



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106670623 B

(45)授权公告日 2019.02.22

(21)申请号 201710177806.1

(22)申请日 2017.03.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106670623 A

(43)申请公布日 2017.05.17

(73)专利权人 湘潭大学
地址 411105 湖南省湘潭市雨湖区羊牯塘
街道27号

(72)发明人 钱锦文 宋二军 欧艳 肖逸锋
许艳飞 吴靓

(51)Int.Cl.
B23K 9/095(2006.01)
B23K 9/32(2006.01)
B23K 9/04(2006.01)

审查员 常姣姣

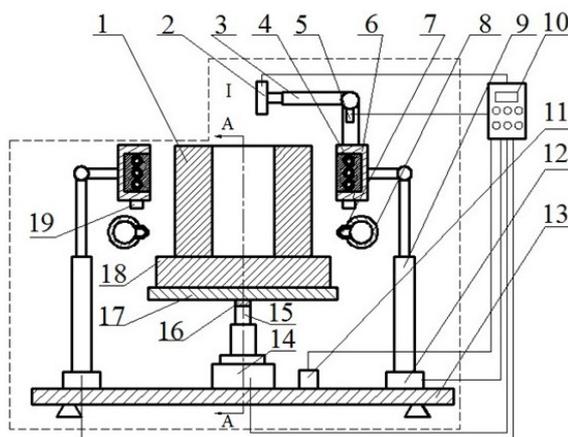
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置

(57)摘要

本发明公开了一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,其特征在于,温度闭环控制结构I主要由红外线测温仪、电磁感应加热装置、冷却装置、液压驱动装置I、液压驱动装置II、第一伺服电机、第二伺服电机、激光测距仪及支承平板等构成,所述的红外线测温仪的测温位置由第一伺服电机控制,用于快速获取每一层堆积完成后表面的温度范围,并将测量值实时传输给主控系统,同时根据预先设定的层间温度,主控系统通过控制电磁感应加热装置、冷却装置对先成形部分的局部施加感应加热及强制冷却作用,从而实现主动控制层间温度的目的。本发明用于电弧增材制造技术领域不仅提高了零件的成形效率、形貌质量及力学性能,且具有控温精度高等优点。



1. 一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,其特征在于,它主要由温度闭环控制结构I及主控系统(10)构成,所述的温度闭环控制结构I主要由红外线测温仪(2)、滚珠丝杆I、电磁感应加热线圈(4)、第一伺服电机(5)、激光测距仪(11)、液压杆I、液压杆II、液压驱动装置I、液压驱动装置II、冷却装置、第二伺服电机(14)、滚珠丝杆II、支承平板(17)、固定卡槽II、基板(18)及底座(13)组成;所述的电磁感应加热线圈(4)沿成形件堆积高度方向的位置通过液压杆I控制,所述的第一伺服电机(5)安装在固定卡槽I的上面,所述的激光测距仪(11)固定在底座(13)上,并与主控系统(10)连接,用于辅助控制支承平板(17)的运动状态,所述的第二伺服电机(14)通过滚珠丝杆II与支承平板(17)相连接,用于调整支承平板(17)沿堆积高度方向每次下降的距离以控制成形过程中堆积层厚的变化,滚珠丝杆II与支承平板(17)之间设置有绝缘隔热层(16)以避免温度变化对滚珠丝杆II的影响,所述的固定卡槽II与液压杆II相连接,所述的冷却装置主要由冷却喷嘴(7)及冷却介质管道(8)组成,所述的冷却喷嘴(7)以螺纹连接的方式分布固定在冷却介质管道(8)的内侧壁上,在所述的冷却介质管道(8)的冷却介质输入端设置有自动控制阀门,并通过主控系统(10)控制阀门的运行状态,所述的冷却介质管道(8)安装在固定卡槽II上使其环绕在成形件周围;所述的基板(18)放置在支承平板(17)上,基板(18)用于承载堆积成形的零件。

2. 根据权利要求1所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,其特征在于:红外线测温仪(2)通过滚珠丝杆I与第一伺服电机(5)相连接,第一伺服电机(5)通过调整红外线测温仪(2)的测温位置以快速获取每一层堆积完成后表面温度的变化,并将测量值实时传输给主控系统(10)。

