

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510112901.0

[51] Int. Cl.

B23K 35/02 (2006.01)

B23K 35/36 (2006.01)

B23K 9/16 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 1 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100450698C

[22] 申请日 2005.10.14

[21] 申请号 200510112901.0

[30] 优先权

[32] 2004.12.3 [33] KR [31] 10-2004-0101308

[73] 专利权人 基斯韦尔株式会社

地址 韩国釜山广域市

[72] 发明人 金容哲 方焕喆

[56] 参考文献

US6664510B2 2003.12.16

US6146768A 2000.11.14

CN1488468A 2004.4.14

CN1442270A 2003.9.17

CN1381333A 2002.11.27

审查员 陈 辉

[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

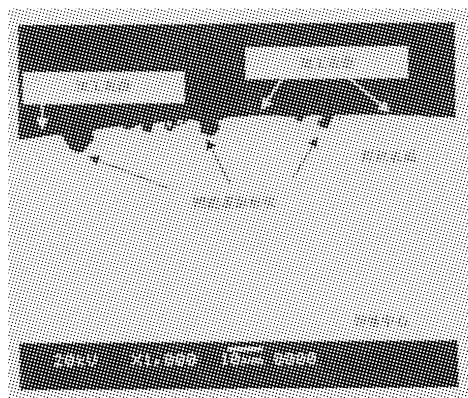
权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图 8 页

[54] 发明名称

气体保护电弧焊无镀铜焊丝

[57] 摘要

本发明涉及一种气体保护电弧焊的无镀铜焊丝。该气体保护电弧焊的无镀铜焊丝包括平的加工表面；以及凹陷，所述凹陷相对于所述加工表面基准在负向（朝焊丝中心）沿圆周形成。圆弧实际长度（ d_r ）与圆弧表观长度（ d_i ）之比（ d_r/d_i ）在 1.015 ~ 1.515 范围内。焊丝表面的润滑剂残留量等于或小于 0.50g/W.kg。所述焊丝在焊丝表面上的涂层剂为 0.03 ~ 0.70g/W.kg。所述涂层剂包括从下面组中选择的至少一种：液体动物油、植物油、矿物油、混合油和合成油。焊丝在焊接过程中能够与导电嘴稳定接触，因此提供良好的电弧稳定性和送丝性，同时减少飞溅量。



1. 一种气体保护电弧焊的无镀铜焊丝，包括：
平的加工表面；以及凹陷，所述凹陷相对于所述加工表面基准在朝焊丝中心的方向沿圆周形成，其中圆弧实际长度（ dr ）与圆弧表观长度（ di ）之比（ dr/di ）在 1.015~1.515 范围内。
2. 如权利要求 1 所述的无镀铜焊丝，其中所述焊丝在焊丝表面上的润滑剂残留量等于或小于 0.50 克每千克焊丝。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的无镀铜焊丝，其中所述焊丝在焊丝表面上的涂层剂为 0.03~0.70 克每千克焊丝。
4. 如权利要求 3 所述的无镀铜焊丝，其中所述涂层剂包括从下面组中选择的至少一种：液体动物油、植物油、矿物油、混合油和合成油。

气体保护电弧焊无镀铜焊丝

技术领域

本发明一般地涉及一种气体保护电弧焊无镀铜焊丝，更具体地，涉及气体保护电弧焊无镀铜焊丝，该焊丝能在半自动焊或自动焊时保证电弧稳定性，从而减小飞溅量以及增强送丝性。

背景技术

最近，随着自动焊的发展，气体保护电弧焊焊丝的应用快速增长，结果，气体保护电弧焊焊丝特别是在汽车工业、造船工业、建筑业等领域得到广泛使用。这样，焊丝在上述不同领域得到大量使用，并且为了保证焊丝性能，如导电性、送丝性、耐腐蚀性等等，焊丝一般在其表面镀铜。在焊丝表面镀铜的情况下，需要在焊丝表面形成均匀的镀层，以便保证导电性、送丝性、耐腐蚀性。如果焊丝表面镀铜不均匀，则由于焊接时导电嘴（contact tip）内的焊丝与导电嘴之间的磨擦，微小的铜片会从焊丝表面脱落，并集中在导电嘴内，这被称为“导电嘴阻塞”。这种导电嘴阻塞将导致电弧不稳定和送丝不稳定，同时增大飞溅量。除了上述问题以外，镀铜焊丝在电镀过程中会产生有害废水，从而加剧环境污染。

为了解决包括环境污染在内的这些问题，开发了表面不镀铜的焊丝，即无镀铜焊丝。对于镀铜焊丝，薄的镀铜层能够使焊丝与导电嘴稳定接触，从而保证电弧性能相对稳定；出于这一方面，需要为无镀铜焊丝提供能替代镀铜层的具有特殊性能的表面层，以便保证与导电嘴的稳定接触。

一些参考文献公开了具有这种特殊性能的表面层的无镀铜焊丝，包括日本专利特许公开公报 No. 2003-191092、2003-225793、2003-170293 以及 2004-001061。

根据这些传统技术，焊丝的表面形成有瓶颈状凹陷，所述凹陷包括孔和在孔内侧膨的内部；以及/或者延伸到焊丝表面层内的洞穴状凹陷，即洞穴状凹坑，所述凹坑包括可见入射光从外部不能照射到的部分。凹坑用于稳定地保持粉状的功能涂层剂，这是为了保证电弧稳定性和送丝性必须存在于焊丝表面的。另外，同时使用聚异丁烯油作为稳定地保持粉状的功能涂层剂的附加手段。

本发明的发明者进行研究以解决如上所述的传统技术的问题，结果发现，由于实际上不可能均匀地控制瓶颈状或洞穴状凹坑（凹陷）的尺寸（体积），即凹陷的内部体积，如同传统技术中披露的，因此，仅仅利用瓶颈状或洞穴状凹坑以及一定长度比率的不能被垂直入射光从外部照射到的部分，不可能沿 360 度圆周方向在焊丝表面均匀地涂覆功能涂层剂。因此，在传统技术中，当长时间焊接时，粉状的功能涂层剂将阻塞在送丝管和导电嘴内，造成送丝不稳定。并且，粉状的功能涂层剂的阻塞将妨碍导电嘴与焊丝之间的稳定接触，造成电弧不稳定，导致飞溅量增大。特别是，传统技术的问题在于，由于焊接时的电阻热以及辐射热，功能涂层剂将熔化或粘附在导电嘴上，或者其副产物将阻塞导电嘴。另外，在最终拉拔后，瓶颈状或洞穴状凹坑（凹陷）难以除油，增大了润滑剂残留量。

发明内容

为了解决上述问题提出本发明，本发明的一个目的是提供一种气体保护电弧焊无镀铜焊丝，其设计成在焊丝表面具有特殊性能，从而使焊丝在其表面没有镀铜层的情况下稳定接触导电嘴，从而在长时间焊接时铜片不会阻塞在送丝管和导电嘴内，从而保证半自动或自动焊接过程中的电弧稳定性，由此减小飞溅量并稳定送丝性。

