(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114123850 A
(43)申请公布日 2022.03.01

(21)申请号 202111325175.6

(22)申请日 2021.11.10

(71)申请人 盐城工学院
地址 224051 江苏省盐城市希望大道中路1号

(72)发明人 卢倩 陈思睿 王成阳 王鹏举 邵立 张凯凯

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所(普通合伙) 32204
代理人 王美丽

(51)Int.Cl.
H02N 2/02(2006.01)
H02N 2/04(2006.01)

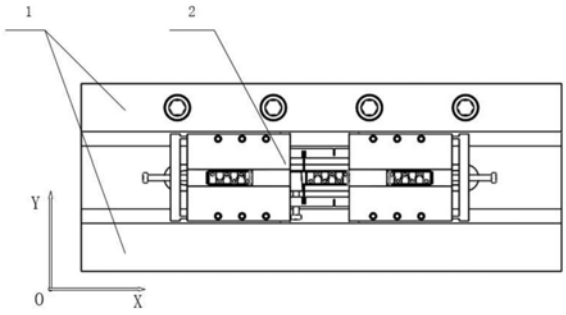
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器及其使用方法

(57)摘要

本发明公开了一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器及其使用方法,包括可调导轨和本体,所述的可调导轨内安装有本体,所述的本体包括驱动机构和多个箝位机构,所述驱动机构的两侧均与箝位机构连接,所述箝位机构包括桥式放大机构,所述桥式放大机构的上下两端分别通过第一铰链与杠杆式放大机构连接,所述杠杆式放大机构的杠杆臂末端均设有箝位足,所述的箝位足与可调导轨接触。本发明通过箝位机构中的桥式放大机构和杠杆式放大机构组成的二级位移放大机构与可调导轨内侧接触,通过可调导轨对箝位机构的挤压实现箝位功能,通过驱动机构中的压电陶瓷运动实现驱动功能,通过使用二级位移放大机构既能起到增加箝位力的效果又能减小压电作动器的总体体积。



CN 114123850 A

1.一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器,其特征在于,包括可调导轨(1)和本体(2),所述的可调导轨(1)内安装有本体(2),所述的本体(2)包括驱动机构(22)和多个箝位机构(21),所述驱动机构(22)的两侧均与箝位机构(21)连接,所述的箝位机构(21)包括桥式放大机构(215),所述桥式放大机构(215)的上下两端分别通过第一铰链与杠杆式放大机构(213)连接,所述杠杆式放大机构(213)的杠杆臂末端均设有箝位足(212),所述的箝位足(212)与可调导轨(1)接触。

2.根据权利要求1所述的一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器,其特征在于,所述桥式放大机构(215)的内侧设有凸起,凸起内部设有定位槽(216),定位槽(216)内安装有预紧螺钉(211)。

3.根据权利要求1所述的一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器,其特征在于,所述的驱动机构(22)包括铰链(221),铰链(221)的内部设有定位凸台(226),定位凸台(226)一侧连接有驱动压电陶瓷叠堆(223),驱动压电陶瓷叠堆(223)的端部与铰链(221)内壁固定,定位凸台(226)另一侧设有楔块(225),楔块(225)的另一端紧挨铰链(221)内壁,楔块(225)底部连接有螺钉(227)。

4.根据权利要求3所述的一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器,其特征在于,所述的定位凸台(226)与驱动压电陶瓷叠堆(223)之间设有第二绝缘垫片(224)。

5.根据权利要求2所述的一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器,其特征在于,所述桥式放大机构(215)的凸起与驱动机构(22)的铰链(221)的凸起之间连接有箝位压电陶瓷叠堆(218)。

6.根据权利要求5所述的一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器,其特征在于,所述的箝位压电陶瓷叠堆(218)和定位槽(216)的结合面处设有第一绝缘垫片(217)。

7.根据权利要求1所述的一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器,其特征在于,所述的杠杆式放大机构(213)的杠杆臂上连接有加强板。

8.根据权利要求1所述的一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器,其特征在于,所述的可调导轨(1)包括底座(11),底座(11)底部设有槽,用于固定本体(2)。

9.根据权利要求8所述的一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器,其特征在于,所述的底座(11)一侧安装有导轨调整侧(13)。

10.基于权利要求1～9任一项所述的一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器的使用方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)使其中一个箝位机构中的箝位压电陶瓷叠堆得电伸长,产生输出力,通过二级位移放大机构放大其位移的变化,并传递力,使得杠杆臂末端上的箝位足与可调导轨两侧面脱离,解除箝位状态;

