

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

F04B 1/12 (2006.01)

F04B 53/16 (2006.01)

F04B 53/10 (2006.01)

[21] 申请号 200610019925.6

[43] 公开日 2007年1月31日

[11] 公开号 CN 1904359A

[22] 申请日 2006.8.7

[21] 申请号 200610019925.6

[71] 申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

[72] 发明人 聂松林 朱玉泉 胡 罡 陶闰吉

[74] 专利代理机构 华中科技大学专利中心

代理人 方 放

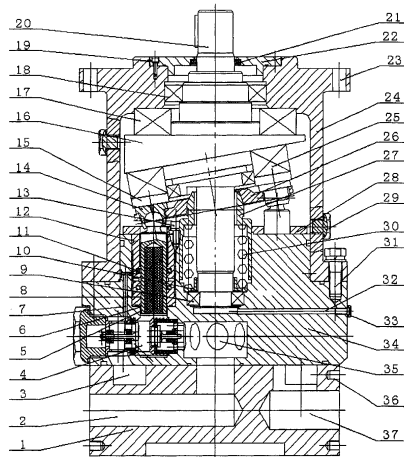
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

[54] 发明名称

径向阀配流式轴向水压柱塞泵

[57] 摘要

径向阀配流式轴向水压柱塞泵，属于泵类，解决高压水泵选择轴承的难题，同时减小体积。本发明斜盘贴合在主轴下端主轴盘上，斜盘上均匀设置与柱塞活动连接的滑靴；缸体上均匀布置柱塞孔，柱塞与柱塞孔滑动配合；缸体中轴设置中心弹簧、球铰和回程盘，滑靴通过回程盘的作用紧贴在斜盘上；(1) 后端盖具有径向的出水口和入水口，后端盖中心孔连通出水口，围绕中心孔为与入水口相通的环形槽；(2) 缸体径向开有安装孔，与每个柱塞孔对应并连通缸体中心凹孔；安装孔中安装配流阀体；(3) 缸体中心凹孔与后端盖中心孔连通，各安装孔与后端盖环形槽连通。本发明结构简单，安装更换容易，吸入性能好，工作效率高，适用于高压、大流量的工作场合。



1、一种径向阀配流式轴向水压柱塞泵，包括顺序连接的泵体、缸体和后端盖，主轴通过轴承安装在泵体上，主轴下端为与其成一定倾角的主轴盘，斜盘通过与球轴承间的过盈配合贴合在主轴盘上，斜盘的分布圆上均匀设置有与柱塞活动连接的滑靴；缸体的分布圆上均匀布置有与柱塞数目相同的柱塞孔，其中嵌入柱塞套，柱塞与柱塞套滑动配合；缸体的中轴位置设置由中心弹簧顶住的球铰，球铰嵌接回程盘，滑靴通过回程盘的作用紧贴在斜盘上；其特征在于（1）后端盖具有径向的出水口和入水口，后端盖中心孔连通出水口，围绕中心孔为与入水口相连通的环形槽；（2）缸体圆周径向均匀开有安装孔，与每个柱塞孔对应，并连通至缸体下部中心凹孔；安装孔中每个柱塞孔的正下方各安装一个配流阀体；（3）缸体下部中心凹孔与后端盖中心孔连通，缸体各安装孔与后端盖的环形槽连通。

2、如权利要求1所述的径向阀配流式轴向水压柱塞泵，其特征在于：所述配流阀体包括配流阀螺帽以及通过中间套连接的吸入阀和压出阀，中间套构成公共容腔，该容腔开有配流阀口和缸体上柱塞孔的底部相通；吸入阀包括吸入阀阀体、吸入阀阀芯和吸入阀阀座，吸入阀阀体一端与吸入阀阀座连接，套有吸入阀弹簧的吸入阀阀芯装在吸入阀阀座上，吸入阀阀体两侧壁分别开有吸入阀入水口和吸入阀阀口；压出阀包括压出阀阀座、压出阀阀芯和压出阀导套，压出阀阀座一端开有压出阀入水口，另一端固定压出阀导套并开有压出阀出水口，套有压出阀弹簧的压出阀阀芯装在压出阀导套上；吸入阀入水口和后端盖上的环形槽相通，压出阀出水口和缸体上的中心凹孔出水孔相通；配流阀螺帽和所述安装孔螺纹或者法兰配合，将吸入阀和压出阀固定在安装孔中。

