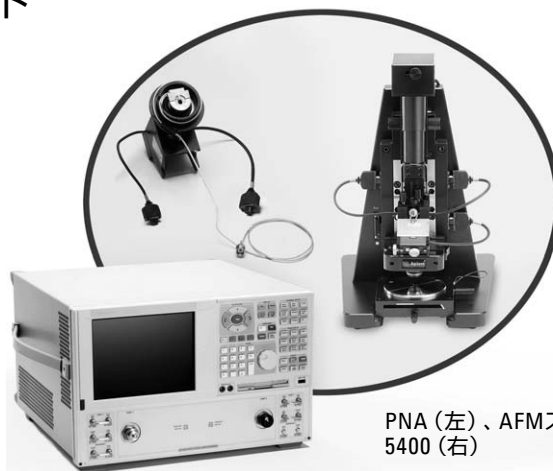


走査型マイクロ波顕微鏡法 (SMM) モード

校正された複素電気測定と空間測定を 可能にする高感度イメージング

データシート



PNA (左)、AFMスキャナと
5400 (右)

主な特長

- きわめて優れた空間分解能と電気分解能を実現
- 業界最高の感度とダイナミックレンジを提供
- 複素インピーダンス (抵抗とリアクタンス)、校正キャパシタンス、校正ドーパント濃度、トポグラフィなどの測定が可能
- すべての半導体に対応: Si、Ge、III-V (GaAs、InAs、GaNなど)、II-VI (CdTe、ZnSeなど)
- 複数の周波数で作動 (6GHzまで可変)
- 酸化膜が不要

アプリケーション

- 半導体、ガラス、ポリマー、セラミック、金属
- 強誘導体、誘導体、PZT物質
- 有機膜、メンブレン、生物学サンプル
- 界面特性分析や分子振動モードのコントラスト分析

概要

Agilent Technologiesのユニークな走査型マイクロ波顕微鏡法 (SMM) モードは、パフォーマンスネットワークアナライザ (PNA) の幅広い電気測定機能と、原子間力顕微鏡 (AFM) の優れた空間分解能を組み合わせたものです。SMMモードは、従来のAFMベースの走査型静電容量顕微鏡法よりも性能が優れています。アプリケーションの汎用性も高くなり、定量分析が可能で、業界最高の感度とダイナミックレンジを実現します。

SMMモードでは、パフォーマンスネットワークアナライザにより、ダイプレクサを介してプラチナ・イリジウムカンチレバーのサブ7nmの導電性チップに入射 (RF) 信号が送信されます。RF信号はチップで反射し、PNAにより測定されます。入射信号と反射信号の比率の大きさと位相を計算してから、モデルを適用してサンプルの電気特性が算出されます。AFMはサンプルをスキャンし、チップを特定の場所に動かして、ポイントプロービングを行いません。6GHzまでの動作周波数に対応しています。



SMMモードは、最先端のPNA、ダイプレクサ、AFMの接続に必要なケーブルで構成されます。AFMは簡単かつ迅速に接続できます。

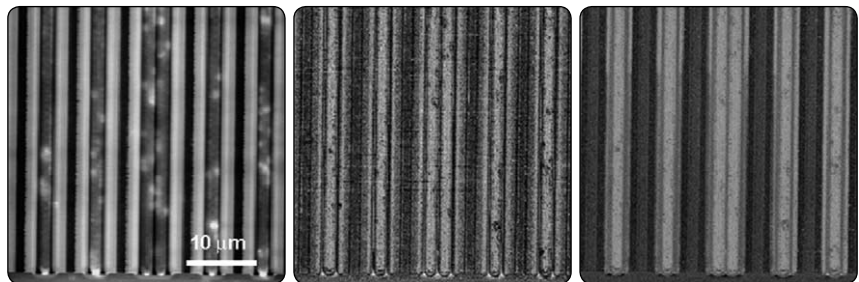
AgilentのSMMモードは、幅広いアプリケーションで比類のない実用性を備えています。校正された高感度の複素電気測定や空間測定を実施できるというSMMモードの利点は、半導体のテストや特性分析で特に効果を発揮します。複素インピーダンス（抵抗とリアクタンス）測定を行えるほか、側壁拡散の研究では、校正された電気容量や校正されたドーパント濃度を測定することもできます。SMMモードは、Si、Ge、III-V（GaAs、InAs、GaN）、II-VI（CdTe、ZnSeなど）といったすべての半導体に使用できます。走査型静電容量顕微鏡法とは異なり、SMMモードでは酸化膜は必要ありません。

きわめて優れた電気分解能と空間分解能を備えたSMMモードは、界面特性分析や分子振動モードのコントラスト分析といった、幅広い生物学アプリケーションや材料科学アプリケーションにも最適です。半導体、ガラス、ポリマー、セラミック、金属などに対応するほか、強誘導体、誘導体、PZT物質の高感度測定も可能です。有機膜、メンブレン、生物学サンプルの分析もSMMモードを使って実施できます。SMMモードのきわめて高い感度（1.2aF）は、イオンチャンネルの観察に最適です。

