

Nanoprobing SEM Solutions

IMINA
TECHNOLOGIES

プローブチップを半導体チップと接触させて配置し、集積コンポーネントの電気的特性を測定し、欠陥を特定します。

イミナテクノロジーのナノプロービングSEMソリューションは、マイクロエレクトロニクスデバイスの低ノイズの電気的特性評価とその場での電気的故障分析のためのターンキーです。

アプリケーションとサンプルの要件に適応するために、最大8つのナノプローブをさまざまな構成で提供できます。

クラス最高のinsitu プリアンプとスキャンジェネレータは、ナノプロービングソリューションと互換性があり、定量的なEBICおよび低ノイズのEBAC/RCI分析を実行します。

着実にナノプロービングワークフローは、統合された直感的なソフトウェアセットであるPrecisio™に統合されており、システムのセットアップからテスト中のデバイスへのプローブチップをランディングさせて測定データの取得まで、オペレーターを支援します。



I-V
Measurements

デバイスの
特性評価

EBIC
EBAC / RCI

欠陥の位置特定



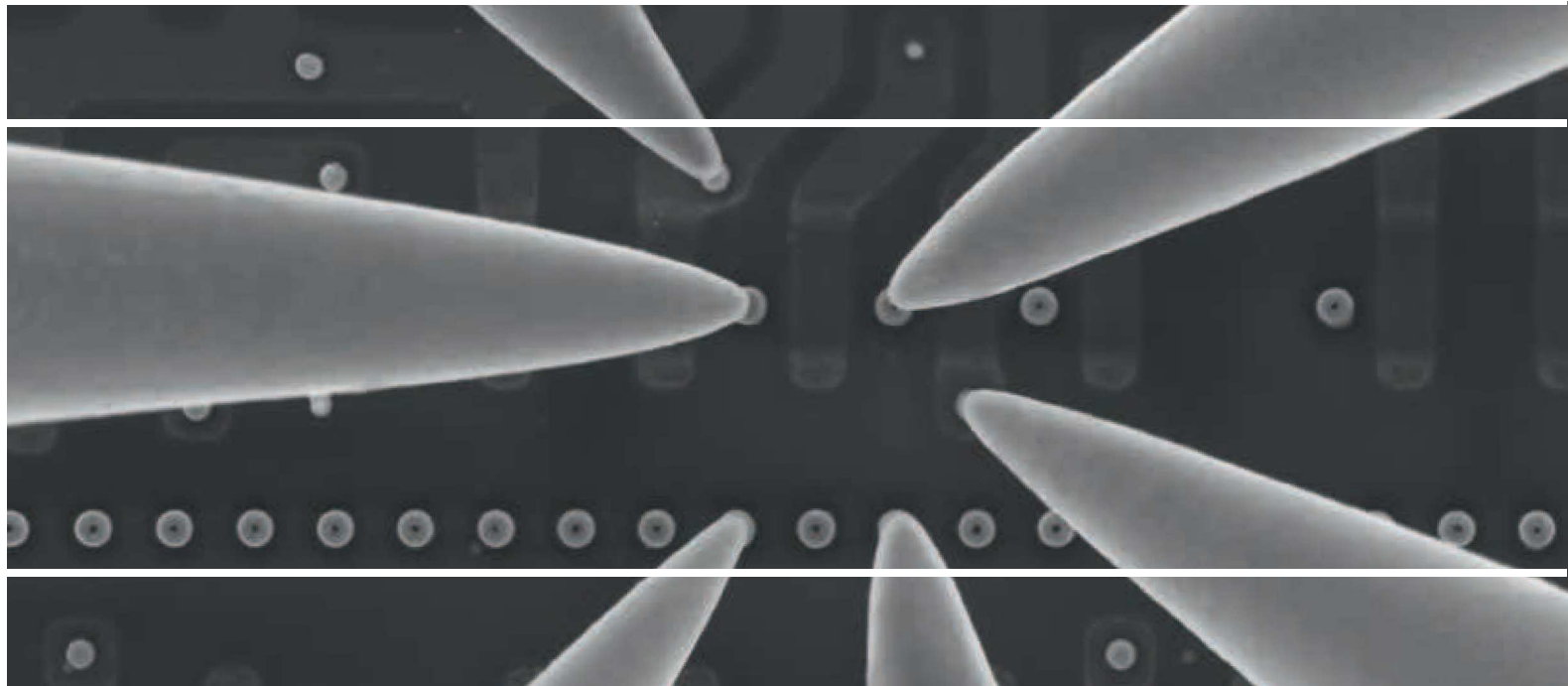
短い作動距離と低い加速電圧での結像のための調整可能な高さの大きなサンプルサイズ

最小のSEMチャンバーにも対応する4台または8台のロボット用のコンパクトで軽量のプラットフォーム

プローブの位置と向きを直感的に制御するための独自のモバイルモーションテクノロジーを備えたマイクロロボット

優れた信号対雑音比と低電流測定を実現する独立したシールドケーブル

先端半径が最小5nmまでの業界標準タンクステンプローブチップ

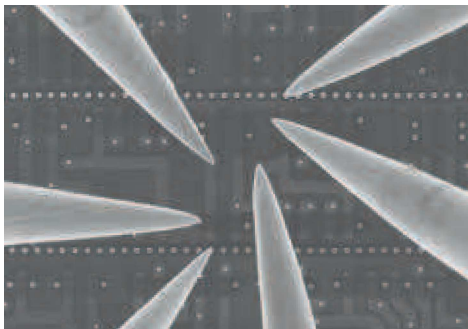


NANO

電子顕微鏡用ロボティクスソリューション

現場でのプロービングおよび取り扱い

