

分析機器解説シリーズ(104)

◆電子線三次元粗さ解析装置 ..... P1  
株式会社エリオニクス 田口 佳男・小俣有紀子

トピックス

◆AFMの新しい測定モード:高速ナノスケール機械特性マッピング  
~HarmoniX™(ハーモニクス)~ ..... P4  
日本ビーコ株式会社 計測機器部 応用技術課 三澤 真弓

◆お知らせ ..... P7

#### 分析機器解説シリーズ(104)

## 電子線三次元粗さ解析装置

株式会社エリオニクス 田口 佳男・小俣 有紀子

### 1 はじめに

走査電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope, SEM) は、電子ビーム (一次電子線) と固体試料との相互作用によって 10nm 程度のごく浅い表面層から放出される二次電子信号を利用している。SEM 像の明暗のコントラストは主に試料表面の凹凸形状を反映したものであり、二次電子検出器に捕捉された電子の量に対応している。これは、一次電子線の入射する方向と試料表面とのなす角度によって二次電子放出量が増加し、さらに平行に近くなるほど二次電子放出量が増加することに起因する。

本測定法は、1985年にSEMに2個の二次電子検出器 (AとB) を設置し、その差信号 (A-B) から試料表面の X-Z の2次元凹凸プロファイルを求める手法<sup>1)</sup> として実用化された複数検出器法である。二次電子放出量が試料表面の傾斜角度に依存し、また、0°~75°付近の間で単調に増加することを応用した手法であり、SEMを基盤とした関連技術の一つである。その後さらに二次電子検出器2個が

追加され、合計4個の検出器により三次元定量測定が可能になった。

### 2 SEMによる表面形状の定量化

#### 2.1 表面センシング

入射電子と試料との相互作用により放出される種々の信号において、形態情報源として利用できるものには二次電子信号と反射電子信号がある。本手法では、1. 一次電子線入射点における信号の放出領域が横方向、深さ方向共に狭く、空間分解能が優れていること、2. 入射電子による試料損傷を考慮し、微弱な入射電流量でもSN比の良い信号が得られることから二次電子を採用している。

また、使用する装置については、二次電子放出領域をより狭く、より浅くするため、入射電子線のプローブ径を極小にし、かつ低加速電圧での使用に耐え得ることが要求される。

## 2.2 測定装置の構成と測定原理

まず、二次電子検出器2個を設置したSEMを例にとり、凹凸測定の原理を解説する。

基本的には通常のSEMとほぼ同じ構成であるが、2個の二次電子検出器AおよびBを一次電子線走査方向に対して平行かつ走査中心に対して対称位置に設置してある。

実際の測定では、一次電子線の入射点において放出された二次電子は試料面の斜度と傾きの方向に応じた比率でAおよびB検出器に同時に分配検出され、16bitのDA変換器を経てPCに記憶される。

検出された二次電子信号には、形態情報の他に、試料の組成に起因する情報を含む場合も考えられるが、検出信号AとBの差分をとることで排除できる(図1)。図2はろう付けに使用される銀ろう材を表面研磨し、その後にアルゴンイオンエッチングを行なった表面であるが、A+B像(左)では、銀、銅、リンを主成分とした各々3つの偏析域が組成差コントラストとして現れているのに対し、検出信号の差分を画像にしたA-B像(右)では、組成情報はAとBとも同じ信号レベルで検出されるため相殺されて凹凸のみが強調された像となり、左方向から照明を当てたようになる。

試料表面の一次電子線入射点における勾配は次の近似式で表すことができる。

$$\tan \theta = k \frac{A^2 - B^2}{(A_n + B_n)^2} \quad (1)$$

- $\theta$  : 入射点の試料傾斜角、 $k$  : 定数、
- $A, B$  : 二次電子検出器の出力、
- $A_n, B_n$  : 試料が水平な時の二次電子検出器の出力

図3に、式(1)より計算で求めた試料の傾きと実際の傾きとの対比グラフを示す。検証には真球度に優れるラテックス球状粒子(ポリスチレン製)を用いた。試料表面に対し垂直入射が前提であるため粒子下部のオーバーハング形状は得られないが、傾斜角度 $\theta < 75^\circ$ の範囲でよく一致していることがわかる。

前述の近似式は実験より得られたもので、検出信号AとBの差分をとることで、試料表面の組成情報を排除し、また、 $(A_n + B_n)^2$ で割ることで入射電子の強度に対するキャリブレーションにもなっている。さらに、式(2)によってX-Z方向の断面プロファイルが得られる。

$$\Delta Z = \sum_{i=1}^n \Delta X_i \cdot \tan \theta_i \quad (2)$$

- $\Delta Z$  : 高さ、 $n$  : サンプルング点数、
- $\Delta X_i$  : データサンプリング間隔、
- $\theta_i$  : 測定点における試料傾斜角

