



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108278309 B

(45)授权公告日 2019.09.06

(21)申请号 201810057862.6

F16F 15/04(2006.01)

(22)申请日 2018.01.19

F16F 15/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108278309 A

(43)申请公布日 2018.07.13

(73)专利权人 北京控制工程研究所

地址 100080 北京市海淀区北京2729信箱

(72)发明人 罗睿智 张激扬 李林峰 樊亚洪

王虹 赵雷 刘红星 王晓伟

吴金涛 隗乐乐

(56)对比文件

CN 105909725 A,2016.08.31,

CN 106969077 A,2017.07.21,

CN 103486176 A,2014.01.01,

US 6029959 A,2000.02.29,

CN 101504051 A,2009.08.12,

CN 101504051 A,2009.08.12,

审查员 王麒

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 张欢

(51)Int.Cl.

F16F 7/00(2006.01)

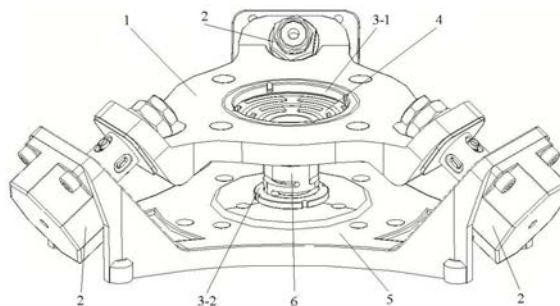
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种主被动一体化的四足会聚式隔振器

(57)摘要

一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,包括上连接板(1)、斜置微振动控制单元(2)、第三开槽碟形弹簧(4)、下连接板(5)、开槽圆柱弹簧(6);开槽圆柱弹簧(6)一端连接第三开槽碟形弹簧(4),另一端固定在下连接板(5)中部;第三开槽碟形弹簧(4)固定在上连接板(1)中部;各斜置微振动控制单元(2)绕开槽圆柱弹簧(6)的中心轴沿上连接板(1)周向均匀分布,倾斜安装,一端与上连接板(1)相连,另一端与下连接板(5)相连。本发明采用主被动一体化结构,能实现宽频段的微振动控制,提高了隔振器的隔振效率和对复杂环境及变化对象的适应性。



1. 一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,其特征在于:包括上连接板(1)、斜置微振动控制单元(2)、第三开槽碟形弹簧(4)、下连接板(5)、开槽圆柱弹簧(6);开槽圆柱弹簧(6)一端连接第三开槽碟形弹簧(4),另一端固定在下连接板(5)中部;第三开槽碟形弹簧(4)固定在上连接板(1)中部;各斜置微振动控制单元(2)绕开槽圆柱弹簧(6)的中心轴沿上连接板(1)周向均匀分布,倾斜安装,一端与上连接板(1)相连,另一端与下连接板(5)相连;

所述斜置微振动控制单元(2)有三组,每组斜置微振动控制单元(2)包括压电陶瓷安装柱(7)、第一开槽碟形弹簧(8-1)、阻尼隔片(9)、第二开槽碟形弹簧(8-2)、限位套(10)、座套(11)、压电陶瓷堆(12)、限位螺钉(13)、加载顶丝(15);压电陶瓷安装柱(7)一端安装第一开槽碟形弹簧(8-1),阻尼隔片(9)安装在第一开槽碟形弹簧(8-1)外壁上,压电陶瓷堆(12)安装在压电陶瓷安装柱(7)内;第二开槽碟形弹簧(8-2)安装在压电陶瓷安装柱(7)装有第一开槽碟形弹簧(8-1)一端,对压电陶瓷安装柱(7)进行封口;限位螺钉(13)穿过压电陶瓷安装柱(7)侧壁对压电陶瓷堆(12)端部进行周向限位;加载顶丝(15)安装在压电陶瓷安装柱(7)安装有限位螺钉(13)的一端,对压电陶瓷堆(12)进行加载;限位套(10)包括对称的两个半圆筒,对接安装在第一开槽碟形弹簧(8-1)和第二开槽碟形弹簧(8-2)外,安装在座套(11)内腔中;座套(11)端部安装在下连接板(5)边缘倾斜的安装座上,压电陶瓷安装柱(7)依次穿过下连接板(5)、上连接板(1)固定在上连接板(1)上。

