



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113236807 B

(45) 授权公告日 2025.04.11

(21) 申请号 202110536688.5

(22) 申请日 2021.05.17

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113236807 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(73) 专利权人 中船鹏力(南京)超低温技术有限公司

地址 211153 江苏省南京市江宁区长青街32号

(72) 发明人 李奥 周志坡 何韩军 查子文

(51) Int. Cl.

F16K 3/04 (2006.01)

F16K 3/314 (2006.01)

F25B 41/20 (2021.01)

(56) 对比文件

CN 212657291 U, 2021.03.05

CN 214838510 U, 2021.11.23

KR 20000010323 A, 2000.02.15

审查员 吕翔宇

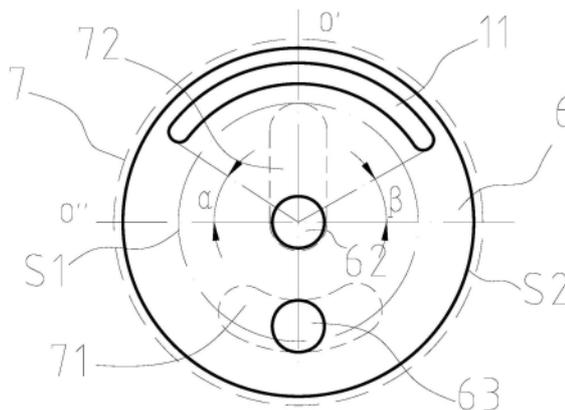
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种能够抑制泄漏的阀门结构及采用该阀门结构的制冷机

(57) 摘要

本发明公开了一种能够抑制泄漏的阀门结构及采用该阀门结构的制冷机, 阀门结构包括设有高压气孔(62)和配气阀气孔(63)的配气阀(6)、设有低压孔(71)和高压槽(72)的旋转阀(7), 在配气阀(6)的配气阀面(61)上至少有一个槽(11), 该槽(11)布置在高压槽(72)相对旋转轴0转动形成的径向最大圆周构成的第一包络线S1以及配气阀面(61)与旋转阀(7)的切换平面(73)中的直径较小部件外周确定的第二包络线S2之间限定的环状区域内的配气阀面(61)上, 槽(11)中至少有一个位于远离配气阀气孔(63)的配气阀面(61)的半圆面上。制冷机具备该阀门结构。本发明的阀门结构能够抑制气体泄漏。



1. 一种能够抑制泄漏的阀门结构,包括配气阀(6)和旋转阀(7),配气阀(6)上设有高压气孔(62)和配气阀气孔(63)、旋转阀(7)上设有低压孔(71)和高压槽(72),其特征在于:所述配气阀(6)的配气阀面(61)上至少有一个槽(11),该槽(11)布置在高压槽(72)相对旋转轴0转动形成的径向最大圆周构成的第一包络线S1以及配气阀面(61)与旋转阀(7)的切换平面(73)中的直径较小部件外周确定的第二包络线S2之间限定的环状区域内的配气阀面(61)上,槽(11)中至少有一个位于远离配气阀气孔(63)的配气阀面(61)的半圆面上且不超过该半圆面的范围;所述的槽(11)与高压槽(72)以及高压气孔(62)、配气阀气孔(63)在空间位置上始终不重叠,且槽(11)在空间位置上不与所述阀门结构的外部连通;当旋转阀(7)上的高压槽(72)旋转至该槽(11)在配气阀面(61)上构建的扇形区域时,槽(11)与旋转阀(7)上的低压孔(71)不连通;所述槽(11)的形状为弧状或直线状或折线状。

2. 根据权利要求1所述的能够抑制泄漏的阀门结构,其特征在于:所述槽(11)的两端边缘与旋转轴0连线分别与同时垂直于旋转轴0和推移活塞(10)往复运动方向的连线0'的轴线0''之间构成的夹角 α 和 β 均满足:大于 0° 且小于 90° 。

3. 根据权利要求2所述的能够抑制泄漏的阀门结构,其特征在于:所述的夹角 α 和 β 均满足:大于 10° 且小于 70° 。

4. 根据权利要求3所述的能够抑制泄漏的阀门结构,其特征在于:所述的夹角 α 和 β 均满足:大于 20° 且小于 50° 。

5. 根据权利要求1所述的能够抑制泄漏的阀门结构,其特征在于:所述槽(11)的深度要求按照以下方式实施:以所述槽(11)外侧与第二包络线S2之间的最小距离以及所述槽(11)内侧与第一包络线S1之间的最小距离相比较中的较小尺寸值作为基准尺寸值,所述槽(11)的深度不小于该基准尺寸值的1/10。

6. 根据权利要求1所述的能够抑制泄漏的阀门结构,其特征在于:所述的第一包络线S1小于低压孔(71)的外缘相对旋转轴0转动形成的径向最大圆周构成的第三包络线S3时且槽(11)布置在第三包络线S3和第二包络线S2之间限定的环状区域内的配气阀面(61)上,在配气阀面(61)上设有两处槽(11)则任一槽(11)对应的扇形角度小于 180° 、在配气阀面(61)上设有三处槽(11)则任一槽(11)对应的扇形角度小于 120° 、在配气阀面(61)上设有四处槽(11)则任一槽(11)对应的扇形角度小于 90° 。

7. 根据权利要求6所述的能够抑制泄漏的阀门结构,其特征在于:所述的配气阀面(61)上设有三处槽(11)时,则任一槽(11)对应的扇形角度小于 100° 。

8. 一种制冷机,其特征在于:该制冷机具备权利要求1-7任一所述的阀门结构,制冷机为GM制冷机、脉管制冷机或索尔文制冷机。

一种能够抑制泄漏的阀门结构及采用该阀门结构的制冷机

技术领域

[0001] 本发明属于低温制冷机技术领域,具体地说是一种能够抑制泄漏的阀门结构及采用该阀门结构的制冷机。

背景技术

[0002] 以吉福德-麦克马洪(Gifford-McMahon;GM)制冷机为代表的超低温制冷机具有工作气体(也称为制冷剂气体)的膨胀机及压缩机。图1为该制冷机。由压缩机1提供排出的高压气流,经由配气机构RV(配气阀6和旋转阀7)进入到置于气缸13中且上下往复运动的推移活塞10内,与蓄冷材料10c进行换热,再到膨胀腔9内做功膨胀,再经过推移活塞10,流出配气机构,回到压缩机1的低压腔内。通过上述连续循环过程,形成制冷效应。

