

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B06B 1/06 (2006.01)

B06B 3/00 (2006.01)

H02N 2/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02159325.6

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1268442C

[22] 申请日 2002.12.26 [21] 申请号 02159325.6

[30] 优先权

[32] 2001.12.27 [33] JP [31] 397909/2001

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 关裕之 小岛信行 日塔洁

审查员 王贞华

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 韩登营

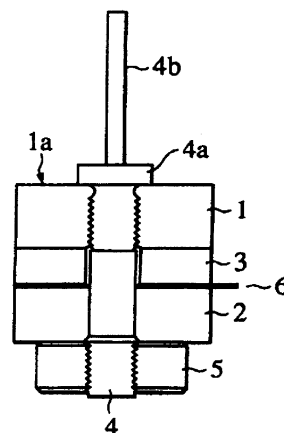
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 12 页

[54] 发明名称

振动件以及具有该振动件的振动波驱动装置

[57] 摘要

一种振动件，具有：形成有通孔的弹性体；夹紧部件；配置在该弹性体和该夹紧部件之间，形成有通孔的电—机械能转换元件；形成有与该夹紧部件旋合的螺纹部以及限制该弹性体的推力方向的位置的台阶部并插入在该弹性体和该电—机械能转换元件的通孔中的轴，通过将该夹紧部件拧紧在轴上，固定夹持在该台阶部和该夹紧部件之间的该弹性体和该电—机械能转换元件，其中，将该轴和该弹性体连接成它们之间不能相对旋转，从而限制该轴相对该弹性体绕轴旋转。



1. 一种振动件，具有：形成有通孔的弹性体；夹紧部件；配置在
该弹性体和该夹紧部件之间，形成有通孔的电—机械能转换元件；
5 形成有与该夹紧部件旋合的螺纹部以及限制该弹性体的推力方向的
位置的台阶部并插入在该弹性体和该电—机械能转换元件的通孔
中的轴，通过将该夹紧部件拧紧在轴上，固定夹持在该台阶部和该夹
紧部件之间的该弹性体和该电—机械能转换元件，其特征是：将该
轴和该弹性体连接成它们之间不能相对旋转，从而限制该轴相对该弹
10 性体绕轴旋转。

2. 根据权利要求 1 的振动件，其特征是：将装配到所述轴的所述
弹性体的台阶部形成具有用于装配该轴的截面形状的相配合形状。

3. 根据权利要求 1 的振动件，其特征是：该轴和该弹性体，采用
粘接、钎焊、以及压入任意一种形式进行连接。

15 4. 根据权利要求 1 的振动件，其特征是：该弹性体沿圆周方向并
向该轴的轴向形成有多个具有凹陷部的槽。

5. 根据权利要求 1 的振动件，其特征是：该弹性体的外周面上设
有多个凹部。

6. 根据权利要求 1 的振动件，其特征是：该夹紧部件是螺母。

20 7. 根据权利要求 1 的振动件，其特征是：在该弹性体和该电—
机械能转换元件之间配置有第二弹性体，该第二弹性体具有比所述弹
性体的直径大的直径，并且所述第二弹性体和所述电—机械能转换
元件被夹设和固定在所述弹性体和所述夹紧部件之间。

8. 一种振动件，具有：具有在内壁上形成有螺纹部的通孔的弹性
25 体；形成有螺纹部的夹紧部件；配置在该弹性体和夹紧部件之间、形
成有通孔的电—机械能转换元件；轴，该轴形成有与该弹性体的螺
纹部旋合的第 1 螺纹部、与该夹紧部件的螺纹部旋合的第 2 螺纹部、
以及限制该弹性体的推力方向的位置的台阶，并能插入到该弹性体和
该电—机械能转换元件的通孔中，通过将该夹紧部件拧紧在轴上，

固定夹持在该台阶部和该夹紧部件之间的该弹性体和该电能—机械能转换元件，其特征是：

该第 1 螺纹部和该第 2 螺纹部螺纹的旋转方向相反。

9. 根据权利要求 8 的振动件，其特征是：该夹紧部件用弹性体构成。

10. 根据权利要求 8 的振动件，其特征是：该夹紧部件是螺母。

11. 根据权利要求 8 的振动件，其特征是：在该弹性体和该电能—机械能转换元件之间配置有第二弹性体，该第二弹性体具有比所述弹性体的直径大的直径，并且所述第二弹性体和所述电能—机械能转换元件被夹设和固定在所述弹性体和所述夹紧部件之间。

12. 一种振动波驱动装置，其特征是具有：权利要求 1 的振动件；和用规定的加压力压在该振动件上并与其接触，能以该振动件的轴为中心旋转的移动子。

13. 一种振动波驱动装置，其特征是具有：权利要求 8 的振动件；和用规定的加压力压在该振动件上并与其接触，能以该振动件的轴为中心旋转的移动子。

振动件以及具有该振动件的振动波驱动装置

5 技术领域

本发明涉及一种超声波马达等的振动波驱动装置以及振动波驱动装置所使用的振动件。

背景技术

10 作为振动波驱动装置之一的超声波马达，例如用作摄象机镜头的驱动源，振动件有圆环型的和圆柱型的。

图 13 所示是现有的圆柱型的振动件，(a)是纵剖视图，(b)表示其径(R)向的振动模型。图 14 所示是使用与图 13 的振动件不同结构的振动件的圆柱型的超声波马达，图15所示是使用图 13 的振
15 动件的圆柱型的超声波马达的结构图。

在图 13 中，1 是金属制的第 1 弹性体，2 是金属制的第 2 弹性体，3 是作为电能—机械能转换元件之层叠压电元件（或单板的压电元件的层叠体），4 是大致在中央部形成有使外径比其它部位的大的台阶，同时在两端部形成有螺纹部的轴，5 是螺母。在弹性体 1 和弹性体 2
20 之间配置有层叠压电元件 3 和未图示的挠性印刷电路板，使轴 4 贯通并插入弹性体 1、层叠压电元件 3、挠性印刷电路板以及弹性体 2，一直到轴 4 的台阶与弹性体 1 相接触。将螺母 5 拧到在贯通的轴 4 的端部形成的螺纹部上，用规定的压力将层叠压电元件 3 夹在弹性体 1 和弹性体 2 之间，并进行固定，由此构成振动件。

25 而且，图 14 的超声波马达上的振动件采用的结构形式是：使用螺栓状的部件作为轴 4，在轴 4 的轴向的大致中央形成的螺纹部旋合在在第 1 弹性体 1 的内径上形成的螺纹部上，由此将单板的压电元件的层叠体夹在第 1 弹性体 1 和第 2 弹性体 2 之间。

在图 14、图 15 中，7 是转子，采用的结构形式是：在转子本环

的下部设有与第1弹性体1的上面相对应的接触宽度小、且具有适度的弹性的弹簧环,该弹簧环的前端面与振动件的摩擦面相接触。另外,在转子7的另一个面上形成有凸部(或凹部),使其与和转子一起旋转并传递马达的输出的齿轮8的凹部(或凸部)相配合。再有,齿轮8由用于安装马达的凸缘10在轴4的推力方向上进行定位,用于将压力赋予上述转子7的加压弹簧15设置在该齿轮和转子之间。11旋合在轴4的前端部,是固定凸缘10的螺母。

