



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205714738 U

(45)授权公告日 2016.11.23

(21)申请号 201620373110.7

(22)申请日 2016.04.28

(73)专利权人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区潮王路
18号

(72)发明人 牟介刚 陈真富 谷云庆 范天星
吴登昊 周佩剑 张韬 唐佳新
吴振兴

(74)专利代理机构 杭州天正专利事务所有限公
司 33201

代理人 王兵 黄美娟

(51)Int. Cl.

F04C 2/10(2006.01)

F04C 15/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

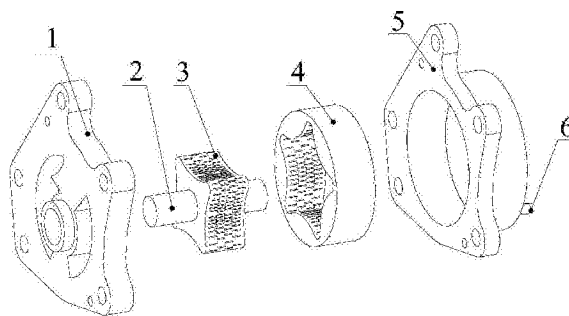
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)实用新型名称

具有非光滑表面的摆线转子泵

(57)摘要

具有非光滑表面的摆线转子泵,包括内转子、外转子、连接轴、泵体以及与泵体固接的泵盖,泵盖上设有不对称形状的进油槽和出油槽,进油槽、出油槽分别与所述的封闭容积连通;所述的泵体上设有限压阀;内转子外齿齿数比外转子内齿齿数少一个,内转子的外齿齿廓和外转子的内齿齿廓是一对共轭曲线,保持各齿均处于啮合状态;所述的内转子外壁面周向设有至少一列内转子仿生非光滑结构,所述的外转子内壁面周向设有至少一列外转子仿生非光滑结构。本实用新型的有益效果是:内转子部分和外转子采用基于仿生原理的非光滑表面,不会带来附加设备和空间占用,也不会对流体造成污染,仅依靠直接改变壁面形状,就能达到较好的减阻效果,降低能量损耗,绿色节能。



1. 具有非光滑表面的摆线转子泵, 包括内转子、外转子、连接轴、泵体以及与泵体固接的泵盖, 所述的内转子与装入泵体腔体内的所述外转子啮合装配, 所述的内转子、外转子之间齿间隙形成封闭容积作为工作腔; 所述的内转子与所述的连接轴过盈配合, 所述的连接轴的两端分别从泵盖轴孔以及泵体轴孔穿出, 其中连接轴从泵体轴孔穿出的一端为输入端, 连接轴从泵盖轴孔穿出的一端为输出端, 其特征在于: 所述的泵盖上设有不对称形状的进油槽和出油槽, 所述的进油槽、出油槽分别与所述的封闭容积连通; 所述的泵体上设有限压阀; 内转子外齿齿数比外转子内齿齿数少一个, 内转子的外齿齿廓和外转子的内齿齿廓是一对共轭曲线, 保持各齿均处于啮合状态; 所述的内转子外壁面周向设有至少一列内转子仿生非光滑结构, 所述的外转子内壁面周向设有至少一列外转子仿生非光滑结构。

2. 如权利要求1所述的具有非光滑表面的摆线转子泵, 其特征在于: 所述的内转子仿生非光滑结构为条形凹槽, 并且所述的条形凹槽的横截面为半圆柱形、矩形或三角形。

3. 如权利要求2所述的具有非光滑表面的摆线转子泵, 其特征在于: 所述的内转子外壁设有四列沿内转子轴向排布的内转子仿生非光滑结构, 并且每列内转子仿生非光滑结构均以内转子轴线为中心周向排布, 同一列相邻两条内转子仿生非光滑结构对应的圆心角为 6° ; 并且相邻的两列对应位置的内转子仿生非光滑结构彼此错开的分布, 对应圆心角为 3° , 每条内转子仿生非光滑结构单元长度为 $4\sim 6\text{mm}$, 非光滑表面单元深度与内外转子间隙相当, 为 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 。

4. 如权利要求1所述的具有非光滑表面的摆线转子泵, 其特征在于: 所述的外转子仿生非光滑结构为条形凹槽, 并且所述的条形凹槽的横截面为半圆柱形、矩形或三角形。

5. 如权利要求4所述的具有非光滑表面的摆线转子泵, 其特征在于: 所述的外转子外壁设有四列沿外转子轴向排布的内转子仿生非光滑结构, 并且每列外转子仿生非光滑结构均以外转子轴线为中心周向排布, 同一列相邻两条外转子仿生非光滑结构对应的圆心角为 6° ; 并且相邻的两列对应位置的外转子仿生非光滑结构彼此错开的分布, 对应圆心角为 3° , 每条外转子仿生非光滑结构单元长度为 $4\sim 6\text{mm}$, 非光滑表面单元深度与内外转子间隙相当, 为 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 。

