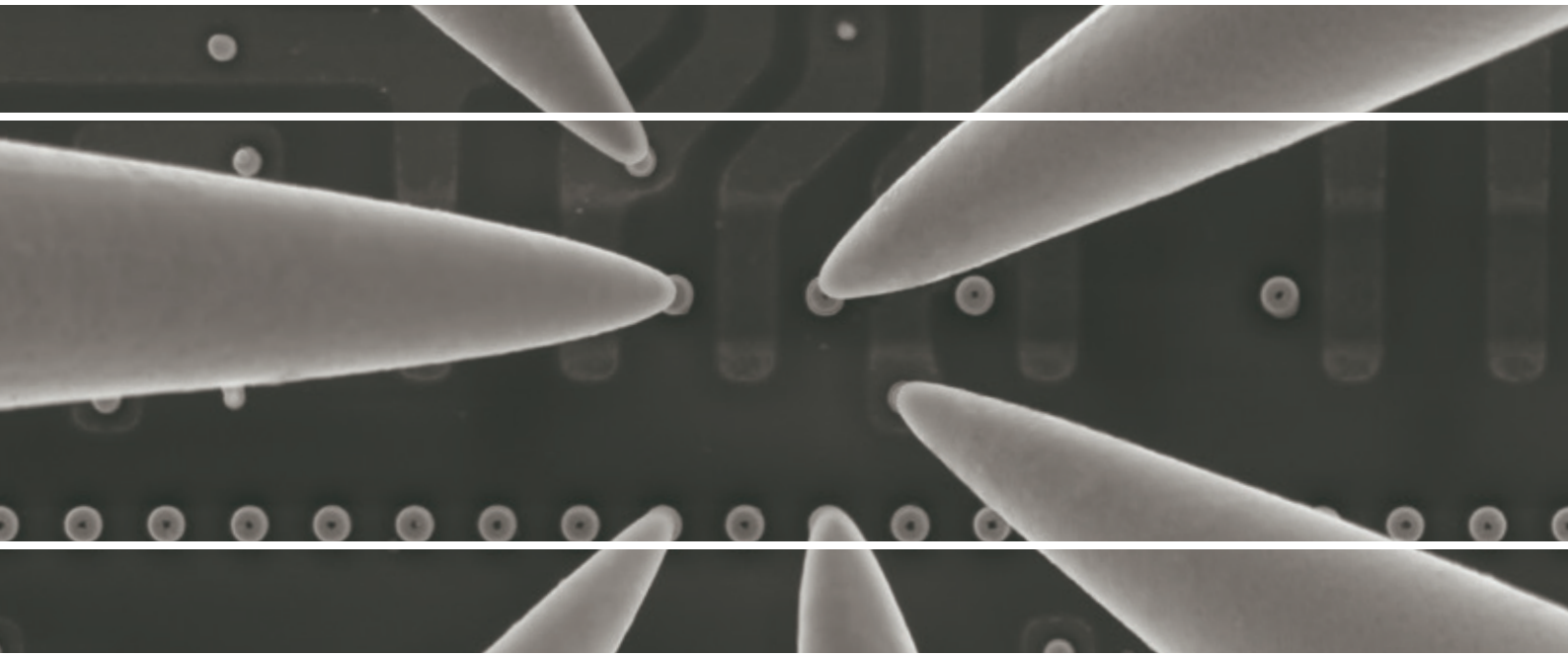
IMINA TECHNOLOGIES

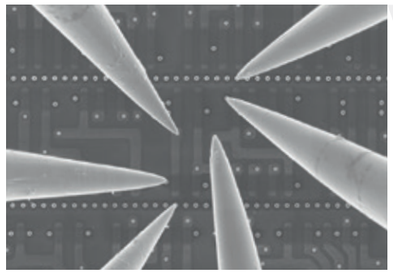


NANO

電子顕微鏡用ロボティクスソリューション

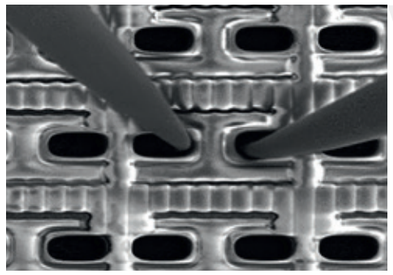
現場でのプロービングおよび取り扱い

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。



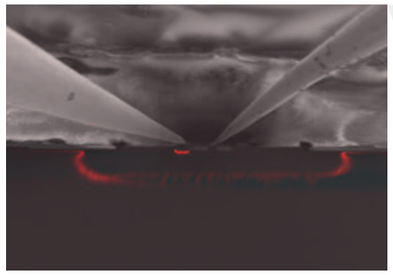
ナノプローブ

- 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ー/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



