



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106773021 B

(45)授权公告日 2019.02.26

(21)申请号 201611230843.6

(22)申请日 2016.12.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106773021 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 西安交通大学
地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西
路28号

(72)发明人 宋思扬 邵恕宝 徐明龙 张舒文

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

代理人 何会侠

(51)Int.Cl.
G02B 26/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 103913838 A,2014.07.09,
CN 105301762 A,2016.02.03,
CN 103913839 A,2014.07.09,
CN 104849858 A,2015.08.19,
US 5159225 A,1992.10.27,

审查员 刘倩

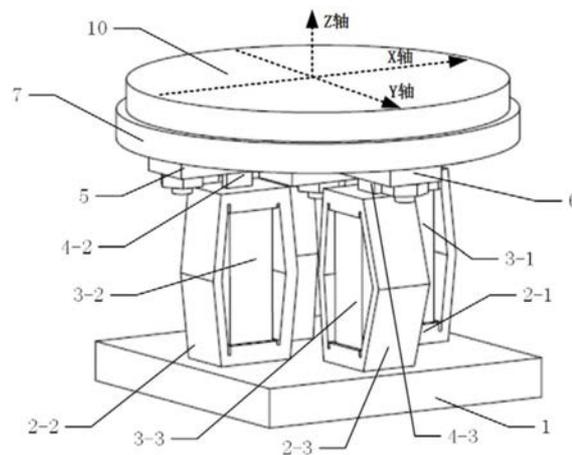
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射
镜装置及方法

(57)摘要

一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射
镜装置及方法,该装置包括底座,安装于底座上
控制X轴偏转的非对称多边形组及其驱动压电陶
瓷,安装于底座上控制Y轴偏转的非对称多边形
组及其驱动压电陶瓷,连接反射镜支撑台与非对
称多边形的柔性铰的X轴、Y轴方向支撑梁,反射
镜支撑台以及反射镜;压电陶瓷分为两组,采用
差动的方式驱动同组的压电陶瓷,即可实现对
应的单轴偏转位移,同时驱动四个压电陶瓷即
可实现反射镜的双轴偏转控制;本发明使用刚
度不对称的非对称多边形结构嵌套在压电陶
瓷外,将压电陶瓷的直线位移输出转化为所需
的镜面偏转,使反射镜产生偏转时偏转轴相交
于反射镜表面,减少了镜面平移所带来的光路
控制误差,同时本装置具有结构紧凑、便于加
工实施的特点。



CN 106773021 B

1. 一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置,其特征在于:包括底座(1),安装在底座(1)上的第一非对称多边形(2-1)、第二非对称多边形(2-2)、第三非对称多边形(2-3)和第四非对称多边形(2-4),竖直安装于第一非对称多边形(2-1)内部的第一驱动压电陶瓷(3-1),竖直安装于第二非对称多边形(2-2)内部的第二驱动压电陶瓷(3-2),竖直安装于第三非对称多边形(2-3)内部的第三驱动压电陶瓷(3-3),竖直安装于第四非对称多边形(2-4)内部的第四驱动压电陶瓷(3-4),与第一非对称多边形(2-1)上端链接的第一柔性铰(4-1),与第二非对称多边形(2-2)上端连接的第二柔性铰(4-2),与第三非对称多边形(2-3)上端连接的第三柔性铰(4-3),与第四非对称多边形(2-4)上端连接的第四柔性铰(4-4),与第一柔性铰(4-1)和第二柔性铰(4-2)连接的X方向支撑梁(5),与第三柔性铰(4-3)和第四柔性铰(4-4)连接的Y方向支撑梁(6),与X方向支撑梁(5)和Y方向支撑梁(6)连接的反射镜支撑平台(7),与反射镜支撑平台(7)连接的反射镜(10);第一非对称多边形(2-1)与第二非对称多边形(2-2)关于YOZ平面镜像,第三非对称多边形(2-3)与第四非对称多边形(2-4)关于XOZ平面镜像,四个非对称多边形中靠结构外侧的连接梁刚度小于靠结构内侧的连接梁刚度;