6. 如权利要求1所述的具有非光滑表面的摆线转子泵, 其特征在于: 泵盖出油槽为弧形槽, 并且所述的弧形槽的一端宽度大于另一端的宽度, 并且泵盖出油槽的大端出油区与小端出油区的封油线均为直线; 泵盖进油槽一端为齿形进油端, 另一端为弧形进油端, 其中齿形进油端的进油面积大于弧形进油端的进油面积, 泵盖进油槽的弧形进油端的封油线为直线, 泵盖进油槽的齿形进油端的封油线为曲线, 其中所述的曲线由内转子摆线齿廓的内等距线、外转子圆弧齿廓内等距线和圆弧过渡线依次平滑顺连。

7. 如权利要求1所述的具有非光滑表面的摆线转子泵, 其特征在于: 所述的限压阀包括限压阀阀座、限压阀阀芯、弹簧、螺钉和卸压孔, 所述内转子和外转子啮合形成的封闭容积在泵体上的投影位置设有限压阀进口, 所述限压阀阀座安装在限压阀进口内, 并且限压阀阀座其中一端部顶在限压阀进口内的台阶处, 所述的阀芯通过螺钉压紧在限压阀阀座另一端; 所述的弹簧的一端扣进限压阀阀芯的凸台上, 弹簧的另一端安装进限压阀阀座内部; 所述卸压孔设置在限压阀阀座的侧面。

8. 如权利要求7所述的具有非光滑表面的摆线转子泵, 其特征在于: 所述的内转子外齿个数为4个, 所述的外转子的内齿个数为5个。

具有非光滑表面的摆线转子泵

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种摆线转子泵,尤其是一种具有非光滑表面的摆线转子泵。

背景技术

[0002] 摆线转子泵因具有结构紧凑、运转平稳、脉动小以及容积效率高等优点被广泛应用于车辆、船舶装备的润滑系统中。现在许多高转速的中大型内燃机也普遍采用摆线转子泵,这就要求泵供油量大,因此泵尺寸也大,泵齿增厚,油液填满泵进油腔的时间也更长。

[0003] 当前节能减排已经成为整个汽车行业进行技术升级的首选目标,目前发动机的机油泵具有很大的节能潜力,机油泵在工作时,由于内外转子旋转过程中存在相对的动静干涉作用,使内部流场呈现出三维非稳态湍流,且油液黏度较大,输送油液过程中的摩擦阻力势必较大,泵轴功率有很大一部分用于克服表面摩擦阻力,所以减少输送流动阻力,降低能量消耗意义重大。长期以来,人们一直在寻找减小粘性流体流动阻力的方法。仿生学研究发现鱼类等水生动物经历了近亿年进化过程,生物体不仅包含机体对外部介质的临时调控,也包含相当稳固的对外界系统的适应,形成了一种满足自身生存需要的非光滑表面。研究表明鲨鱼皮上的鳞脊可以使边界层稳定,减小快速游动阻力,其它鲸豚类动物的特殊非光滑表面结构在游动时也可以起到减阻效果,受此启发可以通过改变物体表面形态来改变近壁区流场,达到减小壁面摩擦阻力的目的;另外,当内外转子处于啮合过程中,因内外转子间存在间隙而形成一个的封闭空间,随着转子转动,这一封闭空间的体积发生变化,而液体的可压缩性很小,使得封闭空间内的液体压力骤升,即困油压力,远高于转子泵的工作压力,将导致泵的噪声和压力波动,影响泵的寿命;当填充油液所需时间大于齿间容积在进油槽区域的逗留时间,油液来不及填充,齿间便转过进油槽区域,便会出现油液填充不良而出现空化现象。空化现象在流体机械中极为广泛,危害极大,一方面空化会降低摆线转子泵的容积效率,使得摆线转子泵的使用性能下降;另一方面气泡的破裂也会引起较大压力波动和振动,产生噪声,使摆线转子泵的环保性能下降。

发明内容

[0004] 本实用新型针对上述问题,提出了一种缓解摆线转子泵内的空化、困油现象,使转子泵运转稳定,振动噪声小,寿命长,同时有效提高转子泵的容积效率的具有非光滑表面的摆线转子泵。

[0005] 本实用新型所述的具有非光滑表面的摆线转子泵,包括内转子、外转子、连接轴、泵体以及与泵体固接的泵盖,所述的内转子与装入泵体腔体内的所述外转子啮合装配,所述的内转子、外转子之间齿间隙形成封闭容积;所述的内转子与所述的连接轴过盈配合,所述的连接轴的两端分别从泵盖轴孔以及泵体轴孔穿出,其中连接轴从泵体轴孔穿出的一端为输入端,连接轴从泵盖轴孔穿出的一端为输出端,其特征在于:所述的泵盖上设有不对称形状的进油槽和出油槽,所述的进油槽、出油槽分别与所述的封闭容积连通;所述的泵体上设有限压阀;内转子外齿齿数比外转子内齿齿数少一个,内转子的外齿齿廓和外转子的内

齿齿廓是一对共轭曲线,保持各齿均处于啮合状态;所述的内转子外壁面周向设有至少一列内转子仿生非光滑结构,所述的外转子内壁面周向设有至少一列外转子仿生非光滑结构。

[0006] 所述的内转子仿生非光滑结构为条形凹槽,并且所述的条形凹槽的横截面为半圆柱形、矩形或三角形。

[0007] 所述的内转子外壁设有四列沿内转子轴向排布的内转子仿生非光滑结构,并且每列内转子仿生非光滑结构均以内转子轴线为中心周向排布,同一列相邻两条内转子仿生非光滑结构对应的圆心角为 6° ;并且相邻的两列对应位置的内转子仿生非光滑结构彼此错开的分布,对应圆心角为 3° ,每条内转子仿生非光滑结构单元长度为4~6mm,非光滑表面单元深度与内外转子间隙相当,为0.1~0.2mm。