(2)驱动压电陶瓷叠堆得电伸长并产生输出力,驱动机构在该位移和输出力的作用下沿X轴方向伸长,带动解除箝位状态的箝位机构沿X轴方向运动;

(3)步骤(1)中得电的箝位压电陶瓷叠堆断电缩短,杠杆臂在弹性张力的作用下向可调导轨两侧运动,与可调导轨两侧表面接触,实现箝位,同时,另一个箝位机构中的箝位压电陶瓷叠堆得电伸长并产生输出力,通过二级位移放大机构放大其位移的变化,并传递力,使得杠杆臂末端上的箝位足与可调导轨两侧面脱离,解除箝位状态;

(4)驱动压电陶瓷叠堆断电缩短,输出力消失,带动解除箝位状态的箝位机构沿X轴方

向运动。

一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种压电作动器及其使用方法，尤其涉及一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器及其使用方法。

背景技术

[0002] 随着半导体、航天航空、生物工程等领域的快速发展，多个领域对精度提出了更高的要求。尤其是在精密定位，微振动抑制等应用中，定位系统的精度甚至需要达到纳米级别，传统的电磁电机，由于存在零部件众多，部件之间的安装间隙以及加工误差等方面的限制，目前已经无法满足这些新的要求。上述领域迫切需要一种高精度、快速响应以及设计结构灵活的作动器。压电陶瓷作动器利用其结构简单，响应速度快，无电磁辐射和更高的精度等优点，近几年得到了快速的发展。压电作动器利用压电陶瓷的压电效应使电能与弹性应变能相互转换，从而达到沿着一个方向运动的目的。具体的表现为压电材料发生形变，通过机械机构传递形变量实现作动。

[0003] 常见的非共振型压电作动器分为直接驱动式、惯性式和尺蠖式三种压电作动器。直接驱动式利用压电陶瓷自身的输出力和输出位移进行驱动，通常具有较大的驱动力但输出位移很小。而惯性式一般具有输出力较小，定位不稳定的缺点。尺蠖式相比于前两者同时兼顾了行程与输出力，其灵活多样的设计结构，满足许多应用领域对高速、大输出力等性能的要求。

[0004] 尺蠖式压电作动器一般由于其箝位结构和驱动结构相对分离，组件较多，体积一般较大，在装配时相互作用带来变形，影响了压电作动器的运动精度。尺蠖式压电作动器为了实现大推力而通常采用主动箝位机构，使其能耗大大提高。而被动箝位式要实现断电箝位的功能，对加工精度提出了较高的要求。以上的问题制约了其精密领域的进一步发展。

[0005] 授权公开号CN 110138266 A，名称为“一种尺蠖式压电作动器”的中国专利，公开了一种尺蠖式压电作动器的结构，其由壳体、两个箝位机构和驱动机构组成，箝位机构采用的是杠杆式放大机构，使用弹性体提供预紧力，驱动机构采用桥式放大机构，该结构具有断电自锁，体积小的优点。但由于箝位部分采用的是以及杠杆式放大机构，放大倍数有限，使得作动器的输出力不是很高。且本体部分装配过程中的误差对于最终效果的有一定的影响。且箝位机构压电叠堆垂直于导轨放置，在工作时，压电叠堆会受到一定量的切向载荷，对压电叠堆的寿命会有一定的影响。

发明内容

[0006] 发明目的：本发明目的是提供一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器及其使用方法，实现箝位力的调节。

[0007] 技术方案：本发明包括可调导轨和本体，所述的可调导轨内安装有本体，所述的本体包括驱动机构和多个箝位机构，所述驱动机构的两侧均与箝位机构连接，所述的箝位机构包括桥式放大机构，所述桥式放大机构的上下两端分别通过第一铰链与杠杆式放大机构

连接，所述杠杆式放大机构的杠杆臂末端均设有箝位足，所述的箝位足与可调导轨接触。

[0008] 所述桥式放大机构的内侧设有凸起，凸起内部设有定位槽，定位槽内安装有预紧螺钉，通过预紧螺钉压紧箝位压电陶瓷叠堆。

[0009] 所述的驱动机构包括铰链，铰链的内部设有定位凸台，定位凸台一侧连接有驱动压电陶瓷叠堆，驱动压电陶瓷叠堆的端部与铰链内壁固定，定位凸台另一侧设有楔块，楔块的另一端紧挨铰链内壁，楔块底部连接有螺钉。

