



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103567662 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201310541104. 9

(22) 申请日 2013. 11. 05

(73) 专利权人 中国航空工业集团公司北京航空材料研究院

地址 100095 北京市海淀区北京 81 信箱

(72) 发明人 赵海生 熊华平 潘晖 陈波 齐默

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008 代理人 陈宏林

(51) Int. Cl.

B23K 35/30(2006. 01)

B23K 35/40(2006. 01)

B23K 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 2444509 A1, 2012. 04. 25, 全文.

JP 54-43151 A, 1979. 04. 05, 全文.

JP 62-38079 B2, 1987. 08. 15, 全文.

SU 388856 A1, 1973. 11. 15, 全文.

US 2013/0084467 A1, 2013. 04. 04,

审查员 王妍

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种获得高韧性钎焊接头的铁基钎料

(57) 摘要

本发明是一种获得高韧性钎焊接头的铁基钎料,其化学成分及重量百分比为: Ni8.0~16.0, Cr6.0~17.0, Si3.0~7.5, B1.5~3.5, Cu1.0~5.0, Ti0.3~2.0, 余量为Fe。本发明钎料在1110℃~1140℃的钎焊温度下获得了高韧性的不锈钢钎焊接头,钎焊接头冲击韧性达到27.4~43.7J/cm²,接头强度可达310~440MPa。若使用该钎料代替传统的镍基钎料钎焊不锈钢热交换器等结构件,能够极大提高接头的冲击韧性,并能显著降低成本。若使用该钎料代替纯铜钎料钎焊油冷却器等能够解决因“失铜”现象造成的失效,将极大地降低因此带来的发动机损毁造成的损失。本发明钎料不仅适于不锈钢材料的钎焊连接,也适于普通碳钢或镍基、铁基合金自身及与不锈钢异种材料之间的钎焊连接。

1. 一种获得高韧性钎焊接头的铁基钎料,其特征在于:该钎料的化学成分及重量百分比为: Ni8.0 ~ 16.0, Cr6.0 ~ 17.0, Si3.0 ~ 7.5, B1.5 ~ 3.5, Cu1.0 ~ 5.0, Ti0.3 ~ 2.0, 余量为 Fe。

2. 根据权利要求 1 所述的获得高韧性钎焊接头的铁基钎料,其特征在于:该钎料的化学成分及重量百分比为: Ni8.0 ~ 14.0, Cr6.0 ~ 10.0, Si3.0 ~ 5.0, B1.5 ~ 2.5, Cu2.5 ~ 5.0, Ti0.6 ~ 2.0, 余量为 Fe。

3. 根据权利要求 1 所述的获得高韧性钎焊接头的铁基钎料,其特征在于:该钎料的化学成分及重量百分比为: Ni14.0 ~ 16.0, Cr10.0 ~ 17.0, Si3.0 ~ 5.0, B1.5 ~ 2.5, Cu2.5 ~ 5.0, Ti0.6 ~ 2.0, 余量为 Fe。

4. 根据权利要求 1 所述的获得高韧性钎焊接头的铁基钎料,其特征在于:该钎料的化学成分及重量百分比为: Ni8.0 ~ 16.0, Cr6.0 ~ 17.0, Si5.0 ~ 7.5, B2.5 ~ 3.5, Cu1.0 ~ 2.5, Ti0.3 ~ 0.6, 余量为 Fe。

