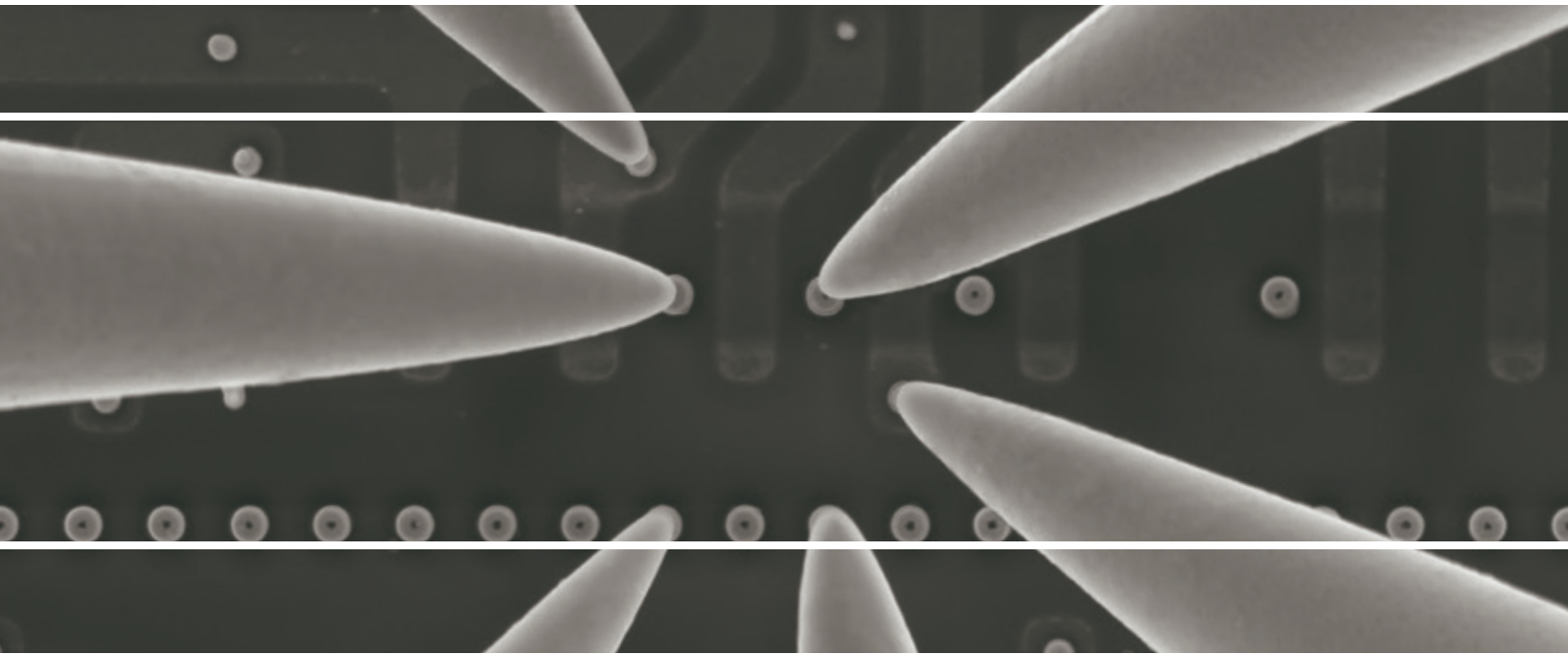
IMINA TECHNOLOGIES

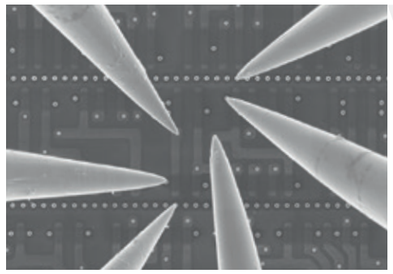


NANO

電子顯微鏡下奈米等級工作解決方案

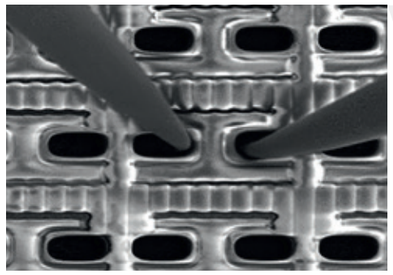
原位探測與操作

使探針尖端與半導體晶圓接觸，測量集成元件的電氣特性，
定位缺陷並隔離結構。



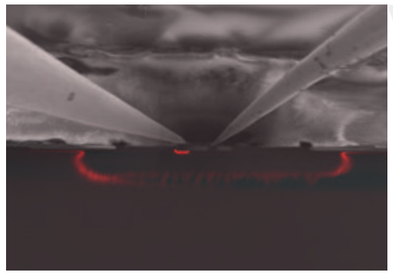
奈米探測

- 進行故障分析與可靠度測試
- 針對集成電路之安全風險評估
- 晶片設計和逆向工程應用



半導體元件表徵

- 單個電晶體或二極體的 I-V 值量測
- 觀察 SRAM 單位元的特徵
- 通孔及導線之間電路的電阻量測



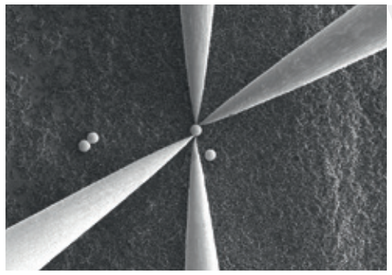
EBIC 的採集

- 可直接觀看接觸點的可活動區域，並使用探針進行缺陷定位
- 可觀察並繪製偏壓狀況下，樣品的電路導通圖
- 可觀察並驗證摻雜分布及區域

應用