层叠压电元件3(或单板的压电元件的层叠体)的电极组形成2个电极群,当从未图示的电源向各电极群施加相位不同的交流电压时,则振动件被激振,产生图13(b)所示的位移正交的2个挠曲振动(在图13(b)中仅示出了一个振动位移。另一个振动位移是垂直于纸面的方向)。通过调整该施加的电压的相位,能在2个振动之间产生90度的时间相位差,其结果是,在圆柱型的振动件上能激起以轴为中心旋转的旋转(摆头)运动。

其结果是,在与转子7接触的第1弹性体1的上表面形成椭圆运动,被具有耐摩性能的部件压着的转子7进行摩擦驱动,转子7、齿轮8和加压弹簧15成为一体,向与弹性体旋转方向相反的方向旋转。

图15的超声波马达,进一步简化了图14的马达,以降低成本。图14的振动件,由于轴的下端部4的直径大,所以,必须用大直径的材料切削加工制成,因此,加工时间即长,材料费浪费的也多。另外,由于上部和下部直径差较大,所以,不适合于采用滚轧加工等加工成本低的塑性加工工艺,因此还存在必须依赖机械加工的缺点。

解决了这些问题的是图15的超声波马达,该超声波马达将轴设计成能滚轧加工的形状,以便降低成本。

与圆环型的超声波马达相比,图13至图15所示的圆柱型的超声波马达非常小,而且,为了极力降低部件加工成本,与圆环型的相比,各部件都制成单纯的形状。

为了使该马达更小,实施了另外的缩短马达长度的方案。

但是,若使马达更小,随之而来的是各部件也要变小,所以,在

部件的强度方面会出现不利的情况。例如，在要制造将图 13 的振动件缩小 1/2 的马达的场合，由于弹性体、轴的直径为 1/2，所以，当然是弹性体 1、2 和压电元件 3 的接触面的面积变成 1/4。

为了使这些接触面上的面压与缩小前的相等，轴和螺母的拧紧力应该是 1/4，所以，即使轴的横截面积变成 1/4（拉伸强度 1/4）也没问题。但是，在象该振动件那样，用螺纹拧紧弹性体的场合，若该拧紧力矩与轴向的压力成正比的话，则在这种场合，虽然拧紧力矩为 1/4 就可以了，但轴上产生的最大的剪切应力 τ 可以用 $\tau = 16T / \pi d^3$ （ T ：拧紧力矩， d ：轴的直径）来表示，因此，变成原来形状的 2 倍。即，
10 在使用相同的材料的场合，轴的强度只是原来的 1/2。特别是，如图 13 所示，在轴的一端（图中的上半部分）较细的场合，如图 17 所示，在用卡具 24 拧紧螺母 5 时，虽然用卡具 25 固定着不让轴 4 旋转，但若用卡具 25 抓住轴 4 的细的部分，要拧紧螺母的话，该细的部分会出现扭转断裂现象，因此，存在不能赋予足够大的拧紧力矩的问题。

15 在振动件大到某种程度的场合，如图 16 所示，虽然用卡具 23 等支承轴 4 的台阶部，从上方加上预压力（图中 P ），将轴 4、弹性体 1、2 以及压电元件 3 固定在一起，能用卡具 22 卡住螺母 5 将其拧紧，但在振动件较小的场合（例如轴的直径在 2mm 以下），就连插入卡具 23 的间隙都不能保证。

20 另一方面，象图 13 那样的 Langevin 型的振动件存在的问题是，在弹性体 1 上也设有与螺母 5 相同的螺纹部，在是抓住螺母 5 和弹性体 1 拧紧压电元件那样的结构的场合，通过拧紧成为一体的弹性体 1、2、压电元件 3、螺母 5 这一组与轴 4 的、推力方向的相对位置难以定位。

25 原因是，若要抓住弹性体 1、将其固定，旋转螺母并将其拧紧的话，轴 4 由于螺母 5 的螺纹部的摩擦力而与螺母 5 一起旋转，所以，轴 4 相对弹性体 1、相对地移动到图中的上方。也就是说，若要旋转螺母 5 将其拧紧的话，弹性体 1 离开了凸缘 10。由于轴 4 的移动量每次都不相同，所以，难以将轴 4 和弹性体 1 始终配置在相同的位置。

因此，用固定在轴 4 上的凸缘 10 和弹性体 1 的距离来设定转子的加压力的结构，难以将加压力设定成一定的。

可以认为最好是尽量改良振动件。

5 发明内容

本发明的一个侧面在于提供一种振动件，该振动件将弹性体和电能—机械能转换元件配置在台阶和夹紧部件之间，所述的台阶形成于贯穿弹性体和电能—机械能转换元件的轴上，而所述的夹紧部件螺合于形成在上述轴的螺纹部上，通过将该夹紧部件拧到轴上，固定弹性体和电能—机械能转换元件，将该轴和该弹性体连接成它们之间不能相对旋转，从而该振动件限制该轴相对弹性体绕轴旋转。

本发明的另一个侧面在于提供一种振动件，该振动件将弹性体和电能—机械能转换元件配置在台阶和夹紧部件之间，所述的台阶形成于贯穿弹性体和电能—机械能转换元件的轴上，而所述的夹紧部件螺合于形成在上述轴的螺纹部上，通过将该夹紧部件拧到轴上，固定弹性体和电能—机械能转换元件，该弹性体通过在自身的内壁切削出的螺纹与在轴上形成的另一螺纹部旋合，该弹性体与轴旋合的部位、和夹紧部件与轴旋合的部位，其螺纹的旋转方向相反。

本发明的另一个侧面在于提供一种具有上述振动件的振动波驱动装置。

附图说明

图 1 是本发明的实施形式之一的振动件的剖视图。

图 2 是本发明的图 1 所示的振动件的变形例的剖视图。

图 3 是本发明的图 1 所示的振动件的变形例的剖视图。

图 4 是本发明的图 1 所示的振动件的变形例的剖视图。

图 5 是本发明的其它实施形式的振动件的剖视图。

图 6 是本发明的又一其它实施形式的振动件的剖视图和俯视图。

图 7 是本发明的图 6 所示的振动件的变形例的剖视图和俯视图。

图 8 是本发明的图 6 所示的振动件的变形例的剖视图和俯视图。

图 9 是本发明的图 6 所示的振动件的变形例的剖视图和俯视图。

图 10 是本发明的图 6 所示的振动件的变形例的剖视图和俯视图。

5 图 11 是本发明的又一其它实施形式的振动件的剖视图。

图 12 是使用图 1 至图 11 的任意一种振动件的振动波驱动装置(超声波马达)的剖视图。

图 13 是现有的圆柱型振动件的剖视图和振动模型图。

10 图 14 是使用现有的圆柱型振动件的振动波驱动装置(超声波马达)的剖视图。

图 15 是使用图 13 的圆柱型振动件的振动波驱动装置(超声波马达)的剖视图。

图 16 是组装现有的圆柱型振动件的示意图。

图 17 是组装又一现有的圆柱型振动件的示意图。

15

具体实施方式

图 1 所示是本发明的实施形式之一。图中的 1 是第 1 弹性体, 2 是第 2 弹性体, 3 是层叠压电元件, 4 是轴, 5 是螺母。以下, 将轴的长度方向作为振动件的轴向。在轴 4 的轴向的大致中央, 形成有外径比其它部位大的台阶 4a。在该台阶 4a 和螺母 5 之间以夹层状固定有第 1 弹性体 1、第 2 弹性体 2、作为电能—机械能转换元件之层叠压电元件 3、以及用于将来自外部电源的交变电压施加在层叠压电元件上的挠性印刷电路板 6。层叠压电元件 3 和挠性印刷电路板 6 配置在弹性体 1 和弹性体 2 之间。

