

松山湖材料实验室微加工与器件平台关于IBE刻蚀设备的需求论证和市场调研

1、需求论证

1.1 购买该仪器的原因

微纳制造工艺与技术是现代电子信息产业、光电技术产业以及半导体芯片制造的核心，同时也为很多前沿基础领域提供重要的研究手段。松山湖材料实验室微加工与器件平台，立足于打造国内一流的微纳加工公共服务平台，将为支撑与服务东莞市、广东省以及粤港澳大湾区的基础研究和科技发展做贡献，满足前沿新材料的制备和结构器件加工的任务，建立面向企业全方位开放的服务体系，成为国内新材料微纳加工与器件制造研发基地，实现创新技术的孵化器功能。

在半导体器件微纳制造加工流程中，特别是先进微电子、光电子、MEMS、3D 混合集成等芯片领域，IBE 离子束刻蚀机必不可少。IBE 刻蚀设备是半导体制造中实现高精度三维结构加工的核心设备，其通过物理轰击机制完成材料移除，具备非选择性、低损伤、高方向性等特性，在光刻、刻蚀、薄膜沉积等关键环节中承担不可替代的角色。IBE 刻蚀设备通过射频离子源或考夫曼离子源等离子源系统，将惰性气体电离为高能离子束，通过栅极系统聚焦形成均匀束流，通过离子动能直接溅射材料原子，避免化学刻蚀中的侧向钻蚀效应，实现垂直侧壁与高深宽比结构。相对于 ICP 和 RIE 等常见干法刻蚀设备，IBE 刻蚀在光栅制备、难刻材料、多层金属刻蚀等领域都具备自身独特优势。特别是 MEMS 等器件中多层金属刻蚀，包括 Au、Pt 等贵金属的刻蚀，目前 ICP 等常见干法刻蚀设备都没有太好的工艺效果，IBE 离子束物理轰击刻蚀是常见的刻蚀方法。

基于平台已服务的客户交流信息，及通过走访调研潜在客户的交流沟通，了解到实验室内外团队和企业客户对微电子器件、MEMS 器件、光电器件等的工艺制程有着明确需求，特别是对光栅制备和金属刻蚀有着较迫切的需求。微加工与器件平台于 2020 年采购了一台 IBE 刻蚀设备，广泛应用于电子元器件、MEMS 器件、逻辑和存储器、激光器以及透镜、光学部件等。设备投入使用以来大受欢迎，机时一直处于紧张状态，目前已难以满足客户日益增长的需求。另一方面，目前的 IBE 设备离子源口径为 200mm，只能用于 6 寸以下样品的加工，样品台采用水冷散热，只能控温到-5℃。而目前 8 寸需求越来越多，我们需要采购一台离子源口径 250mm 以上，可满足 8 寸刻蚀需求，且样品台采用背氮散热，控温可达-20℃的 IBE

刻蚀设备。

1.2 主要技术指标和质量要求：

- 1) 样品尺寸：2-8 寸；
- 2) 离子能量：0-1000eV；
- 3) 离子束流峰值：≥300mA；
- 4) 离子源口径：≥250mm；
- 5) 样品台散热控温：-20-25℃；
- 6) 样品台角度：±90 度任意可调；
- 7) 样品台可自转，转速：0~20rpm 可调；
- 8) 片内刻蚀均匀性（8 寸）：≤5%；

2、市场调研

2.1 相关设备及发展状况

在半导体器件微纳加工流程中，在光栅制备、难刻材料刻蚀等领域，特别是 MEMG 等器件中多层金属刻蚀，包括 Au、Pt 等贵金属的刻蚀，IBE 离子束物理轰击刻蚀是常见也是必不可少的刻蚀方法，在半导体器件工艺及微纳加工中是十分重要的工艺步骤。

2.2 供应商及设备情况

现在市场上主流的 IBE 刻蚀设备外国品牌有美国的 Veeco，英国的 Oxford Instruments 以及德国的 scia 等，价格都是 100 万美元以上；国产 IBE 刻蚀设备以前主要聚焦 4-6 英寸晶圆设备，满足化合物半导体代工需求，近几年开始研发 8 英寸晶圆设备，在离子源均匀性、刻蚀速率重复性等指标上都取得了明显进步，目前市占率已突破 15%。

由于近些年半导体技术及设备领域的政策变化及国外先进制程的政策限制，我们充分调研国内设备供应商，特别是能够自给自足的半导体设备厂商。在调研了多个国内 IBE 刻蚀设备供应商后，发现能够同时满足拥有强大硬件能力、深厚工艺经验的厂商还是较少的；在此基础上又同时通过多个用户使用验证的更是少之甚少。目前，硬件及工艺水平与我方需求较匹配的三家主要设备信息如下。

