

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102203480 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 06

(21) 申请号 200980143706. 0

(22) 申请日 2009. 09. 09

(30) 优先权数据

08164003. 9 2008. 09. 09 EP

08164004. 7 2008. 09. 09 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 04. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2009/051155 2009. 09. 09

(87) PCT申请的公布数据

W02010/029359 EN 2010. 03. 18

(73) 专利权人 阿尔特弥斯智能动力有限公司

地址 英国中洛锡安郡

(72) 发明人 U · B · P · 斯坦 G · P · 瓦勒

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 刘佳

(51) Int. Cl.

F16K 31/06(2006. 01)

F16K 31/10(2006. 01)

F16K 31/40(2006. 01)

F16K 39/02(2006. 01)

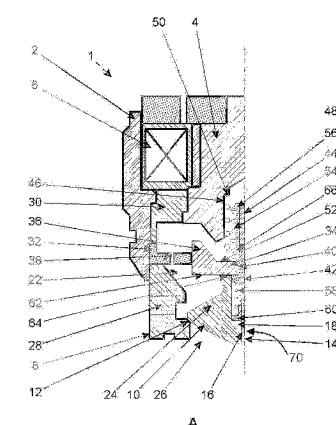
权利要求书2页 说明书14页 附图3页

(54) 发明名称

阀门组件

(57) 摘要

一种电子方式可致动的阀门组件包括一个阀门构件，该阀门构件包括：一个铁磁性构件、以及一个磁路，该磁路被适配为当该阀门构件与其阀座被间隔开时引导磁通量通过该铁磁性构件，以保持初级阀门开放。



1. 一种用于调节从流体歧管到流体工作机器的工作室的流体供应的阀门组件，该阀门组件包括：一个初级阀门、一个电磁体以及一个电枢，该初级阀门包括一个面座初级阀门构件以及一个初级阀门座并且具有一个开放位置以及一个密封位置，在该开放位置中该初级阀门构件与该初级阀门座间隔开，在该密封位置中该初级阀门构件与该初级阀门座是处于密封接触，其中该电枢沿着在一个第一位置与一个第二位置之间延伸的一条路径是可滑动的，并且相对于所述初级阀门构件是可移动的，并且其中当该电枢是处于该第一位置时该初级阀门构件被偏置朝向该密封位置，并且其中当该电枢是处于该第二位置时该初级阀门构件被偏置朝向该开放位置，其特征在于，该初级阀门构件包括一个铁磁性构件并且该阀门组件进一步包括一个磁路，该磁路被适配为当该初级阀门开放时引导磁通量通过该铁磁性构件以便由此将该初级阀门构件保持在该开放位置中。

2. 如权利要求 1 所述的阀门组件，其特征在于，该磁路被适配为当该初级阀门构件是处于该开放位置时或者当该初级阀门构件是处于该密封位置时均引导磁通量通过该铁磁性构件，其中该磁路被适配为当该初级阀门构件是处于该开放位置时引导一个更高密度的磁通量通过该铁磁性构件。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的阀门组件，其特征在于，该磁路包括被安排为并联地传导来自该电磁体的磁通量的第一以及第二磁路部分，其中该第一磁路部分被配置为至少在该初级阀门是处于该密封位置并且该电枢是处于该第一位置时传导磁通量通过该电枢，并且该第二磁路部分被配置为至少在该初级阀门是处于该开放位置并且该电枢是处于该第二位置时传导磁通量通过该铁磁性构件。

4. 如权利要求 3 所述的阀门组件，其特征在于，该第一磁路部分与电枢被配置为使得该第一磁路部分的磁阻与该第二磁路部分的磁阻之比在该电枢处于该第二位置并且该初级阀门构件处于开放位置时高于当该电枢处于该第一位置并且该初级阀门构件处于该密封位置时，以便由此当该电枢处于该第二位置并且该初级阀门构件处于该开放位置时增加被引导通过该初级阀门构件的磁通量。

5. 如权利要求 4 所述的阀门组件，其特征在于，该第一磁路部分包括一个通量桥，该通量桥被安排为当该电枢处于该第一位置时引导磁通量通过该电枢，其中在该通量桥与该电枢之间的界面的磁阻在该电枢处于该第二位置时高于在该电枢处于该第一位置时。

6. 如权利要求 5 所述的阀门组件，其特征在于，该电枢与该通量桥重叠，其中该重叠的表面积在该电枢处于该第二位置时小于在该电枢处于第一位置时，以便由此在该电枢是处于该第二位置时增加该通量桥与该电枢之间的界面的磁阻。

7. 如权利要求 5 所述的阀门组件，其特征在于，该电枢被适配为沿一条轴线从该第一位置滑动至该第二位置并且该通量桥包括多个径向地向内延伸的磁路构件。

8. 如权利要求 6 所述的阀门组件，其特征在于，该电枢被适配为沿一条轴线从该第一位置滑动至该第二位置并且该通量桥包括多个径向地向内延伸的磁路构件。

9. 如权利要求 3 所述的阀门组件，其特征在于，该第二磁路部分被配置为当该初级阀门构件处于该开放位置时或者当该初级阀门构件处于该密封位置时均引导磁通量通过该铁磁性构件。

10. 如权利要求 1 或 2 所述的阀门组件，其特征在于，包括一个被安排为将该初级阀门构件偏置离开该初级阀门座的一个弹性构件以及一个被安排为将该电枢偏置以接触该初

级阀门构件的一个弹性构件,这样使得这些合力将该初级阀门构件偏置朝向该密封位置。

11. 如权利要求 1 或 2 所述的阀门组件,其特征在于,进一步包括一个连接到该电枢上的次级阀门,并且包括可以在一个密封位置与一个开放位置之间移动的一个次级阀门构件,其中当该电枢处于该第一位置时该次级阀门是处于该密封位置。

12. 如权利要求 11 所述的阀门组件,其特征在于,在该电枢与该次级阀门构件之间的连接被配置为能够使该电枢从该第一位置朝向该第二位置移动而没有该次级阀门构件的一种相应的运动,但是要经过在该电枢与该次级阀门构件之间的这种连接施加一个力以引起该次级阀门构件移动并且由此打开该次级阀门,同时该电枢是处于沿所述路径在该第一位置与该第二位置之间的一个位置上。

13. 如权利要求 11 所述的阀门组件,其特征在于,该次级阀门构件被安排为提供一个路径,该路径用于流体在处于开放位置的该初级阀门构件的相反侧之间流动,这样,在使用中,当存在跨过该初级阀门构件的一个压力差时,该压力差施加了将该初级阀门构件与该初级阀门座保持密封接触的一个力,该次级阀门构件的打开能够使该初级阀门构件上的每一侧上的压力得到平衡以促进该初级阀门构件的打开。

14. 如权利要求 12 所述的阀门组件,其特征在于,该次级阀门构件被安排为提供一个路径,该路径用于流体在处于开放位置的该初级阀门构件的相反侧之间流动,这样,在使用中,当存在跨过该初级阀门构件的一个压力差时,该压力差施加了将该初级阀门构件与该初级阀门座保持密封接触的一个力,该次级阀门构件的打开能够使该初级阀门构件上的每一侧上的压力得到平衡以促进该初级阀门构件的打开。

15. 如权利要求 1 或 2 所述的阀门组件,其特征在于,该阀门组件是一个用于调节从一个高压歧管到一个流体工作机器的一个工作室的流体供应的阀门组件,该阀门组件进一步包括一个次级阀门,该次级阀门包括在一个密封位置与一个开放位置之间可移动的一个次级阀门构件,在该次级阀门构件中提供一个通过其中的路径以便流体在该初级阀门构件的相反侧之间流动从而减少跨过该初级阀门构件的压力差,其中该电枢被连接到该次级阀门构件上并且该第二位置比该第一位置更靠近该电磁体,其中在该第一位置中,该次级阀门被偏置朝向该密封位置,而在该第二位置中,该次级阀门被偏置朝向该开放位置,其中在该电枢与该次级阀门构件之间的连接被配置为能够使该电枢从该第一位置朝该第二位置移动而没有该次级阀门构件的一种相应运动,但是要通过在该电枢与该次级阀门构件之间的这种连接施加一个力以引起该次级阀门构件移动并且由此打开该次级阀门,同时该电枢是处于沿所述路径在该第一位置与该第二位置之间的一个位置。

16. 一种流体工作机器,包括:一个具有周期性变化容积的工作室、一个高压歧管和一个低压歧管,以及根据以上任何一项权利要求所述的阀门组件,该阀门组件调节了从该高压歧管或者该低压歧管到该工作室的流体供应。