3. 根据权利要求1所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,其特征在于:固定卡槽I与液压杆I相连接,固定卡槽I的内侧依次设置有磁屏蔽层(23)、橡胶层(24)、绝缘隔热层(25)以包裹在电磁感应加热线圈(4)的周围,并利用固定螺栓(19)对电磁感应加热线圈(4)施加固定作用。

4. 根据权利要求1所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,其特征在于:根据成形件的堆积高度,液压驱动装置I、液压驱动装置II分别通过液压杆I、液压杆II调整电磁感应加热线圈(4)及冷却装置沿成形件堆积高度方向的位置;冷却装置位于电磁感应加热线圈(4)下面的一定距离范围内。

一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置

技术领域

[0001] 本发明属于增材制造技术领域,具体涉及一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置。

背景技术

[0002] 增材制造技术是一种基于离散-堆积原理,在计算机的辅助下,采用送丝或铺粉的方式,以高能束(激光、电子束、等离子、电弧)为热源将熔融原材料逐层熔敷堆积实现零件的无模具、快速成形的制造工艺。电弧增材制造技术是指以电弧(TIG焊、MIG焊、MAG焊或CMT焊)为热源,采用同步送丝的方式用于制造以不锈钢、高强度合金钢及碳钢等为原料的高性能复杂零件的一种工艺。相比于以激光、电子束、等离子为热源的增材制造技术,该技术具有生产效率高、生产成本低、原料利用率高及力学性能好等优点,尤其适用于汽车及航空等领域的大型化、复杂化、轻量化的整体构件的制造。

[0003] 目前,电弧增材制造技术在控形控性方面仍然面临着较大的困难,关键的原因之一在于层间温度的控制。实质上,电弧增材制造过程是一个微铸造的过程,熔池通过由“点-线-面”的过程实现零件的实体制造。在逐层堆积的过程中,先成形部分的热积累量不断增加,导致层间温度升高。当层间温度高于某一临界值时,熔液流动性较强,导致熔池的抗干扰能力极大降低,尤其在成形件边缘部分极易产生“流淌”现象,严重降低了零件的尺寸精度。当层间温度过低时,熔池凝固速度较快,熔液的流动性较低,极易导致层间形成未焊合孔洞缺陷,严重降低了零件的力学性能。因此,在电弧增材制造过程中,有效地控制层间温度是提高零件表面质量及力学性能的关键途径之一。

[0004] 针对上述面临的问题,目前研究者主要采用红外线测温仪及热电偶等仪器,通过增加层间冷却时间的方法控制层间温度的变化,如哈尔滨工业大学张广军教授研究了采用GMAW增材制造技术成形壁形件过程中温度的变化,实验表明:在增材制造过程中,通过增加层间间隔时间控制层间温度的变化范围有利于提高零件的表面质量及尺寸精度,同时,过长地层间冷却时间并不能有效地降低零件的热积累量,且增加了成形件的生产时间(参见Yang D,Wang G,Zhang G.Thermal analysis for single-pass multi-layer GMAW based additive manufacturing using infrared thermography[J].Journal of Materials Processing Technology,2017,244:215-224)。此外,研究者通过加热或强制冷却承载堆积零件的基板以控制层间温度的变化,虽然可在一定程度上提高零件先成形部分的散热速率,降低了层间冷却时间,从而提高了电弧增材制造技术的成形效率,但是,该方法不能形成有效地温度闭环控制系统,同时试验表明,在电弧增材制造过程中,随着堆积层数的增加,零件的散热表面不断增加,当零件的先成形部分堆积到一定高度时,通过基板散失的热量大大降低,导致基板温度的变化对后续堆积层表面温度的影响减弱(参见Zhao H H,Zhang G J,Yin Z Q,et al.A 3D dynamic analysis of thermal behavior during single-pass multi-layer weld-based rapid prototyping[J].Journal of Materials Processing Technology,2011,211(3):488)。因此仅仅通过加热及强制冷却基板的方法控

