



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102215010 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 18

(21) 申请号 201110079812. 6

(22) 申请日 2011. 03. 31

(30) 优先权数据

2010-087891 2010. 04. 06 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 木村笃史

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 钱亚卓

(51) Int. Cl.

H02N 2/00 (2006. 01)

H01L 41/09 (2006. 01)

H01L 41/22 (2013. 01)

(56) 对比文件

US 2006220496 A1, 2006. 10. 05,

CN 1625046 A, 2005. 06. 08,

CN 1617366 A, 2005. 05. 18,

US 2006220496 A1, 2006. 10. 05,

审查员 范励超

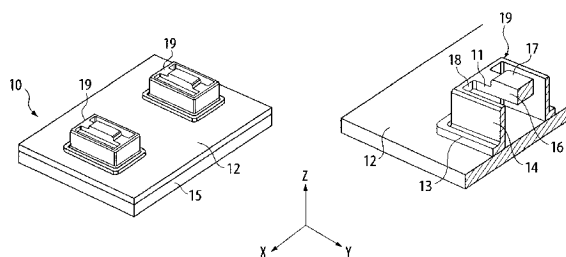
权利要求书2页 说明书8页 附图11页

(54) 发明名称

振动型致动器、振动器以及振动器的制造方法

(57) 摘要

本发明涉及振动型致动器、振动器以及振动器的制造方法,其即使在实现速度增加的时候也可以提供令人满意的致动器性能并且有接触弹力。所述致动器包括振动器,其配备有:电-机械能量转换元件;固定有所述电-机械能量转换元件的弹性部件;以及设置在所述弹性部件上的突出物。所述振动器能够在所述突出物中产生椭圆运动。从动体被构造用以接触突出物并相对于振动器进行相对运动。突出物包括:接触部分,所述接触部分具有与所述从动体相接触的接触表面;连续的侧壁部分,其相对于弹性部件的一个端面凸出并形成中空结构;以及连接部分,其连接接触部分和侧壁部分并在垂直于接触表面的方向上具有柔性。



1. 一种振动型致动器,包括:

振动器,其包括:设置有突出物的弹性部件;和固定在所述弹性部件上的电-机械能量转换元件,所述振动器被构造用以在所述突出物中产生椭圆运动,以及

从动体,其被构造用以接触所述突出物,

其中所述突出物包括:接触部分,其具有要与所述从动体相接触的接触表面;侧壁部分,其相对于弹性部件的一个端面凸出并且在所述突出物的整个外周上呈管状形式连续;以及连接部分,其连接接触部分和侧壁部分并在垂直于接触表面的方向上具有柔性。

2. 依据权利要求1所述的振动型致动器,其中所述接触表面向所述从动体凸出得比所述连接部分更远。

3. 依据权利要求1所述的振动型致动器,其中所述连接部分被分成多个连接部分。

4. 依据权利要求1所述的振动型致动器,其中所述突出物为圆筒构型。

5. 依据权利要求1所述的振动型致动器,其中所述接触部分和所述连接部分具有相同的厚度。

6. 依据权利要求1所述的振动型致动器,其中所述振动器通过合成第一振动模式的振动和第二振动模式的振动而在突出物中产生椭圆运动,在所述第一振动模式中接触表面在垂直于接触表面的方向上移位,在所述第二振动模式中接触表面在平行于接触表面的方向上移位。

7. 依据权利要求1所述的振动型致动器,其中所述振动器通过在弹性部件中激发前进波而在突出物中产生椭圆运动。

8. 依据权利要求1所述的振动型致动器,其中所述振动器还包括第二连接部分,其位于连续的侧壁部分和弹性部件的一部分之间,

弹性部件的所述部分环绕所述突出物,并且

所述第二连接部分的厚度比弹性部件的所述部分的厚度薄。

9. 一种振动器,包括:

电-机械能量转换元件;

设有突出物的弹性部件,所述电-机械能量转换元件固定于其上;以及

其中在突出物中产生椭圆运动,由此使得从动体进行相对运动,并且

其中突出物包括:接触部分,所述接触部分具有构造成要与从动体相接触的接触表面;侧壁部分,其相对于弹性部件的一个端面凸出并且在所述突出物的整个外周上呈管状形式连续;以及连接部分,其连接接触部分和侧壁部分并在垂直于接触表面的方向上具有柔性。

10. 依据权利要求9所述的振动器,其中所述接触表面比所述连接部分的表面凸出得更远。

11. 依据权利要求9所述的振动器,其中所述连接部分被分成多个连接部分。

12. 依据权利要求9所述的振动器,其中突出物为圆筒构型。

13. 依据权利要求9所述的振动器,其中所述振动器还包括第二连接部分,其位于连续的侧壁部分和弹性部件的一部分之间,

弹性部件的所述部分环绕所述突出物,并且

所述第二连接部分的厚度比弹性部件的所述部分的厚度薄。

14. 一种振动器的制造方法,所述振动器配备有弹性部件,所述弹性部件设有突出物,

所述突出物具有：相对于所述弹性部件的一个端面凸出的侧壁部分；接触部分，其被构造用以接触从动体；和连接部分，其连接所述接触部分与所述侧壁部分，并且所述振动器被构造用以在突出物中产生椭圆运动，由此使得从动体进行相对运动，所述方法包括：

通过在所述弹性部件上进行冲压形成中空的突出物，所述突出物具有远端部分和连续的侧壁部分；

通过挤压所述远端部分的外周形成构成所述连接部分的薄壁部分，由此形成在薄壁部分和远端部分的中央之间具有台阶的所述突出物；以及

冲制弹性部件以成形振动器。

15. 依据权利要求 14 所述的振动器的制造方法，其中在设置了台阶之后通过冲孔形成被分成多个连接部分的所述连接部分。

16. 依据权利要求 14 所述的振动器的制造方法，通过在弹性部件上进行冲孔形成多个孔洞来形成所述突出物，使得所述连接部分被分成多个连接部分。

17. 一种振动器的制造方法，所述振动器配备有弹性部件，所述弹性部件设有突出物，所述突出物具有：相对于所述弹性部件的一个端面凸出的侧壁部分；接触部分，其被构造用以接触从动体；和连接部分，其连接所述接触部分与所述侧壁部分，并且所述振动器被构造用以在突出物中产生椭圆运动，由此使得从动体进行相对运动，所述方法包括：

通过在所述弹性部件上进行冲压形成中空的突出物，所述突出物具有远端部分和连续的侧壁部分；

通过执行冲压使得构成接触部分的远端部分中央凸出超过构成连接部分的远端部分外周，由此形成在接触部分和连接部分之间具有台阶的所述突出物；以及

冲制弹性部件以成形振动器。

18. 依据权利要求 17 所述的振动器的制造方法，其中在设置台阶之后通过冲孔形成被分割成多个连接部分的所述连接部分。

19. 依据权利要求 17 所述的振动器的制造方法，通过在弹性部件上进行冲孔形成多个孔洞来形成所述突出物，使得所述连接部分被分成多个连接部分。

20. 一种振动器的制造方法，所述振动器配备有：电-机械能量转换元件；固定有所述电-机械能量转换元件的弹性部件，所述弹性部件设有突出物；所述振动器被构造用以使接触所述突出物的从动体进行相对运动，所述方法包括：

在弹性部件上进行模压，从而形成：从弹性部件凸出并形成中空结构的连续侧壁部分；接触部分，其具有被构造用以接触从动体的接触表面；以及连接部分，其被构造用以连接侧壁部分和接触部分并在垂直于接触表面的方向上具有柔性；以及

冲制弹性部件成形振动器。

振动型致动器、振动器以及振动器的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种振动型致动器、振动型致动器的振动器以及振动器的制造方法，所述振动型致动器在振动器中产生振动从而使得从动体进行相对运动。

背景技术

[0002] 在振动型致动器中，要进行加压接触的接触部分被赋予弹性，由此可实现平滑的接触，并可获得令人满意的性能。如图 11 所示，在日本专利申请公开 No. 2008-125147 中所讨论的线性振动型致动器中，振动器 110 设置有突出物 119，每个突出物 119 都装配有具有弹性的接触部分 113。

[0003] 突出物 119 包括接触部分 113，该接触部分 113 具有要与从动体（未示出）进行接触的接触表面 114；固定部分 117；以及连接接触部分 113 和固定部分 117 的连接部分 116，并且固定部分 117 通过激光焊接或类似方法被固定到弹性部件 112。为了使接触部分 113 具有弹性，弹性部件 112 设置有足够深度的凹槽部分 118。弹性部件 112 设置在压电部件 115 上。

[0004] 提供具有弹性接触部分的振动器并不限于线性振动型致动器。如在日本专利申请公开 No. 2006-311790 中所讨论的，还有旋转振动型致动器用于在弹性部件中产生前进波，该致动器的振动器在其突出物的远端具有相结合的弹性接触部分。

