



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101811237 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 05

(21) 申请号 201010160707. 0

JP 昭 60-170593 A, 1985. 09. 04, 全文 .

(22) 申请日 2010. 04. 30

CN 1206642 A, 1999. 02. 03, 全文 .

(73) 专利权人 中国电子科技集团公司第十四研究所

审查员 黄蓓

地址 210000 江苏省南京市 1313 信箱

专利权人 北京有色金属与稀土应用研究所

(72) 发明人 冯杏梅 冯展鹰 张国清 胡铁牛

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 汪旭东

(51) Int. Cl.

B23K 35/40 (2006. 01)

B23K 35/28 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101214592 A, 2008. 07. 09, 全文 .

WO 02/070189 A2, 2002. 09. 12, 全文 .

JP 特开 2003-306735 A, 2003. 10. 31, 全文 .

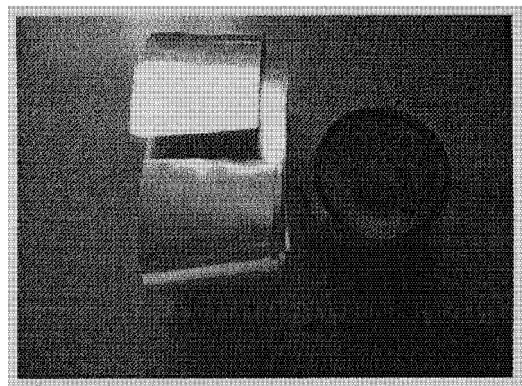
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料的制备步骤如下 :1) 钎料合金原材料成分确定 :取 Cu 含量为 :18-20 % , Si 含量为 : 5. 5-6. 5 % , 镍含量为 :2. 0-2. 4 % , 铝余量的四元合金成分作为低温铝钎料的基本成分 ;2) 中间合金制备 :需熔铸的中间合金有 Al-Cu50、 Al-Si30 中间合金 ;其制备采用非真空中频炉熔炼 ;3) 钎料合金板材的熔炼及浇铸 :采用非真空中频感应炉熔铸合金锭 ;4) :在退火炉中升温至 400℃ , 保温 12 小时以上以消除铸锭偏析及微小缺陷 ;5) 热轧及冷轧成形。制得的钎料的熔点为 518℃ ~ 538℃、宽度大于 100mm、厚度 0. 07mm 至 0. 15mm。



1. 一种 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料的制备方法,其特征在于:步骤如下:

1) 钎料合金原材料成分确定

取 Cu 含量为:18-20%, Si 含量为:5.5-6.5%, 镍含量为:2.0-2.4%, 铝余量的四元合金成分作为低温铝钎料的基本成分;

2) 中间合金制备

Al-Si-Cu-Ni 四元合金需熔铸的中间合金有 Al-Cu50、Al-Si30 中间合金;本中间合金制备采用非真空中频炉熔炼,具体方法为:

Al-Cu50 中间合金制备:在石墨粘土坩埚内加入铝锭后,升温;待铝锭熔化后,加入无氧铜,使炉温升至 800 ~ 850℃,充分搅拌,待铜锭全部熔清后,浇铸成≠15mm 薄板;合金浇铸温度 700 ~ 750℃,浇铸模具采用铸铁模,壁厚 30mm;

Al-Si30 中间合金制备:在石墨粘土坩埚内加入铝锭后,升温;待铝锭熔化后,加入多晶硅,使炉温升至 780 ~ 820℃,充分搅拌,待多晶硅全部熔清后,浇铸成≠15mm 薄板;合金浇铸温度 700 ~ 730℃,浇铸模具采用铸铁模,壁厚 30mm;

3) 钎料合金板材的熔炼及浇铸

采用非真空中频感应炉熔铸合金锭,具体方法为:将纯铝放入石墨坩埚中,升温,待铝锭全部熔化后,依次加入 Al-Cu50、Al-Si10 中间合金;待中间合金全部熔清后,添加金属 Ni;待 Ni 全熔后,升温至 750℃,保温 15 分钟,用石墨罩将六氯乙烷压入合金液底部搅拌进行脱气、造渣,六氯乙烷用量为炉量的 0.3 ~ 0.4%,扒渣完毕,撒少许精炼剂后,除去表面浮渣;升温至 680 ~ 720℃,充分搅拌,铸锭;

