



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107904576 B

(45)授权公告日 2020.01.10

(21)申请号 201711099570.0

(22)申请日 2017.11.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107904576 A

(43)申请公布日 2018.04.13

(73)专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 栗卓新 张天理

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 张立改

(51)Int.Cl.

C23C 18/40(2006.01)

C23C 18/18(2006.01)

C25D 3/38(2006.01)

C25D 5/34(2006.01)

(56)对比文件

CN 101368285 A,2009.02.18,

CN 105274545 A,2016.01.27,

CN 104790003 A,2015.07.22,

于兴文等.“稀土在钢铁、锌及镀锌防腐蚀应用研究中的进展”.《材料保护》.2000,第33卷(第4期),39-41.

冯绍彬等.“铝基体上浸锌工艺”.《电镀与涂饰》.2009,第28卷(第4期),32-35.

黄庆荣等.“稀土在化学镀中应用研究现状”.《稀土》.2007,第28卷(第1期),102-106.

高振鹏等.“铝合金表面焦磷酸盐电镀铜”.《轻合金加工技术》.2008,第36卷(第2期),第30-33页.

何建平.“铈元素对锌镀层结构与性能的影响”.《腐蚀与防护》.1994,(第5期),第247-249.

吴智勇等.“铝合金电镀工艺研究”.《材料保护》.2003,第36卷(第1期),42-43.

审查员 姜科

权利要求书2页 说明书7页

(54)发明名称

一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法

(57)摘要

一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,涉及焊丝制造领域。基体选用纯铝或铝合金盘条,表面经前处理+电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层+后处理。电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层起到了降低焊接烟尘,提高焊丝抗气孔性,增加固体润滑的作用,同时填补焊丝基体表面凹坑,提高了焊丝导电性和表面质量,Zn+Cu/Re复合涂层结合力和强度高,不存在铝或铜剥离现象,致密性好,抗锈性好,耐磨损,Zn可降低焊接烟尘和飞溅,Re可细化镀层结晶,降低空隙率,同时加强熔池搅拌,净化熔池,细化晶粒,彻底杜绝焊缝表面和内部气孔,提高焊丝抗气孔性。

1. 一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,其特征在于,基体选用纯铝或铝合金盘条,基体表面经前处理+电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层+后处理;Re选自Er或Cs中一种或几种;其中电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的制备工序为:一次含稀土元素Re添加剂的浸锌液浸锌,活化液退锌,二次含稀土元素Re添加剂的浸锌液浸锌,一次镀铜液镀铜,二次镀铜液镀铜;上述每道工序后均进行冷水冲洗,形成Zn+Cu/Re复合涂层;所述铝和铝合金焊丝表面电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层,其中Zn+Cu/Re复合涂层占焊丝总重为0.01~0.50%,其中Zn:Cu重量比为1:(1~20),Re含量占焊丝总重为不大于5.000%。

2. 按照权利要求1所述的一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,其特征在于,所述铝合金盘条选自Al-Cu、Al-Mn、Al-Si、Al-Mg、Al-Mg-Si、Al-Zn-Mg、Al-Zn-Mg-Cu合金。

3. 按照权利要求1所述的一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,其特征在于,所述铝和铝合金盘条直径为0.8~16mm。

4. 按照权利要求1所述的一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,其特征在于,步骤(1),前处理,彻底去除盘条表面油脂、氧化皮和氧化膜,使基体露出洁净活性的晶体表面;包括以下步骤:超声波+碱液脱脂处理,冷水冲洗,超声波+活化液去氧化膜,冷水冲洗;其中,所述碱液由10~50g/L氢氧化钠,20~60g/L碳酸钠,40~80g/L磷酸钠,5~35g/L硅酸钠,5~20g/L焦磷酸钠和自来水组成,脱脂反应温度为40~80℃,反应时间为10~300s;所述活化液由200~500ml/L硝酸和自来水组成,去氧化膜反应温度为10~50℃,反应时间为2~20s;超声波频率为10~30kHz,进线速度为5~20m/s。

