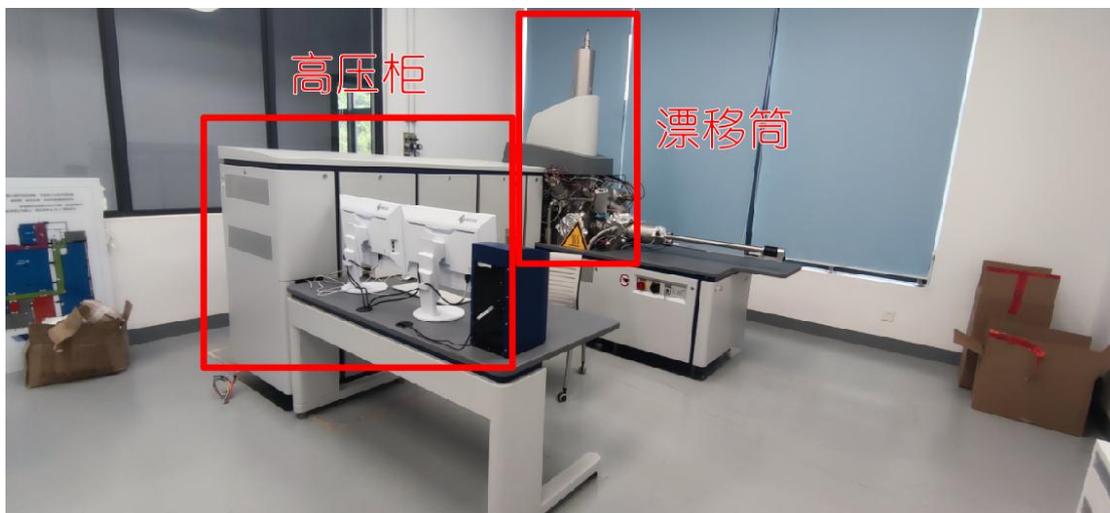


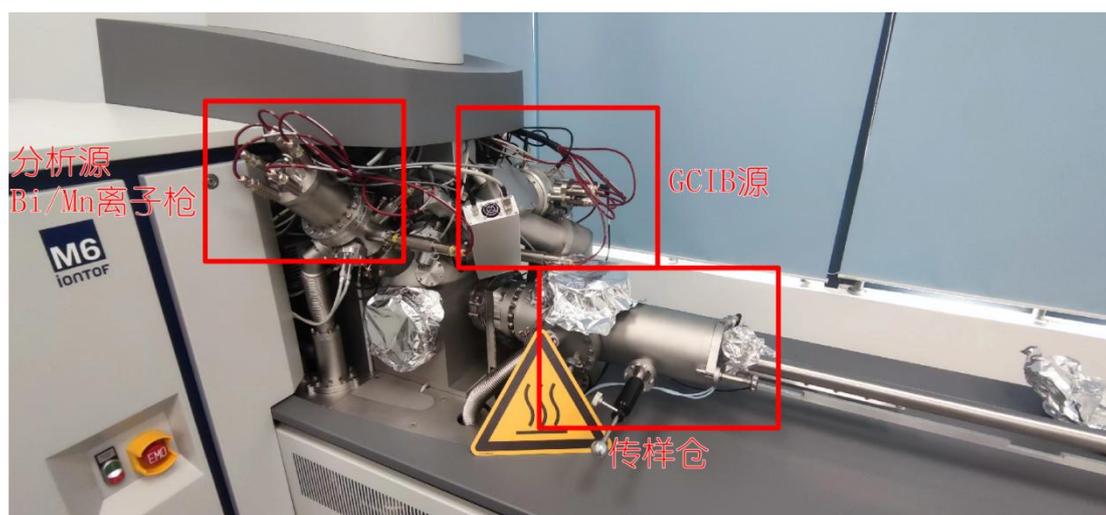
飞行时间二次离子质谱操作规程

一、仪器结构和功能介绍

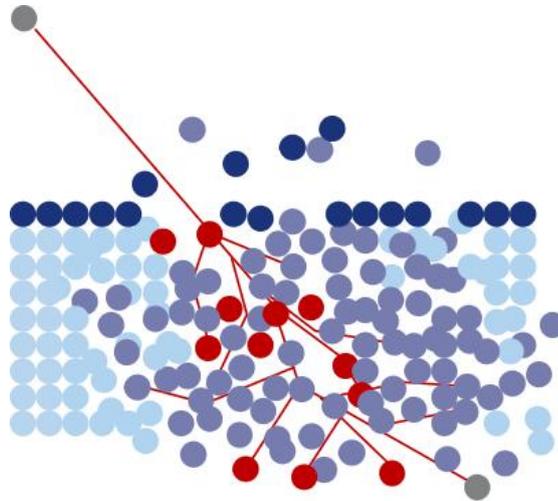
本仪器 M6 型号主要由进样系统，分析离子束 (Bi/Mn 源)，刻蚀离子束 (O₂/Cs 源)、电子中和枪、GCIB 气体团簇离子枪 (刻蚀/分析)、反射式飞行时间离子质量选择器构成。



IONTOF M6 图片

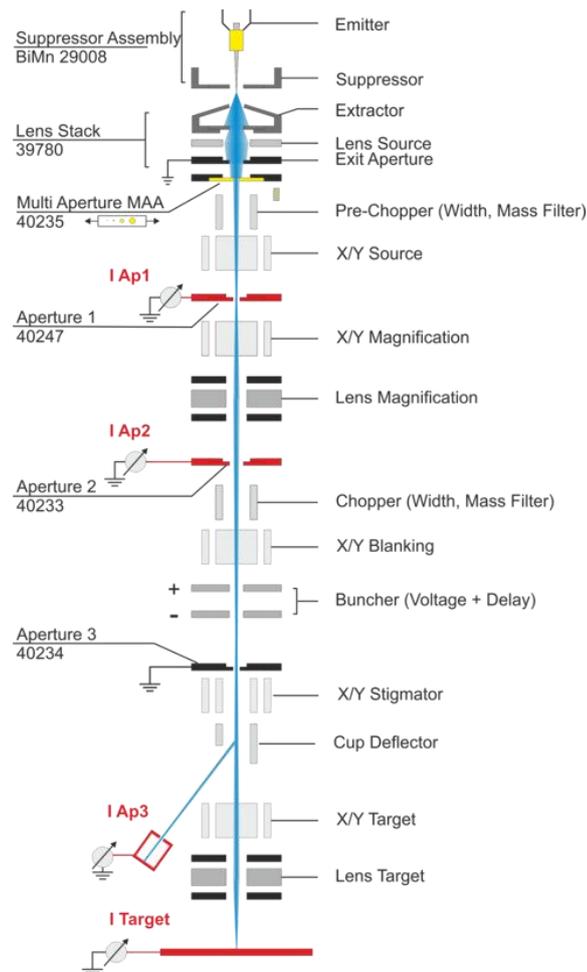


飞行时间二次离子质谱原理采用一次离子轰击样品表面，将电荷传递给样品表面飞出的物质（包括原子、碎片与完整分子），经由飞行时间质量选择器对离子进行检测，确定其含有的分子式。



1、Bi/Mn 离子源原理（Nanoprobe 50）

本设备采用 Bi/Mn 复合离子源，结构示意图如下所示。



Bi/Mn 合金包覆于加热表面，工作时灯丝加热，将 Bi/Mn 合金液化流动至整个针尖表面，通过提取电压（30Kv）将液化后的 Bi、Mn 离子化拉出，在设备中提取极的电

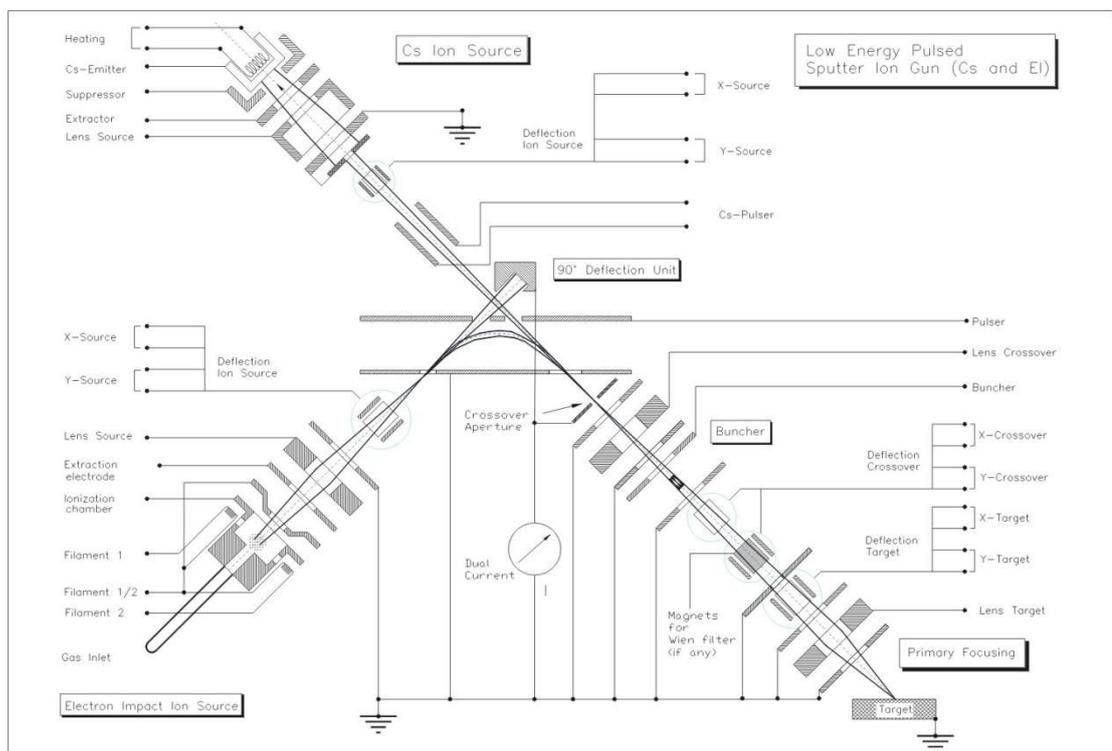
压为 30Kv，样品接地，此处指样品接收 30Kv 电压差值，但由于毛细现象的针尖情况在实时变化，因此引入抑制极以改变针尖到提取极的电势梯度（抑制极电压通常在 500V-1500V 之间，越小越好），避免因金属液流不稳定导致的电压变化影响后续离子聚焦。

分析离子被拉出后，先经过 Pre-Chopper，进行一次切断，控制 Pre-Chopper 的参数，可以控制一次束流的 Pulse width。切成段的离子经过聚焦与飞行一段时间后，将其中的 Bi^+ ， Bi_3^+ ， Bi_3^{++} ，与 Mn^+ 分离后，通过 Chopper 选择想要作为分析源的离子，经过 Buncher 进行聚束压缩（根据模式不同调整不同参数）。

最后通过调整 Lens Target（聚焦于样品），与 Stigmator（像散），将束斑打在样品上。

2、DSC 双束源（Dual-Source ion Column）

DSC 源本仪器配备 O_2 （Ar）/Cs 两种刻蚀源，原理图如下。



DSC 中 O_2 与 Cs 采用共用离子透镜的形式， O_2 的产生为采用 Ir 灯丝进行加热后，利用电子轰击 O_2 分子使其电离，同时通过聚焦与偏转，过滤中性分子再进行切断与压缩，同时利用 Wien filter 进行离子选择，最后经过优化达到样品。

Cs 的引出方式与 LMIG 近似，本设备采用铬酸铯（？）将 Cs 源加热蒸发后，利用提取极与抑制极电场将其拉出，通过多重透镜组切分后聚焦于样品表面。

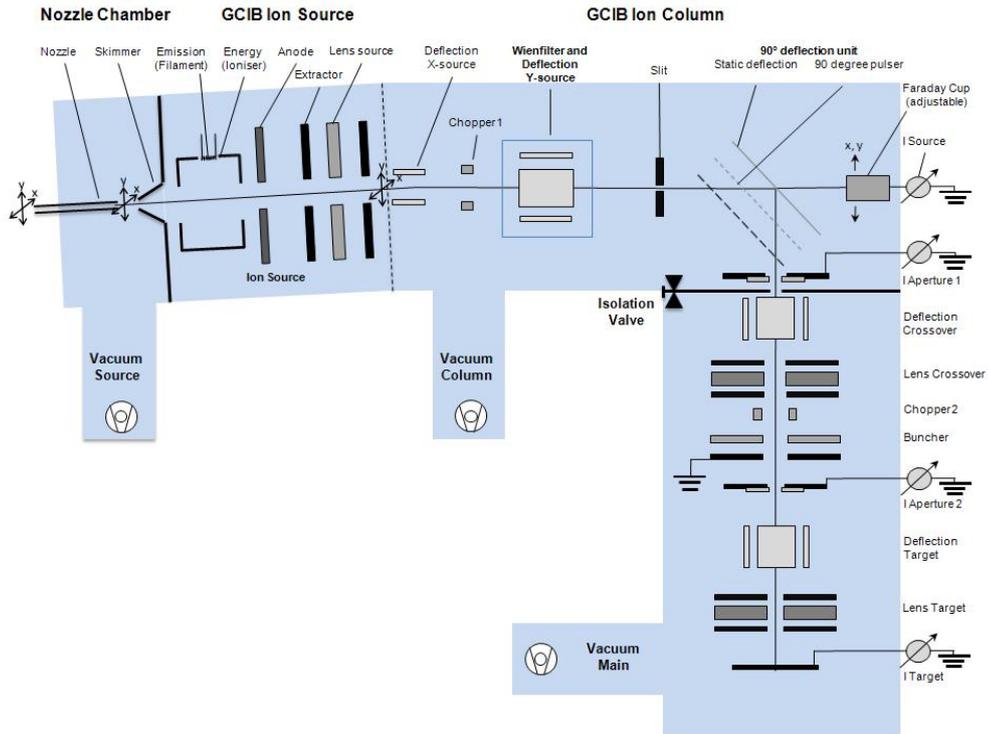
对于样品检测模式， O_2 因其电负性大，溅射后可以提高正离子产额，Cs 电负性小，可以提升样品表面负离子产额。

