



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120303748 A

(43) 申请公布日 2025. 07. 11

(21) 申请号 202380082858.4

(22) 申请日 2023.12.22

(30) 优先权数据

2022-208070 2022.12.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.05.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/046174 2023.12.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/143203 JA 2024.07.04

(71) 申请人 住友重机械工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 齐藤胜彦

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司

公司 44202

专利代理师 郝传鑫

(51) Int.Cl.

G21G 1/10 (2006.01)

G21K 5/08 (2006.01)

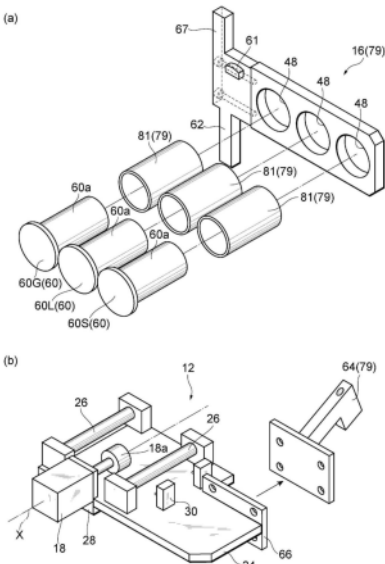
权利要求书2页 说明书13页 附图26页

(54) 发明名称

RI制造装置

(57) 摘要

一种RI制造装置,其具备:回旋加速器;及靶,其安装在回旋加速器主体部,并被回旋加速器射出的加速粒子的粒子束照射。通过在回旋加速器主体部与靶之间夹设电绝缘部件,使回旋加速器主体部与靶电绝缘。



1. 一种RI制造装置,其具备:
加速器;及
靶,其被从所述加速器射出的加速粒子的粒子束照射;
所述加速器与所述靶电绝缘。
2. 根据权利要求1所述的RI制造装置,其还具备:
靶装卸装置,用于将所述靶装卸于所述加速器中的所述加速粒子的导出部,
所述靶装卸装置具备:
靶保持部件,其具有能够保持所述靶的多个保持部;及
驱动装置,其使所述靶保持部件的位置发生位移,以便于能够选择配置于所述导出部的所述保持部。
3. 根据权利要求2所述的RI制造装置,其中,
所述靶保持部件的所述保持部在第1直线方向上并排设置,
所述驱动装置具有:第1驱动部,其使所述靶保持部件在所述第1直线方向上位移;及第2驱动部,其使该靶保持部件在与该第1直线方向交叉的第2方向上位移。
4. 根据权利要求3所述的RI制造装置,其中,
通过所述靶保持部件向所述第2方向的位移,所述靶在保持于所述靶保持部件的状态下相对于所述导出部进退并装卸于该导出部。
5. 根据权利要求2所述的RI制造装置,其中,
通过夹设电绝缘部件,所述靶保持于所述靶保持部件的保持部。
6. 根据权利要求2所述的RI制造装置,其中,
所述靶保持部件为电绝缘部件。
7. 根据权利要求2所述的RI制造装置,其中,
所述靶装卸装置经由预定的固定工具安装于所述加速器,
所述固定工具为电绝缘部件。
8. 根据权利要求2所述的RI制造装置,其中,
所述驱动装置具有使所述靶保持部件旋转的第3驱动部,
所述多个保持部设置于所述靶保持部件的旋转轴线的周围。
9. 根据权利要求1所述的RI制造装置,其还具备:
靶装卸装置,其安装于所述加速器,并在将所述靶保持于所述加速器中的所述加速粒子的导出部的状态下进行装卸,
通过夹设电绝缘部件,所述靶保持于所述靶装卸装置。
10. 根据权利要求1所述的RI制造装置,其还具备:
靶装卸装置,其经由预定的固定工具安装于所述加速器,并在将所述靶保持于所述加速器中的所述加速粒子的导出部的状态下进行装卸,
所述固定工具为电绝缘部件。
11. 根据权利要求1所述的RI制造装置,其中,
通过所述加速器与所述靶之间夹设电绝缘部件,所述加速器与所述靶电绝缘,
所述电绝缘部件具有放射线屏蔽功能。
12. 根据权利要求1所述的RI制造装置,其还具备:

电流检测装置,其与所述靶连接,并检测照射于所述靶的所述粒子束的电流。

RI制造装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种RI制造装置。

背景技术

[0002] 在脑部、心脏、癌症等精密检查中,正逐渐采用正电子发射断层扫描法(PET: Positron Emission Tomography)作为检查方法。在这种PET检查中,通过注射或吸入等,将由释放出正电子(正电子)的放射性同位素标记的检查用药剂导入到受试者的体内。导入到体内的检查用药剂被代谢或蓄积在特定部位(例如,肿瘤或病变部位)。此时,从标记在检查用药剂上的放射性同位素释放出正电子,当该正电子与周围电子结合而消失时释放出放射线。通过检测该放射线并由计算机进行处理,能够获得预定区域中的摄影图像。

[0003] PET检查的检查用药剂中使用的放射性同位素使用 ^{18}F 、 ^{15}O 、 ^{11}C 、 ^{13}N 等。这些放射性同位素的半衰期为2~110分钟,因此需要在医院检查室附近设置回旋加速器等粒子加速器,将来自该粒子加速器的加速粒子引导至靶,通过与靶物质的核反应来制造放射性同位素。然后,将所制造的放射性同位素组合于预定的化合物,或者替换其一部分进行合成,由此制造检查用药剂。

[0004] 在这种放射性同位素的制造中,例如,如专利文献1所公开,靶固定在导出粒子加速器的加速粒子的导出部。由此,加速粒子从粒子加速器的导出部进入到靶内,与靶物质发生核反应而生成放射性同位素。

[0005] 以往技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特许4377170号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的技术课题

[0009] 在这种放射性同位素(RI)的制造中,期望提高放射性同位素制造量的可靠性。本发明的目的在于提供一种提高放射性同位素制造量的可靠性的RI制造装置。

[0010] 用于解决技术课题的手段

[0011] 本发明的主旨为如下。

[0012] (1)一种RI制造装置,其具备:

[0013] 加速器;及

[0014] 靶,其被从所述加速器射出的加速粒子的粒子束照射,

[0015] 所述加速器与所述靶电绝缘。

[0016] (2)根据(1)所述的RI制造装置,其还具备:

[0017] 靶装卸装置,用于将所述靶装卸于所述加速器中的所述加速粒子的导出部上,

[0018] 所述靶装卸装置具备:

[0019] 靶保持部件,其具有能够保持所述靶的多个保持部;及

[0020] 驱动装置,其使所述靶保持部件的位置发生位移,以便于能够选择配置在所述导出部的所述保持部。

[0021] (3)根据(2)所述的RI制造装置,其中,

[0022] 所述靶保持部件的所述保持部在第1直线方向上并排设置,

[0023] 所述驱动装置具有:第1驱动部,使所述靶保持部件在所述第1直线方向上位移;及第2驱动部,使该靶保持部件在与该第1直线方向交叉的第2方向上位移。

[0024] (4)根据(2)至(3)中任一项所述的RI制造装置,其中,

[0025] 通过所述靶保持部件沿所述第2方向的位移,所述靶在保持于所述靶保持部件的状态下相对于所述导出部进退并装卸于该导出部。

[0026] (5)根据(2)至(4)中任一项所述的RI制造装置,其中,

[0027] 通过夹设电绝缘部件,所述靶保持于所述靶保持部件的保持部。

[0028] (6)根据(2)至(5)中任一项所述的RI制造装置,其中,

[0029] 所述靶保持部件为电绝缘部件。

[0030] (7)根据(2)至(6)中任一项所述的RI制造装置,其中,

[0031] 所述靶装卸装置经由预定的固定工具安装于所述加速器,

[0032] 所述固定工具为电绝缘部件。

[0033] (8)根据(2)至(7)中任一项所述的RI制造装置,其中,

[0034] 所述驱动装置具有使所述靶保持部件旋转的第3驱动部,

[0035] 所述多个保持部设置于所述靶保持部件的旋转轴线的周围。

[0036] (9)根据(1)至(8)中任一项所述的RI制造装置,其还具备:

[0037] 靶装卸装置,其安装在所述加速器上,并在所述加速器中的所述加速粒子的导出部上保持所述靶的状态下进行装卸,

[0038] 通过夹设电绝缘部件所述靶保持于所述靶装卸装置。

[0039] (10)根据(1)至(9)中任一项所述的RI制造装置,其还具备:

[0040] 靶装卸装置,经由规定的固定工具安装于所述加速器,并在所述加速器中的所述加速粒子的导出部上保持所述靶的状态下进行装卸,

[0041] 所述固定工具为电绝缘部件。

[0042] (11)根据(1)至(10)中任一项所述的RI制造装置,其中,

[0043] 所述加速器与所述靶之间夹设电绝缘部件,以使所述加速器与所述靶电绝缘,

[0044] 所述电绝缘部件具有放射线屏蔽功能。

[0045] (12)根据(1)至(11)中任一项所述的RI制造装置,其还具备:

[0046] 电流检测装置,其与所述靶连接,并检测照射于所述靶的所述粒子束的电流。

[0047] 发明效果

[0048] 根据本发明,能够提供一种提高放射性同位素制造量的可靠性的RI制造装置。

附图说明

[0049] 图1是显示RI制造装置所具备的、第1实施方式所涉及的靶装卸装置的结构的主视图。

[0050] 图2是显示底板的结构的立体图。

- [0051] 图3是显示引导板的结构的立体图。
- [0052] 图4是显示靶装卸装置的结构的仰视图。
- [0053] 图5是显示滑动板的结构的立体图。
- [0054] 图6是显示将滑动板嵌合于引导板的状态的立体图。
- [0055] 图7是显示通过靶装卸装置的固定工具进行固定的状态的剖视图。
- [0056] 图8是显示引导板在X方向上位移的状态的剖视图。
- [0057] 图9是显示引导板在Y方向上位移的状态的主视图。
- [0058] 图10是显示在加速粒子的导出部上安装有靶的状态的剖视图。
- [0059] 图11是显示靶从加速粒子的导出部脱离的状态的剖视图。
- [0060] 图12是显示RI制造装置所具备的、第2实施方式涉及的靶装卸装置的结构的立体图。
- [0061] 图13是显示底板的结构的立体图。
- [0062] 图14是从上表面观察第1滑动板的立体图。
- [0063] 图15是从下表面观察第1滑动板的立体图。
- [0064] 图16是显示第2滑动板的结构的立体图。
- [0065] 图17是显示在加速粒子的导出部上装卸靶的状态的剖视图。
- [0066] 图18是用于说明第2滑动板与第3气缸的驱动轴的卡合的图。
- [0067] 图19是用于说明第2滑动板相对于第1滑动板的位移的图。
- [0068] 图20是用于说明由第2气缸及第3气缸对靶进行Y方向定位的状态的示意图。
- [0069] 图21是显示包含电流检测装置的RI制造装置的剖视图。
- [0070] 图22中 (a) 是显示滑动板上靶安装形态的立体图, (b) 是显示底板相对于安装基座的安装状态的立体图。
- [0071] 图23中 (a) 是显示靶相对于粒子束的照射方向倾斜的状态的示意图, (b) 是显示靶与粒子束的照射方向正交的状态的示意图。
- [0072] 图24中 (a) 及 (b) 是显示改变靶的姿势的姿势改变机构的一例的图。
- [0073] 图25中 (a) 及 (b) 是显示改变靶的姿势的姿势改变机构的另一例的图。
- [0074] 图26是显示靶装卸装置的另一例的立体图。

具体实施方式

[0075] 以下,参考附图对本发明的实施方式进行说明。另外,在附图说明中,对同一要件标注同一符号,并省略重复说明。

[0076] 如图10所示,RI制造装置1具备回旋加速器100(加速器)和安装在回旋加速器100上的靶60。靶60可装卸地安装在回旋加速器100中的加速粒子的导出部104上,靶60被从导出部104射出的加速粒子的粒子束(例如,质子束)照射。由此,加速粒子与靶60的靶物质发生核反应而生成放射性同位素。

[0077] 此外,RI制造装置1具备靶装卸装置10。RI制造装置1可以代替靶装卸装置10而具备靶装卸装置110(图12)。靶装卸装置10、110经由安装基座64(固定工具)安装于回旋加速器100的主体部100a。更详细而言,安装基座64的基端部固定在回旋加速器100的主体部100a中的该回旋加速器100的电磁铁的固定磁轭的开口部102处。而且,通过在该安装基座

64的前端部安装靶装卸装置10、110,靶装卸装置10、110经由安装基座64以悬臂方式支承在主体部110a上。靶装卸装置10、110具有保持多个靶60且将所保持的靶60选择性地装卸到导出部104上的功能。作为RI制造装置1所具备的靶装卸装置的例子,以下,对第1实施方式所涉及的靶装卸装置10(图1)和第2实施方式所涉及的靶装卸装置110(图12)进行说明。

[0078] (第1实施方式)

[0079] 图1是显示第1实施方式所涉及的靶装卸装置的结构的主视图。如图1所示,靶装卸装置10具备底板12、引导板14、滑动板16、第1气缸18、第2气缸20及第3气缸22。

[0080] 如图2所示,底板12的外形呈矩形,一个角部被切除而设为用于将该靶装卸装置10安装于回旋加速器100的安装部24。在底板12的上表面上,在其宽度方向上设置有一对引导杆26。并且,在一对引导杆26之间,在底板12的前侧面经由大致L字形的托架28安装有第1气缸(第2驱动部)18。第1气缸18的驱动轴18a在引导杆26延伸的方向上能够进退。为了方便起见,将该第1气缸18的驱动轴18a的进退方向设为X方向(第2方向)。并且,在底板12的上表面上,在X方向上隔着预定间隔设置有一对微动开关30。该微动开关30用于检测后述的引导板14的X方向的位置。

[0081] 如图3所示,引导板14为具有长圆状开口部的环状部件,其具有沿开口部的长轴方向延伸的上框体32、下框体34和沿短轴方向延伸的左右框体。为了方便起见,将该引导板14的开口部的长轴方向设为Y方向(第1方向)。上下框体32、34各自的中央部分向前方突出而设置有突出部36、38。在上框体32的突出部36的下表面上,设置有沿Y方向延伸的引导槽40。并且,在下框体34的突出部38的上表面上,以与上框体32的引导槽40对应的方式设置有沿Y方向延伸的引导槽42。后述的滑动板16嵌入到该一对引导槽40、42内,并向Y方向滑动。

[0082] 在下框体34的突出部38上,设置有贯穿前表面和后表面的一对贯穿孔44。该一对贯穿孔44的间隔与底板12上的一对引导杆26的间隔相等。并且,在下框体34的突出部38的前表面且在一对贯穿孔44之间,设置有用以连结第1气缸18的驱动轴18a的前端部的凹部46。

[0083] 在该引导板14的上表面上设置有第2气缸(第1驱动部、线性驱动机构)20。第2气缸20的驱动轴20a在Y方向上能够进退。第2气缸20的行程与后述的滑动板16的保持部48的间距相同,例如为70mm。

[0084] 如图3及图4所示,在引导板14的下表面上设置有大致L字形的托架50,在该托架50上经由安装板52设置有第3气缸(第1驱动部、线性驱动机构)22。第3气缸22的驱动轴22a在Y方向上能够进退。另外,第2气缸20的驱动轴20a与第3气缸22的驱动轴22a在相同方向上进退。第3气缸22的行程与后述的滑动板16的保持部48的间距的两倍长度相同,例如为140mm。

[0085] 在引导板14的下框体34的突出部38的右侧面上突设有检测销54。该检测销54通过抵接于底板12上的微动开关30而检测引导板14的X方向的位置。

[0086] 并且,在引导板14的上框体32的前表面上安装有沿Y方向延伸的传感器安装板56。在该传感器安装板56的前表面上,隔开预定间隔设置有三个微动开关58。

[0087] 如图5所示,滑动板(靶保持部件)16在主视图中呈矩形。滑动板16具有用于保持靶60的三个圆孔(保持部)48,在这些圆孔48中分别嵌入并保持有大致圆筒状的靶60。三个圆孔48在预定方向上并排设置,如图6所示,在滑动板16嵌入到引导板14的引导槽40、42时,其排列方向沿着Y方向。