2. 根据权利要求1所述的一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,其特征在于:每组斜置微振动控制单元(2)还包括金属橡胶圈(16-1、16-2);第一开槽碟形弹簧(8-1)和阻尼隔片(9)之间、第二开槽碟形弹簧(8-2)和阻尼隔片(9)之间填充金属橡胶圈(16-1、16-2)。

3. 根据权利要求1或2所述的一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,其特征在于:每组斜置微振动控制单元(2)还包括第一垫片(14);压电陶瓷安装柱(7)的轴颈处安装第一垫片(14),第一垫片(14)位于压电陶瓷安装柱(7)外壁台阶结构与上连接板(1)之间。

4. 根据权利要求3所述的一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,其特征在于:所述下连接板(5)边缘倾斜的安装座上开有压电陶瓷安装柱(7)的安装孔,安装孔内设置有环形挡圈。

5. 根据权利要求4所述的一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,其特征在于:所述压电陶瓷安装柱(7)外壁设置有环形挡圈,压电陶瓷安装柱(7)的环形挡圈大于下连接板(5)上压电陶瓷安装柱(7)的安装孔内的环形挡圈,当斜置微振动控制单元(2)受拉伸作用力时,压电陶瓷安装柱(7)的环形挡圈与压电陶瓷安装柱(7)的安装孔内的环形挡圈相接触。

6. 根据权利要求1所述的一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,其特征在于:所述第三开槽碟形弹簧(4)为沿周向开有若干组弧形槽的碟形弹簧,每组弧形槽关于碟形弹簧直径对称,弧形槽中沿碟形弹簧轴线方向的棱线均倒圆。

7. 根据权利要求1所述的一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,其特征在于:所述第一开槽碟形弹簧(8-1)为沿周向开有若干组弧形槽的碟形弹簧,每组弧形槽关于碟形弹簧直径对称,弧形槽中沿碟形弹簧轴线方向的棱线均倒圆。

8. 根据权利要求7所述的一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,其特征在于:所述第二开槽碟形弹簧(8-2)为沿周向开有若干组弧形槽的碟形弹簧,每组弧形槽关于碟形弹簧直径对称,弧形槽中沿碟形弹簧轴线方向的棱线均倒圆。

9. 根据权利要求1所述的一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,其特征在于:所述压

电陶瓷安装柱(7)在安装第一开槽碟形弹簧(8-1)的一端侧壁上沿周向开槽;压电陶瓷安装柱(7)的侧壁中部沿轴向开槽用于安装限位销钉(13)。

一种主被动一体化的四足会聚式隔振器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微振动控制器。

背景技术

[0002] 随着科技的日益发展,设备、载荷等的精度、分辨率等各项性能都越来越高,对其所在的工作平台的稳定性要求也越来越高,环境的微振动长期广泛存在,不可避免,势必会对平台的稳定产生不利影响,进一步影响到敏感器等设备的性能的充分发挥,因此稳定的工作平台成为高性能敏感器等设备正常工作的前提,而微振动控制是提高平台稳定性的有效途径。

[0003] 稳定平台主要从两个方面来实现:1)减小平台受到回转机构(如高速转子)、往复机构(如振动筛)等其他振源设备的扰振,提高平台稳定性;2)减小平台的振动传递至有效载荷,从而减小平台振动对载荷的影响。

[0004] 针对振源的结构减振难以凑效,提高平台稳定性的行之有效的方法是微振动隔离,包括积极微振动隔离和消极微振动隔离。传统的隔振器(包括橡胶等)不能较好地兼顾航天器对产品重量和尺寸的严苛要求和良好的振动隔离性能。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,能较好地兼顾对地面和空间等多种复杂环境的适应性,以及长期的微振动和短时的大幅振动等多种工况下的性能稳定性。有效抑制振动,提升平台稳定性,拓展其应用领域。

