



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105209764 B

(45)授权公告日 2018.01.09

(21)申请号 201480010705.X

(22)申请日 2014.02.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105209764 A

(43)申请公布日 2015.12.30

(30)优先权数据
13/778561 2013.02.27 US
13/831220 2013.03.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.08.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/017582 2014.02.21

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/133884 EN 2014.09.04

(73)专利权人 伍德沃德有限公司
地址 美国科罗拉多州

(72)发明人 P.A.索波列夫斯基 S.H.海达里
R.P.奥哈拉 J.H.金

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001
代理人 余鹏 宣力伟

(51)Int.Cl.
F15B 15/12(2006.01)

(56)对比文件
DE 624423 ,1936.01.20,
US 2286452 ,1942.06.16,
EP 0098614 A2,1984.01.18,
US 2649077 ,1953.08.18,
US 5722616 A,1998.03.03,
CN 2429672 Y,2001.05.09,
审查员 尹琴

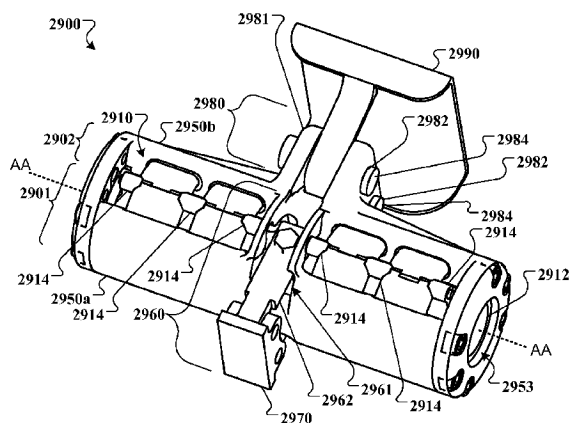
权利要求书2页 说明书17页 附图25页

(54)发明名称

具有中央致动组件的旋转活塞式致动器

(57)摘要

旋转致动器(2900)包括壳体,所述壳体限定了弓形室,所述弓形室包括腔、与所述腔流体连通的流体端口以及开口端。转子组件包括输出轴(2912)和向外延伸的转子臂(2914)。弓形活塞设置在所述壳体中以在所述弓形室中往复移动穿过所述开口端,其中,密封件、所述腔和所述活塞限定了压力室,并且所述活塞的一部分与所述第一转子臂接触。中央致动组件(2960)包括形成在所述输出轴的外表面中的中央安装点(2964),所述中央安装点接近所述轴的纵向中点,并且致动臂(2962)在近端处可移除地附接至所述中央安装点,所述致动臂在远端处适于附接至待致动构件的外部安装特征。



1. 一种旋转致动器,包括:

第一壳体,其限定了第一弓形室,所述第一弓形室包括第一腔、与所述第一腔流体连通的第一流体端口以及开口端;

转子组件,其可旋转地轴颈连接在所述第一壳体中,并且包括旋转输出轴和从所述旋转输出轴向外径向延伸的第一转子臂;

弓形的第一活塞,其设置在所述第一壳体中,用于穿过所述开口端在所述第一弓形室中往复移动,其中,第一密封件、所述第一腔和所述第一活塞限定了第一压力室,并且所述第一活塞的第一部分接触所述第一转子臂;

中央致动组件,其包括形成在所述旋转输出轴的外表面中的中央安装点和形成在所述第一壳体的接近所述旋转输出轴的中央安装点的外周表面中的径向凹部,所述中央安装点接近所述旋转输出轴的纵向轴线的中点;以及

致动臂,其延伸穿过所述径向凹部,并且在近端处可移除地附接至所述中央安装点,所述致动臂在远端处适于附接至待致动构件的第一外部安装特征。

2. 如权利要求1所述的旋转致动器,还包括中央安装组件,所述中央安装组件包括所述第一壳体的径向凸出部,所述径向凸出部设置为与所述致动臂的延伸部成大约180度,所述中央安装组件适于附接至第二外部安装特征。

3. 如权利要求1所述的旋转致动器,其特征在于,所述第一壳体还限定了包括第二腔以及与所述第二腔流体连通的第二流体端口的第二弓形室。

4. 如权利要求3所述的旋转致动器,其特征在于,

所述转子组件还包括第二转子臂;以及

所述旋转致动器还包括弓形的第二活塞,所述第二活塞设置在所述第一壳体中,用于在所述第二弓形室中往复移动,其中,第二密封件、所述第二腔和所述第二活塞限定了第二压力室,并且所述第二活塞的第一部分接触所述第二转子臂。

5. 如权利要求1所述的旋转致动器,其特征在于,所述第一壳体被形成为单件式壳体。

6. 一种旋转致动的方法,包括:

提供旋转致动器,其包括:

第一壳体,其限定了第一弓形室,所述第一弓形室包括第一腔、与所述第一腔流体连通的第一流体端口以及开口端;

转子组件,其可旋转地轴颈连接在所述第一壳体中,并且包括旋转输出轴和从所述旋转输出轴向外径向延伸的第一转子臂;

弓形的第一活塞,其设置在所述第一壳体中,用于穿过所述开口端在所述第一弓形室中往复移动,其中,第一密封件、所述第一腔和所述第一活塞限定了第一压力室,并且所述第一活塞的第一部分接触所述第一转子臂;

中央致动组件,其包括形成在所述旋转输出轴的外表面中的中央安装点和形成在所述第一壳体的接近所述旋转输出轴的中央安装点的外周表面中的径向凹部,所述中央安装点接近所述旋转输出轴的纵向轴线的中点;以及

致动臂,其延伸穿过所述径向凹部,并且在近端处可移除地附接至所述中央安装点,所述致动臂在远端处适于附接至待致动构件的第一外部安装特征;

将加压流体施加于所述第一压力室;

从所述第一压力室向外部分地促动所述第一活塞,以促动所述旋转输出轴在第一方向上旋转;

使所述旋转输出轴在与所述第一方向相反的第二方向上旋转;以及

将所述第一活塞部分地促动到所述第一压力室中,以促动加压流体从所述第一流体端口流出。

7.如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述第一壳体还限定了包括第二腔以及与所述第二腔流体连通的第二流体端口的第二弓形室。

8.如权利要求7所述的方法,其特征在于,

所述转子组件还包括第二转子臂;以及

所述旋转致动器还包括弓形的第二活塞,所述第二活塞设置在所述第一壳体中,用于在所述第二弓形室中往复移动,其中,第二密封件、所述第二腔和所述第二活塞限定了第二压力室,并且所述第二活塞的第一部分接触所述第二转子臂。

9.如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述旋转致动器还包括中央安装组件,所述中央安装组件包括所述第一壳体的径向凸出部,所述径向凸出部设置为与所述致动臂的延伸部成大约180度,所述中央安装组件适于附接至第二外部安装特征。

10.如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述第一壳体被形成为单件式壳体。

具有中央致动组件的旋转活塞式致动器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2013年2月27日提交的发明名称为“ROTARY PISTON TYPE ACTUATOR”的美国专利申请号13/778,561和2013年3月14日提交的发明名称为“Rotary Piston Type Actuator With A Central Actuation Assembly”的美国专利申请号13/831,220的优先权的权益,其通过引用整体地结合于本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种致动器装置,更具体而言,涉及一种旋转活塞式致动器装置,其中,转子的活塞在压力下由流体移动,并且其中,致动器装置包括适于附接至待致动构件上的外部安装特征的中央致动组件。

背景技术

[0004] 各种形式的旋转液压致动器目前用于工业机械功率转换应用中。这种工业使用通常为在不使用外部流体动力源的情况下期望连续的惯性装载而不需要在长时间(例如,数小时)内进行负载保持的应用。飞机飞行控制应用通常实施已装载位置保持,例如,在故障缓解模式下,通过使用受阻流体柱来保持位置。

[0005] 在特定应用中,诸如用于飞机操作的主飞行控制,期望通过旋转制动器实现负载保持的位置准确度。可以通过最小化旋转致动器设计所固有的内部泄漏特性来提高位置准确度。然而,在典型的液压旋转致动器(例如,旋转“叶片”或者旋转“活塞”式配置)中可能难以实现无泄漏性能。

发明内容

[0006] 一般而言,本文件涉及旋转活塞式致动器。

[0007] 在方面1中,旋转致动器包括:第一壳体,所述第一壳体限定了第一弓形室,所述第一弓形室包括第一腔、与所述第一腔流体连通的第一流体端口以及开口端;转子组件,所述转子组件可旋转地轴颈连接(journaled)在所述第一壳体中,并且包括旋转输出轴和从所述旋转输出轴向外径向延伸的第一转子臂;弓形的第一活塞,所述第一活塞设置在所述第一壳体中用于在所述第一弓形室中往复移动通过所述开口端,其中,第一密封件、所述第一腔和所述第一活塞限定了第一压力室,并且所述第一活塞的第一部分与所述第一转子臂接触;中央致动组件,所述中央致动组件包括形成在所述旋转输出轴的外表面中的中央安装点,所述中央安装点接近所述轴的纵向中点;以及致动臂,所述致动臂在近端处可移除地附接至所述中央安装点,所述致动臂在远端处适于附接至待致动构件的外部安装特征。

[0008] 在方面2中,根据方面1,所述中央致动组件还包括径向凹部,所述径向凹部形成在所述第一壳体的接近所述转子轴的所述中央安装点的外周表面中,并且其中,所述致动臂延伸穿过所述径向凹部。

[0009] 在方面3中,根据方面1和方面2中的任一方面,所述旋转致动器还包括中央安装组

件,所述中央安装组件包括所述第一壳体的径向凸出部,所述中央安装组件设置为与所述中央致动组件的所述径向凹部成大约180度,所述中央安装组件适于附接至外部安装特征。

[0010] 在方面4中,根据方面1至方面3中的任一方面,所述第一壳体还限定了包括第二腔的第二弓形室以及与所述第二腔流体连通的第二流体端口。

[0011] 在方面5中,根据方面4,其中,所述转子组件还包括第二转子臂;以及所述旋转致动器还包括弓形的第二活塞,所述第二活塞设置在所述第一壳体中用于在所述第二弓形室中往复移动,其中,第二密封件、所述第二腔和所述第二活塞限定了第二压力室,并且所述第二活塞的第一部分与所述第二转子臂接触。

[0012] 在方面6中,根据方面1至方面5中的任一方面,其中,所述中央致动组件还包括径向凹部,所述径向凹部形成在所述第一壳体的接近所述转子轴的所述中央安装点的外周表面中,并且其中,所述致动臂延伸穿过所述径向凹部。

[0013] 在方面7中,根据方面6,其还包括中央安装组件,所述中央安装组件包括所述第一壳体的径向凸出部,所述中央安装组件设置为与所述中央致动组件的所述径向凹部成大约180度,所述中央安装组件适于附接至外部安装特征。

[0014] 在方面8中,根据方面1至方面7中的任一方面,其中,所述第一壳体形成为单件式壳体。

[0015] 在方面9中,一种旋转致动的方法,其包括:提供旋转致动器。所述旋转致动器包括:第一壳体,所述第一壳体限定了第一弓形室,所述第一弓形室包括第一腔、与所述第一腔流体连通的第一流体端口以及开口端;转子组件,所述转子组件可旋转地轴颈连接在所述第一壳体中,并且包括旋转输出轴和从所述旋转输出轴向外径向延伸的第一转子臂;弓形的第一活塞,所述第一活塞设置在所述第一壳体中用于在所述第一弓形室中往复移动通过所述开口端,其中,第一密封件、所述第一腔和所述第一活塞限定了第一压力室,并且所述第一活塞的第一部分与所述第一转子臂接触;中央致动组件,所述中央致动组件包括形成在所述旋转输出轴的外表面中的中央安装点,所述中央安装点接近所述轴的纵向中点;以及致动臂,所述致动臂在近端处可移除地附接至所述中央安装点,所述致动臂在远端处适于附接至待致动构件的外部安装特征;所述方法还包括:将加压流体施加于所述第一压力室;从所述第一压力室向外部分地促动所述第一活塞,以促动所述旋转输出轴在第一方向上旋转;使所述旋转输出轴在与所述第一方向相反的第二方向上旋转;以及将所述第一活塞部分地促动到所述第一压力室中,以促动加压流体从所述第一流体端口流出。

[0016] 在方面10中,根据方面9,其中,所述第一壳体还限定了包括第二腔的第二弓形室以及与所述第二腔流体连通的第二流体端口。

[0017] 在方面11中,根据方面10,其中,

[0018] 所述转子组件还包括第二转子臂;以及

[0019] 所述旋转致动器还包括弓形的第二活塞,所述第二活塞设置在所述第一壳体中用于在所述第二弓形室中往复移动,其中,第二密封件、所述第二腔和所述第二活塞限定了第二压力室,并且所述第二活塞的第一部分与所述第二转子臂接触。

[0020] 在方面12中,根据方面9至方面11中的任一方面,其中,所述中央致动组件还包括径向凹部,所述径向凹部形成在所述第一壳体的接近所述转子轴的所述中央安装点的外周表面中,并且其中,所述致动臂延伸穿过所述径向凹部。

[0021] 在方面13中,根据方面12,其中,所述中央安装组件包括所述第一壳体的径向凸出部,所述中央安装组件设置为与所述中央致动组件的所述径向凹部成大约180度,所述中央安装组件适于附接至外部安装特征。

[0022] 在方面14中,根据方面9至方面13中的任一方面,所述第一壳体形成为单件式壳体。

[0023] 本文所描述的系统和技术可以提供一种或者多个以下优点。第一,系统可以提供通常与线性流体致动器相关联的性能特性以及更通常与旋转流体致动器相关联的轻质包装。第二,该系统可以通过阻断向致动器供应流体并且/或从致动器获得流体而在负载下基本维持所选旋转位置。第三,该系统可以使用最初用于线性流体致动器应用的市售密封组件。第四,该系统可以在整个冲程期间按照基本恒定的转矩提供旋转致动。第五,该系统可以提供上述优点,就如同安装并且/或者致动在致动器的中点处的致动器一样。

[0024] 在附图和下面的说明中阐述了一种或者多种实施方式的细节。其他特征和优点将通过说明和附图并且通过权利要求书而变得显而易见。

附图说明

[0025] 图1是示例性旋转活塞式致动器的透视图。

[0026] 图2是示例性旋转活塞组件的透视图。

[0027] 图3是示例性旋转活塞式致动器的透视剖面图。

[0028] 图4是另一示例性旋转活塞式致动器的透视图。

[0029] 图5和图6是示例性旋转活塞式致动器的剖面图。

[0030] 图7是旋转活塞式致动器的另一实施例的透视图。

[0031] 图8是旋转活塞式致动器的另一示例的透视图。

[0032] 图9和图10示出了在示例伸出和缩回配置中的示例性旋转活塞式致动器。

[0033] 图11是旋转活塞式致动器的另一示例的透视图;

[0034] 图12至图14是另一示例性旋转活塞式致动器的透视图和剖面图。

[0035] 图15和图16是包括另一示例性旋转活塞组件的另一示例性旋转活塞式致动器的透视图和剖面图。

[0036] 图17和图18是包括另一示例性旋转活塞组件的另一示例性旋转活塞式致动器的透视图和剖面图。

[0037] 图19和图20是另一示例性旋转活塞式致动器的透视图和剖面图。

[0038] 图21A至图21C是另一示例性旋转活塞的剖面图和透视图。

[0039] 图22和图23图示了两个示例转子轴实施例的比较。

[0040] 图24是另一示例性旋转活塞的透视图。

[0041] 图25是用于执行旋转致动的示例性过程的流程图。

[0042] 图26是另一示例性旋转活塞式致动器的透视图。

[0043] 图27是另一示例性旋转活塞组件的剖面图。

[0044] 图28是另一示例性旋转活塞式致动器的透视剖面图。

[0045] 图29A是从上方看到的具有中央致动组件的示例性旋转活塞式致动器的透视图。

[0046] 图29B是图29A的致动器的俯视图。

[0047] 图29C是从右侧和上方看到的透视图,图示了图29A的致动器,出于图示起见,移除了中央致动组件的一部分。

[0048] 图29D是沿着图29B的致动器的剖面AA所取的侧向剖面图。

[0049] 图29E是来自图2B的剖面AA的部分透视图。

具体实施方式

[0050] 本文件描述了用于产生旋转运动的装置。具体而言,本文件描述了可以通过使用更普遍用于产生线性运动的部件(例如,液压或者气动线性汽缸)将流体位移转换为旋转运动的装置。叶片式旋转致动器是较为紧凑的用于将流体运动转换为旋转运动的装置。然而,旋转叶片致动器(RVA)通常使用密封件和部件配置,这种配置展现出驱动流体的叶片间泄漏。这种泄漏可以影响这种设计可用的应用范围。一些应用可能要求旋转致动器,在致动器的流体端口受阻时,将旋转负载基本上无旋转移动地保持在所选位置处预定时长(例如,小于5移动度)。例如,一些飞机应用可能要求,在致动器的流体端口受阻时,致动器将处于负载下的翼片或者其他控制表面保持(例如,通过风阻力、引力或者重力)在所选位置处。然而,叶片间泄漏可以允许从所选位置移动。

