



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120051925 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 27

(21) 申请号 202380057229.6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2023.04.21

H02N 2/02 (2006.01)

H02N 2/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2025.02.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2023/089688 2023.04.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/216614 EN 2024.10.24

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

(72) 发明人 荣一骑 金泽元 徐惠明

(74) 专利代理机构 北京中博世达专利商标代理
有限公司 11274

专利代理师 赵丹

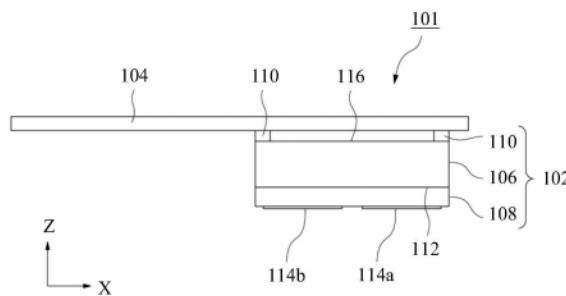
权利要求书1页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

振动电机

(57) 摘要

一种振动电机(101)包括:振动元件(102);包括:具有平面或棒状形状并且X方向为纵向方向的弹性元件(106);设置在所述弹性元件(106)的第一表面(112)上的压电元件(108),所述第一表面(112)在垂直于所述X方向的Z方向上具有法线;以及从所述弹性元件(106)的第二表面(112)突出的至少两个摩擦接触元件(110),所述第二表面(112)与所述第一表面(110)相对;按压于该摩擦接触元件(110)的活动元件(104),其中,该振动元件(102)用于通过将具有预定频率的交流电压信号施加到该压电元件(108)上,使所述摩擦接触元件(110)在ZX平面上产生椭圆形振动,从而引起在所述X方向上拉伸和收缩的拉伸振动和在所述Z方向上变形的弯曲振动,以及所述活动元件(104)用于通过所述摩擦接触元件(110)的所述椭圆形振动在所述X方向和-X方向上相对于所述摩擦接触元件(110)运动。



1. 一种振动电机,其特征在于,包括:
振动元件,所述振动元件包括:
具有平面或棒状形状并且X方向为纵向方向的弹性元件;
设置在所述弹性元件的第一表面上的压电元件,所述第一表面平行于所述X方向;
从所述弹性元件的第二表面突出的至少两个摩擦接触元件,所述第二表面为在Z方向上与所述第一表面相对的表面,其中,所述Z方向为所述弹性元件的厚度方向,并且所述Z方向垂直于所述X方向;
压靠在所述摩擦接触元件上的活动元件,
其中,所述振动元件用于通过将具有预定频率的交流电压信号施加到所述压电元件上,使所述摩擦接触元件产生在所述X方向上拉伸和收缩的拉伸振动和在所述Z方向上变形的弯曲振动,
其中,所述活动元件用于通过所述摩擦接触元件的所述振动在所述X方向的平面上相对于所述摩擦接触元件运动。
2. 根据权利要求1所述的振动电机,其特征在于,所述弹性元件具有长方体形状。
3. 根据权利要求1或2所述的振动电机,其特征在于,
所述拉伸振动是所述振动元件的初级拉伸振动模式下的振动,
所述弯曲振动是所述振动元件的次级弯曲振动模式下的振动。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的振动电机,其特征在于,
所述压电元件具有平面长方体形状,
所述压电元件在与所述第一表面相对表面上包括两个电极,所述第一表面与所述弹性元件接触,
所述压电元件在所述Z方向上极化。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的振动电机,其特征在于,所述摩擦接触元件设置在所述弹性元件的所述纵向方向上的两端处或附近。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的振动电机,其特征在于,还包括支撑元件,所述支撑元件用于在与所述振动元件的所述拉伸振动的节点和所述弯曲振动的节点两者相对应的部分处支撑所述弹性元件。
7. 根据权利要求1至6任一项所述的振动电机,其特征在于,所述弹性元件在垂直于所述X方向和所述Z方向的Y方向上的尺寸与所述弹性元件在所述Z方向上的尺寸的比值大于或等于1.5。

振动电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种振动电机。

背景技术

[0002] 振动电机通常包括产生椭圆形振动的振动元件和压靠在振动元件上的活动元件。活动元件由产生椭圆形振动的振动元件的摩擦作为驱动力而驱动。振动电机结构简单,外形尺寸小,可实现精确且安静的驾驶。因此,振动电机用作摄像头自动对焦的镜头驱动机构、摄像头平台的枢轴驱动机构以及OA设备的驱动电机。在此类振动电机中,有一种振动电机通过在振动元件上引起两个相互垂直的弯曲振动(弯曲振动)而在驱动传动元件上产生椭圆形振动,并提供与驱动传动元件摩擦接触的活动元件的相对运动(例如,参见专利公开1)。

[0003] 图11示出了传统振动电机1101。如图11中的(a)所示,振动电机1101包括振动元件1102和活动元件1104。例如,振动元件1102具有在XY平面上延伸且X方向为纵向方向、Z方向为厚度方向的平面结构。例如,活动元件1104具有X方向为纵向方向的棒状结构。振动元件1102包括:由金属等弹性材料构成的弹性元件1106;设置在弹性元件1106的垂直于Z方向的第一表面上并且由PZT等压电材料构成的压电元件1108;设置在弹性元件1106的与第一表面相对的第二表面上并且从第二表面突出的至少两个摩擦接触元件1110、1112。活动元件1104通过未示出的弹簧等偏置装置压靠在摩擦接触元件1110、1112上。如图11中的(b)所示,压电元件1108上设置有两个电极1114,交流电压信号(alternating current voltage signal, AC电压信号)可以施加到电极1114上。当同相的AC电压信号施加到电极1114上时,压电元件1108和弹性元件1106一起在Z方向上同相变形(模式A),如图11中的(c)所示。当反相的AC电压信号施加到电极1114上时,设置在压电元件1108上的两个电极的部分和弹性元件1106在Z方向上反相变形(模式B),如图11中的(d)所示。当同相和反相的AC电压信号叠加并同时施加到电极1114上时,模式A和模式B叠加,在摩擦接触元件1110、1112的尖端上引起摆动式振动,从而使摩擦接触元件1110、1112在ZX平面上产生椭圆形振动。椭圆形振动产生的摩擦力传递到压靠在摩擦接触元件1110、1112上的活动元件1104上,以使活动元件在X方向上运动。

