



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110337360 A

(43)申请公布日 2019.10.15

(21)申请号 201880013948.7

劳拉·切尔路利·黛尔

(22)申请日 2018.01.03

(74)专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

(30)优先权数据

62/441,640 2017.01.03 US

15/860,423 2018.01.02 US

代理人 肖华

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.08.26

(51)Int.Cl.

B29C 64/321(2006.01)

B29C 64/141(2006.01)

B22F 3/105(2006.01)

B33Y 10/00(2006.01)

B33Y 30/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/012214 2018.01.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/129064 EN 2018.07.12

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 斯科特·迈克尔·奥本海默

安东尼·约瑟夫·文奇克拉

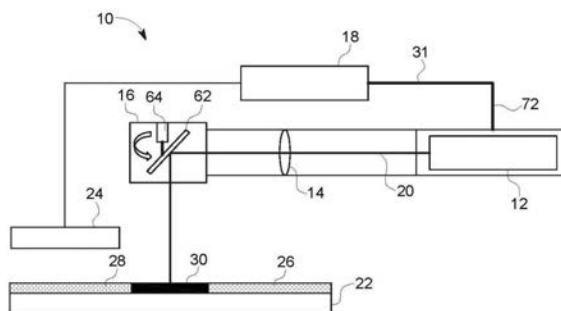
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

用于增材制造系统中的真空粉末放置的方法及系统

(57)摘要

一种用于利用增材制造系统来制造部件的方法,包括,将第一材料颗粒的第一部分夹带在通过真空源产生的气流中并且使第一材料颗粒的第一部分接合在空气可渗透筛网上。第一材料颗粒的第一部分被沉积到构建平台上。该方法还包括,将第二材料颗粒的第二部分夹带在气流中并且使第二材料颗粒的第二部分接合在空气可渗透筛网。第二材料颗粒的第二部分被沉积到构建平台上。能量源将热量传递到第一材料颗粒的第一部分或第二材料颗粒的第二部分中的至少一个的至少一部分,以便于固结材料颗粒,以制造部件。



1. 一种使用增材制造系统来制造部件的方法,其特征在于,所述方法包含:

将第一材料颗粒的第一部分夹带在通过真空源产生的气流中,并且使所述第一材料颗粒的所述第一部分接合在空气可渗透筛网上;

将所述第一材料颗粒的所述第一部分沉积到构建平台上;

将第二材料颗粒的第二部分夹带在所述气流中,并且使所述第二材料颗粒的所述第二部分接合在所述空气可渗透筛网上;

将所述第二材料颗粒的所述第二部分沉积到所述构建平台上;以及

利用能量源将热量传递到所述第一材料颗粒的所述第一部分或所述第二材料颗粒的所述第二部分中的至少一个的至少一部分,以便于固结所述第一材料颗粒的所述第一部分和所述第二材料颗粒的所述第二部分,以制造所述部件。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,其中,将第一材料颗粒的第一部分夹带在气流中包含:打开多个真空阀的真空阀的第一子集,以产生通过所述真空阀的第一子集和所述空气可渗透筛网的所述气流。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,其中,将第二材料颗粒的第二部分夹带在所述气流中包含:打开所述多个真空阀的真空阀的第二子集,以产生通过所述真空阀的第二子集和所述空气可渗透筛网的所述气流,其中,所述真空阀的第二子集不同于所述真空阀的第一子集。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包含:将材料输送系统平移到包括所述第一材料颗粒的第一材料供应源,所述材料输送系统包括多个真空阀和所述空气可渗透筛网。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,进一步包含:将所述材料输送系统平移到包括所述第二材料颗粒的第二材料供应源。

6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,其中,将所述第一材料颗粒的所述第一部分沉积到构建平台上与将所述第二材料颗粒的所述第二部分沉积到所述构建平台上同步地发生。

7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包含:将所述材料输送系统平移到具有多个牺牲材料颗粒的牺牲材料供应源。

8. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包含:打开所述多个真空阀的真空阀的第三子集,以产生通过所述真空阀的第三子集和所述空气可渗透筛网的气流,所述气流夹带所述牺牲材料颗粒的第三部分并且使所述牺牲材料颗粒的所述第三部分接合在所述空气可渗透筛网上,其中,所述真空阀的第三子集不同于所述真空阀的第一子集和所述真空阀的第二子集。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,进一步包含:将所述牺牲材料颗粒的所述第三部分沉积到所述构建平台上。

10. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,其中,将所述牺牲材料颗粒的所述第三部分沉积到所述构建平台上包含:闭合所述真空阀的第三子集,以防止通过所述真空阀的第三子集和所述空气可渗透筛网的所述气流,使得所述牺牲材料颗粒的所述第三部分与所述空气可渗透筛网脱离。

11. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,其中,将所述第一材料颗粒的所述第一部分

沉积到所述构建平台上包含:闭合所述真空阀的第一子集,以防止通过所述真空阀的第一子集和所述空气可渗透筛网的所述气流,使得所述第一材料颗粒的所述第一部分与所述空气可渗透筛网脱离。

12.如权利要求1所述的方法,其特征在于,其中,将所述第二材料颗粒的所述第二部分沉积到所述构建平台上包含:闭合所述真空阀的第二子集,以防止通过所述真空阀的第二子集和所述空气可渗透筛网的所述气流,使得所述第二材料颗粒的所述第二部分与所述空气可渗透筛网脱离。

13.如权利要求1所述的方法,其特征在于,其中,传递热量包括基于以下中的一个以上来利用所述能量源传递热量:所述能量源的功率输出、矢量扫描速度、光栅功率输出、光栅扫描速度、光栅工具路径和轮廓功率输出。

14.一种用于制造部件的增材制造系统,其特征在于,所述增材制造系统包含:

能量源;

材料输送系统,所述材料输送系统包含:

分配器组件,所述分配器组件包含多个真空阀和空气可渗透筛网;和

真空源,所述真空源与所述多个真空阀流体连通地联接;以及

控制器,所述控制器构造成:

打开所述多个真空阀的真空阀的第一子集,以产生通过所述真空阀的第一子集和所述空气可渗透筛网的气流,以取回多个第一材料颗粒;

打开所述多个真空阀的真空阀的第二子集,以产生通过所述真空阀的第二子集和所述空气可渗透筛网的气流,以取回多个第二材料颗粒;

在构建平台上沉积所述多个第一材料颗粒和所述多个第二材料颗粒;以及

基于构建参数致动所述能量源,以将热量传递到所述多个第一材料颗粒和所述多个第二材料颗粒中的至少一个,以便于固结所述多个第一材料颗粒和所述多个第二材料颗粒,以制造所述部件。

15.如权利要求14所述的系统,其特征在于,进一步包含第一材料供应源和第二材料供应源,所述第一材料供应源包含所述多个第一材料颗粒,所述第二材料供应源包含所述多个第二材料颗粒。

16.如权利要求15所述的系统,其特征在于,进一步包含联接到所述材料输送系统的安装系统,所述控制器进一步构造成:

