

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680043033.8

[43] 公开日 2008 年 11 月 19 日

[51] Int. Cl.

E21B 7/18 (2006.01)

E21B 21/08 (2006.01)

[11] 公开号 CN 101310089A

[22] 申请日 2006.11.16

[21] 申请号 200680043033.8

[30] 优先权

[32] 2005.11.18 [33] EP [31] 05257119.7

[86] 国际申请 PCT/EP2006/068539 2006.11.16

[87] 国际公布 WO2007/057426 英 2007.5.24

[85] 进入国家阶段日期 2008.5.16

[71] 申请人 国际壳牌研究有限公司

地址 荷兰海牙

[72] 发明人 扬 - 耶特 · 布兰格

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 董 敏

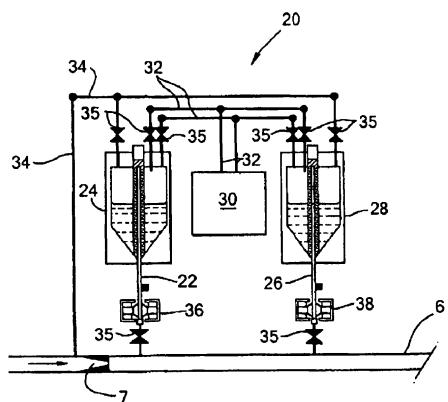
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于将微粒供入流中的设备和方法

[57] 摘要

提供一种用于以可控速度将多个微粒供入流中的设备，所述设备包括具有用于将微粒供入流中的流动通道的管道，以及用于诱导微粒的脉冲流通过流动通道的脉动装置。



1. 一种用于以可控速度将多个微粒供入流中的设备，所述设备包括：

- 具有用于将微粒供入流中的流动通道的管道；以及
- 用于诱导通过流动通道的微粒的脉冲流的脉动装置。

2. 如权利要求 1 所述的设备，其中微粒具有磁化率，而且其中脉动装置包括设置成在流动通道中诱导脉冲磁场的磁场发生器。

3. 如权利要求 2 所述的设备，所述设备还包括适用于控制由磁场发生器在流动通道中诱导的脉冲磁场的控制系统。

4. 如权利要求 3 所述的设备，其中控制系统适用于控制脉冲磁场的脉冲周期和脉冲频率中的至少一个。

5. 如权利要求 3 或者 4 所述的设备，其中磁场发生器包括至少一个电磁体。

6. 如权利要求 5 所述的设备，其中提供多个所述电磁体，所述多个电磁体包括第一电磁体和第二电磁体，由此管道被布置在所述第一和第二电磁体之间。

7. 如权利要求 5 或者 6 所述的设备，其中控制系统包括设置用于将电流供给每一个电磁体的电流源。

8. 如权利要求 7 所述的设备，其中控制系统还包括用于控制所述电流的幅值的装置。

9. 如权利要求 1-8 的任一项所述的设备，其中管道与包含微粒的注入容器流体连通，所述注入容器设有用于确定注入容器中的微粒水平的水平传感器。

10. 如权利要求 9 所述的设备，其中水平传感器包括具有自感的电磁线圈以及用于测量所述线圈的自感的装置，所述电磁线圈的自感取决于线圈中的微粒水平。

11. 如权利要求 1-10 的任一项所述的设备，其中微粒为磨料微粒，而且流为钻井液流，而且其中设备被设置成将微粒供入钻井液流中，

所述钻井液流流过延伸进入形成在地层中的井眼中的钻柱。

12. 如权利要求 11 所述的设备，其中钻柱设有用于在井眼中再循环磨料微粒的再循环系统，而且其中所述设备适用于以相应于磨料微粒绕过再循环系统的速度将磨料微粒供入钻井液流中。

13. 一种以可控速度将多个微粒供入流中的方法，所述方法包括：
-经由管道的流动通道将微粒供入流中；以及
-诱导通过流动通道的微粒的脉冲流。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中微粒具有磁化率，而且其中所述脉冲流通过在流动通道中诱导脉冲磁场而被诱导。