[0088] 在滑动板16的左侧边缘部设置有向上方延伸的上抵接片67和向下方延伸的下抵接片62。如图6所示,在滑动板16嵌入到引导板14的引导槽40、42时,第3气缸22的前端连结固定于下抵接片62的侧面。并且,第2气缸20的前端能够抵接于上抵接片67的侧面。另外,上抵接片67与第2气缸20的前端部未连结固定。

[0089] 并且,在滑动板16的左方前表面上设置有触发件61。如图6所示,通过该触发件61抵接于传感器安装板56的微动开关58而检测滑动板16的Y方向的位置。

[0090] 如图6所示,滑动板16嵌入到在引导板14的突出部36、38上设置的引导槽40、42内,通过第2气缸20及第3气缸22向Y方向滑动。然后,嵌入有滑动板16的引导板14安装在图2所示的底板12上。更详细而言,底板12上的一对引导杆26插通于在引导板14的下框体34的突出部38上形成的一对贯穿孔44,第1气缸18的驱动轴18a的前端部连结固定于凹部46。由此,引导板14通过使第1气缸18的驱动轴18a进退而在X方向上位移。

[0091] 如图7所示,安装基座64包括安装于回旋加速器100的电磁铁的固定磁轭的开口部102的安装基座64和调整板66。安装基座64为纵截面呈大致∩字形的部件,其一边固定于固定磁轭的开口部102。调整板66为外形呈矩形的部件,在表面上以正交的方式安装有底板12的安装部24。而且,该调整板66螺纹紧固于安装基座64的另一边。由此,靶装卸装置10安装在固定磁轭的开口部102处。

[0092] 接着,对第1实施方式所涉及的靶装卸装置10的作用及效果进行说明。

[0093] 如图8所示,嵌入有保持靶60的滑动板16的引导板14通过第1气缸18的驱动轴18a进退而在X方向上位移及定位。此时,引导板14的X方向的位置通过检测销54抵接于在底板12上设置的微动开关30而被检测。

[0094] 并且,如图9所示,通过第2气缸20及第3气缸22的驱动轴20a、22a的进退,保持靶60的滑动板16在Y方向上位移及定位。

[0095] 在将左侧的靶60安装于加速粒子的导出部104时,如图9中(a)所示,使第2气缸20及第3气缸22两者的驱动轴20a、22a缩回。在将正中央的靶60安装于加速粒子的导出部104时,如图9中(b)所示,使第2气缸20的驱动轴20a以最大行程延伸,并且也使第3气缸22的驱动轴22a延伸。另外,此时的滑动板16的Y方向的定位是专门利用第2气缸20的最大行程进行的。在将右侧的靶60安装于加速粒子的导出部104时,如图9中(c)所示,使第2气缸20及第3气缸22两者的驱动轴20a、22a延伸。另外,此时的滑动板16的Y方向上的定位是专门利用第3气缸22的最大行程进行的。

[0096] 如图9中(c)所示,在从右侧的靶60安装于加速粒子的导出部104的状态,要将正中央的靶60安装于加速粒子的导出部104时,使第3气缸22的驱动轴22a缩回。由此,如图9中(b)所示,滑动板16的上抵接片67抵接于第2气缸20的驱动轴20a的前端部,从而对滑动板16进行定位。而且,要将左侧的靶60安装于加速粒子的导出部104时,如图9中(a)所示,对第2气缸20及第3气缸22的双方使驱动轴20a、22a缩回。另外,如图9所示,滑动板16的Y方向的位置通过触发件61抵接于在引导板14的传感器安装板56上设置的微动开关58而被检测出。

[0097] 图10是显示靶60安装于回旋加速器100的加速粒子的导出部104的状态的剖视图。在该状态下,嵌入有滑动板16的引导板14被第1气缸18的驱动轴18a推压,从而靶60安装于导出部104。在该状态下,质子或氦等加速粒子从导出部104导入到靶60内,由此与靶物质发生核反应,生成放射性同位素。

[0098] 在更换靶60时,如图11所示,使第1气缸18的驱动轴18a缩回,从导出部104上解除靶60的安装。而且,如图9所示,在将所期望的靶60配置于导出部104的前方之后,通过使第1气缸18的驱动轴18a延伸,新的靶60安装于导出部104。

[0099] 如此,在本实施方式所涉及的靶装卸装置10中,由第1气缸18、第2气缸20、第3气缸22的驱动力使靶60的更换自动化,由此提高靶更换的效率。此时,由于将保持靶60的圆孔48在Y方向上并排设置,由第2气缸20及第3气缸22使滑动板16在Y方向上位移,并且由第1气缸18使引导板14在与Y方向正交的X方向上位移,因此能够以紧凑的结构来实现多个靶60的更换。另外,也可以考虑使多个靶保持于在圆板的圆周方向上设置的多个圆孔并通过使其旋转来进行靶更换的方法,但是这种利用旋转的靶更换中,会随着靶的数量的增加导致圆板的半径增大,可能会导致装置显著大型化。相对于此,如本实施方式所涉及的靶装卸装置10那样,通过滑动板16的直线方向的滑动来进行靶60的更换,不会如旋转方式的靶更换那样使装置大型化,而能够设为紧凑的装置。

[0100] 并且,本实施方式所涉及的靶装卸装置10具备行程不同的第2气缸20及第3气缸22,以使滑动板16在Y方向上位移,因此能够利用第2气缸20及第3气缸22的行程差,使保持于三个圆孔48的三个靶60在Y方向上准确地定位和位移。

[0101] (第2实施方式)

[0102] 接着,对本发明的第2实施方式进行说明。另外,对与上述第1实施方式所涉及的靶装卸装置相同的要件附加相同的符号,并省略重复的说明。

[0103] 图12是显示第2实施方式所涉及的靶装卸装置110的结构的立体图。如图12所示,靶装卸装置110具备底板112、第1滑动板114、第2滑动板116、第1气缸118、第2气缸120及第3气缸122。

[0104] 如图13所示,底板112是用于搭载第1滑动板114及第2滑动板116的基础部件。在底板112的上表面上设置有沿预定方向延伸的一根导轨124。为了方便起见,将该导轨124的延伸方向设为X方向(第2方向)。在沿着底板112的X方向延伸的左侧面上,设置有助于检测后述的第1滑动板114的X方向的位置的检测销126。在底板112的与X方向正交的前侧面上,设置有助于连结固定后述的第1气缸118的驱动轴118a的前端部的凹部128。该底板112以与用于将该靶装卸装置110安装固定于回旋加速器100的固定板130正交的方式连结。

[0105] 如图14及图15所示,第1滑动板114为俯视时具有矩形外形的板状部件。在第1滑动板114的上表面上设置有台阶,在宽度方向上分为上底板部132和下底板部134。在下底板部134的上表面上设置有沿着长度方向延伸的导轨136。为了方便起见,将该导轨136的延伸方向设为Y方向(第1方向)。

[0106] 在第1滑动板114的沿着Y方向延伸的前侧面上,经由托架138安装有第1气缸(第2驱动部)118。第1气缸118在安装于第1滑动板114时,驱动轴118a位于比该第1滑动板114更靠下表面的位置,在与Y方向正交的方向上能够进退。在上底板部132的上表面上搭载有第2气缸(第1驱动部、线性驱动机构)120。第2气缸120的驱动轴120a在Y方向上能够进退。

[0107] 并且,在上底板部132的上表面上搭载有第3气缸(第1驱动部、卡合部件)122。第3气缸122的驱动轴122a在与Y方向正交的方向上能够进退。在第3气缸122的驱动轴122a的末端上设置有助于检测与该驱动轴122a的Y方向正交的方向的位置的检测部122b。在第3气缸122的上表面上安装有沿与Y方向正交的方向延伸的安装板140。在该安装板140的下表面

上,一对微动开关142以预定间隔安装。因此,通过在第3气缸122的驱动轴122a的末端设置的检测部122b抵接于该一对微动开关142中的任一个,检测出与驱动轴122a的Y方向正交的方向的位置。

[0108] 并且,安装板140的前端向上方弯曲。并且,在该弯曲的部分安装有触发件144。通过该触发件144抵接于后述的设置于第2滑动板116上的微动开关146来检测第2滑动板116的Y方向的位置。

[0109] 第2气缸120的驱动轴120a的前端部连结固定于第3气缸122。在上底板部132的上表面上设置有预定宽度的凹部148,在该凹部148中嵌入有该预定宽度的一半宽度的搭载板150。搭载板150在凹部148内能够沿Y方向滑动,在该搭载板150上搭载有第3气缸122。从而,通过使第2气缸120的驱动轴120a进退,第3气缸122在Y方向上以规定行程位移。另外,该规定行程设定为与后述的用于安装第2滑动板116的靶60的圆孔152的间距相同。

[0110] 如图15所示,在第1滑动板114的下表面上安装有截面呈U字形的衬垫154。衬垫154的延伸方向与Y方向正交。该衬垫154嵌合于底板112上的导轨124。而且,第1气缸118的驱动轴118a的前端部连结固定于底板112的凹部128。由此,通过使第1气缸118的驱动轴118a进退,第1滑动板114能够在X方向上滑动。另外,在第1滑动板114的下表面上,如图15所示,在与Y方向正交的方向上隔着预定间隔安装有一对微动开关156。因此,在第1滑动板114在X方向上滑动时,底板112的检测销126抵接于一对微动开关156中的任一个,由此检测出第1滑动板114的X方向的位置。

[0111] 如图16所示,第2滑动板(靶保持部件)116具有长方体形状的基底部116a和立设于基底部116a的保持板部116b。在基底部116a的下表面上安装有沿长度方向延伸的截面呈U字形的衬垫158。保持板部116b在俯视时呈矩形。保持板部116b具有用于保持靶60的四个圆孔(保持部)152,在这些圆孔152中分别嵌入并保持有大致圆筒状的靶60。四个圆孔152沿着衬垫158的延伸方向排列设置,如图12所示,在第2滑动板116经由衬垫158嵌入至第1滑动板114上的导轨136时,其排列方向沿Y方向。

[0112] 在第2滑动板116的基底部116a的前表面上,以与圆孔152的间距相同的间距安装有四个微动开关146。通过触发件144抵接该微动开关146,检测第2滑动板116的Y方向的位置。并且,在微动开关146的下方,分别设置有卡合孔160。卡合孔160的大小与第3气缸122的驱动轴122a的直径大致相同,构成为驱动轴122a能够卡合于该卡合孔160。

[0113] 接着,对第2实施方式所涉及的靶装卸装置110的作用及效果进行说明。

[0114] 图17是显示将靶60装卸在加速粒子的导出部104的状态的剖视图。第1气缸118的驱动轴118a在X方向上能够进退。在第1气缸118的驱动轴118a缩回时,如图17中(a)所示,第1滑动板114在X方向前进,从而靶60安装于回旋加速器100的加速粒子的导出部104。此时,在底板112的左侧面上设置的检测销126抵接于在第1滑动板114的下表面上安装的后方的微动开关156,检测出第1滑动板114处于前进的位置。即,检测出靶60处于安装于导出部104的状态。在该状态下,质子或氦等加速粒子从导出部104导入到靶60内,由此与靶物质发生核反应,生成放射性同位素。

[0115] 在第1气缸118的驱动轴118a延伸时,如图17中(b)所示,第1滑动板114在X方向上后退,靶60与导出部104的安装被解除。此时,在底板112的左侧面上设置的检测销126抵接于在第1滑动板114的下表面上安装的前方的微动开关156,检测出第1滑动板114处于后退

的位置。即,检测出处于靶60与导出部104的安装被解除的状态。

[0116] 图18是用于说明第2滑动板116与第3气缸122的驱动轴122a的卡合的图。第3气缸122的驱动轴122a在X方向上能够进退。在驱动轴122a处于后退的位置时,如图18中(a)所示,第2滑动板116的卡合孔160与驱动轴122a的前端部的卡合被解除。此时,在驱动轴122a的末端设置的检测部122b抵接于在安装板140上安装的后方的微动开关142,检测出卡合孔160与驱动轴122a的前端部的卡合被解除。

[0117] 在驱动轴122a处于前进的位置时,如图18中(b)所示,第2滑动板116的卡合孔160与驱动轴122a的前端部卡合。此时,在驱动轴122a的末端设置的检测部122b抵接于在安装板140上安装的前方的微动开关142,检测出卡合孔160与驱动轴122a的前端部卡合。

[0118] 图19是用于说明第2滑动板116相对于第1滑动板114的位移的图。第2气缸120的驱动轴120a在Y方向上能够进退。在驱动轴120a延伸时,如图19中(a)所示,第3气缸122被驱动轴120a推压,从而在凹部148内位于右侧。在驱动轴120a缩回时,如图19中(b)所示,第3气缸122被驱动轴120a牵引,从而在凹部148内位于左侧。因此,在第3气缸122的驱动轴122a卡合于第2滑动板116的卡合孔160的状态下,第3气缸122通过第2气缸120在Y方向上位移,由此第2滑动板116本身被导轨136引导而在Y方向上位移。

[0119] 图20是用于说明由第2气缸120及第3气缸122对靶60进行Y方向定位的状态的示意图。在此,考虑将从左侧第2个靶60更换为第3个靶60的情况。此时,如图20中(a)所示,第2靶60位于导出部104的近前。

[0120] 首先,如图20中(b)所示,使第3气缸122的驱动轴122a后退,从而解除第2滑动板116的卡合孔160与驱动轴122a的卡合。接着,如图20中(c)所示,使第2气缸120的驱动轴120a延伸,从而使第3气缸122以在Y方向上远离第2气缸120的方式位移。接着,如图20中(d)所示,使第3气缸122的驱动轴122a前进,从而使第2滑动板116的卡合孔160与驱动轴122a卡合。而且,如图20中(e)所示,使第2气缸120的驱动轴120a缩回,以使第3气缸122在Y方向上以与第2气缸120靠近的方式位移。关于其他靶60,也能够通过重复上述动作来进行Y方向的定位及位移。

[0121] 如此,用于将靶60装卸于导出部104的X方向的定位是由第1气缸118进行的,靶相对于导出部104的Y方向的定位是在靶60与导出部104解除安装的状态下由第2气缸120及第3气缸122进行的。由此,能够自动且有效地进行多个靶60的更换。

[0122] 如此,在本实施方式所涉及的靶装卸装置110中,通过第1气缸118、第2气缸120、第3气缸122的驱动力使靶60的更换自动化,由此提高靶更换的效率。此时,由于保持靶60的圆孔152在Y方向上并排设置,由第2气缸120及第3气缸122使第2滑动板116在Y方向上位移,并且由第1气缸118在X方向上使第1滑动板114位移,因此能够以紧凑的结构来实现多个靶60的更换。

[0123] 并且,通过作为线性驱动机构的第2气缸120与作为卡合部件的第3气缸122的组合,能够使第2滑动板116针对每个圆孔152的间距(靶60的间距)在Y方向上准确地定位并位移,因此在靶60的数量大幅增加的情况下,也不会导致装置的复杂化,而能够有效地进行靶60的更换。

[0124] 另外,本发明并不限于上述实施方式,而能够进行各种变形。例如,在上述第1实施方式中,对作为线性驱动机构的第2气缸20及第3气缸22进行了说明,并且在第2实施方式

中,对作为线性驱动机构的第2气缸120进行了说明,但是线性驱动机构并不限于气缸。作为线性驱动机构,若为能够驱动部件使其在规定方向上线性位移的机构,则也可以利用滚珠丝杠机构、齿条齿轮机构等。

[0125] 并且,在上述第1实施方式中,作为第2驱动部对第1气缸18进行了说明,在第2实施方式中,作为第2驱动部对第1气缸118进行了说明,但是第2驱动部并不限于气缸。

[0126] 并且,在第2实施方式中,卡合部件包括第3气缸122,构成为将驱动轴122a嵌入到在第2滑动板116上设置的卡合孔160中而卡合,但并不限于该结构。卡合部件只要是可拆卸地卡合于第2滑动板116且由线性驱动机构在Y方向上能够位移的部件即可。

[0127] 并且,在上述第1实施方式中,对靶60为三个的情况进行了说明,在第2实施方式中,对靶60为四个的情况进行了说明,但也可以将靶60的数量设为两个或五个以上。然而,在第1实施方式所涉及的靶装卸装置10中,若将靶60的数量设为N个,则需要N个气缸。相对于此,在第2实施方式所涉及的靶装卸装置110中,不论靶60的数量如何,均能够由三个气缸更换靶60,装置结构变得简单。

[0128] (靶的绝缘结构)

