(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108025501 B
(45)授权公告日 2020.07.24

(21)申请号 201680054039.9
(22)申请日 2016.09.14
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108025501 A
(43)申请公布日 2018.05.11
(30)优先权数据
62/219,605 2015.09.16 US
62/262,708 2015.12.03 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.03.16
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/051760 2016.09.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/048861 EN 2017.03.23
(73)专利权人 应用材料公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 胡·T·额 拉阿南·柴海威 奈格·B·帕蒂班德拉
(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006
代理人 徐金国 赵静
(51)Int.Cl.
B29C 64/209(2017.01)
B29C 64/20(2017.01)
B33Y 30/00(2015.01)
B22F 3/105(2006.01)
(56)对比文件
WO 2015/106838 A1,2015.07.23,
WO 2015/106838 A1,2015.07.23,
WO 2011/045291 A1,2011.04.21,
US 2013/0001834 A1,2013.01.03,
WO 2015/094720 A1,2015.06.25,
JP 特开2006-205456 A,2006.08.10,
审查员 熊军

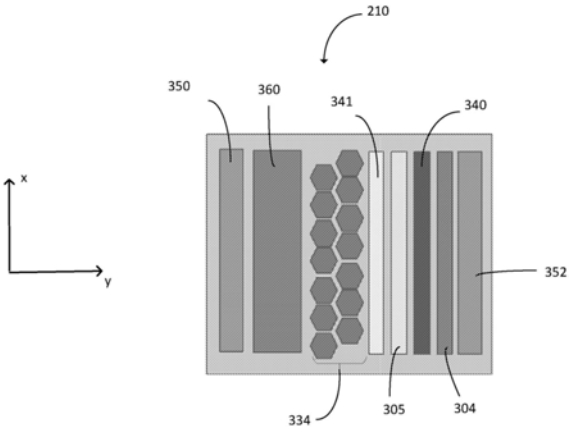
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

用于增材制造系统的打印头模块

(57)摘要

一种用于增材制造系统的模块包括:框架,经构造以可移除地安装在可移动支撑件上;分配器,经构造以在与框架分开的工作台上输送颗粒层或在工作台上输送下伏层;热源,经构造以将颗粒层加热到低于颗粒熔融的温度的温度;和能量源,经构造以熔融颗粒。分配器、热源和能量源沿着第一轴按顺序地定位在框架上,并且分配器、热源和能量源被固定到框架,使得框架、分配器、热源和能量源可作为单个单元安装到支撑件和从支撑件上拆下。



CN 108025501 B

1.一种用于增材制造系统的模块,包括:

框架,经构造以可移除地安装在可移动支撑件上;

分配器,经构造以在与所述框架分开的工作台上输送颗粒层或在所述工作台上输送下伏层;

热源,经构造以将所述颗粒层加热到低于所述颗粒熔融的温度的温度,所述热源包括加热灯阵列,每个灯加热相对于所述框架的固定位置中的区域;和

能量源,经构造以熔融所述颗粒,所述能量源包括激光,以产生束,所述束在所述颗粒层上具有撞击点,所述点小于由所述灯加热的所述区域,和安装在检流器上的镜,以偏转所述束使得所述点沿相对于所述框架的第二轴可移动;

其中所述分配器、所述热源和所述能量源沿着垂直于所述第二轴的第一轴按顺序地定位在所述框架上,并且其中所述分配器、所述热源和所述能量源被固定到所述框架,使得所述框架、所述分配器、所述热源和所述能量源可作为单个单元安装到所述支撑件和从所述支撑件上拆下。

2.如权利要求1所述的模块,其中所述分配器包括:贮槽,用于保存所述颗粒;和导管,被耦接到所述贮槽并且沿着垂直于所述第一轴的第二轴延伸,并且其中所述导管具有用来分配所述颗粒的连续狭槽或多个孔。

3.如权利要求1所述的模块,其中所述分配器包括多个喷嘴并且所述分配器经构造以通过所述喷嘴在载液中喷射所述颗粒。

4.如权利要求1所述的模块,其中所述能量源滑动地安装到所述框架,以便可沿着垂直于所述第一轴的第二轴移动,组件包括电机,所述电机被固定到所述框架并且经构造以沿着所述第二轴移动所述能量源。

5.如权利要求1所述的模块,进一步包括计量系统,所述计量系统被固定到所述框架。

6.如权利要求5所述的模块,其中所述计量系统包括沿着所述第一轴按顺序地设置在所述分配器之前的传感器或沿着所述第一轴按顺序地设置在所述能量源之后的传感器。

7.如权利要求5所述的模块,其中所述计量系统包括沿着所述第一轴按顺序地设置在所述分配器之前的第一传感器和沿着所述第一轴按顺序地设置在所述能量源之后的第二传感器。

8.如权利要求1所述的模块,其中所述分配器经构造以将颗粒分配到在垂直于所述第一轴的第二轴上延伸超过所述分配器的边缘的区域。

9.如权利要求8所述的模块,其中所述分配器经构造以分配颗粒至少达所述框架的边缘。

10.一种用于增材制造系统的打印头组件,包括:

打印头支撑件;和

多个打印头模块,可移除地安装在所述打印头支撑件上,每个打印头模块在物理构型上是基本上相同的,每个打印头模块包括

框架,可移除地安装在所述支撑件上,

分配器,经构造以在与所述框架分开的工作台上输送进料层或在所述工作台上输送下伏层,

热源,经构造为将所述进料层加热到低于所述进料熔融的温度的温度,所述热源包括

加热灯阵列，每个灯加热相对于所述框架的固定位置中的区域；以及

能量源，经构造为熔融所述进料，所述能量源包括激光，以产生束，所述束在所述进料层上具有撞击点，所述点小于由所述灯加热的所述区域，和安装在检流器上的镜，以偏转所述束使得所述点沿相对于所述框架的第二轴可移动；

其中所述分配器、所述热源和所述能量源沿垂直于所述第二轴的第一轴按顺序地被固定到所述框架，使得所述框架和所述分配器、所述热源和所述能量源可作为单个单元安装到所述支撑件和从所述支撑件上拆下。

11.一种增材制造系统，包括：

工作台，用于支撑要制造的物体，所述工作台具有顶表面；

如权利要求10所述的打印头组件，可相对于所述工作台在平行于所述顶表面的方向上移动；和

致动器，被耦接到所述打印头支撑件和所述工作台中的至少一者以使两者之间产生相对运动。

用于增材制造系统的打印头模块

技术领域

[0001] 本发明涉及增材制造，并且更特别地，涉及分配、熔融粉末层并使之形成为3维形状的3D打印工艺。

背景技术

[0002] 增材制造(Additive Manufacturing,AM)，也被称为实体自由成形制造(SolidFreeform Fabrication)或3D打印，是指从原料(一般地是粉末、液体、悬浮液或熔化固体)以一系列二维层或横截面来构建三维物体的制造工艺。相比之下，传统机械加工技术涉及减材工艺并且产生从库存材料(诸如木头块或金属块)切出的物体。

[0003] 在增材制造中可以使用各种增材工艺。各种工艺在层沉积以形成完成物体的方式上和在每个工艺中可相容地使用的材料上有所不同。一些方法熔化或软化材料以生产层，例如，选择性激光熔化(Selective Laser Melting;SLM)或直接金属激光烧结(Direct Metal Laser Sintering;DMLS)、选择性激光烧结(SelectiveLaser Sintering;SLS)、熔融沉积成型(Fused Deposition Modeling;FDM)，而另外一些方法则使用不同的技术(例如，立体光刻(Stereolithography;SLA))来固化(cure)液体材料。

