



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111417505 A

(43)申请公布日 2020.07.14

(21)申请号 201880075894.7

杰弗里·L·富兰克林 林志红

(22)申请日 2018.11.21

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

(30)优先权数据

代理人 徐金国 赵静

62/590,211 2017.11.22 US

16/169,988 2018.10.24 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2020.05.22

B29C 64/386(2006.01)

B29C 64/205(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

B33Y 30/00(2006.01)

B33Y 50/00(2006.01)

PCT/US2018/062245 2018.11.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/104167 EN 2019.05.31

(71)申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 保罗·J·斯蒂芬斯

阿耶·M·乔希

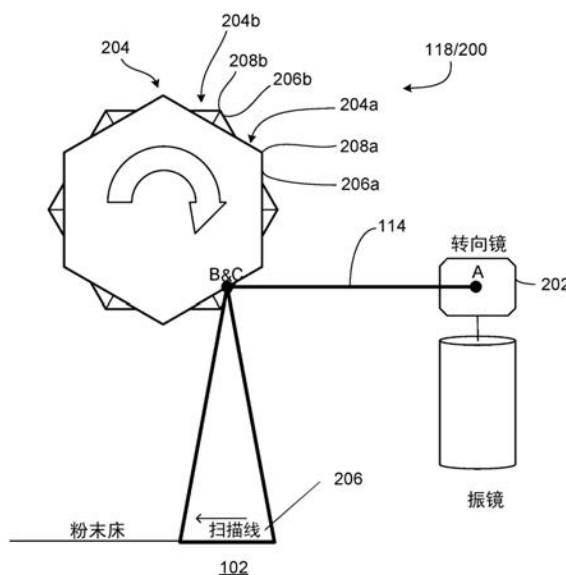
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

利用两件式多边形扫描仪的增材制造

(57)摘要

一种增材制造设备包含：平台、分配器，所述分配器用以将进料的多个连续层输送至所述平台、光源，所述光源用以产生光束、第一多边形镜扫描仪，所述第一多边形镜扫描仪用以反射所述光束而朝向所述平台行进，及第二多边形镜扫描仪，所述第二多边形镜扫描仪用以反射所述光束而朝向所述平台行进。所述光束被交替地引导至所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪，以使得在所述第二多边形镜扫描仪的死区时间期间，所述光束被引导至所述第一多边形镜扫描仪，以及在所述第一多边形镜扫描仪的死区时间期间，所述光束被引导至所述第二多边形镜扫描仪。



1. 一种增材制造设备,包含:  
平台;  
分配器,所述分配器经配置以将进料的多个连续层输送至所述平台;  
光源,所述光源经配置以产生光束;  
第一多边形镜扫描仪,所述第一多边形镜扫描仪用以接收来自所述光源的所述光束并且反射所述光束而朝向所述平台行进;及  
第二多边形镜扫描仪,所述第二多边形镜扫描仪用以接收来自所述光源的所述光束并且反射所述光束而朝向所述平台行进;  
其中所述光源经配置以交替地将所述光束引导至所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪,以使得在所述第二多边形镜扫描仪的死区时间期间,所述光束被引导至所述第一多边形镜扫描仪,以及在所述第一多边形镜扫描仪的死区时间期间,所述光束被引导至所述第二多边形镜扫描仪。
2. 如权利要求1所述的设备,其中所述第一多边形镜扫描仪的旋转轴平行于所述第二多边形镜扫描仪的旋转轴。
3. 如权利要求2所述的设备,其中所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪共享共同的旋转轴。
4. 如权利要求3所述的设备,其中所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪具有相同的数目的刻面。
5. 如权利要求4所述的设备,其中所述第一多边形镜扫描仪的刻面相对于所述第二多边形镜扫描仪的刻面成角度偏移。
6. 如权利要求5所述的设备,其中所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪彼此成角度地偏移,以使得所述第一多边形镜扫描仪的边缘与所述第二多边形镜扫描仪的面的近似中心成直线。
7. 如权利要求3所述的设备,其中所述第一多边形镜扫描仪具有第一多个刻面,所述第一多个刻面具有相对于所述共同的旋转轴的第一倾斜度,以及所述第二多边形镜扫描仪具有第二多个刻面,所述第二多个刻面具有相对于所述共同的旋转轴的第二倾斜度。
8. 如权利要求7所述的设备,其中所述第一倾斜度具有与所述第二倾斜度相等的大小和相反的方向。
9. 如权利要求1所述的设备,其中所述第二多边形镜扫描仪与所述第一多边形镜扫描仪相邻。
10. 如权利要求9所述的设备,其中所述第二多边形镜扫描仪与所述第一多边形镜扫描仪邻接。
11. 如权利要求1所述的设备,所述设备进一步包含:转向镜,所述转向镜经配置以将来自所述光源的所述光束交替地引导至所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪。
12. 如权利要求1所述的设备,其中所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪经配置以反射所述光束而朝向在进料的最外层上的相同的扫描路径行进。
13. 如权利要求12所述的设备,其中所述扫描路径垂直于所述第一多边形镜扫描仪的旋转轴和所述第二多边形镜扫描仪的旋转轴。

14. 如权利要求1所述的设备,其中所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪经配置以彼此一致地旋转。

15. 一种增材制造方法,包含以下步骤:

利用光源来产生光束;

在以下之间交替:

将所述光束引导至第一多边形镜扫描仪并且利用所述第一多边形镜扫描仪来扫描所述光束而跨越扫描路径,所述扫描路径跨越在平台上的进料的顶层,及

将光束引导至第二多边形镜扫描仪并且利用所述第二多边形镜扫描仪来扫描所述光束而跨越所述扫描路径,所述扫描路径跨越在平台上的进料的顶层;

其中所述光束在所述第二多边形镜扫描仪的死区时间期间被引导至所述第一多边形镜扫描仪并且所述光束在所述第一多边形镜扫描仪的死区时间期间被引导至所述第二多边形镜扫描仪。

## 利用两件式多边形扫描仪的增材制造

### 技术领域

[0001] 此公开关于用于增材制造(亦被熟知为3D打印)的能量传递系统。

### 背景技术

[0002] 增材制造(AM)(亦被熟知为实体自由形式制造或3D打印)意指:制造工艺,其中在所述制造工艺中,从将原始材料(例如,粉末、液体、悬浮液,或熔融固体)连续分配至二维的层中构建三维的对象。相反,传统的加工技术涉及到消去工艺,其中在所述消去工艺中从原料(例如,木块、塑料块、复合材料,或金属块)中切割出对象。

[0003] 各种各样的增材工艺可用于增材制造中。一些方法熔融或软化材料以产生层,例如,选择性激光熔化(SLM)或直接金属激光烧结(DMLS)、选择性激光烧结(SLS),或熔融沉积成形(FDM),而其他的方法使用不同的技术(例如,光固化成型技术(SLA))来固化液体材料。这些工艺可以在形成层以产生最终的对象的方式上和的工艺中使用的兼容的材料中有所不同。

[0004] 在某些形式的增材制造中,将粉末放置在平台上,并且激光束将图案描绘至粉末上以将粉末熔合在一起而形成一形状。一旦形成所述形状,降低平台并且添加新的粉末层。重复所述工艺直到部件完全形成为止。

### 发明内容

[0005] 此公开描述与利用多边形扫描仪的增材制造相关的技术。

[0006] 在一方面中,一种增材制造设备包含:平台、分配器,所述分配器经配置以将进料的多个连续层输送至所述平台、光源,所述光源经配置以产生光束、第一多边形镜扫描仪,所述第一多边形镜扫描仪经配置以接收来自所述光源的所述光束并反射所述光束而朝向所述平台行进,及第二多边形镜扫描仪,所述第二多边形镜扫描仪经配置以接收来自所述光源的所述光束并反射所述光束而朝向所述平台行进。所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪共享共同的旋转轴。