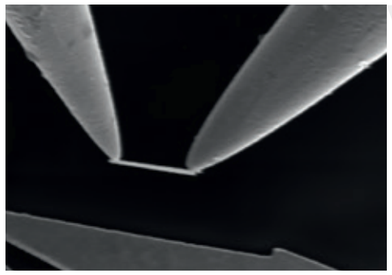
EBAC/RCI 資料採集

- 將所有通路，電阻，或短路缺陷定位到準確的層和元件的位置
- 製造及長期問題診斷
- 低電阻梯度圖



電氣測量

- MEMS 和傳感器的致動和驗證
- 光電元件測試：Micro LED，太陽能電池
- 材料表徵觀察：奈米線，石墨烯，薄膜，奈米粒子



奈米等級操作

- 單粒子的隔離和定義
- TEM 樣品製備
- 微米和奈米等級之組裝

科學參考文獻

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.

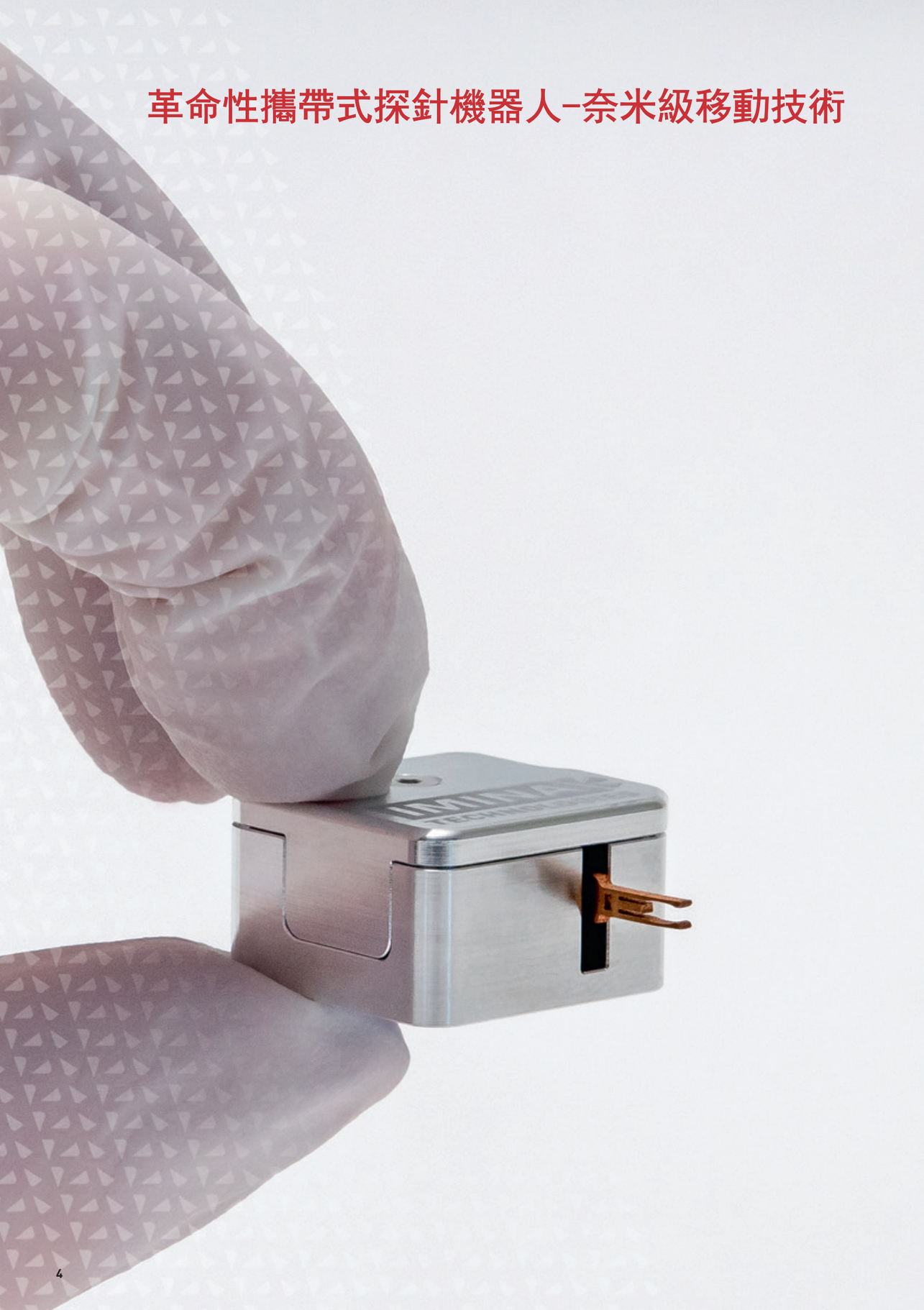
Kjeldby, S. B., O. M. Evenstad, S. P. Cooil, and J. W. Wells, «Probing dimensionality using a simplified 4-probe method», Journal of Physics: Condensed Matter, vol. 29, pp. 394008, 10/2017.

