



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104191614 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410368505. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 09. 25

*B29C 67/00* (2006. 01)

(30) 优先权数据

*G03F 7/00* (2006. 01)

61/539405 2011. 09. 26 US

(62) 分案原申请数据

201280058016. 7 2012. 09. 25

(71) 申请人 3D 系统公司

地址 美国南卡罗来纳州

(72) 发明人 C. R. 斯佩里 D. F. 麦克纳马拉

M. A. 约翰逊 R. O. 格雷戈里二世

C. J. 维林

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 肖日松 谭祐祥

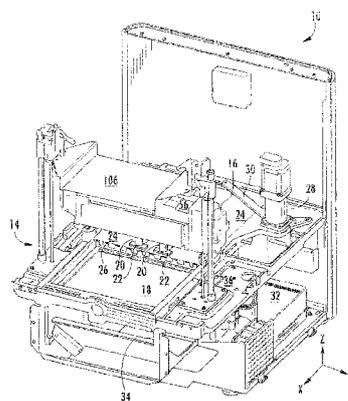
权利要求书2页 说明书15页 附图29页

(54) 发明名称

三维成像系统、其部件以及三维成像的方法

(57) 摘要

提供了用于从实体成像材料制备三维物体的实体成像方法和设备。带有膜底部的托盘提供用于保持被选择性地固化成正构建的三维物体的横截面的实体成像材料。涂布器刮条在膜上来回移动以移除来自前一层任何未固化的实体成像材料并施加实体成像材料的新层。传感器提供用于测量托盘中的树脂的量以确定要从储盒为下一层添加的实体成像材料的合适量。梭子在实体成像设备的外门打开以设定构建或移除三维物体时覆盖托盘,它也可以用来移动涂布器刮条并选择性地打开储盒上的一个或多个阀门以分配所需量的实体成像材料。



1. 一种用于从实体成像材料制备三维物体的实体成像设备,所述实体成像设备包括:

储盒,其包括实体成像材料的供应源;

一次性托盘,其保持从所述储盒分配的实体成像材料;以及

成像器,其将光化辐射投射到所述一次性托盘中的实体成像材料的层上,以选择性地固化实体成像材料的所述层,

其中,所述一次性托盘限定侧壁、底部表面和对辐射透明的膜,所述对辐射透明的膜粘附到所述侧壁和所述底部表面中的至少一个,使得当所述托盘定位在所述实体成像设备中时,所述光化辐射被投射通过所述对辐射透明的膜以选择性地固化实体成像材料的所述层。

2. 根据权利要求1所述的实体成像设备,其特征在于,还包括用于接纳所述托盘的框架。

3. 根据权利要求2所述的实体成像设备,其特征在于,所述框架还包括带有对辐射透明的支撑表面的凹部,所述托盘被接纳在所述支撑表面上。

4. 根据权利要求3所述的实体成像设备,其特征在于,还包括基本上围绕所述对辐射透明的支撑表面的衬垫,并且包括在所述凹部中的空气通道,所述空气通道适于在所述对辐射透明的膜与所述对辐射透明的支撑表面之间选择性地提供正空气压力和负空气压力。

5. 根据权利要求2所述的实体成像设备,其特征在于,还包括导轨,其能够相对于所述框架升高以允许所述托盘的加载和卸载。

6. 根据权利要求1所述的实体成像设备,其特征在于,还包括传感器,其将光信号传输通过所述托盘的所述对辐射透明的膜,以用于测量所述托盘中的实体成像材料的量。

7. 一种将新托盘和新涂布器刮条安装到实体成像设备中的方法,所述方法包括:

打开所述实体成像设备的外门,以触及用过的托盘和用过的涂布器刮条;

从所述实体成像装置移除所述用过的托盘和用过的涂布器刮条;

将所述新托盘和新涂布器刮条大体上定位在所述用过的托盘和用过的涂布器刮条的先前位置中;以及

关闭所述实体成像设备的所述外门;

其中,在打开所述外门之前,所述实体成像设备的成像器将光化辐射投射到所述托盘上,以固化在所述用过的托盘内的基本上所有未固化的实体成像材料。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,还包括:在移除所述用过的托盘之前,升高所述实体成像设备的导轨,以使所述用过的托盘离开所述实体成像设备的框架;以及在定位所述新托盘之后,降低所述导轨,以将所述新托盘保持在所述框架中。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,升高所述导轨包括也升高所述实体成像设备的梭子和储盒。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述用过的涂布器刮条连接到所述梭子。

11. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述导轨连接到提升辅助装置以使得所述导轨能够停留在升高位置,直到所述导轨被降低为止。

12. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,定位所述新托盘包括将所述新托盘置

于衬垫上,该衬垫围绕所述实体成像设备的对辐射透明的支撑表面。

13. 一种用于在实体成像设备中使用的一次性托盘,所述实体成像设备通过使实体成像材料暴露于光化辐射而制备三维物体,所述一次性托盘包括:

侧壁,其限定足以保持一定量的实体成像材料的高度;

连接到所述侧壁的底部表面,其中所述底部表面限定开口;

对辐射透明的膜,其粘附到所述侧壁和所述底部表面中的至少一个以覆盖所述开口,使得当所述托盘定位在所述实体成像设备中时,所述光化辐射被投射通过所述对辐射透明的膜以选择性地固化所述托盘中一定量的实体成像材料;以及

过滤器。

14. 根据权利要求 13 所述的一次性托盘,其特征在于,所述侧壁和底部表面包括塑性材料,并且所述对辐射透明的膜包括氟化乙丙烯膜和聚四氟乙烯膜中的至少一种。

15. 根据权利要求 13 所述的一次性托盘,其特征在于,所述底部表面和所述对辐射透明的膜中的至少一个在它们被粘附的区域中被纹理化,以便在所述底部表面与所述对辐射透明的膜之间提供更好的粘附。

16. 根据权利要求 13 所述的一次性托盘,其特征在于,所述过滤器被定位成允许未固化的实体成像材料穿过所述过滤器以收集不期望的颗粒。

17. 根据权利要求 16 所述的一次性托盘,其特征在于,所述过滤器与所述对辐射透明的膜分离,以使得所述收集的不期望的颗粒不暴露于所述投射的光化辐射。

18. 根据权利要求 13 所述的一次性托盘,其特征在于,所述过滤器包括未过滤的实体成像材料所流动越过的过滤器壁、以及在所述过滤器壁下方的过滤器出口,经过滤的实体成像材料流过所述过滤器出口。

19. 根据权利要求 18 所述的一次性托盘,其特征在于,所述过滤器包括过滤部分,该过滤部分与所述对辐射透明的膜关于所述过滤器壁相对,并且所述实体成像材料流过所述过滤部分以收集远离所述对辐射透明的膜的所述不期望的颗粒。

## 三维成像系统、其部件以及三维成像的方法

[0001] 本申请是于 2012 年 9 月 25 日提交的已进入中国国家阶段的 PCT 专利申请（中国国家申请号为 201280058016.7, 国际申请号为 PCT/US2012/057012, 发明名称“三维成像系统、其部件以及三维成像的方法”）的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及实体成像 (solid imaging) 系统, 并且更具体地, 涉及用于提供实体成像材料的层并将其选择性地固化成三维物体的设备和方法。

### 背景技术

[0003] 实体成像系统通常通过将顺序的材料层形成为沿 Z 轴线结合以形成三维物体的横截面图案而基于计算机数据创造三维物体。实体成像系统包括通过下列技术中的一种或多种构建部件的系统: 立体光刻术、激光烧结、熔融沉积成形、选择性沉积成形、膜转移成像等。

[0004] 某些实体成像系统在具有对光化辐射透明的底部的槽中提供实体成像材料, 光化辐射可投射穿过该底部以将三维物体的横截面图案固化到感光的实体成像材料上, 从而固化材料。构建垫和 / 或平台能在槽上方竖直地移动, 并且三维物体通常由构建垫或平台支撑, 使得三维物体通常以上下颠倒方式构建。这样的实体成像技术和类似技术的示例公开于美国专利 No. 4, 575, 330 ; 5, 391, 072 ; 5, 447, 822 ; 5, 545, 367 ; 7, 052, 263 ; 7, 614, 866 ; 7, 706, 910 ; 7, 845, 930 ; 和 8, 003, 040 以及美国专利申请公开 No. 2001/0048183 中, 所有这些专利的公开内容都以引用方式全部并入本文中。

### 发明内容

[0005] 本发明的各种实施例提供了相比上述实体成像系统的显著改进。本发明的实施例通过使用涂布器刮条 (coater bar) 而在具有柔性的对辐射透明的底部膜的托盘内提供可控层厚度的未固化实体成像材料。涂布器刮条随着涂布器刮条在第一方向上移动而从前一层移除未固化的实体成像材料 ( 以及未粘附到构建垫或三维物体的先前固化层的任何固化的实体成像材料 ), 然后随着涂布器刮条在与第一方向大体相反的第二方向上移动而供应未固化的实体成像材料的新层。例如, 在一层实体成像材料被选择性地固化和粘附到正构建的物体的先前层之后, 构建平台将物体在 Z 轴线方向上升高预定量, 使得涂布器刮条可以在 X 轴线方向上移动, 以推开显著量且优选地所有剩余的未固化的实体成像材料。涂布器刮条接着在相反方向上沿 X 轴线移动, 并且施加未固化的实体成像材料的新层。在涂布器刮条的第一移动 ( 以推开未固化的实体成像材料 ) 之后和涂布器刮条的第二移动 ( 以施加未固化的实体成像材料的新层 ) 之前, 涂布器刮条例如通过枢转、旋转、提升或以其它方式移动涂布器刮条而优选地从第一刮擦位置移动到第二分层位置。在施加了未固化的实体成像材料的新层之后, 构建平台朝图像平面向下降低正制备的三维物体, 至少直到最近固化的层与未固化的实体成像材料的新施加层接触为止, 然后成像器选择性地固化新施加

层,并且该过程重复直到三维物体完成。

[0006] 本发明的某些实施例包括树脂传感器,其定位在对辐射透明的底部膜下方且通过发送反射回传感器的光信号或其它可检测信号而检测传感器上方的树脂层的存在性和厚度。基于传感器上方的树脂的测量的存在性和/或厚度,用于实体成像设备的控制器确定应该供应至托盘的新实体成像材料的量。本发明的一些实施例将储盒定位在托盘上方并且包括可选择性地打开的阀门,该阀门打开一定时间量以将所需量的实体成像材料分配到托盘中。一旦已将所需量的实体成像材料供应至托盘,涂布器刮条就接着在膜上移动(以刮擦/推动前一层未固化的实体成像材料并且推动新分配的实体成像材料中的至少一些)并返回(以施加实体成像材料的新层)。

[0007] 本发明的一些实施例具有梭子(shuttle),其沿X轴线移动以选择性地覆盖托盘。在构建过程完成且使用者准备打开实体成像设备以移除三维物体之后,梭子可覆盖托盘。通过关闭托盘上方的梭子,托盘中的实体成像材料不暴露于来自实体成像设备外部的光化辐射,从而防止可因此在后续构建过程中使用的实体成像材料的任何不期望的固化。附加实施例将涂布器刮条连接到梭子的一端,使得梭子可以在固化步骤之间关闭和打开,以沿X轴线来回移动涂布器刮条。梭子在一些实施例中具有弹簧装置,其将涂布器刮条连接到梭子,使得涂布器刮条由预定的力压靠到膜,以确保未固化的实体成像材料的正确移除和/或在施加实体成像材料的新层时提供材料的所需层厚度。本发明的某些实施例的涂布器刮条可枢转地连接到梭子,使得涂布器刮条在涂布器刮条的第一移动(以推开未固化的实体成像材料)之后和涂布器刮条的第二移动(以施加未固化的实体成像材料的新层)之前从第一刮擦位置枢转到第二分层位置,并且在将未固化的实体成像材料从先前施加的未固化的实体成像材料的新层推开之前枢转回到第一刮擦位置。未固化的实体成像材料的新层的层厚度可由施加到涂布器刮条的向下力的量和/或由涂布器刮条在第二移动期间移动的速度来控制。本发明的另一些实施例通过提供涂布器刮条的某些几何形状和/或涂布器刮条的前角来控制层厚度。

[0008] 本发明的另外的实施例将实体成像材料从可移除的储盒提供至托盘,该储盒包括至少一个可选择性地打开的阀门。在一些实施例中,梭子包括阀门打开装置,其可压靠到可选择性地打开的阀门,以使实体成像材料从储盒分配到托盘中。梭子可包括靠近阀门打开装置的开口,其允许实体成像材料下落穿过梭子并进入托盘中。在一些实施例中,实体成像材料沉积于连接到梭子的涂布器刮条上或附近,使得在实体成像材料被分配到托盘上之后,当梭子在X轴线方向上移动以在第一移动中移动涂布器刮条而推开未固化的实体成像材料时,涂布器刮条也将新沉积的实体成像材料从实体成像材料沉积的地方大体上推到托盘的另一侧。结合或混合在一起的新的和刮擦的实体成像材料的这种供应源在涂布器刮条下方和/或上方流动,然后由涂布器刮条在第二移动中移动以供应实体成像材料的新层。在新层由成像器的(多个)投射图像(或来自成像器的其它光化辐射)选择性地固化之后,重复以下过程,直到完成三维物体为止:测量保留在托盘中的实体成像材料的量并将新的实体成像材料沉积到托盘上,刮擦未固化的实体成像材料,以及施加一层新的实体成像材料。

[0009] 本发明的另一些实施例包括附加特征,例如用于移除和安装储盒、托盘和/或涂布器刮条的技术。储盒可包括在储盒内部的一个或多个混合球,在操作者将储盒安装在实

体成像设备中之前,当储盒被操作者摇动时,这些混合球使实体成像材料被混合。储盒被插入狭槽中,该狭槽对准储盒,使得(多个)可选择性地打开的阀门靠近梭子的阀门打开装置定位,并且使得储盒上的 RFID 标签或其它识别装置能够与实体成像设备通信,以确认储盒中的实体成像材料是正确的材料、未过期、并且不存在就制备三维物体而言的其它问题。在本发明的一些实施例中,储盒所插入的狭槽并入负载传感器(load cell),以便确定储盒的重量(基于储盒内的实体成像材料的剩余量),从而确保储盒能提供足够的实体成像材料以完成不间断的构建过程,并且确定正从(多个)可选择性地打开的阀门分配的实体成像材料的排出压力(head pressure),使得实体成像设备的控制器能确定在阀门打开装置(连接到梭子、连接到不同装置、或者不连接到另一装置)打开(多个)可选择性地打开的阀门的时间段期间所分配的实体成像材料的量。本发明的另一些实施例使用备选的装置或技术来确定储盒内的实体成像材料的剩余量,例如使用用于检测流体水平的(多个)接近传感器、用于检测流体水平的超声波传感器、以及诸如浮子和量杆的机械装置。

[0010] 由于托盘的膜是柔性的以辅助固化层与膜的分离,经过一段时间,可能需要通过更换整个托盘而更换膜。一些实施例的实体成像设备的框架可由操作者选择性地打开,以允许移除用过的托盘,并且将新托盘插入并由框架夹紧到所需位置。因为本发明的一些实施例在膜的底部与支撑膜的玻璃或其它对辐射透明的表面之间供应一定量的空气,以便在升高固化层并使得能够以较小力(相比在膜下面不供应空气)从膜移除固化层的过程中辅助膜,所以框架包括上面搁置托盘的底部表面的衬垫,该衬垫确保膜的底部与下面的支撑表面之间的气密性密封。在连接到正制备的三维物体(和其一部分)的实体成像材料的固化层与膜分离之后,本发明的一些实施例在膜与支撑表面之间提供负空气压力以移除它们之间的空气。本文所述的正的和负的空气压力可由本领域技术人员已知的诸如泵的任何空气压力控制装置提供。在本发明的一些实施例中,通常施加负空气压力,同时涂布器刮条在第一移动和/或第二移动中移动,使得由涂布器刮条施加在膜上的向下压力帮助将任何截留的气穴推到通过其施加负空气压力的开口处。本发明的某些实施例利用施加在膜下方的加压空气的量和/或持续时间来控制用于从膜分离固化层的提升力(反之亦然),并且另一些实施例分析正与膜分离的固化层的横截面积,以确定优选的提升力和/或加压空气的量和/或持续时间。尽管本发明的一些实施例施加用于将固化层升离托盘的标准提升力、以及用于辅助从托盘的膜分离固化层的加压空气的标准量和/或持续时间,但备选实施例基于对固化层的横截面积、连接到构建垫的部分完成的三维物体的重量和其它参数的分析来提供不同量的提升力和/或加压空气量和/或持续时间。

[0011] 本发明的另一些实施例包括用于测量从成像器投射的图像(整个图像或图像的所选部分)的强度分布的技术。这样的测量装置和技术公开于美国专利申请公开 No. 2010/0098835 中,该专利以引用方式全文并入本文中。附加的实施例包括成像器快门(shutter),其可以选择性地定位在由成像器投射的图像的路径中。某些实施例的成像器快门包括测量正投射图像的强度的光化辐射传感器,并且在另一些实施例中包括扩散器,用于减少到达光化辐射传感器的辐射的量,以防止传感器的过度辐射或降低光化辐射传感器准确进行光化辐射测量的能力的其它情形。通过对图像路径中的快门进行自动校准序列,传感器能够确定由成像器投射的图像的强度分布,该成像器在最大可能的图像的各个位置处自动地投射光化辐射并测量每次投射的辐射强度。一旦控制器确定了由成像器投射的图

像的强度分布,实体成像设备就可以使用美国专利申请公开 No. 2010/0098835 中所公开的技术并以本领域普通技术人员已知的其它方式来调整投射到各层实体成像材料上的图像。

[0012] 本发明的附加实施例包括用于支撑正构建的三维物体的构建垫。构建垫附连到构建平台,构建平台连接到一个或多个 Z 轴线马达,该马达竖直地升高或降低构建平台。构建垫包括大体平坦的表面,该表面在构建垫连接到构建平台时面向下,并且限定在构建过程期间粘附到三维物体和 / 或三维物体的支撑结构的表面。在大体平坦的表面和构建平台之间是大体上可压缩的材料,若构建平台向下移动至使构建垫的底部表面接触托盘的膜的程度,该材料可在竖直方向上被压缩。通过提供构建垫的可压缩部分,本发明的某些实施例使得能够在未与托盘的膜(和膜下面的支撑结构)完美齐平的构建垫上精确地构建三维物体,因为构建垫的任何不水平部分将在第一层或多层的构建过程期间被压缩,使得在构建垫的压缩部分以下的区域中没有或很少材料被固化。这些第一层或多层通常包括支撑结构,使得在固化材料的量中的这种非预期差值不会负面地影响由支撑结构支撑的三维物体的品质(因为支撑结构通常在构建过程结束之后被丢弃)。因此,当构建垫以不平行方式安装时,支撑结构在开始形成三维物体之前将补偿这种差异,使得三维物体的品质不被不平行或不水平的构建垫降低。

[0013] 本发明的另一些实施例并入用于将图像投射到实体成像材料的层上的新型光源。代替使用空间光调制器、数字光投影仪或投射被放大和 / 或反射离开反射镜的二维图像的其它光源,本发明的实施例包括等离子屏,其定位在膜的支撑表面的正下方、作为膜的支撑表面或作为不带有任何膜或托盘的图像平面。某些实施例的等离子屏被混杂以提供具有诸如在 UV 范围内的优选波长的所需量的光化辐射,以用于实体成像材料的固化。例如,等离子屏可具有用于移除的 UV 光的滤波器和 / 或用于所包括的非 UV 光(以提供特定光化辐射的非限制性示例)的滤波器,使得仅仅在所需波长范围内的辐射被实体成像设备吸收(由于温度控制原因、材料性质原因和其它原因)。等离子屏也可被混杂以提供一个或多个波长的光化辐射,以用于有区别地固化相同的实体成像材料。在一些实施例中,某些像素投射第一波长的光化辐射以将实体成像材料固化成支撑结构,并且投射第二波长的光化辐射以将相同的实体成像材料固化成所需的三维物体。这样的支撑结构具有适合于支撑结构从三维物体的改善移除的不同的机械或化学性质。不同性质的非限制性示例包括但不限于提供带有比三维物体低的熔融温度的支撑结构、可溶于不溶解三维物体的溶液中的支撑结构、比三维物体更软以允许用手或简单的工具更容易地移除的支撑结构、以及不同于三维物体的其它支撑结构。

[0014] 本发明的另一些实施例包括如下文更充分描述的其它设备、方法、特征和性质。

## 附图说明

[0015] 已经如此概括地描述了本发明,现在将对附图进行参照,附图未必按比例绘制并且旨在为说明性的而非限制性的,并且其中:

图 1 是根据本发明的一个实施例的实体成像设备的透视图,示出了前门,操作者能够通过该前门进入构建室;

图 2 是图 1 的实体成像设备的透视图,其中某些外壁被移除,以显示包括储盒、托盘、涂

布器刮条、构建平台、梭子、成像器和其它部件的实体成像设备的内部部件；

图 3A 是图 1 和图 2 的实体成像设备的某些部分的透视图，示出了其中定位有托盘的框架，并且示出了储盒和梭子，其中梭子处于打开位置；

图 3B 是图 3A 的相同部分的另一个透视图，但从框架下方观察，其中梭子显示为处于关闭位置；

图 4 是图 1 和图 2 的实体成像设备的某些部分的透视图，示出了正插入狭槽（或正从狭槽移除）的储盒，该狭槽在实体成像设备操作期间保持储盒；

图 5A 是图 1-4 的储盒的透视图，示出了从储盒的底壁延伸的两个可选择性地打开的阀门；

图 5B 是图 1-4 的储盒的前正视图，示出了从储盒的底壁延伸的两个可选择性地打开的阀门；

图 5C 是图 5A 和图 5B 的储盒的侧正视图；

图 5D 是图 5C 的储盒的前正视图，显示了储盒的内部，并且示出了储盒中的两个混合球和在每个可选择性地打开的阀门中的弹簧，该弹簧用于防止球变得卡在阀门中；

图 5E 是图 5A-5D 的储盒的放大透视图，该储盒显示处于其在实体成像设备内相对于梭子和梭子沿其移动的那部分框架的位置，其中阀门打开装置不与可选择性地打开的阀门接触；

图 5F 是类似于图 5E 的放大透视图，但显示梭子移动至不同位置，使得阀门打开装置不接触可选择性地打开的阀门，以使实体成像材料从储盒分配；

图 5G 是在框架上方的储盒的前正视图；

图 5H 是处于某个位置的阀门打开装置的侧正视剖面图，在该位置，阀门打开装置向可选择性地打开的阀门的侧面施加力；

图 5I 是在框架上方的储盒的侧正视图；

图 5J 是处于某个位置的阀门打开装置的俯视剖面图，在该位置，阀门打开装置向可选择性地打开的阀门的侧面施加力；

图 6A 是图 1-3B 的实体成像设备的托盘的透视图，示出膜到托盘底部边缘的上表面的粘附，其中膜表面和托盘底部边缘的上表面中的至少一个被纹理化，以增加膜到托盘底部边缘的粘附；

