



(12) 发明专利申请审定说明书

[21] 申请号 85100484

[51] Int.Cl⁴

C22C 27/04

[44] 审定公告日 1989 年 11 月 8 日

[22] 申请日 85.4.1

[71] 申请人 上海灯泡厂

地 址 上海市武宁路 35 号

[72] 发明人 王菊珍

[74] 专利代理机构 上海专利事务所

代理人 须一平

C22C 1/05 B23K 35/22

说明书页数: 附图页数:

[54] 发明名称 钨铈电极材料及其制备工艺
和用途

[57] 摘要

一种钨铈电极材料, 是非放射性、难熔的或非自耗的金属电极材料, 运用于惰性气体保护电弧焊、等离子焊接、切割、喷涂及熔炼, 激光光源和气体放电光源等技术中的电极, 以及真空电子束涂膜阴极灯丝等。本发明采用粉末冶金工艺, 严格控制工艺参数, 制备成氧化铈含量在 1.0~4.5% 的钨铈电极材料, 从而克服了长期为人们所认为含氧化铈超过 1.0% 的钨铈电极材料出现加工脆性的难题。11 项权利要求, 6 幅图。

242

权利要求书

1.一种含氧化铈重量百分比为1.0~4.5%的钨钨电极材料的制备工艺方法,其特征是:在三氧化钨中添加铈盐溶液,并将配制成的硝酸铈水溶液加入到加热搅拌的三氧化钨中,经干燥后灼烧,灼烧温度为300~800℃;在氢气管状炉内二阶段还原,二阶段的还原温度,第一次为750℃以下,第二次为900℃以下,所获钨粉最大粒度小于8μ,并根据需要来配比,将所获得的钨铈粉压制成坯条,经通氢钨丝炉预烧结后,再在氢气保护下通电高温烧结,得到金属钨铈坯条,坯条压制压力为1.5~3.5吨/平方厘米,预烧结保温温度为1100~1250℃,高温烧结电流不大于熔断电流的85%,可以一阶段或二阶段来完成;然后进行热旋锻,旋锻温度范围为1750~1200℃,从方坯开坯至φ3.0mm,温度随旋锻坯条直径的缩小而逐步降低,其间还需增加退火,开坯旋锻在钨丝炉中加热,对炉管需作内涂覆处理;从直径3.0mm以下开始在煤气加热下拉丝至所需的最细直径,拉制温度为1300~700℃,随丝径缩小而下降,并增加中间退火。

2.根据权利要求1所述的制备工艺方法,其特征是三氧化钨中添加二氧化铈的量以所需钨铈电极中的二氧化铈含量的88%来计算。

3.根据权利要求1所述的制备工艺方法,其特征是预烧结时坯条需加盖罩片,并严格控制烧结温度。

本发明属于一种非自耗金属电极材料及其制备工艺和用途。

过去,用于惰性气体保护的电弧加工的钨电极材料含有少量(1~2%)的氧化钍,作为一种添加剂,以改进其粘污损失、引弧电压和起弧损失等方面的焊接性能,使之优于工业纯钨电极材料,延长电极寿命。其缺点是在焊接区域内伴随有钍和钍的氧化物存在,产生放射性污染,对人体健康有害。在1952年11月1日申请而在1956年5月1日获取美国专利与商标局批准的美国专利第2,744,183号“惰性气体保护电弧焊”提出一种惰性气体保护焊电极材料,它的主要成份是钨,并含有

2~10%的几种(二种以上)的添加剂,即至少含有氧化钍、氧化钙、氧化铈和氧化钇等组合中选出来的二种氧化物,在1955年12月6日申请而在1958年3月4日获取美国专利与商标局批准的美国专利第2,825,703号“钨电弧电极”,提出一种非自耗惰性气体保护电弧电极,由钨组成,其中含有0.01~0.30%的氧化铈,还指出添加剂只要稍为多一点,这类电极就不能进行旋转锻造,因为材料太脆了。

