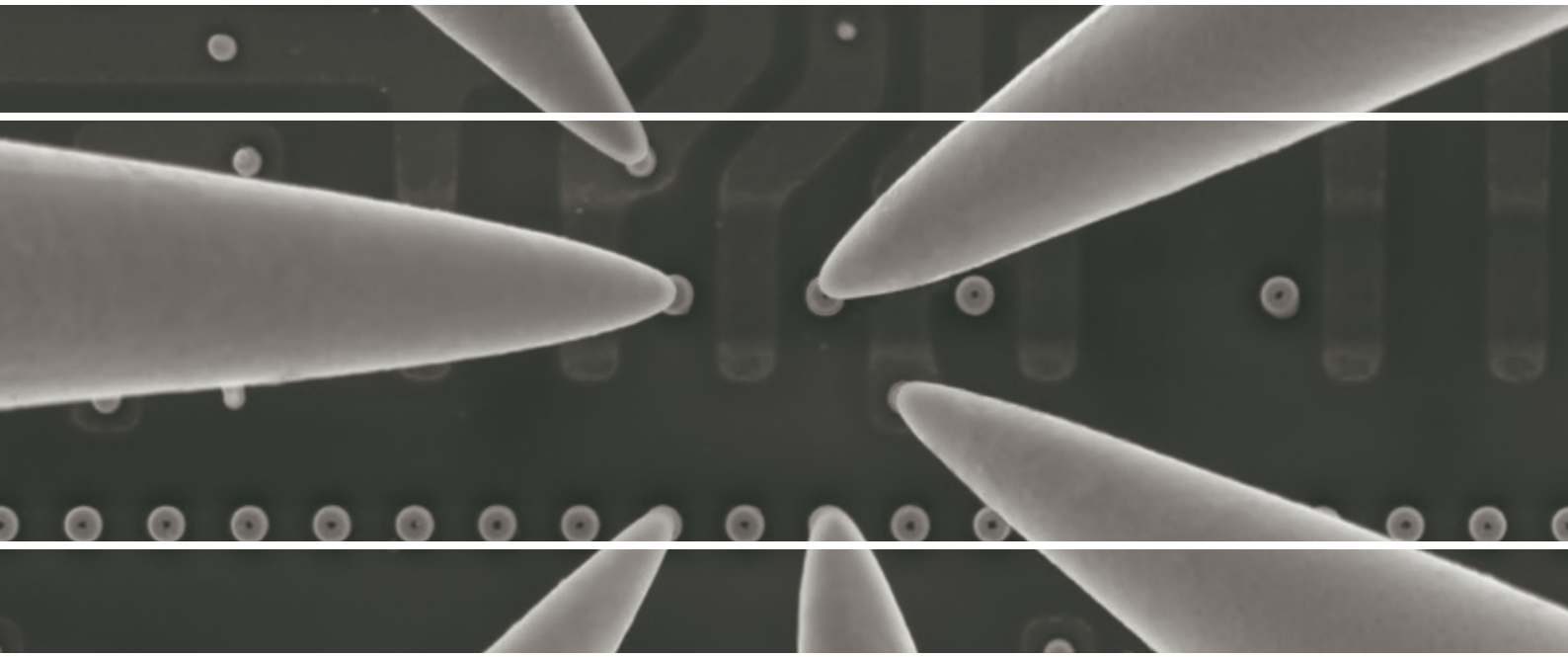
IMINA TECHNOLOGIES

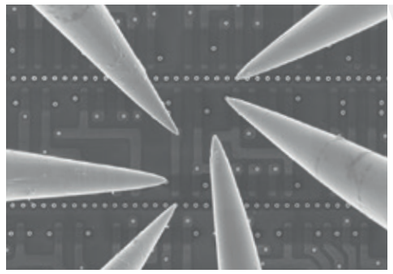


NANO

面向电子显微镜的机器人解决方案

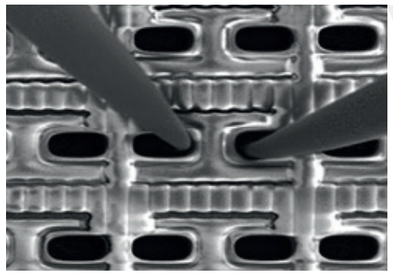
原位探测和处理

使探针尖端与半导体芯片接触，测量集成元件的电气特性，定位缺陷并隔离结构。



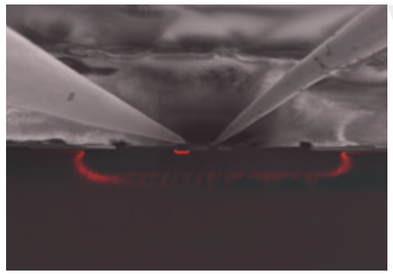
纳米探测

- 故障分析和可靠性测试
- 集成电路安全威胁评估
- 芯片设计和逆向工程



半导体器件表征

- 单个晶体管/二极管的 I-V 曲线测量
- SRAM 位单元的表征
- 通孔链的电阻测量



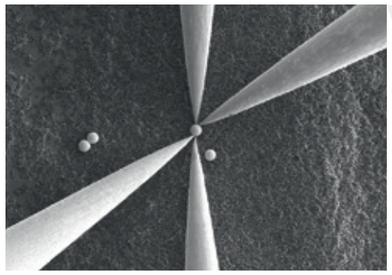
EBIC 采集

- 可视化接点的活动区域并定位缺陷
- 绘制偏压下样品的电活动图
- 验证掺杂剖面和区域

应用

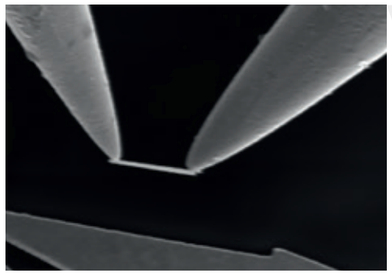
EBAC/RCI 采集

- 将任何开路、电阻或短路缺陷定位到准确的层和芯片位置
- 制造和长期问题诊断
- 低电阻梯度图



电气测量

- MEMS 和传感器致动和验证
- 光电器件测试：MicroLED、太阳能电池
- 材料表征：纳米线、石墨烯、薄膜、纳米粒子



纳米操纵

- 单粒子隔离和定位
- TEM 样品制备
- 微型和纳米组装

科学参考文献

