



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110214075 A

(43)申请公布日 2019.09.06

(21)申请号 201780078054.1

(74)专利代理机构 北京彩和律师事务所 11688

(22)申请日 2017.12.15

代理人 闫桑田 刘磊

(30)优先权数据

(51)Int.Cl.

2016/08320 2016.12.18 ZA

B29C 64/153(2006.01)

2016/08321 2016.12.18 ZA

B29C 64/364(2006.01)

B29C 64/295(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.06.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2017/057992 2017.12.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/109735 EN 2018.06.21

(71)申请人 CSIR公司

地址 南非比勒陀利亚

申请人 AEROSUD创新中心有限公司

(72)发明人 M·韦尔默朗 D·R·普罗伊斯勒

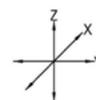
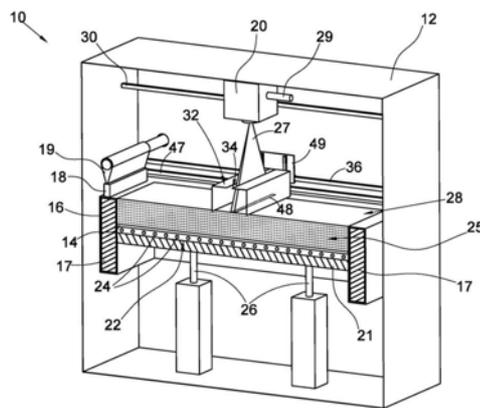
权利要求书4页 说明书22页 附图40页

(54)发明名称

在增材制造设备中对材料进行预热

(57)摘要

本发明公开了一种增材制造设备。所述设备包括构建平台,扫描单元和预热装置。将材料可操作地沉积在所述构建平台上以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域。扫描单元配置为,将经沉积的材料固结在所述材料床的表面上扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域。所述预热装置配置为,将能量基本上聚焦到所述扫描区域中的材料床的表面上而不是在所述材料区域的其余部分。还公开了一种在增材制造设备中预热材料的方法、一种通过增材制造形成物体的方法以及一种用于增材制造设备的预热装置。



1. 一种增材制造设备,其包括:

构建平台,在所述构建平台上可操作地沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域;

扫描单元,配置为,将经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域;以及

预热装置,其配置为,将能量基本上聚焦在所述扫描区域中的材料床表面上,而不是在所述材料区域的其余部分中。

2. 根据权利要求1所述的增材制造设备,其中,所述预热装置配置为,将能量聚焦到预热地区的材料床表面上,所述预热地区与所述扫描区域基本上重合。

3. 根据权利要求1或2所述的增材制造设备,其中,一方面所述构建平台,与另一方面所述扫描单元和所述预热装置能够在平行于所述材料床表面的方向上相对于彼此移位。

4. 根据权利要求1或3所述的增材制造设备,其中,所述扫描单元和所述预热装置可相对于彼此移位,以许可所述预热装置的预热地区基本上与所述扫描区域重合。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的增材制造设备,其中,所述扫描区域基本上为二维条带的形式。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的增材制造设备,其中,所述扫描单元是二维扫描单元,所述二维扫描单元配置为,提供或引导能量束用于固结经沉积的材料。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的增材制造设备,其包括移动装置,由此所述构建平台和所述扫描单元可相对于彼此移动。

8. 根据权利要求7所述的增材制造设备,其中,一方面,所述扫描单元和所述预热装置相对于彼此固定,另一方面,所述扫描单元和所述预热装置与所述构建平台在平行于所述材料床的方向上可相对移位,由此允许所述扫描区域沿着所述增材制造设备的X轴线和/或Y轴线移动。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的增材制造设备,其中,所述预热装置包括电磁辐射能量源。

10. 根据权利要求9所述的增材制造设备,其中,所述预热装置包括配置为照射所述扫描区域的一个二极管激光器阵列或多个二极管激光器阵列,。

11. 根据权利要求9所述的增材制造设备,其中,所述预热装置包括至少一个灯和反射器装置,所述反射器装置配置为,在使用中将来自所述灯的辐射聚焦到所述扫描区域上。

12. 根据权利要求11所述的增材制造设备,当从属于权利要求6时,其中所述预热装置包括至少两个红外灯,所述灯安装在所述扫描区域的相对侧上,使得来自所述扫描单元的能量束在所述灯之间通过。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的增材制造设备,其包括至少一个材料沉积装置,所述材料沉积装置配置为,将粉末材料层沉积到所述构建平台上以形成所述材料床。

14. 根据权利要求13所述的增材制造设备,其包括至少一个材料进料机构,所述材料进料机构配置为,在使用中用粉末材料再填充所述至少一个材料沉积装置。

15. 根据权利要求13或14所述的增材制造设备,其中所述预热装置相对于所述构建平台能够可操作地向上移位,以为所述材料沉积装置提供间隙,以在所述预热装置和所述材料床之间通过,以沉积出材料。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的增材制造设备,其包括至少一个抽取装置,所述抽取装置具有用于抽取在使用中产生的蒸汽和/或飞溅物的抽取端口,其中所述至少一个抽取端口位于所述预热装置一侧或相对侧,以从所述扫描区域抽取蒸汽和/或飞溅物。

17. 根据权利要求16所述的增材制造设备,当从属于权利要求11或12时,其中所述抽取端口位于所述至少一个反射器装置的至少一个中。

18. 根据权利要求16所述的增材制造设备,当从属于权利要求15时,其中所述抽取装置附接到所述预热装置或与所述预热装置成一体,并且相对于所述构建平台能够可操作地向上移位,以为所述材料沉积装置提供间隙,以在所述抽取装置和所述材料床之间通过,以沉积出材料。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的增材制造设备,其包括至少一个温度传感器,其用于测量由所述预热装置在所述材料床的表面处或接近所述材料床的表面提供的聚焦地区的表面温度,其中所述预热装置的加热水平能够基于由至少一个温度传感器所测量的温度来调节。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的增材制造设备,其包括平台移位装置,由此所述构建平台能够可操作地竖直移位。

21. 根据前述权利要求中任一项所述的增材制造设备,其中,所述设备包括多个预热装置。

22. 根据权利要求21所述的增材制造装置,其中,所述预热装置沿着所述设备的X轴线间隔开。

23. 一种增材制造设备,其包括:

构建平台,在所述构建平台上可操作地沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域;

扫描单元,配置为,将经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域;以及

预热装置,其配置为,在所述预热地区中将能量聚焦到所述材料床的材料表面上,所述构建平台和所述预热装置能够相对移位,以许可所述扫描区域和所述预热地区重合。

24. 一种在增材制造设备中预热材料的方法,所述方法包括以下步骤:

在构建平台上沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域;

提供扫描单元,配置为,将经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域;以及

通过将能量基本上聚焦在所述扫描区域而不是所述材料区域的其余部分上,使用预热装置预热包含在所述扫描区域中的材料。

25. 根据权利要求24所述的方法,其中,所述预热装置将能量聚焦在预热地区中的所述材料床的表面上,所述预热地区基本上与所述扫描区域重合。

26. 根据权利要求24或25所述的方法,所述方法包括,使一方面所述构建平台,与另一方面所述扫描单元和所述预热装置在平行于所述材料床表面的方向上相对移位。

27. 根据权利要求24或26所述的方法,当从属于权利要求24时,所述方法包括,使所述扫描单元和所述预热装置相对于彼此移位,以许可所述预热装置的预热地区基本上与所述扫描区域重合。

28. 根据权利要求23至27中任一项所述的方法,其包括:

将所述材料区域分成多个二维条带,每个条带的面积通常等于所述扫描区域的面积;
以及

当所述预热装置和构建平台相对于彼此移动时,使用所述预热装置一次预热所述材料区域一个二维条带。

29. 根据权利要求28所述的方法,其包括,在预热特定条带之后,在预热下一条带之前,将包含在所述条带中的材料固结。

30. 根据权利要求28或29所述的方法,其包括,在使所述预热装置和所述构建平台相对于彼此移位期间,基本上连续地进行材料固结和预热。

31. 一种在增材制造设备中预热材料的方法,所述方法包括以下步骤:

在构建平台上沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域;

提供扫描单元,配置为,将沉积材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域;以及

使预热装置和所述构建平台相对于彼此移位,所述预热装置配置为,在预热地区中将能量聚焦到所述材料床的表面上,其中所述预热装置和所述构建平台相对移位,使得所述扫描区域和所述预热地区重合。

32. 一种通过增材制造形成物体的方法,所述方法由根据权利要求1至21中任一项所述的增材制造设备进行,并且包括以下步骤:

在构建平台上相继地沉积出多层材料以形成材料床;以及

使用扫描单元固结每个经沉积的材料层的一个或多个部分,每个经固结的部分对应于所述物体的特定横截面或二维切片,

其中,为了固结至少一些所述部分,将特定层分成较小的二维条带,并且分别使用所述预热装置和所述扫描单元对所述层一次预热和固结一个二维条带。

33. 根据权利要求32所述的方法,其中所述沉积和固结是完全地或部分地同时进行的。

34. 根据权利要求32或33所述的方法,其中,为了固结至少一些所述层,一方面所述构建平台,与另一方面所述扫描单元和所述预热装置在与所述材料床表面平行的方向上相对于彼此移位。

35. 一种用于增材制造设备的预热装置,所述增材制造设备包括构建平台,在所述构建平台上可操作地沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域,并且所述增材制造设备还包括扫描单元,所述扫描单元配置为将经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域,其中所述预热装置包括至少一个预热元件和至少一个反射器装置或聚焦装置,所述反射器装置或聚焦装置配置为将来自所述预热元件的能量基本上聚焦到所述扫描区域中而不是所述材料区域的其余部分。

36. 一种用于增材制造设备的预热装置,所述增材制造设备包括构建平台,在所述构建平台上可操作地沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域,并且所述增材制造设备还包括扫描单元,所述扫描单元配置为将经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域,其中所述预热装置包括至少一个预热元件和至少一个反射器或聚焦装置,所述反射

器或聚焦装置配置为将来自所述预热元件的能量聚焦到预热地区中的材料床的材料表面上,所述构建平台和所述预热装置能够相对移位,以许可所述扫描区域和所述预热地区重合。

37. 根据权利要求35或36所述的预热装置,其中,所述至少一个预热元件是至少一个灯或至少一个激光二极管。

在增材制造设备中对材料进行预热

技术领域

[0001] 广义地,本发明涉及增材制造。更具体地,本发明涉及一种增材制造设备以及一种在增材制造设备中对材料进行预热的方法。本发明还涉及一种通过增材制造形成物体的方法以及一种用于增材制造设备的预热装置。

背景技术

[0002] 增材制造(AM)是指用于合成三维物体(以下简称为“物体”或“部件”)的各种工艺。某些AM技术有时被称为“3D打印”。

[0003] 在AM中,通常通过将三维计算机辅助设计(CAD)模型数字切片成二维的层或图样来制造部件。然后通过固化,固结,熔化或以其他方式由原材料形成这些层来制造这些层,所述原材料通常为粉末或流体的形式。为方便起见,术语“固结”或简单地“形成”会在下文中用于指这样的层的形成,无论形成层的具体方式如何。

[0004] 在AM中,部件可以由多种原材料生产,诸如金属、聚合物、陶瓷、树脂和石膏。此外,使用多种技术来固结层,包括激光,电子束,粘合剂和热模块。

[0005] 许多AM工艺采用激光或电子束来最终将层中的材料床的材料固结以形成所需部件。在基于激光的工艺中,激光由扫描单元基于CAD模型的几何形状引导,以确保以正确的方式固结所需的层。所述材料床支撑在构建平台上,随着所述物体的每个新层的固结,所述构建平台逐渐降低。然后在扫描下一层之前,将新的材料层添加到材料床中以固结粉末并将其熔合到前一层上。

[0006] AM可以提供优于传统制造方法的许多优点。这些优点包括了制造高度复杂的部件的能力,所述能力允许了减轻重量,带有集成的移动组件的部件,经改进的冷却,将更多功能集成到部件中以及减少部件数量。由于原材料可重复使用以及不需要使用工具,所述工艺还确保了相对较低的材料浪费。

[0007] 在将原材料固结为最终形式之前,AM中通常采用预热策略来提高原材料的温度。可以使用预热以试图确保更容易地加工和/或以更高的速率加工材料,或者在固结之前从材料中除去水分。水分的存在可以导致物体中的多孔性和/或其他缺陷。

[0008] 此外,当使用能量束制造AM部件时,由于焊池的凝固收缩和大的热梯度,会在所述材料中形成残余应力。在某些材料中,这种残余应力相对较高,并且,在制造更大的部件时,可导致所述部件扭曲和/或断裂。可以将材料预热,以防止、减轻或者缓解此类应力。

[0009] 现已发现,广义上,就在AM系统中进行预热而言,存在三种方式。

[0010] 第一种方式通常称为“整体预热(bulk preheating)”。在整体预热中,通过将加热源定位在材料床的外部末端处或者材料床的外部末端的临近处来提高构建平台上的材料床的温度。通过传导的方式发生透过材料床的热传递,在热源位于构建平台下方的情况下,也透过已经经过固结的层。

[0011] 可以识别出与整体预热相关的诸多缺点。这种方式要求相对高的能量输入、高质量的隔热性以及热源基本上连续的控制。需要主动控制,以建立和维持所需的预热特性。

鉴于在使用的材料床中缺乏一致性(一些区域是固结的并且一些区域是粉末形式的),因此难以在疏松材料中(bulk material)保持恒定的温度。

[0012] 已经发现,给定加热源的位置会是有问题的。由于粉末的热损失和导热性差,材料床中的温度在靠近热源处比在远离热源的位置处更高。当加热源位于材料床的下方和/或侧面时,材料床的底部和/或侧面会具有比实际需要预热的材料床表面更高的温度。

[0013] 如果加热源的温度保持恒定,则材料床表面的温度将随着材料床体积的增加而逐渐降低。为了保持材料床表面的温度恒定,必须逐渐增加热源的温度。已经发现,当使用整体预热技术时,材料床中的至少一些材料可以被加热到其理想的预热温度以上,以确保表面温度保持在理想温度。这会对某些材料产生不利影响。例如,如果很长一段时间保持过高的温度,则会发生材料床中未固结粉末的烧结,从而防止粉末随后的再循环。这种过高的温度也会导致某些金属(诸如钛或铝)上的氧化物生长。

[0014] 第二种常见的预热方式称为“表面预热”。在表面预热中,通常通过电磁辐射将能量供应到材料床的表面。表面预热系统一般包括电阻加热元件或非聚焦红外(IR)技术。

[0015] 供应到材料床表面的能量被在表面吸收并转化为热量。然后通过传导加热材料床的其余部分的至少一部分。已经发现,与整体预热相比,表面预热通常提供了一种提高材料床表面温度的更节能的方法。

[0016] 然而,现有的表面预热系统也存在许多缺点。同样,鉴于材料床中缺乏一致性,在操作期间,材料床中可能形成温度梯度,特别是在固结区域和粉末区域之间。需要主动控制来建立和维持所需的预热温度。由于是对材料床的整个表面加热,需要相对大的热容量来达到所需的温度。

[0017] 此外,由于对流和辐射对环境的损失,会发生高能量损失,这转而导致高能量耗费。高能量损失在AM设备中生成不需要的热量,这会对所述设备的组件有害。如上所述,将原料的温度长时间保持在高水平也会对某些材料的材料特性有害。

[0018] 还发现,可能难以在材料床的整个表面上保持恒定的温度,这是因为会需要以不干扰能量束的方式布置加热源(由扫描单元递送)以固结材料。

[0019] 第三种预热方法是在沉积之前或之后立即预热粉末原料。粉末在粉末沉积装置内加热,或者当粉末从粉末沉积装置沉积时,加热经沉积粉末的条带。

[0020] 第三种方法的优点是通常需要较少的能量,因为材料仅在需要时才被加热。其缺点在于粉末通常以非常薄的层沉积,而且,经加热的粉末的温度在加热后甚至可能在固结之前就趋于迅速下降。

[0021] 除了上述之外,已经发现,当使用现有的方式时,蒸汽和飞溅物的去除可能是困难的。由于能量束与粉末床材料的相互作用,会产生蒸汽和飞溅物。被称为“飞溅物”的大颗粒会干扰粉末层的沉积并导致层厚度的不规则。被称为“蒸汽”的较小颗粒在较长时间段内保持空气传播,并且可能通过散射和吸收辐射阻止能量传递至材料床。如果蒸汽很大程度地积聚,可能会导致火灾甚至爆炸。因此,去除飞溅物和蒸汽是重要的,而且,要提高其效率的需求已经得到确认。

[0022] 本发明可以至少在某种程度上改善这些问题中的一些。

发明内容

[0023] 根据本发明的第一方面,提供了一种增材制造设备,其包括:

[0024] 构建平台,在所述构建平台上可操作地沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域;

[0025] 扫描单元,配置为,将经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域;以及

[0026] 预热装置,其被配置为将电磁能基本上聚焦在扫描区域上而不是在材料区域的其余部分中。

[0027] 所述预热装置可以配置为,在预热地区将能量聚焦到材料床的表面上,所述预热地区基本上与扫描区域重合。

[0028] 一方面所述构建平台,与另一方面所述扫描单元和所述预热装置能够在平行于材料床表面的方向上相对于彼此移位。

[0029] 扫描单元和预热装置能够相对于彼此移位,以许可预热装置的预热地区基本上与扫描区域重合。

[0030] 所述扫描区域基本上可以是二维条带的形式。所述条带的长度可以大于其宽度。所述条带可以具有沿着所述设备的X轴线在构建平台的整个宽度上延伸的长度。沿所述设备Y轴线的条带宽度可以是能量束的光斑尺寸的至少两倍。所述条带沿Y轴线的宽度可以在0.1mm和100mm之间。所述扫描区域也可以相对于X轴线或Y轴线倾斜,以例如提供用于剖面线的成角度的扫描线。

[0031] 所述扫描单元可以是二维扫描单元。所述扫描单元可以提供或引导能量束,诸如激光束,用以固结材料。

[0032] 所述设备还可以包括移动装置,由此,所述构建平台和所述扫描单元可相对于彼此移动,例如在Y轴线上移动。在一个实施方式中,所述扫描单元和所述预热装置相对于彼此固定,并且所述构建平台能够相对于所述扫描单元和所述预热装置在平行于材料床表面的方向上移位。在本发明的另一个实施方式中,所述扫描单元和所述预热装置能够相对于所述构建平台一起移位。这样,所述扫描区域能够在所述材料区域内移动。因而,所述移动装置可以许可所述扫描区域沿着所述设备的Y轴线移动。

[0033] 在一些实施方式中,所述扫描单元和所述预热装置也可以沿X轴线相对于所述构建平台移动。

[0034] 或者,所述扫描单元能够沿X轴线移动,同时所述预热装置沿X轴线受到固定,但是放大,并且仅能够沿Y轴线移动。

[0035] 所述预热装置可以包括电磁辐射能量源。

[0036] 在一些实施方式中,所述预热装置可以由配置为对扫描区域进行照射的一个二极管激光器阵列或多个二极管激光器阵列来提供。所述激光器可以沿着所述设备的X轴线布置。

[0037] 光束整形光学器件可以用于在扫描区域上提供基本上均匀的能量分布。

[0038] 在另外的实施方式中,所述预热装置可以由至少一个灯和一个反射器装置来提供,其配置为在使用中将来自所述灯的辐射聚焦到所述扫描区域上。所述至少一个灯可以是红外灯。所述至少一个灯可以是一组或多组灯。

[0039] 所述预热装置可以包括两个红外灯,所述灯安装在所述扫描区域的相对侧上,使得来自所述扫描单元的能量束在所述灯之间通过。所述反射器装置可以由一个或多个镜子来提供。所述一个或多个镜子可以具有任何合适的几何形状。在一些实施方式中,当在设备的Y-Z平面中观察时,所述一个或多个镜子可以具有椭圆形顶点区域,其用于将来自灯的辐射聚焦到所述扫描区域上。

[0040] 所述反射器装置还可以包括一个或多个平坦的直立侧反射器,其配置为利用由灯沿其纵轴线发射的辐射。

[0041] 所述预热装置可以配置为提供辐射并沿着所述设备的X轴线将辐射聚焦到聚焦地区上。所述聚焦地区可以是沿着所述扫描区域的宽度的中心延伸的条带。所述预热装置,例如其灯或镜子,可以是能够调节的,以许可一个或多个聚焦地区能够相对于所述扫描区域移动。

[0042] 所述预热装置可以限定开口,能量束通过所述开口被引导到所述材料床上。沿X轴线的开口的长度可以至少是所述扫描区域的长度。沿着所述Y轴线的开口的宽度可以是所述扫描区域的宽度的至少两倍,以允许在沿着所述Y轴线移动所述扫描单元的同时扫描整个条带。

[0043] 所述设备还可以包括至少一个材料沉积装置,其配置为将粉末材料层沉积到所述构建平台上以形成所述材料床。所述设备还可以包括至少一个材料进料机构,所述材料进料机构配置为,在使用中用粉末材料再填充至少一个材料沉积装置。

[0044] 所述预热装置能够沿Z轴线和/或相对于所述构建平台可操作地向上移位,以在材料沉积时为材料沉积装置提供间隙以在所述预热装置和所述材料床之间通过。

[0045] 所述增材制造设备可以包括至少一个抽取装置,所述抽取装置具有用于抽取在使用中产生的蒸汽和/或飞溅物的抽取端口。所述抽取端口可以位于预热装置的一侧或两侧(即相对侧),以从所述扫描区域抽取蒸汽和/或飞溅物。在一个实施方式中,一个或多个抽取端口设置在或位于反射器装置中,并且所述设备可以包括流控制器,配置为,调节所述抽取端口之间的气体流动的方向。

[0046] 在一些实施方式中,所述设备可以包括位于所述扫描区域的一侧的抽取端口(沿着所述设备的Y轴线截取),以及位于所述扫描区域的另一侧的管口,其用于将气体吹扫到所述扫描区域中通过抽取端口排出的地域。

[0047] 所述抽取装置可以连接到所述预热装置或与所述预热装置成一体,并且可以沿所述设备的Z轴线可操作地向上移位,以提供间隙使材料沉积装置在抽取装置和材料床之间通过,以沉积出材料。

[0048] 所述抽取装置可以包括在其一侧或两侧上的抽取构件,其中所述抽取构件包括抽取端口和管口,所述抽取端口和管口配置为,在操作期间位于所述扫描区域的一个或两个(即,相对侧)。

[0049] 在抽取装置包括在其相对侧上的抽取构件的情况下,所述抽取构件可以同时地或单独地操作。可以调节抽取构件,以在使用中反转抽取的方向(抽取方向)。

[0050] 所述设备还可以包括至少一个温度传感器,其用于测量由预热装置在材料床表面处或接近材料床表面提供的聚焦地区的表面温度。在使用中,可以基于由所述温度传感器测量的温度连续地或周期性地调节所述预热装置的加热水平。

[0051] 所述设备可以包括多个预热装置,例如,沿所述设备的X轴线间隔开的装置。相邻的预热装置可以沿所述Y轴线相对于彼此略微偏移。所述预热装置可以沿着所述Y轴线相对于所述构建平台一起或彼此独立地移动。

[0052] 所述设备可以包括平台移位装置,由此,所述构建平台能够竖直移位。

[0053] 根据本发明的另一方面,提供了一种增材制造设备,其包括:

[0054] 构建平台,在所述构建平台上可操作地沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域;

[0055] 扫描单元,配置为,将经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域;以及

[0056] 预热装置,其配置为,在所述预热地区中将能量聚焦到所述材料床的材料表面上,所述构建平台和预热装置能够相对移位,以许可所述扫描区域和所述预热地区重合。

[0057] 根据本发明的另一方面,提供了一种在增材制造设备中预热材料的方法,所述方法包括以下步骤:

[0058] 在构建平台上沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域;

[0059] 提供扫描单元,配置为,将经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域;以及

[0060] 使用预热装置预热包含在所述扫描区域中的材料,所述预热装置配置为将能量基本上聚焦到所述扫描区域而不是所述材料区域的其余部分。

[0061] 根据本发明的另一方面,提供了一种在增材制造设备中预热材料的方法,所述方法包括以下步骤:

[0062] 在构建平台上沉积出材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域;

[0063] 提供扫描单元,配置为,将经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域;以及

[0064] 使预热装置和所述构建平台相对于彼此移位,所述预热装置配置为,在所述预热地区中将能量聚焦到所述材料床的表面上,其中所述预热装置和所述构建平台相对移位,使得所述扫描区域和所述预热地区重合。

[0065] 所述方法可以包括以下步骤:

[0066] 将所述材料区域分成多个二维条带,每个条带的面积通常等于所述扫描区域的面积;以及

[0067] 当所述预热装置和构建平台相对于彼此移动时,使用所述预热装置一次预热材料区域一个二维条带。

[0068] 所述方法可以包括,在预热特定条带之后,在预热下一条带之前固结条带中包含的材料。

[0069] 所述方法还可以包括基本上连续的固结和材料的预热,同时使所述预热装置和所述构建平台相对于彼此移位,例如沿Y轴线。

[0070] 所述方法可以包括使一方面所述构建平台,与另一方面所述扫描单元和所述预热装置相对于彼此移动,以许可来自所述扫描单元的能量束到达所述扫描区域,因而到达材料以使其固结。

[0071] 根据本发明的另一方面,提供了一种通过增材制造形成物体的方法,所述方法由

如上所述的增材制造设备进行,并包括以下步骤:

[0072] 在所述构建平台上相继地沉积出多层材料以形成材料床;以及

[0073] 使用所述扫描单元固结经沉积的材料层的一个或多个部分,每个经固结的部分对应于所述物体的特定横截面或二维切片,

[0074] 其中,为了固结至少一些所述部分,将特定层分成较小的二维条带,并且分别使用所述预热装置和扫描单元对所述层一次预热和固结一个二维条带。

[0075] 沉积和固结的步骤可以至少部分地同时执行。

[0076] 一旦所述构建平台和/或材料床的一部分涂覆有材料并且可以在沉积材料时引发,则可以引发固结步骤。

[0077] 在一些实施方式中,为了固结所述层的至少一些,一方面构建平台与另一方面所述扫描单元和所述预热装置在平行于所述材料床的表面的方向上相对于彼此移位。

[0078] 所述扫描单元和所述构建平台可以相对于彼此移动,同时扫描二维条带中所述物体的部分,由此许可连续扫描。

[0079] 所述扫描单元和所述构建平台之间的相对移动的速率可以根据扫描任何特定二维条带所花费的时间而变化。

[0080] 所述方法可以包括,在沉积出特定材料层并固结所述经沉积的层之后,在沉积另一层材料以进行固结之前,使构建平台沿着Z轴线逐渐移动远离所述扫描单元。

[0081] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于增材制造设备的预热装置,所述增材制造设备包括构建平台,在所述构建平台上可操作地沉积材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域,而且所述增材制造设备还包括扫描单元,其配置为将所述经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域,其中所述预热装置包括:至少一个预热元件和至少一个反射器或聚焦装置,所述反射器或聚焦装置配置为将来自所述预热元件的能量基本上聚焦到所述扫描区域而不是所述材料区域的其余部分。

[0082] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于增材制造设备的预热装置,所述增材制造设备包括构建平台,在所述构建平台上可操作地沉积材料以形成材料床,所述材料床的表面限定出材料区域,而且所述增材制造装置还包括扫描单元,其配置为将所述经沉积的材料固结在所述材料床表面上的扫描区域中,其中所述扫描区域形成所述材料区域的一部分并且大大小于所述材料区域,其中所述预热装置包括:至少一个预热元件和至少一个反射器或聚焦装置,所述反射器或聚焦装置配置为将来自所述预热元件的能量聚焦到所述预热地区中的材料床的材料表面上,所述构建平台和所述预热装置能够相对移位以许可所述扫描区域和所述预热地区重合。

