**《精细锡基合金焊粉》行业标准**

**编制说明**

**（报批稿）**

《精细锡基合金焊粉》标准起草小组

**2021年11月**

**一、工作简况**

**1.1 任务来源**

该项目为《战略性新兴产业分类（2018）》“3.2.9.6锡材料制造”中的高性能“锡基合金焊粉”产品。《精细锡基合金焊粉》行业标准项目，计划编号2021-0396T-YS（工信厅科函【2021】25号），由北京康普锡威科技有限公司负责牵头起草，计划于2022年完成。

**1.2 标准制定的必要性**

微电子工业的高速发展为人类的生活带来了翻天覆地的变化。小到家用电器、个人通讯，大到航天航空、国防军事，以集成电路为核心的电子产品已经渗透到人们生产、生活中的方方面面。微电子封装用互连材料（简称电子焊料），在基板及元器件之间起机械互连、电互连和热互连作用，是电子产品功能实现的桥梁和纽带。随着电子电器产品向软、小、轻、薄方向发展，膏状电子焊料因其使用便利，具有良好的工程应用优势，特别适用于规模化生产，在高端电子制造业上广泛应用。电子焊料膏体所需金属粉粒径有越来越细的趋势。例如，以苹果手机为代表的智能机的快速发展，其中，T5（15-25µm）锡基合金焊粉市场使用量正以每年翻倍的速度增加。随着物联网、5G通讯等快速发展，锡基合金焊粉粒径尺寸的微细化已成为趋势，超细、窄粒度锡基合金焊粉应用将会越来越广泛。

国外超细焊粉以Senju、Alpha等日、美企业和以PSP、IPS等为代表的欧洲企业为主。其中，Senju工艺已经开发6#（15~5µm）、7#（2~11µm）并用于锡膏产品，在半导体封装领域应用；德国贺利氏（Heraeus PSP）和加拿大5N Plus开发的7#（2~11µm）、8#（2~8µm），甚至更细粒度的焊粉等也有应用的报道。国内超细焊粉以北京康普锡威科技有限公司、云南锡业锡材公司等大型国企为首，以及深圳福英达工艺技术有限公司等民营高新技术企业。特别是北京康普锡威科技有限公司（有研科技集团所属产业公司），在国家十三五重点研发计划项目（超细、窄粒度锡基钎料粉末制备关键技术研发及产业化，项目编号：2017YFB0305703）支持下，国内实现了粒径在15μm以下的不同粒度规格锡基合金焊粉的开发和产业化应用。

然而，当前电子产品的发展趋势向绿色环保化、小型化、高性能、高可靠性、高安全性和电磁兼容性能发展，特别是随着物联网、5G通讯等快速发展趋势，焊料合金成分的高纯化、焊粉颗粒尺寸的微细化、形貌和尺寸的精确化，15μm以下窄间距互连应用越来越广，缺乏专门针对精细焊粉产品的技术标准，不同制造商以及制造商和使用商间缺乏统一的标准，容易引起纷争。因此建立“精细焊锡粉”共同的行业标准，现阶段具有迫切性和必要性，对减少行业沟通上的障碍，促进电子产品的窄间距互连，加快整个产业链建立符合评价技术规范都具有重要的意义，而从其产品技术和应用成熟度角度制订“精细焊锡粉”标准也具有充分的可行性。

**1.3标准项目的可行性及拟解决的问题**

目前，精细锡基合金焊粉相关企业包括：国外超细焊粉以Senju、Alpha等日、美企业和以PSP、IPS等为代表的欧洲企业为主。其中，Senju工艺已经开发6#（15~5µm）、7#（2~11µm）并用于锡膏产品；德国贺利氏（Heraeus PSP）和加拿大5N Plus开发的7#（2~11µm）、8#（2~8µm），甚至更细粒度的焊粉等也有应用的报道。国内超细焊粉以北京康普锡威科技有限公司、云南锡业锡材公司等大型国企为首，以及深圳福英达工艺技术有限公司等民营高新技术企业，但对于具体精细焊粉产品的标准各企业之间都有各自标准，标准之间有差异，并且检测设备和检测方法也有差异。由于缺乏专门针对精细焊粉产品的技术标准，不同制造商和使用商间缺乏统一的标准，容易引起纷争。