本三次元粗さ解析装置ERA-8900では二次電子検出器を4個設置しており、一次電子線の走査方向だけでなく、それに直交する方向の傾斜角度も測定することができる。4個の検出器A~Dを電子光学軸に対して対角に配置し、走査方向の傾斜角を(A+C)-(B+D)の組み合わせ、また、それと直交する方向の傾斜角を(A+B)-(C+D)の組み合わせにより三次元凹凸形状の再構築を行う。

図1 二次電子検出器AとBの配置と凹凸測定の原理

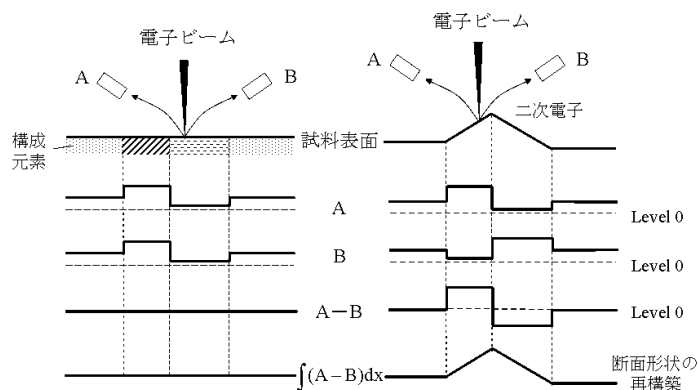
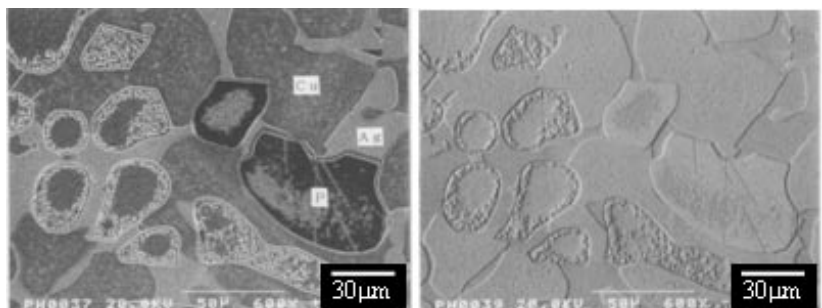


図2 エッチング後の銀ろう材表面のA+B像(左)と同一視野のA-B像(右)



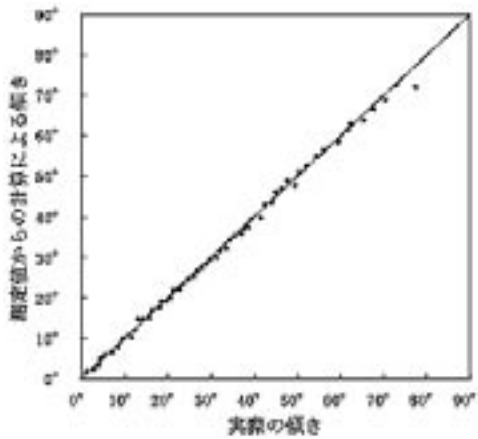


図3 測定値から計算で求めた傾きと実際の傾き

### 2.3 三次元測定SEMの特徴

SEMを基盤とする本装置では、以下の特長と注意点がある。

- 1) 焦点深度の深いSEM像を観察しながら測定箇所の探索が容易に行え、観察している視野がそのまま測定エリアになる。
- 2) A-B像の左方向からの照明効果により、定性的に形状を判断できる。図4は、ピッカース硬度計による圧痕のSEM像である。左図のA+B像（通常のSEM像）ではSEM特有の全方向照明効果により明るく影の少ない像となり、一見、ともすれば突起と判断してしまうほど凹凸感は曖昧である。これに対し、右図のA-B像ではその陰影コントラストから窪みであることがわかる。

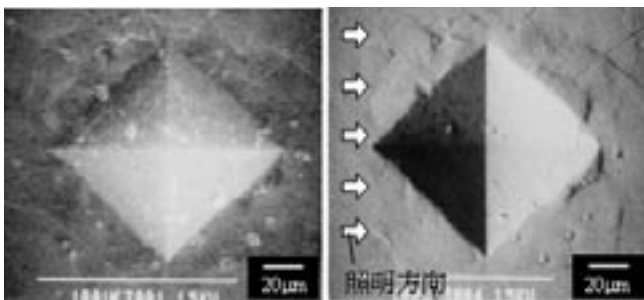


図4 A+B像(左)とA-B像(右)

