



(21) 申请号 202510253057.0

F16K 15/03 (2006.01)

(22) 申请日 2025.03.03

(71) 申请人 岭东核电有限公司

地址 518120 广东省深圳市大鹏新区大鹏
街道鹏城社区大亚湾核电基地01楼
B105

申请人 苏州热工研究院有限公司

(72) 发明人 王树强 张钊 李军 张旭
沈荣发 李旺 杨自军 张勇
罗文博

(74) 专利代理机构 深圳市瑞方达知识产权事务
所(普通合伙) 44314

专利代理师 张亚菊

(51) Int.Cl.

F16K 37/00 (2006.01)

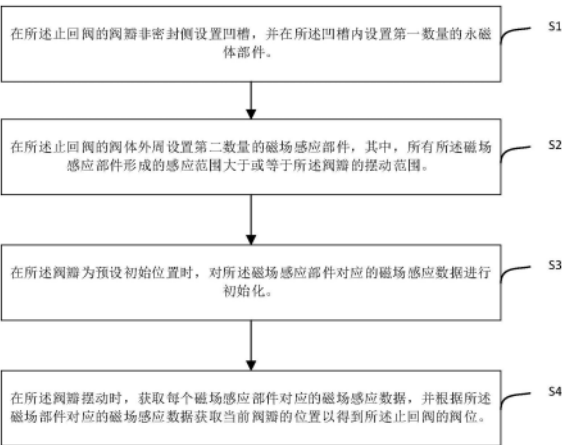
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种旋启式止回阀阀位检测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种旋启式止回阀阀位检测方法。包括:S1、在止回阀的阀瓣非密封侧设置凹槽,并在凹槽内设置第一数量的永磁体部件;S2、在止回阀的阀体外周设置第二数量的磁场感应部件,其中,所有所述磁场感应部件形成的感应范围大于或等于所述阀瓣的摆动范围;S3、在阀瓣为预设初始位置时,对所述磁场感应部件对应的磁场感应数据进行初始化;S4、在阀瓣摆动时,获取每个磁场感应部件对应的磁场感应数据,并根据所述磁场部件对应的磁场感应数据获取当前阀瓣的位置以得到止回阀的阀位。通过本发明能够实现非接触式实时高精度测量。



1. 一种旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,所述方法包括:

S1、在所述止回阀的阀瓣非密封侧设置凹槽,并在所述凹槽内设置第一数量的永磁体部件;

S2、在所述止回阀的阀体外周设置第二数量的磁场感应部件,其中,所有所述磁场感应部件形成的感应范围大于或等于所述阀瓣的摆动范围;

S3、在所述阀瓣为预设初始位置时,对所述磁场感应部件对应的磁场感应数据进行初始化;

S4、在所述阀瓣摆动时,获取每个磁场感应部件对应的磁场感应数据,并根据所述磁场部件对应的磁场感应数据获取当前阀瓣的位置以得到所述止回阀的阀位。

2. 根据权利要求1所述的旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,所述第一数量大于或等于4和/或所述第二数量大于或等于3。

3. 根据权利要求1所述的旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,在所述步骤S1中,所述在所述凹槽内设置第一数量的永磁体部件,包括:

所述第一数量的永磁体部件绕所述阀瓣的中心呈圆周排布。

4. 根据权利要求3所述的旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,所述永磁体部件之间等间距布置。

5. 根据权利要求1所述的旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,所述永磁体部件为球形设置。

6. 根据权利要求1所述的旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,在所述步骤S2中,所述在所述止回阀的阀体外周设置第二数量的磁场感应部件,包括:

所有所述磁场感应部件在所述止回阀的阀盖的中轴截面上形成弧形排列。

7. 根据权利要求6所述的旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,所有所述磁场感应部件和所述阀瓣的中心形成等间距排列。

8. 根据权利要求1所述的旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,在所述步骤S3中,所述在所述阀瓣为预设初始位置时,对所述磁场感应部件对应的磁场感应数据进行初始化;包括:

在所述阀瓣为零度摆动时,对所述磁场感应部件的磁场感应数据进行初始化。

9. 根据权利要求1所述的旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,在所述步骤S4中,所述在所述阀瓣摆动时,获取每个磁场感应部件对应的磁场感应数据,并根据所述磁场感应部件对应的磁场感应数据获取阀瓣的当前位置以得到所述止回阀的阀位;包括:

根据公式 $\theta = k \times \sum_{i=1}^n B_i$ 获取所述阀瓣的当前位置,其中, θ 为阀瓣的摆动角度, k 为校准系数, B_i 为第*i*个磁场感应部件的磁感应数据, n 为所述第二数量。

10. 根据权利要求1所述的旋启式止回阀阀位检测方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取所述止回阀的阀前与阀后的压力数据,以获取二者之间的压差数据,在所述压差大于预设值时,对所述磁场感应部件的磁感应数据进行卡尔曼滤波。

一种旋启式止回阀阀位检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及检测技术领域,更具体地说,涉及一种旋启式止回阀阀位检测方法。

背景技术

[0002] 旋启式止回阀依赖阀瓣的开闭状态保障工艺流体的单向流动,但在高温高压、强腐蚀等复杂工况下,其运行状态监测面临显著挑战。传统依赖人工巡检或机械触点的检测手段,无法精准量化动态开度且滞后严重;而光学、应变式传感器因结构限制与环境干扰,存在稳定性差、测量失真等技术瓶颈,导致潜在逆流风险的提前预判与预警机制缺失,严重威胁工业系统的安全性与运维效率。

[0003] 旋启式止回阀作为关键流体控制设备,其阀瓣开闭状态的实时监测对核电站安全稳定运行至关重要。当阀瓣未完全关闭(如异物卡阻或磨损)时,介质逆流易引发管道压力波动、泵体倒转甚至系统瘫痪。传统定期巡检或经验判断存在严重滞后性,而现有自动化检测技术受限于阀体结构、恶劣工况(高温/腐蚀/振动),难以高精度实时反馈阀位,亟需开发新型嵌入式测量方案。

[0004] 在当前常用的手段包括设置机械式触发开关、外部视觉监测和应变式传感器。其中,设置机械式触发开关为在阀瓣闭合位置安装限位开关,仅能判断完全开/闭状态,无法量化开度。设置外部视觉监测为采用摄像头或激光扫描仪捕捉阀瓣角度,易受介质雾化、油污遮挡干扰。设置应变式传感器为在转轴处粘贴应变片检测扭矩,但长期受交变应力易疲劳脱落,稳定性差。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述部分技术缺陷,提供一种旋启式止回阀阀位检测方法。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种旋启式止回阀阀位检测方法。所述方法包括:

[0007] S1、在所述止回阀的阀瓣非密封侧设置凹槽,并在所述凹槽内设置第一数量的永磁体部件;

[0008] S2、在所述止回阀的阀体外周设置第二数量的磁场感应部件,其中,所有所述磁场感应部件形成的感应范围大于或等于所述阀瓣的摆动范围;

[0009] S3、在所述阀瓣为预设初始位置时,对所述磁场感应部件对应的磁场感应数据进行初始化;

[0010] S4、在所述阀瓣摆动时,获取每个磁场感应部件对应的磁场感应数据,并根据所述磁场部件对应的磁场感应数据获取当前阀瓣的位置以得到所述止回阀的阀位。

[0011] 优选地,在本发明实施例所述的旋启式止回阀阀位检测方法中,所述第一数量大于或等于4和/或所述第二数量大于或等于3。

[0012] 优选地,在本发明实施例所述的旋启式止回阀阀位检测方法中,在所述步骤S1中,

所述在所述凹槽内设置第一数量的永磁体部件,包括:

[0013] 所述第一数量的永磁体部件绕所述阀瓣的中心呈圆周排布。

[0014] 优选地,在本发明实施例所述的旋启式止回阀阀位检测方法中,所述永磁体部件之间等间距布置。

[0015] 优选地,在本发明实施例所述的旋启式止回阀阀位检测方法中,所述永磁体部件为球形设置。

[0016] 优选地,在本发明实施例所述的旋启式止回阀阀位检测方法中,在所述步骤S2中,所述在所述止回阀的阀体外周设置第二数量的磁场感应部件,包括:

[0017] 所有所述磁场感应部件在所述止回阀的阀盖的中轴截面上形成弧形排列。

[0018] 优选地,在本发明实施例所述的旋启式止回阀阀位检测方法中,所有所述磁场感应部件和所述阀瓣的中心形成等间距排列。

[0019] 优选地,在本发明实施例所述的旋启式止回阀阀位检测方法中,在所述步骤S3中,所述在所述阀瓣为预设初始位置时,对所述磁场感应部件对应的磁场感应数据进行初始化;包括:

[0020] 在所述阀瓣为零度摆动时,对所述磁场感应部件的磁场感应数据进行初始化。

[0021] 优选地,在本发明实施例所述的旋启式止回阀阀位检测方法中,在所述步骤S4中,所述在所述阀瓣摆动时,获取每个磁场感应部件对应的磁场感应数据,并根据所述磁场感应部件对应的磁场感应数据获取阀瓣的当前位置以得到所述止回阀的阀位;包括:

[0022] 根据公式 $\theta = k \times \sum_{i=1}^n B_i \times \sin \alpha_i$ 获取所述阀瓣的当前位置,其中, θ 为阀瓣的摆动角度, k 为校准系数, B_i 为第*i*个磁场感应部件的磁感应数据, n 为所述第二数量。

[0023] 优选地,在本发明实施例所述的旋启式止回阀阀位检测方法中,还包括:

[0024] 获取所述止回阀的阀前与阀后的压力数据,以获取二者之间的压差数据,在所述压差大于预设值时,对所述磁场感应部件的磁感应数据进行卡尔曼滤波。

[0025] 实施本发明的一种旋启式止回阀阀位检测方法,具有以下有益效果:能够实现非接触式实时高精度测量。

附图说明

[0026] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0027] 图1是本发明一种旋启式止回阀阀位检测方法一实施例的程序流程图;

[0028] 图2是本发明一实施例中永磁体部件布局示意图;

[0029] 图3是本发明一实施例中磁场感应部件布局示意图;

[0030] 图4是本发明一实施例中磁场感应部件布局示意图。

具体实施方式

[0031] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0032] 如图1所示,公开了本发明的一种旋启式止回阀阀位检测方法的一实施例。在图1示出的本发明的一种旋启式止回阀阀位检测方法的实施例中,本发明的方法包括以下步骤,具体为,S1、在所述止回阀的阀瓣非密封侧设置凹槽,并在所述凹槽内设置第一数量的

永磁体部件。S2、在所述止回阀的阀体外周设置第二数量的磁场感应部件,其中,所有所述磁场感应部件形成的感应范围大于或等于所述阀瓣的摆动范围。S3、在所述阀瓣为预设初始位置时,对所述磁场感应部件对应的磁场感应数据进行初始化。S4、在所述阀瓣摆动时,获取每个磁场感应部件对应的磁场感应数据,并根据所述磁场部件对应的磁场感应数据获取当前阀瓣的位置以得到所述止回阀的阀位。

[0033] 基于步骤S1,可以在止回阀的阀瓣边缘的非密封侧进行机械设计得到凹槽,在该凹槽内嵌入第一数量的耐腐蚀永磁体即永磁体部件,多个永磁体形成磁体阵列,以最终形成对应的磁场源。其中永磁体封装于阀瓣的内部空腔,避免与介质直接接触,以保证永磁体的工作参数不会因为介质的污染而出现变化或异常。在一实施例中,永磁体可以为钕钴部件。其中,永磁体部件的形状可以为球形,例如采用钕钴磁钢,其中球形的体积可以根据阀瓣结构进行设置,在一实施例中,可以选择结构满足 $\Phi 3\text{mm} \times 5\text{mm}$ 的磁珠。

[0034] 在一实施例中,所述第一数量大于或等于4。即可以设置永磁体的数量为大于或等于4个。

[0035] 可选的,在所述步骤S1中,所述在所述凹槽内设置第一数量的永磁体部件,包括:所述第一数量的永磁体部件绕所述阀瓣的中心呈圆周排布。具体的,在设计凹槽时,可以使得凹槽为绕阀瓣中心形成的环形或弧形,多个永磁体设置在凹槽内后最终可以形成旋转磁场。在一具体实施例中,当阀瓣为圆形时,可以使得凹槽与阀瓣边缘等间隔设置,最终使得凹槽为与阀瓣形状近似的环形或弧形。

