



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113921310 B

(45) 授权公告日 2024.03.26

(21) 申请号 202111284583.1

(22) 申请日 2021.11.01

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113921310 A

(43) 申请公布日 2022.01.11

(73) 专利权人 西安西电高压开关有限责任公司  
地址 710018 陕西省西安市经济技术开发  
区凤城12路95号

专利权人 天水西电长城合金有限公司  
中国西电电气股份有限公司

(72) 发明人 张磊 王利兵 张喜峰 王海洪  
张红军

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限  
公司 11227  
专利代理师 秦晓君

(51) Int.Cl.

H01H 11/04 (2006.01)

H01H 33/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101572194 A, 2009.11.04

CN 101699591 A, 2010.04.28

CN 102330008 A, 2012.01.25

CN 102747248 A, 2012.10.24

CN 104213009 A, 2014.12.17

CN 104795264 A, 2015.07.22

CN 106282714 A, 2017.01.04

CN 1728310 A, 2006.02.01

JP 2002050253 A, 2002.02.15

审查员 杨瑞昆

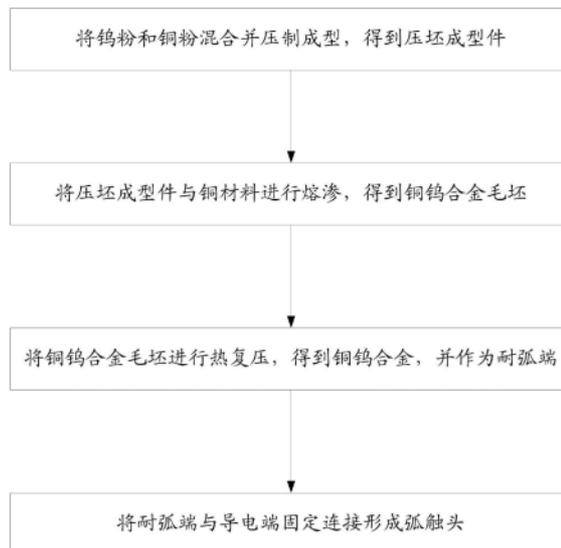
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种弧触头的工艺制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种弧触头的工艺制造方法,包括:将钨粉和铜粉混合并压制成型,得到压坯成型件;将压坯成型件与铜材料进行熔渗,得到铜钨合金毛坯;将铜钨合金毛坯进行热复压,得到铜钨合金,并作为耐弧端;将耐弧端与导电端固定连接形成弧触头。在本方案中,无需进行脱蜡和预烧两个工序,其生产效率高、生产周期短和生产成本低,而且在熔渗工序后还增加了热复压工艺,从而可使得弧触头具有抗烧蚀性好、硬度高、导电性好、耐高温和耐电弧等特点。



1. 一种弧触头的工艺制造方法,其特征在于,包括:
  - 将钨粉和铜粉混合并压制成型,得到压坯成型件;
  - 将压坯成型件与铜材料进行熔渗,得到铜钨合金毛坯;
  - 将铜钨合金毛坯进行热复压,得到铜钨合金,并作为耐弧端;
  - 将耐弧端与导电端固定连接形成弧触头;
  - 所述将压坯成型件与铜材料进行熔渗,得到铜钨合金毛坯包括:
    - 将压坯成型件与过量铜材料置于石墨舟型腔内采用刚玉粉填埋,并将石墨舟放进烧结炉在一定温度和保护气氛下进行熔渗烧结,进舟速度为2~6h/舟,得到铜钨合金毛坯;
    - 在所述得到铜钨合金毛坯之后,且在所述将铜钨合金毛坯进行热复压之前,还包括:
      - 车削铜钨合金毛坯端面余铜,得到车削热复压准备坯;
      - 在所述得到车削热复压准备坯之后,且在所述将铜钨合金毛坯进行热复压之前,还包括:
        - 将车削热复压准备坯预热;
        - 所述将车削热复压准备坯预热包括:
          - 将车削热复压准备坯装入实际温度达到设定温度的箱式电阻加热炉内,保温30-40min;
          - 所述将铜钨合金毛坯进行热复压,得到铜钨合金包括:
            - 在预设时间内采用油压机将铜钨合金毛坯进行轴向热复压,得到铜钨合金;其中,油压机的模具须预热;
            - 所述在预设时间内采用油压机将铜钨合金毛坯进行轴向热复压,得到铜钨合金包括:
              - 在2min内采用50-200T油压机将铜钨合金毛坯进行轴向热复压,50-200T油压机压力控制在3-8MPa,复压一次形变量控制在一定范围内,总形变量不超过5%,并重复以上热复压过程2-5次,得到铜钨合金。
2. 根据权利要求1所述的弧触头的工艺制造方法,其特征在于,所述将耐弧端与导电端固定连接包括:
  - 采用摩擦焊接工艺将耐弧端与导电端固定连接。
3. 根据权利要求2所述的弧触头的工艺制造方法,其特征在于,所述摩擦焊接工艺包括:
  - 主轴转速为1800rpm~3200rpm;
  - 摩擦压力为3MPa~8MPa;
  - 摩擦时间为8s~20s;
  - 顶锻压力为5MPa~10MPa;
  - 摩擦变形量为4.5mm~8mm;
  - 顶锻变形量为3mm~7mm。

