

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23K 35/04 (2006.01)

B23K 9/16 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510127434.9

[43] 公开日 2006 年 6 月 7 日

[11] 公开号 CN 1781652A

[22] 申请日 2005.12.2

[21] 申请号 200510127434.9

[30] 优先权

[32] 2004.12.3 [33] KR [31] 10-2004-0101309

[71] 申请人 基斯韦尔株式会社

地址 韩国釜山

[72] 发明人 金容哲 方焕喆

[74] 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司

代理人 周建秋 王凤桐

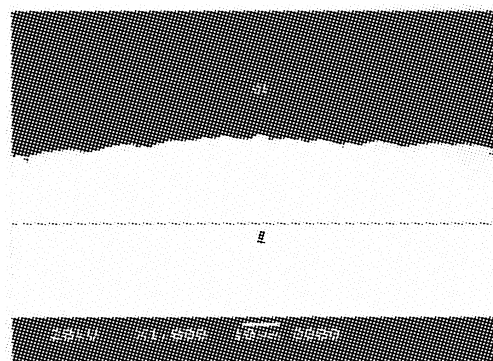
权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于气体保护电弧焊的镀铜焊丝

[57] 摘要

披露了一种气体保护电弧焊的镀铜焊丝。在镀铜焊丝中，在与焊丝长度成 90 度方向上的截面圆周上，去除镀层的焊丝表面具有凸起和凹下(凸凹)的形状，从而实际圆弧长度(dr)与表观圆弧长度(di)之比(dr/di)在 1.015 - 1.815 范围内。焊丝在其纵向具有凸出和凹下(凸凹)的形状，从而实际测量长度(lr)与表观测量长度(li)之比(lr/li)在 1.015 - 1.515 范围内。焊丝具有改进的焊丝表面特性，使得焊丝基体与镀层之间的附着力在焊丝表面镀铜期间变得优秀，由此与传统技术相比，显著提高了焊丝的耐锈性和送丝性。



1. 一种用于气体保护电弧焊的镀铜焊丝, 其中, 在与焊丝长度成 90 度方向上的截面圆周上, 去除镀层的焊丝表面具有凸起和凹下的形状, 从而实际圆弧长度 d_r 与表观圆弧长度 d_i 之比 d_r/d_i 在 1.015-1.815 范围内。

5 2. 根据权利要求 1 所述的镀铜焊丝, 其中, 焊丝在其纵向具有凸起和凹下的形状, 从而实际测量长度 l_r 与表观测量长度 l_i 之比 l_r/l_i 在 1.015-1.515 范围内。

10 3. 根据权利要求 1 或 2 所述的镀铜焊丝, 其中, 焊丝的表面具有涂层剂, 每千克焊丝施用 0.03-0.50 克涂层剂。

4. 根据权利要求 3 所述的镀铜焊丝, 其中, 涂层剂含有选自由液体动物油、植物油、矿物油和合成油组成的组中的至少一种。

用于气体保护电弧焊的镀铜焊丝

技术领域

本发明涉及一种用于气体保护电弧焊的镀铜焊丝，更具体地，本发明涉及即使经过长期存放后仍然具有稳定的送丝性以及优良的耐锈性的用于气体保护电弧焊的镀铜焊丝，该镀铜焊丝在半自动焊接或机器人焊接等工艺中用作焊丝。

背景技术

最近，随着自动焊接的发展，气体保护电弧焊焊丝的应用快速增长，尤其是气体保护电弧焊焊丝已经广泛应用于铁支架、汽车工业、造船工业、建筑业等领域。这样，为了保证焊丝在商业应用中所需的性能如导电性、送丝性、耐锈性等，一般在上述大量使用的气体保护电弧焊焊丝表面进行电镀（镀铜）。

作为现有技术的日本特开昭 58-184095 和特开平 9-323191 披露，为了保证焊丝的送丝性，使用粉末型的涂层剂，例如 MoS_2 、石墨、氧化钛等等。日本特开平 8-155671 披露了一种技术，即在金属线表面使用具有较低摩擦系数和略微改变的植物油。而且，日本特开平 8-257788、特开平 10-58183、特开平 10-193175、2002-239779、2002-283096 和 2003-225794 披露了一种粉末型涂层剂如 MoS_2 、 WS_2 、石墨与油型涂层剂的混合物。

仅为粉末型的涂层剂或粉末型涂层剂与油型涂层剂的混合物具有增强送丝性的作用。但是，当在焊丝表面施用所述涂层剂尤其是仅施用粉末型涂层剂时，涂层剂起到局部电池形成机制的作用，导致焊丝生锈。此时，油型涂层剂比粉末型涂层剂能更加有效地增强焊丝的耐锈性，但仍存在送丝性不够好的问题。

日本特开平 8-103885 和特开平 8-103886，作为用于增强无铜焊丝耐锈性的现有技术，披露了一种将接触电阻测量值控制在预定范围内的技术。另外，日本特开平 9-136186 披露了一种将自然消化的电位值控制在预定范围内的技术。这些传统技术考虑到无铜焊丝的基体表面直接暴露于空气，提出了将焊丝基体表面保持为平整状态的手段。

