



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109476147 B

(45) 授权公告日 2021.12.31

(21) 申请号 201780022914.X

(74) 专利代理机构 北京易光知识产权代理有限公司 11596

(22) 申请日 2017.02.13

代理人 崔晓光

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109476147 A

(51) Int.CI.

B29C 64/147 (2017.01)

(43) 申请公布日 2019.03.15

B29C 64/20 (2017.01)

(30) 优先权数据

B29C 64/321 (2017.01)

62/294,997 2016.02.12 US

B29C 64/30 (2017.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B29B 15/10 (2006.01)

2018.10.10

B29C 70/28 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

B33Y 30/00 (2015.01)

PCT/US2017/017672 2017.02.13

B33Y 40/00 (2020.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

B33Y 40/10 (2020.01)

W02017/139766 EN 2017.08.17

B33Y 10/00 (2015.01)

(73) 专利权人 因帕瑟伯物体公司

(56) 对比文件

US 5263700 A, 1993.11.23

地址 美国伊利诺伊州

US 2015060933 A1, 2015.03.05

(72) 发明人 罗伯特·斯沃茨 尤金·戈尔

US 2012059503 A1, 2012.03.08

巴克利·克里斯特 约翰·贝尔登

WO 2015171182 A1, 2015.11.12

克里斯·瓦格纳

GB 1335313 A, 1973.10.24

尼古拉斯·塔齐安 伊万杰琳·苏

CN 1491175 A, 2004.04.21

审查员 殷星

权利要求书10页 说明书12页 附图25页

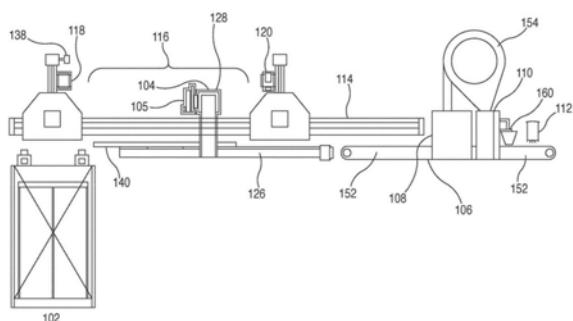
(54) 发明名称

以及对用于制作特定3D对象所需的尽可能多的附加片材重复这些步骤。

用于自动化基于复合的增材制造的方法和装置

(57) 摘要

公开了用于自动化制造基于三维(3D)复合的对象的装置和方法。该装置包括材料进给器、打印机、粉末系统、转移系统和可选地定影器。该方法包括将基底片材的堆叠插入材料进给器中，将该片材的堆叠从材料进给器转移到打印机，当片材安置在打印机压板上时将流体沉积在单个片材上，将片材从打印机转移到粉末系统，将粉末沉积在单个片材上，使得粉末粘附到印刷机已经在其上沉积了流体的片材区域，去除未粘附到片材的任何粉末，可选地将粉末熔化在基底上，



1. 一种用于自动化制备基底层上的区域的装置,所述基底层对应于通过增材制造基于复合的对象而制造的三维(3D)对象的横截面,包括

能够保持多个基底片材的材料进给器;

用于将流体沉积到来自多个片材的片材上的打印机;

一种粉末系统,所述粉末系统具有粉末涂敷器和粉末去除器,其中所述粉末涂敷器将粉末沉积到所述基底片材上;以及

转移系统,所述转移系统用于将片材从所述材料进给器转移到所述打印机,以及从所述打印机转移到所述粉末系统;

由此所述粉末粘附到所述打印机已经在其上沉积了流体的所述片材区域,并且所述粉末去除器去除未粘附到所述片材的粉末。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,耦接到所述材料进给器、打印机和转移系统的控制器使所述基底片材通过所述材料进给器、转移系统、打印机和粉末系统循环,针对用于制造三维(3D)部分所需的尽可能多的基底片材。

3. 根据权利要求1所述的装置,还包括用于加热所述基底片材上的粉末的定影器,

由此具有与所述基底片材形成复合材料的特性的粉末熔化并附着到所述片材,在所述打印机已经在其上沉积了流体的区域中。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述打印机包括冲压机构,用于在所需的位置处在所述片材中放置孔。

5. 根据权利要求4所述的装置,其中,所述孔用于所述基底片材的配准并且与每个片材的打印区域具有相同的位置关系。

6. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述基底片材是多孔的非织造碳纤维或其他非织造材料。

7. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述粉末去除器是真空。

8. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述粉末去除器为机械设备。

9. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述转移系统包括:

柯恩达夹持器,用于将片材从所述材料进给器转移到所述打印机;

针夹持器,用于将片材从所述打印机转移到所述粉末系统;以及

一个或多个定位器,用于定位所述柯恩达夹持器和所述针夹持器中的一个或多个。

10. 根据权利要求9所述的装置,其中,所述柯恩达夹持器和所述针夹持器使用强迫空气来致动,所述强迫空气通过在一端处连接到所述柯恩达夹持器和所述针夹持器中的每个并在另一端处连接到歧管的空气软管,其中空气阀用于启动和停止空气流到所述柯恩达夹持器和所述针夹持器。

11. 根据权利要求10所述的装置,其中,带式驱动器沿XY方向移动所述柯恩达夹持器和所述针夹持器,并且步进马达、螺线管或气动活塞沿Z方向移动所述柯恩达夹持器和所述针夹持器。

12. 根据权利要求11所述的装置,还包括与所述歧管、带式驱动器、步进马达、螺线管或气动活塞中的至少一个连通的控制器,所述控制器发送信号以打开和关闭所述空气阀或开启和关掉所述带式驱动器和步进马达,致使所述气动活塞在适当的时间移动适当的距离。

13. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述转移系统包括:

毡合材料夹持器,用于将片材从所述材料进给器转移到所述打印机;  
针夹持器,用于将片材从所述打印机转移到所述粉末系统;以及  
一个或多个定位器,用于定位所述毡合材料夹持器和所述针夹持器中的一个或多个。

14. 根据权利要求13所述的装置,其中,所述毡合材料夹持器包括:

板,毡合材料安装在所述板上,所述毡合材料的暴露表面设置成使得其面朝下并且基本平行于顶部基底片材的顶部表面,当坐落于所述材料进给器的平台上时;以及

一个或多个弹簧加载销,其中在一端处具有磁性尖端并且在另一端处具有支承表面,所述弹簧加载销设置成使得处于其安置位置时,磁性销的底部表面与所述毡合材料的底部表面基本平齐,或者所述磁性销的底部表面在所述毡合材料的底部表面上方,弹簧设置在所述板的上表面与销的支承表面之间;

材料进给器包括压紧叉,用于压紧与待夹持的基底片材相邻的片材;以及

由此当所述毡合材料夹持器与所述材料进给器上的基底片材的顶部表面接触到时,所述毡合材料与所述基底片材纠缠,从而夹持所述基底片材。

15. 根据权利要求14所述的装置,其中,所述弹簧加载销的弹簧力配置成使得当所述毡合材料夹持器将基底片材放置到打印机压板上时,定位器将所述毡合材料夹持器降低到所述打印机压板的表面,并且当所述毡合材料夹持器的底部表面靠近所述打印机压板的顶部表面时,所述弹簧加载销的所述磁性尖端被吸引并接合包括所述打印机压板的表面的铁磁材料;以及

当所述毡合材料夹持器背离所述打印机压板移动时,所述弹簧变成被压缩的,使得所述弹簧的力最终克服磁力,致使所述弹簧加载销的尖端与所述打印机压板脱开,从而将所述基底片材留在所述打印机压板的表面上。

16. 根据权利要求14所述的装置,其中,选择所述弹簧加载销的长度,在其中使用的所述弹簧的强度,以及包括所述弹簧加载销的尖端的磁体的强度,使得磁力强于在所述毡合材料夹持器与所述基底片材之间的结合,并且所述销的弹簧力在其压缩时变得比在所述销的尖端与所述打印机压板之间的磁力更强。

17. 根据权利要求14所述的装置,其中,所述弹簧加载销的弹簧力配置成使得当所述毡合材料夹持器将基底片材放置到所述打印机压板上时,定位器将所述毡合材料夹持器降低到所述打印机压板的表面,并且当所述毡合材料夹持器的底部表面靠近所述打印机压板的顶部表面时,所述弹簧加载销的真空夹持器被吸引并接合包括所述打印机压板的表面的铁磁材料;以及

当所述毡合材料夹持器背离所述打印机压板移动时,所述弹簧变成被压缩的,使得所述弹簧的力最终克服磁力,致使所述弹簧加载销的尖端与所述打印机压板脱开,从而将所述基底片材留在所述打印机压板的表面上。

18. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述转移系统包括:

夹持器,所述夹持器提供粘附力或静电力,用于将片材从所述材料进给器转移到所述打印机。

19. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述打印机安装到Y定位器上。

20. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述控制器并行地处理通过所述装置的基底片材,使得一旦从给定的部件转移给定的基底片材,就将下一基底片材推进到所述装置的该

部件或另一先前部件。

21. 根据权利要求1所述的装置,其中,打印机压板由铁磁材料制成。

22. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述材料进给器包括:

框架,所述框架安置能够保持基底片材的堆叠的平台,根据需要将所述基底片材放置在平台上;

控制器,所述控制器用于向马达发送信号以提升或降低所述平台;以及

传感器,所述传感器与所述控制器连通,安装在所述框架上或相对于所述框架安装,以检测基底片材的堆叠的顶部何时到达表示距所述传感器的预定距离的片材进给位置。

23. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述材料进给器还包括一对压紧叉,其中所述一对压紧叉交替地致动,使得当所述一对压紧叉中的一个叉触及所述材料进给器中的片材时,所述一对压紧叉中的另一叉不触及在所述材料进给器中的片材,所述一对压紧叉还配置成与交替地取向的片材的边缘处的预定孔配合,使得当第一次致动时,每个叉触及来自顶部片材的第二张,并且不触及所述顶部片材;

由此所述转移系统一次只能从所述材料进给器移动一张片材。

24. 根据权利要求22所述的装置,还包括吹风机,所述吹风机相对于所述框架安装,用于在所述基底片材的堆叠的顶部的顶部表面之上或跨越其吹送空气,以创建伯努利力来帮助升起下一待处理的基底片材。

25. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述打印机包括打印头,并且还包括用于将孔冲压到所述基底片材中的一个或多个冲压器,所述孔对准所述基底片材以加载到连接至所述装置的配准销上。

26. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述打印机包括打印头,并且还包括安装在所述打印头的上游或下游的一个或多个孔制作器,所述孔制作器被配置为创建孔以对准所述基底片材以便加载到连接至所述装置的配准销上。

27. 根据权利要求26所述的装置,其中,所述孔制作器是机械的。

28. 根据权利要求27所述的装置,其中,所述孔制作器是冲压器。

29. 根据权利要求26所述的装置,其中,所述孔制作器是激光切割器。

30. 根据权利要求25至29中任一项所述的装置,还包括真空,所述真空分离从所述基底片材冲压的真空孔屑。

31. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述粉末系统还包括用于将基底片材进给到所述粉末涂敷器中的传送器。

32. 根据权利要求1所述的装置,其中,与所述粉末系统连通的控制器指示所述粉末涂敷器和粉末去除器在适当的时间开启和关掉。

33. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述粉末涂敷器和粉末去除器集成为单个部件,并且包括:

传送器;

槽,所述槽保持具有狭缝的粉末,当所述粉末在所述槽下方移动时,粉末流动穿过所述狭缝以将粉末沉积在所述片材上;

真空,当所述粉末在所述真空下移动时,去除未粘附到所述片材上的粉末;

旋风分离器,用于产生所述真空并将抽真空的粉末再循环回到所述槽中用于再使用;

以及

阀,所述阀将所述粉末收集在带有表面孔的管中,并且交替地收集并且然后将所述粉末倾泄到所述槽中。

34.根据权利要求1所述的装置,其中,所述粉末系统还包括空气刀,用于去除未被所述粉末去除器去除的多余粉末。

35.根据权利要求1所述的装置,其中,所述粉末系统还包括一系列的星轮,所述星轮被配置成压紧所述片材,当所述片材是在所述粉末去除器下方时。

36.根据权利要求1所述的装置,其中,所述粉末系统被实现为倾泄阀组件,包括:

倾泄阀;

齿轮马达;

倾泄阀马达支架。

37.根据权利要求36所述的装置,通过使所述粉末系统的传送器反转使得所述片材行进回到所述粉末系统的入口,并且然后再次反转使得所述片材再次被所述粉末系统处理来实现。

38.根据权利要求36所述的装置,通过使夹持器将所述片材携带回到所述粉末系统的入口来实现。

39.根据权利要求1所述的装置,还包括旋转系统,所述旋转系统使得在最初进给所述片材时,所述片材被旋转一定度数,使得当最终堆叠所述片材以制作所述3D对象时,所述片材具有相对于彼此变化的纤维取向角。

40.根据权利要求39所述的装置,其中,所述片材通过所述转移系统内的一个或多个夹持器或者通过转盘旋转。

41.根据权利要求2所述的装置,还包括相机系统,所述相机系统耦接到所述控制器,以便所述控制器确保以下中的一个或多个:所述装置的部件尚未发生故障、沉积了适当量的粉末以及根据需要将所述片材移动通过所述装置。

42.根据权利要求1所述的装置,还包括警报指示器,用于向操作者通知故障。

43.根据权利要求20所述的装置,还包括传感器,所述传感器用于确保已经拾取了片材、或者已经拾取了不超过一张片材或者没有发生其他故障。

44.根据权利要求1所述的装置,还包括一个或多个控制器,用于排序和监测正在处理的所述片材。

45.根据权利要求1所述的装置,还包括多个片材托盘,由此片材纤维的方向性能够在托盘之间具有不同的取向。

46.根据权利要求1所述的装置,其中,所述基底片材包括片材或卷。

47.根据权利要求8所述的装置,其中,所述机械设备是空气吹风机或振动设备。

48.一种用于自动化制备基底层上的区域的装置,所述基底层对应于通过增材制造基于复合的对象而制造的三维(3D)对象的横截面,包括:

材料进给器,所述材料进给器将一卷基底材料保持在适当的位置;

打印机,用于在所述卷的一部分上沉积流体,在已经将所述卷的所述部分从所述材料进给器转移到所述打印机之后;

粉末系统,所述粉末系统具有粉末涂敷器和粉末去除器,其中所述粉末涂敷器将粉末

沉积到所述卷的所述部分上,使得所述粉末粘附到所述打印机已经在其上沉积了流体的区域,并且所述粉末去除器去除没有粘附到所述卷的所述部分的任何粉末;以及

张紧系统,所述张紧系统用于保持和推进由所述卷的长度限定的卷筒纸,从所述材料进给器到所述打印机,以及从所述打印机到所述粉末系统,以及将片材从所述卷上分离出来。

49. 根据权利要求48所述的装置,其中,在所述卷推进到所述打印机之前,所述张紧系统将片材与所述卷分离出来。

50. 根据权利要求48所述的装置,其中,在所述卷推进越过所述打印机之后,所述张紧系统将片材与所述卷分离出来。

51. 根据权利要求48所述的装置,其中,耦接到所述材料进给器、打印机和张紧系统的控制器使所述卷推进通过所述材料进给器、转移系统、打印机和粉末系统,针对用于制造三维(3D)部分所需的尽可能多的打印和粉末的基底材料。

52. 根据权利要求48所述的装置,还包括用于加热所述基底材料上的粉末的定影器,

由此具有与所述基底材料形成复合材料的特性的粉末熔化并附着到所述材料,在所述打印机已经在其上沉积了流体的区域中。

53. 根据权利要求48所述的装置,其中,所述打印机包括冲压机构,用于在所述材料中在所需的位置处放置孔。

54. 根据权利要求53所述的装置,其中,所述孔用于基底材料的配准并且与用于推进卷的连续区域的打印区域具有相同的位置关系。

55. 根据权利要求48所述的装置,其中,所述基底材料是多孔的非织造碳纤维或其他非织造材料。

56. 根据权利要求48所述的装置,其中,所述粉末去除器是真空。

57. 根据权利要求48所述的装置,其中,所述粉末去除器是机械设备。

58. 根据权利要求48所述的装置,其中,所述打印机安装在Y定位器上。

59. 根据权利要求48所述的装置,其中,所述打印机包括打印头,并且还包括一个或多个在所述基底材料上冲压孔的冲压器,所述孔对准所述基底材料以加载到连接至所述装置的配准销上,在片材从所述卷分离之后。

60. 根据权利要求48所述的装置,其中,所述打印机包括打印头,并且还包括安装在所述打印头的上游或下游的一个或多个孔制作器,所述孔制作器被配置为创建孔以对准所述基底材料以便加载到连接至所述装置的配准销上。

61. 根据权利要求60所述的装置,其中,所述孔制作器是机械的。

62. 根据权利要求61所述的装置,其中,所述孔制作器是冲压器。

63. 根据权利要求60所述的装置,其中,所述孔制作器是激光切割器。

64. 根据权利要求60至63中任一项所述的装置,还包括真空,所述真空分离从所述基底片材冲压的真空孔屑。

65. 根据权利要求48所述的装置,其中,与所述粉末系统连通的控制器指示所述粉末涂敷器和粉末去除器在适当的时间开启和关掉。

66. 根据权利要求48所述的装置,其中,所述粉末涂敷器和粉末去除器集成为单个部件,并且包括:

槽,所述槽保持具有狭缝的粉末,当粉末在槽下方移动时,粉末流动穿过所述狭缝以将粉末沉积在所述片材上;

真空,当所述粉末在所述真空下移动时,去除未粘附在所述片材上的粉末;

旋风分离器,所述旋风分离器产生所述真空并将抽真空的粉末再循环回到所述槽中用于再使用;以及

阀,所述阀将所述粉末收集在带有表面孔的管中,并且交替地收集并且然后将所述粉末倾泄到所述槽中。

67.根据权利要求48所述的装置,其中,所述粉末系统还包括空气刀,用于去除未被所述粉末去除器去除的多余粉末。

68.根据权利要求48所述的装置,其中,所述粉末系统还包括一系列星轮,所述星轮被配置成用于压紧所述片材,当所述片材在所述粉末去除器下方时。

69.根据权利要求48所述的装置,其中,所述粉末系统被实现为倾泄阀组件,包括:

倾泄阀;

齿轮马达;

倾泄阀马达支架。

70.根据权利要求69所述的装置,通过使所述卷的推进反转使得所述材料行进回到所述粉末系统的入口,并且然后再次反转使得所述材料再次由所述粉末系统处理来实现。

71.根据权利要求57所述的装置,其中,所述机械设备是空气吹风机或振动设备。

72.一种用于自动化制备基底层的方法,所述基底层对应于三维(3D)对象的横截面,包括:

(a)将基底片材的堆叠中的至少一个片材从材料进给器转移到打印机;

(b)将流体沉积在所述至少一个片材上、在代表所述三维对象的所述横截面的所述至少一个片材上的区域中;

(c)将粉末沉积到所述至少一个片材上,从所述至少一个片材去除任何松散的粉末;由此,所述粉末粘附到代表所述三维对象的所述横截面的所述至少一个片材上的所述区域;

(d)继从所述至少一个片材去除松散的粉末之后,将所述至少一个片材叠置在堆叠器上。

73.根据权利要求72所述的方法,其中,使用柯恩达夹持器将片材从所述材料进给器转移到所述打印机。

74.根据权利要求72所述的方法,其中,使用毡合材料夹持器将片材从所述材料进给器转移到所述打印机。

75.根据权利要求72所述的方法,其中,使用针夹持器将片材从所述打印机转移到粉末系统,所述粉末系统用于执行将粉末沉积到所述至少一个片材上,从所述至少一个片材去除任何松散的粉末的步骤。

76.根据权利要求72所述的方法,还包括以足以致使所述粉末熔化并且从而附着到所述片材上的方式加热所述基底片材上的所述粉末的步骤。

77.根据权利要求72所述的方法,其中,并行地处理基底片材,使得一旦从给定的部件转移给定的基底片材,就将下一基底片材推进到实现所述方法的步骤的该部件或另一先前部件。

78. 根据权利要求72所述的方法,还包括以下步骤:

产生信号,确定将在片材上冲压的孔的位置;

