



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105587617 B

(45)授权公告日 2019.07.09

(21)申请号 201510228892.5

(22)申请日 2015.05.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105587617 A

(43)申请公布日 2016.05.18

(73)专利权人 长春工业大学

地址 130012 吉林省长春市延安大街2055号

(72)发明人 何丽鹏 卢晓晖 陈栋 程光明

(51)Int.Cl.

F04B 43/04(2006.01)

F04B 53/10(2006.01)

F04B 53/16(2006.01)

F04B 53/00(2006.01)

审查员 杨必韵

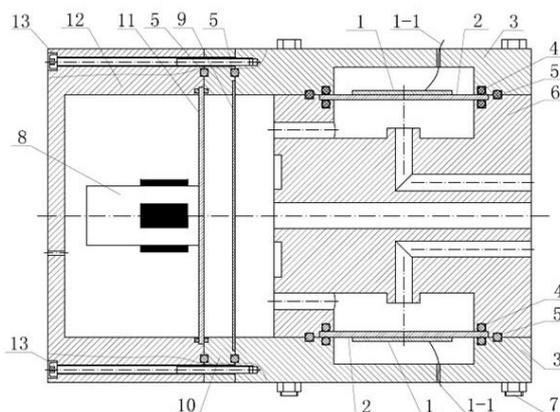
权利要求书2页 说明书5页 附图12页

(54)发明名称

纵振贴片式主动型喷水推进装置及其驱动方法

(57)摘要

本发明公开了一种纵振贴片式主动型喷水推进装置及其驱动方法,以解决当前压电喷水推进装置驱动力小、功率密度低等问题。本发明包括阀用单晶片、阀用金属基板、端盖、支撑橡胶圈、密封圈、腔体、紧固螺栓、泵腔驱动组件、放大膜片、夹紧块、泵用金属基板、前端盖和紧固螺钉;腔体设有阀腔入水口、泵腔入水口和泵腔出水口,阀腔入水口和泵腔入水口分别设有阀用和泵用主动阀座,泵腔出水口内壁设有疏水结构。施加电信号于阀用单晶片和泵用驱动组件,激发其分别产生伸缩变形,使阀腔和泵腔容积交替变化,实现流体的吸入与喷出,在喷水反作用力下,实现装置推进。本发明具有驱动力大、功率密度高等优势,在微量喷射、军事探测等领域有广阔应用前景。



1. 一种纵振贴片式主动型喷水推进装置,由阀用单晶片(1)、阀用金属基板(2)、端盖(3)、支撑橡胶圈(4)、密封圈(5)、腔体(6)、紧固螺栓(7)、泵用驱动组件(8)、放大膜片(9)、夹紧块(10)、泵用金属基板(11)、前端盖(12)和紧固螺钉(13)组成;

所述端盖(3)水平侧面设置有内腔(3-1)结构、圆环槽(3-3)结构、外密封环形槽(3-4)结构和四个直通孔(3-5)结构,所述端盖(3)垂直侧面一侧设置有两个内螺纹孔(3-6)结构、内密封环形槽(3-7)结构和半圆形通孔(3-10)结构,所述端盖(3)内腔壁(3-1-1)上设置有导线孔(3-2)结构,所述半圆形通孔(3-10)内侧面(3-8)与腔体(6)一侧面胶粘密封,所述半圆形通孔(3-10)端面(3-9)与另一端盖(3)半圆形通孔(3-10)端面(3-9)胶粘密封;

所述腔体(6)设置有阀腔(6-1)结构、内阶梯圆环面(6-2)结构、圆环槽(6-3)结构、环形密封槽(6-4)结构、阀腔入水口(6-5)结构和泵腔出水口(6-9)结构,所述阀腔入水口(6-5)设置有阀用主动阀座(6-6)结构,所述泵腔出水口(6-9)内壁设置有疏水结构(6-9-1)和泵用主动阀座(6-8)结构;

所述夹紧块(10)一侧端面中心位置设有通孔(10-1)结构、圆形槽(10-2)结构和密封环形槽(10-3)结构,所述夹紧块(10)另一侧端面设置有内圆形槽(10-4)结构、上密封环形槽(10-5)结构,所述夹紧块(10)另一侧端面四周还设置有四个通孔(10-6)结构;

所述前端盖(12)设置有中央腔(12-1)结构,所述前端盖(12)的中央腔壁(12-1-1)与泵用驱动组件(8)胶粘连接,所述前端盖(12)的中央腔壁(12-1-1)上设置有导线孔(12-5)结构,所述前端盖(12)一侧端面设置有内阶梯圆环面(12-2)结构、中央圆环槽(12-3)结构和密封环形槽(12-4)结构,所述前端盖(12)另一侧端面设置有四个沉头通孔(12-6)结构;

所述阀用单晶片(1)为 d_{33} 激振模式圆形压电陶瓷片,沿厚度方向极化,所述阀用单晶片(1)一侧端面与阀用金属基板(2)胶粘连接,所述阀用单晶片(1)的通电导线(1-1)通过端盖(3)上的导线孔(3-2)引出;

所述泵用驱动组件(8)包括金属弹性体(8-1)和4片压电陶瓷片(8-2),所述金属弹性体(8-1)为方形截面梁结构,其一侧端部与泵用金属基板(11)胶粘连接;4片所述压电陶瓷片(8-2)均采用 d_{31} 激振模式,且均沿厚度方向极化,4片所述压电陶瓷片(8-2)沿圆周方向均匀粘贴于金属弹性体(8-1)的外表面上,4片所述压电陶瓷片(8-2)的形变方向均与金属弹性体(8-1)的中心轴线方向相互平行,4片所述压电陶瓷片(8-2)的通电导线通过前端盖(12)上的导线孔(12-5)引出;

所述阀用金属基板(2)为金属弹性体结构,布置于腔体(6)的内阶梯圆环面(6-2)上,且通过支撑橡胶圈(4)夹持固定安装于端盖(3)与腔体(6)的接触表面,所述阀用金属基板(2)的一侧端面与阀用单晶片(1)胶粘连接;所述泵用金属基板(11)为金属弹性体结构,布置于前端盖(12)的内阶梯圆环面(12-2)上,所述泵用金属基板(11)的一侧端面与泵用驱动组件(8)胶粘连接。

2. 一种如权利要求1所述的纵振贴片式主动型喷水推进装置的驱动方法,其特征在于:所述纵振贴片式主动型喷水推进装置的驱动方法具体为:所述阀用单晶片(1)施加使其产生缩短变形的交流激励电信号,使得阀腔(6-1)的容积增大,阀腔内压力减小,流体通过阀腔入水口(6-5)流入阀腔(6-1);所述阀用单晶片(1)施加使其产生伸长变形的交流激励电信号,所述泵用驱动组件(8)施加使其产生缩短变形的交流激励电信号,使得阀腔(6-1)的体积变小,泵腔的体积变大,泵腔内压力变小,流体通过泵腔入水口(6-7)流入泵腔,完成一

次吸水过程;所述泵用驱动组件(8)施加使其产生伸长变形的交流激励电信号,使得泵腔的体积变小,泵腔内压力变大,流体通过泵腔出水口(6-9)喷出,完成一次喷水过程;在喷水的反作用力下,实现推进运动输出;

所述阀用单晶片(1)通以的交流激励电信号为方波周期电信号,所述泵用驱动组件(8)通以的交流激励电信号为方波周期电信号,所述阀用单晶片(1)与泵用驱动组件(8)通以交流激励电信号的相位差为180度。

纵振贴片式主动型喷水推进装置及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种纵振贴片式主动型喷水推进装置及其驱动方法,属于喷水推进技术领域。

