



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108696180 B

(45) 授权公告日 2023.07.04

(21) 申请号 201810254672.3

(22) 申请日 2018.03.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108696180 A

(43) 申请公布日 2018.10.23

(30) 优先权数据
2017-069768 2017.03.31 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 岩崎友寿 荒川豊

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240
专利代理师 张永明 玉昌峰

(51) Int.Cl.

H02N 2/06 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2013207918 A, 2013.10.07

US 2016020710 A1, 2016.01.21

审查员 张玉麒

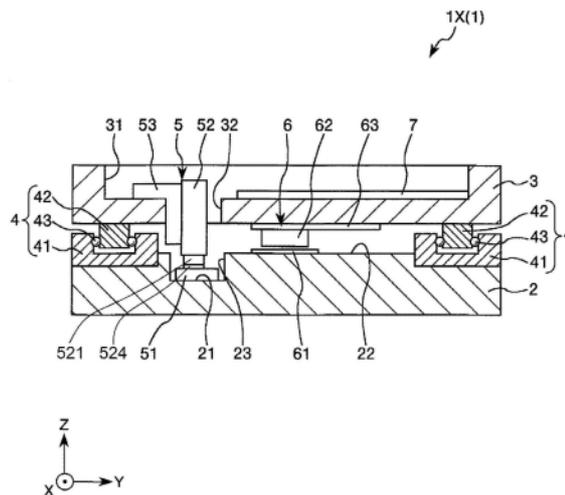
权利要求书2页 说明书13页 附图13页

(54) 发明名称

压电驱动装置、压电电机、机器人及电子部件输送装置

(57) 摘要

本申请公开了压电驱动装置、压电电机、机器人及电子部件输送装置。本申请提供能够稳定地进行驱动状态的检测的压电驱动装置,此外提供具有该压电驱动装置的压电电机、机器人、电子部件输送装置以及打印机。压电驱动装置具备:压电致动器,具有进行振动的振动部和从所述振动部突出的突出部;被驱动部件;光学尺;传感器,接收来自所述光学尺的透过光或反射光,输出基于其光接收强度的信号,所述光学尺与所述传感器对置的对置区域配置为相对于所述突出部和所述被驱动部件接触的接触部向所述光学尺和所述传感器排列的方向上的一侧偏移。



1. 一种压电驱动装置,其特征在于,具备:

第一部件;

第二部件,配置于所述第一部件的铅直方向上侧;

压电致动器,配置于所述第一部件和所述第二部件中一方,并具有进行振动的振动部和从所述振动部突出的突出部;

被驱动部件,配置于所述第一部件和所述第二部件中另一方,通过伴随着所述振动部的振动的所述被驱动部件与所述突出部的接触,从而所述被驱动部件相对于所述压电致动器相对地改变位置或姿势;

光学尺,配置于所述第一部件和所述第二部件中一方,伴随着所述被驱动部件相对于所述压电致动器的相对的位置或姿势的变化,所述光学尺相对于所述压电致动器或所述被驱动部件相对地改变位置或姿势;以及

传感器,配置于所述第一部件和所述第二部件中另一方,接收来自所述光学尺的透过光或反射光,并输出与所接收到的透过光或反射光的光接收强度对应的信号,

所述光学尺的尺面以及所述传感器的传感器面位于所述突出部与所述被驱动部件接触的接触部的铅直方向上侧,

所述被驱动部件的与所述突出部接触的面与所述光学尺的尺面朝向同一侧。

2. 一种压电驱动装置,其特征在于,具备:

压电致动器,具有进行振动的振动部和从所述振动部突出的突出部;

被驱动部件,通过伴随着所述振动部的振动的所述被驱动部件与所述突出部的接触,从而所述被驱动部件相对于所述压电致动器相对地改变位置或姿势;

光学尺,伴随着所述被驱动部件相对于所述压电致动器的相对的位置或姿势的变化,所述光学尺相对于所述压电致动器或所述被驱动部件相对地改变位置或姿势;以及

传感器,接收来自所述光学尺的透过光或反射光,并输出与所接收到的透过光或反射光的光接收强度对应的信号,

所述光学尺与所述传感器对置的对置区域配置为相对于所述突出部与所述被驱动部件接触的接触部向所述光学尺和所述传感器排列的方向上的一侧偏移,所述被驱动部件的与所述突出部接触的面与所述光学尺的尺面朝向同一侧。

3. 根据权利要求2所述的压电驱动装置,其特征在于,

所述压电驱动装置具备:

第一部件,所述被驱动部件以及所述光学尺设置于所述第一部件;以及

第二部件,支承所述压电致动器以及所述传感器,并设置为相对于所述第一部件能够相对地改变位置或姿势。

4. 根据权利要求3所述的压电驱动装置,其特征在于,

所述第一部件具有第一设置面和第二设置面,所述被驱动部件设置于所述第一设置面,所述光学尺设置于所述第二设置面、且所述第二设置面的高度与所述第一设置面的高度不同。

5. 根据权利要求4所述的压电驱动装置,其特征在于,

所述第一部件在所述第一设置面和所述第二设置面的边界具有与所述第一设置面以及所述第二设置面相交的第一面。

6. 根据权利要求4或5所述的压电驱动装置,其特征在于,
所述第一部件具有凹部,所述第一设置面构成所述凹部的底面。
7. 一种压电电机,其特征在于,
具备权利要求1至6中任一项所述的压电驱动装置。
8. 一种机器人,其特征在于,
具备权利要求1至6中任一项所述的压电驱动装置。
9. 一种电子部件输送装置,其特征在于,
具备权利要求1至6中任一项所述的压电驱动装置。
10. 一种打印机,其特征在于,
具备权利要求1至6中任一项所述的压电驱动装置。

压电驱动装置、压电电机、机器人及电子部件输送装置

技术领域

[0001] 本发明为涉及压电驱动装置、压电电机、机器人、电子部件输送装置以及打印机。

背景技术

[0002] 通过压电元件使振动体振动从而驱动被驱动部件的压电致动器为人们所熟知(例如,参照专利文献1)。例如,专利文献1所记载的装置具有可转动的转工作台、产生使转工作台转动的驱动力的压电致动器、以及检测转工作台的转动角度的角度检测单元,角度检测单元具有码盘以及编码器传感器。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2016-096187号公报

发明内容

[0006] 一般情况下,用于专利文献1所记载的这样的装置的压电致动器伴随着驱动,与被驱动部件接触的部分可能被磨损,产生磨损粉。在专利文献1所记载的装置中,如上所述的磨损粉附着于码盘或编码器传感器,可能产生检测不良的问题。

[0007] 本发明的目的在于,提供能够稳定地进行驱动状态的检测的压电驱动装置,或提供具有该压电驱动装置的压电电机、机器人、电子部件输送装置以及打印机。

[0008] 通过下述本发明达成上述目的。

[0009] 本发明的压电驱动装置的特征在于,具备:第一部件;第二部件,配置于所述第一部件的铅直方向上侧;压电致动器,配置于所述第一部件和所述第二部件中一方,并具有进行振动的振动部和从所述振动部突出的突出部;被驱动部件,配置于所述第一部件和所述第二部件中另一方,通过伴随着所述振动部的振动的所述被驱动部件与所述突出部的接触,从而所述被驱动部件相对于所述压电致动器相对地改变位置或姿势;光学尺,配置于所述第一部件和所述第二部件中一方,伴随着所述被驱动部件相对于所述压电致动器的相对的位置或姿势的变化,所述光学尺相对于所述压电致动器或所述被驱动部件相对地改变位置或姿势;传感器,配置于所述第一部件和所述第二部件中另一方,接收来自所述光学尺的透过光或反射光,并输出与所接收到的透过光或反射光的光接收强度对应的信号,所述光学尺的尺面和所述传感器的传感器面中至少一方位于所述突出部与所述被驱动部件接触的接触部的铅直方向上侧。

[0010] 根据这样的压电驱动装置,由于光学尺的尺面和传感器的传感器面中至少一方位于突出部与被驱动部件接触的接触部的铅直方向上侧,所以能够减少伴随着突出部以及被驱动部件的摩擦滑动在它们的接触部产生的磨损粉到达光学尺的尺面以及传感器的传感器面中至少一方。其结果是,能够通过传感器稳定地进行驱动状态的检测。

[0011] 本发明的压电驱动装置的特征在于,具备:压电致动器,具有进行振动的振动部和从所述振动部突出的突出部;被驱动部件,通过伴随着所述振动部的振动的所述被驱动部

件与所述突出部的接触,从而所述被驱动部件相对于所述压电致动器相对地改变位置或姿势;光学尺,伴随着所述被驱动部件相对于所述压电致动器的相对的位置或姿势的变化,相对于所述压电致动器或所述被驱动部件相对地改变位置或姿势;传感器,接收来自所述光学尺的透过光或反射光,并输出与所接收到的透过光或反射光的光接收强度对应的信号,所述光学尺与所述传感器对置的对置区域配置为相对于所述突出部与所述被驱动部件接触的接触部向所述光学尺和所述传感器排列的方向上的一侧偏移。

[0012] 根据这样的压电驱动装置,由于光学尺与传感器对置的对置区域配置为相对于突出部与被驱动部件接触的接触部向所述光学尺和所述传感器排列的方向上的一侧偏移,所以压电驱动装置可以设置为光学尺的尺面以及传感器的传感器面双方位于突出部与被驱动部件接触的接触部的铅直方向上侧。因此,能够减少伴随着突出部与被驱动部件的摩擦滑动在它们的接触部产生的磨损粉到达光学尺的尺面以及传感器的传感器面中至少一方。其结果是,能够通过传感器稳定地进行驱动状态的检测。

[0013] 在本发明的压电驱动装置中,优选所述被驱动部件的与所述突出部接触的面与所述光学尺的尺面朝向同一侧。

[0014] 由此,能够简化对于压电致动器以及传感器的布线。

[0015] 在本发明的压电驱动装置中,优选具备:第一部件,所述被驱动部件以及所述光学尺设置于所述第一部件;以及第二部件,支承所述压电致动器以及所述传感器,并设置为相对于所述第一部件能够相对地改变位置或姿势。

[0016] 由此,能够通过比较简单的构成,将被驱动部件以及光学尺配置为被驱动部件的突出部一侧的面和光学尺的尺面朝向同一侧。

[0017] 在本发明的压电驱动装置中,优选所述第一部件具有第一设置面和第二设置面,所述被驱动部件设置于所述第一设置面,所述光学尺设置于所述第二设置面、且所述第二设置面的高度与所述第一设置面的高度不同。