根据本发明的一个方面，上述和其它目的是通过提供一种气体保护电弧

焊无镀铜焊丝而实现的，所述气体保护电弧焊无镀铜焊丝包括：平的加工表面；以及相对加工表面基准沿负方向（朝焊丝中心）在圆周上形成的凹陷，其中圆弧实际长度（ d_r ）与圆弧表观（apparent）长度（ d_i ）之比（ d_r/d_i ）在 1.015—1.515 的范围内。

焊丝在焊丝表面上残留的润滑剂可以是等于或小于 0.50g/W.kg（克每千克焊丝）。

焊丝在焊丝表面上的涂层剂可以是 0.03—0.70g/W.kg。

涂层剂可以包括从以下组中选择的至少一种：液体动物油、植物油、矿物油、混合油以及合成油。

附图说明

结合附图，从下面详细说明中可以更加容易理解本发明的上述和其它目的和特征。在附图中：

图 1 和 2 是扫描电子显微镜（SEM）显微图像，表示不存在加工表面的焊丝表面；

图 3 和 4 是 SEM 显微图像，表示整体存在加工表面的焊丝表面；

图 5 和 6 是 SEM 显微图像，表示根据本发明的焊丝表面，它具有加工表面以及相对于所述加工表面基准沿负方向（朝焊丝中心）在表面中形成的凹陷；

图 7 是 SEM 显微图像，表示测量弦长（ l ）以计算圆弧的表观长度（ d_i ）；

图 8 是表示弦长（ l ）、焊丝半径 r 、圆弧内角 θ 和圆弧表观长度 d_i 之间关系的图；以及

图 9 和 10 是 SEM 显微图像，表示通过图像分析系统测量圆弧实际长度之前和之后的图像。

具体实施方式

下面参考附图详细地描述优选的实施方式。

如上所述，虽然为了使焊丝稳定接触导电嘴，需要使无镀铜焊丝的表面具有特殊性能，但传统技术已经提出一些方法使焊丝形成下面的性能，这些方法局限于将焊丝表面的表面粗糙度、比表面积等等控制在预定范围内，然而这些方法不能保证导电嘴与焊丝之间的稳定接触。

本发明者进行了不同的实验，以使焊丝表面具有特殊性能，从而替代焊丝表面的镀铜层。结果，本发明人发现，焊丝表面可以分成三类，即，仅由加工表面形成的平面（这里，术语“加工表面”是指从 SEM 放大 1000 倍的、与焊丝长度成 90 度方向的横截面图像观察时，通过模具拉拔在焊丝表面沿圆周方向形成的平部分），不存在加工表面的不规则表面（凹凸），以及由加工表面和凹陷组成的组合表面，其中凹陷是相对加工表面基准沿负向（朝焊丝中心）在圆周方向形成的，并且当在圆弧实际长度（ dr ）与圆弧表观长度（ di ）之比（ dr/di ）在 1.015—1.515 范围内的条件下焊丝具有组合表面时，焊丝具有优秀的电弧稳定性和焊接性，同时减少了焊丝表面残留的润滑剂。这里，圆弧的实际长度是指使用图像分析系统测量圆弧实际长度而得到的数值，圆弧对应的测量区是在 SEM 对与焊丝长度成 90 度的方向的横截面放大 1000 倍的图像上（即，凹陷圆周与加工表面长度之和）。圆弧表观长度是指用被测焊丝的实际直径理论计算圆弧长度而得到的数值，圆弧对应于图像上的测量区，其测量方法将在下面描述。

不规则表面是指不存在加工表面的表面，如图 1 和 2 所示。同时，根据日本专利特许公开公报 2003—191092、2003—225793、2003—170293 以及 2004—001061 中所公开的传统技术，焊丝在其表面上形成有瓶颈形和/或洞穴状凹坑，每个凹坑包括孔以及在孔内侧膨的内部，这对应于本发明分类中的不规则表面。

虽然这种不规则表面能提供将涂层剂和功能涂层剂保持在焊丝表面上的优异保持性,但导电嘴与焊丝之间的稳定接触由于缺少加工表面而得不到保证,并且由于焊接时在送丝管内的摩擦使得送丝载荷增大,导致送丝性变差。另外,不规则表面在最终拉拔之后难以除油,增大了焊丝表面上润滑剂的残余量。

如图3和4所示,由于平面仅有加工表面,因此能保证导电嘴与焊丝之间的稳定接触。但是,平面破坏了对涂层剂或功能涂层剂的保持性,从而由于润滑不充分而恶化送丝性。

相反,如图5和6所示,根据本发明的组合焊丝表面具有平的加工表面和凹陷,凹陷从与焊丝长度成90度方向的焊丝横截面观察时,相对于所述加工表面基准沿负向(朝向焊丝中心)在焊丝表面沿圆周方向形成,而不是不规则(凹凸)表面或突出(凸)表面。当焊丝具有这种组合表面时,可以保证焊接时导电嘴与焊丝之间的稳定接触。另外,当加工表面总长度与在预定范围内沿圆周测量的焊丝长度之比在适合的范围内时,可以稳定电弧,从而减小飞溅产生。

但是,即使加工表面的总长度比控制在适合范围内,焊接时有效减少飞溅量也会受到限制。换言之,由于润滑剂残留量增大导致焊接时飞溅量增大,因此仅仅通过将加工表面总长度之比控制在适当范围内,不可能解决由于凹陷深度、体积和形状引起的润滑剂残留量造成的问题。

因此,根据本发明,焊丝具有组合表面,组合表面包括加工表面和凹陷,凹陷在圆弧实际长度(d_r)与圆弧表观长度(d_i)之比(d_r/d_i)在1.015—1.515范围内的条件下,在相对所述加工表面基准的负向(朝焊丝中心)沿圆周形成在焊丝表面。

同时,实际上不可能达到圆弧实际长度与圆弧表观长度之比(d_r/d_i)小于1.015的条件,并且在此条件下,焊丝仅包括像平面一样的加工表面。在

这种情况下,虽然能保证导电嘴与焊丝之间的稳定接触,但保持涂层剂或功能涂层剂的能力将下降。结果,不能保证充分的润滑,送丝性下降。如果圆弧实际长度与圆弧表观长度之比(dr/di)大于 1.515,则焊丝表面粗糙,具有保持涂层剂的良好能力。但是在此情况下,由于缺少加工表面,不能保证导电嘴与焊丝之间的稳定接触,并且由于焊接时在送丝管内的摩擦而使送丝载荷增大,导致送丝性变差。同时,如果圆弧实际长度与圆弧表观长度之比(dr/di)在 1.015—1.515 范围内,则焊丝具有平面以及足够的加工表面,并且对应于瓶颈形和/或洞穴状的凹坑的内部体积减小,从而残留在焊丝表面的润滑剂量减少。因此,可以保证导电嘴和焊丝之间的稳定接触,并减小残留在表面的润滑剂量,从而明显减少飞溅量。