图 6B 是图 6A 的托盘的侧正视图，示出了托盘的过滤区域和膜到托盘底部边缘的上表面的粘附；

图 6C 是图 6B 的一部分的放大视图，更详细地示出了托盘的过滤区域和膜到托盘底部边缘的上表面的粘附；

图 6D 是图 6A 的托盘的俯视平面图；

图 6E 是图 6A 的托盘的侧正视图；

图 7 是带有衬垫的框架的透视图，图 1-3B 的实体成像设备的托盘定位在该衬垫处，其中衬垫在托盘的底部外表面和实体成像设备的框架的支撑表面之间提供密封，并且示出了用于供应和从托盘的底部与框架的支撑表面之间清除空气的通道；

图 8A 是图 1-3B 的实体成像设备的框架的和储盒狭槽中的储盒的前正视图，示出了用于向图 7 中所示通道提供正空气压力和负空气压力的空气源；

图 8B 是图 1-3B 的实体成像设备的框架、托盘和涂布器刮条的侧正视剖面图,示出了处于第一移动之前的位置的涂布器刮条,第一移动用于刮擦或朝托盘的过滤部分推动前一层未固化的实体成像材料;

图 8C 是用于供应和从托盘的底部与框架的支撑表面之间清除空气的通道 的详细侧正视剖面图;

图 8D 是托盘的过滤部分的详细侧正视剖面图;

图 9A 是图 1-3B 的实体成像设备的涂布器刮条的俯视透视图,示出了刮擦边缘(在本文中也称为第一刮擦边缘),并且示出了在涂布器刮条的上部上的上凹部,其允许实体成像材料在第二移动之前大体上流动越过涂布器刮条,第二移动在托盘的膜上提供一层实体成像材料,其中上凹部由限定至少两个连接位置的多个连接部分分开;

图 9B 是图 9A 的涂布器刮条的俯视透视图,示出了分层边缘(在本文中也称为第二层边缘),并且示出了在涂布器刮条的上部上的上凹部,其允许实体成像材料在第二移动之前大体上流动越过涂布器刮条,第二移动在托盘的膜上提供一层实体成像材料,其中上凹部由限定至少两个连接位置的多个连接部分分开;

图 9C 是图 9A 的涂布器刮条的侧正视视图,示出了在涂布器刮条的右下侧上的刮擦边缘和在涂布器刮条的左下侧上的分层边缘,并且示出了在涂布器刮条的上侧上的连接部分,其中连接部分限定楔-狭槽,其包括大体上彼此成角度的两个表面;

图 9D 是上下颠倒的图 9A 的涂布器刮条的侧正视视图,示出了大体上垂直于第二分层边缘延伸的多个凸舌;

图 9E 是图 9A 的涂布器刮条的俯视平面图,示出了连接部分和在它们之间的上凹部;

图 9F 是类似于图 9C 的涂布器刮条的侧正视视图;

图 9G 是上下颠倒的图 9A 的涂布器刮条的侧正视视图,示出了第一刮擦边缘;

图 10A 是图 1-3B 的实体成像设备的成像器的俯视平面图,示出了处于打开位置的快门,其中快门由门廊(porch)连接到成像器;

图 10B 是图 10A 的成像器的前正视视图,示出了处于打开位置的快门;

图 10C 是图 10A 的成像器的俯视平面图,示出了处于关闭位置的快门;

图 10D 是图 10C 的成像器的前正视视图,示出了处于关闭位置的快门;

图 10E 是图 10A 的成像器的侧正视视图,示出了快门处于打开位置且投射图像,该图像由反射镜(未显示)反射到图像平面(未显示)上;

图 10F 是类似于图 10C 的成像器的俯视平面图,示出了处于关闭位置的快门;

图 10G 是图 10F 的成像器的详细侧正视视图,示出了在成像器的透镜上方处于关闭位置的快门,并且示出了连接到快门以用于测量由成像器投射的光化辐射的强度的扩散器和光化辐射传感器;

图 11A 是图 1-3B 的实体成像设备的构建平台的透视图,并且示出了用于竖直地(沿 Z 轴线)移动构建平台的马达驱动螺钉和导向器;以及

图 11B 是图 11A 的构建平台的侧正视视图,示出了附连到构建平台的构建垫。

## 具体实施方式

[0016] 现在将在下面参照附图更全面地描述本发明,附图中示出了本发明的一些但非全

部实施例。当然,本发明可以许多不同的形式实施且不应该被理解为仅限于本文所阐述的实施例;相反,提供这些实施例使得本公开将满足可适用的法定要求。虽然参照具体类型的实体成像设备及其部件描述并在附图中示出了用于创造三维物体的设备和方法,但可以设想,各种设备和方法的功能可应用于任何目前已知或将来想出的实体成像设备,以用于基于计算机或代表待制备物体的数字数据制备三维物体。在全文中相同的附图标记表示相同的元件。

[0017] 参照图 1-11B, 示出了根据本发明的一个实施例的实体成像设备。虽然附图针对实体成像设备的单个实施例,但本发明涵盖附加的实体成像设备,这些设备具有更多、更少和备选的部件以及如本文所述具有不同设计的类似部件。

[0018] 图 1 显示了本发明的一个实施例的实体成像设备 10, 示出了前门 12, 操作者能够通过该前门进入实体成像设备内部的构建室。图 2 显示了其中大部分外壁被移除以更好地示出构建室 14 的实体成像设备 10。储盒 16 包括实体成像材料(未显示)的供应源, 该材料可以选择性地分配到实体成像设备的托盘 18 内。托盘 18 保持用来在构建过程期间构建三维物体(未显示)的实体成像材料。实体成像材料可以是本领域已知或将来想出的任何可光致固化材料。适用于本发明的各种实施例的可光致固化材料的示例包括在美国专利 No. 7, 358, 283 和美国专利申请公开 No. 2010/0056661 中描述的可光致固化材料。实体成像材料通过在储盒的底壁上的一个或多个可选择性地打开的阀门 20 从储盒 16 分配。一个或多个阀门打开装置 22, 优选地每个可选择性地打开的阀门一个阀门打开装置(根据它们的相对形状, 可以使用打开装置和阀门的任何组合), 向可选择性地打开的阀门 20 的侧面提供力, 以允许从储盒 16 分配实体成像材料。图 2 的阀门打开装置 22 附连到梭子 24, 梭子 24 大体上沿着实体成像设备 10 的 X 轴线来回移动。通过选择性地沿 X 轴线向后移动梭子 24, 阀门打开装置 22 向可选择性地打开的阀门 20 的侧面施加力。从储盒分配到托盘内的实体成像材料的量基于阀门打开装置 22 向可选择性地打开的阀门 20 施加力的持续时间, 如下文更充分地讨论那样。图 2 的梭子 24 包括靠近阀门打开装置的至少一个开口, 以允许所分配的实体成像材料穿过梭子并进入托盘。本发明的另外的实施例包括用于将实体成像材料分配到托盘内的备选装置。

[0019] 涂布刮条 26 连接到梭子 24, 例如在梭子的底部上背对阀门打开装置 22, 如图 2 所示。当梭子经由梭子连杆 30 由梭子马达 28 移动时, 涂布刮条 26 也大体上沿 X 轴线移动。如下文更充分地解释的, 通过在 X 轴线方向上的第一移动中移动涂布刮条, 涂布刮条刮擦或移除从先前成像或固化的层留下的未固化的实体成像材料、以及未连接到三维物体的固化材料的颗粒。涂布刮条 26 包括连接部分, 该连接部分允许涂布刮条相对于梭子 24 和托盘 18 的位置被改变, 使得当涂布刮条在第二移动中往回移动时, 涂布刮条涂布托盘的底部表面(其施加实体成像材料的新层)。在第二移动中移动涂布刮条 26 不仅施加实体成像材料的新层, 而且还控制层的厚度并使该层的表面平滑。实体成像材料的该新层通过由成像器 32 投射的图像(未显示)选择性地固化, 以形成正构建的三维物体的一个横截面层。由成像器 32 投射的图像被反射镜 34 反射出来并且通过在托盘 18 下方的框架 36 的支撑表面暴露。托盘 18 的底部表面包括对辐射透明的膜, 图像被投射通过该膜, 以使得托盘上的实体成像材料被投射的图像选择性地固化。

[0020] 三维物体由连接到构建平台的底部表面的构建垫 34(更多细节请参见图 11A 和

11B) 支撑。在构建垫和 / 或三维物体的先前固化层被降低以与实体成像材料的新层接触之后, 该新层被选择性地固化, 使得新固化的层粘附到先前固化层, 如在增材制造领域中通常理解的那样。本发明的一些实施例包括纹理化表面以改善第一层固化材料到构建垫的粘附。在一些实施例中, 构建垫包括可从 Kydex, LLC (Bloomsburg, PA) 获得的 KYDEX<sup>®</sup> 热塑性塑料的片材。在一层被选择性地固化之后, 构建平台向上移动 (沿 Z 轴线竖直地) 以至少将该最近固化的层升高至高于涂布刮条 26、梭子 24 和阀门打开装置 22 的高度, 以使得实体成像设备 10 的移动部件均不接触三维物体, 这种接触会损坏三维物体并使构建失败。

[0021] 图 3A 和图 3B 示出了图 1 和图 2 的实体成像设备 10 的框架 36。应当理解, 实体成像设备 10 包括框架的其它部分以限定机器的整个框架; 然而, 框架的图示部分被讨论为实体成像设备的大多数重要特征中的许多连接到大体上沿 X 轴线和 Y 轴线设置的框架的该部分。梭子 24、梭子马达 28、托盘 18 和储盒 16 (经由下文更充分讨论的狭槽 38) 均连接到框架 26。图 4 更详细地示出了框架 36 和狭槽 38。狭槽 38 显示处于储盒加载和储盒卸载位置, 使得它向上成角度以允许储盒滑入或滑出狭槽 38。上框架部分 40 包括储盒开口 42 (其与实体成像设备 10 外部上的通道门 (未显示) 对齐), 操作者可将储盒传送通过该开口以将储盒加载到狭槽 38 中或从狭槽 38 卸载。一旦储盒 16 已完全加载到狭槽 38 中, 如图 4 所示, 操作者就将狭槽的左侧向下枢转以将狭槽锁定到大体上水平的位置中, 在实体成像设备的构建过程期间, 狭槽保持在该位置。狭槽 38 的左侧搁置在负载传感器 44 上, 负载传感器 44 测量储盒 16 中剩余的实体成像材料的量, 如下文更充分描述那样。狭槽 38 的两侧附连到框架 36 的相对导轨 46。在实体成像设备的构建过程期间, 梭子 24 沿导轨 46 来回移动, 以移动涂布刮条 26, 并且抵靠储盒 16 的可选择性地打开的阀门 20 移动阀门打开装置 22。导轨 46 可相对于框架被升高以允许加载和卸载托盘 18。当操作者提升导轨的前端时, 梭子和储盒被类似地提升, 因为它们连接到导轨 46。导轨还连接到在导轨的任一侧上的提升辅助装置 48, 其使得一旦操作者已升高导轨, 导轨就能够保持在上部位置。提升辅助装置 48 为机械领域公知的支撑气缸; 然而, 本发明的另一个实施例的提升辅助装置包括辅助提升和保持导轨 46 直到操作者准备好将导轨降回到其操作位置 (与框架 36 大体上齐平和平行) 的任何装置。

[0022] 图 5A 至图 5J 提供了储盒 16 和在其底壁上的可选择性地打开的阀门 20 的多个视图。图 5A 至图 5C 显示了储盒的外部, 该储盒具有至少一个侧壁 (例如, 前壁和后壁)、顶壁和底壁, 并且具有在底壁上的两个可选择性地打开的阀门、在顶壁上的排气帽、在前壁和后壁上的大体上水平的狭槽 (用于接纳狭槽 38 的凸舌以将储盒保持在优选位置)、以及一个或多个大体上竖直的狭槽 (用于提供 (多个) 表面以便操作者在将储盒加载到狭槽中和 / 或从狭槽卸载期间夹持储盒)。图 5D 显示了储盒的内部, 该储盒示出为具有三个混合球 50, 这些混合球提供用于在插入储盒之前由操作者摇动储盒时帮助储盒中的实体成像材料变得混合。类似地, 因为本发明的一些实施例的实体成像材料包括在储盒长时间不移动时可能移置到材料的底部或顶部的一些颗粒, 所以实体成像设备可以提示操作者移除储盒并将其摇动一定的时间段, 以便在实体成像材料在构建过程期间被分配到托盘内之前确保实体成像材料被适当地混合。任何时候当操作者被指示摇动储盒时, 在储盒被摇动的同时, 混合球提供改善的混合。为了防止混合球阻止或限制实体成像材料流过可选择性地打开的阀门, 在可选择性地打开的阀门的内部部分中设有阀塞 52。阀塞包括通道, 该通道足够大以允

许实体成像材料流入阀门,但又足够小以防止混合球阻止或限制通过阀门的流。本发明的另外的实施例包括备选的阀塞或包括备选的可选择性地打开的阀门,该阀门不需要阀塞来阻止混合球或储盒中的其它物品阻止或限制实体成像材料流过可选择性地打开的阀门。本发明的可选择性地打开的阀门可以是本领域技术人员已知的任何可打开的阀门,包括但不限于硅树脂阀门,例如可得自 CamelBack (Petaluma, CA) 的咬阀。

[0023] 图 5A 和图 5D 显示了模制储盒 16 的顶壁中的凹部 54,其适于接纳包括与储盒中的实体成像材料有关的信息的射频识别标签 (RFID 标签)。图 5E 显示了安装在凹部 54 中的 RFID 标签 56。狭槽 38 包括 RFID 阅读器 58(图 4 中显示),该阅读器可以在储盒被加载到狭槽内时阅读 RFID 标签上的信息和 / 或将信息写入到 RFID 标签。RFID 标签 58 允许实体成像设备识别储盒中的实体成像材料的类型(以确保其与储盒中的实体成像材料和旨在用来制备三维物体的材料一致),确保材料不过期或正被召回或具有需要通知或警告操作者的其它情况,并且帮助基于储盒的制造和使用前的记录来确定储盒中剩余多少材料。

[0024] 图 5E 显示了梭子 24 上方的储盒 16,其不带有狭槽 38 且不带有涂布刮条 26,以更好地说明储盒和梭子。如上文所提及的,梭子 24 包括靠近阀门打开装置 22 的开口 60,该开口使得所分配的实体成像材料能够穿过梭子 24 并进入下面的托盘中。梭子的底侧包括凸舌 62,其接触涂布刮条的连接部分,如下文更充分描述的那样。图 5E 显示了处于部分关闭位置的梭子(当梭子正在第一移动或第二移动中移动时),并且图 5F 显示了处于分配位置的梭子,在图示实施例中,分配位置略微超出梭子打开位置。梭子打开位置是在阀门打开装置靠近可选择性地打开的阀门但不向阀门施加足以从储盒分配实体成像材料的力时的位置。通常,任何时候当梭子不移动涂布刮条以刮擦 / 清理前一层或施加 / 涂布新层或移动(多个)阀门打开装置以抵靠(多个)可选择性地打开的阀门的侧面施加力时,例如当三维物体已被降低以接触实体成像材料的新层和 / 或当实体成像材料的新层正被成像器选择性地固化时,梭子处于打开位置。梭子处于打开位置时的另一种情形是当梭子在实体成像设备 10 的门 12 打开之前和期间在关闭位置静止以便防止外部的光化辐射意外地固化托盘 18 中的实体成像材料时。当操作者提升导轨 46 以便更换托盘时,梭子 24 可以处于打开或关闭位置,因为正被插入的新托盘通常在安装期间在其中将不包括实体成像材料,并且所移除的带有实体成像材料的托盘将可能被丢弃。

[0025] 图 5F 至图 5J 显示了正向可选择性地打开的阀门施加力以便使实体成像材料从阀门分配的阀门打开装置的不同透视图。可选择性地打开的阀门限定了大体上平行于 Z 轴线的轴线,使得当阀门打开装置在 X 轴线上移动时,它施加大体上垂直于阀门轴线的力。如图 5D 中所示,一些实施例的阀门包括大体上沿 X 轴线对齐的狭缝 64,使得当阀门打开装置沿 X 轴线施加力时,狭缝被打开以允许实体成像材料流出储盒。这些实施例中的可选择性地打开的阀门包括本领域公知的弹性体材料的“咬阀”;然而,本发明的另外的实施例包括具有备选设计的阀门(和对应的阀门打开装置),该阀门执行选择性地允许实体成像材料选择性地从储盒流入托盘的相同功能。本发明的另外的实施例沿任何轴线或轴线的组合在储盒上(例如,在侧壁、顶壁或底壁上)施加力,以使储盒内部的压力增加足够的量,以便打开可选择性地打开的阀门而分配实体成像材料。另外的实施例包括连接到储盒的空气软管,用于向储盒的内部选择性地施加足够量的空气压力,以便打开可选择性地打开的阀门而分配实体成像材料。

[0026] 现在转到图 6A 至图 6E 的托盘, 托盘 18 限定大体上正方形或矩形的托盘, 该托盘包括底部表面和高度约 1 英寸或以下的侧壁。本发明的另外的实施例包括为任何形状和尺寸的托盘, 该形状和尺寸适合于成像器的类型、图像平面的尺寸或任何其它参数。图示实施例的托盘 18 为具有限定底部边缘的底部表面的塑料托盘, 例如聚丙烯托盘, 对辐射透明的膜 66 粘附到该底部边缘上。本发明的各种实施例的“底部表面”可包括大区域(在 X 轴线和 Y 轴线的平面中)或小区域, 包括像侧壁的横截面厚度那样小的区域。对于用来固化实体成像材料的光化辐射来说, 膜是大体上对辐射透明的。膜还限定可以容易地与固化的实体成像材料分离的表面。图示实施例的膜 66 是氟化乙丙烯 (FEP) 膜; 然而, 本发明的另外的实施例包括如在并入的美国专利 No. 7, 614, 866 中更充分地描述的聚四氟乙烯 (PTFE) 膜等。由于膜是大体上无粘性的, 为了将膜 66 的边缘粘附到托盘 18 的底部边缘, 将粘附的膜表面和 / 或将粘附的底部边缘表面被机械地和 / 或化学地纹理化, 以在膜与托盘的底部边缘之间提供更好的粘附。虽然图示实施例公开了利用粘合剂或两面胶带(例如, 可得自 3M (St. Paul, MN) 的两面胶带)粘附到底部表面的膜, 但本发明的另外的实施例使用本领域已知用于粘附两个表面的备选技术来粘附膜和底部表面和 / 或侧壁, 包括但不限于使用多层、多材料膜等将底部表面和 / 或侧壁超声焊接、机械接合(例如, 利用压紧装置或夹紧装置)、注塑到膜上。

[0027] 托盘 18 还包括在与储盒相对的托盘的端部上的过滤部分 68。由于实体成像材料可包括硬化的实体成像材料的颗粒或者会负面地影响由实体成像设备制备的三维物体的品质的其它杂质, 托盘 18 具有过滤部分 68, 来自先前固化层的未固化的实体成像材料和从储盒 16 分配的新实体成像材料穿过过滤部分 68, 以收集成像区域外部的不期望的颗粒。在实体成像设备的操作期间, 新分配的实体成像材料在涂布刮条的第一移动之前被分配, 使得新分配的材料与来自前一层的刮擦 / 移动的未固化实体成像材料一起行进, 从而使材料被混合 / 结合。涂布刮条 26 行进直到涂布刮条接触过滤器壁 70, 造成所混合 / 结合的实体成像材料流动越过过滤器壁并通过过滤部分 68 且离开过滤器出口 72, 使得当涂布刮条在第二移动中移动时经过滤的实体成像材料靠近涂布刮条的前缘, 以便在托盘的底部膜上施加 / 形成实体成像材料的新层, 如下文更充分地讨论那样。

[0028] 图 7 显示了带有衬垫 74 的框架 36, 衬垫 74 处于用于接纳托盘 18 的凹部中。为了防止在凹部和托盘之间的汽阻, 任一者或两者包括诸如肋或凹部的特征, 以允许从凹部移除托盘。在实体成像设备的操作期间, 导轨 46(图 7 中未显示)将托盘 18 保持在凹部中。凹部包括对辐射透明的支撑表面 76, 例如玻璃或塑性材料, 该材料大体上允许用于固化实体成像材料的所需波长的光化辐射穿过支撑表面。图 7 中还显示了空气通道 78, 空气软管 80 附连到该空气通道以供应下文讨论的正空气压力和负空气压力。正空气压力和负空气压力可由本领域已知的任何技术提供, 包括但不限于连接到 DC 马达的隔膜泵、蠕动泵、离心泵等。

[0029] 为了在与连接到由构建平台上的构建垫支撑的三维物体的实体成像材料的固化层分离的过程中辅助托盘 18 的膜 66, 在构建平台被竖直地升高(沿 Z 轴线)以允许柔性膜以与以引用方式并入的现有技术专利中所公开的同或类似的方式更容易地从固化层分离之前、与之同时和 / 或紧随其后, 通过软管 80 向通道 78 施加正空气压力。衬垫 74 提供大体上气密的密封, 以确保没有或极少有空气被允许逸出或进入膜 66 和支撑表面 76 之

间,以便提供对膜位置的更好控制,从而提供膜与固化层的更好分离。图示实施例的衬垫 74 包括沿托盘的三个边缘的单条衬垫材料(本领域已知的任何合适材料),并且包括在靠近通道 78 的托盘的边缘上的两条衬垫材料,以确保足够的密封,同时为在框架 36 的凹部内的托盘定位提供一些间隙。备选的衬垫图案包括在本发明中,以确保足够的密封并提供托盘(将由操作者安装)的安装便利性。本发明的一些实施例的衬垫也防止可能意外地溅出托盘的任何实体成像材料在托盘的膜与支撑表面之间流动,这可能不期望地限制空气在托盘的膜与支撑表面之间的流动和/或阻挡从成像器投射的光化辐射。

