



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103097655 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201180021262. 0

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有  
限公司 44205

(22) 申请日 2011. 03. 15

代理人 冯剑明

(30) 优先权数据

61/314, 379 2010. 03. 16 US

13/047, 436 2011. 03. 14 US

(51) Int. Cl.

E21B 47/085(2012. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 10. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/028445 2011. 03. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02011/115948 EN 2011. 09. 22

(71) 申请人 钻杆接头产品有限公司

地址 美国得克萨斯州

(72) 发明人 D·B·琼斯

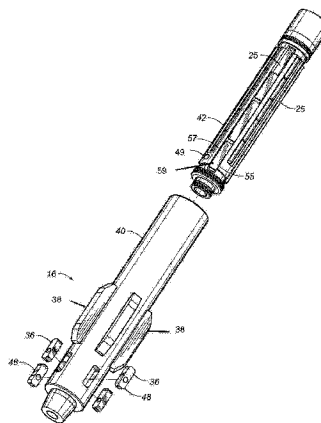
权利要求书4页 说明书9页 附图7页

## (54) 发明名称

测量钻孔状态的系统和方法,特别是检验钻孔最终直径的系统和方法

## (57) 摘要

本发明提出了测量钻孔状态的系统和方法,特别是检验钻孔最终直径的系统和方法。系统(10)包括:带有钻头(20)和钻泥循环设备(22)的钻柱(12),连接到钻口(20)上方的钻柱(12)的扩孔器(14)以及连接到钻柱(12)上的下井仪壳体(16),该下井仪壳体具有检测井底状态(如钻孔直径)的传感器(36)。下井仪壳体(16)安装在扩孔器(14)上方,直径小于扩孔器(14)和钻头(20)。传感器(36)可为信号幅度可调的超声换能器(48),沿下井仪壳体(16)固定在适当位置。系统(10)也可包括用于传感器数据的校准器(46)以及带另一传感器(136)的辅助下井仪壳体(116),另一传感器位于钻头(20)和扩孔器之间(14)。本发明的方法是用所述系统检验钻孔的最终直径。



1. 一种测量钻孔状态的系统(10),特别是检验钻孔(26)最终直径,所述系统(10)包括:

一钻柱(12),所述钻柱(12)具有一井底钻具组合(18),一钻头(20)位于所述井底钻具组合(18)的末端和一用于钻泥(24)的循环装置(22);

一扩孔装置(14),所述扩孔装置(14)连接到钻头(20)上方的钻柱(12),所述扩孔装置(14)具有用于所述钻泥(24)流动的通道(30),所述扩孔装置(14)具有刃口(32)以在井底钻具组合(18)的钻头(20)钻孔后扩大所述钻孔(26)的直径;以及

一具有连接到钻柱(12)的连接装置(34)的下井仪壳体(16)和用于检测井底状态的传感器装置(36),所述下井仪壳体(16)安装在所述扩孔装置(14)上方,其直径小于所述扩孔装置(14),所述下井仪壳体(16)包括外壳体(40)和内壳体(42);

其中,所述下井仪壳体(16)与钻柱(12)可旋转地轴向对齐,钻泥(24)沿所述下井仪壳体(16)的所述外壳体(40)外部流动并通过所述下井仪壳体(16)到钻柱(12)内部。

2. 根据权利要求1所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述下井仪壳体(16)具有多个稳定叶片(38),所述下井仪壳体(16)上的稳定叶片(38)的最大直径小于扩孔装置(14)和钻头(20)的直径,这些稳定叶片(38)为与钻柱(12)对齐的非切削凸起。

3. 根据权利要求1所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述下井仪壳体(16)固定啮合所述钻柱(12)的钻铤(29)。

4. 根据权利要求1所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述下井仪壳体(16)具有一应用程序接口(27)。

5. 根据权利要求1所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述传感器装置(36)包括至少一个信号幅度可调的超声换能器(48)以测量所述钻孔(26)的直径。

6. 根据权利要求5所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述超声换能器(48)包括压电材料。

7. 根据权利要求1所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述传感器装置(36)具有至少一个固定位置,所述固定位置位于所述外壳体(40)或所述稳定叶片(38)上,其中所述传感器装置(36)连接到所述内壳体(42),所述内壳体(42)在所述外壳体(40)内。

