



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102645292 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 12

(21) 申请号 201210034199. 0

EP 0950889 A1, 1999. 10. 20,

(22) 申请日 2012. 02. 15

JP 2008039626 A, 2008. 02. 21,

(30) 优先权数据

审查员 董晶

2011-029737 2011. 02. 15 JP

2012-019708 2012. 02. 01 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 铃木仁

(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 卜荣丽

(51) Int. Cl.

G01L 1/16 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1920507 A, 2007. 02. 28,

CN 101918804 A, 2010. 12. 15,

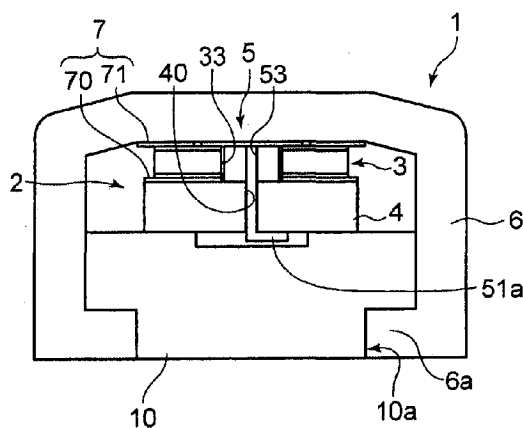
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

压电振动型力传感器和机器人装置

(57) 摘要

本申请涉及压电振动型力传感器和机器人装置。提供一种压电振动型力传感器,其包括:振动体,其包括盘形压电材料和驱动电极对,所述振动体用于当交流电压施加于驱动电极对时在压电材料的径向方向上振动;衬底,其被使得与振动体的一侧的表面接触;弹性构件,其被设置为使得与振动体的另一侧的表面接触;和保持构件,其包括接触部分和松配合部分,所述松配合部分松散地配合在中空通孔中。保持构件将接触部分和松配合部分固定到衬底,以使得振动体在振动方向上和在与振动方向正交的方向上的移动被限制以进行定位。



1. 一种压电振动型力传感器,包括:

振动体,其包括具有中空通孔的环形压电材料和附连到所述压电材料的两面的驱动电极对,所述振动体用于当交流电压施加于所述驱动电极对时在所述压电材料的扩展方向上振动;

衬底,其被使得与所述振动体的一侧的表面接触;

弹性构件,其被设置为使得与所述振动体的另一侧的表面接触,用于通过弹性变形将从外部施加的力传送到所述振动体;

保持部分,其包括接触部分和松散地配合在所述中空通孔中的松配合部分,所述接触部分大于所述中空通孔以使得所述接触部分与所述振动体的所述另一侧的表面接触,所述松配合部分紧固到所述衬底;和

信号电极对,其用于将所述交流电压施加于所述驱动电极对。

2. 根据权利要求1所述的压电振动型力传感器,

其中,所述保持部分中的松配合部分具有在与所述振动体的振动方向交叉的方向上形成的第一通孔,所述衬底具有第二通孔,并且

其中,所述压电振动型力传感器还包括穿透所述第一通孔和所述第二通孔的轴构件,并且所述轴构件包括用于与所述接触部分连接的一端和用于紧固到所述衬底的另一个端部。

3. 根据权利要求2所述的压电振动型力传感器,其中,所述轴构件的所述另一个端部在穿过所述衬底的第二通孔之后弯曲,以紧固到所述衬底。

4. 根据权利要求2所述的压电振动型力传感器,

其中,所述第二通孔设有压配合构件,所述压配合构件用于使所述轴构件的所述另一个端部卷曲到所述衬底,并且

其中,所述轴构件的所述另一个端部经由所述压配合构件紧固到所述衬底。

5. 根据权利要求2所述的压电振动型力传感器,

其中,所述松配合部分由绝缘材料形成,所述接触部分和轴构件由导电材料形成,并且

其中,所述信号电极对包括第一信号电极和第二信号电极,所述第一信号电极附连到所述衬底的与所述振动体的所述一侧的表面接触的前表面,以使得与所述振动体的所述一侧的表面上的驱动电极接触,所述第二信号电极附连到所述衬底的后表面,以使得与所述轴构件的所述另一个端部接触并经由所述轴构件与所述振动体的所述另一侧的表面上的驱动电极电连接。

6. 根据权利要求5所述的压电振动型力传感器,

其中,所述衬底具有与所述第二通孔平行地形成的第三通孔,并且

其中,所述压电振动型力传感器还包括由导电材料形成的引入轴和第三信号电极,所述引入轴包括与所述第一信号电极连接的一端,所述第三信号电极与所述第二信号电极平行地设置在所述衬底的后表面上,以使得与穿过所述第三通孔的引入轴接触并与所述第一信号电极电连接。

7. 一种机器人手,其包括根据权利要求1所述的压电振动型力传感器,所述压电振动型力传感器安装在所述机器人手的包括机器人手指的一部分上。

8. 一种机器人手臂,其包括根据权利要求1所述的压电振动型力传感器,所述压电振

动型力传感器安装在所述机器人手臂的包括臂部分的一部分上。

压电振动型力传感器和机器人装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于检测力的力传感器,更具体地涉及一种在其中利用压电材料的共振现象来检测施加于压电材料的力的压电振动型力单元、压电振动型力传感器和机器人装置。

背景技术

[0002] 按照惯例,已知使用应变仪、电容变化、导电橡胶等的各种力传感器。那些力传感器都利用构成力传感器的构件(例如,应变仪中的金属电阻器)的变形。因此,为了实现高灵敏度和大范围测量,需要所述构件的充分变形。由于这个原因,存在以下问题,即,当传感器尺寸缩小时,在一些情况下不能获得充分的变形,从而,由于输出信号在噪声中损失,所以精度会降低。

[0003] 相比之下,公开了使用以下压电材料的共振现象的压电振动型力传感器,所述压电材料具有当施加交流电压时随着电压振幅随时间的变化在特定方向上振动的性质(参见日本专利申请公开 No. S52-78473)。

[0004] 如日本专利申请公开 No. S52-78473 中所述的,压电振动型力传感器包括阻抗元件与其串联连接的压电材料,并且施加不高于压电材料的共振频率的频率的电压来用于激励压电材料。在这种状态下,在外力施加于压电材料时,振动频率固定。然后,压电材料的阻抗元件增大,以使得共振频率移到高频侧。当在共振频率移到高频侧的状态下将外力施加于压电材料时,施加于压电材料的电压的值从施加外力之前的值改变。基于电压值的这种改变,能以定量的方式计算施加于压电材料的外力。由于压电振动型力传感器在小负载下具有大的电压振幅改变,所以压电振动型力传感器具有高检测灵敏度的优点(参见稍后将描述的图 4)。

[0005] 现在,由于与压电振动型力传感器不同,所以参照日本专利申请公开 No. H01-260334 对将压电材料安装到压电力传感器上的方法进行描述,以供参考。日本专利申请公开 No. H01-260334 公开了压电力传感器的结构,该压电力传感器基于从按矩阵布置的多个压电材料(压电元件)产生的电压来检测接触压力分布。日本专利申请公开 No. H01-260334 中所述的压电力传感器包括:用于检测力的压板,该压板设置在施加力的侧;和设置在压电材料上方以使得该压板可与压电材料的上端按压接触的压板。因此,例如,如果缺陷在多个压电材料的一部分中发生,则通过移除压板可容易地接近压电材料。

[0006] 顺便一提的是,在压电材料通过施加电压而振动的状态下使用压电振动型力传感器。因此,有必要采用以下安装结构,该安装结构用于在压电材料可振动的状态下将交流电压施加于附连到压电材料的驱动电极。例如,有必要采用以下安装结构,该安装结构用于在使振动压电材料保持在预定位置的同时将电力施加于压电材料。

[0007] 就这点而言,例如,可想到如日本专利申请公开 No. H01-260334 中所公开的压电力传感器中那样用固定附件或粘接剂固定压电材料。然而,在交流电压施加于压电材料以振动的状态下使用压电振动型力传感器,因此如果用在振动方向上具有高刚度的构件固定

压电材料,或者如果用粘接剂固定压电材料的摩擦表面,则压电材料的振动被抑制。因此,在固定压电材料以抑制振动的安装结构中,关于小振动振幅的变化的检测值减小,以使得灵敏度降低。另外,如果尽管施加相同交流电压以振动,但是振动量根据固定附件或粘接剂的固定方式而改变,则传感器的值变得不稳定。

