



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112262522 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 07

(21) 申请号 201980039278.0

(22) 申请日 2019.06.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112262522 A

(43) 申请公布日 2021.01.22

(30) 优先权数据
2018-112135 2018.06.12 JP
2019-107411 2019.06.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.12.11

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/023109 2019.06.11

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/240132 JA 2019.12.19

(73) 专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 中正治 铃木纪博 出口哲

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
专利代理师 贾金岩

(51) Int.Cl.
H02K 41/03 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102986124 A, 2013.03.20
JP 2013034385 A, 2013.02.14
JP 2015213394 A, 2015.11.26
JP S62203550 A, 1987.09.08
KR 20120102435 A, 2012.09.18
US 2009033165 A1, 2009.02.05
WO 2015056847 A1, 2015.04.23

审查员 李新瑞

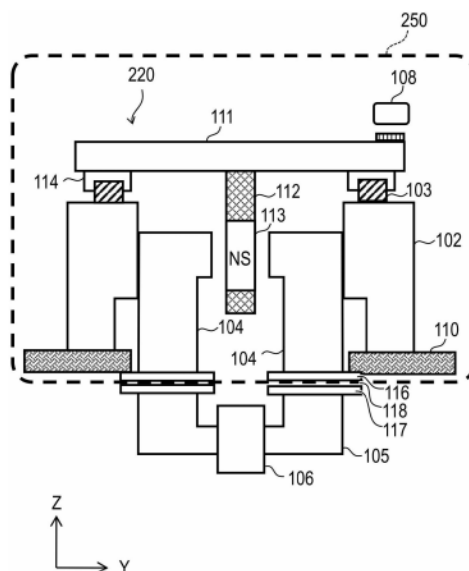
权利要求书1页 说明书16页 附图21页

(54) 发明名称

线性电动机、运输设备和生产设备

(57) 摘要

该线性电动机的特征在于:包括定子,所述定子具有多个芯和用于激励相应芯的线圈、以及移动器,所述移动器包括永磁体并且通过从所述定子接收的电磁力作为推进力而移动,多个芯中的每一个芯包括线圈缠绕在其周围的激励部分以及作用部分,所述作用部分形成为与激励部分磁耦联并且致使从激励部分接收的磁通量作用在移动器的永磁体上,并且包括激励部分和作用部分之间的空气隙或者热传导减少部分,与激励部分和作用部分直接接触的情况相比,其减少从激励部分到作用部分的热传导。



1. 一种线性电动机,包括:
定子,所述定子包括多个芯和分别激励所述多个芯的线圈;以及
可动元件,所述可动元件包括永磁体并且被配置为使用从定子施加的电磁力作为驱动力而移动,
其中,所述多个芯中的每一个芯包括作用单元以及用所述线圈中的每一个线圈缠绕的激励单元,所述作用单元被配置为磁耦联到所述激励单元并且致使从所述激励单元施加的磁通量作用在所述可动元件的永磁体上,并且
所述线性电动机还包括:所述激励单元和所述作用单元之间的空气隙或热传导减少部分,其中与所述激励单元和所述作用单元彼此直接接触的情况相比,所述热传导减少部分更多地减少从所述激励单元到所述作用单元的热传导。
2. 根据权利要求1所述的线性电动机,其中所述热传导减少部分由热导率比形成所述激励单元和所述作用单元的材料低的磁性材料形成。
3. 根据权利要求1或2所述的线性电动机,其中所述热传导减少部分的截面积小于所述作用单元的截面积。
4. 一种生产设备,包括:
定子;
包括永磁体的可动元件;以及
腔室,
其中所述定子包括多个芯和分别激励所述多个芯的线圈,
其中所述多个芯中的每一个芯包括作用单元和用所述线圈中的每一个线圈缠绕的激励单元,所述作用单元被配置为磁耦联到所述激励单元并且致使从所述激励单元施加的磁通量作用在所述可动元件的永磁体上,
其中,所述激励单元被布置成与所述作用单元分隔开,
其中所述线圈和所述激励单元布置在所述腔室外,并且
其中所述作用单元布置在所述腔室内。
5. 根据权利要求4所述的生产设备,其中,所述激励单元和所述作用单元隔着所述腔室彼此相对。
6. 根据权利要求4所述的生产设备,
其中,所述激励单元连接到所述腔室的分隔壁的外侧,并且
所述作用单元连接到所述腔室的分隔壁的内侧。
7. 根据权利要求4所述的生产设备,其中,所述腔室是减压腔室。
8. 根据权利要求4所述的生产设备,其中,所述可动元件被配置成在相对于定子浮动的同时能够在第一方向上移动。
9. 一种制造制品的方法,包括:
通过根据权利要求4至8中任一项所述的生产设备的可动元件运输工件,以及在所述工件上执行处理操作。

线性电动机、运输设备和生产设备

技术领域

[0001] 本发明涉及线性电动机、运输设备和生产设备。

背景技术

[0002] 使用其中在可动元件侧上使用磁体并且在定子侧上使用线圈的可动磁体型线性电动机的运输设备不需要在可动元件侧上连接动力电力电缆,并且因此能够进行长行程运输。此外,与滚珠螺杆型运输设备相比,此类运输设备没有反冲并且具有高的定位精度和可重复性,并且因此已经在用于精密仪器的生产线的高速运输设备中使用。

[0003] 引用列表

[0004] 专利文献

[0005] PTL 1:日本专利申请特开第2002-142439号

[0006] PTL 2:日本专利申请特开第2009-005516号

发明内容

[0007] 技术问题

[0008] 然而,在可动磁体型线性电动机中,用作定子的多个线圈沿着可动元件在其上行进的轨道布置,并且受控的驱动电流被供应到驱动线圈以磁性地驱动可动元件。因此,在驱动中被供应电流的线圈由于焦耳热而产生热量。在可动磁体型线性电动机中,由于作为热源的线圈比在滚珠螺杆型运输设备中被布置成更靠近可动元件的永磁体,因此这种线性电动机很可能受到线圈的温度变化的影响。因此,在获得精确的定位性能或定位重复性方面受到限制。此外,存在运输速度的波动或可动元件的倾斜增加的问题。

[0009] 此外,当通过使用可动磁体型线性电动机形成循环型运输设备时,用于驱动可动轨道单元的连接电缆需要电缆输送机(注册商标),并且由于连接电缆的滑动或弯曲可能发生灰尘的产生或电缆的断开。因此,在应用于精密仪器的生产线中,抑制灰尘的产生是挑战。

[0010] 本发明的目的中的一个目的是提供紧凑的线性电动机和紧凑的运输设备,其可以抑制由于从线圈产生的热量引起的影响并且实现精确的定位性能、精确的定位重复性和精确的运输性能。此外,本发明的另一个目的是提供适用于精密仪器的生产线的运输设备。

[0011] 技术方案

[0012] 根据本发明的一方面,提供了线性电动机,包括:定子,所述定子包括多个芯和分别激励所述多个芯的线圈;以及可动元件,所述可动元件包括永磁体并且被配置为使用从定子施加的电磁力作为驱动力而移动,其中,所述多个芯中的每一个芯包括作用单元以及用所述线圈中的一个线圈缠绕的激励单元,所述作用单元被配置为磁耦联到所述激励单元并且致使从所述激励单元施加的磁通量作用在所述可动元件的永磁体上,并且所述线性电动机还包括:所述激励单元和所述作用单元之间的空气隙或热传导减少部分,其中与所述激励单元和所述作用单元彼此直接接触的情况相比,所述热传导减少部分更多地减少从所

述激励单元到所述作用单元的热传导。

[0013] 此外,根据本发明的另一方面,提供了运输设备,包括:第一运输模块,所述第一运输模块形成固定轨道单元;移位器单元,所述移位器单元包括第一可动机构和形成可动轨道单元的第二运输模块,所述第一可动机构致使所述第二运输模块移动到第一位置,在所述第一位置,所述第二运输模块连接到所述第一运输模块;以及滑架,所述滑架包括永磁体并且被配置为使用从所述第一运输模块或所述第二运输模块施加的电磁力作为驱动力而移动,其中所述第二运输模块包括作用单元,所述作用单元被配置为当所述第二运输模块位于所述第一位置处时磁耦联到包括线圈的激励单元,并且被配置为致使从所述激励单元施加的磁通量经由所述作用单元作用在所述滑架的永磁体上。

[0014] 此外,根据本发明的另一方面,提供了生产设备,包括:定子;包括永磁体的可动元件;以及腔室,其中所述定子包括多个芯和分别激励所述多个芯的线圈,其中所述多个芯中的每一个芯包括作用单元和用所述线圈中的一个线圈缠绕的激励单元,所述作用单元被配置为磁耦联到所述激励单元并且致使从所述激励单元施加的磁通量作用在所述可动元件的永磁体上,其中所述线圈和所述激励单元布置在所述腔室外,并且其中所述作用单元布置在所述腔室内。

[0015] 发明的有益效果

[0016] 根据本发明,可以实现紧凑的线性电动机和紧凑的运输设备,其抑制由于从线圈产生的热量引起的影响并且具有精确的定位性能、精确的定位重复性和精确的运输性能。此外,可以抑制由于连接电缆的滑动等引起的灰尘的产生或电缆的断开,并且实现适合应用于精密仪器的生产线的运输设备。

附图说明

[0017] 图1A是示出根据本发明的第一实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0018] 图1B是示出根据本发明的第一实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0019] 图2A是示出根据本发明的第二实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0020] 图2B是示出根据本发明的第二实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0021] 图3A是示出根据本发明的第三实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0022] 图3B是示出根据本发明的第三实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0023] 图4是示出根据本发明的第四实施例的运输设备的总体构型的俯视图。

[0024] 图5A是示出根据本发明的第四实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0025] 图5B是示出根据本发明的第四实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0026] 图6A是示出根据本发明的第五实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0027] 图6B是示出根据本发明的第五实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0028] 图7是示出根据本发明的第六实施例的运输设备的总体构型的俯视图。

[0029] 图8A是示出根据本发明的第六实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0030] 图8B是示出根据本发明的第六实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0031] 图9是示出根据本发明的第七实施例的运输设备的总体构型的俯视图。

[0032] 图10是示出根据本发明的第七实施例的运输设备中的运输模块的芯的结构示意图。

[0033] 图11A是示出根据本发明的第八实施例的运输设备中的运输模块的芯的结构和操作的示意图。

[0034] 图11B是示出根据本发明的第八实施例的运输设备中的运输模块的芯的结构和操作的示意图。

[0035] 图11C是示出根据本发明的第八实施例的运输设备中的运输模块的芯的结构和操作的示意图。

[0036] 图12A是示出根据本发明的第九实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0037] 图12B是示出根据本发明的第九实施例的运输设备的总体构型的俯视图。

[0038] 图13是示出根据本发明的第九实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

具体实施方式

[0039] 第一实施例

[0040] 将参考图1A和图1B描述根据本发明的第一实施例的运输设备。图1A和图1B是示出根据本实施例的运输设备的总体构型的剖视图。

[0041] 根据本实施例的运输设备100是通过使用可动磁体线性电动机(可动磁体型线性电动机、可动磁场系统型线性电动机)引起滑架行进从而运输工件的运输设备。例如,如图1A和图1B所示,运输设备100具有运输模块210和滑架220。

[0042] 运输模块210形成滑架220在其上行进的轨道单元(运输路径)。在此,出于以下说明的目的,定义用于运输设备100的坐标轴。首先,在水平移动的滑架220的移动方向上定义X轴。此外,在垂直方向上定义Z轴。此外,在与X轴和Z轴正交的方向上定义Y轴。在随后的实施例中,坐标轴的定义也相同。需注意,图1A是在平行于包括图1B的线B-B'的Y-Z平面的平面中的剖视图。此外,图1B是在平行于包括图1A的线A-A'的X-Z平面的平面中的剖视图。

[0043] 运输模块210具有线性支架102、多个芯单元230和线性导轨103。芯单元230和线性导轨103固定到线性支架102。

[0044] 多个芯单元230沿着滑架220的移动方向(X轴方向)以预定间隔布置,并且形成线性电动机的定子。多个芯单元230中的每一个具有芯232和线圈106。芯232具有激励侧芯105、设置在激励侧芯105的两端处的一对作用侧芯104、以及设置在作用侧芯104与激励侧芯105之间的绝热部分101。需注意,尽管为了简化附图说明,图1B示出运输模块210具有在X轴方向上布置的八个芯单元230,但是在实际实施中,运输模块210具有用于形成任意长度的线性电动机的必要数量的芯单元230。

[0045] 一对作用侧芯104被布置成与芯间隙G间隔开彼此面对并且连接并固定到线性支架102。激励侧芯105经由绝热部分101连接到作用侧芯104,并且被布置成不直接连接到线性支架102。作用侧芯104和激励侧芯105的材料没有特别限制,并且例如,诸如堆叠的硅钢板的磁性材料可以应用于所述作用侧芯104和激励侧芯105。

[0046] 线圈106缠绕在芯232的激励侧芯105上,并且具有使芯232激励的作用。作用侧芯104被布置成磁耦合到激励侧芯105,经由激励侧芯105产生的磁通量,并且引起该磁通量作用于布置在芯间隙G中的可动元件上。绝热部分101用作热传导减少部分,与激励侧芯105和作用侧芯104彼此直接接触的情况相比,其更多地减少从激励侧芯105到作用侧芯104的热传导。

[0047] 需注意,在本说明书中,形成多个芯单元230的芯232的一个或多个激励侧芯105可以统称为激励单元。此外,形成多个芯单元230的芯232的一个或多个作用侧芯104可以被统称为作用单元。

[0048] 滑架220形成线性电动机的可动元件,并且具有顶板111、磁体支撑件112、永磁体113和线性引导块114。线性引导块114设置在顶板111的下表面上的四个角处,以便在滑架220安装在运输模块210上时连接到线性导轨103。从而,滑架220由运输模块210支撑,以便可沿线性导轨103在X轴方向上移动。磁体支撑件112固定到顶板111的下表面上的中心部分,使得当滑架220安装在运输模块210上时,永磁体113位于作用侧芯104之间的芯间隙G中。需注意,图1B示出作为示例的情况,其中向具有与永磁体113相同的厚度的磁体支撑件112提供任意的倾斜角(例如20度),并且固定三个永磁体113,使得相邻永磁体113的磁极交替地相对。

[0049] 在上级控制器(未示出)的控制下,向多个芯单元230的线圈106中的每一个线圈供应预定电流。多个芯单元230的线圈106中的每一个线圈可以用由如用例如图1B中的“U”、“V”和“W”标记的U相、V相和W相构成的三相交流电驱动。当电流施加到线圈106时,滑架220的永磁体113经由激励侧芯105和作用侧芯104经受来自线圈106的作为驱动功率的电磁力。以这种方式,滑架220获得驱动力并且在由线性导轨103形成的轨道单元上行进。通过适当地控制在多个芯单元230的线圈106中的每一个线圈中流动的电流,可以引起滑架220行进或停止,从而控制滑架220在运输模块210上的位置。

[0050] 在可动磁体型线性电动机中,用作定子的多个线圈沿着可动元件在其上行进的轨道布置,并且可动元件通过将受控的驱动电流传导到驱动线圈而被磁驱动。因此,传导的线圈由于焦耳热而在驱动期间产生热量。在可动磁体型线性电动机中,由于成为热源的线圈比在滚珠螺杆型运输设备中被布置成更靠近可动元件的永磁体,因此可动磁体型线性电动机很可能受到线圈的温度变化的影响。例如,当永磁体周围的温度由于线圈产生的热量而改变时,永磁体由热能消磁,并且电动机推力可能减小。因此,需要增加线圈和可动元件的永磁体之间的距离,并且设备的尺寸增加。此外,如果线圈的热量被传递到壳体或支架并且引起热膨胀,则布置在壳体或支架中的传感器的位置可能改变,这导致定位精度的降低。