[0007] 在另一方面中,一种增材制造设备包含:平台、分配器,所述分配器经配置以将进料的多个连续层输送至所述平台、光源,所述光源经配置以产生光束、第一多边形镜扫描仪,所述第一多边形镜扫描仪经配置以接收来自所述光源的所述光束并反射所述光束而朝向所述平台行进,及第二多边形镜扫描仪,所述第二多边形镜扫描仪经配置以接收来自所述光源的所述光束并反射所述光束而朝向所述平台行进。所述第一多边形镜和所述第二多边形镜扫描仪经配置以反射所述光束而朝着在进料的最外层上的相同的扫描路径行进。所述光源经配置以交替地将所述光束引导至所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪。

[0008] 任何的方面的实施可包含:以下特征中的一或多个。

[0009] 第一多边形镜的旋转轴可平行于第二多边形镜扫描仪的旋转轴。第一多边形镜和第二多边形镜扫描仪可具有共同的旋转轴。第二多边形镜可与第一多边形镜相邻。第二多

边形镜可与第一多边形镜邻接。第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪可经配置以彼此一致地旋转。第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪可具有共同的轴和用以驱动所述轴的共同马达。

[0010] 第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪可以具有相同数目的侧边。第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪可以彼此成角度地偏移,以使得第一多边形镜扫描仪的边缘被设置在第二多边形镜扫描仪的一面的近似中心处。

[0011] 转向镜可经配置以交替地将来自所述光源的所述光束引导至所述第一多边形镜扫描仪和所述第二多边形镜扫描仪。

[0012] 第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪可经配置以反射所述光束而朝着相同的扫描路径行进。所述扫描路径可垂直于第一多边形镜扫描仪的旋转轴和第二多边形镜扫描仪的旋转轴。

[0013] 第一多边形镜扫描仪可具有第一多个刻面,所述第一多个刻面具有相对于共同的旋转轴的第一倾斜度,并且第二多边形镜扫描仪可具有第二多个刻面,所述第二多个刻面具有相对于共同的旋转轴的第二倾斜度。第一倾斜度可具有与第二倾斜度相等的大小和相反的方向。

[0014] 第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪可经配置以在彼此相反的方向上旋转。

[0015] 控制器可经配置以在要跨越进料层产生连续线的情况下,使得光源产生光束达到超过第一多边形扫描仪镜的旋转周期的50%的时间。控制器可经配置以在第一多边形镜扫描仪与第二多边形镜扫描仪之间的过渡期间将光束关闭。

[0016] 在另一方面中,一种增材制造方法包含以下步骤:利用光源来产生光束、将所述光束引导至第一多边形镜扫描仪、利用所述第一多边形镜扫描仪来扫描所述光束而跨越扫描路径,所述扫描路径跨越在平台上的进料的顶层、将所述光束引导至第二多边形镜扫描仪,以及利用所述第二多边形镜扫描仪来扫描所述光束而跨越扫描路径,所述扫描路径跨越在平台上的进料的顶层。

[0017] 将所述光束引导至所述第一多边形镜扫描仪的步骤可包含以下步骤:反射光束而离开单轴镜扫描仪。将光束引导至第二多边形镜扫描仪的步骤可包含以下步骤:反射光束而离开单轴镜扫描仪。

[0018] 第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪可围绕相同的轴、以相同的速度,以及在相同的旋转方向上旋转。第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪可围绕相同的轴、以相同的速度,以及在相反的旋转方向上旋转。

[0019] 可以实现在此公开中描述的本发明的特定的实施,以为了实现以下优点中的一或多个。制造给定的部件所消耗的能量较低。可以较快地制造部件。因为已经显著地减少或消除在扫描之间的死区时间,来自先前的扫描的剩余的热能被保留并且可用以增加激光速度。这将使得效率从50%的激光使用率提升至将近100%。部件制造时间可被减少多达50%。

[0020] 阐述一或多个实施的细节于附图和说明书中。本发明的其他的特征、方面,及优点将从说明书、图,及权利要求书中变得明显。

## 附图说明

- [0021] 图1A至图1B是分别地包含示例增材制造设备的侧视图和俯视图的示意图。
- [0022] 图2A是示例镜扫描仪系统的示意性的侧视图。
- [0023] 图2B和图2C是示例镜扫描仪系统的示意性的前视图。
- [0024] 图3是可与此公开的方面使用的示例方法的流程图。
- [0025] 在各个图式中的相同的元件符号和标示表示相同的元件。

## 具体实施方式

[0026] 在许多的增材制造工艺中,能量被选择性地传递至由增材制造设备分配的进料层而以图案来使得进料熔化,从而形成对象的一部分。举例而言,光束(例如,激光束)可被反射而离开旋转的多边形扫描仪以在跨越进料层的直线路径中驱动光束。在光源与支撑件或次镜之间的相对运动可用以使得光束执行层的逐行扫描。

[0027] 此外,为了要防止激光束以不期望或非所欲的方向反射,可以在对应于在多边形上的刻面之间的过渡的时间期间(例如,在光束的任何的部分将会落在刻面之间的边缘上的时间期间)将光束关闭。因此,仅在光束会撞击沿着刻面的长度的一些中间部分的时候才将光开启。举例而言,当激光和多边形镜用以扫描和熔化进料层时,多边形的旋转所需要的时间的一定百分比(通常为50%)是“死区时间(dead time)”。这是因为通常只有镜刻面的中心50%用以将激光反射至金属粉床,所以激光仅在每一刻面的50%的部分开启。多边形的这样的固有的低效率可能是振镜激光定向扫描在历史上一直优于多边形方法的原因之一。

[0028] 此公开描述了一种包含二个多边形的改善的多边形镜扫描仪,其中每一个多边形具有相同数目的刻面,所述刻面彼此相邻放置,但是相移了1/2的刻面。转向镜可用以使用在一个多边形上的刻面于多边形之间来回地引导光束,而另一者处于死区时间,反之亦然。此设置允许光束(例如,激光)保持为开启达到将近100%的时间。

[0029] 参照图1A和图1B,增材制造设备100的示例包含:平台102、分配器104、能量传递系统106及控制器108。在进行形成对象的操作期间,分配器104在平台102的顶表面112上分配进料110的连续层。能量传递系统106发射光束114以传递能量至进料110的层中的最上层116,从而使得进料110(例如)以所欲的图案熔化而形成对象。控制器108操作分配器104和能量传递系统106以控制进料110的分配并控制能量到进料110的层的传递。进料的连续的输送和在连续地输送的层中的每一个中的进料的熔化导致对象的形成。

[0030] 分配器104可被装设在支撑件124上,以使得分配器104与支撑件124和被装设在支撑件124上的其他的部件(例如,能量传递系统106)一起移动。

[0031] 分配器104可包含:扁平的叶片或浆叶,所述扁平的叶片或所述浆叶用以跨越平台102推动来自进料储存器的进料。在此实施中,进料储存器亦可包含:进料平台,所述进料平台被设置在建构平台102的相邻处。可以升高所述进料平台以提升一些进料而高于建构平台102的高度,并且叶片可以将进料从进料平台推进至建构平台102。

[0032] 或者,或额外地,分配器可被悬吊在平台102的上方并且具有一或多个孔口或喷嘴,其中粉末流过所述孔口或喷嘴。举例而言,粉末可以在重力下流动,或(例如)通过压电致动器来喷射。单独的孔口或喷嘴的分配的控制可以通过气动阀、微机电系统(MEMS)阀、螺

线阀,及/或磁力阀来提供。可用以分配粉末的其他的系统包含:具有孔口的滚筒,及在具有一或多个孔口的管内的推运器(auger)。

[0033] 如在图1B中所显示,分配器104可(例如)沿着Y轴延伸,以使得进料沿着直线(例如,沿着Y轴)配送,所述直线垂直于支撑件124的运动的的方向(例如,垂直于X轴)。因此,随着支撑件124前进,进料可被输送而跨越整个平台102。

