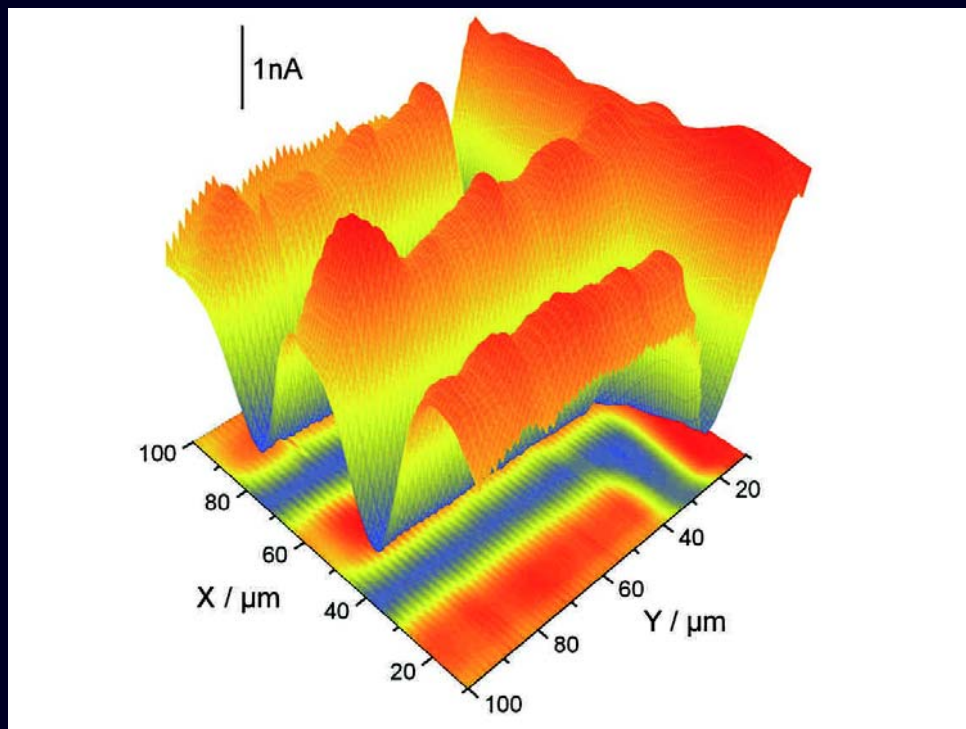




## EIProScan

### 电化学扫描探针显微镜



新创意源于新科技

EIProscan以电化学探针手段来研究材料表面形貌及表面电化学活性

仪器特点...

- 步进马达与压电材料的结合带来超快响应与超高精度
- 基于原位解码器的位置控制
- 可执行大范围扫描
- 双恒电位仪由软件控制施加对探针和样品的电信号，并记录其电流或电压响应
- 可自由编程的波形发生器
- 实时开路电位测量

作为一台高档仪器它还具备:

- 闭环解码器控制的步进马达实现对探针空间位置的纳米级定位
- 闭环压电材料进一步提高探针在z轴的定位能力
- 时间、位置及探针、样品的电化学响应等参数由速度位置传感器一体化控制
- 超宽的电流及电位范围
- 可自由编程进行空间扫描

**应用**

**表面分析**

- 电活性物质表面催化性能的扫描成像，如腐蚀测量及电催化材料的研究
- 局部pH分布成像
- 生化反应膜的酶活性成像
- 胞吐过程的成像
- 不同温度下液接界面的反应活性研究

**表面加工**

- 微/纳米级的金属沉积及刻蚀
- 在水或有机溶液中在材料表面沉积导电聚合物

# HEKA

HEKA provides the finest instruments today to achieve the needed progress of tomorrow...