[0036] 如图2所示,在一具体实施例中,永磁体部件的数量为4个,及四个永磁体部件111在阀瓣110上沿阀瓣110中心形成等间距的圆周排布。

[0037] 基于步骤S2,可以在止回阀的阀体的外周上安装第二数量的磁场感应部件,通过磁场感应部感应永磁体部件生成的磁场以生成对应的感应数据。可以理解,每个磁场感应部可能只能对一部分区域进行感应,为了避免在阀瓣摆动过程中,可能出现阀瓣的摆动位置不能被任一磁场感应部感应到,因此在设置磁场感应部件的数量和位置时,要使得阀瓣摆动过程,阀瓣不能超出所有磁场感应部件形成的感应范围。

[0038] 在一具体实施例中,所述第二数量大于或等于3。即可以设置磁场感应部件的数量为大于或等于3个。在另一实施例中,磁场感应部件可以为霍尔传感器等磁场传感器。

[0039] 在一实施例中,在所述步骤S2中,所述在所述止回阀的阀体外周设置第二数量的磁场感应部件,包括:所有所述磁场感应部件在所述止回阀的阀盖的中轴截面上形成弧形对称排列。具体的,通过弧形对称排布可以避免磁场感应部件例如霍尔传感器的输出电压突变,保证拟合精度。

[0040] 在一实施例中,所有所述磁场感应部件和所述阀瓣的中心形成等间距排列。具体的,在进行弧形对称排布时,磁场感应部件与阀瓣的中心等间距排列,以提高数据处理的准确度。磁感应部件以覆盖阀瓣摆动全范围为原则,这样可以实现阀门的全开度测量,避免部分开启角度(如开启过大)的拟合失真。多个磁感应部件阵列排布可以壁面因阀瓣快速小幅振动造成的输出信号波动。

[0041] 如图3和图4所示,在一具体实施例中,磁场感应部件为霍尔传感器,数量为3个。其中以阀盖中心为零度,按照90度的间隔依次设置三个霍尔传感器121的位置为零度,3个霍尔传感器121按照90°、180°、207°角度设置在阀体120外周上,即阀体120水平径向布置两

个,阀体120底部布置一个,传感器中心点位于阀盖130中轴线上,覆盖阀瓣摆动全范围。需要理解的是,针对不同型号的逆止阀,可根据具体情况布置传感器的位置,以覆盖阀瓣摆动的全范围为布置的标准。

[0042] 基于步骤S3,在对感应信号处理过程中,为了保证数据的准确性,以排除环境因素的影响,因此需要对数据进行初始化。即设置阀瓣在预设初始位置时,对所有磁场感应部件对应的感应数据进行初始化,以得到每个磁场感应部件的标定值。在一实施例中,也可以基于得到的数据对后面处理过程进行补偿。

[0043] 在一实施例中,在所述步骤S3中,所述在所述阀瓣为预设初始位置时,对所述磁场感应部件对应的磁场感应数据进行初始化;包括:在所述阀瓣为零度摆动时,对所述磁场感应部件的磁场感应数据进行初始化。即,为了方便测量过程中的数据初始,设置阀瓣在零度摆动即完全关闭状态时,获取所有磁场感应部件对应的磁场感应数据,并进行初始化处理。

[0044] 基于步骤S4,在止回阀应用过程中,当调整止回阀开度,即阀瓣摆动时,可以实时检测所有磁场感应部件对应的磁场感应数据,以根据得到的所有的磁场感应数据确定当前阀瓣的摆动角度,继而得到止回阀的阀位。

[0045] 可选的,在所述步骤S4中,所述在所述阀瓣摆动时,获取每个磁场感应部件对应的磁场感应数据,并根据所述磁场感应部件对应的磁场感应数据获取阀瓣的当前位置以得到所述止回阀的阀位;包括:根据公式 $\theta = k \times \sum_{i=1}^n B_i \times \sin \alpha_i$ 获取所述阀瓣的当前位置,其中, θ 为阀瓣的摆动角度, k 为校准系数, B_i 为第*i*个磁场感应部件的磁感应数据, n 为所述第二数量。