使用第一非对称多边形(2-1)、第二非对称多边形(2-2)、第三非对称多边形(2-3)、第四非对称多边形(2-4)约束其内驱动压电陶瓷,利用非对称多边形不对称的刚度特性,将驱动压电陶瓷输出的直线位移转变为围绕镜面中心的偏转运动。

2. 根据权利要求1所述的一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置,其特征在于:所述第一非对称多边形(2-1)、第二非对称多边形(2-2)、第三非对称多边形(2-3)和第四非对称多边形(2-4)通过改变其所属柔性铰,以及内外侧连接梁的角度与厚度实现其刚度不对称,从而使偏转轴与镜面共面。

3. 根据权利要求1所述的一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置,其特征在于:所述第一柔性铰(4-1)与第二柔性铰(4-2)在Y轴方向上的厚度比X轴方向上的厚度薄,能够跟随反射镜支撑平台(7)、X方向支撑梁(5)及Y方向支撑梁(6)围绕Y轴的偏转而变形;所述第三柔性铰(4-3)与第四柔性铰(4-4)在X轴方向上的厚度比Y轴方向上的厚度薄,能够跟随反射镜支撑平台(7)、X方向支撑梁(5)及Y方向支撑梁(6)围绕X轴的偏转而变形。

4. 根据权利要求1所述的一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置,其特征在于:所述第一非对称多边形(2-1)、第二非对称多边形(2-2)、第三非对称多边形(2-3)和第四非对称多边形(2-4)结构相同;其中,第三非对称多边形(2-3)中:第三外侧下部柔性铰(2-31)、第三外侧上部柔性铰(2-32)、第三内侧上部柔性铰(2-33)和第三内侧下部柔性铰(2-34)采用不同的几何尺寸,弯曲变形刚度不同,第三多边形外侧连接梁(2-35)与第三多边形内侧连接梁(2-36)具有不同的角度与厚度,第三多边形外侧连接梁(2-35)刚度小于第三多边形内侧连接梁(2-36)的刚度;第四非对称多边形(2-4)中:第四外侧下部柔性铰(2-41)、第四外侧上部柔性铰(2-42)、第四内侧上部柔性铰(2-43)和第四内侧下部柔性铰(2-44)采用不同的几何尺寸,弯曲变形刚度不同,第四多边形外侧连接梁(2-45)与第四多边形内侧连接梁(2-46)具有不同的角度与厚度,第四多边形外侧连接梁(2-45)刚度小于第四多边形内侧连接梁(2-46)的刚度;同时,第三外侧下部柔性铰(2-31)与第四外侧下部柔性铰(2-41)采用相同设计,第三外侧上部柔性铰(2-32)与第四外侧上部柔性铰(2-42)采用相同设计,第三内侧上部柔性铰(2-33)与第四内侧上部柔性铰(2-43)采用相同设计,第三内侧

下部柔性铰(2-34)与第四内侧下部柔性铰(2-44)采用相同设计,第三多边形外侧连接梁(2-35)与第四多边形外侧连接梁(2-45)采用相同设计,第三多边形内侧连接梁(2-36)与第四多边形内侧连接梁(2-46)采用相同设计。

5. 根据权利要求1所述的一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置,其特征在于:所述第一非对称多边形(2-1)、第二非对称多边形(2-2)、第三非对称多边形(2-3)和第四非对称多边形(2-4)采用慢走丝工艺一次性加工成型。