[0006] 本发明所采用的技术方案是:一种主被动一体化的四足会聚式隔振器,包括上连接板、斜置微振动控制单元、第三开槽碟形弹簧、下连接板、开槽圆柱弹簧;开槽圆柱弹簧一端连接第三开槽碟形弹簧,另一端固定在下连接板中部;第三开槽碟形弹簧固定在上连接板中部;各斜置微振动控制单元绕开槽圆柱弹簧的中心轴沿上连接板周向均匀分布,倾斜安装,一端与上连接板相连,另一端与下连接板相连。

[0007] 所述斜置微振动控制单元有三组,每组斜置微振动控制单元包括压电陶瓷安装柱、第一开槽碟形弹簧、阻尼隔片、第二开槽碟形弹簧、限位套、座套、压电陶瓷堆、限位螺钉、加载顶丝;压电陶瓷安装柱一端安装第一开槽碟形弹簧,阻尼隔片安装在第一开槽碟形弹簧外壁上,压电陶瓷堆安装在压电陶瓷安装柱内;第二开槽碟形弹簧安装在压电陶瓷安装柱装有第一开槽碟形弹簧一端,对压电陶瓷安装柱进行封口;限位螺钉穿过压电陶瓷安装柱侧壁对压电陶瓷堆端部进行周向限位;加载顶丝安装在压电陶瓷安装柱安装有限位螺钉的一端,对压电陶瓷堆进行加载;限位套包括对称的两个半圆筒,对接安装在第一开槽碟形弹簧和第二开槽碟形弹簧外,安装在座套内腔中;座套端部安装在下连接板边缘倾斜的安装座上,压电陶瓷安装柱依次穿过下连接板、上连接板固定在上连接板上。

[0008] 每组斜置微振动控制单元还包括金属橡胶圈;第一开槽碟形弹簧和阻尼隔片之

间、第二开槽碟形弹簧和阻尼隔片之间填充金属橡胶圈。

[0009] 每组斜置微振动控制单元还包括第一垫片；压电陶瓷安装柱的轴颈处安装第一垫片，第一垫片位于压电陶瓷安装柱外壁台阶结构与上连接板之间。

[0010] 所述下连接板边缘倾斜的安装座上开有压电陶瓷安装柱的安装孔，安装孔内设置有环形挡圈。

[0011] 所述压电陶瓷安装柱外壁设置有环形挡圈，压电陶瓷安装柱的环形挡圈大于下连接板上压电陶瓷安装柱的安装孔内的环形挡圈，当斜置微振动控制单元受拉伸作用力时，压电陶瓷安装柱的环形挡圈与压电陶瓷安装柱的安装孔内的环形挡圈相接触。

[0012] 所述第三开槽碟形弹簧为沿周向开有若干组弧形槽的碟形弹簧，每组弧形槽关于碟形弹簧直径对称，弧形槽中沿碟形弹簧轴线方向的棱线均倒圆。

[0013] 所述第一开槽碟形弹簧为沿周向开有若干组弧形槽的碟形弹簧，每组弧形槽关于碟形弹簧直径对称，弧形槽中沿碟形弹簧轴线方向的棱线均倒圆。

[0014] 所述第二开槽碟形弹簧为沿周向开有若干组弧形槽的碟形弹簧，每组弧形槽关于碟形弹簧直径对称，弧形槽中沿碟形弹簧轴线方向的棱线均倒圆。

[0015] 所述压电陶瓷安装柱在安装第一开槽碟形弹簧的一端侧壁上沿周向开槽；压电陶瓷安装柱的侧壁中部沿轴向开槽用于安装限位销钉。

[0016] 本发明与现有技术相比的优点在于：

[0017] (1) 本发明的振动控制装置采用碟形弹簧，可实现全向弹性支撑，且其尺寸较小，可以大幅减小隔振器的尺寸和重量，而传统的隔振器多采用螺旋弹簧等，其主要起着轴向支撑的作用，而且其尺寸相对较大。

