



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103308043 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 18

(21) 申请号 201310079058. 5

(22) 申请日 2013. 03. 13

(30) 优先权数据

2012-056262 2012. 03. 13 JP

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本爱知县

(72) 发明人 胜间田卓

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 韩宏 陈松涛

(51) Int. Cl.

G01C 19/5719(2012. 01)

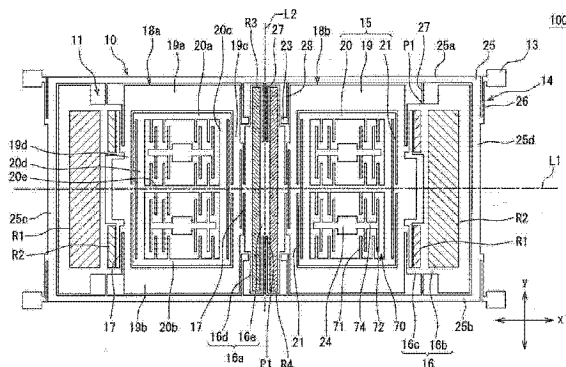
权利要求书3页 说明书12页 附图11页

(54) 发明名称

角速度传感器

(57) 摘要

一种角速度传感器(100)包括:振动器(11),其位于沿着由彼此正交的x方向和y方向规定的x-y平面中;基板(12),其在垂直于x-y平面的z方向上与所述振动器(11)分离;锚固装置(13),其从所述基板(12)延伸到所述振动器(11)所位于的所述x-y平面;连接梁装置(14),其将所述锚固装置(13)连接到所述振动器(11),所述连接梁能够围绕所述y方向扭转;激励部(50),其沿着所述z方向振动所述振动器(11);以及检测部(70),其基于沿着所述振动器(11)的x方向的移位来检测角速度。所述振动器(11)包括与所述连接梁装置(14)相连接的连接区域(P1),并且所述连接区域(P1)在所述振动器(11)沿着z方向振动时变成波节。



1. 一种角速度传感器(100),包括:

振动器(11),其位于由彼此正交的 x 方向和 y 方向规定的 x-y 平面中;

基板(12),其在垂直于所述 x-y 平面的 z 方向上与所述振动器(11)分离;

锚固装置(13),其从所述基板(12)延伸到所述振动器(11)所位于的所述 x-y 平面;

连接梁装置(14),其将所述锚固装置(13)与所述振动器(11)相连接,所述连接梁能够围绕 y 方向扭转;

激励部(50),其沿着 z 方向使所述振动器(11)振动;以及

检测部(70),其基于沿着所述振动器(11)的 x 方向的移位来检测角速度,

其中,

所述振动器(11)包括与所述连接梁装置(14)相连接的连接区域(P1),所述连接区域(P1)在所述振动器(11)沿着 z 方向振动时变成波节。

2. 根据权利要求 1 所述的角速度传感器,其中:

所述振动器(11)包括上下锤(15)、连接到所述连接梁装置(14)的倾斜锤(16)以及将所述倾斜梁(16)连接到所述上下锤(15)的扭转梁(17),所述扭转连接梁能够围绕所述 y 方向扭转;

其中:

左侧和右侧分别称作从中心锤(16a)来看沿着 x 方向的两侧的一侧和另一侧,所述中心锤(16a)是所述倾斜锤(16)中的一个且位于所述振动器(11)的 x 方向的中心处;

单元锤部(18)被定义为包括一个上下锤(15)、紧挨着所述一个上下锤(15)的一个倾斜锤 16 以及将所述一个上下锤(15)与所述一个倾斜锤(16)相连接的扭转梁(17);

所述振动器(11)包括:

在左侧的左单元锤(18a),其包括至少一个单元锤部(18),以及

在右侧的右单元锤(18b),其包括至少一个单元锤部(18);

所述左单元锤(18a)的至少一个单元锤部(18)的数量和所述右单元锤(18b)的至少一个单元锤部(18)的数量彼此相等,以使得所述左单元锤(18a)和所述右单元锤(18b)沿着 x 方向布置且相对于所述振动器(11)的所述中心锤(16a)对称;

所述激励部(50)以反相分别振动所述左单元锤(18a)和所述右单元锤(18b);并且

所述检测部(70)基于沿着所述左单元锤(18a)和所述右单元锤(18b)中的每一个的 x 方向的移位来检测角速度。

3. 根据权利要求 2 所述的角速度传感器,其中:

所述激励部(50)包括:

第一驱动电极(51)和第二驱动电极(52),所述第一驱动电极(51)和所述第二驱动电极(52)形成在所述基板(12)中,以及

电压施加部(53),其将驱动电压施加到所述第一驱动电极(51)、所述第二驱动电极(52)以及所述振动器(11);

所述第一驱动电极(51)和所述第二驱动电极(52)沿着 z 方向面对所述振动器(11);并且

所述电压施加部(53)

将反相的交流电压作为驱动电压施加到所述第一驱动电极(51)和所述第二驱动电极

(52), 并且

将恒定电压作为驱动电压施加到所述振动器(11)。

4. 根据权利要求3所述的角速度传感器, 其中:

沿着 x 方向布置的所述第一驱动电极(51)中的一个和所述第二驱动电极(52)中的一个沿着 z 方向面对所述倾斜锤(16)中的一个。

5. 根据权利要求4所述的角速度传感器, 其中:

面对所述左单元锤(18a)的所述倾斜锤(16)的所述第一驱动电极(51)和面对所述右单元锤(18b)的所述倾斜锤(16)的所述第二驱动电极(52)沿着 x 方向布置并相对于所述振动器(11)的所述中心锤(16a)对称; 并且

面对所述左单元锤(18a)的所述倾斜锤(16)的所述第二驱动电极(52)和面对所述右单元锤(18b)的所述倾斜锤(16)的所述第一驱动电极(51)沿着 x 方向布置并相对于所述振动器(11)的所述中心锤(16a)对称。

6. 根据权利要求5所述的角速度传感器, 其中:

在所述振动器(11)中, 所述倾斜锤(16)的沿着 z 方向面对所述第一驱动电极(51)的面对范围(R1)的形状和所述倾斜锤(16)的沿着 z 方向面对所述第二驱动电极(52)的面对范围(R2)的形状相对于贯穿方向(L1)各自对称, 所述贯穿方向(L1)沿着 x 方向穿透所述单元锤部(18)中的每一个的中心。

7. 根据权利要求3至6中任一项所述的角速度传感器, 其中:

所述左单元锤(18a)和所述右单元锤(18b)中的一个的所述上下锤(15)沿着 z 方向面对所述第一驱动电极(51); 并且

所述左单元锤(18a)和所述右单元锤(18b)中的另一个的所述上下锤(15)沿着 z 方向面对所述第二驱动电极(52)。

8. 根据权利要求7所述的角速度传感器, 其中:

所述上下锤(15)的沿着 z 方向面对所述第一驱动电极(51)的面对范围(R5)的形状和所述上下锤(15)的沿着 z 方向面对所述第二驱动电极(52)的面对范围(R6)的形状相对于贯穿方向(L1)各自对称, 所述贯穿方向(L1)沿着 x 方向穿透所述单元锤部(18)中的每一个的中心。

9. 根据权利要求2至6中任一项所述的角速度传感器, 其中:

所述连接梁装置(14)包括围绕所述振动器(11)的主框架部(25)、将所述锚固装置(13)与所述主框架部(25)相连接的第一连接梁(26)以及将所述振动器(11)与所述主框架部(25)相连接的第二连接梁(27);

所述第一连接梁(26)沿着 x 方向具有柔性; 并且

所述第二连接梁 27 具有围绕 y 方向扭转的特性。

10. 根据权利要求2至6中任一项所述的角速度传感器, 其中:

所述上下锤(15)包括具有与所述扭转梁(17)相连接的外侧面的第一框架部(19)、位于由所述第一框架部(19)的内侧面围绕的范围中的第二框架部(20)以及将所述第一框架部(19)与所述第二框架部(20)相连接的检测梁(21), 所述检测梁沿着 x 方向具有柔性; 并且

所述检测部(70)包括:

第一检测电极(71),其形成在所述第二框架部(20)的内侧面中,

与所述锚固装置(13)相连接的第二检测电极(72),所述第二检测电极(72)在x方向或y方向上面对所述第一检测电极(71),以及

角速度检测部(73),其基于形成在所述第一检测电极(71)与所述第二检测电极(72)之间的电容器的静电电容的变化来检测角速度。

11. 根据权利要求1至6中任一项所述的角速度传感器,其中:

所述基板(12)包括位于面对所述振动器(11)的面对范围中的区域(22),所述区域具有沿着z方向的厚度,所述厚度朝向与所述振动器(11)分离的方向局部凹进。

12. 根据权利要求1至6中任一项所述的角速度传感器,还包括:

监控部(90),其观察所述振动器(11)的振动状态。

角速度传感器

技术领域

[0001] 本公开内容涉及包括振动器、用于沿着 z 方向振动该振动器的激励部以及用于检测沿着振动器的 x 方向的移位的检测装置。

背景技术

[0002] 【专利文献 1】US-2010/0064805A

[0003] 专利文献 1 提出了一种感测框架,其包括基座、沿着第一方向移动的第一轨道和第二轨道以及将第一轨道连接到第二轨道的第一引导臂和第二引导臂。第一引导臂附接到基座的第一锚,以便围绕正交于第一方向的第二方向旋转;第二引导臂附接到基座的第二锚,以便围绕与第二方向平行的第三方向旋转。沿着具有反相的第一方向来获得第一轨道和第二轨道的移动。通过感测由于角速度的施加而导致的轨道的移位来检测角速度。第一方向可应用于基座和第一轨道连接的方向。

[0004] 在专利文献 1 示出的感测框架中,两个轨道与引导臂相连接,并且引导臂附接到锚。该构造造成了在轨道移动时所产生的振动经由引导臂传导至锚。传导至锚的振动被基座反射出,并且所反射出的振动经由锚和引导臂返回到轨道。因此,轨道的移动状态变得不稳定,从而带来降低角速度的检测精度的缺陷。

发明内容

[0005] 本公开内容的目的是提供一种抑制角速度的检测精度下降的角速度传感器。

[0006] 为了实现该目的,根据本公开内容的示例,所提供的角速度传感器包括振动器、基板、锚固装置、连接梁装置、激励部以及检测部。该振动器位于由彼此正交的 x 方向和 y 方向规定的 x - y 平面中。基板在沿垂直于所述 x - y 平面的 z 方向上与所述振动器分离。锚固装置从所述基板延伸到所述振动器所位于的所述 x - y 平面。连接梁装置将所述锚固装置连接到所述振动器,所述连接梁能够围绕所述 y 方向扭转。激励部沿着所述 z 方向使所述振动器振动。检测部基于沿着所述振动器的 x 方向的移位来检测角速度。另外,角速度传感器的特征在于:所述振动器包括与所述连接梁装置相连接的连接区域,并且所述连接区域在所述振动器沿着 z 方向振动时变成波节。

[0007] 根据本公开内容的示例,在振动器中,与连接梁装置相连接的连接区域在振动器沿着 z 方向振动时用作波节。波节是振动为零且振幅或移位为零的点。因此,在上述构造下,抑制了振动器的振动经由连接梁装置和锚固装置传导到基板。该构造抑制基板反射传导到基板的振动,并还抑制反射的振动返回到振动器。因此,抑制了振动器的振动状态变得不稳定,抑制了角速度的检测精度的降低。

附图说明

[0008] 根据参照附图做出的以下详细描述,本公开内容的以上和其它目的、特征以及优点将变得更加明显。在附图中:

- [0009] 图 1 是示出根据第一实施例的角速度传感器的轮廓构造的顶视图；
- [0010] 图 2 是示出图 1 的振动器的驱动状态的剖视图；
- [0011] 图 3 是示出角速度的电气线路的框图；
- [0012] 图 4 是示出振动器的轮廓构造的顶视图；
- [0013] 图 5 是示出振动器的驱动状态的透视图；
- [0014] 图 6 是示出在沿着 y 方向施加角速度时振动器的移位的顶视图；
- [0015] 图 7 是示出在沿着 x 方向施加外力时振动器的移位的顶视图；
- [0016] 图 8 是示出振动器的变形示例的顶视图；
- [0017] 图 9 是示出图 8 中的振动器的驱动状态的剖视图；
- [0018] 图 10 是示出振动器的变形示例的顶视图；以及
- [0019] 图 11 是示出图 10 中的振动器的驱动状态的剖视图。

具体实施方式

[0020] 以下内容参照附图描述了本公开内容的实施例。

[0021] (第一实施例)

[0022] 以下内容将参照图 1 至图 7 来说明根据第一实施例的角速度传感器。图 1 提供了对于振动器 11 的面对范围 R1 到 R4 (稍后描述)的阴影线；面对范围 R1 到 R4 面对电极 51、52、91、92。图 2 示出振动器 11 沿着图 1 示出的贯穿方向 L1 的剖视图，同时使用由虚线围绕的范围示出了振动器 11 的不动状态。图 4 到图 7 省略了对于说明振动器 11 的移动状态而言不必要的组件，以便示意性示出。示意性示出包含了实际上应当不重叠但却重叠的组件。图 4 至图 7 均是根据模拟来获得，并与图 1 至图 3 的构造稍有不同；然而，它们在基本部分(本公开内容的特征部分)具有相同的构造。

[0023] 下文定义了三个轴：x 轴、y 轴以及 z 轴；三个轴彼此正交。另外，平行于 x 轴的方向称作 x 方向；平行于 y 轴的方向称作 y 方向；以及平行于 z 轴的方向称作 z 方向。此外，将 x-y 平面定义为由 x 方向和 y 方向规定；将 y-z 平面定义为由 y 方向和 z 方向规定；以及将 z-x 平面定义为由 z 方向和 x 方向规定。

[0024] 参照图 1 至图 3，角速度传感器 100 主要包括传感器部 10、激励部 50 以及检测部 70。传感器部 10 包括由激励部 50 振动的振动器 11。当角速度在振动状态施加到振动器 11 时，在正交于(i) 振动方向的方向和(ii) 角速度的施加方向上产生科里奥利力，以在科里奥利力的施加方向上对振动器 11 进行移位。由检测部 70 检测振动器 11 的该移位，从而允许进行角速度的检测或计算。在真空环境下使用根据本实施例的角速度传感器 100。

[0025] 传感器部 10 包括以下各项：振动器 11、沿着 z 方向与振动器 11 分离设置的基板 12、包括延伸到振动器 11 的高度位置的四个主锚的锚固装置 13、以及将锚固装置 13 与振动器 11 连接的连接梁装置 14。振动器 11 经由连接梁装置 14 与锚固装置 13 连接；振动器 11 看来像是漂浮在基板 12 上。振动器 11 如上所述由激励部 50 来振动，振动器 11 具有与连接梁装置 14 相连接的连接区域 P1，并且该连接区域 P1 在振动器 11 沿着 z 方向振动时变成波节。

[0026] 振动器 11 包括上下锤 15、与连接横梁装置 14 相连接的倾斜锤 16 以及将倾斜锤 16 与上下锤 15 连接的扭转梁 17。振动器 11 包括位于振动器 11 的中心(在 x 方向上)的

一个倾斜锤 16, 其被称作中心锤 16a。左侧在本文中被定义为在图中沿着 x 方向从中心锤 16a 来看的左侧, 右侧在本文中被定义为在图中沿着 x 方向从中心锤 16a 来看的右侧。上下锤 15 的数量和倾斜锤 16 的数量在左侧和右侧各自相等。将单元锤部 18 定义为总体包括一个上下锤 15、紧挨着一个上下锤 15 的一个倾斜锤 16 以及连接在一个上下锤 15 和一个倾斜锤 16 之间的扭转梁 17。将位于左侧的单元锤部 18 称作左单元锤 18a; 将位于右侧的单元锤部 18 称作右单元锤 18a。应当注意, 附图省略了附图标记 18 而示出了附图标记 18a 和 18b。

[0027] 在本实施例中, 振动器 11 具有(i) 仅有一个单元锤部 18 的左单元锤 18a 和(ii) 仅有一个右单元锤部 18 的右单元锤 18a。在该振动器 11 中, 左右单元锤 18a 和 18b 相对于第一贯穿方向 L1 (图 1 中采用一点点化线示出) 对称形成, 该第一贯穿方向 L1 沿着 x 方向穿透单元锤 18a 和 18b 中的每一个的中心; 左右单元锤 18a 和 18b 相对于第二贯穿方向 L2 (图 1 中采用二点点化线示出) 对称形成, 该第二贯穿方向 L2 沿着 y 方向穿透中心锤 16a 的中心。

[0028] 上下锤 15 包括具有与扭转梁 17 相连接的外侧面的第一框架部 19、位于由第一框架部 19 的内侧面围绕的范围内的第二框架部 20 以及将第一框架部 19 与第二框架部 20 相连接的检测梁 21, 检测梁 21 沿着 x 方向具有柔性。

[0029] 第一框架部 19 包括沿着 x 方向延伸的两个第一条状物 19a 和 19b 以及沿着 y 方向延伸的两个第二条状物 19c 和 19d。条状物 19a 至 19d 在相应的端部处连接, 从而形成具有沿着 x-y 平面的四边形形状的外部轮廓的环路。沿着第一条状物 19a 和 19b 中的每一个的 y 方向的厚度大于沿着第二条状物 19c 和 19d 中的每一个的 x 方向的厚度。第二条状物 19d 的中心朝向倾斜锤 16 突出, 该中心厚于其它部分。第二条状物 19c 包括在面向中心锤 16a 的面上的两个突出体, 以便与一个扭转梁 17 的两个端部相连接。第二条状物 19d 包括在面向倾斜锤 16 的面上的两个突出体, 以便与两个扭转梁 17 中的每一个的一个端部相连接。第二条状物 19c 包括在面向第二框架部 20 的面上的一个突出体, 以便与一个检测梁 21 的中心相连接。第二条状物 19d 包括在面向第二框架部 20 的面上的一个突出体, 以便与一个检测梁 21 的中心相连接。另外, 在第二条状物 19d 中, 来自面对倾斜锤 16 的面的突出体被形成成为沿着 y 方向远离朝向第二框架部 20 的突出体。

[0030] 第二框架部 20 包括沿着 x 方向延伸的两个第三条状物 20a 和 20b、沿着 y 方向延伸的两个第四条状物 20c 和 20d 以及沿着 x 方向延伸的一个第五条状物 20e。条状物 20a 至 20d 在相应的端部处连接, 从而形成具有沿着 x-y 平面的四边形形状的外轮廓的环路。第五条状物 20e 将环路的内部等分为两个, 从而提供类似于日语汉字“日”的平面形状(类似于在 x-y 平面沿着 y 方向布置的两个邻近四边形的形状)。沿着第三条状物 20a 和 20b 以及第五条状物 20e 中的每一个的 y 方向的厚度小于沿着第四条状物 20c 和 20d 中的每一个的 x 方向的厚度, 第五条状物 20e 的端部分别与第四条状物 20c 和 20d 的内侧面的中心相连接。第四条状物 20c 包括设置在面对第二条状物 19c 的面的两端部中的每一个处的突出体, 以便与一个检测梁 21 的两个端部中的每一个相连接。第四条状物 20d 包括设置在面对第二条状物 19d 的面的两端部中的每一个处的突出体, 以便与一个检测梁 21 的两个端部中的每一个相连接。

[0031] 在本实施例中, 包括在单元锤部 18 的倾斜锤 16 就形状而言不同于位于振动器 11

的中心的倾斜锤 16 (中心锤 16a), 并因此将说明与中心锤 16a 的不同之处。

[0032] 倾斜锤 16 包括具有沿着 x-y 平面的凸起以朝向中心锤 16a 局部凸起的基部 16b, 以及还从基部 16b 的凸起的两端部的每一个中突出的突出部 16c。两个突出体 16c 中的每一个包括在面向倾斜锤 16 的面上的一个突出体, 以便与扭转梁 17 的另一端部相连接, 沿着突出部 16c 的 y 方向的侧面与第二连接梁 27 的一个端部相连接, 这将在稍后描述。该构造允许沿着 x 方向的端部远离基部 16b 的中心锤 16a, 以用作自由端。

[0033] 中心锤 16a 包括两个翼部 16d, 每一个均具有沿着 x-y 平面的凸起, 以朝向上下锤局部凸起, 并且连接部 16e 将两个翼部 16d 彼此连接。两个翼部 16d 中的每一个包括在面向上下锤 16 的面上的突出体, 以便与扭转梁 17 的中心相连接; 沿着连接部 16e 的 y 方向的侧面与第二连接梁 27 的一个端部相连接, 这将在稍后描述。

[0034] 扭转梁 17 具有沿着 y 方向延伸的形状, 其用作轴; 扭转梁 17 可以绕轴扭转。在本实施例中, 中心锤 16 和上下锤 15 经由一个扭转梁 17 相连接; 倾斜锤 16 和上下锤 15 经由两个扭转梁 17 相连接。连接在中心锤 16a 和上下锤 15 之间的扭转梁 17 的中心与形成在中心锤 16a 的突出体相连接; 扭转梁 17 的两个端部与形成在上下锤 15 中的突出体相连接。连接在倾斜锤 16 和上下锤 15 之间的扭转梁 17 的一个端部与形成在上下锤 15 的突出体相连接, 扭转梁 17 的另一个端部与形成在倾斜锤 16 的突出体相连接。

[0035] 基板 12 经由(i)锚固装置 13 和(ii)连接梁装置 14 来支撑振动器 11。参照图 2, 基板 12 包括在面向振动器 11 的面对范围上的凹入部 22, 凹入部 22 被设置为使得沿着 z 方向的厚度在与振动器 11 分离的方向上局部地凹入。在本实施例中, 凹入部 22 被形成在基板 12 中的面对上下锤 15 的面对范围中, 以及被形成在基板 12 中的面对倾斜锤 16 的自由端的面对范围中。

[0036] 包括四个主锚的锚固装置 13 使用连接梁装置 14 将振动器 11 固定到基板 12。如图 1 所示, 锚固装置 13 的四个主锚形成在由稍后描述的主框架部 25 围绕的范围的外部。锚固装置 13 的主锚位于主框架部 25 的四个角的每一个中, 并具有与第一连接梁 26 的另一端部相连接的突出体, 这将在稍后描述。

[0037] 此外, 具有功能不同于锚固装置 13 的第一锚 23 位于由主框架部 25 围绕的范围中; 具有功能不同于锚固装置 13 的第二锚 24 位于由第二框架部 20 围绕的范围中。第一锚 23 实现支撑主框架部 25 的功能, 而第二锚 24 实现支撑稍后描述的第二检测电极 72 的功能。两个第一锚 23 被设置在中心锤 16a 和上下锤 15 之间的两个范围中的每一个中。一个第二锚 24 设置在通过对第二框架部 20 分割所形成的四个范围的每一个中。

[0038] 连接梁装置 14 将锚固装置 13 与振动器 11 相连接。连接梁装置 14 包括围绕振动器 11 的主框架部 25、将锚固装置 13 与主框架部 25 相连接的第一连接梁 26 以及将振动器 11 与框架部相连接的第二连接梁 27。根据本实施例的连接梁装置 14 还包括将主框架部 25 与第一锚 23 相连接的第三连接梁 28。

[0039] 主框架部 25 包括沿着 x 方向延伸的两个第六条状物 25a 和 25b 以及沿着 y 方向延伸的两个第七条状物 25c 和 25d。条状物 25a 至 25d 在相应的端部处连接, 从而形成具有沿着 x-y 平面的四边形形状的外部轮廓的环路。沿着第六条状物 25a 和 25b 中的每一个的 y 方向的厚度等于沿着第七条状物 25c 和 25d 中的每一个的 x 方向的厚度。另外, 第六条状物 25a 和 25b 中的每一个的内侧面与两个第二连接梁 27 的另一端部和两个第三连接梁 28

