



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 222746713 U

(45) 授权公告日 2025. 04. 11

(21) 申请号 202390000218.X

(22) 申请日 2023.01.10

(30) 优先权数据

102022000767.3 2022.03.04 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2023/050412 2023.01.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/165745 DE 2023.09.07

(73) 专利权人 HYDAC流体技术有限公司

地址 德国

(72) 发明人 P·布鲁克 C·格罗 F·舒尔茨

A·杰格 L·盖恩特

J·F·陆伯特

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 邵静玥

(51) Int.Cl.

F16K 31/40 (2006.01)

F16K 37/00 (2006.01)

F16K 31/42 (2006.01)

F15B 13/043 (2006.01)

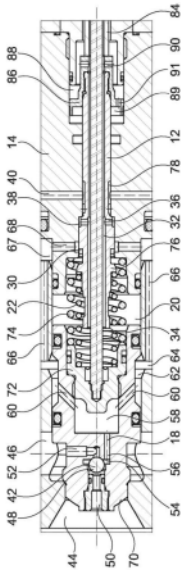
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 实用新型名称

先导控制电磁阀

(57) 摘要

本实用新型涉及一种阀、特别是比例阀,该阀具有用于操控主体积流量的主活塞和用于操控先导控制体积流量的先导控制活塞(12),主活塞和先导控制活塞(12)在阀壳体(14)中能纵向移动地被引导,并且先导控制活塞(12)能借助磁性装置被操纵,主活塞的位置能借助先导控制活塞(12)来调节,其方式为作用在主活塞上的流体压力经由流体连接结构(18)被传达到具有先导控制活塞(12)的先导控制室(20)中,先导控制活塞在磁性装置未被操纵的情况下将主活塞保持在其阻止主体积流量的关闭位置中,并且在磁性装置被操纵的情况下,先导控制活塞(12)移动到如下位置中,在该位置中流体压力与经由主活塞的压力供应脱耦地在先导控制室(20)中一直下降,直至主活塞到达调节主体积流量的打开位置中。



1. 阀, 该阀具有用于操控主体积流量的主活塞(10)和用于操控先导控制体积流量的先导控制活塞(12), 所述主活塞(10)和所述先导控制活塞(12)在阀壳体(14)中能纵向移动地被引导, 并且所述先导控制活塞(12)能借助磁性装置(16)被操纵, 其特征在于, 所述主活塞(10)的位置能借助所述先导控制活塞(12)来调节, 其方式为作用在所述主活塞(10)上的流体压力经由流体连接结构(18)被传达到具有所述先导控制活塞(12)的先导控制室(20)中, 所述先导控制活塞在磁性装置(16)未被操纵的情况下将所述主活塞(10)保持在其阻止主体积流量的关闭位置中, 并且在磁性装置(16)被操纵的情况下, 所述先导控制活塞(12)移动到如下位置中, 在该位置中流体压力与经由所述主活塞(10)的压力供应脱耦地在所述先导控制室(20)中一直下降, 直至所述主活塞(10)到达调节主体积流量的打开位置中。

2. 根据权利要求1所述的阀, 其特征在于, 所述先导控制活塞(12)能克服蓄能器的力 $F_{\text{弹簧1}}$ 由所述磁性装置(16)的力 $F_{\text{磁}}$ 操纵, 其中, 在考虑摩擦力 $F_{\text{摩擦}}$ 的情况下, 所述先导控制活塞(12)得到压力补偿, 其中适用 $F_{\text{磁}} - F_{\text{弹簧1}} - F_{\text{摩擦}} = 0$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的阀, 其特征在于, 所述先导控制活塞(12)构成为空心活塞, 所述空心活塞在其外周上具有第一凹部(30), 所述第一凹部在磁性装置(16)未被操纵的情况下建立与所述主活塞(10)的引导流体的连接并且以其内周构成引导流体的通道(32), 所述通道以其一个自由端部(34)通出到所述先导控制室(20)中并且通过所述通道(32)的通道区段(36)通出到在所述空心活塞的外周上的第二凹部(38)中, 所述空心活塞在磁性装置(16)被操纵的情况下移入到在所述阀壳体(14)中的贮箱接口(40)中, 使得所述第一凹部(30)与到所述主活塞(10)的引导流体的连接分开。