6. 权利要求1所述的一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置实现偏转的方法,其特征在于:差动驱动第三驱动压电陶瓷(3-3)与第四驱动压电陶瓷(3-4),推动Y方向支撑梁(6)与反射镜支撑平台(7)运动,即实现反射镜(10)围绕X轴方向的偏转;差动驱动第一驱动压电陶瓷(3-1)与第二驱动压电陶瓷(3-2),推动X方向支撑梁(5)与反射镜支撑平台(7)运动,即实现反射镜(10)围绕Y轴方向的偏转;能够实现以镜面中心作为转动中心的双轴偏转。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于:具体方法为:使反射镜(10)绕Y轴转动时,第三驱动压电陶瓷(3-3)与第四驱动压电陶瓷(3-4)采用差动的方式工作,一个驱动压电陶瓷伸长,另一个驱动压电陶瓷等量缩短,驱动压电陶瓷的线性位移输出加载于第三非对称多边形(2-3)与第四非对称多边形(2-4)上,由于非对称多边形两侧约束刚度不等,在产生输出线位移的同时发生偏转,还会带动Y方向支撑梁(6)产生转动,该运动合成为旋转轴高于反射镜支撑平台(7)的偏转运动;使反射镜(10)绕X轴转动时的工作原理与绕Y轴转动相同,第一驱动压电陶瓷(3-1)与第二驱动压电陶瓷(3-2)采用差动的方式工作,一个驱动压电陶瓷伸长,另一个驱动压电陶瓷等量缩短,驱动压电陶瓷的线性位移输出加载于第一非对称多边形(2-1)和第二非对称多边形(2-2)上,由于非对称多边形两侧约束刚度不等,在产生输出线位移的同时发生偏转,还会带动X方向支撑梁(5)产生转动,该运动可以合成为旋转轴高于反射镜支撑平台(7)的偏转运动。

一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光路控制反射镜装置及其实施方法,具体为一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置及方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着航天工程、生物技术、微电子信息等行业的不断发展,天文望远镜、显微镜、高能激光加工设备精密光学系统在其中的应用日益广泛,因此对精密光路控制提出了更高的使用需求,具体在光路的跟踪瞄准、抖动抑制等方面都提出了更高的使用需求。压电陶瓷作为一种能够提供微位移的精密驱动功能材料在高精度光学反射镜装置中有越来越重要的应用;而目前所应用的绝大多数压电陶瓷驱动偏转镜,其镜面转动的偏转中心与反射镜的几何型心并不重叠,这种偏差是这些偏转镜结构形式所必然导致的,并不能通过提高加工、装配工艺来消除,因此对于转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜仍然有待进一步研究设计。

发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术存在的问题,消除转动中心与镜面中心不重合所造成的光路控制误差,本发明的目的在于提供一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置及方法,使用压电陶瓷对反射镜装置进行驱动,利用刚度不对称的多边形,产生偏转中心位于反射镜面上的亚微弧度分辨率镜面偏角输出,同时,该装置还具有偏转响应速度快,体积小,结构紧凑的特点。

[0004] 为达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0005] 一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置,包括底座1,安装在底座1上的第一非对称多边形2-1、第二非对称多边形2-2、第三非对称多边形2-3和第四非对称多边形2-4,竖直安装于第一非对称多边形2-1内部的第一驱动压电陶瓷3-1,竖直安装于第二非对称多边形2-2内部的第二驱动压电陶瓷3-2,竖直安装于第三非对称多边形2-3内部的第三驱动压电陶瓷3-3,竖直安装于第四非对称多边形2-4内部的第四驱动压电陶瓷3-4,与第一非对称多边形2-1上端链接的第一柔性铰链4-1,与第二非对称多边形2-2上端连接的第二柔性铰链4-2,与第三非对称多边形2-3上端连接的第三柔性铰链4-3,与第四非对称多边形2-4上端连接的第四柔性铰链4-4,与第一柔性铰链4-1和第二柔性铰链4-2连接的X方向支撑梁5,与第三柔性铰链4-3和第四柔性铰链4-4连接的Y方向支撑梁6,与X方向支撑梁5和Y方向支撑梁6连接的反射镜支撑平台7,与反射镜支撑平台7连接的反射镜10;第一非对称多边形2-1与第二非对称多边形2-2关于YOZ平面镜像,第三非对称多边形2-3与第四非对称多边形2-4关于XOZ平面镜像,四个非对称多边形中靠结构外侧的连接梁刚度小于靠结构内侧的连接梁刚度。