[0129] 在RI制造装置1中,如以下说明,可以设置用于将靶60与回旋加速器100的主体部100a电绝缘的绝缘结构。在以下说明中,对于在RI制造装置1中采用靶装卸装置10的情况下的绝缘结构的例子进行说明,但即使在采用了靶装卸装置110的情况下也相同,因此省略重复的说明。

[0130] RI制造装置1中的放射性同位素(RI)的制造量取决于照射到靶60的粒子束的电流。因此,在RI制造装置1中,从回旋加速器100的导出部104射出的粒子束的电流被反馈控制,由此照射到靶60的粒子束的电流稳定地被调整,以高可靠性获得RI的所期望的制造量。为了这种反馈控制,测量照射于靶60的粒子束的电流。即,如图21所示,RI制造装置1具备检测照射于靶60的粒子束的电流的电流检测装置71。

[0131] 电流检测装置71具有检测装置主体部73和检测线75,检测装置主体部73与靶60经由检测线75连接。检测线75的一端侧的端子例如连接于靶60中的远离导出部104的一侧的端面。通过该检测线75将表示靶60被照射的粒子束的电流值的电流信号发送到检测装置主体部73,由此电流检测装置71获取照射于靶60的粒子束的电流值。在此,所获取的电流值信息发送到回旋加速器100的控制部77,通过基于控制部77的反馈控制来控制回旋加速器100中的离子生成、电流强度、电荷量等,从回旋加速器100的导出部104射出的粒子束的电流被调整。

[0132] 由于照射于靶60的粒子束的电流例如为数十 μA 左右的较小的电流,因此若靶60与回旋加速器100的主体部100a之间未电绝缘,则照射于靶60的粒子束的电流无法由电流检测装置71准确地测量,进而无法确保RI的制造量的可靠性。因此,在RI制造装置1中,靶60与回旋加速器主体部100a通过以下说明的绝缘结构被电绝缘。

[0133] 作为具体的绝缘结构,夹设在靶60与回旋加速器主体部100a之间的靶装卸装置10及安装基座64中的至少一部分为由电绝缘材料组成的电绝缘部件79。作为具体的例子,如图22中(a)及(b)所示,在靶60的圆柱侧面60a上安装有圆筒状的套管81,通过夹设该圆筒套管81而将靶60保持在滑动板16的保持部48中。该圆筒套管81为电绝缘部件79。并且,安装基座64为整体由电绝缘材料组成的电绝缘部件79。并且,滑动板16也是整体由电绝缘材料组

成的电绝缘部件79。

[0134] 如上所述的具有作为电绝缘部件79的圆筒套管81的结构、将安装基座64作为电绝缘部件79的结构、以及将滑动板16作为电绝缘部件79的结构并非必须全部采用,只要采用至少任一个结构即可。并且,也可以组合采用上述结构中的两个结构,只要根据各种条件适当地选择即可。例如,在使用液体靶的情况下,由于容易使靶60变细,因此在该靶60与保持部48之间容易配置圆筒套管81,可以优选采用圆筒套管81。例如,在使用气体靶的情况下,靶60具有变粗的倾向,在该靶60与保持部48之间难以配置圆筒套管81,因此可以优选采用将安装基座64作为电绝缘部件79的结构、或将滑动板16作为电绝缘部件79的结构。并且,如上所述,将圆筒套管81、安装基座64、电绝缘部件79等作为电绝缘部件为一个例子,也可以将靶装卸装置10中的其他部分作为电绝缘部件79。例如,调整板66可以作为电绝缘部件79。

[0135] 作为上述电绝缘部件79的材料,为了抑制放射线导致电绝缘部件79的劣化,优选采用不仅具有电绝缘性而且具有耐放射线的材料。作为电绝缘部件79的材料,例如可以采用陶瓷、PEEK(聚醚醚酮)及聚四氟乙烯等。

[0136] 而且,上述电绝缘部件79可以是兼具放射线屏蔽功能的部件。此时,可抑制在制造RI时等从靶60产生的中子线或 γ (伽马)射线等向外部泄漏。例如,电绝缘部件79可以是由电绝缘性材料和具有放射线屏蔽功能的材料的复合材料制成的部件。例如,电绝缘部件79可以是用电绝缘材料(例如,陶瓷、PEEK、聚四氟乙烯)涂覆具有放射线屏蔽功能的材料(例如,铅、钨等重金属、铝、聚乙烯)制成的部件。并且,电绝缘部件79可以是单独由兼具电绝缘功能和放射线屏蔽功能的材料制成的部件。单独兼具电绝缘功能和放射线屏蔽功能的材料,例如有将具有放射线屏蔽功能的金属(例如,铅、钨等重金属)与陶瓷材料一同烧结而成的材料等。

[0137] 根据这种绝缘结构,在靶60与回旋加速器主体部100a之间实现电绝缘,通过电流检测装置71准确地进行电流的测量。其结果,从回旋加速器100的导出部104射出的粒子束的电流准确地被反馈控制,以高可靠性获得所期望的RI制造量。在电绝缘部件79兼具放射线屏蔽功能的情况下,由于从靶60向周围放射的放射线被电绝缘部件79屏蔽而减少,因此能够减少工作人员的辐射。

[0138] (靶的姿势改变机构)

[0139] 并且,如以下说明,在RI制造装置1中可以设置用于相对于粒子束的照射方向改变靶60的姿势的姿势改变机构(入射角调整机构)。在以下说明中,对在RI制造装置1中采用靶装卸装置110的情况下的姿势改变机构的例子进行说明,但即使在采用了靶装卸装置10的情况下也相同,因此省略重复说明。

[0140] 在RI制造装置1中,通过粒子束的照射,靶60的温度上升。在靶60的靶物质为气体的情况下,若靶60的温度过高,则靶物质压力变得过高,靶60等可能会受损。在靶60的靶物质为液体的情况下,若靶60的温度过高,则靶物质会沸腾并气化而压力变得过高,靶60等可能会受损。并且,通过靶物质的沸腾而在靶液体中产生空腔(气泡),因此与粒子束的核反应的效率下降。在靶60的靶物质为固体的情况下,若靶60的温度过高,则通过靶物质熔融并氧化而可能会导致RI的制造的再现性变差,或者通过靶物质气化而可能会导致RI的回收变得困难。

[0141] 从而,为了使靶60不会过度成为高温,需要抑制粒子束照射中靶60上的每单位面

积的发热量。并且,由于每单位面积的发热量允许何种程度取决于各个靶60的物质的状态(气体靶、或液体靶、或固体靶)或靶物质的物理性质,因此在由靶装卸装置110更换了靶60时,需要重新调整为与靶60相对应的适当的每单位面积的发热量。例如,如图22所示,作为RI制造装置1的用途的一例,在靶装卸装置110中设置有气体靶60G、液体靶60L、固体靶60S等三种靶60,在依次更换的同时,由各个靶60G、60L、60S制造RI。此时,每次更换靶60时,需要改变并调整靶60上的每单位面积的发热量。

[0142] 作为调整靶60上的每单位面积的发热量的方法,可以考虑调整粒子束的准直器83以调整粒子束的射束尺寸。如图21所示,准直器83设置于导出部104的正上游侧。然而,若由准直器83进行射束尺寸的调整,则会产生调整所需的时间、或调整后到使粒子束稳定为止的停机时间,因此效率较低。

[0143] 因此,在RI制造装置1中,作为调整靶60上的每单位面积的发热量的机构而设置有姿势改变机构91(图24、图25)。姿势改变机构91是用于改变靶60相对于粒子束的照射方向的姿势的机构。根据姿势改变机构91,如图23中(a)中示意地显示,能够使靶60相对于来自导出部104的粒子束B的照射方向(箭头b)倾斜,并能够调整其倾斜角度。即,姿势改变机构91能够调整粒子束B相对于靶60的入射角 β 。图23中(a)显示使粒子束B从相对于靶60的前端面60b(靠近导出部104侧的面)倾斜的方向入射的状态,图23中(b)显示使粒子束B垂直入射于靶60的前端面60b的状态。并且,图23中(a)及(b)中的符号63示意地表示沿着靶60的前端面60b配置的靶物质。

[0144] 如图23中(a)所示,在靶60倾斜的状态下,与未倾斜的状态(图23中(b))相比,无需变更射束尺寸,在靶60上被照射粒子束B的面积S扩展。其结果,靶60上的每单位面积的发热量下降。如此,通过调整靶60的倾斜角度,调整靶60上的每单位面积的发热量。

[0145] 对姿势改变机构91的具体的机构进行说明。如图24中(a)所示,姿势改变机构91具备:L字形的支柱部92,固定于回旋加速器主体部100a;铰接部93,配置于该支柱部92的前端部;及真空箱94,经由铰接部93可转动地支承于支柱部92。从导出部104观察时,在真空箱94的背面上设置有供靶60的前端部插入的靶插入口94a。并且,在真空箱94的背面上固定有靶装卸装置110的固定板130。通过该靶装卸装置110,该靶装卸装置110所保持的多个靶60可选择性地装卸于靶插入口94a。从铰接部93的转动轴方向观察时,安装于靶插入口94a的靶60的前端面60b的中央部配置于与铰接部93大致相同的位置。真空箱94的前表面与导出部104之间由伸缩自如的筒状波纹管95连接,因此粒子束B的轨迹与外部隔开而处于真空中。从导出部104射出的粒子束B通过波纹管95及真空箱94并照射于靶60的前端面60b。

[0146] 在图24中(b)所示的状态下,靶60的前端面60b与粒子束B的照射方向正交。从该状态开始,如图24中(a)所示,真空箱94、靶装卸装置110及靶60从未图示的马达等驱动源接受驱动力,一体地相对于支柱部92以铰接部93为中心以任意的姿势能够转动。在如此转动时,在粒子束B的轨迹上,靶60的前端面60b相对于该粒子束B的照射方向倾斜。并且,此时,由于波纹管95以随着导出部104与真空箱94的位置关系变化而伸缩,因此粒子束B的轨迹维持在真空中。在RI制造装置1中,通过上述的姿势改变机构91,能够调整靶60相对于粒子束B的照射方向的姿势,并调整粒子束B对靶60的入射角 β (图23中(a)所示)。

[0147] 将真空箱94、靶装卸装置110及靶60作为一体进行上述转动的机构并不限于图24所示的机构。即,作为这种机构,只要能够以靶60的前端面60b附近为中心使靶装卸装置

110能够转动,则可以采用各种机构。例如,如图25中(a)及(b)所示,姿势改变机构91可以具备垂直多关节机械手96。垂直多关节机械手96的基座部96a固定于回旋加速器主体部100a,靶装卸装置110固定于垂直多关节机械手96的臂前端96b。

[0148] 垂直多关节机械手96具备包括铰接部的多个关节部96c的机械臂,垂直多关节机械手96可以采用市售的垂直多关节机械手。垂直多关节机械手96由于能够以比图24所示的机构更高的自由度使靶装卸装置110移动,因此当然能够与图24所示的机构同样地移动靶装卸装置110。而且,靶装卸装置110能够调整靶60相对于粒子束B的照射方向的姿势,并调整粒子束B对靶60的入射角 β (图23中(a)所示)。图25中(a)显示靶60的前端面60b与粒子束B的照射方向正交的状态,图25中(b)显示靶60的前端面60b相对于粒子束B的照射方向倾斜的状态。在图25的机构中,对与图24的机构相同或相等的要件标注相同的符号,并省略重复说明。

[0149] 根据以上说明的姿势改变机构91,在靶60被更换为新的靶时,根据靶60的物质的状态(气体靶、或液体靶、或固体靶)或靶物质的物理性质来调整靶装卸装置110相对于回旋加速器主体部100a的姿势,由此能够调整靶60相对于粒子束的照射方向的倾斜角度。由此,根据靶60的物质的状态或靶物质的物理性质,能够适当地调整靶60上的每单位面积的发热量。

[0150] 根据这种调整,与调整粒子束B的射束尺寸的方法相比,能够减少如上所述的伴随靶60(60G、60L、60S)的更换的停机时间,进而增加RI的制造量。并且,不仅在由靶装卸装置110更换靶60时,而且在新的靶60安装于导出部104时,与调整射束尺寸的情况相比,也能够减少停机时间,进而增加RI的制造量。

[0151] 并且,在物质的状态或物质的特性不同的情况下,也能够对各靶60照射适当的粒子束,因此更换靶60的处理得以简化。因此,在靶装卸装置110中,例如能够将研发(R&D)用靶和RI制造用靶一起进行处理,其结果有助于推进研发。

[0152] 并且,在靶60倾斜的状态(图23中(a)所示)下,与未倾斜的状态(图23中(b)所示)相比,在靶60的靶物质63中被照射粒子束B的部位63a增加,因此RI的制造量增加。例如,在固体靶60S(图22中(a)所示)的情况下,也可以使靶60相对于照射方向b倾斜,在液体靶60L(图22中(a)所示)的情况下,使靶60相对于照射方向b正交。通过在固体靶60S中使靶60相对于照射方向b倾斜,如上所述,在靶物质63中被照射粒子束B的部位63a增加,因此RI的制造量增加。例如,在液体靶60L的情况下,在靶物质63的液体量少的情况下,通过使靶60相对于照射方向b正交,能够不增加靶物质63的液体量而使粒子束照射到整个靶物质63。

[0153] 另外,在使靶60倾斜的情况下,倾斜方向并不受限定。例如,图24及图25示出使保持靶60的靶装卸装置110围绕与Y方向(图2)平行的轴线转动以使靶60倾斜的例子,但例如也可以使靶装卸装置110围绕与Y方向及X方向(图2)两者正交的轴线转动以使靶60倾斜。

[0154] 本发明可以在上述实施方式的基础上,根据本领域技术人员知识,以进行了各种变更和改进的各种方式来实现。并且,也可以利用上述实施方式中所记载的技术事项来构成变形例。也可以适当地组合使用各实施方式等的结构。

[0155] 在靶装卸装置10、110中,通过在Y方向(图3)上可位移的滑动板16上沿Y方向排列多个靶60来进行靶60的更换,但并不限定于该结构。若将与Y方向及X方向(图2)两者正交的方向设为Z方向,则例如可以将多个靶60在Z方向上排列并保持于在Z方向上可位移的滑动

板上。并且,可以将多个靶60二维地排列并保持于在与X方向正交的面内二维地可位移的滑动板上。并且,RI制造装置1并非必须具备如靶装卸装置10、110那样可保持多个靶60的装置,例如也可以由其他装卸装置等将靶60逐个装卸于导出部104。

[0156] 并且,保持靶60的靶保持部件并不只限于平移移动,靶保持部件也可以旋转移动。例如,可以使用如图26所示的靶装卸装置210。靶装卸装置210具备底座部215和能够旋转地支承于该底座部215的圆柱状的旋转主体216(靶保持部件)。底座部215例如经由安装基座64安装于回旋加速器主体部100a。旋转主体216以使圆柱轴线朝向X方向的状态安装于底座部215,并相对于底座部215围绕圆柱轴线(旋转轴线NX)能够旋转。在旋转主体216上,围绕旋转轴线NX设置有保持靶60的多个圆孔216a。圆孔216a在旋转主体216的旋转周向上等间隔地配置,在各圆孔216a中以使圆柱轴线朝向X方向的状态保持圆柱状的靶60。

[0157] 在底座部215上设置有马达220(第3驱动部)。通过跨接马达220的旋转轴及旋转主体216的驱动带221,马达220的驱动力传递到旋转主体216,旋转主体216围绕旋转轴线NX旋转。通过这种旋转主体216的旋转,能够选择在X方向上与导出部104面对的靶60,通过在X方向上驱动旋转主体216的驱动部(未图示)、或者在X方向上驱动底座部215的驱动部(未图示)将所选择的靶60装卸于导出部104。在该靶装卸装置210中,夹设于靶60与圆孔216a之间的圆筒套管81、旋转主体216、底座部215及安装基座64中的至少任一个为电绝缘部件79。并且,该靶装卸装置210可以代替图24或图25中的靶装卸装置110而使用。

[0158] RI制造装置1所具备的加速器并不限定于回旋加速器,也可以是线性加速器、同步回旋加速器等其他加速器。

[0159] 符号说明

[0160] 1-RI制造装置,10、110、210-靶装卸装置,16-滑动板(靶保持部件),18-第1气缸(驱动装置、第2驱动部),20-第2气缸(驱动装置、第1驱动部),22-第3气缸(驱动装置、第1驱动部),48-保持部,60-靶,60G-气体靶,60L-液体靶,60S-固体靶,64-安装基座(固定工具),71-电流检测装置,79-电绝缘部件,91-姿势改变机构(入射角调整机构),93-铰接部(间接部),96-垂直多关节机械手,96c-关节部,100-回旋加速器(加速器),104-导出部,216-旋转主体(靶保持部件),216a-圆孔(保持部),220-马达(第3驱动部),B-粒子束, β -入射角。

