ICS 77.150.99

CCS H 66



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—20XX

|  |
| --- |
|       |

镓基液态金属热界面材料

Gallium-based liquid metal thermal interface materials

|  |
| --- |
| （预审稿）  |
|  |

20XX - XX - XX发布

20XX - XX - XX实施

|  |  |
| --- | --- |
| 国家市场监督管理总局 | 发布 |
| 国家标准化管理委员会 |

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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

镓基液态金属热界面材料

1. 范围

本文件规定了镓基液态金属热界面材料的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及随行文件和订货单内容。

本文件适用于以镓基液态金属为主要有效导热成分的热界面材料。

1. 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 611 化学试剂 密度测定通用方法

GB/T 10247 粘度测量方法

GB/T 22588-2008 闪光法测量热扩散系数或导热系数

GB/T 26125 电子电气产品 六种限用物质的检测方法

GB/T 31229-2014 热重法测定挥发速率的试验方法

GB/T 39859 镓基液态金属

GB/T 41079.1 液态金属物理性能测定方法 第1部分：密度的测定

YS/T 1258 有色金属材料 熔融和结晶温度试验 热分析方法

ISO 22007-2 塑料 热传导率和热扩散率的测定 第2部分: 瞬时平面热源(发热盘)法

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* 1.

热界面材料 **thermal interface material**

用于填补发热器件与散热器件接触界面间隙，增强界面传热性能的材料。

导热系数 **thermal conductivity**

*λ*

单位时间内在单位温度梯度下沿热流方向通过单位截面积传递的热量。单位为W/(m·K)。

[改写GB/T 22588-2008, 3.1]

热阻抗 **thermal impedance**

*RA*

热平衡时单位面积上单位热流量所引起的温差。单位为m2·K/W。

注：也称面积热阻。

1. 分类

产品按照基体类型分为2类，见表1：

1. 产品类型

|  |  |
| --- | --- |
| 类型 | 特征 |
| 金属型 | 以镓基液态金属为基体的热界面材料，包括添加高导热填料的复合热界面材料 |
| 高分子复合型 | 以高分子材料为基体，镓基液态金属和其他辅料为填料构成的复合型热界面材料 |

1. 技术要求
	1. 原材料

产品中使用的镓基液态金属应符合GB/T 39859的规定。

* 1. 限用物质

产品中有害物质铅（Pb）、汞（Hg）、镉（Cd）、六价铬（Cr（Ⅵ））的含量应符合表2规定。

1. 有害物质最大限量

|  |  |
| --- | --- |
| 元素 | 质量分数（%） |
| Pb | 0.1 |
| Hg | 0.1 |
| Cd | 0.01 |
| Cr（VI） | 0.1 |

* 1. 等级

按导热系数和热阻抗分为3个等级，应符合表3的规定。

1. 产品等级

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 等级 | 导热系数*λ*W/(m·K) | 热阻抗*RA*cm2·K/W |
| 金属型 | 一级 | *λ*≥24.0 | *RA <* 0.04 |
| 二级 | 18.0≤*λ*<24.0 | 0.04 ≤ *RA* < 0.08 |
| 三级 | 12.0≤*λ*<18.0 | 0.08 ≤ *RA* < 0.12 |
| 高分子复合型 | 一级 | *λ*≥6.0 | *RA* <0.05 |
| 二级 | 5.0≤*λ*<6.0 | 0.05 ≤*RA* < 0.10 |
| 三级 | 4.0≤*λ*<5.0 | 0.10 ≤ *RA*< 0.20 |

* 1. 物理性能
		1. 导热系数：应符合表3的规定并报实测值。
		2. 热阻抗：应符合表3的规定。
		3. 挥发分含量：不大于0.5%。
		4. 下列性能参数，当需方要求时应在产品质量证明书中列出实测值：
	2. （液态金属组分的）熔融温度；
	3. 密度；
	4. 粘度；
	5. 接触角（高分子复合型产品不做要求）。
1. 试验方法
	1. 限用物质