发明内容

[0008] 因此,本发明的目的是提供一种使得可容易安装压电材料而不降低检测灵敏度的压电振动型力传感器。

[0009] 根据本发明的示例性实施例,提供一种压电振动型力传感器,其包括:振动体,其包括具有中空通孔的环形压电材料和附连到所述压电材料的两面的驱动电极对,所述振动体用于当交流电压施加于所述驱动电极对时在所述压电材料的扩展方向上振动;衬底,其被使得与所述振动体的一侧的表面接触;弹性构件,其被设置为使得与所述振动体的另一侧的表面接触,用于通过弹性变形将从外部施加的力传送到所述振动体;保持部分,其包括接触部分和松配合部分,所述接触部分大于所述中空通孔以使得与所述振动体的所述另一侧的表面接触,所述松配合部分松散地配合在所述中空通孔中,所述松配合部分紧固到所述衬底;和信号电极对,其用于将所述交流电压施加于所述驱动电极对。

[0010] 根据本发明的示例性实施例,提供一种包括上述压电振动型力传感器的机器人手和机器人手臂。

[0011] 因此,根据本发明的示例性实施例,可提供一种使得可容易地安装压电材料、而不降低检测灵敏度的压电振动型力传感器和机器人装置。

[0012] 从以下参照附图对示例性实施例的描述,本发明的进一步的特征将变得明白。

附图说明

[0013] 图 1A 是示意性地示出根据本发明的实施例 1 的力传感器安装到机器人手指的状态的截面图,图 1B 是示出图 1A 中所示的力传感器的阻尼构件被移除的状态的截面图。

[0014] 图 2A 是示出根据本发明的实施例 1 的力传感器的保持构件的另一种形式的示图,图 2B 是示意性地示出根据本发明的实施例 1 的力传感器的分解透视图,图 2C 是示意性地示出根据本发明的实施例 1 的振动体的另一种形式的顶视图。

[0015] 图 3 是示意性地示出使用根据本发明的实施例 1 的力传感器的力传感器设备的电路框图的示图。

[0016] 图 4 是示出施加于根据本发明的实施例 1 的力传感器的外力与输出电压之间的关系的关系的示图。

[0017] 图 5A 是示意性地示出根据本发明的实施例 2 的力传感器安装在机器人手指上的状态的截面图,图 5B 是示意性地示出图 5A 中所示的力传感器的阻尼构件被移除的状态的截面图。

[0018] 图 6A 是示意性地示出根据本发明的实施例 3 的力传感器安装在机器人手指上的状态的截面图,图 6B 是示意性地示出图 6A 中示出的力传感器的阻尼构件被移除的状态的截面图。

[0019] 图 7 是示意性地示出根据本发明的实施例 4 的力传感器的截面图。

- [0020] 图 8 是图 7 中所示的力传感器的分解透视图。
- [0021] 图 9 是示意性地示出根据本发明的实施例 4 的力传感器的修改示例的截面图。
- [0022] 图 10 是示意性地示出根据本发明的实施例 5 的力传感器和机器人手的示图。
- [0023] 图 11 是示意性地示出根据本发明的实施例 6 的力传感器、机器人手和手臂的示图。

具体实施方式

[0024] 现在将根据附图对本发明的实施例进行详细描述。

[0025] 以下,参照附图对根据本发明实施例的压电振动型力传感器(以下,称之为“力传感器”)进行描述。根据实施例的力传感器是使用压电材料的共振现象的电压振动型力传感器,所述压电材料在施加交流电压时在压电材料的径向方向上振动(伸展振动)。

[0026] (实施例 1)

[0027] 参照图 1A 至图 4 对根据本发明的实施例 1 的力传感器 1 进行描述。图 1A 是示意性地示出根据本发明的实施例 1 的力传感器 1 安装在机器人手指 10 上的状态的截面图。图 1B 是示出图 1A 中所示的力传感器 1 的阻尼构件 6 被移除的状态的截面图。图 2A 是示出根据本发明的实施例 1 的力传感器 1 的保持构件 5 的另一种形式的示图。图 2B 是示意性地示出根据本发明的实施例 1 的力传感器 1 的分解透视图。图 2C 是示出根据本发明的实施例 1 的传感器 1 的振动体 3 的另一种形式的示图。图 3 是示意性地示出使用根据本发明的实施例 1 的力传感器 1 的力传感器设备的电路框图的示图。图 4 是示出施加于根据本发明的实施例 1 的力传感器 1 的外力与其输出电压之间的关系关系的示图。

[0028] 如图 1A 至图 2B 所示,力传感器 1 包括振动体 3、衬底 4、阻尼构件 6、作为定位单元的保持构件 5 和信号电极 7,衬底 4 与振动体 3 的一侧的表面接触并且形成第二通孔 40,阻尼构件 6 作为被设置为与振动体 3 的另一侧的表面接触的弹性构件。注意,振动体 3、衬底 4、阻尼构件 6 和保持构件 5 构成压电振动型力单元(以下,称之为“力单元 2”)。

[0029] 振动体 3 被形成成为具有中空通孔 33 的盘状形状(以下,称之为“环形形状”),并包括被形成成为圆环状形状的压电材料 30 以及作为被形成成为圆环状形状的驱动电极对的第一驱动电极 31 和第二驱动电极 32。当然,振动体 3 的形状可以是除了圆环状形状之外的环状形状,但是为了方便描述,在以下描述中假设振动体 3 具有圆环状形状。

[0030] 压电材料 30 由诸如晶体、钛酸钡、聚偏二氟乙烯的压电元件形成,并通过以下方式制造,即,使压电元件偏振以确定振动方向,然后切割成圆环状形状,以使得振动方向变为径向方向(伸展振动)。关于压电材料 30 的振动方向,主振动方向通过压电材料 30 的切割形状来确定,以使得振动的主模式方向可被确定。

[0031] 第一驱动电极 31 和第二驱动电极 32 附连到压电材料 30 的两面。具体地讲,第一驱动电极 31 附连到压电材料 30(振动体 3)的一侧的表面,第二驱动电极附连到压电材料(振动体 3)的另一侧的表面。当交流电压(时变电压)施加于第一驱动电极 31 和第二驱动电极 32 时,压电材料 30(振动体 3)振动。当压电材料 30 振动时,附连到压电材料 30 的两面的第一驱动电极 31 和第二驱动电极 32 也振动。换言之讲,振动体 3 振动。

[0032] 衬底 4 用于设置振动体 3。另外,衬底 4 具有第二通孔 40,稍后描述的连接轴 51 可插入第二通孔 40 中。第二通孔 40 形成在与振动体 3 的振动方向正交的方向(与稍后描

述的第一通孔 53 相同的方向)上,并被形成用于使得连接轴 51 可穿过以对振动体 3 进行定位。

[0033] 阻尼构件 6 由诸如有机硅或氨基甲酸酯的弹性材料制成,所述弹性材料可弹性地变形,并通过弹性变形传送从外部施加于振动体 3 的力。另外,阻尼构件 6 具有接合部分 60,接合部分 60 可与形成在机器人手指 10 上的接合部分 10a 接合。阻尼构件 6 具有以下结构,即,接合部分 60 与机器人手指 10 的接合部分 10a 接合以使得阻尼构件 6 与振动体 3 的另一侧的表面接触,并且在这种状态下,阻尼构件 6 可附连到机器人手指 10 以及从机器人手指 10 移除。因此,例如,即使当阻尼构件 6 磨损时,代替更换力传感器 1,仅更换不具有第二信号电极 71 的阻尼构件 6 就足够了,并且更换可容易地执行。

[0034] 保持构件 5 包括接触部分 50、松配合部分 52 和连接轴 51,接触部分 50 具有比振动体 3 的中空通孔 33 大的直径并与振动体 3 的另一侧的表面接触,松配合部分 52 松散地配合在振动体 3 的中空通孔 33 中,连接轴 51 作为用于将接触部分 50 和松配合部分 52 紧固到衬底 4 的紧固构件。在实施例 1 中,接触部分 50、连接轴 51 和松配合部分 52 由绝缘材料制成。注意,虽然松配合部分 52 被示为图 1A 和 1B 中的绝缘材料,但是良好的是仅保持电绝缘。当绝缘材料被用于松配合部分时,定位是容易的。当空的空间被用于松配合部分时,可降低成本。如果确保电绝缘,则接触部分 50 和连接轴 51 可由金属制成。当使用金属时,强度被确保并且处理是容易的。