Ar 可以代替 O_2 对样品表面进行溅射，但会造成灯丝寿命下降（？）

在加热情况下通入氧气会导致 Cs 寿命缩短，因此从 Cs 源转到 O 源，或 O 源转到 Cs 需要等待半个小时以上进行冷却。

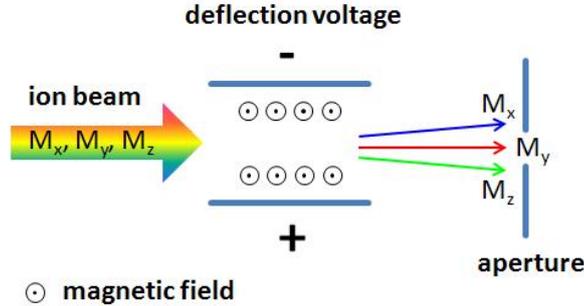
3、GCIB（Gas-Cluster Ion Beam C/A）团簇离子源

团簇离子源在本设备可以作为溅射源与分析源，其内部结构如下：



GCIB 通过将 Ar 通过喷嘴进行绝热膨胀由高压（30 Bar）喷入真空中，被冷却压缩变成气体团簇 Ar_n ，再由 Ir 灯丝的电子进行轰击电离，形成 1000-5000 个原子的团簇离子，再进行离子选择，以合适的数量的离子轰击样品。

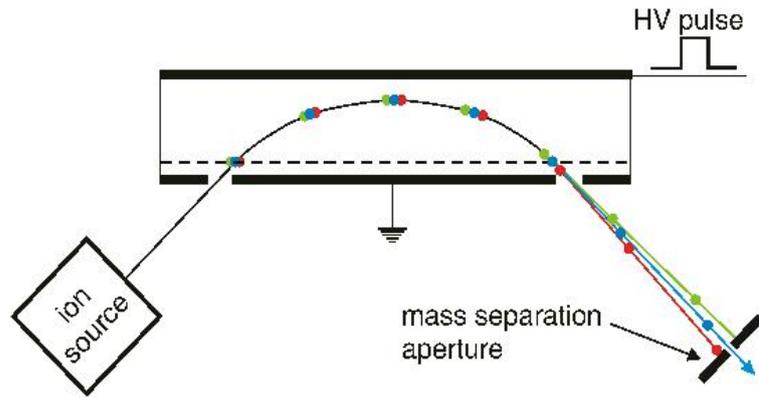
GCIB 中主要有 2 种质量选择器，分别是 Wien Filter 与 90° 偏转单元。



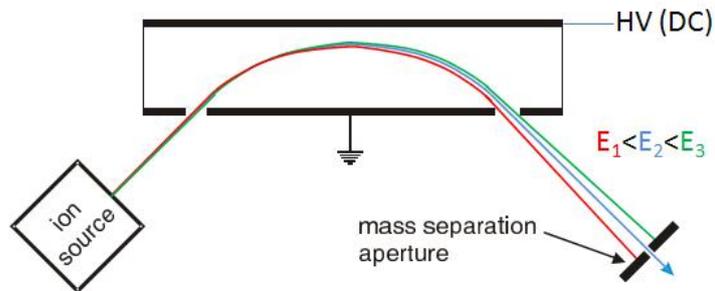
Wien Filter 为通过正交的电场与磁场，利用电场力与洛伦兹力相互作用，使得需要的质荷比的离子直线通过，作为离子的初步筛选。

90° 偏转单元，其工作原理是离子飞行时利用脉冲高压与静态电场进行偏转，其工作模式主要有 2 种，为分析模式与溅射模式。

在分析模式下，脉冲高压窗口较短，短于一次离子飞行的时间，由于时间段脉冲高压比较大，由于离子原来的动量不同，经过加合动量后，仅有特定的质荷比能够通过特定的孔径，具有质量分离能力。

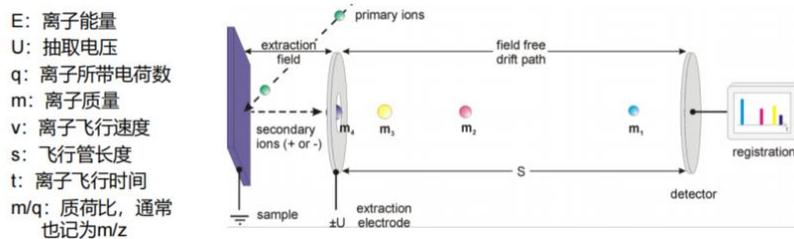


脉冲模式下，脉冲高压的长度大于一次离子飞行通过的时间，为准静态高压，此时在理论上是没有质量分辨能力，但由于在该条件下，每个原子获得的能量不一样，团簇不同，越大的团簇能量越大，也可以实现一定的能量区分。



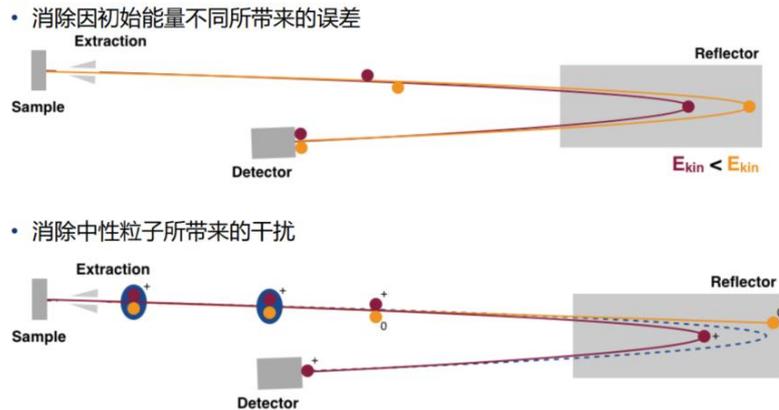
4、TOF 飞行时间质谱检测器

团簇离子源在本设备可以作为溅射源与分析源，其内部结构如下：



一次离子溅射样品表面后，样品表面出现二次离子，二次离子经过提取极后进入漂移管，当飞行距离与提取电压恒定时，飞行时间的平方与质荷比成正比，质荷比小的离子先到达检测器。

本设备采用非线性反射式飞行时间质量检测器，非线性反射飞行时间具有矫正离子初始能量、消除中性粒子干扰、抑制前半段飞行时近源内裂解等优点。



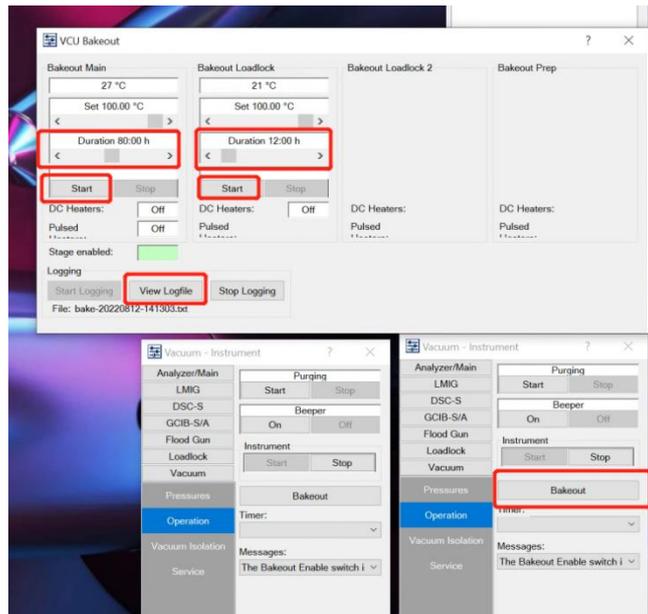
本设备检测器采用多级检测器，飞行到达的二次离子轰击在 MCP 上变成电子，电子经由闪烁体计数器后转变为光子，再经由光电倍增管变成电子，经由离子→电子→光子→电子，实现极少数离子的检测与信号放大。

二、注意事项

- 1、样品尺寸一般要求大于 8mm X 8mm，小于 20mm X 20mm，高度不高于 5mm，无磁性、无腐蚀性、无毒性、无放射性、无真空产气性。
- 2、使用前要注意每个源加载参数与对中（LMIG 与 DSC 自动对中，GCIB 手动对中）。
- 3、LMIG 与 GCIB 使用结束需要加载结束程序，LMIG 防止源冷却还有提取电压，GCIB 防止放气后还有高压发生击穿。
- 4、一般光斑大小，Spectrometry 模式下为 5 μm ，Fast Imaging 下为 100-200nm，Ultimate Fast Imaging 模式下为 50-100nm，DSC 为几十 μm ，GCIB 为 20 μm 左右。
- 5、O2 与 Cs 源互相切换需要等待半个小时以上，等待 Cs 源降温，或者 O2 被抽干净，避免 Cs 源被氧化降低使用寿命。
- 6、测试 Sputter 的 SE 信号，SE Gain 需要从低往高加，因此建议每次使用后调到最低。
- 7、Ar 与 O2 换完气瓶后需要 Purge，防止混入空气。

三、开机

- 1、开启总电源（配电柜与 HV）
- 2、打开仪器电源（高压柜上 I/O），真空抽半天至一天
- 3、等电脑开机后，打开 Fpanel，观察真空情况（情况如每日检查数值），如果数值差距较大，则进行烘烤。
- 4、烘烤前先取出**样品台（关键）**，将视窗罩上铝箔（2 大 1 小），设置样品杆样品台归位，打开烘烤钥匙，点击仪器 Vacuum→Operation→Bakeout，一般设置分析室 100℃，<80h，进样室 100℃，<24h。



四、关机（2种模式）

1、短期关机（3-5天内），取出样品台，抽好真空后，关闭电脑，直接按 I/O 的 O 键，关闭仪器，直接关机，此时仪器真空会互锁住，保持真空，下次开机较快。

2、长期关机（1周后），选择 Setup 选项卡→Vacuum→Operation→Instrument（Stop），等待 1 个小时左右，等仪器停泵，充干氮气后关闭 I/O，关闭高压 HV，关闭总电。

3、仪器参考功率，待机 1.3-1.5kW，烘烤 2kW，测试 2kW。

五、每日使用前检查流程

- 1、检查气体（高纯氩气 0.5-1 bar；高纯氧气 0.5-1 bar；超高纯 6N 氩气 30 bar；高纯氮气 0.5 bar；压缩空气 6-8bar）。
- 2、检查循环水液位（GCIB）
- 3、检查真空情况。（分析室为-8 至-9mbar，进样室-7 至-8mbar，除 GCIB scr, Buffer 与 Drag 外其余真空度均好于-8 mbar 为正常）
- 4、分析源/刻蚀源上电，打开 Power Control 面板，勾选想要使用的模块进行上电（一般为 Analyzer, DSC, LMIG）
- 5、打开 Load setting 进行加载，其中 LMIG 要单独使用 Start LMIG 加载。
- 6、检查束流 Spectrometry 下 LMIG 100 cycle time Bi+ 在 1pA, O2 1kV 250nA

六、采集面板介绍

采集软件 Fpanel 界面如图所示。



各源上电，加载自动化参数，如一键停机

加载保存各参数，观察参数

勾选（预）测试时使用的源

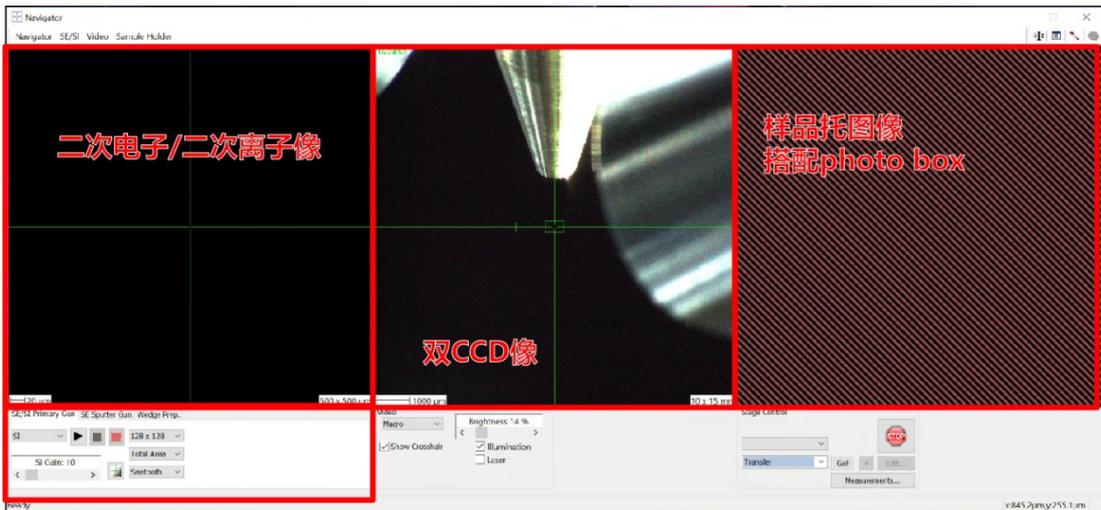
调整极性与扫描参数

调整扫描范围

采集与谱图采集窗口

谱图信息新建、保存与丢弃

导航与真空状态操作栏



SE/SE 像主要用于分析源对
中与溅射精细对中
Sputter SE 用于溅射源对中
Wedge 作楔形切割多层膜

Macro/Micro
粗CCD与细CCD

样品托加载 自动导航

1、Analyzer 分析器



加载参数
一般为Allpurpose
Customized会加载
定制参数

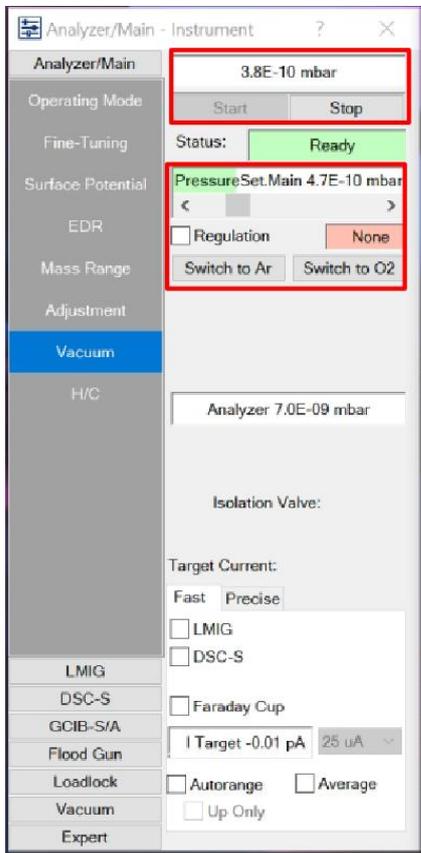
Target Current: 会同时测试
Fast Precise 背景

LMIG DSC-S 勾选后用内
置F-cup

Faraday Cup 勾选源直放,
搭配DC与样
品托F-cup

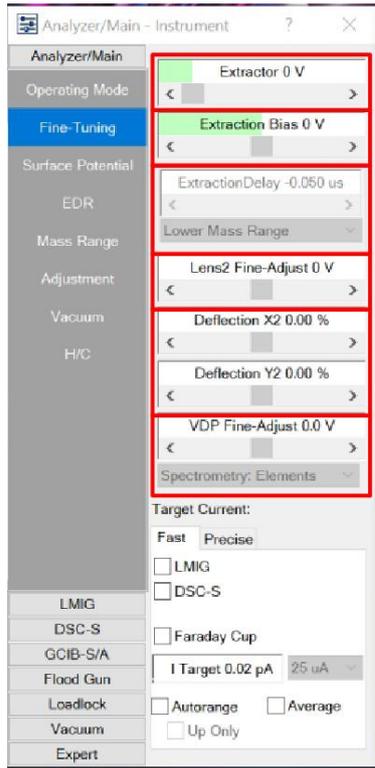
Autorange Average
 Up Only

自动范围
平均
量程只高不低



分析室真空控制与真空
度, 慎重使用!!