17. 根据权利要求 16 所述的流体工作机器,其特征在于,进一步包括一个控制器,该控制器是可运行的以便按照同该工作室容积的多个周期定相的关系来主动地控制所述阀门组件,以及可任选地一个或多个其他阀门,以便在逐周期的基础上确定通过该工作室进行的流体的净位移量。

阀门组件

发明领域

[0001] 本发明涉及电子致动的阀门组件的领域，这些阀门组件用于调节在一个歧管与一个流体工作机器的工作室之间的流体连通。

[0002] 发明背景

[0003] 流体工作机器包括流体从动机器和 / 或流体驱动机器，如泵、马达、以及可以在不同的运行模式下或者用作一个泵或者用作一个马达的机器。虽然本发明将通过引用该流体为一种液体的(如，一种通常不可压缩的液压液)应用进行展示，但该流体还能够可替代地是一种气体。

[0004] 当流体工作机器作为泵来运行时，一个低压歧管典型地用作流体的一个总来源处(net source)而一个高压歧管典型地用作流体的一个总汇集处(netsink)。当流体工作机器作为一个马达来运行时，一个高压歧管典型地用作流体的总来源处而一个低压歧管典型地用作流体的总汇集处。在本说明书以及所附的这些权利要求之中，术语“高压歧管”以及“低压歧管”是指具有更高和更低压力的彼此相对的这些歧管。在这些高压和低压歧管之间的压力差、以及在这些高压和低压歧管中压力的绝对值将取决于该应用。例如，在被优化用于高功率泵送应用的情况下一个泵的压力差可能高于被优化用来精确地确定流体的净位移量的情况下一个泵的压力差；例如，用于分配测定量的流体(例如，一种液体燃料)的泵，该泵在这些高压和低压歧管之间可能仅存在一个最小的压力差。一个流体工作机器可以具有一个以上的低压歧管。

[0005] 已知这些流体工作机器包括多个周期性地变化容积的工作室，其中通过这些工作室进行的流体的位移是由这些电子可控制的阀在逐周期的基础上，按照同工作室容积的多个周期的定相关系调节的，以便确定通过该机器进行的流体净通过量(net throughput)。例如，EP0361927 披露了一种方法，该方法按照同工作室容积的多个周期的定相关系，通过打开和 / 或关闭多个电子可控制的提升阀来控制通过一个多室泵进行的流体净通过量，以便调节该泵的这些单独的工作室与一个低压歧管之间的流体连通。其结果是，这些单独的腔室是可以由一个控制器在逐周期的基础上来选择的，以便或者将流体移位一个预定的固定容积或者进行一个空转周期而没有进行流体的净位移量，由此使得该泵的净通过量能够与要求动态地相匹配。EP0494236 发展了这一原理并且包括了多个电子可控制的提升阀，这些阀调节多个单独的工作室与一个高压歧管之间的流体连通，由此促进提供在交变的运行模式下或者用作泵或者用作马达的一种流体工作机器。EP1537333 介绍了部分周期的可能性，允许多个单独的工作室的多个单独的周期将多个不同的流体容积中的任何一个进行移位从而更好地与要求相匹配。

[0006] 这种类型的流体工作机器要求快速地打开和关闭电子可控制的阀，这些阀能够调节从该低压歧管(而在某些实施方案中是该高压歧管)流入和流出一个工作室的流体。本发明的某些方面的目的在于提供改进阀门组件，这些组件适合用于调节流体流入和流出这种类型的流体工作机器的工作室。然而，本发明的这些阀门组件可应用于其他类型的流体工作机器。

[0007] 这些阀门组件可以引起的一个技术问题涉及要求将面座阀在流体流过阀门的同时保持开放,而这些阀门组件包括多个电子方式可致动的面座阀(如提升阀)来用于调节进入流体工作机器的工作室的流体供应。伯努利(Bernoulli)效应(与压降相关的动能)以及由于流体流过这种面座阀阀门构件(例如,提升阀头)所引起的表面摩擦可以在面座阀阀门构件上施加一个相当大的力。因此,可能需要继续给该电磁体提供相当大的动力以使面座阀保持开放,或者这种效应可能限制经过该阀门的最大流速。因此,本发明着手解决以下问题,即:在流体经过这些阀门从一个低压或高压歧管流到流体工作机器的工作室、或者沿相反的方向流动的同时将电子方式可致动的面座阀保持开放。

[0008] 本发明的某些实施方案还着手解决以下问题,即:对抗一个压力差来打开一个面座阀(如,一个提升阀)以便调节从一个高压歧管到流体工作机器的一个工作室的流体供应。这在技术上是困难的,因为在面座阀中,流体压力作用在座入区域上以产生一个大的闭合力。因此,困难的是提供一种用于调节从一个高压歧管到流体工作机器的一个工作室的流体供应的面座阀,该面座阀能够对抗一个相当大的压力差而打开并且它还能够快速(理想地是在几毫秒之内)打开而同时使能量消耗减为最小。

[0009] GB2, 430, 246 (Stein)披露了一种阀门组件,该阀门组件适合用于调节从一个高压歧管至流体工作机器的一个工作室的流体供应。这种阀门组件包括一个初级阀门、一个次级阀门、一个电磁体以及一个电枢(被称为运动杆)。该初级阀门包括一个面座初级阀门构件以及一个初级阀门座。这个次级阀门与初级阀门是一体的并且包括一个次级阀门构件,该次级阀门构件可在密封位置与一个开放位置之间移动,在该次级阀门构件中提供一个经过该次级阀门的路径用于流体在该初级阀门构件的相反侧之间流动以减少跨越该初级阀门构件的压力差。因此,次级阀门具有比初级阀门小得多的表面积,次级阀门即便在初级阀门构件两侧存在一个相当大的压力差时仍可以被打开。该工作室有效地是一个闭合的容积,并且这样流体可以流过该次级阀门以便使该初级阀门构件每一侧上的压力相等,由此促进该初级阀门的打开。

[0010] 在GB2, 430, 246中披露的阀门组件中,该面座阀是通过一个弹簧来保持打开的。在实践中,对于这种弹簧极端困难的是提供足够的力来对抗伯努利效应以及表面摩擦力而使阀门保持打开。因此,本发明的某些实施方案目的是提供一种阀门组件,该阀门组件不仅能够在明显存在伯努利效应以及表面摩擦力的情况下保持打开,而且还能够对抗一个明显的压力差快速地打开同时最大限度地减少能量消耗。

[0011] 发明概述

[0012] 根据本发明的一个第一方面,在此提供一种用于调节流体从流体歧管到流体工作机器的工作室的供应的阀门组件,该阀门组件包括:一个初级阀门、一个电磁体以及一个电枢,该初级阀门包括一个面座初级阀门构件以及一个初级阀门座并且具有一个开放位置以及一个密封位置,在该开放位置中该初级阀门构件从该初级阀门座上间隔开,在该密封位置中该初级阀门构件与该初级阀门座处于密封接触,其中该电枢可沿着在一个第一位置与一个第二位置之间延伸的一条路径滑动,并且其中当该电枢是处于该第一位置时该初级阀门构件被偏置朝向该密封位置,并且其中当该电枢是处于该第二位置时该初级阀门构件被偏转朝向该开放位置,其特征在于,该初级阀门构件包括一个铁磁性构件并且该阀门组件进一步包括一个磁路,该磁路被适配为当该初级阀门打开时引导磁通量通过该铁磁性构件

以便由此将该初级阀门构件保持在该开放位置。

[0013] 因此,当该初级阀门打开并且电流被提供到该电磁体上时,该初级阀门构件以一个最小的磁性势能定位,从而对抗由于流体经过该初级阀门构件、经过该阀门座的流动所引起的作用于该初级阀门构件上的伯努利效应以及表面摩擦力。该阀门组件因此在预期使用一种相对高速的流体流动的流体工作机器中是特别有用的。例如,该阀门组件可以用于调节从一个高压流体歧管到一个流体工作马达(如,单独地用作一台马达或者以交替运行模式用作一个泵或马达的一个流体工作机器)的工作室的流体供应。尽管如此,该阀门组件对于调节从一个低压歧管到流体工作马达的工作室的流体供应同样可以是有用的。

[0014] 该初级阀门构件可以包括两个铁磁性构件以及一个或多个非铁磁性阀门构件部分。然而,该初级阀门构件可以全部由铁磁性构件组成。

[0015] 因为当电枢处于第二位置时,初级阀门构件优选地被一个或多个弹性构件偏置朝向开放位置,该初级阀门构件将被推到一个完全打开的状态,与如果它被偏置到一个关闭的位置上相比,这种状态提供了更小的流经该阀门的阻力。