焊丝表面镀铜是为了利用优良的耐蚀性增强焊丝表面的耐蚀性，以及增强焊丝的导电性和送丝性。当焊丝表面镀铜时，焊丝的耐锈性增强，但电镀焊丝也可能受到腐蚀。一直认为，电镀焊丝的腐蚀机理是由暴露的部分焊丝基体出现原电池腐蚀造成的，或者是由焊丝基体表面上形成的不均匀铜镀层出现的局部电池造成的（日本特开平 9-136186 和特开平 8-103885）。考虑电镀焊丝的这些腐蚀机理，可以得出的结论是，在耐锈性方面，在焊丝基体与电镀层之间形成具有优良附着力的镀层是非常重要的。

为了得到在焊丝基体与电镀层之间具有优良附着力的焊丝，焊丝必须具有平整和均匀的表面。这就是当焊丝基体具有不均匀或严重粗糙表面时，在电镀工序之前的除油工序中不能彻底去除用于拉拔工序的润滑剂，使得随后在该焊丝基体表面形成的镀层变弱的原因。特别是，当焊丝基体表面具有瓶颈或凹穴形状时，上述问题变得更加严重。

因此，焊丝仅是镀铜，难以保证其耐锈性。即使像现有技术一样控制铜镀层的厚度和附着量等因素，也仍难以保证其耐锈性。这就是焊丝镀层能增强其耐锈性，而不均匀镀层，即，焊丝基体与镀层之间附着力差却难以保证焊丝耐锈性的原因。

如上所述，虽然在用于气体保护电弧焊的电镀焊丝中，为了增强焊丝的送丝性、耐锈性等性能进行镀铜，但仍需要提供一种通过焊丝基体和镀层之间的优秀附着力形成优秀耐锈性以及具有优秀送丝性的焊丝。

发明内容

本发明致力于解决上述问题。本发明的一个目的是提供一种具有优良耐锈性和送丝性的用于气体保护电弧焊的镀铜焊丝，所述耐锈性是由焊丝基体和镀层之间优秀的附着力带来的。

- 5 根据本发明的一个方面，上述目的可以通过提供一种用于气体保护电弧焊的镀铜焊丝来实现，其中在与焊丝长度成 90 度方向上的截面圆周上，焊丝表面具有凸出和凹下（凸凹）的形状，从而实际圆弧长度（ d_r ）与表观圆弧长度（ d_i ）之比（ d_r/d_i ）在 1.015-1.815 范围内。

- 10 焊丝可以在焊丝纵向上具有凸出和凹下（凸凹）的形状，从而实际测量长度（ l_r ）与表观测量长度 $\approx$ （ l_i ）之比（ l_r/l_i ）在 1.015-1.515 范围内。

每千克焊丝的表面可以施用 0.03-0.50 克涂层剂，其中涂层剂可以含有选自液体动物油、植物油、矿物油以及合成油组成的组的至少一种。

附图说明

- 15 参考以下结合附图的详细描述，可以更好地理解本发明的上述和其它目的和特征。在附图中：

图 1 是表示测量表观圆弧长度的圆弧弦长的图像的扫描电子显微镜（SEM）照片；

图 2 是描述弦长、焊丝半径、圆内角和表观圆弧长度(d_i)之间关系的图；

- 20 图 3 是表示测量表观测量长度的图像的 SEM 照片；

图 4 和 5 是使用图像分析系统测量实际圆弧长度之前和之后的每个图像的 SEM 照片；

图 6 和 7 是表示使用图像分析系统测量实际测量长度之前和之后的每个图像的 SEM 照片。

具体实施方式

下面参考附图详细地描述优选的实施例。

由于电镀焊丝和无铜焊丝是用不同工艺制造的，因此去除铜镀层的焊丝与无铜焊丝具有不同的形状。镀铜焊丝的制造工序是酸洗-一次拉拔-除油-5 电镀-二次拉拔，或者是酸洗-一次拉拔-热处理消除应力-酸洗-二次拉拔-除油-电镀-三次拉拔（包括表皮光轧（skin pass））。此时，由于电镀工序之后在二次拉拔或三次拉拔期间直接加工镀层（在无铜焊丝的情况下，直接加工其基体层），当在与焊丝长度成 90 度方向以及纵向观察截面表面时，去除铜镀层的最终焊丝的表面形状与无铜焊丝不一样，有很少的加工表面（在拉拔时10 由模的加工形成的平面形状表面）。因此，焊丝具有相当不平的表面。另外，以加工表面为基准，无铜焊丝在负方向（朝向焊丝中心）具有凹陷形状，而镀铜焊丝在从焊丝上去除镀层的表面上具有凸出和凹陷形状。

当焊丝基体具有不平或严重粗糙表面时，特别是焊丝基体由于不平整而在表面形成瓶颈或凹穴形状时，在电镀工序出现拱桥现象，其中镀层形成拱15 桥。另外，当焊丝基体表面具有瓶颈或凹穴形状时，残余的润滑剂或杂质陷在瓶颈或凹穴中，从而阻止正常镀层在焊丝基体上形成，并且即使在焊丝基体表面部分形成正常镀层，也不可避免出现上述拱桥现象，其中镀层最初形成在瓶颈或凹穴形状的入口处，而不是瓶颈或凹穴形状的内部。

