



# EIProScan™

## 独一无二的全功能电化学扫描探针显微镜系统平台

**电化学扫描显微镜成像技术**

- 环境科学与工程
  - 电分析化学基础理论研究
- 电化学传感器
- 生物电化学
  - 生物和神经细胞原位检测成像
- 光电化学材料与光伏器件
- 锂离子和燃料电池
- 防腐研究
- 微观表面加工和修饰

### 多功能扫描系统完美支持**众多材料类型**:

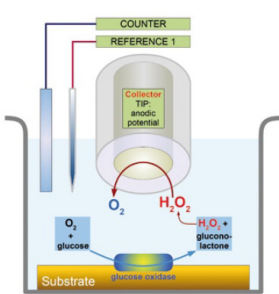
- 金属 / 合金 / 金属陶瓷
  - 光伏半导体和锂电材料
  - 导电聚合物
  - 复合型纳米结构
  - 生物细胞, 大分子和纳米膜
  - 有机电解质/溶液界面/离子液体
  - 电化学活性有机物
- 以及更多的前沿交叉科学材料 ...

### EIProScan 全面支持SECM科研文献中**最全的扫描技术和扫描模式** :

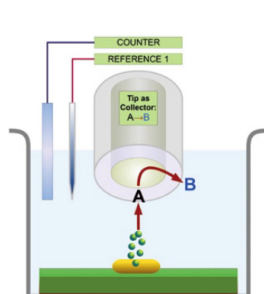
- Scanning Electrochemical Microscopy (SECM)
- Scanning Ion Conductance Microscopy (SICM)
- Scanning Electrochemical Cell Microscopy (SECCM)
- Scanning Microcapillary Contact Method (SMCM)
- Scanning Kelvin Probe (SKP)
- Scanning Vibrating Electrode Technique (SVET)
- Simultaneous Surface Topography Mapping
- Shear-force Height and Volume Instant Tracking
- Synchronized Fluorescence Imaging
- Scanning Photoelectrochemical Microscopy (SPECM)
- Spatially-resolved Scanning  $\mu$ -EIS,  $\mu$ -CV,  $\mu$ -Tafel

## → EIProScan系统全面支持传统SECM科研应用

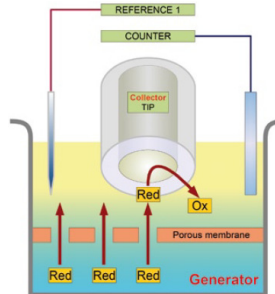
SECM (扫描电化学显微镜) 是由美国著名的Allen J. Bard教授发明的微观电化学显微成像表面分析技术。基础的SECM系统利用超微电极 (UME) 探针在电解液中的扩散控制电流以等高或等间距扫描模式对各种微观样品表面进行电化学活性以及形貌的扫描成像。



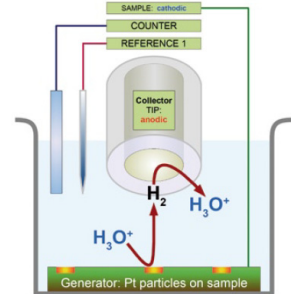
生物(电化学)传感器



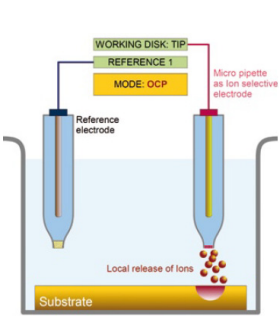
活体细胞功能成像



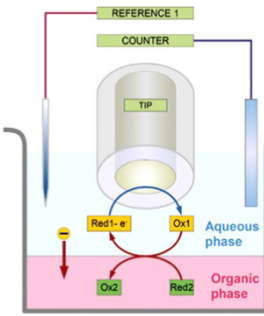
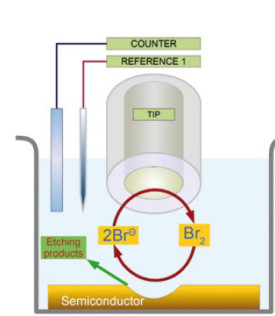
多孔膜的分子传输



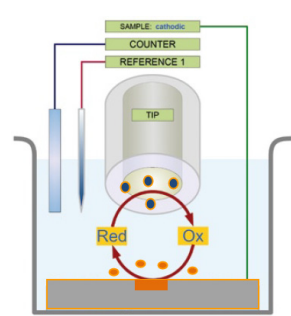
电催化和光电催化



微观离子选择性传感器

液/液软界面的  
电荷物质转移

微观表面加工和修饰



腐蚀反应过程研究

**EIProScan支持所有已知的SECM扫描模式**

1. 自动/手动针尖逼近曲线
2. 2D/3D等高扫描 (自动斜率矫正; 用户自定义XYZ扫描轴);
3. 2D/3D跳跃式矩阵协议扫描 (每一矩阵点可使用任何自定义波形和实验)
4. 2D/3D等间距扫描 (剪切力调制模式/电流调制模式/交流阻抗模式)
5. 2D/3D自定义模版矩阵扫描 (3D微观打印/电沉积/电修饰模式)
6. 循环同向扫描或循环逆向扫描 (可自定义任何扫描动作组合和循环)

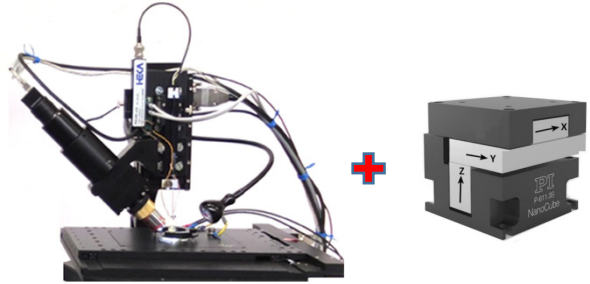
**EIProScan支持所有已知的SECM高级操作模式**

1. 正/负反馈模式
2. 产生/收集模式
3. 氧还竞争模式
4. 表面讯问模式
5. AC-SECM模式
6. 原位瞬时形貌高度追踪技术

## → 2018年 EProScan全线产品架构介绍

### ELP-1 (A) 架构

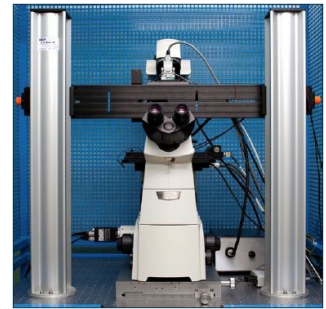
- 最新设计的便携式扫描平台
- 可选配超高精度机械扫描台分辨率高达 1 nm
- 集成可选的斜45度高速相机系统
- 完美兼容整合于惰性气体手套箱中进行实验
- 兼容升级为ELP-2 或ELP-3架构



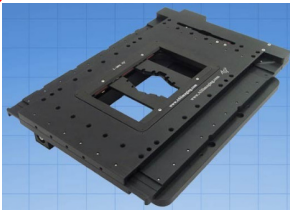
ELP-1A系统可选配2018最新的高精度压电驱动扫描台

### ELP-2 架构

- 高级整合定制扫描平台于第三方兼容的生物研究级倒置显微镜之上
- 可集成控制第三方兼容的高速荧光相机系统
- 高度灵活开放的机械系统构架和组件 (**可由用户自由定制**)



