



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112222425 A

(43) 申请公布日 2021.01.15

(21) 申请号 202010898850.3

B33Y 40/00 (2020.01)

(22) 申请日 2020.08.31

(71) 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72) 发明人 方学伟 任传奇 蒋笑 李帛洋

白浩 杨健楠 黄科 卢秉恒

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 马贵香

(51) Int. Cl.

B22F 10/32 (2021.01)

B22F 10/18 (2021.01)

B22F 12/00 (2021.01)

B22F 12/90 (2021.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法及系统,本发明针对密封气氛腔室采用抽真空、洗气和循环净化相结合的方式,抽真空与循环净化协同联动工作,快速降低密封腔体内部的水氧含量至可工作状态,极大缩短镁合金/钛合金成形前的准备时间,大幅提高设备的工作效率,钛合金零件制造成本降低,生产周期缩短,社会化收益提高。



1. 一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法,其特征在于,包括以下步骤:
步骤一,关闭循环净化系统的循环系统,对循环净化系统内部进行抽真空处理;
步骤二,判断密闭腔室内部压力是否小于50pa且水含量 ≥ 150 ppm,若是,则停止抽真空处理,进入后续操作;若否,则继续进行真空处理;
步骤三,在密闭腔室内通入氩气,进行洗气操作,使密闭腔室内的水氧含量满足所需;
步骤四,对密闭腔室内通入氩气,使密闭腔室得压力与大气压相同,并判断微量氧和水含量是否小于预设值,若是,则完成,并提示可以开展打印;若否,则开启循环净化系统的循环系统,直至微量氧和水含量均小于预设值。
2. 根据权利要求1所述的一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法,其特征在于,步骤一中,对循环净化系统内部进行抽真空处理的具体方法如下:
蜂鸣器声音提示下关闭舱门,关闭循环净化系统的腔室门,对循环净化系统的密闭腔室进行抽真空操作。
3. 根据权利要求1所述的一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法,其特征在于,步骤一中,当密闭腔室的压力小于 $m=80000$ pa时,则查泄漏点并进行处理。
4. 根据权利要求1所述的一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法,其特征在于,步骤一中,闭腔室的压力小于预定值时,当水含量小于150ppm后,进入后续操作。
5. 根据权利要求1所述的一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法,其特征在于,步骤三中,洗气操作的具体方法如下:
持续对密闭腔室内通入氩气,当密闭腔室内压力达到20000pa时,开始抽真空。
6. 根据权利要求1所述的一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法,其特征在于,步骤四中,微量氧 ≤ 50 ppm,水含量 ≤ 100 ppm。
7. 一种运行权利要求1所述的增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法的系统,其特征在于,包括传感器系统、PLC控制器和外设设备;
传感器系统包括若干水含量传感器和若干微量氧传感器,所有水含量传感器和微量氧传感器连接模拟量输入模块,模拟量输入模块连接PLC控制器,PLC控制器连接数字量输出模块,数字量输出模块连接外设设备;
外设设备包括真空泵、真空泵挡板阀、通入氩气电磁阀、通入空气电磁阀、排出氩气电磁阀和控制循环系统的循环净化模块;
PLC控制器用于根据传感器系统采集的数据,控制外设设备的开启与关闭。
8. 根据权利要求7所述的一种运行增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法的系统,其特征在于,数字量输出模块连接带蜂鸣器的三色灯和控制管道用电磁阀。

一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于钛合金/镁合金激光/电弧增材制造(3D打印)领域,具体涉及一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法及系统。

背景技术

[0002] 增材制造(Additive manufacturing,AM)方式是一种极具前景的,低消耗、高效、经济并且可大幅缩短研发时间的技术,国内外学者已经展开广泛的研究。然而谈及具体的增材制造工艺,不同工艺以其不同特性则适应不同场合,如激光选区熔化和电子束粉末成形样件精度高,但是沉积效率低,此外受其密闭空间的约束,无法成形中大型零部件。

[0003] 电弧熔丝增材制造(Wire and arc additive manufacturing,WAAM)和激光熔丝增材制造(Laser and arc additive manufacturing,LAAM)方式相对传统减材制造方式,具有较高的飞比率;理论上构件三维尺寸不构成其成形的束缚,可以成形中大型构件;相比于以电子束和激光作为热源的其他工艺,具有较好的经济性。高强度铝合金材料以其突出的比强度、良好的综合力学性能及抗腐蚀能力在航空航天和国防领域被广泛使用。在众多的AM工艺中,WAAM和LAAM方式已经被证明更适于要求成形效率高、成本低、结构复杂的中大型构件。