[0035] 接触部分 50 与振动体 3 接触以使得振动体 3 可在径向方向上自由地振动,并且限制振动体 3 在与振动方向正交的方向上的移动。例如,接触部分 50 可以是图 2A 中所示的 T 形、U 形或图钉形。如果棒状绝缘材料用于形成基本相同的形状(基本圆形形状),则存在成本优势。如果保持构件 5 的接触部分 50 比振动体 3 的中空通孔 33 大,则接触部分 50 不从中空通孔 33 掉落,如果接触部分 50 比振动体 3 的外围小,则不从振动体 3 的外边缘伸出。如果接触部分 50 具有这样的形状,则力传感器 1 可通过保持构件 5 将振动体 3 牢固地固定到衬底 4。

[0036] 松配合部分 52 被形成圆柱形形状,以使得在松配合部分 52 与振动体 3 的中空通孔 33 之间形成预定间隙。松配合部分 52 执行使振动体 3 处于振动体 3 可在径向方向上振动的状态的定位,并限制振动体 3 在振动方向上的移动。另外,松配合部分 52 具有第一通孔 53,连接轴 51 可插入在第一通孔 53 中。第一通孔 53 形成在形成圆柱形形状的松配合部分 52 的中心轴上,并与第二通孔 40 同轴地形成。换言之,第一通孔 53 形成在与振动体 3 的振动方向正交的方向上(与第二通孔 40 相同的方向上)。注意,如果衬底 4 由诸如橡胶的弹性材料制成,则松配合部分 52 可与衬底 4 一体地形成。

[0037] 连接轴 51 在其一端与接触部分 50 连接,并被形成穿过第一通孔 53 和第二通孔 40。在连接轴 51 穿过第一通孔 53 和第二通孔 40 之后,使连接轴 51 的另一个端部 51a 弯曲,以使得接触部分 50 和松配合部分 52 在振动体 3 可振动的状态下紧固到衬底 4。

[0038] 信号电极 7 包括第一信号电极 70 和第二信号电极 71,第一信号电极 70 附连到衬底 4 的与振动体 3 的一侧的表面接触的表面,并与第一驱动电极 31 接触,第二信号电极 71 附连到阻尼构件 6 并与第二驱动电极 32 接触。第一信号电极 70 和第二信号电极 71 分别用于将交流电压施加于第一驱动电极 31 和第二驱动电极 32。

[0039] 如图 3 所示,频率接近于压电材料 30 的共振频率的电压从变频振荡器 12 经由包

括电阻器等的阻抗 11 施加于具有上述结构的力传感器 1,从而使振动体 3 振动。在这种状态下,如果力施加于阻尼构件 6,则阻尼构件 6 限制振动体 3 的振动。因此,压电材料 30 的阻抗增大,因此,整个阻抗 11 上的电压的振幅改变。结果,可如图 4 所示那样绘制力与输出电压之间的关系,并可从变化的阻抗检测力。如图 4 所示,力传感器 1 在小负载下具有大的电压振幅变化。因此,力传感器 1 具有高检测灵敏度的优点。

[0040] 根据实施例 1 的具有上述结构的力传感器 1 可通过以下摩擦力限制振动体 3 的振动:在振动体 3 的一侧的表面与保持构件 5 的接触部分 50 的接触表面之间产生的摩擦力,或者在振动体 3 的另一侧的表面与信号电极 70 的接触表面之间产生的摩擦力。注意,如果接触部分 50 被设置为基本上与振动方向平行,以便不与振动体 3 的振动方向交叉,则由于对于振动体 3 的振动表面的直接干扰被抑制,所以这对于安装是有利的。

[0041] 这样,虽然常规的压电振动型力传感器通过使接触部分与振动表面接触并通过使用外力 F 来直接限制振动体 3 在与振动方向正交的方向上的振动,但是力传感器 1 通过摩擦力 μF 来限制振动体 3 在径向方向上的振动,其中,动摩擦系数用 μ 表示。因此,理论上,如果 μ 为 0.5,则可检测到高达如常规情况下的振动被直接限制的情况下的力的大约两倍的力。另外,如果 μ 为 0.1,则可检测到高达所述力大约 10 倍的力。换句话讲,力传感器 1 可通过使用用于限制振动的摩擦力来检测大范围的静力。

[0042] 另外,在根据本发明的实施例 1 的力传感器 1 中,压电材料 30(振动体 3)具有环形形状。因此,振动体 3 的定位可使用中空通孔 33 来容易地执行。在以上描述中,压电材料 30(振动体 3)具有环形形状,但是压电材料 30 不必具有环形形状。压电材料 30 可具有如图 2C 中所示的具有中空通孔的其它形状,以使得可获得相同的效果。

[0043] 另外,衬底 4 的材料没有限制。例如,当衬底 4 为印刷电路板时,第一信号电极 70 形成在衬底 4 的、作为与振动体 3 的接触表面的表面上,并且第一信号电极 70 与振动体 3 的第一驱动电极 31 接触。就这种结构而言,第一信号电极 70 可通过构图来形成。例如,可安装连接器,以使得可容易地执行与阻抗 11 和驱动源(未显示)的连接。另外,如果衬底 4 由诸如橡胶的弹性材料制成,则振动体 3 夹在衬底 4 与阻尼构件 6 之间,以使得就某个力而言,振动可受到更多的限制。因此,可更加提高检测灵敏度。

[0044] 另外,根据本发明的实施例 1 的力传感器 1 配备有保持构件 5,保持构件 5 包括接触部分 50、松配合部分 52 和连接轴 51,接触部分 50 被设置为与具有环形形状的振动体 3 的另一侧的表面接触,松配合部分 52 松散地配合在中空通孔 33 中,连接轴 51 用于将接触部分 50 和松配合部分 52 紧固到衬底 4。力传感器 1 具有保持构件 5,因此,变得容易使振动体 3 保持在所需位置。另外,保持构件 5 可使振动体 3 保持处于振动体 3 的振动不被干扰的状态,因此,可抑制由于振动干扰而导致的检测灵敏度的降低。

[0045] 另外,根据实施例 1 的力传感器 1 利用具有环形形状的振动体 3 的动作来在扩展方向上伸展和收缩,因此,有必要使用考虑振动方向的保持方法。然而,力传感器 1 通过振动体 3 与第一信号电极 70 和第二信号电极 71 之间的摩擦来改变检测值。因此,当振动体 3 与第一信号电极 70 和第二信号电极 71 之间的接触表面面积较大时,可更容易地改变检测范围的设置。

[0046] 另外,如果振动体 3(压电材料 30)具有环形形状,则内周长比外周长小,因此,对振动的影响在内周部分中较小。因此,在安装根据实施例 1 的振动体 3 的方法中,不仅可使

振动体 3 的定位便利,而且还可减小对伸展和收缩的影响和对以下摩擦表面的影响,该摩擦表面比振动体 3 在振动体 3 的外周部分处固定的情况下的摩擦表面小。因此,可执行稳定的检测。具体地讲,当传感器用作用于测量力的分布的力传感器时,由于分布式振动体 3(压电材料 30)的位置和检测值可被精确地获得,所以所述方法是有效的。

[0047] 这样,在根据本发明的实施例 1 的力传感器 1 中,衬底 4 使用保持构件 5 来保持具有环形形状的振动体 3(压电材料 30)。因此,可容易地将压电材料安装在用于安装的体(例如,机器人手指 10)上,而不降低检测灵敏度。另外,由于振动体 3(压电材料 30)的安装位置变得精确,所以根据实施例 1 的力传感器 1 可执行稳定的感测。另外,可易于更换磨损的阻尼构件 6。因此,可改进可维护性。换句话讲,可提供可易于安装的并可检测大范围静力的压电振动型力传感器 1。

[0048] (实施例 2)

[0049] 接下来,参照图 5A 和图 5B 对根据本发明的实施例 2 的力传感器 1A 进行描述。图 5A 是示意性地示出根据本发明的实施例 2 的力传感器 1A 安装在机器人手指 10 上的状态的截面图。图 5B 是示意性地示出图 5A 中示出的力传感器 1A 的阻尼构件 6 被移除的状态的截面图。

[0050] 如图 5A 和 5B 所示,根据实施例 2 的力传感器 1A 与实施例 1 的不同之处在于第二信号电极 71 的位置。因此,在实施例 2 中,主要对与实施例 1 不同的点,即,第二信号电极 71 的布局进行描述,并且具有与实施例 1 的力传感器 1 相同的结构的构件用相同的参考标号表示,并省略其描述。注意,在实施例 2 中,具有与实施例 1 中相同的结构的构件具有与实施例 1 中相同的效果。