1969年9月13日出版的AD699650“不同添加剂对钨性能的影响”,其资料来源是:苏联科学院冶金所的研究论文“钨、钼和铌的冶金”,发表于《科学》,莫斯科,1967,第142—149页,此文指出,在钨中含有1.0%的氧化铈,其热发射性不如钨钍材料。

本发明人曾提供意见,由中国代表在1980年向ISO提出,建议重量含量<2%氧化铈的钨钨电极材料列入“惰性气体保护电弧焊和等离子焊接及切割用钨电极”的ISO/TC标准,已作草案通过(DP6848)。

在气体放电管及真空器件制造工艺中,以往用来与95料玻璃(3C11)封接的引出线材料是采用纯钨杆或钨钍杆,除了同样存在放射性危害外。还存在封接工艺质量可靠性及生产合格率低的问题。

本发明的目的在于提出一种钨铈电极材料及其制备工艺和用途,以解决上述现有技术中所存在的问题,即是:(1)消除钨钍电极在生产及应用中放射性环境污染;(2)提高钨电极的电子发射功能来满足在惰性气体保护电弧焊和等离子焊接、切割、喷涂、熔炼等工艺领域使用电极的技术性能;(3)提高激光光源和气体放电光源应用的钨电极技术性能;(4)提高真空电子束涂膜的阴极灯丝的技术性能;(5)提高采用95料玻璃(3C11)制作的气体放电管和电真空器件的技术性能;(6)解决含氧化铈>1.0%的钨铈材料出现脆性的工艺问题。

本发明提出的一种非自耗金属电极材料是一种钨基的钨铈材料,其中含有重量百分比为>2~4.5%的氧化铈。它不但不存在象钨钍材料的有害的放射性环境污染问题,而且热发射性能比同样比例的钨钍材料好,在氧化铈含量>3.0~4.5%时,其优点更为突出。实验结果:含2%氧化铈的钨钍

材料的 α 射线剂量为 3.64×10^{-5} 居里/公斤,而含2~4%氧化铈的钨铈材料的 α 射线剂量仅为 $24.2 \sim 7.4 \times 10^{-9}$ 居里/公斤;含2%氧化钍的钨钍材料的电子逸出功为4.4ev,而含2%氧化铈的钨铈材料的电子逸出功仅为3.1ev(在激活以后),说明属非放射性的钨铈电极材料要比放射性钨钍电极材料电子发射功能好。

本发明提出一种用粉末冶金工艺来制备氧化铈重量含量为1.0~4.5%的钨铈材料,克服了以往存在的材料脆性问题。其具体工艺是:在三氧化钨中按所需二氧化铈成份计算出二氧化铈重量,来添加铈盐溶解,经干燥后灼烧,在氢气管状还原炉内二阶段还原,将所获得的钨铈粉压制成坯条,经通氢钼丝炉预烧结后,再在氢气保护下在垂熔瓶中通电高温烧结,得金属钨铈坯条。然后进行热旋锻,其间还需增加退火,从直径3.0mm以下开始在煤气炉加热下控制至所需的直径,必要时增加退火,再根据成品要求对杆材或丝材进行校直、切割、清洗或磨光。在制备过程中必须严格控制如下工艺参数:三氧化钨中添加二氧化铈的量以所需钨铈电极中二氧化铈含量的88%来计算,并据此准备硝酸铈水溶液(原料硝酸亚铈),操作在蒸发锅中加热搅拌三氧化钨的状态下将添加剂溶液加入,经干燥后灼烧 $300^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ 。在氢气管状炉内二阶段还原的温度,第一次 750°C 以下,第二次为 900°C 以下,所获钨铈粉的最大粒 $< 8\mu$,并根据需要来配比。压坯的压制压力为 $1.5 \sim 3.5$ 吨/厘米²,在通氢钼丝炉中预烧结最高温度为 1250°C ,烧结时坯条需加盖罩片,并严格控制烧结条件。在通氢垂熔瓶中通电高温烧结的电流不大于熔断电流的85%,可以一阶段二阶段来完成。然后进行旋锻,从开坯在 $\phi 6.0\text{mm}$ 在氢气管状炉中加热后旋锻。 $\phi 6.0\text{mm}$ 以下至旋锻结束在煤气炉加热,温度范围为 $1750 \sim 1200^{\circ}\text{C}$,随直径的缩小温度逐步降低。其间需增加垂熔退火。对开坯旋锻加热用钼丝炉的炉管需作内涂覆处理,以避免影响加工困难。

