



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110753597 A

(43)申请公布日 2020.02.04

(21)申请号 201880039116.2

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

(22)申请日 2018.06.13

公司 11021

(30)优先权数据

2017-118766 2017.06.16 JP

代理人 吴克鹏

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2019.12.12

B23K 35/02(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

B23K 9/12(2006.01)

PCT/JP2018/022643 2018.06.13

B23K 9/173(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

B23K 35/30(2006.01)

W02018/230619 JA 2018.12.20

(71)申请人 株式会社神户制钢所

权利要求书1页 说明书8页 附图1页

地址 日本兵库县

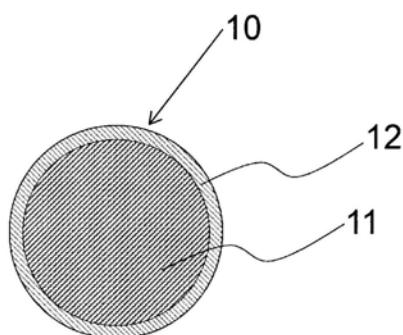
(72)发明人 木梨光 横田泰之 佐藤浩二

(54)发明名称

电弧焊方法及实芯焊丝

(57)摘要

本发明的一个方式涉及一种电弧焊方法，其特征在于，使用含有Ar的气体和实芯焊丝(10)进行焊接，所述实芯焊丝(10)具备钢焊芯(11)及形成于该钢焊芯(11)的表面的铜镀膜(12)，铜镀膜(12)的平均晶粒直径为600nm以下。另外，还涉及实芯焊丝(10)，其具备钢焊芯(11)及在该钢焊芯(11)的表面形成的铜镀膜(12)，铜镀膜(12)的平均晶粒直径为600nm以下。



1. 一种电弧焊方法,其特征在于,  
使用含有Ar的气体和实芯焊丝进行焊接,  
所述实芯焊丝具备钢焊芯及形成在该钢焊芯的表面上的铜镀膜,所述铜镀膜的平均晶粒直径为600nm以下。
2. 根据权利要求1所述的电弧焊方法,其特征在于,  
将所述实芯焊丝沿该实芯焊丝的进退方向反复而进行送给控制,并进行焊接。
3. 根据权利要求1所述的电弧焊方法,其特征在于,  
所述钢焊芯由软钢形成。
4. 根据权利要求1所述的电弧焊方法,其特征在于,  
所述实芯焊丝以质量%计含有:  
C:0.02%以上且0.15%以下、  
Si:0.2%以上且2.0%以下、  
Mn:0.2%以上且3.0%以下、以及  
Cu:0.05%以上且0.5%以下。
5. 根据权利要求4所述的电弧焊方法,其特征在于,  
所述实芯焊丝以质量%计还含有S:0.30%以下、Al:0.1%以上且1.0%以下、Mo:0.1%以上且3.0%以下、Ti:0.01%以上且0.3%以下以及Zr:0.01%以上且0.3%以下中的至少一种。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的电弧焊方法,其特征在于,  
所述铜镀膜的所述平均晶粒直径为50nm以上且500nm以下。
7. 一种实芯焊丝,其特征在于,具备钢焊芯和形成在该钢焊芯的表面上的铜镀膜,  
所述铜镀膜的平均晶粒直径为600nm以下。
8. 根据权利要求7所述的实芯焊丝,其特征在于,所述钢焊芯由软钢形成。
9. 根据权利要求7所述的实芯焊丝,其特征在于,以质量%计含有:  
C:0.02%以上且0.15%以下、  
Si:0.2%以上且2.0%以下、  
Mn:0.2%以上且3.0%以下、以及  
Cu:0.05%以上0.5%以下。
10. 根据权利要求9所述的实芯焊丝,其特征在于,以质量%计还含有S:0.30%以下、  
Al:0.1%以上且1.0%以下、Mo:0.1%以上且3.0%以下、Ti:0.01%以上且0.3%以下以及  
Zr:0.01%以上且0.3%以下中的至少一种。
11. 根据权利要求7至10中任一项所述的实芯焊丝,其特征在于,所述铜镀膜的所述平均晶粒直径为50nm以上且500nm以下。