中间合金制备后为保证钎料合金成分的准确,配料前需对中间合金作含量分析,以保证配料准确;中间合金制成铸锭后采用多点取样进行成分分析,即取样点要大于等于三点,三点的取样方式为:左右两边各取一点,中间部位取一点,当取样点的化学成分符合下述要求时,可知研制的铝合金铸锭化学成分合格,即主要成分百分比 Cu 为 $19 \pm 1\%$ 、Si 为 $6 \pm 0.5\%$ 、Ni 为 $2.2 \pm 0.2\%$ 、Al 为余量;次要成分百分比 $Fe \leq 0.3\%$ 、 $Zn \leq 0.2\%$;成分合格后将钎料合金锭表面加工除去铸造缺陷及夹杂;

4) 热处理

根据化验的合金铸锭熔点确定热处理制度,即在退火炉中升温至 400℃,保温 12 小时以上以消除铸锭偏析及微小缺陷;

5) 热轧及冷轧成形

● 开坯温度的确定

熔铸板材完成后,向钎料箔加工的第一道称为开坯;通过测定铝合金钎料的熔点来确定开坯轧制温度,轧制温度从以下两个方面来考虑:适当考虑挤压产生的变形热的情况下,铸锭加热温度上限应稍低于合金低熔共晶熔化温度;一般开坯温度为合金熔点 -30℃,本方法开坯轧制温度为 480℃,开坯过程中轧辊应保证不低于 300℃;

● 轧制过程

开坯后进行钎料的热轧制,轧制过程严格控制钎料变形率,每道轧制后应将锭坯放置于退火炉继续加热,炉温为 450℃,保温 15min 以增加材料塑性,连续重复进行热轧制及退火过程,当锭坯厚度轧制至 1.5mm 以下后,采取冷轧加工,冷轧过程中须控制箔料变形率,每道轧制后将锭坯放置于退火炉继续加热,保温 30min 增加材料塑性,冷却后再次轧制,反

复进行保证钎料箔成形。

2. 由权利要求 1 所述的 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料的制备方法所得 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料,其特征在於:其熔点为 $518^{\circ}\text{C} \sim 538^{\circ}\text{C}$ 、宽度大于 100mm、厚度 0.07mm 至 0.15mm。

Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种铝合金低熔点四组元钎料,尤其涉及一种 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料及其制备方法,属于铝合金钎焊技术领域。

背景技术

[0002] 现有 GB400 铝-硅共晶钎料熔点高达 577℃,钎焊温度一般在 595-605℃,过高的钎焊温度使得许多低熔点铝合金不能采用钎焊的方法进行连接,目前可钎焊的铝合金仅有纯铝、3A21、6063。此外过高的焊接温度易导致母材晶粒长大,影响结构力学性能,也易使母材过度溶解,产生溶蚀缺陷。

[0003] 在铝-硅钎料中加入 Cu 元素可以较大幅度地降低钎料熔点,Al-Si-Cu-Ni 四元铝合金被认为是一种熔点低且综合性能优良的低熔点铝基钎料 [2][3],但 Cu 元素在钎料中的加入在降低了钎料熔点的同时也使钎料的脆性增大 [1],低熔点合金钎料都难加工成箔状钎料,仅可通过熔体激冷旋转快凝法 [2]、电镀法 [1] 或是将 Al-Si 和 Cu-Ni 合金以适当的比例厚度复合轧制来制备成箔状 [2][3]。

[0004] 文献 [1] 叙述了 Al-Si-Cu-Ni 四元铝合金的电镀法制备方法;文献 [2] 提及了 Al-Si-Cu-Ni 四元铝合金箔熔体激冷旋转快凝法和复合轧制方法。

[0005] 铝合金箔熔体激冷旋转快凝法的原理是首先将铝钎料的母合金铸成棒状,放入一端开有狭缝喷嘴的石英管(坩锅)中,石英管另一端通入有一定压力的氩、氦等惰性气体。石英管外套有感应线圈,下方有可以高速旋转的辊子,辊材用导热良好的铜材制成。设备开动后,钎料合金经感应加热熔化,由于表面张力的作用,熔体不会从狭缝喷嘴中流下,待合金完全熔化后从石英管上端通入一定压力的惰性气体,熔体在气体压力之下喷到高速转动的辊子侧面,在与辊面接触的瞬间迅速冷却凝固成薄带,并在离心力作用下沿辊面圆周的切线方向运动落下。熔体旋转方法通常可以制成宽几个毫米,长达十余米、组织均匀的连接钎料薄带,熔体激冷旋转快凝法在制备过程中可保持辊速恒定,但不能保持钎料箔带整体厚度在长宽方向上的均匀一致,尤其是箔带自由面(与辊子接触面的反面)的表面粗糙度较差,给焊接装配带来困难。

