



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109513932 B

(45) 授权公告日 2021.01.08

(21) 申请号 201811513672.7

B33Y 40/20 (2020.01)

(22) 申请日 2018.12.11

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109513932 A

黄丹等.“5A06铝合金TIG丝材-电弧增材制造工艺”.《材料工程》.2017,第45卷(第3期),第67页.

(43) 申请公布日 2019.03.26

审查员 樊正国

(73) 专利权人 南京晨光集团有限责任公司
地址 210006 江苏省南京市秦淮区正学路1号

(72) 发明人 柏久阳 胡伟叶 戴维弟 王国强
张峰 武永 吴迪鹏

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203

代理人 陈鹏

(51) Int. Cl.

B22F 3/24 (2006.01)

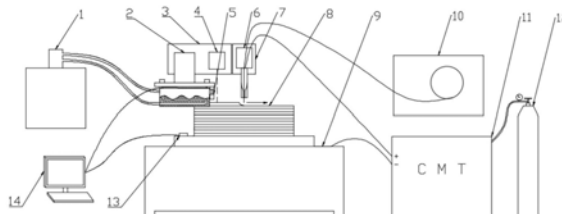
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种铝合金电弧增材制造在线热处理装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种铝合金电弧增材制造在线热处理装置及方法,热处理装置包括冷却装置、加热装置、测温装置、温度控制反馈装置和第一机械臂;所述冷却装置、加热装置安装在第一机械臂上;通过加热装置对打印零件加热达到指定热处理温度;通过冷却装置使所需的内部组织得以保存;测温装置对零件的温度进行实时监测,并将温度信息反馈给温度控制反馈装置,控制加热装置以及冷却装置。本发明可在电弧增材制造过程中对其成形零件的形状及组织进行控制和优化,减少缺陷的产生,提高打印零件的质量和性能。



1. 一种铝合金电弧增材制造在线热处理装置,其特征在于,包括冷却装置(2)、加热装置(4)、测温装置、温度控制反馈装置(14)和热处理机械臂(3),测温装置包括表面测温装置(5)和基板测温装置(13),所述冷却装置(2)、加热装置(4)和表面测温装置(5)安装在热处理机械臂(3)上;

加热装置(4)用于对打印件加热达到指定热处理温度,冷却装置(2)用于打印件降温;测温装置对打印件表面和基板的温度进行实时检测,并将温度信息反馈给温度控制反馈装置(14),通过控制加热装置(4)和冷却装置(2),实现打印件温度控制;加热装置(4)为激光加热、电磁加热或电弧加热;

冷却装置(2)的冷却方式为气冷,或者气冷与水冷两者组合,冷却装置(2)的冷却板材为铜板;气冷冷却方式中,冷却装置(2)连接压缩空气装置,并在冷却装置内表面开有若干排气孔,所述冷却装置(2)包括连接块(15)、下表面有滑槽的横梁(16)、滑动杆(17)、连接片(18)、导向轮(19)、气孔板(20)和气冷装置,连接块(15)螺接于热处理机械臂(3)上,滑动杆(17)可在横梁(16)下表面滑动,滑动杆(17)通过连接片(18)与气冷装置连接,气冷装置通过导向轮(19)搭载在打印件上,气冷装置连接压缩空气装置,通过气孔板(20)向打印件吹送冷却气体;冷却装置(2)与打印件随型。

2. 一种基于权利要求1所述装置的铝合金电弧增材制造在线热处理方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1,首先将加热装置(4)、表面测温装置(5)、冷却装置(2)安装在热处理机械臂(3)上,基板测温装置(13)安装在打印件(8)的基板上,焊枪(6)安装在增材制造机械臂(7)上,将轨迹程序导入到热处理机械臂(3)、增材制造机械臂(7)的控制器中;

步骤2,焊枪(6)按照零件分层设计轨迹进行移动并打印,加热装置(4)跟随焊枪(6)对已打印完区域进行扫描加热;

