

走査型プローブ顕微鏡 SPM-9500シリーズ

簡易操作説明書(Ⅱ)

～ ダイナミックモード編 ～

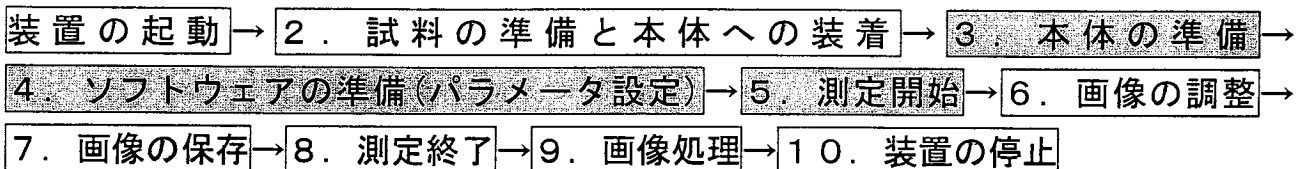
■ はじめに

この操作説明書はコンタクトモードの操作が可能な方を対象として、ダイナミックモードでの観察手順について説明しています。

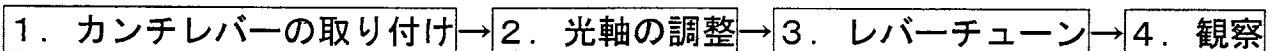
ダイナミックモードでは、カンチレバーを共振周波数付近で振動させます。この状態でカンチレバー先端が試料に接近すると振幅が変化します。この現象を利用して振幅が一定になるように動作させ、試料のZ方向の変位を取得します。走査時にカンチレバーが試料を引っかくことが少ないため、柔らかい試料や表面に吸着性のある試料、起伏の激しい試料の観察に適しています

* * * * *

操作順序は、おおまかには次のような流れとなります。



ダイナミックモードは3. 本体の準備～5. 測定開始についてコンタクトモードと若干異なります。この説明書は、これらの点について、以下の流れに沿って書かれています。



この説明書をお読みになる前に、必ず「簡易操作説明書(Ⅰ) ～コンタクトモード編～」をご覧ください。

注意：本装置はレーザー光源を有します。レーザー光源を直視しないで下さい。目を痛める場合があります。

■ 1. カンチレバーの取り付け

カンチレバーはダイナミックモード観察に適した共振周波数が高いものを選び下さい。一例として、オリンパス社製のSiカンチレバーの主な仕様を以下に示します。

型名	: OMCL-AC160TS	
厚さ	: 4.6 μm	
幅	: 50 μm	
長さ	: 160 μm	
弾性定数	: 42 N/m	
共振周波数	: 300 kHz	(注: 数値は代表値です)

カンチレバーホルダーにカンチレバーを取り付けます。ダイナミックモード用のカンチレバーには探針が1本ついていきますので、方向を間違えないようにして下さい。基本的にはコンタクトモード用のカンチレバーと同じように取り付けますが、数百kHzで振動させますので、しっかりと固定されていない場合にはレバークューン(後述)の調整が上手くできません。特に、ホルダーとの間にガラスの粉などが挟まると良くありません。