[0018] 由此,能够与通过被驱动部件以及光学尺的厚度无关地,通过比较简单的构成,使被驱动部件的突出部一侧的面和光学尺的尺面在高度方向上错开。

[0019] 在本发明的压电驱动装置中,优选所述第一部件在所述第一设置面和所述第二设置面的边界上具有与所述第一设置面以及所述第二设置面相交的第一面。

[0020] 由此,能够提高防止产生的磨损粉向光学尺的方向飞散的效果。

[0021] 在本发明的压电驱动元件中,优选所述第一部件具有凹部,所述第一设置面构成所述凹部的底面。

[0022] 由此,能够容易地形成高度不同的第一设置面以及第二设置面。

[0023] 本发明的压电电机的特征在于具备本发明的压电驱动装置。

[0024] 根据这样的压电电机,压电驱动装置能够稳定地进行驱动状态的检测且进行高精度的驱动。因此,能够提高压电电机的驱动特性。

[0025] 本发明的机器人的特征在于具备本发明的压电驱动装置。

[0026] 根据这样的机器人,压电驱动装置能够稳定地进行驱动状态的检测且进行高精度的驱动。因此,利用这样的压电驱动装置的驱动特性,能够提高机器人的特性。

[0027] 本发明的电子部件输送装置的特征在于具备本发明的压电驱动装置。

[0028] 根据这样的电子部件输送装置,压电驱动装置能够稳定地进行驱动状态的检测且

进行高精度的驱动。因此,利用这样的压电驱动装置的驱动特性,能够提高电子部件输送装置的特性。

[0029] 本发明的打印机的特征在于具备本发明的压电驱动装置。

[0030] 根据这样的打印机,压电驱动装置能够稳定地进行驱动状态的检测且进行高精度的驱动。因此,利用这样的压电驱动装置的驱动特性,能够提高打印机的特性。

附图说明

[0031] 图1为示出本发明的第一实施方式所涉及的压电驱动装置(压电驱动单元)的概略构成的立体图。

[0032] 图2为示出图1所示的压电驱动装置所具有的X1方向用的压电驱动装置的剖视图。

[0033] 图3为从Z轴方向观察图2所示的压电驱动装置时的图。

[0034] 图4为图2所示的压电驱动装置所具有的压电致动器的俯视图。

[0035] 图5为用于说明图4所示的压电致动器的动作的图。

[0036] 图6为图2所示的压电驱动装置的局部放大剖视图。

[0037] 图7为图1所示的压电驱动装置所具有的 $\theta 1$ 方向用的压电驱动装置的剖视图。

[0038] 图8为从Z轴方向观察图7所示的压电驱动装置时的图。

[0039] 图9为图7所示的压电驱动装置的局部放大剖视图。

[0040] 图10为示出本发明的第二实施方式所涉及的压电驱动装置的局部放大剖视图。

[0041] 图11为示出本发明的机器人的实施方式的立体图。

[0042] 图12为示出本发明的电子部件输送装置的实施方式的立体图。

[0043] 图13为示出本发明的打印机的实施方式的立体图。

[0044] 附图标记说明

[0045] 1压电驱动装置;1A压电驱动装置;1X压电驱动装置;1Y压电驱动装置;1 θ 压电驱动装置;2第一部件;2A第一部件;3第二部件;3A第二部件;4引导机构;4 θ 轴承;5驱动部;5 θ 驱动部;6检测部;6 θ 检测部;7电路部;7 θ 电路部;8第一部件;9第二部件;10压电驱动装置;21设置面;21A设置面;22设置面;22A设置面;23凹部;31凹部;32孔;41滑块;42导轨;43球;44内轮;45外轮;46球;51被驱动部件;52压电致动器;53支承部件;54被驱动部件;55支承部件;61光学尺;62传感器;63基板;64光学尺;81设置面;82设置面;83凹部;84孔;85外周面;91凹部;92凹部;93孔;521振动部;522支承部;523连接部;524突出部;851缩径部;852扩径部;1000机器人;1010基座;1020臂;1030臂;1040臂;1050臂;1060臂;1070臂;1080控制部;1090末端操作部;2000电子部件输送装置;2100基座;2110上游侧工作台;2120下游侧工作台;2130检查台;2200支承台;2210Y工作台;2220X工作台;2230电子部件保持部;2233保持部;3000打印机;3010装置主体;3011托盘;3012排纸口;3013操作面板;3020印刷机构;3021喷头单元;3021a喷头;3021b墨盒;3021c滑架;3022滑架电机;3023往返运动机构;3023a滑架引导轴;3023b定时带;3030供纸机构;3031从动辊;3032驱动辊;3040控制部;5211压电元件;5212压电元件;5213压电元件;5214压电元件;5215压电元件;C接触部;C1接触部;P记录纸张;Q电子部件;S对置区域;S1对置区域;X1箭头;Y1箭头;aZ轴线;a箭头;b箭头; $\theta 1$ 箭头。

具体实施方式

[0046] 下面,基于附图所示的适宜的实施方式对本发明的压电驱动装置、压电电机、机器人、电子部件输送装置以及打印机进行说明。

[0047] 1. 压电驱动装置

[0048] 图1为示出本发明的第一实施方式所涉及的压电驱动装置(压电驱动单元)的概略构成的立体图。需要说明的是,在下文中,为了方便说明,适当地使用X轴、Y轴、Z轴作为相互正交的3个轴进行说明。而且,在各个图中,将表示这些轴的箭头的前端一侧作为“+”,将基端一侧作为“-”。而且,将与X轴平行的方向称为“X轴方向”,将与Y轴平行的方向称为“Y轴方向”,将与Z轴平行的方向称为“Z轴方向”。而且,将与X轴以及Y轴双方平行的平面(法线为Z轴方向的平面)称为“XY平面”,将与X轴以及Z轴双方平行的平面(法线为Y轴方向的平面)称为“XZ平面”。将与Y轴以及Z轴双方平行的平面(法线为X轴方向的平面)称为“YZ平面”。

[0049] 图1所示的压电驱动装置10为进行X轴方向(图中箭头X1表示的方向)、Y轴方向(图中箭头Y1表示的方向)以及Z轴周围(图中箭头 θ 1表示的方向)的驱动的压电驱动单元。该压电驱动装置10具有进行X轴方向上的驱动的压电驱动装置1X(第一压电驱动装置)、进行Y轴方向上的驱动的压电驱动装置1Y(第二压电驱动装置)、进行Z轴周围的驱动的压电驱动装置1 θ (第三压电驱动装置),它们沿Z轴方向排列并被连结。下面,对它们依次进行说明。

[0050] (第一压电驱动装置)

[0051] 图2为示出图1所示的压电驱动装置所具有的X1方向用的压电驱动装置的剖视图。图3为从Z轴方向观察图2所示的压电驱动装置时的图。图4为图2所示的压电驱动装置所具有的压电致动器的俯视图。图5为用于说明图4所示的压电致动器的动作的图。图6为图2所示的压电驱动装置的局部放大剖视图。需要说明的是,为了方便说明,在附图中省略了驱动部5以及检测部6的一部分以及第二部件3。

[0052] 如图2所示,压电驱动装置1X具有第一部件2、第二部件3、引导第二部件3使其相对于第一部件2在X轴方向(图1中箭头X1表示的方向)上相对移动的引导机构4、使第二部件3相对于第一部件2在X轴方向上相对移动的驱动部5、检测第二部件3相对于第一部件2的在X轴方向上的相对移动的检测部6(编码器)、使驱动部5以及检测部6工作的电路部7。

[0053] 第一部件2以及第二部件3分别由例如金属材料、陶瓷材料等构成,具有沿XY平面的大致板状的整体形状。而且,第一部件2以及第二部件3在俯视观察时的外形在图中分别为矩形(四边形),但是不局限于此,例如,还可以为五边形等其他多边形、圆形、椭圆形等。

[0054] 在此,如图2所示,在第一部件2的一侧(图2中的上侧)的面形成凹部23。并且,凹部23的底面构成将在后文中提到的驱动部5的被驱动部件51所设置的设置面21。而且,在第一部件2的一侧(图2中的上侧)的面,在凹部23的外侧,设置将在后文中提到的检测部6的光学尺61所设置的设置面22。

[0055] 这样,通过在第一部件2的一侧(图2中的上侧)的面形成凹部23,形成沿XY平面的相互高度不同的设置面21、22。如图3所示,凹部23沿X轴方向延伸,设置面21也随之沿X轴方向延伸。

[0056] 如图2所示,在第二部件3的一侧(图2中的上侧)的面,形成向与第一部件2相反的一侧开放的凹部31。而且,在第二部件3形成在凹部31的底面开口且贯通第二部件3的厚度方向(Z轴方向)的孔32。

[0057] 引导机构4为直线运动轴承,如图2所示,配置于所述第一部件2和第二部件3之间。该引导机构4具有一对滑块41、与一对滑块41对应地设置的一对导轨42、设置于滑块41和导轨42之间的多个球43。

[0058] 一对导轨42分别配置为沿X轴方向延伸,使用螺钉等固定于第二部件3。一对滑块41分别沿所对应的导轨42可移动,使用例如螺钉等固定于第一部件2。而且,滑块41、导轨42以及球43构成为限制(限定)第一部件2以及第二部件3的在X轴方向以外的方向上的相对移动。需要说明的是,滑块41、导轨42以及球43还可以构成为将第一部件2以及第二部件3的在X轴方向上的相对移动限制(限定)在预定范围内。而且,也可以代替球43,在滑块41和导轨42之间使用滚动的辊。

[0059] 驱动部5具有设置于第一部件2的被驱动部件51、向被驱动部件51传递驱动力的多个(在图中为3个)压电致动器52、将多个压电致动器52支承于第二部件3的多个(在图中为3个)支承部件53。

[0060] 被驱动部件51设置于上述第一部件2的设置面21上,例如使用粘接剂等固定于第一部件2。该被驱动部件51形成为板状或片材状,例如由陶瓷材料等耐磨性较高的材料构成。而且,如图3所示,被驱动部件51沿X轴方向延伸。

[0061] 多个压电致动器52配置为沿X轴方向排列。如图4所示,压电致动器52具有振动部521、支承部522、连接它们的一对连接部523、以及从振动部521突出的突出部524。

[0062] 振动部521形成为沿XZ平面的板状。而且,振动部521形成为沿Z轴方向延伸的长度形状。该振动部521具有:在振动部521的宽度方向(X轴方向)的中央部沿振动部521的长度方向配置的压电元件5215;相对于压电元件5215在振动部521的宽度方向的一侧沿振动部521的长度方向配置的两个压电元件5211、5212;相对于压电元件5215在振动部521的宽度方向的另一侧沿振动部521的长度方向配置的两个压电元件5213、5214。

[0063] 虽然没有图示,但是这样的振动部521具有例如硅基板等的两个基板、配置于这些基板之间的锆钛酸铅(PZT)等压电体、以及在压电体的正反面适当地设置的多个电极(更具体而言,对应于压电元件5211-5214而设置于一个面的多个单独电极以及对于压电元件5211-5214公共且设置于另一个面的一个公共电极)。在此,支承部522以及一对连接部523例如分别具有与上述振动部521所具有的两个基板一体地形成的两个基板。而且,支承部522的例如与上述振动部521所具有的压电体厚度相同的绝缘性的垫片插在该两个基板之间。

[0064] 突出部524被设置为在振动部521的长度方向(Z轴方向)的一侧(图4中的下侧)的端部(前端部),在其宽度方向的中央部突出。突出部524例如由陶瓷材料等耐磨性良好的材料构成,通过粘接剂等粘接于振动部521。该突出部524具有通过摩擦滑动将振动部521的振动向被驱动部件51传递的功能。需要说明的是,突出部524的形状只要是可以将振动部521的驱动力向被驱动部件51传递即可,不局限于图示的形状。

[0065] 支承部件53例如由金属材料、陶瓷材料等构成,例如使用螺钉等固定于第二部件3。而且,在上述支承部522通过粘接剂等安装由硅制成的片簧等弹性部件(未图示),该弹性部件例如使用螺钉等固定于支承部件53。在此,支承部522通过支承部件53以及弹性部件固定于第二部件3,使得伴随着该弹性部件的弹性变形,突出部524以预定压力接触(按压)于被驱动部件51。

[0066] 像上面这样的驱动部5所具有的压电致动器52通过从电路部7适当地向压电元件5211-5214输入预定频率的驱动信号而工作。例如,通过将向压电元件5211、5214输入的驱动信号和向压电元件5212、5213输入的驱动信号的相位差设定为 180° ,将向压电元件5211、5214输入的驱动信号和向压电元件5215输入的驱动信号的相位差设定为 $-90^\circ \sim +90^\circ$,如图5所示,从而通过各个压电元件5211-5215的伸缩,振动部521弯曲振动为S形,由此,突出部524的前端沿着图中箭头 α 表示的方向做椭圆运动。其结果是,被驱动部件51从突出部524在一个方向(图中箭头 β 表示的方向)上反复接受驱动力。由此,第一部件2以及第二部件3在X轴方向上相对地移动。

[0067] 需要说明的是,在与图5所示的情况相反的方向,使第一部件2以及第二部件3在X轴方向上相对移动的情况下,使用将上述驱动信号进行 180° 反转后的驱动信号即可。

[0068] 检测部6为光学线性编码器。该检测部6具有设置于第一部件2的光学尺61、检测光学尺61的移动的传感器62、将光学尺62支承于第二部件3的基板63。

[0069] 光学尺61设置于上述第一部件2的设置面22上,例如使用粘接剂等固定于第一部件2。该光学尺61例如为狭缝板、偏光板等。而且如图3所示,光学尺61沿X轴方向延伸。

[0070] 虽然没有图示,但是传感器62构成为具备向光学尺61照射光的半导体激光器等发光元件和接收来自光学尺61的反射光的光电二极管等光接收元件。

[0071] 基板63例如为布线基板,使用螺钉等固定于第二部件3。该基板63设置于第二部件3的与凹部31相反一侧的面上,支承传感器62且分别电连接于传感器62和电路部7。