出现拱桥现象的部分成为局部电池形成的位置，从而降低此部分抵抗腐20 蚀的耐锈性，并导致在送丝过程中出现铜薄片。因此，如果可能，希望焊丝基体没有任何瓶颈或凹穴形状的表面。

本发明的发明者进行了不同实验，开发镀层和焊丝基体之间具有优秀附着力的焊丝表面层，以便增强耐锈性和送丝性。结果，本发明者发现，通过控制实际圆弧长度（ d_r ）与表观圆弧长度（ d_i ）之比（ d_r/d_i ）以及实际测量25 长度（ l_r ）与表观测量长度（ l_i ）之比（ l_r/l_i ）在预定范围内，焊丝基体的

表面（去除镀层的最终焊丝表面）具有优秀的耐锈性和送丝性。所述实际圆弧长度与表观圆弧长度之比以及实际测量长度与表观测量长度之比分别作为焊丝周向和纵向的表面因子。

下面，实际圆弧长度（ dr ）与表观圆弧长度（ di ）之比（ dr/di ）是指形成镀层的焊丝基体表面的物理圆周均匀度，而实际测量长度（ lr ）与表观测量长度（ li ）之比（ lr/li ）是指形成镀层的焊丝基体表面的物理纵向均匀度。

本发明者进行的实验表明，作为表面因子之一的实际圆弧长度（ dr ）与表观圆弧长度（ di ）之比（ dr/di ）在 1.015-1.815 范围内，以便在焊丝基体和镀层之间具有优秀的附着力。这里，术语“表观圆弧长度（ di ）”是指，利用在与焊丝长度成 90 度方向的截面上用 SEM 放大 1000 倍的图像，通过使用焊丝实际直径通过理论计算对应于测量区的弧长得到的数值，其计算方法将在下面描述。另外，术语“实际圆弧长度（ dr ）”是指，利用在与焊丝长度成 90 度方向的截面上用 SEM 放大 1000 倍的图像，通过使用图像分析系统测量对应于测量区的圆弧的实际圆弧长度（即，包括焊丝表面上存在的本质部分的圆周长度的弧长）得到的数值。

实际上不可能达到实际圆弧长度（ dr ）与表观圆弧长度（ di ）之比（ dr/di ）小于 1.015 的状态，并且即使可以达到这种状态，得到的焊丝在经济上也是不可取的。如果实际圆弧长度（ dr ）与表观圆弧长度（ di ）之比（ dr/di ）大于 1.815，则焊丝基体具有不平的或严重粗糙的表面。因此，在电镀工序之前，在除油工序不能彻底去除拉拔残余的润滑剂。在除油不彻底的焊丝表面形成的镀层变得很弱。当实际圆弧长度（ dr ）与表观圆弧长度（ di ）之比（ dr/di ）在 1.015-1.815 范围内时，焊丝在其截面上具有平整和均匀的表面。

本发明者的实验还表明，当实际圆弧长度（ dr ）与表观圆弧长度（ di ）之比（ dr/di ）在本发明的范围内，而作为另一个表面因子的实际测量长度（ lr ）与表观测量长度（ li ）之比（ lr/li ）在 1.015-1.515 范围内时，焊丝基体和镀

层之间的附着力变得更加优秀。这里，术语“表观测量长度 (l_i)”是指，在 SEM 对纵向截面放大 1000 倍的图像上，使用图像分析系统测量对应于测量区的焊丝表观长度得到的数值；术语“实际测量长度 (l_r)”是指，在 SEM 对焊丝纵向截面放大 1000 倍的图像上，使用图像分析系统测量对应于测量区的焊丝实际长度（即，包括焊丝表面上存在的本质部分的周长的范围）得到的数值。

实际上不可能达到实际测量长度 (l_r) 与表观测量长度 (l_i) 之比 (l_r/l_i) 小于 1.015 的状态，并且即使达到这种状态，这种焊丝在经济上也是不可取的。如果实际测量长度 (l_r) 与表观测量长度 (l_i) 之比 (l_r/l_i) 大于 1.515，则焊丝基体在焊丝纵向具有不平的或严重粗糙的表面。特别是，由于在棒热轧过程中在表面形成的划伤，或由于材料中存在的非金属夹杂物，焊丝表面在拉拔过程中可能形成表面伤痕或毛刺等。在这种情况下，比例 (l_r/l_i) 偏离本发明的合适范围 (1.015-1.515)。当比例 (l_r/l_i) 在本发明的范围 1.015-1.515 时，在焊丝的纵向具有平整表面，因此增强了焊丝基体和铜镀层之间的附着力，从而可以防止焊接过程中铜薄片塞积在送丝导管和接触焊嘴内造成的送丝阻碍。

另外，根据本发明，在每千克焊丝的焊丝表面施用 0.03-0.50 克涂层剂，以保证润滑性。

如果涂层剂数量小于 0.03 克，则会由于涂层剂数量太低而不能保证足够的润滑性。相反，如果涂层剂数量大于 0.50 克，则会由于焊丝过程送丝器部分的滑动而降低送丝性。