25 在轴 4 的下端(外螺纹)和螺母 5(内螺纹)上, 形成有为右旋螺纹的第 2 螺纹部, 通过将螺母 5 拧紧在轴 4 的下端, 将压力赋予夹在台阶 4a 和螺母 5 之间的部件, 并牢固地固定。

在轴 4 的台阶 4a 的下侧(外螺纹)和弹性体 1(内螺纹)上形成有为左旋螺纹的第 1 螺纹部, 旋入并固定在轴 4 上, 直到弹性体 1 的

上表面 1a 碰到台阶 4a 的下表面。也就是说，由台阶 4a 限制弹性体 1 的推力方向（轴向）的位置。

在轴 4 上，将位于弹性体 1、压电元件 3、弹性体 2 的内部的部分作为夹持部，以台阶 4a 为界、将位于与夹持部相反一侧的部分作为支承部。固定该支承部的前端，支承整个振动件。轴 4 的支承部制成外径比夹持部的小。这是为了使轴 4 具有充分的弹性，使其在给压电元件 3 施加交变电压、激励振动件让它振动时，即使支承部的前端固定住了，也不会阻碍振动件振动。

在进行该振动件的组装时，在将弹性体 1 拧到轴 4 的第 1 螺纹部上之后，依次将压电元件 3、挠性印刷电路板 6、第 2 弹性体 2 套装在轴 4 上，最后，将螺母 5 拧到轴 4 的第 2 螺纹部上。当拧紧螺母 5 时，轴 4 由于摩擦要向与拧螺母 5 相同的方向旋转。当轴 4 向与螺母 5 相同的方向旋转时，在弹性体 1 上作用有要紧贴在台阶 4a 上的力。这是因为第 1 螺纹部相对第 2 螺纹部螺纹的旋转方向相反的原故。当将螺母 5 拧到轴 4 上时，由于弹性体 1 必然紧贴在台阶 4a 上，所以，弹性体 1 和台阶 4a 的位置关系始终是相同的。因此，若用该振动件构成图 14、15 所示的振动波驱动装置（超声波马达），凸缘 10 与弹性体 1 的表面的距离始终是一定的，因此，容易调整将转子 7 压靠在振动件上的弹簧 15 的压力。

而且，在拧紧螺母 5 之前，最好是调整好压电元件 3 和弹性体 2 的轴及其旋转相位。另外，在拧紧螺母 5 时，为了防止压电元件 3 旋转，最好是推压弹性体 2、给它施加轴向的预压力。

再有，在最好是在给夹持部施加压力时，一边压着弹性体 1 和弹性体 2，一边拧紧螺母 5。

图 2 和图 3 的振动件，是图 1 的振动件的变形例。图 2 的振动件和图 3 的振动件，为了降低挠曲振动的共振频率，加大了第 1 弹性体 1 的轴向长度。由于仅简单地加长弹性体 1，就加长了整个振动件（到轴前端的长度）的长度，所以，在弹性体 1 上能形成直径比轴的贯通孔大、且在轴向上凹下去的凹部，将轴 4 的台阶 4a 嵌入到该凹部的

内侧。换句话说,在弹性体1上能形成由于在中途改变直径而设有台阶差的贯通孔,轴4的台阶4a抵在该台阶差上。

在轴4的端部和第2弹性体2的内周部设置有为右旋螺纹的第2螺纹部,在弹性体1的凹部的内周部和轴4的台阶部的侧面设置有为左旋螺纹之第1螺纹部。

图3所示的例子是将第3弹性体12插入到弹性体1和压电元件3之间的结构。这是用于使共振频率比图2的振动件的共振频率更小的部件,为了减小第1弹性体的外径同时充分地确保第1弹性体1与压电元件3的夹持力,将外径与压电元件3的外径相同的弹性体12配置在弹性体1和压电元件3之间。

图2、图3的振动件,弹性体2起到图1所示的螺母5的作用。也就是说,弹性体2和轴4形成有为右旋螺纹的第2螺纹部。在将弹性体1、弹性体12、压电元件3、挠性印刷电路板6嵌装在台阶4a上之后,通过拧紧弹性体2,给夹在台阶4a和弹性体2之间的部件施加压力并将其固定。

当拧紧弹性体2时,轴4要向与弹性体2相同的方向旋转,由于左旋螺纹的作用,在弹性体1上作用有要紧贴在台阶4a上的力。因此,与图1的振动件一样,在夹紧夹在台阶4a和第2螺纹部之间的部件并牢固地固定时,能使台阶4a和弹性体1的位置关系始终相同。

图4的振动件也是图1的振动件的变形例。该振动件为了使共振频率比图3所示的振动件的共振频率还低,在第1弹性体1中,减小了与第3弹性体12接触一侧的外径(图4的D)。另外,如图4(b)所示,将为左旋螺纹之第1螺纹部设置在台阶4a的下侧、也就是设置在夹持部一侧,以使弹性体1与弹性体12接触的面G的面压分布越靠近外周压强越大。因此,该振动件为一直到轴4的台阶4a的最外周部都起到加压点的作用的结构。

这样一来,由于该结构施加的是越靠近弹性体1与弹性体12接触的面G的外周一侧压强越大的压力,所以,减小了共振频率的漂移,能构成特性稳定的振动件。

另外，该结构如图 4 (b) 所示，由于轴台阶部 4a 与第 1 弹性体 1 接触的面 F 的面积，设计得比图 3 所示的振动件的大（因为若在最外周上切削螺纹，面 F 的最大直径比螺纹的沟底径要小），所以，能使面 F 的面压比图 3 的小。因此，能防止面 F 的材料塑性变形等，也能获得防止振动特性随着时间增加而变坏的效果。

图 5 所示是本发明的又一其它实施形式。图 5 (a) 是振动件的纵剖视图，图 5 (b) 所示是 (a) 的 A 部放大图。

图 5 的振动件，为用于固定第 1 弹性体 1 和轴 4 的结构，在嵌装轴 4 的台阶 4a 的弹性体 1 的凹部的侧面和台阶 4a 的侧面之间填充有粘接剂，另外，在台阶 4a 和弹性体 1 的凹部的接触面之间也填充有粘接剂，以连接轴 4 和弹性体 1。由于台阶 4a 下侧的部位由于被振动件激起的振动所产生的应变大，所以，最好不要插入粘接剂等振动衰减大的材料。虽然对该粘接剂并没有特别的限定，只要是一般使用的粘接剂（环氧树脂系、氰基丙烯酸酯系等）任何一种都可以，但，为了提高振动件的振动特性，适合于采用振动衰减小的材料、也就是硬化后的硬度高的材料。另外，在使用该振动件的环境温度较高的场合，或在该振动件的发热量较大的场合，最好采用温度特性好的粘接剂。