4. 根据权利要求1或2所述的阀, 其特征在于, 在主活塞(10)与先导控制室(20)之间的引导流体的连接中连接有转换阀(42), 所述转换阀将所述阀壳体(14)中的两个流体接口(44、46)的相应较高的压力作为传达压力继续输送到所述先导控制室(20)中, 主体积流量通过所述流体接口被引导。

5. 根据权利要求1或2所述的阀, 其特征在于, 在所述主活塞(10)中提供流体腔室(58)作为所述流体连接结构(18)的一部分, 所述流体腔室经由所述主活塞(10)中的至少一个连接通道(60)通出到在所述阀壳体(14)与所述主活塞(10)之间的另外的流体腔室(62)中, 所述另外的流体腔室经由所述阀壳体(14)中的至少一个另外的连接通道在至少部分重叠的情况下通出到所述先导控制活塞(12)中的第一凹部(30)中。

6. 根据权利要求1或2所述的阀, 其特征在于, 在所述先导控制活塞(12)中并且在所述阀壳体(14)中布置有至少一个另外的连接通道, 借助所述另外的连接通道能够将所述先导控制活塞(12)上的第二凹部(38)与贮箱连接。

7. 根据权利要求1或2所述的阀, 其特征在于, 所述主活塞(10)借助另外的蓄能器在其关闭位置的方向上被保持。

8. 根据权利要求1或2所述的阀, 其特征在于, 相应的蓄能器由压力弹簧构成, 并且用于所述主活塞(10)的压力弹簧(74)以比用于所述先导控制活塞(12)的压力弹簧(22)更高的弹簧刚度包围用于所述先导控制活塞的压力弹簧。

9. 根据权利要求1或2所述的阀, 其特征在于, 所述主活塞(10)在其自由端侧(98)上至少部分地凸球状构造地具有半径, 以用于在所述主活塞(10)的行程与其在所述阀壳体(14)

中的流体接口(44、46)之一处由其产生的开口面积之间建立线性关系。

10. 根据权利要求1或2所述的阀,其特征在于,所述先导控制活塞(12)被测量杆(92)穿过,所述测量杆是用于所述主活塞(10)的位移测量装置(94)的与所述主活塞(10)连接的部分。

11. 根据权利要求1所述的阀,其特征在于,所述阀是比例阀。

先导控制电磁阀

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种阀、特别是比例阀,所述阀具有用于操控主体积流量的主活塞和用于操控先导控制体积流量的先导控制活塞,其中,主活塞和先导控制活塞在阀壳体中可纵向移动地被引导,并且先导控制活塞可借助磁性装置被操纵。

背景技术

[0002] 通过DE10323595A1已知一种阀、特别是以比例座阀或滑阀为形式的阀,所述阀具有阀壳体和至少三个穿过该阀壳体的流体接口以及具有在该阀壳体中被引导的主活塞和实现先导控制的先导控制活塞,该先导控制活塞可以借助可通电的磁性装置被操控,其中,在打开先导控制装置的情况下流体从可由主活塞操控的两个接口中的一个接口经由主活塞中的横截面收缩部和先导控制装置到达可通过先导控制活塞操控的第三接口,并且,由于随之发生的压力下降,主活塞到达相应一个可由流体量操控所述两个流体接口的控制位置中。

[0003] 通过EP2880315B1已知一种阀、特别是先导控制的比例换向座阀,所述阀具有阀壳体,该阀壳体具有流体入口和流体排出口,其中,在所述入口与排出口之间的流体流能够通过主活塞来调节,在主活塞的背侧上设置有先导控制阀室,该先导控制阀室具有可通过操纵装置运动的先导控制阀闭合件,借助该先导控制阀闭合件能够调节在先导控制阀室与流体排出口之间的流体流,在流体入口与先导控制阀室之间布置有入口节流板,入口节流板的开口横截面能够通过控制元件变小,入口节流板具有多个节流孔,所述节流孔中的至少一个节流孔的开口横截面能够通过控制元件变小,并且,将入口节流板分隔成多个节流孔能够实现将入口节流板切换成多个开口级。