根据本发明,残留在焊丝表面的润滑剂量是每千克焊丝 0.50g 或小于 0.50g。如果残留在焊丝表面的润滑剂量超过 0.50g/W.kg,则在焊接时会产生大量飞溅,并破坏电弧稳定性。

希望拉拔时所用的润滑剂在最终拉拔后完全去除。对于除油方法,一般使用机械除油、碱除油、电解脱脂等等。焊丝表面残留的润滑剂量取决于焊丝表面的凹坑形状以及除油方法。特别是,对于深度大或瓶颈状或洞穴状的凹坑,非常难以从焊丝表面去除润滑剂。

在这一方面,如果圆弧实际长度与圆弧表观长度之比(dr/di)在 1.015—1.515 范围内,就可以保持润滑剂残留量等于或小于 0.50g/W.kg。但是,当比例(dr/di)超过 1.515 时,即使进行电解脱脂也难以在在线(in-line)系统中将润滑剂残留量减小到 0.50g/W.kg 或者更小。

此外,根据本发明,焊丝在焊丝表面具有 0.03—0.70g/W.kg 的涂层剂。涂层剂起到为焊丝提供稳定送丝性的作用,从而进一步增强电弧稳定性。

如果涂层剂量小于 0.03g/W.kg,则由于涂层剂量太少而不能保证充分的润滑,使送丝性变差。相反,如果涂层剂量大于 0.70g/W.kg,则由于焊接时

送丝机区域内的滑动现象而使送丝性变差。

根据本发明，涂层剂优选地是从下面的组中选择的至少一种：动物油、植物油、矿物油、混合油和合成油。在这一方面，当使用粉末涂层剂时，经过长时间焊接后，粉末表面涂层剂将阻塞在送丝管和导电嘴内。但是，当使用油类涂层剂时，则可以避免涂层剂的阻塞，从而进一步稳定电弧，同时更有效地减小飞溅。

下面说明具有加工表面和凹陷的焊丝的制造方法，其中凹陷从与焊丝长度成 90 度方向的焊丝横截面观察时，相对于所述加工表面基准沿负向（朝向焊丝中心）在圆周上形成在焊丝表面中，而不是不规则表面（凹凸或凸），从而圆弧实际长度（ dr ）与圆弧表观长度（ di ）之比（ dr/di ）在 1.015—1.515 范围内。

首先，为了保证本发明的加工表面的形状以及所述比例 dr/di ，在拉拔工序之前的表面粗糙度，即将要经受拉拔工序的原始棒的表面粗糙度必须调节到等于和低于 $0.40\mu\text{m}$ （Ra 标准）。这可以通过使用盐酸、硫酸等等的酸洗工序实现，或者通过机械除锈工序之后的抛光工序实现。

接着，必须保证拉拔方法和拉拔速率的恰当组合。至于拉拔方法，可以通过所有干式拉拔（dry drawing）（这里称为“DD”）、所有带辊—模具拉拔（cassette roller-die drawing）（这里称为“CRD”）或者 CRD+DD 的组合进行连续拉拔（in-line drawing）。另外，可以使用 DD（初次拉拔）—光整（这里称为“SP”）（二次拉拔）、DD（初次拉拔）—湿式拉拔（wet drawing）（这里称为“WD”）（二次拉拔）、CRD（初次拉拔）—SP（二次拉拔）或 CRD（初次拉拔）—WD（二次拉拔）进行两阶段拉拔。

对于连续拉拔，拉拔速率必须控制在等于或小于 1000m/min ；对于两阶段拉拔，必须控制拉拔速率，使得随着初次拉拔速率增大，二次拉拔速率下降。

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,必须使最终焊丝的表面粗糙度在 $0.10\text{--}0.25\mu\text{m}$ (Ra 标准) 范围内。

下面说明本发明的一个例子。

表 1 表示由不同的原始棒表面粗糙度、拉拔方法以及拉拔速率得到的最终焊丝的表面粗糙度。此时,当拉拔原始棒时,除 CRD 之外还使用带孔模具。为了使最终焊丝的表面粗糙度在 $0.10\text{--}0.25\mu\text{m}$ (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 $0.40\mu\text{m}$ (Ra 标准)。另外,对于连续拉拔,无论使用 DD、CRD 或它们的组合,拉拔速率控制在等于或小于 1000m/min ;对于两阶段拉拔,拉拔速率的调节必须使初次提拔速率增大时,二次拉拔速率减小。例如,当初次拉拔速率在 $1000\text{--}1500\text{m/min}$ 范围内时,二次拉拔速率等于或小于 400m/min ;当初次拉拔速率在 $500\text{--}1000\text{m/min}$ 范围内时,二次拉拔速率等于或小于 600m/min 。此外,从表 1 的对比例 18 可以看出,使用初次拉拔速率等于或小于 500m/min 以及二次拉拔速率等于或小于 200m/min ,这是一个极低的速率,将导致拉拔后表面粗糙度等于或小于 $0.10\mu\text{m}$ (Ra 标准)。结果,应当需要适当地组合拉拔速率。

表 2 表示各个焊丝实例的横截面的表面形状、圆弧实际长度(d_r)与圆弧表观长度(d_i)之比 (d_r/d_i)、润滑剂残留量、涂层剂量、送丝性和电弧稳定性的测量结果,对表 1 得到的焊丝测量上述每一项。

表 1

样品 编号	拉拔前 粗糙度 (μm)	拉拔方法	拉拔速率 (m/min)		拉拔后 粗糙度 (μm)
			初次拉拔	二次拉拔	
CE 1	0.61	DD, CRD, CRD+DD	> 1500	-	0.35
CE 2	0.54		> 1500	-	0.46
CE 3	0.47		> 1500	-	0.45
CE 4	0.41		> 1500	-	0.33
CE 5	0.35		>1000~1500	-	0.31
CE 6	0.36		>1000~1500	-	0.42
CE 7	0.31		>1000~1500	-	0.27
CE 8	0.40		>1000~1500	-	0.37
IE 1	0.32		500~1000	-	0.21
IE 2	0.35		500~1000	-	0.25
IE 3	0.33		500~1000	-	0.22
IE 4	0.34		500~1000	-	0.24
IE 5	0.40		< 500	-	0.24
CE 9	0.39		< 500	-	0.19
IE 6	0.37		< 500	-	0.20
IE 7	0.29		< 500	-	0.15
CE 10	0.38	DD(PD)+SP(SD), DD(PD)+WD(SD), CRD(PD)+SP(SD), CRD(PD)+WD(SD)	> 1500	> 600	0.35
CE 11	0.35		> 1500	400~600	0.37
CE 12	0.33		> 1500	200~400	0.24
IE 8	0.38		> 1500	< 200	0.24
CE 13	0.40		> 1500	< 200	0.25
CE 14	0.42		>1000~1500	> 600	0.36
CE 15	0.41		>1000~1500	400~600	0.33
IE 9	0.35		>1000~1500	200~400	0.22
IE 10	0.37		>1000~1500	200~400	0.20
IE 11	0.38		>1000~1500	<200	0.15
IE 12	0.34		>1000~1500	<200	0.22
CE 16	0.46		500~1000	>600	0.31
IE 13	0.39		500~1000	400~600	0.21
IE 14	0.33		500~1000	200~400	0.24
IE 15	0.39		500~1000	200~400	0.23
IE 16	0.34		500~1000	<200	0.19
IE 17	0.28		500~1000	<200	0.16
CE 17	0.37		< 500	>600	0.27
IE 18	0.37		< 500	400~600	0.25
IE 19	0.32		< 500	200~400	0.18