[0004] 当使用图11所示的振动元件1102来配置振动电机时,需要如上所述在摩擦接触元件1110、1112上引起摆动式振动,从而引起活动元件1104在X方向上的往复运动。因此,为了放大在X方向上的振动,需要在Z方向上提供更大尺寸的摩擦接触元件1110、1112。这些尺寸应为振动元件1102的整个厚度的一半或以上。换句话说,由于摩擦接触元件1110、1112的存在,振动元件1102的厚度应为弹性元件1106的两倍或以上。这样阻碍了振动电机最小化。

[0005] 此外,由于振动电机利用振动元件的振动作为活动元件的驱动力,因此优选在不妨碍振动的情况下支撑振动元件,并防止振动传递到其它元件。因此,在振动电机利用上述模式A和模式B下的振动的情况下,优选在模式A和模式B下的振动的节点叠加的部分处支撑振动元件。然而,在模式A和模式B下的振动的节点叠加的部分处支撑图11所示的平面振动

元件具有困难。专利公开2在如图12所示的振动元件1202的两侧提供了平面支撑件1204。平面支撑件1204不设置在振动元件1202的振动的节点处。因此,为了不妨碍振动并防止振动传递到其它元件,平面支撑件1204具有复杂的形状来缓冲振动。这样的支撑件结构阻碍了振动元件最小化,并且限制了振动元件在包括振动电机的设备中的实现。

[0006] 如上所述,存在以下问题:振动电机通过振动元件的两个相互垂直的弯曲振动在驱动传动元件上引起椭圆形振动,并引起活动元件相对于振动元件的运动(其中,活动元件与驱动传动元件摩擦接触),为了在该振动电机中提供X方向上的往复运动,摩擦接触元件突出,增加了振动元件的厚度。此外,为了不妨碍振动,必须采用结构复杂的支撑件。这种支撑件存在以下问题:阻碍了振动元件最小化,并且限制了振动元件在包括振动电机的设备中的实现(振动电机在该设备中需要更大空间)。

[0007] 专利公开1:日本未审专利申请,首次公开第2011-234608号

[0008] 专利公开2:日本未审专利申请,首次公开第2013-187974号

发明内容

[0009] 本发明要解决的问题

[0010] 本发明解决在安装振动电机的设备中振动电机需要较大空间的问题。

[0011] 解决问题的方式

[0012] 本发明提供了一种在大致具有长方体形状的振动元件的纵向方向上被驱动的活动元件,并且通过振动元件在纵向方向上拉伸和收缩的振动模式提供活动元件在纵向方向上的往复运动。

[0013] 根据本发明的振动电机包括:

[0014] 振动元件,所述振动元件包括:

[0015] 具有平面或棒状形状并且X方向为纵向方向的弹性元件;

[0016] 设置在所述弹性元件的第一表面上的压电元件,所述第一表面在垂直于所述X方向的Z方向上具有法线(所述第一表面平行于所述X方向);

[0017] 从所述弹性元件的第二表面突出的至少两个摩擦接触元件,所述第二表面为在Z方向上与所述第一表面相对的表面,其中,所述Z方向为所述弹性元件的厚度方向,并且所述Z方向垂直于所述

[0018] X方向;

[0019] 压靠在所述摩擦接触元件上的活动元件,

[0020] 其中,所述振动元件用于通过将具有预定频率的交流电压信号施加到所述压电元件上,使所述摩擦接触元件在ZX平面上(在Z方向和-X方向上)产生椭圆形振动,从而引起在所述X方向上拉伸和收缩的拉伸振动和在所述Z方向上变形的弯曲振动。

[0021] 其中,所述活动元件用于通过所述摩擦接触元件的所述椭圆形振动在所述X方向(X方向和-X方向)的平面上相对于所述摩擦接触元件运动。

[0022] 在本发明的振动电机中,所述弹性元件具有长方体形状。

[0023] 在本发明的振动电机中,所述拉伸振动是所述振动元件的初级拉伸振动模式下的振动,所述弯曲振动是所述振动元件的次级弯曲振动模式下的振动。

[0024] 在本发明的振动电机中,所述压电元件具有平面长方体形状,所述压电元件在与

所述第一表面相对的表面上包括两个电极,所述第一表面与所述弹性元件接触,所述压电元件在所述Z方向上极化。

[0025] 在本发明的振动电机中,所述摩擦接触元件设置在所述弹性元件的所述纵向方向上的两端处或附近。

[0026] 本发明的振动电机还包括支撑元件,所述支撑元件用于在与所述振动元件的所述拉伸振动的节点和所述弯曲振动的节点两者相对应的部分处支撑所述弹性元件。

[0027] 在本发明的振动电机中,所述弹性元件在垂直于所述X方向和所述Z方向的Y方向上的尺寸与所述弹性元件在所述Z方向上的尺寸的比值大于或等于1.5。

[0028] 可替换地,根据本发明的振动电机包括:

[0029] 振动元件,所述振动元件包括:

[0030] 具有平面或棒状形状并且X方向为纵向方向的弹性元件;

[0031] 设置在所述弹性元件的第一表面上的压电元件,所述第一表面在垂直于所述X方向的Z方向上具有法线(所述第一表面平行于所述X方向);

[0032] 设置在所述弹性元件的第二表面上且在所述弹性元件的所述纵向方向上的两端处或附近的至少两个摩擦接触元件,所述第二表面在Z方向上与所述第一表面相对,其中,所述Z方向为所述弹性元件的厚度方向,并且所述Z方向垂直于所述X方向;

[0033] 压靠在所述摩擦接触元件上的活动元件,

[0034] 其中,所述振动元件用于通过将具有预定频率的交流电压信号施加到所述压电元件上,使所述摩擦接触元件在ZX平面上(在Z方向和-X方向上)产生椭圆形振动,从而引起在所述X方向上拉伸和收缩的拉伸振动和在所述Z方向上变形的弯曲振动。

[0035] 其中,所述活动元件用于通过所述摩擦接触元件的所述椭圆形振动在所述X方向(X方向和-X方向)的平面上相对于所述摩擦接触元件运动。

[0036] 在本发明的振动电机中,所述弹性元件具有长方体形状。

[0037] 在本发明的振动电机中,所述拉伸振动是所述振动元件的初级拉伸振动模式下的振动,所述弯曲振动是所述振动元件的次级弯曲振动模式下的振动。

[0038] 在本发明的振动电机中,所述压电元件具有平面长方体形状,所述压电元件在与所述第一表面相对的表面上包括两个电极,所述第一表面与所述弹性元件接触,所述压电元件在所述Z方向上极化。