将所述材料输送系统平移到所述第一材料供应源,以取回所述多个第一材料颗粒;并且

将所述材料输送系统平移到所述第二材料供应源,以取回所述多个第二材料颗粒。

17.如权利要求14所述的系统,其特征在于,其中,所述分配器组件进一步包含联接到所述多个真空阀的真空歧管,所述真空源与所述真空歧管流体连通地联接。

18.如权利要求14所述的系统,其特征在于,进一步包含构建平台,所述构建平台构造成保持所述多个第一材料颗粒和所述多个第二材料颗粒,其中,所述控制器进一步构造成将所述多个第一材料颗粒和所述多个第二材料颗粒沉积到所述构建平台上。

19.如权利要求18所述的系统,其特征在于,进一步包含牺牲材料供应源,所述牺牲材料供应源包含所述多个牺牲材料颗粒,所述控制器进一步构造成:

打开所述多个真空阀的真空阀的第三子集,以产生通过所述真空阀的第三子集和所述空气可渗透筛网的气流,以取回所述多个牺牲材料颗粒;并且

将所述多个牺牲材料颗粒沉积到所述构建平台上。

20. 如权利要求14所述的系统,其特征在于,其中,所述构建参数包括以下中的一个以上:所述能量源的功率输出、矢量扫描速度、光栅功率输出、光栅扫描速度、光栅工具路径和轮廓功率输出。

21. 一种用于增材制造系统的材料输送系统,其特征在于,所述材料输送系统包含:

分配器组件,所述分配器组件包含多个真空阀和空气可渗透筛网;

真空源,所述真空源与所述多个真空阀流体连通地联接;以及

安装系统,所述安装系统联接到所述分配器组件。

22. 如权利要求21所述的系统,其特征在于,其中,所述安装系统在所述增材制造系统的一个以上的材料供应源和构建平台之间平移所述分配器组件材料输送系统。

23. 如权利要求21所述的系统,其特征在于,其中,所述分配器组件进一步包含联接到所述多个真空阀的真空歧管,所述真空源与所述真空歧管流体连通地联接。

24. 如权利要求21所述的系统,其特征在于,其中,所述多个真空阀布置成 $M \times N$ 阵列,其中, M 对应于所述阵列中的列数,并且其中, N 对应于所述阵列中的行数。

25. 如权利要求21所述的系统,其特征在于,其中,所述 $M \times N$ 阵列具有与所述增材制造系统的构建平台的大小和形状实质上对应的大小和形状。

用于增材制造系统中的真空粉末放置的方法及系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2017年1月3日提交的美国临时专利申请序列号No.62/441,640的优先权,其整体通过引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 文中公开的主题大体涉及增材制造系统,更特别地,涉及包括用于将材料颗粒沉积到构建平台上的材料输送系统的增材制造系统。

背景技术

[0004] 至少一些增材制造系统涉及到粉末状材料的固结以制造部件。与传统制造技术相比,这种系统以减少的成本且以改进的制造效率由粉末材料生产几何上复杂的部件。一些已知的增材制造系统使用来自能量源的射束和粉末状材料(诸如粉末状金属)来制造部件,诸如直接金属激光熔化(DMLM)、直接金属激光烧结(DMLS)、选择性激光烧结(SLS)、选择性激光熔化(SLM)和电子束熔化(EBM)系统。在这种增材制造系统中,部件的性质至少部分地由用于形成部件的材料性质确定。在一些实例中,希望有制造具有变化和局部材料性质的部件。由此,至少一些部件由连结在一起的具有不同性质的两个以上分离部件形成。然而,与单个部件相比,连结的部件可能具有增加的组装成本,和/或,可能具有增加的故障风险,这部分地归因于部件之间的连结处。

发明内容

[0005] 在一个方面,提供了一种使用增材制造系统来制造部件的方法。该方法包括,使第一材料颗粒的第一部分夹带在通过真空源产生的气流中并且使第一材料颗粒的第一部分接合在空气可渗透筛网上。此外,该方法包括,将第一材料颗粒的第一部分沉积到构建平台上。该方法还包括,将第二材料颗粒的第二部分夹带在气流中并且使第二材料颗粒的第二部分接合在空气可渗透筛网上。而且,该方法包括,将第二材料颗粒的第二部分沉积到构建平台上。该方法包括,利用能量源将热量传递到第一材料颗粒的第一部分或第二材料颗粒的第二部分中的至少一个的至少一部分,以便于固结第一材料颗粒的第一部分和第二材料颗粒的第二部分,以制造部件。

[0006] 在另一方面,提供了一种用于制造部件的增材制造系统。增材制造系统包括能量源、构建平台和材料输送系统,构建平台构造成保持多个第一材料颗粒和多个第二材料颗粒。材料输送系统包括分配器组件和真空源,分配器组件包含多个真空阀和空气可渗透筛网,真空源与多个真空阀流体连通地联接。增材制造系统还包括控制器,控制器构造成打开多个真空阀中的真空阀的第一子集,以产生通过真空阀的第一子集和空气可渗透筛网的气流,以取回多个第一材料颗粒。控制器进一步构造成打开多个真空阀中的真空阀的第二子集,以产生通过真空阀的第二子集和空气可渗透筛网的气流,以取回多个第二材料颗粒。另外,控制器构造成将多个第一材料颗粒和多个第二材料颗粒沉积到构建平台上,并且基于

构建参数致动能量源,以将热量传递到多个第一材料颗粒和多个第二材料颗粒中的至少一个,以便于固结多个第一材料颗粒和多个第二材料颗粒,以制造部件。

[0007] 在又一方面,提供了一种用于增材制造系统的材料输送系统。材料输送系统包括分配器组件,分配器组件包含多个真空阀和空气可渗透筛网。材料输送系统还包括真空源,真空源与多个真空阀流体连通地联接。另外,材料输送系统包括联接到分配器组件的安装系统。

附图说明

[0008] 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及其他特征、方面和优势,附图中,类似的字符在所有附图中表示类似的零件,其中:

[0009] 图1是示范性增材制造系统的示意性视图;

[0010] 图2是包括材料输送系统的图1中示出的增材制造系统的一部分的示意性视图;

[0011] 图3是包括图2中示出的材料输送系统的图1中示出的增材制造系统的一部分的示意性平面视图;

[0012] 图4是用于与图2中示出的材料输送系统的分配器组件一起使用的可单独控制的真空阀的阵列布置的示意性视图;

[0013] 图5是用于与图1中示出的增材制造系统一起使用的控制器的框图;以及

[0014] 图6是可以实施成使用图1中示出的增材制造系统来制造部件的方法的流程图。

[0015] 除非另有指明,否则,文中提供的附图意指图示本公开的实施例的特征。相信这些特征适用于包含本公开的一个以上实施例的繁多种类的系统。如此,附图并不意指包括本领域普通技术人员已知的用于实践文中公开的实施例所要求的所有常规特征。