EIProScan - much more  
than a SECM

Heca EIProscan是一台扫描探针显微镜，它是研究样品表面电化学活性的强有力的工具。该系统包括三个主要部分：定位装置、双恒电位仪及数据采集/分析单元。定位装置实现探针在样品表面的扫描和精确定位，这与一般的扫描电化学显微镜(SECM)相同。

EIProscan与普通的SECM的差别在于：EIProscan采用FPP(free programmable pulse)协议可对探针执行任意的电化学方法，基于该协议，可在样品进行电化学测试的同时对探针施加与样品相同的电信号，该方法对于电活性表面的微观修饰及材料对于电扰动的响应等研究非常重要。

EIProscan系统的应用面非常广，除基础的表面成像外，还能进行电荷传递反应、均相反应、液/液界面反应等基础研究，材料选型、微区pH分布、微区腐蚀监测及电化学刻蚀等应用研究。

EIProscan是一套高度集成、控制非常简单的仪器，硬件采用研究级的高档配置，所有功能通过软件执行。

与EIProscan配套的双恒电位仪的测量电流达到2A，并可用于其他的电化学测试，如RRDE。

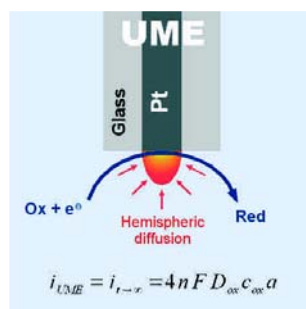
EIProscan小电流测试能力也非常出色，通过内置的小电流放大器可检测pA级电流。

EIProscan定位系统的特点是具有大扫描范围和纳米级的位移分辨率。微观电化学实验中，探针位置的确定决定着实验的成败，EIProscan采用步进马达和压电材料的结合既保证了实验的精度和重现性，又提高了位移的速度。

## 工作原理

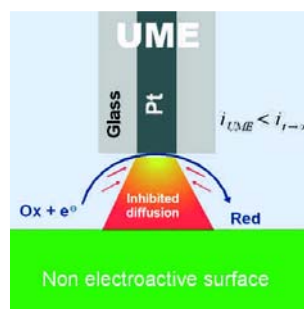
EIProscan与STM、AFM等类似，都属于扫描探针显微镜。EIProscan可在微观尺度下对电化学反应进行检测和扰动，是材料的表面修饰和表面反应过程的研究的强大工具。

### 半球形扩散



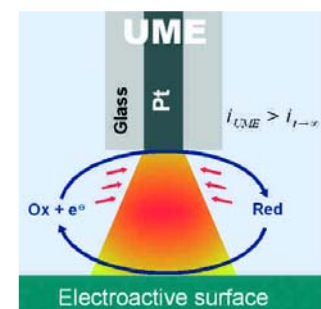
超微电极(UME)在电解液中距样品非常近的高度进行扫描，这时溶液中的电活性物质UME上反应产生电流。当UME位于本体溶液中(远离样品表面)，UME电流基本恒定，为半球形扩散的极限扩散电流。

### 负反馈



当UME接近样品表面时，电流会发生变化。如果是电化学惰性样品，由于半球形扩散受到阻碍，探针电流会变小。

### 正反馈



如果是电化学活性样品，那么UME上的生成物会扩散到样品表面再次反应(氧化或还原)，然后扩散到UME表面，使得UME电流变大。

固定于大理石基座上的高精度步进马达是EIProscan定位系统最主要的部分。

X, Y, Z轴分别安装精度达1nm的线性解码器,它在闭环模式下工作,用于消除在不同方向扫描时的反冲力。

XY轴向的步进马达精度达到100nm或15nm(两种规格);Z轴向步进马达精度为100nm,并且在100um以下压电材料开始工作,精度为5nm。

定位系统的各轴的扫描范围为50mm。



#### 恒速扫描

通过实时速度监测实现。

#### 扫描控制

独立于PC操作系统的32位实时处理器综合线性解码器和采样点的数据得出探针的相对位置。

高精度和普通步进马达的一次步进精度为15nm和100nm。扫描的速度范围为15nm-100um/s。

#### 大扫描范围

各方向扫描范围为50mm。

#### 双恒电位仪实现全软件控制

双恒电位仪由Windows界面的POTPULSE软件控制,实验设置与实验结果同时储存便于进一步分析。

#### 低噪声电流测试

对于亚微米尺度的探针,其表面通过的法拉第电流非常的小,这就对电流放大器的要求非常高。PG340型双恒电位仪配备的低噪声电流放大器通过特制的微电极支架与电极连接大大降低了电流噪声,可检测低至pA级的电流。