在片材中在所需位置处冲压孔;以及

通过将一组基底片材加载到配准销上来对齐已经被冲压的所述组基底片材。

79. 根据权利要求72所述的方法,还包括对来自所述基底片材的冲压出的孔屑抽真空。

80. 根据权利要求72所述的方法,其中,所述基底片材是非织造材料。

81. 根据权利要求80所述的方法,其中,所述基底片材是多孔的非织造碳纤维。

82. 根据权利要求72所述的方法,其中,夹持器用于转移步骤。

83. 根据权利要求82所述的方法,其中,所述夹持器使用强迫空气来致动,所述强迫空气通过在一端处连接到每个夹持器并在另一端处连接到歧管的空气软管,其中空气阀用于启动和停止空气流动到所述夹持器。

84. 根据权利要求83所述的方法,还包括发送信号以打开和关闭所述空气阀并开启和关掉驱动器和马达,致使定位器在适当的时间将所述夹持器移动适当的距离。

85. 根据权利要求74所述的方法,其中,毡合材料与所述材料进给器上的基底片材的顶部表面接触到,使得所述毡合材料与所述基底片材材料纠缠,从而夹持所述基底片材。

86. 根据权利要求74所述的方法,其中,通过将所述毡合材料夹持器降低到打印机压板的表面,使用所述毡合材料夹持器将基底片材放置到所述打印机压板上,使得当所述毡合材料夹持器的底部表面接近所述打印机压板的顶部表面时,弹簧加载销的磁性尖端被吸引到并接合包括所述打印机压板的表面的铁磁材料,并且当所述毡合材料夹持器背离所述打印机压板移动时,所述弹簧加载销的弹簧变成被压缩的,使得所述弹簧的力最终克服致使所述弹簧加载销的尖端与所述打印机压板脱开的磁力,从而使所述基底片材留在所述打印机压板的表面上。

87. 根据权利要求86所述的方法,其中,选择所述弹簧加载销的长度,在其中使用的所述弹簧的强度以及包括所述弹簧加载销的尖端的磁体的强度,使得所述磁力强于所述毡合材料夹持器与所述基底片材之间的结合,并且所述销的弹簧力在其压缩时变得比所述销的尖端与所述打印机压板之间的磁力更强。

88. 根据权利要求74所述的方法,其中,通过将所述毡合材料夹持器降低到打印机压板的表面,使用所述毡合材料夹持器将基底片材放置到所述打印机压板上,使得当所述毡合材料夹持器的底部表面接近所述打印机压板的顶部表面时,弹簧加载销的真空夹持器被吸引到并接合包括所述打印机压板的表面的铁磁材料,并且当所述毡合材料夹持器背离所述打印机压板移动时,所述弹簧加载销的弹簧变成被压缩的,使得所述弹簧的力最终克服致使所述弹簧加载销的真空夹持器与所述打印机压板脱开的磁性力,从而使所述基底片材留在所述打印机压板的表面上。

89. 根据权利要求72所述的方法,其中,使用粘附力或静电力的夹持器用于将片材从所述材料进给器转移到所述打印机。

90. 根据权利要求72所述的方法,还包括检测所述基底片材的堆叠的顶部处何时到达片材进给位置,指示片材准备好从所述材料进给器转移到所述打印机。

91. 根据权利要求72所述的方法,还包括在基底片材的顶部表面上方或跨越其吹送空气,在所述材料进给器的顶部处,以便创建伯努利力以升起最顶部的基底片材。

92. 根据权利要求72所述的方法,其中,所述片材经由传送器移动通过所述粉末系统。
93. 根据权利要求72所述的方法,其中,使用真空去除所述粉末。
94. 根据权利要求72所述的方法,其中,使用旋风分离器产生粉末去除器,并将去除的粉末再循环返回通过粉末系统,所述粉末系统,用于执行将粉末沉积到所述至少一个片材上,从所述至少一个片材去除任何松散的粉末的步骤。
95. 根据权利要求72所述的方法,其中,对片材不止一次重复沉积和去除步骤。
96. 根据权利要求95所述的方法,通过使所述粉末系统的传送器反转使得所述片材行进回到所述粉末系统的入口,并且然后再次反转使得所述片材再次由所述粉末系统处理来实现。
97. 根据权利要求95所述的方法,通过使夹持器将所述片材携回到所述粉末系统的入口来实现。
98. 根据权利要求72所述的方法,还包括在任何步骤期间将所述片材旋转一定度数。
99. 根据权利要求98所述的方法,其中,所述片材通过一个或多个夹持器或通过转盘旋转。
100. 根据权利要求72所述方法,还包括监测以确保尚未发生故障、沉积适当的粉末量以及根据需要通过各种步骤处理所述片材。
101. 根据权利要求73所述的方法,其中,所述柯恩达夹持器通过包括以下步骤的方法的执行夹持所述基底片材的堆叠的顶部处的片材:
- 向XYZ定位器的步进马达发送信号,其控制所述柯恩达夹持器的Z移动;
- 将所述柯恩达夹持器朝向所述基底片材的堆叠的顶部降低;
- 通过致动所述柯恩达夹持器来发送信号以开启强迫空气到所述柯恩达夹持器;
- 向所述步进马达发送信号,这致使所述步进马达的轴旋转,使得连接到所述轴的压紧叉朝向所述基底片材的堆叠旋转,并且所述材料进给器的脚然后由此穿过所述堆叠的顶部处的片材中的槽口;
- 通过所述步进马达向控制器发送信号;
- 通过所述控制器向歧管发送信号,指示其打开向所述脚供应空气的阀,致使强迫空气穿过排出口,并且从而在顶部基底片材与由所述脚接合的第二片材之间;以及
- 经由所述柯恩达夹持器的柯恩达力升起所述顶部基底片材。
102. 根据权利要求73所述的方法,其中,将所述片材转移到所述打印机的方法包括以下步骤:
- 向步进马达发送信号,致使所述柯恩达夹持器向上移动预定距离;
- 确认所述柯恩达夹持器正在保持片材;
- 通过控制器向歧管发送信号以关掉到材料进给器的压紧叉的空气;
- 通过所述控制器向步进马达发送信号,使所述压紧叉从第二片材旋转下来;
- 通过所述控制器向定位器发送信号,致使所述柯恩达夹持器朝向所述打印机压板移动;
- 当所述柯恩达夹持器到达打印机压板上方的预定位置时,通过所述控制器向所述步进马达和歧管发送信号,以便将所述基底片材降低并放置在所述打印机压板上;
- 通过所述柯恩达夹持器释放所述片材;以及

通过所述控制器向所述定位器发送信号,致使所述柯恩达夹持器返回到所述材料进给器之上的初始位置。

103. 根据权利要求75所述的方法,其中,通过执行包括以下步骤的方法将片材从所述打印机转移到所述粉末系统:

通过所述打印机向控制器发送信号;

通过所述控制器向定位器、步进马达和空气歧管发送信号,使得所述定位器将所述针夹持器移动到安置在所述打印机压板上的所述基底片材之上的位置,所述步进马达向下移动所述针夹持器直到所述针夹持器接触所述基底片材的顶部,并且所述歧管打开附接到所述针夹持器的空气阀以致动它,并且从而夹持所述基底片材;以及

通过所述控制器发送信号,使得所述步进马达向上升起所述针夹持器和基底片材,所述定位器将所述针夹持器移动到所述粉末涂敷器的传送器之上的适当位置,所述步进马达向下移动所述针夹持器直到所述基底片材放置在所述传送器的表面上,并且所述针夹持器将所述基底片材释放到所述传送器上。

104. 根据权利要求103所述的方法,其中,如果所述片材存在错误,则将所述片材转移到丢弃区域而不是所述粉末系统。

105. 根据权利要求72所述的方法,还包括使用多个片材托盘,其中片材纤维的方向性指向所述托盘之间各自的不同的取向。

106. 一种根据权利要求72所述的方法生产的产品。

107. 一种用于自动化制备基底层上的区域的方法,所述基底层对应于通过增材制造基于复合的对象而制造的三维(3D)对象的横截面,包括,在自动化控制下:

将一卷基底材料的一部分从材料进给器转移到打印机;

将流体沉积在基底材料的一部分上,当其安置在打印机压板上时;

将所述卷的所述部分从所述打印机转移到粉末系统;

将粉末沉积到所述卷的所述部分上,使得所述粉末粘附到所述打印机已经在其上沉积了流体的所述卷的所述部分的区域;

去除未粘附到所述卷的所述部分的任何粉末;以及

对用于制作特定的三维(3D)对象所需的尽可能多的附加部分的重复这些步骤中的任一步骤。

108. 根据权利要求107所述的方法,还包括切割所述卷以将片材与所述卷分离。

109. 根据权利要求108所述的方法,其中,所述切割步骤在打印步骤之前发生,由此在片材上发生打印。

110. 根据权利要求108所述的方法,其中,所述切割步骤在打印步骤之后发生,由此在所述卷的长度上发生打印。

111. 根据权利要求107所述的方法,还包括以足以致使所述粉末熔化并且从而附着到所述基底材料的方式加热所述基底材料上的粉末的步骤。

112. 根据权利要求107所述的方法,其中,所述基底材料是非织造材料。

113. 根据权利要求112所述的方法,其中,所述基底材料是多孔的非织造碳纤维。

114. 根据权利要求107所述的方法,其中,所述材料通过展开而移动通过所述粉末系统。

115. 根据权利要求107所述的方法,其中,所述材料在已经从作为片材的卷切割之后在传送器上移动通过所述粉末系统。

116. 根据权利要求107所述的方法,其中,使用真空去除所述粉末。

117. 根据权利要求107所述的方法,其中,使用旋风分离器以产生用于去除未粘附到所述卷的所述部分的任何粉末的粉末去除器,并将去除的粉末再循环返回通过所述粉末系统。

118. 根据权利要求107所述的方法,其中,对所述卷的区域不止一次重复沉积和去除步骤。

119. 根据权利要求118所述的方法,通过使所述卷反转使得所述基底材料行进回到所述粉末系统的入口,并且然后再次反转使得所述基底材料再次由所述粉末系统处理来实现。

120. 一种用于自动化制备多个基底片材的装置,所述多个基底片材对应于通过增材制造基于复合的对象而制造的三维(3D)对象的横截面,包括:

材料进给器,所述材料进给器能够保持所述多个基底片材;

打印机,所述打印机构造成将流体沉积到来自所述多个基底片材中的基底片材上;

粉末系统,所述粉末系统具有粉末涂敷器和粉末去除器,所述粉末涂敷器构造成将粉末沉积到所述基底片材上,所述粉末去除器构造成去除不粘附到所述基底片材的粉末;以及

转移系统,所述转移系统用于将所述基底片材从所述材料进给器转移到所述打印机,以及从所述打印机转移到所述粉末系统。

## 用于自动化基于复合的增材制造的方法和装置

[0001] 本申请要求保护于2016年2月12日提交的美国临时申请号62/294,997的权益。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及增材制造,并且尤其涉及用于自动化制造基于三维复合的对象的装置。

### 背景技术

[0003] 增材制造,诸如三维打印,可以被视为主要地是材料问题。当前方法的限制之一是的材料颜色(调色板,palette)有限且构建速度慢。

[0004] 通过称为基于复合的增材制造(CBAM)的方法学避免了现有技术的这些和其他限制。在同系列待审美国专利申请号13/582,939(于2012年11月2日提交)、14/835,690(于2015年8月25日提交)和美国专利申请号14/835,635(于2015年8月25日提交)中完整地描述了CBAM,其每个均通过引用完整地并入本文。

### 发明内容

[0005] 本申请描述了用于使基于复合的增材制造(CBAM)自动化的特定方法和装置。

### 附图说明

[0006] 当结合随附附图考虑本发明的以下详细描述时,本发明的其他方面、优点和新颖特征将变得更加明显,在随附附图中:

[0007] 图1是根据本发明的一个方面的用于基于复合的增材制造的装置的示例实施方式的示意图。

[0008] 图2是可用于本发明的示例基底层。

[0009] 图3描绘了根据本发明的一个方面的示例转移系统的柯恩达(Coanda)夹持器元件的示例实施方式的各方面。

[0010] 图4是图3中描绘的柯恩达夹持器元件的各方面的不同视图。

[0011] 图5是图3中描绘的柯恩达夹持器元件的各方面的另一视图。

[0012] 图6是图3中描绘的柯恩达夹持器元件的各方面的另一视图。

[0013] 图7描绘了根据本发明的一个方面的示例转移系统的针夹持器元件的示例实施方式。

[0014] 图8描绘了转移系统的毡合夹持器元件的示例实施方式的各方面。

[0015] 图9是图8中描绘的毡合夹持器元件的各方面的另一视图。

[0016] 图10是图8中描绘的毡合夹持器元件的各方面的另一视图。

[0017] 图11描绘了根据本发明的一个方面的材料进给器的示例实施方式。

[0018] 图12示出了根据本发明的一个方面的材料进给器的示例实施方式的另一视图。

[0019] 图13是根据本发明的一个方面的粉末系统的各方面的示例实现方式的顶侧视图。

- [0020] 图14是根据本发明的一个方面的粉末系统的各方面的示例实现方式的正侧视图。
- [0021] 图15是根据本发明的一个方面的粉末系统的各方面的示例实现方式的另一顶侧视图。
- [0022] 图16是根据本发明的一个方面的粉末系统的各方面的示例实现方式的后侧视图。
- [0023] 图17是根据本发明的一个方面的粉末系统的各方面的示例实现方式的另一侧视图。
- [0024] 图18是根据本发明的一个方面的粉末系统的各方面的可替代的示例实现方式的示意图。
- [0025] 图19描绘了图18的可替代的粉末系统的示例实现方式。
- [0026] 图20是图19中所示的可替代的粉末系统的示例实现方式的另一视图。
- [0027] 图21是图19中所示的可替代的粉末系统的示例实现方式的另一视图。
- [0028] 图22描绘了图18的可替代的粉末系统的示例阀部分。
- [0029] 图23描绘了图18的可替代的粉末系统的阀部分的可替代的设计。
- [0030] 图24描绘了基于卷(辊)的连续进给实现方式。
- [0031] 图25描绘了基于卷的卷到片材实现方式。
- [0032] 以上附图示出了本发明的说明性实施方式的全部或部分。附图未示出本发明的所有可能细节。

### 具体实施方式

[0033] 在并入的在先申请(美国专利申请号13/582,939、14/835,690和14/835,635)中描述的CBAM工艺通过以协调的方式操作的多个部件或子系统执行这些步骤而自动化。示例实施方式的主要部件在图1中示出,并且包括材料进给器102、打印机104、包括粉末涂敷器108和粉末去除器110的粉末系统106、可选的定影器112、转移系统以及用于连接和控制各种部件的其他元件。虽然在图1中示出了示例部件,但是下面描述的各种可替代的和可选的部件也适用于本发明,并且因此被认为是在本发明的范围内。

[0034] 通用设备操作。材料进给器102保持基底片材的堆叠,诸如图2所示的示例碳纤维片材(202a、202b),并且将它们移动到适当的位置中,使得一次可以将单个片材转移到打印机104。通过转移系统将片材转移并且相对于打印机104定位。然后打印机104将流体沉积到基底片材上,如在经并入的在先申请(美国专利申请号13/582,939、14/835,690和14/835,635)中,并且可选地包括用于在片材中在所需位置处放置孔的冲压机构。例如,打印机打印3D模型的层(其中使用连续层的堆叠)用于生成3D对象,如上述申请中所述。然后粉末涂敷器108将热塑性粉末沉积到基底片材上,于是粉末粘附到已被打印机104弄湿的片材的区域。粉末去除器去除未粘附到片材的粉末。可选的定影器112以足以致使粉熔化从而附着到片材上的方式加热基底上的粉末,使得粉末保留在片材上,当并且如果来自打印机104的位于下面的流体干燥时。对用于制作特定的三维(3D)部分所需的尽可能多的额外的基底片材202重复该循环,其中每张片材202通常表示3D部分的一层。在可替代的实施方式中可以使用用于材料进给的基于卷/卷筒纸(网)的系统。

[0035] 转移系统。

[0036] 通过转移系统,将片材从材料进给器102转移到打印机104,并从打印机104转移到

粉末涂敷器。进给在CBAM工艺中使用的片材的问题之一在于,在非织造碳纤维片材和其他非织造基底片材的情况下,片材是多孔的,并且因此用于拾取片材的常规手段不起作用。例如,大多数光刻压力机(打印机)使用真空夹持器来拾取单个片材的纸,但这只因为/当纸片材是无孔时起作用,并且使得真空保持紧靠在叠中的顶部片材而不是顶部片材下方的片材。

[0037] 解决该问题的常规方法是使用滚筒(诸如用于激光打印机和复印机)进给单个片材。使用这种方法的问题在于,非织造材料片材,尤其是非织造碳纤维和其他非织造(诸如玻璃纤维),倾向于粘贴在一起,因此试图从片材的堆叠拾取或滑动一张片材致使拾取或滑动多张片材。这部分地由于以下事实:每张片材的边缘处的纤维稍微磨损,导致它们与磨损的边缘纤维或与正好在目标片材上方或下方的片材的其他表面缠结。而且,杂散纤维在别处发生,从而与上方或下方的片材纠缠。例如,在碳纤维片材的情况下,片材不仅是多孔的,而且也是用粘合剂保持在一起的纤维基质,并且具有没有纤维的孔或区域。在这些区域中,来自下方的片材的纤维可能与上方的片材纠缠,导致它们粘贴在一起。

[0038] 因此,多孔的非织造基底片材需要不同的方法,并且本文公开的新颖的方法和设备被认为在本发明的范围内。这些方法可包括使用柯恩达夹持器,诸如但不限于由Schmalz Inc.供应的柯恩达夹持器(例如SCG-1系列复合夹持器,并且特别是型号SCG 1xE100 A MA)和/或针夹持器,诸如但不限于由Schmalz Inc.供应的针夹持器(例如SNG-V系列针夹持器,并且特别是型号SNG-V 10 1.2V7)。这些方法还可以包括使用包括某些种类毡合的夹持器,并且特别是针毡合、非织造的细丝状的或纤维材料(下文中“毡合材料”),其诸如但不限于用作橡皮擦材料,由Newell Rubbermaid Office Products(纽威尔集团办公用品)制作的型号81505“Expo White Board Care(世博白板护理)”块状橡皮擦。

[0039] 如图1和图3-7所示,夹持器子系统的优选实施方式包括轨道114和带式驱动器的框架,其限定两个XY定位器116,其还包括步进马达,用于额外地提供沿Z方向的移动,如下面另外描述的(统称为“XYZ定位器”)。可以设计该系统,使得对于每个定位器,仅需要X移动或XZ移动,在这种情况下,可以使用X或XZ定位器而不是XY或XYZ定位器。在该实施方式中,柯恩达夹持器118(图3)安装在第一XYZ定位器116上,并且针夹持器120(图7)安装在第二XYZ定位器116上。Y定位器128也在图1中示出。打印机104安装在Y定位器128上。在图4-图6中也描绘出柯恩达夹持器118。柯恩达夹持器118用于将基底片材202从材料进给器102转移到打印机104。针夹持器120用于将基底片材202从打印机104转移到粉末涂敷器108。带式驱动器有助于在XY方向上移动定位器,并且与丝杠(导螺杆)连接的步进马达在Z方向上移动夹持器(在一些实现方式中,而在其他实现方式中,除了步进马达之外,气动缸或螺线管也在Z方向上移动夹持器)。两个夹持器使用强迫空气致动,该强迫空气通过在一端处连接到每个夹持器并在另一端处连接到歧管(未示出)的空气软管122,其中空气阀用于启动和停止空气流到夹持器。歧管连接到控制器,控制器在适当的时间发送信号以打开和关闭空气阀。带式驱动器和步进马达两者都与控制器连通,控制器向驱动器和马达发送信号以开启(接通)和关掉(断开)它们,从而导致XYZ定位器116在X方向、Y方向上和/或向上或向下(Z方向)移动,在适当的时间并且移动适当的距离。Z定位可以通过螺线管或气动定位器完成。

[0040] 串行或并行操作。该系统可以操作使得基底片材202仅一次一个地行进穿过全部子系统。在该实施方式中,材料进给器102上的下一基底片材不会从进给器102推进到打印