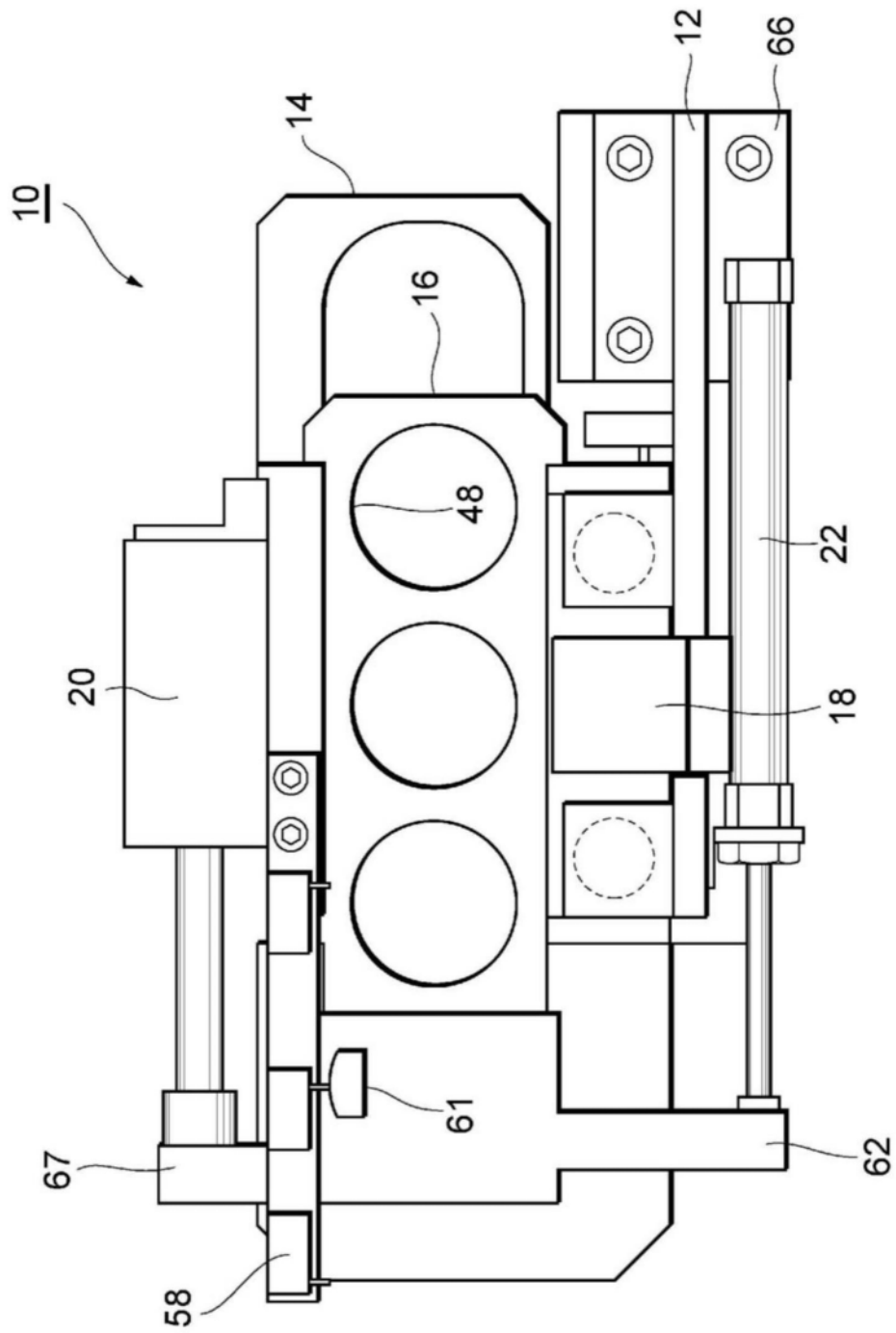


图1

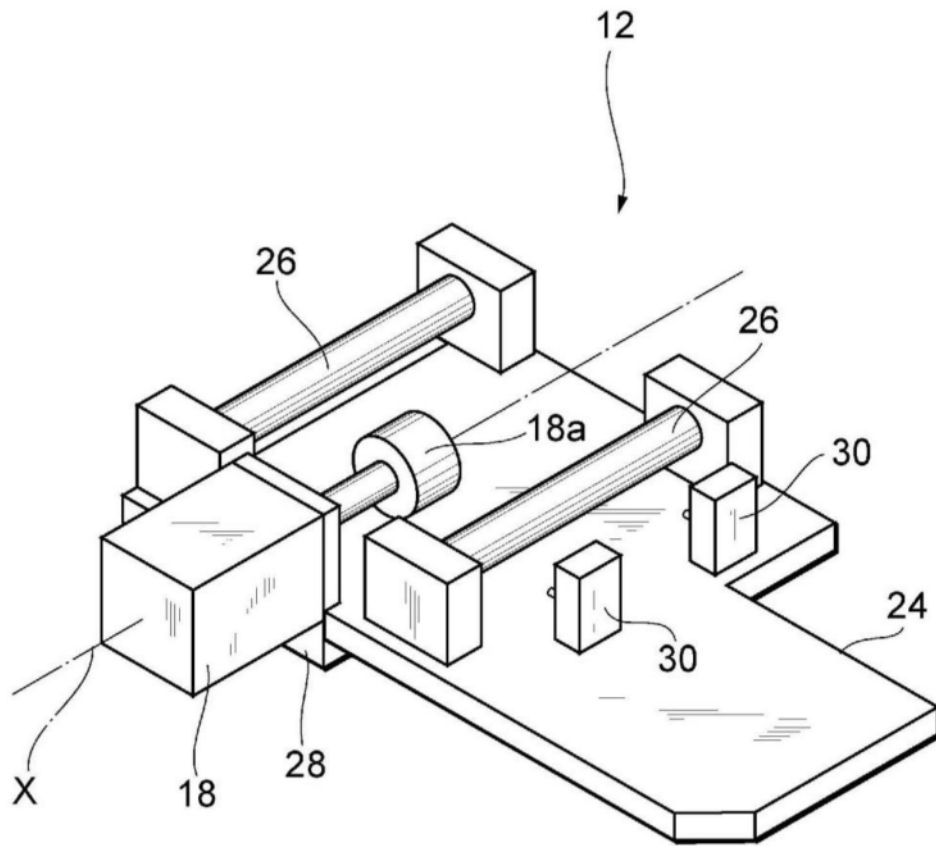


图2

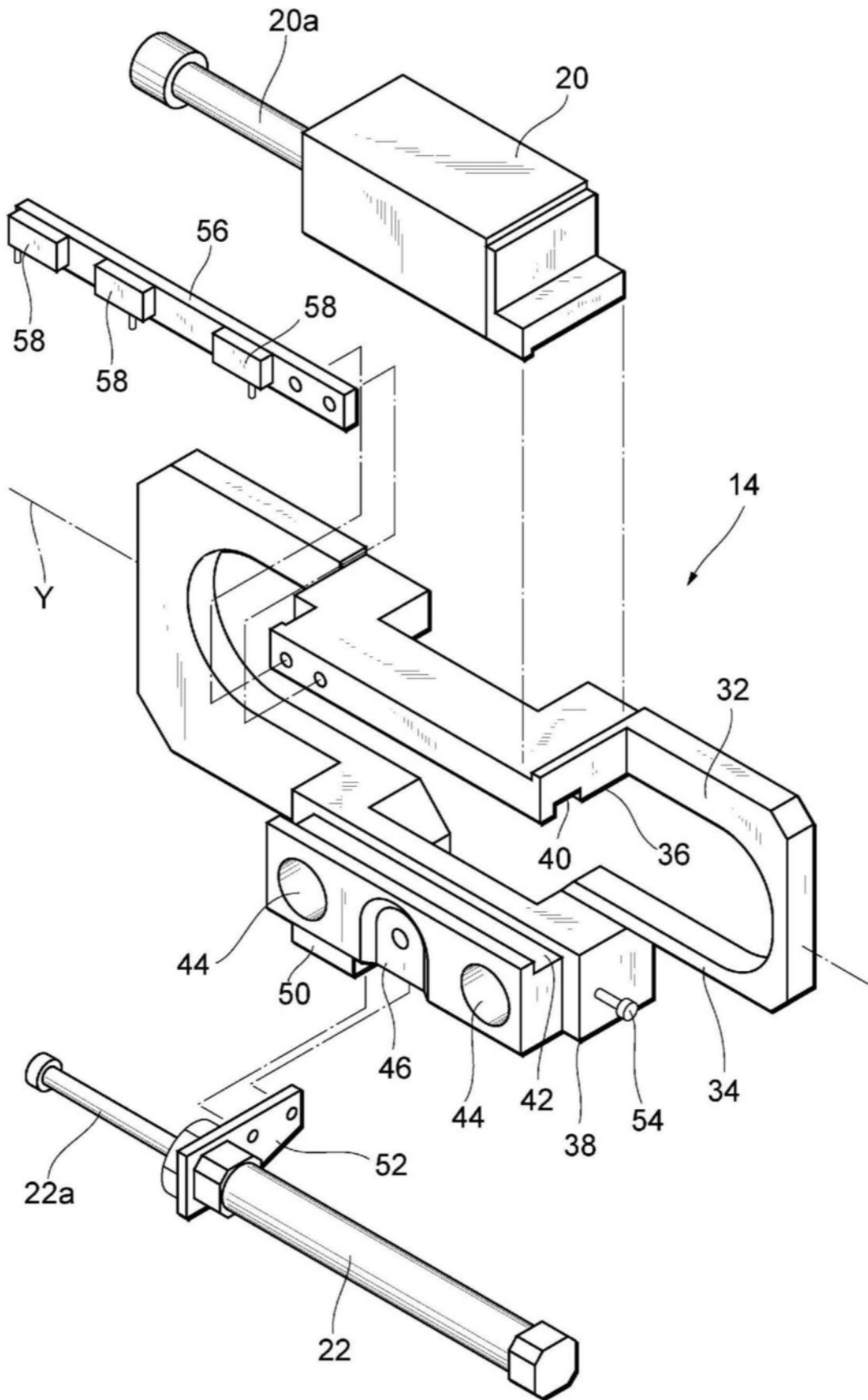


图3

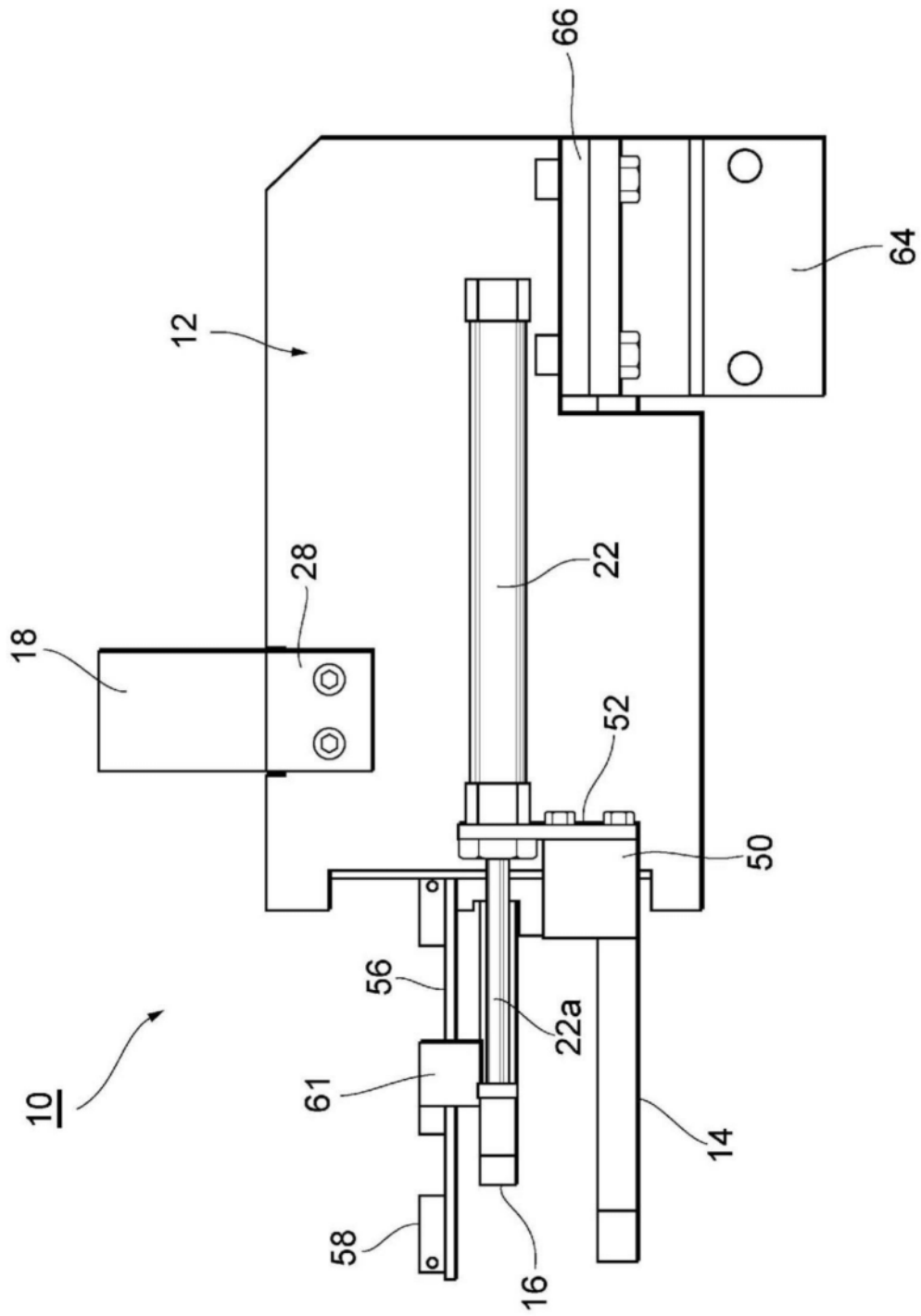


图4

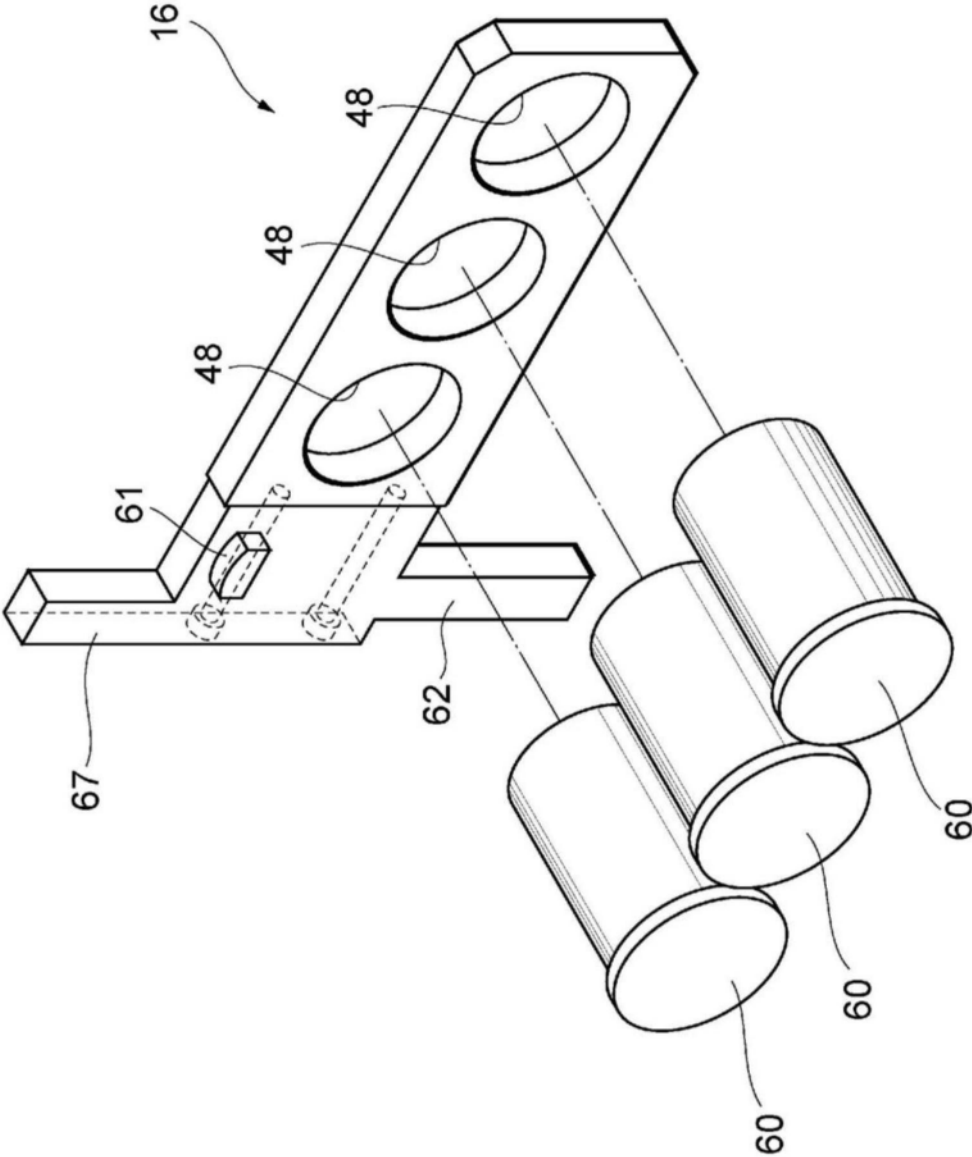


