



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111650717 A

(43)申请公布日 2020.09.11

(21)申请号 202010387900.1

(22)申请日 2020.05.09

(71)申请人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道17号

(72)发明人 赵小东 高立民 白建明

(74)专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

代理人 唐沛

(51)Int.Cl.

G02B 7/182(2006.01)

G02B 7/183(2006.01)

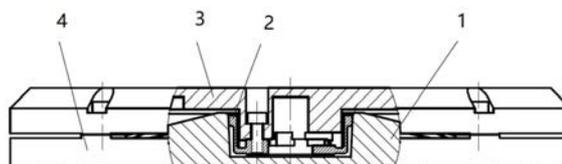
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种面形高稳定反射镜组件及其装配方法

(57)摘要

本发明公开了一种面形高稳定反射镜组件及其装配方法,克服了传统高精度光学反射镜装配和调试过程复杂的困难,以及装配后的反射镜面形容易变化的问题。该反射镜组件包括:反射镜、柔性连接节、安装底板、转接环。反射镜背部中心支撑筒内壁采用锥形设计,反射镜和柔性连接节通过强度较高的环氧胶粘接。通过多次研磨配合以及在环氧胶中均匀混合与确定的胶层厚度相同直径的微玻璃珠来确保胶层均匀。柔性连接节与安装底板、安装底板与转接环均通过螺钉固定连接。



1. 一种面形高稳定反射镜组件,包括反射镜、安装底板、转接环,其特征在于:还包括柔性连接节;

安装底板和转接环固连后形成一个凹部;所述反射镜位于凹部内;

反射镜的背部设置有中心支撑筒;所述中心支撑筒内壁呈锥形;

柔性连接节位于中心支撑筒内,柔性连接节采用与反射镜热膨胀系数相同的材质制作,包括环形底盘以及多个柔性连接臂;多个柔性连接臂沿圆周方向均匀设置在环形底盘上,柔性连接臂由水平段及竖直段构成,水平段一端与所述环形底盘外表面固连,另一端与竖直段下方固连,竖直段的上方设有用于与中心支撑筒内壁粘接的凸起,所有凸起与中心支撑筒内壁粘接的表面共同构成锥面,且该锥面的锥度与中心支撑筒内壁的锥度相同;环形底盘上沿圆周方向设有多个第一螺纹孔;

安装底板的中部设有与所述多个第一螺纹孔位置数量相适配的第一通孔,螺钉穿过所述第一通孔后与第一螺纹孔配合,将安装底板与柔性连接节固定连接;转接环上设有与外部设备对接的安装孔。

2. 根据权利要求1所述的面形高稳定反射镜组件,其特征在于:所述柔性连接节与中心支撑筒内壁采用掺混微玻璃珠的环氧胶进行粘接,所述微玻璃珠的直径与粘接胶层厚度相同。

3. 根据权利要求2所述的面形高稳定反射镜组件,其特征在于:所述反射镜的中心支撑筒的外围设有多个三角形减重槽。

4. 根据权利要求3所述的面形高稳定反射镜组件,其特征在于:所述采用SiC材质制作,柔性连接节采用钢制作。

5. 根据权利要求4所述的面形高稳定反射镜组件,其特征在于:每个柔性连接臂的顶面均设置有用于拆卸的第三螺纹孔以及用于定位的凹槽,其中,至少一个凹槽的中线与所述第一螺纹孔的中心位于同一直线上。

6. 根据权利要求5所述的面形高稳定反射镜,其特征在于:所述柔性连接臂为6个。

7. 根据权利要求6所述的面形高稳定反射镜组件,其特征在于:安装底板和转接环通过螺钉固定连接,安装底板和转接环均采用45%SiC/Al材料制作。

8. 根据权利要求7所述的面形高稳定反射镜组件,其特征在于:反射镜、安装底板、转接环均为椭圆形。

9. 一种面形高稳定反射镜组件的装配方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:根据中心支撑筒的锥度以及所需胶层厚度,获取柔性连接节和中心支撑筒经过研磨后,且未涂胶时,柔性连接节放入中心支撑筒内时,柔性连接节顶面低于反射镜的中心支撑筒顶面的高度差为a;

a的具体计算公式为: $a=H/\sin\frac{\beta}{2}$,其中H为胶层厚度, β 为中心支撑筒的锥度;