3、如权利要求2所述的径向阀配流式轴向水压柱塞泵，其特征在于：所述缸体上对应每个吸入阀阀口沿轴向开有引水通道，连通至柱塞和柱塞套的摩擦面处。

径向阀配流式轴向水压柱塞泵

技术领域

本发明属于泵类，具体涉及一种阀配流式轴向水压柱塞泵。

背景技术

水压泵作为水压传动系统的核心元件，对其进行设计与研制，是发展水压传动技术的关键之所在。目前国际上常用的水压泵的结构型式有柱塞式、叶片式、齿轮式等几种。相比而言，叶片泵的叶片与定子、齿轮泵的两齿轮均为线接触，接触 PV 值高，而且密封效果差；柱塞泵中的关键摩擦副（如柱塞/缸孔、滑靴/斜盘、配流盘/缸体端面等）多为面接触，同等工况条件下的 PV 值相对较小，可以实现静压支承，而且密封效果较好，易于通过增加配合间隙长度的方法来减小泄漏，以保证泵的效率。因此，柱塞式结构比较适宜于海水等低粘度介质使用，英国、美国、德国、日本、芬兰、丹麦等国家已有的水压泵绝大多数采用了柱塞式结构。

目前应用的各种轴向水压柱塞泵，按其配流方式上大体可分为：端面配流、阀配流、轴配流三种，其中以端面配流（配流盘配流）和阀配流居多，轴配流由于配合间隙过大，水作为工作介质时容易泄漏，故很少在水压泵中使用。

端面配流式水压柱塞泵通过缸体与配流盘之间的运动使水经过配流盘上的配流窗口从低压区流向高压区，从而实现吸、排水过程。如日本小松（Komatsu）制作所于 1991 年研制开发的端面配流轴向海水液压柱塞泵。该泵的柱塞及柱塞孔沿轴向均匀分布在一个圆周上，靠斜盘和中心弹簧的作用来实现柱塞的往复运动，其配流盘采用碳纤维增强高分子

塑料（CFRP），缸体端面采用陶瓷，全部摩擦副均用海水润滑。该泵具有体积小，重量轻，比功率大等优点，其不足之处在于工作时噪音较大，在高压时泄露量大，容积效率较低，而且其端面配流副是一对长期处于高速、重载的关键摩擦副，极易磨损失效，给维修和更换带来了不便，所以此对摩擦副多采用工程陶瓷材料，但是其加工成本较高而且在设计和制造过程中的难度也很大。

阀配流式轴向水压柱塞泵则是通过吸入阀和压出阀各自独立地打开和关闭来实现吸水和排水过程。阀配流式水压柱塞泵与端面配流式水压柱塞泵相比，其优点是减少了一对摩擦副（缸体与配流盘之间的配流副），这样不仅减小了设计和制造的难度，而且增加的配流阀（有锥阀、球阀和平板阀）的结构形式还具有良好的密封性能，可以在较高的压力状态下工作。现有的阀配流式水压柱塞泵多采用轴向布置形式，华中科技大学于1996年为深潜救生艇研制的轴向海水柱塞泵，为我国第一台海水液压泵。该泵的柱塞和柱塞孔沿轴向圆周分布，吸入阀和压出阀均沿轴向布置在柱塞孔的下方，并通过安装在每个柱塞中的回程弹簧和斜盘的作用实现柱塞的往复运动。该海水液压泵的工作压力和容积效率均较高，工作也较为平稳，现已成功应用于某救生艇上。但由于其配流阀（吸入阀和压出阀）的轴向布置，导致其结构较为复杂，体积比同流量的其它泵类要大，而且维修和更换阀体的配件也极其不易。

发明内容

本发明提供一种径向阀配流式轴向水压柱塞泵，该水压泵采用油水分离、配流阀体沿径向布置的结构形式，解决高压水泵选择轴承的难题，同时减小体积，适用于高压、大流量的工作场合。