本标准综合了目前的主要锡基合金焊粉的标准，并且结合了各厂家精细合金焊粉的实际标准，和针对精细合计焊粉的研发情况，具有实际可行性。

本标准规定了电子封装和电子电路等微电子互连用超精细锡粉的分类和命名、检测方法、检测标准、检测规则和标志、包装、运输、储存、质量证明。

**1.4 项目编制组成员及其所作工作**

本项目的编制组由北京康普锡威科技有限公司、中山翰华锡业有限公司、云南锡业股份有限公司、工业和信息化部第五研究所、等单位组成，。

**1.4.1编制单位的技术基础**

牵头起草单位北京康普锡威科技有限公司是有研科技集团（原北京有色金属研究总院）-控股子公司，主要从事微电子互连材料和有色金属材料的研发、生产、销售与服务的国家级高新技术企业。公司高品级电子互连用锡基合金焊粉年产销达到2000吨，特别是T5（15-25μm）、T6（5-15μm）微细焊粉已用于Apple、Vivo/Opple和华为等的最新一代手机，按用量计算占总市场份额六成。2019年被工信部第一批评为微电子互连焊料专精特新“小巨人”企业。公司依托科技部“金属熔体分散凝固技术”国家创新团队，在微电子互连焊粉领域已实现国际领先。先后获得国家科技进步二等奖1项，省部级科技进步奖7项；主持和参与制修订国家标准、行业标准16项，累计申请专利百余件，含中国专利优秀奖1项，北京市发明专利三等奖1项，发表相关学术论文 30余篇。

参加单位中山翰华锡业有限公司是一家集研发、生产、销售、技术支持为一体的综合型电子焊接材料及相关专用化学品的高新技术企业，是广东省设立的“环保焊料工程技术研究中心”。参加单位工业和信息化部电子第五研究所，是中国最早从事电子产品质量与可靠性、环境实验理论研究和工程实践的权威机构，建有中国赛宝实验室。该实验室是第一家获得美国国家认可委员会（ANAB)信息安全管理体系（ISMS）认可的中国认证机构，是中国第一批获得IECEE 认可的CB 实验室。参加单位云南锡业锡材有限公司是世界最大的锡材加工基地，丝、条、异形材、粒、球、半球、粉、焊锡膏、无铅焊料等产品规模达30000 吨/年的国家高新技术企业，云南省企业技术中心，云省创新型试点企业，云南省电子锡焊料先进制备技术与应用工程研究中心。已完成省级项目7 项，拥有授权发明专利6 项，制定国家获行业标准9 项。

**1.4.2**编制单位起草人所作工作

根据任务落实会会议精神，北京康普锡威科技有限公司、中山翰华锡业有限公司、云南锡业股份有限公司、工业和信息化部第五研究所、中兴通讯等单位，成立了《精细锡基合金焊粉》行业标准修订工作小组（以下简称编制组），并对编制组成员进行了明确职责分工， 标准编制组成员及职责详见下表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 起草人姓名 | 职责及分工 |
| 1 | 李志刚 | 负责精细锡基合金焊粉标准方案制定、产品情况调研、资料搜集、数据采集与汇总、主持标准条款编写、标准技术内容的理论指导和审核等。 |
| 2 | 卢彩涛 | 协助精细锡基合金焊粉标准方案制定、试验方案确定、产品调研、资料搜集、数据收集、标准编写等。 |
| 3 | 张富文 | 参与方案制定、组织协调产品的调研、技术参数的确定、为项目提供保障等。 |
| 4 | 李爱良 | 提供第三方的检测服务，指导企业现场检验的规范化并编写标准的试验检测分析报告等。 |
| 5 | 肖慧 | 协助提供第三方的检测服务、产品资料搜集。 |
| 6 | 秦俊虎 | 协助精细锡基合金焊粉标准方案制定、试验方案确定、产品调研、资料搜集、数据收集、标准编写等。 |
| 7 | 王玉 | 协助精细锡基合金焊粉标准方案制定、试验方案确定、产品验证、标准编写等。 |
|  |  |  |