机104,直到先前的基底片材完成其通过系统中的最后部件的行程。或者,系统可以操作,使得一旦给定的基底片材从给定的部件转移,下一基底片材就可以推进到该系统中的该部件或另一先前部件。在这样的实施方式中,例如,当给定的基底片材通过针夹持器120背离打印机104转移(即,到粉末涂敷器108)时,下一基底片材202a...n)可以通过柯恩达夹持器118转移到打印机104(即,从材料进给器102)等等。

[0041] 粘合材料夹持器实施方式。

[0042] 在可替代的实施方式中,使用包括粘合材料的夹持器代替柯恩达夹持器。在该实施方式中,在下文中“粘合夹持器”,强迫空气不需要用作夹持器的一部分或者用于在基底片材202的表面之间或跨越(穿过,横穿,across)其吹送空气,尽管如果需要可以使用它。如图8-图10所示,粘合夹持器124包括板300,粘合材料304安装在其上。粘合材料304的暴露表面设置成使得其面朝下并且通常平行于顶部基底片材的顶部表面,当坐落于材料进给器102的平台132上时。为了从平台132拾取基底片材202a...n,使用压紧叉142来压紧第二片材。XYZ定位器116降低粘合夹持器124,直到粘合材料304与顶部片材的顶部表面接触。粘合材料304与基底片材材料纠缠,并且从而夹持基底片材(诸如最顶部的基底片材202a)。XYZ定位器116缩回并拾取片材,片材用槽口模切,这些槽口如图2所示交替,并且使用叉将顶部片材从下方的片材剥离。在一些情况下,片材叠在材料进料器102上的柔顺泡沫材料的顶部上,以改善该堆叠的柔顺性,从而改善粘合到片材的粘附性。然后,XYZ定位器116将粘合夹持器124移动到打印机压板140,并将基底片材放置到压板140上。因为粘合夹持器124通常是针粘合或类似材料,其中粘合的纤维纠缠和卷曲,它们纠缠在非织造基底的基质中,从而允许它被夹持器124拾取。

[0043] 粘合夹持器124还包括一个或多个弹簧加载销306,在一端处具有磁性尖端308并且在另一端处具有支承表面310。弹簧加载销306设置成使得处于其安置位置时,磁性销的底部表面与粘合材料304的底部表面大致平齐,或者磁性销的底部表面可以在粘合材料304的底部表面上方。因此,当粘合夹持器124与材料进给器102上的基底片材的顶部表面接触时,销306将不会破坏粘合夹持器124的粘合材料304接合并保持基底片材202a...n的能力。弹簧设置在板300的上表面和销306的支承表面310之间。

[0044] 在一个实施方式中,压板140的表面包括铁磁材料。整个压板140可以由铁磁材料制成,或者仅由压板140的表面制成,或者仅压板140的表面的某些部分可以包括铁磁材料。例如,压板140可以是铝,其中在其顶部表面上设置有薄片材的钢。为了将基底片材放置到压板140上,XYZ定位器116将粘合夹持器124降低到压板140的表面。当夹持器的底部表面接近压板140的顶部表面时,弹簧加载销306的磁性尖端308被吸引并接合包括压板140的表面的铁磁材料。就此,在弹簧加载销306的尖端与压板140之间捕获基底片材。然后XYZ定位器116将粘合夹持器124升起,背离压板140。由于磁力,当粘合夹持器124开始背离压板140移动时,弹簧加载销306保留与压板140接合。随着夹持器继续背离移动,基底片材由于磁力而保留销接在压板140上,至少直到片材与夹持器124的粘合材料304脱离。然后,当夹持器124还继续背离压板140移动时,弹簧变成被压缩的,使得弹簧的力最终克服磁力,导致弹簧加载销306的尖端与压板140脱开,从而将基底片材202a...n留在压板140的表面上。选择弹簧加载销306的长度、其中使用的弹簧的强度以及包括弹簧加载销306的尖端308的磁体的强度,使得磁力强于粘合夹持器124与基底片材202a...n之间的结合,并且销306的弹簧力在

其压缩时变得比销306的尖端308与压板140之间的磁力更强。

[0045] 在毡合夹持器124的可替代的实施方式中,可以使用没有弹簧的销。在该实施方式中,销足够轻或以其他方式设置,使得当毡合材料304夹持材料进给器102上的基底片材202a...n时,销将不会破坏夹持器124与片材202a...n之间的结合。当夹持器124移动到压板140时,它将如上所述地以另外的方式操作。然而,当夹持器124背离压板140移动时,代替依靠弹簧力使销的磁性尖端308与压板140脱开,销306的支承表面310受到板300的约束并且因此破坏销306与压板140之间的磁性结合。

[0046] 在毡合夹持器124的任何实施方式中,可以使用除毡合材料之外的材料,其适于通过纠缠或其他技术来接合基底片材。这种可替代的材料可以包括,例如但不限于胶带或其他粘附剂,或静电力。在使用静电力的情况下,可以消除使用弹簧加载或其他方式的销。相反,到夹持器的用于产生静电力的电流,可以为了夹持基底片材的目的而开启并且为了释放基底片材的目的而关掉。

[0047] 额外地,在使用具有磁性尖端308的销306的情况下,这种磁体可以是电磁体。在该实施方式中,到夹持器124的用于产生磁场的电流,可以为了致使销-弹簧加载或其他方式-接合压板140的表面的目的而开启并且为了与压板140的表面脱开销306的目的而关掉。

[0048] 在另外的可替代的实施方式中,不是磁性尖端,销的尖端-弹簧加载或其他方式-可以包括真空夹持器。在该实施方式中,压板不需要包括铁磁表面。当夹持器将基底片材202a...n降低到压板140上时,真空夹持器被开启并因此接合压板140的表面,从而将基底片材202a...n夹持到压板140。当夹持器124背离压板140移动时,真空力足以保留与压板140表面接合,直到基底片材202a...n与毡合材料304脱开。在使用弹簧加载销306的情况下,当夹持器124继续背离压板140移动时,弹簧力克服真空力以使真空夹持器与压板140的表面脱开。在不使用弹簧的情况下,销的支承表面310在其被板300约束时可以克服真空力。或者,作为依靠弹簧或销的约束的替代,可以简单地关掉真空夹持器,使得销在适当的时间与压板140的表面脱开。

[0049] 材料进给器。

[0050] 在一些实施方式中,材料进给器102具有若干子部分/系统,包括框架和平台、片材开口以及压紧叉和夹持器。可替代的实施方式包括滑动片材实施方式以及基于卷/卷筒纸的系统。

[0051] 框架和平台。在一个实施方式中,在图1中示出并且在图11和图12中详细示出,材料进给器102包括框架130,该框架安置平台132。平台132能够保持基底片材202的堆叠,根据需要将其放置在平台132上。材料进给器102可以具有可调节的特征以保持不同尺寸的片材。使用由一个或多个马达136驱动的一个或多个丝杠134提升或降低平台132。而在图11和图12的实施方式中示出四个丝杠134和带有用于驱动丝杠134的带的单个步进马达136,平台132可以由单个丝杠和步进马达,或者这些丝杠和步进马达的任何其他组合,或者通过带式驱动系统,或者通过本领域已知或以后发明的任何其他合适的机构驱动。通过来自控制器的信号开启和关掉马达136。

[0052] 距离传感器138安装在框架130上或相对于该框架安装。当平台132向上移动时,距离传感器138检测基底片材202的堆叠的顶部何时到达距传感器的预定距离,称为“片材进给位置”。距离传感器138可以是任何类型的合适传感器,包括光学距离传感器,诸如但不限

于编码器、飞行时间距离传感器或IR传感器。距离传感器138与控制器连通。当平台132向上移动时,当距离传感器138检测到基底片材202的堆叠的顶部已经达到距传感器138的预定距离(片材进给位置)时,传感器138向控制器发送信号表明这种情况。在从距离传感器138接收该信号时,控制器使马达停止,使得平台132达到安置。或者,可以使用基于开关的不同种类的传感器,其具有当板被压在片材上时上下移动的探针。

[0053] 片材开口。在一个实施方式中,每个基底片材包括至少两个槽口204或区域,并且在其边缘处或其边缘附近,其中材料被去除或者以其他方式不存在,如图2所示。这些槽口204可以例如通过激光切割、模切或其他方法创建。处于第一取向时,槽口204位于片材202的左手侧的底部以及片材202的右手侧的顶部处或其附近。处于第二取向时,槽口204位于片材的右手侧的底部以及片材的左手侧的顶部处或其附近。片材202以交替的方式堆叠,使得第一取向的片材总是在第二取向的两张片材之间,并且反之亦然,如图2所示。槽口可以有效地用于顺序地进给片材,在多个处理过的片材之间进行配准,或者两者兼而有之。在优选实施方式中,打印机冲压孔以用于这种配准。

[0054] 压紧叉和夹持器。两对压紧叉142安装在框架130上,用于材料进给器102。每个压紧叉142可操作地连接到步进马达146的轴144,用于围绕轴144压住该叉142。步进马达146与控制器连通。每个压紧叉142包括可选的脚148,该脚包括片材接合表面。一对压紧叉142定位成使得其脚148与第一取向的基底片材中的开口对准,并且另一对压紧叉142定位成使得其脚148与第二取向的基底片材中的开口对准。

[0055] 详细操作。当平台132到达片材进给位置时(并且假设其是将下一片材从进给器102推进到打印机104的时刻),控制器向XYZ定位器116的步进马达发送信号,其控制柯恩达夹持器118的Z移动以将夹持器朝向基底片材202的堆叠的顶部处降低。当柯恩达夹持器118靠近基底片材202的堆叠的顶部时,控制器发送信号以将强迫空气开启到柯恩达夹持器118,从而致动它。控制器还向步进马达146发送信号,使其轴144旋转,使得连接到轴144的压紧叉142被压到片材202的堆叠和脚148中,并使其穿过顶部基底片材202中的槽口204,并与顶部片材下方的基底片材的表面接合(下文为“第二片材”)。这可以在柯恩达夹持器118移动之前、期间或之后发生。脚148的片材接合表面可选地包括纹理化表面,用于确保与基底片材202的更好的夹持。纹理化表面可以与脚148成一体,或者例如可以是粘附、紧固或施加到脚148的片材接合表面的另外的材料,诸如但不限于砂纸。

[0056] 每个脚148还可以包括用于附接强迫空气软管122的连接器156、用于引导强迫空气通过脚148的导管以及用于使强迫空气穿过脚148的通风口158。强迫空气软管122的相对端连接到包括空气阀的歧管(未示出),使得可以开启或关掉到每个软管122的强迫空气。该歧管与控制器连通。

[0057] 当柯恩达夹持器118靠近基底片材202的堆叠的顶部片材时,步进马达146向控制器发送信号,并且然后控制器向歧管发送信号,指示其打开将空气供应到脚148的阀。这导致强迫空气通过通风口158,并且因此在由脚148接合的片材(即,第二片材)与顶部基底片材之间。来自夹持器的柯恩达力然后升起顶部基底片材。通风口158设计成使得空气以扩散的方式吹送跨越所需的角度,例如向中心的左和右两侧,并且从水平平面稍微向下。扩散角度可以基于许多因素而变化,诸如强迫空气的压力、基底片材的重量和孔隙率、片材的尺寸以及片材中开口的位置。通常,可以选择这种扩散角度,使得空气流使顶部片材与第二片材

之间的分离最大化。接合第二片材的表面的脚148与在顶部片材和第二片材之间的强迫空气的组合使得柯恩达夹持器118能够升起和移动顶部片材而不会又升起第二片材(或者第二片材下方的任何片材),并且由于磨损的纤维纠缠或其他原因,第二片材也没有粘贴到顶部片材。

[0058] 在将第一片材转移到打印机104之后,如下面还描述的,第二片材然后成为待转移的该堆叠的顶部片材,并且重复上述过程,但是使用另一对压紧叉142,因为它们与第二片材中的开口对准,并且因此将穿过这些开口以接合第二片材(现在是顶部片材)下方的片材的表面。

[0059] 在上述实施方式中,除了通过压紧叉142的脚148供应强迫空气之外,空气喷嘴150或其他吹风机可以安装在框架130上或与该框架相关,并用于在顶部基底片材的顶部表面上方或跨越其吹送空气,创建伯努利力以帮助升起片材。这种额外的喷嘴或吹风机150也可以用于在顶部片材与其下方的片材之间提供额外的空气。在另一可替代的实施方式中,强迫空气不通过压紧叉142的脚148供应,并且通过安装在框架130上或与该框架相关的上述独立喷嘴或吹风机150提供。也可以使用提供强迫空气的许多可替代的方式中的任何一种,例如但不限于,通过叉142的除脚148之外的区域或通过安装在叉142上的喷嘴。

[0060] 滑动片材实施方式。

[0061] 在材料进给器102的可替代的实施方式中,消除压紧叉142,并且不需要在片材之间引导强迫空气。额外地,片材202不需要包括槽口204。相反,在片材202的堆叠中的每对基底片材之间添加无孔滑动片材,诸如纸。然后,合适的夹持器(诸如真空夹持器或针夹持器)能够拾取顶部基底片材而不拾取任何其他基底片材。在该实施方式中,取决于所使用的夹持器,在将顶部基底片材转移到打印机104之后,滑动片材将停留在片材202的堆叠的顶部处,并且然后可以使用合适的夹持器或任何其他手段拾取和丢弃。如果用于拾取基底片材的夹持器使得其也拾取滑动片材,则可以在该过程的后续步骤中去除滑动片材。使用滑动片材的这种方法通常不会太优选,因为在从该堆叠升起滑动片材之后需要额外的区域来放置它们,需要更多的预处理来创建片材的堆叠(即,其中,在每对基底片材之间插入滑动片材),并且产生大量的滑动片材,这些滑动片材必须被丢弃或再循环,但是可以预期在某些应用/实施方式中可能有用。

[0062] 将片材转移到打印机。

[0063] 在夹持器118以上述任何方式夹持顶部片材之后,控制器向步进马达发送信号,致使夹持器118向上移动预定距离。距离传感器138可用于确认夹持器118正在保持片材。一旦确认,或者当夹持器118以其他方式开始背离片材202的堆叠移动时,控制器就向歧管发送信号,关掉到压紧叉142的空气,并且然后向步进马达146发送信号以旋转压紧叉142离开第二片材。同时,控制器还向XYZ定位器发送信号,致使夹持器118朝向打印机压板140移动。当夹持器118到达压板140上方的预定位置时,控制器向步进马达146和空气歧管发送信号,使得基底片材降低并放置在压板140上,并且夹持器118释放片材,使得基底片材安置在压板140上。夹持器118和XYZ定位器116设计成使得其以良好的精度将片材定位在打印机压板140上。然后,控制器向XYZ定位器116发送信号,致使夹持器118返回到材料进给器102上方的其初始位置。

[0064] 尽管本说明书使用XYZ定位器,但是本领域技术人员将清楚,可以仅使用XZ定位器

来向左和向右和向上和向下移动夹持器,或甚至仅使用X定位器向左和向右移动夹持器(但是其中定位器以不需要向上和向下移动这种方式定位)来构建系统。

[0065] 打印机。

[0066] 使用通常在计算机的程序控制下的控制器来激活打印机104,以便以前述方式将层形状打印到基底片材上。在该操作中,其上安装有打印头105的定位器可以是不动的,使得打印头105仅在Y方向上移动,并且通过在X方向上的压板140的移动而在打印头105下方推进片材。或者,压板140可以在打印操作期间保持不动,并且当打印头105沿X或Y方向移动时,可以沿着基底片材的长度推进其上安装有打印头105的定位器。在任一情况下,优选的是,打印机104操作为使得当完成在基底片材上打印层形状时,定位压板140,使得基底处于主导打印头105的定位器的位置与粉末涂敷器108的位置之间。

[0067] 冲压器。

[0068] 打印机104还可以可选地包括一个或多个冲压器,任一冲压器安装在与打印头105相同的定位器臂上或者相对于打印机压板140分离地安装,使得在打印操作期间或紧接之前或之后,可以在基底片材中在所需位置冲压孔。这些孔稍后在该过程中用于通过将基底片材加载到配准销或对准销上来对准基底片材。那些销可以是堆叠器子系统的一部分(零件、部件),或后续堆叠操作的一部分(零件、部件),或两者。在任一情况下,优选地,孔的直径类似于配准销的外径以获得最佳配准。冲压器可以是例如孔冲压器、纸钻头或本领域已知的任何其他合适的机构。冲压器可以可选地包括用于对来自基底片材冲压的孔屑抽真空的机构,或者可以可选地提供分离的真空、清扫或吹送机构。

[0069] 基底片材上的孔的位置限定为与3D部分的层形状将被打印在基底片材上的位置相关。关于孔位置的信息与层形状信息一起提供给打印机104。用于打印机104的计算机可以产生信号以在所需位置处冲压孔。

[0070] 如果系统不包括用于在基底片材中形成孔的冲压器或其他机构,则可选地在片材中创建孔作为前体或后处理步骤。或者,片材的角部可以用于配准。该层也可以使用本领域公知的模切工位进行模切,并且这可以在打印之前或之后进行,并且应该与打印配准。还存在许多制造孔的其他方法,这些方法在本领域中是众所周知的,诸如激光切割。

[0071] 将片材转移到粉末涂敷器。

[0072] 在完成打印并且如果包括冲压时,使用针夹持器120将基底片材202a...n转移到粉末系统106,该粉末系统包括用于将基底片材进给到粉末涂敷器108中的传送器152。更具体地,打印机104向控制器发送信号,该控制器然后将信号发送到XYZ定位器116、步进马达146和空气歧管,使得XY定位器将针夹持器120移动到基底片材上方的位置(安置在打印机压板140上),步进马达向下移动夹持器直到针夹持器120接触基底片材的顶部,并且歧管打开附接到针夹持器120的空气阀以致动它,并且从而夹持基底片材。优选的实施方式使用气动缸用于Z移动,并且仅使用X定位器。如前所述,可以使用基于卷/卷筒纸的系统来进给。然后控制器发送另外的信号,使得步进马达向上升起来持器(并因此升起基底片材),XY定位器将夹持器移动到粉末涂敷器108的传送器152上方的适当位置,步进马达向下移动夹持器直到基底片材放置在传送器152的表面上,并且然后夹持器将基底片材释放到传送器152上。针夹持器120和XYZ定位器116设计成使得它们以良好的精度将片材定位在传送器152上。然后,XY定位器向上移动夹持器并返回到其原始位置,以等待下一片材行进通过打印机

104。

[0073] 如果例如通过相机检测到片材有错误,则打印机104可以向控制器发送指示信号,并且控制器可以向用于针夹持器120的XYZ定位器116发送信号,使得作为将基底片材转移到粉末涂敷器108的替代,将片材转移到丢弃区域。

[0074] 针夹持器120足以拾取安置在打印机压板140上的基底片材202a...n。这是由以下事实促进的:单个片材安置在压板140的表面上而不是在基底片材202的堆叠上。可以可替代地使用毡合夹持器,其配置成使得毡合材料与销不会干涉或实质上干扰打印流体,打印机104将该打印流体沉积到基底片材上。同样地,可以使用本文描述的或本领域已知的其他夹持器实施方式。通常,柯恩达夹持器不适合用于这种配置以将片材从打印机压板140转移到粉末涂敷器108。这是因为在压板140上的片材下方没有气流,这是柯恩达夹持器的需要。这个问题可以通过在打印机上安置的片材下方引入空气来解决。

[0075] 尽管在本文的详细实施方式中描述了柯恩达夹持器和针夹持器,但是本发明并不旨在限于此。现有或以下发明的能够在本文所述的条件下夹持或升起基底片材,并且特别是非织造或以其他方式的多孔的基底片材的任何夹持器都能适用于本发明。

[0076] 粉末系统。

[0077] 如图1所示,粉末涂敷器108和粉末去除器110集成以形成单个部件,粉末系统106。或者,它们可以作为单独的部件提供。在任一情况下,粉末系统106都可以设定为连续运行,使得一旦基底片材202a...n放置在传送器152上,它就自动地行进通过粉末系统106。或者,与XYZ定位器116和粉末系统106两者连通的控制器可以指示粉末涂敷器108和粉末去除器110或其子系统在适当的时间开启和关掉。