由于用粘接剂固定轴 4 和弹性体 1，所以，在拧紧第 2 弹性体 2 时，不会改变轴 4 和弹性体 1 的位置关系。

另外，即使不用粘接剂，也可以用钎焊连接轴 4 和弹性体 1。钎焊的部分，最好是弹性体 1 和轴 4 嵌合或紧密贴合的部分，例如，图 1 的振动件的第 1 螺纹部，图 5 的振动件的填充粘接剂的部位。只要能牢固地固定 2 个部件，什么钎焊形式都可以。

另外，也可以考虑将轴 4 压入弹性体 1 中进行连接的形式。弹性体 1 的凹部的内径和轴 4 的台阶 4a 的外径配合的部位最好是过盈配合。另外，作为实施过盈配合的方式，可以采用热嵌配合等。再有，为增大这 2 个部件的结合强度，最好在轴的配合部外周实施滚花等。

图 6 所示是本发明的又一其它实施形式。图 6 所示的振动件，为了限制轴 4 相对第 1 弹性体 1 绕轴旋转，将轴 4 的台阶部 4a 的截面

形状切削成D状,而且,将弹性体1的与轴台阶部4a配合的部分也制成与其相吻合的形状。

在该配合部,虽然弹性体1和轴4,对于推力方向的移动来说,能自由地移动到弹性体1和台阶4a相接触,但,对于绕轴的旋转来说却被限制住了,不能相互自由地旋转。

图7的振动件是图6的振动件的变形例。表示将图6的轴台阶部的截面形状制成正方形的例子。当激励图6或图7所示的弹性体进行挠曲振动时,直径小的第1弹性体1的部分的变形,与它下面的第3弹性体12、层叠压电元件3、第2弹性体2相比要大很多。尤其是图10中的轴台阶部4a和弹性体1的凹部配合的部位附近,由于变形产生的应变变大了。

由于台阶4a应变大,所以,其截面形状对振动件的挠曲振动的共振频率影响很大。因此,台阶4a最好制成相对轴的中心部为轴对称的截面形状。如图6的振动件那样,在台阶4a的截面形状是非轴对称的场合,难以使正交的2个挠曲振动的共振频率一致。例如,如图7的上部所示的俯视图那样,由于若相对正交的2个轴(X、Y轴)的断面2次矩相等的话,挠曲刚性相等,所以,正交的2个轴的挠曲振动的共振频率相等。但是,如图6所示,在形状为相对X、Y轴的断面2次矩不相等的场合,一般情况下,正交的2个共振频率不一致。因此,20必须进行加工,以调整弹性体的形状,使2个轴的共振频率一致。

虽然图7所示是正方形截面的例子,但正八角形等,只要是对正交的2个轴的断面2次矩相等的形状,任何形状都可以。

图8的振动件也是图6的振动件的变形例。本实施例,为了进一步降低振动件的挠曲振动的共振频率,加长了第1弹性体1的轴向长度,且减小了因振动引起的应变大的第3弹性体13一侧的部位D的直径。

将轴4的台阶部4a的截面形状切削成D状,与弹性体1的轴台阶部4a配合的部分也制成与其相吻合的形状,为限制轴4和弹性体1绕轴相互旋转的结构。

在组装该振动件时，为了在弹性体 1 和螺母 2 之间施加规定的夹持力，必须握住弹性体 1 和螺母 2 给与规定的拧紧力矩。但是，由于弹性体 1 如图所示，制成薄壁形状，所以，当握住 C 部的外周想要使其旋转时，弹性体 1 会产生变形。

- 5 其结果是，弹性体 1 的圆筒形状变形，同时，弹性体 1 和弹性体 2 的接触面也变形，正交的 X 轴、Y 轴方向的振动件的 2 个振动模型的频率不一致等，给振动件的振动特性带来不利的影响。

因此，在弹性体 1 的上端面上设置槽 13，使其在拧紧该振动件时，能用与该槽 13 配合的卡具使弹性体 1 旋转，或摠住弹性体 1。这样一
10 来，不用给弹性体 1 施加多余的外力，就能进行振动件的组装。

虽然在图 8 的振动件上设置了 4 个槽 13，使弹性体 1 的形状相对 X 轴和 Y 轴为对称的，但无论槽有多少个都可以。

图 9 的振动件也是图 6 的振动件的变形例。将轴 4 的台阶 4a 的截面形状切削成 D 状，与第 1 弹性体 1 的轴台阶部 4a 配合的部分也
15 制成与其相吻合的形状，为限制轴 4 和弹性体 1 绕轴相互旋转的结构。

与图 8 的振动件不同之处是并不在弹性体 1 的上端面上设置槽，而是在弹性体 1 的侧面设置 4 个孔 14。将卡具嵌合在该孔 14 中，使弹性体 1 旋转，或支承着给振动件施加要求的压力。

而且，虽然在图 9 中，孔 14 是通孔，但是，如果能充分地满足嵌合卡具、施加旋转力矩的功能的话，当然不必是通孔。另外，孔的数量也不必是 4 个。
20

图 10 的振动件也是图 6 的振动件的变形例。将轴 4 的台阶 4a 的截面形状切削成 D 状，将第 1 弹性体 1 的与轴台阶部 4a 配合的部分也制成与其相吻合的形状。将弹性体 1 的外径 C 的形状制成八角形，
25 是能用扳手状的工具使弹性体旋转的。在该图 10 中，虽然将弹性体 1 的外径尺寸大的部位 C 制成正八角形，但，即使是外径尺寸小的部位 D 也没关系，另外，形状也并不限于正八角形。

图 11 所示是本发明的又一其它实施形式。在轴 4 的下端和第 2 弹性体 2 上，形成有为右旋螺纹的第 2 螺纹部，用以连接轴 4 和第 2

弹性体 2。在轴 4 的台阶 4a 的上侧和第 1 弹性体 1 上形成有为左旋螺纹的第 1 螺纹部，用以连接轴 4 和第 1 弹性体 1。台阶 4a 的上侧的外径比下侧的外径小。在该台阶 4a 和弹性体 2 之间夹着第 3 弹性体 12 和压电元件 3。弹性体 1 的外径与台阶 4a 的下侧的外径大致相同，虽然台阶 4a 与弹性体 12 接触，但弹性体 1 其不与弹性体 12 接触的方面与以上所述的其它的振动件不同。弹性体 1，为了降低整个振动件的共振频率，减小了与台阶 4a 接触一侧的外径。

图 11 的振动件的优点，并不依赖弹性体 1 的材质，而在于能将足够的压力加在弹性体 12 上，构成振动件。

例如，在是图 10 所示的振动件的场合，在弹性体 1 和弹性体 12 的接触面上施加有由于用轴 4 的台阶 4a 和弹性体 2 夹紧而产生的很大的压缩应力和由于被振动件激起的振动的绕曲成分而产生的压缩应力。特别是，由于这样的直径小的部分因弯曲而产生的应变大，所以，施加的压缩应力也大。