[0083] 至少一个预热元件可以是至少一个灯或至少一个激光二极管。

附图说明

[0084] 现在将参考附图通过示例进一步描述本发明。

[0085] 附图中:

[0086] 图1是根据本发明的增材制造设备的第一实施方式的截面的三维视图;

[0087] 图2是图1的增材制造设备的正面剖视图;

- [0088] 图3是示出图1的增材制造设备的控制系统的功能组件的框图；
- [0089] 图4是根据本发明的增材制造设备的第二实施方式的正面剖视图；
- [0090] 图5是根据本发明的增材制造设备的第三实施方式的正面剖视图；
- [0091] 图6是根据本发明的增材制造设备的第四实施方式的正面剖视图；
- [0092] 图7是根据本发明的增材制造设备的第五实施方式的三维剖视图；
- [0093] 图8是图7的增材制造设备的正面剖视图；
- [0094] 图9是根据本发明的增材制造设备的第六实施方式的正面剖视图；
- [0095] 图10是图9的增材制造设备的三维视图；
- [0096] 图11是根据本发明的增材制造设备的第七实施方式的正面剖视图；
- [0097] 图12是图11的增材制造设备的三维视图；
- [0098] 图13是根据本发明的增材制造设备的第八实施方式的正面剖视图；
- [0099] 图14-15是根据本发明的增材制造设备的第九实施方式的三维剖视图；
- [0100] 图16-17是根据本发明的增材制造设备的第十实施方式的三维剖视图；
- [0101] 图18-19是根据本发明的增材制造设备的第十一实施方式的三维剖视图；
- [0102] 图20-25示出了当使用根据本发明的增材制造设备时可以采用的扫描策略；
- [0103] 图26是表示本发明的增材制造设备的第十二实施方式的正面剖视图；
- [0104] 图27示出了图26的增材制造设备的控制系统的功能组件的框图；
- [0105] 图28是根据本发明的增材制造设备的预热装置和扫描单元的实施例的三维概念图；
- [0106] 图29是图28的预热装置和扫描单元的前视图；
- [0107] 图30是图28的预热装置和扫描单元的侧视图；
- [0108] 图31是表示本发明的增材制造设备的预热装置的实施例的前视图的概念图；
- [0109] 图32是表示本发明的增材制造设备的其他预热装置的实施例的前视图的概念图；
- [0110] 图33是根据本发明的增材制造设备的另一预热装置的实施例的三维概念图；
- [0111] 图34是根据本发明的增材制造设备的另一预热装置的实施例的三维概念图；
- [0112] 图35是表示本发明的增材制造设备的又一预热装置的实施例的前视图的概念图；
- [0113] 图36是表示本发明的增材制造设备的还一预热装置的实施例的前视图的概念图；
- [0114] 图37是根据本发明的增材制造设备的再一预热装置的实施例的三维概念图；
- [0115] 图38是图37的预热装置的前视图；
- [0116] 图39-40是由已知的增材制造设备以及根据本发明实施方式的设备各自所采用的扫描区域的概念图；
- [0117] 图41-42是由已知的增材制造设备以及根据本发明实施方式的设备各自所采用的光束路径的概念图；
- [0118] 图43是根据本发明的增材制造设备的预热装置和扫描单元的三维概念图；以及
- [0119] 图44是图43的预热装置和扫描单元的前视图。

具体实施方式

[0120] 提供以下对本发明的描述作为使本发明可能的教导。相关领域的技术人员会认识到,可以对所描述的实施例进行许多改变,同时仍然获得本发明的有益结果。同样显而易

见的是,通过选择本发明的一些特征而不利用其他特征,可以获得本发明的一些所需的益处。因而,本领域技术人员会认识到,对本发明的修改和调整是可能的,并且在某些情况下甚至可能是期望的,并且是本发明的一部分。因而,提供以下描述是为了说明本发明的原理而不是对其进行限制。

[0121] 在图1和2中示出了增材制造(下文中可互换地称为“AM”和“增材制造”)设备10的第一实施方式。图1还示出了坐标系(轴线X-Y-Z),下面将参考该坐标系描述所述设备10的结构和功能。

[0122] 所述设备10包括外壳12,所述外壳容纳了构建平台14,材料容器16,材料沉积装置18,材料进料机构19,以及沿着设备的Z轴线在所述构建平台14上方间隔开的二维扫描单元20。

[0123] 所述外壳12是密封壳体,用于提供受控的处理环境。在此实施方式中,所述环境含有惰性气体。应当理解,可以采用多种环境,诸如真空室、含有惰性气体(例如氩气、氦气或氮气)的环境或者任何其他可能对工艺和/或待加工的材料有益的气体环境。

[0124] 所述构建平台14通常是平面的并且提供工作区域28,所述工作区域在由设备10的X轴线和Y轴线限定的通常水平的X-Y平面中延伸。所述构建平台14位于与加热单元22形状互补的预加热装置的顶部。所述加热单元22包括多个间隔开的加热元件24。所述加热元件可以是电阻加热元件或电感加热元件。布置所述加热元件24以在X-Y平面中形成网格。

[0125] 所述构建平台14和加热单元22可通过位于加热单元22下方的一对直线构建平台促动器26沿Z轴线竖直移位。所述构建平台促动器26沿着所述设备10的Y轴线间隔开。

[0126] 所述材料沉积装置18配置为,在所述工作区域28上行进以在所述构造平台14上沉积出粉末材料层以在使用中形成材料床25。所述材料进料机构19配置为,在层之间用粉末材料再填充所述材料沉积装置18。沉积层的厚度通常为30 μm 至1000 μm 的量级。所述材料容器16在X-Y平面中围绕构建平台14延伸。所述材料容器16具有侧壁17,所述侧壁由绝热材料绝热处理。

[0127] 隔热材料层21也设置在所述加热单元22的底侧。

[0128] 所述设备10还包括移动装置,所述移动装置包括一对平行的,竖直间隔开的扫描器导轨30,它们沿Y轴线延伸并且扫描单元20可移动地安装在所述扫描器导轨上。

[0129] 所述扫描单元20包括检流计扫描器并且配置为,以激光束的形式操纵能量束以将沉积在所述工作区域28中的粉末材料固结成固体物体,这将于下文显而易见。所述激光束的光束路径27在图1和图2示出。

[0130] 所述扫描单元20在能量源连接器29处连接到激光器(未示出)形式的能量源,并且配置为,采用运动中连续扫描。在使用中,所述扫描单元20相对于所述材料床25的位置在扫描单元20运动时用直线编码尺(未示出)不间断地测量。所述位置数据被提供到所述扫描单元20的控制系统(如图3所示),并且所述控制系统基于位置信息控制/校正扫描图案,以确保激光束被转向以精确地固结所述材料。这允许扫描单元20在运动中扫描出需要的扫描图案。下面会更详细地描述这些方面。

[0131] 扫描单元20配置为,提供具有所谓的“减小的扫描区域”的能量束。换句话说,当处于沿Y轴线的某个位置时,扫描单元20能够扫描大大小于X-Y平面中的工作区域28的二维扫描区域,因此也大大小于材料床25。如图1和2清楚所示,所述扫描区域是相对窄的条带48的

形式,其沿着所述X轴线延伸出所述构建平台14的整个宽度。在此示例性实施方式中,所述条带48具有600mm的长度和20mm的宽度。

[0132] 所述设备10还包括位于扫描单元20和工作区域28之间的壳体32。所述壳体32由矩形盒状元件形成,其具有开口的底部和在顶部的矩形开口34,在使用中能量束通过所述开口被引导到工作区域28和材料床25上。所述壳体32安装在一对平行的,水平间隔开的壳体导轨36上,所述壳体导轨沿Y轴线延伸(其中一个导轨在图中不可见,因为显示的是剖视图)。

[0133] 所述移动装置还包括直线促动器(未示出)。所述直线促动器配置为,分别沿所述扫描器导轨30和壳体导轨36同时移动扫描单元20和壳体32,使得所述扫描单元20和壳体32保持对准或对齐,以确保光束路径27总是与壳体中的开口34重合。此对准位置清楚地显示在图2中。

[0134] 在此实施例中,开口34的长度与扫描条带的长度(600mm)相同,以确保激光束可以被引导到所述材料床25上。所述开口34的宽度应该至少是所述扫描条带宽度的两倍,以确保在所述扫描单元20运动时可以完全地扫描所述条带,而所述壳体32不会干扰光束路径27。在所述实施例中,所述开口34的宽度为50mm。

[0135] 所述设备10包括控制系统38,其未在图1和2中示出。然而,所述控制系统38的功能组件在图3中示出。

[0136] 所述控制系统38包括扫描图案生成器39、处理器40、控制器41、辅助系统传感器42和位置传感器43。图3还示出了扫描单元20、辅助系统44和直线促动器45,其连接到所述控制系统38。

[0137] 所述扫描图案生成器39配置为,生成要针对每个层扫描的扫描图案以及与要扫描的部件的CAD数据相关联的条带。会参考下面的图20至25更详细地描述扫描图案和策略。

[0138] 所述处理器40配置为,从扫描图案生成器39接收扫描图案数据,将扫描图案数据发送到控制器41,从所述控制器41接收反馈,控制所述辅助系统44,从所述辅助系统传感器42接收反馈,并且将来自控制器41和辅助系统传感器42的反馈处理为控制指令。

[0139] 所述控制器41配置为:控制所述设备10的扫描单元20和直线促动器45,从所述位置传感器43接收位置反馈,将所述位置反馈处理为运动指令和扫描指令,并向所述处理器40提供反馈。

[0140] 所述扫描单元20则配置为,从所述控制器41接收扫描指令并且在使用中将能量束引导到所述材料床25上以扫描出轮廓线和阴影线(hatch line)。

[0141] 直线促动器45配置为,从所述控制器41接收运动指令并在所述扫描单元20扫描时移动所述扫描单元20和所述壳体32。

[0142] 所述辅助系统传感器42配置为,向所述处理器40提供关于所述设备10的辅助系统44的状态的反馈。取决于实现方案,所述辅助系统44可包括以下中的一个或多个:预热系统、材料沉积装置、抽取系统、构建平台促动装置、过程监测器和控制系统,层质量监测系统和空气控制单元。

[0143] 所述位置传感器43包括能够确定扫描单元20相对于构建平台14的位置的位置编码尺。所述位置传感器43配置为,将位置反馈传输到所述控制器41。

[0144] 由所述控制系统38控制的扫描器导轨30和直线促动器45许可了所述扫描单元20

和所述壳体32相对于所述构建平台14沿着Y轴线运动,这是通过扫描单元20沿着所述扫描器导轨30而所述壳体32沿着所述壳体导轨36移动,同时所述构建平台14沿Y轴线保持静止。

[0145] 在使用中,所述加热单元22将沉积在所述工作区域28中的材料加热到低于其熔点的温度。这具有潜在地提高生产率的优点,因为需要较少的来自所述能量源的输入能量来熔化所述材料。另外,它具有减少所形成材料中的残余应力的优点。例如,某些钛合金的应力消除发生在480°C和650°C之间,而所述合金仅在1604°C和1660°C之间熔化。因而,如果将超过480°C的预热施加到所述材料床25上,则会减轻在快速凝固过程中产生的热应力。预热可以进一步产生更具延展性的微结构,并通过降低所述材料的屈服应力来降低材料的断裂敏感性。

[0146] 然后,所述设备10通过增材制造形成物体。连续的材料层沉积在工作区域28中以形成材料床25,并且使用由所述扫描单元20引导的能量束将每个沉积层的部分固结并熔合到前面的已固结的层。每个已固结的部分对应于待形成物体的特定横截面或二维切片,并且能量束根据所讨论的CAD模型的几何形状引导至所述材料床25上的特定区域。

[0147] 如上所述,所述扫描单元20具有减小的扫描区域,并且不能沿着Y轴线从特定位置扫描所述构建平台14的整个长度。因此,为了固结至少一些层,将各个层(从其CAD几何体中取出的物体的二维切片)分成更窄的二维条带。然后扫描这些较窄的二维条带,一次扫描一个二维条带,以完成所述层的扫描。

[0148] 为了扫描各个二维条带,所述扫描单元20在Y轴线上连续移动。所述控制系统38使用位置传感器43来感测所述扫描单元20和壳体32何时处于正确位置以允许通过壳体32中的开口34扫描出第一二维条带,并开始扫描。基于每个扫描条带的扫描时间计算所述扫描单元20的速度,这考虑了要扫描的轮廓线和阴影线,以确保在所述扫描单元20和壳体32通过要扫描条带的区域之前扫描出完整的条带。当所述扫描单元完成对所述扫描条带的扫描时,所述控制系统38再次使用来自所述位置传感器的位置反馈,以在所述扫描单元20和壳体32就位时触发对后续扫描条带的扫描。重复此过程直到扫描出整个层。为了允许所述扫描单元在运动中扫描,所述扫描单元连续地使用位置传感器反馈来更新所述扫描器的位置,以校正所述扫描线的位置。

[0149] 在所述工作区域中沉积出特定材料层并以逐条带方式固结出特定沉积层的一部分之后,所述构建平台14沿着Z轴线并远离扫描单元20递增地移动,在使用直线构建平台促动器26之前,在所述工作区域28中沉积出另一层材料用于以所述方式进行固结。应当理解,所述构建平台沿Z轴线的移动将对应于沉积出的材料层的厚度,使得由沉积在所述构建平台上的材料形成的材料床的上表面到所述扫描单元20的距离会保持恒定。

[0150] 沉积出材料的方向和扫描出每层的方向可以在层之间交替变化。作为一个实施例,第一材料层可以从左到右沉积出(如图1和2所示)。一旦沉积出了所述层的一部分,所述扫描单元20和壳体32可沿着Y轴线从左到右地跟随所述材料沉积装置18,并且,当所述材料沉积装置18仍然是正在沉积的粉末时所述扫描过程可以开始。当扫描出完整的层时,所述材料沉积装置18可以沿Y轴线从右向左移动,以沿相反方向沉积出材料。同样,一旦沉积出了所述层一部分,所述扫描单元20和壳体32可以跟随材料沉积装置18并从右向左扫描出所述层。此过程可以继续,直到所有层都已处理完毕。

[0151] 由于扫描方向是变化的,并且所述扫描单元20和壳体32总是跟随材料沉积装置

18,所述材料沉积装置18和壳体32需要通过彼此。为此,所述材料沉积装置18和壳体32安装在不同的直线导轨上并由不同的机构促动。所述材料沉积装置18安装在壳体导轨36下方的导轨47上,并且壳体32进一步连接到竖直移位机构49,所述竖直移位机构配置为,许可所述壳体32沿Z轴线向上移位,以为所述材料沉积装置18提供间隙,以使其在经过所述工作区域28沉积材料时在所述壳体32和所述材料床25之间通过。

[0152] 所述扫描单元20能够扫描出正在形成的物体的轮廓或周线,所述物体在一个及时的点落入被扫描的特定二维条带内,并且扫描落在所述周线内的所述物体部分,或者反之亦然。

[0153] 图4中示出了AM设备60的第二实施方式。所述AM设备60基本上类似于图1和2的设备10,并且相同的附图标记用于表示相同的组件、地域和元件。

[0154] 所述设备60与图1和2的设备10的不同之处在于,它包括布置在扫描单元20和构建平台14之间的光线盖62。在其第一端64处,所述光线盖62与所述壳体32一体形成,同时它在扫描单元的第二端66处附接到扫描单元20的光线出射地域。

[0155] 所述光线盖62配置为,基本上将由扫描单元20提供的能量束以及上述得到减小的扫描区域与外部环境(例如灰尘和其他颗粒材料)隔离。

[0156] 所述设备60与图1和2的设备10的不同之处还在于,所述壳体32不通过壳体导轨沿Y轴线移动。相反,当所述壳体32和所述光线盖62一体式形成并且所述光线盖62附接到所述扫描单元20时,所述扫描单元20沿所述扫描器导轨30的移动引起所述光线盖62和所述壳体32沿Y轴线同时移动。由此确保光束路径27总是与壳体32中的开口34重合。

[0157] 为了确保在改变层之间的扫描方向时材料沉积装置18和壳体32不发生碰撞,可以在Z轴线上促动所述壳体以允许材料沉积装置18在所述壳体32的下方通过。所述光线盖62可以通过允许许可所述壳体32在所述光线盖62内移动的滑动装置,或者通过使用当所述壳体32在Z轴线上促动时可以变形的柔性光线盖来适应这种移动。

[0158] 图5中示出了AM设备61的第三实施方式。所述AM设备61基本上类似于图1和2的设备10,并且相同的附图标记用于表示相同的组件、地域和元件。

[0159] 在此实施方式中,使用两个材料沉积装置18A和18B,并且所述沉积装置18A和18B安装在所述壳体32的相对侧上。使用两个材料进料机构19A和19B,它们位于构建平台14的相对侧。因而,当所述扫描单元20和所述壳体32移过所述材料床25时,材料沉积装置18A和18B沉积材料。在这种配置中,材料沉积和材料固结并行发生。当扫描单元20从左向右平移时,右侧的材料沉积装置18B将沉积材料。当所述扫描单元20从右向左平移时,左侧的沉积装置18A将沉积材料。左侧的材料沉积装置18A通过左侧的材料进料机构19A再填充材料,右侧的材料沉积装置18B通过右侧的材料进料机构19B用再填充材料。所述壳体32可以安装到其自己专用的导轨(未示出)上以进行Y轴线移动,或者它可以如上所述附接到所述扫描单元20上。

[0160] 图6中示出了AM设备63的第四实施方式。所述AM设备60基本上类似于图1和2的设备10,并且相同的附图标记用于表示相同的组件、地域和元件。

[0161] 在此实施方式中,使用两个安装在导轨上的沉积装置18C和18D,它们安装在所述壳体32的相对侧上。使用两个材料进料机构19C和19D,它们位于所述构建平台14的相对侧。在这种配置中,当所述扫描单元20从右向左平移时,左侧的材料沉积装置18C将用于沉积材

料,并且将通过左侧的材料进料机构19C重新填充材料。当所述扫描单元20从左向右平移时,右侧的材料沉积装置18D将沉积材料,并且将由右侧的材料进料机构19D重新填充材料。

[0162] 在此实施方式中,所述壳体32不沿Z轴促动,因为所述材料沉积装置18C和18D不必沿Y轴线通过壳体。

[0163] AM设备70的第五实施方式在图7和8中示出。AM设备70基本上类似于图1和2的设备10,并且相同的附图标记再次用于表示相同的组件,地域和元件。

[0164] 所述设备70与图1和2的装置10的不同之处在于,它包括沿Z轴线直接设置在所述扫描单元20下方的盖板72。所述盖板72通常是平面的并且平行于所述材料床25延伸。

[0165] 所述盖板72将所述扫描单元20的主体,并且因而光学室73与所述处理室74分开,在所述处理室中可操作地形成物体。

[0166] 已经发现,光学系统的功能受到不利影响,并且在升高的温度和/或存在空气传播的污染物的情况下可能发生损坏,这两者都可能存在于处理室74。所述盖板72配置为,将光学室73与处理室74分离,同时确保所述扫描单元20的光束出射地域保持打开以允许扫描材料。所述盖板72由扫描单元20左侧和右侧的两个单独的薄片材料组成,它们在所述扫描单元20处彼此连通。当所述扫描单元朝向盖板机构76移动时,每片材料盘绕到盖板机构76中,并且当所述扫描单元20远离盖板机构76移动时,每片材料从机构76展开。使用螺旋弹簧或通过使用马达主动地卷绕或展开片材可以实现卷绕和展开。

[0167] 所述盖板72的边缘部分在纵向盖板引导件78内延伸,沿Y轴线具有密封件,以确保所述处理室74和所述光学室73之间的分离。所述密封件还确保所述盖板72在操作期间保持在水平位置。

[0168] 图7和8的装置70与图1和2的装置10的不同之处还在于,作为所述设备10的壳体32替代,它包括靠近所述条带48的加热和抽取装置77。所述加热和抽取装置77允许对被扫描区域中的材料进行局部加热,这对加热单元22消除了需要或给予了补充,由此减少了能量需求和/或减少了材料在Z方向上的热梯度。降低热梯度会允许微结构控制并减少热致残余应力。下面更详细地描述根据本发明的实施方式的加热装置。

[0169] 所述加热和抽取装置77能够与所述扫描单元20一起沿着Y轴线移动,其方式与图1和2的壳体32相同(即通过水平导轨)。

[0170] AM设备150的第六实施方式在图9和10中示出。所述AM设备150基本上类似于图1和2的装置10,并且相同的附图标记再次用于表示相同的组件,地域和元件。

[0171] 所述设备150与图1和2的设备10的不同之处在于,它不包括壳体32。相反,所述设备150包括抽取装置152,其用于从所述扫描区域(即被扫描的条带48中的地域)抽取蒸汽,飞溅物等。

[0172] 所述抽取装置152包括框架构件160,所述框架构件在俯视图中是矩形的并且配置为,围绕所述条带48或扫描区域延伸,如图10中最佳示出。两个向上延伸的抽取构件162、164在所述条带48或扫描区域的相对侧上附接到所述框架构件160上。每个抽取构件162、164在其底端处限定出直接邻近所述条带48或区域的细长抽取开口或管口170,172,并且在其顶端处限定出圆形抽取端口166、168。在使用中,所述抽取端口166、168通过柔性软管(未示出)连通到抽取泵(未示出)上。所述抽取构件162、164配置为,从所述扫描区域抽取远离光束路径的蒸汽和/或飞溅物。所述抽取构件162,164可以同时操作,或者可以在某个时间

点操作仅一个抽取构件162、164。

[0173] 通常,当所述抽取装置152移动时,希望在抽取方向上远离其前侧来抽取蒸汽/飞溅物。为了连续地实现这一点,可以根据所述扫描单元20和所述抽取装置152的移动方向的变化来反转抽取方向。换句话说,当沿一个方向移动扫描单元20时,所述抽取构件162可以是可操作的,而所述抽取构件164可以是不活动的。当沿另一个方向(在这种情况下是相反方向)移动扫描单元时,所述抽取构件164可以是可操作的,而所述抽取构件162是不活动的。通过管口170、172进行抽取,并且蒸汽/飞溅物通过所述端口166、168排出。这可以确保在使用中抽取方向远离所述扫描区域。

[0174] 因而,所述抽取装置152在所述条带48或扫描区域的两侧提供气体抽取系统,气流从圆形端口166、168均匀地分布到扫描区域处的细长抽取管口170、172,并且这使得抽取远离所述条带48进行,以便不干扰光束路径。

[0175] 所述抽取装置152能够相对于所述构建平台14在Y方向和Z方向上通过包括两对导轨的移动装置进行移动。具体地,所述抽取装置152的框架构件160安装到一对Y轴线导轨158和一组Z轴线导轨156上,如图9和10所示。以这种方式,所述抽取装置152可以在水平方向或Y方向上移动,以确保所述抽取装置152与所述扫描单元20保持对齐。此外,所述抽取装置152可以以独立的方式在Z方向上向上和向下移动,以确保在使用期间所述材料沉积装置18的移动不受阻碍,如上所述。所述抽取装置152由直线促动器(未示出)可操作地移动。

[0176] AM设备180的第七实施方式在图11和12中示出。所述AM设备180基本上类似于图1和2的设备10,并且相同的附图标记再次用于表示相同的组件、地域和元件。

[0177] 所述设备180与图1和2的设备10的不同之处在于,它不包括壳体32。相反,所述设备150包括如参考图9和10所述的抽取装置152。所述设备180还包括固定到所述抽取装置152的内表面的红外加热装置182,其许可了对被扫描区域的材料进行局部加热,这对所述加热单元22消除了需要或进行了补充,由此减少了能量需求和/或减少了材料在Z方向上的热梯度。所述加热装置182得到固定,以便沿着Y轴线和Z轴线与所述抽取装置152一起移动。下面将更详细地描述诸如所述加热装置182的加热装置的特征。

[0178] 所述设备180还包括如参考图7和8所述的盖板72,其将扫描单元20的主体,并且因而光学腔室73与所述处理室74分开,在所述处理室74中可操作地形成物体。

[0179] 图13中示出了AM设备80的第八实施方式。在此实施方式中,所述构建平台82和所述扫描单元84配置为,通过所述构建平台82和所述处理室86中的其他组件的移动而沿着Y轴线相对于彼此移动,同时扫描单元84沿Y轴线保持静止。

[0180] 换句话说,所述扫描单元84固定安装,而所述构建平台82可沿Y轴线移动,以许可沉积在所述工作区域88中的每层材料以逐条带的方式扫描,如上所述。

[0181] 在此实施方式中,所述构建平台82、所述加热单元90、所述材料容器92和构建平台促动器94安装到构建平台导轨96上,用于沿Y轴线可操作地移动。所述扫描单元84,光线盖98,壳体100,材料沉积装置102和材料进料机构104固着地安装在所述处理室86的壁上。

[0182] 在此实施方式中,使用两个材料沉积装置102和两个材料进料机构104。所述构建平台82向右移动时,左侧的材料沉积装置102沉积材料;所述构建平台82向左移动时,右侧的材料沉积装置102沉积材料。所述扫描单元84能够在所述材料沉积装置102沉积材料的同时扫描材料。

[0183] 已经发现,将相对敏感的光学系统(即扫描单元84)固定在适当位置可能是有利的,同时允许更坚固的部件(例如构建平台)可操作地相对于光学系统移动。

[0184] AM设备105的第九实施方式在图14和15中示出。在此实施方式中,所述扫描单元106和壳体/光线盖107安装在双轴线机架(gantry)系统108上。所述机架系统108提供一对X轴导轨108A和一对Y轴导轨108B,其许可了所述扫描单元106沿X轴线和Y轴线移动。这与上述实施方式的不同之处在于,所述扫描单元106不仅可相对于所述构建平台109沿Y轴线移动。

[0185] 应当理解,替代地,还可以沿着X轴线和Y轴线移动所述构建平台109,同时将所述扫描单元,壳体和材料沉积装置安装在固定位置,以提供带有类似能力的设备。

[0186] 此配置允许了所述构建平台109沿X轴线扩展,如图15中最佳示出的。可以通过沿X轴线平移所述扫描单元106来扫描所述构建平台109的不同部分109A和109B。

[0187] AM设备130的第十实施方式在图16和17中示出。AM设备130基本上类似于图14和15的设备105,并且相同的附图标记用于表示相同的组件、地域和元件。然而,在此实施方式中,所述构建平台132在X-Y平面中不是矩形的,如图14和15的实施方式那样。相反,所述构建平台132在X-Y平面中是弓形的。应当理解,此形状主要作为实施例示出,并且可以使用许多自定义配置。据信这样的自定义配置具有以下优点:设备总是或大部分都需要产生特定类型的形状。例如,在航空航天工业中,飞机船体中的肋通常是相当长的窄部件,其带有共同的半径(由飞机外壳的直径限定)。对于这些部件,矩形构建平台必须相对较大以适应这些部件的形状,因而可能不是理想的解决方案,而安装在机架上的扫描单元能够在X轴线和Y轴线之间同步运动时更有效地生产这些类型的部件,这允许了在带有自定义形状的构建平台上进行扫描。

[0188] 图18和19示出了AM设备190的第十一实施方式。所述设备190基本上类似于图16和17的装置130,并且相同的附图标记用于表示相同的组件、地域和元件,但是所述装置190的不同之处在于,它没有壳体/光线盖107和而是包括如参考图9和10所述的可独立移动的抽取装置152。