[0010] 所述的定位凸台与驱动压电陶瓷叠堆之间设有第二绝缘垫片。

[0011] 所述桥式放大机构的凸起与驱动机构的铰链的凸起之间连接有箝位压电陶瓷叠堆。

[0012] 所述的箝位压电陶瓷叠堆和定位槽的结合面处设有第一绝缘垫片。

[0013] 所述的杠杆式放大机构的杠杆臂上连接有加强板，保证了杠杆臂拥有足够的抗弯性能，增强刚度的同时，又能保证该位移放大机构输出足够的位移变形量，使作动器的输出力大大增加。

[0014] 所述的可调导轨包括底座，底座底部设有槽，用于固定本体。

[0015] 所述的底座一侧安装有导轨调整侧。

[0016] 一种箝位力可调的尺蠖式压电作动器的使用方法，包括以下步骤：

[0017] (1)使其中一个箝位机构中的箝位压电陶瓷叠堆得电伸长，产生输出力，通过二级位移放大机构放大其位移的变化，并传递力，使得杠杆臂末端上的箝位足与可调导轨两侧面脱离，解除箝位状态；

[0018] (2)驱动压电陶瓷叠堆得电伸长并产生输出力，驱动机构在该位移和输出力的作用下沿X轴方向伸长，带动解除箝位状态的箝位机构沿X轴方向运动；

[0019] (3)步骤(1)中得电的箝位压电陶瓷叠堆断电缩短，杠杆臂在弹性张力的作用下向可调导轨两侧运动，与可调导轨两侧表面接触，实现箝位，同时，另一个箝位机构中的箝位压电陶瓷叠堆得电伸长并产生输出力，通过二级位移放大机构放大其位移的变化，并传递力，使得杠杆臂末端上的箝位足与可调导轨两侧面脱离，解除箝位状态；

[0020] (4)驱动压电陶瓷叠堆断电缩短，输出力消失，带动解除箝位状态的箝位机构沿X轴方向运动。

[0021] 有益效果：

[0022] (1)本发明通过箝位机构中的桥式放大机构和杠杆式放大机构组成的二级位移放大机构与可调导轨内侧接触，通过可调导轨对箝位机构的挤压实现箝位功能，通过驱动机构中的压电陶瓷运动实现驱动功能，通过使用二级位移放大机构既能起到增加箝位力的效果又能减小压电作动器的总体体积，实现了小型化，减轻了总体质量；

[0023] (2)通过使用可调导轨来实现箝位，针对不同的应用场景可调节导轨两侧面之间的距离，从而达到调节箝位力的目的，可适用于多个工作场景并降低了压电作动器的加工精度要求，降低了成本；

[0024] (3)通过箝位机构中的二级放大机构与导轨内侧接触实现被动箝位的功能，避免了目前大部分压电作动器采用的主动箝位式所带来的功耗高的问题，有效降低了工作是需要的能耗；

[0025] (4)采用一体式结构设计，具有结构紧凑，体积小，避免了繁冗的装配问题等优点，

也能够实现高精度与大行程兼具。

附图说明

[0026] 图1是本发明整体结构示意图；

[0027] 图2是本发明可调导轨的结构示意图；

[0028] 图3是本发明的本体结构示意图；

[0029] 图4是本发明的箝位机构示意图；

[0030] 图5是本发明的驱动机构示意图；

[0031] 图6为本发明的桥式放大机构原理示意图；

[0032] 图7为本发明的桥式放大机构运动学模型；

[0033] 图8为本发明的箝位足与可调导轨简化示意图。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0035] 如图1至图5所示，本发明包括可调导轨1和本体2，可调导轨1内安装有本体2，如图2所示，可调导轨1包括底座11、一字槽12和导轨调整侧13，底座11形状为L型结构，底座11底部沿其长度方向设置有一字槽12，通过一字槽12固定本体2的压电作动器，防止在压电作动器运动时产生微小的抖动造成误差。底座11长度为200mm，宽度为6mm，高度为30mm，可调导轨1两个侧面在加工时均设有阶梯状结构，该结构用于箝位机构21中箝位足212的放置，在沿长度方向涂抹润滑油，降低本体2在运动时受到的摩擦力，增加输出力的大小；本实施例中阶梯结构的长度与底座11的长度一致，宽度为6mm，高度为2mm。

[0036] 导轨调整侧13上开有四个直径大于底座螺纹孔直径的通孔，通过通孔与螺纹孔之间的间隙对可调导轨1两侧的距离进行一定量的调整，在装配时，先让箝位压电陶瓷叠堆218得电，箝位足212向向内侧运动，此时将本体2放置于可调导轨1中，调整可调导轨1两侧面的距离，使得本体2能够光滑的滑动在可调导轨1上，此时为理想的初始状态。可调导轨1的材料可以使用Q345、铝7075等硬度超过365HB的金属材料，为增大箝位力，本实施例选择摩擦系数较高且硬度和屈服强度符合要求的铝7075作为加工材料。