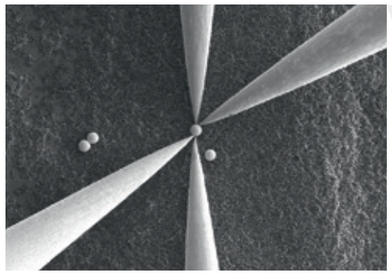
EBICの取得

- 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

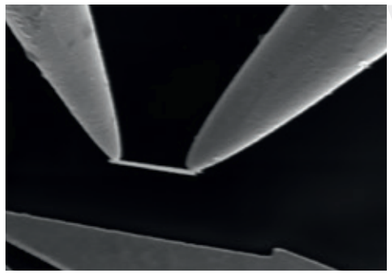
EBAC / RCIの取得

- 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

[1] 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.

[2] 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。

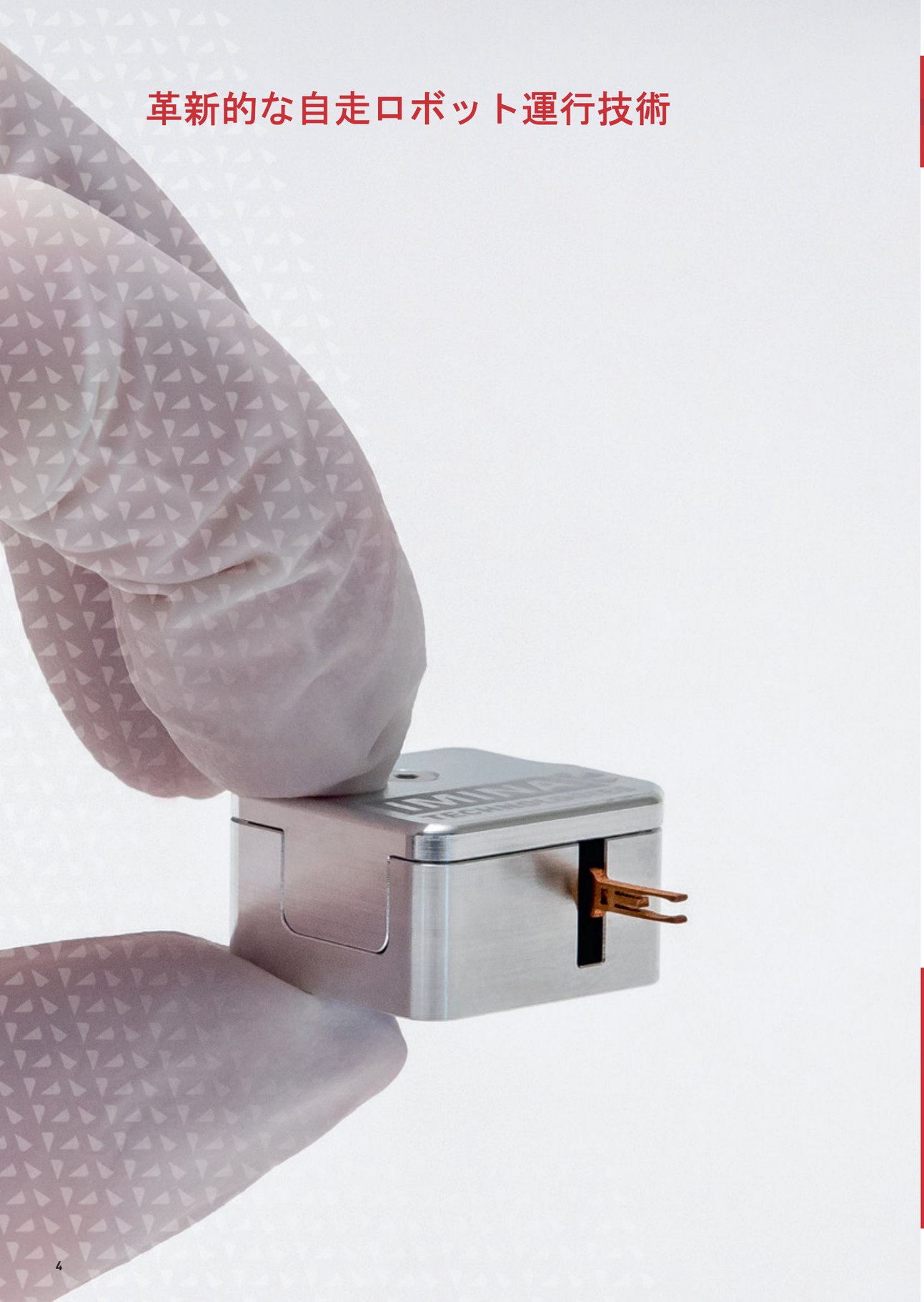
[3] Kjeldby, S. B., O. M. Evenstad, S. P. Cooil, および J. W. Wells, «簡略化された4-プローブ法を使用した次元の調査», Journal of Physics 。凝縮物質、vol. 29, pp. 394008, 2017.年10月