[0034] 进料110可包含:金属颗粒。金属颗粒的示例包含:金属、合金,及金属间合金。用于金属颗粒的材料示例包含:铝、钛、不锈钢、镍、钴、铬、钒,以及这些金属的各种合金或金属间合金。

[0035] 进料110可包含:陶瓷颗粒。陶瓷材料的示例包含:金属氧化物(例如:二氧化铈(ceria)、氧化铝、二氧化硅、氮化铝、氮化硅、碳化硅,或这些金属的组合(例如:铝合金粉末))。

[0036] 进料可为干燥粉末或在液态悬浮液中的粉末,或材料的浆料悬浮液。举例而言,对于使用压电打印头的分配器而言,进料通常会是在液态悬浮液中的颗粒。举例而言,分配器可在载体流体(例如:高蒸气压载体(例如:异丙醇(Isopropyl Alcohol (IPA))、乙醇,或N-甲基-2-吡咯烷酮(NMP))中传递粉末,以形成粉末材料层。载体流体可在进行层的烧结步骤之前蒸发。或者,可利用干式分配构件(例如,由超音波搅动和加压惰性气体辅助的喷嘴阵列)来分配第一颗粒。

[0037] 返回至图1A,能量传递系统106包含:光源120,所述光源120用以发射光束114。能量传递系统106进一步包含:反射器组件118,所述反射器组件118重新引导光束114,而朝向最上层116行进。稍后在此公开内更为详细地描述能量传递系统106的示例实施。反射器组件118能够沿着在最上层116上的路径(例如,直线路径)扫描光束114。直线路径可平行于由分配器(例如)沿着Y轴输送的进料的直线。与能量传递系统106和平台102之间的相对运动,或通过另一个反射器(例如,振镜驱动式镜(galvo-driven mirror)或另一个引导构件)对于光束114进行的偏转相结合地,由光束114沿着路径进行的一系列的扫描可以产生跨越最上层116的光束114的逐行扫描。

[0038] 当光束114沿着路径扫描时,光束114是(例如)通过使得光源120将光束114开启和关闭的方式来调变,以为了将能量传递至进料110的层的选定的区域,并且根据所欲的图案来使得在选定的区域中的材料熔化以形成对象。

[0039] 在一些实施中,光源120包含:激光,所述激光经配置以发射光束114而朝向反射器组件118行进。反射器组件118被设置在由光源120发射的光束114的路径中,以使得反射器组件118的反射表面接收光束114。反射器组件118然后重新引导光束114而朝向平台102的顶表面行进以将能量传递至进料110的层中的最上层116而使得进料110熔化。举例而言,反射器组件118的反射表面将光束114反射以重新引导光束114而朝向平台102行进。

[0040] 在一些实施中,能量传递系统106被装设至支撑件122,所述支撑件支撑在平台102的上方的能量传递系统106。在一些情况中,支撑件122(以及被装设在支撑件122上的能量传递系统106)可相对于平台102旋转。在一些实施中,支撑件122被装设至被布置在平台102的上方的另一个支撑件124。支撑件124可为支撑在相对端(例如,在如在图1B中显示的平台102的两侧上)上的台架或悬臂组件(例如,仅支撑在平台102的一侧上)。支撑件124将增材制造设备100的能量传递系统106和分配系统104保持在平台102的上方。

[0041] 在一些情况中,以旋转的方式将支撑件122装设在支撑件124上。当支撑件122(例如)相对于支撑件124旋转时,反射器组件118会旋转,因此重新定向在最上层116上的光束114的路径。举例而言,能量传递系统106可绕垂直地延伸而远离平台102的轴(例如,平行于Z轴的轴、在Z轴与X轴之间的轴,及/或在Z轴与Y轴之间的轴)旋转。此旋转可改变沿着X-Y平面(意即,跨越进料的最上层116)的光束114的路径的方位角方向。

[0042] 在一些实施中,支撑件124可(例如)沿着Z轴垂直移动,以为了控制能量传递系统106和分配系统104与平台102之间的距离。具体而言,在分配每一层之后,支撑件124可通过沉积的层的厚度在垂直方向上升高,以为了保持从层到层之间的一致的高度。设备100可进一步包含:致动器130,所述致动器130经配置以(例如)通过升高和降低水平支撑轨道而沿着Z轴驱动支撑件124,其中支撑件124被装设至水平支撑轨道。

[0043] 各种部件(例如:分配器104和能量传递系统106)可被组合在模块化单元(打印头126,可作为一个整体安装在支撑件124上或作为一个整体从支撑件124移除)中。此外,在一些实施中,支撑件124可保持多个相同的打印头,(例如)以为了要提供扫描区域的模块化增加而容纳要制造的较大的部件。

[0044] 每一打印头126被布置在平台102的上方,并且可相对于平台102而沿着一或多个水平方向重新定位。装设至打印头126的各种系统可为:模块化系统,所述模块化系统的高于平台102的水平位置是由打印头126相对于平台102的水平位置所控制。举例而言,打印头126可被装设至支撑件124,并且支撑件124可以移动而重新定位打印头126。

[0045] 在一些实施中,致动器系统128包含:一或多个致动器,所述致动器接合到装设至打印头126的系统。对于沿着X轴的移动而言,在一些情况中,致动器128经配置以相对于平台102而沿着X轴驱动打印头126和支撑件124整体。举例而言,致动器可包含可旋转的齿轮,而不是啮合在水平支撑轨道上的齿轮表面。或者,或额外地,设备100包含:输送器,其中平台102位于输送器上。驱动所述输送器以相对于打印头126而沿着X轴移动平台102。

[0046] 致动器128和/或输送器造成在平台102与支撑件124之间的相对运动,以使得支撑件124相对于平台102以向前方向133前进。分配器104可沿着支撑件124设置在能量传递系统106之前,以使得可以首先分配进料110,然后当支撑件124相对于平台102前进时,最近分配的进料可被由能量传递系统106传递的能量固化。

[0047] 在一些实施中,打印头126和组成系统并不横越平台102的操作宽度。在此情况中,致动器系统128可进行操作以跨越支撑件124驱动系统,而使得打印头126和装设至打印头126的系统中的每一个可沿着Y轴移动。在一些实施中(在图1B中显示),打印头126和组成系统横越平台102的操作宽度,并且沿着Y轴的运动是不必需的。

[0048] 在一些情况中,平台102是多个平台102a、102b,及102c中的一个。支撑件124与平台102a-102c之间的相对运动使得打印头126的系统能重新定位在平台102a-102c中的任何的上方,从而允许在平台102a、102b及102c中的每一个上分配和熔化进料,以形成多个对象。可以沿着向前方向133的方向来布置平台102a-102c。

[0049] 在一些实施中,增材制造设备100包含:大容量能量传递系统134。举例而言,相对于能量传递系统106沿着在进料的最上层116上的路径传递能量,大容量能量传递系统134将能量传递至最上层116的预先界定的区域。大容量能量传递系统134可包含:一或多个加热灯(例如,加热灯阵列),所述加热灯在被启动的时候将能量传递至在进料110的最上层

116内的预先界定的区域。

[0050] 大容量能量传递系统134(例如)相对于向前方向133布置在能量传递系统106的前面或后面。大容量能量传递系统134可布置在能量传递系统106的前面,(例如)以在由分配器104分配进料110之后立即传递能量。通过大容量能量传递系统134进行的此种初始的能量传递可以在由能量传递系统106传递能量以熔化进料110而形成对象之前使得进料110稳定。由大容量能量传递系统传递的能量可为足够的以当进行分配时使得进料的温度升高至初始的温度以上,而达到仍然低于进料熔融或熔化的温度的提升温度。提升温度可以低于粉末变黏的温度、高于粉末变黏的温度,但是低于粉末变成块状的温度,或高于粉末变成块状的温度。