5. 按照权利要求1所述的一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,其特征在于,电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层,包括以下步骤:铝和铝合金盘条经一次含Re添加剂的浸锌液所得浸锌层粗糙多孔,需在活化液中去除,经二次含Re添加剂的浸锌液所得浸锌层相对均匀细密,色泽呈青灰色,与盘条基体结合强度高;所述一次和二次含Re添加剂的浸锌液均由100~350g/L氢氧化钠、1~10g/L硝酸钠、30~120g/L酒石酸钾、5~30g/L柠檬酸钾、1~10g/L氯化铁、20~100g/L氧化锌、2~20g/L硫脲、0.001~2g/L含Re添加剂和自来水组成,浸锌反应温度为15~45℃,反应时间为10~60s;所述一次镀铜液由50~120g/L焦磷酸铜、200~500g/L焦磷酸钾、10~60g/L磷酸氢二钾、0~15g/L柠檬酸铵、1~10g/L氨三乙酸和自来水组成;所述二次镀铜液由100~250g/L硫酸铜、15~60ml/L硫酸和自来水组成,化学镀铜反应温度为30~50℃,反应时间为10~120s,电流密度为15~90A/dm²;进线速度为5~20m/s。

6. 按照权利要求1所述的一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,其特征在于,后处理包括表面抗氧化液处理,拉拔减径,层绕,真空包装,得到最终成品焊丝;其中,所述表面抗氧化液为1~5g/l苯并三氮唑和酒精组成,表面抗氧化液反应温度为30~50℃,反应时间为10~20s,进线速度为5~20m/s,烘干温度为60~80℃;经10~30道次拉拔制成Φ0.8~Φ3.2mm焊丝,每道次加工率不超过13~35%,焊丝的松弛直径为100~800mm,翘距为0~20mm,焊丝表面应光滑,无毛刺、凹坑、划痕、裂纹等缺陷,表面无杂质。

7. 按照权利要求1所述的一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,其特征在于,含Re添加剂为Re的可水溶性盐。

8. 按照权利要求1或4所述的一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,其特征在于,所述冷水冲洗为2道高压冷水冲洗。

一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及焊丝制造领域,具体涉及一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法。

技术背景

[0002] 铝和铝合金由于具有密度低、比重小、导电导热性高、铸造及机加工性能好等优点,已广泛地应用在航空、航天、车辆、船舶、电器、建筑及化工等领域。随着工业自动化的发展,大多铝和铝合金构件需要采用先进的机器人自动化焊接完成。因此对铝和铝合金焊丝的表面质量及焊接性能提出了更高的要求。

[0003] 现有铝和铝合金焊丝制造过程中表面氧化皮通常采用机械刮削的方式去除,但是浪费材料大,特别是处理后焊丝表面不均匀,粗糙度大,凹坑和划痕明显,从而影响焊接送丝性和电弧稳定性,导电嘴磨损增大。同时,焊丝表面仍有可能形成的氧化铝薄膜致密难熔,焊接时容易出现未焊透、夹渣、气孔等一系列缺陷,同时焊接烟尘量大。此外,铝和铝合金焊丝焊接需采用专用特氟龙送丝软管的焊接电源,以便降低焊丝送丝阻力,但是更换频率较高,综合成本高,生产效率低。虽可在焊丝表面镀铜改善焊丝表面质量,但有存在铜削也容易脱落现象,不能适应机器人焊接,特别是在非特氟龙送丝软管中的铜削堆积现象更为严重。因此,铝和铝合金焊丝的应用,尤其是在机器人自动化焊接中的应用受到了极大的限制。

发明内容

[0004] 本发明旨在克服现有铝和铝合金焊丝的不足,提供一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法。焊丝制备方法简单,生产成本低,生产效率高,焊接综合性能优异,满足常用半自动焊接,更可用于机器人自动化连续焊接。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用以下的技术方案:

[0006] 一种电化学镀Zn+Cu/Re(即Zn+Cu或Zn+Cu+Re)复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法。其特征在于,基体选用纯铝或铝合金盘条,基体表面经前处理+电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层+后处理。

[0007] 进一步,所述铝合金盘条可为Al-Cu、Al-Mn、Al-Si、Al-Mg、Al-Mg-Si、Al-Zn-Mg、Al-Zn-Mg-Cu等合金或任意其他铝合金。