ELP-2 扫描系统示意图



XY-样品扫描平台



Z-探针扫描台



扫描平台固定支撑架



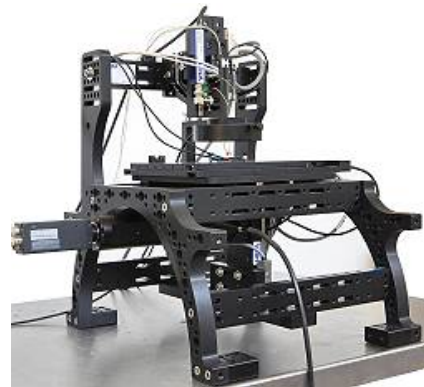
三轴便携式遥控杆



XY平台扩展调校头

### ELP-3 架构

- 多功能跨学科旗舰级扫描平台
- 可选配超高精度机械扫描台分辨率高达 1 nm
- 配置独家集成设计的倒置超分辨率显微镜
- 兼容于所有透明和不透明的样品
- 系统超强的可扩展性世界领域独一无二



ELP-3 扫描系统示意图



## → EProScan 内置多功能电化学工作站 (PG618USB)

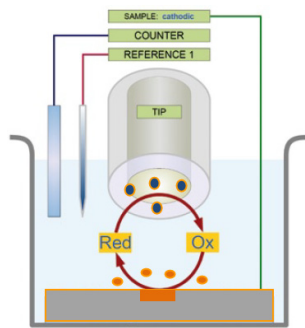
- 世界领先的双通道高速数据采集分析工作站及外置小电流放大器



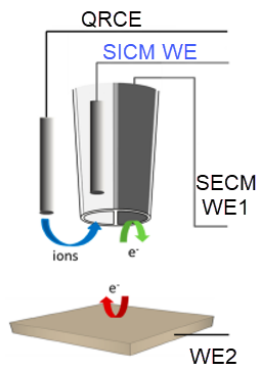
- 世界上唯一的**不对称双通道**工作站, 专为研究纳米颗粒的电化学活性以及纳米级的形貌成像而设计 (高灵敏度超低噪音的小电流放大器 具备**0.15飞安培fA分辨率**; **电流噪音 < 3.5飞安培fA**)
- 内置双通道高速电流电压数据采集器及数模转换器 (最快脉冲信号5微妙)
- 全面支持扫描离子显微镜成像, 扫描电化学显微镜成像和细胞膜片钳实验
- 兼容HEKA Current Booster, 可扩展电流量程至 50 安培。
- 兼容可选配的交流阻抗测量系统 (10 $\mu$ Hz - 1MHz)。

### PG618USB 双通道电化学工作站支持**所有已知的扫描探针显微镜操作模式**

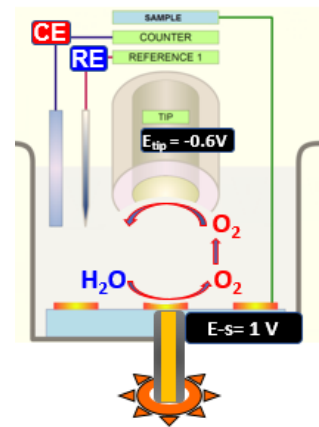
#### 金属超微电极扫描技术



SECM双通道4电极模式

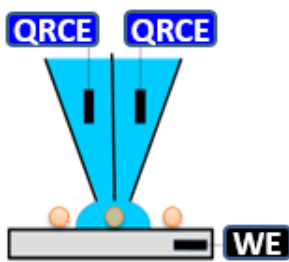


SICM-SECM双通道4电极双探针模式

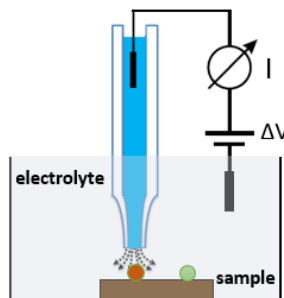


扫描光电化学双通道4电极模式

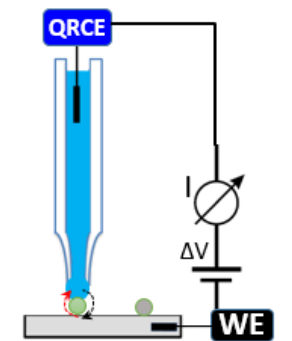
#### 纳米滴管探针扫描技术



SECCM双通道3电极模式



SICM单通道2电极模式

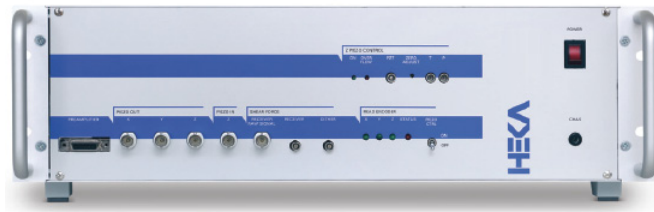


SMCM单通道2电极模式

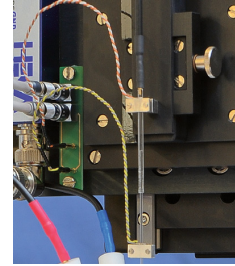
## → EIProScan剪切力感应等间距扫描功能扩展仪器系统

### • HEKA独家设计的剪切力感应SFU3系统具有三大特色

- 世界领先的剪切力感应控制模块,配以HEKA等间距扫描模式的控制软件,能够实现微电极或微滴管探针在样品表面的非接触式瞬时形貌扫描,一次扫描实验即可区分物理形貌和电化学活性.
- 剪切力感应模块的调制信号源既可以是探针电流,也可以是微观流体介质内的剪切力的振动变化感应,由此完美兼容多种高级的电化学扫描探针显微镜技术(如SECM / SICM / SMCM等).
- 系统所采用的微探针既可以是实心的金属超微电极,也可以是空心的玻璃微滴管探针;技术适用于纳米级探针和微米级探针;实验介质既可以为液相,也可以是气相.



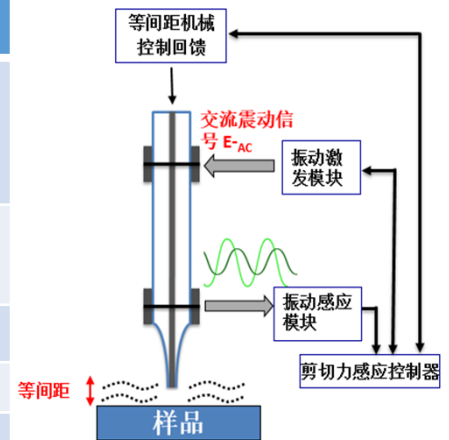
内置SFU3剪切力感应模块的中央控制器



剪切力交流信号激发/感应压电陶瓷模块及特殊的连接线缆

### • SFU3系统核心技术原理与参数

组件与功能名称		技术参数
等间距扫描感应控制模块	工作信号及原理	固定于微电极上的激发和感应压电陶瓷模块通过剪切力感应过程中的交流电振幅衰减和相变,进行距离与交流信号校准曲线,从而控制扫描探针与被测样品的等间距扫描.
	形貌测量参数	最佳分辨率为1.5纳米(系统模块会在线同时储存样品的电化学活性电流和高度形貌信息的数据).
	工作频率范围	100 KHz 至 1 MHz
	可控等间距范围	10纳米 至 5微米(探针与样品之间的可控等间距)
	激发信号振幅	0 V 至 2 V (交流正弦波)

