

采购标的汇总表

序号	包号	仪器设备名称	是否接受进口产品	是否为核心产品	数量
1	1	氮化物 MOCVD 和氧化物 MOCVD 双腔互联系统	否	是	1
2	2	接触式光刻	是	是	1
3	3	等离子体干法蚀刻系统	是	是	1
4	4	ICP 系统	是	是	1
5	5	原子层沉积设备	是	是	1
6	6	热蒸发-电子束蒸发二合一系统	否	是	1
7	7	ITO 生长设备	否	是	1
8	8	电感增强化学气相沉积系统	是	是	1
9	9	激光晶圆切割机	否	是	1
10	10	高分辨晶体 x 射线衍射仪	是	是	1
11	11	高精度扫描电子显微镜	是	是	1
12	12	四探针霍尔效应测量系统	是	是	1
13	13	AFM 设备	是	是	1
14	14	半导体参数分析仪	是	是	1
15	15	功率器件分析仪	是	是	1
16	16	矢量网络分析仪	是	是	1

A、技术要求

1. (8英寸)氮化物 MOCVD 和氧化物 MOCVD 双腔互联系统

A 腔 MOCVD-Ga₂O₃

1 性能指标

1.1 实现精确控制 Ga₂O₃ 薄膜材料生长: ≤ 100 nm, 同质外延生长速率 ≤ 4 um/h;

★1.2 外延表面粗糙度 ≤ 1.5 nm;

★1.3 载流子浓度 $\leq 1 \times 10^{16}$ cm⁻³;

★1.4 霍尔迁移率 ≥ 50 cm²/Vs.;

★1.5 X 射线衍射半高宽 ≤ 100 arcsecs;

1.6 2 μm 膜厚片内厚度均匀性 STD ≤ 5 %;

1.7 2 μm 膜厚片间(炉间)厚度均匀性 STD ≤ 2 %;

2 反应腔

2.1 衬底大小: 8 英寸、3 片 6 英寸、6 片 4 英寸、24 片 2 英寸;

2.2 反应室腔体压力范围 4.0×10^3 Pa $\sim 1.0 \times 10^5$ Pa;

2.3 加热系统温度精度反应室压力在工艺范围内, 温度精度应 $\leq \pm 1$ °C

3 加热电源

3.1 电阻丝加热系统升温速率 ≥ 1.2 °C/s 或 100 °C/min;

3.2 加热系统温控控温系统最高温度 ≥ 1100 °C

4 旋转系统

4.1 旋转系统转速范围 0-100 RPM;

4.2 控制精度 ± 0.5 RPM;

4.3 同心度 ≤ 0.5 mm

5 真空系统

5.1 0-1 ATM 连续可调;

5.2 控制精度 ± 0.1 %, 控制范围 0.5-100 %;

5.3 氦质谱方法测漏率 $\leq 1 \times 10^{-10}$ Pa·m³/s

6 MO 单元组

6.1 MO-1: MO 源, 3 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等

6.2 MO-2: MO 源, 3 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等

6.3 MO-3: MO 源, 2 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等

6.4 MO-4: MO 源 (备用), 2 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等;

6.5 MO-5: MO 源 (备用), 2 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等;

6.6 Dummy-MO-1: 气体补偿与平衡, 1 个 MFC, 和阀组;

6.7 SiH₄_1 掺杂源: 双稀释, 进气主管路及切换系统、减压各≥1 个;

7 氧源及载气单元组

7.1 O₂: 2 个 MFC, 调压阀, 压力表, 阀组和管路及接头等各≥1 个;

7.2 N₂O: 2 个 MFC, 调压阀, 压力表, 阀组和管路及接头等各≥1 个;

7.3 Dummy-Hyd-1: 气体补偿与平衡, 1 个 MFC, 和阀组各≥1 个;

7.4 Hydride 单元组之 Run/Vent 管路、阀岛、阀组和压差平衡系统各≥1 个;

7.5 N₂ 进气管道及切换系统, 减压阀及压力表, 过滤器, 阀组各≥1 个;

7.6 Ar 进气管道及切换系统, 减压阀及压力表, 过滤器, 阀组, 单向阀各≥1 个;

7.7 设备检漏管道系统及各检漏阀门与接头各≥1 个。

8 真空泵

8.1 配置主泵;

8.2 抽速≥2500 L/min;

9 恒温水浴槽 (可调温范围 0 -60°C) ≥4 个;

10 逻辑控制器

10.1 配置 PLC;

10.2 可对设备运行及工艺生长过程进行执行、记录和处理; 可对材料表面反射率进行监测; 对外延材料进行生长速率的测量 (计算); 对工艺温度、压力及安全信号进行监测。

11 辅助设备

11.1 冷水机: 制冷量≥30 kW/hr, 冷却水流量≥200 L/min, 扬程≥40 m;

11.2 水洗式 SCRUBBER;

11.3 全自动防爆气柜: 双瓶全自动切换, 报警输出功能, 真空系统可提供 14 PSI, 氦检漏等级≤ 1×10^{-12} Pa·m³/s;

11.4 环境气体探测器(SiH₄): 带报警系统, 同时显示气体浓度和设备运行状态;

11.5 气体置换面板 (VMP): 带阀门, 带高低压调节压力范围 0-15 MPa;

11.6. 气路运输系统气密性气路管道漏气率 $\leq 5.0 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$

12 安全监测与互锁系统

12.1 安全监测与报警系统;

12.2 安全 PLC, 安全互锁系统, EMO 急停系统, 报警灯塔;

13 原位监测系统: 配备原位监测系统, 实时监测并显示外延生长时的反射曲线, 表面温度, 生长速率;

B 腔 MOCVD- GaN C3

1 性能指标

★1.1 非掺氮化镓 (可轻微掺杂硅) 片内平均厚度一致性: $\sigma \leq 2\%$

载流子浓度: $\leq 1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$

迁移率: $\geq 350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

生长速率: $\geq 2 \text{ um/h}$

X 射线半波宽: (002) $\omega \leq 150 \text{ arcsec}$

(102) $\omega \leq 200 \text{ arcsec}$

★1.2 N 型氮化镓 (n-GaN) (掺杂层的厚度 $\leq 2.5 \text{ um}$)

掺杂浓度: $\geq 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 迁移率: $\geq 250 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

掺杂浓度: $\geq 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 迁移率: $\geq 150 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

表面电阻均匀性: $\sigma \leq 3 \%$

★1.3 P 型氮化镓 (p-GaN)

载流子浓度: $\geq 3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 迁移率: $\geq 20 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

载流子浓度: $\geq 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 迁移率: $\geq 10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

电阻率: $\leq 3 \text{ ohm} \cdot \text{cm}$

★1.4. 铝镓氮 (AlGaN) (厚度 $\leq 300 \text{ nm}$)

铝含量: $X_{\text{Al}} \geq 20 \%$

片内组分均匀性: $(\text{Al}_{\text{max}} \% - \text{Al}_{\text{min}} \%) \leq 2 \%$

1.5. 多量子阱铟镓氮系 (InGaN/GaN) 材料与铝镓氮系 (AlGaN/AlN) 材料量子阱 InGaN 系列之波长范围: 450-460 nm (蓝光)

片内波长均匀性: $\sigma_{\text{AVG}} \leq 2 \text{ nm}$

炉间波长均匀性: $\Delta\lambda \leq 2 \text{ nm}$

2 反应腔

2.1 单片: 8 英寸、3 片 6 英寸、6 片 4 英寸、24 片 2 英寸;;

2.2 漏率 $\leq 5 \times 10^{-9} \text{ mbarL/s}$

2.3 加热系统温度精度反应室压力在工艺范围内, 温度精度应 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$

3 加热电源

3.1 加热系统升温速率 $\geq 1.2^\circ\text{C/s}$, 或 $\geq 100^\circ\text{C/min}$;

3.2 电阻丝加热系统温控范围 $\leq 1300^\circ\text{C}$

4 旋转系统

4.1 旋转系统转速范围 0-1200 RPM;

4.2 控制精度 $\pm 1 \text{ RPM}$;