[0006] 使用第一非对称多边形2-1、第二非对称多边形2-2、第三非对称多边形2-3、第四非对称多边形2-4约束其内驱动压电陶瓷,利用非对称多边形不对称的刚度特性,将驱动压

电陶瓷输出的直线位移转变为围绕镜面中心的偏转运动。

[0007] 所述第一非对称多边形2-1、第二非对称多边形2-2、第三非对称多边形2-3和第四非对称多边形2-4通过改变其所属柔性铰,以及内外侧连接梁的角度与厚度实现其刚度不对称,从而使偏转轴与镜面共面。

[0008] 所述第一柔性铰4-1与第二柔性铰4-2在Y轴方向上的厚度比X轴方向上的厚度薄,能够跟随反射镜支撑平台7、X方向支撑梁5及Y方向支撑梁6围绕Y轴的偏转而变形;所述第三柔性铰4-3与第四柔性铰4-4在X轴方向上的厚度比Y轴方向上的厚度薄,能够跟随反射镜支撑平台7、X方向支撑梁5及Y方向支撑梁6围绕X轴的偏转而变形。

[0009] 所述第一非对称多边形2-1、第二非对称多边形2-2、第三非对称多边形2-3和第四非对称多边形2-4结构相同;其中,第三非对称多边形2-3中:第三外侧下部柔性铰2-31、第三外侧上部柔性铰2-32、第三内侧上部柔性铰2-33和第三内侧下部柔性铰2-34采用不同的几何尺寸,弯曲变形刚度不同,第三多边形外侧连接梁2-35与第三多边形内侧连接梁2-36具有不同的角度与厚度,第三多边形外侧连接梁2-35刚度小于第三多边形内侧连接梁2-36的刚度;第四非对称多边形2-4中:第四外侧下部柔性铰2-41、第四外侧上部柔性铰2-42、第四内侧上部柔性铰2-43和第四内侧下部柔性铰2-44采用不同的几何尺寸,弯曲变形刚度不同,第四多边形外侧连接梁2-45与第四多边形内侧连接梁2-46具有不同的角度与厚度,第四多边形外侧连接梁2-45刚度小于第四多边形内侧连接梁2-46的刚度;同时,第三外侧下部柔性铰2-31与第四外侧下部柔性铰2-41采用相同设计,第三外侧上部柔性铰2-32与第四外侧上部柔性铰2-42采用相同设计,第三内侧上部柔性铰2-33与第四内侧上部柔性铰2-43采用相同设计,第三内侧下部柔性铰2-34与第四内侧下部柔性铰2-44采用相同设计,第三多边形外侧连接梁2-35与第四多边形外侧连接梁2-45采用相同设计,第三多边形内侧连接梁2-36与第四多边形内侧连接梁2-46采用相同设计。

[0010] 所述第一非对称多边形2-1、第二非对称多边形2-2、第三非对称多边形2-3和第四非对称多边形2-4采用慢走丝工艺一次性加工成型。

[0011] 所述的一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置实现偏转的方法,差动驱动第三驱动压电陶瓷3-3与第四驱动压电陶瓷3-4,推动Y方向支撑梁6与反射镜支撑平台7运动,即实现反射镜10围绕X轴方向的偏转;差动驱动第一驱动压电陶瓷3-1与第二驱动压电陶瓷3-2,推动X方向支撑梁5与反射镜支撑平台7运动,即实现反射镜10围绕Y轴方向的偏转;能够实现以镜面中心作为转动中心的双轴偏转。

