

第五章 采购需求

一、采购标的

序号	标的名称	数量	单位	是否接受进口	简要技术要求
1	等离子体刻蚀机	1	套	是	详见本章相关内容
2	金属电极磁控溅射	1	套	是	
3	铋化物分子束外延设备	1	套	是	

二、商务要求

1. 项目实施时间和地点

实施时间：合同签订并取得出口许可证后 8 个月内

实施地点：北京信息科技大学

2. 付款条件

国产设备：

(1) 保证金条款：合同签订后 7 日内，中标人按照合同总金额的 10% 先行向采购人提供履约保证金，项目完成验收后无息退还 5%，质保期结束且中标人本合同项下的全部合同义务已妥为履行完毕后，采购人无息退还 5%。

(2) 合同价款的支付：

首付款：合同签订 7 日内，且采购人收到中标人妥为支付的履约保证金后，采购人向中标人支付至合同总价款的 80% 作为首付款；

进度款：中标人将本合同项下的全部货物运抵采购人指定地点，所有货物安装调试完毕且经采购人按学校相关规定验收合格后，支付合同剩余尾款。

进口设备：合同签订后 7 日内，采购人向进口免税代理商支付至合同总价款的 100%。

(3) 特别约定

由于本合同价款 100% 来源于政府财政性拨付，合同约定的付款时间以财政性资金实际到位为前提，如因采购人财政性资金未到位导致采购人无法按前述付款时间节点支付款项，中标人应同意待采购人财政性资金到位后，且满足前款约定的付款条件时，采购人按工作程序支付。

(4) 关于支付路径的特别约定：本合同项下采购人应支付给中标人的任何

款项，原则上通过共管账户支付。因此中标人有义务按照采购人要求在采购人指定银行开立“共管转户”，确保项目款项安全、合规支付。

3. 售后服务（质保期）

3.1 质保期：除“技术要求”部分有特殊要求外，本项目质保期为仪器设备（包括主机和非耗材配件）安装验收合格后 12 个月。

3.2 售后服务

1) 投标人需为本项目配备足够的售后服务力量，具有专门的服务团队。

2) 投标人售后服务响应时间：电话响应时间要求 2 小时内，在 48 小时内到达现场服务，在 72 小时内解决设备使用中遇到的问题，以确保设备正常使用。

3) 投标人需提供技术支持热线电话。

4) 投标人提供 email 技术支持，并且在 24 小时内回复。

5) 质保期内负责维修并更换除消耗品以外的零部件，维修人员的路费、食宿等自理。在保修期满之前一个月內，投标人应负责对该设备的整个系统进行一次检查、维修和保养。

6) 投标人提供该设备的技术使用说明书及外购配件仪器说明书，并指导在使用该设备时的操作注意事项等。

3.3 培训要求

1) 为保证投标人所提供的仪器设备安全、可靠运行，便于采购人的运行维护，须对采购人培训合格的维护和管理人员。

2) 投标人负责对采购人提供至少一次不少于 5 个工作日（5 人次）的现场技术培训，以便工作人员在培训后能熟练地掌握系统的维护工作，并能及时排除大部分的系统障碍。

三、技术要求

3.1 基本要求

（一）采购标的实现的功能或者目标

本项目立足于国家新质生产力发展需要，面向国家新一代信息技术、人工智能和智能装备等新兴产业和国防装备发展需求，围绕“光电感知与探测”国际前沿工程技术研制与系统开发，更新置换“光电测试技术及仪器”教育部重点实验室、“智能感知技术与系统”教育部重点实验室（B 类）、“光纤传感与系统”北京

实验室的高端仪器设备。在此基础上，从高水平科研创新团队、关键核心技术与系统研发平台、高层次创新人才引进和培养、科技成果应用转化、国际合作与交流等方面全方位开展高质量建设，打造国际领先的光电感知与探测创新研发平台，在智能光电子计算芯片、超晶格红外探测器、高性能光纤传感与系统等重点方向形成国际前沿创新研发能力，关键核心技术和器件系统性能指标达到国际先进水平，在“光电感知与探测”领域加快形成新质生产力，服务我国新一代信息技术、人工智能、智能制造、智能装备等战略性新兴产业和国防装备信息化、智能化发展。