4.3 同心度 $\leq 1 \text{ mm}$

5 真空系统

5.1 0-1ATM 连续可调;

5.2 配可编程碟型节流阀, 控制精度 $\leq \pm 0.1\%$, 控制范围 0.5-100%;

5.3 氦质谱方法测漏率 $\leq 1 \times 10^{-10} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$

6 MO 单元组

6.1.MO-1: MO 源, 3 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等;

6.2.MO-2: MO 源, 3 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等;

6.3.MO-3: MO 源, 3 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等;

6.4.MO-4: MO 源, 3 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等;

6.5.MO-5: MO 源, 3 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等;

6.6.MO-6: MO 源, 3 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等;

6.7.MO-7: MO 源, 2 个 MFC, 1 个 PC, 阀组和管路及接头等;

6.8.Dummy-MO-1: 气体补偿与平衡, 1 个 MFC, 和阀组各 ≥ 1 个;

6.9.SiH₄_1 掺杂源: 进气主管路及切换系统、减压各 ≥ 1 个;

6.10.MO 单元组之 Run/Vent 管路、阀岛、阀组和压差平衡系统各 ≥ 1 个;

7.单元组

7.1 NH₃_1: 标准配置, 进气主管路及切换系统、减压阀及压力表、过滤器及阀

组；2个MFC，阀组和管路及接头等；

7.2 Dummy-Hyd-1：1个MFC和阀组；

7.3 氨源单元组之Run/Vent管路、阀岛、阀组和压差平衡系统各≥1个；

7.4 N₂进气管道及切换系统，减压阀及压力表,过滤器，阀组各≥1个；

7.5 H₂进气管道及切换系统，减压阀及压力表,过滤器，单向阀各≥1个；

7.6.Source Supply 气体管路，阀组（MO+Hyd）各≥1个；

7.7 设备检漏管道系统及各检漏阀门与接头各≥1个；

8 真空泵

8.1 配置工艺主泵；

8.2 抽速≥2500 L/min；

9 水浴槽

9.1 恒温水浴槽（可调温范围0-60℃）≥8个

10 逻辑控制器

10.1 配置PLC；

10.2 可对设备运行及工艺生长过程进行执行、记录和处理；可对材料表面反射率进行监测；对外延材料进行生长速率的测量（计算）；对工艺温度、压力及安全信号进行监测。

11 辅助设备

11.1 冷水机:制冷量≥30 kW/hr，冷却水流量≥200 L/min，扬程≥40 m；

11.2 水洗式SCRUBBER

11.3 全自动防爆气柜（BSGS）：双瓶全自动切换，报警输出功能，氨检漏等级小于 $1 \times 10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；

11.4 环境气体探测器(SiH₄)：带声光报警系统，同时显示气体浓度和设备运行状态；

11.5 气体置换面板（VMP）：全不锈钢面板，高纯阀门，带高低压调节压力范围0-15 MPa；

11.6.气路输运系统气密性气路管道漏气率 $\leq 5.0 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；

12 安全监测与互锁系统

12.1 配置安全监测与报警系统一套

12.2 配置安全 PLC，安全互锁系统，EMO 急停系统，报警灯塔。

13 配备原位监测系统，实时监测并显示外延生长时的反射曲线，表面温度，生长速率

二 互联装置

配备机械手，实现自动化传盘。从 A(或 B)腔室长出来的材料在氮气密闭可操作环境中放入 B（或 A）腔室内继续工艺生长。

2.接触式光刻

1 曝光系统：

★1.1 曝光波长：350-450 nm；

1.2 曝光灯：LED 曝光灯，可通过软件连续调节和设定光强；使用寿命大于 5000 小时，无需气体冷却；

★1.3 曝光光强： $\geq 35 \text{ mW/cm @365 nm}$ ； $\geq 90 \text{ mW/cm @405 nm}$ ；

★1.4 分辨率： $\leq 1 \mu\text{m}$ （真空接触，光刻胶厚度 1 微米时，等间距图形测量）；

★1.5 正面套刻精度： $\leq \pm 0.5 \mu\text{m}$

1.6 光强均匀度： $\leq \pm 2.5 \%$ ；

1.7 曝光模式：支持软接触、硬接触、接近和真空四种模式；

2 正面显微对准系统：

2.1 数字式分离视场显微镜，LED 黄光照明；

2.2 物镜： ≥ 5 倍；

2.3 视场范围： $\geq 1500 \mu\text{m} \times 2000 \mu\text{m}$ ；分辨率： $0.8 \mu\text{m}/\text{Pixel}$ ；

3 对准台：

3.1 行程的范围： $x \geq \pm 5 \text{ mm}$ ； $y \geq \pm 5 \text{ mm}$ ； $\theta \geq \pm 5^\circ$ ；

3.2 对准台 z 轴垂直上下移动范围： $\geq 7 \text{ mm}$ ；

3.3 对准台移动调节分辨率 x-y 方向 $\leq 0.02 \mu\text{m}$ ； θ 方向 $\leq 0.00001 \text{ deg}$ ；

3.4 对准间距：1-1000 μm 连续可调，分辨率 1 μm 。

4 设备附件：

4.1 光强计及光强探头；

4.2 专用防震台；

4.3 专用吸片真空泵 1 台；

4.4 紫外线防护眼镜 1 副；

4.5 晶圆夹具：4 英寸、6 英寸及 8 英寸晶圆对准夹具各一套；

4.6 掩模版夹具：5 英寸、7 英寸及 9 英寸掩模版夹具各一套。

3. (8 英寸) 等离子体干法蚀刻系统

1 系统要求：

1.1 系统应采用干泵机组，所使用分子泵和干泵为防腐设计；

★1.2 分子泵抽速 ≥ 1300 L/s，前级泵抽速 ≥ 80 m³/hr 预真空室采用干泵，抽速 ≥ 10 m³/hr；

1.3 系统启动 30 分钟内本底真空度(RH $\leq 70\%$) $\leq 5 \times 10^{-5}$ Torr

1.4 极限真空度(在 12 小时以内) $\leq 5 \times 10^{-6}$ Torr；

★1.5 系统配置 8 英寸卡盘；

1.6 冷水机控温范围-20 °C~80 °C，控温精度 ± 0.5 °C。

2 真空系统：

2.1 预真空室和工艺腔室拥有真空机组；

2.2 预真空室和工艺腔室拥有真空检测及显示系统；

2.3 具有真空度自动稳定和控制功能。

3 控制系统：

3.1 计算机检测和控制系统 1 套；

3.2 控制系统应能检测相关部件的运行状态；

3.3 存储工艺流程；

3.4 存储历史纪录并可以显示；

★3.5 配置光学窗口、用于原位终点检测；

★3.6 ICP 及 RF 射频电源；

★3.7 不小于 1 kW ICP 电源及自动匹配网络 1 套；

★3.8 不小于 500 W，13.56 MHz 射频电源 1 台；

4 气路：

4.1 工艺气体采用 MFC 控制，MFC 的配备需满足所列明的材料的工艺刻蚀要求；

4.2 MFC 控制精度 $\leq\pm 1\%$ SV;

4.3 MFC 计量重复性 $\leq\pm 1\%$ SV;

5、气路系统:

★5.1 不少于 9 路工艺气体管路, 包括 SF₆, CF₄, CHF₃, O₂, Ar, PN₂, Cl₂, BCl₃, HBr 等;

5.2 气路柜可实现工艺气体的快速切换;

4. (8 英寸) ICP 系统

1 反应腔:

1.1 反应腔无焊缝、低漏率, 腔壁加热 $\geq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$;

1.2 本底真空 $\leq 1 \times 10^{-6}$ mbar; 真空漏率 $\leq 5 \times 10^{-4}$ mbar·l/s;

2 ICP 源:

2.1 配备感应耦合等离子体 (ICP) 源;

★2.2 配置光学窗口、用于原位终点检测;

3 样品台:

★3.1 样品尺寸: 最大 8 英寸直径晶圆、向下兼容更小的晶圆和不规则小片;

