



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101128643 B

(45) 授权公告日 2011. 08. 17

(21) 申请号 200480019537. 7

E21B 7/06 (2006. 01)

(22) 申请日 2004. 07. 09

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

03077160. 4 2003. 07. 09 EP

GB 2284837 A, 1995. 06. 21,

US 4478368 A, 1984. 10. 23,

US 5291956 A, 1994. 03. 08,

US 4637479 A, 1987. 01. 20,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006. 01. 09

审查员 张冰华

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2004/051426 2004. 07. 09

(87) PCT申请的公布数据

W02005/005767 EN 2005. 01. 20

(73) 专利权人 国际壳牌研究有限公司

地址 荷兰海牙

(72) 发明人 扬·杰特·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 11038

代理人 寇英杰

(51) Int. Cl.

E21B 7/18 (2006. 01)

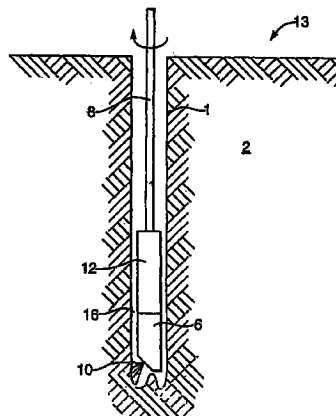
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于在目标物中形成孔的系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了用于在目标物中形成孔 (1) 的系统和方法, 该系统包括喷射装置, 用于产生由流体和磨粒的混合物形成的磨蚀射流 (10), 并用于将具有侵蚀能力的磨蚀射流喷射成在撞击区域与目标物撞击, 从而在撞击区域侵蚀目标物。该系统还包括: 旋转装置, 用于使撞击区域沿孔 (1) 中绕它周边的选定圆形轨道运动; 以及调节装置, 用于当撞击区域沿选定轨道运动时调节磨蚀射流 (10) 的侵蚀能力。



1. 一种用于在目标物中形成孔的系统,该系统包括喷射装置,用于产生包括流体和一定量磨粒的混合物的磨蚀射流,并用于将具有侵蚀能力的磨蚀射流喷射成在撞击区域与目标物撞击,从而在撞击区域侵蚀目标物,该系统还包括:扫描装置,用于使撞击区域沿孔中的选定轨道运动;以及调节装置,用于当撞击区域沿选定轨道运动时调节磨蚀射流的侵蚀能力,其中调节装置包括调节控制装置,该调节控制装置布置成控制调节装置,以根据在选定轨道上的撞击区域位置来调节磨蚀射流的侵蚀能力。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中:扫描装置包括用于使磨蚀射流绕旋转轴线旋转的旋转装置,其中撞击区域定位成相对于旋转轴线离轴。

3. 根据权利要求1至2中任一项所述的系统,还包括:位置传感器,用于提供表示在选定轨道上的撞击区域位置的信号。

4. 根据权利要求1至2中任一项所述的系统,还包括:导航传感器,用于提供表示在目标物中形成孔的方向的信号。

5. 根据权利要求1至2中任一项所述的系统,其中:调节装置包括用于调节由于磨蚀射流中存在的磨粒的动能而产生的能力的装置。

6. 根据权利要求1至2中任一项所述的系统,其中:调节装置包括速度控制装置,该速度控制装置布置成调节磨蚀射流中的磨粒的速度。

7. 根据权利要求6所述的系统,其中:喷射装置包括加速喷嘴,跨过该加速喷嘴的压力降能够保持,其中速度控制装置包括布置成调节该压力降的压力控制装置。

8. 根据权利要求1至2中任一项所述的系统,其中:调节装置布置成调节在混合物中的磨粒量。

9. 根据权利要求8所述的系统,还包括混合腔室,用于使得流体与磨粒混合,且还包括磨粒供给装置,用于将磨粒供给混合腔室,其中,调节装置布置成调节磨粒供给装置将磨粒供给混合腔室的速度,从而调节混合物中的磨粒量。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中:磨粒供给装置包括重新循环装置,该重新循环装置布置成使得至少一部分磨粒从在与目标物撞击的下游的返回的混合物流重新循环进入混合腔室,其中调节装置布置成至少调节重新循环速度。

11. 根据权利要求9或10所述的系统,其中:磨粒供给装置包括传送器装置,布置成使得传送器装置的操作引起磨粒的输送,其中调节装置布置成至少调节由传送器装置引起的输送速度。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中:传送器装置为可运动磁体的形式。

13. 根据权利要求11所述的系统,其中:传送器装置可运动,其中传送器装置的运动引起磨粒的输送。

14. 根据权利要求11所述的系统,其中:传送器装置与用于操作传送器装置的可控制井下动力系统连接。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中:可控制井下动力系统包括可由流体流驱动的发电机、与传送器装置机械连接以便驱动传送器装置运动的电马达,其中电马达通过电子控制系统而与发电机电连接。

16. 一种在目标物中形成孔的方法,该方法包括以下步骤:

产生包含流体和一定量磨粒的混合物的磨蚀射流;

将具有侵蚀能力的磨蚀射流喷射成在撞击区域与目标物撞击,从而在撞击区域侵蚀目标物;

使得撞击区域沿孔中的选定轨道运动;

当撞击区域运动时调节磨蚀射流的侵蚀能力;以及

控制调节以根据在选定轨道上的撞击区域位置来调节磨蚀射流的侵蚀能力。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中:调节磨蚀射流的侵蚀能力包括调节由于磨粒的动能而产生的能力。

用于在目标物中形成孔的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在目标物中形成孔的系统,特别是用于在地下岩层中形成孔。特别是,该系统包括喷射装置,用于产生包括流体和一定量磨粒的混合物的磨蚀射流,并用于将具有侵蚀能力的磨蚀射流喷射成在撞击区域与目标物撞击,从而在撞击区域侵蚀目标物。