(二) 采购标的需执行的国家相关标准、行业标准、地方标准或者其他标准、规范

GB 21746-2008 教学仪器设备安全要求

备注：以上标准如有最新标准发布，以最新标准执行。

3.2 货物技术要求

注：招标文件中★号条款为必须满足项，不满足按无效投标处理；招标文件中#号条款为重要评分项，不满足将在技术评审中扣除技术分。

投标人应对提供投标材料的真实性负责，不得弄虚作假。对于投标文件中所附复印件及其他响应材料，中标后采购人保留查验原件或功能响应的权利，如有造假，按政府采购法律法规执行。

(一) 等离子体刻蚀机

用于半导体制造、微电子器件加工、光电器件制作以及纳米技术等高精度加工领域。其主要特点是可以在较低的离子能量下实现高刻蚀速率和高选择性，从而有效地保护掩膜材料和基材，可实现≤8英寸的半导体材料等离子体刻蚀。

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 工艺腔室用分子泵抽速 $\geq 15001/s$, 前级泵抽速 $\geq 95m^3/hr$ 预真空室干泵抽速 $\geq 14m^3/hr$ ；

1.3 系统启动 30 分钟内本底真空度(RH $\leq 70\%$)；

1.4 极限真空度(在 12 小时以内) $\leq 3 \times 10^{-6}$ Torr；

1.5 系统采用机械样品卡盘固定样片，至少配置 2”、3”、4”、8”卡盘，至

少配备 2 英寸、3 英寸、4 英寸、8 英寸晶圆压环；

#1.6 不小于 240mm 直径铝制下电极，可电阻丝加热以及采用冷水机控温，冷水机控温范围 $-20^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，控温精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 5\text{m}$ 水冷机电缆，有 $\geq 400^{\circ}\text{C}$ 电热丝腔室加热组件，有背 He 冷却功能；

