



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112888552 B

(45) 授权公告日 2022.06.21

(21) 申请号 201980067263.5
 (22) 申请日 2019.08.21
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 112888552 A
 (43) 申请公布日 2021.06.01
 (30) 优先权数据
 16/107,723 2018.08.21 US
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2021.04.12
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2019/047492 2019.08.21
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02020/041460 EN 2020.02.27
 (73) 专利权人 通用电气公司
 地址 美国纽约州
 (72) 发明人 穆罕默德·穆尼尔·沙拉贝
 (74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300
 专利代理师 徐颖聪

(51) Int.Cl.
 B29C 64/371 (2006.01)
 B22F 3/105 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 105451970 A, 2016.03.30
 CN 107921659 A, 2018.04.17
 CN 106794518 A, 2017.05.31
 CN 108407292 A, 2018.08.17
 CN 108068318 A, 2018.05.25
 CN 107791517 A, 2018.03.13
 CN 107225761 A, 2017.10.03
 CN 107008900 A, 2017.08.04
 CN 108367354 A, 2018.08.03
 CN 108044940 A, 2018.05.18
 DE 102014000022 A1, 2015.07.09
 US 2018126460 A1, 2018.05.10
 GB 2559121 A, 2018.08.01
 EP 3321003 A1, 2018.05.16
 CN 106922136 A, 2017.07.04
 审查员 王燕翔

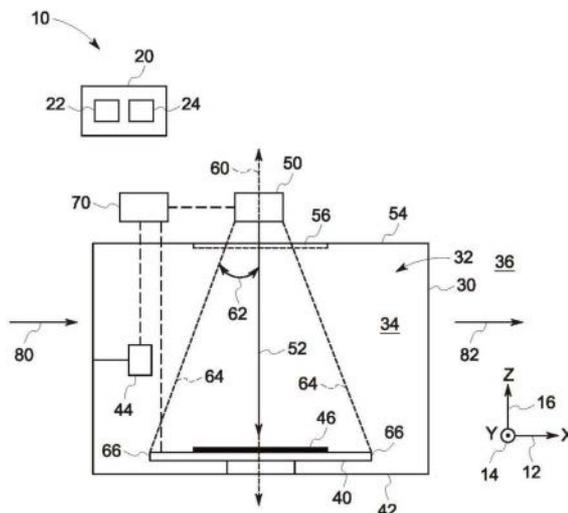
权利要求书3页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称
 包括间隔件导流器的增材制造系统及其操作方法

(57) 摘要

本公开涉及一种增材制造 (AM) 系统 (10) 的制造和使用, 该增材制造 (AM) 系统采用设置或形成在限定AM系统 (10) 的室 (32) 的壳体 (30) 内的间隔件导流器 (140)。间隔件导流器 (140) 可将室 (32) 内的气流 (252、262) 的各个部分引导至相应的排气通道 (220、224)。例如, 结合壳体 (30) 的部分, 间隔件导流器 (140) 可以限定主排气通道 (220), 该主排气通道 (220) 在室 (32) 和形成在壳体 (30) 的下游端 (204) 中的气体出口 (290) 之间延伸。另外, 可以在室 (32) 和间隔件导流器 (140) 的后表面 (176) 之间限定旁路排气通道 (224), 以将室 (32) 的上部 (244) 流体地联接到主排气通道

(220)。



1. 一种增材制造 (AM) 系统, 其特征在于, 包括:

壳体, 所述壳体限定室, 其中所述室的下部包括设置在其中的构建平台, 所述构建平台被构造为接收粉末材料;

气体入口系统, 所述气体入口系统联接到所述壳体的第一侧壁, 并且被构造为引导一个或多个气流通过所述室;

气体出口, 所述气体出口限定在所述壳体的第二侧壁中, 所述第二侧壁设置成与所述第一侧壁相对, 其中, 所述气体出口被构造为从所述室中排放所述一个或多个气流;

间隔件导流器, 所述间隔件导流器设置在所述室内, 并且被构造为引导围绕所述间隔件导流器的所述一个或多个气流;

主排气通道, 所述主排气通道限定在所述间隔件导流器的第一表面和所述壳体之间, 其中, 所述主排气通道被构造为将所述一个或多个气流的第一部分从所述室的所述下部引导到所述气体出口中; 和

旁路排气通道, 所述旁路排气通道限定在所述间隔件导流器的第二表面和所述壳体之间, 其中, 所述旁路排气通道被构造为从所述室的上部引导所述一个或多个气流的第二部分, 以在所述气体出口的上游结合所述一个或多个气流的所述第一部分和所述第二部分。

2. 根据权利要求1所述的增材制造系统, 其特征在于, 其中, 所述间隔件导流器包括所述第一表面和所述第二表面上游的第三表面, 其中, 所述第三表面相对于所述第一侧壁以导向角倾斜, 并且其中, 所述第三表面被构造为将所述一个或多个气流的所述第一部分的至少一部分引导到所述主排气通道中。

3. 根据权利要求2所述的增材制造系统, 其特征在于, 其中, 所述导向角在10度至60度之间。

4. 根据权利要求2所述的增材制造系统, 其特征在于, 包括能量生成系统, 所述能量生成系统被构造为向由所述构建平台接收的所述粉末材料施加聚焦能量束, 其中, 所述导向角平行于所述聚焦能量束的束角。

5. 根据权利要求1所述的增材制造系统, 其特征在于, 其中, 所述壳体包括:

第三侧壁, 所述第三侧壁在所述第一侧壁的第一边缘和所述第二侧壁的第一边缘之间延伸; 和

第四侧壁, 所述第四侧壁在所述第一侧壁的第二边缘和所述第二侧壁的第二边缘之间延伸, 其中, 所述旁路排气通道包括宽度, 所述宽度限定在所述第二侧壁的所述第一边缘和所述第二侧壁的所述第二边缘之间。

6. 根据权利要求1所述的增材制造系统, 其特征在于, 其中, 所述旁路排气通道的上游部分包括锥形颈部, 所述锥形颈部沿所述一个或多个气流的所述第二部分沿着所述旁路排气通道的流动方向变窄。

7. 根据权利要求1所述的增材制造系统, 其特征在于, 包括:

互连排气通道, 所述互连排气通道延伸通过所述间隔件导流器, 其中, 所述互连排气通道被构造为从所述室的中间部分引导所述一个或多个气流的第三部分, 并且在所述旁路排气通道中将所述第三部分与所述一个或多个气流的所述第二部分结合, 其中, 所述互连排气通道定位在所述主排气通道和所述旁路排气通道之间的竖直距离处。

8. 根据权利要求1所述的增材制造系统, 其特征在于, 其中, 所述气体入口系统包括:

上部气体入口,所述上部气体入口限定在所述壳体的所述第一侧壁中,其中,所述上部气体入口被构造为引导所述一个或多个气流的上部气流通过所述室;和

下部气体入口,所述下部气体入口限定在所述第一侧壁中,并且定位在所述上部气体入口下方的竖直距离处,其中,所述下部气体入口被构造为朝向所述构建平台引导所述一个或多个气流的下部气流。

9.根据权利要求8所述的增材制造系统,其特征在于,包括一个或多个气体输送装置,所述一个或多个气体输送装置联接到所述上部气体入口和下部气体入口,并且被构造为调节所述上部气流和下部气流的一个或多个流动特性,其中,所述一个或多个气体输送装置被构造为以所述上部气流与所述下部气流的流速比供应所述上部气流和下部气流,所述上部气流与所述下部气流的所述流速比在3:1和1:1,或2:1之间。

10.根据权利要求1所述的增材制造系统,其特征在于,包括激光窗口,所述激光窗口形成在所述壳体的顶壁内,其中,所述顶壁在所述第一侧壁的上部边缘和所述第二侧壁的上部边缘之间延伸,其中,所述激光窗口从所述顶壁突出到所述室中,使得所述一个或多个气流的一部分撞击在所述激光窗口上,并且被引导到所述旁路排气通道中。

11.一种操作增材制造(AM)系统的方法,其特征在于,包括:

在位于由壳体限定的室的下部内的构建平台上沉积粉末材料床;

将一个或多个气流供应到所述室中;

沿着限定在所述壳体与设置在所述室内的间隔件导流器的下表面之间的主排气通道引导所述一个或多个气流的第一部分,其中,所述主排气通道将所述室的所述下部流体地联接至气体出口;以及

沿着限定在所述壳体与所述间隔件导流器的上表面之间的旁路排气通道引导所述一个或多个气流的第二部分,其中,所述旁路排气通道将所述室的上部流体地联接至所述主排气通道。

12.根据权利要求11所述的方法,其特征在于,包括:

经由所述增材制造系统的控制系统,经由流体地联接至所述旁路排气通道的传感器接收指示所述一个或多个气流的所述第二部分的操作参数的反馈;

经由所述控制系统确定所述操作参数是否在操作参数阈值之外;以及

响应于确定所述操作参数在所述操作参数阈值之外,经由所述控制系统调节供应到所述室中的所述一个或多个气流的流率。

13.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,其中,所述操作参数包括所述一个或多个气流的所述第二部分流率,并且所述操作参数阈值包括流率阈值。

14.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,其中,所述操作参数包括所述一个或多个气流的所述第二部分的颗粒浓度,并且所述操作参数阈值包括颗粒浓度阈值,并且其中,所述方法包括响应于确定所述颗粒浓度高于所述颗粒浓度阈值而增加所述一个或多个气流的所述流率。

15.一种增材制造(AM)系统,其特征在于,包括:

壳体,所述壳体限定室,其中所述室被构造为在其中接收一个或多个气流;

构建平台,所述构建平台设置在所述室的下部内并且被构造为接收粉末材料床;

气体出口,所述气体出口限定在所述壳体的第一侧壁中,其中所述气体出口被构造为

从所述室中排放所述一个或多个气流；

间隔件导流器,所述间隔件导流器被构造为将所述一个或多个气流的第一部分引导到所述间隔件导流器下方并且被构造为将所述一个或多个气流的第二部分引导到所述间隔件导流器上方；

主排气通道,所述主排气通道限定在所述间隔件导流器的下表面和所述壳体之间,其中,所述主排气通道被构造为将所述一个或多个气流的所述第一部分引导到所述气体出口中;和

旁路排气通道,所述旁路排气通道限定在所述间隔件导流器的上表面和所述壳体之间,其中,所述旁路排气通道被构造为在沿着所述主排气通道的长度定位在所述气体出口上游的注入点处将所述一个或多个气流的所述第二部分引入到所述一个或多个气流的所述第一部分中。

16. 根据权利要求15所述的增材制造系统,其特征在于,包括能量生成系统,所述能量生成系统设置在所述构建平台上方,并且被构造为生成聚焦能量束并将其引导到所述粉末材料床的至少一部分上,其中所述能量生成系统被构造为在相对于竖直轴限定的束角内将所述聚焦能量束引导到所述粉末材料床的所述至少一部分上,并且其中所述间隔件导流器的前表面相对于所述竖直轴具有与所述束角相同的角度。

17. 根据权利要求15所述的增材制造系统,其特征在于,其中,所述间隔件导流器被构造为将所述一个或多个气流引导到所述主排气通道和所述旁路排气通道且没有湍流。

18. 根据权利要求15所述的增材制造系统,其特征在于,其中,所述间隔件导流器包括设置在所述室内的插入物,并且其中所述间隔件导流器将所述室的内部容积分隔成所述室的间隔件占据的容积和所述室的气体容积。

19. 根据权利要求15所述的增材制造系统,其特征在于,包括多个互连排气通道,每个互连排气通道延伸通过所述间隔件导流器,其中每个互连排气通道被构造为将所述一个或多个气流的相应部分从所述室内引导到所述旁路排气通道内的所述一个或多个气流的所述第二部分中。