控制样品仓内混合气体,
漏微量以提高离子产额,
选择好后, 点
Regulation



提取电压-提取表面二次离子

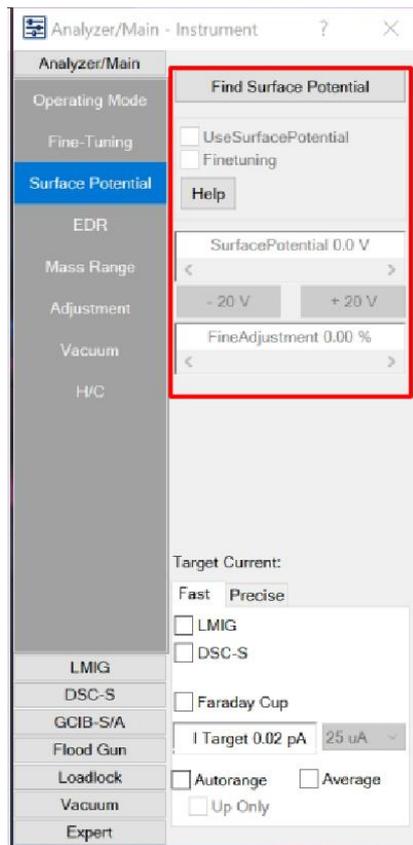
提取电压偏置-反极阻止溅射源产生的离子，背景抬高时用

与Delay模式匹配

在Delay或Fast imaging的模式下优化质量分辨率，聚焦到Lens3的位置

漂移管内离子偏转 一般不动

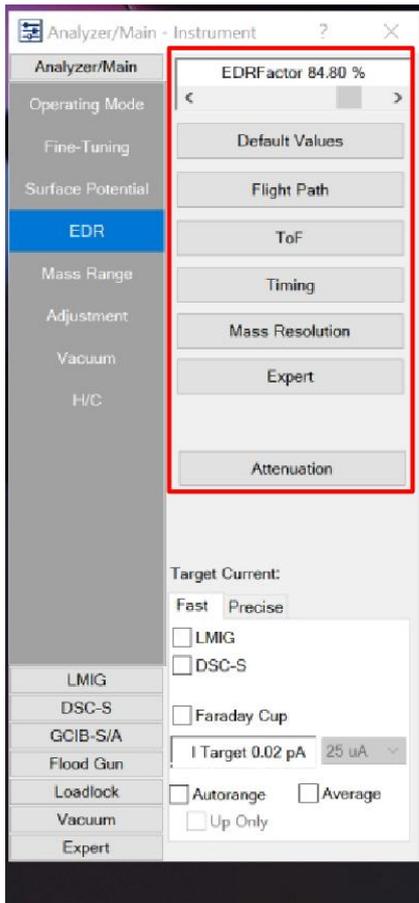
漂移筒内反射电场精调，用于优化质量分辨率



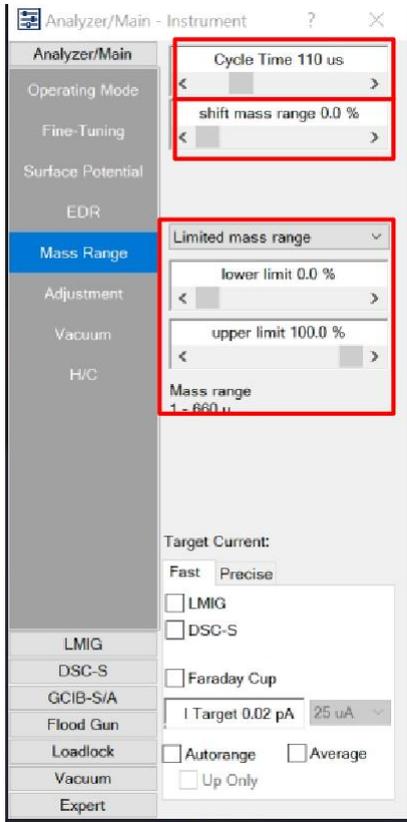
在绝缘样品中，用以补偿样品实际厚度带来的场间电位差，补偿与样品的厚度，介电常数有关。一般绝缘性好越厚补偿的越多

一般正离子模式往负调，负离子模式往正调

优化Circle像刚好亮以后再调回20V



动态拓展模式，此处一般不调节，谱图采集中调节

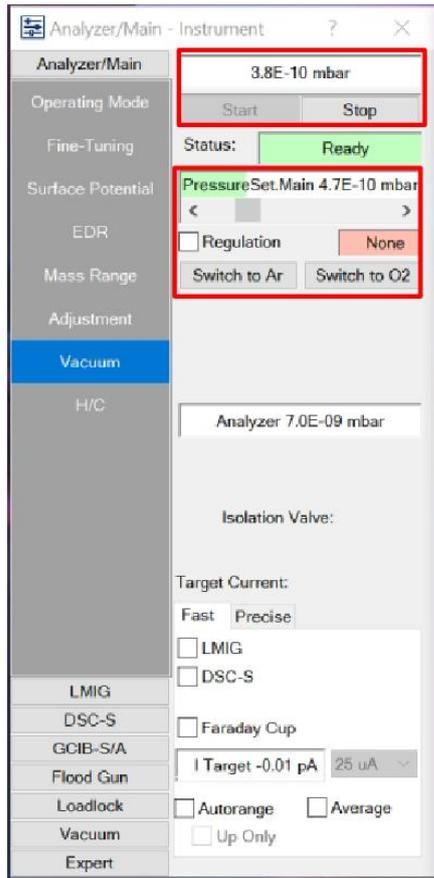


循环时间，控制质量采集范围，与平方成正比

扫描质量轴偏移

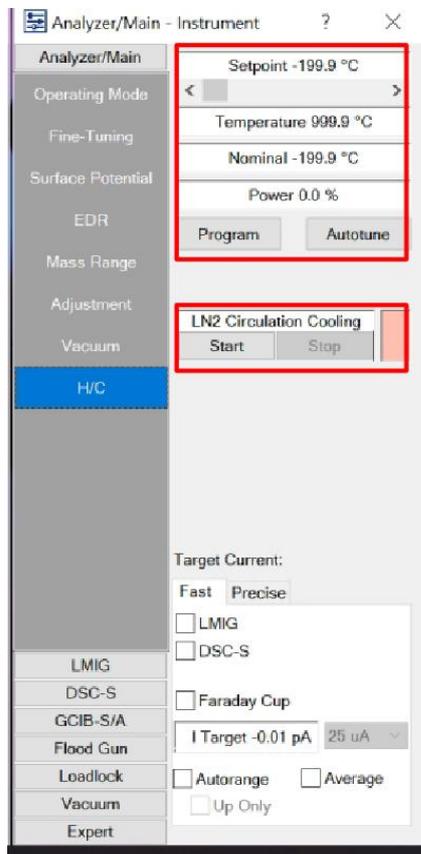
扫描质量轴精细调整

实际范围



分析室真空控制与真空度，慎重使用！！

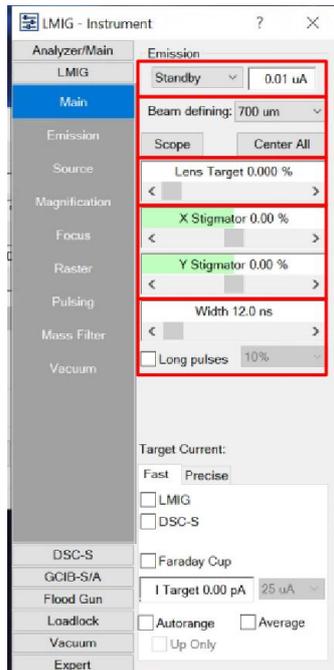
控制样品仓内混合气体，漏微量以提高离子产额，选择好后，点 Regulation



加热冷却
设置温度
显示实际温度
程序升温等

开启液氮循环进行冷却

LMIG:



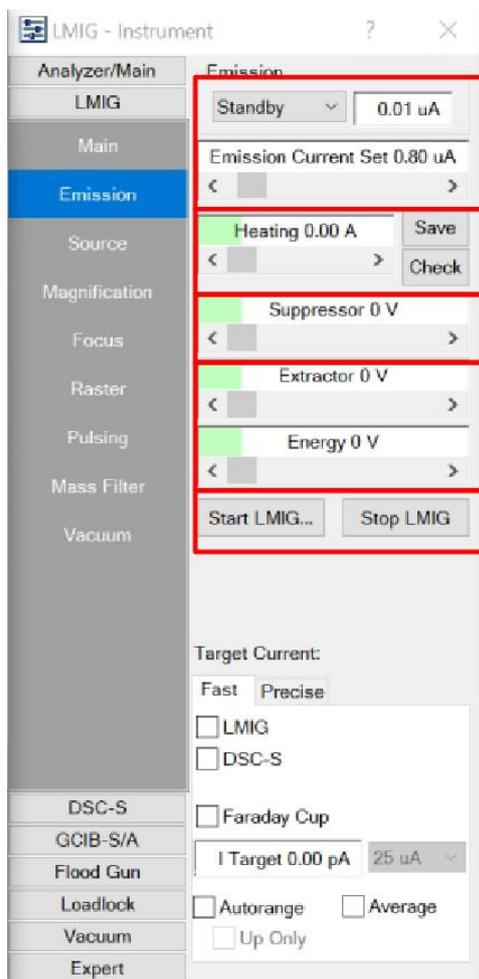
查看发射LMIG发射电流与状态，一般为Auto，短时间1-2h为standby

调整MMA光圈阵列，一般为默认设置附近各一个，Scope可以查看对中情况，Center All自动对中

调节聚焦在样品上的光斑

调节分析源 X Y 像散

控制每个脉冲长度，一般Spectrometry模式不大于30ns，Fast Imaging 100ns
Long pulse 用于SE成像调节工作距离与聚焦等，一般从10%开始



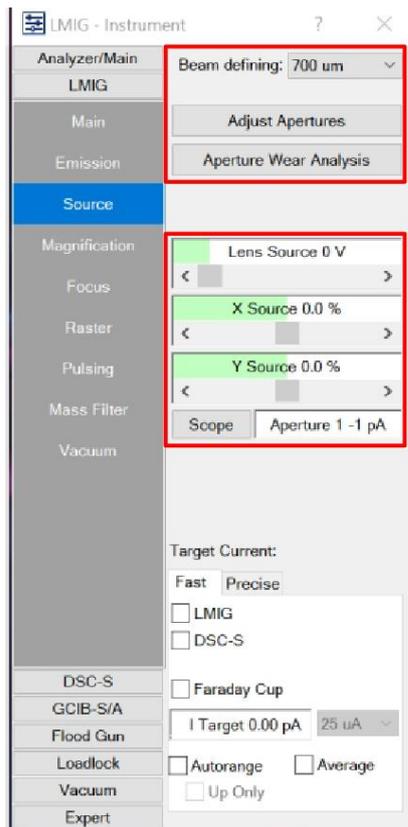
查看发射LMIG发射电流与状态，一般为Auto，短时间1-2h为standby
设置电流正常情况下与实际相差0.02 μ A以内