[0018] (2) 本发明采用主被动一体化结构。其中被动阻尼单元采用金属弹簧和金属橡胶并联的结构，能较好地隔离高频振动；而主动控制单元是在被动弹簧-阻尼单元的基础上，串联一个压电陶瓷堆，它能较好地抑制共振峰及其以下的中低频振动。因此主被动结合能较好地实现对产品的宽频微振动抑制。在压电陶瓷堆停止工作时，该主被动一体化的微振动控制装置退化为被动隔振器，仍可获得较好的高频微振动衰减效果。

[0019] (3) 本发明利用金属橡胶的阻尼和刚度的强非线性进行大幅振动时的限位保护。在振动位移较大时，其刚度也很大，从而能大幅提高系统的刚度，提高系统的频率，对产品起到一定的限位保护作用；大幅振动时金属橡胶能够大量耗散振动能量，从而能迅速衰减振动幅值。

[0020] (4) 本发明采用采用三足斜置支撑，起着配置隔振器和对象的系统动力学的作用，而轴向弹簧主要起着微调系统的动力学特性的作用，其中也可装入压电陶瓷堆，从而起到作动器的冗余备份作用。

[0021] (5) 本发明采用采用对压电陶瓷安装柱进行了细致的设计，保证在对压电陶瓷堆进行多次拆装时，免受扭矩而损坏。同时，避免微振动控制器在受到较大的载荷时，保护压电陶瓷堆和弹簧等器件的免遭损伤，具有较高的可靠性。

附图说明

[0022] 图1为本发明的主被动一体化的四足会聚式隔振器的结构简图；

[0023] 图2为本发明的主被动一体化的四足会聚式隔振器结构剖视图；

[0024] 图3为本发明的主被动一体化的四足会聚式隔振器结构剖视图。

[0025] 图4(a)、图4(b)为本发明的开槽碟形弹簧。

具体实施方式

[0026] 被动隔振装置能有效隔离中、高频振动,主动振动控制装置能有效抑制共振峰及共振峰以下的低频振动。因此本发明采用被动隔离和主动控制相结合的微振动控制方式,提供了一种主被动一体化的四足会聚式隔振器。

[0027] 如图1、图2、图3所示,本发明是针对微振动的主被动一体化的微振动控制器,包括上连接板1、三组斜置微振动控制单元2、正装刚度微调结构、下连接板5、及一系列安装螺钉、螺母、垫片;正装刚度微调结构包括第一锁紧螺母3-1、第三开槽碟形弹簧4、开槽圆柱弹簧6、第二锁紧螺母3-2和第三锁紧螺母3-3。开槽圆柱弹簧6一端连接第三开槽碟形弹簧4,另一端固定在下连接板5中部;第三开槽碟形弹簧4固定在上连接板1中部;各斜置微振动控制单元2绕开槽圆柱弹簧6的中心轴沿上连接板1周向均匀分布,倾斜安装,一端与上连接板1相连,另一端与下连接板5相连。

[0028] 其中每个斜装的斜置微振动控制单元2包括压电陶瓷安装柱7、第一开槽碟形弹簧8-1、阻尼隔片9、第二开槽碟形弹簧8-2、限位套10、座套11、压电陶瓷堆12、限位螺钉13、第一垫片14、加载顶丝15、及一系列安装螺钉、螺母、垫片。压电陶瓷安装柱7一端安装第一开槽碟形弹簧8-1,阻尼隔片9安装在第一开槽碟形弹簧8-1外壁上,压电陶瓷堆12安装在压电陶瓷安装柱7内;第二开槽碟形弹簧8-2安装在压电陶瓷安装柱7装有第一开槽碟形弹簧8-1一端,对压电陶瓷安装柱7进行封口;限位螺钉13穿过压电陶瓷安装柱7侧壁对压电陶瓷堆12端部进行周向限位;加载顶丝15安装在压电陶瓷安装柱7安装有限位螺钉13的一端,对压电陶瓷堆12进行加载;限位套10包括对称的两个半圆筒,对接安装在第一开槽碟形弹簧8-1和第二开槽碟形弹簧8-2外,安装在座套11内腔中;座套11端部安装在下连接板5边缘倾斜的安装座上,压电陶瓷安装柱7依次穿过下连接板5、上连接板1固定在上连接板1上。压电陶瓷安装柱7的轴颈处安装第一垫片14,第一垫片14位于压电陶瓷安装柱7外壁台阶结构与上连接板1之间。