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).

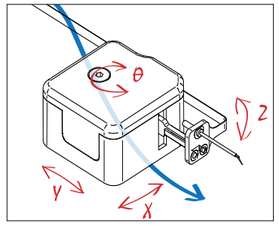
如需了解更多使用範例，請造訪我們的應用說明連結：www.imina.ch/applications

革命性攜帶式探針機器人–奈米級移動技術



核心技術

Imina Technologies 的核心技術在於獨特地將電壓執行器集成到 miBot™ 中，miBot™ 是世界上**最小型的四維度作業機器人**，具有奈米級的移動分析特性。



與傳統的機械手臂最大的不同，miBot™ 是**可攜帶**的，它在你設定好的作業檯面上，幾乎不受環境束縛地自由移動。由於不需要鉚定安裝，miBot™ 可以手持安置在您想置放的理想位置，並且合宜地適應不同幾何形狀的樣本，及適配於各類型號電子顯微鏡。

各種不同的動作執行模式，可提供公分級的高速移動，同時擁有**從微米級到奈米級的量測能力**。粗略定位模式公分級的移動可快速接近目標區，節省了大量的前置作業時間，然後調整到精細定位模式，幫助你精準的接觸到細小的量測點。

miBot™ 一體成型的設計，帶來強大的**堅固度**，並且使這麼微小的精密機器人在微震式移動中具有高度**穩定性**，並異常平穩地移動。此外，miBot™ 的精小尺寸，提供了無與倫比的**準確性**，即使面對極細微的樣品也能確保長時間穩定的接觸。

miBot™ 沿著其自然軸移動，且旋轉與平移運動沒有耦合，這個特性使得**控制它極為直覺**，大大地縮短訓練的時間。相同的，miBot™ 容易操作的特性，也大大降低損害敏感零件的可能風險。於此，作業人員會更有信心執行精確的定位操作。

- **高度的機械穩定性和熱穩定性，確保長時間的穩定運作，傾斜角度可從 0° 到 55° 。**
- **靈活的安裝方式可直接適應不同的實驗裝置與樣品。**
- **易於控制，降低樣品和探針的損害風險，並可快速進行量測。**
- **兼容於使用磁透鏡（樣品浸沒）在低加速電壓和短工作距離下接觸樣品的高分辨率成像。**
- **公分級行程的低解析快速移動，和奈米級的高解析精確移動，相互結合。**

SEM 和 FIB 的集成式奈米探測解決方案

解決方案

Imina Technologies 的 *NANO* 系列統整解決方案：可在 SEM 和 FIB 室中進行微電子器件電氣表徵，原位半導體故障分析和單個結構操作。全面性的工作流程**完全由 Precisio™** 軟體進行控制，從系統的設置到將探針尖端移動到被測器件上，再到採集和處理資料及報告，都可為作業人員提供協助。

