



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206825940 U

(45)授权公告日 2018.01.02

(21)申请号 201590000820.9

(22)申请日 2015.07.21

(30)优先权数据

62/027,469 2014.07.22 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.22

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/041349 2015.07.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/014543 EN 2016.01.28

(73)专利权人 斯特拉塔西斯公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 蒂莫西·A·耶尔森

达纳·R·汉森 詹姆斯·W·科姆

乔纳森·B·赫德兰

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 郭雪茹

(51)Int.Cl.

B29C 64/295(2017.01)

B29C 64/227(2017.01)

B33Y 30/00(2015.01)

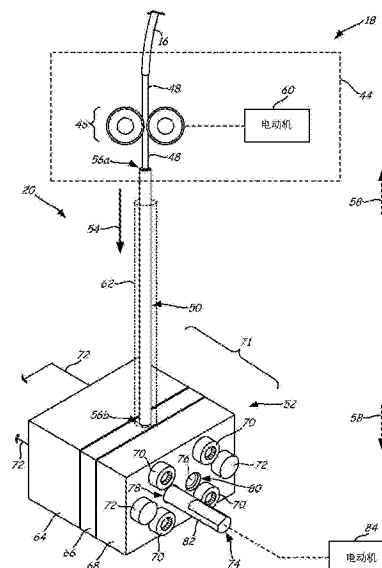
权利要求书2页 说明书18页 附图17页

(54)实用新型名称

在增材制造系统中使用以打印三维部件的液化器组件

(57)摘要

在增材制造系统(10)中使用以打印三维部件(22)的液化器组件(20)包括上游压力生成站(52)和下游流动调节站(52)。上游压力生成站(52)包括驱动机构(46)、被构造成熔化从驱动机构(46)接收到的消耗材料(48)以产生处于加压状态的熔融材料的液化器(52)。下游流动调节站(52)包括齿轮组件(52),所述齿轮组件具有壳体组件(64,66,68)和一对齿轮(74,76),所述一对尺寸设置在内部腔室(78,80)内并相互啮合以调节通过齿轮组件(52)的加压熔融材料(48)的流动以便于进行受控挤出。



1. 一种在增材制造系统中使用以打印三维部件的液化器组件,所述液化器组件包括:
被构造成供给消耗材料的第一驱动机构;
液化器,所述液化器被构造成接收从第一驱动机构供给的消耗材料,熔化接收到的消耗材料以产生处于加压状态的熔融材料;和
齿轮组件,所述齿轮组件包括:
壳体组件,所述壳体组件包括:
入口开口,所述入口开口被构造成从液化器可操作地接收加压的所述熔融材料;
内部腔室,所述内部腔室被构造成从入口开口接收加压的熔融材料;和
出口开口;
第一齿轮,所述第一齿轮设置在内部腔室内并被构造成在电动动力下旋转;以及
第二齿轮,所述第二齿轮与第一齿轮啮合,并被构造成与第一齿轮的旋转反向地旋转,其中第一齿轮和第二齿轮的旋转调节加压的熔融材料从入口开口到出口开口的流量。
2. 根据权利要求1所述的液化器组件,其中液化器包括:
具有圆筒形或带状几何形状的管状液化器;和
被构造成加热管状液化器的一个或多个加热组件。
3. 根据权利要求1所述的液化器组件,其中消耗材料包括细丝。
4. 根据权利要求1所述的液化器组件,进一步包括喷嘴,所述喷嘴在出口开口处可操作地连接到所述壳体组件,其中喷嘴被构造成挤出流量被调节的熔融材料。
5. 根据权利要求1所述的液化器组件,其中壳体组件包括:
第一壳体;和
第二壳体,所述第二壳体固定到第一壳体,并具有所述入口开口、所述内部腔室和所述出口开口。
6. 根据权利要求1所述的液化器组件,进一步包括固定到壳体组件的一个或多个加热器元件,其中所述一个或多个加热器元件被构造成加热壳体组件。
7. 根据权利要求1所述的液化器组件,进一步包括:
第二驱动机构,所述第二驱动机构被构造成供给第二消耗材料;
第二液化器,所述第二液化器被构造成接收从第二驱动机构供给的第二消耗材料,熔化接收到的第二消耗材料以产生处于加压状态的第二熔融材料,其中壳体组件中的入口开口还被构造成从第二液化器可操作地接收加压的第二熔融材料。
8. 根据权利要求7所述的液化器组件,进一步包括歧管,所述歧管可操作地连接到壳体组件的入口开口,其中入口开口被构造成通过歧管从第一液化器和第二液化器可操作地接收加压的熔融材料。
9. 根据权利要求1所述的液化器组件,进一步包括第二驱动机构,所述第二驱动机构被构造成生成用于旋转第一齿轮的所述电动动力。
10. 根据权利要求9所述的液化器组件,进一步包括一个或多个通信线路,所述一个或多个通信线路被构造成将第一驱动机构和第二驱动机构可操作地连接到增材制造系统的控制器组件。
11. 一种用于打印三维部件的增材制造系统,所述增材制造系统包括:
上游压力生成站,包括:

第一驱动机构;

液化器;以及

被构造成加热液化器的一个或多个加热器组件;

下游流量调节站,包括:

壳体组件,所述壳体组件具有可操作地连接到液化器的入口开口、出口开口、以及使入口开口和出口开口相互连通的内部腔室;

一对啮合齿轮,所述一对啮合齿轮设置在壳体组件的内部腔室内;和

被构造成加热壳体组件的一个或多个加热器元件;

第二驱动机构,所述第二驱动机构可操作地连接到所述一对啮合齿轮中的至少一个齿轮;和

控制器组件,所述控制器组件可操作地连接到第一驱动机构和第二驱动机构,并被构造成控制第一驱动机构将消耗材料供给到液化器以生产加压的熔融材料,并控制第二驱动机构旋转所述一对啮合齿轮以调节加压的熔融材料的流量。

12. 根据权利要求11所述的增材制造系统,其中所述一对啮合齿轮包括:

驱动齿轮,所述驱动齿轮具有可操作地连接到第二驱动机构的轴;和

空转齿轮,所述空转齿轮与驱动齿轮啮合以使得驱动齿轮的旋转使空转齿轮反向旋转。

13. 根据权利要求11所述的增材制造系统,其中液化器包括管状液化器,所述管状液化器具有圆筒形或带状几何形状。

14. 根据权利要求11所述的增材制造系统,进一步包括喷嘴,所述喷嘴在出口开口处可操作地连接到壳体组件,其中喷嘴被构造成挤出流量被调节的熔融材料。

15. 根据权利要求11所述的增材制造系统,其中壳体组件包括:

第一壳体;和

第二壳体,所述第二壳体固定到第一壳体,并具有所述入口开口、所述内部腔室、和所述出口开口。

在增材制造系统中使用以打印三维部件的液化器组件

技术领域

[0001] 本公开涉及用于打印或以其它方式生产三维(3D)部件和支撑结构的增材制造系统。具体地,本公开涉及用于使用增材制造技术以逐层的方式打印3D部件和支撑结构的打印头挤出机。

背景技术

[0002] 增材制造系统用于使用一个或多个增材制造技术由3D部件的数字表示(例如,AMF和STL格式文件)打印或以其它方式构建3D部件。市场上可买到的增材制造技术的示例包括基于挤出的技术、喷射、选择性的激光烧结、粉末/粘合剂喷射、电子束熔化、和立体光刻工艺。对于这些技术,3D部件的数字表示初始地被切片成多个水平层。接着对于每一个切片层生成工具路径,其提供指令特定的增材制造系统以打印给定层。

[0003] 例如,在基于挤出的增材制造系统中,3D部件可以通过挤出可流动部件材料以逐层的方式由3D部件的数字表示被打印。部件材料通过由系统的打印头承载的挤出尖端被挤出,并且按照路径顺序以平坦层的方式被沉积在压板上。被挤出的部件材料熔化到先前沉积的部件材料,并在温度降低时固化。则打印头相对于衬底的位置增加,并且重复该过程以形成再现数字表示的3D部件。

[0004] 在通过沉积多层部件材料来构造3D部件中,支撑层或结构典型地被构建在构造中的3D部件的悬垂部分的下面或空腔中,所述悬垂部分或空腔本身不受部件材料支撑。可以使用与沉积部件材料相同的沉积技术构建支撑结构。主计算机产生作用于正在被形成的3D部件的悬垂或自由空间段的支撑结构的额外的几何形状。然后根据打印过程期间生成的几何形状沉积支撑材料。支撑材料在构造期间粘附到部件材料,并且当打印过程完成时刻从完成的3D部件移除。

发明内容

[0005] 本公开的一方面涉及一种在打印三维部件的增材制造系统中使用的液化器组件。所述液化器组件包括:被构造成供给消耗材料的第一驱动机构;液化器,所述液化器被构造成接收从第一驱动机构供给的消耗材料,从而熔化接收到的消耗材料以在加压状态下产生熔融材料;和齿轮组件。所述齿轮组件包括壳体组件,所述壳体组件具有:入口开口,所述入口开口被构造成从液化器操作地接收加压的熔融材料;内部腔室,所述内部腔室被构造成从入口开口接收加压的熔融材料;和出口开口。壳体组件还包括:第一齿轮,所述第一齿轮设置在内部腔室内并被构造成在电动动力下旋转;和第二齿轮,所述第二齿轮与第一齿轮啮合,并被构造成随第一齿轮的旋转反向旋转,其中第一齿轮和第二齿轮的旋转调节加压的熔融材料从入口开口到出口开口的流动。

[0006] 本公开的另一方面提供了一种用于打印三维部件的增材制造系统。所述增材制造系统包括上游压力生成站和下游压力生成站。所述上游压力生成站包括:第一驱动机构;液化器;以及被构造成加热液化器的一个或多个加热器组件。所述下游流动调节站包括壳体

组件,所述壳体组件具有操作地连接到液化器的入口开口、出口开口、和使入口开口和出口开口相互连接的内部腔室。所述下游流动调节站还包括:一对啮合齿轮,所述一对啮合齿轮设置在壳体组件的内部腔室内;被构造成加热壳体组件的一个或多个加热器元件;和第二驱动机构,所述第二驱动机构操作地连接到所述一对啮合齿轮的至少一个齿轮。所述增材系统还包括控制器组件,所述控制器组件操作地连接到第一驱动机构和第二驱动机构,并被构造成指令第一驱动机构以将消耗材料供给到液化器以生产加压熔融材料,并指令第二驱动机构以旋转所述一对啮合齿轮以调节加压熔融材料流。

[0007] 本发明的另一方面提供了一种用于通过增材制造系统打印三维部件的方法,所述方法包括以下步骤:通过由增材制造系统保持的驱动机构将消耗材料供给到由增材制造系统保持的液化器;熔化液化器中供给的消耗材料以产生熔融材料;将加压状态下的熔融材料提供给由增材制造系统保持的齿轮组件;和通过齿轮组件调节加压熔融材料流从而以受控的方式挤出熔融材料。

[0008] 定义

[0009] 除非另有规定,这里所使用的以下术语具有以下提供的意义:

[0010] 例如参照应用到具有纵向长度的液化器的压力的术语“轴向的”和“轴向地”表示垂直于纵向长度的方向。这些术语不要求同心轴线,并且还可应用于非圆筒形液化器,例如矩形液化器、弓形液化器,椭圆形液化器等。

[0011] 参照可操作地相互连接的物件的术语“可操作地连接”表示直接连接(相互实体接触)和间接连接(通过设置在其之间的诸如间隔器的一个或多个另外的部件相互连接)。

[0012] 参照控制器组件指令装置(例如,驱动机构、加热器组件等)的术语“指令”、“命令”等表示将控制信号直接和/或间接从控制器组件转继到装置以使得所述装置根据转继信号操作。信号可以以任意形式被转继,例如到装置上的微处理器的通信信号,施加电力到操作装置等。

[0013] 术语“优选的”、“优选地”、“示例”和“示例性”表示可以在一些情况下可以提供一些益处的本发明的实施例。然而,其它实施例在相同或其它情况下也可以是优选的或示例性的。此外,一个或多个优选或示例性实施例的详述并不暗示其它实施例不是有用的,并且不意图将其它实施例从本公开的范围中排除。

[0014] 诸如“上方”、“下方”、“顶部”、“底部”等的方向性定向参考3D部件的层打印方向。在以下所示的实施例中,层打印方向是沿垂直z轴线的向上方向。在这些实施例中,术语“上方”、“下方”、“顶部”、“底部”等都基于垂直z轴线。然而,在3D部件的多层沿不同轴线(例如,沿水平x轴线或y轴线)打印的实施例中,术语“上方”、“下方”、“顶部”、“底部”等为相对于给定轴线。

[0015] 如权利要求中所述的诸如“提供材料”的术语“提供”不旨在要求所提供的物品的任何具体的输送或接收。相反地,术语“提供”仅用于详述在权利要求(一个或多个)的随后元件中引用的物品,以便于清楚和容易理解。

[0016] 除非另有指定,这里所涉及的温度基于大气压力(即,一个大气压)。

[0017] 术语“大约”和“基本上”这里用于表示由于本领域的技术人员所公知的预期变化(例如,测量的局限性和可变性)的可测量的值和范围。

附图说明

[0018] 图1是被构造成借助于本公开的一个或多个挤出机打印3D部件和支撑结构的增材制造系统的前视图；

[0019] 图2是具有本公开的挤出机的打印头的后视立体图，其中挤出机包括上游液化器和下游齿轮组件；

[0020] 图3是挤出机的前视立体图；

[0021] 图4是挤出机的分解前视立体图；

[0022] 图5是下游齿轮组件的外壳的分解后视立体图；

[0023] 图6A是下游齿轮组件的驱动齿轮的侧视图；

[0024] 图6B是图6A所示的驱动齿轮的前视端视图；

[0025] 图7A是下游齿轮组件的空转齿轮的侧视图；

[0026] 图7B是图7A所示的空转齿轮的前视端视图；

[0027] 图8是下游齿轮组件的顶部剖视图，示出了驱动齿轮和空转齿轮的啮合；

[0028] 图9是挤出机的示意性前视图，进一步示出了驱动齿轮和空转齿轮的啮合；

[0029] 图10是与打印头一起使用的增材制造系统的控制器组件的示意图；

[0030] 图11是本公开的可选挤出机的示意性前视图，所述挤出机包括多个上游液化器；

[0031] 图12A是啮合的驱动齿轮和空转齿轮的前视立体图，其示出了来自两个液化器的绕驱动齿轮和空转齿轮的流动分布图；

[0032] 图12B是图12A所示的啮合的驱动齿轮和空转齿轮和流动分布图的示意性前视图；

[0033] 图13A是啮合的驱动齿轮和空转齿轮的前视立体图，其示出了来自两个液化器的绕空转齿轮和驱动的可选的流动分布图，其中两个液化器定向为垂直于图12A和图12B所示的液化器；

[0034] 图13B是图13A所示的的啮合驱动齿轮和空转齿轮和流动分布图的顶部示意性视图；

[0035] 图14是沿口的宽度具有波动的沉积熔融材料的喷嘴的立体图；

[0036] 图15是沉淀熔融材料同时通过时变信号驱动挤出机的喷嘴的立体图；

[0037] 图16是指令信号、指令信号的速度分量和指令信号的时变分量的曲线图；

[0038] 图17是控制器组件38的扩展的方框图；以及

[0039] 图18是生成时变信号以减少沉积的熔融材料中的波动的方法的流程图。

具体实施方式

[0040] 本公开涉及一种用于在增材制造系统中的打印头挤出机，其使用增材制造技术以逐层的方式打印3D部件和支撑结构。如以下所述，挤出机包括用作压力生成站的一个或多个上游液化器、和用作流动站的下游齿轮组件，其中消耗材料被供给到一个或多个上游液化器并在所述一个或多个上游液化器中被熔化，并且生成的熔融材料（一种或多种）然后被提供给下游齿轮组件。在下游齿轮组件处，熔融材料（一种或多种）受控制地被泵送、计量或以其它方式被提供给挤出喷嘴，在所述挤出喷嘴处，所述熔融材料被挤出以制造3D部件或支撑结构的一系列路径。

[0041] 本公开是涉及一种增材制造系统的控制器组件,所述控制器组件被构造成基于上游液化器(一个或多个)的进给以及熔化特性以两种模式中的一种操作下游齿轮组件。在第一实施例中,下游齿轮组件用作下游齿轮泵,所述下游齿轮泵优选地以较低的正压力从上游液化器(一个或多个)接收熔融材料(一种或多种)。在该“齿轮泵”实施例中,控制器组件可以指令下游齿轮组件以主动地泵送或加压熔融材料以进行挤出。

