



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111828303 B

(45) 授权公告日 2022.08.12

(21) 申请号 202010312987.6

(22) 申请日 2020.04.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111828303 A

(43) 申请公布日 2020.10.27

(30) 优先权数据
62/836,551 2019.04.19 US

(73) 专利权人 白骑士液体处理公司
地址 美国犹他州

(72) 发明人 戴维·M·西蒙斯 杰弗里·怀特
汤姆·M·西蒙斯

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021
专利代理师 陈明

(51) Int.Cl.

F04B 53/10 (2006.01)

(56) 对比文件

US 9989164 B1, 2018.06.05
CN 103620217 A, 2014.03.05

审查员 陈朝波

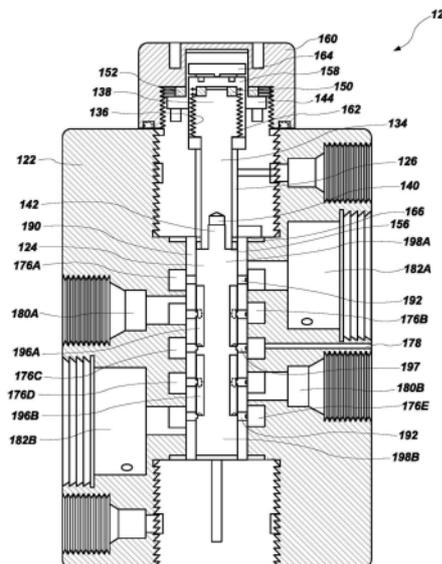
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

包括磁体的往复式流体泵以及相关的组件、系统和方法

(57) 摘要

往复式流体泵可以包括泵体、位于所述泵体内的一个或多个对象流体腔室、位于所述泵体内的一个或多个驱动流体腔室、以及用于在两个或多个管道之间切换被增压的驱动流体流的梭阀。所述梭阀包括阀体和阀芯，所述阀芯被设置在所述阀体内并被配置成在所述阀体内的第一位置与第二位置之间移动。所述梭阀还包括由所述阀芯承载的一个或多个磁体。所述磁体被设置并配置成响应于磁场向所述阀芯施加力，使得所述阀芯通过磁力偏置远离所述第一位置与所述第二位置之间的中间位置。



1. 一种往复式流体泵,包括:
泵体;
位于所述泵体内的至少一个对象流体腔室;
位于所述泵体内的至少一个驱动流体腔室;和
梭阀,所述梭阀用于在至少两个管道之间切换被增压的驱动流体流,所述至少两个管道中的至少一个管道通向所述至少一个驱动流体腔室,所述梭阀包括:
阀体;
阀芯,所述阀芯被设置在所述阀体内并被配置成在所述阀体内的第一位置与第二位置之间移动;和
由所述阀芯承载的至少一个磁体以及所述阀体上的至少一个额外的磁体,所述至少一个磁体被设置并配置成响应于磁场而向所述阀芯施加力,
其中所述至少一个磁体被设置并配置成使得当所述至少一个磁体与所述至少一个额外的磁体在沿着所述阀芯的纵向轴线的一位置处对准并且在所述至少一个磁体与所述至少一个额外的磁体之间存在为零的净力时,非零量的空气压力被施加至所述阀芯,并且
其中所述至少一个磁体被设置并配置成当没有空气压力被施加至所述阀芯时,响应于所述磁场而向所述阀芯施加非零力。
2. 根据权利要求1所述的往复式流体泵,其中所述梭阀包括由所述阀芯承载的控制杆,所述至少一个磁体包括至少一个环形磁体,所述至少一个环形磁体被围绕所述控制杆的上表面上的突出部居中。
3. 根据权利要求2所述的往复式流体泵,其中所述梭阀包括与所述控制杆通过螺纹接合的内盖和被附接至所述梭阀的所述阀体的外盖,所述至少一个磁体位于所述内盖与所述控制杆之间。
4. 根据权利要求1所述的往复式流体泵,其中所述至少一个磁体被设置并配置成当所述阀芯在距所述第一位置和所述第二位置大致相等距离的中点处时响应于所述磁场向所述阀芯施加力,使得防止所述阀芯停在所述中点处。
5. 根据权利要求1所述的往复式流体泵,其中所述至少一个额外的磁体被设置并配置成提供作用于所述至少一个磁体的磁场。
6. 根据权利要求4所述的往复式流体泵,其中所述至少一个额外的磁体包括位于所述阀体的支撑结构上的单个环形磁体,当所述至少一个磁体与所述至少一个额外的磁体在沿着所述阀芯的纵向轴线的所述位置处对准时所述阀芯被定位在所述中点下方。
7. 根据权利要求4所述的往复式流体泵,其中当所述至少一个磁体的位置沿着所述阀芯的纵向轴线从所述至少一个额外的磁体的位置纵向地偏移时,所述阀芯被定位在所述中点处。
8. 根据权利要求1所述的往复式流体泵,其中所述至少一个额外的磁体包括两个环形磁体,所述至少一个磁体在沿所述阀芯的纵向轴线的方向上延伸不超过所述两个环形磁体中的任一环形磁体。
9. 根据权利要求1所述的往复式流体泵,其中所述至少一个磁体和所述至少一个额外的磁体中的每个磁体是永磁体。
10. 根据权利要求1所述的往复式流体泵,其中,所述至少一个额外的磁体是电磁装置。

11. 一种往复式流体泵,包括:

梭阀,所述梭阀包括:

阀体;

阀芯,所述阀芯被设置在所述阀体内并被配置成在所述阀体内的第一位置与第二位置之间移动,使得在所述阀芯的中性位置处存在的空气压力的净力为零;和

位于所述阀体的纵向端部附近的定位磁体组件,所述定位磁体组件包括由所述阀芯承载的永磁体和位于所述阀体上的至少一个固定的磁性装置,其中所述永磁体被配置成与所述至少一个固定的磁性装置相互作用以在沿着所述阀体的纵向轴线的方向上施加作用于所述阀芯的磁力,使得所述阀芯在位于所述第一位置与所述第二位置之间的中点时不稳定,

其中所述永磁体被设置并配置成使得当所述永磁体与所述至少一个固定的磁性装置在沿着所述阀芯的纵向轴线的一位置处对准并且在所述永磁体与所述至少一个固定的磁性装置之间不存在磁力时,所述阀芯被定位成远离所述第一位置与所述第二位置之间的所述中性位置,并且

其中所述永磁体被设置并配置成当所述阀芯位于所述中性位置处或附近时向所述阀芯施加非零的磁力,使得防止所述阀芯停在所述中性位置。

12. 根据权利要求11所述的往复式流体泵,其中所述梭阀包括控制杆、所述阀芯的突出部和永磁体,所述控制杆位于所述永磁体与所述阀芯之间,所述阀芯的突出部被固定地接合在位于所述控制杆的下表面上的凹部内,所述永磁体包括中心孔口,所述中心孔口与位于所述控制杆的上表面上的突出部接合。

13. 根据权利要求11所述的往复式流体泵,其中所述梭阀包括被固定至所述阀体的纵向端部的外盖,所述外盖被配置成包围所述定位磁体组件的所述永磁体。

14. 根据权利要求13所述的往复式流体泵,其中所述至少一个固定的磁性装置包括两个环形永磁体,所述环形永磁体由所述外盖保持在所述阀体的纵向端部附近的适当位置。

15. 根据权利要求14所述的往复式流体泵,其中所述永磁体和所述两个环形永磁体中的每个的极性沿着同一方向对准。

16. 根据权利要求14所述的往复式流体泵,其中当所述阀芯位于所述第一位置与所述第二位置之间的所述中性位置时,所述永磁体被偏离所述两个环形永磁体之间中心定位。

17. 根据权利要求11所述的往复式流体泵,其中所述至少一个固定的磁性装置包括两个电磁装置,所述两个电磁装置被彼此分隔开大于所述永磁体的高度的距离,使得在所述阀芯在所述阀体内的移动期间所述永磁体延伸不超过所述两个电磁装置。

18. 一种操作往复式流体泵的梭阀的方法,包括:

提供磁场,所述磁场位于所述梭阀的阀体和阀芯之间,所述阀芯被设置在所述阀体内,所述阀芯被配置成在所述阀体内的第一位置与第二位置之间移动;和

使用被附接至所述阀体的至少一个额外的磁体向由所述阀芯承载的第一磁体施加磁力,使得当没有空气压力被施加至所述阀芯时,非零磁力被施加至所述阀芯,并且当所述第一磁体和所述至少一个额外的磁体在沿着所述阀芯的纵向轴线的一位置处彼此对准且在所述第一磁体与所述至少一个额外的磁体之间没有明显的磁力时,非零量的空气压力被施加至所述阀芯。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中当所述阀芯位于介于所述第一位置与所述第二位置之间的中心位置下方时,所述第一磁体与所述至少一个额外的磁体在沿所述阀芯的纵向轴线的所述位置处彼此对准。