プローブチップを半導体チップに接触させ、統合されたコンポーネントの電気的特性を測定し、欠陥を特定し、構造を分離します。



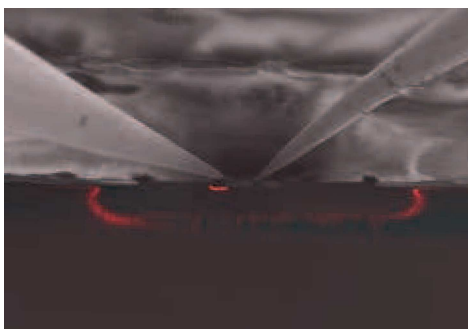
ナノプローブ

- 故障解析と信頼性テスト
- 集積回路のセキュリティ脅威評価
- チップ設計とリバースエンジニアリング



半導体デバイスの特性評価

- シングルトランジスタ/ダイオードのIV曲線測定
- SRAMビットセルの特性評価
- ビアチェーンの抵抗率測定



EBICの取得

- 接点のアクティブな領域を視覚化し、欠陥の特定
- バイアス下のサンプルの電気的活動をマッピング
- ドーピングプロファイルと領域の検証

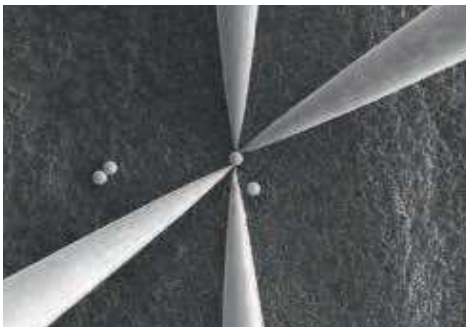


アプリケーション



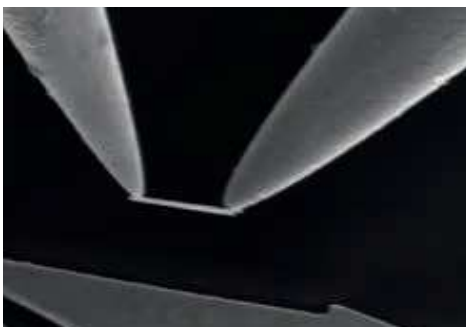
EBAC / RCIの取得

- 開路、抵抗あるいは短絡の欠陥を、正確な層とダイの位置の位置確認を行います
- 製造および長期的な問題の診断
- 低抵抗勾配マッピング



電気測定

- マイクロマシン技術 (MEMS) およびセンサーの作動と適格性
- 光電子工学機器のテスト。マイクロLED、太陽電池
- 材料の特性評価：ナノワイヤ、グラフェン、薄膜、ナノ粒子



ナノ操作

- 単一粒子の分離と位置決め
- 透過型電子顕微鏡 (TEM) 試料調製
- マイクロおよびナノ組み立て

科学文献

Shen, Y., Y. Xing, H. Wang, N. Xu, L. Gong, J. Wen, X. Chen, R. Zhan, H. Chen, Y. Zhang, 等., 「光電共通励起場の下での電子放出挙動のその場特性評価技術。垂直数層グラフェン個体に関する研究」, Nanotechnology, vol. 30, pp. 445202, 08/2019.