[0051] 在根据实施例 2 的力传感器 1A 中,第二信号电极 71 附连到衬底 4 的后表面。另外,在力传感器 1A 中,保持构件 5A 的接触部分 50A 和连接轴 51A 均由导电材料形成,连接轴 51A 的另一个端部 51a 与第二信号电极 71 接触。换句话讲,根据实施例 2 的力传感器 1A 具有以下结构,即,第二信号电极 71 经由连接轴 51A 和接触部分 50A 与第二驱动电极 32 电连接。

[0052] 注意,接触部分 50A 和连接轴 51A 仅需要具有导电性,并且从可加工性和成本的角度来讲,优选地由金属制成。另外,如果接触部分 50A 的厚度在振动体 3 的振动方向上太大,则可在接触部分 50A 与阻尼构件 6 之间产生间隙,该间隙可阻止摩擦。因此,虽然接触部分 50A 的厚度可根据将检测的力或者振动体 3(压电材料 30)的大小而不同,但是接触部分 50A 的厚度优选地例如 0.05 至 5mm。

[0053] 根据实施例 2 的具有上述结构的力传感器 1A 不需要在阻尼构件 6 上具有第二信号电极 71。因此,例如,当更换阻尼构件 6 时,仅更换阻尼构件 6 就足够了。因此,可容易地执行更换,并可降低维护成本等。这样,即使当阻尼构件 6 的表面被所施加的外力磨损或损伤时,也可容易地快捷地更换阻尼构件 6。

[0054] 另外,如果衬底 4 为印刷电路板,则可通过在多层衬底等中进行构图来容易地将矩阵中的配线与第二信号电极 71 连接。

[0055] (实施例 3)

[0056] 接下来,参照图 6A 和图 6B 对根据本发明的实施例 3 的力传感器 1B 进行描述。图 6A 是示意性地示出根据本发明的实施例 3 的力传感器 1B 安装在机器人手指 10 上的状态的

截面图。图 6B 是示意性地示出图 6A 中所示的力传感器 1B 的阻尼构件 6 被移除的状态的截面图。

[0057] 如图 6A 和图 6B 所示,根据实施例 3 的力传感器 1B 与实施例 2 的不同之处在于将保持构件 5 紧固到衬底 4 的方法。因此,在实施例 3 中,主要对与实施例 2 不同的点,即,紧固保持构件 5 的方法进行描述,并且具有与实施例 1 和实施例 2 的力传感器 1 相同的结构的构件用相同的参考标号表示,并省略其描述。注意,在实施例 3 中,具有与实施例 1 和实施例 2 中相同的结构的构件具有与实施例 1 和实施例 2 中相同的效果。

[0058] 根据实施例 3 的力传感器 1B 包括作为设置在衬底 4 中所形成的第二通孔 40 中的压配合构件的插孔 41,并具有以下结构,即,连接轴 51B 被压接在插孔 41 中,以使得接触部分 50B 和松配合部分 52 被紧固到衬底 4。另外,第二信号电极 71 设置在衬底 4 的后表面上,并与插孔 41 连接。连接轴 51B 和接触部分 50B 均由导电材料制成。换言之,连接轴 51B 被压接在插孔 41 中,因此,第二信号电极 71 经由连接轴 51B 和接触部分 50B 与第二驱动电极 32 电连接。

[0059] 注意,接触部分 50B 和连接轴 51B 仅需要具有导电性,并且从可加工性和成本的角度来讲,优选地由金属制成。另外,如果接触部分 50B 的厚度在振动体 3 的振动方向上太大,则可在接触部分 50B 与阻尼构件 6 之间产生间隙,该间隙可阻止摩擦。因此,虽然接触部分 50B 的厚度可根据将检测的力或者振动体 3(压电材料 30)的大小而不同,但是厚度优选地为例如 0.05 至 5mm。

[0060] 根据实施例 3 的具有上述结构的力传感器 1B 不需要在阻尼构件 6 上具有第二信号电极 71。因此,例如,当更换阻尼构件 6 时,仅更换阻尼构件 6 就足够了。因此,可容易地执行更换,并可降低维护成本等。这样,即使当阻尼构件 6 的表面被所施加的外力磨损或损伤时,也可容易地快捷地更换阻尼构件 6。

[0061] 另外,在衬底 4 为印刷电路板的情况下,存在这样的优点,即,例如矩阵中的多个传感器的配线可通过使用多层衬底结构进行构图来容易地连接。

[0062] 另外,接触部分 50B 和松配合部分 52 可仅通过连接轴 51B 与插孔 41 的压配合而紧固到衬底 4,因此,可容易地附连和移除保持构件 5B。这样,例如,可容易地执行振动体 3 的更换。

[0063] (实施例 4)

[0064] 接下来,参照图 7 和图 8 对根据本发明的实施例 4 的力传感器 1C 进行描述。图 7 是示意性地示出根据本发明的实施例 4 的力传感器 1C 的截面图。图 8 是图 7 中所示的力传感器 1C 的分解透视图。

[0065] 如图 7 所示,根据实施例 4 的力传感器 1C 与实施例 3 的不同之处在于第一信号电极 70c 和第二信号电极 71 设置在衬底 4 的后表面上。因此,在实施例 4 中,主要对与实施例 3 不同的点,即,信号电极 7 的布局进行描述,并且具有与实施例 1 至实施例 3 相同的结构的构件用相同的参考标号表示,并省略其描述。注意,在实施例 4 中,具有与实施例 1 至实施例 3 相同的结构的构件具有与实施例 1 至实施例 3 相同的效果。

[0066] 在根据实施例 4 的力传感器 1C 中,第三通孔 43 与第二通孔 40 平行地形成在衬底 4 中,第三信号电极 73 与第二信号电极 71 平行地设置在第三通孔 43 处的衬底 4 的后表面上。另外,导电引入轴 72 从第一信号电极 70c 延伸,引入轴 72 穿过第三通孔以与第三信号

电极 73 接触。换句话说讲,根据实施例 4 的力传感器 1C 具有以下结构,即,第三信号电极 73 经由引入轴 72 与第一驱动电极 31 电连接,第二信号电极 71 经由连接轴 51B 和接触部分 50B 与第二驱动电极 32 电连接。

[0067] 另外,在实施例 4 中,外部衬底 42 被设置为与衬底 4 的后表面接触,第二信号电极 71 和第三信号电极 73 形成在外部衬底 42 上。注意,通过诸如粘接剂或螺钉的已知方法使衬底 4 和外部衬底 42 彼此连接。

[0068] 根据实施例 4 的具有上述结构的力传感器 1C 不需要在阻尼构件 6 上具有第二信号电极 71。因此,例如,当更换阻尼构件 6 时,仅更换阻尼构件 6 就足够了。因此,可容易地执行更换,并可降低维护成本等。这样,即使当阻尼构件 6 的表面被所施加的外力磨损或损伤时,也可容易地快捷地更换阻尼构件 6。

[0069] 另外,在根据实施例 4 的力传感器 1C 中,如果衬底 4 的材料与阻尼构件 6 的材料相同,则接触表面与振动体 3 的摩擦系数(在一侧的表面与另一侧的表面之间)变为相同,从而可容易地控制检测值。

[0070] 另外,由于信号电极 7 都平行地设置在衬底 4 的后表面上,所以在衬底 4 为印刷电路板的情况下,可通过构图容易地连接它们。另外,布线也变得容易。

[0071] 因此,图 9 示出根据实施例 4 的力传感器 1C 的另一种形式的力传感器 1D。图 9 是示意性地示出根据实施例 4 的力传感器 1C 的修改示例的截面图。

[0072] 如图 9 所示,力传感器 1D 包括第一衬底 44 和第二衬底 45。第一衬底 44 是在其上安装振动体 3 的衬底,并且与上述实施例类似地具有第二通孔 40 和第三通孔 43。第二衬底 45 设置在第一衬底 44 的一侧(与其上安装振动体 3 的侧相对的侧),并包括与第二通孔 40 连通的第四通孔 46 和与第三通孔 43 连通的第五通孔 47。第二衬底 45 是印刷电路板。

[0073] 插孔 48 设置在第四通孔 46 中,第二信号电极 71 设置在第二衬底 44 的后表面上,以与插孔 48 连接。换句话说讲,存在这样的结构,即,连接轴 51B 被压接在插孔 48 中,以使得第二信号电极 71 经由连接轴 51B 和接触部分 50B 与第二驱动电极 32 电连接。