[0072] 在上面这样的检测部6中,传感器62的光接收元件的输出信号的波形基于第二部件3相对于第一部件2在X轴方向上的相对移动状态(位置、移动速度等)进行变化。因此,基于该光接收元件的输出信号,可以检测出第二部件3相对于第一部件2在X轴方向上的相对移动状态。

[0073] 电路部7设置于上述第二部件3的凹部31内。该电路部7具有使上述压电致动器52以及传感器62工作的电路。例如,电路部7具备用于驱动压电致动器52(产生驱动信号)的驱动电路、用于驱动传感器62的发光元件的驱动电路、基于来自传感器62的光接收元件的信号计算第二部件3相对于第一部件2的相对位置的运算电路等。需要说明的是,电路部7所具有的用于传感器62的电路(驱动电路、运算电路)可以内置于检测部6,在这种情况下,也可以与传感器62一体化。而且,电路部7也可以设置于压电驱动装置1X的外部。

[0074] 像上面这样,压电驱动装置1X具有第一部件2、配置于第一部件2的铅直方向上侧的第二部件3、压电致动器52、被驱动部件51、光学尺61和传感器62。在此,压电致动器52配置于第一部件2以及第二部件3的一方(本实施方式中为第二部件3)且具有进行振动的振动部521和从振动部521突出的突出部524。被驱动部件51配置于第一部件2以及第二部件3的另一方(本实施方式中为第一部件2),通过伴随着振动部521的振动的与突出部524的接触相对于压电致动器52在X轴方向上相对移动(位置变化)。光学尺61配置于第一部件2以及第二部件3的一方(本实施方式中为第一部件2),伴随着被驱动部件51相对于压电致动器52的相对的位置变化,相对于压电致动器52相对地改变位置。传感器62配置于第一部件2以及第二部件3的另一方(本实施方式中为第二部件3),接收来自光学尺61的反射光,输出基于该光接收强度的信号。

[0075] 特别是,如图6所示,光学尺61与传感器62对置的对置区域S配置为相对于压电致

动器52的突出部524和被驱动部件51接触的接触部C向光学尺61和传感器62排列的方向(Z轴方向)上的一侧(+Z轴方向一侧)偏移。在此,将Z轴方向作为铅直方向,将+Z轴方向一侧作为铅直方向上侧时,光学尺61的尺面(图6中的上侧的面)以及传感器62的传感器面(图6中的下侧的面)双方位于压电致动器52的突出部524和被驱动部件51接触的接触部C的铅直方向上侧(+Z轴方向一侧)。

[0076] 根据这样的压电驱动装置1X,由于光学尺61与传感器62对置的对置区域S配置为相对于突出部524和被驱动部件51接触的接触部C向光学尺61和传感器62排列的方向(Z轴方向)上的一侧(+Z轴方向一侧)偏移,所以可以将压电驱动装置1X设置为光学尺61的尺面(图6中上表面)以及传感器62的传感器面(图6中下表面)双方位于突出部524和被驱动部件51接触的接触部C的铅直方向上侧。因此,能够减少伴随着突出部524和被驱动部件51的摩擦滑动在它们的接触部C产生的磨损粉到达光学尺61的尺面以及传感器62的传感器面。因此,能够通过传感器62稳定地进行驱动状态的检测。

[0077] 在此,“尺面”是指光学尺61的传感器62一侧的面。“传感器面”是指传感器62的光学尺61一侧的面且是具备传感器62所具有的发光元件的发光面以及光接收元件的光接收面中至少一方的面。

[0078] 需要说明的是,如果光学尺61的尺面以及传感器62的传感器面中至少一方位于突出部524和被驱动部件51接触的接触部C的铅直方向上侧,则能够减少上述的磨损粉到达光学尺61的尺面以及传感器62的传感器面中至少一方。

[0079] 在本实施方式中,被驱动部件51的突出部524一侧(图6中上侧)的面、即被驱动部件51的与突出部524接触的面,与光学尺61的尺面朝向同一侧。即,这些面均朝向图6中的上侧(铅直方向上方)。由此,被驱动部件51以及光学尺61均可设置于第一部件2,压电致动器52以及传感器62均可设置于第二部件3。因此,连接压电致动器52以及传感器62与电路部7的布线(未图示)不会跨过第一部件2和第二部件3之间,能够简化向压电致动器52以及传感器62的布线。

[0080] 这样,压电驱动装置1X具有设置有被驱动部件51以及光学尺61的第一部件2和支承压电致动器52以及传感器62且相对于第一部件2相对位置可变化(可移动)地设置的第二部件3。由此,能够通过比较简单的构成,使被驱动部件51的突出部524一侧(图6中上侧)的面和光学尺61的尺面朝向同一侧地配置被驱动部件51以及光学尺61。

[0081] 在此,第一部件2具有设置有被驱动部件51的“第一设置面”即设置面21和设置有光学尺61且与设置面21高度不同的“第二设置面”即设置面22。由此,可以不通过被驱动部件51以及光学尺61的厚度,而是通过比较简单的构成使被驱动部件51的突出部524一侧的面和光学尺61的尺面在高度方向上错开。

[0082] 特别是第一部件2具有底面由设置面21(第一设置面)构成的凹部23。由此,能够容易地形成高度不同的设置面21(第一设置面)以及设置面22(第二设置面)。在此,在凹部23(特别是图6中右侧的壁面)的设置面21(第一设置面)和设置面22(第二设置面)的交界处具有与设置面21和设置面22相交的第一面。通过使第一部件2具有这样的第一面,能够提高防止产生的磨损粉向光学尺61的方向飞散的效果。

[0083] 需要说明的是,被驱动部件51的突出部524一侧的面还可以朝向与光学尺61的尺面不同(相反)的一侧。在这种情况下,例如,只要将传感器62设置于设置有被驱动部件51的

部件且将光学尺61设置于设置有压电致动器52的部件即可。在这种情况下,光学尺61伴随着被驱动部件51相对于振动部521的相对的位置变化,相对于被驱动部件51相对地改变位置。

[0084] (第二压电驱动装置)

[0085] 压电驱动装置1Y与上述压电驱动装置1X同样地构成。但是,压电驱动装置1Y的XY平面内的姿势与压电驱动装置1X成 90° 差异。即,压电驱动装置1Y具有:第一部件2;与第一部件2对置配置的第二部件3;引导第二部件3使其相对于第一部件2相对移动的引导机构4;使第二部件3相对于第一部件2在Y轴方向上相对移动的驱动部5;检测第二部件3相对于第一部件2的在Y轴方向上的相对移动的检测部6(编码器);使驱动部5以及检测部6工作的电路部7。这样,压电驱动装置1Y在上述压电驱动装置1X的说明中,适当地将“X轴方向”换成“Y轴方向”即可。

[0086] 这样的压电驱动装置1Y的第二部件3例如使用螺钉等,按照上述姿势,固定于上述压电驱动装置1X的第一部件2。需要说明的是,在压电驱动装置10,压电驱动装置1Y的第二部件3也可以和压电驱动装置1X的第一部件2一体地构成。而且,在下文中,也将压电驱动装置1X、1Y分别称为压电驱动装置1。

[0087] 由于上面这样的压电驱动装置1Y和上述压电驱动装置1X同样地被构成,所以可以取得与压电驱动装置1X相同的效果。

[0088] (第三压电驱动装置)

[0089] 图7为图1所示的压电驱动装置所具有的 θ_1 方向用的压电驱动装置在yz平面剖切的剖视图。图8为从Z轴方向观察图7所示的压电驱动装置的图。图9为图7所示的压电驱动装置的部分扩大剖视图。需要说明的是,在图7或图9中,对于与上述压电驱动装置1X、1Y相同的构成标注同一附图标记。

[0090] 如图7所示,压电驱动装置1 θ 具有:第一部件8;第二部件9;将第二部件9支承为可以相对于第一部件8绕与Z轴平行的轴线aZ(图1箭头 θ_1 表示的方向)相对转动的轴承4 θ ;使第二部件9相对于第一部件8绕轴线aZ相对转动的驱动部5 θ ;检测第二部件9相对于第一部件8的绕轴线aZ的相对转动的检测部6 θ (编码器);使驱动部5 θ 以及检测部6 θ 工作的电路部7 θ 。

[0091] 第一部件8以及第二部件9例如分别由金属材料、陶瓷材料等构成。如图8所示,俯视观察第一部件8时,其外形为矩形(四边形),俯视观察第二部件9时,其外形为圆形,但是它们的外形不局限于此。

[0092] 在此,如图7所示,在第一部件8的一侧(图7中的上侧)的面形成凹部83。并且,凹部83的底面构成了将在后文中提到的驱动部5 θ 的被驱动部件54所设置的设置面81。而且,在第一部件8的一侧(图7中的上侧)的面,在凹部83的周围设置将在后文中提到的检测部6 θ 的光学尺64所设置的设置面82。

[0093] 这样,通过在第一部件8的一侧(图7中的上侧)的面形成凹部83,形成相互高度不同的设置面81、82。而且,在第二部件9,在凹部83的底面开口,形成以轴线aZ为中心贯通第二部件9的厚度方向(Z轴方向)的孔84。如图8所示,凹部83以及孔84的外形分别为从Z轴方向观察时(在下文中,称为“俯视图”)为以轴线aZ为中心的圆形。随之,设置面81在俯视观察时为以轴线aZ为中心的圆环状。而且,设置面82在俯视观察时也为以轴线aZ为中心的圆环

状。

[0094] 而且,如图7所示,第一部件8的外周面85具有宽度(直径)较小的缩径部851和相对于缩径部851在+Z轴方向一侧比缩径部851宽度(直径)大的扩径部852。需要说明的是,第一部件8在俯视观察时的外形在图中为圆形,但是不局限于此,例如,还可以为四边形、五边形等其他的多边形、椭圆形等。而且,可以根据需要设置孔84,也可以将其省略。

[0095] 如图7所示,在第二部件9的一侧(图7中的上侧)的面形成向第一部件8一侧开放的凹部91、向与第一部件8相反的一侧开放的凹部92、和在凹部91、92的两个底面开口且在厚度方向(Z轴方向)上贯通第二部件9的孔93。凹部91在俯视观察时为圆形,在该凹部91内,插入上述第一部件8。

[0096] 这样的第二部件9例如使用螺钉等固定于上述压电驱动装置1Y的第一部件2。需要说明的是,在压电驱动装置10,第二部件9还可以与压电驱动装置1Y的第一部件2一体地构成。

[0097] 如图7所示,轴承40配置于上述第一部件8和第二部件9之间。该轴承40具有内轮44、外轮45、设置于它们之间的多个球46。

[0098] 内轮44嵌合并固定于上述第一部件8的外周面85(缩径部851)。外轮45嵌合并固定于上述第二部件9的凹部91的内周面。而且,内轮44、外轮45以及球46构成为限制(限定)第一部件8和第二部件9的绕轴线aZ的转动方向以外的方向上的相对移动。需要说明的是,也可以代替球46,在内轮44和外轮45之间使用滚动的辊。

[0099] 驱动部50具有:设置于第一部件8的被驱动部件54;向被驱动部件54传递驱动力的多个(在图中为3个)压电致动器52;将多个压电致动器52支承于第二部件3的多个(3个)支承部件55。

[0100] 被驱动部件54设置于上述第一部件8的设置面81上,例如使用粘接剂等固定于第一部件8。而且,如图8所示,被驱动部件54在俯视观察时呈以轴线aZ为中心的圆环状。在此,被驱动部件54和上述被驱动部件51一样为板状或片材状,例如由陶瓷材料等耐磨性较高的材料构成。需要说明的是,被驱动部件54的俯视观察时的形状不局限于图示的形状(环状),例如还可以根据压电驱动装置10的可动范围,切除周向上的一部分。

[0101] 多个支承部件55与多个压电致动器52对应地设置,多个压电致动器52配置为在以轴线aZ为中心的同一圆周上等角距离地排列。并且,各个支承部件55例如使用螺钉等分别固定于支承部522以及第二部件9。在此,支承部件55与上述支承部件53一样,例如由金属材料、陶瓷材料等构成。需要说明的是,驱动部50的多个压电致动器52也可以不在以轴线aZ为中心的同一圆周上等角距离地排列,距轴线aZ的距离可以稍有不同。

[0102] 上述的驱动部50的压电致动器52通过与上述驱动部5的压电致动器52同样地工作,向被驱动部件54提供驱动力,使第一部件2以及第二部件3绕轴线aZ相对转动。