- 3) 機械的には非接触方式であり、通常ERA-8900では、10kVの加速電圧で測定を行う。但し、試料が不導体の場合、導電コーティング処理が必要になる。
- 4) 一般に、微細形状測定では縦方向の分解能のみが強調されがちだが、横方向分解能も同等以上であることが望まれる。本測定法では、電子線プローブ径が横方向分解能を決定する。縦方向のそれは測定原理上、測定された傾斜角の分解能に依存する。横方向分解能は、3.5nm (ERA-8900の場合)、縦方向では1nmを保証している。

- 5) 測定可能領域が広い。エリアで数 $\mu\text{m}^2$ から数 $\text{mm}^2$ 、また、凹凸方向では1nmから数十 $\mu\text{m}$ までの範囲で測定が可能である。

ただし、測定エリアが $500\mu\text{m}^2$ を超えるような広領域測定では、電子線の垂直入射が前提のセンシング手法であるため、測定エリアの端部ではこれを満足しない。その結果として、測定されたデータのベースラインが凸型に湾曲するが、スプライン関数を用いたハイパスフィルターを用いることで補正できる。さらに、独自のステッチング機能を用いれば、SEMの倍率制限を越える広領域での測定も可能である（図5：10円硬貨にデザインされた平等院鳳凰堂）。

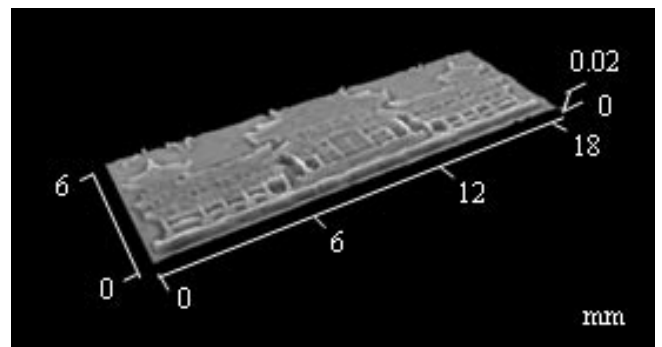


図5 広領域測定結果例

- 6) PC制御により測定時間が短い。

### 2.4 装置の校正

校正には米国の国立研究機関であるNIST（米国標準技術研究所）にトレーサブルなVLSIスタンダード社（米国）の標準試料<sup>2)</sup>を用いている。これは表面形状検査装置の校正用として市販されているもので、シリコン基板表面に高精度なエッチングによって段差が形成されている。

我々は測定可能なレンジ内で、4水準（最小段差15nm）の標準試料を用いている。

一般ユーザーにおいては、通常、二次電子検出系のハードウェアに異常がなければ測定毎に校正作業を行う必要はないが、管理上定期的に行うことが望ましい。

## 3 測定例

測定例として、めっき条件の異なるクロムめっき表面の比較データを図6に示す。本測定法の特徴である電子プローブ径相当の優れた横方向分解能によりナノオーダーの粗さの違いが明確に現れている。測定時間は測定点数によるが、本データ $300 \times 225$ 点の測定に対し要した時間は80秒である。

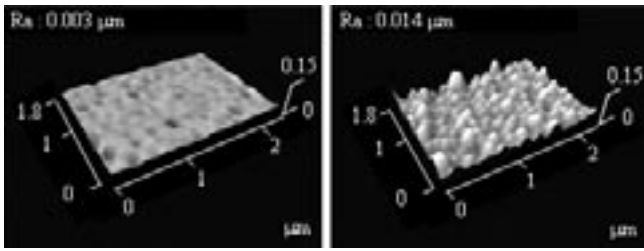


図6 めっき条件の違いによる粗さ比較例

## 4 おわりに

本装置は業界を問わず、要素研究過程から製造工程まで随所で活用されている。SEMとして対象物を俯瞰しながら気になる部分をクローズアップし、必要に応じて三次元測

定できることは、一部の異常か常態の一部かを判断することも、解析領域を選別することも容易にする。また、SEMの倍率制限を超える広領域での測定を可能にするステッチング機能など、基礎となるSEM/3D解析機能の拡張の他、X線やカソードルミネッセンス、EBSP等の分析機器、ナノマニピュレーターなどの搭載や加熱ステージへの交換も可能であり、更に活用の場を拡げることができる装置である。

### 参考文献

- 1) Tadao Suganuma : J. Electron Microsc.、Vol. 34、No. 4、328-337、1985
- 2) SHS薄膜段差スタンダード (VLSIスタンダード社) 製品カタログ

