



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103609009 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 26

(21) 申请号 201280029530. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 04. 19

H02K 33/12(2006. 01)

(30) 优先权数据

F16C 29/06(2006. 01)

2011-098775 2011. 04. 26 JP

G01M 7/02(2006. 01)

2011-238849 2011. 10. 31 JP

B06B 1/04(2006. 01)

F16F 15/02(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G01N 3/32(2006. 01)

2013. 12. 16

G05D 3/00(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/060581 2012. 04. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/147607 JA 2012. 11. 01

(71) 申请人 国际计测器株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 松本繁

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

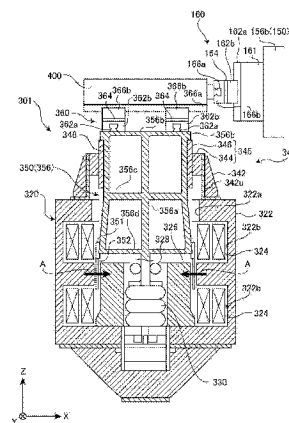
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54) 发明名称

电动致动器和电动激振装置

(57) 摘要

本发明提供一种电动致动器,包括:大致筒状的固定部;可动部,其至少一部分被收容于固定部的中空部内,在固定部的轴线方向上被往复驱动;和以使可动部能够在固定部的轴线方向上能往复移动的方式从侧方对可动部进行支承的多个可动部支承机构,可动部支承机构包括:轨道,其被安装于可动部的侧面,在固定部的轴线方向上延伸;和滑块,其被安装于固定部,与轨道卡合,并且可动部支承机构大致等间隔地配置于固定部的轴线的周围。



1. 一种电动致动器,其特征在于,包括:
大致筒状的固定部;
可动部,其至少一部分被收容于所述固定部的中空部内,在所述固定部的轴线方向上被往复驱动;和
以使所述可动部能够在所述固定部的轴线方向上往复移动的方式从侧方对所述可动部进行支承的多个可动部支承机构,
所述可动部支承机构包括:
轨道,其被安装于所述可动部的侧面,在所述固定部的轴线方向上延伸;和
滑块,其被安装于所述固定部,与所述轨道卡合,
并且,所述可动部支承机构大致等间隔地配置于所述固定部的轴线的周围。
2. 如权利要求 1 所述的电动致动器,其特征在于:
包括两对所述可动部支承机构,
所述可动部由所述两对可动部支承机构在正交的两个方向上从两侧夹持。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的电动致动器,其特征在于:
所述电动致动器以所述固定部的轴线朝向水平方向的方式被横置,
所述可动部支承机构中的一个被配置在所述固定部的轴线之下。
4. 如权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的电动致动器,其特征在于:
所述可动部包括:杆,其从所述可动部的一端突出,在所述固定部的轴线上延伸,
所述固定部包括:轴承,其以使所述杆在所述固定部的轴线方向上能自由移动的方式对所述杆进行支承。
5. 如权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的电动致动器,其特征在于,包括:
基座;和
支承所述固定部的固定部支承机构,
所述固定部支承机构包括:
可动块,其被安装于所述电动致动器的固定部;
直线引导件,其以在所述固定部的轴线方向上可自由滑动的方式对所述可动块和所述基座进行连结;和
缓冲部件,其被配置在所述基座和所述可动块之间,防止所述轴线方向的振动的传递。
6. 如权利要求 5 项所述的电动致动器,其特征在于:
所述缓冲部件为空气弹簧。
7. 如权利要求 5 或 6 所述的电动致动器,其特征在于:
包括固定于所述基座的固定块,
所述直线引导件和所述防振部件的至少一方,经由所述固定块被安装于所述基座。
8. 如权利要求 5 ~ 7 中任一项所述的电动致动器,其特征在于:
包括一对所述可动块,
所述一对可动块被安装于夹着所述固定部的轴线的两侧面。
9. 一种电动激振装置,其特征在于,包括:
如权利要求 1 ~ 8 中任一项所述的电动致动器;和
与所述电动致动器的可动部的前端连结的振动台。

10. 如权利要求 9 所述的电动激振装置,其特征在于:
包括两个所述电动致动器,
所述电动致动器的一方为在第一方向上具有驱动轴的第一致动器,
所述电动致动器的另一方为在与所述第一方向正交的第二方向上具有驱动轴的第二致动器,
所述电动激振装置包括:
第一滑件,其以在所述第二方向上可自由滑动的方式对所述振动台和所述第一致动器进行连结;和
第二滑件,其以在所述第一方向上可自由滑动的方式对所述振动台和所述第二致动器进行连结。
11. 如权利要求 10 所述的电动激振装置,其特征在于,包括:
第三致动器,其为电动致动器,在与所述第一方向和所述第二方向正交的第三方向上具有驱动轴;和
第三滑件,其以在所述第一方向和所述第二方向上可自由滑动的方式对所述振动台和所述第三致动器进行连结,
所述第一滑件以在所述第二方向和所述第三方向上可自由滑动的方式对所述振动台和所述第一致动器进行连结,
所述第二滑件以在所述第一方向和所述第三方向上可自由滑动的方式对所述振动台和所述第二致动器进行连结。

电动致动器和电动激振装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动致动器和使用其的电动激振装置。

背景技术

[0002] 已知有将所谓音圈马达作为驱动装置使用的电动激振装置。在专利文献 1 中公开了使驱动轴朝向彼此正交的方向的三台电动致动器 200、300、400 与振动台 100 连结而成的三轴激振装置 1。在专利文献 1 的激振装置 1 中,各电动致动器的驱动轴经由在与驱动轴正交的两个轴方向上能够平稳地滑动的双轴滑件(连接部 240、340、440)与振动台 100 连接。该双轴滑件 240 (340、440)是将以可动轴彼此正交的方式配置的一对直线引导件经由中间台 245 (345、445)连结而成的。利用该结构,各电动致动器能够不被其它电动致动器的振动台 100 的驱动所强烈影响(即,以比较少的互相干扰(cross talk))地驱动振动台 100。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献 1 :国际公开 W02009/130953 号公报

发明内容

[0006] 发明想要解决的技术问题

[0007] 但是,在专利文献 1 的激振装置 1 所使用的电动致动器 200 中,可动部 230 仅在从其胴体部 232 的一端向驱动方向突出的细长杆 234 的前端附近被支承于固定部 222,所以可动部 230 的胴体部 232,在与驱动轴正交的方向(不驱动方向)上不以高刚性被支承,在不驱动方向上容易发生振动。因此,由于向可动部 230 的不驱动方向的振动,产生驱动轴间的互相干扰,会有激振精度降低的情况。

[0008] 本发明的目的在于提供可动部在不驱动方向上不易振动的电动致动器和通过使用该电动致动器而使激振精确度优良的电动激振装置。

[0009] 本发明的实施方式的电动致动器,包括:大致筒状的固定部;可动部,其至少一部分被收容于固定部的中空部内,在固定部的轴线方向上被往复驱动;和以使可动部能够在固定部的轴线方向上能往复移动的方式从侧方对可动部进行支承的多个可动部支承机构。可动部支承机构包括:轨道,其被安装于可动部的侧面,在固定部的轴线方向上延伸;和滑块,其被安装于固定部,与轨道卡合,并且,可动部支承机构大致等间隔地配置于以固定部的轴线为中心的周方向上。

[0010] 利用该结构,可动部被多个可动部支承机构限制向不驱动方向的移动,所以在不驱动方向上不易振动。

[0011] 可动部也可以构成为由两对可动部支承机构在正交的两个方向上从两侧夹持。

[0012] 利用这些结构,可动部在正交的两个不驱动方向上分别被从两侧限制移动,所以在不驱动方向上不易振动。

[0013] 电动致动器也可以以固定部的轴线朝向水平方向的方式被横置,可动部支承机构

中的一个被配置于固定部的轴线之下。

[0014] 利用该结构,可动部被可动部支承机构中的一个从下方支承,所以即使可动部的重量大,也能够有效防止可动部的上下方向上的振动。

[0015] 也可以构成为可动部包括:杆,其从可动部的一端突出,在固定部的轴线上延伸,固定部包括:轴承,其以使杆在固定部的轴线方向上能自由移动的方式对杆进行支承。

[0016] 利用该结构,可动部由可动部支承机构和轴承在驱动方向上的两点限制不驱动方向上的移动,所以在不驱动方向上更不易振动。

[0017] 也可以构成为,包括:基座;和支承固定部的固定部支承机构,固定部支承机构包括:可动块,其被安装于电动致动器的固定部;直线引导件,其以在固定部的轴线方向上可自由滑动的方式对可动块和基座进行连结;和缓冲部件,其被配置在基座和可动块之间,防止轴线方向的振动的传递。缓冲部件例如为空气弹簧。另外,也可以构成为,包括:固定块,其被固定于基座,直线引导件和防振部件的至少一方经由固定块被安装于基座。

[0018] 当电动致动器被驱动时,固定部由于反作用力而在轴线方向上强烈进行振动。根据该结构,固定部经由固定部支承机构的缓冲部件被固定于基座,所以能够防止固定部的轴线方向的较强的振动传递至基座。若将这样的电动致动器用于多轴激振机,则能够降低激振轴间的互相干扰、不需要的振动干扰,能够进行精度良好的激振试验。

[0019] 也可以构成为包括一对可动块,一对可动块被安装于夹着固定部的轴线的两侧面。

[0020] 根据该结构,可动块所接受的轴线方向的较强的反作用力,被一对固定部从轴线两侧对称地支承,所以能够抑制可动块的纵摇、横摇的产生。

[0021] 本发明的实施方式的电动激振装置,包括:上述电动致动器;和与电动致动器的可动部的前端连结的振动台。

[0022] 如上所述,提供一种电动激振装置,其利用使用成为干扰主要原因的向不驱动方向的振动少的电动致动器,能够进行精度高的激振。

[0023] 另外,也可以构成为包括两个电动致动器,电动致动器中的一方为在第一方向具有驱动轴的第一致动器,电动致动器中的另一方为在与第一方向正交的第二方向上具有驱动轴的第二致动器,电动激振装置包括:第一滑件,其以在第二方向上可自由滑动的方式对振动台和第一致动器进行连结;和第二滑件,其以在第一方向上可自由滑动的方式对振动台和第二致动器进行连结。