[0037] 如图3所示，本体2为两个箝位机构21和位于两个箝位机构21之间的驱动机构22组成的连接体，其中，驱动机构22的铰链221的左右两侧均设有凸起，凸起与箝位压电陶瓷叠堆218连接，铰链221的左右两侧均与箝位机构21的直梁型柔性铰链214连接。如图4所示，箝位机构21包括桥式放大机构215，桥式放大机构215的上下两端分别通过直梁型柔性铰链214与杠杆式放大机构213连接，上下两侧的杠杆式放大机构213的端部通过柔性铰链连接在一起，杠杆式放大机构213的末端均设有箝位足212，桥式放大机构215的内侧设有凸起，凸起内部设有定位槽216，定位槽216内安装有预紧螺钉211，桥式放大机构215的凸起与铰链221的凸起之间连接有箝位压电陶瓷叠堆218，定位槽216和箝位压电陶瓷叠堆218的结合面处设有第一绝缘垫片217。

[0038] 桥式放大机构215与杠杆式放大机构213组成二级位移放大机构，该结构的二级位移放大机构整体尺寸小且放大倍数大，大大减少了由加工误差引起的一系列问题，可以适应工作空间较小的环境。杠杆式放大机构213的杠杆臂上可以通过螺钉连接薄板，起到类似

加强筋的作用，保证了杠杆臂拥有足够的抗弯性能，增强刚度的同时，又能保证该位移放大机构输出足够的位移变形量，使作动器的输出力大大增加。

[0039] 本实施例中本体2的长度为124.2mm，宽度为38mm，高度为6mm，材料选用65Mn弹簧钢，本体2采用一体化设计加工，消除了装配误差。在箝位压电陶瓷叠堆218断电时，杠杆臂自带有向可调导轨1两侧面运动的张力，此时本体2能够承载一定的负载，实现本体2被动箝位的效果，从而降低压电作动器工作时需要的能耗。

[0040] 如图8所示，首先，将箝位足与导轨分别看成弹性为K1，K2的两个弹簧，L为压缩量，此时，可以求得箝位足的变形量为：$\frac{K1}{K1+K2}*L$，导轨的变形量为：$\frac{K2}{K1+K2}*L$。

[0041] 继而可以求得箝位力为：$F1=\frac{K1}{K1+K2}*L*K2=\frac{K1*K2}{K1+K2}*L$

[0042] 电机的输出推力由箝位足与导轨之间的预压力和箝位足与导轨之间的摩擦系数μ的乘积决定，此外还要克服电机底部与导轨的摩擦力f，所以可以得到电机的输出力为：

[0043] $$F2=\mu*F1-f=\mu*\frac{K1*K2}{K1+K2}*L-f$$

[0044] 由上式可得，可知增大箝位足与导轨之间的摩擦系数以及增大箝位机构箝位足的最大变形量L能够增大电机输出力。本发明箝位部分采用二级位移放大机构的设计，大大提高了箝位足的放大倍数。此外，箝位足的刚度对箝位力的大小也有一定的影响，可以通过改变柔性铰链尺寸或调整杠杆臂长度来增加刚度，但这会对其放大倍数造成影响，故本发明在箝位机构的杠杆臂上各安装一块薄板，此时杠杆臂会变成一个直角，类似于加强筋结构，大大增强了杠杆臂的刚度，增大了杠杆臂的抗弯系数。通过提高箝位足的位移量和增大杠杆臂的抗弯特性以及刚度提高了作动器的输出力。

[0045] 如图5所示，驱动机构22包括铰链221，铰链221的内部设有定位凸台226，定位凸台226的上下两侧通过梁222与铰链221连接，定位凸台226一侧连接有驱动压电陶瓷叠堆223，驱动压电陶瓷叠堆223的端部与铰链221内壁固定，定位凸台226与驱动压电陶瓷叠堆223之间设有第二绝缘垫片224，定位凸台226另一侧设有楔块225，楔块225的另一端紧挨铰链221内壁，楔块225底部连接有螺钉227，通过螺钉227推动楔块225运动压紧驱动压电陶瓷叠堆223，起到提供预紧力的作用，并选用合适的楔块角度，从而使楔块225达到自锁的目的。

