



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101573507 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 10

(21) 申请号 200780049093. 5

(22) 申请日 2007. 10. 19

(30) 优先权数据

0621912. 5 2006. 11. 02 GB

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 07. 02

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2007/004002 2007. 10. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02008/053155 EN 2008. 05. 08

(73) 专利权人 桑德克斯公司

地址 英国汉普郡

(72) 发明人 威廉·P·斯图尔特 - 布鲁格斯

维克托·L·艾伦

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 封新琴

(51) Int. Cl.

E21B 47/20(2012. 01)

(56) 对比文件

US 4869100 , 1989. 09. 26, 说明书第 2 栏第 45 行至第 3 栏第 68 行及附图 1, 2.

US 5073877 , 1991. 12. 17, 全文 .

US 5787052 A, 1998. 07. 28, 全文 .

CN 2431400 Y, 2001. 05. 23, 全文 .

审查员 张凯乐

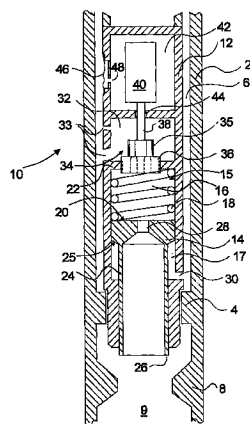
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

用于在井内流体中产生压力脉冲的装置

(57) 摘要

披露了一种用于在井内流体中产生压力脉冲的装置。优选实施方案采取泥浆脉冲发生装置 (10) 的形式, 该泥浆脉冲发生装置 (10) 具有由可变导向阀 (34) 控制的信号阀。作用于信号阀的力达到平衡并由流经导向阀的可变节流孔的泥浆流量控制。这种布置起到类似于液压放大器的作用并使得信号阀补偿可变流速。在优选实施方案中, 导向阀具有允许其自清洁的旋转叶片。



1. 一种用于在井内流体中产生压力脉冲的装置,包括:

配置于井筒中的外壳,该外壳具有腔室和安装在所述腔室内沿该装置的纵轴往复运动的活塞,其中所述活塞具有第一和第二相对面,并在所述第一面和所述腔室的第一端壁之间形成体积可变的第一腔室,以及在所述第二面和所述腔室的第二端壁之间形成体积可变的第二腔室;

中空气门驱动构件,该构件安装在所述活塞的第二面上并朝向井筒中的限流口从所述腔室的第二端壁伸出,该中空气门驱动构件经由其开口与所述限流口周围的井内流体流体连通,并且其中该中空气门驱动构件的处于所述腔室之外的端部形成气门杆头,所述气门杆头经布置与所述限流口相配合,以根据活塞的位置在流体中产生压力脉冲;

所述活塞中的控制端口,该控制端口提供所述中空气门驱动构件和所述体积可变的第一腔室之间的流体连通路程;

设置在所述腔室中的偏压装置,该偏压装置用于朝向限流口偏压所述活塞,使活塞离开所述腔室的第一端壁;

所述腔室壁中的端口,该端口提供井筒和所述体积可变的第二腔室之间的流体连通路程,其中所述体积可变的第二腔室内的流体压力与所述偏压装置相对抗;

所述腔室的第一端壁中的导向阀,该导向阀在打开时提供井筒和所述体积可变的第一腔室之间的流体连通路程,并在关闭时切断所述流体连通路程;以及

用于控制所述导向阀的控制器;

其中所述导向阀包括阀座和阀构件,其中所述阀座包括流体可从中流过的一个或多个阀口,所述各阀口具有开口,且其中所述阀构件经安装沿横穿所述一个或多个阀口的开口的方向运动,以分别露出或阻挡所述一个或多个阀口。