[0002] 本发明还涉及一种在目标物中形成孔的方法,特别是用于在地下岩层中形成孔。特别是,该方法包括以下步骤:产生包括流体和一定量磨粒的混合物的磨蚀射流,并将具有侵蚀能力的磨蚀射流喷射成与目标物撞击。

背景技术

[0003] 在美国专利 5944123 中公开了一种钻探方法,包括使钻探工具旋转,且钻井液供给钻探部件,以便通过该钻探部件中的孔从该钻探部件中流出。钻探部件的离轴前进通过当它旋转时调节钻探部件的转速而实现。

[0004] 由于在更大深度处与井孔壁的摩擦增加,因此当在相对较大深度处钻探井孔(例如钻探用于生产矿物烃的井时通常需要)时,该结构的方向稳定性将降低。

发明内容

[0005] 根据本发明,提供了一种用于在目标物中形成孔的系统,该系统包括喷射装置,用于产生包括流体和一定量磨粒的混合物的磨蚀射流,并用于将具有侵蚀能力的磨蚀射流喷射成在撞击区域与目标物撞击,从而在撞击区域侵蚀目标物,该系统还包括:扫描装置,用于使撞击区域沿孔中的选定轨道运动;以及调节装置,用于当撞击区域沿选定轨道运动时调节磨蚀射流的侵蚀能力。

[0006] 还提供了一种在目标物中形成孔的方法,该方法包括以下步骤:

[0007] 产生包含流体和一定量磨粒的混合物的磨蚀射流;

[0008] 将具有侵蚀能力的磨蚀射流喷射成在撞击区域与目标物撞击,从而在撞击区域侵蚀目标物;

[0009] 使得撞击区域沿孔中的选定轨道运动;以及

[0010] 当撞击区域运动时调节磨蚀射流的侵蚀能力。

[0011] 根据本发明,还提供了一种用于在目标物中形成孔的系统,该系统包括喷射装置,用于产生包括流体和一定量磨粒的混合物的磨蚀射流,并用于将具有侵蚀能力的磨蚀射流喷射成在撞击区域与目标物撞击,从而在撞击区域侵蚀目标物,该系统还包括:扫描装置,用于使撞击区域沿孔中的选定轨道运动;以及调节装置,用于当撞击区域沿选定轨道运动时调节磨蚀射流的侵蚀能力,其中调节装置包括调节控制装置,该调节控制装置布置成控制调节装置,以根据在选定轨道上的撞击区域位置来调节磨蚀射流的侵蚀能力。

[0012] 优选地,扫描装置包括用于使磨蚀射流绕旋转轴线旋转的旋转装置,其中撞击区域定位成相对于旋转轴线离轴。

[0013] 优选地,上述系统还包括:位置传感器,用于提供表示在选定轨道上的撞击区域位置的信号。

[0014] 优选地,上述系统还包括:导航传感器,用于提供表示在目标物中形成孔的方向的信号。

[0015] 优选地,调节装置包括用于调节由于磨蚀射流中存在的磨粒的动能而产生的能力的装置。

[0016] 优选地,调节装置包括速度控制装置,该速度控制装置布置成调节磨蚀射流中的磨粒的速度。

[0017] 优选地,喷射装置包括加速喷嘴,跨过该加速喷嘴的压力降能够保持,其中速度控制装置包括布置成调节该压力降的压力控制装置。

[0018] 优选地,调节装置布置成调节在混合物中的磨粒量。

[0019] 优选地,所述系统还包括混合腔室,用于使得流体与磨粒混合,且还包括磨粒供给装置,用于将磨粒供给混合腔室,其中,调节装置布置成调节磨粒供给装置将磨粒供给混合腔室的速度,从而调节混合物中的磨粒量。

[0020] 优选地,磨粒供给装置包括重新循环装置,该重新循环装置布置成使得至少一部分磨粒从在与目标物撞击的下游的返回的混合物流重新循环进入混合腔室,其中调节装置布置成至少调节重新循环速度。

[0021] 优选地,磨粒供给装置包括传送器装置,布置成使得传送器装置的操作引起磨粒的输送,其中调节装置布置成至少调节由传送器装置引起的输送速度。

[0022] 优选地,传送器装置为可运动磁体的形式。

[0023] 优选地,传送器装置可运动,其中传送器装置的运动引起磨粒的输送。

[0024] 优选地,传送器装置与用于操作传送器装置的可控制井下动力系统连接。

[0025] 优选地,可控制井下动力系统包括可由流体流驱动的发电机、与传送器装置机械连接以便驱动传送器装置运动的电马达,其中电马达通过电子控制系统而与发电机电连接。

[0026] 根据本发明,还提供了一种在目标物中形成孔的方法,该方法包括以下步骤:

[0027] 产生包含流体和一定量磨粒的混合物的磨蚀射流;

[0028] 将具有侵蚀能力的磨蚀射流喷射成在撞击区域与目标物撞击,从而在撞击区域侵蚀目标物;

[0029] 使得撞击区域沿孔中的选定轨道运动;

[0030] 当撞击区域运动时调节磨蚀射流的侵蚀能力;以及

[0031] 控制调节以根据在选定轨道上的撞击区域位置来调节磨蚀射流的侵蚀能力。

[0032] 优选地,调节磨蚀射流的侵蚀能力包括调节由于磨粒的动能而产生的能力。

[0033] 通过在撞击区域运动时调节磨蚀射流的侵蚀能力,在沿选定轨道的各撞击区域中由一个磨蚀射流引起的侵蚀量可以变化。因此可以进行方向控制。

[0034] 通过在孔一侧的选定撞击区域中侵蚀的岩层比在孔的相对侧的另一选定区域中侵蚀的岩层更多,可以钻探出弯曲孔。通过在轨道的所有区域中均匀侵蚀岩层,可以钻探出直孔。