[0005] 然而，上述的传统构造具有以下问题。在日本专利申请公开 No. 2008-125147 中所讨论的线性振动型致动器中，为提高从动体的运动速度，需要增加与从动体接触的振动器 110 的接触表面 114 的高度，从而增大在传送方向（X 方向）上的振幅。

[0006] 但是，增加接触表面 114 的高度会导致连接部分 116 在 X 方向上刚度降低，因此，虽然可以达到高振动速度，但很难将驱动力有效地传递给从动体。此外，由于突出物 119 振动的振动模式的共振频率降低，就很可能产生不需要的振动，因此，在某些情况下，很难获得满意的致动器性能。

[0007] 另外关于在日本专利申请公开 No. 2006-311790 中所讨论的旋转振动型致动器，增加接触表面的高度会导致在周向和径向方向上刚度降低，从而很容易发生不需要的振动。

发明内容

[0008] 依据本发明的一方面内容，振动型致动器包括：振动器，其配备有：电-机械能量转换元件；固定有所述电-机械能量转换元件的弹性部件；以及设置在所述弹性部件上的突出物，所述振动器被构造用以在所述突出物中产生椭圆运动，以及从动体，其被构造用以接触所述突出物并相对于所述振动器运动，其中所述突出物包括：接触部分，其具有与所述从动体相接触的接触表面；连续的侧壁部分，其相对于弹性部件的一个端面凸出并形成中空结构；以及连接部分，其连接接触部分和侧壁部分并在垂直于接触表面的方向上具有柔性。

[0009] 依据本发明的另一方面内容,振动器包括:电-机械能量转换元件;弹性部件,所述电-机械能量转换元件固定于其上;以及设置在所述弹性部件上的突出物,所述振动器被构造成在突出物中产生椭圆运动,由此使得从动体进行相对运动,并且其中突出物包括:接触部分,所述接触部分具有与从动体相接触的接触表面;连续的侧壁部分,其相对于弹性部件的一个端面凸出并形成中空结构;以及连接部分,其连接接触部分和侧壁部分并在垂直于接触表面的方向上具有柔性。

[0010] 依据本发明的再另一方面内容,说明了振动器的制造方法,所述振动器配备有:电-机械能量转换元件;固定有所述电-机械能量转换元件的弹性部件;以及设置在所述弹性部件上的突出物,所述振动器被构造用以使接触所述突出物的从动体进行相对运动,所述方法包括:在弹性部件上进行模压,从而形成:从弹性部件凸出并形成中空结构的连续侧壁部分;接触部分,其具有被构造用以接触从动体的接触表面;以及连接部分,其被构造用以连接侧壁部分和接触部分并在垂直于接触表面的方向上具有柔性的;以及冲制弹性部件成形振动器。

[0011] 依据本发明,突出物的侧表面与振动型致动器的突出物的接触表面连续地连接,同时在Z方向上具有回弹性,因此可确保在X和Y方向上的刚度,由此就能够获得满意的致动器性能。

[0012] 通过下面参考附图对示例性实施方式所做的详细说明将会使本发明的进一步特征和内容变得清晰。

附图说明

[0013] 被并入且构成说明书的一部分的附图图解说明了本发明的示例性实施方式、特征和方面,其与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0014] 图1A是依据本发明第一示例性实施方式的振动器的透视图,图1B是其突出物的局部剖面透视图。

[0015] 图2A是依据本发明第二示例性实施方式的振动器的透视图,图2B是其突出物的局部剖面透视图。

[0016] 图3A是依据本发明第三示例性实施方式的振动器的透视图,图3B是其突出物的局部剖面透视图。

[0017] 图4是依据本发明第四示例性实施方式的环形振动器的透视图。

[0018] 图5A是依据本发明第五示例性实施方式的振动器的透视图,图5B是其突出物的局部剖面透视图。

[0019] 图6A至6F是显示在弹性部件上进行整体模压工艺的图解。

[0020] 图7A是依据本发明第六示例性实施方式的振动器的透视图,图7B是其突出物的局部剖面透视图。

[0021] 图8A至8E是显示在图7A和图7B的弹性部件上进行整体模压工艺的图解。

[0022] 图9是传统线性振动型致动器的外透视图。

[0023] 图10A和10B是显示两种振动模式的图解,其中是由图9的振动器实施激发。

[0024] 图11是其上装配了具有回弹性突出物的振动器的透视图,以及其中一个突出物的透视图。

[0025] 图 12A 是依据本发明第五示例性实施方式的变型示例的振动器的透视图,图 12B 是其突出物的局部剖面透视图。

具体实施方式

[0026] 本发明的各种示例性实施方式、特征及方面将在下面参考附图进行详细说明。

[0027] 在第一示例性实施方式中,将说明适用于线性振动型致动器的振动器。首先,将参考附图 9、10A 和 10B 对其驱动原理进行说明。

[0028] 图 9 是线性振动型致动器的示意性透视图。在图 9 中,线性振动型致动器 200 包括振动器 100 和构成从动体的滑块 106。振动器 100 具有压电元件 105,该压电元件 105 是成形为矩形薄板的电-机械能量转换元件;与压电元件 105 的一个端面相结合的弹性部件 102;以及成形为从弹性部件 102 上凸出的两个突出物 103。

[0029] 图 10A 和 10B 是分别显示图 9 中所示的振动器如何分别在两种振动模式(模式 A 和模式 B)中通过激发而变形的图解。在这里,两种振动模式都是相对于振动器 100 而言平面外方向的弯曲振动模式。选择振动器 100 构造使得共振频率基本上相互重合。

[0030] 图 10A 中位于下方的两个图解显示了从 Y 方向观察的振动器 100。如图 10A 的底部图解所示,模式 A 的振动为二次弯曲振动模式的振动,其中出现了三个节点(α),它们沿振动器 100 的 Y 方向延伸。

[0031] 突出物 103 布置在邻近模式 A 振动中的节点的位置,在模式 A 的振动中,在突出物中产生往复运动,使得接触表面在箭头所指的 X 方向上(平行于接触表面并且构成从动体传送方向的方向)产生位移。

[0032] 图 10B 中位于下方的两个图解显示了从 X 方向观察的振动器 100。如图 10B 的底部图解所示,模式 B 的振动为一次弯曲振动模式的振动,其中出现了两个节点(β),它们沿振动器 100 的 X 方向延伸。也就是说,模式 A 的振动节点和模式 B 的振动节点在 XY 平面中相互垂直。

[0033] 如图 10B 所示,突出物 103 位于模式 B 振动中构成腹点的位置附近,因而在模式 B 的振动中,在突出物 103 中产生往复运动,使得接触表面在箭头所指的 Z 方向上(垂直于接触表面并且是上推方向的方向)产生位移。

[0034] 当具有大约 $\pi/2$ 时间相位差的 AC 信号被输入到设置在压电元件 105 中的两个电极(未示出)时,就在振动器 100 中通过激发而产生上述的模式 A 和模式 B 振动,其方式为时间相位差约为 $\pm \pi/2$ 。所述两种振动模式的振动被合成在一起,由此在突出物 103 的接触表面 104 中产生在图 9 中 XY 平面内的椭圆运动。由于此椭圆运动,与接触表面 104 形成加压接触的滑块 106 进行关于振动器 100 的相对运动。

[0035] 然而,应该注意到,在本示例性实施方式的线性振动型致动器中,在接触表面中产生椭圆运动的方法并不限于上述的方法。例如,也可以将不同于上述振动模式的振动模式的振动相互结合,或者将在 X 方向上扩展或收缩弹性部件的竖直振动模式的振动与弯曲振动模式的振动相互组合。

[0036] 换句话说,可以采用任何类型的驱动系统,只要是通过主要在传送方向上使接触表面移位的振动模式的振动与在上推方向上使接触表面移位的振动模式的振动相组合而在接触表面中产生椭圆运动即可。

[0037] 接下来,将对第一示例性实施方式的特定振动器构造予以说明。图 1A 是本发明的第一示例性实施方式可适用于的振动器的透视图,而图 1B 是其突出物的局部剖面透视图。本示例性实施方式的致动器为线性振动型致动器。就其驱动原理而言,上述传统的线性振动型致动器的驱动系统是适用的。

[0038] 如图 1A 所示,振动器 10 具有成形为矩形薄板的压电元件 15;固定在该压电元件 15 上的弹性部件 12;以及从弹性部件 12 的一个端面上(即,从与压电元件 15 相粘接的表面相反侧的表面上)凸出的两个突出物 19。在本示例性实施方式中,可以只设置一个突出物或者象在本示例性实施方式中那样设置多个突出物。此外,可将突出物 19 设置在结合有压电元件 15 那一侧的表面上。

