



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106242536 A

(43)申请公布日 2016.12.21

(21)申请号 201610650575.7

B28B 23/02(2006.01)

(22)申请日 2016.08.10

B28B 11/24(2006.01)

(71)申请人 山东天汇研磨耐磨技术开发有限公司

地址 252200 山东省聊城市东阿县大桥镇

(72)发明人 尹方勇 周俊华 王峰 朱红海
朱文沛 王征

(74)专利代理机构 济宁宏科利信专利代理事务
所 37217

代理人 樊嵩

(51)Int.Cl.

C04B 35/10(2006.01)

C04B 35/76(2006.01)

C04B 35/626(2006.01)

C04B 35/64(2006.01)

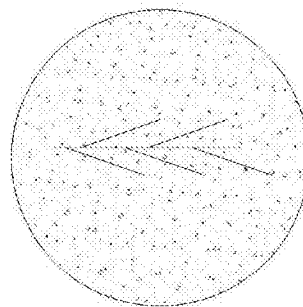
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种内置 $\alpha + \beta$ 钛合金骨架的陶瓷球及其制备方法

(57)摘要

一种内置 $\alpha + \beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,由 $\alpha + \beta$ 钛合金制成的一体结构的骨架和包裹其外的陶瓷球体组成,通过整体压合、高温烧结的方式制造; $\alpha + \beta$ 钛合金骨架的总体积为陶瓷球体积的3-5%,最长方向尺寸小于陶瓷球体外径的70%;陶瓷球体采用氧化铝基陶瓷材料制成。本发明还公开了其制备方法,包括配料、球磨、喷雾造粒、料仓陈腐、压型加工、高温烧结、清粉抛光、成品干燥等工序,特别在压型加工、高温烧结工序进行了大量改进。本发明的内置 $\alpha + \beta$ 钛合金骨架的陶瓷球整体性更好、不易破碎,而制备方法通过对压型加工、高温烧结工序的改进使内置 $\alpha + \beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的工业化生产成为可能。



1. 一种内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,其特征在于:由 $\alpha+\beta$ 钛合金制成的一体结构的骨架和包裹其外的陶瓷球体组成,通过整体压合、高温烧结的方式制造; $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的总体积为陶瓷球体积的3-5%,最长方向尺寸小于陶瓷球体外径的70%;陶瓷球体采用氧化铝基陶瓷材料制成。

2. 根据权利要求1所述的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,其特征在于:所述 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架为整体压铸成型的树枝状或鱼骨状结构。

3. 根据权利要求2所述的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,其特征在于:所述 $\alpha+\beta$ 钛合金具体为TC6钛合金。

4. 根据权利要求3所述的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,其特征在于:所述陶瓷球体的配方为:氧化铝92-95%、三氧化二铁0.5-2%、高岭土0.8-3%、碳化硅0.2-2%、二氧化钛1.5-2%、碳化钛0.8-1%、二硫化钼0.3-2%。

5. 根据权利要求4所述的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的制备方法,其特征在于:包括配料、球磨、喷雾造粒、料仓陈腐、压型加工、高温烧结、清粉抛光、成品干燥等工序,其特征在于:

a. 所述压型加工工序包括以下子工序:

1) 初灌粉料:步进式输送带(10)将下半球模(1)输送到工位一,将陶瓷造粒用的粉料(2)通过输料管(3)灌注进下半球模(1),粉料(2)的水份控制在0.5%以下;

2) 骨架落位:将下半球模(1)输送到工位二,然后通过放置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架(4)的装置将整体压铸成型的树枝状或鱼骨状的 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架(4)放置到下半球模(1)内的粉料(2)的表面中心位置;

