



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109591289 B

(45) 授权公告日 2021.09.24

(21) 申请号 201811138695.4

(22) 申请日 2018.09.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109591289 A

(43) 申请公布日 2019.04.09

(30) 优先权数据
62/567,578 2017.10.03 US
16/037,600 2018.07.17 US

(73) 专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州

(72) 发明人 M·K·汤普森 T·G·山兹
T·安德森

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限
公司 31300

代理人 徐颖聪

(51) Int.Cl.

B29C 64/165 (2017.01)

B29C 64/20 (2017.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

B22F 3/105 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2016072966 A1, 2016.05.12

审查员 叶文婷

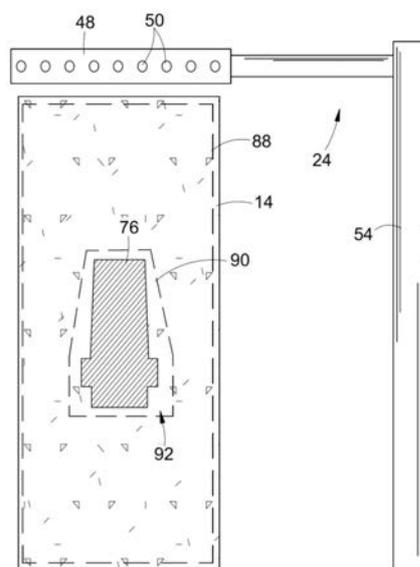
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

选择性烧结增材制造方法

(57) 摘要

一种用于逐层生产部件的方法。该方法包括以下步骤：在构建平台上沉积颗粒材料来形成具有第一区域的颗粒材料层；将至少一种放热材料施加在构建平台上，使得第一区域的选择部分均匀地涂布有放热材料；使用触发至少一种放热材料中的放热反应的辐射能施加，以限定部件的横截面层的几何形状的特定图案，选择性地烧结小于第一区域的选择部分的层的第二区域；对多个层重复沉积、施加和烧结的步骤，直到部件完成。



1. 一种用于逐层生产部件的方法,包括以下步骤:
在构建平台上沉积颗粒材料以形成具有第一区域的颗粒材料层;
将至少一种放热材料施加到所述构建平台上,使得所述第一区域的选择部分均匀地涂布有所述放热材料;
使用触发所述至少一种放热材料中的放热反应的辐射能的施加,以限定所述部件的横截面层的几何形状的特定图案,选择性地烧结小于所述第一区域的选择部分的所述层的第二区域;以及
对多个层重复沉积、施加和烧结的步骤,直到所述部件完成。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述至少一种放热材料包括辐射能可固化的粘合剂,所述方法还包括在所述烧结的步骤的同时,使用所述辐射能施加来以特定图案选择性地固化所述粘合剂。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述至少一种放热材料包括非粘合反应物。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述选择部分包括所述第一区域的大部分。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述选择部分包括与所述部件的横截面层的周边近似的形状。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中施加所述颗粒材料以使得所述层中的至少一个层中的颗粒材料具有与所述层中的另一个层中的颗粒材料不同的成分。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述层中的至少一个层分成两个或更多个部分,并且施加所述颗粒材料以使得所述部分中的至少一个部分中的颗粒材料具有与所述部分中的另一个部分中的颗粒材料不同的成分。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述辐射能的施加通过以下至少一者来施加:投射包括多个像素的图案图像,在所述颗粒材料的表面上扫描至少一个构建射束,及其组合。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中附加辐射能通过将至少一个构建射束扫描在所述颗粒材料的表面上来施加。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中使用一个或多个喷嘴施加所述至少一种放热材料。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中所述颗粒材料包含一种以上的材料的混合物。
12. 根据权利要求1所述的方法,还包括烧结完成的部件。
13. 根据权利要求12所述的方法,还包括在烧结期间或之后将低熔点温度材料渗透到所述部件中。
14. 根据权利要求1所述的方法,其中所述颗粒材料与至少一种放热材料预混。
15. 一种用于逐层生产部件的方法,包括:
将包括颗粒材料、使用第一固化过程可固化的第一粘合剂和使用第二固化过程可固化的第二粘合剂的层沉积在构建平台上,所述层覆盖第一区域,其中所述粘合剂中的至少一种包括放热材料;
其中所述层的至少一种粘合剂以如下方式沉积:使得所述第一区域的选择部分均匀涂布有所述至少一种粘合剂;
通过使用所述第一固化过程和所述第二固化过程来固化所述第一粘合剂和所述第二粘合剂,其中使用辐射能,以限定所述部件的横截面层的几何形状的特定图案,在小于所述

第一区域的所述层的第二区域中选择性地固化所述粘合剂中的至少一种,并且同时使用触发所述放热材料中的放热反应的辐射能施加来选择性地烧结所述颗粒材料;以及

对多个层重复进行沉积、施加辐射能的步骤,并且同时进行固化和烧结的步骤,直到所述部件完成。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中所述第一粘合剂和所述第二粘合剂中的至少一者与所述颗粒材料预混。

17. 根据权利要求15所述的方法,其中所述第一粘合剂和所述第二粘合剂中的至少一者在沉积所述颗粒材料之后施加到所述构建平台上,使得所述第一区域的选择部分均匀地涂布有粘合剂。

18. 根据权利要求15所述的方法,其中所述选择部分包括所述第一区域的大部分。

19. 根据权利要求15所述的方法,其中所述选择部分包括与所述部件的横截面层的周边近似的形状。

20. 根据权利要求15所述的方法,其中所述第一粘合剂和所述第二粘合剂中的至少一者在另一粘合剂沉积之前固化。

21. 根据权利要求15所述的方法,其中所述第一粘合剂和所述第二粘合剂依次固化。

22. 根据权利要求15所述的方法,其中施加所述颗粒材料以使得所述层中的至少一个层中的颗粒材料具有与所述层中的另一个层中的颗粒材料不同的成分。

23. 根据权利要求15所述的方法,所述层中的至少一个层分成两个或更多个部分,并且施加所述颗粒材料以使得所述部分中的至少一个部分中的颗粒材料具有与所述部分中的另一个部分中的颗粒材料不同的成分。