[0051] 线性活塞使用较成熟的密封技术,该技术展现出易于理解的动态操作和泄漏特性,这些特性通常比旋转叶片致动器式密封件好。然而,线性活塞要求附加的机械部件,以将它们的线性运动适应于旋转运动。这种线性到旋转机构通常比能够提供相似的旋转动作旋转叶片致动器更大更重,例如,占用更大的工作行程。这种线性到旋转机构通常也可以安装在与所驱动的负载的取向不同的取向上,因此,可以间接地提供它们的转矩输出,例如,安装为推动或者拉动通常与杠杆臂的旋转轴的轴线成直角的杠杆臂。这种线性到旋转机构因此变得太大或者太重,以至于不能用于一些应用中,诸如,空间和重量制约可能会使这些机构不实用的飞机控制。

[0052] 通常,旋转活塞组件使用弯曲的压力室和弯曲的活塞来绕着轴线可控制地推动和拉动转子组件的转子臂。在使用中,本文所描述的旋转活塞组件的特定实施例可以向旋转应用提供通常与线性活塞式流体致动器相关联的位置保持特性,并且可以通过使用通常与旋转叶片致动器相关联的更为紧凑的并且轻质的行程来实现该特性。

[0053] 图1至图3示出了示例性旋转活塞式致动器100的部件的各个视图。参照图1,示出了示例性旋转活塞式致动器100的透视图。致动器100包括旋转活塞组件200和压力室组件300。致动器100包括第一致动段110和第二致动段120。在致动器100的示例中,第一致动段110配置为使旋转活塞组件200在第一方向(例如,逆时针)上旋转,而第二致动段120配置为使旋转活塞组件200在与第一方向相反的第二方向(即,顺时针)上旋转。

[0054] 现在参照图2,示出了与压力室组件300分开的示例性旋转活塞组件200的透视图。示例性旋转活塞组件200包括转子轴210。多个转子臂212从转子轴210径向地延伸出来,各个转子臂212的远端,包括孔洞(未示出),与转子轴210的轴线基本对准(例如,+/- 2度)并且大小设计为容纳连接器销214的集合中的一个。

[0055] 如图2所示,第一致动段110包括一对旋转活塞250,并且第二致动段120包括一对旋转活塞260。虽然示例性致动器100包括两对旋转活塞250、260,但是其他实施例可以包括更大和/或更小数量的协作的和相对的旋转活塞。其他这种实施例的示例将在下面论述,例

如,在对图4至图25的说明中。

[0056] 在如图2所示的示例性旋转活塞组件中,每个旋转活塞250、260包括活塞端252以及一个或者多个连接臂254。活塞端252形成为具有通常为半圆形的本体,该本体具有基本平滑的表面(例如,当与密封件接触时,可以形成流体挡板的表面质量)。每个连接臂254包括孔洞256,该孔洞256与活塞端252的半圆形本体的轴线基本对准(例如,+/- 2度)并且大小设计为容纳其中一个连接器销214。

[0057] 在图2的示例性组件中的旋转活塞260在相同的旋转方向上彼此相对定向。旋转活塞250在相同的但是与旋转活塞260的方向相反的旋转方向上彼此相对定向。在一些实施例中,致动器100可以使转子轴210旋转总共大约60度。

[0058] 可以通过将连接臂254与转子臂212对准,来将图2的示例性组件的每个旋转活塞250、260组装到转子轴210,从而使转子臂212的孔洞(未示出)与孔洞265对准。然后,可以将连接器销214插设穿过对准的孔洞,以在活塞250、260与转子轴210之间建立铰接。每个连接器销214比对准的孔洞稍长。在示例性组件中,在每个连接器销214的延伸超过对准的孔洞的每个端部的圆周外围周围的是圆周凹部(未示出),该圆周凹部可以容纳保持紧固件(未示出),例如,卡环或者螺旋环。

[0059] 图3是示例性旋转活塞式致动器100的透视剖面图。所图示的示例示出了插入形成在压力室组件300中的弓形室的对应压力室310中的旋转活塞260。旋转活塞250也插入在对应的压力室310中,该图不可见。

[0060] 在示例性致动器100中,每个压力室310包括在开口端330处的在压力室310的内表面周围的密封组件320。在一些实施方式中,密封组件320可以是所有侧都保持在标准密封槽中的圆形或者半圆形的密封几何结构。在一些实施方式中,可以使用市售往复活塞或者汽缸式密封件。例如,可能已经用于在目前飞机上使用的线性液压致动器的市售密封件类型可以显示出足以满足线性负载和位置保持应用的能力。在一些实施方式中,可以通过使用通常用于线性液压致动器的标准的(例如,市售的)半圆形单向密封件设计,来降低致动器100的密封复杂性。在一些实施例中,密封组件320可以是单件式密封件。

[0061] 在示例性致动器100的一些实施例中,密封组件320可以作为旋转活塞250、260的一部分而包括进来。例如,密封组件320可以位于活塞端252附近,与连接臂254相对,并且随着旋转活塞250、260移入和移出压力室310而沿着压力室310的内表面滑动以形成流体密封。使用这种安装有活塞的密封组件的示例性致动器将在对图26至图28的说明中论述。在一些实施例中,密封件310可以用作轴承。例如,随着活塞250、260移入和移出压力室310,密封组件320可以为活塞250、260提供支撑。

[0062] 在一些实施例中,致动器100可以包括在活塞250、260与压力室310之间的磨损构件。例如,磨损环可以被包括在密封组件320附近。磨损环可以用作用于活塞250、260的先导,并且/或者用作为活塞250、260提供支撑的轴承。

[0063] 在示例性致动器100中,当将旋转活塞250、260插设穿过开口端330时,每个密封组件320与压力室310的内表面和活塞端252的基本平滑表面接触,以在压力室310内形成基本压力密封的(例如,每小时少于10%的压力降)区域。每个压力室310可以包括形成为穿过压力室组件300的流体端口312,加压流体可以从该流体端口312流过。在将加压流体(例如,液压油、水、空气、气体)引入压力室310时,在压力室310的内部与在压力室310外部的大气环

境之间的压力差使得从压力室310向外促动活塞端252。随着活塞端252被向外促动,活塞250、260促动旋转活塞组件200旋转。

[0064] 在致动器100的示例中,协作的压力室可以通过内部或者外部流体端口流体连接。例如,第一致动段110的压力室310可以流体互连以平衡在压力室310之间的压力。相似地,第二致动段120的压力室310可以流体互连以提供相似的压力平衡。在一些实施例中,压力室310可以彼此流体隔离。例如,压力室310可以通过独立的加压流体源分别馈送。

[0065] 在致动器100的示例中,使用彼此相对设置的相间的弓形的(例如,弯曲的)旋转活塞250、260用于在绕旋转活塞组件200的轴线的弓形路径中平移转子臂,从而使转子轴210在基本上转矩平衡的布置中顺时针和逆时针旋转。每对协作的压力室310单向地运转来向外推动相应的旋转活塞250,例如,延伸部分,以在特定方向上驱动转子轴210。为了反转方向,对相对的汽缸段110的压力室260加压,以向外延伸它们的对应旋转活塞260。

[0066] 如图所示,压力室组件300包括开口350的集合。通常,开口350提供了在部分旋转转子轴210时可供转子臂212移动的空间。在一些实施方式中,开口350可以形成为从压力室组件300移除物料,例如,以减少压力室组件300的质量。在一些实施方式中,可以在致动器100的组装过程期间使用开口350。例如,可以通过将旋转活塞250、260插设穿过开口350从而使活塞端252插入压力室310中,来组装致动器100。利用插入压力室310中的旋转活塞250、260,可以通过将转子轴210与沿着压力室组件300的轴线形成的轴向孔洞360对准,并且通过将转子臂212与沿着压力室组件300的轴线形成的键槽362的集合对准,来将转子轴210组装(例如,可旋转地轴颈连接)到致动器100。然后,可以将转子轴210插入压力室组件300中。可以将旋转活塞250、260部分地拔出压力室310,以将孔洞256与转子臂212的孔洞基本对准(例如, $\pm 2^\circ$)。然后,可以使连接器销214从键槽362和对准的孔洞通过,以将旋转活塞250、260连接至转子轴210。可以通过使保持紧固件插设穿过开口350并且位于连接器销214的端部周围,来纵向地固定连接器销214。转子轴210可以作为输出轴连接至外部机构,与将致动器100的旋转运动转移到其他机构。套管或者轴承362适配在转子轴210与在压力室组件300的每个端部处的轴向孔洞360之间。

[0067] 在一些实施例中,旋转活塞250、260可以通过接触转子臂212来促动转子轴210旋转。例如,活塞端252可以不联接至转子臂212。替代地,活塞端252可以接触转子臂212,以当从压力室310向外促动旋转活塞250、260时促动转子轴旋转。相反地,转子臂212可以与活塞端252接触,以促动旋转活塞250、260回到压力室310中。

[0068] 在一些实施例中,旋转位置传感器组件(未示出)可以包括在致动器100中。例如,可以使用编码器来感测转子轴210相对于压力室组件或者相对于轴210的旋转保持基本静止(例如, $\pm 5^\circ$)的另一特征的旋转位置。在一些实施方式中,旋转位置传感器可以提供指示转子轴210相对于其他电子或者机械模块(例如,位置控制器)的位置的信号。

[0069] 在使用中,可以通过流体端口312将示例性致动器100中的加压流体施加于第二致动段120的压力室310。流体压力从压力室310中向外促动旋转活塞260。此移动促动旋转活塞组件200顺时针旋转。可以通过流体端口312将加压流体施加于第一致动段110的压力室310。流体压力从压力室310中向外促动旋转活塞250。此移动促动旋转活塞组件200逆时针旋转。也可以流体地阻塞流体导管,以使旋转活塞组件200基本上维持其相对于压力室组件300的旋转位置(例如, $\pm 5^\circ$)。

[0070] 在示例性致动器100的一些实施例中,压力室组件300可以由单片材料形成。例如,可以通过模制、机械加工或者形成整片材料来形成压力室310、开口350、流体端口312、键槽362和轴向孔洞360。

[0071] 图4是另一示例性旋转活塞式致动器400的透视图。通常,致动器400与致动器100相似,但是不同之处在于,使用了多对相对的旋转活塞250、260,每个活塞单向地运转以提供顺时针和逆时针旋转,致动器400使用一对单向旋转活塞。

[0072] 如图4所示,致动器400包括旋转活塞组件,该旋转活塞组件包括转子轴412和一对旋转活塞414。转子轴412和旋转活塞414通过一对连接器销416连接。

[0073] 在图4中示出的示例性致动器包括压力室组件420。压力室组件420包括形成压力室420中的弓形室的一对压力室422。每个压力室422包括在开口端426处的在压力室422的内表面的密封组件424。密封组件424与压力室422的内壁和旋转活塞414接触,以在压力室422的内部与外部空间之间形成流体密封。一对流体端口428与压力室422流体连通。在使用中,可以将加压流体施加于流体端口428,以从压力室422中向外部分地促动旋转活塞414,并且促动旋转轴412在第一方向(例如,本示例中的顺时针方向)上旋转。

[0074] 压力室组件420、转子轴412和旋转活塞组件的旋转活塞414在结构上可以与在致动器100的第二致动段120中发现的对应部件相似。在使用中,当从压力室422向外促动旋转活塞414时,当在第一方向上旋转时,例如,在本示例中是逆时针旋转,示例性致动器400的功能也基本与致动器100相似。如接下来将论述的,致动器400与致动器100的不同之处在于,使转子轴412在第二方向上旋转,例如,在本示例中是逆时针旋转。

[0075] 为了在第二反向上提供致动,示例性致动器400包括具有孔洞452的外壳体450。压力室组件420形成适配在孔洞452内。孔洞452由一对端盖(未示出)流体密封。在端盖就位时,孔洞452成为可加压腔。加压流体可以通过流体端口454流入孔洞452和从孔洞452流出。在孔洞452中的加压流体通过密封件426与在压力室422中的流体分开。

[0076] 现在参照图5,示出了处于第一配置中的示例性致动器400,在第一配置中,已经使转子轴412在第一方向上旋转,例如,顺时针旋转,如箭头501所示。可以通过使加压流体通过流体端口428流入压力室422,来使转子转412在第一方向上旋转,如箭头502所示。压力室422内的压力从压力室422向外部分地促动旋转活塞414并且将其部分地促动到孔洞452中。通过密封件424与压力室422中的流体分开并且通过旋转活塞414的移动而位移的孔洞452中的流体,被促动以流出流体端口454,如箭头503所示。

[0077] 现在参照图6,示出了处于第二配置中的示例性致动器400,在第二配置中,已经使转子轴412在第二方向上旋转,例如,逆时针旋转,如箭头601所示。可以通过使加压流体通过流体端口454流入孔洞452,来使转子转412在第二方向上旋转,如箭头602所示。孔洞452内的压力将旋转活塞414从孔洞452部分地促动到压力室422中。通过密封件424与孔洞452中的流体分开并且通过旋转活塞414的移动而位移的压力室422中的流体,被促动以流出流体端口428,如箭头603所示。在一些实施例中,一个或者多个流体端口428和454可以相对于致动器400的轴线径向地定向,如图4至图6所示,然而,在一些实施例中,一个或者多个流体端口428和454可以平行于致动器400的轴线定向或者定向在任何其他合适的取向上。

[0078] 图7是旋转活塞组件700的另一实施例的透视图。在图1的示例性致动器100中,使用了两对相对的旋转活塞,但是在其他实施例中,可以使用其他数量和配置的旋转活塞和

压力室。在组件700的示例中,第一致动段710包括四个旋转活塞712,这些旋转活塞协作地操作来在第一方向上促动转子轴701。第二致动段720包括四个旋转活塞722,这些旋转活塞协作地操作来在第二方向上促动转子轴701。

[0079] 虽然已经描述了使用四个旋转活塞的示例,例如,致动器100,以及使用八个旋转活塞的示例,例如,组件700,但是也可以存在其他配置。在一些实施例中,可以协作地和/或相对低使用任何合适数量的旋转活塞。在一些实施例中,将相对的旋转活塞分隔为单独的致动段,例如,致动段710和720。虽然在致动器100、400和组件700的示例中使用了多对协作的旋转活塞,但是也存在其他实施例。例如,可以将两个、三个、四个或者更多个协作的或者相对的旋转活塞和压力室的群集径向设置在转子轴的一段周围。如将在对图8至图10的说明中所论述的,可以将单个旋转活塞定位在转子轴的一段处。在一些实施例中,可以将协作的旋转活塞与相对的旋转活塞相间穿插。例如,旋转活塞712可以沿着转子轴701与旋转活塞722相间设置。

[0080] 图8是旋转活塞式致动器800的另一示例的透视图。致动器800与示例性致动器100和400以及示例性组件700的不同之处在于,不是沿着转子轴实施多对协作的旋转活塞,例如,将其中两个旋转活塞250径向定位在转子轴210周围,而是将独立的旋转活塞沿着转子轴定位。

[0081] 示例性致动器800包括转子轴810和压力室组件820。致动器800包括第一致动段801和第二致动段802。在示例性致动器800中,第一致动段801配置为使转子轴810在第一方向(例如,顺时针)上旋转,而第二致动段802配置为使转子轴810在与第一方向相反的第二方向(即,逆时针)上旋转。

[0082] 示例性致动器800的第一致动段801包括旋转活塞812,并且第二致动段802包括旋转活塞822。通过在沿着转子轴810的给定纵向位置处实施单个旋转活塞812、822,与在沿着旋转活塞组件的给定纵向位置处使用多对旋转活塞的致动器(例如,致动器100)相比,可以实现更大范围的旋转行程。在一些实施例中,致动器800可以使转子轴810旋转总共大约145度。

[0083] 在一些实施例中,沿着转子轴810使用多个旋转活塞812、822可以减少压力室组件820的扭曲变形,例如,减少在高压下的弓形弯曲变形。在一些实施例中,沿着转子轴810使用多个旋转活塞812、822可以为每个活塞812、822提供额外的自由度。在一些实施例中,沿着转子轴810使用多个旋转活塞812、822可以减少在组装或者操作期间遇到的对准问题。在一些实施例中,沿着转子轴810使用多个旋转活塞812、822可以降低转子轴810的侧面装载的影响。

