(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117980105 A
(43)申请公布日 2024.05.03

(21)申请号 202280064768.8
(22)申请日 2022.10.13
(30)优先权数据
63/256,290 2021.10.15 US
18/045,934 2022.10.12 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.03.25
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2022/046541 2022.10.13
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/064450 EN 2023.04.20
(71)申请人 林肯环球股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 巴德里·K·纳拉亚南
纳萨尼尔·M·科尔文
亚历山大·J·察达赫
J·B·谢弗
(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262
专利代理师 蔡利芳 杨明钊
(51)Int.Cl.
B23K 35/02(2006.01)
B23K 35/30(2006.01)
B23K 35/40(2006.01)
B23K 103/04(2006.01)

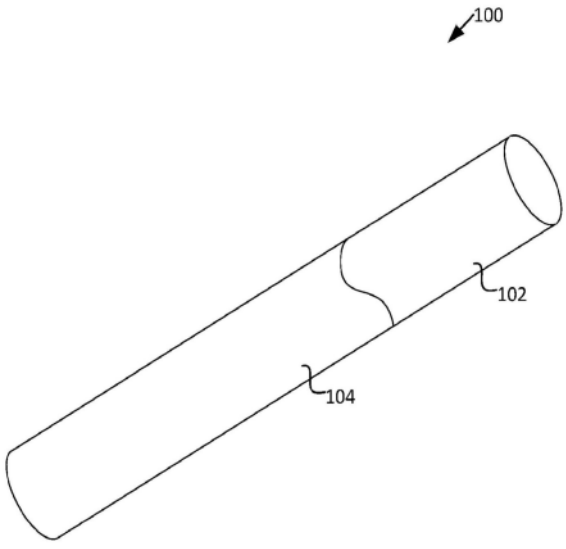
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

具有铜基涂层的高合金焊丝

(57)摘要

焊丝可以包括高合金金属芯,该高合金金属芯包含以该高合金金属芯的重量计大于约10.5%的选自以下的组分:铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨、钒或其组合;和包围该高合金金属芯的层,该层包含铜或铜合金。焊接方法可以包括施加足以将焊丝转变为熔融状态的电流以产生熔融焊接材料,该焊丝包括:高合金金属芯,该高合金金属芯包含大于约10.5%的选自以下的组分:铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨、钒或其组合;和包围该高合金金属芯的层,该层包含铜或铜合金;以及将该熔融焊接材料沉积到工件上。



CN 117980105 A

1.一种焊丝,其包括:

高合金金属芯,所述高合金金属芯包含以所述高合金金属芯的重量计大于约10.5%的选自以下的组分:铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨、钒或其组合;和

包围所述高合金金属芯的层,所述层包含铜或铜合金。

2.如权利要求1所述的焊丝,其中,所述层包含所述铜合金,并且其中所述铜合金包含以所述铜合金的重量百分比(wt%)计最高达约99.9wt%的铜。

3.如权利要求2所述的焊丝,其中,所述铜合金包含余量的至少一种选自镉、铬、镍、锡、锌或其组合的金属。

4.如前述权利要求中任一项所述的焊丝,其中,所述层包含所述铜合金,并且其中所述铜合金包含以所述铜合金的重量百分比(wt%)计范围为约60wt%至约99.9wt%的铜。

5.如前述权利要求中任一项所述的焊丝,其中,所述高合金金属芯包含以所述高合金金属芯的重量百分比(wt%)计范围为约12wt%至约18wt%的铬。

6.如前述权利要求中任一项所述的焊丝,其中,所述高合金金属芯包含奥氏体不锈钢。

7.如前述权利要求中任一项所述的焊丝,其中,所述高合金金属芯包含双相钢。

8.如前述权利要求中任一项所述的焊丝,其中,所述层具有在约0.1μm至约100μm范围内的厚度。

9.如前述权利要求中任一项所述的焊丝,其中,所述层以所述焊丝的重量百分比(wt%)计范围为约0.005wt%至约3wt%存在。

10.如前述权利要求中任一项所述的焊丝,其中,所述层占所述焊丝的截面面积的约0.005%至约5%。

11.一种焊缝熔敷金属,其由如前述权利要求中任一项所述的焊丝产生。

12.一种焊接方法,其包括:

施加足以将焊丝转变为熔融状态的电流以产生熔融焊接材料,所述焊丝包括:

高合金金属芯,所述高合金金属芯包含以所述高合金金属芯的重量计大于约10.5%的选自以下的组分:铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨、钒或其组合;和

包围所述高合金金属芯的层,所述层包含铜或铜合金;以及

将所述熔融焊接材料沉积到工件上。

13.如权利要求12所述的焊接方法,其中,所述焊接方法包括埋弧焊(SAW)、气体保护钨极电弧焊(GTAW)、气体保护金属极电弧焊(GMAW)或其组合中的至少一种。

14.如权利要求12或13所述的焊接方法,其中,所述层包含所述铜合金,并且其中所述铜合金包含以所述铜合金的重量百分比(wt%)计最高达约99.9wt%的铜。

15.如权利要求14所述的焊接方法,其中,所述铜合金的余量包含至少一种选自镉、铬、镍、锡、锌或其组合的金属。

16.如权利要求12-15中任一项所述的焊接方法,其中,所述层占所述焊丝的截面面积的约0.005%至约5%。

17.如权利要求12-16中任一项所述的焊接方法,其中,所述高合金金属芯包含以所述高合金金属芯的重量百分比(wt%)计范围为约12wt%至约18wt%的铬。

18.如权利要求12-17中任一项所述的焊接方法,其中,所述层以所述焊丝的重量百分比(wt%)计范围为约0.005wt%至约3wt%存在。

19.如权利要求12-18中任一项所述的焊接方法,其中,所述高合金金属芯包含奥氏体不锈钢。

20.如权利要求12-19中任一项所述的焊接方法,其中,所述层具有范围为约0.1μm至约100μm的厚度。

具有铜基涂层的高合金焊丝

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2021年10月15日提交的标题为“具有铜基涂层的高合金焊丝”的美国临时专利申请号63/256,290和于2022年10月12日提交的标题为“具有铜基涂层的高合金焊丝”的美国非临时专利申请号18/045,934的优先权,这两者以其全文通过引用并入本文。

[0003] 领域

[0004] 本披露总体上涉及自耗焊接电极和使用该自耗焊接电极的焊接工艺。

[0005] 背景

[0006] 焊接是用于各种应用的工业上普遍使用的工艺。根据工艺的不同,焊丝可以充当在工件上形成焊缝的金属源的自耗电极,以及用于提供焊剂和其他焊接性能添加剂的机构。例如,在金属极电弧焊中,当在焊丝(第一电极)与工件(第二电极)之间施加电压时,产生电弧。当产生电流时,电极之间形成电弧,使得焊丝的尖端熔化,并在工件上的接触点处产生熔融金属的焊道。通常,将焊丝连续地送入焊接系统中,从而提供在工件上产生焊缝的熔融金属流。

[0007] 焊丝的化学组成、物理状态以及焊丝上的层和涂层的存在都会对许多焊缝特性产生影响。焊丝的化学金属组成可以改变焊道和焊缝质量的外观和机械特性,包括屈服强度、延展性和断裂韧性。此外,焊丝的结构特性也会影响焊接系统的其他部件。例如,送丝系统和导电嘴经受摩擦和电阻(取决于焊丝的特性),这可能影响这些系统部件的机械磨损和整体使用寿命。

[0008] 概述

[0009] 一方面,本文披露的焊丝可以包括高合金金属芯,该高合金金属芯包含以该高合金金属芯的重量计大于约10.5%的选自以下的组分:铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨、钒或其组合;和包围该高合金金属芯的层,该层包含铜或铜合金。