[0051] 在这点上,在根据本实施例的运输设备中,形成线性电动机的定子的芯单元230的芯232中的每一个芯由作用侧芯104、激励侧芯105和如上所述布置在作用侧芯104和激励侧芯105之间的绝热部分101形成。利用这种构型,可以抑制激励侧芯105和作用侧芯104之间的热传导。此外,由于激励侧芯105未直接连接到线性支架102,因此激励侧芯105的热量不会经由线性支架102传递到作用侧芯104。因此,可以有效地抑制由线圈106中的当前流动产生的热量经由激励侧芯105传递到作用侧芯104,并且实现即使使用作为整体的紧凑设备也可以实现精确的定位重复性的运输设备。

[0052] 作为形成绝热部分101的材料,理想的是具有比形成作用侧芯104和激励侧芯105的材料更低的热导率和更大的磁导率的磁性材料。就上述而言,例如,坡莫合金、超合金、纯铁、非晶态合金、坡明德合金、铁硅铝磁合金等可以优选地用于形成绝热部分101的材料。

[0053] 作用侧芯104侧和激励侧芯105侧之间的绝热部分101的温度差 ΔT 由下式(1)表示,其中形成绝热部分101的材料的热导率被表示为 λ [W/m·K],其截面积被表示为 S [m²],其厚度被表示为 L [m],并且激励侧芯105的热传递量被表示为 w [W]。

[0054] $\Delta T=L/S \times w/\lambda \cdots (1)$

[0055] 当绝热部分101由坡莫合金制成时,当激励侧芯105的热传递量为50W,绝热部分101的截面积为 0.0004m^2 ,其厚度为 0.005m ,并且坡莫合金的热导率为 $14\text{W/m} \cdot \text{K}$ 时,激励侧芯105和作用侧芯104之间的温度差为18K。当整个芯232由堆叠的硅钢板形成时,芯232的长度需要为两倍以获得相同的效果。因此,利用在本实施例的应用,可以实现线性电动机的芯单元230的尺寸的减小并且因此可以实现运输设备100的尺寸的减小。

[0056] 需注意,在本实施例中,通过改变绝热部分101的热导率 λ 和厚度 L 来抑制从激励侧芯105到作用侧芯104的热传导,其中芯232的截面积维持均匀。然而,芯232的截面积不一定是均匀的,并且通过选择性地减小绝热部分101的截面积,可以进一步减小从激励侧芯105到作用侧芯104的热传导。

[0057] 由于绝热部分101产生的磁阻 $R[\text{A/wb}]$ 由下式(2)表示,其中绝热部分101的截面积被表示为 $S[\text{m}^2]$,其厚度为 $L[\text{m}]$,并且其相对磁导率为 μ 。

[0058] $R=1/\mu \times L/S \cdots (2)$

[0059] 当绝热部分101由坡莫合金形成时,由于绝热部分101的相对磁导率是14倍,因此绝热部分101的磁阻 R 是 $1/14$,并且因此磁阻 R 的增加可以被抑制。然而,由于坡莫合金的饱和磁通密度小于形成作用侧芯104和激励侧芯105的堆叠的硅钢板的饱和磁通密度,因此电动机在小于坡莫合金的饱和磁通密度的磁通量的范围内被驱动。

[0060] 需注意,尽管在本实施例中已经将其中两对线圈和磁体彼此面对的T形结构图示为线性电动机,但是本实施例也适用于采用绝热结构可以布置在芯部分中的一对线圈和磁体的I形结构。

[0061] 如上所述,根据本实施例,可以减少由线圈106产生的热量经由激励侧芯105到作用侧芯104的传递。因此,可以在不增加芯单元230的尺寸的情况下抑制由线圈106产生的热量的影响,并且实现即使使用作为整体的紧凑设备也可以实现精确的定位重复性的运输设备。

[0062] 第二实施例

[0063] 将参考图2A和图2B描述根据本发明的第二实施例的运输设备。与根据第一实施例的运输设备中的部件相同的部件标记有相同的附图标记,且其描述将被省略或简化。图2A和图2B是示出根据本实施例的运输设备的总体构型的剖视图。图2A是在平行于包括图2B的线B-B'的Y-Z平面的平面中的剖视图。此外,图2B是在平行于包括图2A的线A-A'的X-Z平面的平面中的剖视图。

[0064] 如图2A和图2B所示,根据本实施例的运输设备100与根据第一实施例的运输设备相同,除了线性电动机的芯单元230的每个芯232的构型不同。即,在根据本实施例的运输设备100中,芯单元230的芯232由作用侧芯104、激励侧芯105和布置在其间的窄部115形成。以与第一实施例的绝热部分101相同的方式,窄部115用作热传导减少部分,与激励侧芯105和作用侧芯104彼此直接接触的情况相比,其更多地减少从激励侧芯105到作用侧芯104的热传导。

[0065] 尽管窄部115由与作用侧芯104和激励侧芯105相同的材料形成,但是在垂直于通过芯232的内部的磁通量的方向上的横截面的截面积小于作用侧芯104的截面积。窄部115的截面积的最小值例如可以被定义为使由线圈106产生的磁通量不饱和的截面积。尽管希

窄部115与作用侧芯104和激励侧芯105一体地构造,但是窄部115可以通过将不同于作用侧芯104和激励侧芯105的组成构件联接而形成。

[0066] 如等式(1)所示,通过减小窄部115的截面积 S ,可以增大作用侧芯104和激励侧芯105之间的温度差 ΔT 。例如,假设激励侧芯105的热传递量 w 为50W,硅钢板的热导率为 $30\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$,并且窄部115的厚度为 0.005m 。在这种情况下,例如,如果窄部115的截面积 S 为与作用侧芯104的截面积相同的 0.0004m^2 ,则激励侧芯105和作用侧芯104之间的温度差 ΔT 将为20K。另一方面,如果窄部115的截面积 S 减小到 0.0003m^2 ,则激励侧芯105和作用侧芯104之间的温度差 ΔT 可以增加至27K。即,通过提供窄部115,可以减少作用侧芯104和激励侧芯105之间的热传导。

[0067] 如上所述,根据本实施例,可以减少由线圈106产生的热量经由激励侧芯105到作用侧芯104的传递。因此,可以在不增加芯单元230的尺寸的情况下抑制由线圈106产生的热量的影响,并且实现即使使用作为整体的紧凑设备也可以实现精确的定位重复性的运输设备。

[0068] 第三实施例

[0069] 将参考图3A和图3B描述根据本发明的第三实施例的运输设备。与根据第一实施例和第二实施例的运输设备中的部件相同的部件标记有相同的附图标记,且其描述将被省略或简化。图3A和图3B是示出根据本实施例的运输设备的总体构型的剖视图。图3A是在平行于包括图3B的线B-B'的Y-Z平面的平面中的剖视图。此外,图3B是在平行于包括图3A的线A-A'的X-Z平面的平面中的剖视图。

[0070] 如图3A和图3B所示,根据本实施例的运输设备100与根据第一实施例和第二实施例的运输设备相同,除了线性电动机的芯单元230的每个芯232的构型不同。即,在根据本实施例的运输设备100中,芯单元230的芯232由作用侧芯104和激励侧芯105形成,并且空气隙118设置在其间。即,空气隙118设置在磁路的中央。彼此面对并且其间插入空气隙118的作用侧芯104的端部(作用侧芯端116)的截面积和激励侧芯105的端部(激励侧芯端117)的截面积大于其他部分的截面积,以抑制空气隙118中的磁通量的泄漏。在图3A和图3B的示例中,为了增强作用侧芯104和激励侧芯105之间的绝热效果,空气隙118设置在激励侧芯105的两端处。

[0071] 由于空气隙118包括布置在作用侧芯104和激励侧芯105之间的空气层,因此热导率是第一实施例的绝热部分101或第二实施例的窄部115的热导率的约 $1/1000$ 倍。因此,如从等式(1)显而易见的是,与第一实施例或第二实施例的情况相比,可以更多地减小作用侧芯104和激励侧芯105之间的热传导。即,以与第一实施例的绝热部分101和第二实施例的窄部115相同的方式,空气隙118用作热传导减少部分,与激励侧芯105和作用侧芯104彼此直接接触的情况相比,其更多地减少从激励侧芯105到作用侧芯104的热传导。

[0072] 当芯间隙 G 的长度为 0.01m ,其截面积为 0.0004m^2 ,并且其相对磁导率为1时,永磁体113所通过的芯间隙 G 的磁阻为 $25\text{A}/\text{wb}$ 。另一方面,当空气隙118的长度为 0.001m ,其截面积为 0.004m^2 ,并且其相对磁导率为1时,空气隙118的磁阻 R 为 $0.25\text{A}/\text{wb}$ 。即,空气隙118的磁阻约为芯间隙 G 的磁阻的 $1/100$ 。因此,由于设置了空气隙118,整个芯的磁阻增加了大约1%,这对电动机驱动器没有太大影响。优选的是,空气隙的长度大于或等于芯间隙的长度的 $1/20$ 并且小于或等于芯间隙的长度的 $1/3$ 。

[0073] 此外,为了获得抑制磁阻的增加的有益效果,可以将第一实施例中描述的具有比芯材料更大的磁导率的材料用作作用侧芯端116和激励侧芯端117的材料。

[0074] 如上所述,根据本实施例,可以减少由线圈106产生的热量经由激励侧芯105到作用侧芯104的传递。因此,可以在不增加芯单元230的尺寸的情况下抑制由线圈106产生的热量的影响,并且实现即使使用作为整体的紧凑设备也可以实现精确的定位重复性的运输设备。

[0075] 第四实施例

[0076] 将参考图4至图5B描述根据本发明的第四实施例的运输设备。与根据第一实施例至第三实施例的运输设备中的部件相同的部件标记有相同的附图标记,且其描述将被省略或简化。图4是示出根据本实施例的运输设备的总体构型的俯视图。图5A和图5B是示出根据本实施例的运输设备的总体构型的剖视图。图5A是在平行于包括图4的线B-B'的Y-Z平面的平面中的剖视图。此外,图5B是在平行于包括图4的线C-C'的X-Z平面的平面中的剖视图。

[0077] 在本实施例中,将描述第三实施例的线性电动机应用于循环式运输设备的构型示例。循环式运输设备是可动机构安装在其上的运输设备,其中所述可动机构具有使可动轨道单元在平面方向上往复运动以便能够在前向轨道和反向轨道之间来回移动的移位器结构、使可动轨道单元竖向地往复运动的升降机结构等。

[0078] 如图4至图5B所示,根据本实施例的运输设备100具有运输模块210A和210B、移位器单元240和滑架220。

[0079] 运输模块210A和210B与第三实施例中所示的运输模块210相同。例如,运输模块210A形成用于前向路径的固定轨道单元。例如,运输模块210B形成用于反向路径的固定轨道单元。运输模块210A和运输模块210B被布置成使得其轨道单元在X轴方向上彼此平行。

[0080] 移位器单元240具有运输模块250、导轨126、导向块127。运输模块250固定到导向块127,所述导向块127连接到导轨126并沿着导轨126可移动,并且被配置为在上级控制器(未示出)的控制下使用诸如致动器的动力源沿着导轨126移动。在这种意义上,运输模块250形成可移动的轨道单元。

[0081] 移位器单元240与运输模块210A和210B相邻,并且引起运输模块250在位置A和位置A'之间移动,所述位置A形成延续到运输模块210A的轨道单元,所述位置A'形成延续到运输模块210B的轨道单元。例如,当运输模块250位于图4的位置A处时,运输模块250和运输模块210A形成连续轨道单元。此外,当运输模块250位于图4的位置A'处时,运输模块250和运输模块210B形成连续轨道单元。

[0082] 需注意,尽管图4示出被配置成使得运输模块250平行于Y轴方向移动的移位器单元240,但是移位器单元240的构型不限于此。例如,可以采用具有升降机结构的移位器单元,在所述升降机结构中,导轨126沿着Z轴方向布置并且运输模块250在竖向方向上移动。可替代地,可以采用具有通过使用旋转机构来转动运输模块的转动结构的移位器单元。

[0083] 滑架220与第一实施例所示的滑架220相同。尽管在图1A至图3B中省略了图示,但是除了顶板111、磁体支撑件112、永磁体113和线性导向块114之外,滑架220还具有设置在顶板111上的标尺119,例如,如图4至图5B所示。位置信息沿着滑架的移动方向记录在标尺119上。设置到运输模块210A、210B和250的编码器108读取滑架220的标尺119,并且从而可以获取滑架220上的位置信息。多个编码器108以比标尺119的标尺长度更短的间隔附接到

运输模块210A、210B和250,使得标尺119可以由编码器108中的任一个读取。需注意,为了更好地理解运输模块210A和250之间的关系,图4示出其中顶板111的一部分被切掉的这些运输模块。例如,顶板111的实际平面形状是如图4中的虚线所示的矩形形状。

[0084] 滑架220被配置成可在运输模块210A、210B和250上移动。例如,这使得已经在运输模块210A上移动的滑架220能够经由移位器单元240的运输模块250移动到运输模块210B。

[0085] 移位器单元240的运输模块250包括移位器架110、线性支架102、线性导轨103和作用侧芯104,如图4至图5B所示。相对于滑架220的X轴方向上的长度,运输模块250的X轴方向上的长度是必要且充分的长度。

[0086] 联接到运输模块250的作用侧芯104以形成芯232的激励侧芯105和设置到激励侧芯105的线圈106布置在移位器单元240布置在其中的区域中的运输模块210A和210B的每个轨道单元的延长线上。即,移位器单元240的激励侧芯105和线圈106与运输模块250无关地固定到移位器单元240。从而,当运输模块250位于位置A处时,运输模块210A的延长线上的激励侧芯105和运输模块250的作用侧芯104彼此磁耦联。以这种方式,形成线性电动机的定子,所述定子从运输模块210A到运输模块250是连续的。此外,当运输模块250位于位置A'处时,运输模块210B的延长线上的激励侧芯105和运输模块250的作用侧芯104彼此磁耦联。以这种方式,形成线性电动机的定子,所述定子从运输模块250到运输模块210B是连续的。

[0087] 移位器单元240的编码器108通过固定方案固定到除了运输模块250之外的部分以便当运输模块250在Y轴方向上移动时不会在物理上干涉并且被配置成不与运输模块250同步移动。此外,用于检测运输模块250的Y轴方向上的位置的位置检测装置109被提供给移位器单元240。

[0088] 如上所述,在本实施例的运输模块中,独立于运输模块250,将移位器单元240的激励侧105和线圈106固定到设备。此外,移位器单元240的编码器108和位置检测装置109固定到除了运输模块250之外的部分。因此,这实现了不需要用于将电缆连接到外围装置和移位器单元240的驱动器的电缆输送机(注册商标)的配置。

[0089] 因此,在本实施例的运输设备中,不会发生由于可动轨道单元的运动而引起的连接电缆的摆动,并且可以防止由于连接电缆的滑动或弯曲而引起的灰尘的产生或连接电缆的断开。本实施例的运输设备的这种特征在例如对于抑制灰尘的产生很重要的精密仪器的生产线方面非常有用。

[0090] 作用侧芯104和激励侧芯105相互面对的部分中的更短的间隙导致更小的磁阻 R_{ba} ,这是电动机效率降低较少的优选形式。磁阻 R_{ba} 由下式(3)表示,其中作用侧芯104和激励侧芯105的相对表面的截面积被表示为 S ,相对表面之间的相对距离被表示为 L ,并且空气的相对磁导率被表示为 μ 。

$$[0091] \quad R_{ba} = 1/\mu \times L/S \cdots (3)$$

[0092] 作用侧芯104和激励侧芯105之间的间隙(相对距离 L)被适当地调节成使得在运输模块250移动时,作用侧芯104和激励侧芯105不会物理接触,并且可以被设置为例如0.4mm。在这种情况下,磁阻 R_{ba} 为0.001A/wb。

