



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118202818 A

(43) 申请公布日 2024. 06. 14

(21) 申请号 202280073875.7

(22) 申请日 2022.11.01

(30) 优先权数据

21205838.2 2021.11.01 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.05.06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/080469 2022.11.01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/073250 EN 2023.05.04

(71) 申请人 爱克思永有限公司

地址 比利时鲁汶

(72) 发明人 T·瓦乌曼斯 J·皮尔斯

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 朱立鸣

(51) Int.Cl.

H10N 30/88 (2006.01)

H10N 30/20 (2006.01)

H02N 2/00 (2006.01)

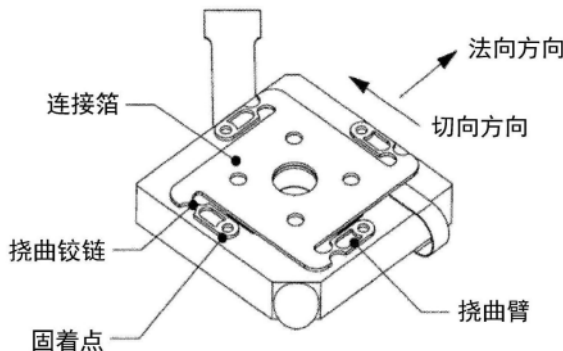
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

用于压电马达元件的安装装置

(57) 摘要

一种压电致动器,特别是用于超声马达的谐振振动致动器,包括具有顶表面和底表面的压电元件以及包括带挠曲铰链的臂的连接元件(箔),用于在位于压电元件的弯曲模态的节点位置处的不同固着位置处接触压电元件。挠曲铰链使得允许压电元件仅在法向方向(扩张模态的径向方向)上运动,而在正交的切向方向上是刚性的。



1. 一种压电致动器,包括:
 - 压电马达元件,所述压电马达元件具有顶表面和底表面,以及
 - 连接元件,所述连接元件包括带挠曲铰链的臂,用于在位于所述压电马达元件的一个或多个弯曲模态的节点位置处的不同固着位置处接触所述压电马达元件,带有挠曲铰链的所述臂的纵向方向布置成垂直于它们相应的固着点处的扩张模态的移动,使得在所述固着点处,所述压电马达元件仅允许相对于中心位置在径向方向上移动,由此,借助于固着装置将所述挠曲臂固定至所述压电马达元件。
2. 根据权利要求1所述的压电致动器,其特征在于,所述挠曲铰链在切向方向上是刚性的。
3. 根据前述权利要求中任一项所述的压电致动器,其特征在于,所述连接元件包括四个带有挠曲铰链的臂。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的压电致动器,其特征在于,使用粘合剂将所述挠曲臂固定至所述压电马达元件。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的压电致动器,其特征在于,所述连接元件包括两个箔元件,即位于所述压电马达元件的顶侧处的一个顶部连接箔元件,以及位于所述压电马达元件的底侧处的一个底部连接箔元件,所述顶部连接箔元件和所述底部连接箔元件具有带挠曲铰链的所述臂,用于接触所述压电马达元件,并且构造成分别在所述压电元件的顶表面处和所述压电马达元件的底表面处接触所述压电马达元件。
6. 根据权利要求5所述的压电致动器,其特征在于,所述压电马达元件具有从所述顶表面穿过所述压电马达元件延伸至所述底表面的孔,并且其中,所述连接元件还包括穿过所述压电马达元件中的所述孔而定位的连接部件,所述连接部件机械地连接所述顶部连接箔元件与所述底部连接箔元件。
7. 根据权利要求6所述的压电致动器,其特征在于,不同的固着位置远离所述孔定位,使得在所述孔的位置处,所述连接元件和所述压电马达元件不接触彼此。
8. 根据权利要求7所述的压电致动器,其特征在于,所述连接部件包括间隔环,所述间隔环用于间隔所述顶部连接箔元件与所述底部连接箔元件。
9. 根据权利要求8所述的压电致动器,其特征在于,所述间隔环的外径明显小于所述压电马达元件中的孔的内径。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的压电致动器,其特征在于,所述连接部件包括两个例如是衬垫环的衬垫元件,协助在所述顶部连接箔元件与所述底部连接箔元件之间提供机械连接,并将所述箔元件与所述压电马达元件间隔开。
11. 根据权利要求10所述的压电致动器,其特征在于,所述连接部件的尺寸使得所述衬垫元件与所述压电马达元件的所述顶表面和所述底表面之间存在2微米至20微米量级的游隙。
12. 根据前述权利要求中任一项所述的从属于权利要求5的压电致动器,其特征在于,在所述压电马达元件与所述连接箔之间设置有挠性回路,所述挠性回路用于对所述压电马达元件中的电极进行电气连接。
13. 根据前述权利要求中任一项所述的压电致动器,其特征在于,所述压电致动器还包括悬置元件,所述悬置元件用于悬置所述压电马达元件,使得所述压电马达元件能在垂直

于驱动方向的方向上自由移动,同时防止在所述驱动方向上发生不希望的运动。

14.根据权利要求13所述的压电致动器,其特征在于,所述悬置元件包括两个悬置箔,即位于所述压电马达元件的顶侧处的一个悬置箔和位于所述压电马达元件的底侧处的一个悬置箔。

15.根据权利要求14所述的从属于权利要求5的压电致动器,其特征在于,所述悬置箔定位成,使得所述悬置箔位于所述连接箔的背向所述压电马达元件的侧部处,以及使得所述悬置箔与所述连接箔通过所述衬垫元件彼此间隔开。

16.根据权利要求15所述的压电致动器,其特征在于,所述悬置箔、所述衬垫元件和所述连接箔机械地彼此连接。

17.根据权利要求16所述的压电致动器,其特征在于,使用延伸穿过所述压电马达元件的所述中心孔的连接部件将所述悬置箔、所述衬垫元件和所述连接箔彼此机械连接。

18.根据前述权利要求中任一项所述的压电致动器,其特征在于,所述压电马达元件是板状的。

用于压电马达元件的安装装置

技术领域

[0001] 本发明涉及例如超声压电马达的压电马达,以及安装压电马达的元件的方法。更特别地,本发明涉及用于将例如超声压电马达元件之类的压电马达元件连接或安装至定位装置的定子部件的方法和系统。

背景技术

[0002] 压电致动器经常使用在许多需要高度微型化的应用场合中。然而,典型的压电定位器的最大限制是非常小的位移。为了消除这种影响,已经提出了若干种压电马达原理,它们具有无限的行程范围。

[0003] 已经设计出三种无限行程的压电马达的主要类型:(1)步进马达,(2)粘滑/惯性驱动马达和(3)谐振马达。步进马达具有很高的保持力,但对于许多应用场合而言往往太慢。粘滑马达的速度可达10毫米/秒的量级,然而往往会引起过度振动。谐振马达由于高运行频率而通常被称为“超声”马达,相反地其可达到最高的速度,可达100毫米/秒量级或更高。这是因为谐振马达的(一个或多个)压电元件通过驱动信号的激发,频率接近马达的两个特征频率。例如,典型的压电马达具有纵向和横向运动特征模态,这两个特征模态的频率几乎一致。