IE 20	0.30	< 500	200~400	0.24
CE 18	0.29	<500	< 200	0.09

注：CE=对比例，IE=本发明实施例，PD=初次拉拔，SD=二次拉拔

表 2

样品 编号	表面 形状	dr/di	残留润滑剂 (g/W.kg)	涂层剂 (g/W.kg)	送丝性	电弧 稳定性
CE 1	凹凸	1.529	0.64	0.33	X	X
CE 2	凹凸	1.536	0.66	0.12	X	X
CE 3	凹凸	1.545	0.75	0.03	X	X
CE 4	凹凸	1.519	0.52	0.24	X	X
CE 5	凹	1.521	0.57	0.42	△	X
CE 6	凹凸	1.541	0.72	0.02	X	X
CE 7	凹	1.516	0.55	0.35	△	X
CE 8	凹凸	1.533	0.68	0.01	X	X
IE 1	凹	1.515	0.49	0.56	O	O
IE 2	凹	1.479	0.50	0.70	O	O
IE 3	凹	1.467	0.44	0.45	O	O
IE 4	凹	1.415	0.41	0.37	O	O
IE 5	凹	1.366	0.42	0.22	O	O
CE 9	凹	1.295	0.37	0.75	△	O
IE 6	凹	1.325	0.35	0.15	O	O
IE 7	凹	1.221	0.34	0.09	O	O
CE 10	凹凸	1.558	0.82	0.21	X	X
CE 11	凹凸	1.524	0.71	0.35	X	X
CE 12	凹	1.518	0.54	0.41	O	X
IE 8	凹	1.154	0.31	0.31	O	O
CE 13	凹	1.517	0.53	0.52	O	X
CE 14	凹凸	1.602	0.85	0.33	X	X
CE 15	凹凸	1.534	0.61	0.34	X	X
IE 9	凹	1.181	0.38	0.47	O	O
IE 10	凹	1.289	0.39	0.61	O	O
IE 11	凹	1.023	0.30	0.03	O	O
IE 12	凹	1.310	0.33	0.11	O	O
CE 16	凹凸	1.518	0.52	0.45	X	X
IE 13	凹	1.016	0.28	0.64	O	O

IE 14	凹	1.027	0.36	0.55	O	O
IE 15	凹	1.382	0.42	0.28	O	O
IE 16	凹	1.021	0.33	0.42	O	O
IE 17	凹	1.261	0.29	0.18	O	O
CE 17	凹凸	1.519	0.54	0.54	X	X
IE 18	凹	1.026	0.21	0.38	O	O
IE 19	凹	1.015	0.28	0.05	O	O
IE 20	凹	1.018	0.32	0.07	O	O
CE 18	FL	1.013	0.09	0.20	△	O

注：CE=对比例，IE=本发明实例，FL=平面

焊丝表面形状是从垂直焊丝样品长度的焊丝样品横截面图像上测定的，图像是放大 1000 倍的 SEM 图像，其中标记“凹凸”表示不存在加工表面的不规则表面，标记“凹”表示本发明的组合表面，该组合表面包括加工表面和凹陷，凹陷是相对于所述加工表面基准沿负向（朝焊丝中心）在圆周上形成在焊丝表面上的，“FL”表示仅包括加工表面的平面。从表 2 可以看出，在表 1 的焊丝中，表面粗糙度在 0.10-0.25 μm （Ra 标准）范围内的焊丝样品可以得到本发明的组合表面。

圆弧实际长度（ d_r ）与圆弧表观长度（ d_i ）之比（ d_r/d_i ）是按下述过程得到的。首先，使用图像分析系统（Image-pro plus 4.5, Media cybernetics），在放大 1000 倍的条件下测量焊丝的圆弧的实际长度（ d_r ）。此时，使用图像分析系统得到的圆弧实际长度对应于焊丝表面上凹陷的周长与加工表面长度之和。图 9 和 10 是 SEM 显微图像，表示使用图像分析系统测量圆弧实际长度之前和之后的图像。接着，使用图像分析系统在放大 1000 倍的条件下测量焊丝样品测量部分的弦长（ l ），以便得到圆弧的表观长度（ d_i ）。图 7 是 SEM 显微图像，表示测量弦长（ l ）以计算圆弧表观长度（ d_i ）的图像。当得到弦长（ l ）后，可以看出，利用三角函数可以得到由焊丝半径 r 与弦长（ l ）得到的圆内角 θ （弧度）。结果，利用内角通过如下方程可以得到圆弧表观长

度 (d_i): 焊丝半径 $r \times$ 圆内角 θ 。因此, 通过测量焊丝的实际直径可以得到半径 r , 从而可以计算出圆弧的表观长度 (d_i)。

使用图像分析系统的实际测量如下所述。首先, 制备最终焊丝样品, 并在有机溶剂中通过超声波清洗去除焊丝表面上的杂质。将焊丝样品在 400°C 加热 2—3 小时, 从而在焊丝表面形成氧化层。随后, 使用热固性树脂对具有氧化层的每个焊丝样品进行镶样 (mounting process), 从而可以从包围焊丝样品的热固性树脂的顶面看到垂直焊丝样品长度方向的焊丝样品的横截面, 然后将焊丝样品抛光。最后, 使用 SEM 的背散射电子可以观察每个焊丝样品的抛光横截面, 从而观察焊丝样品横截面的表面形状, 再用图像分析系统测量圆弧表观长度和圆弧实际长度, 以计算 dr/di 。此时, 放大倍数为 1000 倍。

在本发明中, 按照如下方法测量涂层剂的使用量:

1. 制备长度 6—8cm 和质量约 50—80g 的焊丝样品;
2. 在烧杯中倒入 1000 ml CCl_4 溶剂;
3. 除油前用 1g/10000 天平称每个焊丝样品的质量 (W_b);
4. 将每个焊丝样品浸入装有 CCl_4 的烧杯中, 对焊丝样品除油 10 分钟, 同时搅动焊丝样品两到三次;
5. 在烘箱中将除油的焊丝样品干燥 10 分钟, 在干燥皿内将焊丝样品冷却到室温;
6. 用 1g/10000 天平称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使用量:

$$\text{涂层剂使用量(g/W.kg)} = [(W_b - W_a) / W_a] \times 1000$$

根据如下方法测量焊丝样品的润滑剂残留量:

1. 执行与上述涂层剂使用量测量方法的 1—6 项相同的操作;

2. 将上述第 6 项中每个焊丝样品的质量 W_a 定义为除油前焊丝样品的质量 W_b' ;
3. 将上述制备的焊丝样品侵入 70℃ 的 5% 铬酸酐 (CrO_3) 溶液 20 分钟;
4. 在热冲洗后用酒精清洗每个除油的焊丝样品;
5. 在烘箱中将用酒精清洗的焊丝样品干燥 10 分钟, 在干燥皿内将焊丝样品冷却到室温;
6. 用 1g/10000 天平称除油后干燥焊丝样品的质量 (W_a');
7. 按照如下方程由 W_b' 和 W_a' 计算焊丝样品的润滑剂残留量: 润滑剂残留量($g/W.kg$)= $[(W_b'-W_a')/W_a'] \times 1000$

评价电弧稳定性和送丝性的方法如下所述:

使用 3m 长的直送丝管评价电弧稳定性, 表 3 表示评价电弧稳定性的焊接条件。

表 3

评价电弧稳定性的焊接条件		焊接位置
电流(A): 210	电压(V): 23	平板上的焊缝
焊接速度 (cm/min): 100	焊接时间(sec): 15	
气体 CO_2 100%	气体流量(l/min): 20	

根据电弧稳定性的评价结果, 当直径等于或大于 1mm 的飞溅量超过 0.2g 或者总飞溅量超过 2g 时, 电弧稳定性的评价为差, 在表中表示为 “X”; 当飞溅量低于上述数值时, 电弧稳定性的评价为优, 在表中表示为 “O”。用于评价电弧稳定性的焊丝是 JIS Z 3312 YGW 12(AWS A5.18 ER70S-6)1.2mm。

表 4 表示评价送丝性的焊接条件，其中使用新的送丝管评价送丝性，其长度为 5m 并缠绕两次（环形）形成直径 300mm。

表 4

评价送丝性的焊接条件		焊接位置
电流(A): 420	电压(V): 44	平板上的焊缝，Z 形摆动焊
焊接速度 (cm/min): 50	焊接时间(sec): -	
气体 CO ₂ 100%	气体流量(l/min): 20	

根据送丝性评价结果，当连续焊接时间小于 80 秒时，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”。当连续焊接时间等于或大于 100 秒时，送丝性评价为优，在表中表示为“O”。当连续焊接时间在 80—100 秒范围内时，送丝性评价为正常，在表中表示为“△”。用于评价送丝性的焊丝也是 JIS Z 3312 YGW 12(AWS A5.18 ER70S-6)1.2mm。

虽然用于本发明实施例的焊丝是 JIS Z 3312 YGW 12(AWS A5.18 ER70S-6)1.2mm，但使用 JIS YGW 11、14、15、16、18 和 21 焊丝也能得到相同的结果。

从表 2 中可以看出，对比例 1-3、4、10、11 和 14-17（包括二次拉拔的高速拉拔），由于高速拉拔而使焊丝样品在横截面上具有“凹凸”的表面形状，从而即使涂层剂的量在本发明的范围内也会得到差的送丝性和稳定性。另外，焊丝样品的 d_r/d_i 的比值超出本发明范围，润滑剂残留量也超出本发明范围，将增大飞溅量。即，出现不稳定电弧。在对比例 5、7、12 和 13 中，由于稳定的拉拔条件，焊丝样品在其横截面上具有“凹”表面形状并且涂层

剂的量在本发明范围内。但是，焊丝样品的 dr/di 的比值超出本发明范围，从而其它表面与加工表面之比增大。结果，焊接时导电嘴和焊丝样品之间出现不稳定接触，同时，润滑剂残留量增大，从而增大飞溅量。特别是，从表 2 看出，在对比例 5、7、12 和 13 中，即使焊丝在拉拔之前或之后的表面粗糙度在本发明范围内，但由于没有恰当地控制拉拔速率，焊丝样品的 dr/di 的比值超出了本发明范围。在对比例 6 和 8 中，由于拉拔速度高，焊丝样品不但在焊丝横截面上具有“凹凸”的表面形状，而且涂层剂的量偏离本发明范围，从而导致差的送丝性和电弧稳定性。另外，焊丝样品的 dr/di 的比值和润滑剂残留量超出本发明范围，这增大了飞溅量。在对比例 9 中，由于稳定的拉拔条件，焊丝样品的焊丝横截面的表面形状“凹”，并且 dr/di 的比值和润滑剂残留量在本发明范围内，从而得到好的电弧稳定性。但是，焊丝样品的涂层剂的量超出本发明范围，导致焊接过程中送丝机区域出现滑动，从而不能保证送丝性。在对比例 18 中，焊丝样品在焊丝横截面上具有平面，从而使导电嘴与焊丝样品之间稳定接触，保证了电弧稳定性。但是，即使涂层剂的量在本发明范围内，由于焊丝的平面而在焊接过程中在送丝机区域出现滑动，因此不能保证送丝性。

在本发明实例 1—20 中，可以提供横截面上具有表面形状的焊丝样品，其中焊丝横截面表面形状包括加工表面以及凹陷“凹”，凹陷是相对于所述加工表面基准沿负向（朝焊丝中心）在圆周上形成的，这种表面形状是通过最佳地调节拉拔前后的表面粗糙度、拉拔方法和拉拔速率使其处于本发明范围内而实现的。另外，焊丝样品的圆弧实际长度(dr)与圆弧表观长度(di)之比(dr/di)以及润滑剂残留量在本发明范围内，从而减少飞溅量。另外，焊丝样品的涂层剂的量调节到 0.03—0.70 g/W.kg 范围内，从而同时满足送丝性和电弧稳定性。

由上面描述可以清楚看出，根据本发明的气体保护电弧焊的无镀铜焊

丝，能够使焊丝与导电嘴稳定接触，而在焊丝表面没有镀铜层，从而在长时间焊接过程中粉末不会阻塞在送丝管和导电嘴内，因此提供良好的电弧稳定性，并且带来稳定的送丝性并减少飞溅量。