## 电弧焊方法及实芯焊丝

### 技术领域

[0001] 本发明实施方式涉及一种电弧焊方法及实芯焊丝。

### 背景技术

[0002] 实芯焊丝被广泛用于汽车等的薄板用的气体保护电弧焊中。使用实芯焊丝进行焊接时,在短期的焊接中,焊丝供给性优异,但若进行长时间焊接,则焊嘴因与实芯焊丝的熔着等而消耗,电弧容易变得不稳定。

[0003] 在此,已知有若在实芯焊丝的表面形成有铜镀膜,则通常焊嘴磨耗变少,焊接时电弧稳定。例如,专利文献1中公开了一种在表面形成有厚度为 $0.3\mu\text{m}\sim1.1\mu\text{m}$ 的铜镀膜的实芯焊丝。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2008-194716号公报

[0007] 专利文献1:日本专利第6043969号公报

[0008] 然而,在使用实芯焊丝的气体保护电弧焊中,已知有将实芯焊丝沿进退方向反复而进行送给控制的焊接方法(焊丝送给控制短路电弧焊法)(例如参照专利文献2)。在该焊接方法中,通过反复进行以下动作来实现飞溅的减少:一边产生电弧一边使焊丝前进,使熔融的焊丝前端的熔融金属与熔池接触而消灭电弧之后,撤回焊丝而使熔融金属过渡,再次产生电弧并使焊丝前进。

[0009] 但是,在此如此在实芯焊丝的进退方向上进行送给控制的情况下,在焊炬内部或电缆管(套管)内部,实芯焊丝和焊炬内部或套管内部的表面彼此滑动,形成于实芯焊丝的铜镀膜会发生磨耗。在该情况下,在焊接时无法充分降低焊嘴熔着,会产生送给电阻劣化,电弧变得不稳定等问题。

### 发明内容

[0010] 本发明是鉴于上述课题而完成的,其目的在于提供一种在电弧焊时供给性优异、电弧的稳定度高的电弧焊方法及实芯焊丝。

[0011] 本发明人等对使用在表面形成有铜镀膜的实芯焊丝的电弧焊方法进行了深入研究,结果发现,通过使铜镀膜的晶粒直径微细,由此能够抑制铜镀膜的磨耗。进而发现,由此能够使实芯焊丝的滑动性良好,例如在实芯焊丝的进退方向上进行送给控制的电弧焊中,能够提高供给性,使焊接时的电弧更加稳定。本发明是基于该发现而完成的。

[0012] 即,本发明一个方式的电弧焊方法,其特征在于,使用含有Ar的气体和实芯焊丝进行焊接,所述实芯焊丝具备钢焊芯及形成于该钢焊芯的表面上的铜镀膜,所述铜镀膜的平均晶粒直径为600nm以下。

[0013] 在本发明一个方式的电弧焊方法中,也可以将所述实芯焊丝在该实芯焊丝的进退方向上反复进行送给控制,并进行焊接。

- [0014] 在此,所谓进退方向是指焊丝送给的正方向及反方向。
- [0015] 在本发明一个方式的电弧焊方法中,所述钢焊芯可以由软钢形成。
- [0016] 在本发明一个方式的电弧焊方法中,所述实芯焊丝以质量%计可以含有C:0.02%以上且0.15%以下、Si:0.2%以上且2.0%以下、Mn:0.2%以上且3.0%以下以及Cu:0.05%以上且0.5%以下。
- [0017] 另外,本发明一个方式的电弧焊方法中,所述实芯焊丝以质量%计还可以含有S:0.30%以下、Al:0.1%以上且1.0%以下、Mo:0.1%以上且3.0%以下、Ti:0.01%以上且0.3%以下以及Zr:0.01%以上且0.3%以下中的至少一种。
- [0018] 在本发明一个方式的电弧焊方法中,所述铜镀膜的所述平均晶粒直径也可以为50nm以上500nm以下。
- [0019] 本发明一个方式的实芯焊丝是具备钢焊芯和形成于该钢焊芯的表面上的铜镀膜的实芯焊丝,其中,所述铜镀膜的平均晶粒直径为600nm以下。
- [0020] 在本发明一个方式的实芯焊丝中,所述钢焊芯也可以由软钢形成。
- [0021] 本发明一个方式的实芯焊丝中,以质量%计可以含有C:0.02%以上且0.15%以下、Si:0.2%以上且2.0%以下、Mn:0.2%以上且3.0%以下以及Cu:0.05%以上且0.5%以下。
- [0022] 本发明一个方式的实芯焊丝中,以质量%计还可以含有S:0.30%以下、Al:0.1%以上且1.0%以下、Mo:0.1%以上且3.0%以下、Ti:0.01%以上且0.3%以下以及Zr:0.01%以上且0.3%以下中的至少一种。
- [0023] 本发明一个方式的实芯焊丝中,所述铜镀膜的所述平均晶粒直径也可以为50nm以上且500nm以下。
- [0024] 发明效果
- [0025] 根据本发明,能够提供一种在电弧焊时,送丝性优异,电弧的稳定性高的电弧焊方法及实芯焊丝。

