



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208328076 U

(45)授权公告日 2019.01.04

(21)申请号 201820875494.1

(22)申请日 2018.06.07

(73)专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街
114号

(72)发明人 赵吉宾 胡太友 乔红超 孙博宇
陆莹 吴嘉俊

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 王倩

(51)Int.Cl.

G21D 10/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

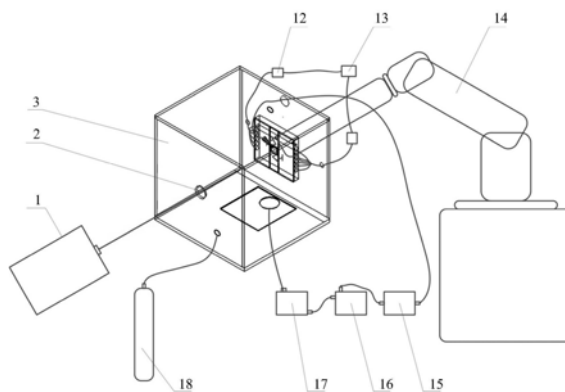
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)实用新型名称

一种高温激光冲击强化装置

(57)摘要

本实用新型涉及一种高温激光冲击强化装置,所述的高温激光冲击强化装置包括激光器、运动平台、加热平台、温控装置、保护气发生装置、约束层循环装置和快速夹紧装置等。本实用新型装置结构简单、适用范围广,便于组装和操作,成本低廉,实验温度可控且伴有气体防氧化保护,可以实现更优的高温激光冲击强化实验效果。



1. 一种高温激光冲击强化装置,其特征在于包括:激光器(1)、运动平台、加热平台、温控装置和保护气发生装置;

所述加热平台上设有温控装置;所述加热平台通过保护气发生装置与所述运动平台连接;所述激光器(1)的出光口与加热平台相对。

2. 根据权利要求1所述的一种高温激光冲击强化装置,其特征在于,所述加热平台包括加热棒(11)和加热板(8);所述加热板(8)上设有加热棒(11),并固定在运动平台上。

3. 根据权利要求2所述的一种高温激光冲击强化装置,其特征在于,所述加热棒(11)为多个,排列于加热板(8)内。

4. 根据权利要求1或2所述的一种高温激光冲击强化装置,其特征在于,所述加热平台上设有夹紧装置;所述夹紧装置包括夹钳(4)、工件支撑架(7)和连接板(9);所述工件支撑架(7)和连接板(9)并列设于加热板(8)上,所述工件支撑架(7)上固定有工件(5),所述连接板(9)上设有用于固定工件的夹钳(4)。

5. 根据权利要求2所述的一种高温激光冲击强化装置,其特征在于,所述温控装置包括顺序连接的温度传感器(10)、数显控制器(13)和交流接触器(12);所述温度传感器设于加热板(8)上;所述交流接触器与加热棒(11)连接。

6. 根据权利要求1所述的一种高温激光冲击强化装置,其特征在于,所述保护气发生装置包括气瓶(18)和保护罩(3);所述保护罩(3)内设置加热平台,所述保护罩(3)外部与运动平台连接;保护罩(3)外设有气瓶(18);所述气瓶(18)通过气管与保护罩(3)内相通。

7. 根据权利要求6所述的一种高温激光冲击强化装置,其特征在于,所述保护罩(3)的底板与运动平台相连,与底板相对的一侧设有平面光学玻璃(2);所述激光器(1)发出的激光通过光学玻璃(2)照射至工件(5)上。

8. 根据权利要求1所述的一种高温激光冲击强化装置,其特征在于,还包括约束层循环装置;所述约束层循环装置包括顺序连接的油箱(17)、油泵(16)、电动流量控制阀(15)、喷嘴(6),所述喷嘴(6)出口与工件(5)相对。