## トピックス

# AFMの新しい測定モード：高速ナノスケール機械特性マッピング ～ HarmoniX™ (ハーモニクス) ～

日本ピーコ株式会社 計測機器部 応用技術課 三澤 真弓

## 1. はじめに

AFM (原子間力顕微鏡) は試料表面を様々な環境下においてナノスケールで観察できる計測装置である。

約20年前に世界初のAFMとして発表された「ナノスコープ」は、継続的な技術開発を経て、今回HarmoniX™という革新的な技術によりさらに進化した。

HarmoniX™は、最新のNanoScope®Vコントローラシステム (図1) と特殊なプローブ (図2) を用いてタッピングモードで試料表面をスキャンし、形状測定をおこなうと同時に機械特性をマッピングする技術である。従来の「AFMを用いた機械特性評価」とは大きく異なるその手法について概説する。

## 2. HarmoniX™の特長

- 弾性率・吸着力といった各種機械特性をそれぞれ独立した特性として個別に、同時に、ナノスケールでマッピングできる。(弾性率、吸着力、散逸エネルギー、他)
- タッピングモードで走査するため、試料に対するダメージは最小限に抑えられる。
- 探針-試料間の接触面積が小さいため、空間分解能の高い機械特性情報が得られる。
- 通常のイメージングスピードで、つまり高速に、機械特性のマッピングが行える。
- 定量性がある。

HarmoniX™の測定例を図3、4に示す。ユーザは、簡単なパラメータ設定をおこない、興味のある機械特性の種類を選択するだけで、短時間で分解能の高い機械特性マッピングイメージを取得することができる。

## 3. 機械特性とフォースカーブ

AFMを用いた最も基本的な機械特性評価手法は、フォースカーブ測定である。探針を試料表面に押し付け、再び引き離すという動作をさせると、探針-試料間の相互作用に応じてカンチレバーが反ったり (斥力相互作用) たわんだり (引力相互作用) する。このようなカンチレバーの変位をレーザー光により検出し (光てこ方式)、各カンチレバーに固有のばね定数を用いて相互作用力を求める。ピエゾスキャナの伸縮量から求められる探針-試料間距離に対して、相互作用力をプロットしたものがフォースカーブである。カンチレバーの種類 (ばね定数などの特性) や測定条件 (押し付ける速さなど) が変われば、得られるフォースカーブも異なる。

測定したフォースカーブを解析することにより、試料の機械特性情報が得られる。弾性率は、フォースカーブのスロー部分に適切なモデルを適用することにより求められ、球-平面接触を取り扱うヘルツモデルが有名である。吸着力は、フォースカーブの負の領域から求められる。

フォースカーブ測定は機械特性の定量評価がおこなえる伝統的な手法であるとともに、上記ヘルツモデルに関する

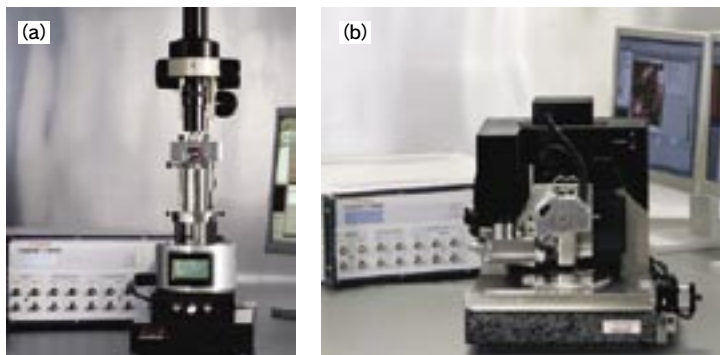


図1 NanoScope®V コントローラシステム  
(a) MultiMode®V システム (b) Dimension™ V システム

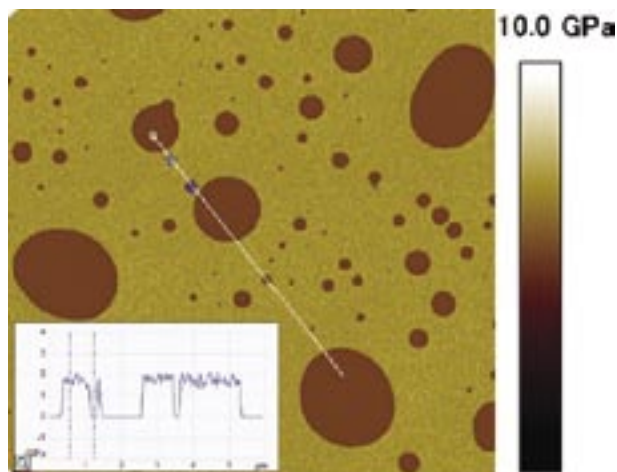


図3 HarmoniX™の測定例  
PS (ポリスチレン) とEPDMゴムのブレンドサンプル。弾性率イメージ。弾性率の高い(明るい)マトリクスがPSで、弾性率の低い(暗い)島がEPDMゴム。