1.7 配置 380V 50Hz 三相电源， ≥ 5 米腔室电力电缆；

1.8 配备管道加热组件，预真空室及隔离阀；

1.9 670 nm 激光终点检测；

2. 真空系统：预真空室和工艺腔室拥有各自独立的真空机组；预真空室和工艺腔室拥有独立的真空检测及显示系统；具有真空度自动稳定和控制功能；100mT 真空计；

3. 控制系统

3.1 计算机检测和控制系统 1 套；

3.2 含密码权限分级控制；

3.3 计算机系统应具备存储 5 年以上工艺记录的能力；

3.4 控制系统应能检测相关部件的运行状态；

3.5 存储工艺流程；

3.6 存储历史纪录并可以显示；

4. 等离子体及 RF 射频电源

★4.1 不小于 3 kw 等离子体电源，2MHz 及自动匹配网络 1 套；

4.2 $\geq 300\text{w}$, 13.56MHz 射频电源一台；

5. 气路

5.1 ≥ 8 路气路盒，至少包含 Cl_2 、 BCl_3 、 CH_4 、 H_2 、Ar、 N_2 、 O_2 、 SF_6 ；

5.2 工艺气体采用 MFC 控制，MFC 的配备需至少满足 GaSb、InAs/GaSb、InAs/InAsSb、AlInAsSb 的工艺刻蚀要求。

#6. 如所投设备为进口产品时，应取得设备制造商的授权，提供有效证明材料复印件并加盖投标人公章。

(二) 金属电极磁控溅射

金属电极磁控溅射是用来制备多种半导体器件的金属薄膜（有机晶体管、自旋电子器件、探测器、太阳能电池等），器件制备过程中，需要沉积不同金属种

类的薄膜材料，要求设备具有简单、易于控制、镀膜面积大和附着力强等特点。

1. 系统设置和控制系统：

1.1 基于 PC 进行设置和软件自动控制，监控镀膜机所有机械操作以及镀膜全流程的制备工艺；

1.2 具备手动和自动两种镀膜操作模式；

1.3 系统集成有安全互锁机构和报警装置；至少配有 3 色信标，实时监测系统状态；

1.4 具有不同账户的安全模式；

1.5 PC 控制界面带有图形显示结构，可清晰观察到系统工作状态以及互锁状态；

1.6 配有多重互锁机构及预警装置。

1.7 实验数据可随时导出。

2. 沉积腔室：

#2.1 矩形铝制沉积腔室，腔体内部尺寸不小于 590mm×545mm×590 mm，并集成有电控柜；

2.2 铰链式前门；

2.3 腔体表面玻璃珠喷砂处理并配有 2 套可拆卸式隔离墙装置；

2.4 前门带有观察窗，带有可拆卸式保护装置，防止材料沉积；

★2.5 最大器件制作有效尺寸 $\geq\varnothing 200\text{mm}$ ；

3. 真空系统：

#3.1 需配备干泵，抽速不小于 21cfm；

3.2 主泵采用分子泵，泵送速度不低于 685 l/s N₂，抽速不低于 685 l/s，Ar 压缩比 $\geq 1\text{E}11$ ，H₂ 压缩比 $\geq 4\text{E}5$ ，He 的压缩比 $\geq 3\text{E}7$ ，N₂ 压缩比 $\geq 1\text{E}11$ ，防护等级不低于 IP54，Semi S2 认证，ISO-F 160 安装法兰，带 ISO NW 25 出口；

3.3 配全量程组合真空计 - 反向磁控管和皮拉尼真空计，测量范围从 3.75E-9 Torr 到大气压，高压 LED 指示灯，对数模拟输出信号，无灯丝烧毁，在清洁干燥系统中，基压 $\leq 5\text{E}-7$ Torr；

3.4 主泵与腔室之间带有 VAT 高真空阀；

★3.5 在洁净、干燥环境下，极限真空度不高于 5×10^{-7} Torr；

4、溅射源的设计和安装：

4.1 系统至少配备 4 个 4 英寸磁控溅射靶枪，溅射靶枪可灵活手动调节倾斜角度，由软件控制；带有安全设计，靶材为卡箍式固定方式；

4.2 至少配备 1 个 2KW 脉冲直流电源和 1 个电源切换开关；0-100 kHz 脉冲频率；

4.3 至少带有 1 套气体反应装置，配有 3 个流量控制器，氧气、氮气、氩气三路气体，流量为 20sccm，氩气 100sccm；

4.4 至少配有 1 套校准膜厚检测探头，传感器安装在刚性的支架上，带有水冷功能以提高读取的准确性；

4.5 系统至少带有 4 套溅射源挡板，自动控制模式；

5. 样品台的设计：

5.1 可以固定或安装最大尺寸不小于 $\varnothing 200\text{mm}$ 的样品台，兼容小尺寸样片，定位销定位；

5.2 样品台带有旋转功能，无级变速，转速可调，调节范围在 10-30RPM 之间；

★5.3 样品台需带有 $\geq 200\text{W}$ 射频负偏压和自动升降功能；带有自动匹配器和控制器，设定最大输出功率为 $\geq 200\text{W}$ ；可对样品表面进行清洗，还可以在溅射过程中辅助溅射，可优化薄膜性能；

5.4 系统需安装有 1 套开合式样品台挡板；

5.5 单层手动进样室；

6. 膜厚检测系统：

6.1 系统至少配备 1 个校准膜厚检测探头，检测显示分辨率 $\leq 0.01 \text{ \AA}$ ；

6.2 带有水冷功能，可以提高检测准确性；

6.3 探头安装在刚性支架上，防止意外碰撞而影响其检测精度；

7. 镀膜控制装置：

7.1 镀膜操作分手动和自动两种模式，能预设参数，并能将相关操作进行储存，便于查询和调用，也可以导到电脑中进行保存；

7.2 至少配有 1 套 PC 控制装置，显示器集成、安装在外侧；可全面监控显

示包括但不限于系统状态信息，真空，沉积，气路，加热/冷却等界面信息，沉积过程的每个环节，例如样品台挡板开关，样品台旋转，泵的开关，闸板开关，镀膜速率，电源功率，镀膜厚度等，并可实现对每个工艺参数的监控，无需打开腔室即可完成整个蒸镀过程；

