(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104808309 B
(45)授权公告日 2017.10.20

(21)申请号 201510179224.8

(22)申请日 2015.04.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104808309 A

(43)申请公布日 2015.07.29

(73)专利权人 中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所
地址 210042 江苏省南京市板仓街188号

(72)发明人 牛冬生 叶宇

(74)专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230
代理人 栗仲平

(51)Int.Cl.
G02B 7/185(2006.01)
H02N 11/00(2006.01)

审查员 张凯华

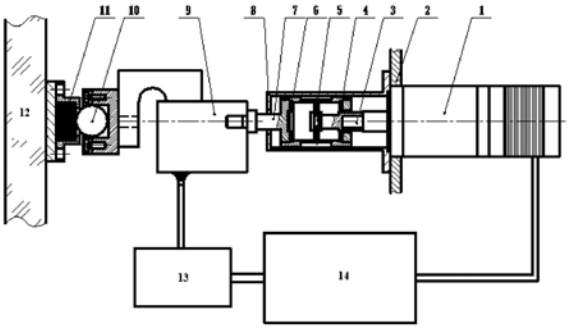
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

用于天文望远镜镜面主动支撑的机电永磁式力促动器

(57)摘要

用于天文望远镜镜面主动支撑的机电永磁式力促动器，力促动器的一端通过力传感器与镜面相连，另一端固定于镜室，特征是力输出端设在力促动器输出轴上；在力促动器输出轴与直线电机的轴上共固定有三个同轴的、开有中孔的强磁永磁体I、II、III；三个强磁永磁体中相邻的两个强磁永磁体间同极相向而置；力传感器输出信号反馈至控制系统，控制系统根据力的反馈值控制直线电机输出轴的伸出及缩回，从而改变中间永磁体与两侧永磁体间的相对位置，实现力方向及大小的精确输出。本发明实现力的输出、断电后自锁，能保证输出力的准确性，同时有效降低能耗。输出力的精度达到全量程的0.05%。并有效提高力促动器的响应频率。



CN 104808309 B

1．一种用于天文望远镜镜面主动支撑的机电永磁式力促动器，该力促动器的一端通过力传感器与被支撑镜面相连，另一端固定于镜室，其特征在于：所述力促动器的力输出端设在该力促动器输出轴上；在该力促动器输出轴与直线电机的轴上，共固定有三个同轴的、开有中孔的强磁永磁体I、II、III；所述的三个同轴的、开有中孔的强磁永磁体I、II、III中，相邻的两个强磁永磁体间同极相向而置；力传感器输出信号反馈至控制系统，控制系统根据力的反馈值控制直线电机轴的伸出及缩回，从而改变中间永磁体与两侧永磁体间的相对位置，实现力方向及大小的精确输出；

所述“开有中孔的强磁永磁体I、II、III”，采用圆环形强磁永磁体I、II、III；

所述“在该力促动器输出轴与直线电机的轴上，共固定有三个同轴的、开有中孔的强磁永磁体I、II、III”；采用以下固定形式：该力促动器输出轴上固定有两个开有中孔的强磁永磁体I、III，该两永磁体I、III的中间设有第三个开有中孔的强磁永磁体II，该强磁永磁体II固定于直线电机的轴上；

或者采用以下固定形式：直线电机驱动轴上固定有两个同轴、开有中孔的强磁永磁体，这两个永磁体之间的力促动器输出轴上固定有一个开有中孔的永磁体，且与其余两永磁体同轴。

2.根据权利要求1所述的用于天文望远镜镜面主动支撑的机电永磁式力促动器，其特征在于：

所述强磁永磁体I 与强磁永磁体II 相互作用磁场力为斥力，强磁永磁体II 与强磁永磁体III 间的相互作用的磁场力亦为斥力。

用于天文望远镜镜面主动支撑的机电永磁式力促动器

技术领域

[0001] 本发明是一种精确的力输出装置，具体涉及一种机电永磁式力促动器。主要应用于天文望远镜镜面主动支撑系统中。对大口径薄镜面或轻量化镜面进行轴向支撑，当需要对镜面面形进行主动校正时，通过调整机电永磁式力促动器输出力的大小得以实现。该机电永磁力促动器亦可用于对输出力精度要求较高其它场合。