[0046] 本发明的使用方法包括：

[0047] (1)使其中一个箝位机构21中的箝位压电陶瓷叠堆218得电伸长，产生输出力，通过二级位移放大机构放大其位移的变化，并传递力，使得杠杆臂末端上的箝位足212与可调导轨1两侧面脱离，解除箝位状态；

[0048] (2)驱动压电陶瓷叠堆223得电伸长并产生输出力，驱动机构22在该位移和输出力的作用下沿X轴方向伸长，带动解除箝位状态的箝位机构21沿X轴方向运动一个微位移；

[0049] (3)步骤(1)中得电的箝位压电陶瓷叠堆218断电缩短，输出力消失，杠杆臂在弹性张力的作用下向可调导轨1两侧运动，与可调导轨1两侧表面接触，实现箝位，同时，另一个箝位机构21中的箝位压电陶瓷叠堆218得电伸长并产生输出力，通过二级位移放大机构放大其位移的变化，并传递力，使得杠杆臂末端上的箝位足212与可调导轨1两侧面脱离，解除箝位状态；

[0050] (4)驱动压电陶瓷叠堆223断电缩短，输出力消失，带动解除箝位状态的箝位机构

21沿X轴方向运动一个微位移。

[0051] 如图6所示为桥式放大机构原理示意图，将柔性铰链简化为圆形支点，将桥式放大机构简化为图7所示。由于其结构对称，故只需要对其中一部分进行运动学分析，图7显示了简化后的AB段的运动学模型。通过运用运动学理论推导出桥式放大机构的位移放大率。VB为机构竖直方向的运动速度，VA为机构水平方向的运动速度，A，B两点的速度为：

[0052] $$\begin{cases} v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ v_B = \frac{\Delta y}{\Delta t} \end{cases} \quad (1)$$

[0053] 故机构的放大倍数R为：

[0054] $$R = \frac{\partial y}{\partial x} = \frac{\Delta y/\Delta t}{\Delta x/\Delta t} = \frac{v_A}{v_B} \quad (2)$$

[0055] A，B两点的速度瞬心为点O，刚体c的瞬时旋转速度为ω，故A，B两点的瞬时速度可表示为：

[0056] $$\begin{cases} v_A = \omega \times l_x \\ v_B = \omega \times l_y \end{cases} \quad (3)$$

[0057] α为AB段与水平方向的夹角度数，将式(3)带入式(2)可得桥式放大机构的放大倍数R1为：

[0058] $$R1 = \frac{\omega \times l_y}{\omega \times l_x} = \frac{l_y}{l_x} = \cot\alpha \quad (4)$$

[0059] 本发明通过位移二级放大的原理，将柔性铰链作为传动机构，完成实现箝位和解除箝位的运动，较大的位移量确保了较大的输出力。通过一体式设计，将不必考虑箝位机构和中间驱动机构的装配问题，保证了定位精度，同时降低了加工精度的要求。压电叠堆水平于导轨放置使其在工作中不会受到剪切力的影响，大大延长其使用寿命。在装配中，通过调整一侧的螺钉来调整导轨之间的间隙，给压电作动器的箝位足可调整的预压力，使其达到断电自锁，得电解除箝位的效果，降低了工作功耗。