背景技术

[0002] 喷水推进装置是利用推进泵喷出水流的反作用力产生推进力,进而实现运动输出的微型推进器。泵作为推进装置的动力源在喷水推进技术中居于重要的地位,目前喷水推进装置中采用的推进泵主要是轴流泵、混流泵和离心泵,此种动力泵存在功率密度低、抗干扰能力差、结构复杂等缺点,使得喷水推进技术很难满足当前机器人、小型探测、精密仪器等领域的应用需求。20世纪70年代发展起来的压电泵是典型的微小型驱动装置,具有易于微型化、动态响应快、抗电磁干扰等特点。近年来,以压电泵作为喷水推进装置动力源实现运动输出的研究,受到了广泛的关注。与传统喷水推进装置相比,因其具有功率密度高、结构简单紧凑、驱动力大等技术优势,在微量喷射、军事探测、水下机器人等技术领域具有广阔应用前景。

发明内容

[0003] 为了解决当前压电喷水推进装置存在驱动力小、功率密度低等技术问题,本发明公开了一种纵振贴片式主动型喷水推进装置及其驱动方法。

[0004] 本发明所采用的技术方案是:所述纵振贴片式主动型喷水推进装置由阀用单晶片、阀用金属基板、端盖、支撑橡胶圈、密封圈、腔体、紧固螺栓、泵用驱动组件、放大膜片、夹紧块、泵用金属基板、前端盖和紧固螺钉组成。

[0005] 所述阀用单晶片为 d_{33} 激振模式圆形压电陶瓷片,沿厚度方向极化,所述阀用单晶片一侧端面与阀用金属基板胶粘连接,所述阀用单晶片的通电导线通过端盖上的导线孔引出。所述阀用金属基板为金属弹性体结构,布置于阀腔的内阶梯圆环面上,且通过支撑橡胶圈夹持固定安装于端盖与腔体之间。所述端盖的水平侧面设置有内腔结构,所述端盖内腔壁上设置有导线孔结构,所述端盖的水平侧面还设置有圆环槽结构,所述端盖的水平侧面还设置有外密封环形槽结构,所述端盖的水平侧面还设置有四个直通孔结构,所述端盖的垂直侧面一侧设置有两个内螺纹孔结构,所述端盖的垂直侧面一侧还设置有内密封环形槽结构,所述端盖垂直侧面一侧还设置有半圆形通孔结构,所述半圆形通孔的内侧面与腔体一侧面胶粘密封,所述半圆形通孔的端面与另一端盖半圆形通孔的端面胶粘密封。所述支撑橡胶圈与密封圈均为圆环结构弹性体。所述腔体设置有阀腔结构,所述腔体还设置有内阶梯圆环面结构,所述腔体还设置有圆环槽结构,所述腔体还设置有环形密封槽结构,所述腔体还设置有阀腔入水口结构,所述阀腔入水口设置有阀用主动阀座结构,所述腔体还设置有泵腔入水口结构,所述腔体还设置有泵腔出水口结构,所述泵腔出水口设置有泵用主动阀座结构,所述泵腔出水口内壁设置有疏水结构。所述泵用驱动组件包括金属弹性体和4片压电陶瓷片,所述金属弹性体为方形截面梁结构,其一侧端部与泵用金属基板胶粘连接;

4片所述压电陶瓷片均采用 d_{31} 激振模式,且均沿厚度方向极化,4片所述压电陶瓷片均与金属弹性体胶粘连接,其通电导线通过前端盖上的导线孔引出。所述放大膜片为圆形弹性体结构,布置于夹紧块一侧端面的圆形槽内。所述夹紧块一侧端面中心位置设有通孔结构,所述夹紧块一侧端面还设置有圆形槽结构,所述夹紧块一侧端面还设置有密封环形槽结构,所述夹紧块另一侧端面设置有内圆形槽结构,所述夹紧块另一侧端面还设置有上密封环形槽结构,所述夹紧块另一侧端面四周还设置有四个通孔结构。所述泵用金属基板为金属弹性体结构,布置于前端盖的圆环面上,且通过支撑橡胶圈夹持固定安装于前端盖与夹紧块之间,所述泵用金属基板的一侧端面与泵用驱动组件胶粘连接。所述前端盖设置有中央腔结构,所述前端盖的中央腔壁上设置有导线孔结构,所述前端盖一侧端面设置有内阶梯圆环面结构,所述前端盖一侧端面还设置有中央环形槽结构,所述前端盖一侧端面还设置有密封环形槽结构,所述前端盖另一侧端面设置有四个沉头通孔结构。

[0006] 所述纵振贴片式主动型喷水推进装置的驱动方法具体为:所述阀用单晶片(1)施加使其产生缩短变形的交流激励电信号,使得阀腔(6-1)的容积增大,阀腔内压力减小,流体通过阀腔入水口(6-5)流入阀腔(6-1);所述阀用单晶片(1)施加使其产生伸长变形的交流激励电信号,所述泵用驱动组件(8)施加使其产生缩短变形的交流激励电信号,使得阀腔(6-1)的体积变小,泵腔的体积变大,泵腔内压力变小,流体通过泵腔入水口(6-7)流入泵腔,完成一次吸水过程;所述泵用驱动组件(8)施加使其产生伸长变形的交流激励电信号,使得泵腔的体积变小,泵腔内压力变大,流体通过泵腔出水口(6-9)喷出,完成一次喷水过程;在喷水的反作用力下,实现推进运动输出;

[0007] 所述阀用单晶片(1)通以的交流激励电信号为方波周期电信号,所述泵用驱动组件(8)通以的交流激励电信号为方波周期电信号,所述阀用单晶片(1)与泵用驱动组件(8)通以交流激励电信号的相位差为180度。

[0008] 本发明的有益效果是:对阀用单晶片与泵用驱动组件施加交流激励电信号,使其产生纵向伸缩变形,致使阀腔和泵腔容积变化,完成流体的吸入与喷出,在喷水的反作用力下,实现装置的推进运动输出。本发明具有驱动力大、功率密度高等技术优势,在微量喷射、军事探测、水下机器人等技术领域具有广阔的应用前景。

附图说明

[0009] 图1所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置的剖视图;

[0010] 图2所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置的侧视图;

[0011] 图3所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置端盖的俯视图;

[0012] 图4所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置端盖的A-A向剖视图;

[0013] 图5所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置端盖的侧视图;

[0014] 图6所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置腔体的剖视图;

[0015] 图7所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置腔体中出水口疏水结构的局部放大图;

[0016] 图8所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置腔体的俯视图;

[0017] 图9所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置腔体的侧视图;

[0018] 图10所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置泵用驱动组件的主视图；

[0019] 图11所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置泵用驱动组件的侧视图；

[0020] 图12所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置夹紧块的主视图；

[0021] 图13所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置夹紧块的B-B剖视图；

[0022] 图14所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置前端盖的剖视图；

[0023] 图15所示为本发明提出的一种纵振贴片式主动型喷水推进装置前端盖的主视图。

具体实施方式

[0024] 具体实施方式一：结合图1~图15说明本实施方式。本实施方式提供了一种纵振贴片式主动型喷水推进装置的具体实施方案。所述纵振贴片式主动型喷水推进装置主要由阀用单晶片1、阀用金属基板2、端盖3、支撑橡胶圈4、密封圈5、腔体6、紧固螺栓7、泵用驱动组件8、放大膜片9、夹紧块10、泵用金属基板11、前端盖12和紧固螺钉13组成。

[0025] 所述阀用单晶片1为 d_{33} 激振模式圆形压电陶瓷片，沿厚度方向极化，所述阀用单晶片1一侧端面与阀用金属基板2通过环氧树脂胶连接，所述阀用单晶片1的通电导线1-1通过端盖3上的导线孔3-2引出，实现外部激励电源的输入。

[0026] 所述阀用金属基板2为金属弹性体结构，布置于阀腔6的内阶梯圆环面6-2上，且通过支撑橡胶圈4夹持固定安装于端盖3与腔体6之间，所述阀用金属基板2的一侧端面通过环氧树脂胶与阀用单晶片1固定连接。