[0004] 与相同大小的马达相比,小型超声压电马达的特点是功率效率高。由于它们的紧凑性和效率,它们通常用于手持装置。由于高频率运行,超声压电马达是静音马达。这些马达的另一优点是无需齿轮或皮带之类的传动系统。因此,致动机构不那么复杂,而且没有机械间隙(backlash)。这意味着这些马达可以实现更高的定位精度。即使在关闭时,这些马达仍将施加保持力,并因此固定要移动的样品的位置。一些应用场合还要求可反向驱动的致动。这意味着仍可手动移动样品,并可限制例如击中硬目标时的硬碰撞的影响。与其他压电马达一样,超声压电马达往往用于特定环境,比如:在高真空或超高真空环境中、在需要避免磁场时、在低温条件下……但这些马达也可用于大气下的应用环境,通常是在需要紧凑性和高速时。

[0005] 尽管在过去几年中已经设计出了若干种通过谐振振动模态运行的超声马达,但它们仍然具有一些缺点。

[0006] 日本专利申请公布号JP H07 107758A公开了一种超声致动器,其中,不同相位的高频电压被施加至两组机电能量换能器。驻波振动在谐振器中产生,驻波振动的节点部分由使用弹性铰链结构的保持装置所固定。

[0007] 欧洲专利申请公布号EP 0978886 A2公开了一种超声马达,意在减少压电式元件产生的驱动力的泄漏,并将驱动力有效地传递至移动构件。超声马达设有压电式元件,通过输入驱动信号使其振荡以产生驱动力,以及设有用于在基底上支承压电式元件的支承构件。支承构件具有信号供应功能,可向压电式元件供应驱动信号。因此,由于无需单独提供信号传输装置,压电式元件引起的振动泄漏比传统布置要少。由此,超声马达能有效地将驱动力传递给移动构件。此外,支承构件还通过提供收缩而具有弹性,从而支承构件还提供压

接触功能,以将压电式元件与移动构件压接触。在该情况下,振动泄漏会进一步减少。

[0008] 尽管如此,仍存在对紧凑型超声压电马达和易于安装的压电马达的需求。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种用于安装超声压电马达的元件的良好安装系统和方法。

[0010] 本发明的各实施例的优点在于,通过移除压电马达元件的适当自由度将马达元件保持在位。本发明实施例的优点在于,除了一个自由度外,移除压电马达元件的所有自由度。本发明实施例的优点在于,马达能够在滑动方向的法向方向上移动,从而在马达的驱动接触部与定位装置的牵引表面之间产生预负载力。

[0011] 本发明实施例的优点在于,可以借助于机械弹簧部件施加预负载力,本发明并不局限于此。

[0012] 本发明的各实施例的优点在于,安装不会对以谐振频率激发压电马达时产生的超声驱动振动产生阻碍。本发明的各实施例的优点在于,固着点被选择为使得与谐振时的压电马达的特征模态的相互作用没有或最小化。后者致使定位装置具有良好的力和行进速度。

[0013] 固着点是压电元件固定至其他元件的那些位置。除驱动接触部外,这些位置是压电元件与周围元件接触的唯一位置。

[0014] 本发明的各实施例的优点在于,该方法和系统在马达的驱动方向上没有或只有很小的游隙或间隙。

[0015] 本发明的各实施例的优点在于,安装好的马达元件以非常紧凑的方式实现,从而形成紧凑的系统。

[0016] 本发明的各实施例的优点在于,马达元件的安装可以借助于廉价的制造工艺来实现,比如冲压、激光切割之类的,允许具有较低的制造成本。本发明的各实施例的优点在于,组装时间较短。

[0017] 本发明的各实施例的优点在于,提供了一种提供对称性的方法和系统,减少了对马达谐振模态的影响。本发明的各实施例的优点在于,获得了由此产生的定位系统的良好热稳定性。本发明的各实施例的优点在于,获得了很大程度的装置中的对称性,导致稳定性的提高。

[0018] 通过根据本发明的独立权利要求的安装方法和由此产生的系统满足该目标和可选地满足优点中的一个或多个。从属权利要求涉及优选实施例。

[0019] 本发明涉及一种例如是超声压电致动器的压电致动器,包括:

[0020] 压电马达元件,该压电马达元件具有顶表面和底表面,以及

[0021] 连接元件,该连接元件包括带挠曲铰链的臂,用于在位于压电马达元件的一个或多个弯曲模态的节点位置处的不同固着位置处固着压电马达元件,

[0022] 挠曲铰链,挠曲铰链使得允许压电马达元件在法向方向上移动,而挠曲铰链在切向方向上是刚性的,由此借助于固定装置将挠曲臂固定至压电马达元件。

[0023] 在一些实施例中,连接元件可以包括两个箔元件,即位于压电马达元件的顶侧处的一个顶部连接箔元件,以及位于压电马达元件的底侧处的一个底部连接箔元件。在一些实施例中,顶部连接箔元件和底部连接箔元件都可以具有带有挠曲铰链的臂。

[0024] 用于接触压电马达元件的挠曲铰链可以构造成用于分别在压电元件的顶表面处和压电马达元件的底表面处接触压电马达元件。

[0025] 替代地,可以提供单个连接元件,其臂包括挠曲铰链,在周向表面处与压电马达元件接触。

[0026] 在本发明实施例中提及箔的地方,指的是薄膜状的结构或薄层,但也可以包括更厚的层,比如薄板。例如,在一些实施例中这样的板是可弯曲的。

[0027] 在本发明的各实施例中提及允许压电马达元件在法向方向上移动,而挠曲铰链在切向方向上是刚性的,指的是挠曲铰链在固着点的位置处垂直于扩张模态的移动。法向方向也可定义为相对于中心位置是径向的。

[0028] 可以使用粘合剂将挠曲臂固定至压电马达元件。

[0029] 粘合剂可以是环氧树脂粘合剂、或丙烯酸酯、或聚氨酯。

[0030] 压电马达元件可以具有孔,该孔从顶表面穿过压电马达元件延伸至底表面,并且连接元件还可以包括穿过压电马达元件中的孔而定位的连接部件,该连接部件机械地连接顶部连接箔元件和底部连接箔元件,由此不同的固着位置远离孔定位,使得在孔的位置处,连接元件与压电马达元件不接触彼此。

[0031] 连接部件可以包括间隔环,用于间隔顶部连接箔元件与底部连接箔元件。

[0032] 间隔环的外径可以明显小于压电马达元件中的孔的内径。在一些实施例中,间隔环的外径可以比孔的内径小50微米。在一些实施例中,明显小于内径可以是小于孔内径的90%、例如小于孔内径的80%、例如小于孔内径的70%。