3) 球体压合整圆:将下半球模(1)输送到工位三;将袋装粉料(6)放入上半球模(5)的上部入口(51),然后压模机(7)以与上半球模(5)中的上部入口(54)平行的方式进入,在到达上内圆槽(52)后顺时针旋转 90° ,压模机(7)与上半球模(5)在竖直方向上固定;随后压模机(7)带动上半球模(5)下行,至上半球模(5)与下半球模(1)接触,压模机(7)逆时针旋转 90° ,压模机(7)与上半球模(5)在竖直方向上解除固定;压模机(7)下行,将袋装粉料(6)的袋子压破,其内的袋装粉料(6)通过压粉孔(55)被挤进上半球模腔(56);压模机(7)继续下行至到达下内圆槽(53),袋装粉料(6)与 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架(4)、粉料(2)被挤压成一体,形成完整的陶瓷球坯(9);压模机(7)顺时针旋转 90° 后继续旋转,受下内圆槽(53)的封闭段(56)的限制,压模机(7)带动上半球模腔(56)旋转,旋转进行至少3圈,上半球模腔(56)将陶瓷球坯(9)表面的多余坯料切削掉;随后压模机(7)提起,带动上半球模腔(56)离开陶瓷球坯(9);

4) 球坯转移:将下半球模(1)输送到工位四,通过转移装置(8)将陶瓷球坯(9)转移到高温匣钵,撒上隔离砂;

b. 所述高温烧结工序具体为:将装有压型加工工序得到的陶瓷球坯(9)的高温匣钵送入气密性好的隧道窑内;隧道窑内在加热过程中保持通惰性气体,高温烧结温度1350-1400 $^\circ\text{C}$,烧成周期28-30h;高温烧结结束后的冷却方式为随窑冷至780-800 $^\circ\text{C}$,然后升温至870 $^\circ\text{C}$,保温1-2h,再随窑冷至550-650 $^\circ\text{C}$,保温2h,随后开窑空冷。

6. 根据权利要求5所述的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的制备方法,其特征在于:所述球坯转移过程中采用的转移装置(8)为负压吸附式。

7. 根据权利要求6所述的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的制备方法,其特征在于:在工

位一填充的粉料(2)为陶瓷球总用量的48-52%，工位三的袋装粉料(6)的容量应为压粉孔(55)的体积与陶瓷球总用量的55-58%的和。

一种内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水泥加工领域,尤其涉及一种内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球及其制备方法。

背景技术

[0002] 水泥球磨机具有对物料适应性强、能连续生产、破碎比大、易于调速粉磨产品的细度等特点。常用的水泥球磨机的工作原理为,物料由进料装置经入料中空轴螺旋均匀地进入磨机仓内,该仓内有阶梯衬板或波纹衬板,内装不同规格的钢球或陶瓷球,筒体转动产生离心力将钢球或陶瓷球带到一定高度后落下,对物料产生重击和研磨作用。水泥球磨机陶瓷球是水泥球磨机设备的常用研磨物料介质,通过水泥球磨机陶瓷球、物料、衬板之间的碰撞摩擦产生磨削作用,从而将物料的粒径进一步减小。因此,陶瓷球在使用时的硬度和耐磨性是影响研磨整形效果的主要因素之一,同时因为被长时间不停地撞击,对于研磨球的抗冲击性能有极高要求。

[0003] 现有技术中,水泥球磨机用陶瓷球已经有较多采用,大多数采用传统的 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-MgO-SiO}_2$ 四元体系,也有少量发明人在其配方上进行改进,以达到特殊的效果。如本发明人此前申请了多份采用新型配方的陶瓷球,具有高硬度、耐高温、高寿命、易成型、韧性好、生产的水泥纯净度高的作用。

[0004] 但是,在长期的水泥球磨机用陶瓷球的研究中,本发明人发现,启动、急停、抛坠等的冲击造成的破碎是陶瓷球最常见的损坏方式之一,这极大地制约着水泥球磨行业的发展。