图5

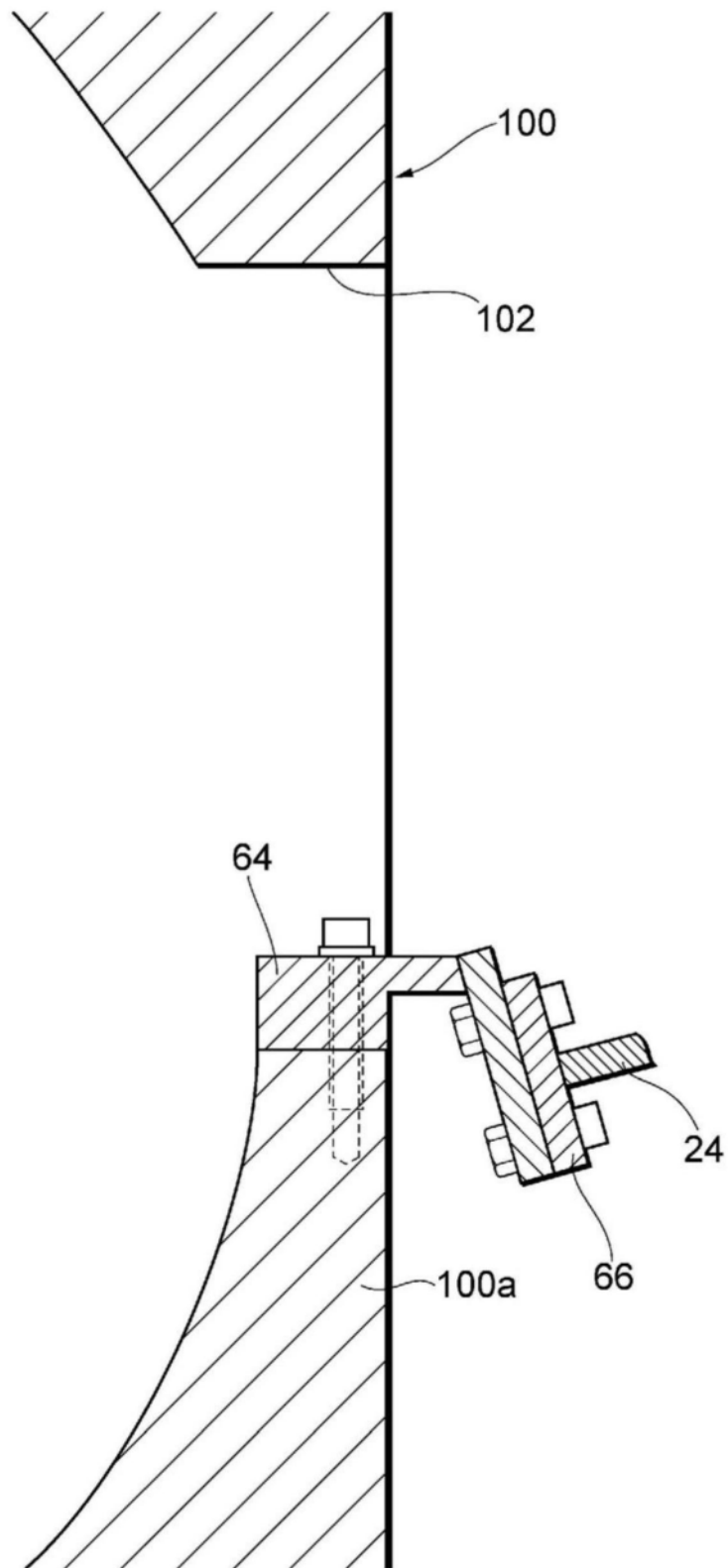


图7

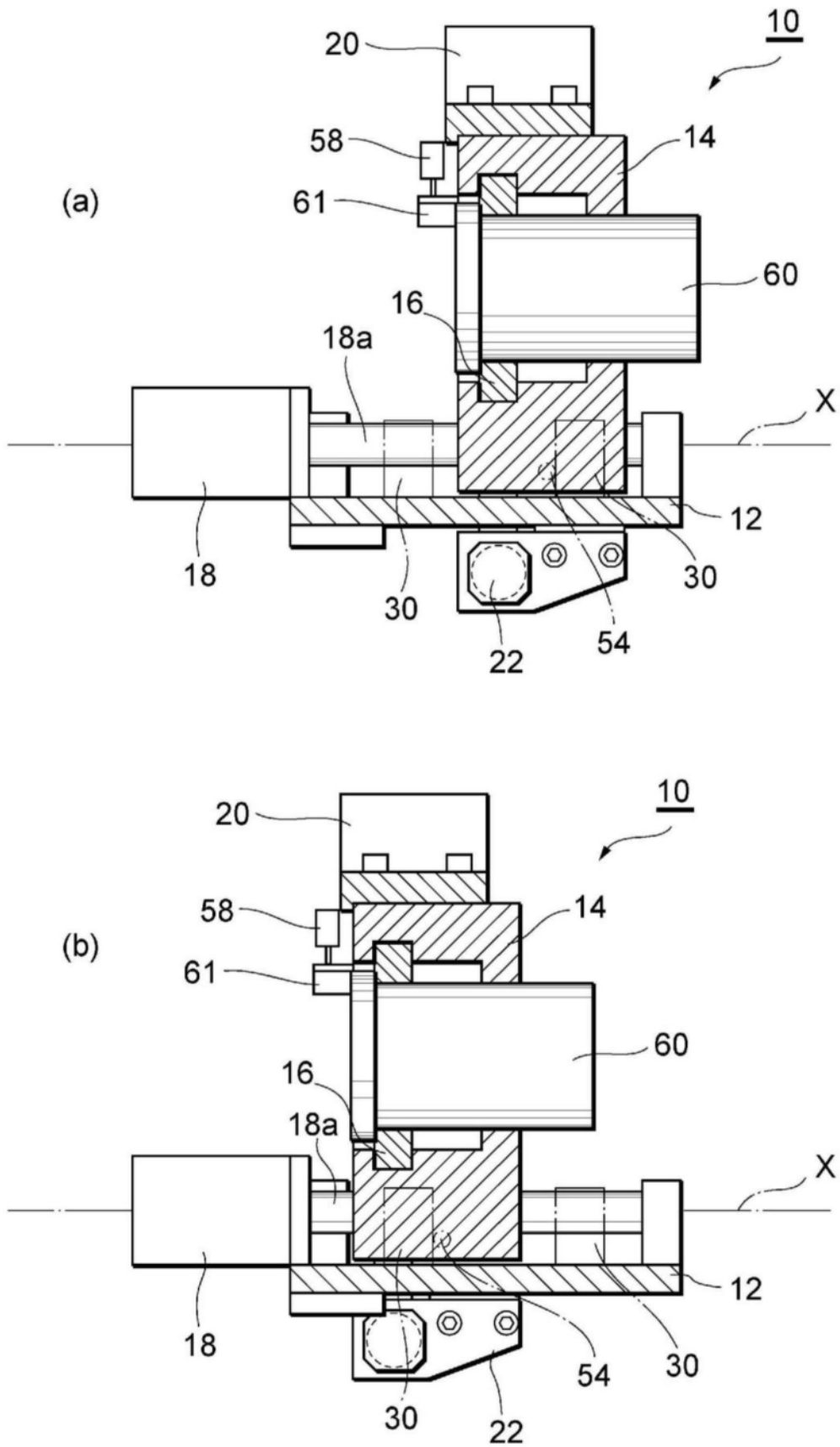


图8

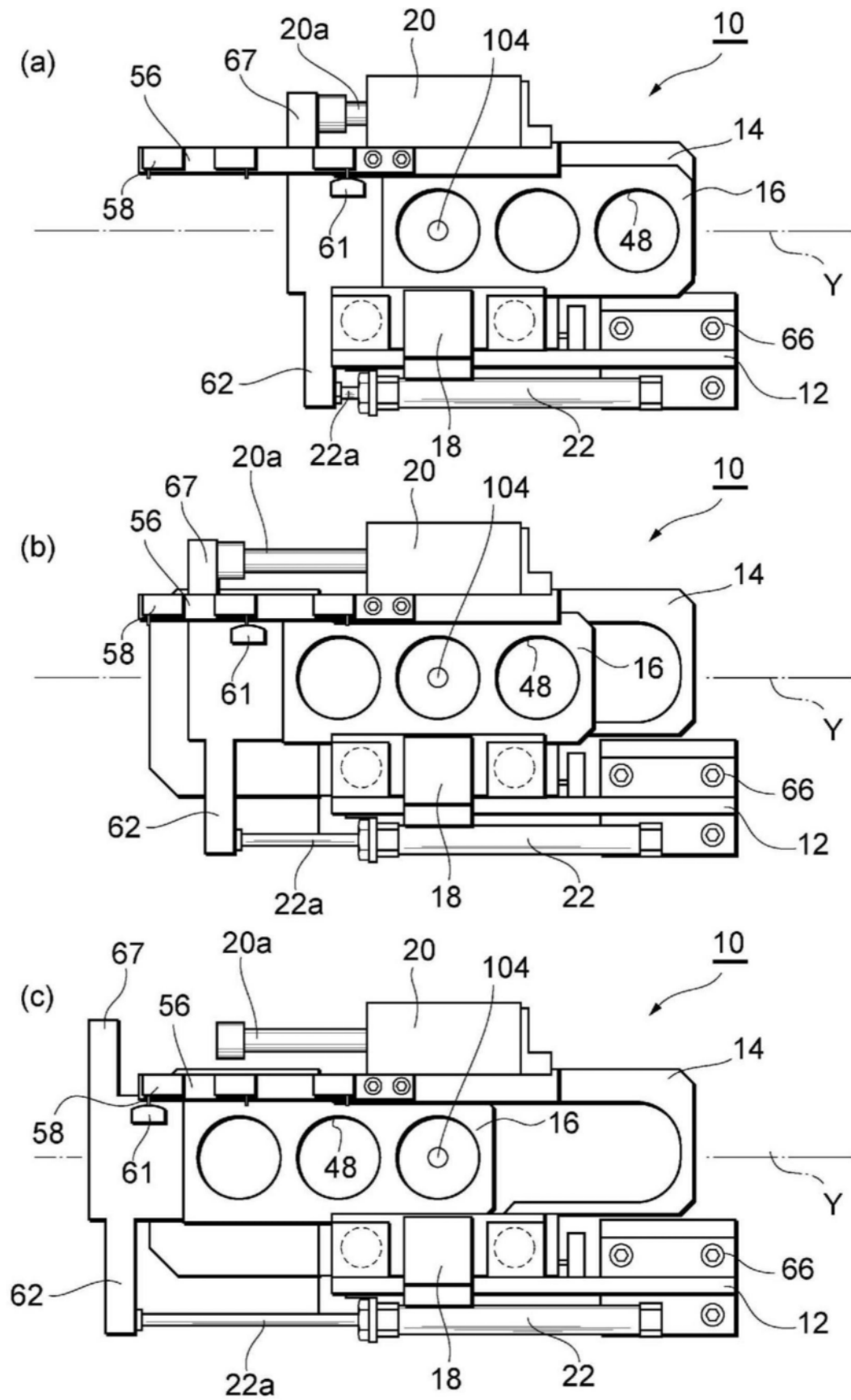


图9

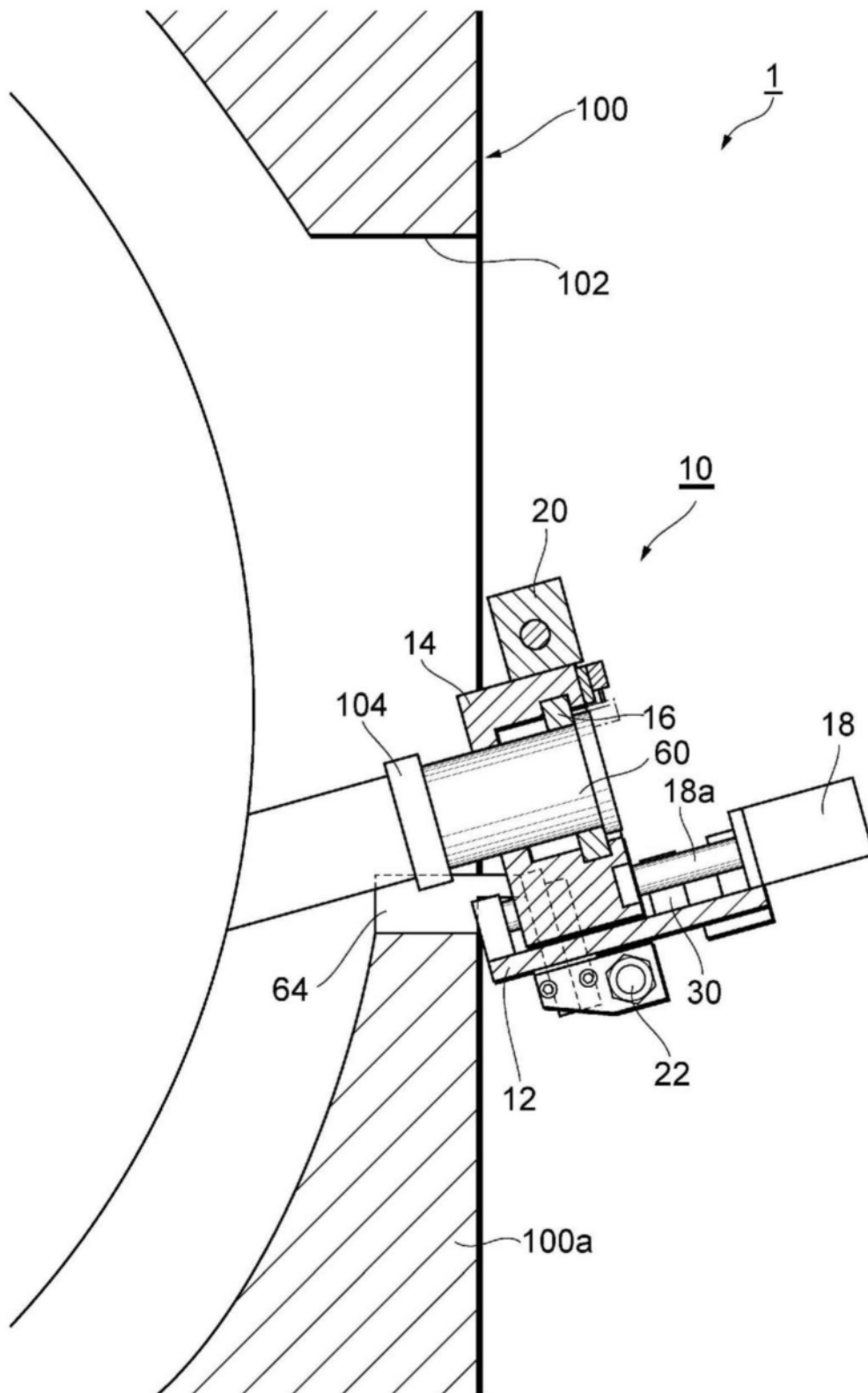


图10