**1.5主要工作过程**

1）起草阶段

2021年3月，北京康普锡威科技有限公司接受《精细锡基合金焊粉》行业标准编制任务后，成立了《精细锡基合金焊粉》行业标准编制组。标准编制工作组成员查阅了相关资料，如美国标准：IPC J-STD-005A CN 2012 焊膏要求 ，日本标准：JIS Z 3284:2014 《Solder paste》，）国家标准：《铸造锡铅焊料》GB/T 8012-2013 ，国家标准：GB/T 20422《无铅钎料》，行业标准： SJ/T 11391-2019《电子产品焊接用锡合金粉》，行业标准：SJ/T 11392-2019《无铅焊料 化学成分与形态》等，并结合北京康普锡威科技有限公司多年对锡基合金焊粉的研究情况，编制组组织相关技术和管理人员进行多次讨论后，2021年5月初步确定了《精细锡基合金焊粉》的主要技术指标，提出了该版的讨论稿及编制说明。

计划2021年11月16日，在广西南宁市召开了首次讨论会，相关单位参加。会上各与会单位对本标准讨论稿进行了充分讨论。在整理、讨论和完善了相关意见和建议后，形成及《编制说明》。

2）征求意见阶段

会后，编制组根据会议要求修改了标准《预审稿》及《编制说明》，形成《征求意见稿》及《编制说明》。于2022年7月份，共发出征求意见表14份，共收到回复14份，涉及标准19项条款，经标准编制组讨论，均对回馈的意见分别予以处置（其中17份采纳，2份不采纳）回馈意见及处置，编制了《标准征求意见稿意见汇总处理表》，并对《征求意见稿》及《编制说明》修改后，于2022年8月完成了本标准《送审稿》及《编制说明》。

3）审查阶段

a. 技术专家审查会议

2022年9月10～12日在陕西西安市，由全国有色金属标准化技术委员会主持，召开了《锌及锌合金牺牲阳极》行业标准审定会，共有29个单位的38名专家（详见有色金属标准审定会专家签名表）参加了会议。与会专家对 《锌及锌合金牺牲阳极》行业标准的《送审稿》进行了认真审定，提出了19条修改意见。会后，编制组根据专家的意见修改完善了本标准《送审稿》及和《送审稿编制说明》。

# b. 委员审查会议

2022 年11 月6 日，全国有色金属标准化技术委员会在浙江省桐乡市召开了全国有色金属标准化技术委员会重金属分技术委员会年会。全国有色金属标准化技术委员会重金属分技术委员会（SAC/TC243/SC2）全体委员大会应到会委员共计62 名，实际到会委员54名。与会委员对该标准制修订程序、征求意见的过程、以及技术内容的确定等多方面进行了审查。与会54 名委员全体投票通过，同意该标准《送审稿》及和《送审稿编制说明》通过审查。

4）报批阶段

标准编制组按照审查意见对标准文本进一步完善后，于2022年11月最终形成《报批稿》和《报批稿编制说明》，提交到有色标委会秘书处。

1. **标准编制原则**

本标准起草单位自接受起草任务后，成立了本系列标准编制工作组负责收集生产统计、检验数据、市场需求及客户要求等信息。初步确定了《精细锡基合金焊粉》标准起草所遵循的基本原则和编制依据：

1. 以满足国内外精细锡基合金焊粉实际生产和使用的需要为原则，提高标准的适用性。
2. 以与实际结合为原则，提高标准的合理性和可操作性。
3. 根据技术发展水平及测试数据确定技术指标取值范围；
4. 完全按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定编写。

