



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02102455.3

[45] 授权公告日 2006年7月26日

[11] 授权公告号 CN 1265896C

[22] 申请日 2002.1.22 [21] 申请号 02102455.3

[30] 优先权

[32] 2001. 1. 22 [33] JP [31] 013365/2001

[32] 2002. 1. 11 [33] JP [31] 004198/2002

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 月本贵之

审查员 鹿士杰

[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

代理人 王景林

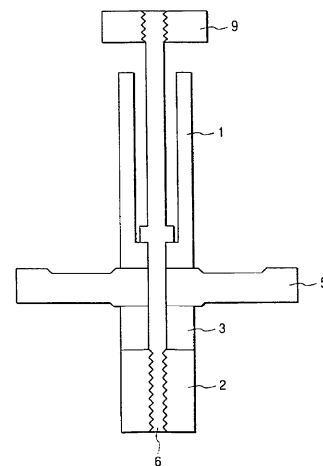
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 8 页

[54] 发明名称

振动波驱动装置

[57] 摘要

一种振动波驱动装置，包括一个电能-机械能转换元件，其被夹紧和固定在数个弹性件之间，其中，一个凸缘形弹性件被放置在电能-机械能转换元件和数个弹性件中的一个弹性件之间。当一个驱动振动被施加到该电能-机械能转换元件上时，一个振动元件激发弯曲振动，同时那些弯曲振动使得数个超平面弯曲振动在该凸缘弹性件中被激发。由于一个转子与夹在弹性件和电能-机械能转换元件之间的第三弹性件相接触，所以该振动波驱动装置的尺寸能够被减小。此外，由于该振动元件的弯曲振动产生的一种行波和第三弹性件的超平面弯曲振动产生的一种行波都在该振动元件的摩擦表面上产生，所以该振动波驱动装置的输出能够被提高。



1. 一种振动波驱动装置，该振动波驱动装置包括振动元件和转子，该振动元件具有电能-机械能转换元件固定于其上的弹性件，该转子与该振动元件的摩擦表面相接触，并且通过行波来驱动转子，该行波是通过将驱动信号施加到电能-机械能转换元件上而产生于该振动元件的表面上的；其特征在于，

所述振动元件包括第一弹性件、第二弹性件和具有所述摩擦表面的作为第三弹性件的所述弹性件；

所述第三弹性件和所述电能-机械能转换元件被放置在所述第一弹性件和所述第二弹性件之间；

所述转子位于所述第一弹性件的附近；

通过叠加第一行波和第二行波来形成所述行波，以便于在所述第三弹性件的摩擦表面产生圆形或椭圆形的运动，其中，所述第一行波由弯曲振动所形成，该弯曲振动在与包括作为所述行波的转动中心的轴线的平面平行的方向变位，所述第二行波由产生于所述第三弹性件的超平面弯曲振动所形成。

2. 如权利要求 1 所述的振动波驱动装置，其特征在于，所述第一弹性件和所述第三弹性件被加工成整体。

3. 如权利要求 1 所述的振动波驱动装置，其特征在于，所述振动元件的至少一个端部分具有增加的直径。

4. 如权利要求 1 所述的振动波驱动装置，其特征在于，所述第三弹性件在相对于所述摩擦表面的内圆周侧包括厚度较薄的部分，该部分的厚度比所述摩擦表面所在的部分薄。

5. 如权利要求 1 所述的振动波驱动装置，其特征在于，所述振动元件还包括另一个电能-机械能转换元件，该电能-机械能转换元件被固定在所述第三弹性件上。

振动波驱动装置

发明领域

本发明涉及一种振动波驱动装置，更具体地，涉及一种用在一种条形振动波驱动装置中的振动元件的结构。

现有技术

一种条形振动波驱动装置包括：一个振动元件和一个压电元件，该振动元件由金属或类似材料制成的弹性件构成，作为一个基础结构，该压电元件作为一个电能-机械能转换元件。通过向压电元件施加一种交流电压，该条形振动波驱动装置产生一种驱动振动，例如，一种行波或类似波，其中该交流电压作为一种交流信号，具有不同的相位。

一个接触件通过一个加压机构与弹性件的一个驱动部分压力接触，同时该接触件受到驱动振动的摩擦驱动，从而使得振动元件和接触件彼此相对运动，其中该驱动振动是在弹性件的驱动部分中产生的振动。

此处将一个振动波电机作为一个振动波驱动装置的例子，在该振动波驱动装置中，一个振动元件被用作一个定子，一个接触件被用作一个转子。

振动波电机的振动元件的例子包括：那些具有这样一种结构的振动元件，在该结构中，一个环形压电元件盘被安装到一个环形或盘形弹性件的一个表面上；和那些具有那样一种类型的振动元件，在该类型中，转子的旋转运动通过一个输出轴被输出，或者，在该类型中，转子的旋转运动被直接输出。

这样的一种振动波电机已经被应用到产品中，这些产品被用于驱动一个相机的镜头，等等。现在有环状类型的和条状类型的振动波电机。

图 10A 是一个条形振动波电机的一个条形振动元件的结构视图，该条形振动波电机用于驱动一个相机的镜头。图 10B 表示了该条形振动元件的一个轴线部分中的一个振动模态（用 z -轴表示轴线方向，用 r -轴表

示径向方向)。

附图标记 101 表示一个第一弹性件；附图标记 102 表示一个第二弹性件；附图标记 103 表示一个压电元件。附图标记 106 表示一个轴件，该轴件穿过第一弹性件 101、压电元件 103 和第二弹性件 102。轴件 106 位于一个转子 110 侧的一端被固定在一个配合件 109 上，该配合件 109 将被安装到一个产品上，而轴件 106 的另一端被固定在一个螺母 115 上。一个螺纹部分被加工在轴件 106 的另一端上。随着螺母 115 的变紧，被放置在一个凸缘部分和螺母 115 之间的第一弹性件 101、压电元件 103 和第二弹性件 102 被夹紧和固定在该凸缘部分和该螺母 115 之间，其中该凸缘部分是被加工用于固定轴件 106 的。附图标记 110 表示如上所述的转子，附图标记 107 表示一个摩擦件，该摩擦件被固定到第一弹性件 101 上，并将与该转子接触。

当一个驱动信号被施加到压电元件 103 上时，图 10B 所表示的弯曲振动（在图 10B 的主弯曲振动中）就在该条形振动元件中被激发，因此该条形振动元件大体上关于 z-轴作摆动运动。相应地，摩擦件 107 绕 z-轴作旋转运动。