2. 权利要求 1 的装置,其中所述阀构件经布置以在所述阀口开口所处的平面内平移运动。

3. 权利要求 1 的装置,其中所述导向阀是具有旋转阀构件的旋转导向阀,所述旋转阀构件经布置以在所述阀口开口所处的平面内旋转运动。

4. 权利要求 3 的装置,其中所述旋转阀构件是具有多个叶片和空隙的圆盘,所述叶片和空隙用于阻挡或露出所述多个阀口。

5. 权利要求 4 的装置,其中所述圆盘具有四个叶片和四个空隙,所述叶片和空隙用于覆盖或露出设置在阀座中的相应阀口开口。

6. 权利要求 4 的装置,其中所述控制器经布置使所述圆盘转动大于两相邻叶片间角位移的角度,以从打开状态转变为关闭状态。

7. 权利要求 4 的装置,其中所述控制器经布置使所述圆盘在清洁周期中转动一个或多个周转。

8. 权利要求 4 的装置,其中所述控制器经布置使所述圆盘连续转动并通过改变所述圆盘的转速对信息进行编码。

9. 权利要求 1 的装置,其中所述阀座中各相应阀口的截面积小于所述活塞中控制端口的截面积。

10. 权利要求 1 的装置,其中所述阀座中阀口的内部截面积大于阀口开口的截面积。

11. 权利要求 1 的装置,其中所述活塞的第一面的面积 A_1 、所述活塞的第二面的面积

A1、以及所述阀口和控制端口的液阻 k_1 和 k_2 分别满足不等式

$$A_1 > A_2 \times k_2 / (k_1 + k_2)。$$

12. 权利要求 1 的装置，

其中所述导向阀为经布置以实现可变开口的旋转叶片阀或任意滑阀。

13. 权利要求 12 的装置，其中所述滑阀是旋转或线性套筒式滑阀。

用于在井内流体中产生压力脉冲的装置

[0001] 发明背景

[0002] 本发明涉及用于在井内流体中产生压力脉冲的装置，具体地涉及称作泥浆脉冲发生器 (mud pulser) 的装置。

[0003] 对于用于抽取烃类如油或气的井，井筒的钻探要求对井下钻头进行方向控制。为此，首先需要获知钻杆最下面的部分（通常称作井底钻具组合 (BHA)）目前的状态，以便能够对钻井方向作出适当的校正。因而，靠近钻头设置了井下传感器，以测定 BHA 和钻头的状态。从这些传感器向相距数英里位于地面的控制仪输送数据的便捷方法借助于在钻杆内流动的钻泥中产生的压力脉冲。这种遥测技术通常称作随钻测量 (MWD)。所述脉冲是使用称作泥浆脉冲发生器的装置通过选择性限制钻泥的流动而产生的。

[0004] 美国专利 US 5, 103, 430、US 5, 115, 415、US 5, 333, 686 和 US 6, 016, 288 披露了多种典型的泥浆脉冲发生器。这些泥浆脉冲发生器由电磁或电动导螺杆驱动装置 (solenoid or motor lead screw actuator) 控制，以使选择性限制钻泥在井筒中的流动的阀直线运动。除 US 5, 115, 415 以外，驱动装置控制泥浆通过小型导向阀 (pilot valve) 的流动，泥浆的这种流动提供了操控产生脉冲的主阀所需的力。

[0005] 存在一些影响泥浆脉冲发送装置可靠性的因素，例如因高的流速和压力而加剧的钻泥磨损性 (abrasive nature)，以及装置中的滑动式密封装置磨损的趋势。另一种因素是孔口被泥浆中的颗粒物质堵塞的趋势。操作人员常常添加这种物质来堵塞被钻岩层的孔，以便不损失昂贵的钻泥，而能够经由钻杆和井筒壁之间的环空中的环流从井筒中收回钻泥。这种通常为纤维状的添加剂被称作堵漏材料 (LCM)。随着时间的推移，已公知 LCM 为 MWD 泥浆脉冲发生器制造了难题。可将过滤器用于泥浆脉冲发生器，以防止 LCM 侵入泥浆脉冲发生器的液压部分 (hydraulic parts)，例如以上提及的 US 5, 333, 686 中所示的那些。然而，提供过滤器并不总是可行的，过滤器本身在其使用过程中可能因物质的堆积而堵塞。因而，认识到，需要能够在这种不利条件下以改善的可靠性运行的泥浆脉冲发生装置。

[0006] 另外，认识到，由于泥浆脉冲发生器通常从内部电池获取其能量，因而期望在降低运行所需电能的同时改善可靠性。最后，认识到，还期望提供允许产生如下压力信号的泥浆脉冲发生器：所述压力信号允许发送更复杂的信号而不是简单的开 / 关脉冲 (on/off pulse)。这种压力信号可能依赖于连续波的波相、波幅或频率的调节技术。

发明内容

[0007] 本申请包括：

[0008] 项 1. 一种用于在井内流体中产生压力脉冲的装置，包括：

[0009] 配置于井筒中的外壳，该外壳具有腔室和安装在所述腔室内沿该装置的纵轴往复运动的活塞，其中所述活塞具有第一和第二相对面，并在所述第一面和所述腔室的第一端壁之间形成体积可变的第一腔室，以及在所述第二面和所述腔室的第二端壁之间形成体积可变的第二腔室；

[0010] 中空气门驱动构件，该构件安装在所述活塞的第二面上并朝向井筒中的限流口从

所述腔室的第二端壁伸出,该中空气门驱动构件经由其开口与所述限流口周围的井内流体流体连通,并且其中该气门驱动构件的处于所述腔室之外的端部形成气门杆头,所述气门杆头经布置与所述限流口相配合,以根据活塞的位置在流体中产生压力脉冲;