[0004] 烧结是熔融小粒(或颗粒)(例如，粉末)来形成物体的工艺。烧结常常涉及加热粉末。当在烧结工艺中将粉末状材料加热到足够的温度(典型地是低于熔点)时，粉末颗粒中的原子扩散穿越颗粒边界，从而将颗粒熔融在一起以形成固体件。相较熔化来说，烧结中使用的粉末无需达到液相。由于烧结温度不必达到材料熔点，因此通常是对诸如钨和钼的具有高熔点的材料使用烧结。

[0005] 在增材制造中既可使用烧结也可使用熔化。使用的材料确定进行的工艺。非晶固体(诸如丙烯腈丁二烯苯乙烯(Acrylonitrile Butadiene Styrene;ABS))实际上是过冷粘性液体，并且实际上不会熔化；因为熔化涉及从固态到液态的相变。选择性激光烧结(Selective Laser Sintering;SLS)是用于ABS的相关工艺，而选择性激光熔化(Direct Metal Laser Melting;SLM)则用于结晶和半结晶材料(诸如尼龙和金属)，所述材料具有离散熔化/冻结温度并且在SLM工艺期间经历熔化。

[0006] 使用激光束或电子束作为用于烧结或熔化粉末状材料的能量源的常规粉末分配系统典型地在粉末状材料层中的选定的点上引导束并且选择性地使束跨层光栅扫描到某些位置。一旦已烧结或熔化第一层上的所有选定位置，支撑粉末的平台就会向下移动，并且新的粉末状材料层沉积在已完成层的顶部。工艺逐层重复，直至产生期望物体。

发明内容

[0007] 在一方面，一种用于增材制造系统的模块包括：框架，经构造以可移除地安装在可移动支撑件上；分配器，经构造以在与框架分开的工作台上输送颗粒层或在工作台上输送下伏层；热源，经构造以将颗粒层加热到低于颗粒熔融的温度的温度；和能量源，经构造以熔融颗粒。分配器、热源和能量源沿着第一轴按顺序地定位在框架上，并且分配器、热源和

能量源被固定到框架，使得框架、分配器、热源和能量源可作为单个单元安装到支撑件和从支撑件上拆下。

[0008] 另一方面，一种用于增材制造系统的打印头组件包括：打印头支撑件；和多个打印头模块，可移除地安装在打印头支撑件上。每个打印头模块在物理构型上是基本上相同的。每个打印头模块包括：框架，可移除地安装在支撑件上；和分配器，经构造以在与框架分开的工作台上输送进料层或在工作台上输送下伏层。分配器被固定到框架，使得框架和分配器可作为单个单元安装到支撑件和从支撑件上拆下。

[0009] 另一方面，一种增材制造系统，包括：工作台，用于支撑要制造的物体，工作台具有顶表面；打印头组件，可相对于工作台在平行于顶表面的方向上移动；致动器，被耦接到打印头支撑件和工作台中的至少一者以使两者之间产生相对运动；和能量源，经构造以熔融进料。打印头组件包括：打印头支撑件；和多个打印头模块，可移除地安装在打印头支撑件上。每个打印头模块在物理构型上是基本上相同的。每个打印头模块包括：框架，可移除地安装在支撑件上；和分配器，经构造以在与框架分开的工作台上输送颗粒层或在工作台上输送下伏层。分配器被固定到框架，使得框架和分配器可作为单个单元安装到支撑件和从支撑件上拆下。

[0010] 以上方面中的任一者的特征可包括以下项中的一个或多个。分配器可包括：贮槽，用于保存颗粒；和导管，被耦接到贮槽并且沿着垂直于所述第一轴的第二轴延伸。导管可具有用来分配颗粒的连续狭槽或多个孔。分配器可包括可旋转螺旋器(Rotatable Auger)，可旋转螺旋器定位在导管中以沿着第二轴运送颗粒。分配器可包括多个喷嘴并且分配器经构造以通过喷嘴在载液中喷射颗粒。分配器可经构造以将颗粒分配到在垂直于第一轴的第二轴上延伸超过分配器的边缘的区域。分配器经构造以分配颗粒至少达框架的边缘。辊或刀片可沿着第二轴延伸并且经构造以使颗粒层平滑化。

[0011] 热源可包括加热灯阵列。加热灯可设置在六边形最密集填装的阵列中。加热灯可布置有竖直纵向轴，或布置有相对于竖直线成非零角的纵向轴。能量源可经构造以产生束。

[0012] 能量源可滑动地安装到框架，以便可沿着垂直于第一轴的第二轴移动，并且组件可包括电机，所述电机被固定到框架并且经构造以沿着第二轴移动能量源，使得束在颗粒层上的撞击点可沿着第二轴移动。能量源可经构造以沿着垂直于第一轴的第二轴偏转束。能量源可以是激光器或离子束源。能量源可包括数字微镜装置。数字微镜装置可包括线性镜阵列，线性镜阵列沿着垂直于第一轴的第二轴延伸。

[0013] 第二分配器可固定到框架并且经构造以在支撑件上或下伏层上输送第二颗粒层。第二分配器可定位在分配器与热源之间。第二颗粒可具有与颗粒不同的大小或不同的组成。

[0014] 计量系统可固定到框架。计量系统可包括沿着第一轴按顺序地设置在分配器之前或之后的传感器。计量系统可包括沿着第一轴按顺序地设置在分配器之前的第一传感器和沿着第一轴按顺序地设置在能量源之后的第二传感器。计量系统可包括热像仪或光学照相机。

[0015] 前述内容的优点可包括但不限于以下方面。增材制造系统的部件可作为单元来安装和移除，从而允许更易于构造和修理。例如，打印头可作为“即插即用”模块来操作。标准化打印头构型可使得增材制造系统能够缩放以适应要制造物体的大小。增材制造工艺的产

量、建造床大小、分辨率和/或质量可得到改善。

附图说明

[0016] 图1A示出了示例性增材制造系统的示意图。

[0017] 图1B示出了示例性增材制造系统的示意图。

[0018] 图2是图1A中示出的增材制造系统的俯视图。

[0019] 图3示出了打印头模块的侧视图。

[0020] 图4示出了打印头模块的俯视图。

[0021] 图5示出了进料分配器的透视图。

[0022] 图6示出了加热灯阵列。

[0023] 图7示出了示例性增材制造系统的示意图。

具体实施方式

[0024] 增材制造系统在工作台上沉积进料层(例如,粉末、液体、悬浮液、熔化固体),然后熔融进料层的部分。一个或多个进料分配器可输送一种或多种进料以沉积进料层,并且在一些实现方式中,进料可通过一个或多个进料分配器来选择性地沉积。在将进料分配到工作台上之后,在需要时,布散器(例如辊或刀片)可将进料布散到工作台上方以达到更高的均匀性或压实度。可通过供应来自一个或多个能量源的能量来实现将进料层的期望的部分熔融。能量源可将能量施加到一个点(例如,一次就施加到单个体素)或跨越一个区域施加(例如,同时在多个体素上施加)。例如,能量源可包括一个或多个激光器和/或加热灯阵列。加热灯阵列可位于工作台之上或之下或增材制造设备的腔室中的其他地方。来自能量源的能量加热进料并使其熔融在一起以形成固体件。增材制造系统还可包括测量增材制造工艺的各种参数(例如,热/温度均匀性、表面粗糙度或均匀性、表面的成像和/或已沉积进料的应力)的一个或多个计量系统。

[0025] 期望的是具有包括各种打印头部件(例如,进料分配器、热源和能量源)的标准化打印头模块。在此上下文中的“标准化”指示每个打印头模块在物理构型上是基本上相同的(可能存在软件异常,诸如各分配器有不同的序列号或固件版本)。标准化打印头模块简化增材制造系统的构建和修理,例如,打印头模块可作为将可在任何相容增材制造系统中操作的“即插即用”模块而操作。打印头模块的标准化构型还可允许增材制造系统缩放以适应要制造物体的大小。