[0046] 具体的,获取每个磁场感应部件对应的磁感应数据。其中,磁场感应部件的磁场感应数据可以通过具体的数据处理电路对磁场感应部件的感应信号进行处理得到,该数据处理电路可以包括仪表放大器和微控制器,即通过仪表放大器对磁场感应部件的感应信号进行放大输入至微控制器,微控制器基于内部计算得到对应的磁场感应数据。在进行磁场感应部件例如霍尔传感器的感应数据读取时,可以通过采样电路进行信号采样,例如设置采样频率为10kHz,每次采样时长为10ms,采集500个数据点。采用低通滤波器(截止频率160Hz)去除高频噪声。通过型号为AD620的仪表放大器,将信号放大至0-2.5V范围。利用ADS1256将模拟信号转换为24位数字信号,最终输入至微控制器。基于得到的磁场感应强度,通过公式 $\theta = k \times \sum_{i=1}^n B_i$ 对所有磁感应部件的磁场感应数据进行拟合,得到当前阀瓣的摆动角度 θ 。其中,校准系数 k 这个可以根据阀门具体结构、磁体安装位置和传感器安装位置得到。此校准系数 k 可以理解为是在最小二乘法中选择拟合函数为一次函数时的斜率,在一些实施例中,可以根据具体需要选择拟合函数,例如一次函数拟合,指数函数拟合等,以通过适合的拟合函数得到磁感应部件测量出的磁场强度 B 与阀瓣的摆动角度即开启角度 θ 之间的函数关系,以得到当前阀瓣的摆动角度 θ 。

[0047] 同时,在进行磁场感应强度获取时,可以基于公式 $B_i = V_i \times \frac{Gain}{K}$ 获取第*i*个磁场感应部件的磁场感应数据,其中 V_i 为微控制器获取的磁场感应部件的感应电压, $Gain$ 为仪表放大器的放大倍数, K 为磁场强度系数,是根据所使用的霍尔元件本身的性质决定的,通常由感应部件厂家提供该参数。

[0048] 在一实施例中,本发明提供的旋启式止回阀阀位检测方法中,还包括:获取所述止回阀的阀前与阀后的压力数据,以获取二者之间的压差数据,在所述压差大于预设值时,对所述磁场感应部件的磁感应数据进行卡尔曼滤波。即在进行测试过程中,可以在止回阀的前面和后面分别设置压力变送器,以通过压力变送器获取止回阀阀前和阀后的压力数据,并根据阀前和阀后的压力数据的差值得到止回阀阀门前后压差波动,若阀门前后压差波动 ΔP 大于一个预设值,启动卡尔曼滤波,抑制阀瓣瞬时抖动误差。其中,预设值可以设置为大于或等于0.2MPa。即当阀门前后压差波动 $\Delta P > 0.2\text{MPa}$ 时,开始卡尔曼滤波。

[0049] 在一实施例中,对检测得到的当前阀瓣的摆动角度 θ 根据通信协议进行数据封装,并将封装后的数据通过控制器局域网收发器例如TJA1050发送至CAN总线。并将运行状态、异常事件进行存储后通过CAN总线将数据上传至DCS系统,支持在线监测与远程控制。

[0050] 在一实施例中,可以监测止回阀的控制状态,在止回阀没有被操作时,进入低功耗模式,也就不进行相关的检测过程。直到检测到止回阀被操作,触发执行该检测过程。在一实施例中,还可以通过设定的触发指令触发该检测过程。在一实施例中,还可以通过设定定时操作,例如按照预设时间间隔执行该检测过程。

[0051] 通过该过程,可以实现高精度检测,其中对阀瓣位置的检测精度可以达到 0.5° 。同时能够应用于各种环境,磁感应过程不受油污、水汽影响,耐受 $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 工况。该过程通过模块化设计支持在线更换传感器,无需停机拆解阀体。还可以与DCS系统联动,提前预警卡阻/关闭延迟故障,避免逆流事故。

[0052] 可以理解的,以上实施例仅表达了本发明的优选实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制;应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,可以对上述技术特点进行自由组合,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围;因此,凡跟本发明权利要求范围所做的等同变换与修饰,均应属于本发明权利要求的涵盖范围。

