

# 采购需求

## 第 1 包 等离子增强原子层沉积系统

### 1.货物需求一览表

包号	设备名称	数量（台/套）
1	等离子增强原子层沉积系统	1

### 一、主要技术指标（需实现的功能或者目标、需满足的质量、安全、技术规格、物理特性等）

#### 1. 设备的基本要求

##### ■1.1 主要应用

主要用于在柔性碳纳米管衬底表面采用等离子增强原子层沉积技术制备具有高介电常数的薄膜材料，如三氧化二铝（ $Al_2O_3$ ）、二氧化铪（ $HfO_2$ ）等。通过采用等离子增强的方式，可实现在较低温度下沉积高质量介质薄膜材料的工艺，进一步提高半导体器件制备工艺的稳定性，满足制备高性能的半导体电子器件的使用要求。

##### 1.2 设备的工作条件

■1.2.1 适应于标准的实验室净化间环境条件，对实验室环境条件无特殊要求和限制。

■1.2.2 适于供电电源 380 - 400VAC ( $\pm 10\%$ )，50Hz，三相五线制。

■1.3.3 设备具有良好的操作性，方便的维修性，可靠的安全性。

##### 1.3 设备要求

▲1.3.1 要求提供设备的实物照片，设备有稳定的性能，并且满足指标需求，可以长期稳定工作；设备需要提供近年用户的使用报告。

▲1.3.2 设备出厂前需提供详细的设备检测报告，包含真空、加热、镀膜测试报

告等

## 2. 设备技术性能

### 2.1 原子层沉积系统(ALD)腔体技术性能

▲2.1.1 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。

▲2.1.2 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40℃，腔体漏率低于 $10^{-6}$  mbar.L/s。真空腔外壁配置有循环水冷却功能，无隔热材料，以保证操作的安全性并避免因隔热材料中的纤维或粉尘的扩散对实验室净化间造成影响。

■2.1.3 设备反应腔体最高加热温度为350℃。反应腔的控制精度在±2℃。

■2.1.4 腔体通过门阀系统与基底传片装置集成以满足在不打开反应腔体的情况下装卸样品，提高设备使用效率并保证操作人员和实验室的安全。样品的传送通过 Load-Lock 系统完成。

### 2.2 气体管路技术性能

■2.2.1 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。管路包括质 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。

▲2.2.2 所有工艺气体管路均采用电抛光不锈钢材料。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。真空压力系统配置双安全互锁硬件、供气管路配置双互锁隔离阀。前驱体管路具有自动净化功能。

■2.2.3 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，在设备的前驱体管路系统中配置在线自动净化系统。

### 2.3 加热前驱源管路

▲2.3.1 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。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℃，配备温控管路、高温脉冲阀门与热绝缘器，加热温度可以设定和控制，控制精度为±2℃。

■2.3.3 加热源料瓶须采用 AISI316 不锈钢材料。加热源料瓶的容积≥150ml。

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

## 2.4 常温液态前驱源管路

■2.4.1 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：±2℃。

■2.4.2 常温液态源料瓶采用 AISI316 不锈钢材料。常温液态源料瓶容积≥200ml。

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

## 2.5 Load-Lock 系统和基底传片装置

■2.5.1 手动 Load-Lock 系统和基底传片装置，传片装置通过门阀系统与反应腔集成，以确保在不打开反应腔的情况下进行样品的装卸。

■2.5.2 Load-lock 腔配置观察视窗、压力调节器、惰性气体供给管路、二级隔离阀和过压保护阀等。配置传片装置配置和传片叉、气动控制的门阀、样品基底升降系统

■2.5.3 传片装置适合传送最大直径为 8 英寸及其以下尺寸的基底材料

## 2.6 等离子系统

★2.6.1 电容耦合等离子系统，适用于最大直径为 200mm 及其以下尺寸基底的加工要求。可同时实现远程等离子功能和直接等离子功能。

▲2.6.2 射频频率为 13.5MHz，功率为 300W，功率可以调节。

■2.6.3 带有质量流量控制器的等离子载气管路、带有功率接入和气体供给的真空腔盖板、提供射频发生器和功率匹配单元。

## 2.7 真空泵系统

▲ 2.7.1 提供原装进口干式真空泵。最大抽速  $\geq 110\text{m}^3/\text{h}$ ；极限压力： $\leq 1.5 \times 10^{-2}\text{mbar}$