[0026] 期望的是改善增材制造工艺的产量和建造床大小。这可通过使用多个打印头模块来执行增材制造工艺而实现。

[0027] 打印头模块可可移除地安装在支撑件上以形成打印头组件。打印头组件可包括允许打印头模块相对于彼此而移动的机构,例如,致动器。另外,打印头模块可包括允许部件在打印头模块中相对于彼此而移动的机构,例如,致动器。

[0028] 打印头组件还可包括“全局”打印部件;除了打印头模块之外,还包括例如进料分配器、分散机构、计量系统和冷却剂分配器。在此上下文中,“全局”是指部件直接地安装到打印头支撑件,而不是固定在打印头内,并且经构造以影响或测量由多个打印头分配的进料层的区域。

[0029] 此外，打印头系统可安装在允许打印头系统相对于工作台移动的机构(例如，机械臂、悬臂或台架(gantry))上或附接到该机构。

[0030] 图1A示出了示例性增材制造系统100的示意图。系统100包括外壳102并由外壳102封闭。外壳102可以(例如)允许在外壳内的腔室101中维持真空环境，例如，约1Torr或更低的压力。替代地，腔室101的内部可以维持在所期望的气体环境(例如，已被过滤以移除颗粒的气体)下，或者腔室可通气至大气(be vented to the atmosphere)。气体可从气源(未示出)通过气体入口103进入腔室101。来自腔室的气体可通过排气口(或出口)104而移除。

[0031] 系统100包括接收或支撑进料层的工作台105。工作台105可包括加热器109(例如，电阻式加热器或下部灯阵列)或放置在加热器109上，加热器109可加热工作台105并且因此加热在工作台105上沉积的进料。

[0032] 进行增材制造工艺的打印头组件被定位在工作台105之上。打印头组件包括打印头支撑件，打印头支撑件经构造以承载一个或多个打印头模块。

[0033] 每个打印头模块可移除地安装在支撑件上。在此上下文中的“可移除地安装”使之打印头可被安装以使得打印头相对于支撑件机械地保持在固定位置中，但是打印头模块可通过使用标准手持建造工具(例如，扳手或电动式螺丝刀)移除而不损坏打印头模块或打印头支撑件。例如，打印头模块的框架可具有接合支撑件的表面的突出物。例如，从打印头模块水平地突出的凸缘可搁置在环绕打印头模块的支撑件的一部分的轮缘上。当操作员期望移除打印头时，仅提出打印头即可。替代地或另外地，打印头模块的框架可通过机械紧固件(例如，螺母和螺栓)而固定到支撑件。当操作员期望移除打印头时，松开螺栓并提起打印头。

[0034] 在图1A的示例中，打印头支撑件由打印头平台150提供，打印头平台150经构造以承载一个或多个打印头模块210(参见图2)。每个打印头模块210可移除地安装在平台150上。打印头平台150可由台架130支撑并形成台架130的部分。致动器系统152允许打印头平台150跨越工作台105而移动(例如，沿着y轴)。平台150和工作台105彼此分开，并且不支撑另一者。例如，平台150不安装在工作台105上。

[0035] 控制器190控制增材制造工艺的各个方面。例如，控制器190控制致动器系统152并因此控制打印头平台150的运动。控制器190也可控制包括在打印头平台150中的打印头模块(未示出)的相对运动和操作。控制器也可控制包括在打印头平台150中的各种“全局”打印部件的操作。

[0036] 在图1B中，打印头平台150附接到机器人132的机械臂131，机器人132可在工作台105上方移动打印头平台150。同样，每个打印头模块210(参见图2)可移除地安装在平台150上。机械臂131的运动由控制器190控制。

[0037] 打印头平台150可以是大体上矩形的板，打印头模块210装配在大体上矩形的板具有的孔中。虽然图1A和图1B都示出了呈大体上水平的板的平台，但是支撑件可具有其他形式，例如，支撑件可以是模块固定到的框架或竖直板。应当理解，对将部件附接到打印头平台的论述可应用于将部件附接到打印头支撑件。

[0038] 图2是图1A中示出的示例性增材制造系统的俯视图。打印头平台150安装在台架130的轨道130a和130b上。通过在台架130的轨道130a和130b上方滑动(例如，通过致动器进行)，打印头平台150可横跨工作台105上方(沿着y轴)。

[0039] 打印头平台150包括一个或多个打印头模块210。如上指出，每个打印头模块210可移除地安装在平台150上。

[0040] 另外，打印头210和打印头中的部件(例如，分配器、热源和能量源)经构造以使得它们可作为单个单元安装到平台150和从平台150拆下。这允许更容易建造和修理增材制造系统100。

[0041] 如图2所示，打印头模块210以交错的方式布置，以便跨越工作台105的整个宽度。这允许由平台150在工作台105上方的单次通过来制造物体的层。打印头模块210在沉积在工作台上的进料的矩形条带(stripe)上执行增材制造工艺。

[0042] 平台150也可支撑全局打印部件220和222。这些全局打印部件直接地安装在平台150上，而不是安装在打印头模块210的框架上。打印部件220可以是全局分配器，全局分配器可分配和平滑化已沉积进料。打印部件220和/或222可以是全局计量系统，全局计量系统可测量与增材制造工艺相关联的各种参数。全局计量系统可包括传感器、热像仪或光学照相机中的一者或多者。

[0043] 在一个实现方式中，随着系统150跨越工作台105从左至右(沿着+y方向)移动，第一全局计量系统220形成系统的前缘(leading edge)，接着的是打印头模块210，继而接着的是在末端的第二全局计量系统222。系统150的前缘处的全局计量系统220可因此测量各种参数，诸如温度和/或表面(例如，工作台或下伏层)的竖直位置，所述表面上将沉积有层。此数据可馈送到控制器190以控制打印头模块210的操作。例如，如果进料分配器是可控制的，那么表面的高度的测量可由控制器用来确定要分配的材料量以改善层厚度均匀性。类似地，层温度的数据可用于控制输送到热源和/能量源的功率，使得将要熔融部分升高到均匀温度。系统150的后缘(trailing edge)处的全局计量系统222可测量与增材制造工艺相关联的各种参数，例如，被熔融/熔化进料的温度和/或表面粗糙度。同样，此数据可馈送到控制器190以控制打印头模块210的操作(例如，在反馈回路中)以提供改善的均匀性。

[0044] 在一些实现方式中，全局计量系统222可沿着x方向划分为若干节段，使得计量系统的每个节段负责测量由一个或多个打印头模块熔融的进料。

[0045] 在一些实现方式中，增材制造工艺可以是单向的，即，增材制造工艺仅在系统150从左至右或从右至左移动时发生。在另一示例中，增材制造工艺可以是双向的，即，增材制造工艺在系统150从左至右和从右至左移动时发生。全局打印部件220和222可以是类似的(对于双向打印)或不同的(对于单向打印)。

[0046] 图3是由打印头模块210进行的增材制造工艺的示意图。增材制造系统100包括打印头模块210，打印头模块210可在工作台105上方移动(例如，沿着y轴)并执行增材制造工艺。打印头模块的各种打印头部件沿着增材制造工艺的方向(例如，沿着+y方向)布置。另外地，在一些实现方式中，打印头部件可相对于打印头模块的框架移动(例如，通过致动器或电机进行)。在下文中，将按顺序地描述打印头部件，其中打印头部件在打印头模块210下方的已沉积进料的给定的条带上执行增材制造工艺。

[0047] 打印头模块包括第一分配器304(在打印头模块210的前缘上)，第一分配器304沉积第一进料314。第一布散器340(例如，辊或刀片(或刀刃))跟在分配器304之后并跨越工作台105均匀地分配/平滑化已沉积进料。