看起来似乎这样一种条形振动波驱动装置的振动元件在尺寸上已沿其径向方向被减小，但沿其推进的方向，即其轴线的长度方向，在尺寸上仍留有缩小的余地。

然而，当该振动元件被简单地缩短时，会引起以下问题：谐振频率增加；振动位移被减小，将导致摩擦驱动效率的降低、由于高频引起的驱动电路元件的价格的增加或该元件内部损失的增加。此外，当该振动元件被简单变薄，以降低谐振频率时，一个压电元件的直径和一个摩擦表面也同时被减小，从而降低该压电元件的产生力和摩擦转矩。因此，可以想到，该电机的输出也被变小。

作为一种用于解决上述问题并缩短一个条形振动波驱动装置的轴线长度的技术，在日本专利申请 No.2001-145376 中公开了这样一种技术，具体如图 11 所示。

在该文献中的一个振动装置与一个传统产品的相同之处在于，一个

压电元件 203 被夹紧和固定在一个第一弹性件 201 和一个第二弹性件 202 之间。然而，该装置与传统产品的不同之处在于，具有一个摩擦表面的第一弹性件 201 被分成一个内径部分和一个外径部分，这两个部分通过一个薄的连接部分 210 被彼此连接到一起。

根据这种结构，即使该条形弹性件的轴线被缩短，由于第一弹性件具有足够大的质量，所以也能够得到一个低的谐振频率。

然而，根据这一技术，当连接部分 210 被变薄，以使谐振频率被降低，从而其刚性被破坏时，产生于压电元件中的位移被该连接部分 210 的一个软弹簧吸收。因此，难以有效地将驱动力传递到一个转子上。因此，似乎还存在进一步改进的余地。

发明概述

本发明的一个方面是提供一种振动波驱动装置，该振动波驱动装置包括振动元件和转子，该振动元件具有电能-机械能转换元件固定于其上的弹性件，该转子与该振动元件的摩擦表面相接触，并且通过行波来驱动转子，该行波是通过将驱动信号施加到电能-机械能转换元件上而产生于该振动元件的表面上的；其中：所述振动元件包括第一弹性件、第二弹性件和具有所述摩擦表面的作为第三弹性件的所述弹性件；所述第三弹性件和所述电能-机械能转换元件被放置在所述第一弹性件和所述第二弹性件之间；所述转子位于所述第一弹性件的附近；通过叠加第一行波和第二行波来形成所述行波，以便于在所述第三弹性件的摩擦表面产生圆形或椭圆的运动，其中，所述第一行波由弯曲振动所形成，该弯曲振动在与包括作为所述行波的转动中心的轴线的平面平行的方向变位，所述第二行波由产生于所述第三弹性件的超平面弯曲振动所形成。由于一个转子与夹在弹性件和电能-机械能转换元件之间的第三弹性件相接触，所以该振动波驱动装置的尺寸能够被减小。由于该振动元件的弯曲振动产生的一种行波和第三弹性件的超平面弯曲振动产生的一种行波都在该振动元件的摩擦表面上产生，所以该振动波驱动装置的输出能够被提高。

对附图的简要说明

图 1 是一个振动元件的剖视图，该振动元件表示了本发明的一个第一实施例。

图 2A 和 2B 分别是一个振动模态曲线图，这些曲线图被用于解释本发明的。

图 3A 和 3B 分别是一个曲线图，这些曲线图表示了一个振动元件的一个振动模态，该振动元件表示了本发明的一个驱动原则。

图 4A 和 4B 分别是一个曲线图，这些曲线图表示了一个振动元件的另一个振动模态，该振动元件表示了本发明的一个驱动原则。

图 5 是一个振动元件的剖视图，该振动元件表示了本发明的一个第二实施例。

图 6 是一个振动元件的剖视图，该振动元件表示了本发明的一个第三实施例。

图 7A 和 7B 分别是一个振动元件的一个透视图和一个剖视图，该振动元件表示了本发明的一个第四实施例。

图 8 是一个振动元件的剖视图，该振动元件表示了本发明的一个第五实施例。

图 9 是一个振动波驱动装置的结构视图，该振动波驱动装置表示了本发明的一个第六实施例。

图 10A 是一个传统条形振动波驱动装置的剖视图；图 10B 是一个曲线图，该曲线图表示了该条形振动波驱动装置的振动元件的振动模态；

图 11 是一个传统振动波驱动装置的剖视图，该振动波驱动装置具有一个缩短的轴向长度。

对推荐实施例的详细说明

第一实施例

因为被安装在一个软弹簧（连接部分 210）的一个端上的质量件作为一个摩擦表面，所以造成日本专利申请 No. 2001-145376 中公开的发明的问题。因此，可以想象通过一个用于降低谐振频率的功能件和一个用于输出驱动力的功能件的彼此分离，就能够解决这一问题。

图 1 表示了本发明的一个第一实施例。附图标记 1 表示一个第一弹

弹性件，该弹性件被加工成一个圆柱形状，并由一种振动阻尼损失小的材料，例如黄铜制成。附图标记 5 表示一个凸缘形（盘形）弹性件，该凸缘形弹性件由陶瓷材料，例如，氧化铝，制成。

在图 1 中，与转子相接触的摩擦面设置于凸缘形弹性件 5 的表面上，其与外圆周与压电元件 3 相接触的表面相对。该摩擦表面形成于凸缘形弹性件 5 的外圆周区域上。位于摩擦表面区域的凸缘形弹性件 5 的厚度被加工得略微厚一些，就象该凸缘形弹性件 5 的中心部分那样，在该中心部分处，该凸缘形弹性件 5 被第一弹性件 1 支撑和固定。通过使该中心部分和外圆周的附近区域之间的区域被加工成凹槽，这是为了减小将接受研磨的面积，从而缩短处理的时间。在这种情况下，如从图 1 中明显看到的那样，凸缘形弹性件 5 的外圆周的附近区域向外延伸超过第一弹性件 1 的外圆周部分和压电元件 3 的外圆周部分，该第一弹性件 1 和该压电元件 3 与该凸缘形弹性件 5 相邻。

附图标记 3 表示一组压电元件。作为该压电元件组，一种叠式压电元件其中的一个压电元件被放置，该叠式压电元件通过堆叠和加热硬化由数个元件或数个薄片式压电元件构成，其中这数个元件每个在其上和下两侧均具有电极，每个薄片式压电元件也在其上和下两侧均具有电极，通过堆叠和加热硬化这些元件，使之成为一体。