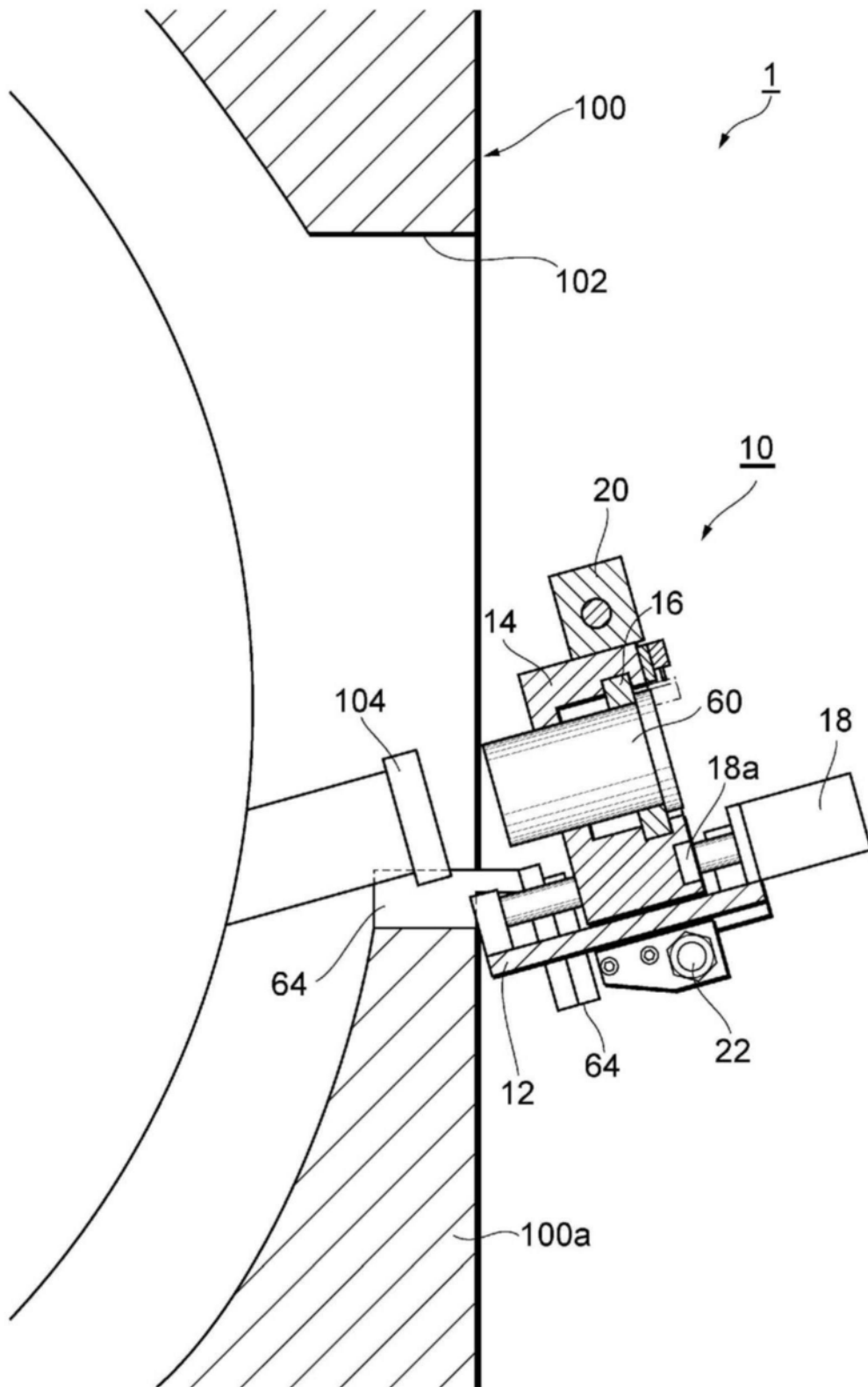


图11

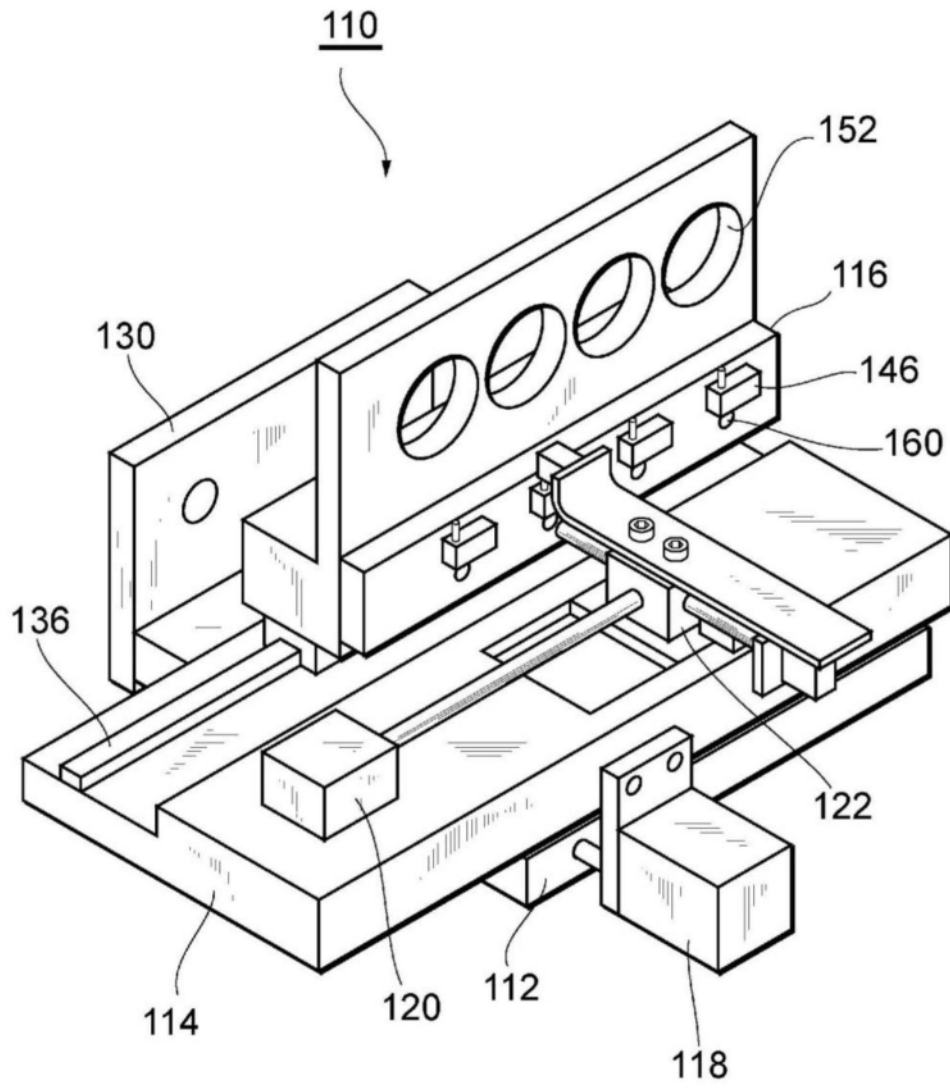


图12

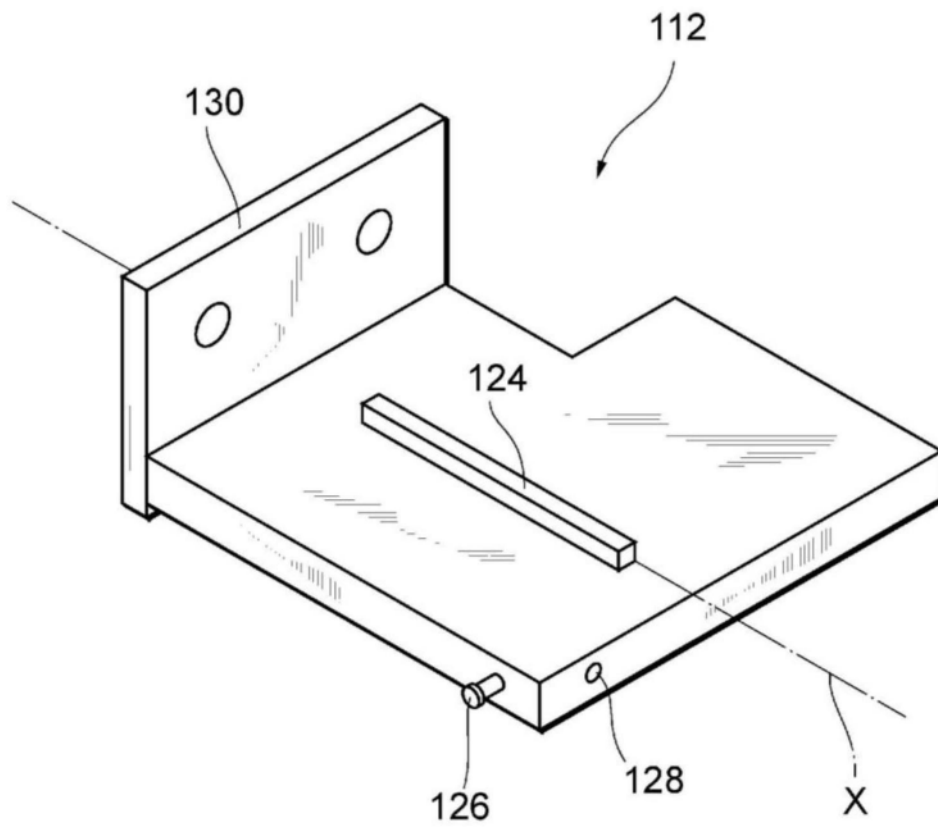


图13

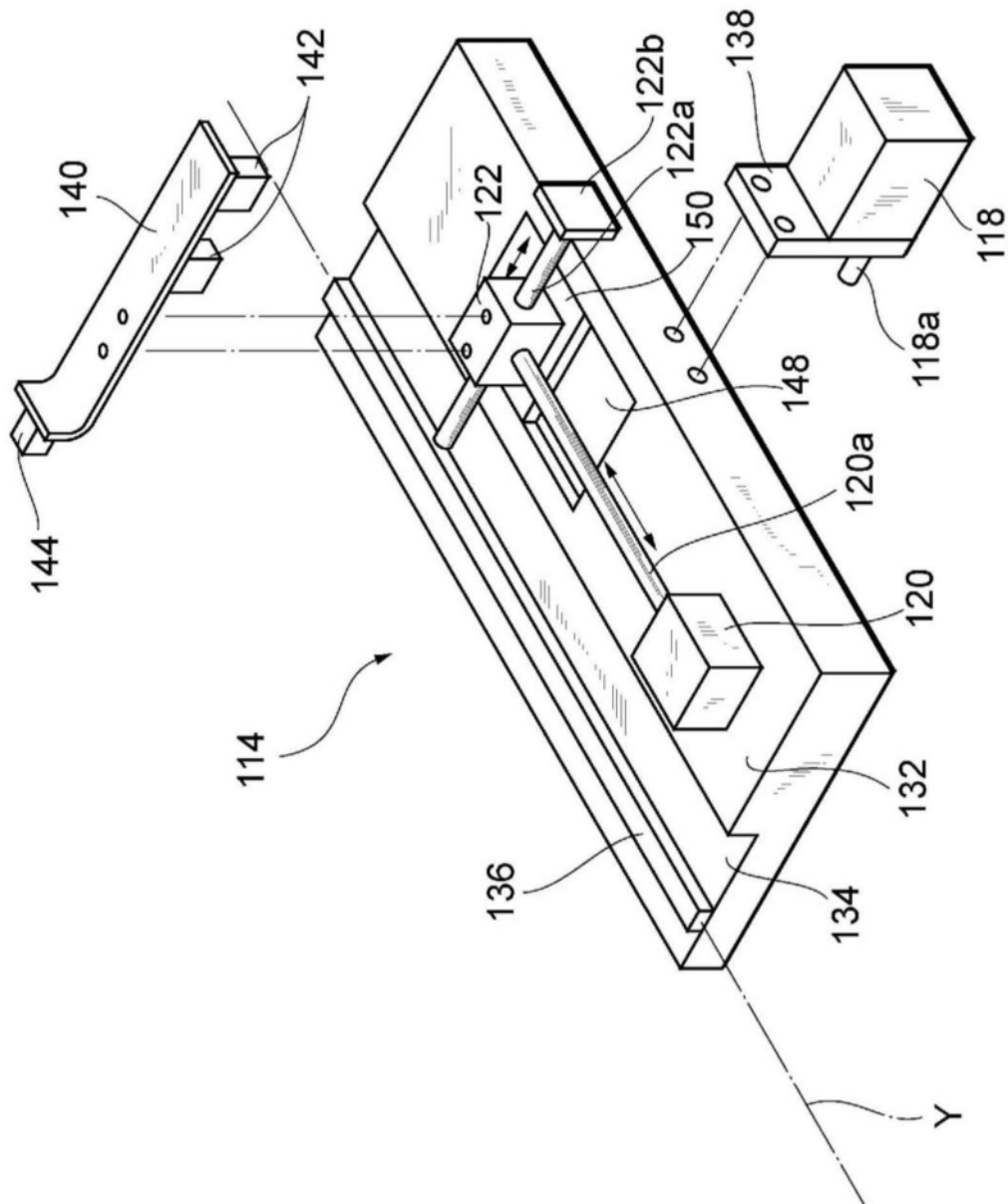


图14

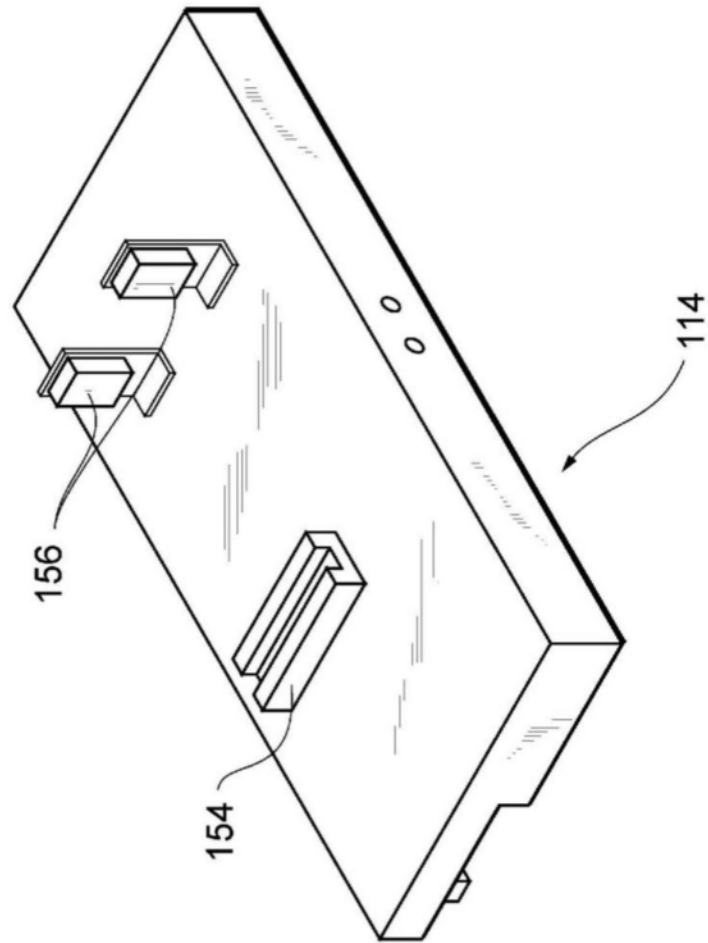