[0005] 钛是20世纪50年代发展起来的一种重要的结构金属,钛合金因具有强度、塑性、韧性高、耐腐蚀性好、耐热性、高成形性等特点而被广泛用于各个领域,特别是其比强度超高的优势冠绝所有金属及合金。其中 $\alpha+\beta$ 钛合金是双相合金,具有良好的综合性能,组织稳定性好,有良好的韧性、塑性和高温变形性能,与纯钛和 α 钛合金不同的是, $\alpha+\beta$ 钛合金还能通过热处理使合金强化,热处理后的强度约比退火状态提高50%~100%;高温强度高,可在400℃~500℃的温度下长期工作。利用 $\alpha+\beta$ 钛合金等耐高温金属的韧性、塑性、强度高等优点,采用植入 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的方法,可以使陶瓷球的整体性更好,并且在受到冲击时可以由骨架将冲击力分摊、不易破碎。

[0006] 在陶瓷球内植入 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架在此前属于空白领域,尚无见任何研究见诸论文或专利,能实现其工业化生产的制备方法更是如此。

发明内容

[0007] 针对现有技术中存在的上述缺陷,本发明旨在提供一种整体性更好、不易破碎的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球及能实现其工业化生产的制备方法。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:一种内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,其由 $\alpha+\beta$ 钛合金制成的一体结构的骨架和包裹其外的陶瓷球体组成,通过整体压合、高

温烧结的方式制造; $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的总体积为陶瓷球体积的3-5%,最长方向尺寸小于陶瓷球体外径的70%;陶瓷球体采用氧化铝基陶瓷材料制成。

[0009] 上述的的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,其中:所述 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架为整体压铸成型的树枝状或鱼骨状结构。

[0010] 上述的的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,其中:所述 $\alpha+\beta$ 钛合金具体为TC6钛合金。

[0011] 上述的的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,其中:所述陶瓷球体的配方为:氧化铝92-95%、三氧化二铁0.5-2%、高岭土0.8-3%、碳化硅0.2-2%、二氧化钛1.5-2%、碳化钛0.8-1%、二硫化钼0.3-2%。

[0012] 上述的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的制备方法,包括配料、球磨、喷雾造粒、料仓陈腐、压型加工、高温烧结、清粉抛光、成品干燥等工序,其中:

a. 所述压型加工工序包括以下子工序:

1) 初灌粉料:步进式输送带将下半球模输送到工位一,将陶瓷造粒用的粉料通过输料管灌注进下半球模,粉料的水份控制在0.5%以下;

2) 骨架落位:将下半球模输送到工位二,然后通过放置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的装置将整体压铸成型的树枝状或鱼骨状的 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架放置到下半球模内的粉料的表面中心位置;

3) 球体压合整圆:将下半球模输送到工位三;将袋装粉料放入上半球模的上部入口,然后压模机以与上半球模中的上部入口平行的方式进入,在到达上内圆槽后顺时针旋转 90° ,压模机与上半球模在竖直方向上固定;随后压模机带动上半球模下行,至上半球模与下半球模接触,压模机逆时针旋转 90° ,压模机与上半球模在竖直方向上解除固定;压模机下行,将袋装粉料的袋子压破,其内的袋装粉料通过压粉孔被挤进上半球模腔;压模机继续下行至到达下内圆槽,袋装粉料与 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架、粉料被挤压成一体,形成完整的陶瓷球坯;压模机顺时针旋转 90° 后继续旋转,受下内圆槽的封闭段的限制,压模机带动上半球模腔旋转,旋转进行至少3圈,上半球模腔将陶瓷球坯表面的多余坯料切削掉;随后压模机提起,带动上半球模腔离开陶瓷球坯。

[0013] 4) 球坯转移:将下半球模输送到工位四,通过转移装置将陶瓷球坯转移到高温匣钵,撒上隔离砂。

[0014] b. 所述高温烧结工序具体为:将装有压型加工工序得到的陶瓷球坯的高温匣钵送入气密性好的隧道窑内;隧道窑内在加热过程中保持通惰性气体,高温烧结温度1350-1400 $^\circ\text{C}$,烧成周期28-30h;高温烧结结束后的冷却方式为随窑冷至780-800 $^\circ\text{C}$,然后升温至870 $^\circ\text{C}$,保温1-2h,再随窑冷至550-650 $^\circ\text{C}$,保温2h,随后开窑空冷。

