

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 7/182 (2006.01)

G01D 5/26 (2006.01)



# [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720094742.0

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 201141935Y

[22] 申请日 2007.12.10

[21] 申请号 200720094742.0

[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130012 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 张丽敏 扬飞 王帅

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所  
代理人 王立伟

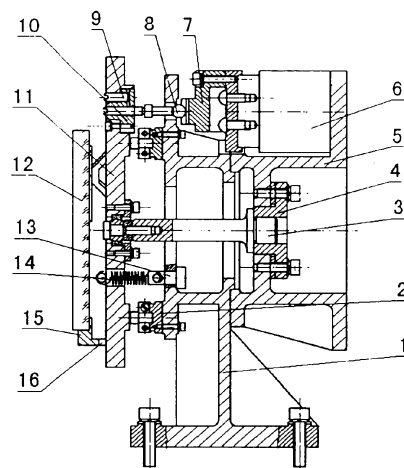
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

## [54] 实用新型名称

二轴三驱动反射镜

## [57] 摘要

本实用新型二轴三驱动式反射镜，属于光学领域中光电测量设备。具体结构分为三个部分：其中固定部分包括固定座、传感器、支撑轴、连接轴、底座和驱动器；运动部分包括预紧调节、传感器垫、镜室、反射镜、连接座及二脚杆；连接部分包括 V 型块、连接杆、弹簧钩和弹簧。其连接关系：反射镜通过反射镜连接座及二脚杆侧面支撑固定在镜室上，传感器及其连接座直接固定在固定座上，驱动器直接固定在底座上，支撑轴一端通过标准球轴承连接到镜室，另一端通过连接轴固定到底座上，V 型块、弹簧和连接杆形成动态连接。本实用新型具有谐振频率高、响应速度快、控制精度高等特点，可以补偿微小抖动误差，在天文观测、武器控制系统、激光通讯等领域中广泛应用。



1、一种二轴三驱动式反射镜，包括二轴，二框架和反射镜，其特征在于具体结构分为三个部分：固定部分、运动部分和连接部分，其中固定部分包括固定座（1）、传感器及其连接座（2）、支撑轴（3）、连接轴（4）、底座（5）、驱动器（6）；运动部分包括预紧调节（9）、传感器垫（10）、镜室（11）、反射镜（12）、反射镜连接座（15）及二脚杆（16）；连接部分包括V型块（7）、连接杆（8）、弹簧钩（13）和弹簧（14）；

各部分的连接关系：反射镜（12）通过反射镜连接座（15）及二脚杆（16）侧面支撑固定在镜室（11）上，传感器及其连接座（2）直接固定在固定座（1）上，驱动器（6）直接固定在底座（5），底座（5）与固定座（1）通过螺钉直接连接，支撑轴（3）一端通过标准球轴承连接到镜室（11），另一端通过连接轴（4）固定到底座（5）上，V型块（7）、弹簧（14）和连接杆（8）形成动态连接，连接杆（8）通过螺纹连接到预紧调节（9）。

该二轴三驱动式反射镜结合柔性支撑、动态连接和万向运动于一体，三个驱动器对称分布在一个三角形上，二对传感器正交分布于二个转动轴上，实现系统的二维精密转动。

2、按照权利要求1所以上述的二轴三驱动式反射镜，其特征在于为了保证反射镜运动在任何位置系统都是完全约束，动态连接采用1个V型槽/球（24）和2个平面/球（25）连接，为了消除因装配和环境温度变化产生的应力，采用二脚杆（bipod）侧面支撑。

---

3、按照权利要求 1 所以上述的二轴三驱动式反射镜，其特征在于检测元件是位移传感器，其特点是可以采用差动式传感器，每通道二个完全匹配的传感器使分辨率达到纳米级高精度；如果精度要求比较低也可以采用 3 个均布传感器。

## 二轴三驱动反射镜

### 技术领域

本实用新型二轴三驱动式反射镜属于光学领域中光电测量设备，具体涉及二轴三驱动式反射镜。

### 背景技术

目前国内所采用的快速控制反射镜(FSM)结构形式一般为有轴系形式，也称为X—Y轴框架形式。其结构形式多样，但功能相似。其特点是：采用精密轴系支承两维框架，外框架轴系的轴承座固定在支撑架上，镶嵌有反射镜的内框架轴系安装在外框架上。内外框架的两维转角运动的驱动执行元件是旋转电机，即两维转角运动用高度和方位电机驱动。反射镜转角位置由光电检测设备如光栅尺检测，高低和方位两个转角方向上各装一套，完成二维角位置检测。虽然使用非接触式直线光栅尺可以使结构相对紧凑，体积、惯量都有所下降，摩擦力矩减小，但结构的特点决定指标精度比较低，由于摩擦力矩的存在，使控制系统存在非线性，而且X—Y轴框架FSM谐振频率比较低，因此很难实现精密跟踪。