[0039] 如图 1B 所示,每个突出物 19 都具有:相对于弹性部件 12 凸出的中空构造的矩形侧壁部分 14;接触部分 16,其具有要与滑块(从动体)(未示出)相接触的接触表面 17;以及连接部分 11,其连接侧壁部分 14 和接触部分 16。在本示例性实施方式中,在突出物 19 被固定于弹性部件 12 的情况下,设置有通过激光焊接或类似方法与弹性部件 12 的上表面相结合的固定部分 13。

[0040] 侧壁部分 14 是连续的(即,在突出物 19 的整个外周上呈管状形式连续),从而可以确保突出物 19 在 XY 平面内的方向上的预定刚度。在连接部分 11 和接触部分 16 之间设置有台阶,连接部分 11 的上表面低于接触部分 16 的接触表面 17。也就是说,接触表面 17 朝向从动体侧(与弹性部件侧相对的一侧)凸出得比连接部分 11 的从动体侧表面(在与弹性部件侧相对的一侧的表面上)更远。

[0041] 采用这种构造,滑块不会与连接部分 11 相接触。此外,连接部分 11 比接触部分 16 薄,并且,另外,连接部分 11 的宽度因被孔洞部分 18 分成两部分而减小,因而在 Z 方向上刚度降低从而被赋予了回弹性(柔性)。在仅通过减少其厚度就能够获得预定水平的回弹性的情况下,就不需要依靠孔洞部分 18 将连接部分 11 分成多个部分。

[0042] 由于上述的构造,突出物 19 在 Z 方向上(与接触表面垂直的方向)具有回弹性,因而就可以实现振动器 10 与滑块之间的平滑接触。此外,即使为了更高的速度而增加突出物 19 的高度,由于在其外周有连续的侧壁部分 14,就可以在 X 方向上(其为滑块的驱动方向)确保突出物 19 有必需的刚度,从而就可以将振动器 10 的驱动力有效地传递给滑块。

[0043] 此外,突出物 19 在其远端具有弹性部分,从而其振动模式的共振频率足以远高于振动器 10 的驱动频率,这就使得可以获得令人满意的致动器性能。

[0044] 依据第二示例性实施方式的振动器与第一示例性实施方式的不同之处在于突出物为圆筒形构造。图 2A 是本发明第二示例性实施方式可适用的振动器的透视图,图 2B 是所述振动器的突出物的局部剖面透视图。本示例性实施方式也应用于线性振动型致动器,并且其驱动原理与传统线性振动型致动器的相同,因此将省略其说明。

[0045] 如图 2A 所示,振动器 20 具有:压电元件 25;固定在该压电元件 25 上的弹性部件 22;以及由弹性部件 22 的一个端部表面凸出的两个突出物 29。如图 2B 所示,每个突出物 29 都具有圆筒形侧壁部分 24,该部分 24 设置成从弹性部件 22 凸出;接触部分 26,其具有要与滑块(未示出)进行接触的接触表面 27;以及连接部分 21,其连接侧壁部分 24 和接触部分 26。

[0046] 侧壁部分 24 通过固定部分 23 在中间依靠激光焊接或类似方法被固定在弹性部件

22 上。由于侧壁部分 24 在突出物 29 的整个外周上是连续的,因而可确保突出物 29 在 XY 平面内的方向上具有预定水平的刚度。在连接部分 21 和接触部分 26 之间设置有台阶,并且连接部分 21 的上表面低于接触表面 27,因而滑块不与连接部分 21 接触。

[0047] 连接部分 21 比接触部分 26 薄,并且此外,连接部分 21 被孔洞部分 28 分成四部分而减少了宽度,因此在 Z 方向上刚度降低而被赋予预定水平的回弹性。在仅通过减少厚度就能够获得预定水平的回弹性的情况下,连接部分 21 就不需要依靠孔洞部分 28 来分割。

[0048] 采用这种构造,突出物 29 在 Z 方向上具有回弹性,因此就可以实现振动器 20 与滑块之间的平滑接触。此外,如果为了更高的速度而增加突出物 29 的高度,由于侧壁部分 24 而确保了突出物 29 在 X 方向上(其为对滑块的驱动方向)的必需的刚度,因此就可以将振动器 20 的驱动力有效地传递给滑块。

[0049] 此外,突出物 29 在其远端具有回弹性,因此其振动模式的共振频率远高过振动器 20 的驱动频率,这就使得可以获得令人满意的致动器性能。此外,在本示例性实施方式中,突出物 29 为圆筒构型,因而与第一示例性实施方式相比其能够进一步增大侧壁部分 24 的刚度。

[0050] 在依据第三示例性实施方式的振动器中,接触部分的厚度与连接部分的相等,并且与第二示例性实施方式相比接触部分的体积更小。图 3A 是本发明第三示例性实施方式可适用的振动器的透视图,图 3B 是所述振动器的突出物的局部剖面透视图。本示例性实施方式的致动器也是线性振动型致动器,并且其驱动原理与传统线性振动型致动器的相同,因此将省略其说明。

[0051] 如图 3A 所示,振动器 30 具有:压电元件 35;弹性部件 32,压电元件 35 固定在其上;以及由弹性部件 32 的一个端部表面凸出的两个突出物 39。如图 3B 所示,每个突出物 39 都具有圆筒形侧壁部分 34;接触部分 36,其具有要与滑块(未示出)进行接触的接触表面 37;以及连接部分 31,其连接侧壁部分 34 和接触部分 36。

[0052] 侧壁部分 34 通过固定部分 33 依靠激光焊接或类似方法被固定在弹性部件 32 上。在连接部分 31 和接触部分 36 之间设置有台阶,并且连接部分 31 的上表面低于接触表面 37,因而滑块不会与连接部分 31 接触。连接部分 31 被孔洞部分 38 分成四部分因而减小了宽度,由此在 Z 方向上刚度降低并被赋予预定水平的回弹性。

[0053] 连接部分 31 和接触部分 36 之间的台阶通过在突出物 39 的远端部分上进行冲压来形成。这样,接触部分 36 具有与连接部分 31 相等的厚度,因而与第二示例性实施方式的接触部分 26 相比缩小了体积。因此,与第二示例性实施方式相比就可以进一步提高突出物 29 振动模式的共振频率。

[0054] 依据本发明第四示例性实施方式的振动器为旋转振动型致动器。旋转振动型致动器主要是通过激发在振动器中产生前进波从而在振动器的突出物中产生椭圆形运动。就振动器的构造和驱动原理而言,日本专利申请公开 No. 2006-311790 等中已讨论了数个示例,因此将省略其说明。

[0055] 图 4 是示意性图解,示出了本发明第四示例性实施方式可适用于的振动器。它是通过将图 2A、2B、3A 和 3B 中所示的突出物 29 和 39 应用于旋转振动型致动器的振动器来实现的。如图 4 所示,振动器 40 具有环形压电元件 45;弹性部件 42,所述压电元件 45 固定于其上;以及设置在弹性部件 42 的一个端面上的大量的突出物 49。

[0056] 采用这种构造,突出物 49 在 Z 方向上具有回弹性,使得振动器 40 和构成从动体的转子(未示出)之间的平滑接触得以实现。此外,如果为了更高的速度而增加突出物 49 的高度,突出物 49 也可以将振动器 40 的驱动力有效地传递给转子。

[0057] 在本发明第五示例性实施方式的振动器中,弹性部件和突出物由相同的弹性材料制成。在其它方面,第五示例性实施方式与第二示例性实施方式相同,并且其驱动原理与传统线性振动型致动器的相同。

[0058] 图 5A 是第五示例性实施方式可适用的振动器的透视图,图 5B 是其突出物的局部剖面透视图。如图 5A 所示,振动器 50 具有压电元件 55;弹性部件 52,压电元件 55 固定于其上;以及设置在弹性部件 52 的一个端面上的两个突出物 59。

[0059] 弹性部件 52 和突出物 59 被成形为相互是整体连续的。如图 5B 所示,每个突出物 59 都具有圆筒侧壁部分 54;接触部分 56,其具有要与滑块(未示出)进行接触的接触表面 57;以及连接部分 51,其连接侧壁部分 54 和接触部分 56,连接部分 51 被孔洞部分 58 分成四部分。

[0060] 设置台阶以使连接部分 51 的上表面低于接触表面 57。这样,滑块就不会与连接部分 51 接触。弹性部件 52 与突出物 59 连接的连接部分(薄壁部分 53)在 Z 轴方向上更薄。在仅通过缩减其厚度就可以获得预定水平的回弹性的情况下,就不需要依靠孔洞部分 58 将连接部分 51 分割成多个部分。图 12A 是示出了本发明第五示例性实施方式的变型示例振动器的透视图,图 12B 是其突出物的局部剖面透视图。如图 12A 所示,振动器 501 具有压电元件 551;弹性部件 521,压电元件 551 固定于其上;以及设置在弹性部件 521 的一个端面上的两个突出物 591。如图 12B 所示,每个突出物 591 都具有圆筒侧壁部分 541;接触部分 561,其具有要与滑块(未示出)进行接触的接触表面 571;以及连接部分 511,其连接侧壁部分 541 和接触部分 561。弹性部件 521 与突出物 591 连接的连接部分(薄壁部分 531)在 Z 轴方向上更薄。采用这种构型,突出物 591 在 XY 平面内的方向上能够具有更高的刚度,从而可以获得更高的效率。此外,设置在突出物 591 远端并具有回弹性的连接部分 511 振动的振动模式的共振频率变得更高,由此能抑制不需要的振动。