[0011] 所述活塞中的控制端口,该控制端口提供所述中空气门驱动构件和所述体积可变的第一腔室之间的流体连通路程;

[0012] 设置在所述腔室中的偏压装置,该偏压装置用于朝向限流口偏压所述活塞,使活塞离开所述腔室的第一端壁;

[0013] 所述腔室壁中的端口,该端口提供井筒和所述体积可变的第二腔室之间的流体连通路程,其中所述体积可变的第二腔室内的流体压力与所述偏压装置相对抗;

[0014] 所述腔室的第一端壁中的导向阀,该导向阀在打开时提供井筒和所述体积可变的第一腔室之间的流体连通路程,并在关闭时切断所述流体连通路程;以及

[0015] 用于控制所述导向阀的控制器;

[0016] 其中所述导向阀包括阀座和阀构件,其中所述阀座包括流体可从中流过的一个或多个阀口,所述各阀口具有开口,且其中所述阀构件经安装沿横穿所述一个或多个阀口的开口的方向运动,以分别露出或阻挡所述一个或多个阀口。

[0017] 项 2. 项 1 的装置,其中所述阀构件经布置以在所述阀口开口所处的平面内平移运动。

[0018] 项 3. 项 1 的装置,其中所述导向阀是具有旋转阀构件的旋转导向阀,所述旋转阀构件经布置以在所述阀口开口所处的平面内旋转运动。

[0019] 项 4. 项 3 的装置,其中所述旋转阀构件是具有多个叶片和空隙的圆盘,所述叶片和空隙用于阻挡或露出所述多个端口。

[0020] 项 5. 项 3 或 4 的装置,其中所述圆盘具有四个叶片和四个空隙,所述叶片和空隙用于覆盖或露出设置在阀座中的相应阀口开口。

[0021] 项 6. 项 3、4 或 5 的装置,其中所述控制器经布置使所述圆盘转动大于两相邻叶片间角位移的角度,以从打开状态转变为关闭状态。

[0022] 项 7. 项 3 至 6 中任一项的装置,其中所述控制器经布置使所述圆盘在清洁周期中转动一个或多个周转。

[0023] 项 8. 项 3 至 7 中任一项的装置,其中所述控制器经布置使所述圆盘连续转动并通过改变所述圆盘的转速对信息进行编码。

[0024] 项 9. 前述任一项的装置,其中所述阀座中各相应阀口的截面积小于所述活塞中控制端口的截面积。

[0025] 项 10. 前述任一项的装置,其中所述阀座中端口的内部截面积大于所述端口开口的截面积。

[0026] 项 11. 前述任一项的装置,其中所述活塞的第一面的面积 A_2 、所述活塞的第二面的面积 A_1 、以及所述阀口和控制端口的液阻 k_1 和 k_2 分别满足不等式

[0027] $A_1 > A_2 \cdot k_2 / (k_1 + k_2)$ 。

[0028] 项 12. 一种用于在井内流体中产生压力脉冲的装置,包括:

[0029] 配置于井筒中的外壳;

[0030] 设置在所述外壳中用以在流体中产生压力脉冲的流速补偿信号阀;

- [0031] 设置在所述外壳中用以控制所述信号阀的操作的导向阀；
- [0032] 其中所述导向阀为经布置以实现可变开口的旋转叶片阀、旋转或线性套筒式滑阀或任意滑阀。
- [0033] 项 13. 一种基本上如本文所述并参照附图的装置。

附图说明

- [0034] 现以实例的方式并参照附图更详细地说明本发明的优选实施方案,其中:
- [0035] 图 1 是本发明的优选泥浆脉冲发生器的纵截面图;
- [0036] 图 2 是图 1 所示泥浆脉冲发生器的优选导向阀的截面图;
- [0037] 图 3 是图 2 的优选导向阀的上正视图;以及
- [0038] 图 4 以等效电路图的方式示出在图 1 的泥浆脉冲发生器中控制主阀操作的机械和液压因素的操作。