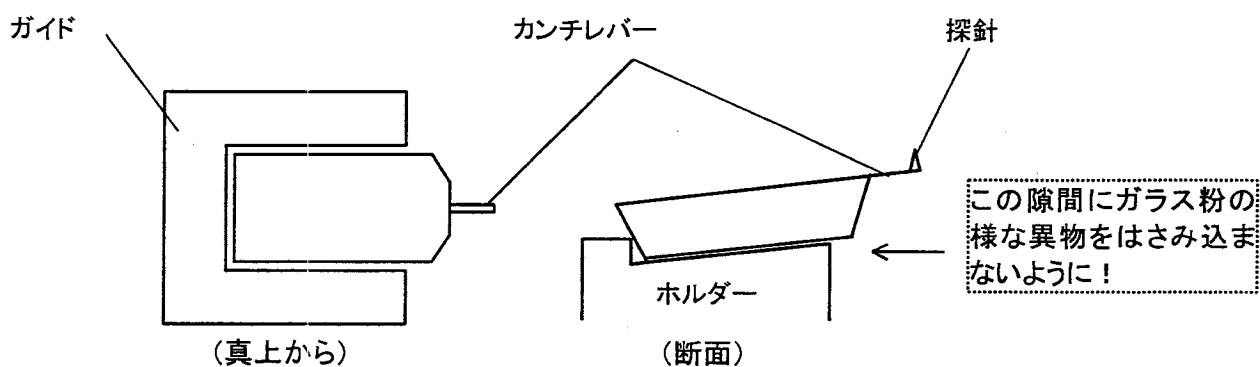


図1 カンチレバー取り付け

■ 2. 光軸の調整

コンタクトモードとは、オペレーティングポイントの値が異なること、カンチレバーの変位の検出信号としてRMS値(実効値)が用いられていることが異なります。

- ① オンラインアプリケーションのメニュー「設定」の「モードとスキャナの選択」を選択すると、測定モードとスキャナ選択ダイアログ(図2)が表示されます。このダイアログで「Dynamic AFM」を選択し、OKボタンをクリックします。

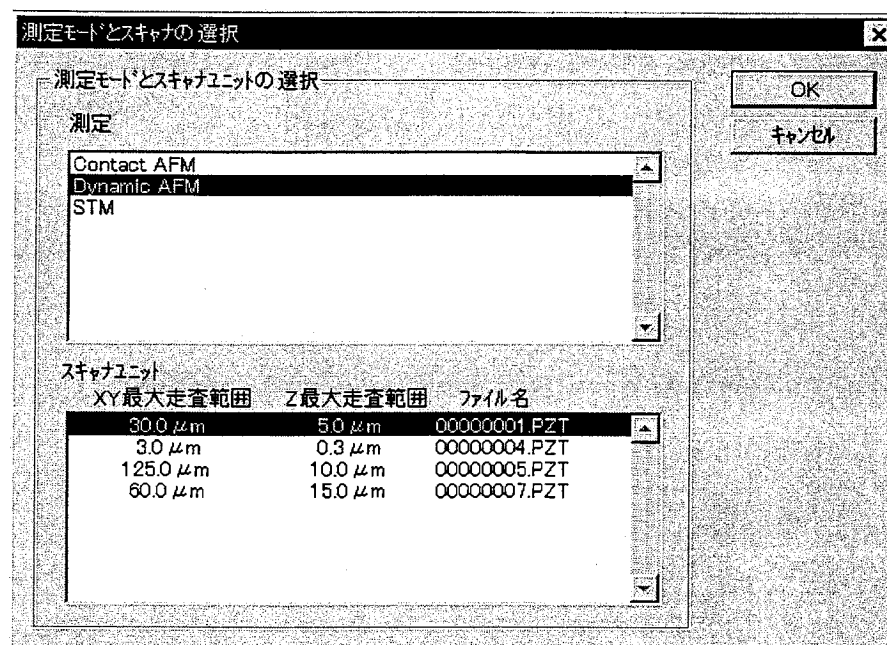


図2 測定モードとスキャナの選択ダイアログ

- ② メニュー「設定」の「パネル表示」を選択すると信号表示ダイアログ(図3)が表示されます。このダイアログで「縦方向偏差」を選択します。以降の調整に使用するため、このダイアログは表示させておきます。