Shen, Y., Y. Xing, H. Wang, N. Xu, L. Gong, J. Wen, X. Chen, R. Zhan, H. Chen, Y. Zhang, et al., “An in situ characterization technique for electron emission behavior under a photo-electric-common-excitation field: study on the vertical few-layer graphene individuals”, Nanotechnology, vol. 30, pp. 445202, 08/2019.

Liu, Y., G. Hiblot, M. Gonzalez, K. Vanstreels, D. Velenis, M. Badaroglu, G. Van der Plas, and I. De Wolf, “In-situ Investigation of the Impact of Externally Applied Vertical Stress on III-V Bipolar Transistor”, 2018 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM): IEEE, 12/2018.

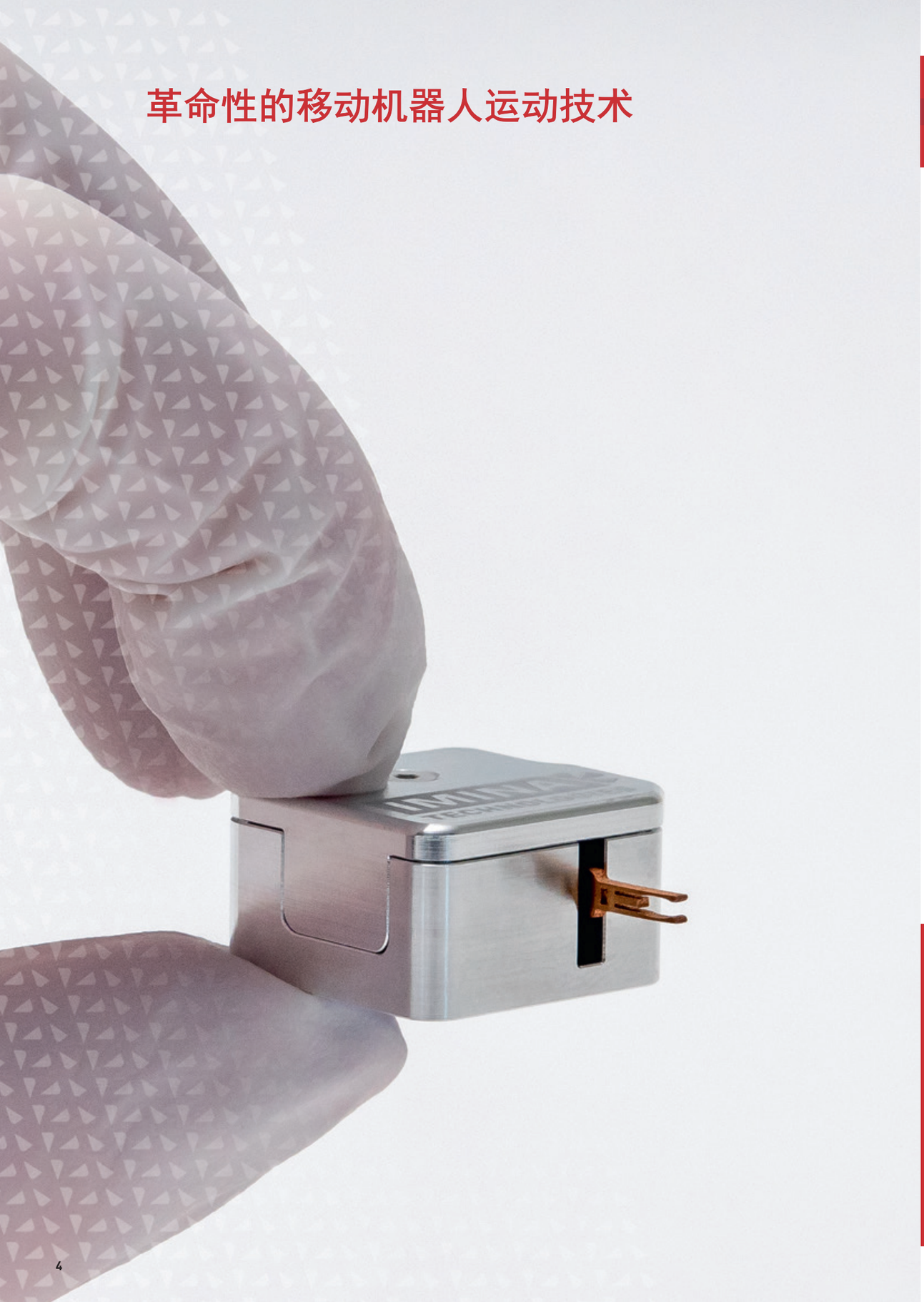
Kjeldby, S. B., O. M. Evenstad, S. P. Cooil, and J. W. Wells, «Probing dimensionality using a simplified 4-probe method», Journal of Physics: Condensed Matter, vol. 29, pp. 394008, 10/2017.