[0039] 在本发明的振动电机中,所述摩擦接触元件是所述弹性元件的边缘线,其中,所述弹性元件在所述Z方向上具有法线的表面和所述弹性元件在所述X方向上具有法线的表面相互接触,所述活动元件压靠在所述摩擦接触元件上,使得所述活动元件朝着所述Z方向以凸形方式变形。

[0040] 本发明的振动电机还包括支撑元件,所述支撑元件用于在与所述振动元件的所述拉伸振动的节点和所述弯曲振动的节点两者相对应的部分处支撑所述弹性元件。

[0041] 在本发明的振动电机中,所述弹性元件在垂直于所述X方向和所述Z方向的Y方向上的尺寸与所述弹性元件在所述Z方向上的尺寸的比值大于或等于1.5。

[0042] 发明效果

[0043] 本发明有利地提供了一种具有较小尺寸的振动电机。这样可以使安装振动电机的设备小型化。

附图说明

- [0044] 图1示出了根据本发明第一实施例的振动电机的侧视图。
- [0045] 图2示出了根据本发明第一实施例的振动电机的透视图。
- [0046] 图3示出了根据本发明第一实施例的振动电机的振动模式。
- [0047] 图4示出了本发明第一实施例的可替换示例的侧视图。
- [0048] 图5示出了根据本发明第一实施例的支撑振动电机的一种机构的平面图。
- [0049] 图6示出了根据本发明第一实施例的支撑振动电机的机构的透视图。
- [0050] 图7示出了根据本发明第一实施例的支撑振动电机的另一种机构的透视图。
- [0051] 图8示出了本发明第一实施例的可替换示例的平面图。
- [0052] 图9示出了根据本发明第二实施例的振动电机的透视图。
- [0053] 图10示出了根据本发明第三实施例的振动电机的侧视图。
- [0054] 图11示出了根据现有技术的振动电机。
- [0055] 图12示出了根据现有技术的振动电机。

具体实施例

[0056] 根据本发明的振动电机包括振动元件和活动元件,其中,振动元件包括:具有平面或棒状形状的弹性元件;设置在弹性元件上的压电元件;设置在弹性元件上的至少两个摩擦接触元件,其中,活动元件压靠在摩擦接触元件上。振动电机可以包括用于支撑振动元件的支撑元件。弹性元件可以通过施加到设置在压电元件上的电极上的交流(alternating current, AC)电压信号,以两种振动模式进行振动。其中一种振动模式为弹性元件在纵向方向上拉伸和收缩的拉伸振动模式,另一种为弹性元件在垂直于拉伸振动模式的拉伸和收缩方向的方向上弯曲的弯曲振动模式。通过以时间相位差叠加这两种振动模式的方式产生这些振动模式,可以在设置在弹性元件上的摩擦接触元件上引起椭圆形振动。压靠在摩擦接触元件上的活动元件在振动元件的纵向方向上的摩擦力作用下相对于振动元件运动。这使得在安装振动电机的设备中振动电机所需的空间更小,并使安装振动电机的设备最小化。

[0057] 实施例1

[0058] 图1示出了根据本发明第一实施例的包括振动元件102和活动元件104的振动电机101的侧视图。图2示出了振动元件102的透视图。振动元件102包括弹性元件106、压电元件108和至少两个摩擦接触元件110。用于支撑振动电机101的装置未在图1中示出。

[0059] 弹性元件106具有平面或棒状形状,其纵向方向为X方向,短方向为Y方向。在一些实施例中,弹性元件106可以具有长方体形状。在一些实施例中,弹性元件106可以由弹性材料等构成,或者可以由不锈钢(stainless steel, SUS)等金属构成。

[0060] 压电元件108设置在弹性元件106的第一表面112上并与第一表面112结合,第一表面112在垂直于X方向的Z方向上具有法线。结合可以包括使用粘合剂进行的粘合以及使用焊料或钎焊材料进行的焊接等,但不限于这些方面。在一些实施例中,压电元件108可以具有平面长方体形状。压电元件108可以在与设置弹性元件106的表面相对的表面包括两个电极114a、114b。AC电压信号分别施加到电极114a、114b上。压电元件108的与设置电极114a、114b的表面相对的表面可以保持在接地电位。压电元件108可以在Z方向上极化。压电元件108可以由锆钛酸铅(lead zirconate titanate, PZT)等压电材料构成。

[0061] 至少两个摩擦接触元件110可以设置在弹性元件106的与第一表面112相对的第二表面116上。摩擦接触元件110可以设置在弹性元件106的X方向的两端或两端附近。例如,摩擦接触元件110可以具有在Z方向上从第二表面116突出的结构。摩擦接触元件110可以为例如具有圆形截面的圆柱形形状或者在XY平面上具有多边形截面的棱柱形状。可替换地,摩擦接触元件110可以具有圆锥或多边形棱锥形状,或者圆锥或棱锥的截头椎体形状。这样的配置可以促进摩擦接触元件110的形成,并且可以增加在摩擦接触元件110和活动元件104之间作用的摩擦力。

[0062] 图3示出了在将各种类型的AC电压信号施加到压电元件108的电极114a、114b的情况下振动元件102的振动模式。振动元件102可以以图3中的(a)所示的初级拉伸振动模式和图3中的(b)所示的次级弯曲振动模式等进行振动。这些振动模式可以分别具有初级谐振频率和次级谐振频率。

[0063] 当将具有相同相位和相同电压的初级谐振频率上的AC电压信号施加到电极114a、114b上时,振动元件102可以在X方向上交替地以初级谐振频率拉伸和收缩(如图3中的(a)所示的点状图案),并以初级拉伸振动模式进行振动。主振动模式的节点302位于振动元件102的中心,节点302处不会发生振动引起的位移。

[0064] 将反相且具有相同电压的次级谐振频率上的AC电压信号分别施加到电极114a、114b上时,振动元件102可以引起次级谐振频率的弯曲运动,使得振动元件102在纵向方向上的两端在Z方向上彼此相对地位移,如图3中的(b)所示。这种振动可能是次级弯曲振动模式。节点302也是次级弯曲振动模式的节点。