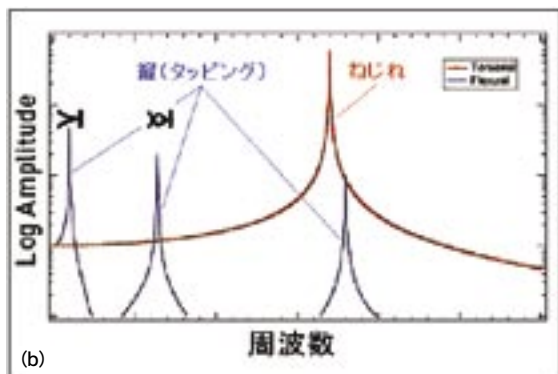
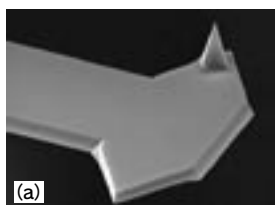


図2 独自のHarmoniX™専用プローブ

- (a) 探針はカンチレバーの中心軸から離れた位置にある。そのため本プローブを試料表面にタップさせると、探針-試料間の相互作用力がトルクとなり、カンチレバーのねじれ振動が発生する。
- (b) カンチレバーの振幅応答は、共振周波数に依存する。縦(タッピング)振動の場合、青いカーブのように縦方向の基本共振周波数および高次共振周波数付近で応答が大きくなる。一方ねじれ振動は、縦振動と比較してその基本共振周波数が高いため、赤いカーブのように幅広い周波数範囲に渡って振幅応答が得られることがわかる。探針-試料間の相互作用力は、タッピング周波数(縦振動の基本共振周波数で約60kHz)を1次とするフーリエ級数により記述されるので、各周波数に対するねじれ応答から逆フーリエ変換により相互作用力を求めることができる。

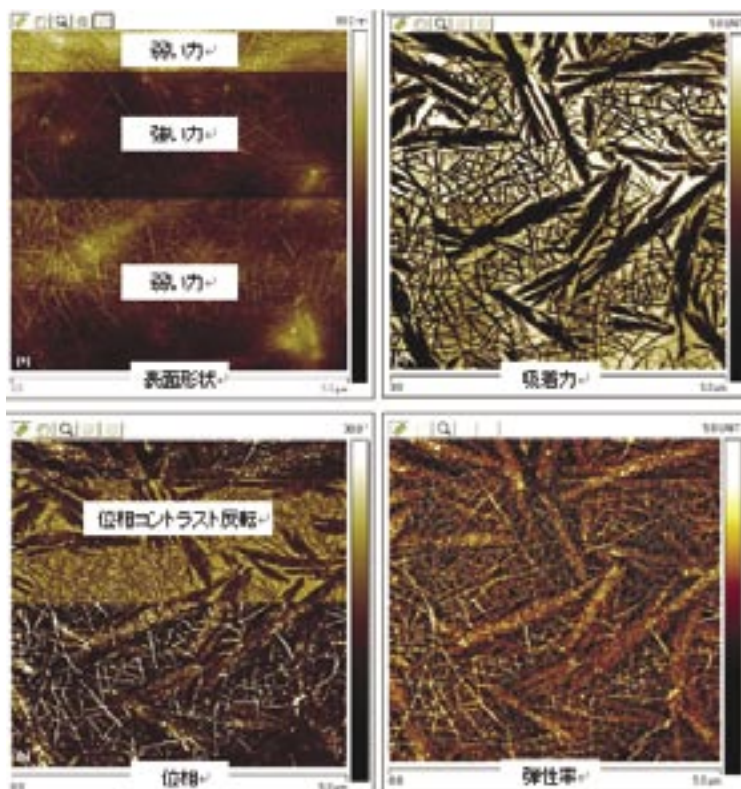


図4 HarmoniX™の測定例(位相イメージングとの比較)

