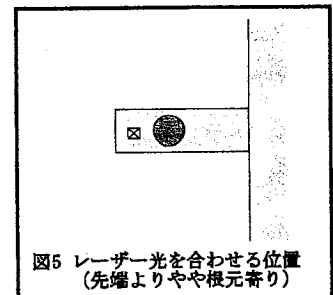


図5 レーザー光を合わせる位置
(先端よりやや根元寄り)

レーザーの調整

- (9) [アプローチ]を閉じる

[アプローチ]が開いていると、手順(14)で[レーザー位置モニター]を選択できません。

- (10) 光ヘッドを本体部に載せ、固定ねじ(2本、図 6 参照)で固定

セットの際、光ヘッドと光頭が接触しないよう注意して下さい。必要なら、光頭をいったんユニット上方から移動させてから作業して下さい。

- (11) USB カメラ像を見ながら光頭を再調整し、カンチレバーに焦点を合わせる
- (12) コントロールBOXのSELECTスイッチを[ADD]に切り換える
- (13) コントロールBOX前面のEXT FBスイッチがOFFになっていることを確認

ONになっていると、この後の手順(フォトディテクタの調整)でDIF値の調整が行えません。

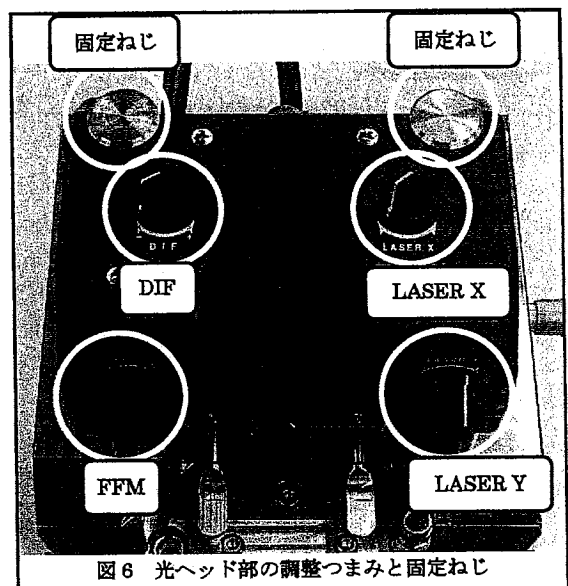


図6 光ヘッド部の調整つまみと固定ねじ

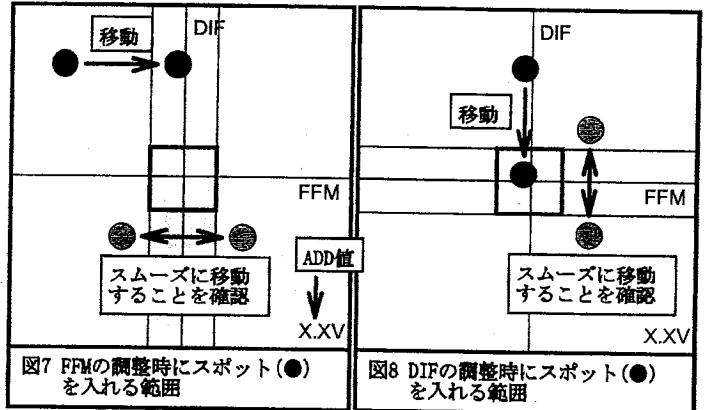
- (14) [セットアップ]で[レーザー位置モニター]コマンドを選択→[レーザー位置モニター]ダイアログ表示

- (15) USBカメラ像を見ながら調整つまみ LASER X/LASER Y(図 6)を回し、レーザー光をカンチレバーの先端よりやや根元寄りに合わせる(図 5)
- (16) 調整つまみ LASER X/LASER Y(図 6)を回して、ADD 値が最大(8~13V。AI コート無しのカンチレバ一使用時は 3V 以上)になるよう調整