本发明的一种径向阀配流式轴向水压柱塞泵，包括顺序连接的泵体、缸体和后端盖，主轴通过轴承安装在泵体上，主轴下端为与其成一定倾

角的主轴盘，斜盘通过与球轴承间的过盈配合贴合在主轴盘上，斜盘的分布圆上均匀设置有与柱塞活动连接的滑靴；缸体的分布圆上均匀布置有与柱塞数目相同的柱塞孔，其中嵌入柱塞套，柱塞与柱塞套滑动配合；缸体的中轴位置设置由中心弹簧顶住的球铰，球铰嵌接回程盘，滑靴通过回程盘的作用紧贴在斜盘上；其特征在于：（1）后端盖具有径向的出水口和入水口，后端盖中心孔连通出水口，围绕中心孔为与入水口相连通的环形槽；（2）缸体圆周径向均匀开有安装孔，与每个柱塞孔对应，并连通至缸体下部中心凹孔；安装孔中每个柱塞孔的正下方各安装一个配流阀体；（3）缸体下部中心凹孔与后端盖中心孔连通，缸体各安装孔与后端盖的环形槽连通。

所述的径向阀配流式轴向水压柱塞泵，其特征在于：所述配流阀体包括配流阀螺帽以及通过中间套连接的吸入阀和压出阀，中间套构成公共容腔，该容腔开有配流阀口和缸体上柱塞孔的底部相通；吸入阀包括吸入阀阀体、吸入阀阀芯和吸入阀阀座，吸入阀阀体一端与吸入阀阀座连接，套有吸入阀弹簧的吸入阀阀芯装在吸入阀阀座上，吸入阀阀体两侧壁分别开有吸入阀入水口和吸入阀阀口；压出阀包括压出阀阀座、压出阀阀芯和压出阀导套，压出阀阀座一端开有压出阀入水口，另一端固定压出阀导套并开有压出阀出水口，套有压出阀弹簧的压出阀阀芯装在压出阀导套上；吸入阀入水口和后端盖上的环形槽相通，压出阀出水口和缸体上的中心凹孔出水孔相通；配流阀螺帽和所述安装孔螺纹或者法兰配合，将吸入阀和压出阀固定在安装孔中。

所述的径向阀配流式轴向水压柱塞泵，其进一步特征在于：所述缸体上对应每个吸入阀阀口沿轴向开有引水通道，连通至柱塞和柱塞套的摩擦面处。

本发明技术特点如下：

（1）采用油水分离的结构形式，利用安装在柱塞套上的耐磨性好且

适用于水润滑介质的橡塑组合密封件来实现这一结构，使滑靴-斜盘这对工作条件恶劣的摩擦副及所有滚动轴承都用油介质润滑，避免了高压水泵选择轴承的难题。

(2) 采用阀配流结构形式，吸入阀和压出阀做成一个配流阀体，配流阀体的个数和柱塞数相同，并沿径向布置，不仅减小了整个泵体的结构尺寸，减轻了泵重，而且在更换配流阀芯和弹簧等备件时，不必拆卸整个泵体，只需在泵的圆周方向打开各配流阀的螺帽进行整体更换，提高了泵的可维修性，缩短了维修时间。

(3) 配流阀体采用平板阀结构，阀芯采用 17-4PH 沉淀硬化不锈钢，阀座采用进口工程塑料 TX，弹簧采用 3J1 不锈钢丝。其密封性能好，响应快，而且具有冲击小、噪音低等特点，可以达到较高的容积效率。

(4) 传动主轴斜盘前后采用三列推力圆柱滚子轴承支承，推力轴承内径嵌入滚动轴承，这样增加了斜盘的刚度，同时，滑靴与斜盘间的相对运动几乎为零，即滑靴磨擦副几乎不承受 PV 值。

(5) 柱塞与柱塞套采用软硬配对，柱塞采用马氏体不锈钢热处理尽可能提高硬度以增加耐磨性，并用橡塑组合密封件密封，有效地减小了泵的泄漏，提高了容积效率。

(6) 采用中心弹簧-滑靴的结构，通过回程盘把柱塞组（包括柱塞和滑靴）推靠在斜盘上。这样避免了点接触结构中每个柱塞上加一个返回弹簧疲劳失效所造成的缺陷。

(7) 每个吸入阀阀口均开一条狭长的引水通道至柱塞和柱塞套的摩擦面处。这样水便可由吸入阀口流经通道引到摩擦面，不但减小了柱塞和柱塞套之间的摩擦磨损，而且从通道流入到摩擦面的水介质还可以起冷却液的作用，降低由于柱塞往复运动所引起的柱塞和柱塞套间的温升。