9. 根据权利要求8所述的一种高温激光冲击强化装置,其特征在于,所述油箱(17)连有漏斗,所述漏斗设于工件(5)下方。

一种高温激光冲击强化装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种激光加工技术领域,具体的说是一种温度可控且抗氧化的高温激光冲击强化装置。

背景技术

[0002] 激光冲击强化是诞生于上世纪70年代的一种表面强化技术,它利用激光诱导的等离子体爆轰波对靶材冲击,属于表面冷处理工艺的一种。靶材经激光冲击强化处理后,会在表层产生残余压应力场和微结构演变晶粒细化层,可改善材料的抗疲劳性能。但激光冲击强化形成的微观组织是一种非平衡结构,处于热力学上的亚稳定状态。经过激光冲击强化后的试件,其产生的残余压应力和微观组织结构在高温环境下非常容易发生松弛和退化,已经得到强化的材料表面性能将会显著降低,这严重限制了该技术在高温使役环境中的应用。为了提高激光冲击强化技术的高温稳定性,美国普渡大学研究人员在2010年提出了高温激光冲击强化的概念。高温激光冲击强化需要先将工件加热到一定温度,然后再对其进行冲击强化处理,它结合了激光冲击强化和动态应变时效的双重优势,可以使表面微结构产生应变时效效应,在致密位错周围产生高密度的析出物,并对其进行扎钉,从而提高材料的高温稳定性。高温激光冲击强化技术的一个关键指标就是工件表面温度,只有将工件温度稳定在设定值才能达到预期的效果,因此准确的控制工件温度是完成实验室研究和工业应用的前提,此外高温环境下加工的金属材料在空气中很容易发生氧化而影响其性能,所以对工件的抗氧化处理也是非常有必要的。

[0003] 目前常通过热传导或感应线圈来对工件进行加热,通过红外测温探头测定工件温度,通过计算机系统完成温度控制。例如专利号为CN104195295A的专利提出了一种热影响区可控的激光温喷丸表面强化方法及装置,装置通过感应线圈、红外探头和计算机系统来完成工件的加热、测温和控制。这种方法虽然可以控制金属材料的表面温度和热影响区深度,但对于工件形状和尺寸的依赖性大,当工件的形状尺寸发生较大变化后,如由平面变为复杂曲面后,该装置就不能准确的测量和控制工件表面不同高度位置的温度。而且该装置结构相对复杂,成本较高,灵活性较差,这对于装置的应用推广是不利的。

[0004] 本专利将加热棒嵌入加热板,通过热传导完成工件的加热,通过温度传感器,交流接触器和数显控制器来完成加热过程的闭环控制。装置结构简单紧凑,成本低廉,应用范围广。

[0005] 目前金属在高温环境下加工时常通过镀膜或喷涂来防止被氧化,但这些方法并不适用于激光冲击强化技术,因为:(1)工件在进行激光冲击强化处理时,需要在表面覆盖一层用来吸收激光能量的吸收层,而抗氧化膜或抗氧化涂层的存在会妨碍吸收层的紧密贴合,而影响强化效果;(2)工件在进行激光冲击强化处理时,还需要覆盖一层约束等离子体冲击波的约束层,通常采用水或硅油,约束层的存在可能与抗氧化层物质发生作用,使其剥落,而无法起到抗氧化效果;(3)激光冲击强化过程中可以产生GPa乃至TPa量级的等离子冲击波,在冲击波的作用下抗氧化层很容易被损坏,而无法起到抗氧化效果。

[0006] 通过对国内外文献进行检索,目前还没有发现温度可控且抗氧化的高温激光冲击强化装置,本实用新型为首次提出该装置。

实用新型内容

[0007] 本实用新型的目的是针对现有的高温激光冲击强化设备结构复杂、成本高,且不具备抗氧化功能的问题,实用新型一种温度可控且抗氧化的高温激光冲击强化装置。

[0008] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:一种高温激光冲击强化装置,包括:激光器、运动平台、加热平台、温控装置和保护气发生装置;