限用物质含量的测定按GB/T 26125的规定进行。

* 1. 物理性能
		1. 导热系数的测定按照ISO 22007-2描述的方法进行测定。
		2. 热阻抗的测定按附录A的规定进行。
		3. 挥发分含量的测定按等温质量变化测量方法进行，等温试验温度为150℃，试验时间为2 h，试验步骤参照GB/T 31229-2014描述的方法A。挥发分含量通过恒定温度下的初始质量与最终质量之差除以初始质量来获得。
		4. 熔融温度的测定按YS/T 1258的规定进行。
		5. 金属型产品密度的测定按GB/T 41079.1的规定进行；高分子复合型产品密度的测定按GB/T 611规定的密度瓶法进行。
		6. 金属型产品粘度按GB/T 10247规定的旋转法，选用同轴圆筒式的旋转粘度计，并选择剪切速率为10 s-1进行测定；高分子复合型产品粘度按GB/T 10247规定的旋转法，选用平行板粘度计进行测定。
		7. 接触角的测定按附录B的规定进行。
1. 检验规则
	1. 检验和验收
		1. 产品应由供方质量检验部门进行检验，保证产品符合本文件（或订货合同）的规定，并填写质量证明书。
		2. 需方应对收到的产品按本文件的规定进行检验，如检验结果与本文件的规定不符时，应单独封存，并在收到产品之日起30天内或销售合同规定的时间内以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，仲裁取样由供需双方在需方收到的产品中共同进行。
	2. 组批

产品应成批提交验收。一个检验批可由一个生产批组成，或由同一类型、同一等级的几个生产批组成。

* 1. 取样

随机抽取每批产品最小包装数的5%（不少于5个最小包装，批量少于5个最小包装时全数抽取），每最小包装数任取10 g~20 g，混合均匀。如使用针筒等特殊包装，每个最小包装产品的净重小于10 g的，应加倍取样以满足样品检验用量。

* 1. 检验项目

产品检验分型式检验和出厂检验，检验项目应符合表4的规定。

1. 检验项目和方法

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 型式检验 | 出厂检验 | 要求 | 检验方法 |
| 1 | 限用物质 | ● | ○ | 5.2 | 6.1 |
| 2 | 导热系数 | ● | ● | 5.4.1 | 6.2.1 |
| 3 | 热阻抗 | ● | ● | 5.4.2 | 6.2.2 |
| 4 | 挥发分含量 | ● | ○ | 5.4.3 | 6.2.3 |
| 5 | 熔融温度 | ● | ● | 5.4.4 | 6.2.4 |
| 6 | 密度 | ● | ○ | 5.4.4 | 6.2.5 |
| 7 | 粘度 | ● | ● | 5.4.4 | 6.2.6 |
| 8 | 接触角 | ● | ○ | 5.4.4 | 6.2.7 |
| 注：●为必检项目，○为可选项目。 |

* 1. 检验结果判定
		1. 限用物质含量检验不合格时，判该批产品不合格。
		2. 导热系数、热阻抗、挥发率检验不合格时，应从该不合格试样代表的那批产品上另取双倍数量的试样进行复检。复检结果全部合格，则判该批产品合格。若复检结果中仍有试样性能不合格，则判该批产品不合格。
		3. 熔融温度、密度、粘度、接触角的合格判定由供需双方协商，并在订货单中注明。
1. 标志、包装、运输、贮存及随行文件
	1. 标志
		1. 内包装标志

应在检验合格的产品内包装上打印如下标记（或贴标签）：

* 1. 产品名称；
	2. 等级；
	3. 供方名称；
	4. 净重；
	5. 金属腐蚀物警示标签（适用于金属型产品）；
	6. 批号；
	7. 保质期；
	8. 生产日期；
	9. 本文件编号。
		1. 外包装标志

应在检验合格的产品外包装上打印如下标记：

* 1. 产品名称；
	2. 等级；
	3. 供方名称；
	4. 批号；
	5. 数量；
	6. 生产日期；
	7. 防压、防倾倒标志。
	8. 包装
		1. 内包装

采用单件包装。装入聚丙烯等塑料瓶中，每瓶最大净重1 kg，充惰性气体或抽真空密封。如需方有特殊要求，由供需双方协商确认后在订货单中注明。

* + 1. 外包装

产品外包装应牢固，并符合防压、防震、防潮要求。

* 1. 运输

产品运输时，温度应在0℃~40℃范围内，严禁挤压、倒置、日晒、雨淋、磕碰。

* 1. 贮存

产品应避光静置贮存在通风良好、干燥、环境温度0℃~40℃、相对湿度不大于70%的贮存室中。室内应无酸、碱等腐蚀性气体。包装箱应垫高，离地面至少20 cm，距离墙壁、取暖设备或空调设备至少50 cm。

* 1. 随行文件

每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还宜包括：

1. 产品质量保证书：
* 产品的主要性能及技术参数；
* 产品特点（包括制造工艺及原材料的特点）；
* 对产品质量所负的责任；
* 产品获得的质量认证及带供方技术监督部门检印的各项分析检验结果。
1. 产品合格证：
* 检验项目及其结果或检验结论；
* 批量或批号；
* 检验日期；
* 检验员签名或盖章。
1. 产品质量控制过程中的检验报告及成品检验报告；
2. 产品使用说明：正确搬运、使用、贮存方法等；
3. 其他。
4. 订货单内容