具体实施方式

[0039] 现对用于在井内流体中产生压力脉冲的装置的优选实施方案进行说明。这是一种泥浆脉冲发生装置,在现应参考的图 1 中示出了该装置的纵截面图。

[0040] 图 1 示出了其中配置有优选泥浆脉冲发生器 10 的钻杆 BHA 2。该泥浆脉冲发生器 10 包括主外壳 12,该主外壳 12 可收回地定位在设置于钻杆 BHA2 中的翅片 (fin)4 中。与钻杆的连接还可包括斜口管鞋布置,以保证容纳在泥浆脉冲发生器 10 中的方向传感器的旋转定心 (rotational alignment)。主外壳的直径小于钻杆,从而形成钻泥可流动通过的环空 6。在钻杆中翅片 4 以下设置有孔口凸缘 (orifice collar)8,以形成钻泥在钻杆中流动的节流孔或限流口 9。从而,钻泥可沿环空 6 流经翅片 4 和孔口凸缘 8 离开 BHA 并经由钻杆和井筒之间的环空 (未示出) 返回。

[0041] 主活塞 14 设置在外壳 12 中的腔室 15 内。该活塞将所述腔室分为上腔室 16 和下腔室 17。位于活塞顶面 20 和腔室壁 22 之间的压缩弹簧 18 作用于该活塞,使得该活塞受到偏压而朝向钻杆中的节流孔 9 向下移动。中空圆筒或气门驱动构件 (valve linkage member)24 自活塞 14 的底面 25 延伸并朝向节流孔从腔室 16 中伸出,使得当主外壳借助钻杆中的翅片 4 定位时,圆筒的开口端形成气门杆头 (valve tip)26,该气门杆头可移动到通过节流孔的泥浆流中,从而在环空 6 内的泥浆中引起压力升高。

[0042] 中空圆筒 24 与设置在主活塞 14 中的控制端口 28 连通。因而,泥浆可在环空 6 之间流经气门杆头、圆筒和主活塞控制端口 28 进入上腔室 15。同时,主外壳中的端口 30 允许钻泥进入活塞 14 下面的下腔室 17。至此所描述的结构类似于 US 5,103,430 (Jeter 等) 所示装置的结构。

[0043] 辅助腔室 32 设置在外壳 12 中并借助腔室端壁 22 中的导向阀 34 与上腔室 16 流体连通。泥浆经由端口 33 从钻杆进入腔室 32。可使这些端口足够大而不会被钻泥中的 LCM 和其它颗粒堵塞,此外使这些端口倾斜以阻碍这些物质堆积。

[0044] 导向阀 34 包括旋转阀构件 35 和阀座 36。旋转阀构件 35 安装在轴 38 上,电动齿轮箱或旋转螺线管 40 使轴 38 转动。电动机容纳在装有清洁流体的电机腔 42 中,轴 38 穿过双层壁 (cavity wall) 中的密封轴承 44,使得腔保持密封与泥浆隔绝。腔内的流体通过

主外壳中的膜 46 与钻杆中的泥浆达到压力平衡,腔通过端口 48 与主外壳连通。控制器(未示出)向电动机发送信号,以使旋转阀构件运转。信号可对经由泥浆脉冲遥测仪输送至地面的数据进行编码,或者可包括其它运行指示,例如起动随后将进行描述的清洗周期。

[0045] 现参照图 2 和图 3 更详细地描述导向阀 34。阀座 36 包括泥浆可从中流过的多个阀口或通道 50。鉴于随后将说明的原因,将通道内部的截面积布置为大于通道开口的截面积。阀座位于上腔室 15 和辅助腔室 32 之间的壁 22 中,使得当阀 34 打开时泥浆可从辅助腔室 32 流入上腔室。旋转阀构件 35 包括具有多个空隙 52 和叶片 54 的圆盘。圆盘转动可使叶片选择性地覆盖或露出阀口 50。经由使连接在圆盘上的轴 38 转动的电动机对阀进行控制。电动机按照控制器的命令进行操作,控制器与脉冲发生装置中或下井仪器串上的传感设备连接。控制电动机以开关导向阀,使得主阀按照对待输送的传感器信号进行编码的方式操作。

[0046] 作用于活塞的压缩弹簧 18 偏压活塞,使活塞朝向节流孔沿着向下的方向移动。端口 30 使下腔室 17 中的压力保持为环空 6 内的压力,该压力产生作用于活塞内侧对抗压缩弹簧的向上的力。在旋转阀 35 关闭的条件下,经由控制端口 28 和中空圆筒或气门驱动构件 24,上腔室 16 内的压力与限流口 9 以下的较低压力达到平衡。上腔室内弹簧的作用和压力相对较弱,活塞因下腔室内的压力而上升。从而,露出节流孔 9 处的限流口,并且节流孔处的压力降低,直至达到平衡。