## 一种弧触头的工艺制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高压开关制造技术领域,特别涉及一种高性能弧触头的工艺制造方法。

### 背景技术

[0002] 六氟化硫断路器多采用双触头结构,分为主触头和弧触头,其中主触头负责耐受正常运行的负荷电流以及短时的故障电流,弧触头负责耐受开合电流时产生的电弧。其中,弧触头开合电流时,电弧产生高温烧蚀弧触头,同时温度升高会使动弧触头的触指力学性能下降,屈服强度降低,弹性变形能力减小甚至消失,触指产生塑性变形,造成动弧触头和静弧触头接触不良,导致电弧被引到主触头上,断路器分、合闸失败。可以看到,动弧触头是断路器的重要组成部分,其耐烧蚀性能直接影响到断路器能否可靠分、合闸。弧触头的性能提升对断路器寿命及使用可靠性的意义巨大。而且,随着电力工业及电网建设的迅速发展,高压开关的电压等级越来越高,达到1000KV以上,对高压电触头抗烧损性能要求愈来愈高。越来越多的开关用户希望使用体积小,抗烧损性能好,长期使用可靠性高的高压电触头。

[0003] 在现有的弧触头(钨骨架的铜钨合金)工艺制造方法中,耐弧端采用骨架法烧结,导电端采用铬青铜整体烧结,其工艺流程图:制粉-压型-脱蜡-预烧-整体烧结-热处理(固溶、时效)-机加工成型。其中,在钨粉颗粒表面包覆一层过渡族金属的化合物,然后在氢气气氛中于600~1000℃进行还原处理;接着向其中加入造孔剂进行混合,混合均匀后在模具中压制成型坯块,接着脱除造孔剂(脱蜡),形成蜂窝状的钨骨架,然后在氢气气氛中于1450~1550的温度下预烧结,使钨骨架连接起来,最后在钨骨架上放置铜材进行烧结,铜熔渗到钨骨架之间,制成钨骨架的铜钨合金。

[0004] 然而,采用现有的弧触头工艺制造方法,需要在压制成型后要经过脱蜡、预烧工序两次进烧结炉,其生产效率低,生产周期长,能源浪费严重;而且,铜钨合金主要靠铜(熔点1083℃)作为粘接剂连接,在550KV电压等级以上SF<sub>6</sub>气氛下,电弧高温与吹力作用下,电弧接触面铜蒸发,造成铜钨合金成片状剥落,烧损严重,烧损在3mm以上,影响高压开关多次开断性能,此现象电压等级越高越严重。该工艺制造方法在电压550KV,电流63KA及其以上高电压等级开关使用其抗烧损性较差,不能满足耐弧性能要求。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种高性能弧触头的工艺制造方法,无需进行脱蜡和预烧两个工序,其生产效率高、生产周期短和生产成本低,而且在熔渗工序后还增加了热复压工艺,从而可使得弧触头具有抗烧蚀性好、硬度高、导电性好、耐高温和耐电弧等特点。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种高性能弧触头的工艺制造方法,包括:

[0008] 将钨粉和铜粉混合并压制成型,得到压坯成型件;