另一方面，弹性体 1 也是对振动件的共振频率的影响很大部件。在想要降低振动件的共振频率的场合，或者减小弹性体 1 的与弹性体 12 接触一侧的部位（D 部）的外径，或者选择杨氏模量小的材料，例如黄铜（Bs）等。但是，根据内侧的轴径等的情况减小 D 部的外径也有界限，另外，杨氏模量小的材料一般情况下有材料强度（拉伸、压缩强度）小的缺点。也就是说，为了充分确保弹性体 1 和弹性体 12 的接触面的强度，若用 SUS 等材料构成弹性体的话，会产生共振频率变高的问题。例如，在弹性体 12 是 $\phi 10\text{mm}$ 、从弹性体 2 到弹性体 1 的长度是 10mm、用铁系材料构成除了压电元件 3 之外的部件时，共振频率是 80~100kHz。

为了降低共振频率，若选择例如 Bs 等材料作为弹性体 1 的材料的话，由于强度不大，一部分会产生塑性变形，有可能特性不稳定。这样一来，图 10 的振动件的弹性体 1，需要满足杨氏模量和强度两个条件，满足该条件的材料极其有限。

因此，在图 11 的振动件，与施加有很大的压缩应力的弹性体 12

接触的接触面用强度足够大的轴构成,采用该压缩应力不施加在弹性体 1 上的结构。这样一来,弹性体 1 不必要求高强度,选择弹性体 1 的材料的自由度变大了。

而且,轴 4 的台阶 4a 的与弹性体 12 接触的接触面,如图 11(b) 所示,为圆锥状,台阶 4a 的外周部最强有力地与弹性体 12 接触。根据这种结构,接触面 G 的应力分布,越靠近外周应力越大(外周压力大)。

图 12 是振动波驱动装置之一种——超声波马达,是具有图 8 的振动件的。该振动件是上述图 1~图 11 的振动件的任何一种都可以。

第 3 弹性体 12 用具有耐摩性的材料(例如氧化铝板)构成。7 是转子(移动子),采用在转子本环的下部设有具有适度的弹性的弹簧环的结构。该弹簧环的前端面与第 3 弹性体 12 的表面接触。另外,在转子 7 的另一个面上,形成有凸部(或凹部),使其与和转子一起旋转并传递马达的输出的齿轮 8 的凹部(或凸部)相配合。内径比第 1 弹性体 1 的外径大的圆环型的转子 7 从外周完全覆盖弹性体 1。转子 7 通过设置在转子 7 和与转子 7 一起旋转的齿轮 8 之间的弹性件(弹簧) 15 向弹性体 12 加压。

齿轮 8 由于弹簧 15 的反力,压靠在用于支承马达的凸缘 10 上。由于齿轮 8 径向具有适度的间隙地与转子 7 相配合,所以,在转子 7 旋转时,齿轮 8 不会产生震颤,能平稳地旋转。

当由未图示的电源电路通过挠性印刷电路板 6 给压电元件 3 施加相位不同的 2 个交变信号时,能在弹性体 12 的表面上激起行波。加压并与弹性体 12 的表面接触的转子 7,由于与弹性体 12 的摩擦力象是被行波推动一样进行旋转运动。

图 12 的超声波马达,将转子 7 配置在振动件的外周,因此,能缩短马达的轴向上的长度,能实现马达的小型化。

而且,从图 2 到图 12 所记载的振动件,虽然是由第 2 弹性体和轴 4 构成第 2 螺纹部,但,与图 1 一样,即使换成由螺母 5 和轴 4 构成第 2 螺纹部也没关系。

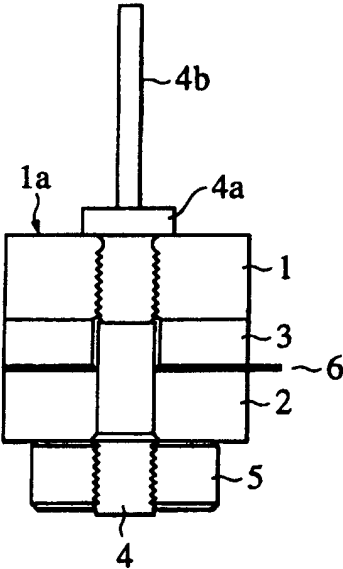


图 1

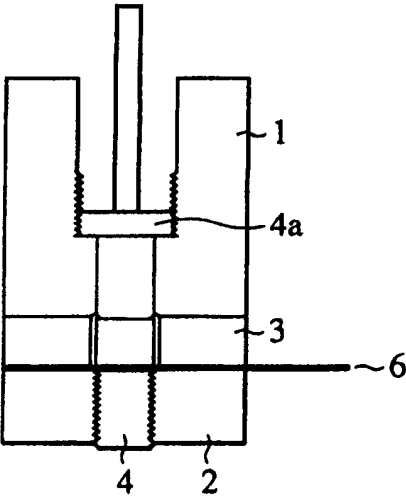


图 2

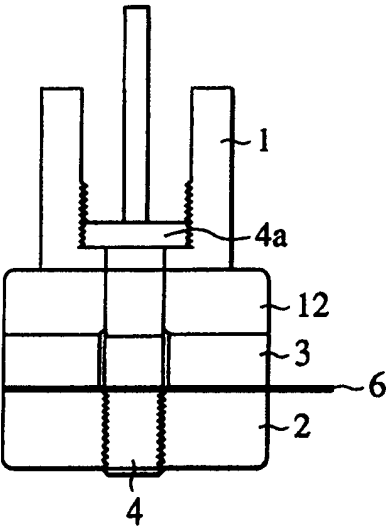


图 3

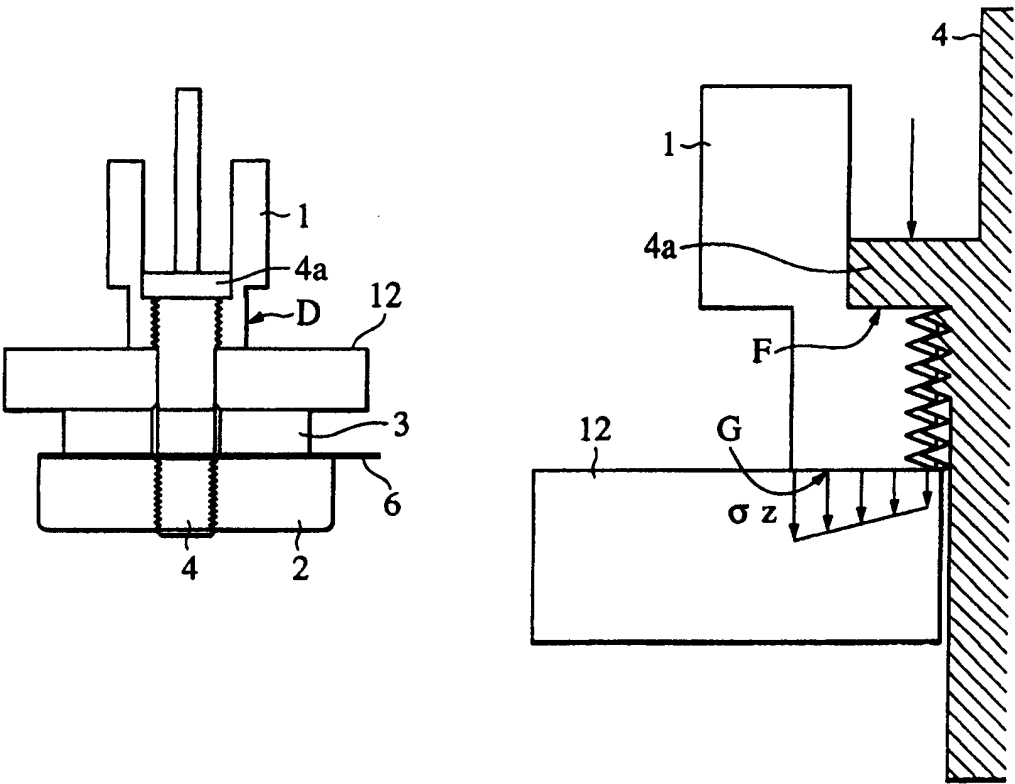


图 4 (a)