20. 根据权利要求15所述的增材制造系统,其特征在于,包括:

传感器,所述传感器流体地联接至所述旁路排气通道;和

控制器,所述控制器通信地联接至所述传感器和气体入口系统,所述气体入口系统被构造为向所述室提供所述一个或多个气流,其中,所述控制器被构造为响应于从所述传感器接收到指示颗粒浓度超过颗粒浓度阈值的信号而指示所述气体入口系统调节所述一个或多个气流的流率。

包括间隔件导流器的增材制造系统及其操作方法

[0001] 优先权信息

[0002] 本申请要求于2018年8月21日提交的美国专利申请序列号16/107,723的优先权。

技术领域

[0003] 本文公开的主题大体上涉及增材制造系统,并且更具体地,涉及采用聚焦能量来选择性地熔融粉末材料以产生物体的直接激光烧结(DLS)或直接激光熔化(DLM)系统。

背景技术

[0004] 与从初始形式中选择性地去除材料以制作物体的减材制造方法相反,增材制造(AM)处理通常涉及一种或多种材料的堆积以制成净形或近净形的物体。尽管“增材制造”是行业标准术语(ASTM F2792),但它包含以各种名称已知的各种制造和原型技术,包括自由形式制作,3D打印和快速原型/工具。特殊类型的AM处理使用聚焦能量源(例如,电子束,激光束)来烧结或熔化沉积在室内的构建平台上的粉末材料,从而产生其中粉末材料颗粒粘结在一起的固体三维物体。

[0005] 如在直接激光烧结(DLS)和/或直接激光熔化(DLM)中使用的激光烧结/熔化是通用的工业术语,用于指代通过使用能量束烧结或熔化细粉来生产三维(3D)物体的方法。特别地,激光烧结/熔化技术通常需要将激光束选择性地引导到基底上的受控量粉末(例如粉末床)上,从而在其上形成熔融颗粒或熔化材料层。当激光束与粉末床相互作用时,室内会产生烟雾和/或颗粒物(例如冷凝物,飞溅物)。烟雾和/或特定物质可能对所得物体的质量有害。例如,室内的悬浮烟雾和/或颗粒物会干扰激光束,并在激光束到达粉末床之前降低其能量或强度。作为另一个示例,烟雾和/或颗粒物可能沉积在粉末床上,并可能结合到所得物体中。

[0006] 在某些激光烧结/熔化(或DLS/DLM)系统中,气流被引入到室中以沿着构建平台流动,以努力去除烟雾和/或颗粒物并防止沉积。然而,因为室的容积可能很大以容纳DLS/DLM系统的部件,所以足以从室去除烟雾和/或颗粒物的气流量可能会很大。这样,在气流返回到室之前,替换气流或重新调节室下游的气流以从气流中去除烟雾和/或颗粒物可能是昂贵的处理。因此,替换或重新调节引导通过大容积制造室的气流会增加DLS/DLM系统的操作成本和/或材料成本。

发明内容

[0007] 在一个实施例中,一种增材制造(AM)系统,包括限定室的壳体。室的下部包括设置在其中的构建平台,构建平台被构造成接收粉末材料。AM系统包括气体入口系统,该气体入口系统联接至壳体的第一侧壁并且构造成引导一个或多个气流通过室。AM系统包括限定在壳体的第二侧壁中的气体出口,第二侧壁设置成与第一侧壁相对。气体出口被构造成从室排放一个或多个气流。AM系统还包括间隔件导流器,该间隔件导流器设置在室内,并且被构造成引导围绕间隔件导流器的一个或多个气流。AM系统包括限定在间隔件导流器的第一表

面与壳体之间的主排气通道。主排气通道被构造成将一个或多个气流的第一部分从室的下部引导到气体出口中。AM系统还包括限定在间隔件导流器的第二表面与壳体之间的旁路排气通道。旁路排气通道被构造成引导来自室的上部的一个或多个气流的第二部分，以在气体出口的上游结合一个或多个气流的第一部分和第二部分。

[0008] 在另一实施例中，一种用于操作增材制造 (AM) 系统的方法包括在位于由壳体限定的室的下部内的构建平台上沉积粉末材料床。该方法包括将一个或多个气流供应到室中。该方法包括沿着限定在壳体与设置在室内的间隔件导流器的下表面之间的主排气通道引导一个或多个气流的第一部分。主排气通道将室的下部流体地联接至气体出口。该方法包括沿着限定在壳体与间隔件导流器的上表面之间的旁路排气通道引导一个或多个气流的第二部分。旁路排气通道将室的上部流体地联接至主排气通道。

[0009] 在又一个实施例中，一种增材制造 (AM) 系统包括限定室的壳体。室被构造成在其中接收一个或多个气流。AM系统包括构建平台，该构建平台设置在室的下部内并且被构造成接收粉末材料床。AM系统包括限定在壳体的第一侧壁中的气体出口。气体出口被构造成从室排放一个或多个气流。AM系统还包括间隔件导流器，该间隔件导流器被构造成引导间隔件导流器下方的一个或多个气流的第一部分，并且被构造成引导间隔件导流器上方的一个或多个气流的第二部分。AM系统包括限定在间隔件导流器的下表面与壳体之间的主排气通道。主排气通道被构造成将一个或多个气流的第一部分引导到气体出口中。另外，AM系统包括限定在间隔件导流器的上表面与壳体之间的旁路排气通道。旁路排气通道被构造成在沿着气体出口上游的主排气通道的长度定位的喷射点处将一个或多个气流的第二部分引入到一个或多个气流的第一部分中。

附图说明

[0010] 当参考附图阅读以下详细描述时，将更好地理解本公开的这些和其他特征，方面和优点，其中在整个附图中相同的字符表示相同的部分，其中：

[0011] 图1是根据本实施例的具有制造室的增材制造 (AM) 系统的实施例的示意图；

[0012] 图2是示出根据本实施例的包括设置在其中的间隔件导流器的图1的AM系统的制造室的实施例的示意性立体图；

[0013] 图3是示出根据本实施例的图2的AM系统的实施例的气流的示意性横截面视图，该AM系统具有间隔件导流器，该间隔件导流器具有用于引导气流的第一导向角；

[0014] 图4是示出根据本实施例的图2的AM系统的实施例的气流的局部示意性横截面视图，该AM系统具有间隔件导流器，该间隔件导流器具有用于引导气流的第二导向角；

[0015] 图5是示出根据本实施例的图2的AM系统的实施例的气流的局部示意性横截面视图，该AM系统具有旁路排气通道，该旁路排气通道具有由间隔件导流器形成的锥形颈部；

[0016] 图6是示出根据本实施例的图2的AM系统的实施例的气流的局部示意性横截面视图，该AM系统具有降低的激光窗口和由间隔件导流器形成的旁路排气通道；

[0017] 图7是示出根据本实施例的图2的AM系统的实施例的气流的局部示意性横截面视图，该AM系统具有通过间隔件导流器形成并联接至旁路排气通道的多个互连通道；以及

[0018] 图8是表示根据本实施例的用于操作图2的AM系统的处理的实施例的流程图。

具体实施方式

[0019] 以下将描述本公开的一个或多个具体实施例。为了提供对这些实施例的简要描述,可能未在说明书中描述实际实施方式的所有特征。应当理解,在任何这种实际实施方式的开发中,如在任何工程或设计项目中,都必须做出许多特定于实施方式的决策,以实现开发人员的特定目标,例如遵守与系统相关和与业务相关的约束,这可能因实施方式而异。此外,应当理解,这种开发工作可能是复杂且耗时的,但是对于受益于本公开的普通技术人员而言,这仍将是设计,制作和制造的例行工作。

[0020] 在下面的说明书和权利要求书中,除非上下文另外明确指出,否则单数形式的“一个”,“一种”和“该”包括复数指代。如本文所使用的,术语“或”并不意味着是排他的,并且是指存在所引用的部件中的至少一个,并且包括其中可以存在所引用的部件的组合的实例,除非上下文另外明确指出。如本文所使用的,术语“均匀气流”是指气流的流速在气流的路径的宽度和/或长度上没有显著变化,使得流速在另一个位置的流速的 $\pm 10\%$, $\pm 5\%$ 或 $\pm 1\%$ 以内。如本文所使用的,术语“增材制造”或“AM”涉及任何合适的激光或电子束烧结/熔化增材制造技术,包括但不限于:直接金属激光熔化,直接金属激光烧结,直接金属激光沉积,激光工程净成形,选择性激光烧结,选择性激光熔化,选择性热烧结,熔融沉积建模,混合系统或其组合。

[0021] 本公开大体上包括用于使用基于激光烧结/熔化的增材制造方法制作物体的系统和方法。如所提到的,对于这种增材制造技术,当激光束在封闭的制造室内烧结或熔化粉末床时,在本文中统称为“颗粒”的烟雾和/或颗粒物(例如,冷凝物,飞溅物)会在室内积聚或堆积。为了有效地去除这些可能干扰制作处理的颗粒,可以将显著流率(例如质量流率,体积流率)的气流引导通过室。这样,可能希望分隔室以将室的容积减小到较小的气体容积,而不影响制造处理的效率。此外,本技术在室的除停滞部分之外的部分与气体出口之间提供附加的流动路径,以使得在操作期间能够利用较低的气流速率。

[0022] 如下面详细讨论的,本公开的一些实施例包括增材制造(AM)系统,该增材制造(AM)系统采用设置或形成在限定AM系统的室的壳体内部的间隔件导流器。间隔件导流器通常是适配在室内的阻塞物或挡板,以将其中的气流的各个部分引导至相应的排气通道。例如,与壳体的各部分结合,间隔件导流器限定主排气通道,该主排气通道在室内的构建平台与形成在壳体的下游端中的气体出口之间延伸。另外,旁路排气通道限定在壳体和间隔件导流器的后表面之间,以将室的上部分流体联接至主排气通道。如所讨论的,旁路排气通道可以包括物理特征(例如,锥形颈部,在室和旁路排气通道之间延伸的附加互连通道),以进一步促进从室的上部分去除可能会在室内循环的一部分气流。因此,添加间隔件导流器可有利地减小室的气体量和/或减少室内部的颗粒的再循环,以使AM系统能够将减小的气流速率用于制作处理。这些和其他特征将在下面参考附图进行描述。

[0023] 图1示出了用于使用聚焦的能量源或能量束生产物品或物体的AM系统10(例如,激光烧结/熔化AM系统10)的示例实施例。为了便于讨论,将参考x轴或方向12,y轴或方向14以及z轴或方向16描述AM系统10及其部件。在所示的实施例中,AM系统10包括控制器20,控制器20具有储存指令(例如,软件,应用程序)的存储器电路22,以及被编程或设计成执行这些指令以控制AM系统10的各种部件的处理电路24。AM系统10包括壳体30,壳体30限定制造室32(在本文中也称为室32),制造室32限定内部容积34。室32被密封以包含惰性气氛并保护

构建处理不受壳体30外部的环境气氛36的影响。AM系统10包括构建平台40,构建平台40设置在室32内的壳体30的基部或底壁42上。在一些实施例中,构建平台40可具有在约0.01平方米(m^2)至约1.5 m^2 之间的范围内的工作区域(例如,构建平台40的顶表面)。如下所述,AM处理的物品或物体被制作在构建平台40上。

[0024] AM系统10包括粉末施加装置44,粉末施加装置44可以布置在室32内以将一定量的粉末材料(例如,粉末材料层或床)沉积到构建平台40上。沉积在构建平台40上的粉末材料通常形成粉末床46。粉末材料可以包括但不限于聚合物,塑料,金属,陶瓷,沙子,玻璃,蜡,纤维,生物物质,复合材料或这些材料的混合物。这些材料可以以适合于给定材料和方法的多种方式使用,包括例如固体,粉末,片材,箔,带,细丝,粒料,线,雾化以及这些形式的组合。