灯丝加热电流，不要更改（重要！！）
必要时可以check

抑制极电压，为不影响提取极以后的电压变化，一般500V-1500V以内

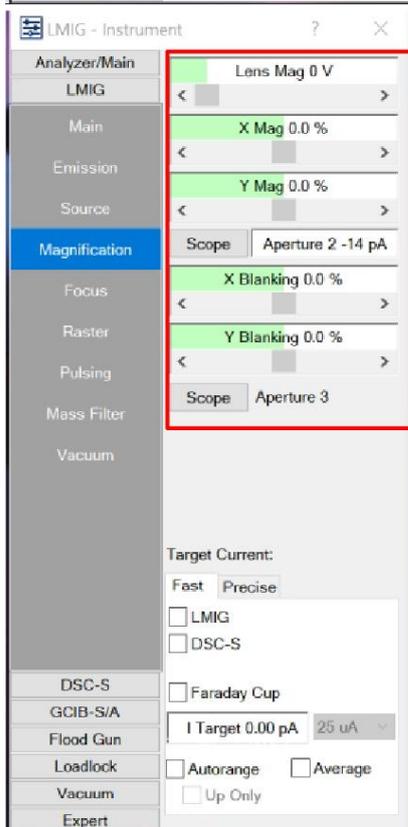
提取极电压，差值10 kV一般
能量一般是30 kV

LMIG加载参数在此处启动需要约10min
停止也要在此处，需要慢慢降温，否则影响灯丝
该程序结束后也会自动检查电流



调整光圈，一般为默认模式下的上下各一个

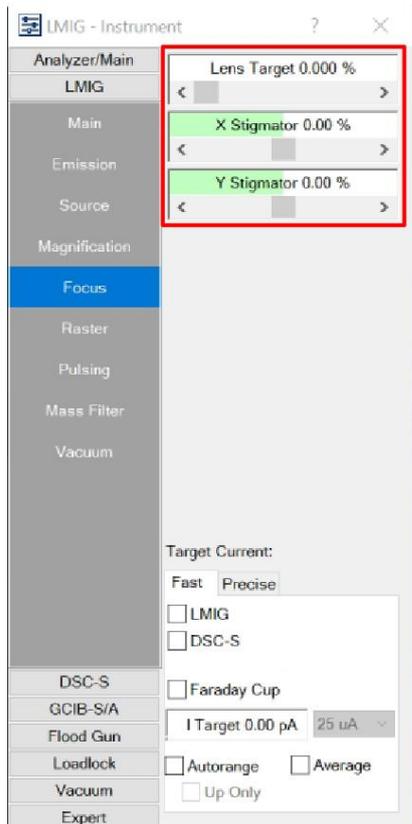
用于调整光圈1上的偏转
一般不动
自动对中即可



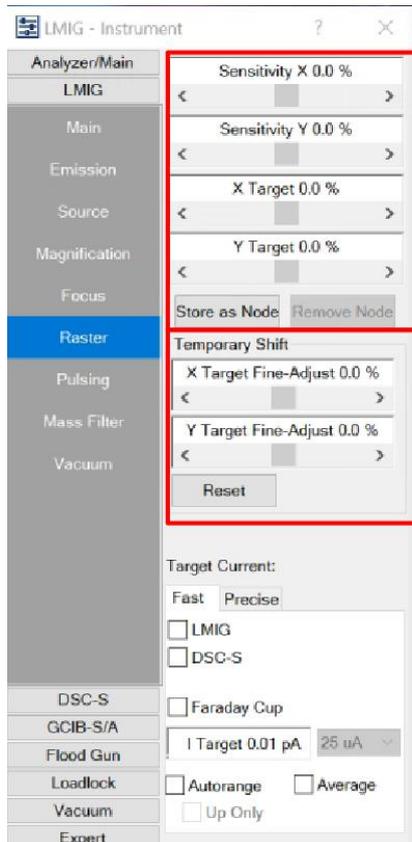
光圈2上的放大与聚焦

光圈3上的偏转

均和束斑对中有关
一般由工程师调整

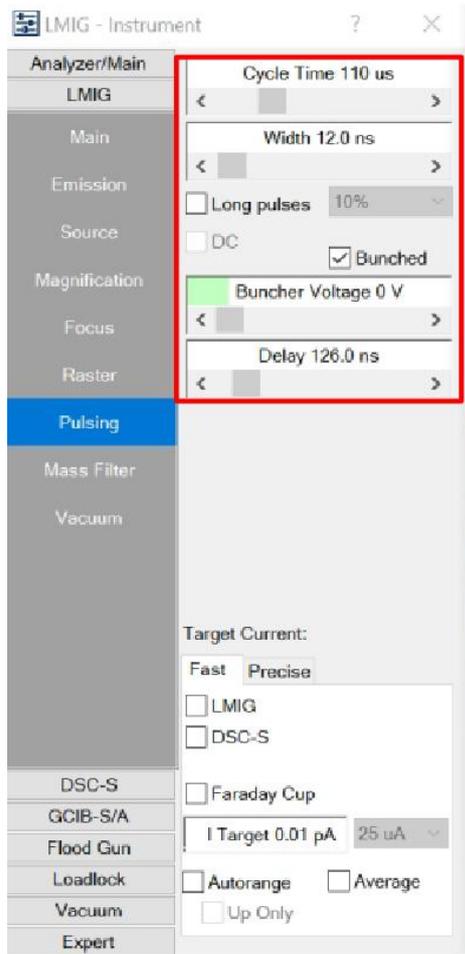


调聚焦与像散
优化质量分辨率用

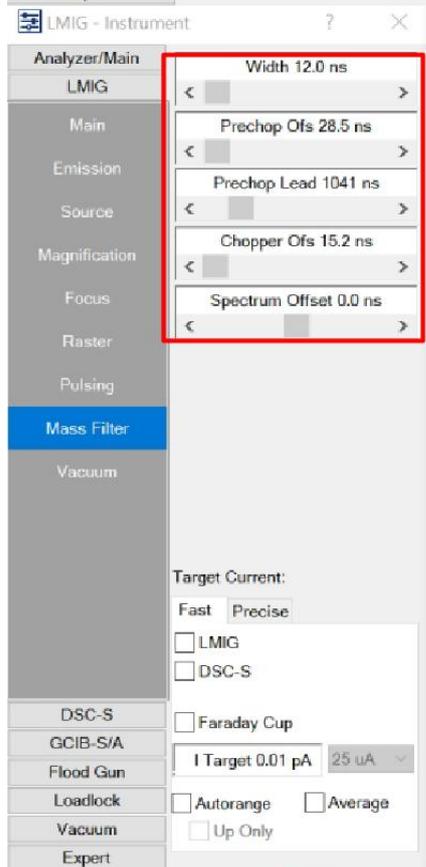


调整SI像与CCD的重合对中
一般在Center All的时候自动
调
不用手动调节
偏差较多时联系工程师

如A-grid偏差一些, 可以
Fine调一下, 此参数不保存

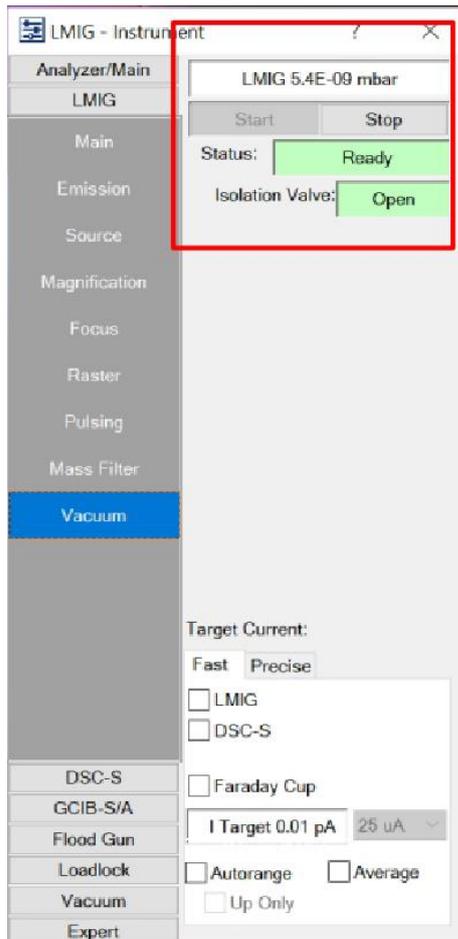


Cycle time为质量范围脉宽 (同上)
 DC打开后 chopper等不起作用，直流打在样品上，一般用来测束流
 打开Bunch后会对束流进行压缩，进行Small Spot模式



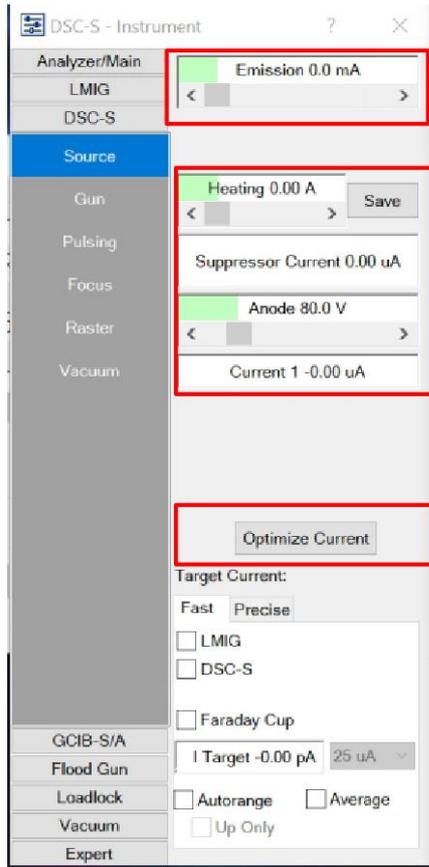
Chopper与Pre-chopper决定脉宽与选择离子束，一般在Fpanel的Bi+等位置即可确定

此处不调



LMIG的真空状态与启停
一般-9 mbar

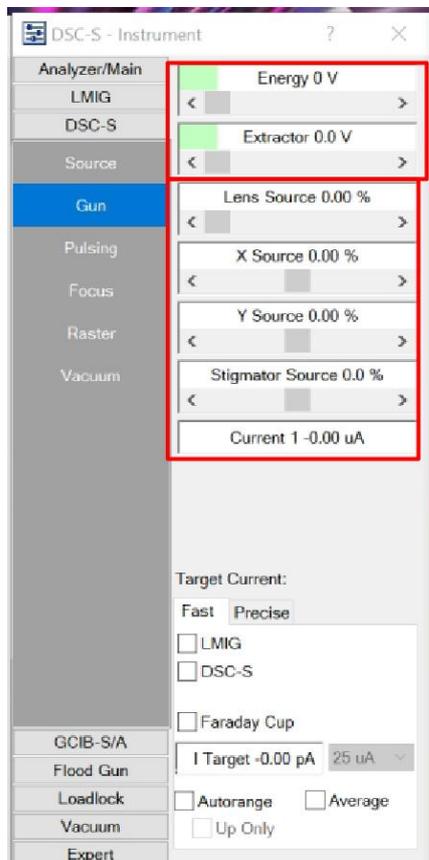
DSC-S:



O2有发射电流
Cs没有

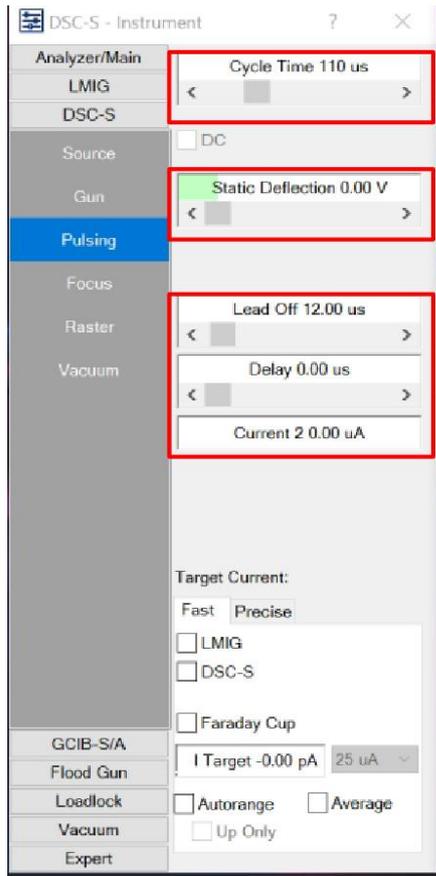
加热电流和抑制极电流为Cs
Anode 都有

加载使用参数后执行，自
动优化



能量与提取电压

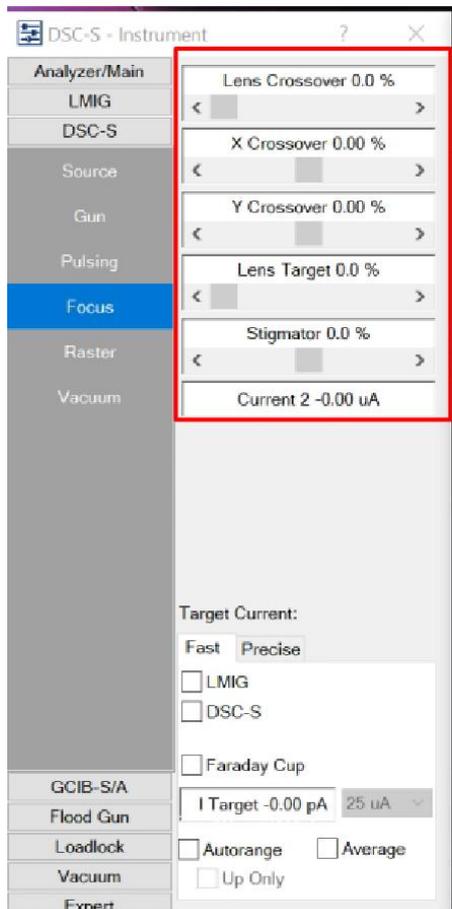
不调，源内参数提取与偏转



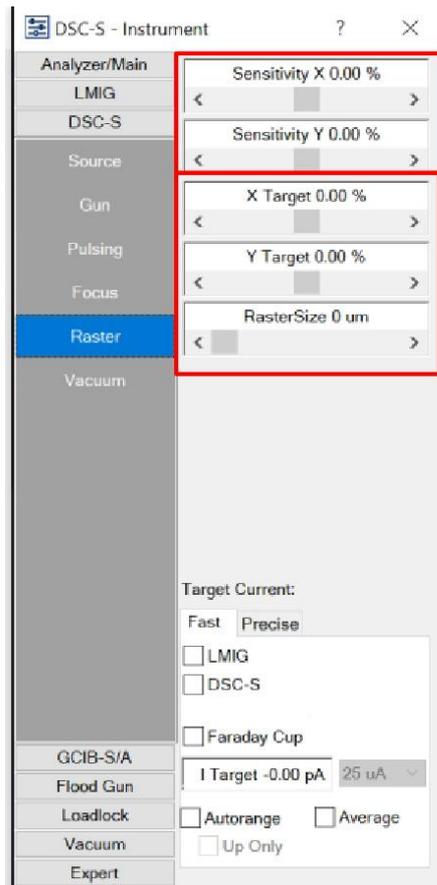
两个束流之间的时间

Cs-Xe源特有?