[0035] 特别是在更大深度处,用于在地层中形成孔的系统可能受到在钻探结构和包围钻

探结构的井孔壁之间的摩擦干扰。该摩擦引起作用在钻探系统上的摩擦力,该力取决于系统在孔中的运动。当方向控制依赖于钻探系统的运动速度调节时,所述摩擦将干扰系统的方向稳定性。

[0036] 调节磨蚀射流的侵蚀能力的优点是可以调节从目标物中除去材料的速度,同时不必改变在钻探工具和井孔壁之间的直接机械接触。

[0037] 通过调节由于磨蚀射流中存在的磨粒的动能而产生的能力,能够调节磨蚀射流的侵蚀能力。这可以通过调节磨蚀射流中的磨粒的质量流量来实现(例如通过调节在磨蚀射流中的磨粒量),或者通过调节磨蚀射流中的磨粒速度来实现(调节磨粒速度例如可以通过调节在喷射装置中的流体加速压力降来实现),或者两者组合。

[0038] 优选是,调节装置与调节控制装置连接,该调节控制装置布置成控制调节装置,这样,侵蚀能力根据在选定轨道上的撞击区域位置来调节。这样,调节能够这样进行,即当磨蚀射流撞击需要更多侵蚀的岩层时侵蚀能力增加,反之亦然,当磨蚀射流撞击需要更少侵蚀的岩层时侵蚀能力可以降低。

附图说明

[0039] 下面将参考附图通过实例介绍本发明,附图中:

[0040] 图 1 示意表示了根据本发明用于在地下岩层中形成孔的系统的剖视图;

[0041] 图 2 示意表示了用于图 1 的系统的优选挖掘工具的一部分的剖视图;

[0042] 图 3 示意表示了用于图 2 的优选挖掘工具中的磁体表面结构的表面图;以及

[0043] 图 4 示意表示了用于在地下岩层中形成孔的系统的实例,该系统包括井下动力系统。

[0044] 在附图中,相同部件有相同参考标号。

具体实施方式

[0045] 图 1 示意表示了用于在地下岩层 2 形式的目标物中形成孔 1 的系统,特别是制造用于生产矿物烃的井。系统包括安装在钻杆柱 8 底端上的挖掘工具 6,该钻杆柱 8 从地面 13 插入孔 1 中。钻杆柱 8 提供有纵向通道,用于将钻井液输送给挖掘工具 6。挖掘工具 6 包括喷射装置(未示出),该喷射装置布置成沿与地层在撞击区域中撞击的喷射方向产生磨蚀射流 10。磨蚀射流有能够调节的特定侵蚀能力。

[0046] 系统还包括扫描装置(未示出),该扫描装置布置成使得磨蚀射流沿岩层运动,从而使得撞击区域沿轨道运动。在图 1 的系统中,扫描装置布置成旋转装置的形式(由箭头示意表示),用于使得磨蚀射流在孔中绕旋转轴线旋转,该旋转轴线基本与孔的纵向方向一致。因为撞击区域定位成相对于旋转轴线偏心,因此,磨蚀射流在孔中旋转导致射流和撞击区域沿孔中的基本圆形轨道运动。优选是,偏心撞击区域与旋转中心交叠,这样,井孔的中部也承受磨蚀射流的侵蚀能力。

[0047] 钻杆柱 8 也提供有控制器单元 12,这样,该控制器单元位于孔内。也可选择,控制器单元可以位于地面 13 上。控制器单元 12 可以装有设备例如调节装置,以便调节撞击岩层 2 的磨蚀射流 10 的侵蚀能力。调节侵蚀能力包括控制侵蚀能力。

[0048] 在工作时,系统如下工作。钻井液流由合适的泵(未示出)通过钻杆柱 8 的纵向

通道来泵送。部分或全部钻井液导向喷射装置,在该喷射装置中产生磨蚀射流 10。磨蚀射流喷射成撞击岩层。由于磨蚀射流 10 撞击岩层 2,岩层在撞击区域中被侵蚀。

[0049] 同时,磨蚀射流绕旋转轴线旋转。因此,撞击区域沿孔中的圆形轨道运动,这样,岩层能够在全部方位进行侵蚀。通过调节磨蚀射流的侵蚀能力,能够实现很高程度的方向控制。

[0050] 通过使得磨蚀射流的侵蚀能力保持恒定,岩层在孔的各侧均匀侵蚀,因此孔将直线形挖掘。不过,挖掘工具旋转的畸变、孔区域中的岩层特性变化或者其它原因可能导致孔的不均匀侵蚀。可能需要通过调节侵蚀能力来进行方向校正,以便补偿该意外的不均匀侵蚀。为了精确挖掘弯曲孔,也可以调节磨蚀射流的侵蚀能力。

[0051] 当磨蚀射流定向成在需要更多侵蚀的区域撞击岩层,以便实现方向校正时,磨蚀射流的侵蚀能力可以周期性增加,从而导致在该区域的更高侵蚀速度。也可选择或者进行组合,当磨蚀射流定向成在需要更少侵蚀的区域撞击岩层时,磨蚀射流的侵蚀能力可以降低。

[0052] 因此,优选是调节装置包括调节控制装置,该调节控制装置布置成控制调节装置,这样,磨蚀射流的侵蚀能力根据撞击区域在选定轨道上的位置来调节。

[0053] 为了确定撞击区域的位置,系统可以提供有位置传感器,例如当钻探时测量的传感器,用于提供表示磨蚀射流的位置的信号。为了确定穿过岩层的当前钻探方向,系统可以提供有导航传感器,例如当钻探时测量的传感器,用于提供表示在地层中形成孔的前进的方向。

[0054] 这样的导航传感器可以布置成以下形式中的一种或者组合:方向传感器,提供表示装置相对于参考矢量的方向的信号;位置传感器,提供表示关于参考点的一个或多个位置坐标的信号;岩层密度传感器,提供附近岩层类型或岩层含量变化的距离的信息;或者其它合适传感器。