至 $\phi 3.0\text{mm}$ 以下在煤气炉加热下拉丝温度从 $1300^{\circ}\text{C} \sim 700^{\circ}\text{C}$,随丝径的缩小而下降。

本发明提出含1.0~4.5%氧化铈的钨铈材料的各种应用范围,均取得比钨钍材料更优越的技术性能。根据实验结果表明:钨铈材料应用于惰性气体保护电弧焊、氢原子焊、氩弧堆焊和脉冲氩弧焊

等,对惰性气体的纯度要求比钨钍材料降低;应用于惰性气体保护电弧焊、等离子焊接、等离子切割、等离子喷涂、等离子熔炼以及各种应用等离子弧的领域。电极具有高的电弧压缩性、电弧稳定性、重复引弧可靠性和许用电流密度、引弧电流降低且断弧间距加大,电极使用寿命成倍提高,在等离子弧应用的电极端部还具有“自然削尖”的优异特性,加工件焊缝狭而光洁,熔池深,对金属箔材及大长度连续焊接尤为显著,切割的割缝窄而垂直,后拖量小,等离子热喷涂件表面光洁度提高,连续熔炼时间提高,应用于激光光源用脉冲氙灯,大能量脉冲氙灯,大功率脉冲氙灯,高重复频率氙灯,低重复频率氙灯和短脉冲氙灯等,无漏闪现象,寿命成倍至数量级提高;应用于特种光源,如长弧氙灯,眼底萤光照相灯、照相排版灯、氙航标灯,机场电子下滑灯,机场跑道灯,高压毛细管汞灯,霓虹灯和汞氙灯,均可提高其使用寿命;用于真空电子束涂膜,如氧化铈涂膜等,可使其阴极灯丝具有发射电子束流大的优点。

以下将结合附图对本发明作进一步说明。

图1.钨铈电极材料与钨钍电极材料的电极弧柱压缩性对比。

图2.钨铈电极与钨钍电极的焊缝剖面熔深对比。

图3.采用钨铈电极与钨钍电极焊接薄壁铝筒的铝筒熔化程度对比。

图4.在应用于等离子切割时,钨铈电极与钨钍电极使用前后的电极形状对比。

图5.使用钨铈电极与钨钍电极切割后割缝形状对比。

图6.不同灯丝材料的电子束流对比。

图1示出采用钨铈材料与钨钍材料作为焊接电极所形成的弧柱压缩性对比。右边图为采用钨铈电极的弧柱,左边图为采用钨钍电极的弧柱,图中1是电极,2是光亮带。从图中可看出钨铈电极的弧柱光亮带较狭。

按照“惰性气体保护电弧焊和等离子焊接及切割用钨电极”的日本工业标准 JISE3233—1976 中的试验条件和国际标准 ISO/TC44/SC3N222 中的技术条件,对钨钍材料与钨铈材料所作许用电流及电极损耗值比较见表1:

对含不同重量百分比的钨铈电极材料以及同钨

钎电极材料的其它性能对比还作了以下一些对比试验:

1.持续电弧下电极烧损试验:即一次起弧后电极在较长时间的电弧作用下的烧损试验。试验结果:见表2

2.最低起弧电流对比试验,从0.5A开始,以后每次增加0.5A直至能一次触发建立电弧为最低起弧电流,试验时空载电压为6v,维弧电压14v,试验结果:见表3

3.较小电流下的最大断弧间距对比试验:试验条件是:最大断弧间距系指在能稳定电弧的最小电流下逐步将电弧拉长,直至熄弧(此时冷却一分钟,能仍在该间距下重复起弧,并能维弧数秒之后,才自动熄弧)。试验结果:见表4

4.重复引弧可靠性对比试验:

试验条件是:采用直流正极性电源,电极端面为平面,喷嘴内径为 $\phi 14\text{mm}$,电极伸出喷嘴长度为7mm,阳极采用水冷铜阳极,极间距离为3.5mm,氩气流量为10立升/小时,空载电压为65v,高频触发引弧,焊枪与阳极之间垂直固定,试验以每维弧2分钟,熄弧2分钟为一次引弧试验(每次4分钟),熄弧时氩气不断,然后连续不断地重复进行50次(共 $50 \times 4 = 200$ 分钟),再测定各电极的损耗值。试验结果:见表5

5.焊接电弧熔深对比试验:

试验条件是:在同一块不锈钢平板上作正极性电弧试验,试验时不用焊丝,每当一种电极材料试验结束后,试样板用冷水冷却,然后再以另一种电极材料进行试验。喷嘴内径为 $\phi 14\text{mm}$,极间距离为2mm,不锈钢试验厚度为8mm,试验电流为255安,试验电压为19.5伏,焊接速度为310毫米/分,焊接长度为1.95米,试验结果:见表6

6.对金属箔材和大长度薄片氩弧焊的试验:

(1)焊 $\phi 8\text{mm}$ 壁厚0.8mm铝筒,电极 $\phi 1.0\text{mm}$,焊接结果见图3。左图为2%钨钍电极在20A稳弧后焊熔,右图为2%钨钍电极在15A稳弧后焊成。

(2)对 $\phi 5\text{mm}$ 壁厚0.25mm铂金管封口焊接:电极 $\phi 1.0\text{mm}$,结果:见表7

(3)对0.3mm厚的铜带大长度焊接:电极 $\phi 2.0\text{mm}$,焊接电流82~84A,电压19v,速度5.6米/分,氩气流量4.8毫升/分,结果2%钨钍电

极焊长288米后电极端部明显收缩,焊缝宽1.0mm,呈深棕色。2%钨钍电极焊长436米后端部收缩不明显,缝宽1.3mm,呈金黄色,当焊缝质量相同时,2%钨钍电极可降低10%电流。

7.等离子切割对比实验:试验电极直径为5.2mm,工件为16mm厚的1Cr18Ni9Ti板,空载电压为250v,切割电流为250A。试验结果:2%钨钍:切割长度3米,电极损耗0.6克;3%钨钍:切割长度18米,电极损耗0.31克。

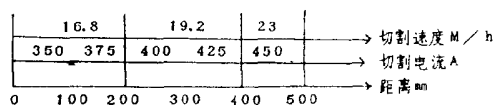
电极使用前后的形状见图4,其中(a)图为切割前形状,(b)图为钨钍电极切割后的形状。

(c)图为3%钨钍电极在切割16mm厚的1Cr18Ni9Ti板42米,又切割8mm厚铝板20米后的形状。电极端部仍具有“自然削尖”的特性,可继续使用。

钨钍电极的切割缝较钨钍电极的小,边缘的垂直度也好些,见图5其中(a)图为采用钨钍电极的割缝,(b)图为采用钨钍电极的割缝。

8.等离子切割出现“双弧”的电流试验:

试验条件:采用 $\phi 5\text{mm}$ 电极,电极端部尖头锥角约 35° ,端面 $\phi 1.0\text{mm}$,喷嘴直径为3.5mm,电极伸出轧头长度45mm,喷嘴与工件距离7mm,氩气流量 $2.9\text{m}^3/\text{h}$,试件为30mm厚的低炭钢板,试验电流上升速度及切割速度为