5. 根据权利要求 1 所述的获得高韧性钎焊接头的铁基钎料,其特征在于:该铁基钎料的使用形式为粉状、急冷态箔带、切片、轧制带材或粉末轧制的带状。

一种获得高韧性钎焊接头的铁基钎料

技术领域

[0001] 本发明是一种获得高韧性钎焊接头的铁基钎料,属于焊接技术领域。

背景技术

[0002] 不锈钢按其组织不同,可分为铁素体不锈钢、马氏体不锈钢、奥氏体不锈钢、奥氏体-铁素体不锈钢和沉淀硬化不锈钢。在各种类型的不锈钢中奥氏体不锈钢的应用最为广泛,品种也最多,广泛应用于建筑装饰、食品工业、医疗器械、石油、化工、汽车、航空和航天等工业领域。钎焊技术可用来连接不同种类、形状特殊、结构复杂的工件,其接头具有较佳的综合性能,且钎焊生产率高,易于实现自动化生产,是近年来最活跃、最具发展潜力的专业领域之一。不锈钢用钎料通常有 Au 基钎料、Ag 基钎料、Cu 基钎料以及 Ni 基钎料等,通常根据不锈钢材料种类、使用介质、温度等条件选择适宜的钎料。

[0003] 相比 Au 基钎料、Ag 基钎料,镍基钎料和纯铜钎料具有明显的成本优势,在不锈钢结构件钎焊中获得了最广泛的应用,但采用镍基钎料和纯铜钎料钎焊的接头一般呈明显的脆性,在接头韧性要求较高的结构件钎焊中其应用受到了严格的限制。

发明内容

[0004] 本发明的目的正是针对上述现有技术中存在的不足而设计提供一种可获得高韧性钎焊接头的铁基钎料。其目的是解决纯铜钎料和镍基钎料脆性大的问题。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0006] 本发明技术方案提出了一种获得高韧性钎焊接头的铁基钎料,其特征在于:该钎料的化学成分及重量百分比为: Ni8.0 ~ 16.0, Cr6.0 ~ 17.0, Si3.0 ~ 7.5, B1.5 ~ 3.5, Cu1.0 ~ 5.0, Ti0.3 ~ 2.0, 余量为 Fe。

[0007] 本发明的技术解决方案是在钎料中加入 Cu、Ti 元素,由 Cu-Ti 二元相图可知,在 Ti 元素重量百分比为 18 ~ 25 时,Cu、Ti 可以形成低熔点的共晶,起到降低钎料熔化温度的作用,减少钎料中 Si、B 元素含量,有效降低钎焊接头脆性,少量 Cu、Ti 元素的加入也能起到增韧作用。在此基础上,对该铁基钎料的配比还进行了如下调整:

[0008] 该钎料的化学成分及重量百分比为: Ni8.0 ~ 14.0, Cr6.0 ~ 10.0, Si3.0 ~ 5.0, B1.5 ~ 2.5, Cu2.5 ~ 5.0, Ti0.6 ~ 2.0, 余量为 Fe。

[0009] 该钎料的化学成分及重量百分比为: Ni14.0 ~ 16.0, Cr10.0 ~ 17.0, Si3.0 ~ 5.0, B1.5 ~ 2.5, Cu2.5 ~ 5.0, Ti0.6 ~ 2.0, 余量为 Fe。

[0010] 该钎料的化学成分及重量百分比为: Ni8.0 ~ 16.0, Cr6.0 ~ 17.0, Si5.0 ~ 7.5, B2.5 ~ 3.5, Cu1.0 ~ 2.5, Ti0.3 ~ 0.6, 余量为 Fe。

[0011] 该铁基钎料的使用形式为粉状、急冷态箔带、切片、轧制带材或粉末轧制的带状。

[0012] 本发明技术方案的优点是:本发明所述铁基钎料可用来钎焊不锈钢合金及结构件,也适于普通碳钢或镍基、铁基合金自身及与不锈钢异种材料之间的钎焊连接。采用本发明钎料在 1110℃ ~ 1140℃ 的钎焊温度下,获得了高韧性的不锈钢钎焊接头,且相比传统的