[0093] 作用侧芯104和激励侧芯105之间的磁阻 R_{ba} 没有特别限制,只要其是可以驱动运输模块250上的滑架220的磁通可以通过其供应到作用侧芯104的磁阻即可。希望根据滑架220的重量或加速度、滑动阻力、齿槽阻力或设置到滑架220的永磁体113的磁力或极数等来

适当地设置磁阻 R_{ba} 。

[0094] 虽然图4至图5B仅示出单个滑架220,在实际运输设备中,多个滑架220布置在轨道上并且被控制。

[0095] 如上所述,本实施例包括移位器单元240,并且可以抑制由线圈106产生的热量经由激励侧芯105到作用侧芯104的传递。因此,可以在不增加芯单元230的尺寸的情况下抑制由线圈106产生的热量的影响,并且实现即使使用作为整体的紧凑设备也可以实现精确的定位重复性的运输设备。

[0096] 此外,根据本实施例,移位器单元240的外围装置可以由不需要电缆输送机(注册商标)的构型形成,并且可以实现不从电缆输送机(注册商标)产生灰尘的循环式线性运输设备。

[0097] 另外,通过使用本实施例的构型,作用侧芯104和激励侧芯105可以分开并布置在不同的房间中。例如,通过其中作用侧芯104布置在真空室内并且激励侧芯105布置在真空室外的构型,可以防止来自线圈106的排放气体被导入真空室中。

[0098] 第五实施例

[0099] 将参考图6A和图6B描述根据本发明的第五实施例的运输设备。与根据第一实施例至第四实施例的运输设备中的部件相同的部件标记有相同的附图标记,且其描述将被省略或简化。图6A和图6B是示出根据本实施例的运输设备的总体构型的剖视图。图6A对应于在平行于包括图4的线B-B'的Y-Z平面的平面中的剖视图。此外,图6B对应于在平行于包括图4的线C-C'的X-Z平面的平面中的剖视图。

[0100] 在第四实施例中描述的构型中,作用侧芯104和激励侧芯105的相对表面之间的相对距离 L 被设置成使得当运输模块250移动时,作用侧芯104和激励侧芯105不会彼此物理接触。然而,当作用侧芯104和激励侧芯105之间的相对距离 L 较小即磁阻 R_{ba} 较小时,线性电动机的效率更优,并且相对距离 L 为0mm的状态是理想的。

[0101] 就上述而言,在根据本实施例的运输设备中,除了第四实施例的构型之外,移位器单元240还具有可动机构,所述可动机构引起激励侧芯105和线圈106(由图6A和图6B中的虚线包围的部分)竖向移动。该可动机构具有使激励侧芯105和线圈106抬升和下降的机构,使得当运输模块250位于预定位置(在该预定位置,滑架220准备移动到固定轨道单)时激励侧芯105和作用侧芯104之间的相对距离 L 可以自由地改变。激励侧芯105和线圈106的升降控制例如可以通过使用电动致动器(未示出)来由上级控制器(未示出)执行。

[0102] 响应于从位置检测装置109检测到运输模块250位于图4的位置A处,上级控制器在滑架220开始从运输模块210A向运输模块250运动之前的任何时刻驱动可动机构。可动机构通过使用电动致动器来抬升布置在位置A处的激励侧芯105和线圈106,并且减小作用侧芯104和激励侧芯105的相对表面之间的相对距离。例如,可动机构引起作用侧芯104和激励侧芯105的相对表面彼此接触,从而将相对距离 L 设置为0mm。

[0103] 接下来,响应于编码器108检测到滑架220到运输模块250的运动完成,可动机构降低激励侧芯105并且引起运输模块250在上级控制器的控制下准备移动。

[0104] 响应于由位置检测装置109检测到运输模块250已经移动到图4的位置A',上级控制器驱动可动机构。可动机构通过使用电动致动器来抬升布置在位置A处的激励侧芯105和线圈106。由此,驱动器单元(未示出)准备驱动位于运输模块250上的滑架220。

[0105] 激励侧芯105的升降距离可以是任何距离,只要当运输模块250正在移动时可以维持作用侧芯104和激励侧芯105不会彼此物理接触的间隙即可,并且具体地,大约几毫米的量级是足够的。因此,不需要用于将电缆连接到激励侧芯105和驱动器(未示出)的电缆输送机(注册商标)。

[0106] 需注意,在本实施例中,尽管可动机构被驱动使得作用侧芯104和激励侧芯105彼此接触,但是并不一定需要引起作用侧芯104和激励侧芯105彼此接触。当作用侧芯104和激励侧芯105之间的相对距离L被设置为大于0mm的某一距离时,可以有效地减少作用侧芯104和激励侧芯105之间的热传导,如在第三实施例中所述。即使当作用侧芯104和激励侧芯105彼此接触时,由于这些芯不是整体形成的,因此也可以在某种程度上期待防止热传导的有益效果。

[0107] 如上所述,根据本实施例,可以提供不需要用于将电缆连接到线圈106和可动轨道单元的驱动器的电缆输送机(注册商标)的构型,并且可以实现不从电缆输送机(注册商标)产生灰尘的循环式线性运输设备。

[0108] 第六实施例

[0109] 将参考图7至图8B描述根据本发明的第六实施例的运输设备。与根据第一实施例至第五实施例的运输设备中的部件相同的部件标记有相同的附图标记,且其描述将被省略或简化。图7是示出根据本实施例的运输设备的总体构型的俯视图。图8A和图8B是示出根据本实施例的运输设备的总体构型的剖视图。图8A是在平行于包括图7的线B-B'的Y-Z平面的平面中的剖视图。此外,图8B是在平行于包括图7的线C-C'的X-Z平面的平面中的剖视图。

[0110] 如上所述,将设置到移位器单元240的运输模块250上的线性导轨103的长度确定为对于滑架220的X轴方向上的长度而言是必要且足够的长度。在第四实施例中,如图4所示,与对应于运输模块250的线性导轨103的长度而设置的作用侧芯104的对数相同组数的激励侧芯105和线圈106被布置到移位器单元240。

[0111] 在本文中,在第四实施例的运输设备中的运输模块250中,滑架220从运输模块210A进入的一侧上的端部和滑架220退出运输模块210B的一侧上的端部都在图的右侧上。因此,在运输模块250的与滑架220进入和退出的右侧相反的左侧上,作用侧芯104、激励侧芯105和用于驱动滑架220的线圈106不一定是必需的。

[0112] 因此,在本实施例的运输设备中,用于驱动以执行滑架220的进入和退出所需的仅最少数量的激励侧芯105和线圈106布置在移位器单元240中以实现成本的降低。作用侧芯104被布置成使得作用侧芯104的数量对应于运输模块250的线性导轨103的长度,使得不增加可动元件的齿槽效应。

[0113] 如上所述,根据本实施例,可以提供不需要用于将电缆连接到线圈106和可动轨道单元的驱动器的电缆输送机(注册商标)的构型,并且可以实现不从电缆输送机(注册商标)产生灰尘的循环式线性运输设备。此外,可以减少激励侧芯105和线圈106的数量,以实现成本的降低。

[0114] 第七实施例

[0115] 将参考图9和图10描述根据本发明的第七实施例的运输设备。与根据第一实施例至第六实施例的运输设备中的部件相同的部件标记有相同的附图标记,且其描述将被省略或简化。图9是示出根据本实施例的运输设备的总体构型的俯视图。图10是示出根据本实施

例的运输设备中的运输模块的芯的结构示意图。

[0116] 如在第六实施例中所述,在第四实施例的运输设备中,在运输模块250的与滑架220进入和退出的右侧相反的左侧上不一定需要用于驱动滑架220的线圈106、作用侧芯104和激励侧芯105。此外,通过运输模块250的定子的芯磁耦联到运输模块210A或210B的定子的芯的构型,不一定需要将线圈106布置在滑架220进入和退出的运输模块250的右侧上。

[0117] 在本实施例中,将描述在上述方面具有更简单构型的运输设备。通过应用本实施例,可以实现与第四实施例相同的有益效果,并且进一步实现成本的降低。

[0118] 如图9所示,形成固定轨道单元的运输模块210A和210B具有芯107。芯107具有形成U相、V相和W相的多个线圈106的芯一体地形成的形状。具体地,例如,在可动元件的移动方向(X轴方向)上对准的12个线圈106设置到单个芯107,这些芯107中的多个芯对准,并且从而形成线性电动机的定子。

[0119] 形成可动轨道单元的运输模块250具有作用侧芯125和芯123。线圈106未设置到作用侧芯125,作用侧芯125和芯107彼此磁耦联,从而运输模块210A或运输模块210B的线圈106也用作运输模块250的线圈。

[0120] 图10更详细地示出其中运输模块250的作用侧芯125和运输模块210A的芯107彼此联接的部分。芯107和作用侧芯125的相对表面之间的间隙被设置为形成可动轨道单元的运输模块250和形成固定轨道单元的运输模块210A彼此不会物理干扰的距离。在减小芯107和作用侧芯125之间的磁阻方面,希望该间隙尽可能地窄。例如,芯107和作用侧芯125的相对表面的截面积可以被设置为在一侧上每个芯 400mm^2 ,并且上述间隙可以被设置为 0.2mm 。需注意,尽管在图10中永磁体120、121和122具有三极构型,但是构型不限于此。

[0121] 当运输模块250的作用侧芯125和运输模块210A的芯107处于如图10所示的位置关系时,作用侧芯125和芯107彼此磁耦联。此外,作用侧芯125经受由设置到运输模块210A的芯107上的线圈106激励的磁通量,并且形成图10中的箭头所示的磁路。位于运输模块250上的滑架220经受由线圈106经由芯107和作用侧芯125激励的磁通量,从而准备在X轴方向上移动。

[0122] 提供运输模块250的芯123以减少可动元件的齿槽效应。即,芯123用作齿槽效应减少芯。芯123被布置成使得由线圈106激励的磁通量经由作用侧芯125传递到永磁体120。具体地,芯123被布置成使得磁阻 R_{cc} 和 R_{cm} 满足 $R_{cc} > R_{cm}$ 的关系,其中由于作用侧芯125和芯123之间的距离而产生的磁阻被表示为 R_{cc} ,并且由于作用侧芯125和永磁体120之间的距离而产生的磁阻被表示为 R_{cm} 。当这些磁阻满足 $R_{cc} > R_{cm}$ 的关系时,通过由于线圈106而产生的磁通量经由永磁体120形成的磁路占优势,并且位于运输模块250上的滑架220可以被驱动。

[0123] 在其中运输模块250的作用侧芯125与芯107分开的构型中,以与以上实施例所述相同的方式也可以期望减少由线圈106产生的热量向作用侧芯125的传递的有益效果。

[0124] 如上所述,根据本实施例,可以提供不需要连接到线圈和用于可动轨道单元的驱动器的连接电缆的构型,并且通过使用不需要电缆输送机(注册商标)的构型可以实现不会产生灰尘的循环式线性运输设备。此外,可以减少激励侧芯105和线圈106的数量,以实现成本的降低。

[0125] 第八实施例

[0126] 将参考图11A至图11C描述根据本发明的第八实施例的运输设备。与根据第一实施例至第七实施例的运输设备中的部件相同的部件标记有相同的附图标记,且其描述将被省略或简化。图11A至图11C是示出根据本实施例的运输设备中的运输模块的芯的结构和操作的示意图。

[0127] 如图11A所示,根据本实施例的运输设备与第七实施例的运输设备相同,不同之处在于在形成固定轨道单元的运输模块210A和210B的运输模块250侧上的端部处还具有芯124。芯124被配置成可在可动元件的移动方向上移动,并且芯124和芯107之间的间隙以及芯124和作用侧芯125之间的间隙可以自由调节。芯124被配置为能够磁耦联到芯107和作用侧芯125。

[0128] 当可动元件通过由作用侧芯125和芯124形成的磁路驱动时,芯124布置在芯107和芯124之间的磁阻大于作用侧芯125和芯124之间的磁阻的位置处(图11B)。另一方面,当可动元件通过由芯107和芯124形成的磁路驱动时,芯124布置在作用侧芯125和芯124之间的磁阻大于芯107和芯124之间的磁阻的位置处(图11C)。需注意,在可动元件的驱动侧上的间隙中的磁阻较小是优选的。在上述方面,期望所关注的芯彼此接触的状态。

[0129] 可以通过使用电动致动器(未示出)并且由上级控制器(未示出)控制电动致动器来实现用于移动芯124的机构。

[0130] 尽管在图11A至图11C中未示出在第七实施例中描述的芯123,但是运输模块250还可以具有芯123。当运输模块250具有芯123时,芯123被布置成使得由线圈106激励的磁通量经由作用侧芯125传递到永磁体120。具体地,芯123被布置成使得磁阻 R_{cc} 和 R_{cm} 满足 $R_{cc} > R_{cm}$ 的关系,其中由于作用侧芯125和芯123之间的距离而产生的磁阻被表示为 R_{cc} ,并且由于作用侧芯125和永磁体120之间的距离而产生的磁阻被表示为 R_{cm} 。

[0131] 如上所述,根据本实施例,可以提供不需要连接线圈和用于可动轨道单元的驱动器的连接电缆的构型,并且可以实现不从电缆输送机(注册商标)产生灰尘的循环式线性运输设备。此外,可以减少激励侧芯105和线圈106的数量,以实现成本的降低。

[0132] 第九实施例

[0133] 将参考图12A和图12B描述根据本发明的第九实施例的运输设备。与根据第一实施例至第八实施例的运输设备中的部件相同的部件标记有相同的附图标记,且其描述将被省略或简化。

[0134] 图12A和图12B是示出根据本实施例的包括可动元件1101和定子1201的运输设备的整个构造的示意图。需注意,图12A和图12B均示出可动元件1101和定子1201的被取出的主要部分。此外,图12A是当从稍后描述的Y方向观察时可动元件1101的图,并且图12B是当从稍后描述的Z方向观察时可动元件1101的图。

[0135] 如图12A和图12B所述,根据本实施例的运输设备具有形成滑架的可动元件1101以及形成运输路径的定子1201。运输设备设置有可动磁体型线性电动机(移动永磁体型线性电动机、可动场系统型线性电动机)。此外,本实施例中的运输设备不具有诸如线性引导器的任何引导装置,并且被配置为以非接触方式在定子1201上运输可动元件1101的磁浮式运输设备。

[0136] 运输设备将设置在可动元件1101上的工件1301运输到处理设备,所述处理设备通过例如通过使用定子1201运输可动元件1101而对工件1301执行处理操作。尽管在本实施例

中示出其中工件1301安装在可动元件1101上的形式,但是形式不限于此,并且例如可以采用其中工件1301保持在可动元件1101的下表面上并且被运输的形式。此外,可以采用其中工件1301保持在可动元件1101的侧面上并且被运输的形式。通过对工件1301执行处理操作,可以制造精密制品。需注意,尽管在12A和图12B中示出了用于定子1201的一个可动元件1101,但是其数量不限于此。在运输设备中,多个可动元件1101可以在定子1201上运输。