Delay与Lead off
控制溅射束流前后的空余时间,
控制束流

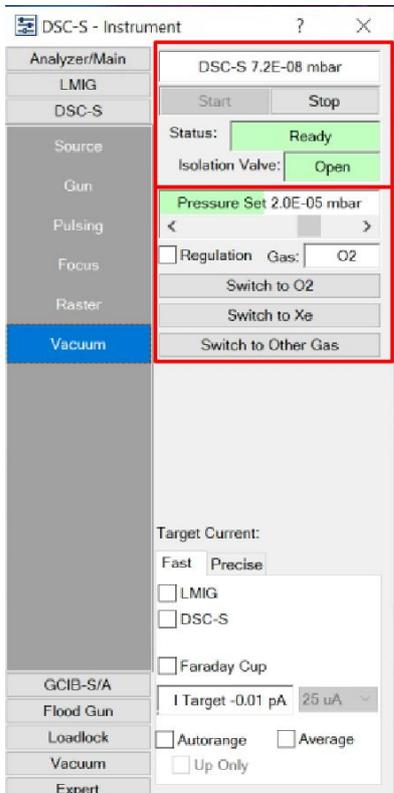


过90°偏转后束流交叉等参数
一般不调



电流灵敏度，束斑视野调整用，一般不动

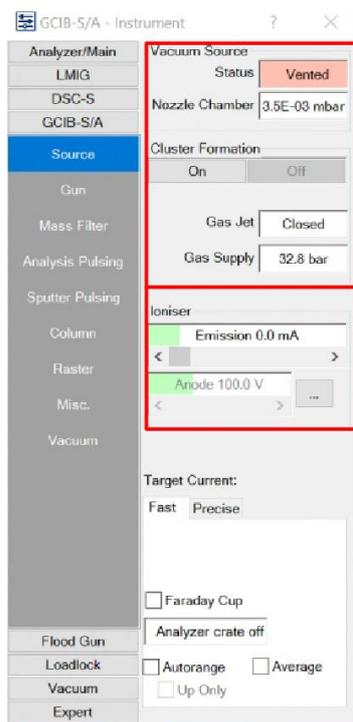
Raster
聚焦到样品上是区域大小
Raster放到0，调整X/Y Target控制点的位置



源内真空状态

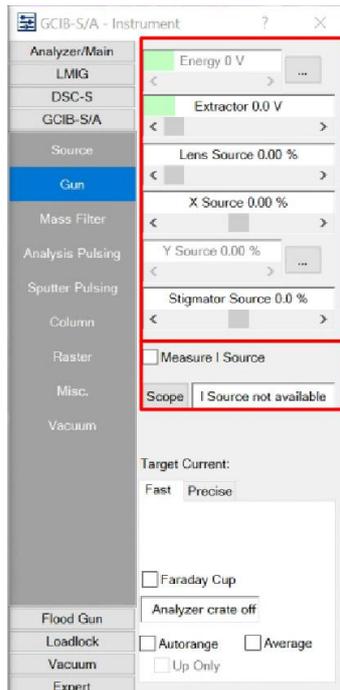
切换源内压力与气体
本设备无Xe
Other gas为Ar 会影响灯丝寿命
如为热枪，千万不能点O2,后Regulation

GCIB-S/A:



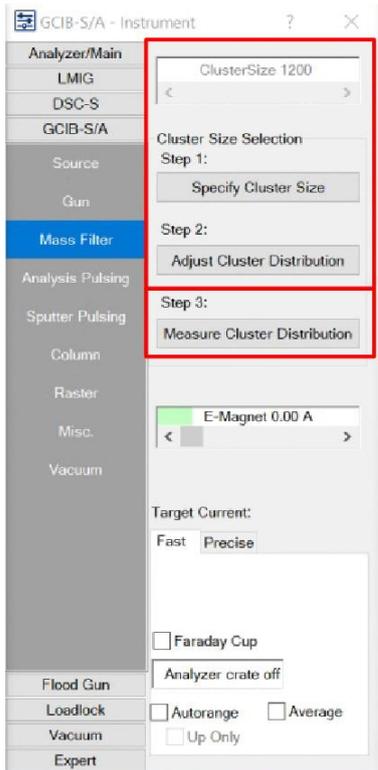
GCIB气体喷射室真空与压力
团簇生成开关与状态
超高压 (30bar左右)
开启后Gas Jet 为Open

离子源状态



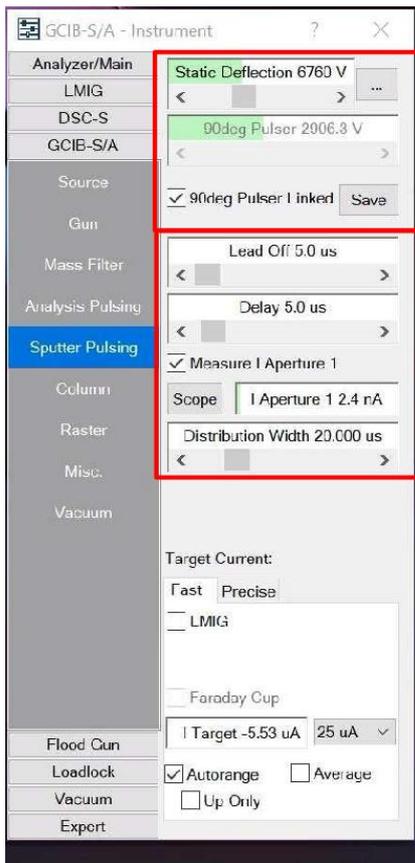
源参数

手动对中



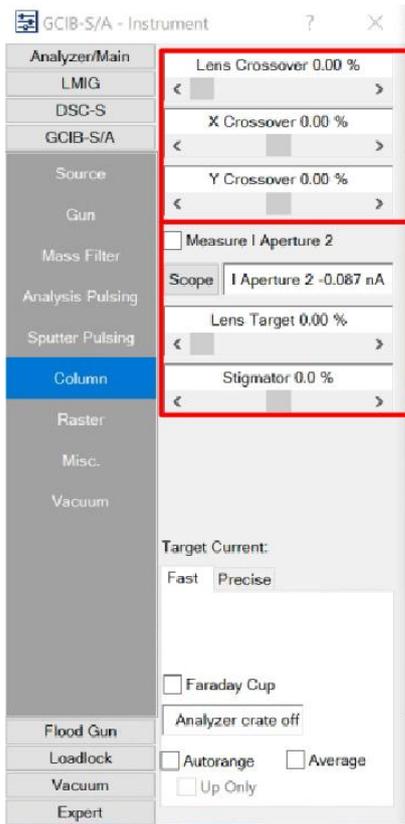
调整所需的cluster大小

Sputter可以测size
分析模式不行 (太窄)



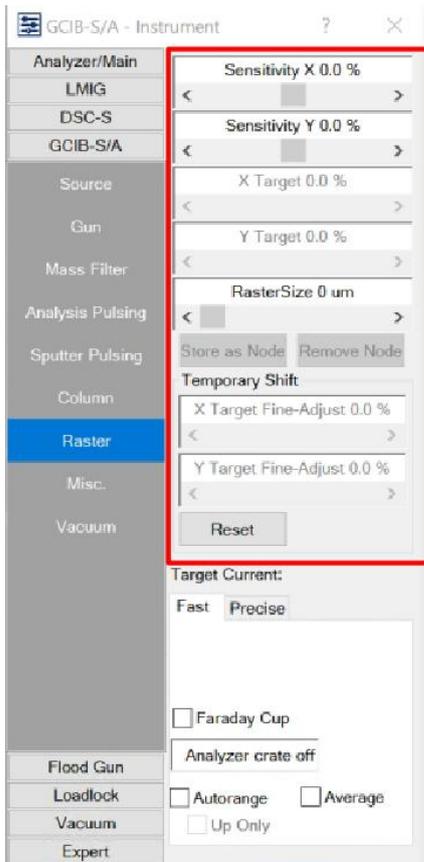
90°弯曲单元
静态偏转电压与参数高压脉冲

pulse前后空时间
手动对中光圈等

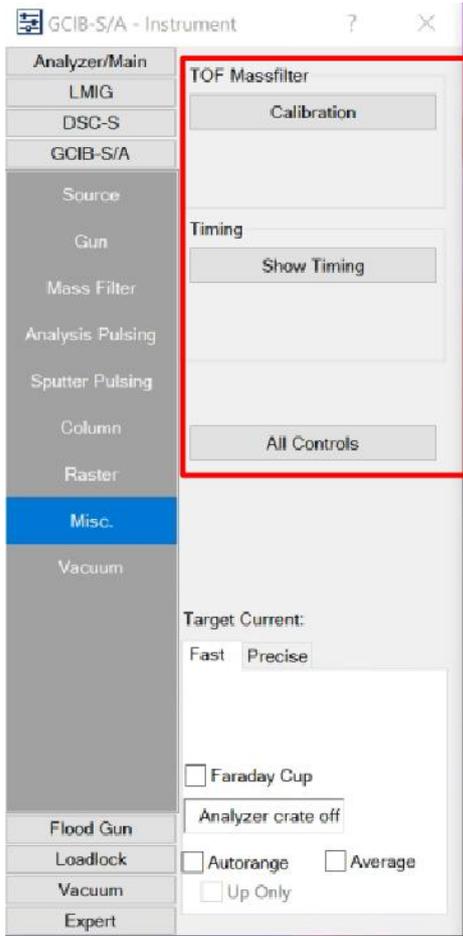


可以修改 cluster size影响较小
不够再去修改Extractor
Lens source
X source

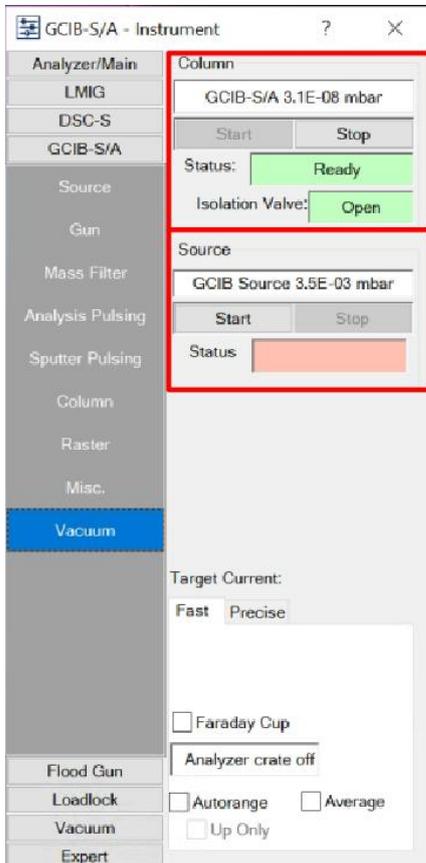
影响样品聚焦与像散



调整扫描和束斑
以及样品偏转



未提及



分析腔真空泵一般在-8
状态与隔离阀

源真空

Flood Gun:

The screenshot shows the 'Flood Gun - Instrument' control window. On the left is a vertical menu with the following items: Analyzer/Main, LMIG, DSC-S, GCIB-S/A, Flood Gun, and Gun (highlighted in blue). The main area contains several control panels, each with a green progress indicator and a slider:

- Filament 0.00 A**: 激发电子灯丝电流
- Wehnelt 20.0 V**: 韦内电极与阳极场控制电子的拉出
- Anode 20 V**: 韦内电极与阳极场控制电子的拉出
- Delay 7.0 us**: 控制电子束的前后占空时间
- Lead Off 1.0 us**: 控制电子束的前后占空时间
- Energy 0.0 V**: 电子能量

At the bottom, there is a 'Target Current' section with 'Fast' and 'Precise' tabs, and checkboxes for 'LMIG' and 'DSC-S'.

LoadLock:

Loadlock - Instrument

Analyzer/Main

LMIG

DSC-S

GCIB-S/A

Flood Gun

Loadlock

Vacuum

Bakeout

H/C

Loadlock 1.2E-08 mbar

Start Stop

Status: Ready

Gate Loadlock Closed

Open Close

parked

Target Current:

Fast Precise

LMIG

DSC-S

Faraday Cup

I Target 0.00 pA 25 uA

Autorange Average

Up Only

样品仓状态与门、闸板阀开关控制

Loadlock - Instrument

Analyzer/Main

LMIG

DSC-S

GCIB-S/A

Flood Gun

Loadlock

Vacuum

Bakeout

H/C

Start

Start Stop

Loadlock 22 °C

Set 100.00 °C

Duration 12:00 h

Off

Target Current:

Fast Precise

LMIG

DSC-S

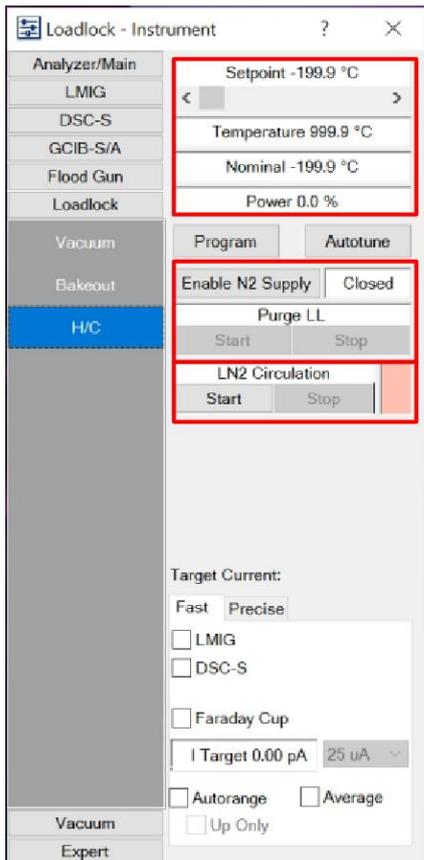
Faraday Cup

I Target 0.00 pA 25 uA

Autorange Average

Up Only

控制LL的烘烤温度、时间

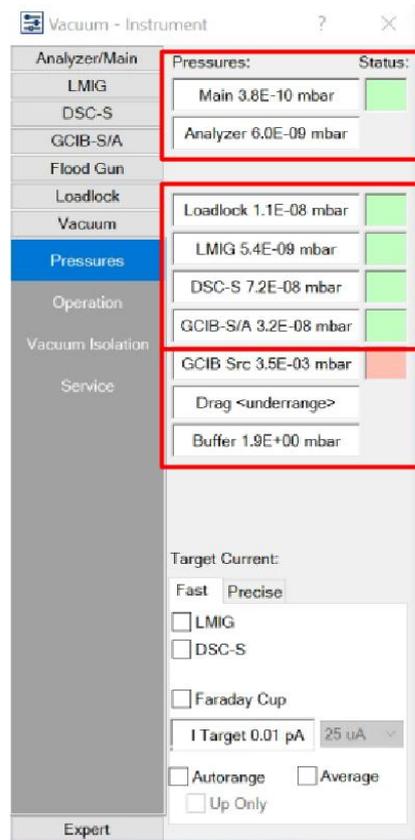


加热冷却功能的设定温度与实际温度情况

打开N2漏阀, 开始补N2, 防止低温凝露等

开启氮气循环, 进行冷却

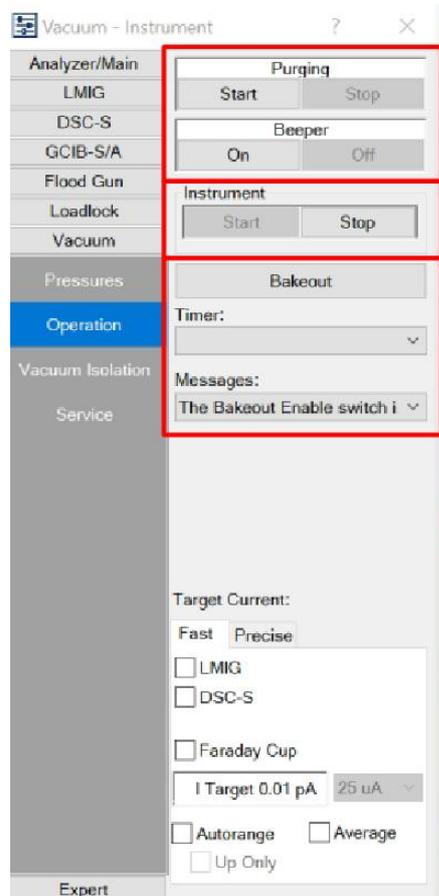
Vacuum:



分析室真空一般 -9~-10
分析器 -8~-9

进样室一般 -7 ~ -8
其余 一般 -8

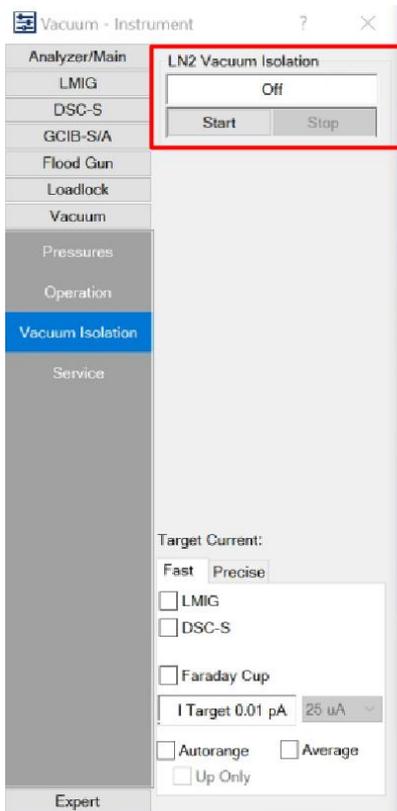
GCIB源不开不会有真空
其他看不到
underrange是真空度好



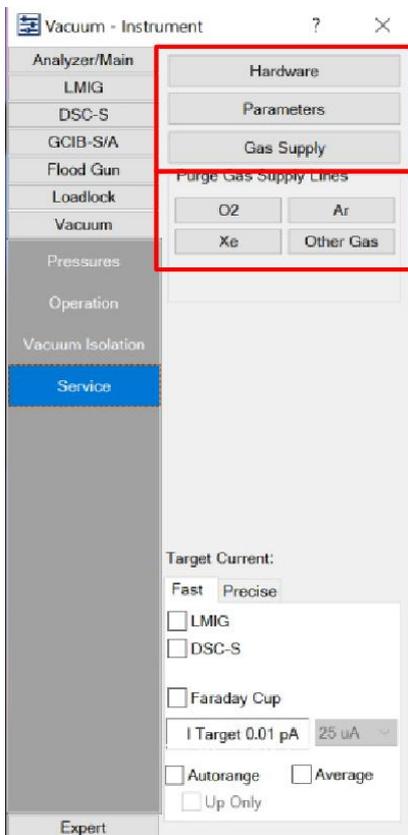
真空吹扫与报警开关

开机与关泵填氮气

烘烤设定与信息



液氮真空隔离，液氮传输管道内抽真空防止冷凝与冻伤



仪器信息，需要维护密码

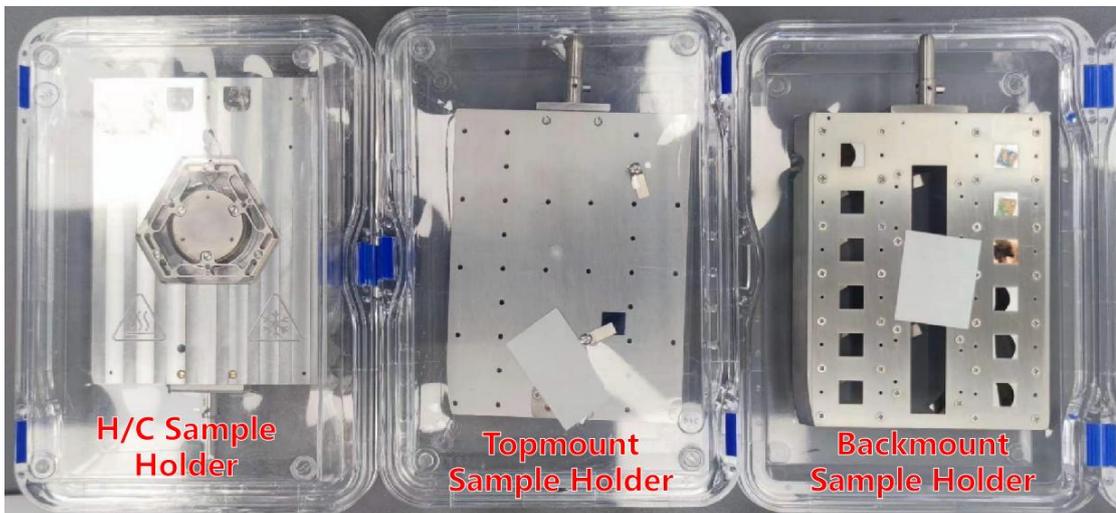
气体管路吹扫，换气瓶后使用 Ar 为超氩，Other Gas 为高氩

七、样品制备

该设备配备有 3 中样品托，分别是 Backmount, Topmount, H/C mount。

其中要注意采用 Backmount，样品撞击分析器的概率较低，但样品尺寸要大于 8mmX8mm，小于 20mm X 20mm。

采用 Topmount，要注意样品 Z 轴高度会撞击分析器。



Topmount 装样直接用螺丝或胶带将样品固定在样品台上。

BackMount 从背面装入，正面留出 8mm X 8mm 的空间为测试区域，因此要求样品大于该尺寸。

Top 样品平面大小可以限制较大，Back 样不能大于 20mm。



1、.将样品托放入 Photo Box，Photo Box 内部亮起。

2、.电脑程序—SurfaceLab 7—点击 Prepare Sample Holder，弹出 Sample Holder Info Editor 对话框。

3、Sample Areas—File—点击 Open，调用对应的最新图片。图片类型一定要与实际的样品托对应，可通过 Frardy cup、A grid、1000 mesh 的位置辨别。

4、Sample Areas—点击 Capture，等待拍照图出现。

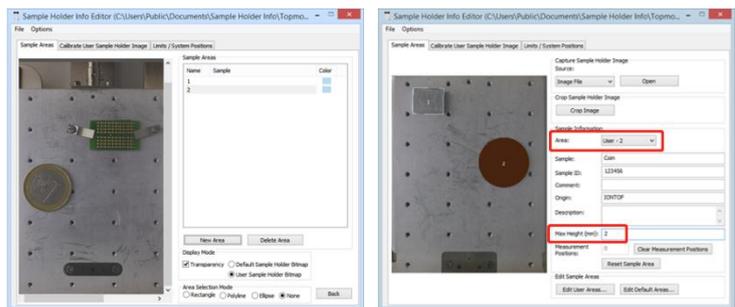
5、Sample Areas—在 Area 下拉菜单选择样品区域，或在拍照图上左键点击样品区域，选中后可以编辑样品信息。

(1) Backmount: 默认样品区域，无需用户自定义。

(2) Topmount: 没有默认样品区域，需要自行编辑样品区域。Sample Areas—点击 Edit User Areas—点击 New Area 添加新的样品区域—选择 Area Selection Mode—在图片上指定样品区域（样品区域必须封闭）—重复添加并指定样品区域—点击 Back 返回 Sample Areas—编辑各样品区域的信息，输入 Max Height。

■ 样品区域要完全覆盖全部样品。

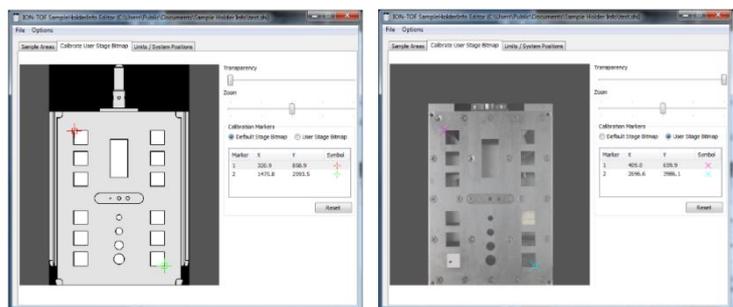
■ 输入的 Max Height 应不低于样品的实际最大高度。



6、如果拍照图无异常，Sample Areas—File—点击 Save as，另存为新的图片。

7、如拍照图位置明显不正，可进行校正：

Calibrate User Sample Holder Image—将 Transparency 调到最左边显示模板图—选择 Marker1，鼠标左键点击图片左上角一个特征位置（可以调节 Zoom 放大/缩小图片，准确找到特征位置）—选择 Marker2，鼠标左键点击图片右下角一个特征位置—将 Transparency 调到最右边显示拍照图—选择 Marker1，鼠标左键点击图片左上角与模板图同位置处—选择 Marker2，鼠标左键点击图片右下角与模板图同位置处—重复检查模板图和拍照图上的 Marker 1&2 是否重合，也可以检查法拉第杯位置是否重合判断校正效果。如果特征位置重合，Sample Areas—File—点击 Save as，另存为新的图片。



八、采集测试准备工作

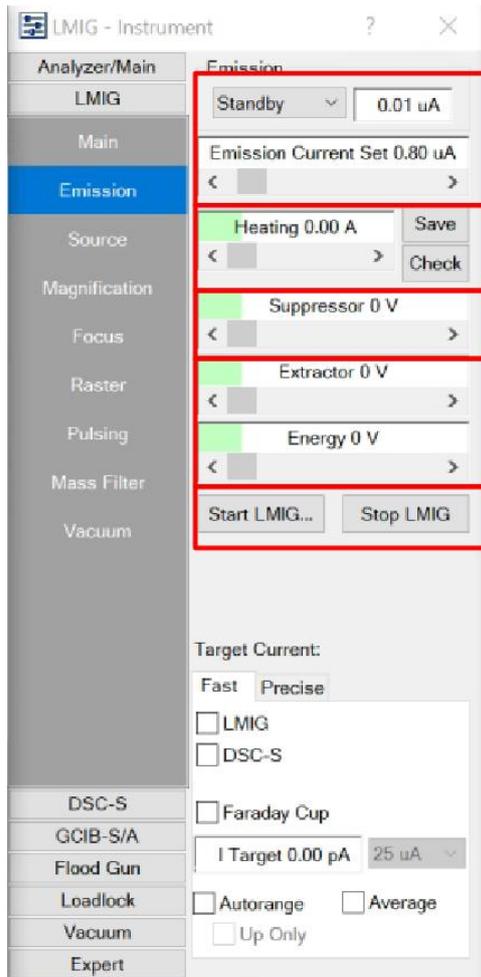
一、通电：

分析源/刻蚀源上电，打开 Power Control 面板，勾选想要使用的模块进行上电（一般为 Analyzer, DSC, LMIG）

GCIB 需要先打开 Cluster formation 待压力等参数稳定后再通电。

1、Analyzer，通电后，打开 Loading setting，通常选择状态下选择“**All-Purpose 20220806**”，加载参数，如有需要 Delay extraction 或其他模式加载相应参数。

2、LMIG 采用 LMIG-Emission 中的 Start LMIG，然后加载参数如“**SPECTROMETRY MODE 20220806**”，如需要 Fast imaging 或 Ultimate mode 选择相应加载。（该步操作会先升灯丝电流，带稳定后开始调 Extrator 以及 Suppressor），最后稳定后发射电流应该与设置电流差值在 $\pm 0.02 \mu A$ 以内，同时 Suppressor 电压应在 500 V-1500 V 以内，总共过程差不多 10 分钟。



查看发射LMIG发射电流与状态，一般为Auto，短时间1-2h为standby
设置电流正常情况下与实际相差0.02μA以内

灯丝加热电流，不要更改（重要！！）
必要时可以check

抑制极电压，为不影响提取极以后的电压变化，一般500V-1500V以内

提取极电压，差值10 kV一般
能量一般是30 kV

LMIG加载参数在此处启动需要约10min
停止也要在此处，需要慢慢降温，否则影响灯丝
该程序结束后也会自动检查电流

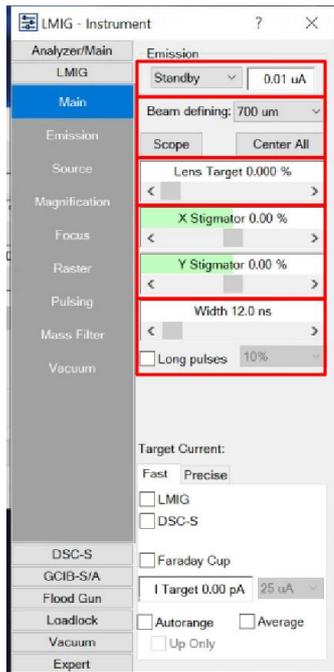
3、DSC 选择 Load Setting，选择 Dual Beam 中相应参数，一定注意 O2 与 Cs 源的参数不可同时选择，如果先选择 Cs 源，切换至 O2 需要降低温度半个小时以上，O2 源切换至 Cs 源腔体内部真空要抽至 1E-8 以下，差不多半个多小时。

4、FloodGun 直接勾选，后在 Load setting 使用即可（如果用 GCIB 为分析源，有单独的模式参数加载）

5、GCIB 的使用需要先勾选 GCIB-S/A-Source-Cluster Formation-On，待真空与 Gas Jet 就绪后，在 Power Control 对 GCIB 通电后 Load setting 加载参数。

二、光源对中：

1、LMIG 对应在 LMIG-Main 里执行 Center All，一键对中(M6 有)。对中完成后检查 Aperture 1，的电流大于 30nA。勾选 Fast 检测束流，在 Spectrometry，100 μs cycle time，Bi 的离子下，要接近有 1pA 的电流，如果不够需要调整 Pulse width，一般不大于 30ns，如果为 Fast Imaging 一般为 100ns。（加载其他模式后都要 Center All）



查看发射LMIG发射电流与状态，一般为Auto，短时间1-2h为standby

调整MMA光圈阵列，一般为默认设置附近各一个，Scope可以查看对中情况，Center All自动对中

调节聚焦在样品上的光斑

调节分析源 X Y 像散

控制每个脉冲长度，一般Spectrometry模式不大于30ns，Fast Imaging 100ns
Long pulse 用于SE成像调节工作距离与聚焦等，一般从10%开始

2、

3、DSC 在 DSC-S-Source-Optimize Current 中，然后在窗口点击 Start，最后得到的电流与参数中电流相近则为正常。

4、GCIB 需要手动对中，典型谱图与对中情况如下。

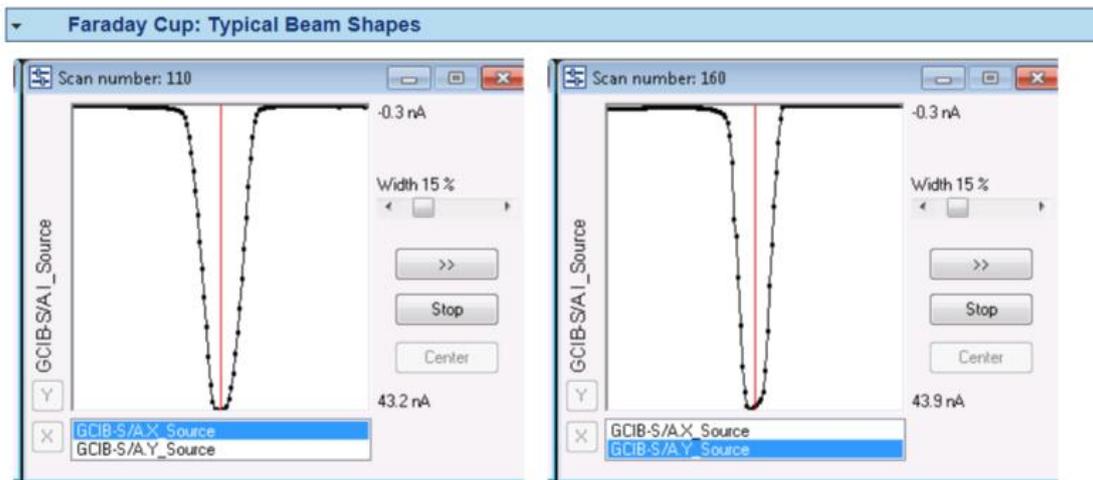


Fig. 1: Scanning X Source while monitoring the faraday cup current. Typical beam shape @ 20 keV beam energy.