24. 根据权利要求15所述的方法,其中所述辐射能的施加通过投射包括多个像素的图案图像来施加。

25. 根据权利要求24所述的方法,其中附加辐射能通过将至少一个构建射束扫描在所述颗粒材料的表面上来施加。

26. 根据权利要求15所述的方法,其中所述辐射能通过将至少一个构建射束扫描在所述颗粒材料的表面上来施加。

27. 根据权利要求15所述的方法,其中所述颗粒材料包含一种以上的材料的混合物。

28. 根据权利要求15所述的方法,还包括烧结完成的部件。

29. 根据权利要求28所述的方法,还包括在烧结期间或之后将低熔点温度材料渗透到所述部件中。

选择性烧结增材制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及增材制造,更具体地,涉及用于在增材制造过程中选择性地烧结颗粒材料的方法。

背景技术

[0002] 增材制造是材料逐层构建以形成部件的过程,与材料从原料块加工来形成部件的常规制造相反。增材制造也由诸如“分层制造”,“快速制造”,“自由制造”和“3D打印”的术语表示。出于本发明的目的,这些术语被视为同义词。

[0003] 一类现有技术的增材制造工艺通过以限定成品部件的边界的图案将液体粘合剂沉积在构建区域上来选择性粘合粉末。例如,粘合剂由具有多个很细的喷嘴的移动打印头施加。粘合剂通过将能量输入整个构建区域来非选择性地固化。

[0004] 这些类型的现有技术的增材制造工艺的一个问题在于它们可能很慢,因为粘合剂从线性源(打印头)施加,线性源移动穿过平表面,且粘合剂在层之间固化。此外,这些类型的现有技术的增材制造工艺往往具有相对较差的精度,因为图案由来自打印头的粘合剂微滴限定。较快移动的打印头可能不太精确地放置粘合剂。所需的较大的粘合剂可能具有较大的像素尺寸。此外,粘合剂的扩散(像素尺寸)难以控制,因为其由粘合剂如何浸入材料影响。

[0005] 此外,此类工艺产生“生坯”部分,其通常必须被烧结,以便生产成品部件。

发明内容

[0006] 这些问题中的至少一个通过一种增材制造方法解决,其中使用由辐射能源触发的放热材料来选择性地烧结颗粒材料。

[0007] 根据本文所述的技术的一个方面,一种用于逐层生产部件的方法。该方法包括以下步骤:在构建平台上沉积颗粒材料来形成具有第一区域的颗粒材料层;将至少一种放热材料施加在构建平台上,使得第一区域的选择部分均匀地涂布有放热材料;使用触发至少一种放热材料中的放热反应的辐射能施加,以限定部件的横截面层的几何形状的特定图案,选择性地烧结小于第一区域的选择部分的层的第二区域;对多个层重复沉积,施加和烧结的步骤,直到部件完成。

[0008] 根据本文所述的技术的另一个方面,一种用于逐层生产部件的方法,包括:将层沉积在构建平台上,该层包括颗粒材料,使用第一固化过程可固化的第一粘合剂和使用第二固化过程可固化的第二粘合剂,该层覆盖第一区域,其中粘合剂中的至少一种包括放热材料;其中层中的粘合剂中的至少一种沉积,使得第一区域的选择部分均匀地涂布有至少一种粘合剂;通过使用第一固化过程和第二固化过程固化第一粘合剂和第二粘合剂,其中使用辐射能,以限定部件横截面层的几何形状的特定图案,在小于第一区域的层的第二区域中选择性地固化粘合剂中的至少一种,并且使用辐射能的施加来同时选择性地烧结颗粒材料以触发放热材料中的放热反应;以及对多个层重复沉积,施加和同时固化和烧结的步骤,

直到部件完成。

[0009] 具体地,本申请技术方案1涉及一种用于逐层生产部件的方法,包括以下步骤:在构建平台上沉积颗粒材料以形成具有第一区域的颗粒材料层;将至少一种放热材料施加到所述构建平台上,使得所述第一区域的选择部分均匀地涂布有所述放热材料;使用触发所述至少一种放热材料中的放热反应的辐射能的施加,以限定所述部件的横截面层的几何形状的特定图案,选择性地烧结小于所述第一区域的选择部分的所述层的第二区域;以及对多个层重复沉积,施加和烧结的所述步骤,直到所述部件完成。

[0010] 本申请技术方案2涉及根据技术方案1所述的方法,其中所述至少一种放热材料包括辐射能可固化的粘合剂,所述方法还包括在所述烧结步骤的同时,使用所述辐射能施加来以特定图案选择性地固化所述粘合剂。

[0011] 本申请技术方案3涉及根据技术方案1所述的方法,其中所述至少一种放热材料包括非粘合反应物。

[0012] 本申请技术方案4涉及根据技术方案1所述的方法,其中所述选择部分包括所述第一区域的大部分。

[0013] 本申请技术方案5涉及根据技术方案1所述的方法,其中所述选择部分包括与所述部件的横截面层的周边大致近似的形状。

[0014] 本申请技术方案6涉及根据技术方案1所述的方法,其中施加所述颗粒材料以使得所述层中的至少一个层中的颗粒材料具有与所述层中的另一个层中的颗粒材料不同的成分。

[0015] 本申请技术方案7涉及根据技术方案1所述的方法,其中所述层中的至少一个层分成两个或更多个部分,并且施加所述颗粒材料以使得所述部分中的至少一个部分中的颗粒材料具有与所述部分中的另一个部分中的颗粒材料不同的成分。

[0016] 本申请技术方案8涉及根据技术方案1所述的方法,其中所述辐射能的施加通过以下至少一者来施加:投射包括多个像素的图案图像,在所述颗粒材料的表面上扫描至少一个构建射束,及其组合。

[0017] 本申请技术方案9涉及根据技术方案8所述的方法,其中附加辐射能通过将至少一个构建射束扫描在所述颗粒材料的表面上来施加。

[0018] 本申请技术方案10涉及根据技术方案1所述的方法,其中使用一个或多个喷嘴施加所述至少一种放热材料。

[0019] 本申请技术方案11涉及根据技术方案1所述的方法,其中所述颗粒材料包含一种以上的材料的混合物。

[0020] 本申请技术方案12涉及根据技术方案1所述的方法,还包括烧结完成的部件。

[0021] 本申请技术方案13涉及根据技术方案12所述的方法,还包括在烧结期间或之后将低熔点温度材料渗透到所述部件中。

[0022] 本申请技术方案14涉及根据技术方案1所述的方法,其中所述颗粒材料与至少一种放热材料预混。

[0023] 本申请技术方案15涉及一种用于逐层生产部件的方法,包括:将包括颗粒材料,使用第一固化过程可固化的第一粘合剂和使用第二固化过程可固化的第二粘合剂的层沉积在构建平台上,所述层覆盖第一区域,其中所述粘合剂中的至少一种包括放热材料;其中所

