(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108138545 B
(45)授权公告日 2020.09.08

(21)申请号 201680060714.9
(22)申请日 2016.09.09
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108138545 A
(43)申请公布日 2018.06.08
(30)优先权数据
14/851117 2015.09.11 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.04.17
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/050971 2016.09.09
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/044763 EN 2017.03.16
(73)专利权人 通用电气(GE)贝克休斯有限责任公司
地址 美国得克萨斯
(72)发明人 J·R·简恩
(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
代理人 秦振
(51)Int.Cl.
E21B 10/42(2006.01)
E21B 10/43(2006.01)
E21B 10/62(2006.01)
(56)对比文件
US 2015/0191979 A1,2015.07.09,
US 2003/0016640 A1,2003.01.23,
US 2003/0146305 A1,2003.08.07,
US 4375239 A,1983.03.01,
审查员 李晶晶

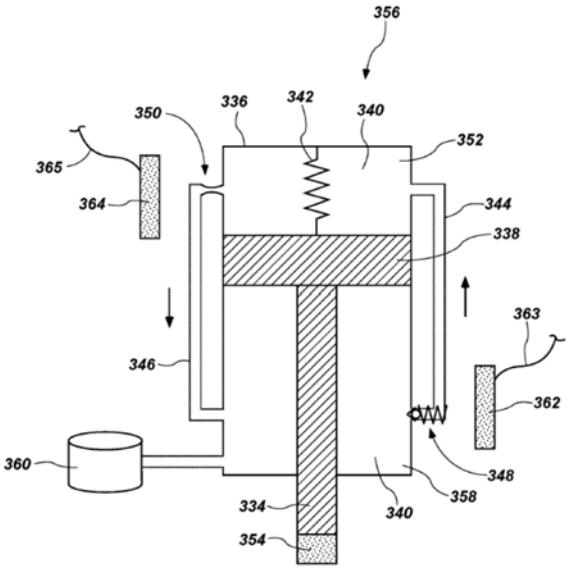
权利要求书2页 说明书15页 附图9页

(54)发明名称

主动控制式自调整钻头以及相关系统和方法

(57)摘要

本发明涉及一种主动控制式自调整钻地工具,其包括承载切削元件的主体和至少部分地设置在所述主体内的致动装置。所述致动装置可以包括第一流体腔室、第二流体腔室和将所述第一流体腔室与所述第二流体腔室分开的往复式构件。连接构件可以附接到所述往复式构件并且可以连接有钻井元件或支承元件。第一流体流动路径可以从所述第二流体腔室延伸到所述第一流体腔室。第二流体流动路径可以从所述第一流体腔室延伸到所述第二流体腔室。速率控制器可以控制液压流体穿过所述第一流体流动路径和所述第二流体流动路径的流速。所述速率控制器可以包括电磁体,并且可以通过调整所述液压流体的流体性质来调整所述液压流体的所述流速。



CN 108138545 B

1.一种钻地工具,其包括:

主体;

致动装置,所述致动装置至少部分地设置在所述主体内,所述致动装置包括:

第一流体腔室(652);

第二流体腔室(658),所述第二流体腔室具有分别在第一流体腔室(652)两侧取向的第一部分(680)和第二部分(682);

至少一个往复式构件(638),所述至少一个往复式构件将所述第一流体腔室(652)与所述第二流体腔室的所述第一部分(680)分开,所述至少一个往复式构件被配置成在所述第一流体腔室(652)和所述第二流体腔室的所述第一部分(680)内前后往复运动;

连接构件(634),所述连接构件在所述往复式构件的面向所述第二流体腔室的所述第一部分(680)的部分处附接到所述往复式构件,所述连接构件从所述第二流体腔室的所述第一部分(680)延伸出来;

分隔器构件(684),所述分隔器构件将所述第一流体腔室(652)与所述第二流体腔室的所述第二部分(682)分开;

第一流体流动路径(644),所述第一流体流动路径穿过所述分隔器构件(684)从所述第二流体腔室的所述第二部分(682)延伸到所述第一流体腔室(652);

第二流体流动路径(646),所述第二流体流动路径从所述第一流体腔室(652)延伸到所述第二流体腔室的所述第一部分(680);

第一速率控制器(662),所述第一速率控制器围绕所述第一流体流动路径延伸并且设置在所述分隔器构件(684)内,所述第一速率控制器被配置成控制液压流体穿过所述第一流体流动路径的流速;以及

第二速率控制器(664),所述第二速率控制器围绕所述第二流体流动路径延伸,所述第二速率控制器被配置成控制所述液压流体穿过所述第二流体流动路径的流速;以及

钻井元件,所述钻井元件附接到致动装置的所述连接构件。

2.根据权利要求1所述的钻地工具,其中所述致动装置进一步包括:

第一流量控制装置(648),所述第一流量控制装置设置在所述第一流体流动路径内;以及

第二流量控制装置(650),所述第二流量控制装置设置在所述第二流体流动路径内。

3.根据权利要求1所述的钻地工具,其中所述第一速率控制器和所述第二速率控制器包括电磁体。

4.根据权利要求3所述的钻地工具,其中所述第一速率控制器和所述第二速率控制器被配置成产生磁场并连续地改变所述磁场。

5.根据权利要求1所述的钻地工具,其中所述第一速率控制器和所述第二速率控制器包括电极。

6.根据权利要求1所述的钻地工具,其中所述第二流体流动路径延伸穿过所述往复式构件。

7.根据权利要求1所述的钻地工具,其中所述第二速率控制器设置在所述往复式构件内。

8.根据权利要求1所述的钻地工具,进一步包括控制单元(128),所述控制单元设置在

所述钻地工具内并且被配置成经由所述第一速率控制器和所述第二速率控制器控制所述第一流体流动路径的至少一部分和所述第二流体流动路径的至少一部分内的所述液压流体的粘度。

9.根据权利要求1所述的钻地工具，其中所述致动装置进一步包括压力补偿器(660)，所述压力补偿器与所述第二流体腔室的所述第二部分流体连通并且被配置成使所述第二流体腔室的压力与环境压力平衡。

10.一种用于主动控制式自调整钻地工具的致动装置，所述致动装置包括：

外部壳体；

内部壳体，所述内部壳体由所述外部壳体容纳；

压力补偿器壳体，所述压力补偿器壳体由所述外部壳体容纳；

内部腔室，所述内部腔室限定在所述内部壳体内；

往复式构件，所述往复式构件将所述内部腔室密封地分成第一流体腔室和第二流体腔室的第一部分，其中所述压力补偿器壳体限定所述第二流体腔室的第二部分，所述第二流体腔室的第一部分和所述第二流体腔室的第二部分分别在所述第一流体腔室的两侧取向；

连接构件，所述连接构件附接到所述往复式构件的面向所述第二流体腔室的所述第一部分的部分，其中所述连接构件延伸穿过所述第二流体腔室的所述第一部分并穿过限定在所述外部壳体中的伸展孔；

分隔器构件，所述分隔器构件将所述第一流体腔室与所述第二流体腔室的所述第二部分分开；

钻井元件，所述钻井元件附接到所述连接构件并且被配置成通过所述外部壳体的所述伸展孔伸展和回缩；

第一流体流动路径，所述第一流体流动路径具有设置在其中的第一流量控制装置，所述第一流体流动路径穿过所述分隔器构件从所述第二流体腔室的所述第二部分延伸到所述第一流体腔室；

第二流体流动路径，所述第二流体流动路径具有设置在其中的第二流量控制装置，所述第二流体流动路径从所述第一流体腔室延伸到所述第二流体腔室的所述第一部分，其中所述第二流体腔室的所述第一部分经由第三流体流动路径与所述第二流体腔室的所述第二部分流体连通；

第一速率控制器，所述第一速率控制器靠近所述第一流体流动路径的所述第一流量控制装置并且设置在所述分隔器构件中，并且包括第一电磁体；以及

第二速率控制器，所述第二速率控制器靠近所述第二流体流动路径的所述第二流量控制装置设置并且包括第二电磁体。

11.根据权利要求10所述的致动装置，其中所述第一速率控制器被配置成通过调整液压流体的粘度来控制液压流体穿过所述第一流体流动路径的所述第一流量控制装置的流速，并且其中所述第二速率控制器被配置成通过调整所述液压流体的粘度来控制所述液压流体穿过所述第二流体流动路径的所述第二流量控制装置的流速。

主动控制式自调整钻头以及相关系统和方法

[0001] 优先权要求

[0002] 本申请要求2015年9月11日提交的关于“ACTIVELY CONTROLLED SELF-ADJUSTING BITS AND RELATED SYSTEMS AND METHODS”的美国专利申请序列号14/851,117的申请日的权益。

技术领域

[0003] 本公开整体涉及用于钻井筒的主动控制式自调整钻头,涉及结合有主动控制式自调整钻头的井底钻具组件和系统,并且涉及使用此类主动控制式自调整钻头、组件和系统的方法。

背景技术

[0004] 油井(井筒)通常用钻柱进行钻井。钻柱包括管状构件,管状构件具有钻井组件,钻井组件在其底端包括单个钻头。钻井组件通常包括提供与以下相关的信息的装置和传感器:涉及钻井操作的各种参数(“钻井参数”)、钻井组件的行为(“钻井组件参数”)以及与由井筒穿透的地层有关的参数(“地层参数”)。通过旋转来自钻机的钻柱和/或通过井底钻具组件(“BHA”)中的钻井马达(也称为“泥浆马达”)旋转附接到钻井组件的底端的钻头,除去地层材料以钻井筒。沿非垂直的、等高线的轨线钻出大量井筒,通常被称为定向钻井。例如,单个井筒可能包括延伸穿过不同类型的岩层的一个或多个垂直区段、倾斜区段和水平区段。

[0005] 当利用固定切削齿或所谓的“钻机”进行钻井从诸如沙地等软地层进行至诸如页岩等硬地层或从诸如页岩等硬地层进行至诸如沙地等软地层时,钻进速度(“ROP”)改变,并且可能会在钻头中生成过度ROP波动和/或振动(侧向或扭转)。通常通过控制钻头的钻压(“WOB”)和旋转速度(每分钟转数或“RPM”)来对ROP进行控制。通过控制表面处的起吊载荷对WOB进行控制,并且通过控制表面处的钻柱旋转和/或通过控制钻井组件中的钻井马达速度对RPM进行控制。通过所述方法控制钻头振动和ROP需要钻井系统或操作人员在表面处采取行动。所述表面操作对钻头波动的影响并非大致上立即的。钻头磨蚀引起针对给定WOB和钻头旋转速度的振动、回旋和滞塞。通常将固定切削齿钻头的“切削深度”(DOC)定义为切削元件在钻头的相邻面上方的有效暴露,这是与钻头侵蚀性有关的重要因素。DOC的控制可以防止在钻头上形成过多的地层材料(例如“钻头泥包”),将反作用扭矩限制到可接受的水平,增强钻头的可操纵性和定向控制,提供更平滑和更一致的直径钻孔,避免过早损坏切削元件,并延长钻头的使用寿命。

发明内容

[0006] 在一些实施方案中,本公开包括钻地工具,该钻地工具具有主体、致动装置以及钻井或支承元件。致动装置可以至少部分地设置在主体内。致动装置可以包括第一流体腔室、第二流体腔室、至少一个往复式构件、液压流体、连接构件、第一流体流动路径和第一速率

控制器。至少一个往复式构件可以将第一流体腔室与第二流体腔室分开，并且往复式构件可以被配置成在第一流体腔室和第二流体腔室内前后往复运动。液压流体可以设置在第一流体腔室和第二流体腔室内。连接构件可以在至少一个往复式构件的面向第二流体腔室的部分处附接到至少一个往复式构件。连接构件可以从第二流体腔室延伸出。第一流体流动路径可以从第二流体腔室延伸到第一流体腔室。第一流量控制装置可以设置在第一流体流动路径内。第一速率控制器可以靠近第一流体流动路径和第一流量控制装置设置。第一速率控制器可以被配置成通过调整液压流体的粘度来控制液压流体穿过第一流体流动路径和第一流量控制装置的流速。钻井元件可以附接到致动装置的连接构件。