镍基钎料其具有显著的成本优势。传统的镍基钎料中往往纯粹依靠加入 Si+B 作为降熔元素,使得镍基钎料对应的不锈钢钎焊接头存在明显的脆性。本发明向钎料中联合加入 Cu、Ti 元素,通过近似的 Cu-Ti 二元共晶成分,可以与 Si、B 元素一起,起到联合降熔的作用,并且适量 Cu、Ti 元素的加入明显增强了钎焊接头的塑韧性。在 1110℃~1140℃的钎焊温度下,采用本发明钎料钎焊的接头室温冲击韧性为 27.4~43.7J/cm²,钎焊接头平均冲击韧性达到 35.6J/cm²;而同等条件下,纯铜钎料、传统镍基钎料和美国铁基钎料(专利号 US4410604)的钎焊接头冲击韧性分别为 10.8J/cm²、6.4J/cm²和 1.8J/cm²;适当增加 Ni、Cr 元素重量百分比至 14.0~16.0 和 10.0~17.0,能够增强钎料本身的塑韧性。因此,本发明钎料获得的钎焊接头冲击韧性远远高于以上三种钎料,在钎焊对韧性要求高的结构件中具有显著的优势。在 1110℃~1120℃的钎焊温度下,本发明钎料钎焊接头室温抗拉强度为 310~440MPa,同等条件下相对于纯铜钎焊接头强度(210~240MPa)提高约 30%~110%。本发明中钎料含有较少的 Ni、Cr 元素,比传统的镍基钎料大大减少了 Ni、Cr 元素的用量,因此比镍基钎料显著降低了钎料成本(铁基钎料成本约 150~300 元/公斤,镍基钎料约 600 元/公斤),进一步降低 Ni、Cr 元素重量百分比至 8.0~14.0 和 6.0~10.0 可使钎料成本进一步降低 5%~10%。本发明钎料不仅适于不锈钢材料的钎焊连接,也适于普通碳钢或镍基、铁基合金自身及与不锈钢异种材料之间的钎焊连接。

具体实施方式

[0013] 以下将结合实施例对本发明技术方案作进一步地详述:

[0014] 表 1 给出了本发明技术方案所述高温钎料的 25 个实施例及其每一个实施例中的化学成份及重量百分比组成。

[0015] Ni8.0~16.0, Cr6.0~17.0, Si3.0~7.5, B1.5~3.5, Cu1.0~5.0, Ti0.3~2.0, 余量为 Fe。

[0016]

编号	化学成分, wt.%						
	Fe	Ni	Cr	Si	B	Cu	Ti
1	73.7	8.0	6.0	7.5	3.5	1.0	0.3
2	71.0	9.2	7.8	7.0	3.2	1.4	0.4
3	67.5	10.5	9.6	6.5	3.0	2.3	0.6
4	64.9	11.8	11.3	6.2	2.8	3.2	0.8
5	61.0	13.5	12.0	6.0	2.5	3.9	1.1
6	58.4	14.8	14.0	5.5	2.0	4.1	1.2
7	56.9	15.4	15.5	5.0	1.5	4.4	1.3
8	55.0	16.0	17.0	4.0	1.5	5.0	1.5
9	55.5	16.0	17.0	3.5	1.5	5.0	1.5
10	56.0	16.0	17.0	3.0	1.5	5.0	1.5
11	56.8	15.8	15.2	4.0	2.5	4.4	1.3
12	55.5	16.0	17.0	5.5	3.0	2.3	0.7
13	62.0	10.0	12.0	7.5	3.5	3.9	1.1
14	63.2	9.8	12.0	7.2	2.8	3.9	1.1
15	67.4	11.7	7.9	5.5	2.5	3.9	1.1
16	66.5	12.2	8.3	5.0	3.0	3.9	1.1

[0017]

17	67.0	12.0	8.0	4.5	3.5	3.9	1.1
18	64.0	14.0	10.0	6.5	2.5	2.3	0.7
19	64.4	13.5	10.1	6.0	3.0	2.3	0.7
20	64.0	14.0	10.0	5.5	3.5	2.3	0.7
21	58.0	15.0	14.0	5.0	3.0	3.9	1.1
22	60.0	15.0	12.0	5.0	3.0	3.9	1.1
23	59.5	13.0	14.0	6.0	3.5	3.1	0.9
24	62.5	13.0	11.0	5.0	3.5	3.9	1.1
25	65.4	13.4	11.2	5.4	2.8	1.4	0.4