[0030] 图 8A 至图 8D 示出了包括安装的托盘 18 和涂布刮条 26 的实体成像设备的操作。图 8B 显示了连接到梭子(图 8B 中未显示)的凸舌 62 的涂布刮条 26,其处于在实体成像材料的层的固化期间和/或在实体成像材料从储盒分配期间涂布刮条将位于的位置。图 8C 详细地显示了到位于托盘 18 的膜 66 下方的空气通道 78 的空气软管 80 连接。图 8D 是过滤部分 68 和托盘 18 的周围区域的详图。虽然在附图中未显示,但涂布刮条辅助从膜 66 与支撑表面 76 之间清除空气,因为在固化层已与膜 66 的顶部表面分离并且被提升安全距离以离开快门 24 和其相连部件之后,负空气压力(类似于正空气压力,其可以由带有阀门的简单空气泵或用于提供正和负的空气压力的任何其它装置供应通过软管 80)被施加到通道 78,使得膜 66 与支撑表面 76 之间的空气被清除,以确保该膜 66 平铺在支撑表面 76 上。在刮擦未固化的实体成像材料的第一移动和施加一层实体成像材料的第二移动两者期间,涂布刮条推动在膜和支撑表面之间的任何截留气泡,从而辅助空气的清除。梭子优选地但非必要地利用弹簧装置或其它装置连接到涂布刮条,该装置在涂布刮条上施加向下力以改善未固化的实体成像材料的刮擦/清理并帮助确定和/或维持部分地设定实体成像材料的新施加层的层厚度的间隙距离。向下力也辅助从膜与支撑表面之间清除气泡。

[0031] 现在转到图 9A 至图 9G 的涂布刮条 26,涂布刮条大体上沿 Y 轴线延伸,并且在下边缘上(在 Z 轴线中),涂布刮条包括大体上沿 Y 轴线延伸的第一刮擦边缘 82 和也大体上沿 Y 轴线延伸的第二分层边缘 84。当其限定层刮条(layer bar)的最下部分时,第二分层边缘 84 实际上不接触托盘 18 的膜 66;而是,多个凸舌 68 接触第二分层边缘上游的膜。多个凸舌 68 大体上沿 X 轴线(垂直于第一刮擦边缘和第二分层边缘)延伸并且沿涂布刮条 26 的 Y 轴线长度间隔开。在第二分层边缘 84 的底部与多个凸舌 68 的底部之间的间隙部分地控制在涂布刮条的第二移动期间施加的实体成像材料的层的厚度。控制层的厚度的其它参数包括但不限于涂布刮条的移动速度、实体成像材料的粘度或其它性质、以及其它过程或材料参数。涂布刮条的第一移动在后缘上(在通常不含已由第一刮擦边缘刮擦/清理的实体成像材料的一侧上)具有多个凸舌 68。涂布刮条的第二移动具有在前缘上且大体上由实体成像材料包围的多个凸舌,该实体成像材料正由第二分层边缘推动,使得实体成像材料围绕多个凸舌且在第二分层边缘下方传送以形成实体成像材料的新层。多个凸舌的横截面形状为大体上矩形的,具有沿 Y 轴线相对窄的宽度,使得实体成像材料能够填充留在多个凸舌的移动的底部表面之后的任何尾迹,从而在由第二分层边缘施加的新层中不存在条纹、间隙或没有实体成像材料的其它点。本发明的另外的实施例包括多个凸舌的备选形状,以最小化或防止不连续性在所施加的实体成像材料层中的存在。凸舌的形状和尺寸(特别是沿 Y 轴线的厚度)通常取决于实体成像材料的粘度,使得材料的粘度越高,凸舌的轮廓沿 X 轴线就应越薄,以防止尾迹(层中没有实体成像材料的区域)的形成。

[0032] 在涂布刮条的第一移动期间,第一刮擦边缘大体上沿着膜的成像区域的整个 Y 轴线宽度并且大体上沿着涂布刮条的行程的整个 X 轴线距离接触膜 66 的上表面。如此前所提及的,涂布刮条的第一移动优选地继续,直到涂布刮条接触靠近托盘的前端的过滤器壁 70 为止。通过接触过滤器壁,涂布刮条不仅迫使被推动的材料(先前层的被刮擦的未固化材料和来自储盒的新沉积材料)越过过滤器壁并进入过滤部分 68,但涂布刮条致使凸舌 62 在再涂布器刮条的连接部分 88 内移动以将涂布刮条从第一刮擦位置(其中第一刮擦边缘在第一移动之前正接触膜表面,如图 8B 中所示)枢转到第二分层位置(其中多个凸舌接触膜表面,并且第二分层边缘刚好定位在膜表面上方)。图 9A 至图 9G 的涂布刮条包括限定楔-狭槽的多个连接部分 88,楔-狭槽包括彼此大体上成角度的两个表面,如图 9C 中最清楚地所示。梭子 24 的凸舌 62 在第二移动期间接触连接部分 88 的表面 90 以将多个凸舌 86 推靠到膜 66 表面,并且升高第二分层边缘以提供间隙,实体成像材料可以在该间隙下方流过以限定实体成像材料的新层。备选地,梭子 24 的凸舌 62 在第一移动期间接触连接部分 88 的表面 92 以推动第一刮擦边缘抵靠膜 66 表面,以使未固化的实体成像材料被涂布刮条推到托盘 18 的过滤部分 68。

[0033] 在涂布刮条 26 的连接部分 88 之间设有上凹部 94,其尺寸设计成允许一些实体成像材料在第一移动期间和/或当涂布刮条抵靠过滤器壁 70 定位时流动越过上凹部,从而在第二层边缘的前方获得实体成像材料,以便在第二移动期间施加为实体成像材料的新层。流过上凹部的任何材料没有颗粒被过滤掉;然而,通过允许一些材料绕过过滤部分,构建过程的速度可以降低和/或构建过程可以继续,即使过滤部分变得被过滤的颗粒部分地或完全地堵塞。过滤的颗粒通常为固化的实体成像材料的小碎屑,它们或者是例如被散射的光化辐射或外部的辐射意外地固化,或者是与三维物体意外地分离的三维物体的碎屑。不论固化的实体成像材料的碎屑如何形成,本发明的某些实施例都将它们从实体成像材料滤出,并且将它们保留在过滤部分 68 中,直到托盘 18 被更换为止,以便防止这样的碎屑变成三维物体的一部分并且可能地降低三维物体的品质,特别是在碎屑被一体化到三维物体的外边缘内时。

[0034] 本发明的备选实施例包括涂布刮条具有提供第一刮擦边缘和第二分层边缘的两个单独的部分,使得在相应的移动期间一个相对于另一个升高。然而,通过将刮擦和分层/涂布两者结合到单个涂布刮条中,本发明提供了一种有效且价格合理的解决方案以用于在实体成像设备的托盘中提供实体成像材料的层。带有托盘式装置的现有技术实体成像设备通常不包括任何涂布刮条或其它刮擦和分层装置,因为这些设备通常提供远高于层厚度的材料量。然而,这样的常规实体成像设备在先前固化的部件的侧壁上利用附加的未固化的实体成像材料创造部件,这会导致降低的侧壁精度和/或在后加工期间必须清除掉的构建材料的浪费。

[0035] 本发明的某些实施例还包括在外观上类似于通道 78 且定位在膜 66 下方的传感器,以发送光信号和其它信号通过膜和实体成像材料并离开定位在狭槽 38 的底部上的反射器(未显示),并且返回到传感器(针对其中传感器定位在狭槽 38 下面的实施例)。基于所接收信号相对于发射信号的强度,传感器输出可以被转化为托盘 18 中的实体成像材料的量的测量值。该测量值由实体成像设备 10 的控制器用来计算从储盒 16 分配到托盘内所需的实体成像材料的量。所需材料的量被转化为由阀门打开装置 22 向可选择性地打开

的阀门 20 施加力的持续时间（阀门打开装置也可被控制和 / 或在计算中考虑的距离，因为更大程度地打开阀门更短的时间段（反之亦然）可以提供所需的实体成像材料的量）。由于储盒中的排出压力可以改变实体成像材料离开储盒的流率，储盒中的材料的量由负载单元 44（或可用来测量储盒中的实体成像材料的任何其它装置）进行的测量确定，并且被包括在计算中以确定阀门打开装置 22 向可选择性地打开的阀门 20 施加力的持续时间。此外，本发明的各种实施例基于先前层的固化的实体成像材料的图案（代替材料的固化量）来计算所需分配的材料量。另外的实施例结合实体成像材料的实时测量值与基于部件几何形状（固化材料的横截面积）的理论计算值来确定待分配的实体成像材料的量。

[0036] 托盘 18 中材料的量的测量可以在层形成过程期间任何时候进行，例如在第一移动之前、在第二移动之前、和 / 或在第二移动之后。（多个）传感器也可用来确定是否施加了不足量的实体成像材料，从而分配额外的材料，并且在将三维物体的先前固化层降低到新层材料中且选择性地固化新层材料之前重复第一和第二移动。

[0037] 现在转到图 10A-10G，本发明的某些实施例的成像器 32 包括安装在成像器的透镜 98 附近或周围的门廊 96。快门 100 由机动化铰链或类似装置可旋转地连接到门廊 96。快门 100 包括安装在快门的侧面上的成像器传感器 102，当快门处于关闭位置时该侧面面向透镜 98。由于一些传感器 102 可能被由成像器 32 投射的直接光化辐射过度照射，造成测量精度的降低，图示实施例的快门 100 包括定位在传感器上方的扩散器 102，使得由成像器投射的光化辐射在由传感器测量之前被扩散。实体成像设备可经历自动校准过程，以确定图像中的任何点或点组（像素或像素组）的光化辐射的强度。该过程通常在第一构建过程之前进行（在制造期间和 / 或在客户位置），并且也可以在实体成像设备的使用寿命内的各种时间进行。该过程通常在构建过程之间（换言之，当三维物体不被构建时）进行；然而，可以暂停构建过程且进行校准程序，然后重新开始构建过程。

[0038] 为了确定投射图像的强度分布，将快门从打开位置移动至关闭位置。成像器接着在已知位置处投射预定序列的光化辐射的投射，并且将来自传感器（或在某些实施例中多个传感器）的测量值与投射的位置相关联以确定在整个投射图像中的相对强度。该强度分布图接着由实体成像设备的控制器（或由结合实体成像设备使用的单独控制器）用来调整由成像器中的各个点或像素投射的辐射的水平，以确保在实体成像材料的层中的对应点或像素位置接收所需量的光化辐射（例如，用于光聚合和 / 或赋予实体成像材料所需的机械和 / 或化学性质的临界能量）。在以引用方式全文并入本文的专利中公开了用于通过例如灰度缩放和 / 或每层投射多个图案来提供所需量的光化辐射的各种技术。

[0039] 现在转到图 11A 和图 11B 的实施例，构建平台 106 属于以引用方式并入本文的现有技术专利（包括但不限于美国专利 No. 7,614,866）中所公开的类型。构建垫 108 或者通过由实体成像材料制成的中间支撑结构或者直接通过与三维物体接触而可移除地连接到用于支撑待制备的三维物体的构建平台的底部。图示实施例的构建垫包括粘附到一层泡沫或其它回弹性材料的 KYDEX<sup>®</sup> 牌热塑性丙烯酸类树脂 - 聚氯乙烯合金的片材。另外的实施例的构建垫可由备选材料制成，该材料为粘附到固化的实体成像材料的层提供足够的表面并且在构建垫不与托盘的膜和 / 或托盘的膜下方的支撑表面完美齐平的情况下允许该层在构建第一多层期间挠曲。通过提供一定量的回弹力，构建垫不需要精确定位成平行于支撑表面，因为在第一和后续层期间，任何不平行部分只会在层高度处的标准位置以下渗透，

然后在构建垫的底部表面接触托盘的膜时压缩。由于实体成像材料在不水平区域中移置,没有实体成像材料会被固化;然而,这样的材料将可能是支撑结构。该过程为每一层继续,直到构建垫不再接触膜并且实体成像材料开始被固化为止。通常,不水平区域在支撑结构完成之前被补偿,使得构建过程中的任何差异被限制到支撑结构(其在构建过程后通常被丢弃),从而不负面地影响三维物体的品质。本发明的另一些实施例通过备选技术(例如,通过控制 Z 轴线马达或其它技术)来补偿不水平的构建垫。

[0040] 以上所述的本发明的实施例大体上涉及带有 DLP 成像器的实体成像设备。然而,本发明的另外的实施例包括基于等离子屏技术的备选成像器。DLP 成像器造成许多问题,例如高成本和需要相对频繁地更换灯泡或其它部件。此外,用于实体成像的许多 DLP 成像器必须被专门设计,导致甚至更高的成本和物流问题。基于光源和 / 或用来从成像器向图像平面投射图像的路径和光学器件, DLP 成像器还具有辐射强度变化和地理校准 (geocalibration) 问题。与这样的 DLP 和类似的成像器相关联的许多问题通过本发明的某些实施例的基于等离子屏的成像器来解决或避免。在本发明的其它实施例中还包括液晶显示器 (LCD) 成像器;然而,因为目前使用的大多数实体成像材料利用在 UV 范围内的光化辐射来固化,并且目前的 LCD 对于提供 UV 光来说不是最佳的,所以本公开将重点关注等离子屏;然而应理解,本发明的备选实施例可以使用类似的技术来改进 LCD 成像器以提供所需的光化辐射(不一定是 UV 光,通过提供在不同波长下光聚合的实体成像材料),并且以与本文关于等离子屏成像器所公开的方式使用 LCD 成像器。

[0041] 目前的等离子屏不产生可用来光聚合普通实体成像材料的 UV 光;然而,目前向等离子屏添加滤波器以避免暴露于 UV 光波长。本发明的实施例通过消除目前设置在等离子屏上的 UV 滤波器而使用等离子屏作为光引擎。代替滤除 UV 波长,本发明实际上希望使用 UV 辐射以用于成像目的。代替开发用于光引擎的光学器件并且然后如在现有技术中那样经由机械公差投射该图像,本发明允许将三维物体直接构建在等离子屏上或直接放置在已改进以投射 UV 光的等离子屏上的膜上或以上公开类型的膜托盘上。类似地,本发明的另外的实施例包括投射其它光化辐射的等离子屏,该光化辐射与实体成像材料的(多种)特定的光引发剂配对,以便以类似方式选择性地固化实体成像材料。

[0042] 目前的等离子屏将各个像素混杂以产生电视机用来为观众再现图像的红、绿或蓝。本发明包括具有等离子屏的实施例,该等离子屏将像素定制混杂以产生特定波长,实体成像材料可被制成为以不同方式响应于该特定波长。在一些实施例中,一个像素或像素的集合可以产生固化实体成像材料以限定三维物体的第一波长、以及固化实体成像材料以为三维物体限定支撑结构的第二波长。在构建过程完成之后,支撑结构可以被冲洗掉或通过其它后处理技术移除。本发明的这些实施例基于由实体成像材料吸收的光化辐射的特定波长为固化的实体成像材料提供不同的化学和 / 或机械性质,并且在化学和 / 或机械性质中的那些差异可用来改善支撑结构的移除和 / 或改善当支撑结构具有与三维物体相同的化学和 / 或机械性质时本来可能出现的表面瑕疵。本发明的其它类似实施例利用不同波长固化实体成像材料,以便为三维物体的不同部分提供不同的化学和 / 或机械性质,例如通过提供带有刚性性质的一些部分和带有弹性体性质的其它部分。本发明的另一些实施例结合了上述技术,以向固化的实体成像材料提供化学和 / 或机械性质的更进一步的组合。

[0043] 本发明的另外的实施例包括这样的等离子屏:其将所有像素对相同波长混杂,以

便相比被分成红、绿和蓝的空间从而将像素分辨率降低至少三分之一的标准等离子屏,显著地提高图像分辨率。另一些实施例对等离子屏的像素进行额外的定制以减少波动、改善图像品质和降低产品成本。

[0044] 通过简单地移除成像器(和其相关联的快门和反射镜)并将等离子屏成像器直接置于支撑表面下方,以上所述类型的等离子屏成像器可以在以上所述的实体成像设备中使用。本发明的另外的实施例还移除支撑表面并使用等离子屏成像器的实际表面作为在上面放置托盘的膜的支撑表面。

[0045] 受益于以上描述和相关联附图中提出的教导的本发明所涉及的技术人员将会想到本文阐述的发明的许多修改和其它实施例。因此,应当理解,本发明不限于公开的具体实施例,并且修改和其它实施例旨在包括于所附权利要求的范围内。本发明旨在涵盖本发明的修改和变型,只要这些修改和变型落入所附权利要求及其等同物的范围内。尽管本文使用特定的术语,但是它们是在一般和描述的意义使用的,而非用于限制性的目的。

[0046] 相应地,本发明使得能够利用改善的构建和支撑材料制备三维物体。受益于以上描述和相关联附图中提出的教导的本发明所涉及的技术人员将会想到本文阐述的发明的许多修改和其它实施例。因此,应当理解,本发明不限于公开的具体实施例,并且修改和其它实施例旨在包括于所附权利要求的范围内。本发明旨在涵盖本发明的修改和变型,只要这些修改和变型落入所附权利要求及其等同物的范围内。尽管本文使用特定的术语,但是它们是在一般和描述的意义使用的,而非用于限制性的目的。

[0047] 在描述本发明的上下文中(尤其是在所附权利要求的上下文中)术语“一个”、“一种”和“该”以及类似标记的使用应理解为涵盖单数和复数形式两者,除非本文中另外指明或明显与上下文矛盾。术语“包括”、“具有”、“包含”和“含有”应理解为开放式术语(即,意指“包括但不限于”),除非另外指明。本文对数值范围的表述仅仅旨在用作单独地引用落入该范围内的每个单独值的简写方法,除非本文另外指明;并且每个单独值结合到说明书中,如同本文对其进行了单独的叙述。本文所述的所有方法可以按任何合适的次序进行,除非本文另外指明或者明显与上下文矛盾。任何和所有示例的使用或本文所提供的示例性语言(如,“诸如”)仅仅旨在更好地说明本发明,并且不对本发明的范围强加限制,除非另有要求。说明书中的语言都不应理解为指明任何未要求保护的元件对本发明的实践是必要的。