[0007] 本公开的另外的实施方案包括钻地工具，该钻地工具具有主体、致动装置和钻井元件。致动装置可以至少部分地设置在主体内。致动装置可以包括第一流体腔室、第二流体腔室、至少一个往复式构件、连接构件、分隔器构件、第一流体流动路径、第二流体流动路径、第一速率控制器以及第二速率控制器。第二流体腔室可以具有第一部分和第二部分。至少一个往复式构件可以将第一流体腔室与第二流体腔室的第一部分分开。至少一个往复式构件可以被配置成在第一流体腔室和第二流体腔室的第一部分内前后往复运动。连接构件可以在往复式构件的面向第二流体腔室的第一部分的部分处附接到往复式构件，并且连接构件可以从第二流体腔室延伸出。分隔器构件可以将第一流体腔室与第二流体腔室的第二部分分开。第一流体流动路径可以从第二流体腔室的第二部分延伸到第一流体腔室。第二流体流动路径可以从第一流体腔室延伸到第二流体腔室的第一部分。第一速率控制器可以围绕第一流体流动路径延伸。第一速率控制器可以被配置成控制液压流体穿过第一流体流动路径的流速。第二速率控制器可以围绕第二流体流动路径延伸。第二速率控制器可以被配置成控制液压流体穿过第二流体流动路径的流速。钻井元件可以附接到致动装置的连接构件。

[0008] 本公开的另外的实施方案包括用于主动控制式自调整钻地工具的致动装置。致动装置可以包括外部壳体、内部壳体、压力补偿壳体、内部腔室、往复式构件、连接构件、钻井元件或支承元件、第一流体流动路径、第二流体流动路径、第一速率控制器和第二速率控制器。内部壳体可以由外部壳体容纳。压力补偿壳体可以由外部壳体容纳。内部腔室可以在内部壳体内。往复式构件可以将内部腔室密封地分成第一流体腔室和第二流体腔室的第一部分。压力补偿壳体可以限定第二流体腔室的第二部分。连接构件可以附接到往复式构件的面向第二流体腔室的第一部分的部分。连接构件可以延伸穿过第二流体腔室并穿过限定在外部壳体中的伸展孔。钻井元件可以附接到连接构件并且可以被配置成通过外部壳体的伸展孔伸展和回缩。第一流体流动路径可以具有设置在其中的第一流量控制装置并且可以从第二流体腔室的第二部分延伸到第一流体腔室。第二流体流动路径可以具有设置在其中的第二流量控制装置，并且可以从第一流体腔室延伸到第二流体腔室的第一部分，其中第二流体腔室的第一部分与第二流体腔室的第二部分流体连通第二流体腔室经由第三流体流动路径。第一速率控制器可以靠近第一流体流动路径的第一流量控制装置设置并且可以包括第一电磁体。第二速率控制器可以靠近第二流体流动路径的第二流量控制装置设置并且可以包括第二电磁体。

[0009] 附图简述

[0010] 为了详细理解本公开，应结合附图参考下面的详细描述，其中相同的元件通常用

相同的数字表示，并且附图中：

[0011] 图1是根据本公开的实施方案的包括钻柱的井筒系统的示意图，该钻柱包括主动控制式自调整钻头；

[0012] 图2是根据本公开的实施方案的主动控制式自调整钻头的局部截面图；

[0013] 图3是根据本公开的实施方案的主动控制式自调整钻头的致动装置的示意图；

[0014] 图4A是根据本公开的实施方案的可用于如本文所公开的致动装置中的限流器的透视图；

[0015] 图4B是根据本公开的实施方案的包括多级孔口的限流器的局部透视图；

[0016] 图5是根据本公开的实施方案的主动控制式自调整钻头的控制器系统的示意图；

[0017] 图6是根据本公开的另一个实施方案的主动控制式自调整钻头的致动装置的示意图；

[0018] 图7是根据本公开的另一个实施方案的主动控制式自调整钻头的致动装置的示意图；

[0019] 图8是根据本公开的另一个实施方案的主动控制式自调整钻头的致动装置的示意图；

[0020] 图9是图8的致动装置的示例性具体实施的截面图。

具体实施方式

[0021] 本文提供的图示不是任何特定钻井系统、钻井工具组件或这种组件的部件的实际视图，而仅是用于描述本发明的理想化表示。

[0022] 如本文所用，为了清楚和方便地理解本公开和附图，使用诸如“第一”、“第二”等的任何关系术语，并且不意味着或取决于任何特定偏好或顺序，除非上下文另有明确表示。

[0023] 本公开的一些实施方案包括用于井筒中的主动控制式自调整钻头。例如，主动控制式自调整钻头可以包括用于将钻头的钻井元件(例如，切削元件)伸展和回缩的致动装置。钻井元件可以附接到致动装置内的往复式构件，并且往复式构件可以通过向内和向外行程移动来将钻井元件伸展和回缩。往复式构件可以将致动装置的腔室分成第一流体腔室和第二流体腔室。可以通过控制可以响应于往复式构件的往复式运动而在第一流体腔室与第二流体腔室之间流动的液压流体的流速来控制往复式构件的运动以及因此钻井元件的运动。在本公开的一些实施方案中，可以通过控制液压流体的流体性质来控制液压流体的流速。例如，液压流体可以包括磁流变流体，并且致动装置可以包括至少一个电磁体，该电磁体被定位并配置成调整液压流体的粘度，并且因此调整液压流体的流速。在一些实施方案中，可以主动地控制至少一个磁体(例如，可以实时地控制磁体以产生具有期望磁通密度的磁场以便实现液压流体的期望粘度)。换句话讲，可以主动地控制第一流体腔室与第二流体腔室之间的液压流体的流速。在一些实施方案中，可以由设置在钻头的钻头主体中的控制单元主动地控制液压流体的流速。此外，由于可以主动地控制流速，因此可以主动地控制钻井元件的伸展速率、回缩速率和位置。

[0024] 图1是可以利用本文公开的用于钻井筒的设备和方法的钻井系统100的例子的示意图。图1示出了井筒102，该井筒包括其中安装有壳体106的上段104和正用钻柱110钻探的下段108。钻柱110可以包括管状构件112，该管状构件在其底端承载钻井组件114。管状构件

112可以由连接的钻杆段组成，或者它可以是连续油管柱。钻头116可以附接到钻井组件114的底端，用于在地层118中钻具有选定直径的井筒102。

[0025] 钻柱110可以延伸到表面122上的钻机120。为了便于解释，示出的钻机120是陆上钻机120。然而，当使用海上钻机120在水下钻井筒时，本文公开的设备和方法同样适用。旋转台124或顶部驱动器可以联接到钻柱110并且可以用于旋转钻柱110并旋转钻井组件114以及因此钻头116以钻井筒102。钻井马达126(也称为“泥浆马达”)可以设置在钻井组件114中以旋转钻头116。可以单独使用钻井马达126来旋转钻头116，或者叠加钻柱110对钻头116的旋转。钻机120还可以包括常规设备，诸如用于在钻井筒102时将附加段添加到管状构件112的机构。表面控制单元128(其可以是基于计算机的单元)可以放置在表面122处，用于接收和处理由钻头116中的传感器140和钻井组件114中的传感器140传输的井下数据，并且用于控制钻井组件114中的各种装置和传感器140的所选择的操作。传感器140可以包括传感器140中的一个或多个，其确定加速度、钻压、扭矩、压力、切削元件位置、钻进速度、倾角、方位角形成/岩性等等。在一些实施方案中，表面控制单元128可以包括处理器130和用于存储数据、算法和计算机程序134的数据存储装置132(或计算机可读介质)。数据存储装置132可能是任何合适的装置，包括但不限于：只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、闪存存储器、磁带、硬盘和光盘。在钻井期间，来自其源136的钻井流体可以在压力下通过管状构件112泵送，该钻井流体在钻头116的底部排出并经由钻柱110与井筒102的内壁138之间的环形空间(也称为“环空”)返回到表面122。

[0026] 钻井组件114可以进一步包括一个或多个井下传感器140(统一用数字140表示)。传感器140可能包括任何数量和任何类型的传感器140，包括但不限于：一般称为随钻测量(MWD)传感器140或随钻测井(LWD)传感器140的传感器140；以及提供与钻井组件114的特性有关的信息的传感器140，所述信息诸如钻头旋转(每分钟转数或“RPM”)、工具面、压力、振动、回旋、弯曲度和滞塞。钻井组件114可以进一步包括控制器单元142，该控制单元控制钻井组件114中的一个或多个装置和传感器140的操作。例如，控制器单元142可以设置在钻头116内(例如，设置在钻头116的钻头主体的柄部和/或冠部内)。控制器单元142可能尤其包括：用于处理来自传感器140的信号的电路；用于处理数字信号的处理器144(诸如微处理器)；数据存储装置146(诸如固态存储器)；以及计算机程序148。处理器144可以处理数字信号以及控制井下装置和传感器140，以及经由双向遥测单元150与表面控制单元128传达数据信息。

[0027] 钻头116可以包括面区段152(或底部区段)。面区段152或其一部分可以在钻井期间面向钻头116前方的未钻地层118或井筒102底部。在一些实施方案中，钻头116可以包括一个或多个切削元件，该一个或多个切削元件可以从钻头116的表面(诸如面区段152)伸展和回缩。致动装置156可以控制钻井元件154从钻头116的伸展速率和回缩速率。在一些实施方案中，致动装置156可以控制钻井元件154相对于钻头116的旋转速率。在一些实施方案中，致动装置156可以控制钻井元件154相对于钻头116的曲线形式的运动速率。在一些实施方案中，致动装置156可以主动地控制钻井元件154从钻头116的伸展速率和回缩速率。在其他实施方案中，致动装置156可以是无源装置，其基于或响应于在钻井期间施加到钻井元件154的力或压力而自动地调整或自调整钻井元件154的伸展速率和回缩速率。在一些实施方案中，致动装置156和钻井元件154可以通过钻井元件154与地层118的接触而致动。在一些

钻井操作中，当钻头116的切削深度(“DOC”)快速改变时，在钻井元件154上可能经历了相当大的力。因此，致动装置156可以被配置成抵抗钻头116的DOC的突然改变。在一些实施方案中，可以预设和/或主动地控制钻井元件154的伸展速率和回缩速率，如参考图2至图9更详细描述的。

[0028] 图2示出了根据本公开的实施方案的具有致动装置256的钻地工具200。在一些实施方案中，钻地工具200包括固定切削齿聚晶金刚石复合片(PDC)钻头，该钻头具有钻头主体202，该钻头主体包括颈部204、柄部206和冠部208。钻地工具200可以是用于形成任何合适的井下旋转工具的任何合适的钻头或地层移除装置。例如，钻地工具200可以包括钻头、扩孔钻钻头、冲击工具、开孔器等等。

[0029] 钻头主体202的颈部204可以具有锥形上端210，该锥形上端上具有用于将钻地工具200连接到钻井组件114(图1)的箱形端的螺纹212。柄部206可以包括笔直下段214，该笔直下段在接合部216处固定地连接到冠部208。冠部208可以包括多个刀片220。每个刀片220都可以具有本领域已知的多个区域(锥部、鼻部、肩部、保径部)。

[0030] 钻地工具200可以包括从钻地工具200的表面230伸展和回缩的一个或多个钻井或支承元件154(以下称为“钻井元件154”)。例如，钻地工具200的钻头主体202可以承载(例如，附接有)多个钻井元件154。例如，钻井元件154可以包括切削元件、垫、进行滚动接触的元件、减少与地层摩擦的元件、PDC钻头刀片、牙轮、用于改变排屑槽几何形状的元件等等。如图2所示，钻井元件154可以可移动地设置在冠部208中的空腔或凹槽232中。致动装置256可以联接到钻井元件154并且可以被配置成控制钻井元件154相对于钻地工具200的表面230从钻地工具200伸展和回缩的速率。在一些实施方案中，致动装置256可以取向成致动装置256的纵向轴线相对于钻地工具200的旋转方向以锐角(例如，倾斜角)取向，以便使致动装置256所经历的摩擦力的切向分量最小化。在一些实施方案中，致动装置256可以设置在由钻头主体202支撑的刀片220内部，并且可以通过靠近钻地工具200的面219的压配合而固定到钻头主体202。在一些实施方案中，致动装置256可以设置在钻头主体202的保径区域内。例如，致动装置256可以联接到保径垫并且可以被配置成控制保径垫从202的钻头主体的保径区域伸展和缩回的速率。例如，致动装置256可以设置在与Jain的美国专利申请号14/516,069中描述的致动装置类似的保径区域内，该专利申请的公开内容通过引用整体并入本文。