[0051] 或者,大容量能量传递系统134可以布置在能量传递系统106的后面,(例如)以在能量传递系统106传递能量至进料110之后立即传递能量。随后由大容量能量传递系统134进行的此能量传递可以控制进料的冷却温度分布,从而提供改善的固化的均匀性。在一些情况中,大容量能量传递系统134是多个大容量能量传递系统134a、134b中的第一个,其中大容量能量传递系统134a布置在能量传递系统106的后面且大容量能量传递系统134b布置在能量传递系统106的前面。

[0052] 视情况,设备100包含:用以检测层116的特性(例如,温度、密度,及材料),以及由分配器104分配的粉末的第一感测系统136a和/或第二感测系统136b。控制器108可以协调能量传递系统106、分配器104,以及设备100的任何的其他的系统(如果存在的话)的操作。在一些情况中,控制器108可在设备的使用者界面上接收用户输入信号或来自设备100的感测系统136a、136b的感测信号,并且基于这些信号来控制能量传递系统106和分配器104。

[0053] 视情况,设备100亦可包含:散布器138(例如,滚筒或叶片),所述散布器与第一分配器104协调合作以紧压和/或散布由分配器104分配的进料110。散布器138可提供具有大致上为均匀的厚度的层。在一些情况中,散布器138可以在进料110的层上进行按压以将进料110压紧。散布器138可被支撑件124支撑(例如,支撑在打印头126上),或者散布器138可由打印头126分开地支撑。

[0054] 在一些实施中,分配器104包含:多个分配器104a、104b,并且进料110包含:多个类型的进料110a、110b。第一分配器104a分配第一进料110a,而第二分配器104b分配第二进料110b。如果存在的话,第二分配器104b促进特性与第一进料110a的特性不同的第二进料110b的传递。举例而言,第一进料110a和第二进料110b可在材料组成或平均颗粒尺寸中有所不同。

[0055] 在一些实施中,第一进料110a的颗粒平均直径可比第二进料110b的颗粒的平均直径更大(例如,比第二进料110b的颗粒大两倍或更多倍)。当第二进料110b被分配在第一进料110a的层上时,第二进料110b渗入第一进料110a的层以填充在第一进料110a的颗粒之间的空隙。颗粒尺寸比第一进料110a更小的第二进料110b可达到更高的分辨率。

[0056] 在一些情况中,散布器138包含:多个散布器138a、138b,其中第一散布器138a可与第一分配器104a共同地操作以散布和紧压第一进料110a、第二散布器138b与第二分配器104b共同地操作以散布和紧压第二进料110b。

[0057] 图2A显示可用以作为反射器组件118的示例多边形扫描仪组件200的侧视图。多边形镜子组件204包含:第一多边形镜扫描仪204a,所述第一多边形镜扫描仪204a经配置以接

收来自光源120的光束114并且反射光束而朝向平台102行进。多边形镜子组件204亦包含：第二多边形镜扫描仪204b。第二多边形镜扫描仪204b亦经配置以接收来自光源120的光束114和反射光束114而朝向平台102行进。

[0058] 在示例说明的实施中，第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b具有相同数目的侧边。特定而言，第一多边形镜扫描仪204a具有多个刻面206a，所述多个刻面206a具有接合在边缘208a处的相邻的刻面206a。类似地，第二多边形镜扫描仪204b具有多个刻面206b，所述多个刻面206b具有接合在边缘208b处的相邻的刻面206b。第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b可具有相同的尺寸（例如，刻面206a、206b可具有相同的长度）。单独的刻面206a、206b可以是平坦的（尽管亦可能为略微凸起或凹入的刻面）。

[0059] 第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b可围绕平行的轴旋转。特定而言，第一多边形镜扫描仪204a可以与第二多边形镜扫描仪204a共享相同的旋转轴。在此情况中，第二多边形镜204b可以仅沿着旋转轴相对于第一多边形镜204a偏移。

[0060] 第二多边形镜扫描仪204b可被设置相邻第一多边形镜扫描仪204a的相邻。举例而言，在第一多边形镜扫描仪204a与第二多边形镜扫描仪204b之间的距离可以小于刻面的长度。在一些实施中，第一多边形镜204a接触第二多边形镜扫描仪204b。虽然图2B显示：第一多边形镜扫描仪204a与第二多边形镜扫描仪204b彼此邻接，在一些情况下，多边形镜子组件204可包含：在第一多边形镜扫描仪204a与第二多边形镜扫描仪204b之间的间隙。意即，第二多边形镜扫描仪204b可以沿着旋转轴相对于第一多边形镜扫描仪204a偏移。

[0061] 第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b可以相对于彼此偏移，以使得第一多边形镜扫描仪204a的边缘208a被设置在第二多边形镜扫描仪204b的刻面206b的近似中心处（如同在图2B中显示）。相反地，第二多边形镜扫描仪204b的边缘208b被设置在第一多边形镜扫描仪204a的刻面206a的近似中心处。

[0062] 在一些实施中，第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b经配置以反射光束114而朝向相同的扫描路径206行进。意即，第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b具有定向成将光束114引导至相同的扫描路径206的刻面。为了要实现此目的，第一多边形镜扫描仪204a具有一第一组的刻面206a，所述第一组的刻面经定向以使得刻面的面沿着旋转轴倾斜。因此，反射光束114的第一多边形镜扫描仪204a的刻面处于相对于平台102的第一倾斜度（由在图2C中的角度A来显示）。类似地，第二多边形镜扫描仪204b具有第二组的刻面206b，所述第二组的刻面经定向以使得刻面的面沿着旋转轴倾斜。因此，反射光束114的第二多边形镜扫描仪204b的刻面处于相对于平台102的不同的第二倾斜度。在第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b经配置以反射光束114而朝向相同的扫描路径206行进并且光束114从大致上垂直于镜扫描仪的旋转轴的方向入射在刻面上的情况下，第一倾斜度可具有与第二倾斜度相等的大小和相反的方向。在一些情况中，扫描路径206垂直于第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b的旋转轴。

[0063] 在一些实施中，第一多边形镜扫描仪和 second 多边形镜扫描仪经配置以彼此一致地旋转（例如，以相同的方向和旋转速率旋转）。在此情况中，第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b可具有共同的轴和用以驱动所述轴的共同马达。

[0064] 在一些情况中，第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b经配置以在彼此相反的方向上旋转。此情况可包含：具有不同的旋转轴的第一多边形镜扫描仪204a和

第二多边形镜扫描仪204b。在一些情况中,不同的马达可用以旋转每个单独的轴。在一些情况中,单个马达可驱动第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b二者的轴,而齿轮箱造成不同的旋转方向。

[0065] 如图所示,转向镜202经配置以将来自光源120的光束114交替地引导,或“转向(steer)”至第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b。光源120(例如,激光)将光束114引导至在转向镜202上的点“A”。转向镜202可为单轴镜扫描仪。举例而言,转向镜202可包含:振镜扫描仪,或另一个类型的镜扫描仪。转向镜202根据转向镜202的方向将光束114引导至点“B”或点“C”。

[0066] 特定而言,转向镜202可用以在多边形镜扫描仪204a、204b之间来回地引导光束114,其中光束从在一个多边形上的刻面反射,而另一个多边形处于光束将会撞击刻面的一部分的位置(其中处于所述位置的时间原本是“死区时间(dead time)”),反之亦然。因此,转向镜202使得光束114每个刻面一次地从一个多边形镜扫描仪切换至另一个多边形镜扫描仪。此一设置允许光束(例如,激光)保持为开启达到将近100%的时间。

