

松山湖材料实验室半导体异质材料与器件中心关于采购分子束铟源炉的需求论证和市场调研报告

1. 需求论证

1.1 购买该仪器的原因

松山湖材料实验室半导体异质材料与器件中心致力于研发以硅基半导体异质集成为主的半导体材料制备、光电器件及其应用技术。团队将深入开展满足光电融合需求的硅基 III-V 族半导体光电子材料与器件的研究。

本次拟采购的分子束热蒸发铟源炉将用于进行 V 族元素铟源的裂解生长。铟化物半导体拥有卓越的物理特性，其作为直接带隙材料，禁带宽度为 0.725 eV (300 K)，具有优异的光电性能和热稳定性，常应用于中红外激光器和探测器。与此同时，硅光子学提供了一种紧凑且具有成本效益的片上方案，可以弥补小尺寸铟化镓晶圆难以扩展的缺陷。硅基铟化物半导体在开发下一代小体积、轻重量、低功耗、低成本器件方面具有不可替代的独特优势。如能实现铟化镓在 8 英寸硅晶圆上的异质外延生长，将在成本、集成密度和光电融合方面带来新的突破。

1.2 主要技术指标和质量要求

对于分子束铟源炉的具体需求如下：

1. 可加入铟(Sb)源材料高温裂解，坩埚材质为 PBN, 坩埚容量不小于 300cc;
2. 含源材料区域可加热温度不低于 600℃，阀门处温度不低于 800℃，裂解温度不低于 1200℃；
3. 使用电动阀控制阀门开关；
4. 使用 PID 系统控制源炉升降温度，温度精度±0.1℃以内；
5. 源炉烘烤温度不低于 200℃。

市场调研

2.1 相关行业分析

分子束外延（以下简称 MBE）是一种通过加热固体材料源让其升华，沉积在衬底上形成晶体薄膜的技术。在超高真空条件下，分子束源炉与衬底相对放置，源材料通过高温蒸发、电子束加热蒸发等方法，产生分子束流，喷射到衬底表面，经表面吸附、迁移、成核，最终生长成薄膜。用于生长样品的源材料放在分子束源炉内，源炉主要分为简易源、克努森炉（K-cell）和电子束蒸发源（E-beam）三类。简易源适用于生长量较少以及对束流稳定性要求较低的材料，一般直接对材料通电流进行加热蒸发；克努森炉适用于较高蒸汽压和低熔点的材料，根据所蒸发的材料不同，使用不同的坩埚类型，坩埚外缠绕加热丝，外层有防辐射层和冷却水装置；电子束蒸发源适用于低蒸汽压和高熔点的材料，一般通过给钨丝两端加高电压，使其发射热电子并加速轰击到靶材上，使材料在高真空下蒸发到衬底上。现在使用的多为克努森炉和电子束蒸发源炉。目前市场上做的质量比较好的分子束源炉厂商主要集中在德国、美国、法国及芬兰等欧美国家。国内企业生产的分子束源炉存在加热功率低，坩埚容量小，源炉升降温精度控制不够等问题。

2.2 产业发展状况

目前国际上比较专业的分子束源炉供应商有德国的 MBE-Komponenten，美国的 Veeco，芬兰的 DCA 公司等。这几家从实验室用的小型分子束源炉，到工业相关的英寸级别的晶圆 MBE 都有供应，并且能提供一定的工艺解决方案。

德国 Dr. Eberl MBE-Komponenten GmbH 公司是一家专业的从事分子束外延设备研发和制造的高科技公司。该公司由 Karl Eberl 博士在 1989 年创建，公司的首批产品是硅升华源、碳升华源和高温蒸发源。Karl Eberl 博士具有超过 25 年的 MBE 相关领域研究经验，曾经领导德国马普所在斯图加特的固体物理研究所从事 MBE 研究的课题组长达 10 年。公司的产品线涵盖成套 MBE 系统和各主要部件。维易科精密仪器（Veeco Instruments Inc.）创立于 1989 年，总部位于美国纽约州，主要开发、制造、销售半导体和薄

膜处理设备。该公司制造的抗腐蚀系列阀式裂解器具有卓越的流量控制效果，可以实现采用传统控制源无法得到的复杂结构。DCA Instruments 是一家专业从事分子束外延（MBE）和超高真空薄膜沉积系统及组件的设计和制造的公司，成立于 1989 年，其产品范围涵盖了小尺寸研发型到大尺寸多片生产型的多种型号分子束外延系统。在标准系统制造业中有着深厚的为用户定制设计的背景，通过使用者的多年反馈意见及专业人士的科技论文对比，DCA 公司 MBE 产品在同行业中处于前列。