[0027] 所述端盖3水平侧面设置有内腔3-1结构，其用于通过环氧树脂胶实现阀用单晶片1与内腔壁3-1-1的固定安装；所述端盖3内腔壁3-1-1上设置有导线孔3-2结构，其用于实现阀用单晶片1通电导线1-1的引出；所述端盖3水平侧面还设置有圆环槽3-3结构，其用于支撑橡胶圈4的布置，实现阀用金属基板2的夹持紧固安装；所述端盖3水平侧面还设置有外密封环形槽3-4结构，其用于密封圈5的安装布置，实现阀腔6-1的密封；所述端盖3水平侧面还设置有四个直通孔3-5结构，其通过紧固螺栓7实现与腔体6的紧固连接；所述端盖3垂直侧面一侧设置有两个内螺纹孔3-6结构，其通过紧固螺钉13实现与前端盖12、夹紧块10和放大膜片9的紧固连接；所述端盖3垂直侧面一侧还设置有内密封环形槽3-7结构，其用于密封圈5的安装布置，实现泵腔的密封；所述端盖3垂直侧面一侧还设置有半圆形通孔3-10结构；所述半圆形通孔3-10内侧面3-8与腔体6一侧面胶粘密封；所述半圆形通孔3-10端面3-9与另一端盖3半圆形通孔3-10端面3-9胶粘密封。

[0028] 所述支撑橡胶圈4为圆环结构弹性体，分别布置于端盖3的圆环槽3-3、腔体6的环形槽6-3、夹紧块10的内环形槽10-4和前端盖12的中央圆环槽12-3中，分别实现阀用金属基板2和泵用金属基板11的夹持紧固安装。

[0029] 所述密封圈5为圆环结构弹性体，分别布置于端盖3的内环形槽3-7、腔体6的密封槽6-4、夹紧块10的密封环形槽10-3与上密封环形槽10-5和前端盖12的密封环形槽12-4中，用于实现阀腔6-1、泵腔和装置的密封。

[0030] 所述腔体6设置有阀腔6-1结构，其与阀用金属基板2和阀用单晶片1形成封闭容

腔,用于实现流体的吸入;所述腔体6还设置有内阶梯圆环面6-2结构,其用于实现阀用金属基板2的安装布置;所述腔体6还设置有圆环槽6-3结构,其用于支撑橡胶圈4的布置,实现阀用金属基板2的夹持紧固安装;所述腔体6还设置有环形密封槽6-4结构,其用于密封圈5的安装布置,实现阀腔6-1的密封;所述腔体6还设置有阀腔入水口6-5结构,其用于实现阀腔6-1流体的流通;所述阀腔入水口6-5设置有阀用主动阀座6-6结构,其用于与阀用单晶体1和阀用金属基板2构成阀用主动阀;所述腔体6还设置有泵腔入水口6-7结构,其用于实现泵腔流体的流通;所述腔体6还设置有泵腔出水口6-9结构,其用于实现高压流体的喷出;所述泵腔出水口6-9内壁设置有疏水结构6-9-1,其用于减小流体的流动阻力;所述泵腔出水口6-9还设置有泵用主动阀座6-8结构,其用于与泵用驱动组件8、放大膜片9和泵用金属基板11构成泵用主动阀。

[0031] 所述泵用驱动组件8包括金属弹性体8-1和4片压电陶瓷片8-2,所述金属弹性体8-1为方形截面梁结构,其一侧端部通过环氧树脂胶粘贴于泵用金属基板11上;4片所述压电陶瓷片8-2均采用 d_{31} 激振模式,且均沿厚度方向极化,4片所述压电陶瓷片8-2通过环氧树脂胶沿圆周方向均匀粘贴于金属弹性体8-1的外表面上,4片所述压电陶瓷片8-2的形变方向均与金属弹性体8-1的中心轴线方向相互平行,4片所述压电陶瓷片8-2的通电导线通过前端盖12上的导线孔12-5引出,实现外部激励电源的接入。

[0032] 所述放大膜片9为圆形弹性体结构,其布置于夹紧块10一侧端面的圆形槽10-2内,通过紧固螺钉13实现与前端盖12、夹紧块10和端盖3的紧固连接;所述放大膜片9用于实现泵用金属基板11机械变形的放大。

[0033] 所述夹紧块10一侧端面中心位置设有通孔10-1结构;所述夹紧块10一侧端面还设置有圆形槽10-2结构,其用于实现放大膜片9的布置安装;所述夹紧块10一侧端面还设置有密封环形槽10-3结构,其用于密封圈5的安装布置,实现泵腔的密封;所述夹紧块10另一侧端面设置有内圆形槽10-4结构,其用于支撑橡胶圈4的布置,实现泵用金属基板11的夹持紧固安装;所述夹紧块10另一侧端面还设置有上密封环形槽10-5结构,其用于密封圈5的安装布置,实现装置的密封;所述夹紧块10另一侧端面四周还设置有四个通孔10-6结构,其用于通过紧固螺钉13实现与前端盖12、放大膜片9和端盖3的紧固连接。

[0034] 所述泵用金属基板11为金属弹性体结构,布置于前端盖12的内阶梯圆环面12-2上,且通过支撑橡胶圈4夹持固定安装于前端盖12与夹紧块10的接触表面,所述泵用金属基板11的一侧端面通过环氧树脂胶与泵用驱动组件8固定连接。

[0035] 所述前端盖12设置有中央腔12-1结构;所述前端盖12的中央腔壁12-1-1通过环氧树脂胶实现与泵用驱动组件8的固定连接;所述前端盖12的中央腔壁12-1-1上设置有导线孔12-5结构,其用于实现泵用驱动组件8通电导线1-1的引出;所述前端盖12一侧端面设置有内阶梯圆环面12-2结构,其用于实现泵用金属基板11的安装布置;所述前端盖12一侧端面还设置有中央圆环槽12-3结构,其用于支撑橡胶圈4的布置,实现泵用金属基板11的夹持紧固安装;所述前端盖12一侧端面还设置有密封环形槽12-4结构,其用于密封圈5的安装布置,实现装置的密封;所述前端盖12另一侧端面设置有四个沉头通孔12-6结构,其用于紧固螺钉13的安装布置,实现与夹紧块10、放大膜片9和端盖3的紧固连接。

[0036] 所述纵振贴片式主动喷水推进装置的工作原理:所述阀用单晶片1施加使其产生缩短变形的交流激励电信号,使得阀腔6-1的容积增大,阀腔内压力变小,流体通过阀腔入

水口6-5流入阀腔6-1;所述阀用单晶片1施加使其产生伸长变形的交流激励电信号,所述泵用驱动组件8施加使其产生缩短变形的交流激励电信号,使得阀腔6-1的体积变小,泵腔的体积变大,泵腔内压力变小,流体通过泵腔入水口6-7流入泵腔,完成本发明的一次吸水过程;所述泵用驱动组件8施加使其产生伸长变形的交流激励电信号,使得泵腔的体积变小,流体通过泵腔出水口6-9喷出,完成本发明的一次喷水过程。本发明在喷水的反作用力下,实现装置的推进运动输出。

[0037] 所述阀用单晶片1通以的交流激励电信号为方波周期电信号,所述泵用驱动组件8通以的交流激励电信号为方波周期电信号,所述阀用单晶片1与泵用驱动组件8通以交流激励电信号的相位差为180度。