2.2.1 北京埃德万斯离子束技术研究所股份有限公司（产品型号：IBE-200P，价格 100w 左右）



北京埃德万斯离子束技术研究所股份有限公司是国内知名的先进离子束技术引领者以及国内首家非硅微纳制造解决方案提供商。埃德万斯拥有丰富的行业经验和技術实力，能够为客户提供从设备选型、安装调试到技术培训的一站式服务。在生产方面，埃德万斯注重产品的品质和性能，采用先进的生产工艺和严格的质量控制标准，确保每一台离子束刻蚀机都具备卓越的性能和稳定性。同时，埃德万斯注重产品的定制化服务，能够根据客户的具体需求和工艺要求，提供个性化的解决方案。在售后服务方面，埃德万斯建立了完善的服务体系和服务团队，能够为客户提供快速、专业的技术支持和维修服务。

埃德万斯公司的 IBE-200P 型号 IBE 刻蚀设备具备纳米级高精度刻蚀能力，可兼容多种材料（包括金属、半导体、非硅材料等），支持离子束能量/束流及刻蚀角度灵活调节，配备稳定离子源与高真空系统确保工艺可靠性，集成刻蚀、清洗、抛光及选配反应离子束刻蚀功能，结合智能化全自动化控制与实时监控技术，适用于半导体、微电子、光学及光电子等领域的微纳结构加工需求。其设备主要配置如下：

- 1) 样品尺寸：2-8 寸，配备 4 寸、6 寸、8 寸 chuck 和压环；
- 2) 离子能量：0~1000eV；
- 3) 离子束流可调范围：0~300mA，离子能量和束流可实现自动匹配；
- 4) 离子源口径：Φ250mm；
- 5) 离子能量稳定度：RMS 值 $\leq \pm 2\%/h$ ；
- 6) 离子束流稳定度：RMS 值 $\leq \pm 2\%/h$ ；

- 7) 样品台散热控温：水冷+背氮样品台，-20-25℃；
- 8) 样品台角度：±90 度任意可调；
- 9) 样品台可自转，转速：0~20rpm 可调；
- 10) 片内刻蚀均匀性（8 寸）：≤3%；

2.2.2 涛恒京源科技有限公司（产品型号：IBE-8thin）



涛恒京源科技有限公司从事离子束设备的研发、生产和销售，公司拥有离子束刻蚀，离子束溅射镀膜以及丰富的仪器测试应用经验与专业测试能力分析。

涛恒京源离子束刻蚀机技术特点在于采用高方向性中性离子束实现精确侧壁轮廓控制，通过调节离子能量、束流密度及入射角度优化纳米图案化径向均匀性，支持金属、半导体、绝缘体等多材料刻蚀且无侧向钻蚀现象，具备高分辨率和陡直侧壁形貌，同时兼容不同尺寸晶圆加工需求，在光学元件、微机电系统及集成电路等领域实现高精度图形转移与表面改性。

涛恒京源的售后服务部，可随时为用户提供离子束刻蚀机的维修服务及技术支持，针对设备故障等问题能快速响应并处理。涛恒京源还提供设备维护服务，包括设备使用过程中的维修服务及各种备品、备件供应，保修期外则优惠收取费用。其设备主要配置如下：

- 1) 样品尺寸：2-8 寸；
- 2) 离子能量：0~1000eV；
- 3) 离子束流可调范围：10~160mA；
- 4) 离子源口径：Φ150mm；

- 5) 样品台散热控温：水冷，5-20℃；
- 6) 样品台角度：±90 度任意可调；
- 7) 样品台可自转，转速：0~9rpm 可调；
- 8) 片内刻蚀均匀性（8 寸）：≤6%；

2.2.3 北京珀菲特科技有限公司（产品型号：PFT-200）



北京珀菲特科技有限公司是一家半导体微纳加工领域的技术企业，专注于离子束刻蚀设备的生产制造与工艺创新。公司以高精度、高稳定性的离子束刻蚀技术为核心，为芯片制造、光电子器件、MEMS 传感器及先进封装等前沿产业提供解决方案，覆盖从实验室研发到量产的全流程需求。依托离子源技术与智能化工艺控制系统，珀菲特突破传统设备在纳米级加工中的精度与效率瓶颈，实现刻蚀深度、侧壁形貌及关键尺寸（CD）的亚纳米级控制，并显著降低加工损伤与工艺波动。其设备支持高深宽比结构刻蚀、三维异质集成加工及多材料兼容性，广泛应用于 5G 通信芯片、硅光子器件、量子计算基底及消费电子传感器等高端领域，助力客户攻克技术难题，加速创新成果产业化。