步骤2:对中心支撑筒内壁与柔性连接节上的凸起外表面涂适量研磨膏进行相对研磨;

步骤3:将研磨后的柔性连接节放入中心支撑筒内进行测量,直至柔性连接节的顶面与中心支撑筒的顶面高度差达到a时,将柔性连接节取出,将混有微玻璃珠的环氧胶均匀涂在柔性连接节连接臂粘接面处;

步骤4:将柔性连接节放入中心支撑筒内,并确保柔性连接节顶面与中心支撑筒顶面共

面；

步骤5:放置后待胶层固化；

步骤6:将安装底板与柔性连接节的连接面研平后,与柔性连接节固连；

步骤7:将转接环与安装底板固连,完成反射镜组件的装配。

10. 根据权利要求9所述的面形高稳定反射镜组件的装配方法,其特征在于:当反射镜、安装底板、转接环均为椭圆时,所述步骤4在确保了柔性连接节顶面与中心支撑筒顶面共面的同时,还需在反射镜长轴方向拉直丝线,并使丝线通过柔性连接节顶面的凹槽,以保证柔性连接节的中心及环形底盘上的一个螺纹孔的中心位于反射镜的长轴轴线上。

一种面形高稳定反射镜组件及其装配方法

技术领域

[0001] 本发明属于空间光学遥感技术领域,具体涉及一种面形高稳定反射镜组件及其装配方法。

背景技术

[0002] 高精度光学设备在航空航天或激光通信等领域的应用越来越多,其中SiC反射镜的应用非常普遍。目前高精度光学设备中SiC反射镜的固定方式有中心支撑及背部多点支撑等多种方法。常用中心支撑中镶嵌件设计为圆柱体,与SiC反射镜的胶接面为圆柱面,当两个圆柱面配合时,间隙难以保持一致,从而导致粘接的圆周方向胶层厚度均匀性难以保证,因此,圆柱胶接面给SiC反射镜的装配调试增加很多困难,也容易造成SiC反射镜的面形变化,从而影响整个光学系统的安装调试。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于针对现有SiC反射镜装配调试困难,且SiC反射镜的面型易产生变化的问题,本发明提供了一种面形高稳定反射镜组件及其装配方法。

[0004] 本发明的具体技术方案:

[0005] 本发明提供了一种面形高稳定反射镜组件,包括反射镜、安装底板、转接环以及柔性连接节;

[0006] 安装底板和转接环固连后形成一个凹部;所述反射镜位于凹部内;

[0007] 反射镜的背部设置有中心支撑筒;所述中心支撑筒内壁呈锥形;

[0008] 柔性连接节位于中心支撑筒内,柔性连接节采用与反射镜热膨胀系数相同的材质制作,包括环形底盘以及多个柔性连接臂;多个柔性连接臂沿圆周方向均匀设置在环形底盘上,柔性连接臂由水平段及竖直段构成,水平段一端与所述环形底盘外表面固连,另一端与竖直段下方固连,竖直段的上方设有用于与中心支撑筒内壁粘接的凸起,所有凸起与中心支撑筒内壁粘接的表面共同构成锥面,且该锥面的锥度与中心支撑筒内壁的锥度相同;环形底盘上的设有多个第一螺纹孔;

[0009] 安装底板的中部设有与所述多个螺纹孔位置数量相适配的第一通孔,螺钉穿过所述第一通孔后与第一螺纹孔配合,将安装底板与柔性连接节固定连接;转接环上设有与外部设备对接的安装孔。