フォトディテクタの調整

- (17) 光頭の照明を消灯
- (18) 調整つまみ FFM/DIF(図 6)を回し、スポット(●)が[レーザー位置モニタ]の図 7,8 に示す範囲(アミカケ部)を横切ってスムーズに移動することを確認

スムーズに移動しない場合は、レーザー光がフォトディテクタから大きく外れている可能性があります。調整つまみ FFM/DIF を回して、スムーズに移動するところを探して下さい。



- (19) 調整つまみ FFM/DIF(図 6)を回し、[レーザー位置モニタ]中央の□枠内にスポット(●)を入れる(図 7,8) 調整つまみ FFM/DIF を回したときに ADD 値が減少する場合は、つまみを回す方向が逆です。

- (20) ADD 値が 8V 未満になっていたら、調整つまみ LASER X/LASER Y(図 6)を回して、ADD 値が最大になるよう調整

ADD 値が 1.5V 以下だと測定領域へのアプローチが行えません。

- (21) 手順(19)を再度行い、DIF 値および FFM 値を合わせ込む

DIF : ±1V 以内 FFM : ±1V 以内
→値はパネルメータでも確認

- (22) 防音カバーを閉める
- (23) [レーザー位置モニタ]を閉じる

2-4.Q カープを測定します

- (1) [測定]で[Q カープ]を選択→[Q カープ測定]表示
- (2) [Q カープ測定]のパラメータを設定(図 9、下表参照) 動作点]リストボックスでは、通常は「低周波側」を選択して下さい。

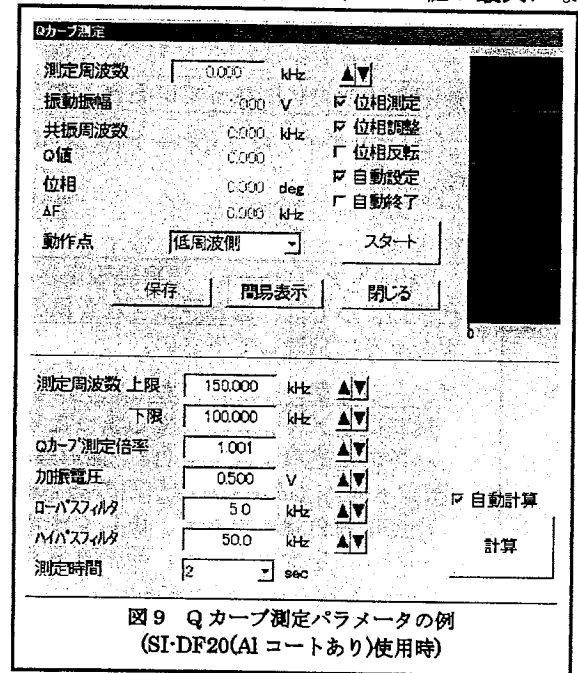


図 9 Q カープ測定パラメータの例 (SI-DF20(AI コートあり)使用時)

- (3) 位相カーブを同時測定する場合は、[位相測定]および[位相調整]もチェック
- (4) [プロパティ]ボタンをクリック →[プロパティ]ダイアログ表示
- (5) 自動設定の目標値([振動振幅])を設定(図 10 参照)
- (6) [プロパティ]ダイアログを閉じる
- (7) [自動設定]をチェック
- (8) [スタート]をクリックして Q カープ(および位相カーブ)を測定 →直ちに測定周波数の最適値(動作点)を求め、Q 値等と共に表示
- (9) 必要があれば、キャンバスかファイルに Q カープを残す
- (10) [Q カープ測定]を閉じる

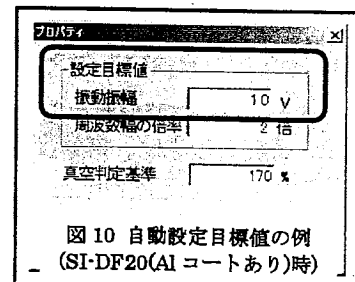


図 10 自動設定目標値の例 (SI-DF20(AI コートあり)時)