20. 根据权利要求18所述的方法,其中使用所述至少一个额外的磁体向所述第一磁体施加所述磁力包括在所述第一磁体与所述至少一个额外的磁体之间施加排斥力,所述排斥力的量值随着所述第一磁体和所述至少一个额外的磁体彼此接近而增大。

包括磁体的往复式流体泵以及相关的组件、系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年4月19日递交的美国临时专利申请序列号62/836,551的根据35U.S.C. §119(e)的权益,所述专利申请的公开内容的全部内容由此通过引用并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开总体涉及包括往复式柱塞的往复式流体泵。更具体地,本公开的实施例涉及包括磁体的往复式装置(例如,泵、阀等),并涉及相关的组件、系统和方法。

背景技术

[0004] 往复式流体泵被用于许多领域。往复式流体泵通常包括位于泵体中的两个流体腔室。往复式柱塞或轴在泵体内来回驱动。一个或多个柱塞(例如,隔膜或波纹管)可以被连接至所述往复式柱塞或轴。当往复式柱塞沿着一个方向移动时,所述柱塞的移动导致流体被吸入这两个流体腔室中的第一流体腔室中并从第二腔室排出。当往复式柱塞沿着相反的方向移动时,所述柱塞的移动导致流体从第一腔室排出并被吸入第二腔室中。腔室入口和腔室出口可以被设置成与第一流体腔室流体连通,并且另一腔室入口和另一腔室出口可以被设置成与第二流体腔室流体连通。第一流体腔室和第二流体腔室的腔室入口可以与公共的单个泵入口流体连通,并且第一流体腔室和第二流体腔室的腔室出口可以与公共的单个泵出口流体连通,使得流体可以通过泵入口从单个流体源被吸入所述泵中,并且流体可以通过单个泵出口从所述泵排出。止回阀可以被设置在所述流体腔室中的每个流体腔室的腔室入口和出口处,以确保流体只能通过腔室入口流入所述流体腔室中并且流体只能通过腔室出口从所述流体腔室流出。

发明内容

[0005] 各个实施例可以包括一种往复式流体泵,所述往复式流体泵包括泵体、位于所述泵体内的一个或多个对象流体腔室、位于所述泵体内的一个或多个驱动流体腔室、以及用于在两个或多个管道之间切换被增压的驱动流体流的梭阀,所述两个或多个管道中的至少一个管道通向所述至少一个驱动流体腔室。所述阀芯包括阀体和阀芯,所述阀芯被设置在所述阀体内并被配置成在所述阀体内的第一位置与第二位置之间移动。所述梭阀还包括由所述阀芯承载的一个或多个磁体。所述磁体被设置并配置成响应于磁场向所述阀芯施加力,使得所述阀芯通过磁力偏置远离所述第一位置与所述第二位置之间的中间位置。

[0006] 本公开的另一实施例可以是一种包括梭阀的往复式流体泵,所述梭阀包括阀体和阀芯,所述阀芯被设置在所述阀体内并被配置成在所述阀体内在第一位置与第二位置之间移动。所述梭阀还包括位于所述阀体的纵向端部附近的定位磁体组件。所述定位磁体组件可以包括由所述阀芯承载的永磁体和位于所述阀体上的一个或多个固定的磁性装置。所述永磁体被配置成与所述固定的磁性装置相互作用以在沿着所述阀体的纵向轴线的方向

上产生作用于阀芯的力,使得所述阀芯在位于所述第一位置与所述第二位置之间的中点时不稳定。

[0007] 本公开的另一实施例可以是一种操作往复式流体泵的梭阀的方法,所述方法包括:提供磁场,所述磁场位于所述梭阀的阀体和阀芯之间,所述阀芯被设置在所述阀体内并被配置成在所述阀体内的第一位置与第二位置之间移动;和使用所述磁场向所述阀芯施加力,使得所述阀芯通过磁力偏置远离所述第一位置与所述第二位置之间的中间位置。

附图说明

[0008] 虽然说明书以特别指出并明确要求保护被认为是本公开的实施例的权利要求作为结尾,但是当结合随附附图阅读时,根据本公开的示例性实施例的以下描述,可以更容易地确定本公开的实施例的各个特征和优点,在随附附图中:

[0009] 图1是根据本公开的实施例的往复式流体泵的透视图;

[0010] 图2A是包括梭阀芯的梭阀的示意性图示的截面图,所述梭阀芯可以与图1中图示的往复式流体泵结合使用;

[0011] 图2B至图2D是图2A的梭阀的一部分的截面图,图示了被示出为处于梭阀的主体内的多个位置的梭阀芯;

[0012] 图3A是包括梭阀芯的梭阀的另一实施例的示意性图示的截面图;

[0013] 图3B至图3D是图3A的梭阀的一部分的截面图,图示了被示出为处于梭阀的主体内的多个位置的梭阀芯;并且

[0014] 图4是图示出当梭阀芯在相对的位置之间循环时磁力的简化曲线图。

具体实施方式

[0015] 本文中呈现的示图不意指任何特定往复式流体泵或其部件的实际视图,而是仅仅是用于描述本公开的说明性实施例的理想化表现。附图不必按比例描绘。另外,在不同图之间共有的元件可以保持同一附图标记。

[0016] 如本文中使用的,任何关系术语,诸如“第一”、“第二”、“在...上方”、“顶部”、“底部”、“最下面”、“上覆”、“下覆”等,被用于清楚和方便理解本公开和随附附图,并且除非上下文明确指示,否则所述关系术语不包含或依赖于任何特定偏好、方向或顺序。

[0017] 如本文中使用的,与给定的参数有关的术语“基本上”或“大约”意味着并包括本领域技术人员将理解的程度,即给定的参数、属性或条件满足小的变化程度(诸如在可接受的制造公差内)。例如,大致满足的参数可以是至少约90%满足、至少约95%满足、至少约99%满足、或甚至100%满足。

[0018] 如本文中使用的,术语“磁体”意指并包括产生磁场的任何物体或装置。磁体包括永磁体和电磁装置。

[0019] 如本文中使用的,短语“永磁体”意指并包括包含被磁化并产生其自身的永久的磁场的材料的任何物体或装置。

[0020] 如本文中使用的,短语“电磁装置”意指并包括用于通过使电流流动通过导线或其它结构来产生磁场的任何装置。

[0021] 如本文中使用的,术语“磁性材料”意指并包括改变和/或响应于磁性材料附近的

磁场的任何材料。例如，“磁性材料”可以包括铁磁材料、亚铁磁材料、反铁磁和顺磁材料。

[0022] 如本文中使用的，术语“非磁性材料”意指并包括不改变和/或响应于非磁性材料附近的磁场的任何材料。

[0023] 如本文中使用的，术语“附近”和“相邻”在涉及相对于由可移动元件承载的磁体的磁场部位时意指并包括与可移动元件关联的磁体向所述元件赋予可感知的原动力的距离。

[0024] 往复式流体泵可以包括梭阀以便于驱动这样的泵的泵送作用。在操作中，通过向梭阀芯的一个纵向端部表面施加正压力同时向梭阀芯的相反的纵向端部表面提供环境（大气）压力，梭阀芯可以在梭阀主体内来回移动。当梭阀芯移动到两个操作位置中的一个操作位置时，邻近梭阀芯的端部且位于切换梭管道内的任何流体（例如，气体，诸如空气）可以通过梭阀排放管道排放至环境。当梭阀芯无意地停在位于其两个操作位置（位于梭阀主体内的孔的纵向端部）之间的中间位置时梭阀可能易受失速影响，使得驱动流体被阻碍通过梭阀主体从驱动流体管道传递到两个驱动腔室管道中的任一驱动腔室管道，或者使得驱动流体以至少基本相等的方式通过梭阀主体从驱动流体管道流动到两个驱动腔室管道中的每个驱动腔室管道。通过使用一个或更多个磁体以使梭阀芯在位于中间位置（或其它失速位置）时不稳定，可以减少或至少基本消除这种失速的发生。例如，磁体可以被设置、定向并配置成响应于由一个或更多个额外的磁体提供的附近的磁场而偏置梭阀芯远离梭阀主体内的中心位置（例如，中点）。特别地，当两个或更多个磁体对中而导致净力为零时，梭阀芯可以位于中心位置下方，并且当梭阀芯居中时，磁体可以沿着梭阀芯的纵向轴线纵向地偏移以在其之间提供排斥力以阻止（例如，防止）梭阀芯在中心位置处失速。