[0042] 在第二实施例中,下游齿轮组件用作下游齿轮制动器,所述下游齿轮制动器优选地以较高的正压力从上游液化器(一个或多个)接收熔融材料(一种或多种)。在该“齿轮制动器”实施例,控制器组件可以指令下游齿轮组件以控制的方式限制或计量加压的熔融材料的流动以进行挤出。

[0043] 在任一实施例中,上游液化器(一个或多个)优选地为下游齿轮组件生成熔融材料(一种或多种)的加压流,并且下游齿轮组件优选地调节熔融材料(一种或多种)的流动以用于打印3D部件和支撑结构。具体地,相对于传统的液化器,下游齿轮组件可以潜在地提供更快速且更加一致的瞬态响应,这是因为下游齿轮组件没有移动弯月面(moving meniscus),并且具有较小体积的在流出喷嘴之前需要被加压的熔融材料,并且不经历进一步使材料计量复杂化的熔化相变和相关材料膨胀。因此,下游齿轮组件在其齿轮和喷嘴之间具有小且一致的体积的加压材料。

[0044] 本公开的液化器组件可以与任何适当的基于挤出的增材制造系统一起使用。例如,图1显示与两个可消耗组件12一起使用的系统10,其中每一可消耗组件12是可容易地被装载、移除和可更换的容器装置,所述容器装置保持可消耗细丝的供应以用于通过系统10进行打印。通常,可消耗组件12中的一个容纳部件材料细丝,而另一个可消耗组件12容纳支撑材料细丝。然而,两个可消耗组件12的结构可以完全相同,并且在一些情况下,两个可消耗组件12都可以容纳部件材料细丝。

[0045] 在显示的实施例中,每一个可消耗的组件12包括容器部14、导向管16、和打印头18,其中每一个打印头18都优选地包括本公开的挤出机20。容器部14可以保持可消耗细丝的线轴、线圈或其它供应装置,如在Mannellet等人的美国公开No. 2013/0161432和No. 2013/0161442和Batchelder等人的美国公开No. 2014/0158802中所论述的。

[0046] 导向管16使容器部14和打印头18相互连接,其中打印头18(和/或系统10)的驱动机构通过导向管16从容器部14将连续段的可消耗细丝牵拉到打印头18的挤出机20。在该实施例中,导向管16和打印头18是可消耗组件12的子部件,并且通过每一个可消耗组件12互换到系统10中或从系统10互换出。可选地,如以下所述,导向管16和/或打印头18(或其部件)可以是系统10的部件,而不是可消耗组件12的子部件。

[0047] 系统10是用于使用基于层的增材制造技术分别从可消耗组件12的部件材料细丝和支撑材料细丝打印3D部件或模型和相应支撑结构(例如,3D部件22和支撑结构24)的增材制造系统。用于系统10的合适的增材制造系统包括由Stratray公司、Eden Prairie, MN基于挤出的系统,诸如商标“EDM”下的熔化沉积造型系统。

[0048] 如图所示,系统10包括系统壳体26、室28、模板30、模板台架32、打印头托架34、和打印头台架36。系统壳体26是系统10的结构部件,并且可以包括例如支撑框架、壳体壁等的多个结构性子部件。在一些实施例中,系统壳体26可以包括被构造成容纳可消耗组件12的容器部14的容器隔室。在可选的实施例中,可以省略容器隔室以减小系统10的整体覆盖区。

在这些实施例中,容器部14可以被放置成与系统壳体26相邻,同时为导管16和打印头18提供足够的移动范围。

[0049] 室28是容纳用于打印3D部件22和支撑结构24的模板30的封闭环境。室28可以被加热(例如,通过循环加热空气)以减小部件和支撑材料在被挤出和沉积之后固化的速率(例如,减小变形和卷曲)。在可选的实施例中,室28可以被省略和/或被不同类型的构建环境替换。例如,3D部件22和支撑结构24可以在朝向外界条件敞开或可以被可选的结构(例如,柔性屏蔽件(curtain))密闭的构建环境中被构建。

[0050] 模板30是在上面以逐层的方式打印3D部件22和支撑结构24的平台,并由模板台架32支撑。在一些实施例中,模板30可以接合和支撑构建衬底,所述构建衬底可以是在Dunn等的美国专利No.7,127,309中公开的由塑料、瓦楞纸板或其它适当材料制造而成的托盘衬底,并且还可以包括柔性聚合膜或衬里,painter带、聚酰亚胺带(例如,来自于E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, de的商标为KAPTON)、或用于将沉积物粘附到模板30上或粘附到构建衬底上的其它一次性产品。模板台架32是被构造成沿着(或基本上沿着)垂直z轴线移动模板30的台架组件。

[0051] 打印头托架34是被构造成容纳一个或多个可移除打印头(例如,打印头18)的单元,并且由打印头台架36支撑。用于打印头托架34的适当装置和用于将打印头18保持在打印头托架34中的技术的示例包括Swanson等人的美国专利No.8,403,658和No.8,647,102中所述的装置和技术。在一些优选的实施例中,每一打印头18都被构造成接合打印头托架34从而以防止或限制打印头18相对于打印头托架34在X-Y构建平面中移动但是允许打印头18以受控制的方式从X-Y构建平面移出(例如,伺服、系紧、或以其它方式以线性或枢转的方式转换)的方式牢固地保持打印头18。

[0052] 打印头台架36是被构造成在室28上方在水平(或基本上水平)X-Y平面中移动打印头托架34(和被保持的打印头18)的带驱动台架组件。用于打印头台架36的适当的台架组件的示例包括Comb等人的美国公开No.2013/0078073中所述的台架组件,其中打印头台架36还可以支撑限定室28的顶板的可变形挡板(未示出)。在可选的实施例中,打印头台架36可以利用用于移动打印头托架34(和被保持的打印头18)的任意适当的机构,例如,机器人致动器等。

[0053] 在进一步可选的实施例中,模板30可以被构造成在室28内在水平X-Y平面内移动,并且打印头托架34(和打印头18)可以被构造成沿着z轴线移动。还可以使用其它类似的装置,使得模板30和打印头18中的一个或两者可相对于彼此移动。模板30和打印头托架34(和打印头18)还可以沿着不同的轴线定向。例如,模板30可以垂直地定向,并且打印头18可以沿着X轴线或Y轴线打印3D部件22和支撑结构24。在另一个示例中,模板30和/或打印头托架34(和打印头18)可以在非卡迪尔坐标系统(例如,极坐标系统)中相对于彼此移动。

[0054] 在上述实施例中,导向管16和打印头18是可消耗组件12的子部件。然而,在可选的实施例中,导向管16和/或打印头18可以是系统10的部件,而不是可消耗组件12的子部件。在这些实施例中,用于打印头18、和打印头18、打印头托架34、和打印头台架36之间的连接的适当装置的另外的示例包括Crump等人的美国专利No.5,503,785、Swanson等人的美国专利No.6,004,124、LaBossiere等人的美国专利No.7,384,255和No.7,604,470、Batchelder等人的美国专利No.7,896,209和No.7,897,074、以及Comb等人的美国专利No.8,153,182中

所述的装置。例如,挤出机20可以任选被改装进现有的增材制造系统。

[0055] 在进一步可选的实施例(例如,以下如图10所示),打印头18和挤出机20的一些部件可以是系统10的子部件。在这种情况下,打印头18和挤出机20的其它部件可以是可互换的可消耗组件12的子部件,这些子部件可与为系统10的子部件的部件接合(和从所述部件移除)。

[0056] 系统10还包括控制器组件38,所述控制器组件38是被构造成操作系统10的部件的一个或多个基于计算机的系统。控制器组件38可以在通信线路(一个或多个)40上与系统10的各种部件(例如,打印头18(包括挤出机20)、室28(例如,与用于室28的加热单元通信)、打印头托架34、用于模板台架32和打印头台架36的马达、和各种传感器、校准装置、显示装置、和/或用户输入装置通信。在一些实施例中,控制器组件38还可以与模板30、模板台架32、打印头台架36、和系统10的任意其它适当的部件中的一个或多个通信。

[0057] 此外,控制器组件38还可以在通信线路42上与外部设备(例如,通过网络连接(例如,诸如本区域网络(LAN)连接、通用串行总线(USB)连接等的其它计算机和服务)通信。虽然通信线路40和42每一个都被示出为单个信号线路,但是通信线路40和42可以每一个都包括电气、光学和/或无线信号线路和中间控制回路,其中通信线路(一个或多个)40中多个部分可以是可移除打印头18的子部件。

[0058] 在一些实施例,控制器组件38的一个或多个基于计算机的系统在系统10内部,从而允许用户通过网络通信线路42操作系统10,例如以与二维打印机相同或类似的方式从外部计算机操作系统10。可选地,控制器组件38还可以包括可以与控制器组件38的内部基于计算机的系统(一个或多个)通信以及经由通信线路经由网络通信的一个或多个基于外部计算机的系统(例如,台式机、膝上型计算机、基于服务器、基于云、笔记本、移动介质装置等)。

[0059] 在该可选的实施例中,以下所述的控制器组件38的处理功能可以在内部基于计算机系统 and 外部基于计算机系统之间划分。在又一个可选的实施例中,控制器组件38的基于计算机的系统(一个或多个)可以都位于系统10外部(例如,一个或多个外部计算机),并且可以通过通信线路(一个或多个)40与系统10通信。

[0060] 在打印操作期间,控制器组件38可以引导模板台架32将模板30移动到室28内的预定高度。控制器组件38然后可以引导打印头台架36将打印头托架34(和被保持的打印头18)在室28上方在水平x-y平面中到处移动。控制器组件38还可以指令打印头18选择性地分别从容器部14并通过导管16牵引可消耗细丝连续段。

[0061] 每一个可消耗细丝连续段然后在相应打印头18的挤出机20中被熔化以生产熔融材料,如下所述。在离开挤出机20时,生成的挤出物可以作为用于以逐层的方式打印3D部件22或支撑结构24的一系列路径被沉积到模板30上。在打印操作完成之后,生成的3D部件22和支撑结构24可以被从室28移除,并且支撑结构24可以被从3D部件22移除。3D部件22可能根据期望经历一个或多个另外的后处理步骤。

[0062] 图2是示例性打印头18的后视立体图,所述打印头18包括本公开的壳体44、驱动机构46、和挤出机20,其被示出为与细丝48一起使用。用于壳体44和驱动机构46的适当部件的示例包括LaBossiere等人的美国专利No.7,604,470、Batchelder等人的美国专利No.7,896,209、No.7,897,074和No.8,236,227、Swanson等人的美国专利No.8,647,102、Koop等人

的美国公开出版物No.2014/0159273、和Leavitt的美国公开出版物No.2014/0159284中论述的部件。然而,挤出机20可以被装入到适用于与系统10一起使用的任意打印头中。

[0063] 如图所示,挤出机20包括上游液化器50和下游齿轮组件52,其中,如这里所使用的,术语“上游”和“下游”参考细丝供给方向,如由箭头54所示。液化器50是示例性液化器,所述示例性液化器被构造成接收和熔化消耗材料(例如,细丝48),从而生成被提供给齿轮组件52的加压熔融材料流。在显示的示例中,液化器50是由一种或多种导热材料(例如,不锈钢)制造而成的刚性中空管,其具有沿着纵向轴线58彼此偏离的入口端56a和出口端56b。

[0064] 用于液化器50的适当的圆筒几何体的示例包括Crump等人的美国专利No.5,503,785、Swanson等人的美国专利No.6,004,124、LaBossiere等人的美国专利No.7,604,470、Leavitt等人的美国专利No.7,625,200和Batchelder等人的美国专利No.8,439,665中所述的圆筒几何体。如图所示,液化器50具有薄壁,具有从大约0.01英寸到大约0.03英寸范围的示例性壁厚。液化器50的示例性内径在从大约0.05英寸到大约0.10英寸的范围内。液化器50在入口端56a和出口端56b的示例性长度包括至少大约1.5英寸,并且可在几英寸范围内变化。

[0065] 在可选的实施例中,液化器50可以具有用于与带状细丝一起使用的带状液化器构造。如这里所使用的术语“带状细丝”表示沿其纵向长度具有大致矩形、弓形和/或椭圆形横截面的细丝(例如,细丝48),其可以任选地包括用于与驱动机构46接合的一个或多个表面轨迹,如Batchelder等人的美国专利No.8,236,227中所公开的。相应的,如这里所使用的术语“带状液化器”表示沿其纵向长度具有大致矩形、弓形、和/或椭圆内部通道横截面的中空液化器(例如,液化器50)。用于细丝48和液化器50的适当带状细丝和带状液化器构造的示例包括Batchelder等人的美国专利No.8,221,669、8,236,227和No.8,439,665中所论述的。

[0066] 其它适当的液化器包括在美国专利公开出版物No.2015/0096717和No.2015/0097053中所公开的液化器。

[0067] 液化器50的入口端56可操作地连接到壳体44,使得液化器50当安装到系统10时悬浮(suspend)在壳体44下方。齿轮组件52优选地连接到液化器50的出口端56b,使得齿轮组件52当安装到系统10时悬浮在壳体44和液化器50下方。在可选的实施例中,液化器50和/或齿轮组件52的一个或多个部分可以被保持在壳体44内,或者一个或多个另外的部件可以将液化器50的出口端56b可操作地连接到齿轮组件52。此外,除了连接到液化器50的出口端56b之外,齿轮组件52还可以可操作地连接到壳体44。

[0068] 驱动机构46是细丝驱动机构,所述细丝驱动机构被构造成基于来自控制器组件38的指令在电动机60(例如,步进电动机)的电动动力下将连续段细丝48从导向管16供给到液化器50的入口端56。用于驱动机构46的适当装置的示例包括LaBossiere等人的美国专利No.7,384,255和Batchelder等人的美国专利No.7,896,209中所公开的装置。

[0069] 虽然驱动机构46和电动机60优选地直接定位在液化器50的上游(例如,在壳体44内),如图2所示,但是在可选的实施例中,一个或多个驱动机构可以沿细丝在容器14和液化器50(并包括容器14和液化器50)之间的路径定位在任意适当的位置(一个或多个),例如定位在系统10内的固定位置。在一些实施例中,线轴驱动机构(未示出)可以用于与容器14中的线轴接合,其中所述线轴保持细丝48的卷绕供应。在这种情况下,线轴驱动机构可以旋转

线轴以通过导向管16供给细丝48并将细丝48供给到液化器50(而不是直接接合细丝48)。该降低了打印头18的重量。另外,细丝驱动控制装置可以以较低的精度操作,这是因为细丝驱动控制装置仅需要供应压力,并且不需要执行使熔化挤出与处于高加速度和开始/停止的台架运动相协调的任务。

[0070] 此外,可以一起使用多个驱动机构。例如,第一驱动机构可以用于将细丝48从容器14供给到打印头18。由打印头18保持的第二驱动机构(例如,驱动机构46)然后可以从第一驱动机构接收供给的细丝48,并且将接收到的细丝48供给到液化器50中。如图所示,驱动机构(一个或多个)46和电动机(一个或多个)60固定到壳体44并在打印3D部件22时由打印头台架36支承。可选地,驱动机构(一个或多个)46和电动机(一个或多个)60可以在远离壳体44的位置处固定到系统10以在打印3D部件22的同时减小由打印头台架36支承的质量。

[0071] 如图2进一步所示,挤出机20还包括上游加热器组件62,所述上游加热器组件62是被构造成将热量传递给液化器50的长度的至少一部分的一个或多个加热元件。传递的热量在液化器50内熔化接收的细丝48,从而产生细丝48的熔融材料以用于输送到齿轮组件52。用于加热器组件62的适当组件的示例包括在Crump等人的美国专利No.5,503,785、Swanson等人的美国专利No.6,004,124、LaBossiere等人的美国专利No.7,604,470、Leavitt的美国专利No.7,625,200、Batchelder等人的美国专利No.8,439,665和Swanson等人的美国专利公开No.2012/0018924和No.2012/0070523中所公开的装置。

[0072] 虽然示出具有液化器50,但是挤出机20可以可选地包括各种不同的上游液化器以生成加压的熔融材料,并例如通过不限于球状和/或粉末供给螺杆泵、细丝供给螺杆泵、段塞(slug)供给泵等将加压熔融材料提供给齿轮组件52。在进一步的实施例中,液化器50或其可选形式可以定位在打印头18的甚至更上游,例如定位在固定位置处。在该实施例中,熔融材料可以通过加热导管被供应给齿轮组件52。该对于从打印头18移除液化器50从而可以降低消耗品成本和打印头重量是有益的。