7.3 镀膜操作分手动和自动两种模式，两者可自由切换；所有镀膜过程配方及序列都会生成.csv 文件格式的数据日志。数据日志反映数据处理过程中的机器状态（例如，低温，室压，百叶窗状态，传感器寿命等）和与工艺有关的过程细节（例如沉积速率，沉积时间，传感器频率，薄膜厚度数据等）。每个数据点以不低于 500 毫秒的间隔收集，并能将相关操作进行储存，便于查询和调用，也可以导出到电脑中进行保存；

#7.4 带有镀膜控制软件及控制卡组件；系统引入 PID 循环，稳定沉积速率，膜厚厚度显示分辨率不低于 0.01 Å；

★7.5 镀膜控制软件；全自动高精度控制系统，蒸发速率不低于 0.1A/s, 薄膜不均匀性 $\leq \pm 5\%$ ；

7.6 设备联网后可实现远程控制，异地工程师可进行远程操作进行维护、检查调试。

7.7 软件提供完整的工艺集成，确保稳定性，减少不同用户之间和不同运行批次之间造成的偏差。

#8. 如所投设备为进口产品时，应取得设备制造商的授权，提供有效证明材料复印件并加盖投标人公章。

（三）铋化物分子束外延设备

用于在超高真空条件下，在半导体基片上生长砷化物、铋化物相关 III-V 族化合物半导体超晶格材料、量子阱材料、高电子迁移率晶体管材料及异质结双极晶体管材料，需兼顾科研和少量生产的用途。生长 8inch 的材料均匀性 $\leq 3\%$ ，系统最佳真空度 $\leq 8 \times 10^{-11}$ mbar。整套 MBE 系统至少由四个腔体组成，包括快速进样室、缓冲/传输室、预处理室和生长室。各腔体通过超高真空插板阀连接，样品可在各个腔体之间无障碍自动传输。系统各部分分别配备烘烤罩，各子系统可分开独立烘烤。烘烤温度不低于 150℃。可编程实现自动程序烘烤。系统至少具有紧急停机功能，真空互锁功能，分子泵/低温泵断电自我保护等功能。

1. 生长室

1.1 采用 304L 或者以上等级不锈钢制造，内径不小于 800 mm。包括至少 12 个不小于 DN 100 CF 的源炉法兰口，以及用于其他功能的法兰口（至少包括真空泵浦系统、反射式高能电子衍射装置、荧光屏、样品传输、残余气体分析仪、石英晶振膜厚仪、样品架、观察窗等）；

1.2 腔体内部配备液氮冷屏；

1.3 相邻源炉之间设有双层隔板，防止交叉污染和温度互相干扰；

★1.4 至少配置 1 套低噪音型号的冷凝泵，抽速不低于 3000 l/s（对空气抽速），含配套的控制单元，压缩机以及 He 循环管道等。同时配备 1 个 500 l/s 离子泵和带液氮冷阱的 3 灯丝钛升华泵（抽速不小于 1000 l/s），包括相应的电源和控制单元；

1.5 低温冷凝泵与腔体之间配备气动闸板阀，具备紧急关闭功能；

★1.6 搭配均温板，衬底最高加热温度不低于 800°C，控温精度不低于 0.1°C；

1.7 衬底具备磁力耦合旋转功能，转速 0-30 rpm 可调，包括配套的旋转控制单元。衬底正面朝下，源炉从下往上蒸；

1.8 衬底前端带有挡板，软件控制马达驱动，开合角度 90°；

1.9 配备高精度双灯丝离子规真空计，测量范围 10^{-3} 至 3×10^{-11} mbar；

1.10 配备高灵敏度束流计，具备不少于 200 mm 长度的伸缩距离；

1.11 配备红外测温仪一套，红外光中心波长在 940 ± 25 nm，安装红外测温仪的观察窗需配备加热功能和挡板；

1.12 配备高灵敏度四级杆质谱仪，质量数范围 1-200 amu，探测限不高于 4×10^{-15} mbar，用于真空检漏和残余气体分析；

1.13 配备反射式高能电子衍射装置原位监控系统，至少包括 20 keV 电子枪、荧光屏和观察窗挡板。电子枪具备远程控制功能，可远程控制聚焦和偏转。包括配套的图像采集 CCD 装置和分析软件；