[0025] 图1图示了本公开的往复式流体泵100的实施例。在一些实施例中，往复式流体泵100被配置成使用被增压的驱动流体（诸如例如，压缩气体（例如，空气））来泵送对象流体，诸如例如液体（例如，水、油、酸等）、气体或粉状物质。因此，在一些实施例中，往复式流体泵100可以包括气动操作的液体泵。

[0026] 往复式流体泵100包括泵体102，所述泵体102可以包括能够被组装在一起以形成泵体102的两个或更多个部件。例如，泵体102可以包括中心体104、第一端部件106和第二端部件108，所述第一端部件106可以在所述中心体104的第一侧被附接至中心体104，所述第二端部件108可以在所述中心体104的相反的第二侧被附接至所述中心体104。往复式流体泵100包括对象流体入口114和对象流体出口116。在往复式流体泵100的操作期间，对象流体可以通过对象流体入口114被吸入往复式流体泵100中并通过对象流体出口116从往复式流体泵100中排出。例如在2014年1月7日授权的美国专利号8,622,720中和在2014年1月28日授权的美国专利号8,636,484中详细描述了与往复式流体泵100的操作结合的这样的梭阀的操作，这两个专利中的每个的公开内容通过这里引用其全部内容并入本文中。

[0027] 图2A图示了可以与图1的往复式流体泵100结合使用的梭阀120。如美国专利号8,622,720中以较详细的细节描述的，泵体102可以包括其中的第一腔室和第二腔室。第一柱塞可以被设置在第一腔室内，并且第二柱塞可以被设置在第二腔室内。所述柱塞中的每个柱塞可以包括例如隔膜和波纹管，使得当往复式流体泵100在其操作期间循环时柱塞可以被纵向地伸长和压缩。例如，第一柱塞可以将第一腔室分隔成位于第一柱塞的第一侧的第一对象流体腔室和位于第一柱塞的相反的第二侧的第一驱动流体腔室。类似地，第二柱塞可以将第二腔室分隔成位于第二柱塞的第一侧的第二对象流体腔室和位于第二柱塞的相

反的第二侧的第二驱动流体腔室。往复式流体泵100可以包括切换机构,所述切换机构用于在第一驱动流体腔室与第二驱动流体腔室之间来回切换被增压的驱动流体流。切换机构可以包括例如一个或更多个切换柱塞和梭阀120。

[0028] 如图2A所示,梭阀120包括梭阀主体122和梭阀芯124,所述梭阀芯124被设置在至少部分地延伸通过梭阀主体122的孔内。控制杆134可以被附接至梭阀芯124的上表面,使得当梭阀芯124在梭阀主体122内的第一位置与第二位置之间(例如,纵向地)移动时控制杆134与梭阀芯124一起移动(例如,被梭阀芯124承载)。控制杆134可以包括其上端部附近的螺纹136和位于螺纹136附近的控制杆134的上表面上的突出部138。控制杆134还包括位于其下端部的凹部140,所述下端部与包括突出部138的上端部相反。梭阀芯124包括位于其上表面的突出部142,所述突出部142被配置成延伸到控制杆134的凹部140中并被固定在控制杆134的凹部140内,如图2A所示。突出部142的尺寸(例如,直径)可以小于梭阀芯124的尺寸,使得梭阀芯124包括邻近于(例如,围绕)突出部142的肩部区156。肩部区156的至少一部分支撑控制杆134的下端部。另外,肩部区156的外部部分可以延伸超过控制杆134的侧向延伸部。

[0029] 支撑结构144可以可选地位于梭阀主体122的纵向端部,所述梭阀主体122的纵向端部在控制杆134的上端部附近且至少部分地包围控制杆134的上端部。内盖158可以被附接至控制杆134的上端部。例如,内盖158的螺纹162可以被配置成接合控制杆134的螺纹136。内盖158的至少一部分可以位于支撑结构144与控制杆134之间。另外,外盖160可以被定位在支撑结构144上方,并且在内盖158和控制杆134的上端部上方。特别地,支撑结构144和内盖158的至少一部分可以用外盖160的凹部164来定位,如图2A所示。外盖160可以被附接至梭阀主体122(例如与梭阀主体122通过螺纹接合)或用其可选部件(例如,螺纹插入部等)附接至梭阀主体122(例如与梭阀主体122通过螺纹接合),并且可以使用密封构件(例如,0形圈)等密封至梭阀主体122。这些部件中的一些(例如,梭阀120和控制杆134)可以位于梭阀主体122的中心腔室126内。在一些实施例中,中心腔室126的上部部分可以具有比其下部部分更大的尺寸(例如,直径)。在这样的实施例中,梭阀主体122的肩部区166可以限定中心腔室126的上部部分的下边界。

[0030] 磁性装置(例如,磁体)可以被设置在梭阀120的梭阀主体122内或附近(例如,被附接至梭阀120的梭阀主体122的部件)。这样的磁性装置可以被包括在磁性装置(例如,定位磁体组件)的组件内,并且可以包括例如第一磁性装置150(例如,磁体)和第二磁性装置152(例如,另一磁体),如图2所示。如下文参考图3A至图3D以较详细的细节描述的,还可以包括额外的磁性装置。

[0031] 第一磁性装置150可以由梭阀芯124承载并且可以位于控制杆134的上端部特别地,第一磁性装置150可以被设置、定向并配置成响应于附近的磁场而向梭阀芯124施加力。在一些实施例中,第一磁性装置150可以是具有中心孔口的环形磁体(例如,环状磁体)。第一磁性装置150可以位于控制杆134上,其中所述第一磁性装置150的中心孔口围绕控制杆134的突出部138对中。第二磁性装置152位于梭阀主体122内或位于其梭阀主体122的纵向端部附近的与设置有第一磁性装置的梭阀芯124的端部相对应的部件内。例如,第二磁性装置152可以位于外盖160的凹部164内。在一些实施例中,第二磁性装置152还可以是环形磁体并且可以被定位在外盖160的下表面与支撑结构144的上表面之间。另外,第二磁性装置

152的直径可以大于第一磁性装置150的直径并且可以环绕第一磁性装置150并环绕包围第一磁性装置150的内盖158的部分。因此,第二磁性装置152可以与第一磁性装置150分离一距离。在一些实施例中,非磁性材料(诸如聚合物)可以被设置在第一磁性装置150与第二磁性装置152之间。在其它实施例中,第二磁性装置152可以包括电磁装置。

[0032] 继续参考图2A,五个凹部176A-176E可以被设置在设置有梭阀芯124的孔内的梭阀主体122的壁中。五个凹部176A-176E中的每个凹部可以包括基本连续的环形凹部,所述环形凹部在位于梭阀主体122中的孔(其中设置有梭阀芯124)周围延伸。因此,五个凹部176A-176E中的每个凹部可以在图2A的截面图中在梭阀芯124的左侧和右侧(从图2A的角度来看)看见。流体管道可以通过梭阀主体122被分别通向五个凹部176A-176E中的每个凹部。

[0033] 驱动流体管道178可以通向中间的第三凹部176C,如图2A所示。因此,被增压的驱动流体可以从驱动流体的增压源(例如,压缩气体(诸如压缩空气)源)供给至第三凹部176C。第一驱动腔室管道180A可以在第二凹部176B与往复式流体泵100的第一驱动流体腔室之间延伸(图1),并且第二驱动腔室管道180B可以在第四凹部176D与往复式流体泵100的第二驱动流体腔室之间延伸。

[0034] 第一梭阀排放管道182A可以从第一凹部176A延伸至梭阀主体122的外部,并且第二梭阀排放管道182B可以从第五凹部176E延伸至梭阀主体122的外部。这些梭阀排放管道182A、182B在图2A中被图示为带螺纹的容器。可选地,消声器或其它流体管道可以通过这样的带螺纹的容器被耦接至梭阀排放管道182A、182B。

[0035] 如图2A所示,柱形插入部190可以被设置在梭阀芯124与五个凹部176A-176E之间,所述五个凹部176A-176E在位于设置有梭阀芯124的孔内的在梭阀主体122的壁中。柱形插入部190可以包括一个或更多个孔眼192,在横向于梭阀芯124的纵向轴线且与五个凹部176A-176E中的一个凹部对准的每个平面中,所述一个或更多个孔眼192延伸穿过柱形插入部190。因此,在柱形插入部190的内部与凹部176A-176E中的每个凹部之间通过柱形插入部190中的孔眼192提供流体连通。此外,可选地,多个环形密封构件(例如,O形圈)(未示出)可以被设置在柱形插入部190的柱形外表面与设置有切换柱塞的孔内的梭阀主体122的相邻的壁之间,以切断凹部176A-176E中的任一凹部之间通过柱形插入部190与梭阀主体122之间的任何空间的流体连通。