[0073] 此外,如下所述,虽然示出具有单个液化器50,但是在可选的实施例中,挤出机20可以包括多个上游液化器以将多种消耗材料同时供给到齿轮组件52。这对于增加(例如,加倍、三倍或甚至四倍(或更多)的流量)熔融材料到齿轮组件52的流量是有益的。此外,使用多个上游液化器还可以提供来自齿轮组件52的具有独特横截面和/或材料性质的挤出物,如下所述的那样。如图所示,驱动机构(一个或多个)46和电动机(一个或多个)60被固定到壳体44并在打印3D部件22时由打印头台架36支承。可选地,驱动机构(一个或多个)46和电动机(一个或多个)60可以在远离壳体44的位置处固定到系统10以在打印3D部件22的同时减小由打印头台架36支承的质量。

[0074] 如图2和3所示,齿轮组件52是包括基部壳体64、齿轮壳体66、和表面壳体68的下游的基于齿轮的组件,其中齿轮壳体66通过螺栓70固定在基部壳体64与表面壳体68之间(一起被称为壳体组件71)。同时齿轮组件52被示出为具有块状几何形状,但是在可选的实施例中,齿轮组件52可以具有例如用于减小重量和体积尺寸和/或用于具有美感的质量的任意适当的构造。

[0075] 在所示的示例中,齿轮组件52还包括加热元件72,所述加热元件72延伸通过基部壳体64、齿轮壳体66、和表面壳体68中的每一个。加热元件72是一对电加热元件,所述一对电加热元件被构造成加热基部壳体64、齿轮壳体66、和表面壳体68并将基部壳体64、齿轮壳

体66、和表面壳体68保持在升高的温度下。这防止接收到的熔融细丝材料在打印头18正在打印的同时在齿轮组件52内冷却和/或固化。

[0076] 如进一步所示, 齿轮组件52还包括驱动齿轮74和空转齿轮76, 所述驱动齿轮74和空转齿轮76分别延伸到表面壳体68的开口78和80中。如下所述, 驱动齿轮74和空转齿轮76为齿轮组件52提供流动调节功能(例如, 泵送或计量功能), 并延伸通过齿轮壳体66并延伸到基部壳体64中。特别地, 驱动齿轮74包括轴82, 所述轴82延伸超过表面壳体68的开口78以可操作地与电动机84(例如, 步进电动机)连接。

[0077] 驱动齿轮74可以通过各种机构可操作地连接到电动机84。例如, 轴82可以直接插入到电动机84的轴线中, 从而允许电动机84直接旋转驱动齿轮74。可选地, 一个或多个另外的轴和/或齿轮可以使驱动齿轮74和电动机84相互连接, 以例如将电动机84定位在距离齿轮组件52的远位置处。例如, 电动机84还可以被定位在壳体44内并通过一个或多个另外的轴(例如, 平行于轴线58)和齿轮、或将电动机84的旋转动力传递给驱动齿轮74的其它接合机构连接到驱动齿轮74。该允许驱动马达84通过简单的直接传动被定位在远离喷嘴的一距离处, 并且有助于其在加热环境中使用, 这允许喷嘴被定位在加热区域(例如, 室28中), 而电动机84在冷却侧或未加热区域(例如, 室28的外部)。

[0078] 因为熔融材料在正压力下被提供给齿轮组件52, 因此电动机84可以任选是低扭矩电动机以执行流量调节功能。该允许电动机84尺寸较小且重量较轻, 从而允许打印头18较小且较轻。这可以相应地允许打印头台架36更加有效地移动打印头18。在该低扭矩电动机84的实施例中, 控制器组件38以部分或完全同步的方式命令马达60和84以在齿轮组件52中保持用于熔融材料的适当压力。

[0079] 在进一步可选的实施例中, 马达60和84可以作为操作驱动机构46和驱动齿轮74两者的单个电动机被提供。在该实施例中, 控制器组件38可以指令单个电动机以同步的方式操作驱动机构46和驱动齿轮74。

[0080] 空转齿轮76是与驱动齿轮74接合的第二齿轮但是能够以其它方式在齿轮组件52内自由旋转。因此, 驱动齿轮74的旋转使空转齿轮76在齿轮壳体66内反向旋转。该生成用于以受控制的方式挤出熔融材料的泵送功能。可选地, 空转齿轮76可以被第二驱动齿轮76代替, 所述第二驱动齿轮76通过独立的电动机(未示出)转动, 所述独立式电动机由控制器组件38指令, 优选地与电动机82同步操作。在这种情况下, 第二驱动齿轮76还可以包括延伸到表面壳体68外并使第二驱动齿轮76与独立式电动机相互连接的轴。

[0081] 如图4所示, 基部壳体64、齿轮壳体66、和表面壳体68分别包括用于容纳加热元件72的横向开口86a、86b、和86c。加热元件72是优选地以固定的方式(例如, 摩擦装配和/或安置螺钉)被容纳在横向开口86a、86b、和86c中以防止加热元件72相对于外壳64、66、和68被强行移动或以其它方式移动。

[0082] 基部壳体64、齿轮壳体66、和表面壳体68还分别包括用于容纳螺栓70(图4中未示出)的横向开口88a、88b、和88c。基部壳体64中的横向开口88优选地形成有螺纹, 从而与螺栓70螺纹接合。这允许螺栓70将外壳64、66、和68牢固地保持在一起。可选地, 齿轮组件52还可以包括在基部壳体64处在横向开口88外与螺栓70螺纹接合的外螺纹螺母(未示出)。在进一步可选形式中, 螺栓70可以从相反的方向延伸通过横向开口88a、88b、和88c, 使得表面壳体68可以形成有螺纹以与螺栓70螺纹接合。

[0083] 如进一步如图4所示,液化器50的出口端56b连接到齿轮壳体66的顶部或入口开口90。此外,齿轮组件52包括连接到齿轮壳体66的底部或出口开口94的喷嘴92(如图9中最清楚地所示)。喷嘴92是被构造成以期望的路径宽度挤出熔融材料的小直径喷嘴。用于喷嘴92的示范性内部尖端直径包括在从大约125微米(大约0.005英寸)到大约760微米(大约0.030英寸)的范围内的直径。在一些实施例中,喷嘴92可以包括产生具有不同路径宽度的一个或多个凹槽,如Swanson等人的美国专利公开No.2014/0048969中所公开的,该专利公开的内容通过引用在此并入。

[0084] 喷嘴92还可以包括具有任意适当的长度直径比的轴向通道。例如,在一些实施例中,喷嘴92可以包括具有生成高流动阻力的长度直径比(例如,大约2:1至大约5:1)的轴向通道。在其它实施例中,喷嘴92可以具有生成低流动阻力的长度-直径比(例如,大约2:1至大约1:1)的轴向通道。因此,喷嘴92的轴向通道的适当的长度-直径比可以在大约1:2到大约5:1的范围内,其中在一些低流动阻力的实施例中,在从大约1:2到大约1:1的范围内的比可能是优选的。

[0085] 优选地,入口开口90和出口开口94沿着纵向轴线58互相对准,并且在齿轮壳体66的内部腔室96处互相流体连通。内部腔室96是其中驱动齿轮74和空转齿轮76在该处接合以将来自液化器50和入口开口90的细丝48的熔融材料驱动到出口开口94和喷嘴92的区域,如下所述。

[0086] 除了轴82之外,驱动齿轮74还包括毂98和齿轮100,其中齿轮100包括齿102,并且齿轮100纵向位于轴82和毂98之间。类似地,空转齿轮76包括具有齿106的齿轮104,并且齿轮104纵向位于轴108和110之间。驱动齿轮74和空转齿轮76可以每一个都由能够承受在齿轮组件52内的升高的温度的一种或多种金属和/或聚合材料(例如,不锈钢)铸造或机械加工而成。

[0087] 表面壳体68还包括毂开口112,所述毂开口在显示的示例中整体延伸通过表面壳体68。可选地,空转齿轮76的毂开口112可以仅部分地延伸通过表面壳体68,使得插入的空转齿轮76从封闭的齿轮组件52在外部不可见。如图5所示,基部壳体64还包括毂开口114,所述毂开口114在所示的实施例中并没有整体延伸通过基部壳体64。这可以降低熔融材料穿过基部壳体64的任何潜在的泄露。然而,在一些可选的实施例中,毂开口114可以整体延伸穿过基部壳体64(例如,为了便于制造)。

[0088] 基部壳体64、齿轮壳体66、和表面壳体68可以由一种或多种导热、金属材料(例如,不锈钢、青铜合金等)制造而成。横向开口86a、86b、86c、88a、88b、和88c、入口开口90、出口开口94、内部腔室96、毂开口112和114、和任何其它期望的开口或特征可以根据期望在铸造步骤期间被制造而成和/或可以被机械加工到壳体64、66、和68中。

[0089] 在装配期间,驱动齿轮74的齿轮轴82可以插入通过表面壳体68的第一毂开口112,并且空转齿轮76的毂110可以插入到表面壳体68的另一个毂开口112中。齿轮壳体66可以抵靠表面壳体68放置,以使得驱动齿轮74和空转齿轮76延伸通过内部腔室96。特别地,齿轮100和104定位在内部腔室中,优选地具有与内部腔室96的壁的紧密间隙。基部壳体68则可以抵靠齿轮壳体66的相对侧放置,以使得毂98和108延伸到毂开口114中。

[0090] 壳体64、66、和68则可以通过插入通过横向开口86a、86b、86c的螺栓70被固定在一起。毂开口112和114优选地在内部腔室96的相对侧互相对准以允许驱动齿轮74和空转齿轮

76相对于壳体64、66、和68在没有过度摩擦阻力但具有紧密间隙的情况下旋转,从而减少或消除熔融材料的任何潜在的渗漏。液化器50的出口端56b还可以固定到齿轮壳体66的入口开口90,并且喷嘴92可以固定到齿轮壳体66的出口开口94。加热元件72还可以被插入横向开口88a、88b、和88c中并被牢固地保持在所述开口中。

[0091] 图6A和图6B进一步示出了驱动齿轮74,而图7A和图7B进一步示出了空转齿轮76,所述驱动齿轮74和所述空转齿轮76中的每一个都可以具有在齿轮组件52中使用的任意适当的尺寸。在所示的实施例中,驱动齿轮74和空转齿轮76具有相同或基本上相同的横截面尺寸,不同仅在于驱动齿轮74的轴82,所述轴82比空转齿轮76的毂110长以与电动机84连接。

[0092] 图6A和图6B显示驱动齿轮74的适当尺寸的非限制性示例。如图所示,轴82的长度82L可以在大约0.3英寸到大约0.8英寸的范围内,毂98的长度98L可以在大约0.05英寸到大约0.2英寸的范围内,齿轮100的长度100L可以在大约0.1英寸到大约0.2英寸的范围内,而驱动齿轮74的总长度74L是以上长度82L、98L、和100L的总和,例如在从大约0.6英寸到大约1.0英寸的范围内。

[0093] 类似地,轴82和毂98的外径82D和98D分别地可以每一个都在大约0.05英寸到大约0.2英寸的范围内,而齿100的周边处的外径100可以在大约0.15英寸到大约0.2英寸的范围内。在所示的实施例中,外径82D和98D相同或基本上相同,其中外径表示最大外径,并且不包括任意倒角边缘或倾斜边缘。在可选的实施例中,外径82D和98D可以彼此不同。

[0094] 图7A和图7B相应的显示空转齿轮76的适当尺寸的非限制性示例。如图所示,齿轮104的长度104L可以在大约0.1英寸到大约0.2英寸的范围内,轴108和110的长度108L和110L分别地可以每一个都在大约0.05英寸到大约0.2英寸的范围内,并且空转齿轮64的总长度76L是以上长度104L、108L、和110L的总和,例如在从大约0.3英寸到大约0.5英寸的范围内。

[0095] 齿106的周边处的外径104D可以在大约0.15英寸到大约0.2英寸的范围内,而分别用于毂108和110的外径108D和110D可以每一个都在大约0.05英寸到大约0.2英寸的范围内。在所示的实施例中,外径108D和110D相同或基本上相同,其中外径表示最大外径,并且不包括任意倒角边缘或倾斜边缘。

[0096] 在进一步的实施例中,齿轮100和104的尺寸相同或基本上相同。换句话说,在这些实施例中,长度100L和104L相同或基本上相同,而外径100和104D相同或基本上相同。然而,在可选的实施例中,外径100和104D可以彼此不同。在另外的实施例中,毂98和108的尺寸相同或基本上相同,使得长度98L和108L相同或基本上相同,并且外径98D和108D相同或基本上相同。

[0097] 此外,图8显示在齿轮壳体66的内部腔室96内彼此啮合的驱动齿轮74和空转齿轮76的齿轮100和104。如图所示,齿轮壳体66优选地至少在内部腔室96处具有厚度66T,所述厚度与齿轮100和104的长度100L和104L基本上相同,或略大,以提供齿轮100和104与基部壳体64和表面壳体68之间良好的横向密封性能。因此,齿轮壳体66的厚度66T的适当尺寸的示例可以在大约0.1英寸到大约0.2英寸的范围内,并且更优选地在大于长度100L和104L的大约100%到大约105%的范围内。

[0098] 基于齿轮组件52的期望尺寸,基部壳体64可以具有任意适当的厚度64T,其中厚度

54T优选地大于毂开口114的长度114L。毂开口114的尺寸64T被形成为以在没有过度阻力的情况下允许毂98和108旋转并同时为内部腔室96提供良好的密封性能且使齿轮100和104相互靠近地定位的方式容纳毂98和108。毂开口114的适当长度114L的示例可以在大约0.05英寸到大约0.2英寸的范围内,并且更优选地包括大于长度98L和108L的100%的长度。毂开口114的适当内径114D的示例可以在大约0.05英寸到大约0.2英寸的范围内,并且更优选地在大于直径98D和108D的大约100%到大约105%的范围内。

[0099] 相应地,基于齿轮组件52的期望尺寸,表面壳体68可以具有任意适当的厚度68T。表面壳体68的适当的厚度68T的示例可以在大约0.05英寸到大约0.2英寸的范围内。毂开口112优选地尺寸优选地被形成为以在没有过度阻力的情况下允许轴82和毂110旋转同时为内部腔室96提供良好的密封性能的方式容纳轴82和毂110。毂开口112的适当内径112D的示例可以在大约0.05英寸到大约0.2英寸的范围内,并且更优选地在大于直径82D和110D的大约100%到大约105%的范围内。

[0100] 图9进一步示出齿轮100和104在齿轮壳体66的内部腔室96中的啮合。在打印操作期间,控制器组件38(图1所示)指令驱动机构46(经由电动机60)(图2中所示)将连续段的细丝48供给到液化器50的入口端56(图2-4所示)。当细丝48沿箭头54的方向通过液化器50时,加热器组件62热熔化接收的连续段,其中细丝材料的熔融部分形成绕细丝48的未熔融部分的弯月面(meniscus)。

[0101] 细丝48的向下运动用作对熔融材料加压并迫使熔融材料从液化器50进入到齿轮组件52的粘性泵。特别地,加压熔融材料从液化器50的出口端56b流入到齿轮壳体66的入口开口90中,如箭头116所示。这用加压熔融材料填充了内部腔室96的上部区域118和入口开口90。齿轮100和104的啮合齿102和106防止接收到的熔融材料在齿轮100和104之间直接向下流动进入到出口开口94,除非齿轮旋转或直到齿轮旋转。

[0102] 控制器组件38可以引导电动机84在箭头120的方向上旋转驱动齿轮74,这使齿轮100的齿102在相同的方向上旋转。齿102和106之间的啮合因此在箭头122的方向上反向旋转齿轮104(和空转齿轮76)。熔融材料然后绕齿轮100和104在齿102和106与内部腔室96的壁之间的间隙空间(称为间隙空间)内被运送被内部腔室96的下部区域124,如由箭头126和128所示。以此方式绕齿轮100和104继续驱动熔融材料迫使下部区域124中的熔融材料向下通过出口开口94和喷嘴92,从而以受控的方式挤出熔融材料,如由箭头130所示。

[0103] 如所认识的,当打印3D部件22或支撑结构24时,来自喷嘴92的挤出物很少以恒定的稳定状态速率被保持。相反,挤出物流量通常被重复改变以适应各种不同的工具路径条件,例如路径开始加速、路径结束减速、拐弯减速和加速、路径宽度变化等。

[0104] 这些流量变化传统地基于来自控制器组件38的驱动指令通过驱动机构46调节细丝48到液化器50中的供给速率而被控制。该相应地调节了由粘性泵作用在熔融材料上的压力。然而,当控制器组件38指令驱动机构46改变细丝48进入液化器50中的供给速率时,在信号指令和来自喷嘴56的挤出速率实际上变化的时间之间具有一时间响应延迟。这归因于驱动机构46的电动机和液化器50中的粘性泵的反应局限性。