步骤3,表面测温装置(5)、基板测温装置(13)检测打印件(8)的实时温度,并将温度数据传输给控制反馈装置(14);当打印件温度高于热处理温度时,加热装置(4)停止,冷却装置(2)启动对打印件(8)进行整体冷却;当打印件(8)温度低于热处理温度时,冷却装置(2)停止,加热装置(4)启动对打印件(8)进行整体加热;冷却装置(2)与加热装置(4)共同作用,使得打印件(8)温度保持在热处理温度;

步骤4,重复步骤2与步骤3直至打印结束,增材制造装置停止工作,加热装置(4)、测温装置、冷却装置(2)作用使最终打印件(8)进行保温;

步骤5,待打印件(8)整体热处理时间达到后,关闭加热装置(4)停止加热,冷却装置(2)对打印件(8)整体进行冷却,待打印件(8)冷却至室温,关闭冷却装置(2)。

一种铝合金电弧增材制造在线热处理装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于3D打印技术领域,具体涉及一种铝合金电弧增材制造在线热处理装置及方法。

背景技术

[0002] 航空、航天、船舶等制造尖端领域正向着装备大型化、整体化的方向发展,其高强铝合金关键零部件的尺寸日益增大、结构日益复杂、性能要求日益提高。采用铸造、锻造以及机加工等传统制造技术生产大型、整体、高性能铝合金构件,不仅需要重型铸造、锻造和机加工装备及大型模具,技术难度大,而且材料切削量大、材料利用率低、周期长、成本高。然而,增材制造通过逐层堆积实现无模成形,大幅度缩短生产周期、提高材料利用率、降低制造成本,在高端装备的研制中拥有巨大的市场价值和应用前景。

[0003] 丝材电弧增材制造是一种利用逐层熔覆原理,采用熔化极惰性气体保护焊接(MIG)、钨极惰性气体保护焊接(TIG)以及等离子体焊接电源(PA)等焊机产生的电弧为热源,通过丝材的添加,在程序的控制下,根据三维数字模型由线一面一体逐渐成形出金属零件的先进数字化制造技术。

[0004] 丝材电弧增材制造是一个反复加热的过程,热积累问题显著,同时快速凝固形成粗大晶粒。组织性能特点明显,存在明显方向性,同时具有气孔、微观偏析等问题。因此,需要在增材制造的过程中增加辅助成形,或进行热处理,以得到组织性能均匀良好的整体构件。

[0005] CN107020380A公开了一种可在线热处理的增材制造装置及方法,在预设的低真空度下,通过等离子体发生器产生电子束,并通过所述电子束对粉末层进行扫描预热;然后通过激光发生器产生激光束,并通过激光束对经所述电子束扫描预热的粉末层进行熔化。由于基板预热,使加工过程应力低,零件加工完成后无需额外进行热处理,保证了成形零件的精度和表面质量,提高零件的生产效率。该方法需要一定的真空度环境,适用于选区激光熔化工艺,难以在电弧增材制造中使用。

[0006] CN107584118A公开了一种增材制造用锻压热处理一体化装置,该装置使用加热元件对待锻打区域进行加热,当控制单元判断待锻打区域的温度大于或等于预设锻打温度时,控制单元向锻压元件发出锻打信号,锻压元件开始对待锻打区域进行锻打。该装置提高增材制造金属材料的致密度,消除内部应力,减少缺陷,控制和改善内部晶粒结构,从而提高材料的力学性能。但是该装置无法及时地对打印时的温度进行调控,导致锻打时温度难以保持一致,造成打印件表面平整度降低。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种铝合金电弧增材制造在线热处理装置及方法,可在电弧增材制造过程中对其成形零件的形状及组织进行控制和优化,减少缺陷的产生,提高打印零件的质量和性能。