[0067] 控制器108可以使转向镜202切换至不同的多边形,以使得仅有中心50%的刻面被使用。举例而言,当多边形已经旋转经过刻面所对的角度的大约一半时,控制器108可以使转向镜202将光束114切换至不同的多边形。例如,对于二个八角形的多边形而言,转向镜202可使得光束每当多边形旋转达到 $22.5^\circ$ 时在多边形之间交替。此外,当多边形已经旋转超过光束会撞击边缘208的角度等于由刻面所对的角度的大约 $3/4$ 的点时,控制器108可使得转向镜202将光束切换至不同的多边形。相反,这样导致光束在大约当多边形已经旋转超过光束会撞击边缘208的角度等于由刻面所对的角度的大约 $1/4$ 的点时的点处开始撞击新的刻面。例如,对于二个八角形的多边形而言,当多边形已经旋转至超过光束114会撞击边缘的点大约 $37.75^\circ$ 的点时,转向镜202可使得光束进行切换。因此,当刻面在超过光束114会撞击边缘的点 $11.25^\circ$ 的点与超过撞击边缘的所述点大约 $37.75^\circ$ 的点之间旋转时,每一光束会撞击刻面。由转向镜202来改变光束114的位置的时间点可以由控制器108基于来自编码器的位置数据来决定。

[0068] 光源120可在转向镜202转移位置以作出改变而将光束从B引导至C的短暂的时间期间被停用(反之亦然)。然而,因为转向镜202是快速的(例如,所述转向镜202是压电驱动镜),光源仅需要在非常短暂的时间区间内停用。然而,在一些实施中,当转向镜移转位置时,光源可以保持为开启的。

[0069] 由于转向镜202的速度,光源在大部分的时间可为运作的。这将使得效率从50%的激光使用率提升至将近100%。部件制造时间可被减少多达50%。因为已经显著地减少或消除在扫描之间的死区时间,来自先前的扫描的剩余的热能被保留并且可用以增加激光速度。

[0070] 在一些实施中,可以使用二个独立的光源来代替单轴镜扫描仪202。可以交替地启动光源,以使得光束被交替地引导至第一多边形镜扫描仪204a和第二多边形镜扫描仪204b二者。

[0071] 在一些实施中,转向镜202可用以补偿多边形镜扫描仪204a、204b的刻面206a、206b的角度取向(从刻面至刻面、在刻面内,或二者)的变化。

[0072] 举例而言,参照图2B和图2C,角度A可以在多边形镜扫描仪中从多边形的刻面至刻

面间变化(例如,简单地由于制造公差的缘故所造成的变化)。因此,在没有进行补偿的情况下,由连续的刻面206a、206b所产生的光束114的连续的路径206将会沿着垂直于路径206的方向的轴偏转至不同的位置。然而,可以从刻面至刻面之间调整转向镜202的方向以将光束114投射至在给定的多边形镜扫描仪的单独的刻面上的不同的位置,以使得每一刻面沿着相同的共线路径投射光束114。特定而言,通过调整光束114撞击刻面的位置(在图2A中为向左或向右,或者进入或离开图2B中的页面),可调整来自刻面的反射的角度,从而调整光束114在进料上的位置。

[0073] 举例而言,在进行校准程序期间,可以针对于每一刻面来测量在校准层刻面上的扫描路径206的位置,其中扫描镜202针对于每一刻面而被设置在默认位置。这些测量可用于产生指示针对于转向镜的校正位置的数据,而用以补偿扫描路径206的偏移。举例而言,查找表可具有针对于每一刻面的项目,其中每一项目指示转向镜202相对于默认位置的偏移角度 $\beta$ 。

[0074] 在操作中,控制器可接收来自编码器的信号,所述信号驱动多边形镜。举例而言,编码器可以在每个旋转产生N次的脉冲,其中N是刻面的数目。控制器可以对于脉冲进行计数以确定哪个刻面正在反射光束、来自查找表的针对于所述刻面的偏移角度,及转向镜可被设置为具有由项目所指示的偏移角度。

[0075] 作为另一示例,参照图2B和图2C,至少一个刻面可以被定向,以使得角度A跨越刻面的面变化(例如,再次由于制造公差所造成的变化)。因此,在没有进行补偿的情况下,由刻面来进行扫描而产生的光束114的路径206可相对于所欲的路径倾斜(以一角度),或可为非直线的。然而,当光束扫描而跨越刻面时,可调整转向镜202的方向,以沿着所欲的方向产生直线路径。如在前文中所述,通过调整光束114撞击刻面的位置(在图2A中为向左或向右,或者进入或离开图2B中的页面),可调整来自刻面的反射的角度,从而调整光束114在进料上的位置。

[0076] 举例而言,在进行校准程序期间,对于每一刻面,可以针对于沿着路径的多个位置来测量扫描路径206相对于所欲的路径的偏移(类似于在前文中讨论的程序,扫描镜202可针对于每一刻面而被设置在默认位置)。这些测量可用于产生指示针对于转向镜的校正位置的数据,而用以补偿扫描路径206相对于所欲的路径的变化。举例而言,查找表可具有针对于每一刻面的多个项目,其中每一项目指示转向镜202相对于默认位置的偏移角度 $\beta$ 。所述项目可用指示多边形镜扫描仪的旋转方向的数据来标记,其中在所述旋转方向应该施用偏移角度。

[0077] 在操作中,控制器可接收来自编码器的信号,其中所述信号驱动多边形镜。控制器可根据来自编码器的信号来确定多边形镜的旋转速率。基于旋转速率和经过的时间,并且使用来自编码器的周期信号来抵消漂移,控制器可确定多边形镜的目前的旋转方向。控制器可确定来自查找表的哪个项目应该用于所述旋转方向,并且转向镜可被设置为具有由项目所指示的偏移角度。此者允许:即使当光束扫描而跨越多边形扫描镜的单个刻面时,也可以调整转向镜的位置。

[0078] 图3是可与此公开的方面共同地使用的示例方法300的流程图。在302处,利用光源来产生光束。在304处,光束被引导至第一多边形镜扫描仪(而不是第二多边形镜扫描仪)。在一些情况中,将光束引导至第一多边形镜扫描仪的步骤包含以下步骤:反射光束而离开

转向镜。在306处,利用第一多边形镜扫描仪来扫描光束而跨越扫描路径,所述扫描路径跨越在平台上的进料的顶层。在308处,光束被引导至第二多边形镜扫描仪(而不是第一多边形镜扫描仪)。在一些情况中,将光束引导至第二多边形镜扫描仪的步骤包含以下步骤:反射光束而离开转向镜(例如,改变转向镜的方向)。在310处,利用第二多边形镜扫描仪来扫描光束而跨越扫描路径,所述扫描路径跨越在平台上的进料的顶层。在一些情况中,第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪沿着相同的轴、以相同的速度,以及在相同的旋转方向上旋转。在一些情况中,第一多边形镜扫描仪和第二多边形镜扫描仪沿着相同的轴、以相同的速度,以及在相反的旋转方向上旋转。

[0079] 控制器和计算装置可实施这些操作与在本文中描述的其他的工艺和操作。如在前文中描述,控制器108可包含:连接至设备100的各种部件的一或多个处理装置。控制器108可协调操作和使得设备100进行在前文中描述的各种功能操作或步骤序列。

[0080] 在此描述的系统的控制器108和其他的计算装置部件可被实施在数字电子电路中,或被实施在计算机软件、韧体,或硬件中。举例而言,控制器可包含处理器以执行储存在计算机程序产品中(例如,在非暂时性的机器可读取储存媒体中)的计算机程序。此计算机程序(亦被熟知为程序、软件、软件应用程序,或代码)可利用任何的形式(其中包含:将所述计算机程序作为独立的程序,或作为模块、部件、子程序,或适合使用于计算环境中的其他的单元)来部署。