[0061] 接下来,将说明弹性部件 52 和突出物 59 的制造方法。图 6 示出了如何在弹性平板材料上进行模压从而将其成形为最终构型。下面将说明所涉及步骤。

[0062] 在第一步中,在如图 6A 所示的诸如不锈钢平板这样的金属平板材料 52a 上通过进行冲压形成两个中空的突出物(它们之后将构成振动器的突出物),所述平板材料 52a 构成了弹性部件的材料。为了使平板材料 52a 不致破裂,可取的做法是分多步进行冲压。

[0063] 图 6B 是冲压操作的中间步骤,其中具有已形成的突出物 59b,每个突出物 59b 都包括连续的圆筒形侧壁部分 54b 和远端部分(51b、56b),远端部分之后将构成连接部分和接触部分。为了通过冲压来提供突出物 59b,要将每个侧壁部分 54b 的外周都挤压成薄壁部分 53b,使得与厚度减少相对应的材料部分流向侧壁部分 54b。通常,侧壁部分 54b 的厚度比平板材料 52a(52b)的要小。

[0064] 图 6C 示出了冲压工序的最后阶段,其中具有已形成的突出物 59c,每个突出物 59c 包括连续的圆筒形侧壁部分 54c、连接部分 51c 和接触部分 56c。随着冲压,沿着与突出物凸起相反的方向,在如图 6B 所示的远端部分 51b 的外周部分上进行挤压,由此提供了薄壁部分(连接部分 51c),从而在薄壁部分和位于远端部分中央的接触部分 56c 之间形成台阶。

[0065] 其结果是,要与接触表面 57c 进行接触的滑块(未示出)不会与连接部分 51c 相接触。此外,由于其厚度小,连接部分 51c 具有回弹性。如图 3B 中所示,也可以通过在远端部分 51b 上进一步进行冲压使得构成接触部分的远端部分 51b 的中央部分凸出得比远端部分 51b 的外周更近来提供接触部分 56c 与连接部分 51c 之间的台阶。

[0066] 第二步包括冲孔工序以便赋予连接部分 51c 预定水平的回弹性,图 6D 和 6E 示出了冲孔是如何进行的。在本示例性实施方式中,连接部分被分成四个部分来减小连接部分的宽度,因此每次进行冲孔时可能会涉及破裂或变形。考虑到这点,冲孔的进行分为两个阶段。

[0067] 如图 6D 所示,在所述四个部分的两个相对部分上进行冲孔以形成孔洞部分 58d。在这之后,如图 6E 所示,在两个剩下部分上进行冲孔从而形成多个连接部分 51e,该连接部分 51e 由于孔洞部分 58e 而具有预定水平的回弹性。在不用分割连接部分就能够达到预定水平的回弹性的情况下,此步骤就不需要了。

[0068] 第三也是最后的步骤是外廓冲制步骤,用以将图 6E 中弹性部件 52e 成形为起到振动型致动器作用的振动器的形状。图 6F 示出了弹性部件的最终形状。如图 5A 所示,弹性部件 52f 可以成形为在 XY 平面内的矩形弹性部件形状。如图 6F 所示,用于将弹性部件固定在基座(未示出)上的支撑部分 521 被设置在弹性部件的侧表面上,平板材料被冲制成为由弹性部件和支撑部分构成的形状。

[0069] 在本示例性实施方式中,所述“振动器的形状”是指在结合有压电元件的平面(XY 平面)内的弹性部件的形状,或者是在结合有压电元件的平面内由弹性部件和支撑部分构成的形状。如图 6F 所示,支撑部分 521 被设置在不妨碍弹性部件 52f 振动的位置,例如,位于弹性部件的两个纵向端部,并且支撑部件 521 的形状可以是不妨碍弹性部件 52f 振动的形状。

[0070] 如上所述,通过关于从第一到第三步骤的所示整个压制加工,形成了与突出物 59f 形成一体的弹性部件 52f。而后,通过将压电元件结合在弹性部件 52f 上形成振动器。

[0071] 在根据第六示例性实施方式的振动器中,连接部分不仅到达突出物的远端,也到达了其侧表面。在其它方面,其构造与第五例性实施方式相同,并且其驱动原理与传统线性振动型致动器的相同。

[0072] 图 7A 是根据第六示例性实施方式的振动器的透视图,图 7B 是其突出物的局部剖面透视图。如图 7A 所示,振动器 60 具有压电元件 65;弹性部件 62,压电元件 65 固定于其上;以及设置在弹性部件 62 的一个端面上的两个突出物 69。

[0073] 弹性部件 62 和突出物 69 相互一体且连续地形成。如图 7B 所示,每个突出物 69 都包括圆筒形侧壁部分 64;接触部分 66,其具有要与滑块(未示出)进行接触的接触表面 67;以及连接部分 61,其连接侧壁部分 64 和接触部分 66。

[0074] 提供了台阶以使连接部分 61 的上表面低于接触表面 67,由此防止滑块与连接部分 61 相接触。连接部分 61 的厚度被减小并依靠孔洞部分 68 被分割成多个部分,由此其在 Z 方向上刚度降低从而被赋予预定水平的回弹性。

[0075] 在本示例性实施方式中,连续的侧壁部分 64 仅形成于突出物的根部,而分割连接部分 61 的孔洞部分 68 不仅到达了突出物的远端而且还到达了其侧表面。因此,连接部分 61 不仅在 Z 方向而且在 XY 平面内的方向上具有一些回弹性。这在振动器 60 在 XY 平面内

的振动分量大的情况下使得与滑块的接触平滑是有效的。此外,在与突出物 69 相连的连接部分(薄壁部分 63)处,弹性部件 62 在 Z 方向上厚度减小。

[0076] 接下来,将说明弹性部件 62 和突出物 69 的制造方法。图 8A 至 8E 示出了在弹性部件的平板材料上进行模压从而将其成形为最终形状的步骤。下面将对所述步骤进行说明。在第一步骤中,在如图 8A 所示的构成弹性部件 62a 的金属如不锈钢制成的平板材料上进行冲孔,由此制备出如图 8B 所示的具有多个孔洞部分 68b 的平板材料 62b。

[0077] 在第二步骤中,在如图 8B 所示的平板材料 62b 上进行冲压从而形成两个突出物(它们将构成振动器的突出物)。为使平板材料 62b 不会破裂,冲压分多个阶段进行。图 8C 示出了其中间阶段,在此阶段形成了圆筒形连续侧壁部分 64c 和后来构成接触部分与连接部分的远端部分(远端部分的远端部分中央 66c 和外周部分 61c)。

[0078] 每个远端部分的外周部分 61c(后来构成连接部分)被预先在第一步骤中形成的孔洞部分 68c 分割成多个部分。为了通过冲压来提供突出物 69c,每个侧壁部分 64c 的外周都被挤压成薄壁部分 63c,使得与通过挤压而减少的厚度相对应的材料部分流向侧壁部分 64c。通常,侧壁部分 64c 的厚度小于平板材料 62a(62c) 的厚度。

[0079] 图 8D 示出了冲压的最后阶段。此冲压的结果是形成了突出物 69d,每个突出物 69d 都包括圆筒形连续侧壁部分 64d,被孔洞部分 68d 分割成多个部分的连接部分 61d,以及接触部分 66d。随着冲压,通过在连接部分 61d 和接触部分 66d 之间形成台阶,在连接部分 61d 上进行挤压,由此连接部分厚度减小。

[0080] 其结果是,接触表面 67d 比连接部分 61d 的上表面高,因而滑块(未示出)不会与连接部分 61d 接触。此外,连接部分 61d 具有较小的壁厚并被分成多个部分,因此其在 Z 方向上具有预定水平的回弹性,并且同时,由于侧表面也被部分分割,其也在 XY 方向上具有一些回弹性。接触部分 66d 和连接部分 61d 之间的台阶可以通过在突出物的远端上进一步进行冲压来提供,如图 3B 所示。

[0081] 与在第五示例性实施方式中一样,在第三也是最后的步骤中,进行了外廓冲制从而将图 8D 中所示的弹性部件 62d 的形状成形为起到振动型致动器作用的振动器的形状。图 8E 示出了弹性部件的最终形状。如图 7A 中所示,可通过冲制成 XY 平面内的矩形弹性部件的形状来形成弹性部件 62e,而在如图 8E 中所示的设置支撑部分 621 的情况下,在所述材料上进行冲制来形成包括有矩形弹性部件和支撑部分的振动器的形状。