[0047] 然而,在旋转阀 35 打开的情况下,泥浆流进入上活塞室 15,进而升高作用于主活塞 14 顶面 20 的压力。活塞向下移动,进而使气门杆头 26 朝向节流孔移动,并通过限制钻泥经由节流孔 9 的流动而提升钻杆和环空 6 中的压力。活塞继续向下移动,直至上腔室 15 内的压力与弹簧弹力的合力与作用于活塞的环形底面的压力达到平衡,所述活塞的环形底面暴露于下活塞室 17 中的流体。这种特征提供负反馈并形成稳定的比例控制。活塞的该下平衡位置对应于二元通信系统(binary signalling system)中装置的开脉冲(on-pulse)状态。

[0048] 当旋转阀转动而闭合阀口 50 时,泥浆向上腔室中的流动停止。上腔室内的压力因而与气门杆头 26 处的压力达到平衡。气门杆头处的压力低于较窄环空 6 内的压力,使得下腔室 17 内的压力再次高于上腔室内的压力。随后,主活塞对抗压缩弹簧的作用逐渐上移,直至主活塞达到其初始或关脉冲(off-pulse)位置。

[0049] 主活塞 14 在完全下移至其开脉冲位置时所处的位置取决于弹簧 18 的特性和控制端口 28 的液阻率,进而允许泥浆在上腔室、中空圆筒 24、开口气门杆头 26 和阀口 50 之间流动,并允许泥浆在辅助腔室和上腔室之间流动。

[0050] 可实现的调压量严格依赖于控制端口 28 和阀口或通道 50 的液阻。如果控制端口 28 和阀口或通道 50 中的任一个被堵塞,则主活塞将不能够正确操作且由该装置提供的遥测将不能够实现。参照图 4 对此进行了更详细地说明。

[0051] 现在一定的简化假设下对图 1 所示的装置的操作进行分析。

[0052] 假设活塞 14 的中空圆筒 24 内的压力与限流口 9 以下的压力相等。当气门杆头 26 完全插入限流口 9 时该假设成为事实,当气门杆头 26 完全抽离限流口 9 时该假设接近事实。

[0053] 作用于活塞 14 底部的气门杆头 26 的薄环形表面的压力适用于相同的假设。

[0054] 将节流孔 9 以下的绝对压力取作测量其它压力的基准。实际上,该基准压力为恒定压力,这源于静水压头和流入钻头中喷嘴所代表的阻力的相对恒定的流量 (the relatively constant flow into the impedance represented by nozzles in the drill bit)。因而,源于该基准压力的力可忽略不计,或者该压力可视为 0。

[0055] 在图 4 中,主节流孔 9 和活塞 14 由伺服电动机 (servo)S1 表示,在活塞因任意净输入力 (net input force) 而移动时该伺服电动机 S1 在环空 6 中产生压力 P1。因此,正的净输入力致使活塞向下移动并因而提高压力 P1。

[0056] 源于弹簧 18 的力由 F_s 表示。首先,为了方便起见,假设弹簧预先压缩并产生近似恒定的力 (与活塞 14 的位置无关)。

[0057] A_1 是活塞 14 的环形底面 25 的面积,腔室 17 内的压力 P_1 作用于该表面 25。

[0058] A_2 是活塞 14 的顶面 20 的面积,腔室 16 内的压力 P_2 作用于该表面 20。

[0059] 导向阀 34 表示为开 / 关阀 V_1 , 节流孔或阀口 50 表示为液阻 k_1 。

[0060] 控制部件或节流孔 28 表示为液阻 k_2 。

[0061] 当 V_1 打开时,流体流过 k_1 和 k_2 两者,并且如下所示上腔室 16 内的压力 P_2 取决于两阻力之比:

[0062] $P_2 = P_1 \cdot k_2 / (k_1 + k_2)$ 。

[0063] 当 V_1 关闭时,压力 P_2 降至基准水平 (在本文中视为 0)。

[0064] 因而作用于活塞 14 的力,即伺服电动机 S1 的输入为:

[0065] $F_s + P_2 \cdot A_2 - P_1 \cdot A_1$

[0066] 当该净力为 0 时达到平衡。

[0067] 情况 1 : V_1 关闭, $P_2 = 0$, 因而

[0068] $P_1 = F_s / A_1$

[0069] 情况 2 : V_1 打开, $P_2 = P_1 \cdot k_2 / (k_1 + k_2)$, 因而

[0070] $F_s + P_1 \cdot k_2 \cdot A_2 / (k_1 + k_2) - P_1 \cdot A_1 = 0$, 且

[0071] $P_1 = F_s / (A_1 - A_2 \cdot k_2 / (k_1 + k_2))$ 。

[0072] 应当指出的是,限制条件为 $A_1 > A_2 \cdot k_2 / (k_1 + k_2)$, 否则负的自调节反馈不存在,且系统处于情况 2 时不再能够自调节。正是这种自调节使得系统与总流速无关。因此,信号阀补偿了可变速速。