[0055] 在基于磨蚀喷射的钻探系统上的机械力比基于机械岩石切除的系统小得多。这样的优点是传感器的位置能够非常靠近挖掘工具,从而能够与调节控制装置进行较早和准确的信号通讯。例如,传感器可以布置在与调节控制装置相同的腔室内。

[0056] 也可选择,磨蚀射流穿过岩层前进的位置和/或方向能够根据在地面 13 上可获得的参数来确定,这些参数包括钻杆柱 8 上的扭矩和钻杆柱 8 的方位位置以及钻杆柱 8 的轴向位置和速度。

[0057] 改变或校正钻探方向的决定也可以由方向系统的操作人员在地面上作出。当由钻探时在井下测量的传感器产生信号时,泥浆脉冲遥测系统或任意其它合适的数据传送系统可以用于将数据传送给地面。通过类似的数据传送装置,控制信号能够发送给井下控制装置,从而激发进行希望的方向钻探校正所需要的一系列控制动作。

[0058] 优选是,推进器(未示出)用于将磨蚀喷射系统压在孔 1 的底部上。当按压力比将挖掘工具 6 保持在底部所需的按压力并不大很多时获得最佳结果,以便避免挖掘工具 6 的不希望磨损、系统的弯曲以及方向控制的损失。因此,优选是按压力恰好足以抵销磨蚀射流的轴向反冲力以及在推进器中和在磨蚀喷射系统和孔壁之间的摩擦力。通常,按压力低于 10kN。

[0059] 合适的磨蚀射流包括包含流体(例如钻井液)和特定控制量的磨粒的混合物。射

流的侵蚀能力与夹带于混合物中的磨粒的总能力相关。这取决于磨粒的质量流量和磨粒的速度的平方。

[0060] 因此,调节磨蚀射流的侵蚀能力的一种方法是调节磨粒的速度。当在包括加速喷嘴的喷射装置中产生磨蚀射流时,流体的速度由越过流动限制部分的压力降来操纵。理想的是,在流动限制部分上加速的流体速度的平方等于两倍压力降乘以流体密度。因为磨粒夹带于流体中,因此磨蚀射流的侵蚀能力与压力降成比例。

[0061] 调节磨蚀射流的侵蚀能力的另一方法是调节磨蚀射流中的磨粒的质量流量。最优选是,这可以通过调节在混合物中的磨粒量来实现。当相同颗粒的量较高时,磨蚀射流的总侵蚀能力增加,更多岩层将被侵蚀。调节混合物中的磨粒量并不会影响在钻探系统和岩层之间的机械接触力。

[0062] 还参考图 1,磨粒将夹带于通过挖掘孔返回的钻井液流中,该钻井液流例如通过在孔 1 和钻探系统 (6、12、8) 之间的环形空间 16。

[0063] 为了减小一直输送回地面的磨粒的浓度,优选是钻探系统(优选是挖掘工具)提供有重新循环装置,该重新循环装置布置成使得来自返回流体流的至少一部分磨粒重新循环,该磨粒在随流体流撞击岩层后再次返回磨蚀射流 10 中。将重新循环的磨粒能够例如在混合腔室内与新鲜的钻井液流混合,新鲜的钻井液流和重新循环的磨粒都能够进入该混合腔室。

[0064] 在混合物中的磨粒的量能够通过调节使磨粒重新循环至混合腔室的速度而进行调节。

[0065] 图 2 示意表示了具有重新循环能力的挖掘工具 6 的优选实施例,当施加包含磁性材料(例如钢砂或钢砂粒)的磨粒时,该挖掘工具适用于图 1 的系统中。

[0066] 优选的挖掘工具 6 提供有纵向钻井液通道 11,该钻井液通道 11 在其一端与钻杆柱 8 中的钻井液槽道流体连通,在其另一端与喷射装置流体连通。喷射装置包括混合腔室 9,该混合腔室通过第一进口与钻井液通道 11 连接,在这里该第一进口布置成钻井液进口 3 的形式。

[0067] 混合腔室 9 还与第二进口流体连通,在这里该第二进口为用于磨粒的进口的形式,且混合腔室 9 与混合喷嘴 5 流体连通,该混合喷嘴 5 通向喷嘴,在地下地层 2 中挖掘孔 1 的过程中,该喷嘴布置成将钻井液和磨粒流喷射向地层。

[0068] 喷射装置还具有一件磁性材料 14,该磁性材料 14 在混合腔室 9 的、与磨粒进口 4 相反的一侧,但这是可选的。

[0069] 混合喷嘴 5 布置在可选的底脚部分 19 上面,并相对于系统纵向方向倾斜,且相对于旋转轴线的倾斜角为 $15-30^{\circ}$,但是也可以采用其它角度。优选是倾斜角为大约 21° ,对于通过轴向旋转在井孔内的整个工具而对井孔底部进行磨蚀,该角度为最佳。混合腔室 9 和混合喷嘴 5 在相同角度下与出口喷嘴对齐,以便使磨粒获得最佳加速度。

[0070] 钻井液通道 11 布置成从旁路绕过用于输送磁性颗粒的装置,该装置包含于挖掘工具中,作为磁性磨粒的重新循环系统的一部分。装置包括稍微锥形套筒 15 形式的支承部件,用于提供环绕基本柱形细长磁体 7 形式的传送器装置延伸的支承表面。磁体 7 产生用于使磁性颗粒保持在支承表面 15 上的磁场。

[0071] 钻井液通道 11 相对于支承表面 15 和混合腔室 9 固定布置。钻井液通道 1 的底端

布置成靠近磨粒进口 4。在本实施例中,钻井液通道 11 沿轴向形成于脊 (ridge) 内部,该脊与支承表面 15 凸出接触。也可选择,钻井液通道 11 可以以与国际专利申请 W002/34653 中参考图 4 所示和所述类似的方式相对支承表面独立布置,或者沿偏离轴向的方向布置。用于磨粒的进口 4 位于脊的底端。