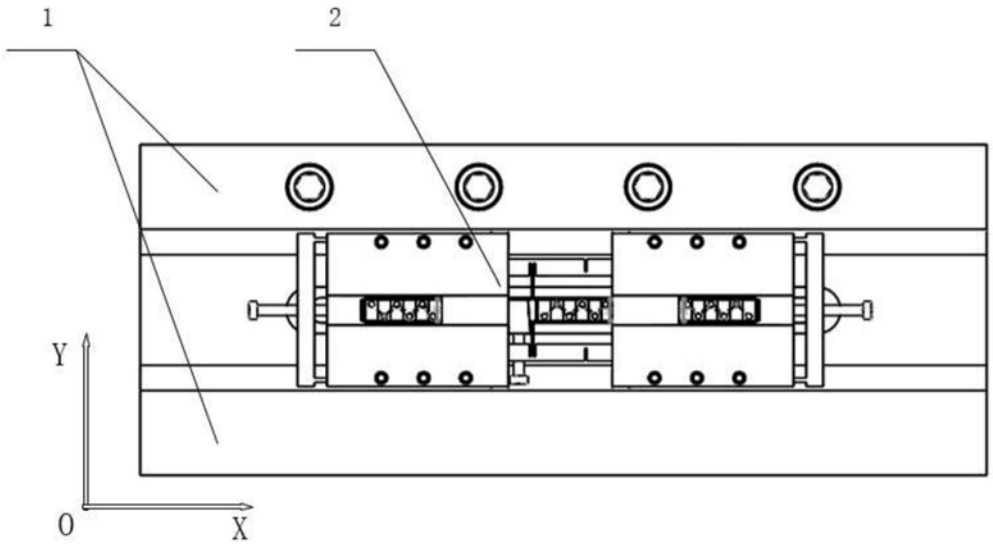


图1

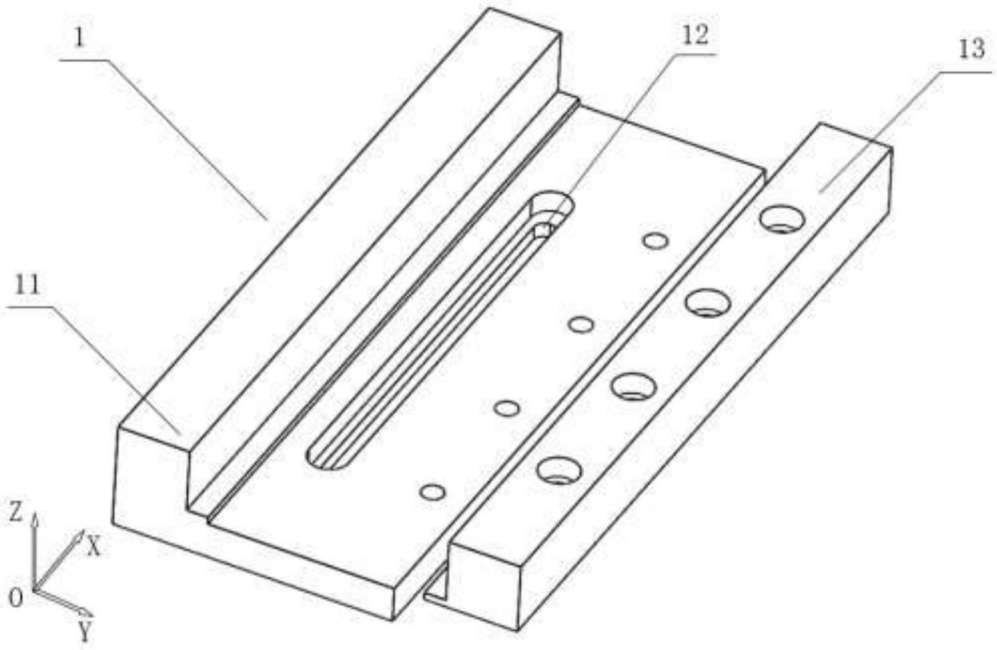


图2

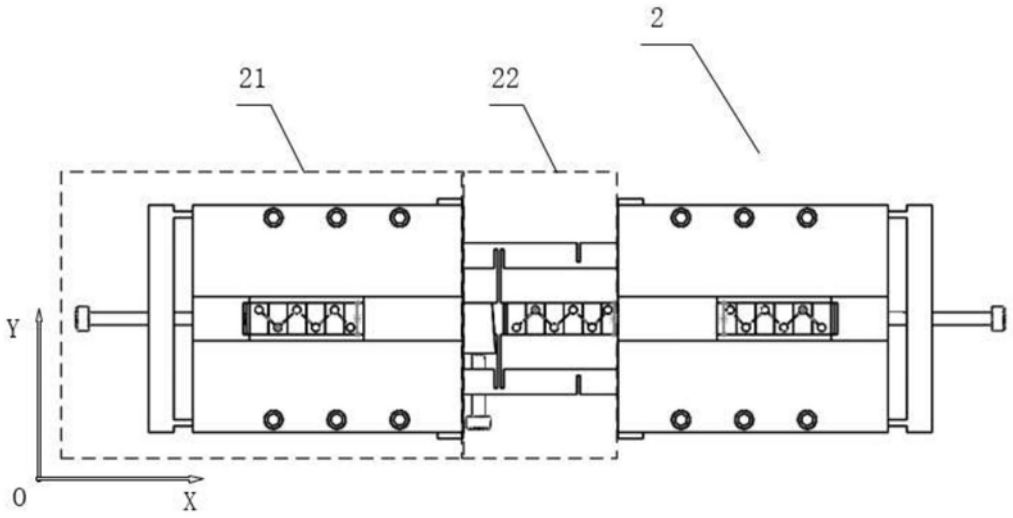


图3