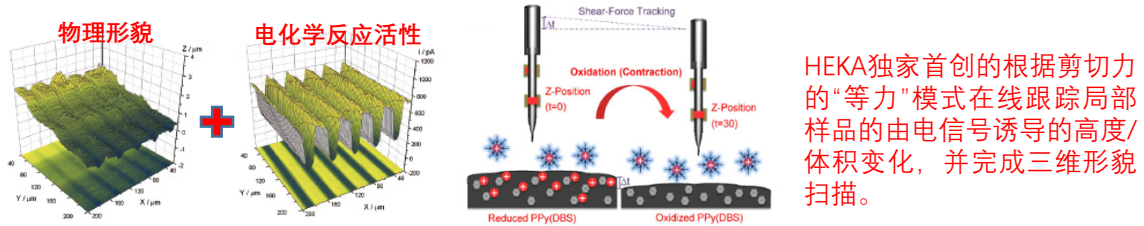


### • HEKA 用户应用剪切力技术参考文献

- Phys. Chem. Chem. Phys., (2016), 18, 17366-17372.
- Phys. Chem. Chem. Phys., (2015), 17, 32268-32275.
- L. Danisa, M. E. Snowden, U. M. Tefashe, C. N. Heinemann, J. Mauzeroll, (2014) Electrochimica Acta, 136, 121-129.
- P. Dauphin-Ducharme, J. W. Binns, M. E. Snowden, D. W. Shoesmith, J. Mauzeroll, (2015) Faraday Discussion, 180, 331-345.
- C. Cougnon, K. Bauer-Espindola, D.S. Fabre, J. Mauzeroll, (2009) Anal. Chem. 81, 9, 3654-3659.

# → EIProScan具备四种新颖的形貌及反应活性的原位扫描模式

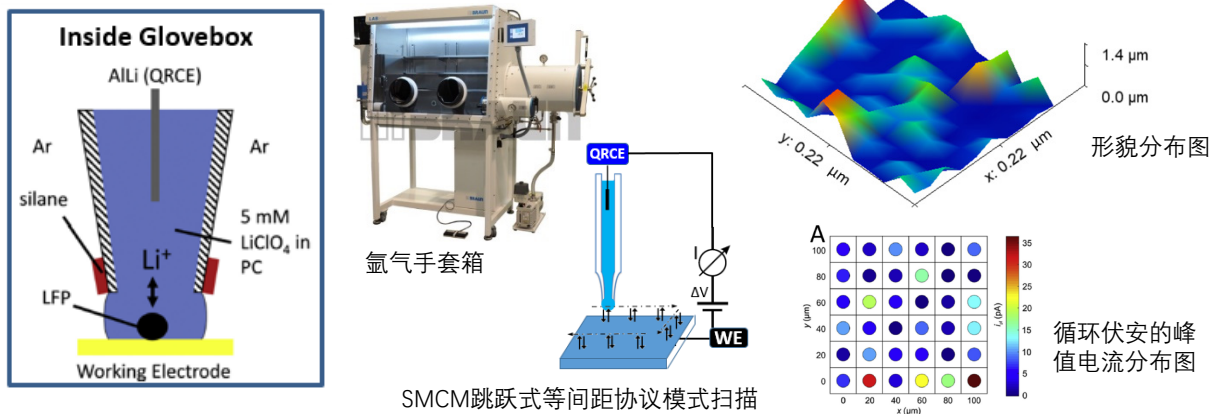
## 1. 剪切力感应模块驱动的等间距形貌扫描，及SECM原位形貌高度追踪技术



[1] *Phys. Chem. Chem. Phys.*, (2016), 18, 17366-17372; [2] *Phys. Chem. Chem. Phys.*, (2015), 17, 32268-32275.

## 2. Scanning Microcapillary Contact Method (SMCM) 扫描微滴管液滴接触模式

- 支持用户自定义的“矩阵跳跃等间距扫描模式”：形貌水平分辨率由单通孔微滴管探针直径决定；形貌垂直分辨率由Z-轴压电驱动模块决定（=1纳米）；该技术专为电池材料微区形貌的测量进行优化（可内置于惰性气体手套箱中进行实验）。



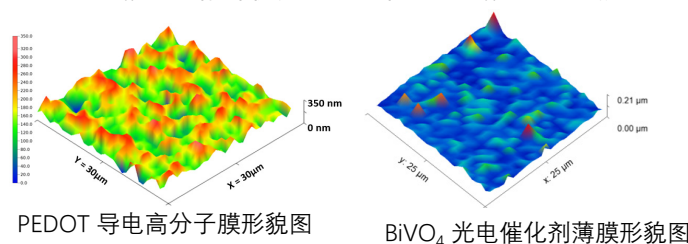
HEKA参与的锂电材料北美研发项目: *Snowden et al. Journal of Power Sources*, 325 (2016) 682-689

## 3. Scanning Ion Conductance Microscopy (SICM) 扫描离子电导显微镜模式

- 该技术专用于对柔软/脆弱的样品表面进行高分辨（纳米级）无损式形貌扫描以及微观电导率和微区电荷分布成像，广泛适用于多种固态材料和生物材料。大范围的Z-轴扫描距离和非接触式扫描的技术特点优于原子力显微镜技术。（示例参见ELP3系统技术介绍）

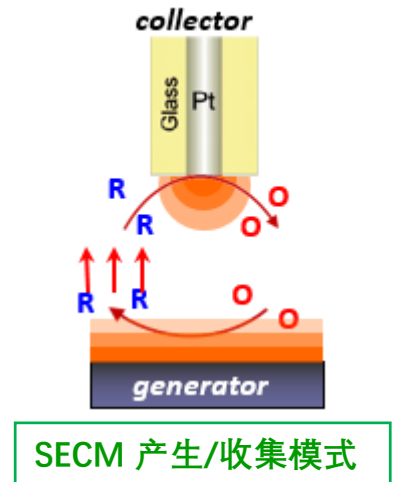
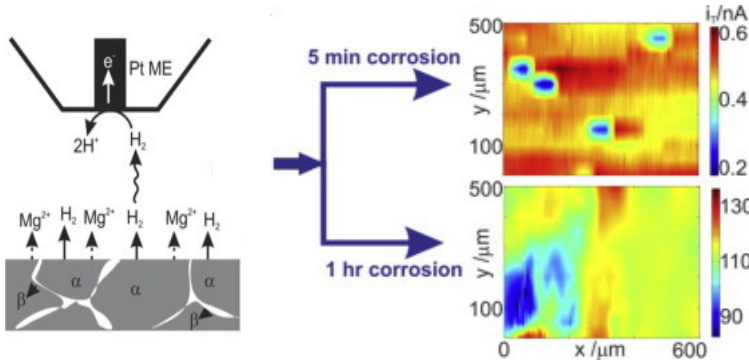
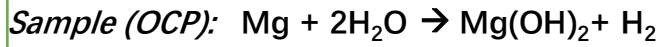
## 4. Scanning Electrochemical Cell Microscopy (SECCM) 扫描微电化学池显微技术

- 该技术为世界科研领域最先进的同步形貌及纳米反应活性微观扫描技术：HEKA系统控制器硬件自动支持，由单通孔或双通孔玻璃微滴管实现的悬浮微观液滴扫描模式
- 空间分辨率取决于用户自制的微滴管的开口直径，可达到20 nm至1 μm以上；采用HEKA特色的用户自定义矩阵跳跃扫描模式，完美避免探针与样品接触
- 通过一次实验，可以获得多维图像信息（如：纳米颗粒形貌图，材料充放电反应活性分布图，或微区腐蚀电位分布图，微区Tafel曲线，微区循环伏安或微区极化曲线，微观阻抗测量等等）。