具体实施方式

[0016] 在以下说明书和权利要求书中,将参考许多术语,术语应被限定为具有以下含义。

[0017] 除非上下文另有清楚指明,否则,单数形式“一”、“一个”和“该”包括复数指代。

[0018] “可选的”或“可选地”意指随后描述的事件或情境可能发生或可能不发生,并且该描述包括事件发生的实例和事件不发生的实例。

[0019] 通篇说明书和权利要求书文中使用的近似语言可以应用于修饰任何定量表示,该表示可以允准变化而不造成其所涉及的基本功能的变动。由此,术语或各术语(诸如,“大约”、“近似”和“实质上”)所修饰的数值不限于指定的精确数值。在至少一些实例中,近似语言可以对应于用于测量数值的仪器的精度。这里及通篇说明书和权利要求书中,范围限制可以被组合和/或互换;这种范围被识别并包括其中含有的所有子范围,除非上下文或语言另有指明。

[0020] 文中使用的术语“处理器”和“计算机”及相关术语(例如“处理设备”,“计算设备”和“控制器”)不只是限于本领域中称之为计算机的那些集成电路,而是广泛地指代微控制器、微计算机、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑控制器(PLC)和专用集成电路以及其他可编程电路,这些术语文中可互换使用。在文中描述的实施例中,存储器可以包括但不限于计算机可读介质,诸如随机存取存储器(RAM)、计算机可读非易失性介质,诸如闪存存储器。替代地,也可以使用软盘、光盘-只读存储器(CD-ROM)、磁光盘(MOD)和/或数字通用盘

(DVD)。此外,在文中描述的实施例中,附加输入信道可以是但不限于与操作员接口(诸如鼠标和键盘)关联的计算机外围设备。替代地,也可以使用其他计算机外围设备,可以包括但不限于例如扫描仪。而且,在示范性实施例中,附加输出信道可以包括但不限于操作员接口监视器。

[0021] 进一步,文中使用的术语“软件”和“固件”是可互换的,并且包括用于由个人计算机、工作站、客户端和服务端执行的在存储器中的任何计算机程序储存。

[0022] 文中使用的术语“非暂时性计算机可读介质”意在表示用于信息(诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块和子模块或者任何设备中的其他数据)的短期和长期储存的、以任何技术方法实施的任何有形的基于计算机的设备。因此,文中描述的方法可以被编码为体现在有形的、非暂时性计算机可读介质(包括但不限于储存设备和/或存储器设备)中的可执行指令。当由处理器执行时,这种指令致使处理器施行文中描述的方法的至少一部分。另外,文中使用的术语“非暂时性计算机可读介质”包括所有有形的计算机可读介质,包括但不限于非暂时性计算机储存设备,包括但不限于易失性和非易失性介质,以及可移除和不可移除的介质,诸如固件、物理和虚拟储存、CD-ROM、DVD,以及任何其他数字源(诸如网络或互联网),以及还有待开发的数字手段,唯独例外的是暂时性传播信号。

[0023] 而且,文中使用的术语“实时”指代关联事件的发生时间、预定数据的测量和收集时间、处理数据的时间以及系统响应于事件和环境的时间中的至少一个。在文中描述的实施例中,这些活动和事件实质上即刻发生。

[0024] 文中描述的系统及方法涉及增材制造系统,诸如直接金属激光熔化(DMLM)系统。文中描述的实施例包括用于发射聚焦能量束的能量源和材料输送系统。材料输送系统取回第一材料的多个颗粒并且将颗粒沉积或放置在构建平台上。此外,材料输送系统取回不同于第一材料的第二材料的多个颗粒,并且将颗粒沉积在构建平台上,使得第一材料和第二材料的颗粒限定部件的层。材料输送系统包括联接到多个阀的真空源,以施加抽吸力来取回和沉积材料的颗粒。在一个实施例中,材料输送系统取回并且沉积牺牲材料(即,不是部件的部分的材料)的颗粒,以在制造期间向部件提供支撑。由此,所描述的实施例便于给部件提供不同的、局部的材料性质。

[0025] 图1是示范性增材制造系统10的示意性视图。在示范性实施例中,增材制造系统10是直接金属激光熔化(DMLM)系统。虽然文中增材制造系统10描述为DMLM系统,但是,应注意,增材制造系统10可以是使增材制造系统10能够使用聚焦能量设备和至少一种粉末状材料来制造部件的任何粉末床融合处理。例如但不限于,增材制造系统10可以是直接金属激光烧结(DMLS)系统、选择性激光烧结(SLS)系统、选择性激光熔化(SLM)系统和电子束熔化(EBM)系统。

[0026] 增材制造系统10包括光学地联接到光学器件14和振镜16的能量源12,振镜16用于控制能量源12的扫描。在示范性实施例中,能量源12是发射能量束20的激光设备,诸如掺钕钇铝石榴石(Nd:YAG)固态激光器。在替代实施例中,增材制造系统10包括使增材制造系统10能够如文中描述地起作用的任何能量源12,诸如连续、调制、脉冲波激光器或电子束产生器中的一个。此外,在一些实施例中,增材制造系统10包括二极管光纤激光器阵列,二极管光纤激光器阵列包括联接到多个光纤的多个二极管激光器。在这种实施例中,二极管光纤阵列朝向表面或构建平台同步地引导来自光纤的诸多激光束,以加热至少一种粉末状

材料。替代地或此外，增材制造系统10可以包括多于一个能量源。例如但不限于，替代的增材制造系统可以具有第一能量源和第二能量源，第一能量源具有第一功率输出，第二能量源具有不同于第一功率输出的第二功率输出，或者，替代的增材制造系统可以具有至少两个能量源，至少两个能量源具有实质上相同的功率输出。然而，增材制造系统10可以包括容许增材制造系统10如文中描述地起作用的能量源的任何组合。

[0027] 在示范性实施例中，增材制造系统10还包括计算机控制系统或控制器18。振镜16通过控制器18控制，并且沿着预定路径偏转能量源12的射束20，以形成熔池。在一个实施例中，预定路径在表面或构建平台22上。在其他实施例中，振镜16沿着预定路径偏转射束20，以便于烧结或以其他方式固结材料的颗粒。烧结是用于指代通过例如使用激光束烧结或熔化粉末材料来生产三维(3D)部件的术语。更准确地说，烧结需要在低于粉末材料的熔点的温度下熔融(聚结)粉末材料的颗粒，而熔化需要使粉末材料的颗粒充分熔化以形成固体物质。与激光烧结或激光熔化关联的物理处理包括向粉末材料的热量传递，然后烧结或是熔化粉末材料。

[0028] 在示范性实施例中，振镜16包括可操作地联接到致动器64的镜子62。响应于从控制器18接收的信号，致动器64移动(即，转动)镜子62，以此朝向并偏转射束20跨越构建平台22的选定部分。在一些实施例中，镜子62包括具有与射束20的波长对应的反射波谱的反射涂层。在替代实施例中，增材制造系统10包括使增材制造系统10能够如文中描述地起作用的任何扫描设备。例如，在一些实施例中，振镜16包括两个镜子62和两个致动器64，每个致动器64可操作地联接到镜子62中的一个。在其他实施例中，振镜16包括，例如但不限于，二维(2D)扫描振镜、三维(3D)扫描振镜、动态聚焦振镜和/或用于偏转能量源12的射束20的任何其他振镜系统。增材制造系统10还包括将材料的颗粒输送到构建平台22的材料输送系统24。