[4] 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

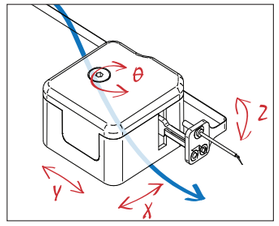
[5] Peter Krogstrup, Henrik Ingerslev Jørgensen, Martin Heiss, Olivier Demichel, Jeppe V. Holm, Martin Aagesen, Jesper Nygard and Anna Fontcuberta i Morral, 「Shockley-Queisserの限界を超えたシングルナノワイヤ太陽電池」, Nature Photonics volume 7, pages 306-310 (2013).

さらなる実例については、www.imina.ch / applications、にアクセスすると、アプリケーションノートのリストからご覧いただけます。

革新的な自走ロボット運行技術



テクノロジー



イミナテクノロジーズのmiBot™は、4方向の自由度とナノメートルの位置決め分解能を持つ世界で最もコンパクトなロボットです。走査型電子顕微鏡（SEM）内での電気プローブやマニピュレーション用に設計されています。

他社のマニピュレーターとは異なり、miBot™は、ステージの表面を自由に移動することができます。取り付けネジがないため、miBot™は手で任意の位置に粗く位置決めすることができ、サンプルの形状やマイクロスコープの構成にも自在に適応します。

miBot™は、ユニークな圧電アクチュエーターの統合を特徴としており、最大センチメートルまでの可動範囲と、マイクロメートルからナノメートルまでのスケーラブルな位置決め分解能を備えています。粗い位置決めモードは関心領域に近づく際の時間を節約し、細かい位置決めモードはプローブの正確なコンタクトを可能にします。

高い剛性を持つmiBot™のモノリシックデザインは、振動に強く、スムーズな動きを保証します。miBotの比類ない安定性により、どんなに小さなサンプルでも長時間安定した接触が得られます。

miBotはスクリューの軸上を動くのではなくフレキシブルに動作します。
このようなデザインにより、miBotは直感的に操作できます。ユーザーはすぐに操作方法を習得でき、繊細なサンプルを損傷するリスクもはるかに少ないです。このような直感的な制御は、オペレーターに繊細な位置決め操作を行う自信を与え、時間の節約にもなります。

- **さまざまなセットアップやサンプルに容易に対応。**
- **最適化されたワークフローにより、簡単な操作、安全で信頼性の高い測定、迅速なデータ取得が可能。**
- **低加速電圧、短作動距離、磁気レンズを使用した高解像度イメージングに対応。**
- **傾斜角55°でも長時間安定した位置決めと接触が可能。**
- **センチメートルレンジの粗い動きに加え、15μmまでのナノメートルスケールの細かい動きも可能。**