カンチレバー		測定周波数		測定倍率	加振電圧 (V)	ローパス フィルタ (kHz)	ハイパス フィルタ (kHz)	測定時間 (sec)	振動振幅 (設定目標値) (V)
種類	AI コート	上限 (kHz)	下限 (kHz)						
SI-DF20	あり	150	100	1	0.5	5	50	2	1.0
SI-DF40	あり	450	200	1	0.5	5	50	2	1.0

5.測定領域にアプローチします

- (1) [測定]で[イメージ]を選択
→[アプローチ]および[測定条件パネル]表示
- (2) [測定条件パネル](詳細表示)のパラメータ(振幅減衰率, I ゲイン, P ゲイン, A ゲイン, S ゲイン)を図 11 のように設定

アプローチ時のパラメータ設定について

1. I ゲインはおおむね 0.25 程度として下さい。値が小さすぎるとアプローチが正常に終了しないことがあります。また、値が大きすぎると、測定領域に入った後に発振することがあります。
2. 振幅減衰率は手順(4)で自動設定されるので、ここでは任意の負値でかまいません。

- (3) [スキヤナ Z 電圧]で、Z 電圧値が -20V になっていることを確認
→200V になっていたら、「4.Q カーブを測定します」に戻り、Q カーブを測定し直す
→それでもダメな場合は、「2.スキヤナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(5)に戻り、カンチレバーのセットからやり直す

Z 電圧値が 200V になっていると、アプローチが行えません。

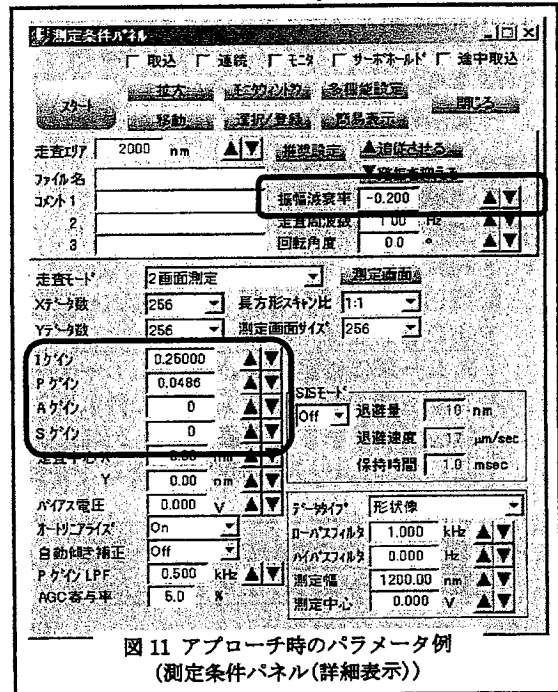


図 11 アプローチ時のパラメータ例
(測定条件パネル(詳細表示))

- (4) [アプローチ]ダイアログ([オート]タブ)の[アプローチ]ボタンをクリックし、プローブ・試料間を測定領域に入れる
→まず高速で測定領域に近づけ、次に測定に適した振幅減衰率を自動的にサーチ・設定して測定領域に入れ、その後オートゼロ動作を経て終了

1. 「オートアプローチ」で自動設定される振幅減衰率は標準的な値になります。このため、試料表面の状態によっては、自動設定された値のままだと測定がうまくいかない可能性があります。この場合は、次のように調整して下さい。

ダメージを受けやすいやわらかい試料の場合

試料にダメージを与えてしまったり、正しく測定できなくなったりする可能性があります。
→振幅減衰率を大きく(負で絶対値小)する、走査周波数を低く(走査速度を遅く)する