[0010] 另一方面,本文披露的焊接方法可以包括施加足以将焊丝转变为熔融状态的电流以产生熔融焊接材料,该焊丝包括:高合金金属芯,该高合金金属芯包含以该高合金金属芯的重量计大于约10.5%的选自以下的组分:铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨、钒或其组合;和包围该高合金金属芯的层,该层包含铜或铜合金;以及将该熔融焊接材料沉积到工件上。

附图说明

[0011] 本发明的某些实施例可以在某些零件和零件布置方面采取实体形式,其优选实施例将在说明书中详细描述并且在来自该说明书一部分的附图中示出,并且其中:

[0012] 图1是根据一个实施例的经涂覆的焊丝的实施例。

[0013] 图2是焊接方法的非限制性实施例的流程图。

具体实施方式

[0014] 本披露总体上涉及自耗焊接电极和使用该自耗焊接电极的焊接工艺。本文披露的

焊丝组合物表现出减少的导电嘴磨损和改进的电学特性。特别地,本文披露的焊丝组合物包括涂覆有铜或铜合金层的高合金芯。铜或铜合金层可以形成导电层,该导电层在减少机械和电致磨损的同时还表现出与铜导电嘴的改进的兼容性。

[0015] 在电弧焊接应用中,高合金焊丝可以具有许多优点,包括良好的外观、耐腐蚀性、耐锈蚀性和在高温下的抗氧化性。然而,高合金焊丝通常表现出较高的抗拉强度和表面硬度,这可能增加焊接系统的送丝部件上的磨损,这些部件通常由较软的金属和合金组成。此外,高合金焊丝与导电嘴(通常由铜构成)之间的导电性差异还会导致电弧形成和回烧,其可能导致堵塞和送丝问题。尽管存在这些缺点,高合金焊丝经常以未包覆的形式使用,或带有非金属涂层如硅树脂,以形成自然耐腐蚀的并且具有优异的焊接外观和强度的焊缝。

[0016] 导电金属外层和涂层已被用于许多焊丝,但也可能具有潜在的缺点。例如,铜涂层已被用于涂覆低合金固体金属和药芯焊丝,以提高耐腐蚀性、增强导电性、减少导电嘴的劣化、并在拉制和送丝通过焊接设备期间润滑焊丝。然而,使用铜涂层也可能伴随着许多缺点。铜金属是软的,并且在强制送丝通过焊接系统(包括通过衬垫、焊炬和导电嘴)期间,容易产生铜金属碎片。在通过这些部件中的每一个期间,铜碎片可能导致许多机械问题,包括形成引起堵塞的聚集体或形成可能导致热点的电接触点。更糟糕的是,铜碎片可能引起某种形式的液态金属脆化或破坏焊缝强度的“铜裂”。在焊接期间,铜碎片可能被熔渣熔化并转移到焊道上。随着焊道金属冷却,铜保持熔融并迁移至凝固金属的晶界。在焊缝的晶界内,软铜金属形成弱化焊缝和/或工件金属的薄弱点。

[0017] 与本领域中的这些发现相反,本文披露的焊丝组合物使用被铜或铜合金层包围的高合金金属芯来形成自耗电极。含铜层的低电阻率允许在焊丝通过时将电流转移到导电嘴,这减少了焊炬热损失,并最大限度地减少或消除焊丝与导电嘴之间的电弧形成。因为铜相对于焊丝的高合金金属芯更软,所以含铜层还减少了焊接系统的送丝部件上的磨蚀和机械磨损,这些部件通常由类似的铜材料构成。出乎意料的是,与对比的未包覆的高合金焊丝相比,本文披露的焊丝组合物在提高导电嘴使用寿命并保持焊缝强度而不会出现铜裂的同时表现出相似或更好的性能。

