

# 《印刷电路板用纳米合金复合低温浆料技术要求》团体标准

## 编制说明

### 一、任务来源

随着电子产业快速发展，印刷电路板（PCB）行业对低温、高效、环保的导电浆料需求激增。传统 PCB 浆料存在烧结温度高、能耗大、兼容性差等问题，而纳米合金复合低温浆料能在 220℃ 以下烧结，显著降低能耗，同时具备高导电性和良好机械性能，市场应用前景广阔。

目前国内缺乏专门针对“印刷电路板用纳米合金复合低温浆料”的统一技术规范，导致市场产品质量参差不齐，检测评价无据可依，制约了产业健康发展。

### 二、编制目的和意义

#### 1. 规范产品质量与性能

明确浆料的技术参数、性能指标和测试方法等关键指标。

统一产品分类、型号命名和标志要求，便于市场识别和采购为生产企业提供质量控制依据，为用户提供验收标准。

#### 2. 促进行业技术进步与创新

引导企业研发高性能、低能耗、环保型浆料产品，推动 PCB 行业绿色制造，鼓励产学研合作，加速纳米材料技术在电子浆料领域的应用转化。

建立技术壁垒，提升国内企业在高端 PCB 浆料领域的国际竞争力，打破日韩企业垄断。

### 三、起草单位

本标准由中国中小企业协会提出并归口。本标准由华兴中科标准技术（北京）有限公司、广东工业大学、深圳市百柔新材料技术有限公司、苏州晶银新材料科技有限公司、北京中科纳通电子技术有限公司、有研纳微新材料(北京)有限公司等公司参与起草。

### 三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前产业的发展现状，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》的规定及相关要求编制。

### 四、标准编制过程

2025年4月中国中小商业企业协会正式批准《印刷电路板用纳米合金复合低温浆料技术要求》团体标准立项。

在2025年11月21日，由中国中小商业企业协会联合华兴中科标准技术（北京）有限公司共同组织的《印刷电路板用纳米合金复合低温浆料技术要求》团体标准启动会在线上召开，会议举行了标准项目的启动仪式，并对标准草案展开了首次研讨。

### 五、标准主要内容的确定

技术要求

烧结前

## 外观

纳米合金复合低温浆料应为均匀、无结块、无异物、无分层的膏状物。

## 粘度

纳米合金复合低温浆料的粘度应达到  $(20\sim 200)$  Pa·s。

## 固含量

纳米合金复合低温浆料的固含量应达到  $\geq 75\%$ 。

## 细度

纳米合金复合低温浆料的细度应达到  $\leq 5$   $\mu\text{m}$ 。

## 触变指数

纳米合金复合低温浆料的触变指数应达到  $(3\sim 13)$ 。

## 密度

纳米合金复合低温浆料的密度应达到  $\geq 2.5$  g/cc。

## 挥发物

纳米合金复合低温浆料的挥发物应控制在  $(5\sim 10\%)$ 。

## 烧结后

### 外观

纳米合金复合低温浆料烧结成膜后的膜层应连续、均匀、致密，无宏观裂纹、起泡、剥落或翘曲。

## 方阻

纳米合金复合低温浆料烧结后的电阻率应达到 $\leq 5 \text{ m}\Omega/\text{sq}$ 。

## 附着力

纳米合金复合低温浆料烧结后与基板的附着力应达到 $\geq 20 \text{ N/mm}^2$ 。

## 导热系数

纳米合金复合低温浆料烧结后的导热系数应达到 $\geq 50 \text{ W/m}\cdot\text{k}$ 。

## 剪切强度

纳米合金复合低温浆料烧结后的剪切强度应达到 $\geq 20 \text{ MPa}$ 。

## 吸湿率

纳米合金复合低温浆料烧结后的吸湿率应达到 $\leq 0.1\%$ 。

## 回流焊测试

烧结后的浆料层在经过回流焊测试后应无界面分层、裂纹、电阻变化率小于5%。

## 热应力测试

烧结后的浆料层在经过热应力测试后应无界面分层、裂纹、电阻变化率小于5%。

## 温度循环测试

烧结后的浆料层在经过温度循环测试后应无界面分层、裂纹、电阻变化率小于5%。

## 试验方法

### 试验环境

浆料各项指标的检测均应在温度15℃~35℃，相对湿度45%~75%，大气压力为86 kPa~106 kPa的环境下进行。

### 烧结前

#### 外观

用目视法检查纳米合金复合低温浆料的外观。

#### 粘度测试

按GB/T 17473.5的规定进行，平行取试料2份，使用旋转粘度计测定，转速设定在1 r/min~10 r/min，读数时间为2 min，取两次平行测试数值的平均值作为测定结果。

#### 固含量测试

按GB/T 17473.1的规定进行，称取三份1g的试料，准确到0.0001g，分别置于已恒重的2mL瓷坩埚中，将装有试料的坩埚置于箱式电阻炉进行升温测试，取三份试料测试结果的算术平均值作为测定结果。