[0015] 上述的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的制备方法,其中:所述球坯转移过程中采用的转移装置为负压吸附式。

[0016] 上述的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的制备方法,其中:在工位一填充的粉料为陶瓷球总用量的48-52%,工位三的袋装粉料的容量应为压粉孔的体积与陶瓷球总用量的55-58%的和。

[0017] 本发明无现有技术。本发明采用的陶瓷采用此前本发明人已经申请过的专利配方,具有高硬度、耐高温、耐腐蚀、运转能耗低、物耗低、结合力好、撞击能力强、抗冲击抗爆震、生产的水泥细度和后期强度高的优点;相对于目前整体烧结、无内置金属骨架的陶瓷球来说,本发明的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球采用植入 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的方法, $\alpha+\beta$ 钛合金骨

架优选TC6钛合金,采用整体压铸成型,骨架整体性好且便于实现工业化生产;树枝状或鱼骨状结构能保证其与陶瓷紧密结合,从而使陶瓷球整体性更好;尺寸大小适中,既保证压型加工工序过程方便,又能保证陶瓷球的整体性更好。本发明制作的陶瓷球既保持了传统陶瓷球的优点,又能充分地发挥 $\alpha+\beta$ 钛合金作为双相钛合金的强度、塑性、韧性高、耐腐蚀性好、耐热性、高成形性、比强度高的优点,结合陶瓷本身的高耐磨、高硬度等特点,并且在受到冲击时可以由骨架将冲击力分摊、不易破碎,避免启动、急停、抛坠等的冲击对陶瓷球造成的破碎;而且本身因为钛的热膨胀系数为 $(9.41\sim 10.03)\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,与陶瓷在烧结过程中的膨胀率极为接近,避免了升温降温过程中因膨胀率不同造成的陶瓷碎裂。

[0018] 同时,本发明中的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的制备方法,最接近的现有技术是本发明人在此前申请的多份陶瓷球的制备方法,其区别在于,本发明因为在陶瓷球内内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架,采用传统的方法根本无法实现植入骨架,因此压型加工工序采用了初灌粉料、骨架落位、球体压合整圆、球坯转移等子工序,优势在于,球坯压合因原料大于需求,压实度高,骨架与球坯结合紧密;采用旋转切削整圆,无需增添额外设备,简单快捷;负压吸附式转移设备避免了转移过程中对陶瓷球的损坏。流程化繁杂为极简,使整个压型加工工序过程简洁有序,能实现工业化自动生产;另外,陶瓷球坯在烧结过程中因陶瓷尚未成型、其内部的 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架在高温下具有很强的化学活性,非常容易吸收氢、氧、氮、碳等杂质,所以高温烧结工序中通入惰性气体如氩气,同时放弃了传统的需要更高温度的梭式窑,仅采用隧道窑并将最高温度控制在 1400°C ,避免更高温度下的严重氧化和机械性能劣化;烧结结束后冷却方式采用随窑冷至 $780\sim 800^{\circ}\text{C}$,然后升温至 870°C ,保温 $1\sim 2\text{h}$,再随窑冷至 $550\sim 650^{\circ}\text{C}$,保温 2h ,随后开窑空冷,是因为 $\alpha+\beta$ 钛合金在高温下长时间保温其机械性能会严重劣化,通过重新从 α 相区上限进行加热并进行等温退火(即升温至 870°C ,保温 $1\sim 2\text{h}$,再随窑冷至 $550\sim 650^{\circ}\text{C}$,保温 2h),既可以保护设备、节省时间和能源,又可以使机械性能恢复到正常水平,尤其是其塑性能得到极大的提高,更有利于作为骨架使用。