[0008] 进一步,所述铝和铝合金盘条直径为0.8~16mm。

[0009] 进一步,所述铝和铝合金焊丝表面电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层,其中Zn+Cu/Re复合涂层占焊丝总重为0.01~0.50%,其中Zn:Cu重量比为1:(1~20),Re含量占焊丝总重为不大于5.000%。

[0010] 进一步,所述铝和铝合金焊丝表面电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层中的Re为Ce,Er或Cs等常用稀土元素。

[0011] 所述一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0012] (1) 前处理,彻底去除铝和铝合金盘条表面油脂、氧化皮和氧化膜,使基体露出洁净活性的晶体表面;优选包括以下步骤:超声波+碱液脱脂处理,冷水冲洗(优选2道高压冷水冲洗),超声波+活化液去氧化膜,冷水冲洗(优选2道高压冷水冲洗);其中,所述碱液由10~50g/L氢氧化钠,20~60g/L碳酸钠,40~80g/L磷酸钠,5~35g/L硅酸钠,5~20g/L焦磷酸钠和自来水组成,脱脂反应温度为40~80℃,反应时间为10~300s;所述活化液由200~500ml/L硝酸和自来水组成,去氧化膜反应温度为10~50℃,反应时间为2~20s;超声波频率为10~30kHz,进线速度为5~20m/s。

[0013] (2) 电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层,包括以下步骤:对步骤(1)的铝和铝合金盘进行一次含Ce,Er或Cs等常用稀土元素Re添加剂的浸锌液浸锌,活化液退锌,二次含Ce,Er或Cs等常用稀土元素Re添加剂的浸锌液浸锌,一次镀铜液镀铜,二次镀铜液镀铜;上述每道工序后均进行冷水冲洗(优选2道高压冷水冲洗),形成Zn+Cu/Re复合涂层;其中,铝和铝合金盘条经一次含Ce,Er或Cs等常用稀土元素Re添加剂的浸锌液所得浸锌层粗糙多孔,需在活化液中去除,经二次含Ce,Er或Cs等常用稀土元素添加剂的浸锌液所得浸锌层相对均匀细密,色泽呈青灰色,与盘条基体结合强度高;所述一次和二次含Ce,Er或Cs等常用稀土元素Re添加剂的浸锌液均由100~350g/L氢氧化钠、1~10g/L硝酸钠、30~120g/L酒石酸钾、5~30g/L柠檬酸钾、1~10g/L氯化铁、20~100g/L氧化锌、2~20g/L硫脲、0~2g/L含Ce,Er或Cs等常用稀土元素Re添加剂和自来水组成,含Re添加剂为Re的可水溶性化合物,浸锌反应温度为15~45℃,反应时间为10~60s;所述一次镀铜液由50~120g/L焦磷酸铜、200~500g/L焦磷酸钾、10~60g/L磷酸氢二钾、0~15g/L柠檬酸铵、1~10g/L氨三乙酸和自来水组成,(优选一次镀铜液pH值为8~9);所述二次镀铜液由100~250g/L硫酸铜、15~60ml/L硫酸和自来水组成;;化学镀铜反应温度为30~50℃,反应时间为10~120s,电流密度为15~90A/dm²;进线速度为5~20m/s。步骤(2)活化液的组成与步骤(1)活化液的组成相同。

[0014] (3) 后处理包括表面抗氧化液处理,拉拔减径,层绕,真空包装,得到最终成品焊丝;其中,所述表面抗氧化液为1~5g/l苯并三氮唑和酒精组成,表面抗氧化液反应温度为30~50℃,反应时间为10~20s,进线速度为5~20m/s,烘干温度为60~80℃;经10~30道次拉拔制成Φ0.8~Φ3.2mm焊丝,每道次加工率不超过13~35%,焊丝的松弛直径为100~800mm,翘距为0~20mm,焊丝表面应光滑,无毛刺、凹坑、划痕、裂纹等缺陷,表面无杂质。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0016] (1) 镀Zn+Cu/Re复合涂层可起到降低焊接烟尘,提高焊丝抗气孔性,增加固体润滑的作用,同时填补焊丝基体表面凹坑,提高焊丝导电性和表面质量,可适用于特氟龙送丝软管和一般钢制弹簧送丝软管的焊接电源;(2) Zn+Cu/Re复合涂层结合力和强度高,不存在铝或铜削剥落现象,致密性好,抗锈性好,耐磨损,特别是镀层中的Zn可进一步降低焊接烟尘和飞溅,Re(含Ce,Er或Cs等常用稀土元素添加剂)可细化镀层结晶,降低空隙率,同时加强熔池搅拌,净化熔池,细化晶粒,彻底杜绝焊缝表面和内部气孔,提高焊丝抗气孔性;(3) 焊接送丝和电弧稳定,导电嘴磨损小,焊接综合工艺性能优异,满足常用半自动焊接,更可用于机器人自动化连续焊接。(4) 制备方法简单,除去了机械刮削,采用化学抛光法,可高效彻底均匀地去除焊丝表面氧化皮和氧化膜,生产成本降低,生产效率提高。