[0103] 检测部60具有设置于第一部件8的光学尺64、检测光学尺64的移动的传感器62、将传感器62支承于第二部件9的基板63。

[0104] 光学尺64设置于上述第一部件8的设置面82上,例如使用粘接剂等固定于第一部件8。该光学尺64例如与上述光学尺61同样为狭缝板、偏光板等。但是,光学尺64在俯视观察时为呈以轴线aZ为中心的圆环状。需要说明的是,光学尺64的俯视观察时的形状不局限于图示的形状(环状),例如还可以根据压电驱动装置10的可动范围,切除周向上的一部分。

[0105] 在上述检测部60中,传感器62的光接收元件的输出信号的波形基于第二部件9相对于第一部件8的绕轴线aZ的相对转动状态(转动位置、角速度等)进行变化。因此,可以基于该光接收元件的输出信号检测第二部件9相对于第一部件8的绕轴线aZ的相对转动状态。

[0106] 电路部70设置于上述第二部件9的凹部92内。该电路部70与上述电路部7一样具有用于使压电致动器52以及传感器62工作的电路。需要说明的是,电路部70还可以设置于压电驱动装置10的外部。

[0107] 如上所述,压电驱动装置10具有压电致动器52、被驱动部件54、光学尺64和传感器62。在此,压电致动器52具有进行振动的振动部521和从振动部521突出的突出部524。被驱动部件54通过伴随着振动部521的振动的与突出部524的接触相对于振动部521绕轴线aZ转动(姿势变化)。光学尺64伴随着被驱动部件51相对于振动部521的相对姿势变化,相对于振动部521姿势相对变化。传感器62接收来自光学尺64的反射光,输出基于该光接收强度的信号。

[0108] 特别是,如图9所示,光学尺64与传感器62对置的对置区域S1配置为相对于压电致动器52的突出部524和被驱动部件54接触的接触部C1向光学尺64和传感器62排列的方向(Z轴方向)上的一侧(+Z轴方向一侧)偏移。在此,将Z轴方向作为铅直方向,将+Z轴方向一侧作为铅直方向上侧时,光学尺64的尺面(图9中上侧的面)以及传感器62的传感器面(图9中的下侧的面)双方位于压电致动器52的突出部524和被驱动部件54接触的接触部C1的铅直方向上侧(+Z轴方向一侧)。

[0109] 根据这样的压电驱动装置10,由于光学尺64与传感器62对置的对置区域S1配置为相对于突出部524和被驱动部件54接触的接触部C1向光学尺64和传感器62排列的方向(Z轴方向)上的一侧(+Z轴方向一侧)偏移,所以可以将压电驱动装置10设置为光学尺64的尺面(图9中上表面)以及传感器62的传感器面(图9中下表面)双方位于突出部524和被驱动部件54接触的接触部C1的铅直方向上侧。因此,能够减少伴随着突出部524和被驱动部件54的摩擦滑动在它们的接触部C1产生的磨损粉到达光学尺64的尺面以及传感器62的传感器面。因此,能够通过传感器62更稳定地进行驱动状态的检测。

[0110] 在此,“尺面”是指光学尺64的传感器62一侧的面。“传感器面”是指传感器62的光学尺64一侧的面且是具备传感器62所具有的发光元件的发光面以及光接收元件的光接收面中至少一方的面。

[0111] 需要说明的是,光学尺64的尺面以及传感器62的传感器面中至少一方位于突出部524和被驱动部件54接触的接触部C1的铅直方向上侧时,能够减少上述磨损粉到达光学尺64的尺面以及传感器62的传感器面中至少一方。

[0112] 在本实施方式中,被驱动部件54的突出部524一侧(图9中上侧)的面与光学尺64的尺面朝向同一侧。即,这些面均朝向图9中的上侧(铅直方向上方)。由此,被驱动部件54以及光学尺64均可设置于第一部件8,压电致动器52以及传感器62均可设置于第二部件9。因此,连接压电致动器52以及传感器62与电路部70的布线(未图示)不会跨过第一部件8和第二部件9之间,能够简化向压电致动器52以及传感器62的布线。

[0113] 这样,压电驱动装置10具有:设置有被驱动部件54以及光学尺64的第一部件8:支撑压电致动器52以及传感器62且相对于第一部件8姿势可相对变化(可转动)地设置的第二部件9。由此,能够通过比较简单的构成,以被驱动部件54的突出部524一侧(图9中上侧)的

面和光学尺64的尺面朝向同一侧的方式配置被驱动部件54以及光学尺64。

[0114] 在此,第一部件8具有设置有被驱动部件54的“第一设置面”即设置面81和设置有光学尺64且与设置面81高度不同的“第二设置面”即设置面82。由此,可以与被驱动部件54以及光学尺64的厚度无关地,通过比较简单的构成使被驱动部件54的突出部524一侧的面和光学尺64的尺面在高度方向上错开。

[0115] 特别是第一部件8具有底面由设置面81(第一设置面)构成的凹部83。由此,能够容易地形成高度不同的设置面81(第一设置面)以及设置面82(第二设置面)。

[0116] 上述的压电驱动装置10的第一部件8以及第二部件9的绕轴线aZ的相对转动的角度范围,可以被限制在360°以下的预定的角度以下,还可以在360°以上。在该角度范围在360°以上的情况下,即,在第一部件8以及第二部件9绕轴线aZ可相对旋转的情况下,压电驱动装置10可以被称为具有压电驱动装置10的压电电机。根据这样的压电电机,压电驱动装置10能够稳定地进行驱动状态的检测且进行高精度的驱动。因此,能够提高压电电机的驱动特性。

[0117] 第二实施方式

[0118] 图10为本发明的第二实施方式所涉及的压电驱动装置的局部放大剖视图。需要说明的是,在以下的说明中,关于本实施方式,以其与上述实施方式的不同点为中心进行说明,相同的事项则省略其说明。而且,在图10中,对于与上述实施方式相同的构成标注同一附图标记。

[0119] 图10所示的压电驱动装置1A具有:设置有被驱动部件51以及光学尺61的第一部件2A;压电致动器52;支承部件53;设置有传感器62以及基板63的第二部件3A。在此,压电驱动装置1A的驱动部5以及检测部6各自的朝向与上述第一实施方式上下相反。

[0120] 在第一部件2A的一侧(图10中的下侧)的面设置面21A和设置面22A,设置面21A设置有驱动部5的被驱动部件51,设置面22A设置有检测部6的光学尺61。将这些设置面21A、22A设置于同一平面上。

[0121] 在此,被驱动部件51的厚度比光学尺61的厚度厚。因此,光学尺61与传感器62对置的对置区域S配置为相对于压电致动器52的突出部524和被驱动部件51接触的接触部C向光学尺61和传感器62排列的方向(Z轴方向)上的一侧(-Z轴方向一侧)偏移。即,光学尺61的尺面(图10中下侧的面)以及传感器62的传感器面(图10中的上侧的面)双方位于压电致动器52的突出部524和被驱动部件51接触的接触部C的铅直方向上侧(+Z轴方向一侧)。

[0122] 通过上述压电驱动装置1A也能够稳定地进行驱动状态的检测。需要说明的是,在本实施方式中,将设置面21A、22A设置于同一平面上的情况作为例子进行了说明,但是它们的高度也可以不同,例如,还可以在第二部件3A设置凹部,将该凹部的底面作为用于设置光学尺61的设置面22A。

[0123] 2. 机器人

[0124] 接着,对本发明的机器人的实施方式进行说明。

[0125] 图11为示出本发明的机器人的实施方式的立体图。

[0126] 图11所示的机器人1000可以进行精密设备和构成该设备的部件(对象物)的材料供给、材料移除、输送以及组装等作业。机器人1000为六轴机器人,具有固定于地板或天花板的基座1010、可转动地连结于基座1010的臂1020、可转动地连结于臂1020的臂1030、可转

动地连结于基座1030的臂1040、可转动地连结于基座1040的臂1050、可转动地连结于基座1050的臂1060、可转动地连结于基座1060的臂1070、和控制这些臂1020、1030、1040、1050、1060、1070的驱动的控制部1080。而且,在臂1070设置手连接部,在手连接部安装与使机器人1000执行的作业对应的末端执行器1090。而且,在各个关节部中的全部或部分搭载作为压电电机的压电驱动装置10,压电驱动装置10配置为在臂静止的状态下,光学尺的尺面以及传感器的传感器面位于突出部与被驱动部件接触的接触部的铅直方向上侧。通过该压电驱动装置10的驱动各个臂1020、1030、1040、1050、1060、1070转动。需要说明的是,压电驱动装置10被控制部1080控制。

[0127] 上述的机器人1000具有压电驱动装置10。根据这样的机器人1000,压电驱动装置10能够稳定地进行驱动状态的检测且进行高精度的驱动。因此,利用这样的压电驱动装置10的驱动特性,能够提高机器人1000的特性。

[0128] 3. 电子部件输送装置

[0129] 接着,对本发明的电子部件输送装置的实施方式进行说明。

[0130] 图12为示出发明的电子部件输送装置的立体图。

[0131] 图12所示的电子部件输送装置2000适用于电子部件检查装置,具有基座2100和配置于基座2100的侧面的支承台2200。而且,在基座2100设置:放置有检测对象的电子部件Q且在Y轴方向上被输送的上游侧工作台2110;放置有已检查的电子部件Q且在Y轴方向上被输送的下游侧工作台2120;位于上游侧工作台2110和下游侧工作台2120之间且检查电子部件Q的电特性的检查台2130。需要说明的是,作为电子部件Q的例子,例如有半导体、半导体晶片、CLD或OLED等显示设备、石英设备、各种传感器,喷墨头,各种MEMS设备等。

[0132] 而且,在支承台2200设置有相对于支承台2200在Y轴方向上可移动的Y工作台2210,在Y工作台2210设置有相对于Y工作台2210在X轴方向上可移动的X工作台2220,在X工作台2220设置有相对于X工作台2220在Z轴方向上可移动的电子部件保持部2230。

[0133] 而且,电子部件保持部2230具有压电驱动装置10和保持电子部件Q的保持部2233。在此,压电驱动装置10被用作进行精细定位的定位单元。压电驱动装置10所具有的压电驱动装置10的第二部件3固定于X工作台2220。而且,保持部2233固定于压电驱动装置10所具有的压电驱动装置10的第一部件8。在此,压电驱动装置10配置为光学尺的尺面以及传感器的传感器面位于突出部与被驱动部件接触的接触部的铅直方向上侧(所处位置的方向)。

[0134] 像上面这样的电子部件输送装置2000具有压电驱动装置10(1X、1Y、10)。根据这样的电子部件输送装置2000,压电驱动装置10能够稳定地进行驱动状态的检测且进行高精度的驱动。因此,利用这样的压电驱动装置10的驱动特性,能够提高电子部件输送装置2000的特性。

[0135] 4. 打印机

[0136] 图13为示出本发明的打印机的实施方式的立体图。

[0137] 图13所示的打印机3000为喷墨记录式的打印机。该打印机3000具有装置主体3010、设置于装置主体3010的内部印刷机构3020、供纸机构3030以及控制部3040。

[0138] 在装置主体3010设置有:放置记录纸张P的托盘3011;排出记录纸张P的排纸口3012;液晶显示器等操作面板3013。

[0139] 印刷装置3020具有喷头单元3021、滑架电机3022、通过滑架电机3022的驱动力使

喷头单元3021做往返运动的往返运动机构3023。喷头单元3021具有：喷墨式记录喷头即喷头3021a；向喷头3021a供给墨水的墨盒3021b；搭载了喷头3021a以及墨盒3021b的滑架3021c。往返运动机构3023具有：将滑架3021c支承为可以做往返运动的滑架引导轴3023a；通过滑架电机3022的驱动力使滑架3021c在滑架引导轴3023a上移动的定时带3023b。

[0140] 供纸装置3030具有相互被压接的从动辊3031以及驱动辊3032、驱动驱动辊3032的供纸电机即压电驱动装置10（压电电机）。压电驱动装置10配置为光学尺的尺面以及传感器的传感器面位于突出部与被驱动部件接触的接触部的铅直方向上侧（位于的朝向）。

[0141] 控制部3040例如基于从个人电脑等主机电脑输入的印刷数据，控制印刷机构3020和供纸机构3030等。

[0142] 在这样的打印机3000中，供纸机构3030将记录纸张P逐张地向喷头单元3021的下部近旁间歇地输送。此时，头单元3021在与记录纸张P的输送方向大致正交的方向上做往返运动，从而对记录纸张P的印刷被进行。