#### 开路电位测试

真实开路电位的测量通过灭活对电极实现,四电极模式下可测量探针和样品的开路电位。

#### 电流和电位的记录

扫描过程实时记录探针和样品的电流和电位。

## POTPULSE软件控制

EIProscan的全部功能都通过POTPULSE软件控制。POTPULSE软件是一个软件系统，通过它可执行波形发生、扫描控制、数据查看及分析和在线分析等。

## 独立双通道波形发生器

可对探针和样品施加不同的电化学方法

## 放大器控制

PG340双恒电位仪的所有功能通过放大器控制 (Amplifier Control)窗口实现。

## 数字示波器

高速示波器式显示模块用于显示实验数据，它除拥有显示增益、补偿和光标测试等模式外，还能以3D方式显示扫描图像。

## 在线分析

将最新的实验数据与之前的数据在同一界面下呈现，方便比较。采样数据信息同时保存在记事本中。

## 宏程序

每一实验的设置(恒电位仪参数的设定及示波器显示方式的设定等)都被宏程序记录，点击对应的宏按钮即可执行对应的操作。

## 数据树

仪器记录的实验数据按数据树排列，通过数据树可轻松对数据进行重现、导出、打印和编辑等操作。

## 记录本

实验或数据分析时可将重要的数据或分析结果导入记录本。

## 多用户操作

POTPULSE软件能在多用户的系统环境中使用。

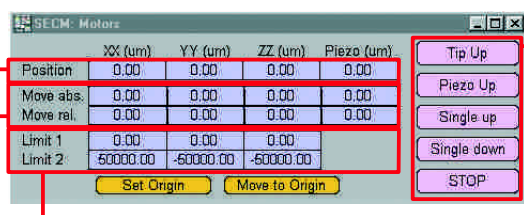
## SCAN扫描控制面板

Configuration Windows窗口用于记录电极尺寸或电解池规格等注释。

## 探针步进设置

**位置**  
显示探针实时相对位置

**位移**  
可控制探针绝对位移或相对位移一定距离



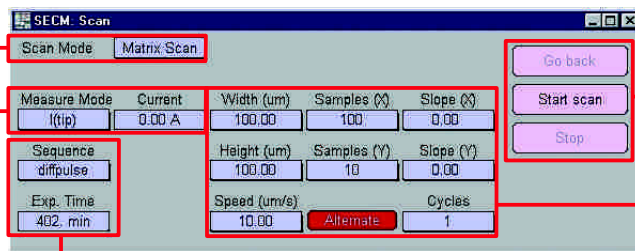
**探针控制**  
探针垂直方向的位置控制。

**步进限制**  
实验开始前可将探针当前位置归零，开始后此框显示探针各轴向的步进极限距离。单击 Set Origin框可将探针位置再次归零。

## 探针扫描设置

**扫描模式**  
四种扫描模式供选，下列选择的时2D扫描模式

**测量模式**  
扫描过程中测量及显示的参数可通过此窗口设置



**扫描控制**  
Start, Stop和Go Back按钮用于控制扫描过程。

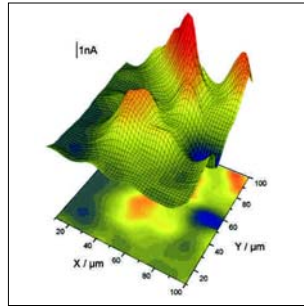
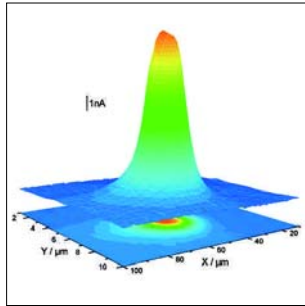
**扫描参数**  
扫描面积、分辨率、扫速及扫描周数可通过此框设定。Slope correction用于x、y轴的水平校正

