

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01R 1/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00802658.0

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1312483C

[22] 申请日 2000.1.12 [21] 申请号 00802658.0

[30] 优先权

[32] 1999. 1. 13 [33] US [31] 60/115,660

[86] 国际申请 PCT/US2000/000704 2000. 1. 12

[87] 国际公布 WO2000/041536 英 2000. 7. 20

[85] 进入国家阶段日期 2001. 7. 10

[73] 专利权人 因泰斯特 IP 公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 阿利恩·R·霍尔特

克里斯托弗·L·韦斯特

布赖恩·R·穆尔

小理查德·C·鲍威尔

I·马文·韦勒斯坦

[56] 参考文献

US5818219A 1998. 10. 6

US4943020A 1990. 7. 24

WO9626446A 1996. 8. 29

审查员 宋丽敏

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 马高平

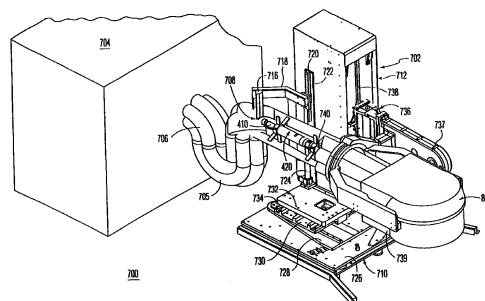
权利要求书 4 页 说明书 20 页 附图 43 页

[54] 发明名称

用于负载定位的系统

[57] 摘要

一个用于定位负载的系统，如试验头。该系统包括一个支撑所述负载和沿一个第一垂直轴移动的臂元件；该系统还包括一个用于使所述第一垂直轴绕与第一垂直轴隔开一定距离的第二垂直轴旋转的旋转元件。



- 1、一种用于负载定位的系统，所述负载与电缆连接，所述系统包括：
 - 一个限定第一垂直轴的柱；
 - 一个支撑所述负载和沿 a) 所述第一垂直轴和 b) 沿并相对于所述柱移动的臂元件；
 - 一个用于使所述柱绕与第一垂直轴隔开一定距离的第二垂直轴旋转的旋转组件；
 - 所述柱定位于使它比所述第二垂直轴更靠近所述负载；
 - 所述负载通过所述臂元件定位，使所述电缆与所述第二垂直轴交叉并且所述电缆位于所述柱的一侧。
- 2、根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述负载有一个重心，并且所述重心，所述第一轴和所述第二轴分别位于三角形的顶点上。
- 3、根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述柱在所述第二垂直轴的前方向着所述负载，并且在所述第二轴的一侧。
- 4、根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，另外还包括电缆支撑器，用于支撑与所述负载连接的所述电缆。
- 5、根据权利要求 4 所述的系统，其特征在于，所述电缆支撑器沿第三垂直轴移动。
- 6、根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述旋转组件包括一个底板，和一个与所述臂元件连接的摆动板，并且该摆动板相对所述底板绕所述第二垂直轴旋转，以使所述负载绕所述第二垂直轴旋转。
- 7、根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述旋转组件包括一个左右板，它使所述负载沿与所述第一垂直轴正交的第一水平轴水平移动。
- 8、根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述旋转组件包括进-出板，它使所述负载沿第二水平轴水平移动，该第二水平轴与所述第一水平轴相交并且与所述第一垂直轴正交。
- 9、根据权利要求 4 所述的系统，其特征在于，所述电缆伸出试验机柜之后由所述电缆支撑器容纳并支撑，其中所述负载是电子试验头。
- 10、根据权利要求 6 所述的系统，其特征在于，所述旋转组件包括多个分度元件用于所述摆动板绕所述第二垂直轴的分度旋转。

11、根据权利要求 4 所述的系统，其特征在于，所述电缆支撑器为套管式。

12、一种用于负载定位的系统，所述负载与电缆连接，所述系统包括：
一个限定第一垂直轴的柱；

一个 a) 沿所述第一垂直轴和 b) 沿并相对于所述柱移动并且支撑所述负载的臂元件；

一个独立于所述臂元件沿一个第三垂直轴移动的电缆支撑器，其支撑与所述负载连接的电缆；和

所述负载通过所述臂元件定位，使所述电缆位于所述柱的一侧。

13、根据权利要求 11 所述的系统，其特征在于，另外还包括旋转组件，用于将所述第一垂直轴绕一个与第一垂直轴隔开一定距离的第二垂直轴旋转。

14、根据权利要求 12 所述的系统，其特征在于，所述电缆支撑器在其一端沿所述第三垂直轴移动，并且所述电缆离开该端向所述负载方向延伸。

15、根据权利要求 13 所述的系统，其特征在于，另外还包括一个与所述臂元件连接的基底，所述基底包括一个底板，和一个摆动板，该摆动板为了使所述试验头绕所述第一垂直轴旋转，与所述臂元件连接并相对所述底板绕所述第一垂直轴旋转。

16、根据权利要求 15 所述的系统，其特征在于，所述基底包括一个左右板，它使所述试验头沿与所述第一垂直轴正交的第一水平轴水平移动。

17、根据权利要求 15 所述的系统，其特征在于，所述基底包括进-出板，它使所述试验头沿第二水平轴水平移动，该第二水平轴与所述第一水平轴相交并且与所述第一垂直轴正交。

18、根据权利要求 12 所述的系统，其特征在于，所述电缆伸出试验机柜之后由所述电缆支撑器容纳并支撑，其中所述负载是电子试验头。

19、根据权利要求 15 所述的系统，其特征在于，所述基底包括多个分度元件，用于所述摆动板绕所述第一垂直轴的分度旋转。

20、根据权利要求 12 所述的系统，其特征在于，所述电缆支撑器为套管式。

21、一种用于负载定位的系统，包括：

一个支撑所述负载并且沿一个限定了第一垂直轴的垂直柱移动的臂元

件，

一个用于使所述第一垂直轴绕与第一垂直轴隔开一定距离的第二垂直轴旋转的旋转组件；

一个沿一个第三垂直轴移动的电缆支撑器，其支撑与所述负载连接的电缆；

一个另外的使所述负载绕一水平轴旋转的旋转组件，其中所述负载绕所述水平轴旋转时所述电缆的垂直运动是可防止的。

22、根据权利要求 21 所述的系统，其特征在于，臂元件沿所述柱向上或向下移动。

23、根据权利要求 21 所述的系统，其特征在于，所述电缆支撑器在其一端沿所述第三垂直轴移动，并且所述电缆离开该端向所述负载方向延伸。

24、根据权利要求 21 所述的系统，其特征在于，所述旋转组件包括一个底板，和一个与所述臂元件连接的摆动板，并且该摆动板相对所述底板绕所述第二垂直轴旋转，以使所述负载绕所述第二垂直轴旋转。

25、根据权利要求 21 所述的系统，其特征在于，所述旋转组件包括一个左右板，它使所述负载沿与所述第一垂直轴正交的第一水平轴水平移动。

26、根据权利要求 21 所述的系统，其特征在于，所述旋转组件包括进-出板，它使所述负载沿第二水平轴水平移动，该第二水平轴与所述第一水平轴相交并且与所述第一垂直轴正交。

27、根据权利要求 23 所述的系统，其特征在于，所述电缆伸出试验机柜之后由所述电缆支撑器容纳并支撑，其中所述负载是电子试验头。

28、根据权利要求 25 所述的系统，其特征在于，所述旋转组件包括多个分度元件用于所述摆动板绕所述第二垂直轴的分度旋转。

29、根据权利要求 21 所述的系统，其特征在于，所述电缆支撑器为套管式。

30、一种用于负载定位的系统，所述负载与电缆连接，所述系统包括：
一个限定第一垂直轴的柱；

一个支撑所述负载和 a) 沿所述第一垂直轴和 b) 沿并相对于所述柱移动的臂元件；

一个用于使所述柱绕与第一垂直轴隔开一定距离的第二垂直轴旋转的旋转组件；

所述第二垂直轴位于距离试验柜不超过3个所述电缆宽度的位置上；
所述负载通过所述臂元件定位，以使所述电缆与所述第二垂直轴相交，
并且所述电缆位于所述柱的一侧。

31、一种用于负载定位的系统，所述负载与电缆连接，所述系统包括：
一个限定第一垂直轴的柱；
一个支撑所述负载和沿所述第一垂直轴移动的臂元件；
一个用于使所述第一垂直轴绕与第一垂直轴隔开一定距离的第二垂直轴旋转的旋转组件；
所述电缆沿与所述负载的重心相交的一轴设置；
所述负载由所述臂元件定位，以使所述电缆与所述第二垂直轴相交并且所述电缆位于所述柱的一侧。

32、根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述柱为竖立支承。

33、根据权利要求12所述的系统，其特征在于，所述柱为竖立支承。

34、根据权利要求21所述的系统，其特征在于，所述柱为竖立支承。

35、根据权利要求30所述的系统，其特征在于，所述柱为竖立支承。

36、根据权利要求31所述的系统，其特征在于，所述柱为竖立支承。

37、根据权利要求4所述的用于定位负载的系统，其特征在于，所述电缆伸出试验机柜之后由所述电缆支撑器容纳并支撑，其中所述负载是电子试验头。

38、根据权利要求32所述的用于定位负载的系统，其特征在于，所述旋转组件包括多个分度元件，用于所述摆动板绕所述第二垂直轴的分度旋转。

39、根据权利要求4所述的用于定位负载的系统，其特征在于，所述电缆支撑器为套管式。

用于负载定位的系统

技术领域

本发明涉及一种电子试验头定位器。

背景技术

在集成电路（IC）和其它电子元器件的自动试验中，已使用特殊的元器件机械手在适当的温度下抓取元器件，并将元器件置于试验的位置上。通过一个大型且昂贵的自动试验系统可自行进行电子试验，该自动试验系统包括一个需要与元器件机械手连接且对接的试验头。为进行有效试验，处于试验中的元器件（DUT）需要精确、高速度的信号；因此，电路必须位于尽可能靠近 DUT 的位置。这使试验头非常笨重。

试验头定位器系统可用于确定试验头与元器件机械手的位置。当试验头相对元器件机械手位于准确的位置上时，试验头和元器件机械手叫作“对准”。当试验头和元器件机械手对准时，脆弱的试验头和元器件机械手的电连接器能够一起（即相连接）用来在试验头和元器件机械手之间传导试验信号。在相接之前，脆弱的试验头和元器件机械手的电连接器必须精确地对准以避免脆弱的电连接器损坏。

试验头定位器系统也可以作为试验头定位器或试验头操纵器提供。该技术在例如试验公司（inTEST Corporation）的试验手册中描述。该技术也在例如美国专利 US5,608,334, 5,450,766, 5,030,869, 4,893,074 和 4,715,574 中描述，对于它们在试验头定位器系统领域的教导都在此作为参考。

为说明的目的，处于试验中的元器件（DUT）是本进行试验的元器件（IC）。测试台装置（TSA）同时提供了晶片检测器，元器件机械手和人工试验台。

为与现有技术中试验头定位器的描述一致，图 1 中图示了所用的坐标系 100，其中：

- Y = 垂直坐标，上 - 下轴 102
- X = 水平坐标，面对面或左右轴 104
- Z = 水平坐标，进 - 出轴 106

当从操纵器的正面看时，形成笛卡儿坐标系统。

下面指示坐标轴的旋转：

- θY = 绕 Y 轴旋转（下面叫作“摆动”） 108
- θZ = 绕进 - 出轴旋转（下面叫作“滚动”或“扭动”） 110
- θX = 绕 X 轴旋转（下面叫作“翻转”或“纵摇”）

测试台 200 的参考模型在图 2 所示的平面图中显示。如图所示，包括主试验装置机柜（试验柜） 202，一个 TSA204，一个操纵器 206，和一个试验头 208。

图 3 所示为一个矩形框状试验头 300 的方位，其顶表面 302 和底表面 304 与 X - Z 平面平行，侧面 308 与 Y - Z 平面平行，及前和后面 306 与 X - Y 平面平行。

试验头在一个表面上包括一个试验接触面。该试验接触面除了有其它作用，通常包含一个试验接触面板，为试验装置中的探测器、机械手或手控试验台提供连接点。带有试验接触面的该表面在后面称作“接触表面”（IS） 310。IS 限定了平面和方向；方向是通过垂直于 IS 平面和指向远离试验头的矢量描述的。图 3 所示，IS310 在水平表面中具有向上的方向。在使用时，试验头的方向由于与不同类型的装置连接将变化。因此，IS310 的平面和方向也将变化。

指示试验头关于接触面的尺寸是有用的。根据图 3 中（IS 面向上）所示的方向，可用下面定义：

- T = 试验头的厚度 = 在上 - 下方向 312 的尺寸。
- W = 试验头的宽度 = 在左 - 右方向 314 的尺寸。
- L = 试验头的长度 = 在进 - 出方向 316 的尺寸。

在使用时，试验头可向上与元器件机械手中的 DUT 接触。在这种情况下，接触面面朝上（IS 向上）。

另外也可以是试验头向下与探测器中的元器件接触，在这种情况下，接触表面面朝下（IS 向下）。

第三，DUT 和 IS 都可以位于垂直面方向（垂直 IS）。

第四，DUT 和 IS 都可以以任意角度位于向上的 IS 和向下的 IS 之间。

当试验头从一个装置移动到另一个装置时，很明显，试验头必须在向上的 IS，向下的 IS 和垂直 IS 的位置中旋转。依靠操纵器，这可以通过翻转（纵

摇)或等同的滚动(扭动)实现其旋转。

试验头通过一捆大而厚的电缆与试验机柜连接。电缆的尺寸,重量和阻值及其弯曲和扭转都妨碍和限制了试验头的移动。试验头从上述各因素的角度出发以保护电缆的方式移动是理想的,例如美国专利 US5,608,334 中所述。

多数试验头,尤其是大的一种,用“电缆枢轴”装置与操纵器连接。在电缆枢轴模式中,电缆从试验头的旋转中心并以与旋转轴平行(通常是滚动或扭动轴)的方式出来。这一结构例如在美国专利 US5,030,869, 5,450,766 和 5,608,334 中被描述。

以最小的干扰试验头移动的方式来支撑电缆是理想的。以压力的方式来保护电缆也是理想的。为这个目的,可用如图 4 所示的,套管式电缆支撑结构 400。这种结构例如美国专利 US4,893,074 所描述的。

参照图 5A,显示了传统的试验头定位器系统 500。

试验头定位器系统 500 例如可包括主臂 511 和美国专利 US5,450,766 描述的凸出的支架组件 520。

如图 5A 所示,主臂 511 与线性导轨 510 连接,主臂 511 可沿线性导轨 510 垂直地来回移动。一个锁定装置(未示出)允许主臂 511 的位置相对线性导轨 510 固定。定位器组件 501 通过在柱 545 后面垂直地来回移动的配重组件(未示出)垂直地依靠在线性导轨 510 上,配重组件能够使试验头以最小的力垂直地移动。另外,试验头依照其重心安装。电缆 512 从试验机柜 514 延伸进试验头 502 的后部。

支架组件 520 与主臂 511 连接,支架组件 520 有一个与试验头 502 连接的“C”形的前部,这样试验头 502 可绕通过其重心的轴摇摆。与支架组件 520 有关的操作和细节全部都在美国专利 US5,450,766 中得到说明,这里不再重复。

柱 545 安置在转换台 521 上,转换台包括左右板 522,进出板 524,旋转台 526 和基座 530。柱 545 与左右板 522 连接,在左右板 522 中的导向装置 523 和在进出板 524 中的轨(未示出)把左右板 522 与进出板 524 连接在一起。进出板 524 的导向装置 525 与旋转台 526 的轨 527 连接。旋转台 526 由轴承受面(未示出)旋转地与基座 530 连接。当需要时柱 545 可沿 X 和 Z 轴相应通过移动左右板 522 和进出板 524 改变位置。柱 545 也可以绕 y 轴通

过转动与基座 530 连接的旋转台 526 旋转。当然，当柱 545 沿这些轴移动时，试验头 502 被改变位置。

图 5B 除了与转换台 521 有关的相对位置部分外与图 5A 类似。特别是，旋转台 526 设在柱 545 和左右板 522 之间，另外，进出板 524 的导向装置 525 直接与基座 530 的轨 531 连接。在所有其它方面，图 5A 和 5B 类似。因此，图 5B 的其余细节不再重复。

可在操纵器基座中设置水平运动的其它结合。如果这样的运动没有设置在基座中，典型地它们是设置在臂组件中。例如在 TEST 公司的 in2 (inTEST Corp.in2) 操纵器首次在美国专利 US4,527,942 中描述，没有在其基座中设置水平运动；以关节形式联接的臂组件提供了所有的水平运动。另外，具有设置摆动旋转运动基座的操纵器是公知，如已转让给 Teradyne 的美国专利 US5,606,262 中描述的系统。

有些操纵器在其基座中提供两个运动。由 Teradyne 生产和在美国专利 US5,931,048 和 5,949,002 中描述的操纵器，在其底部具有摆动机构的基座中提供摆动旋转和左右移动；在臂和支架组件中提供操纵器中的进 - 出运动。由 Reid-Ashman MFG 公司生产的其它操纵器，在基座中提供了带有摆动的左右和进 - 出运动，该摆动由臂绕与柱连接的轴的旋转提供。

由 Schulmberger 生产的操纵器在其基座中设有左右运动和摆动旋转运动，并在左右结构的顶部带有摆动装置。进 - 出和滚动运动设置在臂组件中。该操纵器的电缆从机柜穿过旋转中心上面的柱的中心到达试验头是独特的。另外，该操纵器的独特点还在于一个弹簧装置作为平衡对重，它首次在已转让给 Schulmberger 的美国专利 US4,943,020 和 US4,973,015 中。

最后，另一操纵器，也由 Reid-Ashman MFG 公司生产，它在底部具有摆动机构的基座中设置了所有三个运动。

在操作时，用上述转换台中的部分操纵试验头 502 移向相接位置，当试验头在距最终相接位置 1cm 到 2cm 时，对准装置开始接合。在这点处，连接一个相接执行装置，它将试验头拉向最终对准的试验位置并与 DUT 试验夹具和/或插件接合。当试验头被拉入其位置时，对准装置，如锥形销孔和与其配合的孔接合，减少任何初始误差在小的允许误差内。在相接的动作中，试验头需要以任意组合的轴自由地移动和旋转，以保证最终的对准和平行度。这样，所有轴在相接的动作中应是自由的。

类似地，当不相接时，所有轴应是自由的，因为相接的动作过程是相反的。此时，相接装置推动试验头远离与试验座/组件装置接合的位置。一旦不相接，所选择的轴能够固定，如果需要，仅用一个运动轴使试验头作远离探测器/机械手的移动。

目前半导体工业的进步已产生下述结果：

1. DUT 变得更加复杂；每一元器件晶体管的数量从数千个到数百万个稳步地增加。
2. DUT 愈加复杂混合了数字电路，模拟电路，和混合的信号电路。
3. 每一元器件的 I/O 的数量，电源和信号接地参照引线从不到一百个增加到几百个。
4. DUT 时钟频率从几十 MHz 到至少 1GHz。
5. 数据，地址和控制信号因此在几百 Mbps 的范围内。
6. 每一引线的带宽频率要求至少在几十 GHz 的范围内。

结果，下面试验系统的设计变化成为理想的：

1. 在试验头中更多，更快及更复杂电子引脚。
2. 由于高速开关，可在试验头中每一引脚电路的功率消耗较大。
3. 用循环水的水冷却系统已加到试验头中，增加了它们的重量并在试验头电缆中需要包括柔性的管道。
4. 多个电源和大尺寸接地导线互联的试验头电缆中。
5. 将电路从系统机柜移到试验头，以降低信号线的总量和在电缆中的附加的滞后。

这些因素导致试验头的尺寸和重量大幅度增加，而同时需要：

1. 试验头实现近距离接近 DUT 的需求日益重要。
2. 电缆从试验头到试验器机柜要保持尽可能短，而同时使其更紧密和坚固。

这样，试验头和其相关的电缆变得相当大和笨重。

发明内容

一个用于负载如试验头定位的系统。该系统包括一个支撑负载和沿第一垂直轴移动的臂。该系统还包括一个用于使第一垂直轴绕距离第一垂直轴一定间隔的第二垂直轴旋转的旋转单元。该系统还包括一个电缆支撑器，它沿第三垂直轴移动并且支撑与负载连接的电缆。

附图说明

本发明可通过下面的详细说明，并参照阅读附图最好地理解。要强调的是，按照惯例，附图的各个部件是不成比例的。相反，为了清楚起见各个部件的尺寸被自行放大或缩小。下面的图是所包含的附图：

图 1 是试验头操纵器坐标系统的示意图；

图 2 是典型的试验头操纵器系统试验场地布置的平面图；

图 3 是试验头位于图 1 所示坐标系统中的示意图；

图 4 是传统套管式电缆支撑结构的透视图；

图 5A 和 5B 是典型传统试验头操纵器的透视图；

图 6 是试验头的传统装配局部顶视图；

图 7A 和 7B 是按照本发明示范性的试验头操纵器部分的透视图；

图 8 是图 7A 和 7B 所示试验头操纵器的平面图；

图 9 是图 7A 和 7B 所示试验头操纵器显示了各个自由度角度的平面图；

图 10 是用于图 7A 和 7B 所示试验头操纵器的基座组件的透视图；

图 11A - 11C 是图 10 所示基座组件底板的详细视图；

图 12A - 12C 是基座组件的摆动板部分的详细视图；

图 13A - 13C 是基座组件的进 - 出板部分的详细视图；

图 14A - 14C 是基座组件的左右板部分的详细视图；

图 15A - 15C 是基座组件的平面图和侧视图；

图 16A - 16C 是分度摆动的锁定组件的各种示意图；

图 17A - 17D 是进 - 出轴锁定组件的各种示意图；

图 18A - 18C 是左右轴锁定组件的各种示意图；

图 19A - 19B 是左右轴锁定组件的详细示意图；

图 20 是用于绕滚动轴旋转试验头的滚动电动机和相关硬件的主视图；

图 21 是滚动电动机和相关硬件的局部侧视图；

图 22 是滚动式电动机和相关硬件的后视图；

图 23 是用于抬起和降落试验头的垂直电动机和相关硬件的侧视图；

图 24 是垂直电动机和相关硬件的顶视图；

图 25 是单轴控制电路的简图；

图 26 是双轴控制电路的简图；

图 27A - 27C 是用于试验头组件的锁定系统；

图 28A, 28B 和 29 是图 27A - 27C 所示锁的各个详细部件的示意图;
和

图 30 和 31 是用于图 27A - 27C 所示的锁定系统的故障自动防护装置示意图。

具体实施方式

图 7A 和 7B 是构成本发明试验头操纵器系统 700 的透视图。在图 7A 和 7B 中, 试验头操纵器系统 700 包括通过电缆 706 与主试验系统机柜 704 相互连接的操纵器组件 702。电缆 706 与试验头 802 连接。电缆 706 可给机柜 704 提供控制信号和从机柜得到数据信号。电缆 706 还包括电源线和地线。电缆 706 可选择性地包括冷却剂供给管。电缆 706 由套管式电缆支撑臂 708 支撑, 该支撑如图 4 所示, 并且全部在美国专利 US4,893,074 中描述。套管式电缆支撑臂活塞 410 的一端与安装块 716 连接; 并且套管式电缆支撑臂缸 420 与电缆轴 740 连接, 该电缆轴 740 又与支持试验头 802 (在 '074 专利中有更多的描述) 的托架 739 连接。自试验头 802, 电缆 706 通过电缆轴 740 并且沿套管式电缆支撑臂缸 420 布置。在套管式电缆支撑臂缸 420 和其进出机柜 704 点之间, 在电缆 706 中设有一个“用户分支线” 705。用户分支线 705 在电缆 706 中足够松弛地设置, 以允许试验头 802 在整个所需要的移动范围内移动。