[0137] 本文中,定义在以下描述中使用的坐标轴、方向等。首先,X轴被定义成在作为可动元件1101的运输方向的水平方向上,并且可动元件1101的运输方向被定义为X方向。此外,Z轴被定义在作为正交于X方向的方向的垂直方向上,并且垂直方向被定义为Z方向。此外,Y轴被定义在正交于X方向和Z方向的方向上,并且正交于X方向和Z方向的方向被定义为Y方向。此外,围绕X轴的旋转被表示为 W_x ,并且围绕Y轴的旋转和围绕Z轴的旋转分别被表示为 W_y 和 W_z 。此外,“*”用作乘法符号。此外,可动元件1101的中心被定义为原点0,Y的正(+)侧被表示为R侧,且Y的负(-)侧被表示为L侧。需注意,虽然可动元件1101的运输方向未必需要为水平方向,但是同样在这种情况下,运输方向被定义为X方向,并且Y方向和Z方向可以以相同的方式定义。

[0138] 接下来,将参考图12A、图12B和图13描述根据本实施例的作为运输设备中的运输对象的可动元件1101。图13是说明根据本实施例的运输设备中的可动元件1101和定子1201的示意图。应注意,图13是当从X方向上观察时可动元件1101和定子1201的图。此外,图13的左部说明沿着图12B的线(A)-(A)截取的截面(A)。此外,图13的右部说明沿着图12B的线(B)-(B)截取的截面(B)。

[0139] 如图12A、图12B和图13所说明,可动元件1101具有永磁体1103aR、1103bR、1103cR、1103dR、1103aL、1103bL、1103cL和1103dL作为永磁体1103。

[0140] 永磁体1103沿着可动元件1101的平行于X方向的上表面上的L侧端和R侧端排列成两行并且附接到其上。具体地,永磁体1103aR、1103bR、1103cR和1103dR附接在可动元件1101的上表面上的R侧上。此外,永磁体1103aL、1103bL、1103cL和1103dL附接在可动元件1101的上表面上的L侧上。需注意,在下文中,除非需要对其进行特殊区分,否则将可动元件1101的永磁体简称为“永磁体1103”。此外,当不需要区分R侧和L侧但是需要分别指定每个永磁体1103时,通过使用从每个永磁体1103的标记的末端去除R或L并且因此以小写字母作为识别码结尾的标记来分别指定每个永磁体1103。在这种情况下,通过表示“永磁体1103a”、“永磁体1103b”、“永磁体1103c”或“永磁体1103d”来分别指定每个永磁体1103。

[0141] 永磁体1103aR和1103dR在平行于可动元件1101的X方向的上表面的R侧上附接到在所述X方向上的一端和另一端。永磁体1103bR和1103cR在可动元件1101的上表面上的R侧上附接到永磁体1103aR与1103dR之间。例如,永磁体1103aR、1103bR、1103cR和1103dR在X方向上以相等间距布置。此外,例如,永磁体1103aR、1103bR、1103cR和1103dR被布置成使得相应的永磁体的中心以向R侧远离可动元件1101的上表面的中心一预定距离 r_{x3} 排列在平行于X方向的直线上。

[0142] 永磁体1103aL和1103dL在平行于可动元件1101的X方向的上表面的L侧上附接到在所述X方向上的一端和另一端。永磁体1103bL和1103cL在可动元件1101的上表面上的L侧上附接在永磁体1103aL和1103dL之间。例如,永磁体1103aL、1103bL、1103cL和1103dL以相等间距布置在X方向上。此外,例如,永磁体1103aL、1103bL、1103cL和1103dL被布置成使得

相应的永磁体的中心以向L侧远离可动元件1101的上表面的中心一预定距离 r_{x3} 排列在平行于X方向的直线上。此外,永磁体1103aL、1103bL、1103cL和1103dL在X方向上布置在分别与永磁体1103aR、1103bR、1103cR和1103dR相同的位置处。

[0143] 永磁体1103a和1103d分别在在所述X方向上与作为可动元件1101的中心的原点O相距距离 r_{z3} 的位置处附接到一侧和另一侧。永磁体1103a、1103b、1103c和1103d分别附接在与原点O在Y方向上相距距离 r_{x3} 的位置处。永磁体1103c和1103b分别在在X方向上与原点O相距距离 r_{y3} 的位置处附接到一侧和另一侧。

[0144] 永磁体1103aR、1103dR、1103aL和1103dL中的每一个是平行于Y方向布置的两个永磁体的集合。永磁体1103a和1103d中的每一个被配置成使得两个永磁体平行于Y方向对准,使得面向定子1201侧的外磁极的极性交替不同。应注意,平行于Y方向布置的形成永磁体1103a和1103d的永磁体的数目不限于两个并且可以是任何数目,只要其是复数即可。此外,其中布置形成永磁体1103a和1103d的永磁体的方向未必需要为与X方向(其为运输方向)正交的Y方向,并且可为与X方向相交的任何方向。也就是说,永磁体1103a和1103d可为由多个平行于与X方向相交的方向布置的永磁体构成的任何磁体组,使得相应磁极的极性交替。

[0145] 另一方面,永磁体1103bR、1103cR、1103bL和1103cL中的每一个是平行于X方向布置的三个永磁体的集合。永磁体1103b和1103c中的每一个被配置成使得三个永磁体平行于X方向排列,使得面向定子1201侧的外磁极的极性交替不同。应注意,平行于X方向布置的形成永磁体1103b和1103c的永磁体的数目不限于三个并且可以是任何数目,只要其是复数即可。即,永磁体1103b和1103c可为由多个平行于X方向布置的永磁体构成的任何磁体组,,使得相应磁极的极性交替。

[0146] 每个永磁体1103附接到设置在可动元件1101的上表面上的R侧和L侧上的一个磁轭1107中。磁轭1107由具有大的磁导率的物质形成,所述物质例如铁。

[0147] 以这种方式,平行于可动元件1101的X轴的中心轴线被定义为对称轴线,并且多个永磁体1103在上表面上的R侧和L侧上对称地布置到可动元件1101上。永磁体1103布置在其上的可动元件1101被配置为通过从定子1201的多个线圈1106施加到永磁体1103的电磁力而能够在其姿态在六个轴上被控制的同时移动,如稍后所描述。

[0148] 可动元件1101可沿着平行于X方向布置成两行的多个线圈1106在X方向上移动。可动元件1101在待运输的工件1301放置或安装在其上表面或下表面上的状态下被运输。例如,可动元件1101可以具有将工件1301保持在可动元件1101上的保持机构,诸如工件保持器。

[0149] 接下来,将参考图12A和图13描述根据本实施例的运输设备中的定子1201。

[0150] 多个芯单元1230沿着可动元件1101的移动方向(X轴方向)以预定间隔排列,并且形成线性电动机的定子。多个芯单元1230中的每一个具有芯1232和线圈1106。芯1232具有激励侧芯1105、作用侧芯1104、以及均设置在作用侧芯1104与激励侧芯1105之间的绝热部分1102。即,绝热部分设置在磁路的中部。需注意,尽管为了简化附图的说明,图12A示出运输设备具有在X轴方向上排列的九个芯单元1230,但是在实际实施中,运输设备具有用于形成任意长度的线性电动机的必要数量的芯单元1230。本实施例示出绝热部分1102是将形成生产设备的站分隔开的分隔壁的示例,诸如真空(减压)腔室的分隔壁或用于从空气或类似物中分离不同于空气的气体的腔室的分隔壁。然而,不限于此,绝热部分1102例如可以是覆

盖多个芯单元的线圈盒。

[0151] 在本实施例中,作用侧芯1104连接并固定到绝热部分1102(在本实施例中为腔室的分隔壁)。然而,不限于上面所述,例如,作用侧芯1104可以连接并固定到覆盖多个芯单元的线圈盒或部分具有高磁导率的线圈盒。激励侧芯1105经由绝热部分1102(在本实施例中为腔室的分隔壁)连接到作用侧芯1104。作用侧芯1104和激励侧芯1105的材料没有特别限制,并且例如,诸如堆叠的硅钢板的磁性材料可以应用于作用侧芯1104和激励侧芯1105。

[0152] 每个线圈1106缠绕在芯1232的激励侧芯1105周围,并且具有使芯1232激励的作用。作用侧芯1104被布置成磁耦合到激励侧芯1105,经受由激励侧芯1105产生的磁通量,并且致使该磁通量作用于布置在芯间隙G中的可动元件1101上。绝热部分1102用作热传导减少部分,与激励侧芯1105和作用侧芯1104彼此直接接触的情况相比,其更多地减少从激励侧芯1105到作用侧芯1104的热传导。

[0153] 此外,例如,在芯单元1230之间可以存在诸如闸门阀的结构。在这种情况下,芯单元1230可能无法连续地布置。在这种情况下,当可动元件穿过其边界时,在与浮动的、位置控制相对应的驱动功率或从定子侧上的驱动系统获得的驱动力中可能出现不连续点,并且存在可动元件与目标轨道的偏离、位移的发生或位置精度的降低的问题的风险。在这种情况下,优选的是采用其中作用侧芯的在朝向不能布置芯单元的位置的方向上的长度比如图12A的作用侧芯1104a的作用侧芯的典型长度长的布置。由于这可以增加吸引力,所以可以抑制位置精度的降低。

[0154] 修改的实施例

[0155] 本发明不限于上述实施例,且各种修改是可能的。例如,其中实施例中的任一个实施例的构型的一部分被添加到另一个实施例的示例,或者其中实施例中的任一个实施例的构型的一部分被另一个实施例的构型的一部分代替的示例也是本发明的实施例中的一个实施例。

[0156] 需注意,上述所有实施例仅示出了实现本发明时体现的示例,并且本发明的技术范围不应由这些实施例限制性地解释。即,在不脱离技术概念或其主要特征的情况下,本发明可以以各种形式实现。为了公开本发明的范围,随附了权利要求。

[0157] 本申请基于2018年6月12日提交的日本专利申请No.2018-112135和2019年6月7日提交的日本专利申请No.2019-107411并且要求这些日本专利申请的优先权的权益,这些日本专利申请的全部内容以引用的方式并入本文中。