[0078] 粉末涂敷器108将粉末(诸如但不限于热塑性粉末)沉积到基底片材的表面上(层形状已经刚刚打印在其上)。粉末粘贴到片材上的打印(湿)区域。然后,粉末去除器110去除未粘附到片材上的任何粉末。

[0079] 作为示例,粉末可以通过用于热成像机器的设备来施加,诸如由THERM-O-TYPE Corp(热-O-型集团)制作的那些设备,其中粉末涂敷器108和粉末去除器110集成为单个部件。这种设备如图1和如图13-图17所示,并且由以下组成:(i)一系列传送器,(ii)振动槽,其通常保持聚合物粉末并具有狭缝,当粉末在槽下移动时,粉末流过该狭缝以在片材上沉积粉末,以及(iii)真空110,当未粘附到片材上的粉末在真空110下移动时去除该未粘附到片材上的粉末。包括真空马达和旋风分离器154的真空子系统坐落于传送器152上方。在真空子系统下方的区域中,一系列星轮被配置成在片材暴露于真空子系统的气流时保持片材向下。旋风分离器154还被抽真空的粉末再循环回到槽中以便再使用。通过使用粉末系统106,除了去除未粘附到片材的粉末之外,粉末如前所述保留在打印区域上。

[0080] 在THERM-O-TYPE和其他类似机器中使用的旋风分离器154通过其排出口去除高百分比的颗粒并且具有约50微米的截止点,即它不再循环小于50微米的大多数颗粒。已经发现,当发生这种情况时,它基本上减少了沉积在片材上的粉末的量,并且还意味着浪费了大量的粉末,因为旋风分离器154的目的是允许粉末的再循环。沉积的粉末的量减少的部分原因是较小的颗粒不再沉积,这进而减少了沉积的粉末的总量,并且随着时间的推移,大多数较小的颗粒通过再循环过程被去除。当分布中存在较小的颗粒时,沉积的粉末的量增加。具有以50微米为中心的粉末尺寸的分布的粉末效果良好,因此50微米的截止点去除了大百分

比的颗粒,约30%。

[0081] 通过如图18-图23所示的可替代的粉末系统实施方式180或者倾泄阀组件180解决了该问题。倾泄阀组件180由以下组成:倾泄阀本体181、倾泄阀182、垫圈轴承183、倾泄阀轴184、保留环185(尺寸,例如5/16")、齿轮马达186(例如,1/120hp)、柔性联轴器187和倾泄阀马达支架188。在该实施方式中,使用圆锥形设计替换旋风分离器设计,诸如,例如在Dust Deputy(粉尘副)中使用的设计。这种设计的截止点要低得多,在几微米的数量级上,并且因此再循环超过95%的粉末。这导致高粉末加载沉积,因为它不会损失较小的颗粒,并且颗粒的浪费少得多。额外地,基于旋风分离器的实现方式在粉末去除系统上具有“阀”195,其将粉末收集在具有椭圆形孔190的管189中,该孔在壳体内部旋转(图22),并且该孔交替地收集并且然后将粉末倾泄到热成像仪的槽中。在可替代的实施方式中,除了用锥形设计修改/代替旋风分离器之外,还用具有多个开槽191而不是椭圆形开口190的迭尔林(delrin)管189(图23)代替该管。这产生了更好的密封并且阻止空气从下面进入,防止粉末落入管189中。

[0082] 额外的粉末去除。

[0083] 在某些情况下,从真空110去除的粉末的量不充分,因为一些不想要的粉末可能仍然停留于基底片材材料内。由于这个原因,可以在真空阶段之后添加空气刀160,诸如但不限于来自Nex Flow Air Products Corp.(Nex流动空气产品公司)的X-Stream Air Blade Air Knife(X-流空气叶片空气刀),使得任何在基底片材上保留的多余粉末被去除(图1)。空气刀160可以由编程的微控制器控制。

[0084] 此外,粉末系统106可以配置成使得片材行进通过粉末涂敷器和粉末去除阶段不止一次。优点是,在多次行程中将粉末沉积到基底片材上可以增加粘附到基底片材的打印区域的粉末的量,这有时对于制作3D部分是需要的。在片材完成运输通过粉末系统之后,传送器152可以被反转使得片材行进返回到粉末涂敷器108的入口,并且然后再次反转(现在向前行进),使得片材再次返回通过粉末系统106。在该实施方式中,在反转方向上行进期间,可以关掉粉末涂敷器108和粉末真空110中的一个或两个。在可替代的实施方式中,在片材离开粉末去除器110之后,单独的传送器或转移系统可以将片材携带回与通向粉末涂敷器108的入口相关联的传送器,于是片材将行进返回通过粉末系统106。在这些实施方式中,可以使用本领域已知的任何合适的机构翻转片材,使得粉末施加在片材的其他侧。这些步骤可以根据需要重复尽可能多次。

[0085] 定影器。

[0086] 在片材已经施加粉末并且已经去除多余粉末之后,将片材上的保留粉末(即,粘附到片材的打印区域的粉末)熔化以使粉末更永久地附着到片材是有利的,并且因此在后续的处理步骤中保护片材不移位、破裂或脱落。为此,可选的定影器部件112(图1)可以设置在粉末系统106之后。定影器112可以设置在从粉末去除器110引出的传送器152的上方、下方或附近。定影器112可以是,例如但不限于辐射、IR或足以熔化并因此将粉末固定到片材的其他加热方法。当片材从粉末涂敷器108行进出来时,来自定影器112的热使基底片材上的粉末熔化,使其固定到片材上。

[0087] 另外的实施方案。

[0088] 纤维取向。

[0089] 如果使用其中纤维沿特定方向布置的基底,诸如单向材料或织造材料,则可以调整转移系统使得夹持器可旋转。这样,在将片材放置在打印机压板140上之前,由夹持器拾取的片材可以旋转例如30、45或90度,从而当片材最终被堆叠以制作3D部分时,它们具有相对于彼此的变化的纤维取向角。这使得能够在多个方向上产生具有更好机械特性的对象。或者,代替在打印之前旋转片材,片材可以沿着该过程在几个其他点中的任一个处旋转。例如,可以仅在打印之后旋转,使用转盘,通过旋转针夹持器120或通过其他旋转手段旋转片材。片材也可以在粉末去除之后或在熔融之后旋转,在任一情况下也使用转盘,通过在能够旋转片材的那些位置处引入另一夹持器,或者通过本领域已知的其他旋转手段。调节纤维的方向性的另一方法是使用多个片材托盘,其中每个片材托盘将片材保持在不同的方向上。

[0090] 通过理解沿着过程的何处以及片材将旋转到何种程度(多少角度),打印机104以推论旋转的方式打印3D部分的层形状,使得当堆叠基底片材时,适当地取向从一个基底片材到另一个的层形状以制作3D部分。也可以使用除正方形或矩形之外的基底片材形状,使得当片材旋转并且然后堆叠时,堆叠中的片材的所有边缘将被对准。例如,这样的其他片材形状可以包括但不限于圆形、八边形和任何其他对称的规则多边形。额外地,可以在不同的偏置下切割片材,以便可以改变纤维取向,诸如,例如45和90度,并且然后以适当的顺序(在片材进给步骤处)堆叠,从而消除了对旋转片材的需要。

[0091] 卷或卷筒纸进给。

[0092] 代替使用基底片材,可以在本文所述的CBAM工艺和系统中使用一卷基底材料。图24描绘了连续进给卷实现方式400,并且图25描绘了卷到片材实现方式500。在这些实施方式中,一卷基底材料402被安装并处于打印机104的前面。张紧系统404与进给卷406一起用于保持和推进由通过该系统进给的卷材料的长度限定的卷筒纸。卷筒纸402可以延伸通过系统的所有部件-打印机104、粉末涂敷器108、粉末去除器110以及(如果存在的话)定影器112-并且然后在堆叠之前由切割器408切割成单个片材。这在图24中描绘。或者,如图25所描绘,在该过程中的任何先前点处,卷筒纸402可以被切割器408切割成单个片材。例如,在将所得到的片材推进到打印机压板140上之前,可以将卷筒纸402转换成单个片材。在前边缘处于压板140上之后,卷筒纸402可以转换成单个片材。可以将卷筒纸402转换成单个片材,在完成打印操作之后并且在将所得到的片材进给到粉末涂敷器108中之前等等。

[0093] 附加传感器。

[0094] 该装置还可以可选地具有带视觉软件的照相机,以确保没发生故障、沉积适当的粉末的量、片材根据需要移动以及该过程的其他质量保证方面。附加传感器可以可选地附接到片材进给器102,以确保已经拾取了片材、或者已经拾取了不超过一张片材或者没有发生其他发生故障。如果机器没有拾取片材,则可以再次进行该操作。如果拾取两张片材,则不是将它们转移到打印机压板140,而是它们可被放置到分离的堆叠中以便以后再使用或丢弃。机器可以可选地具有灯、蜂鸣器、其他警报或其任何组合,以通知操作者发生故障,在那时可以解决问题。

[0095] 控制器。

[0096] 可以使用微控制器或PLC对由系统实施的过程进行排序和监测,如下所述。控制程序通知片材进给器102以进给片材。在将片材进给到打印机压板140上之后,进给器102通知

控制程序,该控制程序告诉打印机104开始打印。当打印机104已经完成打印时,它通知定位器移动针夹持器120,该针夹持器拾取片材202a...n并将其放置在粉末传送器152上,并且然后通知控制程序其已经完成其任务。这些步骤可以可选地重叠,即如上所述并行运行,以便提高过程的速度。

[0097] 打印头。

[0098] 在上述实施方式中,打印头105被设计用于光栅移动以将打印流体沉积在基底片材202上。或者,通过使用跨越基底片材(或卷/卷筒纸)的宽度分段的多个喷墨头,或者通过使用像Memjet头一样的页宽头,可以消除对光栅的需要。这使系统能够更快地打印。例如,对于某些头,可以使该系统以高达每分钟60页或更高的速率运行,从而以与比得上注塑(注射成型)速度的速度产生零件(部件)。额外地,打印头105可以可选地配备有大量(大块)墨水输送系统,因此将需要更低频率地代替(更换)所使用的流体。

[0099] 本领域技术人员还将清楚的是,该设计的任何元件可以用具有类似功能的其他元件代替。该设计还可以配置为可现场升级,以便可以代替个别的元件,提高机器的性能。

[0100] 虽然公开了优选实施方式,但是本领域普通技术人员将想到许多其他实现方式,并且所有这些实现方式都在本发明的范围内。上述各种实施方式中的每个可以与其他描述的实施方式组合,以便提供多个特征。此外,虽然前面描述了本发明的装置和方法的许多单独的实施方式,但是本文已经描述的仅仅是对本发明原理的应用的说明。因此,本领域普通技术人员的其他布置、方法、修改和替换也被认为是在本发明的范围内,本发明的范围不受除了随附的权利要求之外的限制。