试验结果:见表8

9.等离子切割的切割厚度、缝宽及后拖量试验(其中切割厚度以切割不透为准)。

试验条件:见表9

试验结果:见表10

10.等离子喷涂试验:

试验条件:气体规格:氩气成份Ar为85.3%, N_2 为14.6%, O_2 为2PPM,氦气纯度为99.9%,氢气纯度为 $>98\%$;喷嘴 $\phi 8 \times 32\text{mm}$;电极 $\phi 7.8\text{mm}$,电极伸出长度21mm,极间距离2mm;高频引弧氩气流量500立升/时;电弧试验不喷粉,电流400A,功率28Kw,气体流量为氮气2500立升/时,氢气600格/时(氢气流量表未标定),试验时间20分,进水温度 18°C 。

试验结果: 见表 11

根据此试验可得出如下结论: 4% 钨铈电极质量最佳, 其电弧电流波动率比 2% 钨铈电极下降了四倍, 比 2% 钨钍低 10 倍, 电极溅散和烧损状况均有明显改善, 从而提高等离子喷涂的均匀性, 避免夹钨, 延长连续喷涂时间均起到积极作用, 能有效地促进等离子喷涂技术水平的提高; 2% 钨钍电极质量最差, 其电弧电流波动率比 2% 钨铈电极要大 3~5 倍, 电极溅散亦最严重, 这对喷粉使用中容易引起喷嘴被粉末堵塞、涂层质量不均匀和增加夹钨的可能性, 此外电极烧损值比 2% 钨铈电极高 3.5 倍。

11. 钨铈电极和钨钍电极用于激光光源作高重复频率氙灯, 进行了试验比较:

试验条件: 灯管 $\phi 8 \times 80\text{mm}$ (用过渡玻璃封接), 电极 $\phi 7 \times 50\text{mm}$ (空心通水冷却), 输入能量 90 焦耳 (电压 1350V, 电容 100 μf), 工作频率 40 次/秒, 峰值电流 2150A, 预燃电流 100~150mA, 在激光器件内连续点燃, 用激光总体光效判断氙灯光效下降速度。

试验结果: 2% 钨钍电极用 30 万次后, 器件的激光输出能量成倍下降 (由电极溅射造成)。2% 钨铈电极灯在 1000 万次后光效只下降 4~12%, 极限寿命远高于钨钍电极灯, 且光效提高 10~15%。

12. 用于重复频率氙灯的启动电压对比试验:

试验条件: 灯管 $\phi 3.2 \times 27 \times 51\text{mm}$, 电极 $\phi 2.0\text{mm}$, 输出能量 1.2 焦耳, 重复频率使用。结果 4% 钨铈电极灯更为优越。见表 12

13. 用于真空电子束涂膜的对比试验:

用 $\phi 0.5\text{mm}$ 灯丝供作真空电子束涂膜阴极, 在灯丝电流 30A 下的电子束流对比结果以钨铈最大, 如附图 6 所示。

制备工艺实施例: 制备 1% 钨铈电极材料

(1) 三氧化钨中添加二氧化铈: 按二级试剂硝酸亚铈中二氧化铈含量来配制添加剂, 硝酸铈水溶液在经过滤后分析得溶液中二氧化铈含量为 5.55% 重量浓度。计算 50 公斤三氧化钨中需添加的溶液重量为:

$$\frac{50 \times 88\% \times 2\%}{5.55\%} = 15.856 \text{ 公斤}$$

将 50 公斤三氧化钨置入蒸发锅中, 在加热搅拌下

加入称取的硝酸铈水溶液 15.865 公斤, 经搅拌干燥后约烧 350℃, 分析三氧化钨中二氧化铈含量为 1.72%。

(2) 还原: 在通氢还原炉中分二阶段来完成。还原时用镍舟装料逆氢气方向进炉还原, 第一阶段还原最高温度为 630℃, 出料后需要过筛, 第二阶段最高炉温为 880℃, 钨粉需过筛混粉, 所获钨粉中二氧化铈含量为 2.12%。