Pettersen, S. R., A. E. Stokkeland, H. Kristiansen, J. Njagi, K. Redford, D. V. Goia, Z. Zhang, and J. He, «Electrical four point probing of silver thin films coated onto micron sized polymer spheres», Applied Physics Letters, vol. 043103, 07/2016.

Peter Krogstrup, Henrik Ingerslev Jørgensen, Martin Heiss, Olivier Demichel, Jeppe V. Holm, Martin Aagesen, Jesper Nygard and Anna Fontcuberta i Morral, “Single-nanowire solar cells beyond the Shockley–Queisser limit”, Nature Photonics volume 7, pages 306–310 (2013).

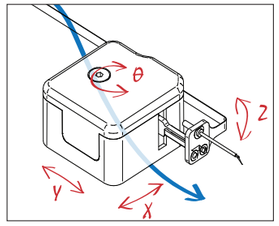
如需了解更多使用示例，请访问我们的应用说明列表：http://www.imina.ch/applications

革命性的移动机器人运动技术



技术

Imina Technologies 的核心技术在于独特地将压电执行器集成到 miBot™ 中，miBot™ 是世界上**最紧凑的四自由度机器人**，具有纳米级定位分辨率。



与传统的机械手不同，miBot 是一种**移动机器人**。它几乎不受束缚，可以在其台表面自由移动。由于没有安装螺钉，miBot 可以用手粗略地定位在任意位置，并自然地适应变化的样品几何形状和显微镜配置。

压电执行器的不同工作模式提供了高达厘米的行程范围，具有**从微米到纳米的可扩展定位分辨率**。粗略定位模式在接近感兴趣区时节省时间，而精细定位模式允许探针在目的地精确接触着陆。

miBot 整体式设计的高刚度使这种精密仪器对振动具有稳健性，并保证平稳运动。此外，miBot 的小尺寸提供了**无与伦比的稳定性**，即使是最小的样品也能确保长时间稳定接触。

miBot 沿其自然轴移动；没有旋转和平移运动耦合。这使得它的**控制极为直观**，大大缩短了训练时间。反过来，miBot 的易用性大大降低了损坏敏感样品的可能风险，使操作员有信心执行精确的定位操作。

- **高机械稳定性和热稳定性保证了长时间的稳定定位，倾斜角从 0° 到 55°。**
- **灵活的安装方式可直接适应不同的实验装置和样品。**
- **易于控制，降低样品和探针损坏的风险，并可快速进行测量。**
- **兼容使用磁透镜（样品浸没）在低加速电压和短工作距离下接触样品的高分辨率成像。**
- **厘米距离的粗快运动和纳米级的精细运动相结合。**

面向 SEM 和 FIB 的集成式纳米探测解决方案

解决方案

Imina Technologies 的 *NANO* 全包式解决方案可在 SEM 和 FIB 室中进行微电子器件电气表征、*原位*半导体故障分析和单个结构操纵。全面的工作流程**完全由 Precisio™** 软件套件控制，从设置系统到将探针尖端放置在被测器件上，再到采集和处理测量值和报告，都可为操作员提供协助。