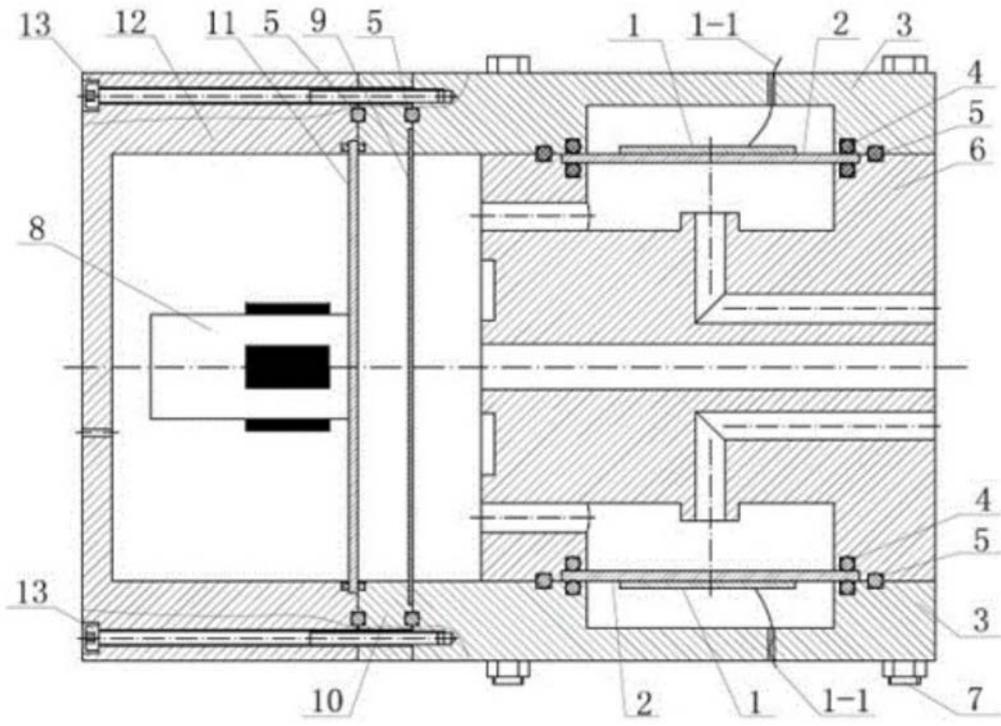


图1

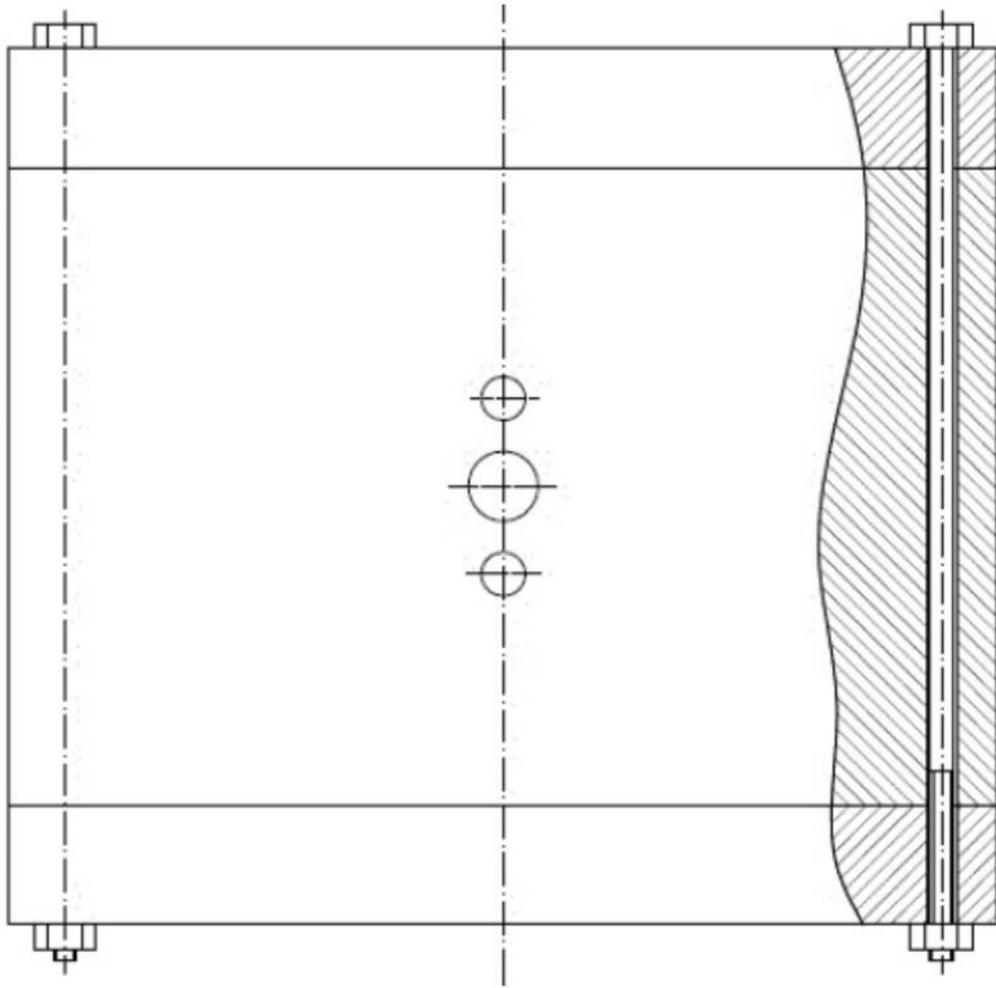


图2

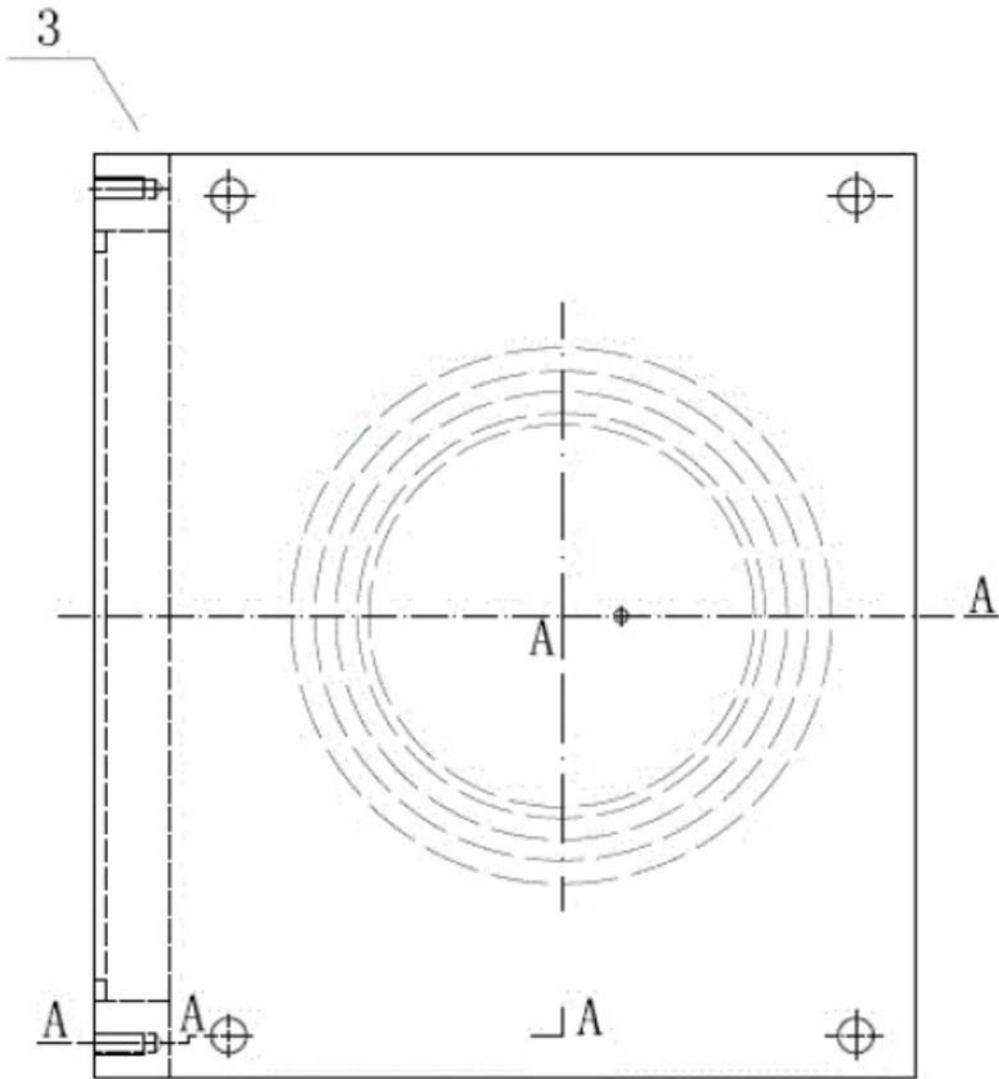


图3

