



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104353832 B

(45)授权公告日 2016.10.05

(21)申请号 201410579830.4

审查员 徐美新

(22)申请日 2014.10.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104353832 A

(43)申请公布日 2015.02.18

(73)专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381号

(72)发明人 王迪 白玉超 杨永强

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有  
限公司 44245

代理人 罗观祥

(51)Int.Cl.

B22F 3/105(2006.01)

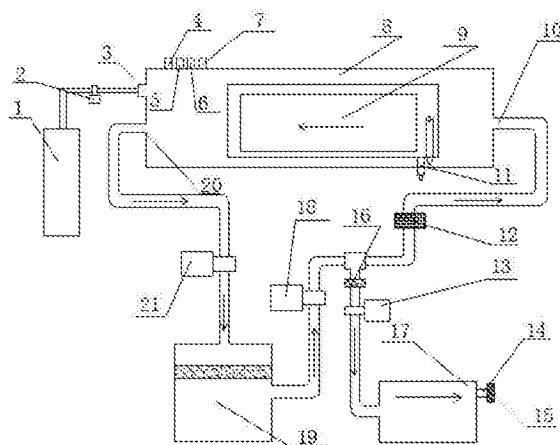
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环  
净化方法及设备

(57)摘要

本发明公开了一种金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环净化方法及设备,成型室的两端分别设有进、出气口,进、出气口通过气体循环管道连接;在气体循环管道上设有第一气动蝶阀、粉尘净化器、第二气动蝶阀、除水干燥器;在第二气动蝶阀与除水干燥器之间的气体循环管道上设有一个分支管路,该分支管路的末端连接真空泵,分支管路上设有分子筛和真空管道电磁阀;成型室连接惰性气体源。本发明可以在加工进行之前将成型室内氧含量降低到要求范围,加工过程中启动气体循环净化,保持成型室内气体纯净度;引入压力检测和含氧量检测,使加工过程中得含氧量和压强时刻处于合理范围内。提高了3D打印机的成型效率和质量,保证了加工过程的安全可靠。



1. 一种金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环净化的方法,其特征在于如下步骤:

(一)除氧步骤

启动3D打印机,工控机启动除氧程序,关闭密封门(9),密封门检测传感器(11)检测到密封门关闭到位,开启压力传感器(7),开启气泵(22)、测氧仪(23);

接着启动真空泵(17),当成型室(8)内部压强降低到-20kPa时,停止真空泵(17),开启保护气进气口电磁阀(3),开始冲入保护气体,当成型室(8)内压强超过15kPa时,关闭进气管道调压阀(2),开启排气口电磁阀(4),当成型室(8)内压强降低到3kPa时关闭排气口电磁阀(4);

工控机读取测氧仪(23)数据,如果氧气含量降低到设定值下限,则由工控机开启气体循环控制程序,即成型室(8)内的保护气体开始通过气体循环管道进行循环;如果成型室(8)内的氧气含量未达到所需设定值,则再打开真空泵(17)使成型室(8)内部压强降低至-20kPa,继续循环上述过程直至成型室(8)内含氧量降低到设定值下限;

(二)循环净化步骤

当成型室(8)内含氧量降低到设定值的下限,则由工控机开启气体循环控制程序,即成型室(8)内的保护气体开始通过气体循环管道进行循环;打开第一气动蝶阀(21)和第二气动蝶阀(18),启动粉尘净化器(19);

如果成型室(8)内压强在3-15kPa内,含氧量在100ppm以内,则由工控机启动加工程序;如果成型室(8)内压强超过15kPa,则启动排气口电磁阀(4)直至压力降至3kPa后关闭排气口电磁阀(4),若成型室(8)内含氧量高于100ppm,打开保护气进气口电磁阀(3)和排气口电磁阀(4),直至成型室(8)内含氧量降低至设定值的下限后关闭排气口电磁阀(4)和保护气进气口电磁阀(3),工控机启动加工程序。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于所述加工程序的步骤如下:

当成型室(8)内含氧量和压强符合设定值,工控机启动加工程序;工控机启动气体循环控制程序,即成型室(8)内的保护气体开始通过气体循环管道进行循环;

打开测氧仪进气口电磁阀(5)、气泵(22)、测氧仪(23)、测氧仪出气口电磁阀(6)、压力传感器(7),3D打印机开始对零件进行加工,实时检测成型室(8)内含氧量和压强,直至加工结束,零件冷却5分钟后,取出零件和粉末加工完成。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,还包括一个在除氧步骤和循环净化步骤中使用的金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环净化设备,

其包括成型室(8),在成型室(8)的一端设有出气口(10),另一端设有进气口(20);

所述出气口(10)与进气口(20)通过气体循环管道连接;

在进气口(20)与出气口(10)之间的气体循环管道上,依次设有第一气动蝶阀(21)、粉尘净化器(19)、第二气动蝶阀(18)、除水干燥器(12);

在第二气动蝶阀(18)与除水干燥器(12)之间的气体循环管道上还设有一个分支管路,该分支管路的末端连接真空泵(17),在分支管路的接口处与真空泵(17)的管路上设有分子筛(16)和真空管道电磁阀(13);

在成型室(8)的侧壁上设置有一个保护气进气口电磁阀(3),保护气进气口电磁阀(3)通过设有进气管道调压阀(2)的管路连接惰性气体源(1);

所述成型室(8)的顶部还设有排气口电磁阀(4)、测氧仪进气口电磁阀(5)、测氧仪出气

口电磁阀(6)、压力传感器(7)；

所述测氧仪进气口电磁阀(5)通过管路连接气泵(22)；

所述测氧仪出气口电磁阀(6)通过管路连接测氧仪(23)；

所述气泵(22)通过管路与测氧仪(23)连接；

所述测氧仪(23)连接测氧仪显示器(24)；所述压力传感器(7)连接压力传感器显示器(25)。

4. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于：所述成型室(8)的前端设置有密封门(9)。

5. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于：成型室(8)的底部设有密封门检测传感器(11)。

6. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于：所述真空泵(17)包括一个真空泵排气口消音器(15)，该真空泵排气口消音器(15)通过真空泵排气口(14)连接真空泵(17)。

## 一种金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环净化方法及设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及选区激光熔化加工成型设备,尤其涉及一种金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环净化方法及设备。

### 背景技术

[0002] 选区激光熔化加工成型过程中,需要通过高纯氮气、氩气等惰性气体进行保护。在激光聚焦后对金属粉末的加工过程中,成型室大量烟雾的产生大大削弱氮气的保护作用,同时,大量烟雾附着到金属粉末上,将直接影响各层金属粉末表面对于激光能量的吸收,并最终影响金属成型件的质量。因此,有必要对成型室气体进行循环净化。

[0003] SLM成型需要完全熔化金属材料,金属材料与氧接触发生氧化,甚至会燃烧(如纯钛粉末),材料中有C、Si、Mn、Ti、Ca等元素时,他们与氧气的结合更容易形成稳定杂质相。

[0004] 通过对不锈钢粉末(新粉、旧粉)、纯钛粉末分别在氮气和氩气保护条件下进行成型实验,发现激光与粉末发生作用瞬间都会产生烟雾。观察发现使用新的不锈钢粉末产生烟雾明显减少,纯钛粉末产生黑烟比较新不锈钢粉末产生黑烟少。烟雾的主要来源是金属粉末中的C元素、低熔点合金元素以及杂质元素燃烧、气化造成,粉末的长期反复使用对烟雾问题的程度有累积作用,即新的不锈钢粉末虽然产生少量烟雾,但黑烟对粉末产生污染,长期累积造成激光与粉末作用时产生烟雾越来越严重。目前所有的厂商或者科研机构还无法从根本上解决烟雾问题。烟雾存在的主要负面作用包括:(1)污染透光镜片;(2)污染粉末;(3)污染铺粉导轨;(4)污染成型室内壁。