[0074] 插孔 49 设置在第五通孔 47 中,第三信号电极 73 设置在第二衬底 44 的后表面上,以与插孔 49 连接。换句话说讲,存在这样的结构,即,引入轴 72 被压接在插孔 49 中,以使得第三信号电极 73 经由引入轴 72 与第一驱动电极 31 电连接。注意,插孔 48 和 49 可以是诸如 IC 的电组件插入在其中的通用组件,所述通用组件可安装在第二衬底 45 上并可以在焊接浴槽中。

[0075] 在压电材料 30、阻尼构件 6 和衬底 4 组合的状态下,保持构件 5 的连接轴 51B 插入在插孔 48 中,引入轴 72 插入在插孔 49 中。然后,振动体 3 与第二衬底 45 上的第二信号电极 71 和第三信号电极 73 中的每个分别电连接。注意,可容易地拆卸插孔 48 和 49,因此,如果缺陷出现在例如压电材料 30 或保持构件 5 等中,则可容易地从第二衬底 45 移除它们以进行更换等。

[0076] 就这种结构而言,压电材料 30 可被稳固地供给电源,以使得力可被检测到。另外,如果力传感器 1D 用于制作可检测力分布的传感器,则当第二衬底 45 是印刷电路板时,可通过使用双面或多层衬底等进行构图来容易地连接矩阵中的配线。

[0077] (实施例 5)

[0078] 接下来,参照图 10 对根据本发明的实施例 5 的力传感器和机器人手进行描述。图

10 是示意性地示出根据实施例 5 的力传感器安装在机器人手指 10 上和机器人手的手掌上的状态的示意图。

[0079] 关于实施例 1 至实施例 4 的力传感器 1, 当传感器安装在机器人手 80 的手指或手掌上时, 也可获得有用的效果。例如, 如果力传感器 1 安装在装配机器人的手 80 上, 则考虑使用来自力传感器 1 的信息来抓取工件 83。如果力传感器 1 设置在手 80 中, 则可决定工件 83 的存在或不存在, 或者可控制抓取力以用基于来自力传感器 1 的信号的需要力来抓取工件 83。由于通常使用电机、减速齿轮等使手 80 操作以打开和闭合手 80 的手指, 所以在操作中发生机械振动。在这种情况下, 上述常规的压电振动型力传感器 (日本专利申请公开 No. S52-78473) 具有这样的问题, 即, 由于机械振动, 振动体 3 的位置在力单元 2 中移位。如果固定的位置移位, 则即使相同的力施加于相同位置, 受限制的振动量也变得不同。结果, 输出的再现性损失。换句话讲, 对力传感器 1 来说, 有必要使振动体 3 保持在相同位置, 而在力单元 2 中没有移位。根据本实施例, 可通过使用简单的单元来保持振动体 3, 而没有由于机械振动而导致的位置移位。

[0080] 另外, 通常执行的是用弹性材料覆盖手指的表面, 以避免当机器人手 80 抓取工件 83 时对工件 83 的损伤。在该传感器中, 构成力传感器 1 的阻尼构件 6 可防止对工件 83 的损伤, 并还可充当用于产生与力对应的输出的改变的构件。

[0081] 另外, 由于阻尼构件 6 一直与工件 83 接触, 所以发生阻尼构件 6 的表面的磨耗。另外, 考虑到工厂等中的长期使用, 存在这样的问题, 即, 由于随时间变化, 阻尼构件 6 的硬度改变, 以使得传感器的输出可改变。换句话讲, 很明显, 由于随时间磨损或变化, 传感器的定期更换是有必要的。因此, 如实施例 1 至实施例 4 中所述的, 如果采用使得可容易地仅更换阻尼构件 6 的结构, 则可缩短手 80 的定期维护时间。另外, 如果仅更换阻尼构件 6, 则由于没有必要更换整个力传感器 1, 所以可缩短工作时间, 从而可降低维护成本。

[0082] (实施例 6)

[0083] 接下来, 参照图 11 对根据本发明的实施例 6 的力传感器、机器人手和机器人手臂进行描述。图 11 是示意性地示出根据实施例 6 的力传感器安装在机器人手 80 和机器人手臂 81 上的状态的示意图。

[0084] 关于实施例 1 至实施例 5 的力传感器 1, 还可通过将传感器安装在机器人手臂 81 上来获得有用效果。当在装配机器人的臂 81 中使用力传感器 1 时, 可想到使用来自力传感器 1 的信息来直接通过外部信号操作手臂 81。例如, 如果力传感器 1 安装到与臂 81 的旋转轴方向相同的方向, 则操作者可凭直觉操作臂 81 来执行教导。将臂 81 的操作与力传感器 1 中的每个相关联足矣。

[0085] 当臂 81 与诸如电机和减速齿轮的许多组件组合操作时, 操作中的加速和机械振动可在力传感器 1 中发生。在这种情况下, 存在这样的问题, 即, 由于在力单元 2 中产生的加速或机械振动, 而导致振动体 3 的位置移位。如果固定位置移位, 则即使相同力施加于相同位置, 受限制的振动量也变得不同。结果, 输出的再现性损失。换句话讲, 对于力传感器 1 来说, 有必要使振动体 3 保持在相同位置, 而在力单元 2 中没有移位。根据本实施例, 可通过使用简单的单元来保持振动体 3, 而没有由于加速或机械振动而导致的位置移位。

[0086] 在这种情况下, 同样, 与机器人手 80 类似地, 由于阻尼构件 6 一直与操作者接触, 所以存在阻尼构件 6 的表面随时间磨耗和变化的问题。因此, 通过采用以上实施例 1 至实

施例 4 中所述的、在其中可容易地仅更换阻尼构件 6 的结构,可缩短臂 81 的定期维护时间。另外,如果仅更换阻尼构件 6,则由于没有必要更换整个力传感器 1,所以可降低维护成本。

[0087] 在紧急情况下,为了提高接触的安全性,可想到形成诸如橡胶的弹性材料的表面以使冲击力变弱。在该传感器中,构成力传感器 1 的阻尼构件 6 可充当手臂 81 的冲击力吸收构件,并且还可充当用于生成由于力而导致的输出的改变的构件。

[0088] 虽然以上描述了本发明的实施例,但是本发明不限于上述实施例。另外,本发明的实施例中所述的效果仅仅是从本发明获得的最优选效果的示例,因此,本发明的效果不限于本发明的实施例中所述的那些效果。

[0089] 例如,在实施例 1 中,连接轴 51 用于将接触部分 50 和松配合部分 52 紧固到衬底 4,但是本发明不限于这种结构。例如,可采用以下结构,即,松配合部分 52 粘合到接触部分 50 和衬底 4,以使得接触部分 50 和松配合部分 52 紧固到衬底 4。在这种情况下,可省略连接轴 51。

[0090] 另外,在实施例 1 中,连接轴 51 的另一个端部 51a 弯曲,以使得接触部分 50 和松配合部分 52 紧固到衬底 4,但是本发明不限于这种结构。例如,可采用实施例 2 和实施例 3 中所述的方法来将接触部分 50 和松配合部分 52 紧固到衬底 4。

[0091] 参考标号列表

[0092] 1, 1A, 1B, 1C, 1D 力传感器

[0093] 2 压电振动型力单元

[0094] 3 振动体

[0095] 4 衬底

[0096] 5 保持构件

[0097] 6 阻尼构件(弹性构件)

[0098] 7 信号电极

[0099] 10 机器人手指

[0100] 11 阻抗

[0101] 12 变频振荡器

[0102] 30 压电材料

[0103] 31 第一驱动电极(驱动电极对)

[0104] 32 第二驱动电极(驱动电极对)

[0105] 50 接触部分

[0106] 51 连接轴(轴构件)