[0008] 实现本发明目的的技术方案为：一种铝合金电弧增材制造在线热处理装置，包括冷却装置、加热装置、测温装置、温度控制反馈装置、热处理机械臂，测温装置包括表面测温装置和基板测温装置，所述冷却装置、加热装置和表面测温装置安装在热处理机械臂上；

[0009] 加热装置用于对打印件加热达到指定热处理温度，冷却装置用于打印件降温；测温装置对打印件表面和基板的温度进行实时检测，并将温度信息反馈给温度控制反馈装置，通过控制加热装置和冷却装置，实现打印件温度控制。

[0010] 一种铝合金电弧增材制造在线热处理方法，包括以下步骤：

[0011] 步骤1，首先将加热装置、表面测温装置、冷却装置安装在热处理机械臂上，基板测温装置安装在打印件的基板上，焊枪安装在增材制造机械臂上，将轨迹程序导入到热处理机械臂、增材制造机械臂的控制器中；

[0012] 步骤2，焊枪按照零件分层设计轨迹进行移动并打印，加热装置跟随焊枪对已打印完区域进行扫描加热；

[0013] 步骤3，表面测温装置、基板测温装置检测打印件的实时温度，并将温度数据传输给控制反馈装置；当打印件温度高于热处理温度时，加热装置停止，冷却装置启动对打印件进行整体冷却；当打印件温度低于热处理温度时，冷却装置停止，加热装置启动对打印件进行整体加热；冷却装置与加热装置共同作用，使得打印件温度保持在热处理温度；

[0014] 步骤4，重复步骤2与步骤3直至打印结束，增材制造装置停止工作，加热装置、测温装置、冷却装置作用使最终打印件进行保温；

[0015] 步骤5，待打印件整体热处理时间达到后，关闭加热装置停止加热，冷却装置对打印件整体进行冷却，待打印件冷却至室温，关闭冷却装置。

[0016] 与现有技术相比，本发明的显著优点为：(1) 本发明在电弧增材制造过程中对打印的零件进行热处理，可以有效减少由于凝固速度较快、气泡无法溢出形成的气孔；同时可以在每层打印前，对基底进行温度控制，既能防止打印时温差过大造成打印零件组织变得粗大或具有明显的方向性，改善材料性能，又能防止基板上热积累严重导致零件制造过程中发生塌陷或表面起伏；(2) 本发明将热处理与增材制造过程相结合，在保证增材制造零件质量的同时，提高生产效率。

附图说明

[0017] 图1为电弧增材制造在线热处理流程图。

[0018] 图2为铝合金电弧增材制造在线热处理整体装置图。

[0019] 图3(a)和图3(b)为简单路径水冷装置半剖图及等轴侧视图。

[0020] 图4(a)和图4(b)为简单路径气冷装置半剖图及等轴侧视图。

[0021] 图5(a)和图5(b)为复杂路径气冷装置主视图及等轴侧视图。

[0022] 图6为气冷装置实例图。

[0023] 图中，1为水泵或压缩空气机；2为冷却装置；3为热处理机械臂；4为加热装置；5为测温装置；6为焊枪；7为增材制造机械臂；8为增材制造打印件；9为工作台；10为送丝机；11为CMT焊机；12为氩气瓶；13为基板测温装置；14为控制反馈装置；15为连接块；16为下表面有滑槽的梁；17为滑动杆；18为连接片；19为导向轮；20为气孔板。

具体实施方式

[0024] 为了实现铝合金电弧增材制造过程中对其成形零件进行在线热处理,本发明提供了一种铝合金丝材电弧增材制造在线热处理装置及方法,可在电弧增材制造过程中对其成形零件的形状及组织进行控制和优化,减少缺陷的产生,提高打印零件的质量和性能。

[0025] 在电弧增材制造过程中,增加加热装置、测温装置以及与打印零件相随型的冷却装置。根据所使用的材料性能选择热处理工艺,通过加热装置对打印零件的进行加热达到指定热处理温度;通过测温装置对零件的温度进行实时监测,并将温度信息反馈给加热装置,达到保温效果;通过冷却装置使所需的内部组织得以保存,并在使用随型冷却装置时可对打印零件进行一定程度的矫形。