[0031] 图3示出了根据本公开的实施方案的主动控制式自调整钻地工具200(图2)的致动装置356的示意图。致动装置356可以包括连接构件334、腔室336、往复式构件338、液压流体340、偏置构件342、第一流体流动路径344、第二流体流动路径346、第一流量控制装置348、第二流量控制装置350、压力补偿器360和钻井元件354。腔室336可以由往复式构件338(例如，活塞)密封地分成第一流体腔室352和第二流体腔室358。第一流体腔室352和第二流体腔室358可以至少基本上填充有液压流体340。液压流体340可以包括适用于井下使用的任何液压流体340，诸如油。液压流体340可以包括磁流变流体和电流变流体中的一种或多种。

[0032] 在一些实施方案中，第一流体腔室352和第二流体腔室358可以经由第一流体流动路径344和第二流体流动路径346彼此流体连通。第一流体流动路径344可以从第二流体腔室358延伸到第一流体腔室352并且可以允许液压流体340从第二流体腔室358流到第一流体腔室352。第一流量控制装置348可以设置在第一流体流动路径344内并且可以被配置成

控制液压流体340从第二流体腔室358到第一流体腔室352的流速。在一些实施方案中，第一流量控制装置348可以包括第一止回阀和第一限流器(例如，孔口)中的一个或多个。在一些实施方案中，第一流量控制装置348可以仅包括第一止回阀。在其他实施方案中，第一流量控制装置348可以仅包括第一限流器。在其他实施方案中，第一流量控制装置348可以包括第一止回阀和第一限流器二者。

[0033] 第二流体流动路径346可以从第一流体腔室352延伸到第二流体腔室358并且可以允许液压流体340从第一流体腔室352流到第二流体腔室358。第二流量控制装置350可以设置在第二流体流动路径346内并且可以被配置成控制液压流体340从第一流体腔室352到第二流体腔室358的流速。在一些实施方案中，第二流量控制装置350可以包括第二止回阀和第二限流器(例如，孔口)中的一个或多个。在一些实施方案中，第二流量控制装置350可以仅包括第二止回阀。在其他实施方案中，第二流量控制装置350可以仅包括第二限流器。在其他实施方案中，第二流量控制装置350可以包括第二止回阀和第二限流器二者。

[0034] 连接构件234可以在第一端处连接到往复式构件338的面向第二流体腔室358的部分。连接构件234可以在连接构件234的第二相对端处连接到钻井元件354。偏置构件342(例如，弹簧)可以设置在第一流体腔室352中并且可以在往复式构件338的与连接构件234相对的一侧上附接到往复式构件338，并且可以被配置成在往复式构件338上施加力并使往复式构件338向外朝向地层118(图1)移动。例如，偏置构件342可以将往复式构件338向外移动，这可以继而向外移动钻井元件354(即，延伸钻井元件354)。往复式构件338和钻井元件354的这种运动在本文中可被称为“向外行程”。当往复式构件338向外移动时，往复式构件338可将液压流体340从第二流体腔室358，穿过流体流动路径344，排出到第一流体腔室352中。

[0035] 在一些实施方案中，第二流体腔室358可以在与环境压力至少基本上相等的压力下，并且第一流体腔室352可以在比第二流体腔室358的压力更高的压力下。在一些实施方案中，第一流体腔室352与第二流体腔室358之间的压力差可以有助于在往复部件338上施加选定的力并使往复式构件338移动穿过向外行程。

[0036] 在一些实施方案中，可以利用压力补偿器360使第二流体腔室358保持在与环境压力(例如，钻地工具200(图2)外部的压力)基本上相等的压力下，该压力补偿器可以与第二流体腔室358流体连通。压力补偿器360可以包括波纹管、隔膜、压力补偿阀等等。例如，压力补偿器360可以包括在一侧与环境(例如，井筒110(图1)的泥浆)流体连通并且在另一侧与第二流体腔室358中的液压流体240流体连通的隔膜，并且可以使第二流体腔室358的压力与环境压力至少基本上平衡。

[0037] 仍然参见图3，在操作期间，当钻井元件354接触地层118(图1)时，地层118(图1)可以在钻井元件354上施加力，这可以使往复式构件338向内移动。往复式构件338的向内移动可以将液压流体340从第一流体腔室352，穿过第二流体流动路径346，推入第二流体腔室358中，这继而可以使钻井元件354向内移动(即，使钻井元件354回缩)。往复式构件338和钻井元件354的这种运动在本文中可以被称为“向内行程”。

[0038] 可以通过液压流体340穿过第一流体流动路径344和第二流体流动路径346以及第一流量控制装置348和第二流量控制装置350的流速来控制往复式构件338的运动速率(例如，往复式构件338移动穿过向外行程和向内行程的速度)和往复式构件338的位置。因此，可以通过液压流体340穿过第一流体流动路径344和第二流体流动路径346以及第一流量控

制装置348和第二流量控制装置350的流速来控制钻井元件354的运动速率(例如,钻井元件354的伸展和回缩速度)和钻井元件354相对于表面230(图2)的位置。

[0039] 在一些实施方案中,可以通过控制第一流体腔室352与第二流体腔室358之间的液压流体流340来设置或动态地调整液压流体340的流速。可以通过调整液压流体340的流体性质来控制液压流体340穿过第一流体流动路径344和第二流体流动路径346以及第一流量控制装置348和第二流量控制装置350的流速。例如,致动装置356可以包括用于调整液压流体340的流体性质的一个或多个速率控制器。在一些实施方案中,可以通过使用电流变流体或磁流变流体作为液压流体340和磁性控制器以调整液压流体340的流体性质(例如,粘度)来主动地控制液压流体340的流速。在其他实施方案中,利用压电式电子装置来控制流体流。

[0040] 在一些实施方案中,致动装置356可以包括用于调整液压流体340的流体性质的第一速率控制器362和第二速率控制器364。第一速率控制器362可以靠近第一流体流动路径344和第一流量控制装置348设置,第二速率控制器364可以靠近第二流体流动路径346和第二流量控制装置350设置。例如,第一速率控制器362和第二速率控制器364可以在钻地工具200(图2)内分别相邻于第一流体流动路径344和第二流体流动路径346取向。在一些实施方案中,第一速率控制器362和第二速率控制器364可以是环形的(例如,线圈)并且可以分别围绕第一流体流动路径344和第二流体流动路径346延伸(例如,流体流动路径可以在线圈内)。在其他实施方案中,第一速率控制器362和第二速率控制器364可以包括多个部分,该多个部分可以分别围绕第一流体流动路径344和第二流体流动路径346间隔开。例如,第一速率控制器362和第二速率控制器364中的每一个都可以包括多个电磁体线圈。

[0041] 在一些实施方案中,液压流体340可以包括磁流变流体并且第一速率控制器362和第二速率控制器364以包括具有从第一速率控制器362和第二速率控制器364延伸到表面控制单元128(图1)和控制器单元142(图1)中的一个或多个的线363、365的电磁体。在一些实施方案中,第一速率控制器362和第二速率控制器364可以包括从第一速率控制器362和第二速率控制器364延伸到控制器单元142(图1)而不是延伸到表面控制单元128(图1)的线363、365。在其他实施方案中,第一速率控制器362和第二速率控制器364可以包括从第一速率控制器362和第二速率控制器364延伸到表面控制单元128(图1)而不是延伸到控制器单元142(图1)的线363、365。在其他实施方案中,第一速率控制器362和第二速率控制器364可以包括从第一速率控制器362和第二速率控制器364延伸到控制器单元142(图1)并且延伸到表面控制单元128(图1)的线363、365。在一些实施方案中,线363、365可以包括电力线和通信线中的一个或多个。

[0042] 第一电磁体可以被配置成产生第一磁场,用于调整第一流体流动路径344内的第一流量控制装置348之中和周围的液压流体340的流体性质。例如,当第一电磁体产生磁场时,经受磁场的液压流体340的粘度可能增加。换句话讲,第一电磁体可以被配置成调整第一流量控制装置348之中和周围以及第一流体流动路径344内的液压流体340的粘度。液压流体340的粘度的增加可以使液压流体340穿过第一流量控制装置348和第一流体流动路径344的流速减小。因此,第一流量控制装置348之中和周围以及第一流体流动路径344内的液压流体340的粘度的增加可以使液压流体340从第二流体腔室358到第一流体腔室352的流速减小。因此,通过增加第一流量控制装置348之中和周围以及第一流体流动路径344内的

液压流体340的粘度，第一电磁体可以使往复式构件338的向外(即，向外行程)运动速率有效地减小，并且因此使钻井元件354的伸展速率减小。此外，液压流体340的粘度的减少可以使液压流体340穿过第一流量控制装置348和第一流体流动路径344的流速增大。因此，第一流量控制装置348之中和周围以及第一流体流动路径344内的液压流体340的粘度的减少可以使液压流体340从第二流体腔室358到第一流体腔室352的流速增大。因此，通过减少第一流量控制装置348之中和周围以及第一流体流动路径344内的液压流体340的粘度，第一电磁体可以使往复式构件338的向外(即，向外行程)运动速率有效地增大，并且因此使钻井元件354的伸展速率增大。

[0043] 同样，第二电磁体可以被配置成产生第二磁场，用于调整第二流体流动路径346内的第二流量控制装置350之中和周围的液压流体340的流体性质。第二电磁体可以被配置成调整第二流量控制装置350之中和周围以及第二流体流动路径346内的液压流体340的粘度。液压流体340的粘度的增加可以使液压流体340穿过第二流量控制装置350和第二流体流动路径346的流速减小。因此，第二流量控制装置350之中和周围以及第二流体流动路径346内的液压流体340的粘度的增加可以使液压流体340从第一流体腔室352到第二流体腔室358的流速减小。因此，通过增加第二流量控制装置350之中和周围以及第二流体流动路径346内的液压流体340的粘度，第一电磁体可以使往复式构件338的向内(即，向内行程)运动速率有效地减小，并且因此使钻井元件354的回缩速率减小。此外，液压流体340的粘度的减少可以使液压流体340穿过第二流量控制装置350和第二流体流动路径346的流速增大。因此，第二流量控制装置350之中和周围以及第二流体流动路径346内的液压流体340的粘度的减少可以使液压流体340从第一流体腔室352到第二流体腔室358的流速增大。因此，通过减少第二流量控制装置350之中和周围以及第二流体流动路径346内的液压流体340的粘度，第一电磁体可以使往复式构件338的向内(即，向内行程)运动速率有效地增大，并且因此使钻井元件354的回缩速率增大。

[0044] 在一些实施方案中，可以将第一流量控制装置348和第二流量控制装置350附近和周围的液压流体340的粘度设置为提供钻井元件354的缓慢向外行程和钻井元件354的快速向内行程。在其他实施方案中，可以将第一流量控制装置348和第二流量控制装置350附近和周围的液压流体340的粘度设置为提供钻井元件354的快速向外行程和钻井元件154的缓慢向内行程。

[0045] 在一些实施方案中，可以将第一流量控制装置348和第二流量控制装置350附近和周围的液压流体340的粘度设置为在第一流体腔室352与第二流体腔室358之间提供恒定的流体流速交换。恒定的流体流速可以为往复式构件338的伸展提供第一恒定速率，并且为往复式构件338的回缩提供第二恒定速率，并且因此为钻井元件354的伸展和回缩提供对应的恒定速率。在一些实施方案中，可以将穿过第一流体流动路径244的流体流速设置成使得当钻地工具200(图2)未被使用时，即没有外力施加到钻井元件354上时，偏置构件342将使钻井元件354伸展到最大伸展位置。在一些实施方案中，第一流量控制装置348可以被配置成使得偏置构件342使钻井元件354相对较快或突然地伸展。