## 附图说明

- [0026] 图1是本发明的实施方式的实芯焊丝的剖视图。
- [0027] 图2是由EBSD得到的实芯焊丝截面的测定结果的一例。

## 具体实施方式

- [0028] 以下,参照附图对本发明的实施方式的电弧焊方法及实芯焊丝进行说明。
- [0029] 本发明的实施方式的电弧焊方法,是使用了图1所示的实芯焊丝10的气体保护电弧焊方法。
- [0030] <实芯焊丝>
- [0031] 首先,对实芯焊丝10进行说明。实芯焊丝10具备钢焊芯11和形成于该钢焊芯11的表面上的铜镀膜12。需要说明的是,本说明书中将实芯焊丝简称为焊丝的情况。
- [0032] 钢焊芯11是由截面圆形的钢形成的线材。在本实施方式中,钢焊芯11为软钢,但并不限于此。在此,在本实施方式中,所谓软钢是指含有0.01质量%以上且0.20质量%以下的C的低碳钢。

[0033] 铜镀膜12使用硫酸铜、焦磷酸铜等电镀液形成在钢焊芯11的表面上。在本实施方式中，在钢焊芯上形成镀铜后，通过进行拉丝加工，形成例如以厚度平均计为 $2\mu\text{m}$ 以下的铜镀膜12。

[0034] 在本实施方式中，铜镀膜的平均晶粒直径为600nm以下。若铜镀膜的平均晶粒直径为600nm以下，则能够良好地抑制铜镀膜的磨耗。从更良好地抑制铜镀膜的磨耗的观点出发，铜镀膜的平均晶粒直径优选为500nm以下。更优选为450nm以下。需要说明的是，铜镀膜的平均晶粒直径实际上为50nm以上。

[0035] 本实施方式中的铜镀膜的平均晶粒直径是考虑了使用EBSD (Electron Back-Scattered Diffraction) 装置测定与焊丝的长度方向正交的截面的铜镀膜时的各晶粒的面积比例的直径。例如，考虑了面积比例的直径 $d'$  是由任意一个晶粒占总面积的比例的各个 ( $c_1, c_2, c_3, \dots$ ) 及它们各自的晶粒的直径 ( $d_1, d_2, d_3, \dots$ ) 算出的数值，由  $d' = c_1d_1 + c_2d_2 + c_3d_3 + \dots$  表示。在此，任意一个晶粒占总面积的比例的各个 ( $c_1, c_2, c_3, \dots$ ) 是由这些晶粒各自的点数 ( $n_1, n_2, n_3, \dots$ ) 及总测定点数  $n$  算出的数值， $c_1 = n_1/n$ 。因此，作为  $d' = (n_1/n)d_1 + (n_2/n)d_2 + (n_3/n)d_3 + \dots$  算出考虑了面积比例的直径  $d'$ 。在本实施方式中，将该  $d'$  称为平均晶粒直径。

[0036] 图2是对本发明的实施方式的实芯焊丝10的与长度方向正交的截面中的铜镀膜12进行EBSD测定的一例。更具体地说，图2是IPPF映像，将晶粒彼此的取向差为 $15^\circ$ 以上作为晶界表示。在本例中，不存在粒径为 $1\mu\text{m}$ 以上的粗大晶粒。图2所示的铜镀膜12的平均晶粒直径  $d'$  约为460nm。需要说明的是，在图2中，下侧为钢焊芯(母材)11。