[0026] 下面结合附图具体说明本发明内容。

[0027] 如图2所示,一种铝合金电弧增材制造在线热处理装置,包括冷却装置2、加热装置4、测温装置、温度控制反馈装置14、热处理机械臂3,测温装置包括表面测温装置5和基板测温装置13,所述冷却装置2、加热装置4和表面测温装置5安装在热处理机械臂3上;

[0028] 加热装置4用于对打印件加热达到指定热处理温度,冷却装置2连接水泵或压缩空气机1,用于打印件降温;测温装置对打印件表面和基板的温度进行实时检测,并将温度信息反馈给温度控制反馈装置14,通过控制加热装置4和冷却装置2,实现打印件温度控制。

[0029] 加热装置4为激光加热、电磁加热或者电弧加热。

[0030] 冷却装置2的冷却方式为水冷、气冷或者两者组合,如图3(a)、图3(b),图4(a)、图4(b),图5(a)、图5(b)所示,分别为简单路径水冷装置,简单路径气冷装置以及复杂路径气冷装置。

[0031] 冷却装置2的冷却板材料为铜板。

[0032] 使用水冷冷却方式时,热处理冷却装置2与打印件随型。采用循环水道保证冷却装置的冷却效果,水冷冷却装置使用热传递方式对打印件进行冷却;

[0033] 使用气冷冷却方式时,热处理冷却装置2连接压缩空气装置,并在冷却装置内表面开有若干排气孔,可对复杂结构打印件进行冷却。

[0034] 如图6所示,热处理冷却装置2包括连接块15、下表面有滑槽的横梁16、滑动杆17、连接片18、导向轮19、气孔板20,连接块15螺接于热处理机械臂3上,连接块15与横梁16连接,滑动杆17可在横梁16下表面滑动,滑动杆17通过连接片18与气冷装置连接,气冷装置通过导向轮19搭载在打印件上,气冷装置连接压缩空气装置,通过气孔板20向打印件吹送冷却气体。

[0035] 如图1所示,一种铝合金电弧增材制造在线热处理方法,包括以下步骤:

[0036] 步骤1,首先将加热装置4、表面测温装置5、冷却装置2安装在热处理机械臂3上,基板测温装置13安装在打印件8的基板上,焊枪6安装在增材制造机械臂7上,将轨迹程序导入到热处理机械臂3、增材制造机械臂7的控制器中;

[0037] 步骤2,焊枪6按照零件分层设计轨迹进行移动并打印,加热装置4跟随焊枪6对已打印完区域进行扫描加热;

[0038] 步骤3,表面测温装置5、基板测温装置13检测打印件8的实时温度,并将温度数据传输给控制反馈装置14;当打印件温度高于热处理温度时,加热装置4停止,冷却装置2启动对打印件8进行整体冷却;当打印件8温度低于热处理温度时,冷却装置2停止,加热装置4启

动对打印件8进行整体加热;冷却装置2与加热装置4共同作用,使得打印件8温度保持在热处理温度;

[0039] 步骤4,待打印部分整体温度稳定后进行下一层打印,重复步骤2与步骤3直至打印结束,增材制造装置停止工作,加热装置4、测温装置、冷却装置2作用使最终打印件8进行保温;

[0040] 步骤5,待打印件8整体热处理时间达到后,关闭加热装置4停止加热,冷却装置2对打印件8整体进行冷却,待打印件8冷却至室温,关闭冷却装置2。

[0041] 下面结合实施例对本发明进行详细说明。

[0042] 实施例

[0043] 铝合金电弧增材制造在线热处理装置包括加热装置、测温装置、冷却装置、热处理机械臂3,测温装置包括表面测温装置5和基板测温装置13,增材制造装置包括焊枪6、增材制造机械臂7、送丝机10、CMT焊机11、氩气瓶12,打印件8的基板放置在工作台9上。