图15

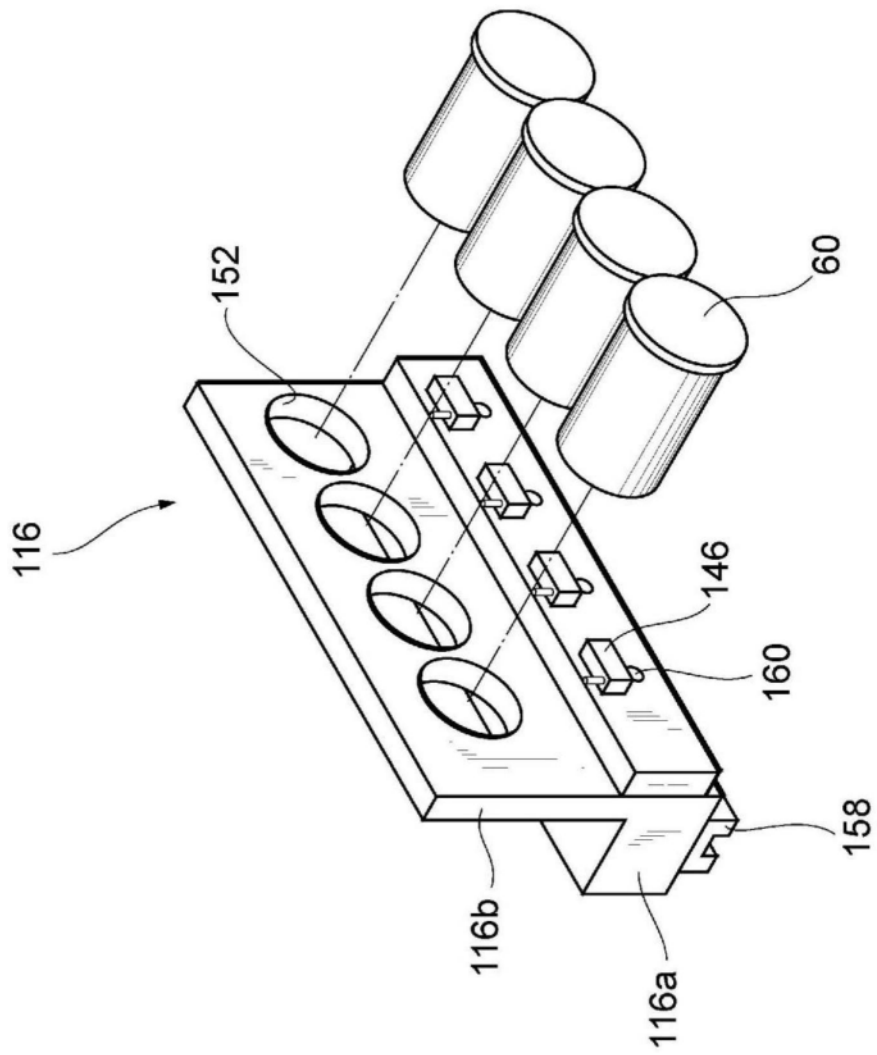


图16

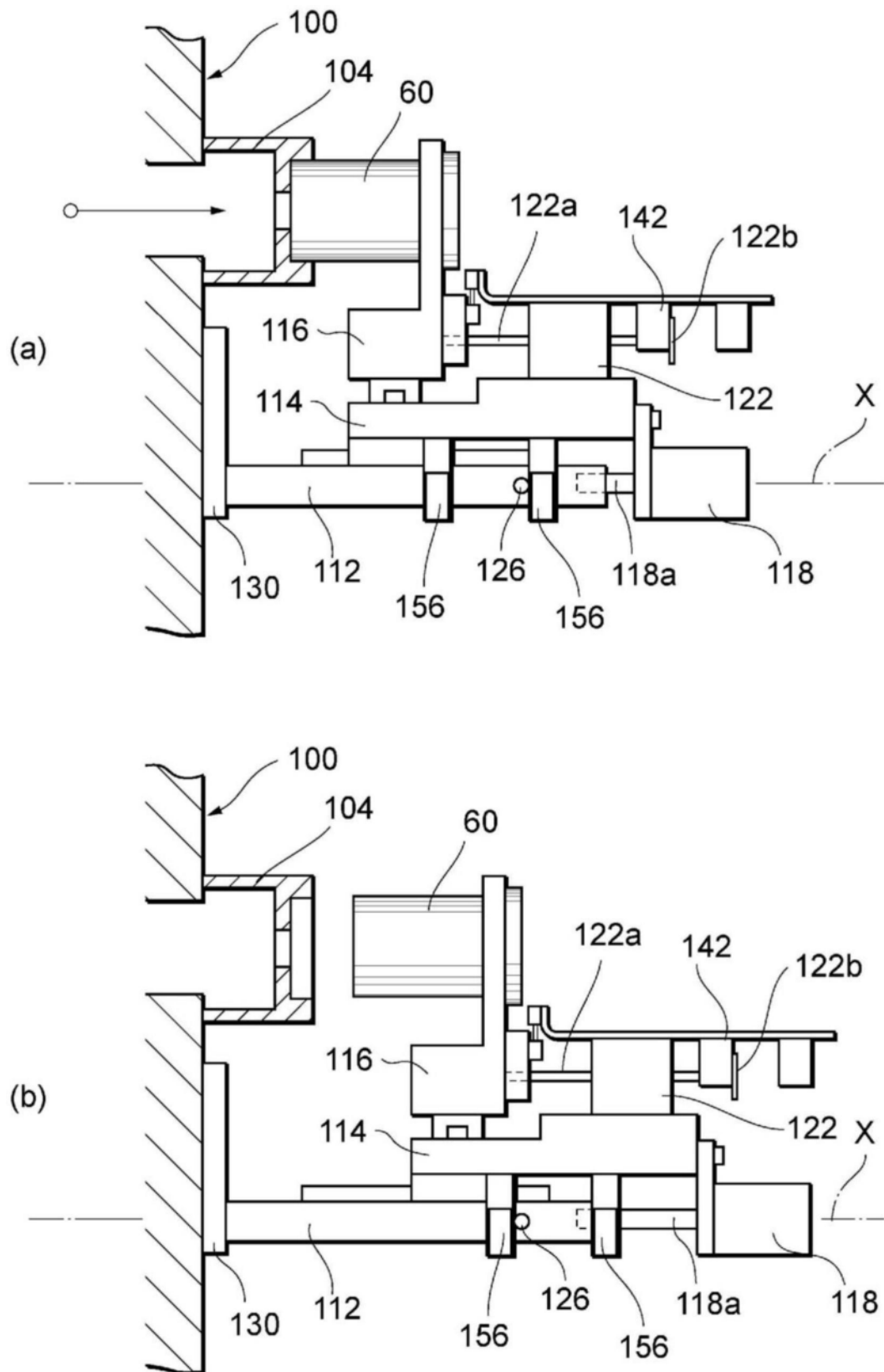


图17

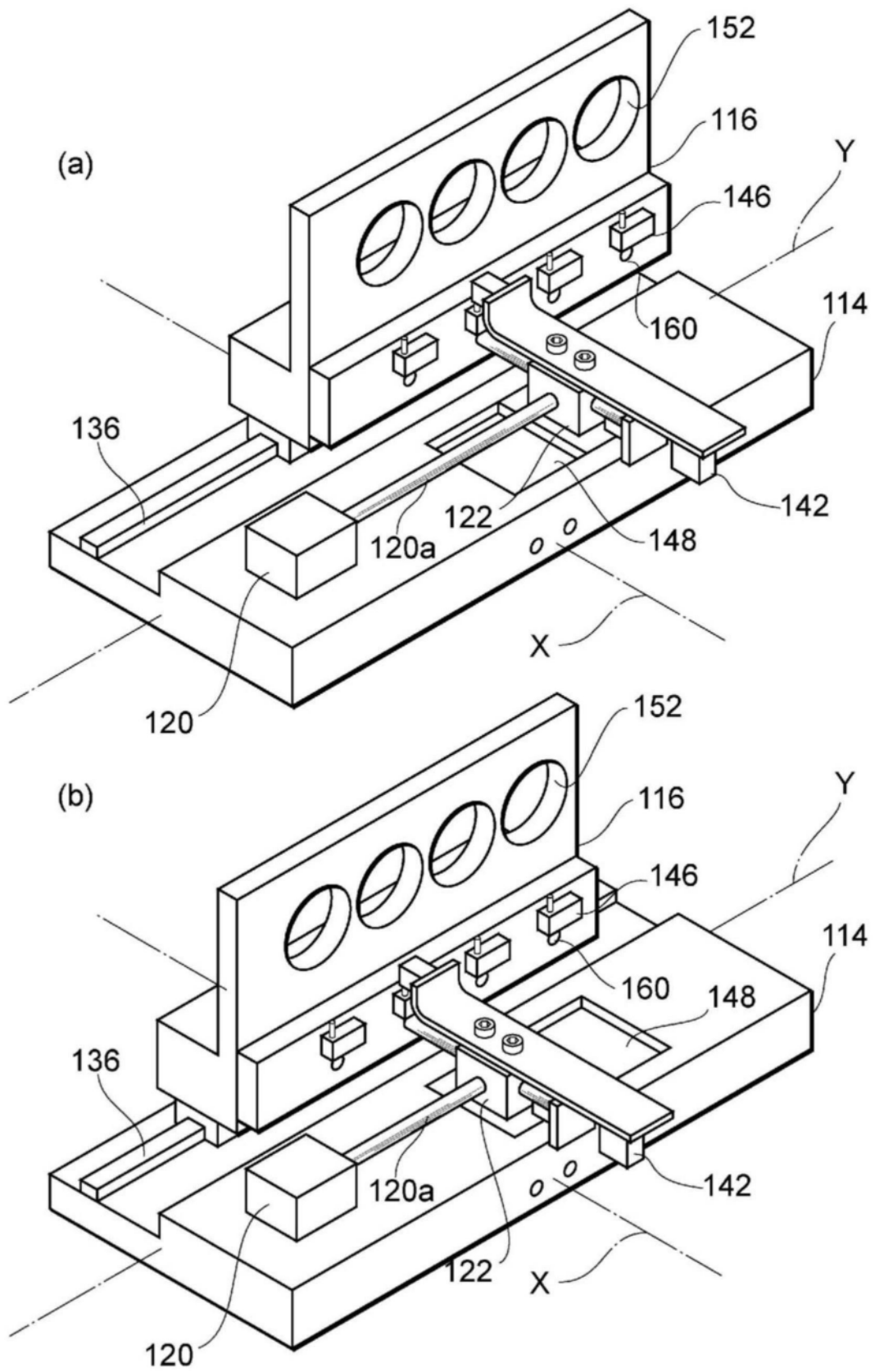


图19

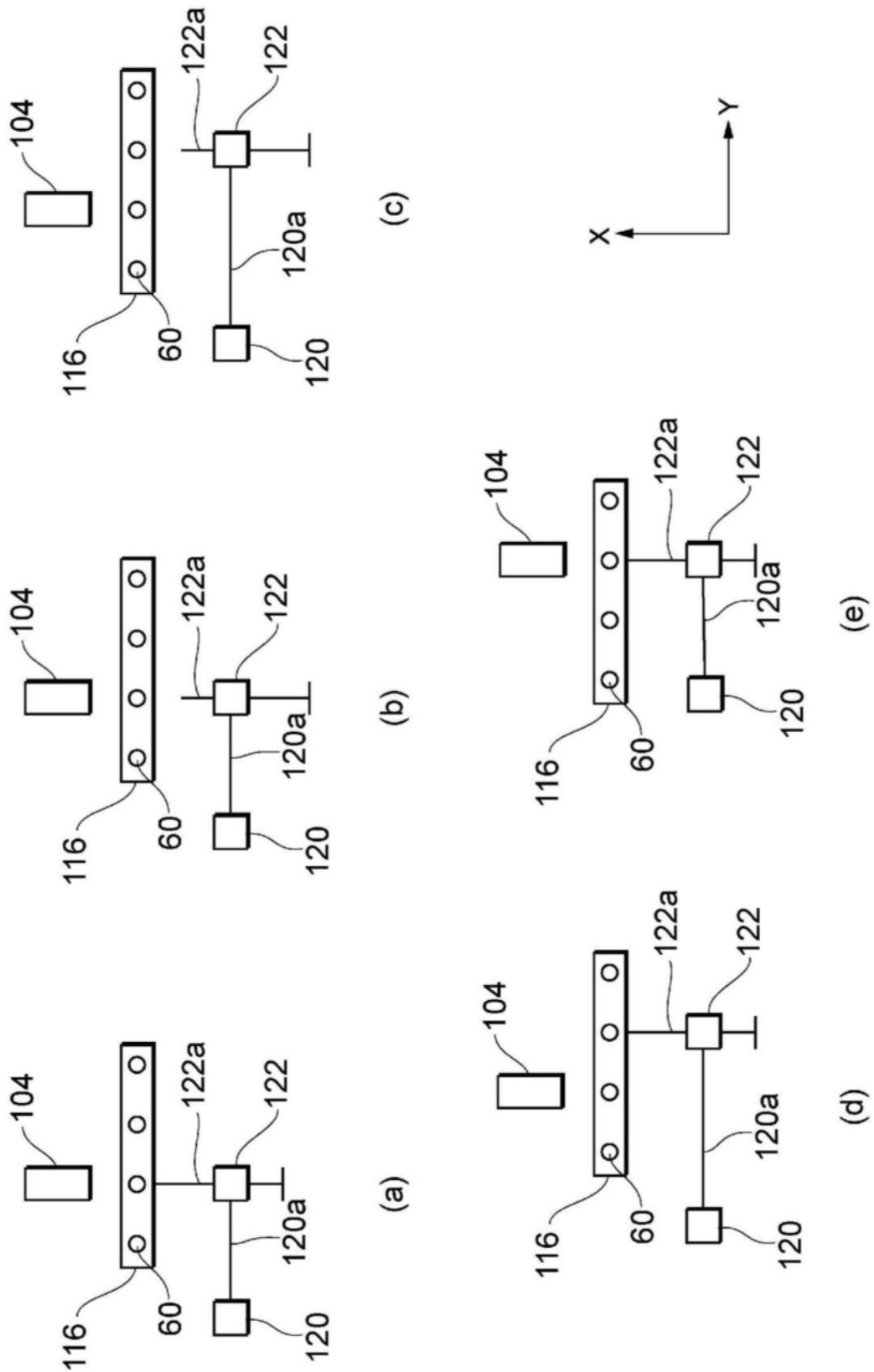


图20