**参数设置**  
设定各轴向的扫描方式，一次扫描总的的时间是基于各扫描参数的设定

**应用**

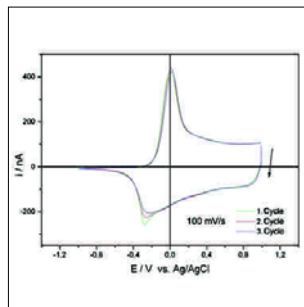
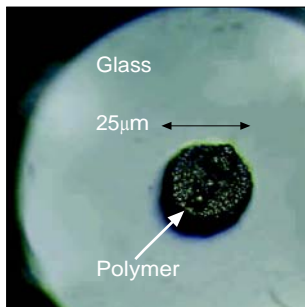
对EIProScan测量得到的探针法拉第电流的变化，可用于分析样品表面的物理形貌、局部导电率、酶活性或催化中心的位置。而且，可在样品表面定向沉积特点物质，对电极进行修饰。

- 绝缘物质表面电化学活性区域(热岛)的确定



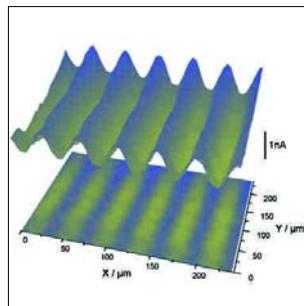
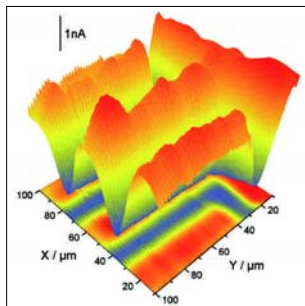
Hot spots on boron doped diamond electrodes

- 微/纳米传感器的活性表面修饰— 在微结构上沉积导电聚合物



Local deposition of conducting polymers on microelectrodes for various microsensor applications

- 研究物质表面的催化活性



EIProScan detects local surface activities in 3 dimensions and gives much more information about the sample than optical systems.

HEKA 提供两套EIProScan 系统, 其主要差别就是XY轴步进马达的精确度.

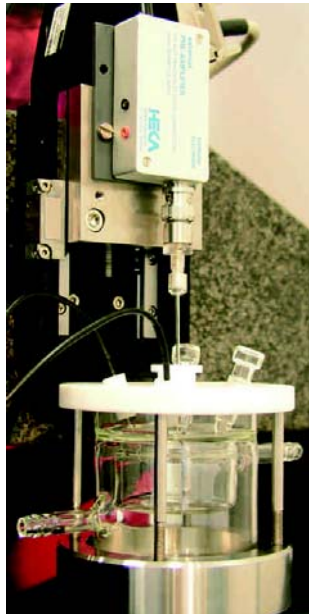
系统 1, the EIProScan, XY轴向具有100nm 精确度

系统 2, EIProScan HR, XY轴向具有15nm 精确度

两套系统Z轴都配备100nm 步进马达及用于精确控制的压电材料

### 系统配置

- 定位系统包括3个步进马达和一个压电转换器，分别安装在大理石支架和基座上
- PG340双恒电位仪和2个小电流放大器
- POTPULSE软件及SCAN位移控制软件
- 独特的实时处理器、计数器及16-位数据收集单元



### 附件及耗材

#### 电解池

eca专用的电解池置于不锈钢基座上，池体由双层玻璃构成，可连接恒温设备，池盖有多个通路，分别用于连接电极(探针、参比、辅助三电极)、保护气出入口和添加电解液。

#### 探针电极

EIProscan工作的主要部件就是精致的玻璃基微电极。该电极的有效直径及RG值(电极头外径与有效直径之比)决定了电极工作分辨率。微电极头是将Pt丝密封在石英管中，另一侧的镀金接头与电极支架固定。标准探针电极有效直径为1 $\mu$ m，更大或更小直径都可定制。