[0004] 这样先导控制的换向阀利用电动液压操纵来控制起动、停止和体积流量的方向以及连接在阀上的例如以液压工作缸为形式的液压消耗器的速度、加速度和减速度。先导控制的换向阀原则上在大体积流量在小的流动损失的情况下被控制的地方使用。然而,在体积流量高的情况下小的流动损失意味着大的开口横截面并且因此意味着主活塞的大行程。影响阀功能的干扰是取决于体积流量和压差、也就是说阀功率的、反作用于切换运动的流动力和摩擦力。特别是在通过通常以回位弹簧为形式的弹簧进行机械操纵的情况下,对于使活塞滑阀回位而言弹簧力相对于摩擦力的测量值可能过小。为了满足对磁性系统在行程和力方面的要求,磁性系统必须要么相应大地确定尺寸,要么液压地先导控制阀。如上所示,在现有技术中对于这样的应用情况已知如下的阀,这些阀因此必然具有液压先导控制装置。

实用新型内容

[0005] 从所述现有技术出发,本实用新型的任务在于,从其功能特性进一步改进已知的阀。

[0006] 为此,本实用新型提出一种阀,该阀具有用于操控主体积流量的主活塞和用于操

控先导控制体流量的先导控制活塞,所述主活塞和所述先导控制活塞在阀壳体中能纵向移动地被引导,并且所述先导控制活塞能借助磁性装置被操纵,其中,所述主活塞的位置能借助所述先导控制活塞来调节,其方式为作用在所述主活塞上的流体压力经由流体连接结构被传达到具有所述先导控制活塞的先导控制室中,所述先导控制活塞在磁性装置未被操纵的情况下将所述主活塞保持在其阻止主体流量的关闭位置中,并且在磁性装置被操纵的情况下,所述先导控制活塞移动到如下位置中,在该位置中流体压力与经由所述主活塞的压力供应脱耦地在所述先导控制室中一直下降,直至所述主活塞到达调节主体流量的打开位置中。

[0007] 由于根据本实用新型的阀的特征部分,主活塞的位置能够借助先导控制活塞调节,其方式为作用在主活塞上的流体压力经由流体连接结构被传达到具有先导控制活塞的先导控制室中,该先导控制活塞在磁性装置未被操纵的情况下将主活塞保持在其阻止主体流量的关闭位置中,并且在磁性装置被操纵的情况下先导控制活塞移动到如下位置中,在该位置中流体压力与经由主活塞的压力供应脱耦地在先导控制室中一直下降,直至主活塞到达调节主体流量的打开位置中,总体上在根据本实用新型的阀运行时在压力损失小且避免泄漏的情况下提供了改进的调节质量。

[0008] 通过根据本实用新型的阀解决方案,特别是通过磁性装置的磁力实现了主活塞的位置的线性调节,同时补偿在主活塞上出现的流动力和密封摩擦。在此,以有利的方式适用,先导控制活塞能克服蓄能器的力 $F_{\text{弹簧1}}$ 由磁性装置的力 $F_{\text{磁}}$ 操纵,其中,在考虑摩擦力 $F_{\text{摩擦}}$ 的情况下,先导控制活塞基本上得到压力补偿,其中适用: $F_{\text{磁}} - F_{\text{弹簧1}} - F_{\text{摩擦}} = 0$ 。由于在主活塞的打开运动中为了操控阀壳体中的两个可行的流体接口位之间的主体流量,先导控制活塞这样处于力平衡中,所以主活塞的行程能够通过先导控制装置就此而言进行调节。这在现有技术中无对应情况。

[0009] 特别有利的是,主活塞为了检测其位置而与位移测量装置耦联。由于通过先导控制活塞有利地操控主活塞,根据本实用新型的具有相应小尺寸的磁性装置的阀在要被控制的体流量的范围内在开口横截面减小的情况下就够用,为此仅需要主活塞的小的行程。这样就得到高动态的比例节流阀。

[0010] 在一个具体实施方式中,所述先导控制活塞构成为空心活塞,所述空心活塞在其外周上具有第一凹部,所述第一凹部在磁性装置未被操纵的情况下建立与所述主活塞的引导流体的连接并且以其内周构成引导流体的通道,所述通道以其一个自由端部通出到所述先导控制室中并且通过所述通道的通道区段通出到在所述空心活塞的外周上的第二凹部中,所述空心活塞在磁性装置被操纵的情况下移入到在所述阀壳体中的贮箱接口中,使得所述第一凹部与到所述主活塞的引导流体的连接分开。