[0009] 所述加热平台上设有温控装置;所述加热平台通过保护气发生装置与所述运动平台连接;所述激光器的出光口与加热平台相对。

[0010] 所述加热平台包括加热棒和加热板;所述加热板上设有加热棒,并固定在运动平台上。

[0011] 所述加热棒为多个,排列于加热板内。

[0012] 所述加热平台上设有夹紧装置;所述夹紧装置包括夹钳、工件支撑架和连接板;所述工件支撑架和连接板并列设于加热板上,所述工件支撑架上固定有工件,所述连接板上设有用于固定工件的夹钳。

[0013] 所述温控装置包括顺序连接的温度传感器、数显控制器和交流接触器;所述温度传感器设于加热板上;所述交流接触器与加热棒连接。

[0014] 所述保护气发生装置包括气瓶和保护罩;所述保护罩内设置加热平台,所述保护罩外部与运动平台连接;保护罩外设有气瓶;所述气瓶通过气管与保护罩内相连通。

[0015] 所述保护罩的底板与运动平台相连,与底板相对的一侧设有平面光学玻璃;所述激光器发出的激光通过光学玻璃照射至工件上。

[0016] 一种高温激光冲击强化装置,还包括约束层循环装置;所述约束层循环装置包括顺序连接的油箱、油泵、电动流量控制阀、喷嘴,所述喷嘴出口与工件相对。

[0017] 所述油箱连有漏斗,所述漏斗设于工件下方。

[0018] 本实用新型具有以下有益效果及优点:

[0019] (1) 通过温度传感器、交流接触器、数显控制器、加热棒和加热板实现温度的闭环控制,使工件温度始终稳定在设定值,保证了高温激光冲击强化的效果。

[0020] (2) 气瓶、气管和保护罩等组成的保护气发生装置,可以使工件在加工过程中始终处于保护气的保护之中,可以避免工件在高温环境下发生氧化,

[0021] (3) 采用支撑架和快速夹钳组成的快速夹紧装置可以实现工件的快速定位和夹紧,配合使用镊子夹取工件可以避免加热板烫伤操作人员。

[0022] (4) 约束层循环装置采用恒压油泵和流量控制阀,可以保证约束层的稳定输出。

[0023] (5) 本装置功能全面,结构简单紧凑,成本低廉。

[0024] (6) 本专利采用惰性气体保护以防止金属表面氧化,保护气发生装置使工件在加工过程中始终处于惰性气体的保护下,不仅实现了金属的抗氧化处理,还具有结构简单,便于操作的优点。

附图说明

[0025] 图1为本实用新型的温度可控且防氧化高温激光冲击强化装置的结构示意图。

[0026] 图2为图1中夹紧装置和加热装置部分的局部放大示意图。

[0027] 图3为本实用新型的支撑架和工件相对位置图。

[0028] 图4为本实用新型的温控系统的闭环控制流程图。

[0029] 图中:1.脉冲激光器;2.平面光学玻璃;3.保护罩;4.夹钳;5.工件;6.喷嘴;7.支撑架;8.加热板;9.连接板;10.温度传感器;11.加热棒;12.交流接触器;13.数显控制器;14.六轴联动机械手;15.电动流量控制阀;16.恒压油泵;17.油箱;18.气瓶。