[0008] 所述的外转子仿生非光滑结构为条形凹槽,并且所述的条形凹槽的横截面为半圆柱形、矩形或三角形。

[0009] 所述的外转子外壁设有四列沿外转子轴向排布的内转子仿生非光滑结构,并且每列外转子仿生非光滑结构均以外转子轴线为中心周向排布,同一列相邻两条外转子仿生非光滑结构对应的圆心角为 6° ;并且相邻的两列对应位置的外转子仿生非光滑结构彼此错开的分布,对应圆心角为 3° ,每条外转子仿生非光滑结构单元长度为4~6mm,非光滑表面单元深度与内外转子间隙相当,为0.1~0.2mm。

[0010] 泵盖出油槽为弧形槽,并且所述的弧形槽的一端宽度大于另一端的宽度,并且泵盖出油槽的大端出油区与小端出油区的封油线均为直线;泵盖进油槽一端为齿形进油端,另一端为弧形进油端,其中齿形进油端的进油面积大于弧形进油端的进油面积,泵盖进油槽的弧形进油端的封油线为直线,泵盖进油槽的齿形进油端的封油线为曲线,其中所述的曲线由内转子摆线齿廓的内等距线、外转子圆弧齿廓内等距线和圆弧过渡线依次平滑顺连。

[0011] 所述的限压阀包括限压阀阀座、限压阀阀芯、弹簧、螺钉和卸压孔,所述内转子和外转子啮合形成的封闭容积在泵体上的投影位置设有限压阀进口,所述限压阀阀座安装在限压阀进口内,并且限压阀阀座其中一端部顶在限压阀进口内的台阶处,所述的阀芯通过螺钉压紧在限压阀阀座另一端;所述的弹簧的一端扣进限压阀阀芯的凸台上,弹簧的另一端安装进限压阀阀座内部;所述卸压孔设置在限压阀阀座的侧面。

[0012] 所述的内转子外齿个数为4个,所述的外转子的内齿个数为5个。

[0013] 工作原理:所述的外转子在内转子的外侧,泵体围绕在外转子外侧,进油槽和出油槽与所述的内转子、外转子之间形成的封闭容积相连接。发动机运行时,带动转子泵内外转子朝相同的方向旋转,内转子为主动,外转子的转速比内转子每圈慢1个齿。内转子的齿廓和外转子的齿廓是一对共轭曲线,它能确保在油泵运转时,不论内外转子转到什么位置,各齿均处于啮合状态,从而在内转子、外转子之间形成于内转子齿数相同个数的封闭容积。这些封闭容积的容积随着转子的旋转而不断变化,当转子朝顺时针方向旋转时,内转子、外转子中心线右侧的各个封闭容积的容积由小变大,以致形成局部真空,将工作油从进油口吸入;在内转子、外转子中心线的左侧的各个封闭容积有大变小,将工作油从出油口排出这就是摆线转泵的工作过程。由于摆线转子泵采用内啮合的转子,所以使油泵的结构简化。并且由于是齿轮带动工作,也保证了机器在高速运行时的稳定性。

[0014] 而内外转子仿生非光滑结构工作原理:转子泵内外转子旋转过程中存在相对的动静干涉作用,使转子泵内部流场呈现出三维非稳态湍流,内外转子间隙内流场存在大量流向涡;而设置在内外转子上的非光滑表面可与顺流向的反向旋转涡对相互作用,产生第二涡群,第二涡群的产生和发展消弱了内外转子间隙内的流向涡的强度,而流向涡对强度的减弱抑制了内外转子表面上低速带条的形成并减弱了低速带条运动的不稳定性,即低速带条缓慢向上抬升继而震荡的过程被减弱。转子泵上的非光滑表面可以通过第二涡群生成来实现抑制湍流猝发,消弱湍流猝发的强度,内外转子上的低速带条向外层的猝发不会像光滑表面那么频繁而剧烈,间歇时间较长而强度较弱的猝发减弱了湍流边界层的发展和边界层内动量交换过程,相应的速度脉动和压力脉动的减小便导致了内外转子壁面摩擦阻力的减小,从而实现减阻效果。

[0015] 本实用新型在泵盖上加工非对称油槽,由于进油槽的大端进油区的封油线不采用直线,而改为由三段曲线即内转子摆线齿廓的内等距线、外转子圆弧齿廓内等距线和圆弧过渡线光滑连接,使得齿间容积能更早地与进油槽接通,最大限度地利用进油惯性,减少油液来不及填充进齿间容积的情况,从而改善转子泵的空化特性。