述层的至少一种粘合剂沉积,以使得所述第一区域的选择部分均匀涂布有所述至少一种粘合剂;通过使用所述第一固化过程和所述第二固化过程来固化所述第一粘合剂和所述第二粘合剂,其中使用辐射能,以限定所述部件的横截面层的几何形状的特定图案,在小于所述第一区域的所述层的第二区域中选择性地固化所述粘合剂中的至少一种,并且同时使用触发所述放热材料中的放热反应的辐射能施加来选择性地烧结所述颗粒材料;以及对多个层重复沉积,施加和同时固化和烧结的所述步骤,直到所述部件完成。

[0024] 本申请技术方案16涉及根据技术方案15所述的方法,其中所述第一粘合剂和所述第二粘合剂中的至少一者与所述颗粒材料预混。

[0025] 本申请技术方案17涉及根据技术方案15所述的方法,其中所述第一粘合剂和所述第二粘合剂中的至少一者在沉积所述颗粒材料之后施加到所述构建平台上,使得所述第一区域的选择部分均匀地涂布有粘合剂。

[0026] 本申请技术方案18涉及根据技术方案15所述的方法,其中所述选择部分包括所述第一区域的大部分。

[0027] 本申请技术方案19涉及根据技术方案15所述的方法,其中所述选择部分包括与所述部件的横截面层的周边粗略近似的形状。

[0028] 本申请技术方案20涉及根据技术方案15所述的方法,其中所述第一粘合剂和所述第二粘合剂中的至少一者在另一粘合剂沉积之前固化。

[0029] 本申请技术方案21涉及根据技术方案15所述的方法,其中所述第一粘合剂和所述第二粘合剂依次固化。

[0030] 本申请技术方案22涉及根据技术方案15所述的方法,其中施加所述颗粒材料以使得所述层中的至少一个层中的颗粒材料具有与所述层中的另一个层中的颗粒材料不同的成分。

[0031] 本申请技术方案23涉及根据技术方案15所述的方法,所述层中的至少一个层分成两个或更多个部分,并且施加所述颗粒材料以使得所述部分中的至少一个部分中的颗粒材料具有与所述部分中的另一个部分中的颗粒材料不同的成分。

[0032] 本申请技术方案24涉及根据技术方案15所述的方法,其中所述辐射能的施加通过投射包括多个像素的图案图像来施加。

[0033] 本申请技术方案25涉及根据技术方案24所述的方法,其中附加辐射能通过至少一个构建射束扫描在所述颗粒材料的表面上来施加。

[0034] 本申请技术方案26涉及根据技术方案15所述的方法,其中所述辐射能通过至少一个构建射束扫描在所述颗粒材料的表面上来施加。

[0035] 本申请技术方案27涉及根据技术方案15所述的方法,其中所述颗粒材料包含一种以上的材料的混合物。

[0036] 本申请技术方案28涉及根据技术方案15所述的方法,还包括烧结完成的部件。

[0037] 本申请技术方案29涉及根据技术方案28所述的方法,还包括在烧结期间或之后将低熔点温度材料渗透到所述部件中。

附图说明

[0038] 可参考以下结合附图做出的描述最佳理解本发明,在附图中:

- [0039] 图1是示出示例性增材制造设备的示意图；
- [0040] 图2是图1中的设备的一部分的示意性顶部平面视图；
- [0041] 图3是示出备选增材制造设备的示意图；以及
- [0042] 图4是示出施加到构建板上的颗粒材料的图案的示意图。

具体实施方式

[0043] 参看附图，其中相同的参考数字表示各种视图各处的相同元件，图1示意性地示出了用于执行如本文所述的增材制造方法的一个类型的适合的设备10的实例。如下文更详细地说明，将理解，设备的其它构造可用于执行本文所述的方法。示例性设备10的基本部件包括构建平台14、颗粒材料供应源18、溢流容器20、粘合剂施加器22，以及辐射能设备24。可选地，设备10的部件可由壳体26包绕，壳体26可用于使用气体端口28来提供防护或惰性气体气氛。下面将更详细地描述这些部件中的每一个。

[0044] 构建平台14是限定平面工作表面30的刚性结构。出于方便描述的目的，可以认为工作表面30是平行于设备10的X-Y平面定向，且垂直于X-Y平面的方向表示为Z方向(X、Y和Z是三个相互垂直的方向)。可选地，构建平台14可由构建室或类似结构(未示出)包绕。

[0045] 可提供用于平行于Z方向移动构建平台14的装置。在图1中，这些装置示意性地绘制为简单致动器36，可理解地，诸如气动缸、液压缸、滚珠螺杆电致动器或线性电致动器的装置可用于此目的。

[0046] 颗粒材料供应源18可为可操作以将颗粒材料“P”层施加到构建平台14上且平整颗粒材料P的任何装置或装置组合。在图1中所示的实例中，颗粒材料供应源18包括供应容器38和升降机40。升降机40是板状结构，其在供应容器38内可垂直地滑动。其连接到致动器42(示意性所示)上，其可操作以使升降机40选择性地向上或向下移动。当升降机40降低时，颗粒材料P的供应可载入供应容器38中。在升降机40升高时，其将颗粒材料P暴露于供应容器38上方。

[0047] 在所示实例中，颗粒材料供应源18包括重涂器44，重涂器44是定位在供应容器38上方的刚性的侧向伸长(laterally-elongated)结构。其连接到致动器46(示意性地示出)上，致动器46可操作以使重涂器44在构建平台14上沿侧向选择性地移动，以使颗粒材料P从供应容器38移动，且对其平整。

[0048] 可使用其它类型的颗粒材料供应源；例如，一个或多个辊(未示出)可提供成移动和平整颗粒材料P。备选地，颗粒材料可通过振动构建平台14来平整。备选地，可通过使颗粒材料P通过顶置装置(未示出)落到构建平台14上来施加颗粒材料P。取决于使用的颗粒材料供应源的类型，其可设有用于平行于Z轴的移动的装置，且构建平台14可在构建过程期间保持静止。

[0049] 粘合剂施加器22可为可操作以将粘合剂B层施加到颗粒材料P上的任何装置或装置组合。相比于现有技术的硬件和方法，施加的粘合剂的边界并未限定完成的部件的边界，因此粘合剂施加器22不必能够以任何特定水平的准确性来施加粘合剂。如下文更详细所述，粘合剂施加器22可构造成将粘合剂B施加到颗粒材料P的整个露出表面面积上，或其可构造成将粘合剂B施加到小的预定区域上。在任一情况下，通常将施加粘合剂B使得施加的粘合剂表面面积大于固化粘合剂的表面面积。可选地，粘合剂施加器22或类似装置可构造