[0025] AM系统10还包括能量生成系统50,能量生成系统50可以布置在室32的内部或外部,以生成并选择性地聚焦能量束52(例如激光束)引导到设置在构建平台40上的粉末床46的至少一部分上。对于图1所示的实施例,能量生成系统50被布置在壳体30的与基部或底壁42相对的顶部或顶壁54附近。对于所示的实施例,聚焦能量束52通过设置在顶壁54内的窗口或激光窗口56进入室32。聚焦能量束52相对于沿着z轴16在能量生成系统50和构建平台40之间延伸的垂直轴线60以任何合适的角度被引导到构建平台40上,例如,角度范围为相对于垂直轴线60从0度到束角62的角度,该角度在垂直轴线60和在能量生成系统50和构建平台40的边缘66之间延伸的最大偏置轴线64之间限定,例如20°,25°,30°,35°,40°,45°,50°等。因此,取决于所需的物品几何形状,设置在构建平台40上的粉末床46以由控制器20控制的选择性方式以任何合适的角度选择性地经受聚焦能量束52。在一些实施例中,能量生成系统50包括用于生成聚焦能量束52的聚焦能量源。在一些实施例中,聚焦能量源包括激光源,并且聚焦能量束52是激光束。在一些实施例中,激光源包括生成脉冲激光束的脉冲激光源。与连续的激光辐射相反,脉冲激光束不是连续发射的,而是以脉冲方式(例如以一定时间间隔分开的有限持续时间的脉冲)发射的。在一些实施例中,能量生成系统50包括多个聚焦能量源,每个聚焦能量源均使用聚焦能量束52选择性地照射粉末床46。

[0026] AM系统10包括定位系统70(例如,机架或其他合适的定位系统),其可以布置在室32内。定位系统70可以是任何多维定位系统,例如德尔塔机器人,电缆机器人,机器人臂或其他合适的定位系统。定位系统70可以可操作地联接至粉末施加装置44,能量生成系统50,构建平台40或其组合。定位系统70可以使粉末施加装置44,能量生成系统50,构建平台40或其组合在x方向12、y方向14、z方向16或其组合中的任何一个上相对彼此移动。

[0027] 如将在图2中更详细地讨论的,AM系统10还被设计为将入口气流80(例如,总气流,单个气流,上部和下部气流)供应到室32中,并从室32中排放废气流82。例如,对于其中入口气流80包括提供到室32中的上部气流和下部气流的AM系统10的实施例,从室32中排放的废气流82包括上部气流,下部气流,以及在形成所需的物品期间施加聚焦能量束52以选择性地熔化或烧结粉末床46时生成的大部分任何颗粒。

[0028] 室32形成为具有足够的尺寸,以使设置在室32内和/或联接到室32的多个部件能够协同操作以形成所需的物品。因此,这些部件可以利用室32的内部容积34的很大一部分,并且以足够的流率提供上述气流以从室32中去除颗粒。如下所述,为了在不干扰制造处理的情况下封堵或封闭室32的未使用部分并减少室32的气体容积,AM系统10还包括设置在壳

体30内的间隔件导流器。间隔件导流器可以将室32内的第一部分或主要部分入口气流80选择性地引导至气体出口,并且从室32的另一部分引导第二部分或辅助部分入口气流80,以加入主要部分。通过限制气流通过室32的未被AM系统10的其他部件占据的部分,间隔件导流器能够显著减小室32的工作容积。此外,减少的工作容积与实质上减少的气流需求和与再循环或以其他方式替换AM系统10内的气流有关的成本相关联。

[0029] 图2是示出根据本实施例的AM系统10的室32的实施例的示意性立体图。如图所示,为了包围室32的内部容积34,本实施例的壳体30包括前壁100,前壁100通过沿着x轴12限定的室长度104与后壁102间隔开。另外,壳体30的第一侧壁106在前壁100的第一边缘108和后壁102的第一边缘110之间延伸,并且壳体30的第二侧壁112在前壁100的第二边缘114和后壁102的第二边缘116之间延伸。壳体30的底壁42包围室32的底表面。此外,在本实施例中,壳体30的顶壁54主要沿着x轴12延伸并且向下弯曲以沿着z轴16延伸,使得壳体30的弯曲肘部120形成在室32的上部后部122内。

[0030] 因此,沿着z轴16在顶壁54和底壁42之间限定室高度124,并且在壳体30的侧壁106、112之间限定室宽度126。在一些实施例中,顶壁54和后壁102可以形成为整体结构,例如其中设置有弯头的单个表面。如本文中更详细地讨论的,尽管在一些实施例中没有弯曲壁的壳体也可以使用本技术,但是与其中没有形成弯曲的类似壳体相比,具有弯曲肘部120的壳体30可以更平稳地或以更小的湍流引导室32内的气流。此外,在一些实施例中,顶壁和后壁102可以相对于彼此成直角128设置,并且壳体30的弯曲肘部120可以由设置在顶壁54和后壁102之间的辅助间隔件插入物130限定。在这样的实施例中,辅助间隔件插入物130包括:第一侧面132,其抵靠顶壁54设置;第二侧面134,其抵靠后壁102设置;以及凹形表面136,其在侧面132、134之间延伸并限定弯曲肘部120。与其中不具有辅助间隔件插入物130的成形为矩形棱柱形的壳体相比,具有辅助间隔件插入物130的实施例有利地限制来自室32的内部容积34的一部分的气流。

[0031] 另外,在由壳体30限定的室32内,AM系统10包括引导室32中的一个或多个气流的间隔件导流器140。间隔件导流器140可以由任何合适的材料(例如,金属,陶瓷,聚合物)形成的任何合适的实心或空心结构。所示的间隔件导流器140的实施例占据或限制室32的内部容积34的一部分,以下称为室32的间隔件占据的容积142。这样,间隔件导流器140将一个或多个气流可通过其移动的室32的气体容积144与间隔件占据的容积142分离。在具有辅助间隔件插入物130的实施例中,室32的内部容积34的由辅助间隔件插入物130占据的部分进一步有助于间隔件占据的容积142。在本实施例中,间隔件导流器140具有宽度150,宽度150沿着在侧壁106、112之间限定的整个室宽度126延伸。在一些实施例中,间隔件导流器140的宽度150可以替代地沿着室宽度126的一部分而不是整个室宽度126延伸,使得气流可以沿着在z轴16和x轴12之间限定的平面被选择性地沿着间隔件导流器140引导。此外,间隔件导流器140具有沿着室高度124的一部分延伸的高度152。即,间隔件导流器140的底表面154与底壁42以沿着z轴16延伸的下部分离距离156分隔开,间隔件导流器140的顶表面160与顶壁54以上部分离距离162分隔开。间隔件导流器140的高度152,下部分离距离156以及上部分离距离162一起等于室高度124。

[0032] 此外,对于所示的实施例,间隔件导流器140沿着z轴16成锥形,使得沿着x轴12限定的间隔件导流器140的第一长度164(靠近间隔件导流器140的顶表面160)大于沿着x轴12

限定的间隔件导流器140的第二长度166(靠近间隔件导流器140的底表面154)。如本文中所述的,当两个元件至少被设置为彼此紧邻或接近时,两个元件被描述为“邻近”。在一些实施例中,邻近的元件可以直接接触。因此,在本实施例中,间隔件导流器140的前表面170成一定角度,以在前表面170和底表面154之间形成钝角172,并在前表面170和顶表面160之间形成锐角174。前表面170设置成与间隔件导流器140的后表面176相对,在本实施例中后表面176通常平行于z轴16延伸。如本文所认识的,根据本公开,间隔件导流器140的任何表面可以以任何合适的形状或取向形成,使得后表面176可以相对于z轴16成角度,前表面170可以在相对的方向上成锥形等。

[0033] 在某些实施例中,间隔件导流器140可以经由干涉配合(interference fit),粘合剂,紧固件或任何其他合适的附接处理或用于维持间隔件导流器140在室32内的位置的装置而联接到侧壁106、112。然而,应当理解,间隔件导流器140可以附加地或替代地通过任何合适的元件或处理被支撑在室32内,例如从底壁42延伸以支撑间隔件导流器的底表面154的基座,将间隔件导流器140的顶表面160从顶壁54悬挂下来的悬挂器或支撑物等。此外,在一些实施例中,间隔件导流器140可以替代地由壳体的壁而不是由插入物形成,使得成形为间隔件导流器140并且由壳体30的表面界定的“通孔”形成在侧壁106、112之间。与其中将间隔件导流器140插入到室32中的实施例相比,在AM系统10的通孔可以流体地联接到环境气氛36的这些实施例中可以利用更少的零件或简化的结构或组装处理。

[0034] 为了便于描述室32内的气流,将使用间隔件导流器140的边界来描绘室32的某些部分。例如,如当前所图示的,在与间隔件导流器140的前表面170相同的平面中延伸以与壳体30重合的前表面平面200在本文中被称为将室32的上游部分202与室32的下游部分204划分开。因此,通过限定并参考前表面平面200,间隔件导流器140被设置在室32的下游部分204中。此外,对于AM系统10的除了室32之外的部件,术语“上游”和“下游”用于表示部件沿着通过室32的气流方向的相对放置。如本文中所使用的,方向性术语,诸如上方,下方,上部,下部等旨在表示AM系统10的安装位置或构造中的部件的相对位置。例如,术语“上部”和“下部”旨在表示当安装在AM系统10内时部件沿着z轴16的相对放置。

[0035] 图示的间隔件导流器140被成形为在室32内沿着一个或多个期望的流动路径引导气流,一个或多个期望的流动路径沿着室32内的通道或导管限定。例如,如图所示,在间隔件导流器140的底表面154和室的底壁42之间限定了主排气通道220。此外,间隔件导流器140的顶表面160沿着x轴12延伸,弯曲并延伸到间隔件导流器140的后表面176中。因此,间隔件导流器140的弯曲顶部边缘部分222通常对应于(例如,具有在5%内的相同曲率半径)壳体30的弯曲肘部120的弯曲。这样,在间隔件导流器140的顶表面160和后表面176与壳体30的顶壁54和后壁102之间限定了旁路排气通道224。尽管在本实施例中示出了间隔件导流器140具有形成在间隔件导流器140的其他表面之间的锐利边缘,但是应当理解,在其他实施例中,间隔件导流器140的任何合适数量的边缘可以是圆形或其他形状,以产生所需的空气动力学效果和/或导流效果。

[0036] 如本文所讨论的,可以通过调节AM系统10的部件来选择性地提供和控制沿着通道220,224的气流。为了向室32提供一个或多个气流(例如,作为图1中的入口气流80),AM系统10包括联接到壳体30的前壁100的气流系统240。例如,所示的气流系统240包括:上部气流系统242,其布置在室32的上部244中;以及下部气流系统246,其布置在室32的下部248中,

并且沿着z轴16在上部气流系统242的竖直下方。上部气流系统242可以与壳体30集成和/或联接至壳体30。上部气流系统242包括用于将上部气流252供应到室32的上部气体入口250。对于所示实施例,上部气体入口250包括限定在壳体30的前壁100中的多个圆形开口254。但是,圆形开口254可以具有任何合适的形状,尺寸或数量(例如,包括单个开口),以使得室32内的气体基本均匀或层流。此外,上部气体入口250可以联接至上部气体输送装置256,上部气体输送装置256又联接至气体供应管线。上部气体输送装置256可以帮助通过室32的室长度104均匀地供应上部气流252。