3.2 配置机械卡盘和背氮冷却;

3.3 配置循环冷却器和加热器;

3.4 下电极温度控制范围不小于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$, 控温精度 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$;

4 射频源:

★4.1 ICP 源射频发生器: 频率 13.56 MHz, 功率 ≥ 1000 W;

★4.2 偏置射频发生器: 频率 13.56 MHz, 功率 ≥ 400 W;

4.3 配置自动匹配盒;

5 真空系统:

5.1 配置分子泵, 防腐蚀, 抽速 ≥ 1300 L/s;

5.2 配置前级干泵, 防腐蚀, 抽速 ≥ 100 m³/h;

5.3 配置自动节流阀、薄膜电容真空计、真空规各 ≥ 1 个;

6 气路系统:

★6.1 不少于 9 路工艺气体管路, 包括 SF₆, CF₄, CHF₃, O₂, Ar, PN₂, Cl₂, BCl₃, HBr

等；

6.2 气路柜可实现工艺气体的快速切换；

7 预真空室：

7.1 本底真空 $\leq 1 \times 10^{-1}$ mbar；真空漏率 $\leq 5 \times 10^{-4}$ mbar·l/s；

8、配置 8 英寸载片器；

9、配置 4 英寸载片器；

10、配套附件：

10.1 设备配置紧急停止开关、具备完善的安全互锁功能；

10.2 配电箱：用于设备外接用户供电线路；

5. (8 英寸) 原子层沉积设备

1. 设备技术性能

★1.1 反应腔满足最大衬底直径 200 mm 及其以下尺寸的衬底加工的使用要求。

1.2 腔体结构采用双腔体结构，即真空腔+反应腔结构。反应腔安装于真空腔内部。所有加热元件均安装于反应腔外部。反应腔为全热壁，加热方式采用外部环绕对称式辐射加热模式，以确保反应腔内部在任何位置上温度的一致性。

1.3 真空腔外壁为全冷壁，在设备的正常运行时，真空腔外壁温度不超过 35 °C，腔体漏率低于 10^{-6} mbarL/s。

1.4 在正常的工艺操作过程中真空腔压力始终大于反应腔压力，以防止前驱体的泄漏。

★1.5 热沉积反应腔最高加热温度：500 °C；等离子沉积反应腔最高加热温度：350 °C，温度均匀性 $\leq \pm 2$ °C。

2 气体管路技术性能

2.1 前驱源气体管路满足有毒性气体或易燃性工艺气体的适用要求。管路包括 ALD 阀、压力传感器、气动脉冲阀、不锈钢管路和 VCR 连接器等配置；

2.2 所有工艺气体管路均电抛光不锈钢材料。所有联接接头均采用金属密封。工艺气体管路满足易燃以及有毒性前驱气体的使用要求。软硬件配置相应的安全互锁功能，以满足非兼容性气体的使用要求；

2.3 为确保在 ALD 阀切断后 ALD 阀和反应腔之间的管路内没有前驱体残留，减

少或避免对前驱体管路的清洗维护以及提高 ALD 工艺沉积速率，设备的前驱体管路系统中具有在线自动惰性气体净化功能。

3 加热前驱源管路

★3.1 加热前驱体料源系统均配置加热、保温和温度控制系统，以保证前驱源不在管路中冷凝；

3.2 加热料源装置及其与之相联接的管路的最高加热温度为 300 °C，配备温控管路、高温脉冲阀门等必要部件，加热温度可以设定和控制，温度控制精度： $\leq \pm 2$ °C；

3.3 加热源料瓶采用不锈钢材料；

3.4 在更换料瓶前后，管路及其与之相联接的管路和阀门系统具有在线净化功能，以方便料源的更换；

★3.5 热源数量不低于 4 路。

4 常温液态前驱源管路

4.1 每个常温液态料源装置均配制循环水水浴装置，以稳定低蒸发压液态源温度。温度控制精度： $\leq \pm 2$ °C；

4.2 常温液态源料瓶采用不锈钢材料；

4.3 在更换料瓶前后，管路及其与之相联接的管路和阀门系统具有在线净化功能，以方便料源瓶的更换；

★4.4 液态源数量不低于 4 路。

5 真空泵系统

5.1 干式真空泵；

5.2 最大抽速 ≥ 100 m³/h；

5.3 极限压力 $\leq 1.5 \times 10^{-2}$ torr；

6 循环水冷却器

6.1 配置用于 ALD 真空腔体外壁冷却和液态前驱源水浴的循环水冷却器；

6.2 温度控制精度 $\leq \pm 2$ °C；

7 等离子系统

★7.1 适用于最大直径 ≥ 200 mm 及其以下尺寸基底的加工要求。

7.2 射频频率为 13.56 MHz，功率为 ≥ 300 W，功率可以调节；

7.3 带有质量流量控制器的等离子载气管路；

7.4 带有功率接入和气体供给的真空腔盖板；

7.5 配置射频发生器；

7.6 配置功率匹配单元；

7.7 与主机控制系统集成；

8 真空泵前端尾气过滤系统

8.1 配置真空泵前端尾气过滤系统，安装在真空泵和原子层沉积设备之间，保持真空泵免受尾气和尾气颗粒物的污染；

8.2 包含固体废物收集容器，过滤器元件、气动阀和液位指示等装置；

8.3 尾气过滤系统可通过持续供给水蒸汽以降解和灭活所有尾气中与水反应的残余前驱体物质；

8.4 配置旋转马达，用于保持过滤器清洁。

9 臭氧发生器及其气柜：

9.1 配置臭氧发生器和气柜，气柜中配置排风口；臭氧发生器与主机控制系统集成，包含臭氧消除器；

9.2 臭氧管路中包含压力传感器、转子计量计、气动脉冲阀、带有 VCR 接口的不锈钢管路和臭氧消除器以及气体警报器等必要装置。

6. (8 英寸) 热蒸发-电子束蒸发二合一系统

1 真空室：

1.1 箱体外表面直接酸洗亮光不锈钢本色处理；室门、箱体外壁通冷却水，外表面耐 ≥ 2 公斤水压。主机与电控柜之间安装金属线槽，在真空室顶部设置起重吊环；

1.2 箱体采用整体优质不锈钢材料；

1.3 真空室内腔表面处理要求：箱体内表面经过严格抛光处理，先抛光处理后，提高内表面光洁度，再进行焊接加工，焊接无堆积现象，所有焊点焊缝打磨平滑，无氧化或生锈痕迹；

1.4 真空室内壁衬防污板：内衬不锈钢防污板；

1.5 抽气口位置合理，配有活动插板，以方便拆卸、清洗。活动插板安装好后可以保证光学密封，插板之间间隙大小合理，有效减少抽气流阻；

1.6 主机骨架：主机骨架钢制造。箱体骨架两侧板有百叶窗，以利散热。有高压互锁装置，防止误开门后高压触电。侧面板便于拆卸，为设备维护提供便捷；

1.7 真空室内照明：真空室内配有照明灯，以方便观察室体内部情况及蒸发源工作状态；

1.8 真空室观察窗口：真空室门上设观察窗至少两个，窗口装备有耐高温石英玻璃、防辐射铅玻璃、防护镜并以中心点进行旋转，真空室内侧装可便捷装卸的防污玻璃；

1.9 真空室门：采用不锈钢材料，门密封圈为氟橡胶材料。内表面作抛光处理，外表面为直接焊不锈钢水管，通冷却水冷却；门上配备高压保护装置。真空室门上装有表面涂漆的碳钢外装饰板；

1.10 水冷却系统：主进、出水分配管均采用不锈钢管，主进水管处有水压表和过滤装置，所有冷却部位单独供水且装手动开关阀门。进、出水软管有颜色区分及所有对应标识。对主泵、电子枪等加装水流保护，有断水报警；