[0006] 复合轧制的钎料合金箔是将钎料分 Al-Si 和 Cu-Ni 两种成分合金,分别成形为箔或板料,然后将两种成分的材料以适当的比例厚度复合轧制来制备,钎料中各组元成分的均匀性难以保证,熔点范围也较宽。

[0007] 相关文献检索:

[0008] 1) 低熔点铝基复合钎料的制备及其性能研究 2009 年电焊机第 39 卷第 11 期、李培等

[0009] 2) 一种新型低熔点铝钎料有色金属与稀土应用齐凤译自 Welding Journal 1996. V0175, N08

[0010] 3) A New Aluminum Filler Metal, Welding Journal 1996. D. M. Jackson, G. Humpston S. P. sangha,

发明内容

[0011] 1、所要解决的技术问题：

[0012] 本发明针对现有 Al-Si-Cu-Ni 钎料现有箔材状况的不足，采用热轧、中间处理、冷轧相结合的工艺方法制备了合金态的 Al-Si-Cu-Ni 中温钎料箔。

[0013] 2、技术方案：

[0014] 一种 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料的制备方法，其特征在于：步骤如下：

[0015] 1) 钎料合金原材料成分确定

[0016] 取 Cu 含量为：18-20%，Si 含量为：5.5-6.5%，镍含量为：2.0-2.4%，铝余量的四元合金成分作为低温铝钎料的基本成分；

[0017] 2) 中间合金制备

[0018] Al-Si-Cu-Ni 四元合金需熔铸的中间合金有 Al-Cu50、Al-Si30 中间合金；本中间合金制备采用非真空中频炉熔炼，具体方法为：

[0019] Al-Cu50 中间合金制备：在石墨粘土坩埚内加入铝锭后，升温；待铝锭熔化后，加入无氧铜，使炉温升至 800 ~ 850℃，充分搅拌，待铜锭全部熔清后，浇铸成≠15mm 薄板；合金浇铸温度 700 ~ 750℃，浇铸模具采用铸铁模，壁厚 30mm；

[0020] Al-Si30 中间合金制备：在石墨粘土坩埚内加入铝锭后，升温；待铝锭熔化后，加入多晶硅，使炉温升至 780 ~ 820℃，充分搅拌，待多晶硅全部熔清后，浇铸成≠15mm 薄板；合金浇铸温度 700 ~ 730℃，浇铸模具采用铸铁模，壁厚 30mm；

[0021] 3) 钎料合金板材的熔炼及浇铸

[0022] 采用非真空中频感应炉熔铸合金锭，具体方法为：将纯铝放入石墨坩埚中，升温，待铝锭全部熔化后，依次加入 Al-Cu50、Al-Si10 中间合金；待中间合金全部熔清后，添加金属 Ni；待 Ni 全熔后，升温至 750℃，保温 15 分钟，用石墨罩将六氯乙烷压入合金液底部搅拌进行脱气、造渣，六氯乙烷用量为炉量的 0.3 ~ 0.4%，扒渣完毕，撒少许精炼剂后，除去表面浮渣；升温至 680 ~ 720℃，充分搅拌，铸锭；

[0023] 中间合金制备后为保证钎料合金成分的准确，配料前需对中间合金作含量分析，以保证配料准确；中间合金制成铸锭后采用多点取样进行成分分析，即取样点要大于等于三点，三点的取样方式为：左右两边各取一点，中间部位取一点，当取样点的化学成分符合下述要求时，可知研制的铝合金铸锭化学成分合格，即主要成分百分比 Cu 为 19±1%、Si 为 6±0.5%、Ni 为 2.2±0.2%、Al 为余量；次要成分百分比 Fe ≤ 0.3%、Zn ≤ 0.2%；成分合格后将钎料合金锭表面加工除去铸造缺陷及夹杂；

[0024] 热处理

[0025] 根据化验的合金铸锭熔点确定热处理制度，即在退火炉中升温至 400℃，保温 12 小时以上以消除铸锭偏析及微小缺陷；

[0026] 5) 热轧及冷轧成形

[0027] ● 开坯温度的确定

[0028] 熔铸板材完成后，向钎料箔加工的第一道称为开坯；通过测定铝合金钎料的熔点来确定开坯轧制温度，轧制温度从以下两个方面来考虑：适当考虑挤压产生的变形热的情况下，铸锭加热温度上限应稍低于合金低熔共晶熔化温度；一般开坯温度为合金熔