[0065] 初级拉伸振动模式的谐振频率和次级拉伸振动模式的谐振频率大致与振动元件102的长度(X方向上的尺寸)成反比。初级拉伸振动模式的谐振频率与振动元件102的宽度(Y方向上的尺寸)和厚度(Z方向上的尺寸)没有明显的关系。另一方面,次级弯曲振动模式的谐振频率与振动元件102的宽度没有明显的关系,但大致与振动元件102的厚度成比例。因此,可以选择振动元件102的适当厚度,并通过利用振动元件102的厚度发生变化时这两个谐振频率以不同方式发生变化这一知识,使振动元件102的初级拉伸振动模式的谐振频率和次级弯曲振动模式的谐振频率大致匹配。例如,假设由PZT构成的压电元件108的长度、宽度和厚度分别为3mm、1mm和0.3mm,由不锈钢构成的弹性元件106的长度、宽度和厚度分别为3mm、1mm和0.66mm。在这种情况下,初级拉伸振动模式的谐振频率和次级弯曲振动模式的谐振频率均为745kHz,相互匹配。这些尺寸和谐振频率只是一种设计变更。尺寸和谐振频率可以适当地选择,使得初级拉伸振动模式的谐振频率和次级弯曲振动模式的谐振频率以优选值相互匹配,以响应振动电机的尺寸和材料等特性以及振动电机和安装振动电机的设备的操作特性。

[0066] 可以通过以90度时间相位差同时引起这两种振动模式,在ZX平面上引起振动元件102的摩擦接触元件110的椭圆形振动。换句话说,同相的AC电压信号和反相的AC电压信号以叠加的方式以90度时间相位差施加到电极114a、114b上。这些AC电压信号以叠加的方式以90度时间相位差引起图3中的(a)所示的使摩擦接触元件110大致在X方向上振动的初级拉伸振动模式下的振动,以及图3中的(b)所示的使摩擦接触元件110大致在Z方向上振动的次级弯曲振动模式下的振动,这两种振动模式的合成振动在ZX平面上为椭圆形振动。

[0067] 压靠在引起椭圆形振动的摩擦接触元件110上的活动元件104通过从摩擦接触元

件110施加的摩擦力在X方向上运动,从而通过未示出的连接到活动元件104的输出传动构件将驱动力传递到外部。本发明的振动电机的振动元件102的振动模式中的拉伸振动模式有助于活动元件104的运动。因此,摩擦接触元件110不需要像图11所示的传统振动电机那样具有放大振动的功能。摩擦接触元件110的突出结构的目的是限制由椭圆形振动引起的驱动力传递到与活动元件104接触的部分。由于不需要放大振动的功能,因此,只要能够避免活动元件104和弹性元件106之间的接触,就可以使摩擦接触元件110在Z方向上的长度最小化。换句话说,使由于摩擦接触元件110引起的振动元件102的厚度增加最小化。

[0068] 可替换地,当同相的AC电压信号和反相的AC电压信号以叠加的方式施加使得时间相位差为-90度时,椭圆形振动的旋转方向反转。因此,活动元件104可以在-X方向上运动。通过这种方式可以实现活动元件104在X方向上的往复运动。例如,在如图4所示活动元件104固定且振动元件102相对于活动元件104运动的实施例中,振动元件102在大致具有长方体形状的振动元件102的纵向方向上运动。因此,如图4所示的虚线包围的一小块区域就是本申请的振动电机101所需的空間,包括振动元件102所经过的空间。另外,振动元件薄且小,本发明的振动电机在设备中占用的空间小,从而可以实现设备小型化。

[0069] 接下来讨论用于支撑本发明的振动元件的方法。振动元件的支撑优选地不妨碍用于驱动的振动模式下的振动,并且优选地相对于驱动方向具有刚度,使得振动元件的位置不会因驱动力的反作用力而改变。用于驱动力的振动模式下的振动的节点通常被认为是一种不妨碍振动的方法。然而,许多振动电机利用多种振动模式,例如本发明的振动电机101。因此,用于支撑振动元件的位置优选为多种振动模式中的任一振动模式的节点。

[0070] 在本发明中,振动元件102的初级拉伸振动模式的节点和次级弯曲振动模式的节点与图3所示的节点302匹配。因此,本发明的振动元件102优选地在节点302处支撑。

[0071] 图5示出了用于支撑图1至图4所示的振动电机101的方法的平面图。图6示出了用于支撑图1至图4所示的振动电机101的一种方法的透视图。用于支撑振动元件102的支撑元件502包括基座504和具有棒状形状并且从基座504延伸的至少两个支撑臂506。支撑构件508设置在每个支撑臂506的端部,并且从支撑臂506垂直延伸。支撑构件508与振动元件102的第三表面514和第四表面516的固定点510、512接触。第三表面514和第四表面516中的每一个表面具有在Y方向上的法线。固定点510、512对应于振动元件102的初级拉伸振动模式和次级弯曲振动模式的节点302。例如,支撑元件502具有薄板形状,由磷青铜构成。支撑元件502的基座504、支撑臂506和支撑构件508可以在XY平面上延伸。因此,支撑元件502易于用一块板制作而成。用于固定的两个孔518可以设置在基座504上。例如,螺钉插入孔518中进行固定,并且基座504可以连接到未示出的固定构件,以固定和支撑振动元件102。

[0072] 支撑构件508可以在固定点510、512处连接到振动元件102。例如,接头可以通过使用粘合剂进行粘合或使用焊料或钎焊材料进行焊接来安装,但不限于这些方案。由于固定点510、512对应于振动元件102的初级拉伸振动模式和次级弯曲振动模式的节点,因此支撑构件508不会妨碍振动元件102的振动模式。可替换地,在不使用粘合或焊接的情况下,振动元件102可以通过机械方式支撑。例如,凹坑可以设置在固定点510、512处,并且两个支撑构件508之间的间隔可以小于固定点510、512处的凹坑的底部之间的间隔。在这种情况下,支撑构件508可以装配在凹坑中,并且可以通过机械方式固定和支撑振动元件102。因此,振动电机101易于组装。此外,图5和图6所示的配置具有不增加振动电机的厚度(Z方向上的尺

寸)的优点。

[0073] 图7示出了用于支撑图1至图4所示的振动电机101的另一种方法的透视图。支撑元件702包括基座704和具有棒状形状并且从基座704延伸的至少两个支撑臂706。支撑构件708设置在每个支撑臂706的端部,并且从支撑臂706垂直延伸。支撑元件702与图5和图6所示的支撑元件502的不同之处在于支撑臂706在Z方向上从基座704延伸。振动元件102由支撑构件708支撑,支撑方式与参考图5和图6讨论的支撑元件502相似,因此不详细解释支撑方法。

