

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102136811 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 03

(21) 申请号 201110058690. 2

(22) 申请日 2011. 03. 11

(73) 专利权人 南京航空航天大学  
地址 210016 江苏省南京市御道街 29 号

(72) 发明人 黄卫清 潘雷 王寅

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 许方

(51) Int. Cl.  
H02N 2/06 (2006. 01)

审查员 薛飞

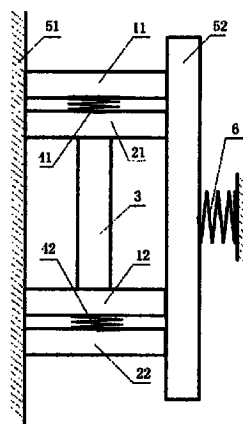
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

多足箱位式压电电机

(57) 摘要

本发明公布了一种多足箱位式压电电机,所述电机由上至下依次设置第一箱位单元、第一随动弹簧、第二箱位单元、驱动单元、第三箱位单元、第二随动弹簧和第四箱位单元,其中四个箱位单元被由预压导轨和预压弹簧组成的预压机构压紧于固定导轨上,四个箱位单元输出垂直于固定导轨方向的位移,驱动单元输出平行于固定导轨方向的位移。本发明的一个导轨改为活动导轨使之能够在预压弹簧的作用下保持电机的自锁状态,因此,该电机在功能上除具有一般压电步进精密驱动器的特点外,还具有自锁功能,且降低了对电机的加工精度和装配精度的要求,同时增加了运行的平稳性。



1. 一种多足箝位式压电电机,其特征在于:所述电机由上至下依次设置第一箝位单元(11)、第一随动弹簧(41)、第二箝位单元(21)、驱动单元(3)、第三箝位单元(12)、第二随动弹簧(42)和第四箝位单元(22),其中四个箝位单元(11、21、12、22)被由预压导轨(52)和预压弹簧(6)组成的预压机构压紧于固定导轨(51)上,四个箝位单元(11、21、12、22)输出垂直于固定导轨(51)方向的位移,驱动单元(3)输出平行于固定导轨(51)方向的位移,第二、第三箝位单元(21、12)与驱动单元(3)固定连接成一个整体;第一、第四箝位单元(11、22)通过随动弹簧(41,42)分别与第二、第三箝位单元(21、12)连接;其中:第一、第三箝位单元(11、12)沿导轨方向移动时,第二、第四箝位单元(21、22)保持推开导轨状态;第二、第四箝位单元(21、22)沿导轨方向移动时,第一、第三箝位单元(11、12)保持推开导轨状态。

2. 根据权利要求1所述的多足箝位式压电电机,其特征在于:固定导轨(51)和预压导轨(52)由预压弹簧(6)预紧,始终保持与箝位单元接触,使电机具有自锁功能。

## 多足箱位式压电电机

### 技术领域

[0001] 本发明是一种多足箱位式压电电机,属于压电精密致动电机的技术领域。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着微/纳米技术的高速发展,众多工程和技术领域的研究都迫切的需要亚微米级、微/纳米级的超精密驱动。传统的步进电机功率—重量比低,而且电机高速运转后需要减速装置变速,致使传动系统复杂,结构累赘。随着科学技术的发展,人们研制出各种功能材料,其中,压电陶瓷(PZT)以其相对优越的性能使得压电精密作动器的研究得到了广泛关注,并在许多领域得到了应用。

[0003] 压电精密作动器主要分为两类:超声电机和蠕动式精密驱动器。超声电机是利用压电陶瓷的逆压电效应激发弹性体的共振,并将弹性体的微变形通过摩擦耦合转换成转子或动子的宏观运动。由于引入了共振,从而使超声电机的性能受环境影响较大,输出不稳定,而且其输出性能随频率的影响很大,不能进行频率控制。