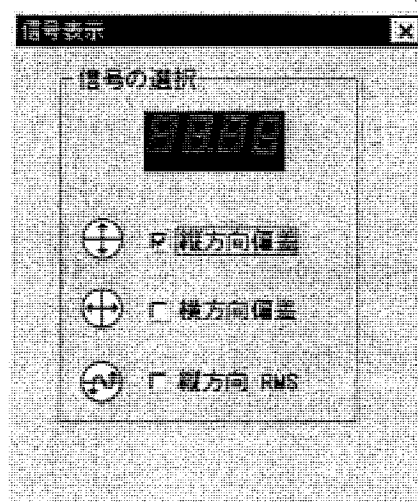
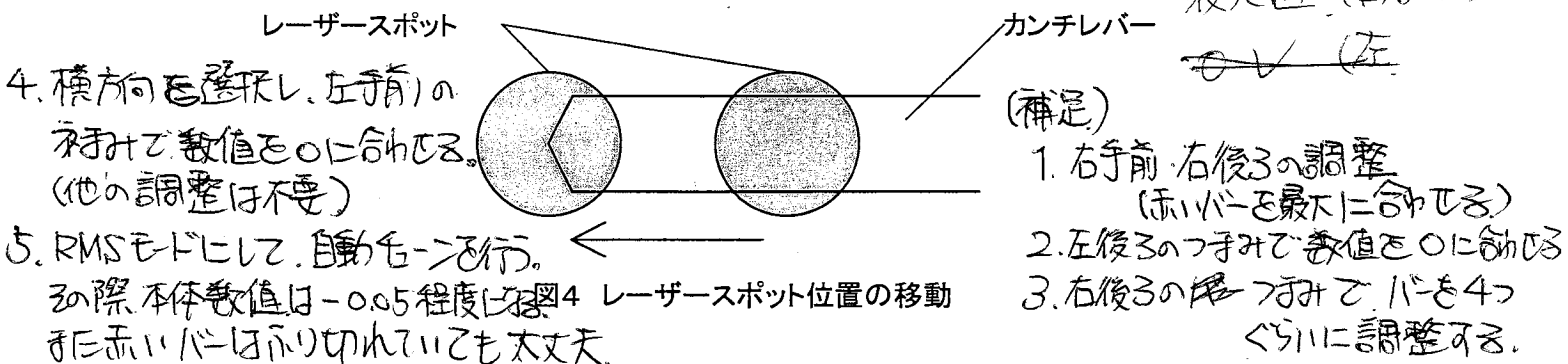


図3 信号表示ダイアログ

③ コンタクトモードと同じ方法で、レーザー光をカンチレバーの背面に当て、反射光が検出器で検出されるようにミラーの調整を行います。
(ミラーの調整は、大抵にズレていて時のみ)

④ ③で調整の後、本体の信号表示パネルのLEDバーの点灯数が2~4個になるように、レーザー調整つまみでカンチレバーの先端へレーザースポットを移動します(図4)。



⑤ 観察条件設定ダイアログ(図5)でオペレーティングポイントを0に設定し、検出器の縦方向位置の調節つまみで本体パネルの値を同じく0程度にします(パネル表示値の小数点以下は無視して構いません)。

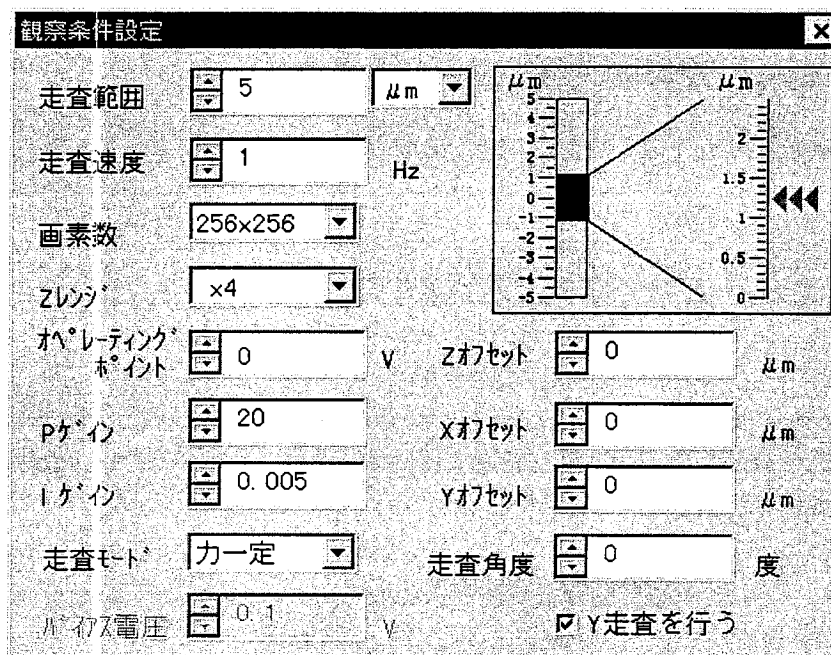
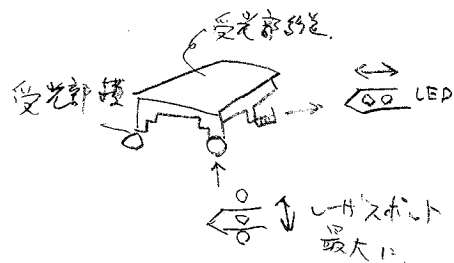


