

文章编号: 1003-7837(2006)04-0258-03

# Ag-Cu-Zn 合金钎焊料生产工艺的研制

王振显, 陈琪莎, 崔 静

(广州有色金属研究院, 广东 广州 510651)

摘 要: 采用石墨坩埚炉熔化及钢模浇注→挤压开坯→退火→拉伸→酸洗→拉伸的工艺,并选择合适的工艺参数,研制出 6 种牌号的 Ag-Cu-Zn 合金钎焊料,其性能优良,达到日本同类产品性能水平.

关键词: 挤压开坯; 温度; 退火; 酸洗; 拉伸

中图分类号: TG335;TG356 文献标识码: A

广州有色金属研究院受某企业委托成功地试制出 3 个牌号 (BAg45CuZn, BAg30CuZn, BAg50CuZn) 银钎焊料,并向该企业转让技术,协助该企业建成一条银钎焊料棒线及片带材生产线.另成功试制出 A 型、C 型、D 型(日本牌号)3 个牌号压缩机焊接专用的银焊料.

## 1 试 料

银: $w(\text{Ag}) > 99.99\%$ ,杂质质量分数不大于  $0.01\%$ ;铜: $w(\text{Cu}) = 99.95\%$ ,杂质质量分数不大于  $0.05\%$ ;锌: $w(\text{Zn}) = 99.99\%$ ,杂质质量分数不大于  $0.01\%$ ;锡和铟:均要求纯度达  $99.95\%$ ,杂质含量不大于  $0.05\%$ .CuP 铜磷合金俗称磷铜母( $w(\text{P})$  为  $8\% \sim 15\%$ );新鲜木炭(经过  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  煅烧);草木灰(用干稻草烧制);润滑剂:30 号机油及优质肥皂液.

## 2 相图分析

对 BAg45CuZn,BAg30CuZn,BAg50CuZn 及 A 型、C 型、D 型 6 个牌号焊料的技术要求列于表 1.

在室温下,Ag-Cu-Zn 三元合金的各种成分共析出 6 个相: $\alpha_1(\text{Ag-Zn})$ , $\alpha(\text{Cu-Zn})$ , $\beta$ , $\gamma$ , $\delta$ , $\epsilon$ , $\eta$ (图 1,图 2),靠近浓度三角形的三个角均有一个狭窄的固溶区,即  $\alpha_1$ , $\alpha$ , $\eta$ ,另外 4 个相也是固溶体,这 4 个相

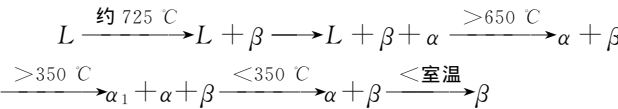
中  $\beta$  相有较好的塑性,其它各相都较脆,所以银铜锌焊料的成分都选择在未出现  $\gamma$  相的范围( $\text{Zn}$  含量  $w(\text{Zn}) < 40\%$ ).

表 1 各牌号焊料的技术要求  
Table 1 Specifications of each type of solder

牌号	化学成分 $w/\%$					固相线	液相线	钎焊
	Ag	Cu	Zn	Sn	In	温度/ $^{\circ}\text{C}$	温度/ $^{\circ}\text{C}$	温度/ $^{\circ}\text{C}$
BAg45CuZn	45	30	余量	—	—	665	745	745~845
BAg30CuZn	30	40	余量	—	—	678	766	766~871
BAg50CuZn	50	34	余量	—	—	690	775	775~870
A 型 <sup>1)</sup>	45	30	29	1	—	664	700	700~800
C 型 <sup>1)</sup>	38	30	30	—	2	660	725	725~825
D 型 <sup>1)</sup>	35	33	30	—	2	660	740	740~840

注:1)日本牌号

以 C 型银焊料为例,由图 1<sup>[1]</sup>、图 2<sup>[1]</sup>、图 3<sup>[2]</sup> 及图 4<sup>[2]</sup> 得出:



从上面分析可看出,焊料在固态时, $\beta$  相始终存在.从相图来看, $\beta$  相的量占大多数,从室温到  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$  范围内加热时,虽有相变发生,但是因转变不多,且有一定的相变温度范围,所以不会导致开裂.在热加工时,同样也不会同时有大量相变而导致开裂.此

收稿日期: 2006—08—12  
作者简介: 王振显(1934—),男,满族,吉林长春人,高级工程师,大学本科.  
万方数据

合金在加热过程中存在多次相变,故属于不易加工的材料.