附图标记 2 表示一个第二弹性件，该第二弹性件由一种具有低振动阻尼损失特性的材料制成，与第一弹性件 1 的情况相同。

第一弹性件 1、第二弹性件 2、凸缘形弹性件 5 和压电元件 3 通过一个作为一个紧固机构的一个轴件 6 该被结合起来，以形成一体。轴件 6 在其一端加工有一个螺纹部分，同时该轴件 6 被从第一弹性件 1 的端部插入，从而被穿过压电元件 3，然后该螺纹部分被与一个加工在第二弹性件 2 的轴线中心部分的内螺纹部分拧紧在一起。凸缘形弹性件 5 和压电元件 3 被放置在第一弹性件 1 和第二弹性件 2 之间，在这种情况下，通过一个在轴件 6 的中间部分上的被加工用于固定轴件 6 的凸缘部分和一个加工在轴件 6 的一个端部上的螺纹部分，上述件都能被夹紧和固定。轴件 6 的另一个端部分被固定到一个配合件 9 上，并且该轴件 6 支撑整

个条形振动元件。在本实施例中，该振动元件被这样加工，即除凸缘形弹性件 5 以外，该振动元件的所有件都具有相同的外径。

当一个驱动信号被从一个未示出的驱动电路施加到压电元件 3 上时，一个主弯曲振动就在这样构成的该条形振动元件中被激发，此外，一个主圆周超平面弯曲振动在凸缘形弹性件 5 中被激发，该主圆周超平面弯曲振动不包括任何将成为该振动的波节的圆。

在那个时候，主弯曲振动的波腹的位置就被布置在脱离凸缘形弹性件 5 的中心表面的一个位置上，其中该主弯曲振动被沿一个径向方向移动，且被上述条形振动元件激发。这里所用的“径向方向”表示一个包含在一个平面内的方向，该平面与穿过第一弹性件 1、凸缘形弹性件 5、压电元件 3 和第二弹性件 2 的各自中心的一条直线正交。

作为在该条形振动元件中生成的弯曲振动，也可以使用一种高阶振动，例如，一个二阶或三阶振动，而不会引起任何问题。然而，在这样的一种情况下，就有必要将凸缘形弹性件 5 放置在一个脱离这样一种振动的波腹位置的位置上。

接下来，下文的说明将直接针对本发明的驱动原则。

人们已经知道，当一个超平面弯曲振动被在一个盘中激发并被允许传播时，将在该盘的表面产生一种圆运动或椭圆运动。

就此而论，将在日本专利申请 No.4-91668 中公开的一种装置作为一个具有与本实施例的条形振动元件的形状的相似形状的装置的例子，该装置具有一种图 2A 中所示的振动模态。然而，在这样一种结构的情况下，即在该结构中，凸缘形弹性件的中心表面 8 与一个条形振动元件的弯曲振动的波腹的大体中心位置 A 相一致，如图 2A 中所示的模态的情况，该凸缘形弹性件通过一个主弯曲振动只沿径向方向做一种平移运动。

反之，当凸缘形弹性件的中心表面 8 处于一个偏离该条形振动元件的弯曲振动的波腹的中心位置 A 的位置时，除了沿径向方向的平移运动之外，该凸缘形弹性件还能够绕一个垂直于该条形振动元件轴线的轴线（该轴线正交于图 2B 中的 x-轴和 z-轴）激发一种旋转运动，其中该偏

离该条形振动元件的弯曲振动的模态在表示本实施例的图 2B 中进行了表示。因此，当包括一个推进方向上的分力的位移和伴随该位移的惯性力同时作用在凸缘形弹性件的外圆周的附近区域上时，该凸缘形弹性件也能产生一种包括推进方向上的位移分力，即超平面弯曲变形，的振动。此外，由于在该条形振动元件中被激发的弯曲振动绕轴线转动，作用于该凸缘形弹性件上的惯性力以一个用于激发该弯曲振动的力的形式在该凸缘形弹性件的圆周上传播，相应地，该凸缘形弹性件的超平面弯曲振动也传播。

当一个行进的超平面弯曲振动被在一个凸缘形物体上产生时，椭圆运动就在该凸缘形弹性件表面被产生，这是一个众所周知的现象。因此，当通过该条形振动元件的弯曲振动的旋转使该椭圆运动的旋转方向与一个产生于该凸缘形弹性件的圆运动或椭圆运动的旋转方向一致时，一个受到该凸缘形弹性件挤压的转子的转速就被增加，从而该电机的性能被提高。

当该凸缘形弹性件被安装在作用于该凸缘形弹性件的弯曲振动的波腹的中心位置的下面时，转子和该振动元件相接触的位置就被降低，从而整个振动波驱动装置的尺寸能够被减小。

图 3A 和 3B 分别表示了一种振动模态，在该振动模态中，该条形振动元件的弯曲振动和该凸缘形弹性件的弯曲振动被彼此相互耦合，其中该凸缘形弹性件的弯曲振动不包括任何将成为该振动的波节的圆。图 4A 和 4B 分别表示了一种振动模态，在该振动模态中，该条形振动元件的弯曲振动和该凸缘形弹性件的弯曲振动被彼此相互耦合，其中该凸缘形弹性件的弯曲振动包括将成为该振动的波节的一个圆。

圆周方向上的所有阶次都为 1 (1 波)。

关于由凸缘形弹性件的弯曲行波产生的圆运动或椭圆运动的方向，图 3A 和 3B 中点 B1 和 B2 处的方向彼此相反，图 4A 和 4B 中点 B3 和 B4 处的方向彼此相反，此外，点 B3 和 B3' 处和点 B4 和 B4' 处的方向也彼此相反。点 B3 和 B3' 之间的关系和点 B4 和 B4' 之间的关系都分别相当于一个节圆的内部和外部之间的关系。

当驱动该条形驱动元件时，振动的形式主要取决于凸缘形弹性件的超平面弯曲固有频率和条形驱动元件的弯曲振动频率之间的关系。因此，就确定了该凸缘形弹性件的形状，从而使得产生一种超平面弯曲振动，该超平面弯曲振动的方向在接触部分与该椭圆运动的旋转方向相一致，该椭圆运动由该条形驱动元件的弯曲振动的旋转运动产生，其中该接触部分与转子相接触。

第二实施例

图 5 表示了本发明的一个第二实施例。

在本发明的一个振动波驱动装置的振动元件中，一个凸缘形弹性件 15 被与一个第一弹性件 11 加工成一整体，一个压电元件 13 被放置该凸缘形弹性件 15 和一个第二弹性件 12 之间，同时该压电元件 13 以一个未示出的紧固机构被夹紧和固定被第一弹性件 11 和第二弹性件 12 之间。例如，一个螺纹件或类似元件可以被用作该紧固机构，该紧固机构被放置在该第一和第二弹性件 11 和 12 的内部，并穿过压电元件 3。

在本实施例中，该振动元件被这样构成，即该振动元件的上和下端通过一个部分 11a 和第二弹性件 12 具有增加的外径，其中该部分 11a 被加工用于第一弹性件 11。这使得该振动元件作为一个整体固有频率被减小，从而使得该振动元件与那些固有频率等于该振动元件的固有频率的振动元件相比具有缩短的轴向长度。