[0003] 平面旋转阀,包含两个主要部件:旋转阀7和配气阀6,其中一个部件采用树脂耐磨材料,另一个部件采用金属材料做成。工作时,两个部件平面相互贴合,通过旋转阀7的转动,切换旋转阀7和配气阀6上的槽道的连通状态,实现高低压气流的切换。贴合的过程通过配气机构两侧的压差来时压紧。然后,对于GM制冷机,配气机构(RV)如图2所示,旋转阀7上的高压槽72和低压孔71分别气密的连通高压气流和低压气流,并且以旋转阀7自身旋转轴0(虚线)两侧偏心布置。在一个周期内切换面73和配气阀面61之间受到的压力为“非对称压力”,即以旋转轴0对称两侧所受到的压力不一样大。因此这类阀门称为非对称型平面旋转阀。

[0004] 压缩机1排出的高压气作用于相对配气阀6的配气阀面61另一侧的背面上,配气阀6依靠背面上的正压力和弹簧15的弹力,与旋转阀7紧紧贴合起来形成气密的滑动接触面,以确保上述的非对称旋转阀7的切换面73和配气阀6的配气阀面61不会被气压顶开(施加有这双方的压力的滑动面上的区域,称为双方作用区域)。然而大量的实际运行案例反映,在工作高压气体及弹簧15相对于中心轴对称地按压配气阀6的背面(相对配气阀面61)的结构中,上述“非对称压力”在双方作用区域上产生扭矩,该扭矩将使得靠近旋转阀7的高压槽72一侧方向的双方作用区域更容易发生分离现象,有制冷剂气体泄漏的风险。

[0005] 具体说明,以图3所示为例。旋转阀7安装在轴承14中,以自身旋转轴0同轴正压于配气阀6。旋转阀7上的高压槽72从旋转轴0中心位置,开槽沿着远离中心轴0一侧方向延伸,并且与配气阀6的中心轴线上的开孔——高压气孔62连通,高压工作气体的压力被施加到该高压气孔62的各端部及槽部。配气阀6在以旋转轴线0为中心,相对更靠近罩体气孔一侧方向加工有配气阀气孔63。由于旋转阀7上的高压槽72和低压孔71均以旋转轴0两侧分布,当旋转阀7以0轴旋转时,会让高压槽72、低压孔71与旋转阀6上的配气阀气孔63周期性的实现重叠和分离。通过该方式实现制冷剂气流的高、低压阀门切换。

[0006] 以图3位置为例,旋转阀7上的高压槽72以中心轴0为界,在槽底部划分出两个区域X1和X2上作用正压力 P_h (高压压力),并且 $X_1 > X_2$ 。并且,此刻作用于配气阀面63有X3区域的侧向偏移力,极易使得配气阀6与旋转阀7按照图3所示状态发生分离,导致制冷剂泄漏,影响性能。

发明内容

[0007] 本发明的目的是针对现有技术存在的问题,提供一种能够抑制泄漏的阀门结构及采用该阀门结构的制冷机,该制冷机通过旋转阀旋转、配气阀来进行流路切换且能抑制阀门之间的气体泄漏、确保设备的稳定性。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案解决的:

[0009] 一种能够抑制泄漏的阀门结构,包括配气阀和旋转阀,配气阀上设有高压气孔和配气阀气孔、旋转阀上设有低压孔和高压槽,其特征在于:所述配气阀的配气阀面上至少有一个槽,该槽布置在高压槽相对旋转轴O转动形成的径向最大圆周构成的第一包络线S1以及配气阀面与旋转阀的切换平面中的直径较小部件外周确定的第二包络线S2之间限定的环状区域内的配气阀面上,槽中至少有一个位于远离配气阀气孔的配气阀面的半圆面上且不超过该半圆面的范围。

[0010] 所述的槽与高压槽以及高压气孔、配气阀气孔在空间位置上始终不重叠,且槽在空间位置上不与所述阀门结构的外部连通;当旋转阀上的高压槽旋转至该槽在配气阀面上构建的扇形区域时,槽与旋转阀上的低压孔不连通。

[0011] 所述槽的两端边缘与旋转轴O连线分别与同时垂直于旋转轴O和推移活塞往复运动方向的连线O'的轴线O''之间构成的夹角 α 和 β 均满足:大于 0° 且小于 90° 。

[0012] 所述的夹角 α 和 β 均满足:大于 10° 且小于 70° 。

[0013] 所述的夹角 α 和 β 均满足:大于 20° 且小于 50° 。

[0014] 所述槽的深度要求按照以下方式实施:以所述槽外侧与第二包络线S2之间的最小距离以及所述槽内侧与第一包络线S1之间的最小距离相比较中的较小尺寸值作为基准尺寸值,所述槽的深度不小于该基准尺寸值的1/10。

[0015] 所述槽的形状为弧状或直线状或折线状或是孔状。

[0016] 所述的第一包络线S1小于低压孔的外缘相对旋转轴O转动形成的径向最大圆周构成的第三包络线S3时且槽布置在第三包络线S3和第二包络线S2之间限定的环状区域内的配气阀面上,在配气阀面上设有两处槽则任一槽对应的扇形角度小于 180° 、在配气阀面上设有三处槽则任一槽对应的扇形角度小于 120° 、在配气阀面上设有四处槽则任一槽对应的扇形角度小于 90° 。