[0048] 可选的第二分配器305可跟在第一分散机构340之后以沉积第二进料312。进料312

和314可具有不同的大小，和/或可具有不同的熔化温度。例如，第二进料312可小于第一进料314，并且可因此填充进料314的颗粒之间的间隙空间。在另一示例中，第二进料312可以是在被加热到处理温度时与进料314表现得不同的合金添加剂或粘合剂材料。例如，进料312和314可具有不同的烧结/熔化温度。跟在第二进料分配器305之后的是可选的第二布散器或整平/平滑化臂341(例如，辊或刀片(或刀刃))，可选的第二布散器或整平/平滑化臂341分配/平滑化已沉积进料312或先前整平的进料314。

[0049] 进料可以是粉末。例如，进料可以是由金属(诸如，例如，钢、铝、钴、铬和钛)、合金混合物、陶瓷、复合物和绿砂组成的颗粒粉末。

[0050] 可选的计量系统352可跟在分散机构341之后，并且可包括表面光度仪、热像仪或光学照相机中的一者或多者。例如，计量系统352可测量已沉积进料的表面粗糙度。了解在熔融/熔化进料之前已沉积进料的粗糙度可有助于通过控制制造工艺来改善增材制造工艺的质量。

[0051] 接着的是热源334，热源334用于升高已沉积进料的温度。在图3中描述的实施方式中，热源334是加热灯阵列。加热灯阵列334可将已沉积进料312(以及如果存在的话，进料314)加热到低于其烧结或熔化温度的温度。

[0052] 在热源334之后是能量源360，能量源360用于将层的选定部分熔融，例如，通过将温度升高到高于其烧结温度或熔化温度(并且随后允许该部分被冷却)。例如，能量源360可发出束375。束375可例如是由激光器产生的激光束、由离子源产生的离子束或由电子枪产生的电子束。束375可将已沉积进料中的一者或两者的温度升高到接近或高于其相应的烧结点或熔点。

[0053] 此外，可选择性地激活能量源360，以便选择性地熔融已沉积进料的期望区域。例如，能量源360可发出束375，束375撞击工作台的特定部分，由此熔化沉积在该部分中的进料中的一者或两者。由能量源360选择性地加热进料的特定部分可通过选择性地激活能量源360结合相对于打印头模块框架来移动能量源360、或结合使束375在进料上方移动、或结合这两种方式来实现。

[0054] 例如，能量源360可通过由控制器190(参见图1A)控制的电机或致动器来沿着垂直于打印头模块的运动(例如，y轴)的方向(例如，x轴)移动。在另一示例中，能量源360可不相对于打印头模块框架移动。然而，能量源360可以包括某种机构，例如，安装在检流器(galvo)上的镜或压电微镜(piezoelectricmicromirror)装置，该机构可沿着垂直于打印头模块的运动方向的方向来偏转束375。微镜装置可包括沿着垂直于打印头模块的运动方向的方向而布置的线性镜阵列。在所有在先前提及的情况下，相对于进料的束375的撞击位置改变。

[0055] 在使用具有不同的熔化或烧结温度的两种进料的情况下，能量源360可将在打印头模块210之下的层的整个部分升高到第一进料与第二进料的熔化或烧结温度之间的温度。因此，将仅熔融进料中的一种。这消除了对由能量源360选择性熔融的需求。

[0056] 可选的第二计量系统350跟在能量源360之后。例如，第二计量系统350可测量已熔化进料的性质(温度、表面粗糙度等)。这可由控制器使用来调节工艺参数以改善增材制造工艺的质量。

[0057] 图4示出了放置在工作台(未示出)之上的x-y平面中的打印头模块210的实施方式

的俯视图。由于模块经构造以在工作台上方从左向右(沿着+y方向)移动,模块的右端是前缘而左端是后缘。模块210包括多个打印头部件。例如,打印头部件从前缘到后缘按顺序地包括计量系统352、第一分配器304、第一分散机构340(例如,辊或刀片)、第二分配器305、第二分散机构341(例如,辊或刀片)、第一能量源334(例如,加热灯)、第二能量源360(例如,激光系统)和计量系统350。

[0058] 图5是图3和图4中描述的进料分配器304的示意图。分配器304包括导管505(例如,中空圆柱),导管505跨越工作台的宽度而延伸(沿着x轴),所述宽度基本上垂直于在增材制造工艺期间打印头模块移动的方向(沿着x方向)。导管505耦接到存储进料314的料斗520。导管505封闭中空空间510和螺旋器540。螺旋器540可旋转地安装到材料分配器304,并且电机可例如通过驱动轴来旋转螺旋器540。

[0059] 随着螺旋器540旋转,螺旋器540从料斗520中吸取进料314。导管505可具有沿着其长度(沿着x方向)布置的多个开口545,进料314可从这些开口分配到工作台上。进料314通过开口545的流率可由致动器550调节,致动器550可由控制器190(未示出)控制。进料314的流率也可通过改变螺旋器540的旋转速率来控制。例如,增加螺旋器540的旋转速率可增加进料分配的速率,反之亦然。在其他示例中,导管505可具有沿着导管的长度(沿着x轴)的连续狭槽。

[0060] 分配器304可以经构造以在模块210的边缘外分配进料。例如,分配器可包括喷射器,喷射器通过喷嘴喷射流体载体中的进料,并且喷嘴可相对于工作台表面以一定角度定位,使得进料被分配在x方向上的超出分配器的范围外的工作台的部分上。此特征可用于在不位于分配器304正下方的工作台的区域中沉积进料。例如,如果在打印头平台的两个相邻的打印头模块之间存在间隙,那么此举确保了进料将在工作台在间隙下方的部分上沉积。此外,此举确保了可将进料沉积到不在打印头模块正下方的工作台的部分(例如,靠近工作台的边缘的区域)。

[0061] 替代地或另外地,分配器304可经构造以相较在打印头模块的中心处来说在打印头模块210的边缘处(沿着x方向)输送更多的进料。例如,导管505的两端处(沿着x方向)的孔洞可大于(或更密切地间隔开)导管505的中心处的孔洞。布散器(例如,刀片或辊、布散器340)可随后用于将额外的进料布散到打印头平台的两个相邻的打印头模块210之间的间隙中。

[0062] 图6示出了可包括在打印头模块中作为能量源(例如,图3和图4中的能量源334)的加热灯阵列600。加热灯阵列600包括布置成阵列(例如,六边形最密集装填的阵列)的多个加热灯634。每个加热灯634可通过一个或多个销636连接到电源。

[0063] 输送到每个加热灯634的能量可由控制器(例如,图1中的控制器190)控制。改变输送到加热灯中的每一者的能量可改变由加热灯辐射的能量。因此,由加热灯阵列产生的能量空间分布可由控制器控制。因此,进料沉积在接收来自加热灯阵列600的能量的工作台上的部分可具有温度分布。换句话说,加热灯阵列600可提供对已沉积进料的前述部分的温度分布的控制。

[0064] 在图6中,加热灯阵列600沿着z轴布置,并因此垂直于在工作台上的进料(在x-y平面中)。然而,加热灯阵列600也可以其他角度布置到工作台。例如,灯可以在y-z平面内成角度以将被加热区域移动得更靠近分配进料的位置。作为另一示例,在阵列的边缘处(沿着x

轴)的灯可向外成角度(在x-z平面内)以将热量提供给进入打印头平台的两个相邻的打印头模块之间的间隙的任何进料。

[0065] 图7示出了示例性增材制造系统700的示例的俯视图。如图2所示,系统700包括外壳102并被外壳102封闭。例如,外壳102可允许在外壳内的腔室101中维持真空环境。替代地,腔室101的内部可以是基本上纯的气体,例如,已被过滤以移除颗粒的气体,或者腔室可通气至大气。气体可从气源(未示出)通过气体入口103进入腔室101。来自腔室的气体可通过真空排气口104而移除。