背景技术

[0002] 主动光学技术主要是对望远镜镜面在制造、安装、重力场、以及温度梯度等引起的镜面面形误差进行校正。近二十年来，主动光学技术已经广泛应用于地面望远镜。主动光学镜面支撑系统是目前大口径望远镜设计的关键技术之一。而力促动器作为主动光学支撑系统设计的最重要部件，一直以来都是研究的重点之一。目前国内外对于天文望远镜主动光学研究采用的力促动器主要四种形式：电动机械式、液压式、气动及压电式力促动器。电动机械式力促动器业已成功应用于我国的LAMOST望远镜，其结构主要由步进电机与滚珠丝杆的组合实现线性位移，通过压缩弹簧结构实现力的精确输出，其机械结构较复杂，受机械惯性和驱动电机的影响，工作频率一般很难达到1Hz以上。压电式的力促动器主要是利用某些电介质的逆压电效应，即在电介质极化方向上施加电场，这些电介质会发生变形，电场去掉后，电介质的变形随之消失，或称为电致伸缩现象，虽具有精度高、频率高的优点，但是难以克服低行程及断电时无输出力的缺点。而近年来，气动式和电磁式力促动器也在积极的研究过程之中，气动式力促动器虽然具有响应频率高、精度高、能耗低，行程大等优点，但是气动式力促动器同样存在断电时对镜面的作用力为零。而采用电磁式力促动器，各方面的性能均能满足技术指标要求，且单个促动器的功率并不高，但是，由于主动光学用促动器的数目较多，由于电磁式力促动器断电不能自锁，因此，需要持续的供电，这就必然会增加促动器的功耗。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种用于天文望远镜镜面主动支撑的机电永磁式力促动器。为提高力促动器输出力的响应频率，并尽可能的降低促动器的能耗和重量、提高力促动器的行程。同时克服压电式、气动式及电磁式力促动器在南极或空间环境等极端条件下应用受到限制的缺点。本发明提出一种机电永磁式力促动器方案。可以实现力促动器响应频率高，行程大，控制精度高等特点，同时，当机电永磁式力促动器断电时，其结构能自锁确保输出力大小不变，这样就大大降低了力促动器能耗，此形式的力促动器方案对环境的要求极低。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：一种用于天文望远镜镜面主动支撑的机电永磁式力促动器，该力促动器的一端通过力传感器与被支撑镜面相连，另一端固定于镜室，其特征在于：所述力促动器的力输出端设在该力促动器输出轴上；在该力促动器输出轴与直线电机的轴上，共固定有三个同轴的、开有中孔的强磁永磁体I、II、III；所述的

三个同轴的、开有中孔的强磁永磁体I、II、III中，相邻的两个强磁永磁体间同极相向而置；力传感器输出信号反馈至控制系统，控制系统根据力的反馈值控制直线电机输出轴的伸出及缩回，从而改变中间永磁体与两侧永磁体间的相对位置，实现力方向及大小的精确输出。

[0005] 申请人建议：所述“开有中孔的强磁永磁体I、II、III”，可以采用圆环形强磁永磁体I、II、III。若采用其余形状（如方形带孔等类似形式）强磁永磁体所组成的结构亦属于本权利要求的范畴。

[0006] 所述“在该力促动器输出轴与直线电机的轴上共固定有三个同轴的、开有中孔的强磁永磁体I、II、III”；可以采用以下几种固定形式之一：

[0007] ⑴. 该力促动器输出轴上固定有两个同轴的、开有中孔的强磁永磁体I、III，该两永磁体I、III的中间设有第三个与之同轴的、开有中孔的强磁永磁体II，该强磁永磁体II固定于直线电机的轴上；