的另一端部相连接;第七条状物 25c 和 25d 中的每一个的外侧面设置有与两个第一连接梁 26 的另一端部相连接的两个突出体。

[0040] 连接梁 26 到 28 沿着 y 方向延伸而成形。第一连接梁 26 沿着 x 方向具有柔性。第二连接梁 27 和第三连接梁 28 中的每一个具有作为第二连接梁 27 和第三连接梁 28 中的每一个的延伸方向的轴;第二连接梁 27 和第三连接梁 28 中的每一个可以绕轴扭转。第一连接梁 26 的一个端部与形成在第七条状物 25c 和 25d 中的每一个的外侧面中的突出体相连接;另一端部与形成在锚固装置 13 中的突出体相连接。第二连接梁 27 的一个端部与倾斜锤 16 的突出部 16c 的侧面相连接;另一端部与第六条状物 25a 和 25b 中的每一个的外侧面相连接。第二连接梁 27 的一个端部与中心锤 16a 的连接部 16e 的侧面相连接,另一端部与第六条状物 25a 和 25b 中的每一个的内侧面相连接。第三连接梁 28 的一个端部与第一锚 23 相连接;另一端部与第六条状物 25a 和 25b 中的每一个的内侧面相连接。

[0041] 应当注意,在倾斜锤 16 (中心锤 16a) 中,与第二连接梁 27 相连接的连接区域 P1 在振动器 11 振动时与起到倾斜锤 16 (中心锤 16a) 中的波节功能的区域相同。另外,梁 17、27 和 28 沿着 x 方向具有柔性,但与第一连接梁 26 相比,较难于沿着 x 方向弯曲。换言之,第一连接梁 26 相比梁 17、27 和 28 更易于沿着 x 方向弯曲。

[0042] 激励部 50 沿着 z 方向振动振动器 11。更具体地,激励部 50 以反相来振动沿着 x 方向布置且相对于中心锤 16a 对称的左单元锤 18a 和右单元锤 18b,从而沿着 z 方向振动振动器。参照图 2 和图 3,激励部 50 包括形成在基板 12 中的第一驱动电极 51 和第二驱动电极 52、以及将驱动电压施加到驱动电极 51 和 52 以及振动器 11 的电压施加部 53。第一驱动电极 51 和第二驱动电极 52 沿着 z 方向面对振动器 11 (即,在 z 方向上从第一驱动电极 51 和第二驱动电极 52 来看振动器 11)。电压施加部 53 具有用于作为驱动电压将反相交流电压施加到第一驱动电极 51 和第二驱动电极 52 并将恒定电压施加到振动器 11 的功能。施加的驱动电压在振动器 11 与第一驱动电极 51 之间产生吸引力(排斥力)和在振动器 11 与第二驱动电极 52 之间产生排斥力(吸引力)。因此,振动器 11 沿着 z 方向振动。

[0043] 在本实施例中,如图 2 所示,沿着 x 方向布置的一个第一驱动电极 51 和一个第二驱动电极 52 沿着 z 方向面对倾斜锤 16。另外,面对左单元锤 18a 的倾斜锤 16 的第一驱动电极 51 和面对右单元锤 18b 的倾斜锤 16 的第二驱动电极 52 沿着 x 方向布置并相对于中心锤 16a 对称。与此相反,面对左单元锤 18a 的倾斜锤 16 的第二驱动电极 52 和面对右单元锤 18b 的倾斜锤 16 的第一驱动电极 52 沿着 x 方向布置并相对于中心锤 16a 对称。如图 1 中的阴影线所示,沿着 z 方向面对第一驱动电极 51 的倾斜锤 16 的面对范围 R1 的形状和沿着 z 方向面对第二驱动电极 52 的倾斜锤 16 的面对范围 R2 的形状相对于贯穿方向 L1 各自对称。此外,第三贯穿方向(未图示)沿着 y 方向穿透连接区域 P1,该连接区域 P1 在倾斜锤 16 中与第二连接梁 27 相连接,通过第三贯穿方向的分割形成两个范围。第一面对范围 R1 位于这两个范围中的一个范围中,而第二面对范围 R2 位于这两个范围中的剩下的范围中。由此,当根据由第三贯穿方向的分割所形成的一个范围接收排斥力(吸引力),剩余范围接收吸引力(排斥力)。由一个范围接收的排斥力(吸引力)的大小与由剩余范围接收的吸引力(排斥力)的大小相同。

[0044] 检测部 70 基于沿着振动器 11 的 x 方向的移位来检测角速度。更具体地,检测部 70 基于沿着左右单元锤 18a 和 18b 中的每一个的 x 方向的移位来检测角速度。检测部 70

包括形成在第二框架部 20 的内侧面中的第一检测电极 71、沿着 x 方向从第二锚 24 延伸的支撑梁 74、形成在支撑梁 74 并沿着 x 方向面对第一检测电极 71 的第二检测电极 72 以及基于由检测电极 71、72 组成的电容器的静电电容的变化(沿着振动器 11 的 x 方向的移位)来检测角速度的角速度检测部 73。

[0045] 如图 1 中所示,第一检测电极 71 具有从(i)第三条状物 20a 和 20b 的内侧面和(ii)第五条状物 20e 的侧面沿着 y 方向延伸的形状,第二检测电极 72 具有从支撑梁 74 的侧面沿着 y 方向延伸的形状。第一检测电极 71 和第二检测电极 72 彼此咬合,并沿着 x 方向相互面对,从而形成双梯形电极。第一检测电极 71 根据第二框架部 20 相对第二检测电极 72 来移位,这将改变电容器的静电电容。

[0046] 角速度检测部 73 基于在右电容器的静电电容与左电容器的静电电容之间的差来检测角速度,左电容器由形成在左单元锤 18a 的上下锤 15 中的第一检测电极 71 组成,而右电容器由形成在右单元锤 18b 的上下锤 15 中的第一检测电极 71 组成。

[0047] 根据本实施例的角速度传感器 100 具有观察振动器 11 的振动状态的监控部 90。监控部 90 包括第一监控电极 91 和第二监控电极 92 以及确定部 93,该第一监控电极 91 和第二监控电极 92 形成在基板 12 中以沿着 z 方向面对振动器 11,该确定部 93 基于由于振动器 11 的变化而导致的第一监控电极 91 和第二监控电极 92 中的每一个的电位波动来确定振动器 11 的振动状态。在本实施例中,第一监控电极 91 沿着 z 方向面对紧挨着左单元锤 18a 的翼部 16d;第二监控电极 92 沿着 z 方向面对紧挨着右单元锤 18b 的翼部 16d。另外,在本实施例中,如图 1 中的阴影线所示,翼部 16d 的沿着 z 方向面对第一监控电极 91 的面对范围 R3 的形状和翼部 16d 的沿着 z 方向面对第二监控电极 92 的面对范围 R4 的形状相对于第一贯穿方向 L1 各自对称。第三面对范围 R3 的面积和第四面对范围 R4 的面积相等。

[0048] 下文将参照图 2、图 4 至图 7 来说明根据本实施例的角速度传感器 100 的操作和角速度的检测。如图 4 所示,在将驱动电压施加到振动器 11 之前,振动器 11 处于沿着 x-y 平面平展的状态。

[0049] 如上所说明,面对左单元锤 18a 的倾斜锤 16 的第一驱动电极 51 和面对右单元锤 18b 的倾斜锤 16 的第二驱动电极 52 沿着 x 方向布置且相对于中心锤 16a 对称。相比之下,面对左单元锤 18a 的倾斜锤 16 的第二驱动电极 52 和面对右单元锤 18b 的倾斜锤 16 的第一驱动电极 51 沿着 x 方向布置且相对于中心锤 16a 对称。因此,在将反相交流电压施加到第一驱动电极 51 和第二驱动电极 52 且将固定电压施加到振动器 11 时,静电力被沿着 z 方向在相反方向上施加到左单元锤 18a 和右单元锤 18b 的对称位置。随后,梁 17、27 和 28 将它们延伸的方向(y 方向)作为轴的方向,并围绕轴扭转;倾斜锤 16 和中心锤 16a 沿着以与第二连接梁 27 相连接的连接区域 P1 为中心的 y-z 平面以跷跷板的形状移动。因此,左单元锤 18a 和右单元锤 18b 沿着 z 方向在相反方向上进行耦合振荡。如图 2 和图 5 所示,当左单元锤 18a 的上下锤 15 在接近基板 12 的方向上移位时,右单元锤 18b 的上下锤 15 在远离基板 12 而分离的方向上移位。尽管未示出,相反,当左单元锤 18a 的上下锤 15 在远离基板 12 而分离的方向上移位时,右单元锤 18b 的上下锤 15 在接近基板 12 的方向上移位。在这种情况下,上下锤 15 并未沿着 z-x 平面旋转,而沿着 z 方向振动,同时沿着 z 方向保持与基板 12 的恒定的面对面积。

[0050] 当在上述振动状态中沿着 y 方向施加角速度时,在振动器 11 中出现沿着 x 方向的科里奥利力,从而沿着 x 方向使振动器 11 (第二框架部 20) 移位。因此,在检测电极 71 和 72 之间的相对距离发生改变,并且在检测电极 71 和 72 之间的静电电容也发生改变。如上所述,左单元锤 18a 和右单元锤 18b 沿着 z 方向移位到彼此相反的方向。因此,左单元锤 18a 和右单元锤 18b 在彼此相反的施加方向上接收到科里奥利力。如图 6 所示,检测梁 21 沿着 x 方向弯曲,单元锤 18a 和 18b 的第二框架部 20 沿着 x 方向在彼此相反的方向上移位。作为结果,包括在左电容器中的第一检测电极 71 和包括在右电容器中的第一检测电极 71 也沿着 x 方向在相反的方向上移位。左电容器和右电容器的静电电容也发生相反地变化。因此,通过获得左电容器与右电容器的相应电容变化之间的差来检测科里奥利力(角速度)。

[0051] 应当注意,当诸如加速度的外力沿着 x 方向施加到振动器 11 时,上下锤 15 的第二框架部 20 也根据外力来移动。因此,检测电极 71 和 72 之间的相对距离发生改变,并且检测电极 71 和 72 之间的静电电容也发生改变。然而,如图 7 所示,外力以相同的方向对单元锤 18a 和 18b 的第二框架部 20 进行移位。因此,包括在左电容器中的第一检测电极 71 和包括在右电容器中的第一检测电极 71 以相同的方向移位,同时在左单元锤 18a 和右单元锤 18b 这两者中,检测电极 71 和 72 之间的相对距离的变化是相同的。因此,如上所述,通过获得左电容器和右电容器的电容变化的差来抵消由于外力而导致的电容变化。

[0052] 下文将说明根据本实施例的角速度传感器 100 的效果。如上说明,在振动器 11 中,与连接梁装置 14 相连接的连接区域 P1 在振动器 11 沿着 z 方向振动时变为波节。波节是振动为零且振幅为零的点。因此,根据上述构造,抑制了振动器 11 的振动经由连接梁装置 14 和锚固装置 13 传导到基板 12。因此,抑制了传导到基板 12 的振动被基板 12 反射并随后返回到振动器 11。作为结果,抑制了振动器 11 的振动状态变得不稳定,并抑制了角速度的检测精度的降低。

[0053] 振动器 11 包括相对于中心锤 16a 对称的左单元锤 18a 和右单元锤 18b。激励部 50 以反相来振动沿着 x 方向布置且相对于中心锤 16a 对称的左单元锤 18a 和右单元锤 18b; 由此检测部 70 基于沿着单元锤 18a 和 18b 中的每一个的 x 方向的移位来检测角速度。

[0054] 在这种构造下,当沿着 y 方向施加角速度时,左单元锤 18a 和右单元锤 18b 沿着 x 方向在相反方向上移动。相比之下,当沿着 x 方向施加外力时,左单元锤 18a 和右单元锤 18b 在施加外力的方向上移动。因此,如果检测左单元锤 18a 的移位与右单元锤 18b 的移位之间的差,则可检测到角速度,同时抵消了外力的影响。这抑制了由于外力而导致的角速度的检测精度的下降。