Fig. 2: Scanning Y Source (Mass Filter) while monitoring the faraday cup current. Typical beam shape @ 20 keV beam energy.

Aperture 1: Typical Beam Shapes

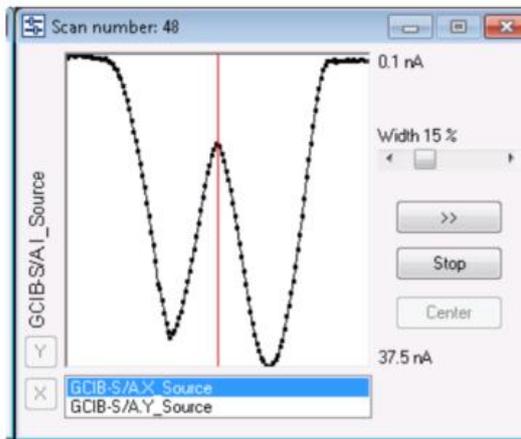


Fig. 1: Scanning X Source while monitoring the aperture 1 current. Typical beam shape @ 20 keV beam energy. Scan Width 15%

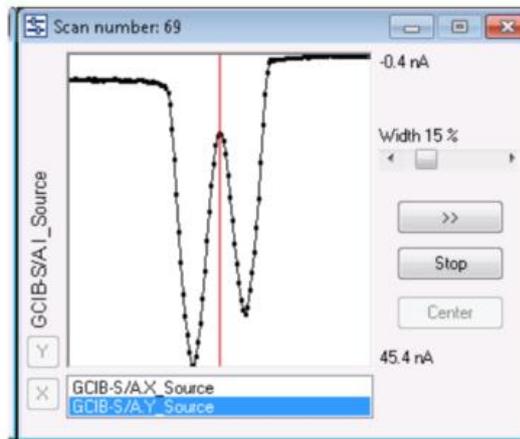


Fig. 2: Scanning Y Source while monitoring the aperture 1 current. Typical beam shape @ 20 keV beam energy. Scan Width 15%

Aperture 2: Typical Beam Shapes

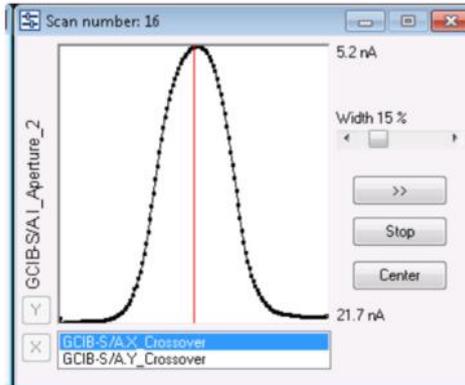


Fig. 1: Scanning X Crossover while monitoring the aperture 2 current. Typical beam shape @ 20 keV beam energy. The beam is centered on aperture 2 where the current is minimal.

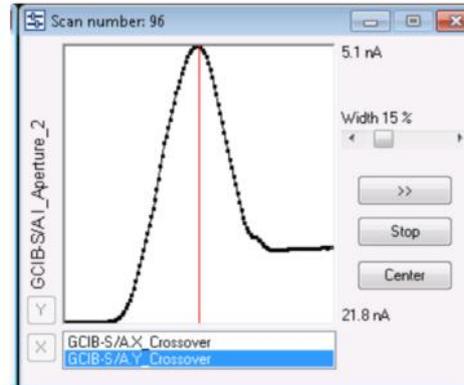


Fig. 2: Scanning Y Crossover while monitoring the aperture 2 current. Typical beam shape @ 20 keV beam energy. The beam is centered on aperture 2 where the current is minimal.

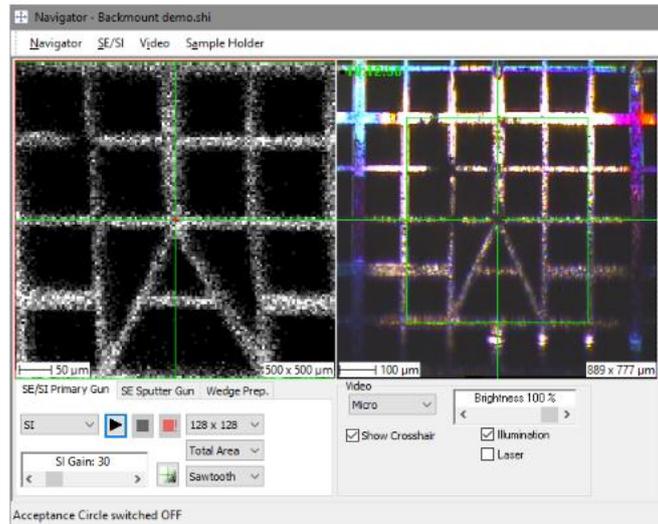
三、样品对中:

样品对中对于分析源采用 SI 像，对于溅射源采用 SE Sputter 像粗对中，再用 SI 下轰击光束进行精对中，操作如下。

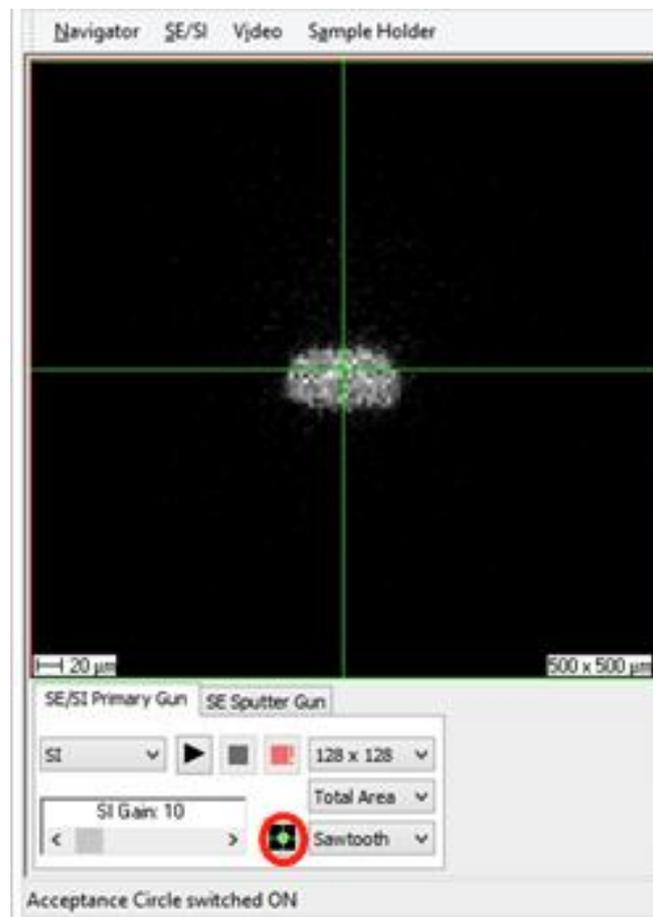
分析源对中:

1、在 Navigator 中选择点位为 A-Grid，导航到点位上，选择内置 CCD 为 Micro 模式，打开 Illumination，打开分析源，进行采集。

2、调整 SI Gain 至图形清晰，对比 CCD 像与 SI 像的中心，在 A 上是否重合，如果重合，则正常，如果偏差较多，可以联系工程师或调整（X/Y Target 不建议自己操作）。



3、检查工作距离，将 SI 像切换至 Acceptance Circle 模式，将 SI 检测区域放到最大（500 μm X 500 μm ），然后调整 Joystick 至绿色十字在椭圆斑的中心。（大范围移动样品台后就需要检查工作距离）



4、检查聚焦，将样品台移动到 1000 Mesh，将 SE Gain 放到最低，打开 SE 像，勾选 Long Pulse，从 10%开始调整，加大 SE 至图像出来清晰。如到 6000V 还不能看清，则增大 Long Pulse 至 20%。

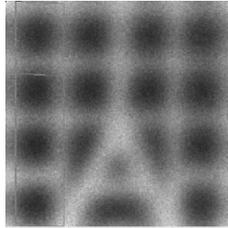
5、调整 Lens Target 与 X/Y Stigmator 至谱图清晰，再在图上找一点，放大至 10 μm X 10 μm ，后重新调整 Lens Target 与 X/Y Stigmator 至谱图清晰，调到负离子模式重复以上操作，

保存参数。

溅射源粗对中：

1、Sputter Gun 对中方法与 LMIG 类似，移动至 A-Grid 后，切换到 SE Sputter Image，调低 SE Gain 后，打开采集，检查十字线与 A 的位置（隐约看到 A 字）

2、逐渐增加 SE Gain 至出现图像，通过调整 DSC-S 中的 Lens Target 与 Stigmator 至图像在清晰状态。同时调整 X/Y sensitivity 调整扫描范围，至 CCD 的框与 SE 像的框一致



3、精对焦在非样品区域上，打开分析源，打开 SI 像，把溅射源的 Raster 放到 0，在最右侧勾选一下，让溅射源在目标上打一个小束斑，保持十字在束斑内即可。

绝缘样品调整：

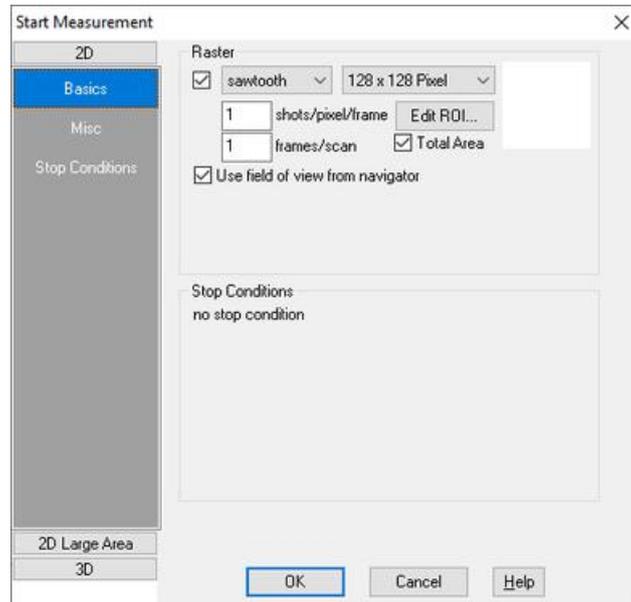
1、启动 Flood Gun，在右侧打开 Flood Gun，Load settings 加载 Flood Gun 参数（LMIG 与 GCIB 参数不同）。

2、调整工作距离结束后，调整 Surface Potential，选择 Analyzer-Main-Extraction，选择 Use Surface Potential，从 0V 开始，正离子模式往负调节，负离子模式往正调节，至 Acceptance circle 突然变亮后往回调整 20V。（扣除介电常数）