[0010] 进一步地,上述柔性连接节与中心支撑筒内壁采用掺混微玻璃珠的环氧胶进行粘接,所述微玻璃珠的直径与粘接胶层厚度相同。

[0011] 进一步地,上述反射镜的中心支撑筒的外围设有多个三角形减重槽。

[0012] 进一步地,上述反射镜采用SiC材质制作,柔性连接节采用钢材制作。

[0013] 进一步地,上述每个柔性连接臂的顶面均设置有用于拆卸的第三螺纹孔以及用于定位的凹槽,其中,至少一个凹槽的中线与所述第一螺纹孔的中心位于同一直线上。

[0014] 进一步地,上述柔性连接臂为6个,该6个柔性连接臂均匀分布在环形底盘上。

[0015] 进一步地,上述安装底板和转接环通过螺钉固定连接,安装底板和转接环均采用45%SiC/Al材料制作。

[0016] 进一步地,上述反射镜、安装底板、转接环均为椭圆形。

[0017] 基于上述对该反射镜组件的结构描述,现对该反射镜组件的装配方法进行介绍,

[0018] 具体包括以下步骤:

[0019] 步骤1:根据中心支撑筒的锥度以及所需胶层厚度,获取柔性连接节和中心支撑筒经过研磨后,且未涂胶时,柔性连接节放入中心支撑筒内时,柔性连接节顶面低于中心支撑筒顶面的高度差为a;

[0020] a的具体计算公式为: $a=H/\sin\frac{\beta}{2}$,其中H为胶层厚度, β 为中心支撑筒的锥度;

[0021] 步骤2:对中心支撑筒内壁与柔性连接节上的凸起外表面涂适量研磨膏进行相对研磨;

[0022] 步骤3:将研磨后的柔性连接节放入中心支撑筒内进行测量,直至柔性连接节的顶面与反射镜中心支撑筒的顶面高度差达到a时,将柔性连接节取出,将混有微玻璃珠的环氧胶均匀涂在柔性连接节连接臂粘接面处;

[0023] 步骤4:将柔性连接节放入中心支撑筒内,并确保柔性连接节顶面与中心支撑筒顶面共面;

[0024] 步骤5:放置后待胶层固化;

[0025] 步骤6:将安装底板与柔性连接节的连接面研平后,与柔性连接节固连;

[0026] 步骤7:将转接环与安装底板固连,完成反射镜组件的装配。

[0027] 进一步地,当反射镜、安装底板、转接环均为椭圆时,所述步骤4在确保了柔性连接节顶面与中心支撑筒顶面共面的同时,还需在反射镜长轴方向拉直丝线,并使丝线通过柔性连接臂顶面的凹槽,以保证柔性连接节的中心及环形底盘上的一个第一螺纹孔的中心位于反射镜的长轴轴线上。

[0028] 本发明的有益效果是:

[0029] 1.本发明提供的反射镜组件中反射镜的中心支撑筒内壁呈锥形,柔性连接节与与中心支撑筒采用锥对锥的配合方式,避免了现有技术中反射镜中心支撑与镶嵌件采用两个圆柱面配合时,两者之间配合间隙难以保持一致,导致粘接的圆周方向胶层厚度均匀性难以保证的问题,提升了反射镜组件装调的精度。

[0030] 2.本发明柔性连接节采用多个柔性连接臂和环形底盘的结构,且柔性连接臂上设置一个用于粘接的凸起,凸起的粘接设计在保证强度的情况下,可以减少胶面的面积,进而减少产生的温变应力,减少对反射镜面形的影响。此外,胶层产生的微小应力也能够被柔性连接节吸收。所以经过验证,本发明的反射镜组件实现了随机振动(总均方根加速18g)、热循环及热真空等试验后,SiC反射镜的面形数据RMS基本稳定于 $\lambda/60$ 没有变化。

[0031] 3.本发明的反射镜与柔性连接节胶接采用强度较高的环氧胶连接,并在环氧胶中混入适量直径为0.1mm的微玻璃珠,能保证两者胶接后的胶层厚度完全均匀一致,此外,微玻璃珠的膨胀系数与SiC反射镜的热膨胀系数接近,使得胶层固化后产生的应力可忽略不计。