[0044] 如图1所示,电弧增材制造在线热处理方法流程为:

[0045] 步骤一:首先将加热装置4、表面测温装置5、冷却装置2安装在热处理机械臂3上,基板测温装置13安装在打印件的基板8上,焊枪6安装在增材制造机械臂7上,然后将所使用的设备全部打开后,将轨迹程序导入到机械臂3、7的控制器中,并完成调试,准备进行焊接。

[0046] 步骤二:焊枪6按照零件分层设计轨迹进行移动并打印,加热装置4跟随焊枪6对已打印完区域进行扫描加热。

[0047] 步骤三:测温装置检测打印件8的实时温度,并将温度数据传输给控制反馈装置14,并以此来控制加热装置4以及冷却装置2。当打印件温度高于热处理温度时,加热装置4停止,冷却装置2启动对打印件8进行整体冷却;当打印件8温度低于热处理温度时,冷却装置2停止,加热装置4启动对打印件8进行整体加热。在冷却装置2与加热装置4共同作用,让打印件8温度保持在热处理温度。

[0048] 步骤四:待打印部分整体温度稳定后进行下一层打印,重复步骤二与步骤三直至打印结束,增材制造机械臂7移动到安全位置,增材制造装置停止工作,加热装置4、测温装置、冷却装置2作用使最终打印件8进行保温。

[0049] 步骤五:待打印件8整体热处理时间达到后,关闭加热装置4停止加热,冷却装置2对打印件8整体进行冷却,待打印件8冷却至室温,关闭冷却装置2,关闭所有设备,卸除压板取出打印件8。