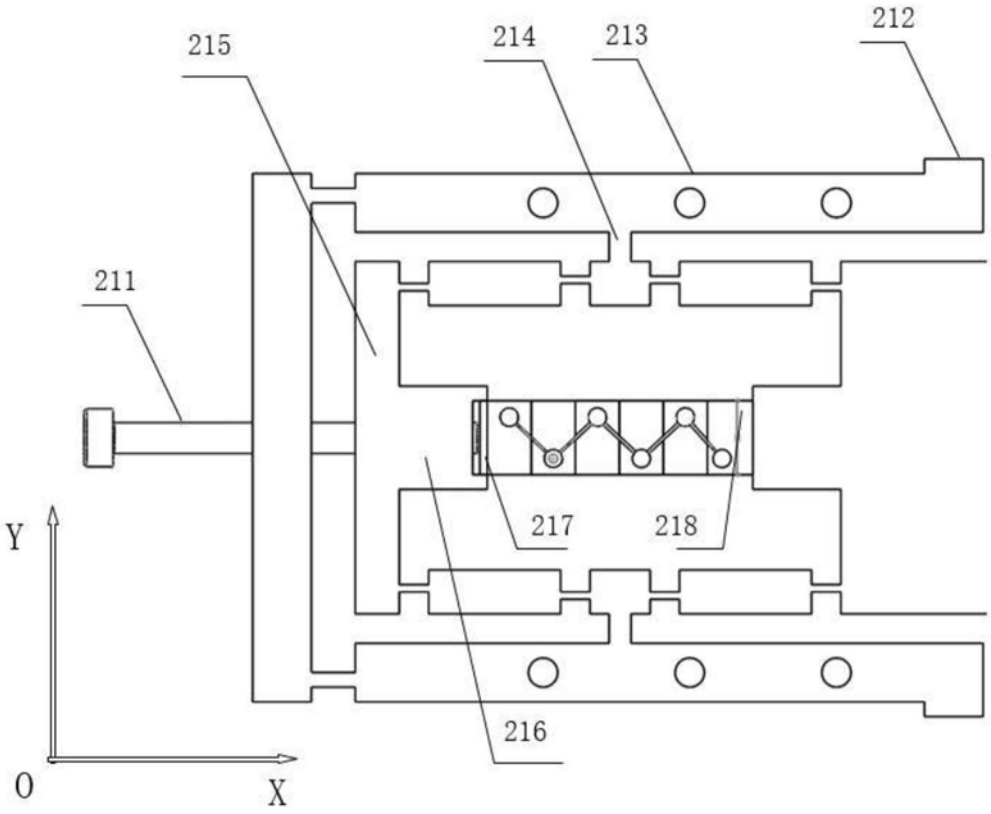


图4

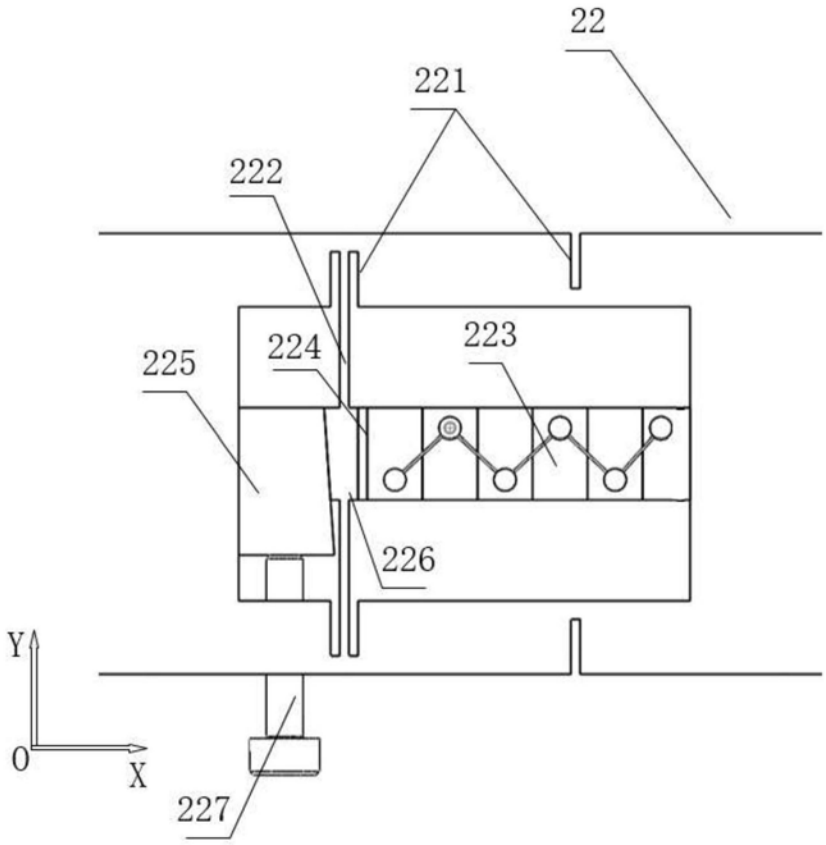


图5

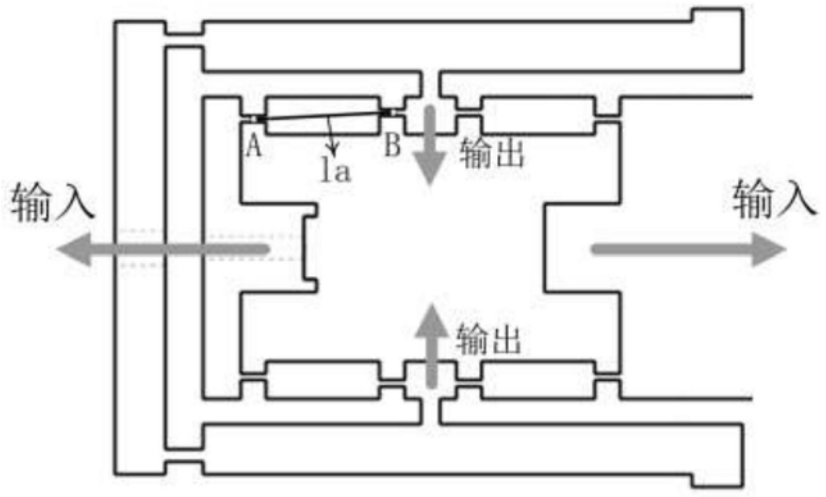


图6

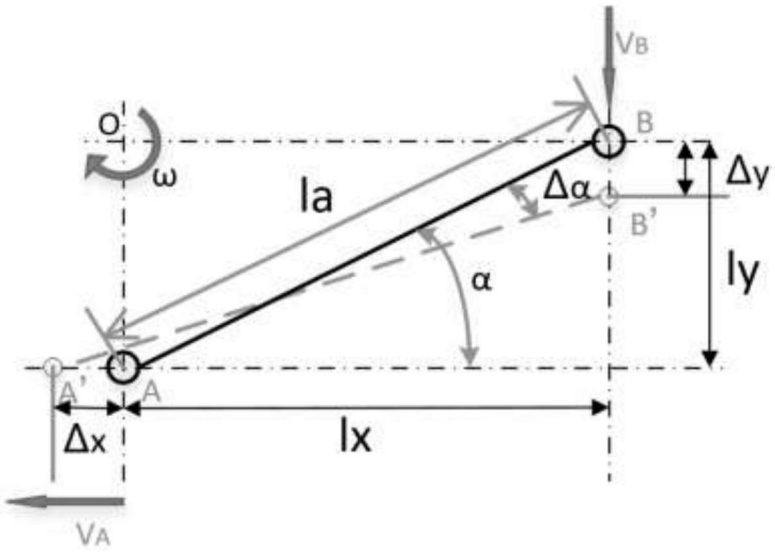