[0016] 优选地,当该电枢处于第一位置时该初级阀门构件被偏置到该密封位置而当该电枢处于第二位置时该初级阀门构件被一个或多个弹性构件偏置到该关闭位置。电枢典型地相对于该初级阀门构件是可移动的。因此,当该初级阀门打开时通过引导磁通量通过铁磁性构件而可以避免由于来自流体流动的多个力作用在初级阀门构件上而引起该初级阀门构件关闭,没有电枢的伴随性运动。

[0017] 优选地,该初级阀门构件包括一个密封区域,该密封区域与初级阀门座产生密封接触并且该磁路被配置为当初级阀门打开时引导磁通量通过该密封区域。因此,该保持力被集中在最需要之处。

[0018] 该电磁体典型地是可运行的,从而在使用中吸引该电枢以便由此打开该初级阀门。典型地,该第二位置比第一位置更接近电磁体。当初级阀门处于开放位置时,这个磁路优选地将来自所述电磁体的磁通量引导通过铁磁性构件,以便在该电磁体被接合的同时由此保持该初级阀门构件。因此,当向该电磁体提供电流时,它既可用于打开该初级阀门也可将该初级阀门构件保持在开放位置中。可替代地,在该磁路之中可以提供一个第二电磁体以提供一个磁场来保持该初级阀门构件。

[0019] 优选地,该磁路被适配为当初级阀门构件是处于开放位置并且当初级阀门构件是处于密封位置时均引导磁通量通过该铁磁性构件,其中该磁路被适配为当初级阀门构件是处于开放位置时引导一个更高密度的磁通量通过该铁磁性构件。因此,该磁路可以起到增加电磁体与电枢之间的吸引力以便打开初级阀门的作用、并且还提供了良好的磁性势能以便将初级阀门构件保持在开放位置。

[0020] 优选地,该磁路包括被安排为并联的、传导磁通量的第一和第二磁路部分,其中该第一磁路部分被配置为至少在初级阀门是处于密封位置并且电枢是处于第一位置时传导磁通量通过电枢,并且该第二磁路部分被配置为至少在该初级阀门是处于开放位置并且电枢是处于第二位置时传导磁通量通过该铁磁性构件。优选地,该第一磁路部分被配置为当电枢是处于第一位置时并且当电枢是处于第二位置时均传导磁通量通过电枢。第二磁路部分可以被配置为当该初级阀门构件是处于开放位置并且当该初级阀门构件是处于密封位置时均传导磁通量通过该铁磁性构件。

[0021] 该第一磁路部分优选地包括一个通量桥,这个通量桥被安排为至少在电枢是处于第一位置时并且同样典型是当电枢是处于第二位置时引导磁通量通过电枢。典型地,该电枢被适配为沿该第一与第二位置之间的一条轴线滑动。例如,这个通量桥可以包括多个径向地向内延伸的磁路构件,这些磁路构件被大致规则地安排到所述轴线上以便引导磁通量通过电枢。电枢可以包括一个磁性可穿透材料的邻近该通量桥的外周凸缘,经过该外周凸缘当电枢是处于第一位置、第二位置或者在该第一与第二位置之间时可以形成一个磁路。

[0022] 典型地,该磁路包括一个铁磁性体部分并且电枢在第一位置间隔开该铁磁性体部分而在第二位置接触该铁磁性体部分。

[0023] 优选地,该第二磁路部分被安排为使得当初级阀门构件是处于开放位置时,铁磁性材料的一个连续的本体直接在该铁磁性构件与该铁磁性体部分之间延伸。它可以是这样的情况,即:在开放位置,该铁磁性构件接触该电枢同时该电枢接触该铁磁性体部分。它可以是这样的情况,即:在开放位置,该铁磁性构件直接接触该本体部分。该铁磁性构件可以包括一个朝向该本体部分延伸的凸起并且在初级阀门构件是处于开放位置时接触该本体部分。该本体部分可以包括一个朝向该铁磁性构件延伸的凸起并且当初级阀门构件是处于开放位置时接触该初级阀门构件。

[0024] 优选地,该磁路被形成和安排为使得第一磁路部分的磁阻与第二磁路部分的磁阻之比在电枢是处于第二位置并且初级阀门构件是处于开放位置时高于在电枢是处于第一位置并且初级阀门构件是处于密封位置时。优选地,当电枢是处于第二位置时,通量桥与电枢(它可以是一种滑动接触或一个小的空隙)之间的界面的磁阻是较高的。例如,该通量桥以及电枢可以重叠,其中重叠的表面积在该电枢处于第一位置时大于在该电枢处于第二位置时。当初级阀门构件打开时,这增加了被引导经过该初级阀门构件的磁通量的比例,从而使初级阀门构件保持打开。在某些实施方案中,这种安排通过在该铁磁性构件与该电枢或本体部分之间提供一个吸引力而协助该初级阀门构件的打开或者保持打开。

[0025] 优选地,该第一磁路部分与电枢被配置为使得该第一磁路部分的磁阻在该电枢处于第二位置时要大于处于第一位置时,以便由此在该电枢处于第二位置并且该初级阀门构件处于开放位置时增加被引导通过该铁磁性构件的磁通量。

[0026] 该第二磁路部分可以被配置为当初级阀门构件是处于开放位置并且当初级阀门构件是处于密封位置时均传导磁通量通过该铁磁性构件。当电枢处于该第一位置并且初级阀门构件处于密封位置时,铁磁性构件可以接触电枢。在这种安排中,磁通量将优选地被引导通过该通量桥以及该电枢而不通过该铁磁性构件,从而协助电枢从第一位置的运动而没有该初级阀门构件的即时运动。

[0027] 典型地,初级阀门构件与电枢是同轴的。优选地,该阀门组件包括一个被安排为将该初级阀门构件偏置离开该初级阀门座的弹性构件、以及一个被安排为偏置该电枢以接触该初级阀门构件的弹性构件,这样这些合力将该初级阀门偏置朝向该密封位置。

[0028] 在“初级阀门”、“初级阀门构件”以及相关的术语中的形容词“初级”是为了清楚起见而作为标签使用的而并非旨在隐含存在一个次级阀门。尽管如此,在某些实施方案中,该阀门组件可以进一步包括一个连接到电枢上的次级阀门,该次级阀门包括在一个密封位置与一个开放位置之间可移动的一个次级阀门构件,其中当该电枢处于该第一位置时该次级阀门构件被偏置到该密封位置,并且当该电枢处于该第二位置时该次级阀门构件被偏置

朝向该开放位置。

[0029] 在这种情况下,在电枢与次级阀门构件之间的连接优选地被配置为能够使该电枢从该第一位置朝向该第二位置移动而没有该次级阀门构件的一种相应运动,但经过该电枢与该次级阀门构件之间的连接施加一个力以引起该次级阀门构件移动并且由此打开该次级阀门,同时该电枢处于沿所述路径在该第一位置与该第二位置之间的一个位置处。该次级阀门构件被安排为提供一个路径,该路径用于流体在处于开放位置的初级阀门构件的相反侧之间流动,这样在使用中,当跨越初级阀门构件上存在一个压力差(它施加一个力从而维持初级阀门构件与初级阀门座的密封接触)时,打开该次级阀门构件能够使压力在初级阀门构件的每一侧上得到平衡以促使该初级阀门开放。

[0030] 因此,该阀门组件可以是用于调节从一个高压歧管到流体工作机器的一个工作室的流体供应的阀门组件,该阀门组件进一步包括一个次级阀门,该次级阀门包括在一个密封位置与一个开放位置之间可移动的一个次级阀门构件,在该次级阀门构件中提供了一个经过该次级阀门用于在初级阀门构件的相反侧之间的流体流动路径,以减少跨越该初级阀门构件的压力差,其中该电枢被连接到该次级阀门构件上并且该第二位置比第一位置更接近于电磁体,其中在该第一位置中该次级阀门被偏置朝向该密封位置,而在该第二位置中该次级阀门被偏置朝向开放位置,其中该电枢与该次级阀门构件之间的连接被配置为能够使该电枢从该第一位置朝向该第二位置移动而没有该次级阀门构件的一种相应运动,但经过该电枢与该次级阀门构件之间的连接施加一个力以便引起该次级阀门构件移动并且以便由此打开该次级阀门,同时该电枢处于沿所述路径在该第一位置与该第二位置之间的一个位置上。

[0031] 与在 GB2,430,246 披露的阀门安排相对比,当力经过该电枢与次级阀门构件之间的连接引起该次级阀门构件移动并且由此打开该次级阀门时,该电枢沿从该第一位置到该第二位置的路径的部分道路并且由此更接近电磁体。当电枢朝电磁体行进时,由电磁体引起的作用在电枢上的吸引力应当增加。因此,在电枢开始移动时,经过电枢与次级阀门构件之间的连接由电枢可以施加到次级阀门构件上的力要大于在如 GB2,430,246 中披露的电枢是处于其距电磁体的最远点的阀门的情况。与如果电枢被固定地连接到次级阀门构件上相比,这可以使初级阀门能够更快速地、更可靠地、在更高的压力下、或者具有较小的功率消耗打开。因此,提供了一种阀门组件,在该阀门组件中,一个相对高的 打开力可以施加在次级阀门构件上而一个相对高的力可以提供用来将初级阀门构件保持在开放位置中。