[0017] 所述的配气阀面上设有三处槽时,则任一槽对应的扇形角度小于 100° 。

[0018] 一种制冷机,该制冷机具备上述的阀门结构,制冷机为GM制冷机、脉管制冷机、索尔文制冷机。具体来说,该制冷机包括气缸、以及在气缸内轴向往复运动的推移活塞,并且热端与罩体形成容积变化的热腔、冷端与气缸形成膨胀腔;推移活塞由连杆带动,并在连杆两端同轴紧配有导向套。配气阀安装在罩体内,由配气阀定位销限制其绕自身轴旋转运动,旋转阀安装在轴承上,沿着配气阀的轴线同轴正面紧压于配气阀。配气阀的中心线上的高压气孔气密的将压缩机排出的高压气流与旋转阀上的具有径向方向延伸的高压槽在旋转轴O对应的中心侧永久性连通;旋转阀径向方向上相对与高压槽的另外一侧加工的通孔——低压孔始终与低压通路气密连通;以推移活塞往复运动方向的连线O',配气阀上的配气阀气孔在所述旋转轴O靠近热腔一侧,气密的与罩体气孔、热腔连通。

[0019] 本发明相比现有技术有如下优点:

[0020] 本发明的阀门结构通过“气路陷阱”的设置,使得泄漏出来的制冷剂气流在流经配

气阀面上的槽道时,会跌出“气路陷阱”中,延长了气体通路,减缓了高压气流的泄漏速度,有效降低高压的制冷剂气体从阀门中泄漏到外周的低压环境中的风险;采用该阀门结构的制冷机通过旋转阀旋转、配气阀来进行流路切换,能抑制阀门之间的气体泄漏、确保设备的稳定性。

附图说明

- [0021] 附图 1 是表示本发明中的低温制冷机的构成示意图;
- [0022] 附图 2 是传统阀门结构的三维结构示意图;
- [0023] 附图 3 是传统阀门结构的泄漏平面结构示意图;
- [0024] 附图 4 是本发明提供的阀门结构的剖面结构示意图;
- [0025] 附图 5 是本发明提供的阀门结构的俯视示意图;
- [0026] 附图 6 是本发明提供的阀门结构的工作效果示意图;
- [0027] 附图7 是本发明提供的一种阀门结构的变形结构示意图之一;
- [0028] 附图8 是本发明提供的一种阀门结构的变形结构示意图之二。
- [0029] 其中:1—压缩机;1a—高压排气管道;1b—低压吸气管道;2—罩体;21—罩体气孔;22—低压通路;3—凸轮;31—偏心凸轮柄;4—导向套;5—连杆;6—配气阀;61—配气阀面;62—高压气孔;63—配气阀气孔;7—旋转阀;71—低压孔;72—高压槽;73—切换平面;74—插孔;75—背面;8—热腔;9—膨胀腔;10—推移活塞;10a—活塞前孔;10b—活塞后孔;10c—蓄冷材料;11—槽;12—电机;13—气缸;14—轴承;15—弹簧;16—配气阀定位销。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步的说明。

[0031] 如图1所示:如图1所示,该类制冷机包括压缩机 1、罩体2、气缸 13、推移活塞 10,罩体2内装有电机12以及驱动的凸轮3;凸轮3上的偏心凸轮柄31带动连杆5将旋转运动转化成上下往复运动,从而带动推移活塞10在气缸 13 内上下运动。配气机构 RV 由配气阀6和旋转阀7组成。配气阀6安装在罩体2内,由配气阀定位销16固定在其内,且与旋转阀7同轴布置。凸轮柄31带动安装在轴承14上的旋转阀7沿着旋转轴转动。压缩机1通过将制冷剂气体吸入、压缩,而使之作为高压的制冷剂气体排出。高压排气管道1a将高压的制冷剂气体向罩体2进行供给,并通过配气阀6中心轴线上高压气孔62传递给与之气密贴合的旋转阀7上的高压槽72内,高压槽72不与低压孔71连通。旋转阀7上开有低压孔71,且低压孔71与罩体2内的低压通路22连通。高压槽72沿着旋转轴0径向向外延伸,偏心布置在旋转阀7上。低压孔71相对高压槽72,对置布置在旋转轴0另外一侧。

[0032] 按照图 1 所示的位置,低压孔71与配气阀6上的配气阀气孔63重叠连通;此刻,旋转阀7上的低压孔71、配气阀6上的配气阀气孔63以及罩体2上的罩体气孔21三者连通,系统处于低压排气阶段,膨胀腔9内的气体由高压变成低压,顺序通过推移活塞10上的活塞后孔10b、蓄冷材料10c、活塞前孔10a流出,回到压缩机1的低压吸气管道1b。当旋转阀7旋转一定角度后,此时,低压孔71不与配气阀6上的配气阀气孔63连通,变成为旋转阀7上的高压槽72与配气阀6上的配气阀气孔63连通(未画出该配合关系),此刻压缩机1排出的高压气,经过配气阀6上的高压气孔 62 以及与之连通的旋转阀7上的高压槽72进入到气缸13内,顺序经

推移活塞10上的活塞前孔10a、蓄冷材料10c、活塞后孔10b 进入到膨胀腔9内。在上述过程中,压缩机1排出的高压气作用于配气阀6的背面上,配气阀6依靠背面上的正压力和弹簧15的弹力,与旋转阀7紧紧贴合起来形成气密的滑动接触面。旋转阀7和配气阀6均设计为沿着旋转轴的回转体结构,其中旋转阀7被轴承14能够旋转的支撑于罩体2内;配气阀6与旋转阀7同轴布置在罩体2内,配气阀6由配气阀定位销16固定成不能旋转,但是可沿着旋转轴0的轴向方向装卸。

[0033] 下面结合附图4、图5、图6、图7、图8就具体的实施例来进一步说明本发明所提供的能够抑制泄漏的阀门结构。

[0034] 实施例一

[0035] 以图4、图5、图6为例,对本发明提供的阀门结构进行具体说明。

[0036] 以配气阀6与旋转阀7的接触面中较小部件的外径形成的第二包络线S2,以配气阀7的高压槽72沿着旋转轴0运动的、形成的径向最大圆周形成的第一包络线S1。第一包络线S1与第二包络线S2之间形成以旋转轴0同轴的圆环区域。在该对应的圆环区域内,在配气阀6的配气阀面61上至少有一个凹槽11。