具体实施方式

[0017] 本实施例选用Al-Si合金中的SA1 4043和Al-Mg合金中的SA1 5356对本发明作进一步说明,但本发明的保护范围并不局限于下述实施例。

[0018] 实施例1

[0019] 一种电化学镀Zn+Cu复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,基体分别选用SA1 4043和SA1 5356铝合金盘条,其中,盘条直径为9.5mm,具体制备步骤如下:

[0020] (1) 前处理包括超声波+碱液脱脂处理,2道高压冷水冲洗,超声波+活化液去氧化膜,2道高压冷水冲洗,彻底去除盘条表面油脂、氧化皮和氧化膜,使基体露出洁净活性的晶体表面。其中,所述碱液由45g/L氢氧化钠,60g/L碳酸钠,56g/L磷酸钠,20g/L硅酸钠,5g/L焦磷酸钠和自来水组成,脱脂反应温度为60℃,反应时间为240s;所述活化液由500ml/L硝酸和自来水组成,去氧化膜反应温度为45℃,反应时间为20s;超声波频率为20kHz,进线速度为10m/s。

[0021] (2) 电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层包括一次含Ce添加剂的浸锌液浸锌,活化液退锌,二次含Ce添加剂的浸锌液浸锌,一次镀铜液镀铜,二次镀铜液镀铜,每道工序后均进行2道高压冷水冲洗,形成Zn+Cu/Re复合涂层。其中,所述一次和二次含Ce添加剂的浸锌液均由300g/L氢氧化钠,9g/L硝酸钠,95g/L酒石酸钾,6g/L柠檬酸钾,5g/L氯化铁,60g/L氧化锌,10g/L硫脲,0g/L硫酸高铈和自来水组成,浸锌反应温度为45℃,反应时间为50s;所述一次镀铜液由100g/L焦磷酸铜,250g/L焦磷酸钾,30g/L磷酸氢二钾,10g/L柠檬酸铵,6g/L氨三乙酸和自来水组成,pH值为8的碱性溶液;所述二次镀铜液由200g/L硫酸铜,30ml/L硫酸和自来水组成,化学镀铜反应温度为45℃,反应时间为90s,电流密度为90A/dm²;表面电化学镀Zn+Cu复合涂层量(占焊丝总重)为0.45%,Zn:Cu重量比为1:18;进线速度为10m/s。

[0022] (3) 后处理包括表面抗氧化液处理,拉拔减径,层绕,真空包装,得到最终成品焊丝。其中,所述表面抗氧化液为3g/l苯并三氮唑和酒精组成,表面抗氧化液反应温度为45℃,反应时间为10s,进线速度为10m/s;烘干温度为65℃;经30道次拉拔,将9.5mm盘条拉制成Φ1.2mm焊丝,每道次加工率不超过35%;焊丝的松弛直径为720mm,翘距为0mm。

[0023] 实施例2

[0024] 一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,基体分别选用SA1 4043和SA1 5356铝合金盘条,其中,盘条直径为6.5mm,具体制备步骤如下:

[0025] (1) 前处理包括超声波+碱液脱脂处理,2道高压冷水冲洗,超声波+活化液去氧化膜,2道高压冷水冲洗,彻底去除盘条表面油脂、氧化皮和氧化膜,使基体露出洁净活性的晶体表面。其中,所述碱液由30g/L氢氧化钠,25g/L碳酸钠,40g/L磷酸钠,25g/L硅酸钠,10g/L焦磷酸钠和自来水组成,脱脂反应温度为60℃,反应时间为180s;所述活化液由400ml/L硝酸和自来水组成,去氧化膜反应温度为45℃,反应时间为15s;超声波频率为15kHz,进线速度为15m/s。