[0032] 4.本发明的转接环与安装底板的接触面为4个的小凸台,如果装配角度有误差,通

过计算后修研转接环上面与安装底板接触的四个凸台安装面,修研过程避开反射镜单独进行,可以有效的保护反射镜免受污损。

附图说明

[0033] 图1为反射镜组件装配图。

[0034] 图2为反射镜背面的结构示意图。

[0035] 图3为反射镜的侧视图。

[0036] 图4为柔性连接节的主视图。

[0037] 图5为柔性连接节的俯视图。

[0038] 图6为安装底板的主视图。

[0039] 图7为安装底板的侧视图。

[0040] 图8为转接环的主视图。

[0041] 附图标记如下:

[0042] 1-反射镜、12-三角形减重槽、13-中心支撑筒、2-柔性连接节、21-环形底盘、22-柔性连接臂、23-凹槽、24-第一螺纹孔、25-第一凸台、26-第三螺纹孔、27-凸起、3-安装底板、31-第二通孔、32-第二凸台、33-第一通孔、34-第三凸台、4-转接环、41-第二螺纹孔、42-第四凸台、43-安装孔。

具体实施方式

[0043] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在有没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0044] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0045] 在本发明的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0046] 如图1所示,本实施例提供了一种面形高稳定反射镜组件的具体结构,包括反射镜1、安装底板3、转接环4及柔性连接节2,反射镜1(本实施例中反射镜的材质为SiC)、安装底板3及转接环4均设置为椭圆形,当然根据实际的应用场景,上述反射镜组件的组成部分也可以是圆形。

[0047] 安装底板3和转接环4通过螺钉固连后形成一个凹部,反射镜1位于凹部内;

[0048] 如图2及图3所示,反射镜1背部设置有中心支撑筒13,中心支撑筒13内壁呈锥形,由于三角形减重对于反射镜刚度保持最有利,因此在中心支撑筒13外围设有多个三角形减重槽12。

[0049] 柔性连接节2包括环形底盘21以及多个柔性连接臂22(本实施例中柔性连接臂的个数为6,这种六爪柔性结构设计,胶接后胶层产生的微小应力被柔性节吸收,对反射镜几

乎没有影响),由于反射镜的材料是SiC,柔性连接节采用与反射镜热膨胀系数相同的钢材制作(若反射镜采用其他材质,则柔性连接节采用与反射镜热膨胀系数相同的材质制作即可)。如图4及图5所示,6个柔性连接臂沿圆周方向均匀设置在环形底盘21外沿上,每个柔性连接臂22均包括水平段及竖直段,水平段一端与所述环形底盘21外表面固连,另一端与竖直段下方固连,竖直段的上方设有用于与中心支撑筒内壁粘接的凸起27,所有凸起27上与中心支撑筒13内壁粘接的表面共同构成锥面,且该锥面的锥度与中心支撑筒内壁的锥度相同;需要说明的是:柔性连接臂竖直段的具体厚度由反射镜的具体重量经过有限元计算得出;在本实施例中,中心支撑筒13内壁的锥度为 5° ,因此,所有凸起27上与中心支撑筒13内壁粘接的表面共同构成锥面锥度应当也为 5° 。环形底盘21上沿圆周方向设有多个第一螺纹孔;安装底板3的中部设有与所述多个第一螺纹孔24位置数量相适配的第一通孔33,螺钉穿过所述第一通孔33后与第一螺纹孔24配合,将安装底板3与柔性连接节2固定连接;转接环4上设有与外部设备对接的安装孔43。

[0050] 本实施例的安装底板3是整个反射镜组件的支撑零件,其形状与反射镜相同为椭圆形,由于整个反射镜组件运用在航空航天或激光通信等领域所以安装底板3采用了比刚度高,导热率高,热胀系数较低,密度相对较低的45%SiC/Al制成。