[0004] 传统的钛合金零件制造主要依靠铸造和锻造。其中铸造零件易于大尺寸制造,但重量较大且无法加工成精细的形状。锻造切削虽然精度较好,美国F-22战机的主要承力部件便是大型铸造钛合金框,F-22的机身隔框就是由钛合金锻件加工而成。但是零件制造浪费严重,原料的95%都会被作为废料切掉。WAAM和LAAM技术本质上是一个熔化焊丝连续堆焊的过程,钛合金是一种高热导率和热膨胀系数的合金,在沉积成形过程中对工况中的水氧含量要求极为严苛,同时由于非平衡凝固行为和残余应力导致的变形和不均匀收缩、气孔热裂纹、力学性能低等问题严重限制了钛合金在增材制造中的工程应用。

[0005] 目前常用的钛合金成形过程中常用的为:局部保护或整体防护。局部保护是指在等离子焊枪关键位置,加持特殊设计的装置,通入惰性保护气体,保证成形局部位置的气氛防护,该方式无法实现全局无死角的防护,无法实现严格的水氧隔离,容易造成成形过程中的缺陷,但其以成本优势在一些场合仍有应用;整体防护多采用气帘罩或者整体密封腔室的方式来实现。哈尔滨大学提出了一项真空舱室气体控制和检测方法,该方法用于激光真空焊接作业领域,焊接环境为真空,不能支持长时间的增材成形工作,其水氧等传感器测量方式为采用采样泵进行提取,耗时费力且结构复杂,其工作真空度为4000pa,非常压环境,且真空腔室较小为 0.1m^3 ,单纯采用置换的方式可能无法严格保证水氧水平。针对大型腔室,目前氮室多采用气体置换净化方式,效率较低,钛合金成形前的准备工作可能高达数十小时之久,冗长的准备时间极大消费人力物力,因此亟需提出一种钛合金/镁合金激光&电弧熔丝增材制造用快速气氛防护的新方法。该方法将会极大减少成形前准备时间,有效促进钛合金在增材制造领域方面的应用和发展。目前,钛合金粉末金属增材制造已经较为成熟,但针对钛合金/镁合金激光&电弧熔丝增材制造尚无专用的快速气氛防护净化系统。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服上述不足,提供一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法及系统,能够快速实现钛合金/镁合金电弧/激光熔丝增材制造所需的气氛整体防护环境。

[0007] 为了达到上述目的,一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤一,关闭循环净化系统的循环系统,对循环净化系统内部进行抽真空处理,确保后续开展循环过程中环境中水氧含量较低,防止因循环净化内部水氧过高造成净化柱内铜触媒发生氧化,每次执行操作前都需首先对循环净化系统进行抽真空操作;

[0009] 步骤二,判断密闭腔室内部压力是否小于50pa且水含量 ≥ 150 ppm,若是,则停止抽真空处理,进入后续操作;若否,则继续进行真空处理;

[0010] 步骤三,在密闭腔室内通入氩气,进行洗气操作,使密闭腔室内的水氧含量满足所需;

[0011] 步骤四,对密闭腔室内通入氩气,使密闭腔室得压力与大气压相同,并判断微量氧和水含量是否小于预设值,若是,则完成,并提示可以开展打印;若否,则开启循环净化系统的循环系统,直至微量氧和水含量均小于预设值。

[0012] 步骤一中,对循环净化系统内部进行抽真空处理的具体方法如下:

[0013] 蜂鸣器声音提示下关闭舱门,关闭循环净化系统的腔室门,打开真空泵对循环净化系统的密闭腔室进行抽真空操作。

[0014] 步骤一中,当密闭腔室的压力小于 $m=80000$ pa时,则查泄漏点并进行处理。

[0015] 步骤一中,闭腔室的压力小于预定值时,当水含量小于150ppm后,进入后续操作。

[0016] 步骤三中,洗气操作的具体方法如下:

[0017] 持续对密闭腔室内通入氩气,当密闭腔室内压力达到20000pa时,开始抽真空。

[0018] 步骤四中,微量氧 ≤ 50 ppm,水含量 ≤ 100 ppm。

[0019] 一种运行增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法的系统,包括传感器系统、PLC控制器和外设设备;

[0020] 传感器系统包括若干水含量传感器和若干微量氧传感器,所有水含量传感器和微量氧传感器连接模拟量输入模块,模拟量输入模块连接PLC控制器,PLC控制器连接数字量输出模块,数字量输出模块连接外设设备;

[0021] 外设设备包括真空泵、真空泵挡板阀、通入氩气电磁阀、通入空气电磁阀、排出氩气电磁阀和控制循环系统的循环净化模块;

