

T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXXX—XXXX

高功率半导体激光器封装用金刚石热沉片

Diamond heat sink for high-power semiconductor laser packaging

（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。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国中小商业企业协会 发 布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 1

5 试验方法 3

6 检验规则 4

7 标志、包装、运输和贮存 4

附录 A（规范性） 激光闪射法测试导热系数 6

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××××提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：×××、×××、×××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

高功率半导体激光器封装用金刚石热沉片

1 范围

本文件规定了高功率半导体激光器封装用金刚石热沉片的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于高功率半导体激光器封装用金刚石热沉片（以下简称“热沉片”）的生产和检验。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

金刚石热沉片 Diamond hot film

通过在以金刚石为主要原材料的基板上做金属化，包括铜层、钛层、镍层、金层、金锡层等，金属层上面可以用来焊接、打线，用于链接芯片。

3.2

导热率 Thermal conductivity

导热率是指材料在稳定传热条件下，单位温度梯度下单位时间内通过单位面积传递的热量。它量化了材料传导热量的效率，数值越大表示导热性能越好。

3.3

R角 R angle

在机械零件、模具或工业产品的边缘处，为避免尖锐棱角带来的应力集中或安全隐患，常设计为圆弧过渡。该圆弧的半径称为R角，标注为R值。

3.4

平面度 Flatness

是几何公差中的一种，用于描述物体实际表面相对于理想平面的平整程度。它属于形状公差的范畴，表示一个表面在三维空间内所有点与理想平面之间的最大允许偏差。

3.5

平行度 Parallelism

平行度是指两平面或者两直线平行的程度，即一平面（边）相对于另一平面（边）平行的误差最大允许值。

4 技术要求

4.1 外观

4.1.1 表面应无脏污，同一批次金层颜色一致，没有色差。

4.1.2 表面可有轻微划痕，但不应露出下层金属。

4.1.3 表面应无裂纹，缺损不应伤及金属层。

4.1.4 编码打标深度一致、字迹清晰、可识别。

4.2 表面质量

4.2.1 金属表面粗糙度应小于 $0.1\ \mu\text{m}$ 。

4.2.2 金刚石表面粗糙度应小于 $0.05\ \mu\text{m}$ 。

4.3 尺寸允许公差

- 4.3.1 热沉片尺寸允许公差应满足表 1。
- 4.3.2 陶瓷崩边应不伤及金属层。
- 4.3.3 金属化膜层与金刚石边缘距离应小于 25 μ m。
- 4.3.4 R 角应不大于 0.8 μ m。
- 4.3.5 平面度应不大于 5um。
- 4.3.6 平行度应不大于 5um。

表 1 尺寸允许公差

单位：毫米

项目	公差要求
热沉总体厚度	±0.03
热沉总体长度	±0.05
热沉总体宽度	±0.05
金属区图形尺寸	±0.05
金属区厚度	±0.02
金刚石厚度	±0.01
金锡宽度	±0.05

4.4 导热率

金刚石基板导热率应大于1200W/m·K。

4.5 金属化膜厚

4.5.1 正面膜厚

- 4.5.1.1 Ti 层厚度满足 (0.1±0.02) μ m。
- 4.5.1.2 Cu 层厚度满足 (75±10) μ m。
- 4.5.1.3 Ni 层厚度应不小于 1 μ m。
- 4.5.1.4 Au 层厚度应不小于 0.5 μ m。

4.5.2 正面金锡膜厚

- 4.5.2.1 金锡层厚度满足 (5±1) μ m。
- 4.5.2.2 金锡比例为 (75/25) ±5wt %。

4.6 金属膜层可靠性

4.6.1 粘附性

按5.6.1的方法，试样无鼓包、分层、起泡等现象。

4.6.2 膜层强度

按5.6.2的方法，试样不露陶瓷基基板。

4.7 金锡膜层可靠性

4.7.1 熔化状态

按5.7.1的方法，金锡应同时融化，融化状态持续3s~5s，融化外观平整。

4.7.2 焊接强度

按5.7.2的方法，焊接点退掉不裸露陶瓷基板。

4.8 高温高湿环境

4.8.1 高温环境

按5.8.1的方法，热沉表面无鼓包、起泡、分层等现象。

4.8.2 高温高湿环境

按5.8.2的方法，金属热沉片金属膜层无脱落、无气泡、无变色等现象。

5 试验方法

5.1 外观试验

用显微镜观察。

5.2 表面质量试验

金属表面粗糙度、金刚石表面粗糙度用粗糙度检测仪测试。

5.3 尺寸允许公差试验

5.3.1 热沉总体厚度、金属区厚度、金刚石厚度用台阶仪或二次元等仪器测量。

5.3.2 热沉总体长度、热沉总体宽度、金属区图形尺寸、金锡宽度用数显卡尺或二次元等仪器测量。

5.3.3 陶瓷崩边尺寸用显微镜观察。

5.3.4 用台阶仪进行R角检测。

5.3.5 关键边用3D显微镜测量。

5.3.6 平面度测量：启动3D轮廓仪的扫描功能，对选定的测量区域进行扫描。在扫描过程中，仪器会通过传感器获取被测物体表面的数据信息，并将其转换为三维坐标点云数据。