制层间温度的变化仍然存在极大的局限性。

[0005] 针对目前面临的难题,本发明基于电磁感应加热原理及丝材电弧增材制造技术的成形特点,发明了一种具有温度闭环控制系统的成形装置,该装置不仅具有结构简单、控温精度高及自动化程度高等优点,且能够实现主动控制电弧增材制造层间温度的目的。

发明内容

[0006] 针对目前面临的难题,本发明公开了一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,该装置设计有温度闭环控制系统,在丝材电弧增材制造过程中,随着堆积层数的增加,温度闭环控制系统通过电磁感应加热装置及冷却装置对基板或零件的先成形部分施加感应加热及强制冷却的作用以快速调整层间温度值,从而实现主动控制层间温度的目的。

[0007] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案是:

[0008] 一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,其特征在于:它主要由温度闭环控制结构I及主控系统(10)等构成,温度闭环控制结构I主要由红外线测温仪(2)、滚珠丝杆I、电磁感应加热线圈(4)、第一伺服电机(5)、激光测距仪(11)、液压杆I、液压杆II、液压驱动装置I、液压驱动装置II、冷却装置、第二伺服电机(14)、滚珠丝杆II、支承平板(17)、基板(18)及底座(13)等组成;所述的第一伺服电机(5)安装在固定卡槽I的上面,所述的冷却装置主要由冷却喷嘴(7)及冷却介质管道(8)等组成,所述的冷却喷嘴(7)以螺纹连接的方式分布固定在冷却介质管道(8)的内侧壁上,冷却介质经过冷却喷嘴(7)对先成形件的局部施加强制冷却作用;在所述的冷却介质管道(8)的输入端上设置有自动控制阀门,并通过主控系统(10)控制阀门的运行状态,所述的冷却介质管道(8)安装在固定卡槽II上使其环绕在成形件周围;所述的基板(18)放置在支承平板(17)上,基板(18)用于承载堆积成形的零件。

[0009] 所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,所述的红外线测温仪(2)通过滚珠丝杆I与第一伺服电机(5)相连接,第一伺服电机(5)控制红外线测温仪(2)的测温位置以快速获取每一层堆积完成后表面的温度范围,并将测量值实时传输给主控系统(10)。

[0010] 所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,所述的电磁感应加热线圈(4)采用由铜材料制成的螺线管,所述的电磁感应加热线圈(4)的形状与成形件分层截面的轮廓基本一致,根据成形件的形状特征,电磁感应加热线圈(4)可设计成圆形、矩形及其他特殊形状。

[0011] 所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,所述的固定卡槽I的内侧依次设置有磁屏蔽层(23)、橡胶层(24)、绝缘隔热层(25)以包裹在电磁感应加热线圈(4)的周围,并利用固定螺栓(19)对电磁感应加热线圈(4)施加紧固作用。

[0012] 所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,所述的激光测距仪(11)固定在底座(13)上,并与主控系统(10)连接,用于辅助控制支承平板(17)的运动状态。

[0013] 所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,所述的液压驱动装置I、液压驱动装置II分别通过液压杆I、液压杆II调整电磁感应加热线圈(4)及冷却装置沿成形件堆积高度方向的位置;所述的冷却装置位于电磁感应加热线圈(4)沿成形件堆积高度方向下面的一定距离内。

[0014] 所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,所述的第二伺服电机(14)通过滚珠丝杆II与支承平板(17)相连接,用于调整支承平板(17)每次下降的距离以控制堆积

成形过程中层厚的变化。

[0015] 所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,所述的滚珠丝杆Ⅱ15与支承平板(17)之间设置有绝缘隔热层(16)以避免温度变化对滚珠丝杆的影响。

[0016] 所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,其特征在于:冷却装置采用空气或循环冷却水两种介质。

[0017] 进一步,所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,其特征在于:所述的电弧增材制造技术是指基于MAG焊、MIG焊或CMT焊为热源,采用同步送丝的方式制造以不锈钢、高强度合金钢及碳钢为原料的金属零件的一种成形技术。