[0073] 现考虑情况 2 的结果,将 k_1 连同 V_1 视为可变节流孔,使得完全关闭时上式中的值 k_1 无穷大。因而,该系统变为比例控制系统,进而允许旋转导向阀的可变开孔生成幅值基本与泥浆流速无关的复杂波形。

[0074] 应当认识到,更透彻的分析应考虑可变弹簧弹力,当较高的流速要求建立不同的平衡位置时,可变弹簧弹力具有稍稍提升压力 P_1 的作用。此外,由于孔流和伯努利效应,活塞 14 的中空圆筒内的压力可能并不是一直保持恒定的基准水平。对于给定的设计,可能需要更详细的模型或试验测量。然而,可视作仍具有比例性和自调节作用,且不损害系统的有效性。

[0075] 因而,认识到,对装置的运行十分重要的是保持阻力 k_1 和 k_2 之间的关系。一旦将活塞置于适当的位置且面积值 A_1 和 A_2 固定,阻力之比受到影响的最可能的方式归于 LCM 或其它颗粒物质在一个或多个控制端口或阀口中的堆积。因而,本发明优选实施方案中提

供的旋转导向阀赋予现有装置显著的优点,因为阀盘的旋转运动起到切断阻塞阀口的任意堵塞物的作用。具体地,安装横穿一个或多个端口的开口旋转运动的旋转阀盘,使得旋转阀盘与阀座和端口开口配合,以保证切割的进行。可锐化或强化阀盘的边缘以促进切割。阀口相对较小,因而切断的任意堵塞物可落入上腔室。使端口内部的截面积大于端口开口的截面积,以保证切断并进入通道的任意堵塞物小至足以通过而不被卡住。此外,在优选实施方案中,各阀口 50 的截面积均小于主活塞 14 中的控制端口 28 的截面积。因而,可落入阀口的任意 LCM 或其它颗粒物小至足以不受阻碍地通过控制端口并离开装置。通过在旋转阀构造中采用多个小端口 50,而能够获得在没有自身可能被堵塞的过滤器的情况下运行并保持正确的液压操作的泥浆脉冲发生器。因而,端口 50 和旋转阀 36 构成有效的自清洁过滤器,同时表现出相对于命令端口 28 的适当的液阻。

[0076] 旋转阀可按照信号方案中多种不同的方式运行。例如,在所示的实例中,阀盘具有四路对称性,可通过转动阀盘 45° 实现开脉冲向关脉冲的转换。然而,为保证除去可能堵塞阀门的碎片,可优选阀盘转动达到新信号状态之前更大的角度。为实现开脉冲向关脉冲的转换,阀盘可转动例如 405° 或更大。当然,根据阀盘的旋转对称性,一定存在最小的旋转,并且根据碎片种类(可能遇到的)和从阀中清除该碎片的需要,一定存在优选的旋转角。因而,实际上,这需要根据环境设定,因而通常可改变叶片之间角度的整数倍。因此,在角度大于两相邻叶片之间角位移的条件下,可提供一定的附加剪切作用。优选装置还优选提供清洁周期,在该周期中使阀盘自旋足够长的时间,以基本上清除阀的任意堵塞物质。

[0077] 由于泥浆脉冲发生器在钻杆中引起与端口阻力成正比的压力升高,因而可控制旋转阀以产生复杂的调制以及简单的二元脉冲。例如,可通过使旋转阀开放达到其完全开放状态的几分之一来实现调幅,从而产生较小的压力脉冲。调制方案可采用幅值、相或频率,或者三者的组合,以使数据率最大化。提供更精细的信号方案的优势是显而易见的。

[0078] 在可供选择的实施方案中,采用基于阀盘叶片与端口开口的信号脉冲与空号脉冲之比(mark-space ratio)的信号方案。在该信号方案中,阀盘连续转动或振荡,使得上腔室内的压力没有充足的时间与完全打开或完全关闭的阀门状态下的压力达到平衡。因而,转向阀的有效阻力变为中间阀,依赖于打开与关闭时的信号脉冲与空号脉冲之比,同时保持自清洁特性。

[0079] 尽管优选实施方案示出了具有四路对称性的阀盘,但应当认识到在可供选择的实施方案中可使用具有不同形状和构造的旋转阀。例如,可在阀座中仅设置一个端口或通道。在阀盘连续转动的情况下,仍会提供自清洁作用。然而,多个较小的端口是优选的,因为这意味着碎片在其能够落入随后的限流口之前最终将被切割成较小的片。

