

团 体 标 准

激光蚀刻装置

编 制 说 明

《激光蚀刻装置》小组

二〇二四年九月

目 录

一、工作简况	1
二、标准编制原则和主要内容	3
三、主要试验和情况分析	16
四、标准中涉及专利的情况	16
五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况	16
六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	16
七、重大意见分歧的处理依据和结果	16
八、标准性质的建议说明	17
九、贯彻标准的要求和措施建议	17
十、废止现行相关标准的建议	17
十一、其他应予说明的事项	17

《激光蚀刻装置》团体标准

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

在现代制造业中，高精度、高效率的加工技术对于提升产品质量和生产效率至关重要。激光刻蚀技术作为一种非接触式的加工方法，以其高精度、高速度、无磨损、环保等优势，在微电子、半导体、光电通信、精密机械、生物医疗等多个领域展现出巨大的应用潜力。尽管激光刻蚀技术具有诸多优势，但在实际应用过程中仍面临一些挑战和问题，如激光刻蚀装置的激光器技术、光学系统设计和控制系统等核心技术，具有较高的技术门槛，国内企业在这些方面与国际先进水平相比仍存在一定差距；而且，激光刻蚀过程中可能会出现热影响区大、边缘质量不稳定、加工深度控制不精确等问题，影响加工效果和产品质量。

随着科技的不断进步和市场的日益扩大，对激光刻蚀装置的需求也在不断增长，为了满足这一市场需求，同时推动国内激光加工技术的进步，特开展激光刻蚀装置标准的研制。开展激光刻蚀装置项目具有重要意义。首先，通过自主研发和创新，可以突破国外技术封锁，提升我国激光刻蚀技术的核心竞争力，推动相关产业的快速发展。其次，项目将针对激光刻蚀过程中存在的问题进行深入研究和改进，优化设备性能和工艺参数，提高加工精度和稳定性，满足市场需求。同时，项目还将注重降低成本和提高设备易用性，推动激光刻蚀技术的普及和应用。最后，激光刻蚀技术的广泛应用将促进相关产业链的延伸和拓展，带动上下游企业的技术进步和产业升级，为我国制造业的转型升级和高质量发展贡献力量。

（二）编制过程

为使本标准在蚀刻装置市场管理工作中起到规范信息化管理作用，标准起草工作组力求科学性、可操作性，以科学、谨慎的态度，在对我国现有蚀刻装置市场相关管理服务体系文件、模式基础上，经过综合分析、充分验证资料、反复讨论研究和修改，最终确定了本标准的主要内容。

标准起草工作组在标准起草期间主要开展工作情况如下：

1、项目立项及理论研究阶段

标准起草组成立伊始就对国内外蚀刻装置相关情况进行了深入的调查研究，同时广泛搜集相关标准和国外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，确定了蚀刻装置市场标准化管理中现存问题，结合现有产品实际应用经验，为标准起草奠定了基础。

标准起草组进一步研究了蚀刻装置需要具备的特殊条件，明确了技术要求和指标，为标准的具体起草指明了方向。

2、标准起草阶段

在理论研究基础上，起草组在标准编制过程中充分借鉴已有的理论研究和实践成果，基于我国市场行情，经过数次修订，形成了《激光蚀刻装置》标准草案。

3、标准征求意见阶段

形成标准草案之后，起草组召开了多次专家研讨会，从标准框架、标准起草等角度广泛征求多方意见，从理论完善和实际应用多方面提升标准的适用性和实用性。经过理论研究和方法验证，起草组形成了《激光蚀刻装置》（征求意见稿）。

（三）主要起草单位及起草人所做的工作

1、主要起草单位

协会、企业等多家单位的专家成立了规范起草小组，开展标准的编制工作。

经工作组的不懈努力，在 2024 年 9 月，完成了标准征求意见稿的编写工作。

2、起草人所做工作

广泛收集相关资料。在广泛调研、查阅和研究国际标准、国家标准、行业标准的基础上，形成本标准草案稿。

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准编制原则

本标准依据相关行业标准，标准编制遵循“前瞻性、实用性、统一性、规范性”的原则，注重标准的可操作性，本标准严格按照《标准化工作指南》和 GB/T 1.1《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写》的要求进行编制。标准文本的编排采用中国标准编写模板 TCS 2009 版进行排版，确保标准文本的规范性。