[0018] 优选的,所述的电磁感应加热线圈采用由紫铜材料制成的多匝螺线管,匝数根据加热区域的长度确定。

[0019] 优选的,所述的电磁感应加热方式可采用超低频、低频或中频三种感应加热方式。

[0020] 所述的一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置的具体实施方式是:在电弧增材制造过程中,主控系统(10)根据零件模型分层的厚度,通过第二伺服电机(14)调整支承平板(17)每次下降的距离以控制堆积过程中层厚的变化,随着堆积层数的增加,基板(18)及零件的先成形部分依次经过电磁感应加热线圈(4)及冷却装置,在每一层堆积完成后,支承平板(17)下降一个分层厚度的距离,然后第一伺服电机(5)通过滚珠丝杆Ⅰ调整红外线测温仪(2)的测温位置以快速获取整个堆积层表面的温度范围,并将测量的温度值实时传输给主控系统(10),与此同时,根据预先设定的层间温度,主控系统(10)通过控制电磁感应加热线圈(4)及冷却装置对基板及先成形部分的局部施加感应加热或强制冷却作用使层间温度快速达到预先设定的温度,随后开始下一层堆积成形,循环上述步骤,直至实现零件的实体制造。

附图说明

[0021] 图1为本发明一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置的立体示意图。

[0022] 图2为本发明一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置的结构示意图。

[0023] 图3为本发明图2中温度闭环控制结构Ⅰ的A-A方向结构示意图。

[0024] 图4为本发明图2中温度闭环控制结构Ⅰ中固定卡槽Ⅰ处的放大结构示意图。

[0025] 其中,1-堆积零件,2-红外线测温仪,3-滚珠丝杆Ⅰ,4-电磁感应加热线圈,5-第一伺服电机,6-固定卡槽Ⅰ,7-冷却喷嘴,8-冷却介质管道,9-液压杆Ⅰ,10-主控系统,11-激光测距仪,12-液压驱动装置Ⅰ,13-底座,14-第二伺服电机,15-滚珠丝杆Ⅱ,16-绝缘隔热层,17-支承平板,18-基板,19-固定螺栓,20-固定卡槽Ⅱ,21-液压杆Ⅱ,22-液压驱动装置Ⅱ,23-磁屏蔽层,24-橡胶层,25-绝缘隔热层。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图及实施例对本发明进一步详细说明。

[0027] 如附图所示,一种主动控制电弧增材制造层间温度的装置,其特征在于,它主要有温度闭环控制结构Ⅰ及主控系统(10)等构成,温度闭环控制结构Ⅰ主要由红外线测温仪(2)、滚珠丝杆Ⅰ、电磁感应加热线圈(4)、第一伺服电机(5)、激光测距仪(11)、液压杆Ⅰ、液压杆Ⅱ、液压驱动装置Ⅰ、液压驱动装置Ⅱ、冷却装置、第二伺服电机(14)、滚珠丝杆Ⅱ、支承平板

(17)、基板(18)及底座(13)等构成,所述的第一伺服电机(5)安装在固定卡槽I的上面,用于控制红外线测温仪(2)的测温位置,所述的冷却装置主要由冷却喷嘴(7)及冷却介质管道(8)等组成,所述的冷却喷嘴(7)以螺纹连接的方式分布固定在冷却介质管道(8)的内侧壁上,冷却介质经过冷却喷嘴(7)对先成形件的局部施加强制冷却作用;在所述的冷却介质管道(8)的输入端上设置有自动控制阀门,并通过主控系统(10)控制阀门的运行状态,所述的冷却介质管道(8)安装在固定卡槽II上使其环绕在成形件周围;所述的基板(18)放置在支承平板(17)上,基板(18)用于承载堆积成形的零件。

[0028] 所述的红外线测温仪(2)与滚珠丝杆I相连接,第一伺服电机(5)通过滚珠丝杆I控制红外线测温仪(2)的测温位置以快速获取每一层堆积完成后表面温度的变化。