具体实施方式

[0030] 下面结合实施例对本实用新型做进一步的详细说明。

[0031] 一种温度可控且防氧化的高温激光冲击强化装置,所述的高温激光冲击强化装置至少包括激光器、运动平台、加热平台、温控装置和保护气发生装置。所述的加热平台包括加热棒和加热板,加热棒和加热板间隙配合装配在一起,加热板通过螺栓固接在保护罩上,保护罩通过螺栓固接在运动平台上,与固定有加热板相对的一侧保护罩上,设有平面光学玻璃,该平面光学玻璃为全透镜,激光可以直接通过该平面光学玻璃作用于工件。加热板由加热棒加电产生的热量进行加热;温控装置包括温度传感器、数显控制器和交流接触器,温度传感器一端通过螺纹连接在加热板上,以测定加热板的温度,另一端夹装在数显控制器上,以实现信号的转化并显示出实时温度,交流接触器一端与加热棒连接,另一端与数显控制器连接,整个温度控制形成一个闭环,可以实现对加热板温度的准确控制,电源线两级分别连接在数显控制器和交流接触器上为整个温控装置和加热棒供电;保护气循环装置包括气瓶、保护罩(保护罩有两个作用,一是为加热的工件提供隔离的气体环境,二是防止约束层物质(约束层液体,如硅油)向外界迸溅,并收集约束层物质通过油管输送给油箱)和气管等,气瓶、保护罩和气管之间通过管螺纹连接以增加密封性,保护罩上加工有进气口和排气口,以保证保护气完全充满整个保护罩。本专利采用的保护气发生装置,可以使工件在加工过程中始终处于气体的保护下,不仅实现了金属的防氧化处理,还具有结构简单,便于操作的优点。所述装置还可以包括约束层循环装置。约束层物质为耐高温的液体,约束层装置包括油箱、恒压油泵、电动流量控制阀、油管、喷头,它们之间采用管螺纹连接以增加密封性。

[0032] 所述装置还可以包括快速夹紧装置。快速夹紧装置包括快速夹钳、工件支撑架和连接板,支撑架通过螺栓连接在加热板上,快速夹钳通过螺栓先固定在连接板上,再将连接板固定在加热板上。

[0033] 所述温控装置中数显控制器通过比较设定温度和测定温度的大小来控制交流接触器的通断,从而决定加热棒的工作状态。当测量温度小于设定温度时,交流接触器始终闭合,加热棒加电,加热板温度升高,直到测量温度到达设定温度时,交流接触器断开,加热棒下电停止加热,从而实现对加热板温度的控制。

[0034] 加热板通过保护罩底板与运动平台相连,保护罩底板上加工有供喷头和加热棒引线穿过的通孔,待喷头和引线位置固定好后,再在孔缝隙中加装密封塞,以防止加工过程中有大量空气进入保护罩。

[0035] 采用闭环的温控装置以准确控制激光冲击强化时工件的温度,采用保护气发生装

置使工件在加工过程中周围始终充满保护气,以避免工件在高温环境下快速氧化。它包括以下步骤:

[0036] A) 开启激光器进行预热,打开保护罩,使用镊子将涂有黑漆吸收层的工件放置在支撑架上,并用快速夹钳夹紧,调节喷油嘴位置使其对准工件,关闭保护罩。

[0037] B) 调整运动平台,使激光器对准待冲击区域。

[0038] C) 打开气瓶阀门,使保护罩中充满保护气。

[0039] D) 在数显控住器上设定加热温度,并给加热棒加电。

[0040] E) 开启恒压油泵并调节至适当压力,开启流量控制阀并调节流量使喷油厚度大约在2mm左右。

[0041] F) 调整激光器参数,待加热温度稳定在设定值后,开启激光器关闸和运动平台,按照指定轨迹进行高温激光冲击强化处理。

[0042] G) 冲击过程结束后,关闭激光器、运动平台和恒压油泵,加热棒下电,打开保护罩,取出工件,最后关闭气瓶。

[0043] 实施例一。

[0044] 如图1、2所示。

[0045] 一种温度可控且抗氧化的高温激光冲击强化设备,它至少包括:激光器、运动平台、加热平台、温控装置和保护气发生装置。所述的加热平台包括加热棒和加热板,加热板上加工有供安装加热棒的盲孔、供安装温度传感器的螺纹孔和供安装在运动平台上的通孔,其中加热棒和加热板间隙配合装配在一起,加热板通过螺栓固接在运动平台上,加热板由加热棒加电产生的热量进行加热;温控装置包括温度传感器、数显控制器和交流接触器,温度传感器一端通过螺纹连接在加热板上,以测定加热板的温度,另一端夹装在数显控制器上,以实现信号的转化并显示出实时温度,交流接触器一端与加热棒连接,另一端与数显控制器连接,控制器通过比较设定温度和测定温度的大小来控制交流接触器的通断,从而决定加热棒的工作状态,进而实现对加热板温度的控制,整个温度控制形成一个闭环,可以实现对加热板温度的准确控制,电源线两级分别连接在数显控制器和交流接触器上为整个温控装置和加热棒供电;保护气循环装置包括气瓶、保护罩和气管等,气瓶、保护罩和气管之间通过管螺纹连接以增加密封性,保护罩上加工有进气口和排气口,以保证保护气完全充满整个保护罩。

[0046] 装置还可以包括约束层循环装置。约束层装置包括油箱、恒压油泵、电动流量控制阀、油管、喷头,它们之间采用管螺纹连接以增加密封性。约束层循环装置可以保证约束层的稳定输出。

[0047] 装置还可以包括快速夹紧装置。快速夹紧装置包括快速夹钳、工件支撑架和连接板,其中支撑架的尺寸需要根据工件的尺寸来确定,且使支撑架打孔尺寸略大于工件尺寸,支撑架通过螺栓连接在加热板上,快速夹钳通过螺栓先固定在连接板上,再将连接板固定在加热板上。快速夹紧装置不仅可以实现工件的快速定位和夹紧,配合使用镊子夹取工件可以避免加热板烫伤操作人员。

[0048] 温控装置中数显控制器通过比较设定温度和测定温度的大小来控制交流接触器的通断,从而决定加热棒的工作状态。当测量温度小于设定温度时,交流接触器始终闭合,加热棒加电,加热板温度升高,直到测量温度到达设定温度时,交流接触器断开,加热棒下

电停止加热,从而可以实现对加热板温度的准确控制。

[0049] 加热板通过保护罩底板与运动平台相连,其中保护罩底板材料为高熔点的金属,如密度较低的铝,保护罩底板上加工有供喷头和加热棒引线穿过的通孔,待喷头和引线位置固定好后,再在孔缝隙中加装密封塞,以防止加工过程中有大量空气进入保护罩。

[0050] 一种温度可控且防氧化的高温激光冲击强化装置,它包括脉冲激光器1;K9平面光学玻璃2;保护罩3;快速夹钳4;工件5;喷嘴6;支撑架7;加热板8;连接板9;温度传感器10;加热棒11;交流接触器12;数显控制器13;六轴联动机械手14;电动流量控制阀15;恒压油泵16;油箱17;气瓶18。涂有黑漆的工件放置在支撑架上,以实现快速定位,快速夹钳利用死点位置将工件夹紧在加热板上,支撑架通过螺栓固定在加热板上,快速夹钳通过螺栓固定在连接板上,连接板再通过螺栓固定在加热板上,加热板通过螺栓固定在在保护罩底板上,保护罩底板通过螺栓固定在运动平台(六轴联动机械手)上,运动平台带动工件实现空间移动;加热棒与加热板间隙配合装配在一起,加热棒通过热传导给加热板提供热量,温度传感器一端通过螺纹连接在加热板上,以测定加热板的温度,另一端夹装在数显控制器上,以实现信号的转化并显示出实时温度,交流接触器一端与加热棒连接,另一端与数显控制器连接,控制器通过比较设定温度和测定温度的大小来控制交流接触器的通断,从而决定加热棒的工作状态,进而实现对加热板温度的控制;气瓶的排气口连接有气管,气管另一端连接在保护罩的进气口上,气瓶、气管和保护罩之间通过管螺纹连接以增加密封性;油箱一端连接在保护罩底部的排油口,以收集喷嘴喷出的油液,另一端连接在恒压油泵上,恒压油泵另一端连接在电动流量控制阀上,油液经过恒压油泵和流量控制阀后由喷嘴均匀喷出,保护罩、油箱、恒压油泵、电动流量控制阀、喷头和油管之间通过管螺纹连接以增加密封性,装置如图1-3所示。