5.3.7 平行度测量：使用3D轮廓仪进行测试。

5.4 导热率试验

用激光闪射法测试导热系数测量金刚石基板导热率，具体试验方法见附录A。

5.5 金属化膜厚试验

5.5.1 正面膜厚度试验

用膜厚仪测量正面膜厚度。

5.5.2 正面金锡膜厚试验

5.5.2.1 用膜厚仪检测金锡层厚度。

5.5.2.2 用X-射线荧光测试仪检测金锡比例。

5.6 金属膜层可靠性试验

5.6.1 黏附性试验

在完成金锡电镀的基板上，使用3M610型胶带试验。将胶带粘贴在膜层上，以垂直膜层表面的力沿胶带一端拉起，重复3次，拉扯速度为25mm/s。

注：胶带与膜层之间不应有气泡。

5.6.2 膜层强度试验

在基板的四周和中间抽5颗金锡完好的试样，用刀片从金属化区域边角进行铲切测试，同一位置铲切5次。

5.6.3 焊接强度检测

使用38 μ m的金丝，用金丝球焊机在金层之间进行打线，金属之间形成一个链接。用拉力计在金丝中间位置挑断金线。要求拉力值大于0.18N，且脱落点不能在金层表面焊接处。

5.7 金锡膜层可靠性试验

5.7.1 熔化状态试验

在基板的四周和中间抽5颗金锡完好的试样，使用热台等加热设备，将试样加热到320℃（50℃/s），观察金锡焊料的熔化状态。

5.7.2 焊接强度试验

每个基板随机抽取1颗热沉，焊接外观良好的芯片，进行推力测试。要求推力大于2.5N，且推掉后检查外观，焊接处不露陶瓷基底。

5.8 高温高湿环境试验

5.8.1 高温试验

在基板的四周和中间抽5颗金锡完好的试样，在350℃平台放置5分钟，观察试样表面。

5.8.2 高温高湿试验

在基板的四周和中间抽5颗金锡完好的试样，在85℃高温和相对湿度85%的环境下放置72h，观察试样金属膜层。

6 检验规则

6.1 出厂检验

6.1.1 抽样

以一个基板为一批，进行外观质量检验，外观检验合格后再抽取试样进行其他性能检验。

6.1.2 检验项目

6.1.2.1 外观、陶瓷崩边尺寸为全检项目。

6.1.2.2 尺寸允许公差、表面质量、导热率、金属化膜厚、金属膜层可靠性、金锡膜层可靠性、高温高湿环境为抽检项目，抽检比例为5%。

6.2 型式检验

第5章所列全部要求为型式检验项目，通常在下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品的试制定型鉴定；
- b) 产品的结构、设计、工艺、材料、生产设备等方面有重大改变；
- c) 正常生产时，每年进行一次；
- d) 转产、转厂、长期停产(超过6个月)后复产出厂检验结果与上次型式检验有较大差异。

6.3 判定规则

本文件所列各项性能全部符合要求为合格品；若有一项指标不符合要求，应在该批产品中另取双倍试样进行该项复试，复试结果仍有不符合，则该批产品为不合格品。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 热沉包装盒使用机打标签，标签粘贴在热沉盒的中间位置。

7.1.2 标签应包含物料编码、物料描述、规格型号、批次号、图纸号、数量、生产日期、二维码等信息。

7.2 包装

7.2.1 包装前做好产品清洁。

7.2.2 包装时采用充氮气抽真空的方法进行包装，并使用泡沫等柔性材料填充。

7.2.3 包装箱内应附出货报告。

7.3 运输

运输时，做好防雨、防晒措施。

7.4 贮存

产品带包装贮存在氮气柜内，保持恒温、恒湿。

附录 A
(规范性)
激光闪射法测试导热系数

A.1 样品准备

A.1.1 尺寸要求

样品应为平整的圆片或方片，厚度参考规格书，应精确测量（建议用千分尺或光学测厚仪，误差在±10um以内）。

A.1.2 涂层

金刚石表面应喷涂薄层石墨或金属（如金、铂）以增强激光吸收和红外信号发射（涂层厚度需控制在微米级，避免影响热扩散）。

A.1.3 平行度

应确保两面平行，避免激光散射或热场不均。

A.2 仪器选择与校准

A.2.1 设备要求

选用高精度闪光法导热仪（如Netzsch LFA 467、Linseis LFA 1000），应支持薄样品测试（最小厚度≤0.1mm）和高速数据采集（采样速率≥1MHz）。

A.2.2 校准

使用标准样品（如熔融石英、蓝宝石）校准仪器，确保热扩散系数测量误差小于3%。

A.3 测试参数设置

A.3.1 激光能量

根据金刚石的高导热性，选择较低能量（如0.5-1J/cm²）以避免过热或损伤样品。

A.3.2 温度范围

室温测试可直接进行；若需变温测试，宜在惰性气氛（如氩气）中防止氧化。

A.3.3 数据采集

使用高响应红外探测器，记录后表面温升曲线（时间分辨率需达微秒级）。

A.4 数据处理与计算

A.4.1 热扩散系数（α）计算

通过后表面温升曲线（通常符合Cowan或Degiovanni模型），拟合得到热扩散时间，按公式（A.1）计算：

$$\alpha = 0.1388 \times d^2 / t_{0.5} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：
d ——样品厚度，单位为毫米（mm）；
t_{0.5} ——温升达最大值50%的时间。

A.4.2 导热率（λ）计算

导热率按公式（A.2）计算：

$\lambda = \alpha \times C_p \times \rho \cdots \cdots \cdots (A. 2)$

式中：
Cp——比热容；
ρ ——密度。