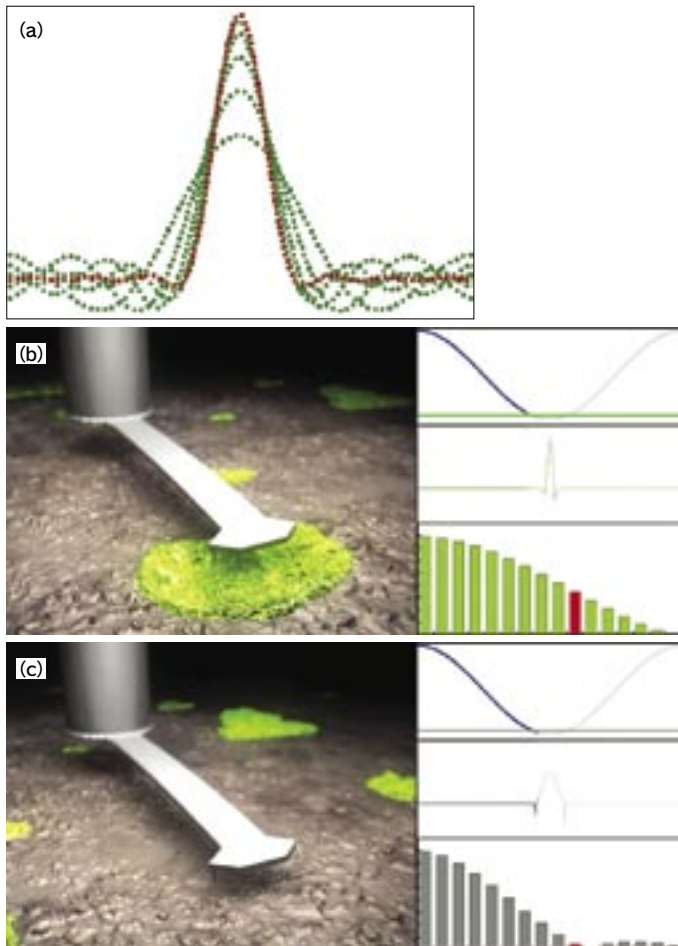
sPP (シンジオタクチックポリプロピレン) とEPDMゴムのブレンドサンプル。視野5 [μm]。タッピングフォース(探針が試料表面をタップする力)を変えながら測定すると、位相イメージにおいてコントラストが反転した。同時に測定したHarmoniX™の吸着力および弾性率イメージにおいてはコントラストが反転していない。従来の位相イメージングにおいては、試料によっては測定条件によりコントラストが反転することがあり、定性マッピングでもあったため、適切な機械特性評価が難しいケースがあった。

議論もなされるなど、今もなお研究が進められている分析評価手法である。しかしながら実用上の問題点として、多点測定(マッピング)に膨大な時間がかかることと、試料

にダメージを与える恐れがあることが挙げられる。このような課題をクリアしたのがHarmoniX™である。

#### 4. HarmoniX™におけるフォースカーブ

HarmoniX™の基本動作はタッピングモードであり、探針はカンチレバーの基本共振周波数近傍で周期的に試料表面に接触する。つまり1回タップする毎に探針-試料間に相互作用力が働く。この相互作用力をタッピング1回分の時間に対して計算・プロットしたものを時間分解フォースカーブ(図5)と呼ぶ。このカーブの横軸を探針-試料間距離に変換してプロットし直すと従来のフォースカーブが得られる。フォースカーブを従来と同様に解析することにより機械特性の定量評価をおこなうことができる。タップ1回分の時間(数10 $\mu$ secオーダー)分、カンチレバーの変位信号(ねじれ振動および縦振動)を取得できればフォースカーブが計算により得られる。実際にフォースカーブを多点測定した場合と比較すると、測定時間は大幅に短縮される。またタッピングモードで動作しているため、試料にかかる力はナノニュートン[nN]オーダーに抑えられる。その結果ダメージレス・探針先端の長寿命化・接触面積の低減・水平分解能の向上といった恩恵が得られる。



#### 5. 独自のHarmoniX™専用プローブ(図2)

HarmoniX™は独自の専用プローブを用いて試料表面を走査する。(図2) 探針はカンチレバーの中心軸から離れた位置にあるため、試料表面をタップすると探針-試料間の相互作用力がトルクとなり、カンチレバーのねじれ振動が発生する。このねじれ振動の信号を高速に取得し周波数分解することにより、幅広い周波数範囲に渡って、各ハーモニク周波数(タッピング周波数の整数倍)におけるねじれ振動成分が得られる。各周波数に対するねじれ振動情報を運動方程式に代入することにより、相互作用力の各ハーモニク周波数成分が求められる。これを幅広い周波数範囲に渡って足し合わせることで、時間分解フォースカーブが得られる(図5)。

カンチレバーの縦(タッピング)振動には、タッピング動作のために基本共振周波数近傍で駆動する力と、探針-試料間相互作用力とが寄与している。しかしながら、タッピングモードのフィードバック制御により、共振周波数における縦振動振幅は一定に保たれるため、他の周波数における縦振動成分は大幅に抑えられることとなる。結果として、相互作用力の高い周波数成分に対する振幅応答は充分ではない。それに対してHarmoniX™専用プローブのねじれ振動は、探針-試料間に働く相互作用力のみで発生する。さらに、ねじれ振動の基本共振周波数は大変高いため、高次の周波数に対する相互作用力の振幅応答が、幅広い周波数範囲に渡り良好に得られるという決定的な利点がある。