[0055] 在振动器 11 中,第一面对范围 R1 的形状和第二面对范围 R2 的形状相对于第一贯穿方向 L1 对称。

[0056] 该构造不同于第一面对范围的形状和第二面对范围的形状相对于第一贯穿方向不对称的构造,由此抑制了振动器 11 沿 y-z 平面移动。因此,抑制了振动器 11 的振动状态变得不稳定,并抑制了角速度的检测精度的降低。

[0057] 连接梁装置 14 包括在振动器 11 周围的主框架部 25、将锚固装置 13 与框架部相连接的第一连接梁 26 以及将振动器 11 与主框架部 25 相连接的第二连接梁 27。第一连接梁 26 沿着 x 方向具有柔性。

[0058] 在这种构造下,在沿着 x 方向施加外力时,第一连接梁 26 弯曲,由于弯曲减小了施

加到振动器 11 的应力。因此,抑制了由于外力而导致的振动器 11 的移位,并且抑制了角速度的检测精度的下降。

[0059] 根据本实施例,第一连接梁 26 比梁 17、27 和 28 更易于沿着 x 方向弯曲。因此,相比于第一连接梁并不比其它梁易于沿着 x 方向弯曲的构造而言,在沿着 x 方向施加外力时,由于第一连接梁 26 的弯曲有效地减小了施加到振动器 11 的应力。

[0060] 上下锤 15 包括具有与扭转梁 17 相连接的外侧部的第一框架部 19、位于由第一框架部 19 的内侧面围绕的范围中的第二框架部 20 以及将第一框架部 19 与第二框架部 20 相连接并沿着 x 方向具有柔性的检测梁 21。另外,检测部 70 包括形成在第二框架部 20 的内侧面中的第一检测电极 71、沿着 x 方向从第二锚 24 延伸的支撑梁 74、形成在支撑梁 74 中的第二检测电极 72、以及基于电容器的静电电容的变化(在振动器 11 的 x 方向上的移位)来检测角速度的角速度检测部 73,其中该电容器由彼此沿着 x 方向面对的检测电极 71、72 来组成。

[0061] 在这种构造下,采用用作边界的检测梁 21 将在第一框架部 19 的 z 方向上的振动和在第二框架部 20 的 x 方向上的移动彼此分离开,从而抑制了由于第一框架部 19 的振动而导致第二框架部 20 的移动的变化。该构造抑制了在第一检测电极 71 和第二检测电极 72 之间由于第一框架部 19 的振动而导致的面对面积和面对间隙的变化,并且也抑制了在第一检测电极 71 和第二检测电极 72 之间形成的电容器的静电电容的变化的改变,即,沿着振动器 11 的 x 方向的移位。因此,抑制了由于第一框架部 19 的振动而导致角速度的检测精度的下降。

[0062] 基板 12 在面对振动器 11 的面对范围上包括凹入部 22;该凹入部 22 设置成使得沿着 z 方向的厚度在与振动器 11 的分离方向上局部凹入。

[0063] 该构造在振动器 11 沿着 z 方向振动时,将抑制振动器 11 与基板 12 碰撞。此外,不同于本实施例在真空环境下使用角速度传感器 100,当在空气环境下使用角速度传感器 100 时,将抑制在振动器 11 与基板 12 之间出现阻尼。因此,抑制了振动器 11 的振动状态变得不稳定,并抑制了角速度的检测精度的降低。

[0064] 设置监控部 90 以观察振动器 11 的振动状态。这允许观察振动器 11 的振动状态。

[0065] 根据本实施例的连接梁装置 14 还包括将主框架部 25 与第一锚 23 相连接的第三连接梁 28。

[0066] 这与第三连接梁 28 一起支撑主框架部 25,因此抑制了主框架部 25 由于施加外力而导致的振动。因此,抑制了振动器 11 的振动状态变得不稳定,并抑制了角速度的检测精度降低。

[0067] 在根据本实施例的振动器 11 中,左单元锤 18a 具有单个单元锤部 18;右单元锤 18b 具有单个单元锤部 18。相比于多于一个左单元锤部和多个一个右单元锤部的构造而言,该构造抑制角速度传感器 100 的体型的增大。另外,由于主框架部 25 的长度变得更短,因此主框架部 25 的共振频率变得更短。这将抑制主框架部 25 由于施加外力而导致的振动,并且抑制了振动器 11 的振动状态变得不稳定。因此,抑制了角速度的检测精度的降低。

[0068] 因此描述了本公开内容的优选实施例,然而,并不限制于上述实施例,只要不背离本公开内容的范围,本公开内容可以进行各种变形。

[0069] (变形)

[0070] 在本实施例中,作为示例,沿着 x 方向布置的一个第一驱动电极 51 和一个第二驱动电极 52 沿着 z 方向面对倾斜锤 16。在无需限制于此的情况下,如图 8 和图 9 所示,左单元锤 18a 的上下锤 15 可以沿着 z 方向面对第一驱动电极 51;右单元锤 18b 的上下锤 15 可以沿着 z 方向面对第二驱动电极 52。该构造允许左单元锤 18a 和右单元锤 18b 以反相来振动,从而沿着 z 方向振动振动器 11。

[0071] 在上述变形示例中,如图 8 所示,上下锤 15 的沿着 z 方向面对第一驱动电极 51 的面对范围 R5 的形状和上下锤 15 的沿着 z 方向面对第二驱动电极 52 的面对范围 R6 的形状相对于第一贯穿方向各自对称。不同于第五面对范围 R5 的形状和第六面对范围 R6 的形状相对于第一贯穿方向不对称的构造,抑制了振动器 11 沿着 y-z 平面移动。因此,抑制了振动器 11 的振动状态变得不稳定,并抑制角速度的检测精度的下降。尽管未示出,左单元锤 18a 的上下锤 15 可以沿着 z 方向来面对第二驱动电极 52;右单元锤 18b 的上下锤 15 可以沿着 z 方向来面对第一驱动电极 51。

[0072] 在本实施例中,作为示例,在振动器 11 中,左单元锤 18a 具有一个单元锤部 18,并且右单元锤 18b 具有一个单元锤部 18。然而,包括在振动器 11 中的单元锤部 18 的数量不限于上述示例。如图 10 和图 11 所示,在振动器 11 中,左单元锤 18a 可以包括两个单元锤部 18,并且右单元锤 18b 可以包括两个单元锤部 18。以这种方式,随着左单元锤 18a 和右单元锤 18b 中的每一个中的单元锤部 18 的数量增加,电容器的数量也增加,从而提高了角速度的检测精度。在变形示例的情况下,以从中心锤 16a 向左地顺序分配编号,诸如第一左单元锤部 18a 和第二左单元锤部 18a;以从中心锤 16a 向右地顺序分配编号,诸如第一右单元锤部 18b 和第二右单元锤部 18b。第一左单元锤部 18a 的倾斜锤 16 和第一右单元锤部 18b 的倾斜锤 16 具有与中心锤 16a 的形状相同的形状。另外,第二左单元锤部 18a 的倾斜锤 16 和第二右单元锤部 18b 的倾斜锤 16 具有与第一实施例中描述的倾斜锤 16 的形状相同的形状。以这种方式,单元锤 18a 和 18b 的距中心锤 16a 最远的相应的倾斜锤 16 具有与第一实施例中描述的倾斜锤 16 的形状相同的形状;单元锤 18a 和 18b 的其它倾斜锤 16 具有与中心锤 16a 的形状相同的形状。为了清楚显示包括在图 10 中的左右单元锤 18a 和 18b 中的单元锤部的边界线,通过采用虚线围绕示出了第一左单元锤部 18a 和第一右单元锤部 18b;通过采用一点点划线围绕示出了第二左单元锤部 18a 和第二右单元锤部 18b。

[0073] 在本实施例中,作为示例,振动器 11 相对于第一贯穿方向 L1 对称且相对于第二贯穿方向 L2 对称。无需限制于此。只要振动器 11 沿着 z 方向振动,同时在振动器 11 沿着 z 方向振动时包括与连接梁 11 相连接的连接区域 P1 变成波节,就可以采用任何形状的振动器 11。

[0074] 本实施例示出了凹入部 22 形成在基板 12 中的示例。然而,可以不设置凹入部 22。

[0075] 在本实施例中,作为示例,第一面对范围 R1 位于通过由第三贯穿方向分割而形成的一个范围中;第二面对范围 R2 位于剩余的范围中。无需限制于此。如果倾斜锤 16 通过使用作为波节的连接区域 P1 沿着 z 方向以跷跷板的形状移动,则面对范围 R1 和 R2 可不限于上述示例。总之,可以按照需要而采用将排斥力(吸引力)施加到倾斜锤 16 的一个范围同时将吸引力(排斥力)施加到剩余范围的构造。

[0076] 本实施例示出监控电极 91 和 92 面对中心锤 16a 的示例。然而,监控电极 91 和 92 可以面对包括在单元锤部 18 中的倾斜锤 16。在该情况下,第一监控电极 91 可以位于通过

由第三贯穿方向分割而形成的一个范围中;第二监控电极 92 可以位于剩余的范围。

[0077] 另外,本实施例示出了第三面对范围 R3 的形状和第四面对范围 R4 的形状相对于第一贯穿方向 L1 对称的示例。然而,第三面对范围 R3 的形状和第四面对范围 R4 的形状可以相对于第一贯穿方向 L1 不对称。因此,第三面对范围 R3 的面积和第四面对范围 R4 的面积可以不相等。

[0078] 本实施例并未说明振动器 11 的振幅。例如,沿着振动器 11 的 z 方向的振动的振幅可以是沿着振动器 11 的 z 方向的厚度的大约十分之一。

[0079] 在以下各项中阐述本文中描述的本公开内容的各方面。

[0080] 根据本公开内容的第一方面,角速度传感器的特征包括:振动器 11,其位于由彼此正交的 x 方向和 y 方向规定的 x-y 平面中;基板 12,其沿着正交于 x-y 平面的 z 方向与振动器 11 分离;锚固装置 13,其从基板 12 延伸到振动器 11 所位于的 x-y 平面;连接梁装置 14,其将锚固装置 13 连接到振动器 11,该连接梁能够围绕 y 方向扭转;激励部 50,其沿着 z 方向使振动器 11 振动;以及检测部 70,其基于沿着振动器 11 的 x 方向的移位来检测角速度。另外,角速度传感器的特征在于,振动器 11 包括与连接梁装置 14 相连接的连接区域 P1,并且在振动器 11 沿着 z 方向振动时连接区域 P1 变成波节。

[0081] 根据作为可选的第二方面,振动器 11 可以包括上下锤 15、连接到连接梁装置 14 的倾斜锤 16 以及将倾斜锤 16 连接到上下锤 15 的扭转梁 17,该扭转连接梁能够围绕 y 方向扭转。左侧和右侧可以分别称作从中心锤 16a 来看沿着 x 方向的两侧的一侧和另一侧,中心锤 16a 是倾斜锤 16 中的一个并位于振动器 11 的 x 方向上的中心。单元锤部 18 可以被定位为包括一个上下锤 15、紧挨着一个上下锤 15 的一个倾斜锤 16 以及将一个上下锤 15 与一个倾斜锤 16 相连接的扭转梁 17。振动器 11 可以包括(i)在左侧的左单元锤 18a 和(ii)在右侧的右单元锤 18b,该左单元锤 18a 包括至少一个单元锤部 18,该右单元锤 18b 包括至少一个单元锤部 18。左单元锤 18a 的至少一个单元锤部 18 的数量和右单元锤 18b 的至少一个单元锤部 18 的数量彼此相等,以使得左单元锤 18a 和右单元锤 18b 沿着 x 方向布置且相对于振动器 11 的中心锤 16a 对称。激励部 50 可以以反相分别振动左单元锤 18a 和右单元锤 18b。检测部 70 可以基于沿着左单元锤 18a 和右单元锤 18b 中的每一个的 x 方向的移位来检测角速度。