[0004] 蠕动式精密驱动器采用的是一种仿生型的工作原理,利用“箱位—驱动—箱位”的方式运动,类似于生物体的步行运动。蠕动式精密驱动器避免了由共振所引起的输出性能的强烈非线性,其工作状态受环境影响较小,此外,它具有更高的位移分辨率。

### 发明内容

[0005] 本发明目的是针对现有技术存在的缺陷提供一种稳定性好、输出力大、效率高、寿命长、分辨率高、加工要求相对较低,具有自锁功能,应用范围更广的多足箱位式压电电机。

[0006] 本发明为实现上述目的,采用如下技术方案:

[0007] 本发明多足箱位式压电电机,所述电机由上至下依次设置第一箱位单元、第一随动弹簧、第二箱位单元、驱动单元、第三箱位单元、第二随动弹簧和第四箱位单元,其中四个箱位单元被由预压导轨和预压弹簧组成的预压机构压紧于固定导轨上,四个箱位单元输出垂直于固定导轨方向的位移,驱动单元输出平行于固定导轨方向的位移,第二、第三箱位单元与驱动单元固定连接成一个整体;第一、第四箱位单元通过随动弹簧分别与第二、第三箱位单元连接。

[0008] 优选地,固定导轨和预压导轨由预压弹簧预紧,始终保持与箱位单元接触,使电机具有自锁功能。

[0009] 优选地,第一、第三箱位单元沿导轨方向移动时,第二、第四箱位单元保持推开导轨状态;第二、第四箱位单元沿导轨方向移动时,第一、第三箱位单元保持推开导轨状态。

[0010] 本发明多足箱位式压电电机具有同种类型电机的特点外,在两端安装了辅助箱位机构,目的在于解决导轨加工和装配误差引起的导轨不平行和导轨面的局部不平等引起的电机卡死,或行走不畅。传统的压电步进式精密驱动器利用“箱位—驱动—箱位”的方式运动,但是这种传统的精密直线驱动器对加工和装配的要求非常高,装配误差大概在 IT3,在装配过程中,导轨两端的距离肯定是有误差的,当导轨的这种不平行度大到致使导轨距离

变化 $\Delta L$ 大于动子和导轨的间隙,动子就会出现卡住,或行走不畅,因为叠层压电堆在导轨内伸长有限的,只有几个微米,所以间隙是必须小于叠层压电堆的伸长量,要保证这么小的安装间隙很困难;同时导轨的加工误差也会导致导轨表面不平,即表面有起伏或凸起,当这种起伏大于叠层压电堆的伸缩量时,也会导致电机卡住,所以传统的步进式精密驱动器要求导轨的平面度要求非常高,这是很难加工的。综上所述,传统的压电步进式精密驱动器的加工、装配要求较高,而且调试也比较困难,运行平稳性差。而改进后的多足箝位式压电电机,对以上状况均有所改进。

### 附图说明

[0011] 图 1 多足箝位式压电电机结构原理图。

[0012] 图 2 电机驱动所用的电源信号时序,并对电机的运行过程中不同状态标定了时刻。

[0013] 图 3 为了方便表达电机的运行过程,把电机顺时针旋转了 90 度,图中 a 是电机的未加电状态, b 是电机 t1 时刻电机状态, c 是电机是 t2 时刻状态, d 是电机 t3 时刻状态, e 是电机 t4 时刻状态, f 是电机 t5 时刻状态, g 是电机 t6 时刻状态, h 是电机下一周期对应的 t1 时刻状态。图中涂黑的单元为加电状态;未涂黑的为未加电状态。