[0084] 图9示出了具有处于伸出配置中的旋转活塞812的示例性致动器800。将加压流体施加于流体端口830,以对形成在压力室组件820中的弓形压力室840加压。压力室840中的压力向外部分地促动旋转活塞812,从而促动转子轴810在第一方向(例如,顺时针方向)上旋转。

[0085] 图10示出了具有处于缩回配置中的旋转活塞812的示例性致动器800。转子轴810的机械旋转,例如,致动段820的加压,向内(例如,顺时针)部分地促动旋转活塞812。在压力室840中的通过旋转活塞812而位移的流体从流体端口830流出。

[0086] 可以通过将旋转活塞812插入压力室840中来组装示例性致动器800。然而,可以将

转子轴810纵向地插设穿过孔洞850和键槽851。通过连接器销852将旋转活塞812连接至转子轴810。

[0087] 图11是旋转活塞式致动器1100的另一示例的透视图。通常,致动器1100与示例性致动器800相似,但是在每个致动段中使用了多个旋转活塞。

[0088] 示例性致动器1100包括旋转活塞组件1110和压力室组件1120。致动器1100包括第一致动段1101和第二致动段1102。在致动器1100的示例中,第一致动段1101配置为使旋转活塞组件1110在第一方向(例如,顺时针)上旋转,而第二致动段1102配置为使旋转活塞组件1110在与第一方向相反的第二方向(即,逆时针)上旋转。

[0089] 示例性致动器1100的第一致动段1101包括旋转活塞812的集合,并且第二致动段1102包括旋转活塞822的集合。通过在沿着旋转活塞组件1110的多个纵向位置处实施独立的旋转活塞812、822,可以实现与致动器800相似的旋转行程范围。在一些实施例中,致动器1100可以使转子轴1110旋转总共大约60度。

[0090] 在一些实施例中,使用旋转活塞812的集合在一些应用中可以提供机械方面的优点。例如,使用多个旋转活塞812可以减少旋转活塞组件的应力或者偏转,可以减少密封组件的磨损,或者可以提供更大的自由度。在另一示例中,在腔室之间提供隔板,例如,织带,可以增加压力室组件1120的强度,并且可以减少压力室组件1120在高压下的弓形弯曲变形。在一些实施例中,在转子轴组件1110上放置端板可以减少致动器800在负载下所经受的悬臂效应,例如,减轻应力或者弯曲。

[0091] 图12至图14是另一示例性旋转活塞式致动器1200的透视图和剖面图。致动器1200包括旋转活塞组件1210、第一致动段1201和第二致动段1202。

[0092] 示例性致动器1200的旋转活塞组件1210包括转子轴1212、转子臂1214的集合以及双旋转活塞1216的集合。双旋转活塞1216中的每一个活塞包括连接段1218、活塞端1220a和活塞端1220b。活塞端1220a至1220b形成为弓形,并且在通常为半圆形的布置中彼此相对定向,并且在连接段1218处结合在一起。孔洞1222形成在连接段1218中,并且与由活塞端1220a至1220b形成的半圆的轴线基本平行地定位(例如, $\pm 5^\circ$)。孔洞1222的大小设计为容纳从孔洞1222通过的连接销(未示出)和形成在转子臂1213中的孔洞1224的集合,以将双旋转活塞1216中的每一个活塞固定至转子轴1212。

[0093] 示例性致动器1200的第一致动段1201包括第一压力室组件1250a,并且第二致动段1202包括第二压力室组件1250b。第一压力室组件1250a包括形成为在第一压力室组件1250a中的弓形腔的压力室1252a的集合。第二压力室组件1250b包括形成为在第一压力室组件1250b中的弓形腔的压力室1252b的集合。当将压力室组件1250a至1250b组装到致动器1200中时,每个压力室1252a通常与一个对应的压力室1252b处于一个平面中,从而使得压力室1252a和压力室1252b占用了绕中央轴线的两个半圆形区域。半圆形孔洞1253a和半圆形孔洞1253b基本对准(例如, $\pm 5^\circ$),以容纳转子轴1212。

[0094] 示例性致动器1200的每个压力室1252a至1252b包括开口端1254和密封组件1256。开口端1254形成为容纳活塞端1220a至1220b的插入。密封组件1256与压力室1252a至1252b的内壁和活塞端1220a至1220b的外表面接触,以形成流体密封。

[0095] 通过将双旋转活塞1216的孔洞1222与转子臂1214的孔洞1224对准,来组装示例性致动器1200的旋转活塞组件1210。使连接器销(未示出)从孔洞1222和1224通过,并且通过

保持紧固件将其纵向固定。

[0096] 可以通过定位与半圆形孔洞1253a对接的转子轴1212并且使其旋转以将活塞端1220a插入压力室1252a中,来组装示例性致动器1200。将第二压力室1252b定位为与第一压力室1252a对接,从而使得半圆形的孔洞1253b与转子轴1212接触。然后,使旋转活塞组件1210旋转,以将活塞端1220b部分地插入压力室1252b中。将端盖1260紧固至压力室1252a至1252b的纵向端1262a。将第二端盖(未示出)紧固至压力室1252a至1252b的纵向端1262b。端盖基本维持旋转活塞组件1210和压力室1252a至1252b相对于彼此的位置(例如,+/- 5度)。在一些实施例中,致动器1200可以提供大约90度的总旋转冲程。

[0097] 在操作中,将加压流体施加于示例性致动器1200的压力室1252a,以使旋转活塞组件1210在第一方向(例如,顺时针)上旋转。将加压流体施加于压力室1252b,以使旋转活塞组件1210在第二方向(例如,逆时针)上旋转。

[0098] 图15和图16是包括另一示例性旋转活塞组件1501的另一示例性旋转活塞式致动器1500的透视图和剖面图。在一些实施例中,组件1501可以是图2的旋转活塞组件200的替代实施例。

[0099] 示例性致动器1500的组件1501包括转子轴1510,该转子轴1510通过转子臂1530的集合以及一个或者多个连接器销(未示出)连接至旋转活塞1520a的集合和旋转活塞1520b的集合。按照基本相间的方式将旋转活塞1520a和1520b沿着转子轴1510设置,例如,一个旋转活塞1520a、一个旋转活塞1520b、一个旋转活塞1520a、一个旋转活塞1520b。在一些实施例中,可以按照基本互相啮合的方式将旋转活塞1520a和1520b沿着转子轴1510设置,例如,彼此平行旋转的一个旋转活塞1520a和一个旋转活塞1520b,连接器销形成为并排设置,或者,旋转活塞1520的连接部分形成为一个或者多个阳凸起和/或一个或者多个阴凹部,以容纳形成在旋转活塞1520b的连接部分中的一个或者多个对应的阳凸起和/或一个或者多个对应的阴凹部。

[0100] 参照图16,示例性致动器1500的压力室组件1550包括弓形压力室1555a的集合和弓形压力室1555b的集合。与旋转活塞1520a至1520b的相间方式相对应,按照基本相间的方式,来设置压力室1555a和1555b。旋转活塞1520a至1520b部分地延伸到压力室1555a至1555b中。将密封组件1560定位在每个压力室1555a至1555b的开口端1565周围,以在压力室1555a至1555b的内壁与旋转活塞1520a至1520b之间形成流体密封。

[0101] 在使用中,将加压流体相间地提供到示例性致动器1500的压力室1555a和1555b,以促动旋转活塞组件1501部分地顺时针和逆时针旋转。在一些实施例中,致动器1500可以使转子轴1510旋转总共大约92度。

[0102] 图17和图18是包括另一示例性旋转活塞组阿健1701的另一示例性旋转活塞式致动器1700的透视图和剖面图。在一些实施例中,组件1701可以是图2的旋转活塞组件200或者图12的组件1200的替代实施例。

[0103] 示例性致动器1700的组件1701包括转子轴1710,该转子轴1710通过转子臂1730a的集合以及一个或者多个连接器销1732连接至旋转活塞1720a的集合。转子轴1710也通过转子臂1730b的集合以及一个或者多个连接器销1732连接至旋转活塞1720b的集合。按照基本相对的对称的方式将旋转活塞1720a和1720b沿着转子轴1710设置,例如,一个旋转活塞1720a在沿着组件1701的长度的多个位置处与一个旋转活塞1720b配对。

[0104] 参照图18, 示例性致动器1700的压力室组件1750包括弓形压力室1755a的集合和弓形压力室1555b的集合。与旋转活塞1720a至1720b的对称布置相对应, 按照相对的对称的方式, 来设置压力室1755a和1555b。旋转活塞1720a至1720b部分地延伸到压力室1755a至1755b中。将密封组件1760定位在每个压力室1755a至1755b的开口端1765周围, 以在压力室1755a至1755b的内壁与旋转活塞1720a至1720b之间形成流体密封。

[0105] 在使用中, 将加压流体相间地提供到示例性致动器1700的压力室1755a和1755b, 以促动旋转活塞组件1701部分地顺时针和逆时针旋转。在一些实施例中, 致动器1700可以使转子轴1710旋转总共大约52度。

[0106] 图19和图20是另一示例性旋转活塞式致动器1900的透视图和剖面图。虽然之前描述的致动器(例如, 图1的示例性致动器100)一般是细长形和圆柱形, 但是致动器1900较为扁平, 并且更为盘状。

[0107] 参照图19, 示出了示例性旋转活塞式致动器1900的透视图。致动器1900包括旋转活塞组件1910和压力室组件1920。旋转活塞组件1910包括转子轴1912。转子臂1914的集合从转子轴1912径向地延伸出来, 各个转子臂1914的远端包括与转子轴1912的轴线基本平行(例如, $\pm 2^\circ$)并且大小设计为容纳连接器销1918的集合中的一个的孔洞1916。

[0108] 示例性致动器1900的旋转活塞组件1910包括一对旋转活塞1930, 这对旋转活塞1930彼此相对的基本对称地设置在转子轴1912上。在致动器1900的示例中, 旋转活塞1930都定向在相同的旋转方向上, 例如, 旋转活塞1930在相同的旋转方向上协作地推进。在一些实施例中, 可以提供返回力, 以使旋转活塞组件1910在旋转活塞1930的方向上旋转。例如, 可以将转子轴1912联接至克服由旋转活塞1930提供的力的负载, 诸如, 在万有引力下的负载、暴露于风或者水阻力的负载、返回弹簧、或者可以使旋转活塞组件旋转的任何其他合适的负载。在一些实施例中, 致动器1900可以包括在压力室组件1920之上的可加压外壳体, 以提供反向驱动操作, 例如, 与由图4中的外壳体450提供的功能相似。在一些实施例中, 可以将致动器1900可转动地联接至可以提供反向驱动操作的反向定向的致动器1900。

[0109] 在一些实施例中, 可以将旋转活塞1930定向在相反的旋转方向上, 例如, 旋转活塞1930可以在相反的旋转方向上彼此相对地推进, 以提供双向运动控制。在一些实施例中, 致动器100可以使转子轴旋转总共大约60度。

[0110] 示例性致动器1900的每个旋转活塞1930包括活塞端1932以及一个或者多个连接臂1934。活塞端1932形成为具有一般呈半圆形的本体, 该本体具有基本平滑的表面。每个连接臂1934包括孔洞1936(见图21B和图21C), 该孔洞1936与活塞的半圆形本体的轴线基本对准(例如, $\pm 2^\circ$)并且大小设计为容纳其中一个连接器销1918。

[0111] 可以通过将连接臂1934与转子臂1914对准, 来将示例性致动器1900的每个旋转活塞1930组装到转子轴1912, 从而使转子臂1914的孔洞1916与孔洞1936对准。可以将连接器销1918插设穿过对准的孔洞, 以在活塞1930与转子轴1912之间建立铰接。每个连接器销1916比对准的孔洞稍长。在每个连接器销1916的延伸超过对准的孔洞的每个端部的圆周外围周围的是圆周凹部(未示出), 该圆周凹部可以容纳保持紧固件(未示出), 例如, 卡环或者螺旋环。

[0112] 现在参照图20, 示出了示例性旋转活塞式致动器1900的剖面图。所图示的示例示出了部分插入形成为在压力室组件1920中的弓形腔的对应压力室1960中的旋转活塞1930。

[0113] 示例性致动器1900的每个压力室1960包括在开口端1964处的在压力室1960的内表面周围的密封组件1962。在一些实施例中,密封组件1962可以是所有侧都保持在标准密封槽中的圆形或者半圆形的密封几何结构。

[0114] 当将示例性致动器1900的旋转活塞1930插设穿过开口端1964时,每个密封组件1962与压力室1960的内表面和活塞端1932的基本平滑表面接触,以在压力室1960内形成基本压力密封的区域(例如,每小时少于10%的压力降)。每个压力室1960可以包括形成为穿过压力室组件1920的流体端口(未示出),加压流体可以从该流体端口流过。

[0115] 在将加压流体(例如,液压油、水、空气、气体)引入示例性致动器1900的压力室1960时,压力室1960的内部与在压力室1960外部的大气环境之间的压力差使得从压力室1960向外促动活塞端1932。随着活塞端1932被向外促动,活塞1930促动旋转活塞组件1910旋转。

[0116] 在所图示的示例性致动器1900中,每个旋转活塞1930包括空气腔1966。图21A至图21C提供了其中一个旋转活塞1930的附加剖面图和透视图。参见图21A,示出了沿着活塞端1932的剖面所取的旋转活塞1930的剖面。腔1966形成在活塞端1932内。参照图21B,透视地示出了连接臂1934和孔洞1936。图21C特现了腔1966的透视图。

[0117] 在一些实施例中,可以省略腔1966。例如,活塞端1932的剖面可以是实心的。在一些实施例中,可以形成腔1966来减少旋转活塞1930的质量和致动器1900的质量。例如,可以在飞机应用中实施致动器1900,其中,重量对于致动器的选择可以其一定作用。在一些实施例中,腔1966可以减少对密封组件(诸如,图3的密封组件320)的磨损。例如,通过减少旋转活塞1930的质量,可以减少当(例如,通过重力或者G力)增加旋转活塞的质量时活塞端1932施加在对应密封组件上的力的大小。

[0118] 在一些实施例汇总,腔1966的剖面可以是基本中空的,并且可以在中空空间内包括一个或者多个结构构件,例如,网。例如,结构叉形构件可以延伸跨过中空活塞的腔,以减少当活塞暴露于跨密封组件的高压力差时可能产生的扭曲变形(例如,弓形弯曲变形)的量。

[0119] 图22和图23图示了两个示例转子轴实施例的比较。图22是示例性旋转活塞式致动器2200的透视图。在一些实施例中,示例性致动器2200可以是示例性致动器1900。

[0120] 示例性致动器2200包括压力室组件2210和旋转活塞组件2220。转活塞组件2220包括至少一个旋转活塞2222以及一个或者多个转子臂2224。转子臂2224从转子轴2230径向地延伸出来。

[0121] 示例性致动器的转子轴2230包括从压力室组件2210径向地延伸出来的输出段2232和输出段2234。输出段2232-2234包括从输出段2232至2234的圆周外围径向地延伸出来的花键2236的集合。在一些实施方式中,可以将输出段2232和/或2234插入对应形成的花键组件中,以将转子轴2230可旋转地联接至其他机构。例如,通过将输出段2232和/或2234可旋转地联接至外部组件,可以转移旋转活塞组件2220的旋转,以促动外部组件的旋转。

[0122] 图23是另一示例性旋转活塞式致动器2300的透视图。致动器2300包括压力室组件2210和旋转活塞组件2320。旋转活塞组件2320包括至少一个旋转活塞2222以及一个或者多个转子臂2224。转子臂2224从转子轴2330径向地延伸出来。

[0123] 示例性致动器2300的转子轴2330包括沿着转子轴2330的轴线纵向形成的孔洞

2332。转子轴2330包括从孔洞2332的圆周外围向内径向延伸出来的花键2336的集合。在一些实施例中,可以将对应形成的花键组件插入孔洞2332中,以将转子轴2330可旋转地联接至其他机构。

[0124] 图24是另一示例性旋转活塞的透视图。在一些实施例中,旋转活塞2400可以是旋转活塞250、260、414、712、812、822、1530a、1530b、1730a、1730b、1930或者2222。