PNA反射モードでのインピーダンス測定

インピーダンスは、使用する周波数や振幅によって、3通りの方法で測定できます。PNAでは、反射信号と入射信号の比較により、DUTのインピーダンスを測定します（反射手法）。このインピーダンス測定手法は、マイクロ波周波数や伝送線の実効インピーダンス（50Ωまたは75Ω）に近いインピーダンス値に適しています。しかし、特性インピーダンスから離れると、PNAのインピーダンス測定の精度は低下します。

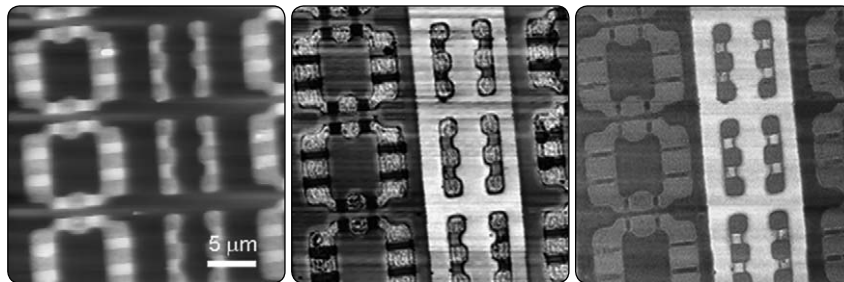
SMMのPNAによるインピーダンス測定テクニックの核となっているのは、単純ながら効果的な仕組みです。ここでは、装置の反射モード測定機能により、きわめて小さなインピーダンス（キャパシタンス）、すなわちRFグラウンドに対する（AFMチップ/半導体）MOSコンデンサキャパシタンスのわずかな変化を測定する際の問題を解消し、高分解能を実現しています。



走査型マイクロ波顕微鏡により得られた、ドーピングしたSiGeデバイスのトポグラフィ（左）、キャパシタンス（中央）、dC/dV（右）イメージ。キャパシタンスおよびdC/dVイメージでは、トポグラフィイメージでは見られなかったドーパント構造が解像されています。

Agilent 5400と5600LS AFM SMMモードは、Agilent 5400およびAgilent 5600LS原子間力顕微鏡に対応しています。Agilent 5400は、研究用に最適化された高精度AFMです。Agilent 5600LSは、きわめて操作のしやすい200mm x 200mmステージと、新しい低ノイズAFMデザインを採用しています。プログラム可能なモーター駆動ステージにより、最先端のAgilent AFMを用いた原子スケール分解能での大型試料のイメージングやマッピングにおいて、迅速かつ正確なプローブポジショニングが可能になっています。研究対象エリアを正確に決定および確認できるほか、座標を保存し、迅速かつ正確にサンプルを自動的に再配置して、さらなる研究を行なうことが可能です。複数のロケーションをシステムに設定することもできます。

5600LSは、空気中の大型サンプルや、空気中や液体中の小型サンプル、および温度制御された小型サンプルのイメージングに最適です。半導体、物質科学、生命科学分野などの多くのナノテクノロジーアプリケーションに役立つ完璧なツールになります。200mmの真空チャックにより、直径8インチ、高さ30mmまでのサンプルを容易に扱うことができます。ステージはリポジショニングにより300mmウエハーに対応できます。



走査型マイクロ波顕微鏡により得られた、SRAMチップのトポグラフィ(左)、キャパシタンス(中央)、dC/dV(右)イメージ。キャパシタンスおよびdC/dVイメージでは、n型(明るい方)およびp型のドーピングされた内部構造がはっきりと示されています。(W. Han)

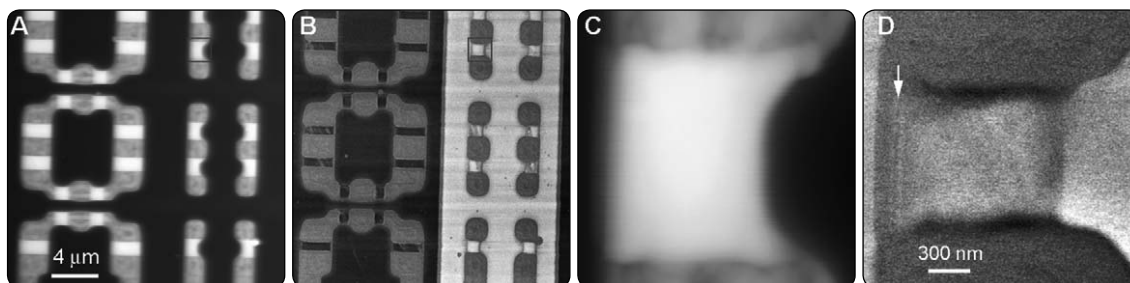
Agilent AFMのモジュール性
SMMモードでは、90μm x 90μmまでのエリアをスキャンできるAgilentの汎用大型スキャナを使用しています。オープンループ大型スキャナかクローズループ大型スキャナを選択できます。これらのユニークなトップダウンスキャナでは、迅速かつ簡単なイメージングモードの切り替えを可能にする交換可能なノーズコンが使われています。オーブントップデザインにより、サンプル操作を妨げずにカンチレバーとサンプルを見ることのできる、遮るもののない光学ビューが実現しています。SMMモードおよび非SMMモードの実験を可能にするために、堅牢で使いやすい多彩なサンプルプレートが提供されています。