[0066] 打印头平台750安装在台架130的轨道130a和130b上。通过在台架130的轨道130a和130b上方滑动,打印头平台750可横跨工作台105上方(沿着y方向)。平台750支撑打印头模块710,打印头模块710可例如是图2、图3或图4中描述的打印头模块。打印头模块710安装在轨道730上并且可通过制动器720在x方向上沿着轨道而移动。致动器、以及因此模块710在系统750中的位置可由控制器190控制。

[0067] 在增材制造系统700中,打印头平台750以增量的方式沿着工作台的长度(y轴)移动。对于打印头平台750的每个增量运动,打印头模块710沿着其宽度(沿着x方向)从工作台的一端移动到另一端。打印头平台750的运动(沿着y方向)与打印头模块的运动(沿着x方向)的耦合允许在整个的工作台上方执行增材制造工艺。

[0068] 对于金属和陶瓷的增材制造的处理条件与对于塑料的增材制造的处理条件显著不同。例如,一般来说,金属和陶瓷需要显著更高的处理温度。因此,用于塑料的3D打印技术可能不适用于金属或陶瓷处理,并且设备可能并不是等效的。然而,本文中描述的一些技术可适用于聚合物粉末,例如,尼龙、ABS、聚醚醚酮(PEEK)、聚醚酮酮(PEKK)和聚苯乙烯。

[0069] 控制器190和本文中描述的系统的其他计算装置零件可以在数字电子电路中实现,或者在计算机软件、固件或硬件中实现。例如,控制器可包括用于执行存储在计算机程序产品中(例如,存储在非暂时性机器可读存储介质中)的计算机程序的处理器。此计算机程序(也被称为程序、软件、软件应用或代码)可以任何形式的编程语言(包括编译语言或解释语言)写入,并且此计算机程序可以任何形式(包括作为独立程序或作为模块、部件、子例程或适用于计算环境的其他单元)来部署。

[0070] 控制器190和所描述的系统的其他计算装置零件可包括非暂时性计算机可读介质以用于存储数据对象(例如,计算机辅助设计(Computer Aided Design,CAD)兼容文件),数据对象识别其中应当针对每个层来沉积进料的图案。例如,数据对象可以是STL格式的文件、3D制造格式(3D Manufacturing Format,3MF)文件或增材制造文件格式(Additive Manufacturing File Format,AMF)文件。例如,控制器可从远程计算机接收数据对象。控制器190中的处理器(例如,由固件或软件控制)可解释从计算机接收的数据对象以生成控制设备100的部件来熔融针对每个层的特定的图案必须的信号集。