#### 6. 高速処理を可能にする最新型 NanoScope®V コントローラ

カンチレバーのねじれ振動を高次の周波数まで幅広く解析するためには、振動信号を高速に取り込む必要がある。最新型のNanoScope®Vコントローラには高速ADコンバータ(最大サンプリングレート50MHz)が2個搭載されているため、カンチレバーの縦振動およびねじれ振動信号を同時に高速で取得することができる。また高速DSP・

図5 時間分解フォースカーブ

- (a) ねじれ振動を周波数分解し、各周波数に対するねじれ振動から、運動方程式により相互作用力の各ハーモニク周波数成分(緑の各カーブ)が得られる。これらを幅広い周波数範囲に渡って足し合わせることで、時間分解フォースカーブ(赤いカーブ)が得られる。これはタッピング1サイクルの時間に対して相互作用力をプロットしたカーブとなる。
- (b), (c) 機械特性の異なる領域では、各ハーモニク周波数におけるねじれ振動応答(右下のスペクトル)およびその結果得られる時間分解フォースカーブ(右真ん中のカーブ)の波形は異なる。ここで、右上のカーブは縦(タッピング)振動の信号である。

高速データ転送機能などにより、通常のイメージングスピードで、各画素においてフォースカーブの構築および各機械特性値の算出がリアルタイムに実現されている。

## 7. おわりに

HarmoniX™はAFMを用いてナノスケールで機械特性をマッピング評価する革新的な技術である。標準的な専用プローブで、約10MPa~10GPaの弾性率を持つ材料（ほとんどのポリマー材料に相当）に対する評価が可能である。より軟らかい材料や薄膜への適用を視野に入れたプローブ

も最近発売された。現存する試料温度制御機能や環境制御機能などと組み合わせれば、より広範な材料評価をおこなうことが可能となる。最先端の研究開発に是非役立てていただきたい。

### 参考文献

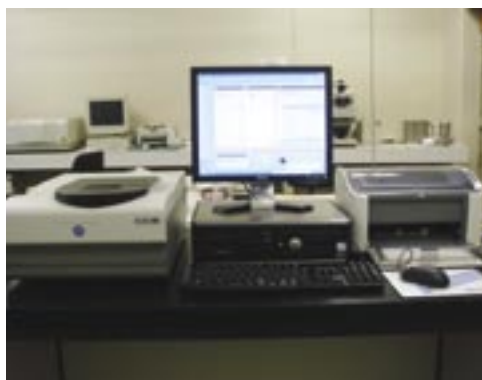
- 1) O. Sahin, S. Magonov, C. Su, C. F. Quate and O. Solgaard, Nat. Nanotechnol. 2, 507 (2007)
- 2) O. Sahin, Rev. Sci. Instrum. 78, 103707 (2007)
- 3) O. Sahin and N. Erina, NanoTechnology 19, 445717 (2008)

## お 知 ら せ

(1) 筑紫地区では粒系解析装置を更新しました。従来の装置（90度散乱）と異なり後方散乱（165度）により測定するため、試料の濃度調整を気にしなくて良くなりました。また、コンピュータ関連もグレードアップし、取扱いが便利になりましたのでご利用下さい。

### 粒系測定システム ELSZ-OS 大塚電子(株)製

測定原理	動的光散乱法（光子相関）
光源	半導体レーザー30mW
検出器	光電子増倍管
測定角度	165度（後方散乱）
粒系測定範囲	0.6~7 μm
測定濃度範囲	0.001~40%
溶媒	水、有機溶媒可能
試料温度範囲	0℃~80℃
光相関計	リニア相関計：タイムインターバル法、タイムドメイン法、1024チャンネル Log相関計：タイムドメイン法、440チャンネル
ソフトウェア	OS：Windows XP 解析：キユムラント平均粒径法、ヒストグラム法
表示	自己相関関数、粒径モニタープロット、重ね書きプロット、散乱強度分布など
利用料金(暫定)	1件 1,000円



粒径測定装置

(2) 伊都地区では電子線3次元粗さ解析装置（ERA8900）を導入しました。

詳細は本号「機器分析解説シリーズ」をご参照ください。サンプルに導電性が無い場合は、導電処理が必要です。

### 電子線3次元粗さ解析装置 ERA8900 (株)エリオニクス製

#### SEM観察系

分解能	3.5nm
電子銃	プリセンタードタングステン
加速電圧	0.3~35kV
倍率	×10~×300,000
検出器	二次電子検出器4本
試料サイズ	Φ125×H10mm（最大径） Φ50×H30mm（最大厚） Φ10×H10mm

#### 三次元測定系

Z方向分解能	1nm
ビーム走査	デジタル走査
測定方向	X方向、Y方向
傾斜補正	オート及びマニュアル
測長	X, Y, Z方向の距離、傾斜角度
解析機能	等高線、面積率、山数、粒度、表面積、鳥瞰図、JIS企画粗さパラメータ