[0016] 限压阀工作原理:限压阀进口处于出油槽侧,为高压流体,再加上内外转子对啮合封闭容积的挤压,易使压缩性很小的流体的压力骤升,形成困油压力。当困油压力大于限压阀开启压力时,限压阀阀座将向左移动,当限压阀阀座底部移动到卸压孔的位置时,这部分困油流体将流出卸压孔,使困油现象得到有效缓解。当困油压力下降到小于限压阀开启压力时,限压阀阀座在弹簧的弹力作用下将向右移动,直到重新封住限压阀进口。其中,限压阀的开启压力可由螺钉来调节,当螺钉拧紧时,向内压紧限压阀阀芯,进而压紧弹簧,使弹簧对限压阀阀座的弹力增加,只有当高压流体对限压阀阀座底部的压力大于弹簧对限压阀阀座的弹力时才能开启,此时开启压力增大。同理,当螺钉拧松时,开启压力减小。

[0017] 本实用新型的有益效果是:1、内转子部分和外转子采用基于仿生原理的非光滑表面,不会带来附加设备和空间占用,也不会对流体造成污染,仅依靠直接改变壁面形状,就能达到较好的减阻效果,降低能量损耗,绿色节能;2、泵盖上的油槽部分采用非对称油槽结构,其中封油线采用曲线,相比于传统的直线封油线,能更好地利用油液惯性,延长填充油液的时间,缓解空化现象;3、泵体上在内外转子啮合间隙形成的封闭容积处设有限压阀,从而有效防止泵在运转过程中出现困油现象,从而减小振动和噪声。

附图说明

[0018] 图1是本实用新型的摆线转子泵结构示意图。

[0019] 图2是本实用新型的半圆形非光滑表面形态的平面投影图。

[0020] 图3是本实用新型的三角形非光滑表面形态的平面投影图。

[0021] 图4是本实用新型的矩形非光滑表面形态的平面投影图。

[0022] 图5是本实用新型的内转子非光滑表面的局部示意图。

[0023] 图6是本实用新型的外转子非光滑表面的局部示意图。

[0024] 图7是本实用新型的非对称油槽平面投影图。

[0025] 图8是本实用新型的泵体上限压阀位置示意图。

[0026] 图9是图8中a-a方向剖视图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图进一步说明本实用新型

[0028] 参照附图：

[0029] 实施例1本实用新型所述的具有非光滑表面的摆线转子泵，包括内转子3、外转子4、连接轴2、泵体5以及与泵体固接的泵盖1，所述的内转子3与装入泵体5腔体内的所述外转子4啮合装配，所述的内转子3、外转子4之间齿间隙形成的封闭容积作为工作腔；所述内转子3加热至250℃，用压机压入轴2中，使连接轴2与内转子3之间过盈联接，所述连接轴2的两端分别从泵盖1轴孔以及泵体5轴孔穿出，其中连接轴2从泵体5轴孔穿出的一端为输入端，连接轴2从泵盖1轴孔穿出的一端为输出端，所述的泵盖1上设有不对称形状的进油槽11和出油槽12，所述的进油槽11、出油槽12分别与所述的封闭容积连通；所述的泵体5上设有限压阀6；内转子3外齿齿数比外转子4内齿齿数少一个，内转子3的外齿齿廓和外转子4的内齿齿廓是一对共轭曲线，保持各齿均处于啮合状态；所述的内转子3外壁面周向设有至少一列内转子仿生非光滑结构31，所述的外转子4内壁面周向设有至少一列外转子仿生非光滑结构41。

[0030] 所述的内转子仿生非光滑结构31为条形凹槽，并且所述的条形凹槽的横截面为半圆柱形、矩形或三角形。

[0031] 所述的内转子3外壁设有四列沿内转子轴向排布的内转子仿生非光滑结构31，并且每列内转子仿生非光滑结构31均以内转子轴线为中心周向排布，同一列相邻两条内转子仿生非光滑结构对应的圆心角为6°；并且相邻的两列对应位置的内转子仿生非光滑结构彼此错开的分布，对应圆心角为3°，每条内转子仿生非光滑结构单元长度为4~6mm，非光滑表面单元深度与内外转子间隙相当，为0.1~0.2mm。

[0032] 所述的外转子仿生非光滑结构41为条形凹槽，并且所述的条形凹槽的横截面为半圆柱形、矩形或三角形。

[0033] 所述的外转子4外壁设有四列沿外转子轴向排布的内转子仿生非光滑结构41，并且每列外转子仿生非光滑结构均以外转子轴线为中心周向排布，同一列相邻两条外转子仿生非光滑结构对应的圆心角为6°；并且相邻的两列对应位置的外转子仿生非光滑结构彼此错开的分布，对应圆心角为3°，每条外转子仿生非光滑结构单元长度为4~6mm，非光滑表面单元深度与内外转子间隙相当，为0.1~0.2mm。

[0034] 泵盖出油槽12为弧形槽，并且所述的弧形槽的一端宽度大于另一端的宽度，并且泵盖出油槽的大端出油区121与小端出油区122的封油线均为直线；泵盖进油槽11一端为齿形进油端111，另一端为弧形进油端112，其中齿形进油端111的进油面积大于弧形进油端的进油面积，泵盖进油槽11的弧形进油端112的封油线为直线113，泵盖进油槽11的齿形进油端111的封油线为曲线，其中所述的曲线由内转子摆线齿廓的内等距线114、外转子圆弧齿廓内等距线115和圆弧过渡线116依次平滑顺连，其中内转子摆线齿廓的内等距线114与内转子摆线齿廓相距1~2mm，外转子圆弧齿廓内等距线115与外转子圆弧齿廓相距1~2mm，保证封油效果。