[0125] 示例性旋转活塞2400包括活塞端2410和连接段2420。连接段2420包括形成为容纳连接器销(例如,连接器销214)的孔洞2430。

[0126] 示例性致动器2400的活塞端2410包括端锥2440。端锥2440形成在活塞端2410的末端2450的外围周围。端锥2440以径向向内的角度形成,始于活塞端2410的外部外围并且止于末端2450。在一些实施方式中,端锥2440可以形成为方便将旋转活塞2400插入压力室(例如,压力室310)中的过程。

[0127] 示例性致动器2400的活塞端2410基本是平滑的。在一些实施例中,活塞端2410的平滑表面可以提供可供密封组件接触的表面。例如,密封组件320可以与活塞端2410的平滑表面接触以形成部分流体密封,从而减少在压力室310的内壁上形成平滑且流体可密封的表面的需要。

[0128] 在所图示的示例中,旋转活塞2400示出为具有基本实心的圆形剖面,然而旋转活塞250、260、414、712、812、822、1530a、1530b、1730a、1730b、1930或者2222已经图示为具有多种基本呈矩形、椭圆形和其他形状的实心的和中空的剖面。在一些实施例中,如通常由箭头2491和2492所示,旋转活塞2400的剖面尺寸可以适应于任何合适的形状,例如,方形、矩形、卵形、椭圆形、圆形和其他形状的实心的和中空的剖面。在一些实施例中,如通常由角度2493指示的,旋转活塞2400的弓形可以适应于任何合适的长度。在一些实施例中,如通常由线2494指示的,旋转活塞2400的半径可以适应于任何合适的半径。在一些实施例中,活塞端2410可以是实心的、中空的,或者可以包括任何合适的中空形成。在一些实施例中,也可以将任何前面提及的形式的活塞端2410用作图12的双旋转活塞1216的活塞端1220a和/或1220b。

[0129] 图25是用于执行旋转致动的示例性过程2500的流程图。在一些实施方式中,可以通过旋转活塞式致动器100、400、700、800、1200、1500、1700、1900、2200、2300和/或2600来执行过程2500,这将在对图26至图28的说明中进行论述。

[0130] 在2510处,提供旋转致动器。示例性致动器2500的旋转致动器包括第一壳体,该第一壳体限定了第一弓形室,第一弓形室包括第一腔、与第一腔流体连通的第一流体端口、开口端以及设置在开口端的内表面的周围的第一密封件;转子组件,该转子组件可旋转地轴颈连接在第一壳体中,并且包括旋转输出轴和从旋转输出轴向外径向延伸的第一转子臂;弓形的第一活塞,该第一活塞设置在第一壳体中用于在第一弓形室中往复移动通过开口端。第一密封件、第一腔和第一活塞限定了第一压力室以及将第一活塞的第一端联接至第一转子臂的第一连接器。例如,致动器100包括被包括在致动段120中的压力室组件300和旋转活塞组件200的部件。

[0131] 在2520处,将加压流体施加于第一压力室。例如,可以使加压流体从流体端口320流动到压力室310中。

[0132] 在2530处,从第一压力室向外部分地促动第一活塞,以促动旋转输出轴在第一方

向上旋转。例如,流入压力室310的加压流体的体积会使旋转活塞的相似体积位移,从而使得从压力腔310中向外部分地促动旋转活塞260,这又会使转子轴210顺时针旋转。

[0133] 在2540处,使旋转输出轴在与第一方向相反的第二方向上旋转。例如,可以通过外部力,诸如,另一机构、转矩提供负载、返回弹簧或者任何合适的旋转转矩源,来使转子轴210旋转。

[0134] 在2550处,第一活塞被部分地促动到第一压力室中,以促动加压流体流出第一流体端口。例如,可以将旋转活塞260推入压力室310,并且延伸到压力室310中的活塞端252的体积会使相似流体体积位移,从而使其流出流体端口312。

[0135] 在一些实施例中,可以使用示例性过程2500向连接的机构提供在冲程内基本恒定的功率。例如,随着致动器100旋转,在递送到连接的负载的转矩中可能存在基本很少的依赖于位置的变化。

[0136] 在一些实施例中,第一壳体还限定了第二弓形室,该第二弓形室包括第二腔、与第二腔流体连通的第二流体端口以及设置在开口端的内表面周围的第二密封件,转子组件还包括第二转子臂,旋转致动器还包括设置在所述壳体中以在第二弓形室中进行往复移动的弓形的第二活塞,其中,第二密封件、第二腔和第二活塞限定了第二压力室以及将第二活塞的第一端联接至第二转子臂的第二连接器。例如,致动器100包括被包括在致动段110中的压力室组件300和旋转活塞组件200的部件。

[0137] 在一些实施例中,可以将第二活塞定向在与第一活塞相同的旋转方向上。例如,将两个活塞260定向为在相同的旋转方向上协作地运转。在一些实施例中,可以将第二活塞定向在与第一活塞相反的旋转方向上。例如,将旋转活塞250定向为相对于旋转活塞260在相反的旋转方向上运转。

[0138] 在一些实施例中,致动器可以包括第二壳体,并且设置在第一壳体周围并且具有第二流体端口,其中,第一壳体、第二壳体、密封件和第一活塞限定了第二压力室。例如,致动器400包括基本围绕压力室组件420的外壳体450。在孔洞452中的加压流体通过密封件426与在压力室422中的流体分开。

[0139] 在一些实施例中,使旋转输出轴在与第一方向相反的第二方向上旋转可以包括:将加压流体施加于第二压力室,并且从第二压力室向外部分地促动第二活塞,以促动旋转输出轴在与第一方向相反的第二方向上旋转。例如,可以将加压流体施加于第一致动段110的压力室310,以向外促动旋转活塞260,从而使转子轴210逆时针旋转。

[0140] 在一些实施方式中,使旋转输出轴在与第一方向相反的第二方向上旋转可以包括:将加压流体施加于第二压力室,并且将第一活塞部分地促动到第一压力室中,以促动旋转输出轴在与第一方向相反的第二方向上旋转。例如,可以使加压流体流入压力比在压力室422中的流体的压力更高的孔洞452中,从而使旋转活塞414移动到压力室422中,并且使转子轴412逆时针旋转。

[0141] 在一些实施例中,旋转输出轴的旋转可以促动壳体的旋转。例如,可以将旋转输出轴412可旋转地保持为静止并且可以允许壳体450旋转,并且,在压力室422中施加加压流体可以从压力室422中向外促动旋转活塞414,从而使壳体450绕着旋转输出轴412旋转。

[0142] 图26至图28示出了另一示例性旋转活塞式致动器2600的各种视图。通常,致动器2600与图1的示例性致动器100相似,不同之处在于密封组件的配置。虽然在示例性致动器

100中的米粉组件320相对于压力室310保持基本静止(例如,+/- 5度)并且与旋转活塞250的表面滑动接触,但是在示例性致动器2600中,密封配置是比较相反的,如下文所描述的。

[0143] 参照图26,示出了示例性旋转活塞式致动器2600的透视图。致动器2600包括旋转活塞组件2700和压力室组件2602。致动器2600包括第一致动段2610和第二致动段2620。在致动器2600的示例中,第一致动段2610配置为使旋转活塞组件2700在第一方向(例如,逆时针)上旋转,并且第二致动段2620配置为使旋转活塞组件2700在与第一方向相反的第二方向(例如,顺时针)上旋转。

[0144] 现在参照图27,示出了与压力室组件2602分开的示例性旋转活塞组件2700的透视图。旋转活塞组件2700包括转子轴2710。多个转子臂2712从转子轴2710径向地延伸出来,各个转子臂2712的远端,包括孔洞(未示出),与转子轴2710的轴线基本对准(例如,+/- 2度)并且大小设计为容纳连接器销2714的集合中的一个。

[0145] 如图27中所示,示例性旋转活塞组件2700的第一致动段2710包括一对旋转活塞2750,并且第二致动段2720包括一对旋转活塞2760。虽然示例性致动器2600包括两对旋转活塞2750、2760,但是其他实施例可以包括更大和/或更小数量的协作的和相对的旋转活塞。

[0146] 在图27中示出的示例性旋转活塞组件中,每个旋转活塞2750、2760包括活塞端2752以及一个或者多个连接臂2754。活塞端2752形成为具有一般呈半圆形的本体,该本体具有基本平滑的表面。每个连接臂2754包括孔洞2756,该孔洞2756与活塞端2752的半圆形本体的轴线基本对准(例如,+/- 2度)并且大小设计为容纳其中一个连接器销2714。

[0147] 在一些实施方式中,每个旋转活塞2750、2760包括设置在活塞端2752的外部外围周围的密封组件2780。在一些实施方式中,密封组件2780可以是所有侧都保持在标准密封槽中的圆形或者半圆形的密封几何结构。在一些实施方式中,可以使用市售往复活塞或者汽缸式密封件。例如,可能已经用于在目前飞机上使用的线性液压致动器的市售密封件类型可以显示出足以满足线性负载和位置保持应用的能力。在一些实施方式中,可以通过使用通常用于线性液压致动器的标准的(例如,市售的)半圆形单向密封件设计,来降低致动器2600的密封复杂性。在一些实施例中,密封组件320可以是单件式密封件。

[0148] 图28是示例性旋转活塞式致动器2600的透视剖面图。所图示的示例示出了插入形成在压力室组件2602中的弓形腔的对应压力室2810中的旋转活塞2760。旋转活塞2750也插入在对应的压力室2810中,该图不可见。

[0149] 在示例性致动器2600中,当分别将旋转活塞2750、2760插设穿过每个压力室2810的开口端2830时,每个密封组件2780与活塞端2760的外部外围和压力室2810的基本平滑内表面接触,以在压力室2810内形成基本压力密封的(例如,每小时少于10%的压力降)区域。

[0150] 在一些实施例中,密封件2780可以用作轴承。例如,随着活塞2750、2760移入和移出压力室310,密封组件2780可以为活塞2750、2760提供支撑。

[0151] 图29A至图29E是具有中央致动组件2960的另一示例性旋转活塞式致动器2900的各种视图。为了简要说明各个附图,请参见包括在本文件的“附图说明”开始处的对每个这些附图的简要说明。

[0152] 通常,示例性旋转活塞式致动器2900与图12至图14的旋转活塞式致动器1200基本相似,其中,旋转活塞式致动器2900还包括中央致动组件2960和中央安装组件2980。虽然将

旋转活塞式致动器2900图示并且描述为旋转活塞式致动器1200的修改例,但是,在一些实施例中,在也实施了中央致动组件2960和/或中央安装组件2980的设计中,旋转活塞式致动器2900也可以实施旋转活塞式致动器100、400、700、800、1200、1500、1700、1900、2200、2300和/或2600中的任何一个的特征。

[0153] 致动器2900包括旋转活塞组件2910、第一致动段2901和第二致动段2902。旋转活塞组件2910包括转子轴2912、转子臂2914的集合以及双旋转活塞(例如,图12-14的双旋转活塞1216)的集合。

[0154] 示例性致动器2900的第一致动段2901包括第一压力室组件2950a,并且第二致动段2902包括第二压力室组件2950b。第一压力室组件2950a包括形成为在第一压力室组件2950a中的弓形腔的压力室的集合,例如,图12至图14的压力室1252a。第二压力室组件2950b包括形成为在第二压力室组件2950b中的弓形腔的压力室的集合,例如,图12至图14的压力室1252b。在壳体中的半圆形孔洞2953容纳转子轴2912。

[0155] 中央安装组件2980形成为第二压力室组件2950b的壳体的径向凸出部2981。中央安装组件2980提供了用于将示例性旋转活塞式致动器2900可移除地附着至外部表面(例如,飞机机架)的安装点。形成在径向凸出段2981中的孔2982的集合容纳紧固件2984(例如,螺栓)的集合的插入,以将中央安装组件2980可移除地附着至在飞机机架上的外部安装特征2990,例如,安装点(支架)。

[0156] 中央致动组件2960包括径向凹部2961,该径向凹部2961形成在沿着通往示例性旋转活塞式致动器2900的纵轴AA的中点处的第一和第二致动段2901、2902的壳体的外表面的一部分中。外部安装支架2970(例如,飞机飞行控制表面)连接至致动臂2962,该外部安装支架2970可以适应于附接至待致动构件上的外部安装特征。致动臂2962延伸通过凹部2961,并且可移除地附接至形成在转子轴2912的纵轴的中点处的外部表面中的中央安装点2964。

[0157] 现在更具体地参照图29D和图29E,在从位于凹部2961处的中央致动组件1960和中央安装组件2980所取的剖视图和透视图,示出了示例性旋转活塞式致动器2900。致动臂2962延伸到凹部2961中,以与转子轴2912的中央安装点2964接触。致动臂2962通过紧固件2966(例如,螺栓)可移除地连接至中央安装点2964,该紧固件2966从形成在致动臂2962中的一对孔2968和穿过中央安装点2964形成的孔2965通过。孔2969的集合形成在致动臂2962的径向向外端。使紧固件2972(例如,螺栓)的集合穿过孔2969和形成在外部安装特征(支架)2970中的对应孔(未示出)。如上面提及的,中央致动组件2960将示例性旋转活塞致动器2900连接至外部安装特征2970,以将转子组件2910的旋转运动转移到待移动(致动)的设备,例如,飞机飞行控制表面。

[0158] 在一些实施例中,中央致动组件2960或者中央安装组件2980中的一个可以与示例性旋转活塞式致动器100、400、700、800、1200、1500、1700、1900、2200、2300和/或2600中的任何一个的特征组合使用。例如,可以通过中央安装组件2980将示例性旋转活塞式致动器2900安装到静止表面,并且提供在转子轴组件2910的一端或者两端处的致动。在另一示例中,可以通过非中央安装点将示例性旋转活塞组件2900安装至静止表面,并且在中央致动组件2960处提供致动。

[0159] 虽然上面已经详细描述了一些实施方式,但是其他修改例也是可能的。例如,在图中描绘的逻辑流不要求特定的所示顺序或者相继顺序来实现所需的结果。在一些示例中,

术语“大约”、“近似的”、“接近于”、“基本上”或者与位置或者数量相关的其他这种术语可以指,但不限于,所描述的位置或者数量加上或者减去所描述的位置的主要尺寸的所描述的数量或者长度的10%,或者在所描述的数量或者质量的平均值的10%偏差范围内,除非另有说明。另外,可以在所描述的流程上提供其他步骤或者可以从所描述的流程删除步骤,并且,可以向所描述的系统增加其他部件或者从所描述的系统移除部件。因此,其他实施方式落入以下权利要求书的范围内。