[0036] 梭阀芯124包括位于梭阀芯124的外表面中的第一环形凹部196A和位于梭阀芯124的外表面中的第二环形凹部196B。第一环形凹部196A和第二环形凹部196B通过位于梭阀芯124的外表面上的中心环形脊197来分开。此外,环形的第一端部脊198A被设置在位于与中心环形脊197相反的第一环形凹部196A的纵向侧上的梭阀芯124的外表面上,并且环形的第二端部脊198B被设置在位于与中心环形脊197相反的第二环形凹部196B的纵向侧上的梭阀芯124的外表面上。另外,梭阀芯124的突出部142沿着与环形的第一端部脊198A的方向相反的方向从环形的第一端部脊198A延伸。

[0037] 第一环形凹部196A和第二环形凹部196B中的每个环形凹部的长度(例如,通常平行于梭阀芯124的纵向轴线的尺寸)足够长以与五个凹部176A-176E中的两个相邻的凹部在纵向方向上至少部分地交叠。例如,当梭阀芯124处于图2A中示出的位置时,第一环形凹部196A延伸至第二凹部176B和第三凹部176C中的每个凹部并与第二凹部176B和第三凹部176C中的每个凹部至少部分地交叠,并且第二环形凹部196B延伸至第四凹部176D和第五凹

部176E中的每个凹部并与第四凹部176D和第五凹部176E中的每个凹部至少部分地交叠。在一些实施例中,通过第三凹部176C、与第三凹部176C对准的柱形插入部190中的孔眼192、位于梭阀芯124中的第一环形凹部196A、与第二凹部176B对准的柱形插入部190中的孔眼192、以及第二凹部176B,可以在驱动流体管道178与第一驱动腔室管道180A之间提供流体连通。同样在这种配置中,通过第四凹部176D、与第四凹部176D对准的柱形插入部190中的孔眼192、位于梭阀芯124中的第二环形凹部196B、与第五凹部176E对准的柱形插入部190中的孔眼192、以及第五凹部176E,可以在第二驱动腔室管道180B与第二梭阀排放管道182B之间提供流体连通。

[0038] 再次回到图2A,第一磁性装置150和第二磁性装置152中的每个磁性装置可以包括例如至少基本由磁性材料组成的永磁体。磁性材料可以包括例如稀土元素(第一磁性装置150和第二磁性装置152中的每个磁性装置可以包括永久的稀土磁体)。作为非限制性示例,磁性材料可以包括钕钴合金和钕铁合金中的至少一种。在一些实施例中,第一磁性装置150和第二磁性装置152中的至少一个磁性装置(例如,每个磁性装置)可以包括电磁装置。在一些实施例中,梭阀主体122和梭阀芯124(除第一磁性装置150和第二磁性装置152之外)可以至少基本由非磁性材料(诸如聚合物和/或非磁性金属)组成。通过举例而非限制的方式,这样的聚合物可以包括以下中的一种或更多种:含氟聚合物、氯丁橡胶、丁腈橡胶、M等级乙烯二烯(EPDM)、VITON®、聚氨酯、HYTREL®、SANTOPRENE®、氟化乙丙烯(FEP)、全氟烷氧基烷烃(PFA)、乙烯-氯三氟乙烯共聚物(ECTFE)、乙烯-四氟乙烯共聚物(ETFE)、尼龙、聚乙烯、聚偏二氟乙烯(PVDF)、NORDEL™和腈。通过举例而非限制的方式,这样的非磁性金属可以包括以下中的一种或更多种:不锈钢、INCONEL®、MONEL®、HASTELLOY®、高镍合金、黄铜、铜、青铜、铝和锌。

[0039] 第一磁性装置150和第二磁性装置152可以被设置、定向并配置成当梭阀芯124在梭阀主体122内来回滑动时响应于附近的磁场向梭阀芯124施加力。特别地,第一磁性装置150可以被设置、定向并配置成响应于由第二磁性装置152提供的附近的磁场而偏置梭阀芯124远离梭阀主体122内的两个相对位置的中心位置(例如,中点)。

[0040] 例如,被梭阀芯124承载的第一磁性装置150和被设置在梭阀主体122内的第二磁性装置152可以沿着梭阀芯124的操作期间梭阀芯124沿着其滑动的公共的轴线定位并关于所述公共的轴线对中,并且可以被定向使得第一磁性装置150的极性与第二磁性装置152的极性相反。换句话说,第一磁性装置150的磁矩矢量可以沿着与第二磁性装置152的磁矩矢量相反的方向延伸。另外,第一磁性装置150的磁矩矢量可以平行于与第二磁性装置152的磁矩矢量公共的轴线(例如,梭阀芯124沿着其滑动的轴线)并沿着所述公共的轴线对准。在这种配置中,将在第一磁性装置150与第二磁性装置152之间施加排斥力,当在梭阀120的操作期间,所述排斥力的量值随着第一磁性装置150和第二磁性装置152彼此靠近而将增加。第二磁性装置152可以被设置在位于梭阀主体122或其部件内的固定部位,使得第二磁性装置152在梭阀120的操作期间不移动。因此,当第一磁性装置150由梭阀芯124承载时,由第二磁性装置152的附近的磁场向第一磁性装置150施加的力将被转移并施加至梭阀芯124。结果,将由第二磁性装置152的附近的磁场向梭阀芯124施加力以推动梭阀芯124远离中心位置并朝向第一位置或第二位置中的一个位置滑动。

[0041] 可替代地,由梭阀芯124承载的第一磁性装置150和被设置在梭阀主体122或其部

件内的第二磁性装置152可以被定向使得第一磁性装置150的极性与第二磁性装置152的极性相同。换句话说,第一磁性装置150的磁矩矢量可以沿着与第二磁性装置152的磁矩矢量相同的方向延伸。另外,第一磁性装置150的磁矩矢量可以平行于与第二磁性装置152的磁矩矢量公共的轴线并沿着所述公共的轴线对准。在这种配置中,将在第一磁性装置150与第二磁性装置152之间施加吸引力,当在梭阀120的操作期间,所述吸引力的量值随着第一磁性装置150和第二磁性装置152彼此靠近而增加。因此,当第一磁性装置150由梭阀芯124承载时,由第二磁性装置152的附近的磁场向第一磁性装置150施加的力将被转移并施加至梭阀芯124。结果,将由第二磁性装置152的附近的磁场向梭阀芯124施加力以推动梭阀芯124远离中心位置并朝向第一位置或第二位置中的一个位置滑动。

[0042] 再次回到图2A,梭阀芯124在梭阀主体122内移动循环的一部分期间,第一磁性装置150和第二磁性装置152彼此对中(例如,优选地,横向地对准)。特别地,当第一磁性装置150和第二磁性装置152彼此对中时,它们之间作用的净力为零,并且因此没有向梭阀芯124施加磁力。在循环的这个阶段,梭阀芯124可以位于例如其中心位置下方。在这样的实施例中,梭阀芯124的肩部区156可以从梭阀主体122的肩部区166纵向地偏移(例如,向下),并且在位于内盖158的上表面与支撑结构144的下表面之间的外盖160的凹部164内存在间隙,如图2A所示。

[0043] 图2B至图2D是图2A的梭阀120的一部分的截面图,图示出当梭阀芯124在梭阀主体122内来回滑动时在移动循环的各个阶段处、处于梭阀主体122内的各个位置的梭阀芯124。

[0044] 如图2B所示,当梭阀芯124在下方(例如,位于其移动的下端部处)时,第一磁性装置150和第二磁性装置152可能彼此不对中。特别地,当第一磁性装置150的位置低于第二磁性装置152的位置时,在它们之间作用有磁力(例如,排斥力),进而向梭阀芯124施加所述力。在这个阶段,与图2A中示出的阶段有关的距离相比,梭阀芯124的肩部区156可以从梭阀主体122的肩部区166纵向地偏移(例如,向下)达更大的距离,并且位于内盖158的上表面与支撑结构144的下表面之间的外盖160的凹部164内的间隙被增大,如图2B所示。