应该理解的是，描述实施例和附图是达到解释的目的，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。

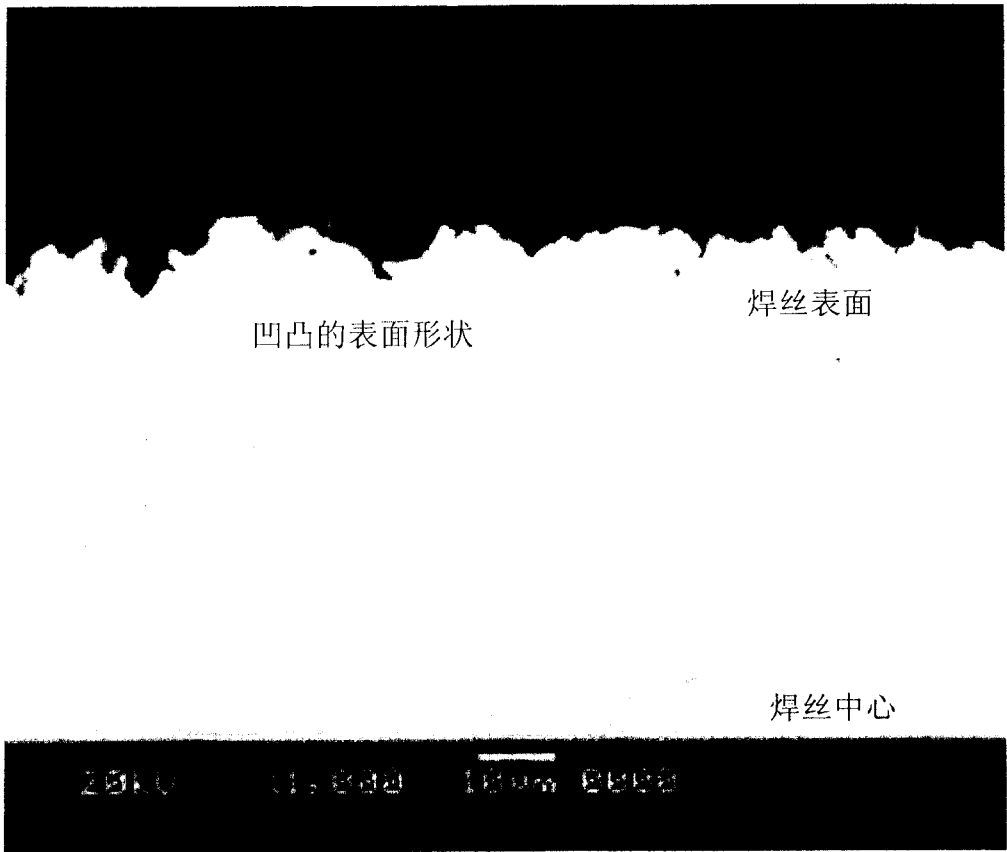


图 1 现有技术

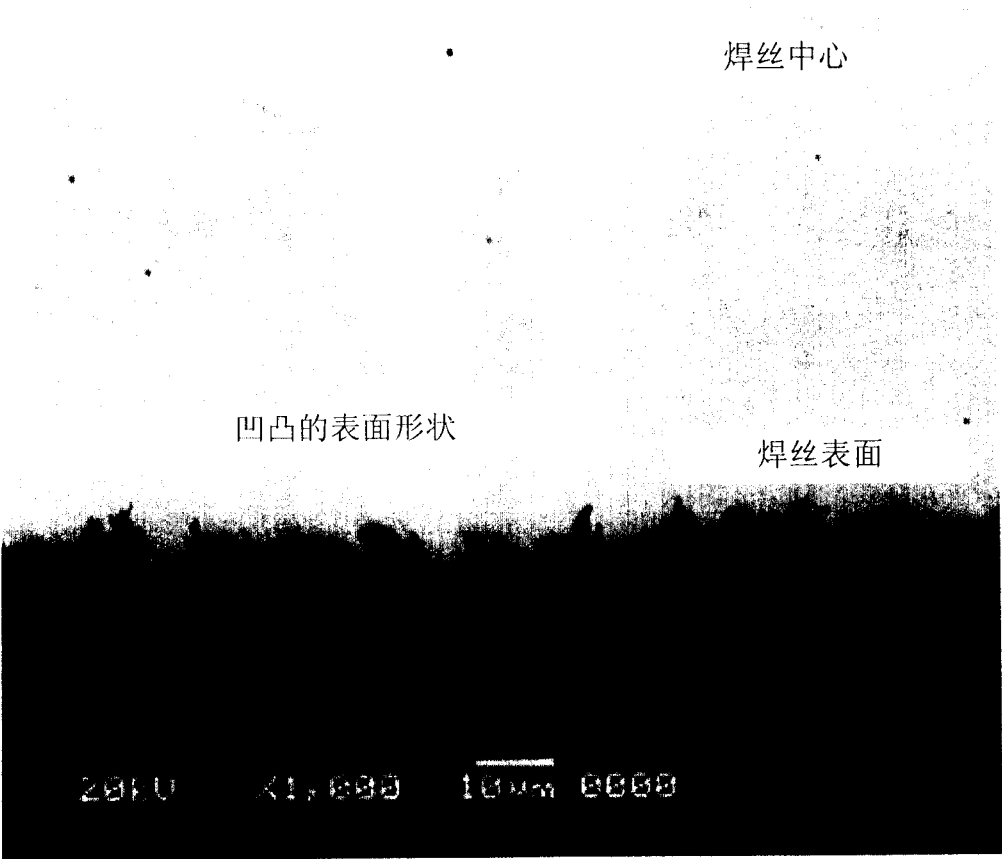