[0012] 具体实现偏转的方法为:使反射镜10绕Y轴转动时,第三驱动压电陶瓷3-3与第四驱动压电陶瓷3-4采用差动的方式工作,一个驱动压电陶瓷伸长,另一个驱动压电陶瓷等量缩短,驱动压电陶瓷的线性位移输出加载于第三非对称多边形2-3与第四非对称多边形2-4上,由于非对称多边形两侧约束刚度不等,在产生输出线位移的同时发生偏转,还会带动Y方向支撑梁6产生转动,该运动合成为旋转轴高于反射镜支撑平台7的偏转运动;使反射镜10绕X轴转动时的工作原理与绕Y轴转动相同,第一驱动压电陶瓷3-1与第二驱动压电陶瓷3-2采用差动的方式工作,一个驱动压电陶瓷伸长,另一个驱动压电陶瓷等量缩短,驱动压电陶瓷的线性位移输出加载于第一非对称多边形2-1和第二非对称多边形2-2上,由于非对称多边形两侧约束刚度不等,在产生输出线位移的同时发生偏转,还会带动X方向支撑梁5产生转动,该运动可以合成为旋转轴高于反射镜支撑平台7的偏转运动。

[0013] 和现有技术相比较,本发明具有如下优点:

[0014] 1、采用压电陶瓷提供驱动,驱动精度高,响应快。

[0015] 2、结构装置简洁紧凑,创新性的使用非对称四边形将压电陶瓷线位移转变为反射镜角位移,且该非对称结构可以采用慢走丝工艺一次性加工成型,便于加工生产。

[0016] 3、可以使偏转结构的偏转轴相交于反射镜表面,反射镜仅围绕与其镜面共面的偏转轴产生角位移,提升了光路控制精度,减小了控制误差。

附图说明

[0017] 图1为本发明的结构示意图。

[0018] 图2为本发明的爆炸示意图。

[0019] 图3为本发明的原理示意图。

[0020] 图4为本发明不对称菱形可以采用的左右刚度不等设计方案。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0022] 如图1和图2所示,一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置,包括底座1,安装在底座1上的第一非对称多边形2-1、第二非对称多边形2-2、第三非对称多边形2-3和第四非对称多边形2-4,竖直安装于第一非对称多边形2-1内部的第一驱动压电陶瓷3-1,竖直安装于第二非对称多边形2-2内部的第二驱动压电陶瓷3-2,竖直安装于第三非对称多边形2-3内部的第三驱动压电陶瓷3-3,竖直安装于第四非对称多边形2-4内部的第四驱动压电陶瓷3-4,与第一非对称多边形2-1上端链接的第一柔性铰链4-1,与第二非对称多边形2-2上端连接的第二柔性铰链4-2,与第三非对称多边形2-3上端连接的第三柔性铰链4-3,与第四非对称多边形2-4上端连接的第四柔性铰链4-4,与第一柔性铰4-1和第二柔性铰4-2连接的X方向支撑梁5,与第三柔性铰4-3和第四柔性铰4-4连接的Y方向支撑梁6,与X方向支撑梁5和Y方向支撑梁6连接的反射镜支撑平台7,与反射镜支撑平台7连接的反射镜10;第一非对称多边形2-1与第二非对称多边形2-2关于YOZ平面镜像,第三非对称多边形2-3与第四非对称多边形2-4关于XOZ平面镜像。

[0023] 第一非对称多边形2-1与底座1之间使用第一螺栓8-1连接,第一非对称多边形2-1与底座1之间放置有第一调整垫片9-1,第二非对称多边形2-2与底座1之间第二使用螺栓8-2连接,第二非对称多边形2-2与底座1之间放置有第二调整垫片9-2,第三非对称多边形2-3与底座1之间使用第三螺栓8-3连接,第三非对称多边形2-3与底座1之间放置有第三调整垫片9-3,第四非对称多边形2-4与底座1之间使用第四螺栓8-4连接,第四非对称多边形2-4与底座1之间放置有第四调整垫片9-4。