[0081] 在本文中描述的系统的控制器108和其他的计算装置部件可包含非暂时性的计算机可读取媒体以储存数据对象(例如,计算机辅助设计(CAD)兼容的文件,所述文件识别针对于每一层应该沉积的进料所采用的图案)。举例而言,数据对象可为STL格式的文件、3D制造格式(Manufacturing Format(3MF))文件,或增材制造文件格式(Additive Manufacturing File Format(AMF))文件。此外,数据对象可以是其他的格式(例如,具有tiff、jpeg,或位图(bitmap)的格式的多个文件或具有多个层的文件)。举例而言,控制器可从远程计算机接收数据对象。在控制器108中的处理器(例如,由韧体或软件控制)可将从计算机接收的数据对象解译以产生用以控制系统100的部件而针对于每一层熔化指定的图案所必需的信号集。

[0082] 如先前所述,增材制造系统100包含:控制器108。控制器108经配置以使得光源120在超过50%的跨越进料110的层进行光束扫描的时间中产生光束,其中跨越进料110的层产生连续线。控制器108经配置以在第一多边形镜扫描仪204a与第二多边形镜扫描仪204b之间的过渡期间将光束114关闭。控制器108包含:储存可由在控制器108内的微处理器执行的指令的计算机可读取储存媒体。所述指令包含以下所述。利用将光束引导至第一多边形镜扫描仪的光源120来产生光束114,并且利用第一多边形镜扫描仪204a来扫描光束114而跨越扫描路径206,所述扫描路径206跨越在平台102上的进料110的顶层。将光束114引导至第二多边形镜扫描仪204b,并且利用第二多边形镜扫描仪204b来扫描光束114而跨越扫描路径206,所述扫描路径206跨越在平台102上的进料110的顶层。

[0083] 金属和陶瓷的增材制造的处理条件明显地与塑料的处理条件不同。举例而言,大体上,金属和陶瓷需要明显较高的处理温度。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,并且设备可能不相同。然而,在此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 (polyetheretherketone, PEEK)、聚醚酮酮 (polyetherketoneketone, PEKK), 及聚苯乙烯)。

[0084] 虽然此公开包含许多的特定的实施细节, 但这些不应该被解释为对要求保护的范围作出限制, 而是作为特定于具体的实施的特征的描述。在此公开中且于单独的实施的情境下描述的某些特征亦可在单个实施中以组合的方式实现。相反, 在单个实施的情境中描述的各种特征亦可在多个实施中以单独的方式或以任何的适当的子组合的方式实现。此外, 尽管在前文中可将特征描述为以某些组合的方式发挥作用 (甚至在最初的时候作如此的声明), 来自要求保护的组合的一或多个特征可在一些情况下从组合中去除, 并且所要求保护的组合可针对于子组合或子组合的变化。

[0085] 类似地, 虽然操作在图中是以特定的次序来描绘, 此者不应被理解为要求此些操作以所显示的特定的次序或以循序的次序来执行, 或所有示出的操作被执行, 以达成所欲的结果。此外, 前文中描述的在实施中的各种系统部件的分离不应被理解为在所有的实施中都需要这种分离, 并且应理解到所描述的程序组件和系统大体可以一起整合在单个产品中或被包装至多个产品中。

[0086] 因此, 已经描述了主题的特定的实施。其他的实施是在后续的权利要求书的范围内。

[0087] • 视情况, 增材制造系统100的一些部件 (例如, 建构平台102和进料传递系统) 可被壳体包封住。壳体可 (例如) 允许在壳体腔室内保持真空环境 (例如, 大约1Torr或更低的压力)。或者, 腔室的内部可以是: 大致上为纯的气体 (例如, 已经被过滤而去除颗粒的气体, 或腔室可与大气连通)。纯的气体可以构成惰性气体 (例如, 氩气、氮气、氦气, 及混合的惰性气体)。

[0088] • 此公开的方面可适用于其他的多边形激光应用中 (例如, 标记和3D扫描)。

[0089] • 在另一个可能的配置中, 第二多边形可以反向旋转以实现往复的扫描图案, 而不是单向图案。

[0090] 在一些情况中, 在权利要求书中引述的动作可以不同的次序来执行, 并且仍然达成所欲的结果。此外, 在附图中描绘的工艺并不必然地要求所显示的特定的次序, 或循序的次序, 以达成所欲的结果。