[0082] 在这种构造下,在沿着 y 方向施加角速度时,位于左侧的左单元锤 18a 和位于右侧的右单元锤 18b 沿着 x 方向向相反方向移动。相反,当沿着 x 方向施加外力时,左单元锤 18a 和右单元锤 18b 向外力的施加方向移动。因此,如果检测到左单元锤 18a 的移位与右单元锤 18b 的移位之间的差,则可检测到角速度,同时抵消了外力的影响。由此,抑制了由于外力而导致的角速度的检测精度的下降。

[0083] 根据可选的第三方面,激励部 50 可以包括(i)形成在基板 12 中的第一驱动电极 51 和第二驱动电极 52 以及(ii)将驱动电压施加到第一驱动电极 51、第二驱动电极 52 以及振动器 11 的电压施加部 53。第一驱动电极 51 和第二驱动电极 52 可以沿着 z 方向面对振动器 11。电压施加部 53 可以将反相的交流电压作为驱动电压施加到第一驱动电极 51 和第二驱动电极 52,且将恒定电压作为驱动电压的施加到振动器 11。

[0084] 当在振动器 11 与第一驱动电极 51 之间出现吸引力排斥力时,在振动器 11 与第二驱动电极 52 之间出现排斥力吸引力。由此,振动器 11 沿着 z 方向振动。

[0085] 根据可选的第四方面,可以将一个第一驱动电极 51 和一个第二驱动电极 52 沿着 x 方向布置,并沿着 z 方向面对倾斜锤 16。根据此,倾斜锤 16 沿着 z 方向以定位在与连接梁装置 14 相连接的连接区域 P1 的中心进行振动,振动器 11 沿着 z 方向振动。

[0086] 根据可选的第五方面,面对左单元锤 18a 的倾斜锤 16 的第一驱动电极 51 和面对右单元锤 18b 的倾斜锤 16 的第二驱动电极 52 可以沿着 x 方向布置且相对于振动器 11 的中心锤 16a 对称;并且面对左单元锤 18a 的倾斜锤 16 的第二驱动电极 52 和面对右单元锤 18b 的倾斜锤 16 的第一驱动电极 51 可以沿着 x 方向布置且相对于振动器 11 的中心锤 16a 对称。

[0087] 在这种构造下,沿着 x 方向布置且相对于位于振动器 11 的中心的中心锤 16a 对称的左单元锤 18a 和右单元锤 18b 以反相来振动。因此,振动器沿着 z 方向振动。

[0088] 根据可选的第六方面,在振动器 11 中,倾斜锤 16 的沿着 z 方向面对第一驱动电极 51 的面对范围 R1 的形状和倾斜锤 16 的沿着 z 方向面对第二驱动电极 52 的面对范围 R2 的形状中的每一个相对于贯穿方向 L1 各自对称,该贯穿方向 L1 沿着 x 方向穿透单元锤部 18 中的每一个的中心。

[0089] 该构造不同于倾斜锤沿着 z 方向面对第一驱动电极的面对范围 R1 的形状和倾斜锤沿着 z 方向面对第二驱动电极的面对范围 R2 的形状相对于贯穿方向 L1 各自均不对称的构造,该贯穿方向 L1 沿着 x 方向穿透单元锤部 18 中的每一个的中心。因此,抑制了振动器 11 在由 y 方向和 z 方向规定的 y-z 平面中移动。作为结果,抑制了振动器 11 的振动状态变得不稳定,并且抑制了角速度的检测精度的降低。

[0090] 根据可选的第七方面,左单元锤 18a 的上下锤 15 可以沿着 z 方向面对第一驱动电极 51;右单元锤 18b 的上下锤 15 可以沿着 z 方向面对第二驱动电极 52。

[0091] 在这种构造下,沿着 x 方向布置且相对于位于振动器 11 的中心的中心锤 16a 对称的左单元锤 18a 和右单元锤 18b 以反相来振动。因此,振动器沿着 z 方向振动。

[0092] 根据可选的第八方面,上下锤 15 的沿着 z 方向面对第一驱动电极 51 的面对范围 R5 的形状和上下锤 15 的沿着 z 方向面对第二驱动电极 52 的面对范围 R6 的形状相对于贯穿方向 L1 各自对称,该贯穿方向 L1 沿着 x 方向穿透单元锤部 18 中的每一个的中心。

[0093] 该构造不同于上下锤沿着 z 方向面对第一驱动电极的面对范围 R5 的形状和上下锤沿着 z 方向面对第二驱动电极的面对范围 R6 的形状相对于贯穿方向 L1 各自均不对称的构造,该贯穿方向 L1 沿着 x 方向穿透单元锤部中的每一个的中心。因此,抑制振动器 11 在 y-z 平面中移动。作为结果,抑制了振动器 11 的振动状态变得不稳定,并且抑制了角速度的检测精度的降低。

[0094] 根据可选的第九方面,连接梁装置 14 可以包括围绕振动器 11 的主框架部 25、将锚固装置 13 与主框架部 25 相连接的第一连接梁 26 以及将振动器 11 与框架部相连接的第二连接梁 27。第一连接梁 26 可以沿着 x 方向具有柔性;第二连接梁 27 可以具有围绕 y 方向扭转的特性。

[0095] 在这种构造下,当沿着 x 方向施加外力时第一连接梁 26 弯曲。第一连接梁 26 的弯曲减小了施加到振动器 11 的应力。作为结果,抑制了由于外力而导致振动器 11 的移位,并且抑制了角速度的检测精度的下降。

[0096] 根据可选的第十方面,上下锤 15 可以包括(i)具有与扭转梁 17 相连接的外侧面

的第一框架部 19、(ii)位于由第一框架部 19 的内侧面围绕的范围中的第二框架部 20 以及 (iii)将第一框架部 19 与第二框架部 20 相连接的检测梁 21,该检测梁 21 沿着 x 方向具有柔性。检测部 70 可以包括(i)形成在第二框架部 20 的内侧面中的第一检测电极 71、(ii)与锚固装置 13 相连接且在 x 方向或 y 方向上面对第一检测电极 71 的第二检测电极 72 以及(iii)角速度检测部 73,该角速度检测部 73 基于形成在第一检测电极 71 和第二检测电极 72 之间的电容器的静电电容的变化来检测角速度。

[0097] 在这种构造下,采用用作边界的检测梁 21 将在沿着第一框架部 19 的 z 方向上的振动和沿着第二框架部 20 的 x 方向上的移动彼此分离,从而抑制了由于第一框架部 19 的振动而导致在第二框架部 20 的移动上的变化。面对面积和面对间隙形成在第一检测电极 71 与第二检测电极 72 之间。面对面积和面对间隙由于第一框架部 19 的振动而经受改变。上述构造抑制了面对面积和面对间隙中这样的改变,并且还抑制了在第一检测电极 71 与第二检测电极 72 之间形成的电容器的静电电容的变化的改变,即,沿着振动器 11 的 x 方向的移位。作为结果,抑制了由于第一框架部 19 的振动而导致的角速度的检测精度的下降。

[0098] 根据可选的第十一方面,基板 12 可以包括位于面对振动器 11 的面对范围中的区域 22。区域 22 可以具有朝向与振动器 11 分离的方向局部凹进的 z 方向的厚度。该构造在振动器 11 沿着 z 方向振动时,将抑制振动器 11 与基板 12 发生碰撞。此外,当在空气环境下使用角速度传感器 100 时,将抑制在振动器 11 与基板 12 之间出现阻尼。因此,抑制了振动器 11 的振动状态变得不稳定,并抑制了角速度的检测精度的降低。

[0099] 根据可选的第十二方面,还设置监控部 90 以观察振动器 11 的振动状态。这允许观察振动器 11 的振动状态。

[0100] 尽管已参照本公开内容的优选实施例描述了本公开内容,然而,应当理解,本公开内容不限于优选实施例和构造。本公开内容旨在覆盖各种变形和等价布置。另外,尽管优选了各种组合和构造,然而包括更多、更少或仅单个元件的其它组合和构造也均在本公开内容的精神和范围内。