[0005] 首先,烟雾存在一个很严重的后果是对透镜镜片产生污染,特别是低速扫描时,激光能量输入大,产生的烟雾量也大,烟雾很快在透光镜片粘上一层黑烟粉末,导致激光透过镜片时的功率衰减严重,大部分激光能量以热能的方式作用在镜片上,镜片会很快发热、发烫,直到爆裂。烟雾对透光镜片污染严重时,导致激光入射到粉床表面的功率不足,粉末熔化不充分,成型过程必须反复停机手工清除透镜片上的烟雾,所以黑烟污染透光镜片后对SLM的成型效率和成型件质量等方面影响很大。其次,烟雾产生后小部分被保护气吹到粉床以外,大部分仍然飘落到没有使用的粉床表面,与粉末混合在一起,加重了粉末的污染程度。再次,目前SLM设备多采用半开放式铺粉导轨安装方式,即由于铺粉臂的存在,导致了成型室与铺粉导轨之间存在细长的开口,加工过程中扬起的粉尘和黑烟会进入导轨内部引起导轨润滑性降低,甚至导致导轨的磨损,从而使导轨精度降低直至无法使用。最后,加工过程产生的黑烟一部分被保护气吹走,其余部分会粘附在成型室内壁,特别是观察窗口内壁。随着黑烟的累积,在下次加工时会有部分黑烟脱落,一部分飘落到粉末上污染粉末,一部分飘落到成型面上影响加工质量。而粘附在观察窗口侧的黑烟会严重影响对加工过程的监控。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点和不足,提供一种金属3D打印机密封

舱气氛除氧及循环净化方法及设备。与工控机结合使用可自动对成型室除氧、调节气压和气体循环净化功能。

[0007] 本发明通过下述技术方案实现：

[0008] 一种金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环净化设备，包括成型室8，所述成型室8的一端设有，另一端设有进气口20；所述成型室8的前端设置有密封门9，成型室8的底部设有密封门检测传感器11。

[0009] 所述出气口10与进气口20通过气体循环管道连接；

[0010] 在进气口20与出气口10之间的气体循环管道上，依次设有第一气动蝶阀21、粉尘净化器19、第二气动蝶阀18、除水干燥器12；

[0011] 在第二气动蝶阀18与除水干燥器12之间的气体循环管道上还设有一个分支管路，该分支管路的末端连接真空泵17，在分支管路的接口处与真空泵17的管路上设有分子筛16和真空管道电磁阀13；

[0012] 在成型室8的侧壁上设置有一个保护气进气口电磁阀3，保护气进气口电磁阀3通过设有进气管道调压阀2的管路连接惰性气体源1。

[0013] 所述成型室8的顶部还设有排气口电磁阀4、测氧仪进气口电磁阀5、测氧仪出气口电磁阀6、压力传感器7；

[0014] 所述测氧仪进气口电磁阀5通过管路连接气泵22；所述测氧仪出气口电磁阀6通过管路连接测氧仪23；所述气泵22通过管路与测氧仪23连接。

[0015] 所述测氧仪23连接测氧仪显示器24；所述压力传感器7连接压力传感器显示器25。

[0016] 所述真空泵17包括一个真空泵排气口消音器15，该真空泵排气口消音器15通过真空泵排气口14连接真空泵17。

[0017] 一种金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环净化的方法，采用如下步骤：

[0018] (一)除氧步骤

[0019] 启动3D打印机，工控机启动除氧程序，关闭密封门7，密封门检测传感器11检测到密封门关闭到位，开启压力传感器4，开启气泵22、测氧仪23；

[0020] 接着启动真空泵17，当成型室8内部压强降低到-20kPa时，停止真空泵17，开启保护气进气口电磁阀3，开始冲入保护气体，当成型室8内压强超过15kPa时，关闭进气管道调压阀2，开启排气口电磁阀4，当成型室8内压强降低到3kPa时关闭排气口电磁阀4；

[0021] 工控机读取测氧仪23数据，如果氧气含量降低到设定值下限，则由工控机开启气体循环控制程序，即成型室8内的保护气体开始通过气体循环管道进行循环；如果成型室8内的氧气含量未达到所需设定值，则再打开真空泵17使成型室8内部压强降低至-20kPa，继续循环上述过程直至成型室8内含氧量降低到设定值下限；