安装块 716 通过支撑臂 718 与柱形结构 712 连接, 线性导轨 720 安装在设在柱形结构 712 上的安装板 722 上, 并且提供一个机构, 当试验头 802 改变垂直位置时, 套管式电缆支撑臂 708 可由此机构垂直移动。一个电机驱动的线性执行装置 724 可用于提供支撑臂 718 沿线性导轨 720 的垂直移动。结果, 电缆支撑臂 708 的端部可以被抬起和降落。这样, 当试验头 802 沿垂直轴移动时, 电缆 706 可以, 在操作者的控制下, 保持水平或大致相对水平面保持恒定的角度。在这样方式中, 电缆 706 施加在试验头 802 上的垂直分量力可以大致保持一个恒值, 其能够使试验头 802 维持自由移动, 平衡状态。

柱结构 712 与基座组件 710 连接, 除使整个操纵器组件 702 在支点 734 处绕 Y 轴以顺时针和逆时针方向旋转的性能外, 提供沿 X 和 Z 坐标移动。该旋转允许操纵器组件 702 离开任意 TSA 而改变位置, 因此, 可以在探测器或试验头上进行维修。

柱形结构 712 可以具有固定的高度或者可变 (可伸缩) 高度。

图 7A 所示柱 712 移动到 Z 轴靠近机柜 704 的一端, 图 7B 所示柱 712 移动到远离机柜 704 的 Z 轴的相反端, 两图在其它方面相同。显然, 图 7A 中用户分支线 705 是紧密的和靠近地板下垂的; 而图 7B 中的用户分支线 705 一定程度地伸直以适应柱 712 和机柜 704 之间距离的增大。在图 7B 中用户分支线 705 没有完全伸直; 剩余的松弛度允许试验头 802 的垂直移动。在图 7A 中, 另一个明显的是, 尽管套管式电缆支撑臂活塞 410 的一端接近机柜 704, 用户分支线 705 与套管式电缆支撑臂缸 420 的连接点大致是在支点 734 之上。可以看到支点 734 和机柜 704 之间距离与用户分支线 705 所需要的距离一致。

底座 710 包括几个以层叠的方式布置的副板, 以使每一副板与相邻的副板连接。具体说, 底板组件 726 与摆动板组件 728 连接, 该摆动板组件 728 又与进-出板组件 730 连接, 进-出板组件 730 又与左右板组件 732 连接, 左右板组件 732 又与柱形结构 712 连接。下面详细讨论试验板如何互相连接的。

试验头 802 通过上臂组件 737 和托架 739 与主臂 736 连接。试验头作为负载。一个驱动系统 (在该图中未示出) 可选择地与柱形结构 712 连接, 并且提供驱动力以在垂直方向移动主臂 736。当主臂 736 在 Y 轴上沿由线性导轨 738 提供的第一垂直轴移动时, 在线性执行装置 724 推动下, 用电缆支撑臂 708 支撑的各个电缆沿由线性导轨 720 提供的第二垂直轴上下移动。

参照图 8, 其是试验头操纵器系统 700 的平面图。在工作时, 试验头 802 位于晶片检测器 804 上 “a” 的位置, 以测试晶片 (未示出) 上的 DUT。如上述讨论的, 为在试验头 802 或检测器 804 上进行维修, 理想的是摆动试验头 802 离开检测器 804。本发明人通过提供一个支点 734 使旋转板 728 相对底板 726 绕该点运动来实现。如图 8 所示, 支点 734 允许柱 712 和试验头 802 离开检测器 804 摆动到 “b” 位置。为防止试验接触部分损坏, 较好是在摆动试验头离开检测器 804 之前, 抬起试验头 802 使其离开试验接触面。组件摆动的角度 806 可为约 30° 或允许使它们足够分开的其它任意角度。为防止过分扭转电缆 706 (如图 7A 和 7B 所示) 而损伤电缆 706, 需要限制角度 806 以将电缆的损伤减小到最小的可能。因此, 理想的是支点 734 直接位于电缆 706 伸出机柜 704 如图 7A 和 7B 所示点的下面。在本发明的示范性的实施例中, 支点 734 位于大致尽可能接近电缆 706 伸出机柜 704 点的下面。

根据电缆 706 的硬度, 当试验头移动到最接近机柜 704 的位置时, 用户分支线 705 需要有两个到三个电缆厚度的距离。该因素由支点 734 和机柜 704 之间最可能近的距离最终确定。

再来参照图 8, 在优选实施例中, 当柱形结构 712 位于 X 轴的中心和 Z 轴的中心时, 电缆支撑 708 的一端位于支点 734 上。应该注意, 由于基座组件 710 的移动为沿 X 轴或 Z 轴, 电缆支撑 708 的一端相对支点 734 移动。无论如何, 如图 8 所示, 在旋转角度 806 期间, 或当柱形结构 712 沿 x 或 z 坐标移动时, 电缆支撑 708 的长度不会延伸或收缩。这样, 降低电缆 706 的移动, 磨损和疲劳。当试验头 802 沿 y 轴相对支撑臂 718 移动, 和/或绕 z 轴纵摇时, 电缆支撑 708 伸长或收缩。注意, 与现有技术比较其增加了有效移动范围, 该现有技术为电缆支撑器的一端与如试验机柜的固定位置连接。

参照图 9, 其是试验头操纵器系统 700 的另一平面图, 其中显示了试验头操纵器 700 的各个自由度的角度。如图 9 所示, 试验头 802 和电缆支撑臂 708 通过绕以支点 734 为中心的第二垂直轴摆过一个弧度 902, 可绕 y 轴摆动。在优选实施例中, 弧度 902 可包括试验头与元器件机械手相接的位置(下面称作“相接位置”)相对的角度范围。例如, 如果相接位置被定义为 0° , 弧度 902 从相接位置可包括 -10° 到 $+30^\circ$ 的角度。

图 9 还显示了试验头 802 可绕 z 轴 904 旋转。在示范性实施例中, 绕轴 904 的旋转可以是自接触面 (IS) 垂直位置的 $\pm 95^\circ$ 。试验头 802 有一个重心 (CG) 912。由通过 CG912 的垂直轴, 支点 734, 和线性导轨 738 结合形成三角形 914。每一个轴相应形成三角形 914 的顶点。

图 9 显示试验头 802 可绕 x 轴纵摇。轴 906 表示试验头 802 纵摇的程度。根据实际应用, 试验头 802 可自水平位置绕 x 轴摇动 $\pm 4^\circ$ 。

图 9 显示试验头 802 可沿 x 轴移动。轴 908 表示试验头操纵器 700 沿 x 轴的移动。在示范性实施例中, 预计 x 轴从一端到另一端的移动在 25cm 在范围内。

图 9 显示试验头 802 可沿 z 轴移动。轴 910 表示试验头操纵器 700 沿 z 轴的移动。在示范性实施例中, 预计 z 轴从一端到另一端的移动在 50cm 范围内。

参照图 10, 图示了基座组件 710 的透视图。图 11 - 19 图示各个基座组件 710 的详细图。在图 10 和 11 中, 支撑腿 1004 与底板组件 726 连接。支

撑腿 1004 对由试验头组件的重量施加在基座组件 710 上的力起稳定的反向作用。水平脚（未示出）可与支撑腿 1004 的一端连接并且根据需要进行调节。水平垫 1000 也与底板组件 726 连接，可用任意的传统装置连接，来补偿试验区域地板的不平整，并且允许试验操纵器 702 处于水平状态。在优选实施例中，设置了 9 个水平垫 1000，根据环境需要可设置任何数量的水平垫 1000。锁定踏板 1014 和 1016 与左右板 732 连接以分别抑制沿 x 和 z 轴的移动。锁定踏板 1014 和 1016 与它们的结构一起在下面将得到详细描述。

参照图 11A - 11C，进一步详细示出了底板组件 726。在图 11A 中，轴承组件 1100 安装在底板 1120 的顶表面上。摆动板组件 728（图中未示出）与轴承组件 1100 连接并且绕轴承组件 1100 旋转。板 1104，1105 和滚轮 1108 用连接装置 1112（如螺钉）连接在底板 1120 的顶表面上，并且对摆动板组件 728 提供支撑。设置板 1104，1105 以使与摆动板组件 728 的底表面连接的滚轮 1202（图 12 中所示），通过所示相应的弧度 1106，1107 置于板 1104，1105 表面上，以避免磨损底板 1120。板 1104，1105 可由坚固的材料如渗碳钢制成并且根据需要可以更换。类似地，在优选实施例中设置 6 个滚轮 1108，当它磨损时，也可以进行更换。在示范性实施例中，滚轮 1108 安装在轴承托架 1109 上，轴承托架 1109 又安装在底板 1120 的顶表面上。

为限制摆动板组件 728 相对底板组件 726 的转动，橡胶缓冲器 1110 设在底板 1120 的顶部上。橡胶缓冲器 1110 对摆动板组件 728 提供正向端部制动，它是通过摆动板 728 的边缘碰撞设在底板 1120 上的橡胶缓冲器 1110 实现的。另外，还提供正向锁定位置，可在底板 1120 的表面上沿摆动板组件 728 行程 1116 的弧度设置部件 1114，如凸轮从动件。在优选实施例中，部件 1114 对摆动板 728 从上述图示的操作位置提供逆时针 10° 到顺时针 30° 的转位。当然，可沿行程 1116 的弧度设置另外的部件 1114，以提供所需要的更大或更小的正面制动。预计可加入两个另外的部件 1114，每一个相互隔开 10° ，因此，从操作位置提供顺时针 10° 到 20° 的转位。

参照图 11B，为允许操纵器组件 702 在试验区地板上置于所需要的位置，在底板 1120 的底面上设置脚轮 1118。在优选实施例中使用 4 个脚轮 1118，当然由于需要还可使用更多数量的脚轮。

参照图 12A - 12C，图示了摆动板组件 728 的各个视图。在图 12A 中，轴承组件 1200 与轴承组件 1100（图 11A - 11B 所示）连接，以允许摆动

板组件 728 绕支点 734 (如图 10 所示) 旋转。滚轮 1202 通过连接件 1204 (如螺钉) 连接在摆动板 1216 的顶表面上, 当它被磨损时允许更换滚轮 1202。如上所述, 滚轮 1202 沿板 1104, 1105 (图 11A 所示) 的表面滚动。由坚固的材料如钢制成的板 1206 连接在摆动板 1216 的底部, 并且为滚轮 1108 (图 11A 所示) 提供一个表面。如图所示, 板 1206 的位置与滚轮 1108 的行程 1214 的轨迹相一致。由坚固的材料如钢制成的板 1207 设置在摆动板 1216 的顶部, 并且为闸片 1704 (图 17 所示) 提供表面。如图所示, 板 1207 的位置与闸片 1704 的行程的长度相一致。

为使试验头 702 沿与第一垂直轴正交的水平轴移动, 在摆动板 1216 的顶面上设置线性导轨 1208, 并且与安装在进-出板 1310 上的滑道 1300 (如图 13A 所示) 相配合。导轨 1208 可拆卸地安装在摆动板 1216 表面上, 因此当其磨损时可以被更换。制动块 1210 设在摆动板 1216 的顶面上, 对进-出板组件 730 提供行程的限制。

参照图 13A - 13C, 图示了进-出板组件 730 的各个视图。在图 13A 中, 滑道 1300 设置在进-出板 1310 的底表面上并与线性导轨 1208 (如图 12A 所示) 相配合。滑道 1300 和线性导轨 1208 的组合允许柱形结构 712 沿 z 轴移动。滑道 1300 可拆卸地安装在进-出板 1310 上, 因此当其磨损时可以被更换。缓冲块 1302 连接在进-出板 1310 的底部并且与连接在摆动板组件 728 上的制动块 1210 (图 12A) 对接, 以防止进-出板组件 730 延伸至相对摆动板组件 728 的预定位置以外。在缓冲块 1302 的一端是由弹性材料, 如橡胶, 形成的缓冲器 1303。当其磨损时为易于更换, 缓冲器 1303 可拆卸地与缓冲块 1302 连接。在进-出板组件 730 的行程极限处缓冲器 1303 与制动块 1210 碰撞。

为使柱形结构 712 沿与第一垂直轴正交的另一水平轴移动, 并与上述水平轴交叉, 线性导轨 1306 设置在进-出板 1310 的顶表面上并且与安装在左右板组件 732 上的滑道 1400 (如图 14A 所示) 相配合。导轨 1306 可拆卸地安装在进-出板 1310 的表面上, 使当其磨损时可以被更换。制动表面 1311 用连接装置 1312 (如螺钉) 可拆卸地安装在进-出板 1310 上, 制动表面 1311 提供与闸片 1810 (如图 18A 和 19A - 19B 所示) 配合的表面。缓冲块 1304 连接在进-出板 1310 的顶部并且限制左右板 732 的行程。在缓冲块 1304 的端部是由弹性材料, 如橡胶, 形成的缓冲器 1305。当其磨损时为易于更换,

缓冲器 1305 可拆卸地与缓冲块 1304 连接。在左右板组件 732 的行程极限处缓冲器 1305 与制动块 1404 碰撞(图 14A)。套管 1308 与进-出板 1310 连接, 作为进-出板的部分锁定组件, 下面将详细描述。

参照图 14A - 14C, 详细描述了左右板组件 732。在图 14A 中, 滑道 1400 设置在左右板 1402 的底表面上并与线性导轨 1306 (如图 13A 所示)相配合。滑道 1400 可拆卸地安装在左右板 1402 上, 因此当其磨损时可以被更换。制动块 1404 设在左右板 1402 的底面上, 如上所述, 并与设在进-出板组件 730 上的缓冲块 1302 对接(图 13A), 以防止左右板组件 732 延伸至相对进-出板组件 730 的预定位置以外。

柱形结构 712 (该图中未示出)设在左右板 1402 的顶表面上, 如虚框 1406 所示, 在位置 1408 处用传统连接装置, 如螺钉 (未示出) 连接。为允许接触进-出锁定装置 (下面将描述) 通过左右板 1402 设置进入孔 1410。另外, 埋头孔 1412 设在左右板 1402 的底表面上, 它允许套管 1308 (如图 13A-13C 所示) 穿入其中。当需要时由可拆卸的盖板 1416 覆盖进入孔 1410。

如图 14A 所示, 埋头孔 1412 在其每一端有一个与套管 1308 形状相一致的半径。踏板 1016 设在左右板 1402 的侧面并用于驱动下面将描述的进-出锁。

图 15A - 15C 是基座组件 710 的平面图和侧视图, 它图示了各个附件 726, 728, 730, 732 的内部关系。

图 16A - 16C 是底板组件 726 和摆动板组件 728 结合的各种示意图。如图 16A 所示, 分度旋转臂 1600 设在摆动板 1216 和传动装置 1606 的底面。分度旋转臂 1600 绕支点 1602 旋转并且在传动装置 1606 的控制下与凸轮从动件 1114 在缺口 1604 处接合。在示范性实施例中, 传动装置 1606 是气压传动装置, 但是, 例如用电传动装置或弹簧操作传动装置也无妨。当操纵者想要移动柱形结构 712 时, 操作传动装置从凸轮从动件 1114 处释放分度旋转臂 1600。柱形结构 712 然后可从上一位置移动。一旦缺口 1604 离开在先接合的凸轮从动件 1114, 操纵者可释放传动装置 1606, 允许变址臂移动到锁定位置。当然, 因为缺口离开凸轮从动件 1114, 柱形结构 712 仍可自由旋转。当摆动板组件 728 接近下一凸轮从动件时, 变址臂的前沿 (相对摆动板组件 728 的旋转方向) 与凸轮从动件接合, 并且在凸轮从动件的力作用下, 绕支点 1602 旋转, 收回传动装置 1606 的臂 1608, 直到缺口 1604 与凸轮从

动件接合。在该点处，传动装置 1606 的臂 1608 强迫缺口 1604 完全与凸轮从动件接合，因此将摆动板组件 728 和柱形结构 712 锁定在所需要的位置上（至少对于绕支点 734 的旋转是这样）。

图 17A - 17D 是摆动板组件 728 和进 - 出板组件 730 的结合，以描述将进 - 出板组件 730 与摆动板组件 728 锁定的各种示意图。如图 17A 所示，轴 1700 上设有锁定装置 1710，该锁定装置 1710 设在进 - 出板组件 730 上邻近轴 1700 的一端。轴 1700 的第二端附近设有一个轴承附件 1702，该附件设在左右板组件 732（图中未示出）的底表面上。轴承附件 1702 对轴提供支撑并允许轴 1700 绕其纵轴旋转。

当左右板组件 732 相对进 - 出板组件 730 移动时，锁定装置 1710 沿轴 1700 移动。为锁定进 - 出板组件 730 与摆动板组件 728，轴 1700 与锁定踏板 1016 一起绕其纵轴旋转。当轴 1700 在偏心锁传动装置 1708 中旋转时，后者与塞柱 1706 连接，该塞柱使得闸垫 1704 与安装在摆动板 1216 顶表面 1712 上的板 1207 接触，因此，可防止进 - 出板组件 730 沿导轨 1208 前后移动。为释放闸垫 1704，轴 1700 向相反方向旋转，因此，允许进 - 出板组件 730 在导轨 1208 上自由移动。

图 18A - 18C 是进 - 出板组件 730 和左右板组件 732 结合，以描述将左右板组件 732 与进 - 出板组件 730 锁定的各种示意图。图 19 详细图示了左右锁定组件 1900。如图 18A，19A 和 19B 所示，脚踏板 1014 通过轴 1806，正齿轮 1804 和涡轮 1802 在其第一端与连杆 1800 连接。脚踏板 1014 的旋转使连杆 1800 沿其纵轴转动，连杆 1800 的第二端通过楔形部件 1808 与闸垫 1810 连接。安装支架 1807 和 1809 设置在左右板 1402 的顶表面上。连杆 1800 的旋转使连杆 1800 沿其纵轴移动，连杆又对着楔形部件 1811 推动楔形部件 1808。楔形部件 1808 对着楔形部件 1811 的相对运动进而使闸垫 1810（与楔形部件 1811 连接）与设置在进 - 出板组件 730 侧面的闸表面 1311（如图 13A 和 13C 所示）接触，因此抑制了左右板组件 732 相对进 - 出板组件 730 沿导轨 1306 的运动。为从闸表面 1311 收回闸垫 1810，脚踏板 1014 以相反方向旋转。设置回复弹簧（未示出）并与轴 1804 连接，以提供弹簧力，使脚踏板 1014 位于通常的锁定位置，因此，为不锁定左右板组件，对脚踏板 1014 需要一个正面。制动器 1812 与踏板 1014 连接，通过接触左右板 1402 的表面来限制旋转的范围。这防止了由于过大的压力而使闸组件损坏，或连

杆 1800 和涡轮 1802 从正齿轮 1806 脱出。在类似结构中，制动器 1820 可与踏板 1016 连接。

图 20 和 22 分别是试验头连接器 740 的主视图和后视图。试验头连接器 740 与试验头 802 和主臂 736 连接，提供连接装置，在此试验头 802 可绕 Z 轴旋转（滚动）。在图 20 中，试验头连接器包括辊式电机组件 2006，同步皮带 2010，和接合环 2000。接合环 2000 在带同步皮带 2010 的皮带轮 2016 处与辊式电机组件 2006 连接，并且在驱动电机 2008（图 21 所示）的控制下相对辊式电机组件 2006 旋转。在图 20 所示的示范性实施例中，同步皮带 2010 用压板 2011 与接合环 2000 连接，以降低接合环 2000 和同步皮带 2010 之间的打滑现象。压板 2011 可位于同步皮带 2010 的表面上，并且用连接装置 2013（如螺钉）把同步皮带 2010 夹在压板 2011 和接合环 2000 之间。尽管图 20 所示是设有两个压板 2011，如果需要压板 2011 的数量可以是任意的，包括单一压板。另外，在示范性实施例中，同步皮带 2010 在同步皮带 2010 与压板 2011 接合的端部设计为不连续的（即一个分开的皮带）。鉴于电缆枢轴元件的结构，这样做是为了简化同步皮带 2010 的安装。当然，如果需要和机械条件许可同步皮带也可以是连续的。

图 21 是辊式电机组件和相关硬件的局部侧视图。图 21 所示，辊式电机组件 2006 包括电缆枢轴壳体 2002，框架组件 2004，驱动电机/齿轮箱 2008，框架安装支架 2012，离合器 2014，离合器旋转限制部分 2015，皮带轮 2016 和调节器 2018。盖 2020 用于覆盖驱动电机/齿轮箱 2008，离合器 2014，限制器 2015 和框架安装支架 2012，以保护它们避免灰尘，潮气等。

接下来，详细描述旋转组件 2006 和接合环 2000 相对旋转组件 2006 的旋转，再一次参照图 21。当接通电源时，驱动电机/齿轮箱 2008 通电并且离合器 2014 接合。由驱动电机/齿轮箱 2008 产生的旋转和转矩通过离合器 2014 传动引起皮带轮 2016 旋转。与同步皮带 2010 连接的皮带轮 2016 的旋转使环 2000 绕其轴（在示范性实施例中是 z 轴）旋转。施加在同步皮带 2010 上的皮带轮 2016 具有的张力可由调节器 2018 调节。在示范性实施例中，调节器 2018 是一个螺钉，但是也可以是其它方式将张力通过皮带轮 2016 施加在同步皮带 2010 上，如弹簧组件。顺时针方向旋转调节器 2018，例如，拉动框架组件 2004。相反，框架组件 2004 绕框架安装支架 2012（其起支点作用）旋转，沿一弧度移动皮带轮 2016，反过来拉动同步皮带 2010，因此，增加了

同步皮带 2010 的张力。

离合器 2014 连接在同步皮带 2010 和皮带轮 2016 之间。在示范性实施例中，离合器 2014 是电控制的并且在离合器接通电源时接合。当电源断开时，离合器 2014 将脱离接触，这样防止驱动电机/齿轮箱 2008 的旋转进一步驱动皮带轮 2016。在离合器 2014 脱离接触下，试验头可容易地和正常地手动，或通过连接驱动器绕 z 轴旋转。

图 23 和 24 分别是垂直电机和相关硬件（驱动系统 2400）的侧视图和顶视图，该垂直电机用于抬起和降低试验头，沿线性导轨 738（如图 7A 和 7B 所示）移动试验头 802，定义了一个对于试验头 802 的垂直（y）轴。如图 23 和 24 所示，驱动系统 2400 的主要元件包括皮带轮 2406，电缆 2410，电机/齿轮箱 2416，离合器 2426，小皮带轮 2412，同步皮带 2420 和大皮带轮 2421。电缆 2410 在第一端 2411 与主臂 736（如图 7A 和 7B 所示）连接，在第二端与配重 2413 连接。主臂 736 与线性导轨 738 连接并且在电缆 2410 控制下沿线性导轨 738 移动。在示范性实施例中图示两个电缆 2410 和两个皮带轮 2406，当需要时可增加或减少皮带轮和电缆。

皮带轮 2406 可旋转地与带轴 2408 的柱 2402 接合，它形成了柱形结构 712 的侧面部件（如图 7A 和 7B 所示），在示范性实施例中，轴 2408 是皮带轮 2406 共用的。一个电机驱动组件，包括电机/齿轮箱 2416 和离合器 2426 与框架组件 2422 连接，框架组件又通过安装支架 2414 与安装棒 2418 连接。安装棒 2418 连接在柱 2402 的后面和皮带轮 2406 背后之间。

小皮带轮 2412 通过同步皮带 2420 与大皮带轮 2421 连接。大皮带轮 2421 由连接装置 2407，如螺钉，与其中一个皮带轮 2606 连接。给电机/齿轮箱 2416 通电提供一个旋转力给离合器 2426，离合器 2426 又驱动小皮带轮 2412。当小皮带轮 2412 旋转时，由同步皮带 2420 通过与其连接的大皮带轮 2421 带动皮带轮 2606 旋转。

离合器 2426 的作用与离合器 2014 的作用相似，这里不再重复描述。为在同步皮带 2420 上由小皮带轮 2412 保持适当的张力，可使用调节器 2428，例如它为设置螺钉。在优选实施例中，使用两个分别设在框架 2422 的两个相对端的调节器 2428。使用两个调节器 2428 帮助避免任何可能的框架组件 2422 的扭转偏向，并可实现调节同步皮带 2420 上的张力。在示范性实施例中，调节器 2428 当按预定方向旋转时，穿过安装棒 2418 并在框架组件 2422