优选涂层剂选自液体动物油、植物油、矿物油和合成油组成的组中的至少一种。

本发明涂层剂使用油型涂层剂，而不是粉末型涂层剂，这与传统技术不同。其原因是，施用于焊丝表面的粉末型或混合涂层剂在送丝性方面有作用，

但粉末型或混合涂层剂应用于焊丝表面后，如上所述该涂层剂也起局部电池形成位置的作用，从而增大锈蚀。

下面说明制造具有适合表面因子比例的用于气体保护焊的电镀焊丝的方法。

- 5 为了保证表面因子比例在本发明的适合范围内，首先，拉拔前的表面粗糙度，即用于拉拔工序的原始棒的粗糙度必须调节到等于或小于 0.45 微米（Ra 标准）。这可以通过机械除鳞之后的抛光工序或者使用盐酸、硫酸等酸洗实现。

- 接着，在电镀之前需要在工艺的拉拔方法和拉拔速率之间适当组合。当
10 按酸洗-一次拉拔-除油-电镀-二次拉拔的顺序实施拉拔工序时，可以实施诸如所有干拉拔（这里称为“DD”）、所有带辊-模具拉拔（这里称为“CRD”）或者 CRD+DD 组合的连续一次拉拔（在线拉拔）。另外，当按酸洗-一次拉拔-热处理消除应力-酸洗-二次拉拔-除油-电镀-三次拉拔（包括光亮平整）的顺序执行工艺时，一次拉拔和二次拉拔可以执行诸如 DD（一次拉拔）-光亮
15 平整（这里称为“SP”）（二次拉拔）、DD（一次拉拔）-湿拉拔（这里称为“WD”）（二次拉拔）、CRD（一次拉拔）-SP（二次拉拔）或 CRD（一次拉拔）-WD（二次拉拔）的两段拉拔。

- 连续一次拉拔工艺的拉拔速率必须控制在等于或小于 1500 米/分钟；对于两段拉拔工艺，必须控制拉拔速率，使得一次拉拔速率越大，二次拉拔速
20 率越小。

 最后，通过适当调节原始棒的粗糙度、拉拔方法以及拉拔速率，使经过一次拉拔或者一次拉拔和二次拉拔的中间焊丝的表面粗糙度在等于或小于 0.30 微米（Ra 标准）范围内。

 下面说明本发明的一个实施例。

- 25 表 1 表示按照原始棒表面粗糙度、拉拔方法以及拉拔速率得到的中间焊

丝的表面粗糙度。当拉拔原始棒时，除 CRD 拉拔方法之外使用带孔模具。为了保证中间焊丝的表面粗糙度在等于或小于 0.30 微米 (Ra 标准) 范围内，需要以下条件。即，原始棒的表面粗糙度必须调节到等于或小于 0.45 微米 (Ra 标准)。另外，对于连续 (在线) 拉拔，所有 DD、CRD 或它们的组合的拉拔速率控制在等于或小于 1500 米/分钟；对于两段拉拔，如果一次拉拔速率在 1000-1500 米/分钟范围内时，则二次拉拔速率等于或小于 400 米/分钟；当一次拉拔速率在 500-1000 米/分钟范围内时，二次拉拔速率等于或小于 600 米/分钟。即，一次拉拔速率越大，二次拉拔速率越小。这样，应当需要适当地组合原始棒的粗糙度、拉拔方法和拉拔速率。在每种情况下，在电镀工序之前的除油工序执行双极电解除油+阴极电解酸洗法或者阳极电解除油+阳极电解酸洗法。

表 1

样品编号	拉拔前粗糙度 (微米)	拉拔方法	拉拔速率(米/分钟)		拉拔后粗糙度 (微米)
			一次拉拔	二次拉拔	
CE 1	0.63	DD, CRD, CRD+DD (一次拉拔法: 酸 洗-一次拉拔-除油 -电镀-二次拉拔)	> 1500	-	0.39
CE 2	0.55		> 1500	-	0.51
CE 3	0.49		> 1500	-	0.45
CE 4	0.46		> 1500	-	0.34
IE 1	0.41		>1000-1500	-	0.29
IE 2	0.45		>1000-1500	-	0.26
CE 5	0.39		>1000-1500	-	0.48
CE 6	0.35		>1000-1500	-	0.29
CE 7	0.45		>1000-1500	-	0.42
IE 3	0.32		500-1000	-	0.21
IE 4	0.35		500-1000	-	0.25
IE 5	0.33		500-1000	-	0.22
IE 6	0.34		500-1000	-	0.24
IE 7	0.44		500-1000	-	0.28
IE 8	0.40		< 500	-	0.24
CE 8	0.44		< 500	-	0.25
IE9	0.37		< 500	-	0.20
IE10	0.29		< 500	-	0.15
IE11	0.42		< 500	-	0.23