[0143] 上述说明的打印机3000具有压电驱动装置10。根据这样的打印机3000，压电驱动装置10能够稳定地进行驱动状态的检测且进行高精度的驱动。因此，利用这样的压电驱动装置10的驱动特性，能够提高打印机3000的特性。

[0144] 综上所述，基于图示的实施方式对本发明的压电驱动装置、压电电机、机器人、电子部件输送装置以及打印机进行了说明，但是本发明不局限于此，各个部分的构成可以置换为具有同样功能的任意构成的部件。而且，在本发明中，还可以附加其他任意的构成物。而且，还可以适当地组合各个实施方式。

[0145] 而且，在上述实施方式中，对将压电驱动装置适用于机器人、电子部件输送装置、打印机的构成进行了说明，但是压电驱动装置还可以适用于它们以外的各种电子设备。而且，压电驱动装置在被用于打印机的情况下，不局限于打印机的送纸辊的驱动源，例如，还可以适用于打印机的喷墨头的驱动源等。

[0146] 在上述实施方式中，以将本发明适用于反射型的光学编码器的情况作为例子进行了说明，但是本发明还可以适用于透过型的光学编码器。在这种情况下，传感器所具有的发光元件以及光接收部件配置为夹着光学尺。并且，传感器接收来自光学尺的透过光，输出基于其光接收强度的信号。

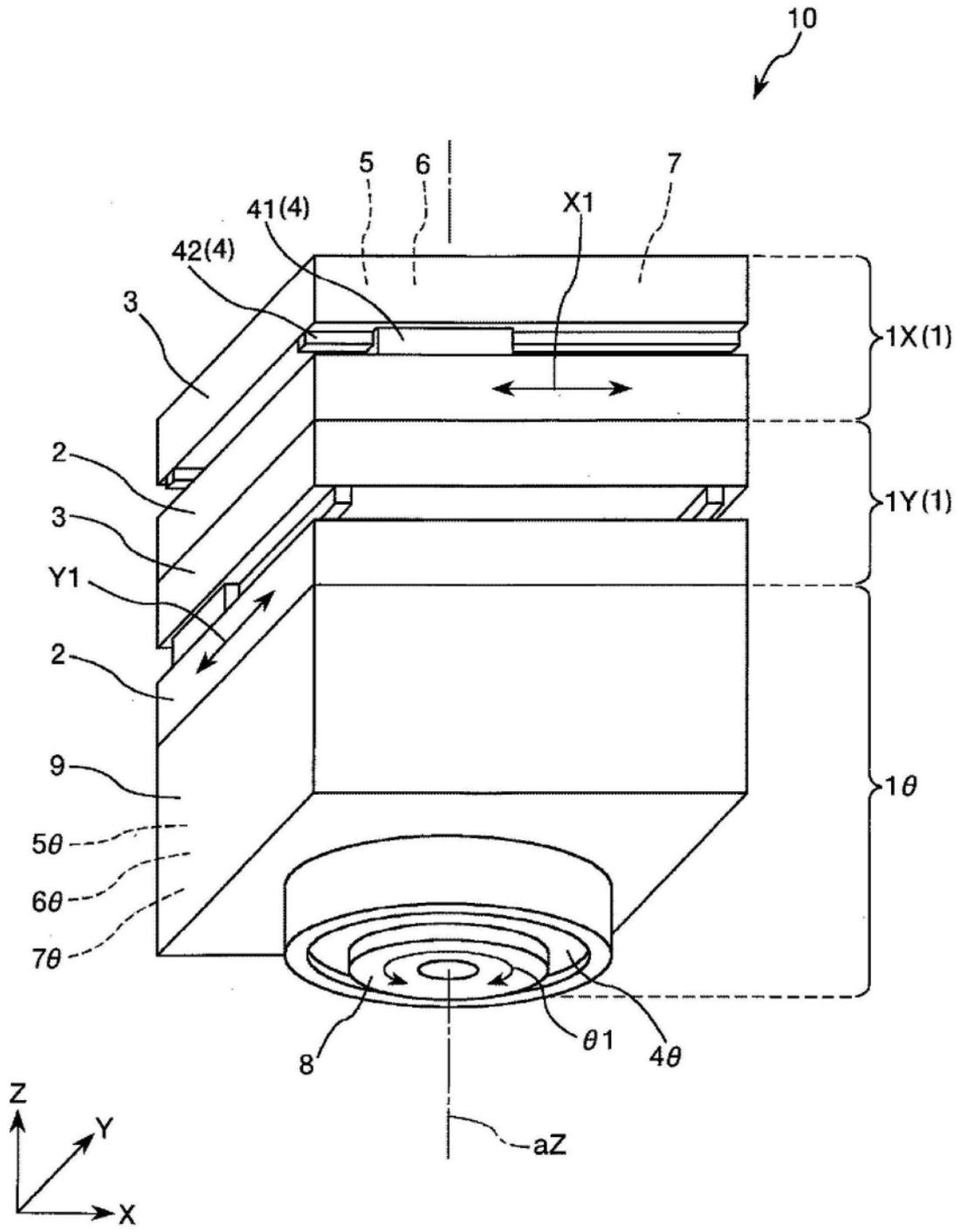


图1

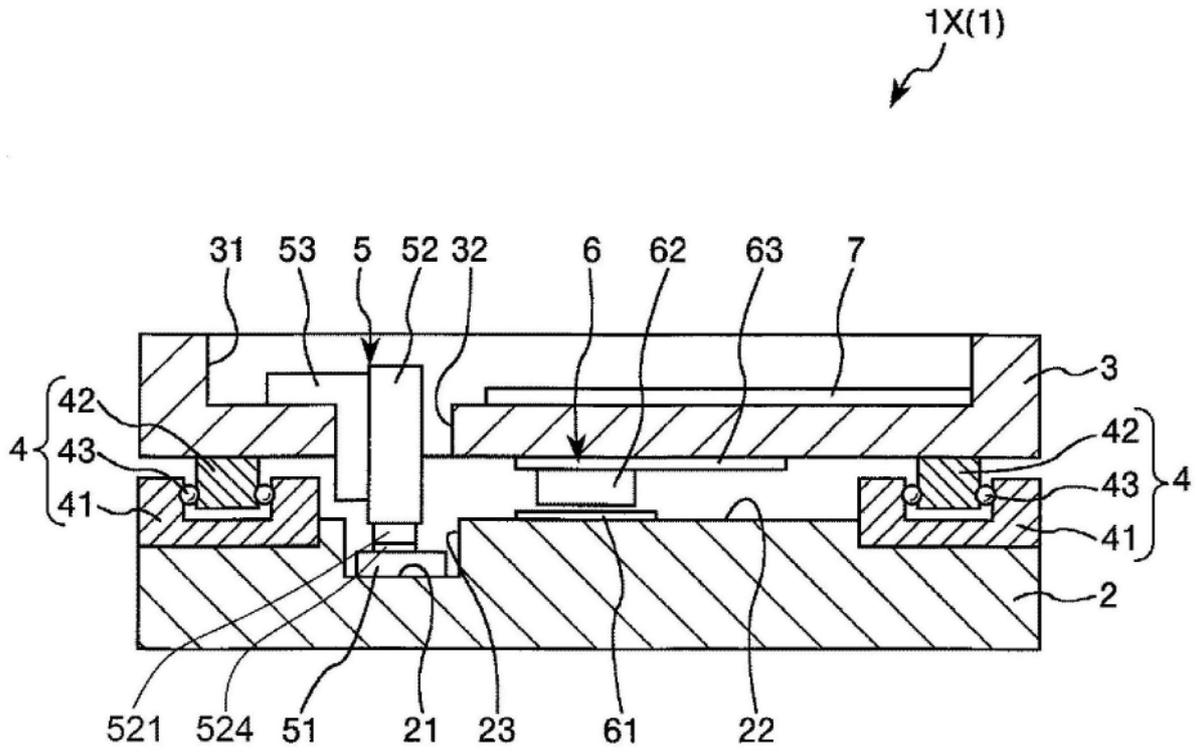


图2

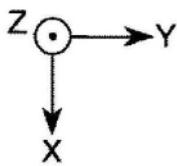
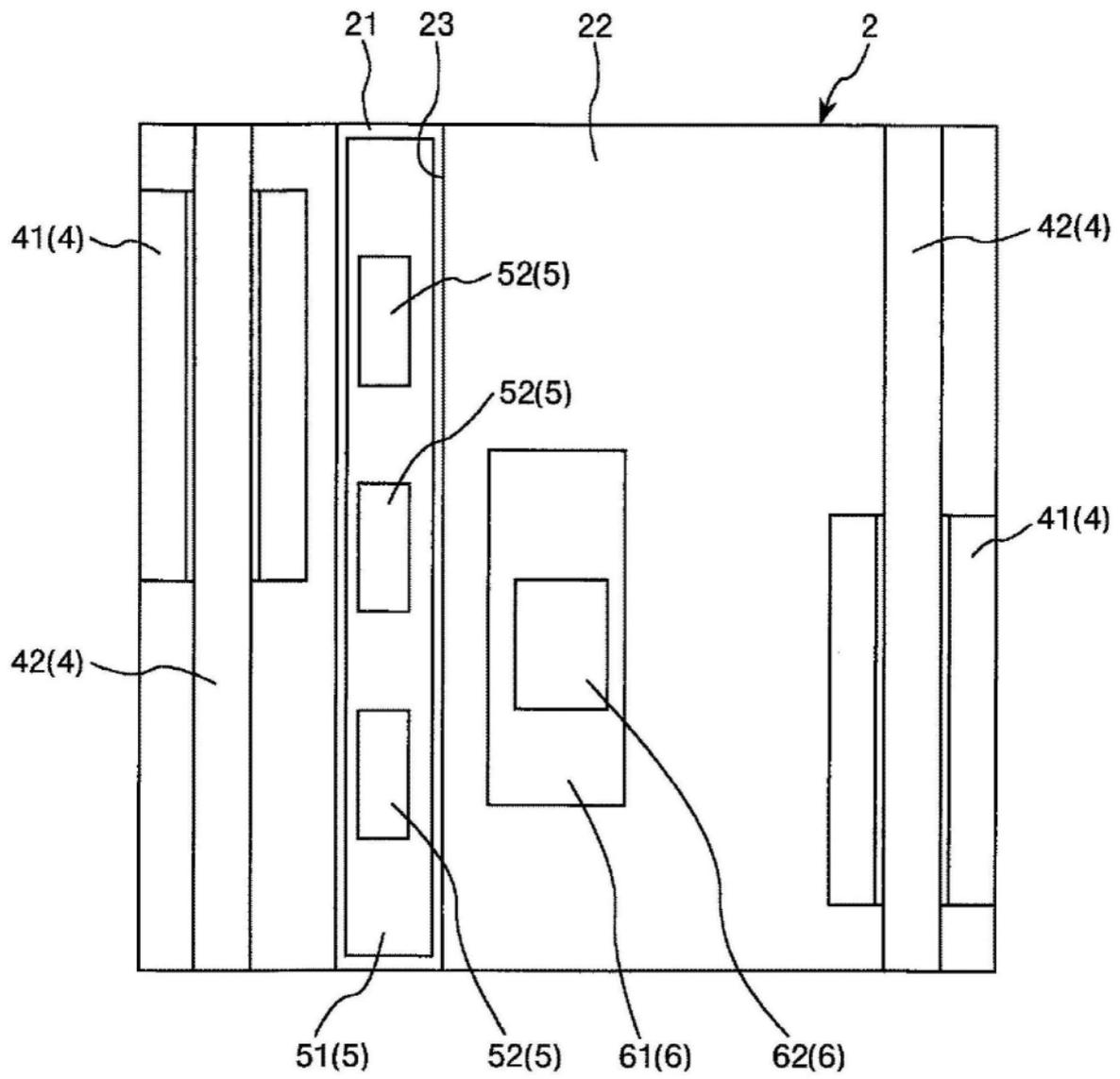