此外，在本实施例中，一个具有耐磨性的件 17 被安装到凸缘形弹性件 15 的外圆周的一个表面上的一个摩擦部分上，该摩擦部分受到一个未示出的转子的摩擦，且该摩擦部分是一个凸缘形伸出部分。由于放置了该摩擦件 17，就无需再对该凸缘形弹性件进行研磨处理了。

第三实施例

图 6 表示了本发明的一个第三实施例。

本实施例的一个振动元件包括：一个第一弹性件 21、一个第二弹性件 22、一个压电元件 23 和一个凸缘形弹性件 25，以及一个未示出的固

紧机构，该固紧机构与第一实施例中的固紧机构相同。本实施例与第一实施例的不同之处在于，一个突出部分 25a 被加工在凸缘形弹性件 25 的外圆周部分上，一个圆形凹槽 25b 被加工在相对于突出部分 25a 的内圆周侧上。

其结果是，该凸缘形弹性件 25 被这样构成，即在其外圆周端部分具有增加的重量，同时在其内圆周端部分具有降低的刚性。因此，一个超平面位移就在凸缘的外圆周部分中被增加，该凸缘的外圆周部分与一个转子相接触，从而该转子的转速进一步增加。

第四实施例

图 7A 和 7B 表示了本发明的一个第四实施例；图 7A 是一个振动元件的透视图，图 7B 是该振动元件的剖视图。

同样，在本实施例中，一个凸缘形弹性件 35 和一个压电元件 33 被夹紧和固定在一个第一弹性件 31 和一个第二弹性件 32 之间。本实施例与上述那些实施例的不同之处在于，若干圆周突出部分 35a 被加工在该凸缘形弹性件 35 的外圆周部分上，同时这些圆周突出部分 35a 被沿圆周方向彼此分开。

因此，当该凸缘形弹性件 35 经受超平面弯曲变形时，刚性不会增加。所以，能够得到一个相当大的超平面弯曲变形。

此外，由于一个椭圆运动的圆周位移分力被增加，所以有可能增加转子的转速，即电机的输出，其中该椭圆运动由凸缘形弹性件 35 的超平面弯曲变形的传播产生。

第五实施例

图 8 表示了根据本发明的一个第五实施例的一个振动元件。通过对第三实施例的振动元件进行进一步改进，就得到该振动元件。

一个用于激发超平面弯曲振动的压电元件 43 被安装到一个凸缘形弹性件 25 的底表面上。

当单独的惯性力不足以被用作超平面弯曲振动激发力时，位移通过

使用延展力被沿该压电元件的圆周方向增加。作为一种交流信号，一种被用于驱动条形振动元件的信号可以被共用，或者也可以提供另一种交流信号。

第六实施例

图9是一个条形振动波驱动装置的一个结构视图，该条形振动波驱动装置具有第二实施例的振动元件。

如图所示，在本实施例的条形振动元件中，一个第一弹性件51、一个第二弹性件52、一个压电元件53和一个凸缘形弹性件55通过一个作为固紧件的振动元件保持螺栓/支撑销56被固紧在一起。此外，一个将被配合装入一个产品中的配合凸缘59被与一个部分螺纹连接，该部分是销56位于与第二弹性件52相对一侧的位置上的一个部分。一个输出齿轮64被安装到该配合凸缘59上，绕该振动元件的中心轴线旋转。一个转子60被围绕第一弹性件51放置。该转子60被安装有一个接触式弹簧61和一个弹簧箱62，该接触式弹簧61通过压力形式构成，被粘结固定在该转子60的外圆周侧上，该弹簧箱62被配合连接到该转子60的内圆周侧上。该弹簧箱62通过其上和下端部分被调整，并通过其上和下端部分被固定到输出齿轮64上，从而该弹簧箱62不会沿径向方向相对于输出齿轮64移动。一个用于施加压力的弹簧63被放置在该弹簧箱62下端部和输出齿轮64之间。通过该弹簧63的弹簧力，接触式弹簧61被固定在转子60的外圆周部分上的弹簧端与凸缘形弹性件55的上表面压力接触。配合凸缘59也具有一个附加质量的功能，用于防止振动从振动元件保持螺栓/支撑销56向外侧泄露。

在本实施例中，振动元件被固定，而转子作为一个接触件被可动式安装，该转子与该振动元件压力接触。然而，本发明不仅只局限于此。该接触件可被固定，而振动元件被可动式安装，同时，通过在振动元件的凸缘形弹性件中生成的驱动振动，该接触件和该振动元件被相对于彼此摩擦驱动，其中该凸缘形弹性件以一个凸缘形式伸出。

同样，在第二到第六实施例中，虽然在图中未被示出，人们可以理解，凸缘形弹性件的中心表面被布置在一个位置上，该位置不与条形振

动元件的弯曲振动的波腹的位置相符。

如上所述，上述实施例采用了一种结构，在该结构中，具有一个摩擦表面的一个凸缘形弹性件被安装在一个条形振动元件上，驱动力从该摩擦表面上获得，同时在该结构中，加工有一个从该凸缘形弹性件伸出的一个弹性件，并且谐振频率通过该弹簧-质量系统被降低。因此，该弹簧可以被做得相当软，从而谐振频率被降低到一个足够低的水平，也就是说，当该弹性件的直径被缩小得相当小时，谐振频率也能被降低到一个足够低的水平。

此外，当该伸出的弹性件部分由金属制成时，即使是当变形集中在该部分上的情况，因为金属材料的阻尼特性比压电元件的阻尼特性好，所以内部损失的增加仍停留在一个最小范围内，从而能够得到一个具有高效率的短振动元件。

此外，由第一行波产生的驱动力能够被加到由第二行波产生的驱动力上，其中第一行波被围绕条形振动元件的轴线产生，第二行波在凸缘形弹性件中被激发。因此，通过只施加一个比被施加给一个电能-机械能转换元件的传统的信号小的信号，就可以得到一个足够大的驱动力。

此外，由于转子能够被围绕伸出的弹性件放置，电机的整体尺寸也能够被减小。

在不背离本发明的思想和本质特征的前提下，能够以其它形式实施本发明。本申请中所公开的实施例从各方面考虑都应是说明性的，而非限定性的。本发明的范围将由所附的权利要求表明，而不是由前面的说明部分表明，并且在权利要求的等同的意义和范围之出现的所有改变都已被包含其中。

