(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101007372 B
(45)授权公告日 2011.06.22

(21)申请号 200610165635.2
(22)申请日 2006.12.11
(30)优先权数据
11/338,507 2006.01.25 US
(73)专利权人 林肯环球公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 马休·J.·詹姆斯
特雷沙·A.·梅尔菲
(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
代理人 钟晶
(51)Int.Cl.
B23K 35/02(2006.01)
B23K 35/30(2006.01)
B23K 35/06(2006.01)
B23K 9/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 1448240 A,2003.10.15, 全文.
CN 1082967 A,1994.03.02, 全文.
CN 2209009 Y,1995.10.04, 全文.
CN 2319166 Y,1999.05.19, 全文.
JP 昭64-8294 A,1989.01.12, 全文.
JP 开4-41099 A,1992.02.12, 对比文件1的说明书第2页左上栏第3行－右下栏第1行，说明书第3页右下栏第20行－第4页左上栏第9行，表1.
GB 1571136 A,1980.07.09, 全文.
GB 956612 A,1961.09.29, 全文.
JP 特开2003-94108 A,2003.04.02, 全文.
审查员 郑明

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54)发明名称

电弧焊丝

(57)摘要

一种电弧焊丝，具有圆柱外表面和在所述外表面上的导电层，其中，该层含有具有铜含量以重量计为所述合金的60wt%到90wt%的铜合金。而且，当使用基本上纯的铜时，该层可以制成薄至厚度小于0.50微米。

CN 101007372 B

1. 一种电弧焊丝，具有外表面和在所述表面上的导电层，所述层含有铜合金，所述合金含有从镉、铬、锡、锌或者其混合物所组成的组中选择的至少一种金属，其中，所述合金的铜含量最高为所述合金的 90wt％。

2. 根据权利要求 1 所述的电弧焊丝，其中，所述合金的所述铜含量在所述合金的 60-90wt％范围内。

3. 根据权利要求 2 所述的电弧焊丝，其中，所述合金的所述铜含量在 60-80wt％范围内。

4. 根据权利要求 1 所述的电弧焊丝，其中，所述焊丝是含芯焊丝。

5. 根据权利要求 1 所述的电弧焊丝，其中，所述焊丝设计用于 AC MIG 焊接。

6. 根据权利要求 1 所述的电弧焊丝，其中，所述层是被电镀在所述外表面上的。

7. 根据权利要求 1 所述的电弧焊丝，其中，该层的有效电阻率在 20℃时最高达 $4.0\times10^{-8}\Omega\cdot m$。

8. 根据权利要求 7 所述的电弧焊丝，其中，该层的有效电阻率在 20℃时最高达 $3.0\times10^{-8}\Omega\cdot m$。

9. 根据权利要求 7 所述的电弧焊丝，其中，该层的有效电阻率在 20℃时至少为 $2.0\times10^{-8}\Omega\cdot m$。

10. 根据权利要求 8 所述的电弧焊丝，其中，该层的有效电阻率在 20℃时至少为 $2.0\times10^{-8}\Omega\cdot m$。

电弧焊丝

技术领域

[0001] 本发明涉及电弧焊接工业，更具体地，涉及一种具有独特导电外层的新型电弧焊丝。

背景技术

[0002] 在管件电弧焊接中，通常使用一根或者多根焊条经过驱动辊送到连接管件之间的沟槽。沟槽用粒状焊剂填满，以保护由熔化的焊条和沟槽底部熔化的工件所形成的焊珠。该焊接方法产生覆盖有由粒状焊剂形成的熔融焊渣的熔融金属焊珠。焊条，无论实心焊条或者含芯焊条，均包括铜外层，以有利于在焊条的钢和焊接电源的电源引线之间的电接触。铜的电阻率相当低，所以焊条通过焊枪的触头接受来自触头的电流，而焊枪自身没有大的热量损失，并且在焊丝和触头之间不产生电弧。因此，移动的焊接金属的外层为铜是很重要的。然而，在进给操作期间，焊丝上的铜层经常产生纯铜的薄片和颗粒，在用力将焊丝经过衬套进给入焊枪，以及经焊枪触头进给入焊接操作期间，这些薄片和颗粒从表面上被机械地剥离。这些铜的薄片或颗粒具有相当的量，并与覆盖在焊接操作上的粒状焊剂混和。