(数百 nm 以上の)大きな凸凹のある試料の場合

凸凹に充分追従できず、正しく測定できなくなる可能性があります。
→ゲインを大きくする、振幅減衰率を小さく(負で絶対値大)する

2. 振幅減衰率のサーチ・設定とオートゼロが数秒で終わる場合は、プローブと試料が接近し過ぎている恐れがあります。このときは、次のようにして「セミオートアプローチ」で近づけて下さい。

- 1) [アプローチ]ダイアログで[セミオート]タブを選択
- 2) [振幅減衰率]に、自動設定された振幅減衰率より大きい(負で絶対値小)値を入力
- 3) [アプローチ]ボタンをクリック

また、逆に時間がかかりすぎる場合は、プローブと試料が離れ過ぎている恐れがあります。このときは、上記とは逆に、自動設定された振幅減衰率より小さい(負で絶対値大)値を設定し、「セミオートアプローチ」で近づけます。

6.イメージを測定します

パラメータの設定

- (1) [測定条件パネル] (詳細表示) のパラメータを設定
(図 12 参照)

[測定条件パネル] (詳細表示) の主なパラメータ (設定項目)

振幅減衰率：オートアプローチで自動設定された値

試料表面の状態 (凸凹の大きさ) によって、微調整して下さい。

測定中にプローブが試料から離れる傾向にある場合は、さらに小さく (負で絶対値大) してみてください。ただし、値が小さすぎるとカンチレバーや試料にダメージを与える恐れがあるので注意して下さい。

I ゲイン：下表参照

試料の凸凹が大きい (数百 nm 以上) ときは大きめの値に、小さい (数十 nm 以下) ときは小さめ (0.1 程度) にして下さい。

値を大きくすると、試料の凸凹への追従性がよくなります。ただし、値が大きすぎると発振することがあります。

P ゲイン：下表参照

1. I ゲインの 1/4 程度を目安として下さい。
2. 値が大きすぎると発振することがあります。

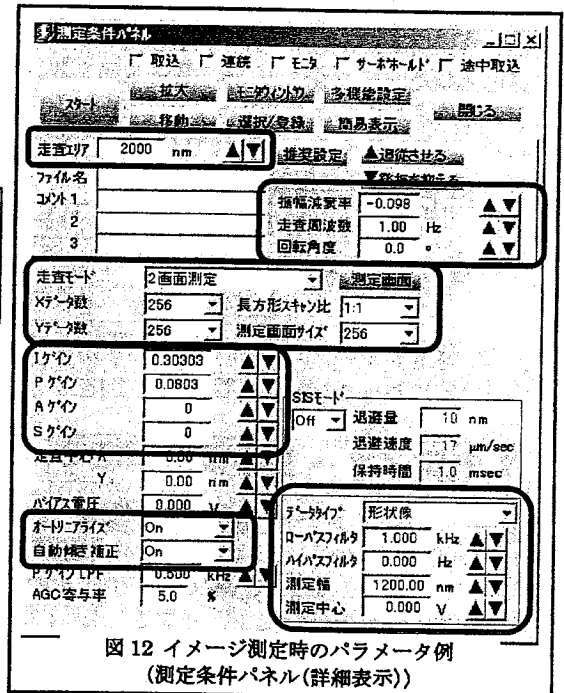


図 12 イメージ測定時のパラメータ例
(測定条件パネル (詳細表示))

走査エリアと走査周波数の目安 (20 μ m スキャナ使用時)					
走査エリア (nm)	200	500	2000	10000	20000
走査周波数 (Hz)	1.20	1.20	0.96	0.60	0.54
I ゲイン	0.30	0.30	0.30	0.31	0.32
P ゲイン	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

A ゲイン：おおむね 0~10

通常は 0 で使用します。I ゲイン/P ゲインの値を大きくしていき、発振し始めた状態の時に使用 (A ゲインの値を大きく) して下さい。発振状態が緩和され、I ゲイン/P ゲインの値をより大きく (追従速度を速く) して測定できるようになります。大きな凸凹や広いエリアを測定する場合に特に有効です。