图3

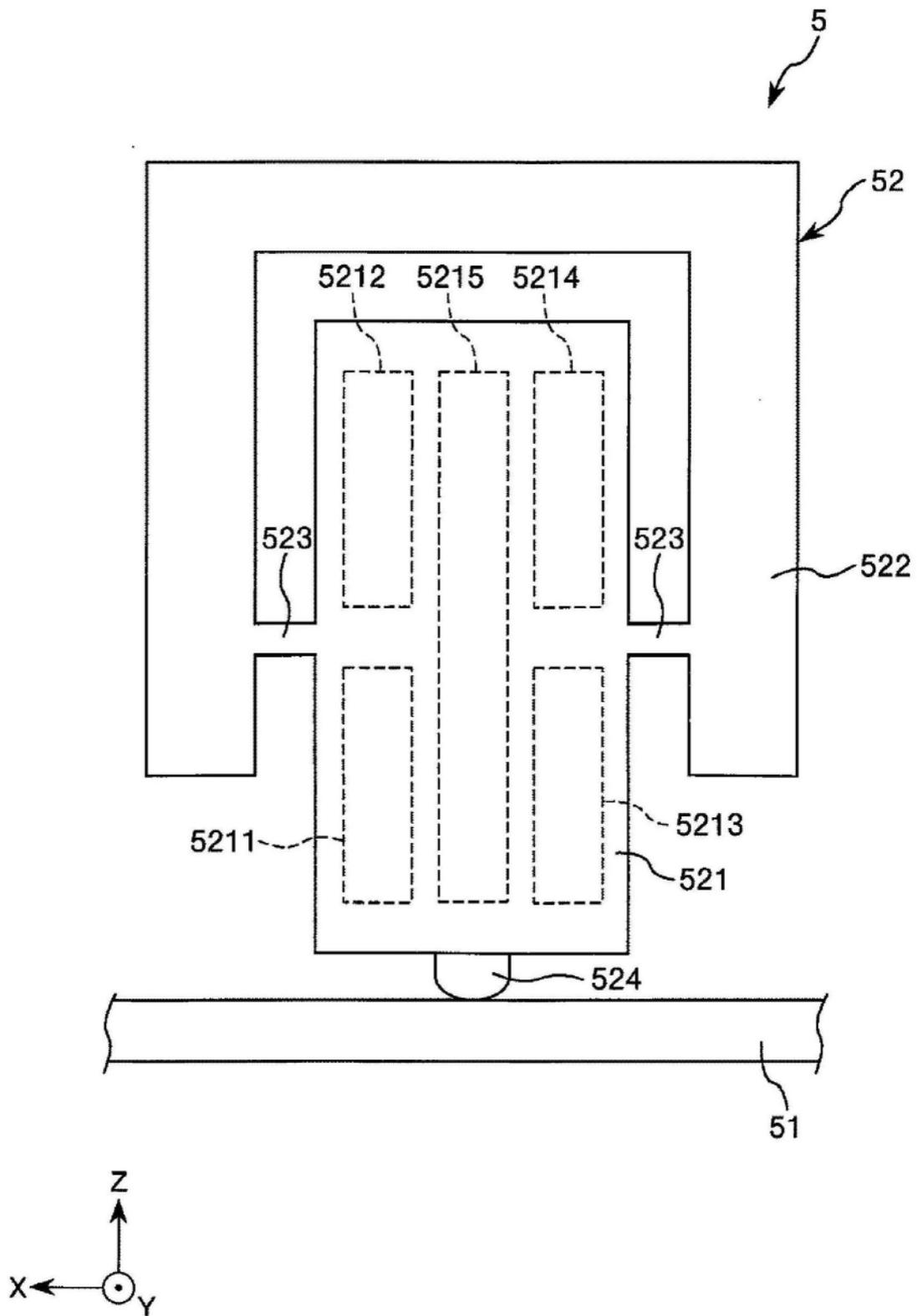


图4

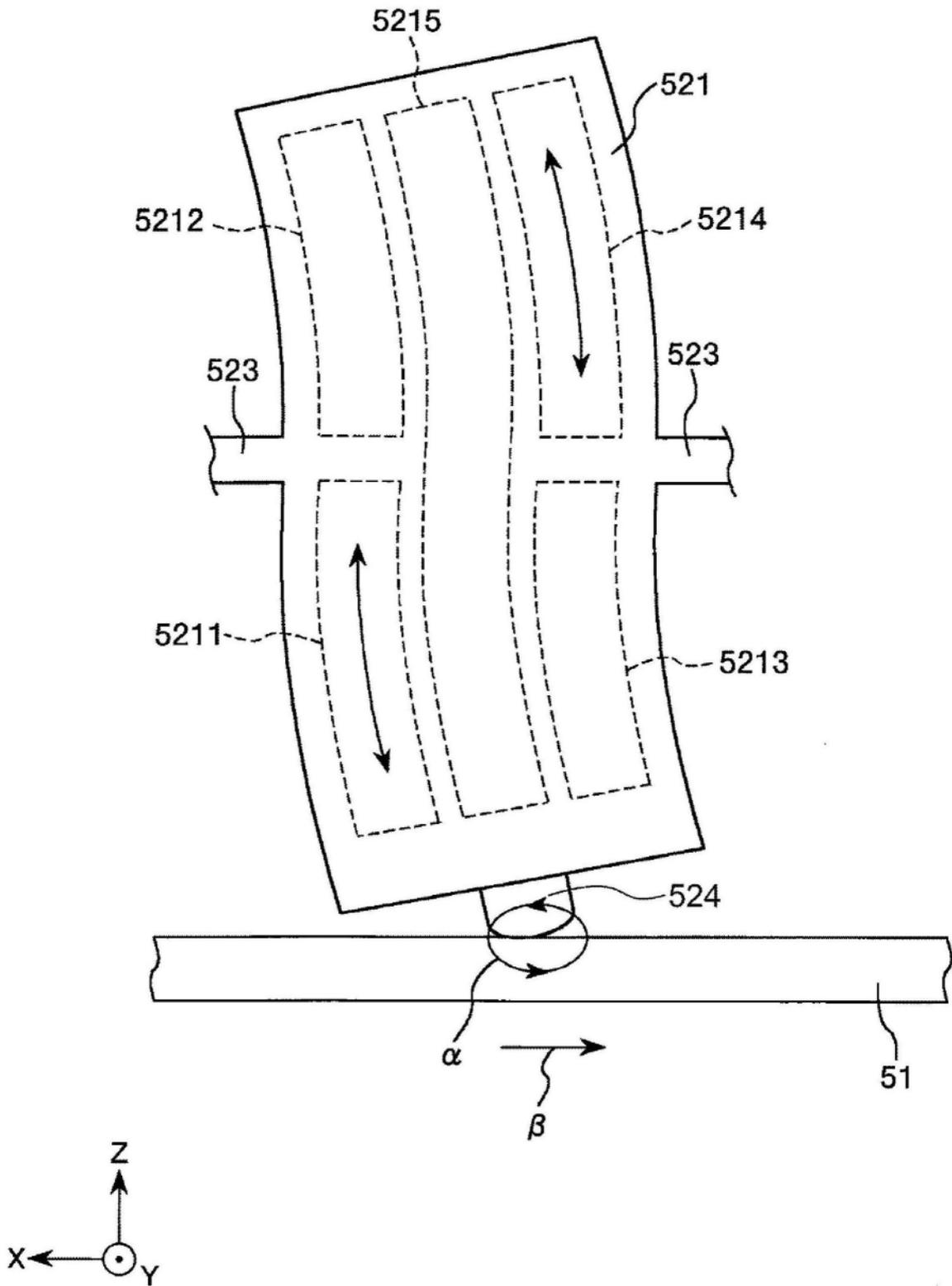


图5

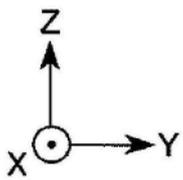
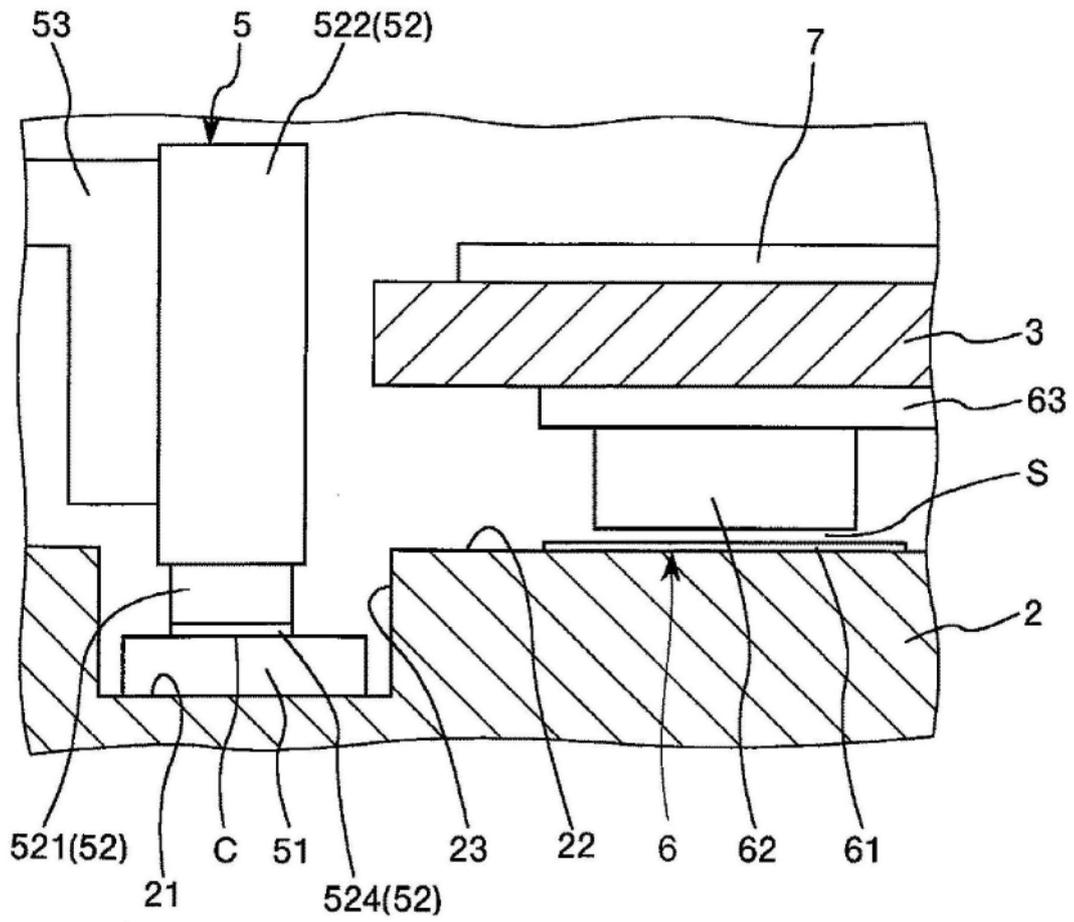