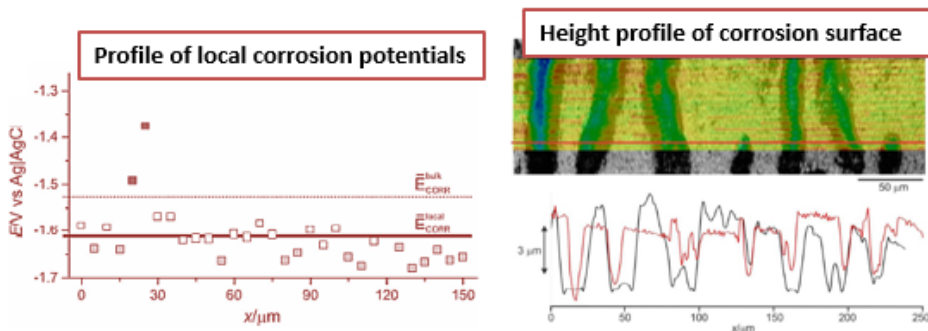
## → EIProScan 在微区腐蚀成像技术的应用

- 时间推移腐蚀动力学的SECM成像（铝镁合金示例）



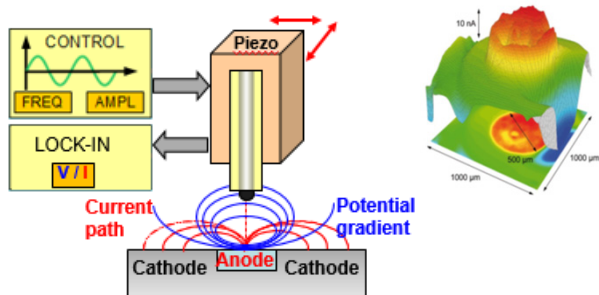
Tefashe, U. M. *et al.* (2014) *J. Electroanal. Chem.*, 720–721 (0), 121–127.

- SMCM腐蚀深度剖面 and 局部腐蚀电位分布原位成像



Dauphin-Ducharme *et al.* *Faraday Discussion* 2015, 180, 331–345

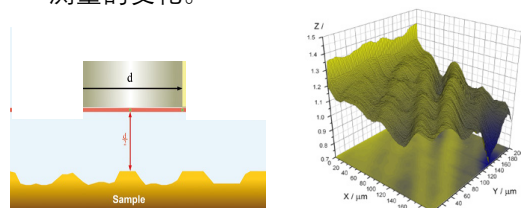
- Scanning Vibrating Electrode Technique (SVET) 扫描振动电极技术



微区电偶腐蚀的成像研究

- Scanning Kelvin Probe (SKP) 扫描开尔文探针技术

- 该技术是基于扫描振动电容探针来测量导电样本与振动金属探针之间的功函数差异。
- 功函数是样品表面状况的一个非常敏感的参数指标，可受吸附或沉积的薄膜物质，表面重构，表面电荷，氧化层缺陷，涂层厚度与均一度，局部或整体腐蚀等的影响而发生可测量的变化。

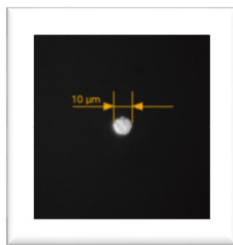
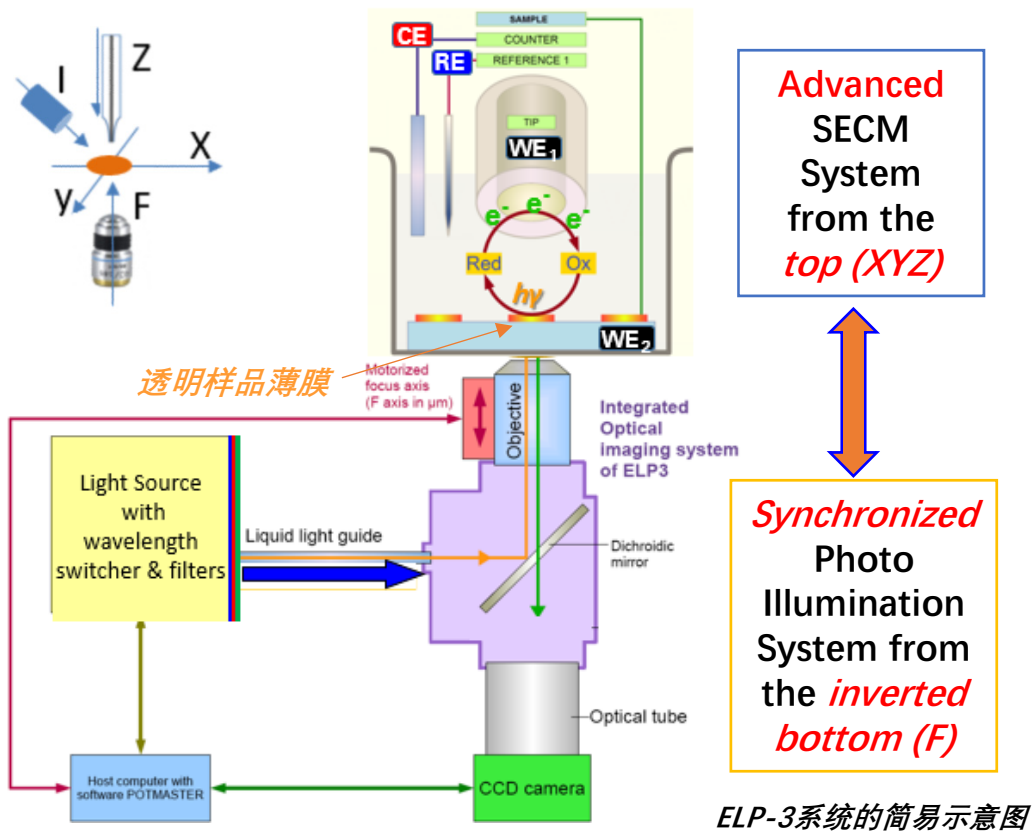


可用等高或等间距模式

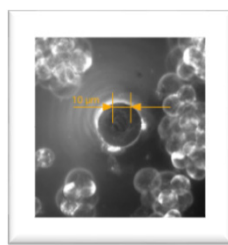
镀层表面的功函数分布

## → EIProScan (ELP-3) 高级光学系统介绍

- 高度集成/同步控制的超四维机械扫描及倒置光学成像系统



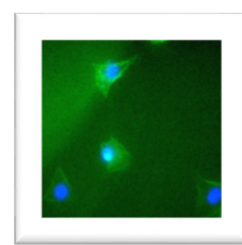
反射光显微镜图像



透射光显微镜图像



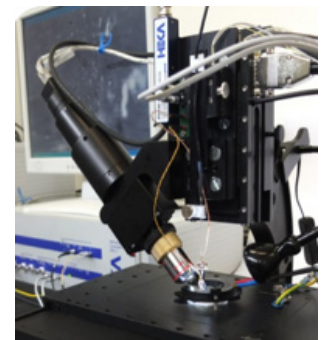
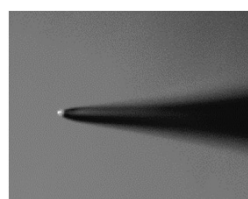
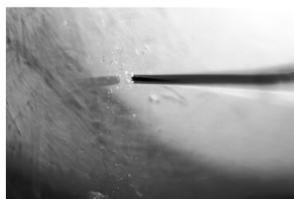
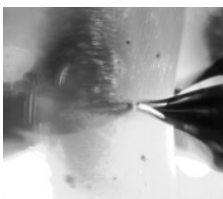
上下双光路图像



高速荧光图像

- 系统入射光源可以兼容任何激发光源 (LED/ 氙弧灯/ 激光光源等)
- 光学轴与机械扫描轴可由手动共聚焦对齐, 一次实验可以获得多维(3D/4D/5D) 图像信息