S ゲイン：おおむね 0~10

通常は 0 で使用します。試料の凸凹が大きい場合に使用 (S ゲインの値を大きく) して下さい。下りの追従性がよくなります。

1. 試料の凸凹が小さい (数十 nm 以下) ときはゼロにして下さい。
2. 値が大きすぎると発振することがあります。

- (2) [測定条件パネル] の [モニタウィンドウ] をクリック
→ [モニタパネル] 表示
- (3) [モニタ A] の [信号名] で「形状像」が、[モニタ B] の [信号名] で「振幅像」が、それぞれ選択されていることを確認
- (4) [測定モード] で「往復」が選択されていることを確認
- (5) [スタート] をクリック → モニタエリアに波形表示
- (6) 次のように各ゲイン値 (特に I ゲイン) や走査周波数を調整
 - ・「形状像」の往復の断面波形がなるべく同じ形になるようにする
 - ・「振幅像」の [Div] 値がなるべく小さくなるようにする
- (7) [モニタパネル] を閉じる
- (8) [測定条件パネル] (詳細表示) の [測定画面] をクリック
→ スキャンキャンパス (2 枚) 表示

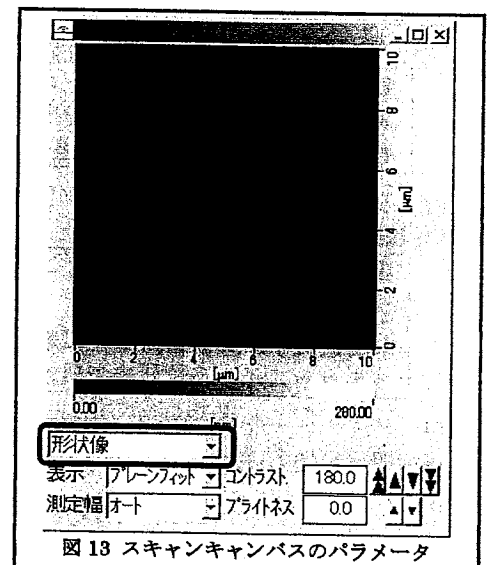


図 13 スキャンキャンパスのパラメータ

- (9) 2枚のスキャンキャンバスのデータタイプを、それぞれ「形状像」「誤差信号像」に設定(図 13)

「誤差信号像」は、発振等の制御状態を把握したり、表面の細かい形状や輪郭を見たりするのに適しています。

測定の開始と終了

- (10) (連続測定したい時のみ) [測定条件パネル]の[連続]をチェック
 (11) (測定時に走査ラインの信号波形を見たい場合) [測定条件パネル]の[モニタ]をチェック
 (12) [測定条件パネル]の[スタート]をクリックして測定を開始
 (13) スキャンキャンバスを見ながら必要に応じて下記のような操作を行い、目的のイメージを測定

パラメータを微調整する

発振している場合は、IゲインやPゲインを小さくする等の調整をして下さい。

コントラストを調整する

コントラストを調整すると、イメージを見やすくすることができます。

- (14) 測定終了→スキャンキャンバスがトップビューキャンバスに切り換わる
 (15) [アプローチ]の離す[設定値まで]をクリックし、プローブ・試料間を離す

7.測定イメージを保存します

保存したいイメージがキャンバスとして開かれている場合

- (1) 保存したいイメージのキャンバスをアクティブにする(マウスで指定)
 (2) [ファイル]の[保存]を選択→[ファイルの保存]表示
 (3) [ドライブ]で保存先ドライブを、[フォルダ]で保存先フォルダをそれぞれ選択
 (4) [ファイル名]テキストボックスにファイル名を入力
 (5) 必要に応じ、[コメント 1]~[3]にコメントを入力
 (6) [保存]をクリックし、保存を実行