[0022] (二)循环净化步骤

[0023] 当成型室8内含氧量降低到设定值的下限，则由工控机开启气体循环控制程序，即成型室8内的保护气体开始通过气体循环管道进行循环；打开第一气动蝶阀21和第二气动蝶阀18，启动粉尘净化器19；

[0024] 如果成型室8内压强在3-15kPa内，含氧量在100ppm以内，则由工控机启动加工程序；如果成型室8内压强超过15kPa，则启动排气口电磁阀4直至压力降至3kPa后关闭排气口电磁阀4，若成型室8内含氧量高于100ppm，打开保护气进气口电磁阀3和排气口电磁阀4，直

至成型室8内含氧量降低至设定值的下限后关闭排气口电磁阀4和保护气进气口电磁阀3,工控机启动加工程序。

[0025] 所述加工程序的步骤如下:

[0026] 当成型室8内含氧量和压强符合设定值,工控机启动加工程序;工控机启动气体循环控制程序,即成型室8内的保护气体开始通过气体循环管道进行循环;

[0027] 打开测氧仪进气口电磁阀5、气泵22、测氧仪23、测氧仪出气口电磁阀6、压力传感器4,3D打印机开始对零件进行加工,实时检测成型室8内含氧量和压强,直至加工结束,零件冷却5分钟后,取出零件和粉末加工完成。

[0028] 本发明相对于现有技术,具有如下的优点及效果:

[0029] 1、本发明的气体循环保护系统采用了抽真空装置(包括真空泵17、真空管道电磁阀13、真空泵排气口消音器15等)、供气装置(进气管道调压阀2、惰性气体源1)和气体循环系统(气体循环管道的管路上连接的各部件)。加工开始之前先通过抽真空装置和供气装置将成型室内气体含氧量降低到预设水平。然后开启气体循环系统,气体循环系统通过烟尘净化器将成型室内的含尘量较大的气体净化后从另一端重新通入成型室,这样不仅节省了保护气体的使用量从而降低了加工成本,而且可以大大减少排入空气中的烟尘,降低了空气污染。

[0030] 2、本发明包含氧气检测装置、压力检测装置。工控机实时检测成型室内氧气含量和气体压力,当氧气含量超过预设的最高值时启动除氧程序,除氧系统开始工作,直到氧气含量降低到预设水平以下;当压力超过预设的最大值时,工控机启动排气程序,当压力降低到预设水平以下时停止排气。该两个装置的使用能够为激光选区熔化成型过程提供安全、低氧的环境,提高成型质量。

[0031] 3、本发明可以大大降低密封舱内气体含氧量,同时采用气体循环净化装置,可以大大减少活性金属如铝合金、钛合金用气量和成型质量,从而降低了加工成本。

[0032] 4、采用气动蝶阀控制漏粉口管道和真空管道,减少了电学元件的使用,从而减少了对加工过程的电磁干扰,进一步保障了成型过程的顺利进行。

[0033] 5、采用压力检测装置和氧气检测装置,实时检测密封舱内气体压强和含氧量,并将检测数据发送到工控机,工控机通过对该数据的处理,发出相应指令,从而保证加工过程的稳定性。

## 附图说明

[0034] 图1为本发明结构示意图;其中,成型室为密封型。

[0035] 图2为氧气检测装置和压力检测装置示意图。

## 具体实施方式

[0036] 下面结合具体实施例对本发明作进一步具体详细描述。

[0037] 实施例

[0038] 如图1、2所示。本发明金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环净化设备,包括工控机(图中未示出)成型室8,所述成型室8的一端设有,另一端设有进气口20;所述成型室8的前端设置有密封门9,成型室8的底部设有密封门检测传感器11用于检测密封门是否关闭。密

封门检测传感器11采用霍尔传感器保证成型室8的密封性,保证加工之前密封门9处于密封闭合状态。

[0039] 所述出气口10与进气口20通过气体循环管道连接;