[0037] 图2所示的AM系统10的实施例还包括布置在室32的下部248中的下部气流系统246。下部气流系统246可以与壳体30集成和/或联接至壳体30。另外,下部气流系统246包括用于将下部气流262供应到室32的下部气体入口260。对于所示实施例,下部气体入口260由沿着y轴14从壳体30的第一侧壁106延伸到第二侧壁112通过室32的整个室宽度126的分隔壁264(例如,上部分隔壁266和下部分隔壁268)限定。所示的分隔壁264还沿着x轴12从前壁100通过室32的室长度104的至少一部分朝着壳体30的后壁102延伸。如本文所使用的,基于分隔壁264的竖直位置(例如,沿着z轴16)在室32的上部244和下部248之间进行标记。也就是说,室32的上部244通常是指设置在分隔壁264上方的室32的任何部分,而室32的下部248是指设置在与分隔壁264水平或分隔壁264下方的室32的任何部分。这样,上部244可沿着室32的z轴16包括上部50%,上部60%,上部70%或上部80%,而下部248可沿着室32的z轴16包括对应的下部50%,下部40%,下部30%或下部20%。

[0038] 下部气体入口260被布置成使得下部气流262在分隔壁264之间被引导以流向构建平台40。分隔壁264被布置成使得下部气流262在紧邻构建平台40的下部气体出口270处离开。然后,下部气流262流过构建平台40。离开下部气体入口260的下部气流262大致均匀地沿着平行于x轴12,平行于构建平台40的顶表面274和/或垂直于z轴16的方向流动。此外,下部气体入口260被布置成使得分隔壁264的存在不干扰粉末施加装置44或AM系统10的其他各种部件的移动和操作。下部气体入口260可以联接至下部气体输送装置276,下部气体输送装置276又联接至气体供应管线。下部气体输送装置276可以帮助通过整个室长度104的大部分均匀地供应下部气流262。

[0039] 对于所示的实施例,AM系统10还包括流动调节装置280,流动调节装置280被构造为有助于调节上部气流252和下部气流262的流动特性。上部气流252和下部气流262的流动特性由流动调节装置280分别调节至期望水平,以从室32中去除颗粒。在一些实施例中,可以省略流动调节装置280。

[0040] 当行进通过室32时,上部气流252和/或下部气流262的至少一部分接触间隔件导流器140的前表面170。在本实施例中,间隔件导流器140的前表面170成一定角度,以促进上部气流252和下部气流262的一部分沿着z轴16向下流动并进入主排气通道220。在本实施例中,上部气流252和下部气流262可以共同形成以上参考图1讨论的入口气流80。主排气通道220将室32的下部248的上游部分202流体地联接至AM系统10的气体出口290。此外,上部气流252的至少一部分从靠近顶壁54的室32的上游部分202被引导,并进入旁路排气通道224。然后,在主排气通道220的主排气通道入口292的下游以及气体出口290的上游处,旁路排气通道224将其中的上部气流252的一部分引导或引入到主排气通道220中。这样,气体出口290从室32的下游部分204排放废气流82。排放的废气流82包括上部气流252,下部气流262,

以及在AM处理期间产生的任何颗粒的大部分。

[0041] 在所示的实施例中,气体出口290限定在壳体30的与前壁100相对的后壁102中,上部气流252和下部气流262通过前壁100进入室32。气体出口290可以在室32的下部248附近限定在后壁102内,使得下部气流262的至少一部分直接切向地在构建平台40上方行进,通过主排气通道220并通过气体出口290。尽管为简单起见,气体出口290被示为沿着室宽度126延伸的大致矩形的槽,但是气体出口290可以是沿着室宽度126的任何合适的部分延伸的任何合适的形状(例如,圆形,多边形,椭圆形),以使废气流82能够充分排放。在一些实施例中,气体出口290可以在后壁102上包括多个开口以排放废气流82。

[0042] 气体出口290可以联接至气体移动装置,以从室32抽吸和排放废气流82。在一些实施例中,气体移动装置可以是风扇或鼓风机。另外,在一些实施例中,气体移动装置还可以包括过滤系统,过滤系统被构造成例如通过去除悬浮在已经从室32去除的废气流82内的任何颗粒来过滤废气流82。在过滤之后,废气流82可以被引导至上部气体输送装置256和/或下部气体输送装置276,以在上部气流系统242和下部气流系统246中重新使用。上部气流252和下部气流262可以包括惰性气体(例如氩气或氮气),但是可以另外包括被构造为有助于在AM系统10的操作期间从室32去除产生的颗粒的任何其他合适的气体。

[0043] 应当注意,因为AM系统10采用了间隔件导流器140,所以用于在其中接收气流的室32的内部容积34被有效地划分为被间隔件导流器140占据的间隔件占据的容积142(并且在一些实施例中,包括被辅助间隔件插入物130占据的容积),以及用于引导上部气流252和下部气流262的气体容积144。因此,气体容积144相对于室32的内部容积34减小,从而能够减小流率和AM系统10从室32去除颗粒的相应的操作成本。此外,在某些实施例中,相对于用于将气流输送到缺少间隔件导流器140和/或辅助间隔件插入物130并且因此具有较大的气体容积的室的泵或鼓风机,相对较小或功率较小的泵或鼓风机可用于输送上部气流252和/或下部气流262。

[0044] 如上所述,间隔件导流器140可以帮助基本上减少或消除室32内的再循环或湍流,并因此提高AM系统10的性能和效率,以使在AM处理期间产生的颗粒能够利用减少的气流被有效地去除。图3是示出其中设置有间隔件导流器140的室32的实施例的示意性横截面视图。在本实施例中,AM系统10包括工具区域或粉末施加子室318,在粉末施加子室318中设置有粉末施加装置44(例如,重涂器刀片)。此外,间隔件导流器140位于室32内,以将由间隔件导流器140限制的间隔件占据的容积142与室32的气体容积144阻挡或流体分离,上部气体252和下部气体262通过气体容积144被引导。如图所示,间隔件占据的容积142限制在由顶表面160,底表面154,前表面170以及后表面176在z轴16和x轴12之间形成的平面内,前表面170沿着间隔件导流器140的上游部分320在顶表面154和底表面160之间延伸,后表面176沿着间隔件导流器140的下游部分322在顶表面154和底表面160之间延伸。

[0045] 在所示的实施例中,间隔件导流器140的顶部上游边缘340或前缘比间隔件导流器140的底部上游边缘342从壳体30的后壁102延伸得更远,使得在本实施例中前表面170相对于z轴16以大约20°的导向角344设置。间隔件导流器140的导向角344通常可以形成或选择为对应于(例如,在10%以内)聚焦能量束52的束角62,与聚焦能量束52的束角62基本相同,或基本上平行于聚焦能量束52的束角62,能量生成系统50将聚焦能量束52引导通过激光窗口56并进入构建平台40。如本文所述,在不同的实施例中,与束角62“基本”平行或相同的导

向角344是指在束角62的 $\pm 10\%$ ， $\pm 5\%$ 或 $\pm 1\%$ 以内的导向角344。另外，导向角344可以是任何合适的角度，例如在大约10度与大约60度之间的角度。如本文另外指出的，在不同的实施例中，“大约”值的角度是指在该值的 $\pm 10\%$ ， $\pm 5\%$ 或 $\pm 1\%$ 之内的角度。由于前表面170的导向角344，间隔件导流器140可以形成为具有增大的或最大化的长度，该增大的或最大化的长度延伸得更靠近构建平台40，并且与具有基本竖直的前表面的间隔件导流器140的实施例相比，该增大的或最大化的长度将室32的内部容积34的较大部分分隔为间隔件占据的容积142。

[0046] 此外，在本实施例中，室32内的气流（包括上部气流252和下部气流262）通过各种填充图案示出，每个填充图案代表相应的流速或流速范围。对于由具有线的填充图案表示的气流，这些线通常具有指示室32的各个部分内的气流的流动方向的取向。例如，通过上部气体入口250提供到室32中的上部气流252通常在相对笔直的方向上（例如，平行于x轴12）横穿室32，然后分成被向下引导到构建平台40的上部气流252的第一部分，以及被向上引导到旁路排气通道224的上部气流252的第二部分。上部气流252通常可以沿着室32的开口长度350分成第一部分和第二部分，室32的开口长度350限定在间隔件导流器140的前表面170上的上部气体入口250和分离点352之间。分离点352可以是间隔件导流器140重定向或分离上部气流252的点或位置，并且因此可以基于AM系统10的当前操作而沿着前表面170向上或向下移动。

[0047] 在接触间隔件导流器140的前表面170时，水平行进的上部气流252的任何其余部分都被引导到分别限定在间隔件导流器140和壳体30之间的主排气通道220或旁路排气通道224中。特别地，旁路排气通道224提供从室32的上游部分202的出口，通过该出口，旁路排气通道224内的上部气流252的一部分（在本文中也称为旁路废气流354）可以经历层流。实际上，与具有类似形状和/或容积的室而没有旁路排气通道的布置相比，本AM系统10可以利用通常较低的流率和/或流量来使上部气流252和下部气流262连续地从室32去除颗粒，而基本上不进行再循环。实际上，对于其中气流系统240包括上部气流系统242和下部气流系统246的所示实施例，进入室32的上部气流252的流速比与下部气流262的流速比可以在大约3:1和大约1:1，或大约2:1之间。相比之下，缺少间隔件导流器140的其他AM系统可以使用大于6:1的上部气流与下部气流的流速比。如本文所指出的，在不同的实施例中，“大约”值的流速比是指在该值的 $\pm 10\%$ ， $\pm 5\%$ 或 $\pm 1\%$ 之内的流速比。

[0048] 此外，通过下部气体入口260提供到室32中的下部气流262通常以向下的角度流动，然后在构建平台40上方行进并进入主排气通道220的排气通道入口292之前，大致平行于构建平台40流动。进入主排气通道入口292的上部气流252的部分和下部气流262的部分在下文中被称为主废气流356。在主排气通道入口292下游的分隔距离360处，旁路排气通道224流体联接至主排气通道220。这样，将穿过旁路排气通道224的旁路废气流354引入到主排气通道220内的主废气流356中。在本实施例中，两个通道220、224之间的连接点362或注入点被定向成与主排气通道220内的主废气流356的流动方向（例如，沿着x轴12）对准，使得旁路排气通道224包括弯头364，以将其中的旁路废气流354从沿着z轴16流动重定向到沿着x轴12流动。这样，连接点362下游的来自两个通道220、224并离开气体出口290的废气流82（例如，包括旁路废气流354和主废气流356）通常是层流的。连接点362通常可以由间隔件导流器140的下游突起370限定在壳体30与间隔件导流器140之间，该下游突起370逐渐变细成

为尖锐的后缘372。在其他实施例中,连接点362可以具有另一种合适的形状或构造(例如喷射器),使得沿着通道220、224的气流354、356的各自的流率足以将气流354、356的湍流维持或减小为低于阈值水平,例如低于流从层流过渡到湍流的水平(例如,由临界雷诺数限定)。

[0049] 此外,AM系统10包括控制系统374,该控制系统374控制上部气流252和下部气流262的流率,以减少或消除室内的再循环和/或颗粒堆积。例如,上部气体输送装置256的上部致动器376和下部气体输送装置276的下部致动器378可操作地联接至控制器20(例如,其是AM系统10的控制系统374的部件)。致动器376、378可以是调节来自上部气体输送装置256和下部气体输送装置276的上部气流252和下部气流262的任何合适的可控装置,例如一个或多个流体阀和/或一个或多个泵或鼓风机。通过调节致动器376、378,控制器20和/或控制系统374因此可以控制除上面讨论的AM系统10的其余部分之外的上部气流252和下部气流262。控制器20可以被构造为控制上部气流252和下部气流262的一个或多个流体流动特性,以基本上减少或消除室32内的气体夹带或湍流气流,使得可以有效地将颗粒从室32去除(例如,经由气体出口290从室32排放)。流动特性可以包括流动分布,流率(例如,质量流率,体积流率),流速,流动方向或角度,流动温度或其任意组合。