[0037] 设定轴线0"垂直于旋转轴0和推移活塞10的往复运动方向的连线0',将配气阀6的配气阀面61分割成“上”、“下”两区域。

[0038] 配气阀6的配气阀气孔63在以推移活塞10的往复运动方向的连线0'上更加靠近热腔8,处于轴线0"的“下方”,而所述的凹槽11相对配气阀气孔63、布置在轴线0"的另外一侧,以图示方向为轴线0"的“上方”。

[0039] 当旋转阀7运动到图4、图5位置时,此刻旋转阀7上的低压孔71与配气阀气孔63连通,在配气阀6的背压作用下,轴线0"的下方处于较大压力的挤压状态。同时,由于旋转阀7上的高压槽72内高压压力偏心的作用在配气阀6的配气阀面61上。即,出现阀门结构的一端相向靠近、而相对一端背离分离的现象,使得制冷剂气体从高压槽72内沿着微微张开的接触面泄漏出来。

[0040] 按照所述实施方案,槽11布置在高压槽72 的外侧区域。宽度以及深度尺寸远远大于上述微微张开的尺寸大小,形成“气路陷阱”,如图6中的箭头所示。泄漏出来的制冷剂气流在流经该槽11时,会跌入“气路陷阱”中,延长了气体通路、减缓了高压气流的泄漏速度,降低高压的制冷剂泄漏到外周的低压环境中的风险。

[0041] 以图5所示阀门结构的俯视图为例进行详细说明。

[0042] 虚线所示为旋转阀7结构、粗实线所示为配气阀6结构。其中配气阀6和旋转阀7相接触时,配气阀6的外圆周较小,因此以配气阀6的外周(配气阀面61的外周)作为第二包络线S2。从旋转阀7中心轴径向外延至最远处的高压槽72绕旋转轴0形成第一包络线S1。配气阀6的中心轴线上有与高压槽72中心侧气密连通的高压气孔62。在轴线0"的“下方”有配气阀气孔63连通热腔8。圆弧状的槽11布置在配气阀轴线0"的“上方”,即与配气阀气孔63相对于旋转轴0另外一侧方向上布置。所述的槽11布置在第一包络线S1外侧、以及第二包络线S2内侧。因此,一周周期内,槽11在空间位置上始终不与旋转阀7的高压槽72重叠,也不与配气阀6上的高压气孔62、配气阀气孔63重叠。

[0043] 依据上述结构,槽11的径向靠近旋转轴0一侧的内侧边缘,在任何时刻都不与高压槽72重叠。即,高压槽72径向最远端与槽11内侧边缘之间的最短距离(如图5所示),形成第

一气密性路径;而槽11的外侧边缘与第二包络线S2之间的最短距离形成第二气密路径。

[0044] 当阀门在图5所示状态时,在高压槽72径向远端微微张开时,高压的制冷剂通过上述第一气密性路径时,槽11的凹陷空间尺寸远远大于第一气密性路径张开的尺寸大小,便形成气密性“气路陷阱”,使得泄漏制冷剂涌入到槽11的凹陷空间中,导致流速减缓。由于槽11与第二包络线S2也不重叠,即不与阀门外部连通,泄漏的制冷剂还得从“气路陷阱”中“爬上来”,进入到第二气密性路径中。由于第二气密性的张开尺寸远远小于槽11的凹陷空间,形成了“气塞”现象,使得泄漏的制冷剂无法溢出到阀门外部空间。

[0045] 本实施方案中,由于阀门结构的尺寸有限,槽11的两端与配气阀面61的中心连线与同时垂直于旋转轴0和推移活塞10的往复运动方向的连线0'的轴线0"构成的夹角 α 、 β 均大于 0° 且小于 90° 。即圆弧状的槽11在配气阀面61的上半圆面上,保障旋转阀7转动到高压槽72进入到槽11相对旋转轴0的 $180-\alpha-\beta$ 角度的扇形区域内,低压孔71未进入该区域,避免旋转阀7在旋转过程中,高压槽72与低压孔71通过槽11间接导通,形成内部串气现象。

[0046] 进一步的,说,夹角 α 、 β 均大于 10° 且小于 70° 。

[0047] 再进一步的,说,夹角 α 、 β 均大于 20° 且小于 50° 。

[0048] 本实施例所提供的方案在实施过程中,旋转阀7上的低压孔71可以与所述的第一包络线S1有重叠部分(图5所示)。即,在一个切换周内,有部分时间槽11与低压孔71在空间上重叠,形成低压气流连通状态。

[0049] 实施例二

[0050] 以图7为例,槽11呈现为直线状或折线状或是孔状。

[0051] 本发明并不限于上述实施方式,能够进行各种设计变更,能够存在各种变形例,并且这种变形例也属于本发明的范围,这对于本领域技术人员而言是显而易见的。

[0052] 实施例三

[0053] 以图8为例,在配气阀面61上有三处槽11。在该实施方案中,仍然有一侧槽11依据实施例一的限定布置、其余两处槽11布置在两侧但位于第三包络线S3和第二包络线S2之间限定的环状区域内的配气阀面61上,或者三处槽11皆布置在第三包络线S3和第二包络线S2之间限定的环状区域内的配气阀面61上。典型布局按照对称结构实施。并且每处槽11对应的扇形角度小于 120° ,进一步说明最好小于 100° 。槽的内侧边缘在高压槽72和低压孔71径向最远距离的包络线外侧,即第三包络线S3的外侧,与旋转阀7上的高压槽72以及配气阀6上的高压气孔62、配气阀气孔63在空间位置上始终不重叠,这样仍然能对阀门的泄漏起到抑制作用。

[0054] 一种采用上述阀门机构的制冷机,包括所述的阀门机构,该阀门机构的配气阀6通过阀体定位销16偏心固定在罩体2上;该配气机构的旋转阀7通过轴承14定位在罩体2内。该制冷机是阀门切换式的任何形式的制冷机,不局限于吉福德-麦克马洪制冷机、索尔文制冷机、脉管制冷机等。在旋转阀7的高压槽72远离配气阀气孔63的远端时所对应的配气阀面61上(即易发生分离、气体泄漏的双方作用施压区域)设置槽11对泄漏出来的制冷剂气体进行拦截,有效的抑制了泄漏。