[0003] 分散在焊剂中的铜颗粒被熔融焊渣熔化，经常经过熔融焊渣与焊珠接触。焊珠金属在约 2800° F 下冷却和固化，然而，在熔融焊渣中的铜仍保持熔融状态，并且经过焊渣迁移到固化的焊珠表面。该熔融的铜由于其低的表面张力倾向于在晶界处移入固化的焊珠金属内。在焊珠晶界内的铜引起随后的裂纹，在焊接工业中称为“铜裂纹”。铜裂纹是所谓液体金属脆化 (LME) 的常见现象的特例。LME 包括由液体金属所引起的固体基底的裂纹。当重复使用粒状焊剂时，积累更多量的分散在粒状焊剂中的铜薄片或者颗粒，铜裂纹变得更加明显。因此，当重复使用焊剂时，经过熔融焊渣迁移到固化的焊接金属上面的铜颗粒的量增加，因此，增加了随后金属焊珠的铜裂纹的趋势。为了减小这种趋势，焊接工业有时候在管件焊接过程的每道焊中只使用新的粒状焊剂。这样成本很高，并且导致优良的、有效的粒状焊剂的大量浪费。减少铜裂纹的另一种方式是，在进给焊丝时，确保对焊丝没有摩擦动作。这要求在使用管件焊接设备期间，昂贵而频繁地注意整修整个焊接设备。这两种方式都涉及减少在粒状焊剂中铜含量的目标。它们都是昂贵的和花费时间的方式，需要定期的和昂贵的干预。而且，使用无铜的焊丝可能导致过多的触头发热和电腐蚀，特别是在管道焊接中使用高电流时。

发明内容

[0004] 本发明涉及一种电弧焊丝，具有圆柱外表面，具有在该表面上的导电层，其中，该层由不会导致焊接金属 LME 现象的合金构成。依据本发明的主要方面，外层含有铜合金，其中，铜含量以重量计为合金的 60％ -90％。与基本上使用纯铜相反，通过使用铜合金，发现外层表面的合金薄片不会引起焊接金属的铜裂纹。显然，铜合金具有更高的表面张力，而且它不能通过毛细管作用或者其它作用迁移到固化焊接金属中的晶界。与使用纯铜相反，发现使用铜合金显著地减少了焊接金属的铜裂纹，即使外层仍然产生低电阻率，用于执行在

移动的焊丝和与电源引线相连接的触头之间的电连接。用铜合金代替纯铜作为电弧焊丝表面层，仍然产生在20℃时高于 $2.0\times10^{-8}\Omega\cdot m$ 的有效电阻率。“有效电阻率”是合金的电阻率值，为一种金属的电阻率乘以其百分比，加上第二种金属的电阻率乘以其百分比。代表性金属的电阻率为：

[0005] 铜 $1.67\times10^{-8}\Omega\cdot m$ 在20℃时

[0006] 铝 $2.69\times10^{-8}\Omega\cdot m$ 在20℃时

[0007] 锌 $5.92\times10^{-8}\Omega\cdot m$ 在20℃时

[0008] 镍 $6.84\times10^{-8}\Omega\cdot m$ 在20℃时

[0009] 镉 $7.40\times10^{-8}\Omega\cdot m$ 在20℃时

[0010] 锡 $12.80\times10^{-8}\Omega\cdot m$ 在20℃时

[0011] 因此，70％铜和30％镍的合金的有效电阻率为3.22，约为纯铜的实际电阻率的40-50％。

[0012] 低有效电阻率（2.0-4.0）可以通过以下方法来实现，即合金大部分为铜、合金小部分为较高电阻率的材料如镍、锌、铬、镉或者锡。优选地，合金为20-30％的镍、其余为铜的铜镍合金。已经发现，该合金具有2.0-4.0之间的电阻率，但是不能渗透到固化焊接金属的晶界中，即使在焊接操作后合金经过熔融焊渣迁移到焊珠上面。

[0013] 依据本发明的另一方面，焊丝上的合金为铜和一种或者多种从镍、锌、铬、镉和锡组成的组中选择的金属。在一种实施方式中，焊丝是金属芯或者药芯的含芯焊丝。而且，发现铜合金的焊丝对于埋弧焊接（特别当它为含芯焊丝时）特别有用。根据标准的程序，将导电层施加于表面上。施加涂层的方法可以不同，这取决于新型焊条的生产。