Liu, Y., G. Hiblot, M. Gonzalez, K. Vanstreels, D. Velenis, M. Badaroglu, G. Van der Plas, および I. De Wolf, 「外部印加垂直応力の影響のその場調査「III-Vバイポーラトランジスタ」」, 2018 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM): IEEE, 2018年12月。

Kjeldby, S. B., O. M. Evenstad, S. P. Cooil, および J. W. Wells, 「簡略化された4-プローブ法を使用した次元の調査」, Journal of Physics 。凝縮物質, vol. 29, pp. 394008, 2017.年10月

Pettersen, S. R., A. E. Stokkeland, H. Kristiansen, J. Njagi, K. Redford, D. V. Goia, Z. Zhang, および J. He, 「ミクロンサイズのポリマー球にコーティングされた銀薄膜の電気4点プロービング」, Applied Physics Letters, vol. 043103, 2016.年7月

Peter Krogstrup, Henrik Ingerslev Jørgensen, Martin Heiss, Olivier Demichel, Jeppe V. Holm, Martin Aagesen, Jesper Nygard and Anna Fontcuberta i Morral, 「Shockley-Queisserの限界を超えたシングルナノワイヤ太陽電池」, Nature Photonics volume 7, pages 306-310 (2013).

さらなる実例については、www.imina.ch/applications をご覧いただき、アプリケーションノートの弊社リストにアクセスしてください。

革新的な自走ロボット運行技術



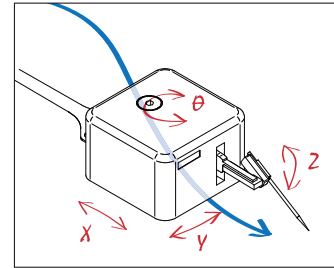


テクノロジー



圧電性作動装置を、ナノメートルの位置決め精度を備えた**世界で最もコンパクトな4自由度ロボット**、miBot™に独自に統合することが、Imina Technologiesの中核技術であります。

従来のマニピュレーターとは異なり、miBotは自走**ロボット**です。それは実質的に無拘束で、ステージ表面上を自由に動くことができます。miBotは取り付け用ネジがないので、手で任意の位置に粗く配置することができ、サンプルの形状や顕微鏡の構成の変化に自然に適応します。



マイクロメートルからナノメートルまでの大きさの変更が可能な位置決め分解能で、圧電性作動装置のさまざまな動作モードにより、最大数センチメートルまでの移動範囲を備えています。微細な位置決めモードは、目的地でのプローブの正確な接触着陸を可能にするのに対して、粗い位置決めモードは、関心領域に近づくときの時間を節約します。



miBotの一体設計の高い剛性により、この精密機器は振動に対しては頑丈で、スムーズな動きを保証します。さらに、小型の miBot は、非常に安定した安定性を提供し、少量のサンプルでも時間の経過とともに安定した接触を確保します。

miBotは固有の軸に沿って移動します。回転運動と平行運動は連動していません。これにより、**非常に直感的に制御できるので**、トレーニング時間を大幅に短縮します。同様に、miBotの使いやすさは、繊細なサンプルに損傷を与える可能性を大幅に減らし、そしてオペレーターに微妙な位置決め操作を実行する自信を与えます。

- 高い機械的安定性と熱的安定性により、0°から55°までのチルト角度で、長期間にわたって安定した位置決めを保証。
- さまざまな実験装置や試料に容易に適応できる柔軟な設置。
- サンプルやプローブの損傷のリスクを軽減し、測定値にすばやく近づけ制御が簡単。
- 低加速電圧と短い作動距離でサンプルに接触するために磁気レンズ（サンプル浸漬）を使用した高解像度イメージングに適合。
- センチメートルを超える距離の粗い動作および速い動作と、ナノメートル単位の細かい動きの組み合わせ。

走査型電子顕微鏡（SEM）および集束イオンビーム（FIB）用の統合ナノプローブソリューション

Imina Technologies の NANO ソリューションは、マイクロエレクトロニクスデバイスの電気的特性評価、現場での半導体故障分析、および SEM および FIB チャンバー内の単一構造の操作にすぐに使用して頂けます。Precisio™ソフトウェアスイートから完全に制御された包括的なワークフローは、システムのセットアップから、テスト用機器のプローブチップの着地、測定値の取得と処理、およびレポート作成まで、オペレーターを支援します。

最大 8 基の miBot™ナノプロバー はさまざまな構成とオプションで提供し、アプリケーション固有の要求事項や機器の設定に対応し、お届けできます。

ロボット用のコンパクトで軽量のプラットフォームは、あらゆる電子顕微鏡と互換性があり、SEM サンプル位置決め段階に取り付けることも、SEM ロードロックを介してロードすることもできます。

磁気レンズを使用した高分解能イメージングとの互換性により、オペレーターは、市販されている最新のスキヤニング電子顕微鏡を使用して、0.5 kV 未満の加速電圧でも最高の分解能イメージング機能を利用して、ナノプローブ実験を行うことができます。

プラットフォームとロボット全体を傾けることができますので、現場の FIB 回路編集とナノプローブを同時に実行して、より迅速かつ正確な故障解析結果を得ることができます。