2 气、水管路、连接线缆等；

2.1 所有软管采用快插连接方式，气管耐压 0.8 MPa 以上，水管耐压 0.6 MPa 以上；

2.2 系统真空管道清洗干净后进行安装；

2.3 主机与电控柜连接电缆，装入金属走线槽，采用桥架方式，地面无散乱现象，所有接地点应有明确的接地标识；

2.4 真空管道均采用不锈钢材料，并有金属波纹管连接以减少震动；

2.5 前级管道机械泵与前级阀门之间增加一个快卡法兰接口用于接检漏仪。

3 真空系统：

3.1、极限真空不大于： $8 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ （干燥、清洁真空室）；

★3.2、恢复真空度：常温下大气 $4 \times 10^{-3} \text{ Pa} \leq 15 \text{ min}$ （干燥、清洁真空室）；

★3.3、保真空：1 小时内 $\leq 6 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ ；

4 真空系统配置：

4.1 配分子泵

前级泵：抽速 60 L/s

前级泵：抽速 20 L/s

4.2 各真空之间配备阀门；

4.3 真空异常或停电时各真空阀门、分子泵应恢复至关闭状态；

4.4 各阀门应设互锁保护功能，各气路接口尺寸一致；

4.5 设有室体放气阀，充气阀口装有过滤器及调节阀，调节阀可调节放气的快慢，并引至净化室内。

5 真空系统测量：

5.1 配数字复合真空计一套；

5.2 真空测量口位置：

5.3 真空箱体抽气室顶部有两个真空测量口，一个用于安装高真空电离规，一个用于安装低真空电阻规；

5.4 前级管道机械泵与前级阀门之间有一个真空测量口，用于安装另一组低真空电离规。

6 真空系统操作：采用 PLC 进行控制所有泵阀动作，具有故障判断和报警功能，如气压、水流、机械泵等提示及报警。

7 工件架及夹具：

7.1 工件旋转：0-30 rpm/min；交流变频调速，转动平稳；

7.2 工转机构：采用磁流体无油密封传动，结构合理、转动平稳。转动支承部位配有水冷套装置，用于保护齿轮、轴承等传动件，避免加热器等热源对运动精度的不良影响。工件转动机构采用不锈钢材料加工（含水冷套）；

★7.3 工件盘：配平面工件盘一套，可放置一片 8 英寸的基片；

8 烘烤：

8.1 配置烘烤加热器；

8.2 烘烤温度最高 500 °C，温度控制精度 $\leq\pm 5$ °C，可显示实际温度；

8.3 电气控制：采用一套调功器控制；

★8.4 电阻蒸发源：配一组水冷式电阻蒸发源（六根电极四个舟），功率 ≥ 5 kW，由一套调功器控制，电器切换，交替蒸镀。

9 电子束蒸发源(单枪单电源)：

9.1 电子枪：

电子枪功率 ≥ 6 kW，高压 ≥ 6 kV。

扫描范围 $x \geq \pm 15 \text{ mm}$

扫描范围 $y \geq \pm 15 \text{ mm}$ 。

10 电子枪电源:

10.1 配高压自动灭弧防打火电源一套, 具有高压稳压、束流恒流功能, 电源纹波小, 有效抑制电子枪打火。束流: 0-750 mA (高压为 8 kV 时);

10.2 采用一套灯丝控制电源: 灯丝电压 $\geq 6 \text{ VAC } 50/60 \text{ Hz}$;

10.3 采用一套可编程扫描电源, 具有失偏、超偏保护, 可与高压控制联锁;

10.4 防水电子枪变压器 1 套。

11 坩埚:

★11.1 配直接水冷却的无氧铜坩埚不少于 6 个, 能自动电动转位, 并配有无氧铜坩埚衬套不少于 3 个, 石墨衬套不少于 3 个;

11.2 电子枪操作: 备有新型有线遥控盒手持操作, 可开关高压, 调节束流、开关挡板等;

11.3 电子枪能在长时间、大功率工作状态下确保束斑的稳定, 偏转和扫描的稳定;

11.4 电子枪束流采用数字显示。

12 石英晶体膜厚控制系统:

12.1 采用石英晶体膜厚控制仪, 配安装的单探头;

12.2 石英探头有可靠的冷却措施, 防热冲击、抗震动;

12.3 控制功能: 对整个膜系镀制过程实现自动控制, 根据预先设置膜料的功率参数, 自动识别蒸发源, 自动控制坩埚转位、蒸发速率、膜层厚度、挡板启闭等, 都要在自动程序里面实现。

13 反应气体充气系统: 配单路单显质量流量计一套 (含截止阀), 流量控制范围 8~200 sccm, 精度 $\leq 2 \text{ sccm}$, 用于电子枪工作时工艺气体的流量控制。

14 工控机自动控制系统:

14.1 控制方式: 采用上位机, 包括 PLC, A/D 及 D/A 模块, 电量变送器, 数据采集系统, 安全连锁的操作系统。

15 性能:

15.1 可靠性: 完善的故障反馈及误操作互锁保护功能, 具备各系统的自诊断功能; 在设备一旦出现故障时, 控制系统能快速准确地做出安全处理, 关闭所有阀

门，关闭电子枪，暂停镀膜工艺，自动存储工艺记录，发出声光报警，等待操作人员检查处理；

15.2 稳定性：镀膜条件（如真空、水压等）未达到设定值时，电子枪不能启动。镀膜过程中，镀膜条件出现偏差时，蒸发源自动关闭；

16 安全保护：

16.1 主机门、控柜门上配备高压保护装置；

16.2 对分子泵、阻蒸、电子枪、晶控探头等水路安装有水流传感器，有断水报警保护。其中晶控探头水路为专用小流量传感器；

16.3 气压达不到设定压力时，设备不能起动。另外，在设备起动后，当气压降于设定压力时，起动将被截断。排气系统的所有阀门关闭，并通过警报器和信号灯来告知异常；

16.4 蒸发电源只有在真空室内达到所设定的压力以下时，才能打开；

16.5 有电压、电流超载；电压缺相等异常现象报警；

16.6 操作系统发生异常时，警报器会报警，红色的信号灯会亮；

16.7 设有声、光报警器。

7. (8 英寸) ITO 生长设备

1. 溅射真空室

1.1 内置烘烤功能，选用优质冷轧不锈钢和铝合金材料制造，氩弧焊接，表面进行电化学抛光国内首家钝化处理，接口采用金属垫圈密封或氟橡胶圈密封；

1.2 前开门选用优质铝合金；

1.3 靶安装在下底盘，基片转台在上盖板。

1.4 溅射室极限真空度 $\leq 1 \times 10^{-5}$ Pa；

1.6 溅射室 20 分钟可达到 $\leq 1 \times 10^{-3}$ Pa；

1.7 停泵关机 12 小时后真空度 ≤ 5 Pa。

2 磁控溅射靶独立法兰组件

2.1 靶材尺寸 ≥ 4 英寸；

★2.2 磁控靶 3 套，射频溅射、直流溅射兼容，靶内水冷；

★2.3 靶具有单独溅射、轮流溅射、共溅射功能；

2.4 磁控靶可调节共溅射角度；

3 旋转加热基片台

★3.1 可放置一个 8 英寸样品托，托上可放置最大 8 英寸圆形样品一片，可向下兼容；

3.2 通过热电偶控制控温电源实现闭环控制，系统由加热器和加热控温电源组成，加热电源配备控温表，控温方式为 PID 自动控温及数字显示；加热炉加热温度：室温 \sim 500 $^{\circ}$ C \pm 1 $^{\circ}$ C，连续可调；

3.3 基片自转速度 5 \sim 20 转/分连续可调，精度 \leq 1 转/分；

3.4.气动控制样品挡板组件 1 套；

3.5.基片加负偏压 \geq 300 V；

3.6 水冷样品台 1 套；

4 工艺气路系统及工作气路

4.1 分子泵抽速 \geq 1000 L/s；

4.2 机械泵抽速 \geq 10 L/s；

4.3 气动截止阀；

4.4 机械泵与真空室之间的旁抽管路 1 套；

4.5 电动闸板阀 1 台；

4.6 气动旁抽角阀 1 台；

4.7 三路进气：氩气流量 \geq 200 sccm、氧气流量 \geq 100 sccm、氮气流量 \geq 100 sccm，

3 路质量流量控制器，精度：

\pm 1.0 % S.P (\geq 30% F.S.)；

\pm 0.30% F.S (\leq 30% F.S.)；

质量流量控制器响应时间： \leq 1 sec；

配有气动隔膜阀、管路、接头等；；

5 配备气动放气阀、管路、接头等。

6 设备安装台架及台架组件。

优质铝型材制成，快卸围板表面喷塑处理；四只脚轮，可固定，可移动；

7 真空测量及电控系统

7.1 采用复合真空计进行溅射室的真空测量范围： 1×10^5 Pa \times 10^{-7} Pa；

7.2 采用薄膜规进行工艺试验的真空控制和测量;