[0046] 在一些实施方案中，穿过第二流体流动路径346的流体流速可以被配置成允许液压流体340从第一流体腔室352进入第二流体腔室358的相对缓慢的流速，从而导致钻井元件354相对于表面230(图2)相对缓慢地回缩。例如，可以将钻井元件354的伸展速率设置成

使得钻井元件354在几秒钟内从完全回缩的位置伸展至完全伸展的位置，而在一或几分钟或更长的时间内(诸如在2分钟至5分钟之间)从完全伸展的位置回缩至完全回缩的位置。应指出的是，可以为钻井元件354的伸展和回缩设置任何合适的速率。因此，在一些实施方案中，钻地工具200(图2)可以用作自调整钻头，诸如2014年10月6日提交的Jain等人的美国专利公布号2015/0191979A1中所描述的自调整钻头，该专利公布的公开内容通过引用整体并入本文；然而，可以实时地主动控制液压流体340的流速、钻井元件354的伸展和回缩速率以及自调整钻头的钻井元件354的位置。

[0047] 在一些实施方案中，可以将第一流量控制装置348和第二流量控制装置350附近和周围的液压流体340的粘度设置为将钻井元件354相对于钻头主体202定位。例如，可以通过大大增加第一流量控制装置348和第二流量控制装置350中的一个或多个附近和周围的液压流体340的粘度(例如，锁定流动)来将钻井元件354相对于钻头主体202保持在特定位置。例如，第一流体流动路径344内的第一流量控制装置348附近的液压流体340的粘度(例如，锁定流动)的大大增加，同时第二流体流动路径346内的第二流量控制装置350附近的液压流体340的未增加，可以导致钻井元件354完全伸展并保持在完全伸展位置。此外，第二流体流动路径346内的第二流量控制装置350附近的液压流体340的粘度(例如，锁定流动)的大大增加，同时第一流体流动路径344内的第一流量控制装置348附近的液压流体340的未增加，可以导致钻井元件354完全回缩并保持在完全回缩位置。此外，第一流体流动路径344和第二流体流动路径346内的第一流量控制装置348和第二流量控制装置350两者附近的液压流体340的粘度(例如，锁定流动)的大大增加可以将钻井元件354相对于钻头主体202(图2)的表面230(图2)保持在某个位置。例如，钻井元件354可以保持在完全回缩位置与完全伸展位置之间的位置。在一些实施方案中，传感器140的至少一个传感器140(图1)可以感测(例如，确定)钻井元件354相对于钻头主体202(图2)的表面230(图2)的位置。此外，在一些实施方案中，可以通过使用由传感器140(图1)所提供的信息来将钻井元件354相对于钻头主体202(图2)的表面230(图2)定位在特定位置(例如，期望位置)并且在钻井元件354位于特定位置时，大大增加第一流体流动路径344和第二流体流动路径346内的第一流量控制装置348和第二流量控制装置350两者附近的液压流体340的粘度(例如，锁定流动)。因此，通过增加和/或减少第一流体流动路径344和第二流体流动路径346内的第一流量控制装置348和第二流量控制装置350之中和周围的液压流体340的粘度，第一速率控制器362和第二速率控制器364可以将钻井元件354相对于钻头表面230(图2)有效地定位在期望位置处。

[0048] 可以通过控制由第一电磁体和第二电磁体产生的磁场所表现出的磁通密度的水平来控制(例如，改变和/或设置)液压流体340的粘度。例如，由电磁体产生的磁场的磁通密度的增大可以使液压流体340的粘度增加。磁场的去除或减少(即，由电磁体产生的磁场的磁通密度的减小)可以使液压流体340的粘度减少。因此，可以通过控制第一电磁体和第二电磁体以产生具有特定磁通密度的磁场来实时地主动控制液压流体340的粘度。在一些实施方案中，第一磁体和第二磁体可以各自包括多个电磁线圈，该多个电磁线圈可以在多个电磁线圈之间的空间中产生磁场。

[0049] 在一些实施方案中，液压流体340可以包括电流变流体，第一速率控制器362和第二速率控制器364可以包括用于产生电磁场的任何已知装置。例如，第一速率控制器362和第二速率控制器364可以包括生成电场的电极，或者第一速率控制器362和第二速率控制器

364可以包括电磁体，这些电磁体被配置成连续地改变由电磁体产生的磁场，这进而可以产生电磁场。此外，当液压流体340包括电流变流体时，可以以与以上关于其中液压流体340包括磁流变流体的实施方案所述相同的方式控制液压流体340的流速以及由此引起的钻井元件354的伸展速率、回缩速率和位置。

[0050] 同时参见图1、图2和图3，在一些实施方案中，第一速率控制器362和第二速率控制器364可以由表面控制单元128和控制器单元142中的一个或多个主动地控制。例如，表面控制单元128和/或控制器单元142可以经由线363、365向第一速率控制器362和第二速率控制器364提供电信号、功率和/或通信信号以操作第一速率控制器362和第二速率控制器364。例如，在一些实施方案中，线363、365可以分别从第一速率控制器362和第二速率控制器364延伸到控制器单元142，该控制器单元可以设置在钻地工具200内(例如，钻头主体202的柄部206和/或冠部208内)，并且控制器单元142可以经由双向遥测单元150与表面控制单元128通信。

[0051] 在一些实施方案中，操作钻柱110和钻井组件114的操作者可以经由第一速率控制器362和第二速率控制器364主动地控制液压流体340的粘度并且因此实时地基于井筒102中的条件来控制钻井元件354回缩和伸展的速率(例如，移动穿过向内行程和向外行程)以及钻井元件354相对于表面230的位置。在一些实施方案中，可以由表面控制单元128和控制器单元142中的一个或多个基于由传感器140中的一个或多个获取的数据来自动地主动控制液压流体340的粘度。例如，传感器140中的一个或多个可以获取关于井下条件的数据，并且表面控制单元128和/或控制器单元142可以响应于该条件而调整液压流体340的粘度。这样的条件可以包括地层118特征、振动(扭转、侧向和轴向)、WOB、DOC的突然变化、期望ROP、粘滑、温度、压力、井筒深度等等。

[0052] 因此，钻地工具200的钻井元件154的多级暴露可以实时获得。例如，如上所述，致动装置356的自调整方面可以提供连续变化的DOC控制以适应钻井条件，而主动控制可以根据需要打开或关闭DOC控制，并且可以调整液压流体340的流速和钻井元件354的位置。此外，流速、钻井元件354的伸展速率、钻井元件354的回缩速率和钻井元件354位置的主动控制可以减轻扭转、轴向和/或侧向振动。

[0053] 图4A示出了根据本公开的实施方案的可与本文所述的致动装置一起使用的限流器461。例如，限流器401可以包括具有至少一个板468的多级孔口466、延伸穿过至少一个板468的多个孔口470以及限定在至少一个板468中并围绕多个孔470中的每个孔口470的多个流体路径472。多个流体路径472可包括多个圆形通道474，多个圆形通道474中的每个圆形通道474都围绕多个孔口470中的相应孔口470并通向相应孔口470(例如，圆形通道474可以充当孔口470的漏斗)。多个流体路径472可以进一步包括在多个圆形通道474的相邻圆形通道474之间延伸的多个线性通道476。多个流体路径472和多个孔口470可以限定供液压流体340(图3)在流过限流器461时行进的曲折路径，并且因此可以增强液压流体340(图3)穿过限流器461的流速变化时液压流体340(图3)的粘度变化的效果。在一些实施方案中，限流器461可以包括单个板468。在其他实施方案中，限流器461可以包括彼此平行取向的多个板468。

[0054] 图4B是根据本公开的实施方案的限流器461的放大的局部透视图。在一些实施方案中，限流器461可以包括具有多个板468的多级孔口466。例如，多级孔口466可以包括彼此

平行取向的第一板468a和第二板468b。第一板468a可以包括多个孔口470和多个流体路径472。第二板468b还可以包括多个孔口470和多个流体路径472。然而，第二板468b的与第一板468a的多个孔口470直接相邻的部分可以不包括孔口470，而是可以包括通向第二板468b的具有孔口470的另一部分的圆形通道474和线性通道476。因此，相对于第二板468b的取向和设计，第一板468a的取向和设计可以增加液压流体340(图3)必须行进以穿过限流器461的距离并且可以增强液压流体340(图3)的流速变化时液压流体340(图3)的粘度变化的有效性。

[0055] 图5示出了根据本公开的实施方案的用于主动地控制本文所述的致动装置的控制器系统500的示意图。同时参见图1、图3和图5，例如，在钻井操作期间，钻地工具200的井下传感器140中的一个或多个可以确定(例如，感测)井筒102中的条件。例如，传感器140可以感测加速度(例如，振动)、WOB、扭矩、压力、钻井元件位置、ROP、倾角、方位角形成/岩性等等。在一些实施方案中，传感器140可以检测钻地工具200的扭转、侧向和/或轴向振动。在确定条件之后，传感器140可以与控制器单元142通信并且可以将与条件相关的信息501中继到控制器单元142。在一些实施方案中，在接收到关于条件的信息501之后，控制器单元142可以诊断条件。换句话讲，控制器单元142可确定条件是否对钻井系统100的钻井操作造成问题，以及调整钻井元件354的伸展速率、回缩速率和/或位置是否将缓解条件。因此，控制器单元142可以基于井筒102的条件确定是否需要与钻井元件354的伸展速率、回缩速率和/或位置有关的校正动作。

[0056] 在一些实施方案中，作为对诊断条件的替代或补充，控制器单元142可以将与条件相关的信息501中继到表面控制单元128，并且表面控制单元128可以诊断条件。在一些实施方案中，表面控制单元128可以接收用户输入502(例如，来自钻地工具200的操作者503的命令)，同时诊断条件。

[0057] 在一些实施方案中，一旦已诊断条件并且已经确定了适当的校正动作，则控制器单元142可以从表面控制单元128接收关于校正动作的命令504。例如，控制器单元142可以接收改变钻井元件354正在伸展或回缩的速率的命令。在其他实施方案中，在控制器单元142单独诊断条件的情况下，控制器单元142将确定是否伸展、回缩和/或调整钻井元件354的位置。

[0058] 控制器单元142然后可以致动第一速率控制器362和第二速率控制器364(例如，与它们通信并进行控制506)，以实现钻井元件354相对于表面230的期望的流速和/或位置。例如，控制器单元142可以致动第一速率控制器362和第二速率控制器364以产生特定磁通密度的磁场，以便调整第一流体流动路径244和第二流体流动路径246内的液压流体340的粘度。因此，控制器单元142可以控制致动装置356的第一流体腔室252与第二流体腔室258之间的液压流体340的流速。因此，控制器单元142可以控制伸展速率、回缩速率和/或钻井元件354的位置。

[0059] 在一些实施方案中，其他钻井组件部件505可以辅助诊断条件和/或给控制器单元142提供命令507。在一些实施方案中，表面控制单元128可以在没有来自钻头主体202内的控制器单元142的帮助的情况下单独地控制第一速率控制器362和第二速率控制器364。在一些实施方案中，第一速率控制器362和第二速率控制器364以由钻井组件114(图1)的操作者503在表面控制单元128处单独地控制。在一些实施方案中，控制器系统500可以控制单个

钻地工具200中的多个致动装置356。

[0060] 在一些实施方案中，控制器单元142可以设置在钻地工具200的钻头主体202内。然而，需注意，控制器单元142可以设置在沿钻井系统100的钻柱110的任何地方。

[0061] 图6是根据本公开的另一个实施方案的主动控制式自调整钻地工具200(图2)的致动装置656的示意图。与以上关于图3所述的致动装置356类似，致动装置656可以包括连接构件634、腔室636、往复式构件638、液压流体640、偏置构件642、第一流体流动路径644、第二流体流动路径646、第一流量控制装置648、第二流量控制装置650、压力补偿器660和钻井元件654。此外，腔室636可以包括第一流体腔室652和第二流体腔室658。致动装置656可以以与关于图3所述的致动装置356基本上相同的方式操作。