[0082] 如上所述,依靠第一到第三步骤的整个冲制加工,形成了与突出物 69e 形成一体的弹性部件 62e。而后,通过将压电元件结合在弹性部件 62e 上形成振动器。

[0083] 在已参考示例性实施方式对本发明进行了说明的同时,应该明白本发明并不限于所公开的示例性实施方式。下述权利要求的范围应符合最宽泛的释义从而包括所有修改、等效构造和功能。

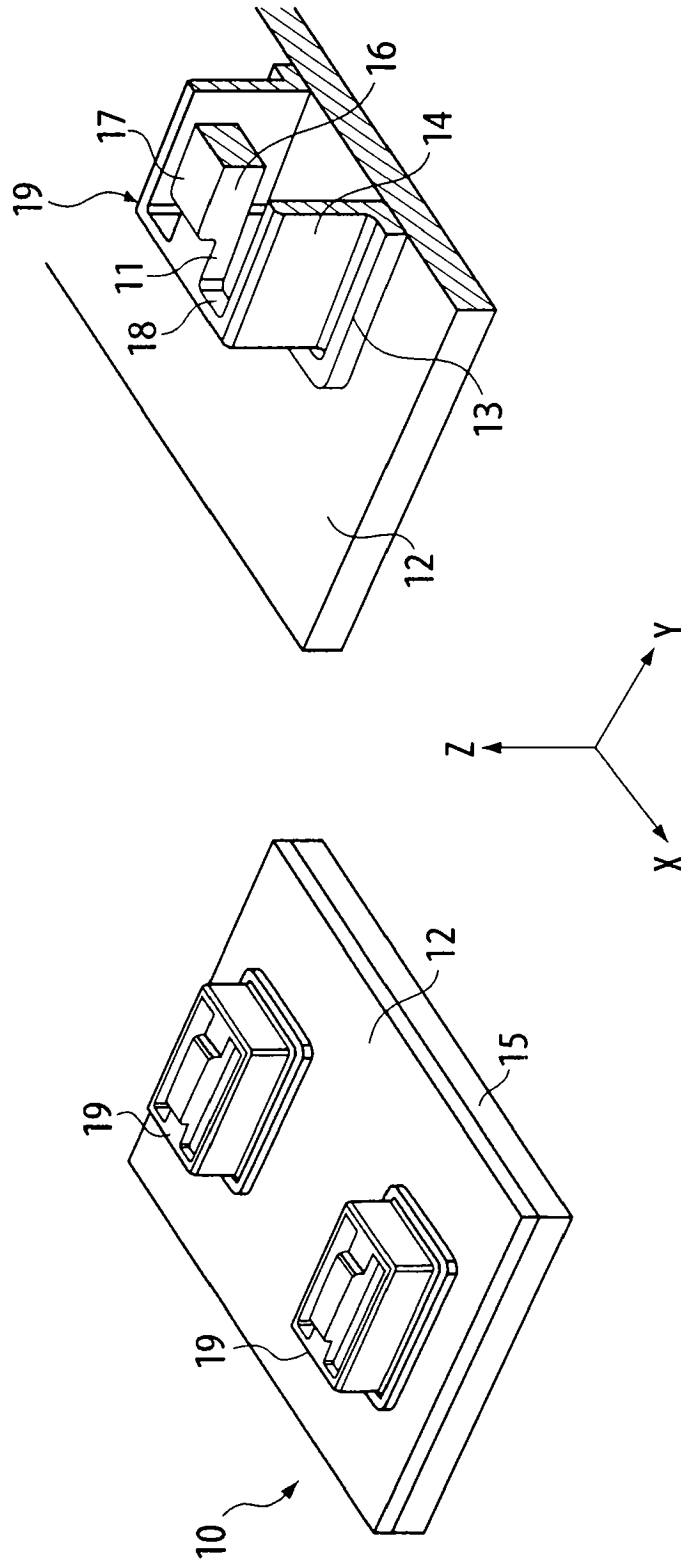
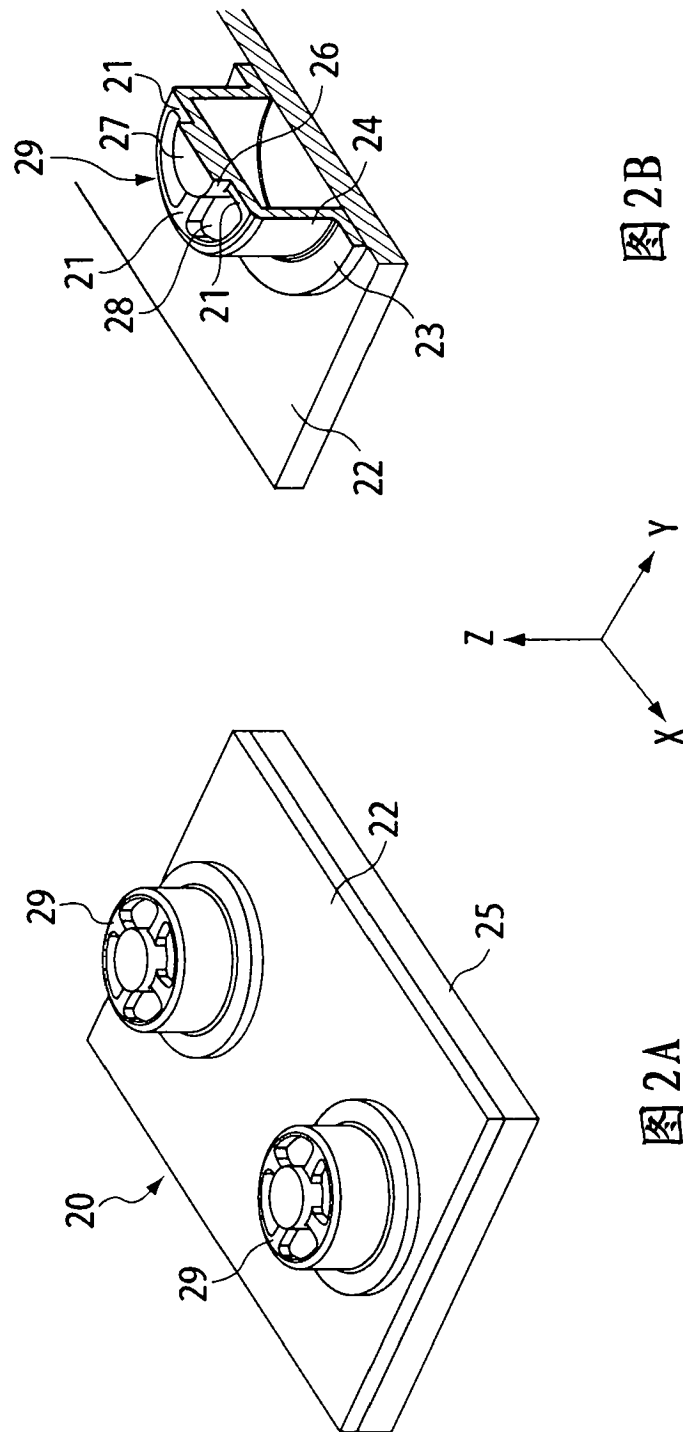
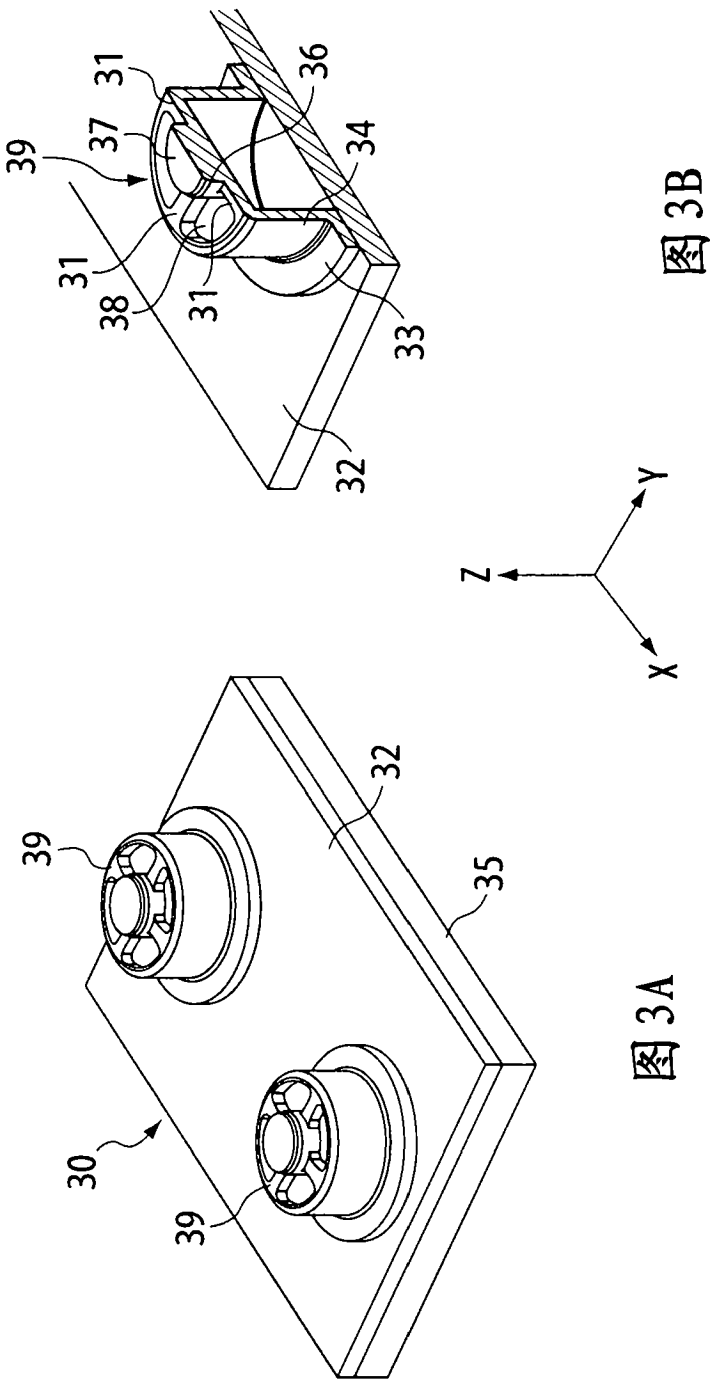