[0011] 在一个具体实施方式中,在主活塞与先导控制室之间的引导流体的连接中连接有转换阀,所述转换阀将所述阀壳体中的两个流体接口的相应较高的压力作为传达压力继续输送到所述先导控制室中,主体流量通过所述流体接口被引导。

[0012] 在一个具体实施方式中,在所述主活塞中提供流体腔室作为所述流体连接结构的一部分,所述流体腔室经由所述主活塞中的至少一个连接通道通出到在所述阀壳体与所述主活塞之间的另外的流体腔室中,所述另外的流体腔室经由所述阀壳体中的至少一个另外

的连接通道在至少部分重叠的情况下通出到所述先导控制活塞中的第一凹部中。

[0013] 在一个具体实施方式中,在所述先导控制活塞中并且在所述阀壳体中布置有至少一个另外的连接通道,借助所述另外的连接通道能够将所述先导控制活塞上的第二凹部与贮箱连接。

[0014] 在一个具体实施方式中,所述主活塞借助另外的蓄能器在其关闭位置的方向上被保持。

[0015] 在一个具体实施方式中,相应的蓄能器由压力弹簧构成,并且用于所述主活塞的压力弹簧以比用于所述先导控制活塞的压力弹簧更高的弹簧刚度包围用于所述先导控制活塞的压力弹簧。

[0016] 在一个具体实施方式中,所述主活塞在其自由端侧上至少部分地凸球状构造地具有半径,以用于在所述主活塞的行程与其在所述阀壳体中的流体接口之一处由其产生的开口面积之间建立线性关系。

[0017] 在一个具体实施方式中,所述先导控制活塞被测量杆穿过,所述测量杆是用于所述主活塞的位移测量装置的与所述主活塞连接的部分。

附图说明

[0018] 在下文中借助一个实施方式按照附图详细阐述根据本实用新型的阀。在此以原理上的且并非按比例纵剖面示图示出:

[0019] 图1示出阀的主要部件;

[0020] 图2示出在关闭的阀位置中根据图1的阀的前部部分;以及

[0021] 图3示出在阀被打开的情况下对应于图2的示意图。

具体实施方式

[0022] 在附图中所示的阀是所谓的比例阀并且具有用于操控主体积流量的主活塞10。此外,存在用于操控先导控制体积流量的先导控制活塞12,其中,主活塞10以及先导控制活塞12共同地在阀壳体14中可纵向移动地被引导。如特别是由图1得出,先导控制活塞12借助磁性装置16可移动地布置在阀壳体14中。

[0023] 主活塞10的位置能够借助先导控制活塞12来调节,其方式为经由流体连接结构18将作用于主活塞10上的流体压力传达到具有先导控制活塞12的先导控制室20中,该先导控制活塞在磁性装置16未被操纵的情况下将主活塞10保持在其阻止主体积流量的关闭位置中,如这在图2中所示的那样,其中,在磁性装置16被操纵的情况下先导控制活塞12移动到如下位置中,在该位置中流体压力与经由主活塞10的压力供应脱耦地在先导控制室20中一直下降,直至主活塞10到达调节主体积流量的打开位置中,如这在图1和3中示例性地针对可能的打开位置之一所示出的那样。

[0024] 先导控制活塞12可以反向于以压力弹簧22为形式的蓄能器的力 $F_{\text{弹簧1}}$ 由磁性装置16的相反作用的力 $F_{\text{磁}}$ 操纵,其中,在考虑用于阀的摩擦力 $F_{\text{摩擦}}$ 的情况下,先导控制活塞12基本上得到压力补偿,其中适用:

[0025] $F_{\text{磁}} - F_{\text{弹簧1}} - F_{\text{摩擦}} = 0$ 或

$$[0026] \quad F_{\text{摩擦}} = 0 \text{ 其中 } x = \frac{F_{\text{磁}} - F_{\text{弹簧1}} - F_{\text{摩擦}}}{c}$$