[0045] 如图2C所示,与梭阀芯124位于中心位置时第二磁性装置152的位置相比,第一磁性装置150的位置相对较高。在这个阶段,它们之间作用有磁力以阻止(例如,防止)梭阀芯124在中心位置处失速。换句话说,第一磁性装置150和第二磁性装置152可以用于在它们之间产生磁力以使梭阀芯124在位于中心位置处或附近时不稳定,以便减少(例如,基本消除)梭阀芯124的失速的发生。在这个阶段,梭阀芯124的肩部区156与梭阀主体122的肩部区166之间的距离可能被减小,并且位于内盖158的上表面与支撑结构144的下表面之间的外盖160的凹部164内的间隙也可能被减小,如图2C所示。

[0046] 如图2D所示,与梭阀芯124位于中心位置上方(例如,在其移动的上端部处)时相比,第一磁性装置150的位置高于第二磁性装置152的位置达更大的距离。在这个阶段,第一磁性装置150与第二磁性装置152之间作用有磁力,从而导致向梭阀芯124施加力。在这个阶段,梭阀芯124的肩部区156与梭阀主体122的肩部区166可以基本对准,并且位于内盖158的上表面与支撑结构144的下表面之间的外盖160的凹部164内的间隙被进一步减小(例如,不存在),如图2D所示。

[0047] 图3A图示了梭阀120'的另一实施例的截面图,所述梭阀120'可以与往复式流体泵(诸如图1中示出的往复式流体泵100)结合使用。许多部件(诸如管道、凹部、脊等)与图2A的

梭阀120的实施例中包括的这些部件类似(例如,相同),这些部件的这里描述不再重复。类似于先前的实施例,梭阀120'包括梭阀主体122和梭阀芯124,所述梭阀芯124被设置在至少部分地延伸通过梭阀主体122的孔(例如,中心腔室126)内。另外,梭阀120'的第一磁性装置150还可以由梭阀芯124承载并且可以位于控制杆134的上端部。如在图2A的实施例中那样,第一磁性装置150还可以是具有中心孔口的环形磁体(例如,环状磁体),并且第一磁性装置150可以位于控制杆134上并且其中心孔口围绕控制杆134的突出部138对中。类似地,第二磁性装置152还可以例如是环形磁体并且可以被定位在位于外盖160的凹部164内的外盖160的下表面与支撑结构144的上表面之间。图3A的实施例的差异在于,第三磁性装置154(例如,额外的磁体)被附接至梭阀主体122或其部件。特别地,第三磁性装置154可以具有与第二磁性装置152类似的(例如,相同的)形状和大小,并且可以例如沿着梭阀芯124的纵向轴线被设置在第二磁性装置152上方(例如,与第二磁性装置152直接对准)。在这样的实施例中,第三磁性装置154还可以位于外盖160的凹部164内。然而,第三磁性装置154可以包围内盖158的一部分和/或支撑结构144的一部分,而不是包围第一磁性装置150。特别地,第三磁性装置154的位置可以在第一磁性装置150的位置上方,并且第二磁性装置152的位置可以在第一磁性装置150的位置下方,如图3A的实施例中示出的。

[0048] 此外,第三磁性装置154可以与第一磁性装置150和第二磁性装置152中的每个磁性装置分离达一距离,其中梭阀120'的部件在它们之间具有非磁性材料(例如,聚合物)。在梭阀120'的操作期间,当梭阀芯124在梭阀主体122内来回滑动时,第一磁性装置150可能延伸不超过第二磁性装置152和第三磁性装置154中的任一磁性装置(例如,每个磁性装置)。

[0049] 第三磁性装置154还可以是永磁体或电磁装置,如上文参考第一磁性装置150和第二磁性装置152描述的。与图2A至图2D的实施例类似,第一磁性装置150、第二磁性装置152和第三磁性装置154可以被设置、定向并配置成当梭阀芯124在梭阀主体122内来回移动时向梭阀芯124施加力。例如,第一磁性装置150可以被设置、定向并配置成响应于由第二磁性装置152和第三磁性装置154提供的附近的磁场而偏置梭阀芯124远离梭阀主体122内的两个相对位置的中心位置(例如,中点)。在一些实施例中,第二磁性装置152和第三磁性装置154中的每个磁性装置可以被定向使得第一磁性装置150的极性与第二磁性装置152和第三磁性装置154的极性相反,使得在第一磁性装置150与第二磁性装置152和第三磁性装置154中的每个磁性装置之间施加排斥力。在其它实施例中,例如,第二磁性装置152和第三磁性装置154中的每个磁性装置可以被定向使得第一磁性装置150的极性与第二磁性装置152和第三磁性装置的极性相同,使得在第一磁性装置150与第二磁性装置152和第三磁性装置154中的每个磁性装置之间施加吸引力。在另外的其它实施例中,第二磁性装置152和第三磁性装置154中的至少一个磁性装置(例如,两个磁性装置)可以是电磁装置。当然,本领域普通技术人员将认识到,可以选择磁性装置相对于彼此的任何配置(例如,部位、极性方向、大小、形状等)以便提供在它们之间作用的这样的磁力的方向和量值两者以阻止(例如,防止)梭阀芯124在中心位置处失速。

[0050] 图3B至图3D是图3A的梭阀120'的一部分的截面图,图示出当梭阀芯124在梭阀主体122内来回滑动时在移动循环的各个阶段处、处于梭阀主体122内的各个位置的梭阀芯124,这与图2B至图2D的实施例中示出的类似。

[0051] 如图3B所示,与梭阀芯124处于下方(例如,在其移动的下端部处)时第三磁性装置

154的位置相比,第一磁性装置150的位置相对更靠近第二磁性装置152的位置。特别地,当第一磁性装置150的位置相对更靠近第二磁性装置152的位置时,在第一磁性装置150与第二磁性装置152之间作用有磁力(例如,排斥力),进而向梭阀芯124施加所述力。在这个阶段,与图3A中示出的阶段有关的距离相比,梭阀芯124的肩部区156可以从梭阀主体122的肩部区166纵向地偏移(例如,向下)达更大的距离,并且位于内盖158的上表面与支撑结构144的下表面之间的外盖160的凹部164内的间隙被增大,如图3B所示。

[0052] 如图3C所示,与梭阀芯124处于中心位置时第二磁性装置152的位置相比,第一磁性装置150的位置相对更靠近第三磁性装置154的位置。在这个阶段,第一磁性装置150与第三磁性装置154之间作用有磁力以阻止(例如,防止)梭阀芯124在中心位置处失速。换句话说,第一磁性装置150与第二磁性装置152和第三磁性装置154一起可以用于在它们之间产生磁力以使梭阀芯124在位于中心位置处或附近时不稳定,以便减少(例如,基本消除)梭阀芯124的失速的发生。在这个阶段,梭阀芯124的肩部区156与梭阀主体122的肩部区166之间的距离可能被减小,并且位于内盖158的上表面与支撑结构144的下表面之间的外盖160的凹部164内的间隙也可能被减小,如图3C所示。

[0053] 如图3D所示,与梭阀芯124处于中心位置上方(例如,在其移动的上端部处)时第二磁性装置152的位置相比,第一磁性装置150的位置相对更靠近第二磁性装置152的位置达一增加的量。在这个阶段,第一磁性装置150与第三磁性装置154之间作用有磁力,从而导致向梭阀芯124施加力。在这个阶段,梭阀芯124的肩部区156与梭阀主体122的肩部区166可以基本对准,并且位于内盖158的上表面与支撑结构144的下表面之间的外盖160的凹部164内的间隙被进一步减小(例如,不存在),如图3D所示。

[0054] 图4是图示出当梭阀芯124在第一位置与第二位置之间循环时两个或更多个磁性装置(例如,第一磁性装置150和第二磁性装置152)之间的磁力(例如,排斥力)的简化的曲线图。如图4所示,在正方向上的磁力可以是非零量,例如当梭阀芯124处于第一位置(被示出为位置1)时,并且当梭阀芯124处于第二位置(被示出为位置2)时,在负方向上的磁力可以为非零量。当梭阀芯124从第一位置移动至第二位置时,磁力增加(例如,基本上线性地增加)直到磁性装置处于中性位置(例如,优选地横向地对准),如在图2A中描绘的阶段所示。在所述中性位置,第一磁性装置150和第二磁性装置152彼此对中,使得它们之间作用的净力为零。在这个阶段,不向梭阀芯124施加磁力,如参考图2A以较详细的细节描述的。因此,当梭阀芯124偏离中心时发生净力为零的磁力,如图4中的虚线的部位所描绘的。在第一磁性装置150和第二磁性装置152相对于彼此穿过中性位置之后,随着梭阀芯124接近第二位置,它们之间的磁力增大,使得当梭阀芯处于第二位置时在负方向上的磁力是非零量,如图4所示。