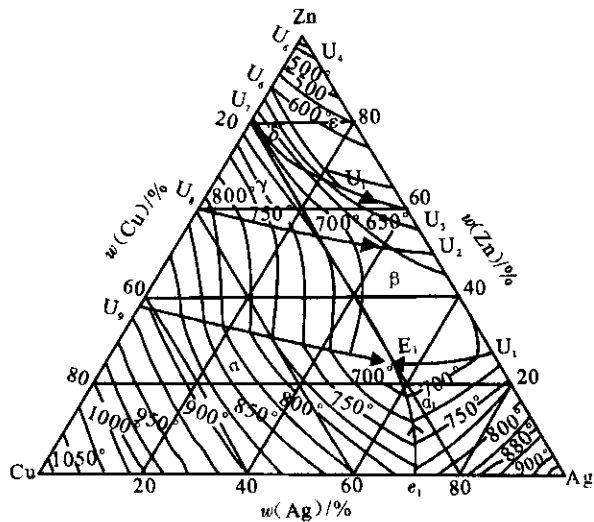


图 1 银-铜-锌合金液相线  
Fig. 1 Ag-Cu-Zn alloy liquid line

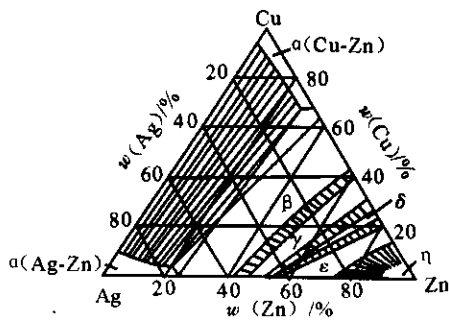


图 2 银-铜-锌合金在室温的相分布  
Fig. 2 Phase distribution of Ag-Cu-Zn alloy at room temperature

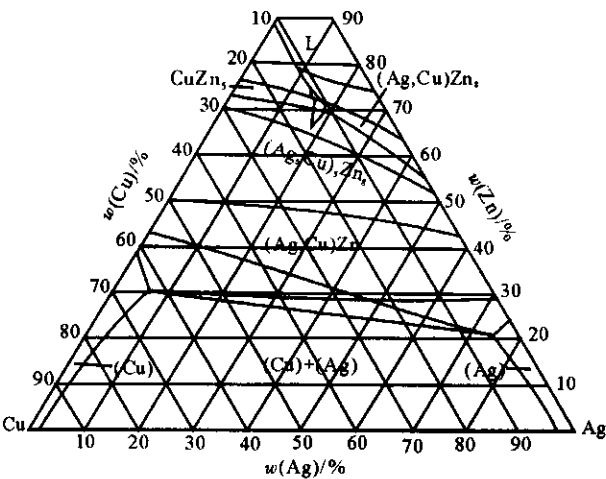


图 3 银-铜-锌合金在 600 °C 的等温截面  
Fig. 3 Ag-Cu-Zn alloy isothermal sections at 600 °C

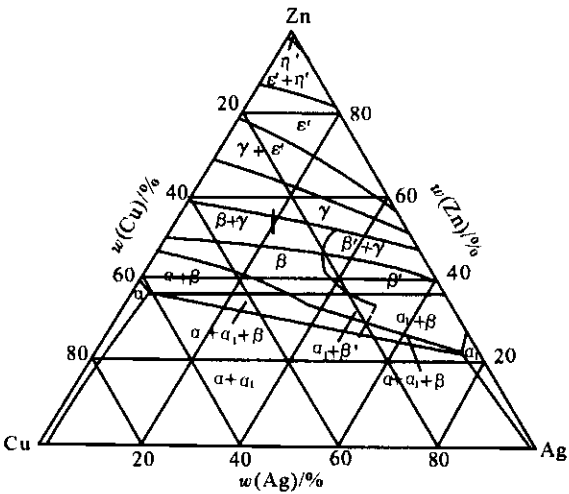


图 4 银-铜-锌合金在 350 °C 的等温截面  
Fig. 4 Ag-Cu-Zn alloy isothermal sections at 350 °C

3 生产工艺

3.1 开坯工艺的确定

Ag-Cu-Zn 合金钎焊料属于不易加工的材料,根据相图分析得出铸锭开坯破晶是关键工序,将粗大的铸造组织结晶破碎,最大限度地改变组织,提高材料的加工性能和组织性能.开坯工序选择了 3 个方案,方案 1:合金熔化→扒皮切帽口→铸锭均匀化→挤压开坯→热旋锻→拉伸→退火→酸洗→拉伸→成品检验;方案 2:合金熔化→扒皮切帽口→铸锭均匀化→热旋锻→拉伸→退火→酸洗→拉伸→成品检验;方案 3:合金熔化→扒皮切帽口→铸锭均匀化→孔型轧制合金熔化→扒皮切帽口→铸锭均匀化→退火→热旋锻→拉伸→退火→酸洗→拉伸→成品检验.

试验表明,方案 1 的挤压开坯效果最好,其优点是坯料受力状态好(点应力为压应力),加工率大(达 90%以上),既能达到开坯的目的,又能保证产品质量.方案 2 的热旋锻开坯,由于 B203 设备能力有限,加工过程中道次加工率小,使铸造组织得不到改善,表面变形大而造成加工状态不均匀,易开裂.方案 3 的孔型轧制,因轧制时的受力状态为 2 项压应力和 1 项拉应力,银焊料本身又属于难加工的材料,在轧制过程中易造成开裂.因此,选择方案 1,即挤压开坯.

