

小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架

申请号：[201210199455.1](#)

申请日：2012-06-15

申请(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 [130033 吉林省长春市东南湖大路3888号](#)

发明(设计)人 [闫勇 金光 安源 姚劲松 贾学志 张雷 王栋 谷松](#)

主分类号 [F16M11/20\(2006.01\)I](#)

分类号 [F16M11/20\(2006.01\)I](#) [G02B7/182\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 [102705657A](#)

公开(公告)日 [2012-10-03](#)

专利代理机构 [长春菁华专利商标代理事务所 22210](#)

代理人 [张伟](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102705657 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201210199455. 1

(22) 申请日 2012. 06. 15

(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 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 闫勇 金光 安源 姚劲松
贾学志 张雷 王栋 谷松

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务
所 22210

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

F16M 11/20 (2006. 01)

G02B 7/182 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102073123 A, 2011. 05. 25,

CN 101566718 A, 2009. 10. 28,

CN 1243262 A, 2000. 02. 02,

JP 特开 2001-133704 A, 2001. 05. 18,

审查员 石伟

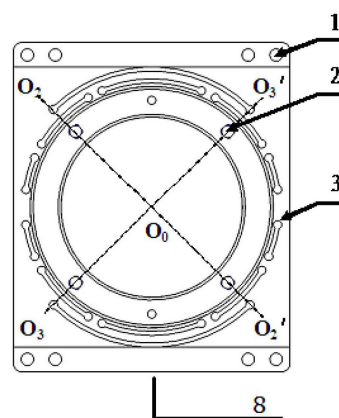
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架

(57) 摘要

小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架, 属于空间光学技术领域, 为了解决现有支撑机构仅适用于同种材料反射镜, 用途和尺寸受限的问题, 本发明的挠性支撑架为含中空圆的矩形结构, 两侧加工同等宽度的矩形凸体结构机械连接平台, 机械连接平台的两端各加工两个机械接口, 沿中空圆加工环形凸体结构光机连接平台, 光机连接平台的底面加工凹体结构, 机械连接平台和光机连接平台之间加工下沉结构卸载基板, 卸载基板上加工圆形拓扑结构的卸载狭缝, 该挠性支撑架集成式设计方式, 适用范围更广, 适应性更强, 可提高安全性和可靠性。



1. 小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架,包括:挠性支撑架(8),其特征在于,挠性支撑架(8)为含中空圆的矩形结构,两侧加工同等宽度的矩形凸台结构的机械连接平台(5),机械连接平台(5)的两端各加工两个机械接口(1),沿中空圆加工环形凸台结构的光机连接平台(7),光机连接平台(7)的底面加工凹体结构,机械连接平台(5)和光机连接平台(7)之间加工凹体结构的卸载基板(6),卸载基板(6)上加工圆形拓扑结构的卸载狭缝(3),拓扑结构轴线 O_1O_1' 与光机连接平台(7)轴线同轴,卸载狭缝(3)分为内层和外层两部分,内层与光机连接平台(7)连接,外层与机械连接平台(5)连接,外层卸载狭缝末端的四处圆弧中心连线 O_2O_2' 和 O_3O_3' 互成 90° 夹角且相交于光机连接平台(7)圆弧中心 O_0 ,光机接口(2)和销钉孔(4)位于光机连接平台(7)上,光机接口(2)呈 90° 分布,销钉孔(4)中心连线与圆弧中心连线 O_2O_2' 成 45° 夹角;内层卸载狭缝分为五组,且互成 180° 夹角间隔的卸载狭缝为一组,其末端的四处圆弧中心连线均相交于光机连接平台(7)圆弧中心 O_0 ,五组内层狭缝处于与圆弧中心 O_0 同圆心的圆周上。

2. 根据权利要求1所述小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架,其特征在于,机械连接平台(5)和光机连接平台(7)的凸面处于同一平面内。

3. 根据权利要求1所述小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架,其特征在于,光机连接平台(7)底面加工的凹体结构与卸载基板(6)的下凹高度相同。

小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架

技术领域

[0001] 本发明属于空间光学技术领域涉及的一种小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架。