[0062] 然而，第二流体腔室658可以包括第一部分680和第二部分682。第二流体腔室658的第一部分680可以在第一流体腔室652的第一侧取向，并且第二流体腔室658的第二部分682可以在第一流体腔室652的第二相对侧取向。第二流体腔室658的第一部分680可以通过往复式构件638(例如，活塞)与第一流体腔室652密封地隔离。此外，第二流体腔室658的第二部分682可以通过分隔器构件684与第一流体腔室652隔离。在一些实施方案中，分隔器构件684相对于第一流体腔室652和第二流体腔室658是静止的。

[0063] 第一流体流动路径644可以通过分隔器构件684从第二流体腔室658的第二部分682延伸到第一流体腔室652。第一流量控制装置648可以设置在第一流体流动路径644内并且可以包括第一止回阀和第一限流器中的一个或多个。此外，第一流体流动路径644和第一流量控制装置648可以以与关于图3所述的第一流体流动路径344和第一流量控制装置348相同的方式操作。

[0064] 第二流体流动路径646可以通过往复式构件638从第一流体腔室652延伸到第二流体腔室658的第一部分680。第二流量控制装置650可以设置在第二流体流动路径646内并且可以包括第二止回阀和第二限流器中的一个或多个。此外，第二流体流动路径646和第二流量控制装置650可以以与关于图3所述的第二流体流动路径346和第二流量控制装置350相同的方式操作。

[0065] 第二流体腔室658的第二部分682可以经由第三流体流动路径686与第二流体腔室658的第一部分680流体连通。第二流体腔室658的第二部分682也可以与压力补偿器660流体连通，并且压力补偿器660可以被配置成使第二流体腔室658的压力与环境687的环境压力(例如，井筒102的泥浆(图1))至少基本上平衡，如以上关于图3所讨论的。

[0066] 致动装置656可以包括用于调整液压流体640的流体性质的第一速率控制器662和第二速率控制器664。第一速率控制器662和第二速率控制器664可以以与以上关于图3所讨论的基本上相同的方式操作。如图6所示，在一些实施方案中，第一速率控制器662可以设置在分隔器构件684内并且可以被配置成控制液压流体640穿过第一流量控制装置648和第一流体流动路径644的流速。在一些实施方案中，第二速率控制器664可以设置在往复式构件638内并且可以被配置成控制液压流体640穿过第二流量控制装置650和第二流体流动路径646的流速。第一速率控制器662和第二速率控制器664可以分别具有用于与表面控制单元128(图1)和控制器单元142(图1)中的一个或多个进行连通的线663、665。在一些实施方案中，线663可以至少部分地延伸穿过分隔器构件684。在一些实施方案中，线665可以至少部分地延伸穿过往复式构件638和连接构件634。

[0067] 图7是根据本公开的另一个实施方案的主动控制式自调整钻地工具200(图2)的致动装置756的示意图。与以上关于图6所述的致动装置656类似，致动装置756可以包括连接构件734、腔室736、往复式构件738、液压流体740、偏置构件742、第一流体流动路径744、第二流体流动路径746、第一流量控制装置748、压力补偿器760和钻井元件754。此外，腔室736可以包括第一流体腔室752和第二流体腔室758。第二流体腔室758可以包括第一部分780和第二部分782，第一部分780在第一流体腔室752的第一侧上取向，第二部分782在第一流体腔室752的第二相对侧上取向。第二流体腔室758的第一部分780可以通过往复式构件738(例如，活塞)与第一流体腔室752隔离。此外，第二流体腔室758的第二部分782可以通过分隔器构件784与第一流体腔室752隔离。致动装置756可以以与关于图6所述的致动装置656基本上相同的方式操作。

[0068] 然而，第二流体流动路径746可以围绕往复式构件738从第一流体腔室752延伸到第二流体腔室758的第一部分780。例如，第二流体流动路径746可以包括腔室736的内表面790与往复式构件738的外周表面792之间的环形间隙。此外，第二速率控制器764可以设置在往复式构件738内并且可以被配置成控制液压流体740穿过环形间隙的流速。

[0069] 图8是根据本公开的另一个实施方案的主动控制式自调整钻地工具200(图2)的致动装置856的示意图。与以上关于图6所述的致动装置656类似，致动装置856可以包括连接构件834、腔室836、往复式构件838、液压流体840、偏置构件842、第一流体流动路径844、第二流体流动路径846、第一流量控制装置848、第二流量控制装置850、压力补偿器860和钻井元件854。此外，腔室836可以包括第一流体腔室852和第二流体腔室858。第二流体腔室858可以包括第一部分880和第二部分882，第一部分880在第一流体腔室852的第一侧上取向，第二部分882在第一流体腔室852的第二相对侧上取向。第二流体腔室858的第一部分880可以通过往复式构件838(例如，活塞)与第一流体腔室852隔离。此外，第二流体腔室858的第二部分882可以通过分隔器构件884与第一流体腔室852隔离。致动装置856可以以与以上关于图6所讨论的致动装置656基本上相同的方式操作。

[0070] 然而，第一速率控制器862和第二速率控制器864可以位于致动装置856的腔室836的外部。换句话讲，第一速率控制器862和第二速率控制器864可以围绕腔室836的外壁894设置。第一速率控制器862可以沿致动装置856的纵向轴线与分隔器构件884轴向地对准。第二速率控制器864可以沿致动装置856的纵向轴线与致动装置856的往复式构件838的通路至少基本上轴向地对准。例如，第二速率控制器864可以沿致动装置856的纵向轴线轴向地延伸往复式构件838在向内和向外行程期间行进的通路的全长。

[0071] 图9是图8的主动控制式自调整钻头的致动装置的示例性具体实施的截面图。致动装置956可以与图8中示出的以及以上描述的致动装置856类似。致动装置956可以被配置成压配合到钻地工具200(图2)的钻头主体202(图2)的冠部208中。致动装置956可以包括外部壳体957、内部壳体959、压力补偿器壳体963、连接构件934、内部腔室936、往复式构件938、液压流体940、偏置构件942、第一流体流动路径944、第二流体流动路径946、第一流量控制装置948、第二流量控制装置950、压力补偿器960和钻井元件954。此外，内部腔室936可以包括第一流体腔室952和第二流体腔室958。第二流体腔室958可以包括第一部分980和第二部分982，第一部分980在第一流体腔室952的第一侧上取向，第二部分982在第一流体腔室952的第二相对侧上取向。第二流体腔室958的第一部分980可以通过往复式构件938(例如，活

塞)与第一流体腔室952隔离。此外,第二流体腔室958的第二部分982可以通过分隔器构件984与第一流体腔室952隔离。

[0072] 同时参见图2和图9,外部壳体957可以限定容纳内部壳体959和压力补偿器壳体963的内部空腔。在一些实施方案中,外部壳体957可以是钻地工具200的钻头主体202的冠部208的部分。在其他实施方案中,外部壳体957可以与钻地工具200的钻头主体202不同。外部壳体957也可以具有限定在其一端的伸展孔961。在一些实施方案中,压力补偿器壳体963可以限定第二流体腔室958的第二部分982。压力补偿器960可以设置在压力补偿器壳体963内并且可以在第一侧与第二流体腔室958的第二部分982流体连通并且可以至少部分地设置在第二流体腔室958的第二部分982内。压力补偿器960可以包括波纹管、隔膜和压力补偿阀中的一个或多个,并且可以在第二侧与环境987(例如,井筒102(图1)的泥浆)连通。压力补偿器960可以被配置成使第二流体腔室958的压力与环境987压力(例如,钻地工具200(图2)外部的压力)至少基本上平衡。换句话讲,压力补偿器960可有助于使第二流体腔室958的压力与环境987压力保持至少基本上相等。第一流体腔室952的压力可以高于第二流体腔室958的压力。

[0073] 内部壳体959可以限定形成内部腔室936的内部空腔。内部腔室936可以容纳往复式构件938,并且往复式构件938可以将内部腔室936密封地分成第一流体腔室952和第二流体腔室958的第一部分980。连接构件934可以在连接构件934的第一端处附接到往复式构件938以及在第二流体腔室958的第一部分980中附接在往复式构件938的部分上。连接构件934可以延伸穿过第二流体腔室958并穿过致动装置956的外部壳体957的伸展孔961。钻井元件954可以附接到连接构件934的与第一端相对的第二端,使得钻井元件954可以通过致动装置956的外部壳体957的伸展孔961而伸展和回缩。

[0074] 液压流体940可以设置在第一流体腔室952和第二流体腔室958内,并且可以至少基本上填充第一流体腔室952和第二流体腔室958。液压流体940可以包括电流变流体和磁流变流体中的一种或多种。偏置构件942可以设置在第一流体腔室952内,并且可以被配置成在往复式构件938上施加选定的力,以使往复式构件938向外(例如,朝向外部壳体957的伸展孔961)移动穿过第二流体腔室958。此外,第一流体腔室952和第二流体腔室958之间的压力差可以有助于往复式构件938向外移动。因此,偏置构件942可以使连接构件934和钻井元件954向外移动(例如,可能导致钻井元件954延伸)。在一些实施方案中,偏置构件942可以包括弹簧。

[0075] 第一流体流动路径644可以通过分隔器984从第二流体腔室958的第二部分982延伸到第一流体腔室952。第一流量控制装置948可以设置在第一流体流动路径944内。此外,第一流量控制装置948可以被配置成控制液压流体940从第二流体腔室958到第一流体腔室952的流速。在一些实施方案中,第一流量控制装置948可以包括第一止回阀和第一限流器中的一个或多个。在一些实施方案中,第一限流器可以包括多级孔口466(图4A和图4B)。在一些实施方案中,第一流量控制装置948可以仅包括第一止回阀。在其他实施方案中,第一流量控制装置948可以仅包括第一限流器。在其他实施方案中,第一流量控制装置948可以包括第一止回阀和第一限流器二者。

[0076] 第二流体流动路径646可以从第一流体腔室952延伸到第二流体腔室958并且可以允许液压流体940从第一流体腔室952流到第二流体腔室958。第二流量控制装置950可以设

置在第二流体流动路径946内。此外，第二流量控制装置950可以被配置成控制液压流体940从第一流体腔室952到第二流体腔室958的流速。在一些实施方案中，第二流量控制装置950可以包括第二止回阀和第二限流器中的一个或多个。在一些实施方案中，第二限流器可以包括多级孔口466(图4A和图4B)。在一些实施方案中，第二流量控制装置950可以仅包括第二止回阀。在其他实施方案中，第二流量控制装置950可以仅包括第二限流器。在其他实施方案中，第二流量控制装置950可以包括第二止回阀和第二限流器二者。

[0077] 第二流体腔室958的第二部分982可以经由第三流体流动路径986与第二流体腔室958的第一部分980流体连通。在一些实施方案中，第三流体路径986可以包括延伸穿过内部壳体959的孔。

[0078] 致动装置956可以包括用于调整液压流体940的流体性质的第一速率控制器962和第二速率控制器964。第一速率控制器962和第二速率控制器964可以以与以上关于图3所讨论的基本上相同的方式操作。如图9所示，在一些实施方案中，第一速率控制器962和第二速率控制器964可以设置在外部壳体957的外部。例如，第一速率控制器962和第二速率控制器964可以设置在致动装置956的外部壳体957、894的外部。换句话讲，第一速率控制器962和第二速率控制器964可以被配置成直接嵌入钻地工具200的钻头主体200的冠部208中。第一速率控制器962可以沿致动装置956的纵向轴线与分隔器984轴向地对准。第二速率控制器964可以沿致动装置956的纵向轴线与致动装置956的往复式构件938的通路至少基本上轴向地对准。例如，第二速率控制器964可以沿致动装置956的纵向轴线轴向地延伸往复式构件938在向内和向外行程期间行进的通路的全长。