#### 细度测试

按GB/T 17473.2的规定进行，取5份试样浆料，将浆料置于细度计上，用刮板从上至下刮动，根据槽中纵向条纹出现位置，目测确定颗粒的大小，5份测量试样读数取平均值，作为测量结果。

#### 触变指数测试

按GB/T 17473.5的规定进行，平行取试料2份，使用旋转粘度计测定0.5rpm/5rpm条件下进行测试，取两次平行测试数值的平均值作为测定结果。

#### 密度测试

按GB/T 4472-2011的规定进行，取3份试样浆料，使用密度瓶进行测试，取3份试样测试数值的平均值作为测定结果。

#### 挥发物测试

取5份试样浆料，进行200℃，1 hour的热处理测试，将测试后浆料减少的质量与测试前浆料的质量的比值百分比作为测试数据，取5份试样测试数据的平均值作为测定结果。

#### 烧结后

#### 方阻

按GB/T 17473.3的规定进行，用丝网印刷方式将浆料按指定图案印刷于陶瓷基片上，每个烧结试样分别在正反电流方向下各测量3次，取测试数据的平均值作为测定结果。

#### 附着力测试

按GB/T 17473.4的规定进行，将铜线焊接在陶瓷基片上印烧好的浆料膜层图形（2mm×2mm，膜厚 $11\mu\text{m}\pm 2\mu\text{m}$ ）上，铜线垂直于基片表面弯折90°后，置于拉力试验机上，以一定的速度均匀地从基片上拉脱引线，用引线拉脱时力的平均值来表示浆料的附着力。

#### 导热系数测试

按照GB/T 22588的规定进行,将浆料烧结制成圆片试样,典型圆片试样直径为6mm~18mm,最佳试样厚度取决于所估计的导热系数大小,薄圆片试样受高强度短时能量脉冲辐射,试样正面吸收脉冲能量使背面温度升高,记录试样背面温度的变化。

### 剪切强度测试

按照T/CASAS 018-2021的规定进行,取5份试样浆料,通过夹具将测试样品(烧结连接件)固定,被连接件(3mm×3mm)位于夹持面上方,通过推刀向被连接件的侧面施加推力,该推力随着推刀行程缓慢增加(增加的速度取决于剪切速度的设置),从而使被连接件与连接基体的结合面受到剪切力的作用。当推刀施加的推力足够大时,将使被连接件脱离连接基体。根据最大推力的值、被连接件和连接基体的结合面面积,计算出剪切强度。取5份试样剪切强度的平均值作为测定结果。

### 吸湿率测试

取10份浆料试样,烧结后的浆料层在85℃温度与85%相对湿度的双重环境应力下,持续500小时的测试,将测试后烧结浆料层的质量与测试前浆料的质量的比值百分比作为测试数据,取10份试样测试数据的平均值作为测定结果。

### 回流焊测试

烧结后的浆料层在260℃条件下进行回流焊测试,每次持续60秒,完成3次循环。

### 热应力测试

烧结后的浆料层在288 ℃条件下进行热应力测试、每次持续10秒、完成3次循环。

### 温度循环测试

烧结后的浆料层在-40 ℃与125 ℃之间进行高低温切换，每个极端温度保持30分钟，并完成1000次循环。

### 检验规则

### 检验分类

纳米合金复合低温浆料的检验分为出厂检验和型式检验。

### 出厂检验

### 检验项目

烧结前检验项目见表1。

烧结前检验项目

序号	检验项目	要求章条号	检验方法
1	外观	4.1.1	5.2.1
2	粘度	4.1.2	5.2.2
3	固含量	4.1.3	5.2.3
4	细度	4.1.4	5.2.4
5	触变指数	4.1.5	5.2.5
6	密度	4.1.6	5.2.6
7	挥发物	4.1.7	5.2.7

烧结后检验项目见表1。

烧结后检验项目

序号	检验项目	要求章条号	检验方法
1	方阻	4.2.1	5.3.1
2	附着力	4.2.2	5.3.2
3	导热系数	4.2.3	5.3.3
4	剪切强度	4.2.4	5.3.4
5	吸湿率	4.2.5	5.3.5
6	回流焊	4.2.6	5.3.6
7	热应力	4.2.7	5.3.7
8	温度循环	4.2.8	5.3.8

## 六、标准水平分析

6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度。经查，暂无相同类型的国际标准与国外标准，故没有相应的国际标准、国外标准可采用。

6.2 与国际标准及国外标准水平对比本标准达到国内先进水平。

6.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

6.4 设计国内外专利及处置情况经查，本标准没有涉及国内外专利。

## 七、与有关的现行法律法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律法规和强制性国家标准的规定。

## 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

## 十、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

## 十一、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准起草组

2025年12月