[0029] 在示范性实施例中，构建平台22至少支撑经由材料输送系统24输送的多个第一材料颗粒26和多个第二材料颗粒28。第一材料颗粒26和第二材料颗粒28是在增材制造处理期间被固结(即，被加热和/或熔化并且冷却和/或重新凝固)以制造部件30的粉末状构建材料。特别地，能量源12将热量传递到第一材料颗粒26和第二材料颗粒28，例如，产生熔池或者烧结材料，以便于固结部件30中的材料。在示范性实施例中，第一材料颗粒26和第二材料颗粒28包括，例如但不限于，钴、铁、铝、钛、镍、钢及其各种组合中的一种以上的气体雾化合金。替代地，第一材料颗粒26和第二材料颗粒28包括使增材制造系统10能够如文中描述地起作用的任何材料类型，诸如，例如但不限于，陶瓷粉末、经由非气体雾化途径制作的金属粉末、涂覆了金属的陶瓷粉末、热固性树脂和热塑性树脂。虽然文中描述为运用第一材料颗粒26和第二材料颗粒28来制造部件30，但是应注意，可以使用任何数目的材料来制造部件，诸如部件30。

[0030] 在示范性实施例中，操作增材制造系统10以通过逐层制造处理来制造部件30。部件30由部件30的3D几何形状的电子代表物制造。电子代表物可以在计算机辅助设计(CAD)或相似文件中产生。部件30的CAD文件转换成对于每层包括多个构建参数31的逐层格式。在示范性实施例中，部件30以相对于用在增材制造系统10中的坐标系的原点的所需取向用电子方式布置。将部件30的几何形状切成堆叠的所需厚度的层，使得每层的几何形状是在该特定层位置处通过部件30的横截面的外形。跨越相应层的几何形状产生“工具路径”或“多

个工具路径”。沿着工具路径或多个工具路径应用构建参数31,以由用于构筑部件30的材料制造部件30的该层。对于部件30几何形状的每个相应层重复各步骤。一旦完成该处理,就产生包括所有的层的电子计算机构建文件(或多个文件)。构建文件加载到增材制造系统10的控制器18中,以在制造每层期间控制该系统。

[0031] 在构建文件加载到控制器18之后,操作增材制造系统10,以通过实施逐层制造处理(诸如直接金属激光熔化方法)来产生部件30。示范性逐层增材制造处理不使用预先已有的物品作为最终部件的前体,而是,该处理由可配置形式的原材料(诸如多个颗粒或粉末)来生产部件30。例如但不限于,钢部件可以使用钢粉末来增材制造。增材制造系统10使之能够使用宽泛范围的材料来制造部件,例如但不限于金属、陶瓷和聚合物。

[0032] 图2是包括材料输送系统24的增材制造系统10的一部分的示意性视图。图3是包括材料输送系统24的增材制造系统10的一部分的示意性平面视图。在示范性实施例中,材料输送系统24包括联接到分配器组件34的真空源32以及联接到分配器组件34的安装系统50。安装系统50与控制器18通信地联接,控制器18在X,Y,和Z轴线(大体在52处指示)上平移或移动安装系统50,以便于至少取回和沉积用于制造部件30的层(图1中示出)的第一材料颗粒26和第二材料颗粒28。分配器组件34包括真空歧管36和单独可控的多个真空阀38,多个真空阀38排成一列,联接到真空歧管36。分配器组件34还包括与真空歧管36相对地联接到多个真空阀38的气体或空气可渗透筛网40(或膜)。筛网40具有多个孔隙或开口,多个孔隙或开口大小定成允许空气穿过筛网40,同时实质上防止第一材料颗粒26和第二材料颗粒28穿过筛网40。

[0033] 在示范性实施例中,材料输送系统24还至少包括第一材料供应源54和第二材料供应源56。替代地,材料输送系统24包括构建部件30所需要的任意数目的材料源。在示范性实施例中,第一材料供应源54和第二材料供应源56分别保持一定数量的第一材料颗粒26和第二材料颗粒28。分配器组件34分别从第一材料供应源54和第二材料供应源56取回至少第一材料颗粒26和第二材料颗粒28的部分,并且将材料沉积到构建平台22上。参考图3,如文中描述的,分配器组件34相对于构建平台22平移或移动。特别地,分配器组件34相对于构建平台22横向上(即,在X-Y平面中)平移或移动。此外,分配器组件34朝向和远离构建平台22(即,在Z方向上)平移或移动。如此,材料输送系统24取回第一材料颗粒26和第二材料颗粒28中的至少一个,并且将其以任何所需图案沉积在构建平台22上。在替代实施例中,材料输送系统24以使增材制造系统10能够如文中描述地起作用的任何方式平移或移动。

[0034] 在示范性实施例中,第一材料颗粒26和第二材料颗粒28被实质上平整。此外,第二材料颗粒28以与第一材料颗粒26实质上相同的厚度沉积。由此,不需要对第一材料颗粒26和第二材料颗粒28刮平或平整。省略第一材料颗粒26和/或第二材料颗粒28的刮平处理便于减少在刮平期间发生的第一材料颗粒26和第二材料颗粒28的混合。替代地,在一些实施例中,第一材料颗粒26和/或第二材料颗粒28被刮平或平整。例如,在一些实施例中,在沉积第二材料颗粒28以前,第一材料颗粒26被刮平。在其他实施例中,第一材料颗粒26至少部分地固定在构建平台22上的一定位置,以便于第二材料颗粒28的刮平。

[0035] 如图2和图3中示出的,可选地,材料输送系统24包括容纳一定数量的牺牲材料颗粒60的牺牲材料供应源58。分配器组件34从第一牺牲材料供应源58取回牺牲材料颗粒60的部分并且将牺牲材料颗粒60沉积到构建平台22上。特别地,牺牲材料颗粒60沉积在限定于

第一材料颗粒26和第二材料颗粒28之间的区域中,以在制造期间用作部件30的支撑材料。在一个实施例中,牺牲材料颗粒60由磁性材料形成,第一材料颗粒26和第二材料颗粒28由非磁性材料形成。如此,在制造部件30之后,使用磁力以便于去除牺牲材料颗粒60。此外,在一些实施例中,牺牲材料颗粒60由陶瓷材料形成,第一材料颗粒26和第二材料颗粒28由金属材料形成。如此,在制造部件30期间,牺牲材料颗粒60不与第一材料颗粒26和第二材料颗粒28固结。

[0036] 图4是用于与分配器组件34(图3中示出)一起使用的单独可控的真空阀38的阵列布置100的示意性示图。在示范性实施例中,多个真空阀38布置成 $M \times N$ 阵列布置100,其中M表示真空阀38的列数,N表示真空阀38的行数。在示范性实施例中,阵列布置100包括六排N和八列M。替代地,阵列布置100包括使增材制造系统10能够如文中描述地起作用的任何数目的列和排的真空阀38。例如但不限于,在一个实施例中,多个真空阀38的阵列布置100布置成大小和形状实质上对应于构建平台22的大小和形状。在示范性实施例中,排N布置成每个后续排与先前排对齐,如通过中心线102和104指示的。替代地,排N以使增材制造系统10能够如文中描述地起作用的与后续排的任何希望的对齐方式布置。例如但不限于,在一个替代实施例中,排N布置成使得每个后续排以相应真空阀38的宽度的一半与先前排偏离。