[0158] 附图标记列表

[0159] 101 绝热部分

[0160] 102 线性支架

[0161] 104、125 作用侧芯

[0162] 105 激励侧芯

[0163] 106 线圈

[0164] 107、123、124 芯

[0165] 110 移位器支架

[0166] 113、120、121、122 永磁体

[0167] 115 窄部

- [0168] 118 空气隙
- [0169] 210、210A、210B、250 运输模块
- [0170] 220 滑架

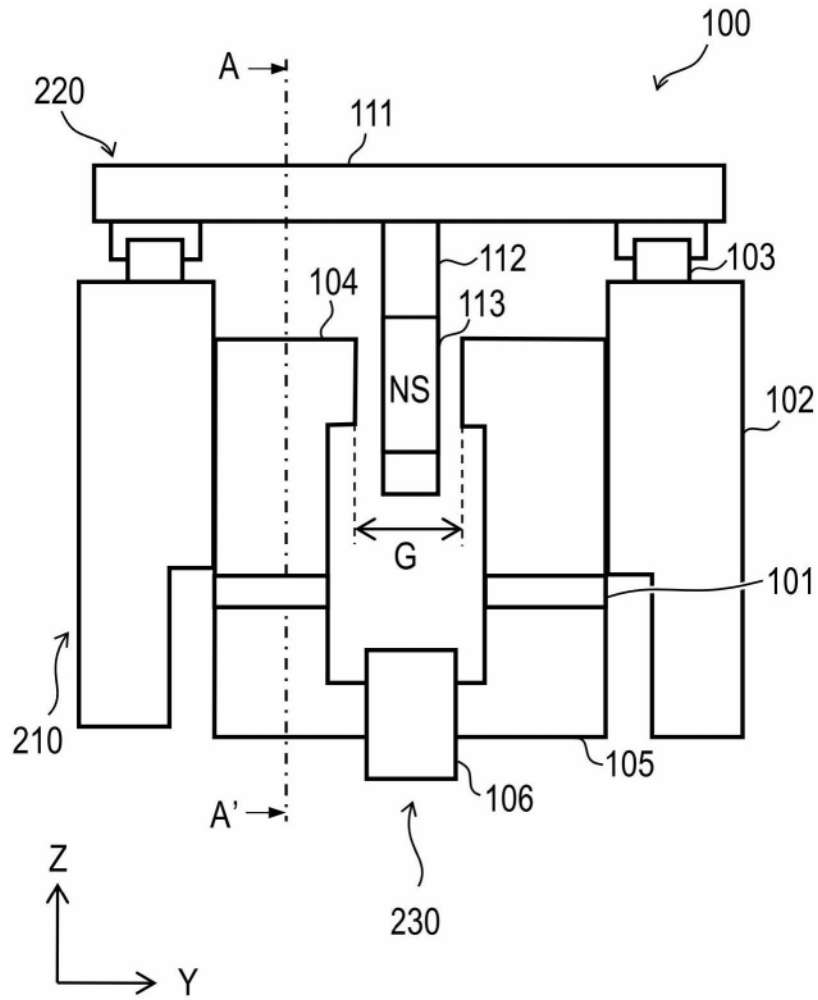


图1A