[0105] 然而,齿轮组件52未直接依赖来自细丝48的粘性泵动作以调节熔融材料的流动。相反,齿轮组件52提供基于齿轮的机构,所述机构靠近喷嘴92定位以用于以高度受控的方式调节熔融材料的流动。特别地,齿轮100和104可以基于齿轮100和104的旋转驱动在齿102

和106与内部腔室96的壁之间的间隙空间123中的精确体积的熔融材料。由于每一个间隙空间123内的相对低的体积的熔融材料,因此间隙空间123的小的加压容积还可以减少来自喷嘴92的熔融流的渗漏并增强控制,从而产生低水平的热膨胀。这些特征可以提供对熔融材料的体积流量的高水平的动态控制。

[0106] 图10显示与挤出机20和驱动机构46一起使用的用于控制器组件38的示例性体系结构。控制器组件38可以包括任意适当的基于计算机的硬件,例如用户界面132、存储控制器134、处理器136、存储介质138、输入输出(I/O)控制器140、和通信适配器142。控制器组件38还可以包括容纳在传统计算机、服务器、介质装置、和/或打印机控制器中的各种另外的部件。

[0107] 用户界面132是被构造成操作控制器组件38的用户操作界面(例如,键盘、触摸板、触摸屏、显示监视器、及其它眼睛、语音、移动、或手动控制)。存储器控制器134使控制器组件38的部件与存储介质138的一个或多个易失性随机存取存储器(RAM)模块连接的电路组件。处理器136是被构造成操作控制器组件38(任选地通过存储器控制器134)的一个或多个计算机处理单元。例如,处理器136可以包括一个或多个基于微处理器的发动机控制系统。

[0108] 存储介质138是用于控制器组件38的一个或多个内部和/或外部数据存储装置、存储硬件或计算机存储介质,例如易失性RAM模块、只读存储器模块、光学介质、磁介质(例如,硬盘驱动器)、固态介质(例如,闪存存储器和固态驱动器)、模拟介质等。存储介质138可以记住处理程序144、工具路径发生器及其它控制软件的可执行复制,并且可以记住要通过系统10被印刷的一个或多个数字模型和/或用于打印数字模型的工具路径,例如数字模型146。控制器组件38可以通过通信线路42接收数字模型146,其中数字模型146可以具有由控制器组件38配置或可配置用于3D打印的任意文件格式。

[0109] 控制器组件38还可以使用反馈以动态控制打印头等。I/O控制器140是连接存储器控制器134、处理器136、和存储介质138与控制器组件38的各种输入和输出部件(包括通信适配器142)的电路组件。通信适配器142是被构造成通过通信线路40和42通信的一个或多个有线或无线发送器/接收器适配器。

[0110] 如以上简述,控制器组件38可以以各种方式使用齿轮组件52,从而以可控制的方式从喷嘴92挤出熔融材料。例如,控制器组件38可以基于期望的要使用的工具路径流量为电动机60和84生成同步指令。类似地,控制器组件38可以基于沿液化器50和齿轮组件52期望的特定热分布图生成到加热组件62和加热元件72的指令。控制器组件38可以将这些指令作为一个或多个数据文件(例如,数据文件148、150、152、和154)存储在存储介质138上,并且可以使用这些数据文件148、150、152、和/或154以生成用于通过系统10打印每一个切片层的工具路径指令。

[0111] 此外,数据文件148和150可以基于齿轮组件52意图如何操作。如上所述,齿轮组件52可以作为“齿轮泵”和/或作为“齿轮制动器”操作,并且如果期望的话控制器组件38可以任选地在操作状态之间前后切换齿轮组件52。

[0112] 在齿轮泵实施例中,齿轮组件52可以在低正压力下从液化器50接收加压熔融材料以防止从齿轮组件52的渗漏。在这种情况下,电动机84施加扭矩以在箭头120的方向上旋转轴82以将熔融材料驱动到喷嘴92。液化器50的粘性泵送作用可以以充分的正压力将熔融材料提供给齿轮组件52以防止齿轮组件52的枯竭。如上所述,控制器组件38可以以部分或完

全同步的方式指令电动机60和84以保持齿轮组件52中的熔融材料的充分压力。对比地,齿轮组件52本身优选地以受控方式调节来自喷嘴92的熔融材料的挤出物。

[0113] 可选地,在齿轮制动器实施例,中,齿轮组件52可以以相对较高的正压力接收细丝48的熔融材料,其中电动机84可操作地将阻力扭矩施加到轴82以防止轴82在熔融材料的加压流下旋转。在这种情况下,当期望挤出时,控制器组件38指令电动机84以可控制的方式释放轴82上的阻力扭矩,这允许齿轮100和104旋转并将设定体积的熔融材料运送到喷嘴92。

[0114] 在这些实施例中的每一个中,熔融材料到喷嘴92的流动由齿轮100和104的旋转指示,所述齿轮100和104的旋转调节动态流动控制相对于挤出速率的精度水平。此外,控制器组件38可以指令齿轮组件52(例如,经由电动机84)以在工具路径的加速和减速阶段执行特定动作。例如,控制器组件38可以在工具路径的结束处指令电动机84将驱动齿轮74上的旋转反向以执行回吸操作,从而减小或消除渗出或熔化流动问题。在一些实施例中,渗出或熔化流动问题可以在不冷却齿轮组件52或喷嘴92的情况下被减小或消除。在一些情况下,液化器组件20可以在使用之间在不需清除或预先设定操作的情况下操作(即,与标准液化器相比较,液化器组件20很少基于其挤出历史)。

[0115] 下游齿轮组件52还可以与多个上游液化器一起使用。例如,如图11所示,齿轮组件52可以从一对液化器50接收加压熔融材料,其中每一个液化器50可以从专门的驱动机构46和电动机60(或从单个组合电动机60)接收单独的细丝48。在该实施例中,控制器组件38可以一起操作电动机60以将一对细丝48供给到平行的液化器50,如由箭头156所示。可以执行此以有效地加倍消耗材料的供给速率。

[0116] 每一个细丝48在其相应的液化器50被熔化(例如,经由加热组件62,未示出),然后在粘性泵送作用下被驱动到歧管158,如由箭头160所示。控制器组件38可以以部分或完全同步的方式操作单独的电动机60,从而允许加压流相同或独立地选择加压流。例如,根据期望,控制器组件38可以从每一个液化器50引导熔融材料的加压流以彼此相同或基本上相同(即,大约 1:1 体积流量比)、成比例但是彼此不同(例如,大约 2:1 体积流量比),和/或相对比彼此动态地改变。

[0117] 歧管158是中间组件被构造成将加压熔融材料从每一个液化器50引导到入口开口90中的中间组件,如图所示。因此,歧管包括用于与液化器50的出口端56b接合的两个(或更多)入口端口162、用于与齿轮壳体66的入口开口90接合的排出端口164、和使入口端口162和排出端口164相互连通的多个合并管道166。

[0118] 入口端口162和管道166的数量可以基于要使用的液化器50的期望数量而改变。用于歧管158的入口端口162和管道166的适当数量的示例在从两个到十个的范围内,并且在一些实施例中,在从两个到六个的范围内,而在其它实施例在从两个到四个的范围内。在一些优选的实施例中,歧管158还被加热,例如被加热器组件167加热以有助于在从液化器50流动到齿轮组件52的同时保持熔融材料被加热。

[0119] 如果期望,歧管158还可以包括一个或多个混合单元,例如活动的或静态混合器,以在接收到的熔融材料被输送到齿轮组件52之前混合所述接收到的熔融材料。然而,当从多个上游液化器50接收熔融材料时,齿轮组件52可以从具有独特横截面的喷嘴92生成挤出物。特别地,已经发现进入入口开口90的没有被预先混合的熔融材料流在围绕齿轮100和104经过之后保持其未混合的横截面。

[0120] 例如,如图12A和图12B所示,当一对熔融材料168和170的未混合的入口流进入入口开口90和内部腔室96的上部区域118中时,由齿轮100驱动的材料的大部分将是材料170,并且由齿轮104驱动的材料的大部分将为材料168。当被驱动的材料168和170在内部腔室96的下部区域124处再次汇聚时,所述驱动材料基本上保持其独立的体积,在其界面172处进行少量混合。这些单独的体积然后还继续通过喷嘴92处的挤出,使得沉积路径也具有基本上独立的横截面。

[0121] 这种现象被认为是由于熔融材料在齿轮组件52中受到低水平的剪切和湍流而造成的。由于材料的基本独立,这可以提供具有独特特性的挤出物。例如,挤出物的沉积路径的一侧可以具有第一色彩,而沉积路径的另一侧可以具有第二色彩。这可以产生由于其双色彩轮廓而可容易识别的路径。进一步地,因为齿轮组件52中的材料的量相对较小,因此本公开通过改变挤出材料源而允许挤出材料的色彩以小转变时间变化。除非另有规定,挤出材料的色彩可以通过改变消耗材料源而被迅速改变。

[0122] 这种现象还可以进一步用于修整沉积路径的物理、化学和热特性。例如,可以通过保持基本上独立横截面的成对的非晶或半结晶材料产生沉积路径。其它实施例可以包括具有不同强度和溶解度的成对的不同可溶解支撑材料。进一步的实施例可以使导电材料与电绝缘材料成对。还可以使用各种其它材料组合。

[0123] 图13A和图13B示出了与齿轮100和104配对的材料的变化的变化。还发现当未混合的入口流垂直于图12A和图12B所示的入口流定向时,流168和170的每一个围绕每一个齿轮100通过,并且每一个围绕齿轮104通过,当被驱动材料168和170在内部腔室96的下部区域124处重新汇聚,所述驱动材料168和170也基本上保持其独立体积,在其界面174处进行少量混合。在这种情况下,界面174垂直于界面172(以上显示在图12A和图12B中)。

[0124] 如可以认识的,来自于图12A、图12B、图13A和图13B的结果也可以应用到四种材料装置。在这种情况下,产生的挤出物具有初始材料的横截面象限,在其交界面处进行少量混合。因此,齿轮组件52能够产生具有可以适应各种单独需要的材料独特特性的挤出物。

[0125] 泵送和制动有时受到其输出的体积或流动的变化或脉冲。因此,即使当泵或制动器以恒定速度操作时,由泵或制动器输出的材料的量随着时间的过去会增加和减小。在增材制造系统内,泵或制动器的输出的这种变化导致沉积材料中的积道宽度(bead width)变化,被称为“波动(ripple)”。例如,在图14的立体图中,齿轮组件52的喷嘴92将熔融材料的层1400沉积在由前一个沉积层1402构成的衬底上,所述前一个沉积层1402又沉积在第二前一个沉积层1404上。如图14中的放大形式所示沉积层中的每一个都具有由于来自喷嘴92的材料的输出的变化或脉动而波动的积道宽度。例如,层1400包括从较宽的宽度1406到较窄的宽度1408并返回到较宽宽度1410的积道宽度。当由喷嘴92挤出的材料流的体积或流量在较高值时形成较宽的宽度1406和1410,而当由喷嘴92挤出的材料的体积或流动在较低值处时形成较窄的宽度1408。如图14所示,不同层的积道宽度的变化通常彼此不对准,从而产生粗糙表面1412。

[0126] 根据多个实施例,提供了一种减少积道宽度的变化的方法和系统。具体地,所述方法和系统修改用于控制齿轮组件52的电动机84的指令信号以补偿由喷嘴92输出的材料的体积的变化,所述变化否则会由于挤出机20的机械特征而出现。具体地,时变信号被增加或并入到指令信号中,使得喷嘴92挤出具有减小的积道宽度波动的层,例如图15中的立体图

所示的层1500、1502和1504。如图15所示,层中的每一个都具有基本上恒定的积道宽度,例如层1500的基本上恒定的积道宽度1506。要注意的是在这些实施例中,不同层不必须具有相同的积道宽度,但是沿着单个沉积层的多个部分,积道宽度基本上是一致的,并且不会如在时变信号没有并入指令信号中时改变那么多。

[0127] 在许多实施例中,将时变信号并入或添加到指令信号涉及将时变信号并入或添加到指令信号的速度分量。图16提供显示电动机指令信号1604(实线)的速度分量1600(虚线)和时变分量1602(点线)的曲线图。速度分量1600基于喷嘴92与接收沉积层的表面区域(例如,衬底、前一沉积层或托盘)之间的相对速度和加速度而改变挤出机20通过喷嘴92沉积材料的速率。该相对速度和加速度可以由于例如通过喷嘴92沉积材料的分量的移动和/或由于将要接收沉积材料的表面区域(衬底/现有层/盘)的移动。

[0128] 时变分量1602改变诸如驱动齿轮74和空转齿轮76的泵送构件或制动构件移动的速度以减少由挤出机输出的材料的体积的变化。例如,在其中泵送构件或制动构件旋转的实施例中,时变分量改变泵送构件或制动构件的旋转速率。时变分量1602具有随时间变化的频率和振幅。在一个实施例中,当速度分量1600增加时,时变分量1602的振幅和频率两者都增加。例如,当速度分量1600处于相对较低水平1606时,时变分量1602具有相对小的振幅1608和相对较低的频率,如由图16中的相对较长的波长所示。然而,当速度分量1600处于较高水平1612时,时变分量1602具有相对较大的振幅1614和相对较高的频率,如由图16中的相对较短的波长所示。

[0129] 在图16中,速度分量1600、时变分量1602、和电动机指令信号1604被示出为连续信号。然而,本领域的技术人员将要认识到速度分量1600和时变分量1602可以由单独添加在一起的离散值构建而成以形成用于电动机指令信号1604的离散值。

[0130] 图17提供控制器组件38的扩展方框图,其显示了用于生成并入诸如速度分量1600的速度分量和诸如时变分量1602的时变分量的电动机指令信号1716的部件。

[0131] 如图17的方框图所示,电动机指令信号1716的速度分量1750由处理程序144的基于速度的泵送/制动控制器1752形成。泵送/制动控制器1752基于在存储在存储介质138上的工具路径指令1758中所获得的相对喷嘴速度分布图1754和相对喷嘴加速度分布图1756形成速度分量。相对喷嘴速度分布图1754描述了喷嘴92与喷嘴正在将材料沉淀在上面的区域(衬底、前一沉积层/盘)之间的相对速度。该相对速度可以由于喷嘴92的移动、区域的移动或两者的组合。相对喷嘴加速度分布图1756描述了喷嘴92与喷嘴正在将材料沉积在上面的区域之间的相对加速度,并且可以由于喷嘴92的加速度、所述区域的加速度或两者的组合。

[0132] 速度分布图1754和加速度分布图1756由处理程序144的工具路径生成1760基于切片部件模型1762而生成,所述切片部件模型为部件的每一层限定材料将沉积的路径或途径。根据一个实施例,相对喷嘴速度在部件的不同部分处变化以允许更快地构建部件。例如,喷嘴可以沿着部件的平直部分移动得较快,但是通常必须绕部件的弯曲部分变慢。当相对喷嘴速度改变时,材料的流动速率也必须变化以保持积道宽度。如果相对喷嘴速度在喷嘴92的输出流量不增加的情况下增加,则积道宽度将变细。类似地,如果相对喷嘴速度在喷嘴92的输出流量不减小的情况下减小,则沿口宽度将变大(thicken)。

[0133] 因为在电动机指令被发送与材料的流量改变之间存在延迟,因此在一些实施例中

泵送/制动控制器1752还考虑相对喷嘴加速度分布图1756。使用相对喷嘴加速度分布图,泵送/制动控制器1752能够调准速度分量1750以解决电动机指令与材料流动的变化之间的延迟。

[0134] 因此,泵/制动控制器1752产生电动机指令的速度分量1750,所述速度分量随着喷嘴的相对速度和相对加速度的变化而改变。如上所述,如果电动机指令仅包括速度分量1750,则产生的材料的积道宽度的材料可以由于泵送/制动的机械特征而改变。为了补偿和减少积道宽度的这种变化,处理程序144的波动补偿器1708生成可以被添加到或与速度分量1750一起形成泵送指令1716的时变分量1712。具体地,时变分量1602使其振幅、相位、频率和形状被设定以部分或完全地取消否则将由用于挤出材料的泵或制动器的机械特征导致的流动变化。

[0135] 图18提供了根据一个实施例的用于生成和使用时变分量1712以减小沉积材料中的波动的的方法的流程图。

[0136] 在图18的步骤1800处,输入移动因子被设置给泵或制动器的测量转速、速度分量1750、和/或喷嘴速度和喷嘴加速度分布图1754和1756中的一个或多个。泵或制动器的转速可以由电动机或泵上的位置编码器1706确定。当输入移动因子被设定给泵或制动器的测量转速时,该实施例被认为是使用反馈以设定时变分量1712。当输入移动因子被设定给速度分量1750或喷嘴速度和加速度分布图1754和1756时,实施例被认为是使用移动预测或估计以设定时变分量1712。使用这种预测或估计允许时变分量1712被确定地产生。