ERA8900

(3) 「登録装置」に関して

これまで「登録装置」として研究室所属の分析機器を共同利用機器として有効利用にご協力いただきましたが、本学における大型機器共用の方針に基づくセンター規則の改正により、今後は「部局管理装置」として中央分析センターに登録することで共同利用が可能になります。今後「部局管理装置」としての登録台数の増加を考えておりますので、共同利用可能な機器類がありましたら、お問い合わせください。また登録された「部局管理装置」の利用経費に関しても段階的に外部資金での支払が可能になります。

(4) 最新の所管装置の利用経費表です。H21年4月より学外料金も設定されております。詳細はお問い合わせ下さい。

中央分析センター所管装置利用経費（学内用）

◆利用料金（自身で測定する場合）

	機 器 名 (型式)	(円/件)
筑 紫 地 区	超高感度示差走査熱量計 (DSC6100)	2,900
	高感度示差走査熱量計 (DSC6220)	1,900
	蛍光X線分析装置 (PV9500)	1,500
	光交流法比熱測定装置	3,700
	レーザー粒径解析装置 (LPA-3000/3100)	1,000
	顕微赤外分光分析装置 (MFT-2000)	500
	赤外分光分析装置 (FT/IR-550)	500
	原子間力顕微鏡 (Nano Scope III a)	1,500
	超高圧物性測定装置	2,200
	光散乱光度計 (SLS-600)	2,500
	ラウエカメラ	500
	高周波2極スパッタ装置 (SPF-210HRF)	1,400
	ラバープレス	600
		機 器 名 (型式)
伊 都 地 区	超伝導核磁気共鳴吸収装置 (JNM-ECP400)	1,000
	誘導結合プラズマ質量分析装置 (Agilent7500c)	5,000
	X線回折計 (Multi Flex)	1,000
	X線回折計 (XD-D1)	800
	X線分析顕微鏡 (XGT-5000)	1,700
	蛍光X線分析装置 (EDX-800)	1,500
	走査型電子顕微鏡 (SS-550)	900
	電頭用エネルギー分散型X線分析装置 (Genesis2000)	1,000
	電界放出型走査電子顕微鏡 (JSM-6701F)	2,000
	走査型プローブ顕微鏡 (D-3000)	1,000
	イオンコーティング装置 (IB-3)	400
	イオンコーティング装置 (JFC-1600)	700
	フーリエ変換赤外分光光度計 (FT/IR-700)	700
	フーリエ変換赤外分光光度計 (FT/IR-620)	1,000
熱分析システム (SSC5200)	800	
材料試験機 (AG-5000D)	5,000	

◆分析依頼料金

	機 器 名 (型式)	(円/件)
筑 紫 地 区	オージェ電子分光分析装置 (JAMP-7800F)	22,900
	X線光電子分光分析装置 (AXIS-165)	22,500
	4軸型自動X線回折計 (CAD-4)	95,400
	Weissenberg カメラ	1,900
	光交流法比熱測定装置	10,600
	超伝導核磁気共鳴装置 (Varian NOVA)	6,200
	超高圧物性測定装置	11,900
	雰囲気中液体急冷装置	4,200
	高周波2極スパッタ装置 (SPF-210HRF)	2,500
	ラバープレス	1,600
伊 都 地 区	超伝導核磁気共鳴吸収装置 (JNM-ECP400)	6,900
	誘導結合プラズマ質量分析装置 (Agilent7500c)	6,500
	X線回折計 (Multi Flex)	5,700
	X線回折計 (XD-D1)	5,300
	X線分析顕微鏡 (XGT-5000)	5,800
	蛍光X線分析装置 (EDX-800)	4,000
	走査型電子顕微鏡 (SS-550)	6,700
	電頭用エネルギー分散型X線分析装置 (Genesis2000)	5,500
	電界放出型走査電子顕微鏡 (JSM-6701F)	9,900
	走査型プローブ顕微鏡 (D-3000)	6,200
イオンコーティング装置 (IB-3)	1,000	
イオンコーティング装置 (JFC-1600)	1,000	
フーリエ変換赤外分光光度計 (FT/IR-700)	4,200	
フーリエ変換赤外分光光度計 (FT/IR-620)	4,600	
熱分析システム (SSC5200)	6,500	

九州大学中央分析センターニュース

第104号 平成21年4月15日発行

九州大学中央分析センター（筑紫地区）

〒816-8580 福岡県春日市春日公園6丁目1番地  
TEL 092-583-7870/FAX 092-593-8421

九州大学中央分析センター伊都分室（伊都地区）

〒819-0395 福岡市西区元岡744番地  
TEL 092-802-2857/FAX 092-802-2858

ホームページアドレス <http://www.bunseki.cstm.kyushu-u.ac.jp>