[0050] 另外,AM系统10的控制系统374包括一个或多个传感器,以测量室32内的操作参数,以便基于这些操作参数来控制上部气流系统242和下部气流系统246。例如,如图所示,传感器380或传感器组件流体地联接至旁路排气通道224,以监测指示其中的旁路废气流354的流率和/或颗粒浓度的参数。即,因为旁路排气通道224包括比主排气通道220或室32的上游部分202更小的横截面和/或容积,所以与适用于室32其他部分的传感器相比,对于更小的容积可以使用更少的传感器或灵敏度更低的传感器来有效地监测旁路排气通道224内的旁路废气流354。然而,在一些实施例中,AM系统10包括设置在各个位置(例如气体出口290内,气体出口290的下游,间隔件导流器140的上游等)的多个传感器。

[0051] 传感器380可以是用于监测旁路废气流354的操作参数的任何合适的传感器,包括浓度传感器,压力传感器,流率传感器,颗粒或烟雾传感器等。另外,如本文所使用的,术语“传感器”可以包括能够通过直接或间接观察获取反馈的任何合适的仪器,包括交换器或换能器。传感器380通信地联接至接收并分析来自传感器380的信号的控制器的20,从而使控制器20能够确定和监测旁路排气通道224内的旁路废气流354。

[0052] 例如,在AM系统10的操作期间,控制器20从传感器380接收反馈,该反馈指示旁路废气流354的操作参数,例如流率或颗粒浓度。基于指示操作参数的反馈,控制器20可以确定操作参数是超过还是在为操作参数设置的预限定操作参数阈值(例如,先前存储在存储器电路22中的阈值)之外。响应于确定操作参数在其各自的操作阈值内,控制器20可以继续根据其当前设置点来操作AM系统10。然而,响应于确定操作参数在其各自的操作参数阈值之外(例如,高于或低于),控制器20可以执行控制动作以调节操作参数。例如,控制器20可以指示气流系统240调节提供给构建室的气流252、262中的一个或两者的流率,以将操作参数的当前值调节到预限定的操作阈值内。另外,控制器20可以向用户界面或服务器提供指示操作参数的警报,例如指示建议维护AM系统10的警报。

[0053] 例如,控制器20可以监测旁路排气通道224内的旁路废气流354的流率,以确保该流率在目标流率(以下称为流率阈值)的公差或范围内。实际上,如本文所认识到的,低于流率阈值的流率可以指示旁路排气通道224内的旁路废气流354的停滞和/或室32的上游部分

202内的上部气流252和下部气流262的停滞,这可能导致颗粒积聚或堆积。另外,高于流率阈值的流率可以指示到室32的上部气流252和下部气流262的过量供应,因为较低的,更具成本效益的流率可能足以正确地操作AM系统10。在某些情况下,高于流率阈值的流率还可以指示湍流(例如,以高雷诺数的流动),在该湍流中,旁路废气流354的惯性力超过了粘滞力,从而产生可能导致室32内的颗粒再循环的流动不稳定性。因此,如果控制器20基于来自传感器380的反馈确定旁路排气通道224内的旁路废气流354的流率低于流率阈值,则控制器20指示气流系统240提供进入室32的上部气流252和下部气流262中的一个或两者的增加的流率。另外,如果控制器20确定旁路排气通道224内的旁路废气流354的流率高于流率阈值,则控制器20指示气流系统240提供进入室32的上部气流252和下部气流262中的一个或两者的减小的流率,从而保留一部分上部气流252和下部气流262和/或减少其中的湍流。

[0054] 控制器20可以附加地或替代地直接监测旁路排气通道224内的旁路废气流354的颗粒浓度,以确保颗粒浓度在目标颗粒浓度(以下称为颗粒浓度阈值)的公差或范围内。控制器20通常可以控制气流系统240以确保室32内的颗粒浓度保持在颗粒浓度阈值以下,以减少或防止室32内的颗粒积聚或堆积。另外,颗粒浓度阈值的下限可以被设置为能够由上部气流252和下部气流262的具有成本效益的流率有效地处理的值。因此,如果控制器20确定颗粒浓度高于颗粒浓度阈值,则控制器指示气流系统240提供进入室32的上部气流252和下部气流262中的一个或两者的增加的流率。或者,如果控制器20确定颗粒浓度高于颗粒浓度阈值,则控制器20指示气流系统240通过提供进入室32的上部气流252和下部气流262中的一个或两者的减小的流率来节省上部气流252和下部气流262。

[0055] 这样,在某些实施例中,控制器20操作AM系统10,以将旁路废气流354的流率和/或旁路废气流354的颗粒浓度维持在它们各自的操作参数阈值内。在一些实施例中,控制器20可以将更多的权重放在旁路废气流354的颗粒浓度上,使得即使利用高于流率阈值的流率,控制器20也可以调节AM系统10以将颗粒浓度维持在颗粒浓度阈值内。在一些实施例中,控制器20可以附加地或替代地监测操作参数的变化率,将该变化率与相应的阈值变化率相比较,使得可以基于操作参数的变化率来采取控制动作。另外,尽管以上参考能够监测旁路废气流354的流率和颗粒浓度的传感器380进行了讨论,但是应当理解,在某些实施例中,可以代替地在AM系统10内采用两个单独的传感器,一个用于监测每个操作参数。

[0056] 间隔件导流器140可以成形为或调整形状以适合AM系统10的任何实施例。例如,图4是示出其中设置有间隔件导流器140的室32的实施例的局部示意性横截面视图。如图所示,图4的间隔件导流器140形成有相对于z轴16具有45°的导向角344的前表面170。这样,与图3的间隔件占据的容积142相比,由图示的间隔件导流器140限定的间隔件占据的容积142更小。间隔件导流器140通常可具有D形横截面,在其周围分别形成旁路排气通道224和主排气通道220。由于间隔件导流器140的前表面170的陡峭倾斜,被引导到主排气通道220以形成主废气流356的上部气流252的部分可以大于被引导至图3的主排气通道220的上部气流252的部分。实际上,如图所示,间隔件导流器140的前表面170上的分离点352比图3的分离点352更靠近壳体30的顶壁54。

[0057] 另外,本能量生成系统50可以以45°的束角62将聚焦能量束52提供给构建平台40,使得间隔件导流器140靠近构建平台40设置,而不会干扰构建处理。间隔件导流器140还包括尖锐的后缘372,用于将旁路废气流354从旁路排气通道224平稳地引入到主排气通道220

内的主废气流356中。旁路废气流354在主排气通道入口292的下游进入主排气通道220,与主废气流356结合形成废气流82。因此,间隔件导流器140的特定尺寸可以适合于各种AM系统的物理布局,从而从室32内的气体容积144中排除间隔件占据的容积142。与没有间隔件导流器140的室相比,具有气体容积144的室32利用上部气流252和下部气流262的减小的气流速率来去除颗粒。

[0058] 间隔件导流器140可以包括附加的物理特征,以促进气流354,356通过旁路排气通道224和主排气通道220的移动,如下面参考图5-7所述。图5是示出AM系统10的实施例的局部示意性横截面视图,其中,间隔件导流器140直接在旁路排气通道224的旁路排气通道入口412的下游形成锥形颈部410。间隔件导流器140的顶表面160沿着x轴12倾斜或成角度,使得旁路排气通道224的上游部分422的第一高度420大于旁路排气通道224的下游部分426的第二高度424。这样,旁路排气通道入口412提供了较大的区域,旁路废气流354可通过该区域被引导或漏入到旁路排气通道224中,因此减小了室32内的再循环和/或气流速率。

[0059] 图6是示出AM系统10的实施例的局部示意性横截面视图,其中,激光窗口56突出到壳体30的顶壁54中(例如,凹入到顶壁54中,从顶壁54竖直向下延伸)。因此,与远离构建平台40定位的能量生成系统相比,能量生成系统50可以定位成更靠近构建平台40,以限制聚焦能量束52的潜在散射。此外,激光窗口56突出到室32中,并且将室32内的上部气流252的一部分引导到旁路排气通道224中,以形成旁路废气流354。即,上部气流252的一部分可以撞击在激光窗口56上,改变流动方向,并进入旁路排气通道224。在一些实施例中,激光窗口56可以装配或形成有斜缘440,以为从激光窗口56的表面442到顶壁54的内表面444的气流提供平滑的过渡。在一些实施例中,部分或全部定位在室32内的激光窗口56可以在进入旁路排气通道224时将上部气流252的流动方向改变为竖直(而不是水平)。在一些实施例中,激光窗口56可以通过增加旁路排气通道224与室32的上游部分202之间的竖直距离来延长旁路排气通道224的有效长度,从而改善用于将旁路废气流354引导到旁路排气通道224中的漏斗效应。

[0060] 图7是示出AM系统10的实施例的局部示意性横截面视图,该AM系统10具有通过间隔件导流器140形成的第一互连通道460和第二互连通道462。互连通道460、462(例如,互连排气通道)沿着x轴12延伸通过间隔件导流器140,以将室32的上游部分202的相应部分流体地联接至旁路排气通道224。例如,第一互连通道460具有竖直地设置在旁路排气通道入口412下方的第一互连通道入口470和在旁路排气通道入口412下游流体地联接至旁路排气通道224的第一互连通道出口472。所示的第二互连通道462包括竖直地设置在旁路排气通道入口412和第一互连通道入口470下方的第二互连通道入口474。另外,第二互连通道462具有第二互连通道出口476,第二互连通道出口476在旁路排气通道224和主排气通道220之间的连接点362的上游流体地联接第一互连通道出口472的下游。

[0061] 这样,室32内的上部气流252和下部气流262的一部分可以被引导到入口412、470、474中的任何一个内,并在旁路排气通道224的下游部分480内结合为旁路废气流354,并引导出室32。因此,互连通道460、462可通过在间隔件导流器140和气体出口290之间提供附加的流动路径来促进减少或消除室32内的再循环。应当理解,在一些实施例中,互连通道460、462可以跨越沿着y轴14限定的间隔件导流器140的整个宽度,使得间隔件导流器140可以是三个分离的间隔件导流器部分482、484、486的集合。替代地,互连通道460、462可以仅跨越

间隔件导流器140的宽度150的一部分。在这样的实施例中,多个互连通道可以沿着y轴14布置(例如,在x轴12和z轴16之间的平面的当前视图中彼此并列设置),使得室32内的上部气流252和下部气流262在间隔件导流器140的前表面170处遇到开口的阵列。另外,尽管在间隔件导流器140的竖直中间部分490中示出了两个互连通道460、462,但是应当理解,沿着间隔件导流器140的任何合适的竖直范围可以包括任何合适数量的互连通道460、462。

[0062] 考虑到前述,图8是处理550的实施例的流程图,通过处理550可以在物品的制作期间操作AM系统10。以下讨论参考了整个图1-7中使用的元件编号。应当理解,本文讨论的步骤仅是示例性的,并且在其他实施例中,某些步骤可以被省略,重复,同时执行,和/或以与本文讨论的顺序不同的顺序执行。应当注意,处理550的一个或多个步骤可以存储在存储器电路22中,并由控制器20的处理电路24执行。对于图5所示的实施例,处理550开始于在AM系统10的室32内将一定量的粉末材料沉积(步骤552)到构建平台40上。例如,控制器20指示粉末施加装置44将粉末材料沉积到构建平台40上。控制器20指示定位系统70沿着x轴12,y轴14和z轴16或其组合将粉末施加装置44和/或构建平台40相对于彼此移动到任何合适的位置,以在粉末施加装置44的每个沉积周期期间以逐层方式沉积粉末材料。