[0022] PLC控制器用于根据传感器系统采集的数据,控制外设设备的开启与关闭。

[0023] 数字量输出模块连接带蜂鸣器的三色灯。

[0024] 与现有技术相比,本发明的方法针对密封气氛室采用抽真空、洗气和循环净化相结合的方式,抽真空与循环净化协同顺序联动工作,快速降低密封腔体内部的水氧含量至可工作状态,极大缩短镁合金/钛合金成形前的准备时间,大幅提高设备的工作效率,钛合金零件制造成本降低,生产周期缩短,社会化收益提高。

[0025] 本发明的系统通过多传感器复合检测内部腔室环境,经PLC控制器处理,控制外设设备可自动化实现气氛的准备整体操作,方法可提高应用系统的自动化程度,减少人力干

预;本发明应用场景为镁合金、钛合金电弧/激光为热源的熔丝增减材制造过程,其应用不局限与激光/电弧增材过程,可拓展应用在需要快速气氛防护的应用领域和场景。

附图说明

[0026] 图1为本发明的流程图;

[0027] 图2为本发明的系统图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本发明做进一步说明。

[0029] 参见图1,本发明的具体方法如下:

[0030] 首先打开真空泵,对循环净化系统内部进行抽真空处理1-3min,以排出循环净化系统中的含水氧空气,关闭循环净化系统电磁阀,蜂鸣器响,关闭腔室门,打开真空泵挡板阀开始对密闭腔室进行抽真空操作,判断真空泵挡板阀开启1min后内部腔室压力小于 $m=80000\text{pa}$,不满足条件需要排查泄漏点并进行处理,满足条件继续抽真空23min后判断内部腔体水含量小于150ppm直接进入后续步骤,此时继续判断内部压力小于50pa且水含量 $\geq 150\text{ppm}$,若不满足继续抽真空5min后继续判断,满足后真空泵关、真空泵挡板阀关,通入氩气电磁阀开,通入氩气,待内部腔室压力达到20000pa时,开始抽真空,此操作为洗气的操作,为了进一步降低内部腔体中的水氧含量,次步骤可反复执行直至水含量满足条件 $W_L < \text{水含量传感器A} < W_H$ 且 $W_L < \text{水含量传感器B} < W_L$,开始充氩气至近大气压状态,否则继续冲入氩气,直至满足条件压力传感器A&B平均值 $\geq H_{\text{set}}\text{Kpa}$ (97.3Kpa),进一步判断微量氧和水含量需满足微氧传感器A、B $\leq 50\text{ppm}$ 且水含量传感器A、B $\leq 100\text{ppm}$,此时循环系统打开,开始进一步降低内部腔室的水氧含量,直至满足微氧传感器A、B $\leq 50\text{ppm}$ 且水含量传感器A、B $\leq 100\text{ppm}$ 的条件,提示开始打印,否则继续循环净化。

[0031] 参见图2,一种运行增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法的系统,包括传感器系统、PLC控制器和外设设备;

[0032] 传感器系统包括若干水含量传感器和若干微量氧传感器,所有水含量传感器和微量氧传感器连接模拟量输入模块,模拟量输入模块连接PLC控制器,PLC控制器连接数字量输出模块,数字量输出模块连接外设设备;

[0033] 外设设备包括真空泵、真空泵挡板阀、通入氩气电磁阀、通入空气电磁阀、蜂鸣器、排出氩气电磁阀以及控制循环系统的循环净化模块;

[0034] PLC控制器用于根据传感器系统采集的数据,控制外设设备的开启与关闭。

[0035] 循环净化过程中所采用铜触媒和分子筛分别和内部腔体中的氧和水进行反应,然后将净化后的空气排入密闭的腔室中,实现内部腔室水氧含量快速降低。

[0036] 模拟量输入模块同步支持电流和电压的标准模拟量信号,模拟量输入模块完成AD转换将数字量发送给PLC控制器,由PLC控制器或界面端完成模拟量的转换。

[0037] 水含量传感器A、B量程为0-1000ppm,微量氧传感器A、B为0-1000ppm,常量传感器A量程为0-25%,压力传感器A量程为绝压0-120Kpa,温度传感器A量程为-20-120℃,同时可根据实际需要匹配其他模拟量传感器。

[0038] 本发明采用“抽真空-洗气-循环净化”的复合过程,快速实现密闭腔室水氧含量降

低,“抽-充”洗气方式实现初步净化水氧含量,配合循环净化极大提高了成形过程中气氛准备效率,为实现高效稳定成形提供必要保障。

[0039] 本发明主要应用于镁合金/钛合金电弧/激光熔丝增材过程,用于快速降低腔室的水氧含量,可适配不同的密封腔体,该方法中优选PLC控制器进行外设模块控制,实现点对点的系统流程控制。

[0040] 实施例:

[0041] 本实施例中密封腔体内部体积约为 9.5m^3 ,分别按照上述系统选型以下硬件:

[0042] 1.莱宝大真空泵(5.5KW)、2.成都久尹常量氧传感器(0-25%)、3.成都久尹微量氧传感器(0-1000ppm)、4.芬兰维拉萨露点仪(0-1000ppm)、5.星仪压力传感器(绝压0-120Kpa)、6.热电偶温度传感器、7.西门子S7-1200PLC控制器、8.模拟量输入输出模块、9.数字量输入输出、10.SMC真空用电磁阀(1.2Mpa)、11.20Kg铜触媒净化柱、12.设备状态警示器(带三色灯和蜂鸣器)、13.西门子HMI显示屏,实验前进行装备密封性测试,抽真空至100Pa,保压一个小时内腔体压力 $\leq 200\text{Pa}$,满足条件方可继续实验,若不满足条件需检测漏点并进行封堵处理。

[0043] 按照附图1中流程首先打开设备总开关,设备开机完成后,利用计时器进行计时,首先进行操作对循环净化装置进行抽真空1min,在蜂鸣器声音提示下,关闭舱门,进行抽真空洗气操作,整个操作流程自动执行,直至显示屏上提示可以打印,停止计时,停止计时需再次确认传感器示数是否满足设定条件。统计累计时间1h20min,完成上述步骤。针对同等大小密封腔室,在同样环境下进行测试,该系统采用置换的方式降低水氧含量,达到氧含量 $\leq 50\text{ppm}$ 、水含量 $\leq 100\text{ppm}$,累计用时5h6min,本实施例的结果再次证明,所提出的一种增材制造过程快速降低成形腔室水氧含量的方法及系统相比较置换净化的方式具有高效性,可快速降低水氧含量。



图1

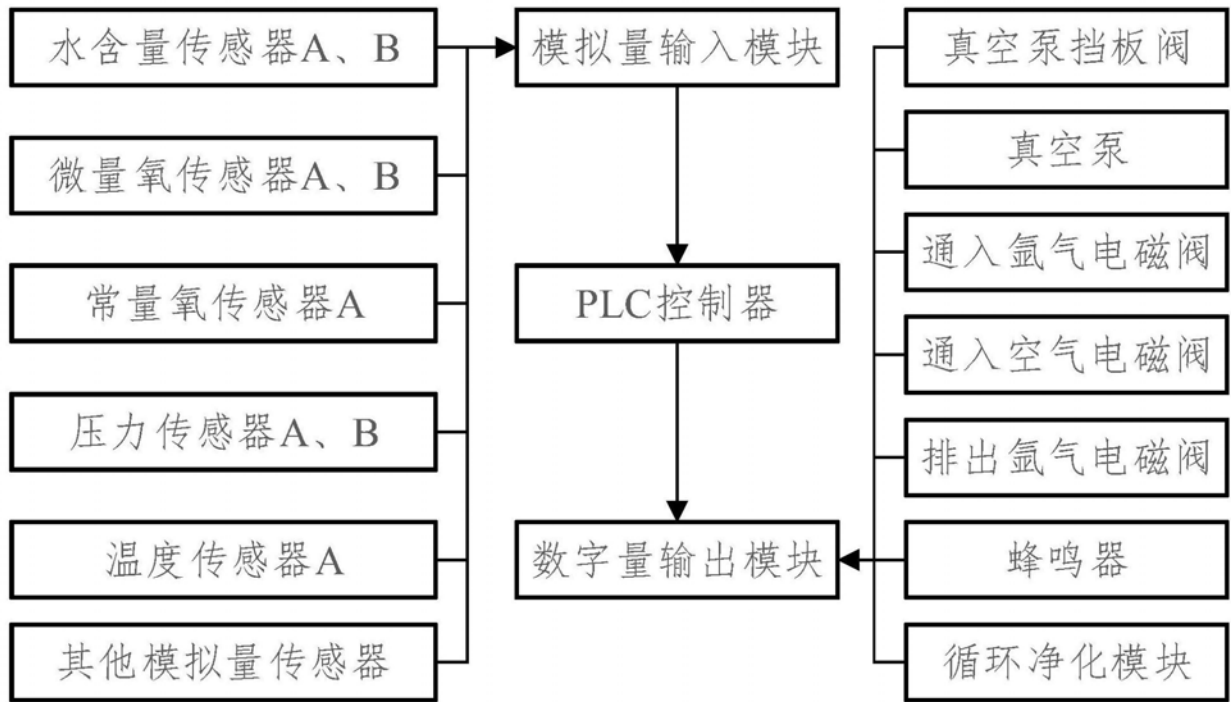


图2