- [0009] 将压坯成型件与铜材料进行熔渗,得到铜钨合金毛坯;
- [0010] 将铜钨合金毛坯进行热复压,得到铜钨合金,并作为耐弧端;
- [0011] 将耐弧端与导电端固定连接形成弧触头。
- [0012] 优选地,所述将压坯成型件与铜材料进行熔渗,得到铜钨合金毛坯包括:
- [0013] 将压坯成型件与过量铜材料置于石墨舟型腔内采用刚玉粉填埋,并将石墨舟放进烧结炉在一定温度和保护气氛下进行熔渗烧结,进舟速度为2~6h/舟,得到铜钨合金毛坯。
- [0014] 优选地,在所述得到铜钨合金毛坯之后,且在所述将铜钨合金毛坯进行热复压之前,还包括:
- [0015] 车削铜钨合金毛坯端面余铜,得到车削热复压准备坯。
- [0016] 优选地,在所述得到车削热复压准备坯之后,且在所述将铜钨合金毛坯进行热复压之前,还包括:
- [0017] 将车削热复压准备坯预热。
- [0018] 优选地,所述将车削热复压准备坯预热包括:
- [0019] 将车削热复压准备坯装入实际温度达到设定温度的箱式电阻加热炉内,保温30-40min。
- [0020] 优选地,所述将铜钨合金毛坯进行热复压,得到铜钨合金包括:
- [0021] 在预设时间内采用油压机将铜钨合金毛坯进行轴向热复压,得到铜钨合金;其中,油压机的模具须预热。
- [0022] 优选地,所述在预设时间内采用油压机将铜钨合金毛坯进行轴向热复压,得到铜钨合金包括:
- [0023] 在2min内采用50-200T油压机将铜钨合金毛坯进行轴向热复压,50-200T油压机压力控制在3-8MPa,复压一次形变量控制在一定范围内,总形变量不超过5%,并重复以上热复压过程2-5次,得到铜钨合金。
- [0024] 优选地,所述将耐弧端与导电端固定连接包括:
- [0025] 采用摩擦焊接工艺将耐弧端与导电端固定连接。
- [0026] 优选地,所述摩擦焊接工艺包括:
- [0027] 主轴转速为1800rpm~3200rpm;
- [0028] 摩擦压力为3MPa~8MPa;
- [0029] 摩擦时间为8s~20s;
- [0030] 顶锻压力为5MPa~10MPa;
- [0031] 摩擦变形量为4.5mm~8mm;
- [0032] 顶锻变形量为3mm~7mm。
- [0033] 从上述的技术方案可以看出,本发明提供的高性能弧触头的工艺制造方法中,无需进行脱蜡和预烧两个工序,其生产效率高、生产周期短和生产成本低,而且在熔渗工序后还增加了热复压工艺,从而可使得弧触头具有抗烧蚀性好、硬度高、导电性好、耐高温和耐电弧等特点。

#### 附图说明

- [0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现

有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0035] 图1为本发明实施例提供的高性能弧触头的工艺制造方法的流程图;

[0036] 图2为本发明实施例提供的耐弧端与导电端的焊接示意图。

### 具体实施方式

[0037] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0038] 本发明实施例提供的高性能弧触头的工艺制造方法,如图1所示,包括:

[0039] 将钨粉和铜粉混合并压制成型,得到压坯成型件;

[0040] 将压坯成型件与铜材料进行熔渗,得到铜钨合金毛坯;

[0041] 将铜钨合金毛坯进行热复压,得到铜钨合金,并作为耐弧端;

[0042] 将耐弧端与导电端固定连接形成弧触头。

[0043] 需要说明的是,在本方案的第一步骤中,将钨粉、铜粉按一定比例与辅料立式混合器混合,其铜含量控制在一定范围,然后再将得到的混合物用专用模具压制成型,得到压坯成型件;其中,辅料为成型剂和镍粉;成型剂为航空汽油、石蜡和丁纳橡胶。

[0044] 从上述的技术方案可以看出,本发明实施例提供的高性能弧触头的工艺制造方法中,无需进行脱蜡和预烧两个工序,其生产效率高、生产周期短和生产成本低,而且在熔渗工序后还增加了热复压工艺,从而可使得弧触头具有抗烧蚀性好、硬度高、导电性好、耐高温和耐电弧等特点。

[0045] 在本方案中,所述将压坯成型件与铜材料进行熔渗,得到铜钨合金毛坯包括:

[0046] 将压坯成型件与过量铜材料置于石墨舟型腔内采用刚玉粉填埋,并将石墨舟放进烧结炉在一定温度(1320-1450℃)和保护气氛下进行熔渗烧结,进舟速度为2~6h/舟,得到铜钨合金毛坯。本方案的熔渗过程如此设计,具有生产效率高、生产周期短和生产成本低等特点。其中,将压坯成型件头部分在石墨舟内朝下,再将过量铜材料在压坯成型件上垂直摆放于石墨舟内,而且在摆放前,石墨舟底部应撒入少许过20目筛的氧化铝粉(即为上述的玉粉,遮盖住舟底面为准),防止坯料与舟底粘连,并且坯料间隔均匀,然后再填充氧化铝粉至舟顶,使其捣实砸平。

[0047] 进一步地,由上文可知,在熔渗烧结工序使用的是过量铜,这会使得铜钨合金毛坯上部会有没有熔渗进去的余量铜,为了避免影响到铜钨合金毛坯的热复压工序,这就需要将余量铜去除;相应地,在所述得到铜钨合金毛坯之后,且在所述将铜钨合金毛坯进行热复压之前,还包括:

[0048] 车削铜钨合金毛坯端面余铜,得到车削热复压准备坯。

[0049] 再进一步地,为了使得车削热复压准备坯达到较好的热复压效果,这就需要在热复压工序前对车削热复压准备坯进行预热;相应地,在所述得到车削热复压准备坯之后,且在所述将铜钨合金毛坯进行热复压之前,还包括:

[0050] 将车削热复压准备坯预热。

[0051] 具体地,所述将车削热复压准备坯预热包括:

[0052] 将车削热复压准备坯装入实际温度达到设定温度(880-940℃)的箱式电阻加热炉内,保温30-40min。在本方案中,车削热复压准备坯的预热过程如此设计,具有生产效率高、成本低等特点。此外,在车削热复压准备坯出炉后,再将其进行热复压。

[0053] 在本方案中,所述将铜钨合金毛坯进行热复压,得到铜钨合金包括:

[0054] 在预设时间内采用油压机将铜钨合金毛坯进行轴向热复压,得到铜钨合金;其中,油压机的模具须预热。本方案的热复压过程如此设计,可使得铜钨合金具有硬度高、导电性好、耐高温和耐电弧等特点。

[0055] 具体地,所述在预设时间内采用油压机将铜钨合金毛坯进行轴向热复压,得到铜钨合金包括:

[0056] 在2min内采用50-200T油压机将铜钨合金毛坯进行轴向热复压,50-200T油压机压力控制在3-8MPa,复压一次形变量控制在一定范围内,总形变量不超过5%,并重复以上热复压过程2-5次,得到铜钨合金。本方案的热复压工序如此设计,以便于得到高性能的铜钨合金。

[0057] 进一步地,所述将耐弧端与导电端固定连接包括:

[0058] 采用摩擦焊接工艺将耐弧端与导电端固定连接,其两者的焊接示意图如图2所示。也就是说,本方案的耐弧端与导电端采用摩擦焊接的连接方式,具有连接强度大、连接可靠和连接便捷等特点。

[0059] 具体地,所述摩擦焊接工艺包括:

[0060] 主轴转速为1800rpm~3200rpm;

[0061] 摩擦压力为3MPa~8MPa;

[0062] 摩擦时间为8s~20s;

[0063] 顶锻压力为5MPa~10MPa;

[0064] 摩擦变形量为4.5mm~8mm;

[0065] 顶锻变形量为3mm~7mm。在本方案中,上述摩擦焊接工艺如此设计,有助于进一步增强耐弧端与导电端的连接固定效果。

[0066] 下面再结合具体实施例对本方案作进一步介绍:

[0067] 本发明的目的:

[0068] 随着高压开关电压等级逐渐升高的趋势,对弧触头的可靠性提出了更高的要求。为了满足要求,为提供高可靠、高性能新材料高压弧触头,通过发明该方法,制造高性能耐烧蚀的弧触头。

[0069] 本发明的技术方案:

[0070] 本发明采用以下技术方案,其弧触头制造工艺流程为:

制粉-压型-熔渗-车削热复压准备坯-热复压-车焊头

[0071]

导电端 QCr0.5 热处理(固溶、时效)-车焊尾

} 摩擦焊接-机加工成型

[0072] 其中,车焊头和车焊尾工序,用于保证焊头与焊尾外圆尺寸一致,为摩擦焊接前工

序。此外,导电端原材料热处理后直接拿来与耐弧端焊接。

[0073] 更为具体地,一种高性能弧触头的工艺制造方法,具体步骤如下:

[0074] 1) 将钨粉、铜粉按一定比例与辅料立式混合器混合,其铜含量控制在一定范围(6-8%),将得到的混合物用专用模具压制成型,得到压坯成型件;其中,辅料为成型剂和镍粉,成型剂为航空汽油、石蜡和丁纳橡胶;此外,镍粉作为催化剂,用于降低烧结温度;

[0075] 2) 压坯成型件与过量铜材料置于石墨模具(石墨舟)型腔内刚玉粉填埋,进卧式烧结炉在一定温度和保护气氛下进行熔渗烧结,进舟速度为2~6h/舟,得到耐弧端铜钨合金毛坯;

[0076] 3) 车削耐弧端铜钨合金毛坯端面余铜,得到车削热复压准备坯,然后将其装入温度达到设定温度的箱式电阻加热炉内,保温30-40min;

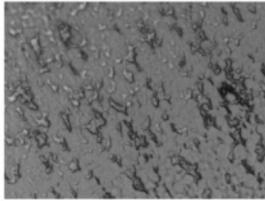
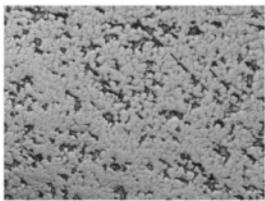
[0077] 4) 车削热复压准备坯出炉后,在2分钟内用50-200T油压机轴向热复压车削热复压准备坯(模具须预热),保证毛坯两端平行,压力控制在3-8MPa,复压一次形变量控制在一定范围内,总形变量不超过5%;重复以上热复压过程2-5次,得到高性能的铜钨合金,并作为耐弧端;

[0078] 5) 弧触头耐弧端与导电端采用高强度摩擦焊连接工艺,主轴转速为1800rpm~3200rpm;摩擦压力为3MPa~8MPa;摩擦时间为8s~20s;所述顶锻压力为5MPa~10MPa,摩擦变形量为4.5mm~8mm;顶锻变形量为3mm~7mm。铜钨触头与导电端连接抗拉强度>300MPa,其强度可靠不掉头。

[0079] 本发明的优点:

[0080] 本发明与现有的一种钨骨架的铜钨合金制造方法相比,该技术无需进行脱蜡预烧工序,加工效率高,生产成本低,而且采用了热复压工艺,弧触头硬度高、导电性好、耐高温、耐电弧和抗烧蚀性好等一系列优点,符合国标GB/T1984-2014要求。此方法制造的铜钨合金电触头,在电弧高温与吹力作用下,虽然电弧接触面铜蒸发,但钨骨架保持完整,抗烧蚀性能好,烧蚀轻微,烧损量小于1mm。

[0081] 综上所述,本发明提供的高性能弧触头的工艺制造方法,具有加工效率高、生产成本低、制造的弧触头(如下表1)致密性好、硬度高、导电性好、耐高温、耐电弧和抗烧蚀性好等一系列优点。

	常规法	热复压法	分析
[0082] 金相			金相组织均匀
密度 g/cm <sup>3</sup>	15.22	15.52	致密化后密度增加 2%
电阻率 $\mu \Omega \cdot \text{cm}$	4.52	4.05	电导率提升 10%
抗弯强度 MPa	1387	1563	抗弯强度增大 13%
硬度 Kgf/mm <sup>2</sup>	247	252	硬度增加 2%

[0083] 本发明构思的关键点：

[0084] 1) 车削铜钨合金端面余铜,得到车削热复压准备坯,然后将其装入温度达到设定温度的箱式电阻加热炉内,保温30-40min;

[0085] 2) 车削热复压准备坯出炉后,在2分钟内用50-200T油压机将其进行轴向热复压(模具须预热),保证毛坯两端平行,压力控制在3-8MPa,复压一次形变量控制在一定范围内,总形变量不超过5%;

[0086] 3) 重复以上热复压过程2-5次,得到高性能的铜钨合金,即为耐弧端。

[0087] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0088] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