VB
O'
ω
B
la
Δα
Δy
B'
α
ly
A'
A
Δx
lx
VA

图7

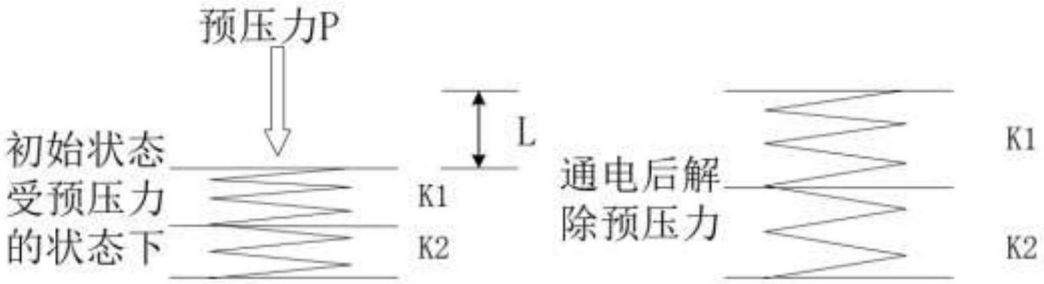

预压力P
初始状态
受预压力
的状态下
L
K1
K2
通电后解
除预压力
K1
K2

图8