

文章编号: 1003—7837(2001)01—0048—03

含铟铝合金焊料及其复合带性能的研究

林松盛, 付志强, 邓其森, 袁镇海, 郑健红

(广州有色金属研究院材料表面工程技术开发中心, 广东 广州 510651)

摘 要: 将铟含量不同的 Al-Si-Mg-In 焊料与 Al-Mn 芯材制成复合带材, 研究了铟对复合带性能的影响。结果表明: 铟含量对焊料与芯材的热复合性能影响不大; 当铟含量 w_{In} 低于 0.027% 时, 焊料中铟含量越高复合带强度和钎焊性能越好; 当 w_{In} 高于 0.027% 时, 随焊料中铟含量的增加, 复合带强度和钎焊性能反而下降; 焊料中铟的最佳含量 w_{In} 为 0.027%。
关键词: 铜添加合金; 铝基合金; 焊料; 钎焊性能
中图分类号: TG425 **文献标识码:** A

在热交换器散热片的两侧复合上焊料, 制成复合带, 可以改善散热片与冷却管的钎焊性。常用的焊料为 Al-Si 或 Al-Si-Mg 焊料, 但用它们制成的复合带的钎焊性能 and 高温性能有待于进一步提高^[1,2]。研究表明, 在焊剂中加入少量的铟可以使熔融焊料表面的氧化膜减弱, 利于焊料的润湿和渗透, 达到良好的焊接效果^[3]。由于铟的表面能比较小, 在铝合金焊料中加入铟可以使其表面能降低, 有利于焊料的流动。本文研究了在 Al-Si-Mg 焊料中加入适量铟, 可改善其钎焊性能及复合带的高温性能。

1 试验部分

1.1 试样制备

焊料的合金设计以 Al-Si-Mg/Al-Mn 复合带的焊料为基础, 在焊料中加入不同量的铟, 制成含铟量不同的合金焊料, 其成分见表 1。采用热复合轧制工艺将焊料和散热片的芯材 Al-Mn 合金加工成一定尺寸的复合带。

1.2 测试方法

用 MeF-3 型高分辨率光学金相显微镜观察复合带的显微组织。通过加热焊料, 测定其漫流面积来确定焊料的钎焊性能。测定条件: 真空室的冷态真空度为 2.67×10^{-3} Pa, 试验温度为 (605 ± 5) °C, 保温时间为 10 min, 试样为 3 mm

表 1 焊料成分
Table 1 Composition of the solders

焊料代号	含量 $w/\%$			
	In	Si	Mg	Al
2-0	0	10.24	1.55	余量
2-1	0.0084	10.27	1.62	余量
2-2	0.027	10.31	1.44	余量
2-3	0.039	10.07	1.46	余量
2-4	0.073	10.11	1.59	余量

收稿日期: 2000—10—23
作者简介: 林松盛 (1973—), 男, 广东潮州人, 学士。

$\times 3 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ 块状焊料, 质量为 $(21.0 \pm 1.0) \text{ mg}$, 多个试样取平均值。

复合带的高温强度用耐垂性试验测定, 其装置如图 1 所示。试样为双面复合焊料, 宽 30 mm, 厚 1.0 mm, 水平放置, 固定一端, 距固定端 30 mm 处立一支撑, 在支撑点外悬空 50 mm。在空气电阻炉内将试样加热到 610℃, 保温一定时间后出炉, 测定自由端下降的高度。

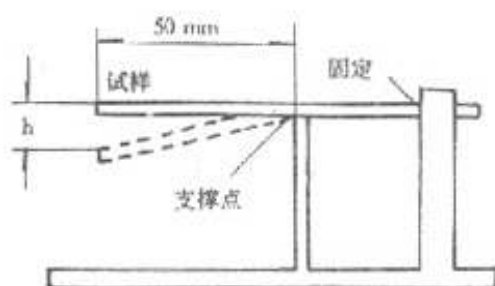


图 1 耐垂性试验装置

Fig. 1 Schematic diagram of drooping resistance test

2 试验结果及讨论

2.1 复合带的组织

图 2 为复合带的显微组织。从图 2 可以看出, 用优化热复合工艺制成的复合带的焊料与芯材已经紧密结合, 界面无氧化层和孔隙, 二种含铜量不同的焊料的界面结合状况基本相同, 这表明焊料中铜含量的多少对焊料和芯材的热复合性能无明显影响。