**三、标准主要内容的依据**

**3.1适用范围**

本标准规定了电子封装和电子电路互连用超精细锡粉的分类和命名、检测方法、检测标准、检测规则和标志、包装、运输、储存、质量证明。

本标准适用于电子封装和电子电路互连的软钎焊用的精细锡基合金焊粉（粒度小于38µm），特别是最大颗粒尺寸小于15µm的粉状锡基焊料。

**3.2 产品分类和标记**

3.2.1 按合金分类

按合金分为无铅（LF）精细锡基合金焊粉和锡铅（LT）精细锡基合金焊粉两类。

3.2.2 按粒度精细程度分级

按粒度精细程度可分为0F，1F，2F，3F级，具体为。

|  |
| --- |
| 精细程度可分类 |
| 0F | T4（38-25µm） | T5（25-15µm） | T6（15-5µm） |
| 1F | T7（11-2µm） | T8（8-2µm） | T9（6-2µm） |
| 2F | T10（4-1µm） | T11（3-1µm） | T12（2-1µm） |
| 3F | T13（1-0.5µm） | T14（0.5-0.1µm） | T15（<0.1µm） |

3.2.3标记

按照GB/T 6208钎料型号的表示方法，对焊锡粉的标记按下列规定：

焊锡粉合金成分分类见4.1.1

焊锡粉合金成分 见5.1

焊锡粉颗粒规格 见表1

XX

XXXXXXX

TX

一

一

焊锡粉型号表示示例：如某一焊锡粉的合金牌号为Sn99.3Cu0.7、焊锡粉颗粒尺寸分布类型为T7型，则其牌号为：LF－Sn99.3Cu0.7－T7

**3.3 化学成分**

含铅焊锡粉合金成分应符合GB/T 8012的规定，根据用户需要也可按照ISO 9453的规定。无铅焊锡粉合金成分应符合SJ/T 11392的规定。

**3.4粒度规格及要求**

精细锡粉的粒度应符合表1的规定，如用户与供应商达成协议，此要求可按协商结果执行。

表1 粒度规格规定及粒度分布要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粒度精细分级 | 规格 | 最大颗粒尺寸µm | <1wt%的粒度尺寸µm | ≥90%的颗粒尺寸µm | ≤10%的颗粒尺寸µm |
| 0F | T4 | 45 | 38 | 38-20 | 20 |
| 0F | T5 | 30 | 25 | 25-15 | 15 |
| 0F | T6 | 20 | 15 | 15-5 | 5 |
| 1F | T7 | 15 | 11 | 11-2 | 2 |
| 1F | T8 | 11 | 8 | 8-2 | 2 |
| 1F | T9 | 8 | 5 | 6-2 | 2 |
| 2F | T10 | 6 | 4 | 4-1 | 1 |
| 2F | T11 | 4 | 3 | 3-1 | 1 |
| 2F | T12 | 3 | 2 | 2-1 | 1 |
| 3F | T13 | 2 | 1 | 1-0.5 | 0.5 |
| 3F | T14 | 1 | 0.5 | 0.5-0.1 | 0.1 |
| 3F | T15 | 0.5 | 0.1 | <0.1 | -- |
| 备注 | 1. 表中规格合金粉末以激光粒度分析法为主要检测方法；2. 粒度分布上下限特殊指标可按合同要求特殊控制。 |

3.5粒度形状

焊锡粉形状应是球形的，但允许长轴与短轴的比不大于1.2的近球形粉末。如用户与供应商达成协议，也可为其它形状的焊锡粉。

当按6.2试验方法确定焊锡粉形状时，如果90%以上的焊锡粉是球形和长轴与短轴比不大于1.2的近球形的，则归类为球形。

3.6氧含量

采用GB/T 20422对含氧量的规定，根据不同的焊锡粉类型，按6.3试验方法确定焊锡粉的含氧量标准，应符合表2的要求；如用户与供应商达成协议，此要求可按协商结果执行。

1. 表2 精细锡基合金焊粉氧含量要求
2. 单位为质量分数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 焊锡粉类型 | 焊锡粉含氧量 | 焊锡粉类型 | 焊锡粉含氧量 |
| T6 | ≤0.04 | T11 | ≤0.18 |
| T7 | ≤0.06 | T12 | ≤0.25 |
| T8 | ≤0.08 | T13 | ≤0.30 |
| T9 | ≤0.10 | T14 | ≤0.50 |
| T10 | ≤0.15 | T15 | ≤0.80 |