[0027] 相反作用的力 $F_{\text{弹簧1}}$ 和 $F_{\text{磁}}$ 在图3中用力箭头26或28表示。

[0028] 此外如由附图得出,先导控制活塞12构成为空心活塞,该空心活塞在其外周上具有环形槽形式的第一凹部30,该第一凹部在磁性装置16未被操纵的情况下根据附图2的示图建立与主活塞10的引导流体的连接。构成为空心活塞的先导控制活塞12沿其内周具有引导流体的通道32,该通道以其一个自由端部34通出到先导控制室20中,并且该通道经由所述轴向延伸的通道32的径向延伸的通道区段36通出到在空心或先导控制活塞12的外周上的环形槽状的第二凹部38中,其在磁性装置16被操纵的情况下根据图1和3的示图这样移入到阀壳体14中的贮箱接口40中,使得就此而言建立与贮箱接口40的引导流体的连接,然而第一凹部30与到主活塞10的引导流体的连接分开。不仅通道区段36而且贮箱接口40可以如所示地存在多个。在任何情况下,在主活塞10与先导控制室20之间的引导流体的连接中连接有转换阀42,使得阀壳体14中的两个流体接口44、46中的相应较高的压力作为传达压力继续输送到先导控制室20中,要调节的主体积流被引导通过所述两个流体接口。

[0029] 如果流体接口44上的流体压力大于流体接口46上的流体压力,则具有该较高压力的流体经由流体接口44和在主活塞10的前部区域中的纵向通道50到达具有其闭合球48的转换阀42。这样的闭合球48在附图的观察方向上看就此而言向右运动并且在此封闭在主活塞10中引入的径向通道52,该径向通道通出到阀壳体14中的流体接口46中。在转换阀42的阀腔室54上又在主活塞10中连接有另外的纵向通道56,该另外的纵向通道以其自由端侧的端部通出到主活塞10中的流体腔室58中。通过两个在主活塞10中以与阀的纵轴线成45°的倾斜角度布置的连接通道60,流体腔室58与另外的流体腔室62连接,所述另外的流体腔室构成为环形腔室并且布置在阀壳体14与主活塞10之间。紧接于此,所述另外的流体腔室62引导流体地过渡到布置在阀壳体14中的环形腔室64中并且从那里将纵向通道段66引导到另外的环形腔室67中并且紧接着过渡到在阀壳体14中的横向通道部分68中,该横向通道部分在其内端部处朝向先导控制活塞12在横截面方面扩宽,并且该横向通道部分根据图2的示图可以被置于与先导控制活塞12的外周处的环形的第一凹部30的流体重叠,其中,根据图1和3的示图这样的引导流体的连接可以通过先导控制活塞12从右向左的移动在磁性装置16的作用下被截止。容易理解的是,相应的通道和其它连接部如所示可以根据需要多个地被安设在阀体上。在任何情况下,部件50、52、54、56、58、60、62、64、66、67、68和30构成在主活塞10的端侧上的流体接口44与主控制活塞10和先导控制活塞12之间的先导控制室20之间的流体连接结构18。就此而言,在主活塞10的关闭的阀位置中流体接口44上的压力被进一步引导或进一步传达到先导控制室20中。

[0030] 如果作为阀壳体14中的所述另外的流体接口的径向接口46上的压力大于在流体接口44上的压力,则在附图的观察方向上看转换阀42被切换,其方式为闭合球48现在占据其左边的、封闭通道50的关闭位置。这样具有可预先给定的压力的流体经由流体接口46和径向通道52以及阀腔室54到达所述另外的纵向通道56中,使得就此而言现在经由这样的路径释放了至先导控制室20的流体连接结构18的其余部分。通常在流体接口44上应当存在压力供应装置、如液压泵的流体压力,并且在该流体接口上应当连接有液压消耗器、如液压缸。可设想流体接口44、46的其它分配。