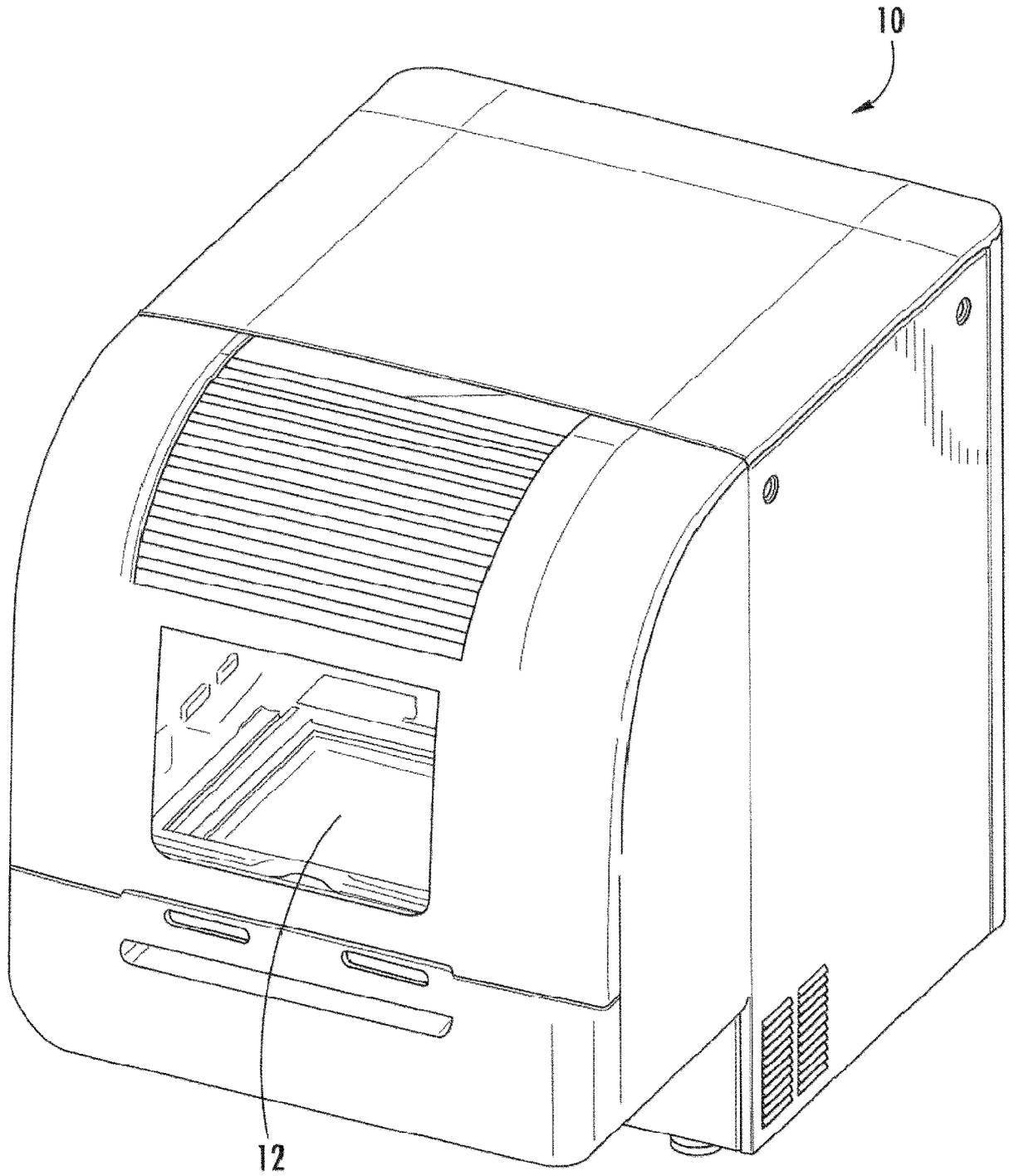


图 1

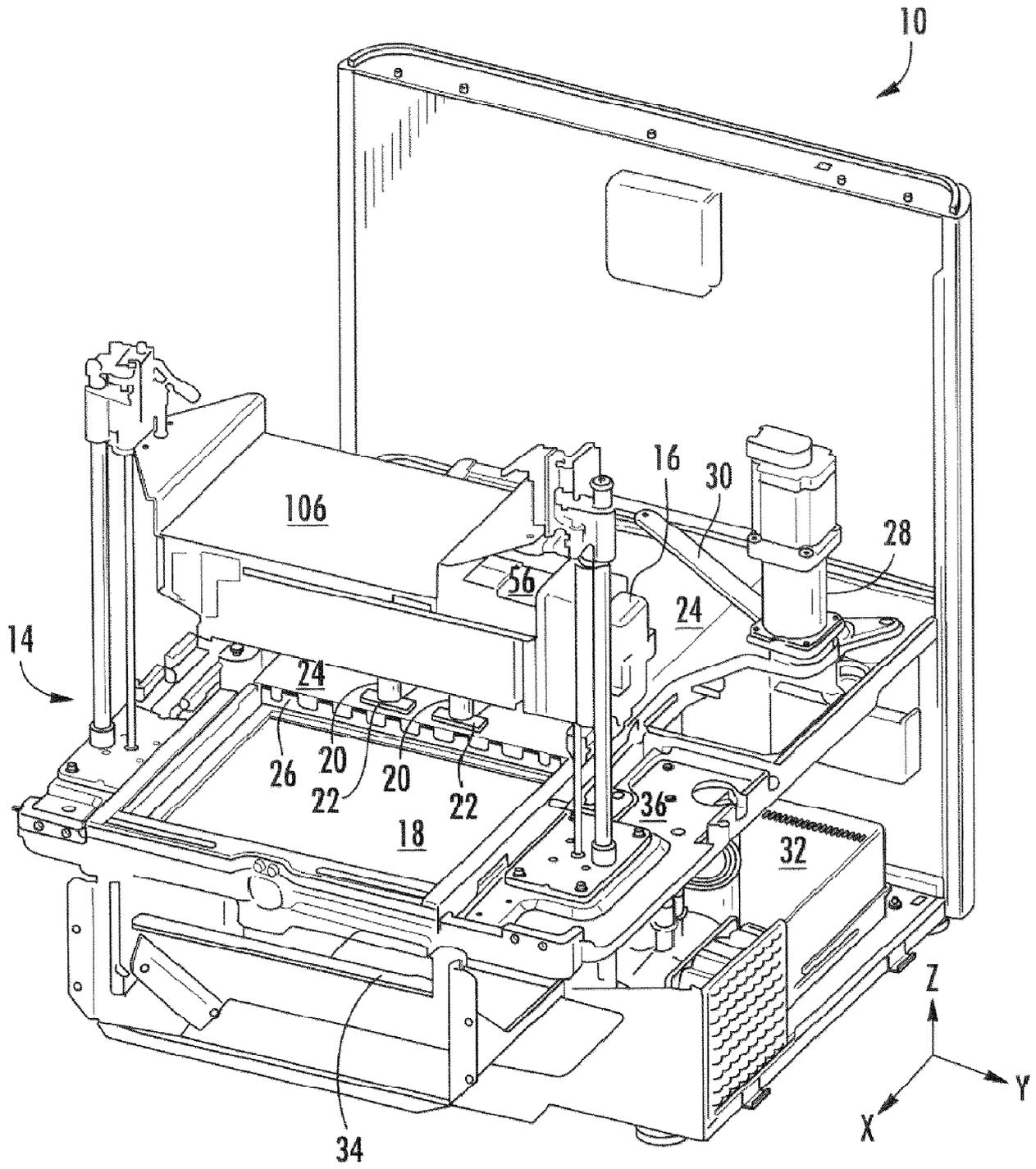


图 2

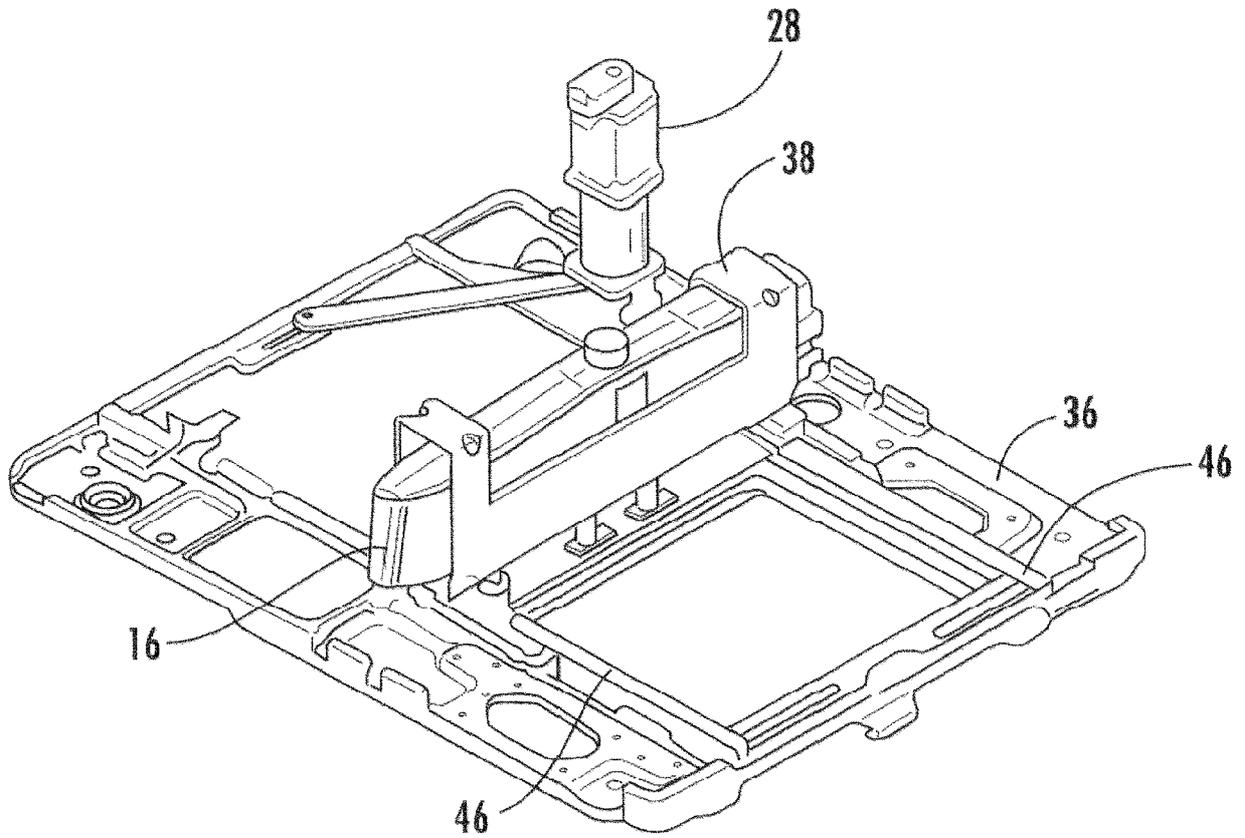


图 3A

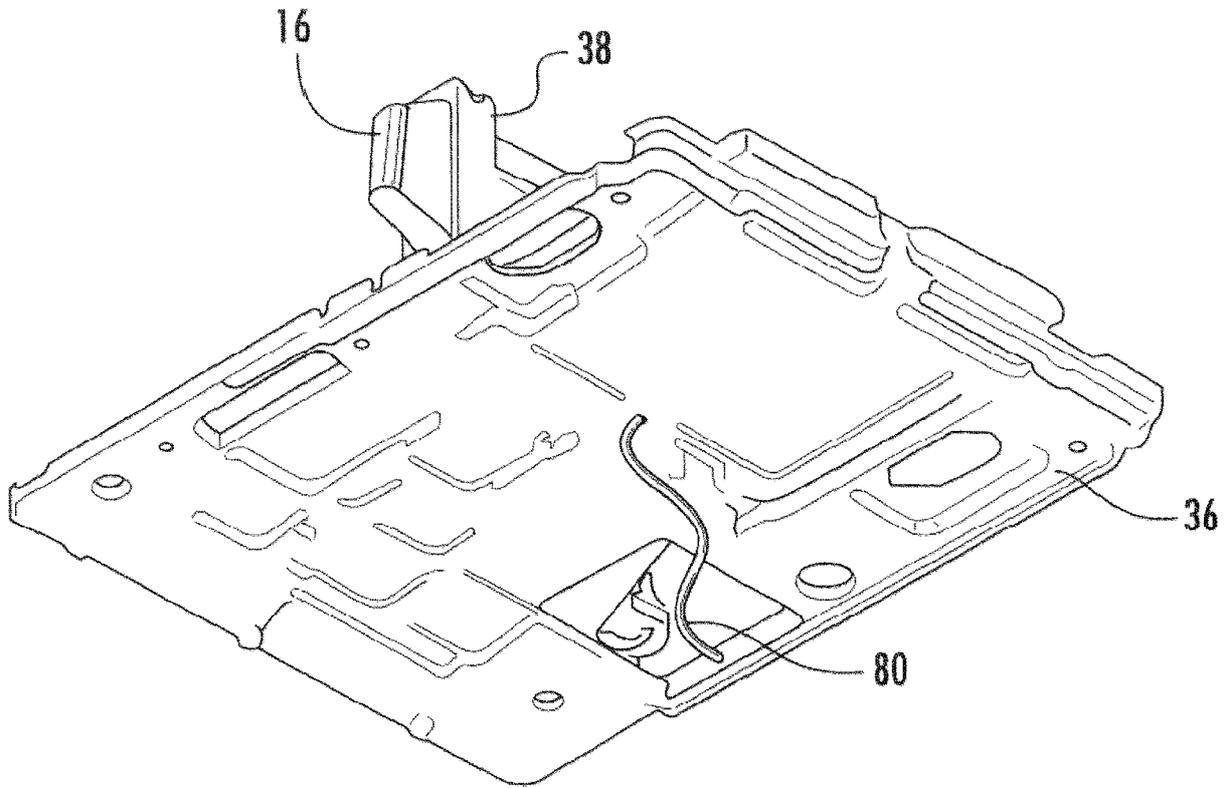


图 3B

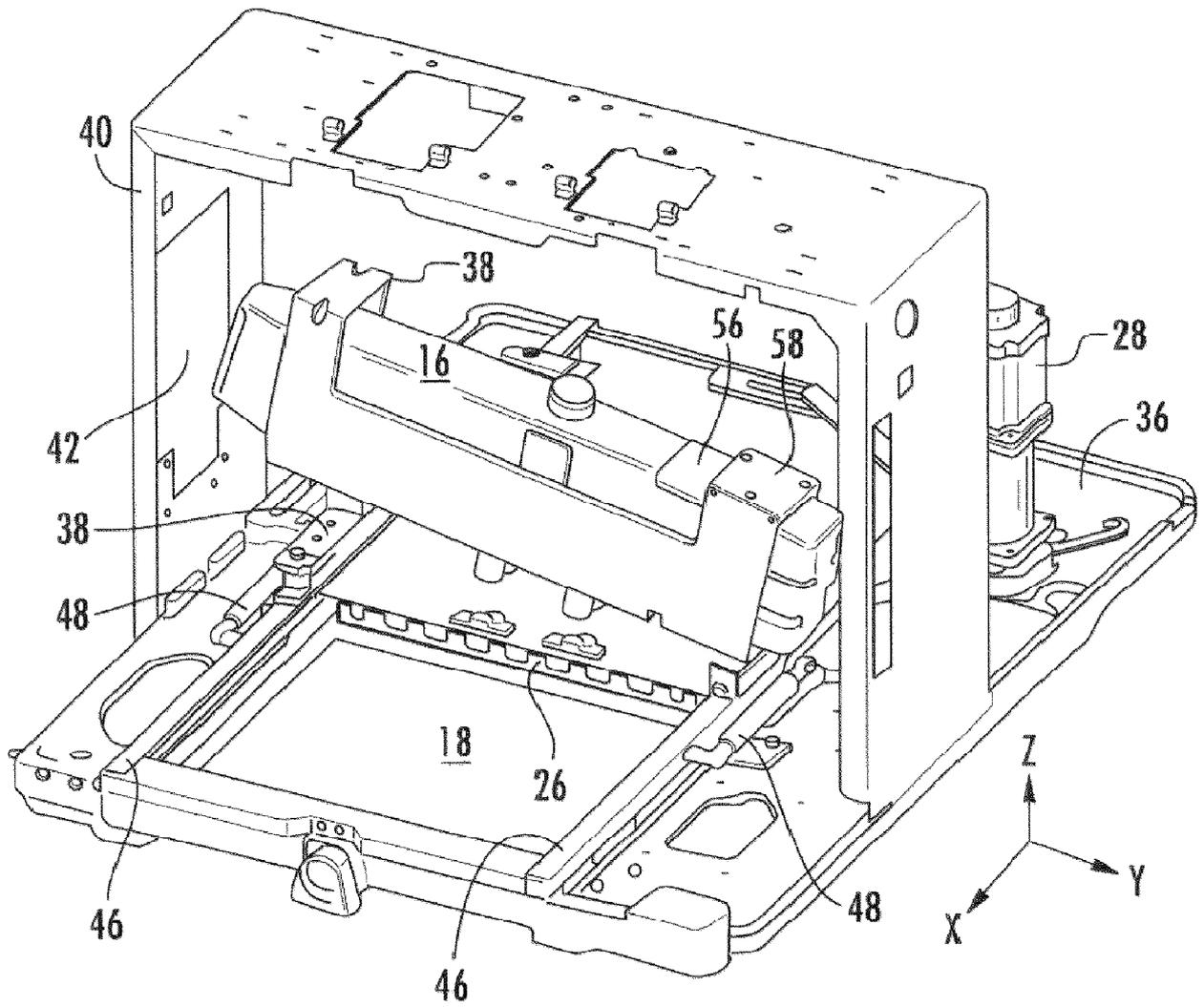


图 4

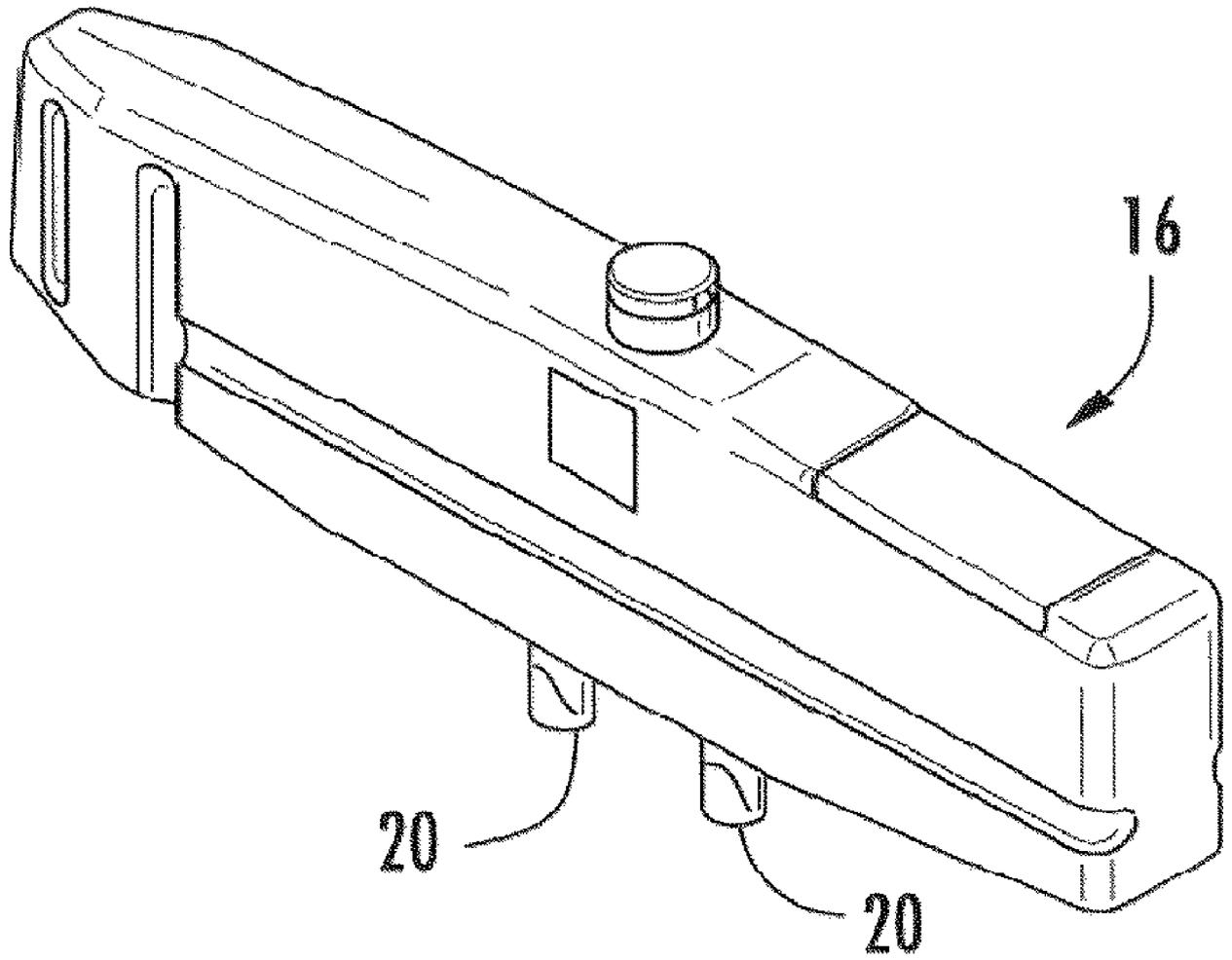


图 5A

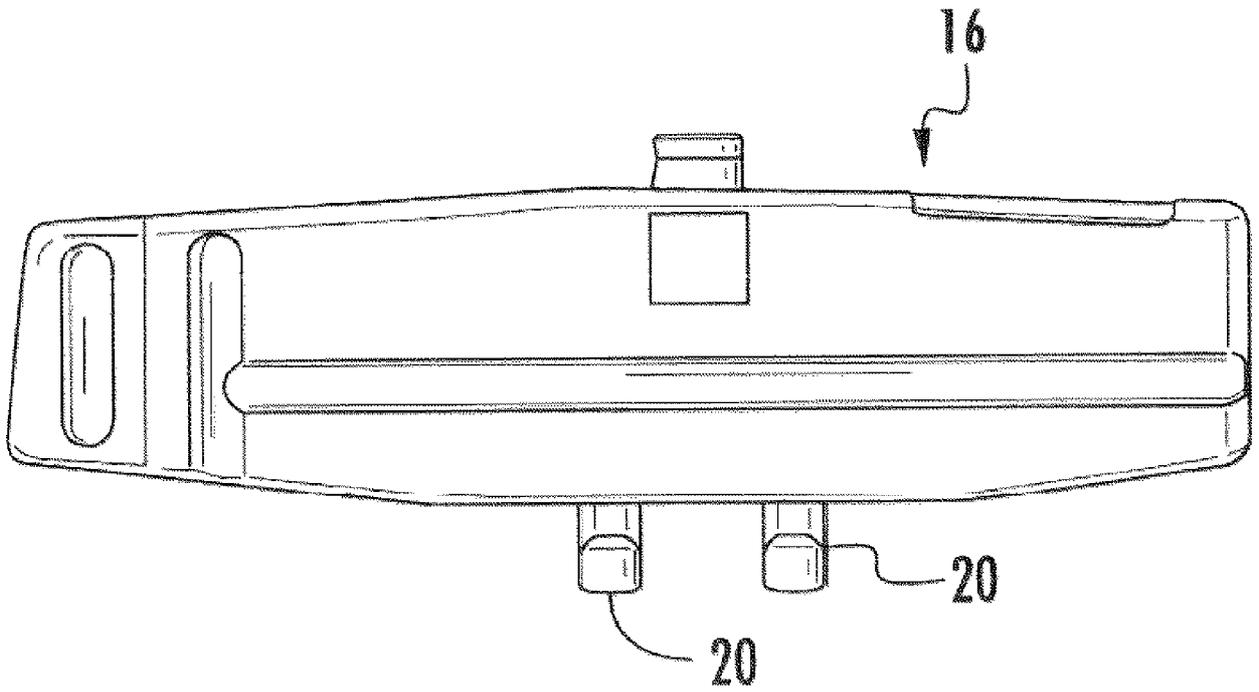


图 5B

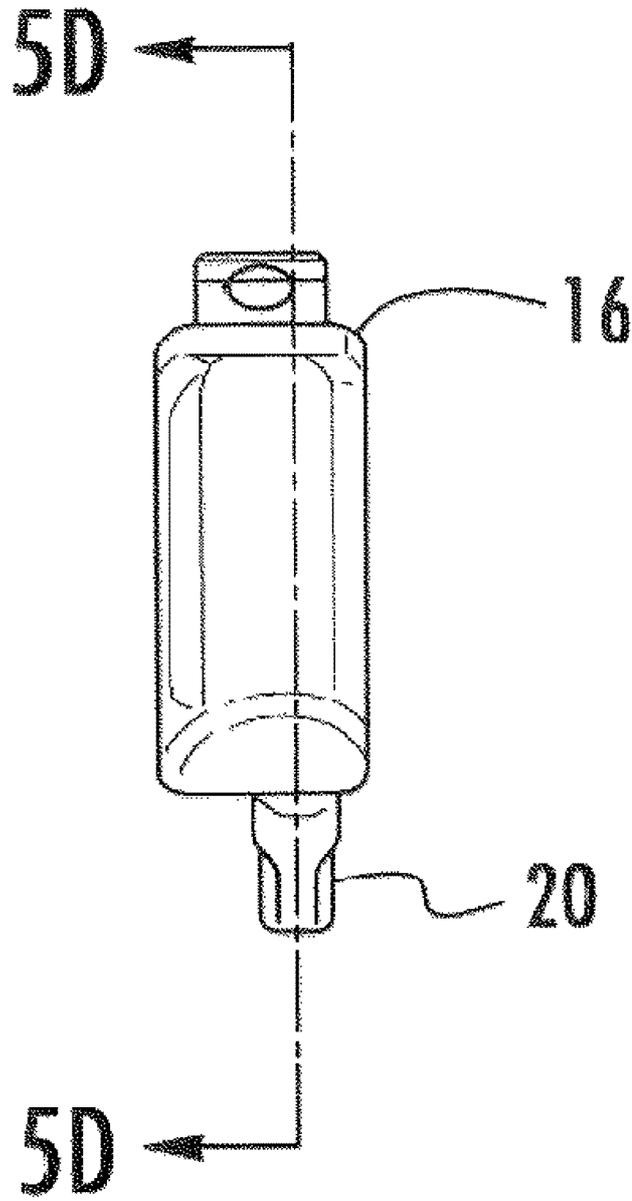


图 5C