15. 如权利要求 14 所述的方法，所述方法还包括：在流动通道中控制所述脉冲磁场。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其中控制脉冲磁场的步骤包括控制脉冲磁场的脉冲周期和脉冲频率中的至少一个。

17. 基本如此前参照附图所描述的设备。

18. 基本如此前参照附图所描述的方法。

用于将微粒供入流中的设备和方法

技术领域

本发明涉及用于以可控速度将多个微粒供入流中的设备和方法。

背景技术

在钻井液流中使用磨料微粒进行钻井已经被提议作为传统的钻井方法（比如具有牙轮钻头或 PDC 钻头的旋转钻井）的可选方案。在这种可选钻井方法中，喷射设备喷射高速的由钻井液和磨料微粒形成的混合物冲击井眼底部，从而加深井眼。

美国专利 No. 3,838,742 公开了设有具有许多出口喷嘴的钻头的钻柱。包含磨料微粒的钻井液经钻柱被泵送通过喷嘴，从而产生高速射流冲击井眼底部。与仅用钻井液喷射相比，磨料微粒加速了磨蚀过程。岩屑被带入流中，所述流通过钻柱和井壁之间的环形空间返回地面。从流中除去岩屑之后，重复进行泵送循环。然而，该系统具有的缺点是通过泵送系统和钻柱的磨料微粒的连续循环导致了这些元件的加速磨损。已知系统的另一个缺点是对钻井液流的变性性能施加的约束条件，例如，流体需要相对高的粘性以便通过环形空间向上传送磨料微粒。

欧洲专利 1175546 公开了一种设有具有多个出口喷嘴的钻头的钻柱，由钻井液和磨料微粒形成的混合物通过所述喷嘴喷射井眼底部。钻柱下部分设有用于在井眼下部再循环磨料微粒的再循环组件。当磨料微粒向上流动通过钻柱和井壁之间的环形空间时，再循环系统捕获所述磨料微粒，而且使磨料微粒再循环通过钻柱的下端部和出口喷嘴。从而基本防止了由于与磨料微粒的接触而产生的对泵和钻柱上部分的损害。

然而，发现小部分的磨料微粒绕过再循环系统并且通过环形空间向上流到地面。如果磨料微粒的损耗未被补偿，对于加深井眼仍存在

磨料微粒量的递减。还发现通过在地面经过具有狭窄的流动开口的给料设备供入少量的微粒进入流中来对磨料微粒进行损耗补偿，潜在地导致狭窄的流动开口被磨料微粒阻塞。

发明内容

因此，本发明的一个目的是提供一种用于将微粒供入流中的改进设备，所述设备克服了现有技术的缺点。

根据本发明，提供一种用于以可控速度将多个微粒供入流中的设备，所述设备包括具有用于将微粒供入流中的流动通道的管道，以及用于诱导微粒的脉冲流通过流体通道的脉动装置。

本发明的另一个方面是提供一种用于以可控速度将多个微粒供入流中的方法，所述方法包括经由管道的流体通道将微粒供入流中，以及诱导微粒的脉冲流通过流体通道。

以脉冲流的方式将微粒供入流中，可以实现在每一个流动脉冲过程中保持相对高的微粒速度，同时可以保持相对低的时均速度(*time-average velocity*)。其优点在于可以使用相对大直径的流动通道，这使通道被微粒阻塞的危险减到最小。例如，这种脉冲流意味着可以应用具有通常五倍于微粒直径的直径的流动通道，然而对于连续流(也就是非脉冲流)，将需要明显小于五倍的微粒直径的流动口以获得相同的(低的)时均速度。

在一个优选实施例中，微粒具有磁化率(*magnetic susceptibility*)，而且脉动装置包括磁场发生器，所述磁场发生器设置成在流动通道中诱导脉冲磁场。磁场捕获管道中的微粒，而且从而阻止或减慢微粒流动通过管道。