チャンバーを恒久的に変更する必要はなく、システムの取り付けと取り外しは数分で出来ます。これにより、ナノプローブ専用の SEM が不要になります。また、プローブステーションや検査ツールなどの光学顕微鏡で NANOソリューションの主要コンポーネントを簡単に操作できるように、さまざまなアクセサリが追加されていて、投資価値が向上します。

1~8 基の独立した
miBot™ナノプロバー

先端半径最少 5 nm までの業界標準タングステンプローブチップ



ソリューション



優れた信号対雑音比と低電流測定を実現する独立したケーブル配線

コンパクトまたはワイドプラットフォームの選択、SEM位置決めステージへの直接取り付けまたはエアロックシステムによる挿入

統合サンプルバイアス（オプション）

XYZ サブステージのサンプル位置決め（オプション）

短い作動距離と低い加速電圧での結像のための調整可能な高さの大きなサンプルサイズ

難度の高い用途に対応する高度な機能

半導体業界の最も要求の厳しい技術的および運用要求事項に適合するように設計されている当社のナノプローブソリューションは、標準の故障解析ワークフローにスムーズに統合され、データ化までの時間を短縮する多くの利点を備えています。



短い作動距離

試料表面と SEM ポールピースの間の距離が 2mm 以下のナノプローブを実現できます。このため、半導体サンプルの特性は、低加速電圧 (<0.5kV) で動作することで維持できます。



磁気浸漬結像

ナノプローブシステムの重要なコンポーネントは非磁性で、電子顕微鏡の液浸レンズカラムの高解像度結像との完全な互換性を可能にします。



傾斜角

FIB傾斜角 (54°) での操作に対応するナノプローブは、X、Y、Zに配置でき、テスト対象デバイスとの安定した電氣的接触を維持できます。したがって、FIB回路の編集とナノプロービングが同時に行う事を可能にします。



特徴



柔軟なプラットフォーム構成

ロボットを追加または除去、ロボットの位置と方向を手動または現場で調整することで、ナノプローブ設定を変更します。すぐに異なるサンプルサイズと形状に自然と適応します。



制御、測定、報告する1つのソフトウェア

統合された直感的なソフトウェアアプリケーションPrecisio™により、ナノプローブの位置決め、電気テスト測定の実行および処理を行うオペレーターのステップバイステップで行うことができます。



プローブホルダー。クイックチップ交換

業界標準のプローブチップと互換性のあるロボットプローブホルダー。1 μm から5 nmまでのチップ半径で入手可能な適応性の広いタングステンプローブチップ。プローブホルダーの交換や光ファイバホルダーへの交換が容易です。



迅速な取り付けと取り外し

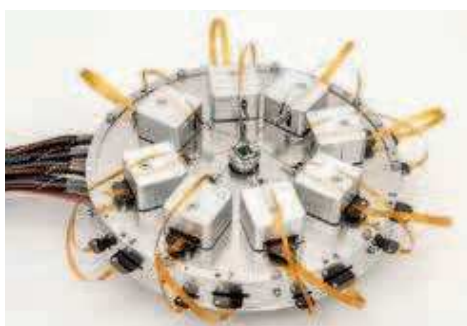
SEMをプロービングシステム専用にする必要がないよう、SEMチャンバーからナノプロービングプラットフォームを数分で取り付け、取り外せます。現場での汚染を最小限に抑え、システムをすぐに使用できる状態に保つことができるコンパクトな保管ソリューションがご利用できます。

全てのチャンバーおよびサンプルサイズに対応するナノプロービングプラットフォーム



ステージ搭載プラットフォーム 4-Bot [SM100]

- コンパクト設計（直径：100 mm）
- 最大4基の独立して駆動されるmiBot™ナノプローバー
- 最大サンプルサイズ 25.4mm（1インチ）



ステージ搭載プラットフォーム 8-Bot [SM125]

- ワイドデザイン（直径：125 mm）
- 最大8基の独立して駆動されるmiBot™ナノプローバー
- 最大サンプルサイズ 50.8mm（2インチ）



ロードロックプラットフォーム 8-Bot [LL11]

- ワイドデザイン（直径：110 mm）
- 最大8基の独立して駆動されるmiBot™ナノプローバー
- 最大サンプルサイズ38.1mm（1.5インチ）
- 典型的なエアロックドアの内部寸法：
150（幅）x 45（高さ）mm