[0033] 连接部件可以包括两个例如衬垫环的衬垫元件,协助在顶部连接箔元件与底部连接箔元件之间提供机械连接,并将箔元件与压电马达元件间隔开。

[0034] 连接部件的尺寸可以使得衬垫元件与压电马达元件的顶表面和底表面之间的游隙在2微米至50微米的范围内、例如2微米至20微米的范围内、例如约10微米。

[0035] 在本发明的各实施例中,在运行期间,在竖直、轴向方向上没有力产生,因此该方向上的游隙将不会导致驱动方向上出现不希望的游隙或间隙。

[0036] 在压电马达元件与连接箔之间可以设置有挠性回路,用于与压电马达元件中的电极进行电气连接。

[0037] 虽然用于连接压电马达元件的挠性回路提供了一种用于电气连接压电马达元件中的电极的快速且准确的方法,不过压电马达元件中的这些电极也可以借助于电线连接。

[0038] 此外,压电致动器还可以包括悬置元件,用于悬置压电马达元件,使得压电马达元件可以在垂直于驱动方向的方向上自由移动,同时防止在驱动方向上发生不希望的运动。

[0039] 悬置元件可以包括两个悬置箔,即位于压电马达元件的顶侧处的一个悬置箔和位于压电马达元件的底侧处的一个悬置箔。

[0040] 悬置箔可以定位成,使得悬置箔位于连接箔的背向压电马达元件的侧部处,以及使得悬置箔与连接箔通过衬垫元件彼此间隔开。

[0041] 悬置箔、衬垫元件和连接箔可以机械地彼此连接。

[0042] 可以使用延伸穿过压电马达元件的中心孔的连接部件将悬置箔、衬垫元件和连接箔彼此机械连接。

[0043] 压电马达元件可以是板状的。

[0044] 电极可以电气连接和构造成使得电极的驱动诱导平面内模态。

[0045] 诸电极可以电气连接和构造成,考虑到压电马达元件的极性,使得电极的驱动诱导平面内弯曲模态和/或平面内扩张模态。

[0046] 诸电极可以电气连接和构造成,考虑到压电材料的极性,使得电极的驱动交替地诱导平面内弯曲模态和平面内扩张模态。

[0047] 在一些实施例中,电极可以构造成使得使用平面内模态。

[0048] 平面内弯曲模态可以是其中相邻角以相反方向移动的振荡模态,而平面内扩张模态可以是其中顶表面的不同角在相同方向上同步向外或向内移动的振荡模态。

[0049] 在另一方面中,本发明涉及一种压电致动器,包括:

[0050] 压电马达元件,该压电马达元件具有顶表面和底表面,以及

[0051] 连接元件,该连接元件包括两个箔元件,即位于压电马达元件的顶侧处的一个顶部连接箔元件,以及位于压电马达元件的底侧处的一个底部连接箔元件,顶部连接箔元件和底部连接箔元件在不同的固着位置处与压电马达元件接触,连接元件因此在不妨碍谐振时压电马达元件的特征模态的情况下将压电马达元件保持在位,

[0052] 压电马达元件,该压电马达元件具有从顶表面穿过压电马达元件延伸至底表面的孔,以及

[0053] 其中,连接元件还包括穿过压电马达元件中的孔而定位的连接部件,该连接部件机械地连接顶部连接箔元件和底部连接箔元件,由此不同的固着位置远离孔定位,使得在孔的位置处,连接元件和压电马达元件不接触彼此。

[0054] 固着位置可以位于压电元件的顶表面和/或底表面处。替代地,固着位置可以位于压电马达元件的侧部处。

[0055] 本发明的各实施例的优点在于,获得紧凑的压电马达。

[0056] 连接部件可以包括间隔环,用于将顶部连接箔元件与底部连接箔元件间隔开。

[0057] 间隔环的外径可以明显小于压电马达元件中的孔的内径。在一些实施例中,间隔环的外径可以比孔的内径小50微米。在一些实施例中,明显小于内径可以是小于孔内径的90%、例如小于孔内径的80%、例如小于孔内径的70%。

[0058] 连接部件可以包括两个例如衬垫环的衬垫元件,协助在顶部连接箔元件与底部连接箔元件之间提供机械连接,并将箔元件与压电马达元件间隔开。

[0059] 连接部件的尺寸可以使得衬垫元件与压电马达元件的顶表面和底表面之间的游隙在2微米至50微米的范围内、例如2微米至20微米的范围内、例如约10微米。

[0060] 本发明的各实施例的优点在于,在运行期间,在竖直、轴向方向上没有力产生,因此该方向上的游隙将不会导致驱动方向上出现不希望的游隙或间隙。

[0061] 在压电马达元件与连接箔之间可以设置有挠性回路,用于与压电马达元件中的电极进行电气连接。

[0062] 虽然用于连接压电马达元件的挠性回路提供了一种用于电气连接压电马达元件中的电极的快速且准确的方法,不过压电马达元件中的这些电极也可以借助于电线连接。

[0063] 此外,压电致动器还可以包括悬置元件,用于悬置压电马达元件,使得压电马达元件可以在垂直于驱动方向的方向上自由移动,同时防止在驱动方向上发生不希望的运动。

[0064] 悬置元件可以包括两个悬置箔,即位于压电马达元件的顶侧处的一个悬置箔和位

于压电马达元件的底侧处的一个悬置箔。

[0065] 悬置箔可以定位成,使得悬置箔位于连接箔的背向压电马达元件的侧部处,以及使得悬置箔与连接箔通过衬垫元件彼此间隔开。

[0066] 悬置箔、衬垫元件和连接箔可以机械地彼此连接。

[0067] 悬置箔、衬垫元件和连接箔可以使用延伸穿过压电马达元件的中心孔的连接部件进行机械连接。

[0068] 压电马达元件可以是板状的。

[0069] 诸电极可以被电气连接和构造成,考虑到压电马达元件的极性,使得电极的驱动引致平面内弯曲模态和/或平面内扩张模态。

[0070] 诸电极可以被电气连接和构造成,考虑到压电材料的极性,使得电极的驱动交替地引致平面内弯曲模态和平面内扩张模态。

[0071] 平面内弯曲模态可以是其中相邻角以相反方向移动的振荡模态,而平面内扩张模态可以是其中顶表面的不同角在相同方向上同步向外或向内移动的振荡模态。

[0072] 本发明的特定和优选方面在随附的独立和从属权利要求中列出。从属权利要求的特征可以适当地与独立权利要求的特征和其他从属权利要求的特征相结合,而不仅仅是权利要求中明确规定的特征。

[0073] 参考下文描述的(一个或多个)实施例,本发明的这些和其他方面将变得显而易见并得以阐明。本发明的其他特征将从示例和附图变得显而易见。

附图说明

[0074] 图1示意性地示出了根据本发明实施例的带有安装特征的超声压电马达的马达元件。

[0075] 图2示出了根据线A-A剖取的图1所示的马达元件的剖视图。

[0076] 图3至5示出了根据本发明实施例的带有安装特征的超声压电马达的马达元件的概览图(图3)、剖视图(图4)以及剖视图的部分详细视图(图5)。

[0077] 图6至9示出了根据本发明实施例的带有安装特征的超声压电马达的不同部件(层),其中,图6示出了压电马达,图7示出了挠曲印刷件,图8示出了连接箔,以及图9示出了悬挂箔,这些部件可在本发明实施例中使用。