[0107] 52 松配合部分

[0108] 70 第一信号电极

[0109] 71 第二信号电极

[0110] 80 机器人手

[0111] 81 机器人手臂

[0112] 82 机器人装置

[0113] 83 工件

[0114] 尽管已参照示例性实施例对本发明进行了描述,但是应该理解本发明不限于所公

开的示例性实施例。应该给予权利要求的范围以最广泛的解释,以涵盖所有这样的修改以及等同的结构和功能。

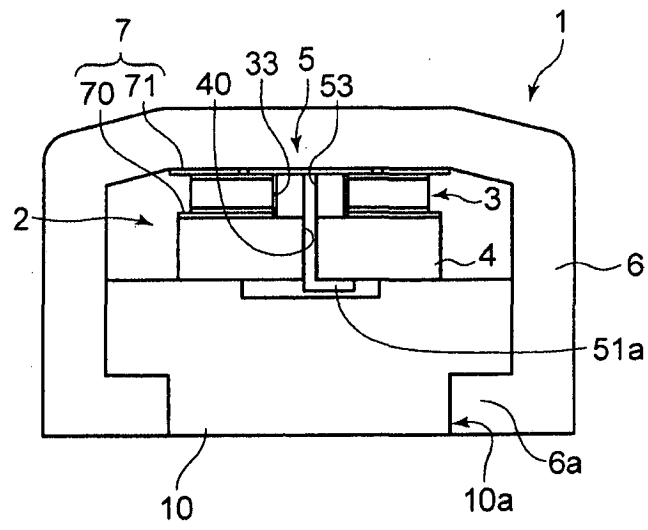


图 1A

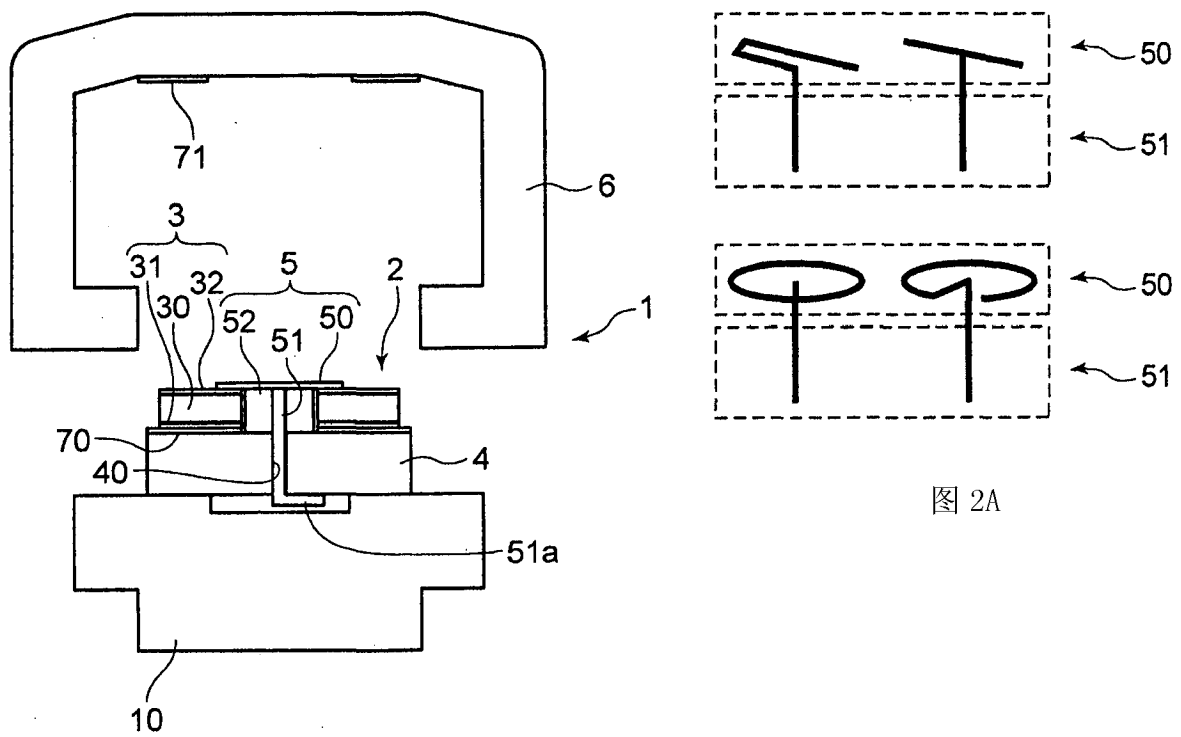


图 2A

图 1B