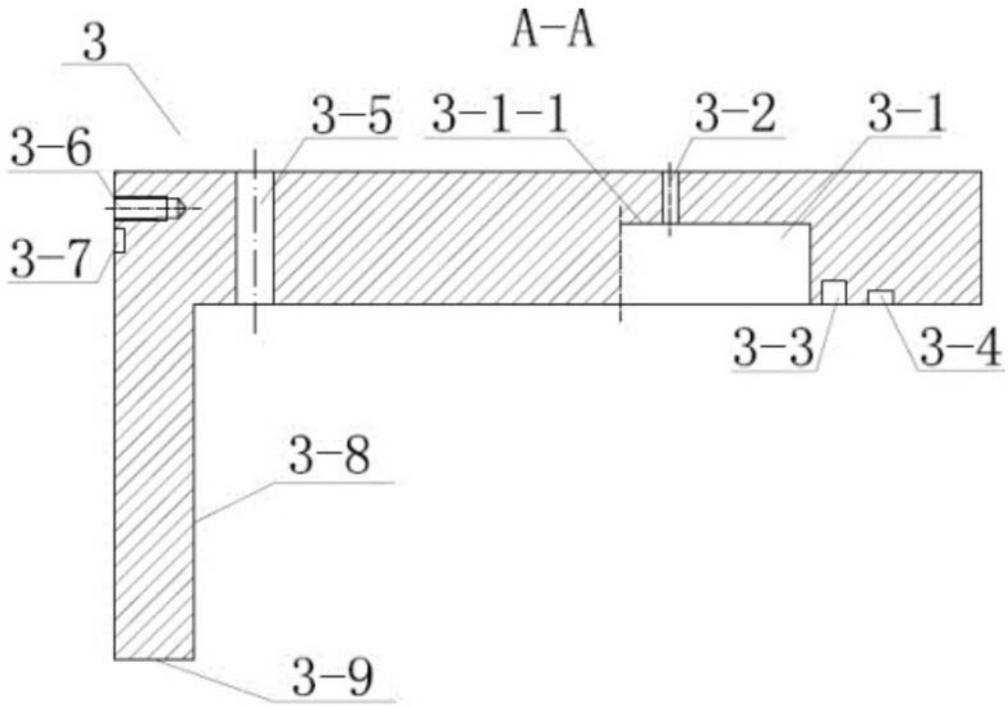


图4

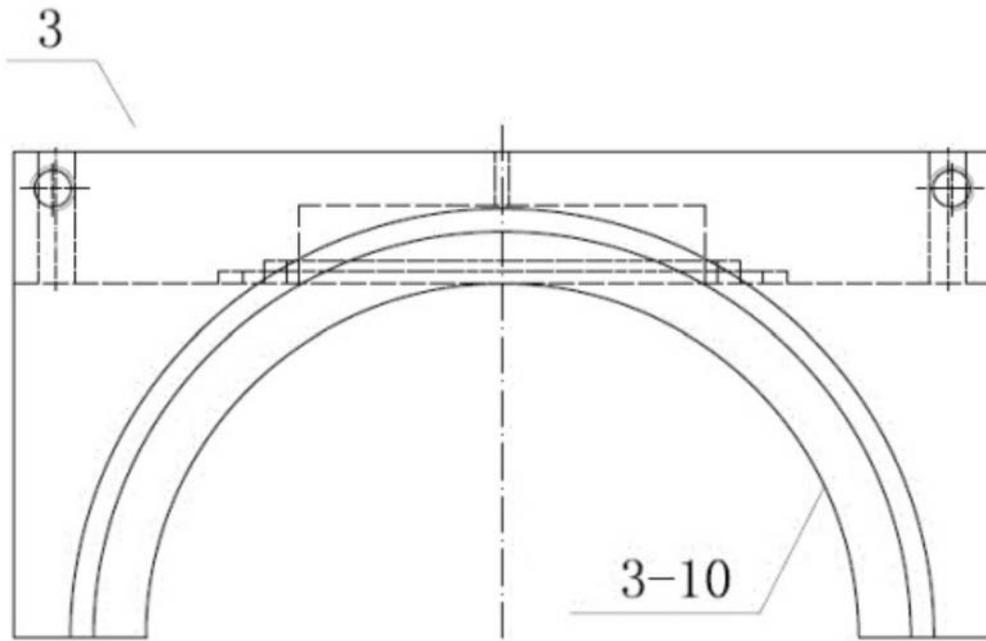


图5

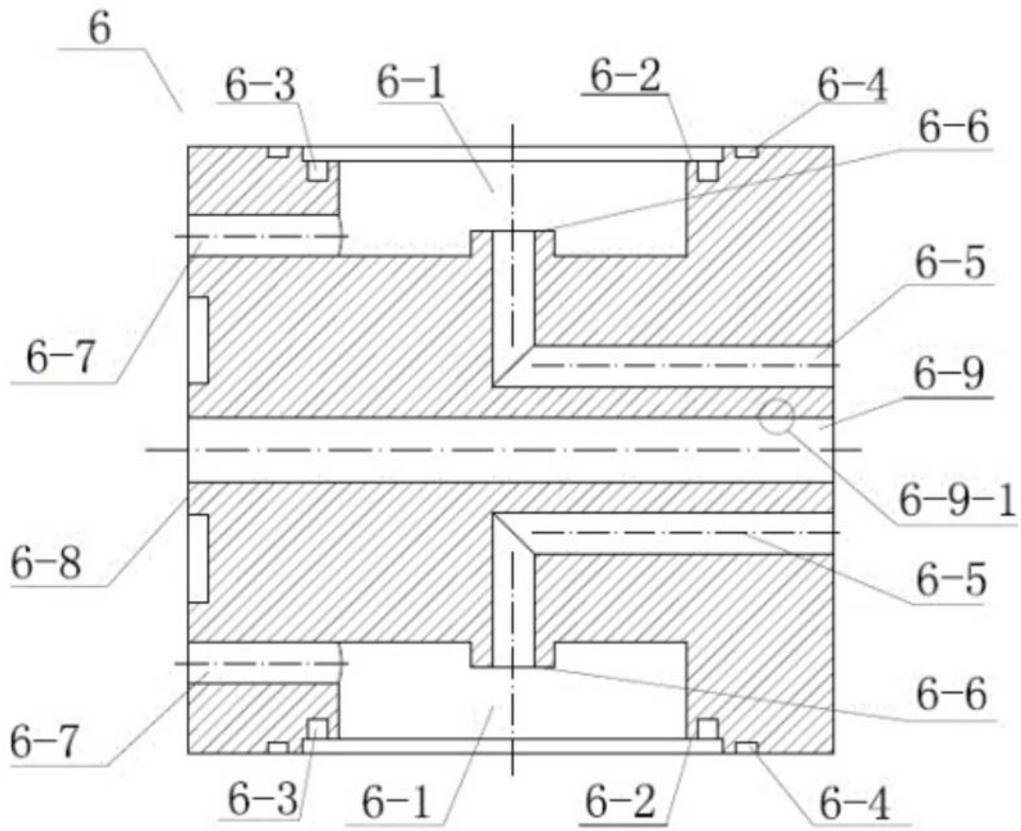


图6