图6

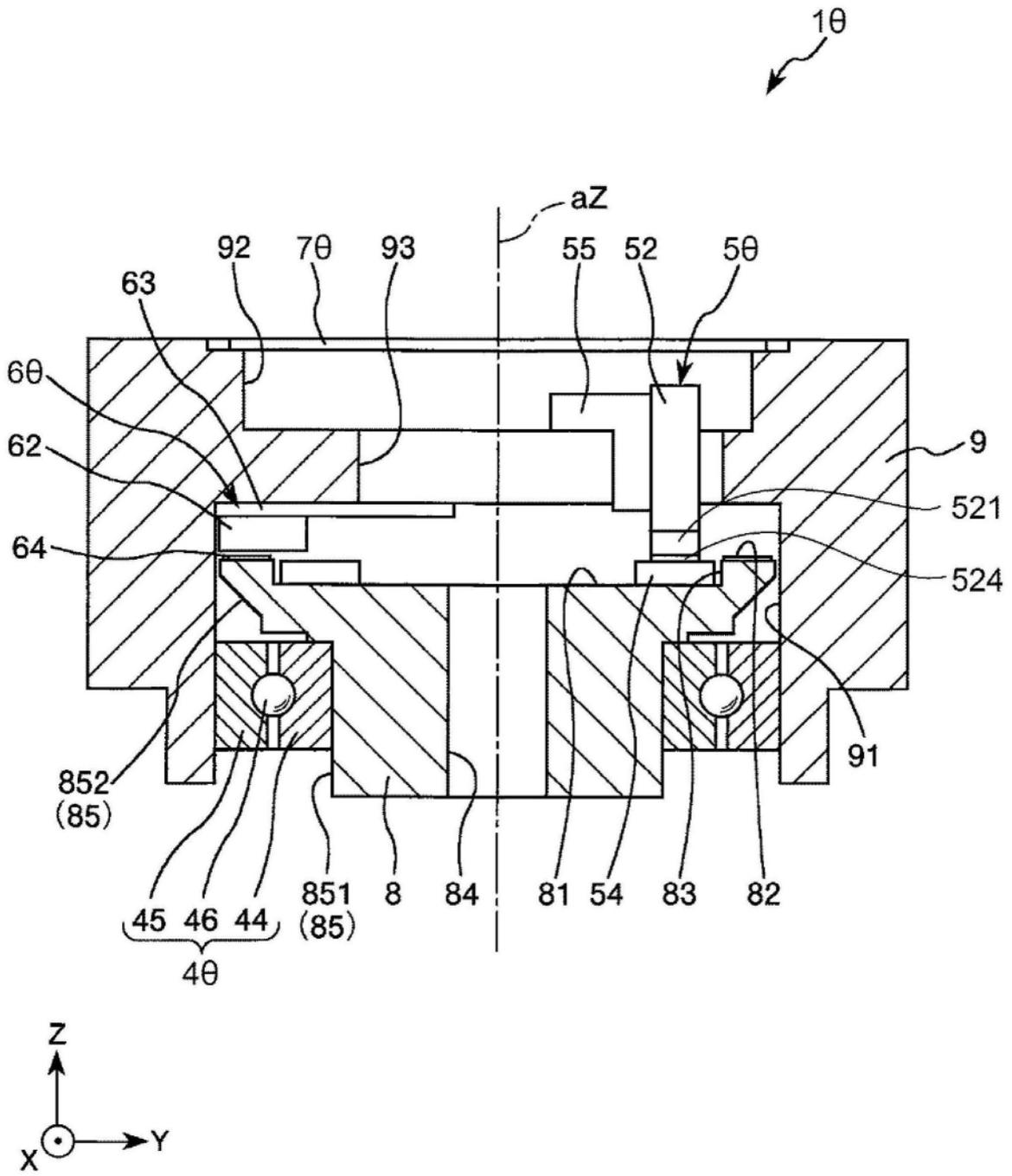


图7

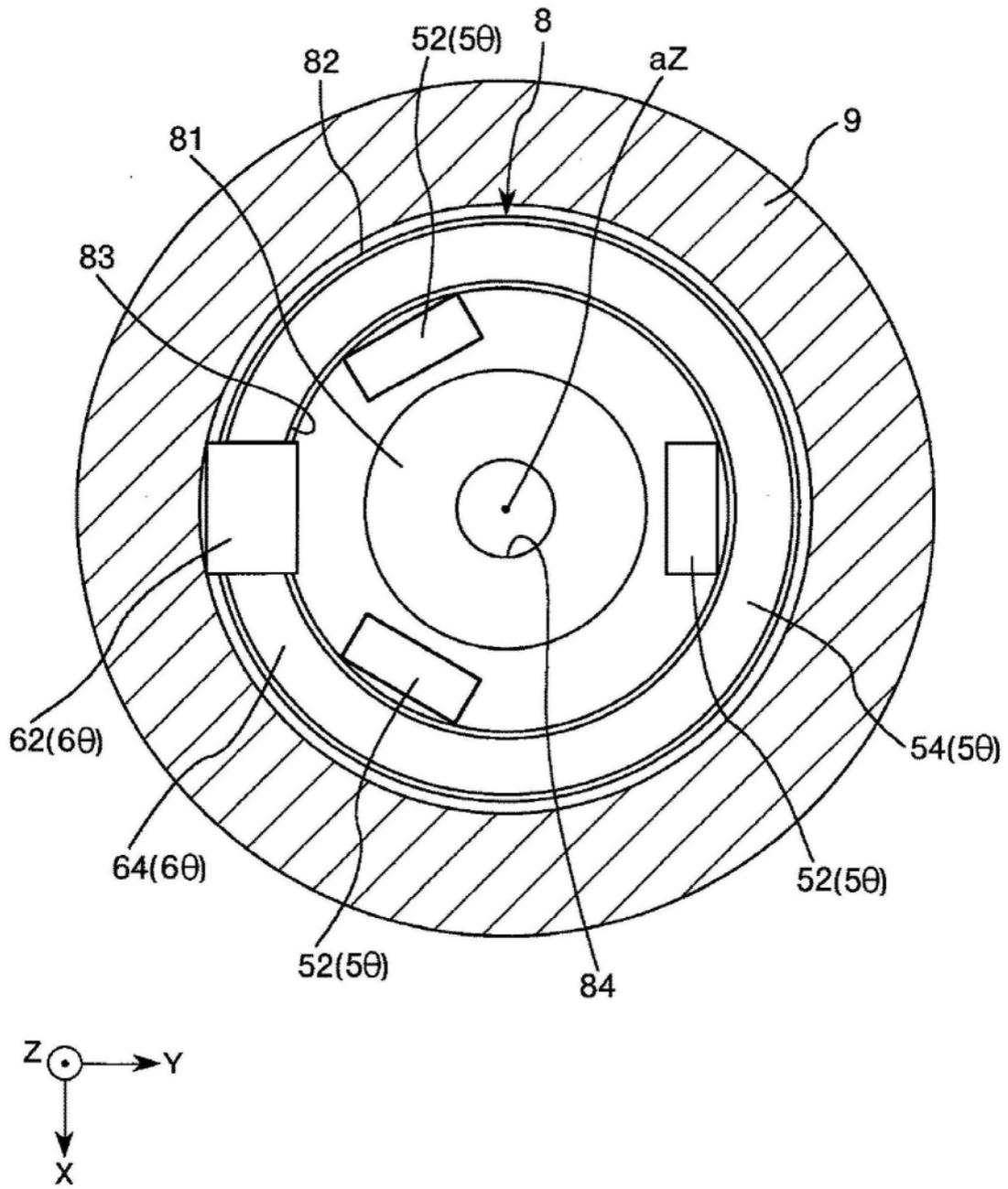


图8

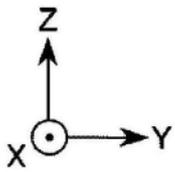
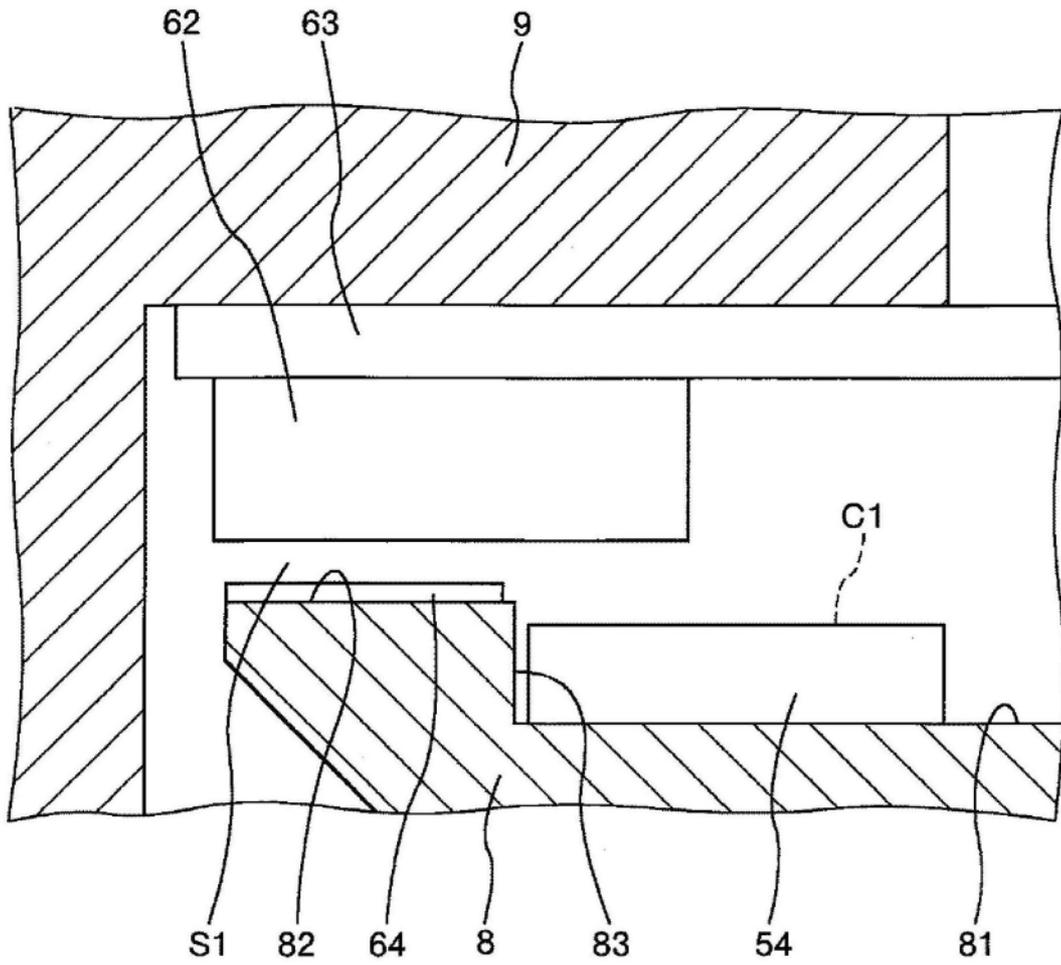