[0035] 所述的限压阀6包括限压阀阀座61、限压阀阀芯62、弹簧63、螺钉64和卸压孔65，所述内转子3和外转子4啮合形成的封闭容积在泵体上的投影位置设有限压阀进口66，所述限

压阀阀座61安装在限压阀进口66内,并且限压阀阀座61其中一端部顶在限压阀进口66内的台阶处,所述的阀芯62通过螺钉64压紧在限压阀阀座61另一端;所述的弹簧63的一端扣进限压阀阀芯62的凸台上,弹簧63的另一端安装进限压阀阀座61内部;所述卸压孔65设置在限压阀阀座61的侧面。

[0036] 所述的内转子3外齿个数为4个,所述的外转子4的内齿个数为5个。

[0037] 工作原理:所述的外转子4在内转子3的外侧,泵体5围绕在外转子4外侧,进油槽11和出油槽12与所述的内转子3、外转子4之间形成的封闭容积相连接。发动机运行时,带动转子泵内外转子朝相同的方向旋转,内转子3为主动,外转子4的转速比内转子每圈慢1个齿。内转子3的齿廓和外转子4的齿廓是一对共轭曲线,它能确保在油泵运转时,不论内外转子转到什么位置,各齿均处于啮合状态,从而在内转子3、外转子4之间形成于内转子齿数相同个数的封闭容积。这些封闭容积的容积随着转子的旋转而不断变化,当转子朝顺时针方向旋转时,内转子、外转子中心线右侧的各个封闭容积的容积由小变大,以致形成局部真空,将工作油从进油口吸入;在内转子3、外转子4中心线的左侧的各个封闭容积有大变小,将工作油从出油口排出这就是摆线转泵的工作过程。由于摆线转泵采用内啮合的转子,所以使油泵的结构简化。并且由于是齿轮带动工作,也保证了机器在高速运行时的稳定性。

[0038] 而内外转子仿生非光滑结构工作原理:转子泵内外转子旋转过程中存在相对的动静干涉作用,使转子泵内部流场呈现出三维非稳态湍流,内外转子间隙内流场存在大量流向涡;而设置在内外转子上的非光滑表面可与顺流向的反向旋转涡对相互作用,产生第二涡群,第二涡群的产生和发展消弱了内外转子间隙内的流向涡的强度,而流向涡对强度的减弱抑制了内外转子表面上低速带条的形成并减弱了低速带条运动的不稳定性,即低速带条缓慢向上抬升继而震荡的过程被减弱。转子泵上的非光滑表面可以通过第二涡群生成来实现抑制湍流猝发,消弱湍流猝发的强度,内外转子上的低速带条向外层的猝发不会像光滑表面那么频繁而剧烈,间歇时间较长而强度较弱的猝发减弱了湍流边界层的发展和边界层内动量交换过程,相应的速度脉动和压力脉动的减小便导致了内外转子壁面摩擦阻力的减小,从而实现减阻效果。

[0039] 曲线封油线工作原理:图5中阴影部分是相比于直线封油线,采用曲线封油线能增加的进油面积,该阴影部分形状齿形结构。转子旋转过程中,能够保证任意时刻都有一部分齿形进油槽与齿间容积接触,使得齿间容积能更早地与进油槽接通,更大的进油槽面积能最大限度地利用进油惯性,使进油更加充分,减少油液来不及填充进齿间容积的情况,从而改善转子泵的空化特性。同时因为能更充分地吸油,有利于提高泵的容积效率。

[0040] 限压阀工作原理:限压阀进口处于出油槽侧,为高压流体,再加上内外转子对啮合封闭容积的挤压,易使压缩性很小的流体的压力骤升,形成困油压力。当困油压力大于限压阀开启压力时,限压阀阀座将向左移动,当限压阀阀座底部移动到卸压孔的位置时,这部分困油流体将流出卸压孔,使困油现象得到有效缓解。当困油压力下降到小于限压阀开启压力时,限压阀阀座在弹簧的弹力作用下将向右移动,直到重新封住限压阀进口。其中,限压阀的开启压力可由螺钉来调节,当螺钉拧紧时,向内压紧限压阀阀芯,进而压紧弹簧,使弹簧对限压阀阀座的弹力增加,只有当高压流体对限压阀阀座底部的压力大于弹簧对限压阀阀座的弹力时才能开启,此时开启压力增大。同理,当螺钉拧松时,开启压力减小。