[0024] 利用该结构,两个电动致动器能够彼此不干涉地独立地驱动振动台,所以实现能够进行正确激振的双轴电动激振装置。

[0025] 另外,也可以构成为包括:第三致动器,其为上述电动致动器,在与第一方向和第二方向正交的第三方向上具有驱动轴;和第三滑件,其以在第一方向和第二方向上可自由滑动的方式对振动台和第三致动器进行连结,第一滑件以在第二方向和第三方向上可自由滑动的方式对振动台和第一致动器进行连结,第二滑件以在第一方向和第三方向上可自由滑动的方式对振动台和第二致动器进行连结。

[0026] 利用该结构,三个电动致动器能够彼此不干涉地独立地驱动振动台,所以实现能够进行正确的激振的三轴电动激振装置。

[0027] 根据本发明的实施方式的结构,提供可动部在不驱动方向上不易振动的电动致动

器、和通过使用该电动致动器而使激振精确度优良的电动激振装置。

附图说明

- [0028] 图 1 是本发明的第一实施方式的电动激振装置的正视图。
[0029] 图 2 是本发明的第一实施方式的电动激振装置的俯视图。
[0030] 图 3 是本发明的第一实施方式的电动激振装置的驱动系统的方块图。
[0031] 图 4 是本发明的第一实施方式的 Z 轴致动器的主体的正视图。
[0032] 图 5 是本发明的第一实施方式的 Z 轴致动器的主体的俯视图。
[0033] 图 6 是本发明的第一实施方式的 Z 轴致动器的主体的纵截面图。
[0034] 图 7 是将本发明的第一实施方式的 Z 轴致动器的振动台附近放大的俯视图。
[0035] 图 8 是本发明的第一实施方式的电动激振装置所使用的直线引导件的截面图。
[0036] 图 9 是图 8 的 I-I 截面图。
[0037] 图 10 是本发明的第二实施方式的电动激振装置的正视图。
[0038] 图 11 是本发明的第二实施方式的电动激振装置的俯视图。
[0039] 图 12 是本发明的第二实施方式的电动激振装置的侧视图。

具体实施方式

[0040] 以下,参照图式说明本发明实施方式的电动激振装置。

[0041] (第一实施方式)

[0042] 首先,参照图 1~图 9,说明本发明的第一实施方式的电动型三轴激振装置 1(以下,简记为“激振装置 1”)。图 1 和图 2 分别是激振装置 1 的正视图和俯视图。另外,图 3 是表示激振装置 1 的驱动系统的概略结构的方块图。在以下第一实施方式的说明中,令图 1 的左右方向为 X 轴方向(令右方向为 X 轴正方向),令与纸面表面垂直的方向为 Y 轴方向(令从纸张面表侧向背侧的方向为 Y 轴正方向),令上下方向为 Z 轴方向(令上方方向为 Z 轴正方向)。另外,Z 轴方向为铅直方向,X 轴和 Y 轴方向为水平方向。

[0043] 如图 1 和图 2 所示,激振装置 1 包括:振动台 400,其安装试样(未图示);三个致动器(X 轴致动器 100、Y 轴致动器 200 和 Z 轴致动器 300),在 X 轴、Y 轴、Z 轴方向上分别对振动台 400 进行激振;和装置基座 50,其支承各致动器 100、200、300。各致动器 100、200、300 分别是具备音圈马达的电动型线性致动器,主体 101、201 和 301 分别包括覆盖从各主体突出的可动部(后述)的盖 103、203 和 303。振动台 400 分别经由双轴滑件(YZ 滑件 160、ZX 滑件 260 和 XY 滑件 360)与各致动器 100、200、300 连结。激振装置 1 使用各致动器 100、200、300 驱动振动台 400,由此能够在正交的三个轴方向上对安装于振动台 400 上的试样进行激振。

[0044] 装置基座 50 是将水平底板 54 和顶板 56 利用垂直配置的多个壁板 58 连结而成的。各致动器 100、200 和 300 分别被一对固定块 110、210 和 310 固定于装置基座 50 的顶板 56 上。另外,在顶板 56 形成有开口 57,Z 轴致动器 300 的下部通过开口 57,被收容于装置基座 50 内。利用该结构,实现激振装置 1 的低高度化。另外,为了抑制振动从装置基座 50 向设置地板 F 传递,所以在底板 54 的下表面安装有多个防振座 52。

[0045] 如图 3 所示,激振装置 1 的驱动系统包括:控制部 10,其控制装置整体的动作;计

测部 20,其计测振动台 400 的振动;电源部 30,其对控制部 10 供给电力;和输入部 40,其接收使用者输入或来自外部机器的数据输入。计测部 20 具备安装于振动台 400 的三轴振动读取器(triaxial vibration pickup) 21,将三轴振动读取器 21 输出的信号(例如速度信号)放大并转换为数字信号后,向控制部 10 发送。另外,三轴振动读取器 21 独立地检测振动台 400 的 X 轴、Y 轴和 Z 轴的振动。控制部 10 根据从输入部 40 输入的激振波形和来自计测部 20 的信号,控制对各致动器 100、200、300 的驱动线圈(后述)输入的交流电流的大小和频率,因此,能够以所期望的振幅和频率对振动台 400 进行激振。另外,计测部 20 根据三轴振动读取器 21 的信号,计算表示振动台 400 的振动状态的各种参数(速度、加速度、振幅、功率谱密度等),向控制部 10 发送。

[0046] 接着,说明各致动器 100、200、300 的结构。另外,X 轴致动器 100 和 Y 轴致动器 200,除了不设置有后述的空气弹簧 330 这点之外,与 Z 轴致动器 300 是同样结构,所以代表各致动器对 Z 轴致动器 300 的详细结构进行说明。

[0047] 图 4、图 5 和图 6 分别是 Z 轴致动器的主体 301 的正视图、俯视图和纵截面图。主体 301 包括:具有筒状体 322 的固定部 320;和被收容于固定部 320 的筒内的可动部 350。可动部 350 能够相对于固定部 320 在 Z 轴方向上(在图 4 和图 6 的上下方向)移动。可动部 350 包括:大致圆柱状的可动框 356;和被配置成与可动框 356 大致同轴的驱动线圈 352。驱动线圈 352 经由驱动线圈保持部件 351 被安装于可动框 356 的下端。可动框 356 的上部形成圆柱状,但下部被形成侧面缓慢地倾斜的圆锥台状,越向下侧去外径越大。另外,如图 6 所示,可动框 356 具有在中心轴上延伸的杆 356a 和与中心轴垂直地配置的顶板 356b、中间板 356c 和底板 356d。顶板 356b、中间板 356c 和底板 356d 通过杆 356a 连结。杆 356a 从底板 356d 进一步向下方延伸。另外,在顶板 356b 上经由 XY 滑件 360 安装有振动台 400。

[0048] 另外,在固定部 320 的筒状体 322 的内部固定有与筒状体 322 同轴地配置的大致圆筒形状的内侧磁极 326。内侧磁极 326 的外径比驱动线圈 352 的内径小,驱动线圈 352 被配置在由内侧磁极 326 的外周面和筒状体 322 的内周面所夹持的空隙间。筒状体 322 和内侧磁极 326 均由磁性体形成。另外,在内侧磁极 326 的筒内固定有轴承 328,轴承 328 以使杆 356a 仅能在 Z 轴方向上移动的方式对杆 356a 进行支承。

[0049] 在筒状体 322 的内周面 322a 形成有多个凹部 322b,各凹部 322b 收纳有励磁线圈 324。当在励磁线圈 324 中流过直流电流(励磁电流)时,在筒状体 322 的内周面 322a 和内侧磁极 326 的外周面接近相对的部位,在筒状体 322 的半径方向上产生如箭头 A 所示的磁场。在该状态下,当在驱动线圈 352 中流过驱动电流时,在驱动线圈 352 的轴方向、即在 Z 轴方向上产生洛伦兹力,可动部 350 在 Z 轴方向上被驱动。

[0050] 另外,在内侧磁极 326 的筒内收纳有空气弹簧 330。空气弹簧 330 的下端被固定在固定部 320,在上端固定有杆 356a。空气弹簧 330 经由杆 356a 从下方支承可动框 356。即,可动部 350、由可动部 350 支承的 XY 滑件 360、振动台 400 和试样的重量(静负载)被空气弹簧 330 支承。因此,由于在 Z 轴致动器 300 设置空气弹簧 330,所以不需要利用 Z 轴致动器 300 的驱动力(洛伦兹力)支承可动部 350、振动台 400 等部件的重量(静负载),因为仅提供用于使可动部 350 等部件振动的动负载即可,所以被供给至 Z 轴致动器 300 的驱动电流(即消耗电力)会大幅降低。另外,需要的驱动力降低,由此驱动线圈 352 也能够小型化,所以可动部 350 的轻量化,由此能够以更高频率驱动 Z 轴致动器 300。另外,由于没有必要

对驱动线圈供给用于支承可动部 350、振动台 400 等的重量的较大的直流成分,所以能够在电源部 30 采用小型且简单结构的电路。

[0051] 另外,当驱动 Z 轴致动器 300 的可动部 350 时,固定部 320 也在驱动轴(Z 轴)方向上受到较大的反作用力(激振力)。在可动部 350 和固定部 320 之间设置空气弹簧 330,由此能够缓和从可动部 350 向固定部 320 传递的激振力。因此,防止例如可动部 350 的振动做为干扰成分,经由固定部 320、装置基座 50 和致动器 100、200 传递至振动台 400。