成将下文中更详细描述的反应物“R”层施加到颗粒材料P上。

[0050] 适合的粘合剂施加装置的非限制性实例包括斜槽、料斗、泵、喷嘴、喷嘴架或精密喷涂装置,如喷墨打印头。

[0051] 图1和3示出了粘合剂施加器22的一个可能的构造。承载多个间隔开的喷嘴50的喷嘴架48安装在构建平台14上方。适合的粘合剂的供应源容纳在粘合剂储存器52中,粘合剂储存器52与喷嘴架48流体连通连接。喷嘴架48可包括阀,以允许喷嘴50独立地或成一个或多个组开启或闭合。可选地,粘合剂施加器22可包括单独的反应物储存器53,其容纳适合的反应物R的供应源。

[0052] 喷嘴架48安装到致动器54上,以允许沿垂直于喷嘴架48的长轴且平行于工作表面30(例如,Y轴线)的轴线的选择性运动。喷嘴50和致动器54的协作操作将允许粘合剂以任意图案施加在构建平台14上。

[0053] 下文更详细所述,辐射能设备24可包括可操作以适合的图案在颗粒材料P上生成和投射辐射能,以在构建过程期间固化粘合剂B和/或触发反应物R中的放热反应的任何装置或装置的组合,并且辐射能具有适合的能量水平和其它操作特征。

[0054] 在如图1中所示的一个示例性实施例中,辐射能设备24可包括“投射器”56,其在本文中一般用于表示可操作以生成适合能量水平和其它操作特征的辐射能图案图像来固化粘合剂B和/或触发反应物R中的放热反应的任何装置。如本文使用的,术语“图案图像”是指包括独立像素阵列的辐射能的投射。图案图像装置的非限制性实例包括数字光处理(“DLP”)投射器或另一数字微镜装置、LED的2D阵列、激光器的2D阵列,或光学寻址光阀。在所示实例中,投射器56包括辐射能源58如UV灯、可操作以从辐射能源58接收源射束62且生成将投射到颗粒材料P的表面上的图案图像64的图像形成设备60,以及可选地聚焦光学器件66,如,一个或多个透镜。

[0055] 辐射能源58可包括可操作以生成适合能量水平和频率特征的射束来固化粘合剂B和/或触发反应物R中的放热反应的任何装置。在所示实例中,辐射能源58包括UV闪光灯。

[0056] 图像形成设备60可包括一个或多个反射镜、棱镜和/或透镜,且设有适合的致动器,且布置成以使得来自辐射能源58的源射束62可转变成与颗粒材料P的表面重合的X-Y平面中的像素化图像。在所示实例中,图像形成设备60可为数字微镜装置。例如,投射器56可为市售的DLP投射器。

[0057] 在如图3中所示的另一个示例性实施例中,辐射能设备24可包括“扫描射束设备”67,本文中用于一般表示可操作以生成适合的能量水平和其它操作特征的一个或多个辐射能射束来固化粘合剂B和/或触发反应物R中的放热反应且以期望图案在颗粒材料P的表面上扫描射束(或多个射束)的任何装置。在所示实例中,扫描射束设备67包括辐射能源68和射束操纵设备70。

[0058] 辐射能源68可包括可操作以生成适合功率和其它操作特征的射束来固化粘合剂B和/或触发反应物R中的放热反应的任何装置。适合的辐射能源的非限制性实例包括激光器或电子束枪。

[0059] 射束操纵设备70可包括一个或多个反射镜、棱镜和/或透镜,且设有适合的致动器,且布置成以使得来自辐射能源68的射束72可聚焦于期望的点尺寸,且在与颗粒材料P的表面重合的平面中操纵到期望的位置。射束72在本文中可称为“构建射束”。可使用其它类

型扫描射束设备。例如,使用多个构建射束的扫描射束源是已知的,其是辐射能源自身通过一个或多个致动器可移动的扫描射束源。

[0060] 设备10可包括控制器74。图1中的控制器74是控制设备10的操作所需的硬件和软件的总体呈现,包括颗粒材料供应源18、粘合剂施加器22、辐射能设备24和上文所述的各种致动器的一些或所有。例如,控制器74可由在体现于一个或多个装置(如,可编程逻辑控制器(“PLC”)或微型计算机)中的一个或多个处理器上运行的软件体现。此处理器可联接到传感器和操作部件上,例如,通过有线或无线连接。相同的一个或多个处理器可用于取得和分析传感器数据,用于统计分析和用于反馈控制。

[0061] 颗粒材料P实际上包括通常限定为“非常小的物质”的颗粒。颗粒材料P可包括可置于大致平层中且在化学和物理上与选择的粘合剂相容的任何材料。大体上,通常限定为“由细颗粒构成的干材料”的术语“粉末”可认作是术语颗粒材料的同义词。

[0062] 将理解,设备10和工艺的分辨率,即,可创建的最小特征尺寸,与颗粒材料P的颗粒尺寸相关。颗粒可为规则或不规则形状,可为均匀或非均匀尺寸,且可具有可变的长宽比。例如,颗粒可采用小球或颗粒的形式,或可定形为类似小棒或纤维。

[0063] 包括其化学性质和微观结构的颗粒材料P的成分可按期望选择为适合特定应用。例如,颗粒材料P可为金属、陶瓷、聚合物和/或有机物。可使用不同成分的混合物。

[0064] 颗粒材料是“可熔的”,意味着其能够通过施加足够能量来固结成块。例如,可熔性是许多可用的聚合物、陶瓷和金属粉末的特征。

[0065] 粘合剂B包括可辐射能固化且能够在固化状态将颗粒材料P粘结或粘合在一起的材料。如本文使用的,术语“可辐射能固化的”是指响应于特定频率和能量水平的辐射能的施加凝固的任何材料。例如,粘合剂B可包括已知类型的光聚合物树脂,其含有光引发剂化合物,作用为触发聚合反应,引起树脂从液态变为固态。备选地,粘合剂B可包括包含可通过辐射能的施加而蒸发的溶剂的材料。未固化的粘合剂B可以以固体、液体或蒸气形式提供。