[0041] 本说明书实施例所述的内容仅仅是对实用新型构思的实现形式的列举,本实用新

型的保护范围不应当被视为仅限于实施例所陈述的具体形式,本实用新型的保护范围也包括本领域技术人员根据本实用新型构思所能够想到的等同技术手段。

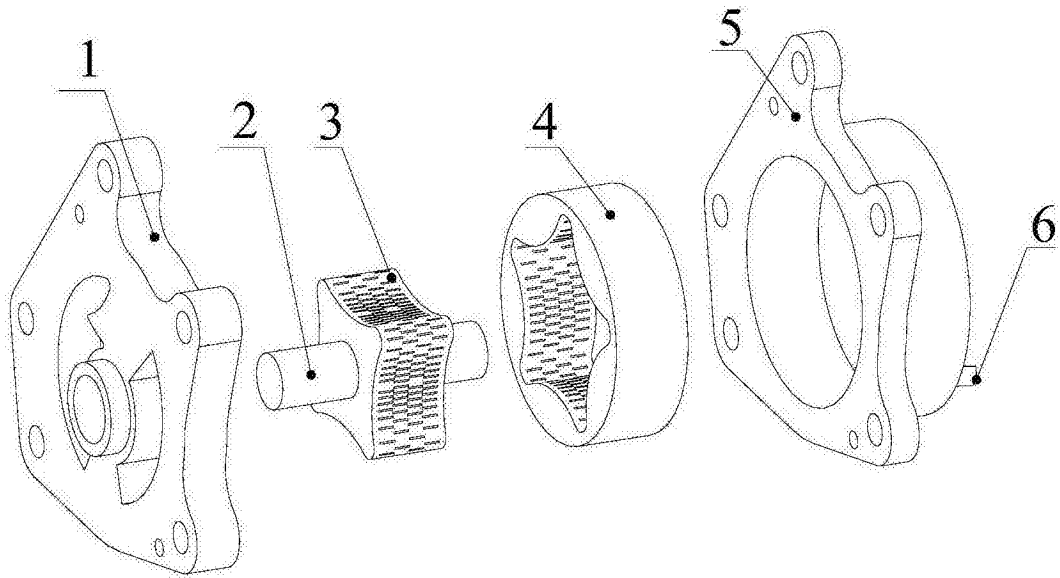


图1