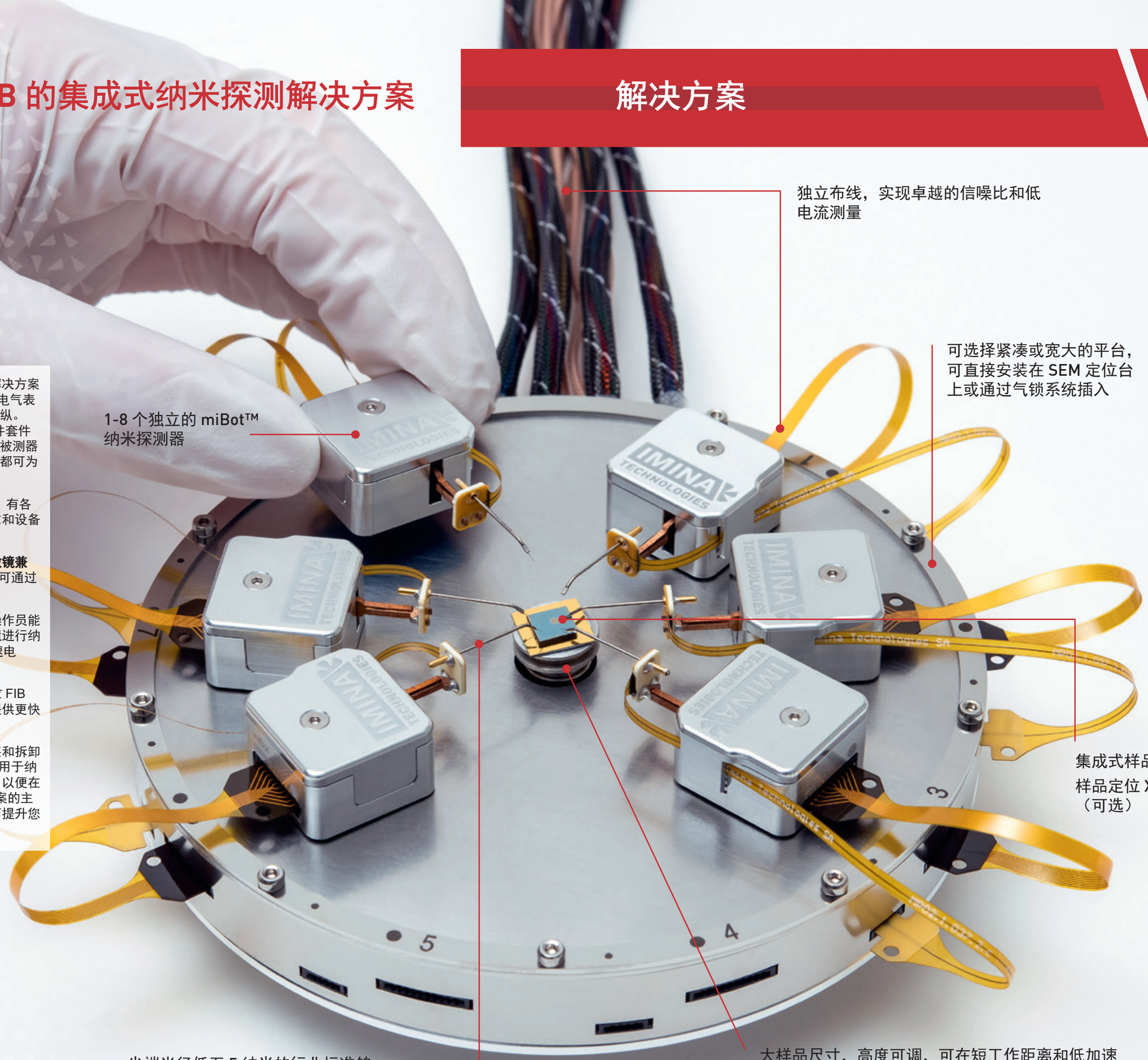
可提供**多达 8 个 miBot™ 纳米探测器**，有各种配置和选项，以适应特定的应用要求和设备设置。

机器人的紧凑轻巧平台**与任何电子显微镜兼容**，可安装在 SEM 样品定位台上，也可通过 SEM 装载锁装载。

兼容使用磁透镜的高分辨率成像，使操作员能够使用市场上最先进的扫描电子显微镜进行纳米探测实验，即使在 0.5kV 以下的加速电压下，也能利用最高分辨率成像能力。

由于整个**平台和机器人可以倾斜**，*原位* FIB 电路编辑和纳米探测可以同时进行，提供更快和更准确的故障分析结果。

无需对室进行永久性改造，系统的安装和拆卸只需几分钟。这就避免了将 SEM 专门用于纳米探测。此外，还有各种额外的附件，以便在光学显微镜下轻松操作 *NANO* 解决方案的主要组件，例如探针站和检测工具，从而提升您的投资价值。



面向挑战性应用的高级功能

我们的纳米探测解决方案旨在满足半导体行业最苛刻的技术和操作要求，能够顺利集成到标准的 FA 工作流程中，并具有诸多优势，可缩短数据获取时间。

短工作距离

可以实现样品表面和 SEM 极靴之间的工作距离小于 2mm 的纳米探测。因此，在低加速电压 (<0.5kV) 下工作可以保持半导体样品的性能。

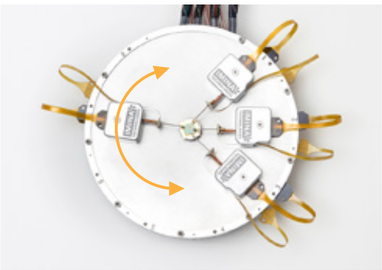
磁浸没成像

纳米探测系统的关键组件是非磁性的，能够完全兼容电子显微镜浸没式镜筒的高分辨率成像。

倾斜角度

与 FIB 倾斜角度 (54°) 下的操作兼容，纳米探测器可以在 X、Y、Z 方向定位，并与被测器件保持稳定的电接触。因此可以同时进行 FIB 电路编辑和纳米探测。