[0051] 实施例二。

[0052] 如图1-4所示。

[0053] 一种温度可控且防氧化的高温激光冲击强化方法,其采用闭环控制的温控装置,可以准确控制激光冲击强化时工件的温度,采用保护气发生装置,可以使工件在加工过程中周围始终充满保护气,能有效避免工件在高温环境下快速氧化,同时快速夹紧装置可以实现工件的快速定位和夹紧,约束层循环装置采用恒压油泵和电动流量控制阀,保证了约束层的稳定输出。本实用新型装置结构简单、成本低廉、适用范围广,可以实现更优的高温激光冲击强化实验效果。它包括以下基本操作步骤:

[0054] A) 开启激光器进行预热,打开保护罩,使用镊子将涂有黑漆吸收层的工件放置在支撑架上,并用快速夹钳夹紧,调节喷油嘴位置使其对准工件,关闭保护罩。

[0055] B) 调整运动平台,使激光器对准待冲击区域。

[0056] C) 打开气瓶阀门,使保护罩中充满保护气。

[0057] D) 在数显控住器上设定加热温度,并给加热棒加电。

[0058] E) 开启恒压油泵并调节至适当压力,开启流量控制阀并调节流量使喷油厚度大约在2mm左右。

[0059] F) 调整激光器参数,待加热温度稳定在设定值后,启动激光器关闸和运动平台,按照指定轨迹进行高温激光冲击强化处理。

[0060] G) 冲击过程结束后,关闭激光器、运动平台和恒压油泵,加热棒下电,打开保护罩,

取出工件,最后关闭气瓶。

[0061] 以GH4169镍基合金为例,基本操作步骤如下:

[0062] A) 开启激光器进行预热,打开保护罩,使用镊子将涂有黑漆吸收层的GH4169镍基合金工件放置在支撑架上,并用快速夹钳夹紧,调节喷油嘴位置使其对准工件,关闭保护罩。

[0063] B) 调整运动平台,使激光器对准待冲击区域。

[0064] C) 打开气瓶阀门,使保护罩中充满保护气。

[0065] D) 在数显控温器上设定加热温度为240℃,并给加热棒加电。

[0066] E) 开启恒压油泵并调节至1.1GPa,开启流量控制阀并调节流量使喷油厚度大约在2mm左右。

[0067] F) 调整激光器的单脉冲能量为6J,脉冲频率为1Hz,待加热温度稳定在240℃,启动激光器关闸和运动平台,按照指定轨迹进行高温激光冲击强化处理。

[0068] G) 冲击过程结束后,关闭激光器、运动平台和恒压油泵,加热棒下电,打开保护罩,取出GH4169镍基合金工件,最后关闭气瓶。

[0069] 使用该方法对GH4169镍基合金进行高温激光冲击强化后,表面显微硬度较基材增加了22%,表面材料氧含量为0.07%;而采用无闭环温度控制和无防氧化装置获得的GH4169镍基合金试样,其表面显微硬度较基材增加了17%,表面材料含氧量为0.13%,这说明一种温度可控且防氧化的高温激光冲击强化设备可以获得更好的强化效果。