[0066] 粘合剂B的成分可按期望选择成适合特定应用。可使用不同成分的混合物。粘合剂B可在固化反应期间呈现出放热性质。为了便于下文所述的烧结功能,粘合剂B的成分可适当改性,以提高其放热性能(即,生成的热通量和/或达到的最高温度)。对于本发明的目的,粘合剂B具有放热性质的情况是“放热材料”的一个实例。

[0067] 粘合剂B可选择成在进一步处理期间具有排出气体或烧尽的能力,如,上文所述的烧结过程。

[0068] 可选地,反应物R可与颗粒材料P一起,与粘合剂B组合或替代粘合剂B来使用。反应物R将包括能够在由辐射能触发时释放热能的材料,辐射能直接来自辐射能设备24或间接地通过与粘合剂B的化学或热相互作用。不同于粘合剂,反应物R将是“非粘合的”,即,其并未起到粘合或粘结的作用(除液体反应物R与干颗粒材料P一起使用时可通过润湿作用发生的任何细微的粘合之外)。对于本发明的目的,反应物R是“放热材料”的另一个实例,如过氧化氢。

[0069] 另外可选地,烧结助剂S如炭黑可在颗粒材料P内使用,以改善颗粒材料P的热吸收,且因此改善其它烧结方法的效率。

[0070] 现在将参照图1-3来详细描述设备10的操作的实例。将理解,作为使用设备10生产部件76的前体,部件76用软件建模成沿Z轴线成阵列的平面层的叠层。取决于使用的固化方

法的类型,每层可分成像素网格。实际部件76可建模和/或制造成几十或几百层的叠层。适合的软件建模过程是本领域中已知的。

[0071] 为了开始构建过程,设备10定位成限定选择的层增量。例如,构建平台14可定位在重涂器44下方,距离一选择的层增量。层增量影响增材制造过程的速度和部件76的分辨率。层增量可为可变的,其中较大的层增量用于加速不需要高准确性的部件76的部分中的过程,且较小的层增量以过程速度为代价用于需要较高准确性的情况。

[0072] 在一个示例性实施例中,颗粒材料供应源18用于将没有粘合剂的颗粒材料P沉积在构建平台14上。例如,供应容器38的升降机40可升高来推动颗粒材料P穿过供应开口34,以使其暴露于供应容器38上方。重涂器44侧向移动以在构建平台14上水平地扩散升高的颗粒材料P,且形成水平表面。当重涂器44从左向右穿过时,任何过量的颗粒材料P落入溢流容器20中。随后,重涂器44可移回起始位置。平整的颗粒材料P可称为“构建层”,且其露出的上表面可称为“构建表面”。

[0073] 可选地,不同层可包括两种或更多种颗粒材料。例如,一层可包括第一成分的颗粒材料,并且第二层可包括第二成分的颗粒材料。例如,如图1中所见,不同颗粒材料可通过提供一个或多个附加颗粒材料供应容器78来提供。

[0074] 可选地,任何层可包括两种或更多种颗粒材料。图4示出了示例性层80,其示出了叠加在其上的部件76的横截面。层80分成包括第一成分的颗粒材料的第一区段82,以及包括第二成分的颗粒材料的第二区段84。虚线86指出了两个区段82、84之间的划分。可任意地选择给定层内的区段形状、尺寸和数量,以及不同颗粒材料成分的数量。如果在一层中使用多种颗粒材料,则上文所述的沉积步骤将针对层的每个区段执行。

[0075] 接下来,粘合剂B和/或反应物R使用粘合剂施加器22施加在颗粒材料P上。例如,如果使用液体粘合剂B和/或反应物R,则它们可从喷嘴架48的喷嘴50排出,因为喷嘴架横穿构建表面。

[0076] 在粘合剂B和/或反应物R的施加中,可能有两个选项。对于任一选项,施加的粘合剂B和/或反应物R的表面面积大于最终将固化的横截面的表面面积。在第一选项中,粘合剂B和/或反应物R施加在选择的区域88(图2)中的露出的颗粒材料P的表面上,其在平台14的大部分上大体上是均匀的,且可覆盖整个平台14。为了避免材料浪费和不需要的清洁,选择的区域88可能略小于构建平台14的尺寸。在此选择中,将大体上不会努力使用粘合剂B来符合或限定正在构建的部件76的周长。

[0077] 在第二选项中,对于考虑下的特定层,粘合剂B和/或反应物R将在选择的区域90中施加到露出的颗粒材料P的表面上,选择的区域90针对正在构建的部件76的横截面定制。例如,选择的区域90可为规则形状,如,多边形,其具有略大于每条轴线上的部件横截面积的最大尺寸的最小尺寸。在另一个实例中,选择的区域90可为任意或不规则形状,大体上遵循部件横截面的最外周边,具有附加的边缘边界92。任意形状可以说是与部件的横截面形状粗略近似。

[0078] 第二选项可称为粘合剂和/或反应物的“总”或“粗”或“粗略”施加,这些术语表示实现的准确度水平。将理解,粘合剂和/或反应物的该总、粗或粗略施加可使用如上文所述的简单喷嘴架设备来实现,且不必需要使用常规的打印头设备。备选地,粘合剂和/或反应物的该总、粗或粗略施加可使用常规的打印头设备(未示出)来实现。

[0079] 可选地,不同的层可使用不同成分的两种或更多种的粘合剂。例如,一层可使用第一成分的粘合剂,并且第二层可使用第二成分的粘合剂。例如,如图1中所见,可通过提供联接到喷嘴架48上的一个或多个附加粘合剂储存器94来提供不同的粘合剂。下文更详细描述了用于两种不同粘合剂的附加选项。

[0080] 可选地,不同的层可使用不同成分的两种或更多种的反应物R。例如,一层可使用第一成分的反应物R,并且第二层可使用第二成分的反应物R。例如,如图1中所见,可通过提供联接到喷嘴架48上的一个或多个附加反应物储存器95来提供不同的反应物R。下文更详细描述了用于两种不同粘合剂的附加选项。

[0081] 在另一个示例性实施例中,颗粒材料P将与粘合剂P和/或反应物R预混,然后载入颗粒材料供应源18,且颗粒材料供应源18将用于将颗粒材料和粘合剂B和/或反应物R的混合物沉积在构建平台14上。如本文使用的,术语“预混”是指颗粒材料和粘合剂和/或反应物R的机械混合物,以及其中组成颗粒已涂布有粘合剂和/或反应物R层的颗粒材料。如上文所述,不同层可具有不同颗粒材料成分,或独立层可包括具有不同颗粒材料成分的多个区段。