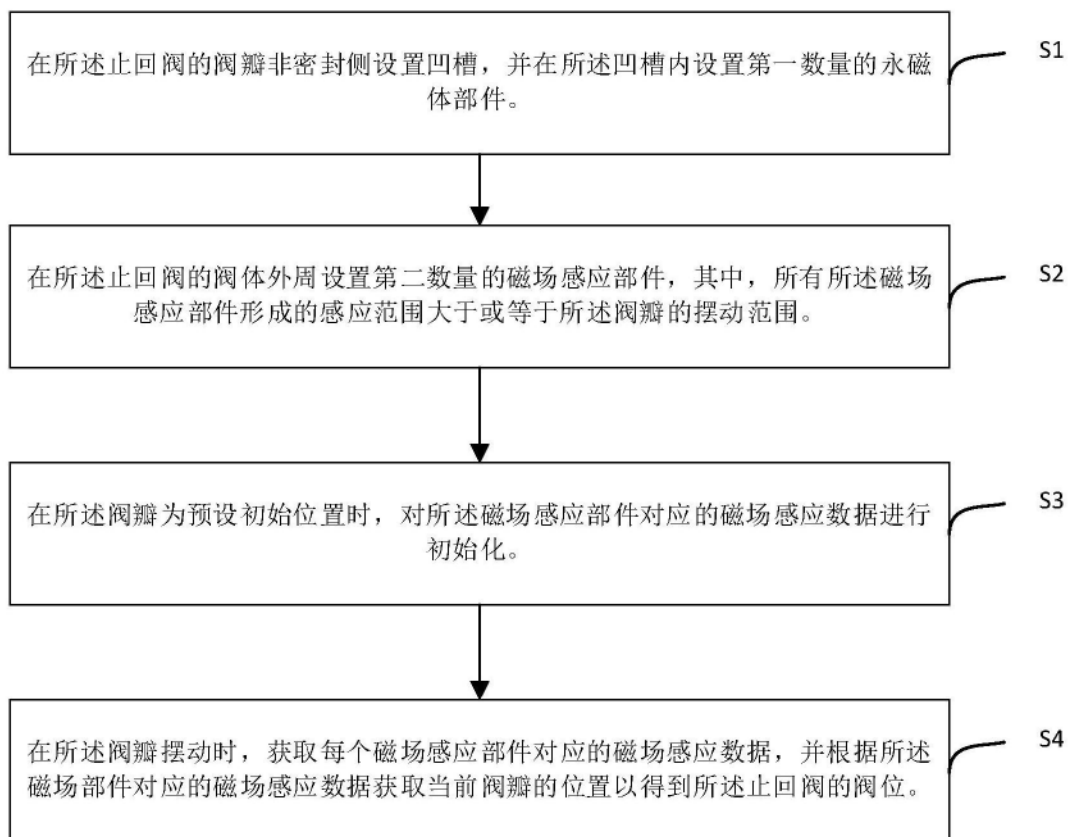


图1

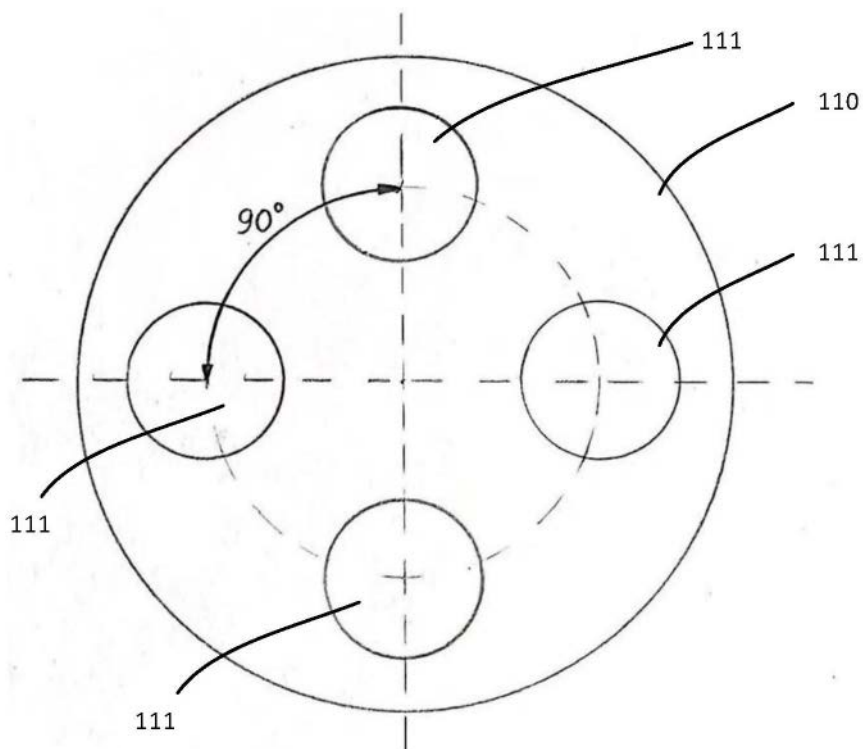


图2