图1

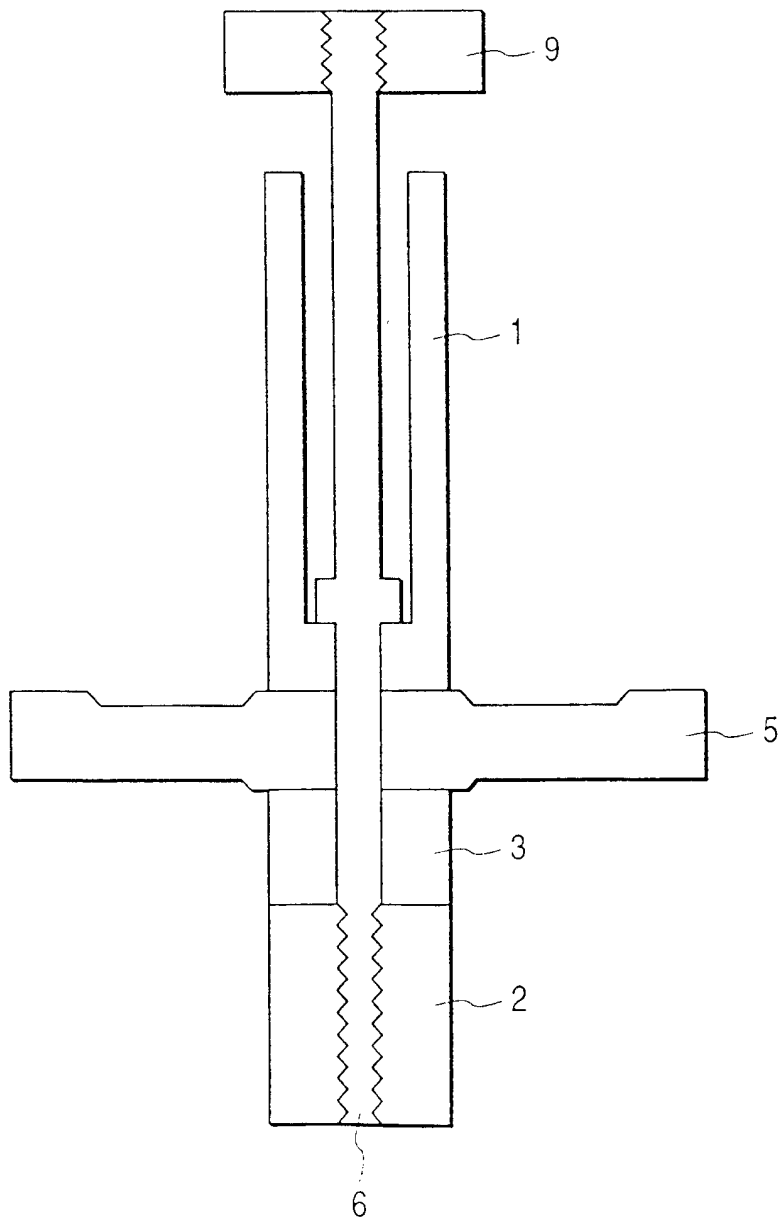


图 2A

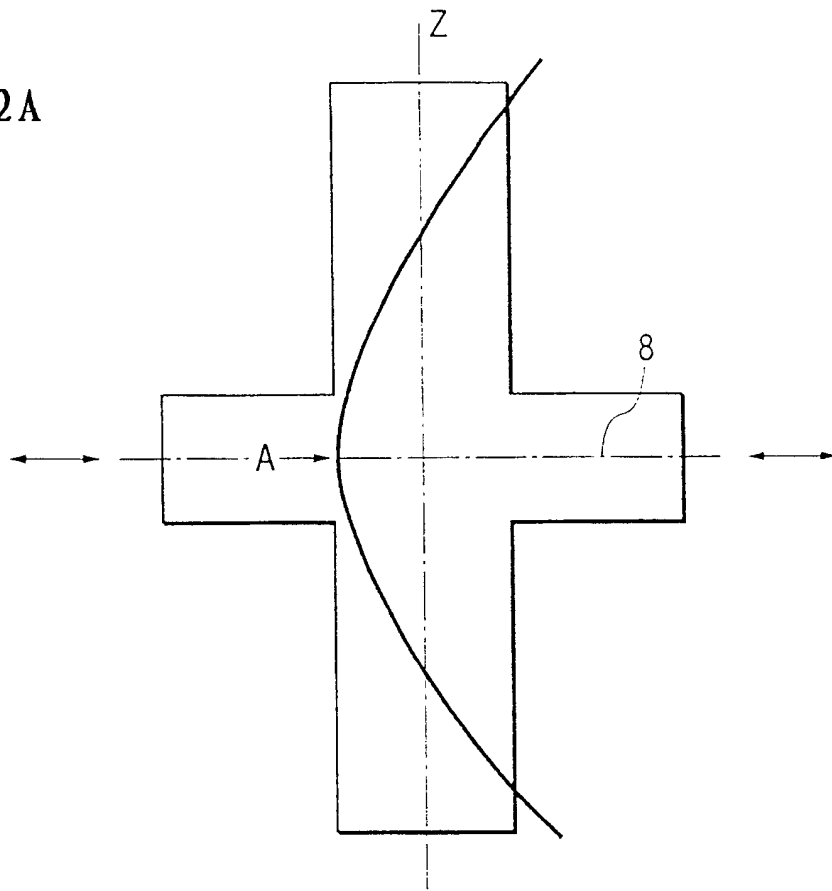


图 2B

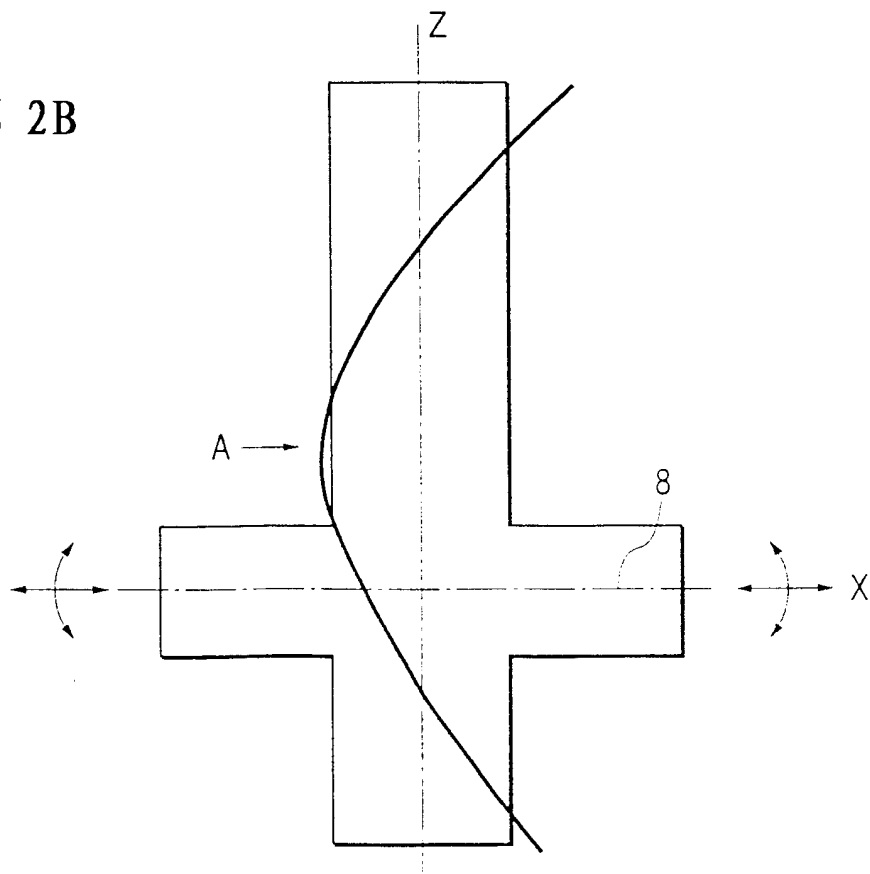


图 3A

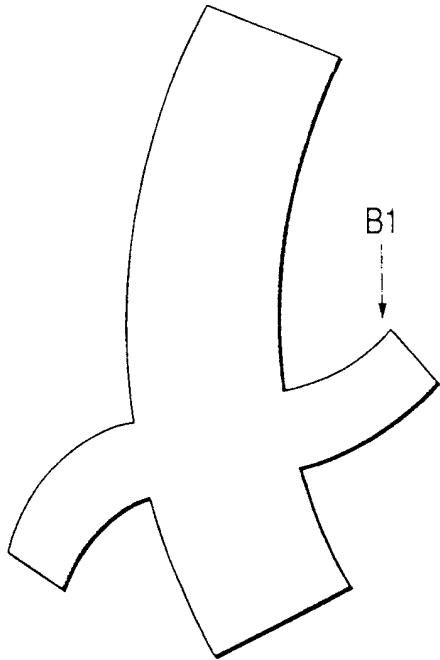