[0026] (2) 电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层包括一次含Cs添加剂的浸锌液浸锌,活化液退锌,二次含Cs添加剂的浸锌液浸锌,一次镀铜液镀铜,二次镀铜液镀铜,每道工序后均进行2道高压冷水冲洗,形成Zn+Cu/Re复合涂层。其中,所述一次和二次含Cs添加剂的浸锌液均由280g/L氢氧化钠,6g/L硝酸钠,110g/L酒石酸钾,10g/L柠檬酸钾,7g/L氯化铁,80g/L氧化锌,15g/L硫脲,0.15g/L硫酸铯和自来水组成,浸锌反应温度为45℃,反应时间为40s;所述

一次镀铜液由90g/L焦磷酸铜,200g/L焦磷酸钾,40g/L磷酸氢二钾,12g/L柠檬酸铵,5g/L氨三乙酸和自来水组成,pH值为8的碱性溶液;所述二次镀铜液由220g/L硫酸铜,25ml/L硫酸和自来水组成,化学镀铜反应温度为45℃,反应时间为60s,电流密度为80A/dm²;表面电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层量(占焊丝总重)为0.25%,Zn:Cu重量比为1:10;进线速度为15m/s。

[0027] (3) 后处理包括表面抗氧化液处理,拉拔减径,层绕,真空包装,得到最终成品焊丝。其中,所述表面抗氧化液为3g/l苯并三氮唑和酒精组成,表面抗氧化液反应温度为45℃,反应时间为10s,进线速度为15m/s;烘干温度为65℃;经22道次拉拔,将6.5mm盘条拉制成Φ1.2mm焊丝,每道次加工率不超过35%;焊丝的松弛直径为800mm,翘距为0mm。

[0028] 实施例3

[0029] 一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,基体分别选用SA1 4043和SA1 5356铝合金盘条,其中,盘条直径为2.5mm,具体制备步骤如下:

[0030] (1) 前处理包括超声波+碱液脱脂处理,2道高压冷水冲洗,超声波+活化液去氧化膜,2道高压冷水冲洗,彻底去除盘条表面油脂、氧化皮和氧化膜,使基体露出洁净活性的晶体表面。其中,所述碱液由15g/L氢氧化钠,20g/L碳酸钠,50g/L磷酸钠,30g/L硅酸钠,15g/L焦磷酸钠和自来水组成,脱脂反应温度为60℃,反应时间为90s;所述活化液由300ml/L硝酸和自来水组成,去氧化膜反应温度为45℃,反应时间为10s;超声波频率为10kHz,进线速度为18m/s。

[0031] (2) 电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层包括一次含Er添加剂的浸锌液浸锌,活化液退锌,二次含Er添加剂的浸锌液浸锌,一次镀铜液镀铜,二次镀铜液镀铜,每道工序后均进行2道高压冷水冲洗,形成Zn+Cu/Re复合涂层。其中,所述一次和二次含Er添加剂的浸锌液均由150g/L氢氧化钠,10g/L硝酸钠,85g/L酒石酸钾,30g/L柠檬酸钾,10g/L氯化铁,50g/L氧化锌,6g/L硫脲,1.2g/L硝酸铟和自来水组成,浸锌反应温度为45℃,反应时间为30s;所述一次镀铜液由60g/L焦磷酸铜,400g/L焦磷酸钾,45g/L磷酸氢二钾,13g/L柠檬酸铵,3g/L氨三乙酸和自来水组成,pH值为8的碱性溶液;所述二次镀铜液由210g/L硫酸铜,20ml/L硫酸和自来水组成,,化学镀铜反应温度为45℃,反应时间为30s,电流密度为60A/dm²;表面电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层量(占焊丝总重)为0.10%,Zn:Cu重量比为1:8;进线速度为18m/s。

[0032] (3) 后处理包括表面抗氧化液处理,拉拔减径,层绕,真空包装,得到最终成品焊丝。其中,所述表面抗氧化液为3g/l苯并三氮唑和酒精组成,表面抗氧化液反应温度为45℃,反应时间为10s,进线速度为18m/s;烘干温度为65℃;经18道次拉拔,将2.5mm盘条拉制成Φ1.2mm焊丝,每道次加工率不超过35%;焊丝的松弛直径为660mm,翘距为0mm。