背景技术

[0002] 挠性支撑架是通过挠性环节变形来隔离或者减小因工作环境温度变化、装配应力等因素对光学反射镜面形精度产生不利影响的一种被动调节结构。这类结构具有结构简单、无迟滞、无爬行、可经受空间的各种恶劣环境的影响的优点,目前被广泛的应用于空间光学载荷中反射式光学反射镜的支撑结构中。

[0003] 当前,空间反射式光学反射镜均采用挠性结构来实现高精度、高稳定的支撑设计。与本发明最为接近的已有技术,是美国 Paul R. Yoder, Jr. 著 Opto-Mechanical Systems Design (光机系统设计,第三版,周海宪,程云芳译)第 604 页图 13-55 所示金属反射镜挠性支撑装置。这种挠性结构最大的缺点在于其仅适用于反射镜与支撑结构为同种金属材料的集成设计,挠性结构的用途和尺寸严重受限,且该种挠性结构复杂,加工难度大、成本高、周期长,不利于大范围、大批量的使用。

发明内容

[0004] 为了解决上述支撑机构仅适用于同种材料反射镜,用途和尺寸受限的问题,本发明提供了一种小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架,包括:挠性支撑架,挠性支撑架为含中空圆的矩形结构,两侧加工同等宽度的矩形凸台结构机械连接平台,机械连接平台的两端各加工两个机械接口,沿中空圆加工环形凸台结构光机连接平台,光机连接平台的底面加工凹体结构,机械连接平台和光机连接平台之间加工凹体结构卸载基板,卸载基板上加工圆形拓扑结构的卸载狭缝,拓扑结构轴线 O_1O_1' 与光机连接平台轴线同轴,卸载狭缝分为内层和外层两部分,内层与光机连接平台连接,外层与机械连接平台连接,外层卸载狭缝末端的四处圆弧中心连线 O_2O_2' 和 O_3O_3' 互成 90° 夹角且交相于光机连接平台圆弧中心 O_0 ,光机接口和销钉孔位于光机连接平台上,光机接口呈 90° 分布,销钉孔中心连线与圆弧中心连线 O_2O_2' 成 45° 夹角;内层卸载狭缝分为五组,且互成 180° 夹角间隔的卸载狭缝为一组,其末端的四处圆弧中心连线均相交于光机连接平台圆弧中心 O_0 。

[0005] 本发明的积极效果:

[0006] 1. 该挠性支撑架不同于以往金属镜支撑结构采用的集成式设计方式,该挠性支撑架与反射镜镜体为分体式连接设计,可适用于金属、玻璃、SiC 等材料空间反射镜的支撑要求,适用范围更广,适应性更强;

[0007] 2. 该挠性支撑架所用材料的选择更加的灵活多样,可依据反射镜镜坯的不同、使用环境的好坏、加工成本的多少,选择热匹配更好、强度更好、可加工性好的结构材料,使得设计和加工过程更加的方便和节约;

[0008] 3. 该挠性支撑架结构简单,加工极其容易,避免了集成化结构所引起的加工制造

难题,可大幅降低结构件加工成本,缩短加工周期,同时该支撑架挠性结构简洁化的处理方式,可大大提高其安全性和可靠性,这在空间项目的研制中是极其重要的一项考核指标;

[0009] 4. 该挠性支撑架结构和尺寸不受反射镜限制,设计变量简单可控,尤其是轴向尺寸的设计较为灵活,可适于轴向承载要求更为苛刻的光学反射镜的支撑设计要求,同时也可满足光学反射镜光轴方向高稳定性的使用要求;

[0010] 5. 该挠性支撑架采用了分体式平面结构,在满足光学反射镜支撑结构高稳定性使用要求的前提下,使结构轴向尺寸缩短,降低了光学系统轴向的尺寸约束限制,非常适合于结构的轻小型化设计要求。

附图说明

[0011] 图 1 是小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架的结构示意图;

[0012] 图 2 是小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架的剖视图;

[0013] 图 3 是小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架与金属镜/SiC 反射镜螺钉连接示意图;

[0014] 图 4 是小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架与玻璃反射镜胶合连接示意图;