图 3B

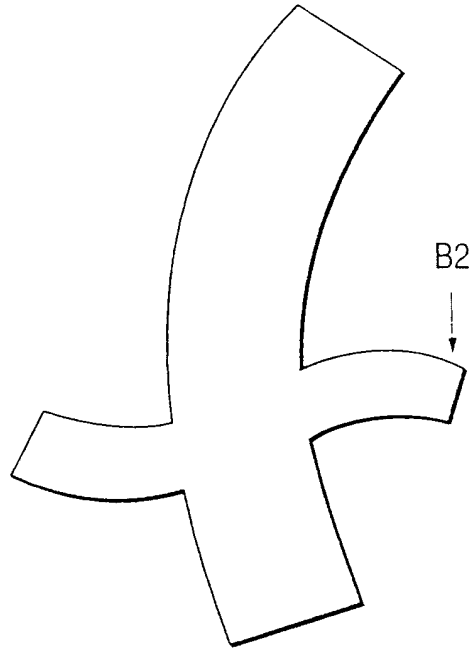


图 4A

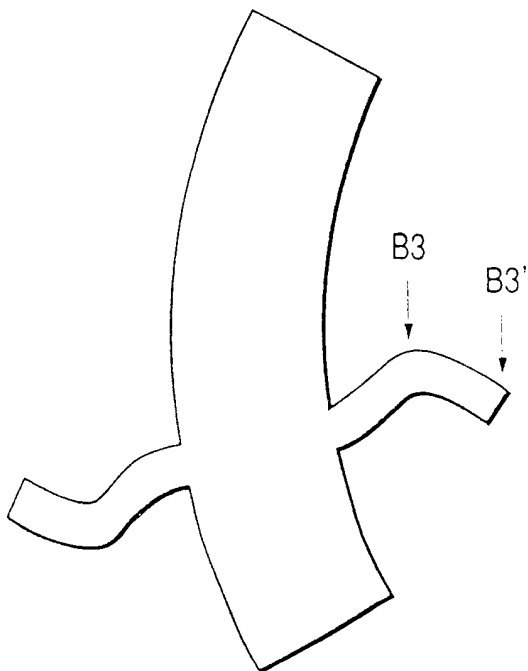


图 4B

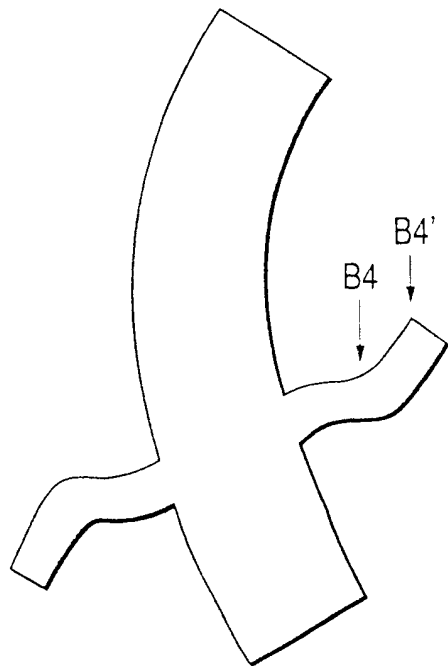


图 5

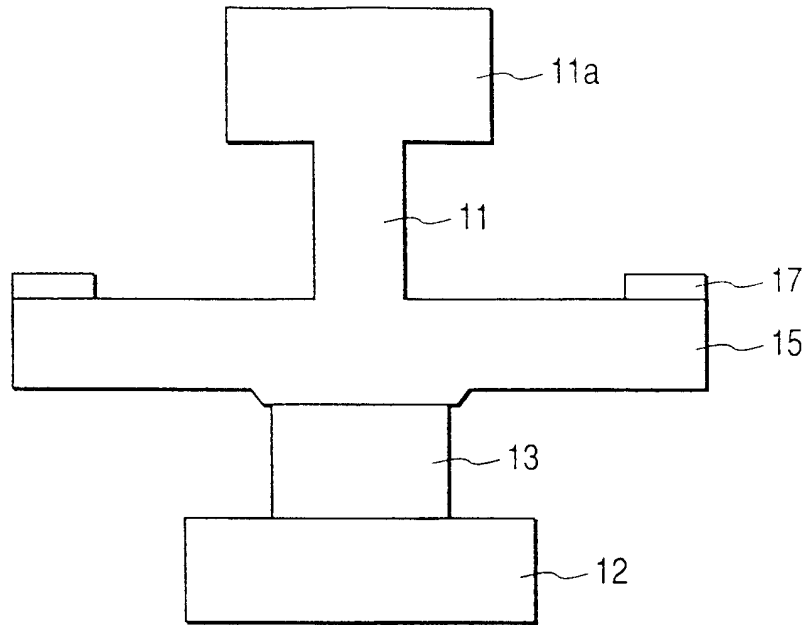