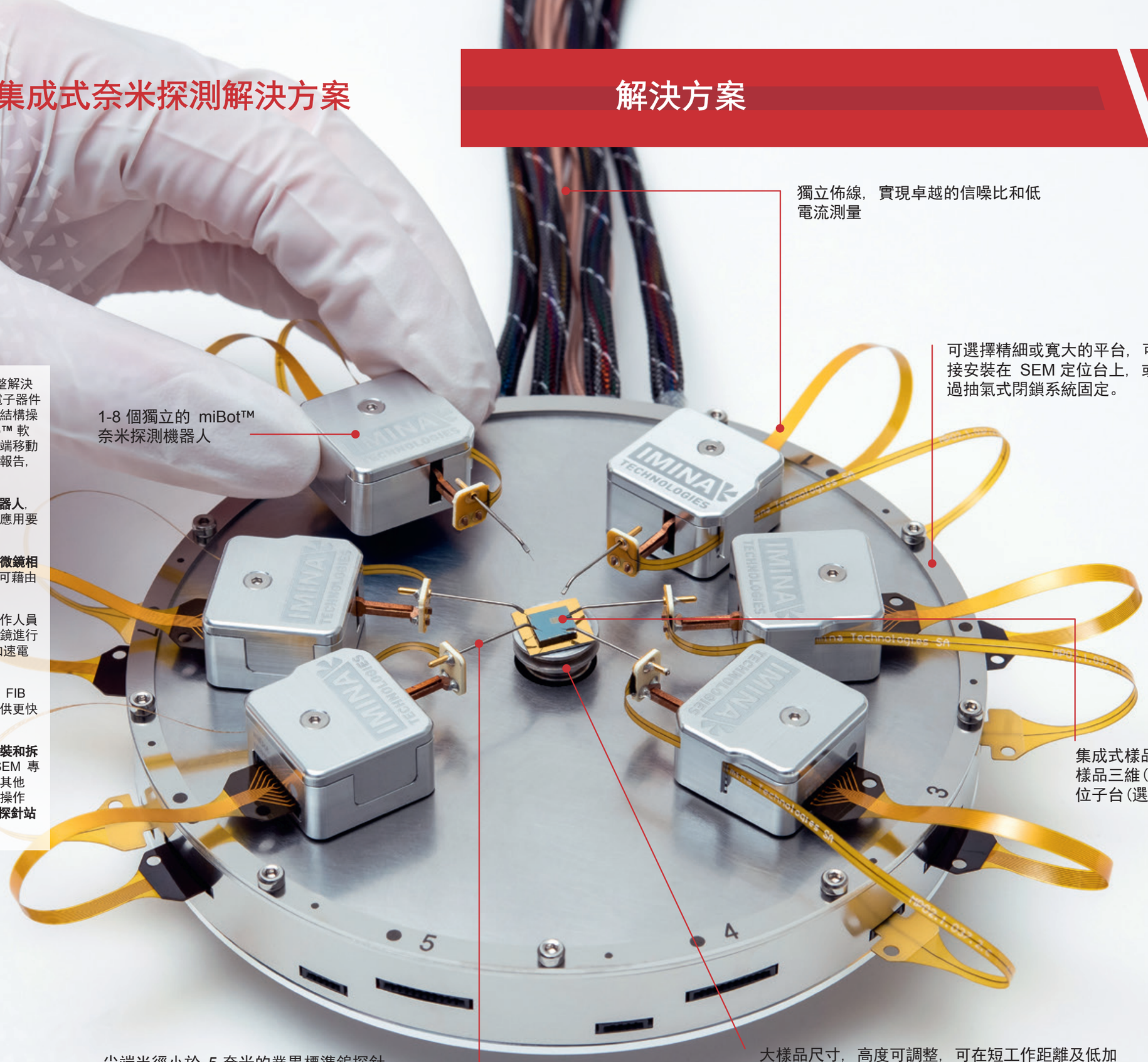
可提供多達 **8** 個 **miBot™ 奈米探測機器人**，我們有各種配置和選項，以符合特定的應用要求和設備配置。

機器人的精細輕巧平台，**與任何電子顯微鏡相容**，可安裝在 SEM 樣品定位檯上，也可藉由 SEM 裝載腔來進行裝載。

兼容使用磁透鏡的高分辨率成像，使操作人員能使用市場上最先進的掃描式電子顯微鏡進行奈米探測實驗，即使在 0.5Kv 以下的加速電壓下，也能利用最高分辨率成像能力。

由於整個**平台與機器人可以傾斜**，原位 FIB 電路編輯和奈米探測可以同時進行，提供更快和更準確的故障分析結果。

無須對腔室進行永久式改造，系統的**安裝和拆卸只需要幾分鐘**，這就避免了必須將 SEM 專門用於奈米探測的狹隘性。此外，還有其他各種配件可幫助在光學顯微鏡下更輕鬆操作 Nano 系列解決方案的主要組件，例如**探針站和檢測工具**，從而提升設備投資價值。