订购本文件所列产品的订货单应包含下列内容：

1. 产品名称；
2. 产品等级；
3. 产品型号；
4. 数量；
5. 本文件编号；
6. 其他。
7. （规范性）
热阻抗的测定
	1. 方法原理

将热界面材料涂覆在两个接触的固体表面之间，使热流通过接触界面；当达到热稳定状态时，测量出通过接触界面的热流密度和接触界面两侧的温度差，计算该界面间的热阻抗。

* 1. 仪器设备

测量装置由本体、试验台架、加压系统、加热系统、测温系统、冷却系统组成，如图A.1所示。其中：

a）测量装置的本体由金属柱体及隔热装置组成，隔热装置确保金属柱体上为一维热流；金属柱体端面应光洁平整，表面粗糙度Ra不大于0.8 μm，平面度不大于10 μm；

b）加压系统由压力传感器实施；

c）加热系统由电加热器、稳压电源、控温仪组成；

d）测温系统由温度传感器、测温仪组成，能分别测量冷、热两段金属柱体上2~5个点的温度；

e）冷却系统由冷却器、制冷机、冷却液循环装置组成。



标引序号说明：

1——压力传感器； 6——测试样品；

2——隔热材料； 7——隔热装置；

3——电加热器； 8——冷却器及冷却液管路；

4——金属柱体； 9——隔热材料。

5——温度传感器；

图A.1 测量装置示意图

* 1. 试验步骤
		1. 用酒精清洗金属柱体接触端面；
		2. 安装测量装置及样品，调节接触压力符合测量要求；
		3. 通恒温冷却液，接通加热器电源及控温仪，并设定加热器温度值；
		4. 使加压、加热、测温、冷却系统处于正常工作状态；
		5. 待连续5 min内各测温点的温度变化值小于0.5℃后，视为达到热平衡状态，记录热平衡时各测温点的温度作为计算用数据。
	2. 数据处理

根据得到的热流密度和温度降，按公式（A.1）计算接触热阻系数。

 ..................................(A.1)

式中：

*RA* ——热阻抗，单位为平方米开每瓦(m2∙K/W)；

*λ* ——金属柱体导热系数，单位为瓦每米开[W/(m∙K)]；

(d*T*/d*x*)m ——金属柱体温度梯度平均值，单位为开每米（K/m）；

Δ*T*c ——接触界面温度差，单位为开（K）。

用试验数据计算每个金属柱体的温度梯度平均值(d*T*/d*x*)m，再分别乘以各自的导热系数*λ*，得到的热流密度应当非常接近，计算热阻抗时，采取他们的平均值。若计算出的两个热流密度相差大于10%时，说明试样上不是一维导热或测量有误，应改进试验。

接触界面温度降Δ*T*c以金属柱体热稳定状态的温度分布作图外推求出，如图A.2所示。



图A.2 外推求出接触界面温度降示意图

1. （规范性）
液态金属与硅接触角的测定
	1. 方法原理

测定液态金属液滴从一定高度滴落在硅表面铺展后形成的接触角，通过接触角的大小评定液态金属对硅的润湿性。

* 1. 仪器设备
		1. 接触角测量仪

接触角测量仪由光源、光学观察系统、试样台和液体供应系统等部分组成。

——光源：可使用卤素、白炽或者光纤类型的灯。

——光学观察系统：可使用视频录像、CCD摄像机、透镜或光学投影，其配置应能放大6~30倍。

——试样台：应能使硅片平整、水平地放置。

——液体供应系统：可使用泵驱动或手动的微量进样器。

* 1. 样品
		1. 金属型液态金属热界面材料。
		2. 硅片：表面光滑平整，厚度不小于0.5 mm，边长2 cm~4 cm方片或直径2 cm~4 cm圆片，测试前应用75%乙醇水溶液清洗，使用擦镜纸擦干。
	2. 试验步骤
		1. 将硅片放置于仪器的试样台上，调整试样台或进样器高度使进样器针头末端与硅片表面距离达到4.0 cm。
		2. 将试样装入进样器，缓慢推动进样器使液滴滴落至硅片表面。
		3. 在液滴滴落后(60±10)s 内，通过光学观察系统对液滴影像测量接触角。
		4. 移动硅片，使下一滴液滴滴落在硅片的新部位，测量接触角。
		5. 在同一硅片上测量5~10次，计算测量结果的平均值，结果保留到小数点后一位。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_