[0072] 柱形磁体 7 由堆叠在一起的八个较小磁体 7a 至 7h 而形成。也可以采用不同数目的较小磁体。各磁体 7a 至 7h 有径向相反的 N 和 S 极,且磁体以使得两个基本螺旋形径向相对的带各自由 N 和 S 极形成的方式来堆叠。

[0073] 为了说明的目的,磁极是在磁体表面上或在支承表面上的、磁场线与磁体表面或支承表面相交的区域,因此显示为磁场线的源或收点区域。

[0074] 螺旋形凹口布置成直接与由磁极形成的径向相对带相邻,用于获得磁透过性比包括磁极的螺旋带更低的螺旋带。由于磁体材料的磁透过性比充满凹口的非磁体材料(气体、流体或固体)更高,因此内部磁场线主要沿着磁体材料,而不是沿着包含于凹口中的材料。因此,在包含磁极和凹口的带之间存在较强的梯度区域。凹口也可以并不包含气体、流体或固体,而是在槽中为真空。

[0075] 优选是,凹口相对于磁体的柱形外周到达一定深度,该深度与在第一带的磁体表面和支承表面之间的间隙之间的距离相同或更大。

[0076] 磁体 7 有中心纵向轴 18,并可相对于套筒 15 绕该中心纵向轴 18 旋转。驱动装置(后面将更详细介绍该驱动装置)布置成驱动轴 18,并因此使磁体 7 旋转。

[0077] 较短锥形部分 21 布置在磁体 7 的底端。套筒 15 上的支承表面提供有相应的锥形部分,这样,磨粒进口 4 提供了在环绕锥形部分 21 的支承表面 15 和混合腔室 9 之间的流体连通。锥形部分最好基于与混合腔室 9 和混合喷嘴 5 的所述角度相同的角度。

[0078] 图 3 中更详细地表示了磁体 7,图 3a 是剖视图,图 3b 是磁体底部部分的纵向视图,而图 3c 是当柱形表面沿纸平面展开时的视图。

[0079] 减小磁透过性的区域布置成在磁体 7 外表面中的、邻近磁极的螺旋形凹口 26 形式。图 3a 表示了径向相对磁极周围的圆弧形轮廓 24,该圆弧形轮廓 24 由基本平直的轮廓 25 连接。平直轮廓对应于凹口 26,圆弧形轮廓对应于包含磁极的磁体部分。

[0080] 在图 3b 中的斜假想线表示了圆弧形轮廓和基本平直轮廓之间的过渡部分。

[0081] 在图 3c 中垂直地表示了磁体的高度,该磁体分成较小磁体 7a 至 7h,且水平方向上可以看见在 0 和 360° 之间的全部方位的表面。如图所示,较小磁体 7a 至 7h 布置成这样,即它们各磁极在两个螺旋带中以 NSSNNSN 或 SNNSSNS 的顺序对齐。螺旋形凹口 26 与垂直于轴 18 的平面形成的角度 θ 为 53°。

[0082] 在工作时,图 2 的优选挖掘工具如下工作。工具与钻杆柱 8 的底端连接,该钻杆柱 8 从地面 13 插入井孔中。钻井液流通过在地面上的合适泵(未示出)通过钻杆柱 8 的钻井液槽道和流体通道 11 而泵送进入混合腔室 9。在泵送过程中,流体流提供有少量磨粒,该磨粒优选为钢砂形式。

[0083] 进口 3 布置具有流动限制部分,跨过该流动限制部分的压力降驱动钻井液加速。

[0084] 流体流从混合腔室 9 通过混合喷嘴 5 流动,并因此对着井孔底部喷射。同时,钻杆柱 8 以上述方式旋转,流体和磨粒的返回流体流从井孔底部沿返回地面的方向流过井孔中的环形通道 16,因此,返回流体流沿套筒 15 运行。磁体 7 引起延伸至套筒 15 外表面并超过

该外表面的磁场。当流体流沿套筒 15 运行时,在流体流中的磨粒通过来自磁体 7 的磁力而与流体流分离,该磁力将颗粒吸引至套筒 15 的外表面上。

[0085] 这时基本无磁性磨粒的钻井液流通过井孔进一步流向在地面的泵,并在除去钻屑后通过钻杆柱重新循环。

[0086] 保持在支承表面 15 上的磁性颗粒朝着具有最高磁场的带吸引。且在泵送钻井液流的同时,磁体 7 沿与螺旋带相反的旋转方向绕它的轴 18 旋转。由于磁体 7 的旋转,梯度区域的存在引起在磁性颗粒上的、沿与梯度区域垂直的方向(该方向有向下分量)的力,因此迫使颗粒朝着进口 4 螺旋向下运动。

[0087] 这样,磁体 7 不仅作为使得磨粒与返回流体流分离的分离器,而且作为传送器装置,其中,磁体的运动引起磨粒的输送。

[0088] 当颗粒到达进口 4 时,流入混合腔室 9 的钻井液流再次夹带该颗粒。

[0089] 在下一循环中,磨粒再次喷射向井孔底部,随后通过井孔沿向上方向流动。然后连续重复该循环。这样,钻杆柱/泵送设备基本不会受到磨粒损害,因为这些磨粒只通过钻杆柱的底部来循环,而钻井液通过整个钻杆柱 8 和泵送设备来循环。当少部分颗粒通过井孔流向地面 13 时,该部分颗粒能够通过流过钻杆柱 8 的流体流而送回。

[0090] 在混合喷嘴 5 中的喷射泵机构产生从混合腔室 9 至混合喷嘴 5 的较强钻井液流。喷射泵机构辅助支持磁性颗粒流入混合腔室 2。与钻井液进口喷嘴(在进口 3 和混合腔室 9 之间)相比直径更大的混合喷嘴 5 导致充分夹带的钻井液和磁性磨粒通过第二进口 4 进入混合腔室。在夹带的钻井液和磁性颗粒之间的相互作用也有助于使得颗粒从支承表面 15 高效释放至混合腔室 9 中。