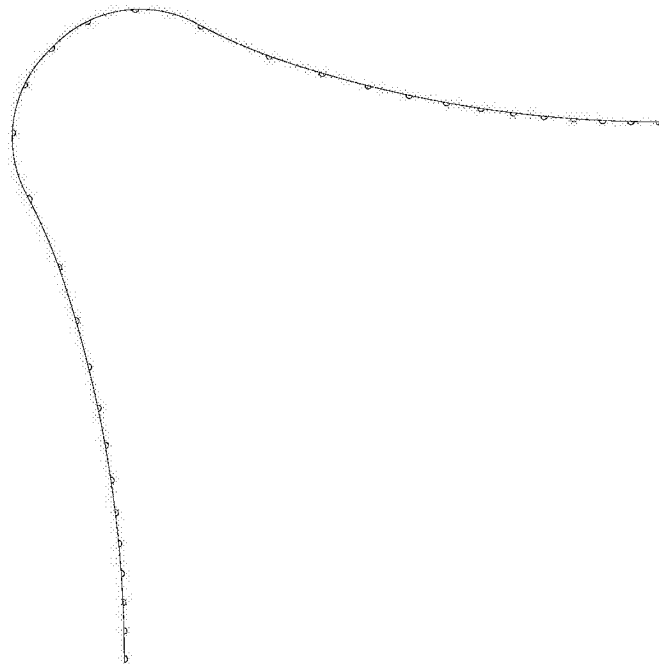


图2

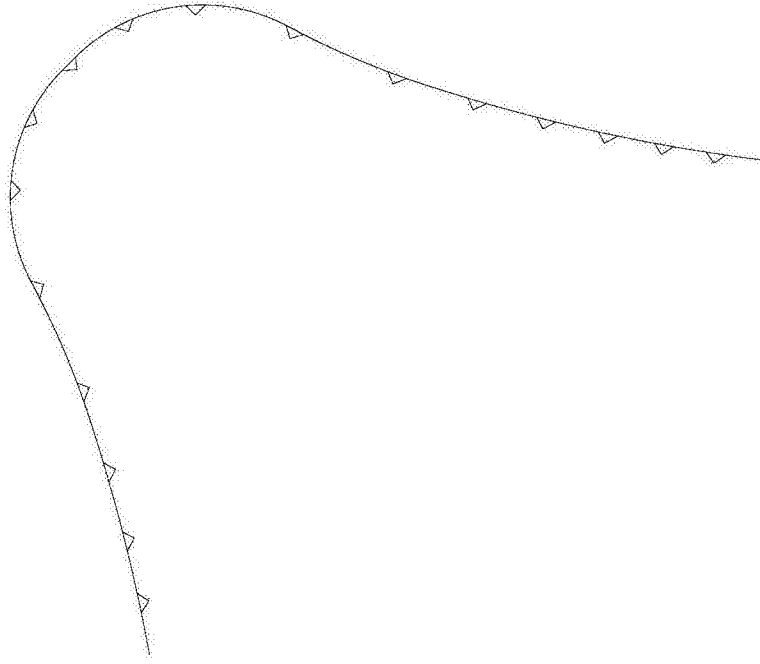


图3

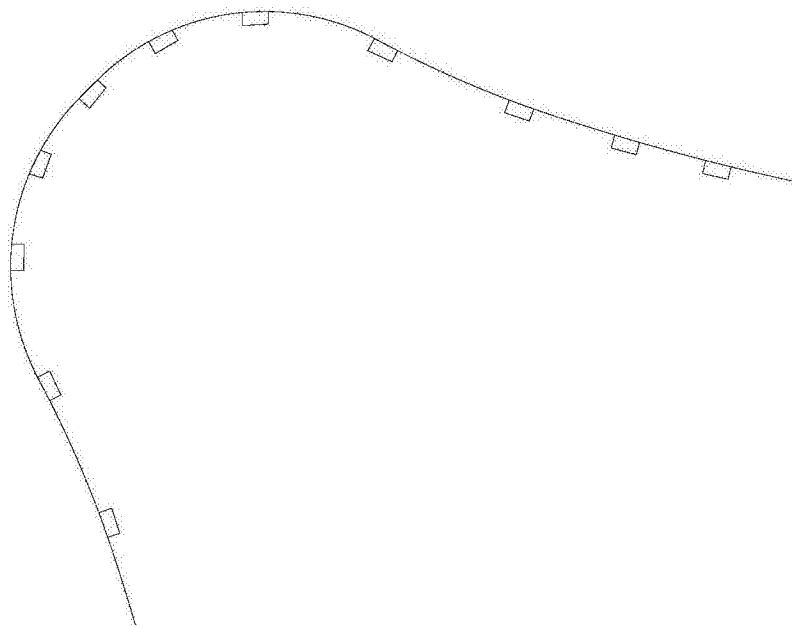


图4

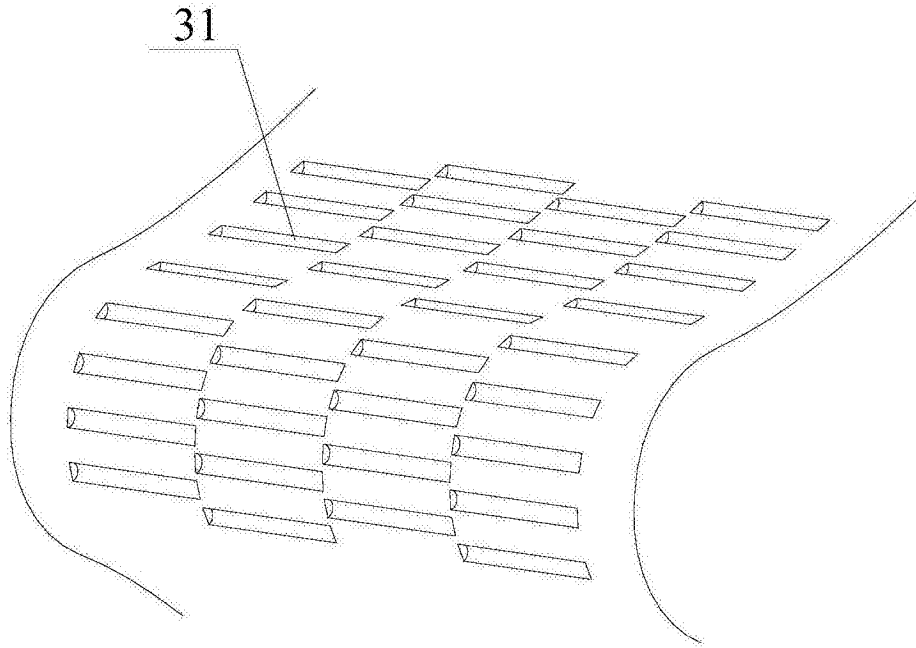


图5