[0031] 如由附图进一步得出,主活塞10由两个部件70、72组成,其中,这样的部件以其朝向彼此的自由端侧在阀活塞10、12的轴向移动方向上看限定流体腔室58。在第二部件72的朝向磁性装置16的自由端侧上作用有第二压力弹簧74作为另外的蓄能器,该第二压力弹簧以其另一个自由端部支撑在阀壳体14的固定不动的部分上。在第二压力弹簧74的内周侧并且与该第二压力弹簧同轴地布置地延伸有压力弹簧22,该压力弹簧以其一个自由端部支撑在第二部件72的内部中的凸肩形的肩部上并且以其另一个自由端部支撑在先导控制活塞12上的环形的突出部76上。这样不仅主活塞10而且先导控制活塞12通过所述两个压力弹簧22、74受到预紧,所述压力弹簧的弹簧力共同产生上述公式中的量 $F_{1\text{弹簧}} + (x * c)$ 。

[0032] 下面现在将描述如何控制主活塞10的运动。在图2的观察方向上看主活塞10向右运动到如图1和图3中预先给定的状态中,在此如下进行。在主活塞10前面的存在于相应的流体接口44或46处的压力(该压力通过转换阀42和流体连接结构18被传达至先导控制活塞12)在磁性装置16未通电的情况下通过根据图2的示图的先导控制室20中的压力通过由主活塞10的相对置的端侧形成的面积差来保持主活塞10。

[0033] 如果现在出现通过磁性装置16产生力,当磁力大于摩擦力加上弹簧力时,先导控制活塞12在附图的观察方向上向左运动并且通过先导控制活塞12的这样的向左运动关闭主活塞10的侧面的压力供应,其方式为根据图1和3的示图先导控制活塞12的闭合外周封闭阀壳体14中的横向通道部分68。但在这样的关闭位置中,先导控制室20通过先导控制活塞12中的引导流体的通道32的第二凹部38与贮箱通过所述两个在阀壳体14中径向延伸的贮箱接口孔40连接,所述贮箱接口孔在其相应的自由端部处在其每个移动位置中通入到先导控制活塞12的外周上的加深的环形通道78中。所述环形通道78过渡到卸压室80中,一旦先导控制活塞12向左移动,该卸压室的容积就此而言增大,这通过引导流体的部件32、36、80、78建立先导控制室20至相应的贮箱接口40的引导流体的连接。通过先导控制体积与贮箱的这样的连接,就此而言在先导控制室20中的压力下降并且在阀上出现新的平衡,直至达到阀的完全关闭。

[0034] 特别是产生以下整体情况。磁力减小,从而先导控制活塞12打开用于主活塞10的压力供应的接口。在此,先导控制压力升高并且因此先导控制室20中的压力也升高。这导致主活塞10又从右向左运动,这导致压力弹簧22和74的弹簧力减小,使得根据以下公式出现新的平衡:

$$[0035] \quad F_{\text{磁}} - F_{\text{弹簧1}} - F_{\text{摩擦}} = F_{\text{磁}} - (F_{1\text{弹簧}} + x * c) - F_{\text{摩擦}} = 0。$$

[0036] 磁性装置16用于操控先导控制活塞12,该磁性装置以通常的方式具有可通电的线圈81,该线圈使磁性衔铁82在通电的状态下从右向左移动,其中,该磁性衔铁通过空心的操纵杆84和离合器86相应强制引导地带动先导控制活塞12。为了先导控制活塞12的无障碍的运动,尤其在此规定,在阀壳体14的离合器室88中可自由移动地被引导的离合器86经由径向的横向孔90与引导流体的通道32引导流体地连接,从而先导控制室20中的压力经由通道32和横向孔90(图3)也存在于离合器室88中,其就此而言经由空心的操纵杆84在外周侧和内周侧引导压力地以压力平衡的方式被继续传递给以磁性装置16为形式的操纵磁体的磁性系统。所述构件86在图2的观察方向上看在左侧是一种死空间89。

[0037] 所述空间89通过构件86中的至少一个孔91来填充或排空,从而通过构件86中相应

的孔91可调节阀的动态特性或者说阻尼。

[0038] 此外,在主活塞10的第二部件72上固定地布置有测量杆92,该测量杆穿过先导控制活塞12和操纵磁性系统,以便以其另一个自由端部区域通出到整体上以94表示的位移测量装置中,该位移测量装置设有两个测量线圈96,可以在测量技术上在两个方向上检测主活塞10的移动运动。