[0052] 接着,说明以使可动部 350 的上部在轴线方向上能自由滑动的方式从侧方对支承可动部 350 的上部进行支承的可动部支承机构 340 的构成。本实施方式的可动部支承机构 340 包括导承框 342、Z 轴滑块 344 和 Z 轴轨道 346。在可动部 350 (可动框 356) 的圆柱状的上部侧面,在周方向上等间隔地安装有在 Z 轴方向上延伸的四条 Z 轴轨道 346。另外,在固定部 320 (筒状体 322) 的上表面,沿着筒状体 322 的外周面等间隔(90 度间隔)地固定有四个导承框 342。导承框 342 是由肋补强的截面呈 L 字状的固定部件。在各导承框 342 的直立部 342u 安装有与 Z 轴轨道 346 卡合的 Z 轴滑块 344。Z 轴滑块 344 具有自由旋转的多个滚珠 344b(后述),与 Z 轴轨道 346 一起构成滚珠轴承式的 Z 轴直线引导件 345。即,可动部 350 在圆柱状的上部,被由导承框 342 和 Z 轴直线引导件 345 的对构成的四组支承结构从侧方支承,变得不能在 X 轴和 Y 轴方向上移动。因此,防止可动部 350 在 X 轴和 Y 轴方向上进行振动所导致的互相干扰的产生。另外,使用 Z 轴直线引导件 345,由此可动部 350 能够平稳地向 Z 轴方向移动。并且,可动部 350 如上所述在下部也被轴承 328 支承成仅能够在 Z 轴方向上移动,所以不能向 X 轴方向和 Y 轴方向移动,X 轴方向和 Y 轴方向的振动更难以产生。

[0053] 另外,在用 Z 轴直线引导件 345 连结可动框 356 和导承框 342 的情况下,也可以是在固定于固定部 320 的导承框 342 安装 Z 轴轨道 346、可动框 356 安装 Z 轴滑块 344 的结构。但是,在本实施方式中,与上述结构相反,在可动框 356 安装 Z 轴轨道 346,在导承框 342 安装 Z 轴滑块 344。本实施方式,通过采用此结构,实现抑制不需要的振动。这是因为与 Z 轴滑块 344 相比,Z 轴轨道 346 的量较轻,驱动方向(Z 轴方向)的尺寸长(因此平均单位长度的质量小),且驱动方向的质量分布均匀,所以在可动侧安装 Z 轴轨道 346,驱动 Z 轴致动器 300 时的质量分布变动较少,因此,能够将随着质量分布变动所产生的振动抑制得较低。另外,Z 轴轨道 346 的重心比 Z 轴滑块 344 的重心低(即从设置面到重心为止的距离短),所以在可动侧固定 Z 轴轨道 346,惯性力矩变得较小。因此,利用该结构,能够将可动框 356 的共振频率提高至比激振频带(例如 0 ~ 100Hz)高,防止由共振导致的激振精度的降低。

[0054] 接着,说明连结 Z 轴致动器 300 和振动台 400 的 XY 滑件 360 的结构。图 7 是将振动台 400 附近放大的平面图。如图 6 和图 7 所示,XY 滑件 360 包括两条 Y 轴轨道 362a、四个 Y 轴滑块 362b、四个连结板 364、四个 X 轴滑块 366b 和两条 X 轴轨道 366a。在 Y 轴方向上延伸的两条 Y 轴轨道 362a,被安装于可动框 356 的顶板 356b 的上表面。在各 Y 轴轨道 362 安装有与 Y 轴轨道 362a 卡合的两个 Y 轴滑块 362b,两个 Y 轴滑块 362b 沿 Y 轴轨道 362a 自由滑动。另外,在 X 轴方向上延伸的两条 X 轴轨道 366a,被安装于振动台 400 的下表面。另外,在各 X 轴轨道 366a 安装有与 X 轴轨道 366a 卡合的两个 X 轴滑块 366b,两个 X 轴滑块 366b 沿 X 轴轨道 366a 自由滑动。另外,X 轴滑块 366b 分别经由连结板 364 与一个 Y 轴滑块 362b 连结。具体来说,与各 X 轴轨道 366a 卡合的 X 轴滑块 366b 的一方连接有与

一个 Y 轴轨道 362a 卡合的一个 Y 轴滑块 362b, 另一方的 X 轴滑块 366b 连结有与另一方 Y 轴轨道 362a 卡合的一个 Y 轴滑块 362b。即, 各 X 轴轨道 366a 经由由连结板 364 连结的 X 轴滑块 366b 和 Y 轴滑块 362b 与各 Y 轴轨道 362a 连结。利用此结构, 振动台 400 被连接成相对于 Z 轴致动器 300 的可动部 350 在 X 轴方向和 Y 轴方向上自由滑动。

[0055] 如上所述, 经由在 X 轴方向和 Y 轴方向上能够以非常小的摩擦阻力滑动的 XY 滑件 360 连结 Z 轴致动器 300 和振动台 400, 由此即使利用 X 轴致动器 100 和 Y 轴致动器 200 使振动台 400 分别在 X 轴方向和 Y 轴方向上振动, 振动台 400 的 X 轴方向和 Y 轴方向的振动成分也不会被向 Z 轴致动器 300 传递。另外, 即使利用 Z 轴致动器 300 使振动台 400 在 Z 轴方向上振动, 振动台 400 的 Z 轴方向的振动成分, 也不会被传递至 X 轴致动器 100、Y 轴致动器 200。因此, 能够进行互相干扰低的激振。

[0056] 接着, 对连结 X 轴致动器 100 和振动台 400 的 YZ 滑件 160 的结构进行说明。YZ 滑件 160 包括两条 Z 轴轨道 162a、两个 Z 轴滑块 162b、两个连结板 164、两个 Y 轴滑块 166b 和一条 Y 轴轨道 166a。在 Z 轴方向上延伸的两条 Z 轴轨道 162a, 经由间隔物 161 被安装于 X 轴致动器 100 的可动框的顶板 156b。在各 Z 轴轨道 162a 安装有与 Z 轴轨道 162a 卡合的 Z 轴滑块 162b, Z 轴滑块 162b 沿 Z 轴轨道 162a 自由滑动。另外, 在振动台 400 的与 X 轴致动器 100 相对的侧面, 安装有在 Y 轴方向上延伸的 Y 轴轨道 166a。在 Y 轴轨道 166a 安装有与 Y 轴轨道 166a 卡合的两个 Y 轴滑块 166b, 两个 Y 轴滑块 166b 沿 Y 轴轨道 166a 自由滑动。另外, Y 轴滑块 166b 分别经由连结板 164 与一个 Z 轴滑块 162b 连结。即, Y 轴轨道 166a 经由被连结板 164 连结的 Y 轴滑块 166b 和 Z 轴滑块 162b 与各 Z 轴轨道 162a 连结。利用该结构, 振动台 400 被连接成相对于 X 轴致动器 100 的可动部 150 能够在 Y 轴方向和 Z 轴方向上自由滑动。

[0057] 如上所述, 经由在 Y 轴方向和 Z 轴方向上能够以非常小的摩擦阻力滑动的 YZ 滑件 160 连结 X 轴致动器 100 和振动台 400, 由此, 即使利用 Y 轴致动器 200 和 Z 轴致动器 300 使振动台 400 分别在 Y 轴方向和 Z 轴方向上振动, 振动台 400 的 Y 轴方向和 Z 轴方向的振动成分也不会被向 X 轴致动器 100 传递。另外, 即使利用 X 轴致动器 100 使振动台 400 在 X 轴方向上振动, 振动台 400 的 X 轴方向的振动成分也不会被传递至 Y 轴致动器 200、Z 轴致动器 300。因此, 能够进行互相干扰低的激振。

[0058] 另外, 连结 Y 轴致动器 200 和振动台 400 的 ZX 滑件 260, 也具有与 YZ 滑件 160 相同结构, 振动台 400 被连接成相对于 Y 轴致动器 200 的可动部在 Z 轴方向和 X 轴方向上自由滑动。因此, 同样, 即使利用 Z 轴致动器 300 和 X 轴致动器 100 使振动台 400 在 Z 轴方向和 X 轴方向上振动, 振动台 400 的 Z 轴方向和 X 轴方向的振动成分也不会被向 Y 轴致动器 200 传递。另外, 即使利用 Y 轴致动器 200 使振动台 400 在 Y 轴方向上振动, 振动台 400 的 Y 轴方向的振动成分也不会被传递至 Z 轴致动器 300 和 X 轴致动器 100。因此, 能够进行互相干扰低的激振。

[0059] 如上所述, 各致动器 100、200 和 300 能够彼此不干涉地在各驱动轴方向上正确地对振动台 400 进行激振。另外, 各致动器 100、200 和 300 因为可动部被导承框和直线引导件支承成仅能够在驱动方向上移动, 所以难以向不驱动方向振动。因此, 不被控制的不驱动方向的振动, 不会从致动器被施加到振动台 400。因此, 振动台 400 的各轴方向的振动, 由对应的各致动器 100、200 和 300 的驱动正确地控制。

[0060] 接着,关于在可动支承机构 340、YZ 滑件 160、ZX 滑件 260 和 XY 滑件 360 中所使用的直线引导件机构(轨道和滑块)的结构,以可动部支承机构 340 的 Z 轴直线引导件机构 345 (Z 轴滑块 344、Z 轴轨道 346)为例进行说明。另外,其它轨道和滑块也与 Z 轴滑块 344 和 Z 轴轨道 346 同样构成。

[0061] 图 8 是将可动部支承机构 340 的 Z 轴轨道 346 和 Z 轴滑块 344 用与 Z 轴轨道 346 的长轴垂直的一面(即 XY 平面)切断而形成的截面图,图 9 是图 8 的 I-I 截面图。如图 8 和图 9 所示,在 Z 轴滑块 344 以包围 Z 轴轨道 346 的方式形成有凹部,在该凹部形成有两对槽 344a、344a',这些槽 344a、344a' 在 Z 轴轨道 346 的轴方向延伸。这些槽 344a、344a' 收纳有多个不锈钢制的滚珠 344b 和树脂制的保持器 344r。保持器 344r 具有被配置在滚珠 344b 间的多个间隔部 344rs 和连结多个间隔部 344rs 的一对带 344rb。滚珠 344b 被保持在由多个间隔部 344rs 和带 344rb 所包围的空间。另外,在 Z 轴轨道 346,在与 Z 轴滑块 344 的槽 344a、344a' 相对的位置分别设置有槽 346a、346a',滚珠 344b 和保持器 344r 被夹持在槽 344a 和槽 346a 或槽 344a' 和槽 346a' 之间。槽 344a、344a'、346a、346a' 的截面形状是圆弧状,其曲率半径大致等于滚珠 344b 的半径。因此,滚珠 344b 在几乎没有游隙的状态下与槽 344a、344a'、346a、346a' 密接。