[0015] 图 5 是小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架与玻璃反射镜胶合面剖视图;

具体实施方式

[0016] 下面结合附图对本发明作进一步描述:

[0017] 具体实施方式一

[0018] 如图 1-2 所示,小型高稳定多功能光学反射镜挠性支撑架,包括:挠性支撑架 8,挠性支撑架 8 为含中空圆的矩形结构,两侧加工同等宽度的矩形凸台结构机械连接平台 5,机械连接平台 5 的两端各加工两个机械接口 1,沿中空圆加工环形凸台结构光机连接平台 7,光机连接平台的 7 的底面加工凹体结构,机械连接平台 5 和光机连接平台 7 之间加工凹体结构卸载基板 6,卸载基板 6 上加工圆形拓扑结构的卸载狭缝 3,拓扑结构轴线 O_1O_1' 与光机连接平台 7 轴线同轴,卸载狭缝 3 分为内层和外层两部分,内层与光机连接平台 7 连接,外层与机械连接平台 5 连接,外层卸载狭缝末端的四处圆弧中心连线 O_2O_2' 和 O_3O_3' 互成 90° 夹角且交相于光机连接平台 7 圆弧中心 O_0 ,光机接口 2 和销钉孔 4 位于光机连接平台 7 上,光机接口 2 呈 90° 分布,销钉孔 4 中心连线与圆弧中心连线 O_2O_2' 成 45° 夹角;内层卸载狭缝分为五组,且互成 180° 夹角间隔的卸载狭缝为一组,其末端的四处圆弧中心连线均相交于光机连接平台 7 圆弧中心 O_0 。机械连接平台 5 和光机连接平台 7 的凸面处于同一平面内,光机连接平台 7 底面加工的凹体结构与卸载基板 6 的下凹高度相同。

[0019] 如图 3 所示,挠性支撑架 8 与光学反射镜 9 通过螺钉连接,光学反射镜 9 为金属镜或 SiC 反射镜。

[0020] 如图 4 所示,挠性支撑架 8 与光学反射镜 9 通过胶合连接,光学反射镜 9 为玻璃镜。

[0021] 如图 5 所示,光学反射镜 9 为玻璃镜时,挠性支撑架 8 与光学反射镜 9 胶合连接的剖视图。

[0022] 具体实施方式二

[0023] 挠性支撑架 8 与光学反射镜 9 采用分体结构,增加了可加工性和通用性,光学反射

镜为金属或 SiC 材质时,挠性支撑架与光学反射镜 9 之间连接通过光机接口 2、销钉孔 4 与光机连接平台 7 连接,销钉孔 4 保证光机连接平台 7 与光学反射镜 9 的连接定位精度和重复安装定位精度,卸载基板 6 对机械连接平台 5 和光机连接平台 7 产生的装配应力及热应力进行了均匀分布,防止应力的集中,且在卸载基板 6 上的卸载狭缝 3 分为内层和外层两部分,内层与光机连接平台 7 连接,外层与机械连接平台 5 连接,这两部分大挠性变形区域一方面可将较大结构内应力或热应力阻隔在非关键部位,防止其机械连接平台 5 与光机连接平台 7 间应力能的直接传递,尽量避免大应力能对反射镜精度稳定性的影响,另一方面可通过自身结构的挠性变形将机械连接平台 5 和光机连接平台 7 之间残留的结构应力或热应力转变为结构能量进行存储,增加了反射镜的适应性和稳定性,同时由于卸载狭缝 3 为圆形拓扑结构,其拓扑结构轴线 O_1O_1' 与光机连接平台 7 轴线同轴,故与内层卸载狭缝连接的光机连接平台 7 具有绕卸载狭缝 3 中心轴线 O_1O_1' 回转的微小位移,可对由机械连接平台 5 引起的扭转力矩进行微位移补偿,使该支撑架抗扭适应性增强,提高了反射镜的稳定性。该支撑架光机连接平台 7 沿轴线方向厚度具有可设计性,通过对其厚度的选择可以提供适宜的轴向刚度,满足该挠性支撑架的沿轴向的刚度要求,而其垂直于轴向的刚度同样可通过适当选择卸载狭缝 3 与光机连接平台 7 的连接截面面积来获得,该结构可满足较大刚度需求,一般其一阶谐振频率可高于 300Hz,热适应范围可达 $\pm 15^\circ\text{C}$ 。