的后部施加向下的压力。该向下的压力使框架组件 2422 绕转轴 2430 旋转，框架组件 2422 又增加小皮带轮 2412 加在同步皮带 2420 表面上的张力。当然，可以理解反方向旋转调节器 2428 就减少小皮带轮 2412 加在同步皮带 2420 表面上的张力。一旦调好，调节器 2428 可用螺帽 2432 锁定在安全位置上，例如，在安装棒 2418 的底部拧紧，以防止调节器 2428 改变位置。在示范性实施例中，框架组件 2422 的一端部与安装支架 2414 连接的螺钉提供了转轴 2430。在示范性实施例中，安装支架 2414 用螺钉 2436 与安装棒 2418 连接，该螺钉 2436 凹进安装板 2414 的表面下。

在本发明的示范性实施例中，轴这样设置，即其能够大致无阻碍地、在相当低或大致恒定的力下在整个沿或绕所述轴移动的范围移动。特别地，达到下述效果是理想的：

a) 在垂直，上-下方向中，试验头轴大致是在失重的条件下并且可以手动操纵，能够容易地和精确地相接和不相接。

b) 在水平轴的摆动，进-出，和左右运动中，低摩擦轴承和组件可用于使试验头由手动操纵。不管水平运动在基座中或在以关节连接的臂组件中或两者的结合中确实能够实现驱动水平运动。

c) 在纵摇和滚动轴中，试验头沿通过其重心的轴安装是理想的，能够使试验头用手动操纵。对于电缆，电缆枢轴和电缆支撑器的使用帮助保持该效果。

d) 摆动旋转的轴的位置和电缆支撑器的垂直运动在整个运动的范围内帮助达到高质量大致无阻碍的有效运动。

这样，在本发明的示范性实施例中，用动力推动的运动模式可加到任意的单一所用的运动中，或者所用运动绕轴旋转和沿轴移动中的任意组合中。换句话说，为对每一所用的运动提供动力，与其相应的控制电路和操纵器的接触面一起设置电机或传动装置，并以这样一种方式布置，即使当不使用时，它能够与定位器运动机械脱离，以保持大致无阻碍的运动的的有效和不受影响。如果所有的所用运动仅需用较小的相对恒定的力实现，那么可用低能量传动装置。因此，可用下述装置：

- a) 传动装置可以是一个电机。
- b) 齿轮可作为电机或传动装置相应的输出。
- c) 传动装置/电机与运动轴的连接和脱连接装置可以是离合器。

- d) 如果适当限制所用的力，可用转差离合器或机构。
- e) 通过控制电路可控制由传动装置施加的力，以产生足够的运动力，该力限制在如果产生对无阻碍运动的阻碍，引起传动装置停止的范围。
- f) 如果传动装置是直流电机，那么通过限制供给电机的电流而达到调节力的作用，力又限制电机的输出转矩。

大致无障碍运动在动力轴中用于相接。运动所需要的力可以是一个恒力，并且当进行相接时不需要随位置或移动而变化。这需要复杂的控制方案和合理的构造。另外，大致无障碍运动使得在整个运动的范围内可由人定位。

上述描述包括垂直移动、滚动的具体描述，其它轴也是可以的，并遵守相同的规则。

图 25 是单轴控制电路的简图；电压源（未示出）通过开关 2902 和过载保护装置 2904 提供给电源 2906，过载保护装置如一个保险丝或一个断路器。电源 2906 的输出可以是一个例如依照所驱动电路的需要预先设定的电压。电源 2906 的输出与一个恒定电流驱动器 2924 和方向选择器 2910 连接。当需要时恒定电流驱动器 2924 的输出电流 2925 可以固定或者可以调节。在示范性实施例中，电源 2906 的输出电压约为 24 伏直流电和输出电流 2925 可高达 2.5 安培。在示范性实施例中，方向选择器 2910 是三位瞬时动作开关，其中心位置是常态位置。选择器 2910 的一组输出端 2924 与可选择限位开关 2920 和 2922 连接，这两个开关又与抑制电路 2912 和电机 2914 连接。该第一组输出端 2924 给电机 2914 提供输出电流 2925，如直流齿轮电机。

第二组输出端 2926 从电源 2906 给抑制电路 2918 和离合器线圈 2916 提供输出电压。当选择器 2910 在中心位置时，能量不提供给电机 2914，离合器 2916 或它们的相关元件。选择器 2910 的输出端相互交叉连接，当在第一非中心位置时，选择器 2910 以第一极性向抑制电路 2912 和电机 2914 提供恒定电流驱动器 2924 的输出，允许电机以预定方向旋转。由于上述的交叉连接，移动选择器 2910 到第二非中心位置，向抑制电路 2912 和电机 2914 提供恒定电流驱动器 2924 的输出，其极性与第一极性相反。又，电机 2914 将以相反的方向旋转，为当第一极性电压加在电机 2914 上的相反方向。每当选择器 2910 不在中心位置时，离合器线圈 2916 即被通电并且接合。

由电机 2914 产生的转矩与通过选择器 2910 由恒定电流驱动器 2924 提

供的电流成比例。该转矩通过离合器 2928 传递给机械负载（未示出）。如上所述，当选择器 2910 在中心位置时，电机 2914 不通电，不产生转矩，离合器 2918 不接合。因此，机械负载是浮动的（即，自由移动，不管是通电，还是不通电，没有由需要反向驱动电机和齿轮箱而施加的约束）。另一方面，当选择器 2910 不在中心位置时电机 2914 通电并且离合器 2918 接合。因为提供给电机 2914 的电流是恒定的，所以由电机 2914 输出的转矩同样是恒定的。但是，如上所述，恒定电流驱动器 2924 输出的电流是可以调节的。照此，由电机 2914 输出的转矩同样可以调节，并且理想调节是与位于电机要驱动的特殊运动轴上的机械负载相配。为了提高安全性和提供最优化的运行，需要调节转矩。在示范性实施例中，机械负载也可允许浮动，当例如相接或在控制方向或以恒定转矩被驱动时是需要的。

当限制行程时，如到达上/下，顺时针/逆时针，进/出和左右边界时，可选择的限位开关 2920 和 2922 中断电机 2914 的电流。由限位开关 2920 和 2922 中断电流防止在限制的方向上进一步的运动，而与限制的方向相反的运动不受影响。例如，如果电机 2914 在顺时针方向受到限制，电机 2914 在逆时针方向的运动不被禁止。同样的道理能可靠控制所有其它轴的运动。如果不安装限位开关，当选择器 2910 不在中心位置时，电流从选择器 2910 将直接提供给电机 2914。

图 26 是双轴控制电路的简图。在图 26 中，恒定电流驱动器 2924，选择器 2910，电机 2914，离合器 2916，可选择的限位开关（图 26 中所示 3004，3006，3008，3010）和抑制电路 2912，2918 都是一样的。在图 26 的示范性实施例中，第一驱动电路 3000 提供旋转动力和第二驱动电路 3002 提供垂直动力，分别如图 20 和 23 所讨论的。

在示范性实施例中，为容易和精确定位，试验头将保持失重状态。设置一个安全锁定装置，通过将主臂固定到垂直导轨 738 上而使试验头保持在一给定的垂直位置上。鉴于试验头的重量和/或配重，如果系统失去平衡而在垂直锁定状态中时，如果操纵者试图释放锁定装置，主臂仍将保持锁定状态是理想的。

参照图 27A - 31，图示了示范性的锁定系统 3100。在图 27A - 27C 中，图示了锁定系统 3100 与主臂 736 和垂直导轨 738 内部关系的各个视图。锁定系统 3100 通过连接装置 3128，如螺钉，与主臂 736 的后表面连接。另外

主臂 736 的后表面连接着允许主臂 736 沿垂直导轨 738 运动的滑道 3112。

锁定系统 3100 包括与轴 3116 的一端连接的锁定手柄 3102，带有一个使轴 3116 通过的孔的安全块 3110，与卡钳 3122 连接的轴承 3113 并且为轴 3112 提供轴承受面，以使轴可在其中沿其纵轴旋转，带有一个使轴 3116 通过的孔 3105 的锁定块 3104，和一个连接在轴 3116 另一端的螺纹圆筒 3120。轴 3116 的螺纹 3117 沿轴 3116 的长度延伸一部分。螺纹圆筒 3120 在孔 3105 中适配，当轴 3116 沿其纵轴通过手柄 3120 旋转时，依照轴 3116 的旋转方向安全块 3110 和锁定块 3104 之间的距离增大或者减小。例如，当轴 3116 顺时针旋转时，安全块 3110 和锁定块 3104 相对移动，共同使锁定块 3104 加到垂直导轨 738 侧壁上的压力增加，下面将详细讨论。相反地，当轴 3116 逆时针旋转时，安全块 3110 和锁定块 3104 反向移动，释放由锁定块 3104 加到线性导轨 738 侧壁上的压力。

在示范性实施例中，轴 3116 位于与线性导轨 738 和锁定手柄 3120 棘轮的轴垂直的枢轴中，使用手以最小的力达到快速锁定和释放。

参照图 28A，28B 和 29，图示了锁定装置 3100。在图 28A 中，锁定块 3104 包括连接在支点 3124 上的卡钳 3122。卡钳 3122 中的每一个位于线性导轨 738 的相对侧，每一个具有使轴 3116 通过的间隙孔。当轴 3116 面对锁定块 3104 绷紧时，靠近安全块 3110 的卡钳 3122 旋转，以顺时针方向，如上所示，绕支点 3124 旋转，并且与垂直导轨 738 接触。同样地，靠近锁定块 3104 的卡钳 3122 以顺时针方向，如上所示，绕支点 3124 旋转并且与垂直导轨 738 接触。面对垂直导轨 738 拧紧卡钳 3122 的组合，将主臂 736 锁在垂直导轨 738 上。

参照图 30 和 31，描述对安全锁 3100 的防故障的结构，在图 30 中，棘爪系统 3130 包括一个安全块 3110。图 31 中更详细地表示，一个棘爪机构 3118 包括一个与轴 3116 连接的齿轮 3130 和安装在安全块 3110 中的棘爪 3132，位于齿轮 3130 的上和下。细长孔 3136，如伸长的锥口孔，在安全块 3110 中形成，其与螺钉 3134 一起提供安全块 3110 与锁定块 3104 的连接。在示范性实施例中，细长孔 3136 是伸长的锥口孔，螺钉 3134 是有肩螺钉。另外偏置弹簧 3126 与安全块 3110 连接，其使得安全块 3110 沿细长孔 3136 相对锁定块 3104 垂直移动。

在通常的条件下，就是当试验头与试验头安装装置连接并且配重（未示

出)与电缆 2410 连接时,试验头的重量和配重互相补偿,因此,螺钉 3134 约在细长孔 3136 的中心且棘爪 3132 不与产 3130 连接,因此允许操作者随意锁定或不锁定主臂 736。通过锁定系统 3100 将试验头锁定在其位置上后试验头被移去时,试图释放主臂 736 可引起主臂 736 猛烈地向上运动,可能伤害操作者和/或损坏仪器。为避免这种情形,当移去试验头时,偏置弹簧 3126 强迫安全块 3110 沿垂直轴向下移动,因此,上棘爪 3132 与齿轮 3130 啮合,因此,防止操作者用手柄 3102 旋转轴 3116 而释放主臂 736。操作者,当认识到试验头被移去时,可重新安装试验头,使得安全块移回到中间位置,再使主臂 736 从垂直导轨 738 被释放。相反地,如果配重(未示出)从电缆 2410 上撤除,或如果电缆折断,偏置弹簧 3126 将强迫安全块 3110 沿垂直轴向上移动,因此,上棘爪 3132 与齿轮 3130 啮合,避免操作者用手旋转轴 3116 而开锁主臂 736,从而避免伤害操作者和/或损坏设备。

当图示和描述了本发明的优选的示范性的实施例后,可以理解这样的实施例只是示范性的,本领域的技术人员在没有脱离本发明构思的条件下可进行各种改进、变化和替代。因此,所附权利要求覆盖落在本发明构思和范围中的所有这样的变化。

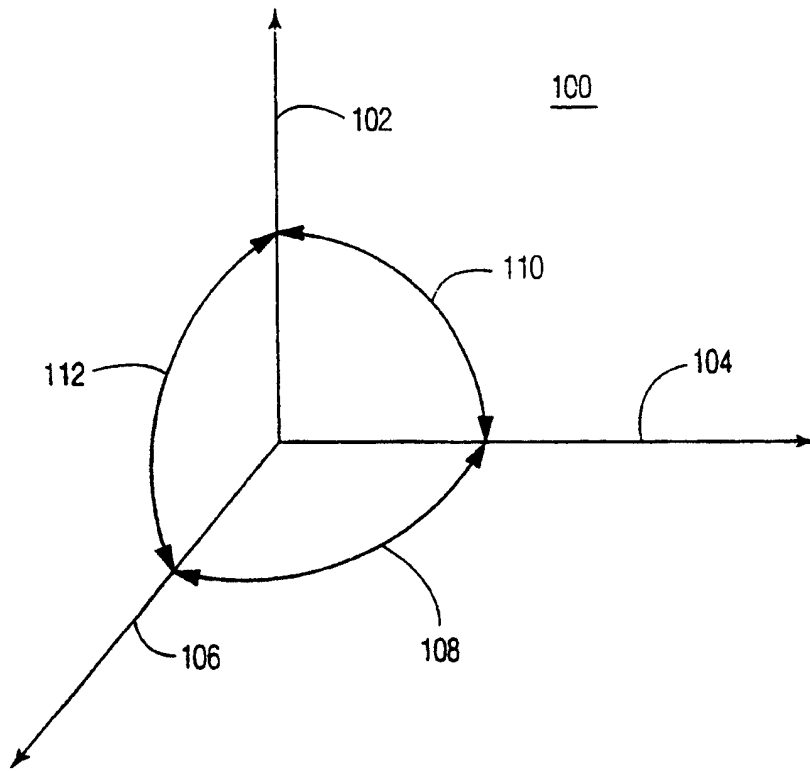


图 1

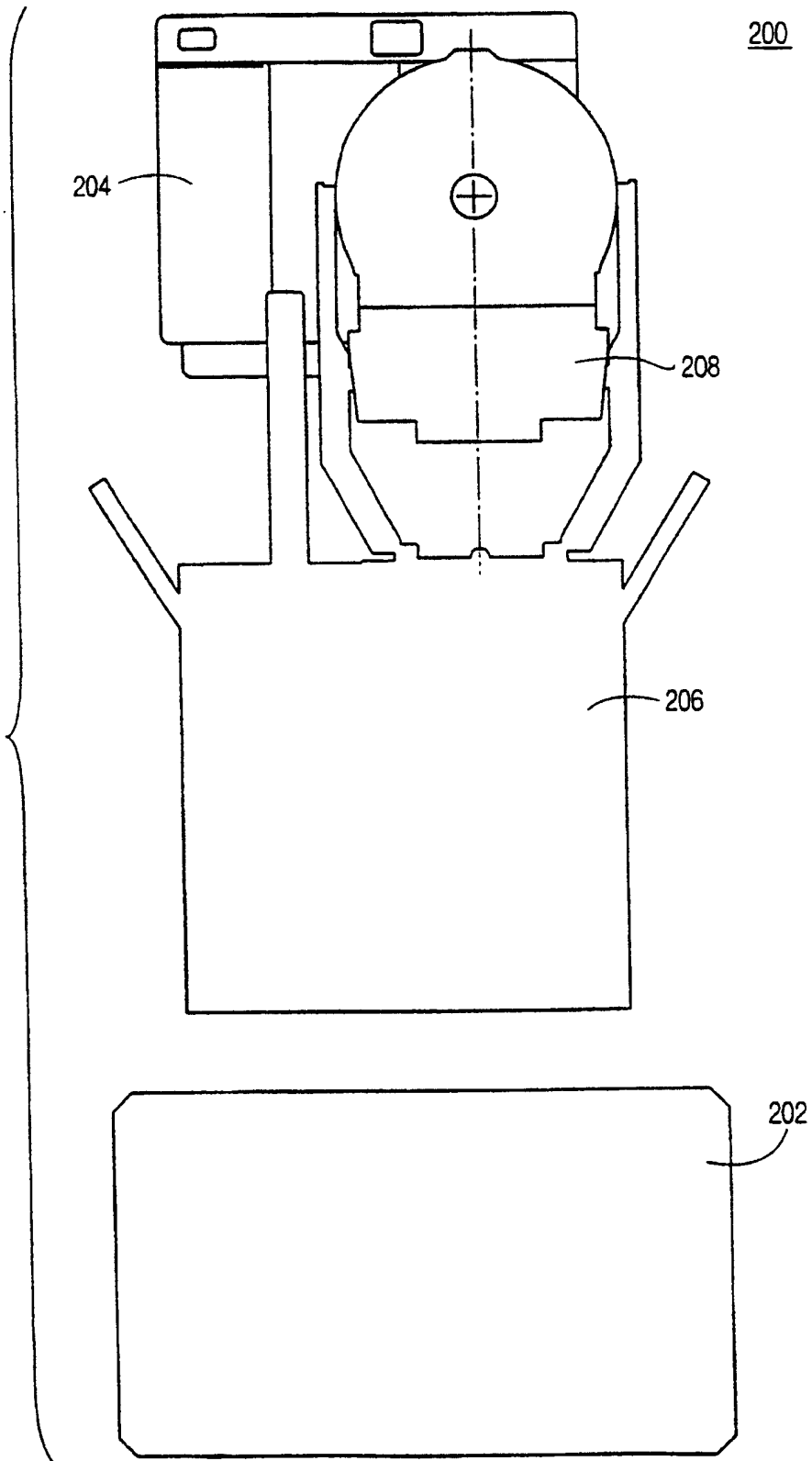


图 2

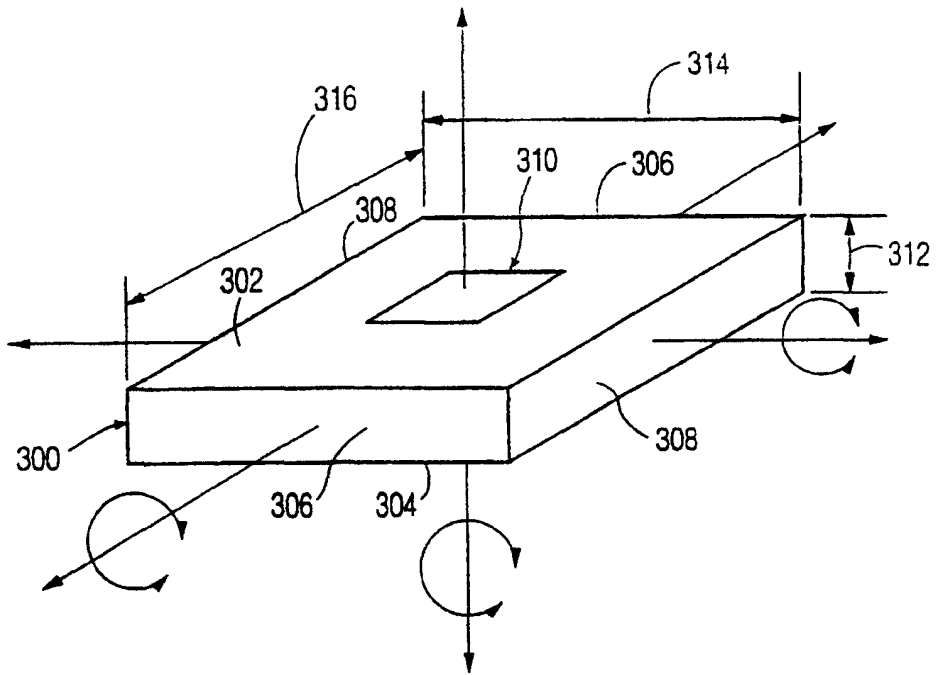
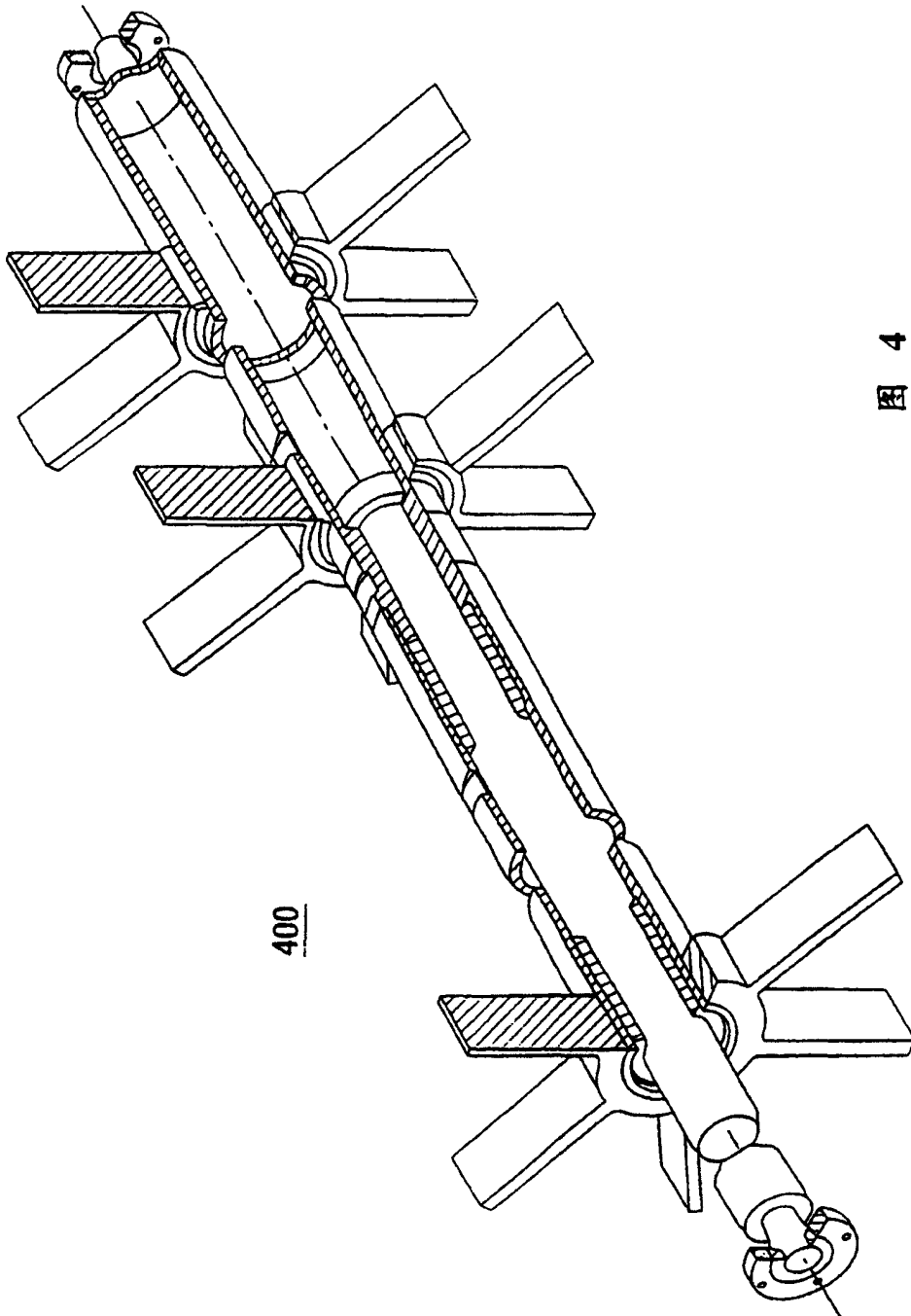