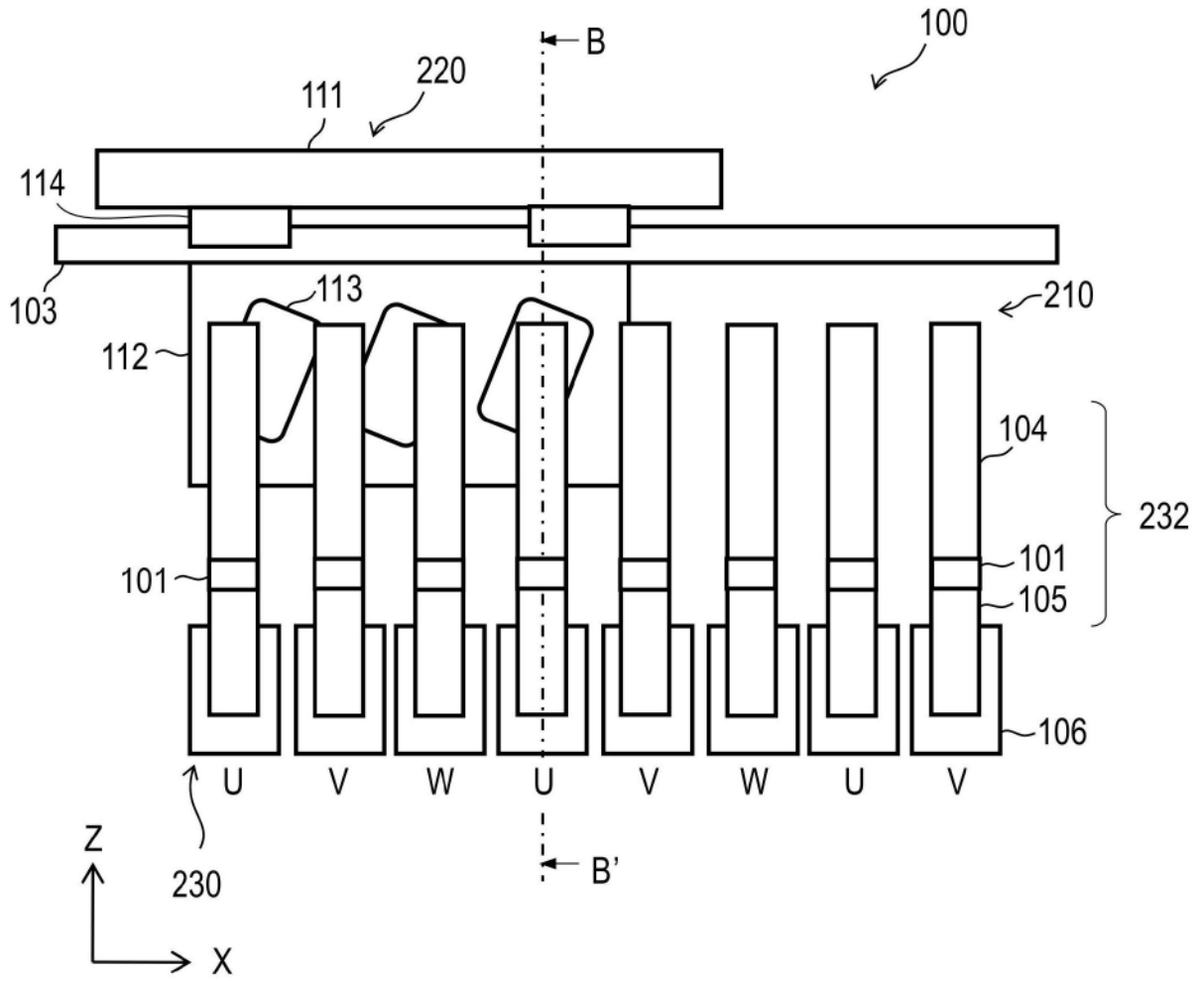


图1B

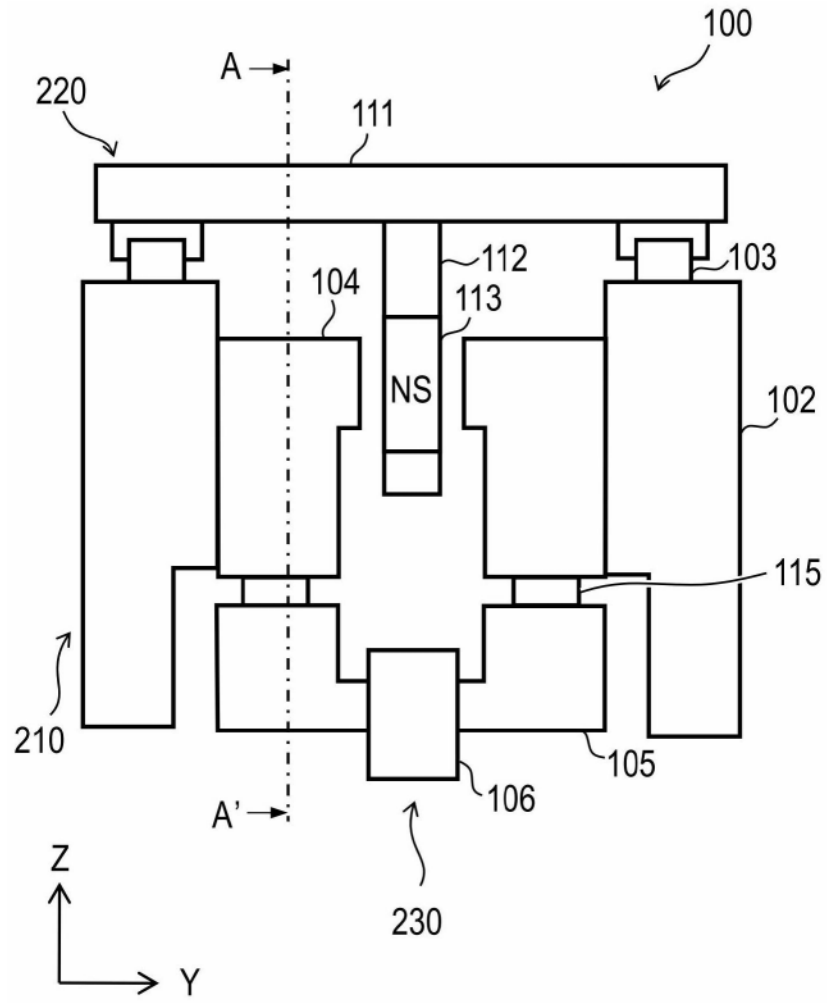


图2A

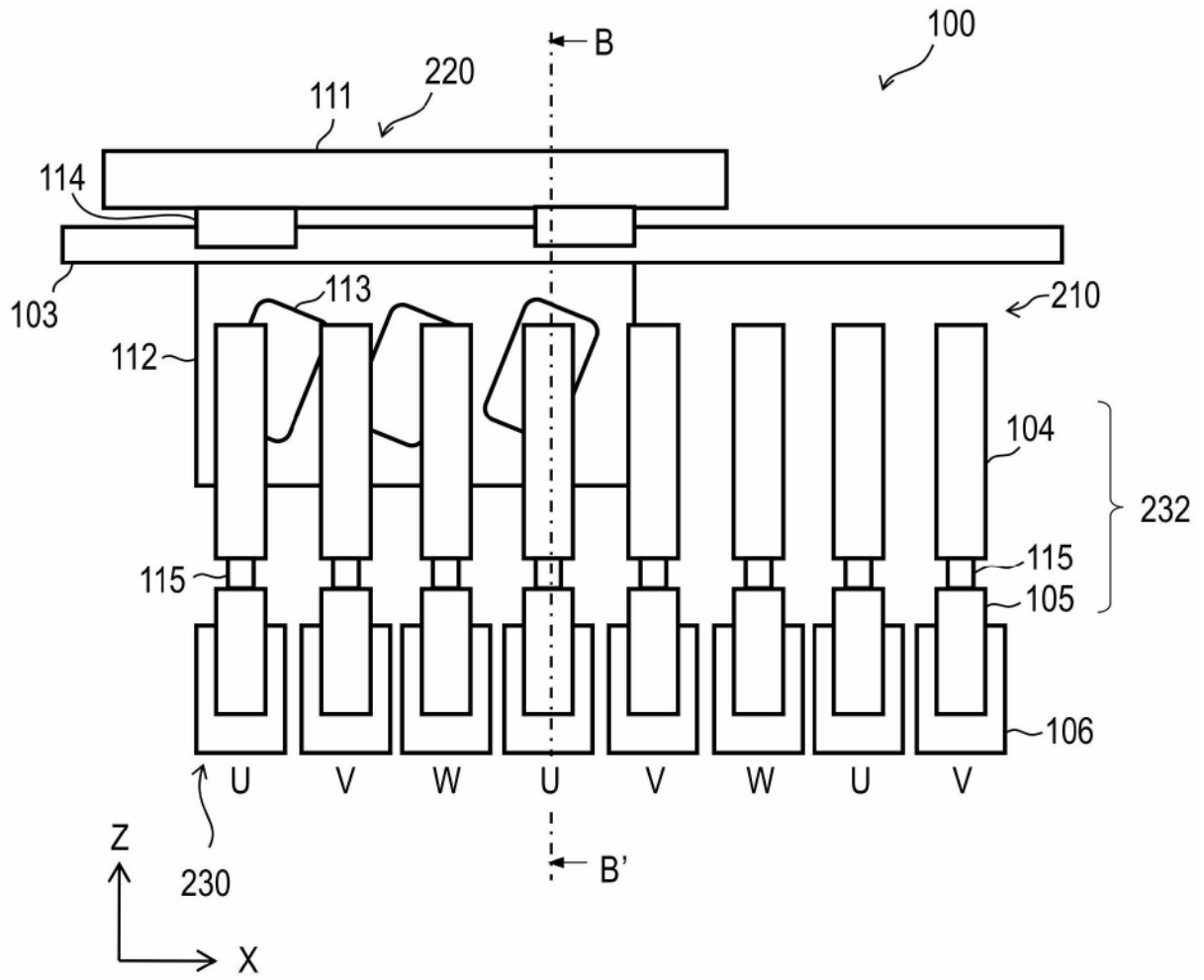


图2B

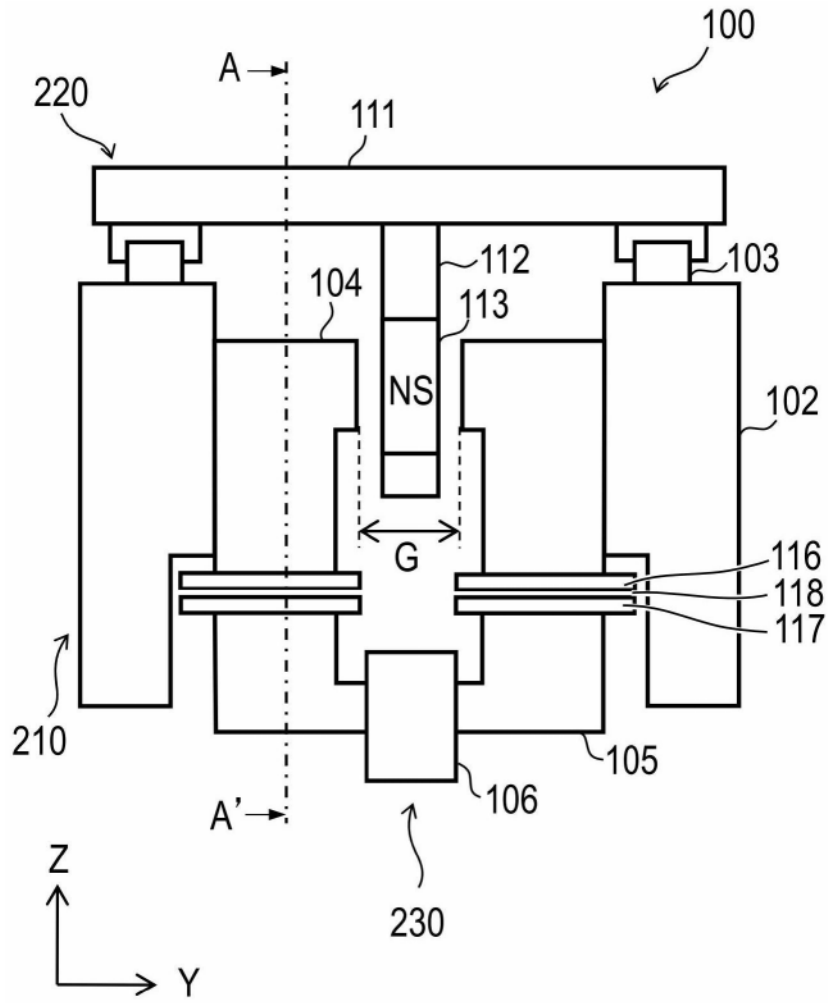


图3A

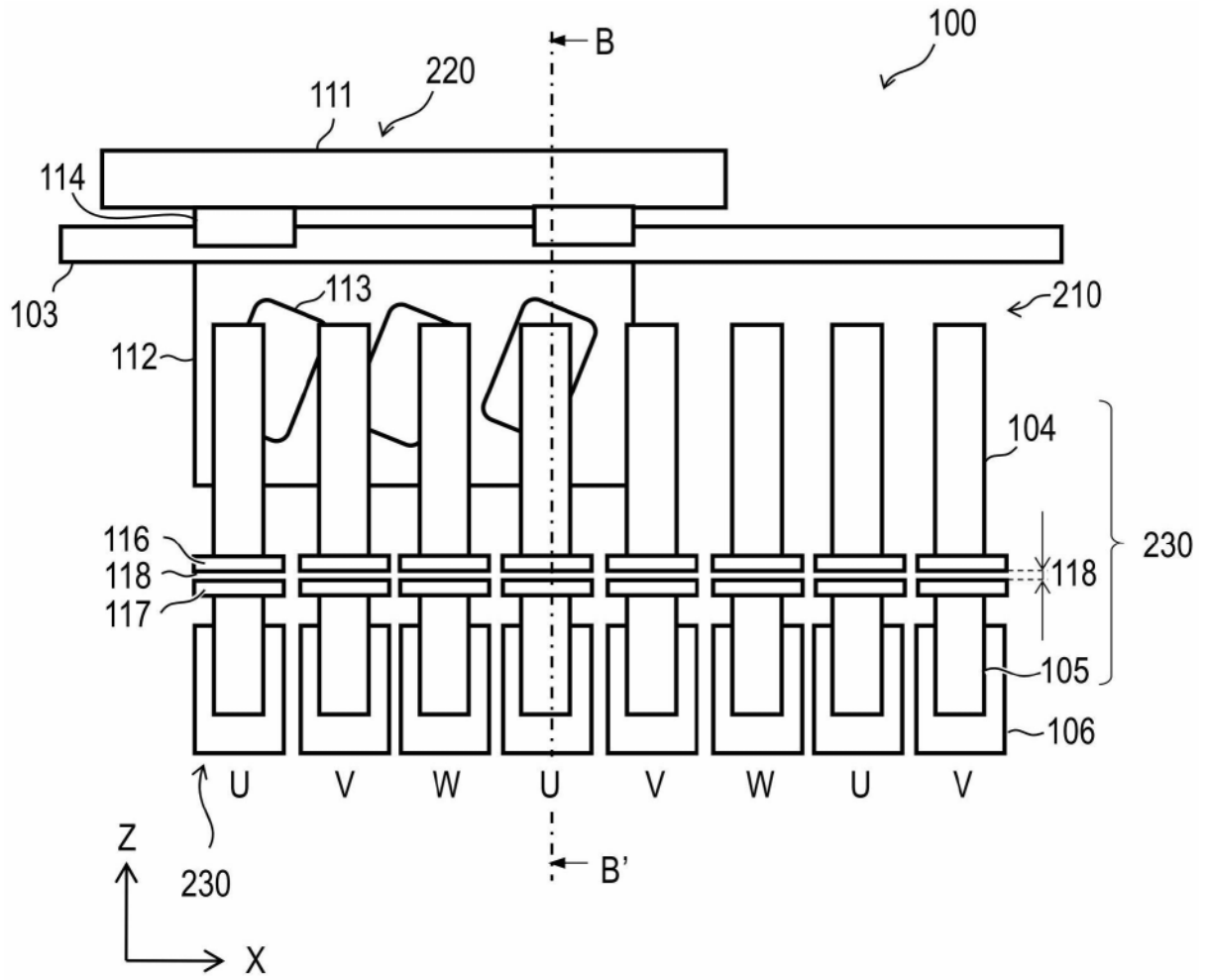


图3B

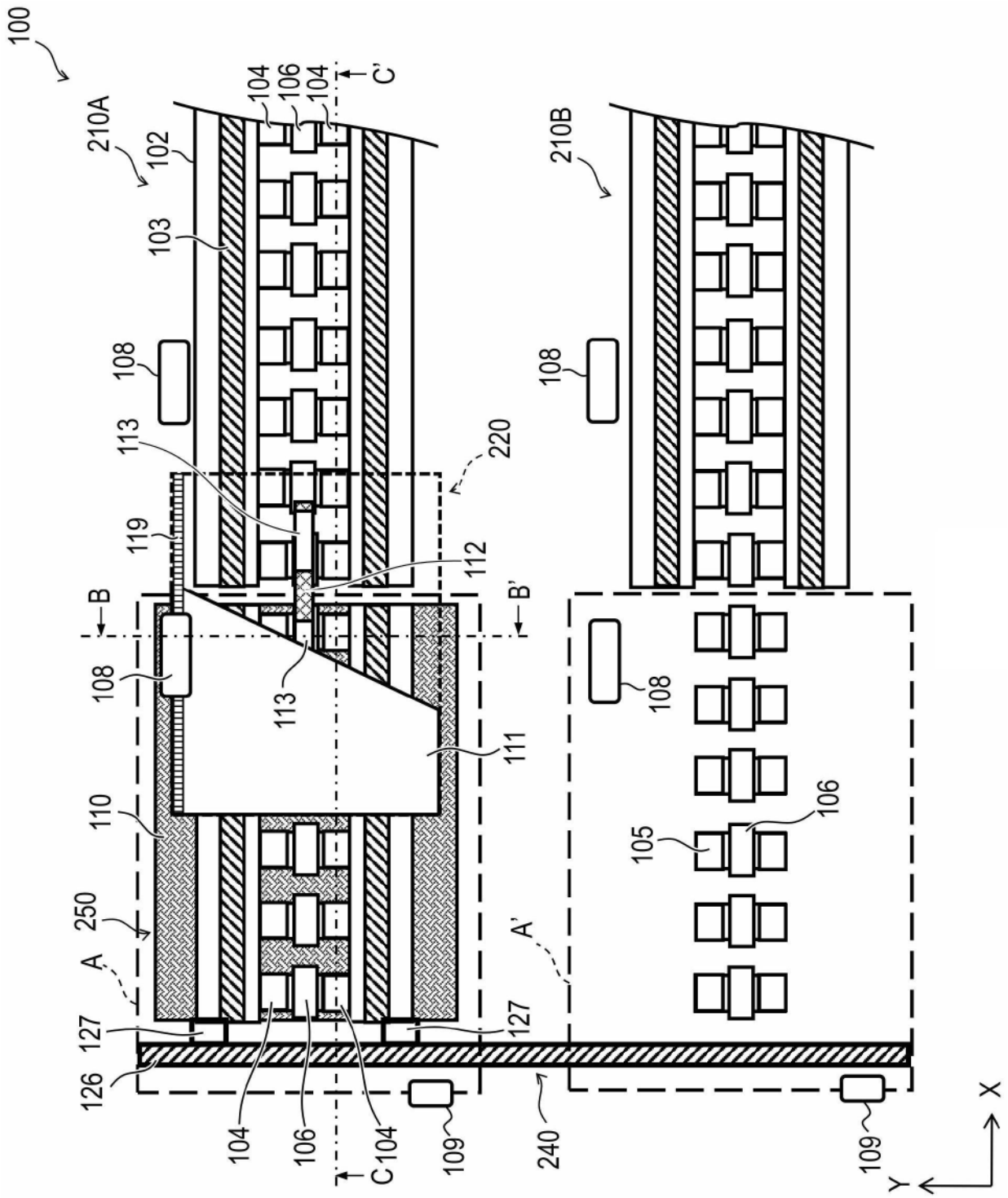


图4

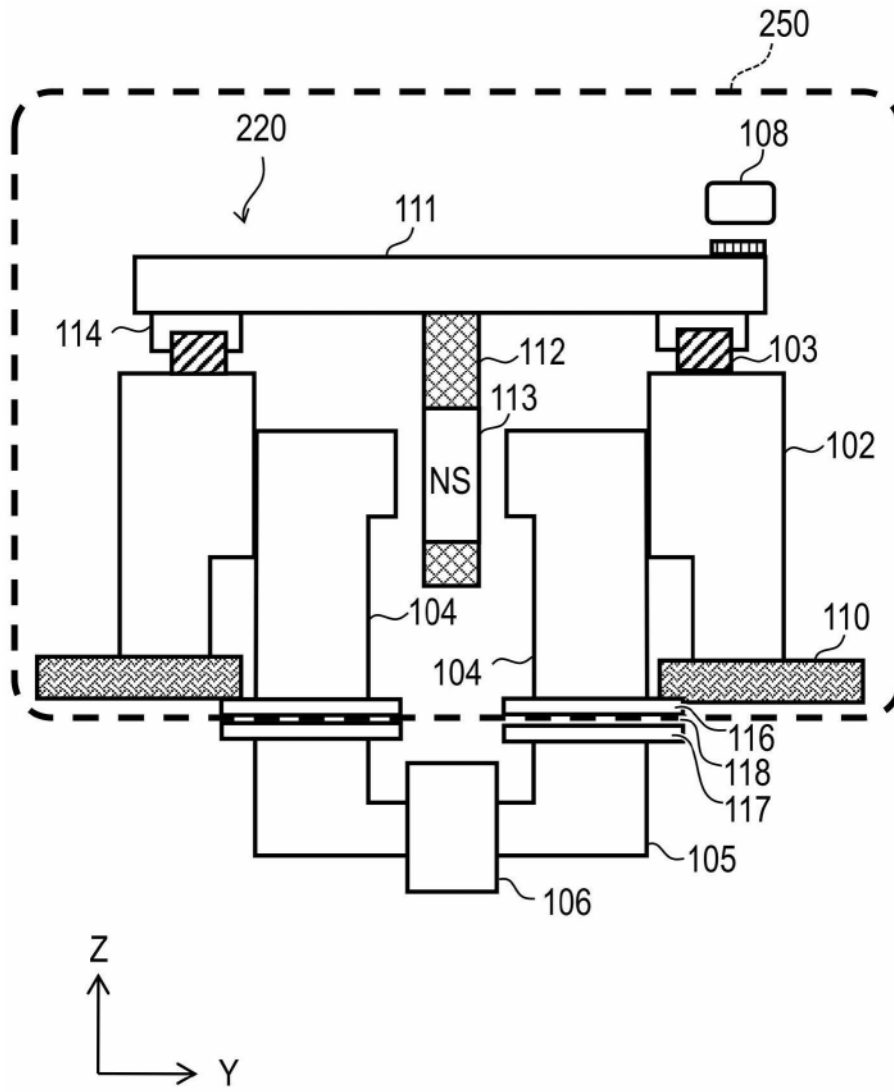