注: CE=对比例, IE=本发明实施例, DD=所有干拉拔, CRD=所有带辊-模具拉拔, PD: 一次拉拔, SD: 二次拉拔

续表 1

样品编号	拉拔前粗糙度 (微米)	拉拔方法	拉拔速率(米/分钟)		拉拔后粗糙度 (微米)
			一次拉拔	二次拉拔	
CE 9	0.43	DD(PD)+SP(SD), DD(PD)+WD(SD), CRD(PD)+SP(SD), CRD(PD)+WD(SD) (一次拉拔和二次拉拔的拉拔方法: 酸洗-一次拉拔-热处理消除应力-酸洗-二次拉拔-除油-电镀-三次拉拔)	> 1500	> 600	0.40
IE 12	0.41		> 1500	> 600	0.25
CE 10	0.40		> 1500	400-600	0.43
CE 11	0.38		> 1500	200-400	0.29
IE 13	0.38		> 1500	<200	0.24
CE 12	0.45		> 1500	<200	0.30
CE 13	0.42		>1000-1500	>600	0.41
CE 14	0.41		>1000-1500	400-600	0.38
IE 14	0.35		>1000-1500	200-400	0.22
IE 15	0.37		>1000-1500	200-400	0.20
IE 16	0.38		>1000-1500	<200	0.15
IE 17	0.34		>1000-1500	<200	0.22
IE 18	0.32		>1000-1500	<200	0.24
CE 15	0.51		500-1000	>600	0.35
IE 19	0.39		500-1000	400-600	0.21
IE 20	0.44		500-1000	400-600	0.22
IE 21	0.33		500-1000	200-400	0.24
IE 22	0.39		500-1000	200-400	0.23
IE 23	0.34		500-1000	<200	0.19
IE 24	0.28		500-1000	<200	0.16
CE 16	0.42		< 500	>600	0.27
CE 17	0.47		< 500	400-600	0.25
CE 18	0.46		< 500	200-400	0.29
IE 25	0.30		< 500	200-400	0.24

注: CE=对比实施例, IE=本发明实施例, DD=所有干拉拔, CRD=所有带辊-模具拉拔, SP: 光亮平整, WD: 湿拉拔, PD: 一次拉拔, SD: 二次拉拔

5 表 2 表示表 1 得到的各个焊丝样品的实际圆弧长度 (dr) 与表观圆弧长度 (di) 之比 (dr/di)、实际测量长度 (lr) 与表观测量长度 (li) 之比 (lr/li)、拉拔使用的涂层剂数量、耐锈性和送丝性的测量结果。

表 2

样品编号	dr/di	lr/li	涂层剂 (克/千克焊丝)	耐锈性	送丝性
CE 1	1.829	1.536	0.33	X	X
CE 2	1.836	1.534	0.12	X	X
CE 3	1.845	1.588	0.03	X	X
CE 4	1.819	1.528	0.24	X	X
IE 1	1.812	1.503	0.42	O	O
IE 2	1.793	1.514	0.44	O	O
CE 5	1.841	1.535	0.02	X	X
CE 6	1.798	1.516	0.35	Δ	Δ
CE 7	1.833	1.521	0.01	X	X
IE 3	1.815	1.509	0.48	O	O
IE 4	1.779	1.482	0.50	O	O
IE 5	1.767	1.371	0.45	O	O
IE 6	1.763	1.415	0.37	O	O
IE 7	1.785	1.515	0.41	O	O
IE 8	1.575	1.256	0.22	O	O
CE 8	1.305	1.523	0.32	O	Δ
IE 9	1.625	1.311	0.15	O	O
IE 10	1.521	1.227	0.09	O	O
IE 11	1.774	1.345	0.36	O	O
CE 9	1.858	1.539	0.21	X	X
IE 12	1.672	1.505	0.43	O	O
CE 10	1.824	1.616	0.35	X	X
CE 11	1.778	1.518	0.41	Δ	Δ
IE 13	1.459	1.448	0.31	O	O
CE 12	1.725	1.512	0.72	O	Δ
CE 13	1.902	1.614	0.33	X	X
CE 14	1.834	1.517	0.34	X	X
IE 14	1.181	1.117	0.47	O	O
IE 15	1.414	1.232	0.41	O	O
IE 16	1.023	1.092	0.03	O	O
IE 17	1.310	1.189	0.11	O	O
IE 18	1.211	1.178	0.24	O	O
CE 15	1.818	1.486	0.45	X	X
IE 19	1.015	1.016	0.34	O	O
IE 20	1.025	1.019	0.21	O	O
IE 21	1.027	1.021	0.05	O	O
IE 22	1.382	1.228	0.28	O	O
IE 23	1.021	1.119	0.42	O	O
IE 24	1.261	1.135	0.18	O	O
CE 16	1.619	1.504	0.54	O	Δ
CE 17	1.816	1.251	0.38	X	X
CE 18	1.821	1.311	0.46	X	X
IE 25	1.017	1.015	0.07	O	O

注：CE=对比实施例，IE=本发明实施例

实际圆弧长度 (dr) 与表观圆弧长度 (di) 之比 (dr/di), 以及实际测量
5 长度 (lr) 与表面测量长度 (li) 之比 (lr/li) 是按下述过程计算的。