7.3 电源机柜含供电电源;

7.4 控制电源为机械泵、电磁阀等提供电源;

7.5 水流报警系统对磁控靶有断水报警功能;

7.6 样品加热控温电源;

7.7 转动控制电源;

7.8 靶挡板电源;

★7.9 射频电源功率不小于 1000 W 3 套;

7.10 冷却水循环机;

7.11 空气压缩机。

8. (8 英寸) 电感增强化学气相沉积系统

1 反应腔室:

1.1 反应腔室保证低漏率, 本底真空 $\leq 1 \times 10^{-2}$ mbar, 真空漏率 $\leq 2 \times 10^{-4}$ mbar l/s;

1.2 反应腔室上盖打开、并与下电极互锁。配有快锁装置和警示灯;

1.3 反应腔腔壁加热温度 ≥ 60 °C。

2 上电极:

★2.1 上电极由 13.56 MHz 射频源驱动, 配置额外的低频源, 频率 400 kHz, 最大功率 500 W;

2.2 上电极由循环温控器加热控制, 温控范围: 室温 ~ 60 °C。

3 下电极:

3.1 下电极基板接地;

★3.2 直接放置样片, 样品直径最大 8 英寸;

3.3 内置加热器, 使用热电偶温度探头, 带温度控制器, 温控范围: 200 °C \sim 400 °C。

4 射频源:

★4.1 射频发生器: 频率 13.56 MHz, 射频功率 ≥ 300 W。

4.2 上电极射频发生器配备自动匹配网络。

5 真空系统:

5.1 配置大抽速防腐蚀干泵，抽速 $\geq 560 \text{ m}^3/\text{hr}$ ；

★5.2 本底真空： $\leq 1 \times 10^{-2} \text{ mbar}$ ，配置薄膜电容真空计；

6 气路系统：

6.1 四路带 MFC（非腐蚀性气体）、颗粒过滤器和截止阀的工艺气路，气体为： N_2O , Ar, CF_4 , O_2 ；

6.2 两路带有 MFC（腐蚀/有害气体）、旁路设计、颗粒过滤器和截止阀的工艺气路，气体为： $5\% \text{SiH}_4$, NH_3 ；

6.3 气路柜中的质量流量计到反应腔的距离合适，以保证快速气体切换；

9. (8 英寸) 激光晶圆切割机

1 激光器

1.1 类型（光纤，固体，气体）：固体；

1.2 波长： 1064 nm ；

★1.3 焦点数量 ≥ 2 ；

1.4 寿命（h） $\geq 10000 \text{ h}$ ；

1.5 最大输出功率 $\geq 15 \text{ W}$ ；

1.6 外光路聚焦镜头更换周期 ≥ 3 年；

1.7 功率稳定性 $\leq 3 \%$ ；

1.8 光斑尺寸 $\leq 1.5 \text{ mm}$ ；

1.9 脉冲宽度 $\leq 15 \text{ ps}$ ；

1.10 防止聚焦镜头雾化措施：镜头吹气；

★1.11 可切割 wafer 厚度范围 $\geq 150 \mu\text{m}$ ；

2 CCD 相机

2.1 广角相机作用/分辨率/放大倍率：圈边，参数可调；

2.2 粗定位相机作用/分辨率/放大倍率：粗调/ $10 \mu\text{m}/\text{p}/\times 0.5$ ；

2.3 精定位相机作用/分辨率/放大倍率：精定位/ $2 \mu\text{m}/\text{p}/\times 2.5$ ；

2.4 调焦相机作用/分辨率/放大倍率 调焦/ $0.2 \mu\text{m}/\text{p}/\times 25$ ；

2.5 寻焦方式/（激光找焦点/三角标找焦点）：激光找焦点；

2.6 划深补偿系统：焦点跟随。

3 其他规格

3.1 多刀切割正崩 $\leq 5\mu\text{m}$;

3.2 多刀切割背崩 $\leq 5\mu\text{m}$;

3.3 多刀切割正面直线度 $\leq 2\mu\text{m}$;

3.4 多刀切割背面直线度 $\leq 2\mu\text{m}$;

3.5 x 轴行程 $\geq 400\text{ mm}$;

3.6 x 轴直线度 $\leq 2\text{ }\mu\text{m}$;

3.7 x 轴重复精度 $\leq 2\text{ }\mu\text{m}$;

3.8 x 轴最大速度 $\geq 400\text{ mm/s}$;

3.9 y 轴行程 $\geq 300\text{ mm}$;

3.10 y 轴直线度 $\leq 2\text{ }\mu\text{m}$;

3.11 y 轴重复精度 $\leq 1\text{ }\mu\text{m}$;

3.12 y 轴最大速度 $\geq 1000\text{ mm/s}$

3.13 吸附载台旋转角度 $\geq 120\text{ 度}$;

3.14 吸附载台旋转精度 $\leq 0.002\text{ 度}$;

3.15 吸附载台平面度 $\leq 8\text{ }\mu\text{m}$;

3.16 z 轴重复精度 $\leq 1\text{ }\mu\text{m}$;

3.17 z 轴定位精度 $\leq 2\text{ }\mu\text{m}$;

3.18 z 轴行程 $\leq 10\text{ mm}$;

★3.19 切割精度 $\leq 1\text{ }\mu\text{m}$;

3.20 切深波动 $\leq 5\text{ }\mu\text{m}$;

★3.21 wafer 尺寸兼容性: 8 向下兼容;

★3.22 铁环尺寸兼容性: 8 向下兼容;

▲3.23 可切割晶圆材质: 蓝宝石上有 p-GaN 外延层;

10.高分辨晶体 x 射线衍射仪

1 x 射线产生模块:

1.1 产生器: 输出功率 $\geq 3\text{ kW}$;

1.2 电源稳定度 $\leq 0.01\%$;

2 x 光管

2.1 功率 ≥ 2.2 kW;

2.2 管压 ≥ 35 kV; 管流 ≥ 30 mA;

2.3 初级光学系统汇聚 x 射线并初步平行化和单色化;

★2.4 配备有 Ge 晶体反射镜, 过滤 x 射线波长, 实现 HRXRD;

3 样品台

3.1 能对单个直径 200 mm(8 英寸)及以内晶圆上任意一点进行测试并记录坐标, 能同时搭载最多 6 个 4 英寸晶圆样品;

★3.2 chi, phi, x, y, z 五个轴向上的移动;

3.3 chi 轴范围: 从 -5° 至 90° ;

3.4 chi 轴最小步长 $\leq 0.02^\circ$;

3.5 phi 轴范围 $\geq 360^\circ$;

3.6 phi 轴最小步长 $\leq 0.02^\circ$;

3.7 x、y 轴扫描范围 ≥ 200 mm、 200 mm;

3.8 x、y 轴最小步长 ≤ 0.02 mm;

3.9 z 轴范围 ≥ 6 mm;

3.10 z 轴最小步长 ≤ 0.002 mm;

3.11 chi, phi, x, y, z 五个轴向能自动复位, 且能由软件操控机械马达进行控制;

4 测角仪:

★4.1 具备 Om-2Th, Om-XTh, 2Theta-Theta 等扫描方式;

4.2 Omega 轴 (X 光入射) 范围: $0-90^\circ$;

4.3 2Theta 轴范围: $0-140^\circ$;

4.4 上述两轴最小步长: 0.2 arcsecond;