图 2 现有技术

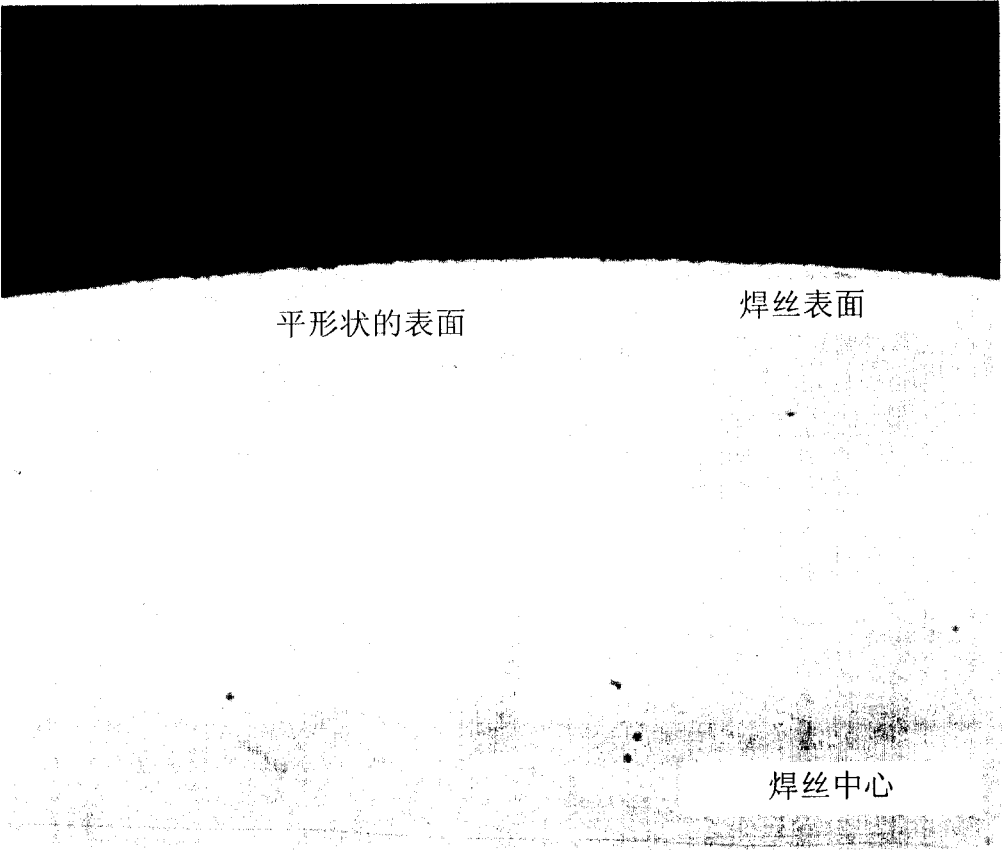


图 3 现有技术

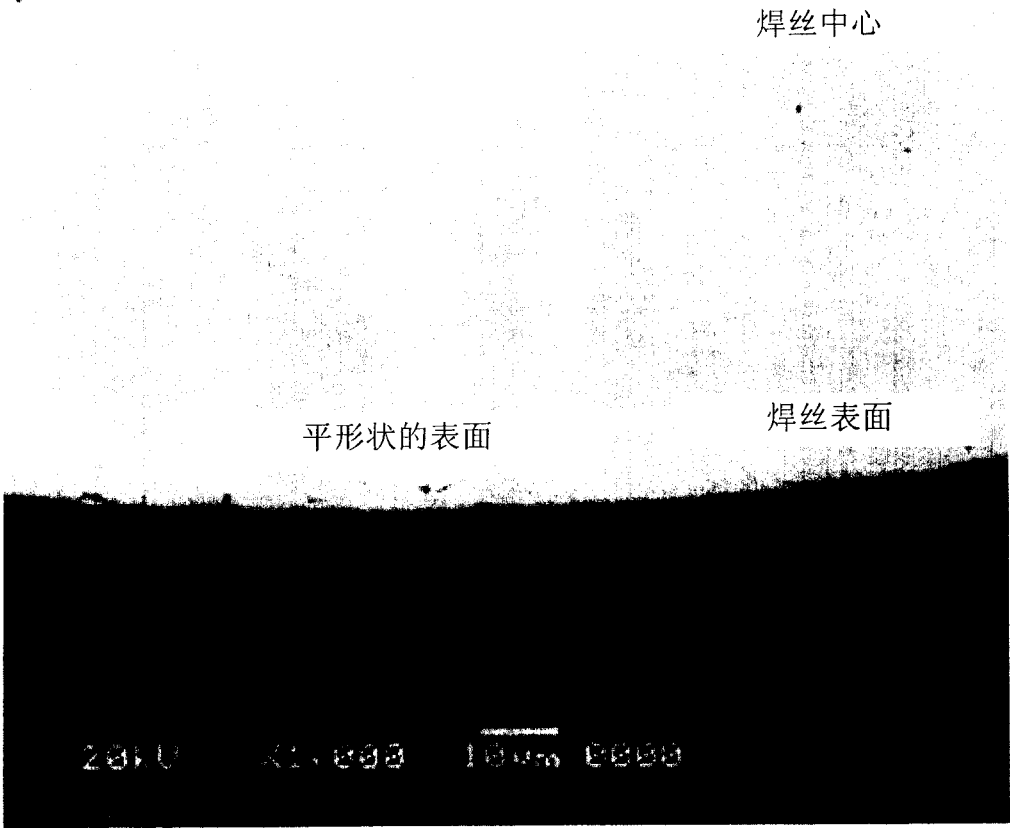


图 4 现有技术

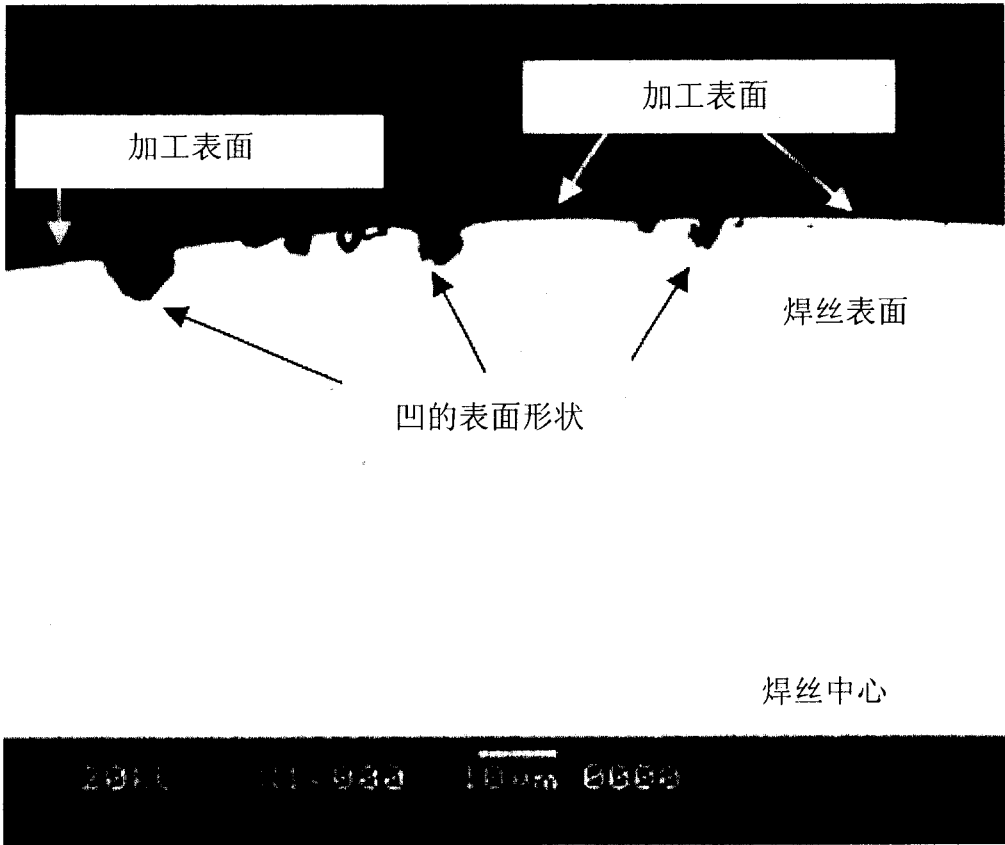


图 5