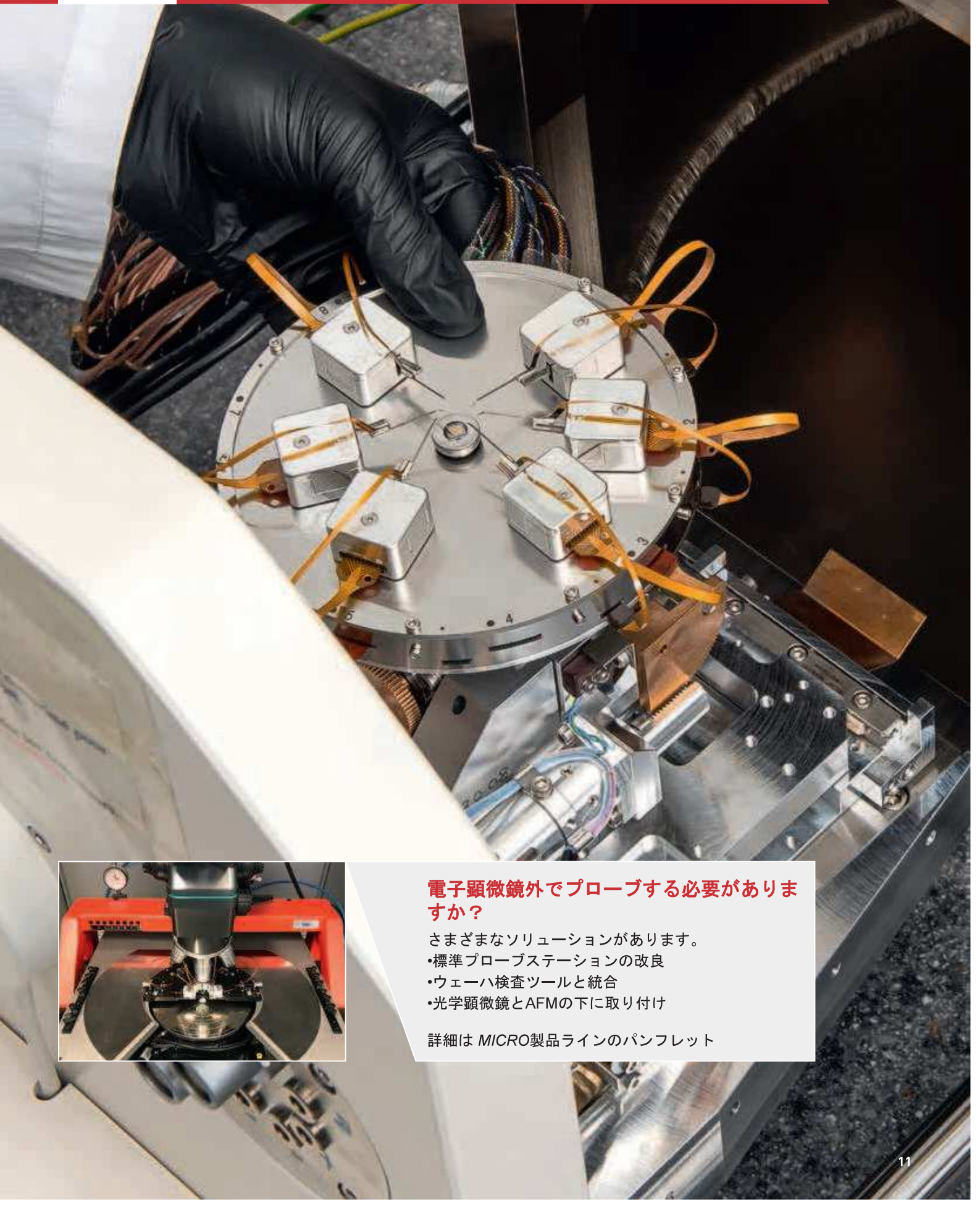


特別なプラットフォーム統合

- 大きい/厚いサンプルの場合（たとえば、パッケージ化されたチップなど）
- 加熱/冷却サンプルステージ付き
- カスタムチャンバーセットアップ（たとえば、ポートマウントなど）