Agilentの業界最高の温度制御オプションにも対応しています。特許技術の断熱および補正デザインにより、高分解能AFMイメージングにおいて、優れた安定性を備えた正確な温度コントロール(±0.10°Cまたは±0.025°C; 4°C~250°C)を実現します。

ソフトウェア

SMMモードでAFM-PNAを統合およびコントロールするためには、AgilentのPicoView 1.5イメージング・分析ソフトウェアパッケージが必要です。

Agilentの使いやすいPico Image Basicイメージング・分析ソフトウェアパッケージでは、さらに有益な観察後処理機能が得られます。Pico Image Basicは、5600LSからインプットされた各種測定データにもとづく基本的な表面分析レポートの作成に必要な機能をすべて搭載しています。ドキュメントは、表面、表面から抽出されたプロフィール、フィルタなどを適用した結果、分析研究、2Dおよび3Dパラメータを含むフレームセットで構成されます。測定確認カード、スクリーンノート、図表を各ドキュメントに追加することもできます。



SRAMのトポグラフィ(AとC)およびdC/dV(BとD)イメージ。CとDは、A/Bで青の正方形でマークしたnウェルのトランジスタの1つをズームスキャンしたものです。Dの矢印で示しているように、dC/dVイメージでは、幅10~20nmの微細な線特徴が見られます。これは、走査型マイクロ波顕微鏡の高い分解能を示しています。

アジレント・テクノロジー株式会社

本社 〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

お客様窓口：

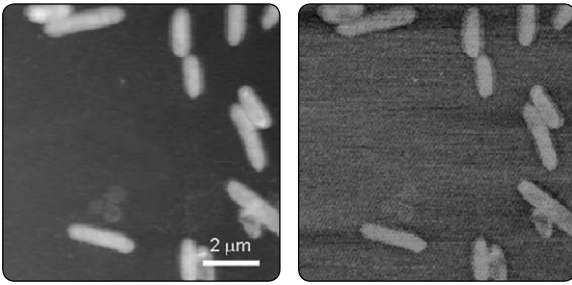
受付時間 9:00-19:00 (土・日・祭日を除く)
FAX, E-mail, Web は 24 時間受け付けています。

TEL 0120-421-345
(042-656-7832)

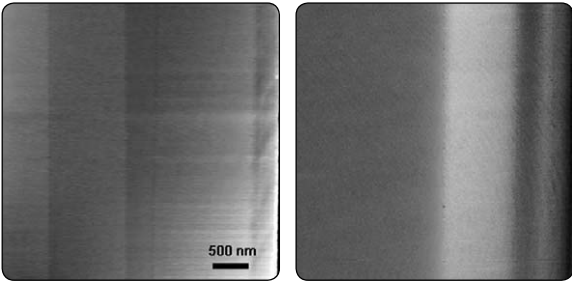
FAX 0120-421-678
(042-656-7840)

Email: contact_japan@agilent.com

ホームページ: www.agilent.com/chem/jp



乾燥させたバクテリア (geobacter sulfurreducens) 細胞のトポグラフィ (左) と対応するインピーダンス (右) イメージ。(サンプル提供: アリゾナ州立大学 N. Hansmeier, T. Chau, R. Ros, S. Lindsay)



InGaP/GaAsヘテロ結合バイポーラトランジスタサンプルのトポグラフィ (左)、インピーダンス (右) イメージ。インピーダンスイメージでは、複数のドーピングレベルを持つエミッタからサブコレクタまでの複数の領域がはっきりと見てとれます。(W. Han, サンプル提供: T. Low)

仕様

SMMモード

測定	S_{11} dC/dV
周波数	2GHz~6GHz
キャパシタンス	1.2aF
ダイナミックレンジ	10^{14} atoms/cm ³ ~ 10^{20} atoms/cm ³
空間分解能	2nmまで (チップにより異なります)
カンチレバー	カスタム固体金属プローブ
スキャナ	
スキャンレンジ	90μm x 90μm
Zレンジ	8μm
垂直レンジ	0.5A RMS

AgilentのAFM測定システム

Agilentは、研究開発、製造、教育用などの高精度のモジュール式AFMソリューションを提供しています。また、熟練したアプリケーション技術者およびサービス・エンジニアによるサポートも充実しています。さらに、Agilentの最先端の研究所では、革新的なAFMテクノロジーの開発/最適化が継続して行われています。

www.agilent.com/find/afm

本書の製品の仕様と説明は予告なく変更されることがあります。

© Agilent Technologies, Inc. 2008
Printed in Japan, June 20, 2008
5989-8817JAJP



Agilent Technologies