图5A

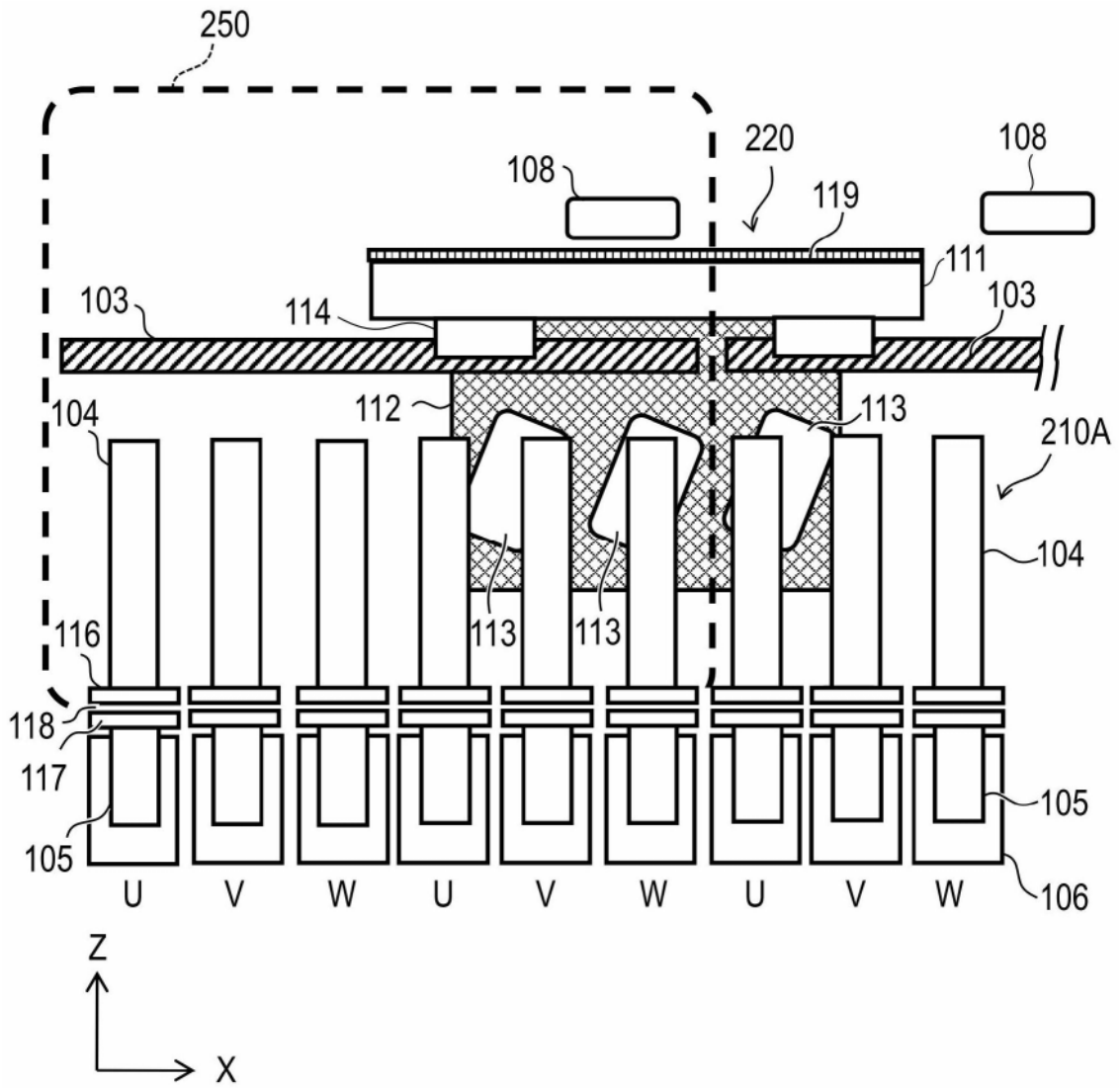


图5B

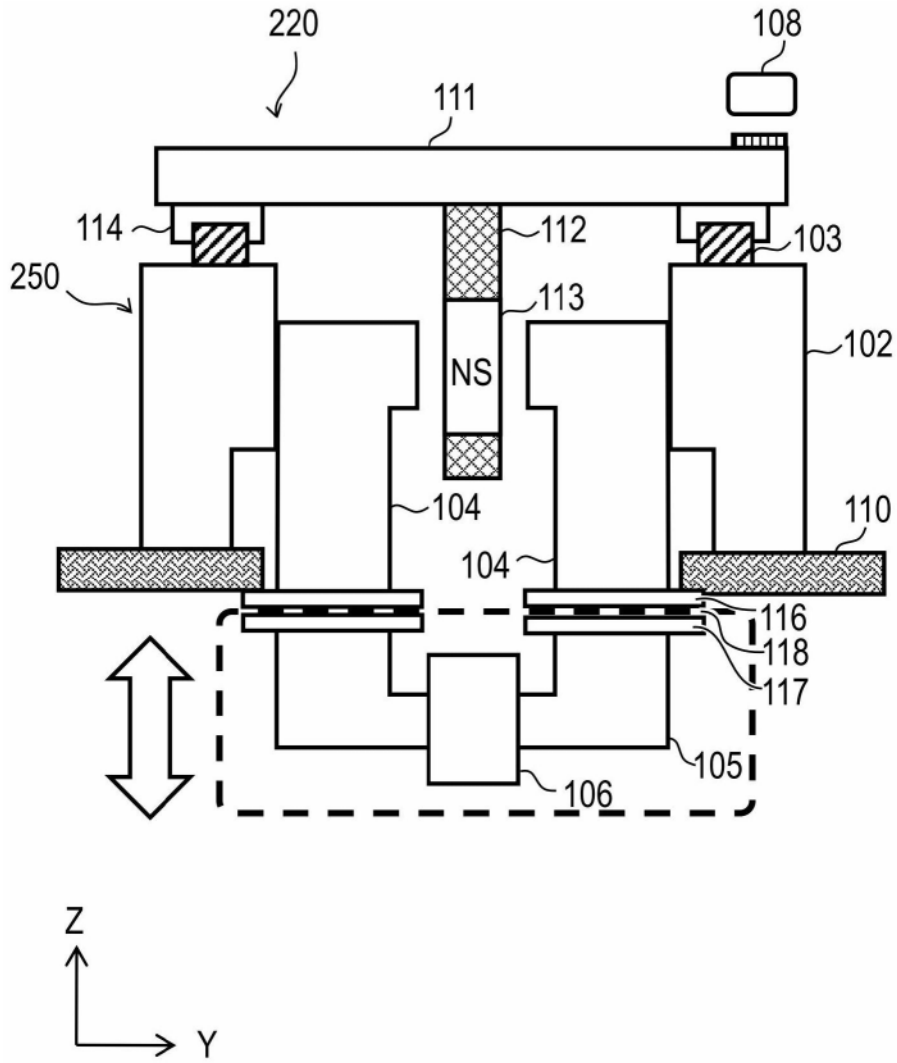


图6A

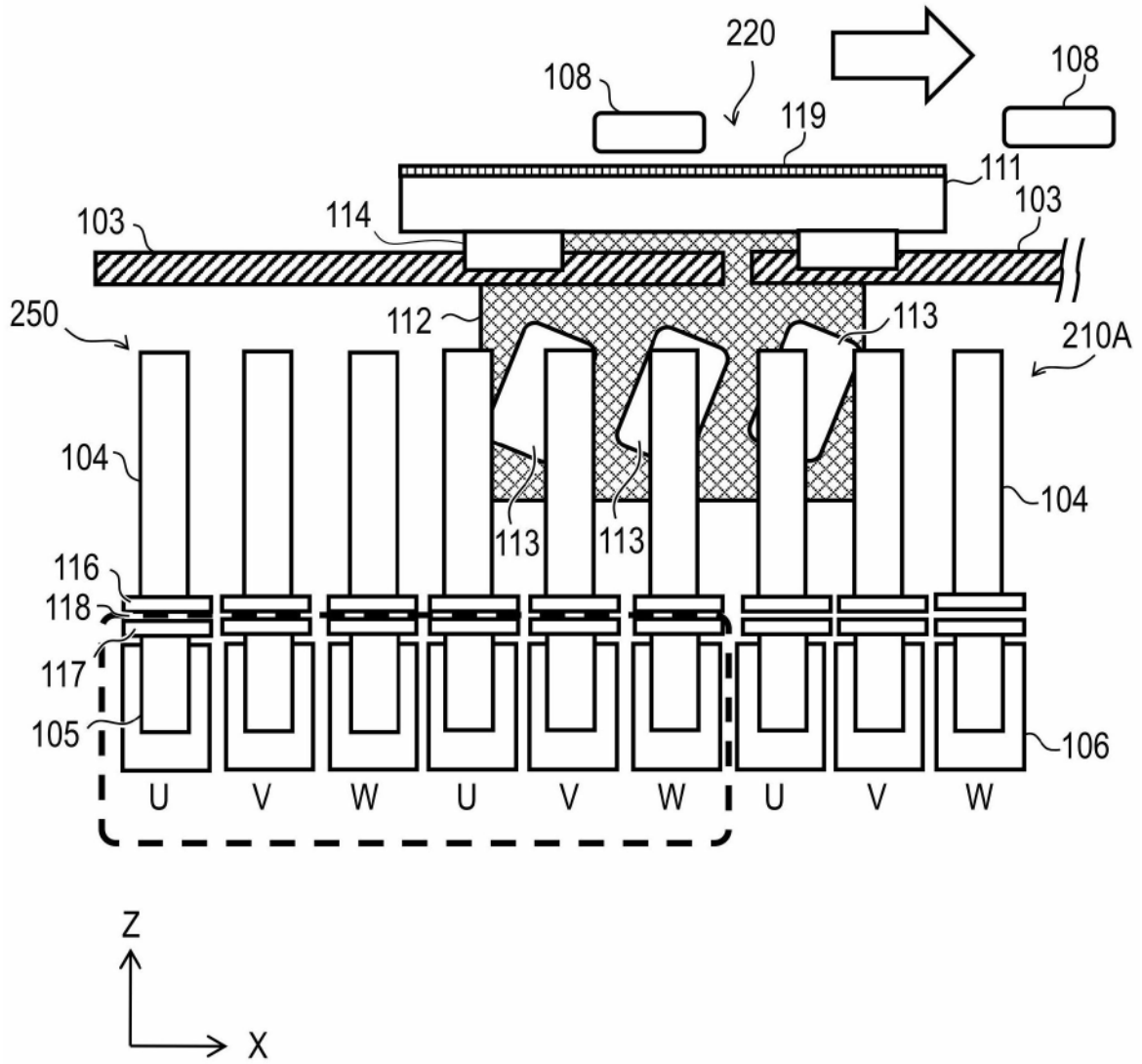


图6B

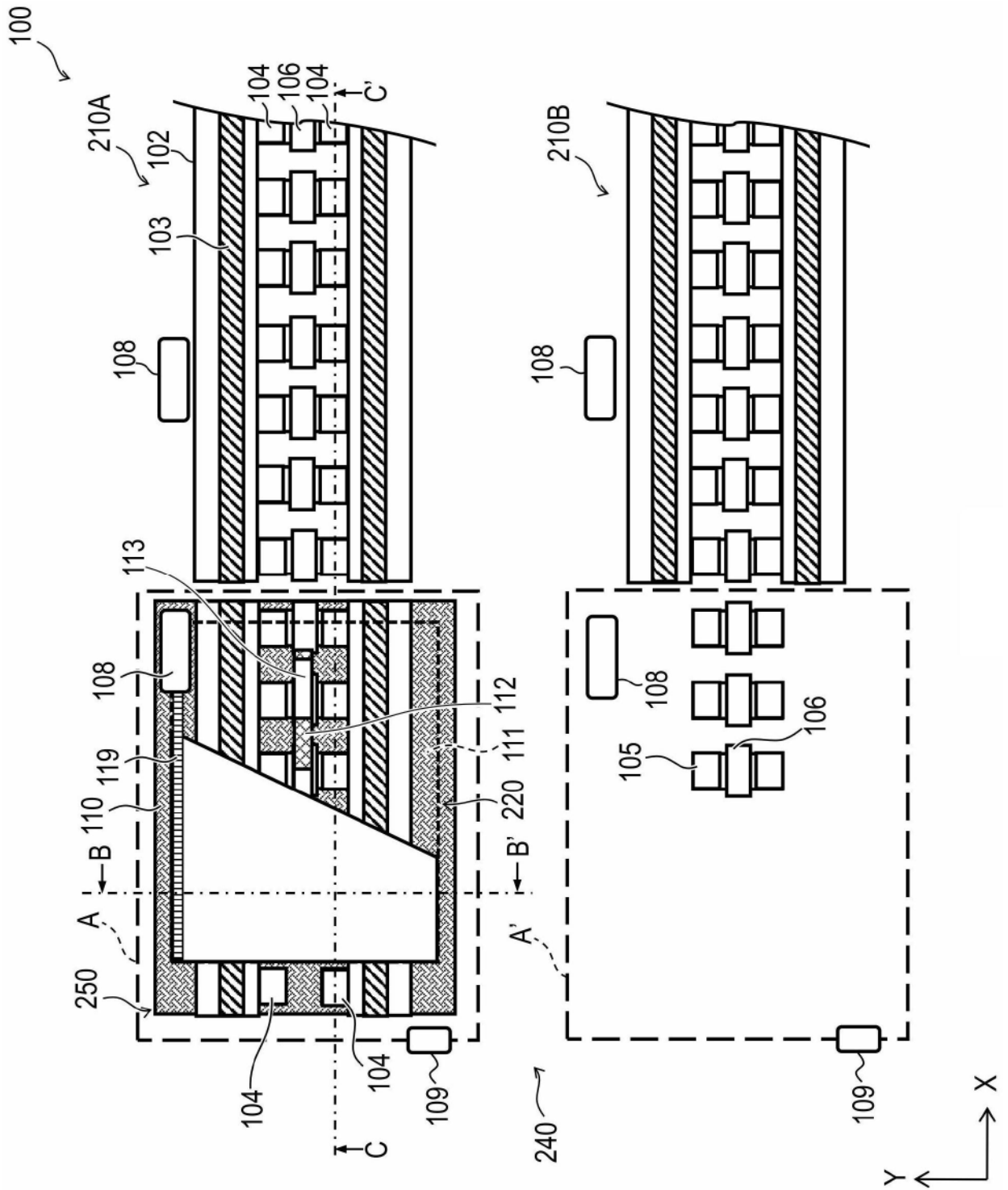


图7

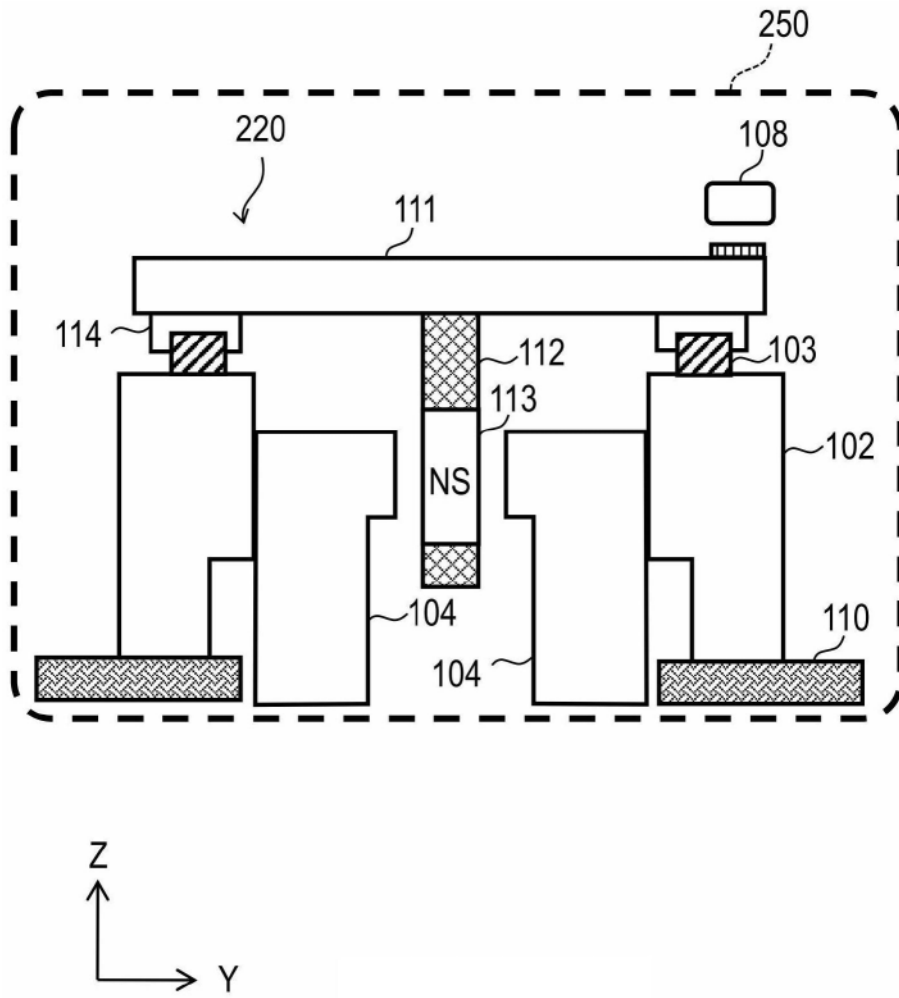


图8A

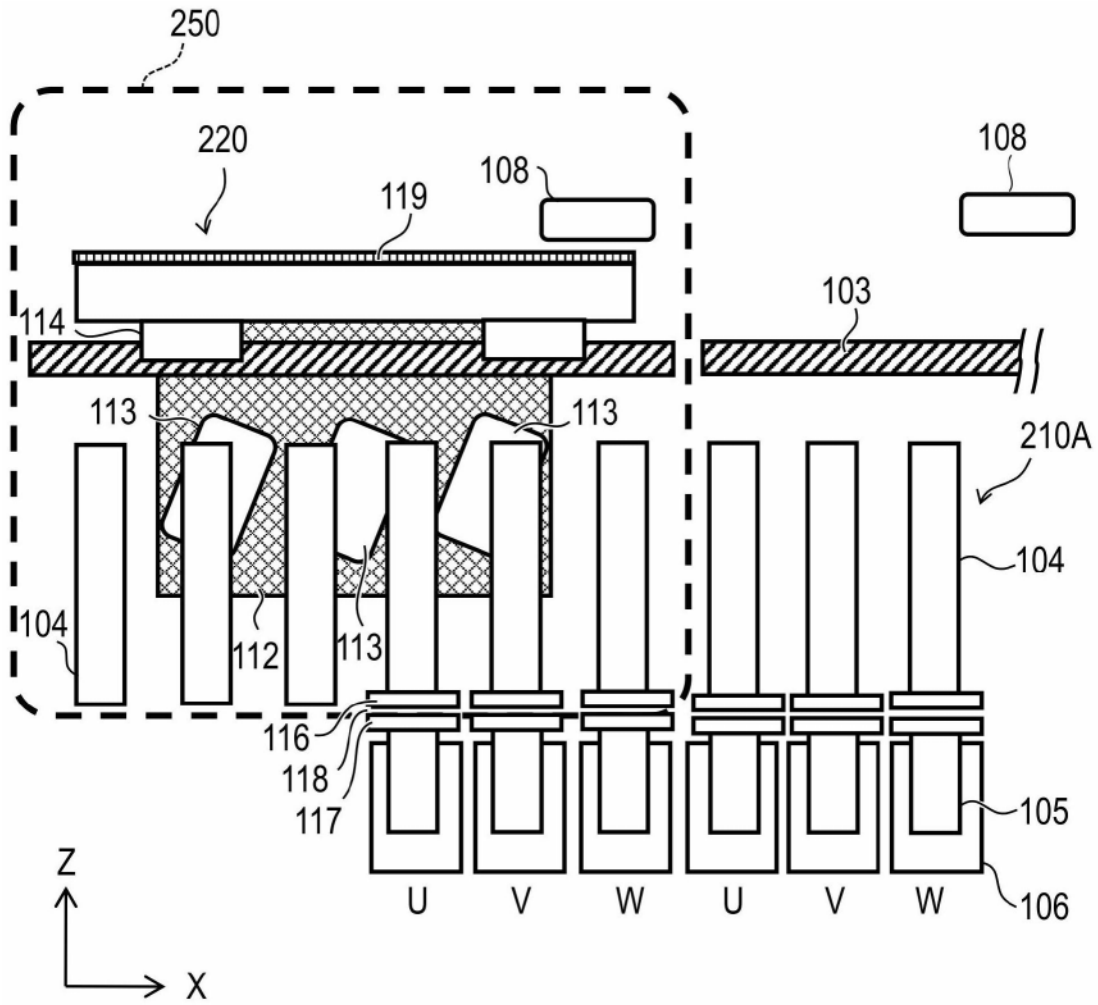


图8B

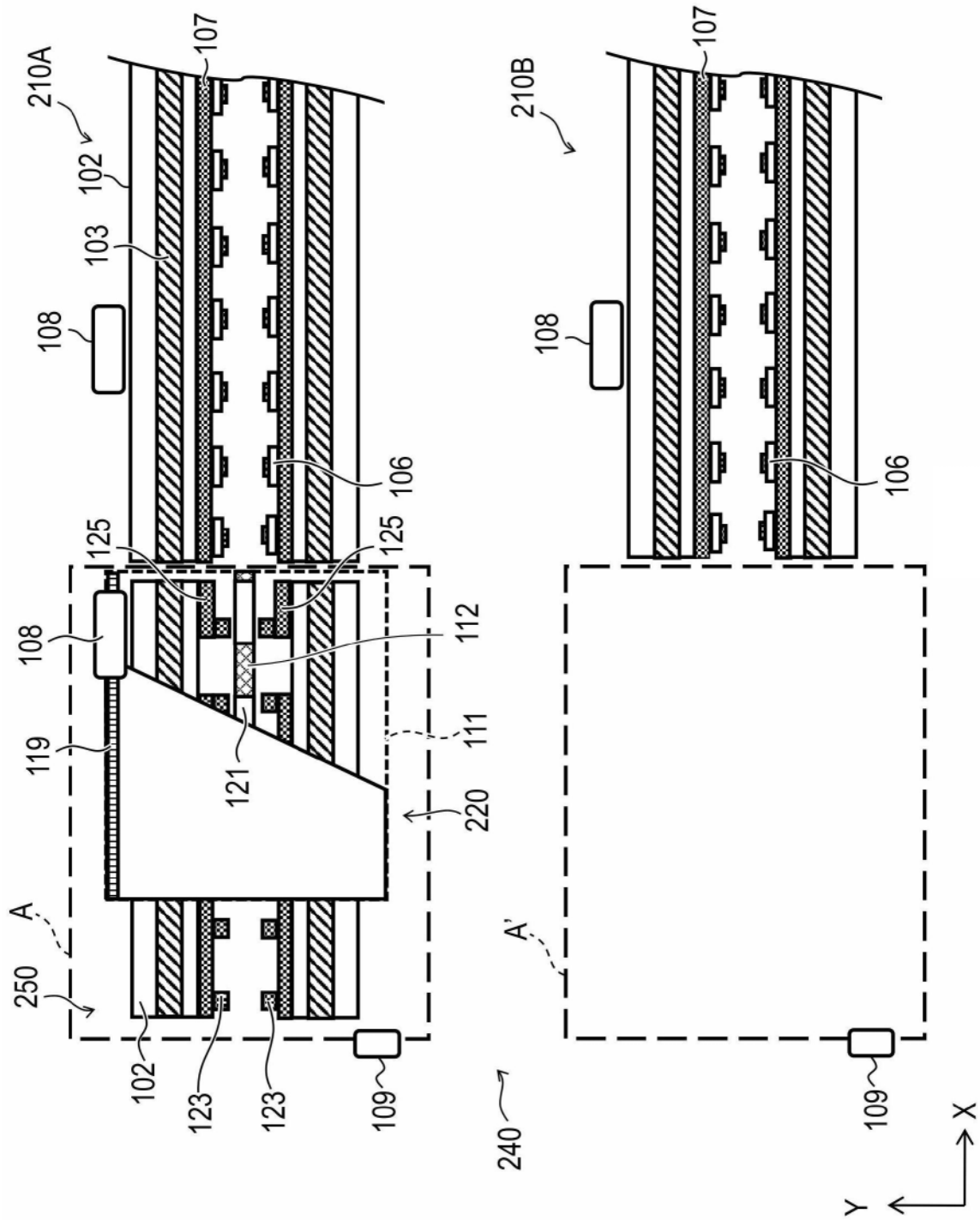