4.5 控制软件操控马达精确控制角度扫描模式, 允许菜单定义的或自定义的测试模式, 允许自动复位。

5 探测台模块:

5.1 组合式衰减片;

5.2 探测狭缝: 马达驱动的自动化探测狭缝, 可调整控制探测台的接收角分辨率;

5.3 动态响应范围增强型探测器探测范围: 0.5 cps - 10 Mcps;

★5.4 x 射线反射功能：具有 XRR 功能；

5.5 可以测量膜层的厚度、密度和膜层表面及界面的粗糙度；

5.6 可以测量表征多孔隙薄膜材料结构；

5.7 支持超薄薄膜的 XRR 测试。

★5.8 HRXRD 能完成不同晶面如 GaN(002)、(004)、(102)等晶面衍射的 HRXRD 摇摆曲线测试或所需的 RSM mapping 测试；

★5.9 能实现双轴晶和三轴晶两种测试模式，且两种模式能自动切换，且可以实现对晶体结构组分、厚度、应力、弛豫度等参数的提取。

★5.10 XRD：能实现 WAXRD, GIXRD；分析薄膜结构的晶相、晶粒尺寸、择优取向等物理特征及参数。

6 软件功能

6.1 x 射线测试平台控制软件：控制 x 射线软开启，x 光管偏压、电流控制等；具备设备重启后的校准辅助功能；

6.2 能通过软件驱动样品台 5 轴移动，且具备自动复位功能，便于菜单中止后光路调整；

6.3 通过菜单控制切换设备的测试模式（包括 HRXRD、XRR、XRD 等）；

★6.4 能手动调整设备设置，自定义曲线扫描、RSM mapping 扫描；

6.5 扫描过程中能实时反映测试曲线，且能暂停、停止菜单运行。

7 x 射线反射功能的分析软件要求：

7.1 拥有 x 射线反射自动拟合软件；

7.2 能自动拟合软件可以自动拟合镜面反射数据，自动输出膜厚、密度、粗糙度等结构参数；

7.3 能自动拟合软件可以对多个镜面反射数据进行批量自动拟合，并将结构参数保存在数据表中；

7.4 能自动拟合软件既可以自动拟合单层膜，也可以自动拟合多层膜的镜面反射数据。

8 x 射线衍射功能的分析软件要求：

★8.1 拥有 x 射线衍射自动拟合软件；

8.2 通过计算拟合得到单层甚至多层薄膜结构的厚度、厚度、密度和膜层表面及

界面的粗糙度等信息；

8.3 对 HRXRD 摇摆曲线、RSM mapping 结果进行自动拟合处理，提取厚度、组分、应力、晶格长度等性能参数；

8.4 根据 XRD 测试数据，分析多晶薄膜的晶粒大小、择优取向、残余应力、物相等信息。

9 控制软件及分析软件：

9.1 高压发生器由软件控制；

9.2 控制软件可方便地实现 HRXRD、XRR、WAXRD 等机器已经选配好的不同测量模式的自动转换及相应硬件的自动切换；

★9.3 能手动调整设备设置，自定义曲线扫描、RSM mapping、XRR 扫描；

9.4 对于所选配的功能，测量菜单可以实现自动的样品准直、测量、分析以及自动生成测量结果报告。同时，兼容手动测量；

9.5 提供符合机台配置的全部数据分析和拟合软件。

11.高精度扫描电子显微镜

1 电子镜筒模块

★1.1 二次电子分辨率： $\leq 0.7 \text{ nm}@15\text{kV}$ ， $\leq 0.9 \text{ nm}@1\text{kV}$ （非减速模式）；

1.2 放大倍率可调范围不小于 $10\times\sim 100 \text{ 万}\times$ ；

1.3 加速电压范围不小于 $0.1 \text{ kV}\sim 30 \text{ kV}$ ；

★1.5 最大电子束束流 $\geq 50 \text{ nA}$ ；

2 阴极荧光光谱分析模块

2.1 具备单色、全色、RGB CL 成像及高光谱成像及测量的功能；

2.2 可采集点、线、面阴极荧光光谱；

2.3 可实现阴极荧光信号收集与二次电子收集同步；

2.4 阴极荧光收集总效率 $\geq 90\%$ ；

2.5 配置单通道 PMT 探测器和 CCD 多通道探测器；

★2.6 光谱响应范围不小于 $200 \text{ nm}\sim 1000 \text{ nm}$ ；

2.7 荧光收集方式：高性能椭球反射镜

2.8 配置紫外增强型光谱仪，焦距 $\geq 300 \text{ mm}$ ；

2.9 配置光谱仪耦合模块；

2.10 光谱重复性 ≤ 0.05 nm； 光谱精确度 $\leq \pm 0.5$ nm；

2.11 焦面尺寸 ≥ 10 mm $\times 10$ mm；

2.12 CL 光强成像采用高速 PMT 探测器，波段响应范围不小于 160 nm-900 nm；

2.13 CCD 光谱分辨 ≤ 0.2 nm；

2.14 光谱仪入口和出口狭缝宽度可调；

3 样品室及样品台

★3.1 最大样品直径尺寸 ≥ 200 mm；

★3.2 配置 4 寸、6 寸和 8 寸晶圆专用样品台；

4 探测器：

★4.1 配置高分辨二次电子探测器；

4.2 配置二次电子探测器；

4.3 配置背散射电子探测器；

4.4 配置用于实时观察样品室内情况的红外 CCD 相机探测器；

★4.5 配置外延生长缺陷分析和缺陷密度检测模块；

5 真空系统

5.1 配备前级机械干泵、分子泵、离子泵；

5.2 电子枪真空度可达 10^{-6} Pa 量级；

5.3 样品室工作真空度 $\leq 2 \times 10^{-4}$ Pa；

6 数字图像记录系统：配置专业的扫描电子显微镜控制软件和控制系统；

7 控制和数据处理系统

7.1 基于网络架构的数据传输系统；

7.2 配置专业系统控制和数据处理工作站；

7.3 可自动调节：电子枪对中、真空控制、亮度与衬度、调焦和象散、动态聚焦、倾斜补偿。

8 能谱仪

★8.1 配置电制冷能谱仪，可实现系统元素分析功能；

8.2 能谱仪具备分析型 SDD 硅漂移电制冷探测器，窗口面积 ≥ 40 mm²，有效晶体面积 ≥ 30 mm²；

8.3 能量分辨率: Mn Ka 保证 ≥ 129 eV;

9 超低温冷台

9.1 制冷温度: $-160^{\circ}\text{C} \sim$ 室温, 精度: $\pm 2^{\circ}\text{C}$, 降温速度 $\leq 10^{\circ}\text{C}/\text{min}$;

★9.2 制冷方式: 液氮制冷;

10 其他配件与服务

10.1 配置空气压缩机;

10.2 配置冷却循环水机;

10.3 配置 UPS 稳压电源, 整机工作续航时间不小于 0.5 h;

12.四探针霍尔效应测量系统

1 设备功能

★1.1 基于霍尔效应原理, 测量材料霍尔系数, 霍尔迁移率, 电阻率, 载流子浓度等参数。

1.2 设备包含磁体、测量模块和样品安装部件。

2.霍尔效应测量

★2.1 迁移率范围: $0.01 \text{ cm}^2/\text{Vs} \sim 10^6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$;

★2.2 最高可测电阻: $100 \text{ G}\Omega$

★2.3 电阻率可测范围: $10^{-4} \Omega\text{cm} \sim 10^5 \Omega\text{cm}$

★2.4 载流子浓度测试范围: $1 \times 10^3 \text{ cm}^{-3} \sim 1 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$

2.5 磁场大小 $\geq 1.6 \text{ T}$ (室温)

$\geq 1 \text{ T}$ (使用变温选件时)