#### 碳纤维微电极

5 $\mu$ m直径，镀金接头与电极支架连接，10个一盒。

#### 探针支架

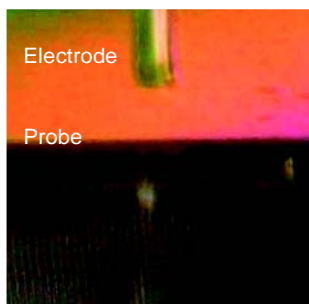
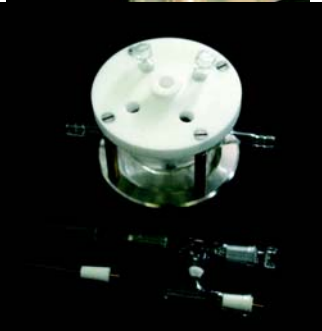
将探针与镀金夹头连接，再与为电流放大器的引线相连。

#### 小型数字式体视显微镜

探针相对样品的扫描及逼近过程可由此显微镜在专业显示屏上监视。显微镜工作距离最大为100mm，放大倍数可手动在0.1—400倍之间调节。体式显微镜对于确定探针和样品之间的相对位置非常重要，而且该显微镜非常小巧可与电解池一同置于屏蔽箱中。

#### 减震装置

三种不同规格的减震装置可选。EIProscan可配备四个被动减震架或直接置于减震台上，主动减震系统可提供更高的减震效果。对于要求极高精度的实验，主动减震系统与被动减震台结合使用可获得最优秀的减震效果。



**定位系统**

XYZ三轴都采用高档闭环大行程定位系统

特点:

**分辨率** 实时控制高精度步进马达: Z: 100 nm + Piezo 5 nm  
X,Y: 100 nm (EIProScan) X,Y:  
15 nm (EIProScan HR)

**扫描范围** 50 mm (全方位) 允许大样品的测试。预留约50 x 50 x 50 mm 的空间用于安装自制电解池或大的样品。

**线性解码器** at each axis allows real-time position control with closed loop regulation to eliminate backlashes.

**即时停止功能** 使用 TTL按钮

**扫描模式** 用于恒速扫描

**接近模式** 用于探针的定位

Z轴上的压电材料具备精确的定位能力, 保证了探针位置的严格确定, 其主要参数如下:

**Lateral Guiding** 1 nm; The extremely low off-axis error of about 1 nm guarantees a precise scan along one axis.

**分辨率** < 1 nm; Z轴分辨率会受到输入电位的影响, 但不会低于5nm

**重现性** 室温下+/-10nm, 外部控制器闭环校准

**行程** 100  $\mu$ m; 这个行程范围可使探针与样品完全且安全的接近, 并且对倾斜的样品进行高度校正

**响应时间** 探针重约120g时每一步进完成时间(99%)为4 ms.

步进马达支架.

**惰性底架** 大理石

尺寸 (D x W x H): (450 x 450 x 60) mm

**垂直支架** 大理石制用于固定Z轴步进马达

**外部小电流放大器**

PG340型双恒电位仪用于控制探针和样品的电位及监测对应的法拉第电流, 该型双恒电位仪拥有很宽的电流范围(最大电流2A), 配合小电流放大器拥有pA级的电流检测能力. 集成的模/数-数/模数据分析系统拥有四路16-bit数/模-转换器及一路16-bit (200 kHz) 模/数-转换器可满足用户在普通实验和扫描实验中全方位的需要. 方便的仪器自检及校正功能确保仪器全天候的正常工作.

配备5 M $\Omega$ , 500 Mohm及50G $\Omega$ 反馈电阻的跨量程电流放大器使得低噪声大带宽的测试变得简单而精确. (如设置+/-100 pA的量程范围时,可获得60 kHz的带宽).

探针通过专用支架与小电流放大器相连接.