附图说明

[0019] 图1是本发明的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的剖面图;

图2是本发明的制备方法中压型加工工序的流程示意图;

图3是本发明的制备方法中压型加工工序的上半球模的结构示意图;

图4是图3的俯视图;

图5是本发明的制备方法中压型加工工序的步进式输送带的示意图;

图6是本发明的制备方法中高温烧结结束后的冷却温度曲线图。

[0020] 图中:下半球模1、粉料2、输料管3、 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架4、上半球模5、袋装粉料6、压模机7、转移装置8、陶瓷球坯9、步进式输送带10。其中上半球模5含有:上部入口51、上内圆槽52、下内圆槽53、上半球模腔54、压粉孔55、封闭段56。

具体实施方式

[0021] 本发明的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球,如图1所示,由 $\alpha+\beta$ 钛合金整体压铸成一体结构的、树枝状或鱼骨状结构的 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架和包裹其外的陶瓷球体组成,通过整体压合、高温烧结的方式制造;所述 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架总体积为陶瓷球体积的 $3\sim 5\%$,最长方向尺寸

小于陶瓷球体外径的70%；陶瓷球体采用氧化铝基陶瓷材料制成，其配方为氧化铝92-95%、三氧化二铁0.5-2%、高岭土0.8-3%、碳化硅0.2-2%、二氧化钛1.5-2%、碳化钛0.8-1%、二硫化钼0.3-2%，本配方的实施例和详细配比在本发明人此前申请的专利中有详细论述，不再赘述。本发明对 $\alpha+\beta$ 钛合金优选的是TC6钛合金，其室温强度高、比强度极高、塑性高，是一种极为优异的高温用金属材料。

[0022] 本发明的内置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架的陶瓷球的制备方法，包括配料、球磨、喷雾造粒、料仓陈腐、压型加工、高温烧结、清粉抛光、成品干燥等工序，除压型加工、高温烧结工序与本发明人在此前申请的专利不同外，其它工序均有详细描述。本发明的制备方法中用到的压型加工设备在本发明人同日申请的另一份发明中有详细介绍，因不属于本发明的重点，此处不再赘述。本发明的完整制备方法如下：

a. 配料：按重量百分比计取所有成分，混合并搅拌均匀，制得混合物料；同时配置PVA溶液，配比为PVA:水=(7-10):100；

b. 球磨：

1) 初磨：将步骤(a)中计取的配料加入初磨研磨设备，并加入球石和水，比例为料:球:水=1:2.5:(0.7-0.75)，至浆料细度 $D_{90} \leq 8$ 微米停磨，过40目筛出磨；

2) 细磨：将步骤(b1)得到的浆料加入细磨研磨设备，并加入球石和水，比例为料:球:水=1:(2-3):(0.7-0.75)，至浆料细度 $D_{50} \leq 1.5$ 微米、 $D_{90} \leq 3.2$ 微米后停磨；

3) 混磨：将步骤(b2)得到的浆料中按重量比加入步骤(a)中配置的PVA溶液9-12%，混磨0.5-1h，过150目筛出磨，并进行除铁；

c. 喷雾造粒：将步骤(b3)得到的浆料中加入适量步骤(a)中配置的PVA溶液，并打入高位浆罐，控制喷雾干燥塔的热风温度、出风温度及压差，选用合适的喷雾喷片直径，进行喷雾造粒，造粒粉过20目筛；

d. 料仓陈腐：将步骤(c)得到的造粒粉进行陈腐，陈腐时间不少于48h；

e. 如图2、3、4、5所示，压型加工包括：

1) 初灌粉料：步进式输送带10将下半球模1输送到工位一，将步骤d得到的粉料2通过输料管3灌注进下半球模1，填充量为陶瓷球总用量的48-52%；粉料2的水份控制在0.5%以下；