（二）标准主要技术内容

本标准报批稿包括 8 个部分，主要内容如下：

1 范围

本文件规定了激光蚀刻装置的术语和定义、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存内容。

本文件适用于激光蚀刻装置。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储存图示标志

GB/T 1958 产品几何技术规范（GPS）几何公差 检测与验证

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 10320 激光设备和设施的电气安全

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14253 轻工机械通用技术条件

GB/T 24468 半导体设备可靠性、可用性和维修性（RAM）的定义和测量规范

GB/T 30574 机械安全 安全防护的实施准则

GB/T 34380 数控激光切割机

IEC 60204-33 机械电气安全 机械电气设备 第33部分：半导体设备技术条件（Safety of machinery – Electrical equipment of machines - Part 33: Requirements for semiconductor fabrication equipment, IDT）

IEC 60364-4-41 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护（Low-voltage electrical installations Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock）

IEC 60364-4-43 低压电气装置 第4-43部分：安全防护 过电流保护
(Low-voltage electrical installations - Part 4-43: Protection for safety -
Protection against overcurrent)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

激光蚀刻装置 laser etching machine

是薄膜光电器件生产过程中不可或缺的精密设备，它通过激光技术精确刻蚀薄膜表面，形成特定微结构，以实现器件的光电功能。

4 基本参数

基本参数见表 1。

表 1 基本参数

序号	项目	要求
1	基材尺寸/mm	片材（长×宽）：100×100、200×200、 300×300、550×650、650×1200、1000×2000、 1200×2400等 卷材（幅宽）：50、100、200、300、550、 650、1200等
2	基材厚度/mm	片材：0.01~100 卷材：0.01~2.0
3	电源/吸尘器	AC 380 V/50 Hz~60Hz 4kW
4	电源/主机	AC 220 V/50 Hz~60Hz 5kW

序号	项目	要求
5	激光波长/nm	355、532、1030、1064
6	光束质量	$M_2 < 1.1$
7	激光类型	皮秒、纳秒、飞秒
8	大理石平台精度/ μm	000 级
9	激光刻蚀速度/mm/s	20~1000

5 技术要求

5.1 工作环境

激光蚀刻装置工作环境条件应满足以下条件：

- 温度：20 °C~28 °C；
- 相对湿度：20%~55%，不结露；
- 洁净度：百万级；
- 地基振幅： $\leq 5 \mu\text{m}$ （周边 10 m 内不可安装冲床、剪板机等振动类设备）；
- 安装场地：长 4500 mm、宽 3500 mm、高 2500 mm。