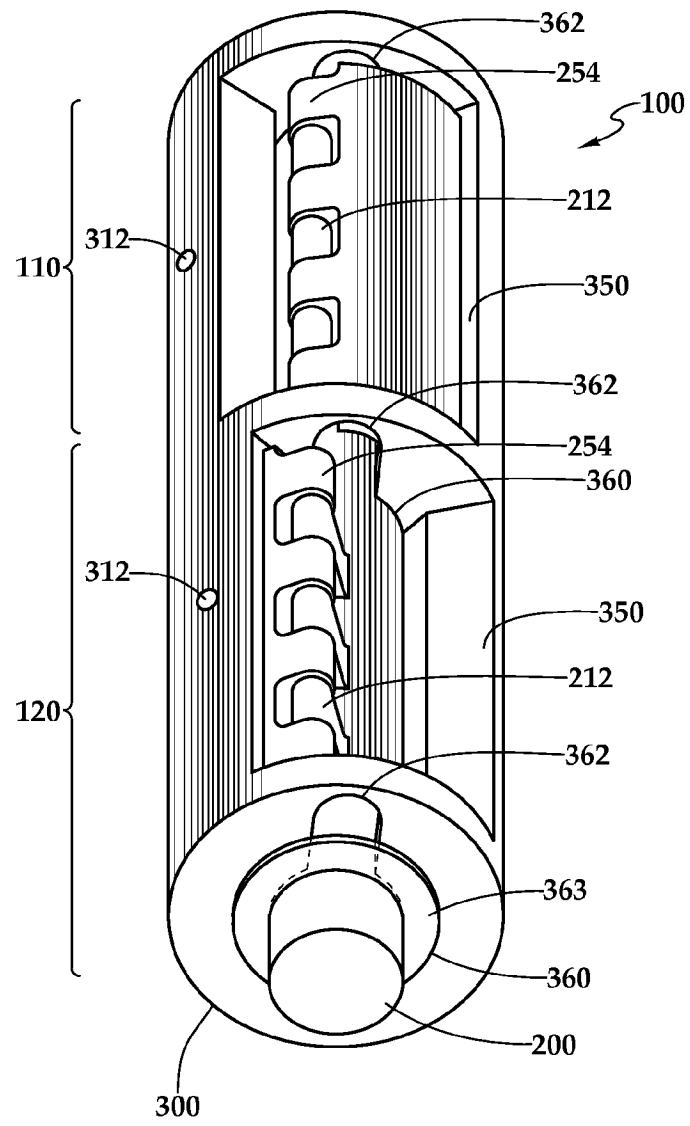


图 1

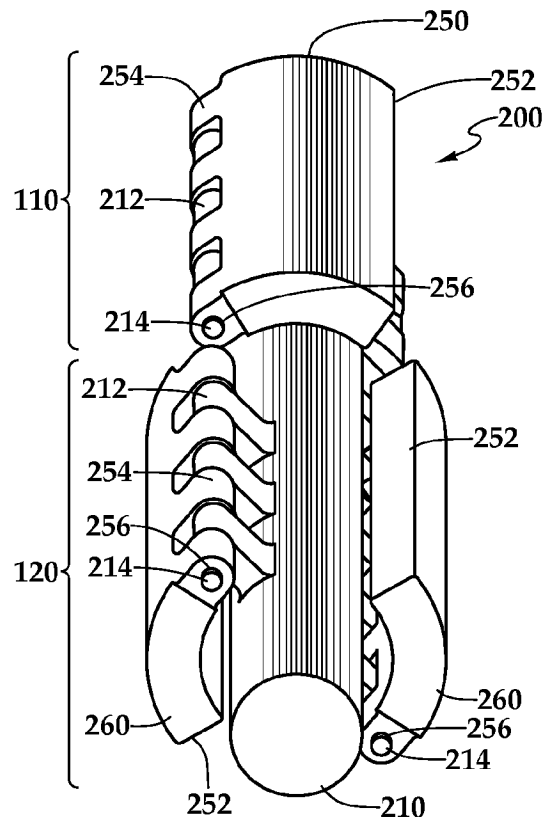


图 2

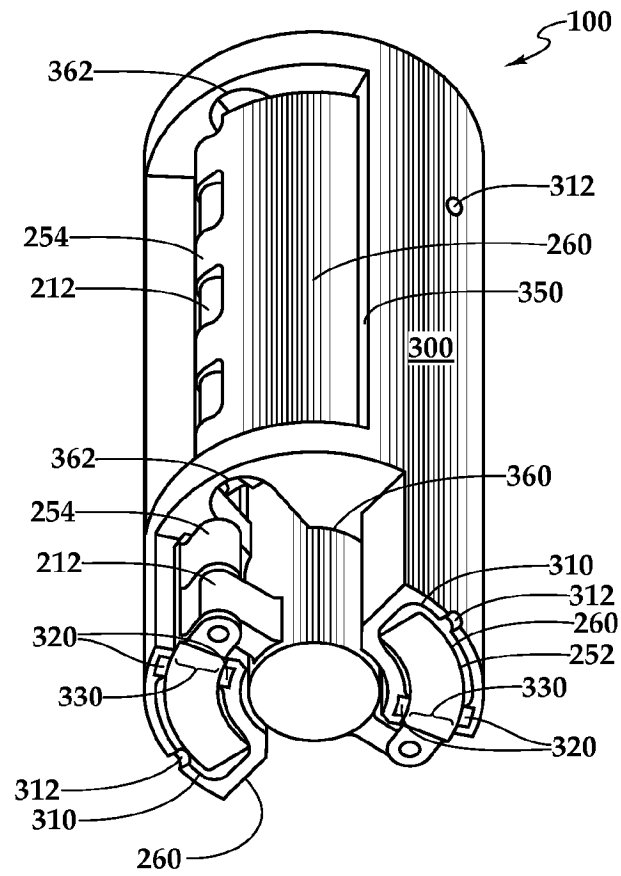


图 3

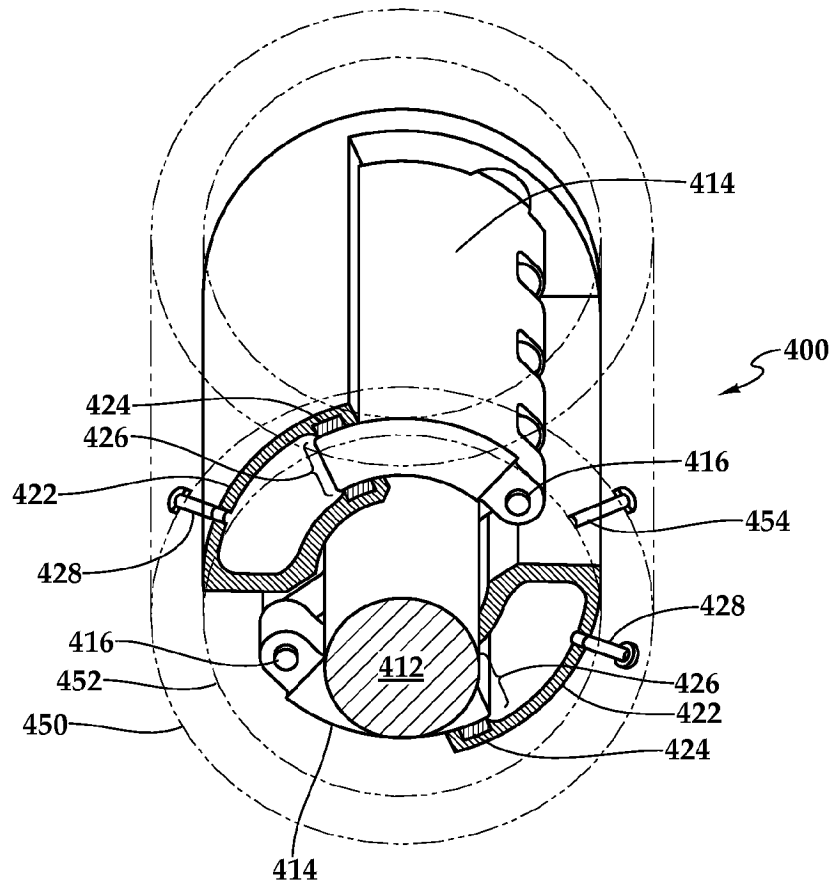


图 4

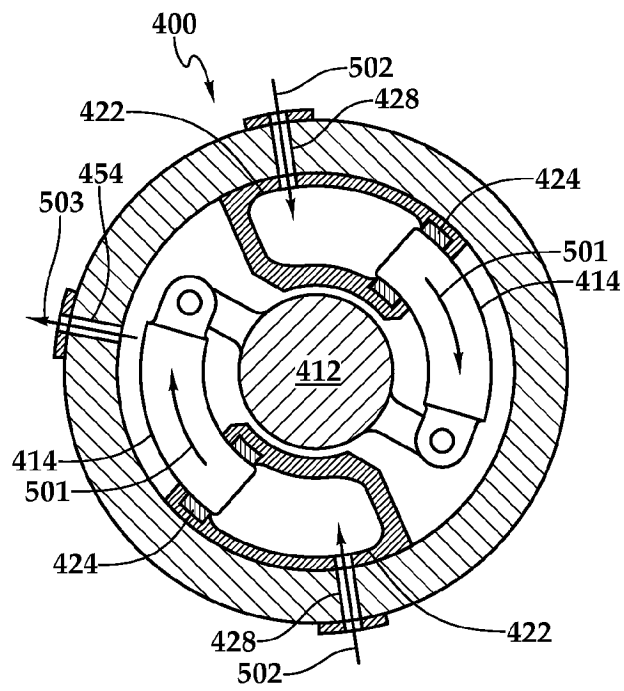


图 5

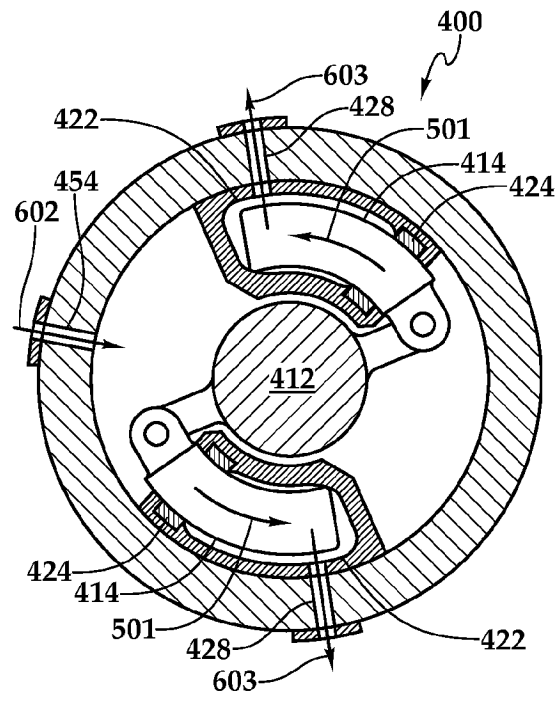


图 6

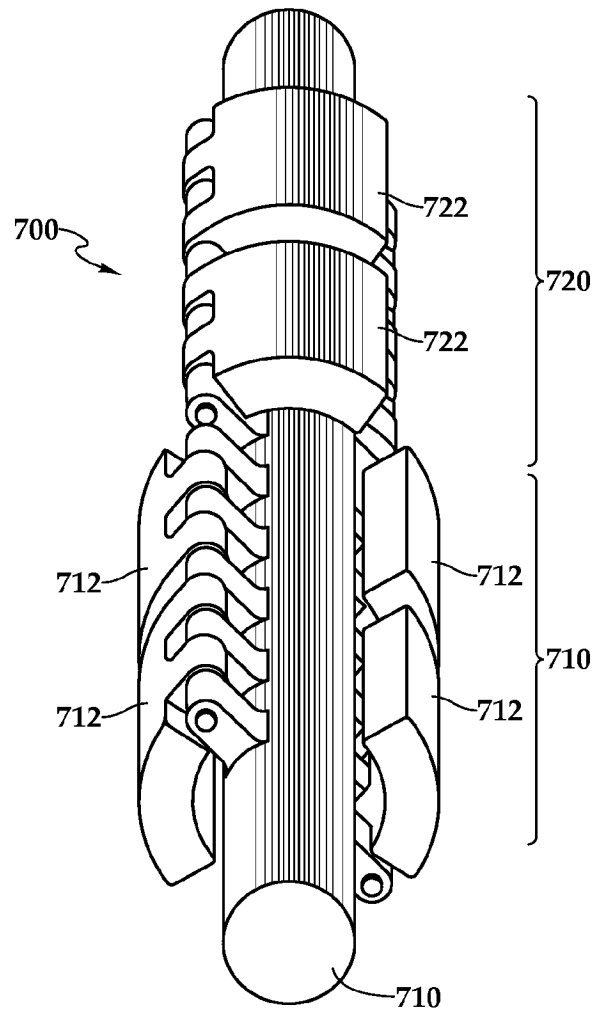


图 7

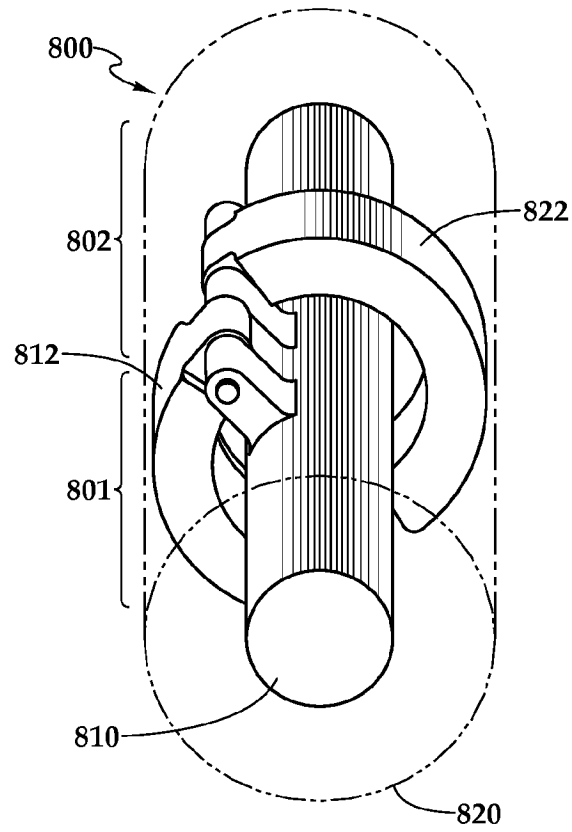


图 8

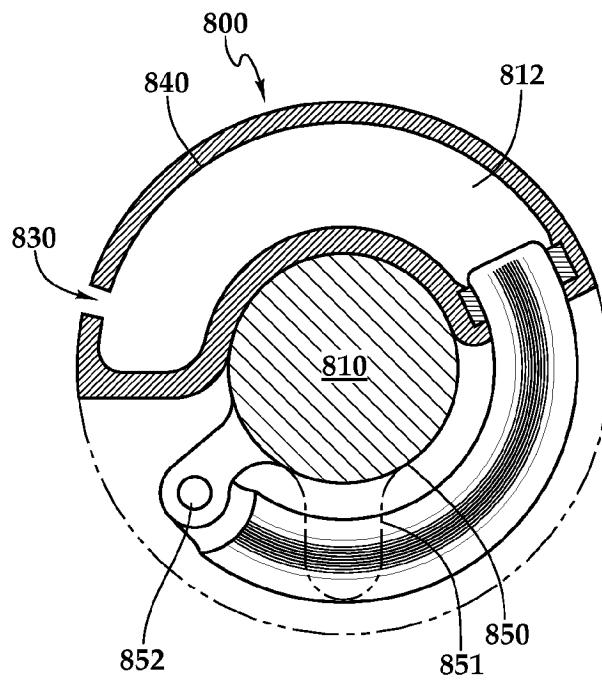