[0029] 所述的电磁感应加热线圈(4)通过固定卡槽I固定在零件先成形部分的周围,对处于电磁感应加热线圈(4)中紧邻堆积层顶部的部分区域施加感应加热以使层间温度快速达到预先设定的层间温度,电磁感应加热线圈(4)与液压杆I相连接,液压驱动装置I通过液压杆I控制电磁感应加热线圈4沿堆积高度方向的位置以保证电磁感应加热线圈(4)对紧邻堆积层顶部的部分区域施加感应加热作用。

[0030] 所述的固定卡槽I的内侧依次设置有磁屏蔽层(23)、橡胶层(24)、绝缘隔热层(25)以包裹在电磁感应加热线圈(4)的周围,并利用固定螺栓(19)对电磁感应加热线圈(4)施加紧固作用;

[0031] 所述的冷却介质管道(8)通过固定卡槽II固定在零件先成形部分的周围,液压驱动装置II通过液压杆II调整冷却介质管道(8)的位置以控制冷却介质对先成形件局部施加强制冷却作用,从而使层间温度快速降到预先设定的层间温度值。

[0032] 所述的第二伺服电机(14)通过滚珠丝杆II控制支承平板(17)的运动状态以控制堆积过程中堆积层厚度的变化,滚珠丝杆II与支承平板(17)之间设置有绝缘隔热层(16);所述的激光测距仪(11)用于辅助调整支承平板(17)的运动状态。

[0033] 所述的主控系统(10)与红外线测温仪(2)相连接,红外线测温仪(2)将测量的温度值实时传输给主控系统(10),主控系统(10)根据预先设定的层间温度值,通过电磁感应加热线圈(4)及冷却装置对零件的先成形部分施加感应加热及强制制冷却作用以使堆积层表面温度迅速到达预先设定的层间温度值,从而实现主动控制电弧增材制造层间温度的目的。