プラットフォーム



電子顕微鏡外でプローブする必要がありますか？

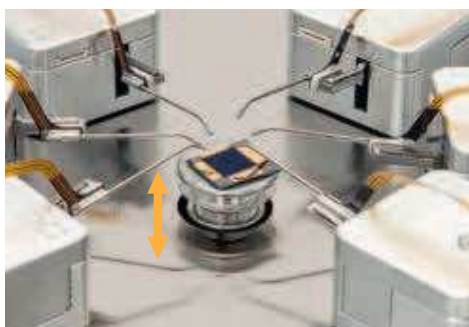
さまざまなソリューションがあります。

- 標準プローブステーションの改良
- ウェーハ検査ツールと統合
- 光学顕微鏡とAFMの下に取り付け

詳細は MICRO製品ラインのパンフレット

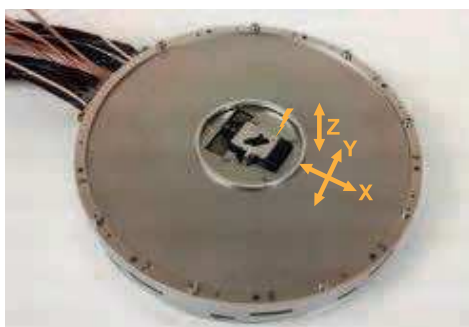
システムをアップグレードして、現在および将来のすべてのニーズに対応

オプションのコンポーネントを使用して、システムを常に最新の状態に保ち、実験のニーズに対応できるようにします。今すぐオプションが必要かどうかよくわかりませんか？ご心配なく、機器の現場で、または工場での改修はいつでも可能です。



アクティブサンプルホルダー[ASH19]

- 手動サンプル高さ調整（8 mm範囲）
- ユーザー定義の試料バイアス



サンプル位置決めXYZサブステージ

- X、Y、Z方向のプローブから独立してサンプルを移動(移動範囲：5 mm (X、Y)、330 μ m (Z) ; 最大解像度：2 nm (X、Y)、7 nm (Z))
- プローブの着地時間を短縮し、複数のデバイスの特性評価を加速
- ユーザー定義の試料バイアス

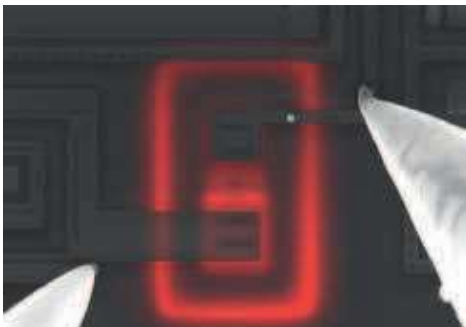


追加のSEM統合キット

ナノプローブシステムを数分で設置し、さまざまなチャンバーにインターフェイス部品を取り付け、任意の顕微鏡で操作できます。

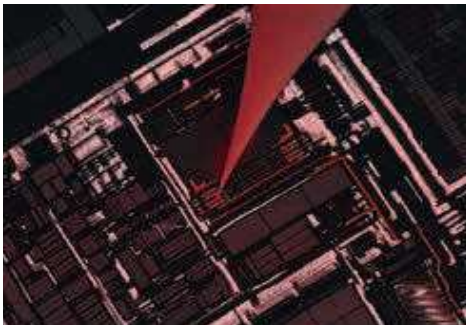


オプション



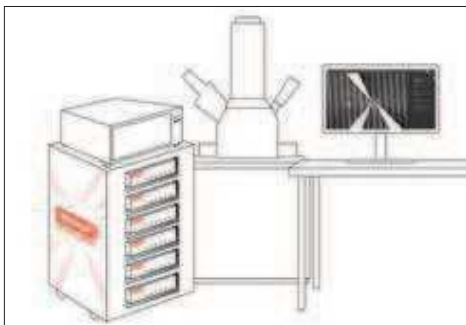
EBIC取得システム

定量的なEBIC機能のための高性能外部電流増幅器
およびSEM画像取得システム



EBICおよびEBAC / RCI取得システム

定量 EBIC および低ノイズ EBAC/RCI 分析用の、
一体型スキャンジェネレータおよび SEM 画像取得
システムと組み合わせたクラス最高の現場 および
実験施設内ブリアンプ



研究室機器キット

- システムの電子コントローラーとオプションのパラメトリックアナライザーのための堅牢なシェルフ
- プラットフォームを保管し、汚染を回避する乾燥機
- 工具とアクセサリーのツールボックス
- プレインストールされた最新のコンピューターワークステーションとモニター

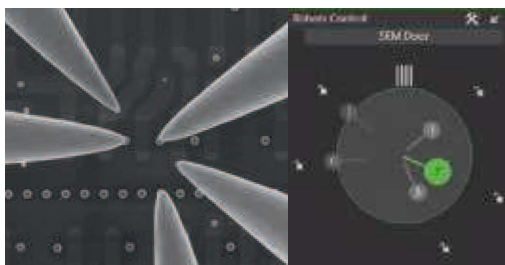
統合ソフトウェアスイートでのロボット制御とデータ取得

ナノプローブの位置決め、デバイスの特性評価の実行、欠陥を分離するための段階的なオペレーターの支援により、合理化されたコンピューター支援ワークフロー。

Precisio™ソフトウェアは、ナノプローブのユーザー体験を真に直感的なものにします。必要なすべてのコントロールとパラメーターは、最も効率的な方法で測定を実行するための段階的なオペレーター支援により、合理化されたワークフローに組み込まれています。