### 具体实施方式

[0014] 本发明的多足箝位式压电电机,包括箝位单元 11、21、12、22、驱动单元 3,随动弹簧 41,42,固定导轨 51,预压导轨 52 和预压弹簧 6,其特点是具有四个箝位机构,其中两个箝位单元是辅助作用。这两个辅助箝位单元 11、22 分别位于动子的上端和下端。下面以直线动子在导轨内向上运动为例,介绍该驱动器的运动原理:初始时动子处于被预压导轨压紧状态→第一箝位单元 11 和第三箝位单元 12 伸长→推开移动导轨,同时第二箝位单元 21 和第四箝位单元 22 脱离接触导轨→驱动单元 3 推动第二箝位单元 21 向上移动一个微位移  $\delta$  →第二箝位单元 21 和第四箝位单元 22 伸长→第一箝位单元 11 和第三箝位单元 12 回缩、脱离导轨→箝位单元 3 回缩带动第三箝位单元 12 向上移动一个微位移  $\delta$  →第一箝位单元 11 和第三箝位单元 12 伸长→……如此循环,这样每一个循环向上移动一步  $\delta$ 。这样动子就可以一步一步向右沿导轨行走。从电机的运行过程来看,始终有两个以上箝位单元接触导轨,在电机不通电时,四个箝位单元同时接触导轨,并都有一定的压力,所以电机具有自锁功能。

[0015] 多足箝位式压电电机,其特点:动子是由四个箝位单元和一个驱动单元组成,每个箝位单元都有一个箝位体、一组叠堆、一个调节块,两个调整块,每个箝位体上都有柔性铰链结构,使得箝位体的悬臂部分可以微角度的转动,并有 V 形槽和两个螺纹孔,分别用于调整块的定位和连接板连接。动子共用了 5 组叠层压电堆,其中在驱动单元内部的叠堆,是纵向(图 1 电机放置状态)伸缩,其余叠堆在箝位单元内部,是横向伸缩。一般叠层压电堆直接输出的位移非常小,是微 / 纳米级,所以箝位单元中都采用了位移放大结构,利用箝位体悬臂部分的杠杆的作用,让叠层压电堆的变形得到了放大,从而使得电机箝位单元的驱动足部分能够比较理想的实现推开导轨和脱离导轨的交替进行。由于叠层压电堆只能承受轴向的压缩,不能承受弯转等载荷,于是在叠堆的两端和放大结构接触的地方使用了调整块,减

小了叠堆承受的弯矩。叠堆的预紧力是由弹性的放大结构的回复力和移动导轨对放大结构的预压力共同施加。驱动机构没有采用放大结构,叠堆直接输出位移即可,叠堆的预紧是使用楔块预紧。第一箝位单元 11、第四箝位单元 22 和第二箝位单元 12、第三箝位单元 21 通过连接板螺栓连接。连接板之间有弹性元件,使得第一箝位单元 11 和第二箝位单元 12、第三箝位单元 21 和第四箝位单元 22 可以有微小的相对移动。

[0016] 在相应的叠层压电堆上施加有一定时序关系的矩形信号,如图 2。箝位单元 11、箝位单元 22、驱动单元 3、箝位单元 21、箝位单元 22 对应图 2 中信号 1、信号 2、信号 3、信号 4、信号 5,图中给出了两个周期的信号,  $t_0$  到  $T$  是信号的一个周期,图 3 所示是图 2 中标定的时刻对应的电机状态。信号经过放大后可激励叠层压电堆的伸缩,从而使得箝位单元和驱动单元以一定的时序差运动,从而形成动子沿导轨方向的伸缩行走。图中 c、d 右侧弹簧处于受压状态,当箝位单元 11 失电时,随动弹簧推动箝位单元 11 向右移动;图中 f、g 左侧弹簧为受拉状态,当箝位单元 22 失电时,随动弹簧拉动箝位单元 22 向右移动。

[0017] 结构设计原则:1、箝位单元 11 和箝位单元 21、箝位单元 12 和箝位单元 22 距离较小。2、当导轨的粗糙度为  $R_z$ ,箝位单元与导轨接触部分的粗糙度也为  $R_z$  时,箝位单元和导轨的间隙达到  $2R_z$  才能保证箝位单元和导轨脱离。3、随动弹簧 41 和随动弹簧 42 在变形量为(电机单步步长)时,所产生的力应大于辅助箝位单元的最大静摩擦力,且小于驱动单元对随动弹簧的最大驱动力。