[0082] 一旦施加颗粒材料P和粘合剂B和/或反应物R,则辐射能设备24用于烧结和可选地固化正在构建的部件76的二维横截面或层。

[0083] 在投射器56如图1中所示使用时,投射器56投射代表涂布的颗粒材料P的表面的部件76的横截面的图案图像64。

[0084] 如果使用粘合剂B,则暴露于辐射能会固化和凝固粘合剂B中的图案。此类固化在本文中称为“选择性”固化。同时,烧结颗粒材料P。粘合剂B(加上可选的反应物R)响应于来自投射器56的能量施加而经历放热反应。放热反应生成足够的热,结合来自投射器56的热输入,以将包绕的颗粒材料P的温度升高到适合的烧结温度,因此在颗粒材料P中凝固图案。此类烧结在本文中称为“选择性”烧结。

[0085] 如果未使用粘合剂B,则单独施加到颗粒材料P上的反应物R响应于来自投射器56的能量施加而经历放热反应。放热反应生成足够的热,结合来自投射器56的热输入,以将包绕的颗粒材料P的温度升高到适合的烧结温度,以选择性地烧结颗粒材料P。

[0086] 烧结的程度将取决于放热反应的强度以及颗粒材料P的材料性质。例如,如果颗粒材料P是低温烧结材料,如聚合物,则可实现高烧结程度。作为另一个实例,如果颗粒材料P是高温烧结材料,如陶瓷或金属,则其可部分地被烧结。如下文更详细所述,烧结过程然后可在增材制造过程之后完成。

[0087] 例如,通过平台14垂直地向下移动层增量来限定另一个层增量,且如上文所述施加颗粒材料P和粘合剂B和/或反应物R。投射器56又投射图案图像64。暴露于辐射能选择性地烧结颗粒物质P,且如上文所述可选地固化粘合剂B,且通过烧结和/或固化将最上层连接到下方的之前固化的层。增加层、施加颗粒材料P和粘合剂B和/或反应物R,且然后选择性地烧结和可选地固化的该循环重复,直到整个部件76完成。

[0088] 在使用扫描射束设备替代投射器的情况下,辐射能源68发射射束72,且射束操纵设备70用于通过以适合的图案在露出的颗粒材料P和粘合剂B和/或反应物R上操纵构建射束72(或多个射束)的焦点来选择性地烧结颗粒物质P且可选地固化粘合剂B。

[0089] 另一层增量例如由垂直向下移动层增量的构建平台14限定,且颗粒材料P和粘合剂B和/或反应物R的另一层以相似的厚度施加。辐射能源68又发射构建射束72,且射束操纵

设备70用于以适合的图案在露出的颗粒材料P上操纵构建射束72的焦点。颗粒材料P的暴露层暴露于辐射能,辐射能选择性地烧结颗粒物质P,且如上文所述可选地固化粘合剂B,且将其连结到下方的之前烧结的层上。增加层、施加颗粒材料P和粘合剂B和/或反应物R,且然后选择性地烧结和可选地固化的该循环重复,直到整个工件76完成。

[0090] 可选地,扫描射束设备可与投射器组合使用。例如,扫描射束设备可用于通过在露出颗粒材料P的表面上扫描一个或多个射束来施加辐射能(除由投射器施加的之外)。这可与投射器的使用同时或顺序进行。扫描射束加上图案图像的使用可用于制作部件,其略大于投射器的图案图像的区域,而不会使特征分辨率变差。

[0091] 限定为可产生的最小部件特征尺寸的任一过程的准确性主要关于颗粒材料P的颗粒尺寸,以及投射器56或扫描射束设备67的分辨率。

[0092] 任一固化方法(投射器和/或扫描)都产生其中颗粒材料P至少部分地烧结且可选地由固化的粘合剂B保持在固体形状的部件74。该部件可在一些情况中用作最终产品。

[0093] 在固化步骤之后,部件可从构建平台14去除,且多余的颗粒材料P和/或未固化的粘合剂B和/或未使用的反应物R可去除且可能再使用。

[0094] 如果最终产品旨在为纯陶瓷或金属,则部件76可处理成常规烧结过程,以烧尽粘合剂B(如果使用)且进一步固结陶瓷或金属颗粒。可选地,在烧结过程期间或之后,可执行已知的渗透过程,以使用具有低于颗粒材料P的熔点温度的材料填充部件中的空隙。渗透过程改善部件物理性质。

[0095] 使用粘合剂的上文所述的构建过程的实施例可通过包括具有不同固化过程的不同成分的多种粘合剂来改变。如本文使用的,术语“不同固化过程”是指固化过程的任何方面中的差异,如,固化模态或特定模态的过程参数。例如,可提供第一粘合剂和第二粘合剂,其中第一粘合剂是可使用辐射能的第一波长固化的,并且第二粘合剂是可使用辐射能的第二波长固化的。作为另一个实例,可提供第一粘合剂和第二粘合剂,其中第一粘合剂可使用辐射能的特定波长固化,并且第二粘合剂可通过暴露于高温(例如,加热空气中)固化。粘合剂中的至少一种可为如上文所述的放热材料。为了选择性地固化粘合剂中的一种而不固化另一种粘合剂,辐射能设备24可构造施加不同波长的辐射能,或一个以上的辐射能设备24可设在设备10中,或如上文所述的辐射能设备24可与构造为产生非选择性或均匀固化结果的均匀热源的另一类型的固化设备组合,如,辐射加热元件、石英灯等。这些类型的固化设备并未施加如上文所述的图案的辐射能,而是使整个构建平台14经受辐射能。

[0096] 在一些实施例中,均匀热源用于首先将颗粒物质P的温度从初始温度升高到中间温度。中间温度是选择成足够高的预定温度,以补充反应物R的放热反应提供的热来烧结颗粒P。就此而言,在一些实施例中,来自反应物R和/或粘合剂R的放热反应的热单独是不足以烧结颗粒P的。在这些实施例中,均匀热源用于升高颗粒P的温度,使得来自反应物R和/或粘合剂B的放热反应的附加热引起烧结发生。其它热源可用于将颗粒P加热到中间温度。举例来说而不限,此类其它热源可包括:构建材料供应源、构建箱、构建室及其组合。