[0137] 在图18的步骤1801处,接收泵/制动器构件或电动机84的位置或相位1700和移动速率或转速1702。这些值可以从位置编码器1706通过编码器接口1704被接收,所述编码器接口将这些值存储在存储介质138中。位置或相位1700和移动速率或转速1702表示泵/制动器构件和电动机84的当前状态。位置编码器1706可以使用泵构件或电动机84上的物理或光学标记确定泵构件或电动机84的相位/位置和转速/移动。泵/制动器构件可以是诸如驱动齿轮74和空转齿轮76的齿轮,或诸如活塞构件、固定构件或螺钉构件的其它类型的泵/制动器构件。在一些实施例中,位置编码器1706位于电动机上,与到泵的连接相对,而在其它实施例中,位置编码器位于将电动机连接到泵的轴上。在其中电动机包括一个或多个齿轮并且位置编码器1706不是位于电动机和泵之间的轴上的实施例中,位置编码器1706和/或编码器接口1704测量由位置编码器1706检测到的移动以说明由位置编码器1706检测到的移动与连接到泵1702的轴的移动之间的齿轮比。

[0138] 在步骤1802处,处理程序144中的波动补偿器1708由存储在存储介质138上的补偿地图1710和/或基于输入移动因子为泵送指令的时变分量确定相对相位角。相对相位角描述了具体的泵送构件/电动机位置1700(泵送/制动器构件的状态)与将被提供给电动机84以减小积道宽度的波动的泵送指令的时变分量的具体相位之间的相位差。在一些实施例中,相对相位角基于在齿轮组件52上执行的测试被存储在补偿地图1710上以表示齿轮组件52的最好的相对相位角。因此,不同类型的齿轮组件可以具有存储在补偿地图1710中的不同相对相位角。在其它实施例中,不同相对相位角用于不同的泵送速度。在这种实施例中,输入移动因子用于确定泵在当前或预测速度,并且这种速度用于计算相对相位角或用于从补偿地图1710取出相对应的相对相位角。

[0139] 在步骤1804处,来自补偿地图1710的相对相位角被波动补偿器1708使用以基于泵

送构件/电动机1700的位置/相位设定时变分量的实际相位角。在一个具体的实施例中,实际相位角是来自补偿地图1710的相对相位角与泵送构件/电动机1700的当前相位之和。

[0140] 在步骤1806处,波动补偿器1708从补偿地图1710取出频率-振幅函数。频率-振幅函数将泵送指令的时变分量的频率和振幅描述为当由输入移动因子提供时泵送构件/电动机1702的旋转或移动的速度的预测频率或实际频率的函数。在步骤1808处,波动补偿器1708使用取出的频率-振幅函数和输入移动因子设定泵送指令的时变分量的频率和振幅。通常,当泵送构件/电动机的频率或旋转或移动速度增加时,时变分量的频率和振幅增加。因此,通常,频率和振幅两者都随着输入移动因子的增加而增加。

[0141] 在步骤1810处,波动补偿器1708从补偿地图1710取出时变分量的形状。时变分量的可能形状例如包括正弦曲线、锯齿和方形。根据一个实施例,时变的形状取决于齿轮组件的特性。在其它实施例中,时变分量1712的形状在波动补偿器1708中是固定的并且无须被取出。

[0142] 在步骤1814处,波动补偿器1708使用时变分量的相位角、频率、形状和振幅确定时变分量的当前值,所述当前值作为泵送指令1712的时变分量被存储。

[0143] 在步骤1816处,处理程序144中的加法器1714使泵送指令1712的时变分量与泵送指令1750的速度分量添加在一起或合并以将时变分量并入到提供给电动机接口1718的泵送指令1716。电动机接口1718将泵送指令转换成在步骤1818处提供给电动机84的电动机驱动信号。然后电动机84使用波动补偿指令以驱动齿轮组件52并以减小的波动沉积材料,如图15所示。

[0144] 因此,在步骤1800-1818期间,控制器38使用由位置编码器的编码器信号提供的泵送构件/转子的状态以修改时变分量。

[0145] 步骤1800-1818被重复以提供一起代表泵送指令信号的一系列泵送指令1750,所述泵送指令信号内并入有时变信号以减小由挤出机输出的沉积层的积道宽度的波动。因此,通过步骤1800-1818,控制器38将时变信号施加给挤出机以补偿否则将由于挤出机的机械特征而发生的材料流的时变改变。