(3) 压坯: 先在钨钍粉中加入溶有石蜡的四氯化碳溶液, 然后在搅拌下蒸去四氯化碳, 钨粉中石蜡添加量为 1%, 坯条用双向油压机压制, 压制压力 2.1 吨/厘米², 把压制的坯条移置在铺有氧化铝粉填料的镍舟上, 加盖罩片, 然后送通氢钨丝炉中预烧结, 最高温度 1200℃, 保温 30 分。(4) 垂熔: 坯条在通氢保护及有水冷夹套的垂熔炉中进行, 最高保温电流 2700A, 完成单根坯条烧结时间为 48 分, 分析金属坯条的二氧化铈含量为 2.05%。

(5) 旋锻: 从方坯开坯至 $\phi 6.0\text{mm}$ 的旋锻用 1700℃ 钨丝炉加热, 其炉管经内涂覆处理, 以防止脆性, 其间在垂熔炉煤气炉加热, 旋锻共计 24 道次, 炉温从 1700℃ 开始随丝径的缩小而逐步下降至结束旋锻时温度为 1300℃。

(6) 拉丝: 从 $\phi 2.75\text{mm}$ 以下在煤气炉上加热后拉制, 温度从 1300℃ 开始逐步随丝径的减缩而下降, 至 $\phi 1.0\text{mm}$ 时温度为 1100℃, 试验可控制到 $\phi 0.4\text{mm}$ 以下。

表 1

(一) 试验条件			正 极 性			反 极 性		
1	电极规格	mm	Ø 5. 0			Ø 5. 0.		
2	电极端部形状	mm	平 面			平 面		
3	电极伸出孔头长度	mm	3 2			3 2		
4	电极伸出保护罩长度	mm	3			3		
5	电极离工件	mm	6			6		
6	保护罩内径	mm	16. 3			16. 3		
7	氩气流量	l / hr	9			8		
8	空载电压	v	71			70		
9	工件材料		水 冷 铜 阳 极			水 冷 铜 阳 板		
10	焊距与工件位置		垂直固定不移动			垂直固定不移动		
11	引弧方式		高 频			高 频		
12	引弧电流	A	300			48		
13	电弧燃烧时间	min	20			20		
(二) 试验结果								
1	电极材料		2% Ce—w	2% Th—w	4% Ce—w	2% Th—w	2% Ce—w	4% Ce—w
2	工作电流		500	500	500	80	80	80
3	电极试验前后损耗量 g		0. 0166	0. 0146	0. 0131			
4	电弧特征		稳 定			电 弧 不 稳 定	开始不稳 定 以后 稍 稳 定	开始不稳 定 以后 稍 稳 定
5	试验后电极端部状态		仍平面未溶化			电极端面成圆形状		
(三) 试验结论			1. 试验中因设备限制仅做 500 A, 结果均符合要求 2. 损耗以 4 % 钨钍最低, 2 % 钨钍最高。			电弧稳定性以 4 % 钨钍最稳定, 2 % 钨钍最差, 试验后电极长度未减少。		

表 2

电 极 材 料	2% 钨 钨	4% 钨 钨
电 极 直 径	$\phi 2\text{mm}$	$\phi 2\text{mm}$
工 作 电 流	200A	200A
持 续 时 间	2 小 时	2 小 时
电 极 损 耗 量	0.3375 克	0.3235 克
损 耗 率 对 比	100%	95.85%

表 3

电 极 材 料		2% 钨 钨	4% 钨 钨
电 极 直 径		$\phi 2\text{mm}$	$\phi 2\text{mm}$
最 低 起 弧 电 流	平 端 面	5A	3.5A
	20℃角 尖 端	1.5A~2A	1A