[0014] 依据本发明的第二实施方式，电弧焊丝在外表面有电连接层，该层具有小于0.5微米的极小厚度，且含有以重量计高于99％的铜。相对焊丝的重量百分比，这是很小的重量。优选的薄层具有在0.03-0.35微米范围的控制厚度。因此，纯铜仍然可以用在焊丝上，然而，由焊丝上可刮下的铜从如现有技术中的相对厚的层大大减少至超薄的层，如小于约0.5微米。该层厚度的减小至少减少了焊丝中50％的铜量。在实践中，铜的厚度在0.6-1.70微米的范围，但是通常在0.8-1.2微米的范围。已经发现：铜量的减小（小于0.5微米）仍然产生理想的电特性，但是减小了外层产生相对大的纯铜薄片或者颗粒的趋势。因此，在进给操作期间，任何从焊丝上脱落的铜在尺寸上非常小，并且质量大量地减少。迁移经过熔融焊渣的铜颗粒具有很小的渗透到固化焊珠的趋势。

[0015] 本发明的主要目的是提供一种具有外导电层的电弧焊丝，该导电层减小了在焊珠的表面上产生大的基本上纯的铜颗粒或者薄片的趋势。

[0016] 本发明的进一步目的是提供一种如上述定义的电弧焊丝，具有由铜和其它金属的合金所组成的层。通过使用铜合金，与相同尺寸的纯铜相比，迁移到焊珠上的合金不渗透到固化焊珠的晶界。

[0017] 本发明的进一步目的是提供一种具有由基本上纯铜所组成的、且厚度小于0.5微米的导电层的电弧焊丝。在该方式中，从移动的焊丝上脱落的颗粒的质量不足以产生导致焊接金属铜裂纹的足够量的铜。

[0018] 从以下结合附图的详细说明，本发明的这些和其它目标与优点将会更清楚。

附图说明

[0019] 图 1 是埋弧焊接系统的布局示意图；

[0020] 图 2 是沿着图 1 中 2-2 线的放大截面图；

[0021] 图 2A 是类似于图 2 的截面图，示出作为焊丝的含芯焊条；

[0022] 图 3 是说明在埋弧焊接方法中所使用的周围有焊剂的焊条和工件之间关系的侧视图；

[0023] 图 4 是现有技术的放大截面图，说明当在如图 3 所示的电弧焊接方法期间，在固化焊接金属的表面上沉积大颗粒纯铜时，铜迁移或者渗透到晶界；

[0024] 图 5 是类似于图 4 的放大截面图，示出在固化焊接金属的表面上的纯铜块（如图 4 所示）与根据本发明所使用的铜合金之间的差别；

[0025] 图 6 是沿着图 2 中 6-6 线的部分放大截面图；

[0026] 图 7 是类似于图 6 的放大截面图，示出本发明的一种实施方式，其中，减少纯铜的量，以减少在如图 3 所示焊接方法期间，在熔融焊渣中形成颗粒状或者球状铜的铜量；