[0071] 已描述了多个实现方式。虽然如此,但将理解,可以做出各种修改。例如,

[0072] • 模块不需要包括加热器。加热器可以是全局部件或安装在腔室的壁上。

[0073] • 模块不需要包括能量源。能量源可以是全局部件或安装在腔室的壁上。

[0074] • 比起打印头支撑件移动,打印头支撑件可以保持静止,而工作台则横向地移动以提供打印头组件与工作台之间的相对运动。

[0075] 因此,其他实现方式在权利要求书的范围内。

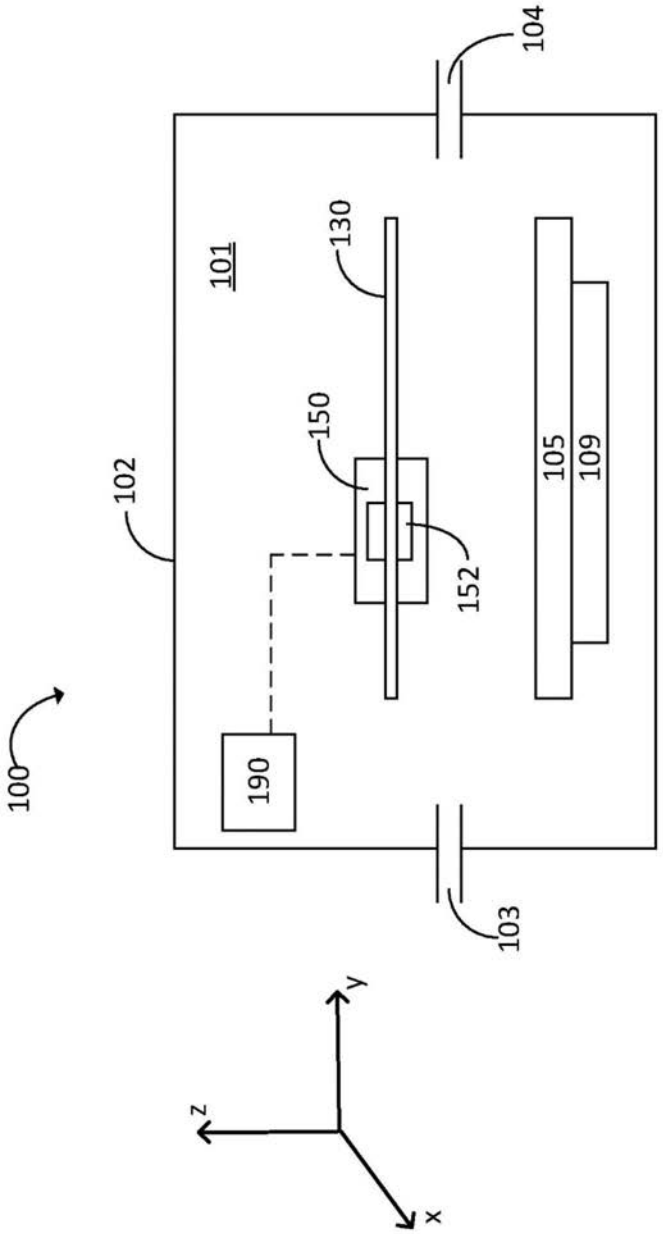


图1A

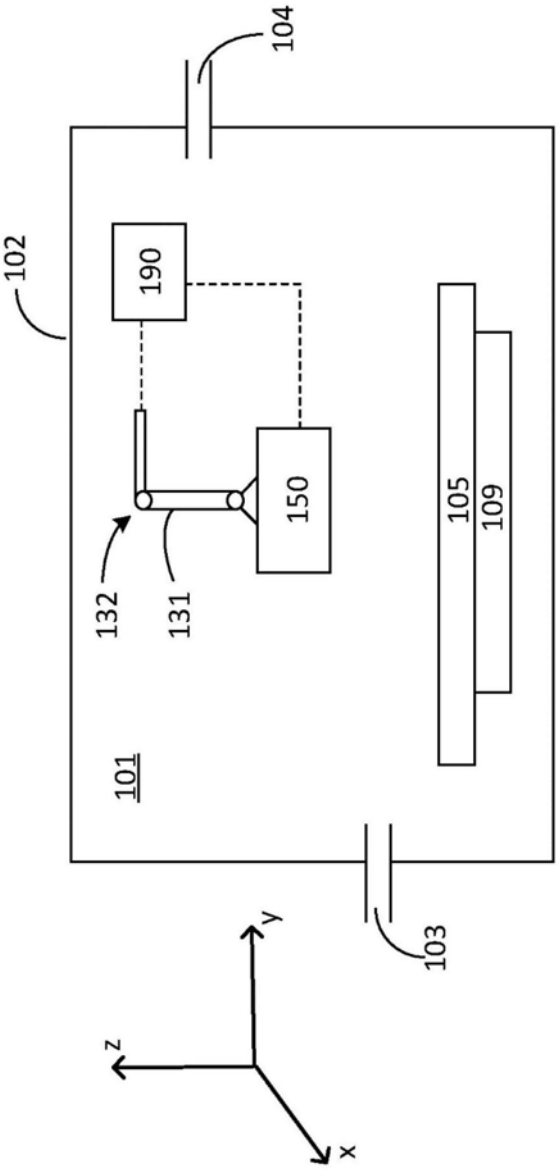


图1B

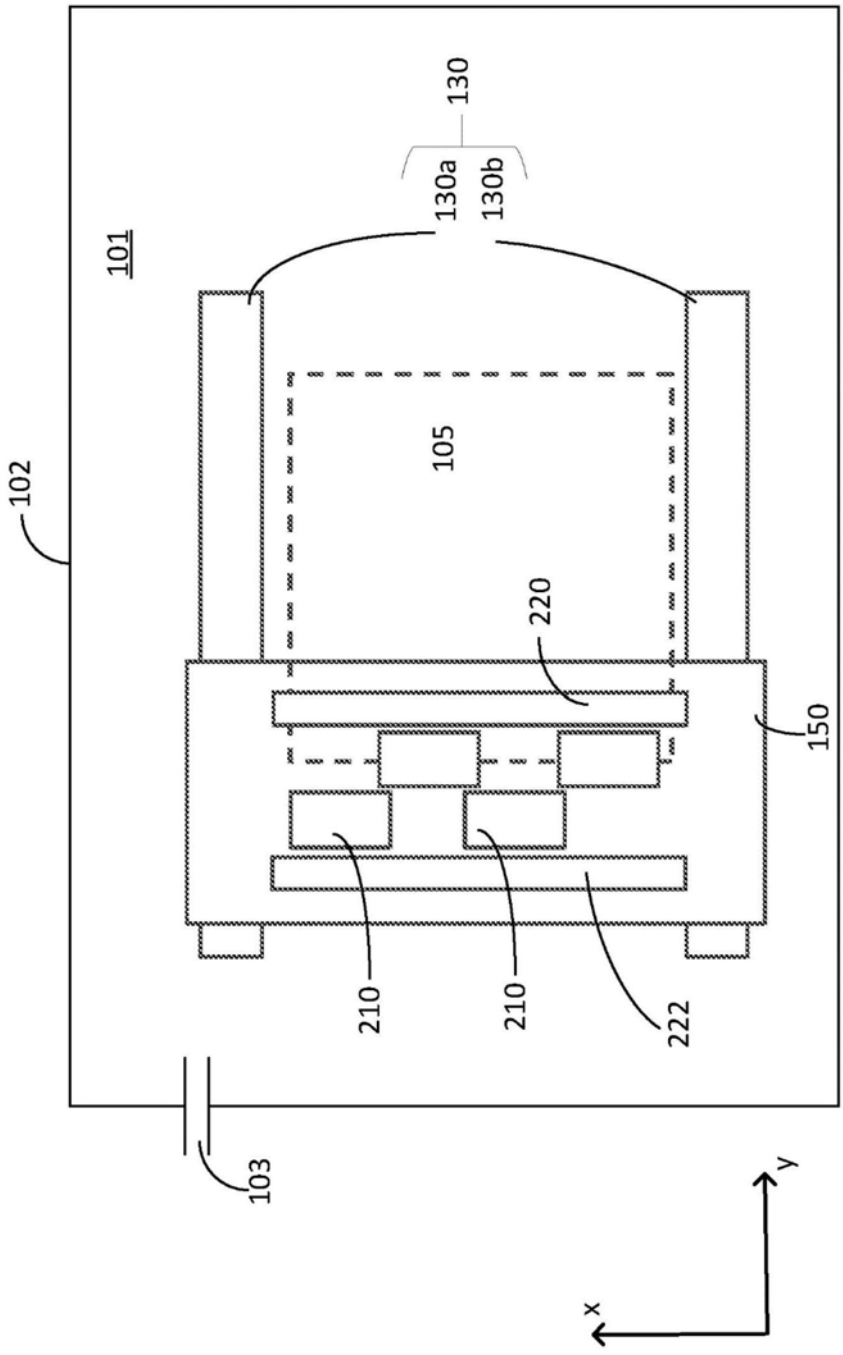


图2

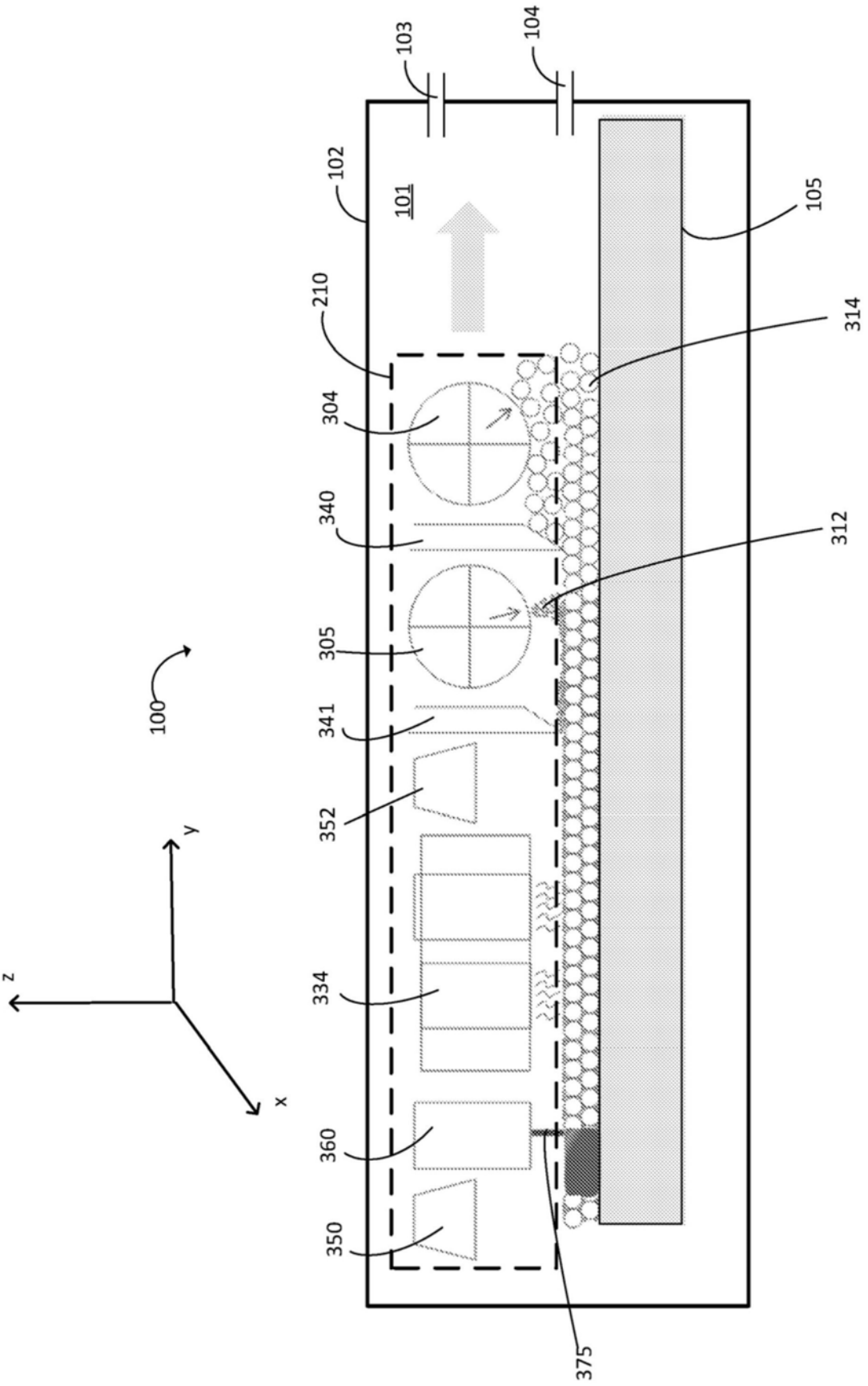

103
104
102
101
105
210
314
304
340
312
305