5.2 基本要求

5.2.1 设备应经规定程序批准的设计图样和技术文件的要求制造。

5.2.2 布局应便于调整和维护，操作应有利于观察工作区。

5.2.3 各操纵系统及相关功能件的动作应灵活、准确、可靠，无卡塞、声音异常和异常发热等现象。

5.2.4 零件的切削加工面不应有锈蚀、磕碰、划伤等影响性能、寿命和外观的缺陷。除有特殊要求外，切削加工后的零件不应有锐棱、尖角和毛刺等缺陷。

5.2.5 各紧固件、连接件应牢固无松动，各管路、线路应布置紧凑、排列整齐和固定。

5.2.6 各种功能应正常工作，说明功能的文字和符合标志应清晰准确。

5.2.7 告警和各功能指示灯应置于明显位置。

5.2.8 使用说明书应能指导用户正确使用和维护。

5.3 外观质量

5.3.1 外观表面不应有锤痕、焊瘤、金属飞溅物及引弧痕迹，边棱、尖角处应光滑。

5.3.2 所有焊缝的熔渣应清理干净，焊缝表面应打磨平整。

5.3.3 电气管道的外露部分应布置紧凑，排列整齐，必要时应采用管夹固定。管子不应出现扭曲、折叠等现象。

5.3.4 镀件、发蓝件和发黑件等色调应一致，保护层不应有脱落现象。

5.3.5 油漆表面应平整、均匀、光滑，不应有漏漆、起皱、流挂、剥落、锈蚀和锈痕等缺陷。

5.4 性能要求

5.4.1 垂直轴

垂直轴最大速度不宜低于100 mm/s，重复定位精度优于 ± 0.002 mm。

5.4.2 激光水平轴

水平轴最大速度不宜低于1000 mm/s，重复定位精度优于 ± 0.002 mm，速度稳定性优于 $0.1\% @ 100$ mm/s，划线直线度优于 ± 5 μ m。

5.4.3 调节焦距竖直轴

用于控制聚焦镜上下移动，最大速度不宜低于10 mm/s、重复精度优于 $\pm 0.002\text{mm}$ 。

5.4.4 红光激光调节焦距竖直轴

用于控制红光激光器上下移动，最大速度不宜低于500 mm/s、重复精度优于 $\pm 0.002\text{mm}$ 。

5.4.5 X 轴手动滑台

用于反光镜上下移动，主体可采用铝合金材质，移动范围为 $\pm 10\text{ mm}$ ，直线度达到0.003 mm，平行性优于0.01mm。

5.4.6 XY 轴手动滑台

用于反光镜前后左右移动，主体可采用铝合金材质，移动范围为 $\pm 6.5\text{ mm}$ ，直线度达到0.02 mm，平行性优于0.01 mm。

5.4.7 大理石平台

光学平台应采用大理石材质，稳定承载，耐腐蚀，平面度为000级。

5.4.8 皮秒激光器

用于刻蚀p1、p2、p3工艺，波长为355 nm、532 nm、1030 nm、1064 nm，平均功率稳定性优于1%，光斑圆度优于95%，光束质量 M_2 优于1.1。

5.4.9 红光激光器

用于p4清边工艺，波长为1064 nm，光束质量 M_2 优于1.1。

5.5 控制系统

5.5.1 激光蚀刻装置控制系统功能应具备以下要求：

- 激光系统控制与监测，可根据工艺调整输出功率和频率；
- 垂直轴运动控制与监测：
- 基片平台运动控制与监测：
- CCD 相机定位控制与监测：
- 异常报警提示，可查询异常报警记录。