[0032] 优选地,次级阀门构件是一种面座阀并且该次级阀门构件进一步包括一个次级阀门座,以便与次级阀门构件的可密封的合作。该次级阀门被典型地定向在与初级阀门相同的方向上,这样,在一个流体工作机器中采用该阀门组件以致存在一个流体压力差时,该压力差施加一个力而将初级阀门构件与初级阀门座保持密封接触,一个同样程度的力将次级阀门构件与次级阀门座保持密封接触。本发明在该次级阀门是一个面座阀的情况下具有特殊的益处,因为可以要求一个实质性的力来对抗一个压力差从而打开一个面座次级阀门。优选地,次级阀门座的截面小于初级阀门座的截面的 10%,并且更优选地是小于其截面的 5%,这样由于入口与出口之间的压力差所引起的使次级阀门保持关闭的力实质性地小于保持该初级阀门关闭的对应的力。

[0033] 优选地,该次级阀门延伸经过初级阀门构件以便在次级阀门处于打开时使流体能

够流过该初级阀门构件,以减小初级阀门构件的相反侧之间的压力差。因此,次级阀门座可以与初级阀门构件是一体的。该初级阀门构件与该次级阀门构件可以是同轴的并且优选地在使用中沿同轴路径移动。

[0034] 优选地,该电枢与该次级阀门构件之间的连接包括一个弹性构件(次级弹性构件),该弹性构件是可运行的以便在该电枢沿着从该第一位置朝向该第二位置的路径上行进时存储弹性能量。这提供了一种能够使该电枢从该第一位置移动而没有该次级阀门构件开始移动的机构,并且能够使作用在该次级阀门构件上的力增加直到在使用中它超过了对抗一个压力差来打开该次级阀门构件所要求的力。

[0035] 优选地,当该电枢从该第一位置朝该第二位置移动时,经过该连接施加在该次级阀门构件上的力单调地增大,至少直到该次级阀门构件开始移动。这个电枢可以在一条从第一位置朝第二位置延伸的直线上直接朝向该电磁体移动。

[0036] 该电枢与该次级阀门构件之间的连接可以包括一个限制距离机构(或者由其组成),该限制距离机构是可接合的以限制在该电枢与该次级阀门构件的密封部分之间的最大距离并且以便由此将该电枢的运动与该次级阀门沿在该第一位置与该第二位置之间的路径的一部分的运动连接起来。在这种情况下,该电枢可以从该第一位置朝该第二位置移动而没有该次级阀门构件的运动,然而,该电枢将达到在该第一位置与该第二位置之间的一个位置,在这里该限制距离机构接合并且必须将该电枢的进一步的动作与该次级阀门构件的伴随性运动相连。该电枢与该第二阀门构件之间的连接可以包括所述限制距离机构以及所述次级弹性构件中的任何一个或二者。

[0037] 优选地,该阀门组件包括一个实质上刚性的棒,该刚性棒延伸经过电枢内的一个孔,在使用中该刚性棒在朝向该工作室定位的电枢的一个第一侧上被固定地连接到该次级阀门构件上并且通过该电枢的相反的第二侧上的一个弹性构件连接到该电枢上,这样在使用中当该电枢沿该路径从该第一位置行进时,该电枢围绕实质上刚性的棒延伸并且沿其滑动。优选地,该实质上刚性的棒进一步包括在该电枢的第二侧上的一种结构,该结构在该第一位置与该第二位置之间的所述位置处与该电枢接合,这样使该电枢在该第一位置与该第二位置之间的所述位置处将该次级阀门拖曳打开。在这种情况下,所述结构以及与所述结构接合的电枢的表面可以一起形成该限制距离机构。

[0038] 可以由一个限制距离机构连接该电枢与该初级阀门构件,该限制距离机构是可接合的以限制该电枢与该初级阀门构件之间的最大距离,以便由此将该电枢的运动与该初级阀门构件沿在该第一位置与该第二位置之间的路径的一部分的运动相连接。例如,该电枢可以包括一种初级阀门构件接合结构,以便在该电枢处于该第一位置与该第二位置之间时与该初级阀门接合并且将其打开。

[0039] 该电枢可以是可运行的以便在打开该阀门的操作过程中当该电枢从该第一位置移动到该第二位置时首先与该次级阀门接合并且然后与该初级阀门构件接合,以便在该初级阀门构件开始移动之前拖动该次级阀门打开并且然后使该初级阀门构件从该初级阀门座上离开。

[0040] 典型地,至少一个弹性构件(包括所述次级弹性构件)一起在该电枢上施加一个偏置力以使该电枢偏置朝向该第一位置。同样优选地,当电枢从该第一位置朝该第二位置移动时所述偏置力增加,其中由于在该电磁体与该电枢之间的距离减少,至少在该电枢是位

于该第一位置与该次级阀门构件开始移动的位置之间的地方,偏置力随着距离的增加是小于在使用中由电磁体在电枢上可施加的力的增加。

[0041] 该阀门组件可以包括一个初级弹性构件,该初级弹性构件将初级阀门构件偏置朝向与初级阀门座密封接触。优选地,初级弹性构件将电枢偏置朝向该第一位置并且当该电枢处于该第一位置时该电枢与该初级阀门构件接合,从而在该第一位置中,该初级弹性构件将该电枢偏置与该初级阀门构件发生接触并且由此偏置该初级阀门构件与该初级阀门座发生密封接触。

[0042] 有利的是,在阀门组件中,一个弹性构件(例如,所述初级弹性构件)直接作用于电枢上(例如,参见阀门本体上以及电枢上的)以推动电枢与初级阀门构件相接合并且推动初级阀门构件朝向与初级阀门座密封接触,因为当电枢不再被电磁体保持在第二位置中时它们就立即开始关闭。因此,可以将它们快速关闭。因为在打开过程中直接作用在电枢上的弹性构件中所存储的能量被用在关闭过程中,所以它们还可以是在能量上有效率的。

[0043] 在此,阀门组件包括一个次级弹性构件,它于电枢以及次级阀门构件参比(例如,参比一个实质上刚性的棒,该棒与次级阀门构件是一体的或者被附接到其上并且它延伸经过电枢中的一个孔),并且一个初级弹性构件与阀体并且与电枢参比,该初级和次级弹性构件可以是同心的弹簧,其中该初级弹性构件围绕次级弹性构件延伸。这种安排协助提供一种紧凑的阀门组件并且能够使阀门的轴向延伸程度最小化。

[0044] 优选地,次级阀门例如被一个弹性构件偏置进入关闭的位置。因此,当该次级阀门是一个面座阀时,该次级阀门构件可以例如被一个弹性构件偏置而与次级阀门座发生密封接触。

[0045] 优选地提供一个弹性构件,该弹性构件将初级阀门构件偏置从该初级阀门座上间隔开。所述弹性构件可以例如是由该阀门组件的电枢或本体所参比的。优选地,所述弹性构件被安排为使得一旦次级阀门打开,由所述弹性构件施加的力增加。然而,当该电枢处于该第一位置时,所述弹性构件应该施加比该初级弹性构件更小的偏置力,这样当该电枢处于该第一位置时,该初级阀门构件上的净偏置力将该初级阀门构件偏置而与该初级阀门座发生密封接触。

[0046] 可以提供一个第三级弹性构件,该第三级弹性构件具有一个被固定到次级阀门构件上的第一端以及一个被固定到初级阀门构件上的第二端。因此,该第三级弹性构件可以起的作用是既将次级阀门偏置进入关闭的位置并且还将初级阀门构件偏置从该初级阀门座上间隔开。当该电枢处于该第一位置时,该 第三级弹性构件施加的偏置力应该小于该初级弹性构件施加的偏置力,这样当电枢处于该第一位置、并且该次级阀门被关闭时,该初级阀门构件上的净偏置力将该初级阀门构件偏置而与该初级阀门座发生密封接触。当该次级阀门首先打开时第三级弹性构件典型地被压缩、或者进一步被压缩,并且因此提供一个额外的力将该初级阀门构件偏置从该初级阀门座上间隔开。

[0047] 优选地,与该次级阀门构件参比的一个弹性构件(例如,所述第三级弹性构件)可以位于该初级阀门构件内的一个凹陷中,例如,在一个孔之内,该孔定义了经过该次级阀门的所述路径的一部分。因此,所述弹性构件可以保护初级阀门构件免受高的流体流动。当电枢与初级阀门构件接触时,该弹性构件可以被完全定位在初级阀门构件中的一个凹陷之内。优选地,至少当次级阀门处于开放位置时,所述弹性构件是可运行的以便推动初级阀门