[0055] 以上实施例仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发明保护范围之内;本发明未涉及的技术均可通过现有技术加以实现。

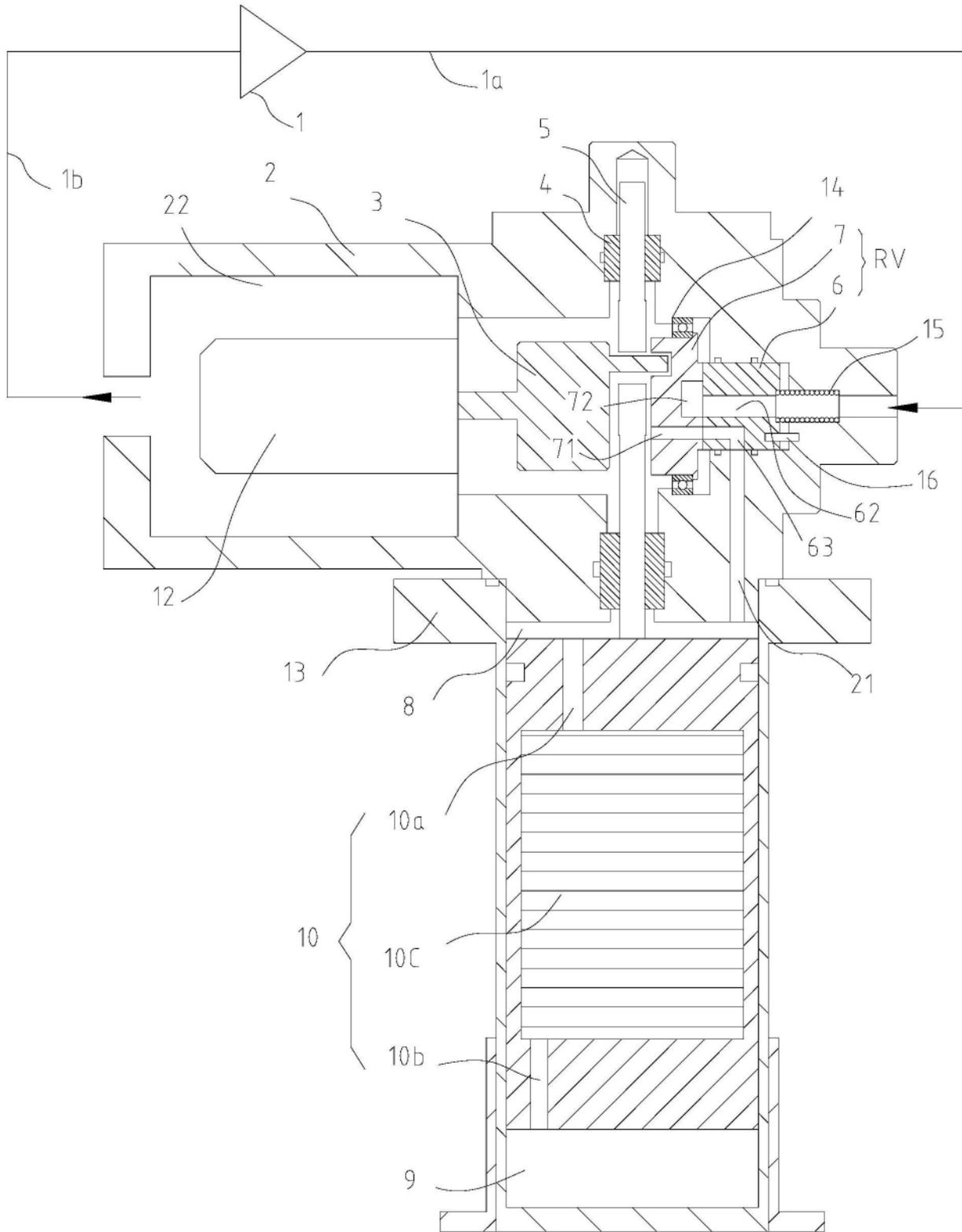


图1

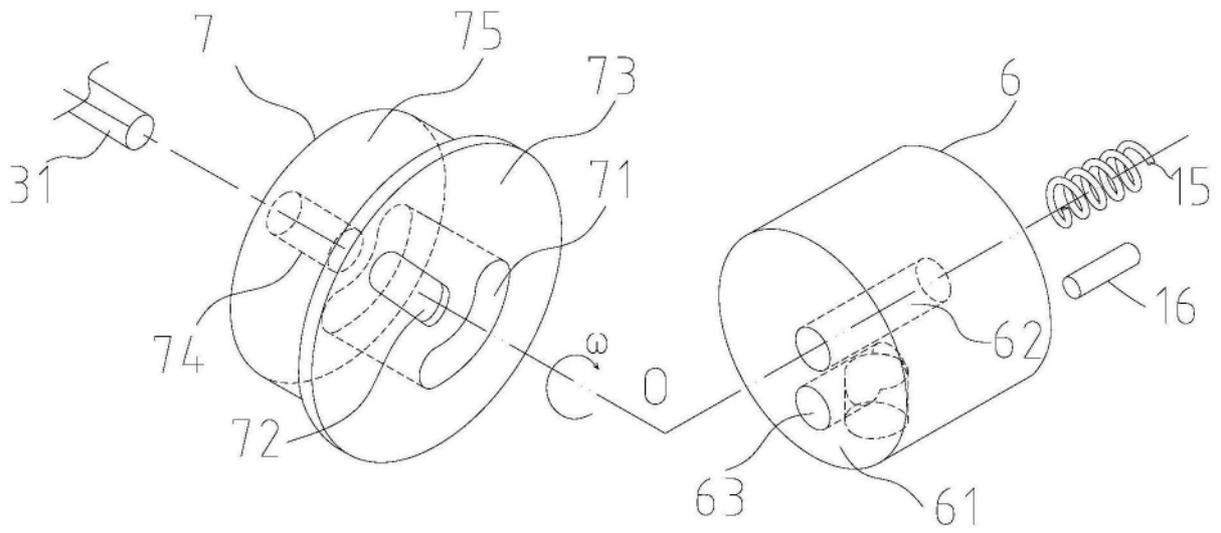


图2

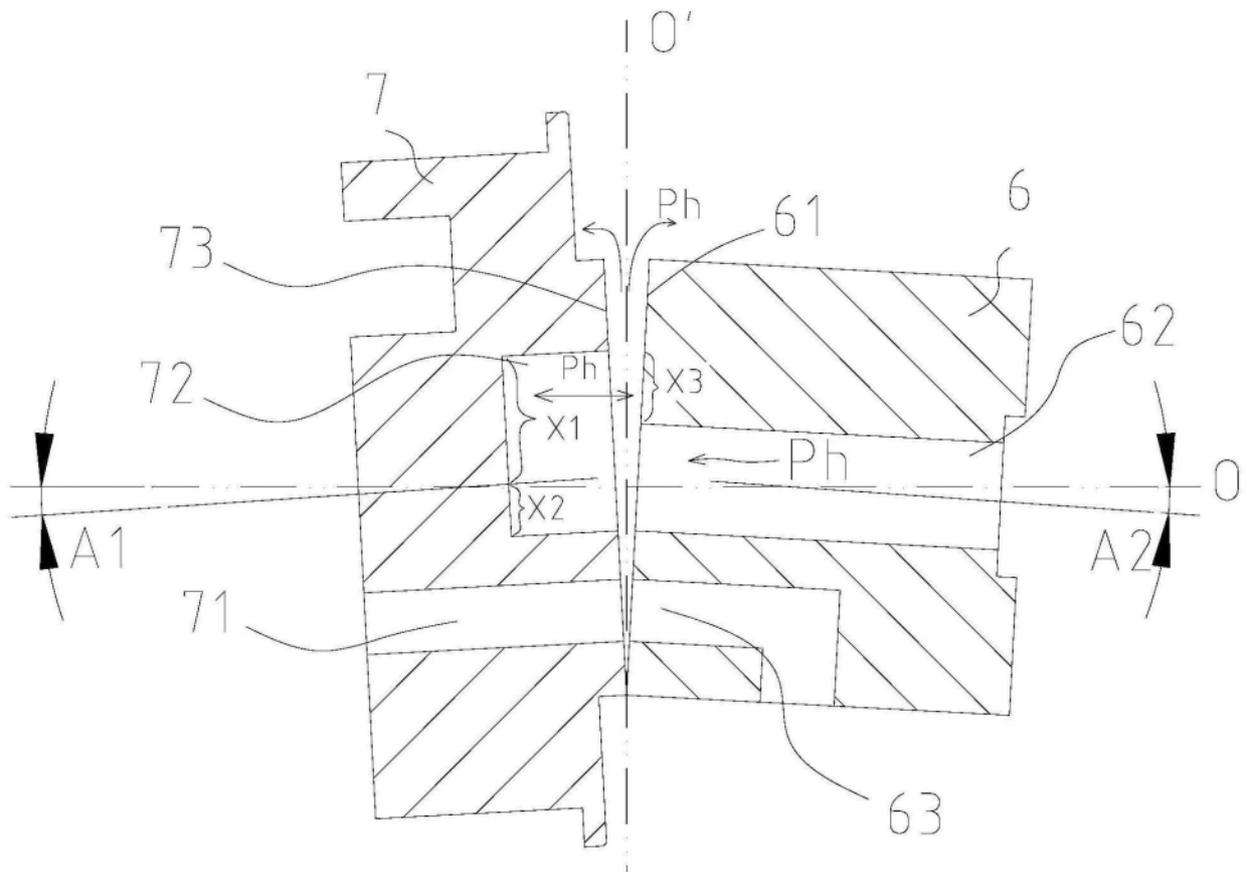