5.5.2 激光蚀刻装置的垂直轴、水平轴传动系统应运行平稳、灵活、轻便、无阻滞、无异常声音。

5.5.3 气路和液压管路应连接可靠，无泄漏现象。

5.5.4 激光蚀刻装置的操作按键应灵敏可靠，执行机构动作应协调准确、无卡阻或自发性移动。

5.5.5 激光蚀刻装置的零部件、紧固件的连接应牢固可靠，无松动现象。

5.5.6 激光蚀刻装置的基片上下转运系统应运行平稳，如采用机械手应转动灵活、平稳可靠。

5.5.7 激光蚀刻装置应具备烟雾粉尘回收功能。

5.6 安全防护

5.6.1 设备采用全封闭式结构，灰尘和激光辐射不应外泄。

5.6.2 设备激光辐射、电气、有害气体等应有安全警告标志。

5.6.3 加工过程中粉尘与有害气体应配备除尘处理系统。

5.6.4 防护装置应符合 GB/T 30574、IEC 60364-4-41、IEC 60364-4-43 的要求。

5.6.5 防护装置应能阻挡以下风险：

- 机器上飞溅物（如工件、断裂的刀具）；
- 来自机械部件的冲击；
- 来自操作者的冲击。

5.7 电气安全

5.7.1 电气控制系统可实现作业动作程序化，应设置必要的自锁和互锁，各作业动作均无干涉。

5.7.2 电气系统的管线布置应合理、整齐、美观、夹持牢固，不与运动部件发生摩擦和干涉，并远离热源。控制柜的按钮、指示灯应标明预设功能，对应作业动作应准确无误。

5.7.3 在动力电路导线和保护联结电路之间施加 500 V 直流电压时，测得的绝缘电阻不应小于 1 M Ω 。

5.7.4 在动力电路导线和保护联接电路之间施加 1000 V 的电压、时间至少 1 s，不应出现击穿放电现象。

5.7.5 电保护联结电路的连续性应符合 IEC 60204-33 的规定。

5.7.6 紧急停止按钮应设置在明显位置，便于操作，其尺寸和颜色标识符合 GB/T 10320、IEC 60204-33 的有关规定。

5.8 噪声

激光蚀刻装置的整机运转噪声不应大于 (65 $\pm$ 2) dB (A)。

6 试验方法

6.1 试验条件

激光蚀刻装置在进行试验前，应完成所有安装和调试工作，试验环境条件应满足5.1的要求。

6.2 基本要求试验

应采用目视和手动检查，结果应满足5.2的要求。

6.3 外观质量试验

应采用目视检查，结果应满足5.3的要求。

6.4 性能试验

应按GB/T 1958、GB/T 14253、GB/T 24468、GB/T 34380的要求进行试验，结果应满足5.4的要求。

6.5 控制系统试验

6.5.1 应按照 GB/T 3797 的要求进行试验，目视和操作检查各操作部位及功能，结果应满足 5.5 的要求。

6.5.2 整机空运转试验合格后，进行不应小于 30 min 的带载刻蚀试验，其中全速刻蚀时间不少于 10 min。在刻蚀试验过程中，检查激光、模组、各执行机构传动状态、定长控制及静电消除正常、可靠情况，控制有效情况。带载试验过程中应对刻蚀后的 P1、P2、P3、P4 工艺的线宽、直线度、电阻进行测试，测试方法如下：

- P1：采用微米级数显显微镜观察并测量刻蚀后线的宽度，采用电阻测量仪测量线两边的阻值大小；
- P2：采用微米级数显显微镜观察并测量刻蚀后线的宽度，采用电阻测量仪测量线两边的阻值大小，通过显微镜观察其刻蚀区域的颜色判断有效情况；
- P3：采用微米级数显显微镜观察并测量刻蚀后线的宽度，采用电阻测量仪测量线两边的阻值大小；
- P4：采用电阻测量仪测量清边区域的阻值大小。

6.6 安全防护试验

应按GB/T 30574、IEC60364-4-41、IEC 60364-4-43的要求进行试验，目视和操作检查各部位及防护装置，结果应满足5.6的要求。

6.7 电气安全试验

6.7.1 电气系统的各部件作业、管线布置,用目测检查应满足 5.7 的规定。

6.7.2 应按 IEC 60204-33 的要求进行试验,检测绝缘电阻其结果应满足 5.7 的规定。

6.7.3 应按 IEC 60204-33 的要求进行试验,检测其耐压强度其结果应满足 5.7 的规定。

6.7.4 应按 IEC60204-33 的要求进行试验,目视电气系统安全配置,检查保护联结电路的连续性。

6.7.5 紧急停止按钮应设置在明显位置,便于操作,其尺寸和颜色标识应按 IEC 60204-33 的要求进行试验。

6.8 噪声试验

在激光蚀刻装置运转状态下,应按GB/T 3768规定的方法测量噪声声压值。在环境噪声不应大于50 dB (A)的场地上进行测量。机器以最高速度空运转时,开启机器所有噪声源,用声级计测量机器四周的噪声。机器的周围不应放置障碍物,且与墙壁的距离应大于2 m,测量点距地面高度为1.5 m,距机器四周外轮廓线1 m,噪声以各测量点噪声值的最大值计,结果应满足5.8的要求。

7 检验规则

7.1 检验项目

检验可分为出厂检验和型式检验。

7.2 组批

产品应以批为单位进行检验，同一型号、同一工艺连续生产的产品为一批。

7.3 抽样

7.3.1 抽样方法应按 GB/T 2828.1 的要求执行。

7.3.2 抽样样品批次应粘贴标签，注明产品名称、产品型号、生产批号、抽样日期和抽样者姓名等。

7.4 出厂检验

7.4.1 激光蚀刻装置出厂前，应经质检部门检验合格后方可出厂，并附有产品合格证和使用说明。

7.4.2 出厂检验项目见表 2。

7.4.3 出厂检验判定为不合格时，应允许重新进行修正，再次进行出厂检验，合格后方可出厂。

7.5 型式检验

7.5.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制定型鉴定时；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 正常生产时，每两年进行一次；
- 产品停产一年以上，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验的结果有较大差异时；
- 各级质量监督机构要求进行型式检验时。