### 发明内容

为了克服已有技术存在的缺点，本发明提供一种二轴三驱动式反射镜，实现快速控制精密跟踪的目的。

本设计结合柔性支撑、动态连接和万向运动于一体，使系统的体积、惯量以及摩擦力矩明显减小，而且谐振也比较高，它属于二轴三

驱动系统，即三个驱动器对称分布在一个三角形上，形成两个正交的转动轴，以实现系统的二维精密转动，驱动器布局图见附图 1。该结构较为稳定，特点是完成绕二轴转动的控制运动必须经过坐标转换才能驱动每个驱动器。其倾斜角度与三个驱动器的位移成一定的函数关系，见公式(1)，其中，A、B、C 分别为三个驱动器的位移， $\alpha$ 、 $\beta$  分别为两个轴向的转角， $z$  为镜面所在平面在其法线上的位移。

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{2A-(B+C)}{2a} \\ \beta &= (B-C)/b \\ z &= (A+B+C)/3\end{aligned}\quad (1)$$

二轴三驱动式反射镜结构图见图 2。结构分为三个部分：固定部分、运动部分和连接部分，其中固定部分包括固定座、传感器及其连接座、支撑轴、连接轴、底座和驱动器；运动部分包括预紧调节、传感器垫、镜室、反射镜、反射镜连接座及二脚杆；连接部分包括 V 型块、连接杆、弹簧钩和弹簧。

各部分的连接关系：

反射镜通过反射镜连接座及二脚杆侧面支撑固定在镜室上，传感器及其连接座直接固定在固定座上，驱动器直接固定在底座上，底座与固定座通过螺钉直接连接，支撑轴一端通过标准球轴承连接到镜室，另一端通过连接轴固定到底座上，型块、弹簧和连接杆形成动态连接，连接杆通过螺纹连接到预紧调节。

传感器检测到位移信息后，控制系统经过计算得到与实际的偏差量，根据这个偏差实时控制快速反射镜的倾斜，通过控制驱动器施

加力的大小，可以控制运动部分的转角，从而实现精密控制。

本发明的优点：

二轴三驱动式反射镜具有谐振频率高、响应速度快、控制精度高等特点，由它构成的精密跟踪控制系统，可以有效地补偿微小抖动等误差，因此在国内外得到了广泛应用，尤其是在天文观测设备、武器控制系统以及激光通讯等光电测量设备系统中起着非常重要的作用。

### 附图说明

图 1 驱动器布局图。

图 2 二轴三驱动式反射镜结构剖视图：其中固定座 1、传感器及其连接座 2、支撑轴 3、连接座 4、底座 5、驱动器 6、V 型块 7、连接杆 8、预紧调节 9、传感器垫 10、镜室 11、反射镜 12、弹簧钩 13、弹簧 14、反射镜连接座 15、二脚杆 16。

图 3 传感器布局图：其中传感器 26、X 轴 27、镜室背部 28、Y 轴 29、旋转中心 30。

图 4 二脚杆简化图，其中：支腿 21、支腿 22、连接块 23。

图 5 动态连接示意图，其中；V 型槽/球 24、平面/球 25。

### 具体实施方式

结合附图 2 说明具体实施方式，采用的检测元件是差动电涡流位移传感器 KD5100。其显著特点是每通道二个完全匹配的传感器使分辨率达到纳米级精度，其布局图如图 3，如果精度要求比较低也可以采用 3 个均布传感器。

铝被认为是最可行的被测目标的材料。被测目标的厚度至少为

0.022" (0.56mm)。被测目标的横截面积必须是 1.5~2 倍于传感器的直径。驱动器为 BEI 公司的 LA15-16-19A，其峰值驱动力超过 60N，行程为  $\pm 3.18\text{mm}$ 。每个驱动器两侧各有一个拉伸弹簧。

对于二维的快速控制反射镜，要使其他 4 个自由度被充分限制。

在本结构中，V 型槽/球 24 约束 2 个自由度，平面/球 25 约束 1 个自由度，球轴承约束 3 个自由度，根据机构自由度的运动准则可以计算系统的自由度  $n=2$ 。

反射镜常用的支撑方式有侧面支撑、背部支撑和周边支撑。本设计采用二脚杆 (bipod) 侧面支撑，由于采用柔性支撑结构，可消除因装配和环境温度变化产生的应力，反射镜的质量通过侧面支撑结构卸载到镜室上。在本设计中，二脚杆 (bipod) 其可简化为附图 4。