- 样品台XY上方可选配斜45°USB相机系统



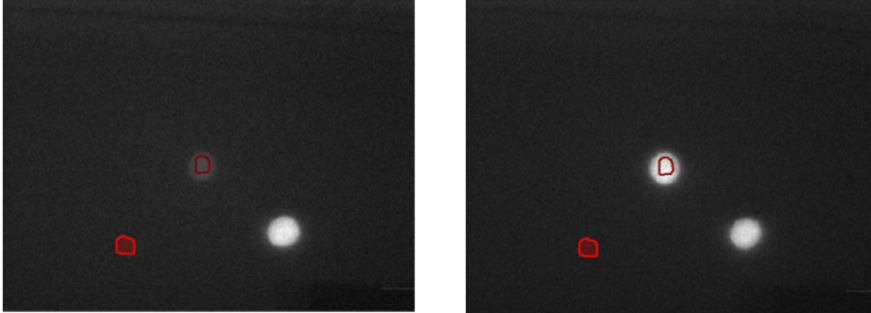
- 通过高速拍照和视频录像来在线记录探针/样品的移动过程
- 可辅助探针/样品的预定位, 加快探针逼近实验速度



## → EIProScan (ELP-3) SECM与高速同步荧光成像

### • HEKA SmartLUX™ 在线同步成像技术

在两个不同波长下 荧光染料标记的细胞荧光响应



每个可由用户自定义的 ROI = 特定波长下指定区域内平均光学发射强度

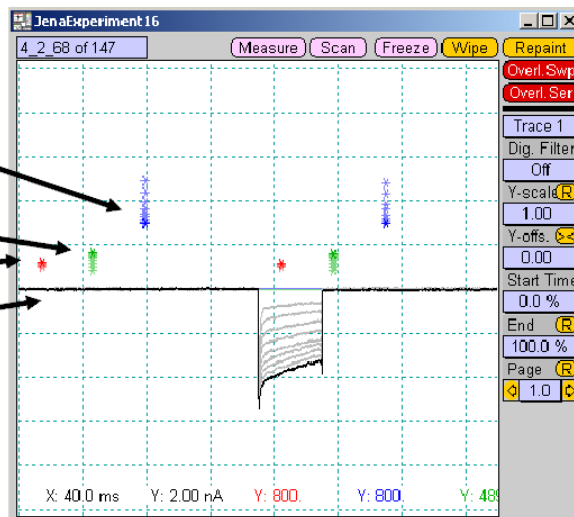
Oscilloscope window:

ROI of wavelength 2

ROI ratio

ROI of wavelength 1

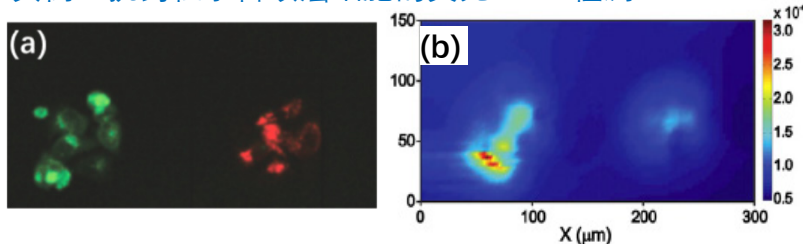
Cell current



- 该技术提供毫秒级的时间分辨率和精确的多通道信号同步激发/采集/关联
- 所有同步关联的数据（如：荧光图像 / ROI强度值 / 样品及探针的电流电压值等 多达32组数据）都可以在线储存于软件中

### • SmartLUX™ 在线同步高速荧光SECM成像应用

实例：抗药性宫颈癌细胞的荧光SECM检测



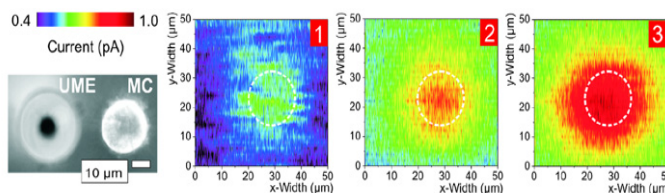
(a) 荧光响应照片; (b) 探针在细胞上方的SECM电流分布. 羟甲基二茂铁既充当氧化还原媒介物,又是生理功能的信使分子. 反映动力学和细胞功能的3维图像可以由SECM技术获得.

## → EIProScan (ELP-3系统) 的生物物理和神经化学成像

- HEKA ELP-3系统凭借着独特的光学成像与高分辨率电化学成像的高速同步集成技术，开创了众多世界第一的生物物理和神经化学成像应用案例。从分子成像探测技术到细胞成像检测技术，ELP-3系统成为生物细胞成像和电生理科研领域“一机多用”的终极工作站平台，可应用于**细胞纳米形貌成像**，**细胞膜片钳实验**，**细胞纳米力学**，**细胞活性和生理功能的原位电化学检测**等诸多课题。Bio-ELP3的特色功能会为您提供新一代全功能“纳米生物成像检测工作站”的最新标准。

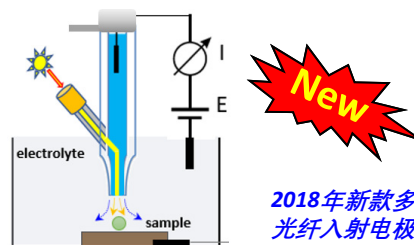
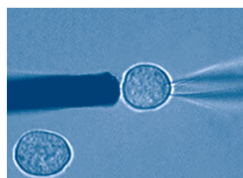
### Molecular Imaging and Sensing

- ROS / RNS 分子检测 (e.g.  $H_2O_2$ )



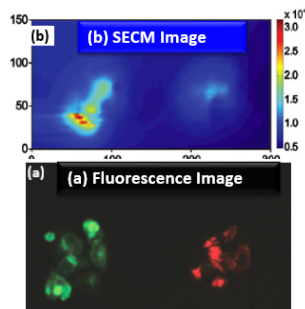
M. Bozem et al., *Antioxidants and Redox Signaling*, DOI: 10.1089/ars.2016.6840

- 神经传导物质 (在光学/电学刺激下的原位检测)

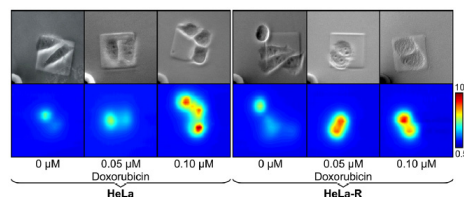


2018年新款多功能  
光纤入射电极夹

- 高活性蛋白质标记分子 (如：羟甲基二茂铁对癌细胞的功能泵标记)



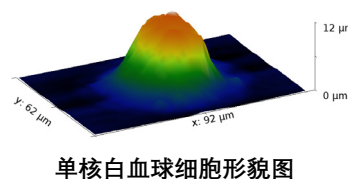
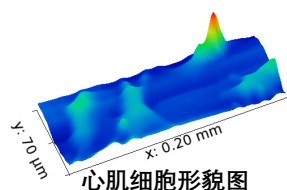
Mauzeroll et al. *PNAS*, 2014, 110, 9249



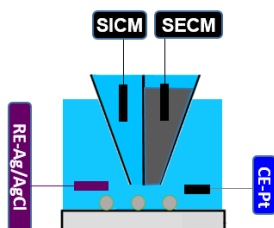
*Anal. Chem.* 2017, 89, 8988–8994

### In situ Cellular Imaging

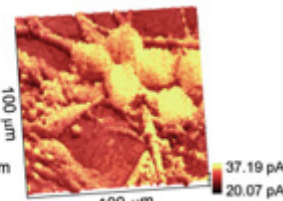
- 高分辨率生物细胞无损形貌成像 (非接触式 SICM模式)