[0062] 在 Z 轴滑块 344 的内部,设置有分别与槽 344a、344a' 大致平行的两对滚珠退避路径 344c、344c'。如图 9 所示,槽 344a' 和退避路径 344c' 在各自的两端经由 U 字路径 344d' 连接,由槽 344a'、槽 346a'、退避路径 344c' 和 U 字路径 344d' 形成用于使滚珠 344b 和保持器 344r 循环的循环路径。由槽 344a、槽 346a 和退避路径 344c,也形成有同样的循环路径。

[0063] 因此,当 Z 轴滑块 344 相对于 Z 轴轨道 346 移动时,多个滚珠 344b 在槽 344a、346a、和 344a'、346a' 中滚动并且与保持器 344r 一起在循环路径中循环。因此,即使在轨道轴方向以外的方向上被施加大负载,也能利用多个滚珠支承滑块,并且利用滚珠 344b 滚动来保持轨道轴方向的阻力变小,所以能够使 Z 轴滑块 344 相对于 Z 轴轨道 346 平稳地移动。另外,退避路径 344c、344c' 和 U 字路径 344d、344d' 的内径比滚珠 344b 的直径稍大。因此,退避路径 344c、344c' 以及 U 字路径 344d、344d' 与滚珠 344b 之间产生的摩擦力非常小,因此不会妨碍滚珠 344b 的循环。

[0064] 另外,由于在滚珠 344b 间存在硬度低的保持器 344r 的间隔部 344rs,因此,滚珠 344b 彼此大致以一点直接接触所引发的油膜缺乏、磨耗被防止,摩擦阻力变少,寿命也大幅延长。

[0065] X 轴致动器 100 和 Y 轴致动器 200 也包括可动部支承机构(图未显示)。X 轴致动器 100 的可动部,在与驱动方向(X 轴)垂直的两个方向(Y 轴和 Z 轴方向)上被导承框从两侧支承。同样,Y 轴致动器 200 的可动部,在与驱动方向(Y 轴)垂直的两个方向(Z 轴和 X 轴方向)上被导承框从两侧支承。X 轴致动器 100 和 Y 轴致动器 200 的可动部都被配置成长边方向朝向水平。因此,在不包括可动部支承机构的现有的致动器中,可动部变成仅被杆以悬臂方式支承,可动部的前端侧(振动台 400 侧)由于本身重量而向下方垂下,这成为驱动时的摩擦、不需要的振动产生的原因。在本实施方式中,X 轴致动器 100 和 Y 轴致动器 200 的可动部从下方被导承框支承,所以也解决了这样的问题。

[0066] (第二实施方式)

[0067] 接着,参照图 10~图 12,说明本发明的第二实施方式的电动型双轴激振装置 1000(以下简称“激振装置 1000”)。

[0068] 在上述第一实施方式的激振装置 1 中,各致动器的主体 101、201、301(具体来说是固定部),分别经由固定块 110、210、310 被刚性支承于装置基座 50。因此,各致动器的固定部的振动,经由装置基座 50 及其它致动器 100、200、300 被传递至振动台 400,能够变成振动的干扰成分。在本实施方式的激振装置 1000 中,如后所述具有以下结构:各致动器的固定部,在产生强振动的驱动方向上经由空气弹簧被支承在装置基座。因此,即使与第一实施方式的激振装置 1 相比,也能够进行更高精确度的激振。

[0069] 图 10、图 11 和图 12 分别是激振装置 1000 的正视图、俯视图和侧视图(表示图 10 中的左侧视图)。在以下的第二实施方式的说明中,令图 10 中的右方向为 X 轴正方向,令从纸张表面侧向背面侧的方向为 Y 轴正方向,令上方方向为 Z 轴正方向。另外,Z 轴方向为铅直方向,X 轴和 Y 轴方向为水平方向。另外,对与第一实施方式相同或类似的结构使用类似的参照符号,对于共通的结构省略详细说明。

[0070] 激振装置 1000 构成为能够在 X 轴方向和 Z 轴方向的两个方向上对试样(图未显示)进行激振,包括:振动台 1400,其安装试样;对振动台 1400 分别在 X 轴和 Z 轴方向上进行激振的两个致动器(X 轴致动器 1100 和 Z 轴致动器 1300);和装置基座 1050,其支承各致动器 1100 和 1300。振动台 1400 的一侧面经由 Z 轴滑件 1160 与 X 轴致动器 1100 连结,下表面经由一对 X 轴滑件 1360 与 Z 轴致动器 1300 连结。另外,激振装置 1000 也与第一实施方式的激振装置 1 同样,包括未图示的双轴振动读取器、计测部、控制部、输入部和电源部。另外,各致动器 1100、1300 的内部结构和装置基座 1050 的结构,与第一实施方式的激振装置 1 的结构相同。

[0071] X 轴致动器 1100,被支承单元 1110 固定在装置基座 1050 的顶板 1056 上。支承单元 1110 包括:被安装于顶板 1056 上的一对倒 T 字状的固定块 1112;分别被安装于 X 轴致动器 1100 的固定部 1120 的两侧面的一对矩形板状的可动块 1118;和以在 X 轴方向上可自由滑动的方式对固定块 1112 和可动块 1118 进行连结的一对直线引导件 1114。各直线引导件 1114 包括:轨道 1114a,其被安装于倒 T 字状的固定块 1112 的脚部 1112b 的上表面,在 X 轴方向上延伸;和一对滑块 1114b,其被安装于可动块 1118 的下表面,与轨道 1114a 卡合。另外,在固定块 1112 的脚部 1112b 的 X 轴正方向侧面固定有向上方延伸的支部 1112a。可动块 1118 的 X 轴正方向侧面,经由上下排列的一对空气弹簧 1116 与固定块 1112 的支部 1112a 连结。如上所述,X 轴致动器的固定部 1120,利用由直线引导件 1114 和空气弹簧 1116 所构成的固定部支承机构,相对于固定块 1112(还有装置基座 1050)在驱动方向(X 轴方向)上被柔软地支承。因此,当 X 轴致动器 1100 被驱动时,施加于固定部 1120 的 X 轴方向的较强的反作用力(激振力),不被直接传递至装置基座 1050,而被空气弹簧 1116 特别地大幅衰减高频成分后传递至装置基座 1050。因此,被传递至振动台 1400 的振动干扰会被大幅降低。

[0072] Z 轴致动器 1300 被配置在其 Y 轴方向两侧的一对支承单元 1310 固定在装置基座 1050 的顶板 1056 上。另外,Z 轴致动器 1300 下部,通过在装置基座 1050 的顶板 1056 设置的开口 1057,被收容于装置基座 1050 内。各支承单元 1310 包括可动块 1318、一对角钢 1312 和一对直线引导件 1314。可动块 1318 是安装于 Z 轴致动器的固定部 1320 的侧面的支承部

件。一对角钢 1312 分别与可动块 1318 的 X 轴方向两端面相对地配置,被安装于顶板 1056 上。可动块 1318 的 X 轴方向两端和各角钢 1312,被一对直线引导件 1314 分别连接成在 Z 轴方向上自由滑动。可动块 1318 具有角钢块 1318a、平板块 1318b 和一对 T 字块 1318c。L 字状的角钢块 1318a 的一方的安装面,被固定于 Z 轴致动器的固定部 1320 的侧面。在角钢块 1318a 的朝向上方的另一方的安装面,在长度方向大致中央固定有在 X 轴方向上延伸的大致矩形板状的平板块 1318b。在平板块 1318b 的 X 轴方向两端部的上表面,安装有 T 字块 1318c 的脚部 1318d。在 T 字块 1318c 的安装面(可动块 1318 的 X 轴方向两端面),安装有在 Z 轴方向上延伸的直线引导件 1314 的轨道 1314a。另外,在各角钢 1312 安装有与相对的轨道 1314a 卡合的滑块 1314b。另外,在角钢块 1318a 的 X 轴方向两侧配置有被装置基座 1050 的顶板 1056 和平板块 1318b 夹持的一对空气弹簧 1316,可动块 1318 经由一对空气弹簧 1316 被支承于顶板 1056。如上所述,Z 轴致动器 1300 也与 X 轴致动器 1100 同样,固定部 1320 被由直线引导件 1314 和空气弹簧 1316 所构成的固定部支承机构,相对于装置基座 1050 在驱动方向(Z 轴方向)上被柔软地支承。因此,当 Z 轴致动器 1300 被驱动时,施加于固定部 1320 的 Z 轴方向的较强的反作用力(激振力)不被直接传递至装置基座 1050,而被空气弹簧 1316 特别地大幅衰减高频成分,所以被传递至振动台 1400 的振动干扰会被大幅降低。

[0073] 以上是本发明实施方式的说明。本发明的实施方式,并不受限于上述说明,在由专利申请的范围的记载所表现的技术的思想范围内能够任意变更。

[0074] 例如,上述第一实施方式的激振装置 1 和第二实施方式的激振装置 1000,是将本发明分别适用于三轴和双轴电动激振装置的各致动器的实施例,但本发明当然可以适用于单轴电动激振装置。

[0075] 另外,在上述第一实施方式中,电动致动器 300 的可动部 350,被在筒状体 322 的轴线周围大致等间隔地配置的四个可动部支承机构 340 从侧方支承,但本发明的实施方式的结构不限于此。在其它实施方式中,可动部也可以是被在筒状体的轴线周围大致等间隔地配置的两个以上(更优选为三个以上)的任意数量的可动部支承机构从侧方支承的结构。

[0076] 另外,在上述第一实施方式中,虽然经由固定于筒状体 322 的上表面的导承框 342 固定滑块,但也可以在筒状体 322 的内周面直接固定滑块。

[0077] 另外,在上述第二实施方式中,虽然作为使固定部支承机构的振动衰减的缓冲部件使用空气弹簧 1116、1316,但也可以使用具有防振效果的其它种类的弹簧(例如钢制的线圈弹簧)、弹性体(防振橡胶等)、利用电磁力的斥力的阻尼机构等。

[0078] 另外,本发明的实施方式的线性致动器也能够用于激振装置以外的装置。例如能够用作进行试样的拉伸/压缩试验的万能试验装置(材料试验装置)、精密定位装置、顶起装置(起重机)的致动器。

[0079] 另外,在上述实施方式中,虽然将振动台的速度做为控制变量来控制各致动器的驱动,但也能够采用将振动台的位移或加速度做为控制变量来进行控制的结构。另外,也能够采用不使用振动台的位移或加速度,而将各致动器的可动部、试样的位移、速度或加速度做为控制变量来控制各致动器的驱动的结构。