[0146] 虽然已经在说明书的其它部分论述了熔融材料,但是图18的步骤和图17的设备可以与包括例如在室温和标准压力下具有粘性或膏状的材料的其他材料一起使用。

[0147] 虽然已经参照优选实施例描述了本公开,但是本领域技术人员应该认识到在不背离本公开的精神和保护范围的情况下可以在形式和细节上进行改变。

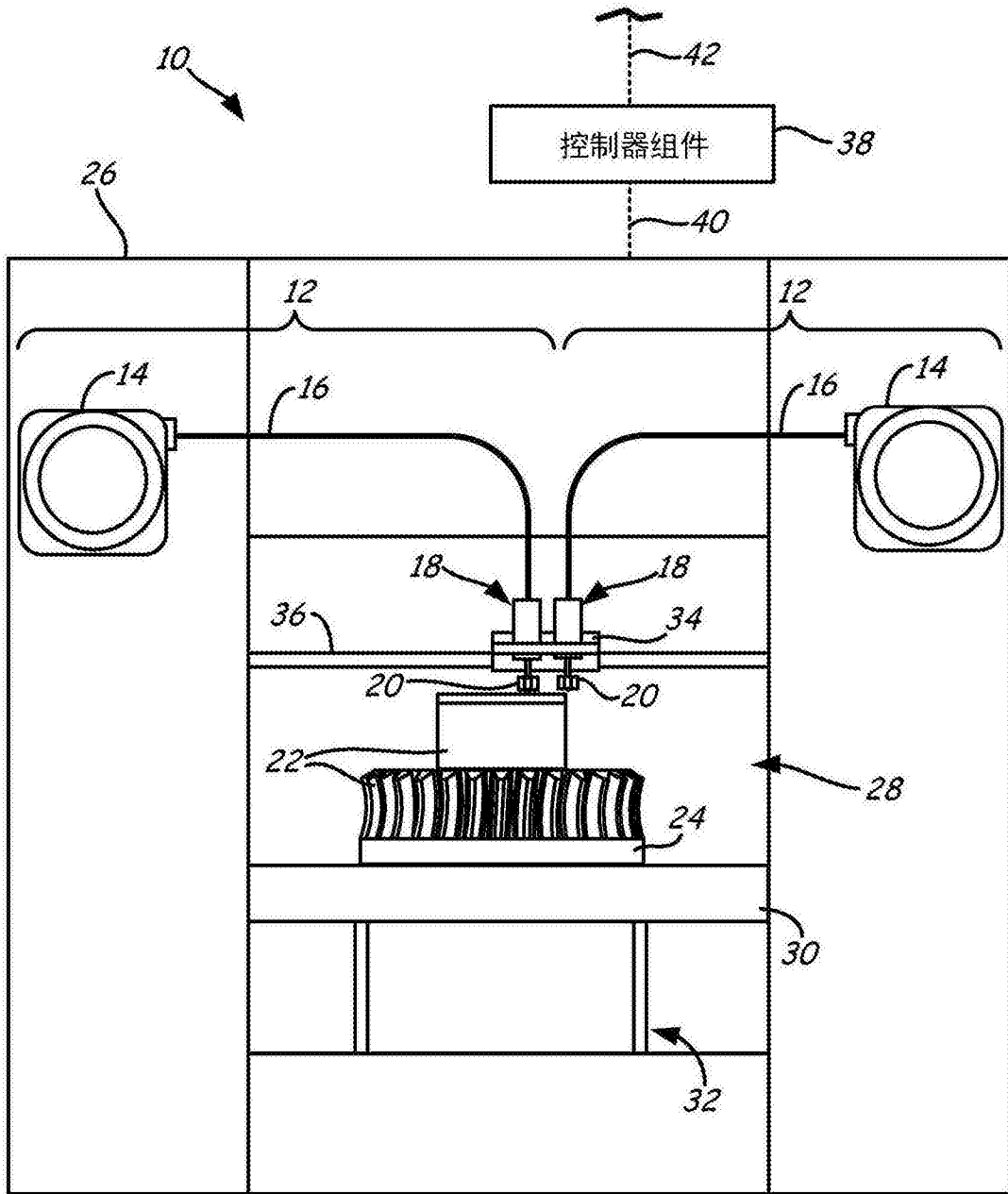


图1

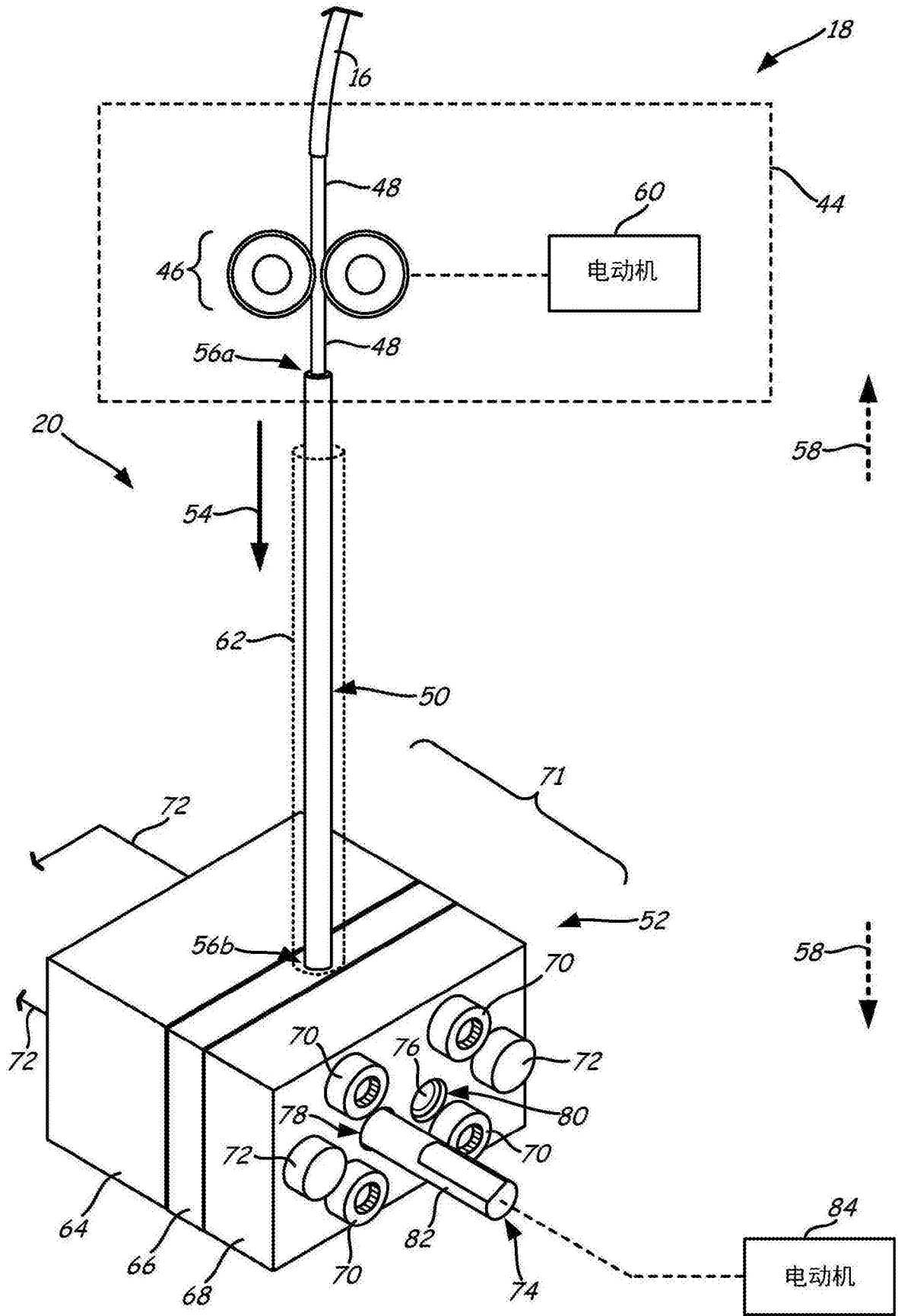


图2

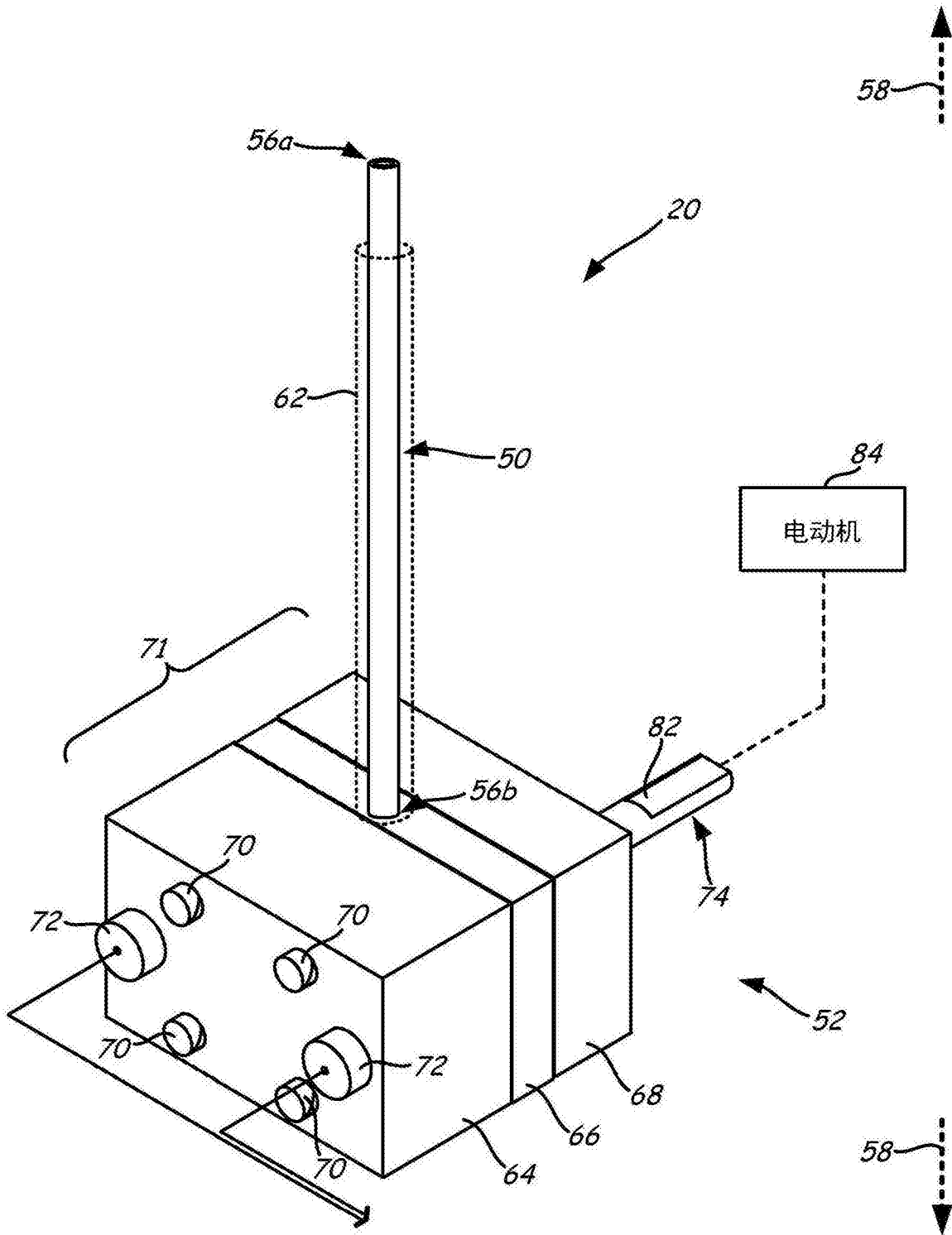


图3

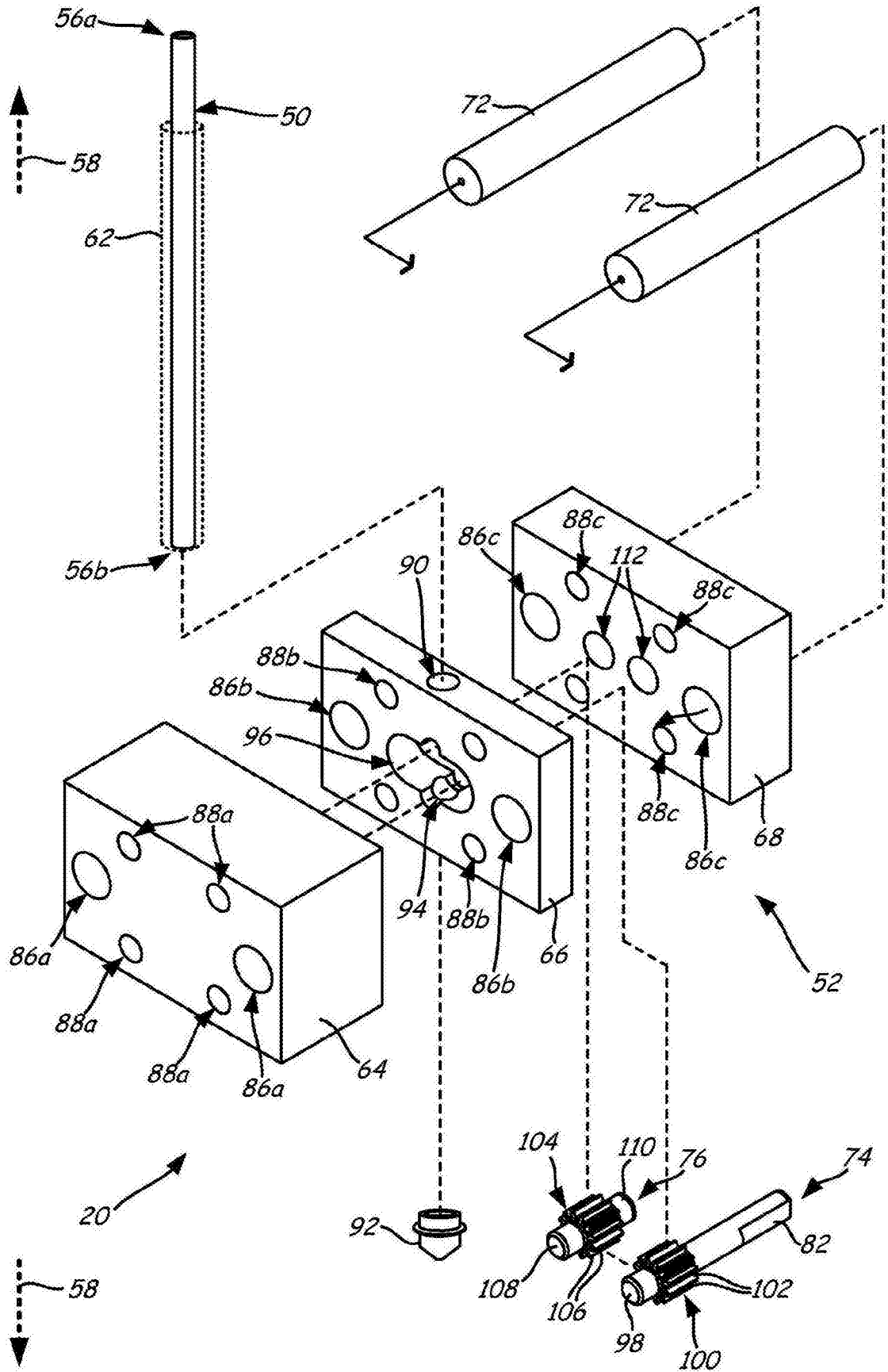


图4

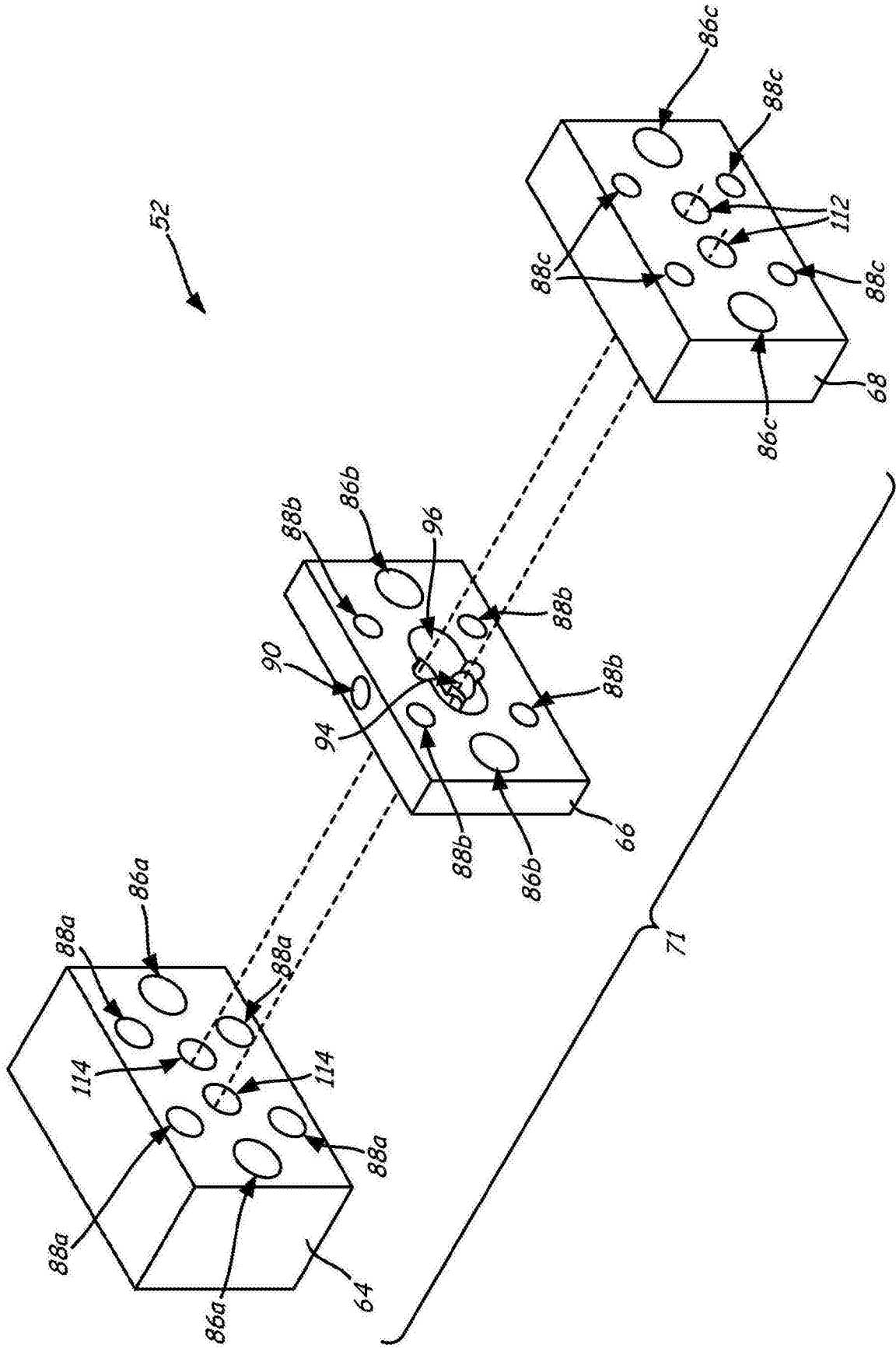


图5