图 6

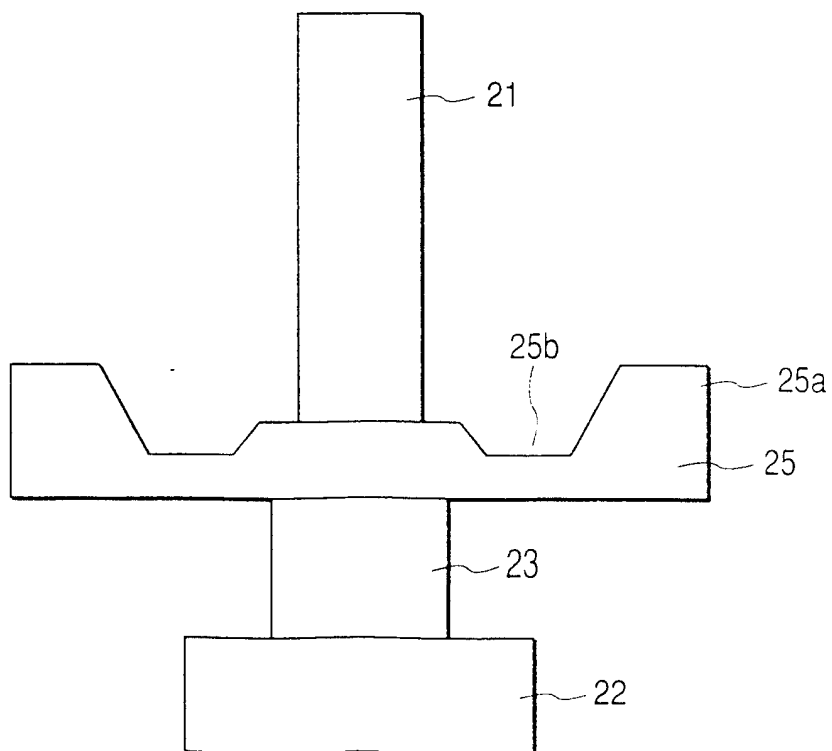


图 7A

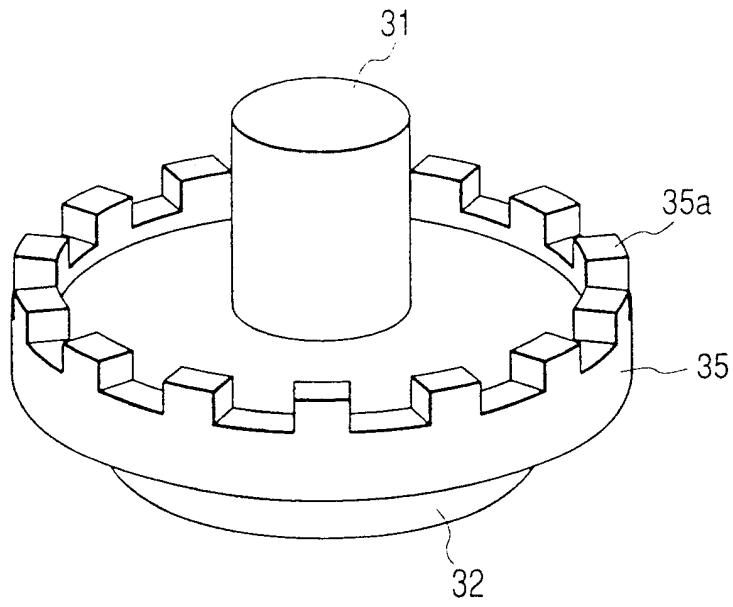


图 7B

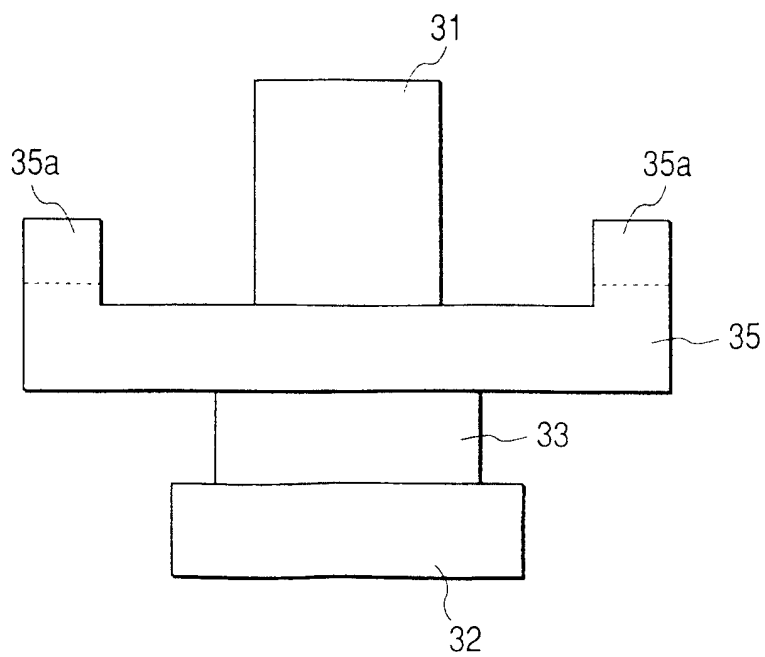


图 8