[0063] 处理550的所示实施例继续将一个或多个气流(例如上部气流252和下部气流262)供应(步骤554)到室32中。例如,控制器20指示气流系统240以任何合适的流动特性(例如,如上讨论的流动分布,流率(例如,质量流率,体积流率),流动温度或其任意组合)将上部气流252和下部气流262供应到室32中。处理550包括将一个或多个气流的第一部分作为主废气流356沿着主排气通道220引导(步骤556)并到达气体出口290。例如,如上所述,主排气通道220被限定在间隔件导流器的底表面154和壳体30之间。因此,主排气通道220在构建平台40和气体出口290之间延伸,以接收并引导来自室32的主废气流356。

[0064] 处理550包括将一个或多个气流的第二部分作为旁路废气流354沿着旁路排气通道224引导,旁路排气通道224将室32的上游部分202流体地联接到主排气通道220。如上所述,旁路排气通道224限定在壳体30的顶壁54和后壁102与间隔件导流器140的顶表面160和后表面176之间。旁路排气通道224将旁路废气流354引导到主排气通道220中。因此,如上所述,间隔件导流器140理想地将间隔件占据的空间142与室32的气体容积144分隔开,与没有间隔件导流器140的AM系统相比,减少了用于从室32去除颗粒的一个或多个气流的利用流率。

[0065] 此外,如上所述,AM系统10可基于由流体地联接至旁路排气通道224的传感器380监控的操作参数来调节其操作。因此,所示的处理550包括接收(步骤560)指示旁路排气通道224内的旁路废气流354的操作参数的反馈。如以上参考图3所讨论的,操作参数可以是指示旁路废气流354的流率和/或颗粒浓度的任何合适的参数。此外,处理550包括确定(步骤562)操作参数是否在相应的操作参数阈值之外。操作参数阈值可以是流率阈值,颗粒浓度阈值或可以与旁路废气流354的操作参数进行比较的任何其他合适的阈值。

[0066] 响应于确定操作参数在操作参数阈值之外,处理550包括调节(步骤564)供应到室32中的一个或多个气流的流率。例如,控制器20可以指示气流系统240调节提供给室32的上部气流252和下部气流262的流率,以将操作参数的当前值调节为在操作参数阈值内,或接近于操作参数阈值。然后,处理550返回到步骤562以继续确定操作参数是否在操作参数阈值之外,如箭头565所示。

[0067] 响应于确定操作参数不在操作参数阈值之外,处理550包括将聚焦能量束选择性地施加(步骤566)到沉积在构建平台40上的粉末材料。例如,控制器20指示能量生成系统50将聚焦能量束52(例如激光束)施加到粉末床46的部分上。如上所述,聚焦能量束52以预限定的方式选择性地熔化和/或烧结粉末床46的粉末材料以形成固化层,同时供应上部气流252和/或下部气流262。

[0068] 通常,本公开的实施例包括在步骤554中提供气流252、262,同时在步骤566中施加聚焦能量束52,以使得能够有效地去除在构建处理中生成的颗粒。在一些实施例中,可以同时执行在步骤554中供应气流252、262,在步骤556中引导主废气流356以及在步骤558中引导旁路废气流354。在一些实施例中,在步骤566中施加聚焦能量束52可以与在步骤554中供应气流252、262,在步骤556中引导主废气流356以及在步骤558中引导旁路废气流354同时进行。此外,在一些实施例中,在步骤564中的调节气流252、262的流率可以与在步骤566中施加聚焦能量束52同时进行,以基于来自传感器380的反馈主动地实时调节AM系统10的操作。另外,本实施例通常可以交替地进行在步骤552中施加粉末材料和在步骤554中提供气流252、262,使得粉末施加装置44的操作不受室32内的气流252、262的干扰。在一些实施例中,处理550可以返回到步骤552以继续进行处理550,以在先前形成的固化层上形成另外的固化层,如箭头567所示。

[0069] 本公开的技术效果包括通过有效地去除在AM处理期间生成的颗粒(诸如烟雾和/或颗粒物)来改善AM系统的操作成本,性能和效率。所公开的AM系统利用设置在室的下游部分内的间隔件导流器来将室的容积划分成较小的气体容积,可以使用减小的气体流率或气体流量从该较小的气体容积中去除颗粒。此外,与AM系统的壳体结合,间隔件导流器限定主排气通道,该主排气通道将室的下部流体地联接至气体出口。另外,旁路排气通道将室的上部流体地联接至主排气通道的下游部分。这样,穿过室的气流被选择性地分开以在间隔件导流器周围流动,从而形成层流路径,该层流路径可实质上减少或消除气体夹带和室内部的颗粒的再循环。

[0070] 本书面描述使用示例来公开本技术,包括最佳模式,并且还使本领域的任何技术人员能够实践本公开,包括制造和使用任何装置或系统以及进行任何结合的方法。本公开的可专利范围由权利要求书限定,并且可以包括本领域技术人员想到的其他示例。如果这样的其他示例具有与权利要求的字面语言没有不同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求的字面语言没有实质性差异的等效结构元件,则这些其他示例意图落入权利要求的范围内。