图 9

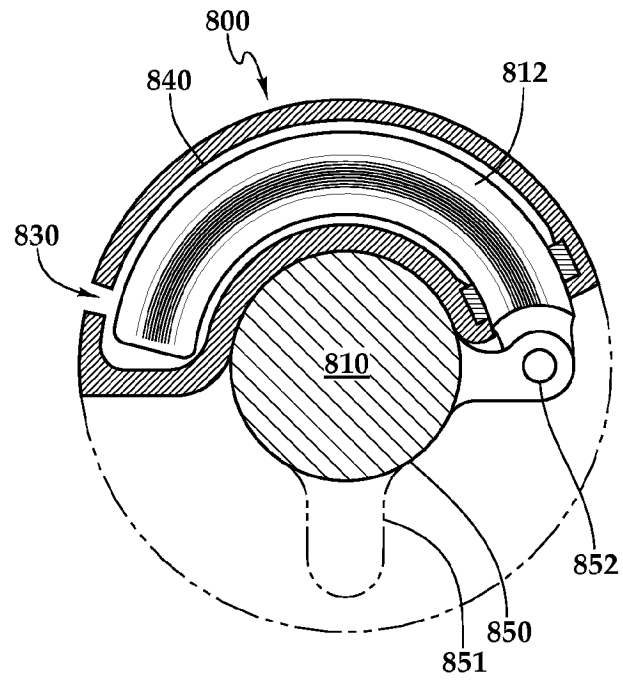


图 10

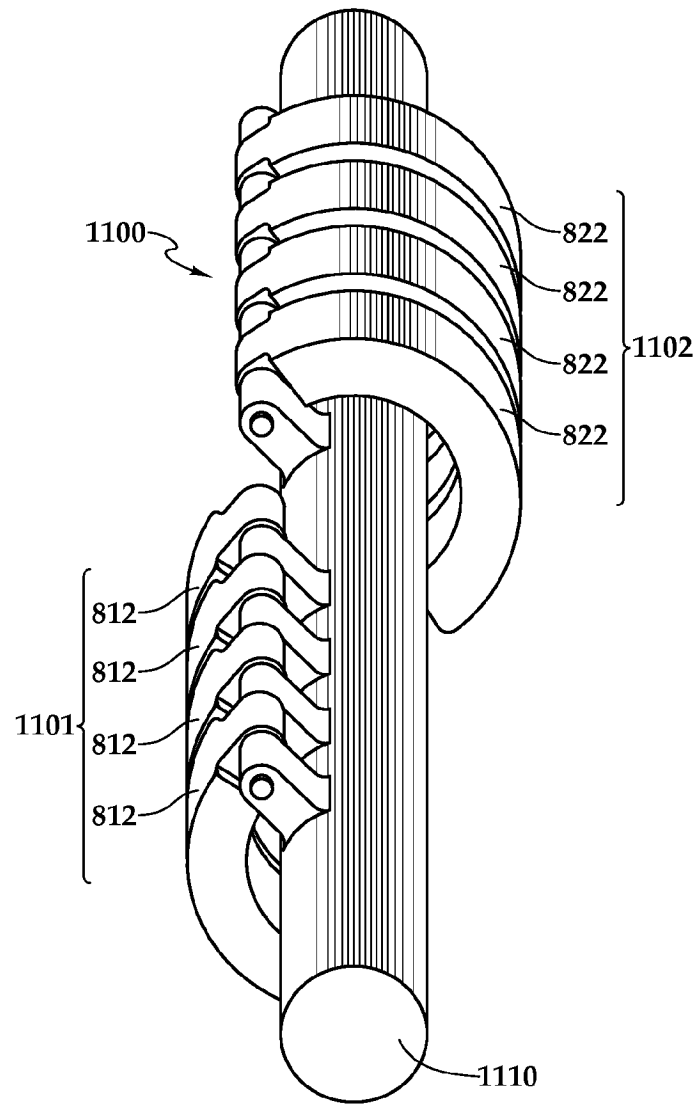


图 11

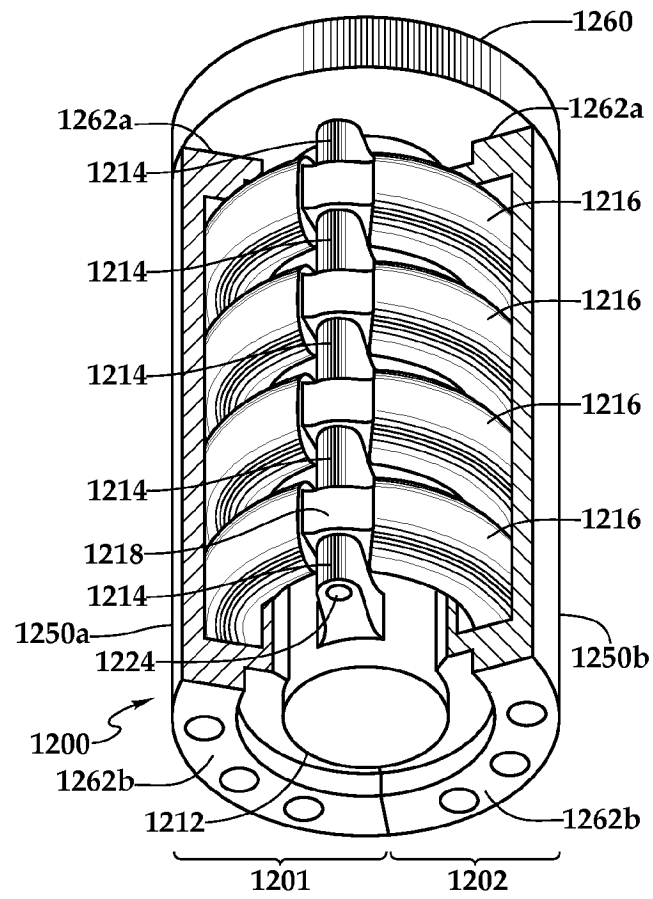


图 12

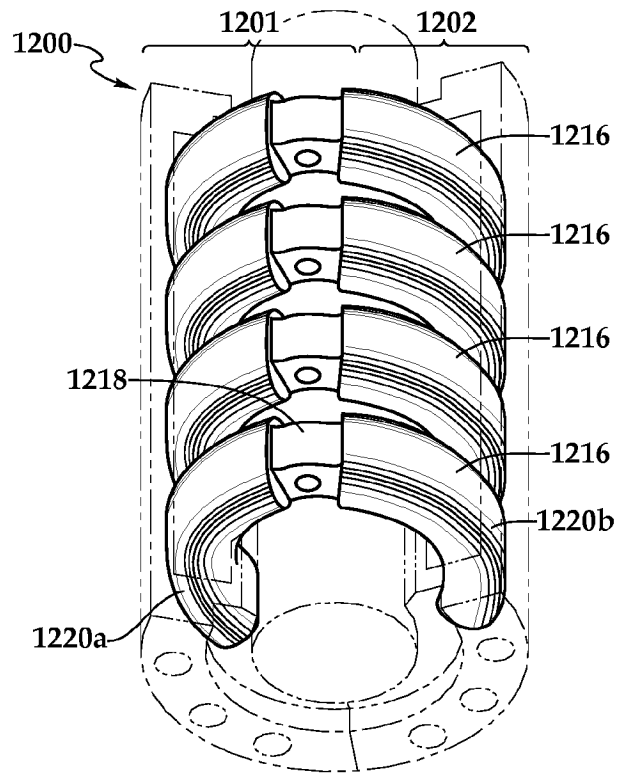


图 13

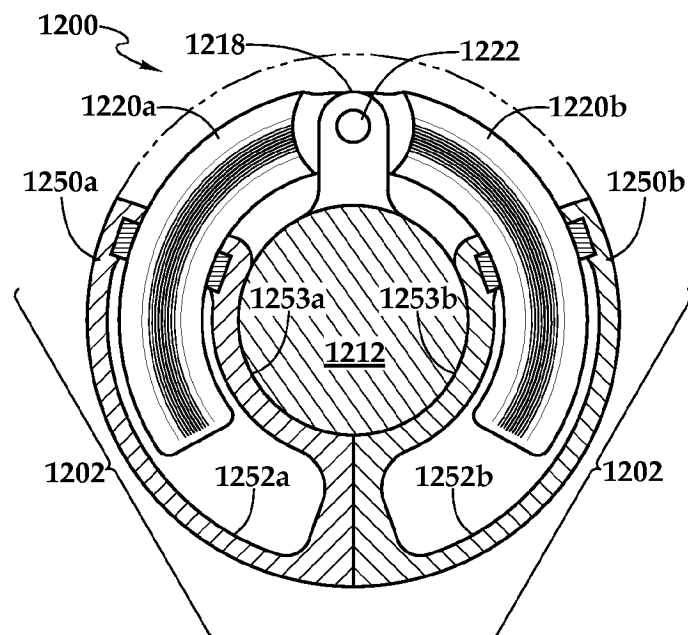


图 14

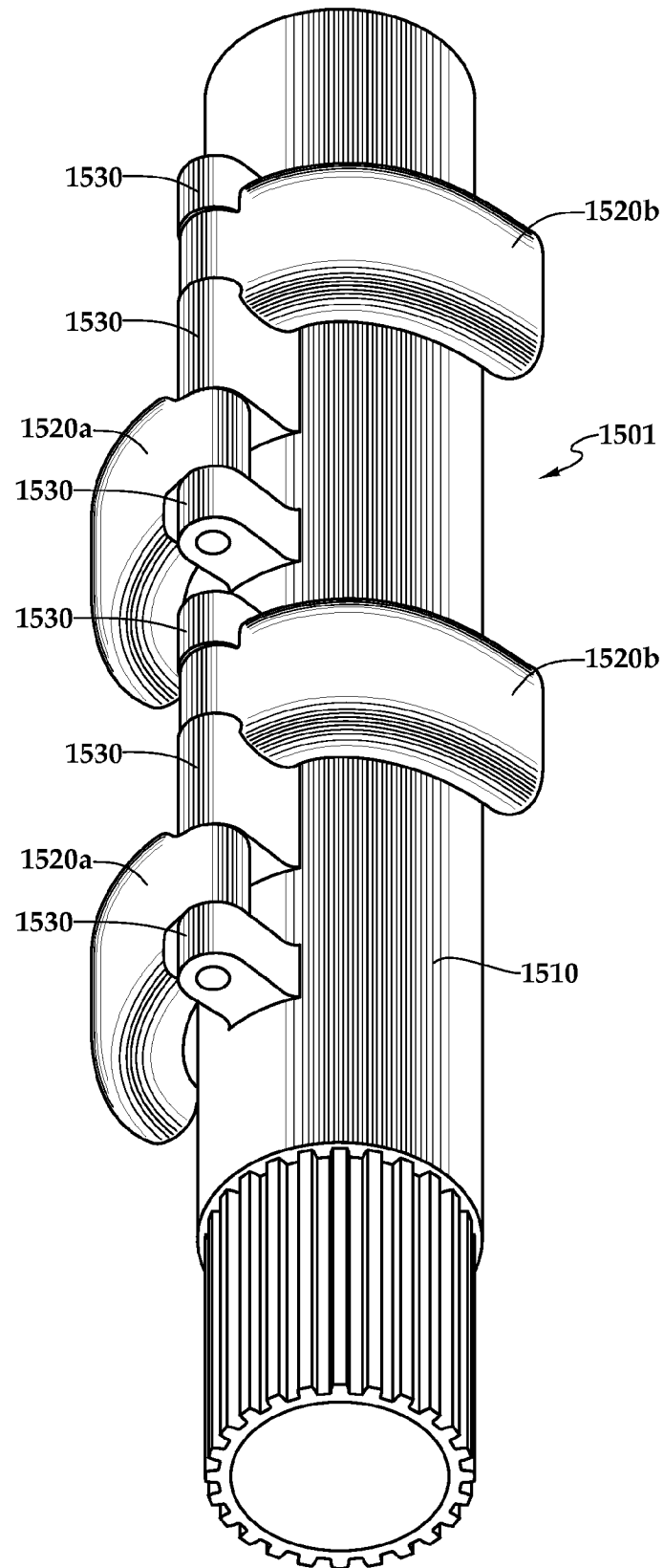


图 15

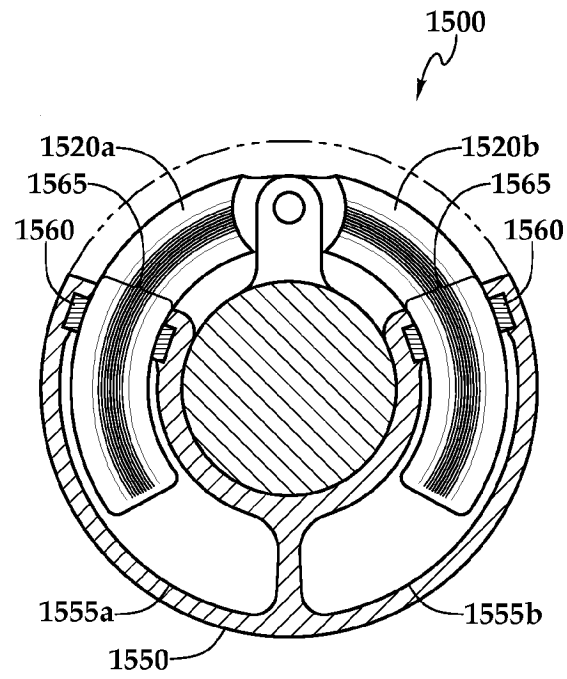


图 16

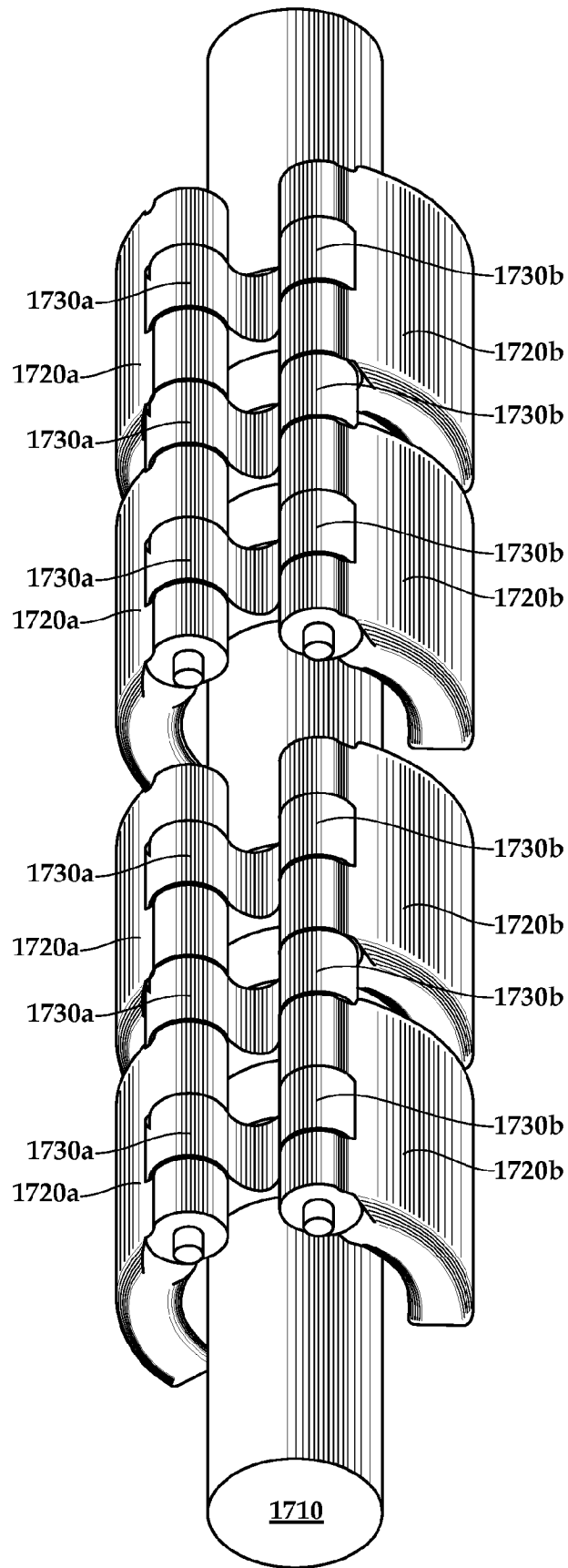


图 17

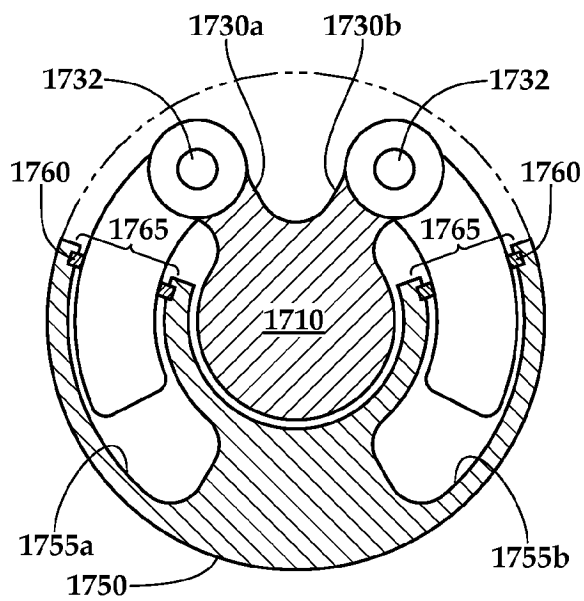