特性

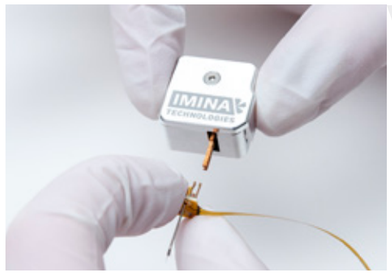


灵活的平台配置

通过添加或移除机器人以及手动或原位调整其位置和方向来调节纳米探测设置。快速自然地适应不同样品尺寸和几何形状。

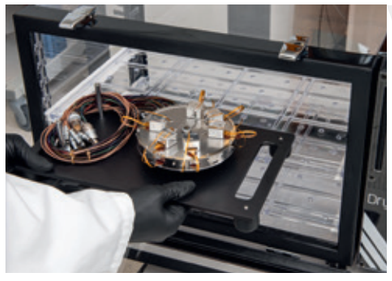
使用一个软件进行控制、测量和报告

通过统一而直观的软件应用程序 Precisio™，可逐步协助操作员定位纳米探针、运行和处理电气测试测量。



探针支架：快速更换尖端

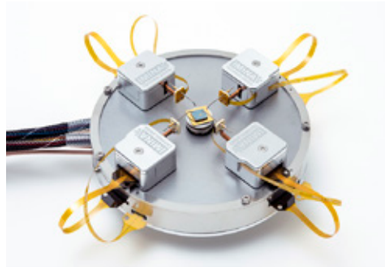
与行业标准探针尖端兼容的机器人探针支架。有各种钨探针尖端可选，尖端半径从 1 微米到 5 纳米。易于更换探针支架或更换为光纤支架。



快速安装和拆卸

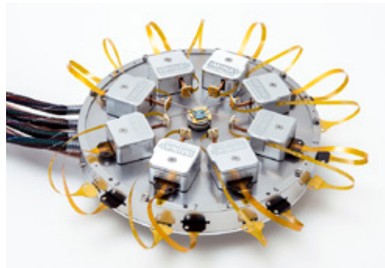
在几分钟内将纳米探测平台从 SEM 室中安装和移除，避免了需要将 SEM 专用于探测系统。紧凑的存储解决方案可最大限度地减少异位污染，并保持系统随时可用。

适用于所有室和样品尺寸的纳米探测平台



4-机器人台装平台 [SM100]

- 紧凑设计（直径：100 mm）
- 多达 4 个独立驱动的 miBot™ 纳米探测器
- 样品尺寸高达约 1 英寸

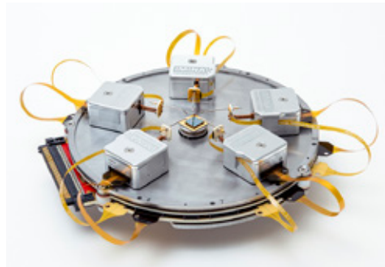


8-机器人台装平台 [SM125]

- 宽设计（直径：125 mm）
- 多达 8 个独立驱动的 miBot™ 纳米探测器
- 样品尺寸高达约 2 英寸

4-机器人装载锁定平台 [LL10]

- 宽设计（直径：100 mm）
- 多达 4 个独立驱动的 miBot™ 纳米探测器
- 样品尺寸高达约 1 英寸
- 典型气锁门内部尺寸：100 (w) x 45 (h) mm



8-机器人装载锁定平台 [LL11]

- 宽设计（直径：112 mm）
- 多达 8 个独立驱动的 miBot™ 纳米探测器
- 样品尺寸高达约 1.5 英寸
- 典型气锁门内部尺寸：150 (w) x 45 (h) mm

我们提供定制配置，用于将我们的纳米探测器与非常规真空室、加热/冷却样品台或第三方分析设备集成。

平台

需要在 EM 外部探测？

有各种解决方案可选：

- 改装标准探针站
- 与晶圆检测工具集成
- 安装在光学显微镜和 AFM 下

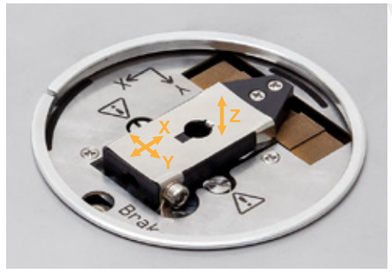
请查看 *MICRO* 产品系列手册中的详细信息

升级您的系统，满足您当前和未来的所有需求

我们提供可选组件和模块，以确保您的系统满足您的所有要求。 不确定您现在是否需要可选模块？ 不用担心，您的设备随时可以在现场或工厂进行升级。

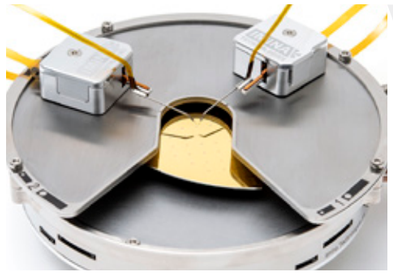
加热平台

- 温度范围 -30°C 至 150°C
- 出色的热稳定性 <0.05°C 和高达 0.001°C 的精确温度控制
- 可折叠的散热器，可装入小型 SEM 腔室
- 通过 Peltier 元件实现无振动加热和冷却