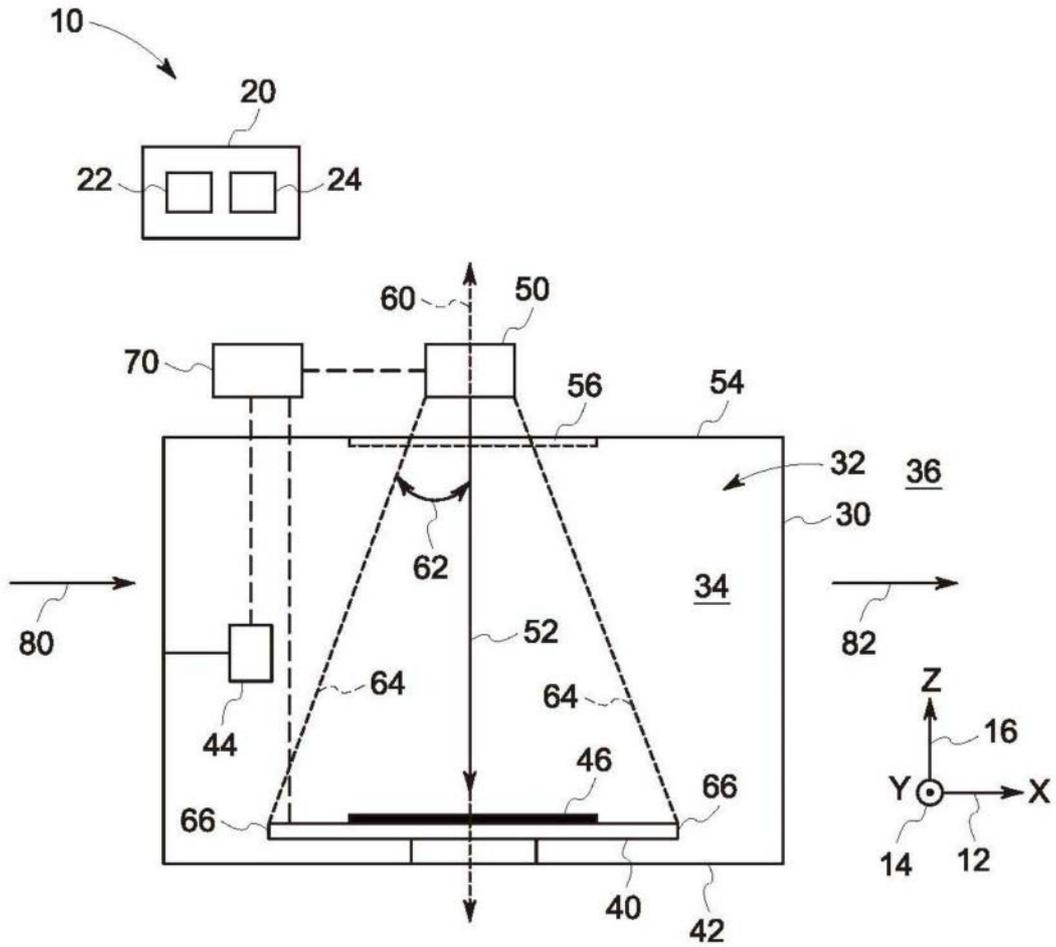


图1

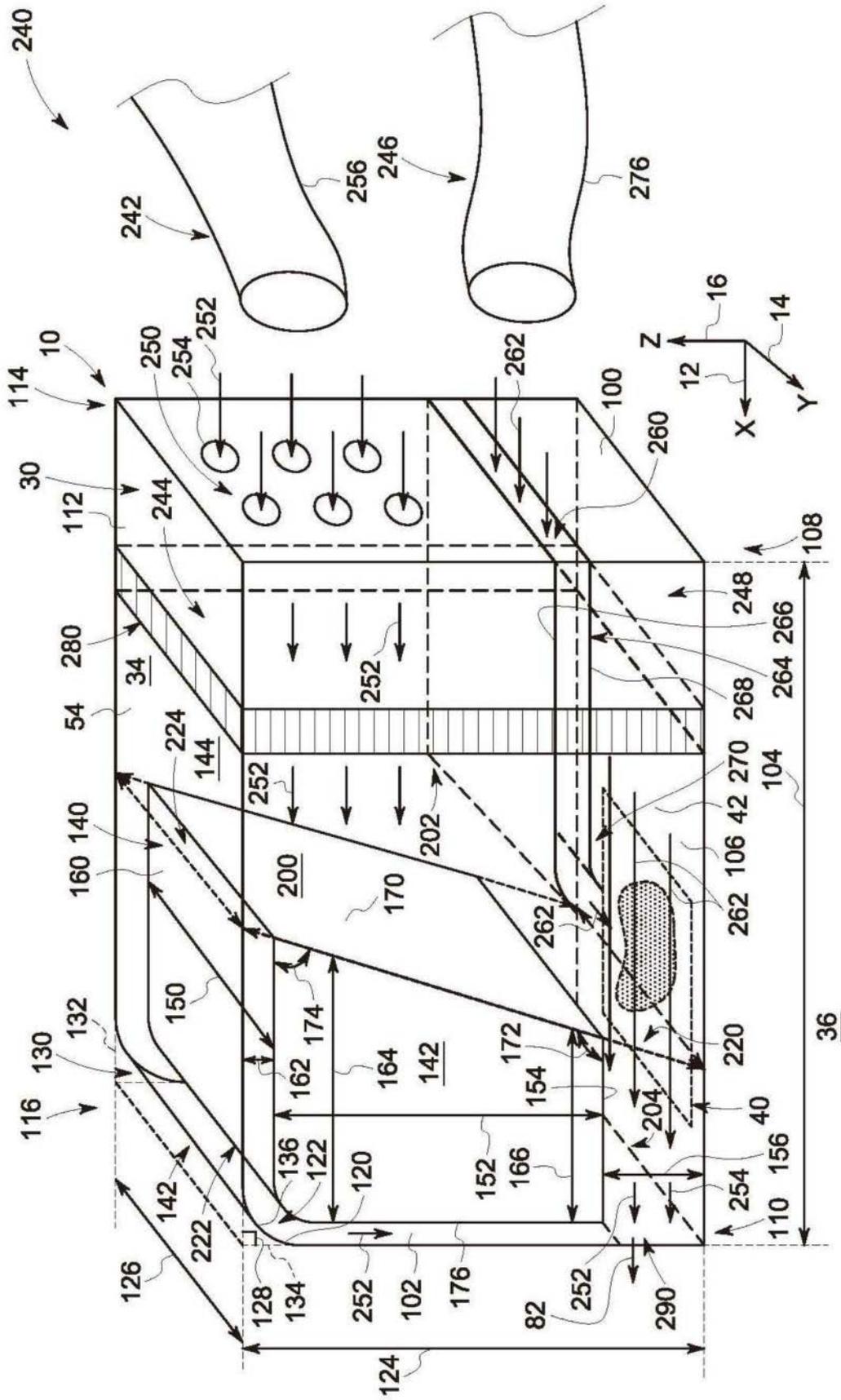


图2

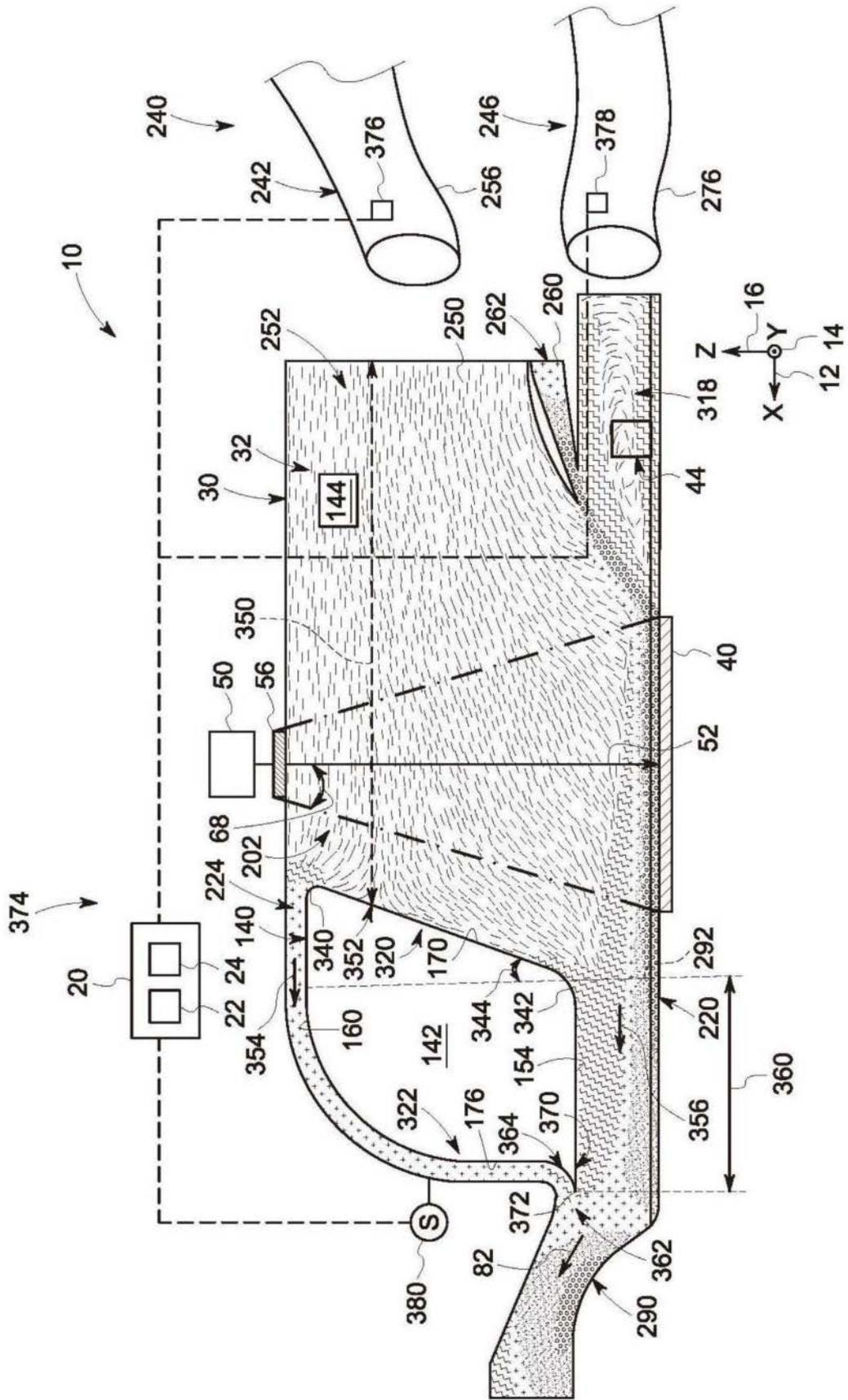


图3

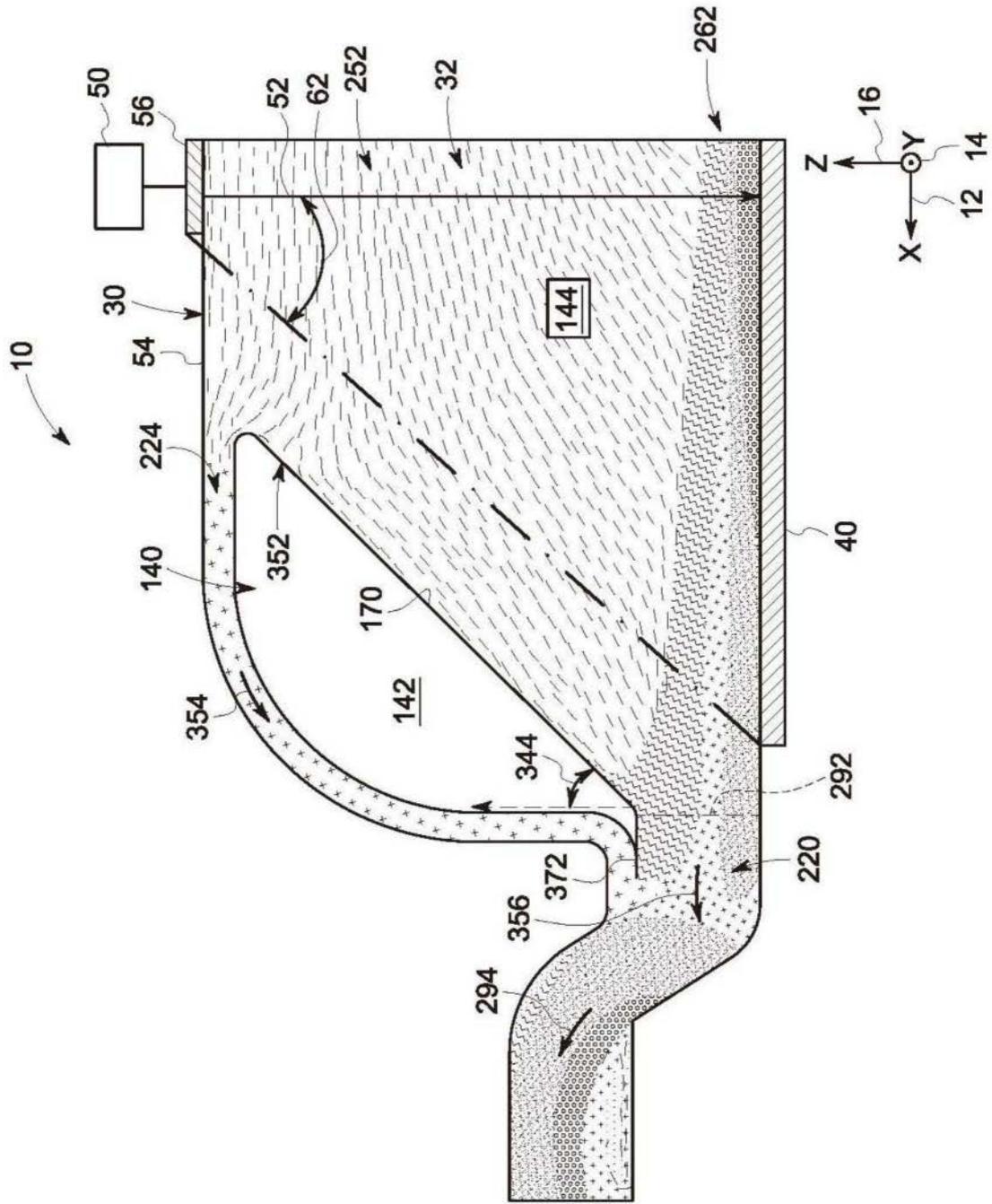


图4