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

ソリューション

イミナテクノロジーズのNANOソリューションは、ミクロエレクトロニクスデバイスの電気的特性評価、in-situ半導体故障解析、SEMおよびFIBチャンバーでのナノオブジェクトの操作用に設計されています。

着地プローブチップ、測定、再移動は、Precisio™ソフトウェアスイートから完全に制御されます。オペレーターは、測定のセットアップ中にアシストされ、包括的なナノプロビング・ワークフローを通じてガイドされます。

NANOシステムソリューションは、最大8台のmiBot™ナノプローバーに対応します。様々なシステム構成とオプションモジュールにより、アプリケーション固有の要件やチャンバーセットアップに適応することができます。

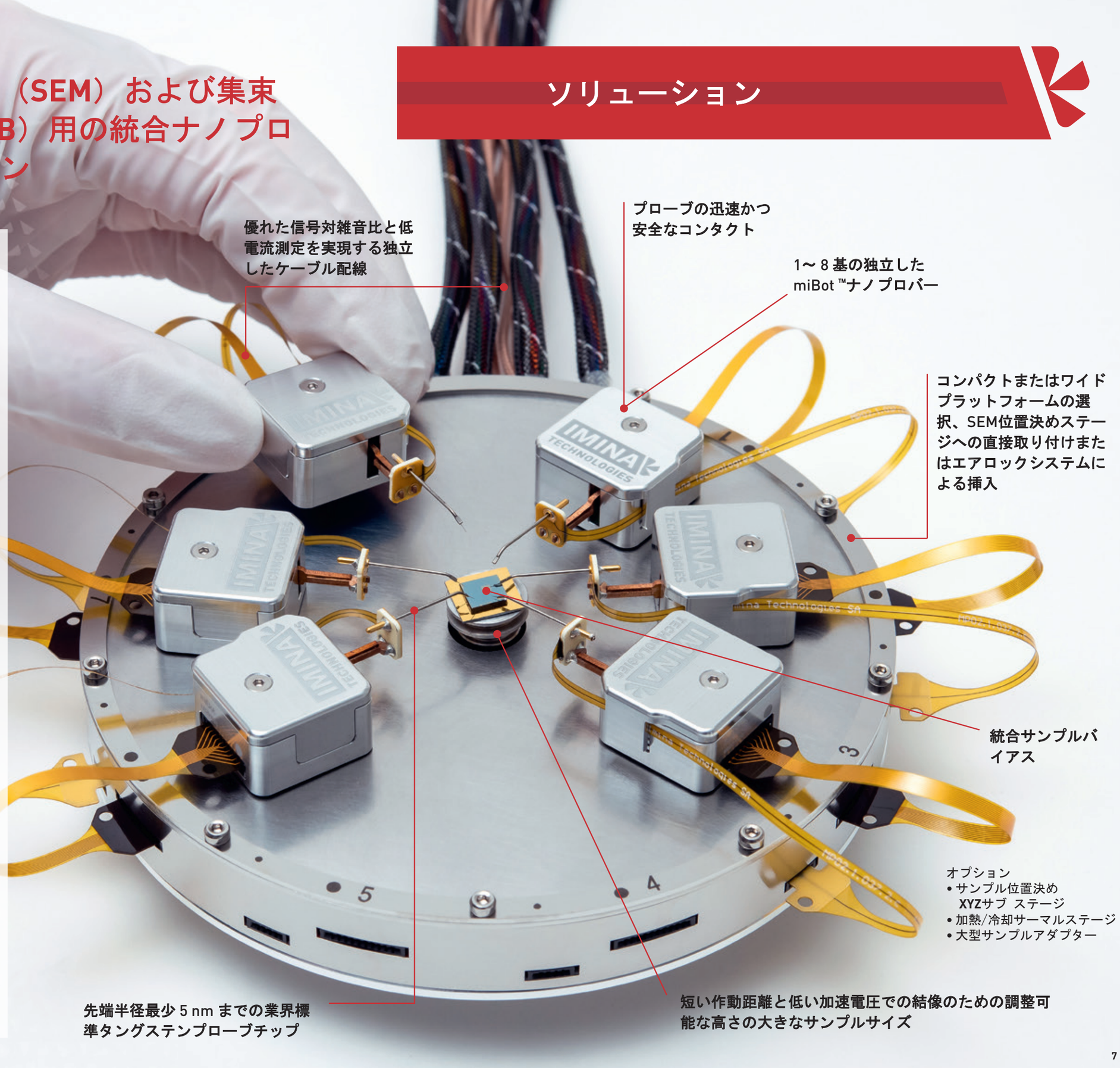
ロボット用プラットフォームは、ほとんどの電子顕微鏡に対応しています。SEMの試料位置決めステージに取り付けたり、SEMのロードロックを介してセットすることができます。プラットフォームはコンパクトで軽量なので、混雑したチャンバーにもフィットします。