[0080] 附图标记说明

[0081] 1、1000...电动激振装置(激振装置)

- [0082] 10…控制部
- [0083] 20…计测部
- [0084] 21…三轴振动读取器
- [0085] 30…电源部
- [0086] 40…输入部
- [0087] 50…装置基座
- [0088] 100、1100…X 轴致动器
- [0089] 160、1160…YZ 滑件
- [0090] 200、1200…Y 轴致动器
- [0091] 260、1260…ZX 滑件
- [0092] 300、1300…Z 轴致动器
- [0093] 360、1360…XY 滑件
- [0094] 400…振动台

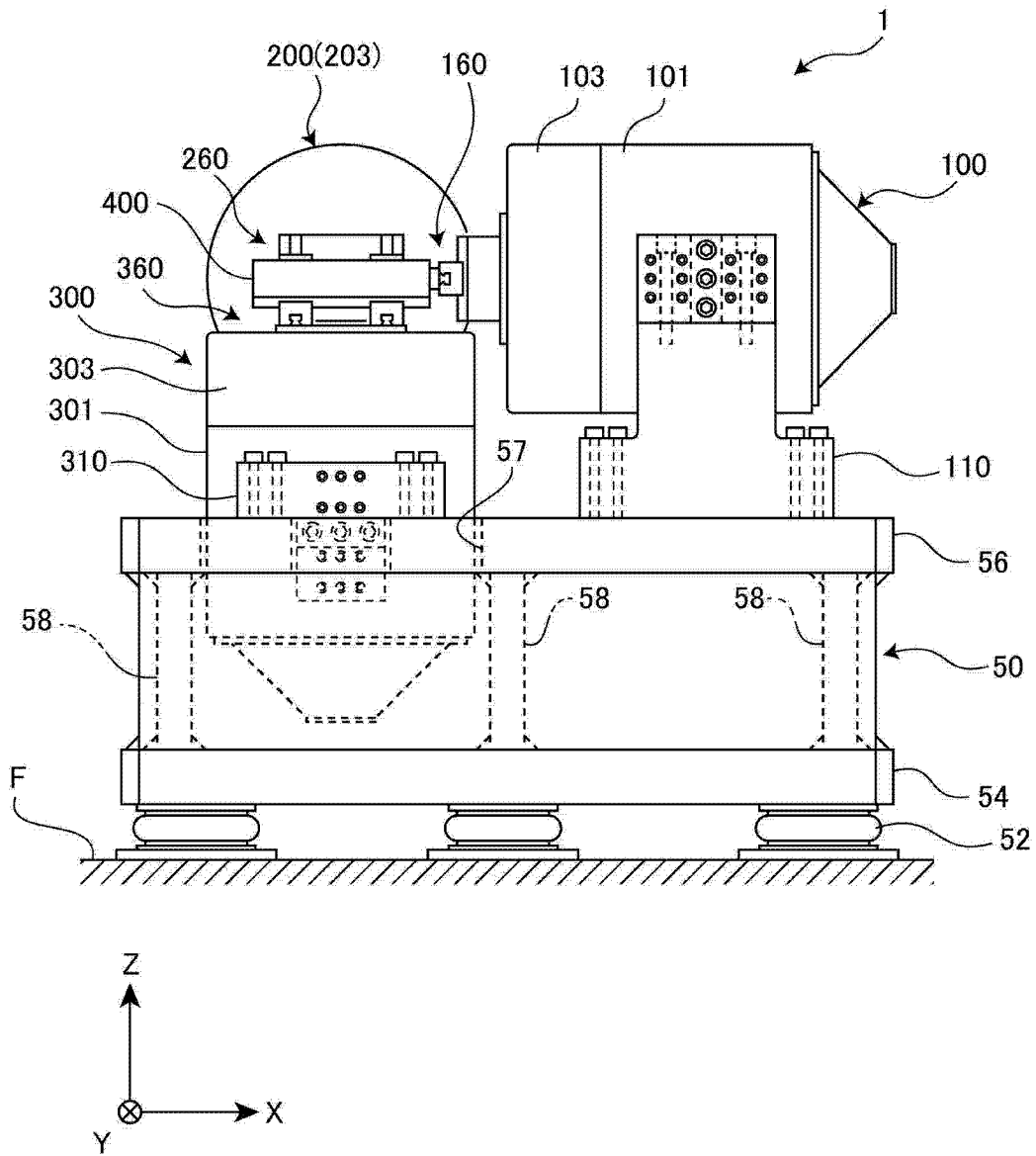


图 1

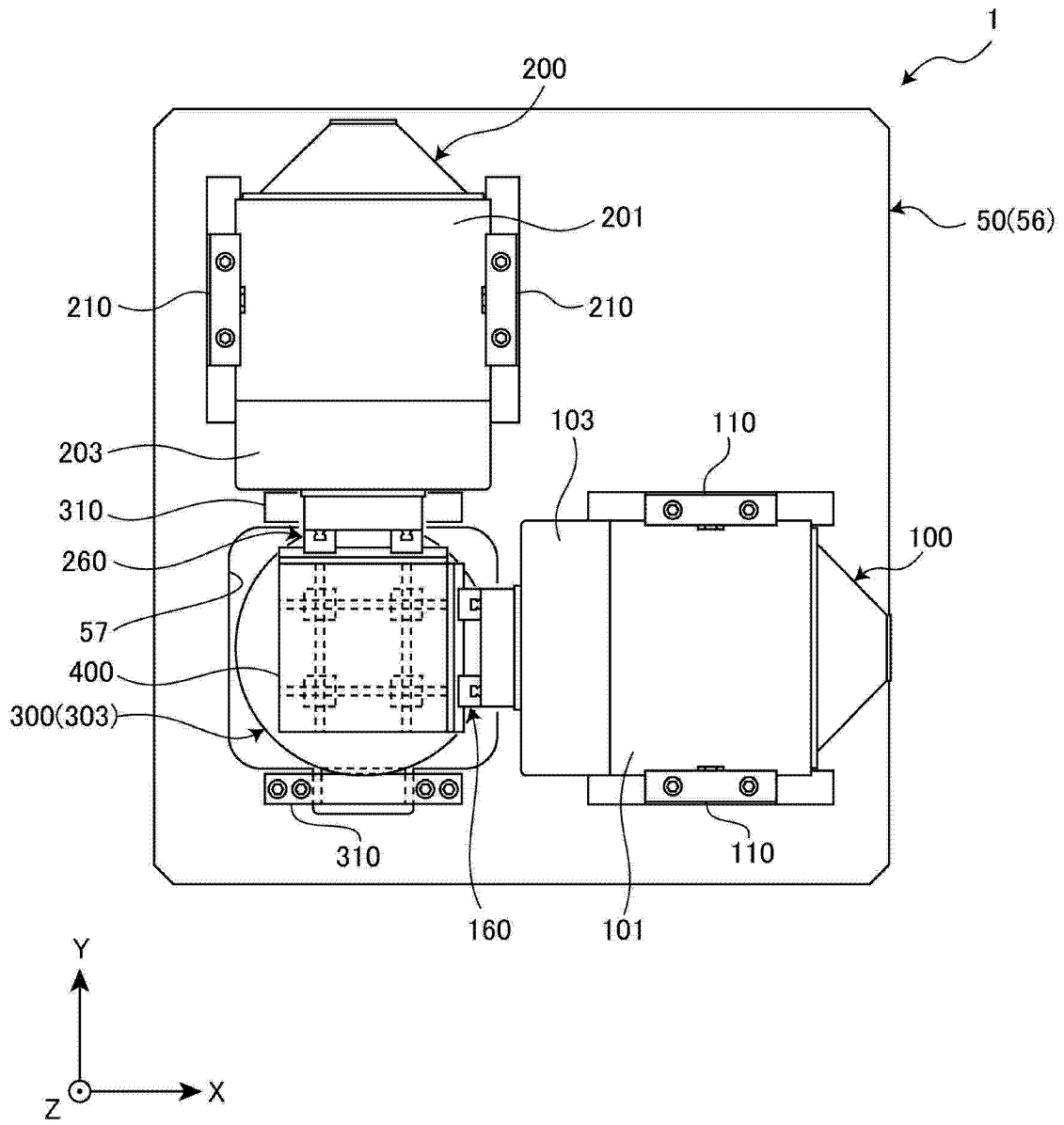


图 2

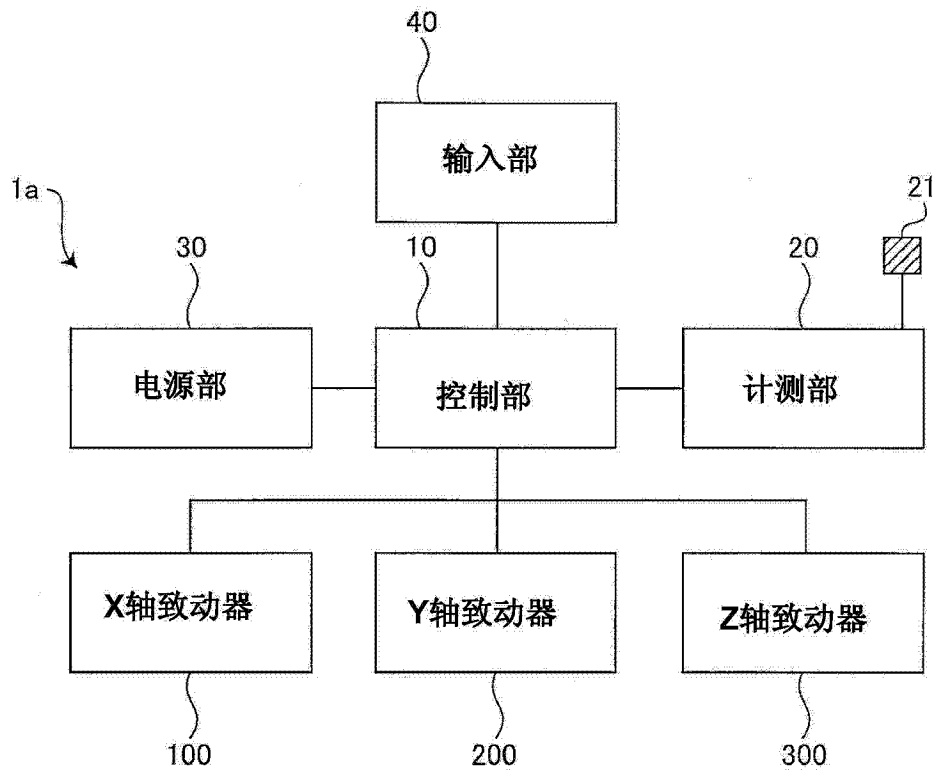