[0079] 上文描述的以及附图中示出的本公开的实施方案并不限制本公开的范围，而是通过随附权利要求及其合法等效物的范围来涵盖本公开的范围。任何等效实施方案都在本公开的范围内。实际上，根据前面的描述，除了本文所示和所述的那些诸如所述元件的另选有用组合之外，本公开的各种改进对于本领域技术人员而言都是显而易见的。此类改进和实施方案都在随附权利要求和等效物的范围内。

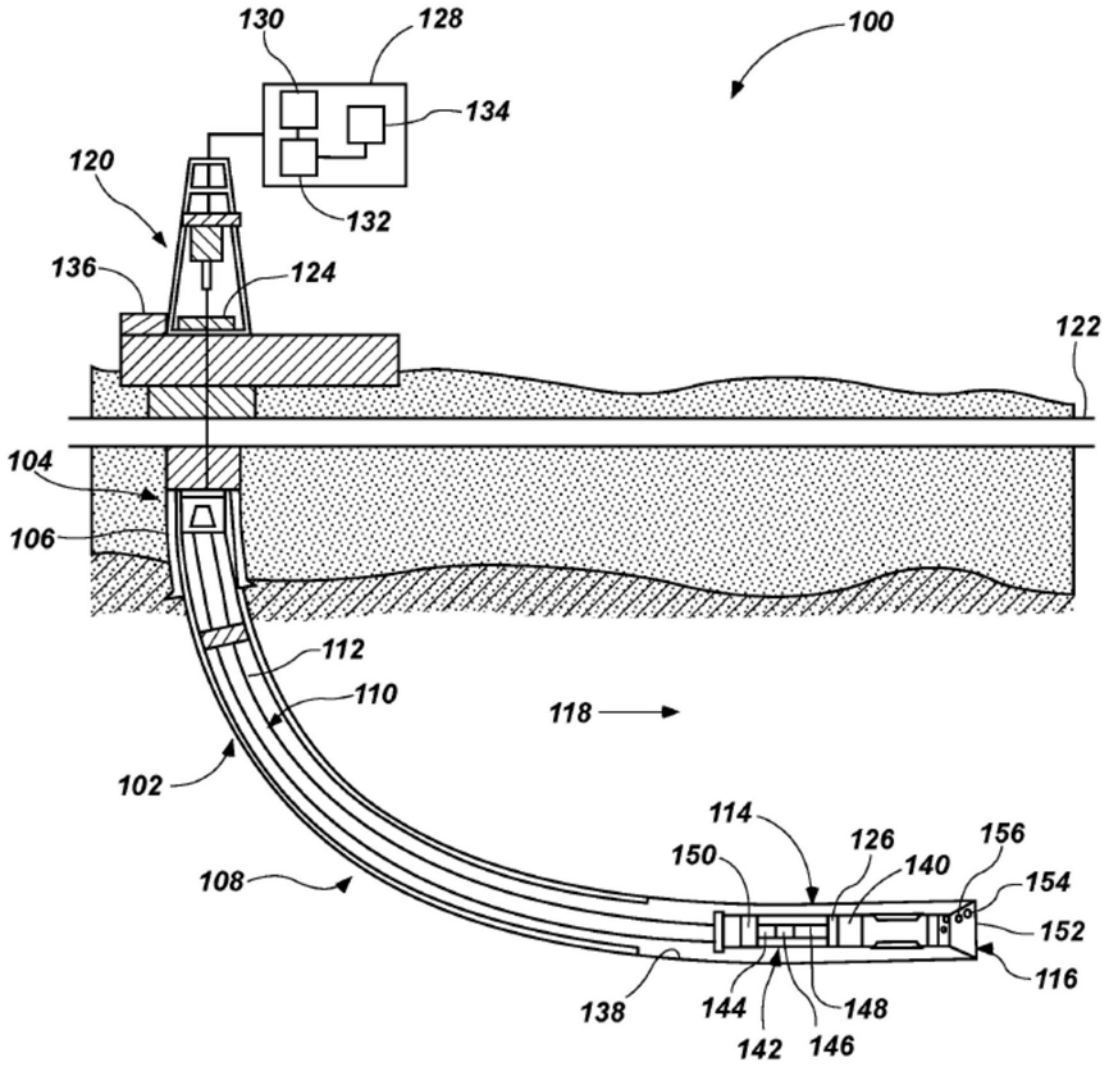

130
128
100
134
120
132
136
124
122
104
106
112
110
118
102
114
126
156
150
140
154
108
152
116
138
144
148
142
146