[0091] 如果这样,在磨粒进口 4 的相反侧的磁性本体 14 将由磁体 7 产生的一部分磁场引入混合腔室 9 中。因此,对于进入磨粒进口 4 区域的磁性颗粒,将磁性磨粒吸引至支承表面 15 上的磁力变弱。因此,进一步有助于磁性磨粒通过磨粒进口 4 进入混合腔室 2。磁性磨粒将形成从支承表面 15 底端朝向磁性本体 14 的链,该链横过混合腔室 9。同时,在这些链中的颗粒与经过混合腔室 9 从进口 3 至混合喷嘴 5 的钻井液流相互作用,因此,这些颗粒将由该流体流夹带。

[0092] 在优选实施例中,一个或多个相对较短的基本轴向定向脊部分布置在支承表面上,因此,支承表面沿脊部分方向越过该脊部分延伸。这样,磁性颗粒更均匀地分布在支承表面上,且提高了磁性颗粒在支承表面上的轴向输送速度。

[0093] 用于所述重新循环系统的合适磁体可以由任意可磁化性高的材料制成,包括 NdFeB、SmCo 和 AlNiCo-5 或它们的组合。

[0094] 优选是,磁体还在室温下有至少 $140\text{kJ}/\text{m}^3$ 的磁能容量,优选是在室温下超过 $300\text{kJ}/\text{m}^3$,例如当为基于 NdFeB 的磁体时。高能容量使得支承表面与返回流体流的轴向接触长度更短,因此支承表面的锥度更大,这有利于轴向输送速度。还有,使磁体旋转所需的功率更小。

[0095] 套筒 15 和钻井液旁路 1 通常由非磁性材料制成,它们由单件材料进行合适机械加工而成,以便获得最佳机械强度。包括高强度耐腐蚀非磁性 Ni-Cr 合金(该 Ni-Cr 合金包括商品名称为 Inconel 718 或 Allvac718 的合金)的超级合金特别合适。也可以使用其它材料,包括 BeCu。

[0096] 挖掘工具的典型尺寸将在下面的表中给出。

[0097]

部件名称	参考标号	尺寸
底脚部分的外径	19	73mm
磁体的轴向长度	7	120mm
磁体的外径	7	29mm
支承表面底部的直径	15	34mm
支承表面上部的直径	15	52mm

[0098] 作为图 2 中的柱形磁体 7 的可选形式,磁体的外径和支承套筒 15 内壁的内径可以制成为随着轴向高度减小而变小。较小磁体(磁体由该较小磁体装配而成)可以为截头锥形形状,以便获得锥形形状的分离器磁体。在磁体和支承套筒内壁之间的间隙也可以减小,支承套筒的壁厚也可以减小。

[0099] 在磨蚀射流中的钻井液可以包含通常直到 10% 容积的磁性磨粒浓度。优选是,磁体驱动旋转频率超过钻杆柱的旋转频率,这样,调节磁体旋转频率能够调节磨粒在单旋转挖掘工具 6 中的重新循环速度。通常,磁体可以在 10Hz 和 40Hz 之间的旋转频率下驱动。钻杆柱(或至少挖掘工具)的旋转通常在 0.3Hz 和 3Hz 之间。

[0100] 通常,在包括用于将磨粒供给磨蚀射流的传送器装置的系统,在磨蚀射流中的磨粒量能够通过调节传送器装置的输送速度来进行调节。这样的优点是电子控制不同,不需要附加机械硬件来调节磨蚀射流的侵蚀能力。例如,在具有磁体 7(该磁体 7 特别用作传送器装置)的上述挖掘工具中,供给混合腔室的磨粒数目通过磁体的旋转频率是可控制的。

[0101] 为了调节输送速度,提供了用于驱动传送器装置的可控制驱动装置。该驱动装置可以通过井下动力系统来供能,该井下动力系统从增压钻井液流中抽取能量,并将该抽取的能量供给传送器装置。只需要抽取在通过孔循环的流体中的、很小部分的液压能量,通常小于 5%。因此,发电机能够制成为比例如井下涡轮或变容马达(PDM)小得多,该井下涡轮或变容马达的目的是转换大部分可用能量来驱动普通钻头。

[0102] 第一类型的井下动力系统(该井下动力系统的实例如图 4 所示)包括发电机 17,该发电机 17 可由钻井液流 20 驱动,例如通过涡轮或 PDM 部分。产生的电力供给电马达 23,该电马达 23 通过输出轴 18 而与传送器装置连接。电马达 23 可用通过电子控制系统 22 来控制。

[0103] 多于一个的涡轮/发电机模块可用串联安装,以便转换所需能量。这能够提高井下动力系统的方向柔性,因为该模块式方法能够构成为机械硬度小于具有类似功率的非模块式涡轮组件。

[0104] 第二可选类型的井下动力系统(未示出)包括可由钻井液流驱动的被动液压马达,例如涡轮或变容马达(PDM)部分,该被动液压马达的输出轴与传送器装置连接。还提

供了用于控制输出轴上的功率的装置。该装置可以布置成控制流过被动液压马达的钻井液流量的流量控制装置的形式,例如可调节阀,优选是可电子调节的阀,与被动液压马达串联和 / 或并联在绕过被动液压马达的旁路通道中。可以采用的并联旁路通道在美国专利 4396071 中公开。