8. 根据权利要求7所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述内壳体(42)包括电源装置(25),电路(55)和用于传感器数据的内存存储装置(57)。

9. 根据权利要求1所述的测量钻孔状态的系统(10),还包括:将信息从井底位置传输到地表位置的传输装置(59),所述传输装置(59)为已知的井底到地表遥测件,泥土脉冲星或链接到第三方脉冲星的无线连接,或有线管道。

10. 根据权利要求1所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述用于钻泥(24)的循环装置(22)具有地表位置(53)处的泥流线(44),所述系统(10)还包括:

校准所述传感器装置(36)的校准装置(46),所述校准装置(46)包括:

第一超声换能器(49),所述第一超声换能器(49)位于下井仪壳体(16)内部(51),其通过钻柱(12)与钻泥(24)的循环系统(22)流体连接并且位于所述下井仪壳体(16)的流动通道(50)内;以及

处理装置(61),其用于比较来自第一换能器(49)的数据以对钻井进行调整,其中所述第一超声传感器(49)放置在流动通道(50)内,流动通道内有已知直径的固定间隙分隔槽

(63),所述第一超声传感器(49)用于在钻孔期间传输横跨所述已知直径的读数,以便持续记录横跨所述已知直径的读数用以比较所述井底第一超声换能器(49)处的钻泥(24)和所述传感器装置(36)处的钻泥(24);以及

其中读数表示需要调整所述下井仪壳体(16)的所述传感器装置(36)的读数。

11. 根据权利要求1所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述用于钻泥(24)的循环装置(22)具有地表位置(53)处的泥流线(44),所述系统(10)还包括:

校准所述传感器装置(36)的校准装置(46),所述校准装置(46)包括:

第二超声换能器(49),所述第二超声换能器(49)位于地表位置(53)处,其与钻泥(24)的循环系统(22)流体连接,并且位于地表位置(53)处的所述泥流线(44)内;以及

处理装置(61),其用于比较来自第二换能器(49)的数据,以对钻井进行调整,

其中,所述第二超声传感器(49)放置在已知直径的流动通道(53)内用于在钻孔期间传输横跨所述已知直径的读数,以便持续记录横跨所述已知直径的读数,用以比较所述地表位置处的第二超声换能器(49)处的钻泥(24)和所述传感器装置(36)处的钻泥(24);以及

其中,读数表示需要调整所述下井仪壳体(16)的所述传感器装置(36)的读数。

12. 根据权利要求11所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述位于地表位置(53)处的第二换能器(49)包括所述泥流线(44)内已知尺寸的表面校准块(52),用于传输横跨校准块(52)的读数,所述表面校准块具有固定距离的闸(65)以持续记录横跨所述固定距离的传播时间,以便比较地表位置(53)处的钻泥(24)和井底位置所述传感器(36)处的钻泥(24)。

13. 根据权利要求1所述的测量钻孔状态的系统(10),其中用于所述钻泥(24)的循环装置(22)具有在地表位置(53)处的泥流线(44),所述系统(10)还包括:

第一超声换能器(49),所述第一超声换能器(49)位于所述下井仪壳体(16)的内部(51),其通过所述钻柱(12)与所述钻泥(24)的所述循环系统(22)流体连接,并且位于所述下井仪壳体(16)的流动通道(50)内;以及

第二超声换能器(49),所述第二超声换能器(49)位于地表位置(53)处,其与钻泥(24)的循环系统(22)流体连接,并且位于地表位置(53)处的所述泥流线(44)内;以及

处理装置(61),其用于比较来自第一和第二换能器(49)的数据,以对钻井进行调整,

其中,所述第一超声换能器(49)放置在流动通道(50)内,流动通道内有已知直径的固定间隙分隔槽(63),所述第一超声换能器用于在钻孔期间传输横跨所述已知直径的读数,以便持续记录横跨所述已知直径的读数,用以比较所述井底第一超声换能器(49)处的钻泥(24)和所述传感器装置(36)处的钻泥(24);以及