[0027] 图 8 是类似于图 7 的放大截面图，说明在焊丝的外表面上的某些表面不规则处；

[0028] 图 9 是用于减少如图 7 所示的基本上纯铜厚度的装置示意图；

[0029] 图 10 是用于将铜合金电镀在推进的焊丝表面上的装置示意图。

[0030] 优选的实施方式

[0031] 本发明主要涉及埋弧焊接，如图 1 中所示的 AC MIG 方法（交流的金属焊条惰性气体保护电弧焊），该方法使用由卷轴 10 提供并且通过驱动辊 12 和 14 从卷轴上拉出的电弧焊接焊丝 W。驱动辊驱使焊丝 W 经过朝着工件 WP 的触头 16，在此处，焊丝 W 被来自于交流 (AC) 电源 20 的电流熔化。为了执行该焊接方法，电源引线 22 与朝着工件 WP 的触头 16 连接。根据标准技术，焊丝 W 包括固体焊丝 30，它具有被低电阻层 40 覆盖的圆柱外表面 32。在现有技术中，层 40 基本上为纯铜，其电阻率为 $1.67\times10^{-8}\Omega\cdot m$。埋弧焊接方法在图 3 中有更详细地说明，其中，焊丝 W 具有面对工件 WP 的较低端 50。当焊条或者焊丝 W 沿着如图 3 所示的箭头方向移动时，来自于电源的电流产生电弧 A。焊接过程从工件 WP 上和移动焊丝 W 上溶解金属，产生熔融金属熔池，最后固化形成焊珠 60。焊丝 W 移动经过大量粒状焊剂 62，熔化焊丝和工件，形成焊珠 60。实际上，焊接过程和装置与其它对移动焊丝 W 的表面的机械磨削，一起产生包括大量形成层 40 金属的铜薄片或者颗粒 70。在某些情况下，这些薄片或者颗粒相对较大，在粒状焊剂 62 中聚集为球状（如图 3 所示）。来自层 40 的金属所形成的大颗粒或者薄片 70 是纯铜块。这些金属块熔化并沿着迁移线 90 迁移经过熔融焊渣 80，该迁移线表示熔融的铜颗粒或者铜块 70 移动通过熔融焊渣。焊渣最终在低于焊接金属或者焊珠 60 固化温度的温度下固化。然而，如迁移线 92 所示的，在许多情况下，当焊接金属正固化和形成晶粒时，铜薄片或者颗粒 70 实际上迁移并且与焊接金属相接触。铜在热焊珠 60 表面上的结果如图 4 所示，其中，大量的铜 70a 已经过焊渣 80 迁移到焊珠 60 的上表面。该现象是本发明所指出的现有技术存在的问题。在焊珠上，纯铜块 70a 具有低的表面张力，并且渗透到晶粒 102、104 的晶界 100 中。颗粒 70a 的尺寸与晶界尺寸 100 不成比例，然而，图 4 示意性地说明，当熔融纯铜块迁移经过熔融焊渣 80、接合焊接金属珠 60 时所发生的情况。纯铜进入到固化的焊珠的晶界，因此减小了整个焊接的强度，而在该处存在的残余应力将产生裂纹，该裂纹是不可接受的缺陷。正如在本发明公开的说明部分中所解释的，已经使

用几种技术来排除铜聚集在焊珠表面上并引起随后铜裂纹的趋势。本发明以更有效的、成本更低的和积极的方式解决了这个问题。根据本发明，层 30 为铜合金，铜组分以重量计小于合金的 90％。根据本发明，层 40 是铜和从镍、锌、铬、镉和锡组成的组中选择的一种或多种金属。当然，可以使用其它合金金属，只要层 40 的有效电阻率小于约 $4.0\times10^{-8}\Omega\cdot m$。在优选的实施方式中，层 40 的铜合金包含 60-80％的铜和 20-40％的镍。当含有 90％的铜时，其有效电阻率为约 2.2。当铜减少至约 70％时，有效电阻率增加至约 3.2。因此，根据本发明，铜合金的有效电阻率在通常范围 2.0-4.0。已经发现，与铜合金相关的表面张力以及其它物理特性，与纯铜的物理行为不同（如图 4 所示）。铜合金的主要部分是铜，仅有 10％到约 40％的其他金属。如图 5 所示，当具有与如图 4 所示的块体或者颗粒 70a 相同尺寸的铜合金块 70b 聚集在焊接金属珠 60 的表面上时，铜合金并没有迁移进入晶界 100。因此，正如本发明所期望的，铜合金的使用并没有引起如现有技术中的焊接金属随后的铜裂纹。当使用如本发明所讲到的含高百分比铜的铜合金时，不需要特别的机械或者维护过程来防止铜裂纹。

[0032] 如图 2A 所示的含芯焊丝 W‘可以用于实施本发明。焊丝 W’包括具有中心芯 122 的外部低碳金属保护套 120。芯可以为金属芯或者药芯。与焊丝 W 相关的解释相同，焊丝层 130 为铜合金。因此，用于焊丝的外部导电层的铜合金可以用于固体焊丝（如图 2 所示）或者含芯焊丝（如图 2A 所示）。如图 6 所示，焊丝 W 具有厚度为 a 的层 40。对于焊丝，该厚度是标准的，一般大于 1.0 微米，且由铜合金形成。新型合金是这样的：其实际电阻率约为纯铜电阻率的 10-80％。这为在焊接方法中使用的电流提供足够的电导率。依据本发明的第一实施方式，该厚度不变。铜合金的层 40、130 具有标准的厚度 a，如图 4 与图 5 之间的比较所说明的，熔融合金的物理行为得到改进。