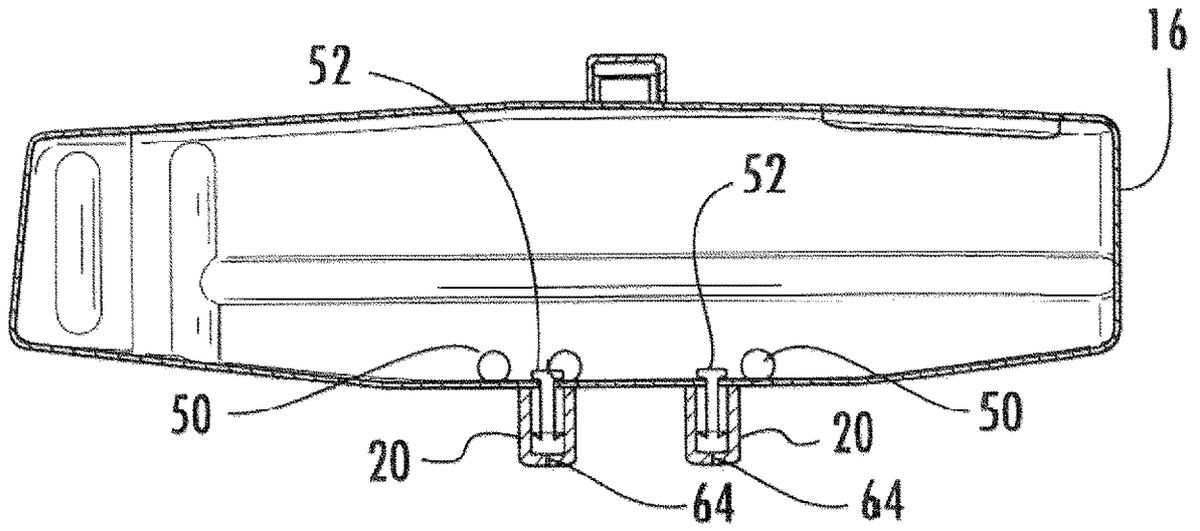


图 5D

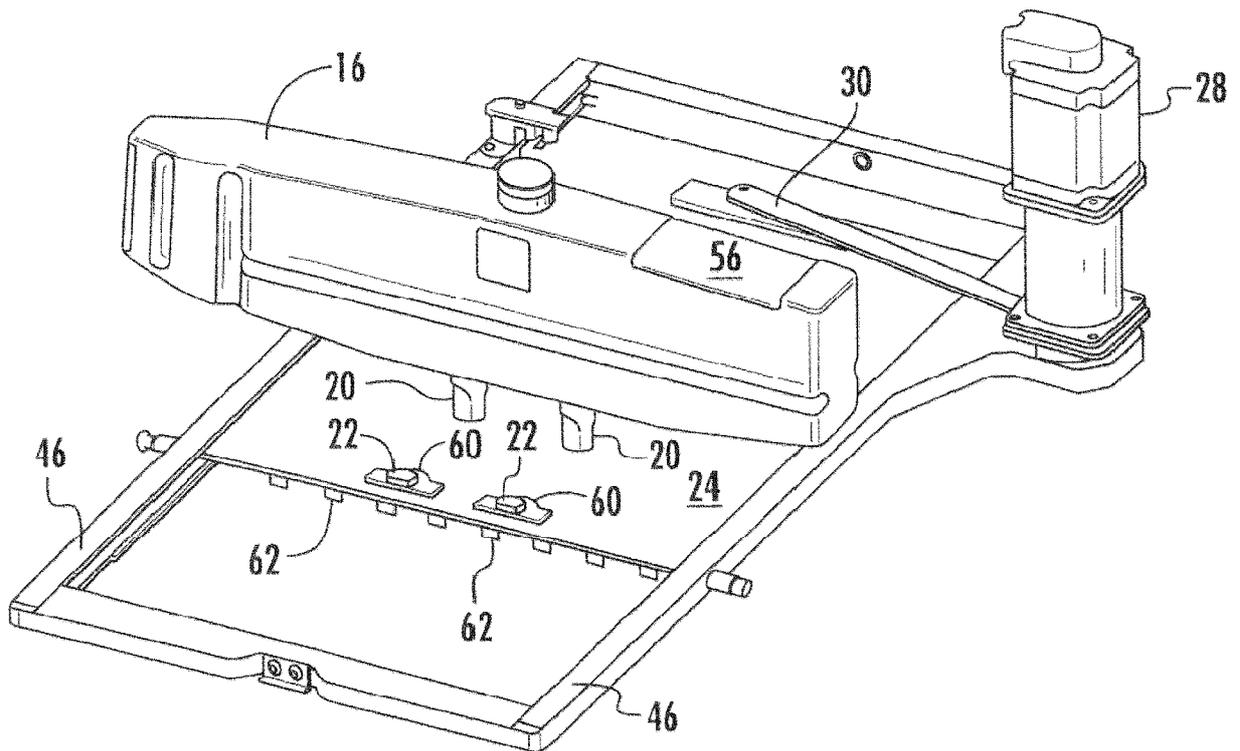


图 5E

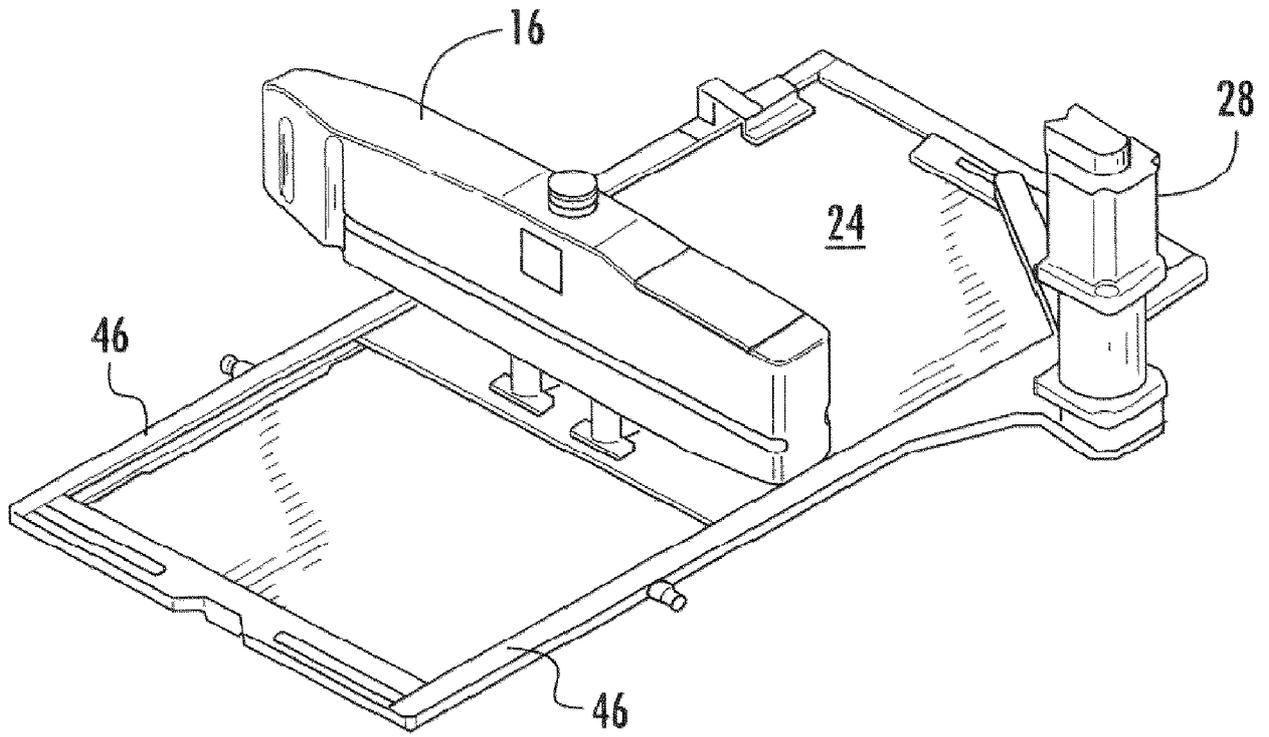


图 5F

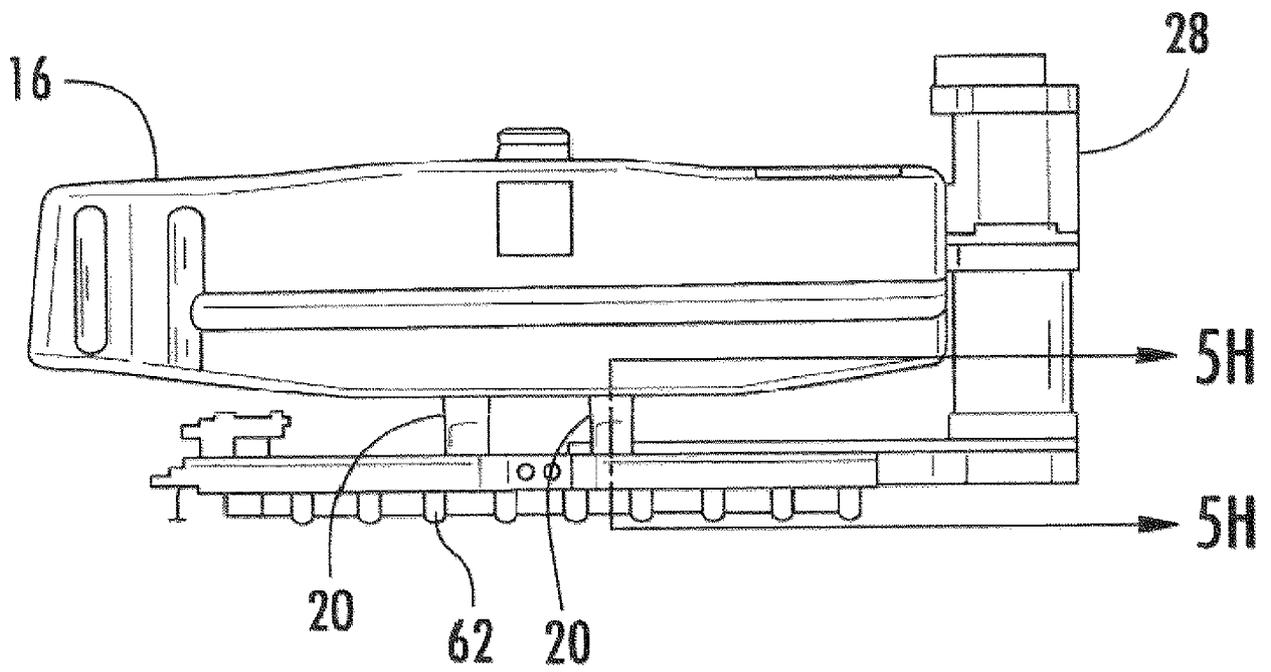


图 5G

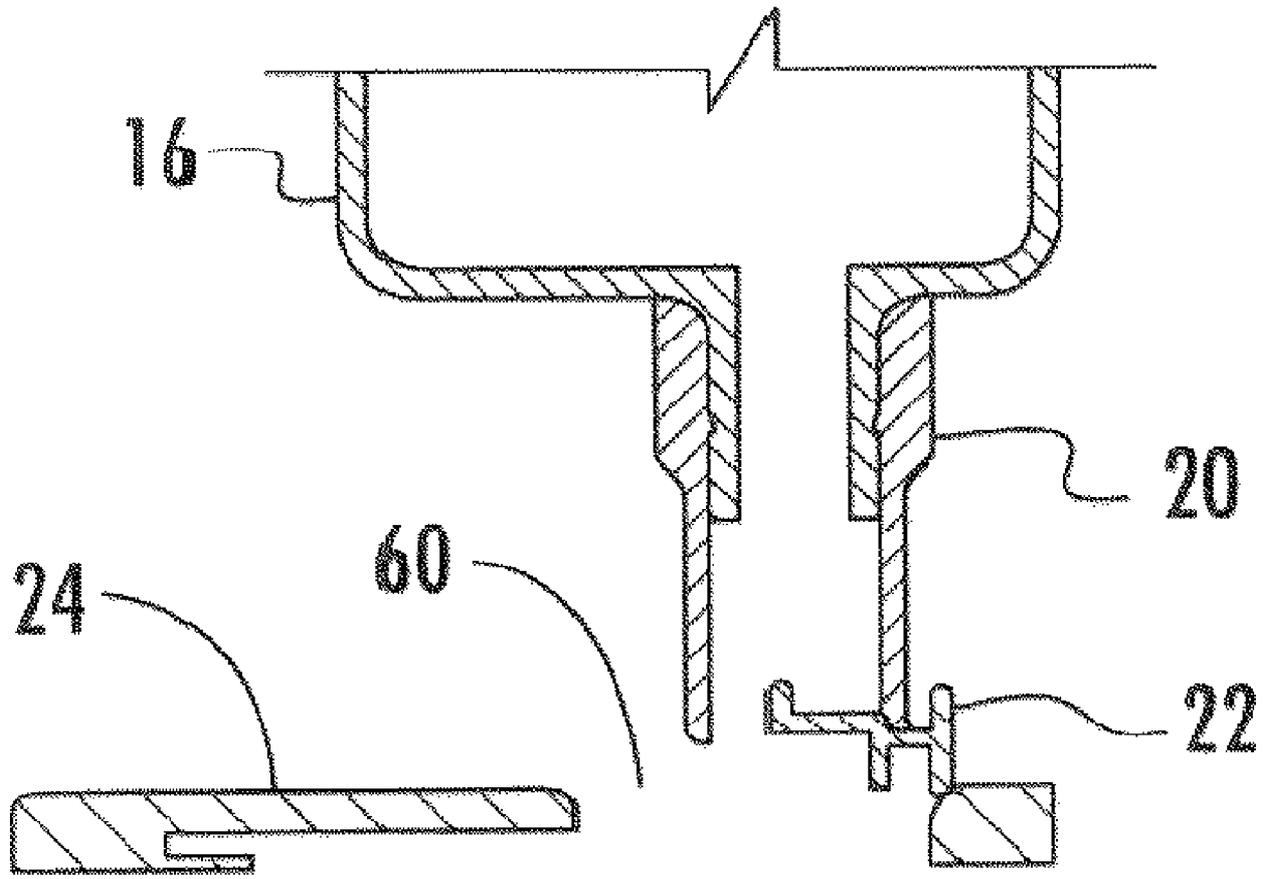


图 5H

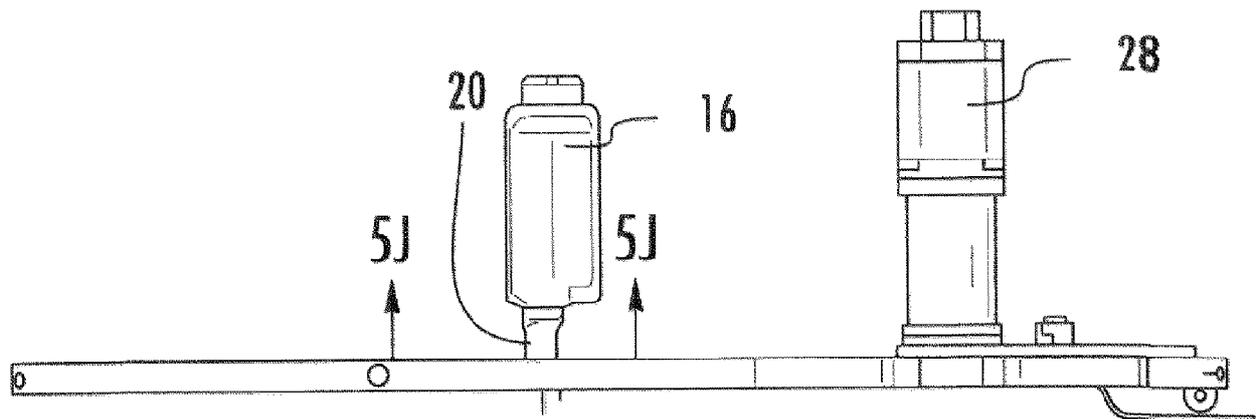


图 5I

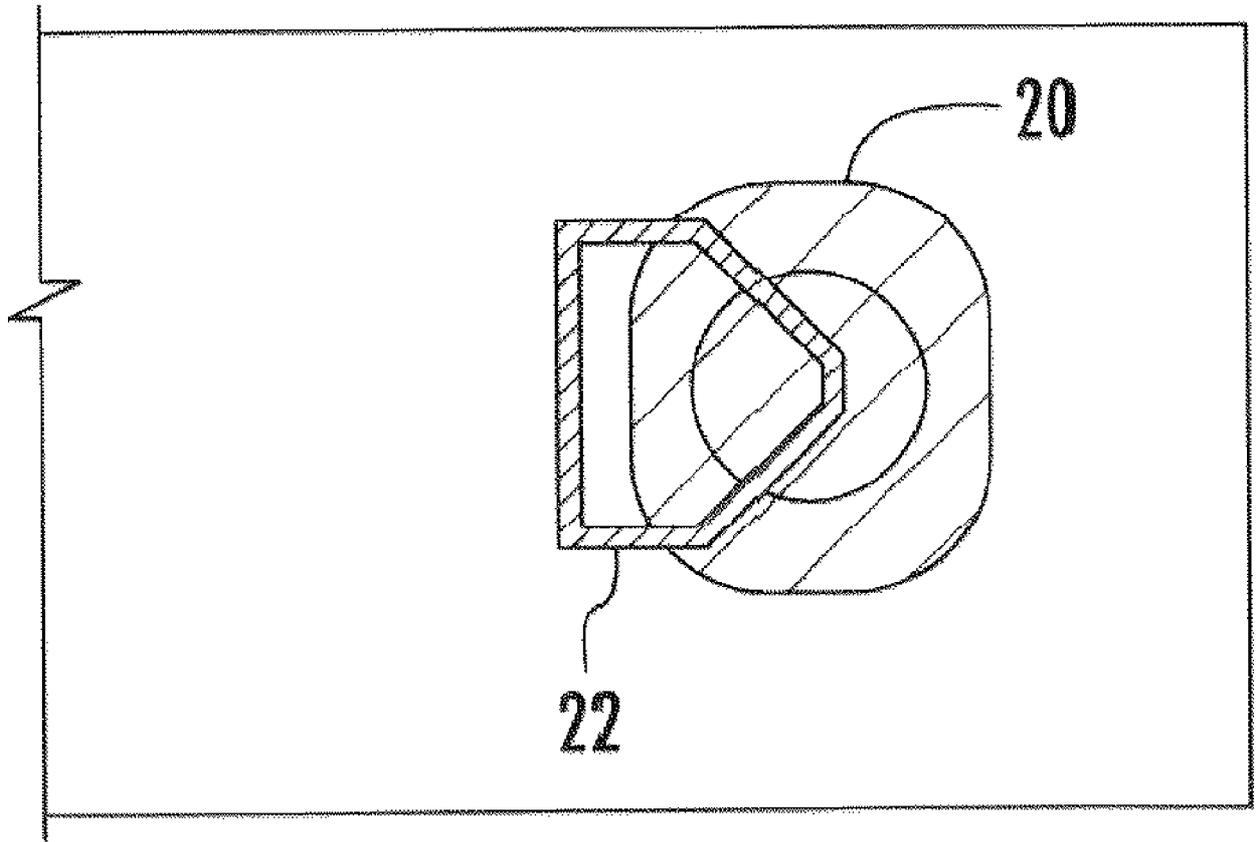


图 5J

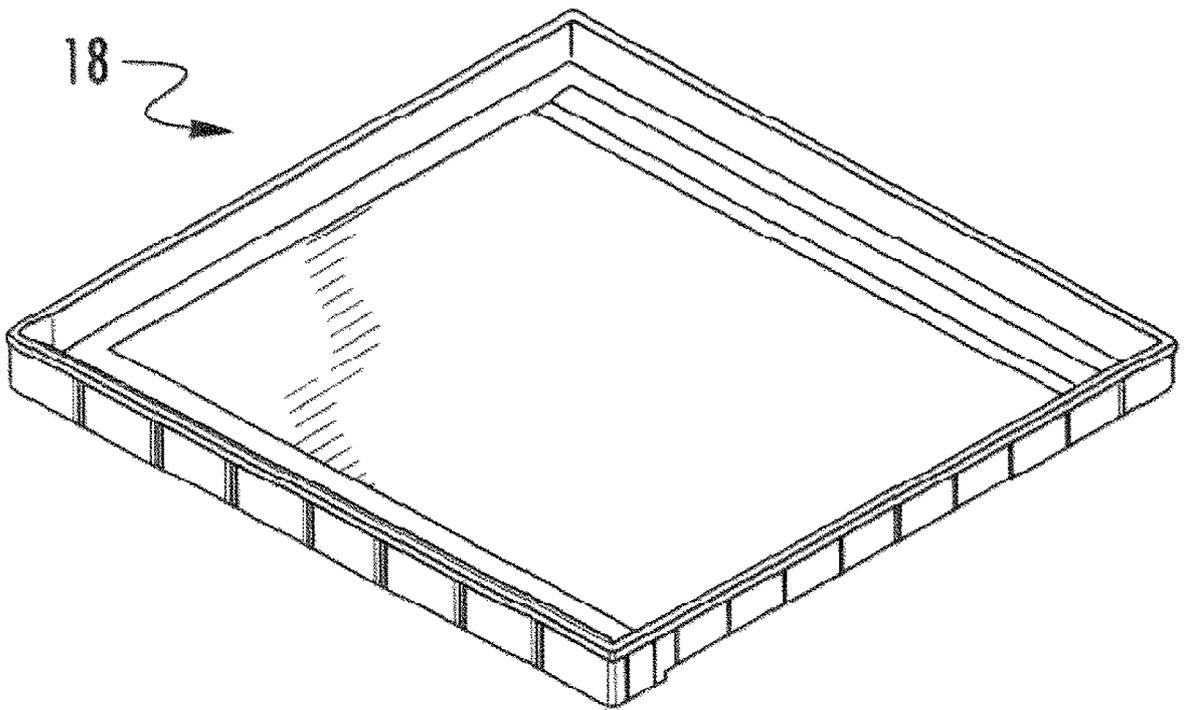


图 6A

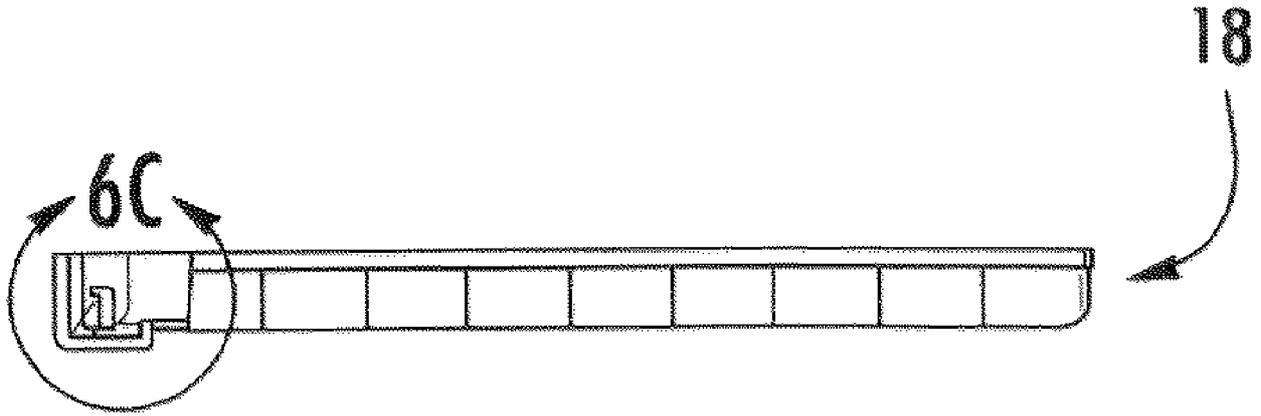