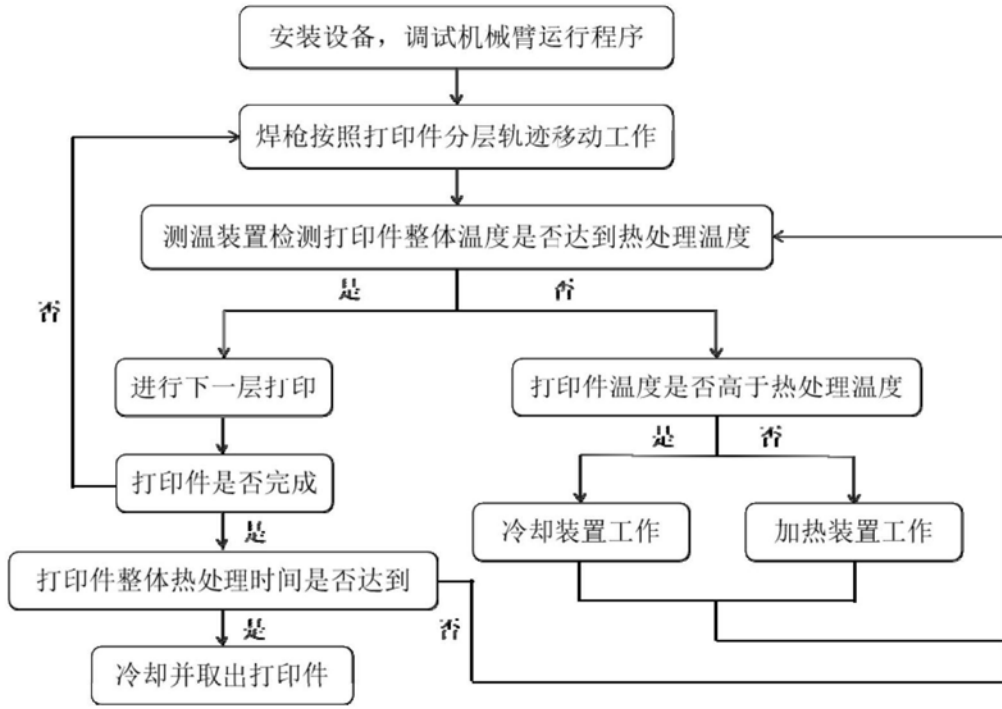


图1

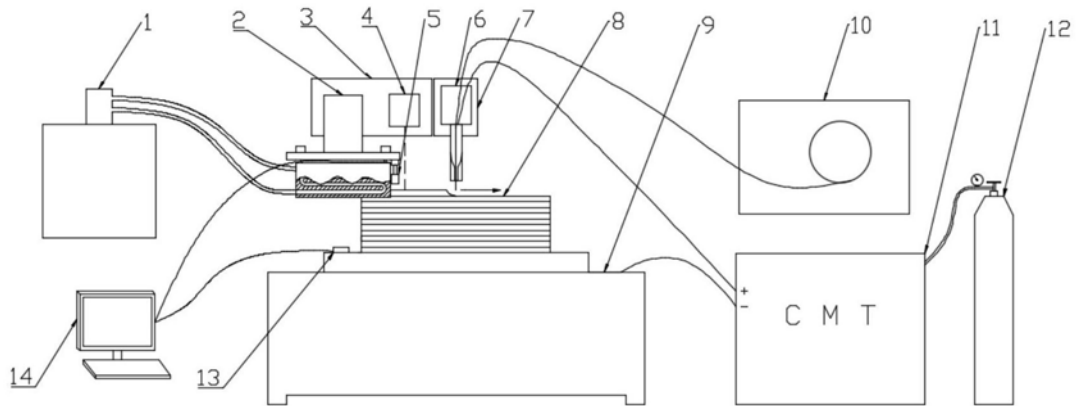


图2

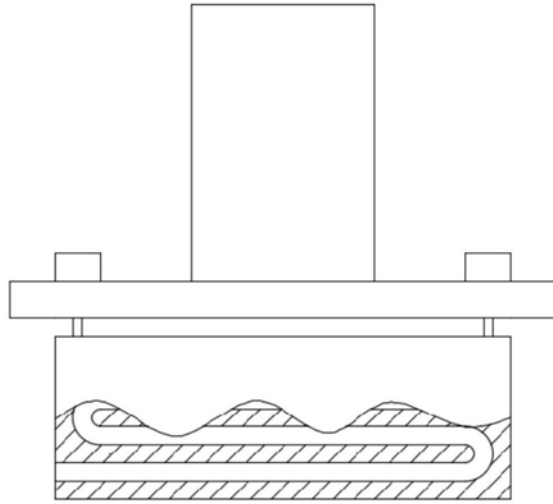


图3 (a)

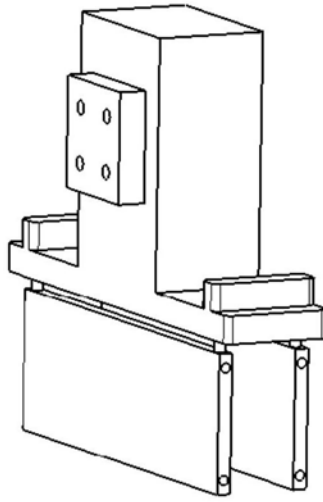


图3 (b)

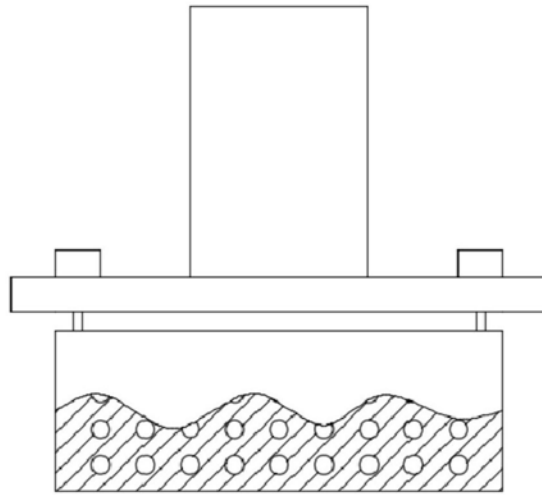


图4 (a)