图 4 (b)

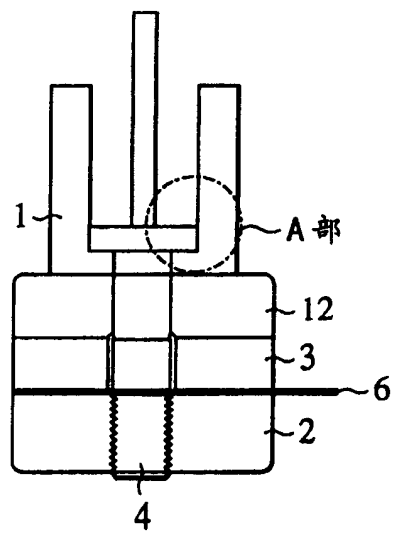


图 5 (a)

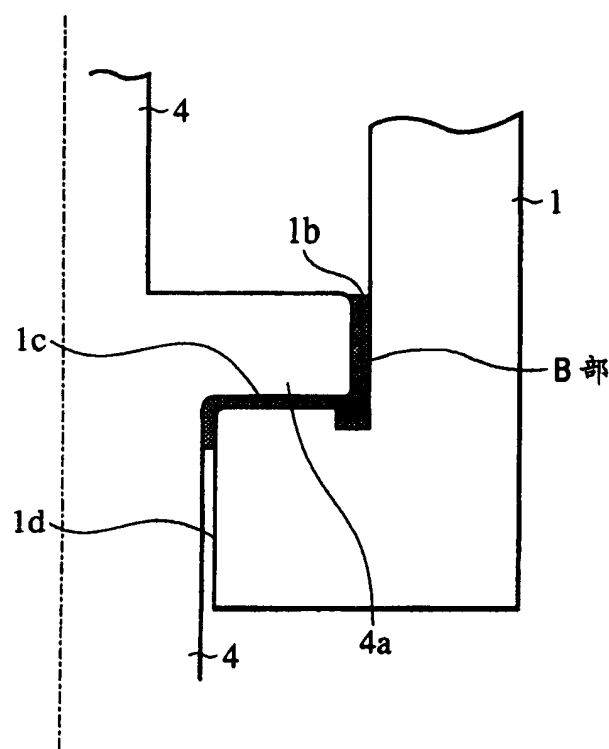


图 5 (b)