图 18

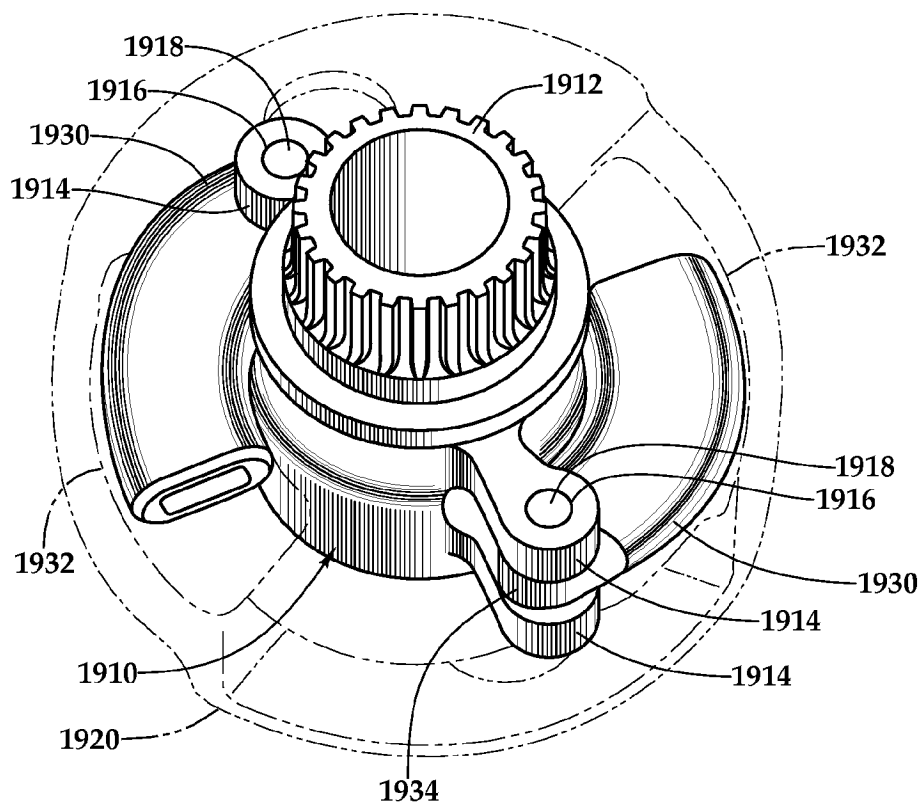


图 19

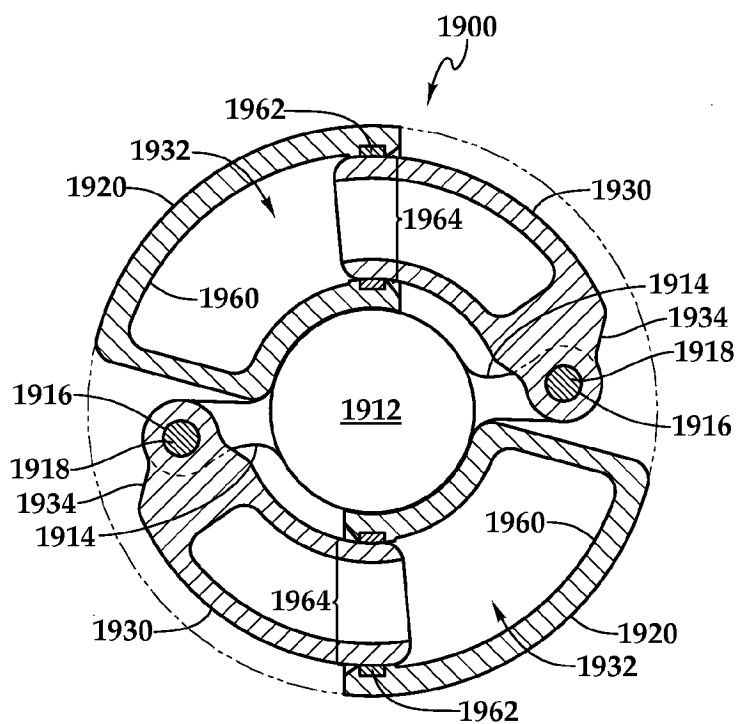


图 20

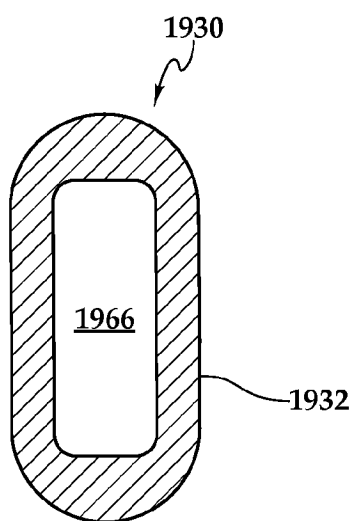


图 21A

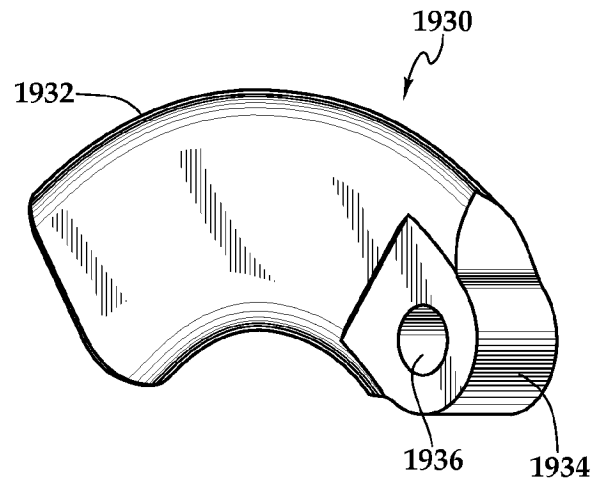


图 21B

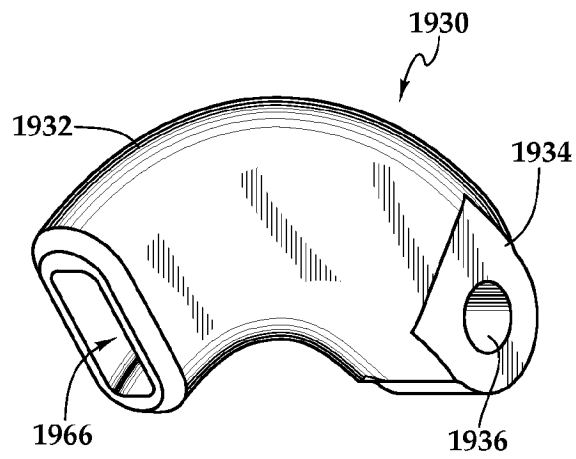


图 21C

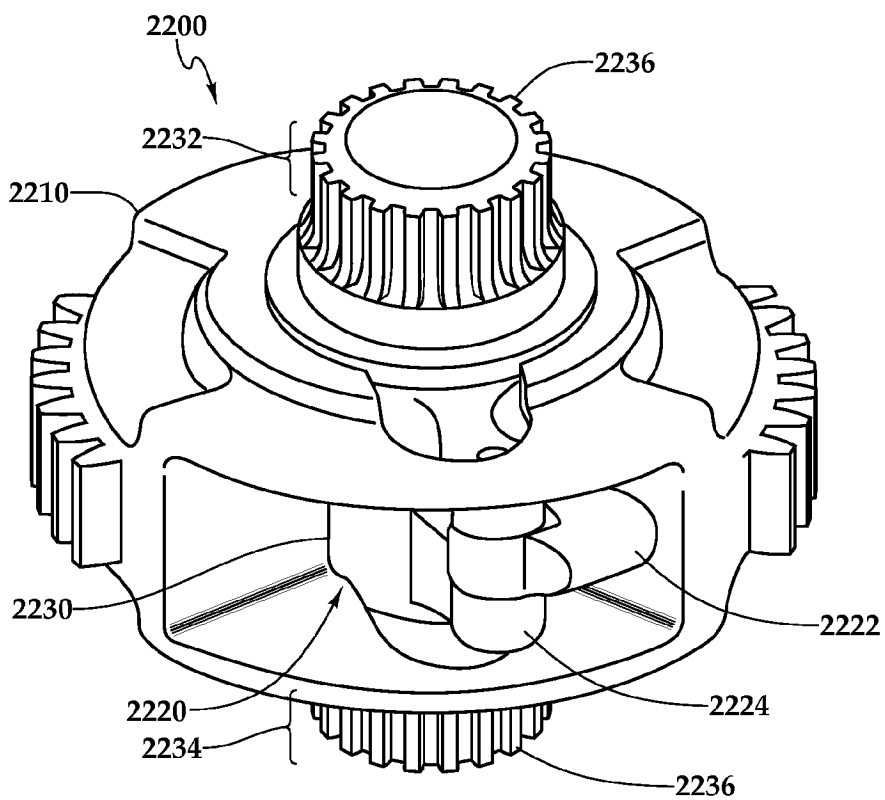


图 22

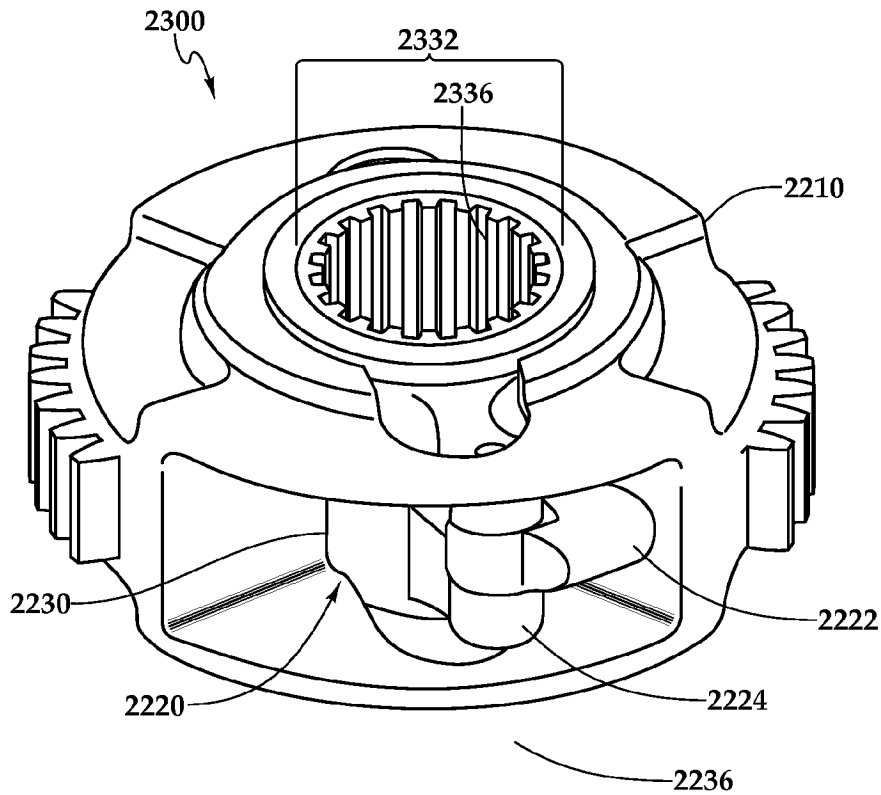


图 23

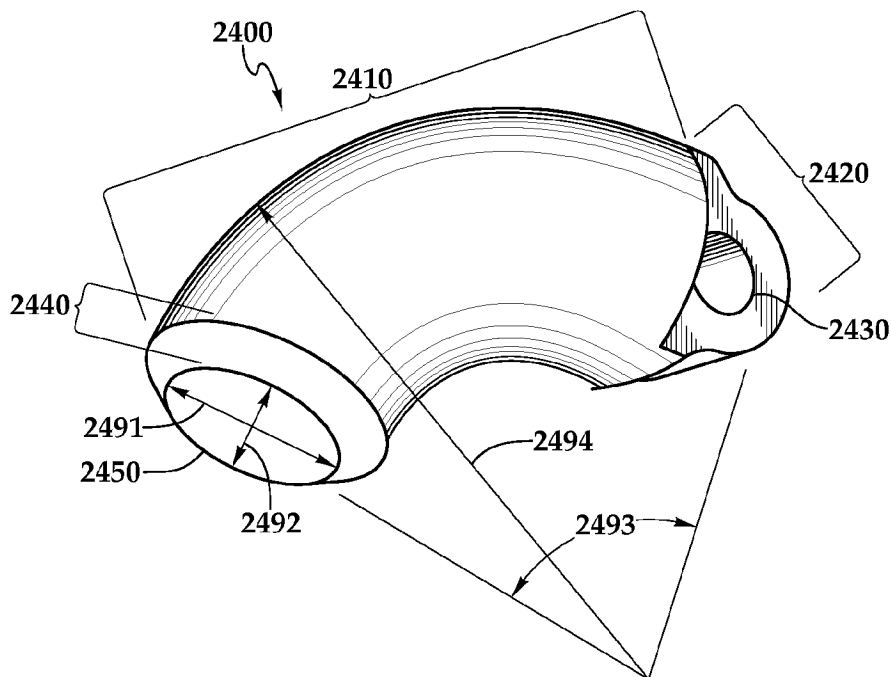


图 24