miBotは高分解能イメージングに対応しています。オペレーターは、最先端の走査型電子顕微鏡でナノプローブ実験を行い、0.5 kV以下の加速電圧や磁気レンズを使用しても、高解像度のイメージング条件を必要とするサンプルをプローブすることができます。

プラットフォームとロボットは最大55°まで傾けることができるため、ナノプロービングと同時にin-situ FIB回路編集を行うことができ、より迅速で正確な結果を得ることができます。

NANOソリューションは、専用の顕微鏡やチャンバーの恒久的な改造を必要としません。システムの設置・撤去は数分で完了します。

NANOソリューションの主要コンポーネントは、光学顕微鏡下でも動作し、プローブステーション、検査ツール、AFM、ナノインデンターなどに組み込むことができるため、投資価値が高まります。



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。

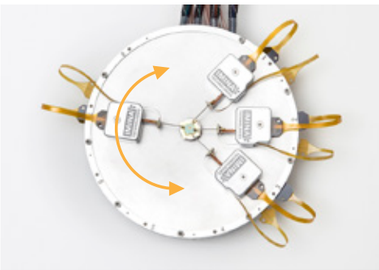
磁気浸漬結像

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気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

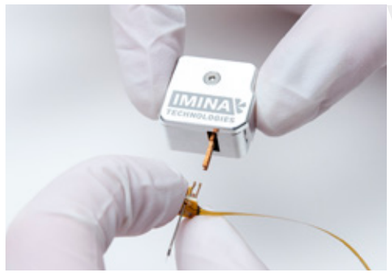


柔軟なプラットフォーム構成

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。

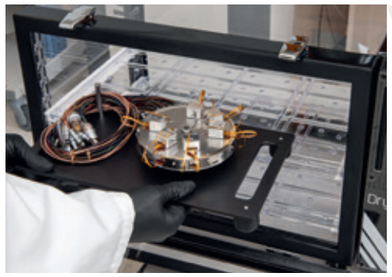
制御、測定、報告する1つのソフトウェア

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

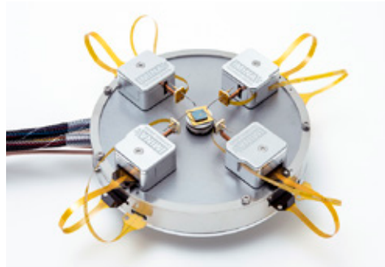
業界標準のプローブチップと互換性のあるロボットプローブホルダー。1 umから5 nmまでのチップ半径で入手可能な適応性の広いタングステンプローブチップ。プローブホルダーの交換や光ファイバホルダーへの交換が容易です。



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

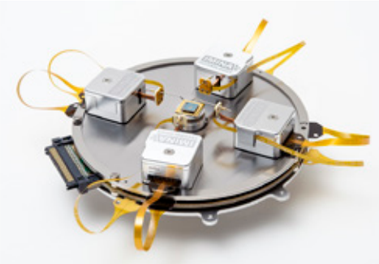


ステージ搭載プラットフォーム 4-Bot [SM100]

- 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）

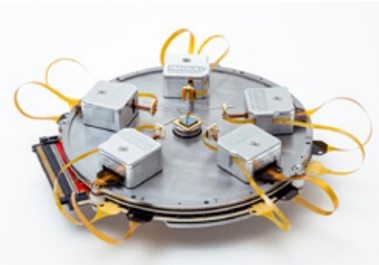
ステージ搭載プラットフォーム 8-Bot [SM125]