1.14 配备至少 18 通道的挡板控制器，可同时控制 18 个挡板动作；

1.15 配备冷却水控制面板，对每个水路均配水流量计，实时监测水流状态。当水流量意外降低时，软件自动进行安全互锁操作，比如对应的源炉电功率自动下降以保护源炉；

2. 束源系统

2.1 生长系统的总源炉至少 12 个，其中：

Al 束源炉数量：≥2 个；Ga 束源炉数量：≥2 个；

In 束源炉数量：≥2 个；As 裂解炉数量：≥2 个；

Sb 裂解炉数量：≥2 个；掺杂源炉数量：≥2 个；

2.2 至少配备 4 个双灯丝蒸发源，用于蒸发 Ga(×2)和 In(×2)。采用 Ta 加热丝，双温区热唇设计，最高工作温度不低于 1400℃。采用 PBN 坩埚，坩埚容量不小于 5000 克，包括配套的电源、PID 温控和水冷罩；

#2.3 Ga 和 In 源炉坩埚设计需兼顾容量大和材料利用率高的特点，且方便装填材料。采用圆柱型坩埚并在喷口处加装倒锥形喷嘴的设计。投标人需提供坩埚的设计示意图；

2.4 至少配备 2 个双灯丝蒸发源，用于蒸发 Al。采用 Ta 加热丝，最高工作温度不低于 1400℃。采用双层 PBN 坩埚，坩埚容量不小于各 5000g。包括配套的电源、PID 温控和水冷罩；

2.5 至少配备 2 个容量不小于 7000cc 的阀控裂解源，用于蒸发 As。装料池最高加热温度不低于 500℃，裂解口最高加热温度不低于 1200℃。至少包括两套电源和 PID 温控。源炉集成水冷罩，以及伺服马达驱动的阀门及其控制器；

2.6 至少配备 2 个容量不小于 2000cc 的阀控裂解源，用于蒸发 Sb。装料池工作温度 550-650℃，阀控区工作温度 600-700℃，裂解区工作温度 650-1200℃。至少包括 3 套配套的电源和 PID 温控。源炉集成水冷罩，以及伺服马达驱动的阀门及其控制器。该源炉装料池、阀控区以及裂解区全部采用 PBN 材质制造，防止 Sb 腐蚀金属部件；

#2.7 所配备的阀控裂解炉阀门要求采用宽截面设计的开关方式，避免阻塞。投标人需提供该阀门的设计说明；

2.8 配备 3 个用于掺杂的热蒸发源，分别用于 Si、Be 掺杂。采用 Ta 加热丝，最高工作温度不低于 1400℃。采用 PBN 坩埚，坩埚容量不小于 80cc。至少包括配套的电源、PID 温控和水冷罩；

#2.9 所有源炉需配备线性位移挡板。挡板采用马达驱动和磁力耦合传动，开关时间不大于 200 ms。挡板的动作有缓冲设计，可以在运动过程中尽量减少

或避免颗粒掉落。投标人需对挡板的动作缓冲设计进行说明；

2.10 要求所有源炉控温精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，恒温时温度稳定性 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ；