[0070] 本实用新型未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

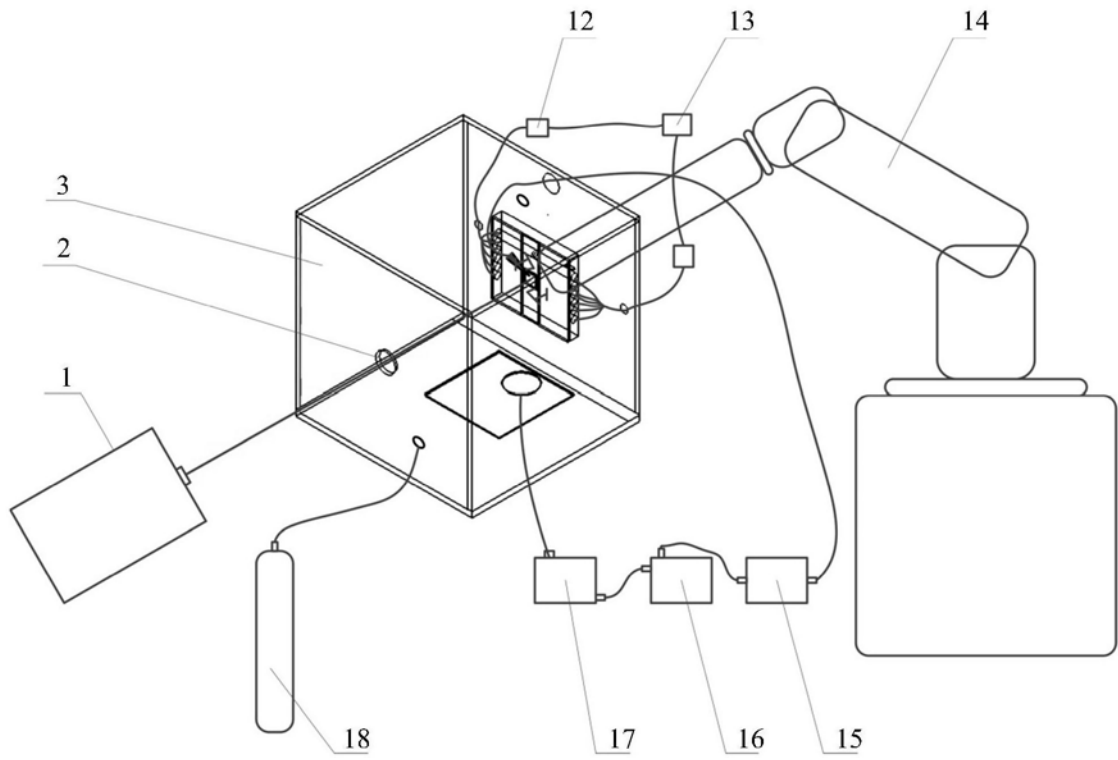


图1