[0055] 因此,当梭阀芯124处于中心位置时,如参考图2C示出并描述的,它们之间作用有磁力以阻止(例如,防止)梭阀芯124在中心位置处失速。换句话说,第一磁性装置150和第二磁性装置152可以用于在它们之间产生磁力以使梭阀芯124在位于中心位置处或附近时不稳定,以便减少(例如,基本消除)梭阀芯124的失速的发生。在这样的实施例中,当磁性装置处于中性位置(例如,净力为零)时气动流体的流体压力是非零量,使得当磁性装置处于中性位置时正在进行的压力(例如,空气压力)继续推动梭阀芯124。换句话说,当空气压力从一个方向切换到另一方向(例如,在零点处)使得梭阀芯124处于中心位置(例如,介于第一

位置与第二位置之间)时,作用在磁性装置之间的磁力是非零的以防止梭阀芯124在中心位置处失速。虽然图4的曲线图是参考图2A至图2D的包括两个磁性装置的实施例描绘的,但是如图4所示的磁力可以参考图3A至图3D的包括三个磁性装置的实施例而被类似地描述。

[0056] 与常规的梭阀及其关联的梭阀芯相比,包括如本文中公开的磁性装置(例如,磁体)的这样的梭阀可能具有某些优点。例如,使用一个或更多个磁体(被配置成偏置梭阀芯远离位于梭阀主体内的中心位置)提供磁场可以防止梭阀芯的失速出现。特别地,当两个或更多个磁体被对中(例如,净力为零)将梭阀芯定位在其中心位置下方并且当梭阀芯处于中心位置时纵向地偏移所述磁体,从而在所述磁体之间提供排斥力,所述排斥力导致梭阀芯不稳定,使得所述梭阀芯被阻止(例如,防止)停止在中心位置处并且被朝向第一位置或第二位置中的一个位置推动。另外,阻止梭阀芯停在中心位置处所需的力(例如,磁性排斥力)可以小于朝向第一位置和/或第二位置推动梭阀芯所需的这样的力。提供包括磁体的这样的梭阀可以增加操作期间梭阀的效率,从而增加关联的往复式流体泵的效率。

[0057] 虽然本文中已经相对于某些图示的实施例描述了本公开,但是本领域普通技术人员将认识并理解,本公开不限于此。而是,在不脱离下文中要求保护的本公开的范围(包括其法定等同物)的情况下,可以对图示的实施例进行许多增加、删除和修改。此外,来自一个实施例的特征可以与另一实施例的特征组合,但是仍然被包括在发明者所预期的本公开的范围之内。