341
352
100
y
z
x
334
360
350
375

图3

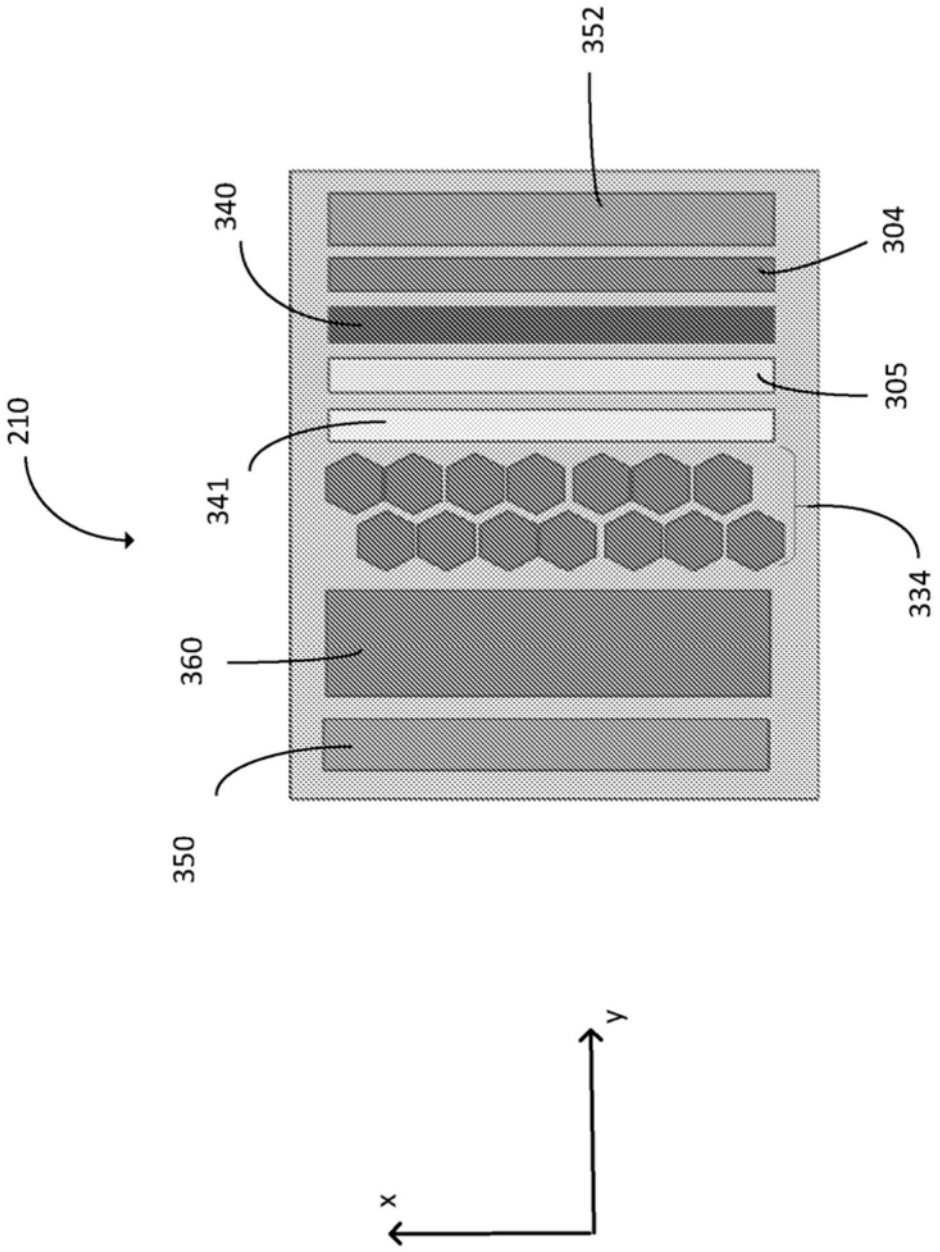


图4

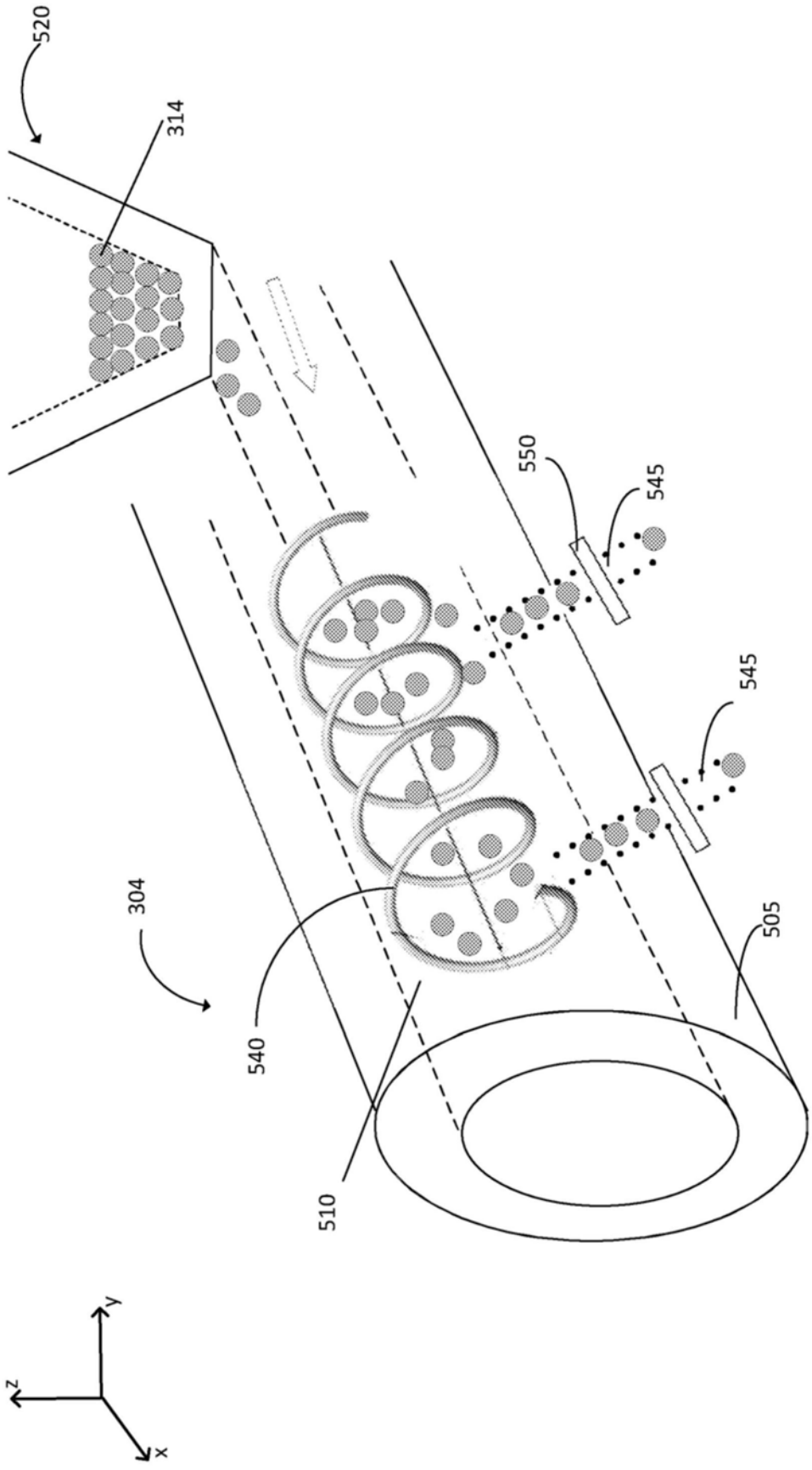


图5

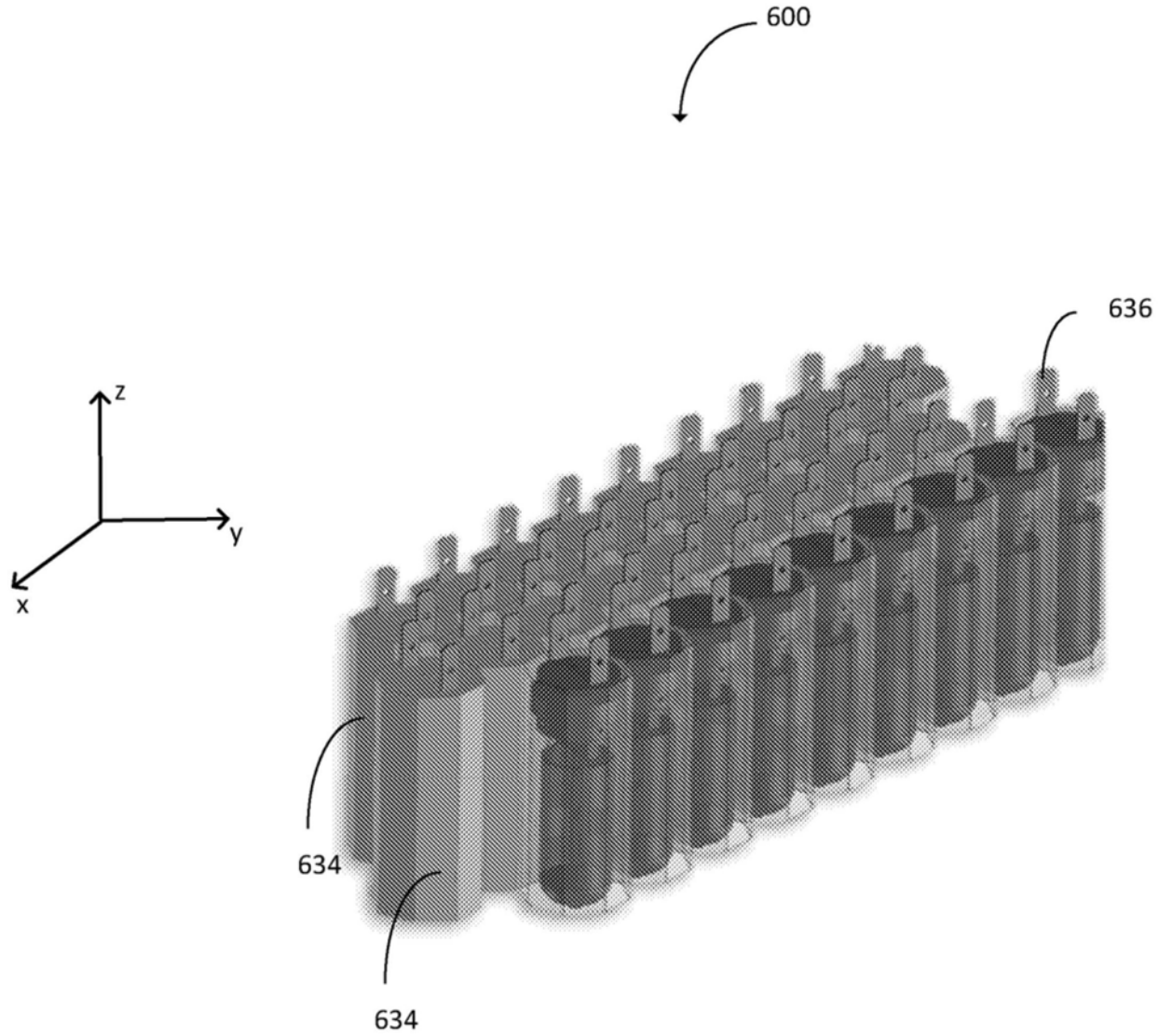


图6

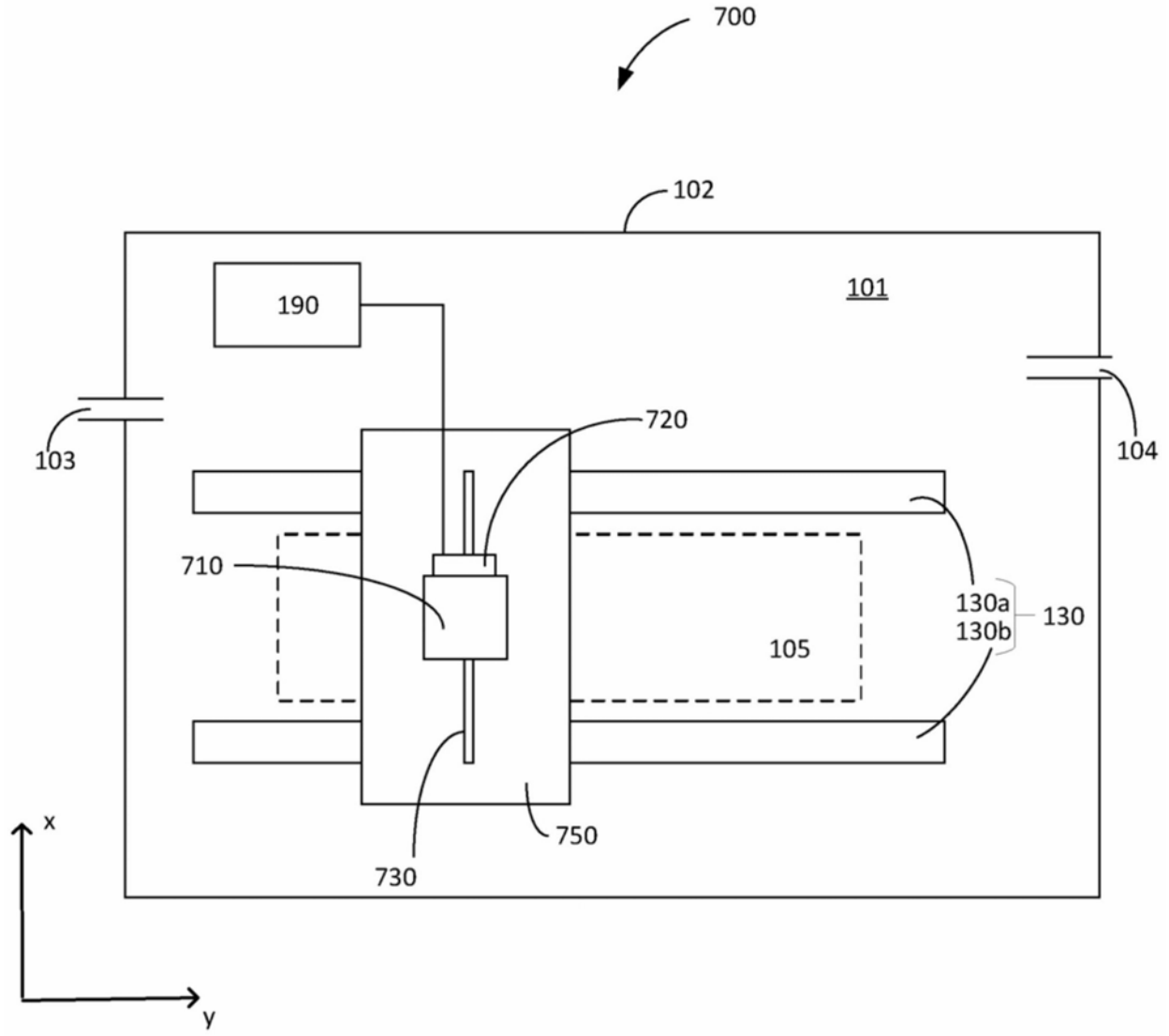


图7