图 3



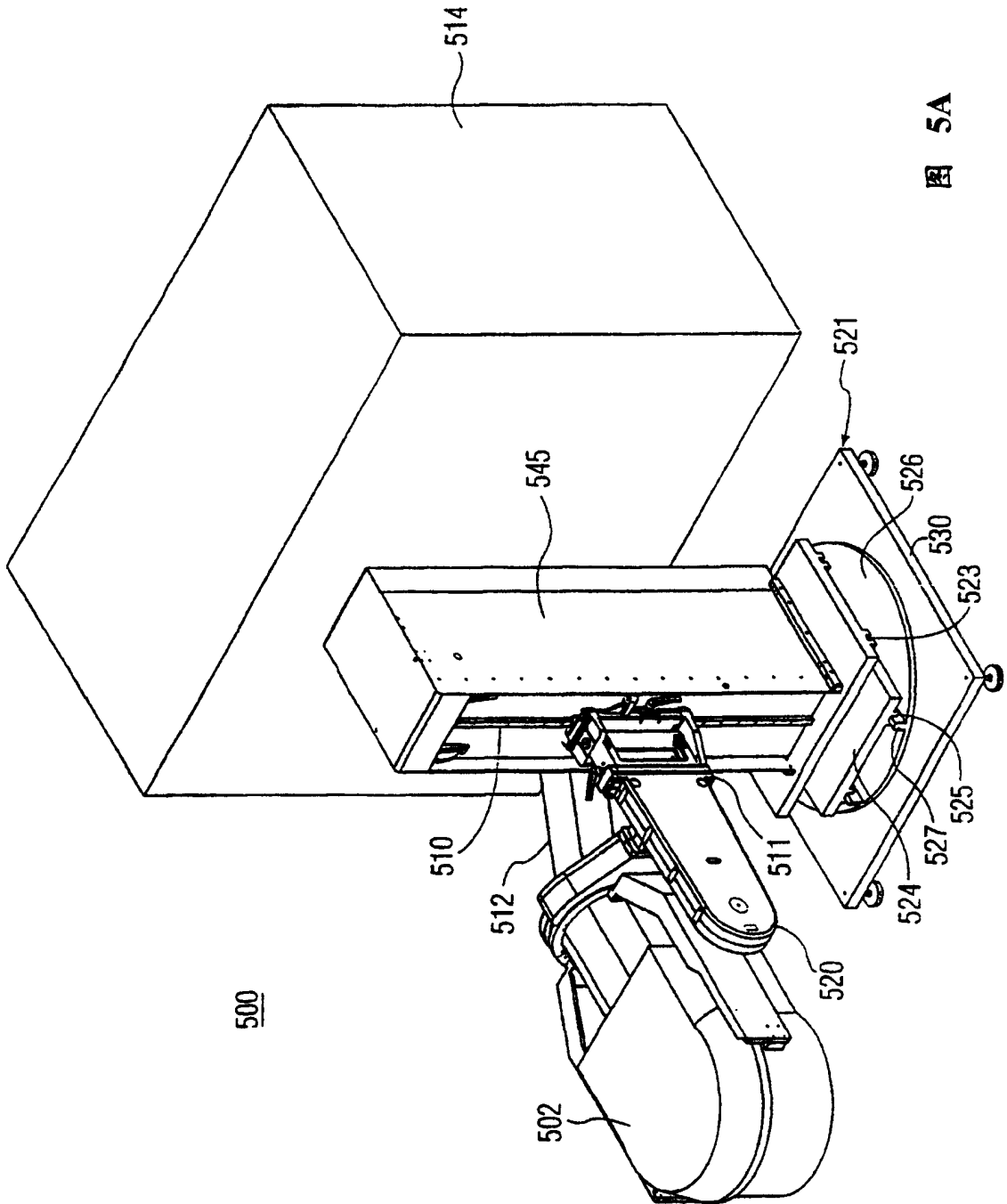


图 5A

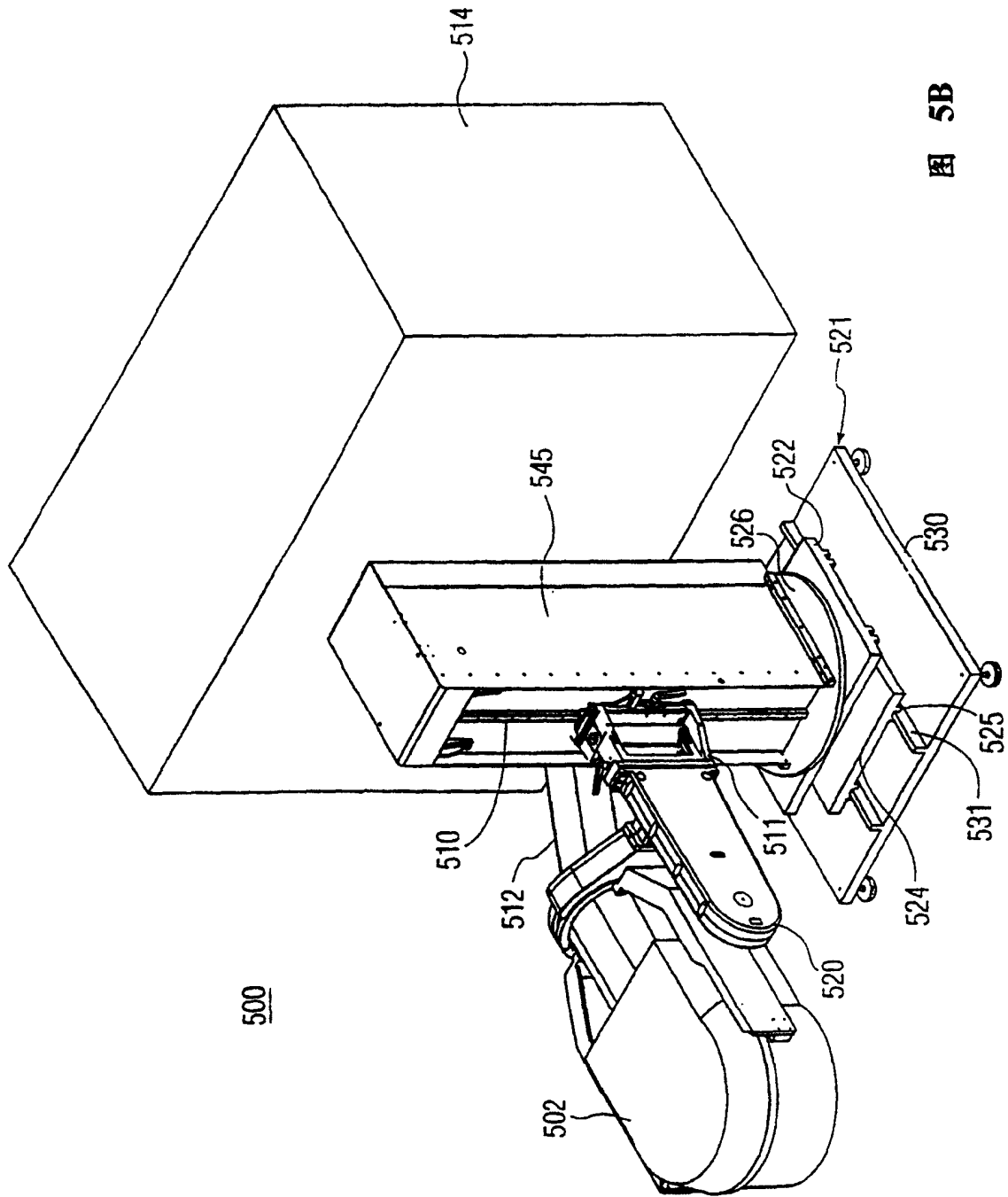


图 5B

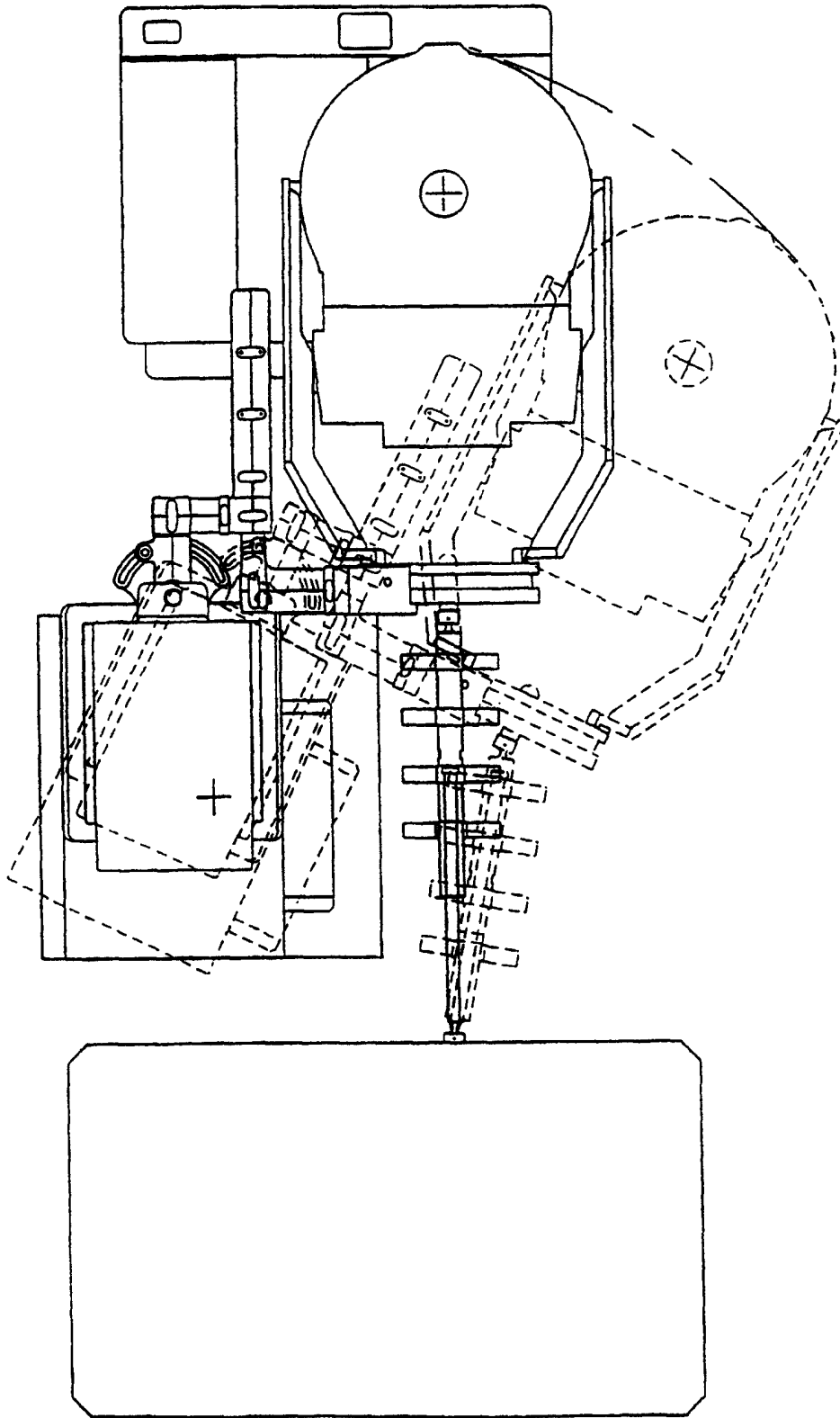


图 6

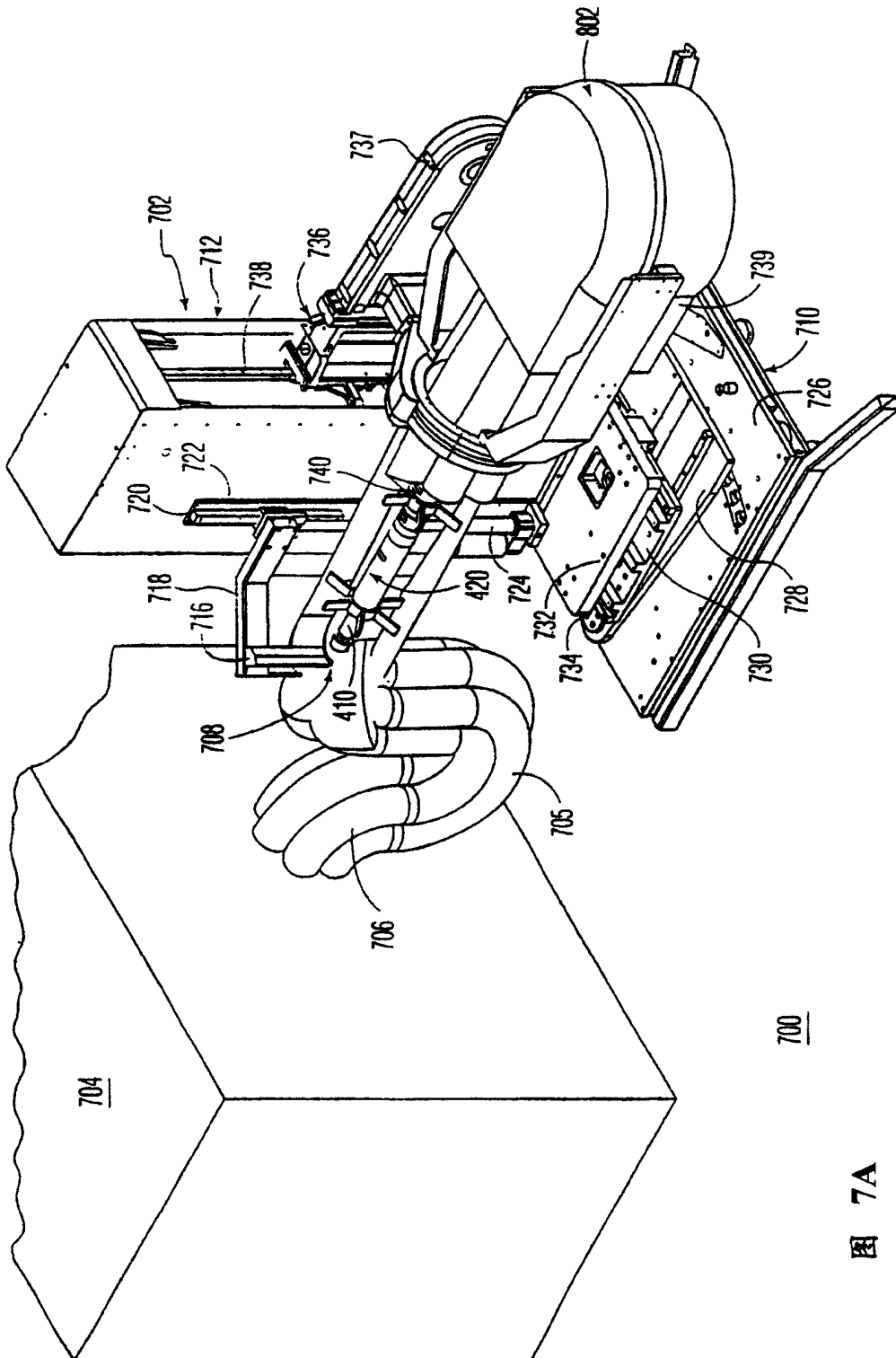


图 7A

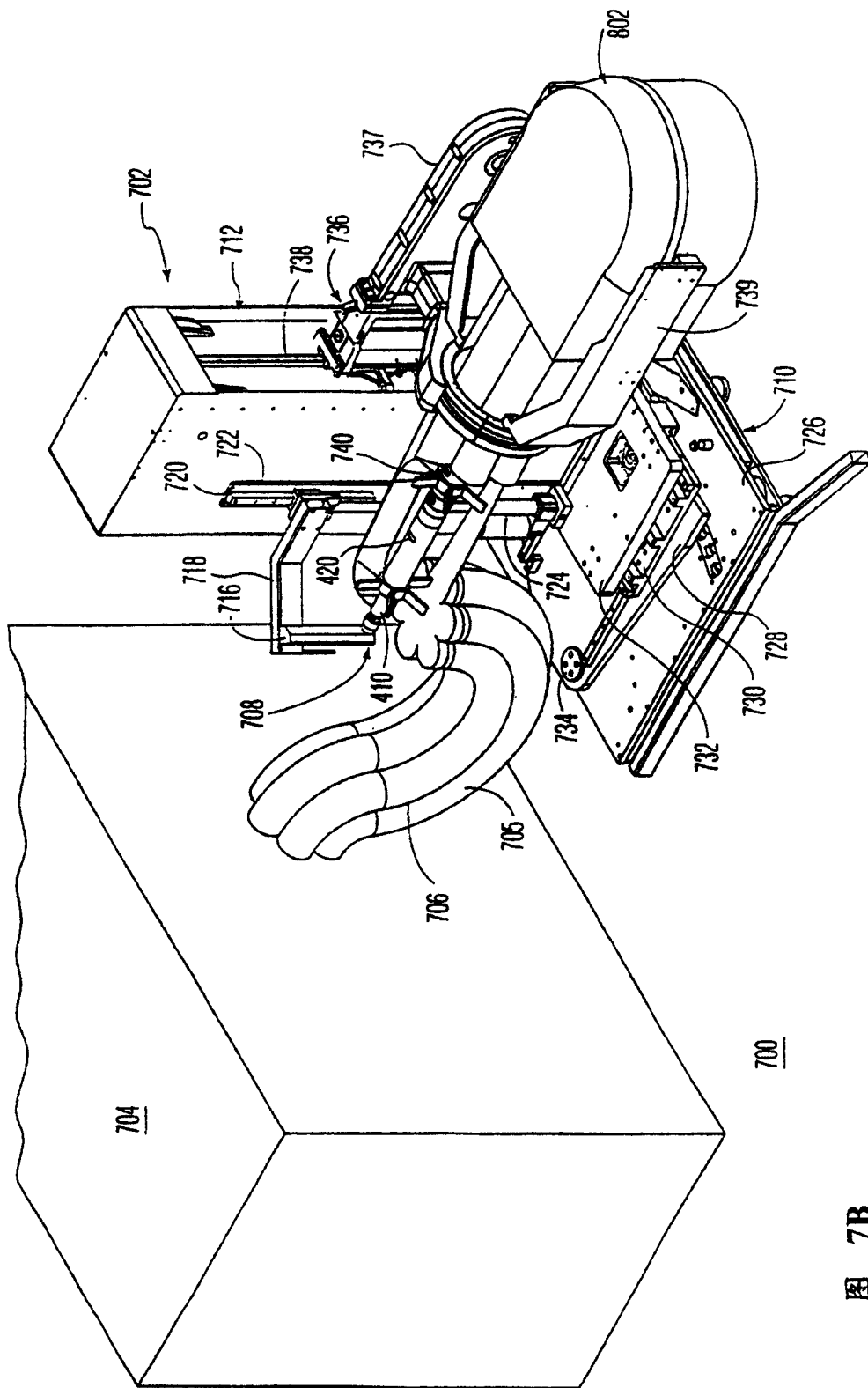


图 7B

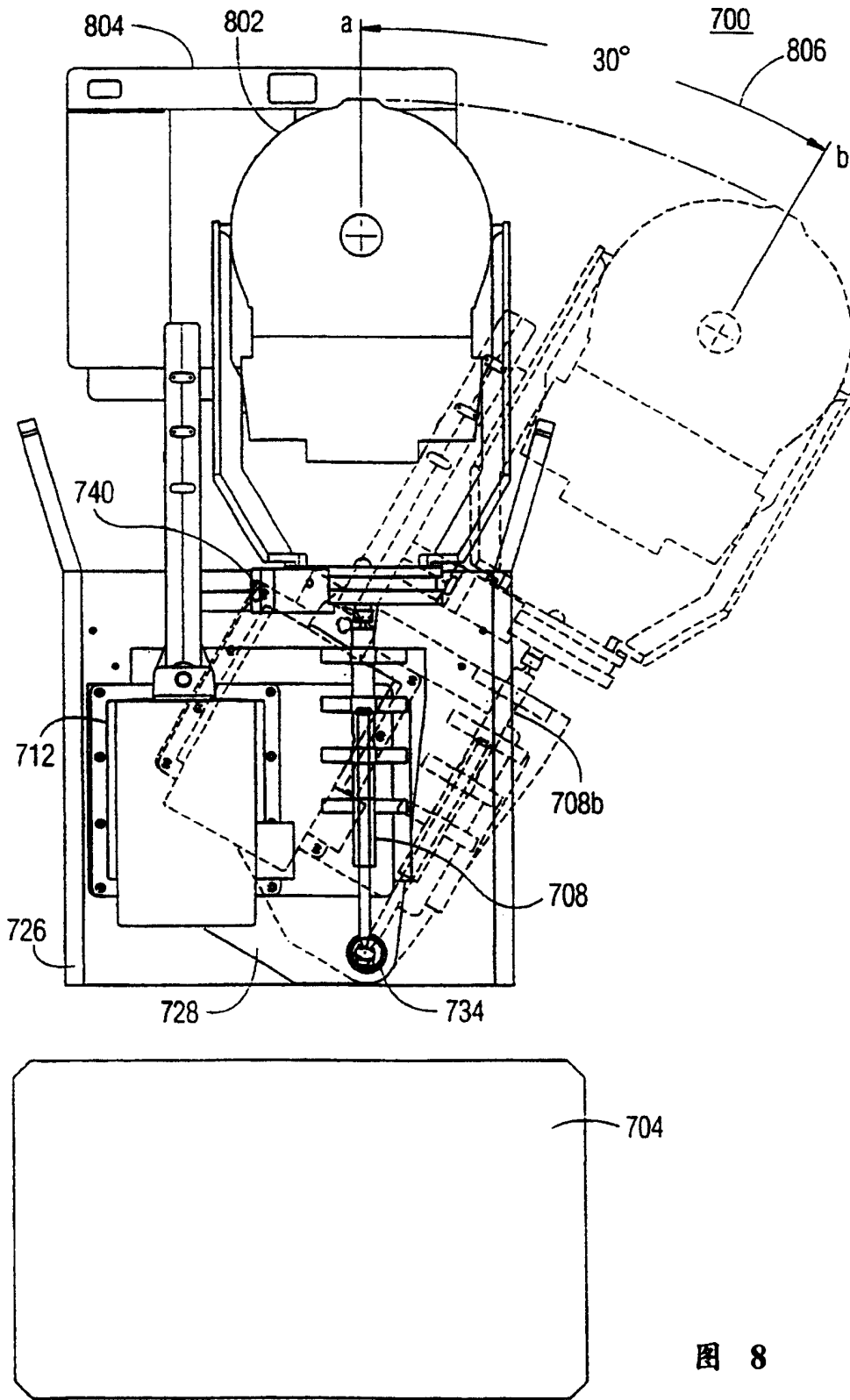
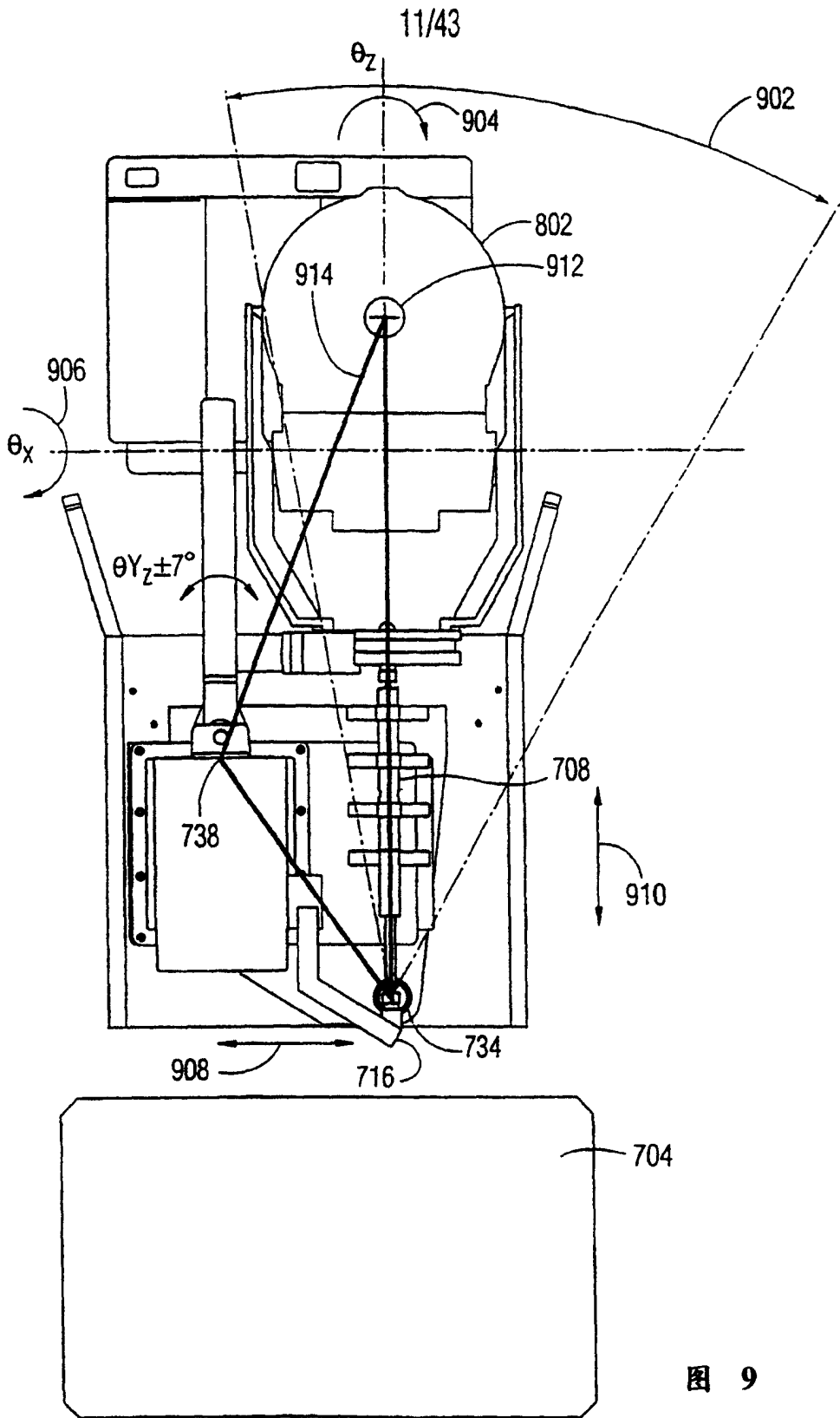