[0008] ⑵. 直线电机驱动轴上固定两个同轴的开有中孔的强磁永磁体，位于这两个永磁体之间的促动输出轴上，固定有另一个开有中孔的永磁体，亦与前两个永磁体同轴；

[0009] ⑶. 若采用很多个（例如四个以上）同轴的、开有中孔的永磁体，相邻两永磁体间采用同极相向而置的方式所组成的结构亦属于本权利要求的范畴。

[0010] 本发明天文望远镜镜面主动支撑用机电永磁式力促动器方案有以下优化：

[0011] 所述强磁永磁体I 与强磁永磁体II 相互作用磁场力为斥力，强磁永磁体II 与强磁永磁体III 间的相互作用的磁场力亦为斥力。

[0012] 本发明天文望远镜镜面主动支撑用机电永磁式力促动器方案有以下技术关键：

[0013] 1、所述的镜面主动支撑采用的力促动器为“机电永磁式”，即该力促动器输出轴上固定有两个圆环形强磁永磁体，此两强磁永磁体中间设有第三个强磁永磁体，中间位置强磁永磁体固定于直线电机轴上，通过驱动中间永磁体的直线运动，实现力促动器力的输出。

[0014] 2、所述的力促动器采用了一个直线电机，从而将普通电机的旋转运动转化成电机轴的直线运动，驱动中间永磁体的平移运动，调整中间永磁体与其他两个永磁体的相对位置，改变输出力的大小和方向。

[0015] 3、所述的力促动器提供输出力部分共设置有三个强磁永磁体，该机电永磁式力促动器输出力为永磁体间的相互作用的磁场力。利用相邻两永磁体间作用力大小与两者间距离成非线性反比关系，可以有效提高力促动器的响应频率。

[0016] 本发明的特点是：

[0017] 所述的镜面主动支撑采用的力促动器为机电永磁式；

[0018] 所述的力促动器通过改变强磁永磁体间距离，实现力的输出；

[0019] 所述的力促动器通过选用强磁永磁体，可以保证在同等几何尺寸的基础上实现更大的输出力；

[0020] 所述的力促动器利用了强磁永磁体间的磁场力与距离成非线性反比的关系，有效提高力促动器的响应频率；

[0021] 所述的机电永磁式力促动器采用三个圆环形强磁永磁体，相邻两永磁体间同极相向而置，且三个圆环形强磁永磁体位于同一轴线上。

[0022] 换言之，本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：充分利用强磁永磁体之间

的相互作用力，实现力促动器输出推力或拉力。该机电永磁式力促动器其主要零部件为：圆环形强磁永磁体、力传感器、信号放大器、直线电机、控制系统等。利用直线电机驱动一强磁永磁体的直线运动，从而改变该永磁体与其它两永磁体间的相对位置，通过三强磁永磁体间相互作用的磁场力，实现力促动器输出力的来源。控制直线电机轴的轴向位移方向（相对输出力为零的位置），实现力促动器输出力方向的控制。