[0018] 本文披露的焊丝组合物通常包括被含铜层包围的高合金金属芯。如本文所用,术语“高合金金属”可以指包含一种或多种金属和按重量计至少8%(例如,大于约10.5%)的合金元素的合金,这些合金元素如:铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨和/或钒。高合金金属芯可以包含对于所选择的焊接工艺中施加的电流和条件具有足够导电性的高合金金属。在一些实施例中,高合金芯可以包含高合金钢,该高合金钢含有铁和大于约10.5wt%的选自以下中的任一种或多种的组分:铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨和/或钒。高合金金属可以包括例如:不锈钢、马氏体时效钢、Cr-Mo合金钢、镍合金(如276、625、718镍合金)、其组合等。包含高合金金属芯的焊丝组合物还可以包含任何上述合金的共混物,包括多相不锈钢和双相不锈钢。

[0019] 在一些实施例中,高合金芯可以包含例如不锈钢组合物,该不锈钢组合物含有以该高合金金属芯的重量百分比(wt%)计约12wt%至约18wt%的铬。合适的不锈钢可以包括一种或多种常见等级(例如,200、300、400等)的不锈钢,包括马氏体、奥氏体或铁素体不锈钢。在一些实施例中,高合金金属芯可以是300级奥氏体不锈钢,如302、303、304、316、310或321级不锈钢。

[0020] 在高合金金属芯上包括含铜层也可以在焊丝生产期间带来优势。例如,使用铜或铜合金涂层可以在拉制焊丝期间起到润滑剂的作用,从而最大限度地减少或消除对额外添加剂或涂层的需要。在一些情况下,含铜层的存在可以允许从较大的原料直接拉制到合适的工作直径以产生焊丝组合物,并且相对于未包覆的不锈钢而言焊丝速度增加。在一些实施例中,焊丝组合物可以包括多个含铜层。例如,多个含铜层可以包围高合金金属芯。

[0021] 一个或多个含铜层可以包含通过任何适当的工艺包覆或结合到高合金金属芯上的铜和铜合金。在一些实施例中,可以在制造含铜层期间引入额外的涂层如镍,这些额外的涂层可以增强与高合金金属芯的相容性。合适的铜合金包括铜和选自以下的金属中的一种或多种的合金:镍、锌、铬、镉和/或锡。本文披露的铜合金可以包含以该铜合金的重量百分比(wt%)计最高达约90wt%、最高达约95wt%、最高达约99wt%或最高达约99.9wt%的铜。在一些实施例中,铜合金可以包含以该合金的重量百分比计在约60wt%至约95wt%、或约60wt%至约99.9wt%范围内的含量的铜。在一些实施例中,在焊丝组合物包括多个含铜层的情况下,含铜层中的一个或多个可以具有可替代的材料组成(例如,焊丝组合物的第一含铜层内的铜含量可以大于第二含铜层内的铜含量)。

[0022] 选择铜或铜合金作为包围层可能取决于许多因素,包括焊接工艺类型和工件的金属组成。在一些情况下,根据芯中的高合金金属的性质,可以例如通过改变合金的铜含量以最大限度地减少铜迁移到焊缝金属的晶界中来调节含铜层的表面张力。含铜层的厚度也可以根据特定应用而变化。焊丝组合物可以包括其上布置有含铜层的高合金金属芯,其中含铜层的厚度大于约0.01μm、大于约0.1μm、大于约1μm等。在一些实施例中,含铜层可以具有范围为约0.1μm至约100μm的厚度。

[0023] 含铜层可以以焊丝的重量百分比(wt%)计范围为约0.005wt%至约3wt%、约0.005wt%至约2wt%、或约0.005wt%至约1wt%存在。含铜层可以占焊丝的截面面积的最高达约5%,在一些实施例中,占焊丝的截面面积的最高达约0.01%至约5%。

[0024] 虽然本文披露了许多实芯焊丝实施例,但也可以设想,焊丝组合物的组分也可以适于生产药芯焊丝,这些药芯焊丝具有被其上布置有铜涂覆层的高合金金属护套包围的焊剂材料。