点 -30°C ，本方法开坯轧制温度为 480°C ，开坯过程中轧辊应保证不低于 300°C ；

[0029] ● 轧制过程

[0030] 开坯后进行钎料的热轧制，轧制过程严格控制钎料变形率，每道轧制后应将锭坯放置于退火炉继续加热，炉温为 450°C ，保温 15min 以增加材料塑性，连续重复进行热轧制及退火过程，当锭坯厚度轧制至 1.5mm 以下后，采取冷轧加工，冷轧过程中须控制箔料变形率，每道轧制后将锭坯放置于退火炉继续加热，保温 30min 增加材料塑性，冷却后再次轧制，反复进行保证钎料箔成形。

[0031] Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料的制备方法所得 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料，其特征在于：其熔点为 $518^{\circ}\text{C} \sim 538^{\circ}\text{C}$ 、宽度大于 100mm、厚度 0.07mm 至 0.15mm。

[0032] 3、有益效果：

[0033] 相对于钎料的复合轧制和熔体激冷工艺，本发明的工艺，可制备熔点 $518^{\circ}\text{C} \sim 538^{\circ}\text{C}$ 宽度大于 100mm、厚度 0.07mm 至 0.15mm 的 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料，焊料箔成分均匀外观光滑，方便焊接装配，拓展了钎料的使用场合和使用范围。本发明可用于纯铝、6063、6061、3A21 等铝合金的较低温度的铝钎焊。

附图说明

[0034] 图 1 为制备的 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料样品；

[0035] 图 2 为合金铸锭多点取样位置图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细地说明。

[0037] 制备 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料的步骤如下：

[0038] 1) 钎料合金原材料成分确定

[0039] 通过查阅低温铝钎料的有关相图及资料可知，熔点低于 Al-Si 共晶 $30 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 的 Al-Si-Cu-Ni 四组元钎料可实现纯铝、6061、6063、3A21 铝合金的较低温度钎焊。尽量靠近 Al-Si-Cu-Ni 四元合金共晶点，在兼顾冶金性、材料稀缺性、经济性的基础上选取 Cu 含量约为 A% :18-20%，Si 含量约为 B% :5.5-6.5%，镍含量约为 C% :2.0-2.4%，铝余量的四元合金成分作为低温铝钎料的基本成分。

[0040] 2) 中间合金制备

[0041] 经研究 Al-Si-Cu-Ni 四元合金需熔铸的中间合金有 Al-Cu50、Al-Si30 中间合金。在配制中间合金时，由于中间合金成分在相图中固液相相差大，元素比重差异大，易造成成分偏析。本发明中间合金制备采用非真空中频炉熔炼，具体方法为：

[0042] Al-Cu50 中间合金制备：在石墨粘土坩埚内加入铝锭后，升温。待铝锭熔化后，加入无氧铜，使炉温升至 $800 \sim 850^{\circ}\text{C}$ ，充分搅拌，待铜锭全部熔清后，浇铸成 $\neq 15\text{mm}$ 薄板。合金浇铸温度 $700 \sim 750^{\circ}\text{C}$ 。浇铸模具采用铸铁模，壁厚 30mm。

[0043] Al-Si30 中间合金制备：在石墨粘土坩埚内加入铝锭后，升温。待铝锭熔化后，加入多晶硅，使炉温升至 $780 \sim 820^{\circ}\text{C}$ ，充分搅拌，待多晶硅全部熔清后，浇铸成 $\neq 15\text{mm}$ 薄板。合金浇铸温度 $700 \sim 730^{\circ}\text{C}$ 。浇铸模具采用铸铁模，壁厚 30mm。

[0044] 3) 钎料合金板材的熔炼及浇铸

[0045] 采用非真空中频感应炉熔铸合金锭,具体方法为:将纯铝放入石墨坩埚中,升温,待铝锭全部熔化后,依次加入 Al-Cu50、Al-Si10 中间合金。待中间合金全部熔清后,添加金属 Ni。待 Ni 全熔后,升温至 750℃,保温 15 分钟,用石墨罩将六氯乙烷压入合金液底部搅拌进行脱气、造渣,六氯乙烷用量为炉量的 0.3 ~ 0.4%,扒渣完毕,撒少许精炼剂后,除去表面浮渣。升温至 680 ~ 720℃,充分搅拌,铸锭。