图 8



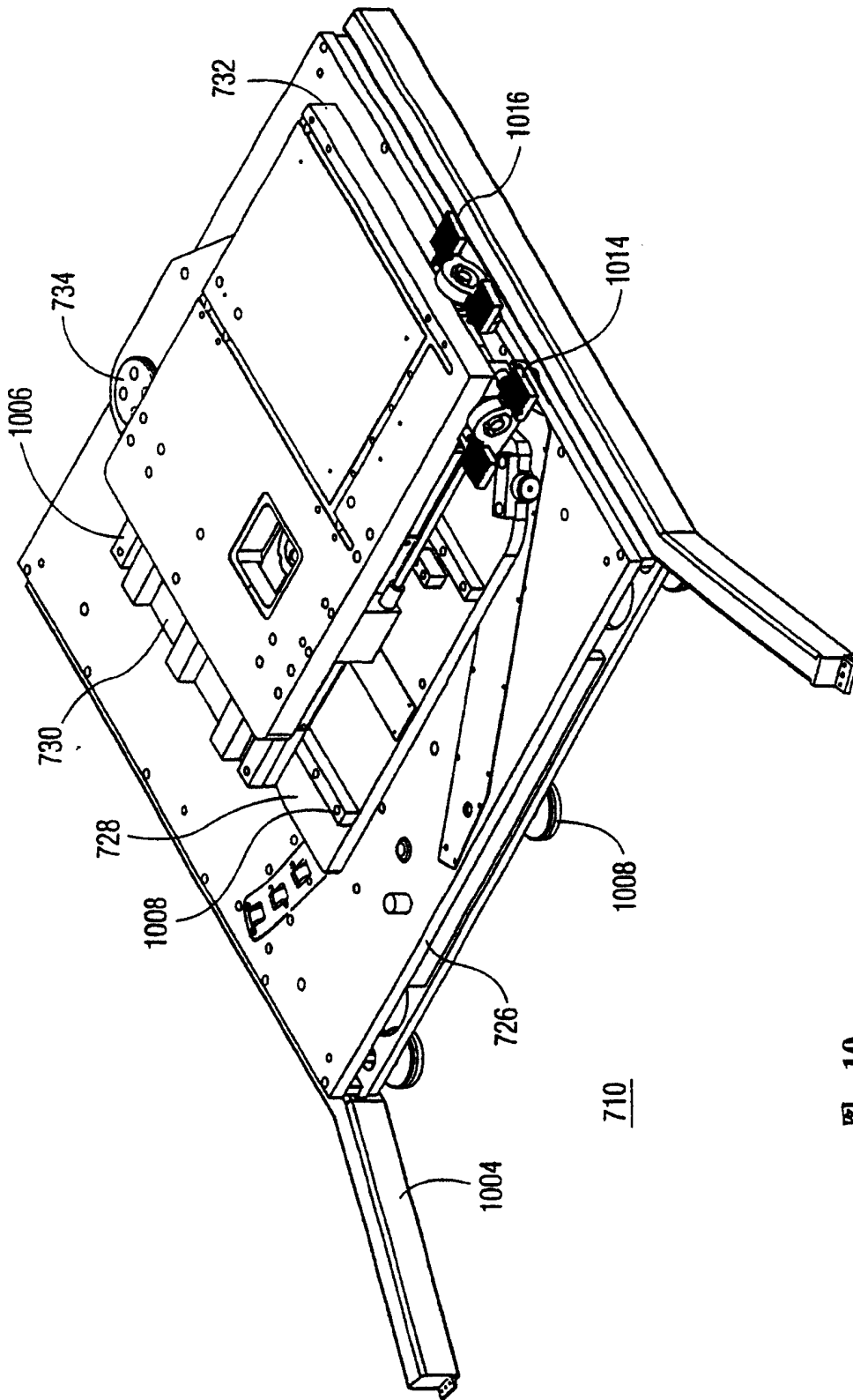


图 10

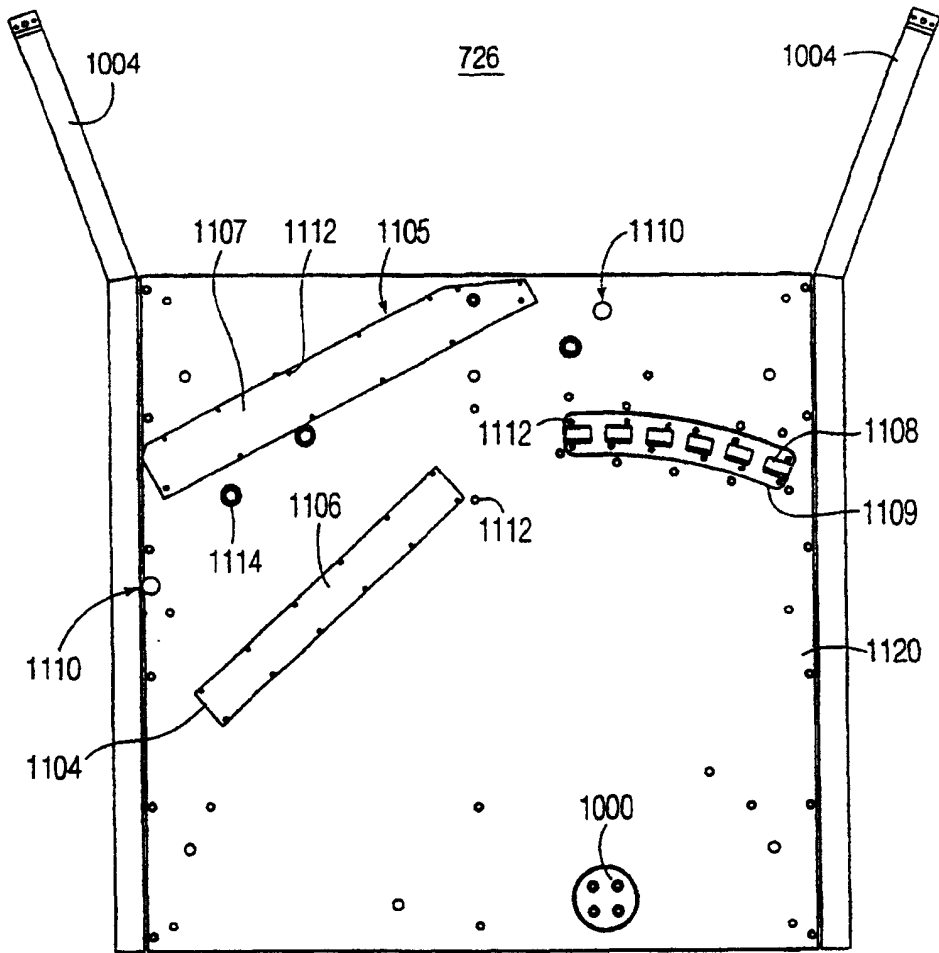


图 11A

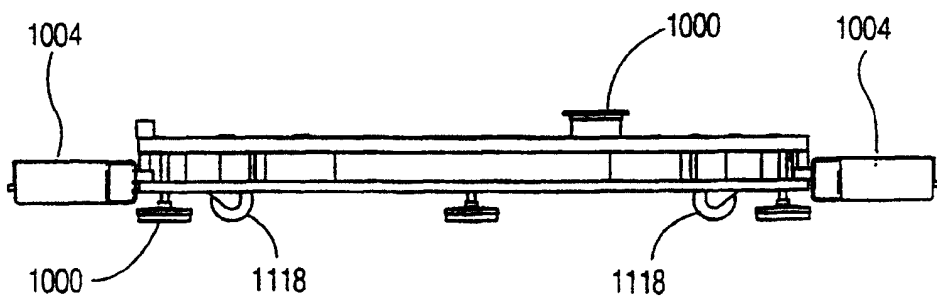


图 11B

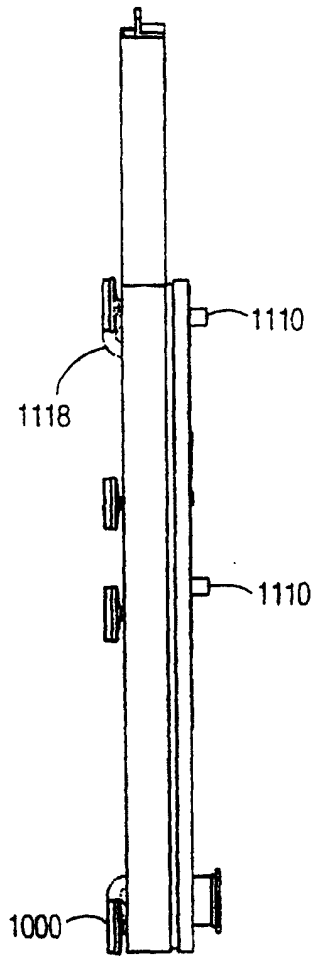


图 11C

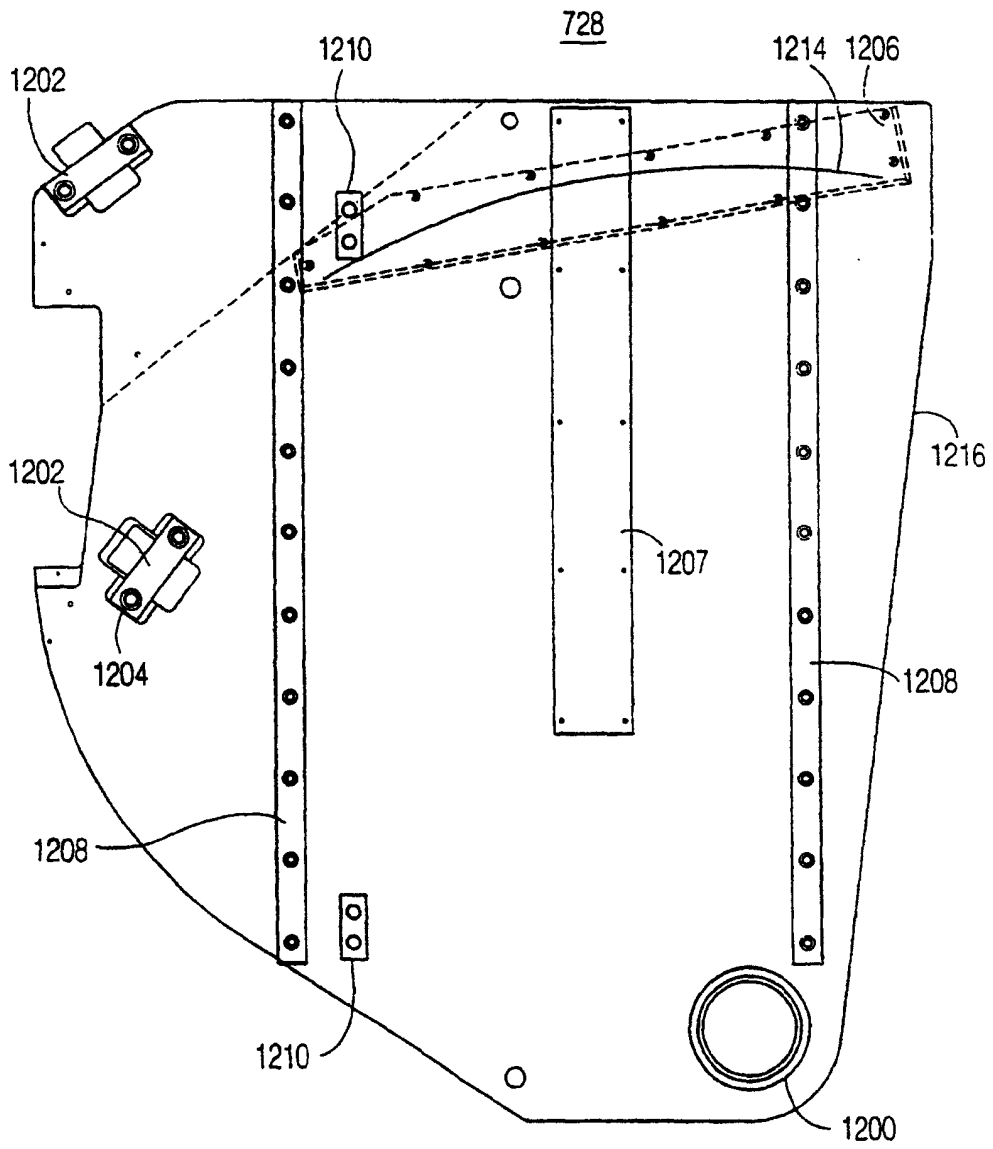


图 12A

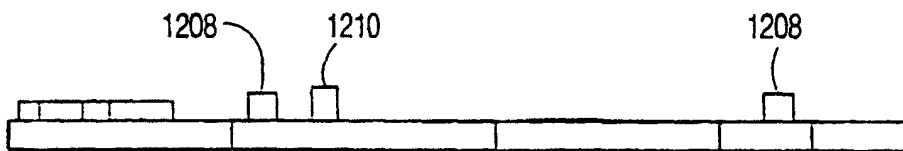


图 12B

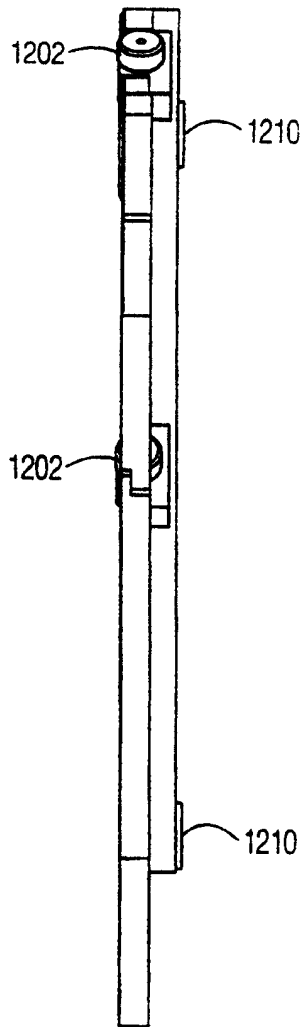


图 12C

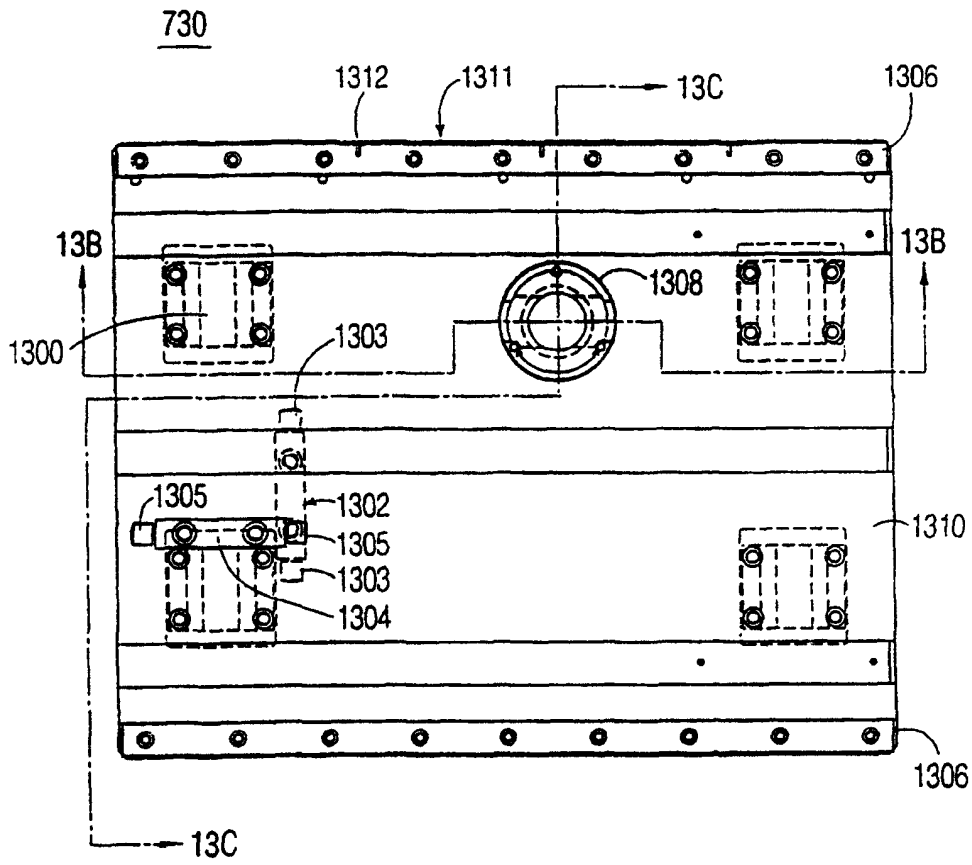


图 13A

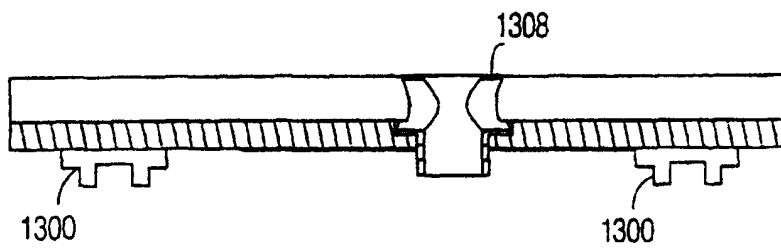


图 13B

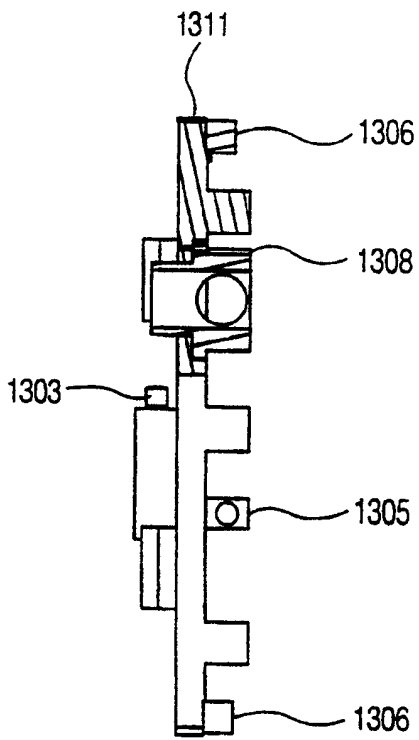


图 13C

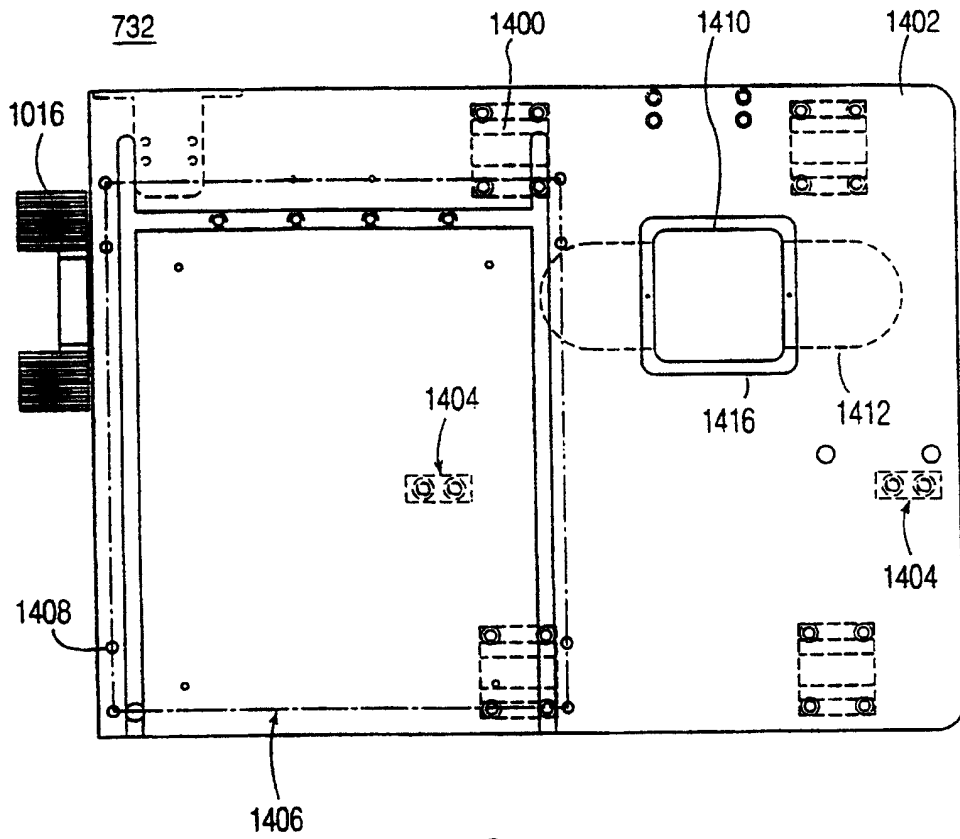