- 探针电位:  $\pm 10$  V
- 样品电位:  $\pm 10$  V
- 槽压:  $\pm 20$  V

- 电流灵敏度. 每量程0.0015%

电流量程:  $\pm 100$  pA,  
 $\pm 1$  nA,  $\pm 10$  nA,  $\pm 100$  nA,  
 $\pm 1$   $\mu$ A,  $\pm 10$   $\mu$ A,  $\pm 100$   $\mu$ A,  
 $\pm 1$  mA,  $\pm 10$  mA,  $\pm 100$  mA,  
 $\pm 1$  A,  
 $\pm 10$  A

最大输入电流:  $\pm 2$  A

最小电流分辨率: 3 fA ( $\pm 100$  pA量程)

- 模/数转换器分辨率: 16 bit
- 采样频率: 200 kHz
- 三个16 bit模/数转换器用于记录其他装置的信号.

**数据采集**

通过实时处理器控制的四个独立16-bit模/数转换通道(200 kHz采样频率)分别用于记录探针电流、探针电位、样品电流和样品电位.

**实时处理系统**

EIProScan工作由最新的Windows界面计算机控制, 并拥有独特的实时处理器、计数器及16-位数据收集单元. 计算机详细配置见Heca最新配置清单.

**探针扫描方式**

EIProScan内置实时处理器独立于计算机工作, 这保证了扫描和采样同时进行而互不干扰

**逼近** 自动逼近样品表面

**线性扫描** 探针在线性扫描X,Y或Z轴的同时记录探针电流、探针电位、样品电流和样品电位

**平面扫描** 探针做平面扫描(X,Y), 同时记录探针电流、探针电位、样品电流和样品电位

**平面矩阵扫描** 将平面视为矩阵, 通过编程可对每一矩阵点可采用不同的电学方法, 而且对于探针和样品可分别采用不同的电学方法  
**间隔扫描模式** 在平面扫描和平面矩阵扫描可采用该模式来避免探针运动对样品表面电解液的扰动

**倾斜校正功能** 用于补偿样品安置时的微小倾斜对探针一样品相对位置的影响

**扫描速度** 最大100  $\mu$ m/s, 此时分辨率为100 nm

**电化学测试方法**

- 自由编程的PGF协议允许序列测量及小电流放大器的宏命令
- 循环伏安法, 线性扫描伏安法
- 恒电流或恒电位快速多脉冲技术
- 正弦波发生
- 将恒电流、动电流、恒电位和动电位方式集成, 通过简单设置即可实现上述功能
- 开路电位测试
- 实验同时记录电量的变化
- 已记录数据的在线分析



HEKA Elektronik Dr.  
Schulze GmbH  
Wiesenstraße 71  
D-67466 Lambrecht/Pfalz  
Germany

Phone +49 (0) 63 25 / 95 53-0  
Fax +49 (0) 63 25 / 95 53-50  
Web Site <http://www.heka.com>  
Email [sales@heka.com](mailto:sales@heka.com)  
[support@heka.com](mailto:support@heka.com)

HEKA Electronics Incorporated  
47 Keddy Bridge Road  
R.R. #2  
Mahone Bay, NS B0J 2E0  
Canada

Phone +1 902 624 0606  
Fax +1 902 624 0310  
Web Site <http://www.heka.com>  
Email [nasales@heka.com](mailto:nasales@heka.com)  
[support@heka.com](mailto:support@heka.com)

HEKA Instruments Inc.  
33 Valley Road  
Southboro, MA 01772  
USA

Phone +1 866 742 0606 (Toll Free)  
Fax +1 508 481 8945  
Web Site <http://www.heka.com>  
Email [nasales@heka.com](mailto:nasales@heka.com)  
[support@heka.com](mailto:support@heka.com)

**General notice:**

Product names used herein are for identification purposes only and may be trademarks of their respective owners. HEKA disclaims any and all rights in those marks.

We reserve the right to effect technical changes as development progresses.

Special versions are available on request. Further technical data are provided by a detailed description, which is available on request.

A guarantee of one year applies on all instruments.