[0037] 参考图2和图4,在示范性实施例中,真空源32与真空歧管36流体连通地联接,转而与每个真空阀38流体连通地联接。多个真空阀38的第一子集66通过控制器18致动,以通过真空阀38的第一子集66的相应真空阀38选择性地抽取部分真空,以此产生经过筛网40和相应真空阀38的气流。在分配器组件34定位在第一材料供应源54中的情况下,第一材料颗粒26的第一部分夹带在气流中并且在真空阀38的第一子集66的每个相应真空阀38处被陷在或接合在筛网40上。此外,多个真空阀38的第二子集68通过控制器18致动,以通过真空阀38的第二子集68的相应真空阀38选择性地抽取部分真空,以此产生通过筛网40和相应真空阀38的气流。在分配器组件34定位在第二材料供应源56中的情况下,第二材料颗粒28的第二部分夹带在气流中并且在真空阀38的第二子集68的每个相应真空阀38被陷在或接合在筛网40上。可选地,在一个实施例中,多个真空阀38的第三子集69通过控制器18致动,以通过第三子集68的相应真空阀69选择性地抽取部分真空,以此产生通过筛网40和相应真空阀38的气流。在分配器组件34定位在牺牲材料供应源58中的情况下,牺牲材料颗粒60的第三部分夹带在气流中并且在真空阀38的第三子集69的每个相应真空阀38被陷在或接合在筛网40上。

[0038] 图5是用于与增材制造系统10(图1中示出)一起使用的控制器18的框图。在示范性实施例中,控制器18联接到能量源12、材料输送系统24和安装系统50。控制器18包括存储器设备70和联接到存储器设备70的处理器72。在一些实施例中,处理器72包括一个以上处理单元,诸如但不限于多核配置。在示范性实施例中,处理器72包括现场可编程门阵列(FPGA)。替代地,处理器72是容许控制器18如文中描述地操作的任何类型的处理器。在一些实施例中,可执行指令储存在存储器设备70中。控制器18能够构造成通过编程处理器72执行文中描述的一个以上操作。例如,处理器72通过将操作编码为一个以上可执行指令并且在存储器设备70中提供可执行指令来编程。在示范性实施例中,存储器设备70是能够储存和取回信息(诸如可执行指令或其他数据)的一个以上设备。在一些实施例中,存储器设备70包括一个以上计算机可读介质,诸如但不限于,随机存取存储器(RAM)、动态RAM、静态

RAM、固态硬盘、硬盘、只读存储器 (ROM)、可擦除可编程ROM、电可擦除可编程ROM或非易失性RAM存储器。以上存储器类型仅是示范性的,因而不限制可用于储存计算机程序的存储器类型。

[0039] 在一些实施例中,存储器设备70储存构建参数31,包括但不限于,实时和历史构建参数值或任何其他类型的数据。构建参数31包括,例如但不限于,能量源12的功率输出、矢量扫描速度、光栅功率输出、光栅扫描速度、光栅工具路径和轮廓(contour)功率输出。在替代实施例中,存储器设备70储存使增材制造系统10能够如文中描述地操作的任何数据。在一些实施例中,处理器72基于数据的年龄从存储器设备70移除或“清除”数据。例如,处理器72重写与随后时间或事件关联的先前记录和储存的数据。此外,或替代地,处理器72移除超过预定时间间隔的数据。此外,存储器设备70包括但不限于足够的数据、算法和命令,以便于监视和测量通过增材制造系统10制造的部件的构建参数31和几何状况。

[0040] 在一些实施例中,控制器18包括联接到处理器72的呈现接口74。呈现接口74向用户76呈现信息,诸如图像。在一个实施例中,呈现接口74包括显示适配器(未示出),显示适配器联接到显示设备(未示出),诸如阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、有机LED(OLED)显示器或“电子墨水”显示器。在一些实施例中,呈现接口74包括一个以上显示设备。此外,或替代地,呈现接口74包括音频输出设备(未示出),例如但不限于,音频适配器或扬声器(未示出)。

[0041] 在一些实施例中,控制器18包括用户输入接口78。在示范性实施例中,用户输入接口78联接到处理器72并且接收来自用户的输入。在一些实施例中,用户输入接口78包括,例如但不限于,键盘、定点设备、鼠标、触控笔、触敏面板(诸如但不限于,触摸板或触摸屏)和/或音频输入接口(诸如但不限于,麦克风)。在进一步实施例中,单个部件(诸如触摸屏)作用为呈现接口74的显示设备和用户输入接口78。

[0042] 在示范性实施例中,通信接口80联接到处理器72并且与一个以上其他设备(诸如材料输送系统24)通信地联接,并且对着这种设备执行输入和输出操作,同时作为输入信道执行。例如,在一些实施例中,通信接口80包括但不限于,有线网络适配器、无线网络适配器、移动式电信适配器、串行通信适配器或并行通信适配器。通信接口80从一个以上远程设备接收数据信号或者将数据信号发送到一个以上远程设备。

[0043] 呈现接口74和通信接口80均能够用于与文中描述的方法一起提供信息,诸如,向用户76和/或处理器72提供信息。由此,呈现接口74和通信接口80称之为输出设备。相似地,用户输入接口78和通信接口80能够接收用于与文中描述的方法一起使用的信息,称之为输入设备。

[0044] 图6是方法110的流程图,方法100可以实施成使用增材制造系统10(图1中示出)来制造部件30。参考图1至图5,在示范性实施例中,在112处,控制器18将材料输送系统24平移到第一材料供应源54。如文中描述的,第一材料供应源54包括一定数量的第一材料颗粒26。材料输送系统24包括多个真空阀38和空气可渗透筛网40。在114处,控制器18致动或打开多个真空阀38的第一子集66,以产生通过真空阀38的第一子集66和空气可渗透筛网40的气流,以夹带第一材料颗粒26的第一部分并且使第一材料颗粒26的第一部分接合在空气可渗透筛网40上。在116处,第一材料颗粒26的第一部分被沉积到构建平台22上。

[0045] 而且,在118处,控制器18将材料输送系统24平移到第二材料供应源56。如文中描

述的,第二材料供应源56包括一定数量的第二材料颗粒28。在120处,控制器18致动或打开多个真空阀38的第二子集68,以产生通过真空阀38的第二子集68和空气可渗透筛网40的气流,以夹带第二材料颗粒28的第二部分并且使第二材料颗粒28的第二部分接合在空气可渗透筛网40上。在122处,第二材料颗粒28的第二部分被沉积到构建平台22上。此外或替代地,在116处将第一材料颗粒26的第一部分被沉积到构建平台22上与在122处将第二材料颗粒28的第二部分沉积到构建平台22上同步地发生。在124处,利用能量源12在第一材料颗粒26的第一部分的一部分或者第二材料颗粒28的第二部分中的至少一个中产生熔池,以便于制造部件30。此外,方法110还可以包括,在沉积步骤(122)和产生步骤(124)之间,振动构建平台22和刮平第一材料颗粒26或第二材料颗粒28。