[0189] 图20至25示出了当使用根据本发明的AM设备时可以采用的扫描策略。

[0190] 扫描策略通常由用于扫描轮廓(部件的边缘)和阴影线(用于填充这些轮廓内的区域)的线段(带有起始坐标和终点坐标)组成。

[0191] 图20示出了以下模式,即从其CAD几何形状获得的部件的二维切片110可被分成较小的二维条带112-119。应该理解,所述条带112-119的尺寸可以是固定的或可变的。

[0192] 通过单独地扫描每个条带112-119来扫描所述部件的切片110,同时所述扫描单元和构建平台以及诸如壳体或光线盖的其他组件相对于彼此移动。加热系统和抽取系统可以与所述扫描单元和/或构建平台一起/同时移动。

[0193] 图21示出了每个条带112-114的示例性扫描图案。在扫描下一个条带之前完成每个条带的轮廓120和阴影线122,如图21的条带112所示。

[0194] 位置感测装置(例如位置编码尺)可以用于确保在所有相关硬件组件(例如扫描单元,壳体,加热和抽取系统)处于正确位置之前不扫描条带,由此确保扫描单元仅扫描由壳体和其他机械组件形成的经缩小的区域。

[0195] 示例性扫描顺序在图22中示出,参考条带112和113。如在图22中示出,首先扫描每

个条带的轮廓,然后扫描所述条带的阴影线。仅在前一个条带完成时扫描下一个条带。应该注意,可以在阴影线之前,之后或者之前和之后扫描轮廓线。

[0196] 可以在X-Y平面中以各种角度扫描阴影线。所有条带中的阴影线可以基本上平行,如图23所示,不同条带的阴影线可以以不同的角度延伸,如图24所示,和/或阴影线的角度可以在同一条带内变化,如图25所示。后续层中的重叠区域中的阴影线也可以处于不同的角度。

[0197] 图26中示出了增材制造(AM)设备210的第十二实施方式。所述设备210基本上类似于参照图7和图8描述的设备70,但是下面更详细地描述设备210以特别突出根据本发明实施方式的关于加热装置的某些方面。

[0198] 所述设备210包括外壳212(所述外壳容纳所述构建平台214)、材料容器216、材料沉积装置218、材料进料机构219以及在构建平台214沿所述设备210的Z轴线间隔开的二维扫描单元220。

[0199] 所述外壳212是密封的壳体,并且可以用于提供如上所述的受控处理环境。

[0200] 所述构建平台114通常是平面的并且可以通过位于所述构建平台214下方的一对直线构建平台促动器222形式的平台移位装置沿Z轴线竖直移位。所述构建平台促动器222沿着所述设备210的Y轴线间隔开。

[0201] 所述材料沉积装置218配置为,穿过限定在所述构建平台214上方的工作区域224并且在使用中将粉末材料层沉积到所述构建平台214上以形成材料床226。所述材料进料机构219配置为,在层之间用粉末材料再填充材料沉积装置218。每个沉积层的厚度通常为30 μ m至1000 μ m。所述材料容器216在X-Y平面中围绕所述构建平台214延伸。所述材料容器216具有侧壁217,所述侧壁由绝热材料绝热。

[0202] 在所述构建平台214下方还提供绝热材料层221。此外,辅助加热单元223位于所述构建平台214和所述层221之间。所述辅助加热单元223包括多个间隔开的加热元件225。所述加热元件225可以是电阻或电感加热元件。布置所述加热元件225成,以在XY平面中形成网格。

[0203] 所述设备210还包括移动装置,所述移动装置包括一对平行的,竖直间隔开的扫描导轨230,它们沿Y轴线延伸并且所述扫描单元220可移动地安装在所述扫描导轨上。

[0204] 所述扫描单元220包括检流计扫描器,并且配置为,操纵激光束的形式能量束,以将沉积在工作区域224中的粉末材料固结成固态物体,这将从以下内容中显而易见。激光束的光束路径232在图26中示出。

[0205] 在能量源连接器234处,所述扫描单元220以光纤传送激光器(未示出)的形式连接至能量源,并且配置为,采用运动中连续扫描。在使用中,所述扫描单元220相对于所述材料床225的位置在运动中用直线编码尺(未示出)不间断地测量。所述位置数据被提供到扫描单元220的控制系统(图27中所示),并且控制系统基于位置信息对扫描图案进行控制/校正,以确保激光束得到转向以精确地固结所述材料。这允许了,所述扫描单元220在运动时扫描出需要的扫描图案。下面将更详细地描述这些方面。

[0206] 所述扫描单元220配置为,提供用于扫描所谓“缩小的扫描区域”的能量束。在图33、34、37、39和40中最佳地示出了这样的扫描区域(“S”)。所述扫描单元220在沿Y轴线的某个位置时因而能够扫描二维扫描区域,所述二维扫描区域形成X-Y平面中的工作区域224的

一部分并且大大小于X-Y平面中的工作区域224,因此也大大小于由所述材料床226的表面236限定的材料区域。特别地,所述扫描区域可以在X方向上延伸材料床226的表面236的整个宽度,同时它大大窄于所述材料床226在Y方向上的长度,从而形成带有相对高的宽度比的区域。这样的材料区域(“M”)也最佳地示出为图33、34、37、39和40,并且这些方面会在下面更详细地描述。

[0207] 所述设备210还包括位于所述扫描单元220和所述构建平台214之间的预热装置238。所述预热装置238包括两组红外灯242和反射器装置244,其配置为,将来自灯242的辐射聚焦到预热地区上,在此实施方式中,预热区与所述扫描单元220的扫描区域重合。

[0208] 所述灯242安装在扫描区域的相对侧上,使得来自所述扫描单元220的能量束232在操作期间在所述灯242和所述反射器装置244之间通过。所述反射器装置244由两个镜子提供,每个镜子在所述扫描区域的一侧。当在Y-Z平面中观察时,每个镜子具有椭圆形顶点地域250,灯242中的一个定位在所述椭圆形顶点区域的下方。

[0209] 使所述反射器装置244成形以限定中心开口246,来许可扫描单元220的能量束232可操作地穿过所述镜子之间的预热装置238并到达所述材料床226上。

[0210] 所述预热装置238包括呈抽取端口248形式的一体式抽取装置和位于其中一个镜子下侧的气体出口249,其用于抽取操作期间产生的蒸汽和飞溅物。下面将更详细地描述所述预热装置238的组件和功能。

[0211] 所述预热装置238安装在一对平行的,水平间隔开的加热导轨240上,所述加热导轨沿Y轴线延伸(其中一个导轨在图26中不可见,因为示出的是剖视图)。

[0212] 所述移动装置还包括了直线促动器(未示出)。所述直线促动器同时配置为,分别沿着所述扫描器导轨230和所述加热导轨240移动所述扫描单元220和所述加热装置238,使得所述扫描单元220和所述预热装置238保持竖直对准并且所述能量束232能够穿过所述加热装置238中的中心开口246。

[0213] 在此实施例中,所述开口246的长度与扫描条带的长度(600mm)相同,以确保激光束可以被引导到所述材料床226上。已经发现,优选地,所述开口246的宽度至少是扫描条带宽度的两倍,以确保在扫描单元220运动时可以完全扫描条带而不会使预热装置238干扰光束路径232。在此实施例中,所述开口246的宽度为50mm。

[0214] 由于扫描方向可以交替,并且所述扫描单元220和所述预热装置238跟随所述材料沉积装置218,因此所述材料沉积装置218和预热装置238通常需要通过彼此。为此,所述材料沉积装置218和预热装置238安装在不同的直线导轨上并由不同的机构促动。所述材料沉积装置218安装到所述预热装置238的导轨240下方的导轨247上,并且所述预热装置238还连接到竖直移位机构251,所述竖直移位机构配置为,许可在工作区域224内沉积材料时所述预热装置238沿Z轴线向上移位,为所述材料沉积装置218提供间隙以在预热装置238和材料床226之间通过。

[0215] 应当理解,在其他实施方式中,所述扫描单元220和所述预热装置238可以沿Y轴线相对于彼此移动。在这种情况下,在使用中,所述扫描单元220和所述预热装置238可以在适当的时间对准,使得所述扫描区域与所述预热装置238的预热地区重合。

[0216] 所述设备210还包括控制系统252。所述控制系统252的功能组件在图27中示出。

[0217] 所述控制系统252包括扫描图案生成器253、处理器254、控制器255、预热温度传感

器256A,辅助系统传感器256B和位置传感器257。图27还示出了扫描单元220、预热装置238、辅助系统258和直线促动器259,它们都通信连接至所述控制系统252。

[0218] 所述扫描图案生成器253配置为,基于或者结合要扫描的部件的CAD数据为扫描器生成每个层和条带的扫描图案。

[0219] 所述处理器254配置为,从所述扫描图案生成器253接收扫描图案数据,将所述扫描图案数据发送到所述控制器255,从所述控制器255接收反馈,控制所述辅助系统258和预热装置238,接收来自预热温度传感器256A和辅助系统传感器256B的反馈,并将来自控制器255,预热温度传感器256A和辅助系统传感器256B的反馈处理为控制指令。

[0220] 所述控制器255配置为,控制所述设备210的扫描单元220和直线促动器259,从所述位置传感器257接收位置反馈,将所述位置反馈处理成移动指令和扫描指令,并向所述处理器254提供反馈。

[0221] 所述扫描单元220则配置为,从所述控制器255接收扫描指令并且在使用中控制/操纵/引导能量束到材料床226上,以扫描出轮廓线和阴影线。

[0222] 所述直线促动器259配置为,从所述扫描器255接收移动指令并在扫描单元220扫描时移动所述扫描单元220和所述预热装置238。

[0223] 所述预热温度传感器256A配置为,测量所述材料床226的表面236的温度并向所述处理器254提供反馈。

[0224] 所述辅助系统传感器256B配置为,向所述处理器254提供关于所述设备210的辅助系统258的状态的反馈。取决于实现方案,所述辅助系统258可包括以下中的一个或多个:材料沉积装置,抽取系统,构建平台促动装置,过程监视和控制系统,层质量监测系统和空气控制单元。

[0225] 所述位置传感器257包括能够确定所述扫描单元220相对于所述构建平台214的位置的位置编码尺。所述位置传感器257配置为,将位置反馈传输到所述控制器255。

[0226] 上述移动装置许可了,所述扫描单元220和预热装置238移动,同时所述构建平台214沿Y轴线保持静止。以这种方式,所述预热装置238的预热地区和所述扫描单元220的扫描区域可以在由表面236限定的材料区域内同步移动。

[0227] 在使用中,所述材料沉积装置218用于在所述构建平台214上沉积出材料层以形成所述材料床226。在沉积出每层之后或在正在沉积层时,使用所述预热装置238预热部分沉积层并使用所述扫描单元220扫描。一体式的抽取装置连续地从所述扫描区域抽取蒸汽和飞溅物。应该理解的是,每个固结部分对应于待形成物体的特定横截面或二维切片。

[0228] 所述设备210配置为,使得不能用扫描单元220扫描或者不能用预热装置238立刻或同时预热整个材料区域(即,不能同时扫描和加热整个区域)。相反,所述设备210配置为,将所述材料区域划分为多个二维条带,每个条带的面积等于所述扫描区域的面积。因而,所述预热装置238在材料区域上移动以连续地预热所述材料区域,并且配置为,将能量聚焦到所述扫描区域而不是所述材料区域的其余部分。所述扫描单元220用于在所述预热装置238和所述扫描单元220沿Y轴线移动的同时连续地固结所述条带中含有的材料。所述预热装置223可用于将整个材料床226预热到一定温度,并允许所述预热装置238进一步增加所述扫描区域内的温度。在一些情况下,所述预热装置238消除对所述预热装置223的需要。

[0229] 所述预热装置238将沉积在所述扫描区域中的材料加热到低于其熔点的温度。这

具有潜在地提高生产率的优点,因为需要较少的来自于所述能量源的输入能量来熔化所述材料。另外,更重要的是,它具有减少所形成材料中的残余应力的优点。例如,某些钛合金的应力消除发生在480°C和650°C之间,而所述合金仅在1604°C和1660°C之间熔化。因而,如果将超过480°C的预热施加到材料床226上,则将减轻在快速凝固过程中产生的热应力。

[0230] 在沉积出特定材料层并通过条带方式将沉积层固结成条带之后,所述构建平台214沿着Z轴线递增地降低,然后沉积出另一层材料用于固结。应当理解,所述构建平台214沿Z轴线的移动将对应于已沉积出的材料层的厚度,使得所述材料床226的表面236与所述扫描单元220以及所述预热装置238保持恒定距离。

[0231] 所述扫描单元220能够扫描正在形成的物体的轮廓线或周线,所述物体在一个时间点落入被扫描的特定二维条带内,并且随后扫描出落在所述周线内的物体部分,如已在上文详细描述。

[0232] 所述扫描单元220可以沿着相对于X轴线或Y轴线倾斜的路径扫描。在备选的实施方式中,所述预热装置238可以在所述X-Y平面中成角度地移位。例如,所述预热装置238可以在接续的层之间旋转45度,以便于改变所述扫描区域沿X-Y平面延伸的方向。以这种方式,可以以不同角度扫描不同层的阴影线(即“剖面线”)。这可以改善所述部件的均匀性和/或其他材料属性。

[0233] 在图28至38中示出了可以在本发明的实施方式中采用的多种加热装置配置。

[0234] 图28至30示出了扫描单元260和预热装置262,其基本上类似于参考图26描述的那些。所述预热装置262包括两个通常椭圆形的镜子264和两组红外灯266,并且限定中心开口268以许可扫描单元260的能量束270穿过预热装置262并到达材料床的表面272(未示出)上,如上所述。

[0235] 图31和32示出了以下模式,其中使所述预热装置274,276成形且确定其尺寸,以提供并聚焦辐射到聚焦地区上或通常沿着增材制造设备的X轴线延伸的地区。

[0236] 如图31所示,所述预热装置274的灯278和反射器280配置为,使得所述聚焦地区282是沿着X轴线的窄条带(因而沿Y轴线表现为一点),其沿着所述扫描区域宽度的中心延伸。然后,所述扫描单元可以配置为,将能量束284引导到此聚焦地区282上,所述聚焦地区是带有最高预热强度的材料床上的区域。

[0237] 如图32所示,所述预热装置276的各个灯286和反射器288可沿Y轴线移动,如方向箭头290所示,以许可它们各自的聚焦地区292、294的位置沿Y轴线调节,同时仍然许可所述扫描单元的能量束296通过所述预热装置276。在图32所示的实施例中,能量束296被引导到间隔开的聚焦地区292、294之间的地区上,所述地区比上面提到的点宽(参见图31)。

[0238] 图33的预热装置298包括一个平坦的、直立侧的反射器300。通常,所述加热装置298将在所述椭圆反射器302的每一侧包括这样的侧反射器。已经发现,使用一个或多个侧反射器确保在材料表面上更均匀的加热并提高抽取方法的效率。

[0239] 图34的预热装置304包括抽取端口306形式的一体化抽取装置和整合到所述椭圆反射器310之一的下部地域中的气体出口308。这允许了抽取在操作期间产生的蒸汽和飞溅物,这可能与加热同时进行。

[0240] 图35的加热装置312包括抽取装置,其整合到椭圆反射器314之一的下部地域中,所述抽取装置包括抽取端口316和位于所述扫描区域一侧的气体出口318。所述加热装置

312还具有整合到另一个椭圆形反射器314的下部区域中的管口317,所述管口在所述扫描区域的另一侧上具有气体入口319,其用于使气体进料到所述扫描区域的地域中并通过抽取端口316排出并远离能量束320。所述设备可以包括任何合适的流控制器,其配置为,调节所述抽取端口之间或管口和抽取端口之间的气体流动方向。

[0241] 在备选的实施方式中,所述加热装置可以具有整合到每个椭圆形反射器的下部地域中的抽取端口和气体出口,以及带有气体入口的管口。在这种情况下,所述增材制造设备可以配置为,使得可以在端口之间切换抽取,这取决于所述加热装置的行进方向和/或在特定时间段内进行扫描的方向。例如,当从左到右进行扫描时,可以从左侧进行抽取以确保从能量束中抽取蒸汽,并且反之亦然。

[0242] 图36的预热装置322包括至少一个温度传感器324,其通过通常圆柱形的套管328安装到所述椭圆形反射器326中的一个上。所述传感器324配置为,测量所述材料床表面上的温度。在此实施例中,测量所述扫描区域的温度,如虚线330所示。在使用中,可以基于由温度传感器324测量的温度连续地或周期性地调节所述预热装置322的加热水平。

[0243] 在图37和38的实施例中,提供多个预热装置332、334、336,所述预热装置332、334、336沿AM设备的X轴线间隔开。相邻的预热装置沿Y轴线相对于彼此略微偏移,如图38中最佳示出,以允许安装灯。所述预热装置也相应地旋转,以确保所有预热装置的焦点位置沿X轴线对齐。预热装置可以沿着所述Y轴线相对于所述构建平台一起地或彼此独立地移动。另外,所述预热装置的灯可以一起通电或彼此独立地通电。

[0244] 图39至图42示出了扫描区域S和光束路径P,可以采用它们来将现有的增材制造设备340(在图中标记为“现有技术”)与根据本发明的实施方式342采用的扫描区域S和光束路径P相对比。还示出了扫描单元341和能量源连接器343以供参考。

[0245] 对于其中固定有扫描单元341的现有增材制造设备340,由光束路径P限定的扫描区域S的尺寸通常基本上对应于材料区域M的尺寸,并且通常是圆形或方形区域。扫描区域S的尺寸可以根据设备的光学布局而变化,但是例如可以是300mm×300mm的量级。所述可用扫描区域的尺寸受到维持足够小的能量束斑尺寸的能力的限制。在激光束的情况下,所述可用区域因而由激光束质量和光学聚焦系统的限制来确定。

[0246] 通过改变光学布局,已经发现可以将上述尺寸增加到例如600mm×600mm。如上所述,本发明的扫描区域被减小为条带的形式,所述条带不覆盖由所述材料床的表面限定的整个材料区域M。在此实施例中,由所述光束路径P形成的条带S沿着所述设备的X轴线在所述构建平台的整个宽度上延伸。在此实施例中,所述扫描区域的尺寸是600mm×20mm。所述材料区域的尺寸在Y方向上可以大得多,并且在此实施例中是1200mm。因而,Y方向上的系统尺寸不受限于光学系统,而仅受机械因素的限制。因而,在使用中,逐条地进行层的预热和固结。

[0247] 在图43和44中概念性地示出了替选的预热装置344。还示出了扫描单元345和能量源连接器346以供参考。在此实施方式中,所述预热装置344由二极管激光器阵列347提供,所述二极管激光器配置为,照射所述扫描区域S(其形成材料区域M的子集)。所述激光器347沿X轴线排列,如图43所示,并且与光束成形光学器件348结合使用。示出了激光束路径L,以说明其限定出所述扫描区域S的模式。

[0248] 二极管激光器的相对快速的切换和高功率密度可以提供快速加热并且可以有助

于最小化未固化的粉末和已经固化的粉末之间的热传导差异,使得发生相对均匀的预热。

[0249] 据信,本发明的实施方式改善了与现有粉末床熔融AM工艺和/或AM中采用的组件相关的至少一些问题。

[0250] 通过以这样的方式安装二维扫描器和/或抽取装置和/或加热装置和/或构建平台可以获得许多优点,使得在使用中它们可以在通常平行于所述材料床表面的方向上相对于彼此移动。

[0251] 据信,当实施本发明时,可以显著增加AM系统的尺寸,并且因而也可以显著增加系统可以生产的部件的尺寸。所述扫描单元和/或抽取装置和/或加热装置和/或构建平台可以沿Y轴线机械地移动,而如果需要,可以沿X轴线使用附加组件。所述扫描单元和/或抽取装置和/或加热装置也可以沿X轴线受到促动,以增加沿X轴线的构建容量,或者允许产生独特的形状。在一些情况下,所述扫描单元和/或抽取装置和/或加热装置和/或构建平台可以沿Y轴线和X轴线机械移动。

[0252] 由于可以使用单个扫描单元并因而可以使用单个能量束,避免了与同一AM系统中的不同扫描单元之间的重叠区域相关的问题。此外,据信使用单个扫描单元可以减少故障之间的平均时间,因而减少产生“废料”部件的风险。

[0253] 相对于多边形扫描器的实现方案,二维扫描器允许在有限扫描区域中扫描轮廓线,并且可以实现各种扫描策略,包括但不限于参考图20到25所描述的策略。

[0254] 尽管未在附图中示出,但是应当理解,AM设备可以通过包括沿X轴线间隔开并且可沿Y轴线相对于所述构建平台移动的多个扫描单元进行放大(或者反之亦然),或者通过所述扫描单元本身的移动或者通过所述构建平台的移动。

[0255] 传统的扫描策略可能要求,扫描大的区域(特别针对轮廓线)。当采用这样的策略时,可能难以进行预热、蒸汽抽取和/或飞溅物去除。在本发明的实施方式中,减小扫描区域,使得每个待扫描的层被分成多个条带,这些条带被逐个扫描。据信,如果这些系统与扫描单元和/或构建平台一起移动,则可以视情况而定更有效地并且在小距离上执行预加热,蒸汽抽取和飞溅物去除。

[0256] 此外,通过减小所述扫描单元的扫描区域,可以为了所述构造的一个方向避免与所述扫描单元和所述材料床之间具有相对大的入射角相关的问题。

[0257] 本发明中采用的减小的扫描区域具有许多其他优点。据信可以在扫描区域附近引入局部抽取装置,例如蒸汽和飞溅物去除系统,和/或预热系统。这些系统可以以与扫描单元相同的模式相对于所述构建平台移动,同时总是在缩小的扫描区域上运行。

[0258] 抽取和加热系统可以安装在它们自己的导轨或引导物上。这在改变运动方向时可能很有用。加热地区可以相对于所述扫描区域移动,例如以确保始终在所述扫描区域前面进行加热。这还可以确保抽取方向远离所述扫描区域,使得不通过光束路径抽取蒸汽/飞溅物。

[0259] 例如,希望所述扫描单元安装在第一直线引导或移动装置上并用单独的促动装置促动,而抽取装置安装在第二直线引导或移动装置上并且用不同的促动装置促动。结果是可以调整抽取装置相对于扫描单元的位置。当改变运动方向以补偿在从左向右移动与从右向左移动时的不同要求时,这是有利的。一个优点是,由所述加热装置引起的加热地区可以相对于所述扫描区域移动,以确保例如,所述加热地区总是沿着扫描单元的扫描路径略微

位于扫描区域的前面,而不论运动方向如何。因而,如果所述扫描单元的移动方向是从左到右,则所述抽取装置可以略微位于所述扫描单元的左侧,并且反之亦然。

[0260] 这还可以允许扫描角度的改变,例如,以与所述粉末床呈小角度扫描(例如约3度)可能是有利的,以降低背反射损害AM设备的选项的风险。通过允许扫描单元和抽取装置彼此偏移,可以确保所述扫描单元总是以相对于粉末床表面的垂直线以外的角度扫描。

[0261] 此外,由于所述扫描单元的扫描区域受到限制并且采用连续扫描,因此可以在所述扫描单元扫描某个条带的同时在所述工作区域中沉积出一层原材料,由此提高AM系统的整体效率。

[0262] 本发明的实施方式还提供了一种辐射能量源,其用于选择性地预热材料床的表面,所述材料床的表面将通过聚焦的能量源固结。所述扫描区域(和预热区域)被缩小到二维区域,所述二维区域大大小于材料区域,并且所述扫描区域可以在操作期间在所述材料区域上平移。

[0263] 因为只需要加热相对较小的区域,所以需要的能量较少。或者,或另外,可以利用相同或可能甚至更小的总能量输入来实现更高的温度和加热速率。

[0264] 据信本发明可以通过仅加热相对小的区域而不是整个粉末床区域来降低增材制造设备的能量需求并提高预热效率。可以通过适当的光学或电磁技术聚焦辐射,以使所述材料床的表面(其与待预热的区域匹配)具有印迹。

[0265] 还据信,就材料上的加热情况的均匀性而言,本发明优于当前的表面加热方法。在传统的表面加热方法中,加热机构不能干扰光束路径,因而加热机构通常沿所述扫描单元的周线设置。在所提出的利用减小的扫描区域的技术中,所述预热装置在X方向上均匀地分布在粉末床上,产生基本上均匀的加热情况。

[0266] 通过在相对小的区域中利用高温预热,减少了需要从扫描单元传递到材料床以实现固结的能量的量。降低的能量传递要求导致更短的相互作用时间并因此导致更高的扫描速度。较高的温度也可以降低冷却速率,这可转而减少物体中的残余应力并产生更具延展性的微结构。高预热温度还可以影响材料的应力消除,以进一步减少残余应力。

[0267] 据信,在选择性加热发生固结的区域这一点上存在明显的优点,因为这限制了未固化的粉末处于高温的时间。因此,本文描述的技术和装置可以减少材料降解和缺陷,诸如变形、孔隙和氧化。

[0268] 所述方法还具有以下优点:材料加热和材料固结可以并行发生,由此提高了所述工艺的效率。

[0269] 此外,在一个特定的时间点加热少量的原材料。由于诸如烧结以及增加的氧化作用,这可以减少或消除温度引起的原材料降解。结果,更多的未固化粉末可被再利用,并且可以降低总的生产成本。

[0270] 由于输入增材制造设备的总能量较低,因此可以降低其组件上的热负荷,并因此降低其冷却要求。

[0271] 已经发现,将传统的整体加热方法与所提出的局部表面加热方法相结合也具有优势。可以有效地使用整体预热来达到材料中的特定温度,同时局部表面加热可以提高发生处理的地方的温度。这是有利的,因为当从底部加热时,表面加热可以补偿材料中预期的热梯度(沿着Z轴线)。在短时间内局部加热到较高温度也可以减少预热的一些负面影响,例如

氧化。

[0272] 期望的是,提供垂直于扫描方向的层流气流以改善飞溅物和蒸汽的去除。在传统系统中,这可能是不可能的,因为扫描通常是多向的并且在整个材料床上维持有流动。通过将扫描区域限制为带有高的宽度比的区域,可以解决该问题,这是由于诸如本文所述的那些空气动力学抽取装置可以安装在扫描区域附近,由此提高了这些系统的效率。通过将所述抽取装置安装在产生蒸汽和/或飞溅物的区域附近,还可以降低需要的流速以实现类似的抽取结果。这是有利的,因为高流速可能导致粉末材料受到干扰,降低了所得部件的质量并且用粉末污染了空气。通过采用这些技术,可以增加材料表面的尺寸,同时保持有效的蒸汽和飞溅物去除。