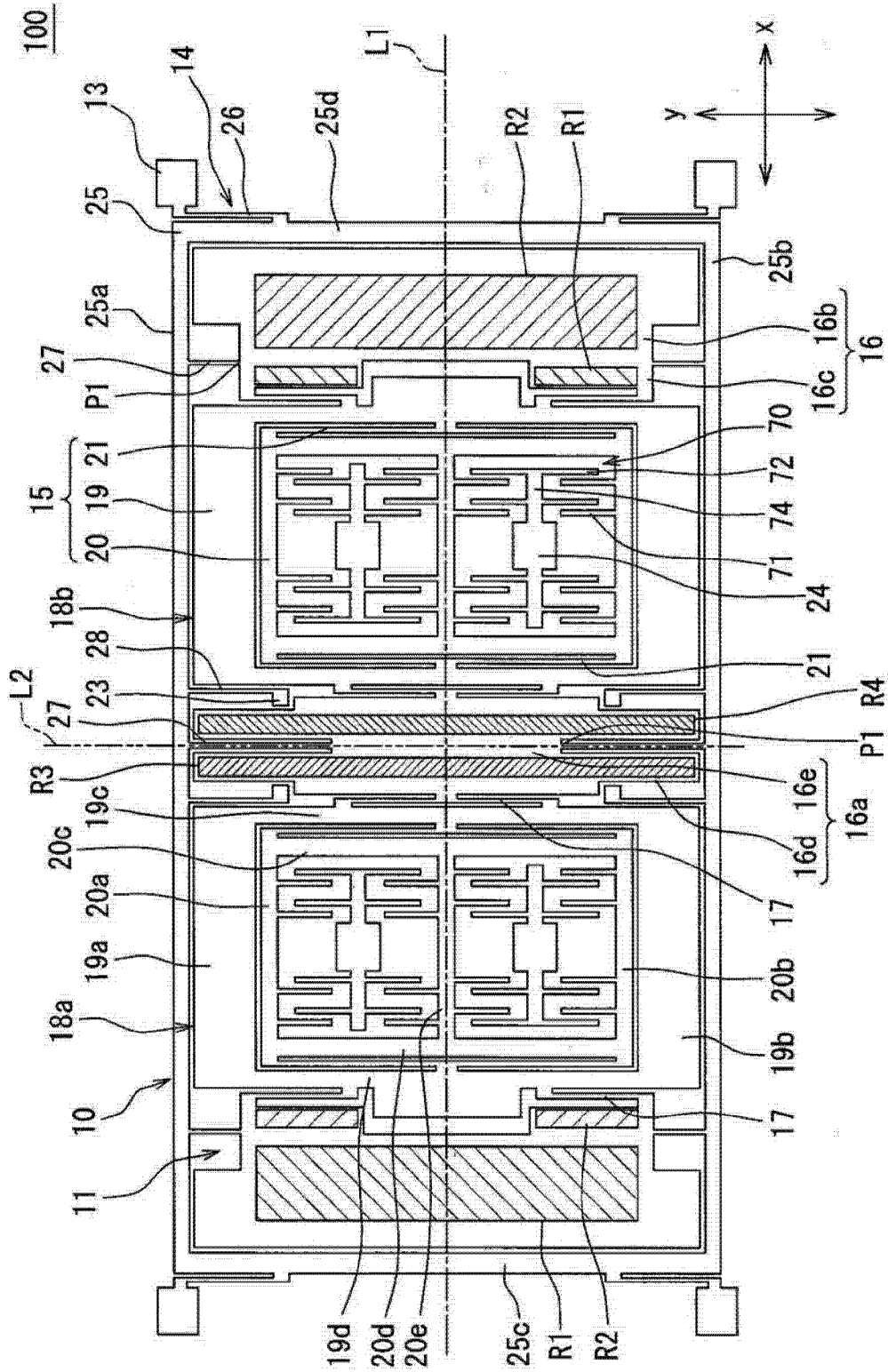


图 1

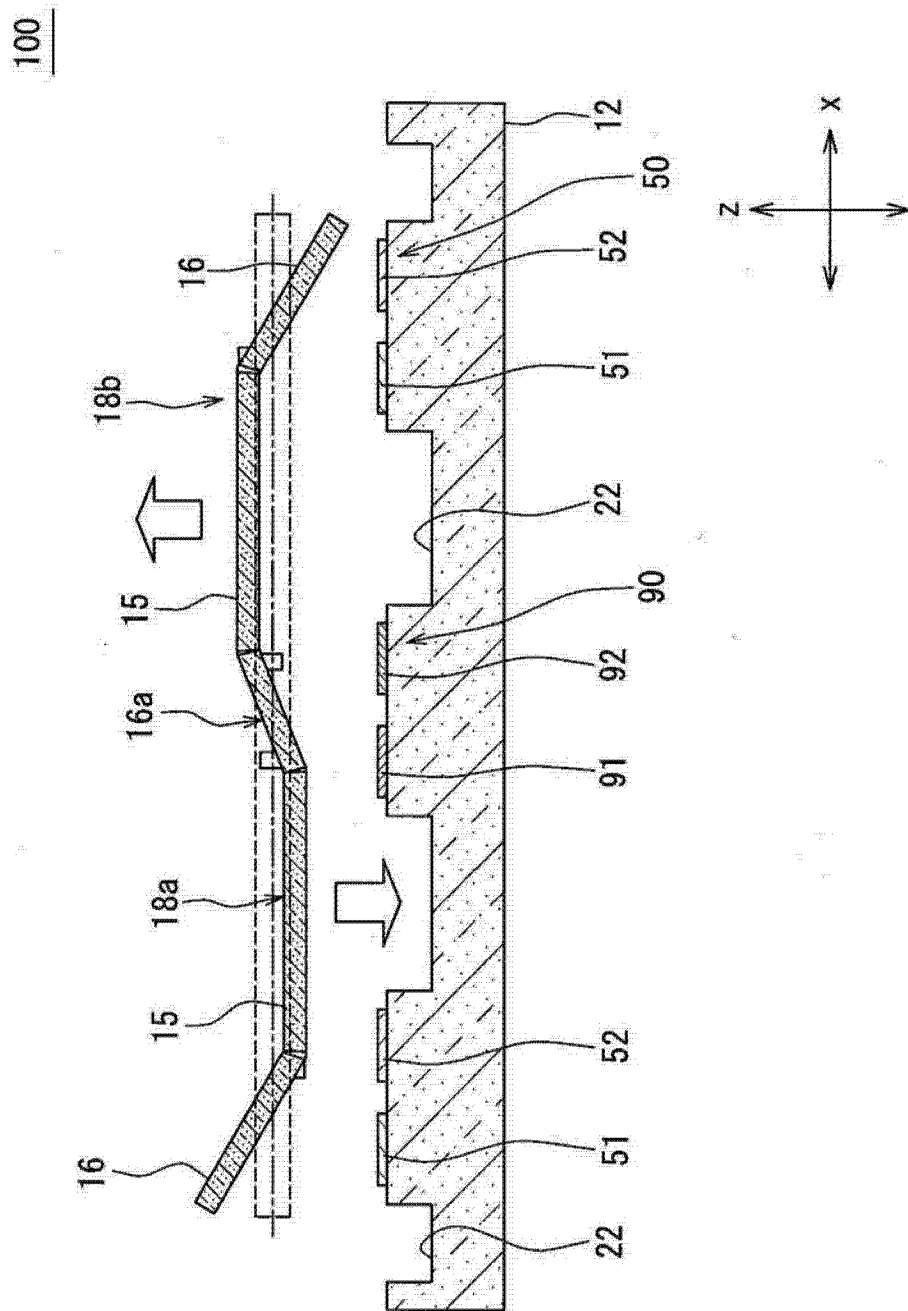


图 2

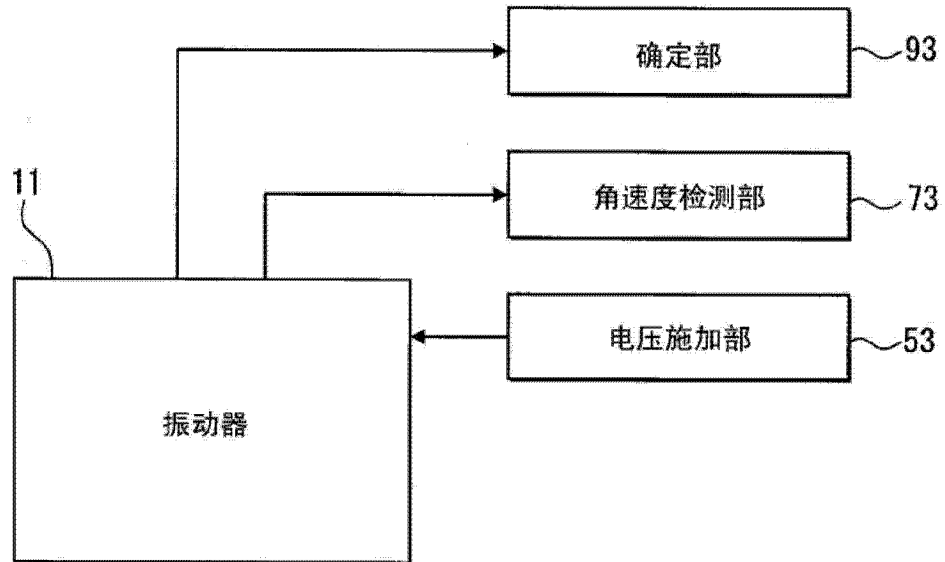


图 3

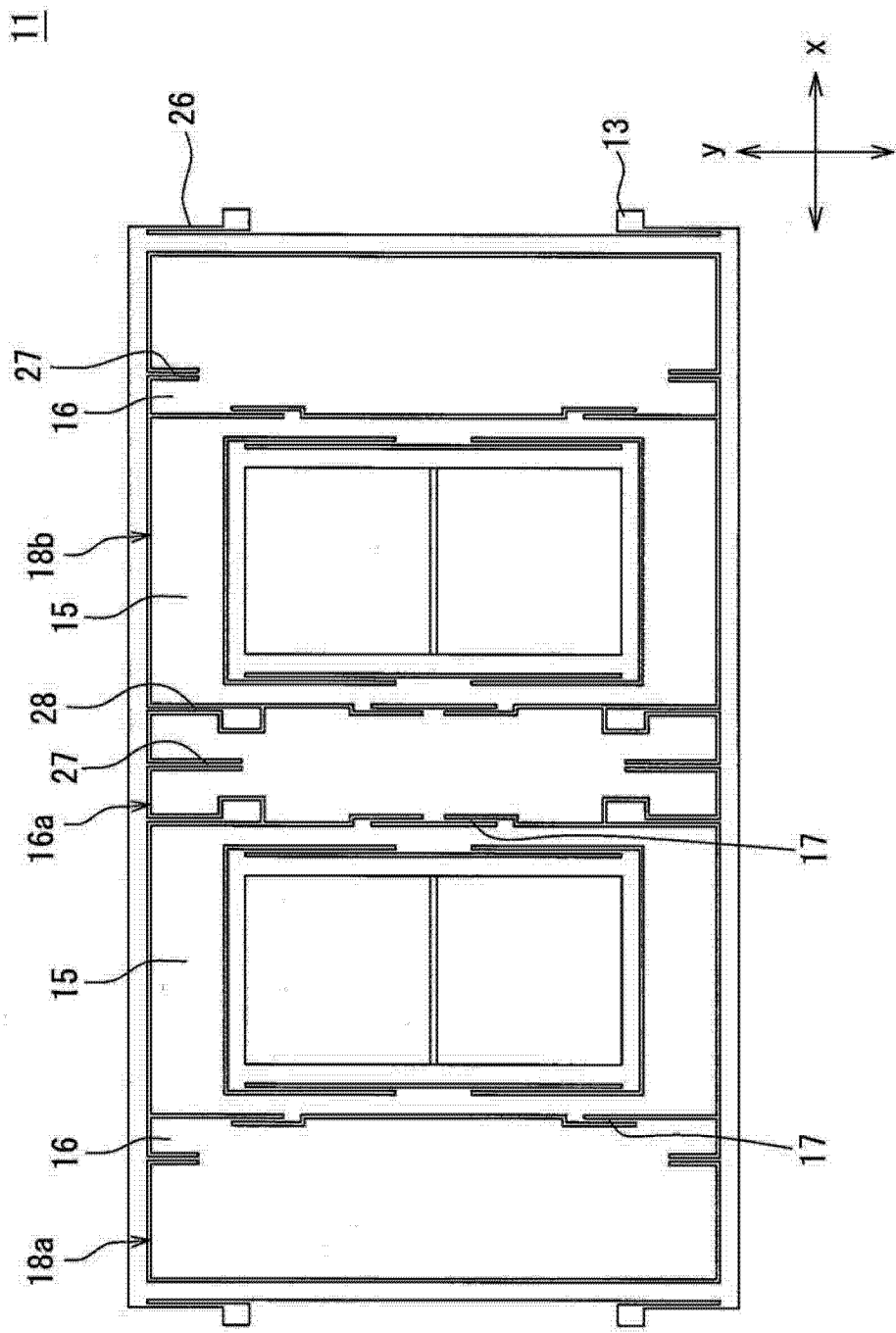