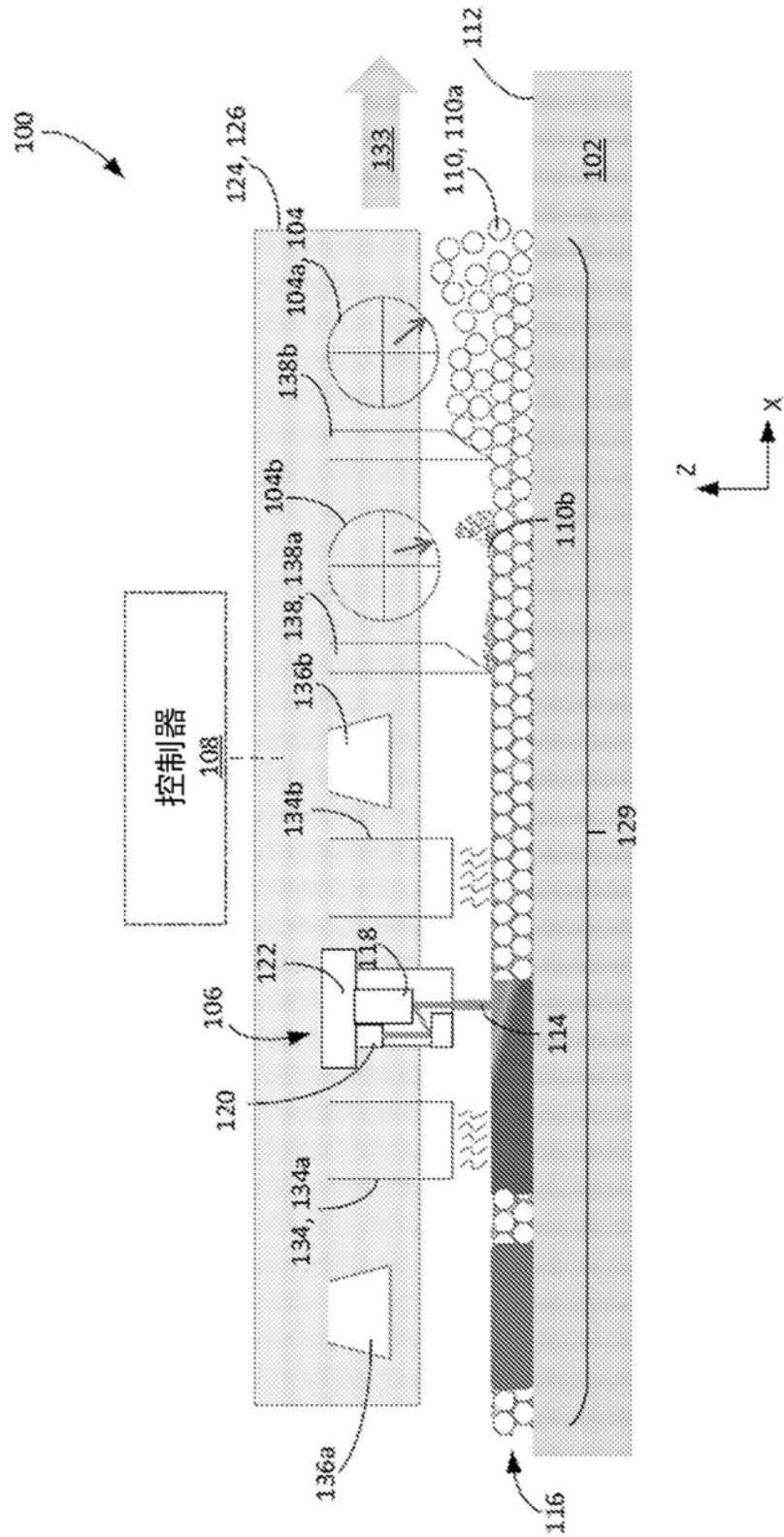


图1A

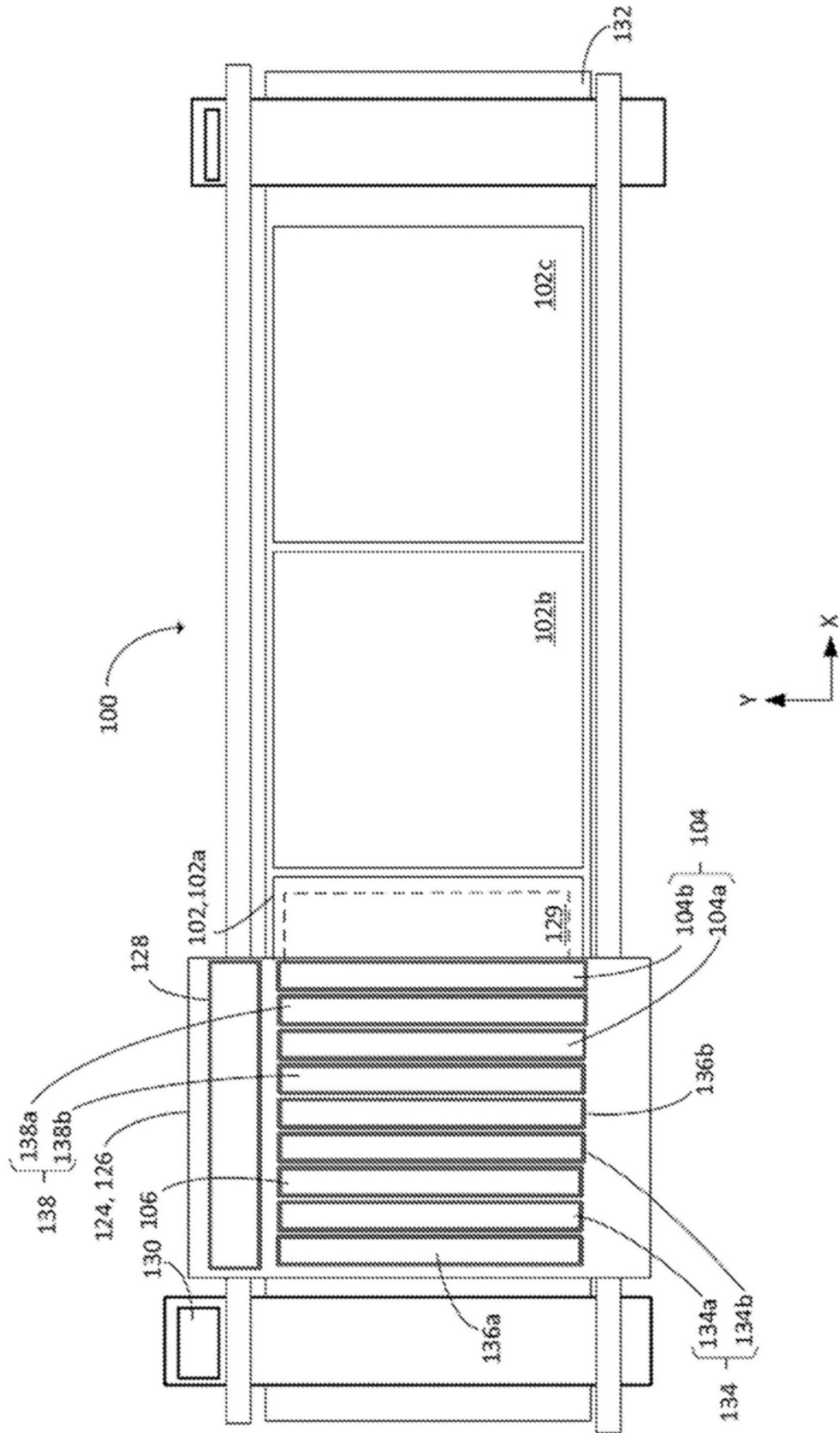


图1B

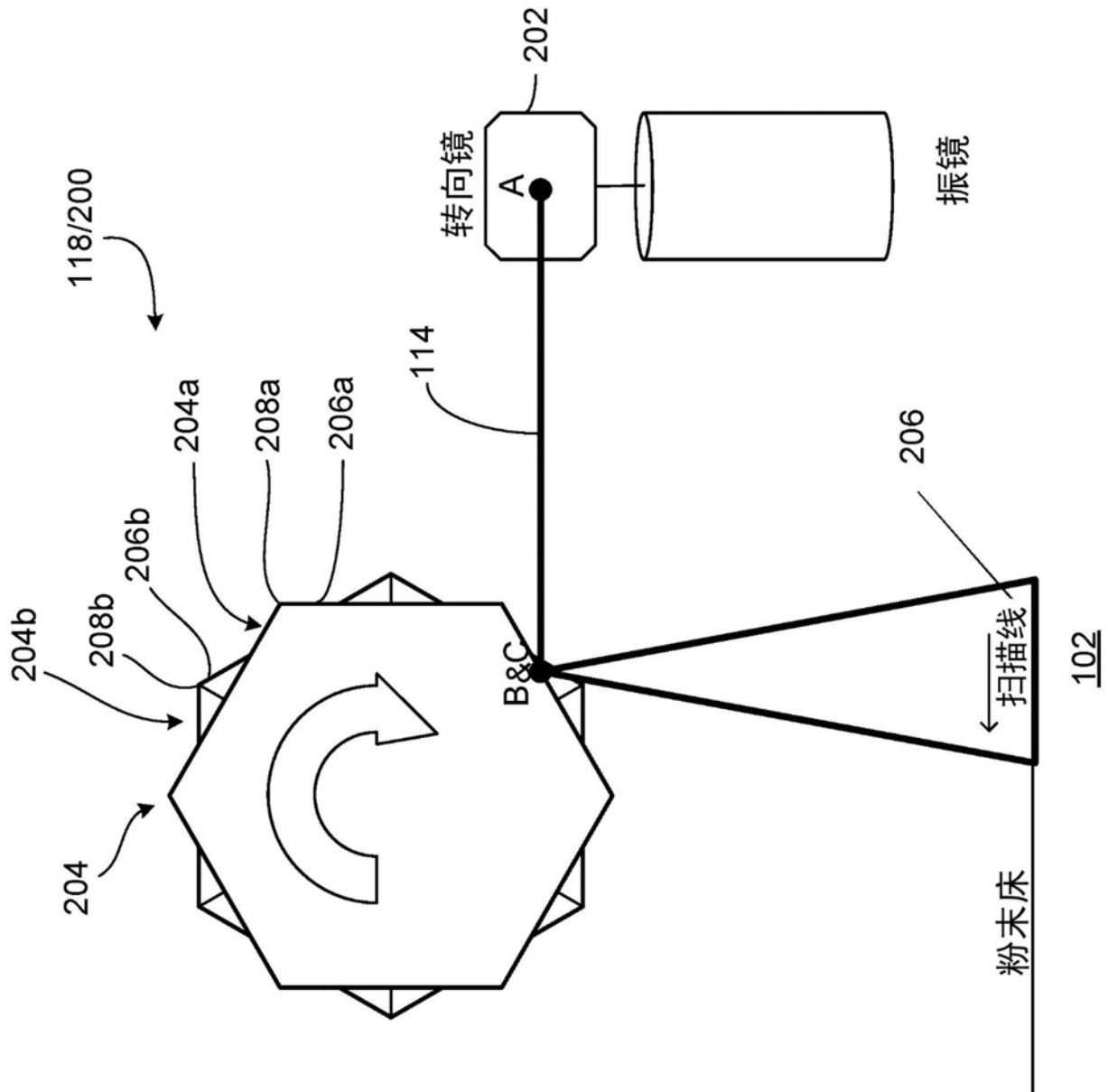