[0074] 由于图7所示的支撑元件702的基座704在Z方向上位于振动元件102下方,因此有利的是,尽管在Z方向上的尺寸较大,但振动电机101在XY平面上的投影面积变小。

[0075] 如上所述,支撑元件可以连接到与初级拉伸振动模式和次级弯曲振动模式的节点相对应的振动元件的部分。支撑元件的形状可以根据实现本发明振动电机的设备进行选择。

[0076] 本发明的振动电机101通过以时间相位差同时引起初级拉伸振动模式和次级弯曲振动模式,而在摩擦接触元件110上引起振动电机101的弯曲方向上(换句话说,厚度方向上)的椭圆形振动,摩擦接触元件110设置在弹性元件106的端部处或附近。在初级拉伸振动模式下,振动元件102在纵向方向上拉伸和收缩。在次级弯曲振动模式下,振动元件102在垂直于初级拉伸振动模式的拉伸方向的方向上弯曲。压靠在摩擦接触元件110上的活动元件104在由摩擦接触元件110的椭圆形振动引起的摩擦力作用下在纵向方向上相对于振动元件102运动。这使得振动元件薄且小。此外,这使得在安装振动电机的设备中振动电机所需的空間更小,并使安装振动电机的设备最小化。

[0077] 在图1至图4所示的实施例中,压电元件108的极化在整个表面的Z方向上相同。此外,电极的划分模式提供两个电极114a、114b,如图1和图2所示。因此,振动电机101通过以叠加的方式向电极114a、114b施加引起初级拉伸振动模式和次级弯曲振动模式的AC电压信号来引起初级拉伸振动模式和次级弯曲振动模式下的振动。然而,压电元件的极化模式、电极划分模式以及施加AC电压信号的方法并不限于这些方面,同时引起初级拉伸振动模式和次级弯曲振动模式的振动即可。

[0078] 图8示出了另一实施例的具有五个电极的振动电机801的压电元件808。压电元件808在电极814a至814c的区域中的厚度方向上的极化与压电元件808在电极814d和814e的区域中的厚度方向上的极化相反。当AC电压信号施加到端子Va上时,在整个压电元件808的X方向上同相产生拉伸振动,引起初级拉伸振动模式下的振动。当AC电压信号施加到端子Vb上时,在电极814b和814c的区域中产生相位与在电极814d和814e的区域中引起的拉伸振动相反的拉伸振动,引起次级弯曲振动模式下的振动。在其它实施例中,堆叠的压电元件可以产生类似的效果。只要能同时引起初级拉伸振动模式下的振动和次级弯曲振动模式下的振动,便可以采用任何电极模式、压电元件的极化模式和施加AC电压信号的方法。

[0079] 此外,拉伸振动模式和弯曲振动模式可以不分别限于初级振动和次级振动。只要能在ZX平面上引起椭圆形振动,就可以采用任何其它阶次振动模式。

[0080] 此外,弹性元件106的形状可以不限于长方体形状。弹性元件106可以具有使拉伸振动在X方向上引起拉伸和收缩并且使弯曲振动在Z方向上引起位移的形状。例如,弹性元件106可以具有通过将长方体形状的边缘切成斜面而获得的八角形截面。

[0081] 实施例2

[0082] 图9示出了本发明第二实施例的振动电机901的振动元件902的透视图。图9中的(a)示出了侧面设置有压电元件108的振动元件902。图9中的(b)示出了侧面设置有摩擦接触元件110的振动元件902。与图1和图2所示的第一实施例的振动电机101中的标记相同的标记表示相同的组件。与第一实施例的振动电机101类似,也提供了未示出的组件。虽然第二实施例的振动元件902在Y方向上的尺寸(换句话说,宽度)大于第一实施例的振动元件102的宽度,但是其它配置与第一实施例的配置类似。虽然在第一实施例中,振动元件102的宽度与振动元件102的厚度(Z方向上的尺寸)大致相同,但是在第二实施例中,宽度相对于厚度的比值约为3。

[0083] 一般来说,振动元件的体积越大,振动元件的振动能量就越大,振动电机的输出功率就可以增大。振动元件的振动能量较大提供了以下优点:振动元件受扰动的影响较小,并且易于控制。

[0084] 如在第一实施例中所讨论的,初级拉伸振动模式的谐振频率和次级弯曲振动模式的谐振频率与振动元件的宽度没有明显的关系。因此,即使第二实施例的振动元件902的宽度大于厚度,也可以将振动元件902设计成使得两种振动模式的谐振频率相互匹配。如在第一实施例中所讨论的,这样可以产生椭圆形振动。只要安装振动电机的设备的布局允许,就可以通过增大宽度来增加振动元件902的体积。因此,可以获得输出功率更大、受扰动影响更小且易于控制的振动电机。

[0085] 在图9所示的第二实施例中,宽度相对于厚度的比值约为3,但不限于此值。例如,比值大于或等于1.5是有利的,因为可以获得更大的输出功率。

[0086] 实施例3

[0087] 图10示出了本发明第三实施例的振动电机1001的侧视图。与图1和图2所示的第一实施例的振动电机101的标记相同的标记表示相同的组件。下文讨论与第一实施例的不同之处。

[0088] 振动元件102的配置与第一实施例的突出的摩擦接触元件110并不对应。由于活动元件1004压靠在弹性元件106上,活动元件1004朝Z方向以凸形方式变形和弯曲。活动元件1004在X方向上与弹性元件106的端部接触。因此,弹性元件106在X方向上的端部,或更具体地,弹性元件106在Z方向上具有法线的表面和弹性元件106在X方向上具有法线的表面之间的边缘用作摩擦接触元件1010。

[0089] 在具有这种配置的振动电机1001中,当在第一实施例中说明的AC电压信号施加到压电元件108的电极114a、114b上时,摩擦接触元件1010的椭圆形振动在ZX平面上产生。因此,压靠在摩擦接触元件1010上的活动元件1004在摩擦力作用下在X方向上相对于振动元件102运动。因此,即使摩擦接触元件没有突出的结构,振动元件在纵向方向上的端部也可以用作摩擦接触元件,这样可以使振动元件的制造更加容易。

[0090] 如参考图1至图10所讨论的,本发明的振动电机不需要在安装振动电机的设备中占用大空间,因此设备可以小型化。因此,本发明的振动电机可用于小型便携式设备。

[0091] 尽管对本发明实施例进行了示例性描述,但本领域技术人员可以容易地理解,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以进行各种修改和变更。