图 6B

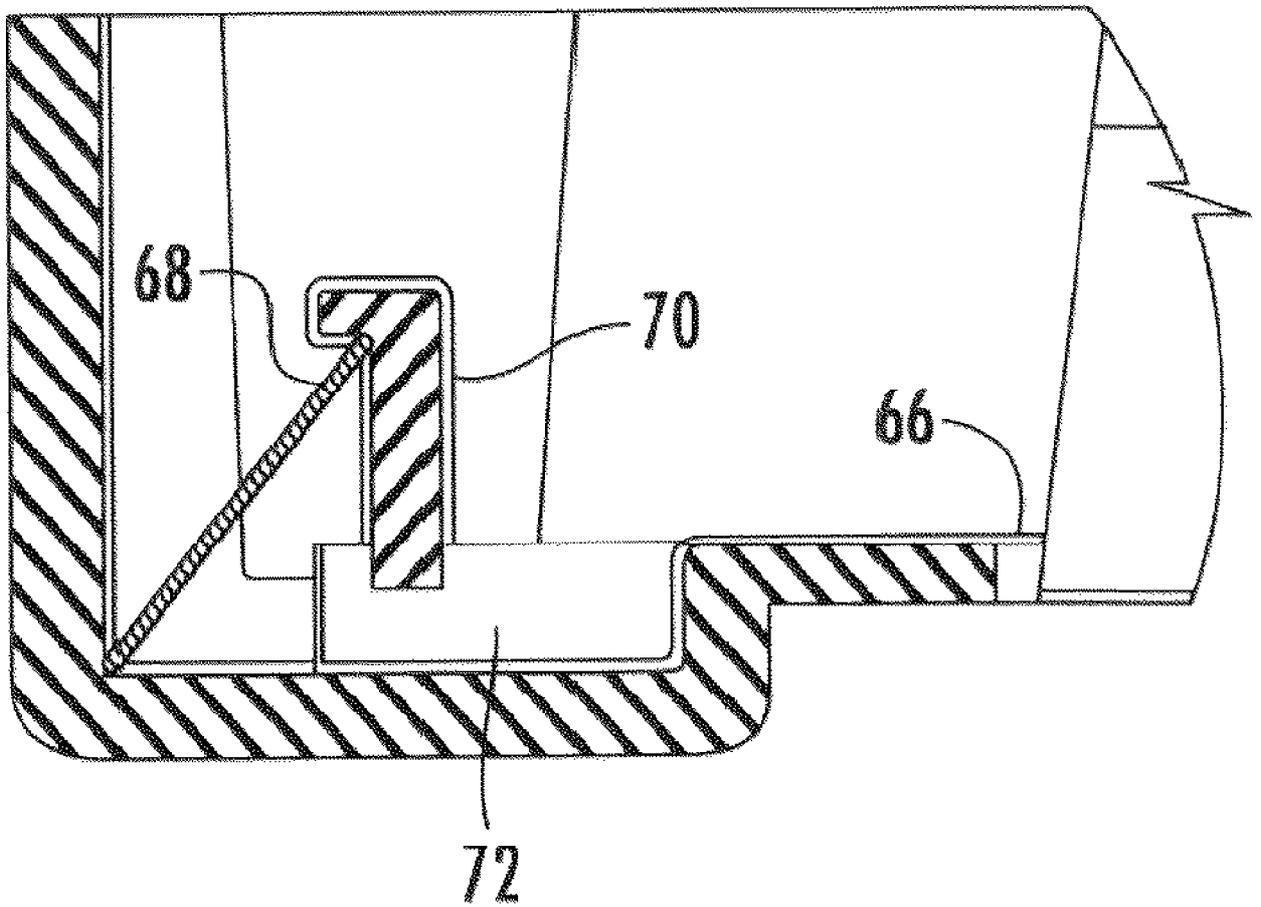


图 6C

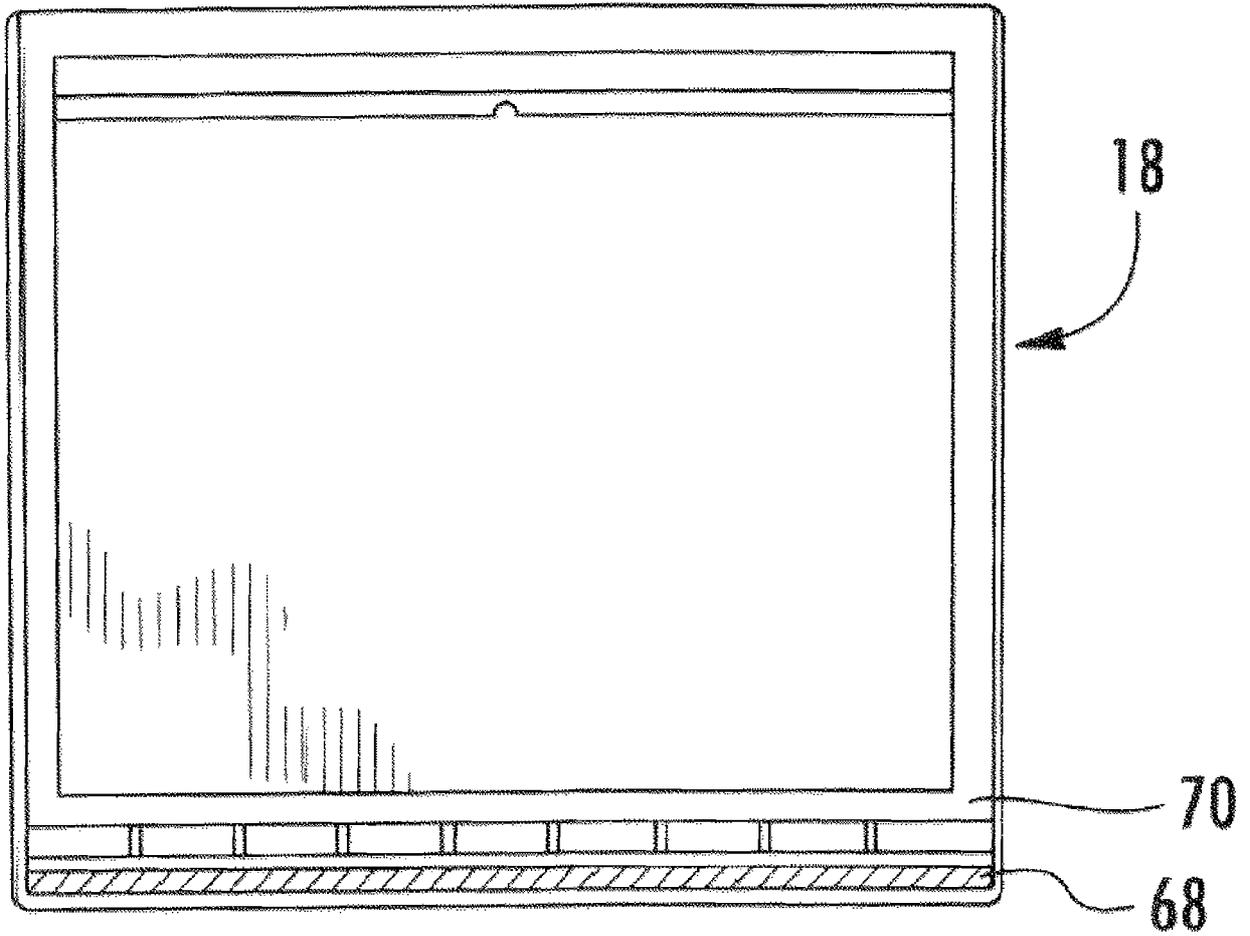


图 6D

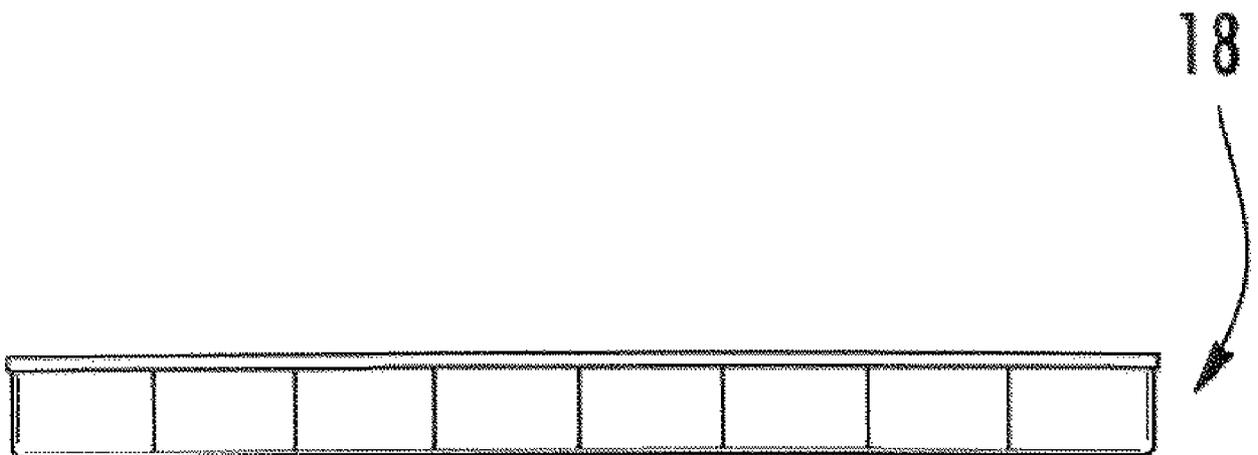


图 6E

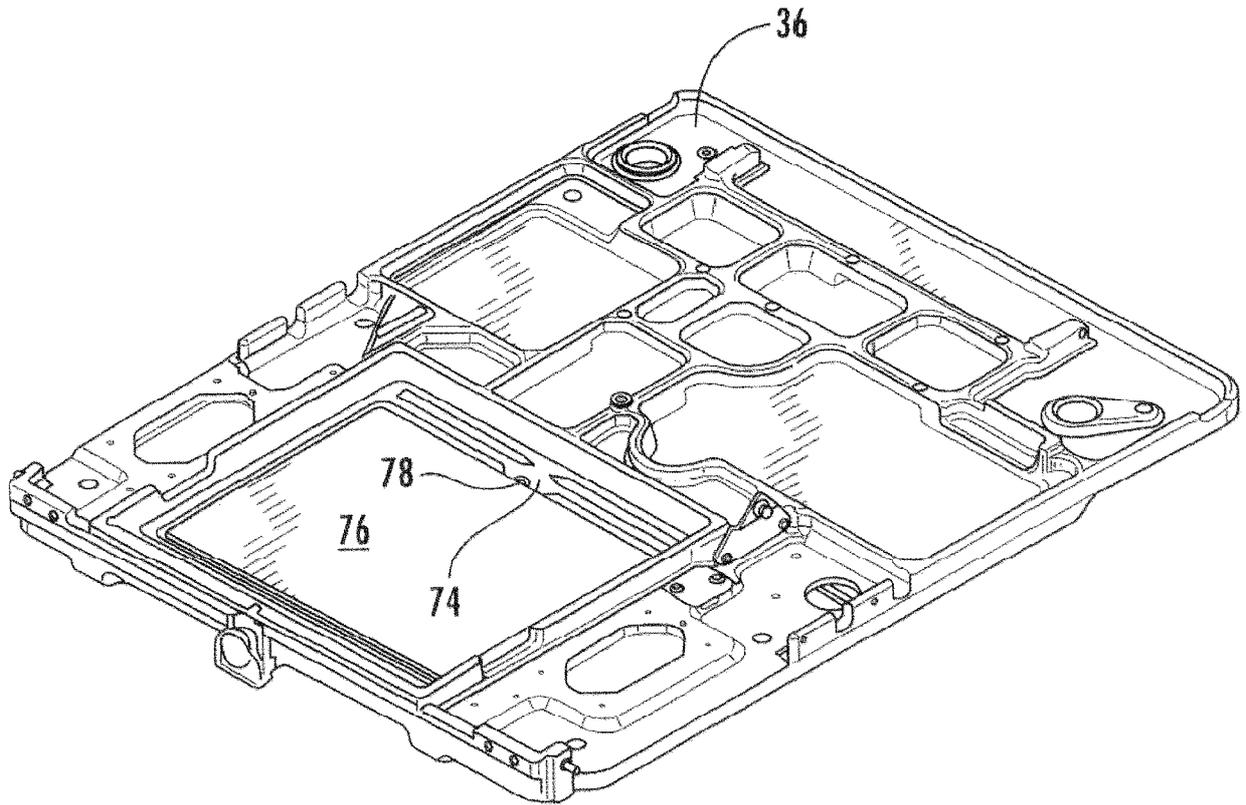


图 7

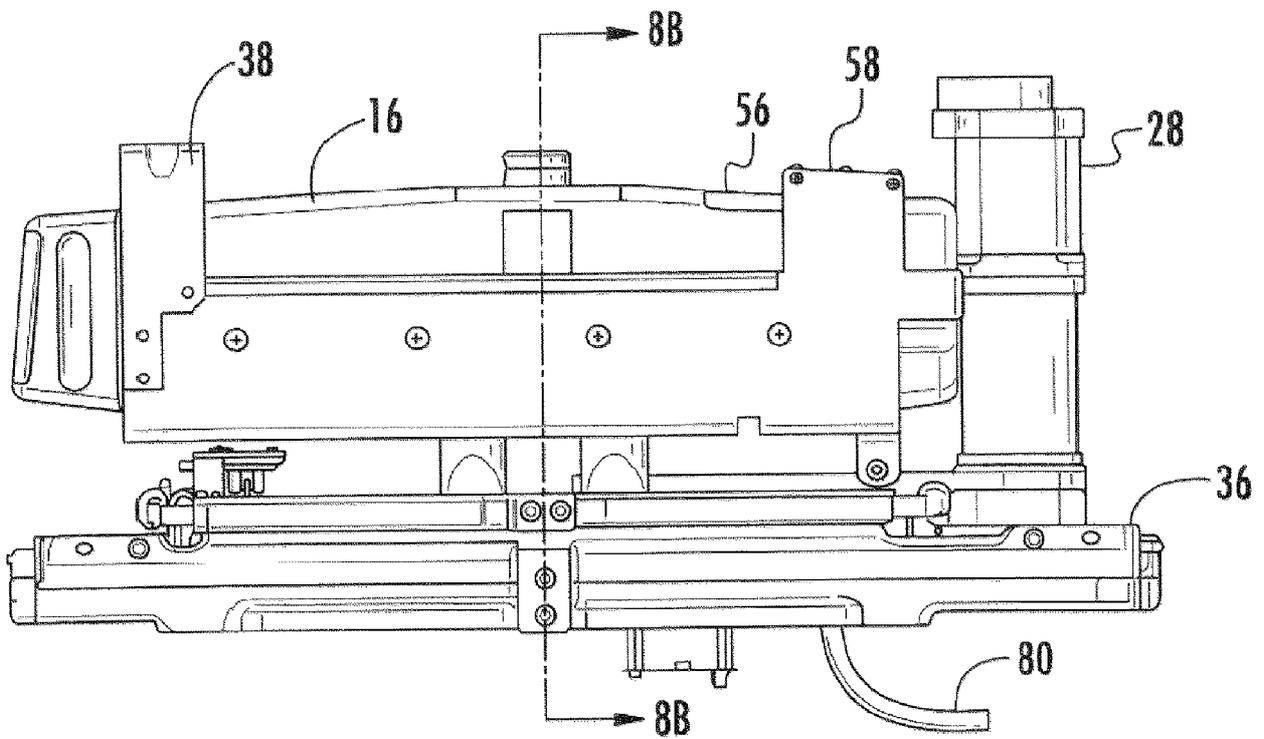


图 8A

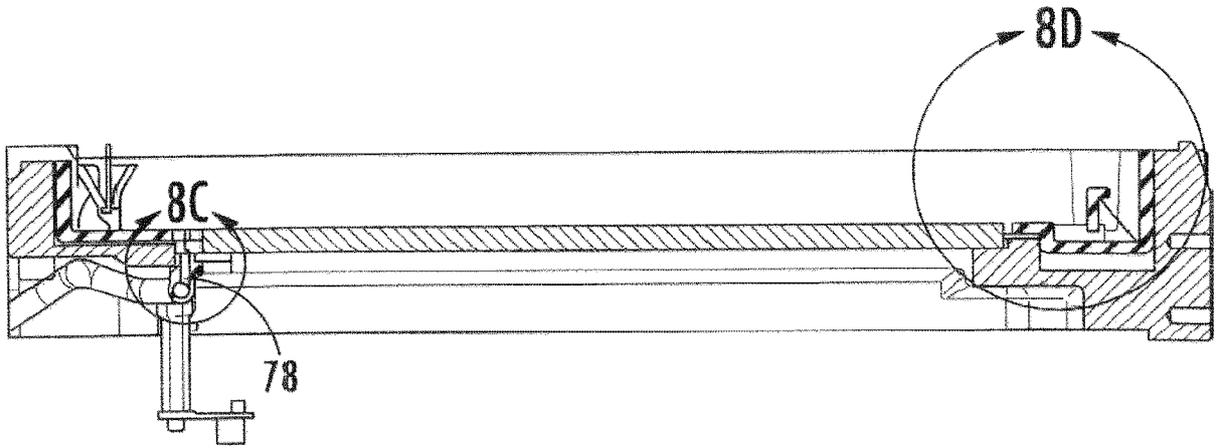


图 8B

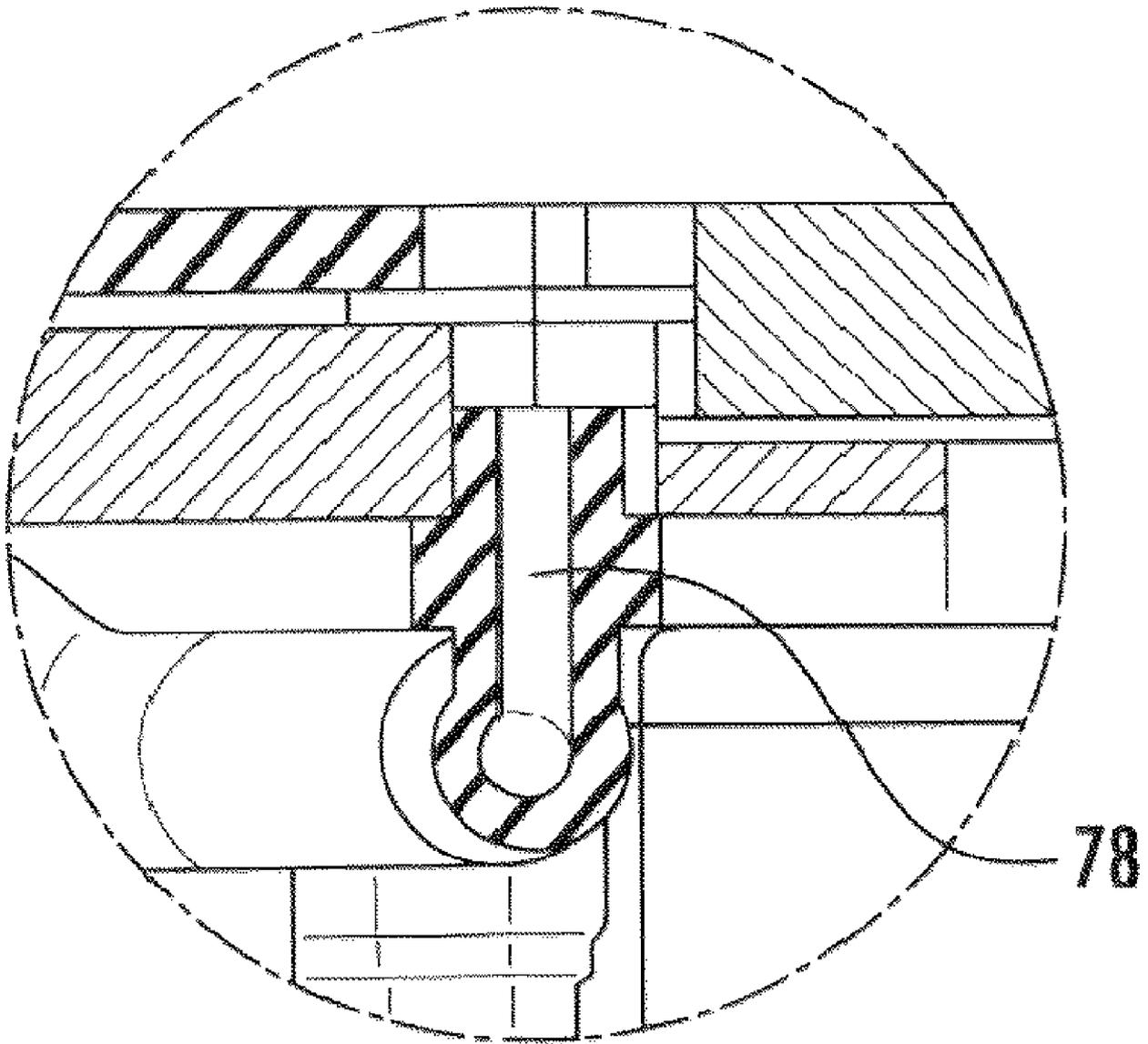


图 8C

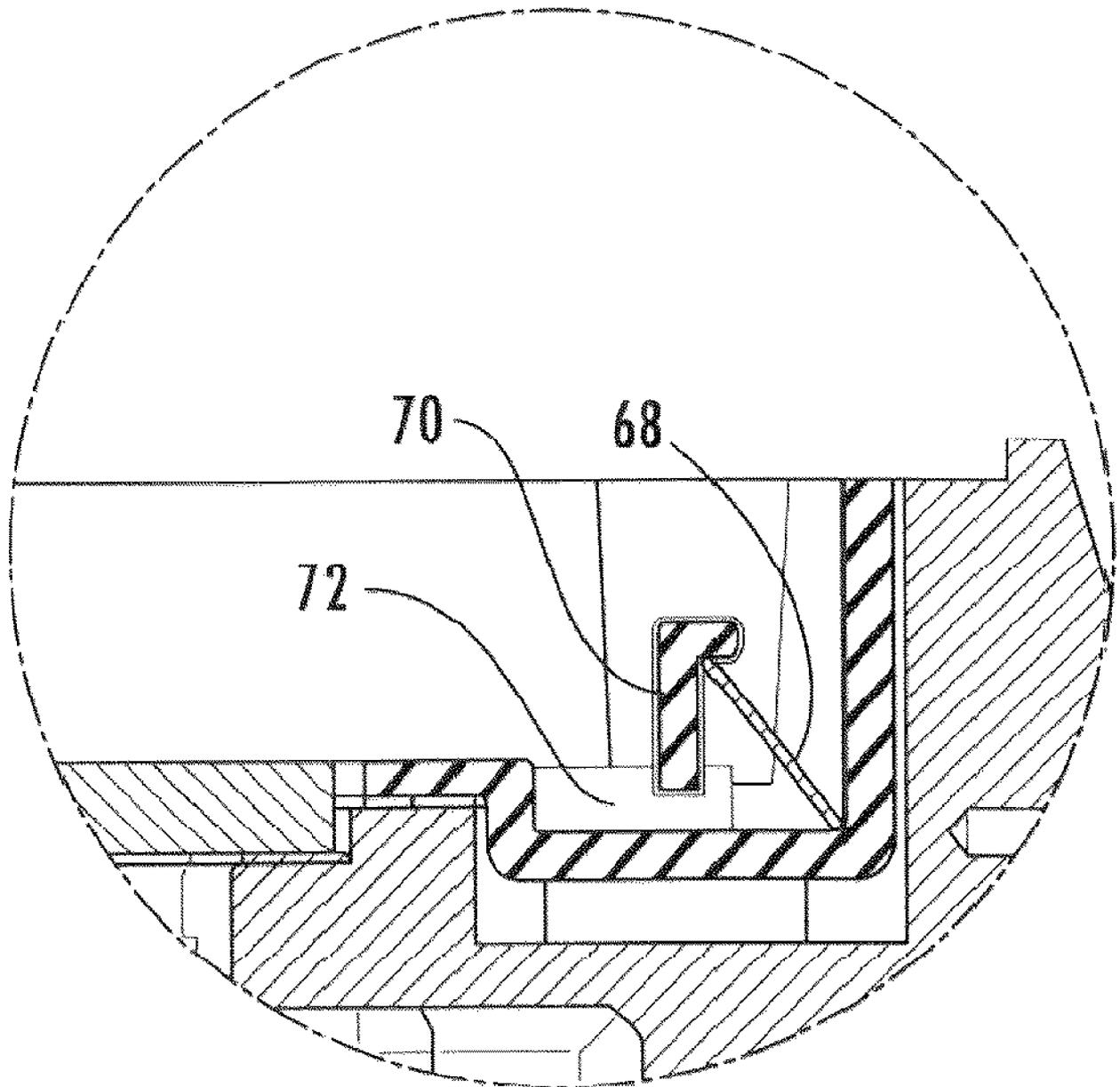