[0051] 由于要与安装底板3相适配,如图8所示,本实施例的转接环4外形为椭圆环形,采用与安装底板相同的材料45%SiC/Al制成,是整个反射镜组件与外部系统总体连接的零件。

[0052] 在上述结构的基础上,本实施例还做出了以下优化设计:

[0053] 1、为了进一步的确保粘接胶层厚度,本实施例中柔性连接节与中心支撑筒内壁采用掺混微玻璃珠的环氧胶进行粘接,并且微玻璃珠的直径与粘接胶层厚度相同,本实施例中由于胶层厚度需要0.1mm,因此微玻璃珠的直径为0.1mm。

[0054] 2、由于反射镜的形状是椭圆形,为了安装时能够精准定位,在每个柔性连接臂22上端面均设置有凹槽23,粘接时将凹槽23与反射镜的长轴对齐,从而确保转接环与外部设备对接时能够很好的满足需求。

[0055] 3、具体连接结构:如图5、图6、图7及图8所示,环形底盘21上设置第一螺纹孔24的位置均对应设置第一凸台25,其目的是为保证平面度要求的同时使加工更为方便。

[0056] 同理,安装底板3上与第一螺纹孔24连接的第一通孔33设置区域也设置有第二凸台32,其目的是为保证平面度要求的同时使加工更为方便。另外,安装底板3上靠近外边缘的位置设置有4个第二通孔31,相应地,转接环上设置有4个第二螺纹孔41,用4个M5钛合金螺钉穿过4个第二通孔31与4个第二螺纹孔41配合,从而将安装底板3与转接环4固定连接。

[0057] 本实施例中安装底板3上对应4个第二通孔31的区域设有第三凸台34,在转接环上对应4个第二螺纹孔41处设置第四凸台42。如果装配角度有误差,通过计算后修研第四凸台42,修研过程避开反射镜单独进行,可以有效的保护反射镜免受污损。

[0058] 4、此外,为了时柔性连接节拆卸方便,还可以在柔性连接臂22的上端面开设第三螺纹孔26。

[0059] 基于对反射镜组件的结构描述,现对本实施例的装调过程进行介绍:

[0060] 步骤1:当将反射镜1与柔性连接节2粘接之前,需要根据中心支撑筒的锥度以及所需胶层厚度,获取柔性连接节2和中心支撑筒13经过研磨后,且未涂胶时,柔性连接节2放入

中心支撑筒内时,柔性连接节2的顶面低于反射镜中心支撑筒13顶面的高度差为a,其目的是确保胶接后胶层的厚度完全均匀一致。本实施例中由于中心支撑筒13的锥度 $\beta=5^\circ$ 以及胶层厚度 $H=0.1\text{mm}$,通过公式:

[0061] $a=H/\sin\frac{\beta}{2}$,计算出 $a=2.3\text{mm}$ 。

[0062] 步骤2:对中心支撑筒内壁与柔性连接节上的凸起27外表面涂适量研磨膏进行相对研磨;

[0063] 步骤3:将研磨后的柔性连接节2放入中心支撑筒进行测量,直至柔性连接节2的顶面与中心支撑筒的顶面高度差 $a=2.3\text{mm}$ 时,将柔性连接节2取出,并把中心支撑筒13内壁与柔性连接节2上凸起27外表面擦拭干净,将混有 0.1mm 微玻璃珠的环氧胶均匀涂在柔性连接节2上凸起27外表面处;

[0064] 步骤4:最后将柔性连接节2放入中心支撑筒13内,并确保柔性连接节2顶面与中心支撑筒13顶面共面,由于本实施例中反射镜组件整体呈椭圆形,因此,在确保共面的同时还需在反射镜长轴方向拉直丝线,并使丝线通过柔性连接臂顶面的凹槽,以保证柔性连接节的中心及环形底盘上的一个第一螺纹孔的中心位于反射镜的长轴轴线上,确保转接环与外部设备对接时满足装配要求;

[0065] 步骤5:擦除多余胶,放置后待胶层固化;