2.3 主要供应商

供应商名称：德国 MBE-Komponenten 公司

型号：VCCS 100-420-LD38

产品性能参数：

兼容 Sb, Te, Mg 源阀式裂解源，坩埚材质 PBN，坩埚容量最大为 420cc

储源区最高加热温度 800℃

最高裂解温度 1500℃

电动阀控制开关

PID 控制温度升降，精度±0.1℃

价格：79500 欧元

技术水平：德国 MBE-Komponenten 公司的产品线涵盖成套 MBE 系统和各主要部件。提供的成套系统包括 Octoplus 300\400\500 等多个型号，衬底尺寸从 1 英寸到 6 英寸，按照材料种类可分为 SiGe MBE, III-V MBE, II-VI MBE, 金属 MBE, 氮化物 MBE, 拓扑绝缘体 MBE, 氧化物 MBE 等。所提供的主要部件包括各种普通热丝束源炉、电子束蒸发源、热裂解源、阀式裂解源、原子氢源以及加热样品台等。

供应商名称：美国 Veeco 公司

型号：200V-V

产品性能参数：

兼容 Sb、Te、Cd、CdTe、Zn 和 Mg 等源材料，坩埚材质 PBN，坩埚容量为 200cc

储源区最高加热温度 650°C

最高裂解温度 1200°C

电动阀控制开关

PID 控制温度升降，精度±0.1°C

价格：235277 美元

技术水平：维易科精密仪器 Veeco Instruments Inc.制造的抗腐蚀系列阀式裂解器无需使用标准源所需的频繁重新校准程序，不同成分的混合 Group V 层也可以生长。连续分级的 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ 层的 SIMS 分析展示了使用两个 Group V 阀式裂解器才可提供的卓越通量控制，并在两种不同的生长率条件下获得了相同的结果。阀总成可拆卸，以便通过导管轻松加载大容量坩埚，坩埚经加热产生束通量。气流通过 PBN 阀门调节，可提供快速的通量稳定化、快速开关和良好的再现性。

供应商名称：芬兰 DCA 公司

型号：DCA# 8148-647_B

产品性能参数：

兼容 Sb, Cd, Te, Se 及 Zn 源阀式裂解源，坩埚材质 PBN，坩埚容量最大为 500cc

储源区最高加热温度 600°C

最高裂解温度 1100°C

电动阀控制开关

PID 控制温度升降，精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$

价格：1114783 人民币

技术水平：DCA Instruments 是一家专业从事分子束外延和超高真空薄膜沉积系统及组件的设计和制造的公司，主要制造适用于 1"-12"或 4x4"各尺寸不同种类衬底，可满足 III-V，II-VI，SiGe，氧化物及氮化物等各类不同材料的外延生长要求。除了十几种标准型号产品外，还可以针对用户定制设计复杂的沉积系统。

2.4 满足需求的供应商及其设备/服务

拟选用的供应商为德国 MBE-Komponenten 公司，该公司设计的 VCCS 100-420-LD38 型分子束源炉的主要功能是高精度控制蒸发一些具有腐蚀性的元素，例如 Sb，Te，Mg，CdTe 等，坩埚容量 100cc-420cc 可选，蒸发源内部的装料区和裂解区全部采用 PBN 材料制造，具有快速稳定束流产出及快速装载等优势。裂解区温度和装料区温度可独立控制，不会互相干扰。其在国内的代理公司北京埃伯仪器贸易有限公司是一家专业的真空薄膜制备解决方案供应商，公司成员具有专业的知识背景和丰富的行业经验。可提供专业的售前售后服务团队用于前期产品咨询、后期设备安装调试等；国内工程师团队具备多年的科研经验，可以在设备出现故障的情况下，快速响应，提出最合适的解决方案。

3.分子束源炉采购方案

3.1 拟选购的设备信息

制造/生产/品牌商：德国 MBE-Komponenten 公司

地址：德国威尔德斯塔特约瑟夫-拜耶尔街 18/1 71263

产品型号：VCCS 100-420-LD38

3.2 拟采用的供货方案

代理商：北京埃伯仪器贸易有限公司

地址：北京市朝阳区霄云路 36 号国航大厦 1310 房

价格：650000.000 人民币

特定的采购要求（比如供货时间，预付款等）：

交货期：自收到采购订单和出口许可证之日起 4 个月。

付款方式：收到出口许可证后预付 50%，交货前支付剩余 50%。

4. 结语

经广泛调研，德国 MBE-Komponenten 公司生产的 VCCS 100-420-LD38 型分子束源炉满足团队所需技术指标要求，且在价格方面优势明显。特此，拟申请采购由北京埃伯仪器贸易有限公司代理的 VCCS 100-420-LD38 型分子束源炉，采购预算为 65 万元人民币。

采购需求部门论证签字（3 人以上，含部门负责人）：

胡光标 张铭印 张世峰 17年

附件：调研供应商产品报价单

年 月 日