更具挑戰性應用的高階功能

我們的奈米探測解決方案旨在滿足半導體行業最嚴苛的技術與操作要求，能夠順利集成到要求精準的 FA 工作流程中，並具有諸多優勢，可縮短數據獲取時間。

短工作距離

SEM 顯微鏡鏡筒與樣品表面距離小於 2 mm 時，仍然可進行奈米探測。因此，在低加速電壓（<0.5Kv）下工作可以保持半導體樣品的性能。

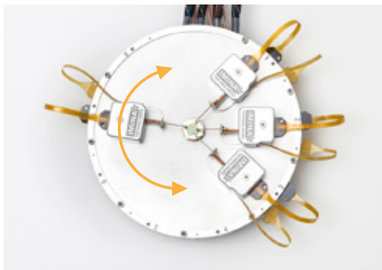
磁浸沒成像

奈米探測系統的關鍵組件是非磁性的，能夠完全兼容電子顯微鏡浸沒式鏡筒的高分辨率成像。

傾斜角度

與 FIB 傾斜角度（54°）下的操作兼容，奈米探測器可以在 XYZ 方向上定位，並與被探測器件保持穩定的電接觸。因此可以同時進行 FIB 電路編輯與奈米探測。

特性

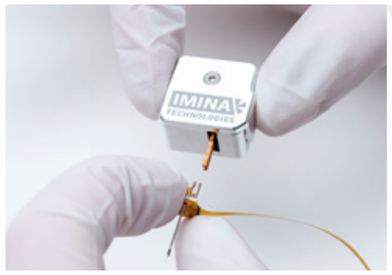


靈活的操作檯面配置

通過添加或移除機器人，以及手動或原地調整其位置和方向來調節奈米探測裝置。快速自然地適應不同樣品尺寸和幾何形狀。

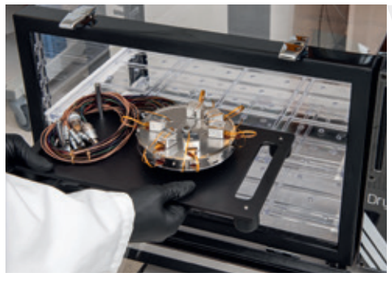
只需使用一個軟體進行控制、測量和報告

通過統一而直觀的軟體應用程式 Precisio™，可逐步協助操作人員定位奈米探針、運行和處理電氣測試量測。



探針支架：更快速更便利替換針具

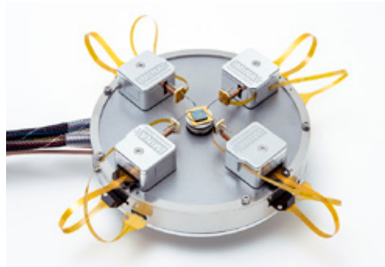
與業界標準探針尖端相容的機器人探針支架。有各種鎢探針可選，尖端半徑從 1 微米到 5 奈米。也可更換探針支架為光纖支架（選配）。



快速安裝和拆卸

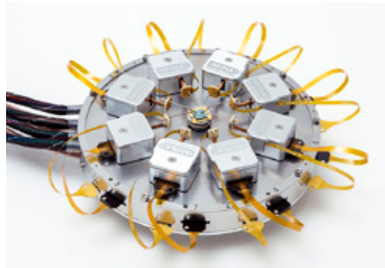
可於幾分鐘內將奈米探測平臺從 SEM 腔室中安裝或移除，避免了需要將 SEM 限定專用於某套探測系統。精密的收納解決方案可最大限度地減少異位污染，也可保持 SEM 的其他用途，並保持機器人探測系統隨時可使用。

適用於所有腔室和樣品尺寸的奈米探測平臺



4 件機器人組的檯裝平臺 [SM100]

- 標準寬度平臺設計（直徑：100 mm）
- 最多可擴充達 4 個獨立驅動的 miBot™ 奈米探測器
- 樣品尺寸可高達約 1 英寸

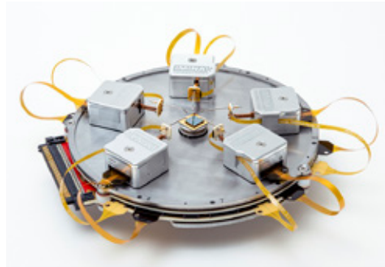


8 件機器人組的檯裝平臺 [SM125]

- 較寬平臺設計（直徑：125 mm）
- 最多可擴充達 8 個獨立驅動的 miBot™ 奈米探測器
- 樣品尺寸高達約 2 英寸

4 件機器人組的裝載鎖定平臺 [LL10]

- 標準寬度平臺設計（直徑：100 mm）
- 最多可擴充達 4 個獨立驅動的 miBot™ 奈米探測器
- 樣品尺寸高達約 1 英寸
- 典型氣鎖門內部尺寸：100 (w) x 45 (h) mm



8 件機器人組的裝載鎖定平臺 [LL11]

- 較寬平臺設計（直徑：112 mm）
- 最多可擴充達 8 個獨立驅動的 miBot™ 奈米探測器
- 樣品尺寸高達約 1.5 英寸
- 典型氣鎖門內部尺寸：150 (w) x 45 (h) mm

我們提供客製化配置，用於將我們的奈米探測器與非常規真空腔室，加熱/冷卻樣品臺，
或協力廠商分析設備集成。

平台

需要在 EM 外部探測？

有各種解決方案可選：
- 改裝標準探針站
- 與晶圓檢測工具集成
- 安裝在光學顯微鏡和 AFM 下

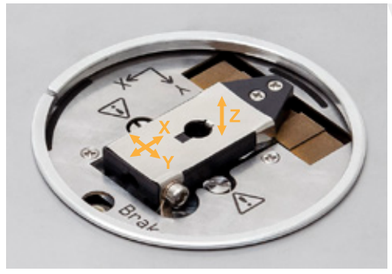
請查看 *MICRO* 產品系列手冊中的詳細資訊

升級您的系統，滿足您當前和未來的所有需求

選配元件可確保您的系統始終保持最新，並能滿足您的實驗需求。不確定您現在是否需要選配？不必擔心，您可以隨時選擇在現場或工廠升級您的設備。

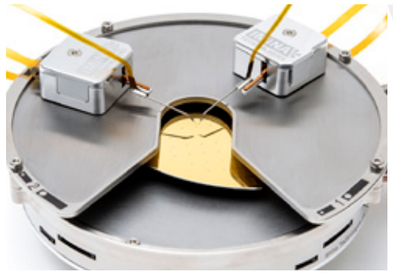
主動式溫控樣品檯

- 溫控範圍為 -30°C to 150°C
- 精準的超低解析溫度控制可達 0.001°C
- 卓越的溫度穩定性 <0.05°C
- 可折疊式散熱裝置可置入小型 SEM 腔體
- 零震動干擾的 Peltier 升降溫技術