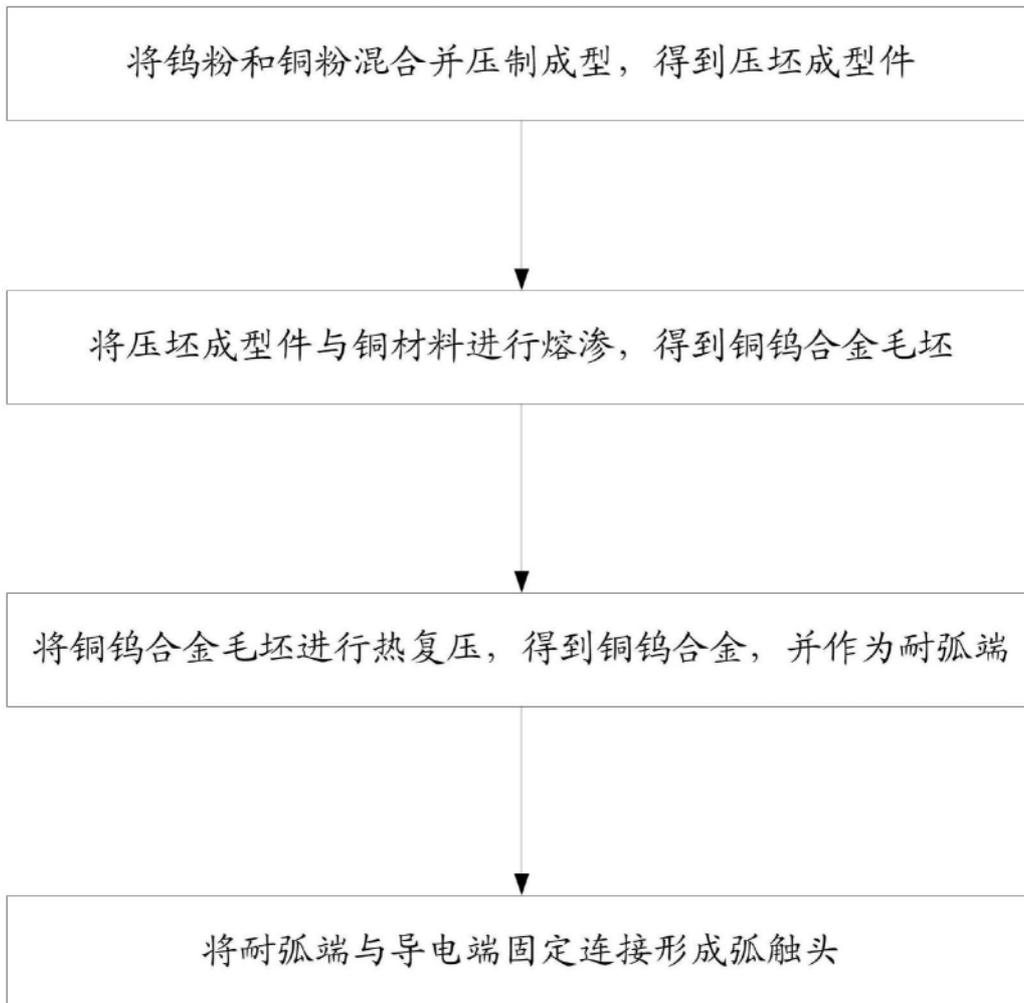


图1

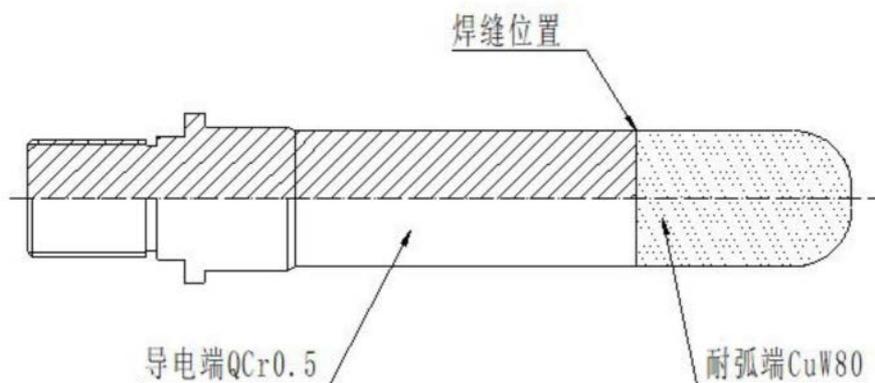


图2