■タイトル■

「AFM（原子間力顕微鏡）の基礎と応用技術 ～導入・操作・解析の実践的アプローチ～」

■趣旨■

AFM（原子間力顕微鏡）を所有しているが使いこなせない、データ解析が難しい、フォースカーブの理解が不十分、カンチレバーの選び方が分からない、または導入を検討しているが判断が難しい—このような課題を抱えるユーザーが増えています。

AFMは「ナノテクノロジーの目」とも呼ばれ、SEM（走査電子顕微鏡）などと同様に広く普及しつつあります。小型で比較的安価なことから、近年では企業の基礎開発部門でも導入が進んでいます。

しかし、AFMを適切かつ効果的に活用するためには、基本原理や測定手法、解析方法などの基礎知識が不可欠です。測定がうまくいかない場合、その原因が特定できず、形状観察などの限定的な用途にとどまっているケースも少なくありません。

AFMを活用すれば、試料表面の諸特性（硬さ、導電性、帯電性、加工性、相互作用力、付着性など）や、微粒子・レジストパターンなどの微小構造物の物性（付着性、マニピュレーション、帯電性）、さらには特殊な測定（液滴形状、ナノバブルの観察）まで、幅広い情報を効果的に得ることが可能です。

本セミナーでは、主に汎用性の高い大気中および液中測定用AFMを中心に、豊富なデータを用いて解説します。これからAFMの導入を検討されている方、初めて操作される方でも理解できるよう、装置の基本原理から操作方法、データの取得・解析方法に至るまで、丁寧に説明します。

とくに講師の実務経験をもとに、ユーザーの立場に立った技術的なポイントを分かりやすく解説します。また、AFMに関する日常のトラブル対策や技術開発に関するご相談にも個別に対応いたします。

■受講対象者■

- ・ AFMによる材料分析業務に携わっている方
- ・ AFMを初めて利用する方
- ・ AFMの導入を検討されている方
- ・ AFMの幅広い分野での利用を希望される方
- ・ AFMの性能をさらに有効活用したいとお考えの方
- ・ AFMを学ぶ学生の方々 など

■予備知識■

物理化学の基礎知識、塗布乾燥技術の一般的知識

■受講後の習得知識■

- ・ AFM の基礎と基本原理
- ・ AFM を使用する上でのノウハウ
- ・ AFM を用いた材料および表面科学の手法
- ・ AFM のトラブル対策
- ・ AFM の応用事例

■キーワード■

AFM、原子間力顕微鏡、相互作用力、カンチレバー、フォースカーブ、表面形状、DPAT 法

■内容項目■

1. AFM の原理・基礎のポイント（これだけは理解しておきたい）

- ・ AFM 誕生の舞台裏（開発の歴史）
～G.Binnig 氏、STM ノーベル賞、開発競争～
- ・ AFM でできること（長所と短所）
～分解能、アプリケーション、SEM との比較～
- ・ AFM の基本システム構成（基本ハード構成）
～カンチレバー、ピエゾ素子、レーザー光学系・付帯設備、共振制御～
- ・ AFM の動作モード（ナノフォース検出）
～コンタクト、ノンコンタクト、タッピング、フィードバック方式～
- ・ 原子間力とは（測定の基本データ）
～L.J. potential、Van der Waal's 力、London 分散力、Keesom 極性力、クーロン力～
- ・ 原子／分子像が得られる理由（ばね定数の最適化）
～表面力測定器(FSA)、表面粗さ計との比較～
- ・ フォースカーブの理解（AFM の動作ポイント設定方法）
～pull-in/pull-off 力、potential 場、Q カーブ、振幅／位相検出～
- ・ 表面像の不確定要素（得られた像は、実像なのか？）
～探針の曲率半径、熱ドリフト、逆テーパー～
- ・ ナノスケールの寸法校正（原子配列の観察）
～マイカ格子配列、ピエゾ非線形問題、ばね定数の変動問題～
- ・ AFM 測定の誤差要因（精度の高い測定のために）
～AFM システム、カンチレバー探針、測定資料の最適化～
- ・ 適切な AFM の機種選定方法（導入後の最適な運用のために）
～用途に合ったオプション設定とは、サービス対応～

2. AFM の最適化のポイント (性能維持と動作不良対策)

- ・設置環境からのノイズ対策 (バックグラウンドノイズ対策)
 - ～温湿度、除振法、音声、帯電、機器ノイズ除去～
- ・測定サンプルの作成と調整と保存 (ソフトノイズ対策)
 - ～薄膜、微粒子、粘性液体、バブル、吸着水、有機汚染と保管方法～
- ・探針先端へのサンプル修飾 (機能性向上)
 - ～導電性コート、微粒子付与、塗布膜コート～
- ・カンチレバーと探針の性質 (どのようにして選ぶのか)
 - ～材質、先端曲率半径、マッチング感度、ばらつき、ばね定数の校正～
- ・探針のメンテナンス方法 (汚染と摩耗対策)
 - ～先端摩耗による影響、探針の保護、疎水化処理～
- ・探針の追従性とノイズ対策 (クリアな像を得るには)
 - ～Feedback 制御、ゲイン調整、サンプル固定～
- ・表面の吸着水の影響 (湿度依存性)
 - ～液滴凝縮、ラプラス力、乾燥空気、N₂ ガス、減圧～
- ・光学系の最適化 (感度校正)
 - ～レーザーポイント変動、Sensitivity 調整～
- ・ピエゾステージのドリフト対策 (熱対策)
 - ～ヒステリシス、発熱、位置変動の校正～
- ・サンプルの表面粗さ依存性 (接触面積の影響)
 - ～探針の吸着力、摩擦力～
- ・液中での測定方法
 - ～簡単なバージョンアップ、粘性～
- ・各種サンプルの測定条件の最適化 (薄膜、微粒子、高分子、複合材料など)

3. AFM の有効活用のポイント (適用事例と解析方法)

- ・探針と試料表面との接触変形とは
 - ～Hertz 理論、DMT 理論、JKR 理論～
- ・固体表面の動的粘弾性測定
 - ～膜内フィラー、複合材料～
- ・固体表面の凝集性解析
 - ～薄膜の硬さ、摩擦特性、表面硬化層の解析～
- ・固体表面の弾性率測定
 - ～固体表面と微細パターンの弾性率解析～

- ・表面エネルギーの測定
～微粒子、表面処理との相関～
- ・表面吸着性の解析
～表面の経時変化～
- ・化学力顕微鏡（CFM）への応用
～親水／疎水複合構造の解析～
- ・薄膜及び微細パターンの付着性解析
～DPAT 法～
- ・微粒子の付着性／除去特性（凝集分散解析）
～粒径依存性、Derjaguin 近似、マニピュレーション～
- ・ナノペースト粒子の凝集性
～焼成時の粒成長～
- ・微粒子の核成長と平坦性
～核生成理論、結晶粒、膜表面粗さ～
- ・固体表面の帯電制御
～帯電分布と除電性～
- ・微小液滴およびファインバブル観察
～識別方法～
- ・微小固体のナノマニピュレーション
～移動・加工と凝集性解析～
- ・微細パターン描画（ナノ陽極酸化法）
～印加電圧、湿度依存性～

4. 付録資料

表面エネルギーによる濡れ・付着性解析

5. 質疑応答

日頃の技術開発・トラブルの個別相談に応じます。