合适地控制磁场脉冲周期或脉冲频率从而控制流动通道中的脉冲磁场。例如，如果在每个脉冲期间供入流中的微粒的数量保持恒定，时均供料速度可以简单地通过控制脉冲频率而被控制。因而，通过测量在每个脉冲(或几个脉冲)期间供入流中的微粒数量，可以通过调整与被测量数量线性相关的脉冲频率而控制期望的时均供料速度。

优选磁场发生器包括至少一个电磁体。

附图说明

下文中将通过实例并参照附图更详细地描述本发明，其中：

图 1 示意性地显示了用于在地层中钻井眼的钻井系统，所述钻井系统设有本发明的设备的一个实施例；

图 2 示意性地显示了图 1 的细部 A；

图 3 示意性地显示了图 1 的设备中所用线圈组件的纵剖面；

图 4 示意性地显示了图 3 的线圈组件的俯视图；以及

图 5 示意性地显示了图 1 的设备中所用的磨料微粒的注入容器。

在图中相同附图标叙述了相同元件。

具体实施方式

参照图 1，显示了用于在地层 2 中钻井眼 1 的钻井系统，所述钻井系统包括延伸进入井眼 1 的钻柱 4，用于将钻井液供应到钻柱中的流体供入管道 6，以及布置成经过流体供入管道 6 和钻柱 4 将钻井液泵送到井眼中的泵 8。一个或多个套管 3 以已知方式布置在井眼 1 中。

流体供入管道 6 内部设有喷嘴或类似节流件 (flow restriction) 7。井眼 1 的上端设有传统的防喷器 (BOP) 10 和在地面 13 的钻井液出口 12。用于将钻井液和钢磨料微粒所组成的流注入井眼 1 中的喷嘴 14 设在钻柱 4 的下端。此外，钻柱 4 包括用于在井眼中再循环磨料微粒的再循环设备 16。再循环设备 16 位于钻柱 4 下端之上的较短距离处，而且包括磨料微粒的入口开口 18。再循环系统 16 用作再循环被注入到井眼 1 的下部的大部分磨料微粒。再循环系统 16 的详细资料在本说明书的范围之外，然而读者可以参照 WO 2005005765、WO 2005005766 或 WO 2005005767 中合适的再循环系统的实例，在此通过引用包含其公开的内容。

进一步参照图 2，显示了图 1 的细部 A，表示用于将比如钢丸或粗砂微粒的钢磨料微粒的供料供入流体供入管道 6 中的供料组件 20。供料组件 20 包括第一供料管 22，所述第一供料管在一端与喷嘴 7 下游的流体供入管道 6 流体连通，而且在另一端与包含磨料微粒的第一注入容器 24 流体连通。此外，供料组件 20 包括第二供料管 26，所述

第二供料管在一端与喷嘴 7 下游的流体供入管道 6 流体连通，而且在另一端与包含磨料微粒的第二注入容器 28 流体连通。注入容器 24、28 经过一系列管 32 被流体连接到重新注入容器 30 上，而且相应的注入容器 24、28 的上端在喷嘴 7 的上游一点处经过管 34 被流体连接到流体供入管道 6 上。一系列阀 35 被设置用于选择性地关闭各个管 22、26、32、34。

此外，供料管 22、26 设有相应的第一和第二磁阀 36、38。在图 3 和 4 中更详细地显示了第一磁阀 36，由此，注意到第二磁阀 38 与第一磁阀 36 相同。磁阀 36 包括在供料管 22 的相对侧布置的一对电磁体 40、42，其布置方式使供料管 22 靠近其中一个电磁体的 N 极并靠近另一个电磁体的 S 极。电磁体 40、42 的每一个具有线圈 44 和磁轭 (yoke) 46。电磁体 40、42 被连接到控制系统（未示出）上，所述控制系统设置成用于从电流源为电磁体提供脉冲电流。