图 1B

图 1A





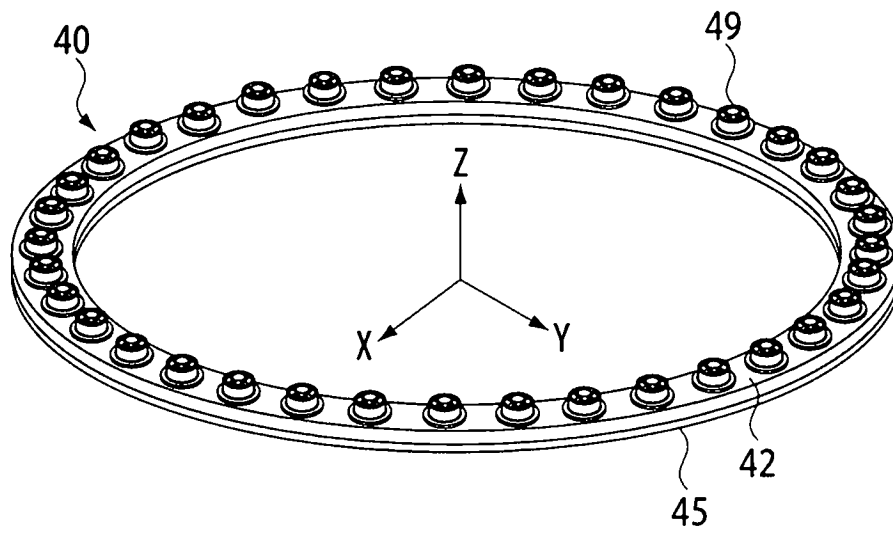


图 4

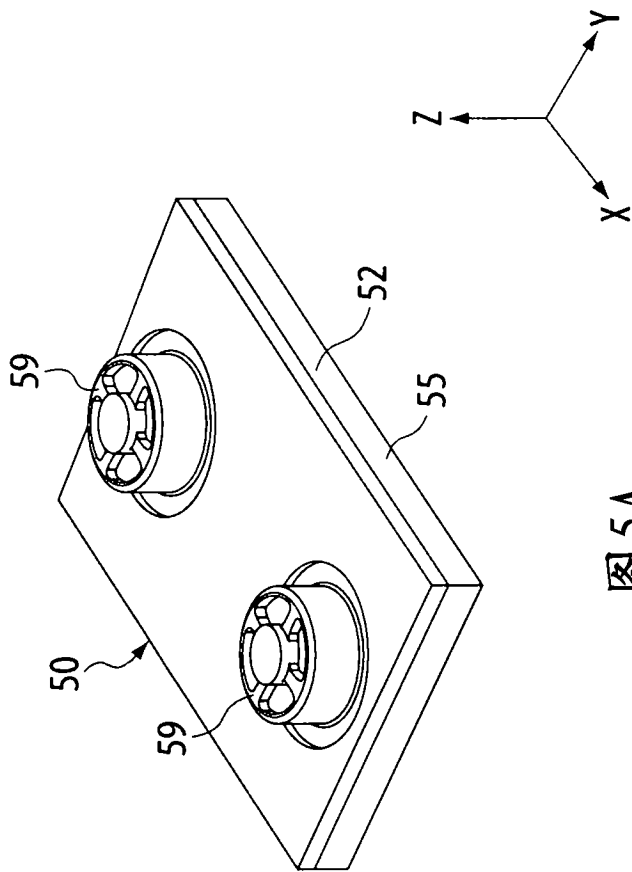


图 5A

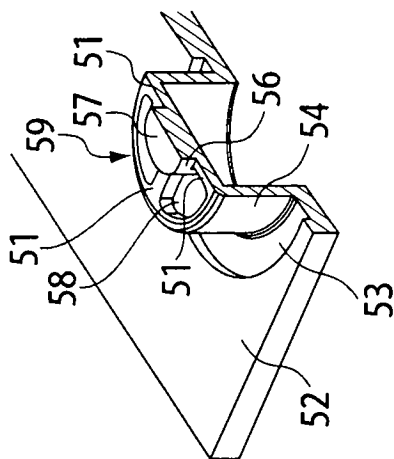
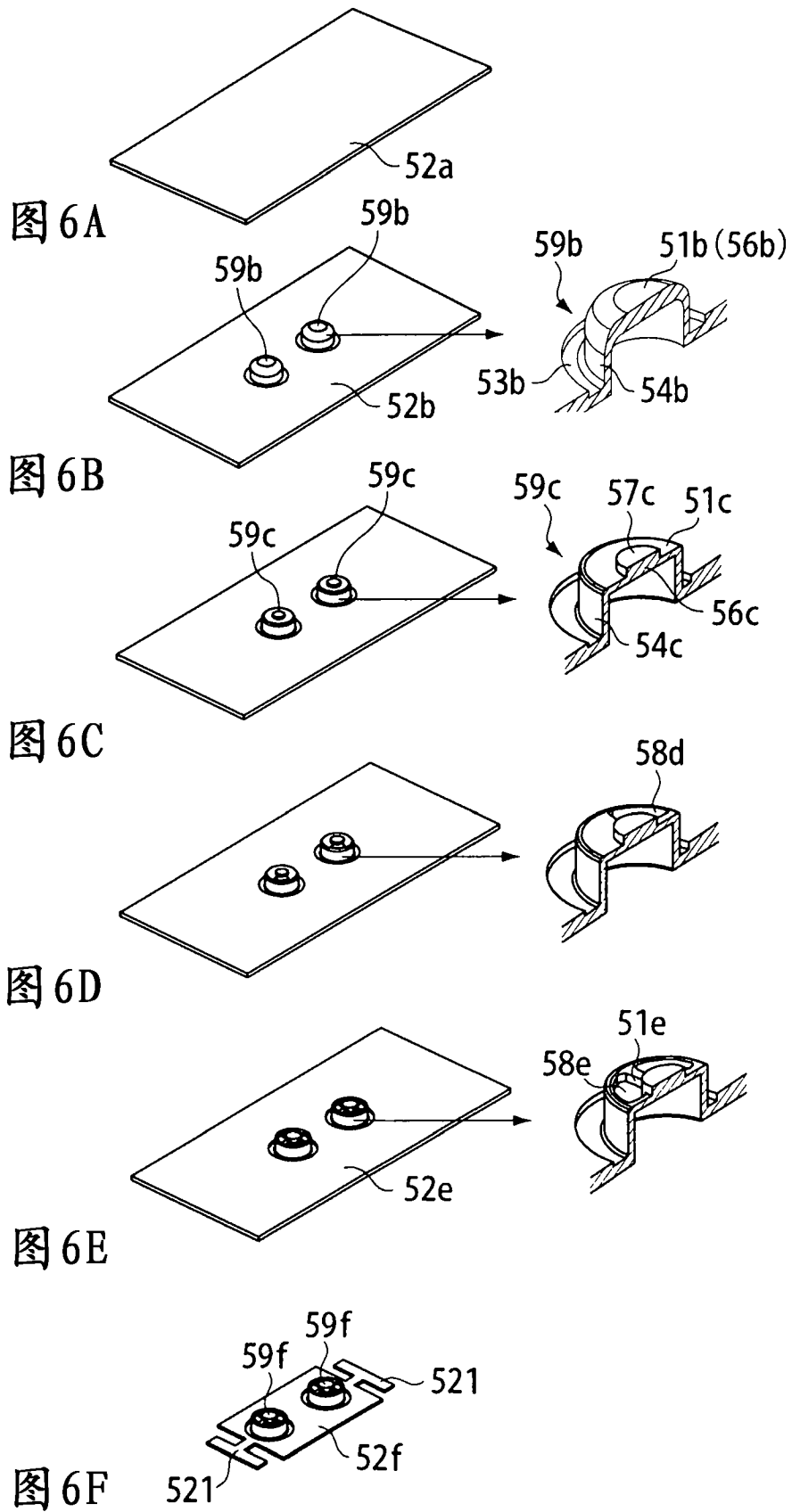