图1

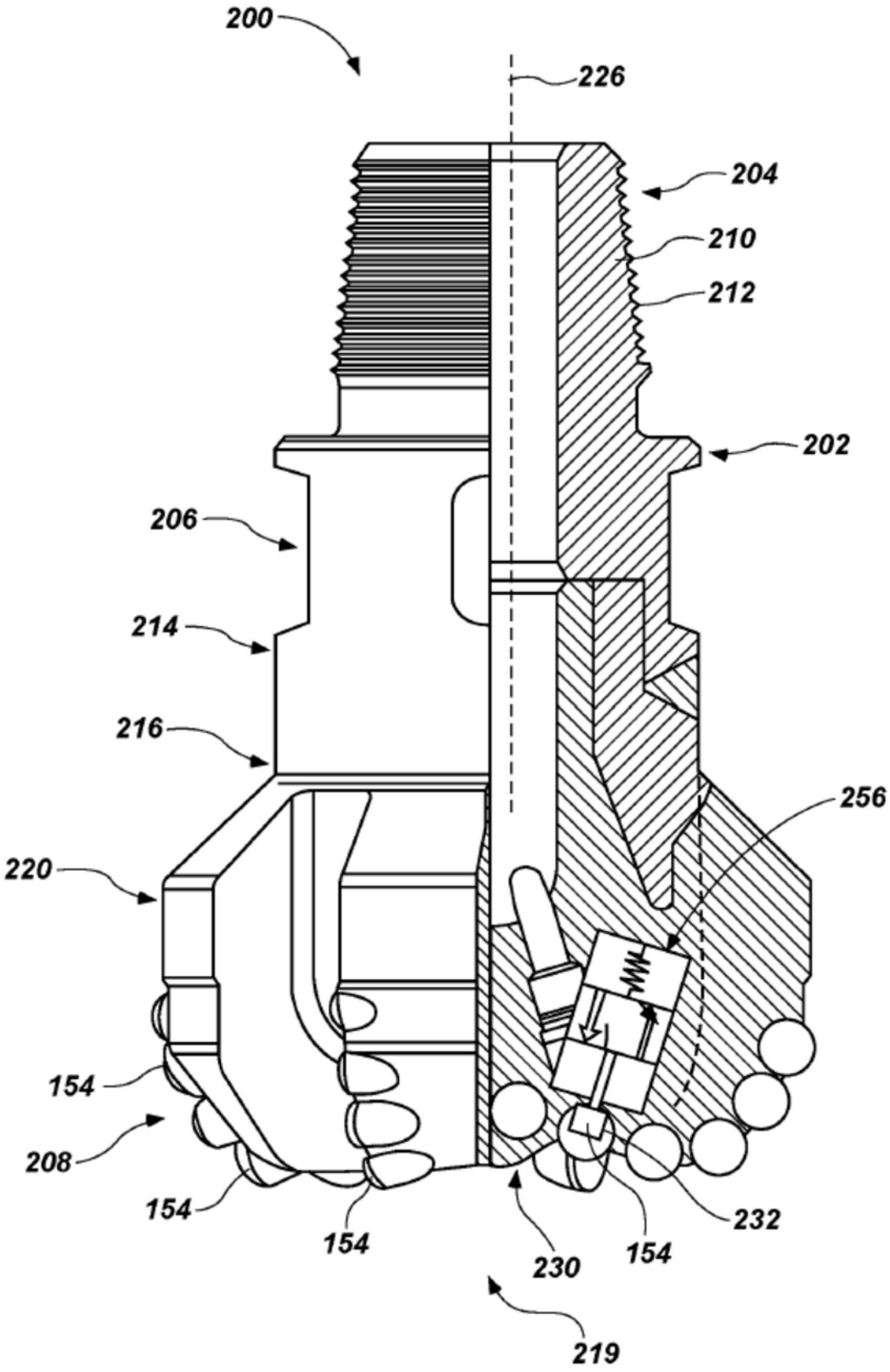

200
226
204
210
212
202
206
214
216
256
220
154
208
154
154
230
154
232
219

图2

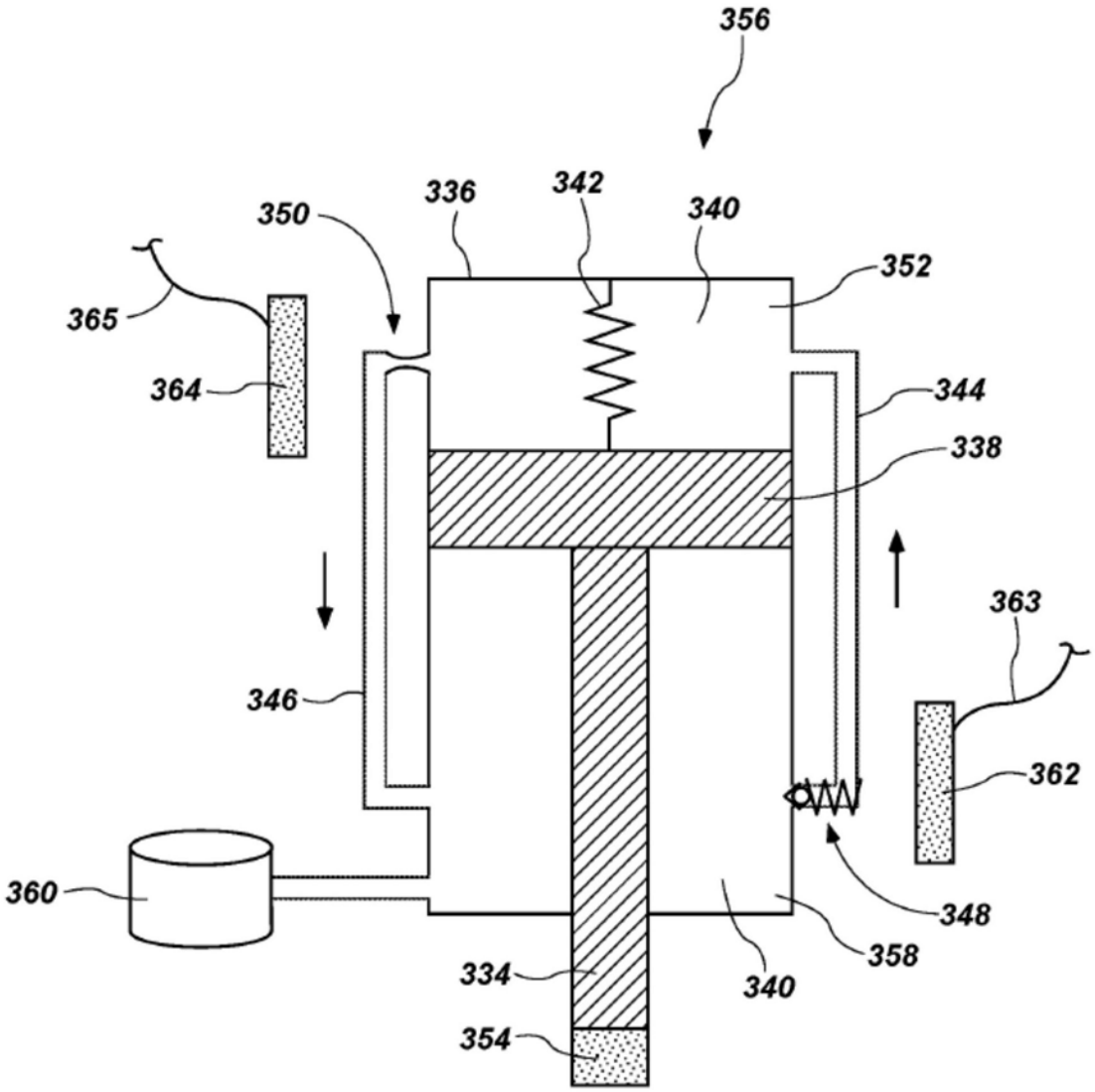

356
350
336
342
340
352
365
364
344
338
363
346
362
360
348
358
334
340
354

图3

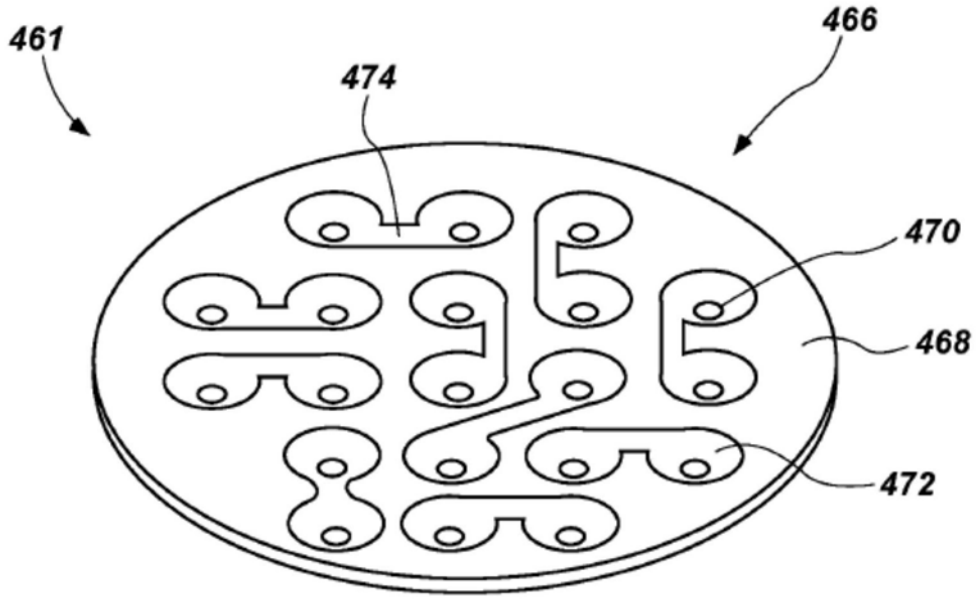


图4A

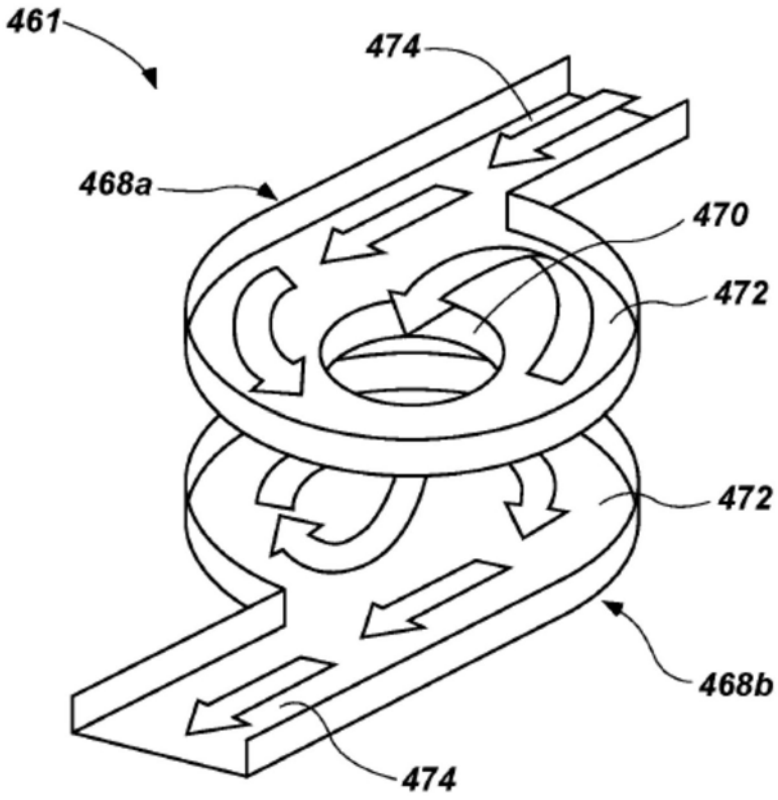


图4B

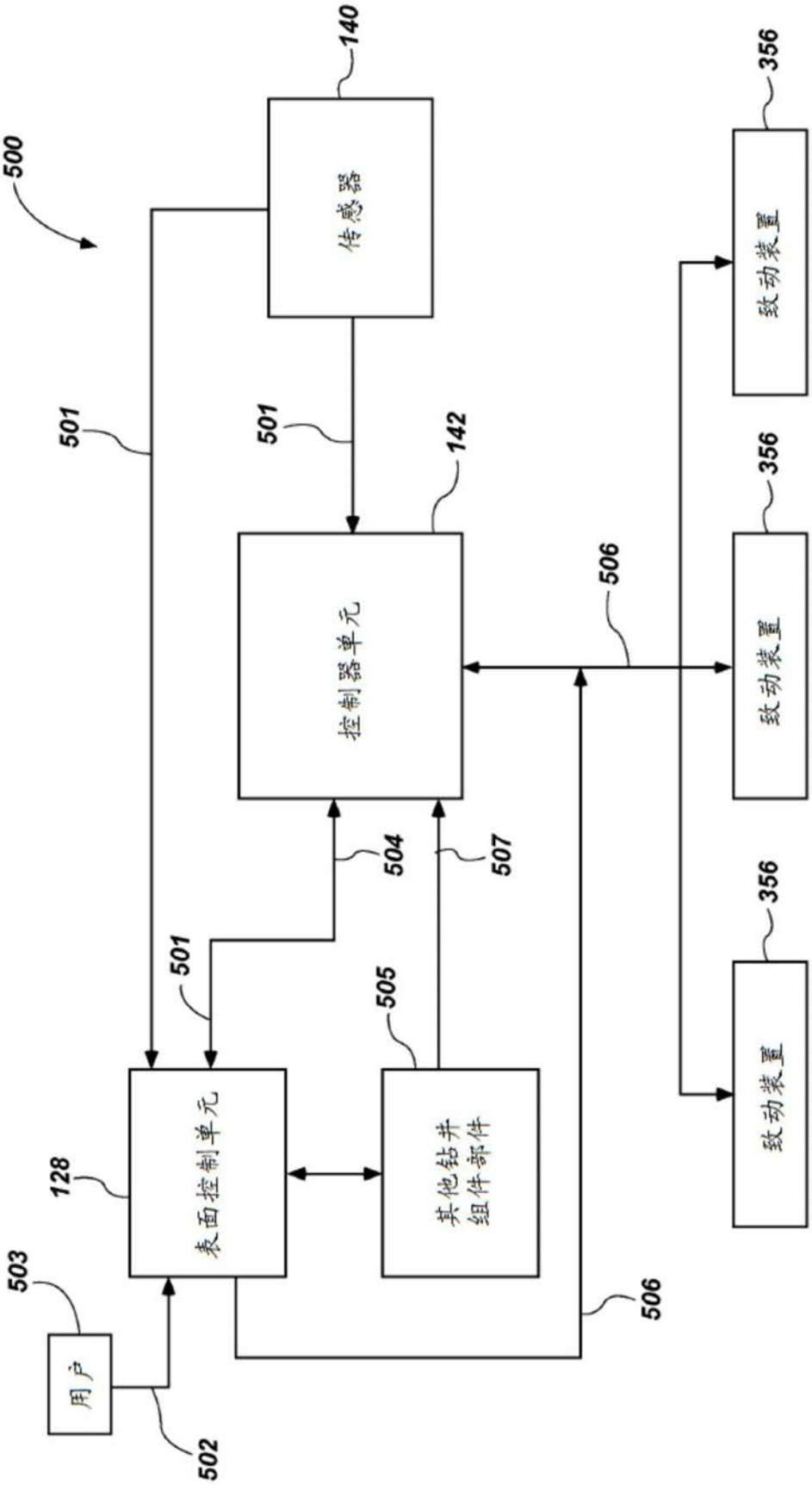

500
传感器
140
356
致动装置
501
501
142
控制器单元
506
356
致动装置
504
507
356
致动装置
501
505
表面控制单元
其他钻井组件部件
128
503
用户
502
506

图5

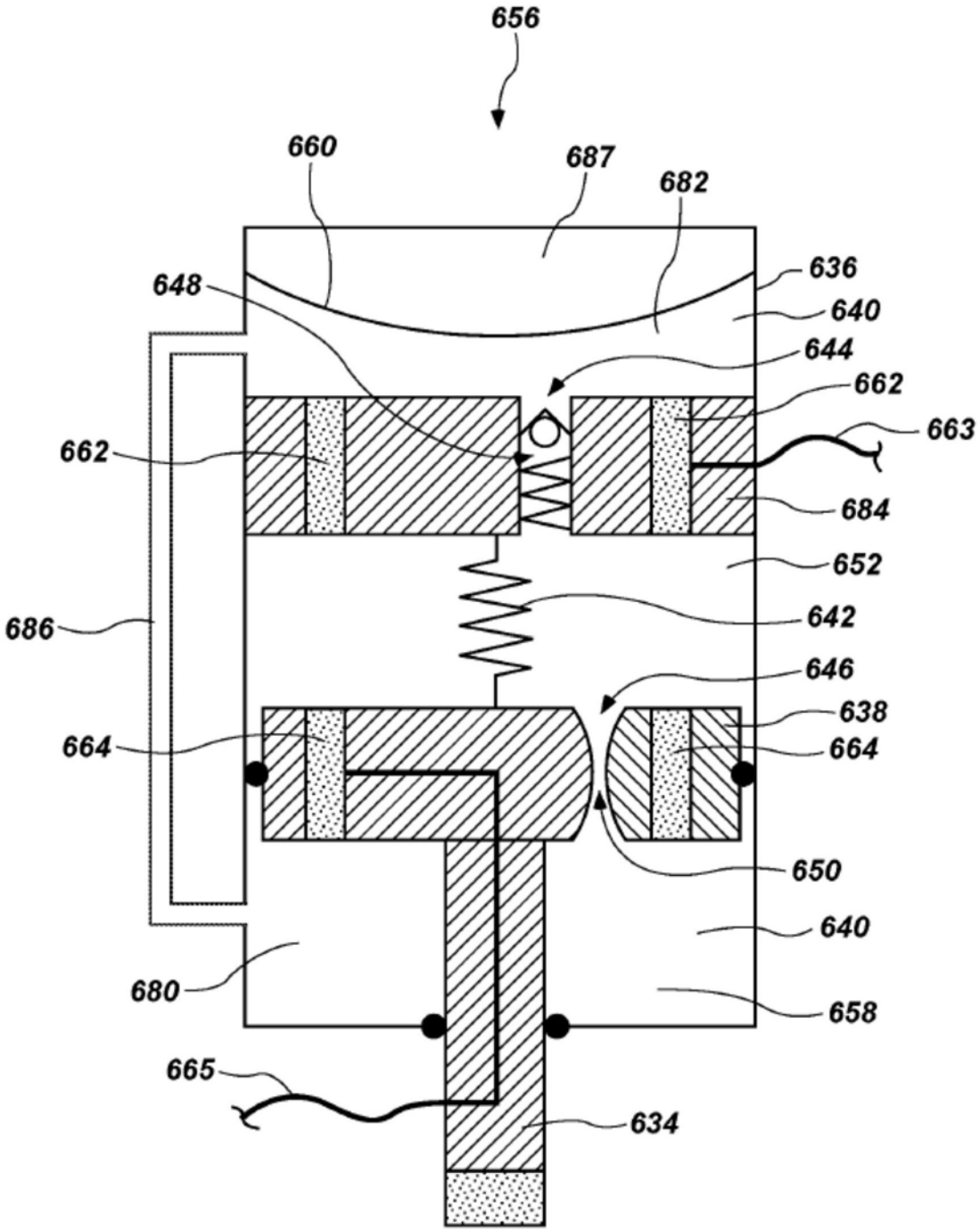

656
660
687
682
636
648
640
644
662
663
662
684
652
642
686
646
638
664
664
650
640
680
658
665
634