图 14A

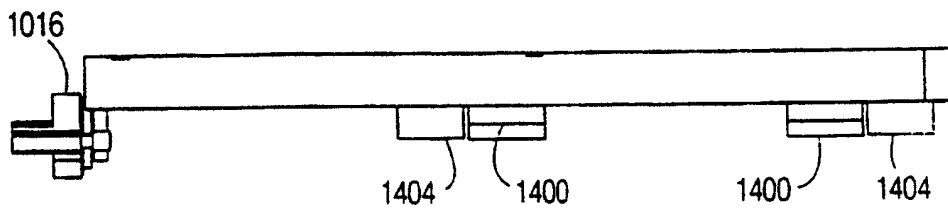


图 14B

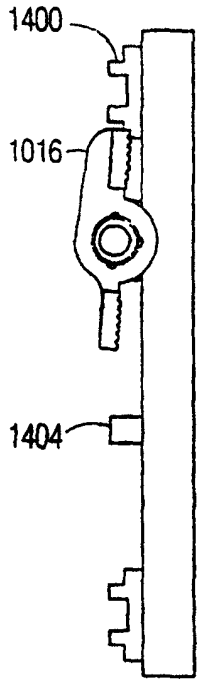


图 14C

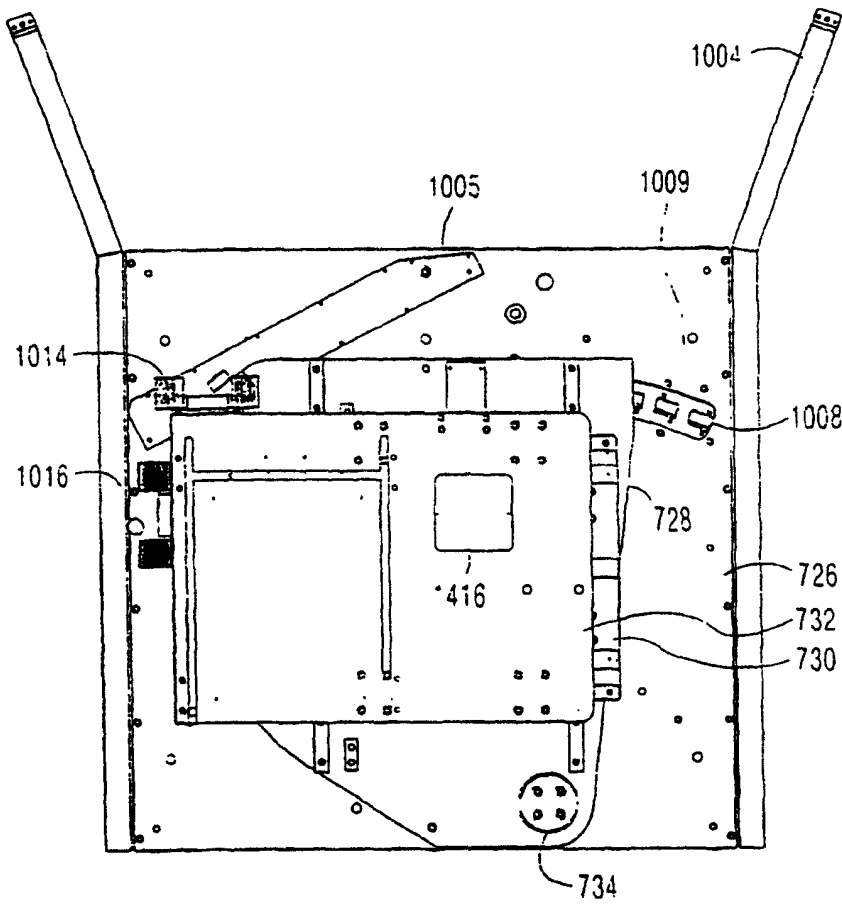


图 15A

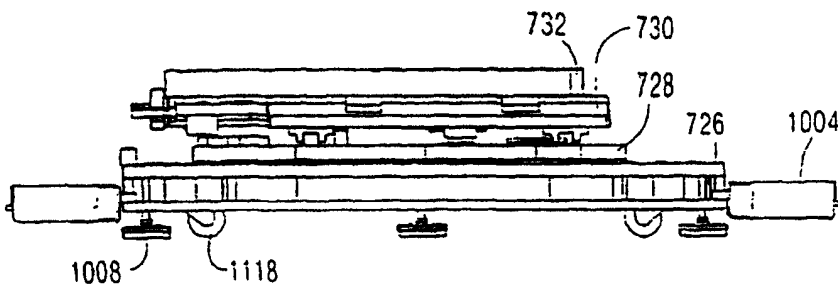


图 15B

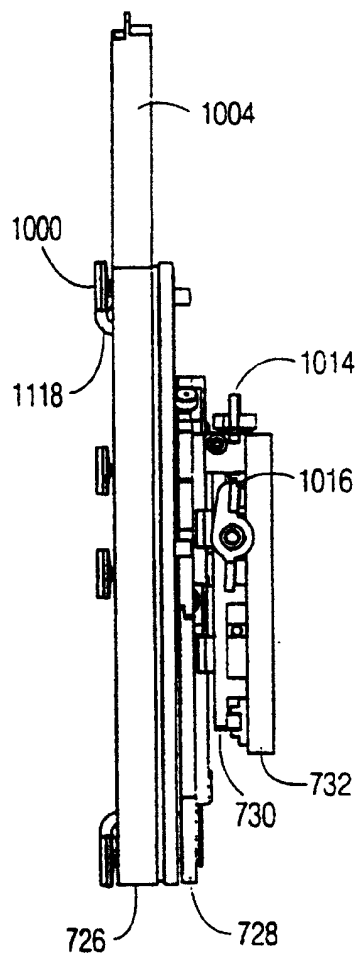


图 15C

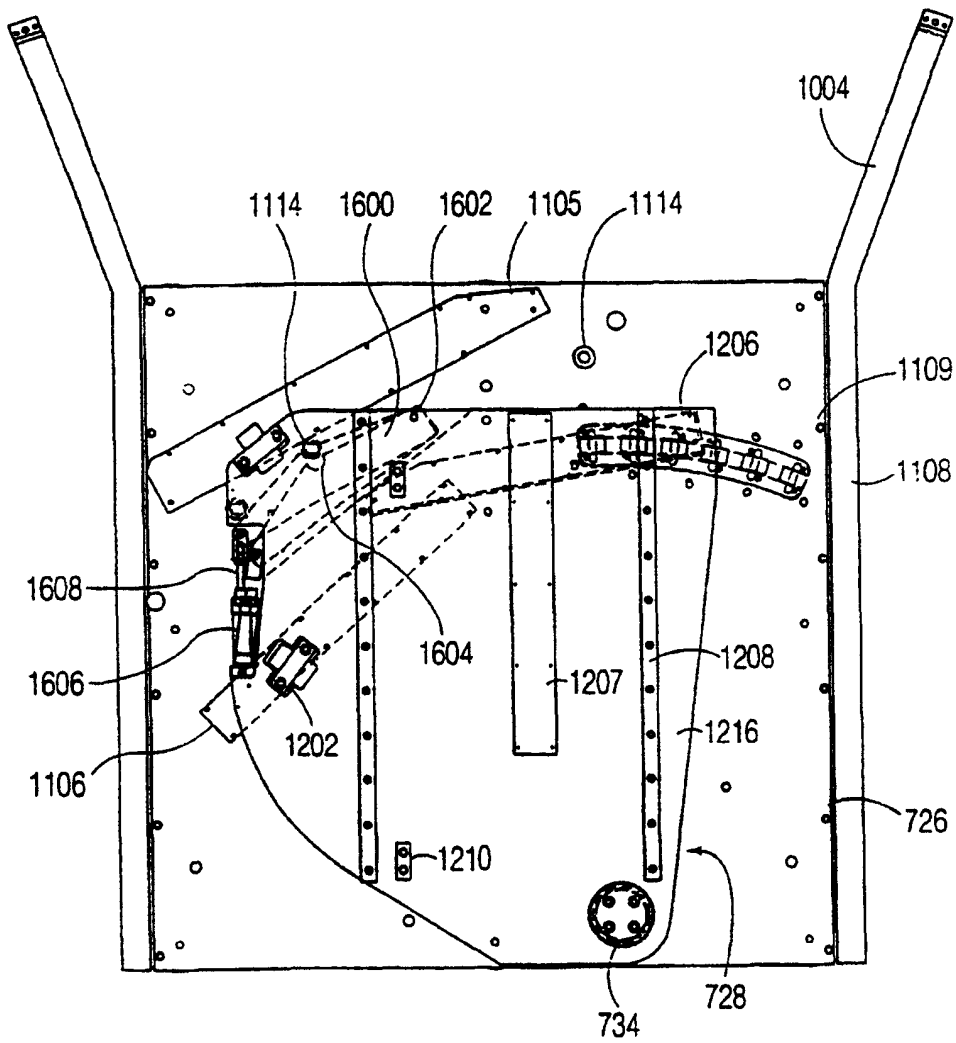


图 16A

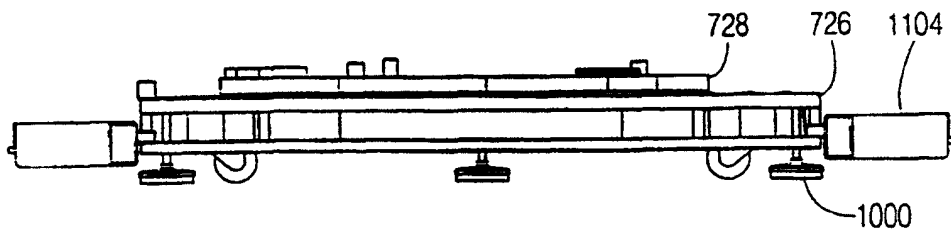


图 16B

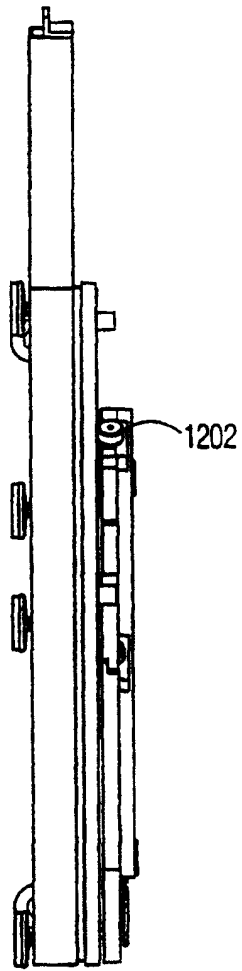


图 16C

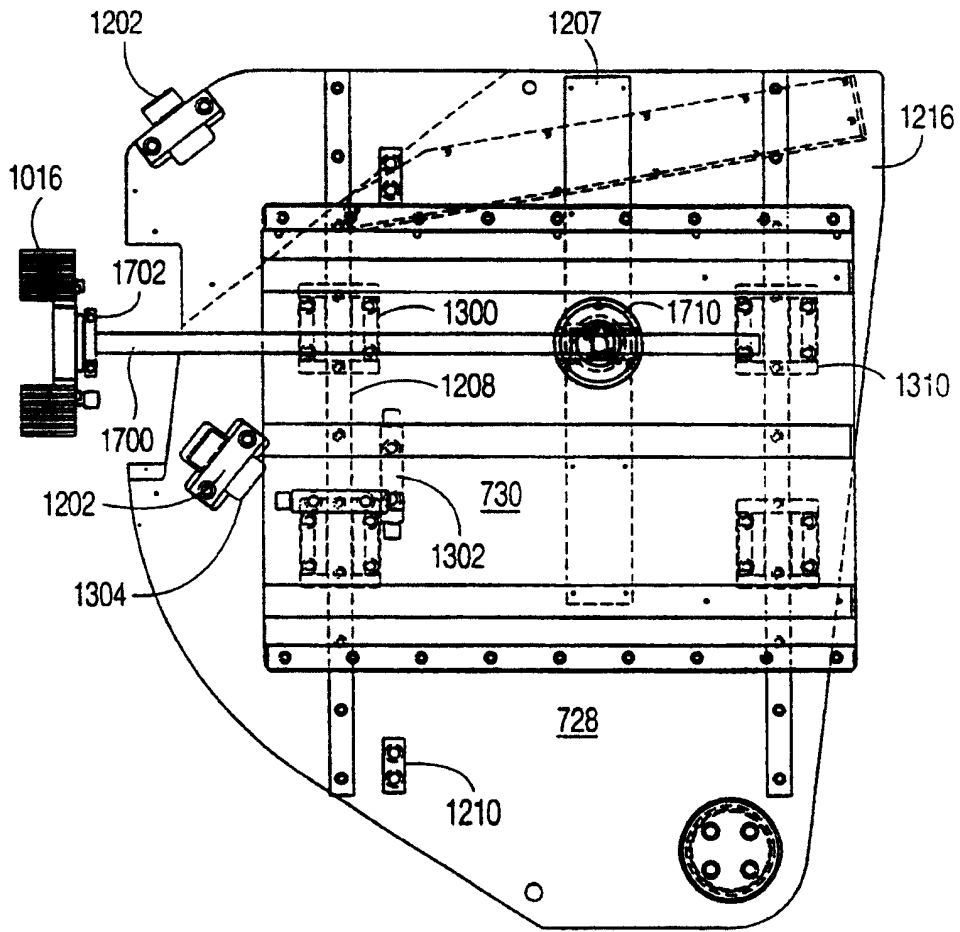


图 17A

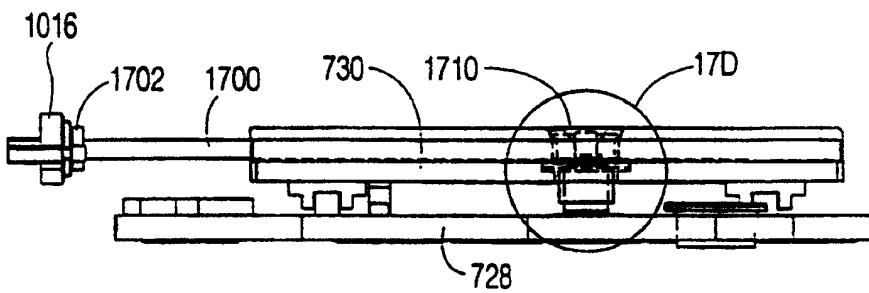


图 17B