[0066] 步骤6:将安装底板与柔性连接节的连接面{即第一凸台和第二凸台}研平后,与柔性连接节固连;

[0067] 步骤7:将转接环与安装底板的连接面{即第三凸台和第四凸台}研平后固连,完成反射镜组件的装配。

[0068] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

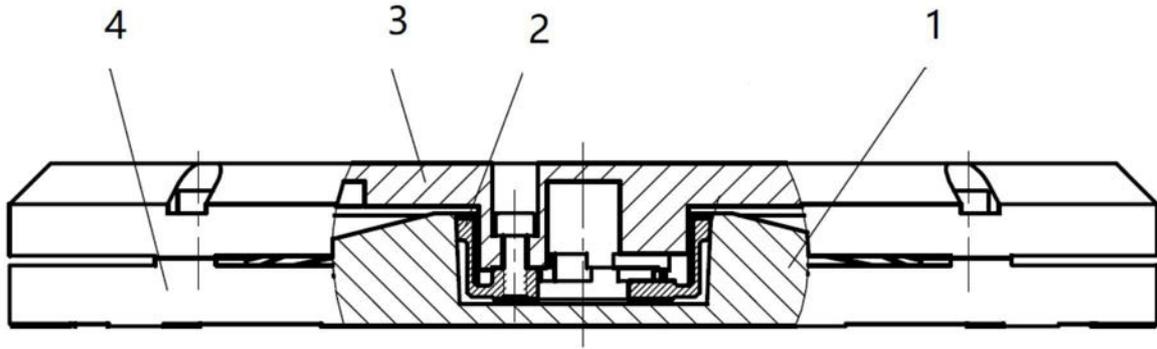


图1

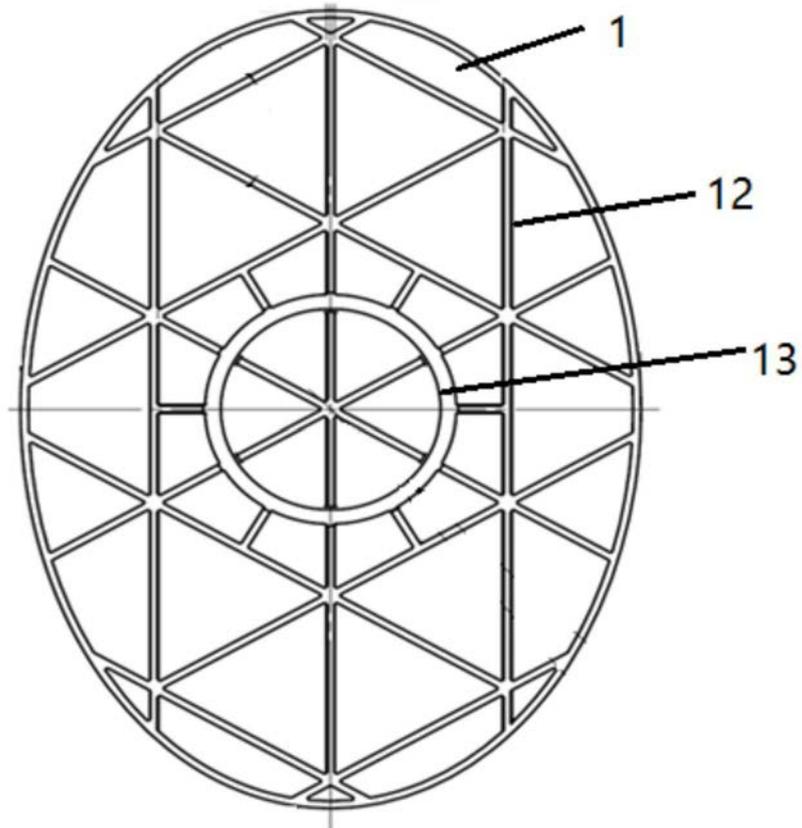


图2

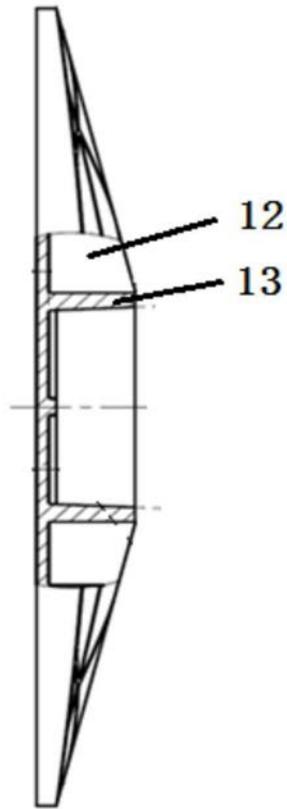


图3

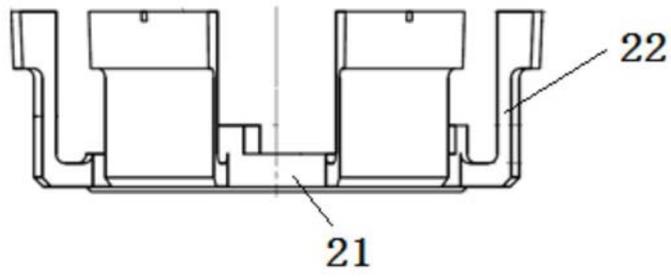


图4