- 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 4-Bot [LL10]

- ワイドデザイン（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）
- 典型的なエアロックドアの内部寸法：100（幅）x 45（高さ）mm



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：112 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

社のナノプローバーを、従来の真空チャンバー、加熱・冷却サンプルステージ等、他社の分析機器と統合するためのカスタム構成を提供します。

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

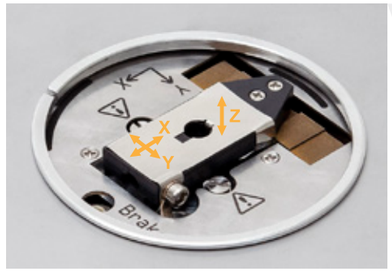
詳細は *MICRO*製品ラインのパンフレット

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

お客様のシステムがすべての要件を満たすよう、オプションのコンポーネントやモジュールをご用意しています。今すぐオプションモジュールが必要かどうかわからない場合でもオンサイトまたは工場でのアップグレードはいつでも可能です。

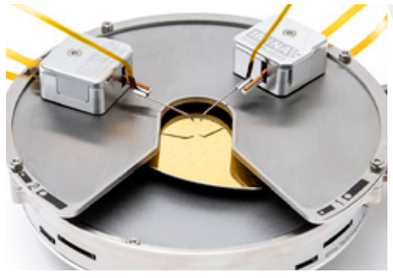
サーモステージ

- 温度範囲 -30°C ～ 150°C
- 優れた熱安定性 <0.05°C および 0.001°C までの精密な温度制御
- 小型SEMチャンバーにフィットするフレキシブルなラジエーター
- ペルチェ素子による振動のない加熱・冷却機能



サンプル位置決めXYZサブステージ

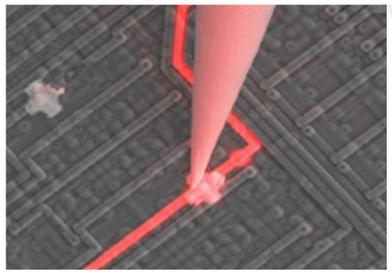
- チャック（デバイス）をX、Y、Z方向に移動します。
- プローブの着地時間を短縮し、複数デバイスの特性評価を加速。
- 移動範囲 5 mm（X、Y）、330 µm（Z）。
- 分解能：2 nm（X、Y）、7 nm（Z）。



大きなサンプルのアダプター

- 大型サンプル及び高さのあるサンプルを測定するアダプターです。
- 2’’ ウエハー、パッケージサンプル、断面などのサンプルのプロービングに最適です。
- ほとんどのサンプルの高さに対応できるよう、さまざまな高さをご用意しています。

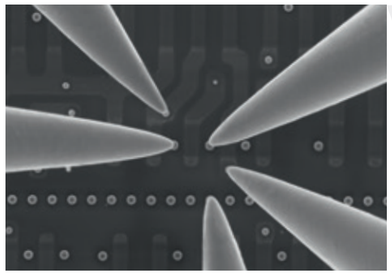
オプション



故障解析 (EFA) モジュール

EFAモジュールはEBIC, EBAC/RCI, EBIRChによる効率的かつ高精度な欠陥位置検出のために設計されています。.

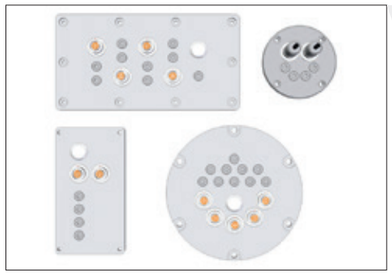
- ライブイメージングによるデータ処理時間の短縮
- ワークフローを簡素化する自動ルーティング
- 幅広い故障ケースに対応する高性能な解析機能



ソフトウェア・モジュール “ナノプロビング・ワークフロー”

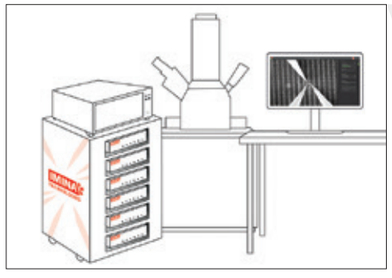
ステップ・バイ・ステップのオペレータ・アシストと測定レシピのライブラリにより、データ取得までの時間を短縮します。