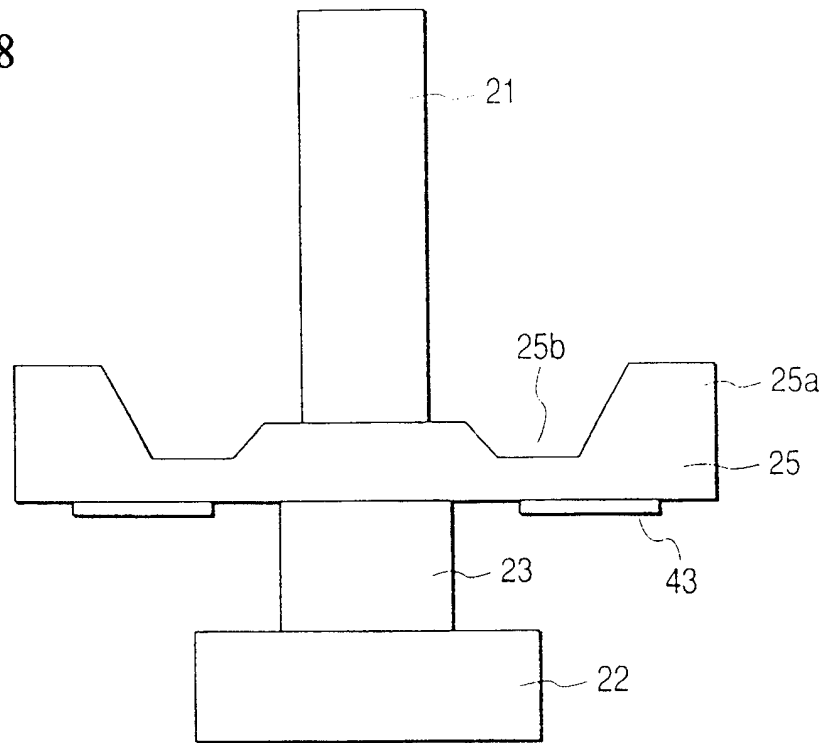


图 9

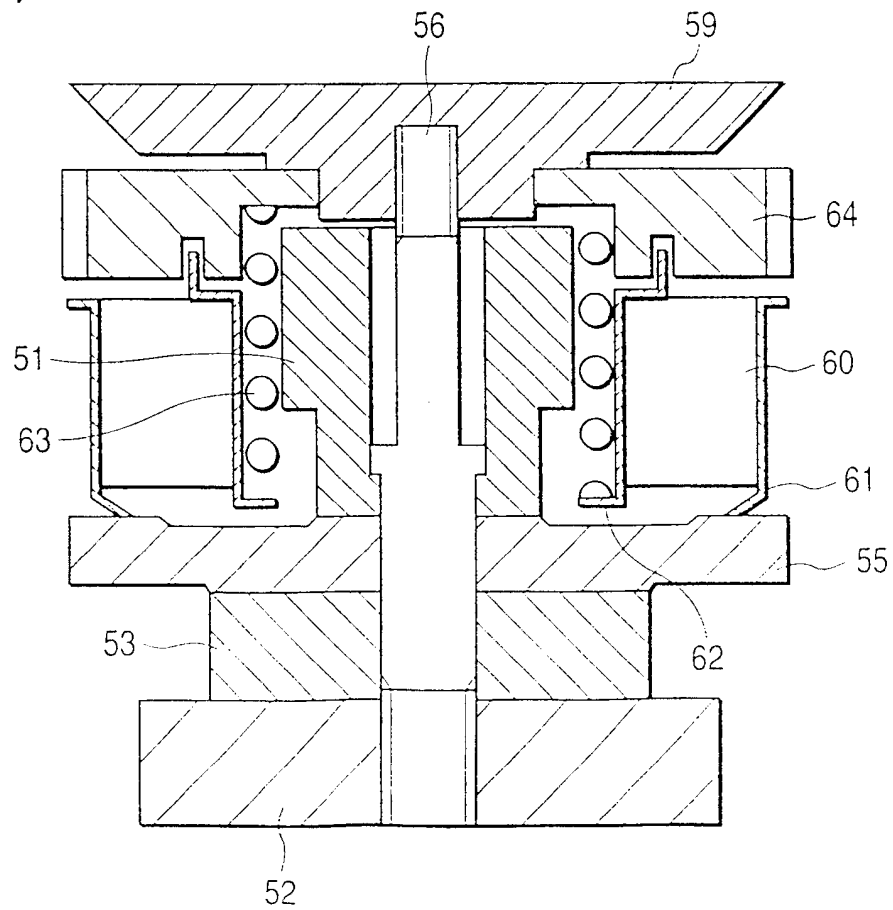


图 10A

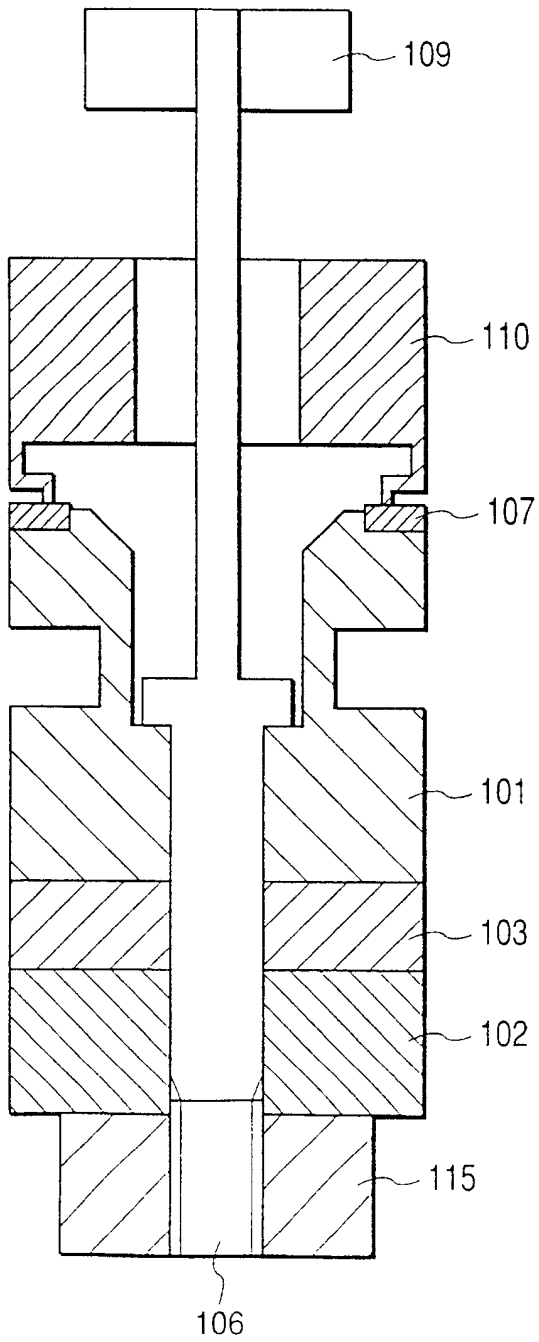


图 10B

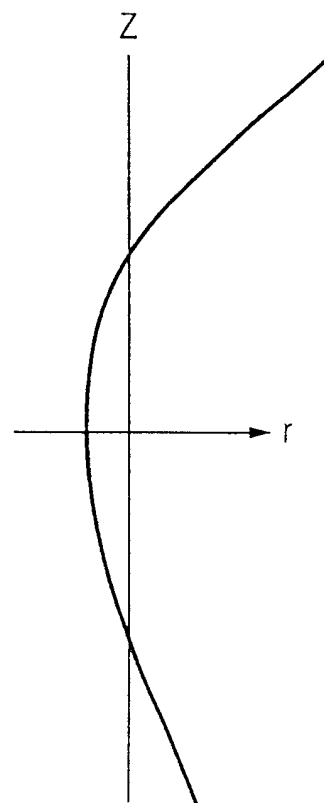


图 11