■ 2.7.3 提供真空泵与主机控制系统的集成

## 2.8 真空泵前端的尾气处理及过滤系统

■ 2.8.1 包含固体废物收集容器，过滤器元件、气动阀和液位指示。连续的水蒸汽供给，用于降解和灭活所有与水反应的前驱体物质。旋转马达，用于保持过滤器清洁。

■ 2.8.3 安装在工艺真空泵和 ALD 系统之间，保持真空泵免受颗粒残余物的污染。

## 2.9 等离子增强 ALD 设备控制系统

■ 2.9.1 设备的控制系统采用单独的 PLC 控制柜，配置西门子 PLC 控制系统。电气控制系统应安全可靠。

■ 2.9.2 设备的操作和工艺菜单由一台计算机处理，提供操作用 PC 并安装所需的操作系统。能够在沉积过程中监测显示每个源管路的脉冲压强，显示脉冲压强与时间关系图，用于监测脉冲稳定性，界面友好，具备程序储存，读取功能，能够导出实验数据。控制系统包含安全互锁功能

## 2.10 循环水冷却器

▲ 2.10.1 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

■ 2.10.2 冷却功率： $\geq 2\text{kw at } 20^\circ\text{C}$

■ 2.10.3 温度控制精度： $\leq 2^\circ\text{C}$

■ 2.10.4 水冷机的控制系统须与 ALD 设备主机的控制系统集成。

## 3. 设备配置主要包括：

### 3.1 1套原子层沉积系统主机

1) 1套用反应腔：适用于最大直径为 200mm 的基底，与传片系统配套

2) 1套 Load-Lock 传片系统：适用于最大直径为 200mm 的基底。

- 3) 2套常温液态前驱源管路，包含2个液态源料瓶
- 4) 1套加热前驱源管路，包含1个加热源料瓶
- 5) 1套气态前驱源管路
- 6) 1套等离子系统
- 7) 1套干式真空泵
- 8) 1套循环水冷却器
- 9) 1套安装于真空泵前端的尾气处理及过滤系统
- 10) 1套备品备件

#### 4. 工艺标准:

■4.1 平面基底：沉积  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (TMA + 等离子 O) 为例，采用等离子 ALD 工艺沉积 50nm 的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜；在平面基底上十字交叉取 9 个点进行测试。片内薄膜厚度不均匀性  $\leq 1\%$ ，片间厚度不均匀性  $\leq 2\%$ 。测量 1  $\sigma$  不均匀性，边缘去除 10mm，薄膜厚度采用椭偏仪测试。

★4.2 平面基底： $\text{HfO}_2$  (TEMAH+ $\text{H}_2\text{O}$ ) 等离子 ALD 工艺沉积 30nm。在平面基底上十字交叉取 9 个点进行测试。片内薄膜厚度不均匀性  $\leq 2\%$ ，片间厚度不均匀性  $\leq 2\%$ 。测量 1  $\sigma$  不均匀性，边缘去除 10mm，薄膜厚度采用椭偏仪测试。

■4.3 平面基底： $\text{HfO}_2$  (TEMAH+ $\text{H}_2\text{O}$ ) 热 ALD 工艺沉积 30nm。在平面基底上十字交叉取 9 个点进行测试。片内薄膜厚度不均匀性  $\leq 1.5\%$ ，片间厚度不均匀性  $\leq 2\%$ 。测量 1  $\sigma$  不均匀性，边缘去除 10mm，薄膜厚度采用椭偏仪测试。

## 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:

机械设备应符合我国有关机械设备标准或用户可接受的国际机械标准；电气设备应符合 IEC 标准或 CE 标准或用户可接受的国际标准，并符合中国国家同类设备有关电气安全的规定。定制化产品应符合制造商的设备技术规范并满足用户的采购要求。

### 三、售后服务要求（应包括采购标的需满足的服务标准、期限、效率等要求：）

3.1. 质量保证期：设备验收之日起 12 个月。保修期内，任何由制造商选材和制造不当引起的质量问题，厂家负责免费维修。保修期满前 1 个月内卖方应负责一次免费全面检查，并写出正式报告，如发现潜在问题，应负责排除。

3.2 在货物到达使用单位后，卖方应在收到买方的到货通知后 5 天内派工程技术人员到达现场，在卖方技术人员在场的情况下开箱清点货物，组织安装、调试，并承担相关费用。

3.3 维修响应时间：卖方应在 24 小时内对用户的服务要求做出响应，一般在 48 小时内解决，重大问题或其它无法立刻解决的问题应在一周内解决或提出明确的解决方案，否则卖方应赔偿相应的损失。