[0024] 光学反射镜为玻璃材质时,挠性支撑架 8 上中空圆的柱面与光学反射镜 9 接触圆柱面进行尺寸配车,配合间隙为 0.01 ~ 0.015mm 之间,然后挠性支撑架 8 和光学件接触部位配研,保证两者接触面积 > 85% 后,在两者接触部位上均匀涂光学环氧胶 GHJ-01(Z) 后粘接固定,挠性支撑架 8 的热膨胀系数需与光学反射镜 9 的热膨胀系数相匹配。

[0025] 具体实施方式三

[0026] 挠性支撑架 8 所用材料可选用与光学反射镜 9 所用材料热膨胀系数相匹配的殷钢(Invar)材料,最大限度的减少热不匹配对光学反射镜镜面面形的影响,或是选用抗拉强度更高、加工性能更好的钛合金材料。

[0027] 该挠性支撑架选用北京宇航殷材科技发展有限公司的殷钢(Invar)或中国科学院沈阳金属研究所的钛合金(TC4)为结构件材料,在具体加工过程中进行多次真空时效处理,该挠性支撑架内外两层卸载狭缝 3 均采用慢走丝的方式进行线切割加工,严格控制零件表面质量,要求结构件表面光滑、无刀痕,特别是卸载狭缝的横截面处要求其表面光洁度在 0.6-0.9,无加工刀痕,在结构件拐角处以圆角自然过渡,避免形成应力集中。

[0028] 机械连接平台 5 与光机连接平台 7 的连接安装面处于同一平面内,平面加工面形精度要求 $\leq 0.003\text{mm}$,平面与光学反射镜的光轴垂直度 $\leq 0.01\text{mm}$ 。挠性支撑架的卸载基板 6 及光机连接平台 7 在轴向上采用错层设计,使结构轴向尺寸缩短,增加了设计的参数,选择合适的轴向参数可获得不同的轴向刚度和轴向微位移补偿效果,在满足光学反射镜支撑结构高稳定性使用要求的前提下,降低了光学系统轴向的尺寸约束限制,非常适合于结构的轻小型化设计要求。