公司秉持“技术驱动、服务为本”的理念，构建了从设备交付、工艺调试到售后维护的服务体系，并与多家院所及企业建立合作，持续推动离子束刻蚀技术在微纳制造领域的迭代升级，为半导体产业的高质量发展注入核心动能。

其设备主要配置如下：

- 1) 样品尺寸：2-6 寸；

- 2) 离子能量: 0~1000eV;
- 3) 离子束流可调范围: 0~200mA;
- 4) 离子源口径: $\Phi 120\text{mm}$;
- 5) 样品台散热控温: 水冷, $<80^{\circ}\text{C}$;
- 6) 样品台角度: ± 90 度;
- 7) 片内刻蚀均匀性 (6 寸): $\leq 5\%$;

2.3 满足需求的供应商及其设备/服务

主要技术比对如下;

厂商	北京埃德万斯离子束技术研究所股份有限公司	涛恒京源科技有限公司	北京珀菲特科技有限公司
设备型号	IBE-200P	IBE-8thin	PFT-200
价格	96 万人民币	105 万人民币	110 万人民币
刻蚀材料	半导体、金属等	半导体、金属等	半导体、金属等
样品尺寸	8inch 向下兼容	8inch 向下兼容	6inch 向下兼容
刻蚀均匀性	$<3\%$ (8 寸)	$<6\%$ (8 寸)	$<5\%$ (6 寸)
离子源种类	卡大曼离子源	卡大曼离子源	卡大曼离子源
离子源口径	$\Phi 250\text{mm}$	$\Phi 150\text{mm}$	$\Phi 120\text{mm}$
离子能量	0~1000eV RMS 值 $\leq \pm 2\%/h$	0~1000eV	0~1000eV
离子束流	0~300mA RMS 值 $\leq \pm 2\%/h$	10~160mA	0~200mA
工艺腔体材质	SUS304 不锈钢	不锈钢	不锈钢
样品台散热控温方式	水冷+背氮	水冷	水冷
样品台散热控温能力	$-20-25^{\circ}\text{C}$	$5-20^{\circ}\text{C}$	$<80^{\circ}\text{C}$
样品台角度	± 90 度任意可调	± 90 度任意可调	± 90 度
设备尺寸	2000mm*1200mm*2200mm 600kg	1400mm*8000mm*1400mm 460kg	1250mm*900mm*1600mm 380kg。
真空泵	分子泵+机械泵	分子泵+机械泵	分子泵+机械泵
真空能力	$8.5 \times 10^{-5}\text{Pa}$	$9.0 \times 10^{-5}\text{Pa}$	$8.0 \times 10^{-4}\text{Pa}$
交货时间	三个月	四个月	六个月
技术特点	具备纳米级高精度刻蚀能力, 可兼容多种材料 (包括金属、	采用高方向性中性离子束实现精确侧壁轮廓控制, 通过调	采用高方向性离子束轰击技术, 通过精确控制离子束能量

	半导体、非硅材料等), 支持离子束能量/束流及刻蚀角度灵活调节, 配备稳定离子源与高真空系统确保工艺可靠性, 集成刻蚀、清洗、抛光及选配反应离子束刻蚀功能, 结合智能化全自动化控制与实时监控技术, 适用于半导体、微电子、光学及光电子等领域的微纳结构加工需求。	节离子能量、束流密度及入射角度优化, 纳米图案化径向均匀性, 支持金属、半导体、绝缘体等多材料刻蚀且无侧向钻蚀现象, 具备高分辨率和陡直侧壁形貌, 同时兼容不同尺寸晶圆加工需求, 在光学元件、微机电系统及集成电路等领域实现高精度图形刻蚀	与束流密度, 实现纳米级高精度刻蚀, 可加工金属、半导体、绝缘体等多种材料且无侧向钻蚀, 具备高分辨率图形转移能力微米级, 并支持离子束入射角度调节以优化侧壁轮廓, 适用于光学元件、微机电系统及集成电路等领域的精密微纳结构制造。
培训和售后	设有专门售后服务部, 可随时为用户提供维修服务及技术支持, 保修期内接到报修电话后, 若需到现场维修, 会在 48 小时内到达, 常规情况 2 天内修复。	可随时为用户提供离子束刻蚀机的维修服务及技术支持, 针对设备故障等问题能快速响应并处理。	提供全天候技术支持与快速响应服务, 针对离子束刻蚀机故障可实现 72 小时内现场处理, 确保设备稳定运行。
典型客户	企业、科研院所、高校	科研院所、高校、企业	科研院所、高校
存在问题	设备刻蚀效率不高、产能不足, 在部分高产需求场景下, 可能影响大规模量产效率。	离子束流不高、刻蚀效率低, 离子源口径不大导致均匀性不够好, 样品台控温不够	无法兼容 8 寸样品, 离子源口径太小导致均匀性不够好, 样品台控温较差, 样品台控离子束流稳定性易受腔室真空度波动影响, 导致刻蚀均匀性出现轻微偏差。温不够