[0037] 另外，铜镀膜12是在镀敷形成后，通过实施拉丝加工而产生动态再结晶，从而使晶粒微细化而成的。电镀后的铜镀膜的粒径成为 $1\mu\text{m}$ 以上的晶粒和比其粒径小的晶粒混杂而成的混粒组织，但在拉丝加工中产生动态再结晶，由此晶粒微细化，并且成为更均匀的晶粒尺寸。在本实施方式中，在通过拉丝加工进行动态再结晶后的铜镀膜12中，观察不到粒径超过 $1\mu\text{m}$ 的晶粒。

[0038] 实芯焊丝10例如为直径0.6mm以上且1.8mm以下的截面圆形的线材。实芯焊丝10的组成没有特别限定，但优选含有C:0.02质量%以上且0.15质量%以下、Si:0.2质量%以上且2.0质量%以下、Mn:0.2质量%以上且3.0质量%以下、Cu:0.05质量%以上且0.5质量%以下。以下，说明各成分的限定理由。

[0039] 需要说明的是，以上各元素的含量是相对于焊丝总质量的含量。另外，在本说明书中，以质量为基准的百分率(质量%)与以重量为基准的百分率(重量%)同义。

[0040] (C:0.02质量%以上且0.15质量%以下)

[0041] 焊丝中或焊接金属中的C会影响焊接中产生的飞溅。关于飞溅，即使C含量少也没有问题，因此对下限没有特别限定，但实际上为0.02质量%以上。另一方面，若大量含有氧，则在焊接中与氧结合，成为CO气体，在熔滴表面产生气泡，该气泡破裂，会使飞溅产生。因此，优选将C的含量规定为0.15质量%以下。更优选为0.12质量%以下，进一步优选为0.10质量%以下。需要说明的是，C还影响焊接金属的强度，为了确保强度，优选为0.04质量%以上。

[0042] (Si:0.2质量%以上且2.0质量%以下)

[0043] 焊丝中的Si是脱氧元素，是具有确保焊接金属的强度和韧性的效果的元素。如果

添加量为少量，则由于脱氧不足，会产生气孔，因此优选含有0.2质量%以上。更优选为0.4质量%以上。另一方面，若大量含有Si，则在焊接中大量产生熔渣，反而会使焊接操作性降低。因此，Si的含量优选为2.0质量%以下。更优选为1.5质量%以下，进一步优选为1.0质量%以下。需要说明的是，在降低熔渣的发生的情况下，优选使Si的含量为0.7质量%以下。

[0044] (Mn:0.2质量%以上且3.0质量%以下)

[0045] 焊丝中的Mn与Si同样地发挥作为脱氧剂或硫捕捉剂的效果，为了确保焊接金属的强度和韧性是必要的。为了抑制因脱氧不足而产生气孔，优选含有0.2质量%以上。更优选为0.4质量%以上，进一步优选为0.5质量%以上。另一方面，若大量含有Mn，则在焊接中熔渣大量发生，或者强度过度增加会使焊接金属的韧性显著降低。因此，Mn的含量优选为3.0质量%以下。更优选为2.0质量%以下，进一步优选为1.3质量%以下。需要说明的是，在降低熔渣的发生的情况下，优选使Mn的含量为1.0质量%以下。

[0046] (Cu:0.05质量%以上且0.5质量%以下)

[0047] Cu主要是来自铜镀膜而含于焊丝中，但也包含钢焊芯中所含的Cu。Cu过少时，基底会露出，因此Cu优选为0.05质量%以上。另一方面，Cu过多时，镀膜容易剥离，因此Cu优选为0.5质量%以下，更优选为0.3质量%以下。

[0048] 在一方式中，实芯焊丝的余量为Fe和不可避免的杂质。需要说明的是，根据需要，也可以在下述范围内进一步添加选自S、P、Al、Mo、Ti和Zr中的至少一种。另外，在不可避免的杂质中作为其他物质，例如有N、O、Cr、Ni等，在实芯焊丝中，N、O实际上为90ppm以下。需要说明的是，也可以积极地添加Cr或Ni等。

[0049] (S、P:0.30质量%以下)