图 5B



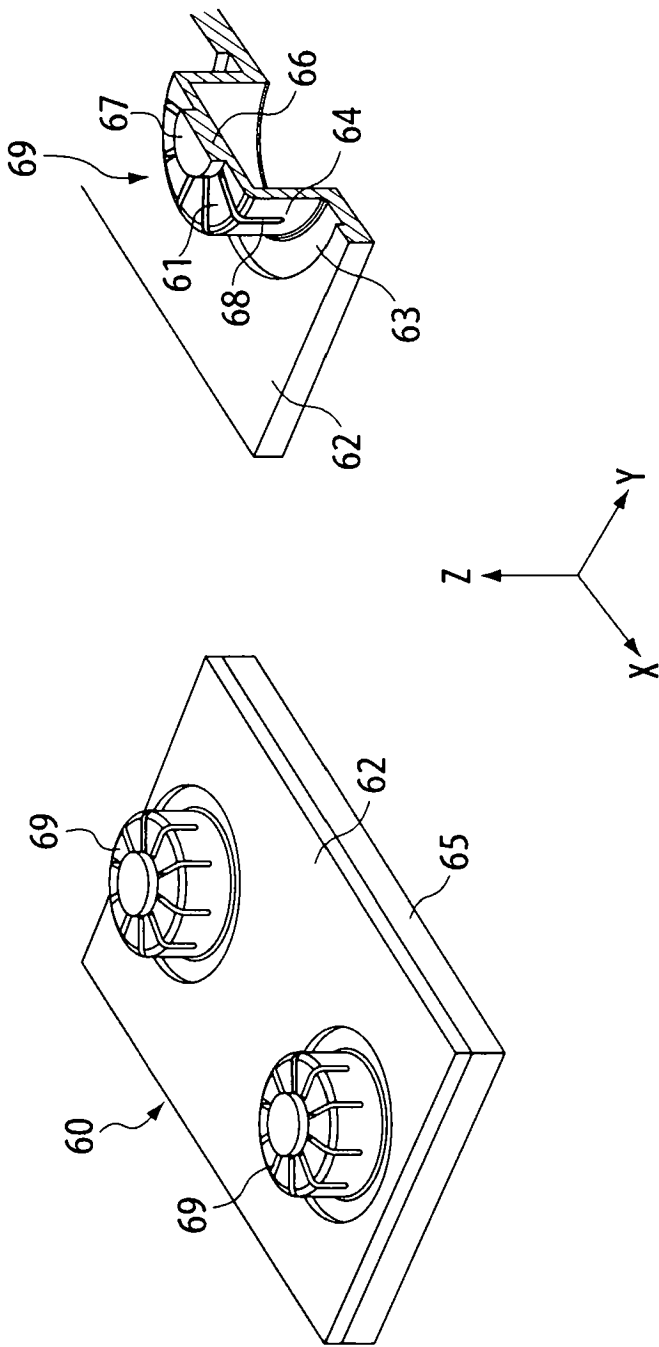


图 7A

图 7B

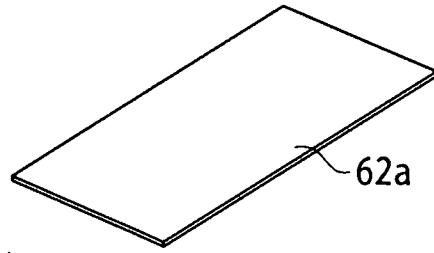


图 8A

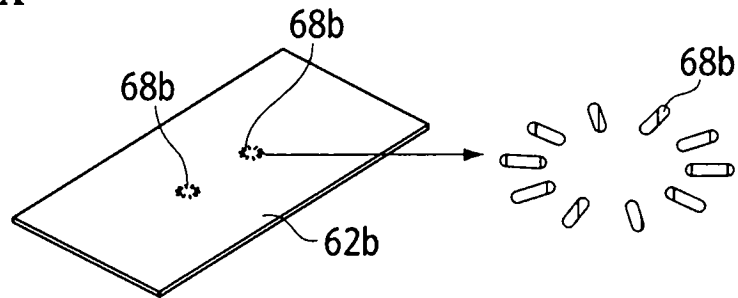


图 8B

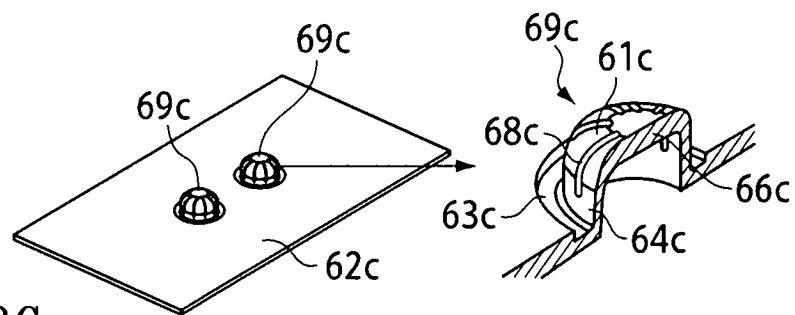


图 8C

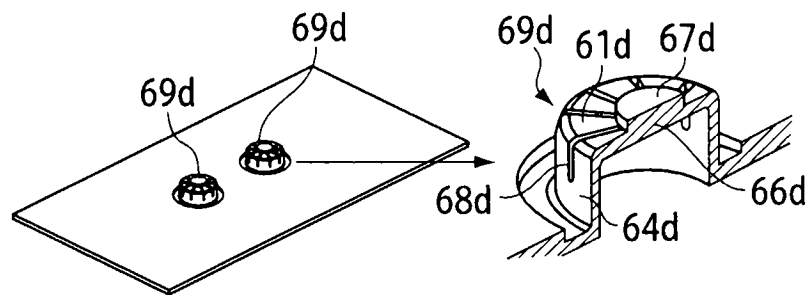


图 8D

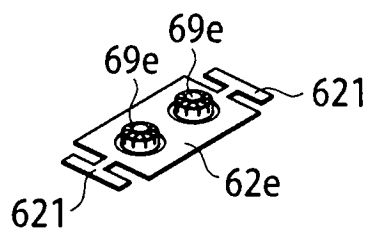