図5 観察条件設定ダイアログ

⑥ ②の信号表示ダイアログで「横方向偏差」を選択し、検出器の横方向の位置調節つまみで本体の信号表示パネルが0付近になるように調整します。
左手前のつまみ

⑦ 本体の信号表示パネルの値が、縦方向偏差、横方向偏差で0付近に調整できていることを確認後、「縦方向RMS」を選択し、信号表示ダイアログを閉じます。



■ 3. レバーチューン

カンチレバーを共振周波数付近で加振しなければ観察に十分な振幅は得られません。このため、レバーチューンで動作周波数を共振周波数付近に合わせ、観察に適したオペレーティングポイントの設定を行います。試料表面の特性により若干設定値が異なりますが、ここでは標準試料(ニオブ蒸着膜)の観察を想定したパラメータの設定を行います。

レバーチューンダイアログで表示されているグラフの横軸はカンチレバーを振動させる周波数で、縦軸はカンチレバーの振幅に比例した値です。

- ① 「設定」の「レバーチューン」を選択します。レバーチューンダイアログが表示されます。
- ② レバーチューンダイアログでパラメータの設定を行いますが、おおよそ図6に示すような設定値から始め、徐々に絞り込んでいきます。

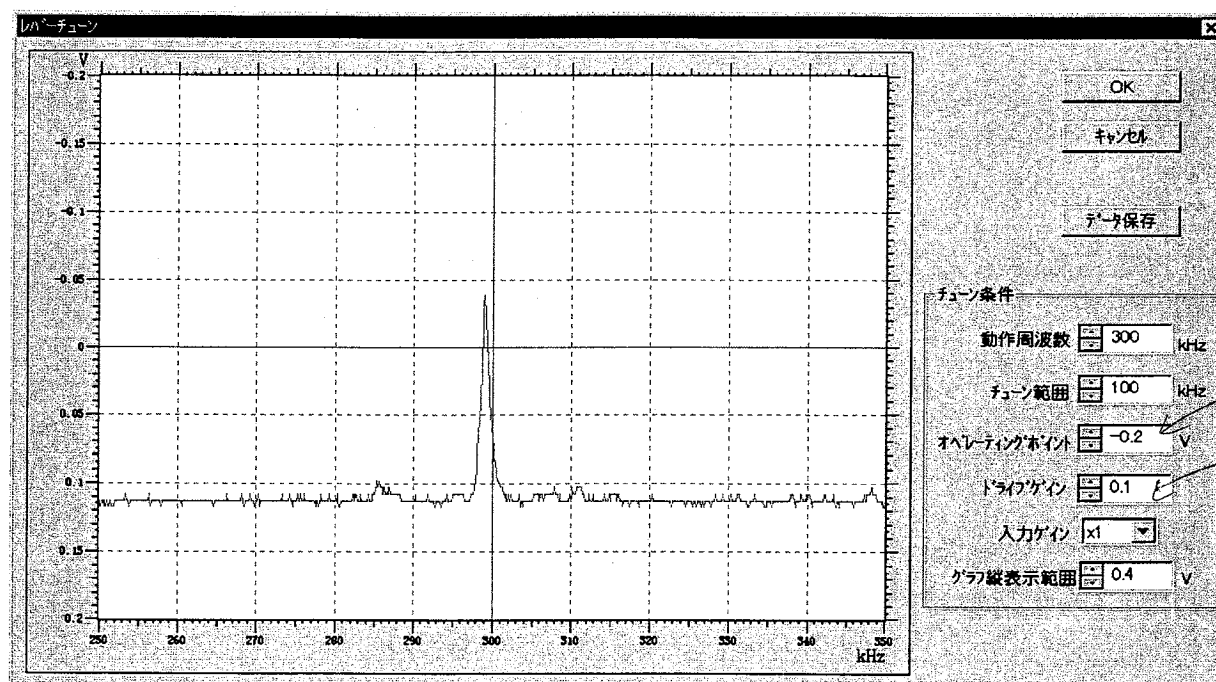


図6 レバーチューンダイアログ(設定開始時の値)