[0092] 标记

- [0093] 101:振动电机
- [0094] 102:振动元件
- [0095] 104:活动元件
- [0096] 106:弹性元件
- [0097] 108:压电元件
- [0098] 110:摩擦接触元件
- [0099] 112:第一表面
- [0100] 114a、114b:电极
- [0101] 116:第二表面
- [0102] 302:节点
- [0103] 502:支撑元件
- [0104] 504:基座
- [0105] 506:支撑臂
- [0106] 508:支撑构件
- [0107] 510、512:固定点
- [0108] 514:第三表面
- [0109] 516:第四表面
- [0110] 518:用于固定的孔
- [0111] 702:支撑元件
- [0112] 704:基座
- [0113] 706:支撑臂
- [0114] 708:支撑构件
- [0115] 801:振动电机
- [0116] 808:压电元件
- [0117] 814a至814e:电极
- [0118] 901:振动电机
- [0119] 902:振动元件
- [0120] 1001:振动电机
- [0121] 1004:活动元件
- [0122] 1010:摩擦接触元件
- [0123] 1101:振动电机
- [0124] 1102:振动元件
- [0125] 1104:活动元件
- [0126] 1106:弹性元件
- [0127] 1108:压电元件
- [0128] 1110、1112:摩擦接触元件
- [0129] 1114:电极
- [0130] 1202:振动元件
- [0131] 1204:平面支撑件