- 多功能SICM-SECM 双探针成像与高速荧光成像同步连用



感觉神经元细胞形貌



感觉神经元细胞SECM  
活性图 (碳纤电极)

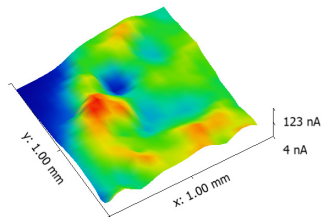
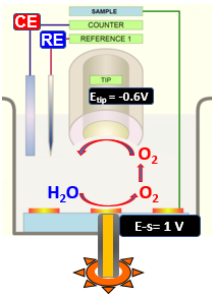
Takahashi et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2011

## → EIProScan (ELP-3系统) 的扫描光电化学显微镜成像

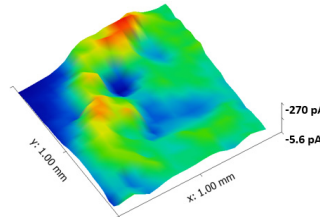
- ❖ HEKA于2017年发布全球首台商业化基于ELP-3架构的扫描光电化学显微镜 (SPECM)
- ❖ 凭借着世界首创的特色功能, HEKA SPECM已被应用于众多前沿科研领域:
  - 光催化剂的光解水 (氢/氧燃料的制备)
  - 染料敏化太阳能电池材料 和 钙钛矿太阳能电池材料 (高通量筛选)
  - 新型半导体材料在污染物处理中的应用( $\text{CO}_2$  光电催化还原)
  - 电至化学发光
  - 有机光电材料
  - 生物细胞体系的光刺激响应等 (Optogenetics).

### ✓ 高速同步获得光电化学特性,光敏中间产物和光电流(和量子效率) 3D微观分布图

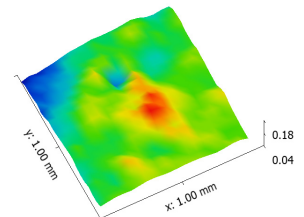
#### 应用实例: 光催化剂 $\text{BiVO}_4$ 的光解水成像



微观光电流分布图

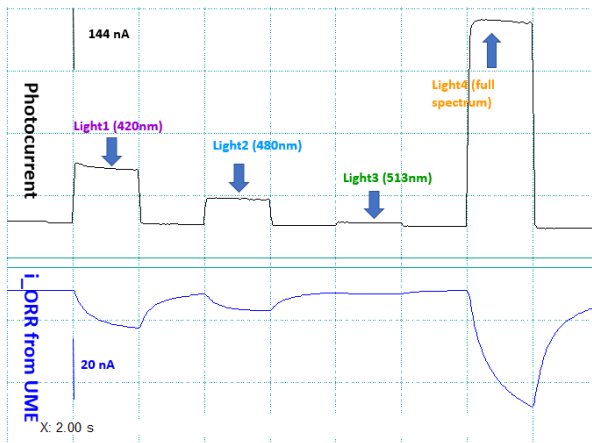


光解水产物氧气的微观分布图

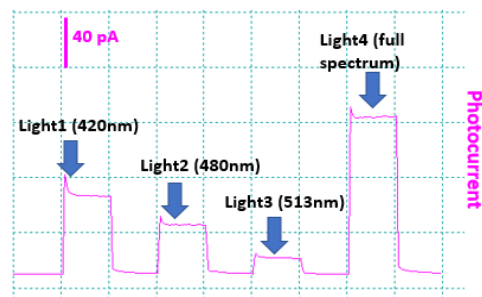
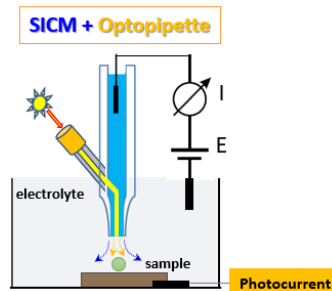
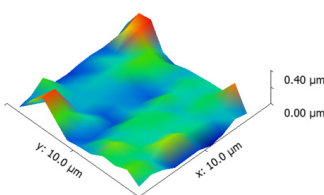


量子效率IPCE/QE微观分布示意图

### ✓ 可完美实现 LED / 激光 / 氙弧灯光源与电化学信号的同步开关控制与调制 (可提供8~10个波长的单色滤波片在毫秒速度上的波长转换)



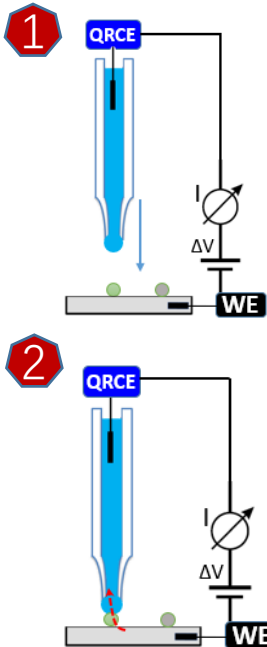
### ✓ 2018最新光纤导光技术全面支持透明和不透明样品 (首创实现SPECM入射光的1微米~90微米光斑可调直径); 首次实现pA级别同步光电响应和纳米形貌成像



## → EIProScan 独一无二的软件扫描模式

❖ HEKA团队45年来独立研发的Potmaster软件 (具备强大灵活的数据采集/分析/作图功能), 兼容于各版本Windows (XP – Win10) 和MAC操作系统; 软件除了提供**世界最全的SECM/SICM扫描模式之外**, 还具备以下的特色**扫描编辑自定义功能**。

### ✓ 用户自定义的“协议式矩阵跳跃扫描模式”



#### 矩阵扫描协议模式 (示例)

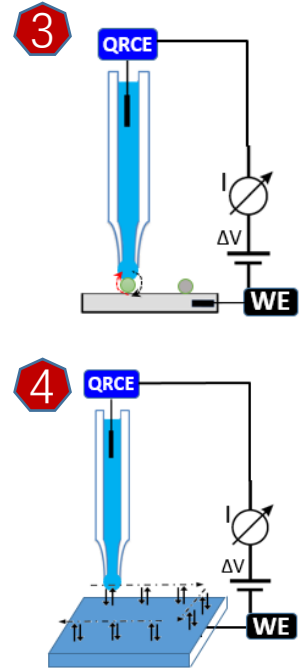
**第一步:** 定义每一矩阵点上的初始动作为“探针逼近”(以探针电流为调制信号)

**第二步:** 当探针接触电流产生的瞬时, 停止探针逼近并记录Z-轴探针高度(形貌)

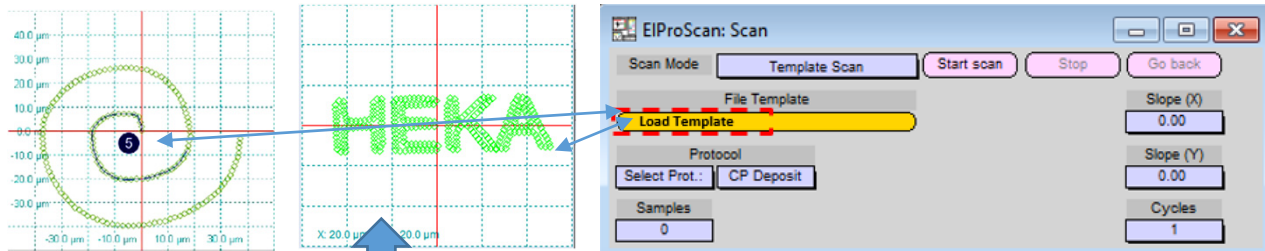
**第三步:** 保持探针位置不动, 测量微观电化学信号(如: **微观循环伏安**, 局部电荷及**峰电流**的定位计算等)