构件从初级阀门座上下来。

[0048] 电枢可以通过电枢与次级阀门构件之间的连接(例如,通过次级弹性构件以及第三级弹性构件)而连接到初级阀门上。

[0049] 可能的情况是,初级阀门被主导地或者单独地被在初级阀门构件与次级阀门构件之间所参比的一个弹性构件偏置打开。取而代之,如果初级阀门被一个在阀体与初级阀门构件之间所参比的弹性构件偏置打开,这将提供一个用来在阀门的关闭、放慢关闭过程中所要求克服的力,并且增加了任何进行关闭的弹性构件所要求的力并且由此增加了在打开时压缩所述进行关闭的弹性构件而消耗的能量。

[0050] 优选地,该电枢在该电枢与该次级阀门构件之间的连接上的定位是可运行的以便使该次级阀门构件移动大于从该第一位置到该第二位置的距离的 50%,或者更优选地大于 75%。

[0051] 优选地,一旦该次级阀门构件开始移动,与该电枢沿着从该第一位置到该第二位置的路径的剩余行程相比,该次级阀门构件移动的距离更大。

[0052] 典型地,当该电枢处于该第二位置时,特别是在该初级阀门打开时,该次级阀门是被关闭的或者是可以关闭的。该次级阀门应该典型地打开,以便能够使该初级阀门打开,尽管可能不是必须在一旦该初级阀门已经打开时使该次级阀门保持打开。

[0053] 优选地,由于要求移位液压流体,该阀门组件的内部被配置为减少该电 枢从该第一位置移动的限制。优选地,该电枢的移动不是显著地受经过一个节流阀(例如,一个孔的大小被确定为在使用中引起一个跨越该电枢的明显压力差)的液压流体流动的限制。这减少了限制电枢移动的力,从而使阀门的打开和 / 或关闭放慢。

[0054] 当次级阀门从密封位置移动而进入开放位置时,该次级阀门构件典型地移动进入一个次级阀门构件接收体积之中。该次级阀门构件接收体积在使用中典型地充满液压流体,该液压流体通过该次级阀门构件的运动而被移位。与这些压力平衡阀门相对比,该电枢从该第一位置的移动典型地对于该次级阀门构件接收体积中的液压流体的压力不具有任何作用或者使其增加。这是有利的,因为依赖该电枢的运动来降低该次级阀门构件接收体积内的压力可以使该阀门的打开放慢并且尤其使其关闭放慢。优选地,液压流体进入和离开次级阀门构件接收体积的流动是不被节流的。因此,该阀门可以快速地关闭而没有将液压流体进入该次级阀门构件接收体积中的流动减慢的节流性流动。

[0055] 本发明在一个第二方面延伸到一个流体工作机器,该流体工作机器包括一个周期性变化容积的工作室、一个高压歧管以及一个低压歧管、以及根据本发明的第一方面的一个阀门组件,该阀门组件调节流体从高压歧管或低压歧管到工作室的供应。

[0056] 当次级阀门打开时,流体可以从对应的歧管经过次级阀门而流到工作室。因为工作室是一个关闭的室(虽然是周期性变化容积的室),该工作室内的压力可以与对应的歧管内的压力相平衡,以减少跨越该初级阀门构件的压力差并且能够将该初级阀门打开。优选地,跨越初级阀门构件的压力差是主要通过工作室内的压力来减小的,该工作室内的压力在次级阀门构件被移动到开放位置之后、在初级阀门构件从初级阀门座上离开之前,由于流体流过该次级阀门而朝着与对应的歧管内的压力平衡而改变。优选地,跨越该主阀门构件的压力差不是主要通过在阀门组件内提供一个与初级阀门构件相连通的室来减少的,该室内的压力被减少为低于对应的歧管内的压力以便能够使该初级阀门构件打开。

[0057] 该流体工作机器可以进一步包括一个控制器,该控制器是可运行的以便按照同工作室容积的多个周期定相的关系来主动地控制所述阀门组件、以及可任选的一个或多个其他阀门,以便在逐周期的基础上确定通过这个或每个工作室进行的流体的净位移量,由此确定该工作机器或一组或多组所述工作室进行的流体的平均时间净位移量。

[0058] 优选地,该高压歧管与该低压歧管之间的压力差以及经过该阀门组件的流体的通过量是这样的,即:假如该初级阀门组件不包括一个铁磁性构件,那么因为在至少某些运行条件下,该初级阀门将由于伯努利效应和/或由于流过该初级阀头的流体所引起的表面摩擦而过快地关闭从而该流体工作机器将不能正确地起作用。

[0059] 该流体工作马达可以仅作为一台电动机、或者仅作为一个泵来起作用。可替代地,该流体工作机器可以在多种替代运行模式中作为一个马达或一个泵来起作用。

附图说明

[0060] 现在将参照以下附图展示本发明的一个示例性实施方案,在附图中:

[0061] 图 1A 是阀门被关闭时并且在电流通过该电磁体之前经过一个对称的阀门组件的部分截面;

[0062] 图 1B 是响应于电流通过该电磁体所产生的磁场在电枢已经从该第一位置朝第二位置移动之后经过图 1A 的阀门组件的部分截面;

[0063] 图 1C 是在次级阀门构件已经从其阀门座中移动从而打开该次级阀门之后经过图 1A 的阀门组件的部分截面;

[0064] 图 1D 是在初级阀门构件已经从初级阀门座中移动从而打开该初级阀门并且电枢已经达到该第二位置之后经过图 1A 的阀门组件的部分截面;

[0065] 图 2 是该电枢的作用在图 1A 的阀门组件内的刚性棒以及次级阀门构件上(在一个向内的方向上作用的多个力具有正值)的多种力的位置变化的一个简图;并且

[0066] 图 3 是结合了图 1A 的阀门组件的一个流体工作机器的示意图。

示例性实施方案的详细说明

[0068] 参见图 1A 至图 1D,根据本发明的一个阀门组件 1 具有一个由磁性可穿透的材料制成的环状阀门壳体 2,该阀门壳体包括一个同样由磁性可穿透的材料制成的本体部分 4。一个高磁阻材料的环 30 将该阀门壳体与该本体部分分离。一个电磁体 6 是在该阀门壳体内围绕该本体部分形成的。一个环状提升罩 8 从该阀门壳体延伸并且包括一个初级提升阀头 10,该阀头是作为初级阀门构件起作用的。环状提升罩是由一种磁性可穿透的材料制成并且初级提升阀头是由一种铁磁性材料(如钢)制成,并且因此作为铁磁性构件而起作用。一个阀门座 12 (作为该初级阀门座起作用)是由一个围绕该提升罩的内部延伸的斜切的过渡部分形成的。在关闭的位置中,该初级提升阀头与初级阀门座相配合以形成一种密封。该电枢以及初级提升阀被配置为使得电枢的外表面 62 可以接触该初级提升阀头的内表面 64 以便例如在阀门关闭时在电流通过该电磁体之前在这两个部分之间施加一个力。

[0069] 该初级提升阀头包括一个位于该初级提升阀头的中心轴线上的孔 14。该孔在该初级提升阀头的本体内延伸至位于一个阀头室 18 内的一个另外的斜切的过渡部分 16 上,该过渡部分还作为一个阀门座(次级阀门座)而起作用,当该阀门组件被完全关闭时,一个次级阀门构件 70 被偏置到该过渡部分上以形成一种密封。该孔通过该阀头室、以及流体通道

24 中的一个或多个而与该环状提升罩内的一个内部室 22 相连通。这些流体通道具有足够的截面积以避免相当大地限制流体的流动。因此,当次级阀门构件不是与次级阀门座处于密封接触时,提供一个用于流体在该阀门的出口 26 与内部室 22 之间流动的路径。然而,这个路径在该次级阀门构件与次级阀门座处于密封接触时被封锁。

[0070] 该内部室与径向通道 28 中的一个或多个处于流体连通,这些径向通道延伸经过该提升罩并且作为该阀门组件的多个入口起作用。这些径向通道在一个位置处延伸进入该内部室,这个位置是在该初级提升阀打开时该初级提升阀头的周边的位置以及该初级提升阀头与该初级提升阀门座处于密封接触时该初级提升阀头的周边的位置的中间。因此,当初级提升阀打开时(不考虑该次级阀门是否打开)提供了一个用于流体直接从这些入口流入该出口的路径。然而,当初级提升阀关闭时,围绕该初级提升阀头的周边没有提供流体直接从这些入口流至该出口的任何路径。