2.6 磁场均匀性: $\pm 0.05\%$ over 1 cm^3 @室温

$\pm 0.15\%$ over 1 cm^3 @使用变温选件时

2.7 最大样品尺寸 $\geq 10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$

3. 变温功能

3.1 系统支持变温测量, 包括低温测量和高温测量

3.2 最低低温温度 $\leq 10 \text{ K}$

13.AFM 设备

1.系统工作模式

1.1 智能扫描模式；

★1.2 轻敲模式；

★1.3 非接触模式成像；

★1.4 接触模式；

1.5 横向力显微镜；

1.6 力学模式/力阵列模式；

1.7 相位成像；

1.8 表面电势显微镜；

1.9 压电力显微镜；

1.10 统计纳米力学成像；

2 扫描器系统

2.1 z 方向噪声水平：闭环控制下，小于 100 pm（RMS）；

★2.2 xy 方向分辨率：闭环控制下，不大于 0.2 nm（RMS）；

2.3 进针方式：智能自动进针方式以保护探针及样品；

2.5 统计纳米力学成像，可以在高效得到样品图像同时，得到样品表面硬度，杨氏模量信息，以及纳米变形，附着力，附着功，耗散能，样品压入刚度等；

2.6 纳米力学压入，可控制压入最大力，压入深度，压入速度。

3. 硬件系统

3.1 控制器能够确保成像精度和速度，具有低噪声设计和高速处理单元；

3.2 可自动设定扫描；

3.3 集成式信号端口，专用可编程信号输入/输出端口,20 个信号输入/输出端口；

3.4 自动进针系统，z 向马达程序控制；

★3.5 全自动 xy 位移台，样品台程序控制可自动跑满范围不小于 200 mm×200 mm，定位精度 1 um；

★3.6 开放样品空间可放置最大样品尺寸 x×y×z 不小于 200 mm×200 mm×20 mm；

3.7 同轴光源设计，光学镜头最小分辨率 2 um，系统可自动聚焦；

4. 软件系统

4.1 具有下针反馈系统，利于快速下针，且避免撞针；

4.2 测试及分析软件可终身免费升级（硬件允许情况下）；

4.3 系统具备程序化控制多点自动测试功能；

5 防震隔音装置

5.1 配备防风，防噪音环境隔离罩；

5.2 配备主动防震平台（非气浮减震台）。

14.半导体参数分析仪

★1 内置 4 个高分辨率 SMU 模块，一个脉冲 IV 测量模块，一个电容测试模块

★2 4 个 SMU 模块输出电压电流范围：20 mA@±40 V 至 ±100 V, 50 mA@±20 V 至 ±40 V, 100 mA@0 V 至 ±20 V

★3 4 个 SMU 模块最小测量分辨率为：电流 10fA，电压 1 uV

★4 电容测试模块测试频率范围：1 kHz 至 5 MHz，最小频率分辨率：2 mHz

★5 电容测试精度 1 pF@1 MHz≤±0.3 %，10 pF@1 MHz≤±0.15 %，10 pF@100 kHz≤±0.2 %

6 电容测量扫描方式：C-V、C-f

7 具有 IV 和 CV 自动切换测量功能

8 脉冲 IV 测量模块具有快速 IV 测量模式和任意波形产生模式，最小可测试脉冲宽度≤150 ns

★9 脉冲 IV 测量模式下电流测量量程：1 uA、10 uA、100 uA、1 mA、10 mA，电流测量分辨率：0.02 %

10 脉冲 IV 测量模块能够提供没有负载线效应的脉冲和瞬态测量功能

11 主机具有可扩展能力，可用插槽数目：不小于 10 个，主机最大吸收电流不低于 4 A

12 提供专用的测试软件对仪表进行控制和提取测试数据，具有曲线追踪功能，便于观察器件击穿和饱和情况

★13 载物台：采用镀金密孔设计，可装载包括 8 英寸以内样品；

14 样品台基座提供气动装载和分离样品，同时具有微调功能，前置面板操作。

★15 样品台 10V 下漏电流≤30 fA；样品台 3 kV 下漏电流≤5 pA；样品台 10 kV 下漏电流≤6 nA；

16 样品台和针座平台之间、样品台绝缘层之间等均有防打火设计。

17.具备自动断电设计，可以有限保护人身安全。

★18 配备开尔文针杆 4 套，最小漏电精度要求： ≤ 100 fA，配 10 根开尔文低漏电探针；大电流针杆 2 套，满足 ≥ 40 A 大电流测试，配大电流探针 ≥ 5 根；大电流针杆需具备调平机构，满足多针水平调平应用；高压测试针杆 ≥ 3 套，接头采用标准 SHV 接头，配高压探针 ≥ 10 根；

★19 系统具备毫米波测试附件 2 套，满足 ≥ 110 GHz 测试及机械校准附件

20. 提供微屏蔽系统，针对电磁屏蔽、光屏蔽以及交流低噪屏蔽等功能，同时具有高低温环境屏蔽能力，光噪声 ≤ -180 dBVrms/rtHz (≤ 1 MHz)；光衰减 ≥ 130 dB；系统交流信号噪声 ≤ 5 mVp-p(≤ 1 GHz)；微室屏蔽环境 ≥ 30 dB(typical) @ 1 kHz ~1 MHz。

21.配备专用减震桌，减震桌固有频率 2.0~2.5 Hz；隔振方式：薄膜式空气弹簧；自动平衡方式：高精度机械阀阀，自动充气；均匀承载： ≤ 300 kg；供给压力(MPa)：0.3~0.6；外形尺寸： ≥ 900 mm $\times 900$ mm $\times 800$ mm

22.配备专用暗箱；

15.功率器件分析仪

1 具有高电压高电流 IV 测量功能，最大电压 ≥ 10 kV，最大电流 ≥ 20 A

★2 高电流测量模块输出最大电压 ≥ 20 V，最大电流 ≥ 20 A，电流最小测量分辨率 ≤ 10 pA

★3 高压模块最大输出电压 ≥ 3 kV，最大电流 ≥ 8 mA，电流最小测量分辨率 ≤ 10 fA

★4 中电流测量模块最大输出电压 ≥ 30 V，最大输出电流 ≥ 1 A，最小电流测量分辨率 ≤ 10 pA

★5 超高压模块输出最大 ≥ 10 kV，输出电流最大 ≥ 100 mA，最小电流测量分辨率 ≤ 10 pA

6 高电压和高电流测试时，可以进行自动切换；

7 配置在片电容测量配件，可一次连接得到三端器件 Ciss, Coss, Crss

8 配置专用的测试软件，能够对各类测试进行灵活的配置，并具备一些典型的应用如击穿电压、泄露电流、导通电阻等；。

16.矢量网络分析仪

1 主机测试频率范围:

★1.1 10 MHz 至 26.5 GHz; 具有中频接入功能, 用于毫米波频扩展, 需要扩频至 10 MHz-110 GHz 全频段扫频;

1.2 110 GHz 频段内测试端口数: 2 端口;

1.3 主机测试端口处动态范围 (指标值, 10Hz 中频带宽): 优于 132 dBc@1 GHz 至 20 GHz, 优于 120 dBc@20 GHz 至 26 GHz

1.4 主机测试端口最大输出功率 (指标值): $\geq +13$ dBm@0.1 GHz-24GHz;

1.5 主机的温度稳定度 (幅度): 50 MHz 至 20 GHz: ≤ 0.02 dB/摄氏度

★1.6 内置源相位噪声 (10 kHz 频偏): ≤ -128 dBc/Hz@1 GHz 载波, ≤ -110 dBc/Hz@10 GHz 载波;

1.7 最大测试点数: 不少于 1 万点

★1.8 最大测试中频带宽: 15 MHz

★1.9 提供 1.0 mm 接口测试线缆和机械校准件

1.10 提供 1.0 mm 接口, 频率 DC 至 110 GHz 功率计

2 真空腔体部分:

2.1 真空腔体: 直径 ≥ 200 mm, 高度 ≥ 150 mm

2.2 防辐射屏直径至少 150 mm;

★2.3 探针臂 (带真空波纹管结构): 搭配 4 个三轴直流探针臂; 直流探针臂接口预留为三同轴接口; 2 个 67 G 射频探针臂, 外部预留 SMA 接口;