[0033] 根据本发明另一实施方式，在焊剂 62 中的每个铜薄片或者颗粒 70 的质量可以通过大大减小层 40 的厚度（从如图 6 所示的尺寸 a 减小至如图 7 所示的尺寸 b）来减小。依据本发明的该实施方式，层 40a 具有厚度 b，它小于 0.50 微米。优选超薄层为 0.03-0.35 微米的范围。因此，从焊丝 W 外表面上熔化的任何薄片或者颗粒会更小。而且，随着层厚度的减小，相应地减小了在焊剂中提供铜颗粒以产生现有技术中的晶界恶化的趋势。本发明的该第二实施方式是：当使用纯铜时，要显著地减小层厚度。当使用新型的薄纯铜层时，在表面 32 上的普通凹陷处 30a 充满了层 40a 的铜（如图 8 所示）。因此，层 40a 的厚度 b 允许沿着表面充满不规则处，以产生光滑的外表面，其有暴露的纯铜涂层但没有使用标准的铜厚度。因此，在焊接方法所使用的进给过程中，更少量的铜从表面上熔化。

[0034] 本发明的两个实施方式可以通过各种生产方法来生产。然而，事实上，当层 40a 生产成小于约 10 微米的厚度时，如图 9 所示，焊丝 W 通过酸浴器 150。酸浴器含有硫酸铜，所以当焊丝 W 传送经过酸浴器 150 时，发生以下化学反应：在表面 32 上，铜分子代替铁分子。传送带是标准的，示意性说明被马达 156 以所希望的速度来驱动的辊 152、154。速度和化学浓度决定在表面 32 上所化学沉积的纯铜的厚度。依据标准的生产技术，在酸浴器 150 处中的停留时间控制铜层 40a 的厚度。因此，当它传送经过酸浴器 150 时，马达 156 以所希望的速度操作以控制层 40a 的厚度，这是本发明的第二实施方式。本发明优选的实施方式使用如图 10 示的生产方法。电解液浴器 160 含有铜合金的溶液，该铜合金通过合适的电连接（如图所示为负极端 162 和正极端 164）沉积在表面 32 上以形成层 40。铜合金的熔融金属

浴通过电镀在表面 32 上来沉积生成层 40。如图 9 所示，传送带图示为驱动进料辊 152、154 的马达 156。当焊丝经过电解液浴器 160，在表面 32 上电镀铜合金时，马达控制焊丝 W 的速度。实际上，减小的纯铜层 40a 通过化学反应生成（如图 9 所示）。使用铜合金的本发明优选实施方式涉及在移动的焊丝 W 上电镀合金以产生层 40（如图 10 所示）。该层可以具有与现有技术相同的厚度或者减小的尺寸 b，正如结合本发明第二实施方式所讨论的。可以使用各种方法来获得焊丝 W 的理想的外层。一种生产焊丝的代表性方法如在 Inoue 的专利 6,079,243 中所示，该专利此处参考引入，作为普通背景技术。