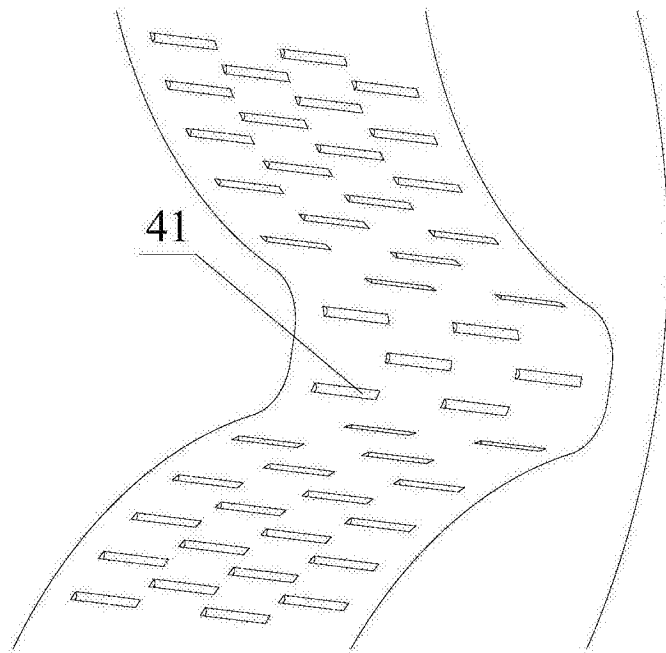


图6

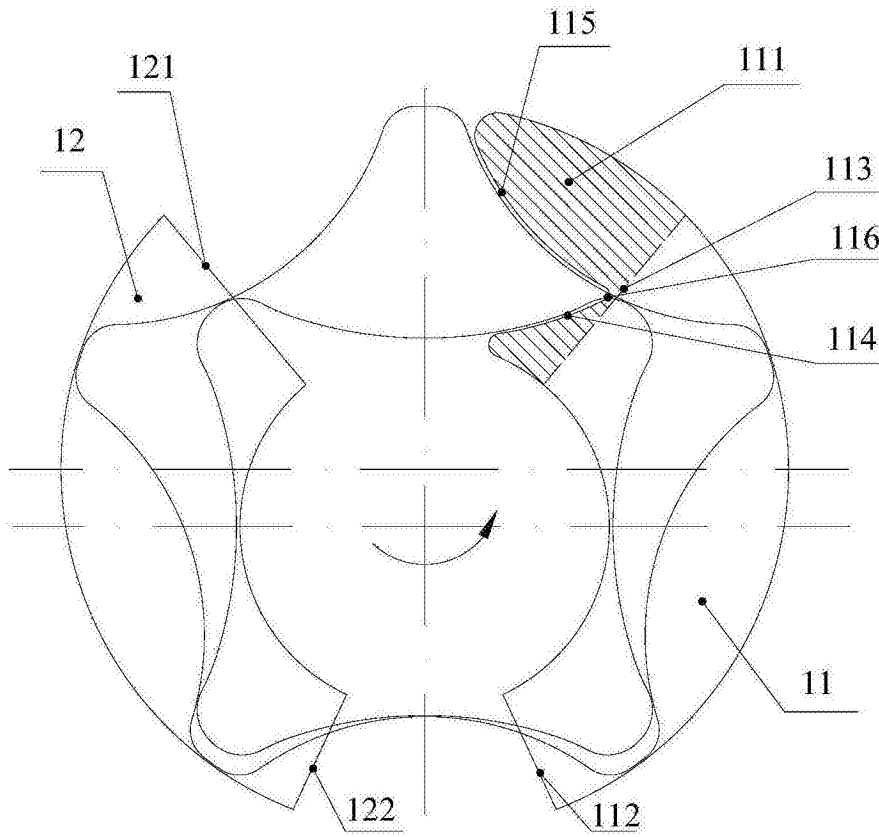


图7

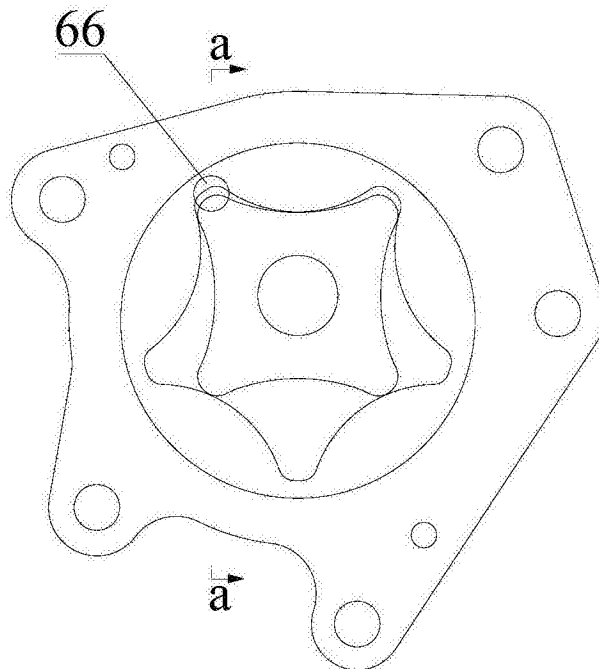


图8

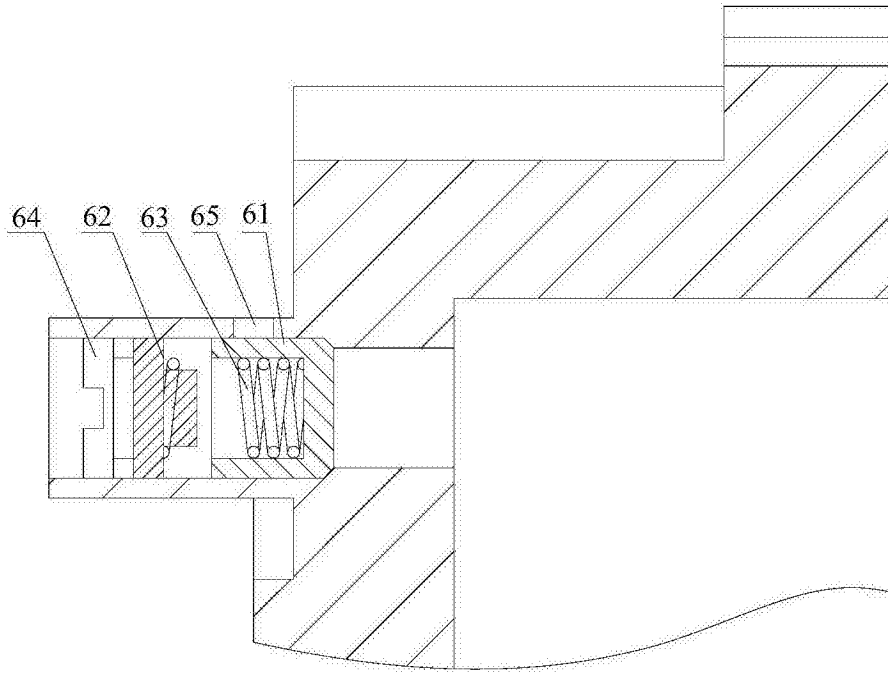


图9