[0105] 也可选择,发电机可以环绕输出轴安装,并作为控制制动器,它可通过调节发电机电路中的负载来电子调节。可电子调节的阀或负载可以通过电子控制系统来控制。

[0106] 在第一(图 4 中的例子)和第二类型系统中,磨蚀射流的侵蚀能力能够通过电子控制系统 22 来调节。电子控制系统可以布置成接收表示磨蚀射流的撞击区域沿它在孔 1 底部的轨道的位置的信号,然后,它能够用于根据沿轨道的位置来调节磨蚀射流的侵蚀能力。信号可以直接由位于挖掘工具附近的井下定位传感器直接接收。优选是,位置传感器可以与电子控制系统 22 一起装入。

[0107] 电子控制系统 22 可以包括电子存储器模块,该电子存储器模块储存数据,该数据包括马达电压、电流、旋转频率、温度和其它数据中的一个或多个。该数据的选择可以通过在钻探时测量(MWD)的系统 27(当提供有时)而输送至地面。该在钻探时测量的系统 27 可以通过凸形锥头(male stabber)而与电子控制系统电子连接。

[0108] 电子控制系统可以编程,这样,可以保持或获得选定状态。

[0109] 任意电子部件可以布置在大气腔室或压力平衡腔室中。

[0110] 在第一和第二类型系统中,当输出轴在大气腔室或压力平衡腔室中旋转时,输出轴和驱动轴可以通过磁耦合或旋转密封件而连接。齿轮箱可选择地布置在电马达的输出轴和传送器装置的驱动轴之间。

[0111] 在第一类型动力系统中,传送器装置的反向运动可以通过沿相反方向运行电马达来实现。

[0112] 使传送器装置反向运动的总体优点是能够通过使运动方向反转和将磨粒再次送入返回流体流中,从而释放可能出现的过载(聚集在传送器装置区域中)。这样,能够避免堵塞重新循环系统。

[0113] 当传送器装置为磁体形式时,例如在系统停止时可能发生过载,例如可能在使新的钻杆柱接头与钻杆柱连接的过程中发生过载。用于起动的可能顺序可以包括在起动的第一阶段在返回流体流流动的同时使得传送器装置反向运动,再将传送器装置转变成向前或正常方向运动。优选是,传送器装置恰好在结束挖掘操作之前再次转变成反向运动。这例如可以通过降低流量而自动激发。