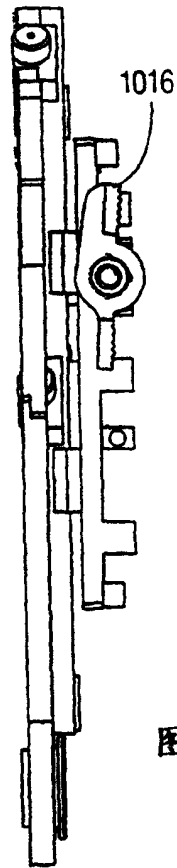


图 17C

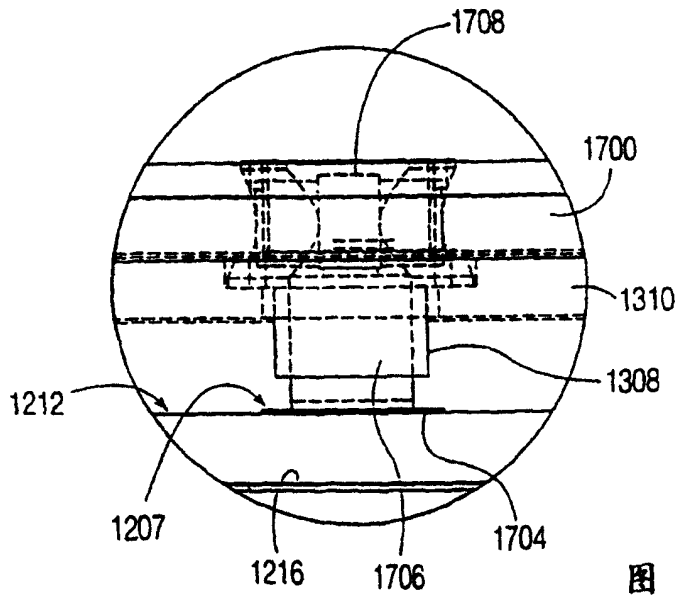


图 17D

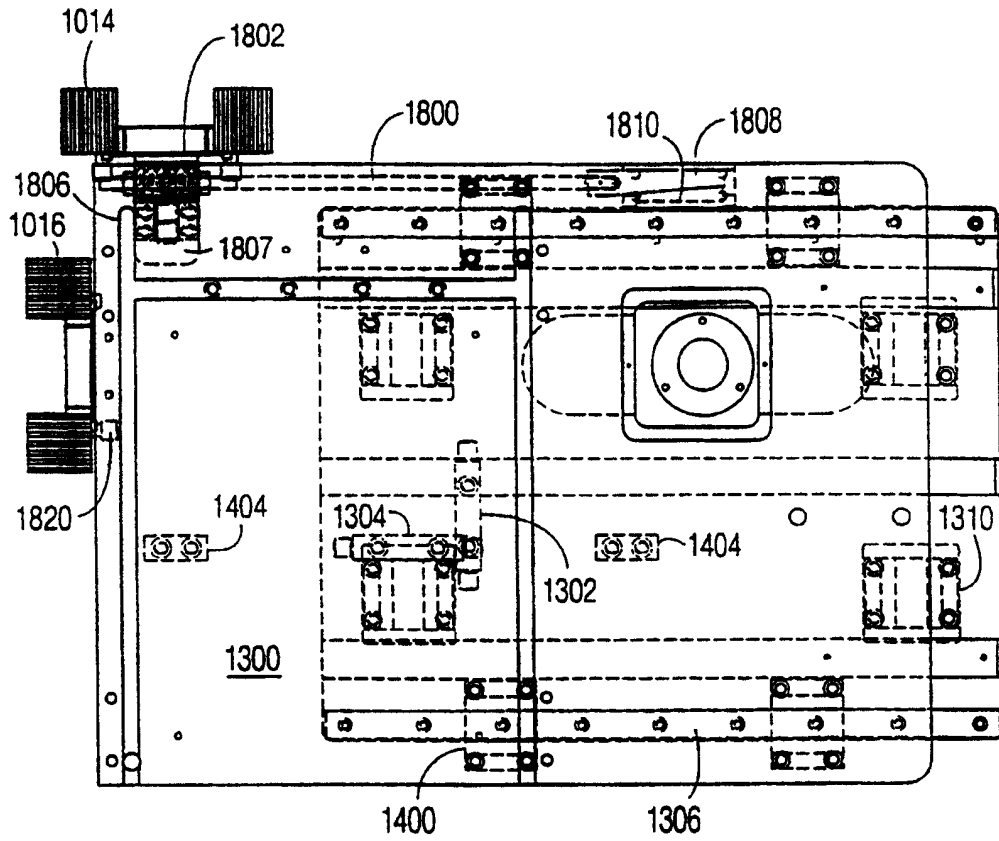


图 18A

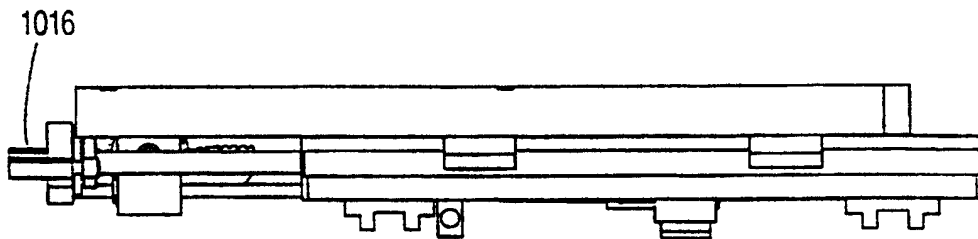


图 18B

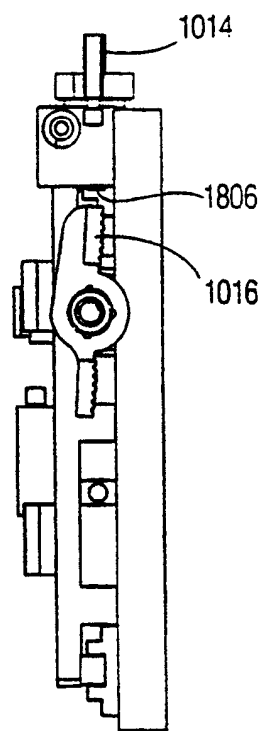


图 18C

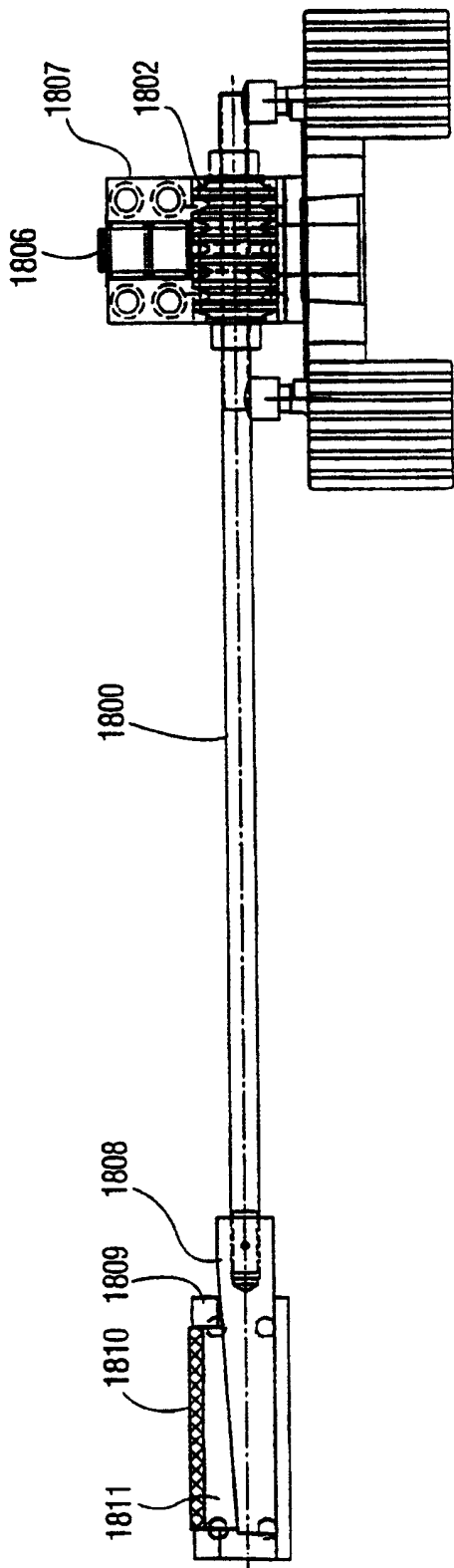


图 19A

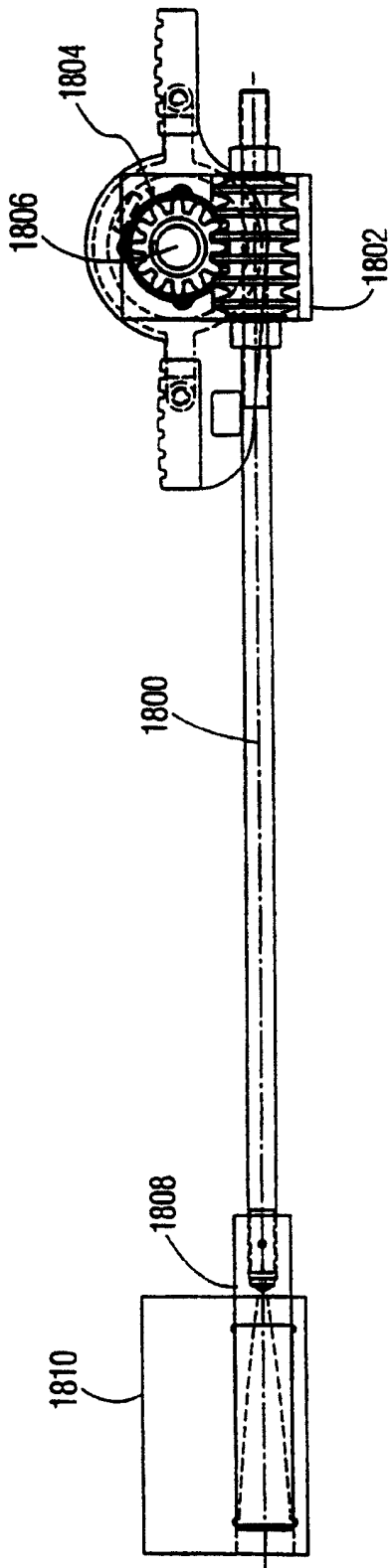


图 19B

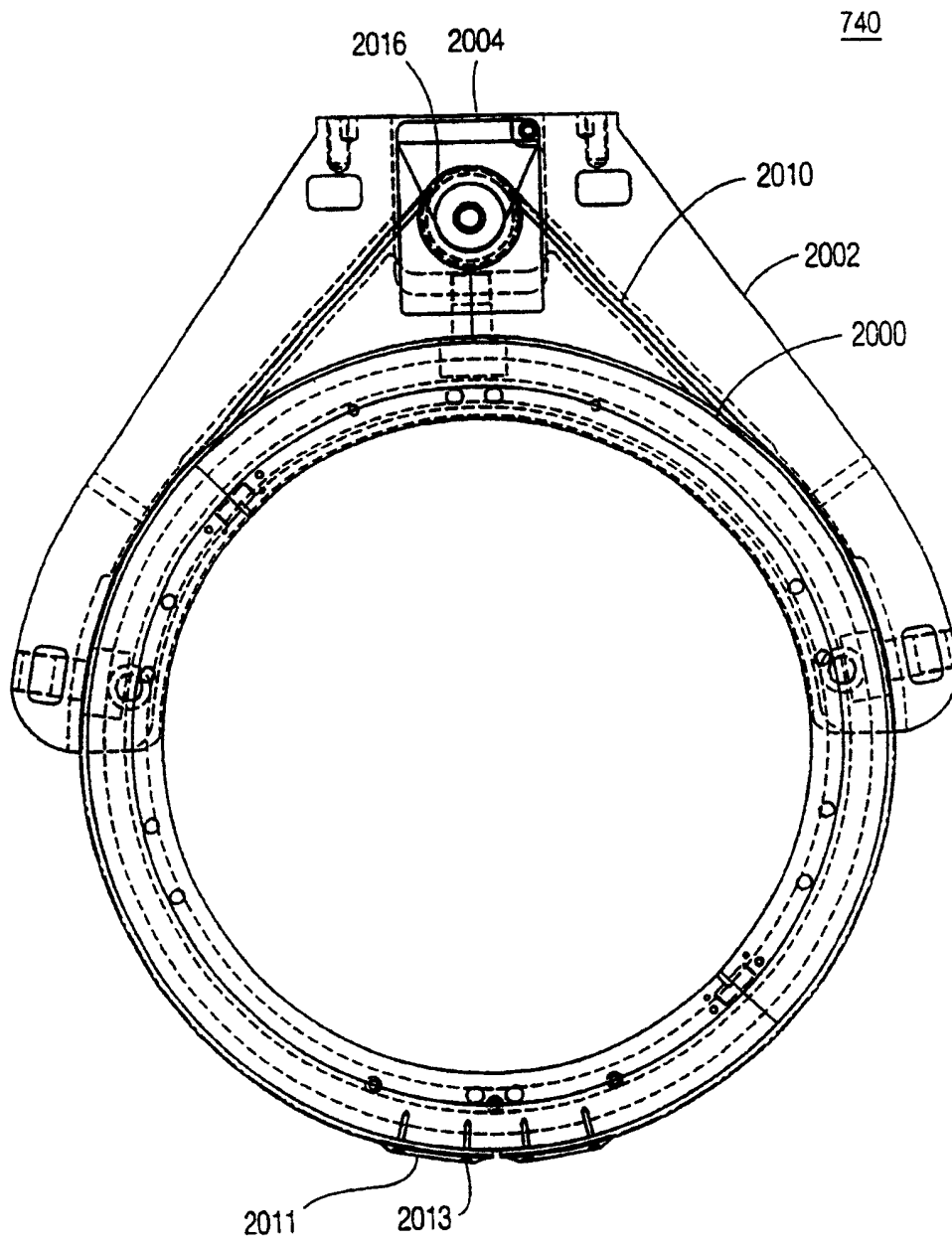


图 20

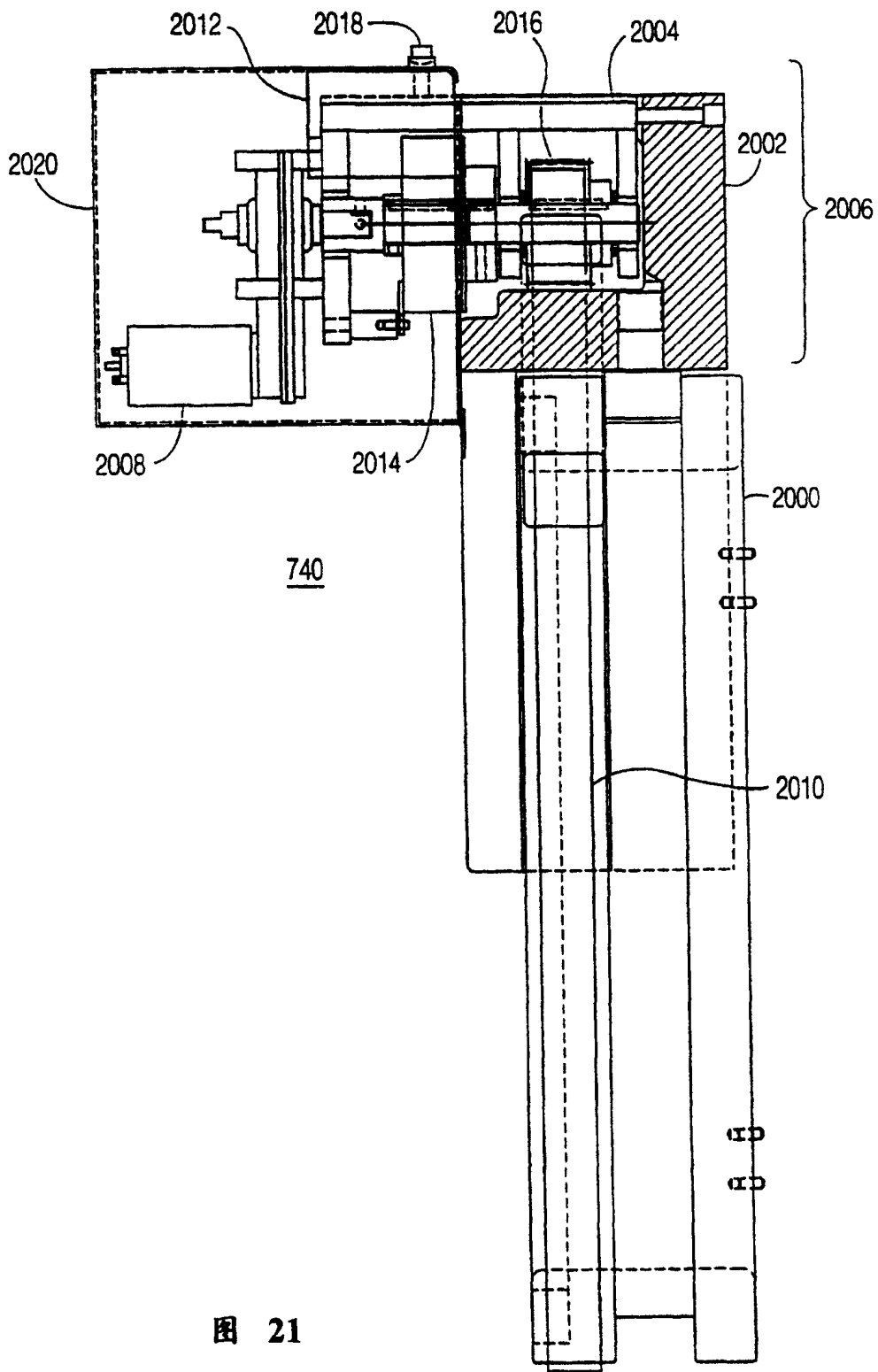


图 21

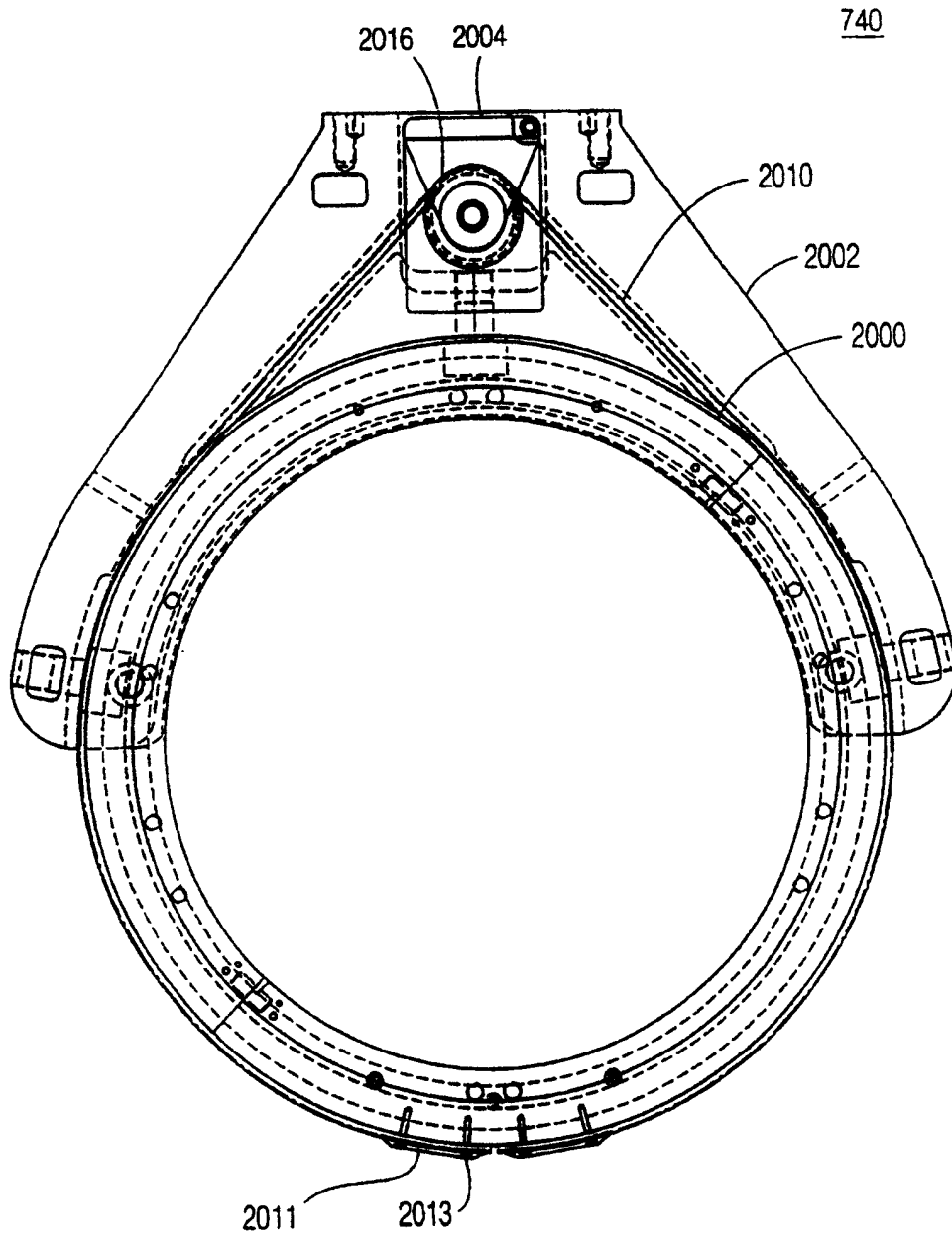


图 22

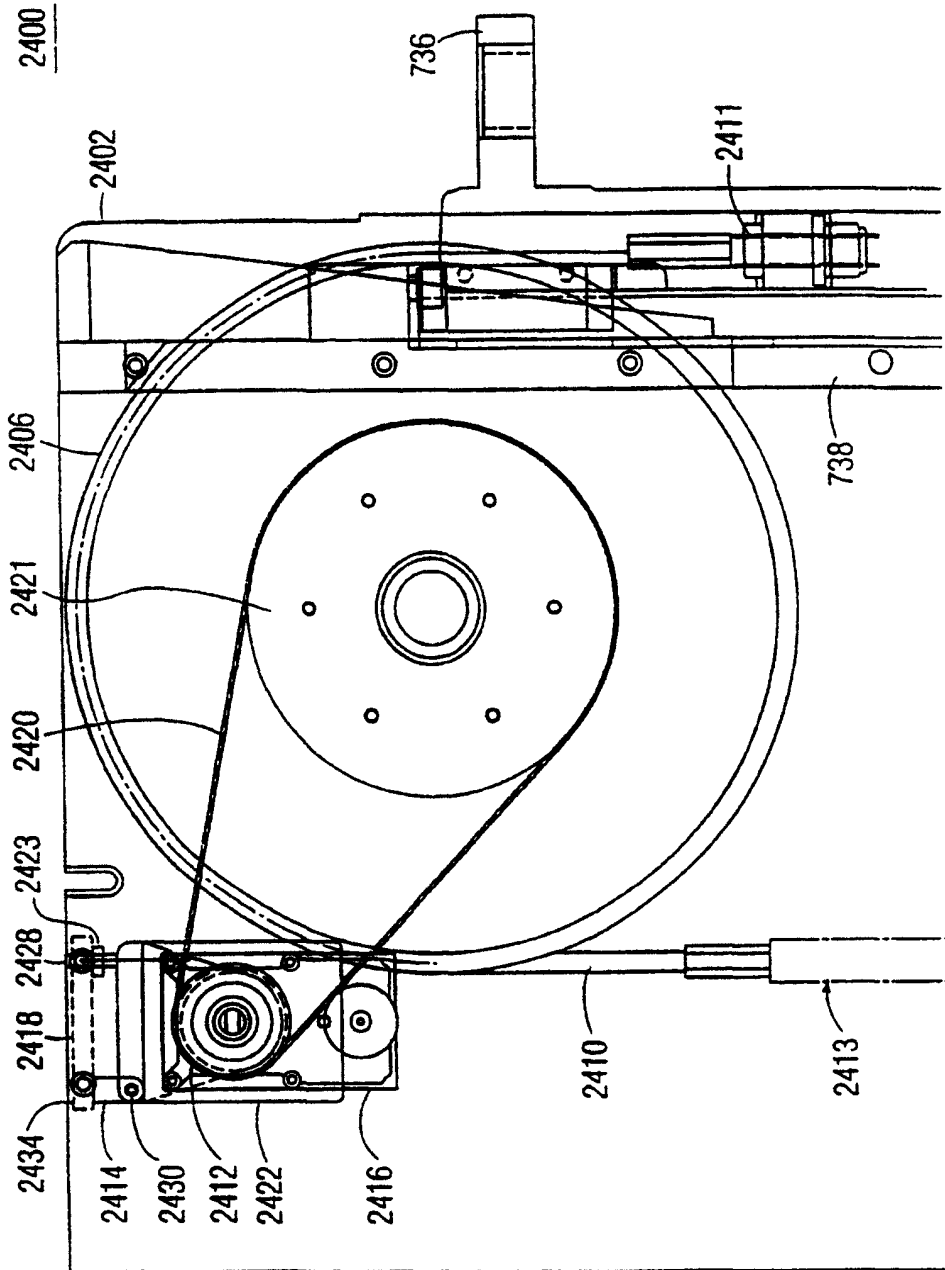


图 23