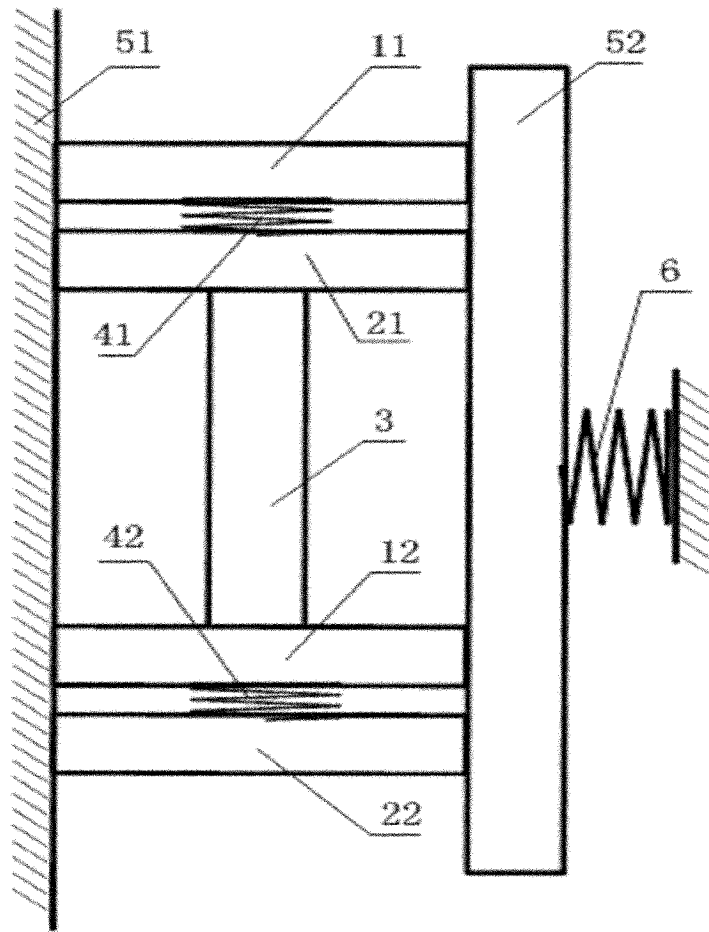


图 1

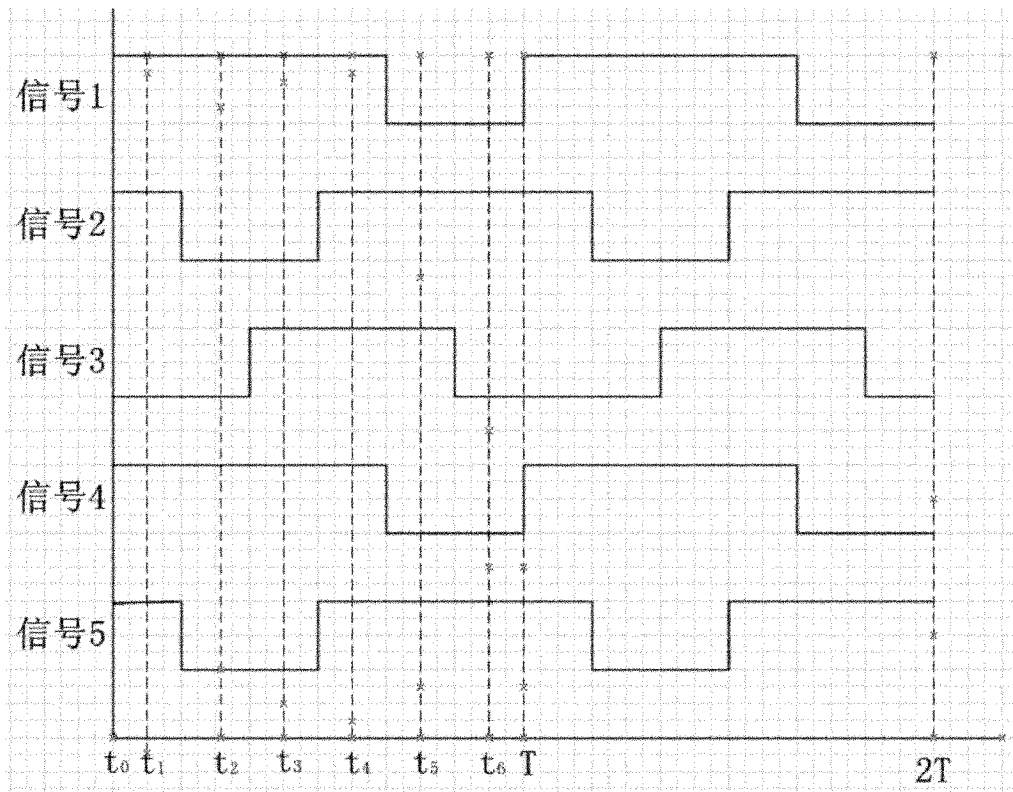