7.5.2 型式检验项目见表 2。

7.5.3 型式检验应从出厂检验的产品中随机抽取 1 台~2 台。

7.5.4 型式检验中若有不合格项，应允许对样机进行调整修复或者加倍量抽检，对不合格项进行复检，若仍不合格，应判定型式检验为不合格。

表 2 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	基本要求	5.2	6.2	√	√
2	外观质量	5.3	6.3	√	√
3	性能要求	5.4	6.4	√	√
4	控制系统	5.5	6.5	√	√
5	安全防护	5.6	6.6	√	√
6	电气安全	5.7	6.7	√	√
7	噪声	5.8	6.8	—	√
注：“√”为必选项目，“—”为可选项目。					

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

8.1.1 标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.1.2 每台激光蚀刻装置应在明显位置固定产品标牌，且应牢固、耐用，并能长期地固定在醒目的位置上，标牌应符合 GB/T 13306 的规定。

8.1.3 铭牌上应包含以下内容：

- 制造厂名及商标；
- 产品型号及名称；
- 设备重量；
- 设备尺寸；

- 激光类型；
- 发射波长；
- 电源电压、频率、输入功率；
- 执行标准号；
- 出厂编号及日期。

8.1.4 应有醒目的专用警示牌，警示标志包括以下内容：

- 使用交流电的设备应安全接地；
- 使用前应仔细阅读使用说明书；
- 设备工作时可能存在操作者风险的警示。

8.2 包装

8.2.1 激光蚀刻装置的操作者应带上防护镜进行作业。

8.2.2 激光蚀刻装置出厂时应采用裸装，外露加工面应涂防锈剂，主要零件外露加工面应包防潮纸。

8.2.3 激光蚀刻装置的配件、电源、控制台、电气柜宜采用木箱包装，包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.4 应牢固地固定在包装箱体内，附件、备件、工具应固定在包装箱内空隙处。

8.2.5 随机文件应用塑料袋封装，放入包装箱内，在包装箱外相应部位上注明“箱内装有随机文件”字样。

8.2.6 随机文件应至少包括：

- 产品合格证；
- 产品使用说明书；
- 装箱单。

8.3 运输

- 8.3.1 运输工具应清洁、卫生。运输过程不应暴晒、雨淋、受潮等。
- 8.3.2 装卸货时，应轻拿轻放，严禁扔摔撞击、挤压。
- 8.3.3 不应与有毒、有害、有腐蚀性、易挥发或者有异味的物品混装运输。

8.4 贮存

- 8.4.1 产品应贮存在阴凉、通风、干燥的库房中，严禁露天堆放、日晒、雨淋或靠近热源。
- 8.4.2 产品应距地面 100 mm 以上，相对温度 20 °C~28 °C，相对湿度 20%~55%，不结露。
- 8.4.3 超过贮存期应重新检验，产品检验合格后方可出厂。
- 8.4.4 产品不应与有毒、有害、有腐蚀性、易挥发或者有异味的物品同库贮存。

三、主要试验和情况分析

结合国内外的行业测试标准和企业内部工厂管控的项目进行要求规定和试验验证。

四、标准中涉及专利的情况

无

五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况

蚀刻装置企业规范运营，在国际市场上有机会与其他各国（相关企业）竞争。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与现行法律、法规和强制性标准没有冲突。

七、重大意见分歧的处理依据和结果

标准制定过程中，未出现重大意见分歧。

八、标准性质的建议说明

本标准团体标准，供社会各界自愿使用。

九、贯彻标准的要求和措施建议

无。

十、废止现行相关标准的建议

本标准首次发布。

十一、其他应予说明的事项

无。