[0078] 图10示出了根据本发明实施例的压电马达的示例。

[0079] 附图仅是示意性的而非限制性的。在附图中,为了说明的目的,一些元件的尺寸可能被夸大并且未按比例绘制。权利要求中的任何附图标记不应被解释为限制范围。在不同的附图中,相同的附图标记表示相同或类似的元件。

具体实施方式

[0080] 将参考特定实施例并参考一些附图来描述本发明,但是本发明不局限于此,而是仅由权利要求书限制。所描述的附图仅是示意性的,而非限制性的。在附图中,为了说明的目的,一些元件的尺寸可能被夸大并且未按比例绘制。当在本说明书和权利要求书中使用术语“包括”时,其并不排除其他元件或步骤。在使用涉及例如“一”或“一个”、“该”的单数名词的不定冠词或定冠词的情况下,这包括了该名词的复数形式,除非具体陈述了一些其他

内容。权利要求书中所使用术语的“包括”不应解释为受限于其后所列举的装置,其并不排除其他元件或步骤。因此,表述“包括装置A和B的设备”的范围不应限于仅由部件A和部件B构成的设备。这意味着就本发明而言,该设备的仅有的相关部件是A和B。此外,说明书和权利要求书中的术语“第一”、“第二”、“第三”等用于在相似的元件之间进行区分,而并不一定用于描述序列顺序或时间顺序。应当理解,如此使用的术语在适当的情况下是可互换的,并且本文中描述的本发明实施例能够以不同于本文中描述或说明的顺序的其他顺序操作。此外,说明书和权利要求中的术语“顶部”、“底部”等用于描述目的,而并不一定用于描述相对位置。应当理解,如此使用的术语在适当的情况下是可互换的,并且本文描述的本发明实施例能够以不同于本文描述或说明的其他方向操作。

[0081] 在附图中,相似的附图标记指示相似的特征;以及,在不止一幅图中出现的一个附图标记是指相同的元件。附图和以下详细描述示出了致动器、更具体地是压电式致动器的具体实施例。

[0082] 在本发明实施例中提及压电式材料的地方,指的是显现出电荷响应于施加的机械应力而积聚的效果的材料。反之,向压电式材料施加电场,材料将会经历变形,导致位移。

[0083] 在本发明的各实施例中提及致动器的地方,指的是有源元件,例如包括压电式材料和电极,优选地呈压电陶瓷块或不同压电陶瓷层的叠层形式。本发明的各实施例中使用的致动器可以是以下任何类型中的任一种:压电式致动器、磁致伸缩致动器、电致伸缩致动器。

[0084] 在本发明实施例中提及马达、例如压电马达的地方,指的是包括致动器的马达,例如压电式陶瓷致动器。

[0085] 在本发明的各实施例中提及悬置件或悬置箔的地方,指的是支承马达并以导致预负载的力对抗负载推动它的部件或机构。

[0086] 在本发明实施例中提及接触部的地方,指的是例如根据本发明实施例,马达的末端触碰被驱动物体表面的位置。

[0087] 在本发明实施例中提及固着位置的地方,指的是挠性铰链固着至压电马达的位置/点位。

[0088] 在本发明实施例中提及预负载的地方,指的是根据本发明实施例,作用在致动器或马达上的静力,基本上垂直于负载的移动方向作用。

[0089] 在本发明实施例中提及负载或级的地方,指的是根据本发明实施例的(要)由马达驱动的部件或结构。

[0090] 需要注意的是,压电马达元件的外部形状对本发明实施例并无限制。借助本发明的各实施例并不局限于此的图示,具体实施例将参照具有与欧洲专利申请公布号EP 3535842 A1中以本申请的名称描述的具有相同外部形状的压电马达元件进行描述,且这种压电马达元件的驱动方式与欧洲专利申请公布号No. EP 3535842A1中所述方式相同的方式驱动,例如使用相同的模态。EP 3535842A1公开了电极可以被电气连接和构造成,考虑到压电材料的极性,使得电极的驱动可诱导平面内弯曲模态和/或平面内扩张模态。在EP 3535842 A1的优选实施例中,谐振模态是通过两个交流电压对两个电极对进行激发或通电实现的,两个交流电压之间的相位差和/或(一个或多个)电压振幅发生变化。这些电压会激发致动器的水平特征模态、例如平面内弯曲模态和竖直特征模态、例如平面内扩张模态,导

致接触区的椭圆运动。当接触区(末端)被推抵表面时,该表面会相对于致动器被驱动,其速度和方向取决于所选择的轨迹。

[0091] 然而,本发明的各实施例并不受限于压电马达元件的外部形状或用于驱动压电马达元件的模式,而是受限于独立权利要求中限定的特征。

[0092] 虽然在本发明的各实施例的示例中可能会提到某些激发模式,但实施例并不局限于此,还包括使用不同激发模式驱动的压电马达。

[0093] 在第一方面中,本发明涉及一种压电致动器,其包括由压电材料制成的压电马达元件。压电材料可以是压电板,但各实施例并不受限于此。压电马达元件具有顶表面和底表面。压电致动器还包括至少一个接触点,用于接触要致动的负载。该至少一个接触点位于陶瓷压电材料的第三周向表面上。在本发明的各实施例中,安装和接触是在压电材料上的两个不同位置处进行的。

[0094] 压电致动器还包括连接元件。在一些实施例中,连接元件包括两个箔元件,即一个顶部连接箔元件位于压电马达元件的顶侧处,以及一个底部连接箔元件位于压电马达元件的底侧处。在一些实施例中,提供单个连接箔或连接板。根据本发明的各实施例,连接元件具有带挠曲铰链的臂,用于在位于压电马达元件的一个或多个弯曲模式的节点位置处的不同固着位置处固着压电马达元件。

[0095] 替代地,也可以提供单个连接元件,其臂包括挠曲铰链,在周向表面处与压电马达元件接触。

[0096] 挠曲铰链使得允许压电马达元件在法向方向上移动,而挠曲铰链在切向方向上是刚性的,由此通过固着装置将挠曲臂固定至压电马达元件。

[0097] 本发明实施例通常还可包括位于压电材料的顶表面上的至少一组电极,以及位于陶瓷压电材料的底表面处的至少一个电极。诸电极可以被电气连接和构造成,考虑到陶瓷压电材料的极性,使得电极的驱动诱导平面内弯曲模式和/或平面内扩张模式。如图所示,这可以使用挠性回路来设置,但实施例并不局限于此。下文将参照示例性实施例,说明更多的标准和可选特征。

[0098] 在第二方面中,本发明涉及一种包含第一方面所述的压电致动器的马达。在本发明的各实施例中提及马达的地方,指的是至少上述致动器与悬置件的组合以及施加的预负载。

[0099] 借助本发明并不局限于此的图示,将参照附图进一步描述压电致动器,图示示出了本发明的示例性实施例的标准部件和可选部件。需要注意的是,在提及马达但描述压电致动器元件时,也同样提及致动器本身。