[0040] 在进气口20与出气口10之间的气体循环管道上,依次设有第一气动蝶阀21、粉尘净化器19、第二气动蝶阀18、除水干燥器12;

[0041] 第一气动蝶阀21和第二气动蝶阀18采用压缩气体控制蝶阀的开闭,分别用于控制气体循环管道进气和出气的开闭;当气体开始循环时,第一气动蝶阀21和第二气动蝶阀18打开,成型室8内的高粉尘量气体从进气口20进入粉尘净化器19,经过过滤的保护气体经过除水干燥器12干燥处理后从出气口10进入成型室8,完成一个循环。

[0042] 在第二气动蝶阀18与除水干燥器12之间的气体循环管道上还设有一个分支管路,该分支管路的末端连接真空泵17,在分支管路的接口处与真空泵17的管路上设有分子筛16和真空管道电磁阀13;在加工之前,打开真空管道电磁阀13,启动真空泵17,成型室8内高含氧量气体通过出气口10经过分子筛16去除气体中的粉尘,再通过真空管道电磁阀13进入真空泵17,然后排出成型室8外。当进行正常加工时,关闭真空泵17和真空管道电磁阀13。

[0043] 真空泵17用于抽取成型室8内保护气体并排出,使成型室8内压力降到要求水平,从而降低一部分含氧量。

[0044] 真空管道电磁阀13用于控制真空泵17与成型室8的导通。

[0045] 在成型室8的侧壁上设置有一个保护气进气口电磁阀3,保护气进气口电磁阀3通过设有进气管道调压阀2的管路连接惰性气体源1。惰性气体源1用于向成型室8内加工过程中提供保护气体,如氮气、氩气等。

[0046] 所述成型室8的顶部还设有排气口电磁阀4、测氧仪进气口电磁阀5、测氧仪出气口电磁阀6、压力传感器7;

[0047] 排气口电磁阀4用于排出成型室8内过多气体,保证成型室8内气压稳定在3-15kPa。当正常运行时,排气口电磁阀4处于关闭状态。

[0048] 测氧仪进气口电磁阀5和测氧仪出气口电磁阀6,用于控制测氧仪23工作时气体的进出。

[0049] 压力传感器7的感应端与成型室8内部空间接触。压力传感器7实时检测成型室8内部压强,并通过压力传感器显示器25显示出来,同时将监测数据传递到工控机,工控机根据获取的信息控制成型室8内气压维持在正常范围内。

[0050] 所述测氧仪进气口电磁阀5通过管路连接气泵22;所述测氧仪出气口电磁阀6通过管路连接测氧仪23;所述气泵22通过管路与测氧仪23连接。

[0051] 当开始检测成型室8内气体含氧量时,首先打开测氧仪进气口电磁阀5和测氧仪出气口电磁阀6,然后打开气泵22(微型),然后打开测氧仪23,此时测氧仪显示器24开始实时显示气体中的含氧量。工控机通过测氧仪23的测量数据控制除氧。

[0052] 气泵22用于促进成型室8(密封舱)内气体流经测氧仪。

[0053] 所述测氧仪23连接测氧仪显示器24;所述压力传感器7连接压力传感器显示器25。

[0054] 所述真空泵17包括一个真空泵排气口消音器15,该真空泵排气口消音器15通过真空泵排气口14连接真空泵17。

[0055] 金属3D打印机密封舱气氛除氧及循环净化的方法,可通过如下步骤实现:

[0056] (一)除氧步骤

[0057] 启动3D打印机,工控机启动除氧程序,关闭密封门7,密封门检测传感器11检测到密封门关闭到位,开启压力传感器4,开启气泵22、测氧仪23;

[0058] 接着启动真空泵17,当成型室8内部压强降低到-20kPa时,停止真空泵17,开启保护气进气口电磁阀3,开始冲入保护气体,当成型室8内压强超过15kPa时,关闭进气管道调压阀2,开启排气口电磁阀4,当成型室8内压强降低到3kPa时关闭排气口电磁阀4;