[0097] 不同的粘合剂可作为上述粘合剂施加步骤的一部分来结合。备选地,一种或两种粘合剂可结合为如上文所述的预混的一部分。

[0098] 至少一种粘合剂由预混物提供,或在执行第一固化步骤之前施加。剩余的粘合剂可在执行固化步骤之前或之后施加。

[0099] 如上文所述,至少一种粘合剂选择性地固化。剩余的粘合剂可选择性地固化或均匀地固化。

[0100] 两种或更多种粘合剂的使用允许每种粘合剂针对特定功能定制。例如,第一粘合剂可用于协助连接将形成最终部件的颗粒,而第二粘合剂可用作支承结构来通过构建过程给予部件强度。

[0101] 本文所述的方法具有优于现有技术的若干优点。具体而言,其允许具有精细特征保真度的部件的经济可行的生产;提供材料选择的自由;在高速下工作;并且具有低成本。总粘合剂和/或反应物施加过程的一个特定优点在于,其将使得更容易再使用或再循环未喷涂有粘合剂的区域中的未固化的颗粒材料。

[0102] 前文描述了用于增材制造工艺的方法。在本说明书(包括任何所附权利要求书、摘要和图)中所公开的所有特征和/或如此公开的任何方法或过程的所有步骤可以任何组合形式组合,所述特征和/或步骤中的至少一些相互排斥的组合除外。

[0103] 本说明书(包括任何所附权利要求书、摘要和图)中所公开的每个特征可替换为用于相同、等效或类似目的的替代特征,除非另有明确陈述。因此,除非另有明确陈述,否则每个所公开的特征都仅是等同或相似特征的通用系列的一个实例。

[0104] 本发明并不限于前述实施例的任何细节。本发明扩展到本说明书(包括任何所附权利要求书、摘要和图)中所公开的特征的任何新颖特征或新颖特征组合,或扩展到如此公开的任何方法或过程的步骤的任何新颖步骤或任何新颖步骤组合。

