



# CASA

第三代半导体产业技术创新战略联盟  
China advanced semiconductor industry  
innovation alliance

## 团体标准

T/CASA 020 《微纳米金属烧结体热导率试验  
方法：闪光法》（征求意见稿）

## 编制说明

2021 年 8 月

## 目录

一、工作简况.....	1
1. 任务来源.....	1
2. 标准制定的意义.....	1
3. 编制过程.....	1
二、标准制定中的有关说明.....	2
1. 关于热导率测试的几种方法.....	2
2. 闪光法测试.....	3
3 标准主要内容.....	3
三、重大分歧意见的处理经过和说明.....	4
四、标准的属性.....	4
五、专利的知识产权说明.....	4
六、国外相关法律、法规和标准情况的说明.....	4
七、其他说明事项.....	4

# 微纳米金属烧结体热导率试验方法：闪光法（征求意见稿）编制说明

## 一、工作简况

### 1. 任务来源

2021年6月4日，北京半导体照明科技促进中心联合深圳第三代半导体研究院、有研粉末新材料股份有限公司、北京康普锡威科技有限公司、上海贺利氏工业技术材料有限公司、广东工业大学等单位向第三代半导体产业技术创新战略联盟标准化委员会秘书处（以下简称CASAS秘书处）提交了“微纳米金属烧结体热导率试验方法：闪光法”团体标准的《CASAS标准项目建议表》，提出立项建议。

该建议通过了CASAS管理委员会投票；CASAS秘书处于6月21日正式发布立项通知，并分配团体标准号：T/CASA 020。

### 2. 标准制定的意义

金属互连材料在半导体封装工业中占据关键地位。传统封装采用焊料合金互连，但其析出的金属间化合物导致互连层服役温度较低且脆性较高。作为最适合于第三代半导体模块封装的界面连接技术之一，以微纳米银、微纳米铜为代表的新型微纳米金属烧结互连技术具有组分单一、低工艺温度、高服役温度的优点，而且芯片连接件的可靠性也可以得到大幅提升，特别是微纳米金属烧结件的烧结层往往具有低电阻率、高导热性能，这也使其更加适合未来的高温度、高功率密度应用。

热导率作为材料的本征参数，热导率与材料大小和形状无直接关系，但受材料种类、制备工艺和微观结构的影响。对于微纳米金属烧结技术制备的连接层，采用不同材料和工艺，往往会造成微观下不同尺寸和数量的观孔隙结构，从而影响其导热性能。

目前微纳米金属烧结连接技术尚属起步推广阶段，热导率测试方法业内尚无统一标准。通过行业调研发现，产业链中原材料提供商、研发单位、终端用户等各个环节使用的热导率测试方案和样品规格差异较大，这给从业者技术交流、样品验证和质量评定制造了极大困难。希望通过热导率性能测试标准的制定，统一行业术语，从而方便业内对微纳米金属烧结样品的测试评定。

### 3. 编制过程

基于对第三代半导体微纳米金属烧结技术的产业化前景，自2020年10月起，预提案单位北京半导体照明科技促进中心、深圳第三代半导体研究院、上海贺利氏、有研粉末新材料、北京康普锡威等单位讨论确定启动标准制定的准备工作，一致认同微纳米金属烧结体热导率

试验方法标准制定的必要性、以及可行性；并于 2020 年 12 月、2021 年 2 月讨论、修改完善标准提案所需材料：项目建议表、标准草案。

2021 年 4 月 23 日，来自北京半导体照明科技促进中心、深圳第三代半导体研究院、上海贺利氏、有研粉末新材料、北京康普锡威、国家纳米中心等单位的专家老师，在北京举行标准预提案讨论会，北京半导体科技促进中心代表刘旭博士介绍了制定背景、制定目的、标准框架、草案内容以及面临的困难；会议中对准备的文件进行了仔细深入的讨论。之后预提案单位形成提交给 CSAS 秘书处的项目提案材料。

2021 年 6 月 4 日，根据 CASAS 管理办法等管理文件，CASAS 秘书处开展该项标准立项的程序性工作；于 6 月 21 日，经 CASAS 管理委员会投票通过，T/CASA 020-202X《微纳米金属烧结体热导率试验方法：闪光法》团体标准立项。

2021 年 6 月 28 日，组建起草组。起草组成员包括：深圳第三代半导体研究院、上海贺利氏、有研粉末新材料、北京康普锡威、国家纳米中心、工业和信息化部电子第五研究所、香港应用科技研究院、鸿利智汇集团股份有限公司、上海蔚兰驱动科技有限公司、复旦大学、BOSCHMAN TECHNOLOGIES B.V.、中国科学院微电子所、哈尔滨理工大学等。

2021 年 7 月 21 日，起草组召开第一次工作会议（腾讯会议），会议深入讨论了闪光法测试热导率与已有国家标准（如 GB22588）的区别及本标准的制定意义，并讨论了基本预算、测试方法与原理、测试步骤等方面。之后根据第一次工作会议的讨论意见，起草组全面修改并完善了标准草案，并于 8 月中旬形成正式的征求意见稿。

.....