[0034] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改仍属于本发明的保护范围。

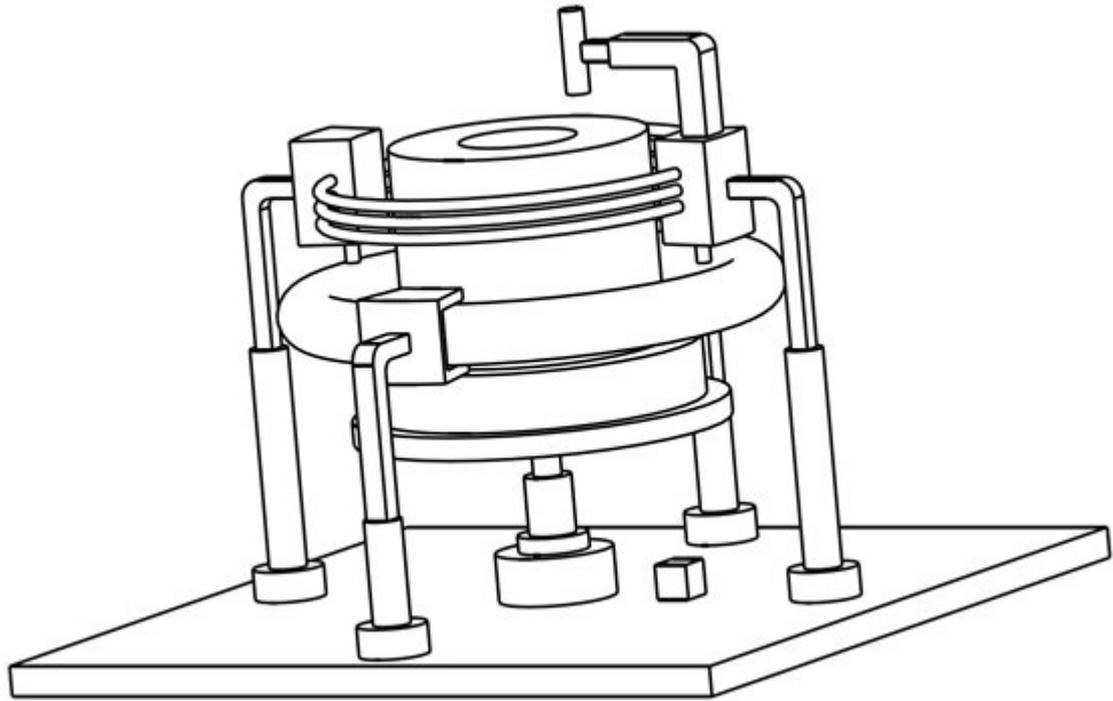


图1