图 8E

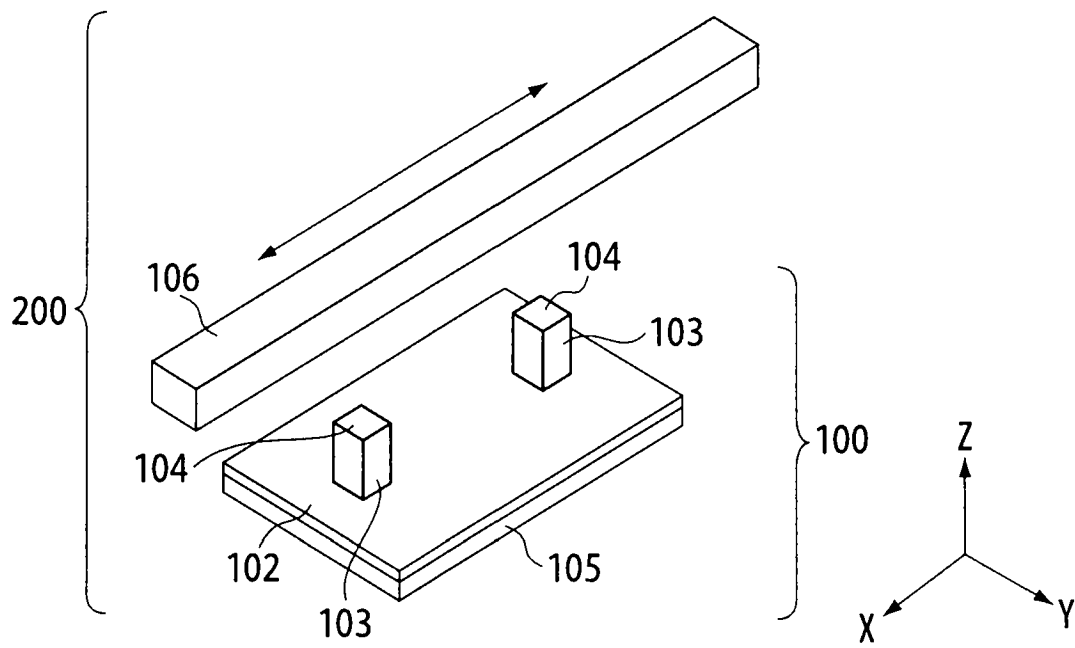


图 9

模式A

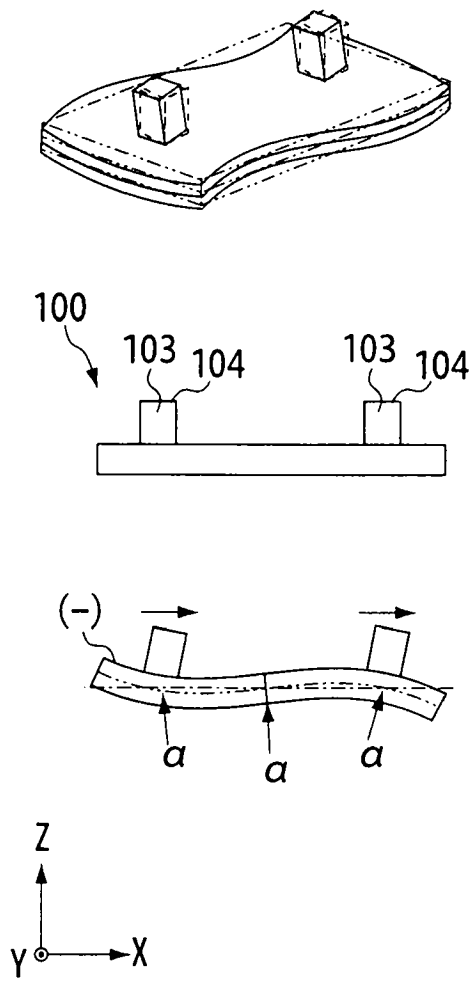


图 10A

模式B

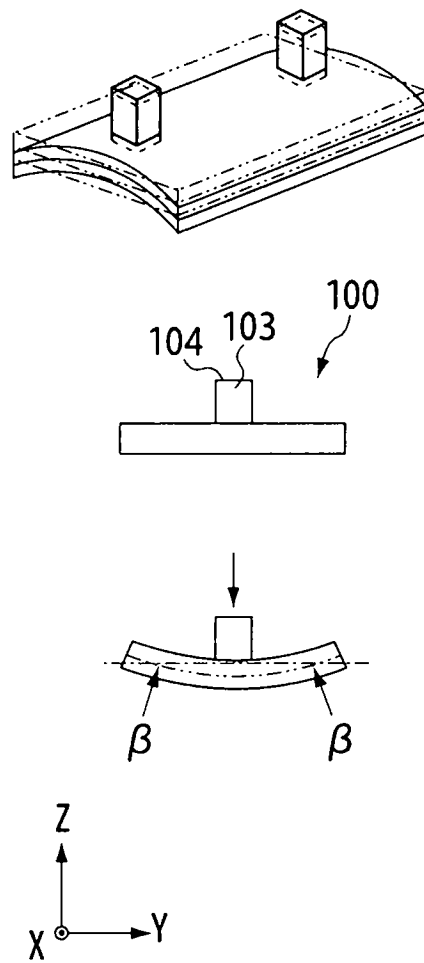


图 10B

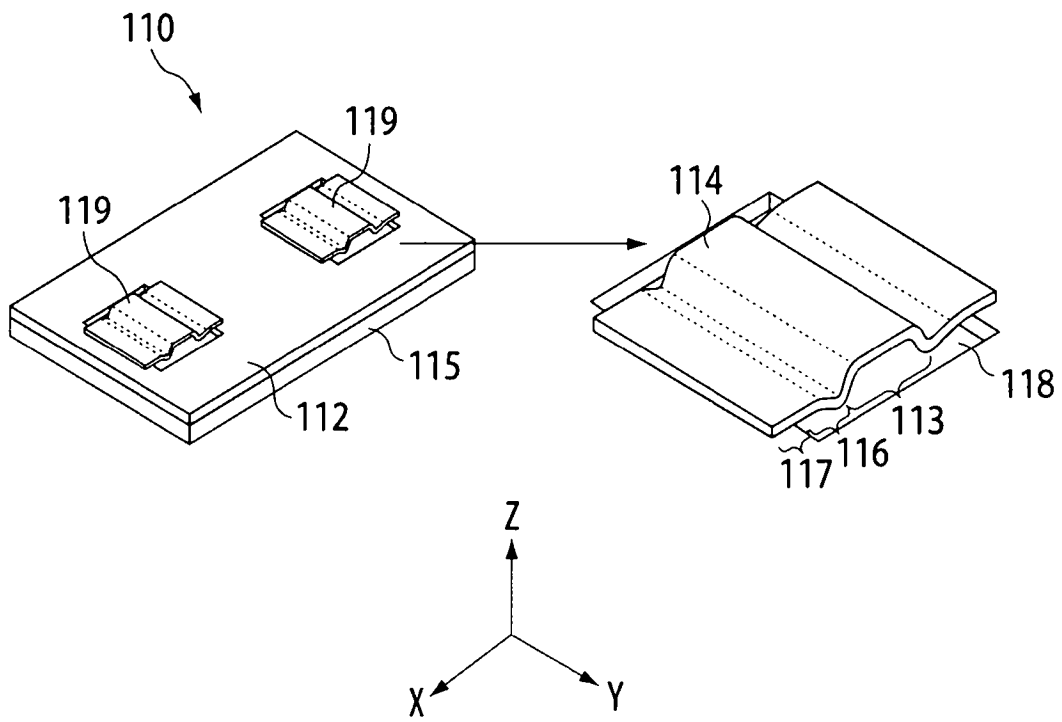


图 11

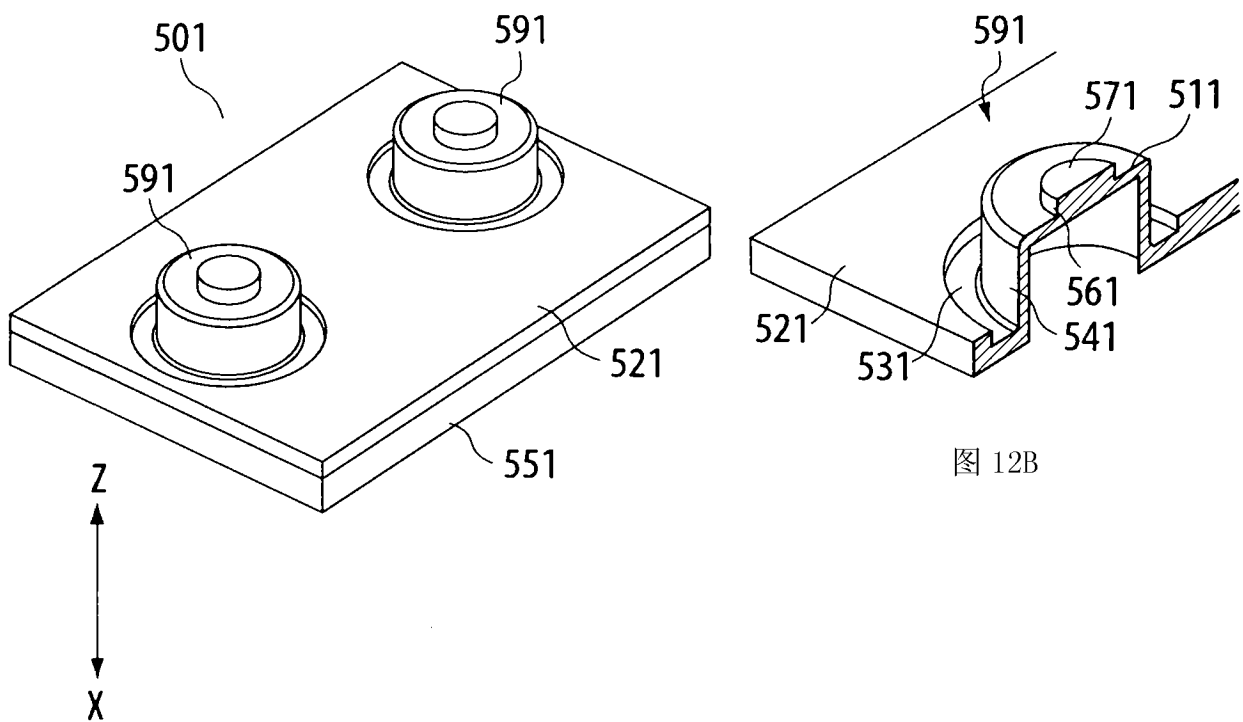


图 12B

图 12A