图 3

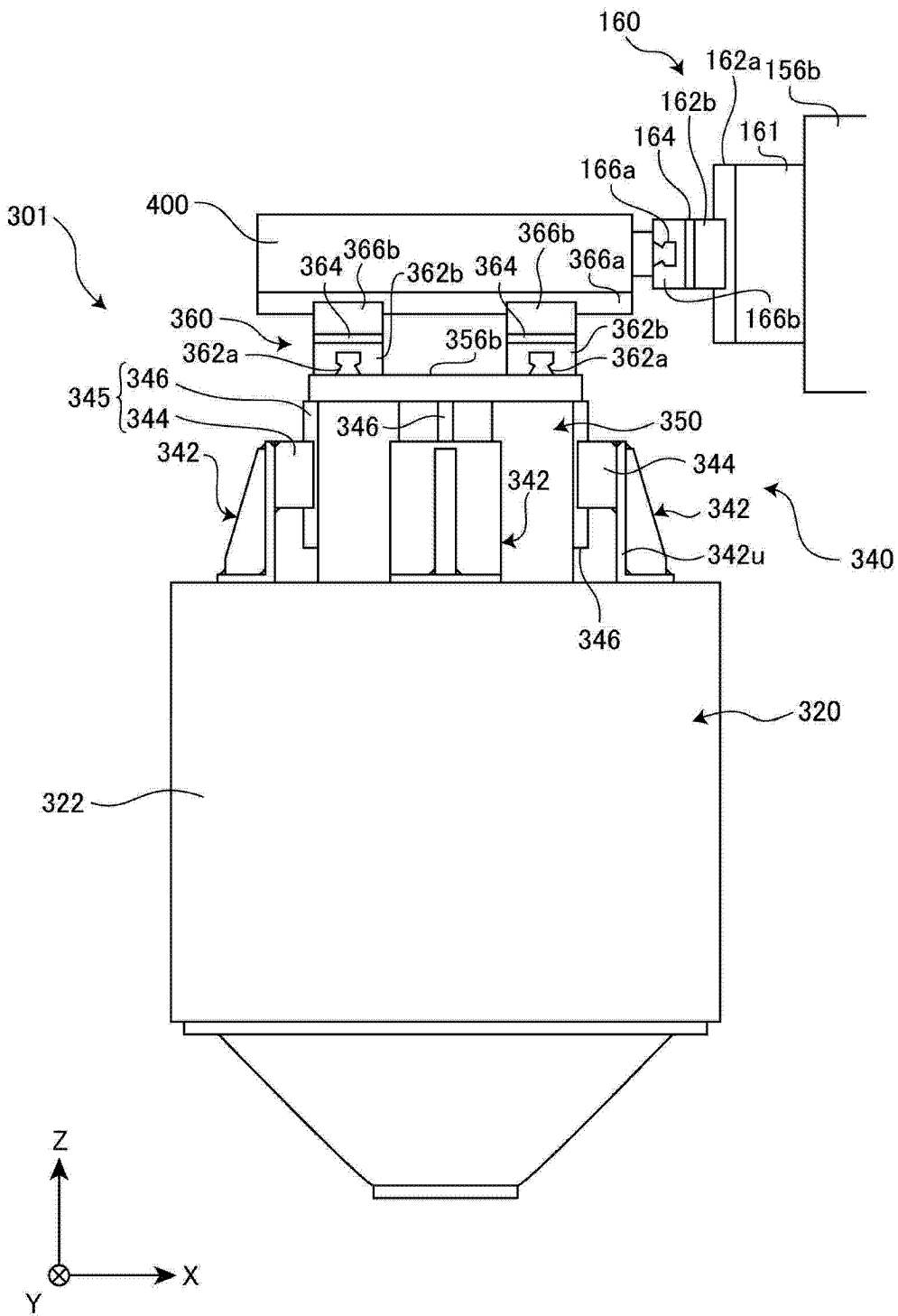


图 4

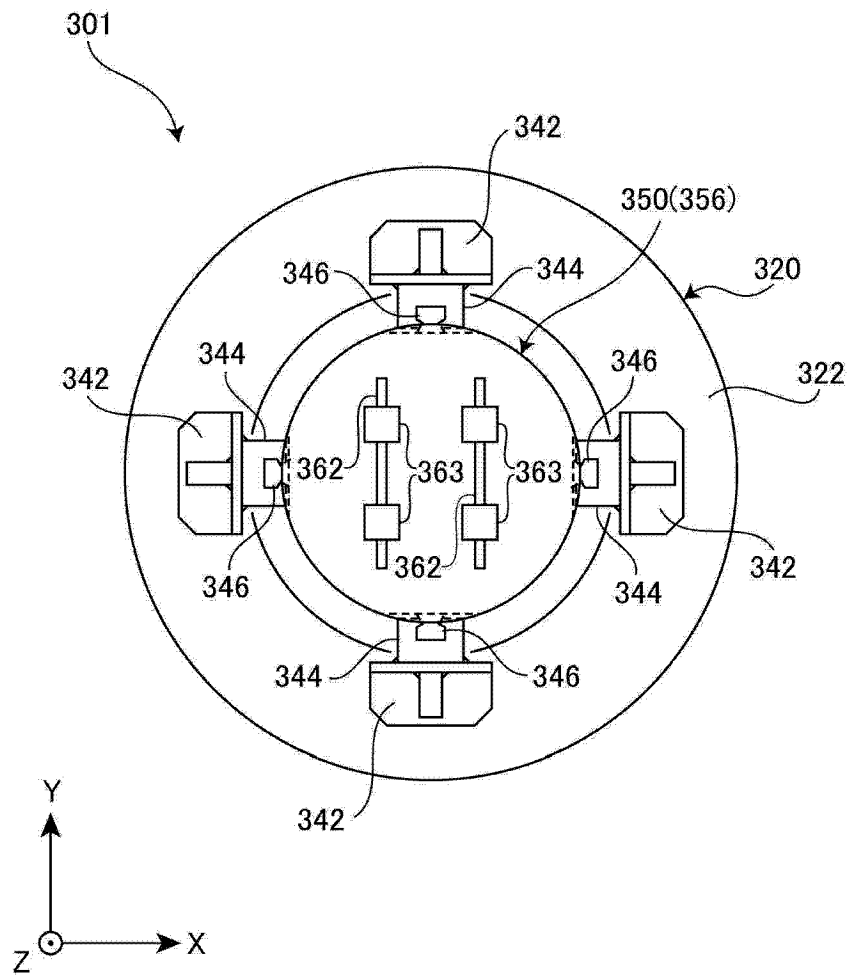


图 5

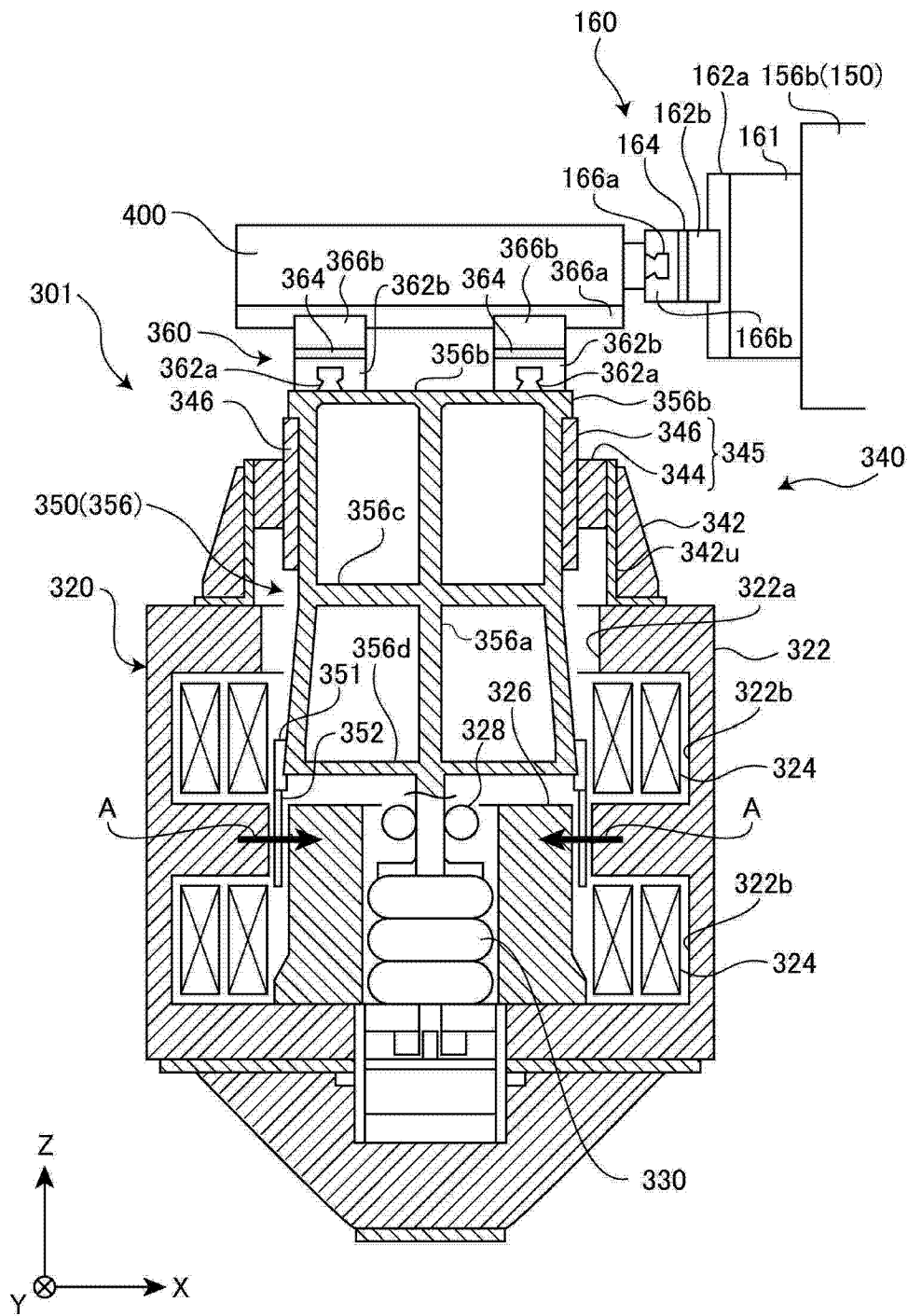


图 6

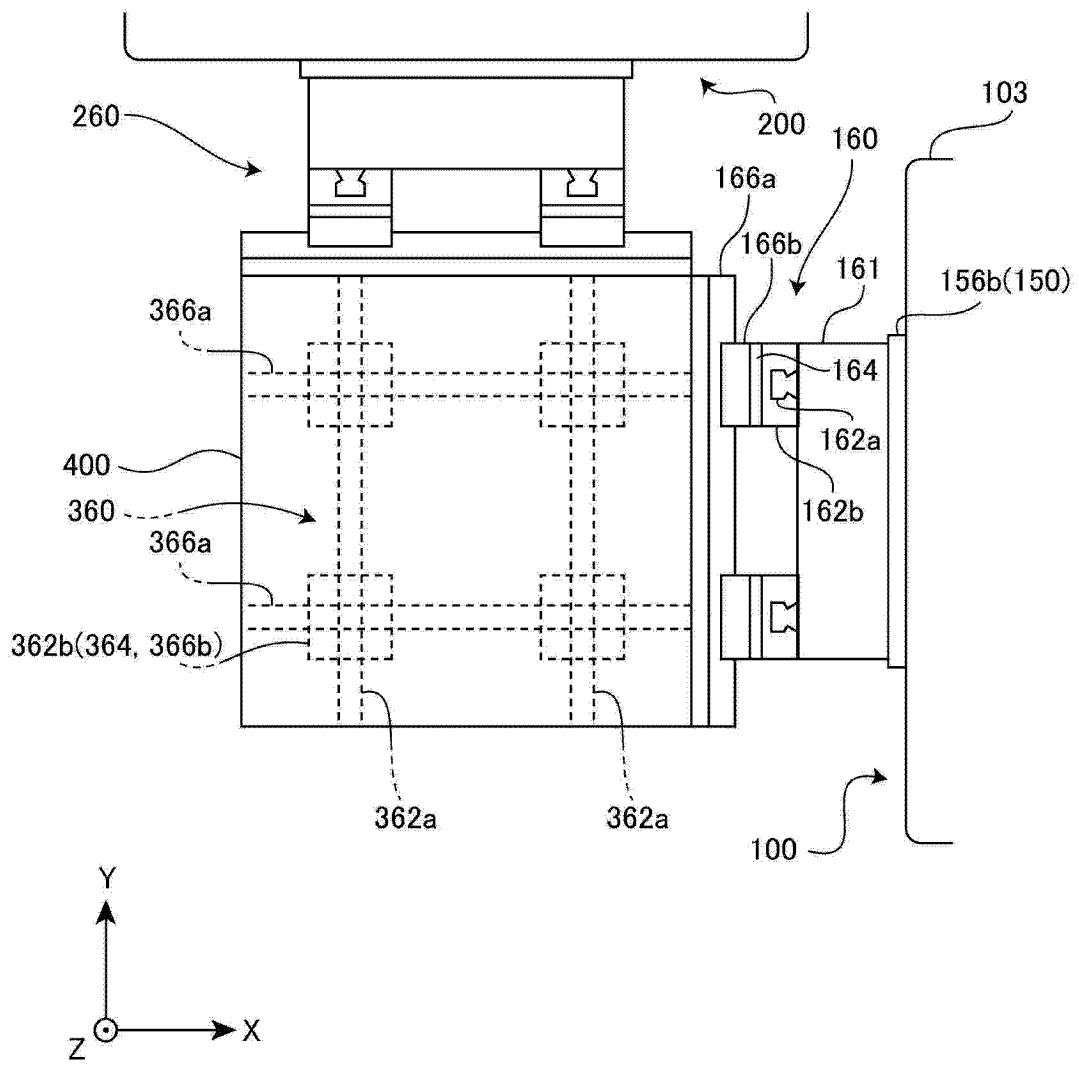


图 7