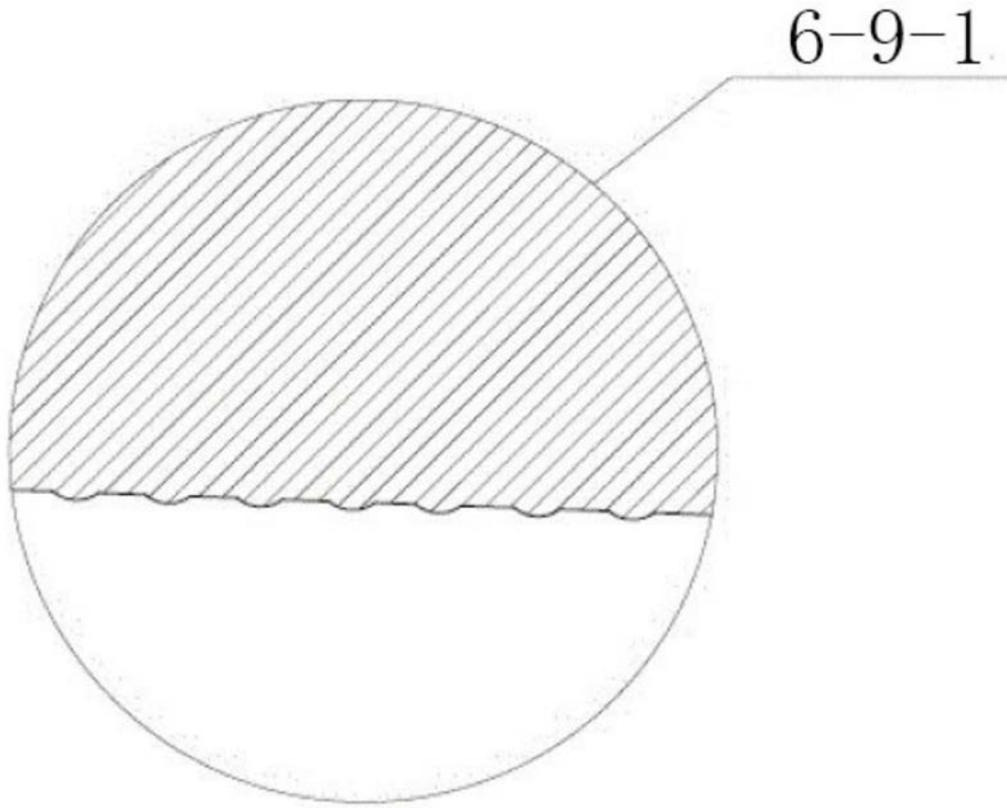


图7

6

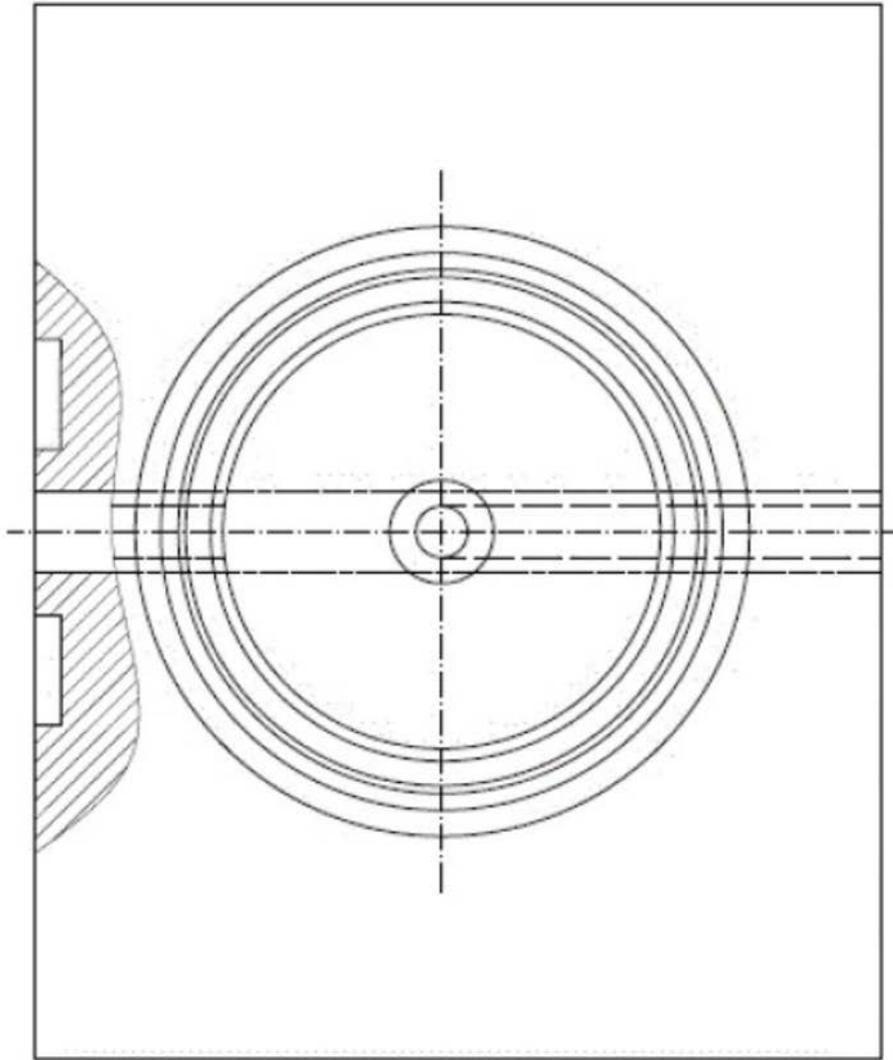


图8

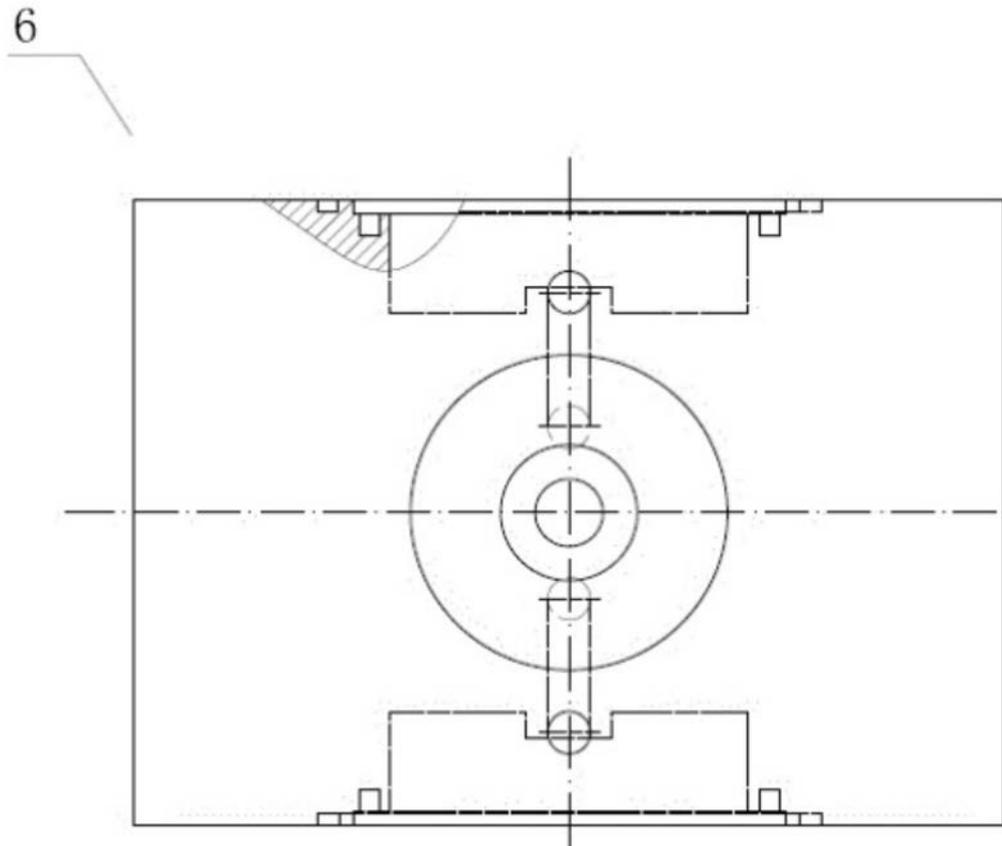


图9