[0071] 一个磁路是部分地由高磁阻材料的一个环 30 形成的,该环围绕该本体部分的周边定位。该磁路还包括一个通量桥 32,该通量桥从该阀门壳体径向地向内延伸并且接触一个电枢 34,该电枢从图 1A 中所展示的一个第一位置可滑动到图 1B 中所展示的一个第二位置。该电枢具有一个外周凸缘 36,该外周凸 缘比电枢的中心部分厚,并且该外周凸缘与该通量桥处于滑动接触并且被配置为以便保持与通量桥的接触(或者可替代地,保持非常接近),同时电枢处于第一位置与第二位置之间的任何位置上。该通量桥包括一个或多个通孔 38,流体可以流经这些通孔以便能够使电枢在该第一位置与第二位置之间移动。该环状阀门壳体、本体部分以及通量桥一起形成了一个第一磁路部分。一个第二磁路部分是由该环状阀门壳体、本体部分以及环状提升罩形成,该环状提升罩同样是由一种磁性可穿透的材料(如钢)制成,并且与通量桥接触。

[0072] 该电枢具有在其中穿过的一个中心孔 40。一个刚性棒 42 延伸经过该电枢的中心孔、以及该初级提升阀头内的室。该刚性棒具有一个形成次级阀门构件 70 的第一端、以及在该阀体部分之内位于一个凹陷 46 内的一个相反的第二端 44。

[0073] 该阀门组件包括三个弹簧。主弹簧 48 (作为初级弹性构件起作用)围绕该刚性棒从该本体部分的凹陷内的一个过渡部分 50 延伸至该电枢的一个内表面 52 并且在整个操作中是处于压缩的。一个加压弹簧 54 (作为次级弹性构件起作用)围绕该刚性棒从电枢的内表面延伸并且位于该刚性棒的第二端的一个外周凸缘 56 上。该外周凸缘还具有一个外表面 66,电枢的内表面可以反作用在该外表面上,这样电枢的内表面以及外周凸缘的外表面由此形成了一个限制距离的机构。一个导向弹簧 58 (作为第三级弹性构件起作用)在一个朝向该刚性棒的第一端定位的径向外向延伸的外周凸缘 60 与围绕该初级提升阀头之内的室的内部径向地向内延伸的凸缘之间延伸。当该阀门组件处于图 1A 所展示的完全关闭的状态时该导向弹簧是相对松驰的,但当次级阀门已经打开而初级阀门未被打开(图 1C 所展示的)时该导向弹簧处于压缩中。

[0074] 该初级阀门构件、该次级阀门构件、该刚性棒、以及该主要的、负载以及导向弹簧中的每一个都是同轴的。该主弹簧与该加压弹簧是同心的并且围绕其延伸。

[0075] 在一个实例应用中,该阀门组件位于一个流体工作机器之内,其中该入口连接到一个高压歧管上、并且该出口被附接到一个周期可变容积的工作室上。该电磁体被连接到一个电流源上,该电流源在一个控制器的控制之下是可切换的以便能够在需要时对该电磁

体提供电流。

[0076] 当没有对该电磁体提供电流时,阀门采用了图 1A 所展示的一个关闭的位置。该主弹簧在一个向外的方向上提供一个偏置力并且这样该电枢在一个向外的方向上被偏置,通过跨越外表面 62 以及内表面 64 的接触从而将该初级提升阀头按压下与该初级阀门座发生密封接触。该加压弹簧被放松并且在刚性棒上在向内的方向上(即,朝向图 1A 的顶部)仅施加一个小的力。该导向弹簧在刚性棒上在向外的方向上施加一个相反的并且典型更高的力。例如,该加压弹簧可以具有一个 10N 的预载荷并且导向弹簧可以具有一个 15N 的预载荷。这样,由于该加压弹簧以及导向弹簧内的预载荷的结果,该刚性棒上的净力将该刚性棒偏置,并且由此该次级阀门构件向外而与该次级阀门座发生密封接触。初级阀门和次级阀门是通过阀门组件的内室与该出口之间的压力差而同样被保持在关闭的位置中的。因此,在图 1A 所展示的关闭的位置中,该阀门组件被关闭并且不存在流体从高压阀经过入口流到该出口并且进入工作室的任何路径。

[0077] 当对该电磁体提供电流时,形成一个磁路,从而引导磁通量穿过电枢。电磁体在电枢上施加一个吸引力并且经过该电磁体的电流被选择为使作用在电枢上的力是足够用来将电枢从该第一位置移动到该第二位置。在一个典型的应用中,如果电枢被固定地连接到该次级阀门构件上,则该吸引力将不足以用来移动电枢。然而,根据本发明,这种弹性连接允许电枢移动而最初没有该次级阀门构件的移动。因此,有可能通过使用一个比先前需要的情况更小的初始吸引力来避免不必要的功率消耗。当电枢从第一位置移动到第二位置时,电枢与本体部分之间的空隙减小而电枢上的力增加。

[0078] 图 2 是电枢沿一条路径从一个第一位置 100 行进至一个第二位置 102 时关于力的变化的一个图表,该第二位置比第一位置更接近于电磁体。该路径直接从第一位置延伸至第二位置、直着朝向环状的电磁体的中心轴线。由于该初级阀门以及该次级阀门通过这些偏置力以及压力差而保持关闭、保持在位,所以来自导向弹簧 104 的力(它在向内的方向上作用在初级提升阀头上并且在向外的方向上(在图示中是负的)作用在该刚性棒上以及一体的次级阀门构件上)在电枢开始移动时是恒定的。由于加压弹簧变短,来自加压弹簧 106 的力(它在向外的方向上作用在电枢上并且在向内的方向上(在图示中是正的)作用在该刚性棒上并且因此作用在次级阀门构件上)在电枢开始移动时单调地增加,而没有刚性棒的运动。当电枢从第一位置移动到第二位置时,来自主弹簧 108 的力(它在向外的方向上作用在电枢上)同样单调地增加。其结果是在阀门组件的入口与出口之间的压力差保持恒定同时次级阀门保持关闭并且一个恒定的力 110 在向外的方向上作用在次级阀门构件上(并且由此作用在刚性棒上,在图示中是负的)。

[0079] 次级阀门上的总的合力被示作线 112 并且可见在第一位置 100 处该总的合力起初明显地大于可以由电磁体在相反的方向(向内,打开)上施加的总力 114。然而,总力 114 比电枢上来自加压弹簧 54 的打开力 106 以及来自导向弹簧 58 的导向力 104 的净力大,从而允许电枢移动离开第一位置 100。当该电枢从该第一位置朝向该开放位置移动时,该电枢上由加压弹簧施加的打开力线性地增加而电磁体施加在该电枢上的总力随多个二阶分量而增加并且当该电枢达到第一与第二位置之间的一个开放位置 101 时超过用来打开该次级阀门构件所需的合力。该开放位置的定位将根据入口与出口之间的压力差而改变。图 1B 展示了电枢达到开放位置时该阀门组件的配置。

[0080] 在图 2 的实例中,在刚性棒上来自加压弹簧和导向弹簧组合所产生的净力本身不足以对抗由跨越初级阀门构件的压力差所导致的这些流体力 110 来移动该刚性棒。有可能的是在低的压力差时,净力将是足够高的并且刚性棒将向内移动,从而使该次级阀门构件移动而脱离与次级阀门座的密封接触,并且如图 1C 所展示的将次级阀门打开。然而,在具有充分高的压力差的应用中,电枢的内表面 52 在打开点 101 处接触外周凸缘 26 的外表面 66。因此,电枢与次级阀门构件之间的最大距离受到限制并且由电枢施加到刚性棒上的打开力 106 存在一个突然的增加 116。作用于刚性棒上的这些力现在足以使刚性棒向内移动,从而移动该次级阀门构件脱离与该次级阀门座的密封接触,并且如图 1C 所展示的将次级阀门打开。可见,由加压弹簧结合了电枢以及外周凸缘的对应的内表面以及外表面的接触所施加的力远大于电枢在开放位置 101 中将能够提供的力。然而,因为在图 2 所展示的实例中该电枢已经几乎移动到该关闭位置,所以可以获得一个比在其他情况下高得多的打开力。

[0081] 一旦该次级阀门打开,它提供一个相对小的截面路径用于流体从阀门组件的内部室经过次级阀门座以及初级提升阀头内的中心孔而流到出口。该出口被连接到一个工作室上,该工作室实际上是一个关闭的容积,这是因为打开过程发生如此快以致工作室容积的任何改变都是可忽略的。因此,当高压流体经过该次级阀门而提供给工作室时,由于出口处压力增加所以该入口处以及该出口处的压力开始平衡。当压力差下降时,用来移动该刚性棒所要求的总的力开始下降 118。当刚性棒开始相对于初级提升阀头移动时,加压弹簧内的力开始下降 116,并且当刚性棒相对于初级提升阀头移动时,导向弹簧内的力开始增加 120,由此减少了导向弹簧的长度。该刚性棒将稳定在来自导向弹簧的力与来自加压弹簧的力相等的一个位置中。