3. 缓冲/传输室

3.1 缓冲/传输室采用 304L 或以上等级的不锈钢制造，主要作用是实现样品在不同腔室之间的传输，并起到真空缓冲的作用；

3.2 至少配备 1 个抽速不小于 500 l/s 的离子泵，和一个带水冷阱的 3 灯丝钛升华泵（抽速不小于 1000 l/s），包括相应的电源和控制器；

3.3 配备高精度铱双灯丝离子规真空计，测量范围 10^{-3} 至 3×10^{-11} mbar；

★3.4 至少配备一个可以编程实现自动传输功能的机械臂，可以绕轴旋转至少 350° ，可以上下升降至少 50 mm；

3.5 配备烘烤装置，至少包括加热器、风扇和烘烤罩。烘烤温度不低于 150°C ；

4. 快速进样室

4.1 真空腔体采用 304L 或以上等级不锈钢制造，在不破坏其他腔室真空的情况下实现进样，并预抽真空对样品进行预除气；

4.2 至少配置一套抽速不低于 680 l/s 的分子泵，并包括配套的前级干泵；

★4.3 至少配备加热装置，可对衬底进行预除气，除气温度不低于 120°C ；

4.4 至少配备冷阴极宽量程真空计，测量范围从大气压(ATM)到 5×10^{-9} mbar；

4.5 至少配备样片盒，可以一次性放入 8 片 8 英寸样片（托）；

5. 预处理室

5.1 真空腔体采用 304L 或以上等级不锈钢制造，集成水冷屏。预留法兰口未来可以安装原子氢源；

5.2 至少配备 1 个加热样品台，加热器采用 Ta 材质，并且用 PBN 包裹以扩散热量使分布均匀，对 8 英寸衬底加热温度最高可达 500°C ，包括加热器的电源和 PID 温控；

6. 样品存储室

6.1 真空腔体采用 304L 或以上等级不锈钢制造，包括观察窗；

6.2 包括配套的烘烤装置；

6.3 配备样品存储装置，存放不少于 10 片样品托；

7. 控制系统

7.1 控制系统至少包括机柜、硬件及过程控制软件，配备相应电源、电线、信号线（包括耐烘烤线）；

7.2 机柜组成至少包括配电、主开关、断路器，主输入 380V AC，3 相 5 线；采用标准 19 英寸机柜，放置多通道 PID 控制器、直流电源、PID 控制器、真空控制仪表设备等；

7.3 硬件为带有操作系统 (Windows) 的工业级计算机主机 (内存 $\geq 8\text{GB}$, 处理器性能不低于 Intel Xeon, 存储量 $\geq 1\text{TB}$)，并配有不小于 32 英寸显示器、键盘等。采用 RS232/RS422/RS485 通讯协议，配有以太网接口、转换器和控制器电缆等；

7.4 至少包括 MBE 系统控制软件和工艺控制软件。样品生长过程可以由软件控制，包括衬底温度、源炉挡板、衬底旋转，以及真空泵组的控制等。系统控制软件同时可以显示所有腔室的真空度。可以利用工艺软件对生长工艺过程进行编程，实现程序化的自动生长。要求软件可以记录所有系统及工艺过程数据；

8. 随机附件、备品备件（包括但不限于以下）

8.1 Mo 制或 Ta 制样品托：8 英寸 \times 1 片 2 个，6 英寸 \times 2 片 2 个，3 英寸 \times 4 片 2 个，4 英寸 \times 1 片 2 个，3 英寸 \times 1 片 2 个；

★8.2 小型 UPS 后备电源：1 台（用于突然停电时保护关键源炉如 Ga, Al 炉等不受损坏，可维持至少 24 小时）；

8.3 Ga 或 In 炉备用坩埚：6 个；

8.4 Al 炉备用坩埚：6 个；

8.5 离子规真空计备用灯丝：1 个；

8.6 冷阴极真空计备用探头：1 个；

8.7 反射式高能电子衍射电子枪备用灯丝：1 个；

8.8 备用挡板轴承：10 个；

8.9 备用观察窗：1 套；

8.10 备用闸板阀内部垫圈：1 套；

8.11 备用法兰铜垫圈：1 套；

8.12 备用盲法兰和各种螺丝：1 批；

8.13 专用工具：1 套；

8.14 备用挡板片：5片。

#9. 如所投设备为进口产品时，应取得设备制造商的授权，提供有效证明材料复印件并加盖投标人公章。

3.3 验收标准

- 1) 履约验收主体：甲方组织项目验收工作，甲乙双方共同参与；
- 2) 履约验收方式：根据项目建设完成情况，由甲方组织验收；
- 3) 是否分期验收：否。
- 4) 履约验收时间：具体验收时间根据设备安装情况，且甲乙双方共同确认。
- 5) 履约验收标准：按照招标文件的技术参数要求、投标文件响应及合同条款进行验收。