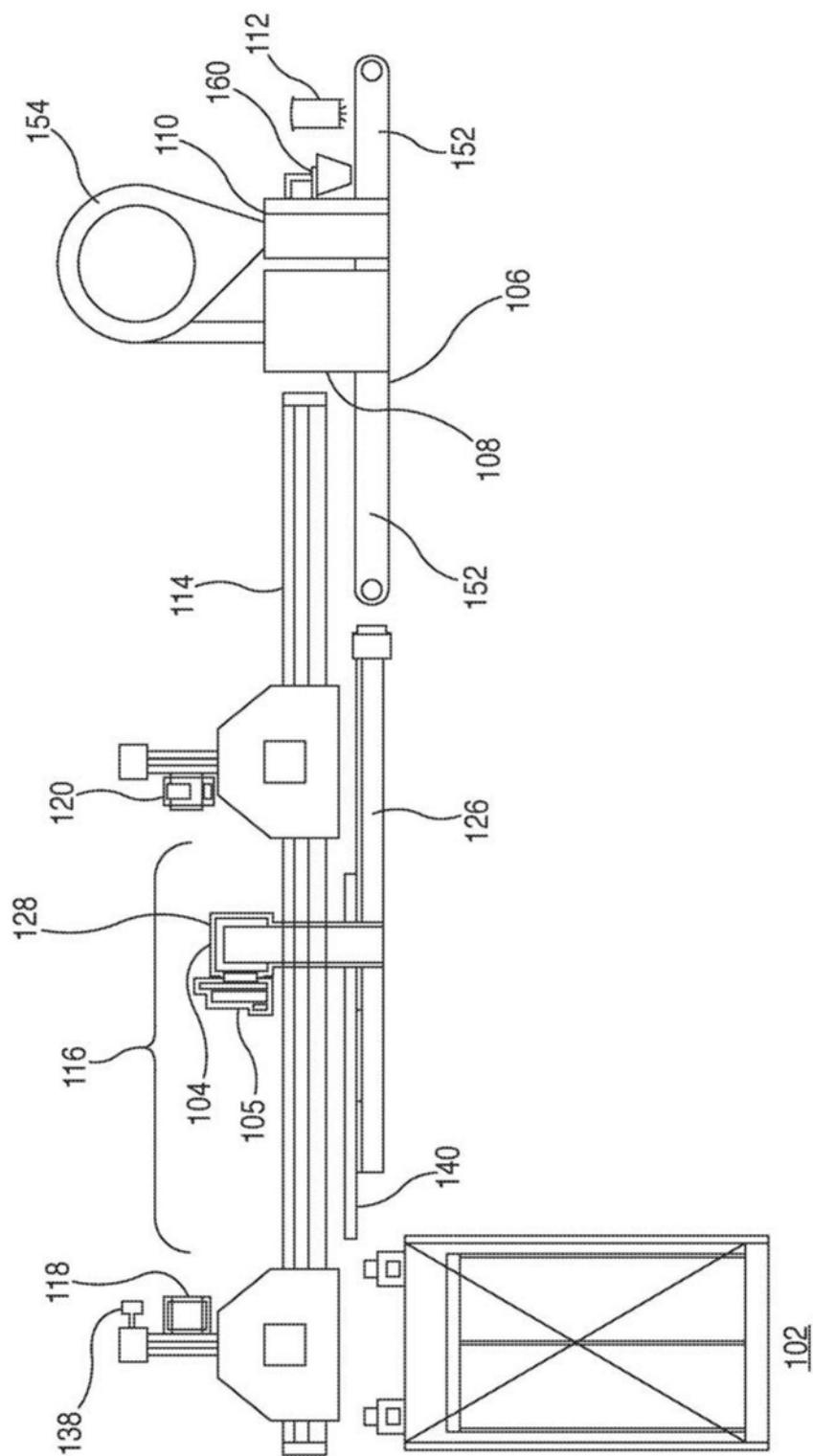


图1

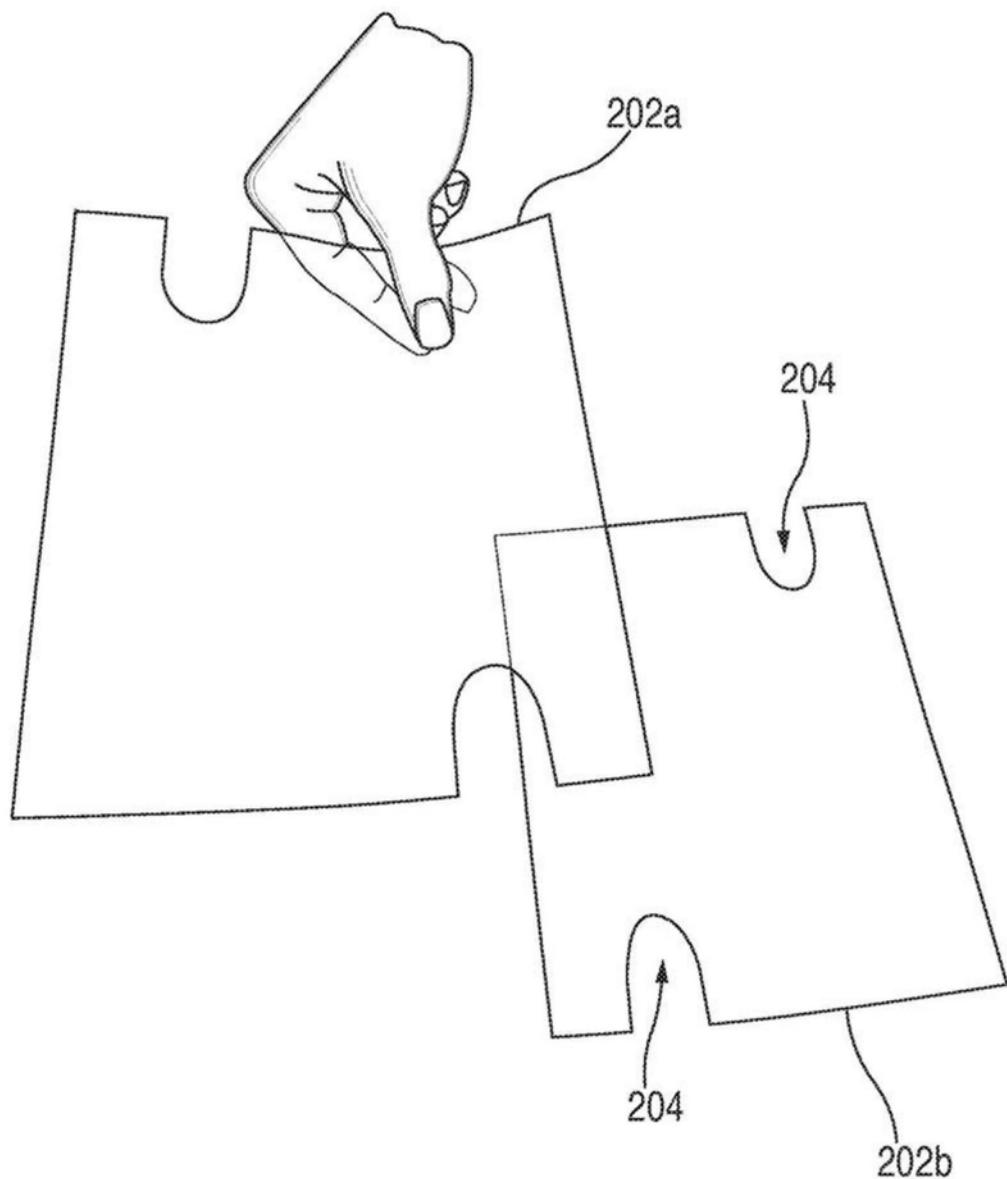


图2

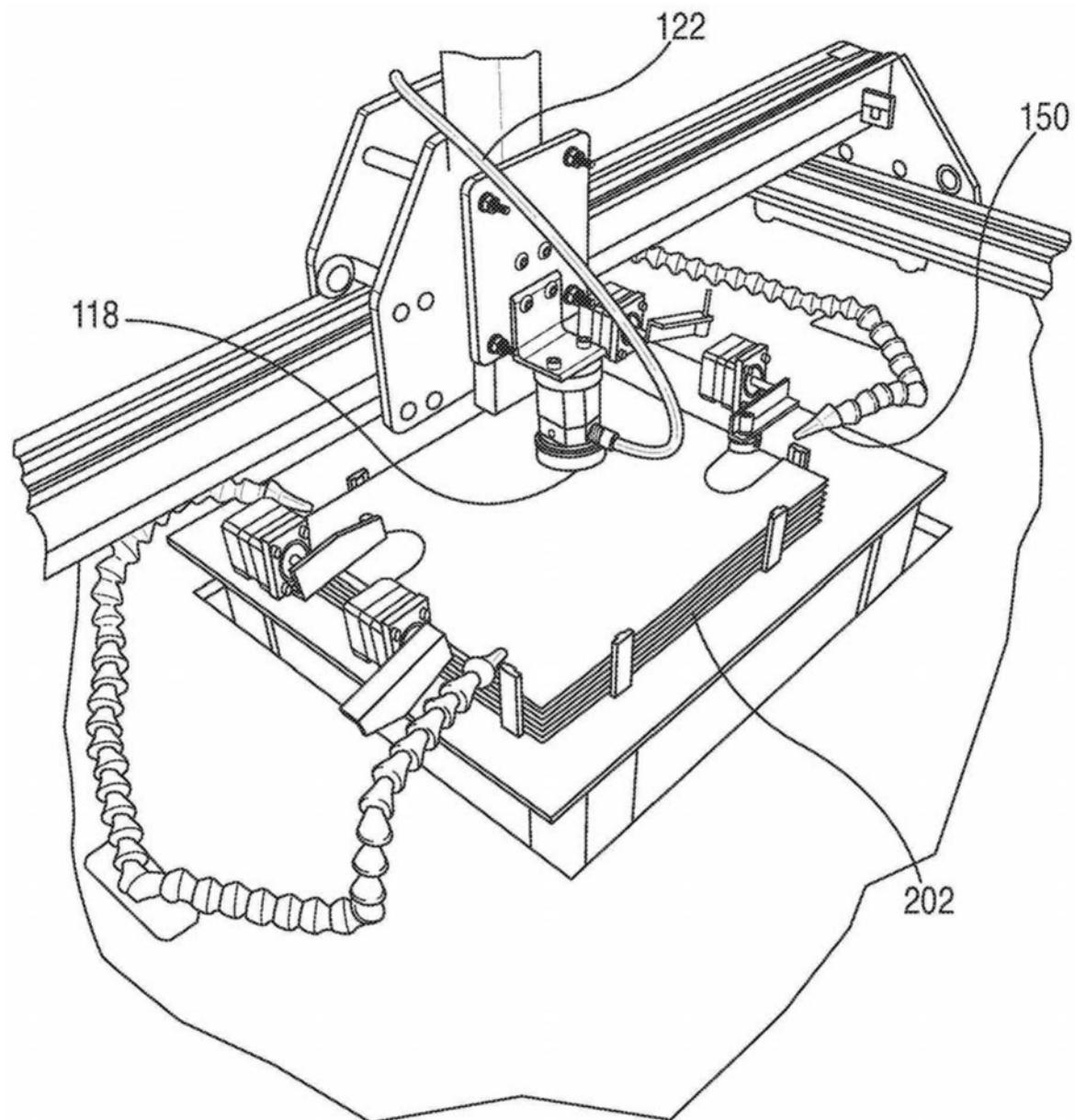


图3

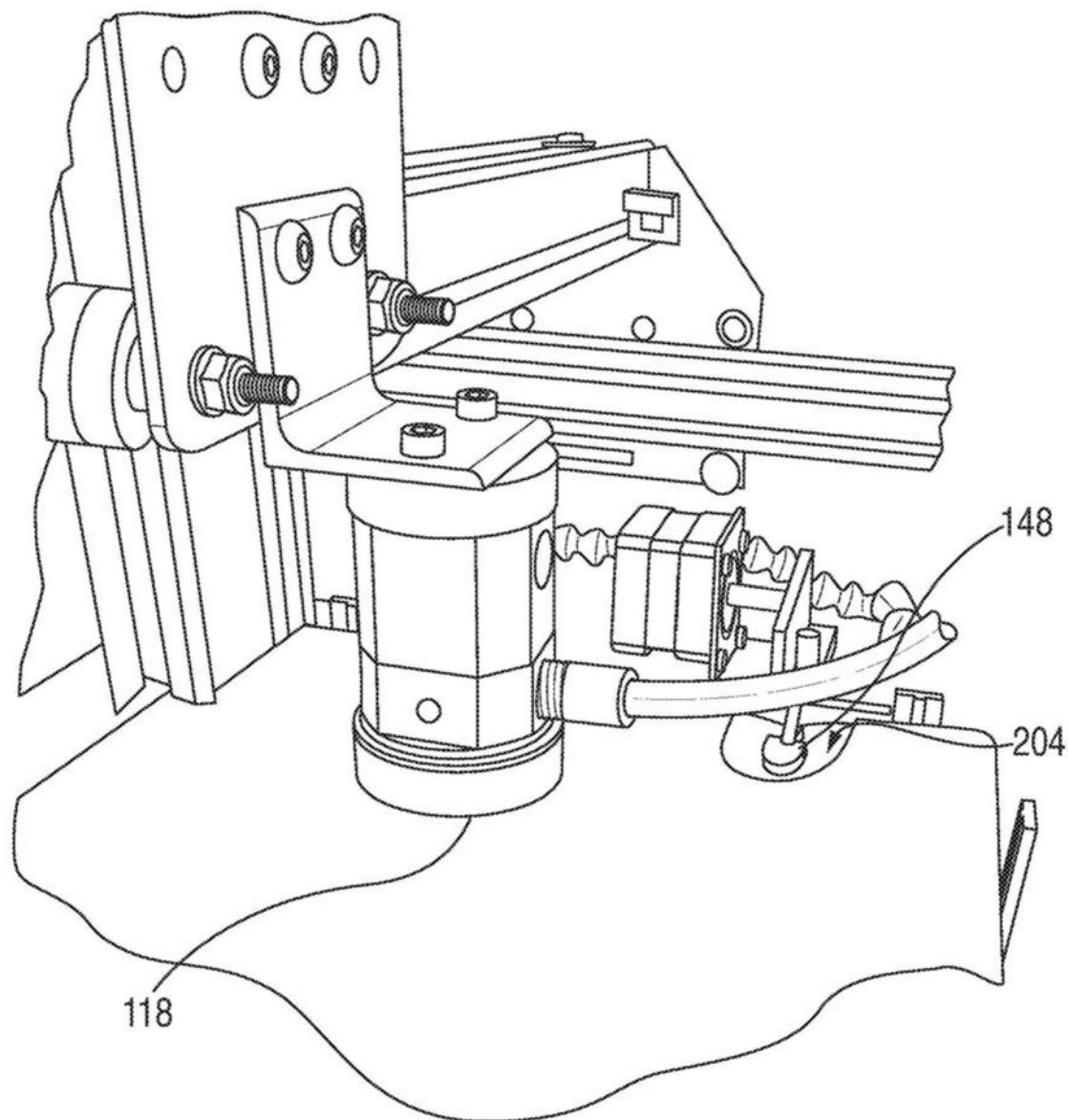


图4

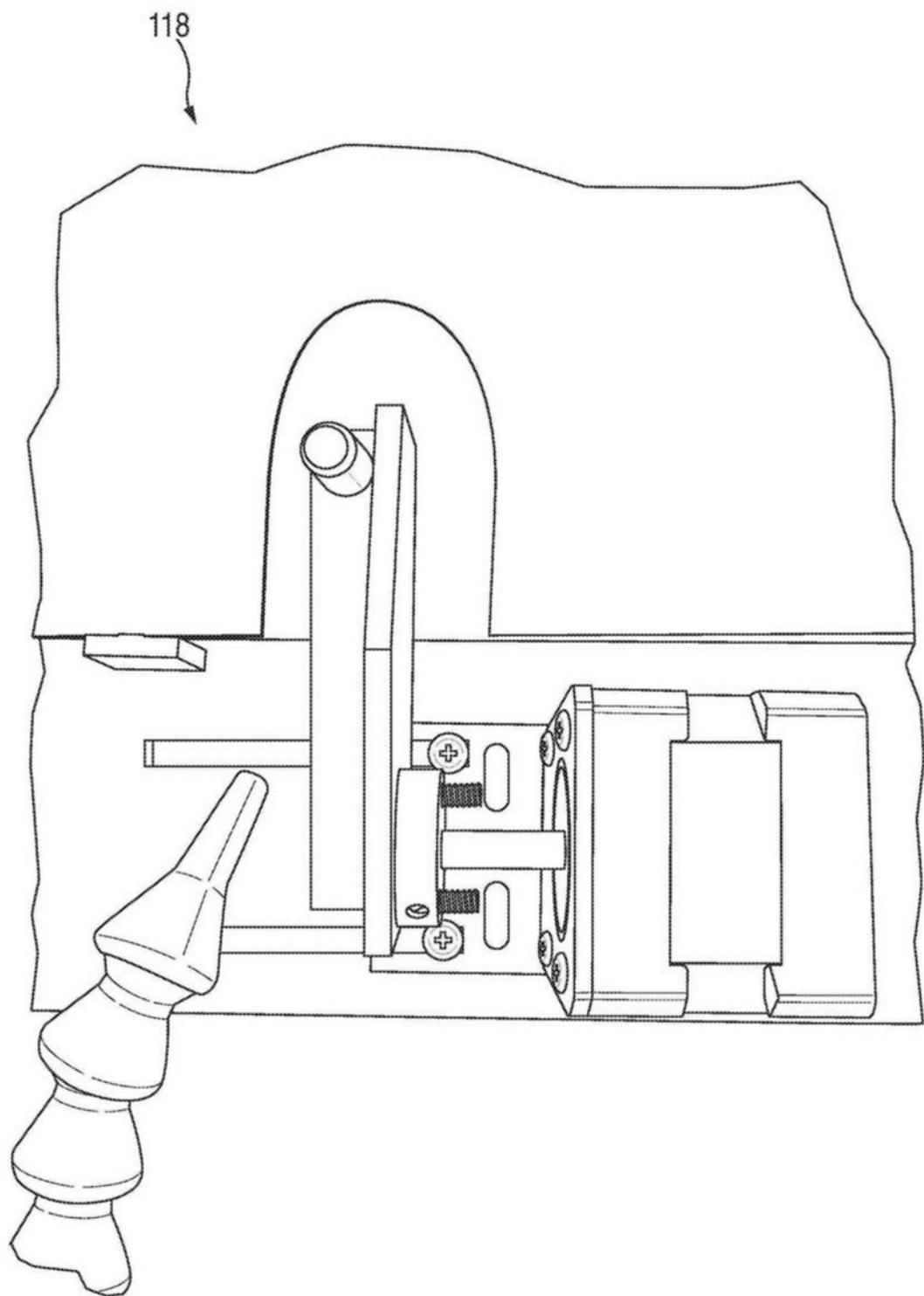


图5

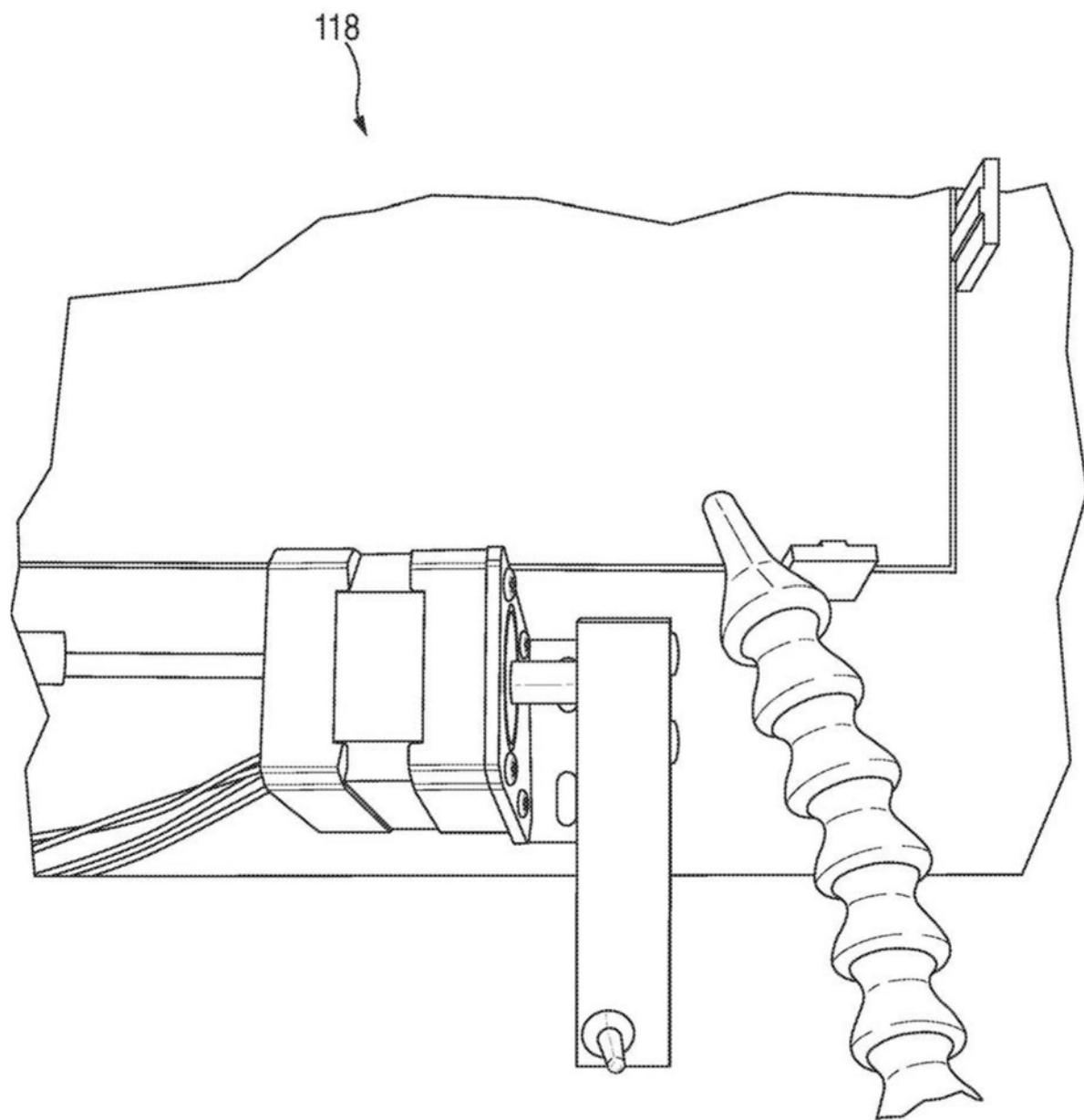


图6