[0100] 在本发明的各实施例中,连接件包括两个箔元件,它们分别置于马达元件的顶侧和底侧处。在具体实施例中,每个箔在四个位置处与马达接触,但实施例并不局限于此。在这些固着点的位置处,马达仅在法向方向(弯曲模式的节点)上移动/振动。箔元件具有四个带挠曲铰链的臂,该臂允许这种法向振动。然而,在切向方向上,铰链是完美地刚性的。可使用的一些材料的例子是铁材料、非铁材料、工程塑料等。在优选实施例中,马达元件和挠曲臂之间的接触是借助于环氧树脂粘合剂实现的。替代地,还可以使用其他类型的胶水,例如丙烯酸酯或聚氨酯。尽管如此,也可以使用其他类型的粘合剂,甚至是其他类型的固着方式,比如软焊接或钎焊。在一些实施例中,臂端形状设计成,使得作用在未固化粘合剂上的

毛细力形成凹凸面形状(meniscus shape),在固化期间保持粘合剂的位置。

[0101] 顶部连接箔和底部连接箔的组合通过移除了两个侧向自由度和所有旋转自由度,从而将马达元件保持在位。这样做不会妨碍马达的预期特征模态,而且在驱动方向上的连接非常坚固且无间隙。

[0102] 在一些具体实施例中,连接箔由间隔环和衬垫环分开。借助于穿过中心孔的螺栓连接,将元件的这一堆叠层压抵彼此。马达与马达的中心安装孔周围的连接元件之间没有机械接触。间隔环的外径显著小于压电马达的中心孔的内径。在一些实施例中,间隔环的外径可以比孔的内径小50微米。在一些实施例中,明显小于内径可以是小于孔内径的90%、例如小于孔内径的80%、例如小于孔内径的70%。在竖直/轴向方向上,衬垫环与马达的顶/底表面之间存在游隙的最小量。这样的游隙量可在2微米至20微米的范围内,例如10微米左右。在运行期间,在竖直/轴向方向上不产生力。在该方向上的任何游隙都将不会导致驱动方向上的不希望游隙或间隙。

[0103] 作为对中心安装孔或非中心安装孔的替代,还可以通过位于压电马达元件外侧的连接部件将连接箔固定在一起。

[0104] 如上所指,在一些实施例中,在马达与连接箔之间提供了挠曲印刷回路(flexprint circuit),用于与马达元件的不同电极电气连接。对此的另一种解决方案可以是简单的电线。

[0105] 图1和图2示出了压电马达元件和连接箔、以及在本实施例中的连接箔之间的穿过了穿过压电马达元件的孔的机械连接的第一视图和横截面图。

[0106] 在本发明的各实施例中,压电致动器还可以包括悬置元件。在一些实施例中,悬置元件可以是两个悬置层。在一个实施例中,悬置元件在马达的顶侧和底侧处都增加了另一个箔。在一些实施例中,提供了带有两个安装在悬置结构、例如厚悬置元件上的连接箔的压电元件。这些系统可提供足够的倾斜刚度。这些箔的作用是允许马达元件在垂直于驱动方向的方向上自由移动,同时防止在驱动方向上发生不希望的运动。这些悬置箔上还设有可在预定距离内自由移动的挠曲铰链。这样的距离可以在0.1毫米至1毫米之间,比如举例来说约0.5毫米。铰链在驱动方向和扭转方向上都是刚性的。在本示例中,悬置箔通过其连接箔安装在马达元件的两侧处。在两层之间安装有衬垫环。在竖直/轴向方向和两个倾斜方向上都存在一定的挠性。但是,由于在这些方向上不会产生力,因此这种挠性不是问题。图3至图5示出了悬置层以及悬置层相对于连接层和压电马达元件是如何构造的。

[0107] 图6示出了压电马达,图7示出了挠曲印刷件(flexprint),图8示出了连接箔,且图9示出了悬置箔,这些都可用于本发明实施例中。

[0108] 也可以使用其他方法来实现这种悬置功能,比如小型导轨。然而,其他方法并不紧凑,而且将机械游隙引入到驱动方向上。

[0109] 在本示例中,成堆叠的悬置箔、衬垫环和连接箔通过螺栓和穿过马达的中心孔的内螺纹销保持在一起。拧紧扭矩必须足以承受马达的驱动力和扭矩。中心销还负责对齐所有部件。

[0110] 马达元件与连接层和悬置层的组合形成了马达单元,该马达单元方便地安装在定位装置的定子上。最后的元件是推动马达的驱动接触部抵靠装置的牵引表面的弹簧。弹簧可以是简单的U形弹簧,在马达装置的顶部和两侧提供相等的预负载。同样,其他解决方案

也是可行的,但这种U形弹簧能带来非常紧凑的结果。

[0111] 在一个具体实施例中,连接层和悬浮层可以组合在单个层中。在另一个具体实施例中,例如通过挠性回路的电气连接和机械连接可以组合在单个层中。

[0112] 在上述示例性实施例中,连接元件或连接元件和悬置元件的不同部分是通过螺栓和螺钉连接保持在一起的,但也可以使用其他方式将这些部分保持在一起,比如压配连接、缩配连接、粘合剂等。

[0113] 在一个具体实施例中,使用了正方形的压电元件,由此连接箔通过压电元件的每一侧处各一个的固着点与压电元件连接,连接箔通过挠曲臂和铰链固定至压电元件。图10示出了这样的实施例的一个示例。

[0114] 进一步借助于图示,图10示出了根据本发明的各实施例的压电马达。系统中适用的不同方向如图所示。可以看到,用于将铰链固定至压电元件的固着点位于弯曲模态的节点上。固着点定位在弯曲模态的节点上。臂的长度方向(纵向方向)与其他模态的局部移动方向垂直。这种模态可以是弯曲模态或扩张模态。长度方向由铰链与固着点之间的连线限定。

[0115] 需要指出的是,在上文说明的本发明实施例中,使用了弯曲模态和扩张模态,但本发明的各实施例也可以使用其他弯曲模态,由此固着点位于弯曲模态的节点中。挠性铰链垂直于其他模态的局部移动定位。

[0116] 在另一方面中,本发明涉及一种压电致动器,包括具有顶表面和底表面的压电马达元件,以及包括两个箔元件的连接元件,这两个箔元件即位于压电马达元件的顶侧处的一个顶部连接箔元件以及位于压电马达元件的底侧处的一个底部连接箔元件,顶部连接箔元件和底部连接箔元件分别在压电元件的顶表面和压电元件的底表面处的不同固着位置处与压电元件接触,连接元件因此将压电元件保持在位,而不会阻碍压电元件谐振时的特征模态。

[0117] 根据本发明实施例,压电马达元件具有从顶表面穿过压电马达元件延伸至底表面的孔。这个孔可以居中定位,也可以定位在任何其他合适的位置处。根据本发明实施例,连接元件还包括穿过压电马达元件中的孔而定位的连接部件,该连接部件机械地连接顶部连接箔元件和底部连接箔元件,由此不同的固着位置远离孔定位,使得在孔的位置处,连接元件和压电马达元件不接触彼此。压电马达元件可以如第一方面所述。连接元件可以如第一方面所述。压电致动器还可以包括悬置元件,在一个示例中,悬置元件可以如第一方面所述。