[0050] S(硫)、P(磷)均为杂质元素，优选尽量使含量为少量，因此不设定下限，但实际上分别为0.001质量%以上。如果它们分别超过0.30质量%而大量存在，则会产生焊接金属的裂纹。因此，优选均限制在0.30质量%以下(包括0%)。

[0051] (Al:0.1质量%以上且1.0质量%以下)

[0052] Al是有助于熔渣凝集的元素。Al的添加不是必须的，但Al的含量低于0.1质量%时，难以得到熔渣凝集的效果，因此添加Al时，优选使其含量为0.1质量%以上，更优选为0.2质量%以上。另一方面，若Al的含量超过1.0质量%，则飞溅会多发。因此，在添加Al的情况下，优选使其含量为1.0质量%以下，更优选为0.7质量%以下，特别优选为0.4质量%以下。

[0053] (Mo:0.1质量%以上且3.0质量%以下)

[0054] Mo是有助于强度提高的元素。Mo的添加不是必须的，但为了良好地发挥该效果，在添加Mo的情况下，优选使其含量为0.1质量%以上，更优选为0.3质量%以上。另一方面，Mo超过3.0质量%时，由于在高温下与Fe形成金属间化合物，因此效果饱和。因此，在添加Mo的情况下，其含量优选为3.0质量%以下，更优选为2.0质量%以下，进一步优选为1.5质量%以下。

[0055] (Ti:0.01质量%以上且0.3质量%以下)

[0056] Ti是强脱氧元素，具有提高焊接金属的强度和韧性的效果。在含有Ti的情况下，优选含有0.01质量%以上。超过0.3质量%而大量含有时，在焊接中熔渣会大量产生，焊接操作性也降低。因此，Ti的含量优选限制在0.3质量%以下的范围。

[0057] (Zr:0.01质量%以上且0.3质量%以下)

[0058] Zr具有提高电弧稳定性效果。在含有Zr的情况下,优选含有0.01质量%以上。但是,若Zr含量多,则退火工序后的氧化皮层变厚,并且氧化皮的密合性也增加。因此,Zr含量的上限优选为0.3质量%。

[0059] <制造方法>

[0060] 以下,对本发明的实施方式的实芯焊丝10的制造方法进行说明,但并不限于此。首先,使用转炉或电炉等,熔炼具有规定的成分组成的钢水,通过连续铸造或铸锭法等由所得到的钢水制造钢材(钢坯等)。接着,将制造的钢材加热后,实施热加工,进而实施干式的冷轧(冷拉丝),得到例如直径约3~8mm的钢线原材。接着,根据需要对该钢线原材实施退火或酸洗,进行镀铜及拉丝加工,制造具有最终线径(例如0.6~1.8mm)的实芯焊丝10。需要说明的是,在本实施方式中,作为镀铜时的镀浴,可以使用公知的镀浴。

[0061] 在此,在本实施方式中,需要进行控制铜镀膜的平均晶粒直径的拉丝加工。一般而言,实芯焊丝在镀铜后被实施拉丝加工。在该镀铜后的拉丝加工中,在铜镀膜中产生动态再结晶和晶粒的成长。即,通过加工引起的应变的导入而产生动态再结晶,晶粒微细化,并且通过加工引起的发热而产生晶粒的成长,晶粒粗大化。例如,在日本特开2012-143796号公报中记载了在拉丝加工时焊丝表面成为400℃以上的高温。这样,在加工发热时,由于铜镀膜处于高温,从而平均晶粒直径生长超过600nm。

[0062] 因此,在本实施方案中,在铜镀膜中,使动态再结晶产生,同时抑制晶粒的生长。动态再结晶的发生频率例如可以通过调节应变速率来控制。具体而言,使1道次的拉丝加工率为20%以下,更优选为15%以下,进一步优选为10%以下。实芯焊丝的拉丝加工有使用孔模或辊模的方法,但在使用孔模的情况下,由于与辊模相比应变速率容易变大,因此优选降低拉丝加工率。另外,为了抑制晶粒的生长,降低加工时的铜镀膜的温度,优选冷却辊,或喷射油。也可以预先将焊丝冷却到比常温低的温度。如上所述,得到本发明的实施方式涉及的铜镀膜12。