进一步参照图 5，更详细地显示了第一注入容器 24，由此，注意到第二注入容器 28 与第一注入容器 24 相同。注入容器 24 具有内漏斗 48 和与供料管 22 流体连通的磨料微粒 50 的出口。此外，注入容器 24 内部设有水平传感器 52，所述水平传感器包括设有沿管 54 纵向延伸的线圈（未示出）的管 54。线圈通过电线 56 电气连接到控制设备（未示出）上。一定体积的钢磨料微粒 58 被包含在注入容器 24 中。

在正常操作过程中，旋转钻柱 4 而且同时将由钻井液和钢磨料微粒组成的流泵送进入钻柱 4 中。流经过喷嘴 14 喷射到井眼底部，以便进一步加深井眼 1。钻井液通过钻柱 4 和井壁之间的环形空间返回地面，并在地面通过出口 12 排出。在流的向上流动过程中，大部分磨料微粒流入再循环系统 16 的入口开口 18，从而在井眼 1 的下部被再循环。通过在井眼 1 的下部再循环磨料微粒，实现减小由于与磨料微粒接触而引起的钻井组件的磨损。

然而，小部分磨料微粒 20 绕过再循环系统 16，并且与钻井液一起流回地面。为了补偿磨料微粒的这种逆流，供料组件 20 的磁阀 36、38 被操作以便将可控数量的磨料微粒注入流体供入管道 6。在此，控

制系统给电磁体 40、42 提供脉冲电流，从而在供料管 22、26 中诱导脉冲磁场。当磁场接通时，供料管 22、26 内部的钢磨料微粒被捕获并阻止流动通过供料管。当磁场切断时，磁场衰减，而且由于以下原因磨料微粒流动通过供料管 22、26：即由于重力和由跨越流体供入管道 6 中的节流件 7 的压降导致的在注入容器 24、28 和流体供入管道 6 之间的压力差。从而，通过控制电流脉冲，磨料微粒从注入容器 24、28 进入流体供入管道 6 的流动可以被精确控制以便补偿绕过再循环系统 16 的磨料微粒。

在每一个时间点，仅从注入容器 24、28 中的一个将磨料微粒供入流体供入管道 6，同时注入容器 24、28 中的另一个被重新注入磨料微粒，反之亦然。从而，磁阀 36、38 被交替操作。通过打开或关闭一系列阀 35 中的选定阀，从重新注入容器 30 将注入容器 24、28 重新注满。水平传感器 52 通过测量管 54 中的线圈的自感 (self-inductance)，用于测量相应的注入容器 24、28 中的磨料微粒水平 (level)。这种测量基于与磨料微粒水平一起变化的线圈自感变化。当线圈被浸入钢丸磨料微粒时，线圈自感典型地是一个比线圈浸入空气或水中的自感高 5.6 的因子。

实例

磁阀 36 具有上文所述的一对电磁体 40、42。在供料管 22 中产生磁场的电磁体的线圈 44 被电气并联连接以及被磁场串联连接。这种结构具有与具有电感 L 和电阻 R 的单个线圈的磁阀相同的电响应特性。已知在切断所述线圈的电源之后，流过线圈的电流的衰减为：

$$I(t) = I(t_0) \cdot e^{(-t')}$$

其中

t = 时间

t_0 =电流已被切断的时间

$$t' = R \cdot (t - t_0) / L$$

对于具有 $L=880 \text{ mH}$ 和 $R = 32 \Omega$ 的线圈，相应于因子 e^2 的电流衰减的时间为 $2 \cdot L / R = 54 \text{ ms}$ 。考虑到此，优选的是切断电流的期间(下

