

团 体 标 准

T/TMAC ×××—2026

玻璃通孔（TGV）激光微孔设备技术要求

Technical requirements for through glass via (TGV) laser micro-hole equipment

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国技术市场协会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人，均可提出修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本作品著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本文件。第三方机构依据本文件开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市海淀区复兴路甲 23 号城乡华懋大厦 12 层 1217。

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：www.ctm.org.cn 电子信箱：136162004@qq.com

目 次

前 言	II
1 范围	2
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
4.1 一般要求	2
4.2 性能要求	2
4.3 安全要求	2
4.4 环境适应性	2
5 试验方法	2
5.1 一般要求检验	2
5.2 性能试验	3
5.3 安全试验	3
5.4 环境试验	3

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国技术市场协会提出并归口。

本文件起草单位：武汉帝尔激光科技股份有限公司、苏州英谷激光科技股份有限公司、安徽华创鸿度光电科技有限公司、北京中研博采技术服务有限公司、北京六只猫创意科技有限公司等单位。

本文件主要起草人：万胜、崔晓敏、束庆邦、郑焯、乐志斌、夏卫彬、杨笛等。

玻璃通孔（TGV）激光微孔设备技术要求

1 范围

本文件规定了玻璃通孔（TGV）激光微孔设备的技术要求、试验方法等内容。

本文件适用于半导体封装、电子封装、光电器件制造等领域中，采用激光工艺在玻璃基板上加工微米级通孔的设备。

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 1031 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A： 低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B： 高温

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求

GB/T 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求

GB/T 15175 固体激光器主要参数测量方法

GB/T 16594 微米级长度的扫描电镜测量方法通则

GB/T 16857.2 产品几何技术规范（GPS）坐标测量机的验收检测和复检检测 第2部分： 用于测量线性尺寸的坐标测量机

GB/T 17421.3 机床检验通则 第3部分：热效应的确定

GB/T 25295 电气设备安全设计导则

GB/T 26177 辐射度计和光度计性能的评价方法

GB/T 30574 机械安全 安全防护的实施准则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

玻璃通孔 through glass via

在玻璃基板上通过机械、激光、化学或其他微纳加工方式形成的通孔，用于实现电气互连、热管理或流体通道等功能。

3.2

激光微孔设备 laser micro-hole equipment

采用激光束对玻璃材料进行微米级钻孔的专用设备。

3.3

深径比 aspect ratio

通孔深度与孔径的比值，用于表征微孔加工的难度与质量。

3.4

激光功率稳定性 laser power stability

激光输出功率在规定时间内波动的最大相对偏差，通常以百分比表示。

3.5

孔壁粗糙度 wall surface roughness

微孔内壁表面的微观不平度，通常以Ra值表示。

4 技术要求

4.1 一般要求

设备应结构合理、操作安全、维护方便。外观无锐角、毛刺，涂镀层均匀。电气系统符合GB/T 4793.1要求。

4.2 性能要求

玻璃通孔激光微孔设备性能要求应满足表1要求。

表1 玻璃通孔激光微孔设备性能要求

项目	技术指标
激光波长 (nm)	1064±10
最大输出功率 (W)	≥20
功率稳定性	≤±2%
光束质量 (M ² 因子)	≤1.5
钻孔直径范围 (μm)	1~100
钻孔深度范围 (μm)	10~500
定位精度 (μm)	≤±1.0
重复定位精度 (μm)	≤±0.5
最大加工速度 (孔/秒)	≥1000
表面粗糙度 (孔壁, μm)	≤Ra 0.5
最小孔间距 (μm)	≤5
深径比	≥10:1
工作台温度稳定性 (°C)	≤±0.5

4.3 安全要求

玻璃通孔激光微孔设备安全要求应符合GB/T 7247.1和GB/T 30574的规定，并满足以下要求：

- 设备应配备激光安全联锁装置，符合GB/T 25295要求；
- 电气安全接地电阻≤0.01 Ω，绝缘电阻≥10 MΩ（测试电压500 V DC）；
- 噪声声压级≤70 dB(A)。

4.4 环境适应性

设备在以下环境条件下应正常工作：

- 温度：15°C~30°C；
- 相对湿度：30%~70RH；
- 电源：AC 220 V±10%，50 Hz。

5 试验方法

5.1 一般要求检验

目视检查设备外观、结构，手动操作验证安全功能。电气安全按GB/T 4793.1测试。

5.2 性能试验

性能试验方法应符合表2规定。试验前，设备应在标准环境下，温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $50\% \pm 10\% \text{RH}$ ，预热30min。

表2 性能试验方法

项目	试验方法	执行标准
激光波长	使用光谱分析仪测量激光输出光谱，取峰值波长	GB/T 15175
最大输出功率	采用激光功率计在输出端直接测量，稳定运行10min后读数	GB/T 15175
功率稳定性	每小时间隔测量功率，计算8小时内最大值与最小值的偏差率	GB/T 15175
光束质量 (M^2 因子)	使用光束质量分析仪，基于刀口法或扫描 slit 法测量	GB/T 26177
钻孔直径	在玻璃基板上加工10个孔，用扫描电镜 (SEM) 测量孔径，取平均值	GB/T 16857.2
钻孔深度	使用轮廓仪或共聚焦显微镜测量孔深，取10点平均值	GB/T 16857.2
定位精度	运动平台移动至目标点，用激光干涉仪测量实际位置偏差	GB/T 16857.2
重复定位精度	同定位精度方法，在同一点重复定位10次，测量偏差，计算 3σ 值	GB/T 16857.2
最大加工速度	加工孔径 $10 \mu\text{m}$ 孔阵，使用帧率 $\geq 1000 \text{ fps}$ 高速摄像机计时统计单位时间孔数	本文件
表面粗糙度	用原子力显微镜 (AFM) 或轮廓仪测量孔壁Ra值	GB/T 1031
最小孔间距	加工密集孔阵，用SEM测量相邻孔中心距	GB/T 16594
深径比	在标准玻璃样品上加工典型深孔，使用SEM或共聚焦显微镜测量孔深与孔径，计算比值	GB/T 16594
工作台温度稳定性	温度传感器监测工作台温度，记录1小时内波动	GB/T 17421.3

5.3 安全试验

玻璃通孔激光微孔设备安全试验应按照规定进行：

- a) 电气安全：接地电阻用接地电阻仪测试，绝缘电阻用兆欧表测试；
- b) 噪声：声级计在设备1 m处测量A计权声压级。

5.4 环境试验

按GB/T 2423.1和GB/T 2423.2进行高低温循环试验，设备在 -10°C 和 40°C 各存储2小时后恢复至常温，检查功能。