Imina Technologiesでは、人間と機械の相互作用を可能な限り享受できるように、ソフトウェアアプリケーションを慎重に作成することに細心の注意を払っています。当社のソフトウェアが、障害ではなく、ワークフローに付加価値をもたらすことを保証します。

Precisio™ナノプローブは、オペレーターがアプリケーションに100%集中することができるように設計されています。軽量で人間工学に基づいた制御パッドにより、ワークフローのどこからでもプローブの動きを制御できます。カスタマイズ可能なインジケーターパネルには、モーションモードと速度同様選択されている miBot™ナノプローバーが常に表示されます。情報はグラフィカルであり、ハードウェア構成と選択された電気的テストレシピ間のリンクを作成するため、ユーザーはサンプルに対して混乱することはありません。壊れやすいプローブの衝突のリスクを最小限に抑え時間を節約します。

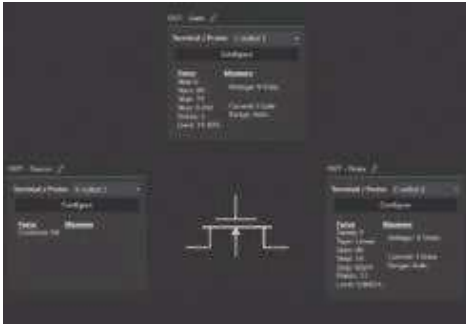


メインウィンドウから、オペレーターは、ナノプロービングシステムとテストレシピの設定、テスト対象デバイスへのプローブチップの着地、測定データの取得、およびそれらに関するレポートの手順を案内されます。





ソフトウェア



1-テストレシピ

新しい測定プロジェクトを作成するか、既存の測定プロジェクトを読み込みます。ライブラリからテスト対象デバイスのタイプ（トランジスタ、ダイオード、抵抗器など）を選択し、特性評価のニーズに合わせて半導体パラメータアナライザ（Keithley 4200A-SCSまたはKeysight B1500A）をリモートで構成します。



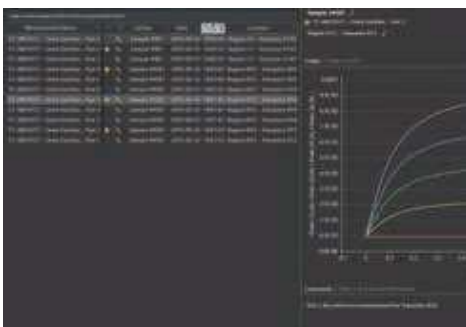
2-ヒント 接触検出

IVトレースで視覚的なフィードバックを取得して、回路基板との各プローブチップの接触抵抗を最適化します。テスト中のデバイスの仕様に従ってサイクルするように、接触テストを個別に構成します。すべてのプローブで自動テストシーケンスを実行します。



3-測定

一連の事前構成済みテストを実行します。結果を有効なグラフに自動的にプロットします。各曲線の生データに直接アクセスします。測定値の横にメモを書きます。



4-データ管理とレポート

すべての測定値のデータベースを、時間、サンプル、テストレシピごとに管理します。並列グラフ比較を実行し、結果を文書化します。レポートを同僚と共有するために、通常のおフィスファイル形式で結果をエクスポートします。

NANOソリューションの主要部品

ナノプローバー	独立した高解像度圧電駆動電子コントローラーを備えた最大8基のmiBot™ロボット。
プラットフォーム	4あるいは8基の miBot™用の1つの標準ステージ搭載またはロードロックプラットフォーム、あるいは特別な統合。これには、顕微鏡サンプルステージおよびチャンバーポートのモデル固有のインターフェイス部品を備えた 電子顕微鏡チャンバー内に取り付けるためのすべてのアクセサリ、および低電流、低ノイズの現場プローブ（同軸 I/O）用のシールド付き電気インターフェイスが含まれます。
モーションコントローラー	最大4基のmiBot™を制御する1ユニット、または最大8基のmiBot™を制御する2ユニット。これには、Precisio™ソフトウェアBasic Edition（Microsoft® Windows 10、8および7）のコントロールパッドとライセンスが含まれます。
オプション	オプションには、アクティブサンプルホルダー、サンプルポジショニングXYZサブステージ、EBICおよびEBAC / RCI取得システム、追加のSEM統合キット、ラボ機器キット、コンピューター、ソフトウェアモジュールPrecisio™Probing、Precisio™Data Management & Reportingが含まれます。
プローブのヒント	先端半径5 nm~1 μm、0.51 mm（0.020インチ）シャンク径、長さ15 mmまたは20 mmのタングステンプローブの範囲。他のタイプもリクエストに応じて利用可能。