文中：选通期间)大于 54 ms，以便建立一个无磁场的周期。更优选的选通期间超过 100 ms。磁场接通需要类似的反应时间。电脉冲的频率不超过 $1/T$ ，其中 $T = \text{选通期间} + \text{反应时间}$ 。实际反应时间取决于磁场强度，在所述磁场强度下，磁阀不再能够阻止磨料微粒的流动。这种临界磁场强度取决于操作条件，考虑到此，脉冲频率优选保持在低于 $1/T'$ ，其中 $T' = 2 * \text{选通期间}$ 。这意味着，对于 100 ms 的选通期间，脉冲频率为大约 5 Hz 或更小。

每个线圈 44 切断后的反应时间可以被缩短，例如，通过将电阻器和二极管并联连接引线上。合适的二极管是齐纳二极管 (Zener diode)，用于限制线圈上的电压。此外，用于为线圈 44 供电的电流源优选高于电压源。最优先的是限压电流源，因为它允许通过线圈 44 的电流基本上被控制为阶跃变化 (step change)，同时还将压差限制到可接受的范围。

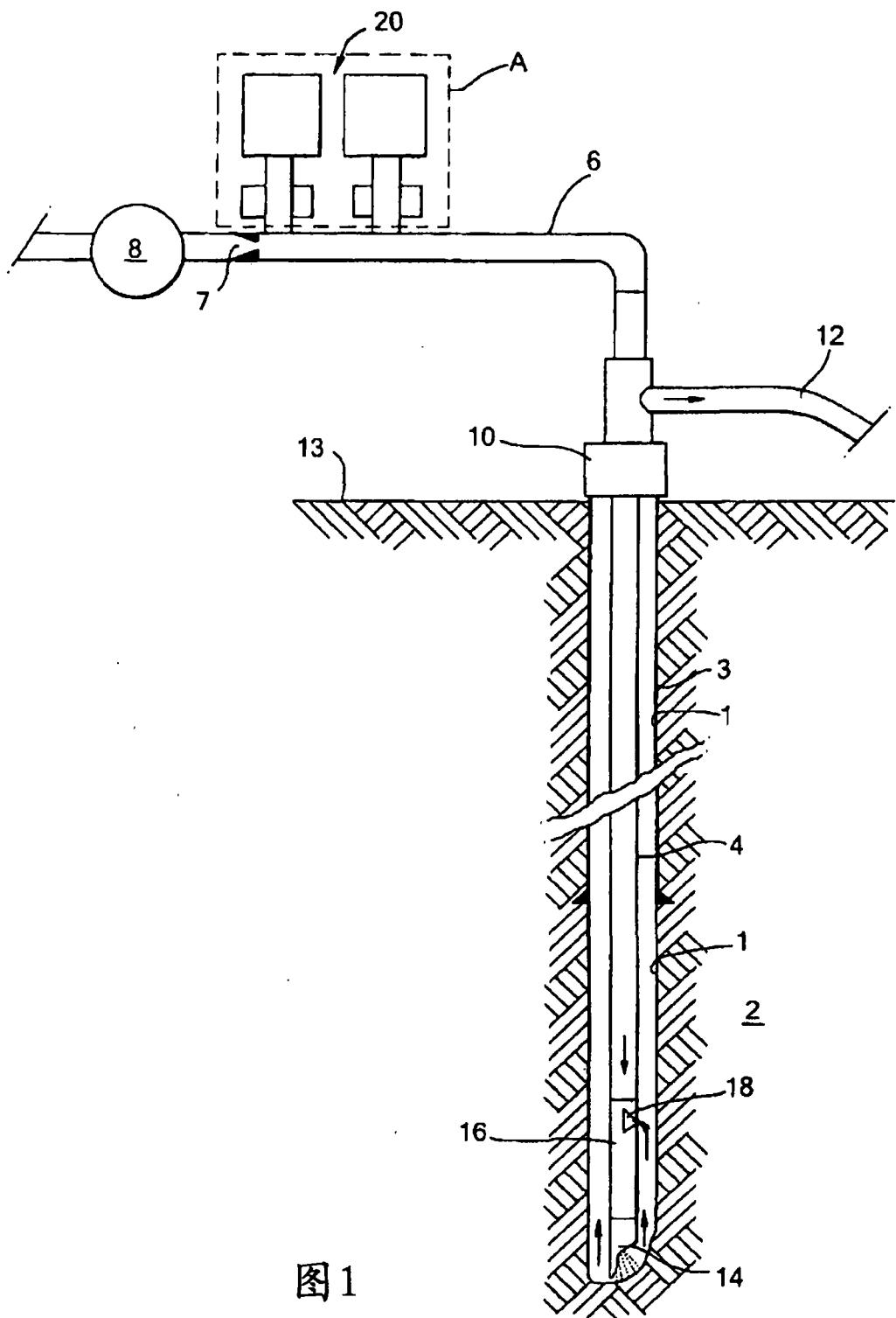


图 1

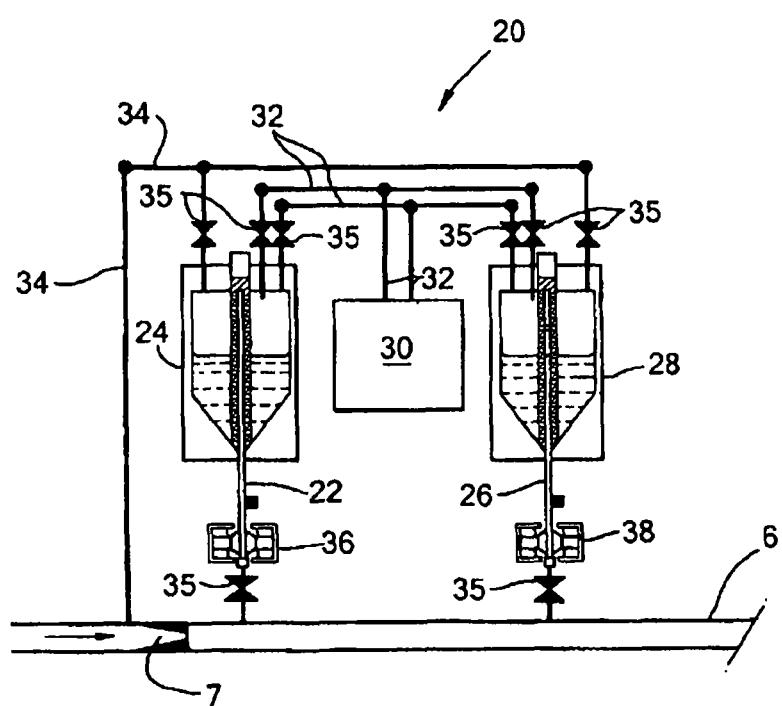


图 2

图 3

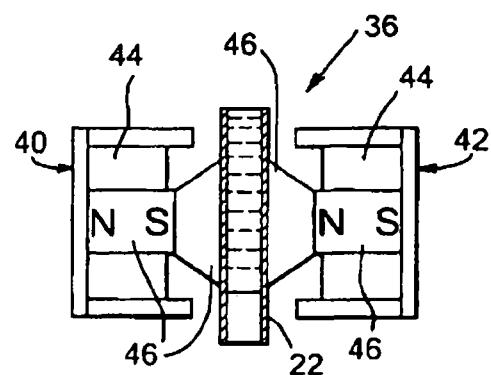


图 4

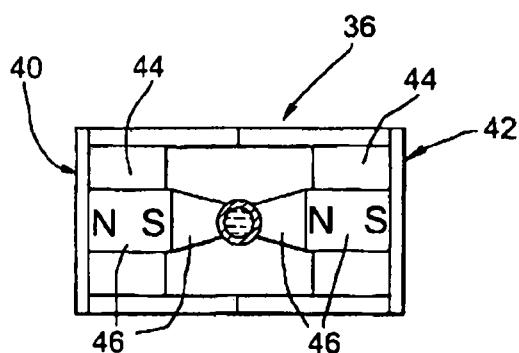


图 5