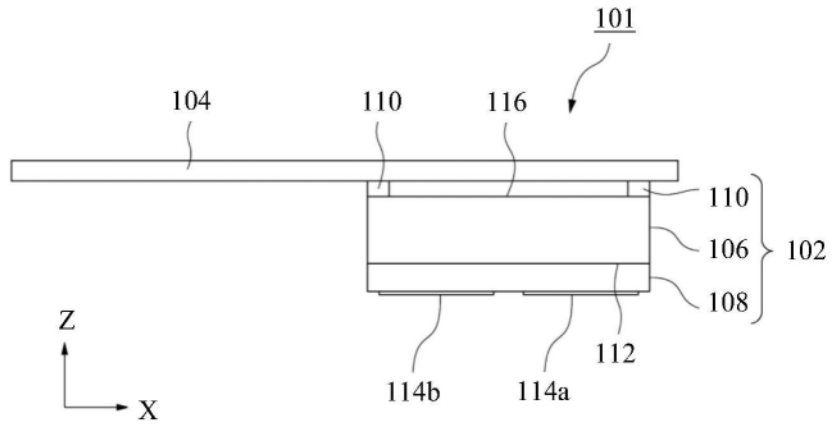


图1

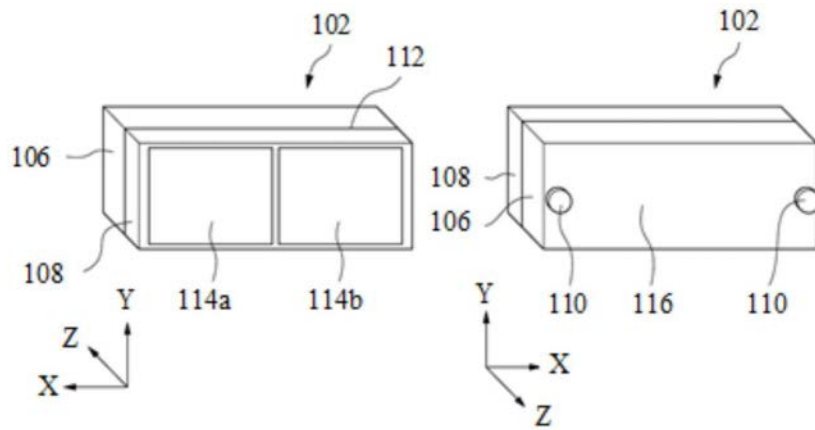


图2

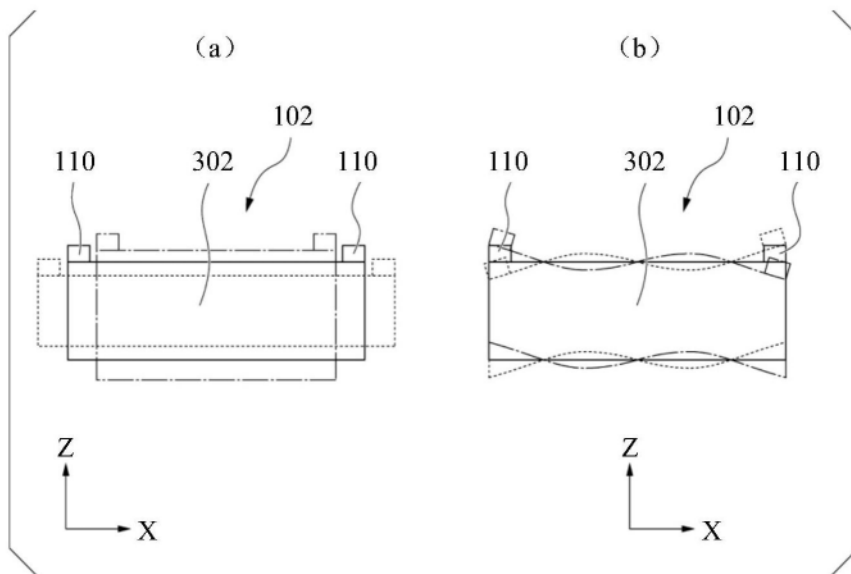


图3

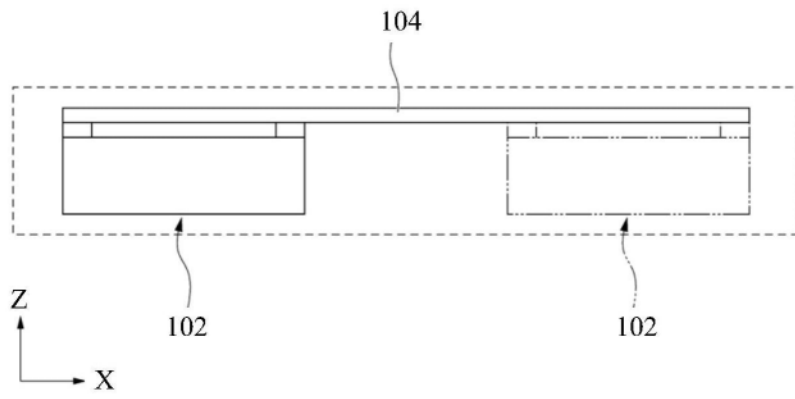


图4

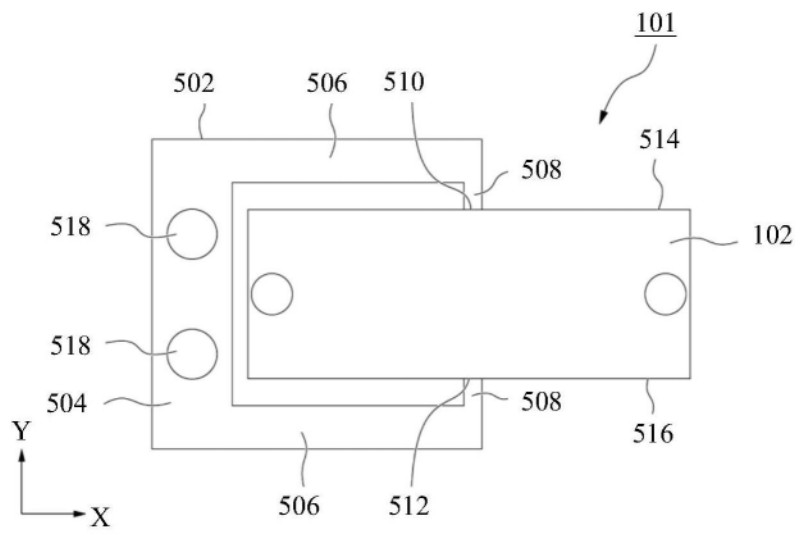


图5

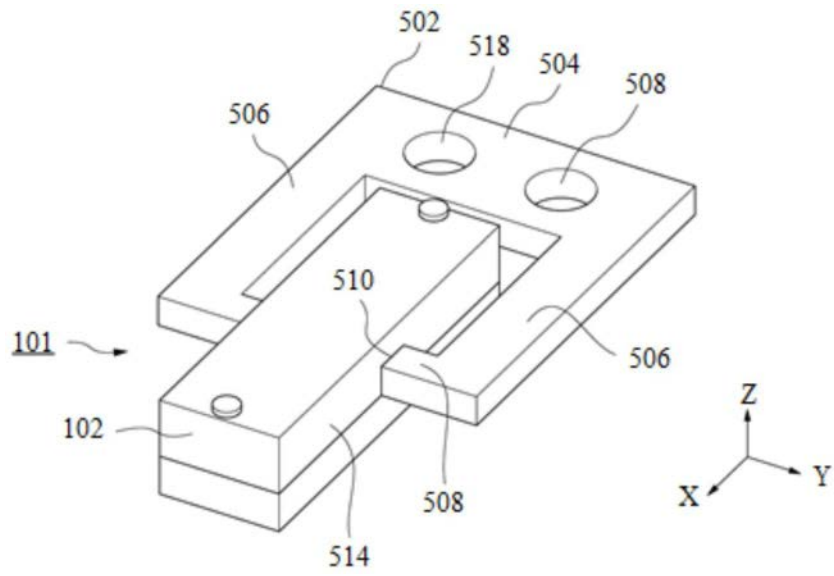


图6