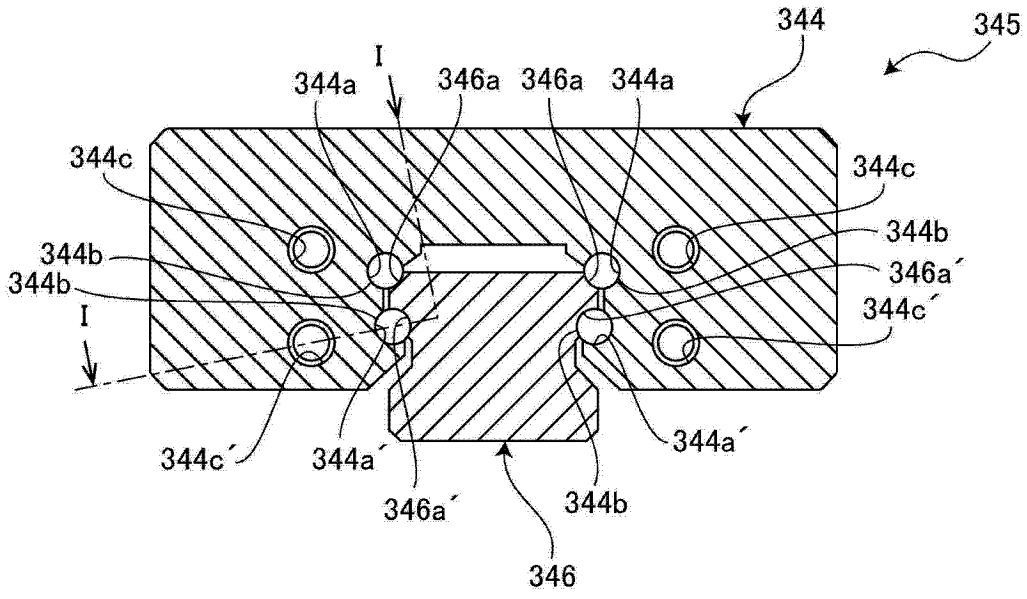


图 8

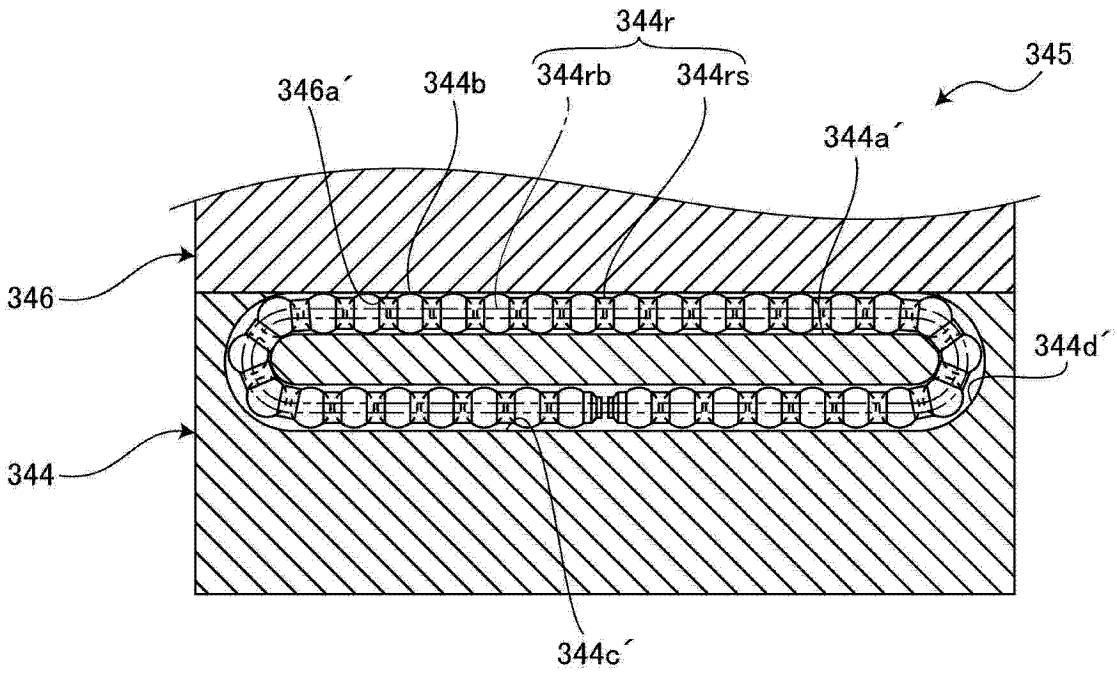


图 9

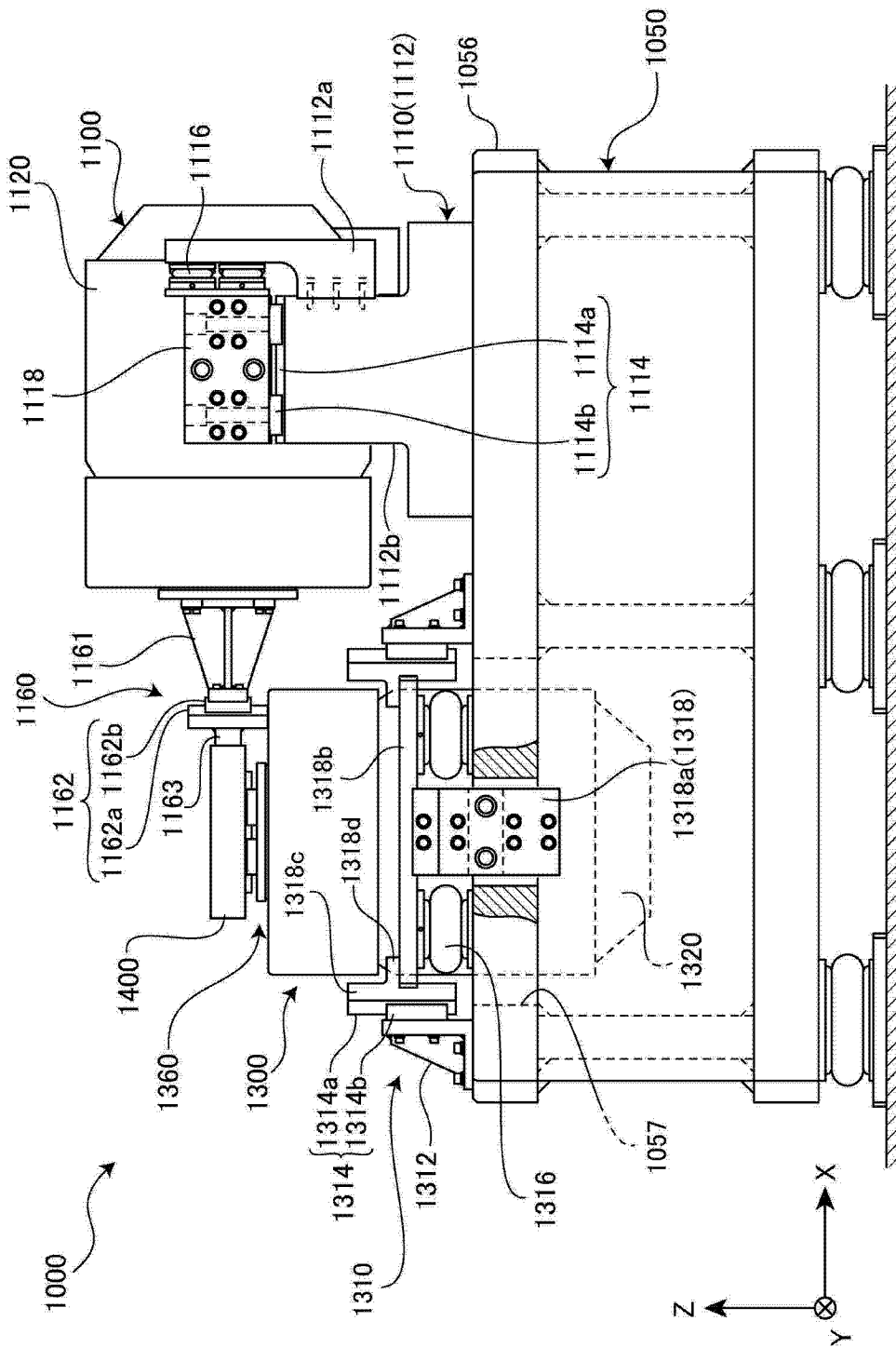


图 10

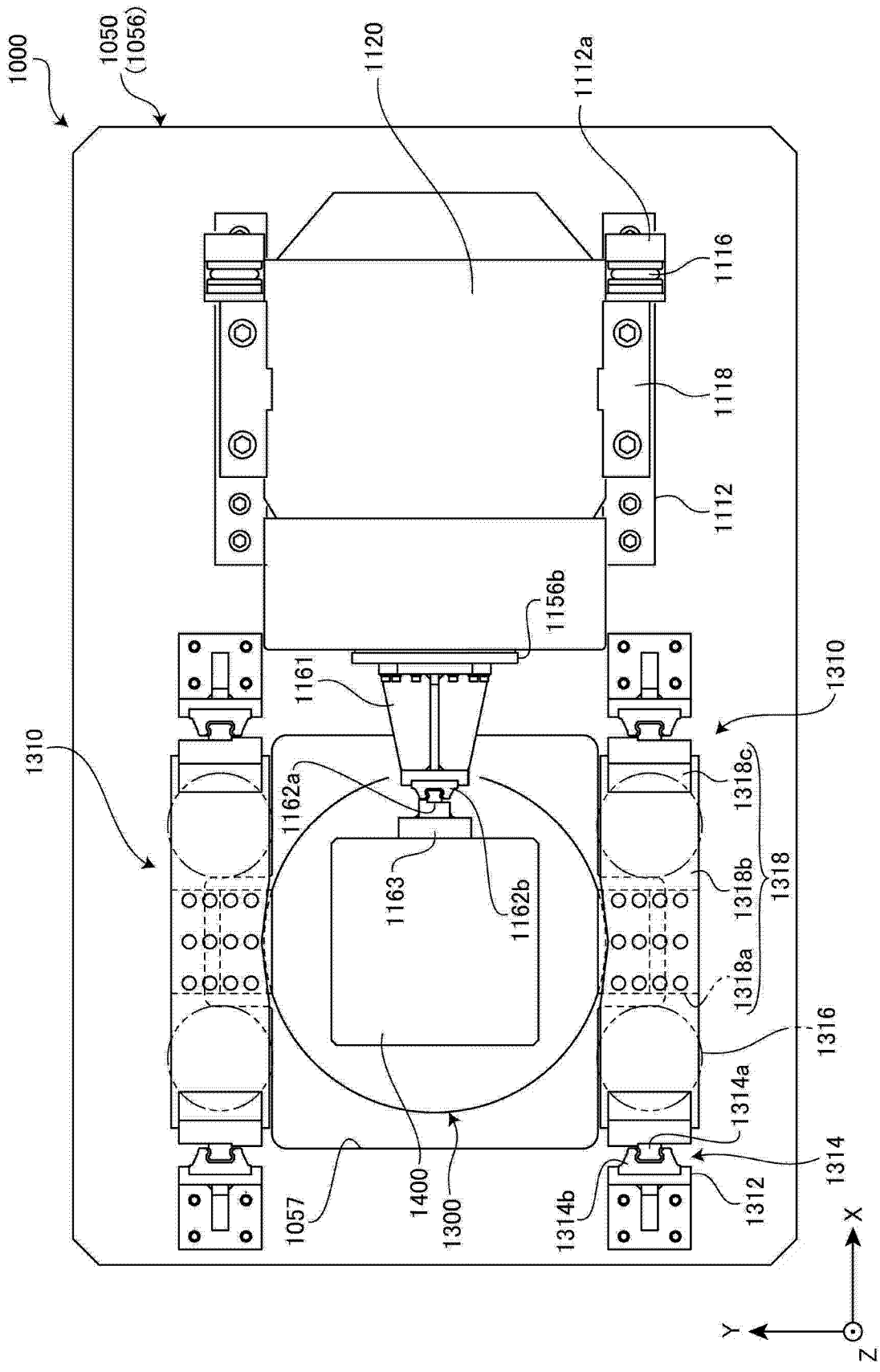


图 11

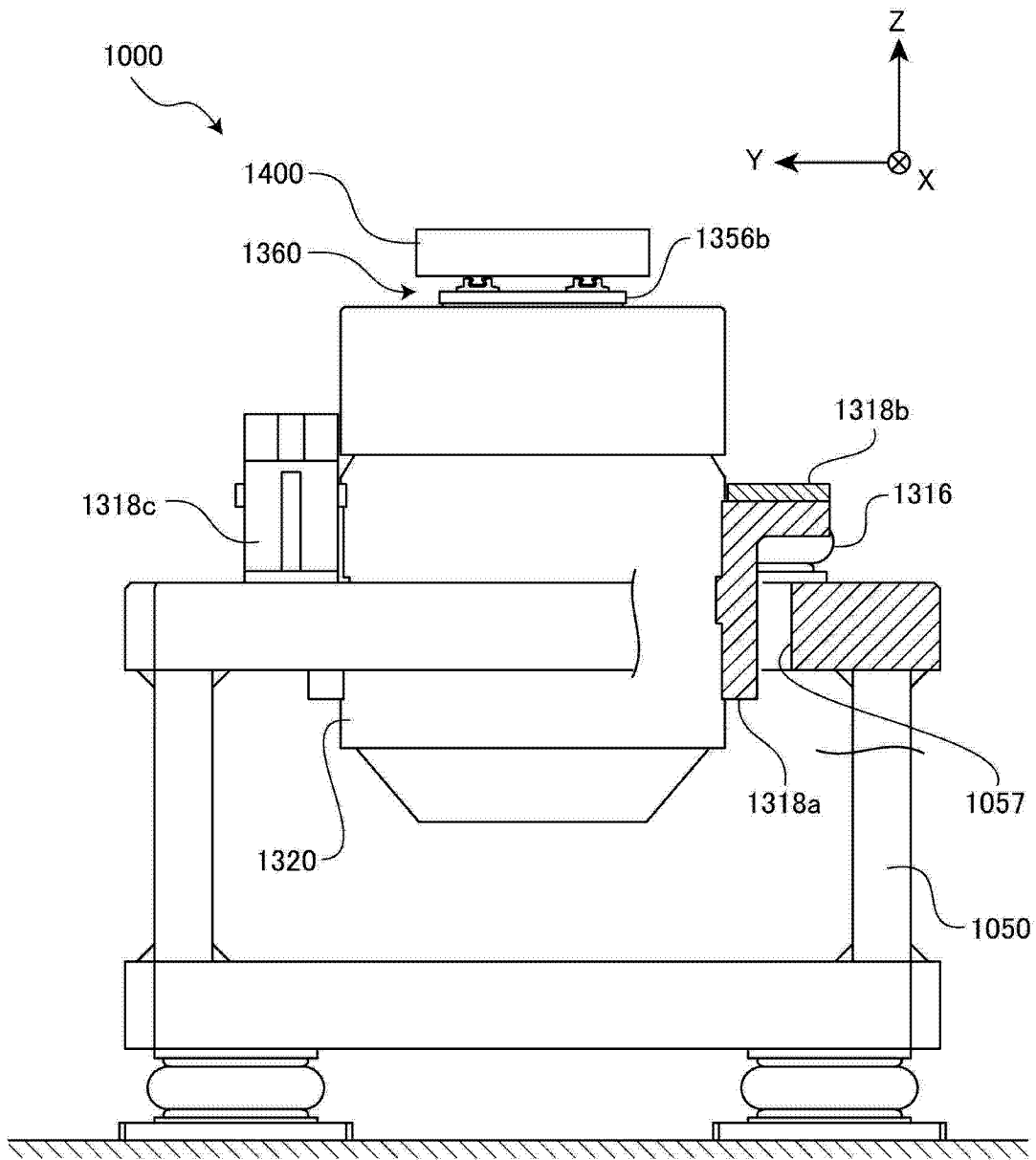


图 12