[0025] 本文披露的焊丝组合物可以被拉制或以其他方式制造成用于所选择的焊接工艺的任何合适的直径(例如,0至30规格或更大)。通常,本文披露的焊接方法可以包括施加足以将焊丝组合物转变为熔融状态的电流,该焊丝包括高合金金属芯和包围该高合金金属芯的含铜层;以及将熔滴沉积到工件上。焊接工艺不被认为是特别受限的,并且可以包括气体保护金属极电弧焊工艺,如埋弧焊(SAW)、气体保护钨极电弧焊(GTAW)、气体保护金属极电弧焊(GMAW)、手工电弧焊(SMAW)、药芯焊丝技术如药芯焊丝电弧焊(FCAW)及其组合。

[0026] 参考图1,示出了经涂覆的焊丝100的实施例,其包括芯102和包围该芯的层104。为了清楚起见,将层104的一部分从图1中所示的经涂覆的焊丝100上去除,以示出沿着焊丝100的长度被层104涂覆的内芯102。在实施例中,芯102是高合金金属芯,并且层104包含铜或铜合金。参考图2,示出了实施例中的焊接方法200。步骤202包括施加足以将焊丝转变为熔融状态的电流以产生熔融焊接材料,其中该焊丝(例如,经涂覆的焊丝100)包括高合金金属芯(例如,芯102),该高合金金属芯包含占该高合金金属芯的大于约10.5wt%的选自以下的组分:铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨、钒或其组合;和包围该高合金金

属芯的层,该层包含铜或铜合金。步骤204包括将该熔融焊接材料沉积到工件上。

[0027] 为了便于更好地理解本发明的实施例,给出了具有优选的或代表性的特征的以下实例。绝不应该将以下实例理解为限制或限定实施例的范围。

[0028] 实例

[0029] 提供以下非限制性实例来进一步说明本发明的实施例。本领域技术人员应理解,以下实例中披露的技术代表诸位发明人已经发现在实践本发明的实施例中很好地起作用的方法,并且因此可以被认为构成了用于其实践的模式的实例。然而,根据本发明的实施例,本领域技术人员应当理解,可以在不脱离实施例的精神和范围的情况下对所披露的特定实施例进行许多改变,并且仍获得相似或类似的结果。

[0030] 实例1:Cu-Coated 302级不锈钢的焊接性能

[0031] 在该实例中,使用铜涂覆的不锈钢实心焊丝(Cu-Coated 302)和对比的未包覆的316LSi级不锈钢(Unclad 316LSi)来进行焊接。两个焊丝样品均表现出0.045”的直径。在自动电弧焊接设备上进行测试,该设备被配置为在受控的导电嘴到工件的距离(CTWD)处施加测试焊缝。通过连续焊接,在直径为24”的管道上形成测试焊缝,以最大限度地减少开始和停止时的测量干扰。测试焊缝一直进行到失效为止,失效典型地表现为飞溅物堵塞喷嘴并接触工件。焊接条件和设置总结在表1中,其中焊接是在恒定电压(CV)和脉冲下进行的。

[0032]

表 1: 实例 1 的焊接条件

WFS	电压	电流	CTWD	气体
250-450	23-28	230-270	1/2" - 5/8”	95% Ar/2% CO_2

[0033] 针对所有调查条件,对Cu-Coated 302样品的焊缝外观与Unclad 316LSi一起进行了分析。还测试了一系列保护气体组合物。测试结果和条件总结在表2中,其中4的评级相当于Unclad 302的结果。通常,Cu-Coated 302的焊道外观在外观上较粗糙,表面有一些点蚀,但不影响焊缝强度。

[0034]

表 2：不同气体条件下 Cu-Coated 302 的焊缝特性的总结。

气体	电弧稳定性	熔池流动性	板上的飞溅物	焊道外观
95% Ar/2% CO_2	4	4	4	2
90% He/7.5% Ar/2.5% CO_2	4	4	2	2
95% Ar/% O_2	4	4	4	2
95% Ar/5% CO_2	4	4	4	2
90% Ar/10% CO_2	4	4	4	2
80% Ar/20% CO_2	4	4	4	2