6 检测方法

6.1化学成分

含铅焊锡粉合金成分分析方法采用GB/T 10574.1~10574.14的规定。

无铅焊锡粉合金成分分析方法采用GB/T 10574.1~10574.14、GB/T 3260.1~3260.11的规定。

6.2 粒度分布检测

6.2.1 激光粒度分析法

对精细锡基合金焊粉测试采用激光粒度分析法或图像分析法测定。

激光衍射测试分析方法参照GB/T 19077-2016（年代号可以去掉） 粒度分布 激光衍射法。

6.2.2图像法

图像法测试粒度分析方法参照GB/T 21649.1-2008 粒度分析 图像分析法第1部分：静态图像测定方法。

6.3氧含量检测

氧含量测试采用脉冲加热惰性气体熔融-红外吸收法，具体测试方法参考GB/T 11261-2006 钢铁 氧含量的测定 脉冲加热惰气熔融-红外吸收法；

**四 标准水平分析**

通过文献检索和网上查询，国内外涉及精细锡基合金焊粉的标准主要有以下几个：

（1）美国标准：IPC J-STD-005A CN 2012 焊膏要求

（2）日本标准：JIS Z 3284-2014 Solder paste

（3）国家标准：GB/T 20422-2018《无铅钎料》

（4）行业标准：SJ/T 11391-2019《电子产品焊接用锡合金粉》

其中，IPC J-STD-005A-2012 《焊膏要求》，针对合金成分，粉末颗粒尺寸，粉末颗粒形状做出了规定，但是，关于粉末颗粒尺寸只制定了T1（150-75μm）至T7（15-5μm）粒度规格的粒度标准，未对目前市场上使用的5μm以下粉做出规定，对于影响粉体氧含量指标未作出规定；JIS Z 3284:2014 Solder paste，制定了相对更详细的要求，包括：合金成分，粉末颗粒尺寸，粉末颗粒形状，并且关于粉末颗粒尺寸规定到T8（8-2μm），未对目前市场上使用的2μm以下粉做出规定，对于影响粉体氧含量指标未作出规定；国家标准：GB/T 20422-2018《无铅钎料》规定了合金成分，粉末颗粒尺寸，粉末颗粒形状，并且关于粉末颗粒尺寸规定到T7（11-2μm）的粒度标准，对于影响粉体氧含量指标未作出规定；行业标准：SJ/T 11391-2019《电子产品焊接用锡合金粉》是针对锡基合金焊粉规定较全面，包括：合金成分，粉末颗粒尺寸，粉末颗粒形状，粉体氧含量，关于粉末颗粒尺寸规定到T8（8-2μm），未对目前市场上使用的2μm以下粉做出规定。

本标准与其他标准具体指标对比分析表见表3。

综上所述，目前国内外没有针对精细锡基合金焊粉特别是小于5µm和小于2µm焊粉没有规定。为了满足国内外市场对精细锡基合金焊粉的需要，保证产品质量和企业权益，制订该产品标准具有非常重要的现实意义，能弥补和解决目前市场上针对精细锡基合金焊粉产品完整标准缺失的问题，进一步推动精细合金焊粉的应用。本标准结合精细锡基合金焊粉的生产情况和市场应用情况，参照美国标准：IPC J-STD-005A CN 2012 《焊膏要求》，日本标准：JIS Z 3284-2014 《Solder paste》 ）国家标准：GB/T 20422-2018《无铅钎料》，行业标准：SJ/T 11391-2019《电子产品焊接用锡合金粉》等标准，将目前国内外精细锡基合金焊粉的使用情况进行了梳理、补充和整合，从实际现状出发，完善细化了各项技术指标，形成一项针对精细锡基合金焊粉产品新标准。