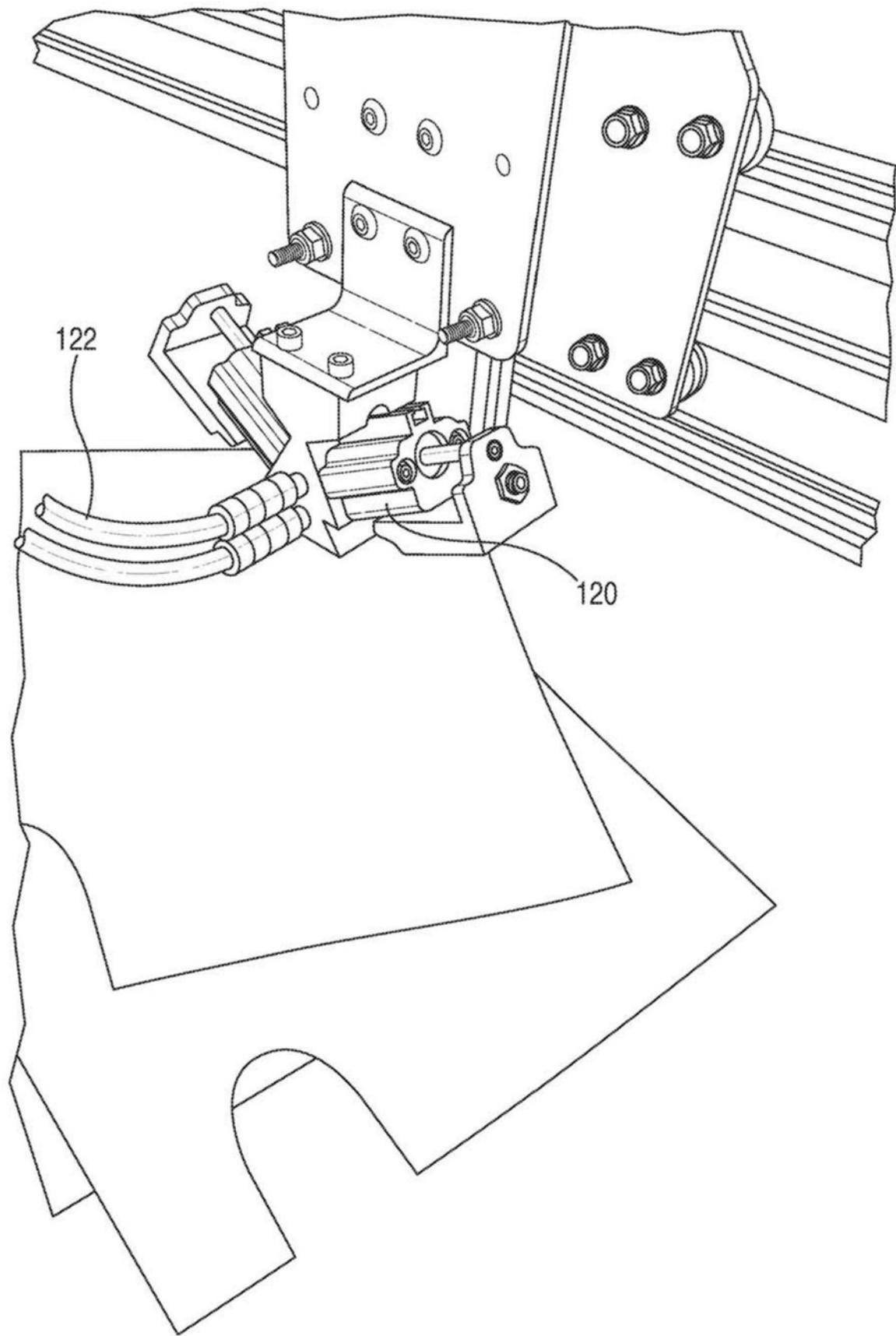


图7

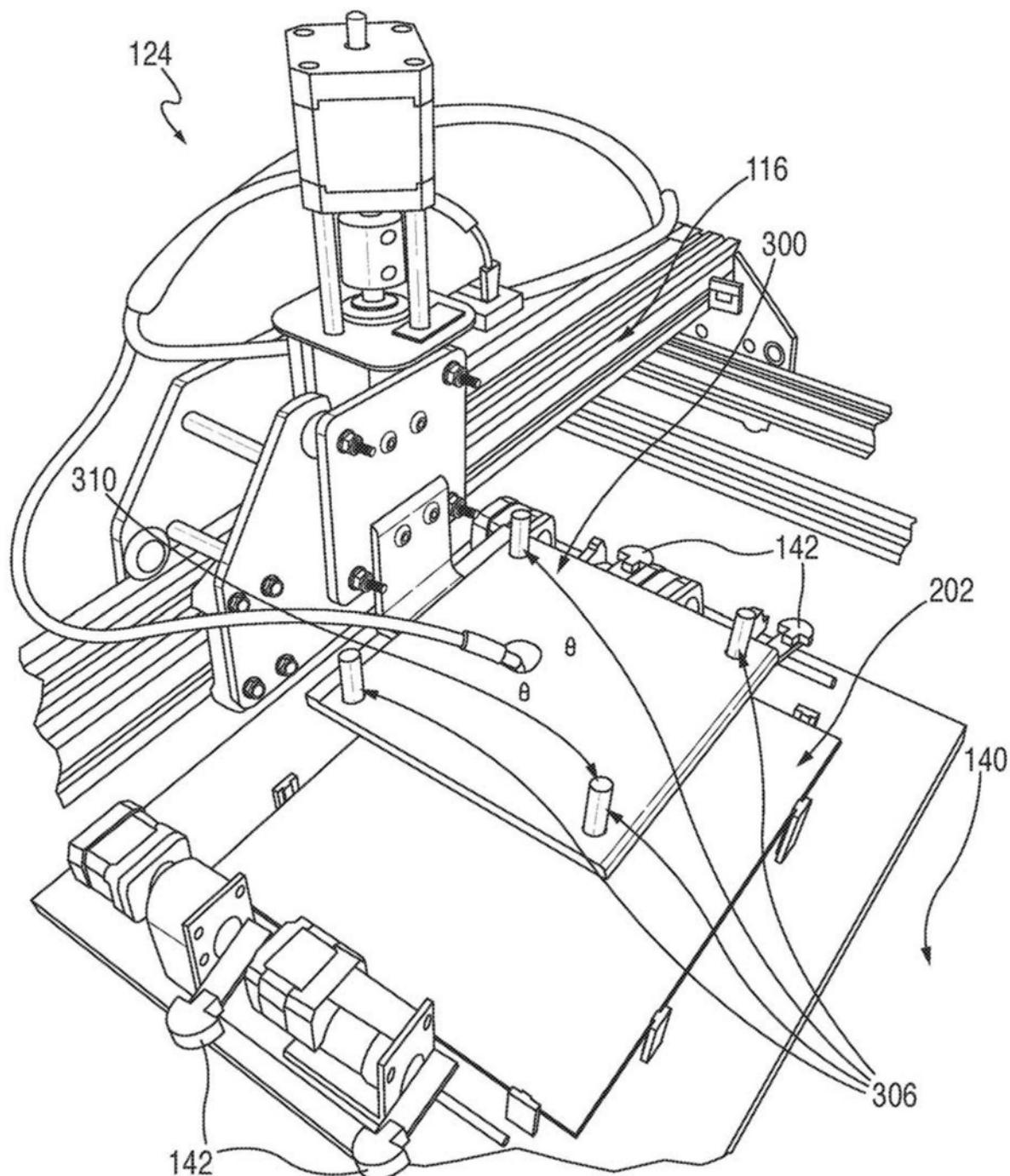


图8

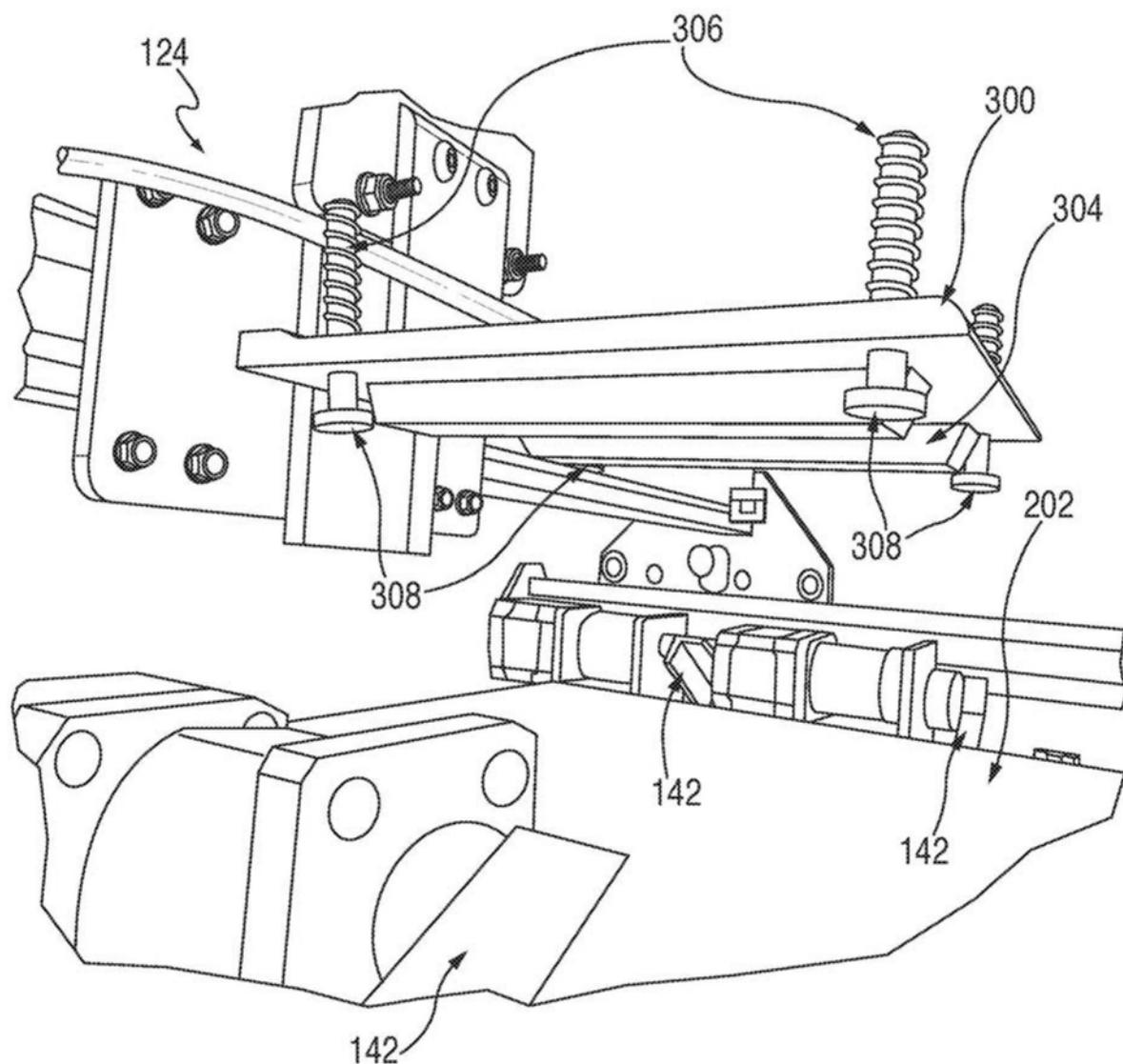


图9

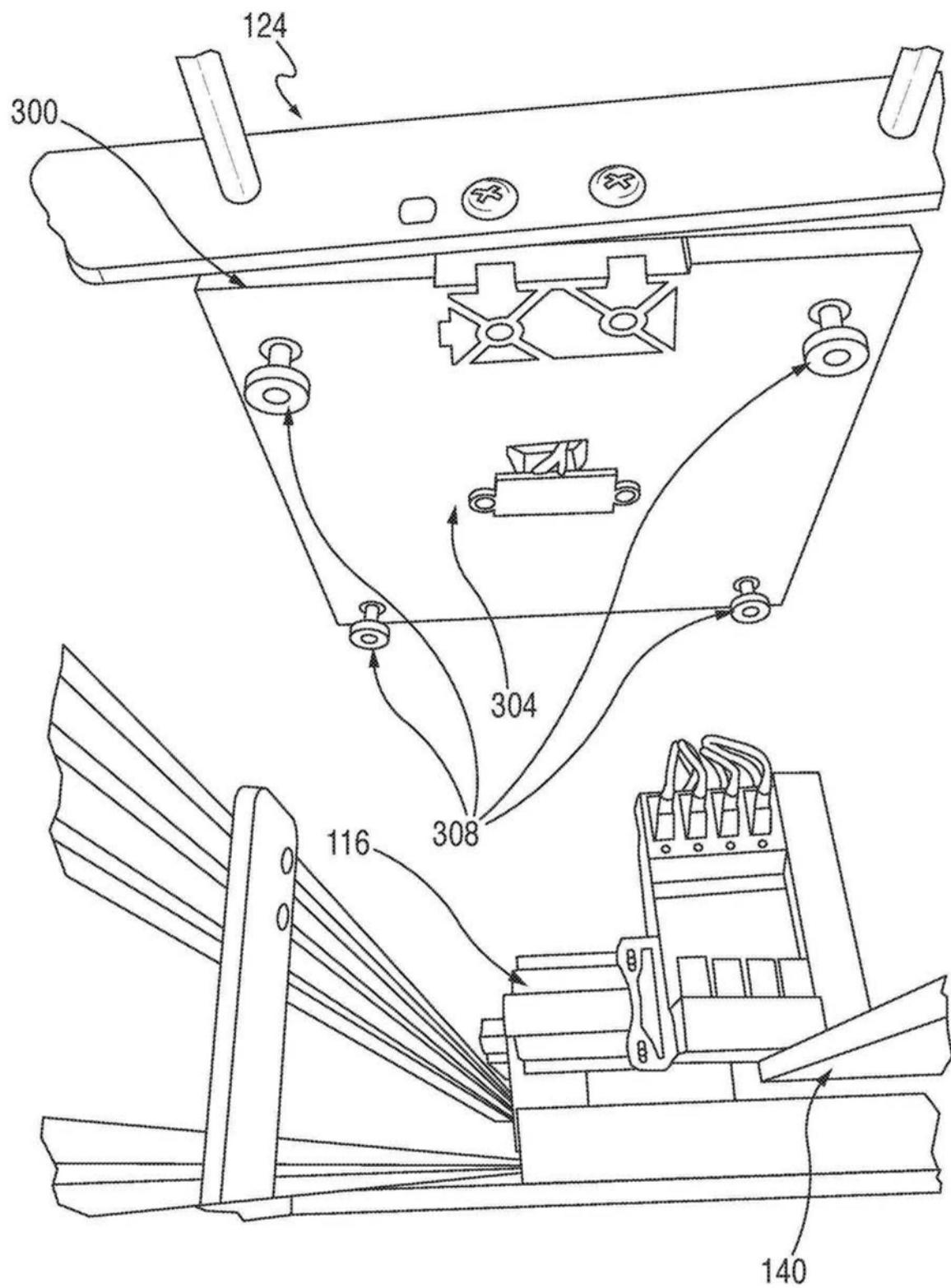


图10

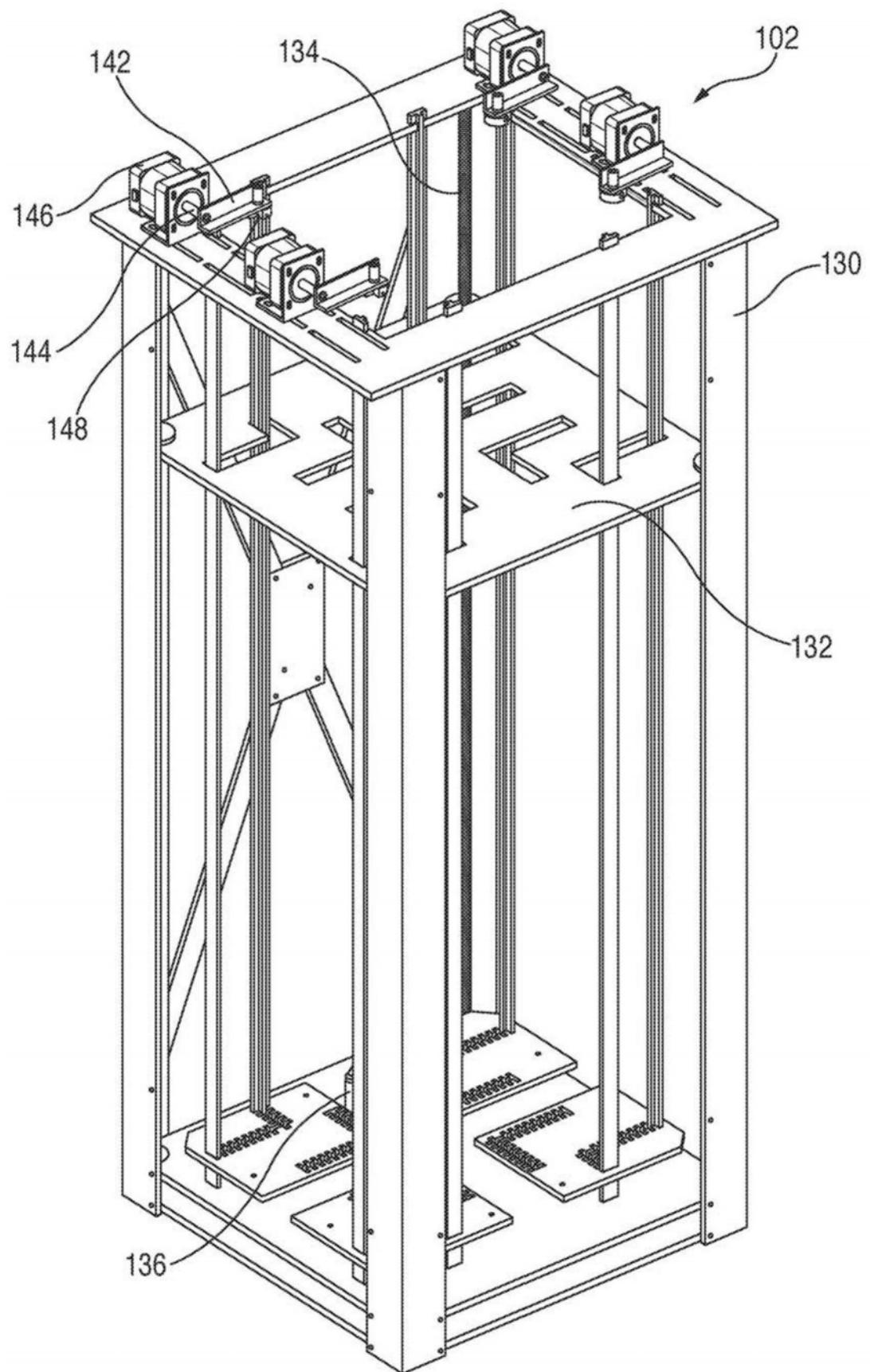


图11

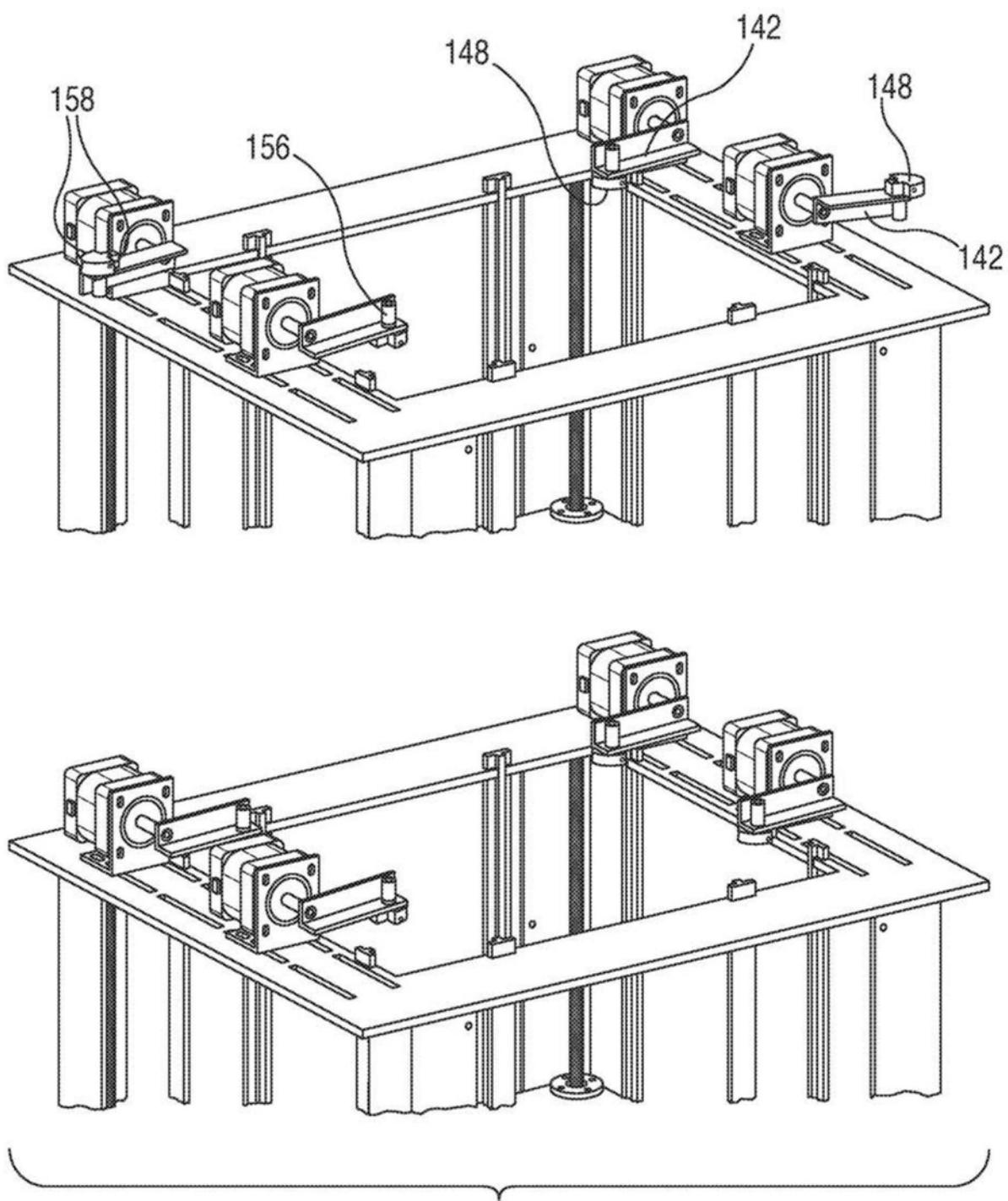


图12

图12

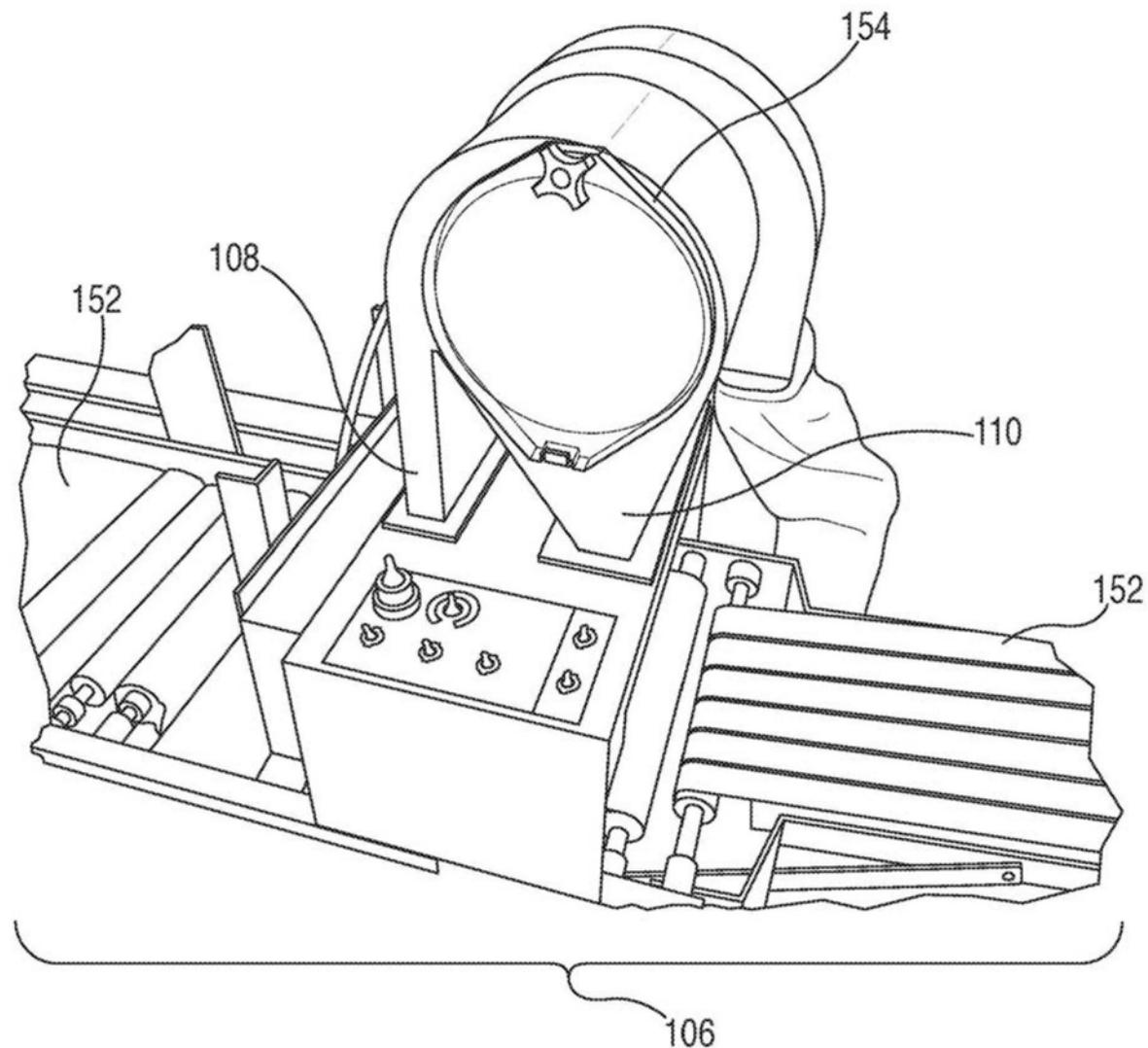