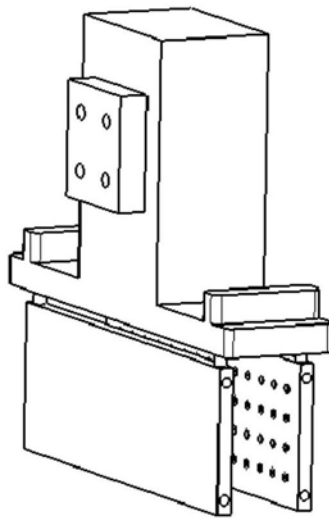


图4 (b)

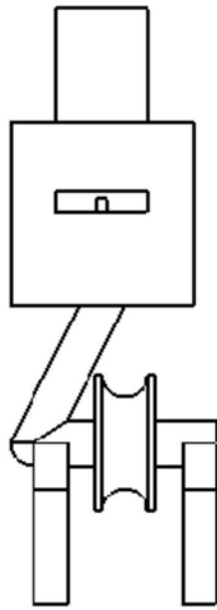


图5 (a)

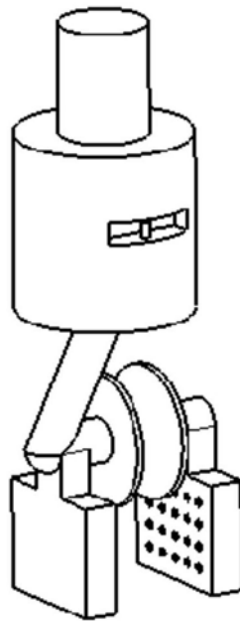


图5 (b)

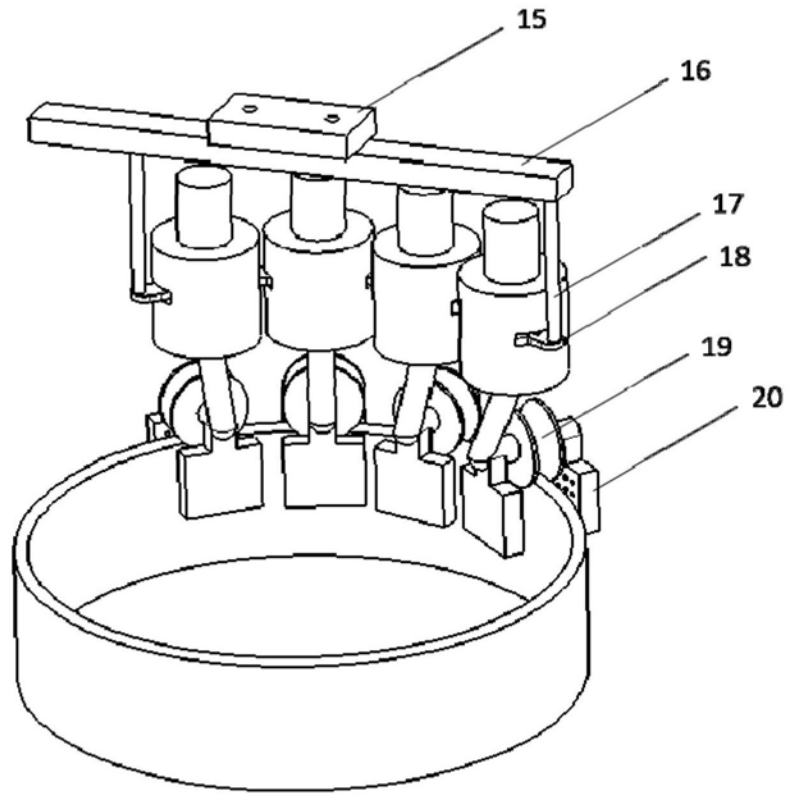


图6