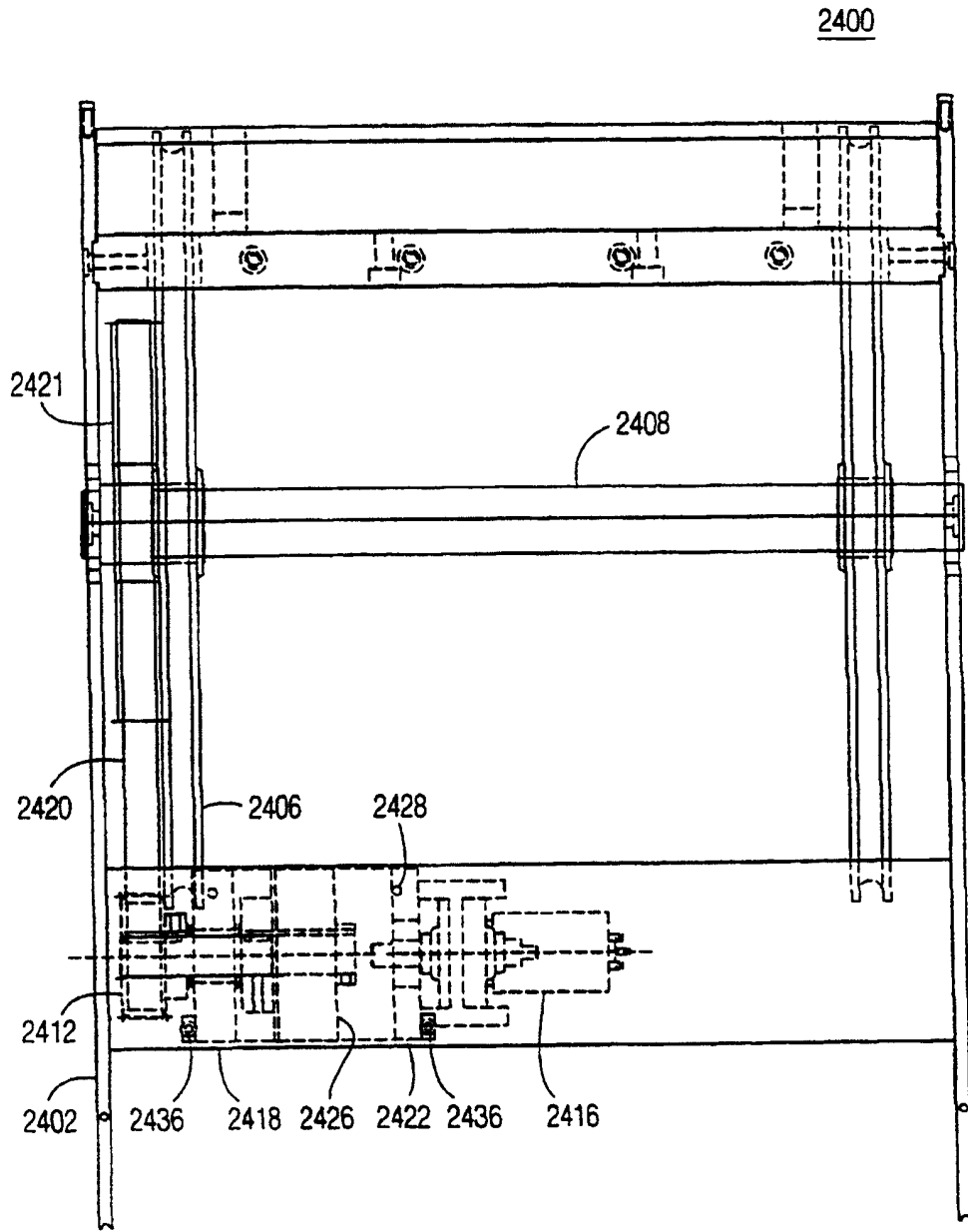


图 24

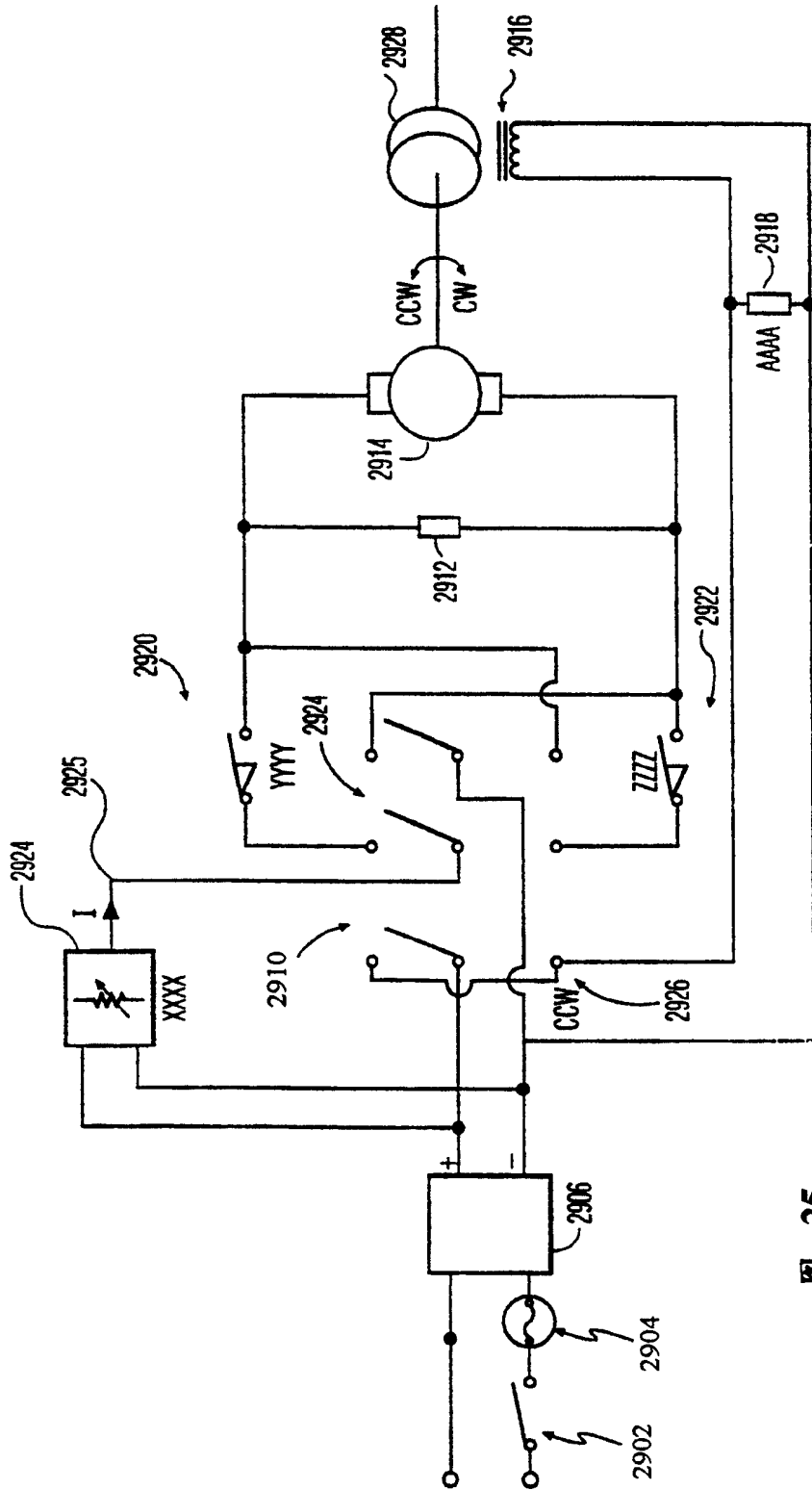


图 25

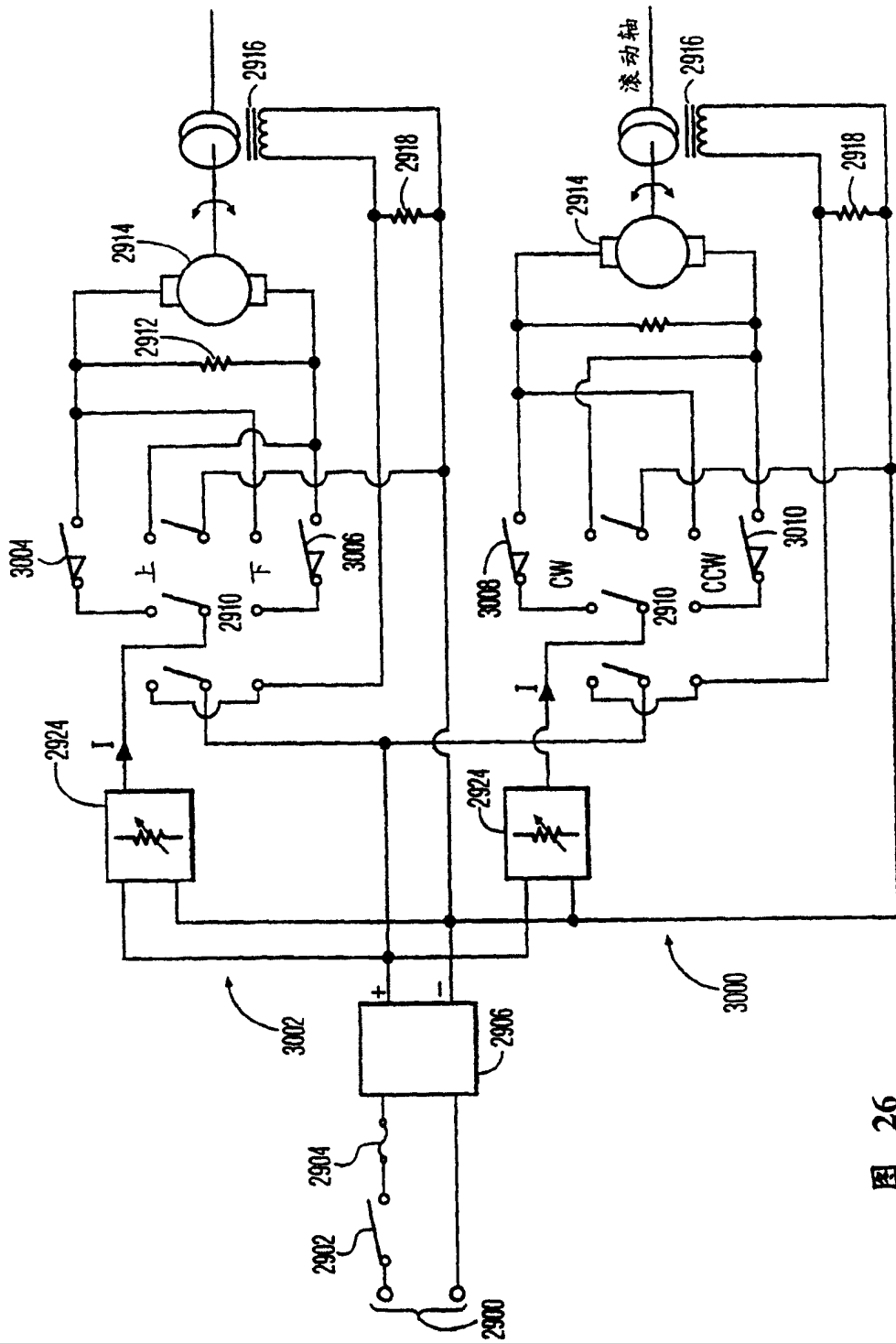


图 26

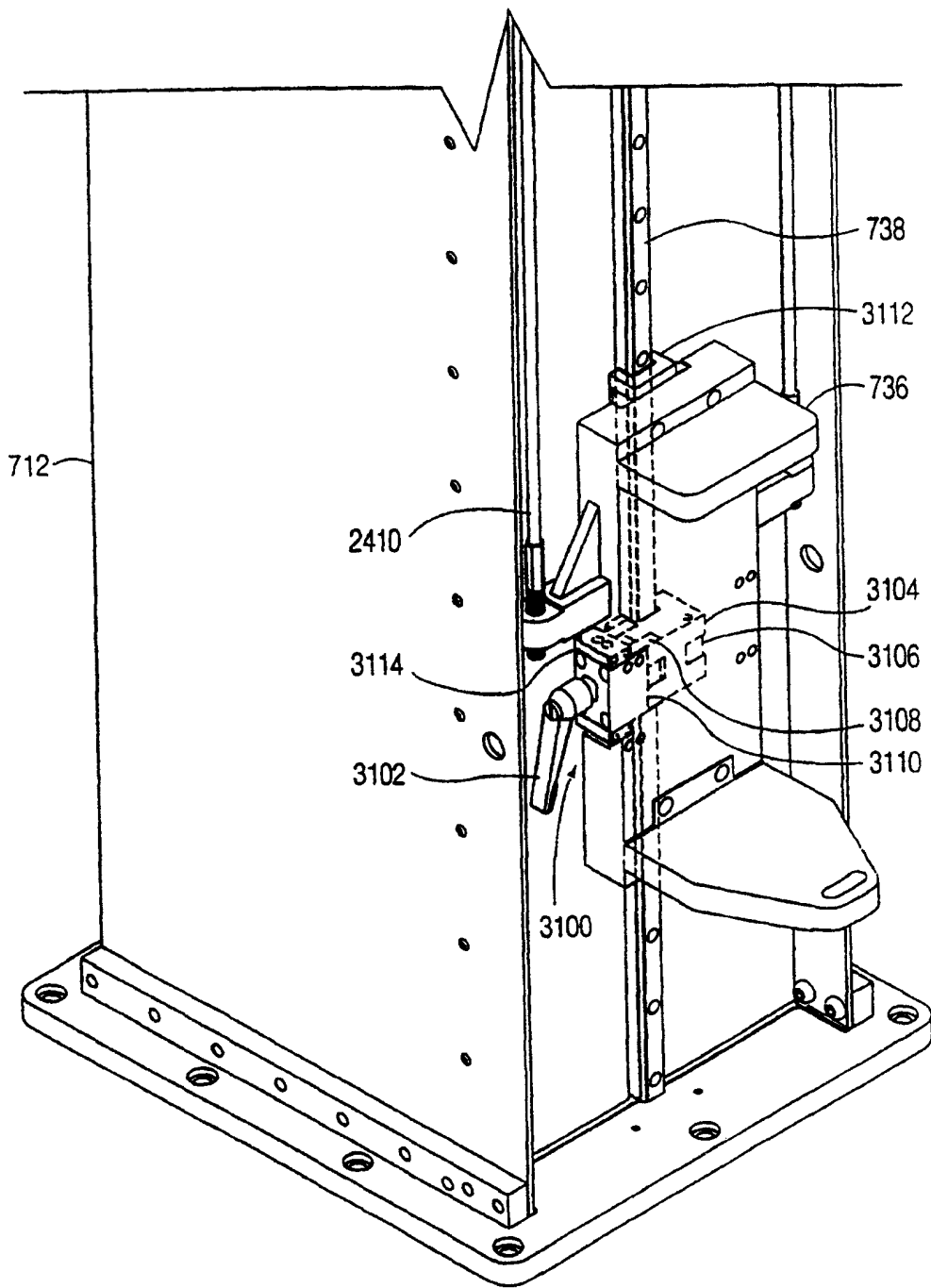


图 27A

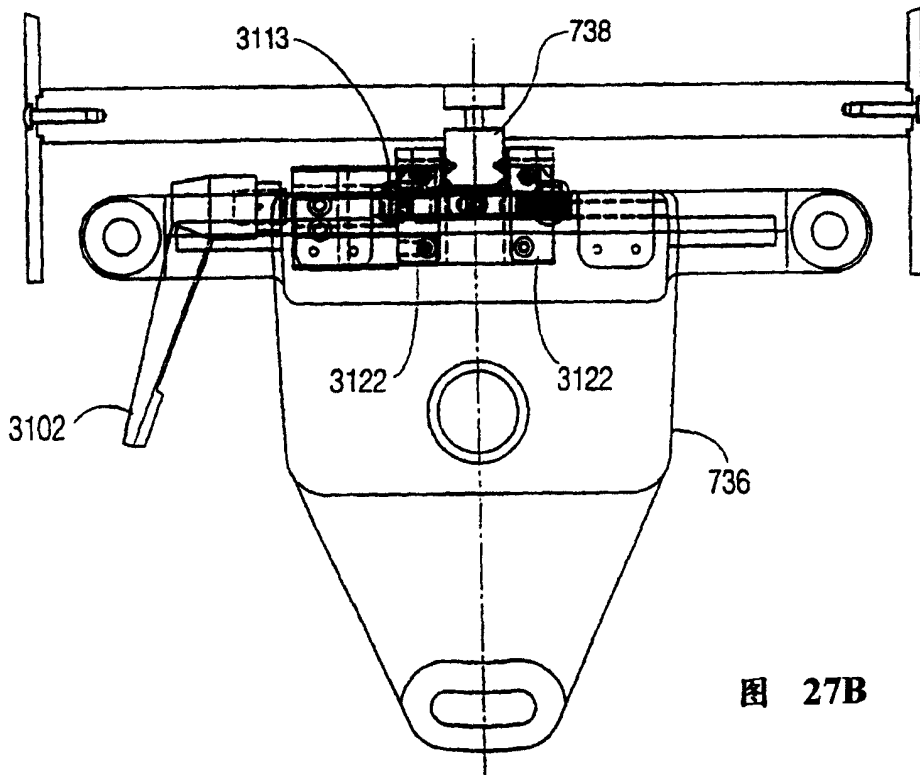


图 27B

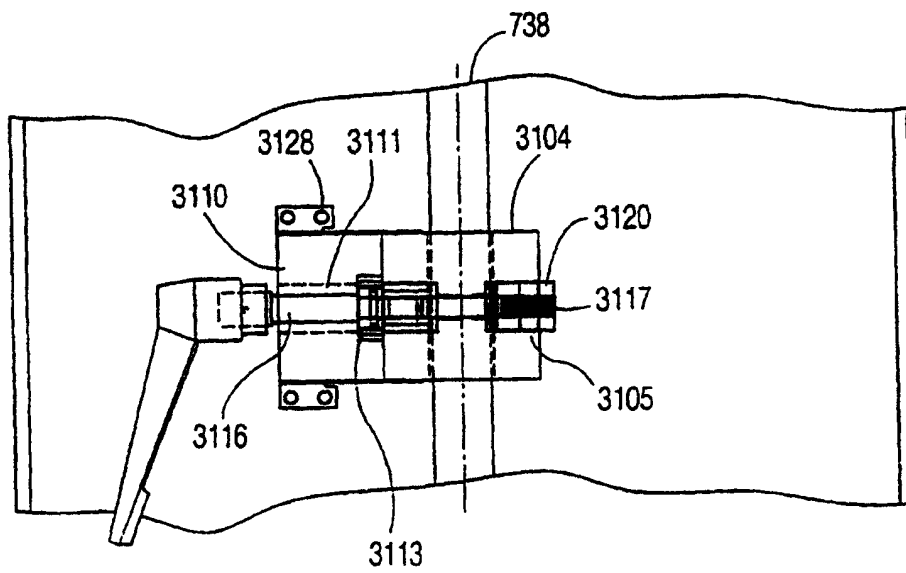


图 27C

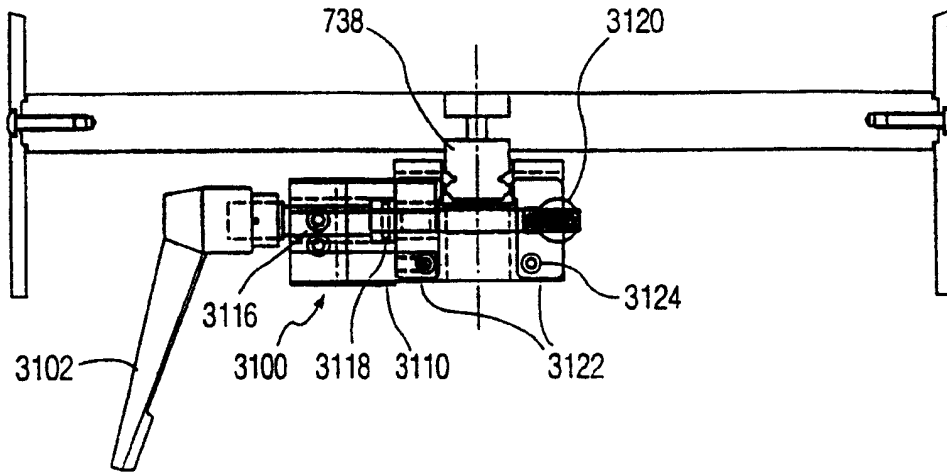


图 28A

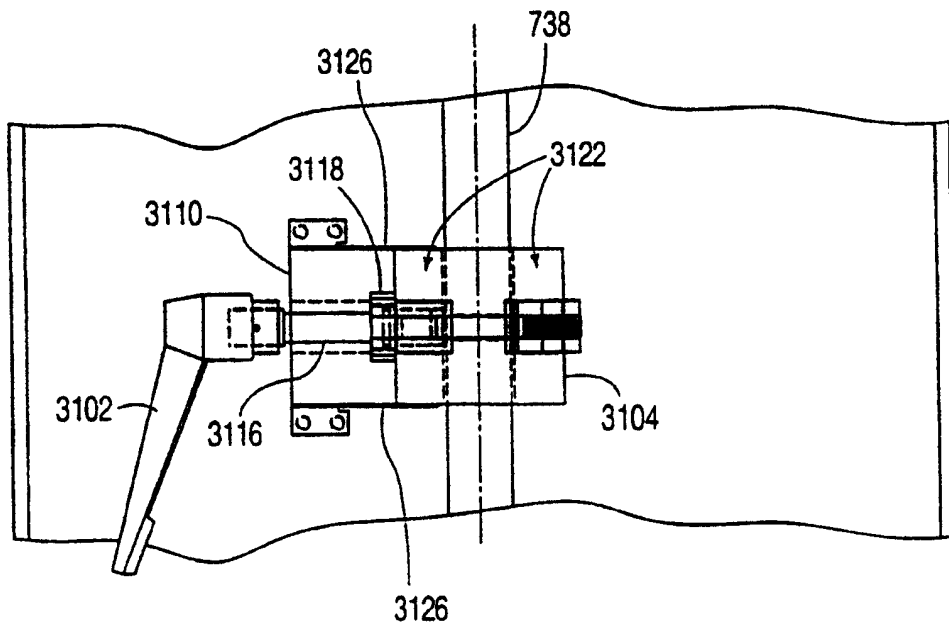


图 28B

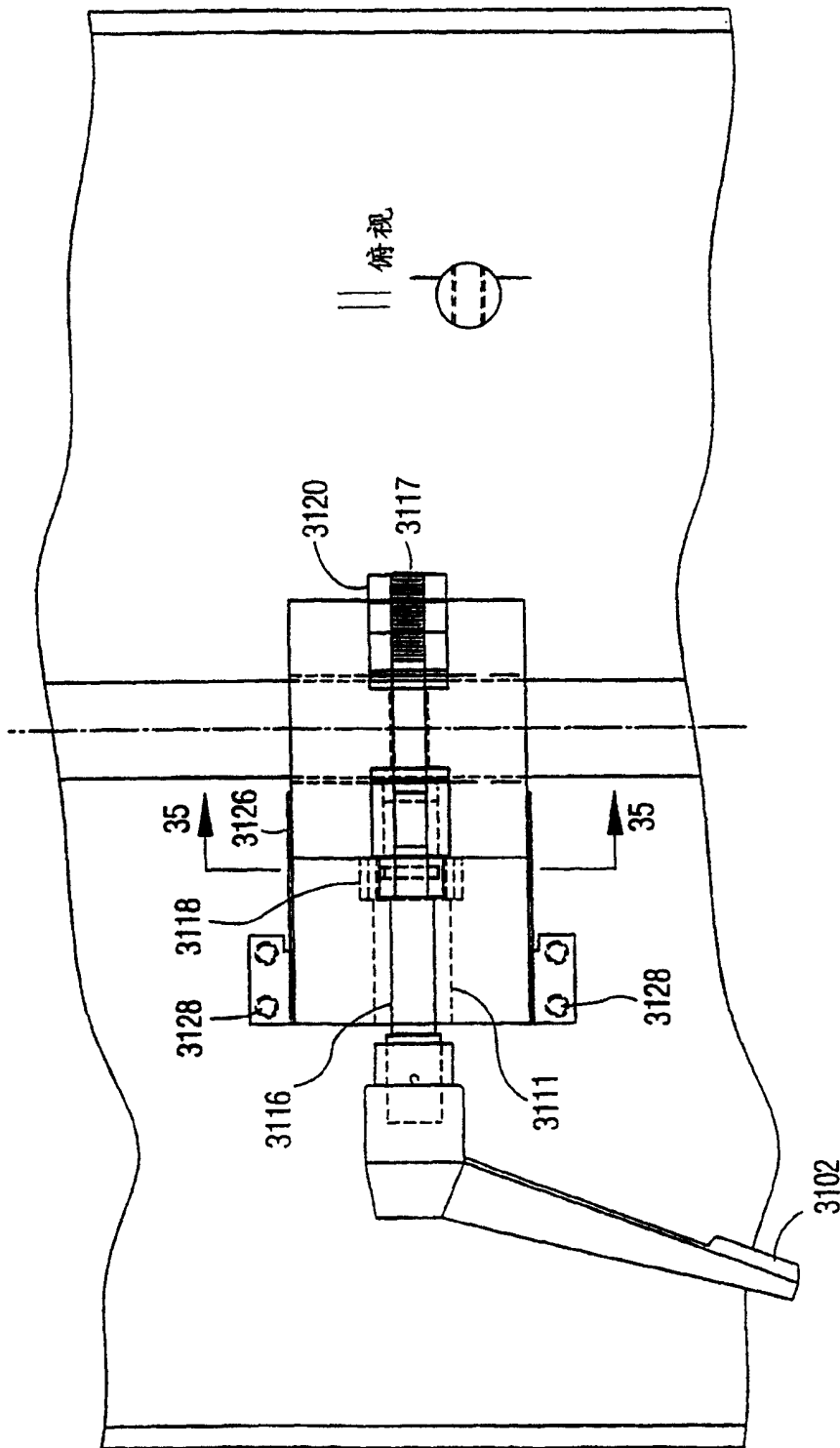


图 29

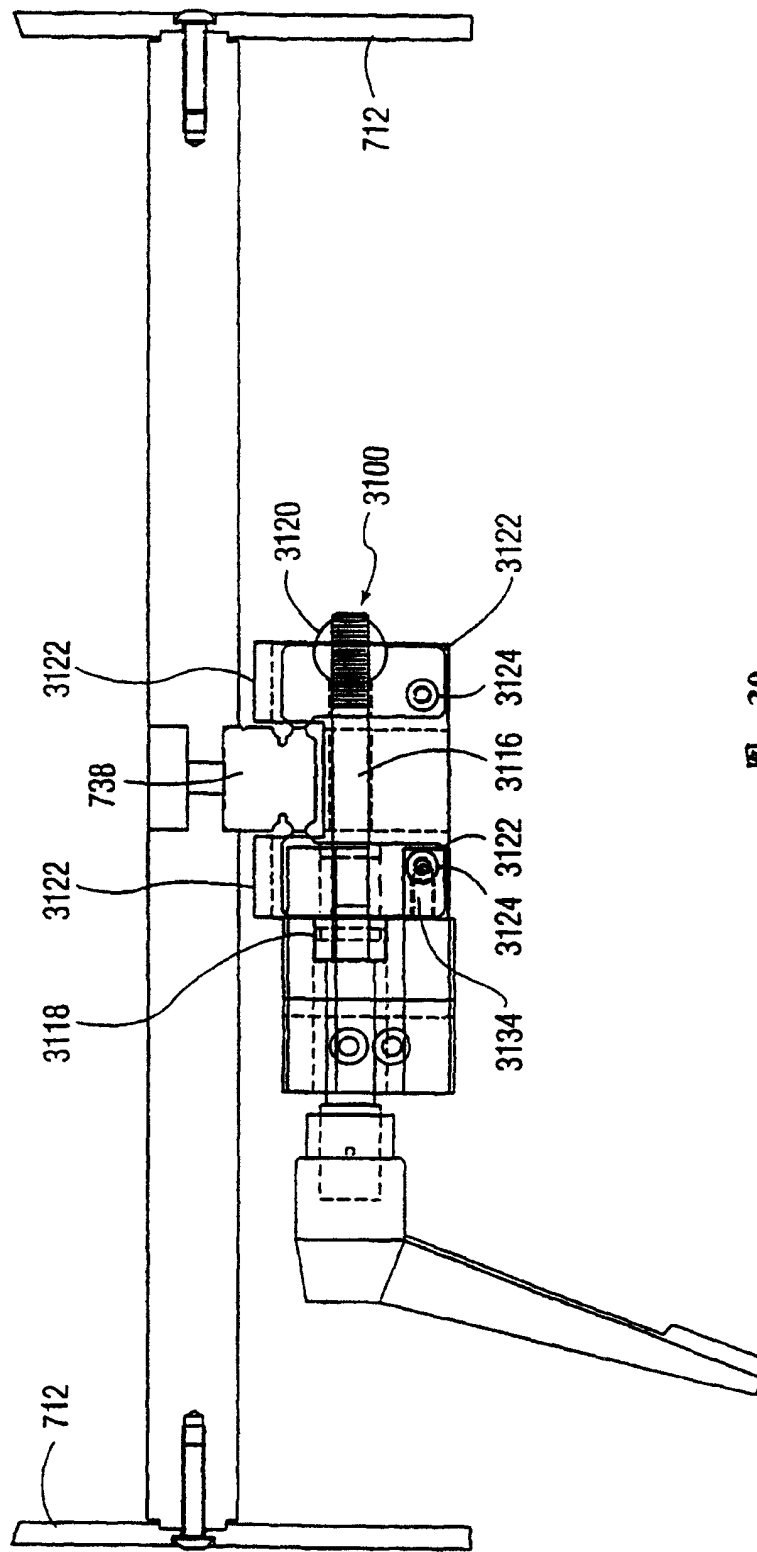


图 30

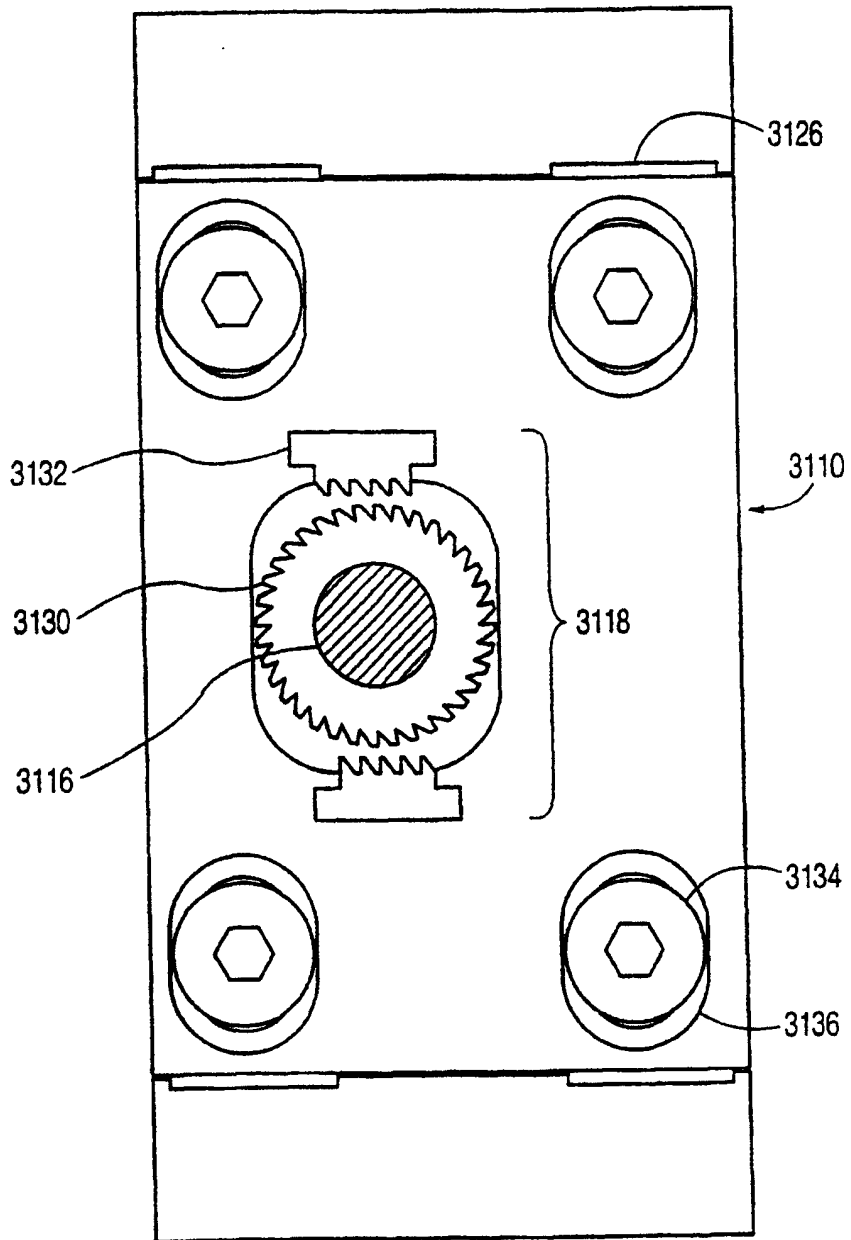


图 31