图 2 复合带的显微组织, 500×

Fig. 2 Microstructure of the composite strips

2.2 铜含量对焊料漫流性的影响

将小块状焊料样品放在 Al-Mn 合金上, 在高真空炉内加热, 焊料的漫流面积见表 2。从表 2 可以看出, 加入铜可以改变焊料的漫流面积, 铜含量 w_{Cu} 低于 0.027% 时, 铜含量越高, 漫流面积越大; 当 w_{Cu} 高于 0.027% 并继续增加时, 漫流面积反而减小。铜的加入使焊料漫流面积增大是由于铜可使焊料更好地浸润 Al-Mn 合金, 但铜含量超过一定值后, 焊料的钎焊性能下降, 其原因尚有待于进一步研究。

表 2 焊料的漫流面积

Table 2 Diffusion area of the solders

焊料代号	漫流面积/ mm^2
2-0	490.0
2-1	553.5
2-2	901.5
2-3	538.5
2-4	535.7

2.3 复合带的强度

不同铜含量的焊料制成的复合带的高温强度(下垂高度)列于表 3。从表 3 可以看出, 当焊料中铜含量 w_{Cu} 为 0.027% 时, 复合带的下垂高度最小, 这可能是由于焊料中适量的铜促进了 Si 向芯材中扩散, 使芯材中形成了具有较高强度的 Al-Si-Mn 化合物, 从而提高了复合带的

温强度;而铟含量过高时,铟向芯材中的扩散导致芯材中的铟含量超过固溶度,在晶界上形成熔点较低的富铟相或共晶组织,使芯材的高温强度下降.铟含量越高,芯材中出现的熔点较低的富铟相或共晶组织越多,芯材的高温强度越低.

表4为各种复合带的室温强度.从表4可以看出,在焊料中加入铟可以提高复合带的室温强度,但 w_{In} 高于0.027%并继续增加时,复合带的室温强度不再增加.这是由于In和Al的原子半径相差较大,铟在焊料的 α -Al基体中固溶,产生较大的晶格畸变,使焊料强度提高,因而复合带的室温强度得到改善.但由于铟在铝中的固溶度太小,在铟含量 w_{In} 超过0.027%后,铟不再全部固溶在 α -Al中,而在晶界上偏聚,偏聚的铟无助于焊料的强度,因而,铟含量继续增加时,复合带的强度基本不变.

表3 复合带试样的下垂高度
Table 3 Drooping height of the samples

焊料代号	下垂高度/mm
2-1	3.80
2-2	1.90
2-3	3.12
2-4	3.60

表4 复合带的室温强度
Table 4 Tensile strength of the composite strips at room temperature

焊料代号	复合带室温强度/MPa	
	试验值	平均值
2-1	205, 189, 205	199.7
2-2	215, 220, 220	218.3
2-3	215, 210, 215	213.3
2-4	215, 220, 215	216.7

3 结 论

在Al-Si-Mn焊料中添加适量铟可以增大焊料的漫流面积,改善其钎焊性能,提高复合带的高温强度和室温强度.当焊料中铟含量 w_{In} 为0.027%时,复合带的性能最佳.

参考文献:

- [1] 罗春辉,甘卫平,肖亚庆.铝质汽车散热器及其材料[J].轻合金加工技术,1996,24(4):3-10
- [2] 陈叙.热交换器用铝材的开发[J].铝加工,1996,19(5):42-50.
- [3] 张玉奎.铝合金钎焊用焊剂[J].有色金属与稀土应用,1996,(1):23-24.

Study on indium-bearing aluminium alloy solders and performance of their composite strips

LIN Song-sheng, FU Zhi-qiang, DENG Qi-sen, YUAN Zhen-hai, ZHENG Jian hong
(Research & Development Center for Materials & Surface Engineering Technique under Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

Abstract: Composite strips were prepared by the use of Al-Si-In solder with different indium contents and a Al-Mn core material. The effect of indium on the performance of composite strip was studied. The results show that indium content has a slight influence on the thermal compounding performance of the solder and the core material; the composite strip's strength and brazability increase (when w_{In} is lower than 0.027%) and decrease (when w_{In} is higher than 0.027%) with the increase of indium content in the solder. The optimal indium content in the solder is 0.027%.

Key words: indium additions; aluminum-base alloys; solders; brazing performance