图 8D

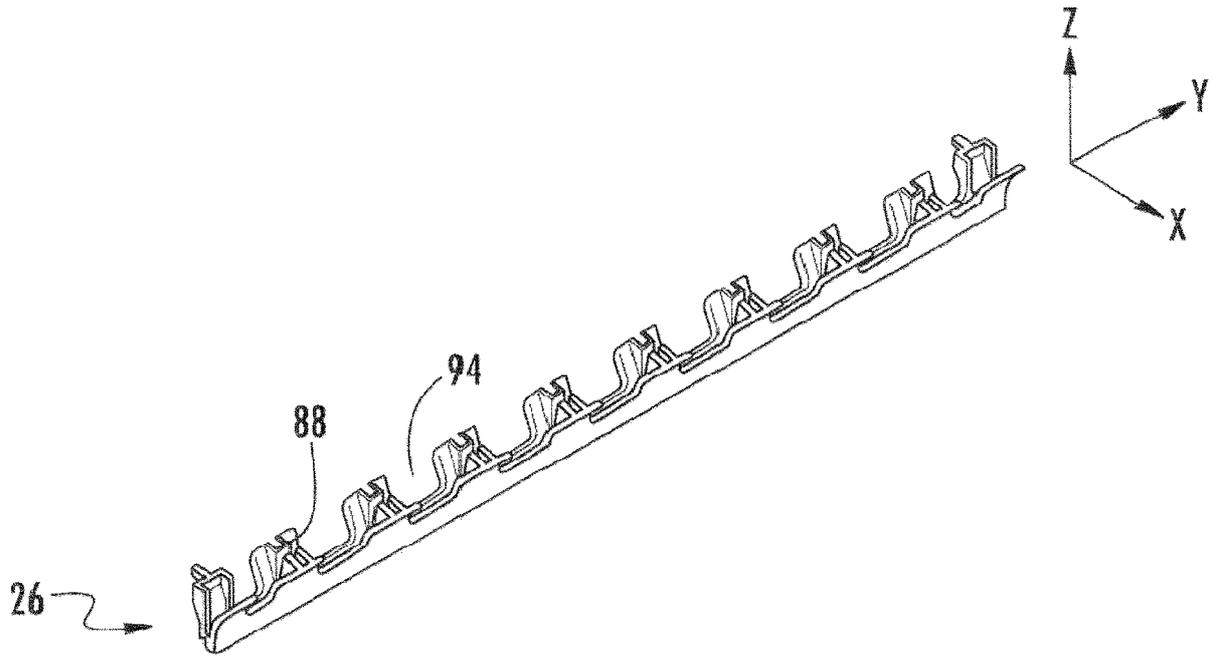


图 9A

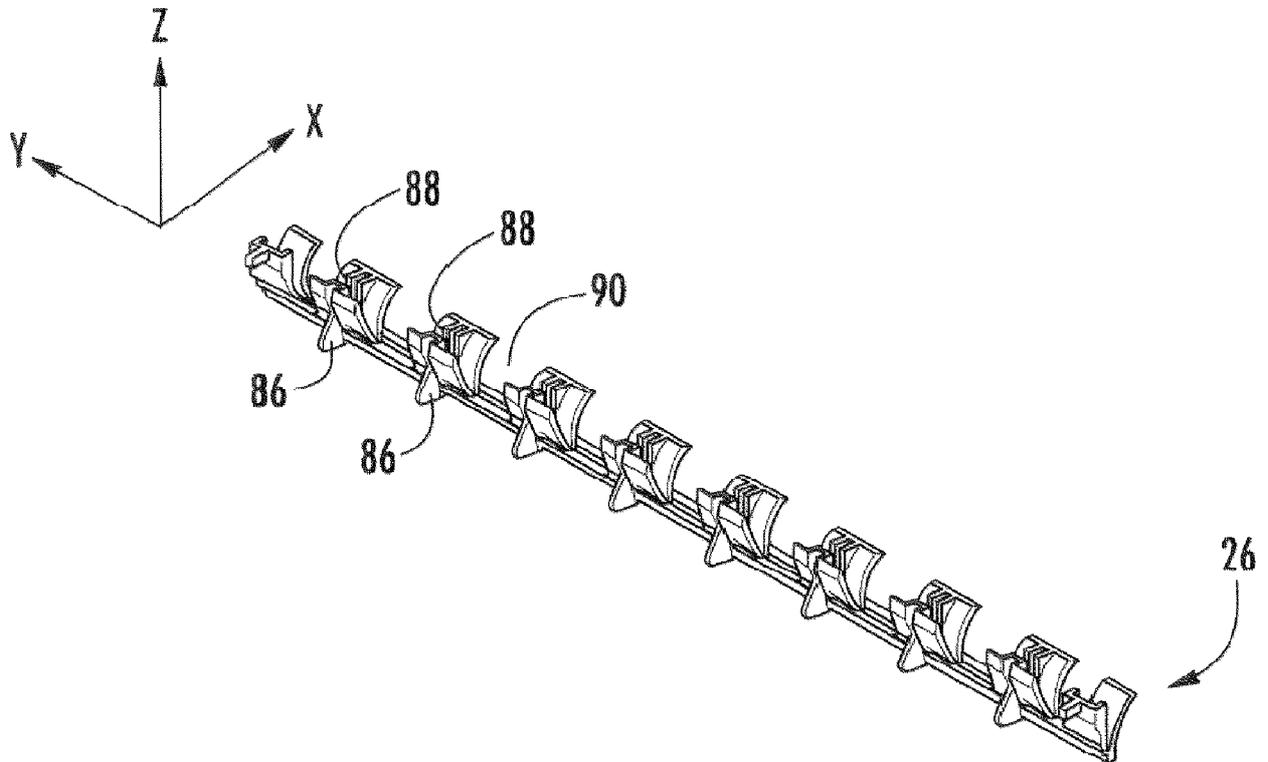


图 9B

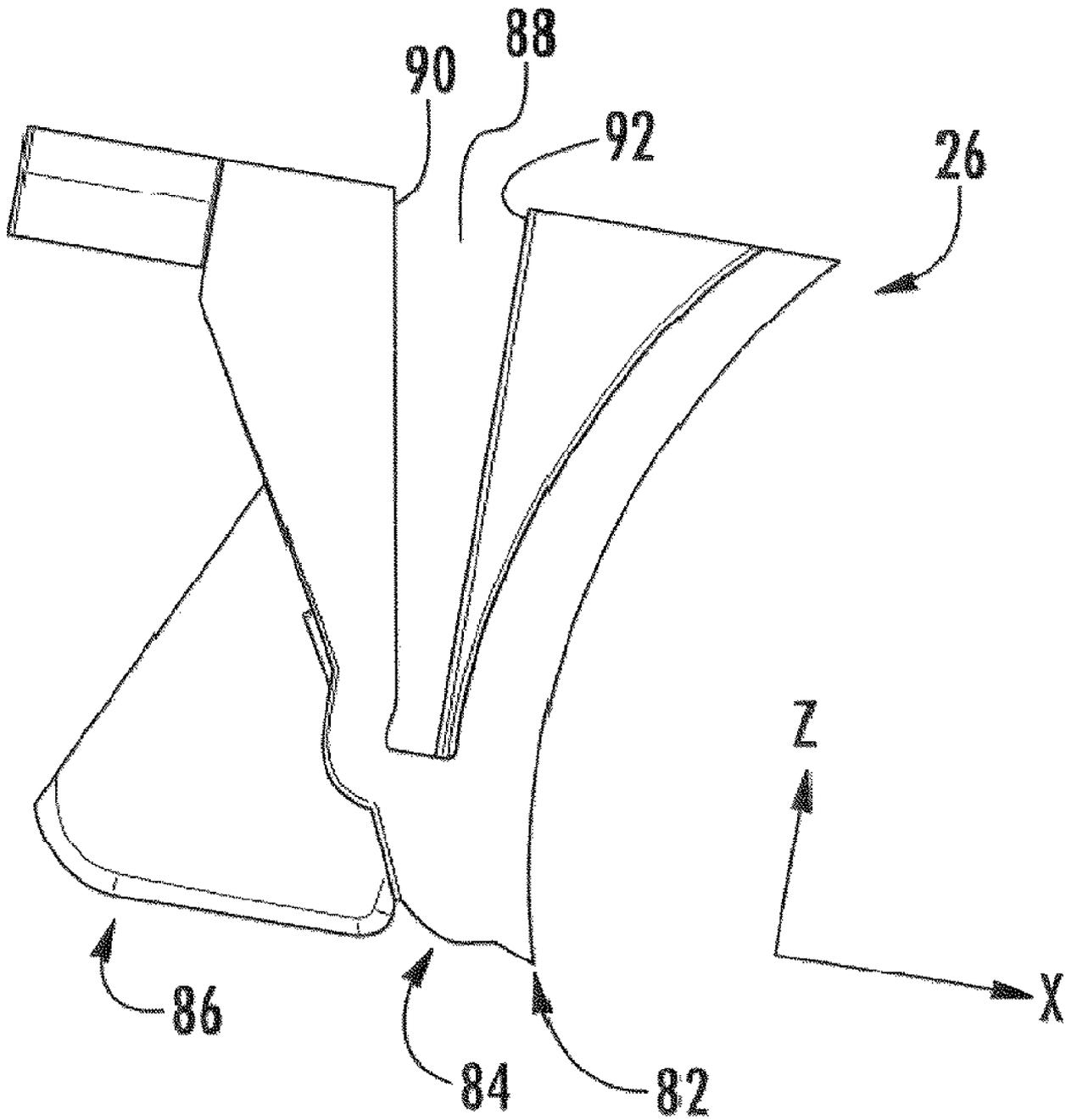


图 9C

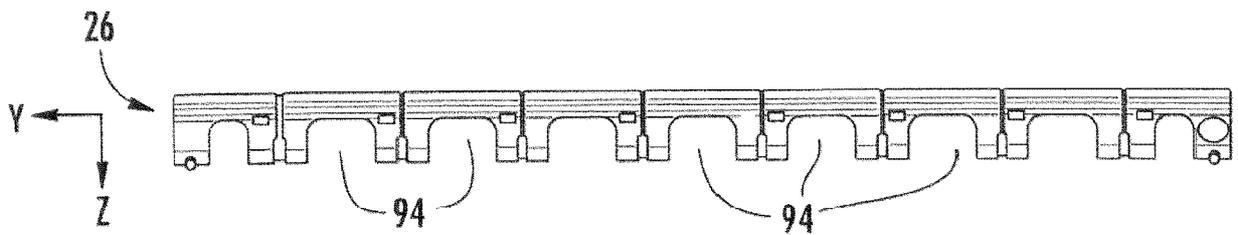


图 9D

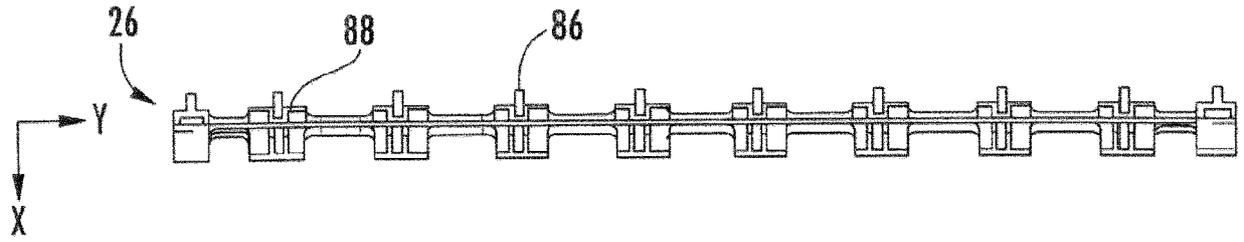


图 9E

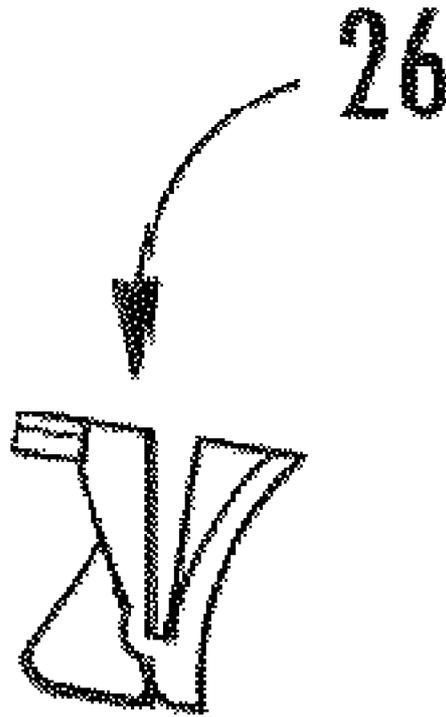


图 9F

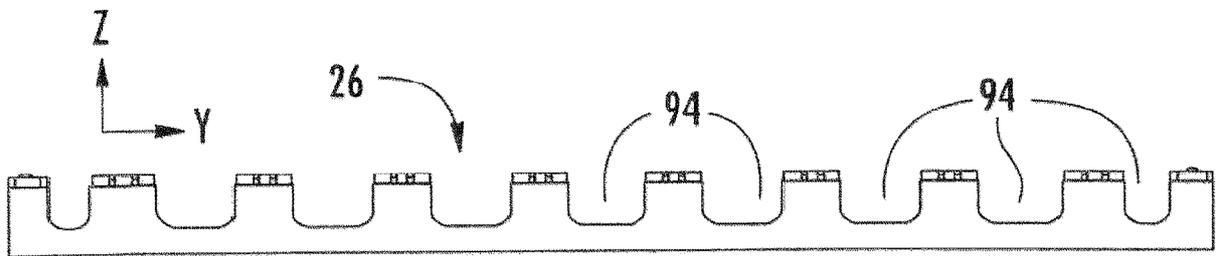


图 9G

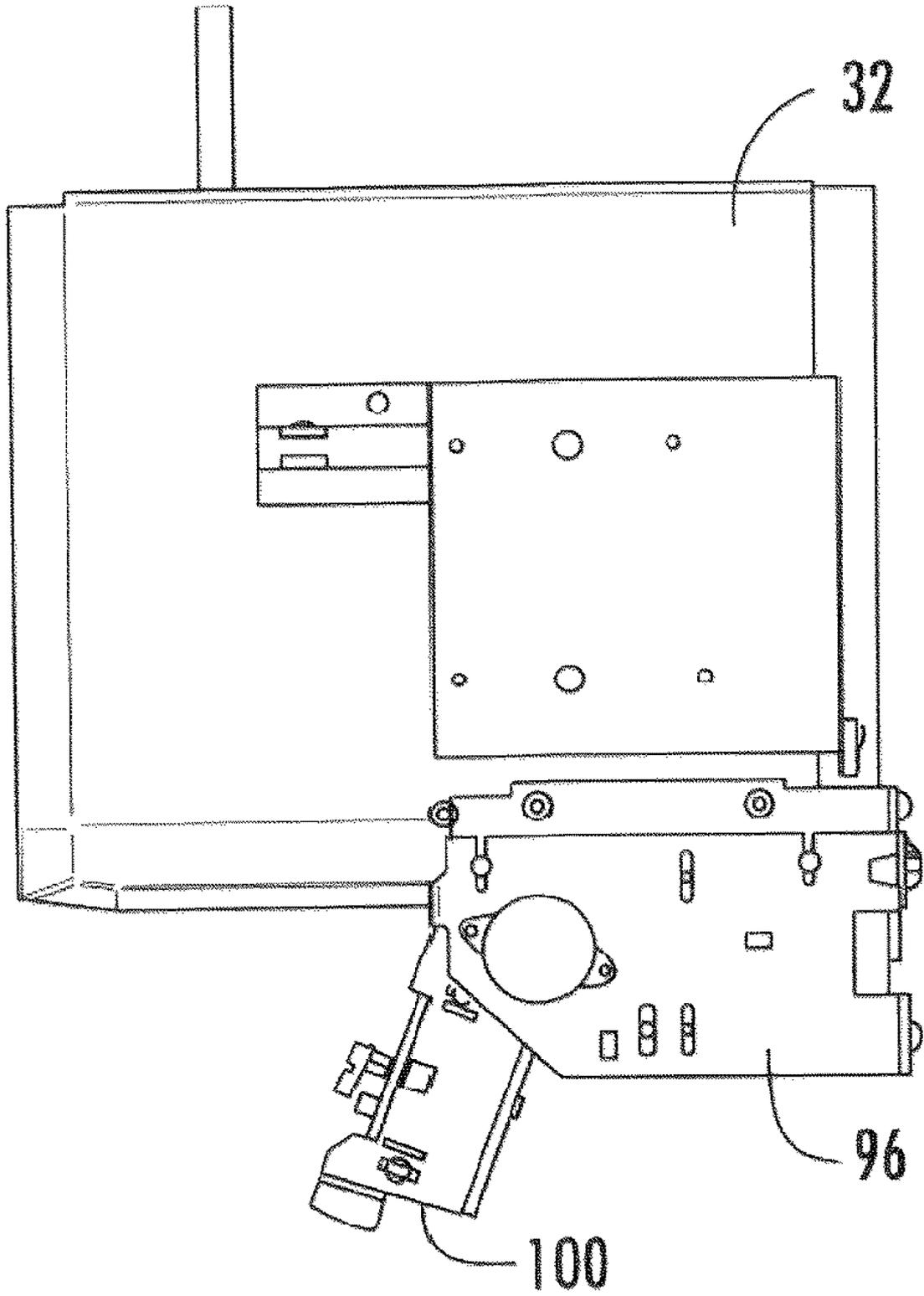