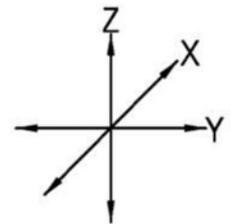
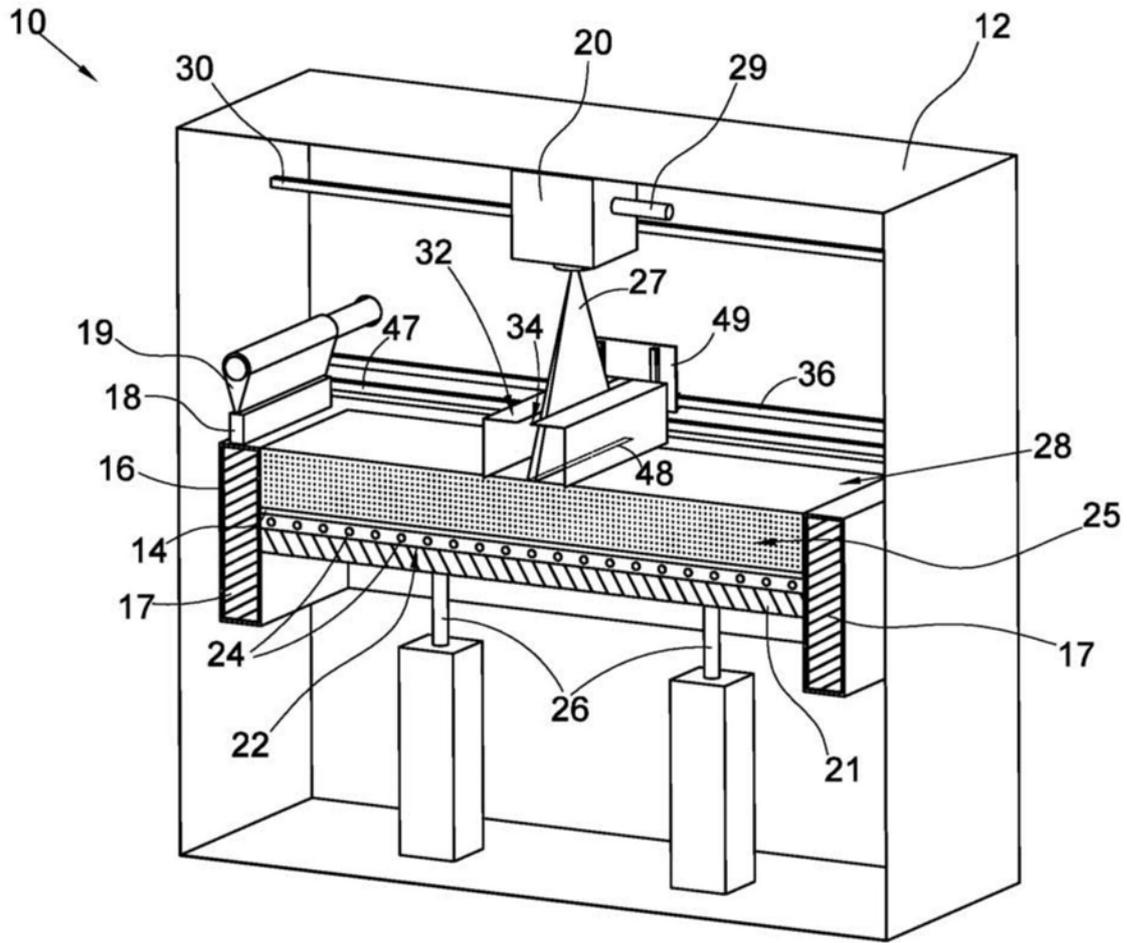


图1

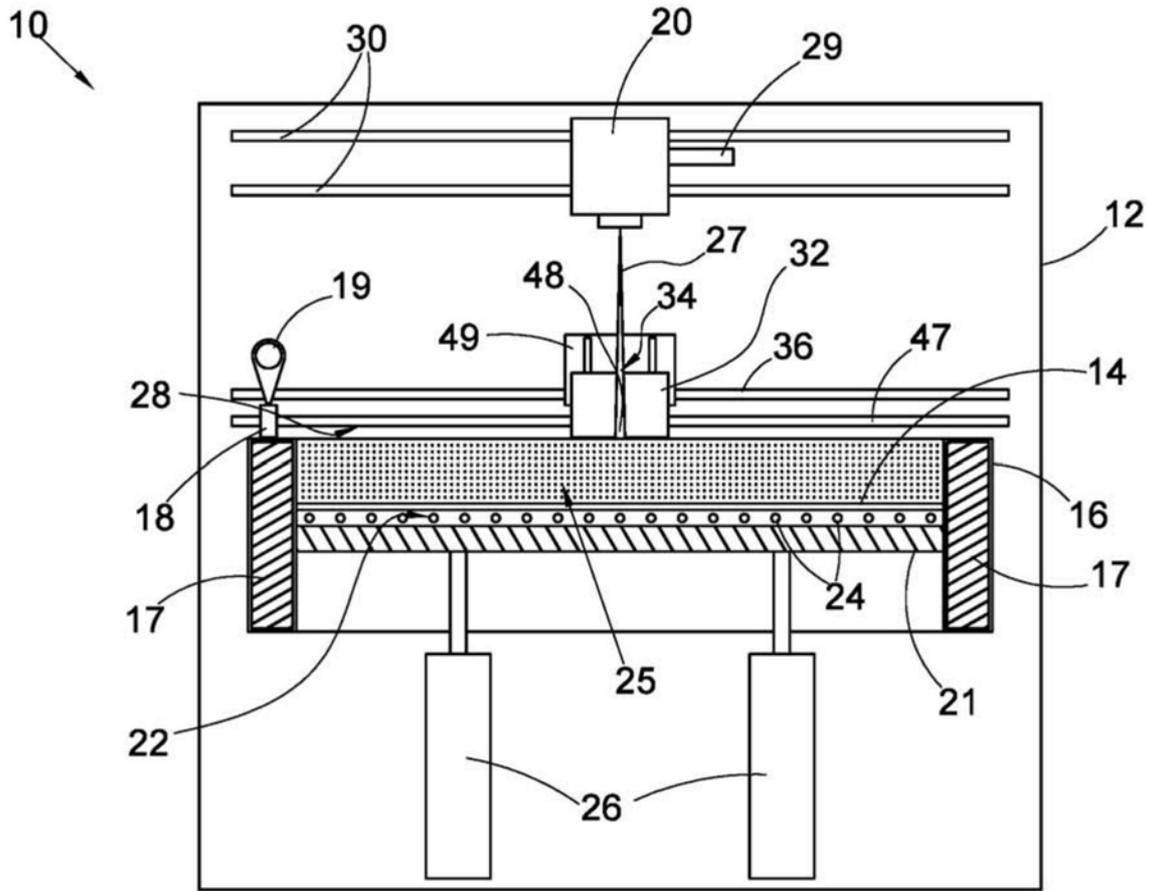


图2

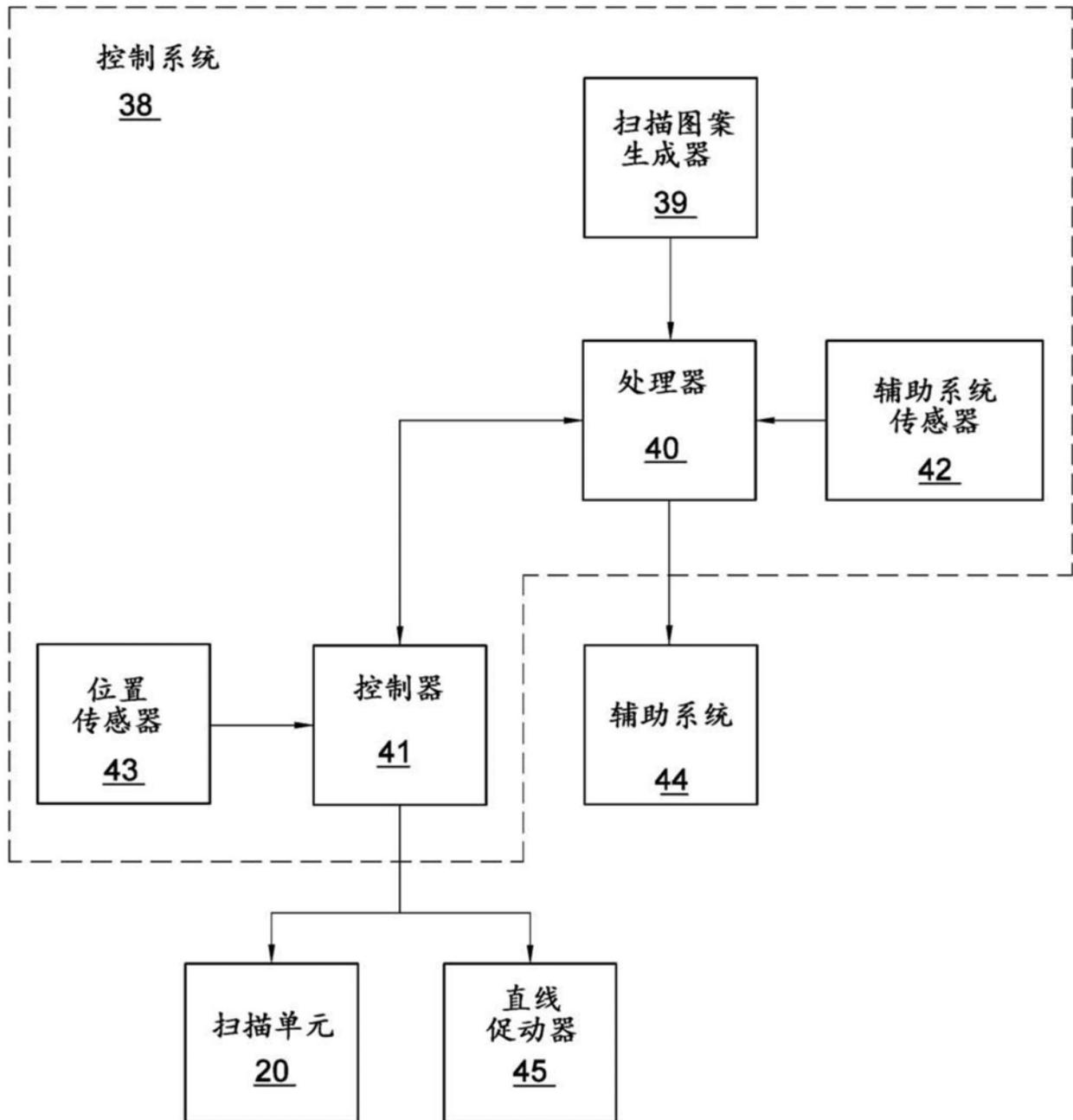


图3

60

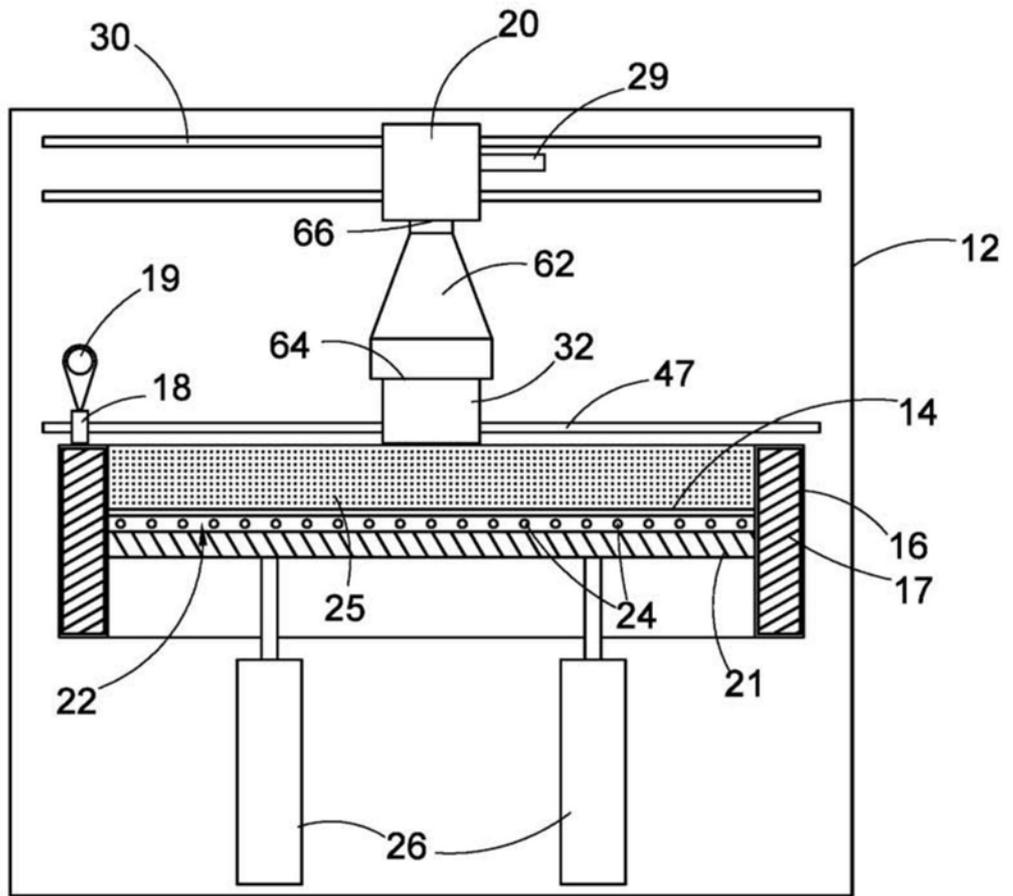


图4

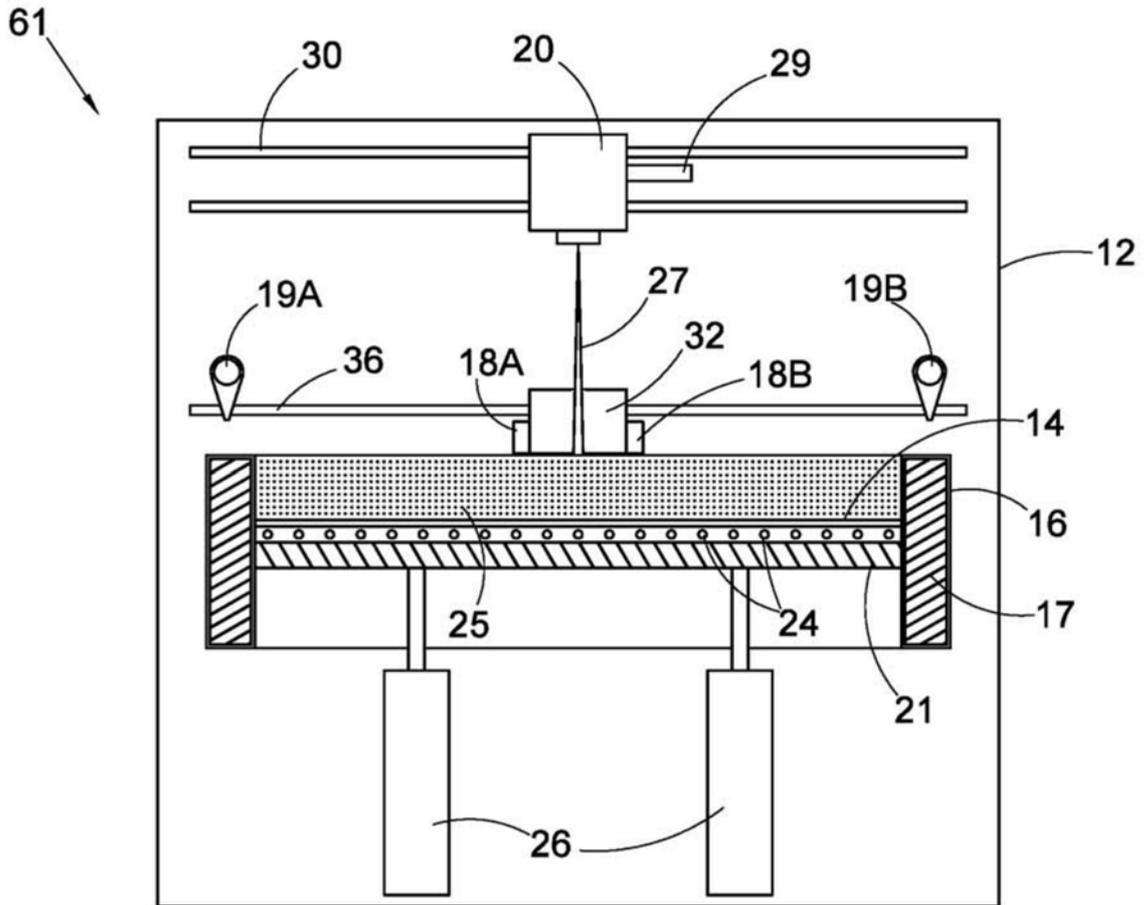


图5

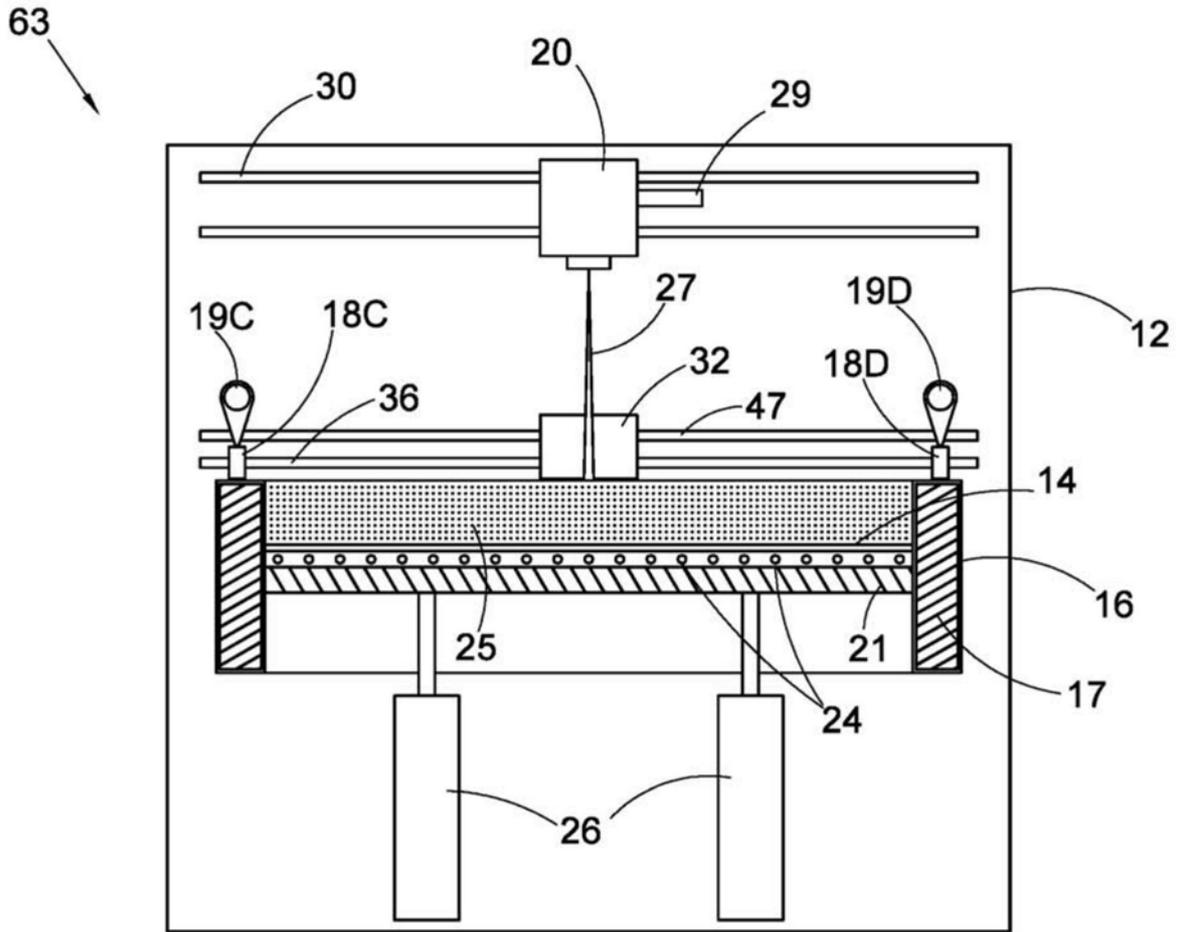


图6

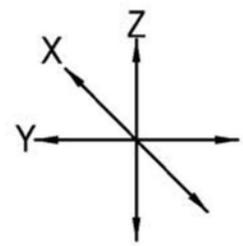
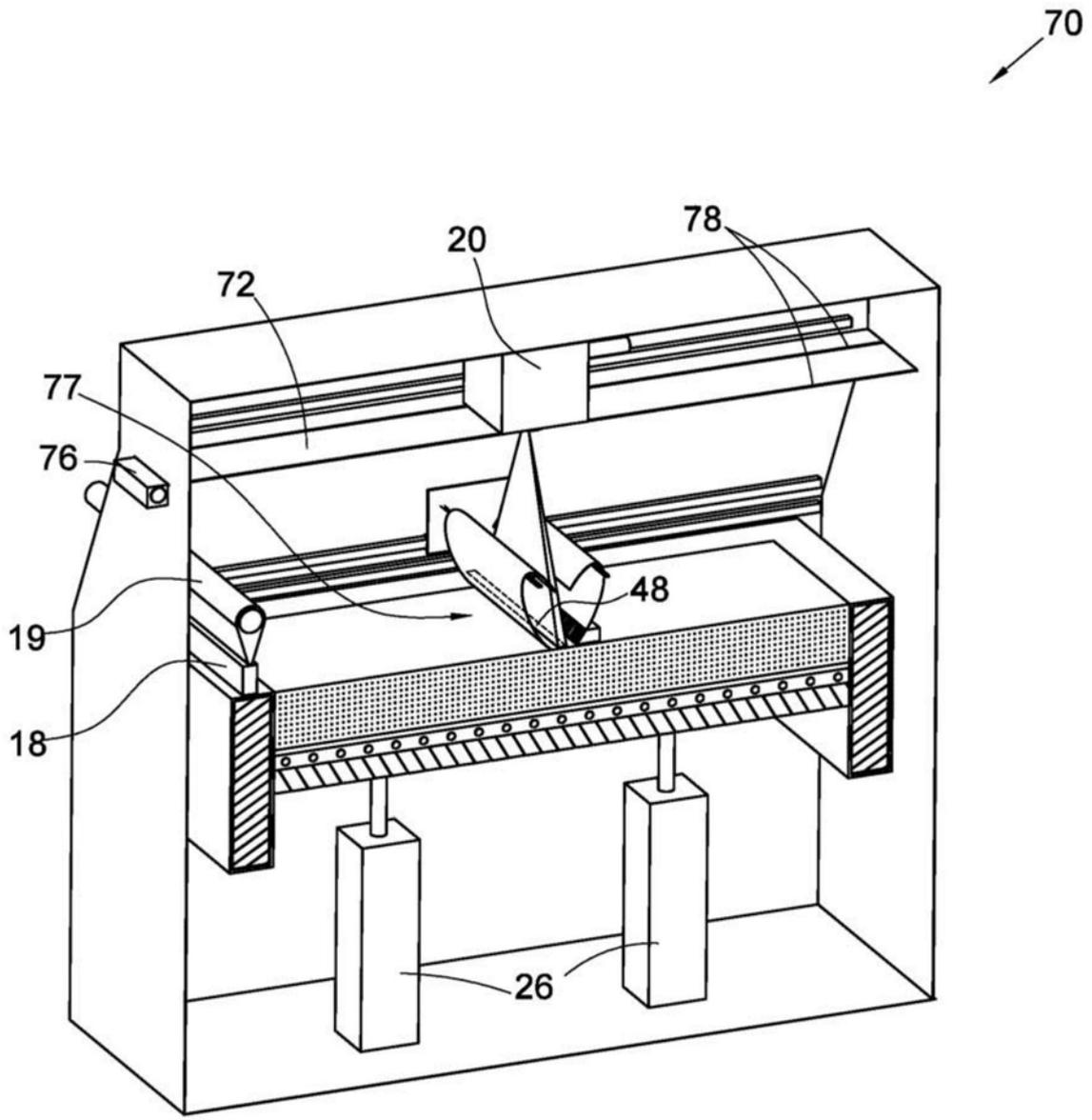