图6

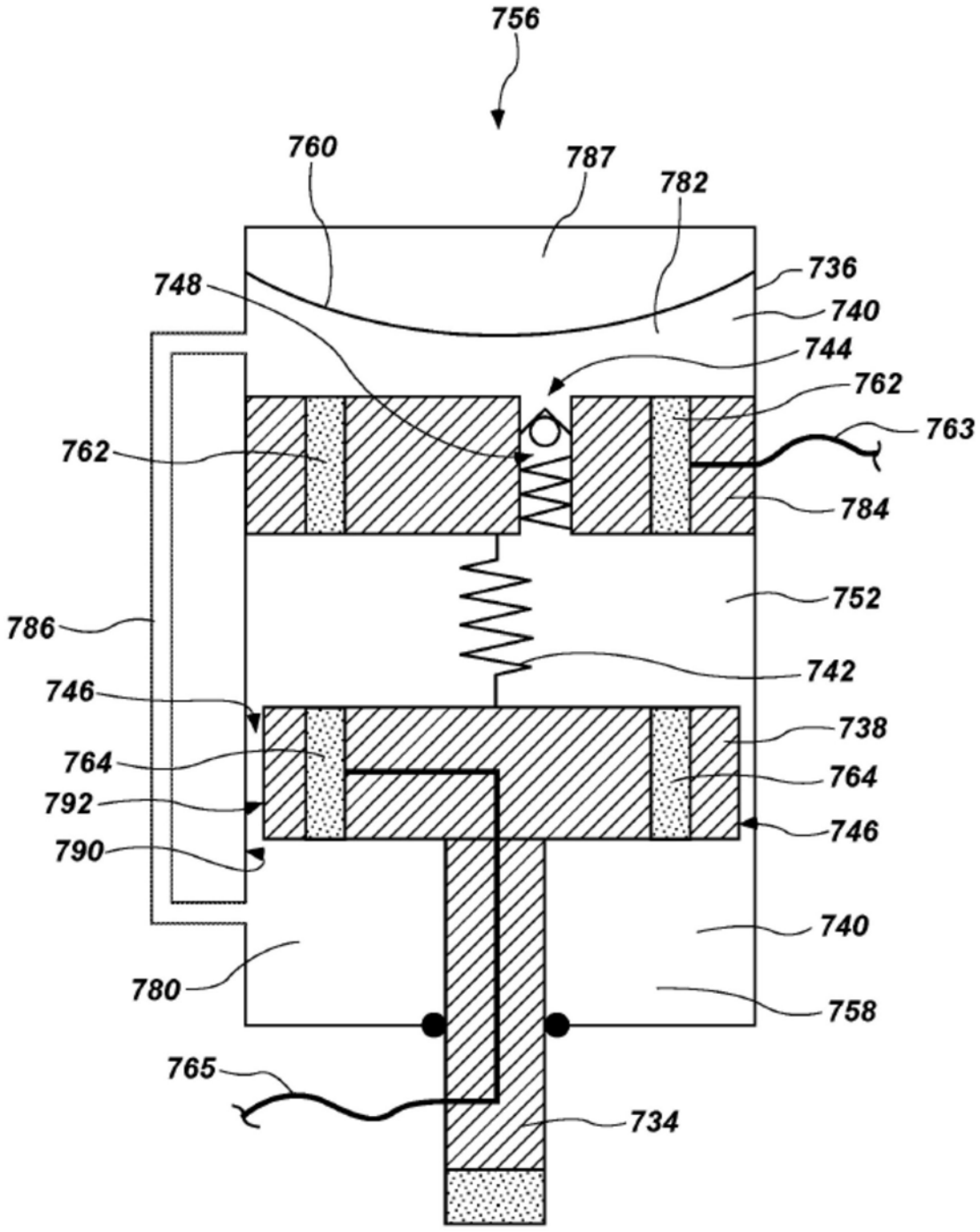

756
760
787
782
736
748
740
744
762
763
762
784
752
786
742
746
738
764
764
792
746
790
740
780
758
765
734

图7

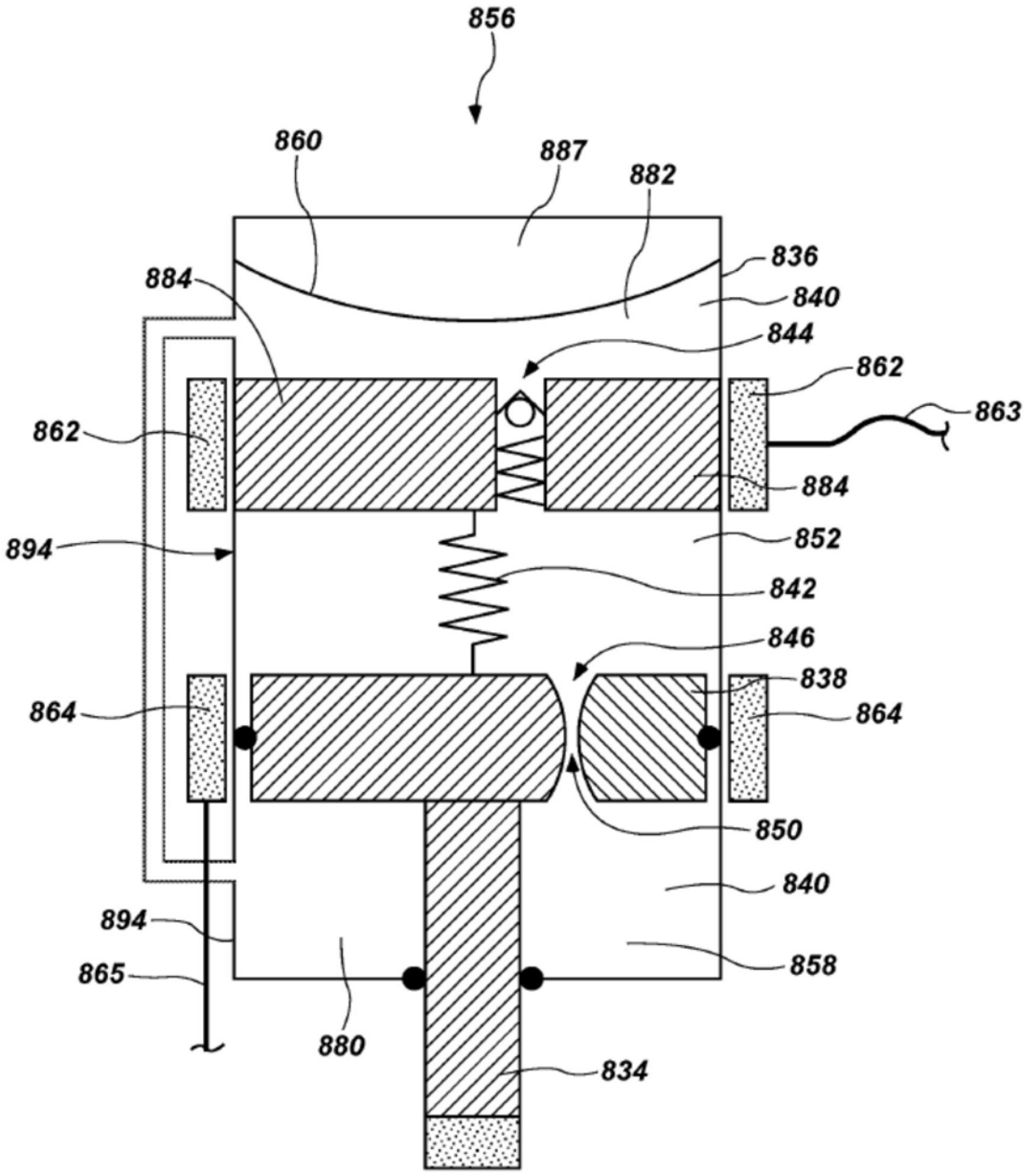

856
860
887
882
836
884
840
844
862
863
862
884
894
852
842
846
838
864
864
850
840
894
858
865
880
834

图8

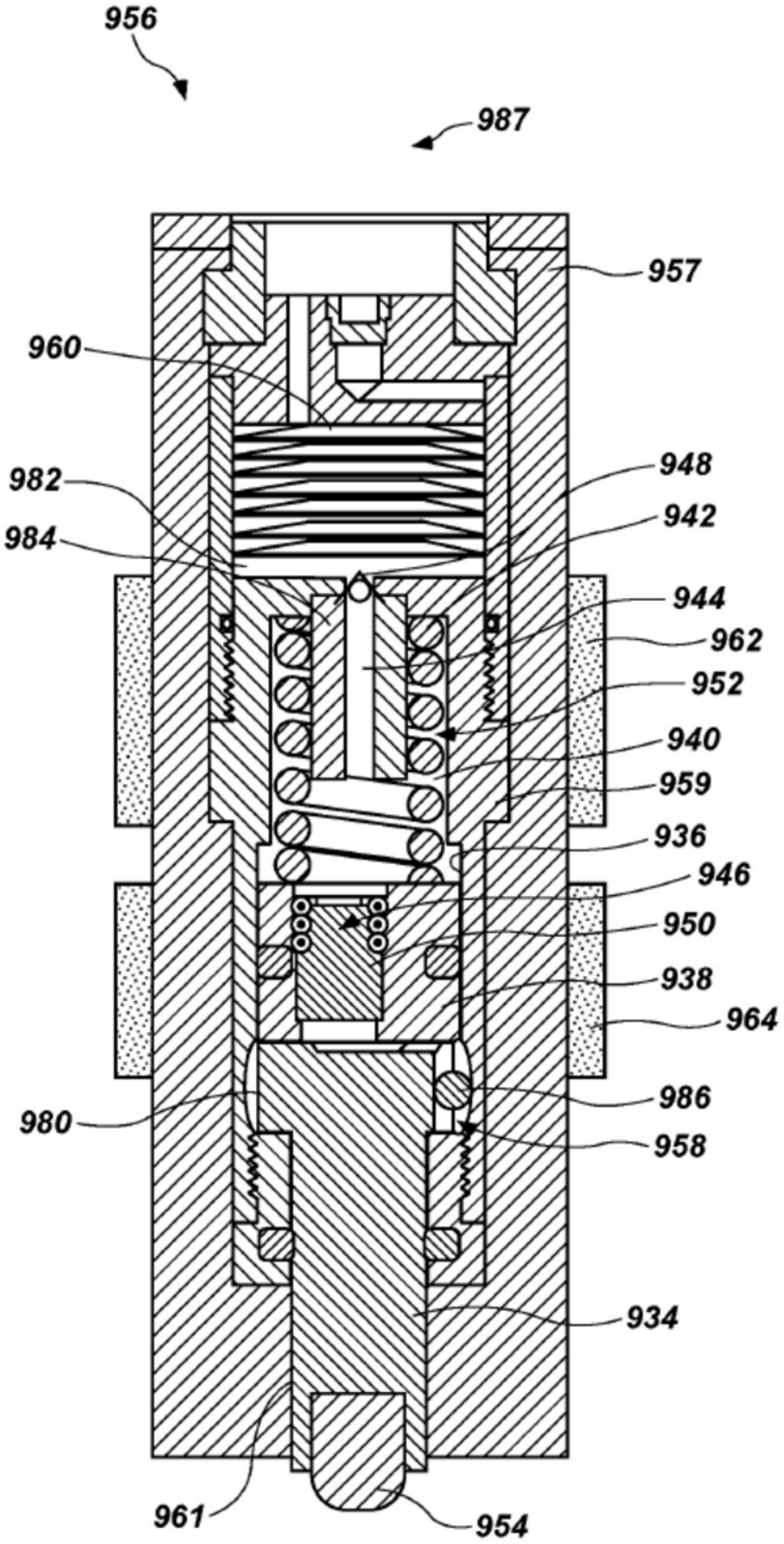

956
987
957
960
982
948
984
942
944
962
952
940
959
936
946
950
938
964
986
980
958
934
961
954

图9