[0063] <电弧焊方法>

[0064] 接着,对本发明的实施方式所涉及的电弧焊方法进行说明。本发明的实施方式的电弧焊方法,使用上述的实芯焊丝10和含Ar的气体进行。

[0065] 本发明的实施方式的焊接方法中使用的保护气体只要含有Ar即可,也可以仅由Ar构成。或者,除了Ar以外,也可以含有CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>等,例如,也可以使用5体积%~30体积%左右的CO<sub>2</sub>乃至O<sub>2</sub>和余量为Ar的保护气体。需要说明的是,保护气体中也可以含有作为不可避免的杂质的N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>等。在本发明的实施方式的电弧焊方法中,焊接条件可以适宜采用公知的焊接条件。另外,作为焊接对象的被焊接材料也没有特别限定,可以适用于各种钢板。

[0066] 根据如上构成的本实施方式的实芯焊丝10及电弧焊方法,由于铜镀膜12的平均晶粒直径为600nm以下,因此在电弧焊时,在作为送给路径的套管或焊炬的内部,铜镀膜不易受到损伤,能够提高送给性,并且使电弧稳定。即,铜镀膜在焊炬内部进行通电时,由于在良好地形成有铜镀膜的状态下进行通电,因此焊嘴熔着稳定,送给性提高,并且电弧的产生也稳定。特别是,即使在焊丝的进退方向反复进行送给控制的情况下,铜镀膜的表面与接触物之间也难以产生滑动磨耗或削屑,送给性及电弧稳定性良好。在此,所谓进退方向是指焊丝送给的正方向及反方向。

## [0067] 【实施例】

[0068] 以下,列举实施例对本发明进行更具体的说明,但本发明并不限定于这些实施例,在能够符合本发明的主旨的范围内能够加以变更而实施,这些均包含在本发明的技术范围内。

[0069] 根据实施方式中进行了说明的方法等,制造具有表1所示组成及铜镀膜的平均晶粒直径的直径为1.2mm的各种实芯焊丝,使用这些各焊丝,在焊丝的进退方向上进行送给控制(焊丝送给控制短路电弧焊法),并在下述所示的条件下实施焊接。

## [0070] (1) 钢板

[0071] 使用长200mm×宽60mm×厚3.2mm的钢板。另外,钢板的钢种为SPHC590。

## [0072] (2) 焊接姿势

[0073] 实施水平搭接角焊。

## [0074] (3) 保护气体

[0075] 作为保护气体,使用Ar+20体积%CO<sub>2</sub>。

## [0076] (4) 焊接电流及焊接电压

[0077] 以焊接电流:240A、焊接电压:以18V、焊接速度100cm/分钟实施焊接。

[0078] 需要说明的是,焊丝通过对拉丝加工的条件进行各种改变,制作铜镀膜的平均晶粒直径不同的焊丝。现有例1~3在制造时对动态再结晶和晶粒的生长不进行控制,铜镀膜的晶粒直径超过600nm。另外,比较例1是使用对本发明例24中使用的焊丝在惰性气体气氛中以加热炉的设定温度为200℃、10分钟的条件进行加热处理后的焊丝的例子。

[0079] 平均晶粒直径,采用使用EBSD装置(TSL制OIM结晶方位分析装置)在与焊丝的长度方向正交的截面中测定的数据而取得。平均晶粒直径是考虑了面积比例的直径d',可以通过附属于装置的软件容易地算出。需要说明的是,平均晶粒直径的数值是以成为10的倍数的方式四舍五入取整得到的值。EBSD的分析范围为12.5μm×12.5μm,在步长0.035μm的条件下进行了测定。

[0080] 对于焊丝送给,使用市售的焊丝供给机,在6m之间具有2处弯曲部的条件下进行。焊丝的送给性的评价基准为,在送给路径内部,将镀铜粉末的产生特别少的情况作为特别良好,记为◎,将镀铜粉末的产生少的情况作为良好,记为○,将镀铜粉末的产生多的情况作为不良,记为×。该焊丝送给性良好意味着送给焊丝时在铜镀膜中难以产生磨耗或削屑。

[0081] 对于焊接用焊丝的电弧稳定性,目视评价焊接作业中的电弧,评价基准如下:将电弧一直稳定的情况作为特别良好,记为◎,将一部分电弧不稳定的情况作为良好,记为○,将电弧一直不稳定的情况作为不良,记为×。