[0059] 工控机读取测氧仪23数据,如果氧气含量降低到设定值下限,则由工控机开启气体循环控制程序,即成型室8内的保护气体开始通过气体循环管道进行循环;如果成型室8内的氧气含量未达到所需设定值,则再打开真空泵17使成型室8内部压强降低至-20kPa,继续循环上述过程直至成型室8内含氧量降低到设定值下限;

[0060] (二)循环净化步骤

[0061] 当成型室8内含氧量降低到设定值的下限,则由工控机开启气体循环控制程序,即成型室8内的保护气体开始通过气体循环管道进行循环;打开第一气动蝶阀21和第二气动蝶阀18,启动粉尘净化器19;

[0062] 如果成型室8内压强在3-15kPa内,含氧量在100ppm以内,则由工控机启动加工程序;如果成型室8内压强超过15kPa,则启动排气口电磁阀4直至压力降至3kPa后关闭排气口电磁阀4,若成型室8内含氧量高于100ppm,打开保护气进气口电磁阀3和排气口电磁阀4,直至成型室8内含氧量降低至设定值的下限后关闭排气口电磁阀4和保护气进气口电磁阀3,工控机启动加工程序。

[0063] 所述加工程序的步骤如下:

[0064] 当成型室8内含氧量和压强符合设定值,工控机启动加工程序;工控机启动气体循环控制程序,即成型室8内的保护气体开始通过气体循环管道进行循环;

[0065] 打开测氧仪进气口电磁阀5、气泵22、测氧仪23、测氧仪出气口电磁阀6、压力传感器4,3D打印机开始对零件进行加工,实时检测成型室8内含氧量和压强,直至加工结束,零件冷却5分钟后,取出零件和粉末,清理干净成型室8和粉瓶内粉末,复位3D打印机各电机,关闭各装置,关闭工控机,加工完成。