- ③ グラフの中でピークを探します。グラフの中にピークがない場合は、動作周波数を250~350kHzの間で数値を変えます。また、ドライブゲインを0.2Vと大きくします。(ピークが出ない場合には、カンチレバーのセットからやり直します)

④ 最終的に図7のようにレバーチューンを設定します。

- ・動作周波数を大きくするとピークは左へ移動します。
- ・オペレーティングポイントを(-)の方向に大きくするとピークは下に移動します。
- ・ドライブゲインを大きくするとピークの高さが大きくなります。
- ・最終的にチューン範囲を10kHzに設定して、正確に調整します。
- ・入力ゲインは通常×1のままでご使用下さい。

設定後OKボタンをクリックして下さい。

設定の目安として以下のことに注意して下さい。

- ・動作周波数は、ピークの左側に設定する。
- ・オペレーティングポイントはピークの高さの約半分の位置に設定する。

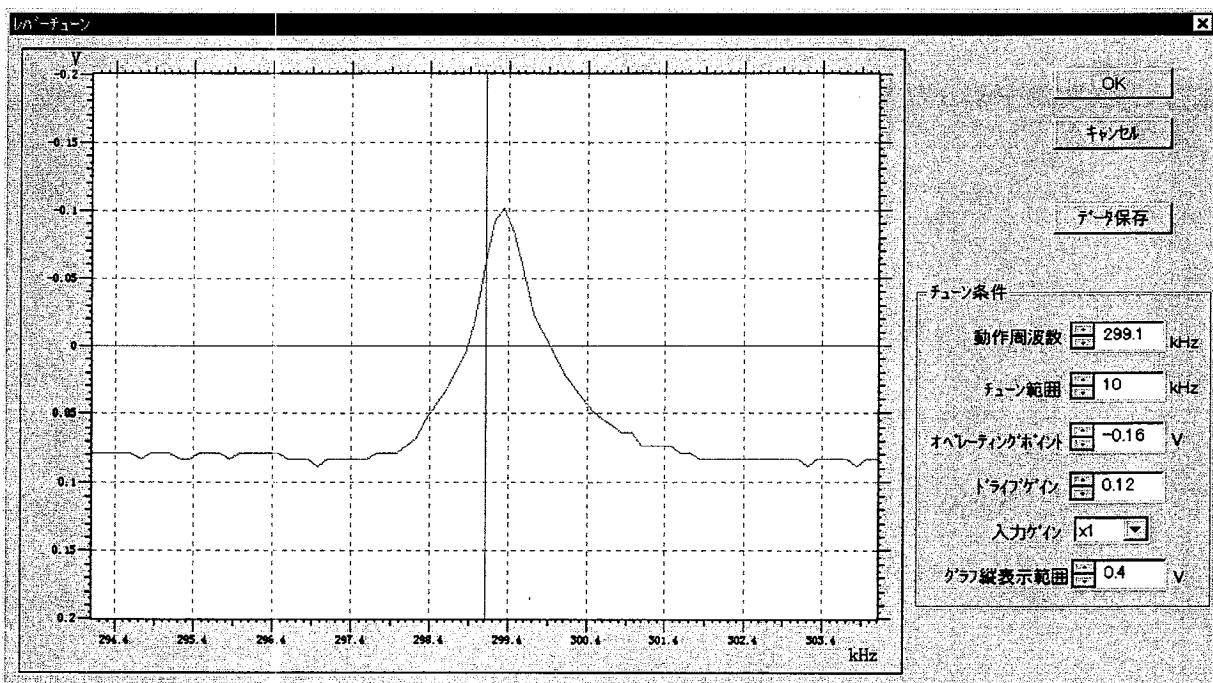


図7 レバーチューンダイアログ(設定後)

斜面の左側…電磁力を検出 → 真空中はこっち。
右側…引力を検出 → 真空中

(注意)

- ・数値が-になっていることを確認!! -になっていないと、アプローチがかからずい。
- ・-表示で、表面を検知したら+に転じ、アプローチが終れる。
- ・先の当て方が先端ではなく、カンチレバーの根に当てると散乱光でチューニングが行われるとキがある。

この場合、下降させることが出来るが、レバーが接触しても判別できず、レバーが降り続ける → 折れる。

- ・高速アプローチ終了後、精密アプローチはカウンター数が大体8程度で終わるはず。もし終わらない場合はカンチレバーが接触する可能性があるので、みごとに停止!!