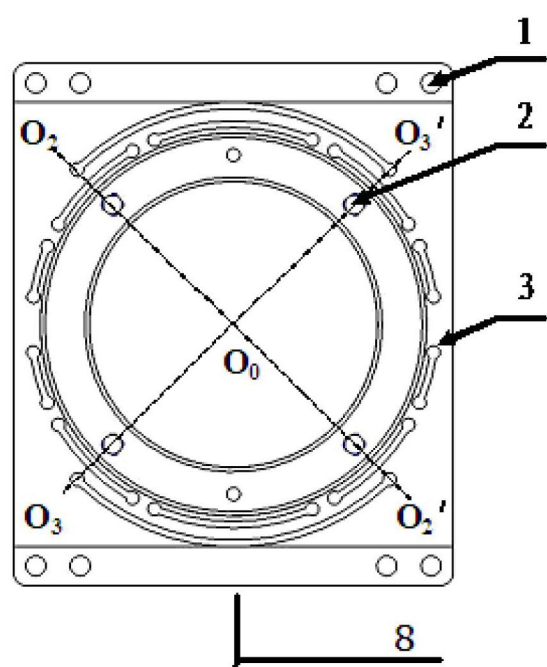


图 1

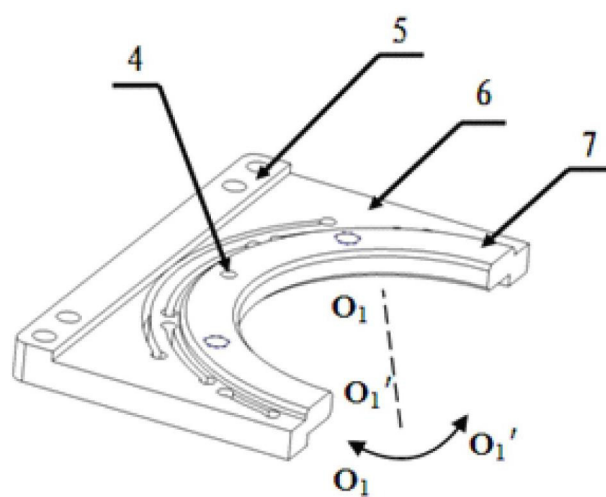


图 2

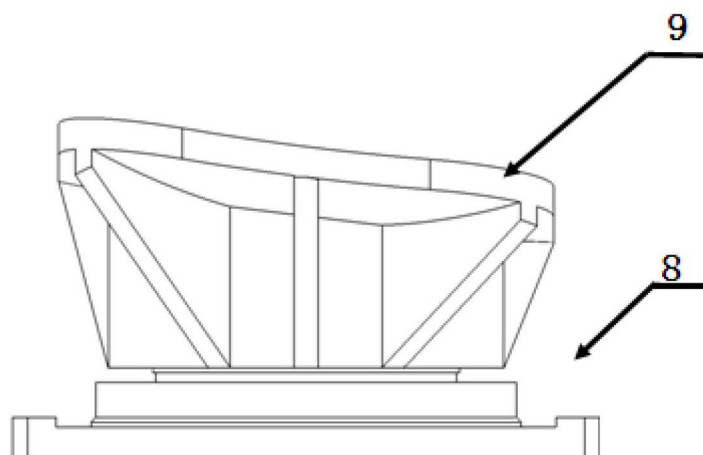


图 3

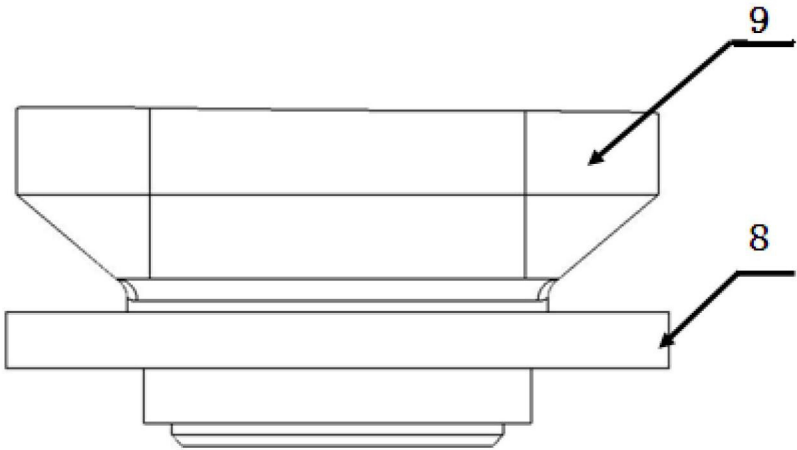


图 4

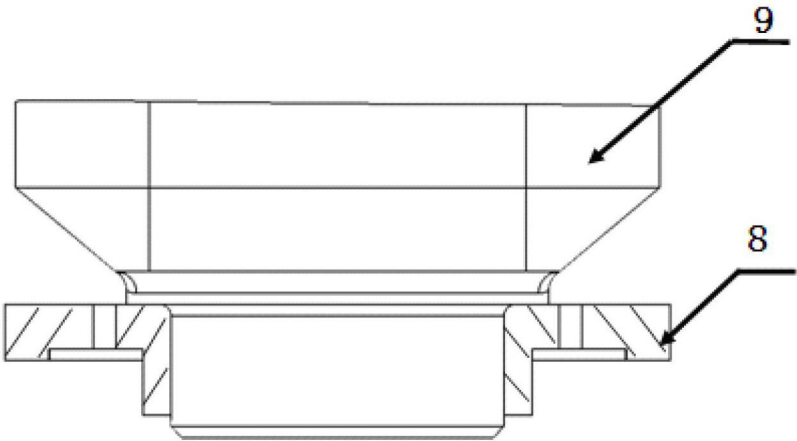


图 5