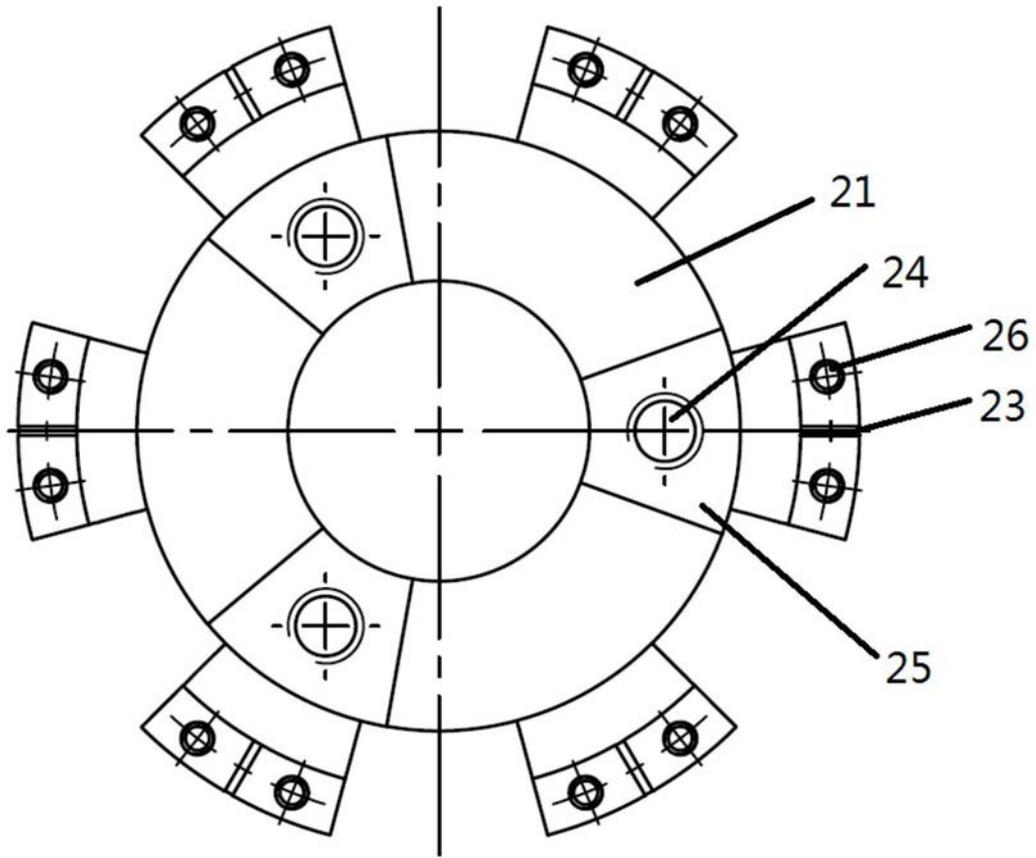


图5

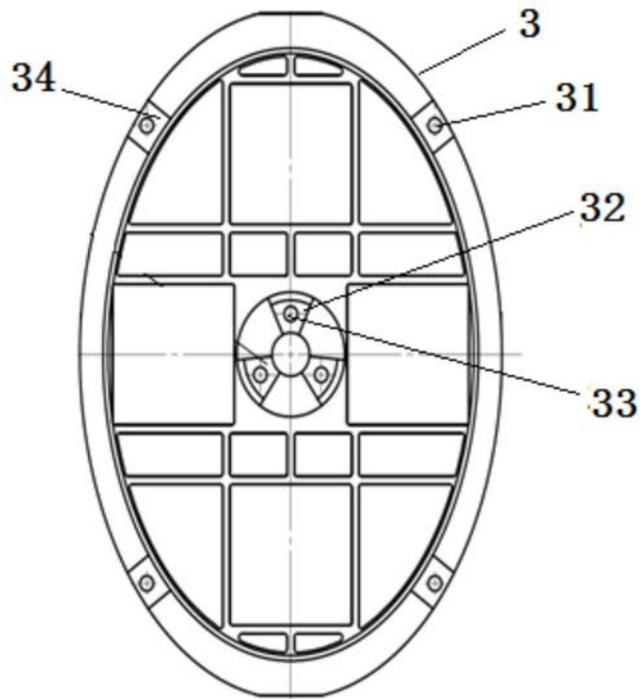


图6

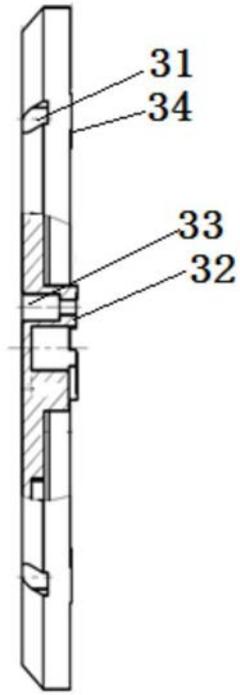


图7

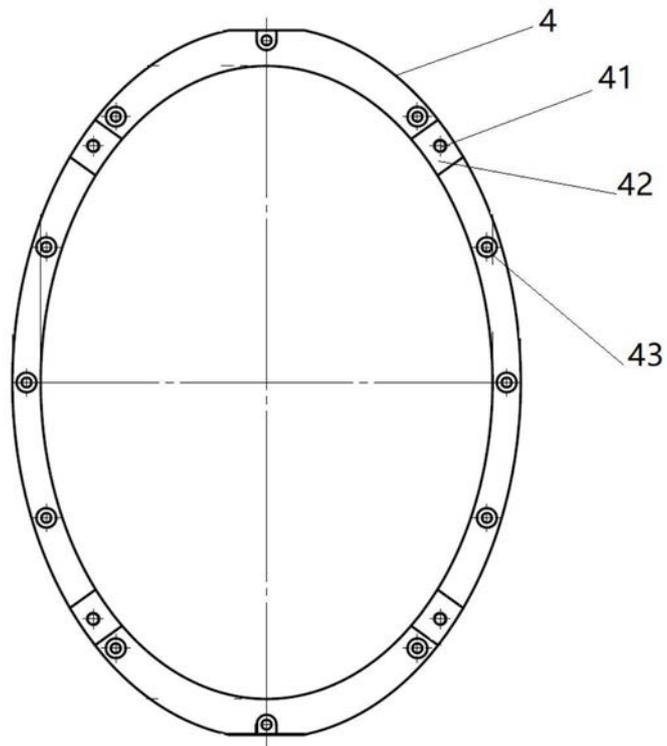


图8