保存したいイメージがバッファ内にある場合

- (1) [ファイル]の[保存]を選択→[ファイルの保存]表示
 (2) [バッファから選択]をクリック→[データの選択]表示
 (3) 保存したいイメージをデータリストから選択

サムネイル(画像一覧)を見て選択する場合は、[画像一覧]をクリックして[画像一覧]ダイアログを開いて下さい。

- (4) [選択]をクリックし、[ファイルの保存]に戻る
 (5) 上記「保存したいイメージがキャンバスとして開かれている場合」の(3)~(6)を実行

8.終了します

- (1) [ファイル]の[SPIWinの終了]を選択→[終了]表示

もし、まだ保存していないイメージがあった場合は、[データ保存の確認]の各ボタンをクリックして各イメージを保存するかどうかを指示して下さい。通常は、必要なイメージは「7.測定イメージを保存します」で保存済みなので、[全消去]をクリックします。

- (2) 必要に応じ、[保存パラメータ]でテンポラリーのパラメータを保存するかどうかを選択
 (3) [終了]をクリック→プローブ・試料間を離し、プログラムを終了

実行中に表示されているウィンドウか、マウスを右クリックして表示されるウィンドウの、[中止]をクリックすると止まります。

なお、終了時のプローブ・試料間を離す動作はリミットスイッチが作動する位置までの動作になります。リミットスイッチ位置まで離す必要がない場合は、10秒程度動作させたら止めてください。

- (4) タスクバー左端の[スタート]から[終了オプション]を選択→[コンピュータの電源を切る]表示
 (5) [電源を切る]をクリック→Windowsが終了し、パソコンの電源がOffになる
 (6) ディスプレイの電源をOff
 (7) NanoNaviReal電装部の電源をOff
 (8) ユニットからカンチレバーおよび試料を取り外す

Appendix : イージーメニューを用いた測定

イージーメニューを用いると、ダイアログに表示されるナビメッセージに従って手順を進めていくことで、測定を簡単に行うことができます。ここでは、その概略について記載します。

システムを起動します

- (1) システムを起動→「1.システムを起動します」参照

初期設定を行います

イージーメニューの起動

- (2) [セットアップ]の[イージーメニュー]コマンドを選択(またはツールバーアイコンをクリック)
→[イージーメニュー]ダイアログ、[測定モードとスキヤナの設定]ダイアログ表示

測定モードとスキヤナの設定

- (3) 必要ならスキヤナを交換
(4) [測定モードとスキヤナの設定](**図 14**)の[測定モード]で「DFM」
「PM」のいずれかを選択
(注 : 位相測定するとき「PM」を選択する)
(5) [測定モードとスキヤナの設定](**図 14**)の[操作レベル]で「ビギナー」
「カスタム」のいずれかを選択
(6) [測定モードとスキヤナの設定](**図 14**)の[スキヤナ]で、ユニット
にセットされているスキヤナに合ったスキヤナテーブルを選択
→「2.スキヤナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(11)参照
(7) [測定モードとスキヤナの設定](**図 12**)の[自動測定]で、イメージの測定を「自動測定」で行う場合は「On」
を、「自動測定」を使用しない場合は「Off」を選択
→「自動測定」については、RealTune および自動測定についての取扱説明書参照
(8) [イージーメニュー]の[次へ]をクリック

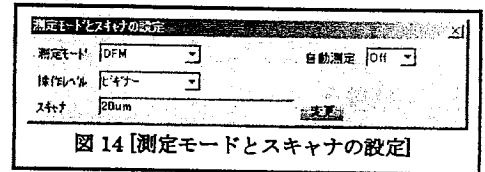


図 14 [測定モードとスキヤナの設定]

試料とカンチレバーをユニットにセットします

試料のセット

- (9) 光頭をユニット上方から移動
(10) 光ヘッドおよびカンチレバーホルダをユニットから外す
(11) [アプローチ]の離す[低速]/[高速]で、スキヤナ(試料台)を安全な位置(カンチレバーホルダをセットしたときに探針(カンチレバー)と試料が接触しない位置)まで下げる
(12) 試料をセット→「2.スキヤナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(3),(4)参照
(13) [イージーメニュー]の[次へ]をクリック