[0035] 实例2-导电嘴磨损分析

[0036] 在该实例中,使用如上在实例1中所讨论的自动电弧焊接设备研究Unclad 316LSi和Cu-Coated 302的导电嘴磨损率。在测试期间,以大约415-417次/分钟记录每个样品的安培数和电压测量值,并监测有效的CTWD。对于所研究的所有焊接样品和条件,样品之间的安培数下降几乎没有差异。具体地,Unclad 316LSi样品在一小时后表现出7.5的安培数下降,而Cu-Coated 302样品在一小时后表现出9.9的安培数下降。

[0037] 焊接运行后,通过测量导电嘴中心孔内径的变化来量化导电嘴磨损。虽然Unclad 316LSi与Cu-Coated 302焊丝之间的安培数变化极小,但Unclad 316LSi的导电嘴上表现出明显的机械磨损,如内径所证明的。结果总结在表3中。

[0038]

表 3：实例 2 的焊接性能的总结。

	焊接		导电嘴			磨损率
焊丝类型	时间（min）	时间（h）	直径（mm）	直径增量（mm）	直径增量（%）	（%/h）
Unclad 316LSi	122	2.03	1.224	0.607	50	24.4
Cu-Coated 302	78	1.3	1.312	0.269	21	15.8
Cu-Coated 302	113	1.88	1.243	0.214	17	9.1

[0039] 如表3所示，铜涂覆的焊丝样品的孔面积随时间推移的百分比增量要小得多。铜涂覆的样品的直径增长率似乎比Unclad 316LSi的直径增长率小2倍至3倍。结果表明，当与未涂覆的不锈钢相比时，本文披露的铜涂覆的不锈钢焊丝组合物可用于提高导电嘴的使用寿命，而不会显著改变焊接性能或焊缝强度。

[0040] 因此，当前披露的系统和方法很好地适于达到上述目的和优点以及其中固有的优点。以上披露的特定方面仅仅是说明性的，因为可以以受益于本文的传授内容的对本领域技术人员而言显而易见的不同的但等效的方式来修改和实践本发明。此外，除了在下文的权利要求书中所描述的以外，不旨在限制本文所示的构造或设计的细节。因此，显然可以改变、组合或修改以上披露的特定说明性方面，并且所有此类变型都被认为在本发明的范围和精神内。权利要求书中的术语具有其简单、通常的含义，除非专利权所有人另外明确和清楚地定义。

[0041] 除非另外指明，否则在本说明书和相关权利要求中使用的所有表示成分的量、反应条件等的数字在所有情况下均应理解为由术语“约”修饰。因此，除非有相反的指示，否则以下说明书和所附权利要求书中列出的数值参数是近似值，其可以根据本发明的实施例试图获得的希望特性而变化。

[0042] 在一些实施例中，除非另外特别说明，否则在描述特定实施例的上下文中(尤其是在以下权利要求中的某些的上下文中)使用的术语“一个/一种(a/an)”和“该(the)”以及类似的引用可以被解释为涵盖单数和复数两者。在一些实施例中，如本文(包括权利要求书)所使用的术语“或”用于意指“和/或”，除非明确指出仅指代替代选择或替代选择是互斥的。

[0043] 术语“包含”、“具有”和“包括”是开放式连接动词。这些动词中的一个或多个的任何形式或时态，如“包含(comprises)”、“包含(comprising)”、“具有(has)”、“具有(having)”、“包括(includes)”和“包括(including)”也是开放式的。例如，“包含”、“具有”或“包括”一个或多个步骤的任何方法不限于仅具有那些一个或多个步骤，并且还可以覆盖

其他未列出的步骤。类似地,“包含”、“具有”或“包括”一个或多个特征的任何组合物或装置不限于仅具有那些一个或多个实施例,并且可以覆盖其他未列出的实施例。尽管本文可以以措辞“包括”各种组分或步骤来描述系统、组合物和方法,但是该方法也可以“基本上由各种组分和步骤组成”或“由各种组分和步骤组成”。