[0029] 首先,斜置微振动控制单元2穿过下连接板5,再在压电陶瓷安装柱7的轴颈处安装第一垫片14,然后再穿过上连接板1,最后通过 $\Phi 10$ 垫片和两个M10六角螺母将压电陶瓷安装柱7的小头端固定于上连接板1。通过M4内六角圆柱头螺钉将斜置微振动控制单元2固定于下连接板5。微振动控制器轴线上的开槽圆柱弹簧6和第三开槽碟形弹簧4通过螺纹连接,第三开槽碟形弹簧4通过第一锁紧螺母3-1固定于上连接板1,开槽圆柱弹簧6通过第二锁紧螺母3-2和2对面的第三锁紧螺母3-3固定于下连接板5。对于斜置微振动控制单元2的结构,将压电陶瓷堆12安装于压电陶瓷安装柱7内,并利用限位螺钉13将其周向限位,利用第二开槽碟形弹簧8-2将其装入端封口,并轻微接触压电陶瓷堆12的球头,再利用加载顶丝15对压电陶瓷堆12加载。

[0030] 采用三个斜置微振动控制单元2和一个正装刚度微调结构支撑,其中斜置微振动控制单元2起主支撑作用,而正装刚度微调结主要是在主结构定型后,微调隔振器系统的刚度的作用。本发明采用如下三条措施减小微振动控制器的尺寸和重量:a斜置微振动控制单元2的主体位于下连接板5之外,大幅减小了下连接板5的尺寸和重量;b压电陶瓷安装柱7既

起到安装压电陶瓷堆12的作用,又起到连接上连接板1的作用,减小了斜置微振动控制单元2的零件个数、尺寸和重量;c如图4(a)、图4(b)所示,第三开槽碟形弹簧4、第一开槽碟形弹簧8-1和第二开槽碟形弹簧8-2为沿周向开有若干弧形槽的碟形弹簧,每组弧形槽关于碟形弹簧的直径对称,弧形槽中沿碟形弹簧轴线方向的棱线均倒圆。第三开槽碟形弹簧4、第一开槽碟形弹簧8-1和第二开槽碟形弹簧8-2是在传统的碟形弹簧的基础上进行圆周向开槽,通过设计碟形弹簧的厚度与倾角,开槽大小、环的宽度,以及环与环之间的桥接数等参数设计弹簧的刚度。开槽碟形弹簧的大端(或外沿)和小端(或内沿)为其对外的接口,通过螺纹或者螺钉等方式与其它产品连接。弹簧的最外环和最内环作为载荷传递的输入或输出端。开槽碟形弹簧可显著加长力传递的路径,减小弹簧的刚度。也可实现弹簧的轴向和径向刚度的任意配置,提升了开槽碟形弹簧的设计性。也大幅减小了弹簧的尺寸。从而让微振动控制器的尺寸和重量大为减小。

[0031] 压电陶瓷安装柱7在安装压电陶瓷堆12端进行适当的周向开槽,让压电陶瓷安装柱7的刚度为安装压电陶瓷堆12的刚度的0.1左右,从而保证安装压电陶瓷堆12的作用位移不被大幅减小。但由于压电陶瓷堆12的刚度较高,因此压电陶瓷安装柱7的刚度依然比开槽碟形弹簧8的刚度高1~2个量级,因此主被动一体化的微振动控制器的刚度仍主要取决于开槽碟形弹簧8。