经试验,确定线、棒材产品的生产工艺流程为:合金熔化→扒皮切帽口→铸锭均匀化→挤压→退火→拉伸→退火→酸洗→拉伸→成品检验.带片材产

品的生产工艺流程为:合金熔化→扒皮切帽口→铸锭均匀化→热轧→退火→酸洗→冷轧→成品检验.

### 3.2 工艺参数

(1)对 BAg45CuZn 牌号的焊料,用 7.5 kW 坩埚炉和 D200 mm×400 mm 石墨坩埚,以木炭做覆盖剂,用草木灰造渣,在 745 ℃熔化合金,其浇注温度为 870~930 ℃. D50 mm 铸锭的扒皮厚度为 1~3 mm,在 625 ℃进行均匀化处理,保温 4 h;挤压中将 D48 mm×150 mm 铸锭加热温度至 620 ℃,保温 2 h,以挤压比大于 92%,挤压成直径 6~8 mm 的材料,然后在 580 ℃退火,保温 2 h. 拉伸中的道次加工率为 10%~17%,退火间总加工率为 30%~60%,其退火温度为 550 ℃,并保温 2 h. 最后用 10%~15% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液酸洗.

(2)对 BAg50CuZn 牌号的焊料,将合金在 690~775 ℃熔化,浇注温度为 990~1050 ℃,铸锭扒皮厚度为 1~3 mm,在 650~660 ℃将铸锭进行均匀化处理,保温 4 h. 热轧的加热温度为 655~560 ℃,道次压下率为 9%~30%,退火温度为 555~565 ℃,保温 2 h. 冷轧的道次压下率为 10%~15%,总压下率为 30%~60%,退火温度为 555~550 ℃,保温 2 h. 最后用 10%~15% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液酸洗.

(3)对 C 型牌号的焊料,将合金在 725 ℃熔化,浇注温度为 825 ℃,铸锭扒皮厚度为 1~3 mm,在 530~560 ℃将铸锭进行均匀化处理,保温 4 h. 开坯时的加热温度为 570~580 ℃,总加工率为 90%以上. 拉伸时的道次加工率为 10%~17%,退火温度为 490~540 ℃,退火间总加工率为 30%~60%. 最后用 10%~15% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液酸洗.

### 3.3 配料方法

金属熔化时,一般 Ag, Cu, Zn 烧损分别为 3%, 2%, 5%. 首次投新料时,为了合金成分配比的均匀,

Ag 和 Cu 可不计算烧损,而 Zn 按其质量分数 3% 计算烧损量,投料时按合金成分的配比(质量比)计算每一金属质量. 在银基钎料中,银在熔化时的烧损越少越好,一般是 3%. Zn 烧损补加量的计算方法,可用经验公式(1)计算:

$$\text{Zn 补加量} = \frac{3\%}{1-3\%} \times \text{计算的 Zn 质量} \quad (1)$$

将原料按计算量称好后,烘干,然后放入炉内. 往炉内放料时注意:以新料为主时,先放 Ag 和 Cu, 待其熔化后用磷铜脱氧,然后再放入回炉料,最后放入 Zn; 以回炉料为主时,先放入回炉料和 Ag, 待其熔化后再放入 Cu, 最后放入 Zn. 脱氧用磷的加入量为原料质量的 0.01%~0.02%, 磷多以 CuP 铜磷合金的形式加入.

### 3.4 产品质量

所研制的 6 种牌号的焊料经厂家用于焊接结构钢、不锈钢、铜及其合金材料等表明,焊接质量好,流动性好,焊缝均匀、表面光滑、美观,焊接的渗透深度达 6~7.5 mm. 可与日本同类焊料媲美.

## 4 结 论

采用石墨坩埚熔化及钢模浇注→挤压→退火→拉伸→酸洗→拉伸的工艺,试制出直径 0.5 mm Ag-Cu-Zn 合金钎焊料,采用石墨坩埚炉熔化及钢模浇注→热轧开坯→退火→酸洗→冷轧的工艺,试制出厚度 0.2 mm 的 Ag-Cu-Zn 合金钎焊料.

### 参考文献:

- [1] 贵金属材料加工手册编写组. 贵金属材料加工手册[M]. 北京:冶金工业出版社,1978:30.
- [2] PETZOW G, EFFENBERY G, PRINCE A, et al. 金银三元合金相图[M]. 郭志,叶昕,译. 沈阳:沈阳黄金学院,1993:139.

## Development of production technology of Ag-Cu-Zn alloy solder

WANG Zhen-xian, CHEN Qi-sha, CUI Jing

(Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

**Abstract:** Six types of Ag-Cu-Zn alloy solder can be developed by means of melting of graphite crucible furnace and the processes such as steel form pouring→extrusion blooming→annealing→tension→acid washing→tension. The product with good performance has achieved to the corresponding one from Japan.

**Key words:** extrusion blooming; temperature; annealing; acid washing; tension