首先, 焊丝的表观圆弧长度 (di) 的计算如下。图 1 是表示测量表观圆

弧长度(d_i)的弦的测量图像的 SEM 照片。使用图像分析系统(Image-pro plus 4.5, Media cybernetics)在 SEM 照片上测量测量区的弦长(l)。测量焊丝的实际直径,然后得到焊丝的半径(r)。使用图像分析系统从图 1 得到的焊丝的弦长(l)和半径(r),利用图 2 所示的三角函数从半径与弦长(l)得到

5 圆心处的内角 θ (弧度)。结果,利用内角(θ)通过如下方程得到圆弧表观长度(d_i):焊丝半径(r) $\times$ 圆内角(θ)。

图 3 是表示使用图像分析系统测量表观测量长度(l_i)的图像的 SEM 照片。图 4 和 5 是分别表示使用图像分析系统测量实际圆弧长度(d_r)之前和之后的图像的 SEM 照片。图 6 和 7 是分别表示使用图像分析系统测量实际

10 测量长度(l_r)之前和之后的图像的 SEM 照片。

因此,使用上述方程可以计算出实际圆弧长度(d_r)与表观圆弧长度(d_i)之比(d_r/d_i),以及实际测量长度(l_r)与表观测量长度(l_i)之比(l_r/l_i)。

使用图像分析系统的实际测量如下所述。首先,选取最终电镀焊丝,并在总共 1000 毫升的溶液(NH_4OH (300 毫升) + CCl_3COOH (25 克) + 蒸馏水

15 =1000 毫升)中浸泡 10 分钟,以从焊丝上去除镀层,接着用清水和酒精洗涤,然后干燥。该溶液是将 NH_4OH (300 毫升)和 CCl_3COOH (25 克)溶解在蒸馏水中得到的。接着,将焊丝样品在 400°C 加热 2-3 小时,从而在焊丝样品表面形成氧化层。随后,使用热固性树脂固定(mounting)具有氧化层的每个焊丝样品,并对垂直焊丝样品长度方向的焊丝样品横截面抛光。最后,使

20 用 SEM 的背散射电子观察每个焊丝样品的抛光水平横截面,再用图像分析系统测量表观圆弧长度和实际圆弧长度,计算比例 d_r/d_i 。此时,放大倍数为 1000 倍。另外,按照上述相同方法还测量焊丝纵向的实际测量长度(l_r)和表观测量长度(l_i)。

按照如下方法测量涂层剂的用量:

25 1. 切割长度 6-8 厘米的焊丝样品并将焊丝制备成质量约 50-80 克;

2. 在烧杯中倒入 1000 毫升 CCl₄ 作为溶剂;
3. 除油前用 1 克/10000 天平称出制备的焊丝样品的质量 (W_b);
4. 将每个焊丝样品浸入装有 CCl₄ 的烧杯中, 去除涂层剂油 10 分钟, 同时搅动焊丝样品两到三次;
- 5

5. 在干燥箱中将除油的焊丝样品干燥 10 分钟, 并在干燥器内将焊丝样品冷却到室温;
6. 用 1 克/10000 天平称量除油干燥后焊丝样品的质量 (W_a);
7. 由测量值 W_b 和 W_a 按下式计算涂层剂的用量:

涂层剂用量(克/千克焊丝)=[(W_b-W_a)/W_a]×1000

10

根据盐水喷雾试验 (JIS Z 2371) 在表 3 的条件下评价耐锈性。

基于在放大 50 倍的显微镜下检查时样品生锈的时间评价试验结果。当在表 3 条件下 5 分钟后生锈时, 耐锈性评价为差, 在表中记为 “X”; 当在此条件下 15 分钟后生锈时, 耐锈性评价为一般, 在表中记为 “△”; 当在此条件下 30 分钟后生锈时, 耐锈性评价为优, 在表中记为 “○”。

表 3

盐水喷雾试验条件			
盐水浓度	NaCl 5 %	盐水暴露时间	5、15 和 30 (分钟)
腔室温度	35 °C	样品顺序	插入样品→ 取出样品并直接用酒精清洗→干燥样品→ 显微镜检查(x50)
罐温度	50 °C		
盐雾压力	0.15 兆帕		

在表 4 的焊接条件下使用长度为 5 米、缠绕两次 (环形) 后的直径为 300 毫米的新送丝导管评价送丝性。

20

表 4

送丝性试验焊接条件		焊接位置
电流(安): 420	电压(伏): 44	平板上的焊缝, Z 形摆动
焊接速度(c 米/分钟): 50	焊接时间(sec): -	
CO ₂ 气体 100%	气体流量(升/分钟): 20	

对于送丝性, 当连续焊接时间等于或小于 80 秒, 并且送丝不能平稳进行, 从而导致焊接失败, 由此送丝性评价为差, 在表中表示为“X”。当连续
5 焊接时间在 80-100 秒范围内, 送丝性评价为一般, 在表中表示为“△”。当连续焊接时间等于或大于 100 秒, 送丝性评价为优, 在表中表示为“O”。

虽然用于本发明实施例的焊丝样品是 1.2 毫米的 JIS Z 3312 YGW 12(AWS A5.18 ER70S-6), 但使用 JIS YGW 11、14、15、16、17、18 和 21 型焊丝也得到与上述 JIS Z 3312 YGW12 相同的结果。