[0046] 在方法110的替代实施例中,控制器18将材料输送系统24进一步平移到具有多个牺牲材料颗粒60的牺牲材料供应源58。控制器18致动或打开多个真空阀38的真空阀38的第三子集69,以产生通过真空阀38的第三子集69和空气可渗透筛网40的气流。气流夹带牺牲材料颗粒60的第三部分并且使牺牲材料颗粒60的第三部分接合在空气可渗透筛网40上。在这种实施例中,真空阀38的第三子集69不同于真空阀38的第一子集66和真空阀38的第二子集68。牺牲材料颗粒60的第三部分被沉积到构建平台22上。

[0047] 在示范性实施例中,在116,122处,通过闭合真空阀38的第一子集66和第二子集68,控制器18将第一材料颗粒26和第二材料颗粒28被沉积到构建平台22上。真空阀38的闭合便于防止气流通过空气可渗透筛网40和真空阀38的第一子集66和第二子集68。当气流停止流动通过空气可渗透筛网40和真空阀38的第一子集66和第二子集68时,第一材料颗粒26和第二材料颗粒28与空气可渗透筛网40脱离。

[0048] 上面描述的系统及方法涉及增材制造系统,诸如直接金属激光熔化(DMLM)系统。文中描述的实施例包括材料输送系统,材料输送系统取回多个第一材料颗粒和多个第二材料颗粒并且将其沉积到构建平台上。材料输送系统包括真空阀的阵列,真空阀的阵列单独可控,以便于取回第一材料颗粒和第二材料颗粒的选定部分。在进一步实施例中,牺牲材料被取回并且沉积到第一材料颗粒和第二材料颗粒之间的构建平台上,以便于向正在制造的部件提供支撑。由此,所描述的实施例允许部件制造成具有预定的、局部的材料性质。例如但不限于,在构建部件期间,不同的材料颗粒包括在同一部件层内,以便于部件内的材料性质的局部化。

[0049] 文中描述的方法及系统的示范性技术效果包括下述中的至少一个:(a)制造具有预定的、局部的材料性质的部件;(b)减少制造部件所需要的时间和资源;(c)在同一构建层内制造包括不同材料颗粒的部件;以及,(d)提供材料输送系统,用于将至少两种不同的材料颗粒同步地沉积到构建平台上。

[0050] 上面详细描述了包括真空材料输送系统的增材制造系统的示范性实施例。文中描述的系统及方法不限于所描述的具体实施例,而是,系统的部件和/或方法的步骤可以独立地以及与文中描述的其他部件和/或步骤分离地使用。例如,该方法还可以与其他激光制造系统磁性轴承系统及方法组合使用,并且不限于仅利用文中描述的系统及方法来实践。而是,可以连同很多增材制造系统应用一起来实施和运用示范性实施例。

[0051] 尽管本公开的各种实施例的具体特征可能在一些附图中示出而在其他附图中未示出,但是,这仅仅是为了方便。根据本公开的原理,附图的任何特征可以与任何其他附图

的任何特征组合地参考和/或索要。

[0052] 一些实施例涉及到使用一个以上电子或计算设备。这种设备一般包括处理器、处理设备或控制器,诸如通用中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、微控制器、精简指令集计算机(RISC)处理器、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑电路(PLC)、现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号处理(DSP)设备和/或能够执行文中描述的功能的任何其他电路或处理设备。文中描述的方法可以被编码为具化在计算机可读介质(包括但不限于储存设备和/或存储器设备)中的可执行指令。当由处理设备执行时,这种指令致使处理设备施行文中描述的方法的至少一部分。以上示例仅是示范性的,因而不意在以任何方式限制术语处理器和处理设备的定义和/或含义。

[0053] 该书面描述使用示例来公开实施例,包括最佳模式,还使本领域技术人员能够实践实施例,包括制作和使用任何设备或系统,并施行任何并入的方法。本公开的专利权范围由权利要求书来限定,可以包括本领域技术人员容易想到的其他示例。这种其他示例意在包括于权利要求书的范围内,如果该示例具有与权利要求书的文字语言并无不同的结构元件的话,或者,如果该示例包括与权利要求书的文字语言无实质不同的等效结构元件的话。