[0082] 一旦该次级阀门打开,在初级提升阀构件两侧上的压力差快速下降,并且由于通过该刚性棒以及导向弹簧所传输的这些力,而可以将初级阀门构件轻易地从初级阀门座上移下并且被移位到图 1D 所展示的位置上。流体可以因此从入口自由地流到出口。当阀门组件处于开放位置时,该次级阀门将典型地保持打开,虽然这并非必不可少的。当由导向弹簧施加的净力现在超过由加压弹簧施加的净力时,只要电枢被保持在第二位置中,则初级阀门将被偏置打开,由此去除了否则将起作用而将初级阀门关闭的主弹簧的力。由于主弹簧的作用,主阀门将再次关闭,并且当流经电磁体的电流被断开时,由于导向弹簧的预载荷力比加压弹簧上的高,所以次级阀门将再次关闭当主弹簧直接作用于直接抵靠在主阀门构件上的电枢上时,一旦流经电磁体的电流被断开,则初级提升阀头开始朝初级阀门座快速移动。因为它是与伴随移动的次级阀门进行参比的,打开该初级阀门的导向弹簧在关闭过程中没有相当大的压缩,从而确保主弹簧的全部的力都是可供用来使关闭加速。

[0083] 在所展示的阀门安排中,在此形成了一个磁路,该磁路包括一个第一磁路部分以及一个第二磁路部分,该第一磁路部分延伸经过通量桥以及电枢,该第二磁路部分延伸经过提升罩以及初级提升阀头。该第一磁路部分与第二磁路部分是并联的。

[0084] 当该阀门组件处于图 1A 所展示的位置并且首先对电磁体提供电流时,磁通量主要是经过环状阀门壳体、通量桥以及电枢、并且在电枢与本体部分之间的空间的两侧上传导的。当第一磁路部分的磁阻实质性地低于第二磁路部分的磁阻时,经过该提升罩以及该初级提升阀头的通量密度是相对较低的。

[0085] 电枢被吸引到本体部分上并且开始朝本体部分移动。围绕该电枢的外周凸缘被安排为使得不仅在电枢是处于第一位置时而且通过电枢的第一部分的运动使通量桥在通量桥的整个截面面积上几乎接触该电枢。电枢移动离开了在最初不可能移动的初级提升阀头，并且第二磁路部分的磁阻仍进一步增加。

[0086] 一旦电枢达到第二位置，在次级阀门已经打开之后，电枢接触该本体部分并且在该本体部分上保持在位同时一个电流继续流经该电磁体。然而，外周凸缘被安排在第二位置中，该外周凸缘与通量桥之间的重叠明显小于该通量桥的整个截面面积。这增加了通量桥与电枢之间的接合处的磁阻。

[0087] 在一个短的时间之后，次级阀门构件与电枢接触，该电枢自身与本体部分保持接触。虽然经过该电磁体继续供给电流，但一个磁路是通过该电磁体、提升罩、初级提升阀头以及电枢来完成的。因此，在该开放位置中，初级提升阀头被磁性地吸引到电枢上，并且经受一个力，这个力对抗作用在初级提升阀头上的伯努利力(Bernoulli forces)，这些伯努利力是因流体从该入口、经过初级提升阀头的外周至该出口并且然后到下降一个压力梯度的工作室上的快速流动所引起的。因此，该初级提升阀头分是借助该磁路而保持开放。

[0088] 这种机构是由通量桥与电枢之间的结合处的增加的磁阻来协助的，这种结合处引导磁通量通过该提升罩以及该初级提升阀头(作为第二磁路部分起作用)。纵使经过该通量桥以及电枢至该本体部分的路径的总的磁阻在电枢处于第二位置时低于处于第一位置时，但因为电枢与该本体部分处于直接接触，当电枢处于该第二位置并且该初级阀门提升阀头被保持打开时经过通量桥以及电枢至该本体部分的路径的磁阻高于经过该初级阀门提升阀头的路径的磁阻。因此，被指引通过该初级阀门提升阀头的磁通量的比例将比在其他情况下更高，从而使可供使用的保持力增加。

[0089] 一旦到该电磁体的电流被切断，则磁场衰退并且该初级提升阀头在向外的方向上移动以便与该初级阀门座密封地接触。

[0090] 在多个替代的实施方案中，该初级阀门提升阀头在开放位置可以直接地接触该本体部分。该初级阀门提升阀头或本体部分可以包括一个用来协助这种直接接触的凸起。

[0091] 在多个替代实施方案中，对应的磁路可以用来使多个阀门组件的该阀门构件保持打开，这些阀门组件不包括次级阀门。

[0092] 尽管在本示例性实施方案中初级阀门提升阀头是完全由铁磁性材料制成，但本领域普通技术人员应当认识到该初级阀门构件可以同时包括一个铁磁性区域以及一个非铁磁性区域。

[0093] 在此披露的阀门安排具有优于 GB2,430,246 的阀门安排的显著优点。电 枢能够在次级阀门打开之前移动接近该电磁体以便能够在该次级阀门上提供最大的打开力，但次级阀门能够具有与一旦它开始移动之前的相同的行程，并且因此在工作室内的压力平衡时经受一个流体压力的减小的力，该次级阀门是通过被压缩的次级弹簧的作用而完全打开。同样，该电磁体能够对初级阀门施加吸引的磁力以使它保持打开，直接应用它而不是仅通过一个被延伸的弹簧的动作并且因此仅能够提供一个弱的保持力。这些优点意味着可以提供一个消耗较小功率的阀门并且该阀门可以对抗更大的压力差而打开。

[0094] 图3是总体上表示为 200、结合了作为一个高压阀的所展示的阀门组件 202 的一个流体工作机器的示意图，该阀门组件调节在一个高压歧管 204 与一个工作室 206 之间的液

压流体的流动。这个工作室是由一个汽缸 208 的内部以及一个活塞 210 限定的,该活塞被一个合适的机械连杆 214 机械地连接到一个转动的曲轴 212 上,并且该活塞在汽缸内往复运以周期性地改变该工作室的容积。一个低压阀门 216 调节在一个低压歧管 218 与工作室之间的液压流体的流动。本实例的流体工作机器包括多个工作室,这些工作室被机械地与同一个曲轴的旋转相关联,并且具有多个适当的相位差。一个轴位置和速度传感器 220 确定该轴的瞬时角位置和旋转速度,并且将轴位置和速度信号传送到一个控制器 222 上,这能够使一个控制器确定每个单独的工作室的这些周期的瞬时相位。该控制器典型地是在使用中执行一个存储程序的一个微处理器或微控制器。该低压阀门是电子方式可致动的,并且该高压以及低压阀门的打开和 / 或关闭是在该控制器的有效控制之下的。

[0095] 本实例的流体工作机器是在多种可替代的运行模式中或者作为一个泵或者一个马达可运行的起作用的。当作为泵运行时,低压流体是从低压歧管中接收的并且经过高压阀输出到高压歧管。轴动力因此被转换成流体动力。当作为泵运行时,高压流体是从该高压歧管接收的,并且经过该低压阀输出到该低压歧管。流体动力因此被转换成轴动力。

[0096] 控制器调节该低压阀门以及高压阀门的打开和 / 或关闭是根据逐个周期按照工作室容积的多个周期的定相关系来确定通过每个工作室的流体的位移以便确定通过该机器的流体的净通过量。因此,该流体工作机器是根据在 EP0361927、EP0494236、以及 EP1537333 中披露的这些原理来运行的,这些专利的内容通过该引用结合在此。

[0097] 本发明的阀门组件结合这种类型的流体工作机器而具有特别的益处,因为该流体工作机器可以抵抗一个压力差快速地(在几毫秒之内)打开而没有过多的能量消耗。此外,当阀门组件可以通过该磁路安排而保持打开时,一个实质性容积的流体可以在一个短的时间上流经该阀门组件而没有拖曳关闭该阀门组件。这种阀门组件可以或者作为一个低压阀门或者一个高压阀门是有用的。