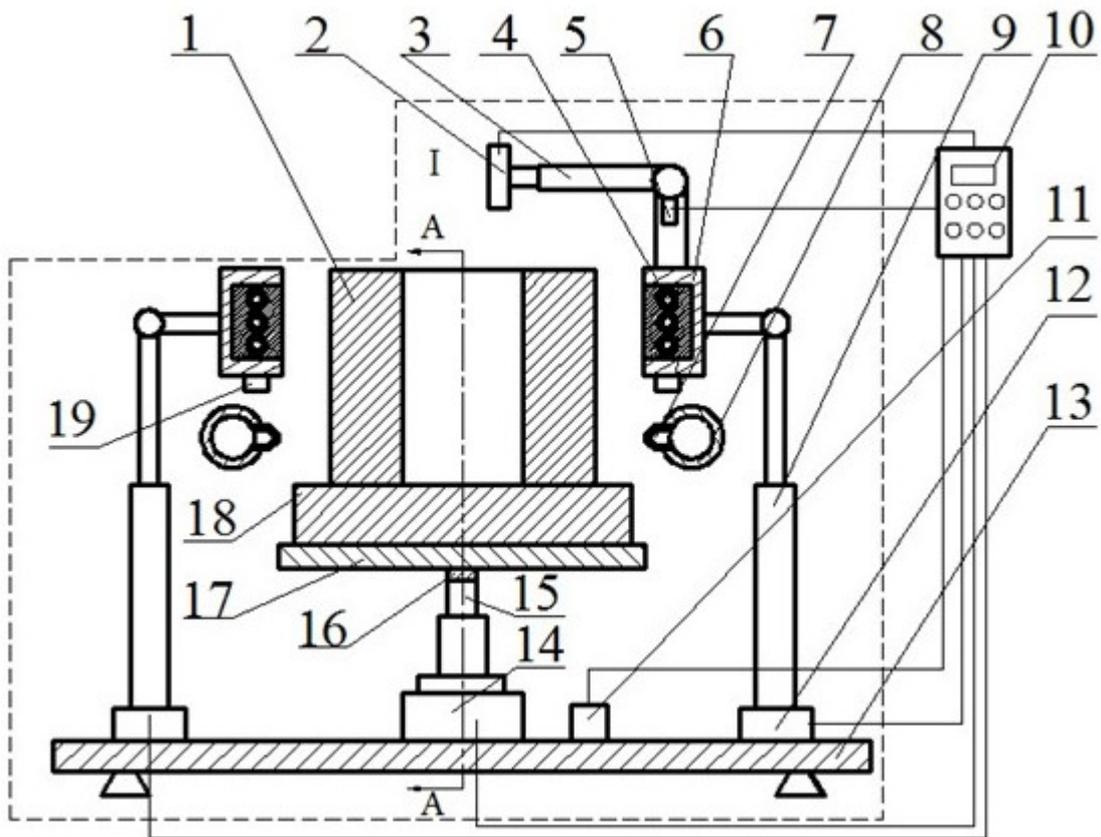


图2

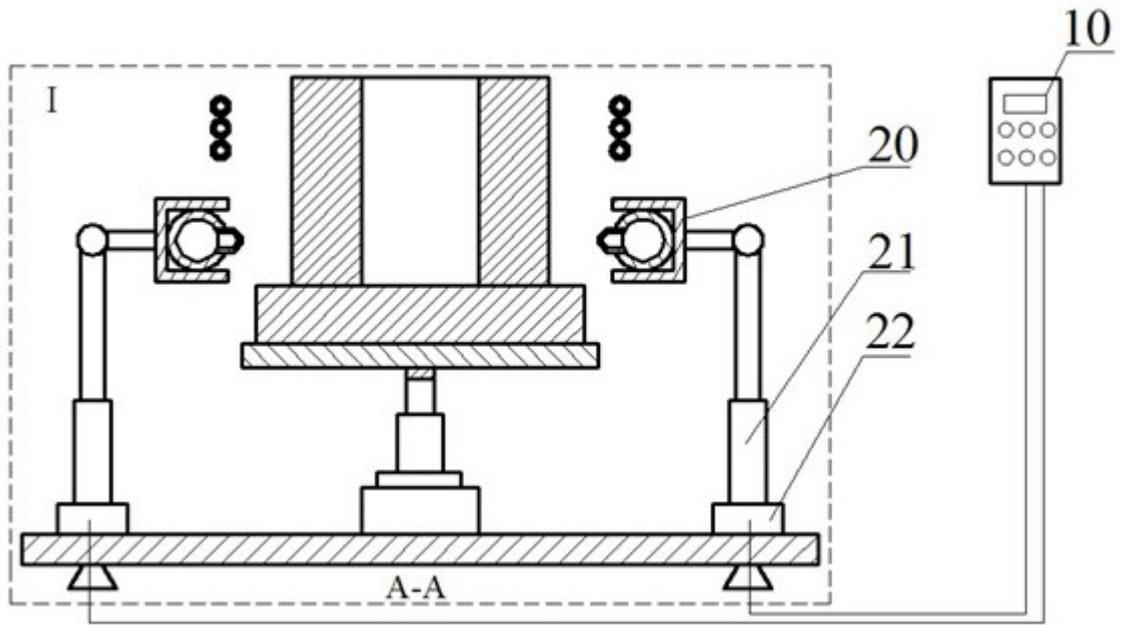


图3

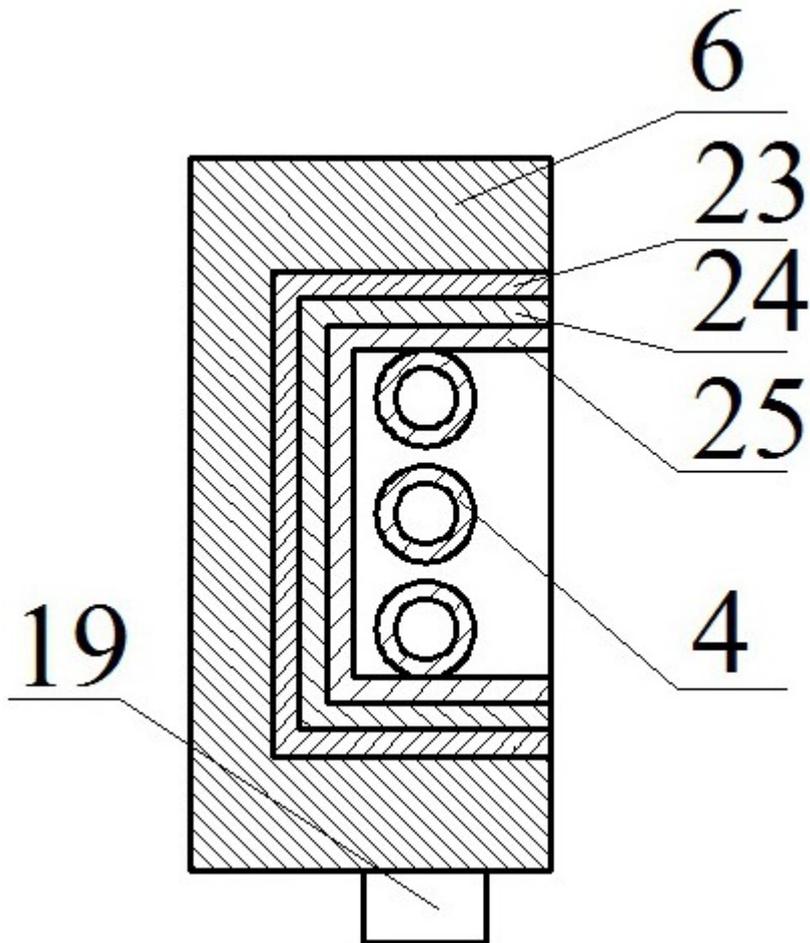


图4