樣品定位 XYZ 子台

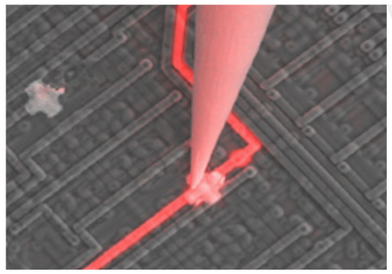
- 在 X、Y、Z 方向獨立於探針移動樣品（行程範圍：5 mm (X, Y)，330 um (Z)；最大解析度：2 nm (X, Y)，7 nm (Z)）
- 減少探針著陸時間，加快多器件表徵速度
- 可客製化用戶需求的規格（需進一步探討規格）



大型樣品適配器

- 在奈米探測器下方為體型較大/高的樣品提供空間
- 非常適合探測各種樣品，如 2 英寸晶圓、封裝樣品、 橫截面等。
- 不同的高度可匹配大多數樣品高度

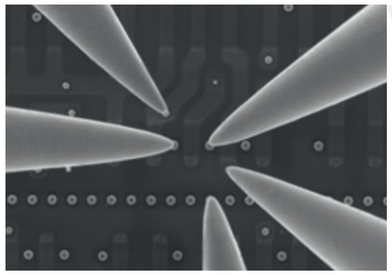
選配



電氣故障分析 (EFA) 模組

EFA 模組專為高效和精確分析而設計，進行 EBIC，EBAC/RCI 及 EBIRCh 操作

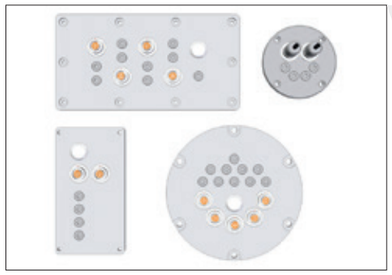
- 時實成像可縮短獲取數據的時間
- 自動路徑簡化工作流程
- 一機高效：可進行各式故障分析



奈米探測專業應用軟體

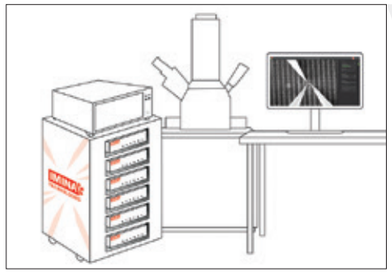
逐步式的操作協助以及豐富的測量資料庫用以協助縮短數據獲取時間

- 高便利性快速系統設定，以及快速下針特性，協助操作員高效率點取待測樣品
- 可執行預設路徑點側樣品加快效率
- 資料庫控管量測數據，比較 I/V 曲線並導出結果



附加 SEM 集成套件

在幾分鐘內安裝奈米探測系統，並通過將介面部件預安裝在不同的腔室上，並可在您的任何顯微鏡中進行操作。



實驗室設備套件

- 堅固的隔板可容納系統電子控制器和可選的參數分析儀
- 乾燥器用於存放平臺並避免污染
- 工具和附件工具箱
- 預裝高速電腦和顯示器

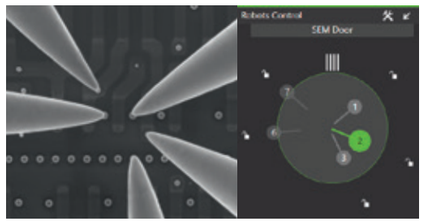
在統一的軟體套件中進行機器人控制和資料獲取

一種簡化的電腦輔助工作流程，可逐步協助操作人員定位奈米探針、運行器件表徵和隔離缺陷。

Precisio™ 軟體帶來真正直觀的奈米探測用戶體驗。所有所需的控制項和參數都嵌入一個簡化的工作流程，逐步協助操作人員以最有效的方式進行測量。

在 Imina Technologies，我們精心打造軟體應用程式，為您帶來最愉悅的人機互動。確保我們的軟體為您的工作流程帶來有價值的輔助，而不是阻礙。

Precisio™ 奈米探測目的在讓操作人員百分百專注於應用。在工作流程中的任何環節，都可以通過符合人體工程學的輕巧控制器來控制探針的移動。可客製化的指示器面板可以同步顯示選定好的 miBot™ 奈米探測器，以及運動模式和速度。資訊是圖形化的，並在硬體設定和選定的電氣測試方法之間建立連結，確保使用者不會對樣品位置迷失方向。節省時間，並最大限度地降低破壞脆弱探針尖的風險。



在主視窗中，操作人員將被引導完成以下步驟：
設置奈米探測系統和測試方法，將探針尖端放置在被測器件上，獲取測量資料並進行報告

軟體

1 - 測試方法

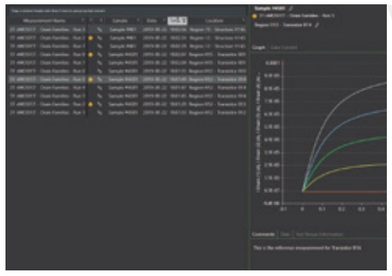
創建新的或載入現有的測量專案。從資料庫中選擇被測器件類型（電晶體、二極體、電阻器等），並遠端配置您的半導體參數分析儀（Keithley 4200A-SCS 或 Keysight B1500A），以滿足您的表徵需求。