[0098] 在此披露的本发明的范围之中可以做出另外的修改和变体。

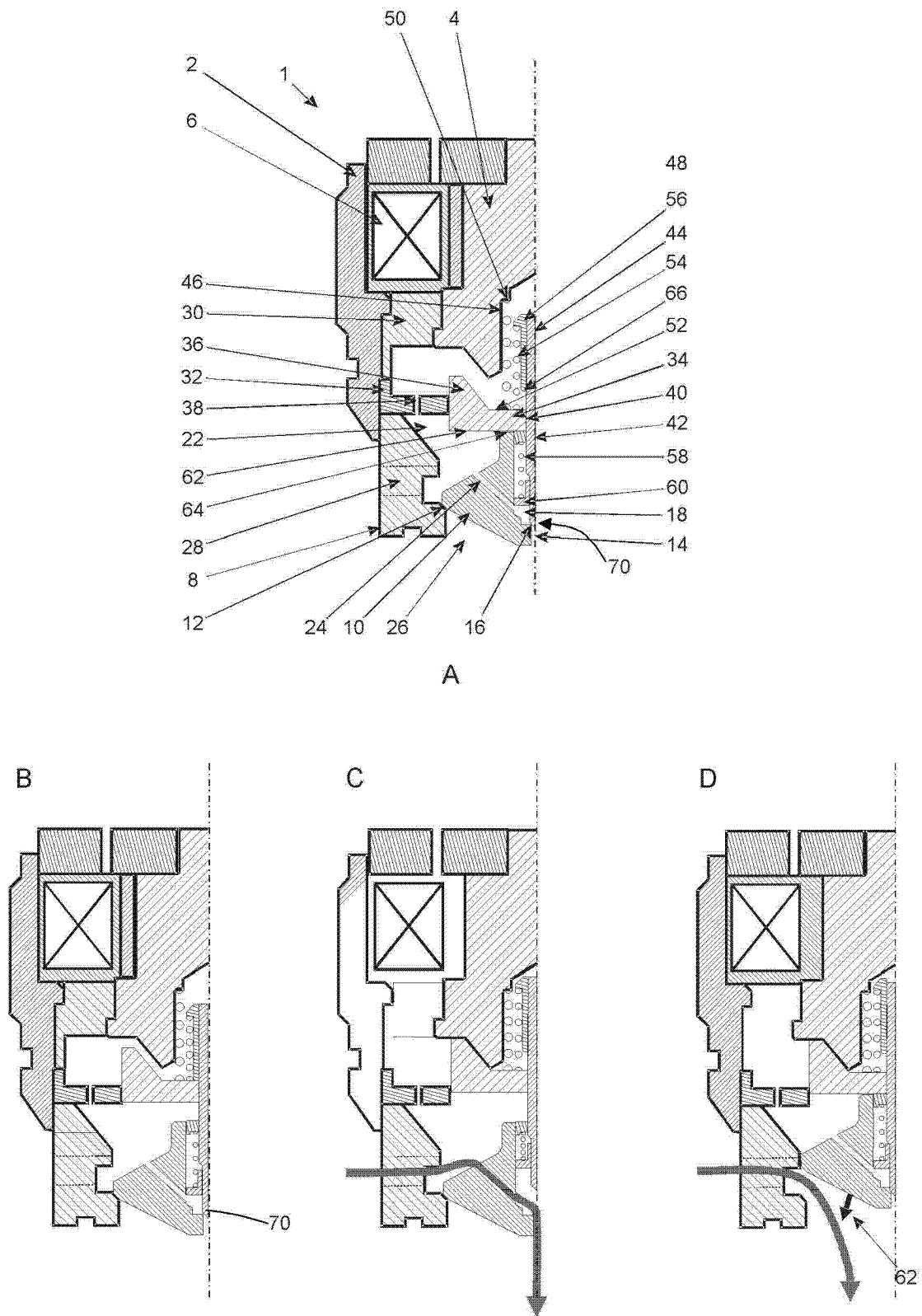


图 1

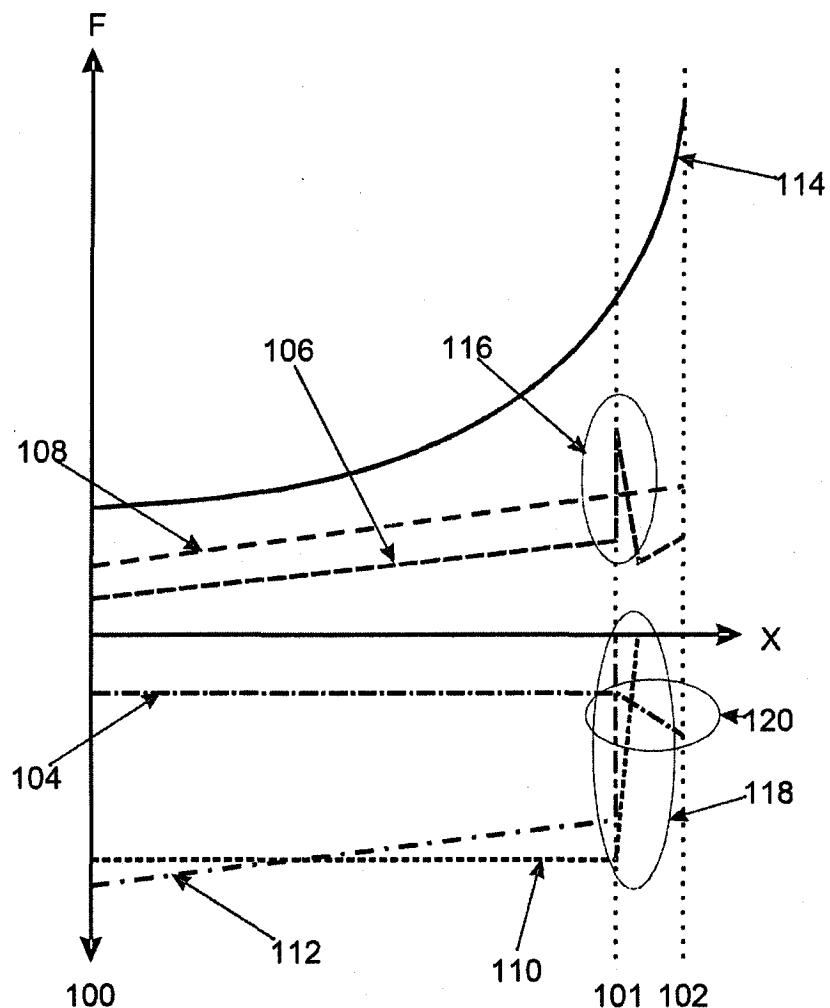


图 2

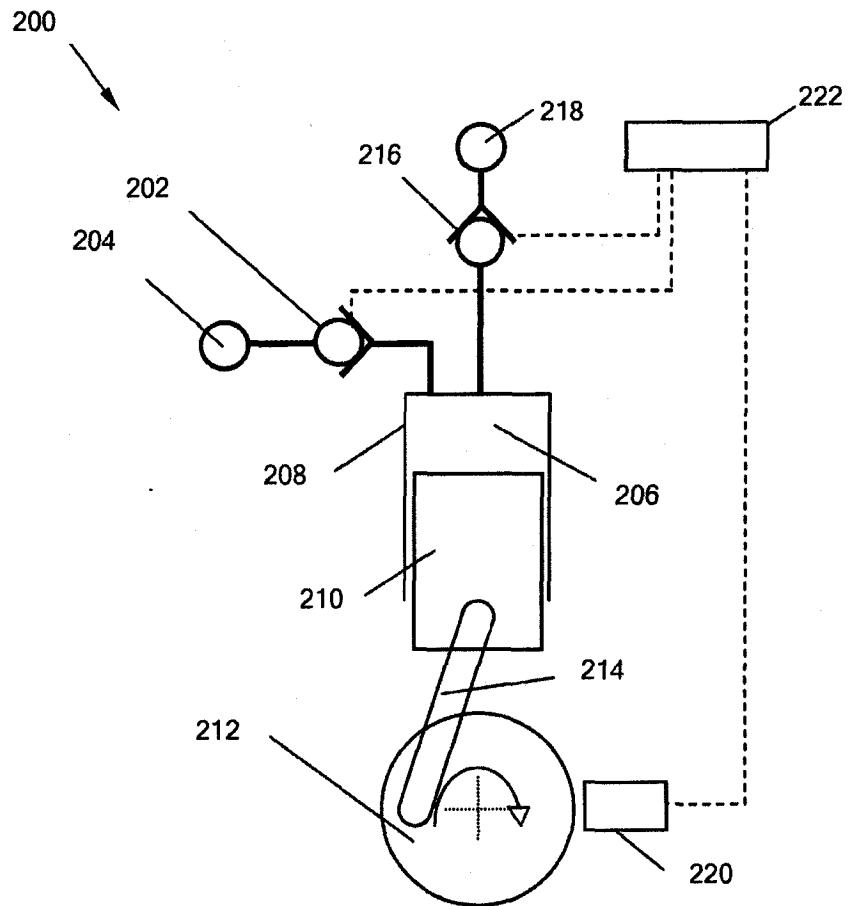


图 3