カンチレバーのセット

- (14) カンチレバーホルダにカンチレバーをセット
→「2.スキヤナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(5)~(8)参照
(15) カンチレバーホルダをユニットにセット
→「2.スキヤナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(9)参照
(16) [カンチレバーの設定](**図 15**)で、ユニットにセットされている
カンチレバーに合ったレバーテーブルを選択
→「2.スキヤナ、試料、カンチレバーをセットします」の手順(11)
参照

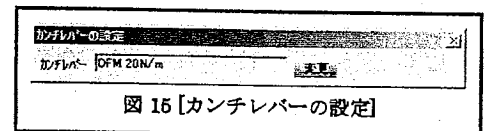


図 15 [カンチレバーの設定]

カンチレバーと試料の位置合わせ

- (17) 光頭をユニットの上方にセット
(18) USB カメラ像を見ながら、試料表面の測定したい位置の直上にカンチレバーを位置合わせする
→「3.レーザー光軸を調整します」の手順(4)~(8)参照
(19) [イージーメニュー]の[次へ]をクリック

レーザー光軸の調整

- (20) 光ヘッドをユニットにセット→「4.レーザー光軸を調整します」の手順(10)~(13)参照
(21) USB カメラ像や[レーザー位置モニタ]を見ながら、レーザー光軸を調整
→「3.レーザー光軸を調整します」の手順(15)~(21)参照

(22) [イメージメニュー]の[次へ]をクリック

測定条件を設定します

測定条件の設定

(23) [測定条件設定](図 16 または図 17)で各パラメータを設定

[測定条件設定]の主なパラメータ(設定項目)

測定データ(ビギナーモード時) : 位相像、誤差信号像を測定するかどうかを設定

形状像は必ず測定されます。

画質 : 下表を参照して定性的(感覚的)に設定

画質	ポイント	走査周波数
速度重視	速度を重視	高(速度速い)
標準	速度と画質をバランス	↑
精細	画質を重視	
高精細	「精細」よりさらに画質重視	

接触圧 :

ビギナーモード時 : 下表を参照して定性的(感覚的)に設定

接触圧	振幅減衰率	
強い	↑	
標準		小(マイナス方向に大)
弱い		大(マイナス方向に小)

カスタムモード時 : 0~50%(6段階)

試料に対する探針の接触圧を、自動設定された振幅減衰率に対する加算比率で設定します。

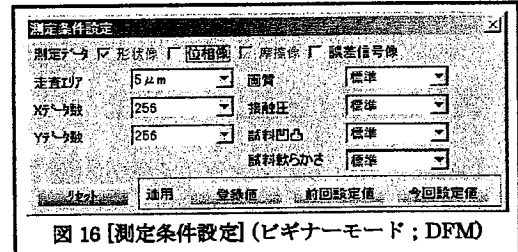


図 16 [測定条件設定] (ビギナーモード ; DFM)

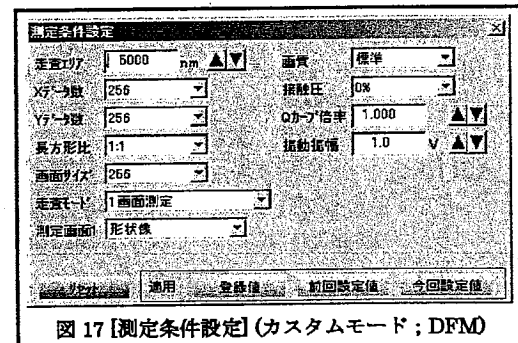


図 17 [測定条件設定] (カスタムモード ; DFM)