[0024] 所述的一种转动中心与镜面中心重合的偏转反射镜装置,其第一柔性铰4-1与第二柔性铰4-2在Y轴方向上的厚度比X轴方向上的厚度薄,能够跟随反射镜支撑平台7、X方向支撑梁5及Y方向支撑梁6围绕Y轴的偏转而变形。第三柔性铰4-3与第四柔性铰4-4在X轴方向上的厚度比Y轴方向上的厚度薄,能够跟随反射镜支撑平台7、X方向支撑梁5及Y方向支撑梁6围绕X轴的偏转而变形。

[0025] 如图3所示,描述了该装置产生高精度偏转的工作原理,当结构推动反射镜10围绕

与镜面共面的X轴发生转动时,第四驱动压电陶瓷3-4与第三驱动压电陶瓷3-3差动驱动,图3中第三驱动压电陶瓷3-3伸长,第四驱动压电陶瓷3-4缩短,由于第三非对称多边形2-3的刚度不对称,第三驱动压电陶瓷3-3伸长的线位移,经由第三非对称多边形2-3约束后,产生偏转,转变为第三非对称多边形2-3上侧围绕X轴的偏转,同理第四驱动压电陶瓷3-4缩短的线位移,经由第四非对称多边形2-4约束后,产生偏转,转变为第四非对称多边形2-4上侧围绕X轴的偏转,第三非对称多边形2-3与第四非对称多边形2-4输出的偏转位移,经由第三柔性铰链4-3与第四柔性铰链4-4传递,带动Y方向支撑梁6、反射镜支撑平台7以及反射镜10围绕与反射镜10共面的X轴发生偏转。

[0026] 上述反射镜装置的第一非对称多边形2-1、第二非对称多边形2-2、第三非对称多边形2-3和第四非对称多边形2-4可以采用如图4所示的不等刚度设计方案:第三非对称多边形2-3中:第三外侧下部柔性铰2-31、第三外侧上部柔性铰2-32、第三内侧上部柔性铰2-33和第三内侧下部柔性铰2-34采用不同的几何尺寸,弯曲变形刚度不同,第三多边形外侧连接梁2-35与第三多边形内侧连接梁2-36具有不同的角度与厚度,第三多边形外侧连接梁2-35刚度小于第三多边形内侧连接梁2-36的刚度;第四非对称多边形2-4中:第四外侧下部柔性铰2-41、第四外侧上部柔性铰2-42、第四内侧上部柔性铰2-43和第四内侧下部柔性铰2-44采用不同的几何尺寸,弯曲变形刚度不同,第四多边形外侧连接梁2-45与第四多边形内侧连接梁2-46具有不同的角度与厚度,第四多边形外侧连接梁2-45刚度小于第四多边形内侧连接梁2-46的刚度;同时,第三外侧下部柔性铰2-31与第四外侧下部柔性铰2-41采用相同设计,第三外侧上部柔性铰2-32与第四外侧上部柔性铰2-42采用相同设计,第三内侧上部柔性铰2-33与第四内侧上部柔性铰2-43采用相同设计,第三内侧下部柔性铰2-34与第四内侧下部柔性铰2-44采用相同设计,第三多边形外侧连接梁2-35与第四多边形外侧连接梁2-45采用相同设计,第三多边形内侧连接梁2-36与第四多边形内侧连接梁2-46采用相同设计。