图7

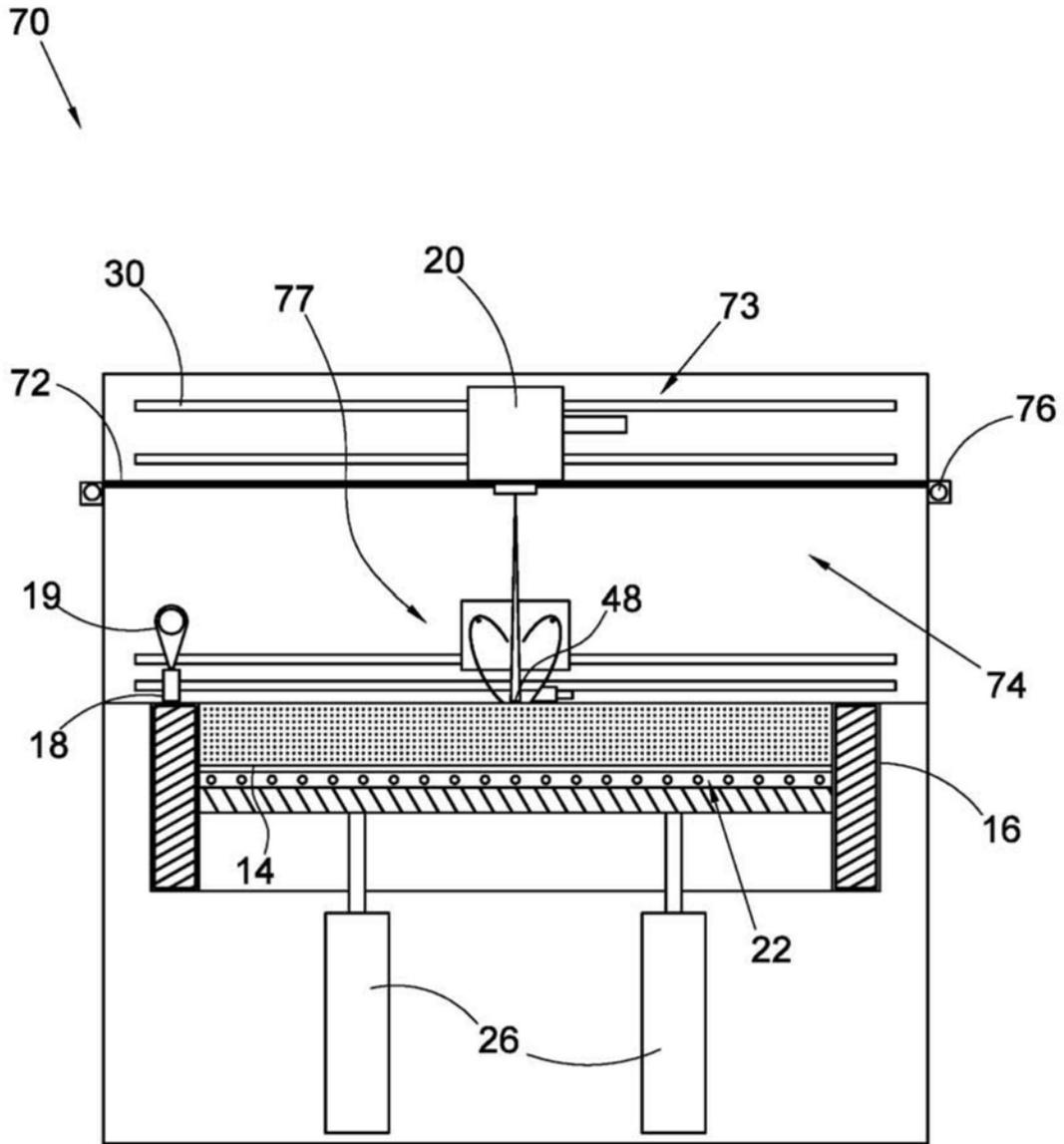


图8

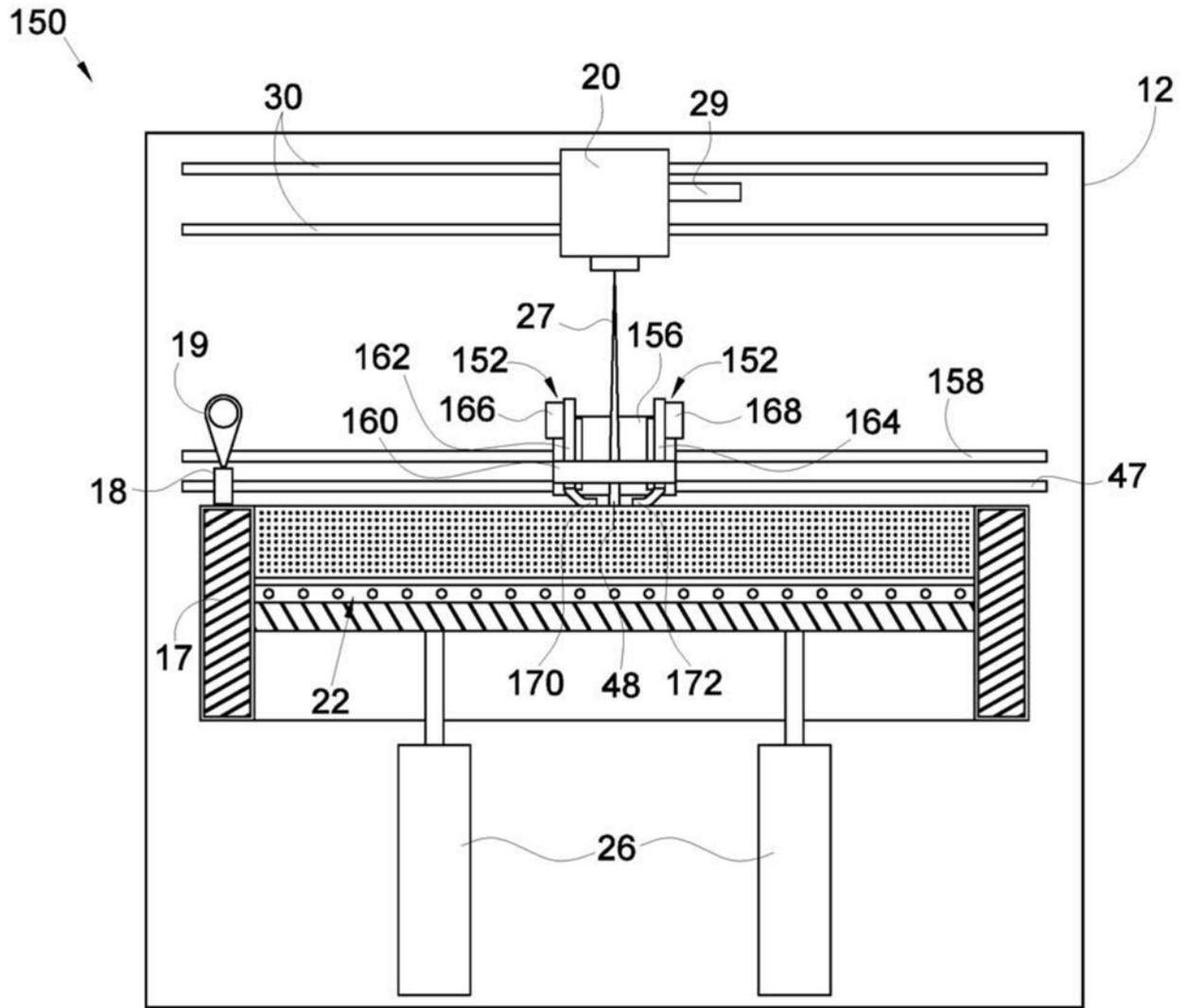


图9

150

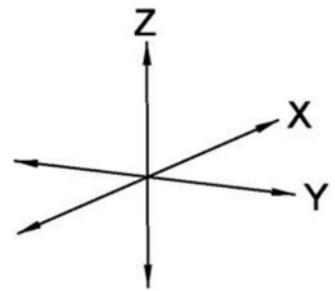
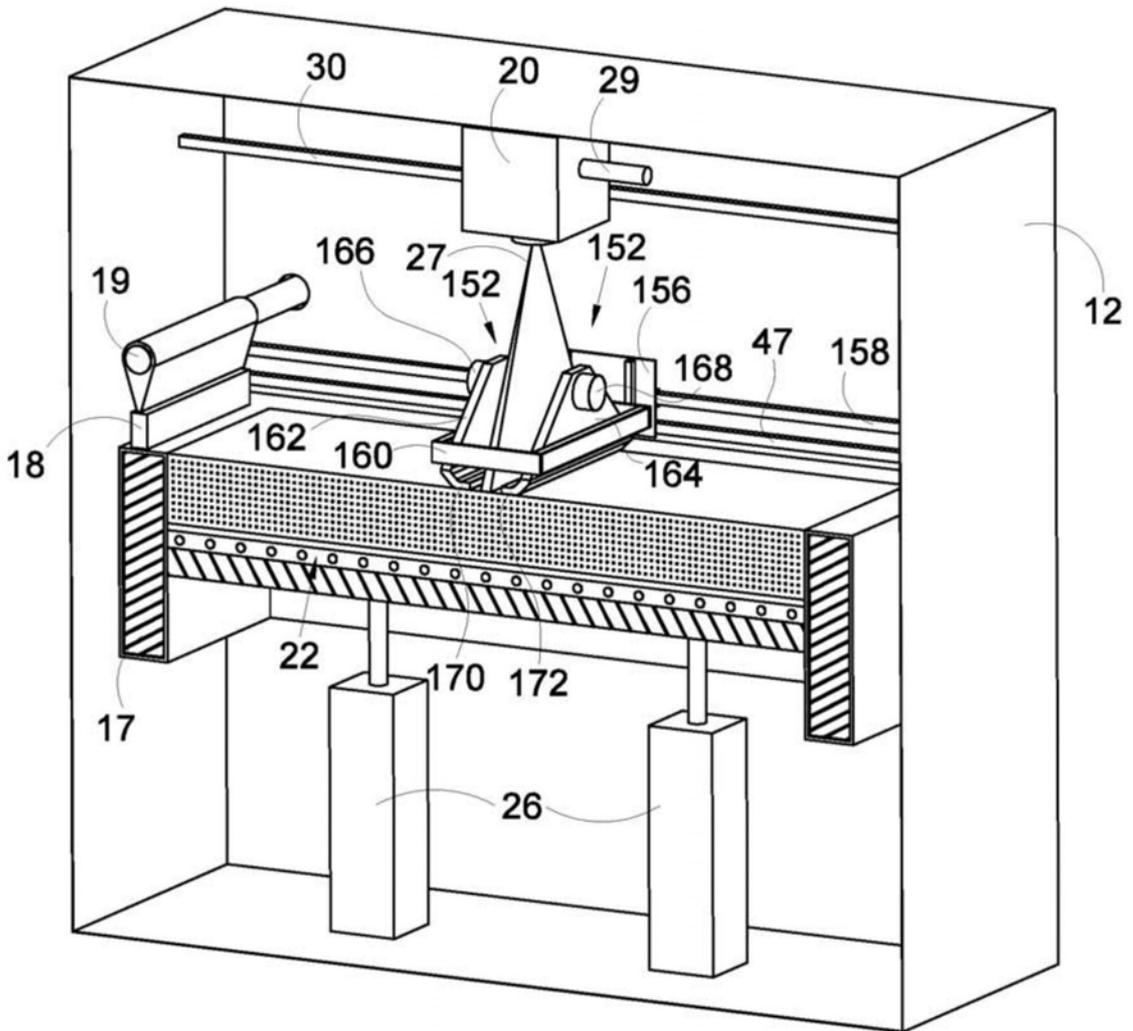


图10

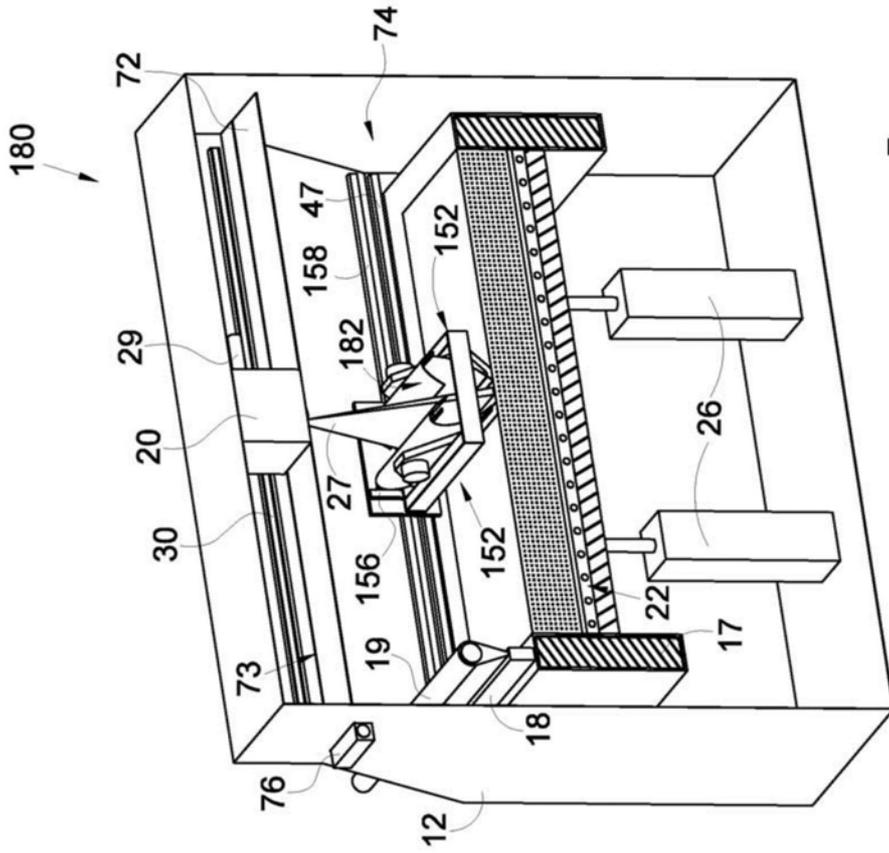


图 11

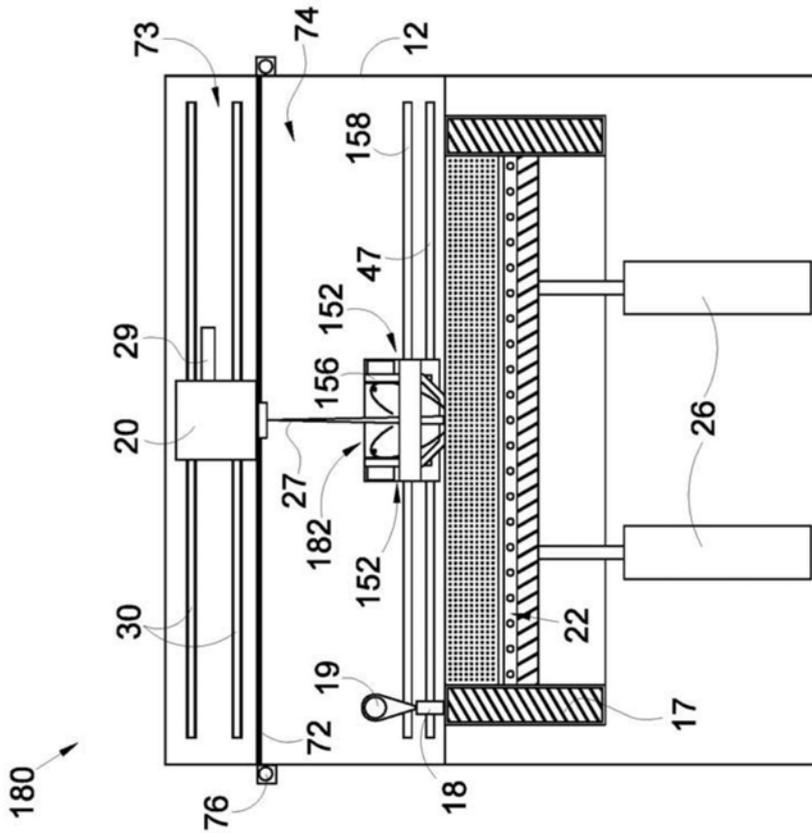


图 12

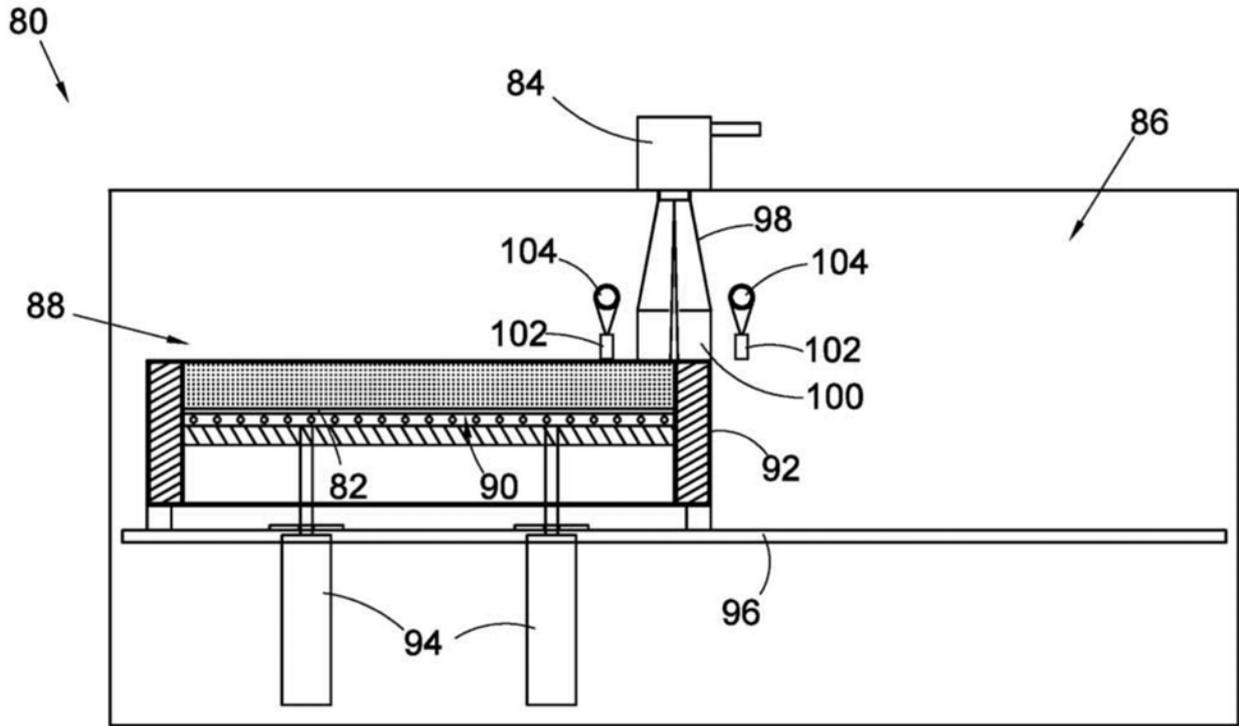


图13

105

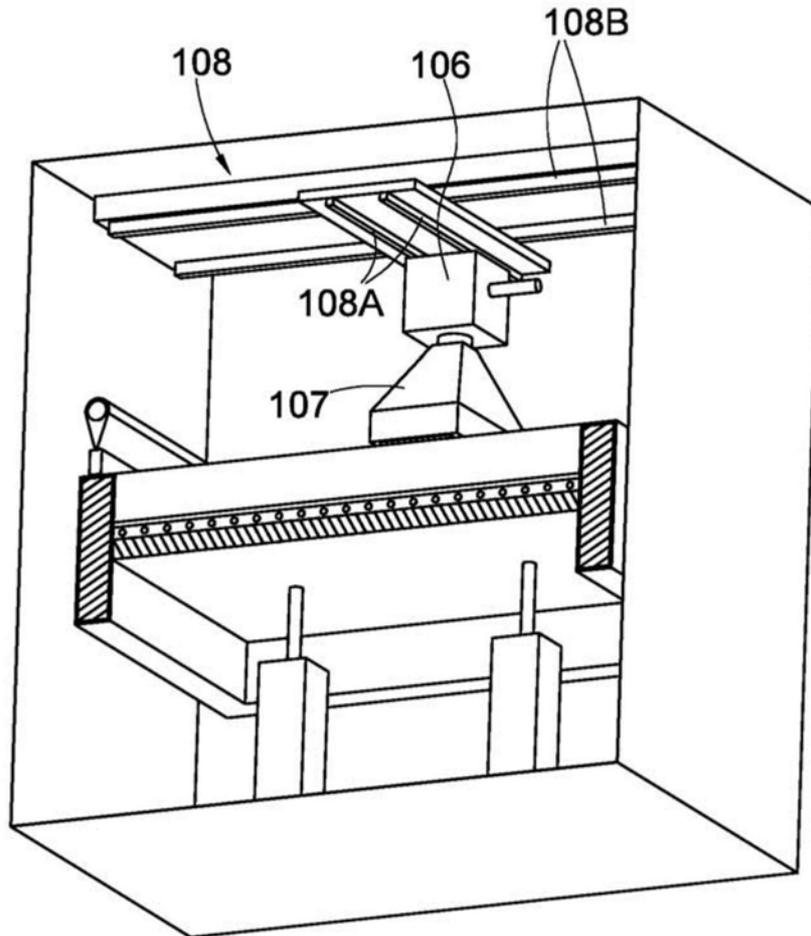
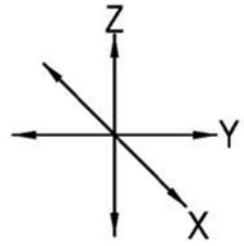


图14

105

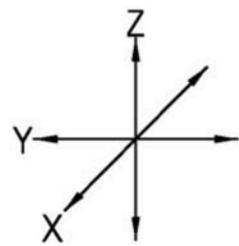
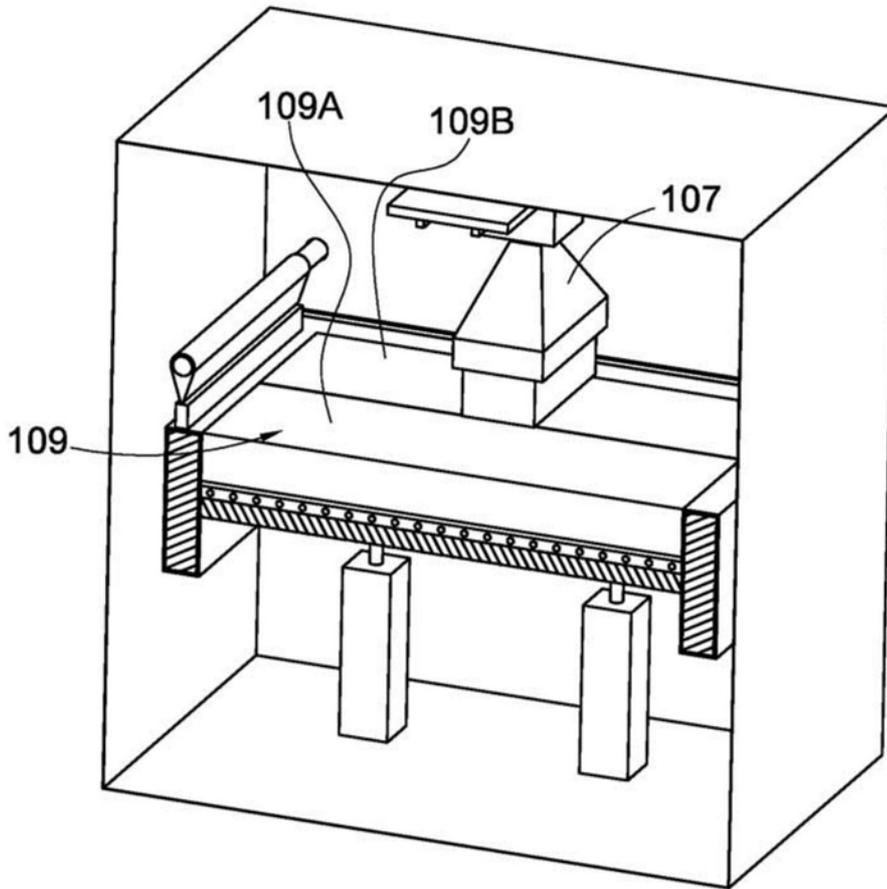