[0118] 根据本发明的各实施例,连接部件可以例如包括将诸元件保持在一起的螺栓和螺钉。尽管如此,也可以使用诸如压配连接、缩配连接、粘合剂等替代方式。

[0119] 进一步的特征可以如第一方面所述。

[0120] 压电致动器或马达的元件还可以如欧洲专利申请公开号No. EP 3535842A1中所述,但实施例并不局限于此。

[0121] 方案

[0122] 本发明的特定实施例通过以下编号方案描述。

[0123] 1. 一种压电致动器,包括:

[0124] -压电马达元件,该压电马达元件具有顶表面和底表面,以及

[0125] -连接元件,该连接元件包括带挠曲铰链的臂,用于在位于压电马达元件的一个或

多个弯曲模态的节点位置处的不同固着位置处接触压电马达元件,

[0126] - 挠曲铰链, 该挠曲铰链使得允许压电马达元件在法向方向上移动, 而挠曲铰链在切向方向上是刚性的, 由此用固定装置将挠曲臂固定至压电马达元件。

[0127] 2. 根据方案1的压电致动器, 其中, 使用粘合剂将挠曲臂固定至压电马达元件。

[0128] 3. 根据前述方案中任一个方案的压电致动器, 其中, 该连接元件包括两个箔元件, 即位于压电马达元件的顶侧处的一个顶部连接箔元件, 以及位于压电马达元件的底侧处的一个底部连接箔元件, 顶部连接箔元件和底部连接箔元件具有带有挠曲铰链的臂, 用于接触压电马达元件, 并且构造成分别在压电元件的顶表面处和压电马达元件的底表面处接触压电马达元件。

[0129] 4. 根据方案3的压电致动器, 其中, 压电马达元件具有从顶表面穿过压电马达元件延伸至底表面的孔, 并且其中, 连接元件还包括穿过压电马达元件中的孔而定位的连接部件, 该连接部件机械地连接顶部连接箔元件和底部连接箔元件, 由此不同的固着位置远离孔定位, 使得在孔的位置处, 连接元件与压电马达元件不接触彼此。

[0130] 5. 根据方案4的压电致动器, 其中, 连接部件包括间隔环, 间隔环用于将顶部连接箔元件与底部连接箔元件间隔开。

[0131] 6. 根据方案5的压电致动器, 其中, 间隔环的外径明显小于压电马达元件中的孔的内径。

[0132] 7. 根据前述方案中任一个方案的压电致动器, 其中, 连接部件包括两个例如是衬垫环的衬垫元件, 其协助在顶部连接箔元件与底部连接箔元件之间提供机械连接, 并将箔元件与压电马达元件间隔开。

[0133] 8. 根据方案7的压电致动器, 其中, 连接部件的尺寸使得衬垫元件与压电马达元件的顶表面和底表面之间存在2微米至20微米量级的游隙。

[0134] 9. 根据前述方案中任一个方案的从属于方案3的压电致动器, 其中, 在压电马达元件与连接箔之间, 提供挠性回路, 用于对压电马达元件中的电极进行电气连接。

[0135] 10. 根据前述方案中任一个方案的压电致动器, 其中, 压电致动器还包括悬置元件, 用于悬置压电马达元件, 使得压电马达元件可以在垂直于驱动方向的方向上自由移动, 同时防止在驱动方向上发生不希望的运动。

[0136] 11. 根据方案10的压电致动器, 其中, 悬置元件包括两个悬置箔, 即位于压电马达元件的顶侧处的一个悬置箔和位于压电马达元件的底侧处的一个悬置箔。

[0137] 12. 根据方案11的从属于方案3的压电致动器, 其中, 悬置箔定位成, 使得悬置箔位于连接箔的背向压电马达元件侧部处, 以及使得悬置箔与连接箔通过衬垫元件彼此间隔开。