图 4

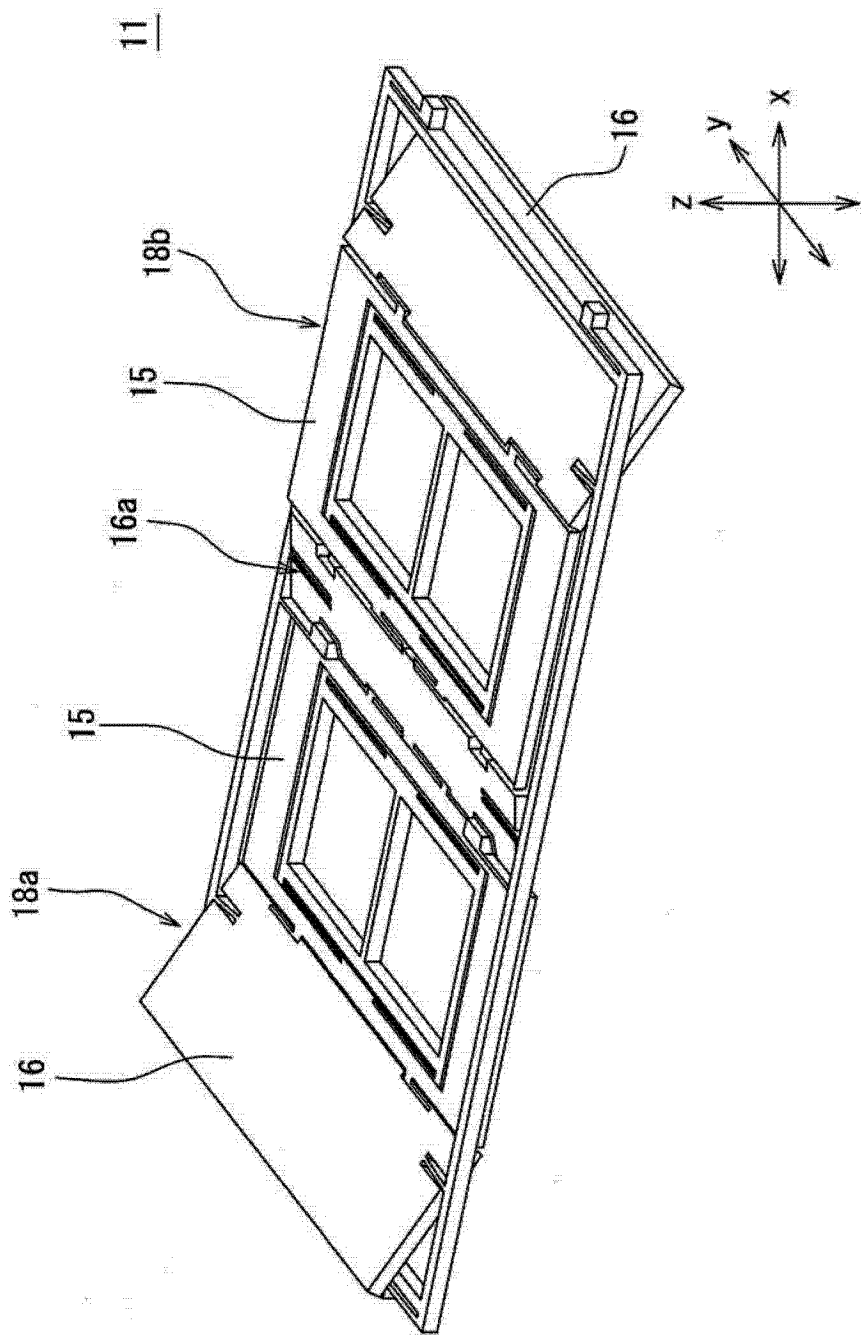


图 5

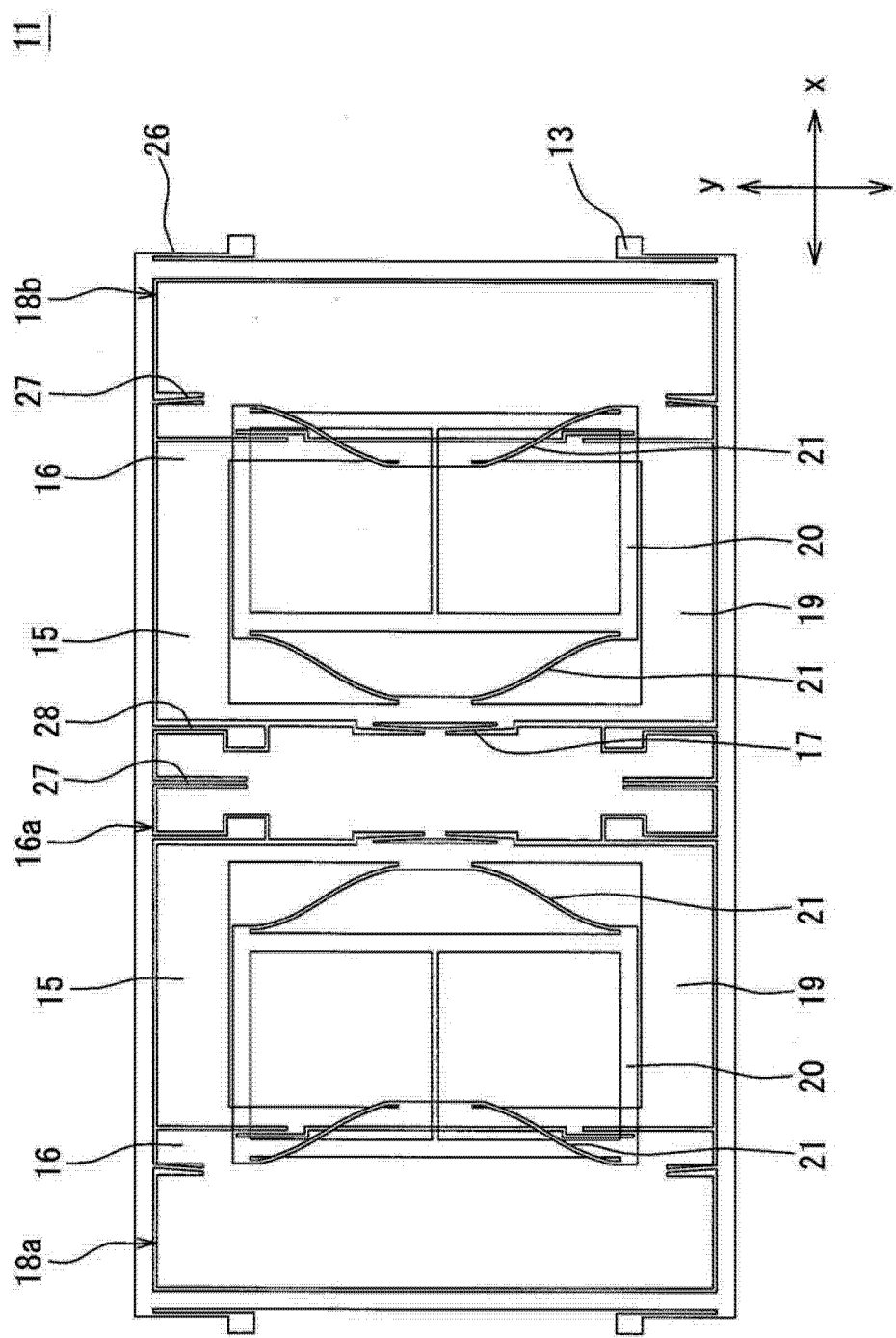


图 6

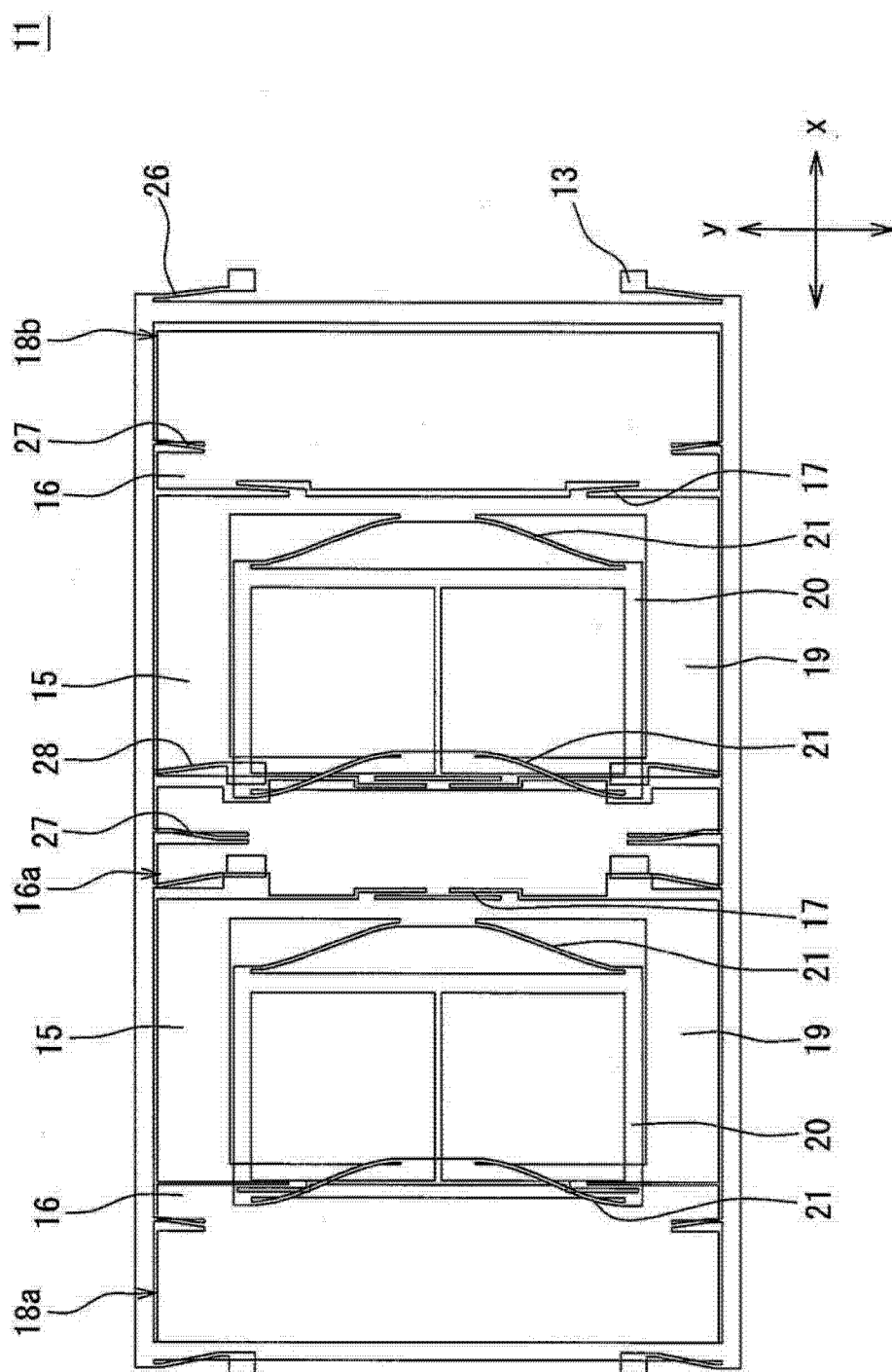


图 7