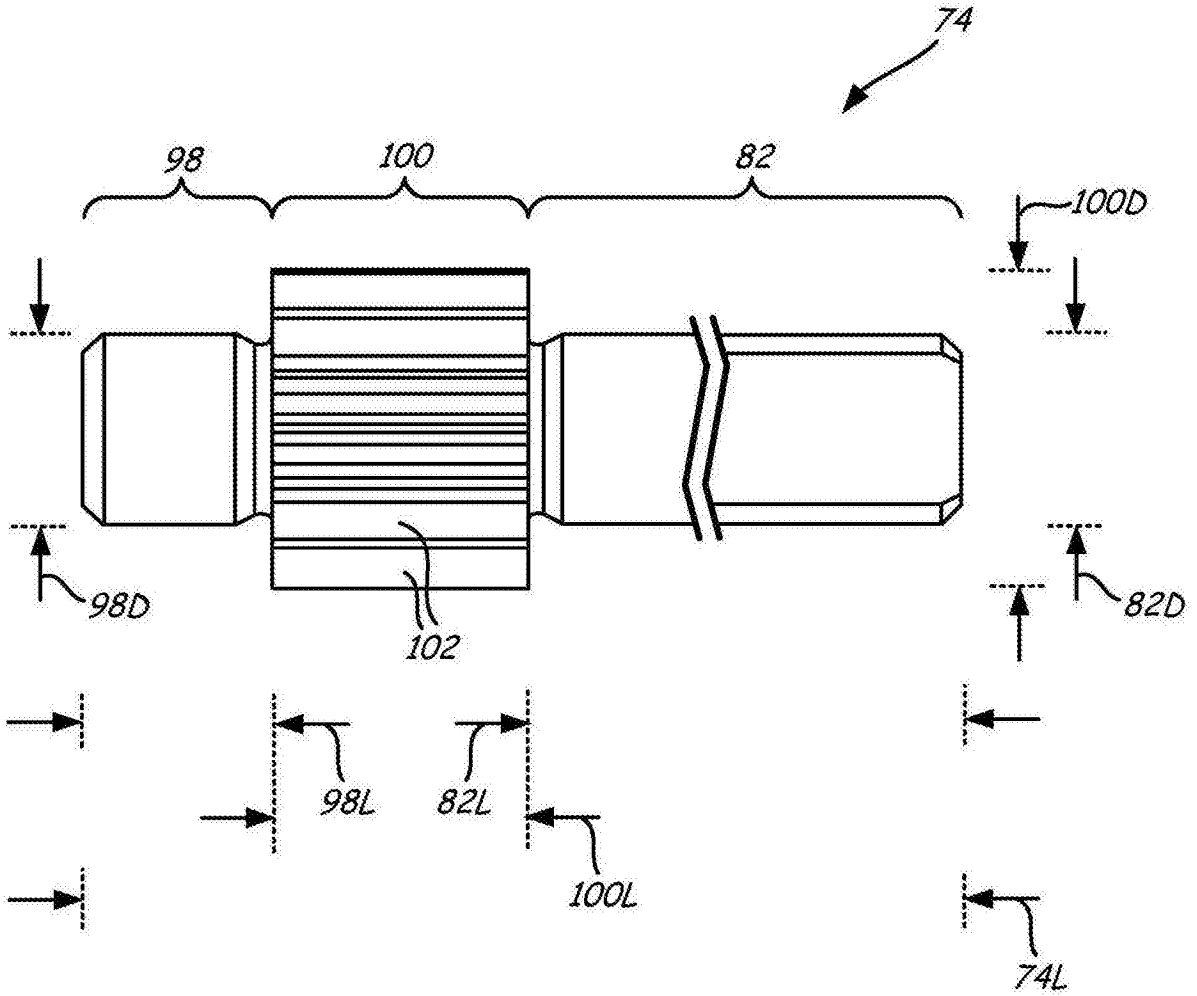


图6A

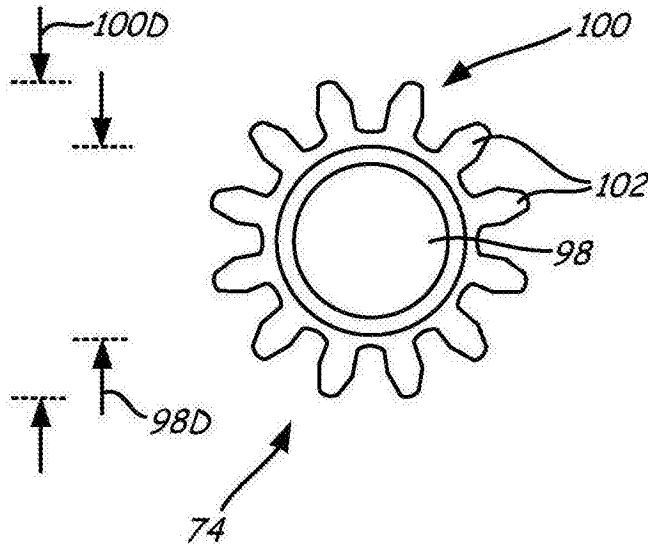


图6B

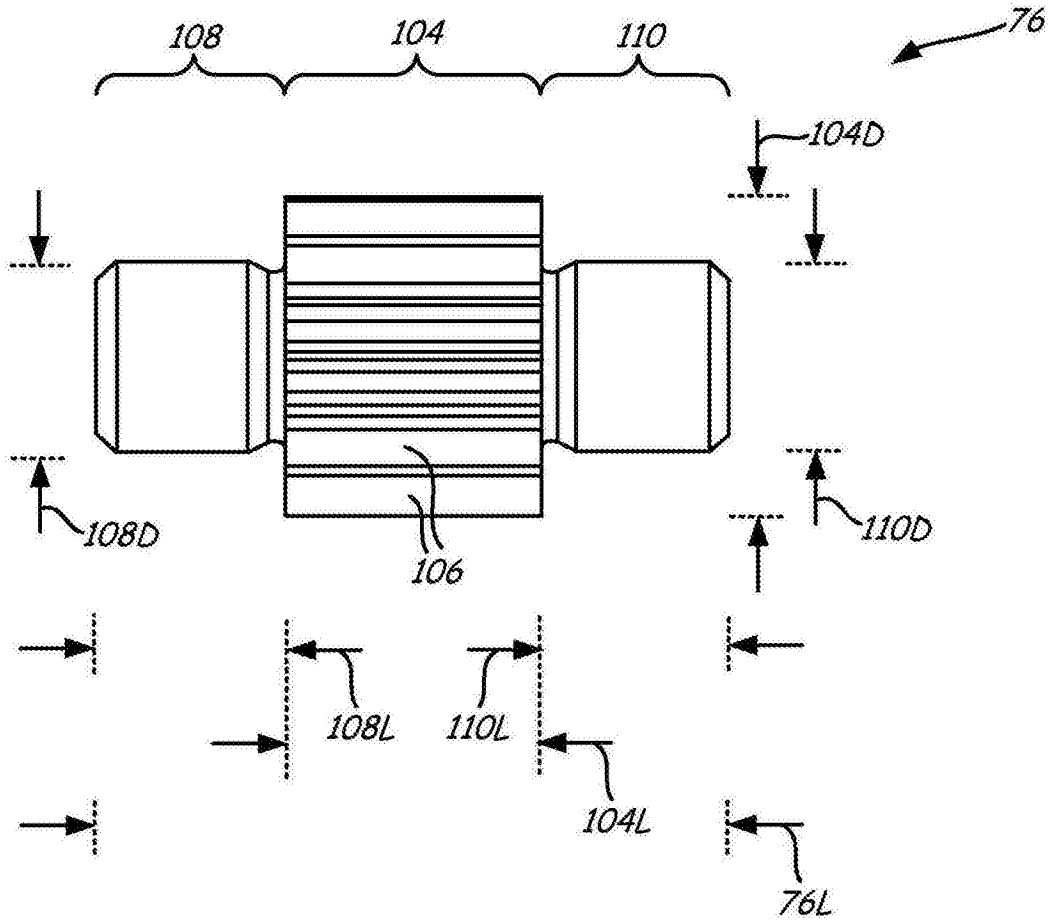


图7A

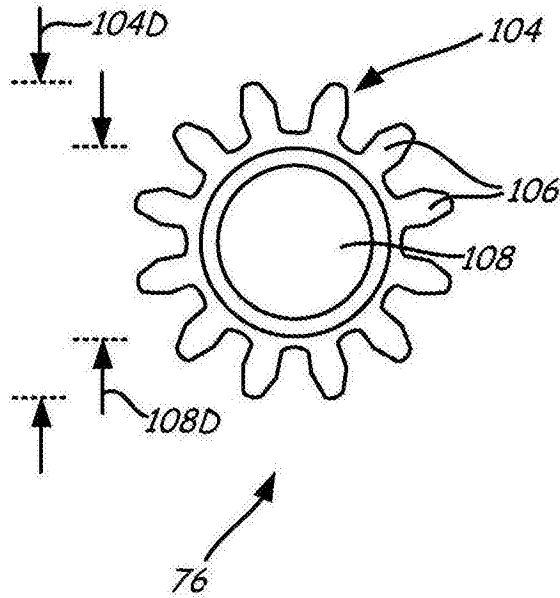


图7B

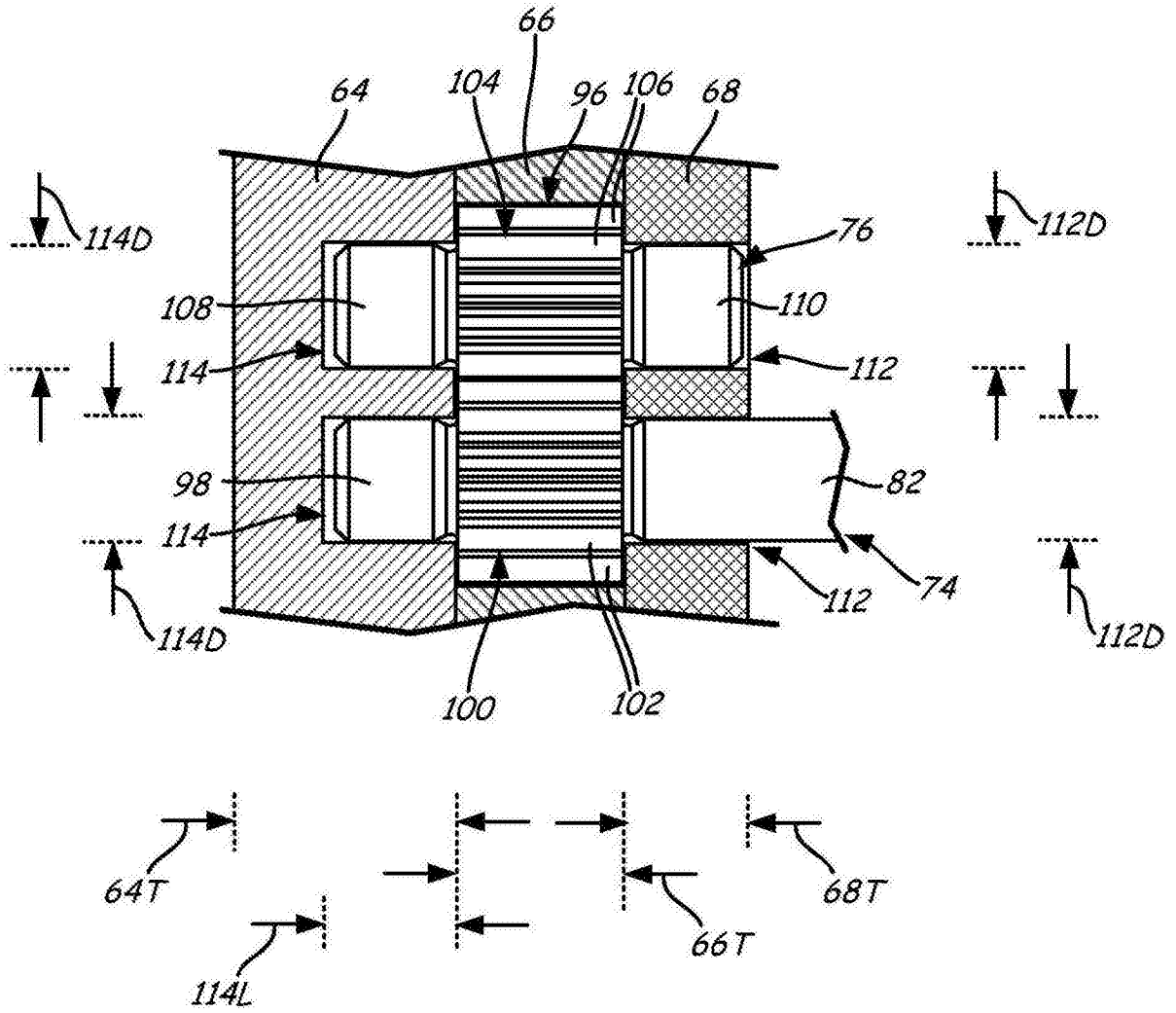


图8

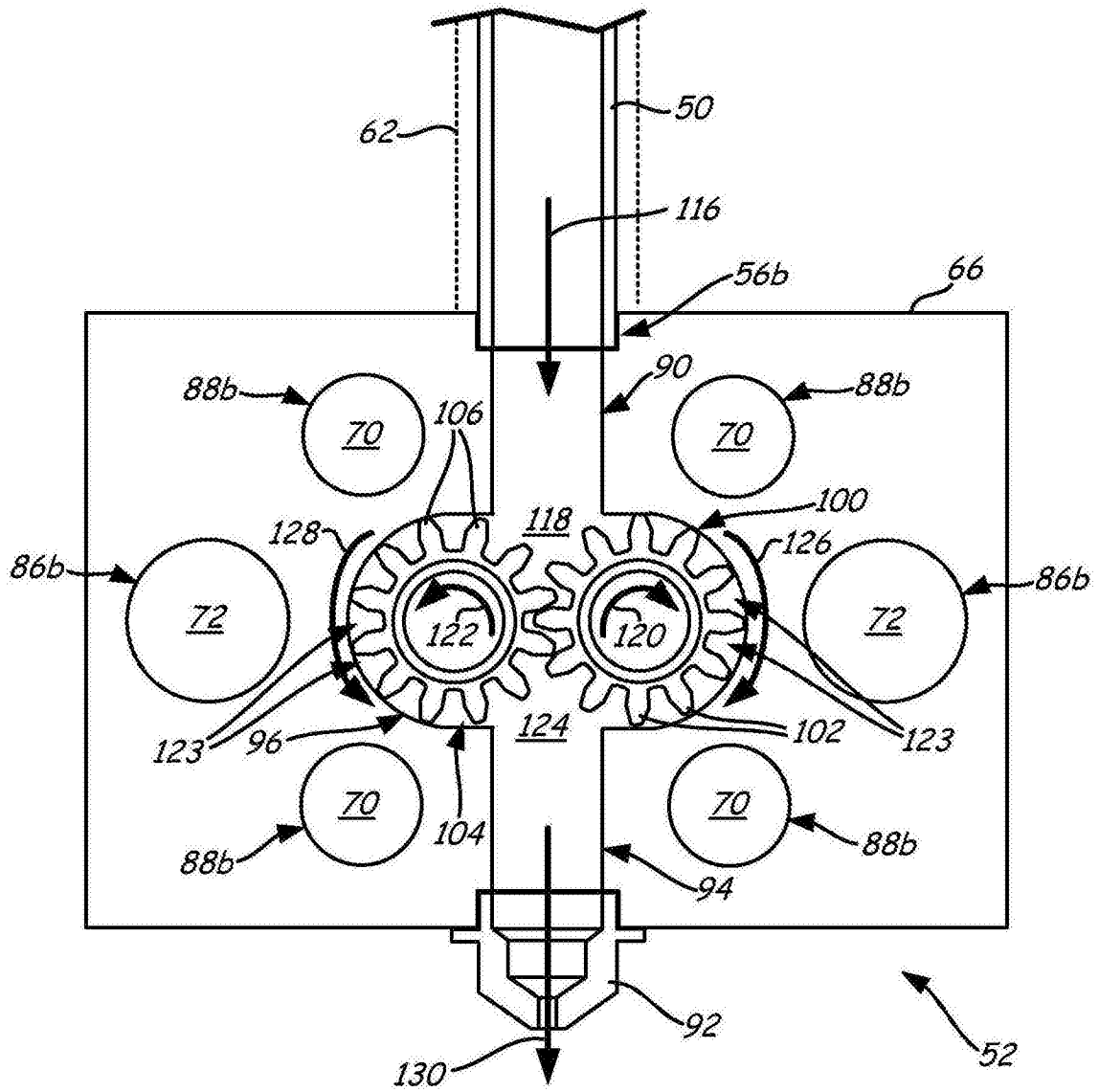


图9

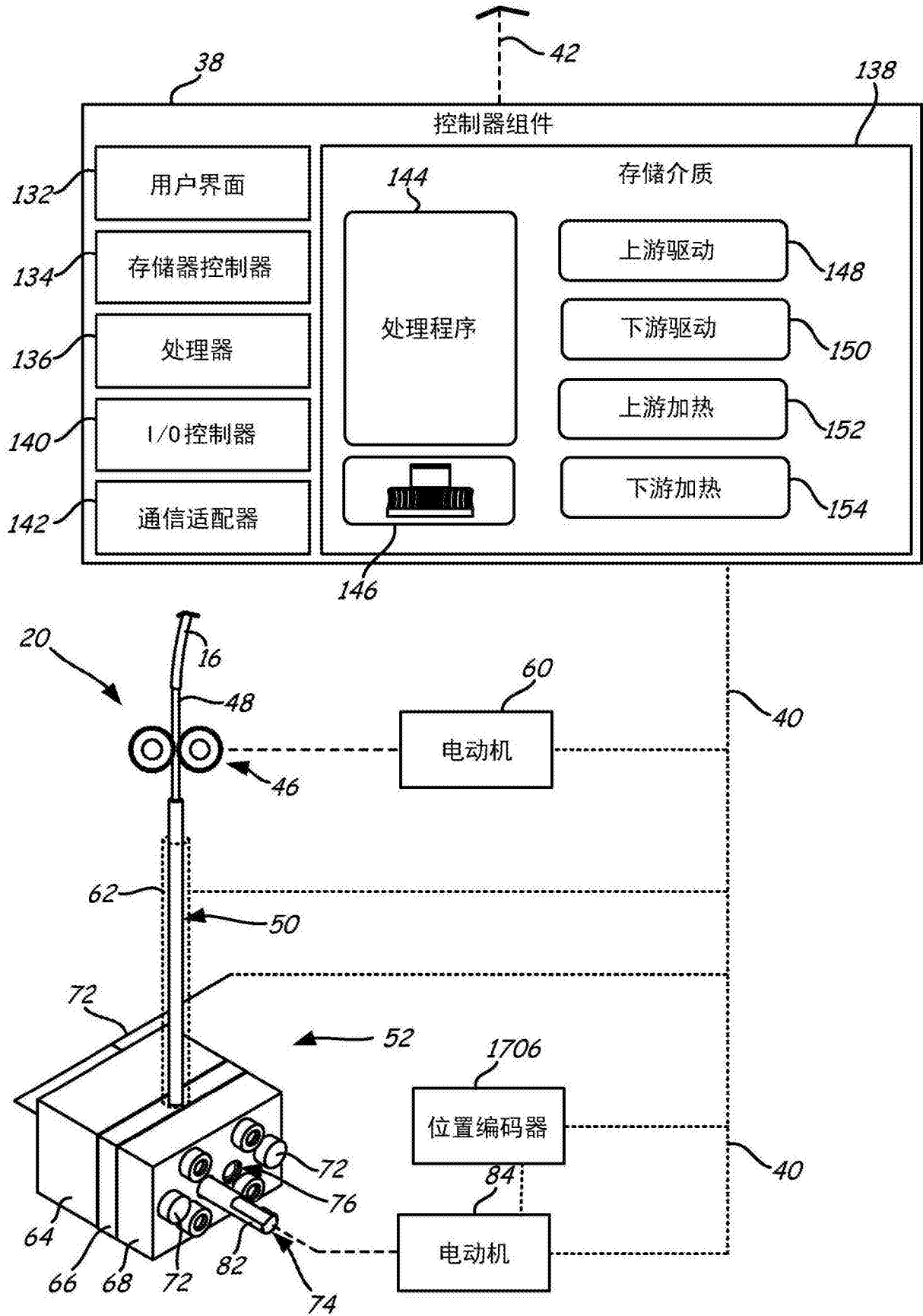


图10

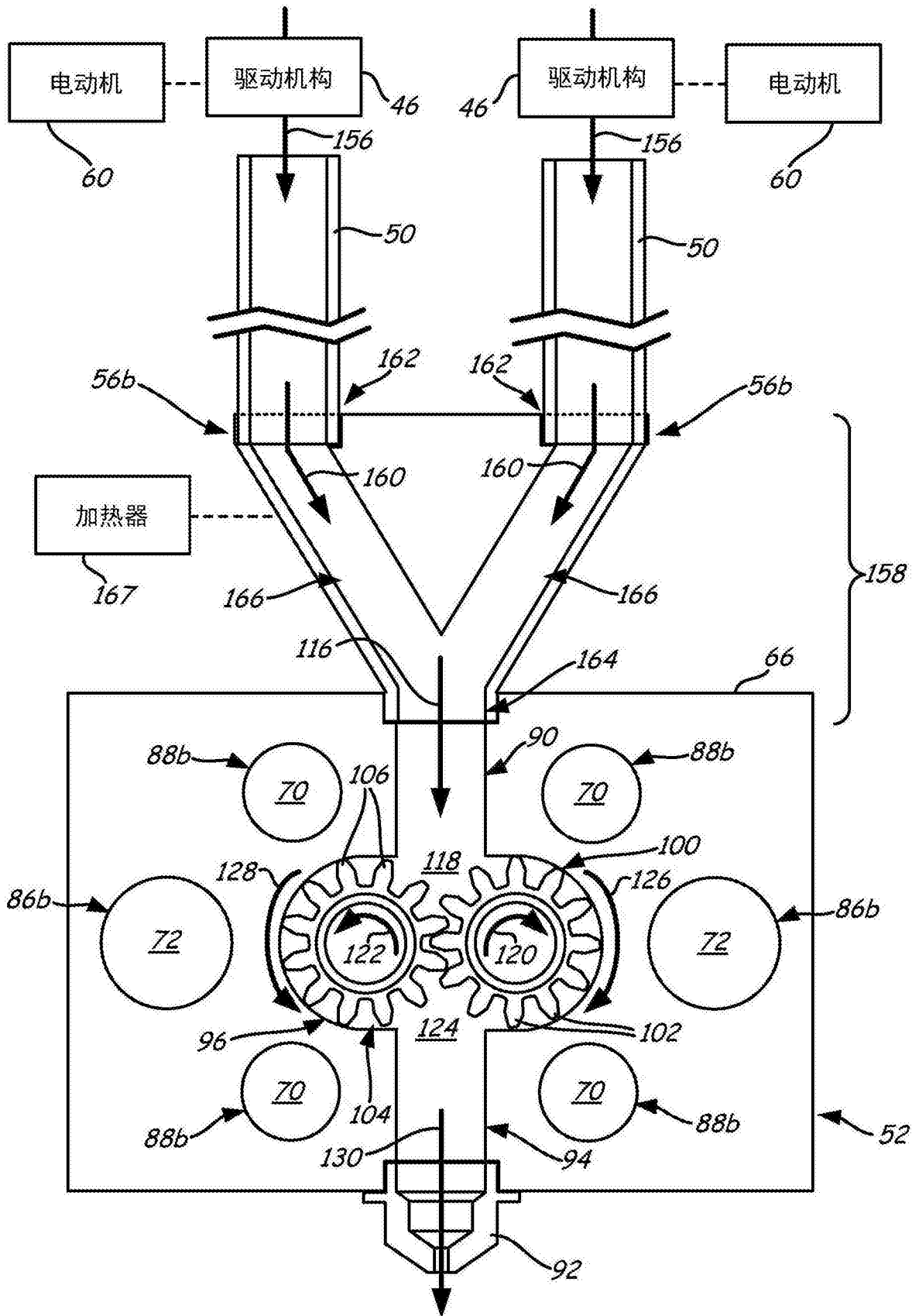


图11

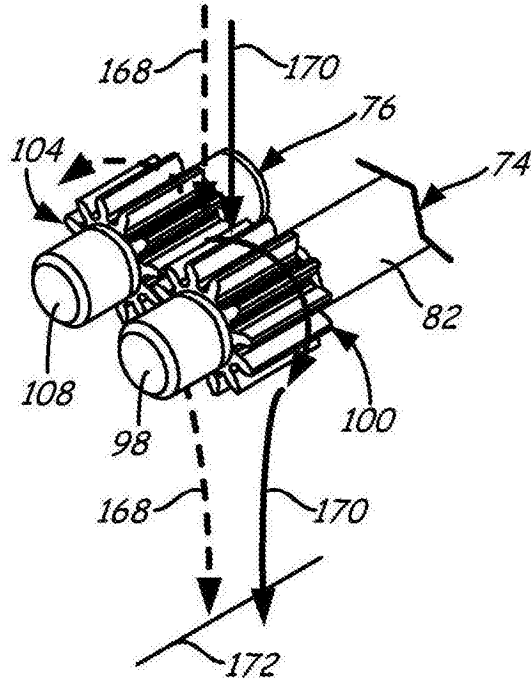