样品定位 XYZ 子台

- 在 X、Y、Z 方向独立于探针移动样品
- 减少探针着陆时间，加快多器件表征速度
- 行程范围：5 毫米（X、Y）、330 微米（Z）。
- 分辨率：低至 2 nm（X、Y）、7 nm（Z）。

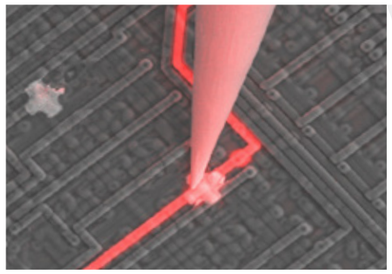


大样品适配器

充当纳米探测器的上“地板”，并在其下方安装大型/高样品。

- 非常适合探测 2 英寸晶圆、封装样品、横截面等样品。
- 可以使用不同的高度来匹配大多数样品高度。

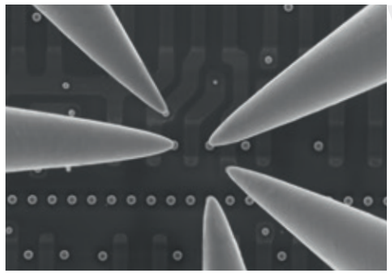
选件



电气故障分析 (EFA) 模块

EFA 模块专为通过 EBIC、EBAC/RCI 和 EBIRCh 进行有效和精确的缺陷定位而设计。

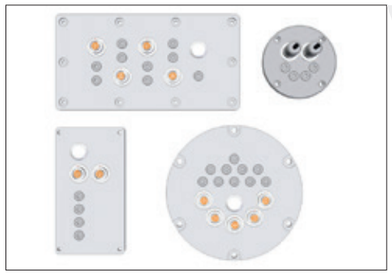
- 实时成像以缩短数据获取时间
- 自动路由简化工作流程
- 对各种故障情况进行高性能分析



软件模块“纳米探测工作流程”

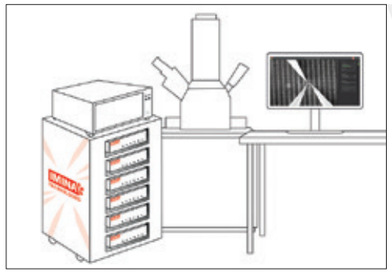
逐步协助操作和测量库以减少时间

- 在被测设备上快速设置系统和探针尖端连接
- 运行预定义测量方法
- 管理测量数据库、曲线比较、结果导出



附加 SEM 集成套件

在几分钟内安装纳米探测系统，并通过将接口部件预安装在不同的室上，在您的任何显微镜中进行操作。



实验室设备套件

- 坚固的搁板可容纳系统电子控制器和可选的参数分析仪
- 干燥器用于存放平台并避免污染
- 工具和附件工具箱
- 预装现代计算机工作站和显示器

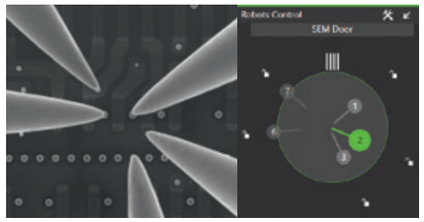
在统一的软件套件中进行机器人控制和数据采集

一种简化的计算机辅助工作流程，可逐步协助操作员定位纳米探针、运行器件表征和隔离缺陷。

Precisio™ 软件带来真正直观的纳米探测用户体验。所有所需的控件和参数都嵌入一个简化的工作流程，逐步协助操作员以最有效的方式进行测量。

在 Imina Technologies，我们精心打造软件应用程序，为您带来最愉悦的人机交互。确保我们的软件为您的工作流程带来有价值的补充，而不是阻碍。

Precisio™ 纳米探测旨在让操作员百分百专注于应用。在工作流程中的任何环节，都可以通过符合人体工程学的轻巧控制板控制探针的移动。可定制的指示器面板总是显示选定的 miBot™ 纳米探测器，以及运动模式和速度。信息是图形化的，并在硬件配置和选定的电气测试方法之间建立链接，确保用户不会对样品迷失方向。节省时间，并最大限度地降低易碎探针碰撞的风险。