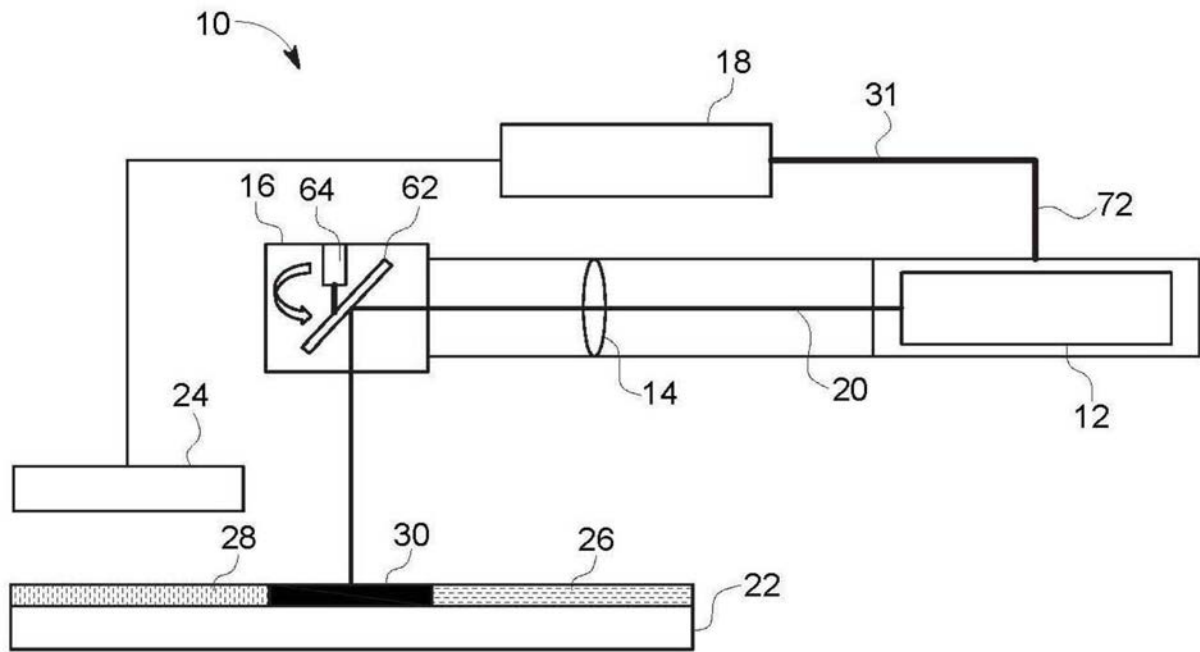


图1

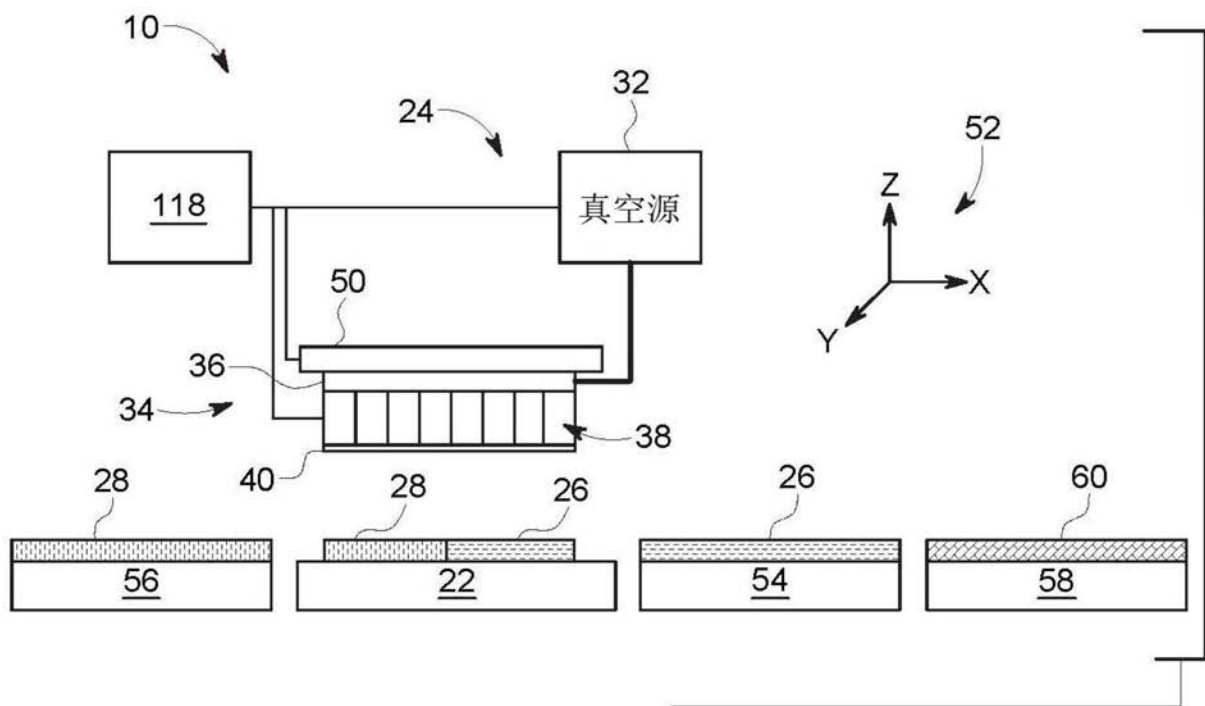


图2

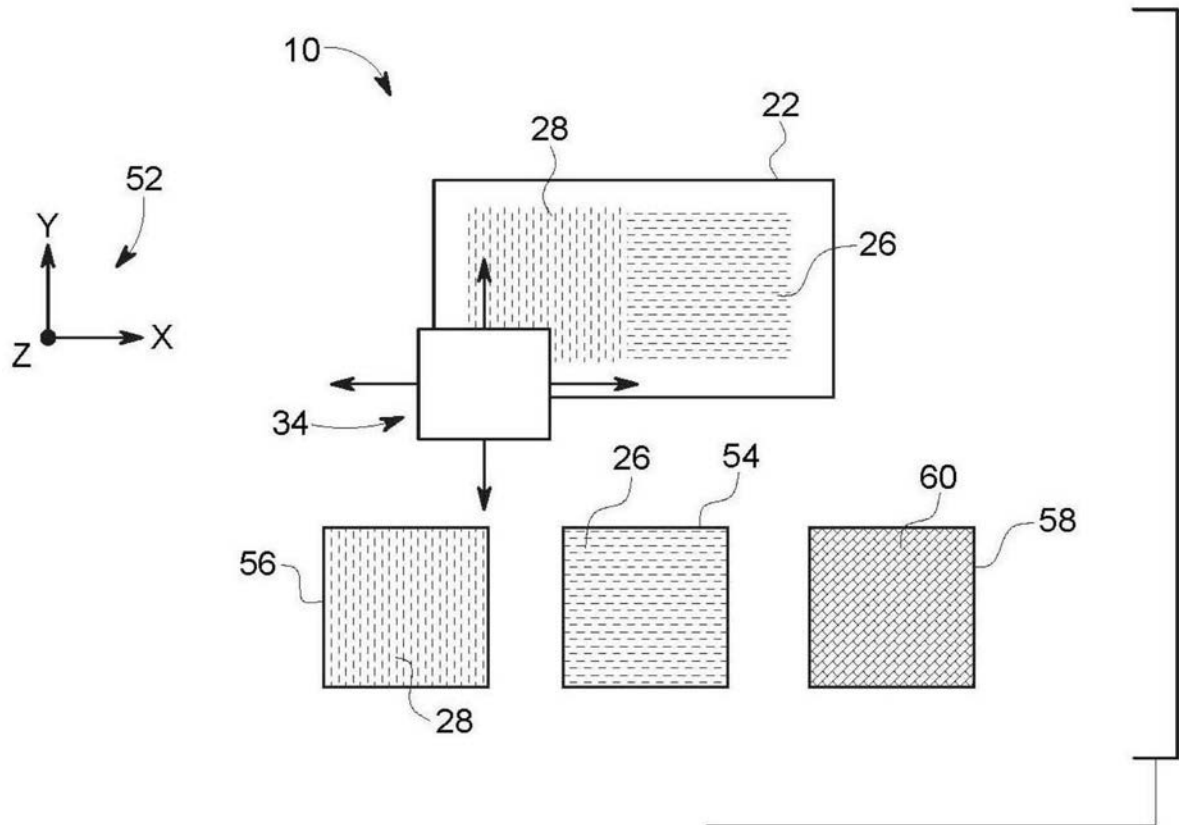


图3