图15

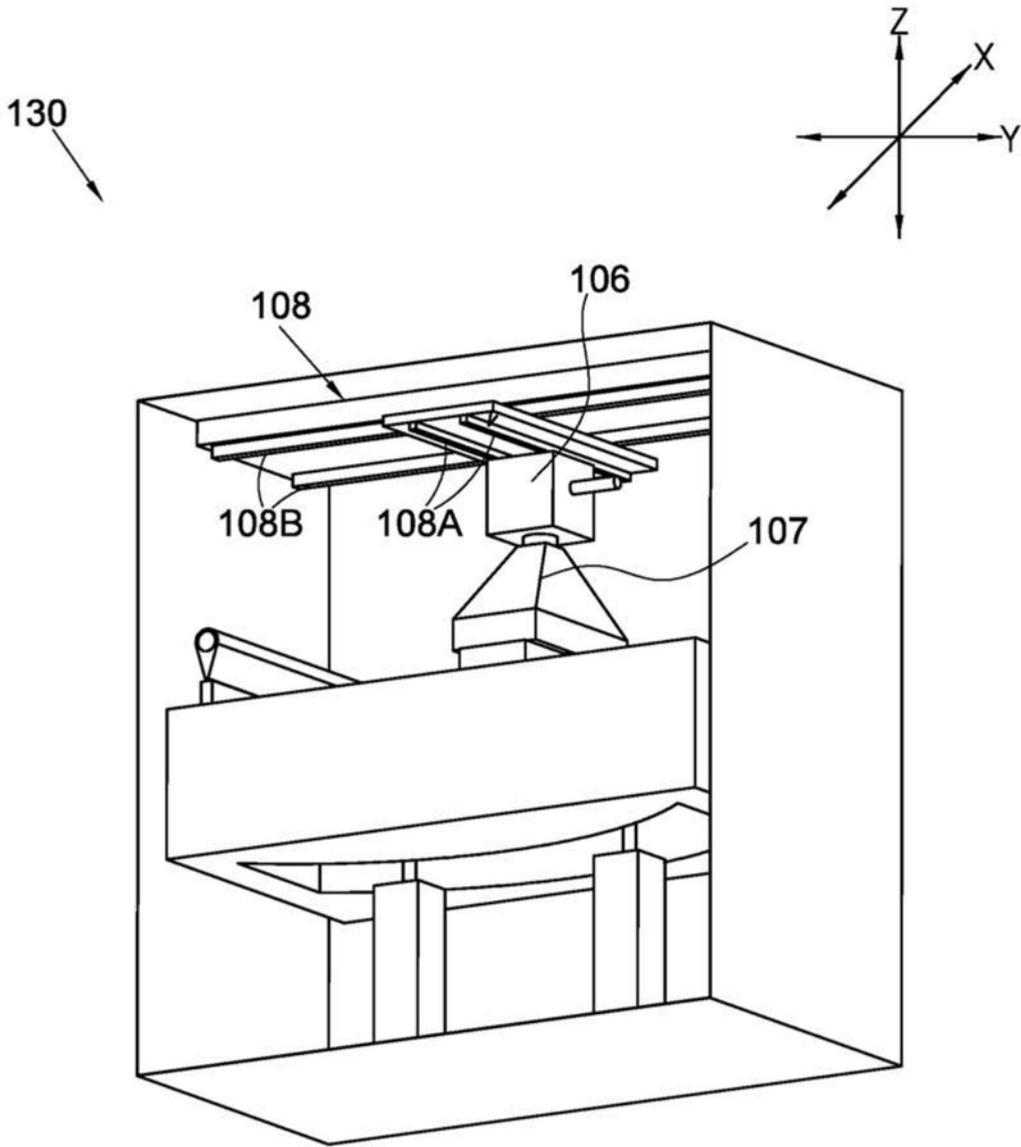


图16

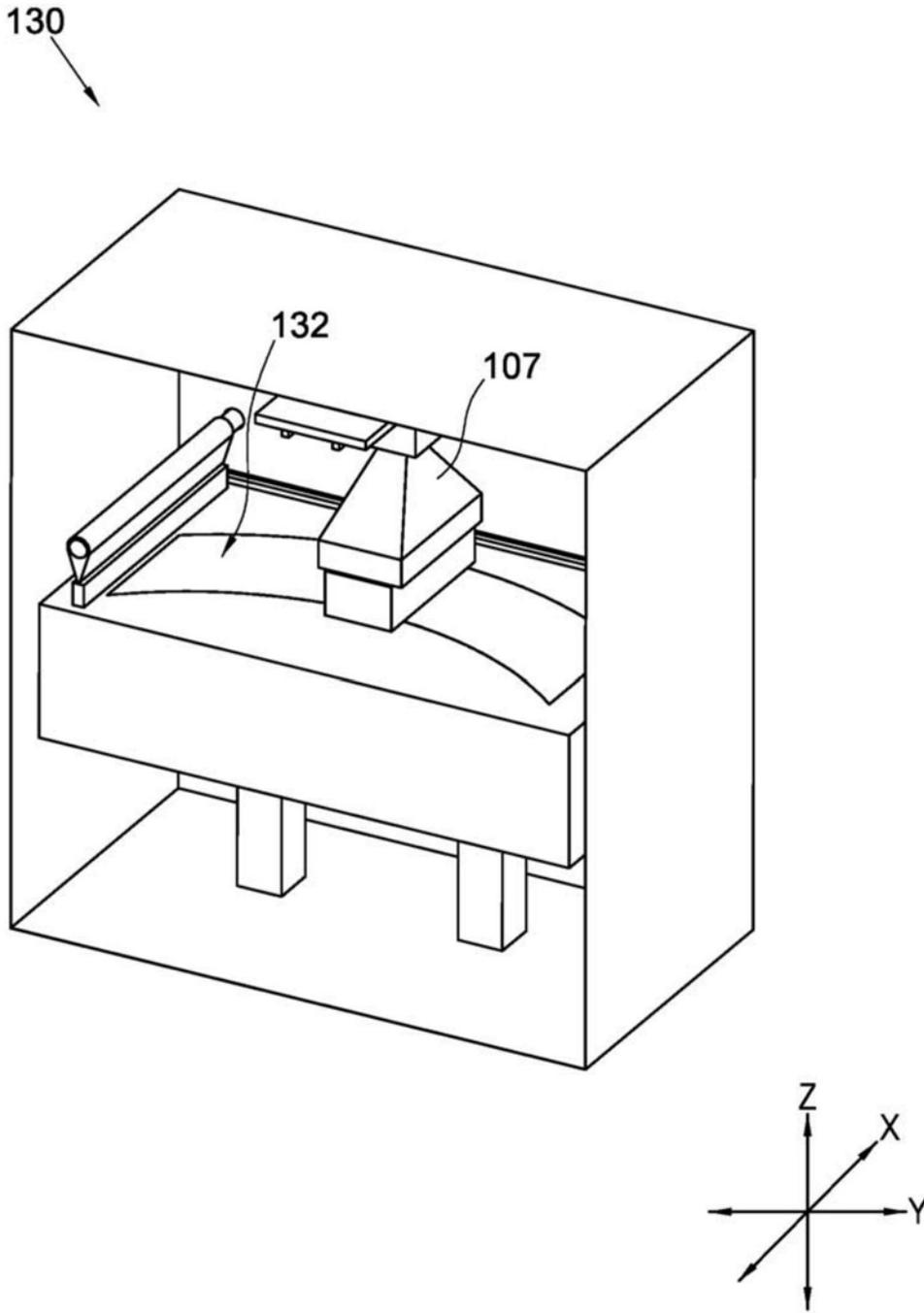


图17

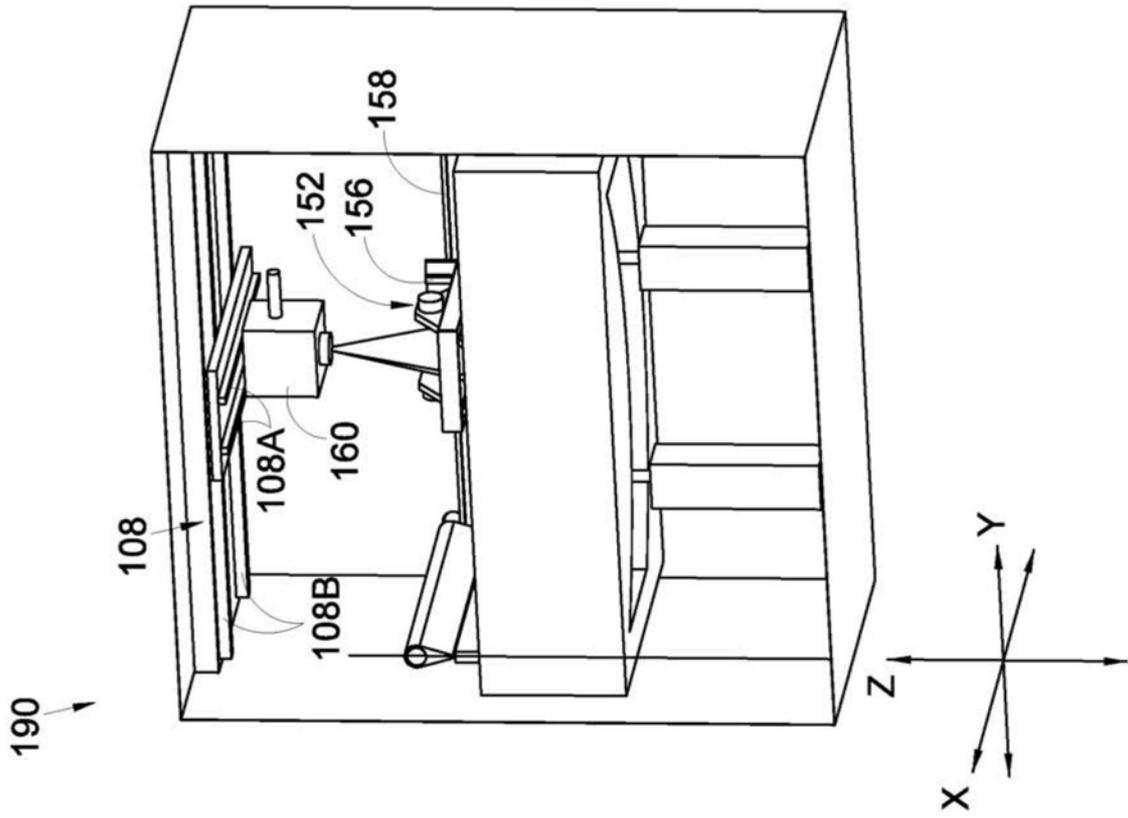


图18

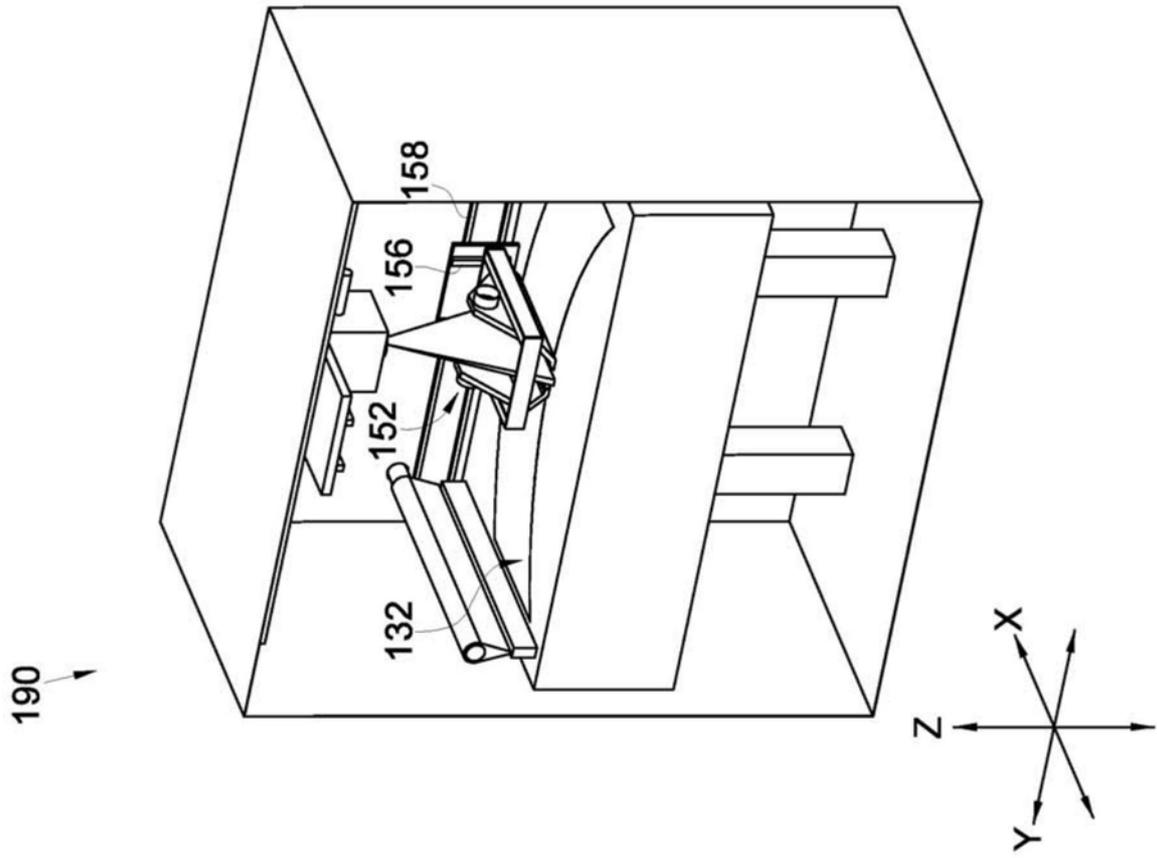


图19

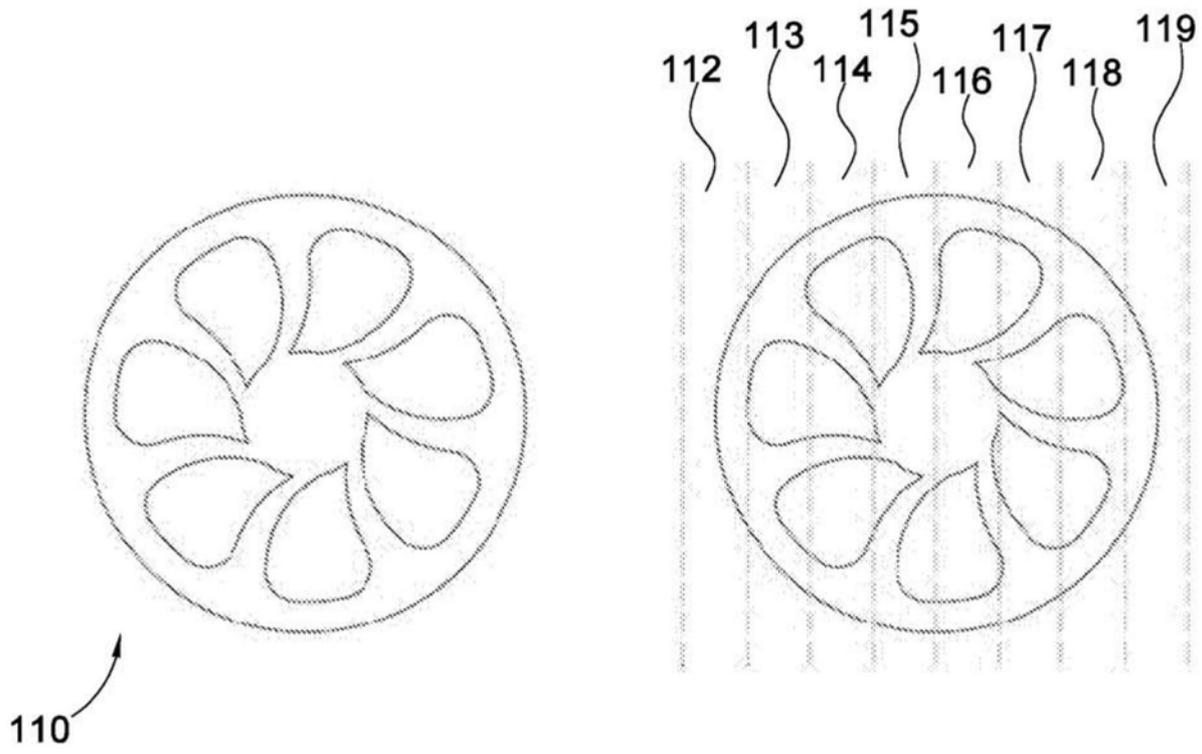


图20

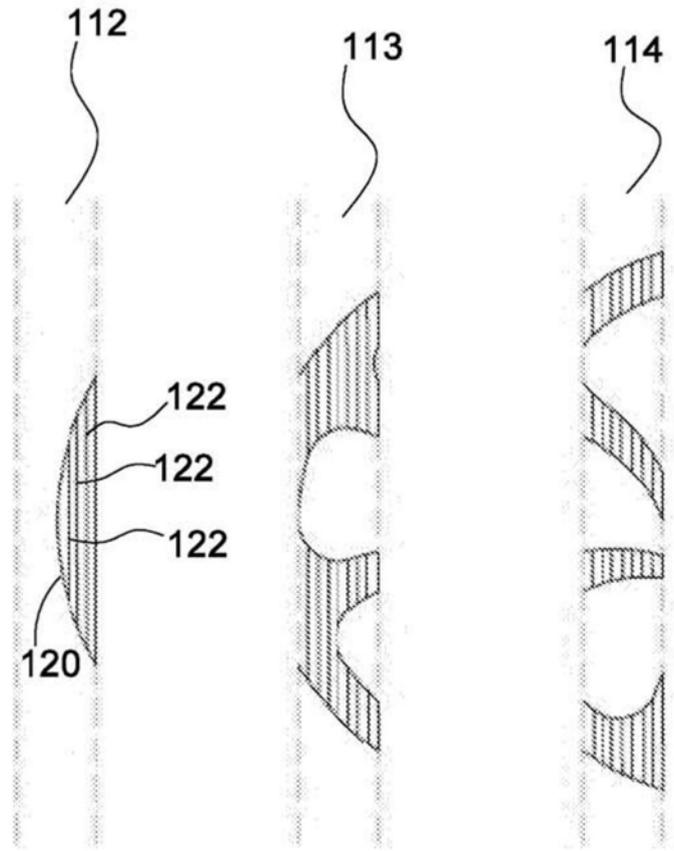


图21

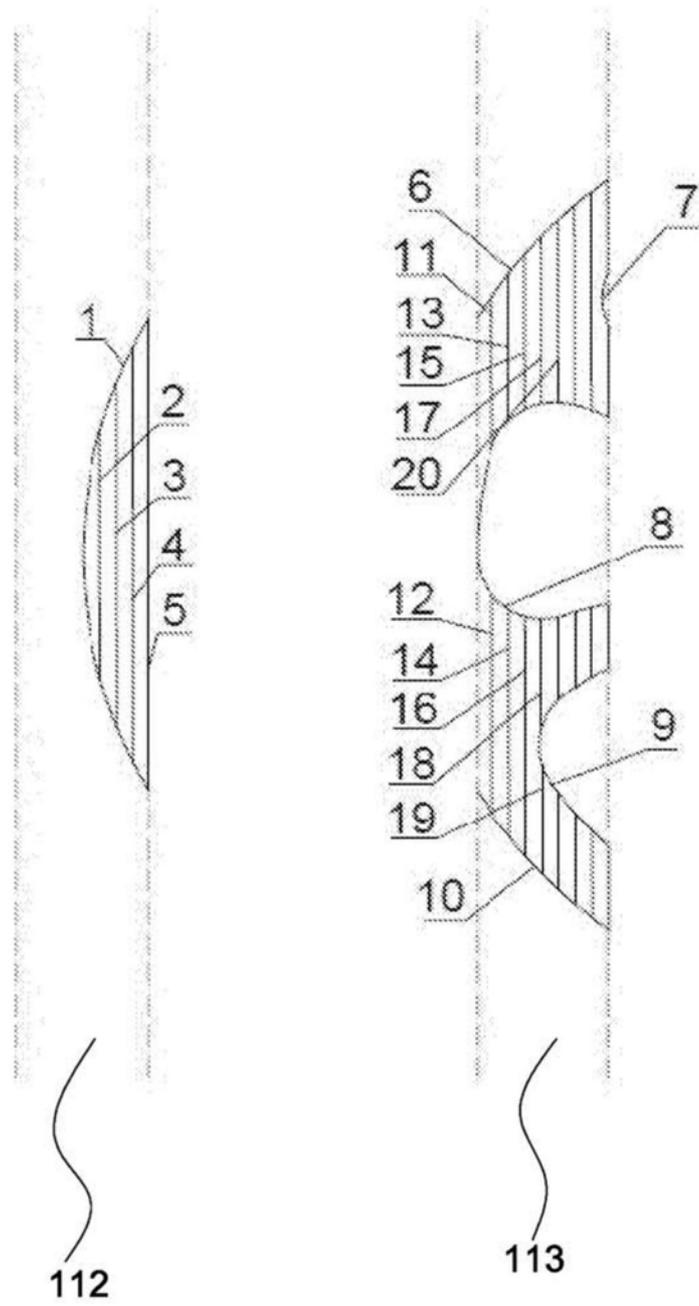


图22

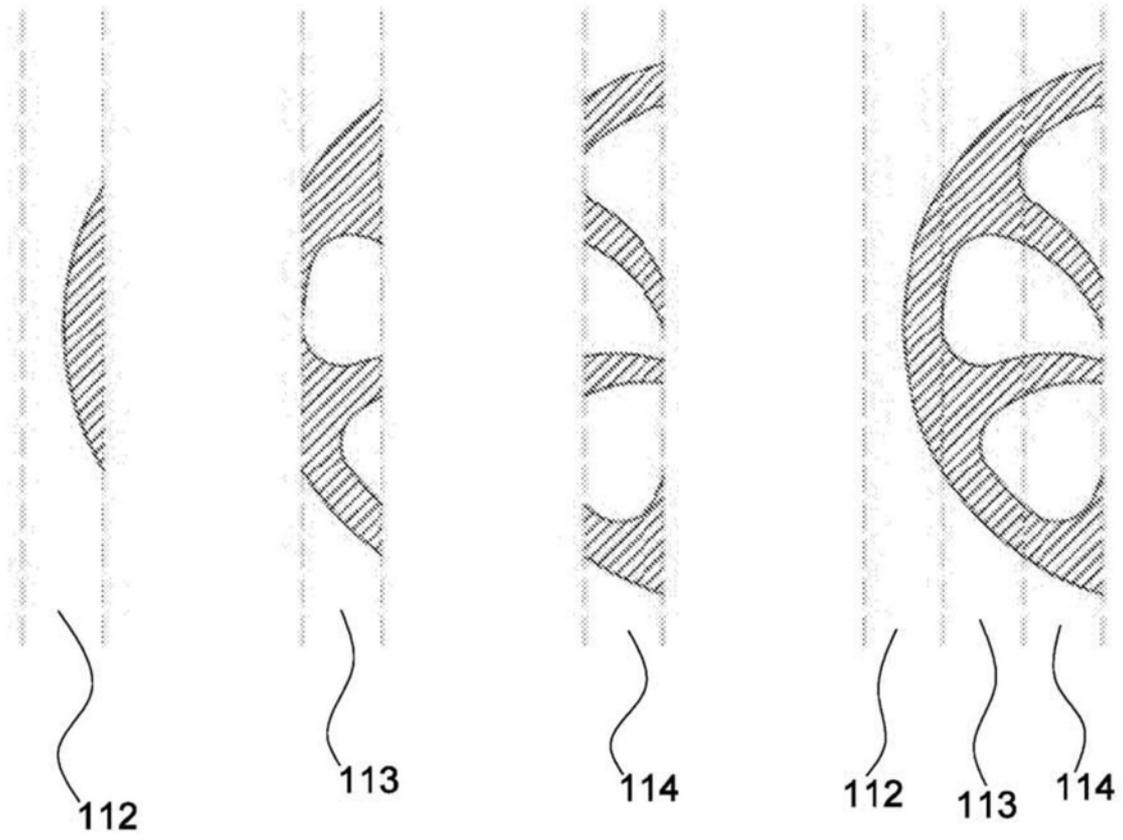


图23

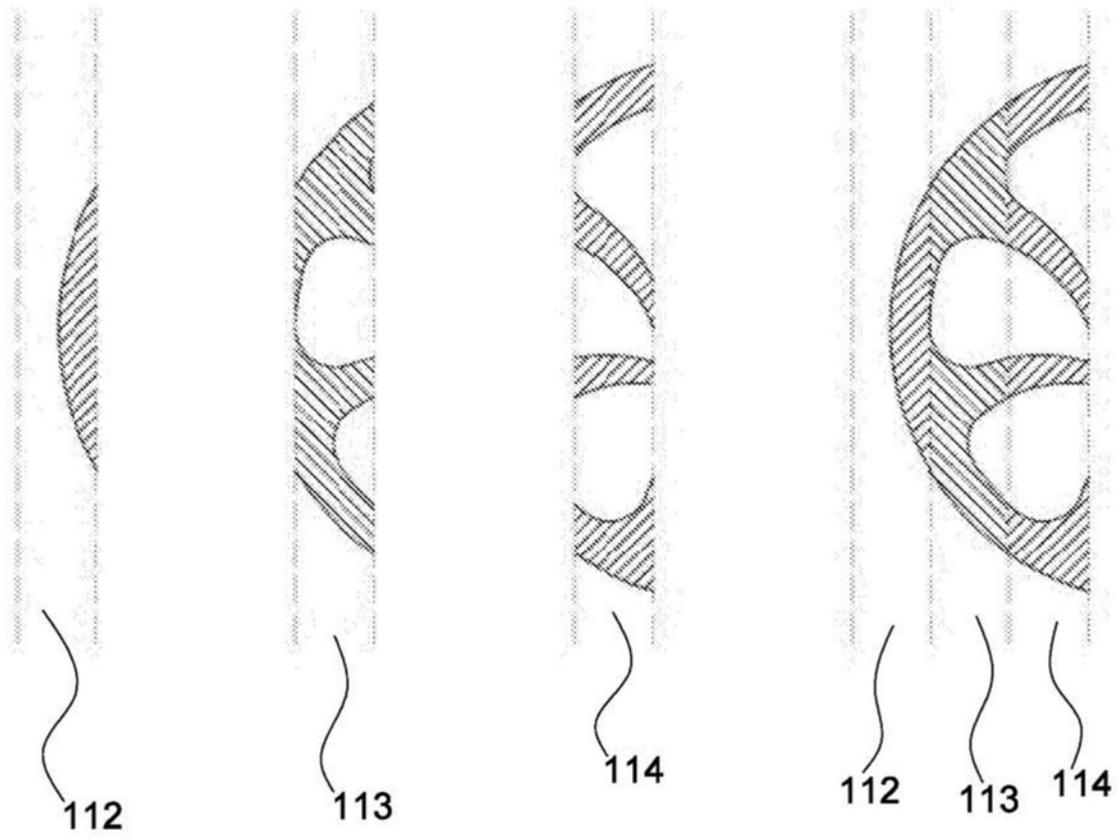


图24

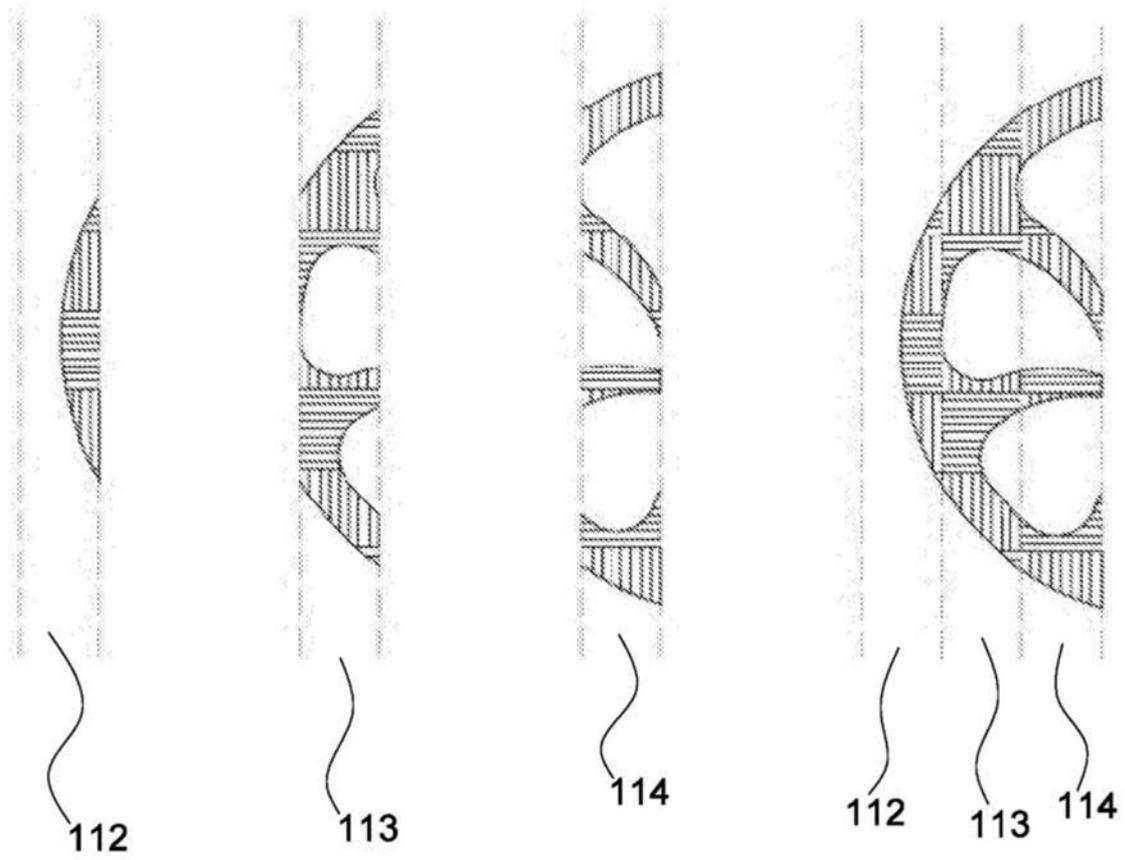


图25

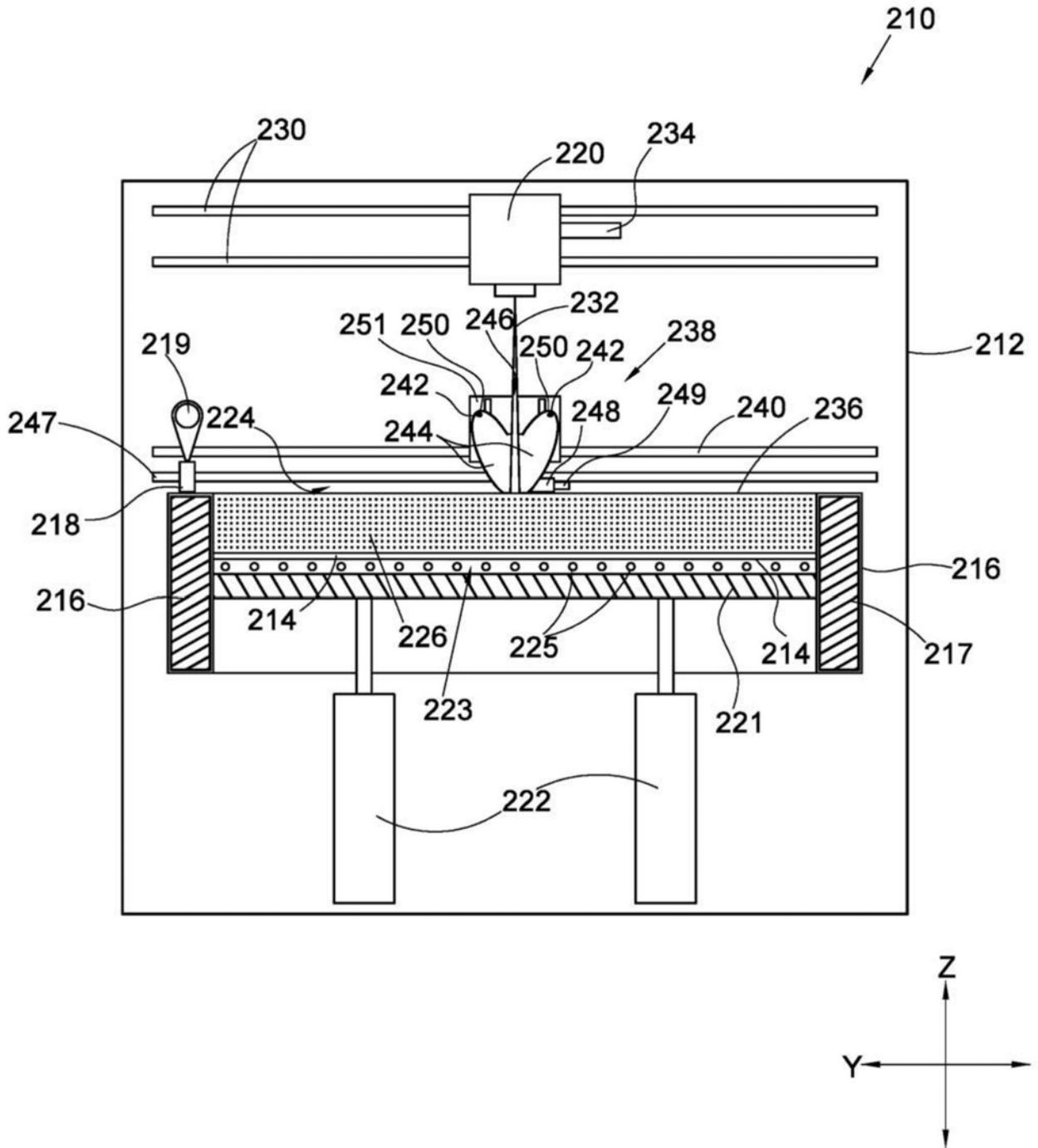