[0033] 实施例4

[0034] 一种电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝的制备方法,基体分别选用SA1 4043和SA1 5356铝合金盘条,其中,盘条直径为1.4mm,具体制备步骤如下:

[0035] (1) 前处理包括超声波+碱液脱脂处理,2道高压冷水冲洗,超声波+活化液去氧化膜,2道高压冷水冲洗,彻底去除盘条表面油脂、氧化皮和氧化膜,使基体露出洁净活性的晶体表面。其中,所述碱液由12g/L氢氧化钠,45g/L碳酸钠,65g/L磷酸钠,35g/L硅酸钠,18g/L焦磷酸钠和自来水组成,脱脂反应温度为60℃,反应时间为30s;所述活化液由250ml/L硝酸和自来水组成,去氧化膜反应温度为45℃,反应时间为5s;超声波频率为10kHz,进线速度为20m/s。

[0036] (2) 电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层包括一次含Ce添加剂的浸锌液浸锌,活化液退锌,二次含Ce添加剂的浸锌液浸锌,一次镀铜液镀铜,二次镀铜液镀铜,每道工序后均进行2道高压冷水冲洗,形成Zn+Cu/Re复合涂层。其中,所述一次和二次含Ce添加剂的浸锌液均由120g/L氢氧化钠,10g/L硝酸钠,60g/L酒石酸钾,26g/L柠檬酸钾,10g/L氯化铁,30g/L氧化锌,5g/L硫脲,2.5g/L硫酸高铈和自来水组成,浸锌反应温度为45℃,反应时间为10s;所述一次镀铜液由50g/L焦磷酸铜,420g/L焦磷酸钾,52g/L磷酸氢二钾,15g/L柠檬酸铵,2g/L氨三乙酸和自来水组成,pH值为8的碱性溶液;所述二次镀铜液由250g/L硫酸铜,30ml/L硫酸和自来水组成,化学镀铜反应温度为45℃,反应时间为30s,电流密度为60A/dm²;表面电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层量(占焊丝总重)为0.08%,Zn:Cu重量比为1:5;进线速度为20m/s。

[0037] (3) 后处理包括表面抗氧化液处理,拉拔减径,层绕,真空包装,得到最终成品焊丝。其中,所述表面抗氧化液为3g/l苯并三氮唑和酒精组成,表面抗氧化液反应温度为45℃,反应时间为10s,进线速度为20m/s;烘干温度为65℃;经11道次拉拔,将1.4mm盘条拉制成Φ1.2mm焊丝,每道次加工率不超过35%;焊丝的松弛直径为800mm,翘距为0mm。

[0038] 实施例1~4中所使用的SA1 4043和SA1 5356铝合金盘条的化学成分(重量%)见表1。将实施例1~4中所制得的电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝和市售同型号对比焊丝1~4按照表2的焊接工艺参数进行半自动和机器人自动化连续焊接,测得焊接熔敷金属的力学性能和焊丝物理性能见表3,焊接工艺性能见表4。通过对比可以看出,本发明所生产的电化学镀Zn+Cu/Re复合涂层的铝和铝合金机器人用焊丝焊接综合性能优异,可用于机器人自动化连续焊接。

[0039] 表1. 实施例1~4中所使用的SA1 4043和SA1 5356铝合金盘条的化学成分(重量%)

型号	类型	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr
SA1 4043	标准值	4.5-6.0	≤0.80	≤0.30	≤0.05	≤0.05	≤0.10	≤0.20	-
	实测值	5.2	0.10	0.03	0.003	0.003	0.003	0.02	-
SA1 5356	标准值	≤0.25	≤0.40	≤0.10	0.05-0.20	4.5-5.5	≤0.10	0.06-0.20	0.05-0.20
	实测值	0.011	0.14	0.01	0.12	4.95	0.01	0.12	0.11

[0041] 表2. 焊接工艺参数

焊接电压	19~21V	焊接电流	200~210A
焊接速度	30cm/min	焊丝干伸长	20mm
保护气体	≥99.99%Ar	气体流量	22L/min
焊接时间	1h	焊接位置	平焊
焊接极性	直流反接		
焊接系统	Fronius 7000 CMT+ABB 机器人		