- システムの迅速なセットアップとプローブチップの被測定機器への装着
- 事前に定義された測定レシピを実行
- 測定データベースの管理、カーブの比較、結果のエクスポート



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。



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

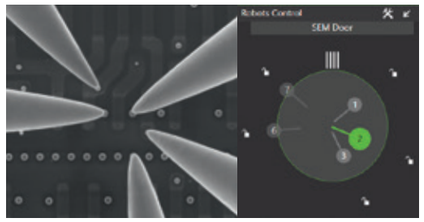
ナノプローブの位置決め、デバイスの特性評価の実行、欠陥を分離するための段階的なオペレーターの支援により、合理化されたコンピューター支援ワークフロー。

Precisio™ソフトウェア・スイートはNANOソリューションの不可欠な部分です。必要な制御とパラメータはすべて、ステップ・バイ・ステップのオペレーター支援による合理的なワークフローに組み込まれています。

オペレーターは、ナノプロービング・システムとテスト・レシピのセットアップ・チップへのプロービング、データの取得、測定結果の報告まで、一連の作業を通してガイドされます。

プローブの動きは、人間工学に基づいた軽快な操作パッドで、ワークフローのどこからでもコントロールできます。
インジケーターパネルには、現在のハードウェア構成と、選択したテストレシピが表示されます。
また、どのmiBot™ ナノプローバーが選択されているか、その動作モードと速度も表示されます。

プローブと測定設定が視覚化されているため、オペレーターは記憶に頼る必要がなく、測定に集中することができます。



私たちのソフトウェアチームは、可能な限りスムーズで楽しいものにすることに専念しています。

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ーアナライザー（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

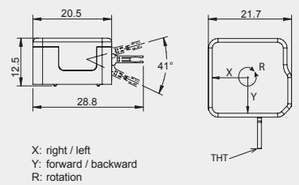
すべての測定値のデータベースを、時間、サンプル、テストレシピごとに管理します。並列グラフ比較を
実行し、結果を文書化します。レポートを同僚と共有するために、通常のオフィスファイル形式で結果をエクスポートします。

仕様

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ー、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 um、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 NANO+



自由度	プローブごとに 4 種の独立駆動（X、Y、R、Z）
寸法と重量	本体： 20.5 x 21.7 x 12.5 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	ステッピング （粗動）： 60 nm（X、Y）、120 nm（Z） スキャニング （微動）： 0.02 nm（X、Y）、0.1 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）： 250 x 440 x 6’000 nm(プローブチップ約15’000 nm) *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
ドリフト	< 1 nm/min
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

*ツールホルダーチップ（スキーマ上のラベル「THT」）で測定し、モーションコントローラーMC410/20を使用して300 Kで測定。

プラットフォーム

モデル	SM100	SM125	LL10	LL11
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	4	8
高さ	16.5 mm	17.5 mm	12.8 mm	16.5 mm
幅 （ケーブルなし）	100 mm	125 mm	100 mm	112 mm
幅 （ケーブルなし）	180 g	220 g	200 g	233 g
サンプルサイズ	最大25 mm（1インチ）	最大50 mm（2インチ）	最大25 mm（1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、Ø3.2 mm、長さ6 mm			

電気的プロービング

電圧範囲	± 100V
電流範囲	100 mA
リーク電流	< 100 fA/V
抵抗	約3.5Ω *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 to 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。