[0080] 例如通过美国专利 5,787,052 可获知现有的旋转泥浆脉冲发生器。然而,在这些装置中,所产生的压力取决于阀门位置和泥浆流速两者。由于钻井操作人员可能常常根据环境状况改变泥浆流速,因而这些装置可能难以可靠地运行。此外,由于每次输送信号时均必须在电能的作用下移动相对较大的旋转叶片,并且这些叶片经受来自整个泥浆流的力的作用,因而这些装置会消耗大量电能。如果钻井条件要求高流速,则叶片必然不能完全关闭或将过分地阻塞泥浆流。

[0081] 然而,通过上述分析应当认识到,在优选实施方案中,调压幅度实质上取决于井筒中的主泥浆流速并且仅仅是导向阀阻力的函数。因而,优选实施方案包括液压放大器:利用

导向阀提供的输入信号控制更大的阀,该更大阀提供更大的输出信号;作用于所述更大的阀的力达到平衡,使得小的输入可改变现状并被放大。这种布置允许优选实施方案使用明显较少的电能来运行,并允许优选实施方案在各种流速下运行而无需介入措施。可使用具有切割作用的其它形式的可变导向阀。可包括经布置以实现可变开口的旋转、线性或往复柱形套筒式滑阀(后一情况通过导螺杆布置来驱动),旋转叶片阀,旋转或任意滑阀。所有这些阀有利地使用具有打开或关闭方向的阀构件来运行,所述打开或关闭的方向垂直于流体流经导向阀的方向。

[0082] 其它形式的液压放大器可结合可变导向阀使用,以产生压力波形。需要的是具有信号阀和导向阀的双阀布置,其中作用于信号阀的力达到平衡并由导向阀的流量控制。主阀例如可为活塞或隔膜,同时导向阀应发挥所述类型的可变节流孔的作用。

[0083] 尽管参照 MWD 装置中的泥浆脉冲发生器的优选实施方案对本发明进行了描述,但本发明的用于在井内流体中产生脉冲的装置还可结合生产井或注入井中永久性安装的监测系统使用。