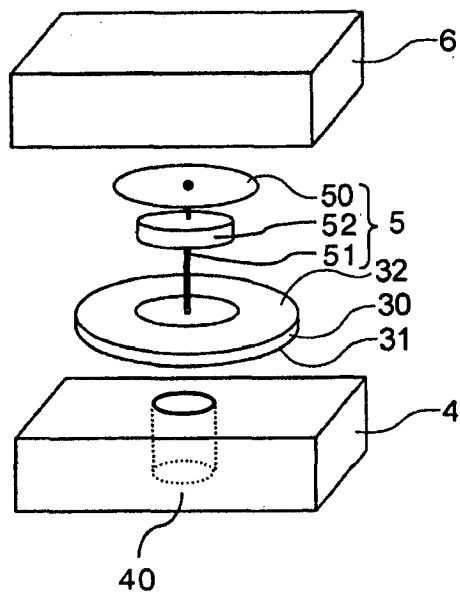


图 2B

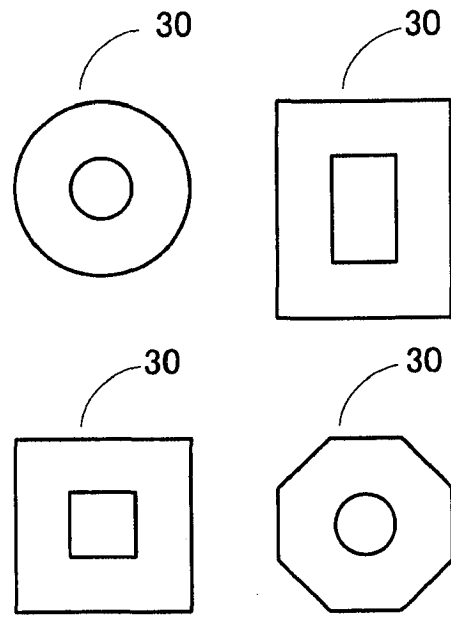


图 2C

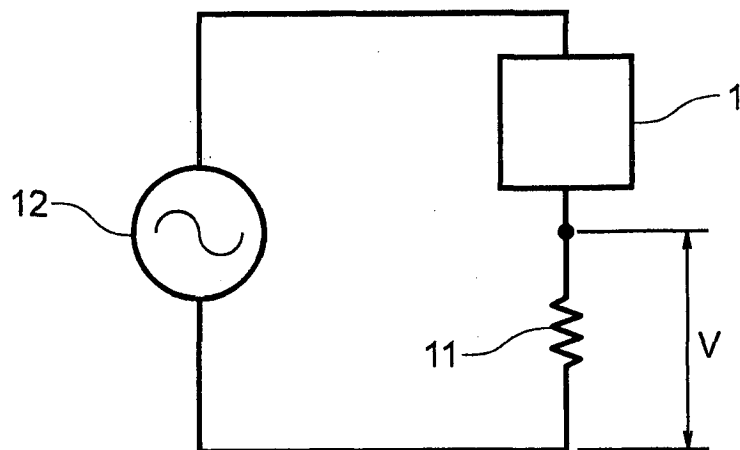


图 3

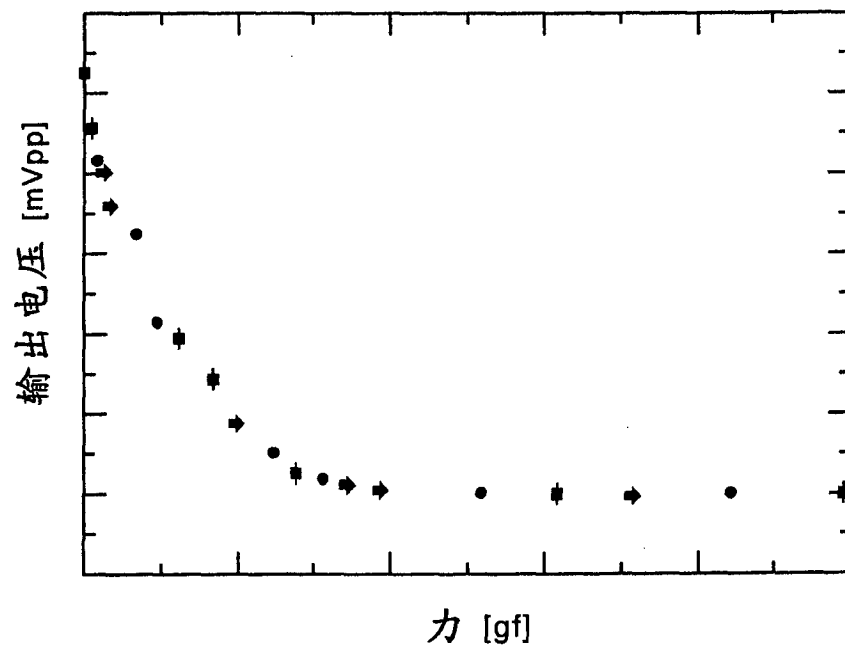


图 4

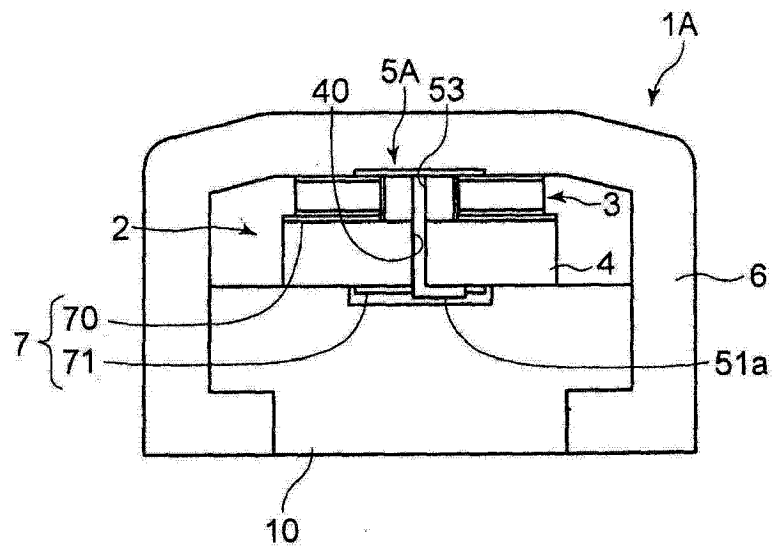


图 5A

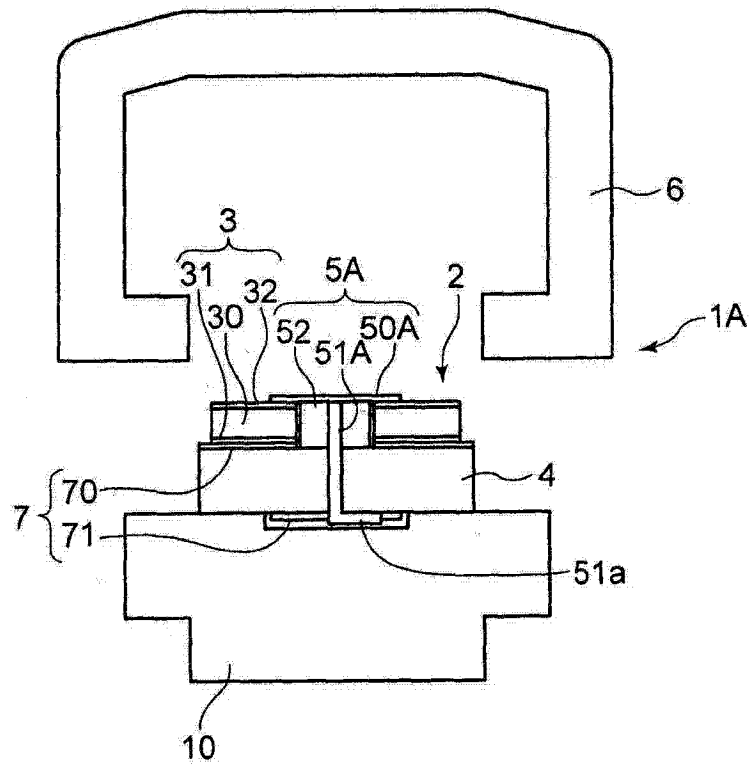


图 5B

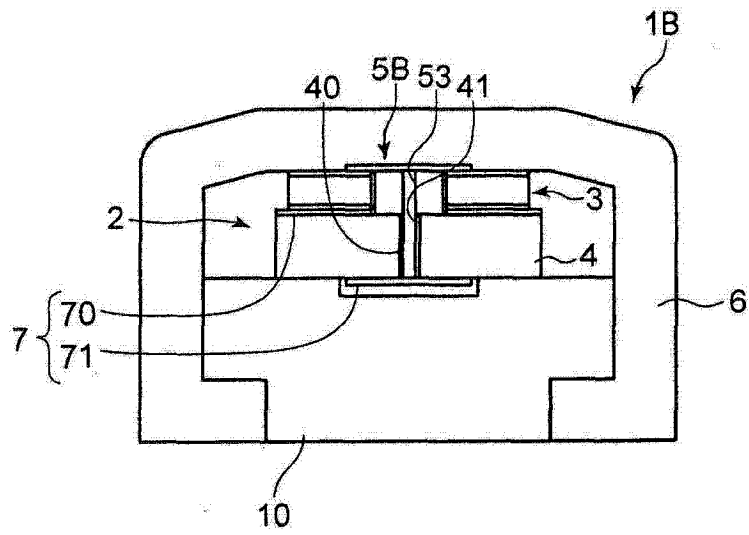