表 4

电 极 规 格	$\phi 3.0$			$\phi 5.0$		
电 极 材 料	2% Th-w	2% Ce-w	4% Ce-w	2% Th-w	2% Ce-w	4% Ce-w
电 极 直 径 mm	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	5.0
试 验 电 流 A	10	10	10	20	20	20
断 弧 间 距 mm	14.6	14.8	16.8	12.2	18	18.18

表 5

电极材料	2% 钨 钍	2% 钨 铈	4% 钨 铈
电极直径	$\phi 3\text{mm}$	$\phi 3\text{mm}$	$\phi 3\text{mm}$
工作电流	300A	300A	300A
维弧电压	13~13.5v	12.5v	12.5v
电极损耗量	0.2426 克	0.1950 克	0.0653 克
损耗对比	100%	80.4%	26.9%
引弧稳定性	引弧至 23 次后不易起弧,要按高频 3~4 次,才能建立孤柱,并且电弧有不规则现象。至 34 次后引弧更困难,但到 40 次后又恢复正常,电弧形状也恢复正常。	稳 定	稳 定

表 6

电极材料	2% 钨 钍	2% 钨 铈	4% 钨 铈
电极直径	$\phi 4.0\text{mm}$	$\phi 4.0\text{mm}$	$\phi 4.0\text{mm}$
电弧稳定性	电弧微有抖动	电 弧 稳 定	电 弧 稳 定
焊缝剖面熔深	见附图 2 左侧熔深	见附图 2 中间熔深	见附图 2 右侧熔深

表 7

项 目	2%Th-w	2%Ce-w	4%Ce-w
1 最低起弧电流	10A	9~10A	8A
2 稳 弧 电 流	19A	19A	12A
3 弧 长	仅 3~4mm 拉不起来	12A 时 5~8mm	10A 时 10mm
4 焊 缝 质 量	无 法 缝 接	焊缝呈锯齿状	焊 缝 平 滑

表 8

电 极 材 料	2%Th-w	2%Ce-w	4%Ce-w
电 极 直 径 mm	5.0	5.0	5.0
出现“双弧” 电流 A	400A,切长 260mm 时出现	450A,切完 500mm 未出现	450A,切完 500mm 未出现
试后电极端面 烧损后直径 mm	$\phi 2.6$	$\phi 1.9$	$\phi 1.6$

表9 试验条件:

1	电极规格	mm	∅ 5.5	∅ 5.0
2	电极端部形状		锥角约 30°; 端面 ∅ 1	锥角约 30°, 端面 ∅ 1
3	电极内缩	mm	11.5	1.0
4	喷嘴孔径	mm	4.5	3.5
5	氦气流量	m ³ /h	2	2
6	喷嘴与工件距离	mm	7	27
7	空载电压	v	—	290
8	切割电流	A	380	375
9	切割电压	v	—	185
10	切割速度	mm/min	390	320
11	被割试样(铝板)尺寸: 铝板宽 300 mm, 其余 见图			

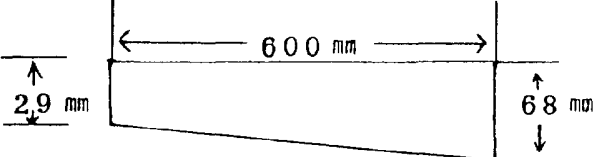


表10 试验结果:

1	电极材料	2 %Ce—w	4%Ce—w	2 %Th—w	2 %Ce—w
2	电极直径 mm	5.5	5.5	5.0	5.0
3	切割厚度 mm	54.5	57	—	—
4	切割缝宽 (正) mm	—	—	8.0	7.5
	(反) mm	—	—	5.5	5.0
5	后拖量 mm	—	—	20	14.8
6	端面烧损后直径 mm	—	—	1.6	1.2

表 11 试验结果:

项 目		2 % Th—w	2 % Ce—w	4 % Ce—w
1	电弧电流波动率 (电弧电流飘移 范围)	7.5 ~ 12.5 % (30 ~ 50 A)	2.5 % (10 A)	0.63 % (2.5 A)
2	电弧中电极溅散 亮点状况	一开始便出现	15 分钟后出现	自始至终未出现
3	电极烧损值: 损耗值	0.88 克	0.25 克	0
4	出水 温 度	40 °C	38 °C	38 °C

表 12

充气压力 E	启 动 电 压 v	
	2% 钨 钍	4% 钨 钍
586	290	270
927.5	360	275
1050	390	290

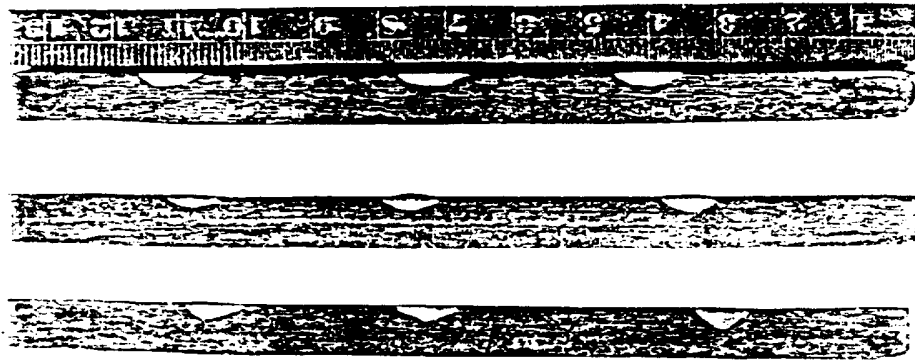
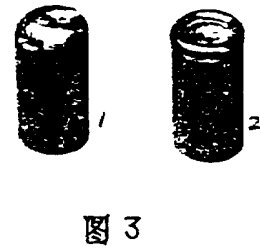
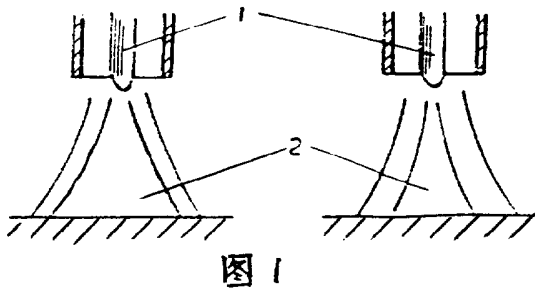


图 4

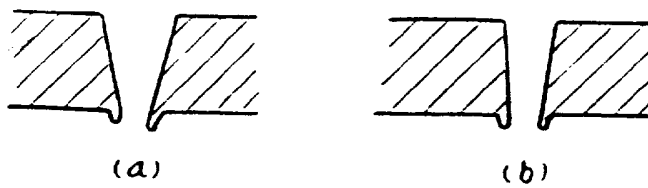


图 5

申请号 85 1 00484
Int. Cl.⁴ C22C 27/04
审定公告日 1989 年 11 月 8 日

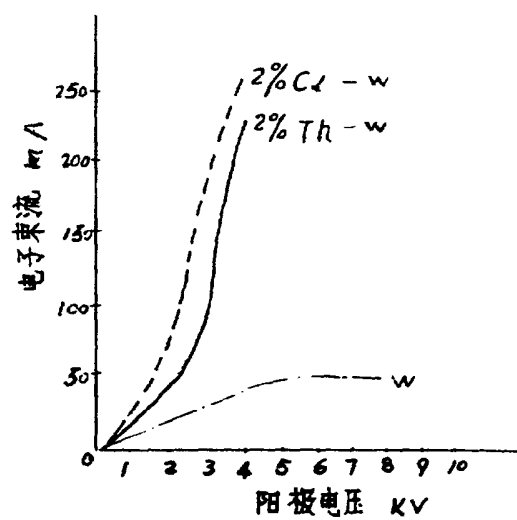


图 6