3.4 到货安装调试完成后，有专业工程师现场提供一次系统的使用培训服务，直至采购人相关人员熟练掌握为止。

3.5 投标商应对任何由于不当包装或防护措施不利而导致的商品损坏、损失、锈蚀、费用增长等后果负责。

3.6 厂商需提供迅速优质的售后服务和技术支持。提供至少一年的免费技术支持和培训服务；合同期外，需提供永久的保障性服务，以保障软件的正常使用。

### 四、采购标的验收标准：

#### 4.1 验收内容

中标后成交供应商应按照合同规定的时间、地点和方式向采购人交付货物。成交供应商交付的货物应当完全符合合同所规定的货物、数量和规格要求。成交供应商提供的货物不符合合同规定的，采购人有权拒收货物，由此引起的损失，由成交供应商承担。

验收包括：型号、规格、数量、外观质量、及货物包装是否完好，是否满足对产品的功能和质量要求，安装调试是否合格，所提供货物的装箱清单、用户手册、随机资料及配件，等是否齐全。

4.2 仪器到货：仪器到货前应将安装环境要求书面通知给用户，并与用户协商足

够准备时间。到货时需按用户要求免费将设备在双方商定的时间运到指定安装位置，并由仪器安装工程师当场进行开箱检查。

4.3 仪器安装调试：仪器经开箱检查确认一切正常后，由仪器安装工程师免费执行安装调试直至达到验收指标（以技术规格要求指标为验收指标）。由用户单位进行使用性能方面的验收。

#### 4.3.1 设备硬件验收标准：

设备型号、规格、数量与合同一致，包装完好，资料和配件齐全；

达到以上技术指标要求，达到所要求配置的详细技术描述指标；

沉积腔体漏率：低于  $2 \times 10^{-4}$  mbar·l/s。

#### 4.4 设备工艺验收标准；

采用十字九点法在片内测量  $1\sigma$  不均匀性，30nm, Stdev/Average x 100%，排除边沿 10 mm。在 8”硅片上沉积。

薄膜	项目	指标	单位	备注
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (等离子)	薄膜厚度	30	nm	取样晶圆
	NU%, within wafer	<1	%, 1 $\sigma$	9 points, 10mm EE
	NU%, wafer to wafer	<2.0	%, 1 $\sigma$	9 points, 10mm EE
HfO <sub>2</sub> (热法)	薄膜厚度	30	nm	
	NU%, within wafer	<1.5	%, 1 $\sigma$	9 points, 10mm EE
	NU%, wafer to wafer	<2.0	%, 1 $\sigma$	9 points, 10mm EE
HfO <sub>2</sub> (等离 子)	薄膜厚度	30	nm	
	NU%, within wafer	<2	%, 1 $\sigma$	9 points, 10mm EE
	NU%, wafer to wafer	<2	%, 1 $\sigma$	9 points, 10mm EE

4.5 设备安装、调试完成后，由采购人组织验收，验收合格后，采购人及中标人双方共同签署验收文件。

**4.6 仪器到货：**仪器到货前应将安装环境要求书面通知给用户，并与用户协商足够准备时间。到货时需按用户要求免费将设备在双方商定的时间运到指定安装位置，并由仪器安装工程师当场进行开箱检查。

**4.7 仪器安装调试：**仪器经开箱检查确认一切正常后，由仪器安装工程师免费执行安装调试直至达到验收指标（以技术规格要求指标为验收指标）。由用户单位进行使用性能方面的验收。设备的性能应符合投标人应答文件中承诺的技术指标，所有指标验收必须由用户确认。

**五、交货地点：**北京大学指定地点。

**六、交货期：**合同签订后 8 个月内交货并安装完毕。

**七、付款方式：**

**国产产品：**

合同正式生效后，设备全部到货并验收合格后，甲方支付乙方合同总额 90% 的合同款；质保期满后，甲方支付乙方合同总额 10% 的合同款。

**进口产品：**

合同正式生效后，甲方将 100% 货款支付到指定进口代理公司。指定进口代理公司将 100% 货款向合同卖方开具不可撤销信用证，卖方凭发货单据承兑 90% 货款；货物到货并验收合格后，卖方凭甲方签字并加盖公章的验收报告承兑 10% 验收尾款。

注：外贸合同签订以投标报价币种要求为准，如必须以外币签订，外贸合同签订金额以开标当日零点现汇卖出价汇率折算。