附图说明

图 1 为本发明的结构示意图；

图 2 为本发明的配流阀体组件结构示意图；

图 3 为本发明的吸入阀结构示意图；

图 4 为本发明的压出阀结构示意图。

具体实施方式

参照图 1~图 4，图中的标号为：

后端盖 1、出水口 2、环形槽 3、配流阀体 4、柱塞 5、柱塞孔 6、引水通道 7、摩擦面 8、深沟球轴承 9、弹簧座 10、橡塑组合密封件 11、柱塞套 12、压紧螺钉 13、滑靴 14、斜盘 15、主轴盘 16、止推轴承 17、角接触球轴承 18、前端盖螺钉 19、主轴 20、油封圈 21、前端盖 22、定位孔 23、泵体 24、球轴承 25、回程盘 26、球铰 27、压盘 28、螺塞 29、中心弹簧 30、定位螺钉 31、排污口 32、堵头 33、缸体 34、中心凹孔出水孔 35、螺钉孔 36、入水口 37、配流阀螺帽 38、吸入阀阀口 39、吸入阀 40、配流阀口 41、压出阀 42、中间套 43、吸入阀进水口 44、吸入阀弹簧 45、吸入阀阀芯 46、吸入阀阀座 47、吸入阀弹簧垫片 48、吸入阀阀体 49、压出阀阀座 50、压出阀阀芯 51、压出阀弹簧 52、压出阀出水口 53、压出阀导套 54。

本发明的缸体 34 中沿轴向均布 7 个柱塞孔 6，每个柱塞孔 6 中都镶嵌有不锈钢的金属柱塞套 12，在柱塞套的内壁中压入工程塑料套，以保证其与柱塞 5 的配合和润滑。在主轴 20 上加工与其成一定倾角的主轴盘 16，斜盘 15 通过与球轴承 25 的配合紧贴于主轴盘 16 上，缸体 34 和泵体 24 通过定位螺钉 31 连接在一起，后端盖 1 则与缸体 34 固接。

配流阀体 4 由吸入阀 40 和压出阀 42 组成一体，其数目和柱塞数相同并沿径向均布于缸体 34 的底部，吸入阀 40 和压出阀 42 通过中间套 43 连接，中间套 43 构成公共容腔，该容腔开有配流阀口 41 和柱塞孔 6 的

底部相通，吸入阀入水口 44 和后端盖 1 上的环形槽 3 相通，压出阀出水口 53 和缸体 34 上的中心凹孔出水孔 35 相通。

可以从每个吸入阀阀口 39 均开一条狭长的引水通道 7 至柱塞 5 和柱塞套 12 的摩擦面 8 处。当柱塞处于吸水状态时，水便可由吸入阀阀口 39 流经引水通道 7 引到摩擦面 8，这样不但可以减小柱塞 5 和柱塞套 12 之间的摩擦，即由干摩擦变为液体摩擦，而且从引水通道 7 流入到摩擦面 8 的水介质还可以起冷却液的作用，降低由于柱塞往复运动所引起的柱塞 5 和柱塞套 12 的温升。

该泵采用油水分离的结构形式，泵中油腔与水腔的油水分离是通过安装在柱塞套上的耐磨性好且适用于水介质润滑的橡塑组合密封件 11 来实现的。柱塞套上油水分离的橡塑组合密封件是由一对低摩擦的填充聚四氟乙烯 PTFE 环和 O 形橡胶密封圈组合而成，柱塞与柱塞孔不接触，导向支承环既作摩擦副材料（PTFE）又承受侧向力；其止推轴承 17、球轴承 25、主轴盘 16 和角接触球轴承 18 及柱塞 5 头部、斜盘 15 等这些相对运动的摩擦副均由润滑油来润滑。

该径向阀配流式轴向水压柱塞泵的工作过程如下所述：当主轴 20 顺时针带动斜盘 15 一同旋转时，中心弹簧 30 通过球铰 27 和回程盘 26 将作用力均匀施加到每个滑靴 14 上，使滑靴 14 始终紧贴在斜盘 15 上滑动，同时柱塞 5 受到旋转的斜盘 15 给滑靴 14 的作用力而在镶嵌于缸孔内的柱塞套 12 中作往复运动，缸体 34 则静止不动。当斜盘 15 沿顺时针向上极限位置（如图 1 所示右边的斜盘位置）运动时，配流阀体 4 中的压出阀阀芯 51 均处于关闭状态，滑靴 14 在回程盘 26 的压紧力作用下带动柱塞 5 向上运动，同时柱塞孔 6 腔中的封闭容积增大，水压力降低，当孔腔中的水压下降到某一数值时，配流阀体 4 中吸入阀阀芯 46 会因入水口 37 处的水压大于柱塞孔腔中的水压和吸入阀弹簧 45 作用力的合力被开启，水由入水口 37 进入吸入阀进水口 44 再流入压力低的柱塞孔腔中，