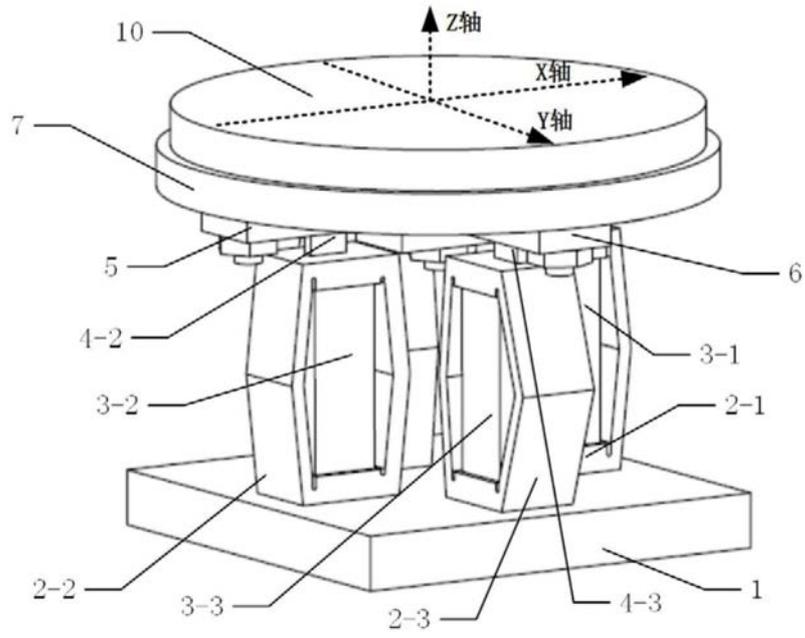


图1

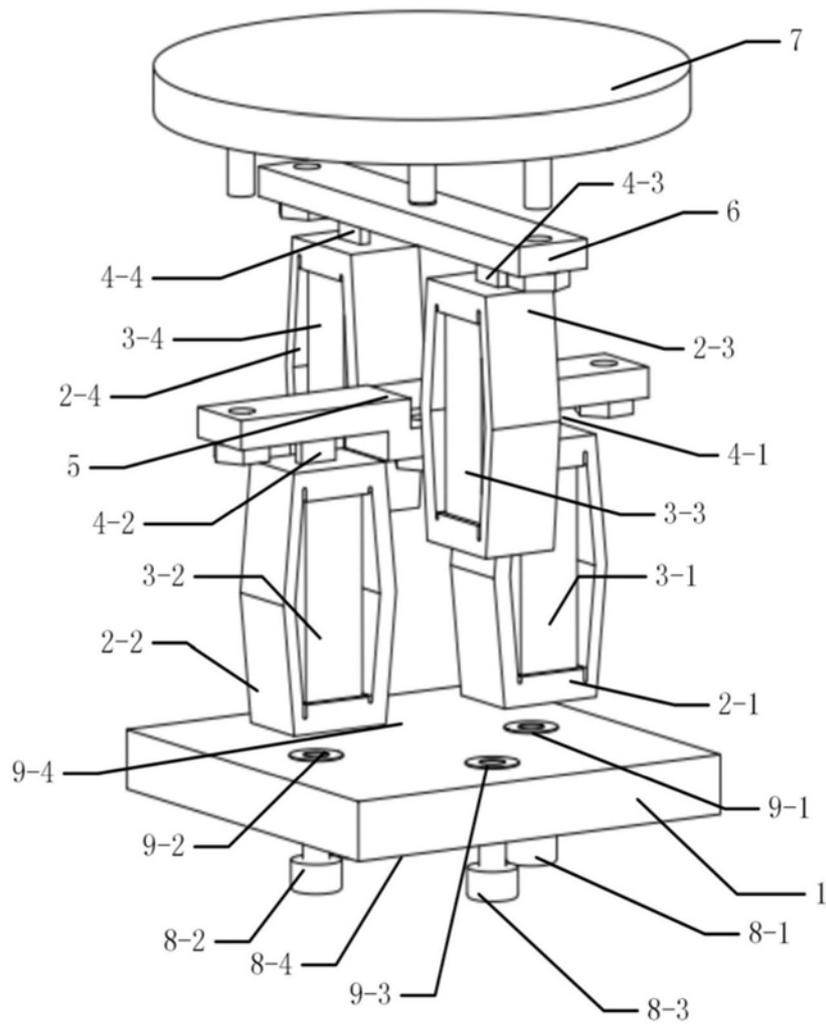


图2