10 从表 2 可以看出, 在对比例 1、2、3 和 4 中, 拉拔前的表面粗糙度 (Ra) 大于 0.45 微米, 高速拉拔后的表面粗糙度也大于 0.30 微米, 从而比例 (dr/di) 和比例 (ℓ_r/ℓ_i) 都不符合本发明的范围。结果, 对比例的样品无论残留在每个样品上的涂层剂量是否保持在本发明范围内, 在耐锈性和送丝性方面均评价为差。在对比例 15 中, 拉拔前的表面粗糙度 (Ra) 大于 0.45 微米, 拉拔
15 后的表面粗糙度也大于 0.30 微米, 其中二次拉拔是在很高速度下进行的。结果, 样品的比例 (dr/di) 超出本发明的范围, 而比例 (ℓ_r/ℓ_i) 和涂层剂数量在本发明范围内, 结果耐锈性和送丝性均评价为差。在对比例 5、7、9、10、13 和 14 中, 拉拔前的表面粗糙度 (Ra) 没有超过 0.45 微米, 而拉拔后的表面粗糙度超出本发明的范围, 因此比例 (dr/di) 和比例比例 (ℓ_r/ℓ_i) 都不在
20 本发明范围内。结果, 上述对比例的样品耐锈性和送丝性均评价为差。在对比例 17 和 18 中, 拉拔后的表面粗糙度 (Ra) 在本发明范围内, 而拉拔前的

表面粗糙度 (R_a) 大于 0.45 微米, 因此比例 (d_r/d_i) 不符合本发明的范围。结果, 虽然比例 (l_r/l_i) 和涂层剂数量在本发明范围内, 对比例的样品在耐锈性和送丝性方面仍然均评价为差 l_r/l_i 。在对比例 6 和 11 中, 由于控制拉拔前后的表面粗糙度 (R_a), 比例 (d_r/d_i) 在本发明范围内, 而比例 (l_r/l_i) 5 不符合本发明的范围。结果, 由于铜薄片塞积在送丝导管和接触焊嘴内, 使耐锈性略微下降, 送丝性也下降。在对比例 8 中, 由于控制拉拔前后的表面粗糙度 (R_a), 比例 (d_r/d_i) 在本发明范围内, 从而得到优秀的耐锈性; 而比例 (l_r/l_i) 超出本发明的范围, 从而由于铜薄片塞积在送丝导管和接触焊嘴内, 使送丝性下降。在对比例 12 和 16 中, 由于控制拉拔前后的表面粗糙度 (R_a), 使比例 (d_r/d_i) 和比例 (l_r/l_i) 在本发明范围内, 从而得到优秀 10 的耐锈性, 而残留在焊丝表面的涂层剂量不符合本发明的范围, 从而在焊接过程中在送丝部分出现滑动, 导致送丝性下降。

同时, 由于在所有本发明实施例 1-25 中的样品是通过将拉拔前后表面粗糙度、拉拔方法和拉拔速率调节在本发明范围内制得的, 因此就可以使去 15 除镀层的焊丝表面具有在 1.105-1.815 范围内的比例 (d_r/d_i)、 l_r/l_i 在 1.015-1.515 范围内的比例 (l_r/l_i)。另外, 焊丝样品的涂层剂量调节到每千克焊丝 0.03-0.50 克的范围内, 从而同时满足耐锈性和送丝性。

从上面的描述可以看出, 根据本发明, 用于气体保护电弧焊的焊丝具有改进的表面特性, 从而焊丝基体与底层之间的附着力在焊丝表面镀铜期间变得优秀, 从而与传统技术相比, 明显提高耐锈性和送丝性。 20

应该理解的是, 上述对实施例和附图的描述是用于解释目的, 并且本发明受权利要求的限定。并且, 本领域的一般技术人员应该理解的是, 在不偏离权利要求给出的本发明范围和精神的前提下可以有不同的修改、增添和替代。