## [0082] 【表1】

[0083]

	焊丝成分(质量%)							平均晶粒直径(nm)	送丝性	电弧稳定性
	C	Si	Mn	S	Al	Mo	Ti	Zr	Cu	
本发明例1	0.14	0.6	0.7	0.03	-	-	-	-	0.24	430
本发明例2	0.03	0.5	0.9	0.05	-	-	-	-	0.18	460
本发明例3	0.06	2.0	1.1	0.01	-	-	-	-	0.35	390
本发明例4	0.06	0.3	0.4	0.01	-	-	-	-	0.22	580
本发明例5	0.06	1.0	0.6	0.01	-	-	-	-	0.15	450
本发明例6	0.06	0.5	0.8	0.01	-	-	-	-	0.38	410
本发明例7	0.06	1.2	2.5	0.01	-	-	-	-	0.42	590
本发明例8	0.06	1.4	0.3	0.01	-	-	-	-	0.25	410
本发明例9	0.06	0.7	1.3	0.01	-	-	-	-	0.33	480
本发明例10	0.04	0.9	0.7	0.01	-	-	-	-	0.26	490
本发明例11	0.04	1.5	1.7	0.18	-	-	-	-	0.27	530
本发明例12	0.04	1.3	1.0	0.02	-	-	-	-	0.37	400
本发明例13	0.04	1.1	1.1	0.03	0.2	-	-	-	0.46	490
本发明例14	0.04	0.7	1.1	0.03	0.8	-	-	-	0.23	380
本发明例15	0.09	0.5	1.3	0.03	-	0.2	-	-	0.19	520
本发明例16	0.09	0.8	1.0	0.03	-	2.5	-	-	0.25	350
本发明例17	0.05	0.6	0.9	0.03	-	-	0.02	-	0.28	510
本发明例18	0.05	0.5	0.6	0.03	-	-	0.25	-	0.35	540
本发明例19	0.05	0.6	0.7	0.03	-	-	-	-	0.29	410
本发明例20	0.05	0.8	0.4	0.03	-	-	-	-	0.25	560
本发明例21	0.07	0.5	0.8	0.03	0.3	1.1	0.15	0.12	0.45	550
本发明例22	0.05	0.5	1.1	0.03	-	-	0.05	0.05	0.13	470
本发明例23	0.04	0.5	1.5	0.03	0.3	0.5	0.08	0.05	0.28	530
本发明例24	0.04	0.9	1.3	0.03	0.5	-	0.12	0.09	0.39	280
本发明例25	0.04	1.0	1.1	0.03	0.6	0.4	0.09	0.13	0.18	490
本发明例26	0.04	0.7	1.6	0.05	0.3	1.4	-	0.16	0.22	180
现有例1	0.04	0.6	0.9	0.04	-	-	-	-	0.19	>600
现有例2	0.06	0.5	0.8	0.01	-	-	-	-	0.38	>600
现有例3	0.04	1.1	1.1	0.03	0.2	-	-	-	0.46	>600
比较例1	0.04	0.9	1.3	0.03	0.5	-	0.12	0.09	0.39	>600

[0084] 需要说明的是,表1中,焊丝成分(质量%)表示相对于焊丝总质量的各成分量(质量%)。余量为Fe和不可避免的杂质。需要说明的是,所谓“-”表示该元素作为不可避免的杂质而含有。

[0085] 如表1所示,焊丝的铜镀膜的平均晶粒直径为600nm以下的本发明例1~26的送给

性和电弧稳定性特别良好乃至良好。

[0086] 另一方面,焊丝的铜镀膜的平均晶粒直径超过600nm的现有例1~3的送给性和电弧稳定性不良。焊丝的铜镀膜的平均晶粒直径超过600nm的比较例1,同样送给性和电弧稳定性也不良。

[0087] 虽然已经详细地并且参考特定的实施方式说明了本发明,但是在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以做出各种改变和修改,这一点对于本领域技术人员显而易见的。本申请基于2017年6月16日提交的日本专利申请(特愿2017-118766),其内容通过引用并入本文。