**第四步:** 拉起探针至安全高度, 跳跃至下一个矩阵点并重复以上第1-3步骤.

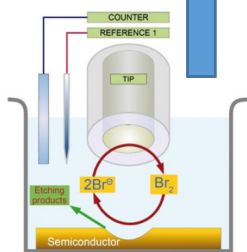
*简单快速的自定义协议宏命令模式可以自动化的控制整个实验!*



### ✓ 用户自定义的**模版扫描**功能



示例: 在导入的模板轨迹空间点位上, 软件可以施加用户自定义的“刻蚀”或“电沉积”等无限的命令协议。

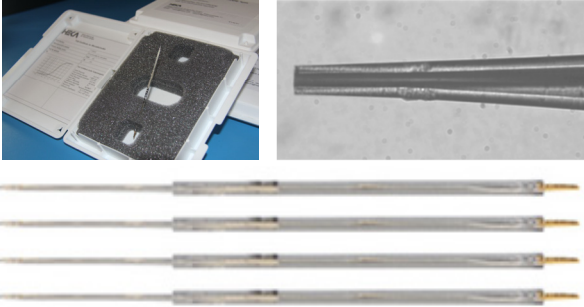


- 用户可以预先编辑定义任何矢量点组成的扫描轨迹路线, 导入HEKA软件作为探针扫描轨迹模板
- 在每一个预定义的空间点位, 软件可以施加任何预定义的电化学实验技术和扫描动作组合 (例如刻蚀, 电沉积, 探针三维移动等等).
- 由此可以一键实现样品的“微加工/修饰”, “微观3D打印”等功能.
- 模版图案的空间尺寸和分辨率完全由用户自定义, 可以灵活匹配探针尺寸.

## → EIProScan 系统辅助配件及高级耗材

### ■ 金属超微电极

200 nm – 25  $\mu$ m 直径 (材料: 黄金/白金/碳纤/银)

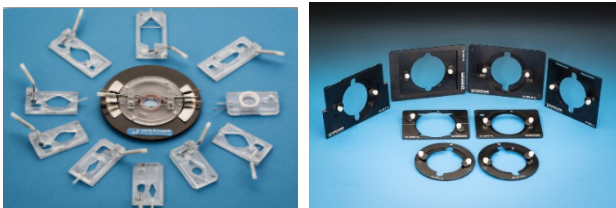


### ■ 玻璃毛细管拉针仪 (探针制备)

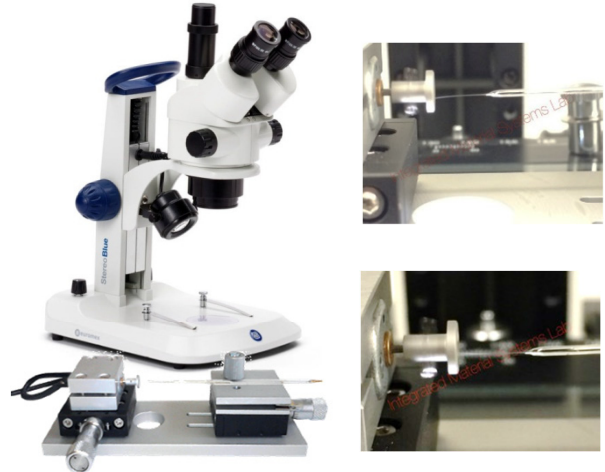


### ■ 可控温/通气式扫描电化学池

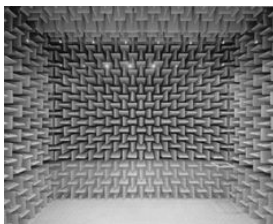
为各种扫描样品体系提供摄氏5°-65°的温度控制和气体保护



### ■ 微电极抛光打磨维护系统



### ■ SECM法拉第屏蔽罩及防震台



### ■ 超微电极/纳米微滴管电极夹

微小电流测量时需避免不必要的导线连线引入的额外噪音；高质量的电极夹是唯一的解决方案



2018最新版多功能电极夹 (支持光纤入光/气压控制/双孔探针等功能)

## → EIProScan 特色技术与核心功能总结

电化学(光学)同步扫描技术名称	扫描/操作模式	探针类型	ELP 1 / 2	ELP 3
SECM 2D/3D 高级成像及微观谱图测量	1. 正/负反馈模式; 2. 产生-收集模式; 3. 氧还竞争模式; 4. 表面讯问模式; 5. 样品瞬时形貌高度追踪模式	金属微电极	✓	✓
SECM同步原位形貌成像	剪切力调校下的等间距扫描 (非接触跳跃模式)	金属微电极	✓	✓
AC – SECM	交流调制探针电压下的等高模式或剪切力控制的等间距模式	金属微电极	✓	✓
Scanning Ion Conductance Microscopy (扫描离子显微镜)	自动支持DC-SICM (直流调校) 和AC-SICM (交流调校) 以及最新的BM-SICM (偏压调校) 三种高级工作模式	单孔微滴管	✓	✓
Scanning Microcapillary Contact Method (扫描微滴管液滴接触模式)	支持用户自定义的“等间距协议式矩阵跳跃扫描模式” (Potentiometric / Amperometric mode)	单孔微滴管	✓	✓
Scanning Electrochemical Cell Microscopy (扫描微电化学池显微技术)	支持直流调校和交流调校的“等间距矩阵跳跃扫描模式”	单/双孔微滴管	✓	✓
多功能SICM-SECM 双探针成像	支持多通道“等间距协议式矩阵跳跃扫描模式” (2D/3D)	双孔微滴管+微电极	✓	✓
扫描光电化学显微镜成像 (SPECM)	支持多通道“等间距协议式矩阵跳跃扫描模式” (2D/3D)	金属微电极或单/双孔微滴管	-	✓
高速同步SECM/SICM荧光成像	支持多通道“等间距协议式矩阵跳跃扫描模式” (2D/3D)	金属微电极或单/双孔微滴管	-	✓
高速同步SECM/SICM 拉曼/红外/紫外-可见光谱成像	支持多通道自定义的“等间距协议式矩阵跳跃扫描模式” (2D/3D)	金属微电极或单/双孔微滴管	-	✓
SKP (扫描开尔文探针) 和 SVET* (扫描振动电极)	Z-轴高度交流调制下的“等间距协议式矩阵跳跃扫描模式” (2D/3D)	金属微电极	✓*	✓*
空间可分辨的微观电化学测量技术(微区Tafel, 微区CV或微区极化曲线, *微区阻抗* 测量等)	支持多通道“等间距协议式矩阵跳跃扫描模式” (2D/3D微区液滴接触模式)	金属微电极或单/双孔微滴管	✓*	✓*