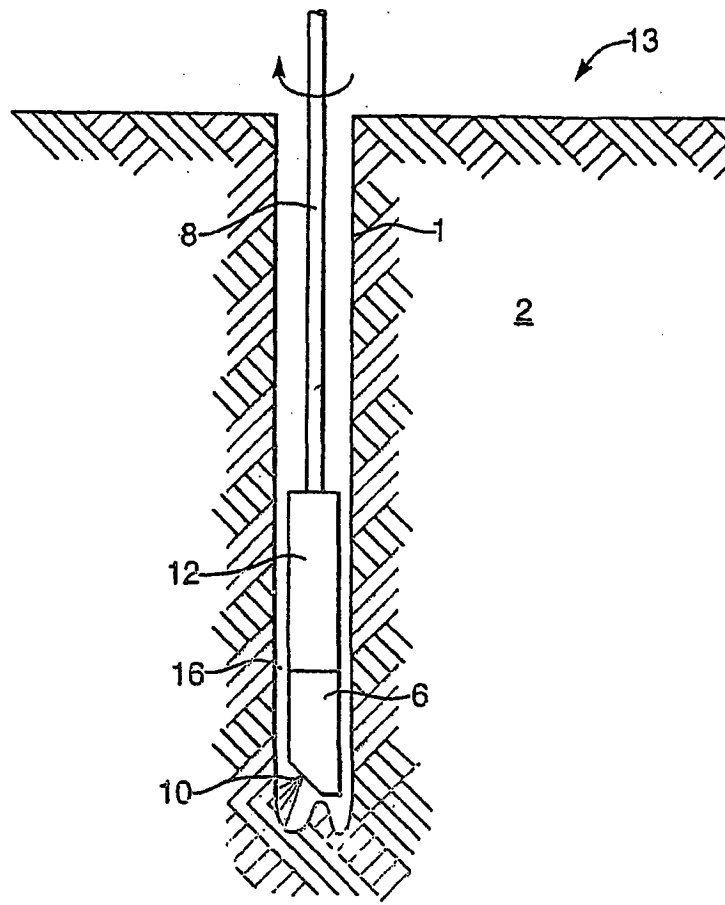


图 1

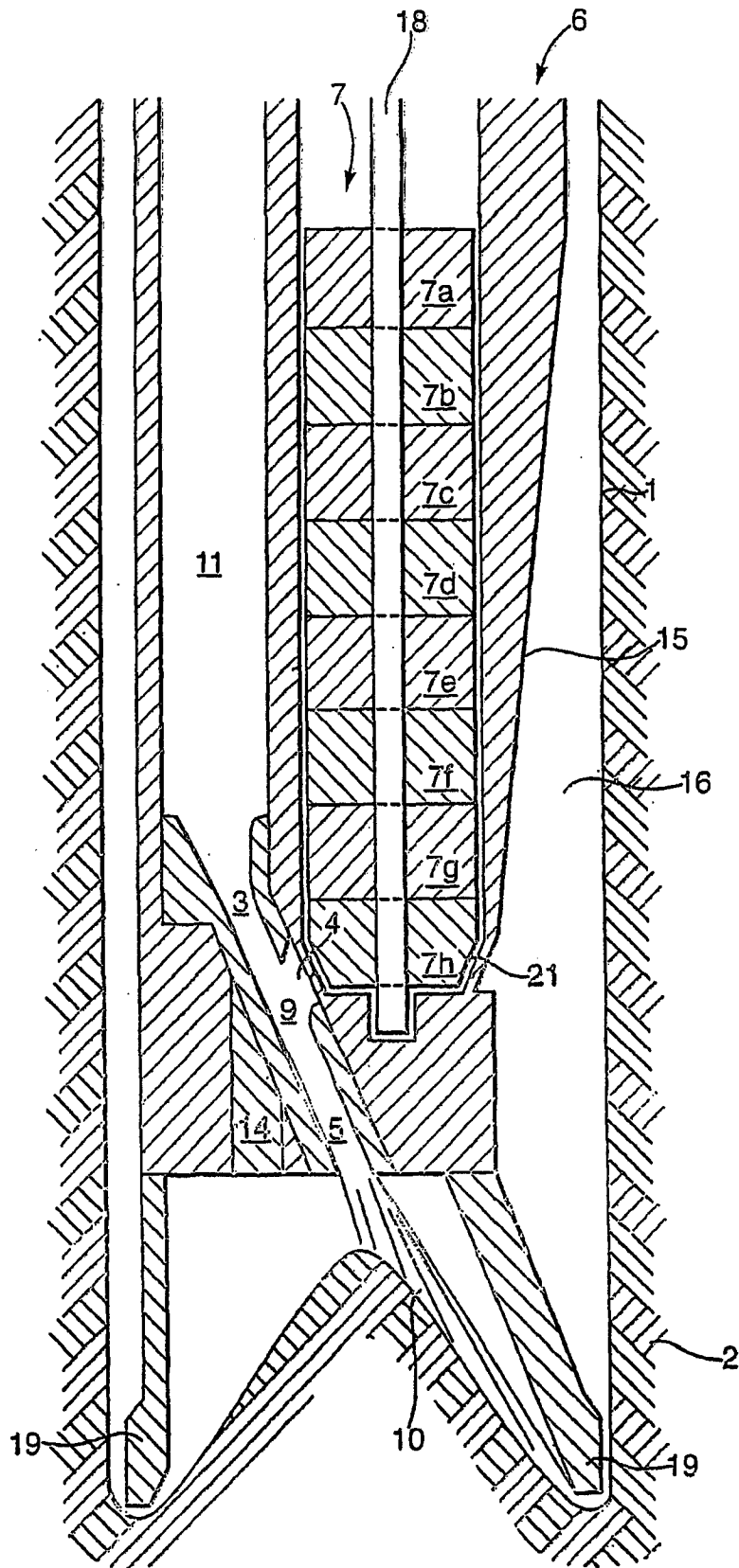


图 2

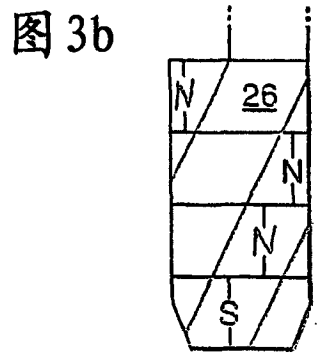
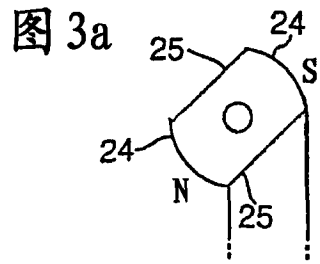
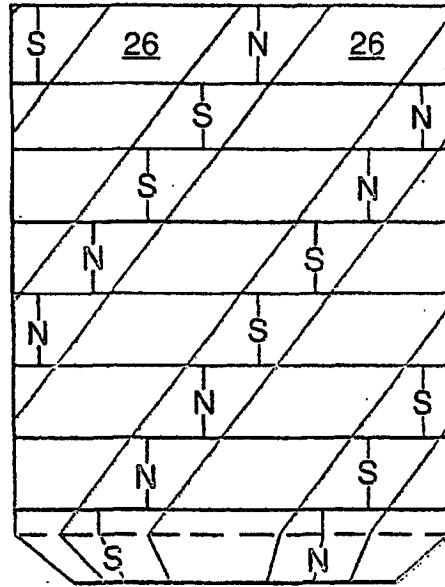


图 3c



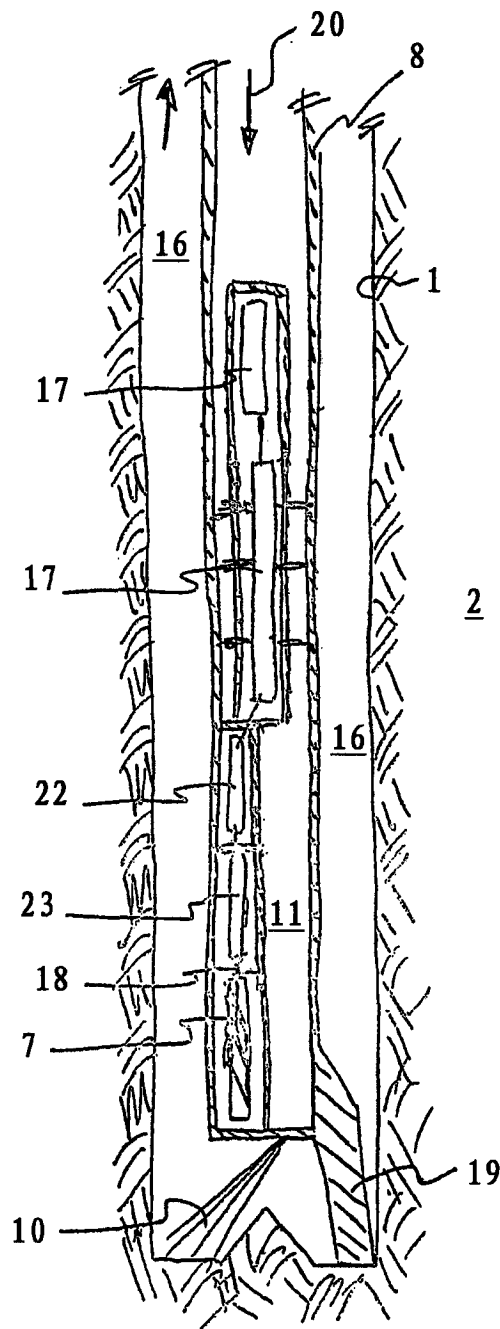


图 4