图 2

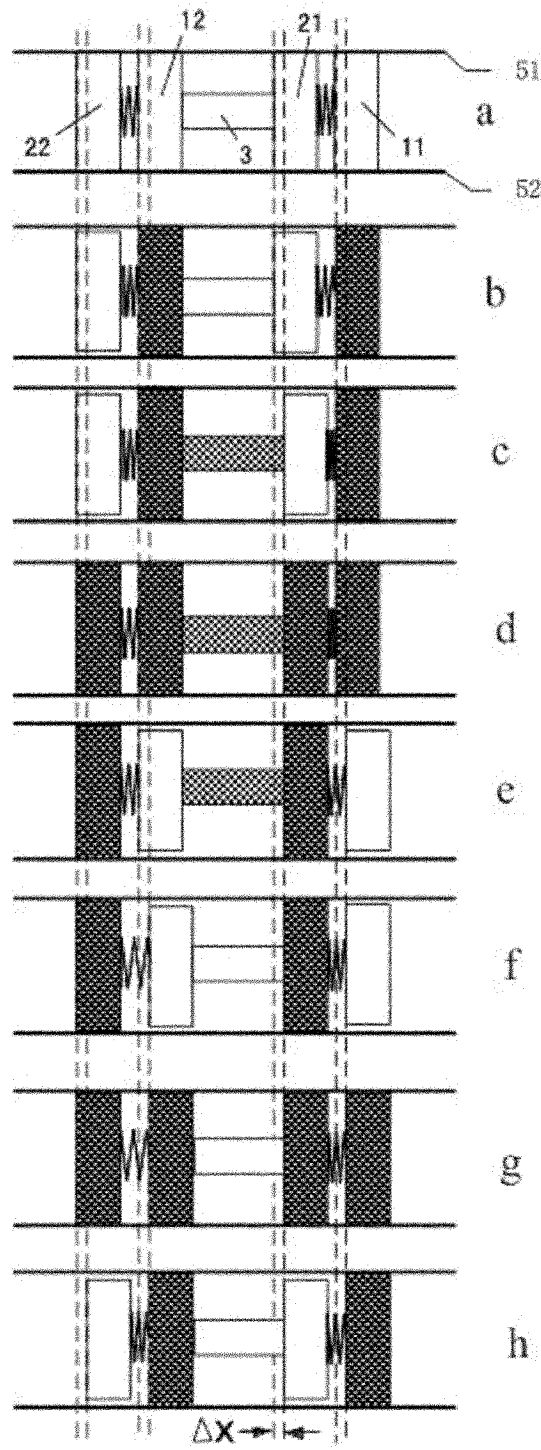


图 3