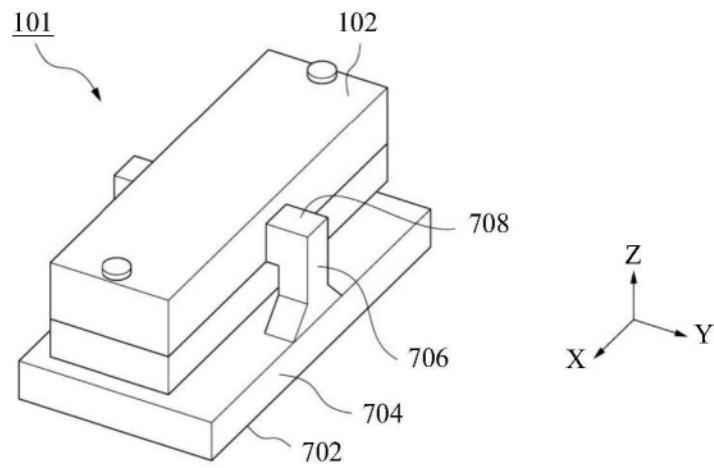


图7

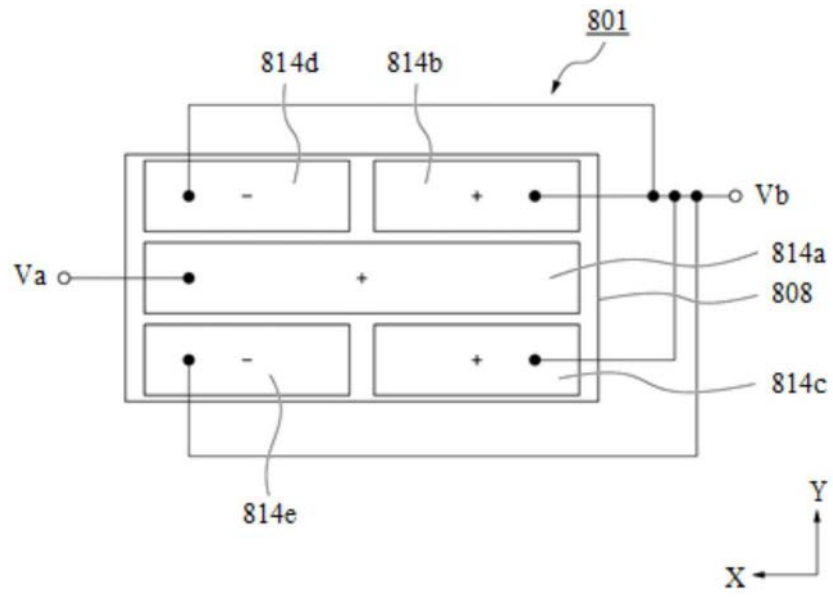


图8

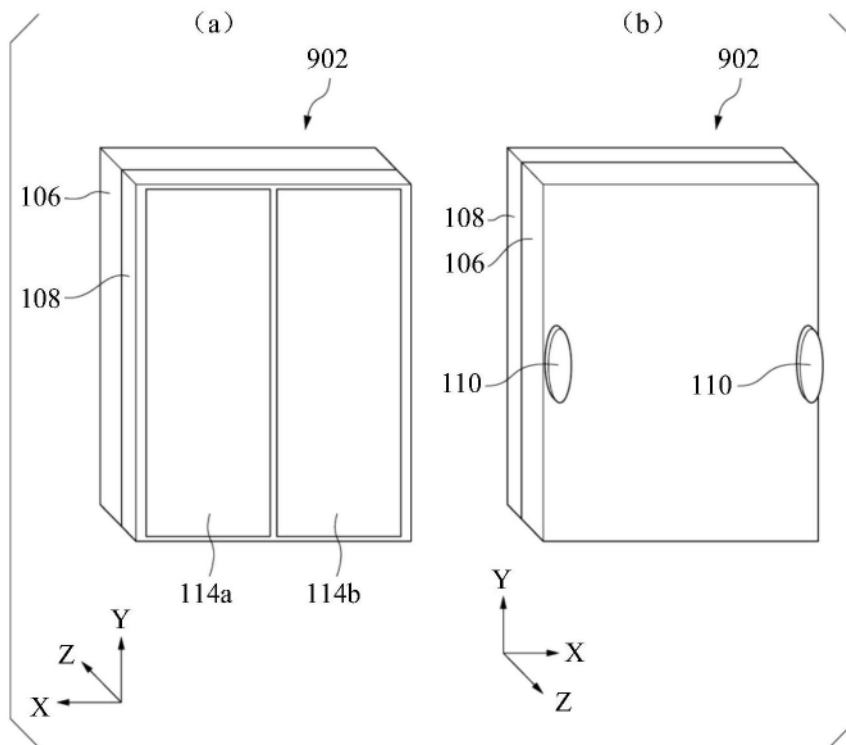


图9

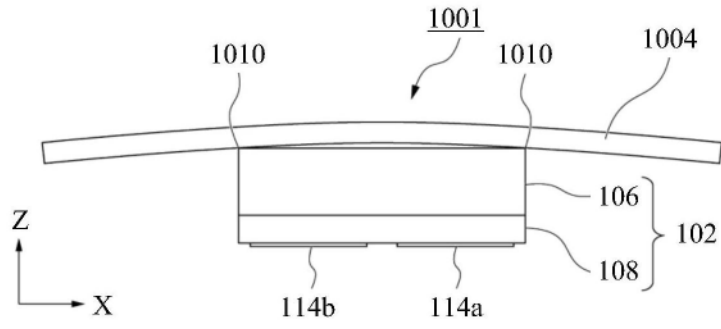


图10

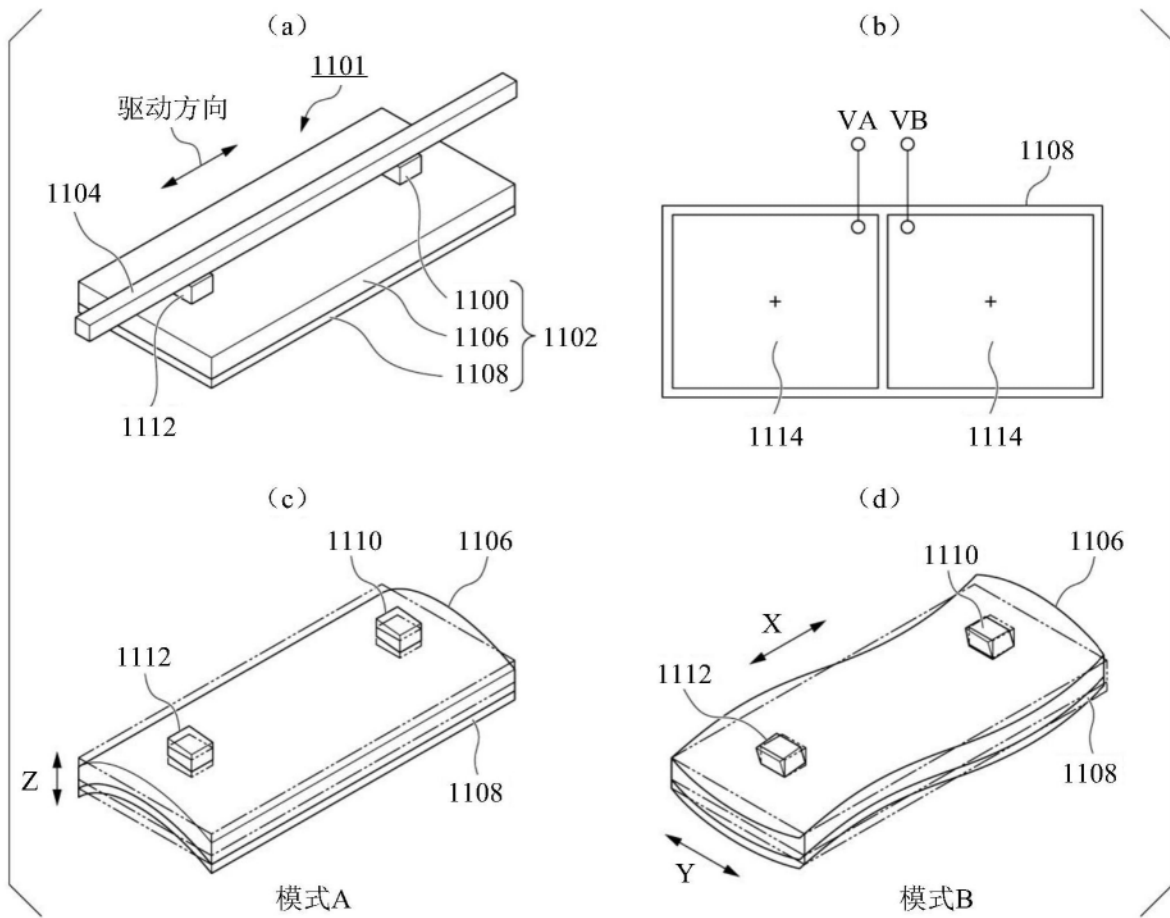


图11

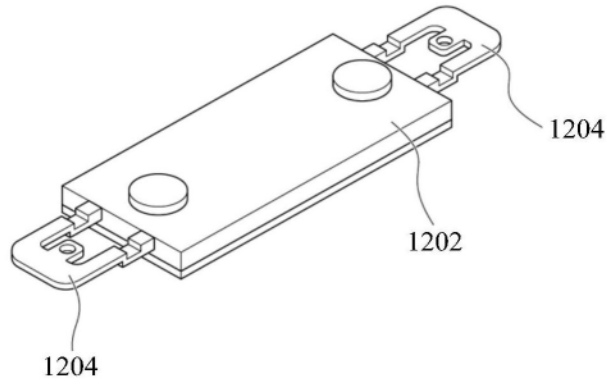


图12