[0088] 符号说明

[0089] 10 实芯焊丝

[0090] 11 钢焊芯

[0091] 12 铜镀膜

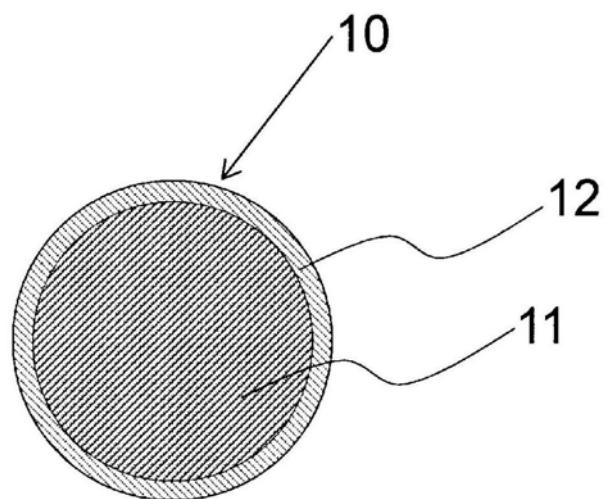


图1

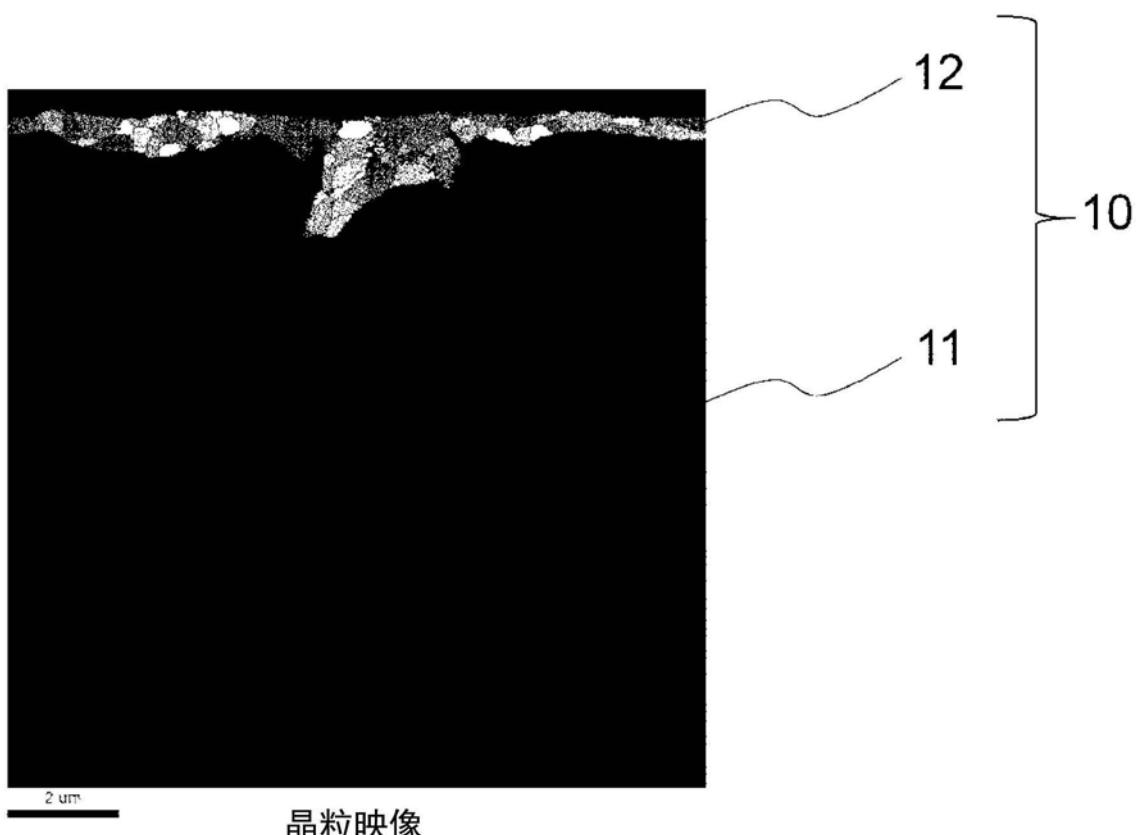


图2