ナノ プロービングサービス

経験豊富なアプリケーション・チームにナノ プロービング業務を委託してください。最新鋭のナノ プロービングラボを活用して、最も困難なサンプルの特性評価を提供します

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行います。

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。

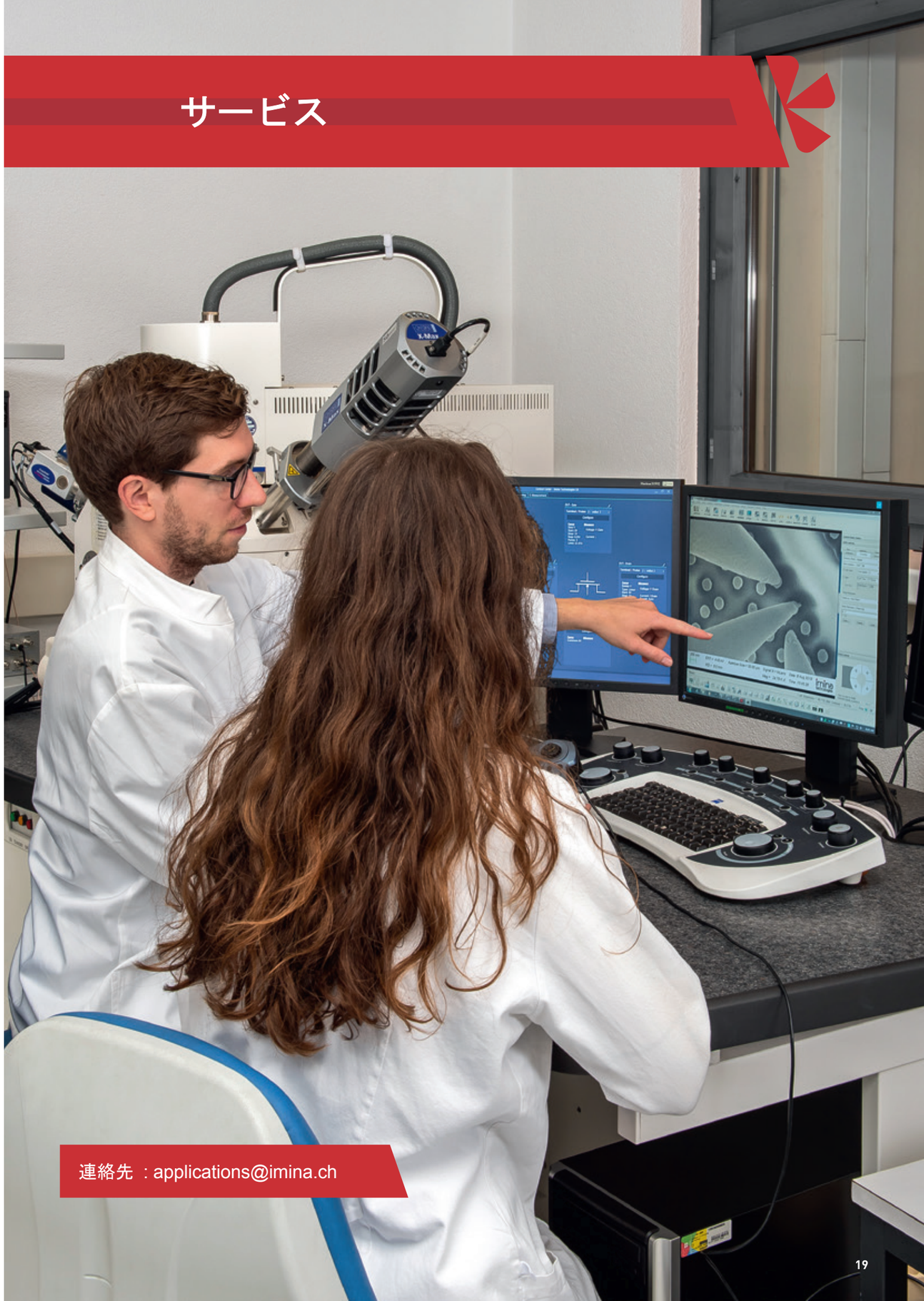
設置場所の受け入れテスト

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 プローブや半導体故障解析のための設備の整ったデモ・ラボで、ライブ・デモンストレーションやフィージビリティ・スタディを実施することができます。ご訪問をご希望の方はお問い合わせください。スイスにお越しになれない場合 個人的なライブウェブデモをご依頼いただくか、頻繁に開催されるウェビナーにご登録ください。

サービス



連絡先 ：applications@imina.ch

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

www.imina.ch

データは予告なく変更される場合があります。v5-10/2023 © 2022 Imina Technologies SA。版権所有。