[0018] 上述实施例所述的高温钎料按如下工艺路线制备：

[0019] (1) 选择纯度不低于 99.0% 的高纯 Fe、Ni、Cr、Si、B、Cu、Ti，其中 Cu、Ti 元素在有条件的情况下可以以 Fe-Si、Fe-B、Cu-Ti 合金的形式添加，并按重量配比称量；

[0020] (2) 在氩气保护条件下采用电弧熔炼方法将此合金熔炼成合金锭。

[0021] (3) 采用下述方法之一制备钎料：

[0022] A、采用氩气雾化制粉设备制备合金粉末状钎料；

[0023] B、在氩气保护条件下采用急冷态箔材制备设备制备急冷态箔带钎料。对于单辊法快速凝固过程，单辊需以 1000 ~ 10000r/min 的高速度旋转，钎料锭块熔化形成液态后冷却

速率介于 103 ~ 106K/s 之间。

[0024] C、从合金锭上采用电火花线切割方法切出薄片再正反面机械磨光后使用。

[0025] D、由合金锭通过多次室温轧制、热处理的工艺直接制成合金带材。

[0026] E、由粉末状钎料通过添加粘结剂并轧制,制成较薄的、具有柔性的带状钎料。

[0027] 使用上述高温钎料进行钎焊的方法是:

[0028] (1) 装配,根据连接接头的要求进行不锈钢材料之间的装配,在连接界面一侧或之间加入本发明粉末状钎料、急冷箔带钎料、或粉末制成的带状钎料,或从合金锭上切出的钎料薄片,或轧制而成的钎料合金带材;

[0029] (2) 加热,焊件装配后连同夹具一起放入真空加热炉中,保温后再随炉冷却至室温,或者气体保护感应加热,保温后冷却。

[0030] 本发明钎料也可以以合金块体或由高纯度元素粉按配比混合后直接使用。根据连接接头的要求进行不锈钢材料之间的装配,在连接界面一侧或之间加入本发明钎料,装配后连同夹具一起放入真空加热炉中,或气体保护的感应加热室中,按工艺要求保温后再冷却至室温。

[0031] 采用表 1 所示的实施例 1 ~ 25 的成分钎料,分别以合金粉末状钎料形式、粉末轧制成的带状钎料、急冷箔带、从钎料合金锭上切出钎料薄片、钎料合金带材使用,在 1110℃ ~ 1140℃ 的钎焊温度下获得了高韧性的不锈钢钎焊接头。接头冲击韧性达到 27.4 ~ 43.7J/cm²,接头强度可达 310 ~ 440MPa。

[0032] 实施例一:使用本发明钎料代替传统的镍基钎料钎焊不锈钢热交换器等结构件,能够极大地提高接头的性能,如钎焊 1Cr18Ni9Ti 不锈钢,钎缝填充饱满、焊合良好,钎焊接头强度达到 350 ~ 440MPa,接头冲击韧性达到 32.5 ~ 43.7J/cm²。

[0033] 实施例二:使用本发明钎料钎焊 45 号钢、GH30 镍基合金同样获得了性能良好的钎焊接头:45 号钢钎焊接头冲击韧性为 30 ~ 41J/cm²,接头强度达到 310 ~ 360MPa;GH30 合金钎焊接头冲击韧性达到 28 ~ 33J/cm²,接头强度达到 370 ~ 400MPa。

[0034] 实施例三:使用本发明钎料代替纯铜钎焊油冷却器等不但能够解决因“失铜”现象造成的失效,将极大程度地降低因此带来的发动机损毁造成的损失,而且能够提高钎焊接头强度。

[0035] 实施例四:使用本发明钎料实现了 1Cr18Ni9Ti 与 45 号钢异种材料的优质钎焊连接,这对于现代工业生产中最大限度地利用材料的各自优点以满足现代生产对材料结构性能多方面的需求具有重要的现实意义。1Cr18Ni9Ti 与 45 号钢异种材料钎焊接头冲击韧性可达 29 ~ 35J/cm²,接头强度达到 310 ~ 330MPa。