[0066] 如上所述,便可较好地实现本发明。

[0067] 本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。



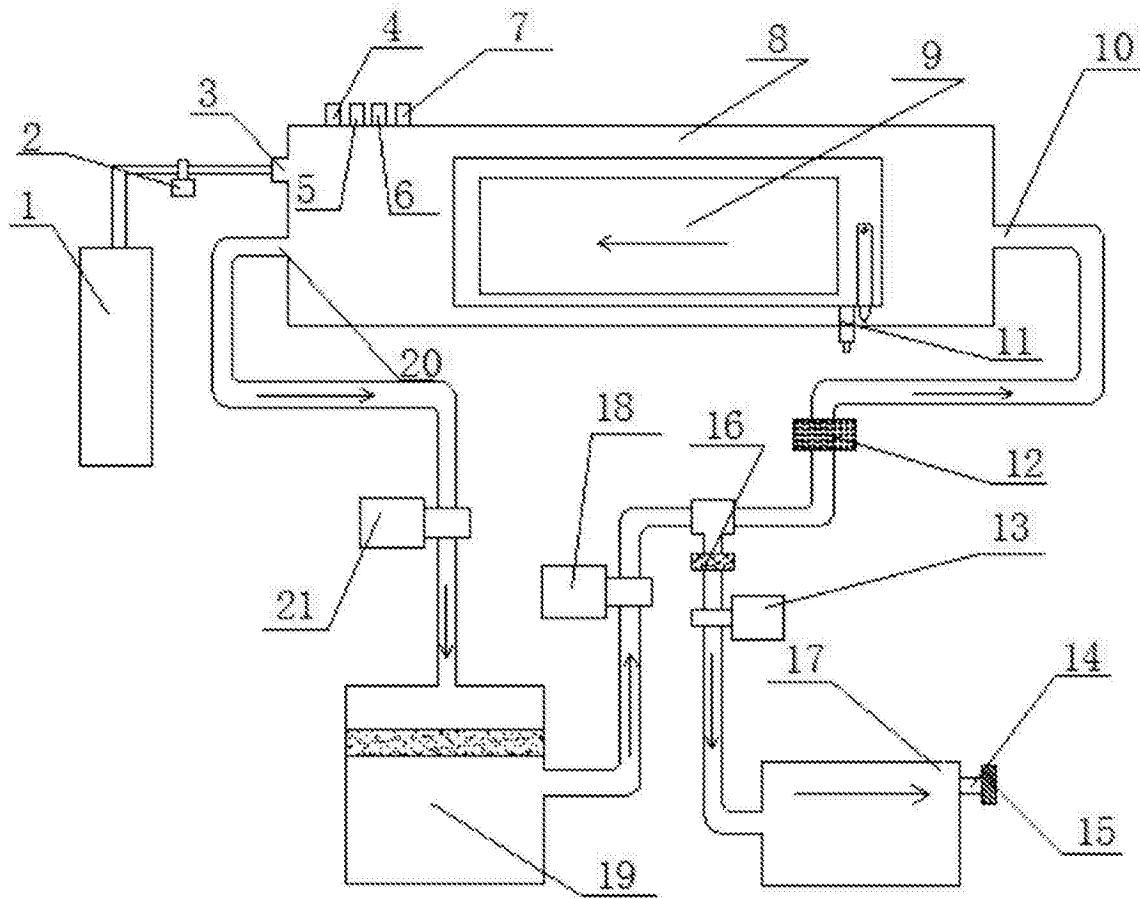


图1

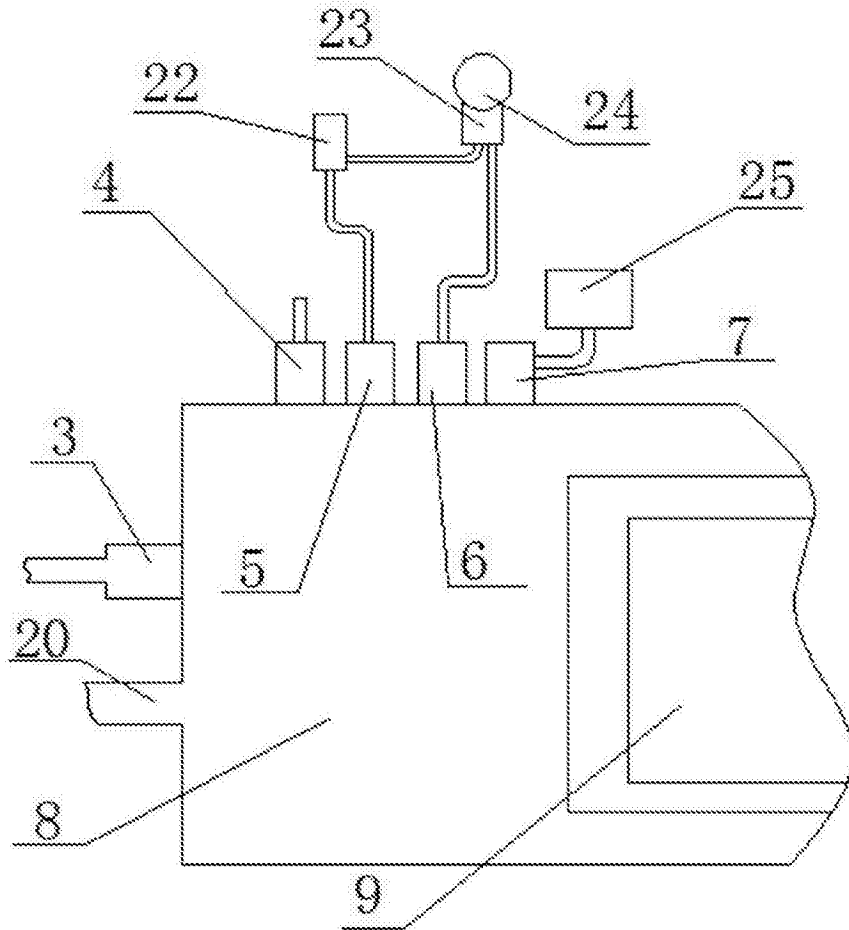


图2