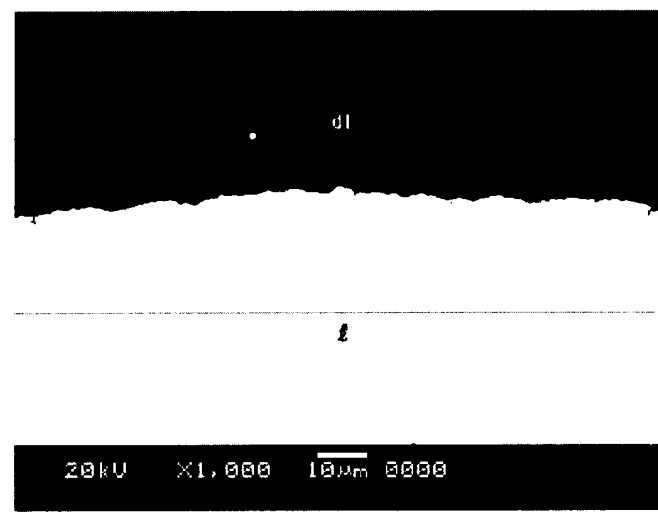


图 1

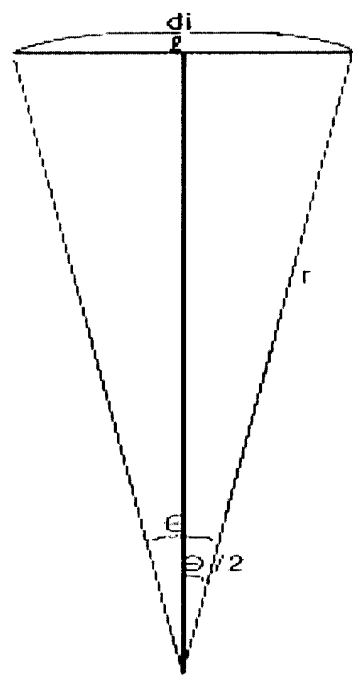


图 2

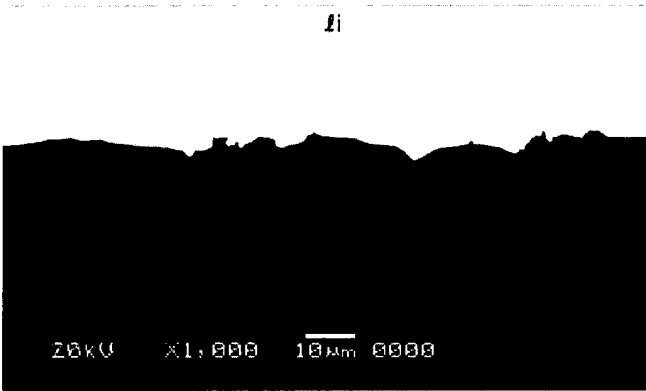


图 3

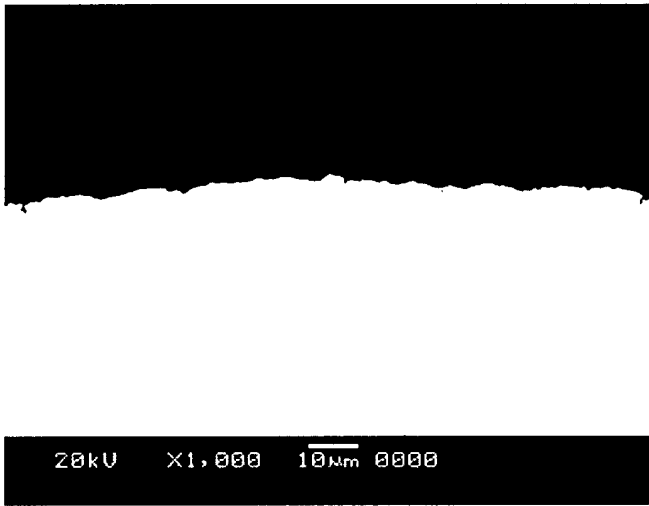


图 4

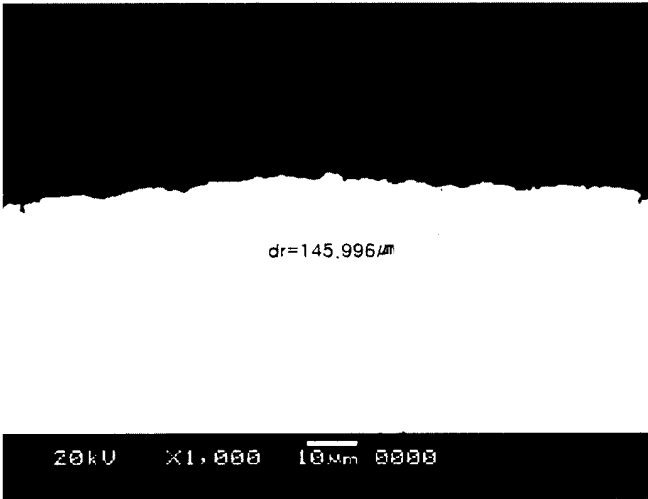


图 5

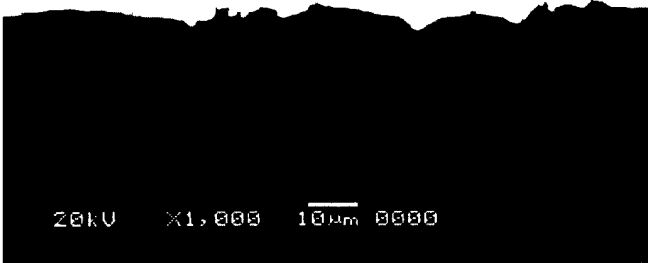


图 6

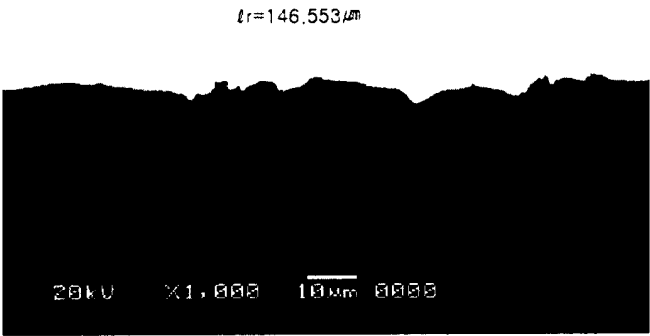


图 7