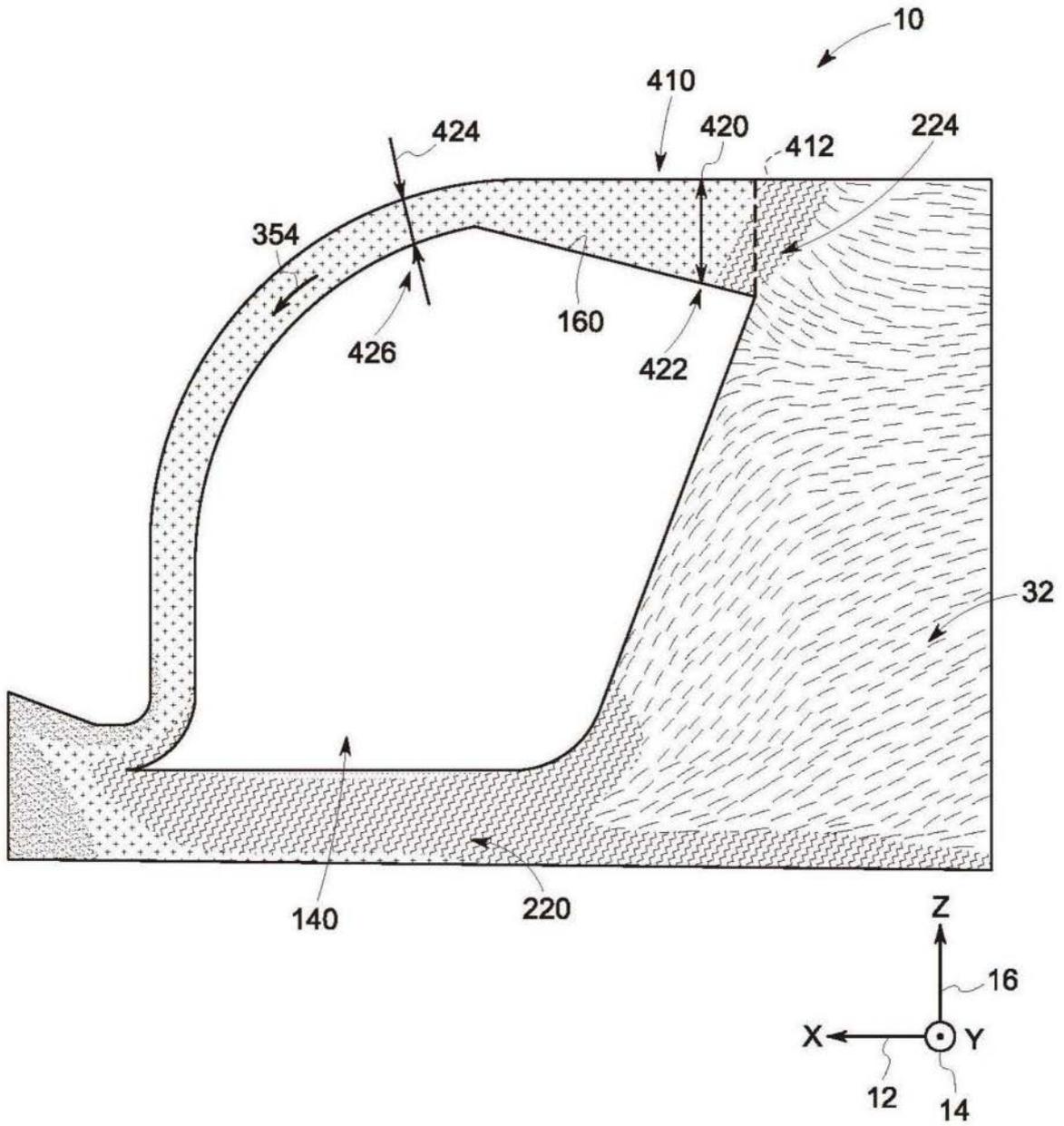


图5

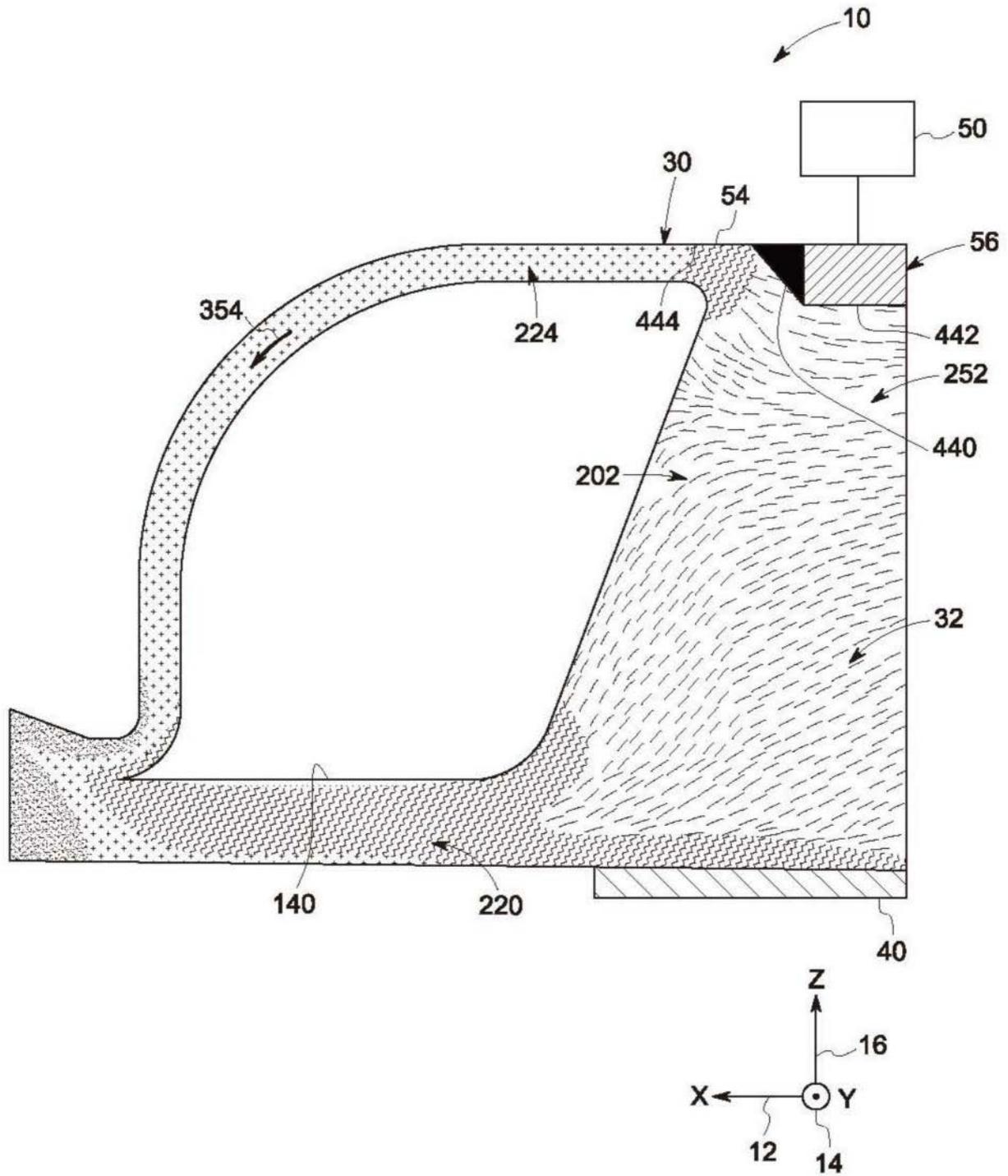


图6

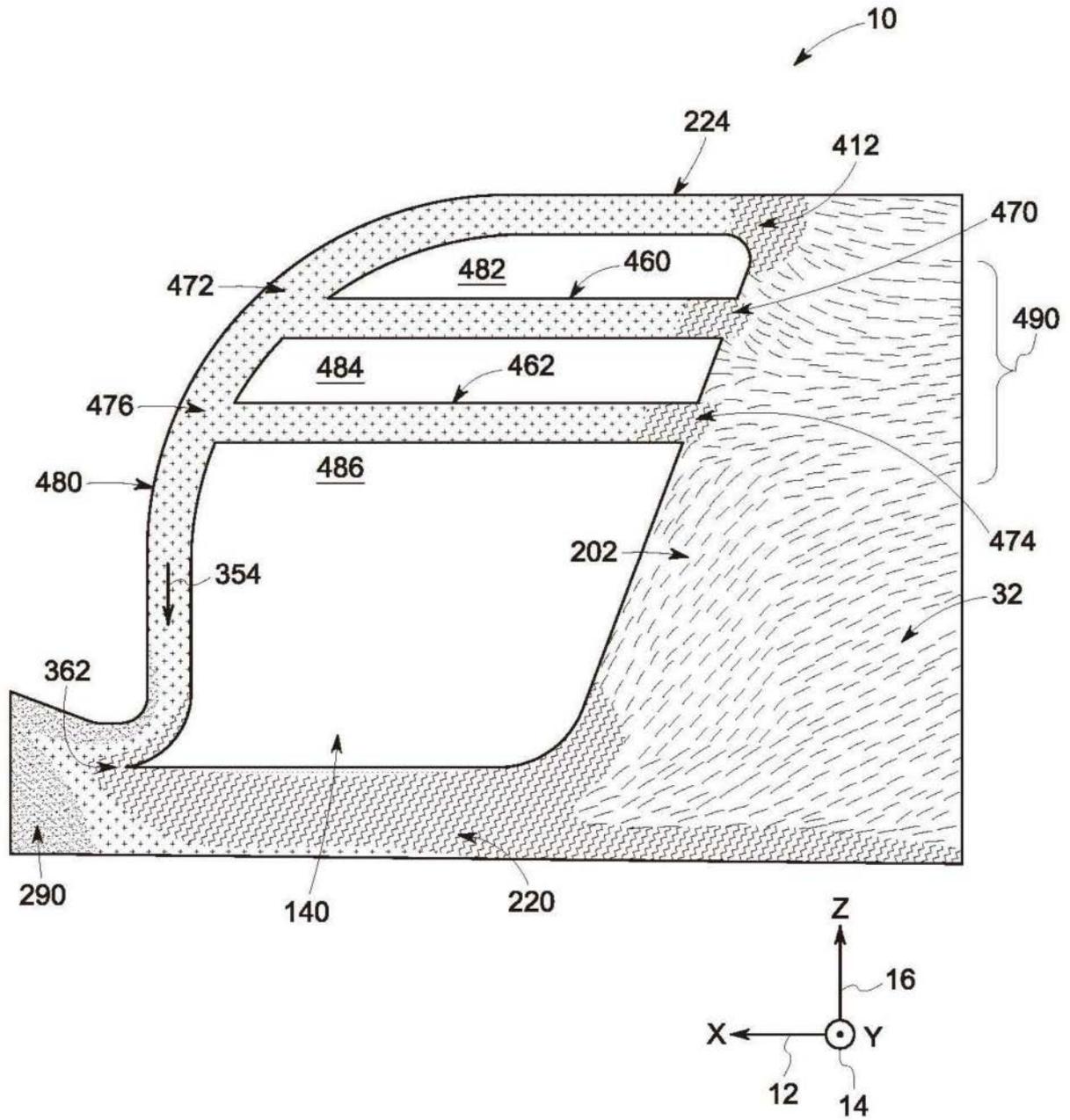


图7

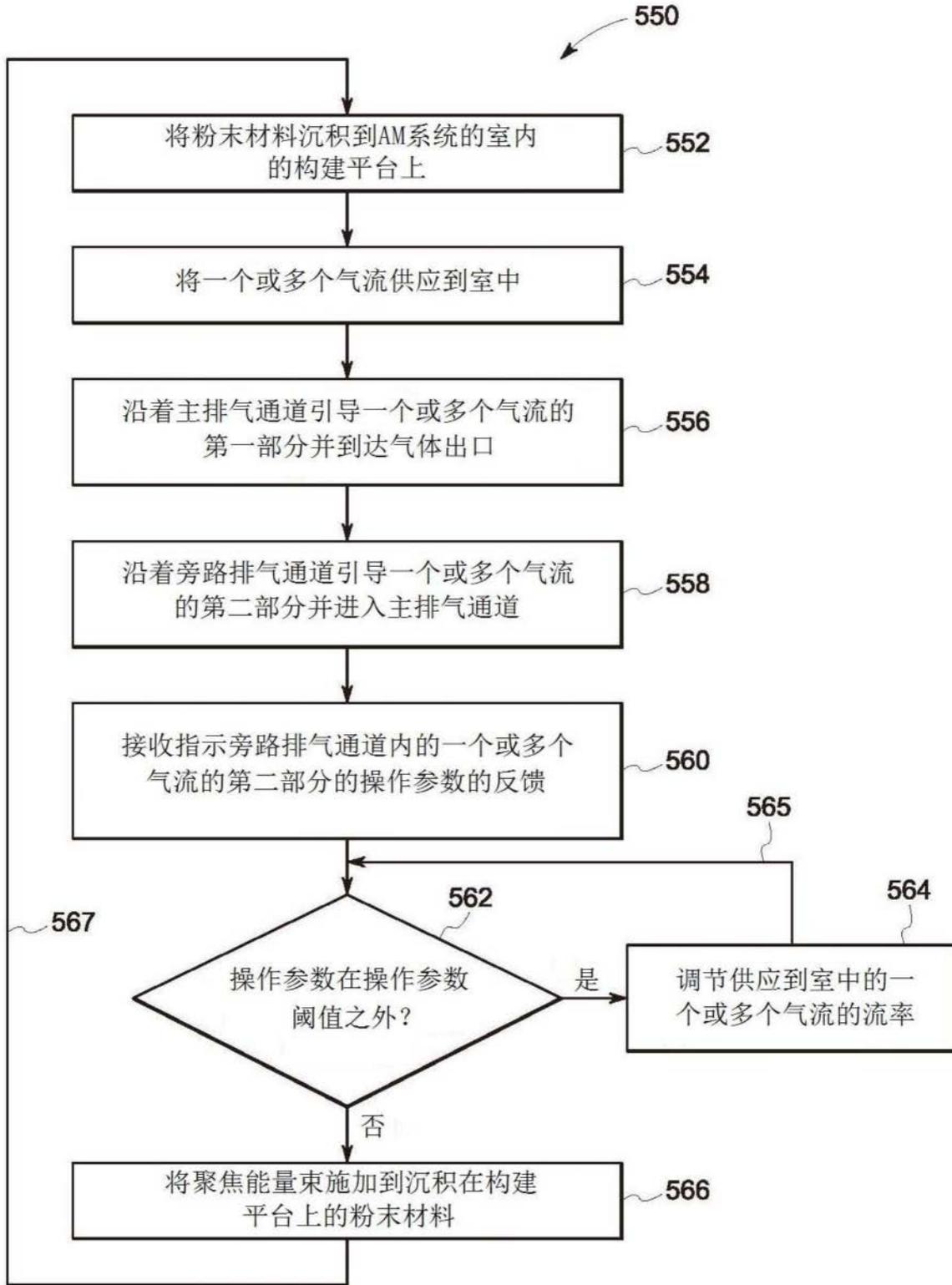


图8