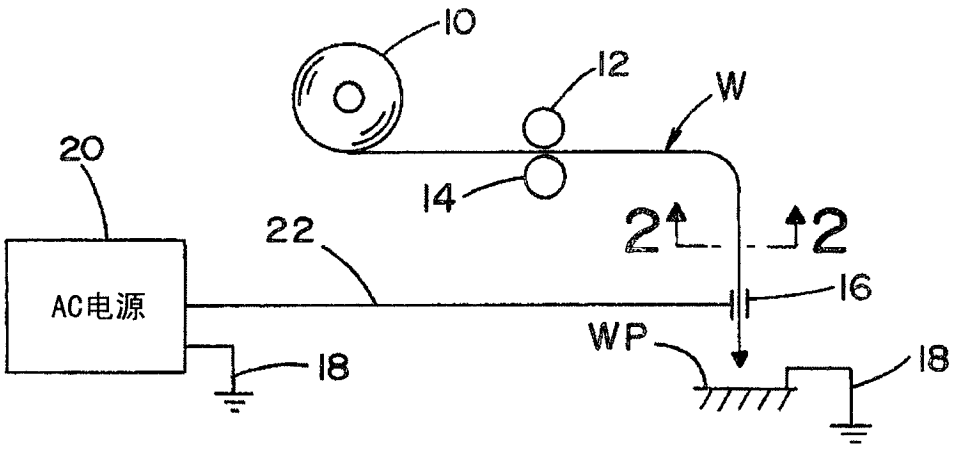

10
12
W
20
14
2
2
22
AC电源
16
WP
18
18

图 1

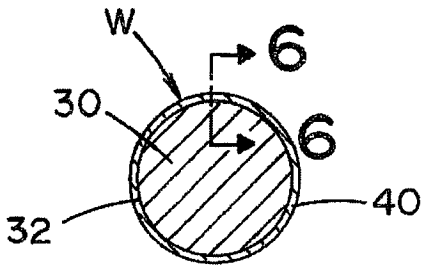

W
6
30
6
40
32

图 2

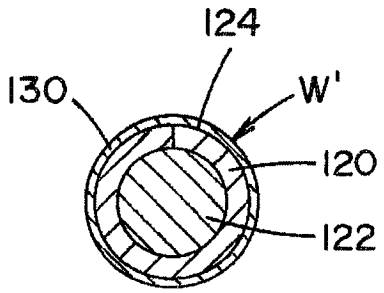

124
130
W'
120
122

图 2A

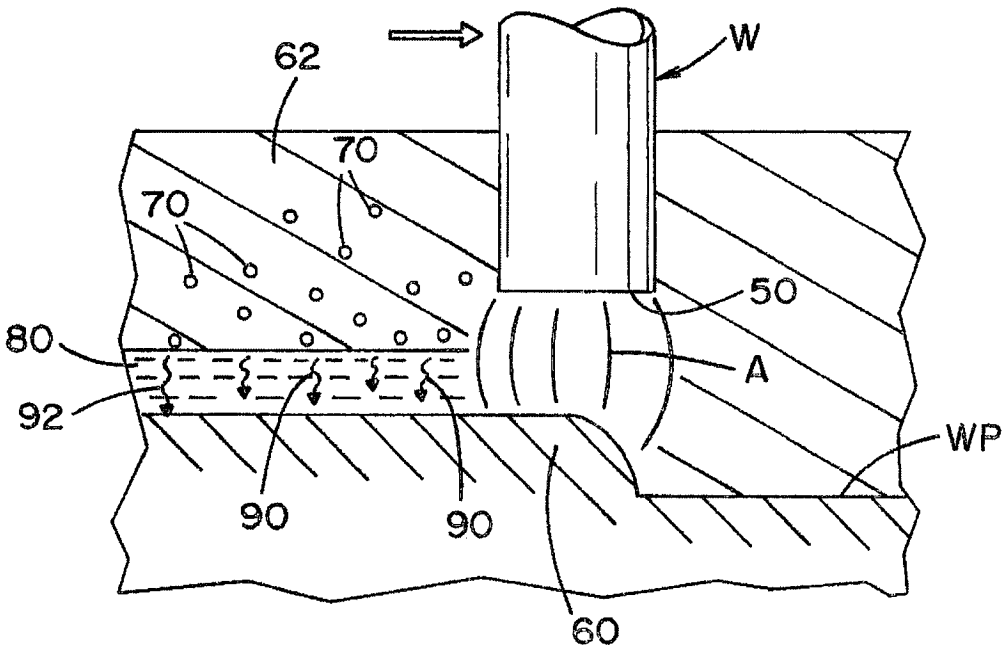

62
W
70
70
50
80
A
92
WP
90
90
60

图 3

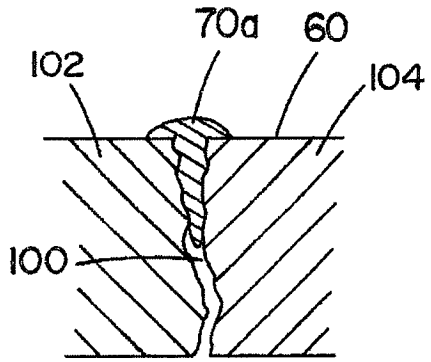

70a
60
102
104
100

图 4

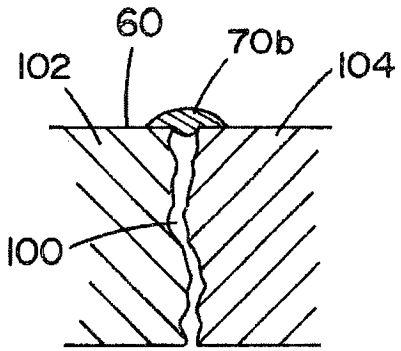

60