图3

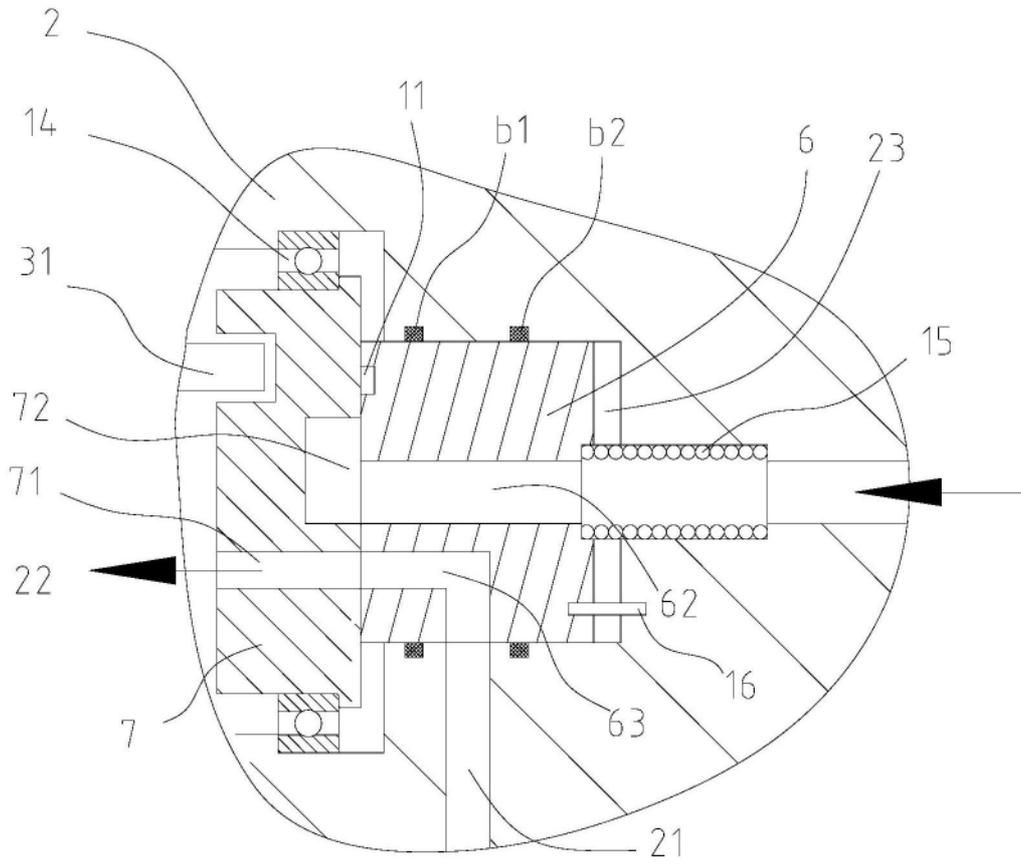


图4

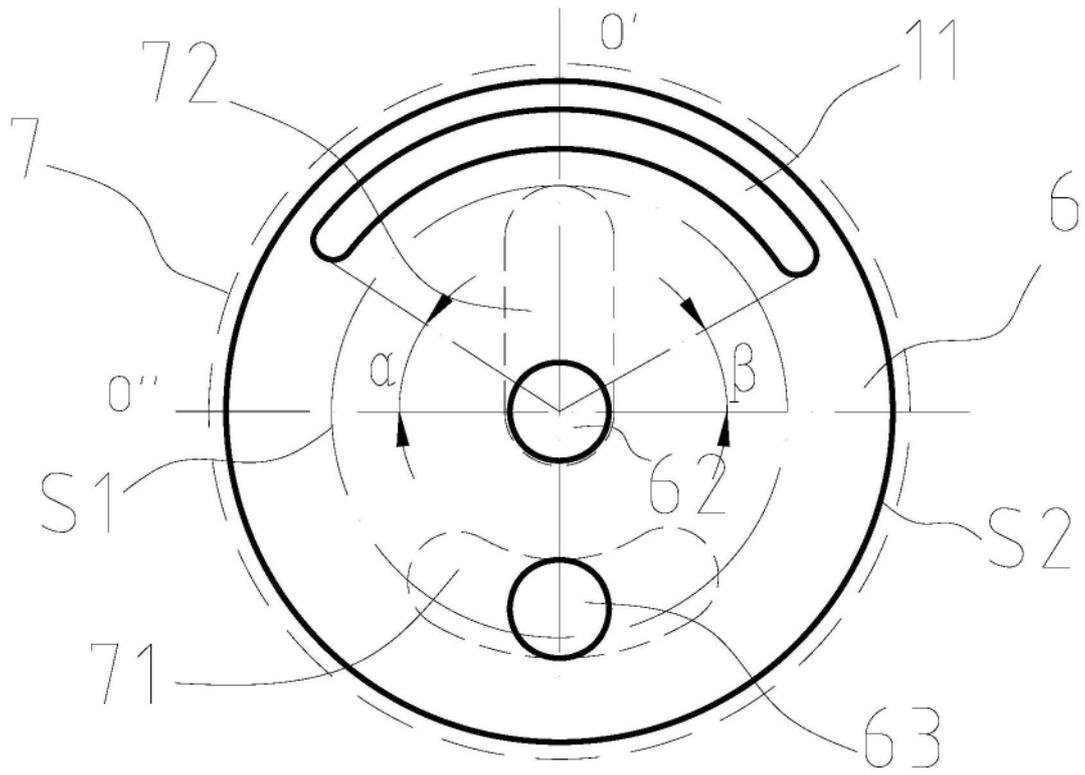


图5

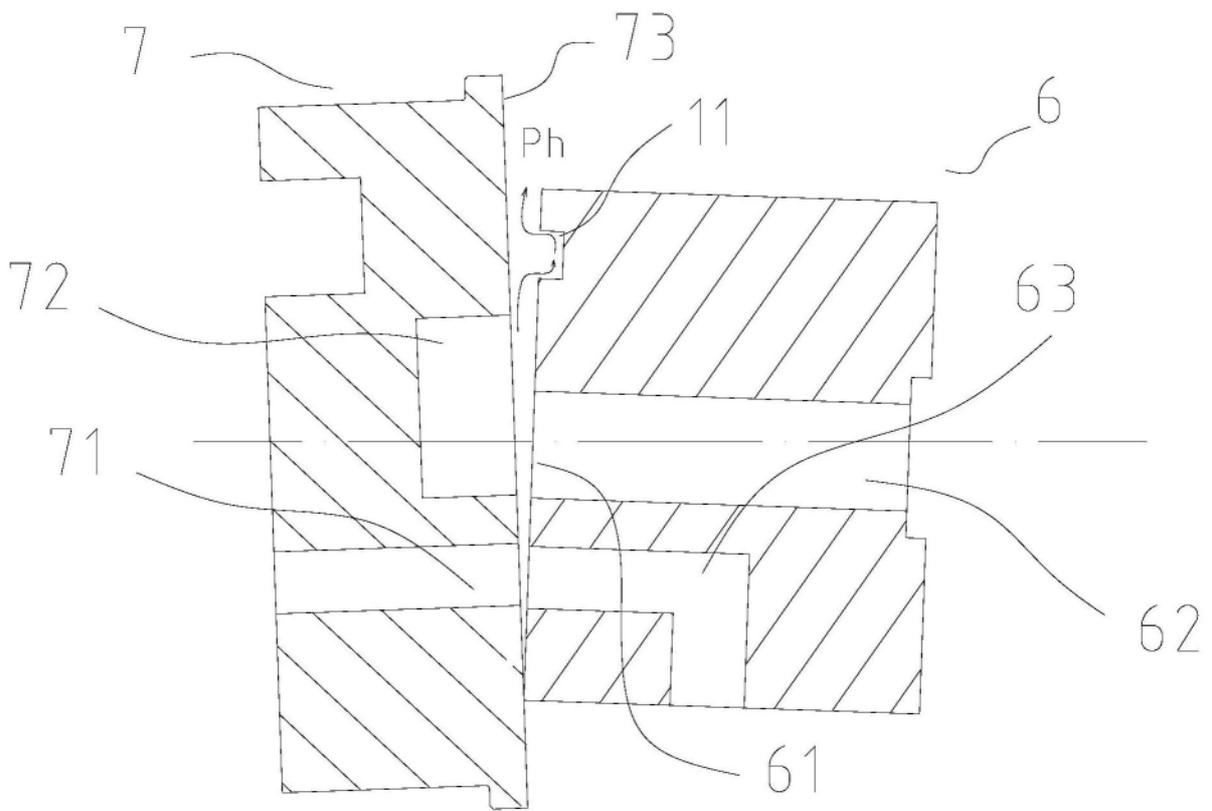