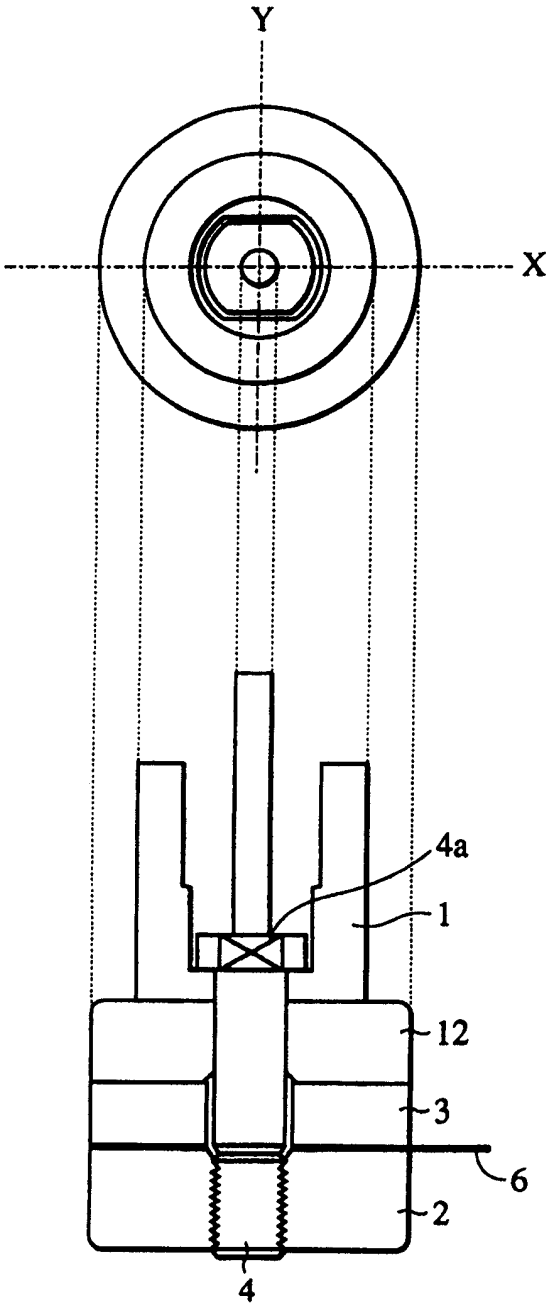


图 6

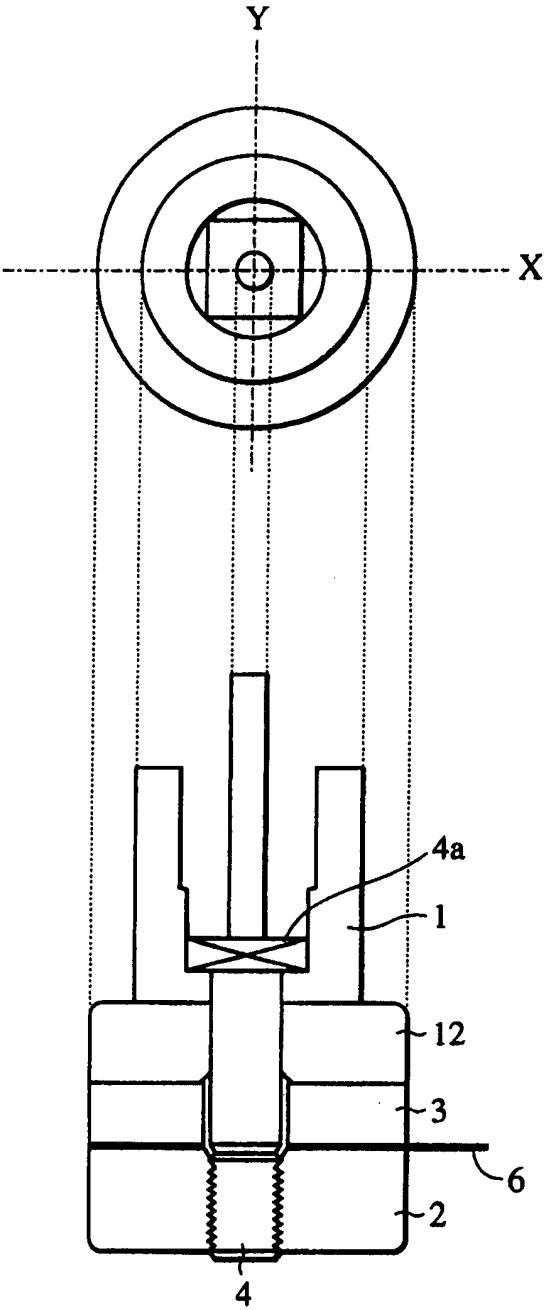


图 7

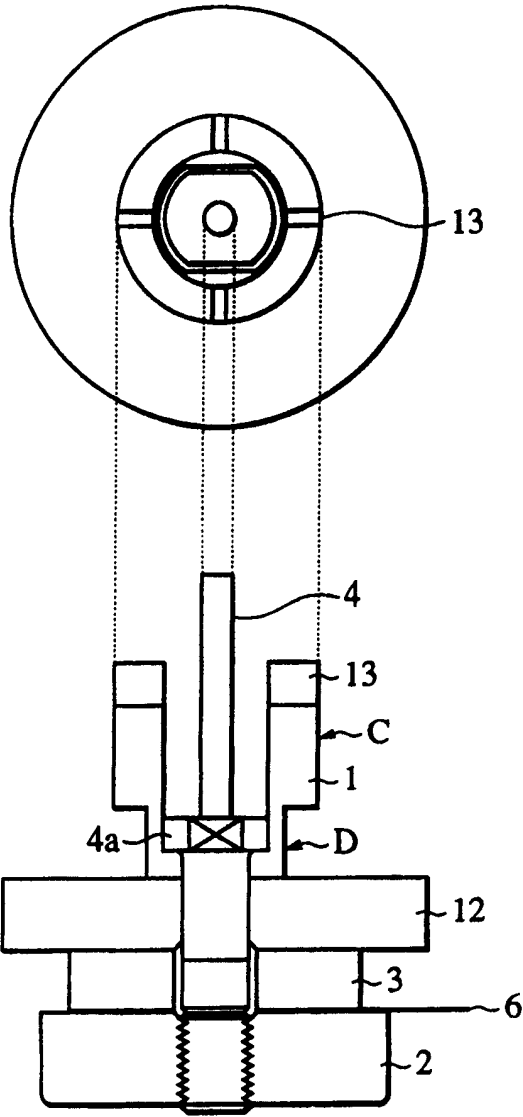


图 8

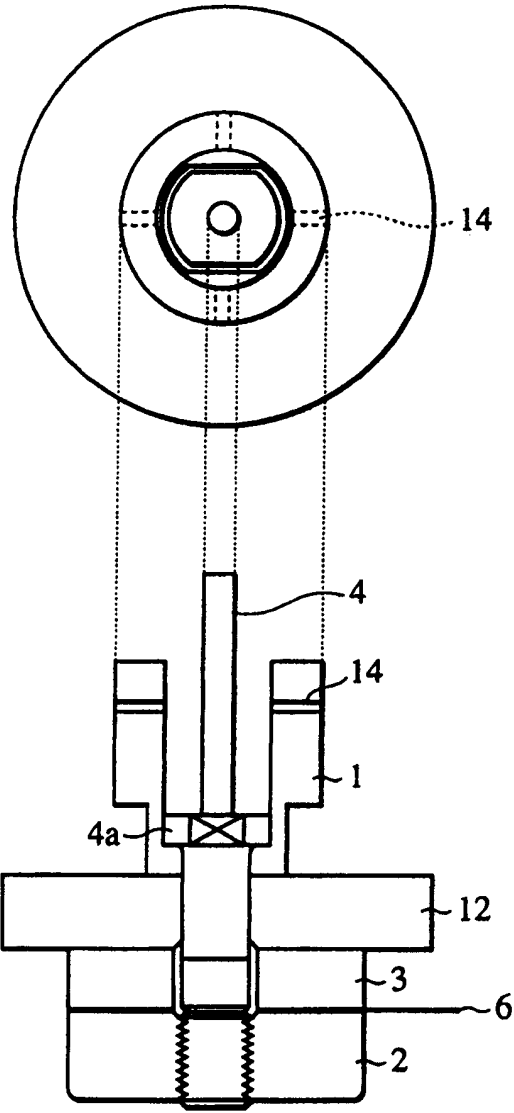


图 9

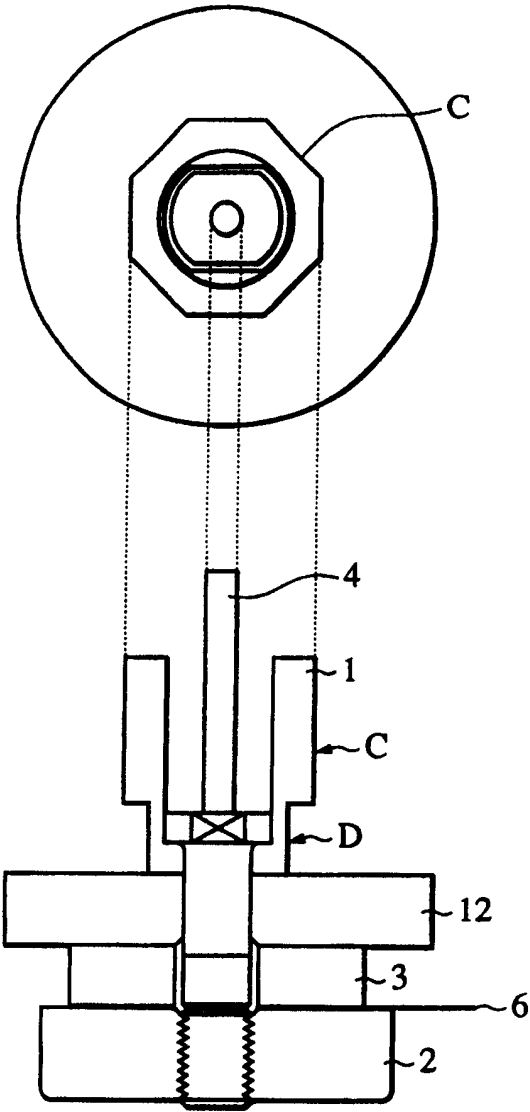


图 10

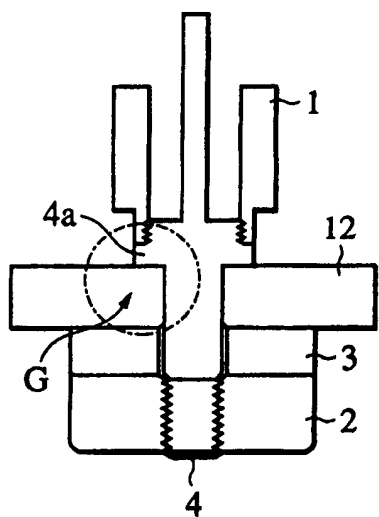


图 11 (a)

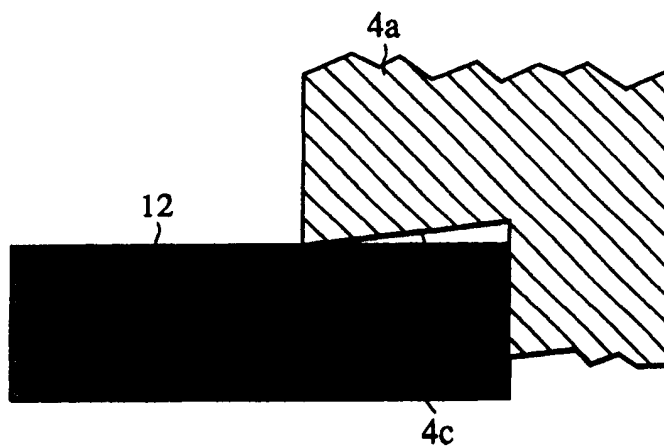


图 11 (b)

