

松山湖材料实验室(非晶材料团队)关于采购超高真空脉冲激光溅射薄膜沉积系统的需求论证和市场调研报告

1. 需求论证

1.1 购买该仪器或服务的原因

必要性、重要性以及其将产生的价值等

松山湖材料实验室非晶材料团队目前正在承担广东省基础与应用基础重大项目《新一代非晶合金的设计、制备及先进制造基础研究》，本项目研究内容包括利用高通量制备与表征技术研发具有强非晶形成能力的新型非晶合金材料，并探索这些新材料的新奇特性。非晶合金的研究正面临着攻克“卡脖子”问题的关键时期。采用材料基因组的先进理念，利用高通量制备与表征手段对材料进行成分开发和物性研究是解决非晶合金的“卡脖子”难题的重要途径之一，对非晶合金的基础研究和应用基础研究具有重大意义，为非晶合金的产业发展和规模应用奠定重要基础。超高真空脉冲激光溅射薄膜沉积系统的等效冷却速率可达 10^8 K/s，通过这种极端条件可以提高非晶合金新材料的研发效率和扩展非晶合金成分筛选范围。同时采用变温薄膜沉积系统，可制备特殊条件下的薄膜样品或对薄膜样品进行原位退火从而对非晶合金的微观结构进行调控。这对进一步探索非晶合金薄膜材料的结构性能关系具有重要意义。

该系统真空度可达 10^{-8} Pa，可以在极高的真空度下完成非晶合金薄膜材料的制备，同时制备的薄膜样品质量更高。此外，该系统可以配置六靶系统，可以实现三维移动和旋转，配合掩模版，可以制备具有成分梯度的非晶合金薄膜，从而实现材料的高通量制备。该系统同时还留有法兰接口，可以接高能电子衍射仪，从而可实现在材料制备的同时原位观测薄膜材料的结构。目前在周边高校、研究所和其它企事业单位并未找到提供满足精度和质量要求的相关科研服务。考虑到上述需求和实际情况，需要购置超高真空脉冲激光溅射薄膜沉积设备。

1.2 主要技术指标和质量要求

系统要求准无油系统

极限真空度： $\leq 6.67 \times 10^{-8}$ Pa（经烘烤除气后）；

系统短时间暴露大气并充干燥氮气后，再开始抽气，20分钟可达到 5×10^{-3}

Pa;

旋转靶台，每次可以装六块靶材，靶材最大尺寸 $\Phi 25.4\text{mm}$ ；每块靶材可实现自转，转速 $5\sim 30$ 转/分，连续可调，由电机驱动磁力耦合机构控制；

基片加热台，加热炉最高温度 $800^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，由热电偶闭环反馈控制；基片与靶台之间距离可调，辅以膜厚测试仪；样品台可以与楔形膜系统、掩膜系统，通过相对位置的不断变化实现膜层的高通量增长。

2. 市场调研

2.1 相关行业分析

脉冲激光沉积（Pulsed Laser Deposition, PLD），也被称为脉冲激光烧蚀（pulsed laser ablation, PLA），是一种利用激光对物体进行轰击，然后将轰击出来的物质沉淀在不同的衬底上，得到沉淀或者薄膜的一种手段。随着现代科学和技术的发展，薄膜科学已成为近年来迅速发展的学科领域之一，是凝聚态物理学和材料科学的一个重要研究领域。功能薄膜是薄膜研究的主要方面，它不仅具有丰富的物理内涵，而且在微电子、光电子、超导材料等领域具有十分广泛的应用。

长期以来，人们发明了多种制膜技术和方法：真空蒸发沉积、离子束溅射、磁控溅射沉积、分子束外延、金属有机化学气相沉积、溶胶-凝胶法等。上述方法各有特点，并在一些领域得到应用。但由于其各有局限性，仍然不能满足薄膜研究的发展及多种薄膜制备的需要。随着激光技术和设备的发展，特别是高功率脉冲激光技术的发展，脉冲激光沉积（PLD）技术的特点逐渐被人们认识和接受。