本标准首次提出小于2µm锡基合金焊粉粉技术指标及测试方法，填补了国内和国际针对小于2µm应用于电子焊料的标准空白。综上所述，本标准的总体标准水平达到了国际水平。

**五 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

目前，针对锡基合金焊粉，国家标准是GB/T 20422-2018《无铅钎料》，行业标准：SJ/T 11391-2019《电子产品焊接用锡合金粉》，本标准中的产品分类、牌号以及技术指标涵盖了上述标准的内容，在此基础上又补充了针对更精细粉体的指标要求，因此本标准是现有国家标准或行业标准不可替代的，是现行国家标准体系的完善和补充。本标准的制定与现行的相关法律、法规、规章及相关标准的关系不矛盾、不冲突，其相互关系协调。

六 **重大分歧意见的处理经过和依据**

无重大分歧。

**七 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议**

建议作为中国有色金属行业推荐性标准。

**八 贯彻标准的要求和措施建议**

本标准反映了精细锡基合金焊粉的使用要求，因此可积极向厂家及国内外用户采用本标准。

**九 废止现行有关标准的建议**

无。

**十 其他予以说明的事项**

无

《精细锡基合金焊粉》标准起草小组》

 2021年11月

表3 本标准与其他标准具体指标对比分析表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 国家 | 标准号 | 标准名称 | 分类 | 合金成分 | 粉末颗粒尺寸 | 粉末颗粒形状 | 氧含量 |
| 国内 | 本标准 | 《精细锡基合金焊粉》 | 有铅焊粉、无铅焊粉 | 含铅焊锡粉合金成分应符合GB/T 8012的规定，根据用户需要也可按照ISO 9453的规定。无铅焊锡粉合金成分应符合SJ/T 11392的规定。 | T4（38-20μm）至T15（0.5-0.1μm） | 焊锡粉形状应是球形的，但允许长轴与短轴的比不大于1.2的近球形粉末。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 含氧量 | 类型 | 含氧量 |
| T4 | ≤0.012 | T10 | ≤0.150 |
| T5 | ≤0.015 | T11 | ≤0.180 |
| T6 | ≤0.040 | T12 | ≤0.250 |
| T7 | ≤0.060 | T13 | ≤0.300 |
| T8 | ≤0.080 | T14 | ≤0.500 |
| T9 | ≤0.100 | T15 | ≤0.800 |

 |
| 国内 | SJ/T 11391-2019 | 《电子产品焊接用锡合金粉》 | 未提及 | 含铅焊锡粉合金成分应符合GB/T 8012的规定，根据用户需要也可按照ISO 9453的规定。无铅焊锡粉合金成分应符合SJ/T 11392的规定。 | T1（150-75μm）至T8（11-2μm） | 焊锡粉形状应是球形的，但允许长轴与短轴的比不大于1.2的近球形粉末。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 焊锡粉类型 | 焊锡粉含氧量 | 焊锡粉类型 | 焊锡粉含氧量 |
| 1 | <0.008 | 5  | <0.018 |
| 2  | <0.010 | 6 | <0.040 |
| 3  | <0.012 | 7 | <0.060 |
| 4  | <0.013 | 8 | <0.080 |

 |
| 国内 | GB/T 20422-2018 | 《无铅钎料》 | 未提及 | 无铅钎料的化学成分应符合表2的规定,数值修约按照 GB/T8170的规定进行。 | T1（150-75μm）至T7（15-5μm） | 粉状钎料的颗粒应是球形的,质量分数大于90%的粉状颗粒的长轴与短轴的比值不大于1.25。其他类型粉状颗粒由供需双方协商。 | 未提及 |
| 国外 | IPC J-STD-005A-2012 | 焊膏要求 | 未提及 |  | T1（150-75μm）至T7（15-5μm） | 焊料颗粒形状的测定用目测方法，使用一个放大倍数足够以确定是球形（长宽比小于 1.5）还是椭圆形的双目显微镜。90%以上颗粒是球状的称为球形，否则称为非球形。 | 未提及 |
| 国外 | JIS Z 3284-2014 | Solder paste | 未提及 | The solder of the class specified in JIS Z 3282:2017 shall be uesed | T1（150-75μm）至T8（11-2μm） | The shape of solder particle shall be spherical [ratio of longer diameter to shorter diameter (aspect ratio)of particle is within 1.2].焊锡粉形状应是球形的，但允许长轴与短轴的比不大于1.2的近球形粉末。 | 未提及 |