[0032] 压电陶瓷安装柱7和下连接板5都设计有一环形挡圈,并且压电陶瓷安装柱7的环形挡圈大于下连接板5的环形挡圈,当斜置微振动控制单元2受较大的拉伸作用力时,通过两个环形挡圈的接触将作用力卸载到下连接板5;根据压电陶瓷堆12的最大伸长位移,在压电陶瓷安装柱7和第一开槽碟形弹簧8-1之间留有稍大的间隙,当正常工作时,间隙足够压电陶瓷堆12的变形,当斜置微振动控制单元2受较大的压缩作用力时,压电陶瓷安装柱7和第一开槽碟形弹簧8-1接触,通过第一开槽碟形弹簧8-1将作用力传递至第二开槽碟形弹簧8-2,并最终传递至下连接板5,从而保护压电陶瓷堆12免遭压损。因此本发明可有效保护压电陶瓷堆12和开槽碟形弹簧8在较大外力作用下不被损坏,增加了结构的可靠性。

[0033] 压电陶瓷安装柱7在小端设计有轴向的开槽,并在压电陶瓷堆12的球头上的对侧都设计有M2的螺纹孔,在将压电陶瓷堆12装入压电陶瓷安装柱7后,用M2的限位螺钉13进行周向限位,使得在对压电陶瓷堆12轴向加载和卸载时,可避免压电陶瓷堆12因为和加载顶丝15之间的摩擦作用而受较大的扭矩,从而保护压电陶瓷堆12免遭损坏,从而增加了微振动控制器的可多次拆装性,也增加了结构的可靠性。

[0034] 在阻尼隔片9和第一开槽碟形弹簧8-1、第二开槽碟形弹簧8-2之间的空隙分别安装有金属橡胶圈16-1和16-2,从而增加了微振动控制器的阻尼,尤其是在大载荷作用时,可快速消耗振动的能量。从而增加了结构的可靠性。

[0035] 利用主被动一体化的微振动控制方式,其中压电陶瓷堆12主要起到主动振动控制的作用,而其余皆起到被动隔振的作用。被动隔振可以有效隔离中高频振动,而余下的低频振动可充分利用压电陶瓷堆12进行主动振动控制。因此本发明可实现较宽频段内的微振动隔离,可达到较好的微振动控制效果。当压电陶瓷堆12不工作时,微振动控制器退化为一个完全的被动隔振器,仍然具有较好的微振动隔离效果。可见本发明具有较高的可靠性。

[0036] 该主被动一体化的微振动控制器安装在振源和基座之间。被动微振动控制器的振动传递路径:振动通过上连接板1和压电陶瓷安装柱7传递至第一开槽碟形弹簧8-1、阻尼隔

片9、第二开槽碟形弹簧8-2和金属橡胶圈16-1、16-2,再通过下连接板5和座套11传递至基础,此时压电陶瓷堆不工作。主被动一体化的微振动控制器的振动传递路径:是在被动隔振器的振动传递路径上的压电陶瓷安装柱7并联一个高刚度的作动器:压电陶瓷堆12。在主动振动控制时,通过测量上连接板1和下连接板5的振动加速度等信号,并将这些测量信号传送至外部控制器,控制器将结合被控对象模型,利用振动控制律调节压电陶瓷堆12中的电压,使之产生与振动输入反相的激励力,从而削弱输出到基座上的微振动,减小微振动影响,提高平台稳定性。