通过分析杆 21 和杆 22 的夹角为  $90^\circ$  时，对反射镜的支撑最优。本设计的动态连接是：1 个 V 型槽/球 24 和 2 个平面/球 25 连接，如附图 5 所示，从而保证反射镜运动在任何位置系统都是完全约束，而不是过约束或欠约束。每个球与 V 型槽有 2 个接触点，这样设计可以使系统中包含相似的零件，因此具有热稳定性，与平面有一个接触点。如果施加预载荷可以获得高刚度。如果球和沟槽的大小这些参数确定，静态刚度就可确定。因为连接具有对称性，在垂直方向向中心施加载荷，各接触点具有相同的变形。接触极限应力值决定于接触材料及热处理条件。因此需要选用力学性能良好，经热处理后可以得到高的表面硬度以及高的疲劳强度及良好的抗过热性的材料 40Cr。

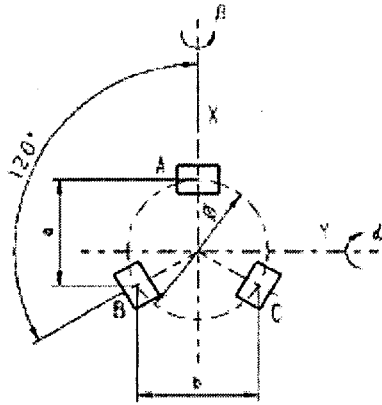


图 1

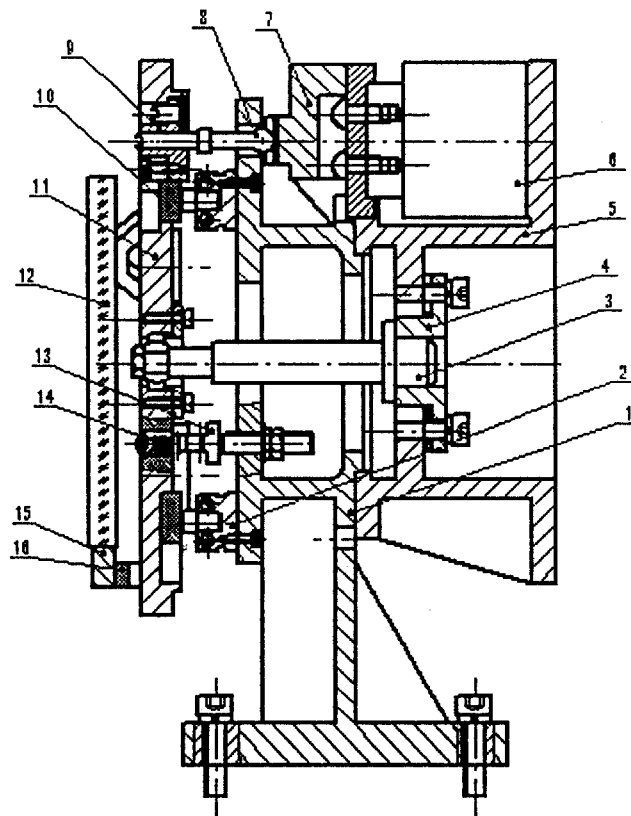


图 2



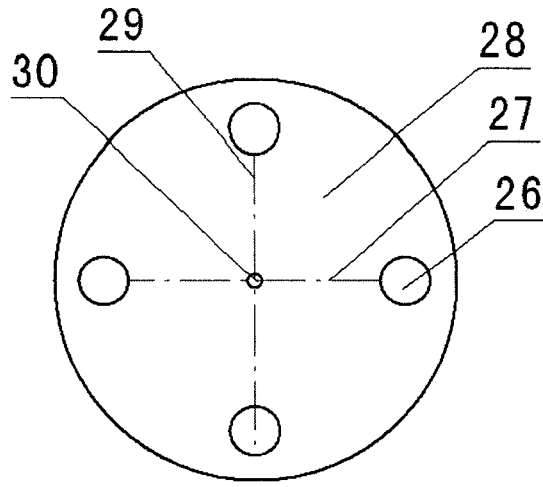


图 3

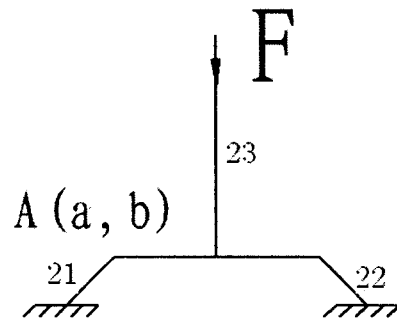


图 4

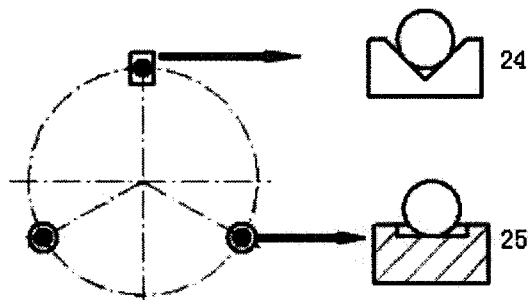


图 5