图26

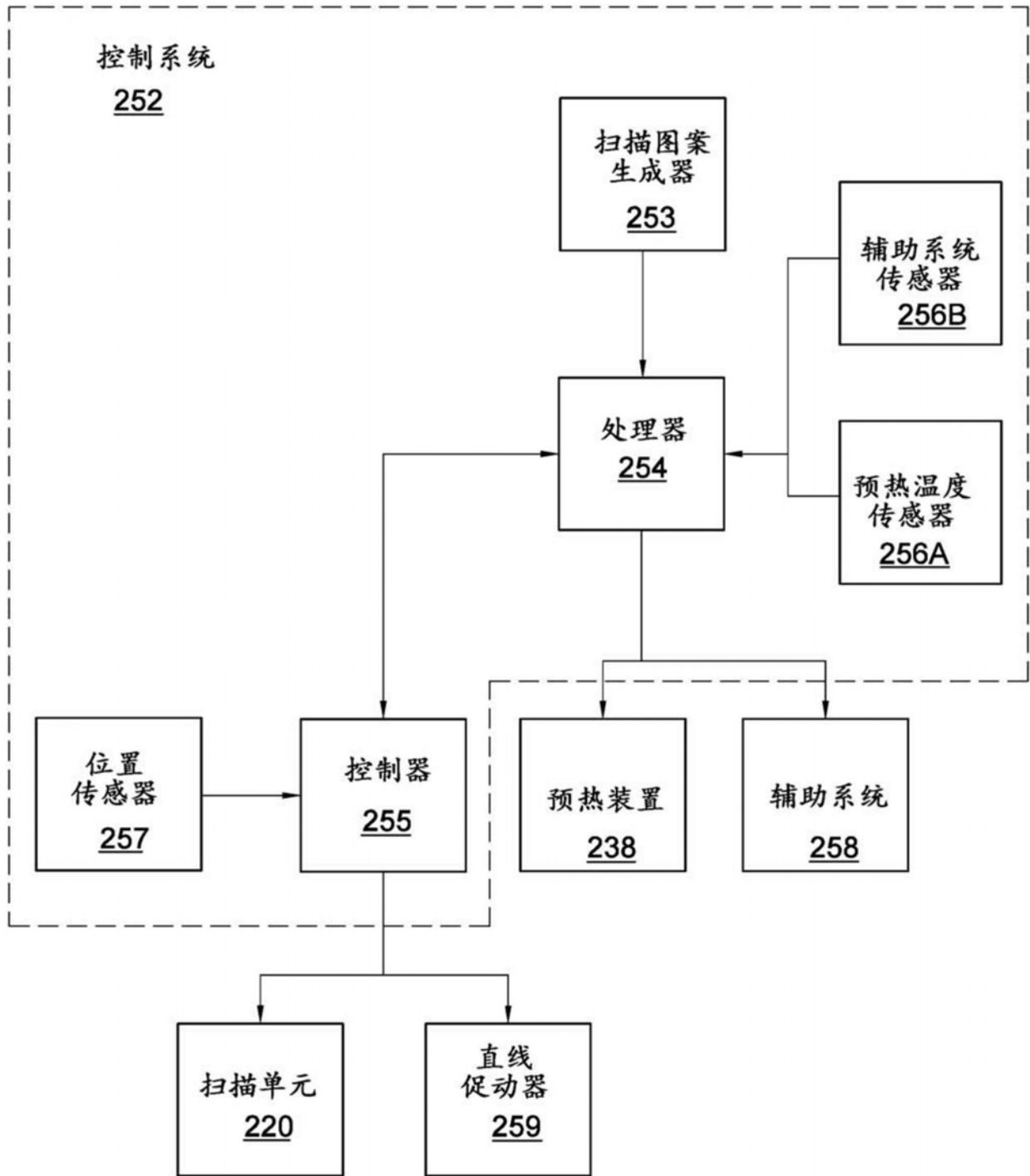


图27

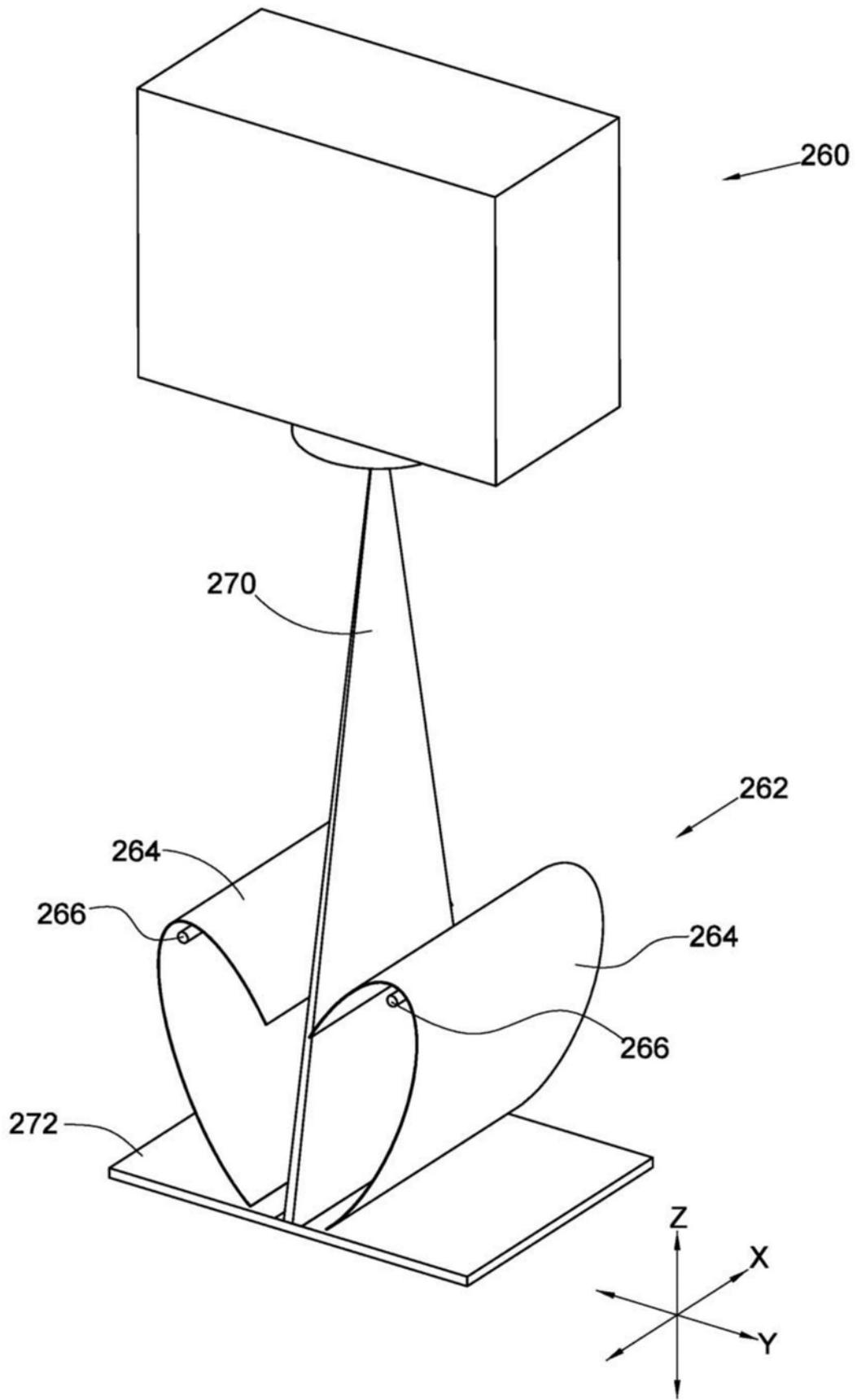


图28

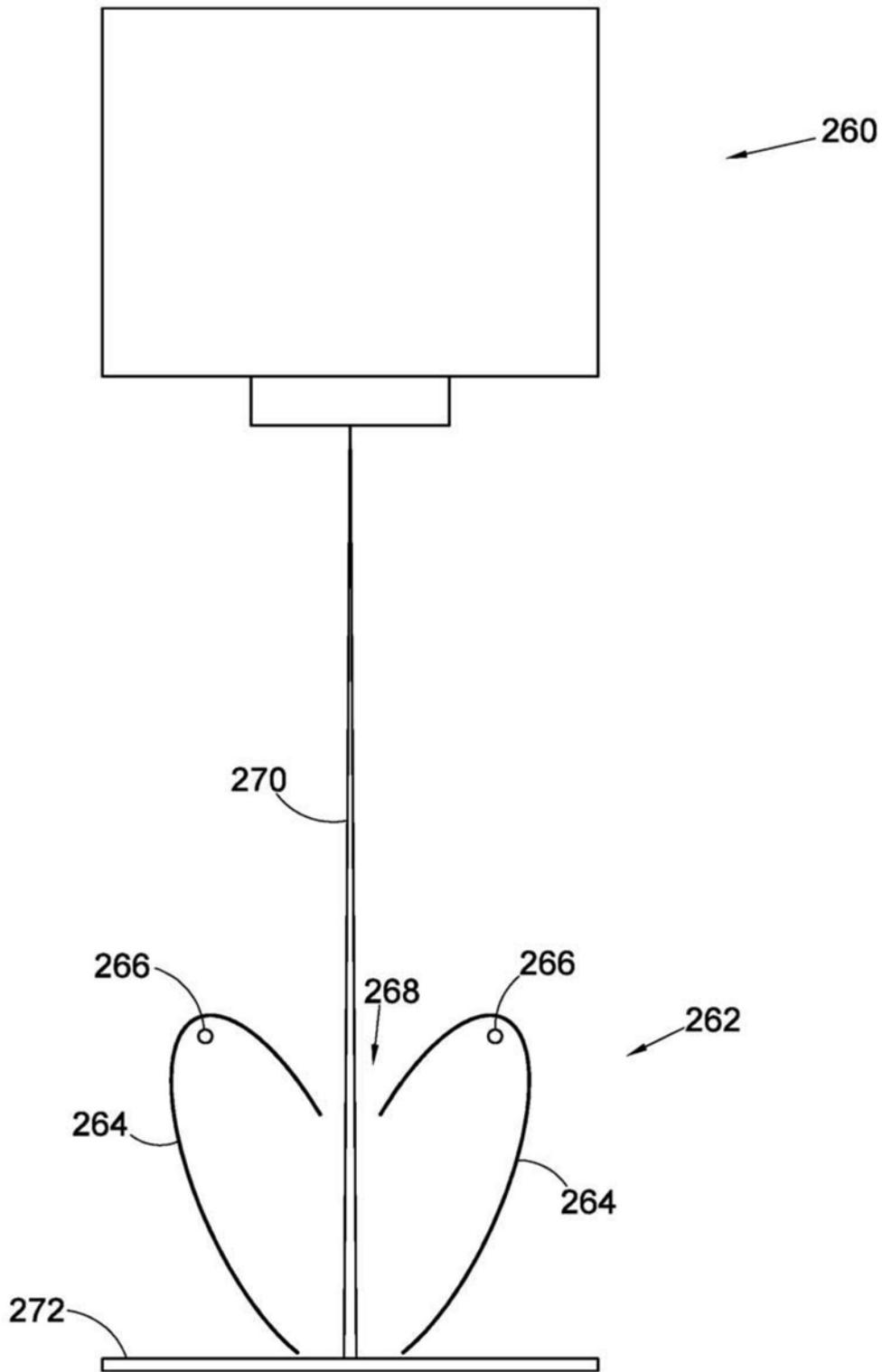


图29

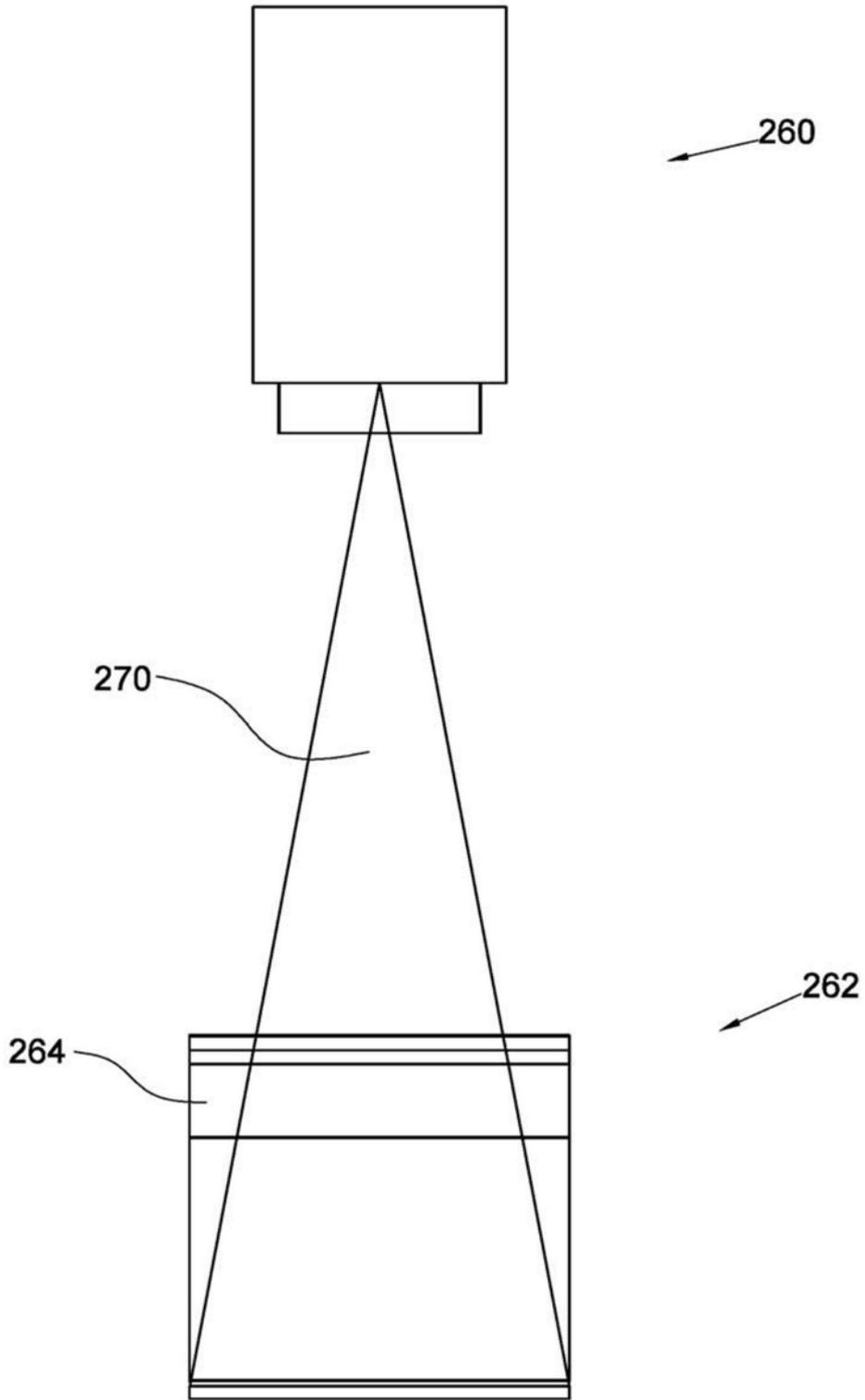


图30

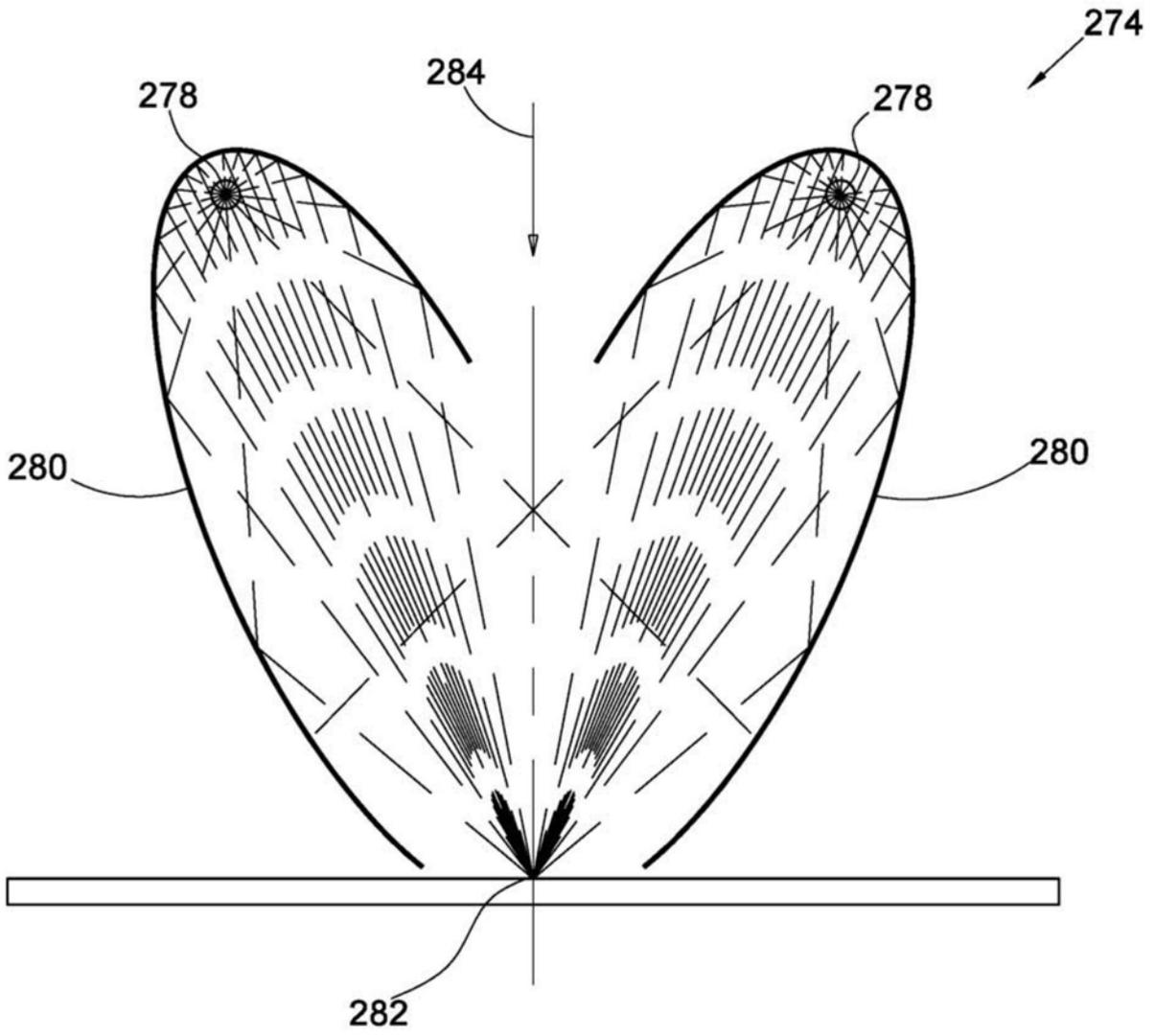


图31

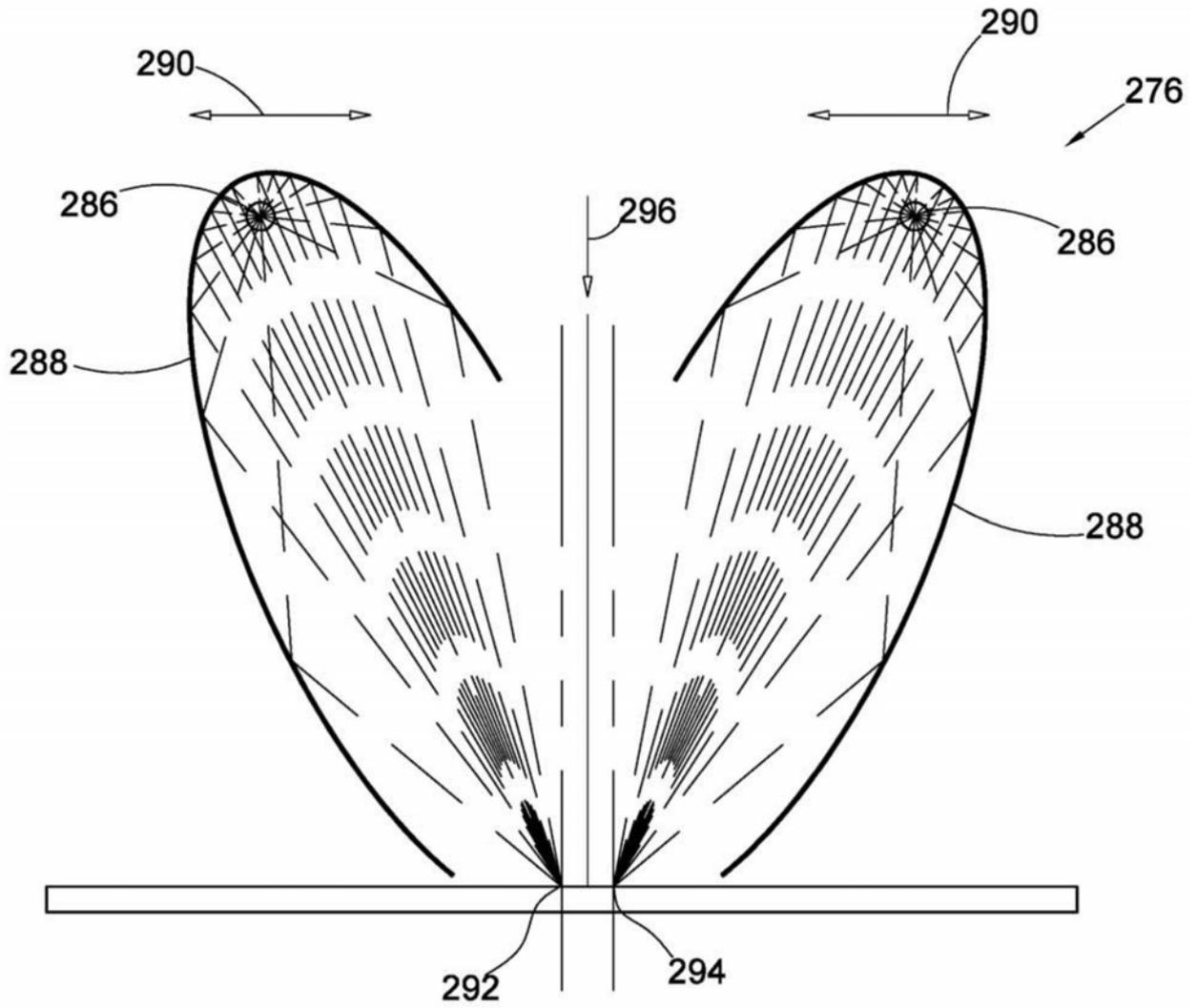


图32

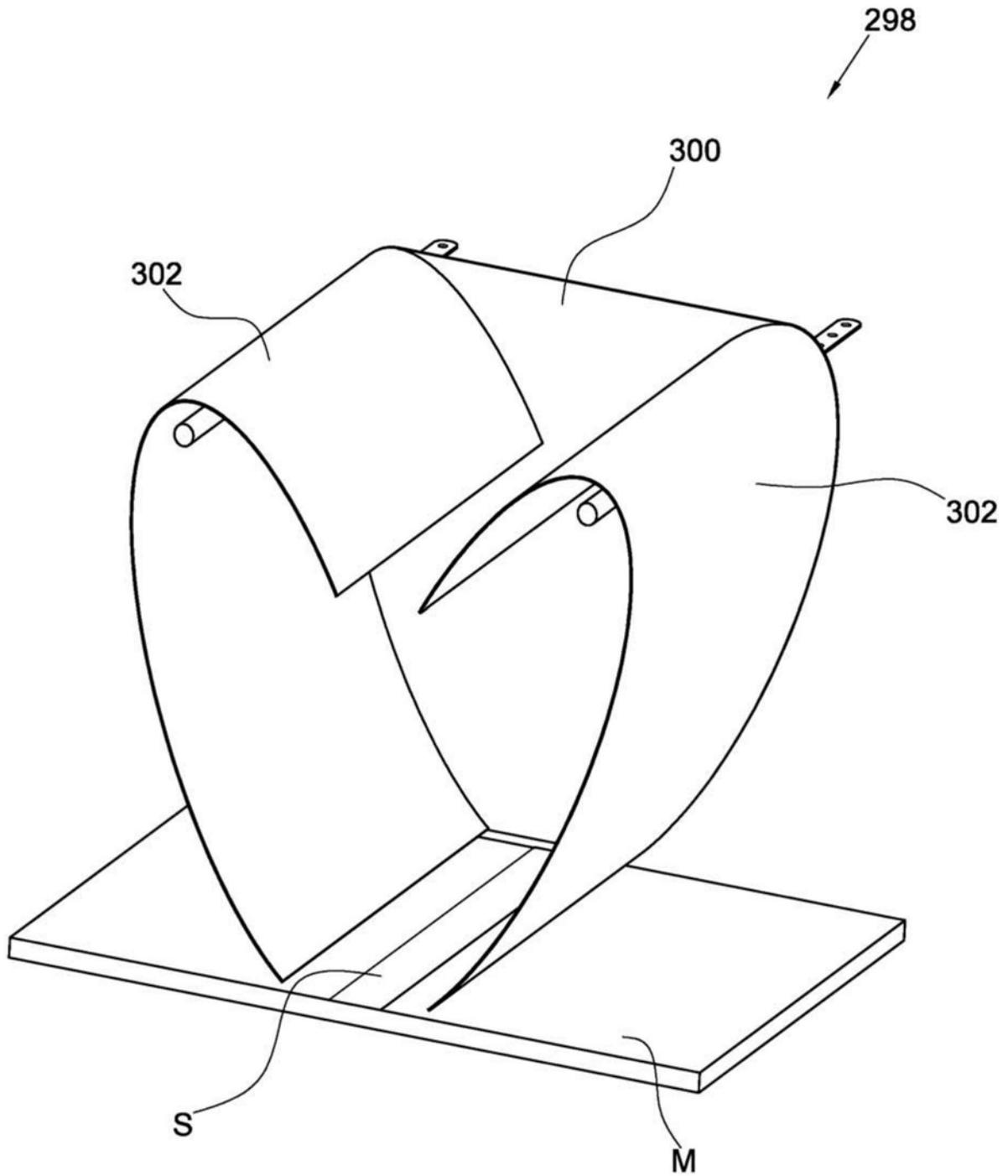


图33

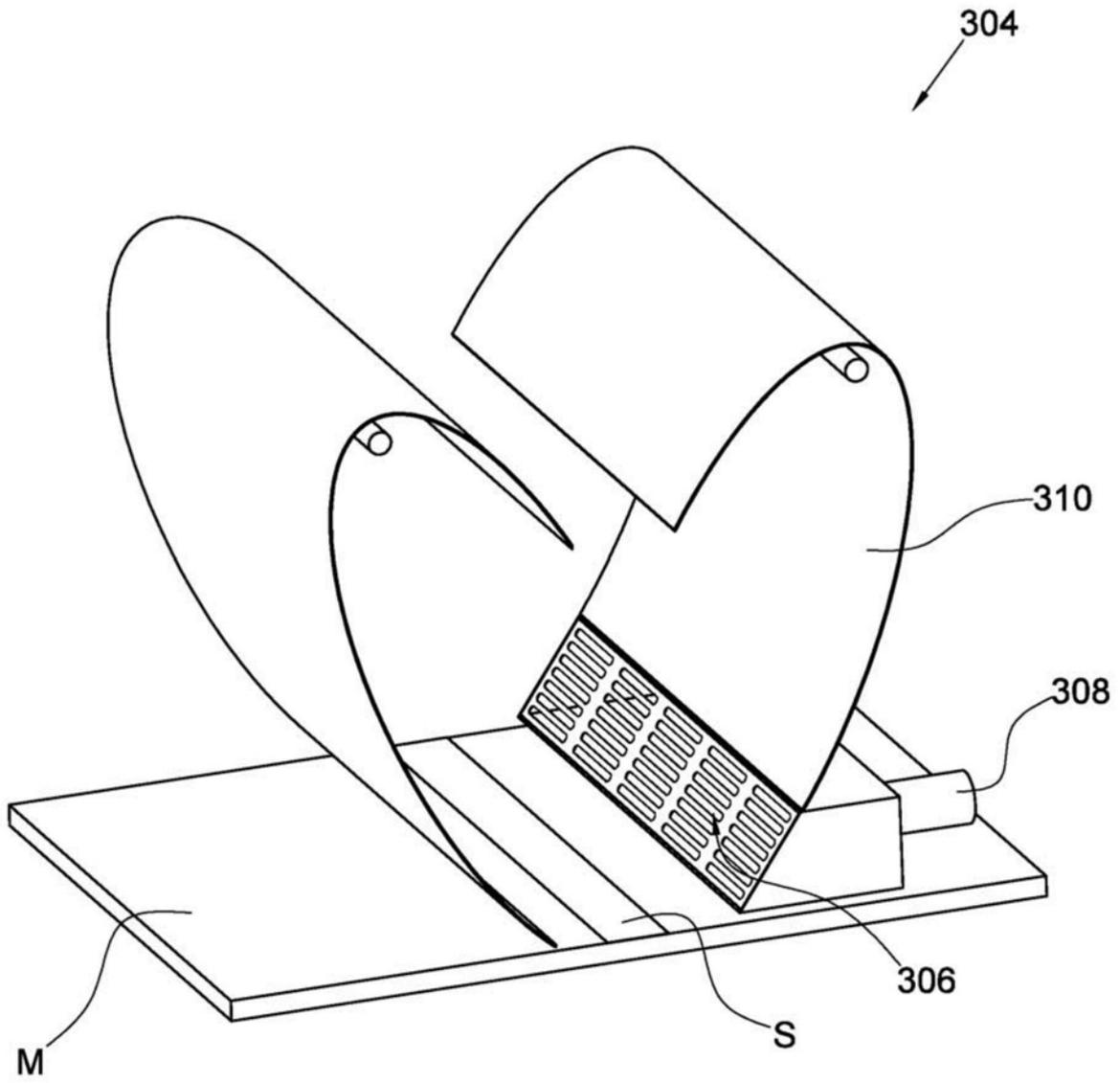


图34

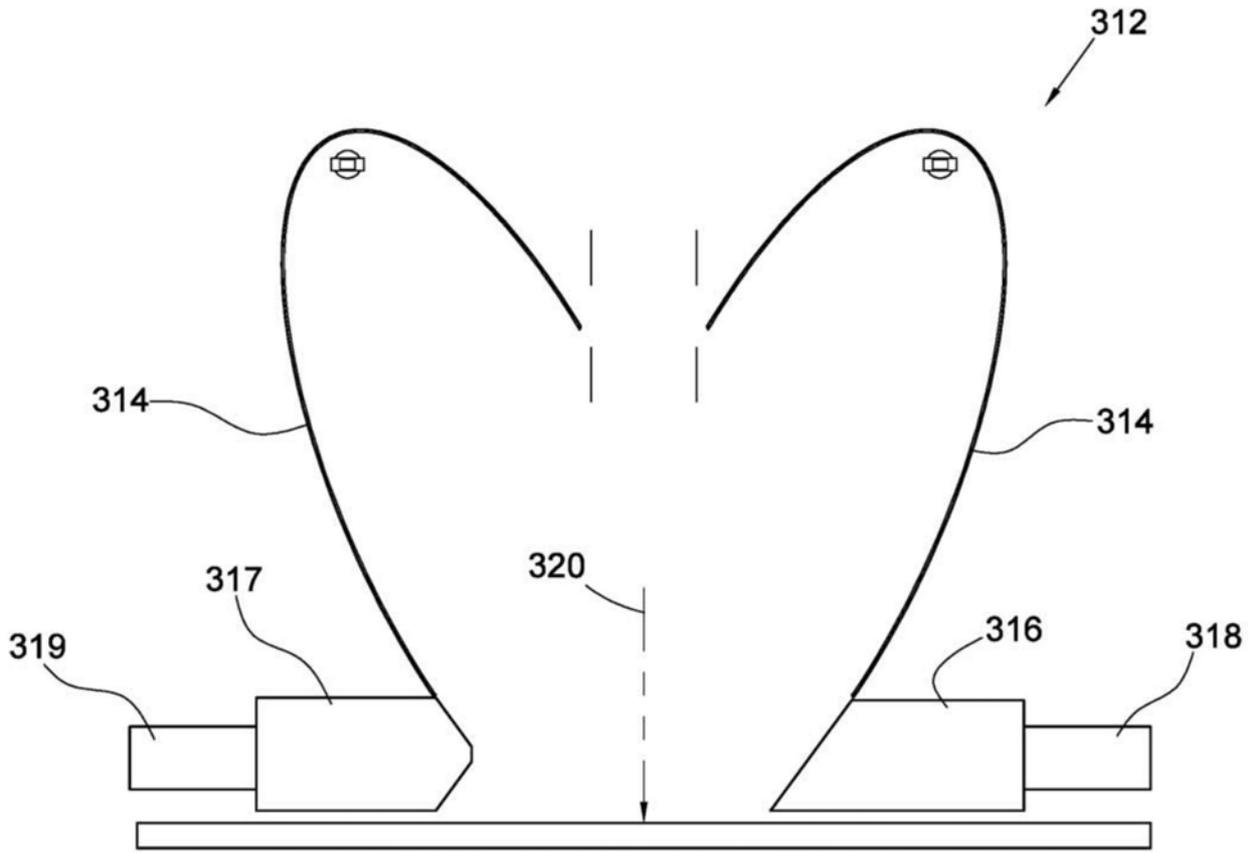


图35

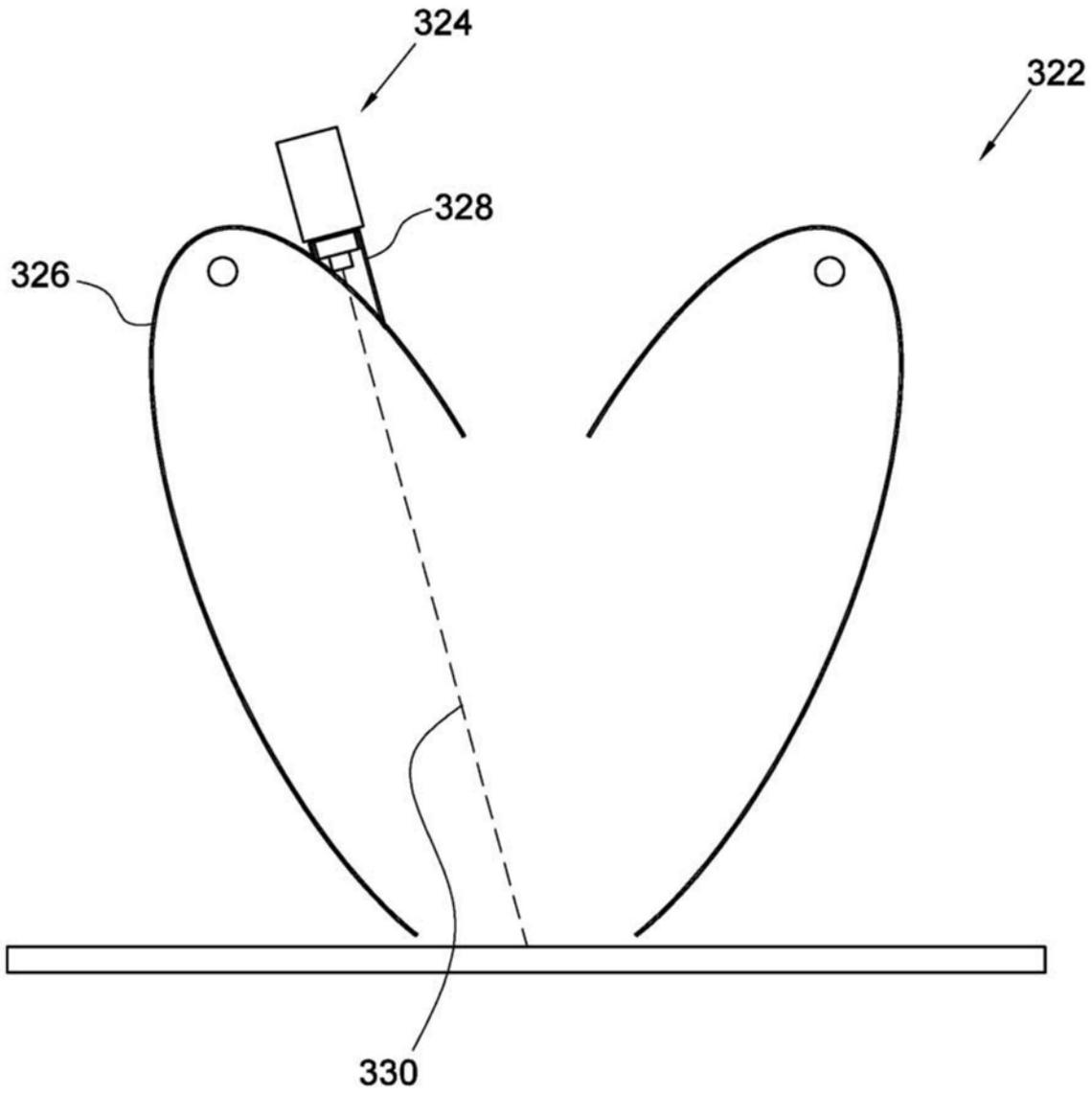


图36