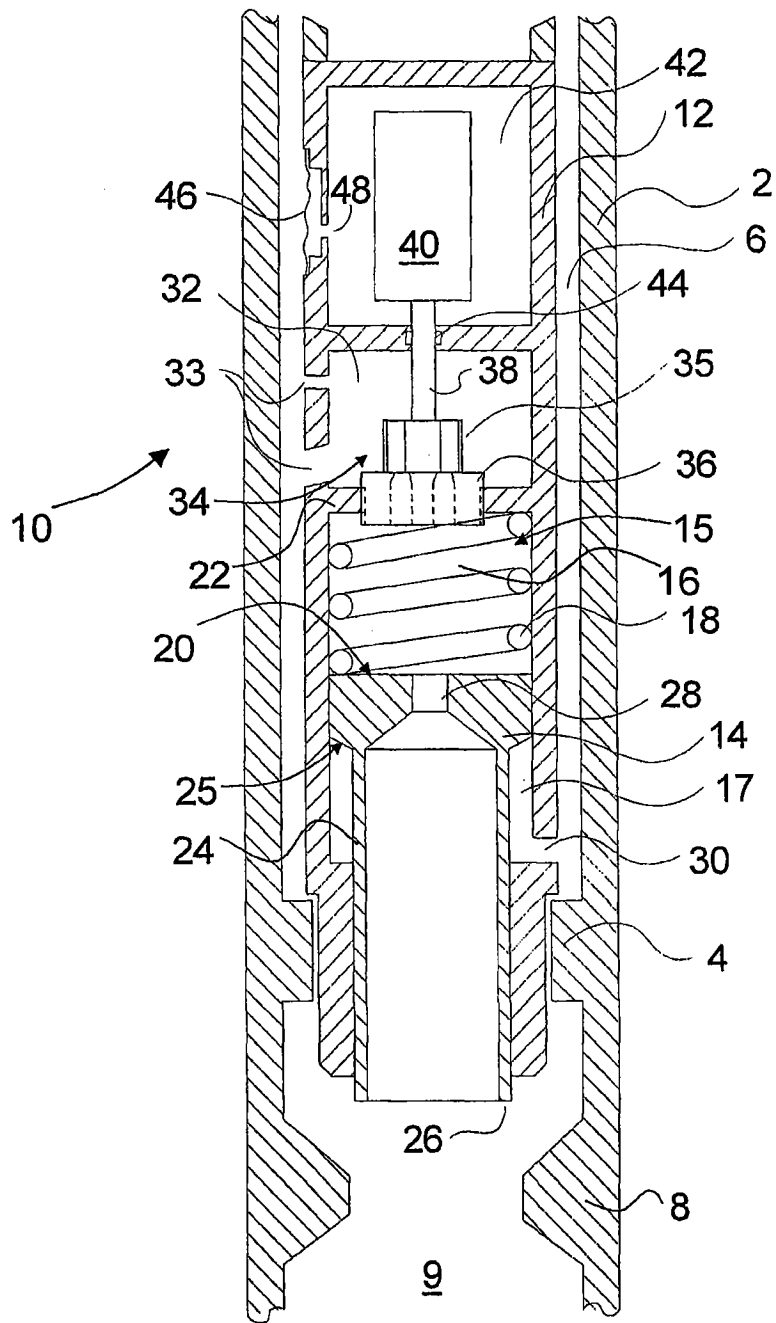


图 1

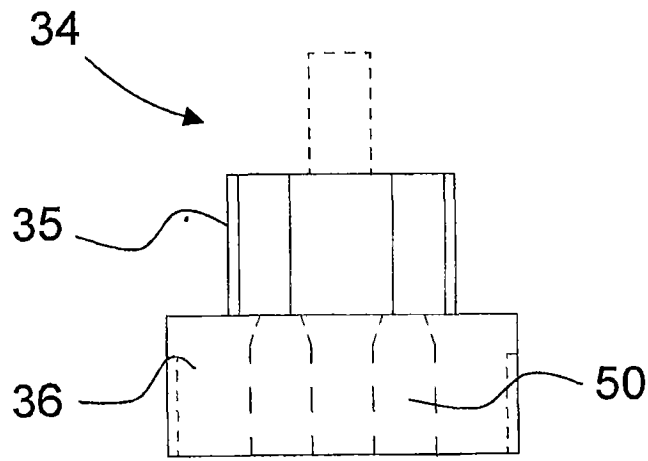


图 2

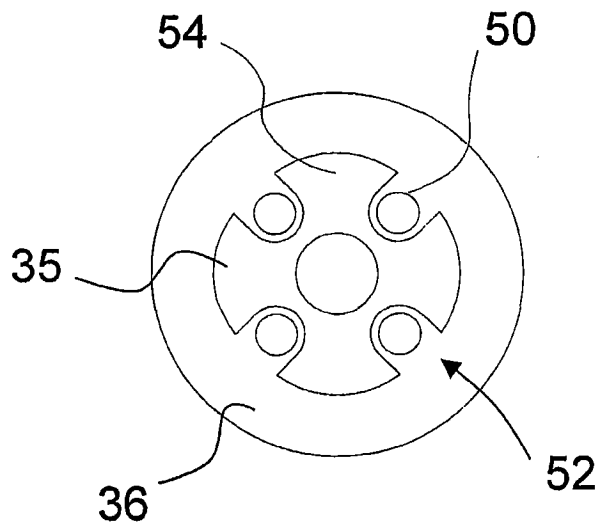


图 3

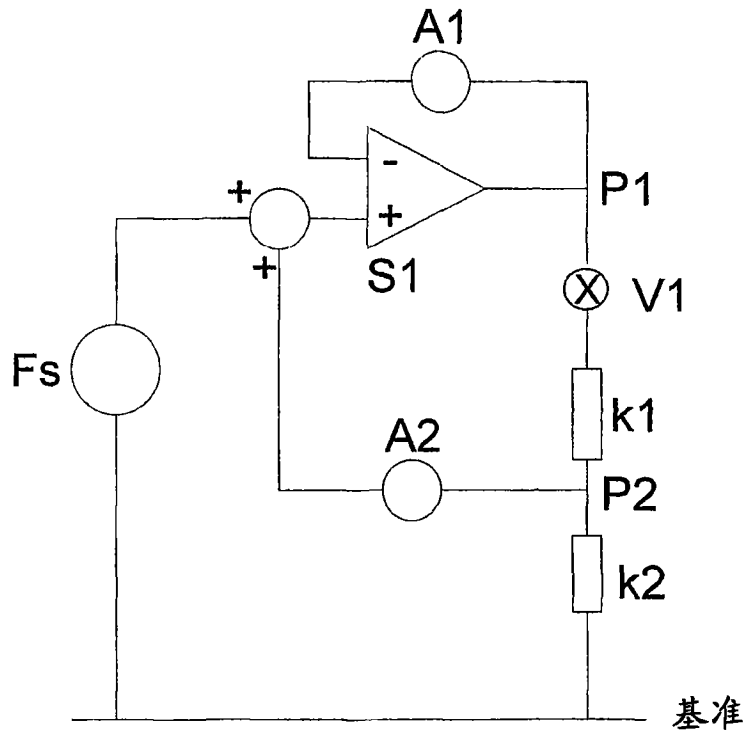


图 4