[0037] 本发明未详细说明部分属于本领域技术人员公知技术。

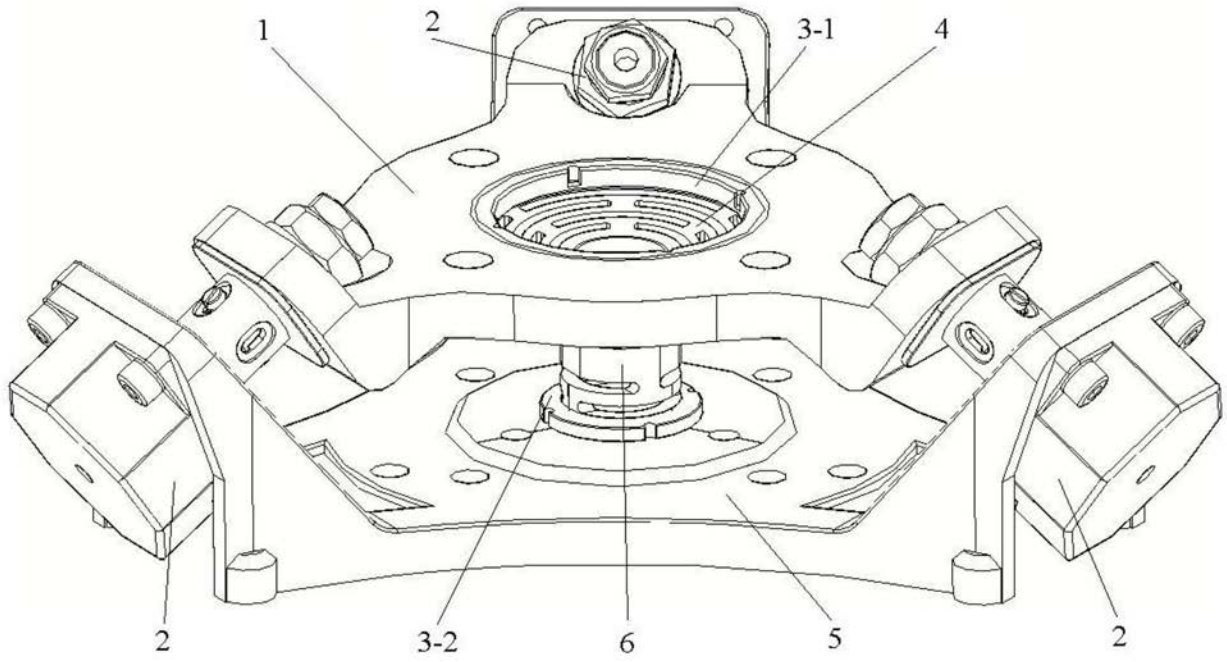


图1

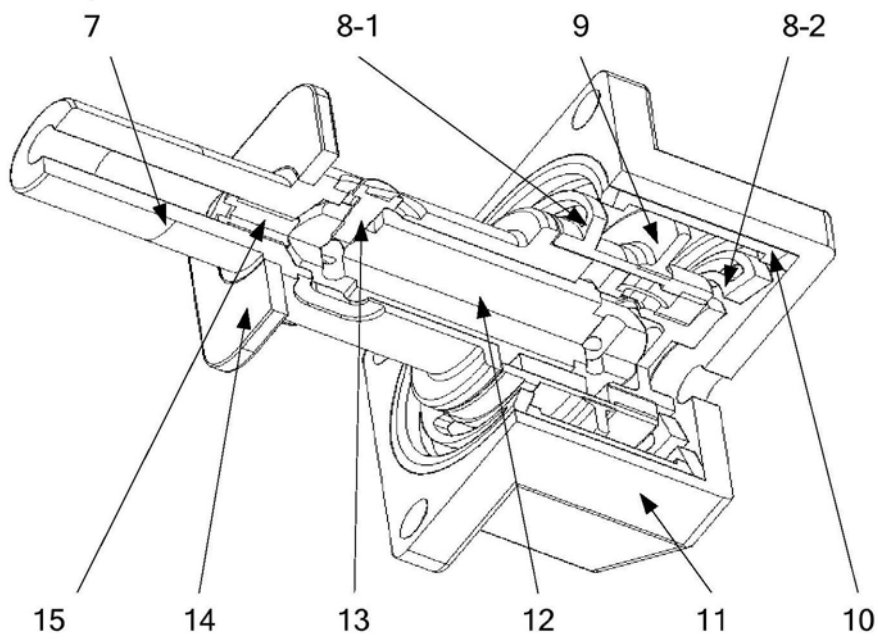


图2