图9

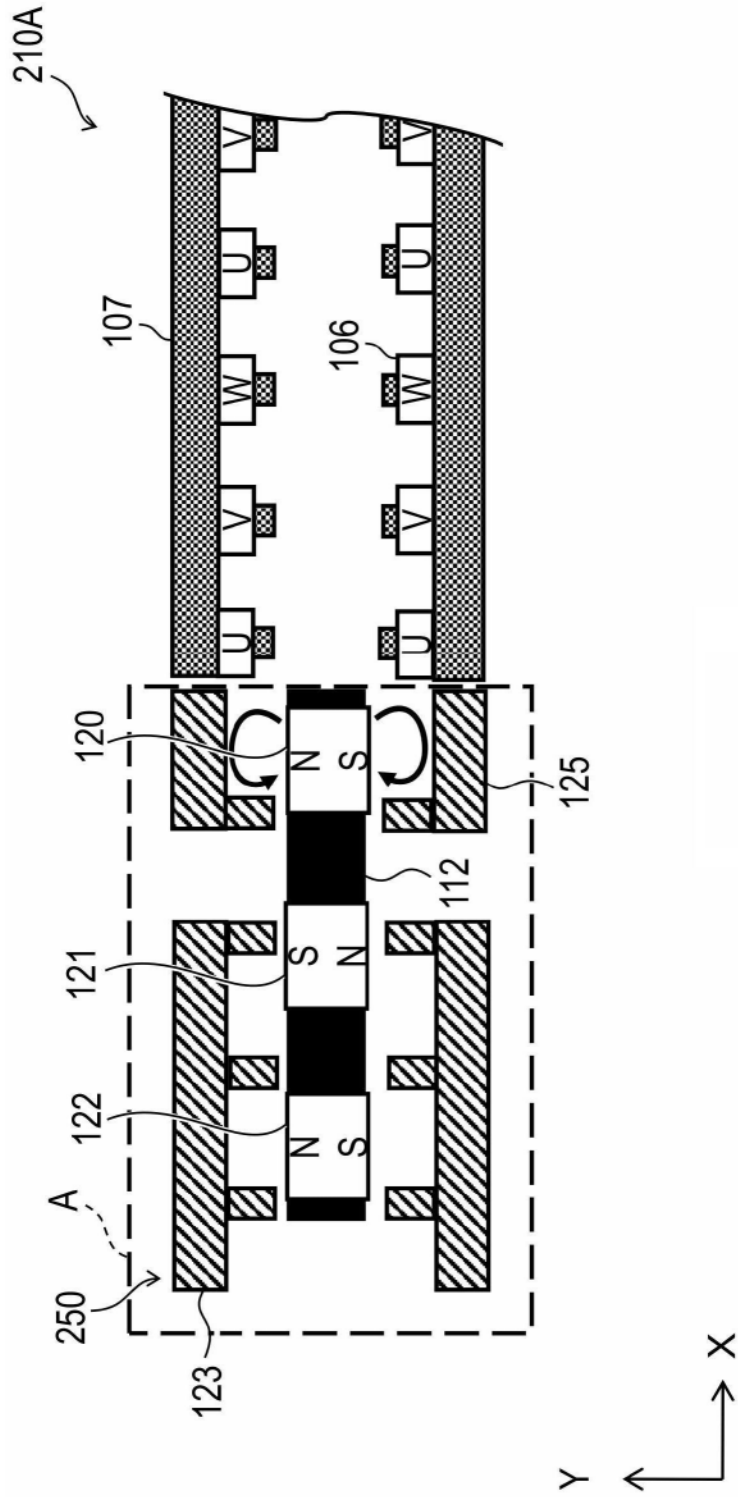


图10

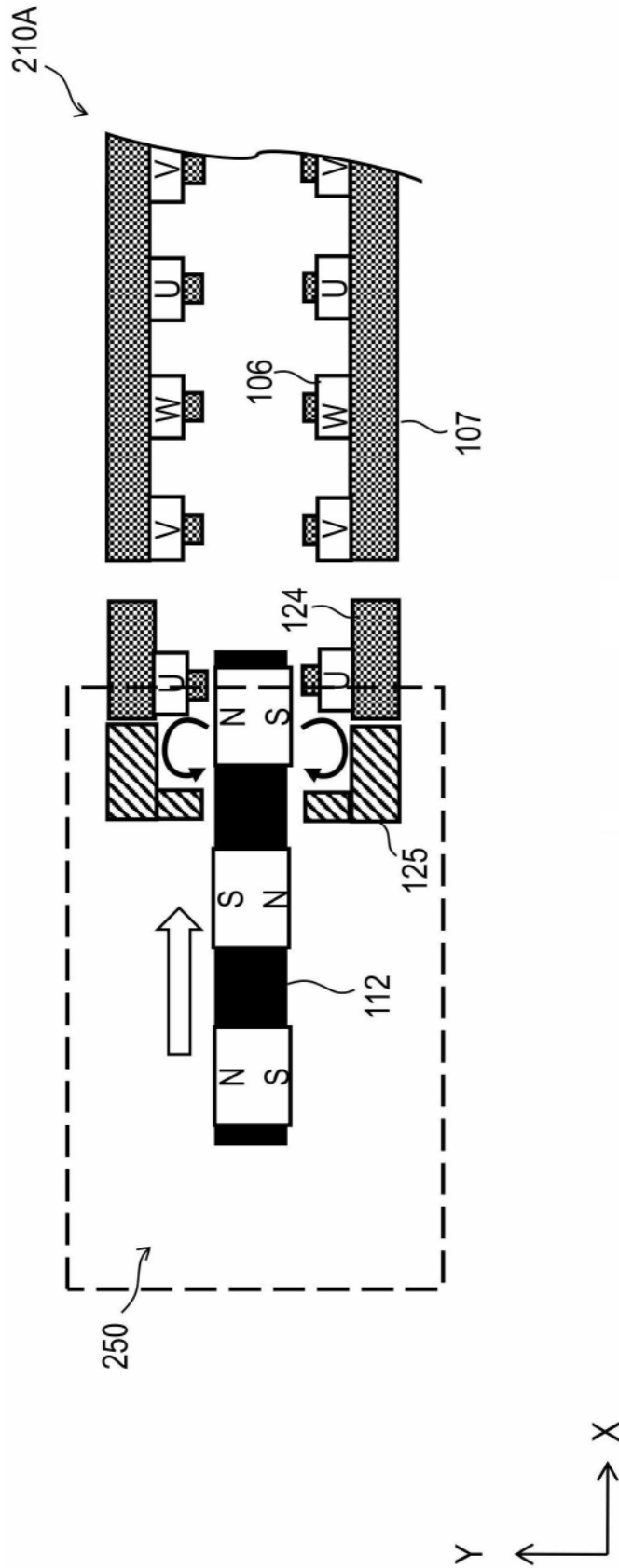


图11B

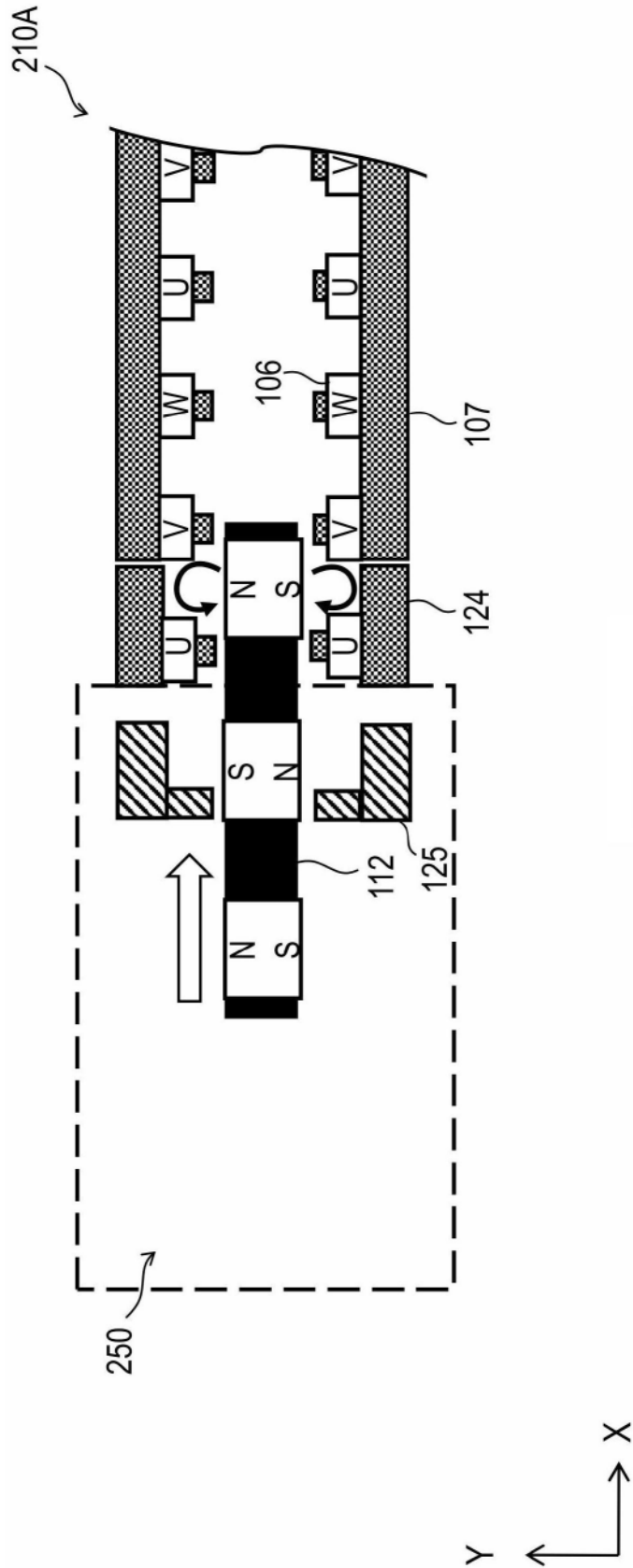


图11C

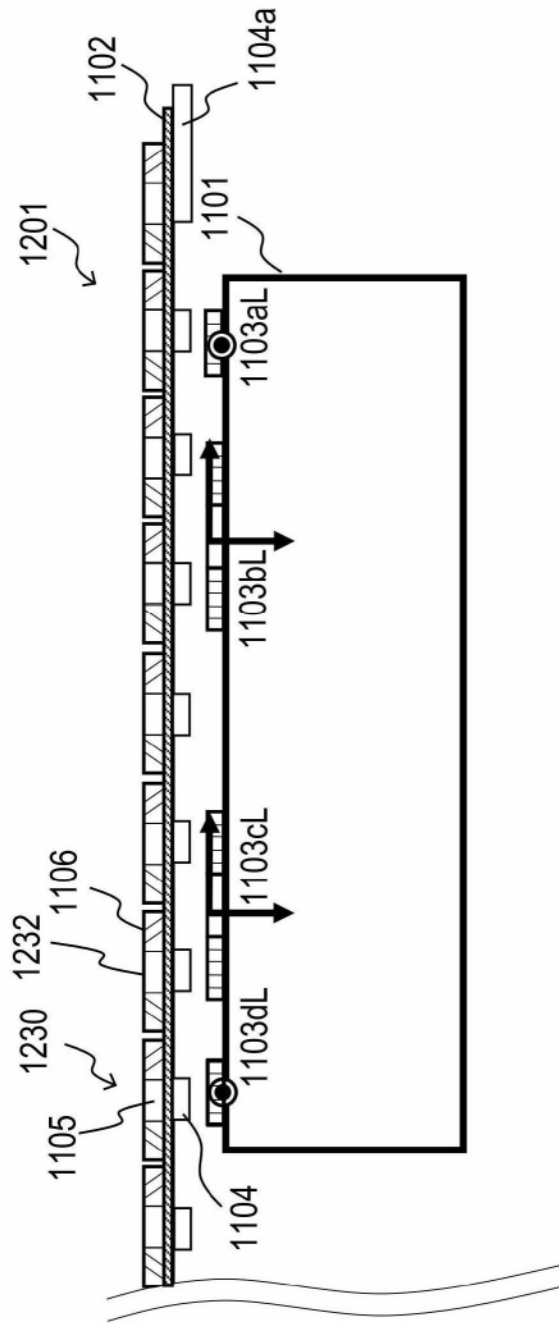


图12A

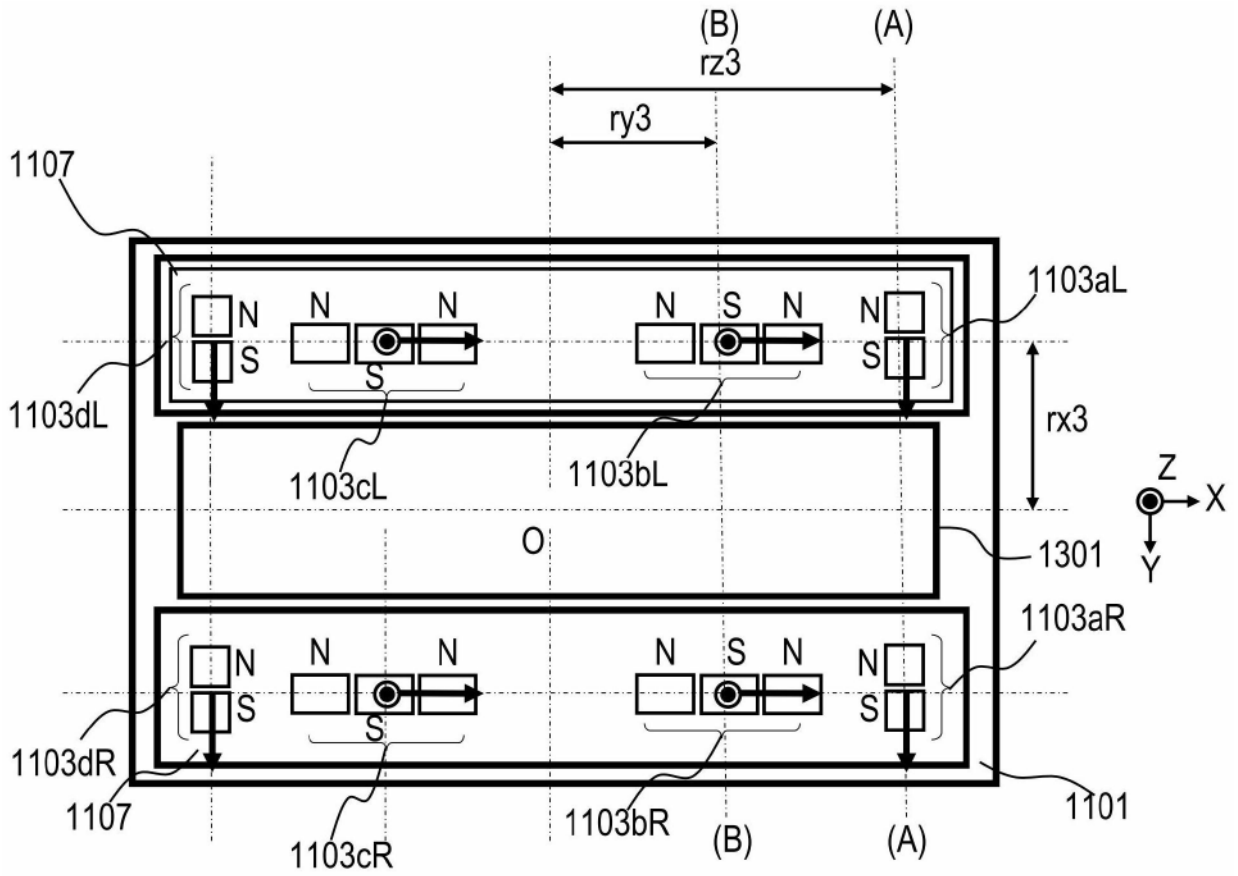


图12B

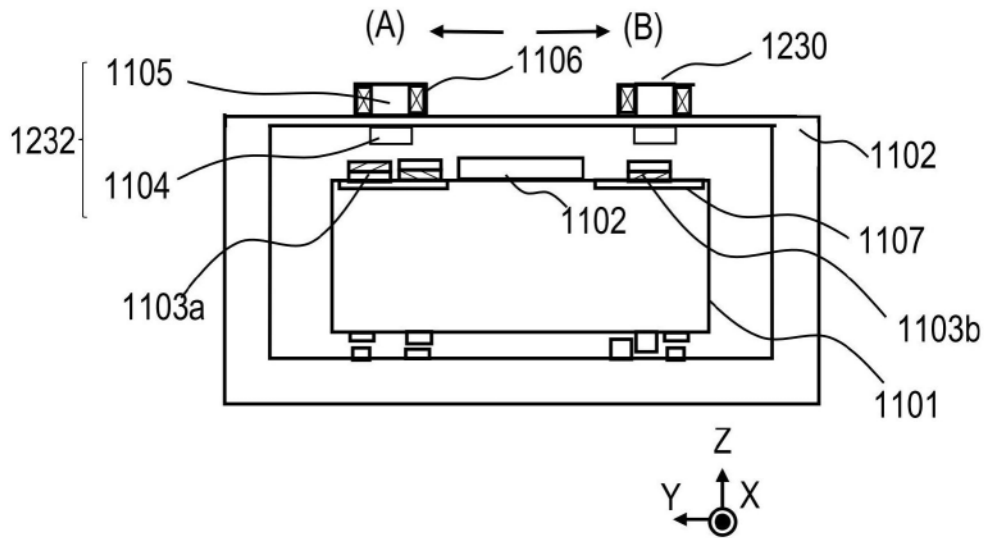


图13