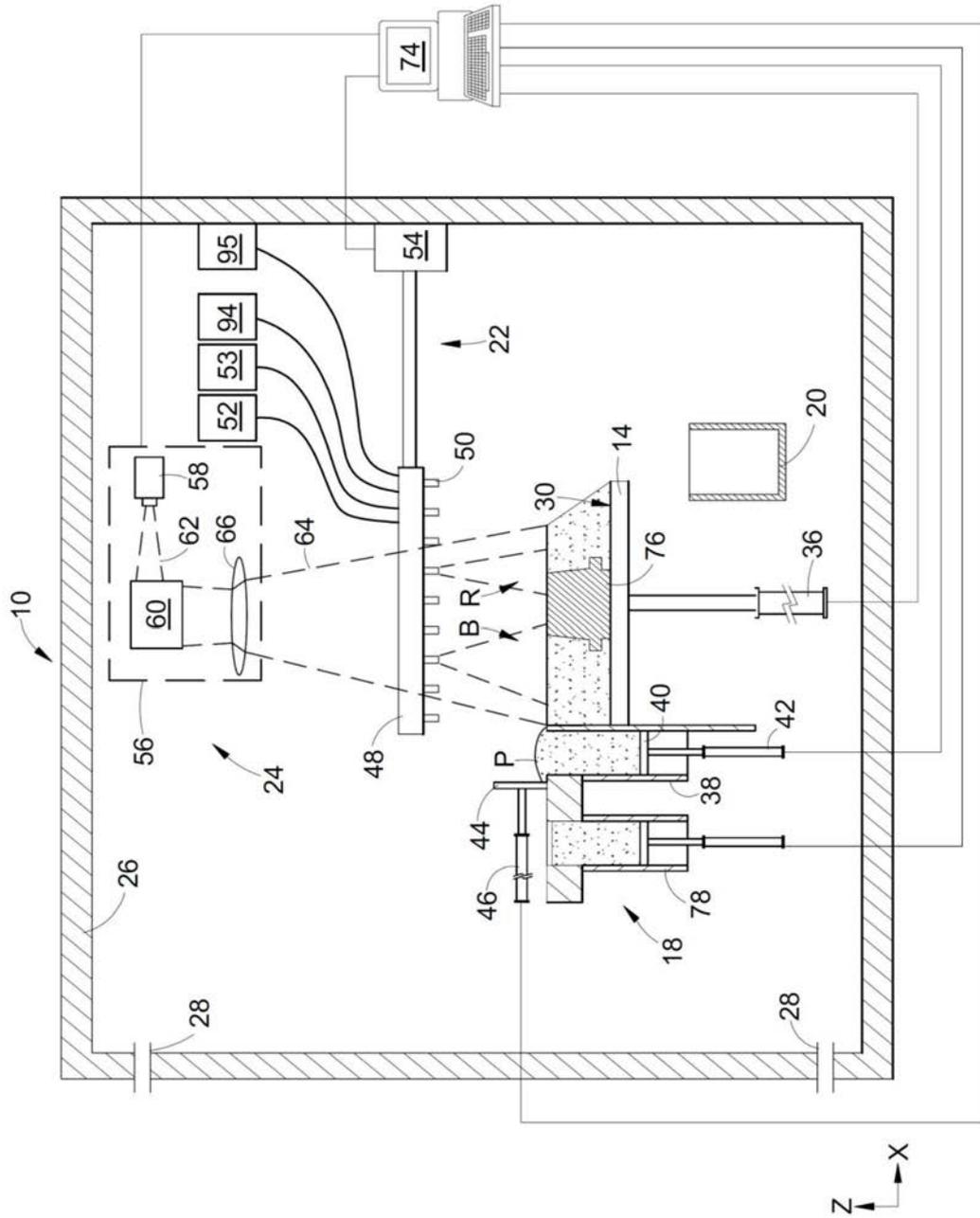


图1

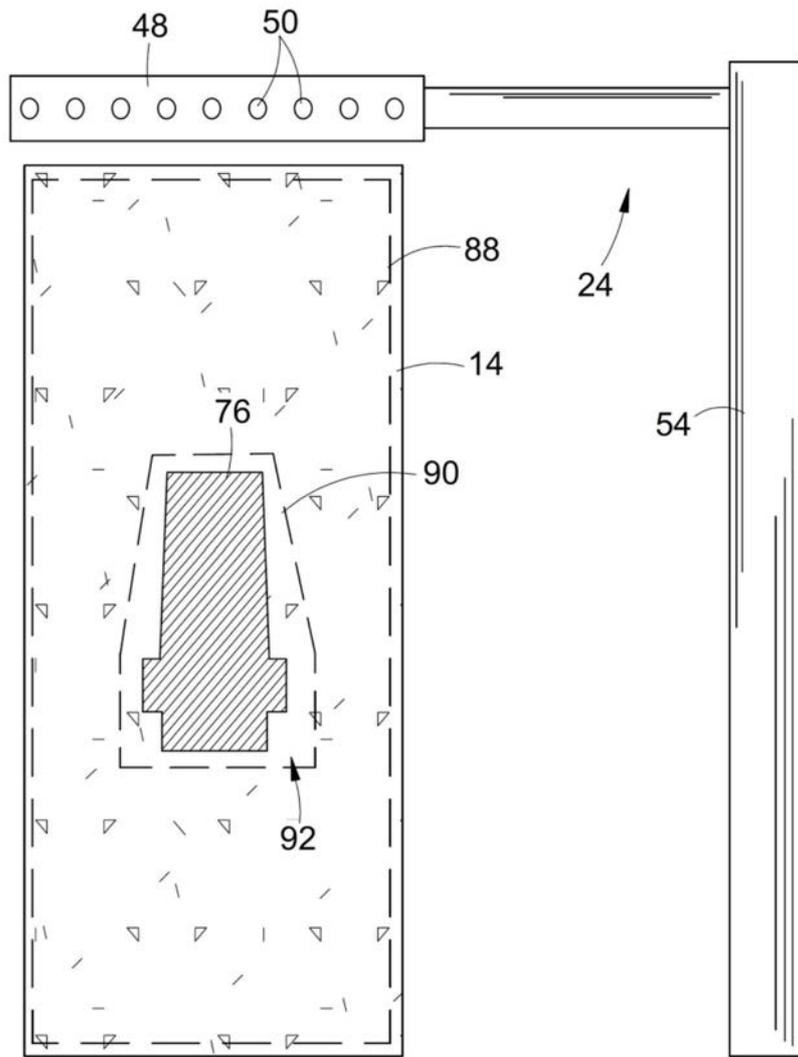


图2

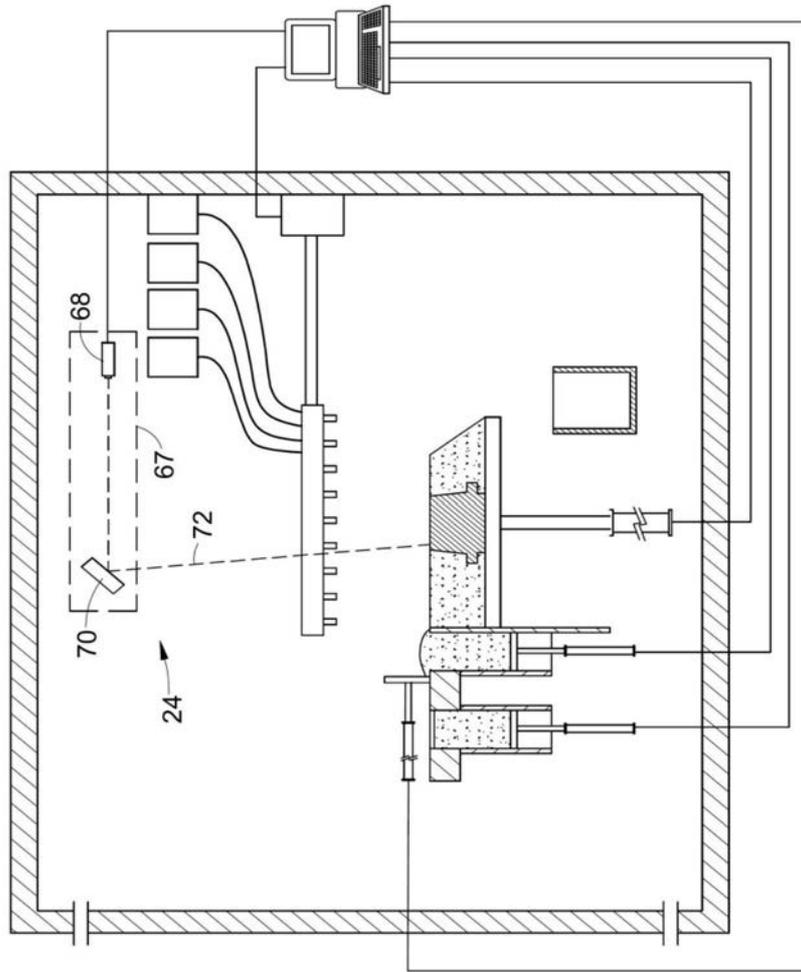


图3

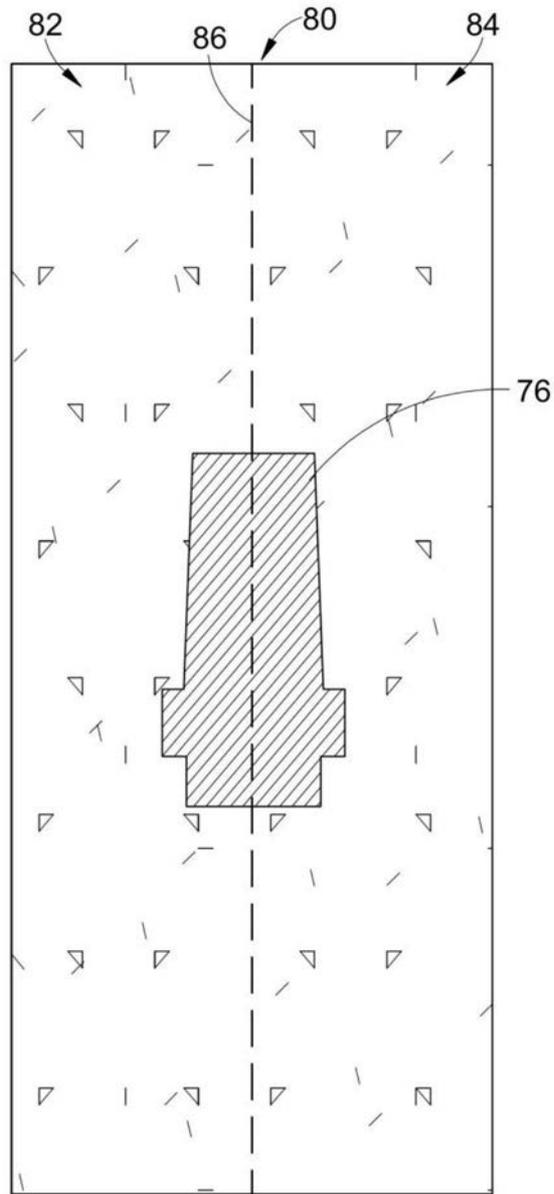


图4