图 6A

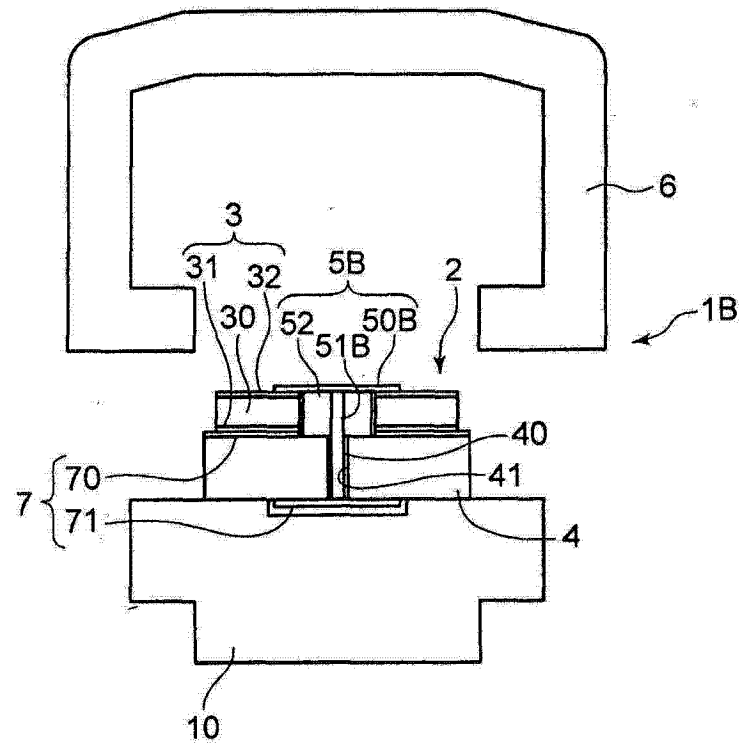


图 6B

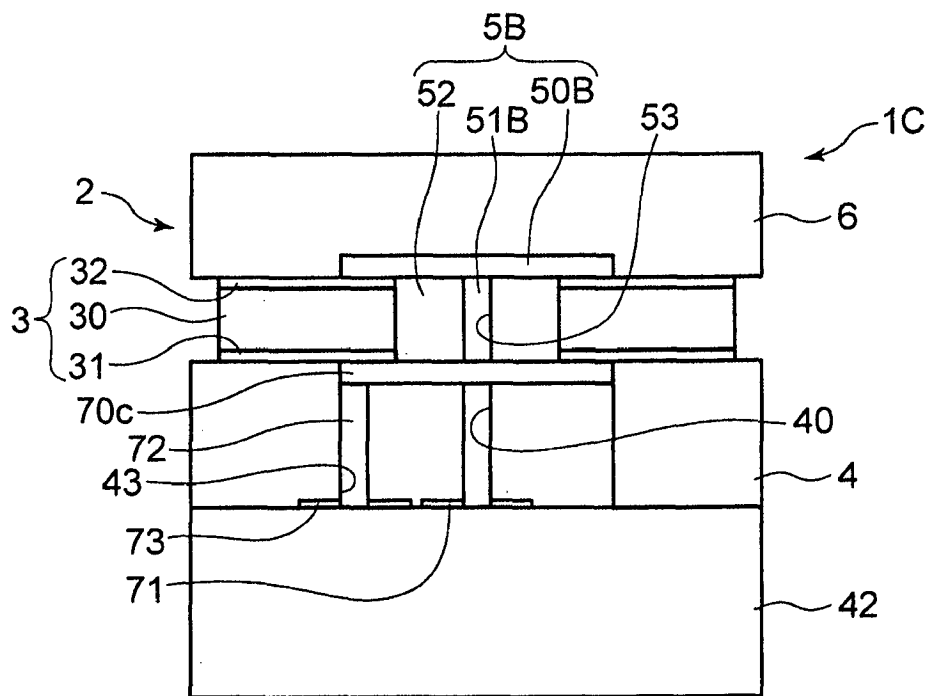


图 7

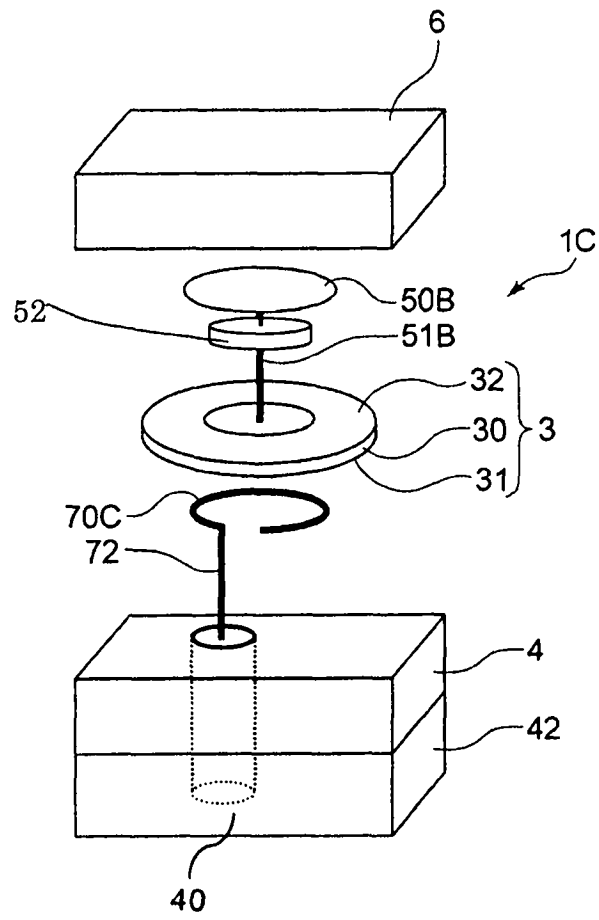


图 8

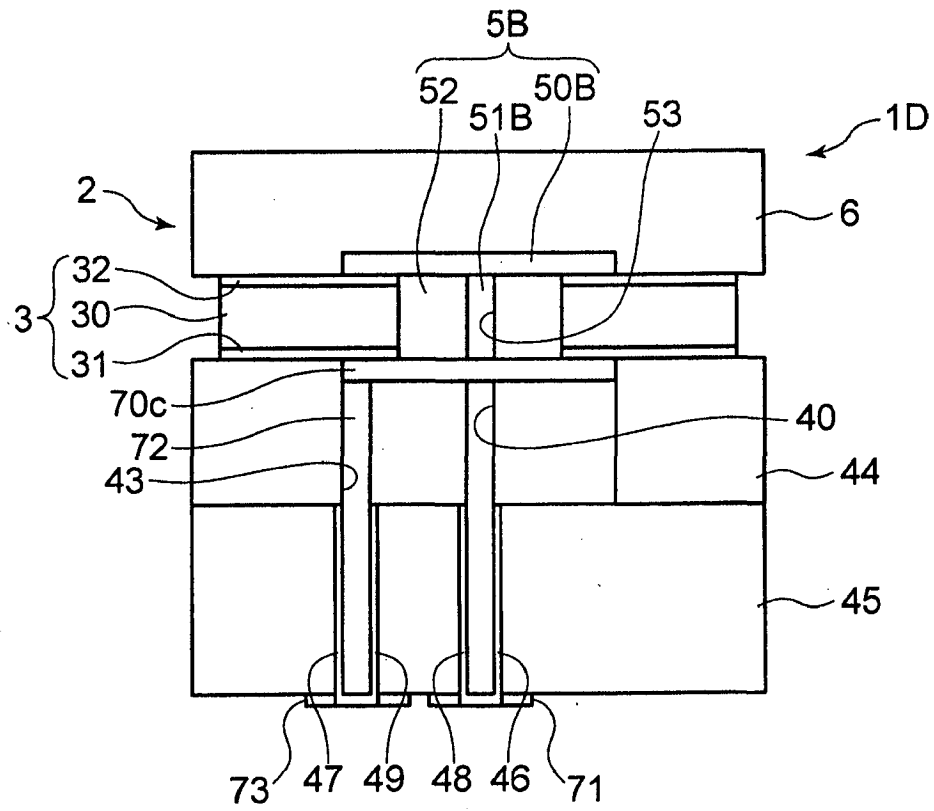


图 9

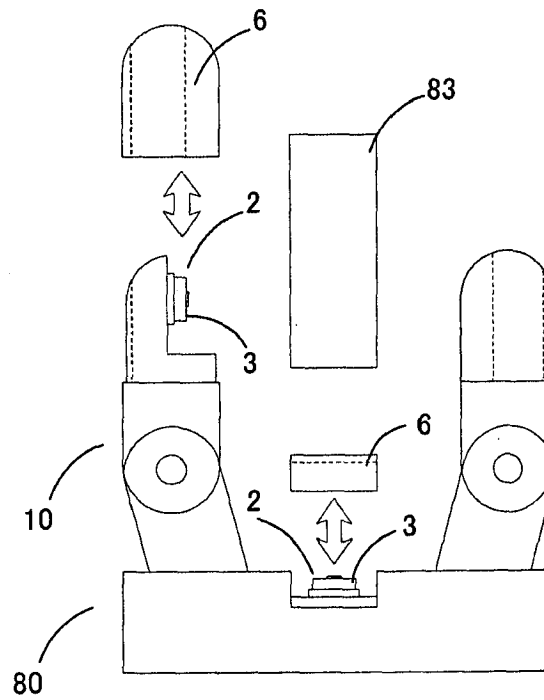


图 10

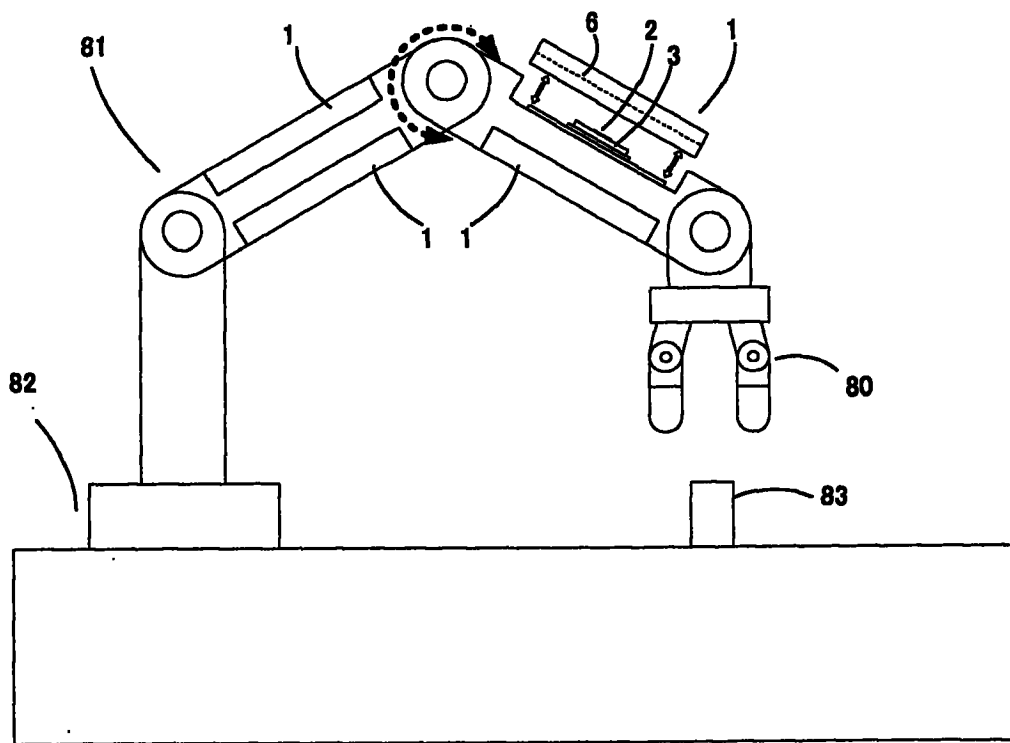


图 11