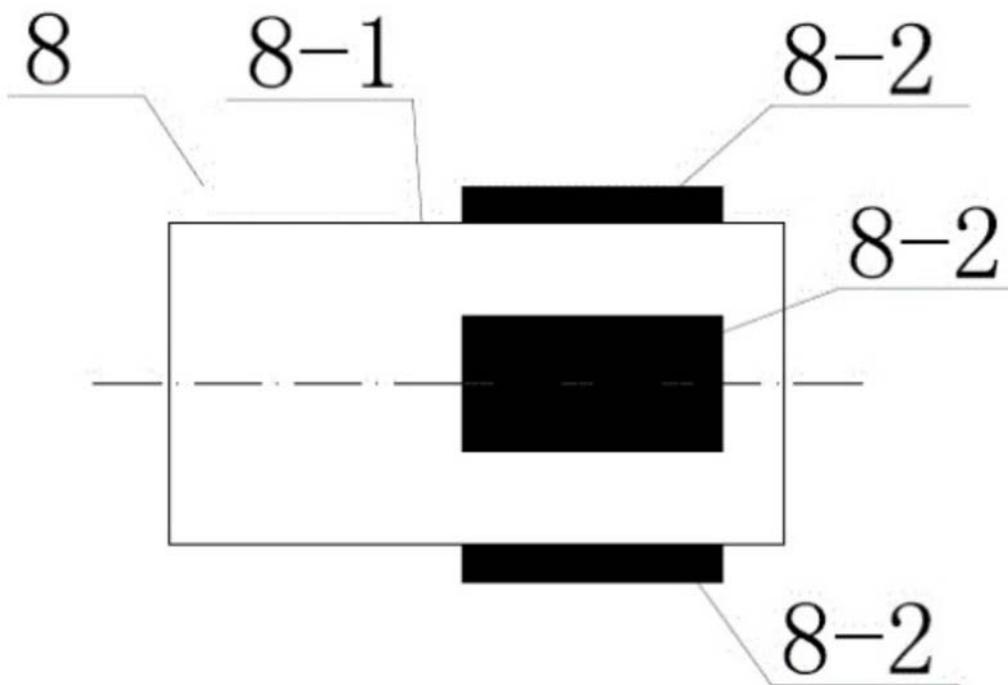


图10

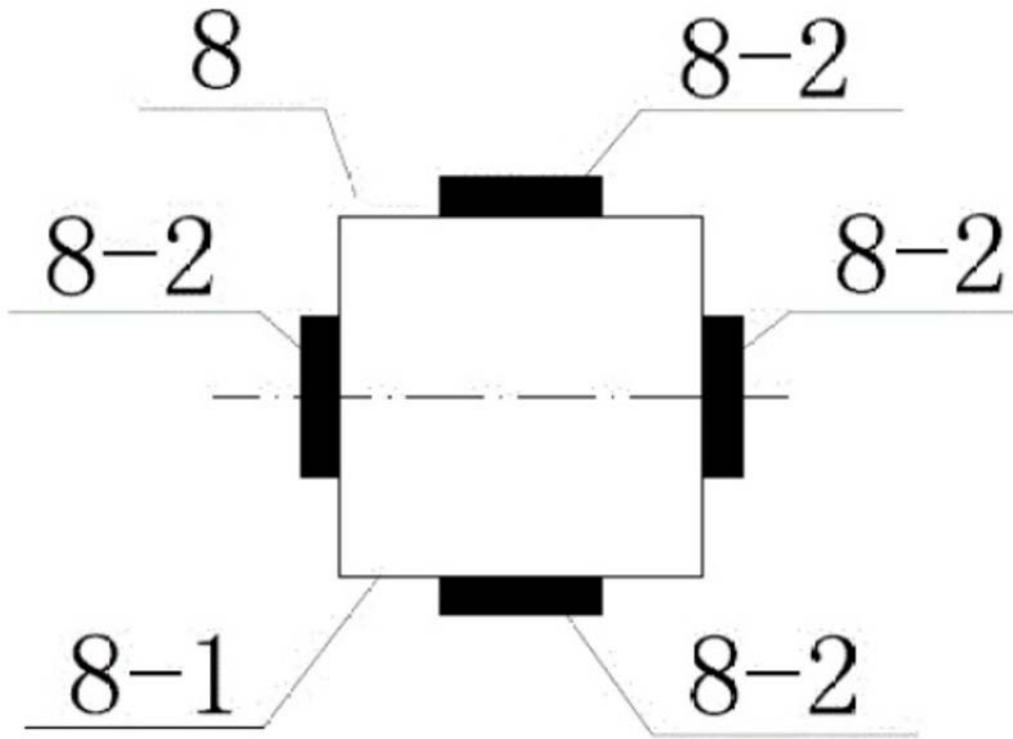


图11

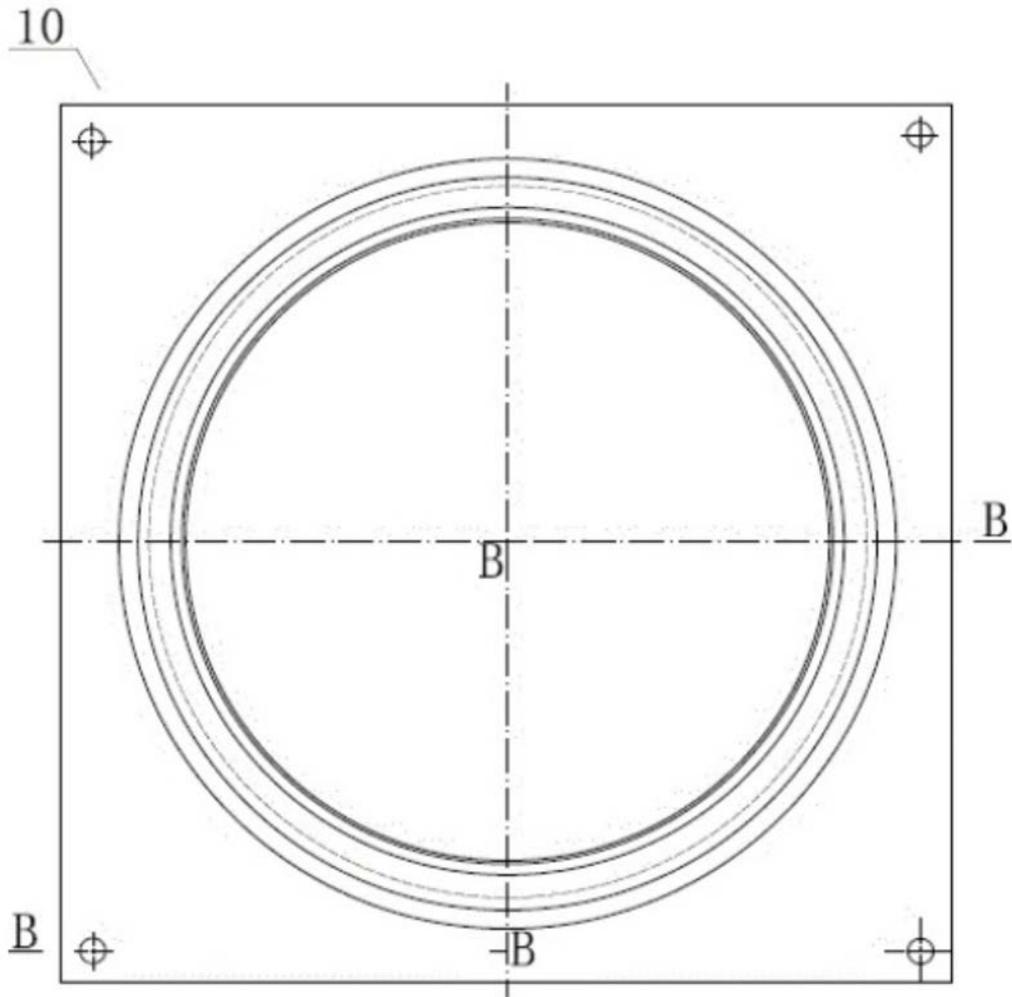


图12