70b
102
104
100

图 5

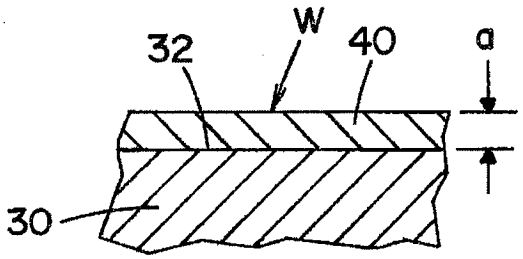

W
32
40
a
30

图 6

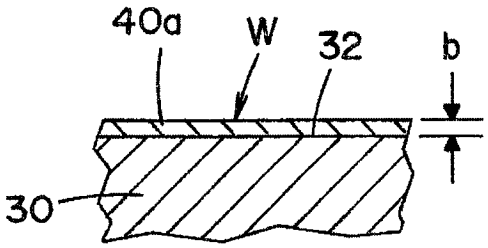

40a
W
32
b
30

图 7

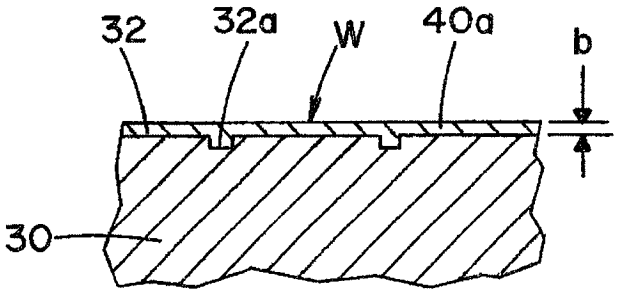

32
32a
W
40a
b
30

图 8

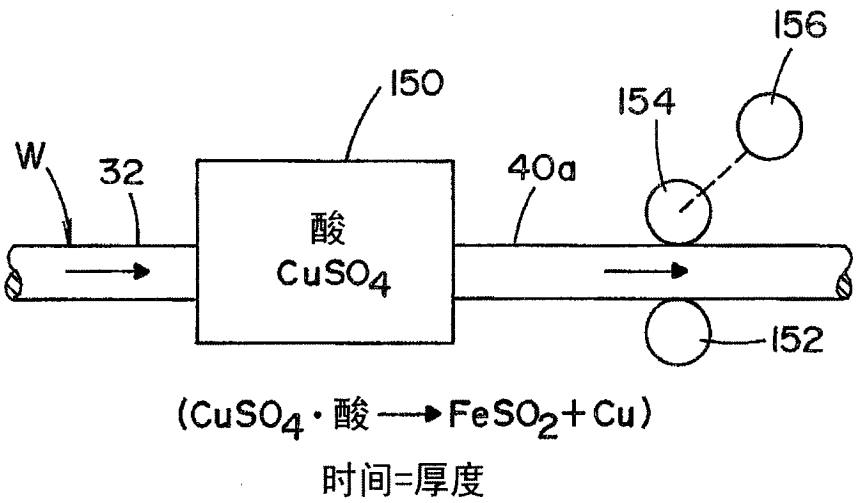

156
150
154
W
32
40a
酸
$CuSO_4$
152
($CuSO_4$ · 酸 ⟶ $FeSO_2$ + Cu)
时间=厚度

图 9

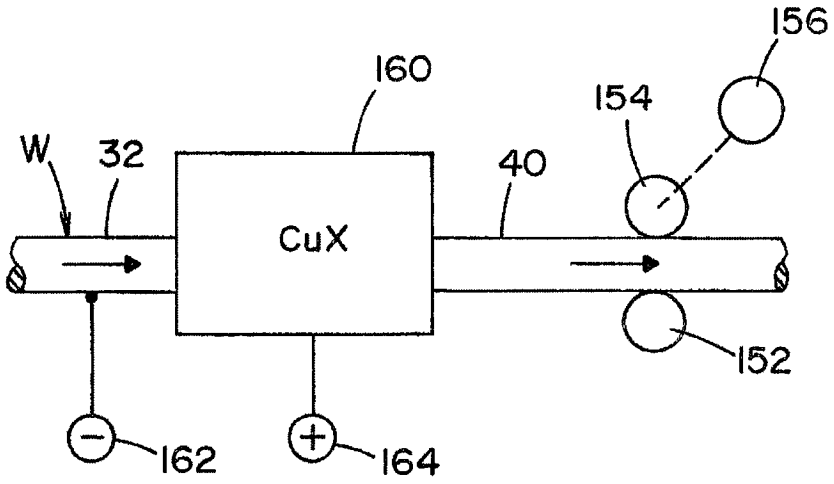

156
160
154
W
32
40
CuX
152
162
164

图 10