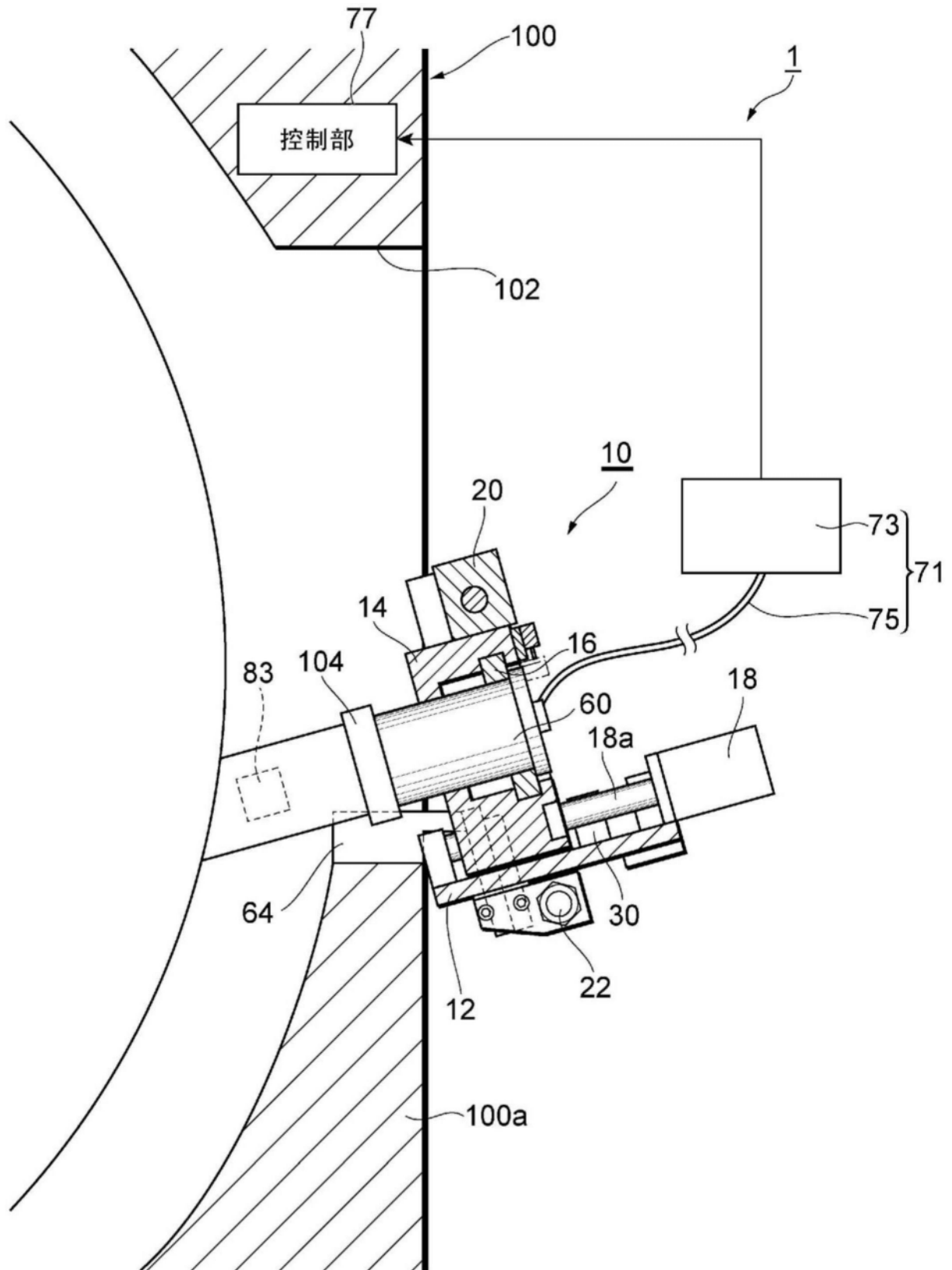


图21

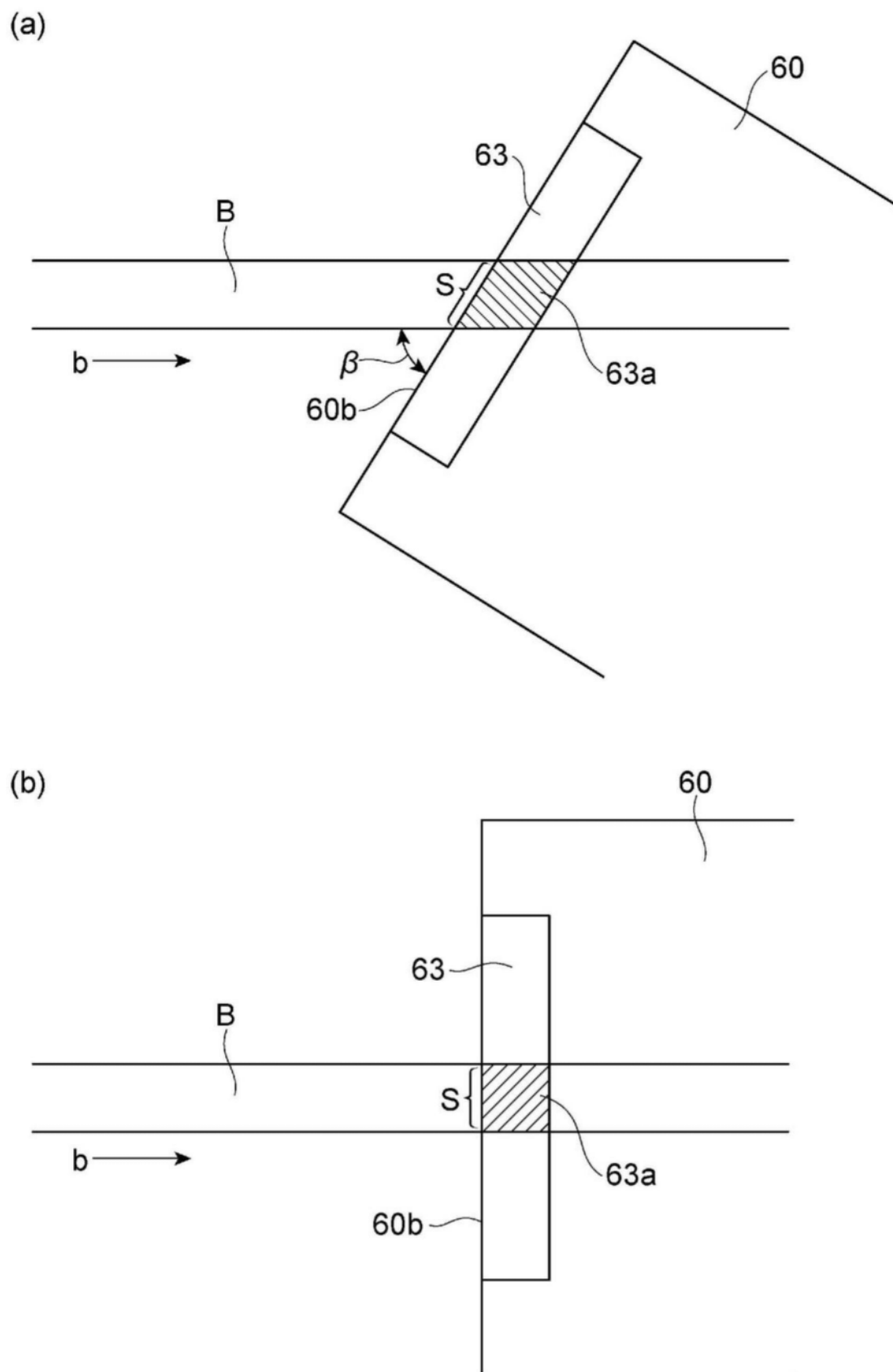


图23

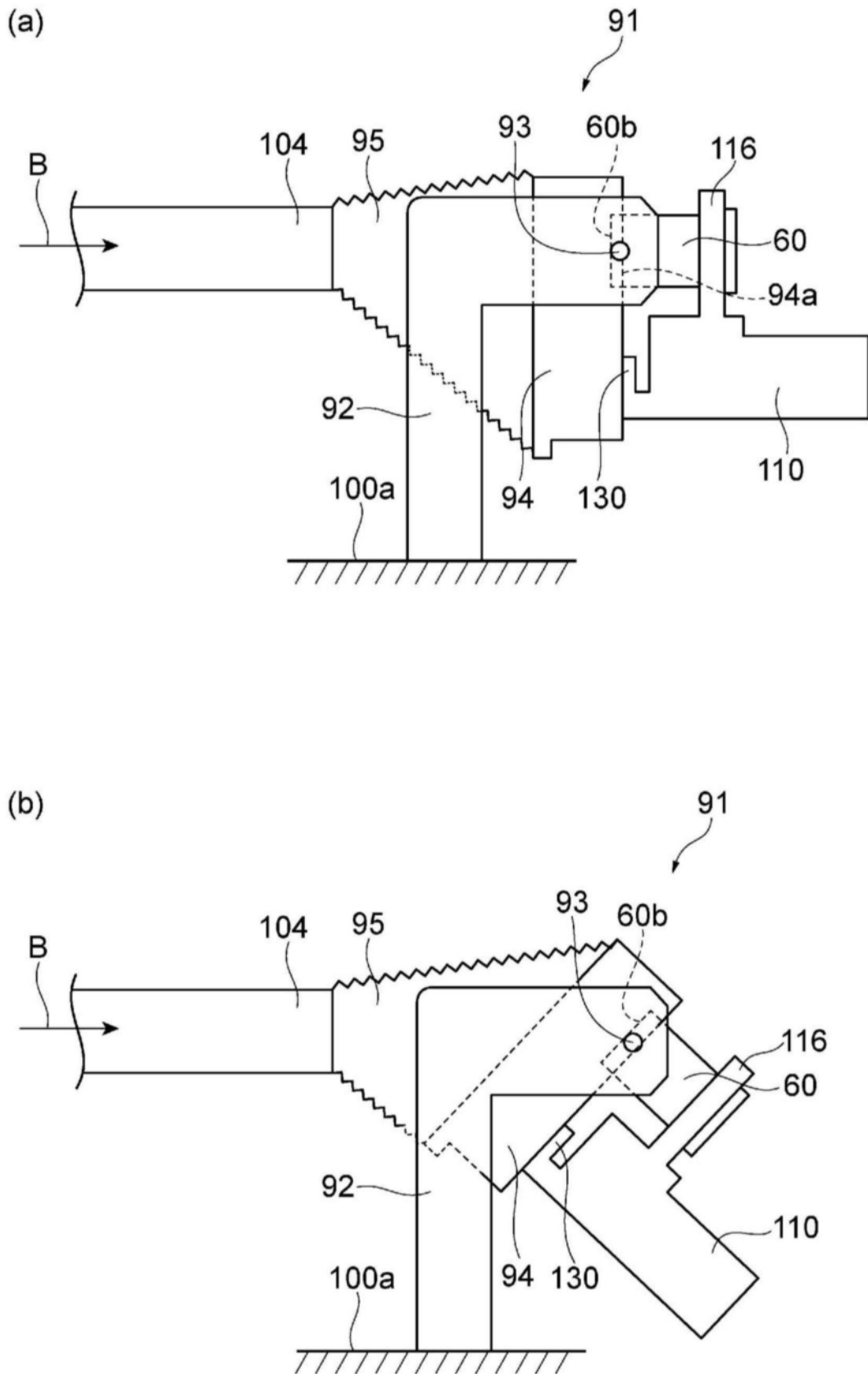


图24

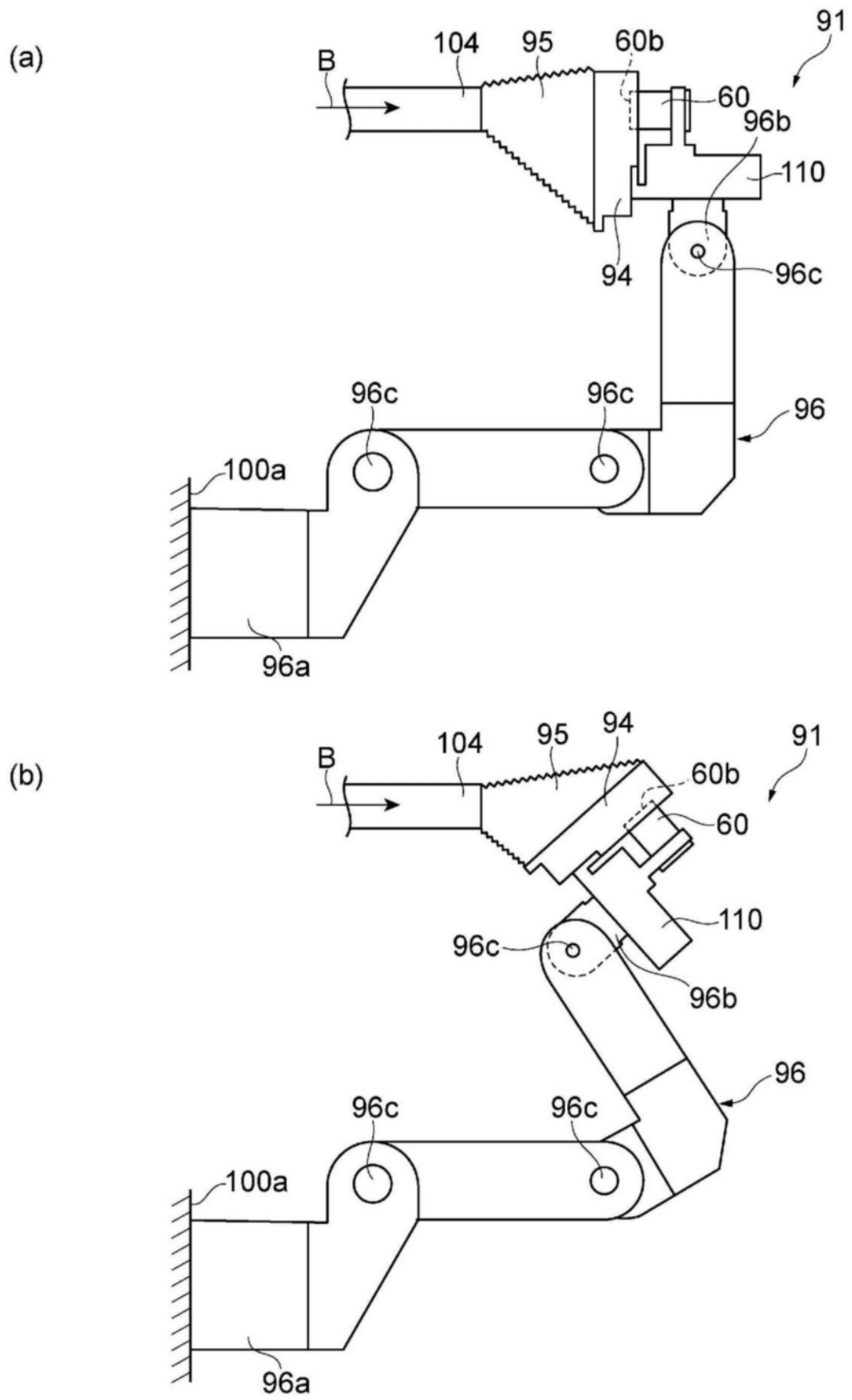


图25

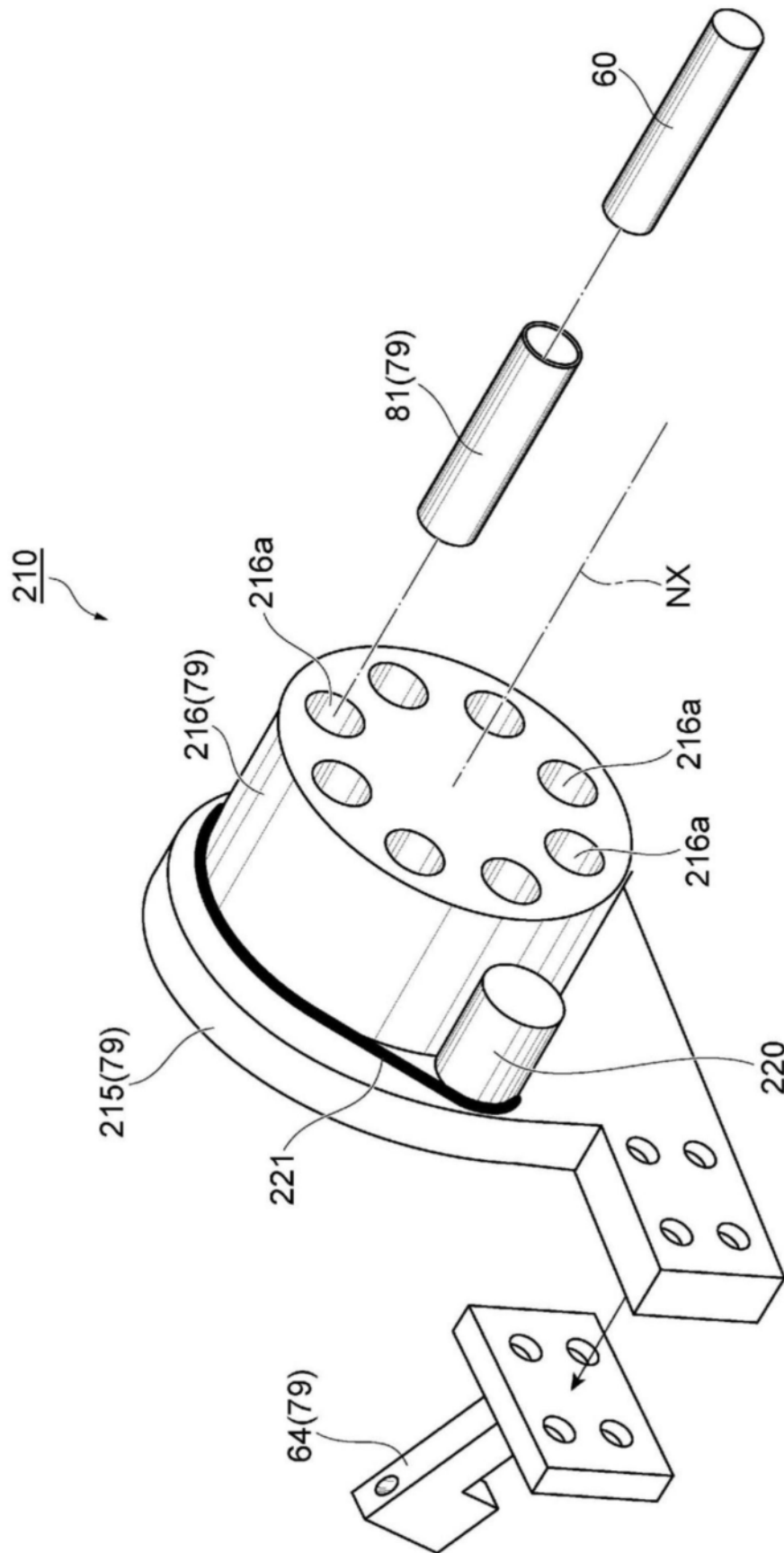


图26