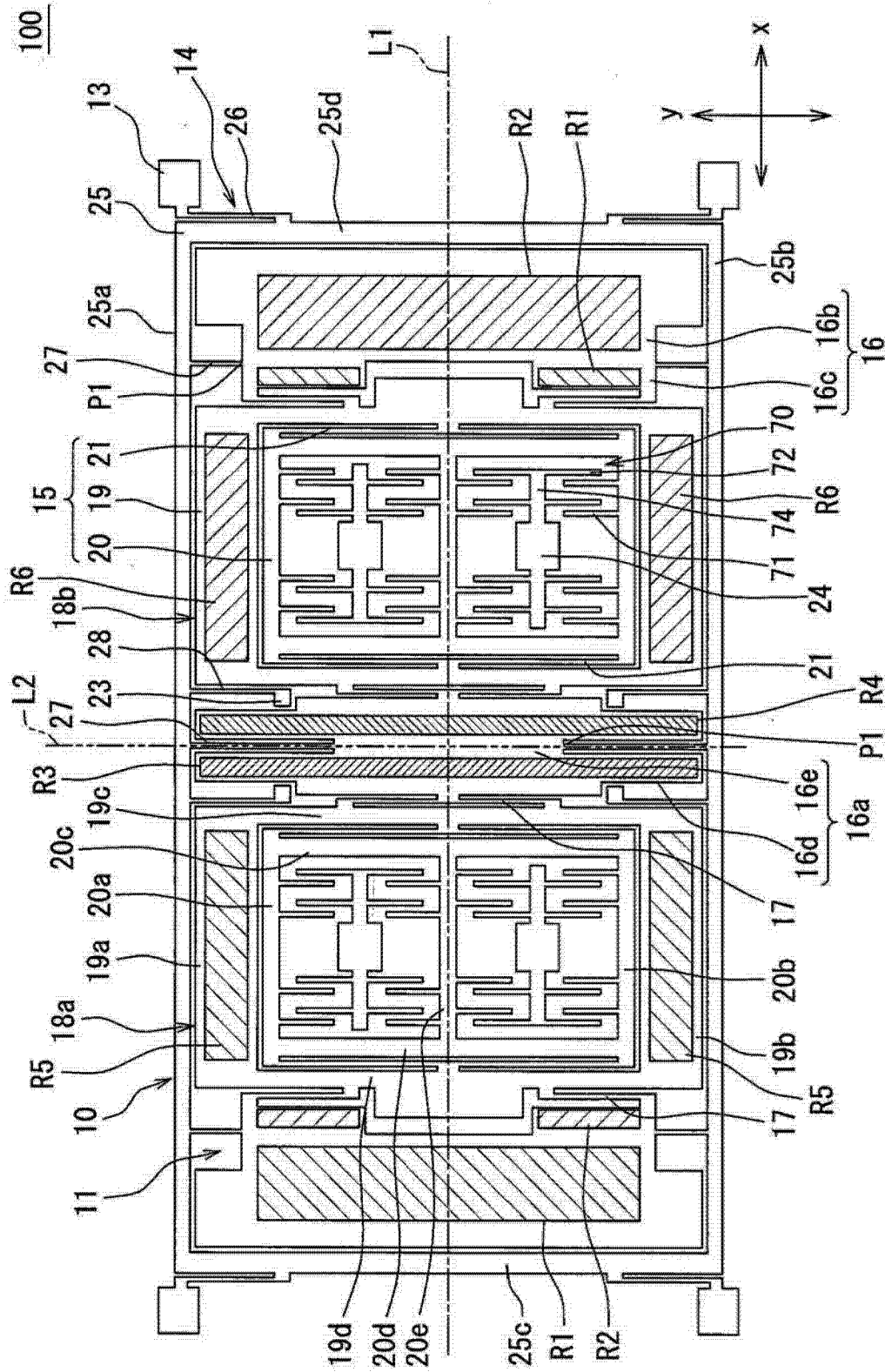


图 8

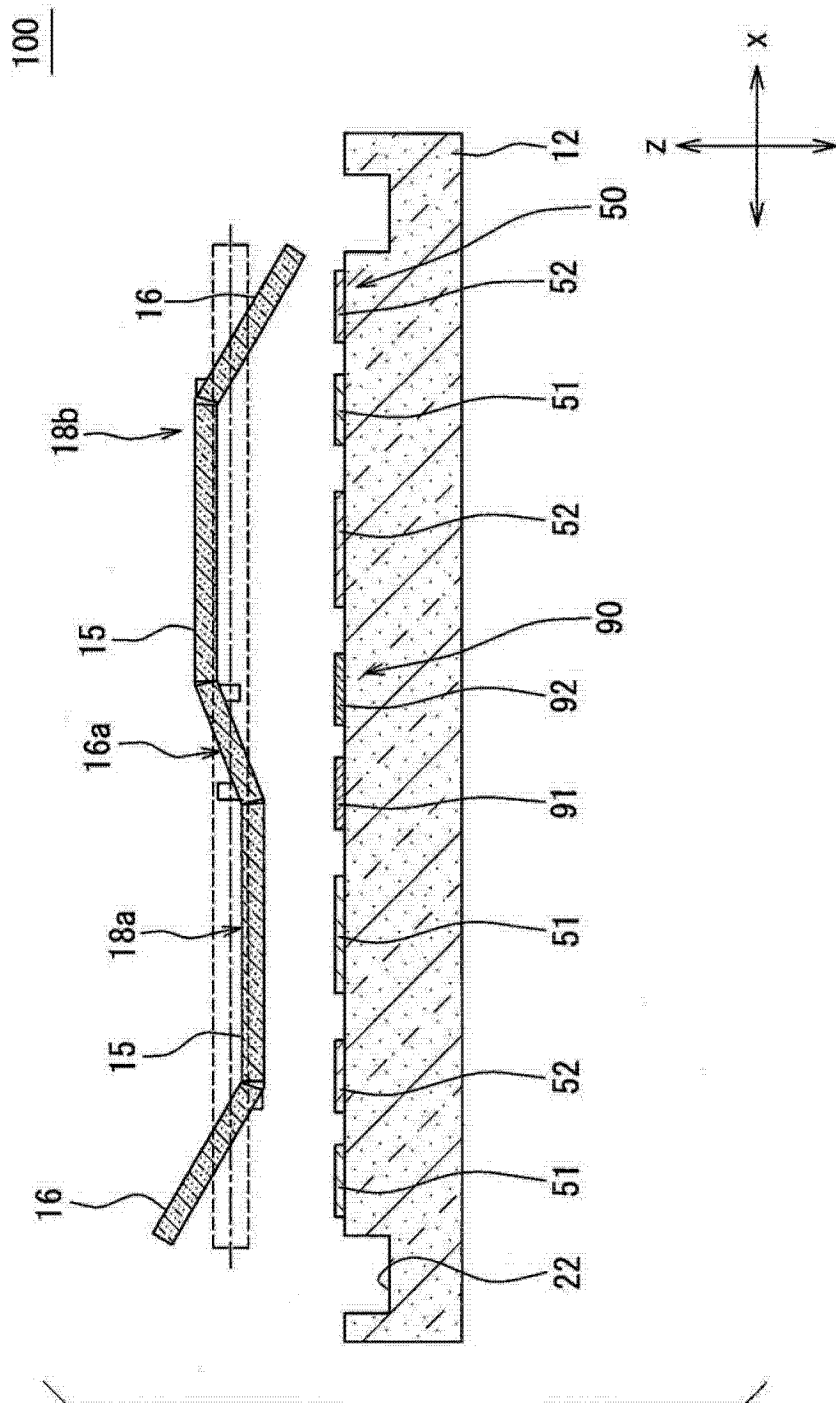


图 9

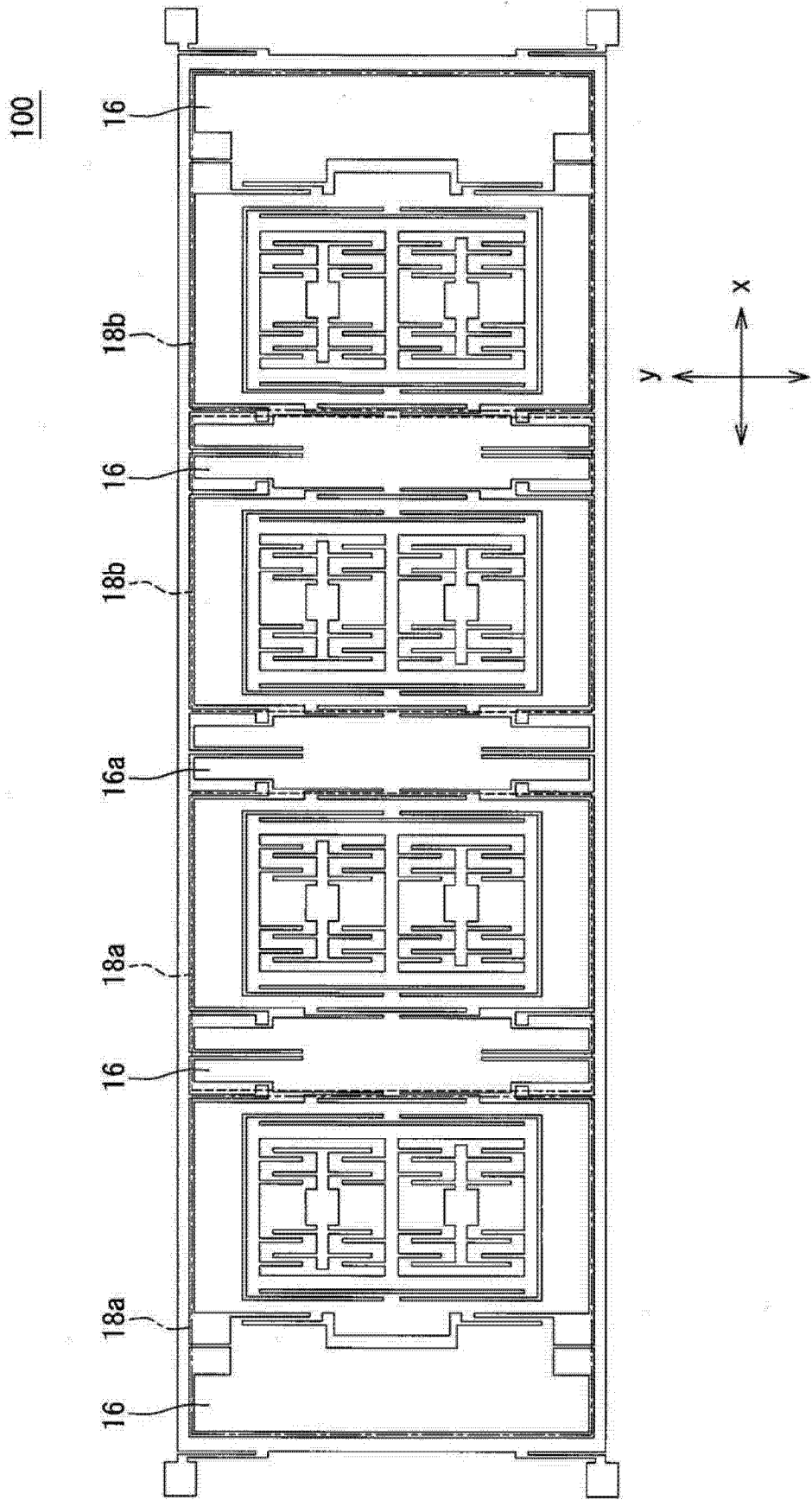


图 10

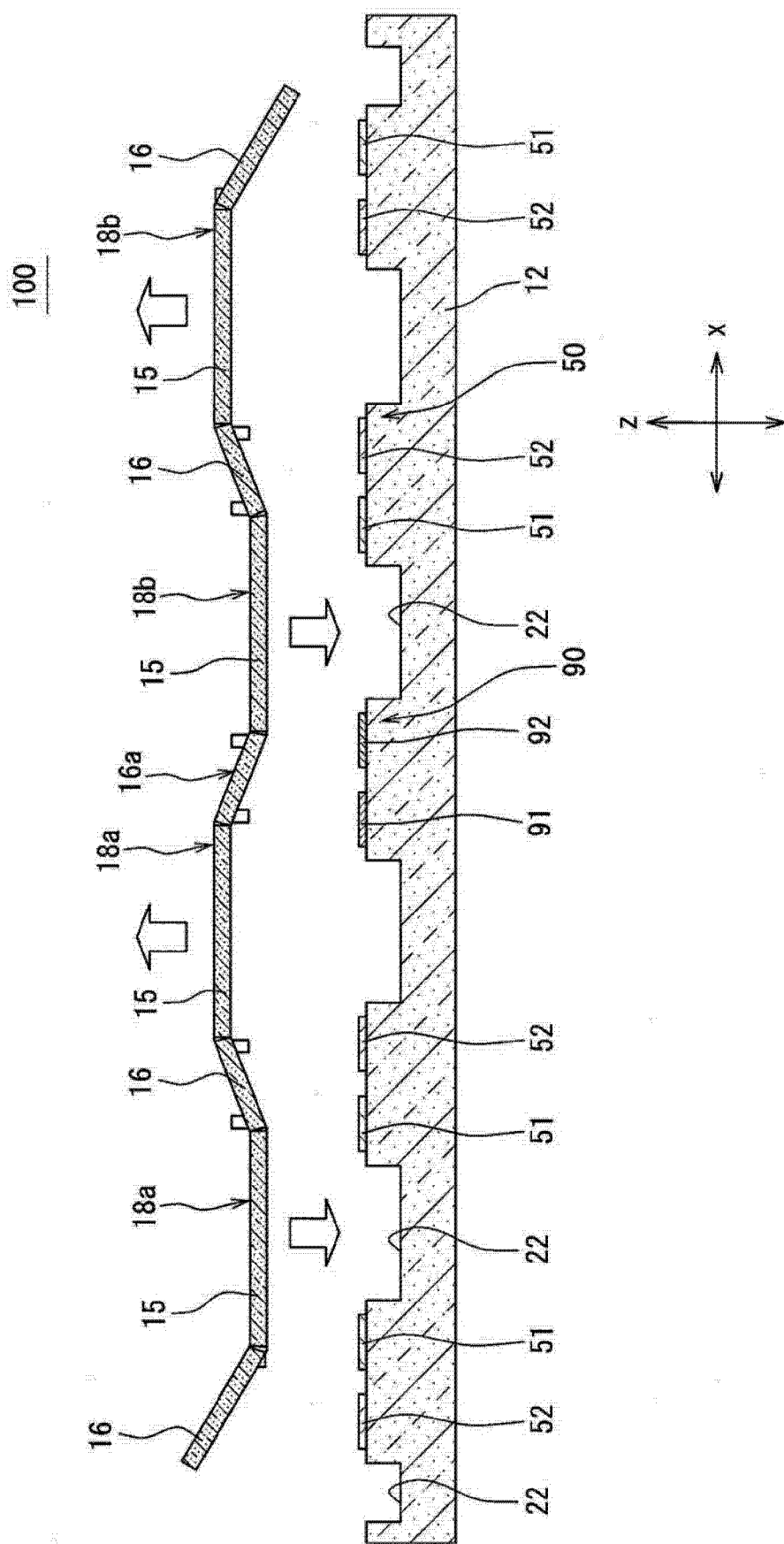


图 11