图2A



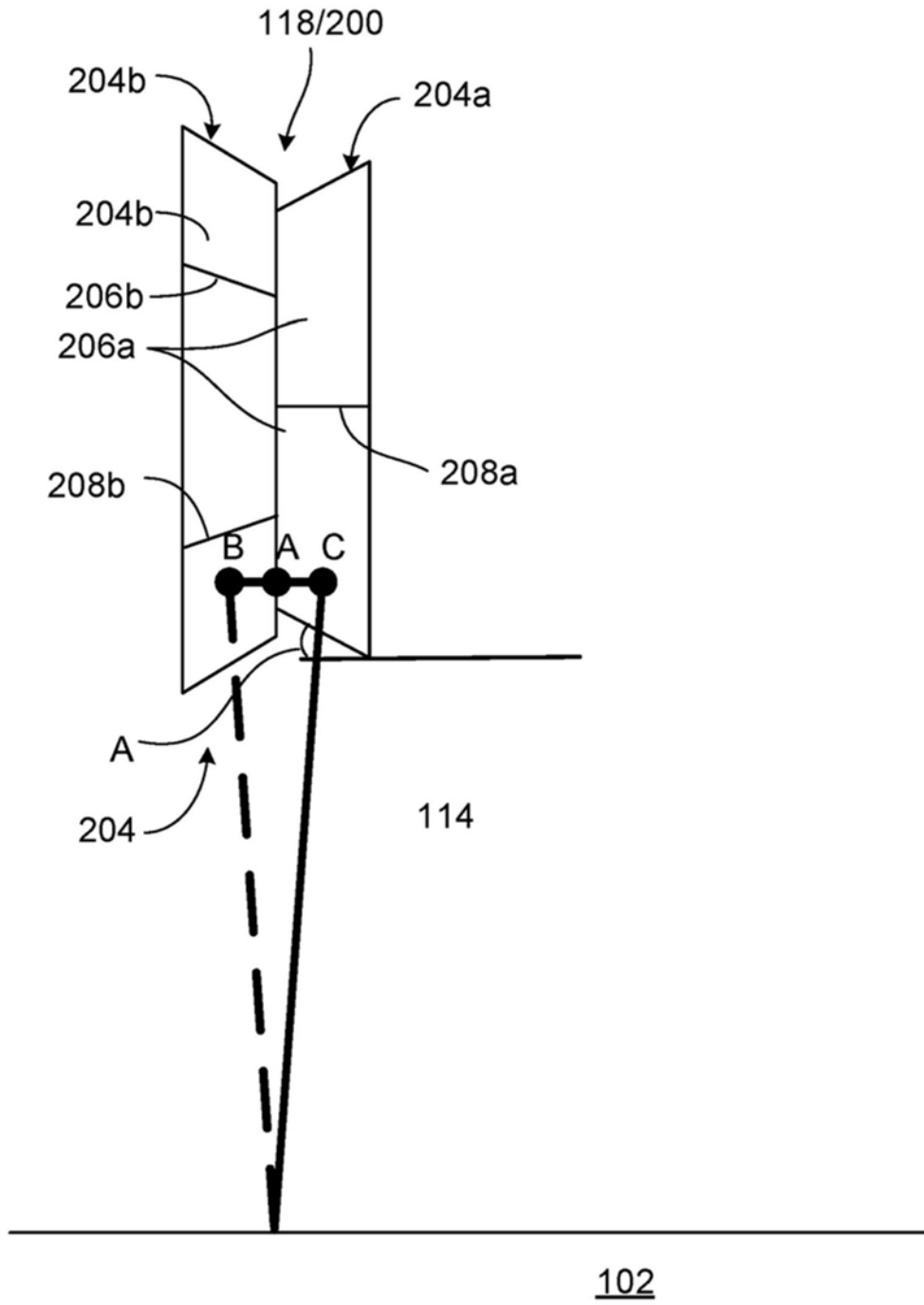


图2C

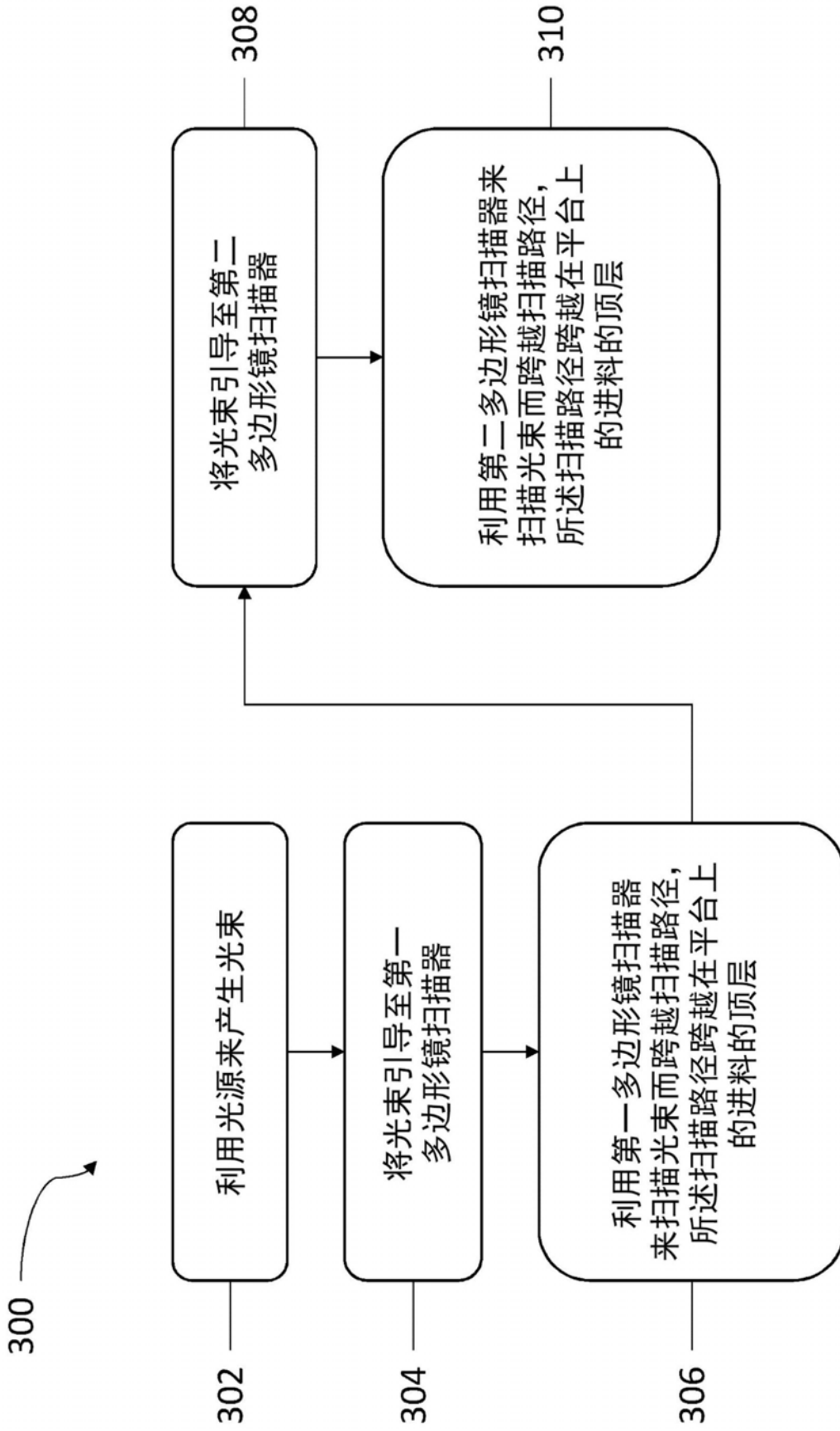


图3