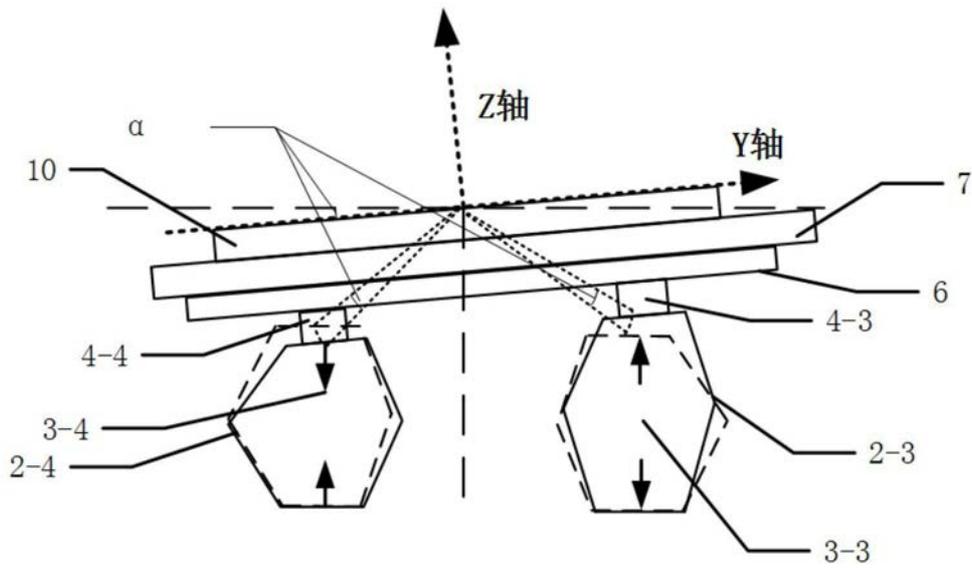


图3

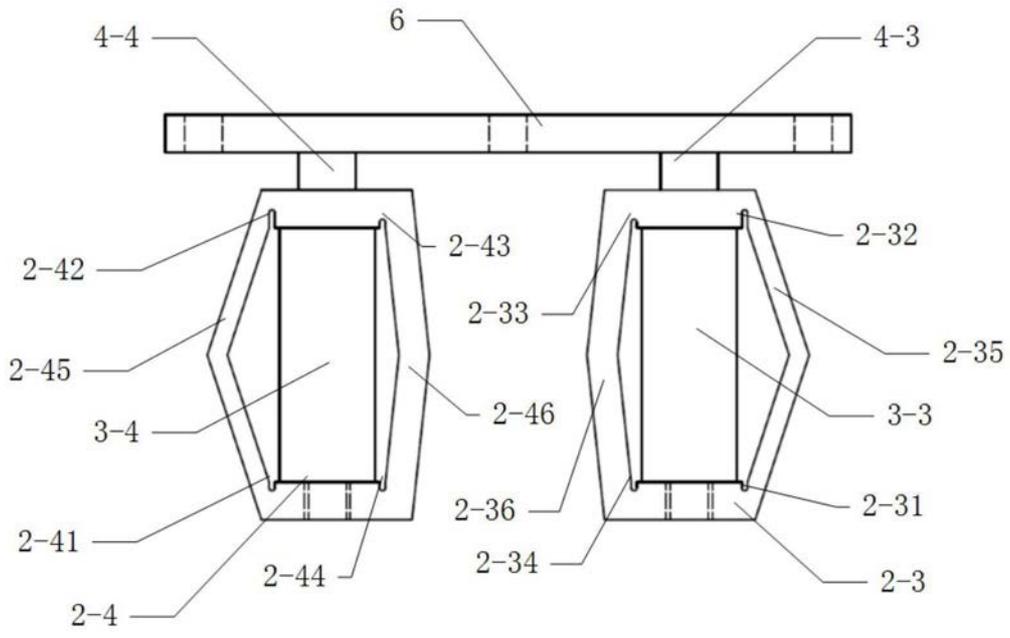


图4