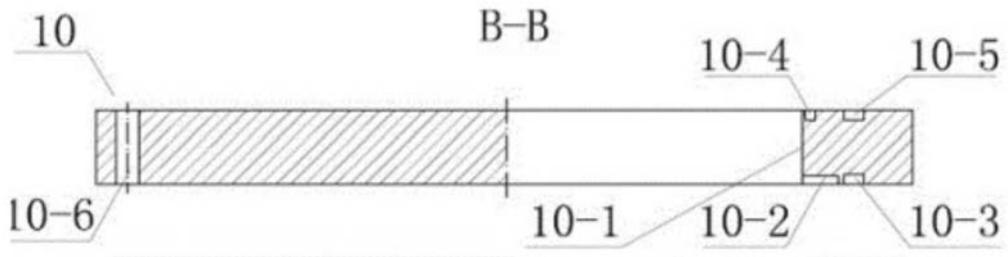


图13

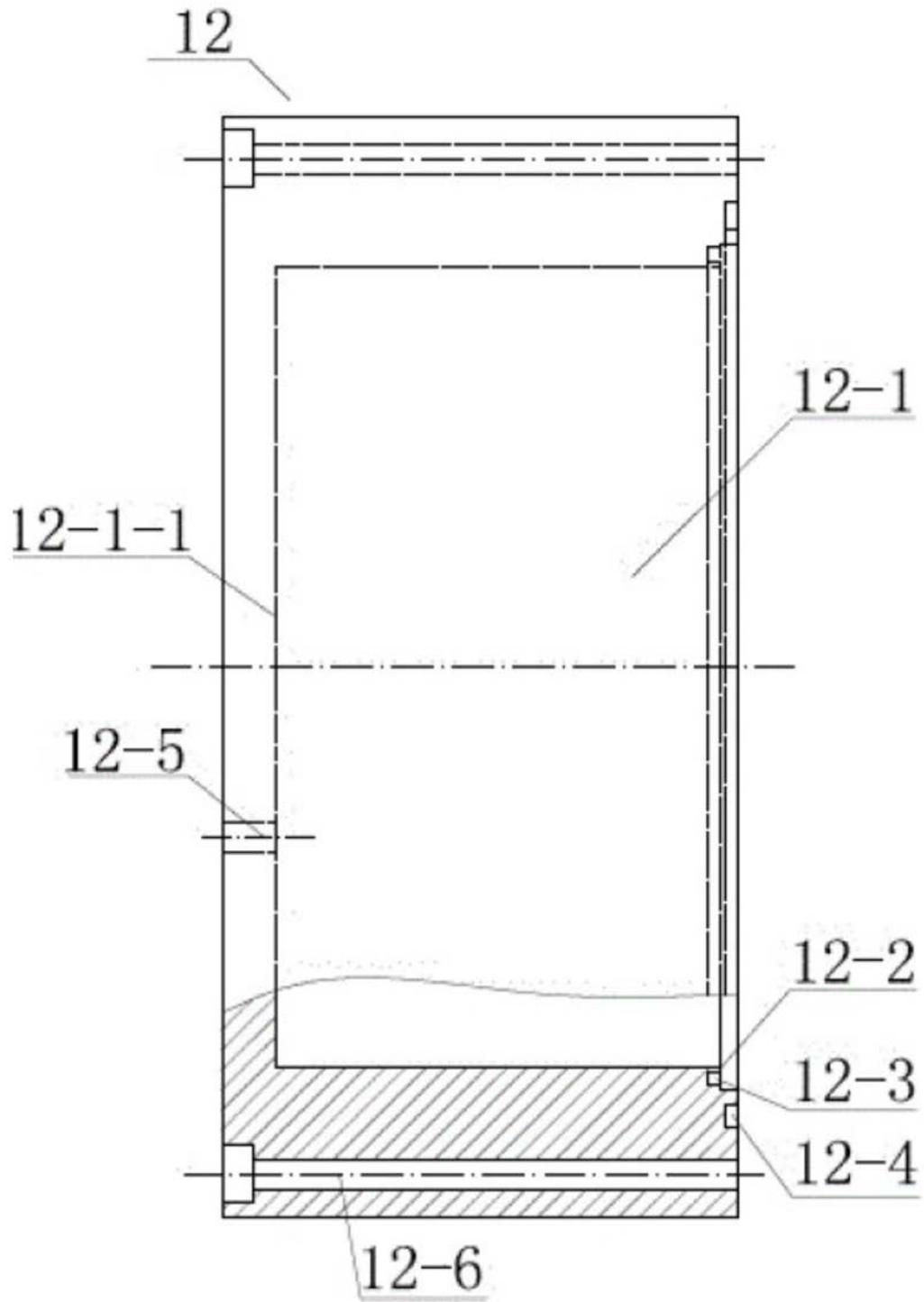


图14

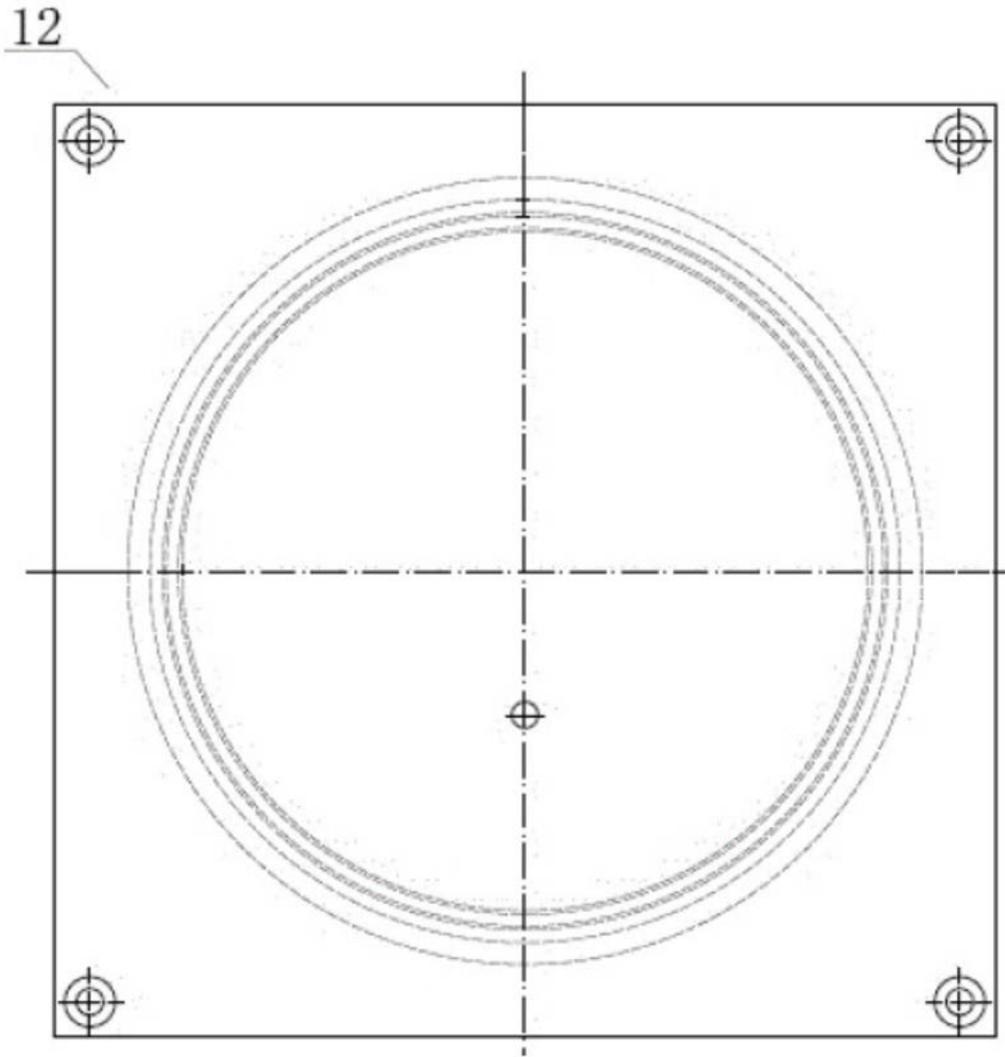


图15