图12A

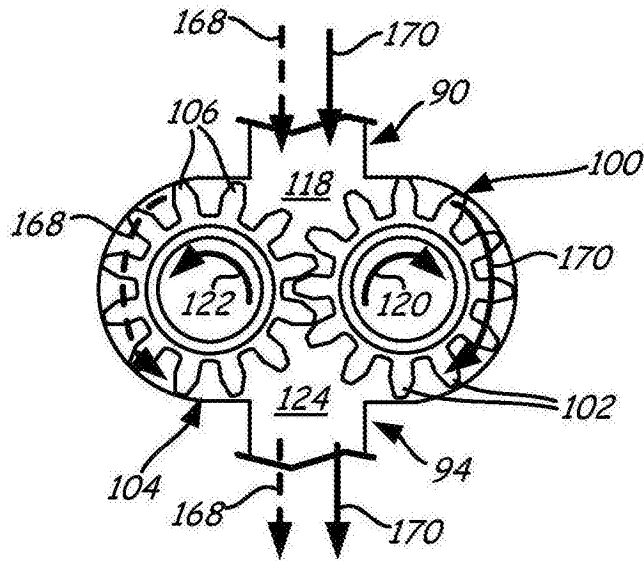


图12B

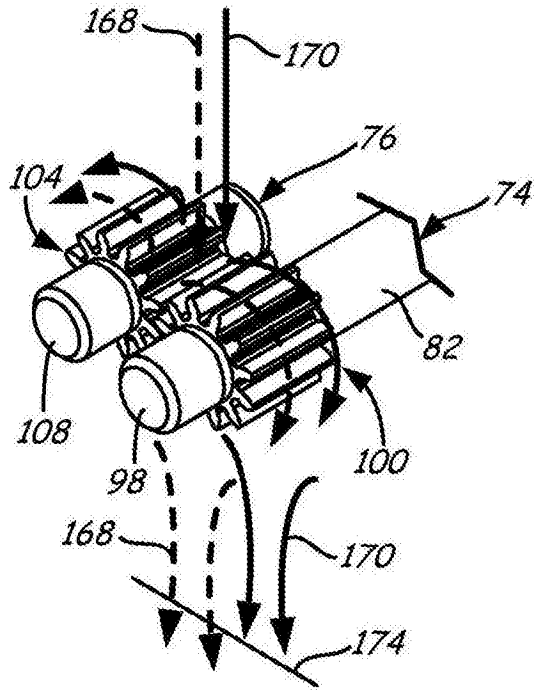


图13A

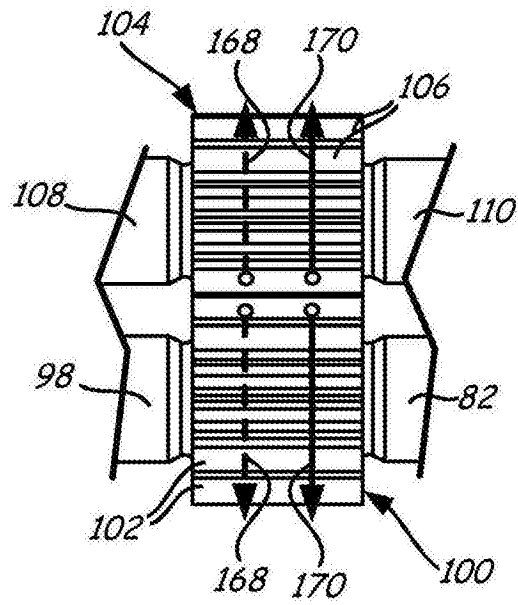


图13B

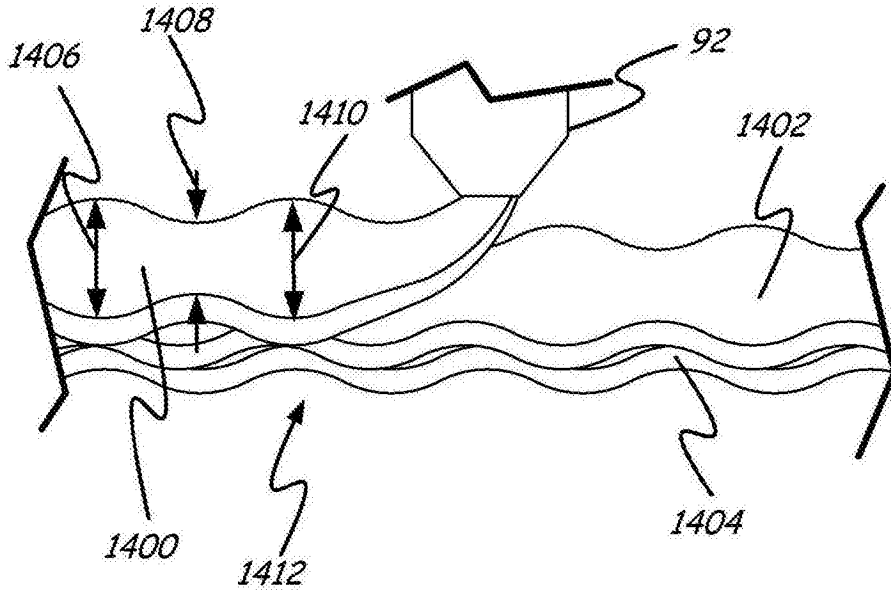


图14

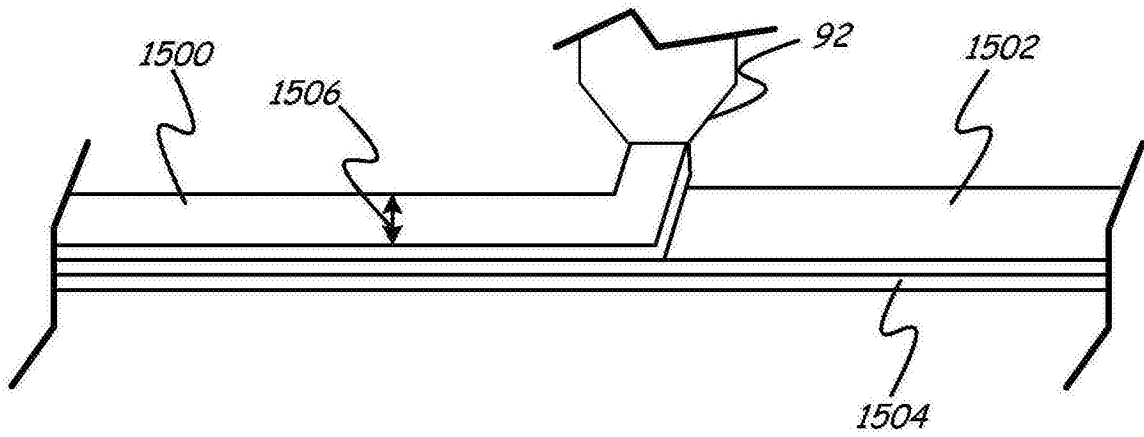


图15

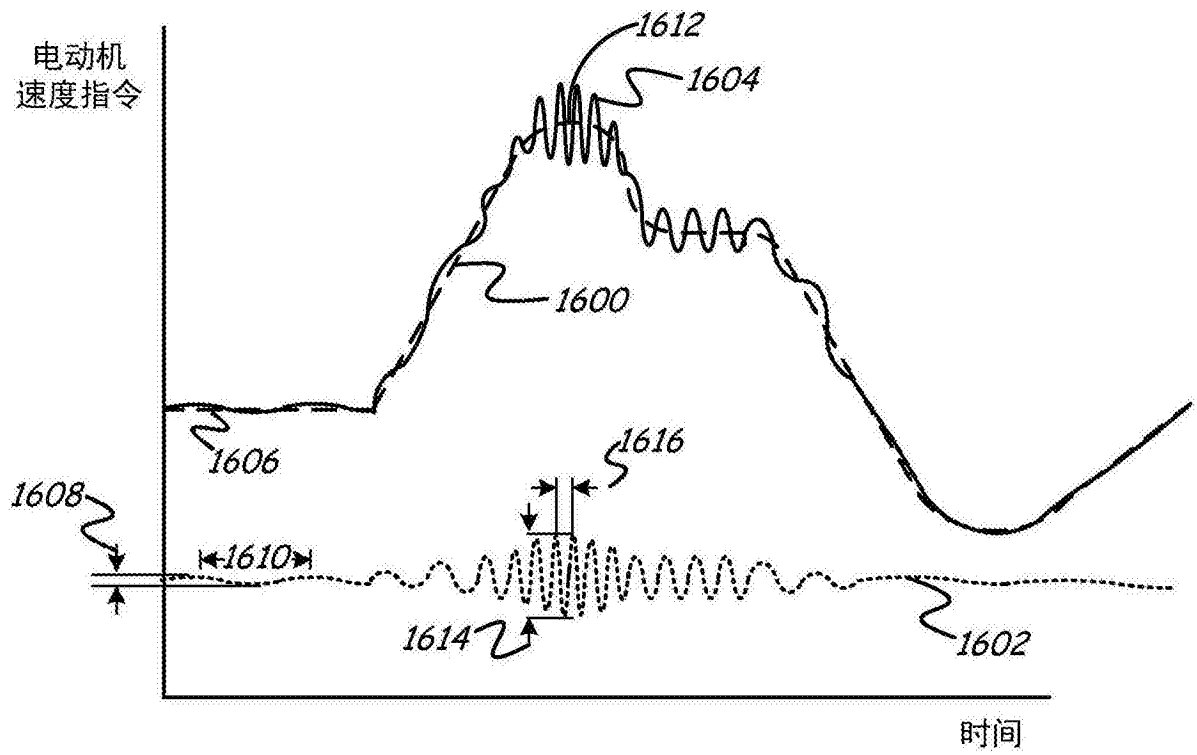


图16

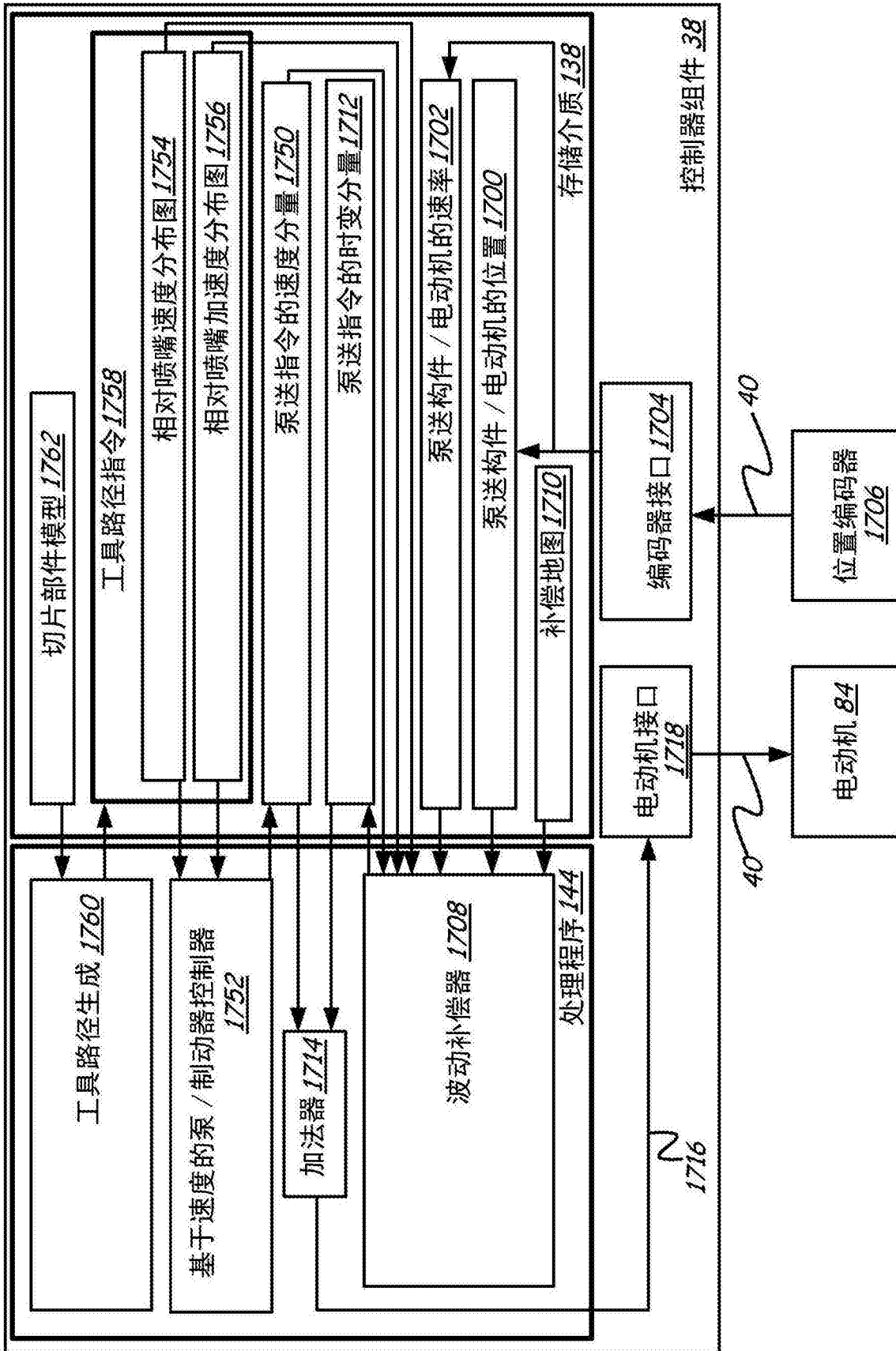


图17

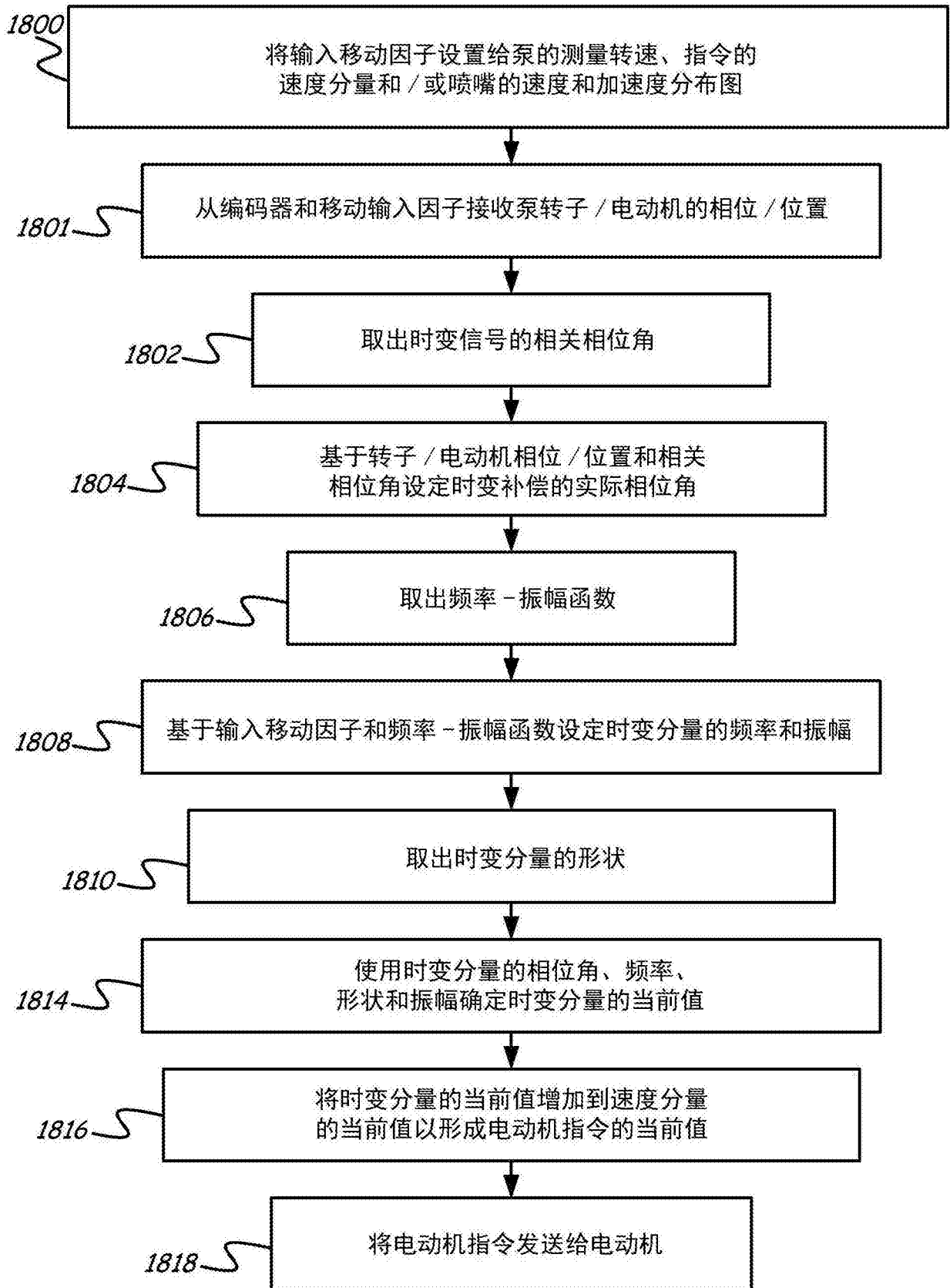


图18