2 - 尖端接觸檢測

通過 I-V 曲線獲得視覺回饋，以優化每個探針尖端與基板的接觸電阻。根據被測器件的規格，單獨配置接觸測試以進行迴圈。在所有探針上運行自動測試序列。。

3 - 測量

單運行一系列預先配置的測試。在有意義的圖表中自動繪製結果。直接獲取每條曲線的原始資料。在測量值旁邊做備註。



4 - 資料管理和報告

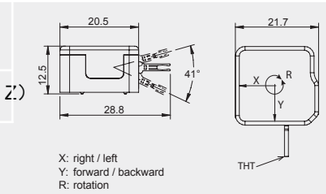
根據時間、樣品和測試方法管理測量資料庫。執行並列圖表比較並記錄您的發現。將結果匯出為常用的辦公檔案格式，以便進行報告和與同事共用。

規格

NANO 系列解決方案的主要組件

奈米探測器	多達8個帶有獨立高解析度壓電驅動電子控制器的 miBot™ 機器人。
平臺	1 個標準平臺安裝或裝載鎖定平臺，用於 4 或 8 個 miBot™，或特殊集成。這包 括安裝在 EM 室內的所有附件，包括顯微鏡樣品台和室埠的特定型號介面部件，以及用於低電流、低雜訊原位探測（同軸輸入/輸出）的遮罩電介面。
運動控制器	1 個單元可控制多達 4 個 miBot™，或 2 個單元可控制多達 8 個 miBot™。 這包括一個控制板和 Precisio™ 軟體基本版的許可證（Microsoft® Windows 10、8 和 7）。
選配	選配包括主動式樣品架、樣品定位 XYZ 子台、EBIC 和 EBAC/RCI 採集系統、附加 SEM 集成套件、實驗室設備套件、電腦、軟體模組 Precisio™ Probing 和 Precisio™ Data Management & Reporting。
探針尖端選擇	鎢探針的尺寸範圍：尖端半徑為 5 nm 至 1 um，鏡筒直徑為 0.51 mm 0.020 英 寸），長度為 15 mm 或 20 mm。其他類型可根據要求提供。

奈米探測器 miBot™ NANO



自由度	每個探測器皆為 4 向獨立驅動（X、Y、R、Z）
尺寸和重量	機身： 20.5 x 21.7 x 12.5 mm^3 臂： 8.3 mm（無工具） 重量： 12 g（無工具）
最大定位解析度	步進（低解析）： 60 nm (X, Y)，120 nm (Z) 掃描（高解析）： 0.02 nm (X, Y)，0.1 nm (Z)
運動範圍	步進 (XY,R,Z)： 20 x 20 mm^2，± 180°，41° 掃描 (X Y Z)： 250 x 440 x 780 nm^3 注意：在步進中，實際的 *X*、*Y*、*R* 範圍只受 *miBot™* 移動的台大小和形狀以及驅動線纜長度的限制。
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)
傾斜角度	保持位置高達 55°
漂移	< 1 nm/min
工具支架	探針和光纖支架系列

規格在工具支架尖端測量（圖中標記“THT”），並使用運動控制器 MC410/20 和機器人 BT-19 在 300 K 下測量。

平臺

型號	SM100	SM125	LL10	LL11
類型	一般載檯		裝載鎖定	
探針數量	4	8	4	8
高度 （不含介面部件）	16.5 mm	17.5 mm	12.8 mm	16.5 mm
寬度（不含線纜）	100 mm	125 mm	100 mm	112 mm
重量（不含線纜）	180 g	220 g	200 g	233 g
樣品尺寸	高達 ~25 mm（1 英寸）	高達~50 mm（2 英寸）	高達 ~25 mm（1 英寸）	高達 ~38 mm（1.5 英寸）