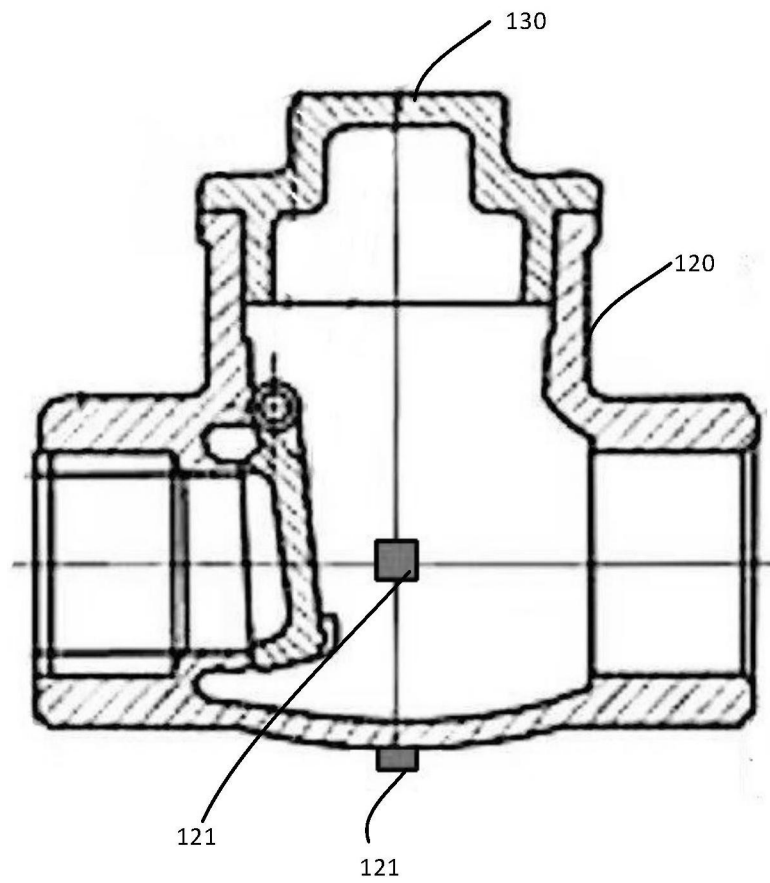


图3

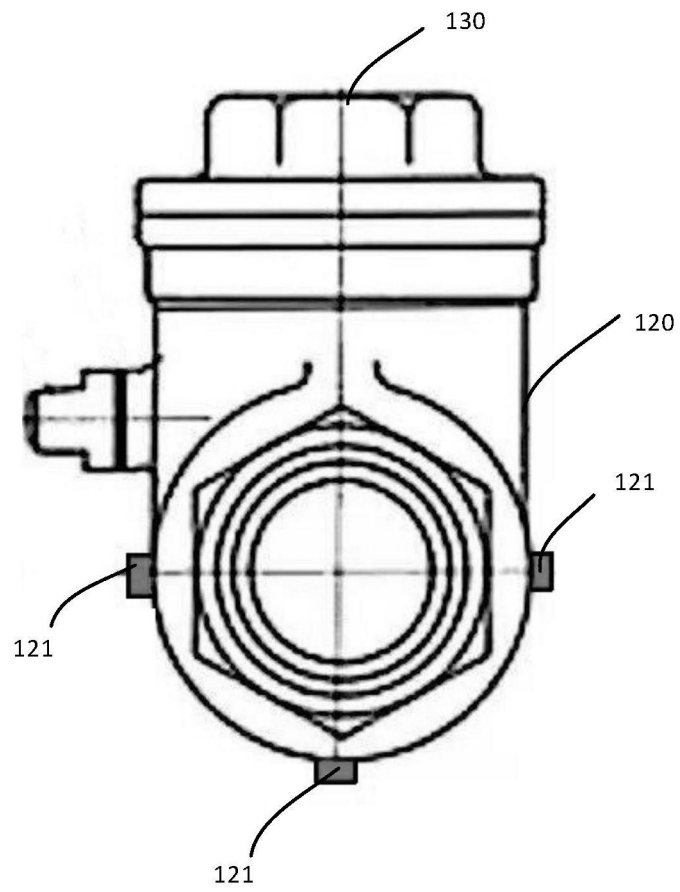


图4