2.2 产业发展状况

随着微电子行业的发展，对材料的要求越来越复杂，现有材料已经不能满足他的要求，它需要多种性能结合在一起的材料。因此对新材料的要求更加紧迫，人们开始关注材料的微观结构和宏观特性的关系，原子工程学已成为研究热点，以期获得新的功能材料，PLD的思想始于60年代中期，第一次试验制备出了高质量的薄膜，显示出这种技术的巨大潜力，尤其是1987年用激光制备出了高温超导薄膜以来，PLD的使用变的更广泛了。

2.3 主要供应商

厂家 指标	沈阳真空技术研究 所有限公司	沈阳国顺真空设备有 限公司	中国科学院沈阳科学仪 器股份有限公司
极限指标	6.67×10^{-6} Pa	6.67×10^{-5} Pa	6.67×10^{-8} Pa
样品台	2 寸样品台， 600℃	2 寸样品台，600℃	2 寸样品台，800℃
转靶	四工位，2 寸转靶	四工位，2 寸转靶	六工位，1 寸转靶
楔形膜机构	无	无	有
掩膜机构	有	无	有
供货周期	7 个月	6.5 个月	6 个月
价格：	¥998,000.00	¥945,000.00	¥868,000.00

2.4 满足需求的供应商及其设备/服务

中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司生产 PLD450 型脉冲激光沉积系统主要优点：真空系统极限指标高；无油，超洁净；靶台与样品台稳定可靠；样品台可以与楔形膜机构配合使用，完成楔形薄膜沉积，并再辅以掩膜机构配合使用，实现高通量薄膜制备。

中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司生产的 PLD450 系统，供货周期满足需求，每年至少一次的设备巡检，且有专业的售后服务团队对此系统专门服务，保证系统的稳定高效运行；

相比较三家报价，中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司价格最低，且付款方式也具备一定优势。

综合考虑，中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司的超高 PLD450 系统性价比最高。

3. 超高真空 PLD 设备采购方案

3.1 拟选购的设备信息

系统的主要组成及技术指标

极限真空度： $\leq 6.67 \times 10^{-8}$ Pa (经烘烤除气后)；

系统短时间暴露大气并充干燥氮气后，再开始抽气，20 分钟可达到 5×10^{-3}

Pa;

激光入射口到地面的距离为 1200mm;

系统主要由真空室、旋转靶台、基片加热台、工作气路、抽气系统、安装机台、真空测量及电控系统等部分组成;

真空室组件

球型真空室尺寸 $\Phi 450\text{mm}$, 选用优质不锈钢材料制造, 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;

旋转靶台组件

每次可以装六块靶材, 靶材最大尺寸 $\Phi 25.4\text{mm}$, (客户自购靶材, 我们可根据实际尺寸定做过渡环);

每块靶材可实现自转, 转速 5~30 转/分, 连续可调, 由电机驱动磁力耦合机构控制;

靶位公转换位机构, 由直接转轴手动控制;

靶材屏蔽罩将 6 块靶材屏蔽, 每次只有一个靶材露出溅射成膜, 以避免靶材之间的交叉污染;

靶台可自身移动 30mm。

基片加热台组件

基片尺寸: 可放置 $\Phi 2''$ 基片一片;

加热炉最高温度 $800^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 由热电偶闭环反馈控制;

基片可连续回转, 转速 5~20 转/分, 电机驱动磁耦合机构控制;

基片与靶台之间距离 30~90mm 可调, 由腔外手动波纹管调节机构控制;

手动控制样品挡板组件: 1 套;

样品托: 2 个 (310S 材料);

膜厚测试仪, SQM160(INFICON), 1 套;

3.2 拟采用的供货方案

制造商：中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司

地址：沈阳市浑南新区新源街 1 号

价格：人民币 868000.00 元

特定的采购要求（比如供货时间，预付款等）：

供货时间六个月，预付款 60%，凭装运单据支付 30%，10%凭验收报告支付。

4. 结语

经广泛调研，从技术指标、技术支持和价格等方面考虑，中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司的产品，完全可以满足我们的技术要求。因此拟申请采购中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司的超高真空 PLD450 脉冲激光沉积系统。

采购需求部门论证签字（3 人以上，含部门负责人）：

柯海波 董星 闫玉强

附件：调研供应商产品报价单

2020 年 6 月 15 日