图6

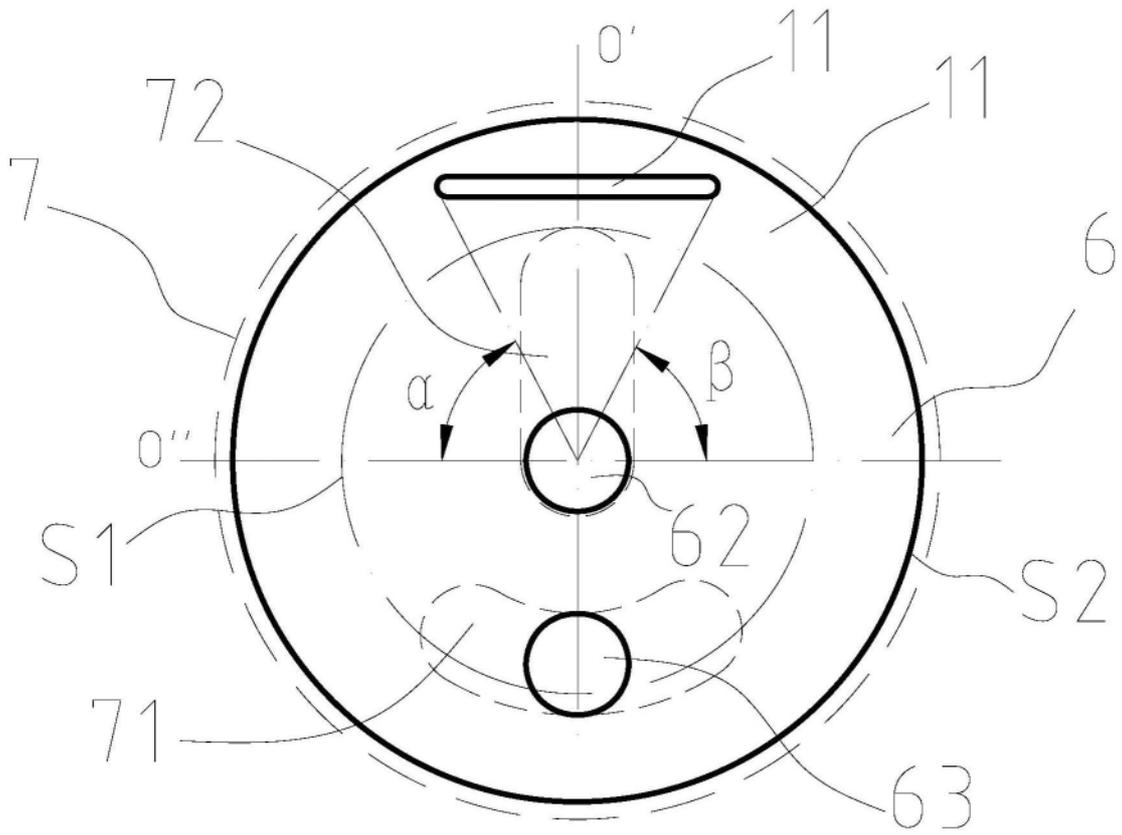


图7

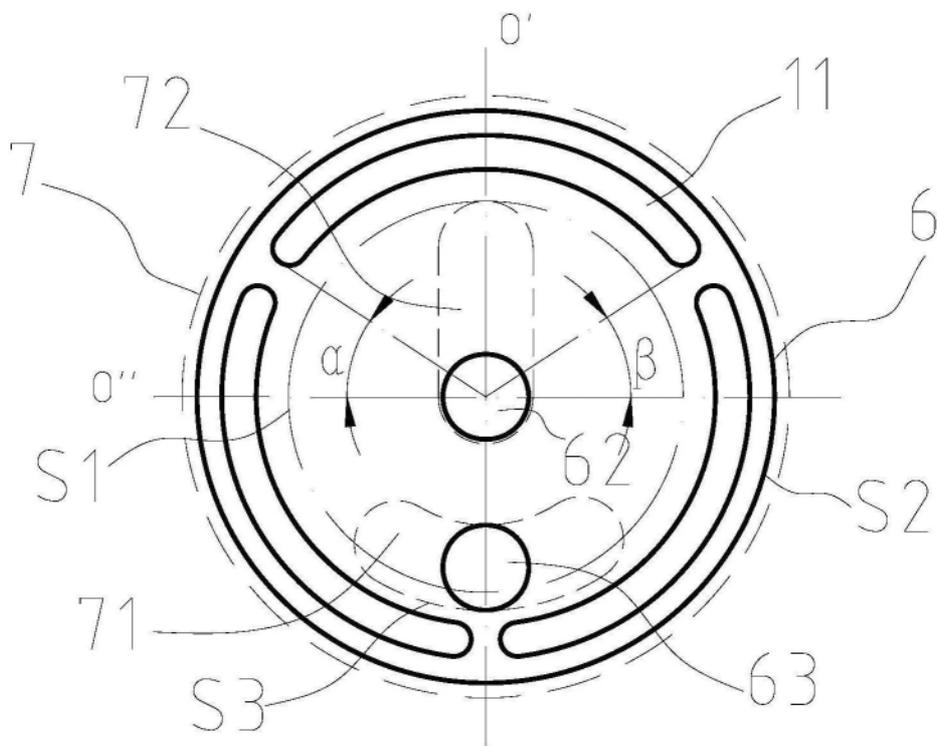


图8