[0138] 13. 根据方案12的压电致动器, 其中, 悬置箔、衬垫元件和连接箔机械地彼此连接。

[0139] 14. 根据方案13的压电致动器, 其中, 使用延伸穿过压电马达元件的中心孔的连接部件对悬置箔、衬垫元件和连接箔进行机械连接。

[0140] 15. 根据前述方案中任一个方案的压电致动器, 其中, 压电马达元件是板状的。

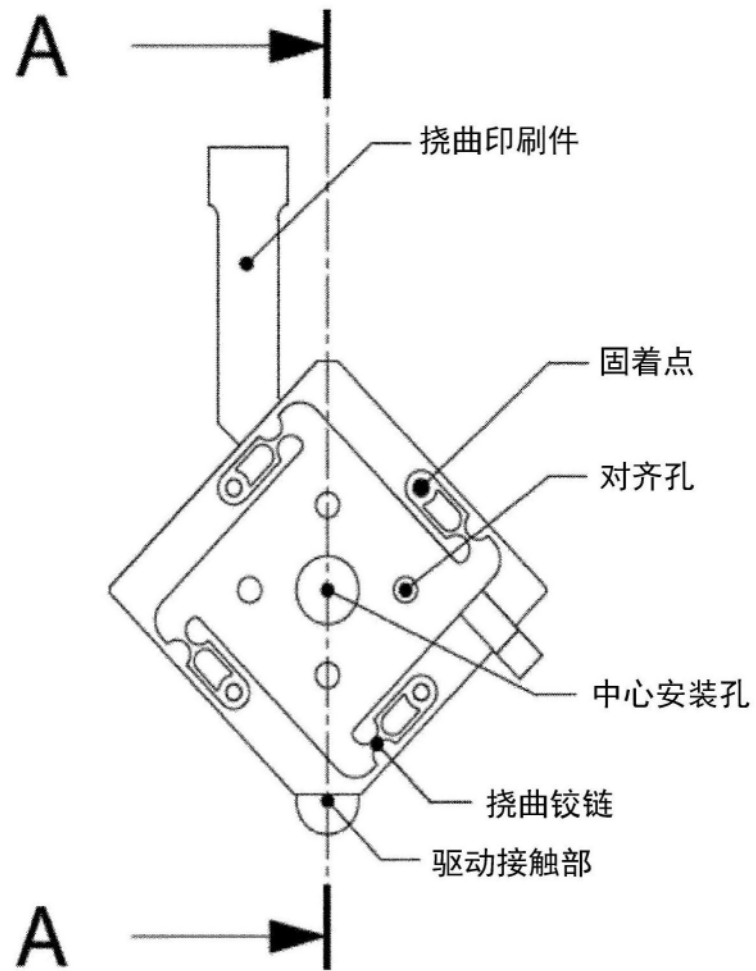


图1

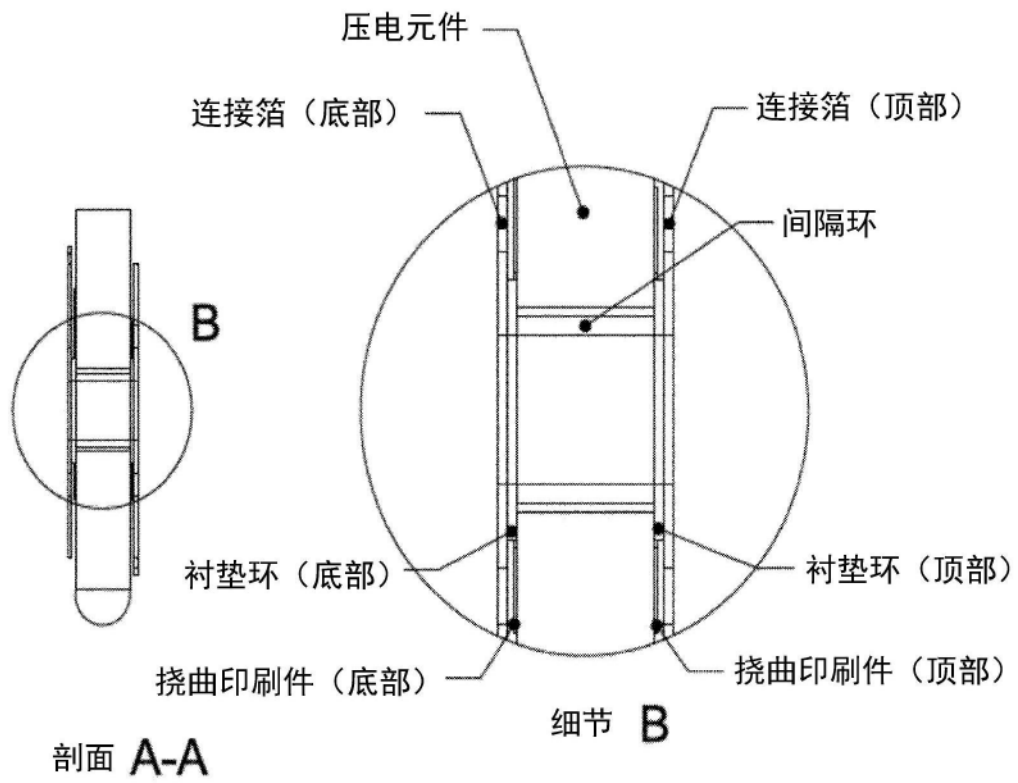


图2

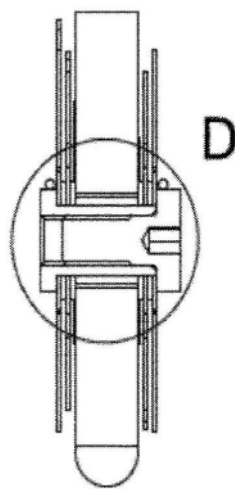
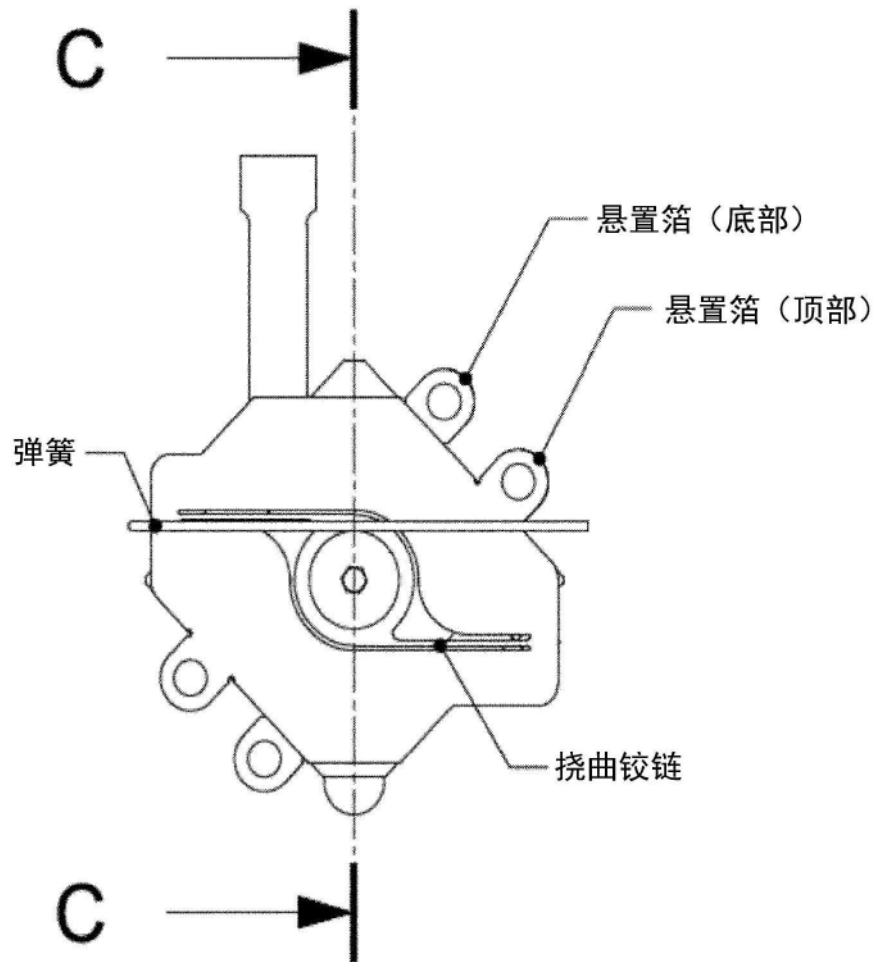
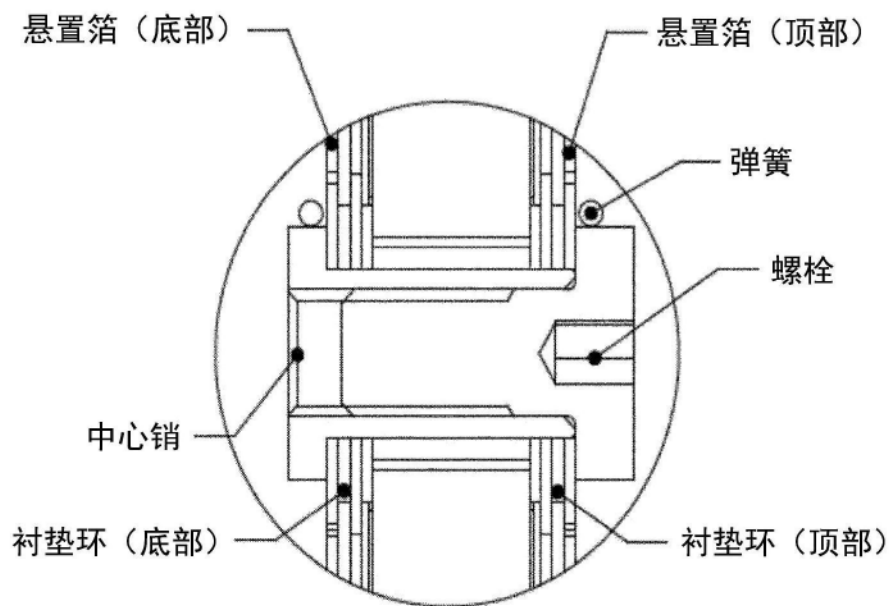