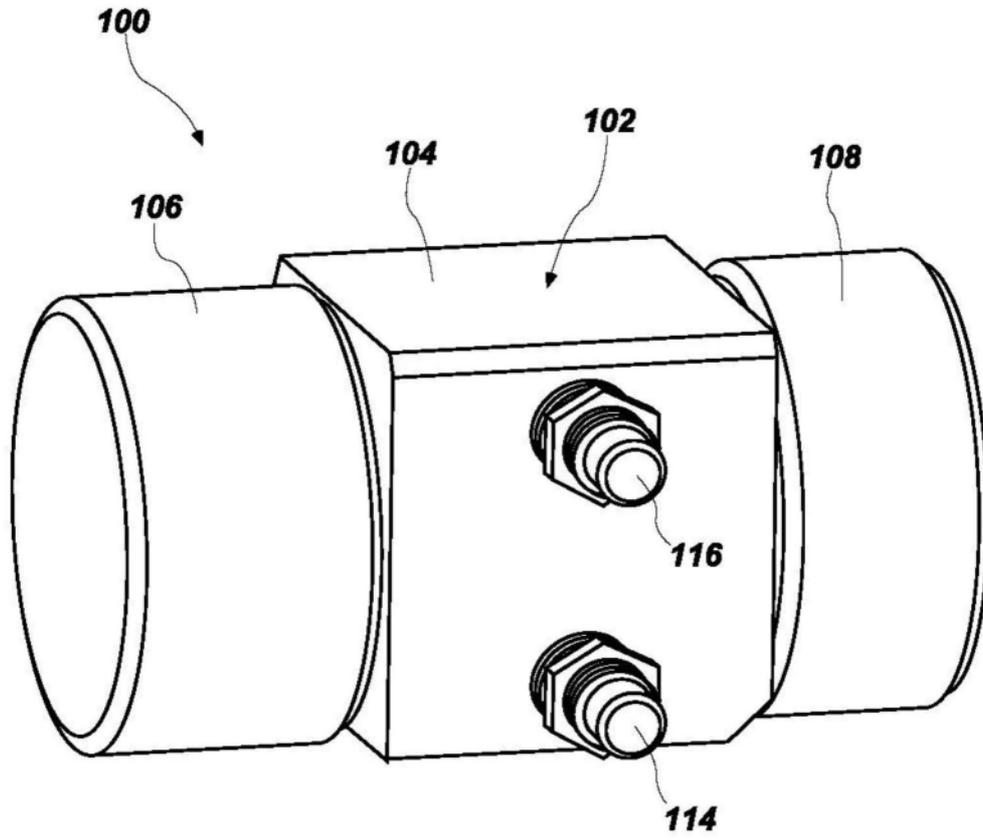


图1

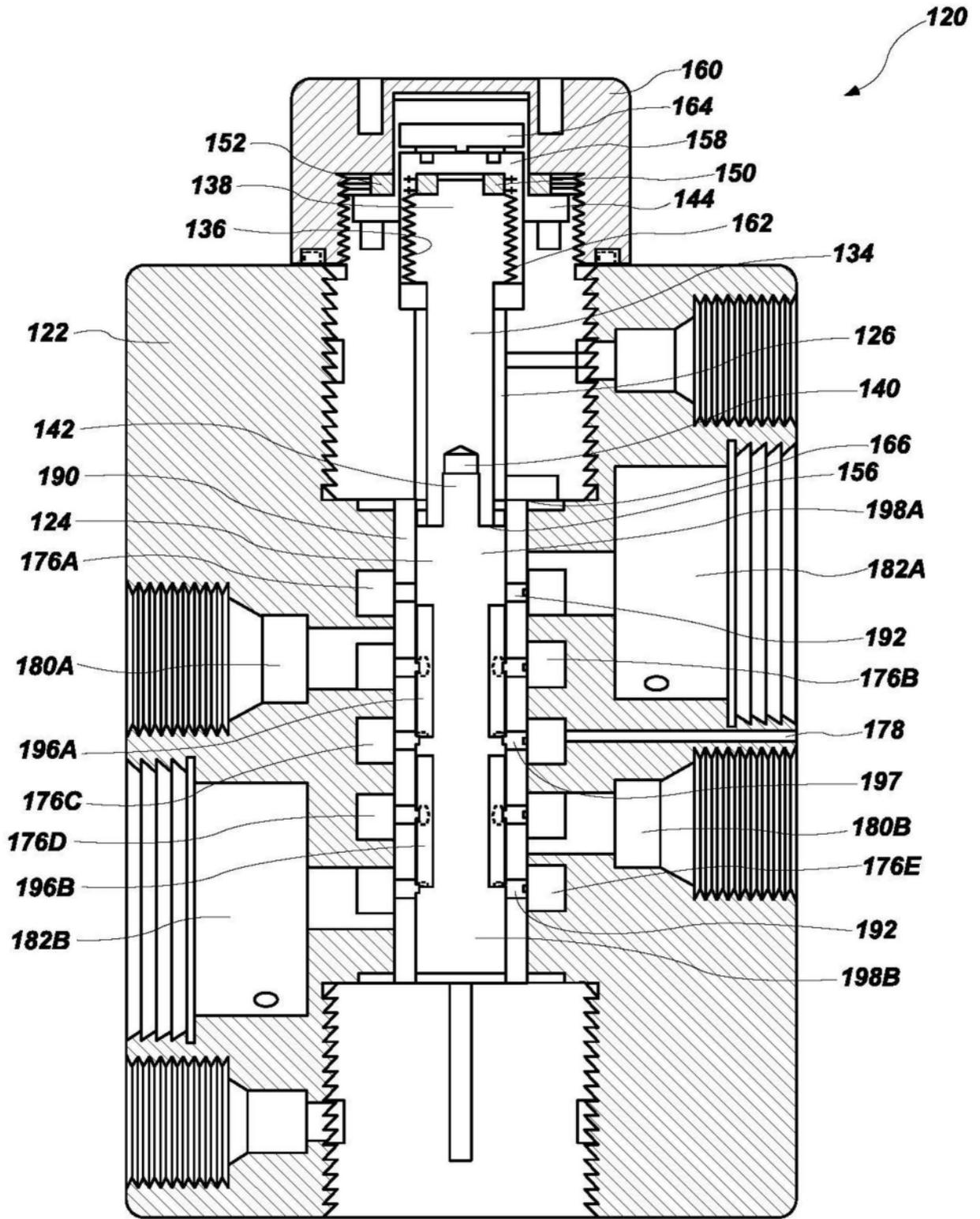


图2A

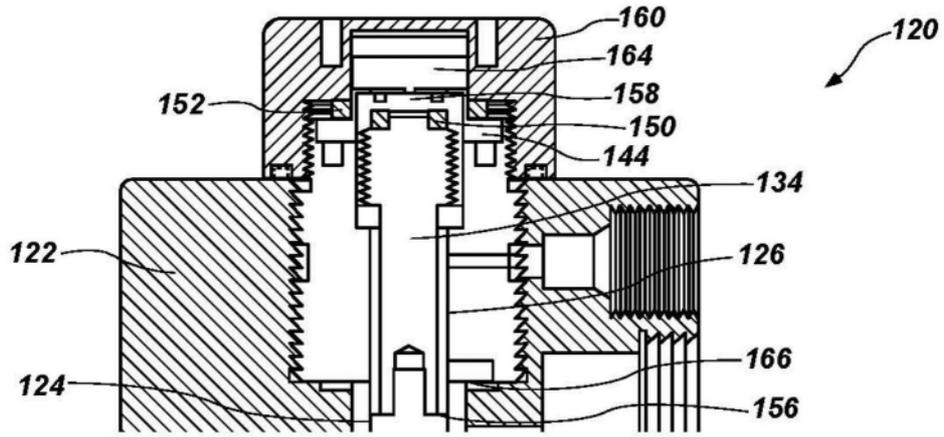


图2B

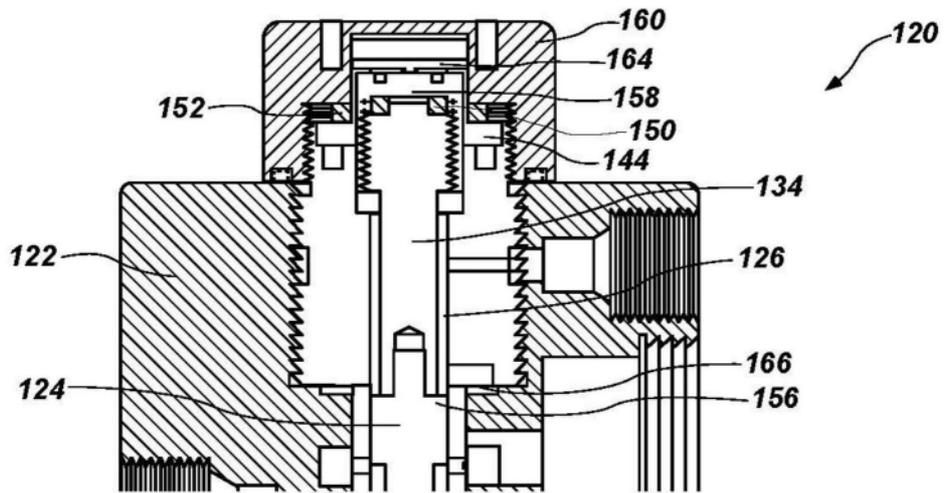


图2C

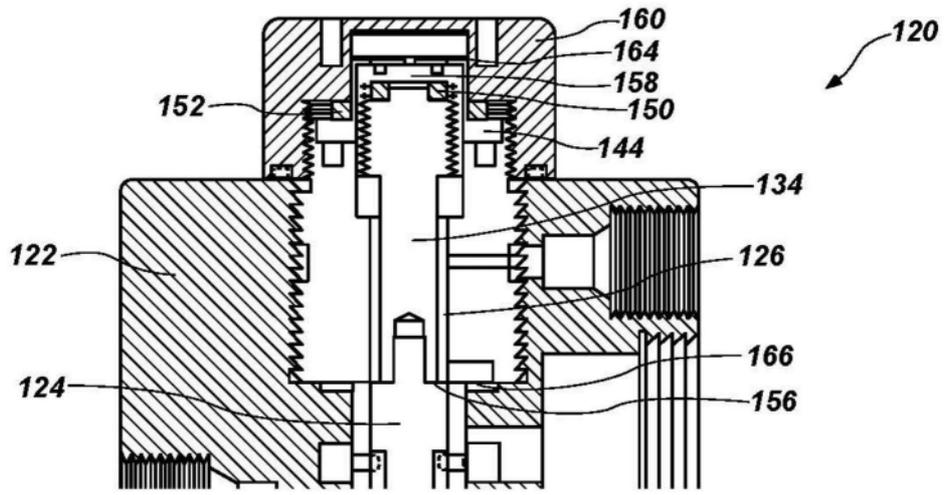


图2D