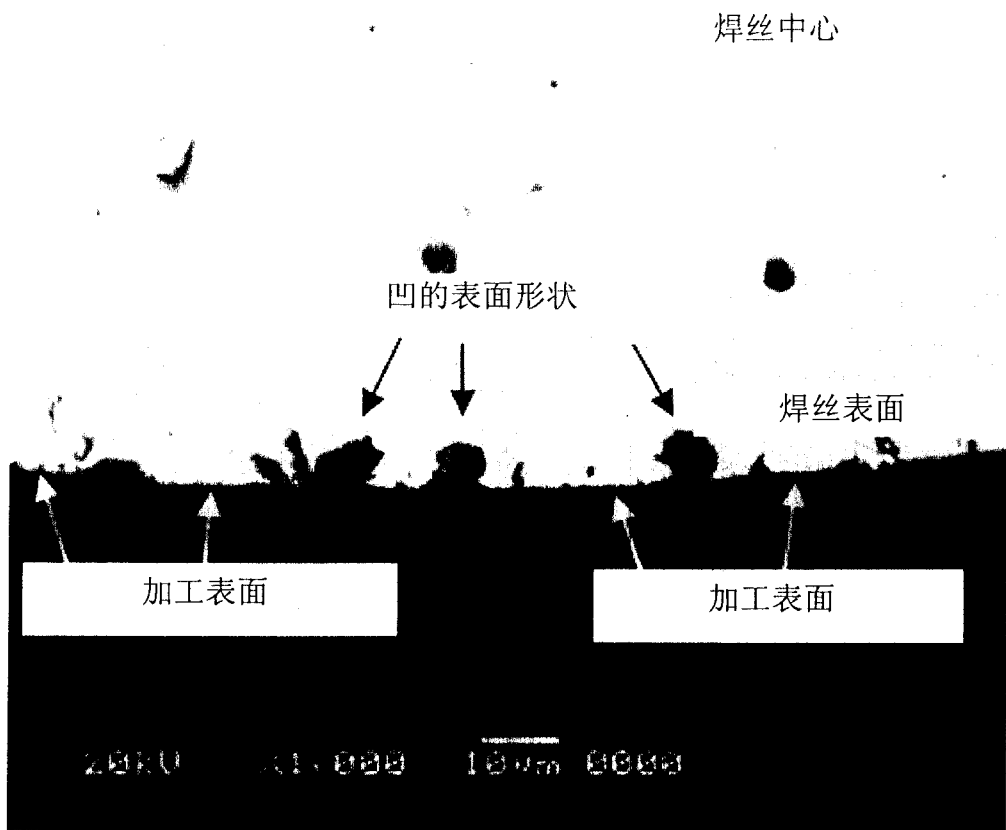


图 6

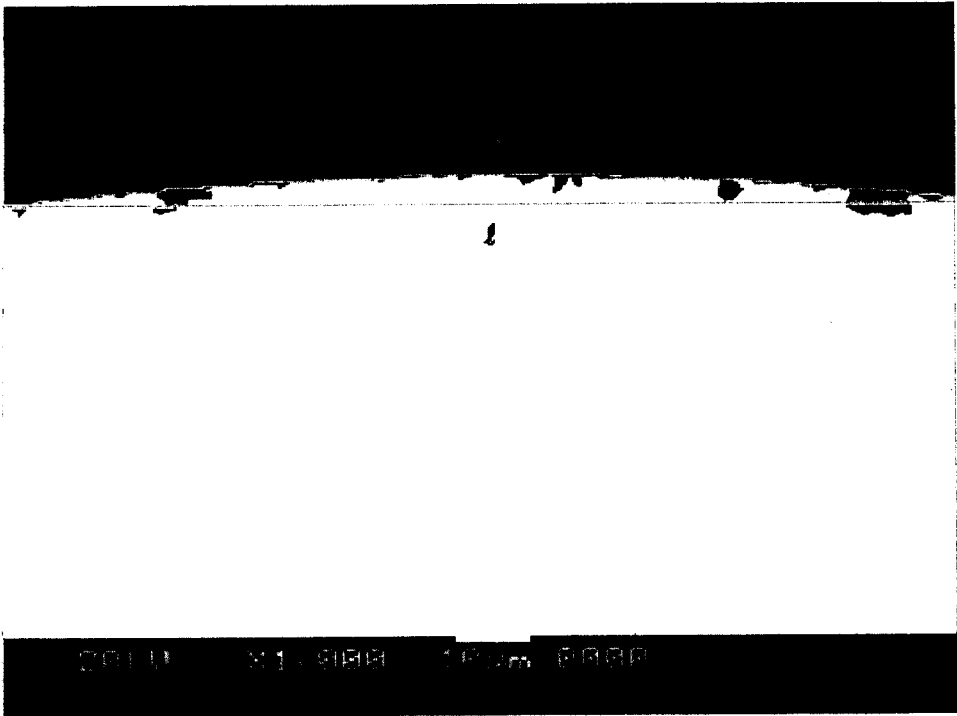


图 7

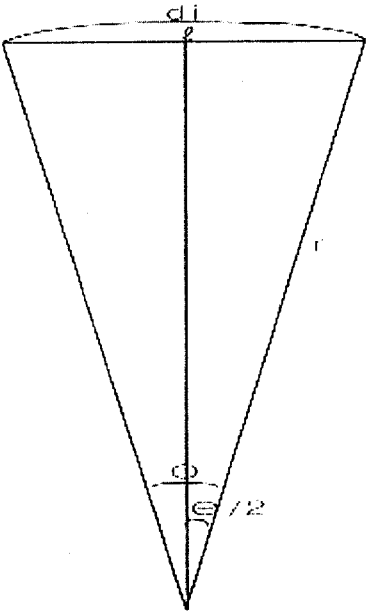


图 8



图 9

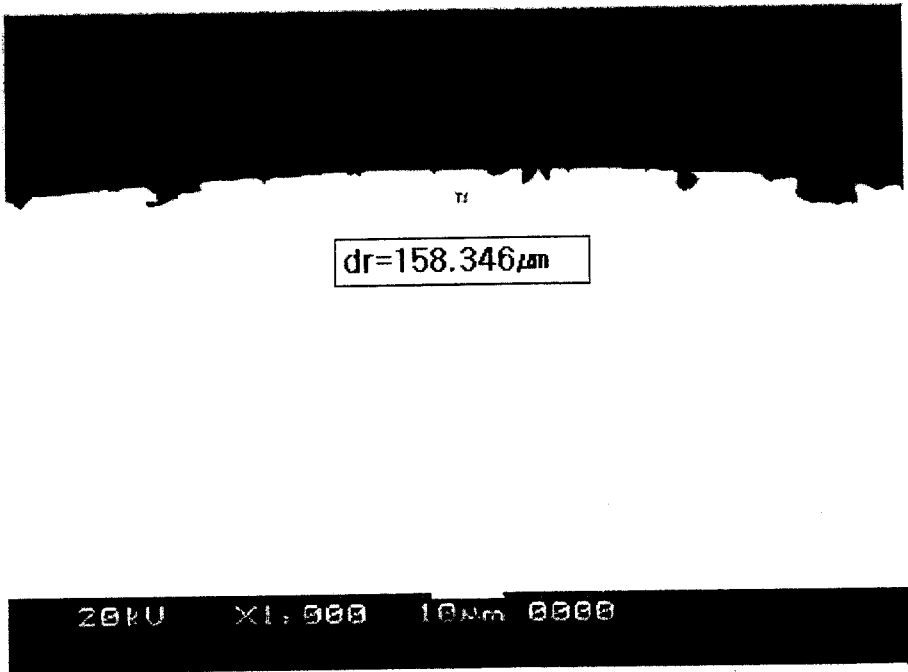


图 10