[0044] 表3. 熔敷金属的力学性能与焊丝物理性能对比

[0045]

型号	实施例	抗拉强度 (MPa)	延伸率 (%)	电阻率 (nΩ·m)	镀层量 (%)	镀层 结合力
SA1 4043	1	186	20	60.78	0.05	◎
	2	190	20	61.06	0.07	◎
	3	186	22	61.10	0.20	◎
	4	190	20	60.52	0.35	◎
	对比焊丝 1	150	16	27.62	0	—
	对比焊丝 2	148	14	27.50	0	—
SA1 5356	1	260	24	70.11	0.05	◎
	2	270	24	70.50	0.07	◎
	3	272	25	71.61	0.20	◎
	4	268	24	70.32	0.35	◎
	对比焊丝 3	190	16	27.28	0	—
	对比焊丝 4	196	11	27.46	0	—

评定标准：
 1. 镀层结合力测试采用本行业常规标准的弯折法，若镀层剥落小于 10%，记为◎；若镀层剥落 10~20%，记为○；若镀层剥落 20~30%，记为△；若镀层剥落大于 30%，记为×；
 2. ◎表示优，○表示良，△表示一般，×表示差。

[0046]

表4. 焊接工艺性能对比

[0047]

型号	实施例	烟尘 量	半自 动送 丝性	机器 人送 丝性	电弧 稳定 性	飞 溅 量	抗锈 性	气孔 个数	焊缝 成形	导电嘴 磨损率
SA1 4043	1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	2	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎
	3	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	4	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎
	对比焊丝 1	×	△	×	△	×	△	△	○	△

	对比焊丝 2	×	×	×	×	×	△	×	○	×
SA1 5356	1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	3	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎
	4	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎
	对比焊丝 3	×	×	×	×	×	△	×	○	×
	对比焊丝 4	×	△	×	△	×	△	△	○	△

评定标准:

1. 烟尘量: 由 5 名焊接工程师依据实际焊接过程进行打分 (满分 10), 8~10 分记为◎, 5~8 分记为○, 3~5 分记为△, 3 分以下记为×;
2. 半自动送丝性: 计算焊丝每分钟电弧熄灭次数, 4 次以下记为◎, 4~6 次记为○, 6~8 次记为, 8 次以上记为×;
3. 机器人送丝性: 计算焊丝每分钟电弧熄灭次数, 2 次以下记为◎, 2~3 次记为○, 3~4 次记为, 4 次以上记为×;
4. 电弧稳定性: 由 3 名焊接工程师依据实际焊接过程进行打分 (满分 10), 9~10 分记为◎, 7~9 分记为○, 5~7 分记为△, 1~5 分记为×;
5. 飞溅量: 由 5 名焊接工程师依据实际焊接过程进行打分 (满分 10), 8~10 分记为◎, 5~8 分记为○, 3~5 分记为△, 3 分以下记为×;
6. 抗锈性: 盐雾条件下计算各每种焊丝 (分别截取 20 根, 每根长 200mm) 表面的锈点数量, 100 点以下记为◎, 100~300 点记为○, 300~600 点记为△, 600 点以上记为×。盐雾条件: 溶液 5%NaCl, 沉降率 3ml/(80cm²·h), 喷雾压力 0.08MPa, 工作温度 25℃, 周期连续喷雾 1h;
7. 气孔个数: 计算 1m 长焊缝表面出现的气孔数, 3 个以下记为◎, 3~4 个记为○, 4~6 个记为○, 6 个以上记为×;
8. 焊缝成形: 由 5 名焊接工程师依据实际焊接过程进行打分 (满分 10), 8~10 分记为◎, 5~8 分记为○, 3~5 分记为△, 3 分以下记为×;
9. 导电嘴磨损率: 对同一批次导电嘴在上述焊接工艺参数下进行 1h 连续焊接, 测量导电嘴磨损率 W (%), 2 以下记为◎, 2~4 记为○, 4~10 记为△, 10 以上记为×。计算公式: $W = (A1 - A2) / A1$, A1 为导电嘴原始重量, A2 为焊接后导电嘴重量;
10. ◎表示优, ○表示良, △表示一般, ×表示差。

[0048]