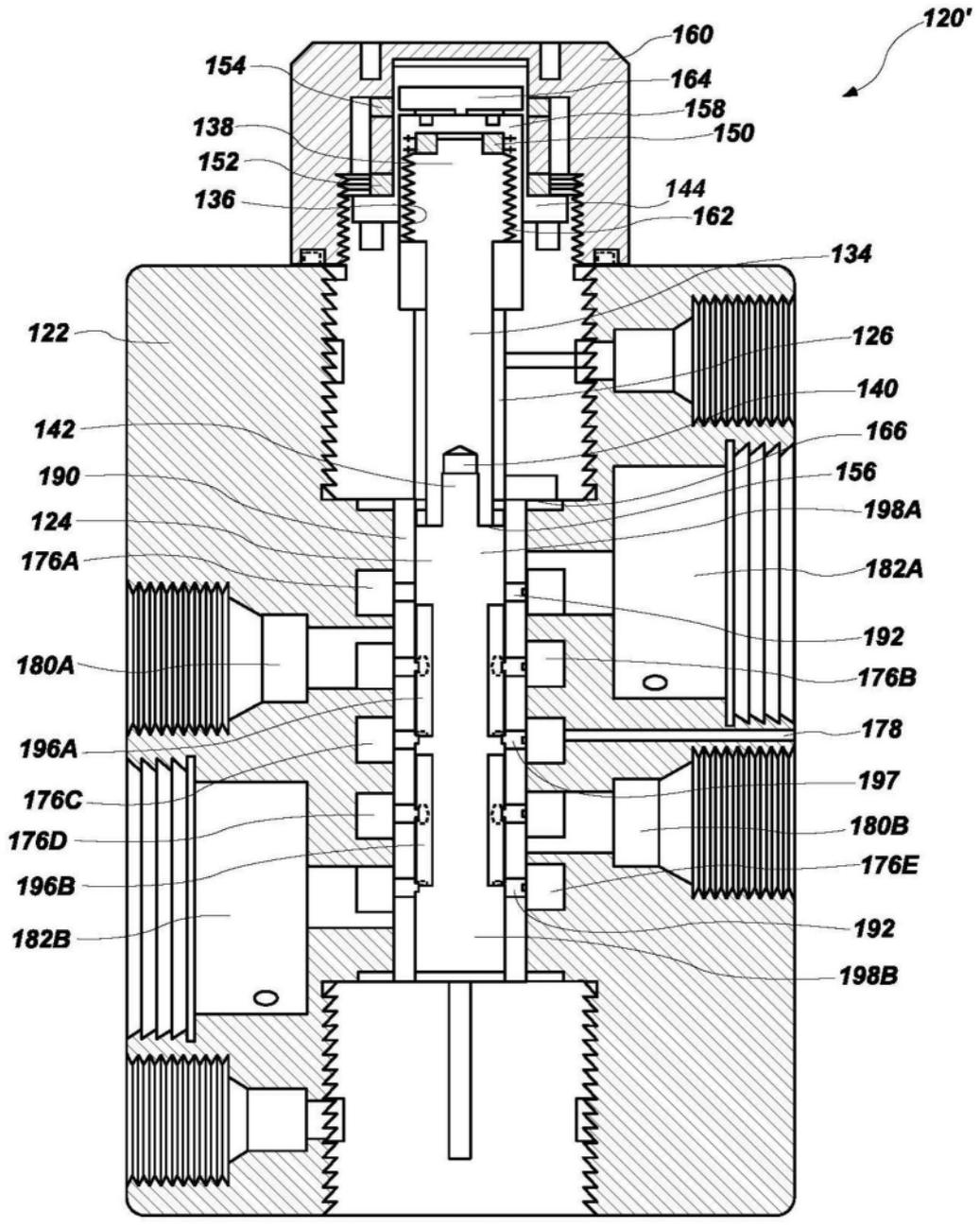


图3A

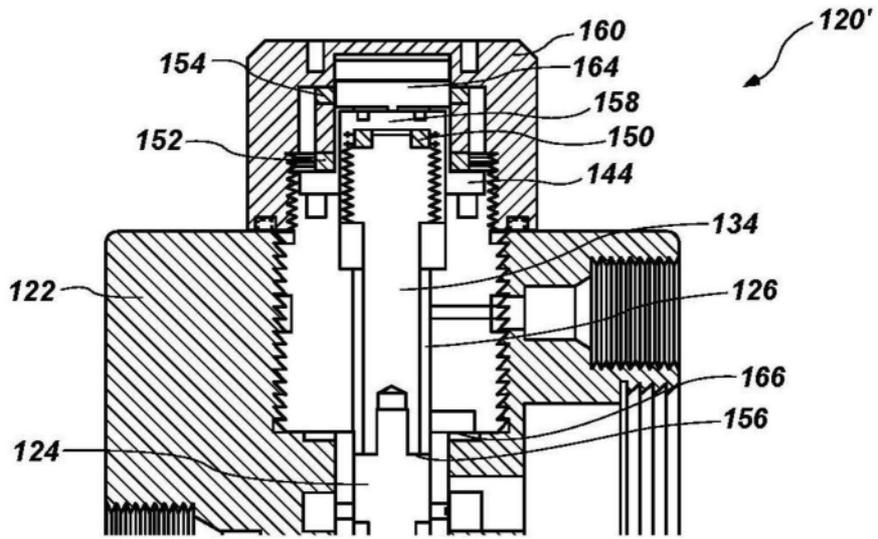


图3B

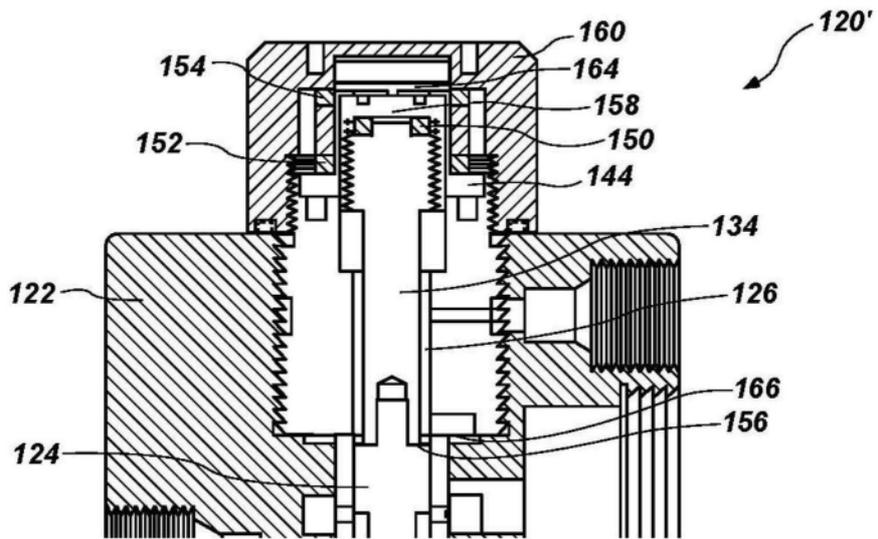


图3C

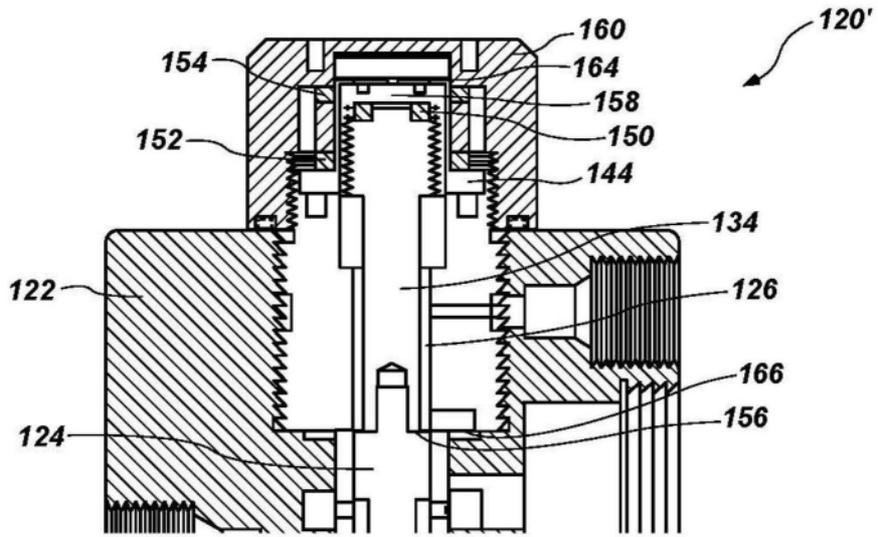


图3D

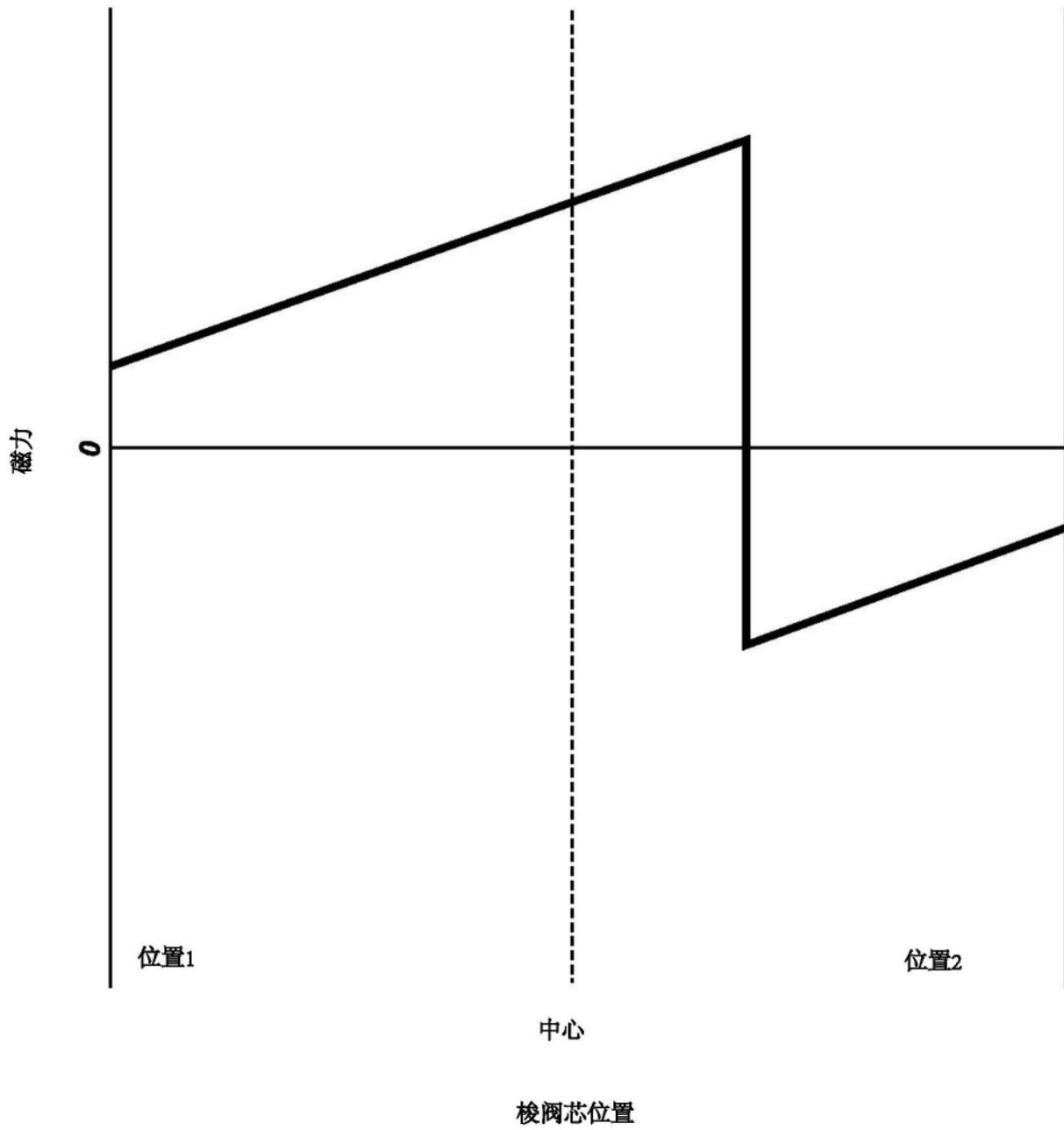


图4