图13

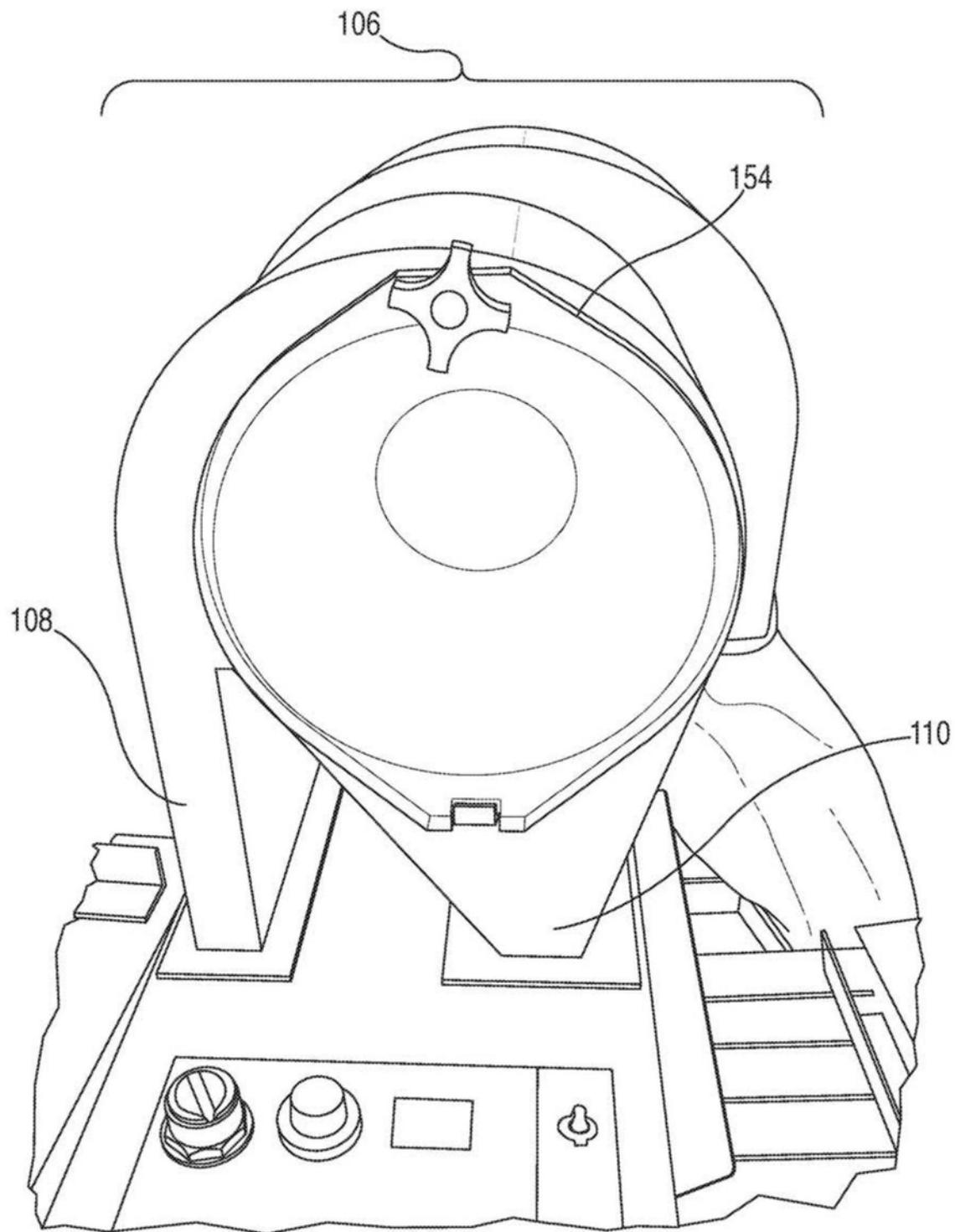


图14

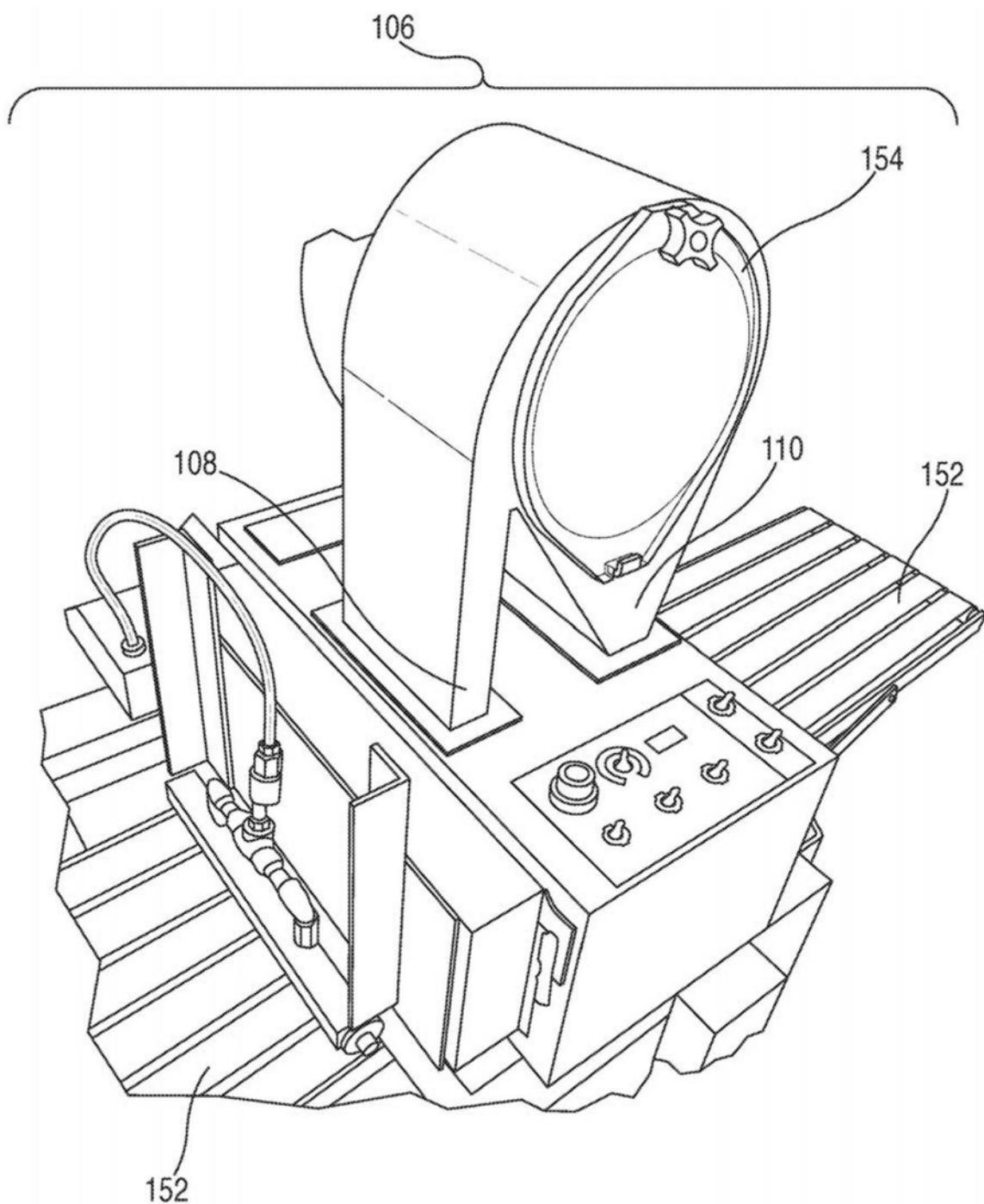


图15

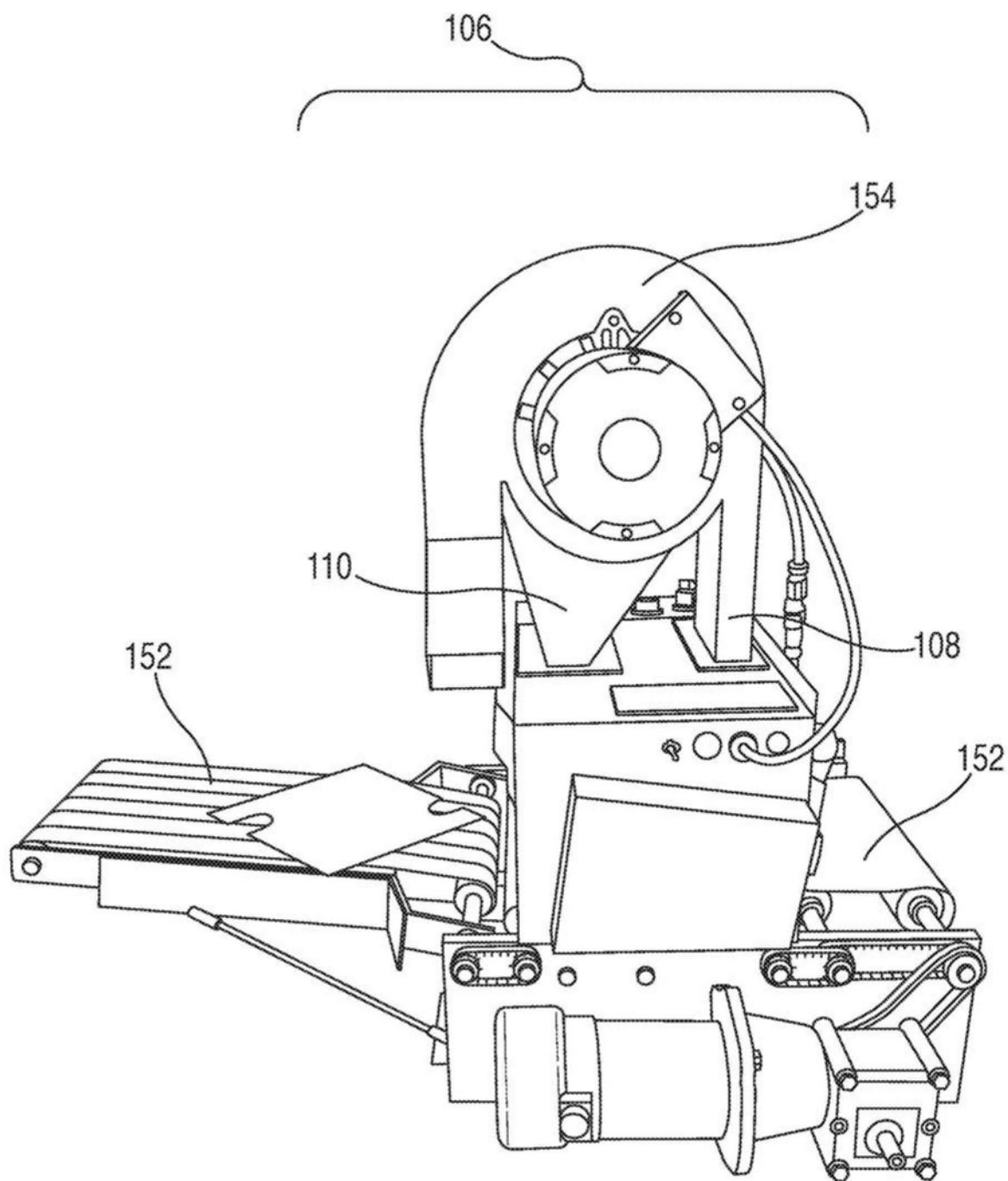


图16

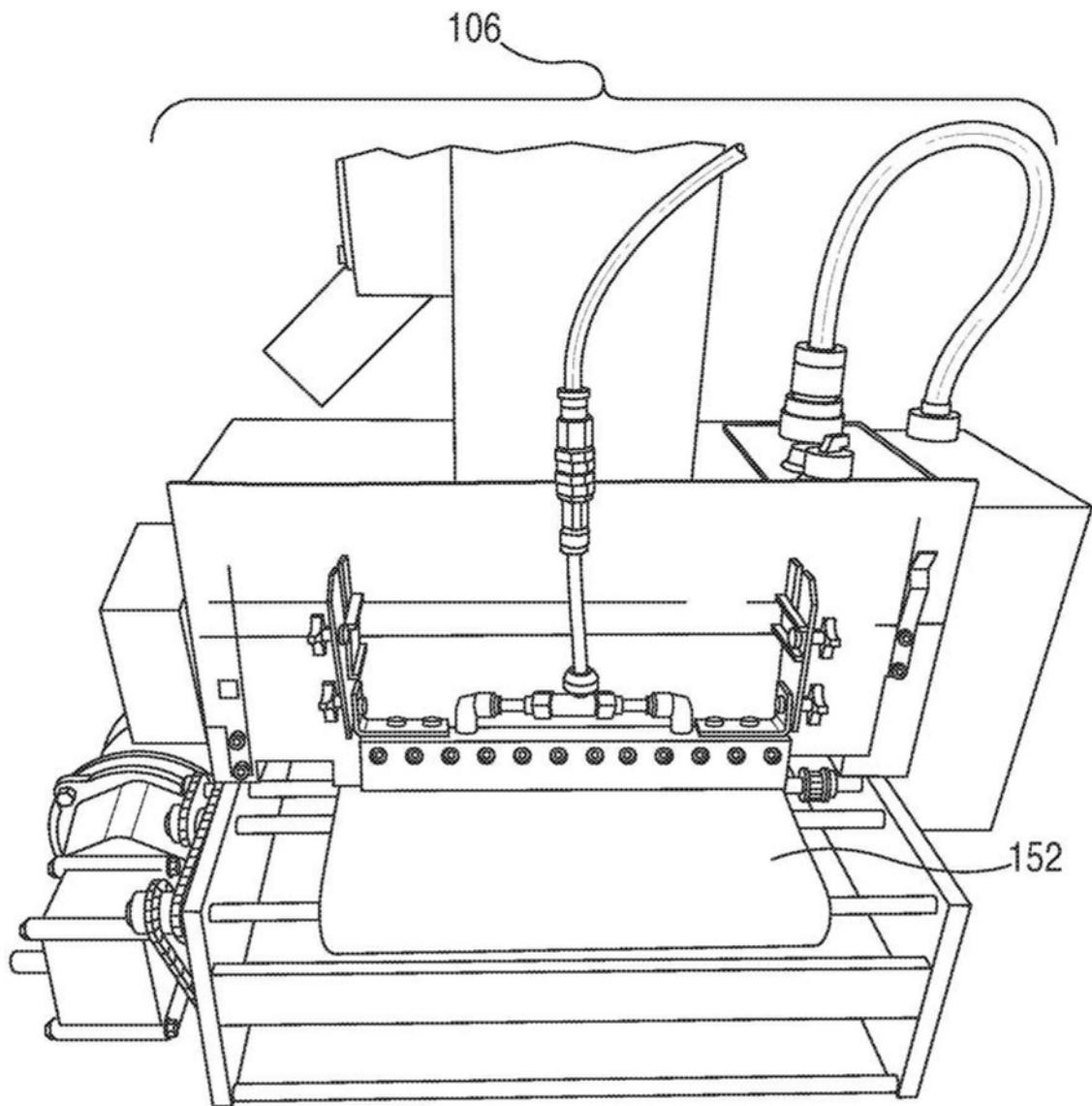


图17

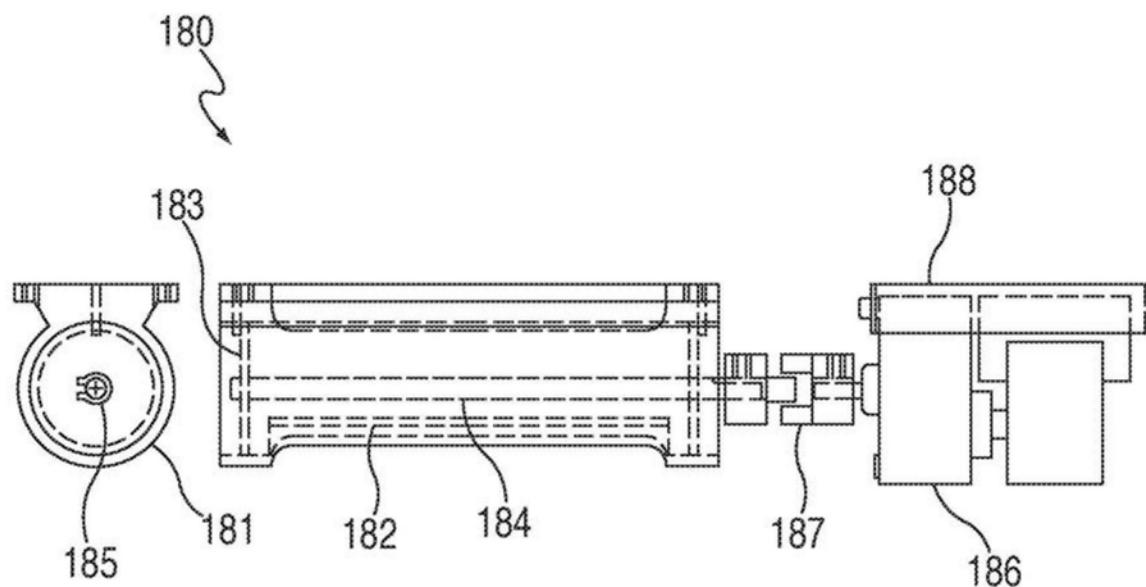


图18

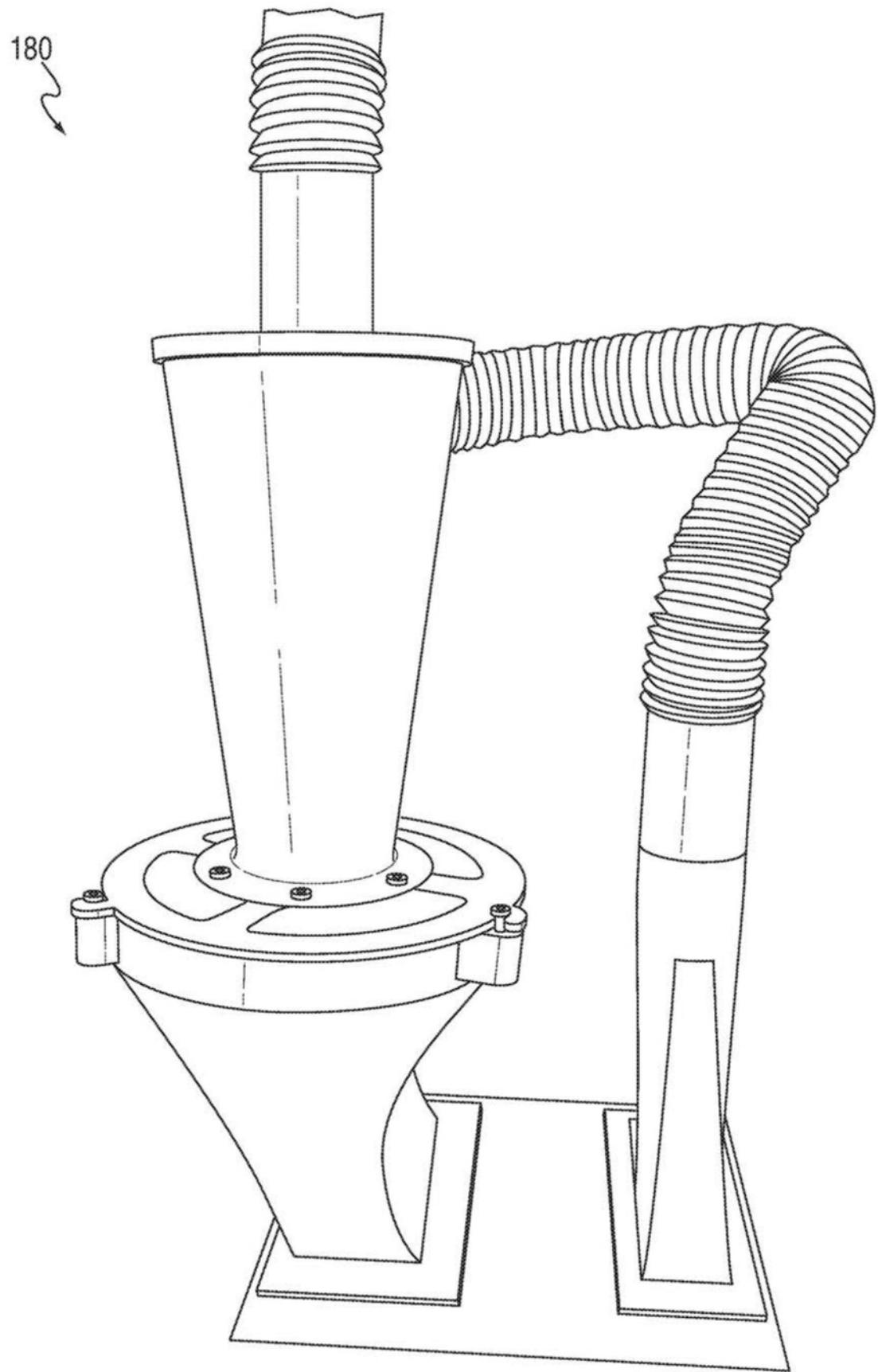