(24) [今回設定値]をクリック

Qカーブの測定

(25) [Qカーブ測定]が開き、Qカーブが自動測定される

→正常終了した場合は下記の「この後の手順」へ、正常終了しなかった場合は次(手順(26))へ

(26) 正しく測定されなかった場合は、[Qカーブ測定]を閉じ、カンチレバーのセット(手順(14))からやり直す

この後の手順

手順(7)で「On」を選択した場合は、「自動測定」へ

→この後の手順は、RealTune および自動測定についての取扱説明書参照

手順(7)で「Off」を選択した場合は、次(手順(27))へ

測定領域にアプローチします

(27) (防音カバー使用時)カバーが開いていたら、閉める

(28) 必要なら、[アプローチ]の[自動測定]をチェック

(29) [スキャナZ電圧]で、Z電圧値が-20Vになっていることを確認

→「5.測定領域にアプローチします」の手順(3)参照

(30) [アプローチ]ダイアログ([オート]タブ)の[アプローチ]ボタンをクリック

→アプローチ動作は、まず高速で測定領域に近づけ、次に測定に適した振幅減衰率を自動的にサーチ・設定して測定領域に入れ、その後オートゼロ動作を経て終了

→「5.測定領域にアプローチします」の手順(4)参照

→正常終了した場合は次(手順(31))へ、正常終了しなかった場合は手順(32)へ

(31) (アプローチが正常終了した場合)

手順(28)で[自動測定]をチェックしていた場合は、自動的にダイアログが閉じて、直ちに測定がスタート→手順(35)へ

チェックしていなかった場合は、メッセージ「アプローチが完了しました」が表示されるので、[OK]ボタンをクリック→手順(33)へ

(32) (アプローチが正常に終了しなかった場合)

メッセージ「アプローチに失敗しました」が表示されるので、Z 電圧値の確認からやり直す(手順(28))
→ダメな場合は、カンチレバーをセットし直すか、交換する(手順(13))

イメージを測定します**イメージの測定**

(33) 必要なら、各パラメータを確認・調整→「6.イメージを測定します」の手順(1)~(11)参照

(34) [測定条件パネル]の[スタート]をクリックして、測定を開始→「6.イメージを測定します」の手順(12)参照

(35) 目的のイメージを測定→「6.イメージを測定します」の手順(13),(14)参照

データのバッチ処理

(36) バッチ処理により測定データ(イメージ)を処理する場合は、[イメージメニュー]の[次へ]をクリック

(37) 必要なら、データ処理に使用するバッチファイルを作成

→SPIWin のソフトウェアガイド C-1 の「バッチファイルを作成する」参照

(38) よろしければ、バッチ処理を実行

→SPIWin のソフトウェアガイド C-1 の「[バッチ処理]ダイアログでバッチ処理を実行する」参照

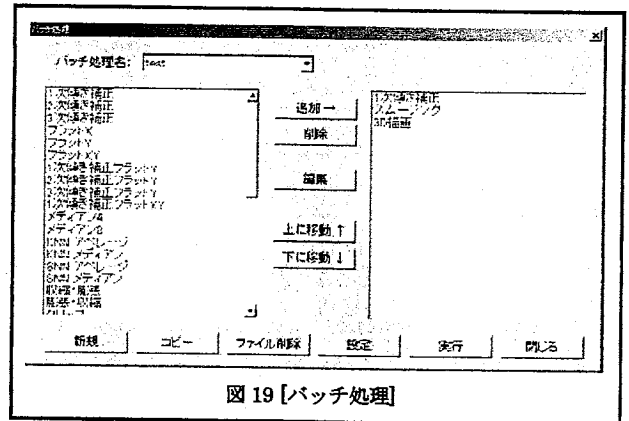


図 19 [バッチ処理]

測定イメージを保存します

(39) [ファイルの保存]を開き、必要なイメージを保存

→「7.測定イメージを保存します」参照

終了します

(40) 各部の電源を切り、カンチレバーや試料をユニットから取り外す→「8.終了します」参照

以上