在主窗口中，操作员将被引导完成以下步骤：

设置纳米探测系统和测试方法，将探针尖端放置在被测器件上，获取测量数据并进行报告。

软件

1 - 测试方法

创建新的或加载现有的测量项目。从库中选择被测器件类型（晶体管、二极管、电阻器等），并远程配置您的半导体参数分析仪（Keithley 4200A-SCS 或 Keysight B1500A），以满足您的表征需求。

2 - 尖端接触检测

通过 I-V 曲线获得视觉反馈，以优化每个探针尖端与基板的接触电阻。根据被测器件的规格，单独配置接触测试以进行循环。在所有探针上运行自动测试序列。

3 - 测量

运行一系列预先配置的测试。在有意义的图表中自动绘制结果。直接获取每条曲线的原始数据。在测量值旁边备注。

4 - 数据管理和报告

根据时间、样品和测试方法管理测量数据库。执行并列图表比较并记录您的发现。将结果导出为常用的办公文件格式，以便进行报告和与同事共享。

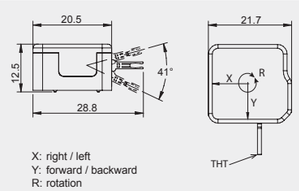
规格

NANO 解决方案的主要组件

纳米探测器	多达 8 个带独立高分辨率压电驱动电子控制器的 miBot™ 机器人。
平台	1 个标准的台安装或装载锁定平台，用于 4 或 8 个 miBot™，或特殊集成。这包括安装在 EM 室内的所有附件，包括显微镜样品台和室端口的特定型号接口部件，以及用于低电流、低噪声原位探测（同轴输入/输出）的屏蔽电接口。
运动控制器	1 个单元控制多达 4 个 miBot™，或 2 个单元控制多达 8 个 miBot™。 这包括一个控制板和 Precisio™ 软件基本版的许可证 （Microsoft® Windows 10、8 和 7）。
选件	选件包括主动式样品架、样品定位 XYZ 子台、EBIC 和 EBAC/RCI 采集系统、附加 SEM 集成套件、实验室设备套件、计算机、软件模块 Precisio™ Probing 和 Precisio™ Data Management & Reporting。
探针尖端	钨探针的范围：尖端半径为 5 nm 至 1 um，镜筒直径为 0.51 mm（0.020 英寸）， 长度为 15 mm 或 20 mm。其他类型可根据要求提供。

纳米探针机器人NANO+

自由度	每个探测器 4 个独立驱动（X、Y、R、Z）
尺寸和重量	机身： 20.5 x 21.7 x 12.5 mm^3 臂： 8.3 mm（无工具） 重量： 12 g（无工具）
最大定位分辨率	步进（粗略）： 60 nm (X, Y)，120 nm (Z) 扫描（精细）： 0.02 nm (X, Y)，0.1 nm (Z)
运动范围*	步进 (XY,R,Z)： 20 x 20 mm^2，± 180°，41° 扫描 (X Y Z)： 250 x 440 x 6’000 nm （约 探针尖端处 15’000 nm） *注：步进时，实际X、Y、R范围仅受机器人移动平台的尺寸和形状以及驱动电缆的长度限制。*
速度	X 和 Y： 最高 1.5 $mm.s^{-1}$ Z： 最高 150 $mrad.s^{-1}$
力和扭矩	X 和 Y： 推力： 0.3 N 保持力： 0.2 N Z： 提升力： 0.7 mNm (5 g) 保持力： 0.9 mNm (6 g)
倾斜角度	保持位置高达 55°
漂移	< 1 nm/min
工具支架	探针和光纤支架系列



**在刀柄尖端处测量（图上标记“THT”）并使用运动控制器 MC410/20 在 300K下测量。*

平台

型号	SM100	SM125	LL10	LL11
类型	台装		装载锁定	
探针数量	4	8	4	8
高度（无接口部件））	16.5 mm	17.5 mm	12.8 mm	16.5 mm
宽度（无线缆）	100 mm	125 mm	100 mm	112 mm
重量（无线缆））	180 g	220 g	200 g	233 g
样品尺寸	高达 ~25 mm（1 英寸）	高达 ~50 mm（2 英寸）	高达 ~25 mm（1 英寸）	高达 ~38 mm（1.5 英寸）
样品架	与销尺寸为 Ø 3.2 mm、长度为 6 mm 的各种 SEM 短柱兼容。			