图 10A

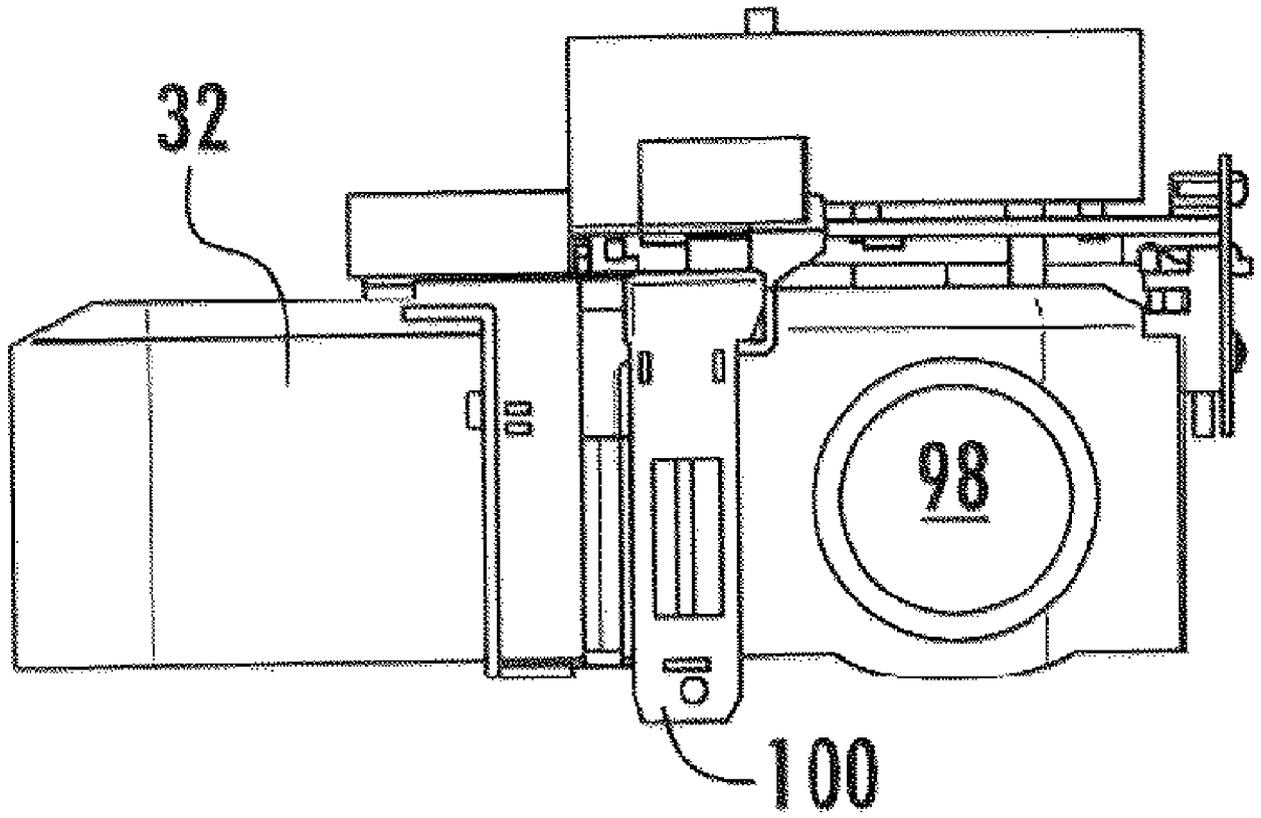


图 10B

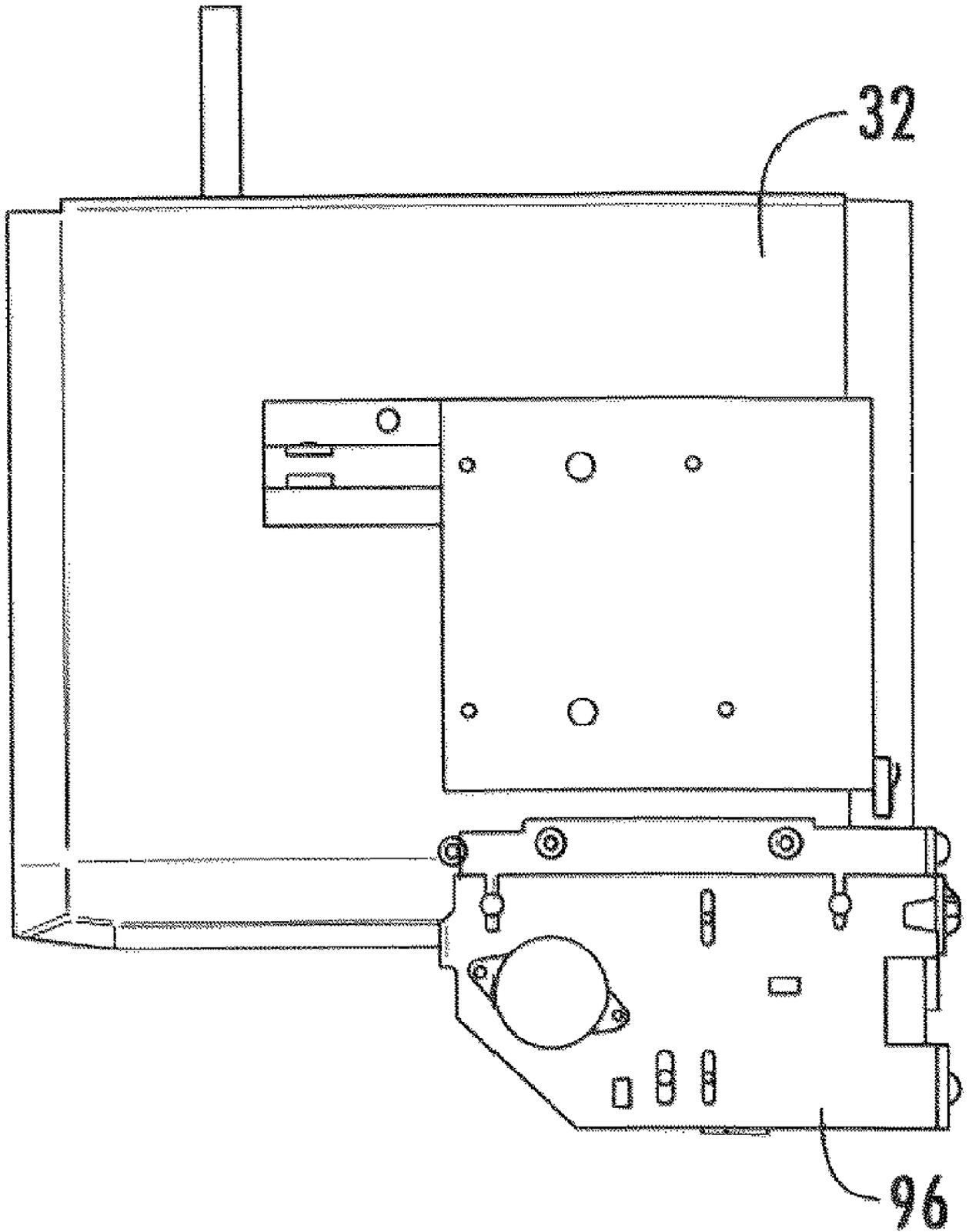


图 10C

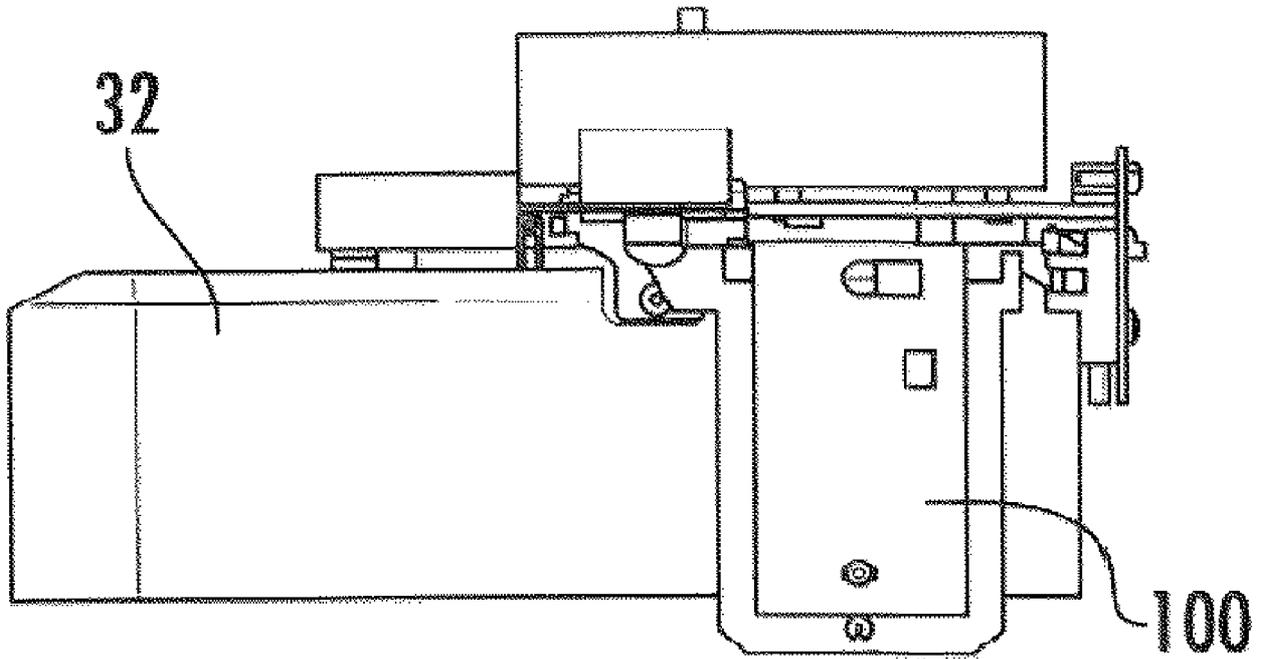


图 10D

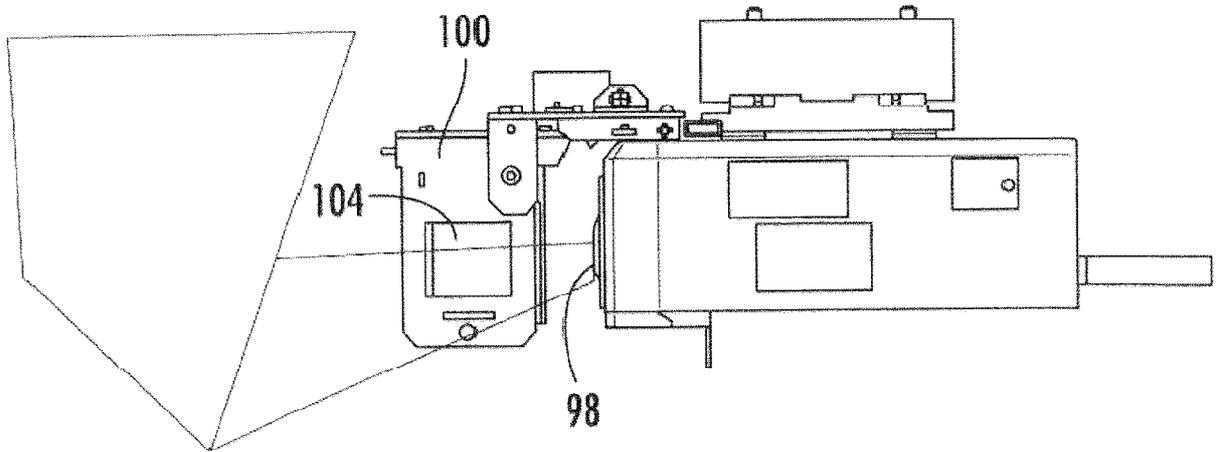


图 10E

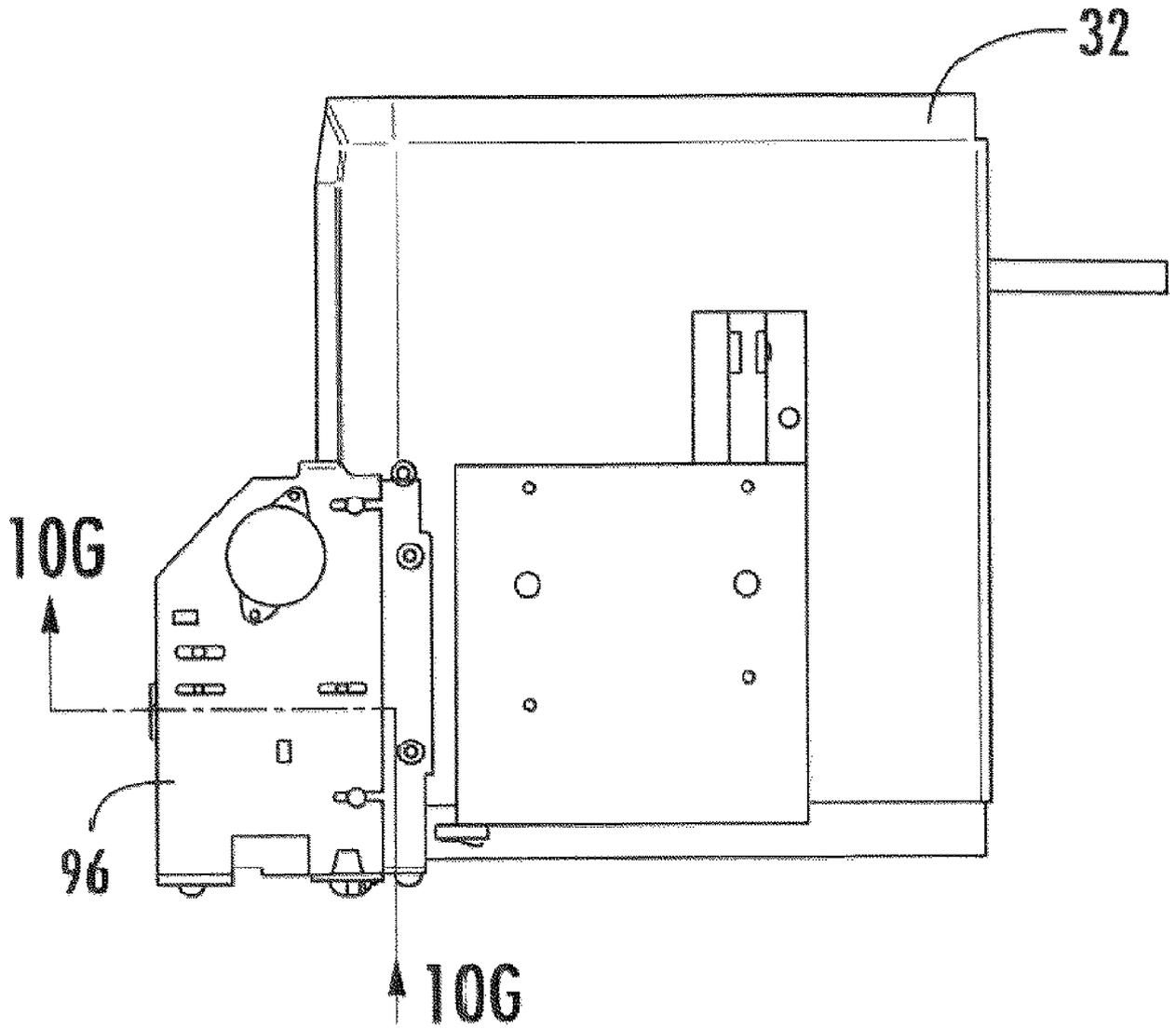


图 10F

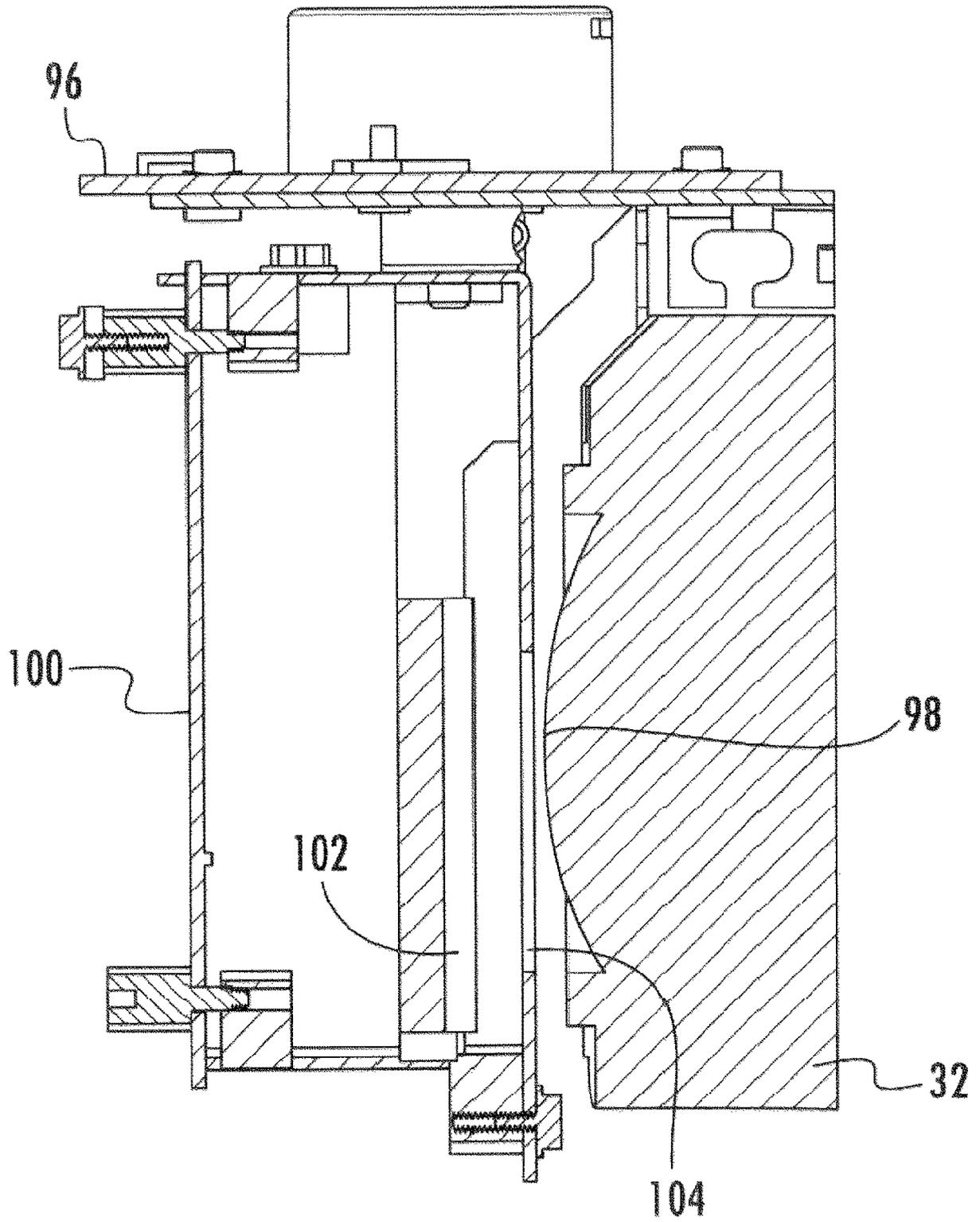


图 10G

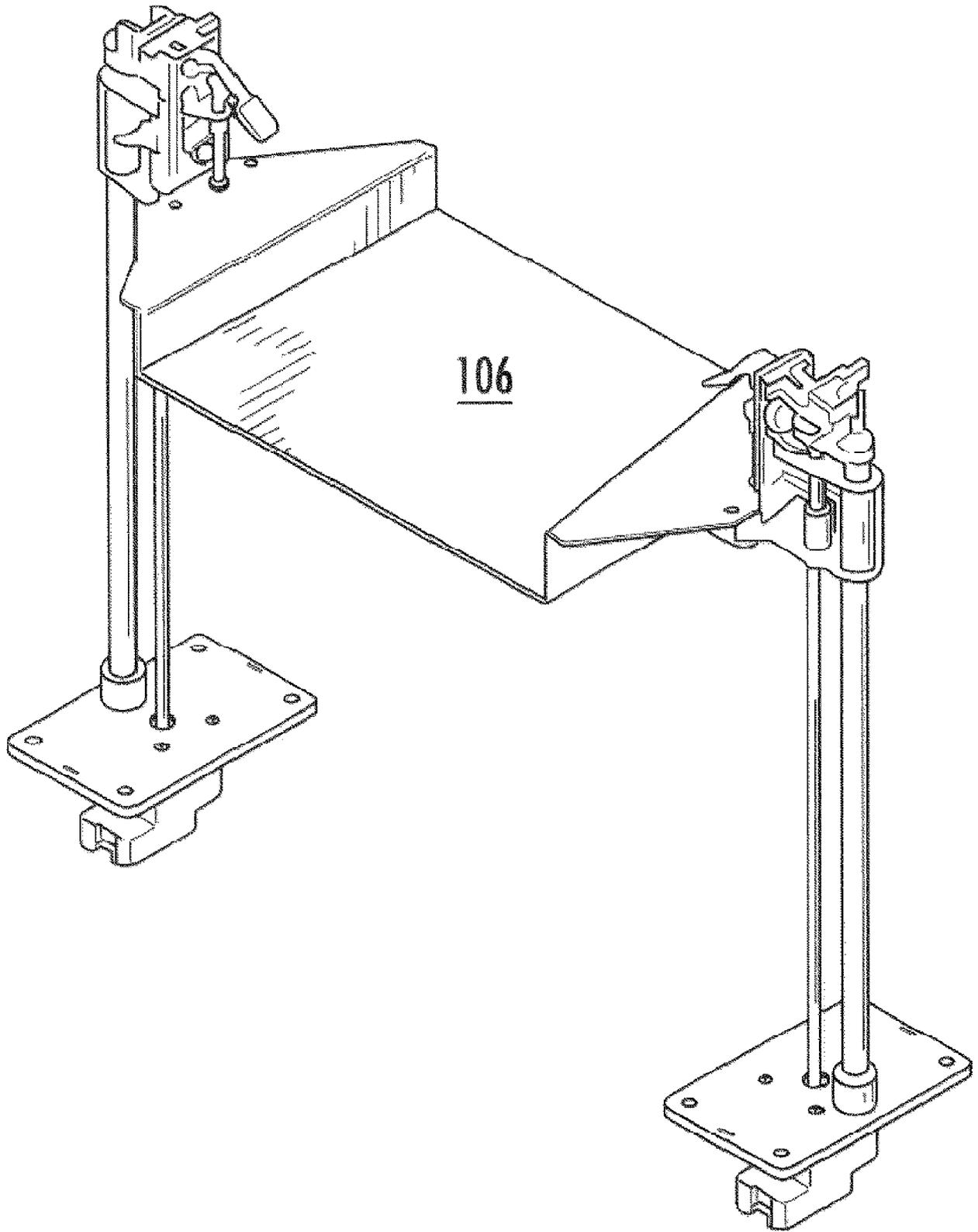


图 11A

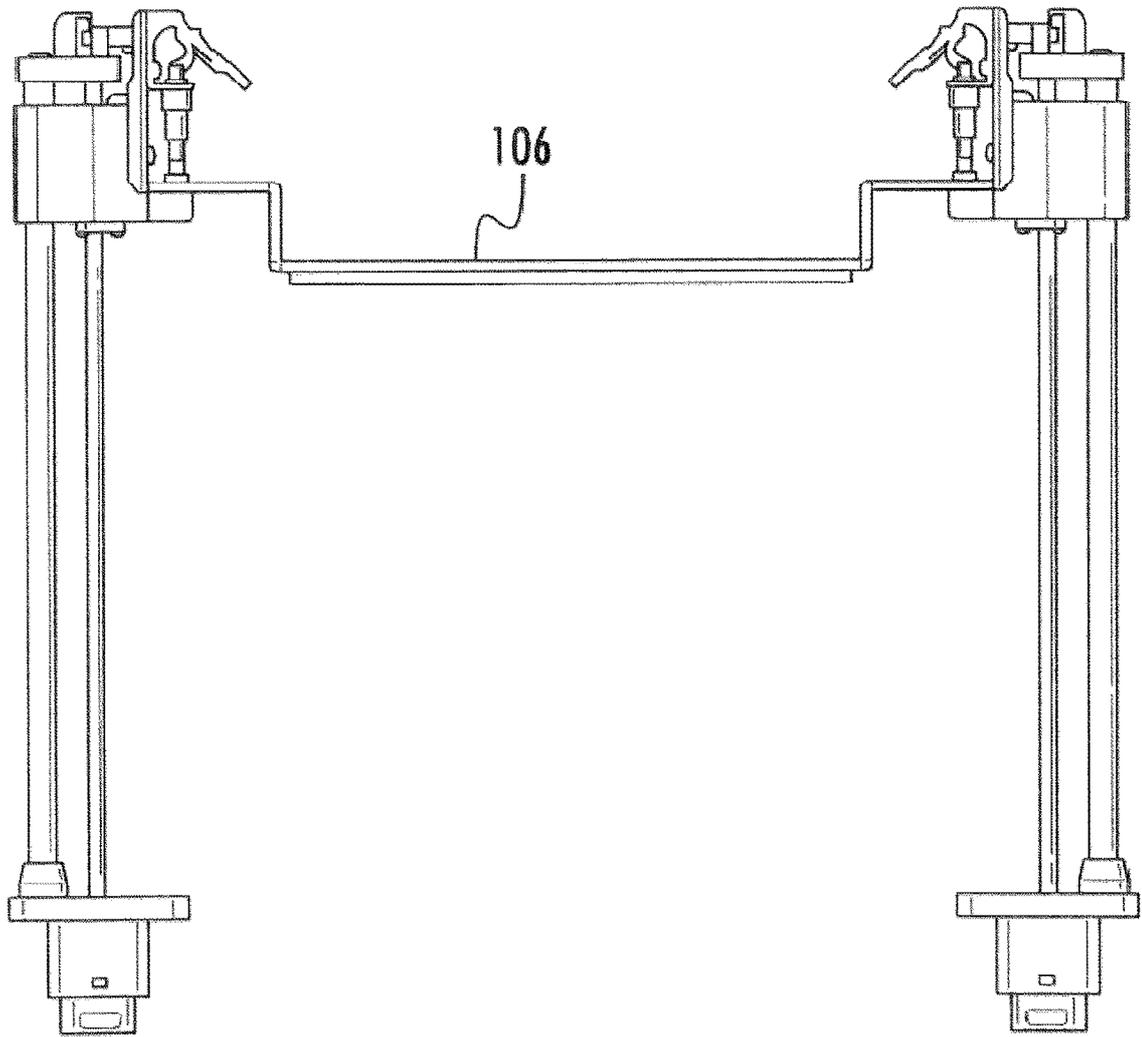


图 11B