2.4 探针臂 x 方向移动范围为 50 mm; y 方向移动范围为 25 mm; z 方向移动范围为 25mm。x/y/z 方向的加工精度都优于 0.05 mm。

2.5 样品台: 直径 ≥ 4 英寸。

2.6 一个真空抽气口。一个快速破真空进气口。

2.7 常温真空系统极限噪音电流 ≤ 100 fA。

2.8 探针臂旋转角度不低于 10 度。

2.9 每个探针臂预留不低于 2 个真空密封法兰, 预留未来备用升级。

3 温控系统部分:

★3.1 系统变温范围: 15 K~300 K。

3.2 采用二级冷头制冷，一级冷头为防辐射屏降温，二级冷头为样品台降温，能够提高制冷效率。

3.3 温度稳定性 $\leq\pm 100$ mK

3.4 温控仪：分辨率优于 10mK，温控采用在样品座下方安装加热器，由温控仪输出电压给加热器供电，加热器发热，冷量由冷头提供，冷热平衡达到控温，系统降到基础温度 15 K 后，通过温控仪设置温度，可在温区内任意温度点设置温度，进行控温，控温时间根据实验时间决定。

4 真空系统部分：

4.1 前级干泵

4.2 抽速 ≥ 60 (L/s)

5 附件部分：

5.1 配套的各部件连接数据线：不少于 4 根连接到真空腔体三同轴线缆

5.2 直流探针须具有镀金 Guard 保护层，探针 Guard 层与缆线的外层屏蔽线连接，形成 Guard 电压，实现从测试台外部接头到探针之间电信号传输的 Guard 保护功能，能够配合半导体分析仪测试微弱信号的漏电流 ≤ 100 fA，系统采用低漏电低温专用探针。保证探针屏蔽性能；探针不少于 5 根，钨针尖，硬针，直径 10 μm ；

5.3 射频探针不少于 2 根，频率范围满足 DC 到 67 GHz

B、商务服务要求

一、基础要求

1、交货地点：郑州市内采购人指定地点；

2、交货期：

包号	交货期
1	签订合同 12 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
2	签订合同 11 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
3	签订合同 10 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
4	签订合同 10 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
5	签订合同 8 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
6	签订合同 5 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
7	签订合同 5 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
8	签订合同 10 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
9	签订合同 5 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
10	签订合同 8 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
11	签订合同 10 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
12	签订合同 8 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
13	签订合同 8 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
14	签订合同 8 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
15	签订合同 8 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)
16	签订合同 8 个月内达到供货条件，接到甲方供货通知 30 天内安装调试完毕。 (在达到供货条件至运输安装调试期间的费用由乙方承担，如仓库保管费等)

3、质量标准：合格，满足采购人要求。

4、质保期：设备验收合格后1年（以最终验收结果单据签订时间为准）。

5、采购包划分：本次采购共分为16个包。

6、招标文件中的加“★”项（重要技术指标项）供应商应在投标文件中提供其投标产品的客观证据材料（采购项目清单及技术参数要求中明确要求提供的资料）。上述客观证据材料（技术支持资料）包括（不限于）：国家认可的检验检测认证机构出具的认证证书、检测报告，或者投标产品制造商公开发布的印刷技术资料（彩页或技术白皮书）、设备实物图片，或者投标产品制造商官网发布的技术资料网页版打印件（显示网页网址），或者评标委员会认可的其他客观证据材料。认证证书、检测报告与印刷技术资料、官网技术资料不一致时，以认证证书、检测报告为准。对于非标准和通用的产品，供应商也可以提供此前完成的类似项目的合同技术规格及最终的性能检验报告（应加盖用户单位公章）作为客观证据材料。上述客观证据材料应是中文，如是外文应提供对应的中文翻译说明，评标以中文翻译内容为准。

6、供应商应如实描述所报产品的技术参数和性能，不得完全复制粘贴上表技术参数和性能描述。因完全复制粘贴上表技术参数和性能描述而产生的不利于供应商的评审风险由供应商自行承担。

二、供货要求

1、供应商须提供符合国家质量标准、部颁标准、行业标准或本招标文件规定标准的、供货渠道合法的全新原装合格正品（包括零部件），如安装或配置软件的，须为正版软件。所提供的货物应当同时符合国家有关安全、卫生、环保规定。

2、采购人使用中标供应商中标的货物、技术、资料、服务或其他任何一部分时，享有无偿使用权。免受第三方提出的侵犯其专利权、著作权、商标权或其它知识产权的起诉。如果第三方提出侵权指控，中标供应商应承担由此而引起的一切法律责任和费用。

三、售后服务要求（供应商可根据自身情况提供售后服务，但应包含下列所涵盖的基本服务内容。）

1、提供所投产品供应商或制造商售后服务机构情况，包括地址、技术人员及联系方式，售后技术人员力量、设备实力等。

2、提供质保期内免费上门保修服务。

3、质保期内（以本项目验收合格之日算起）应当为采购人提供以下技术支持和服务：

(1) 电话咨询。中标人或制造商应当为采购人提供技术援助电话，解答采购人在使用中遇到的问题，及时为采购人提出解决问题的建议和办法。

(2) 现场响应。质保期内出现设备故障，乙方 2 小时内电话响应，24 小时内抵达现场，在双方协商期限内处理完毕，期限内未安排处理售后服务的，甲方有权委托第三方进行维修，产生的费用全部由乙方承担；超过免费保修期，乙方提供该设备终身维修服务，服务响应时间与质保期内保持一致，维修费用另行协商。

(3) 中标人应当定期对所供设备系统运行情况进行检测，消除故障隐患，以保证设备的正常运行。

(4) 技术升级。在质保期内，如果制造商的产品技术升级，中标人应及时通知采购人，如采购人有相应要求，中标人和制造商应对采购人购买的产品进行免费升级服务或优惠价格的有偿升级服务。

4、质保期外应当为采购人提供以下技术支持和服务：

(1) 应同样提供免费电话咨询，并应承诺提供产品上门维护服务。

(2) 应以优惠价格继续提供售后服务。

5、备品备件及易损件：

中标人或制造商售后服务中，维修使用的备品备件及易损件应为原厂配件，未经采购人同意不得使用非原厂配件。中标人应提供原厂标准的备品备件、易损件、消耗材料价格清单及折扣率。

四、其他要求

1、供应商资格要求见供应商须知前附表。如资格证明文件遇年检、换证，则必须提供法定年检、换证单位出具的有效证明原件。

2、供应商须提供符合国家质量标准、部颁标准、行业标准、地方标准、规范或本招标文件规定标准的、供货渠道合法的全新原装合格正品（包括零部件、备件），且是成熟产品，而非试制品。如安装或配置软件的，须为正版软件。所提供的货物应当同时符合国家有关安全、卫生、环保等规定。

3、投标报价均为人民币报价。应包括本招标项目所包含的货物、软件、标准附件、备品备件、专用工具、图纸资料、技术服务，包装、仓储、运输、装卸、保险、税金，货到就位以及安装、调试、培训、保修等一切税金和费用。

4、采购人在授予中标人合同时，保留对货物数量予以增减的权利。供应商不得在此情

况下对投标文件做出修改，如单价、交货期、售后服务等。

5、合同签订：合同由采购人与中标人签订。

6、包装和发运

(1) 货物的包装和运输须符合货物特性要求。

(2) 为了保证货物在长途运输、多次搬运和装卸过程中的安全，货物包装应符合国家或行业标准规定。由于包装、运输、搬运和装卸不当导致货物锈蚀、缺失或损坏，由中标人承担一切责任。

7、培训要求

通过培训使采购人相关人员掌握有关的使用、维护和管理方法，达到能独立进行管理、一般故障处理、日常检测和维护等工作的目标。

8、履约验收：采购人根据国家有关规定、招标文件、中标人的投标文件以及合同约定的内容和验收标准进行验收，采购人可以视项目情况邀请第三方机构或者参加本项目投标的落标人参与验收。验收情况作为支付货款的依据。如有异议，以相关质量技术监督检测机构的检验结果为准，如产生检验检测费用，则该费用由过失方承担。