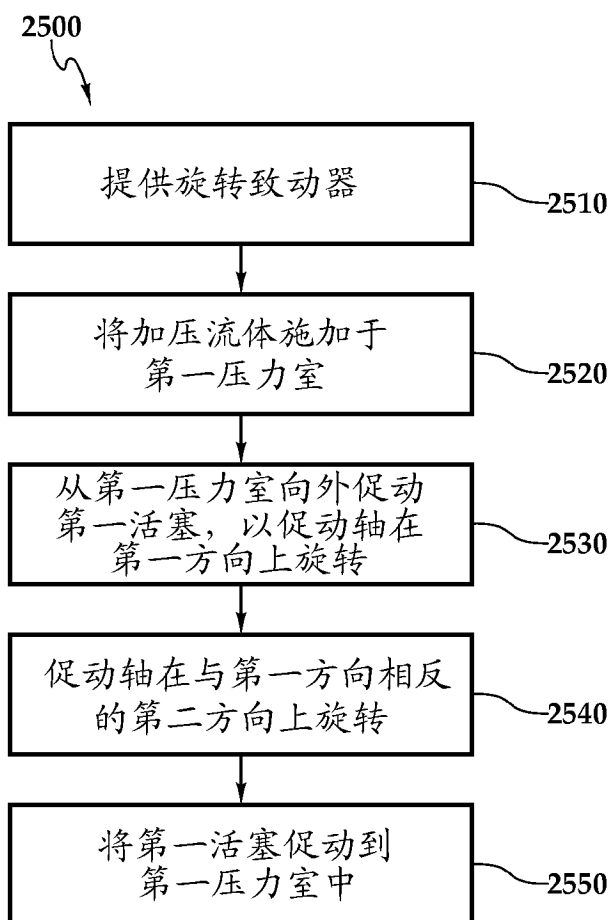


图 25

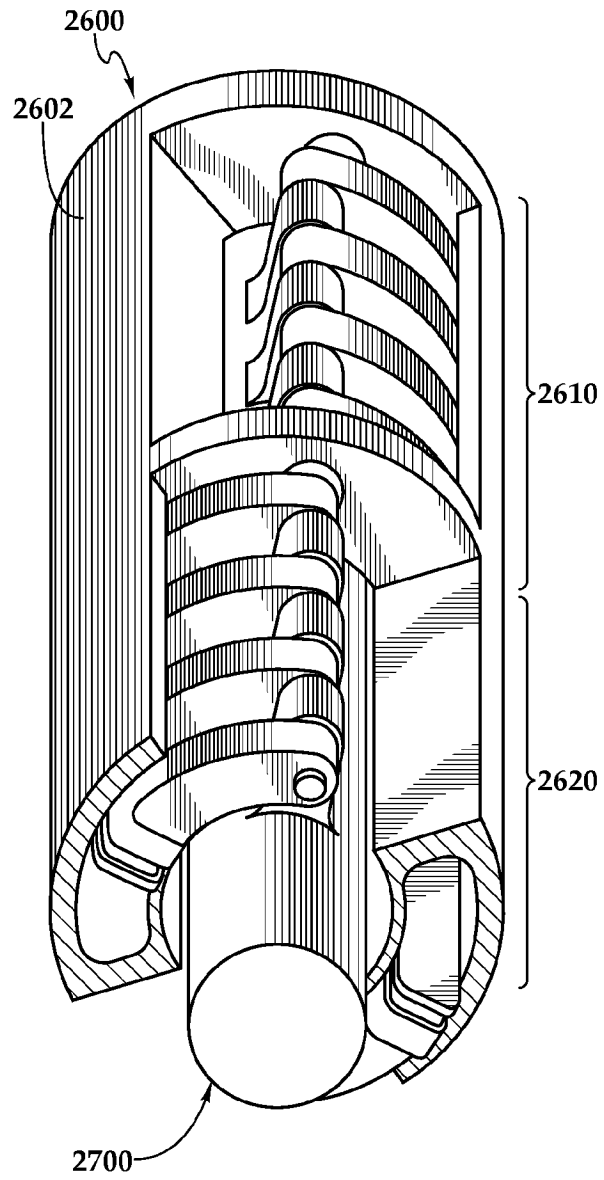


图 26

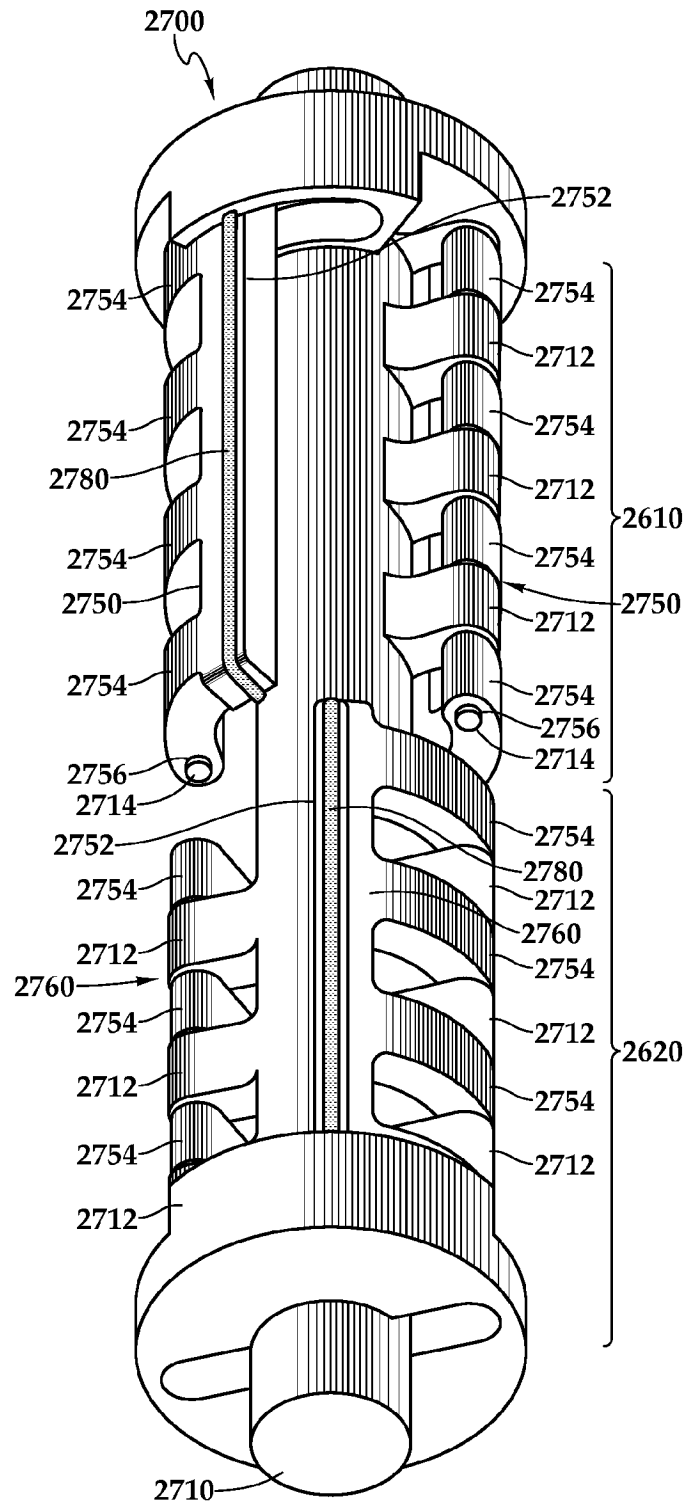


图 27

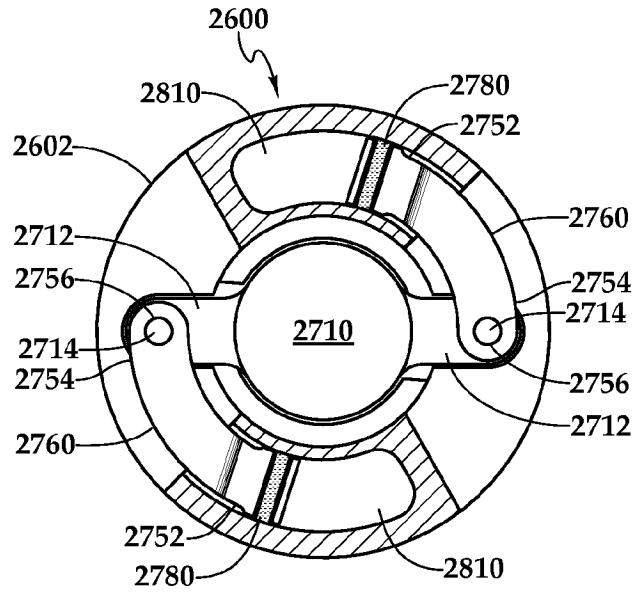


图 28

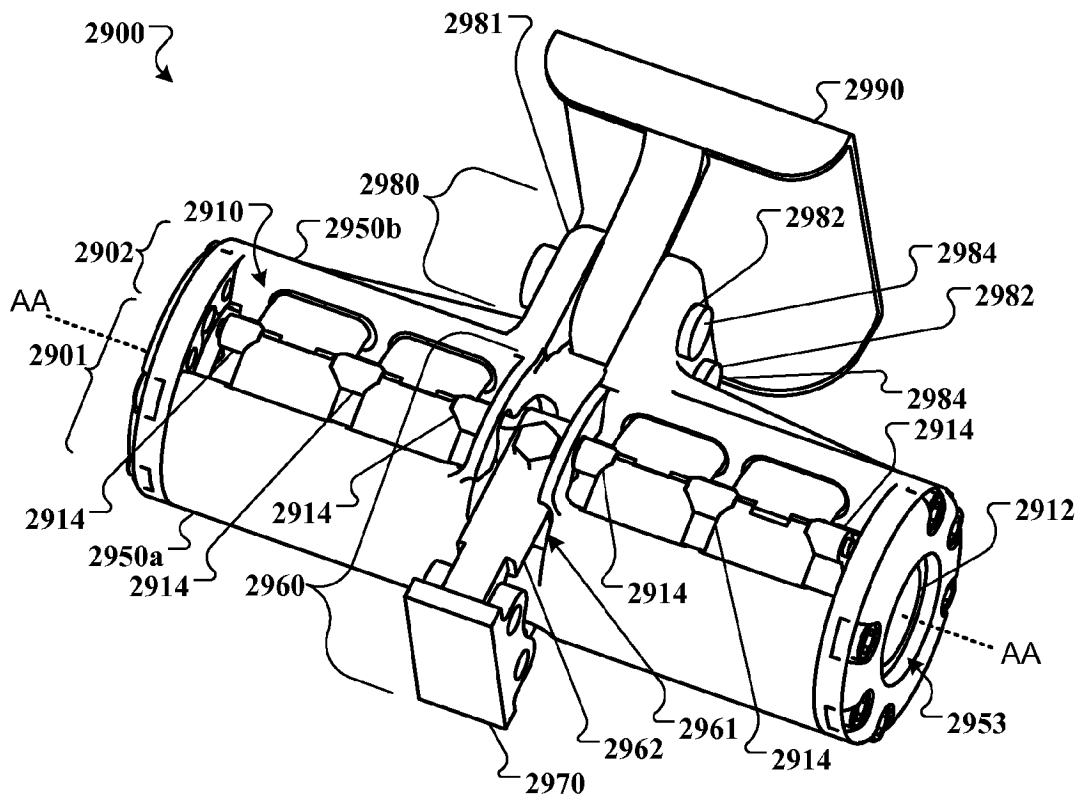


图 29A

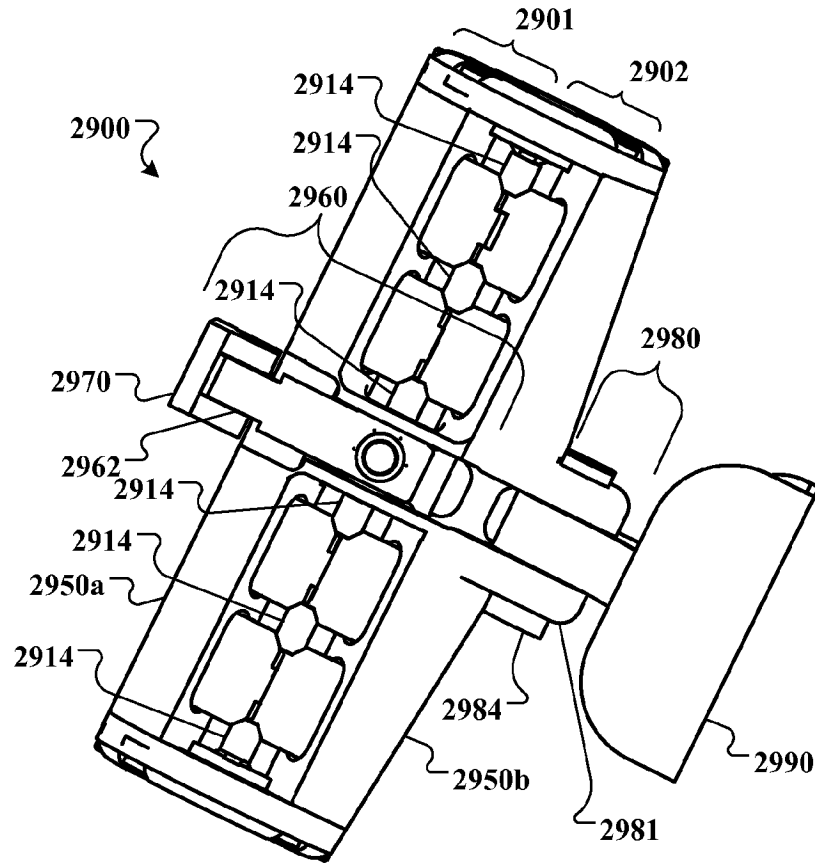


图 29B

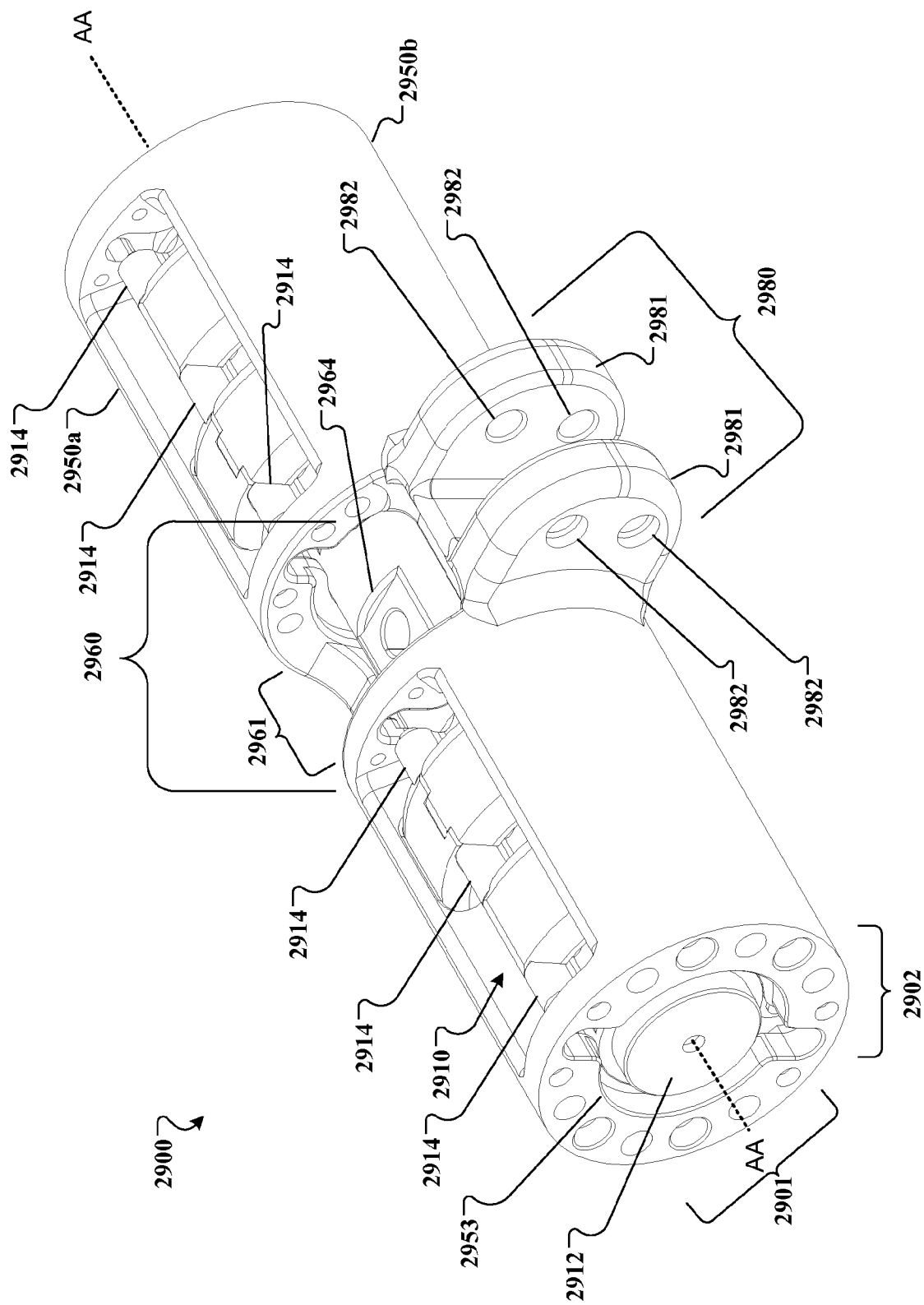


图 29C

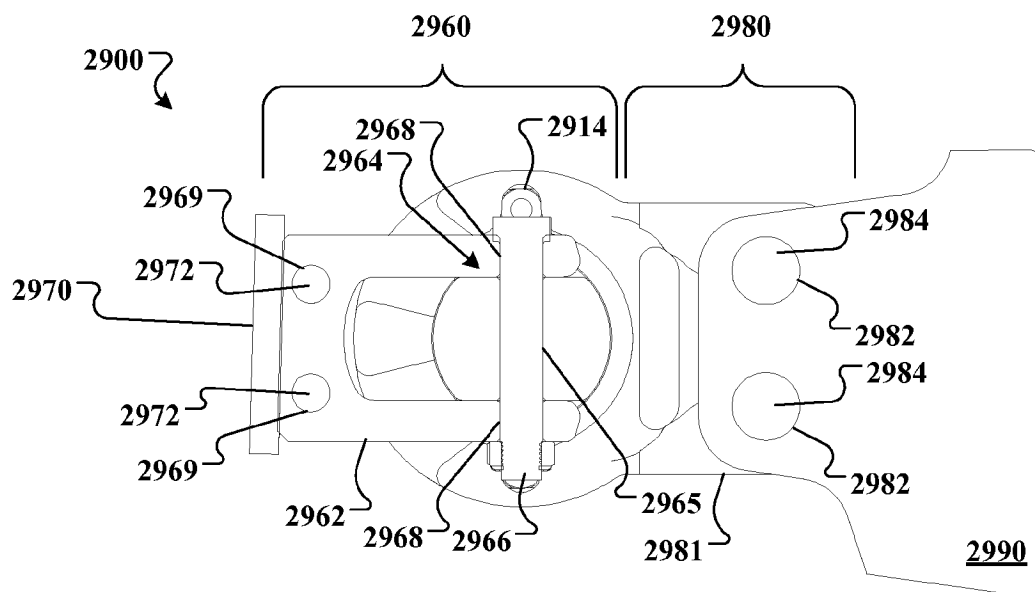


图 29D

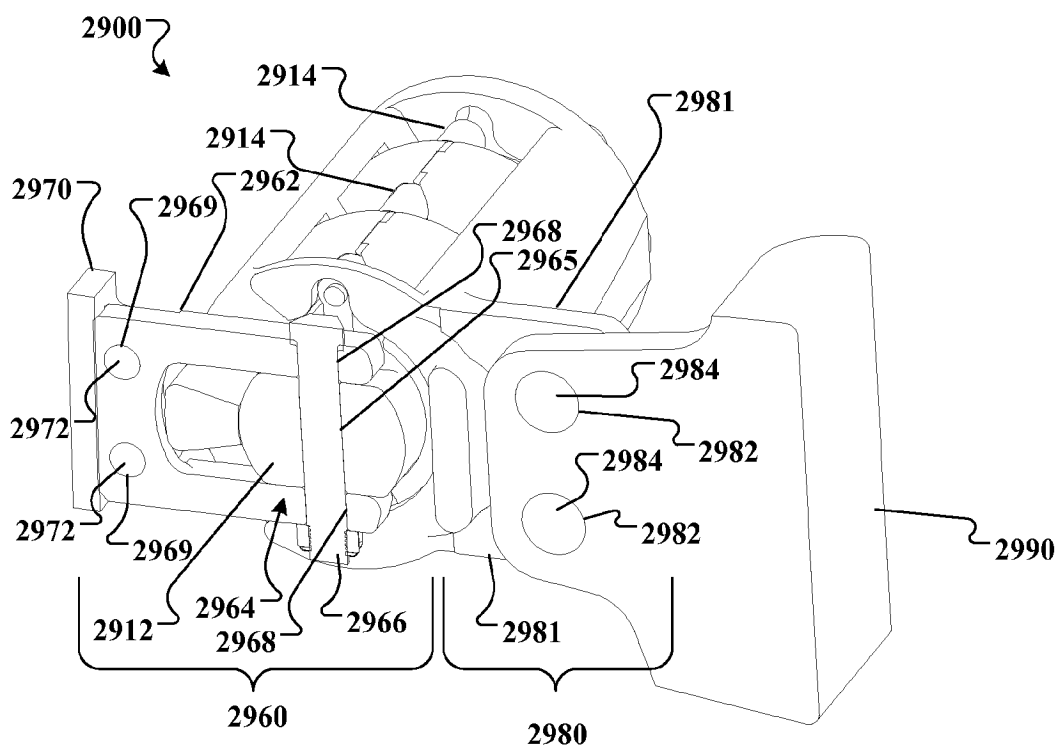


图 29E