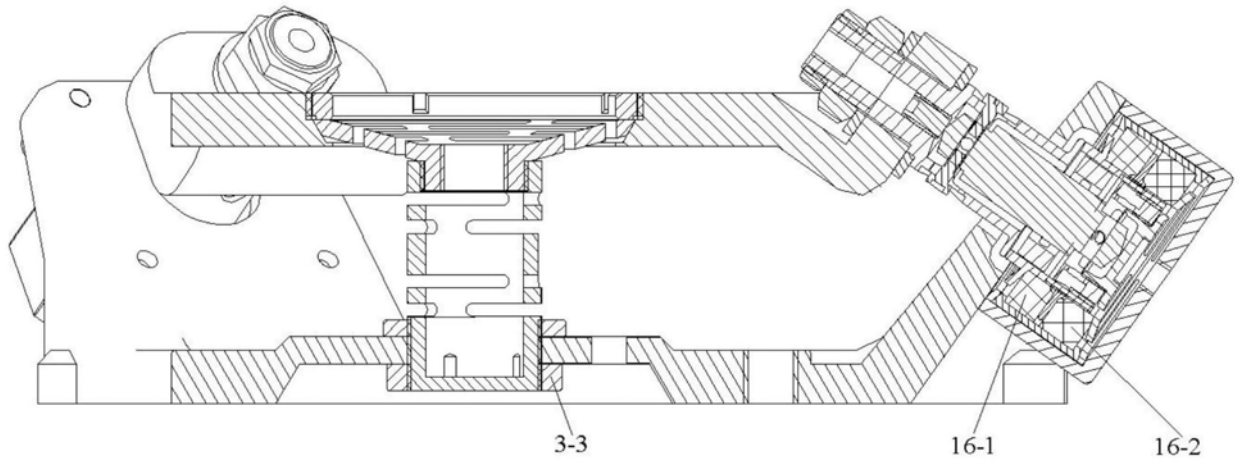
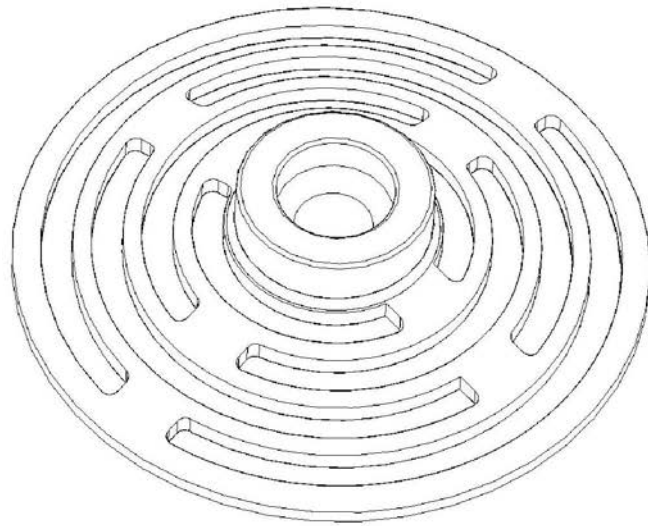
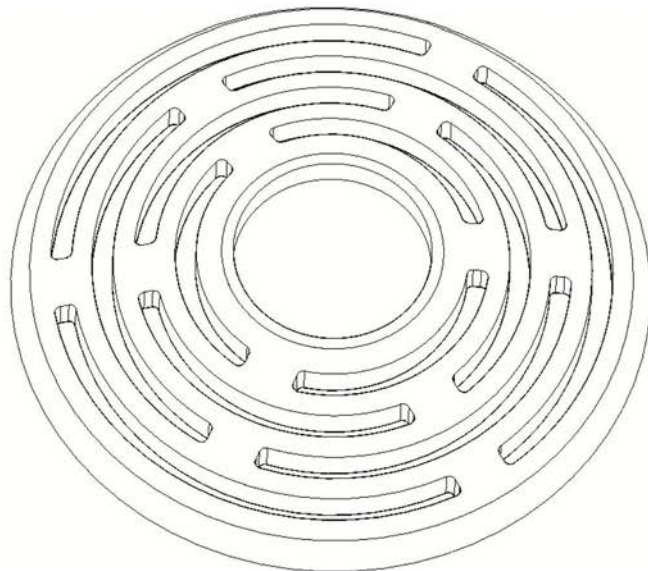


图3



(a)



(b)

图4