实现吸水过程；当斜盘 15 向下极限位置（如图 1 所示左边的斜盘位置）运动时，柱塞 5 受斜盘 15 的作用力向下运动，同时柱塞孔腔的容积会逐渐减小，逐渐升高的水压力一方面集合配流阀体 4 中吸入阀弹簧 45 的弹簧力将吸入阀阀芯 46 关闭，另一方面克服配流阀体 4 中压出阀弹簧 52 的作用力和泵出水口 2 压力的合力，将压出阀阀芯 51 打开，使柱塞孔腔中的高压水经压出阀出水口 53 流入出水口 2 排出，实现压水过程。当主轴 20 带动斜盘 15 旋转一周，每个柱塞 5 各吸水、压水一次，随着主轴 20 的不断旋转，各柱塞 5 也连续地独立完成吸、压水的动作，从而使水压柱塞泵正常工作。

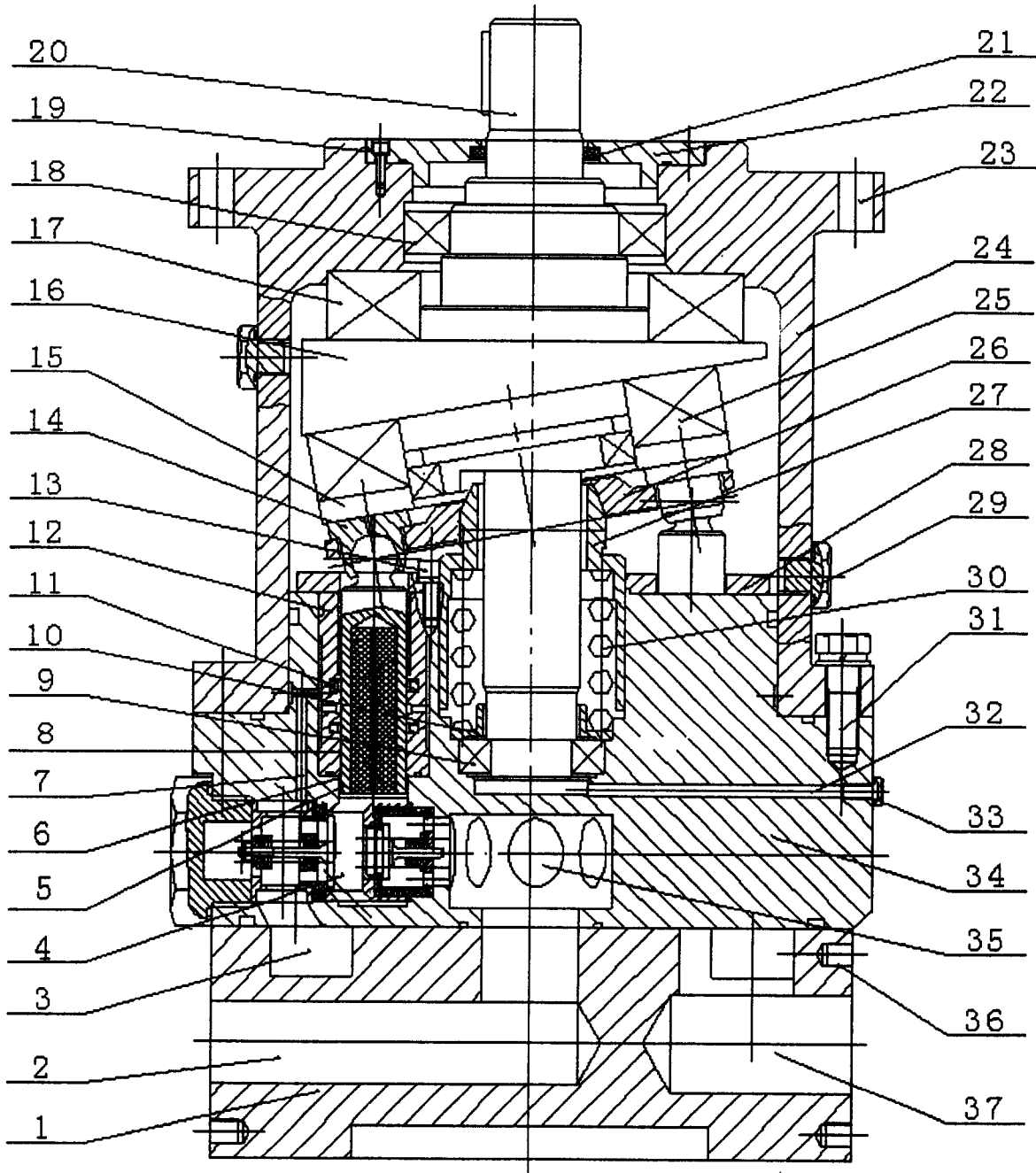


图 1

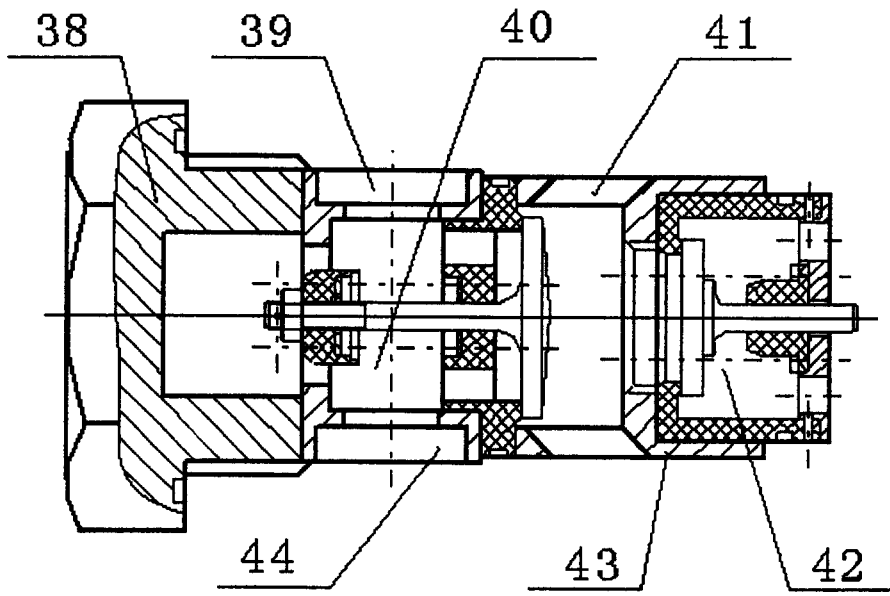


图 2

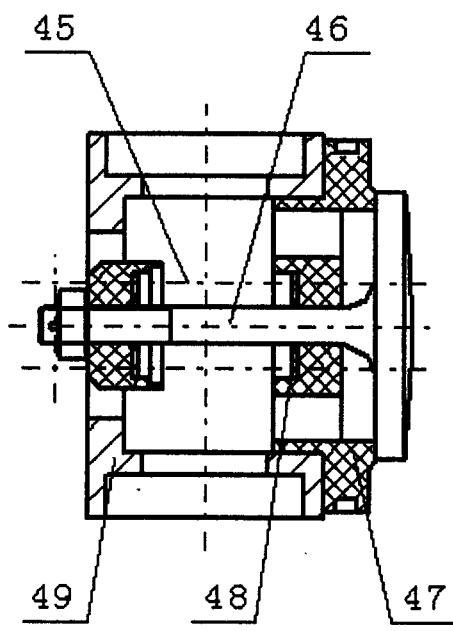


图 3

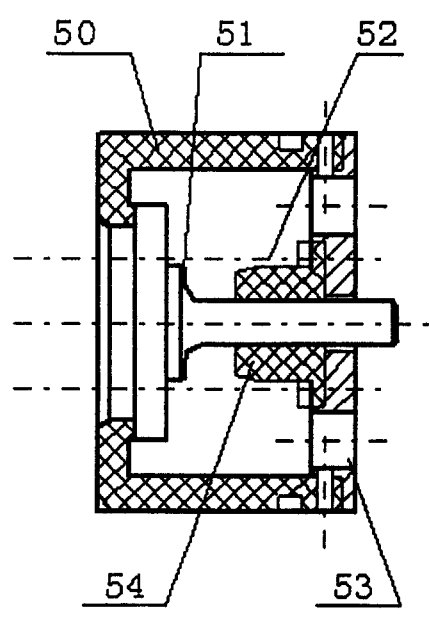


图 4