【\*】 该技术需额外配置辅助硬件模块，不包含在标准销售配置中。



## EIProScan系统配置及核心技术参数

系统组件与功能		系统技术参数	
		ELP- 1 (A) 架构与 ELP-2架构	ELP-3架构
机械扫描定位系统	X/Y/Z 超高精度压电驱动扫描台 (2018新产品)	分辨率 = 1 nm (闭环电路控制)	(可选项, 不包含于标准配置)
	XY 直流伺服马达扫描台	(可选项, 不包含于标准配置)	线性光栅读取分辨率 = 2.5 nm (三轴闭环电路控制); Z-轴额外叠加1.5 nm分辨率的压电驱动模块
	XY马达坐标轴移动准确度	(可选项, 不包含于标准配置)	10.0 nm (4倍过采样处理确保位置精确度)
	X/Y/Z坐标轴最大扫描范围	100 μm x 100 μm x 100 μm (辅助XY调节旋钮可额外扩展 X/Y 至 ±25.0 mm)	自动模式下X=100mm,Y=75mm,Z=50mm (辅助XY调节旋钮可额外扩展 X/Y 至 ±25.0 mm)
	XY-超高速纳米压电扫描台	(不适用)	(可选项, 不包含于标准配置) 具备100μm x 100μm扫描距离和 1 nm分辨率(最高级 silicon HR sensor闭环控制); 最佳匹配于超高速SICM/SECCM扫描功能
	扫描系统中央控制器	支持用户端外置的第三方XYZ三轴压电驱动器 (模拟信号控制的Piezoelectric System, 理论分辨率 < 1 nm; 可读取分辨率 = 1.5nm; 扫描范围 ≤ 100 μm)	
	扫描平台支撑架	(ELP-2可选项) 机械整合三维扫描台于倒置显微镜之上方; 可为用户端特定兼容型号的显微镜定制	(不适用)
	外置遥控杆	(ELP-2可选项, 不包含于标准配置)	X/Y/Z/F 四维亚微米便携式遥控杆(具有精确/慢速和长距离/快速双模式)
	升级可选项	可集成控制的斜45度USB相机系统 (通过高速拍照和视频录像来在线记录探针/样品的移动过程, 以及辅助探针/样品的预定位)	
双通道数据采集工作站及外置小电流放大器	槽压及分辨率	± 12V (610 nV)	
	电流测量可用量程	±20 nA 至 ±100 mA (第一通道); ±5 pA 至 ±2 μA (第二通道,共18个可用电流量程)	
	最大电流	±100 mA (第一通道); ±2 μA (第二通道) (可升级至±50A)	
	最佳电流分辨率	0.15 fA 在 5pA 量程 (第二通道); 0.61 pA 在 20nA 量程 (第一通道)	
	电流噪音	实测值 < 3.5 fA (15 Hz bandwidth 测于 5 pA 量程) (第二通道)	
	数模转换器/最短脉冲	16-bit / 最快脉冲 = 5 μs (双通道)	
	升级可选项	(1) 可选配Current Booster扩展电流量程至50安培 (2) 可选配交流阻抗测量系统 (10μHz - 1MHz)	

# → EIProScan系统配置及核心技术参数

系统组件与功能		系统技术参数
剪切力感应模块	信号机理	由高精度压电陶瓷激发与感应的交流电信号的振幅与相变的交流调制
	形貌测量参数	最佳分辨率为1.5nm (系统会同时在线记录电化学活性电流和高度形貌信息的数据)。
	工作信号频率范围	0 V 至 2 V (交流正弦波) ; 100 KHz 至 1 MHz
	可控等间距范围	10纳米 至 5微米 (探针与样品之间的可控等间距)
系统PotMaster软件	SECM扫描模式	1. 自动/手动针尖逼近曲线( 1nm/s 至 50 $\mu\text{m/s}$ 基于 Z-piezo) 2. 2D/3D等高扫描(自动斜率矫正); 3. 2D/3D跳跃式矩阵扫描 (每一矩阵点可使用用户自定义波形和实验) ; 4. 2D/3D等间距扫描 (剪切力调制模式/电流调制模式/交流阻抗模式) ; 5. 2D/3D自定义模版矩阵扫描 (3D微观打印/电沉积/电修饰模式) ; 6. 循环同向扫描或循环逆向扫描 (可自定义任何扫描动作组合和循环) ;
	传统电分析化学实验技术	支持循环伏安法, 线性扫描伏安法, TAFEL图,计时电流法, 计时电量法, 阶梯波伏安法, 差分脉冲伏安法, 常规脉冲伏安法, 方波伏安法; 交流伏安法, 交流阻抗; 计时电位法, 电流扫描计时电位法, 多电流跃阶法, 电位溶出分析; 时间电流曲线, 差分脉冲安培法, 三脉冲安培法, 积分脉冲电流检测, 多电位阶跃法, 电位控制电解库仑法, 开路电位vs时间曲线, 等等.
	数模转换及数据采集	支持多通道的模拟信号和数字信号的触发控制,内置16-位超高速低噪音数模转换/数据采集器; 可在线记录32组自定义数据
SPECM及荧光成像系统		<p>(1) 同步高速荧光成像技术可选择超快速 (约1.5ms波长切换时间) 或标准的快速 (50毫秒波长切换时间) 配置选项; 同时默认配置包括超长寿命全光谱光源和耦合到ELP的输光导管; 各种合适的荧光激发和发射滤光片会按需安装在滤光片立方体中, 用户可以根据具体应用要求额外配置购买滤光片。</p> <p>(2) SPECM系统使用同步光源研究光电化学薄膜催化剂在微观尺度上的活性。标准配置包括: 氙弧灯300瓦全光谱光源; 液体光导; 快速光学滤光片转换器; 10孔位滤光片转盘; 和可调制的照明域/视场阻挡光栅; 单带通滤光片可根据具体的应用要求添加。</p>
其他扩展技术		<p>1. 可选项 - SKP (扫描开尔文探针技术): 该技术是基于扫描振动电容探针来测量导电样本与振动金属探针之间的功函数差异。HEKA SKP套件与EIProScan系统完全兼容。探针的可振动范围: 10nm - 2<math>\mu\text{m}</math> (peak-to-peak), 震动增量分辨率 1 nm (Z-轴压电系统行程范围: 100<math>\mu\text{m}</math>) ; 控制电压范围 <math>\pm 10\text{ V}</math> (DAC分辨率 610 nV) 。可用扫描模式: 等高扫描和等间距扫描。</p> <p>2. 可选项 - Scanning Vibrating Electrode Technique (SVET) System (扫描振动电极技术), 专用于微区电偶腐蚀的成像研究。</p>
ELP硬件平台的可扩展性		系统支持在线控制联用多种科研分析仪器 (比如: RDE/RRDE, 温度控制器, 灌流控制器, 红外和拉曼光谱仪, 激光和LED光源, 荧光CCD相机等)

# HEKA

a division of Harvard Bioscience, Inc.

www.heka.com

德国总部  
HEKA Elektronik Dr. Schulze  
GmbH  
Wiesenstraße 71  
D-67466 Lambrecht/Pfalz  
Germany  
Phone: +49 (0)6325 9553-0  
Fax: +49 (0)6325 9553-50

美国总部  
HEKA Instruments Inc.  
84 October Hill Rd  
Holliston, MA 01746  
USA  
Toll free: +1 800 272 2775  
Phone: +1 508 893 8999  
Fax: +1 508 429 5732

中国办事处  
Harvard Bioscience (Shanghai)  
Co., Ltd.  
Room 1902E  
19F, Building B  
Zhong Shan Plaza  
1065 West Zhong Shan Road  
Changning District  
Shanghai, China 200051  
Phone: +86 21 2230 5128

此产品宣传材料中的产品名称、型号, 及照片仅为销售宣传识别所用; 所涉及的专业词汇名称的版权由原始作者及相关商业实体所有; 此宣传材料的版权归属于HEKA Elektronik, 且HEKA保留最终解释权。HEKA产品的技术参数及规格以最终销售协议合同为准。HEKA保留由技术和产品研发进展造成的产品参数变更的权利。HEKA生产和销售的任何产品不得用于人体实验和医疗用途; 由于任何不正确的HEKA仪器操作而造成的人身和财务伤害, HEKA保留免责的权利。

© 1997-2018 HEKA Elektronik Dr. Schulze GmbH - a division of Harvard Bioscience