九、正式采集

1、在 Navigator 上找到待测区域，通过预扫确定工作距离，检测范围与溅射范围（通常溅射范围要大于检测范围 100 μ m，常见）。

2、点击 Fpanel 进行采集准备，采集模式有三种分别为 2D 面扫，2D large Area 大范围以及 3D 刻蚀深度。



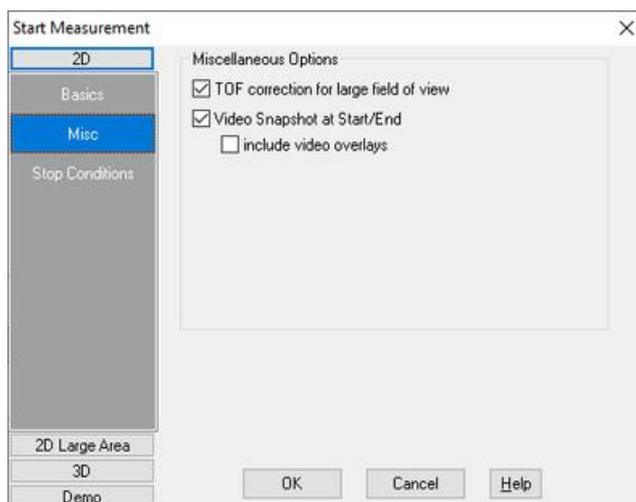
Raster

Sawtooth 为逐行扫描，Random 为随机扫描（绝缘刻蚀用），Meander 为蛇形蜿蜒测试

Shots 指每个像素点测试次数

Frames 为每个 Scan 的测试次数

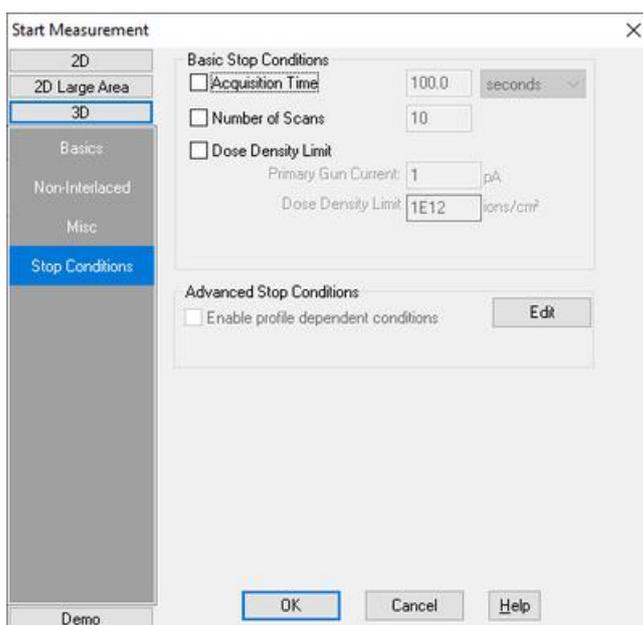
ROI 为感兴趣的区域，Total Area 为全面积



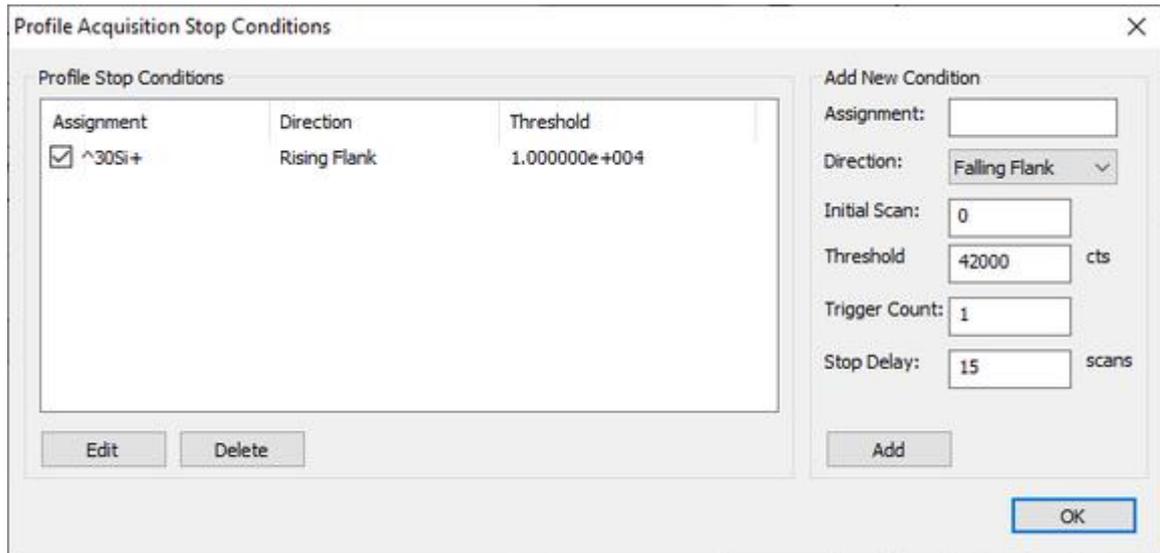
TOF correction 为 TOF 扫描高区域的畸变矫正

Video snapshot 为测试前后拍个照

Video overlay 为照片上是否有十字

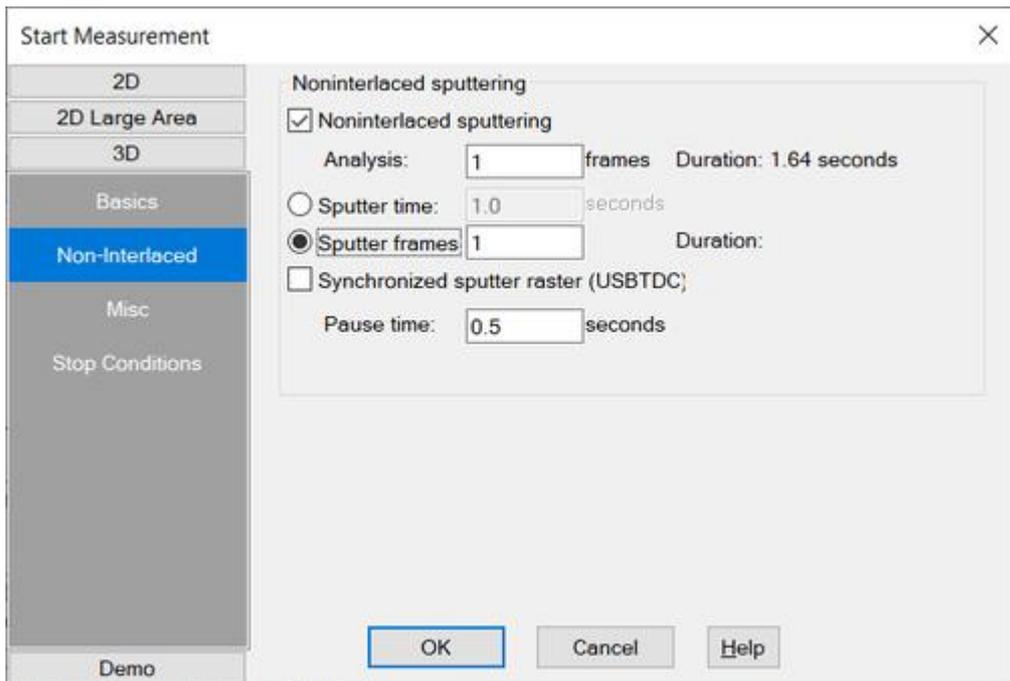


停止条件可以通过设置 Acquisition Time 采集时间，Number of Scans 采集次数（深度），Dose Density 注入量（一次离子注入量）



进阶停止条件，如设置样品刻蚀底平维持多久后停止

3、对于需要积累或绝缘样品需要采用非交错溅射方式（Non-interlaced 即测完一整面再溅射）



可以设置分析 Frames 后进行 Sputter，Sputter 的可以以时间或 Frames 进行计算。

Pause Time 适用于进行绝缘电荷补偿的平衡时间

十、谱图处理软件介绍

谱图处理软件主要有 3 个，分别是：

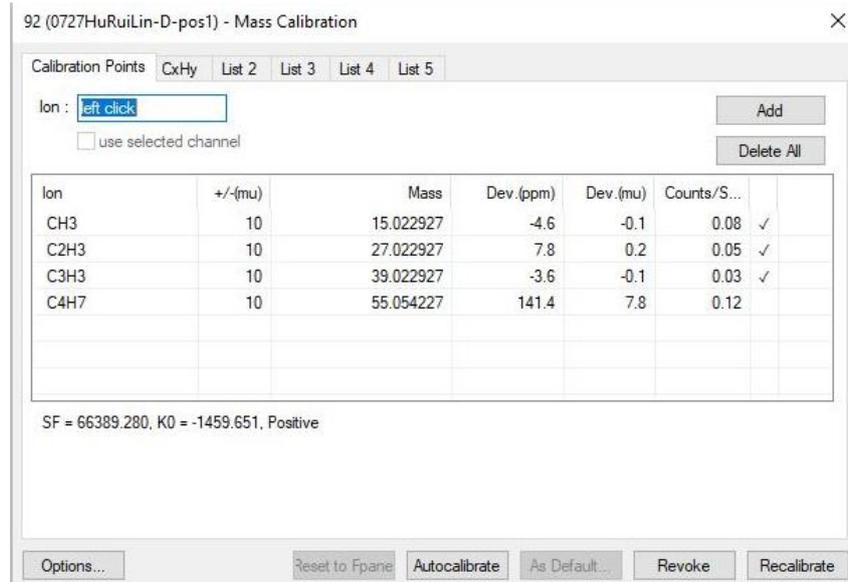
Spectra Program: MS 谱图显示与对比，处理

Profile Program: 深度曲线信息处理，包括深度校正，浓度校正

Image Program: 2D 与 3D 信息与图像处理

3 个程序对于 ROI, peaks 的点选是互相关联的

质量轴校正：



1、打开 Spectra Program，按 F3，打开 Mass calibration，在谱图上面点选相应的谱峰进行校正。

2、一般流程可以先选择 H+（H-），以及 H2+及 H2-，进行粗校正。

3、删除 H 系列所有的校正谱峰，正离子一般选择 CH3+（15），C2H3+（27），C3H5+（41），C4H7+（55），进行校正。负离子选取 C-（12），C2-（24），C3-（36），C4-（48）。

选取兴趣峰进行分析：

在 Spectra Program 中点选或通过 Find Mass 或 Find Formula，找到感兴趣的离子碎片，拉取合适的范围后，在左上角选取 Add Peaks 加入兴趣列表，同时在 Profile Program 与 Image Program 中也会出现对应的离子的深度信息与平面信息。

深度信息分析：

勾选的感兴趣的峰会出现在 Profile Program 出现深度信息，但在设备中一般只有测试时间，Data Point 的关系，如需要得到绝对的深度信息，需要将样品取出后在台阶仪或 AFM 上进行坑的深度测量后进行 Depth Calibration。

3D 信息分析：

在 Image Program 中，右侧导航栏会出现感兴趣的离子分布，在中间勾选 ROI 可以进行局部区域的分析。

选择 Overlay，可以实现多种检测组分的叠加。

Analysis-3D rendering（Overlay），可以实现 3D 成像的叠加的现实与叠加。

ROI 与 Z-ROI，为 Region of Interest，可以实现对于感兴趣的区域与剖面（X，Y，Z）的单独分析

EDR：

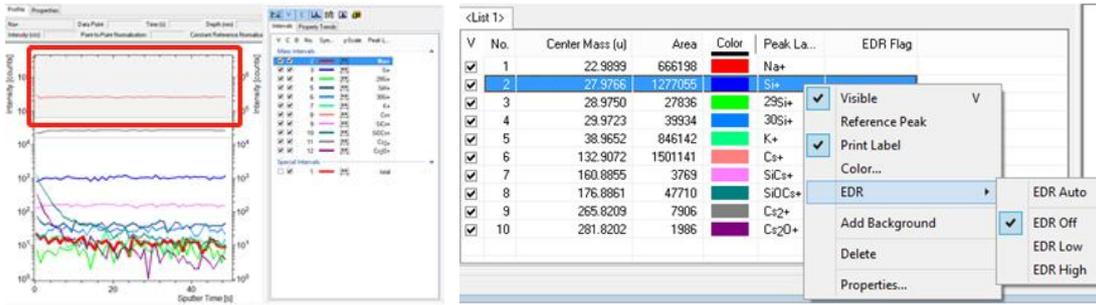
启用 EDR（看配置；特定情况启用）：如果观察到 Spectra Program—Toolbars—Area（cts）和 Counts/Shot 数值显示红色，或观察到深度剖析曲线进入上方灰色区域时启用。

1）FPanel—点击  停止采集。

2）水平方向移动样品台到邻近未采集位置。

3）Spectra Program—Peak List—选择该离子，鼠标右键—EDR—选择 EDR Auto（或先选择 EDR Low，如果深度剖析曲线仍然进入灰色区域，再切换到 EDR High）。

4）FPanel—点击  采集，弹出 Start measurement 对话框重复上次选择，点击 Ok。



(7) 保存数据。

1) 采集结束，系统自动停止采集。如果未设置 Stop Conditions，FPanel—点击 停止采集。

2) FPanel—去勾选 Floodgun。

Instrument Window—Analyzer/Main—Extraction—去勾选 UseSurfacePotential。

3) 如果启用 EDR Auto，Spectra Program—Peak List—选择该离子，鼠标右键—EDR—去勾选 EDR Auto；如果启用 EDR Low/High，勾选 EDR Off。

4) FPanel—点击 保存数据。

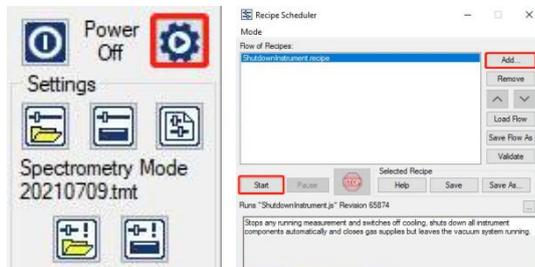
十一、 结束测试

1、停止测试，保存好数据。

2、关闭照明：FPanel—Power Control—去勾选 Brightness。

3、关闭高压电源。

(1) 统一关闭：FPanel 窗口单击 ，点击 Add，添加 ShutdownInstrument.recipe，点击 Start。



注意几点：

1、LMIG 涉及液态金属，因此加热最后才关，Stop LMIG 即可

2、GCIB 的高压电先关，再停真空，防止击穿

3、DSC 防止 Cs 氧化要先真空与降温后再关

■ 系统自动执行完毕后，检查 FPanel—电源键显示蓝色 Power Off 状态，Power Control 窗口各高压电源去勾选。

(2) 逐项关闭：

1) LMIG：

Instrument Window—LMIG—Source—点击 Stop LMIG，等待弹出的信息窗口消失。

2) O2 源：

FPanel—Load Setting—加载关闭 O2 源的参数；FPanel—Power Control—去勾选 DSC-S。

如果没有关闭 O2 源的参数，手动关闭：

Instrument Window—DSC-S—Source—将 Emission 降为 0；

Instrument Window—DSC-S—Focus—将 Lens Target 降为 0；

Instrument Window—DSC-S—Pulsing—将 Static Deflection 降为 0;

Instrument Window—DSC-S—Gun—将 Lens Source、Extractor、Energy 降为 0;

FPanel—Power Control—去勾选 DSC-S;

Instrument Window—DSC-S—Vacuum—去勾选 Regulation，观察真空值开始下降。

3) Cs 源:

FPanel—Load Setting—加载关闭 Cs 源参数; FPanel—Power Control—去勾选 DSC-S。

如果没有关闭 Cs 源参数, 手动关闭:

Instrument Window—DSC-S—Source—将 Heating 降为 0;

Instrument Window—DSC-S—Focus—将 Lens Target 降为 0;

Instrument Window—DSC-S—Gun—将 Lens Source、Extractor、Energy 降为 0;

FPanel—Power Control—去勾选 DSC-S。

4) GCIB 源 (Sputter) :

FPanel—Load Setting—加载关闭 GCIB 源 (Sputter) 参数; Instrument Window—GCIB-S/A—Source—Cluster Formation—点击 OFF, 等待 Source Status 显示红色;

FPanel—Power Control—去勾选 GCIB-S/A。

如果没有关闭 GCIB Sputter 参数, 手动关闭:

Instrument Window—GCIB-S/A—Source—将 Emission 降为 0;

Instrument Window—GCIB-S/A—Column—将 Lens Target、Lens Crossover 降为 0;

Instrument Window—GCIB-S/A—Sputter Pulsing—将 Static Deflection 降为 0;

Instrument Window—GCIB-S/A—Gun—将 Lens Source、Extractor、Energy 降为 0;

FPanel—Power Control—去勾选 GCIB-S/A;

Instrument Window—GCIB-S/A—Source—Cluster Formation—点击 OFF, 等待 Source Status 显示红色;

FPanel—Power Control—去勾选 GCIB-S/A。

5) Floodgun:

FPanel—Load Setting—加载关闭 Floodgun 参数。

如果没有关闭 Floodgun 参数, 手动关闭:

Instrument Window—Floodgun—将 Filament 降为 0;

Instrument Window—Floodgun—Anode、Wehnelt 降到最小值;

Instrument Window—Floodgun—将 Energy 降为 0。

6) Analyzer:

FPanel—Power Control—去勾选 Analyzer。