樣品架 可兼容 SEM 常用的樣品檯底柱規格：Ø 3.2 mm、 6 mm 長。

電探測

電壓範圍	± 100V
最大電流	100 mA
洩露電流	< 100 fA/V
電阻	*從探針尖端到法蘭接頭約* 3.5 Ω

為了實現系統的最佳測量性能，需要低雜訊探測附件和合適的測量環境。

操作條件

最低壓力	10^{-8} mbar
溫度範圍	273 K 至 353 K
濕度	< 95%（非冷凝）

現場要求

設備和設施要求可能因系統及其選配而異
請聯繫我們以獲得您對所需要的設備做全面性評估

所有技術規格均為近似值，如有變更，恕不另行通知。

客戶支援

Imina Technologies 為全球範圍內的產品安裝、維護和員工培訓提供量身定製的服務。我們備受讚譽的卓越客戶支援在整個產品生命週期中提供最佳用戶體驗

保修計畫

正常操作情況下，我們的產品有兩年的缺陷保固。可根據要求延長保修期限（選配）。

安裝和培訓服務

技術熟練的工程師將在現場為您完成安裝和調機。 我們將派遣一名資深工程師為您提供高級培訓課程。

SWAP 計畫

為了避免元件維修或維護服務期間的長時間停機，請為您的全部或部分系統註冊 SWAP 計畫，以便 在 3 個工作日內將正常運行的更換件交付到達您的手上。

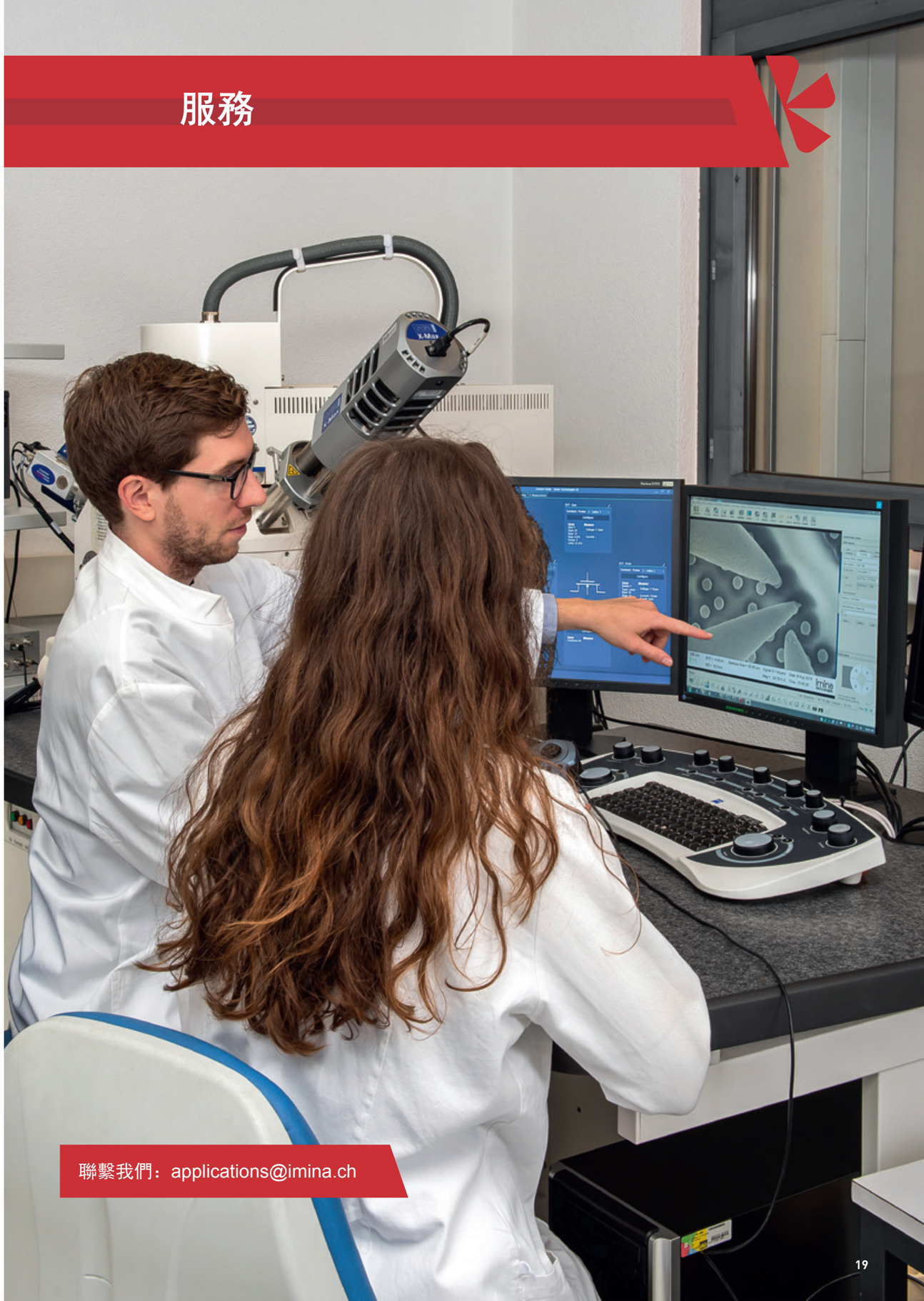
現場驗收測試

在安裝和調整新系統時，可要求對特定樣品進行現場驗收試驗。在提供這項服務之前，我們會先在我們的樣品實驗室進行可行性研究。

演示實驗室及打樣中心

我們的應用團隊可以在我們設備齊全的演示實驗室進行現場演示和可行性研究，以進行奈米探測和半導體故障分析。歡迎聯繫我們預約參觀！
無法前往瑞士？可提出申請現場網路演示或報名參加我們經常舉辦的網路研討會！

服務



聯繫我們：applications@imina.ch

台灣代理:

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

www.imina.ch

原想創新
sales@findinno.com
+886-920780823

www.findinno.com

數據如有變更, 恕不另行通知。v5-09/2023 © 2023 Imina Technologies SA. 保留所有權利。