2) 骨架落位：将下半球模1输送到工位二，然后通过放置 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架4的装置将整体压铸成型的树枝状或鱼骨状的 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架4放置到下半球模1内的粉料2的表面中心位置；

3) 球体压合整圆：将下半球模1输送到工位三；将容量为压粉孔55的体积与陶瓷球总用量的55-58%的的袋装粉料6放入上半球模5的上部入口51，然后压模机7以与上半球模5中的上部入口54平行的方式进入，在到达上内圆槽52后顺时针旋转90°，压模机7与上半球模5在竖直方向上固定；随后压模机7带动上半球模5下行，至上半球模5与下半球模1接触，压模机7逆时针旋转90°，压模机7与上半球模5在竖直方向上解除固定；压模机7下行，将袋装粉料6的袋子压破，其内的袋装粉料6通过压粉孔55被挤进上半球模腔56；压模机7继续下行至到达下内圆槽53，袋装粉料6与 $\alpha+\beta$ 钛合金骨架4、粉料2被挤压成一体，形成完整的陶瓷球坯9；压模机7顺时针旋转90°后继续旋转，受下内圆槽53的封闭段56的限制，压模机7带动上半球模腔56旋转，旋转进行至少3圈，上半球模腔56将陶瓷球坯9表面的多余坯料切削掉；随后压模机7提起，带动上半球模腔56离开陶瓷球坯9。

[0023] 4)球坯转移:将下半球模1输送到工位四,通过负压吸附式的转移装置8将陶瓷球坯9转移到高温匣钵,撒上隔离砂。

[0024] f.高温烧结:将步骤(e)得到的装有陶瓷球坯(9)的高温匣钵送入气密性好的隧道窑内;隧道窑内在加热过程中保持通惰性气体,高温烧结温度1350-1400℃,烧成周期28-30h;高温烧结结束后的冷却方式为随窑冷至780-800℃,然后升温至870℃,保温1-2h,再随窑冷至550-650℃,保温2h,随后开窑空冷。

[0025] g.清粉抛光:把产品在烧成过程中的粘附的隔离砂及毛刺除掉;