■ 4. 観察

- ・ 観察はコンタクトモードと同じ操作で行えます。詳細は「簡易操作説明書(I) ～コンタクトモード編～」をご参照下さい。
- ・ アプローチ時の本体の表示パネルの値が -0.03 ~ -0.02 を示すように、オペレーティングポイントを再設定して下さい※¹。
- ・ 画像と走査断面形状を確認しながら、PゲインとIゲインを調節して下さい。
- ・ 測定時にはなるべく本体のカバーをして下さい※²。

※1: 例えば、オペレーティングポイントが -0.16 であって、アプローチ時の表示パネルの値が 0.01 を示している場合、オペレーティングポイントを -0.16 から -0.13 へと変更してみてください。表示パネルの値が -0.02 前後に変化します。

※2: カバーをしていないと画像にノイズが入る恐れがあります。ダイナミックモードは外部からの光に敏感になっています。

以 上

(補足) とうか気が付いたこと。

- オペレーティングポイント
1. オペレーティングポイントは自動チューンを行うと自動的に設定され、その値が小さく (- 方向) になると共振がおこなわれる可能性がある。
 2. 位相モードで弾性像 ($A \cos \delta$) にして観察を行い、表面のやわらかさに応じてオペレーティングポイントを変更する。(ただし、-0.05V 以上にするとカンチレバーと表面が接触する場合があります。像が止まるので注意)

ズレレンジ

3. 表面が滑らか (シリコン・水晶の研磨面など) の場合、ズレレンジを上げることによって表面の凹凸がはっきりとする。

4. ズレレンジを上げすぎると、カンチレバーが表面と接触すると折れる可能性がある。必ず「自動ズレオフセット」(観察条件設定ウインドウにある) をチェックする。
5. 「自動ズレオフセット」をチェックをいれておくと表面に接触した際、「ズレレンジを超えました」というエラーダイアログボックスが表示される。この表示が出た瞬間カンチレバーは 10μm 上昇している。したがって再び観察を行う場合は、ズレレンジを下げ、精密アプローチをかける。

6. 試料が傾いていると、画像が飛んでしまうラインが残る。
これは、Zレンジを下げることで回避できるが、オフライン処理の
X方向の傾き補正でも直すことが可能。
表面の形状をほぼ正しくと観察したい場合は、Zレンジを限界を超え
ないぐらいにし、後はオフライン処理でなんとかするべし。

P
T
I
ー
7. PTIとは、針の振動を制御するためのシステム。フィードバック制御
をかけるため数値が大きいほど精度は高くなるが、その分共振が起こり
やすく、不正確な像になる場合がある。「走査断面形状表示」の赤と青
のラインが一致するように合わせる。色は30~100ぐらいかな？
8. PTIが高すぎる一つの目安として、画像に縞が現れたら、
不正確な像と考える。

9. IYIは、0.001に固定。理由はわからん。各々で調らべてくれ。

10. 試料交換の際は、まず「100 μ m上昇」を押し、後「上昇」を押し、
5カウントほど上げる。この状態でも試料とカンチレバーの間は、
約600 μ m程度しか離れていないので、ステージをスラすと玉には細心の
注意を払うこと。乱暴にすると必ずカンチレバーが折れます。

11. オフライン処理で、画像の補正や三次元表示、粗大測定を行う。
画像の補正は、(i)傾き補正、(ii)ノイズライン除去、(iii)局所
フィルタが主である。あまり補正をかけすぎてしまうと、オリジナル
の画像とかけ離れてしまうので注意。

以上 平成16年1月16日現在で分かっていることを羅列した。
ここに書かれていないことは、よくマニュアルを熟読すること。
また島津製作所にTELをすることも有効である。その都度分か
たことは、今後の役に立つよう、まとめておくこと。

島津製作所 松田 弘
江戸 弘
(0463) 88-8650