图4



细节 D

图5

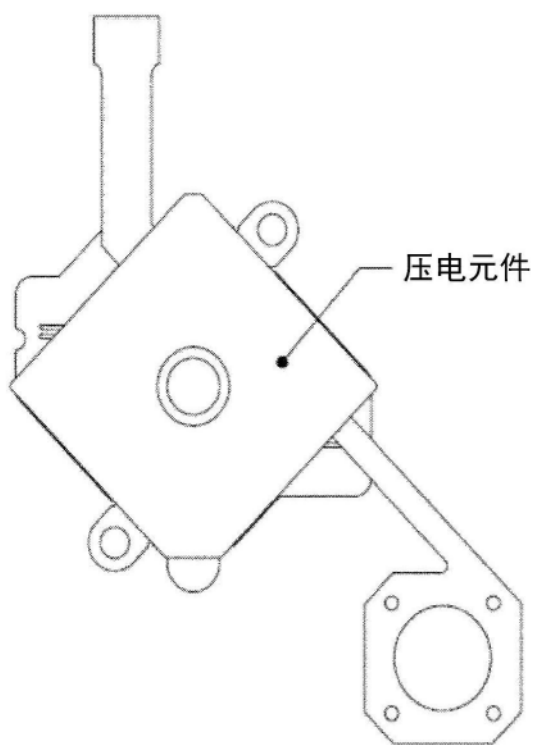


图6

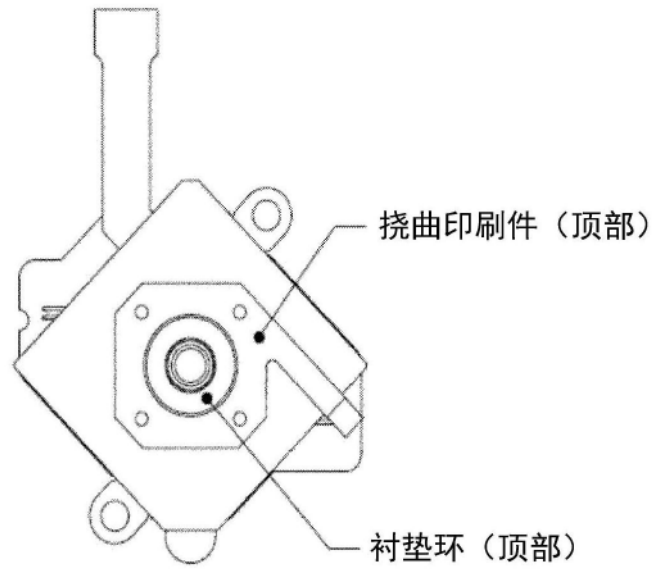


图7

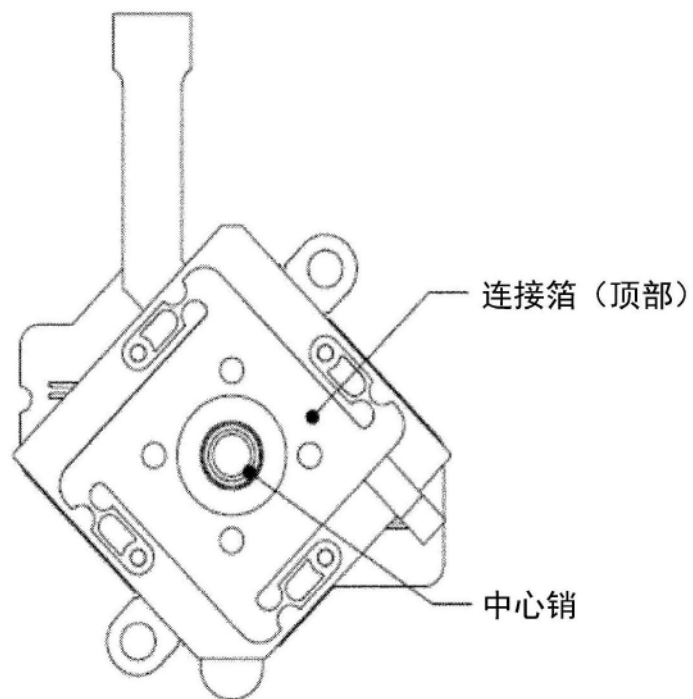


图8

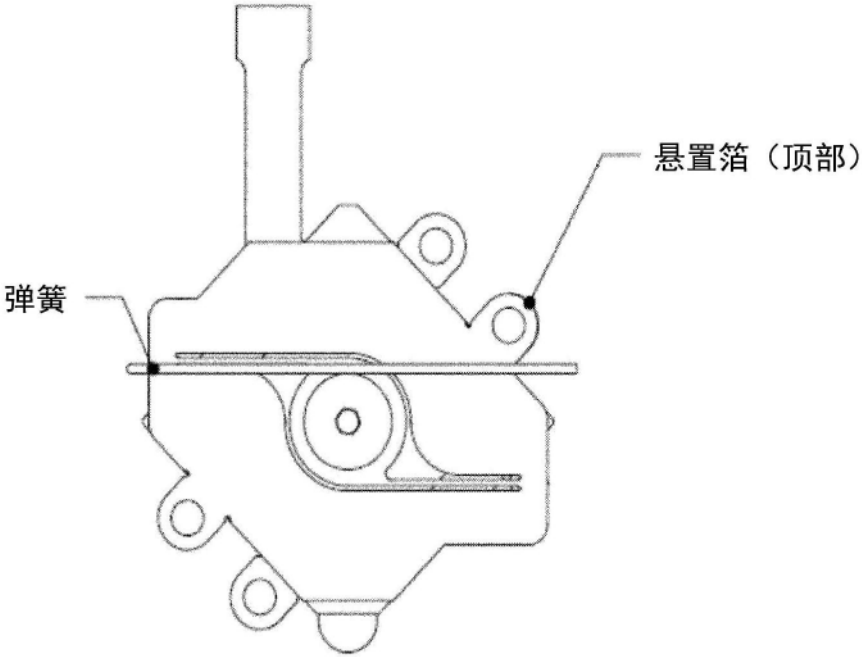


图9

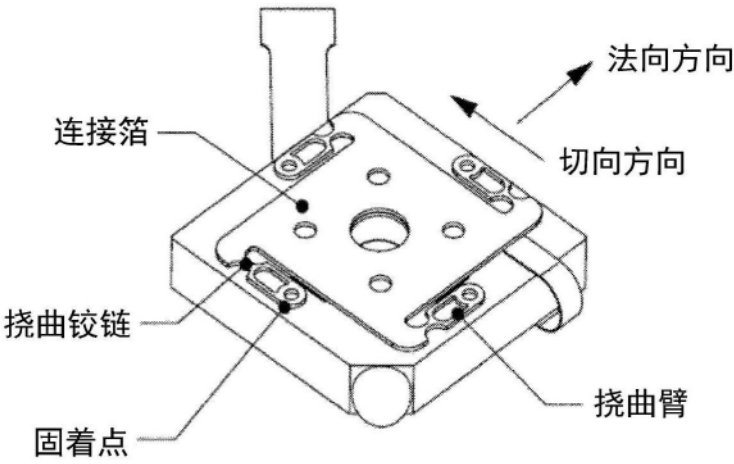


图10