[0044] 除非本文另外指出或另外与上下文明显矛盾,否则本文描述的所有方法可以以任何合适的顺序进行。关于本文的某些实施例提供的任何和所有实例或示例性语言(例如“如”)的使用仅旨在更好地阐明本发明,并且不对以其他方式要求保护的本发明的范围构成限制。说明书中的任何语言都不应解释为指示任何未要求保护的要素对于实施本发明是必不可少的。

[0045] 本文披露的可替代的要素或实施例的分组不应解释为限制。每个组成员可以单独地或以与该组的其他成员或本文出现的其他要素的任何组合被提及和要求保护。出于方便或专利性的原因,组中的一个或多个成员可以包含在组中或从组中删除。当任何这样的包含或删除发生时,说明书在本文中被认为包含经改变的组,从而满足所附权利要求中使用的所有马库什组的书面描述。

[0046] 已经详细地描述了实施例,将显而易见的是,在不脱离所附权利要求中限定的实施例的范围的情况下,修改、变化和等效实施例是可能的。此外,应当理解,实施例中的所有实例都作为非限制性实例提供。

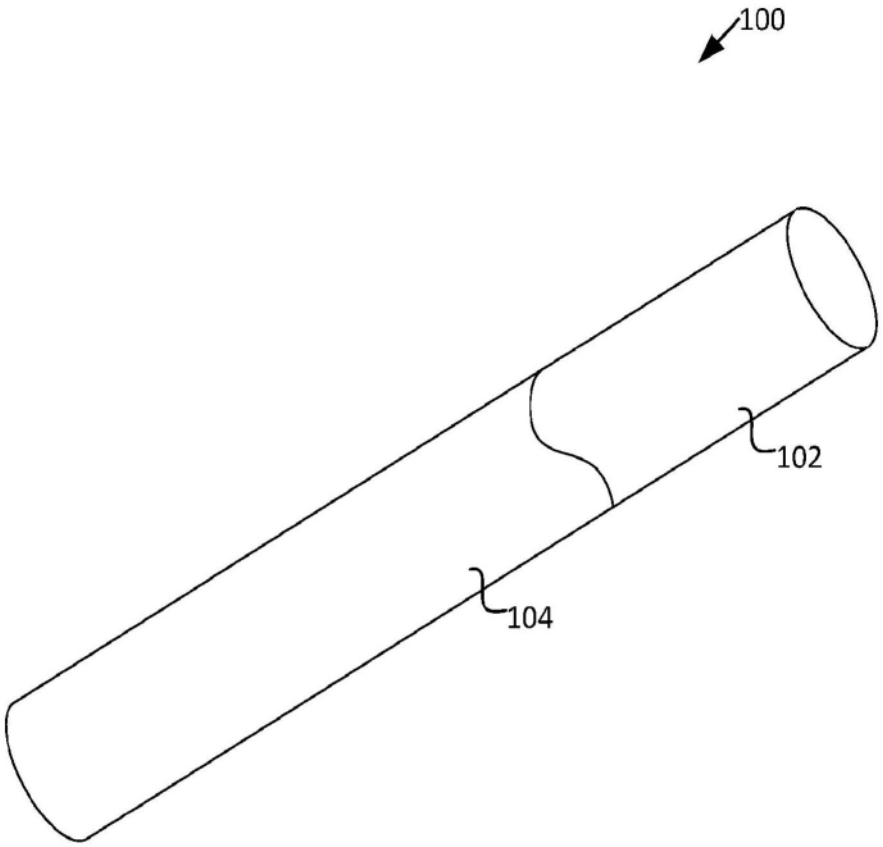


图1

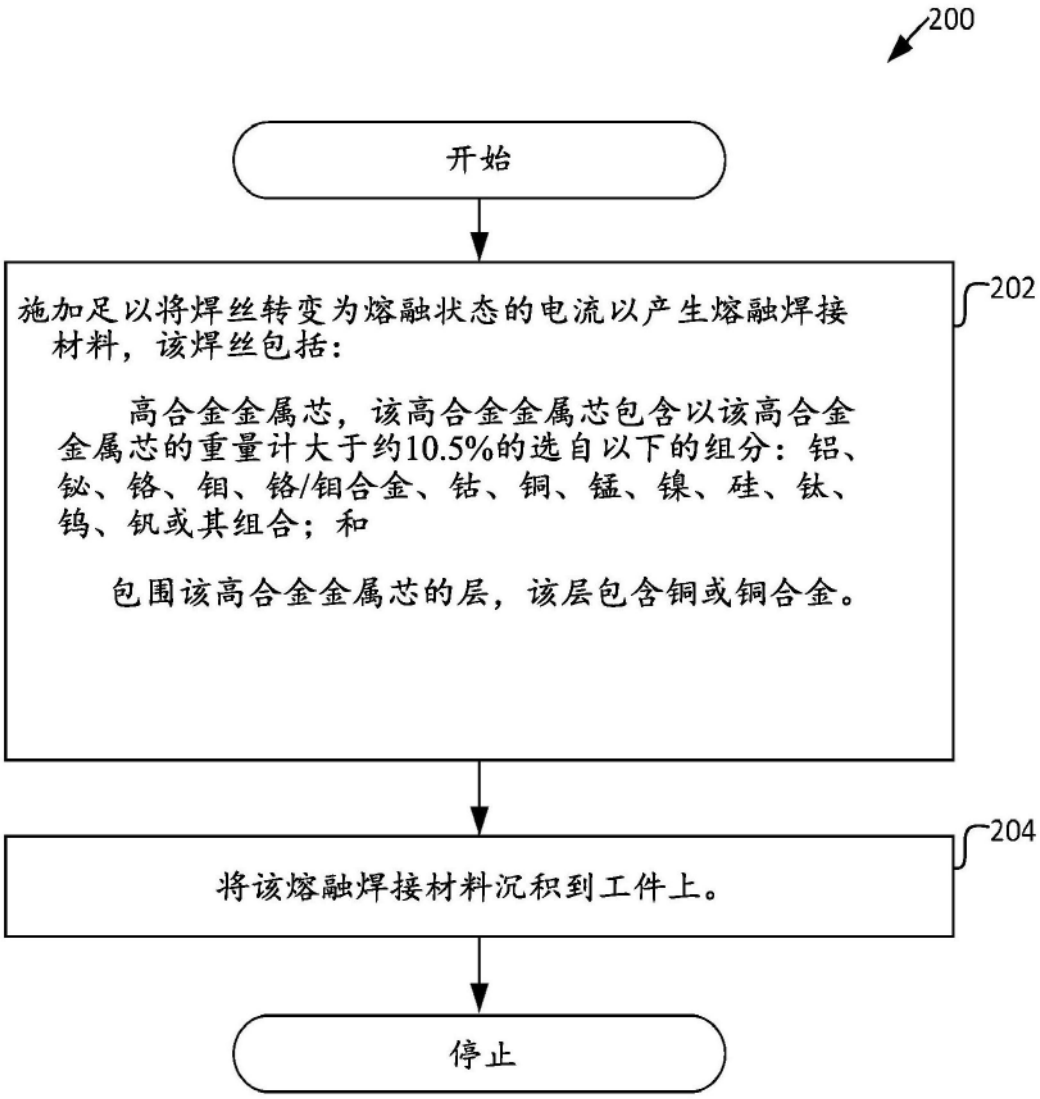

200
开始
施加足以将焊丝转变为熔融状态的电流以产生熔融焊接材料，该焊丝包括：
高合金金属芯，该高合金金属芯包含以该高合金金属芯的重量计大于约10.5%的选自以下的组分：铝、铋、铬、钼、铬/钼合金、钴、铜、锰、镍、硅、钛、钨、钒或其组合；和
包围该高合金金属芯的层，该层包含铜或铜合金。
202
将该熔融焊接材料沉积到工件上。
204
停止

图2