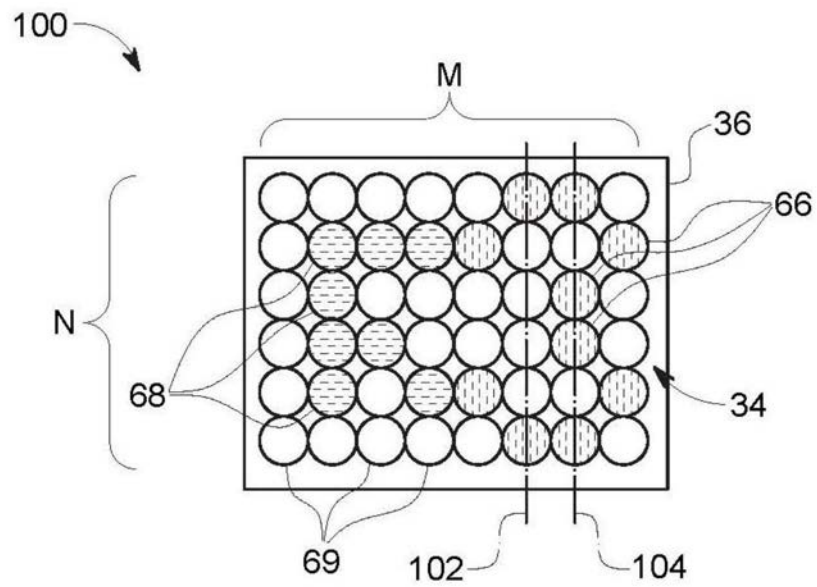


图4

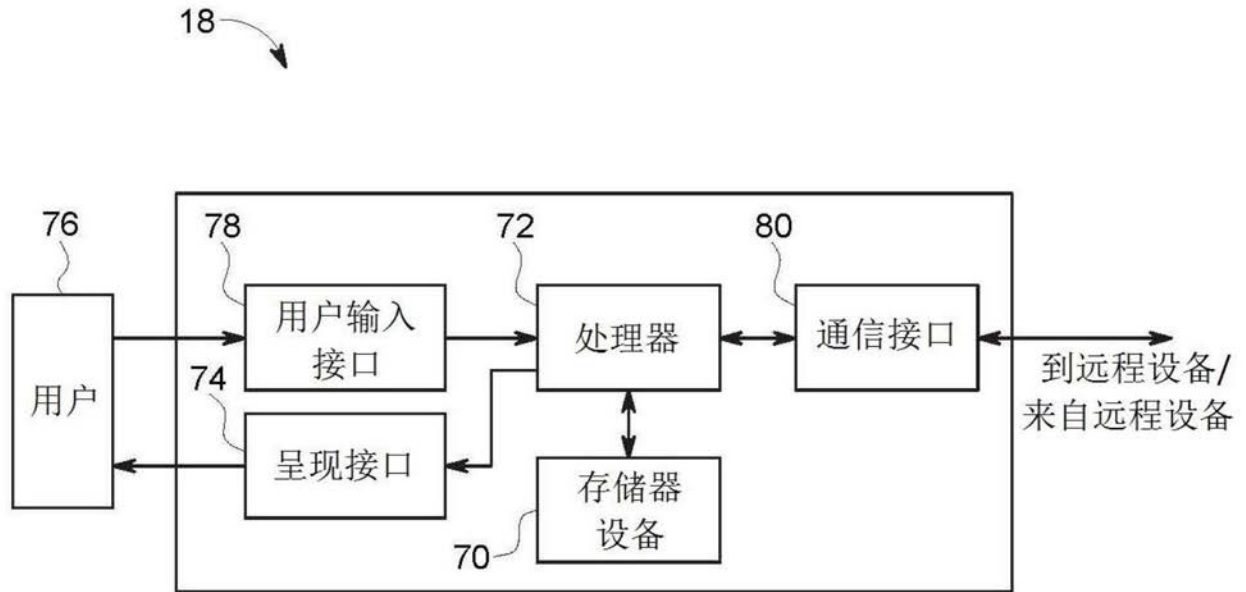


图5

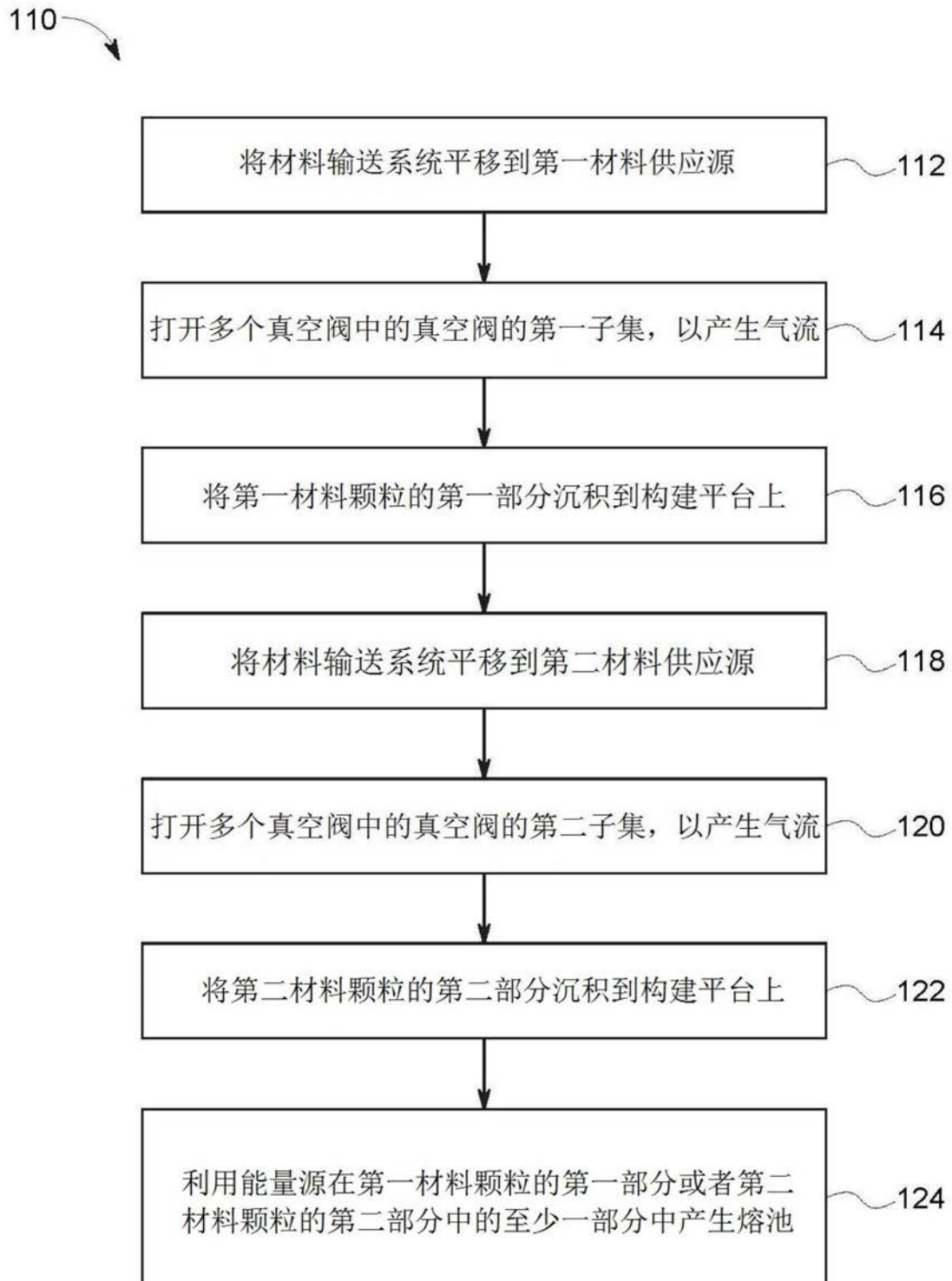


图6