图19

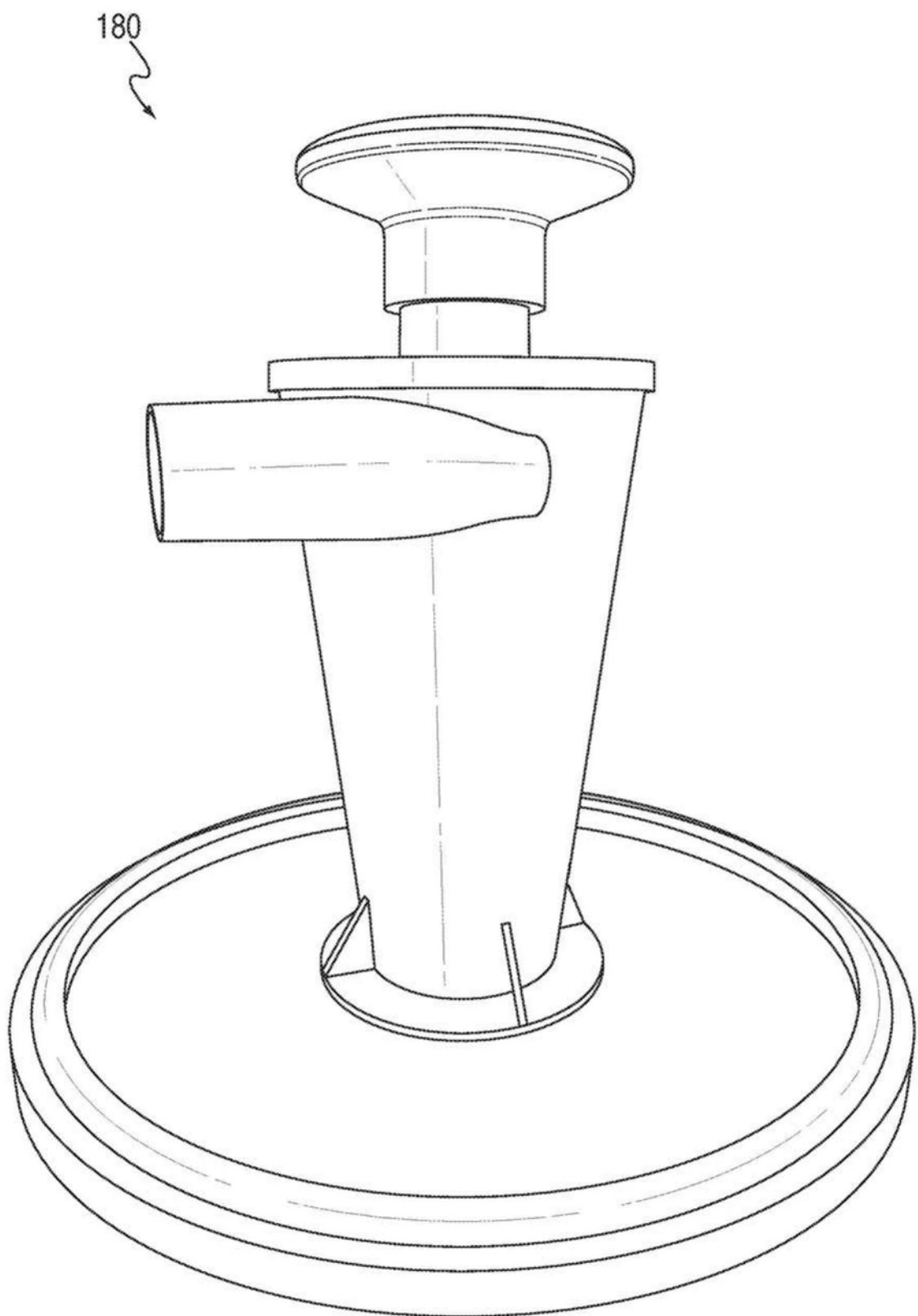


图20

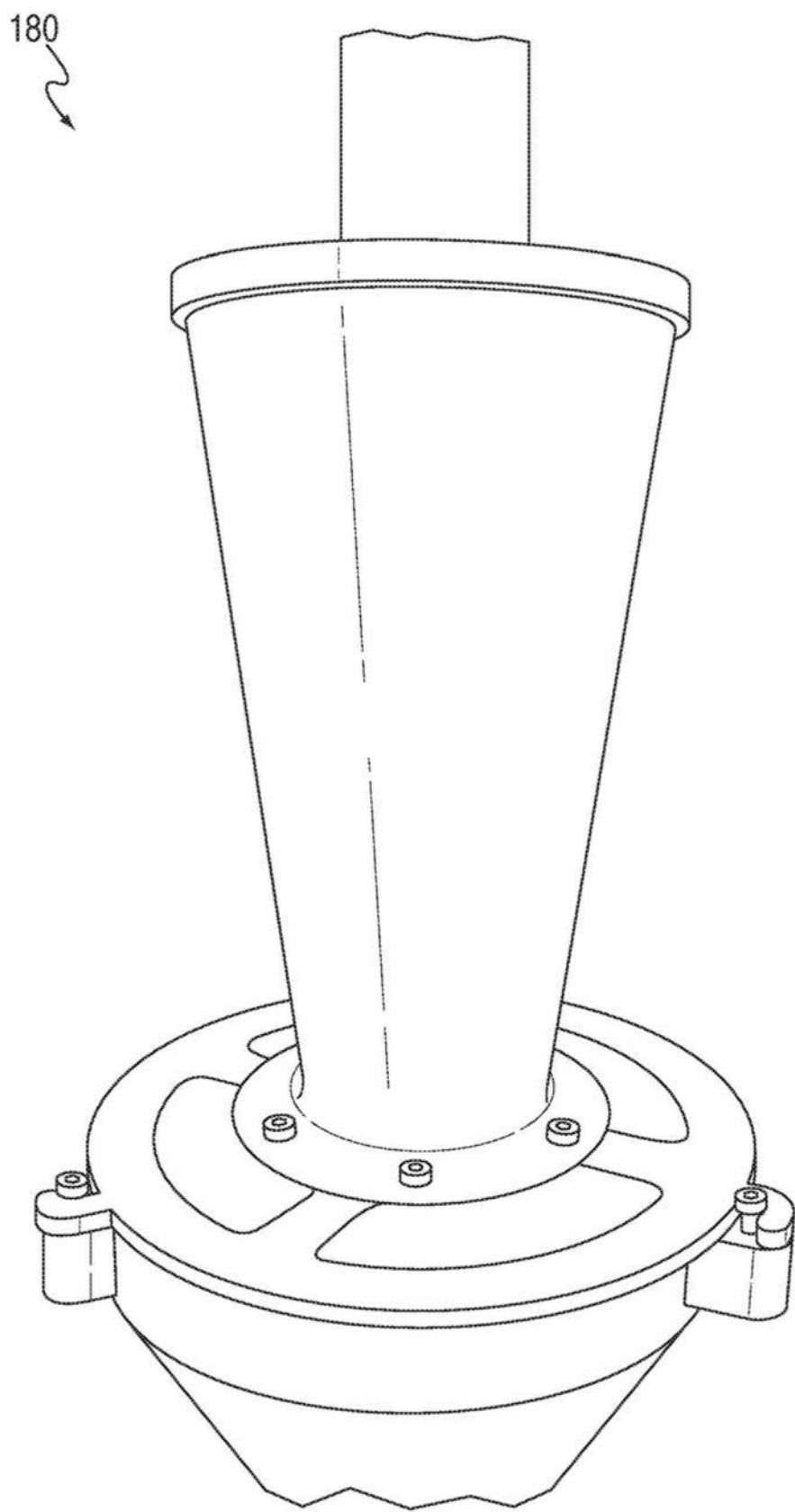


图21

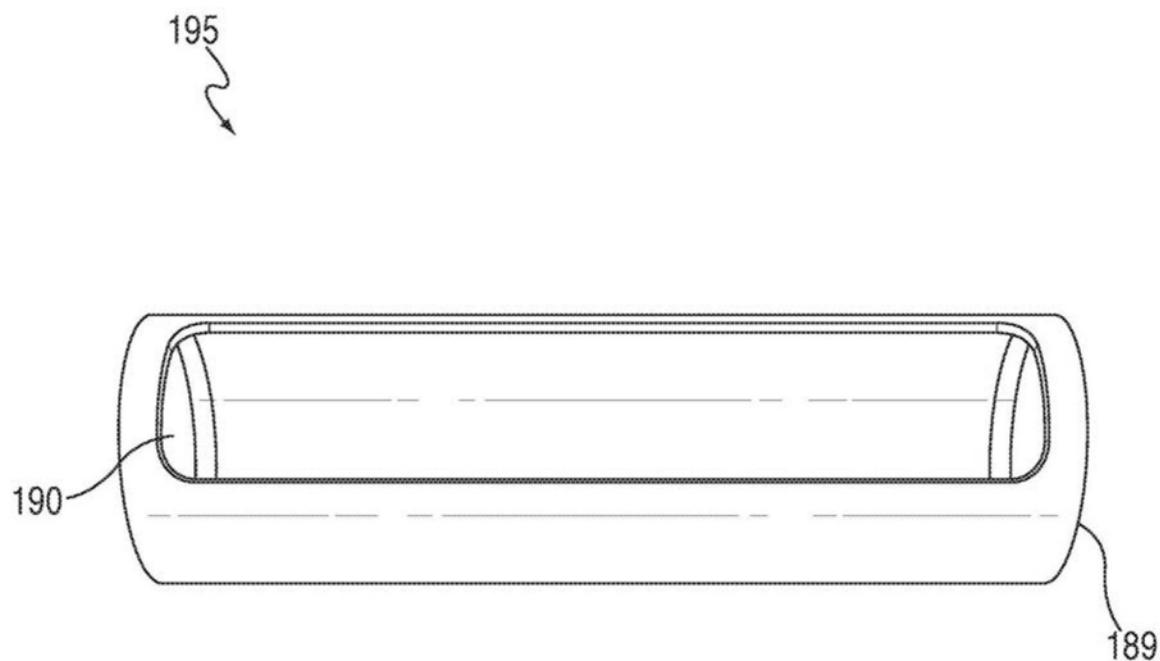


图22

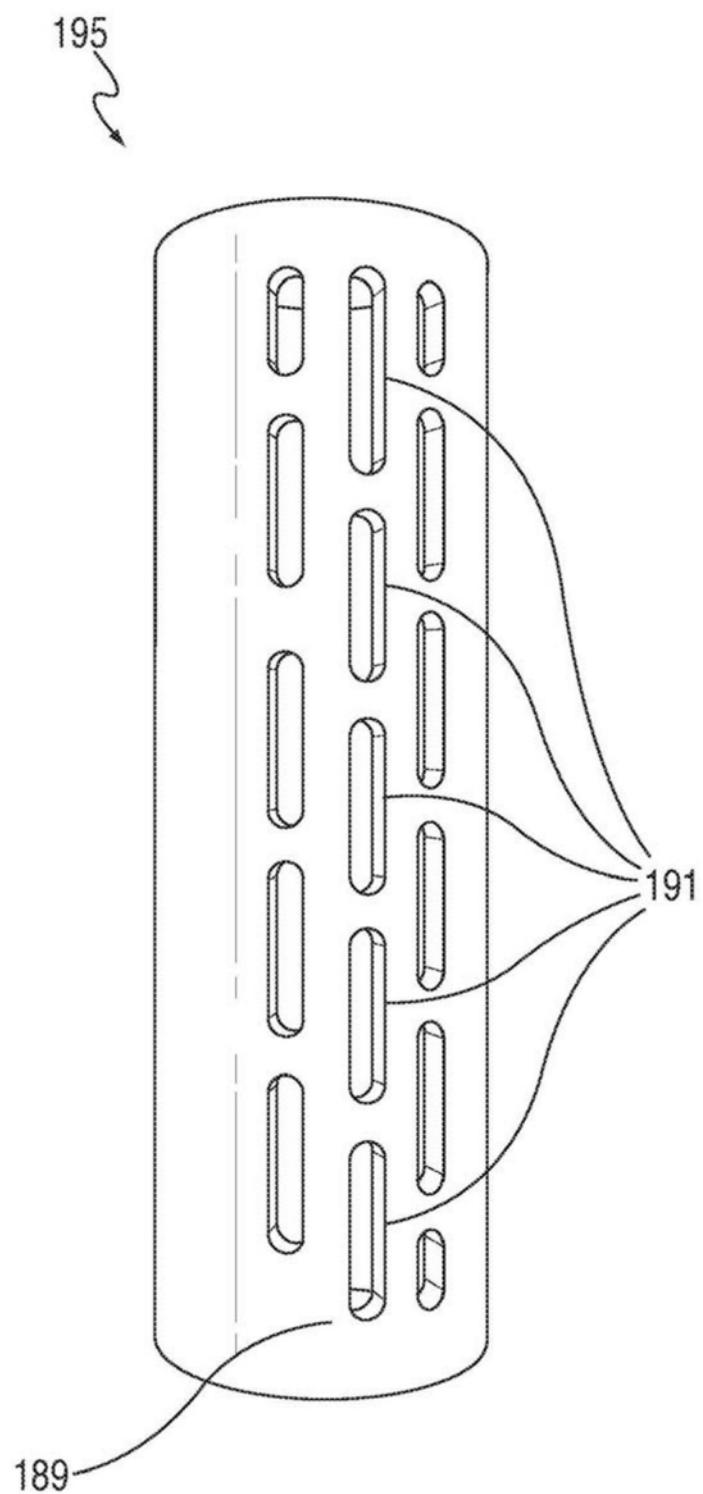


图23

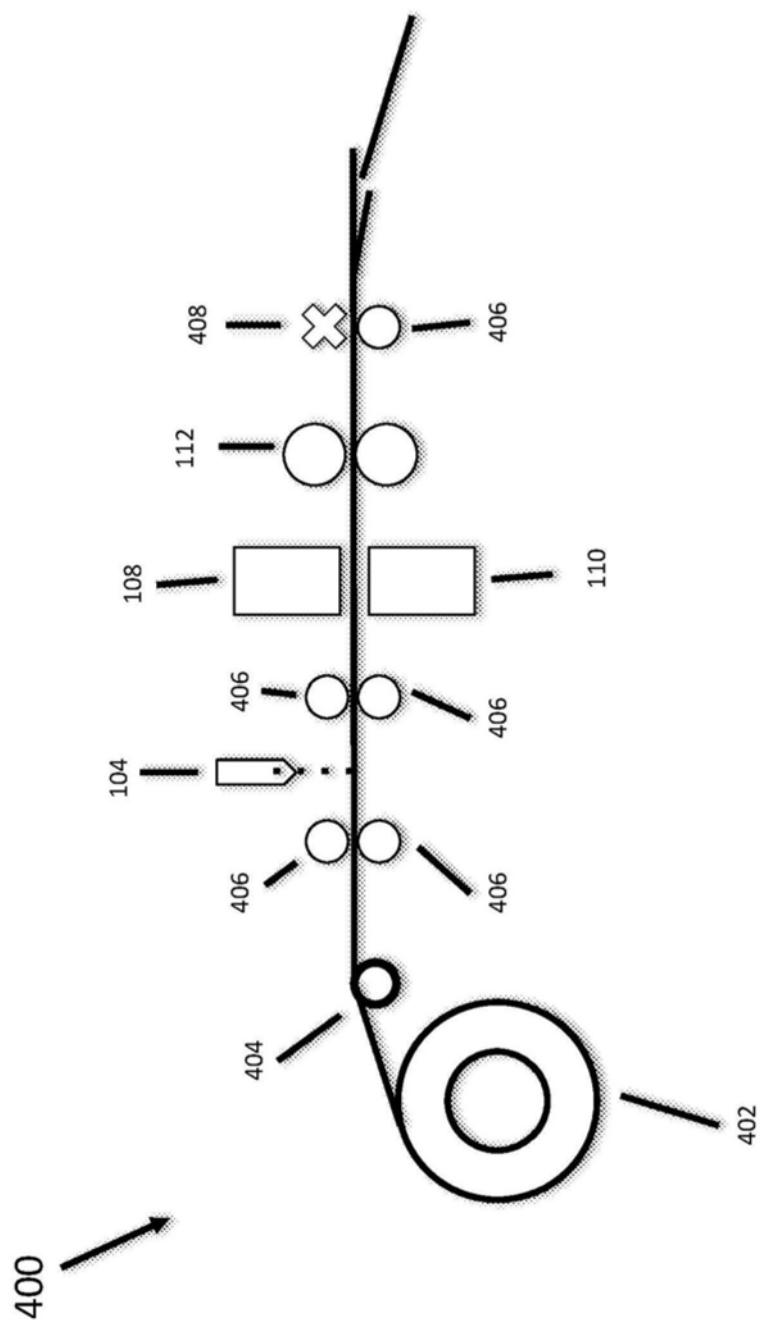


图24

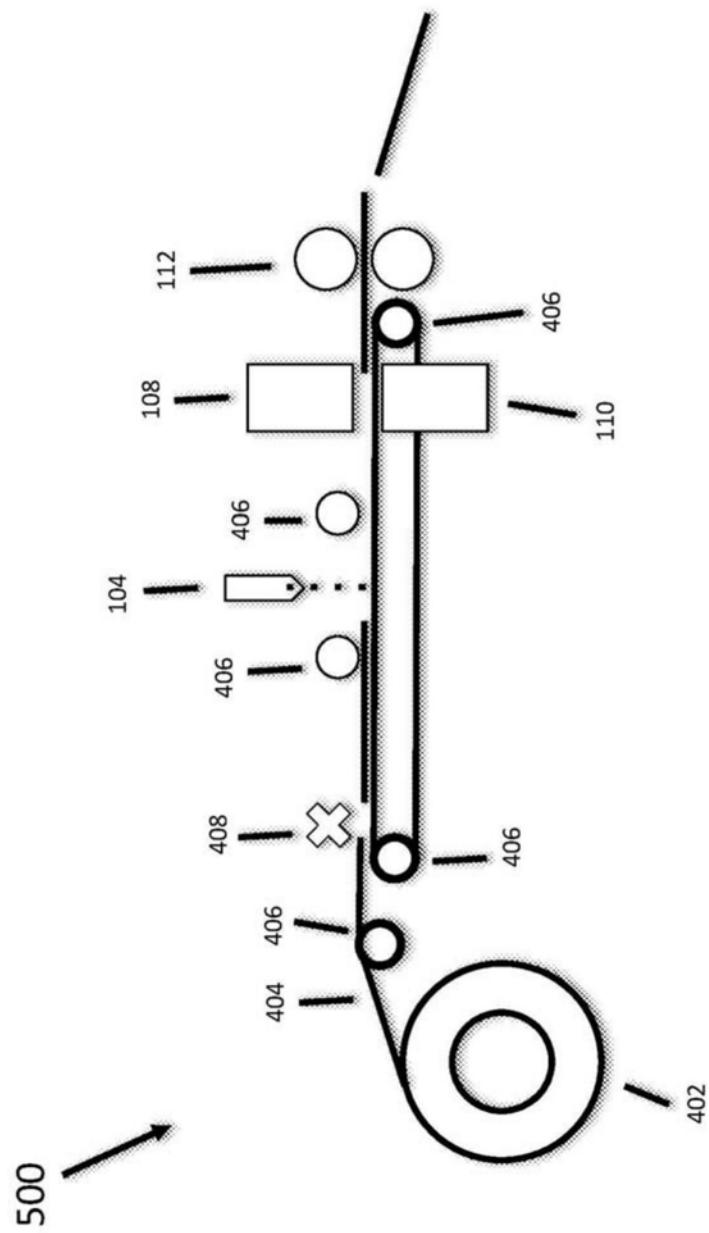


图25