电探测

电压范围	± 100V
最大电流	100 mA
泄露电流	< 100 fA/V
电阻	*从探针尖端到法兰接头约 3.5 Ω*

为了实现系统的最佳测量性能，需要低噪声探测附件和合适的测量环境。

操作条件

最低压力	10^{-8} mbar
温度范围	273 K 至 353 K
湿度	< 95%（非冷凝）

现场要求

设备和设施要求可能因系统及其选件而异。
请联系我们以获得对需求的全面评估。

所有技术规格均为近似值，如有变更，恕不另行通知。

客户支持

Imina Technologies 为全球范围内的产品安装、维护和员工培训提供量身定制的服务。我们备受赞誉的卓越客户支持在整个产品生命周期中提供最佳用户体验。

保修计划

默认情况下，我们的产品有两年的缺陷和工艺质保。
可根据要求延长保修期限。

安装和培训服务

技术熟练的工程师将在现场为您完成安装和调试。
我们的一名应用专家为一个或多个用户提供高级培训课程。

SWAP 计划

为了避免组件维修或维护服务期间的长时间停机，请为您的全部或部分系统注册 SWAP 计划，以便在 3 个工作日内将正常运行的更换件交付给您的设施。

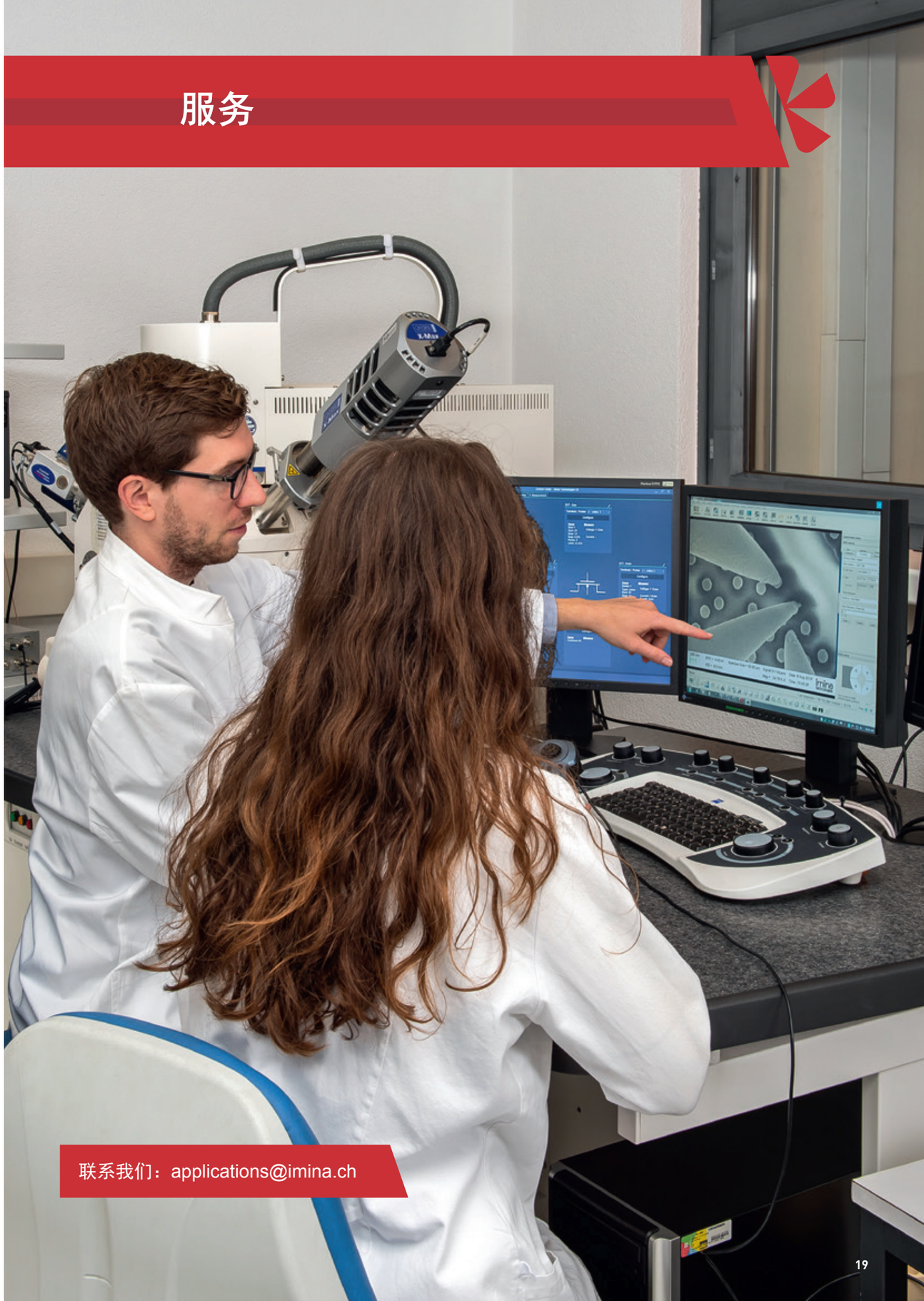
现场验收测试

在安装和调试新系统时，可要求对特定样品进行现场验收试验。在提供这项服务之前，我们总是会在我们的演示实验室进行可行性研究。

演示实验室

我们的应用团队可以在我们设备齐全的演示实验室进行现场演示和可行性研究，以进行纳米探测和半导体故障分析。欢迎联系我们预约参观！
无法前往瑞士？请求个人现场网络演示或报名参加我们经常举办的网络研讨会！

服务



联系我们：applications@imina.ch

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

www.imina.ch

数据如有变更，恕不另行通知。v5*-09/2023 © 2023 Imina Technologies SA. 保留所有权利。