图9

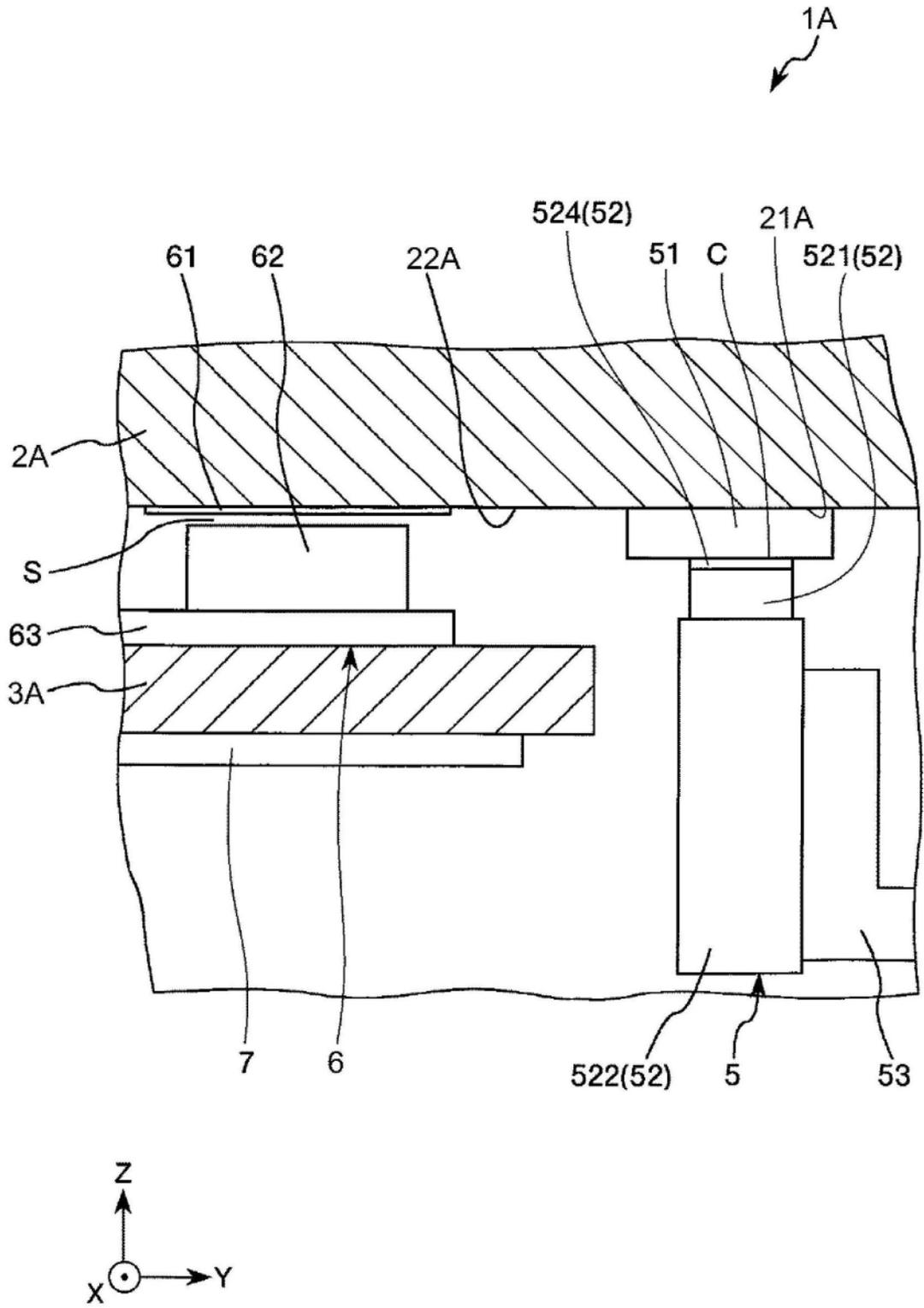


图10

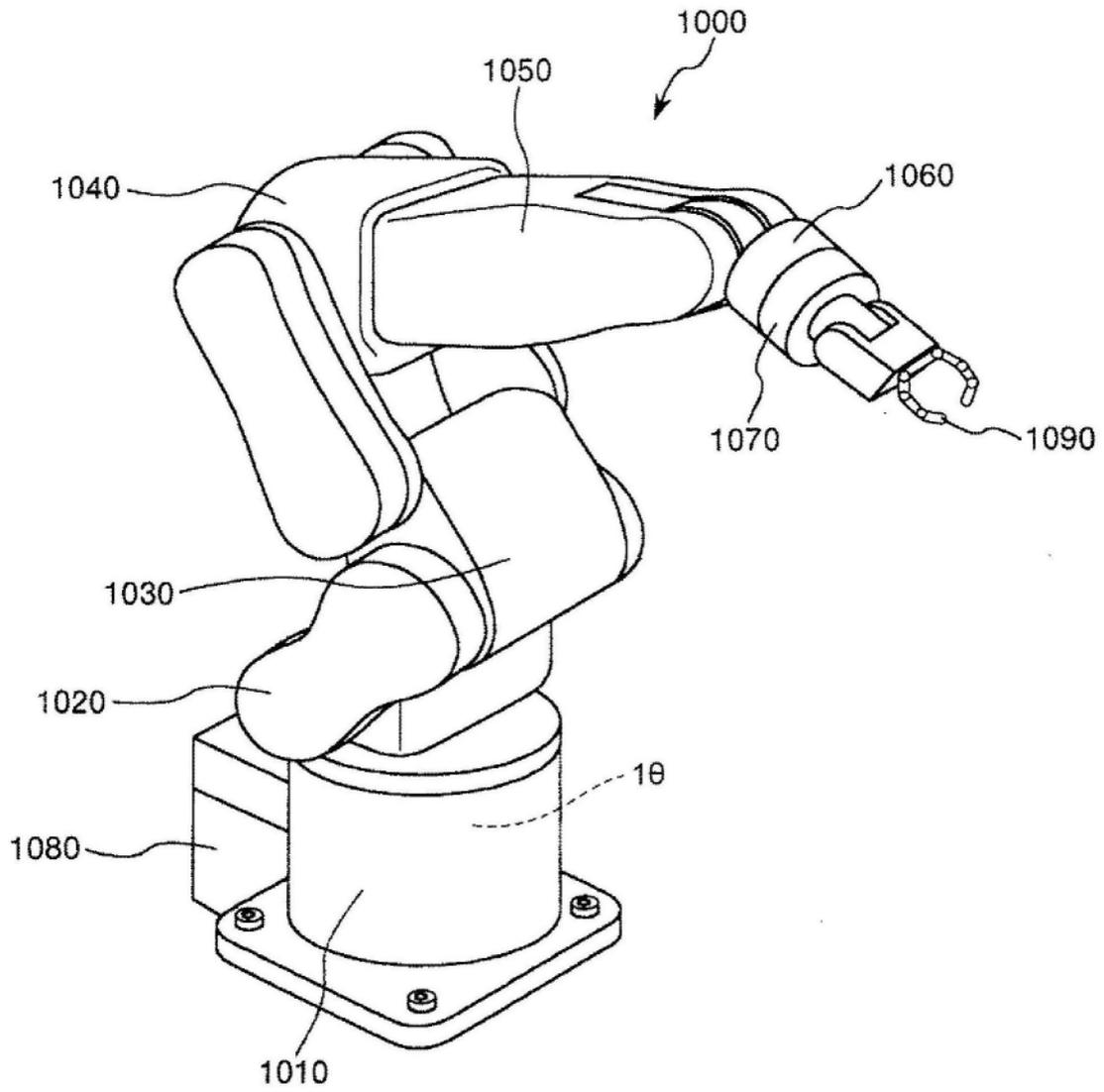


图11

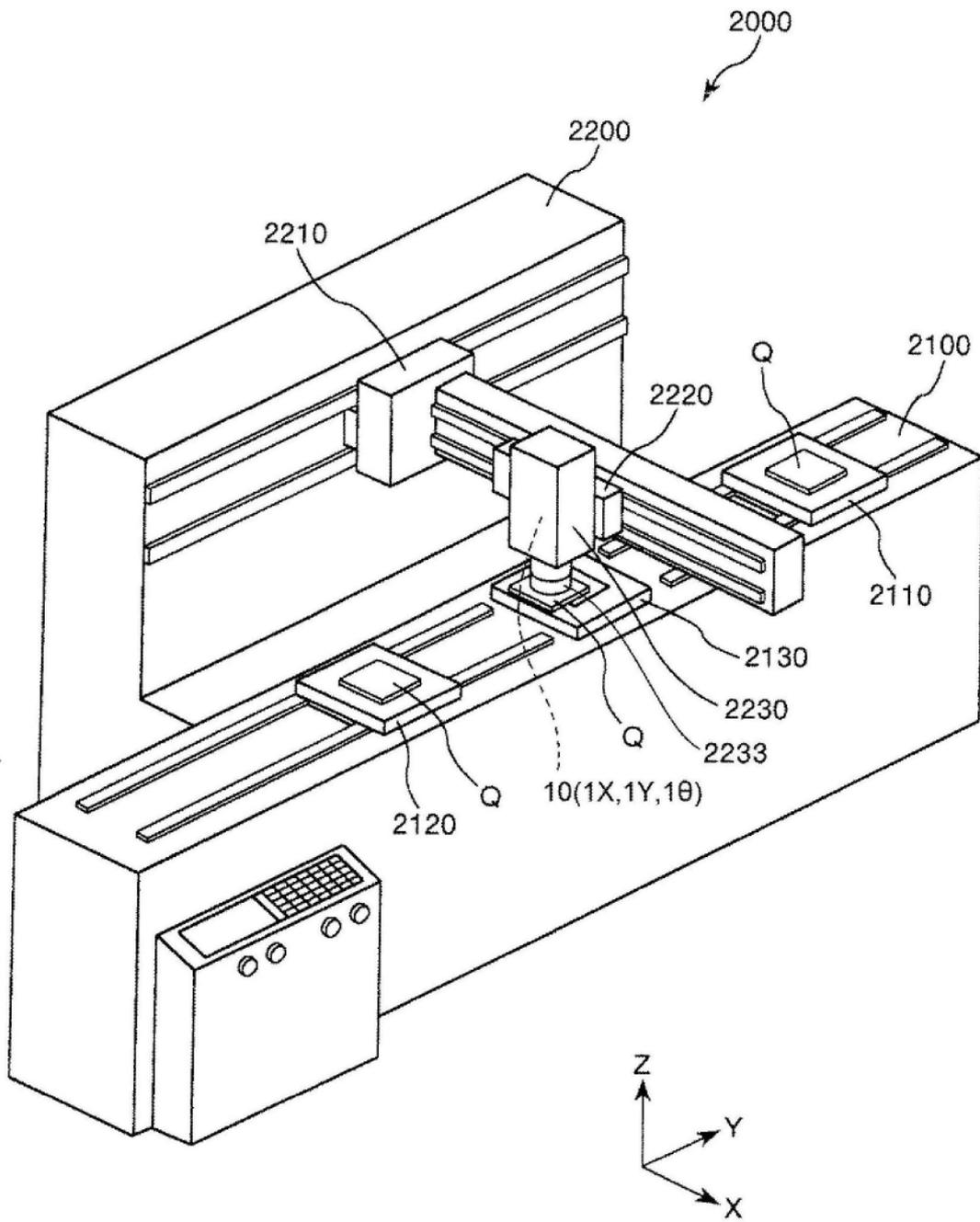


图12

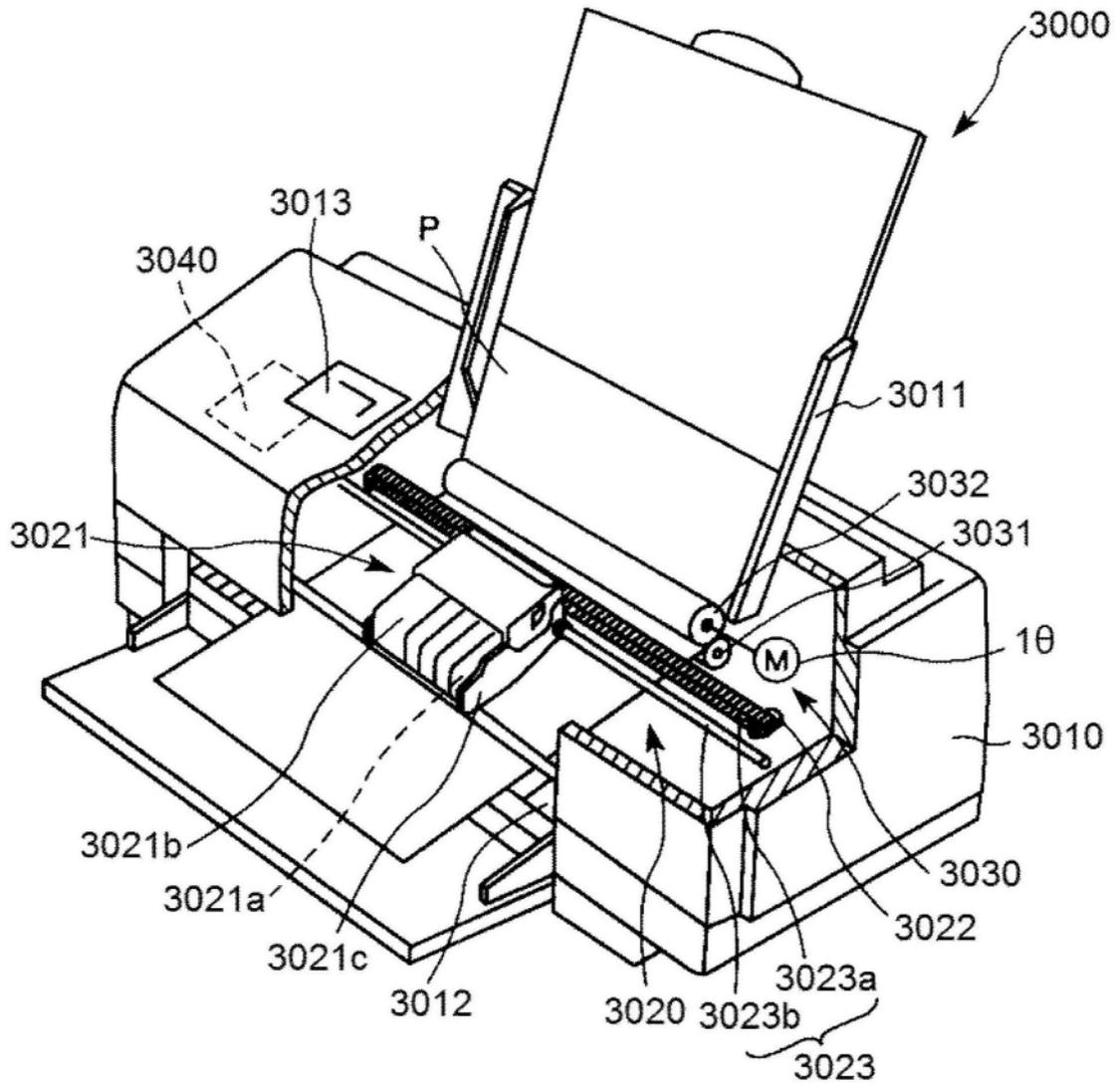


图13