[0039] 这样的位移测量系统例如对于压力秤在DE102012014250A1中公开。

[0040] 此外,如这特别是根据图2的示图所示,主活塞10在其自由端侧上具有凸球状构造的端侧98,该端侧由可预先给定的半径形成,该半径用于建立主活塞10的行程与其在流体接口44或46处形成的开口面积之间的线性关系。否则,主活塞10通过分级地构造的环形面可纵向移动地在阀壳体14的内周侧上可移动地被引导,并且通常以O形密封圈形式的各个密封环系统如之前给定地确保各个流体室和流体路径的流体密封的界定。

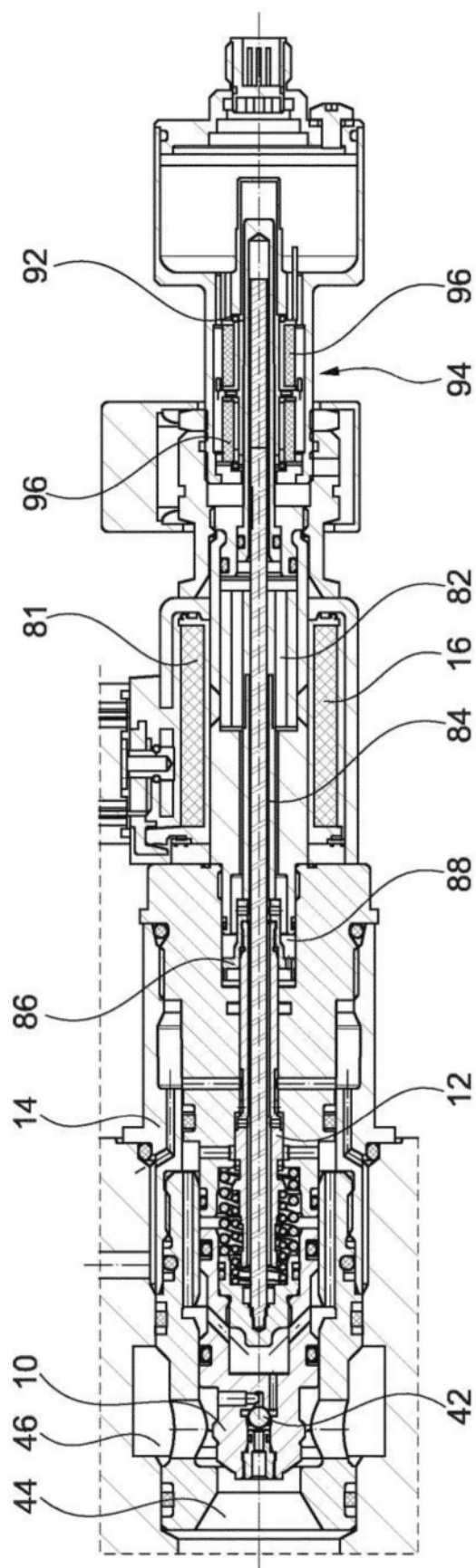


图1

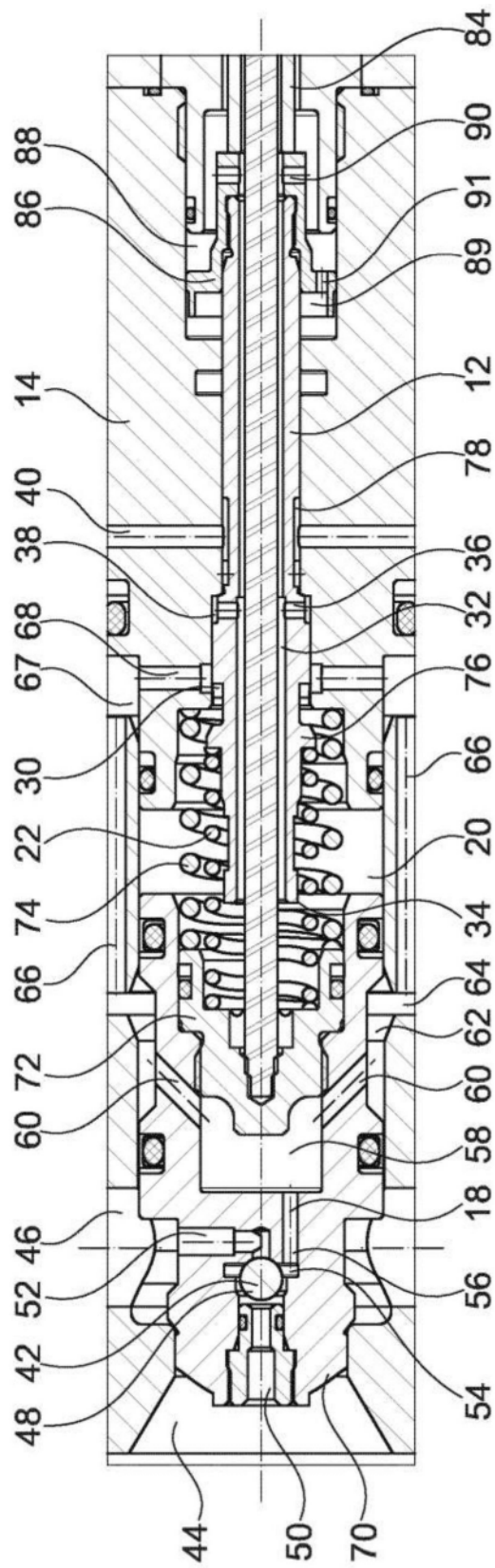


图2

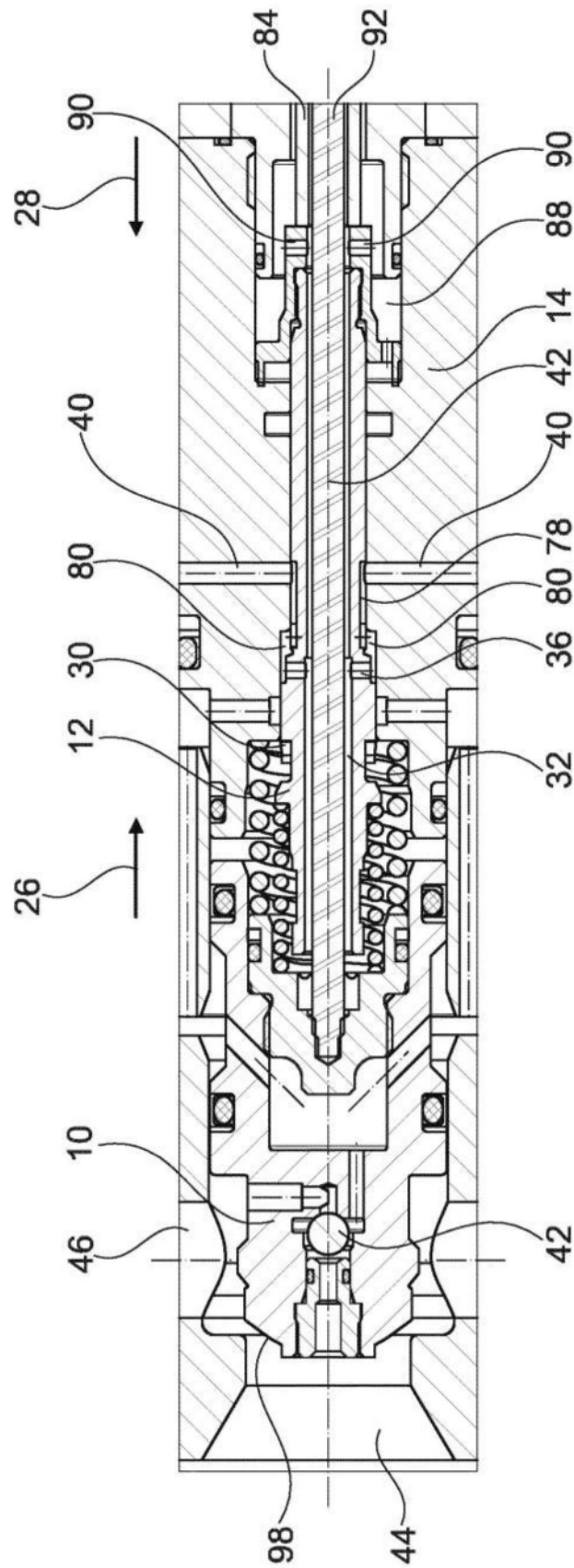


图3