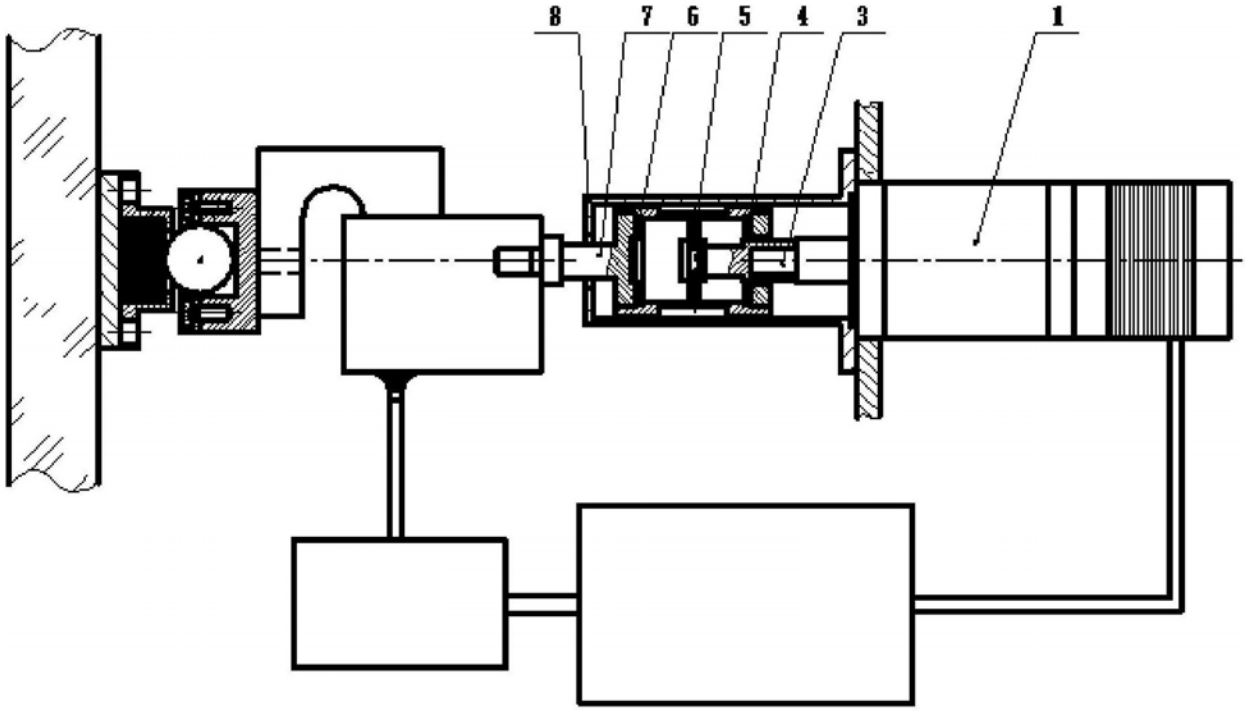
[0023] 本发明有益效果是：该机电永磁式力促动器充分利用强磁永磁体间的磁场力作用，实现力促动器的力的输出，力促动器断电后自锁，仍能保证输出力的准确性，可以有效降低促动器能耗。由于直线电机每步转动，轴向位移仅为3.0微米，能够确保力促动器输出力的精度达到全量程的0.05%。利用磁场力与永磁体间距离成非线性反比关系，有效提高力促动器的响应频率。机电永磁式促动器的运动部件仅为电机轴及一片强磁永磁体，降低了运动件的惯量。该机电永磁式力促动器本体部分主要为直线电机及强磁永磁体，其结构简单，对环境的要求极低。

附图说明

[0024] 图1为本发明的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 实施例1，机电永磁式力促动器的工作原理附图所示。圆环形强磁永磁体I 4 与强磁永磁体III 6 固定于力促动器输出轴7 上，圆环形强磁永磁体II 5 固定在直线电机轴3上。相邻两强磁永磁体间同极相向而置。即强磁永磁体I 4 与强磁永磁体II 5 相互作用磁场力为斥力，强磁永磁体II 5 与强磁永磁体III 6 间的相互作用的磁场力亦为斥力。力促动器的输出轴7 可以在壳体 8内自由滑动。当强磁永磁体II 5对强磁永磁体I 4 和强磁永磁体III 6 磁场力相等时，力促动器输出轴 7 处于平衡状态，其输出力为零。此时若需要输出推力时，控制系统驱动直线电机 1 的电机轴3 向左移动，此时强磁永磁体II 5 向左移动，强磁永磁体II 5 对强磁永磁体III 6 的斥力增加，强磁永磁体II 5 对强磁永磁体I 4 的斥力减小，使得力促动器的输出轴 7 有向左移动的趋势，从而实现力促动器输出力为推力。相反，若需要力促动器输出力为拉力时，控制系统驱动直线电机 1 的电机轴3 向右移动，此时强磁永磁体II 5 亦向右移动，强磁永磁体II 5 对强磁永磁体I 4 的斥力增加，强磁永磁体II 5 对强磁永磁体III 6 的斥力减小，使得力促动器的输出轴 7 有向右移动的趋势，从而实现力促动器输出拉力。


8
7
6
5
4
3
1