北京埃德万斯离子束技术研究所股份有限公司是国内知名的先进离子束技术引领者以及国内首家非硅微纳制造解决方案提供商。公司前身为 1979 年成立的航天二院 23 所“离子束技术、工艺及成套设备系统工程部”。埃德万斯是国内离子束刻蚀机领域的佼佼者, 拥有丰富的行业经验和技術实力, 能够为客户提供从设备选型、安装调试到技术培训的一站式服务。在生产方面, 埃德万斯注重产品的品质和性能, 采用先进的生产工艺和严格的质量控制标准, 确保每一台离子束刻蚀机都具备卓越的性能和稳定性。同时, 埃德万斯注重产品的定

制化服务，能够根据客户的具体需求和工艺要求，提供个性化的解决方案。在售后服务方面，埃德万斯建立了完善的服务体系和专业的服务团队，能够为客户提供快速、专业的技术支持和维修服务。

相比其他两家公司，埃德万斯公司的 IBE-200P 型号 IBE 刻蚀设备采用了更大口径的离子源，具有较稳成熟的 8 寸刻蚀经验，离子束流更大，稳定性也更好，刻蚀均匀性更佳；同时样品台采用水冷+背氮制冷方式，可以达到更低的样品台温度。设备具备纳米级高精度刻蚀能力，可兼容多种材料（包括金属、半导体、非硅材料等），支持离子束能量/束流及刻蚀角度灵活调节，配备稳定离子源与高真空系统确保工艺可靠性，集成刻蚀、清洗、抛光及选配反应离子束刻蚀功能，结合智能化全自动化控制与实时监控技术，适用于半导体、微电子、光学及光电子等领域的微纳结构加工需求。其他两家在离子源束流、离子源口径、样品台温度控制和均匀性等关键指标上均有差距。综上所述，拟选择埃德万斯。

3、IBE 刻蚀设备采购方案

3.1 拟选购设备信息

价格：约 96 万人民币

技术指标：

- 1) 样品尺寸：2-8 寸，配备 4 寸、6 寸、8 寸 chuck 和压环；
- 2) 离子能量：0~1000eV；
- 3) 离子束流可调范围：0~300mA，离子能量和束流可实现自动匹配；
- 4) 离子源口径：Φ250mm；
- 5) 样品台散热控温：水冷+背氮样品台，-20-25℃；
- 6) 样品台角度：±90 度任意可调；
- 7) 样品台可自转，转速：0~20rpm 可调；
- 8) 片内刻蚀均匀性（8 寸）：≤5%；

3.2 拟采购供货方案：

与制造商直接签订采购合同进行货物采购

制造商：北京埃德万斯离子束技术研究所股份有限公司

地址：北京市海淀区地锦路 33 号院

价格：96 万人民币

4、设备使用经济性说明

该设备总价值为 96 万人民币，按照 10 年折旧估算，每年使用 10 个月，每个月 20 个工作日，每日工作 8 小时计算，当设备开放共享使用的稼动率为 100%/75%/50%/25%时，设备成本分别约为 60/90/120/240 元。在设备采购初期，有多家企业与科研院校对 IBE 刻蚀工艺有明确的项目合作需求。因此根据设备使用预估情况合理制定收费标准，将可以完成有效的成本回收。

设备名称	金额 (万元)	设备稼动率			
		100%	75%	50%	25%
IBE 刻蚀设备	96	60	90	120	240

5、结语

经广泛调研，拟申请与制造商直接签订采购合同进行货物采购的采购方式，采购一台能满足微加工与器件平台所需技术指标的 IBE 刻蚀设备，以满足平台半导体、金属、非硅材料等多种材料的刻蚀工艺的需求，为 3D 集成和先进 MEMS 器件工艺等的研究与制备提供科研条件，价格为人民币 96 万元，在预算范围内

采购需求部门论证签字（三人以上，含团队负责人）：

张军 洪冲 贾海强 冯琦

2025 年 5 月 22 日

附件：调研供应商产品报价单