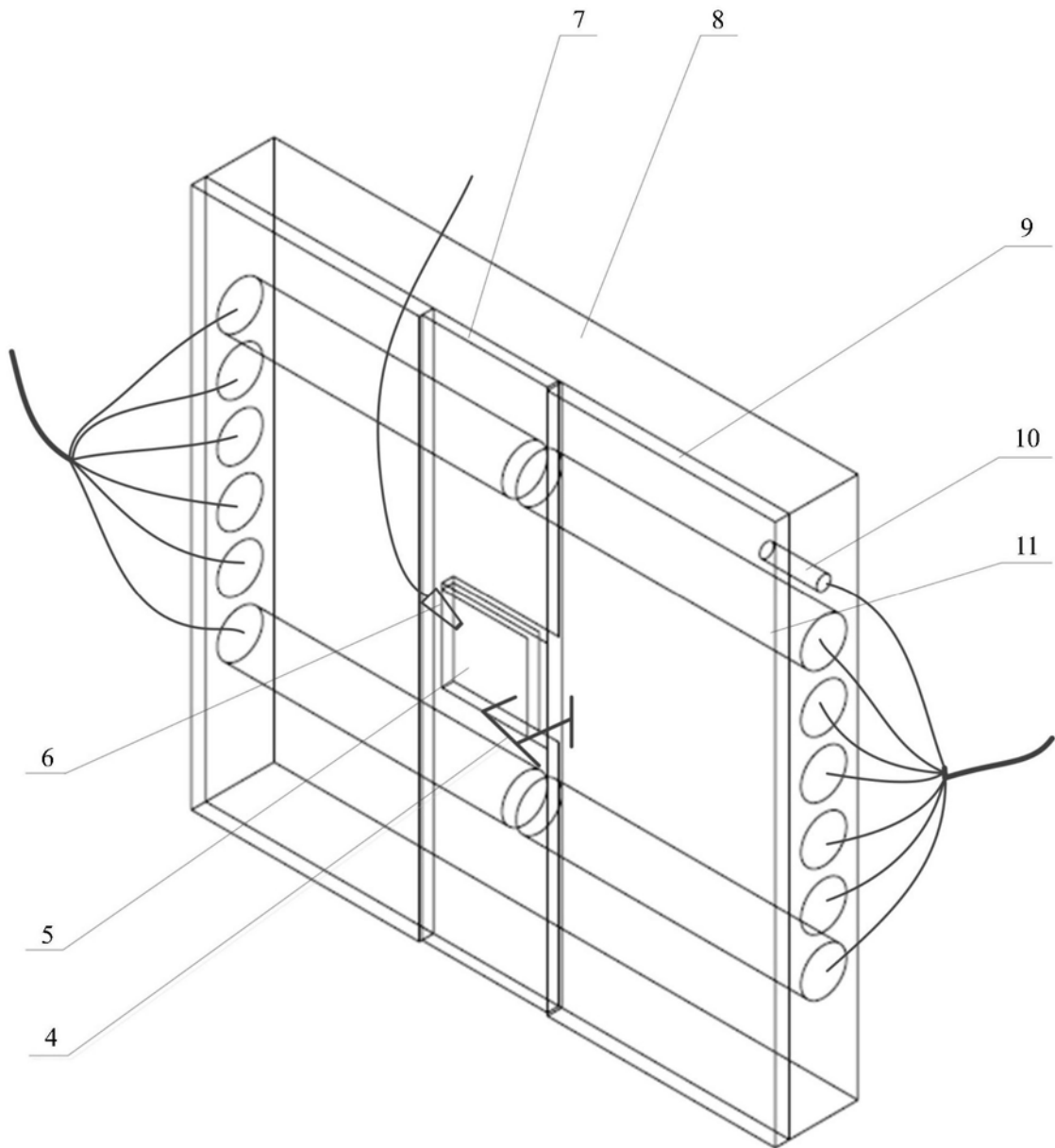


图2

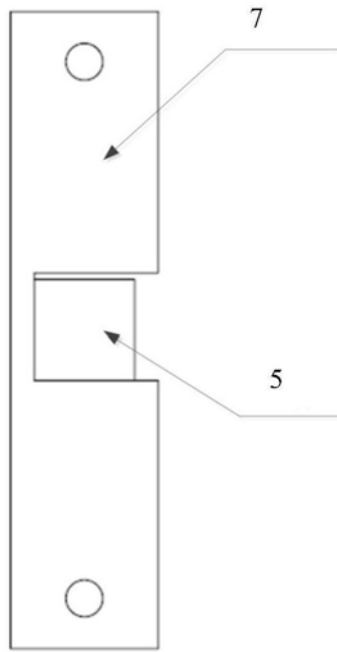


图3

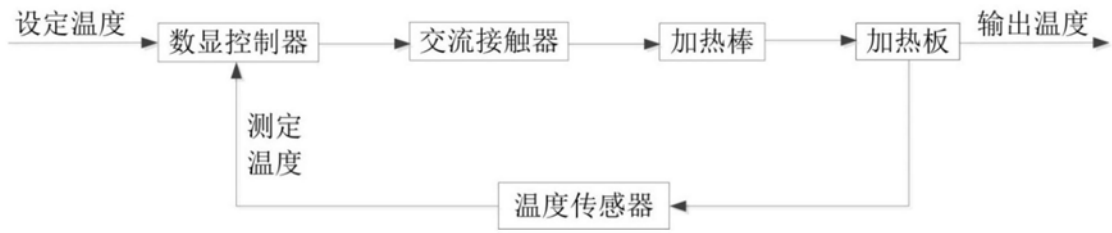


图4