ナノプローバーmiBot™NANO

自由度	プローブごとに4種の独立駆動（X、Y、R、Z）	<p>X: 前方/後方 Y: 右/左 R: 回転 Z: 上/下</p>
寸法と重量	本体： 20.5 x 20.5 x 13.6 mm ³ アーム： 8.3 mm（工具なし） 重量： 12 g（ツールなし）	
最大位置決め 解像度	モーションモード：粗い（ステッピング）および細かい（スキャニング） ステッピング： 50 nm（X、Y）、120 nm（Z） スキャニング： 1.5 nm（X、Y）、3.5 nm（Z）	
動作範囲	ステッピング（XY、R、Z）： 20 x 20 mm ² 、±180°、42° スキャニング（XYZ）： 440 x 250 x 780 nm ³ 注：ステッピングでは、実際のX、Y、Rの範囲は、miBotが移動するステージのサイズと形状、および駆動ケーブルの長さによって制限されます。	
速度	XおよびY： 最大2.5 mm.s ⁻¹ Z： 最大150 mrad.s ⁻¹	
力およびトルク	X および Y： 押す力： 0.3 N Z： リフト： 0.7 mNm（5 g） ホールド： 0.2 N ホールド： 0.9 mNm（6 g）	
傾斜角	最大55°までの保持位置	
ツールホルダー	プローブと光ファイバー用のホルダーの範囲	

仕様は、ツールホルダーの先端（概要の「THT」というラベル）で測定され、300 Kで測定されます。



仕様



プラットフォーム

モデル	SM100	SM125	LL11
マウント	ステージマウント	ステージマウント	ロードロック
プローブ数	4	8	8
高さ	29 mm	29 mm	23 mm
幅（ケーブルなし）	100 mm	125 mm	112 mm
重量（ケーブルなし）	180 g	220 g	200 g
サンプルサイズ（ \varnothing ）	最大25 mm（1インチ）	最大50 mm（2インチ）	最大38 mm（1.5インチ）
サンプルホルダー	さまざまなSEMスタブに対応（たとえば、 \varnothing 3.2 mm、長さ6 mmのピンと \varnothing 18 mm）		

電気的プロービング

電圧範囲	$\pm 100V$
電流範囲	100 fA - 100 mA
帯域幅	最大25 MHz
抵抗	約3.5 Ω プローブチップからフランジコネクターまで

システムの最高の測定性能を得るには、低ノイズプローブアクセサリと適切な測定環境が必要です。

操作条件

最低圧力	10^{-8} mbar
温度範囲	273 Kから353 K
湿度	95%未満（結露なきこと）

設置場所の要求事項

設備と施設の要求事項は、システムとそのオプションによって異なる場合があります。要求事項の完全な評価については、当社まで お問い合わせ ください。

すべての技術仕様は概算値です。

カスタマーサポート

Imina Technologies は、世界中で製品の据付、メンテナンス、およびスタッフトレーニングに適合したサービスを提供しています。当社は、製品のライフサイクルを通じて最高のユーザー体験を保証する定評ある優れたカスタマーサポートを誇りに思っています。

保証プラン

初期設定より、当社の製品は、欠陥および施工に対し2年間の保証の対象です。保証延長プランは、リクエストに応じて利用頂けます。

据付およびトレーニングサービス

施設での設置と試運転は、熟練したエンジニアが行います。単独または複数のユーザー様向けの高度な講習会は、当社のアプリケーション専門家がいます。

SWAPプログラム

部品の修理または保守サービス中の長時間の稼働停止を回避するため、機能する交換品を3営業日以内に御社に配送されるように、システムのすべてまたは一部をSWAPプログラムに登録して下さい。

設置場所の受け入れテスト

特定のサンプルの設置場所受け入れテストは、新しいシステムの設置および試運転時にご依頼頂けます。このサービスの前には、デモ研究室での実現可能性の調査が毎回行われます。

デモ研究室

当社のアプリケーションチームは、ナノプローブと半導体故障解析のための完全装備のデモ研究室でライブデモと実現可能性調査を実施することが出来ます。お気軽に訪問についてはお問い合わせください！スイスに旅行できませんか？個人向けのライブ Web デモンストレーションをご依頼されるか、頻繁に開催していますウェビナーにご登録願います。



サービス



連絡先 : applications@imina.ch



Imina Technologies SA
Route de Montheron 8b
1053 Cugy (VD)
Switzerland

www.jmina.ch

代理店

東機通商株式会社
〒108-0014
東京都港区芝5-20-14
TEL: 03-3452-9331
FAX: 03-3452-2183
inform@toki-com.co.jp