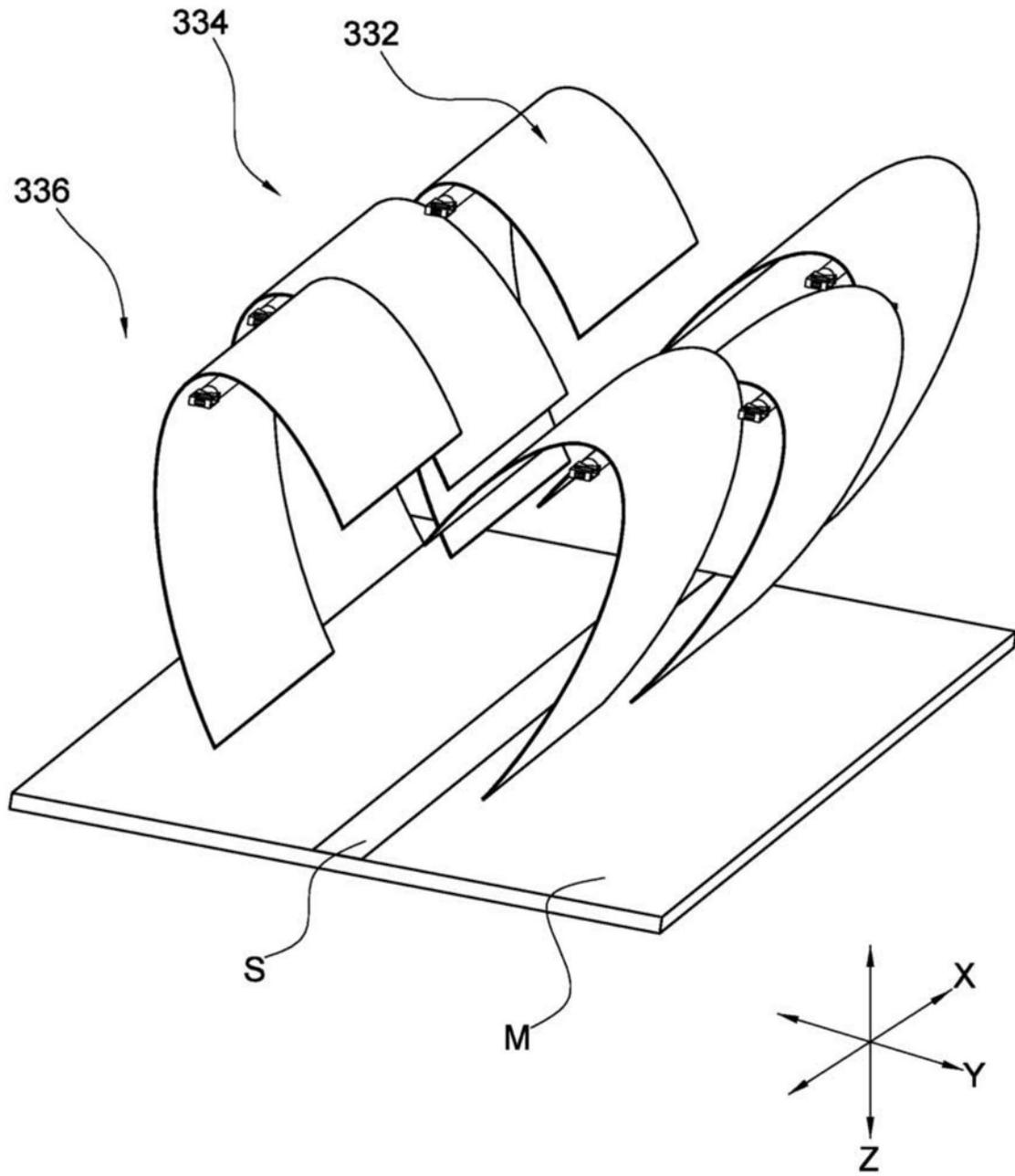


图37

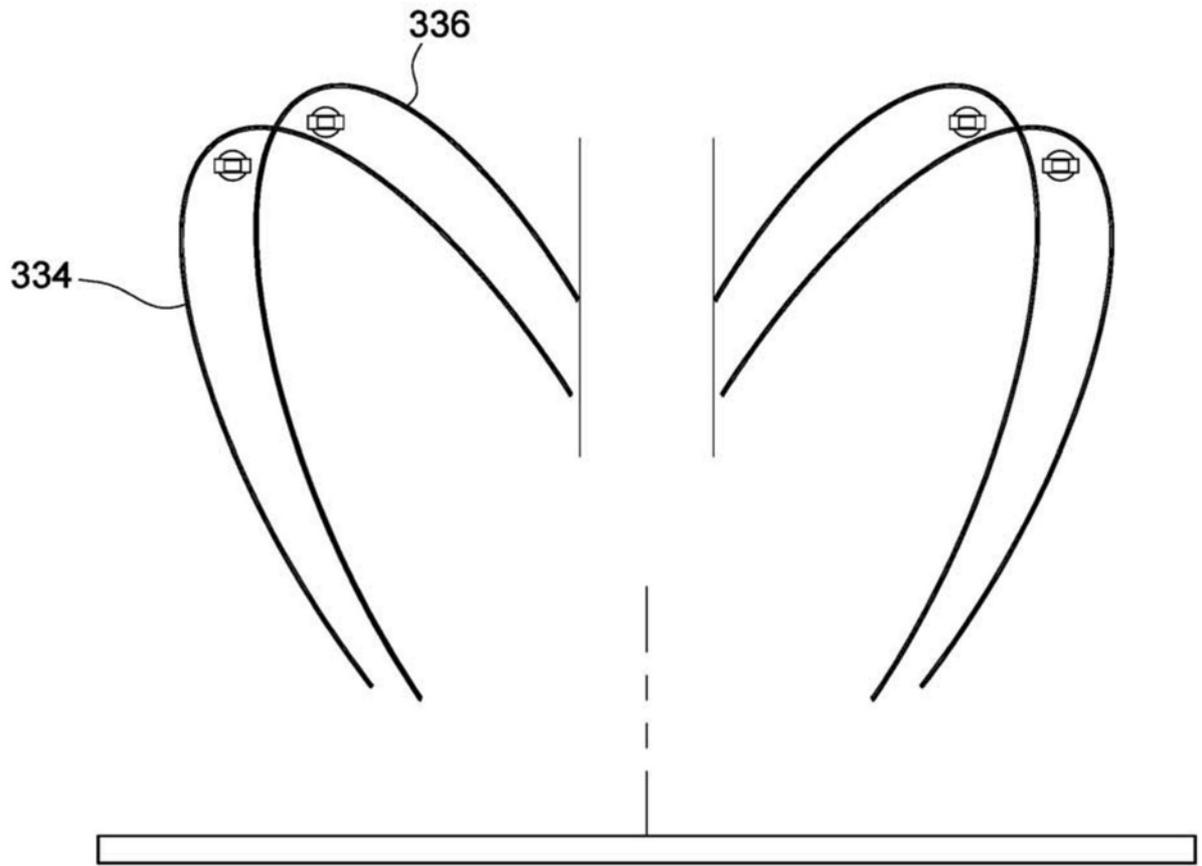


图38

现有技术

340 ↗

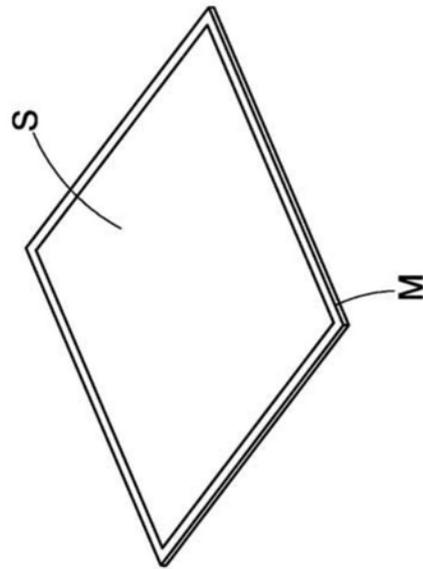
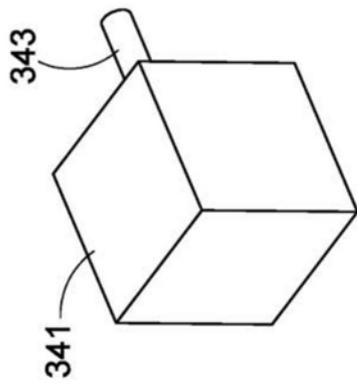


图 39

342 ↗

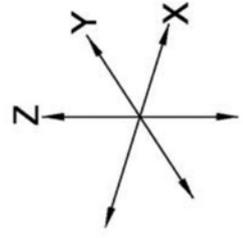
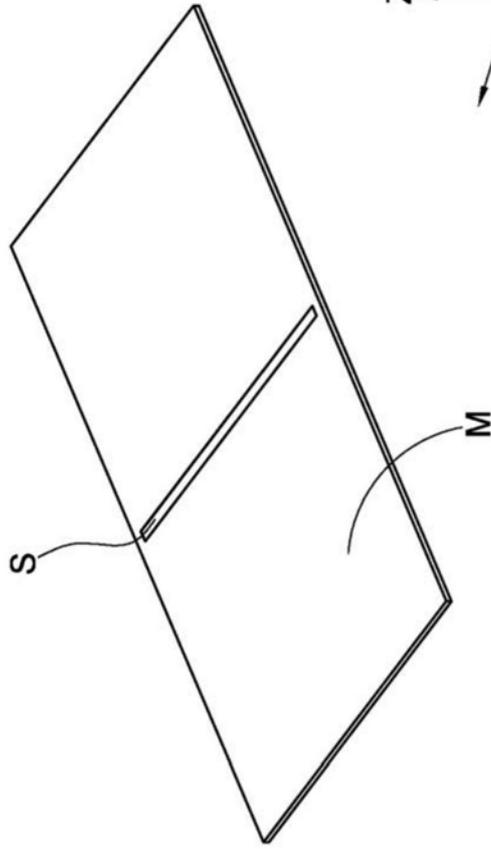
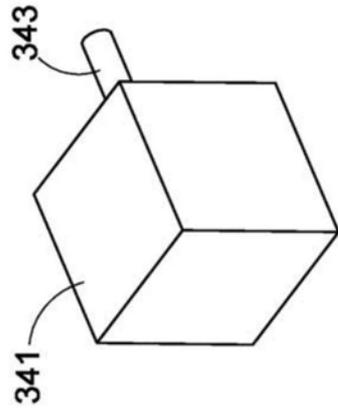


图 40

现有技术

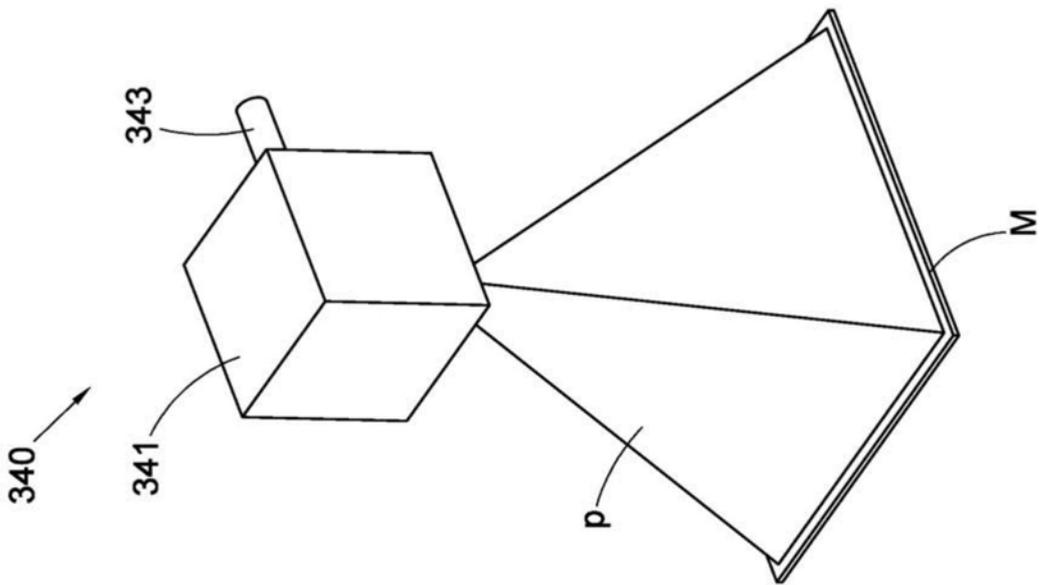


图 41

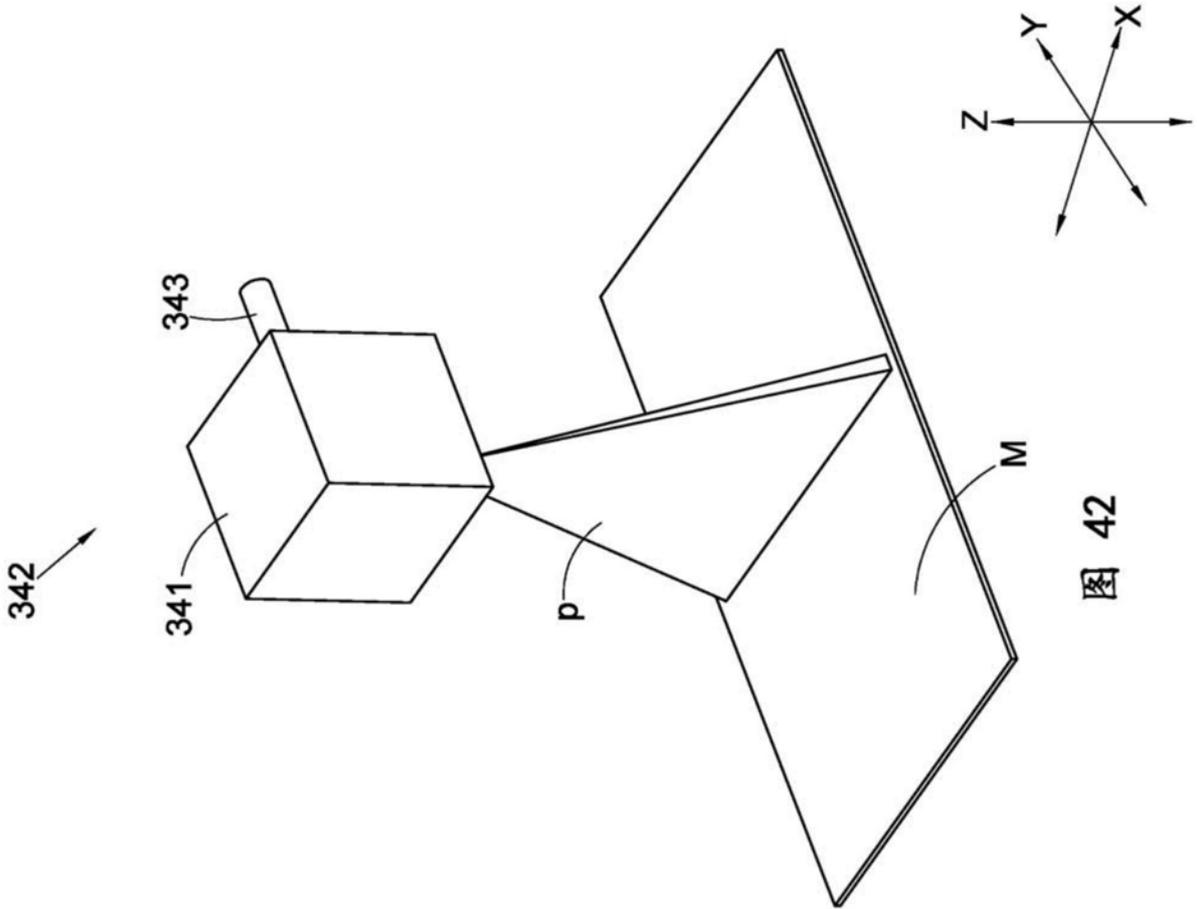


图 42

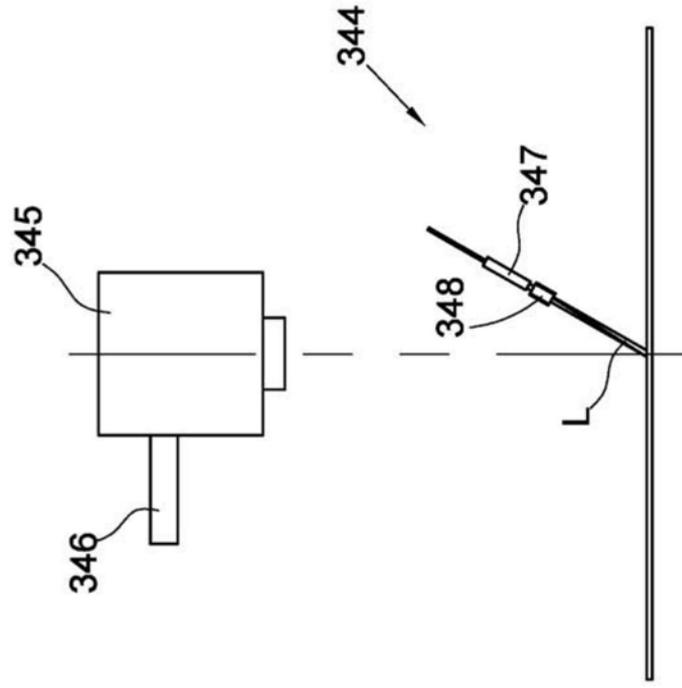


图 44

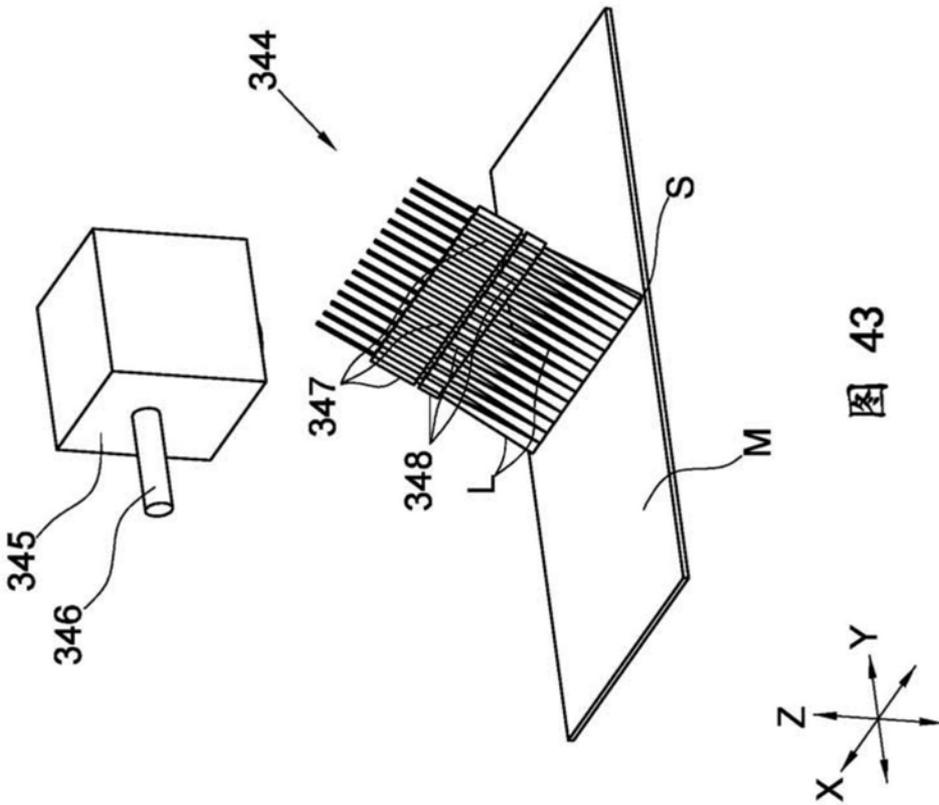


图 43