[0046] 中间合金制备后为保证钎料合金成分的准确,配料前需对中间合金作含量分析,以保证配料准确。中间合金制成铸锭后采用多点取样进行成分分析,取样编号位置为左右两边的取样编号为 1 和 3,中间部位的取样编号为 2(如下图 2),当取样点的化学成分符合表 1 要求时,可知研制的铝合金铸锭化学成分合格,成分合格后将钎料合金锭表面加工除去铸造缺陷及夹杂;

[0047] 表 1 铸锭取样点实测合金成份需符合要求

样品编号	主要成分 (%)				次要成分 (%)	
	Al	Cu	Si	Ni	Fe	Zn
1、2、3	余量	19±1	6±0.5	2.2±0.2	≤0.3	≤0.2

[0049] 4) 热处理

[0050] 根据化验的合金铸锭熔点确定热处理制度,即在退火炉中升温至 400℃,保温 12 小时以上以消除铸锭偏析及微小缺陷。

[0051] 5) 热轧及冷轧成形

[0052] ● 开坯温度的确定

[0053] 熔铸板材完成后,向钎料箔加工的第一道称为开坯。通过测定铝合金钎料的熔点来确定开坯轧制温度,轧制温度从以下两个方面来考虑:适当考虑挤压产生的变形热的情况下,铸锭加热温度上限应稍低于合金低熔共晶熔化温度;一般开坯温度为(合金熔点-30℃),本发明开坯轧制温度为 480℃,开坯过程中轧辊应保证不低于 300℃。

[0054] ● 轧制过程

[0055] 开坯后进行钎料的热轧制,轧制过程严格控制钎料变形率,每道轧制后应将锭坯放置于退火炉继续加热,炉温为 450℃,保温 15min 以增加材料塑性,连续重复进行热轧制及退火过程,当锭坯厚度轧制至 1.5mm 以下后,采取冷轧加工,冷轧过程中须控制箔料变形率,每道轧制后将锭坯放置于退火炉继续加热,保温 30min 增加材料塑性,冷却后再次轧制,反复进行保证钎料箔成形。

[0056] 通过上述工艺,可制备熔点 518℃ ~ 538℃、宽度大于 100mm、厚度 0.07mm 至 0.15mm 的 Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料,如图 1 所示。焊料箔成分均匀外观光滑,方便焊接装配,拓展了钎料的使用场合和使用范围。Al-Si-Cu-Ni 合金态箔状钎料差热分析图谱如图 2 所示。

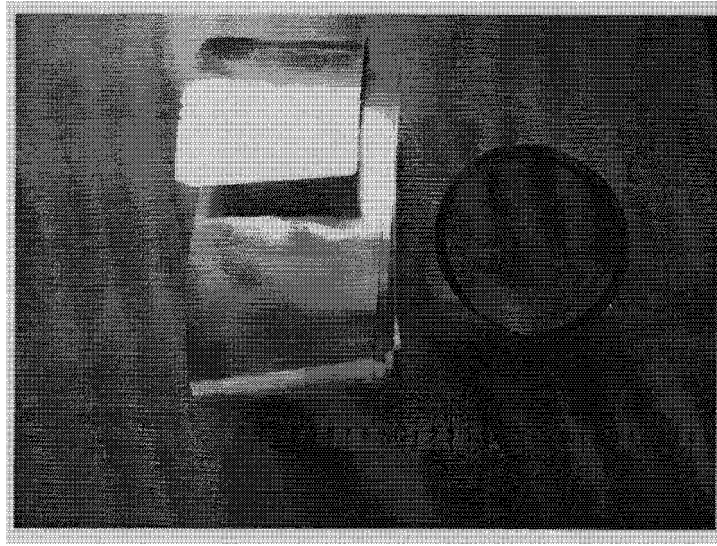


图 1

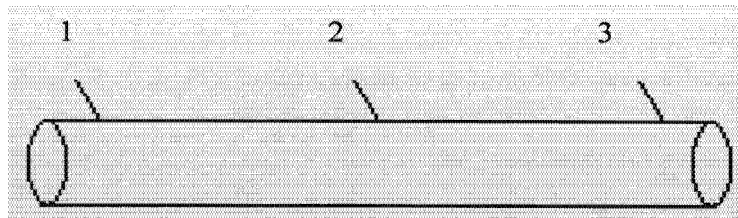


图 2