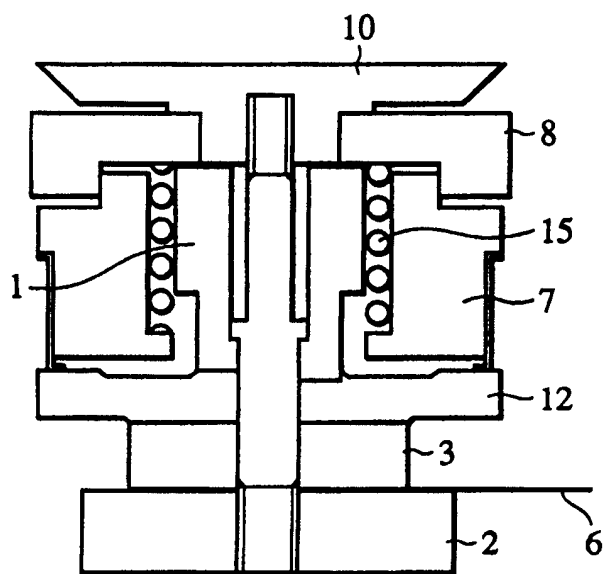


图 12

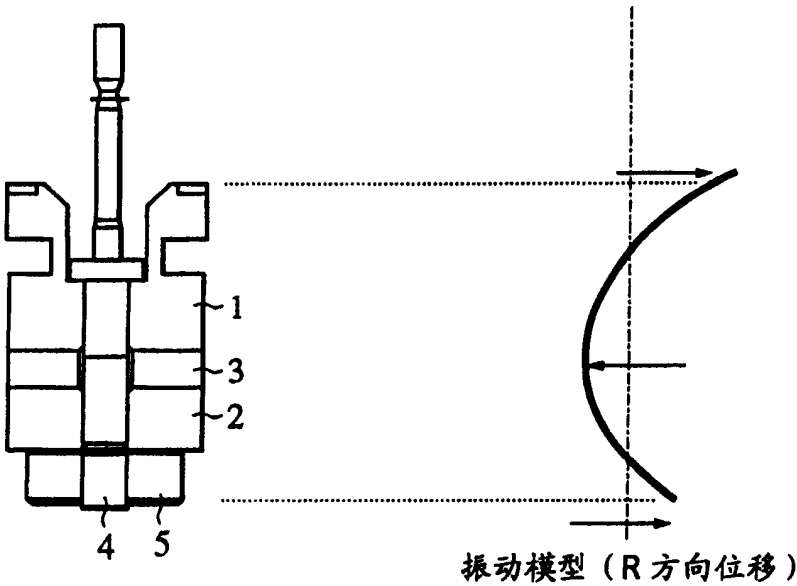


图 13 (a)

图 13 (b)

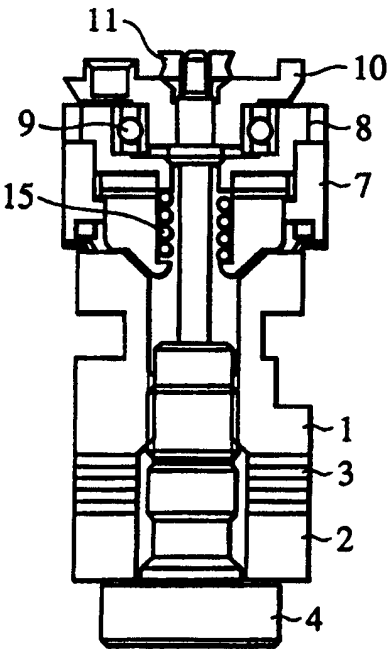


图 14

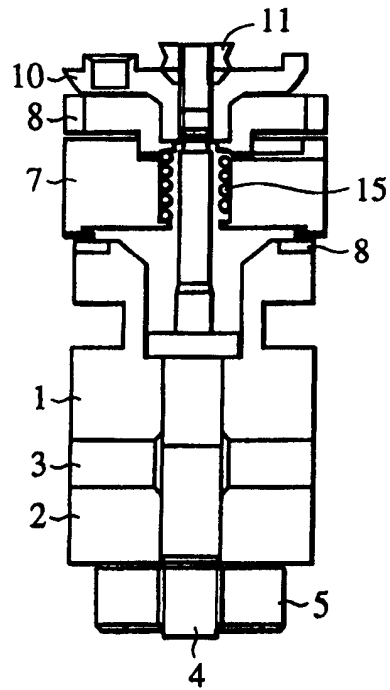


图 15

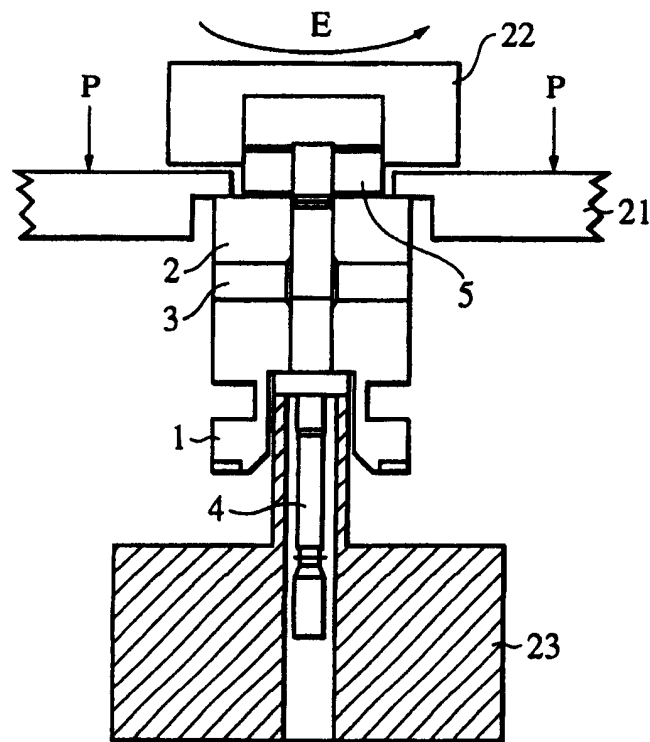


图 16

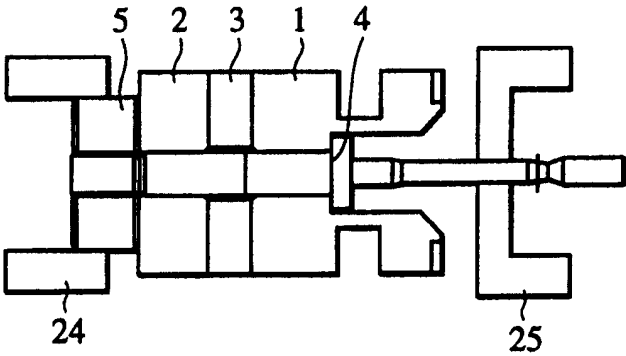


图 17