h.成品干燥:对产品进行干燥,得到成品。

[0026] 对所公开的实施例的上述说明,仅为了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。

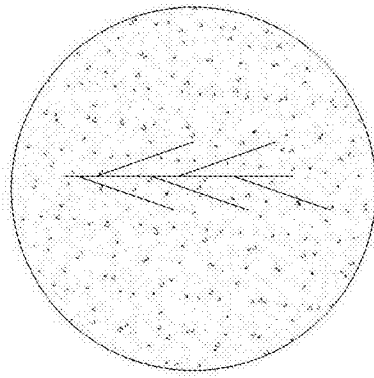


图1

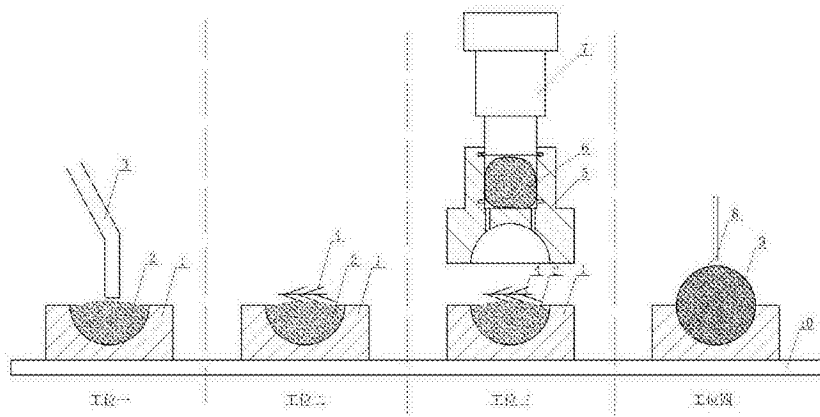


图2

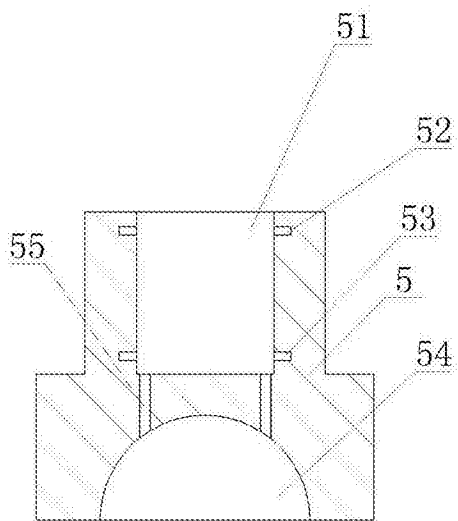


图3

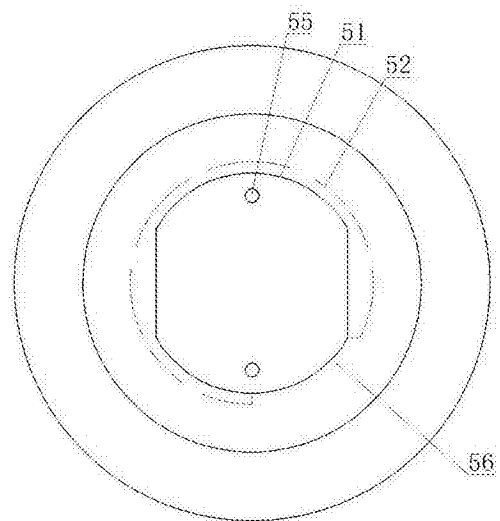


图4

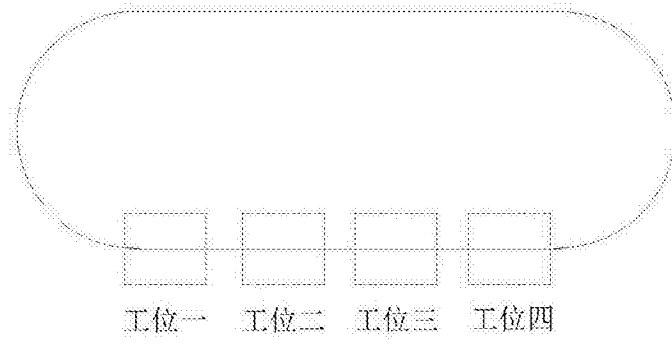


图5

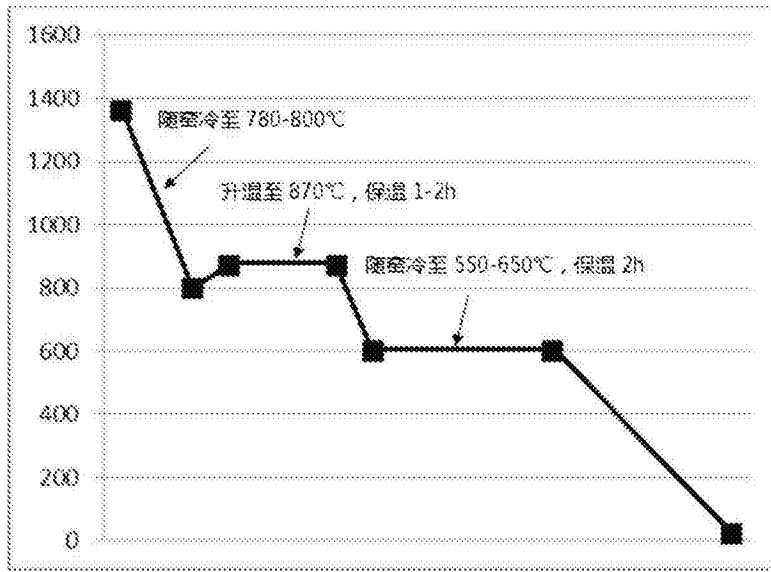


图6