## 二、标准制定中的有关说明

### 1. 关于热导率测试的几种方法

热导率，又称导热系数或导热率，是表示材料热传导能力大小的物理量。常见金属如银的热导率为  $429 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ，铜的热导率为  $401 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ；通常，金属体材料热导率是微纳米金属烧结体热导率的 2-3 倍，或者数倍。

导热系数的测量方法，按照原理分类，分为稳态测量法和非稳态测量法。稳态测量法是指当被测材料达到热平衡状态后，温度场不随时间变化，通过测量其内部的温度梯度和热流，推算被测材料导热系数。相对于非稳态测量法来说，稳态测量法热平衡时间较长，适用于测量导热系数较小的材料。非稳态测量法是通过观察材料内部温场随时间发生变化的规律，利用生热的功率和温场变化规律来推算材料的导热系数。该方法在材料升温过程中进行测量，与材料是否达到热平衡状态无关，故测量效率较高，多用于测量高导热系数的材料。<sup>1</sup>

比较常见的非稳态法包括热线法、激光闪射法、瞬态热带法、探针法等。非稳态法导热系数测量装置技术参数如表 1 所示。可以看出，激光闪射法是相对微纳米金属烧结体比较合适的测量范围。

---

<sup>1</sup> 任佳，蔡静. 导热系数测量方法及应用综述 [J]. 计测技术, 2018, 38(51): 46 - 49.

表 1 非稳态法导热系数测量装置技术参数

	型号/装置名称	温度范围/℃	导热系数范围/W·(m·K) <sup>-1</sup>	不确定度(k=2)
激光闪射法	DFL-1200	室温~1200	0.10~2000	5%
	LFA467	-100~500	0.1~2000	/
	LFA467HT	室温~1250	0.1~2000	/
热线法	QTM-500	-10~200	0.023~12	5%
	TCT426	室温~1500	0~2(交叉线法)	/
	TCi-TLS	-55~200	0.1~6	3%
	DRX-I/II	室温~1300	0.015~1.7	3%
探针法	DRE-IV	室温	0.01~5	3%

## 2. 闪光法测试

本标准相较于 GB/T 22588-2008，针对微纳米金属烧结体的样品规格、测试条件、测试步骤进行了详细约束。GB/T 22588-2008《闪光法测量热扩散系数或导热系数》等同采用 ASTM E 1461-2001《闪光法测定热扩散系数试验方法》(英文)，由全国耐火材料标准化技术委员会提出并对口。

闪光法测量热导率的测试原理如图 1 所示，通过单向传热模型测定材料的热扩散系数同时用比较法测量材料的热容，结合所测量的材料体积密度，从而计算出所测试样的导热系数。杨帆《闪光法测量氮化硅结合碳化硅砖导热系数的不确定度评定及讨论》指出，(1) 在闪光法测量导热系数的过程中，样品的制备的影响十分显著，所以在制样过程中应注意样品的上下面的平行度、平整度和厚度。(2) 在测试过程中尽量使用与待测样品相近的标样，当二者性能相差较多时应通过控制样品厚度和激光能量的方式使得二者在测试过程中升温相近。<sup>2</sup>

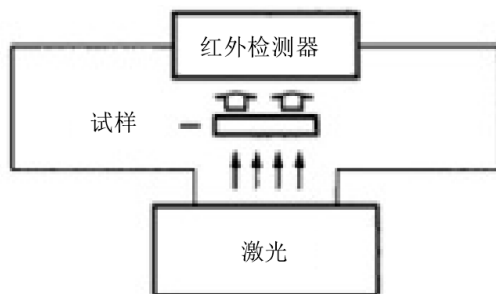


图 1 热导率闪光法测试原理示意图

本标准对样品的尺寸做出统一的规定，以便不同单位的测试数据能够在相同的技术条件下做对比，以此判断出材料的优劣，服务于产品的优化。

## 3 标准主要内容

标准的主要内容

- a) 测试相关术语
- b) 微纳米金属烧结件热导率测试涉及到的术语应针对：样品规格、样品尺寸和几何形

<sup>2</sup> 杨帆. 闪光法测量氮化硅结合碳化硅砖导热系数的不确定度评定及讨论[J] 第十六届全国耐火材料青年学术报告会论文集 2018

状、测试夹具、测试设备、测试环境、测试中涉及的热学相关物理量参数、测试的限定条件参数等进行规范化描述。具体例如：样品直径、试样厚度、热电偶、吸收脉冲、温度探测器、导热系数、热扩散系数、比热容、体积密度等。

- c) 测试物理量和性能参数
- d) 评测程序及方法
- e) 测量方法

### 三、重大分歧意见的处理经过和说明

本标准在起草的过程中通过邮件、会议等形式，反复征求意见并修改，在征求起草组内部相关专业成员的意见的同时，也积极征求了起草组以外行业专家的意见。对于个别术语的定义，实在不能统一的，以征求起草组成员多数意见为准。现提交的标准稿已经过充分讨论，全体起草组成员同意送审，无原则性分歧意见。

### 四、标准的属性

本标准为团体标准、本标准为首次发布。

### 五、专利的知识产权说明

本标准规定的内容不涉及专利。

### 六、国外相关法律、法规和标准情况的说明

该标准属方法标准，不涉及国外相关法律、法规。目前国外尚无同类标准。

### 七、其他说明事项

无