其中,所述第二换能器(49)为所述泥流线(44)内已知尺寸的表面校准块(52),用于传输横跨校准块(52)的读数,所述表面校准块具有固定距离的闸(65),以持续记录横跨所述固定距离的传播时间,以便比较地表位置(53)处的钻泥(24)和井底位置所述传感器(36)处的钻泥(24);

其中,读数表示需要调整所述下井仪壳体(16)的所述传感器装置(36)的读数;

其中,如果所述第一超声换能器(49)不能读数时,所述表面校准块(52)提供备用流动读数。

14. 根据权利要求 1 所述的测量钻孔状态的系统(10),还包括:

辅助下井仪壳体(116),其安装在所述扩孔装置(14)和带所述钻头(20)的所述井底钻具组合(18)之间,所述辅助下井仪壳体(116)的直径小于所述扩孔装置(14),所述下井仪壳体(116)位于所述扩孔装置(14)的与所述辅助下井仪壳体(116)相对的一侧;

其中,所述辅助下井仪壳体(116)为另一下井仪壳体(116),其包括连接到所述钻柱(12)上的连接装置(34),用于测量井底状态的辅助传感器装置(136),多个辅助稳定叶片(138)以及将信息从井底位置传输到地表位置的辅助传输装置(159),所述辅助传输装置(159)为已知的井底到地表遥测件,泥土脉冲星或链接到第三方脉冲星的无线连接,或有线管道;

其中,所述辅助下井仪壳体(116)上所述辅助稳定叶片(138)的最大直径小于所述扩孔装置(14),所述辅助稳定叶片(138)为与钻柱(12)对齐的非切削凸起;

其中,所述辅助传感器装置(136)由信号幅度可调超声换能器(148)组成,以测量所述钻孔的直径。

15. 根据权利要求 14 所述的测量钻孔状态的系统(10),其中所述校准装置(46)还包括所述辅助下井仪壳体(116)的所述辅助传感器装置(136)。

16. 一种测量钻孔的方法,特别是测量钻孔的最终直径,所述方法包括以下步骤:

使用钻柱钻一个定位孔,所述钻柱具有位于其末端的钻头的井底钻具组合和用于钻泥的循环系统,所述循环系统使钻泥通过所述钻柱流动,并流向地表位置;

使用连接到所述钻头上方的钻柱的扩孔器钻一个铰孔,所述扩孔器具有所述钻泥流动通道,所述扩孔器具有刃口以扩大所述定位孔到所述铰孔的直径;以及

通过连接到所述钻柱并安装在所述扩孔器上方的下井仪壳体上的传感器测量所述铰孔的直径。

17. 根据权利要求 16 所述的测量钻孔的方法,该方法还包括以下步骤:运用已知井底到地表遥测件,泥土脉冲星或链接到第三方脉冲星的无线连接,或有线管道,将实时信息从井底位置传输到地表位置。

18. 根据权利要求 16 所述的测量钻孔的方法,该方法还包括以下步骤:

使用所述下井仪壳体流动通道内第一超声换能器校准所述下井仪壳体的所述传感器,其中所述第一超声换能器放置在流动通道内,流动通道内有已知直径的固定间隙分隔槽,所述第一超声传感器用于在钻孔期间传输横跨所述已知直径的读数,以便持续记录横跨所述已知直径的读数,用以比较所述井底第一超声换能器处的钻泥和所述传感器装置处的钻泥,其中读数表示需要调整所述下井仪壳体的所述传感器装置的读数;以及

处理来自第一换能器的数据,以对钻井进行调整。

19. 根据权利要求 16 所述的测量钻孔的方法,该方法还包括以下步骤:

使用位于地表位置处的泥流线内的第二超声换能器校准所述下井仪壳体的所述传感器,其中所述第二超声换能器为所述泥流线内已知尺寸的表面校准块,用于传输横跨校准块的读数,所述表面校准块具有固定距离的闸以持续记录横跨所述固定距离的传播时间,以便比较地表位置处的钻泥和井底位置所述传感器处的钻泥,其中读数表示需要调整所述下井仪壳体的所述传感器装置的读数;以及

处理来自第二换能器的数据以对钻井进行调整。

20. 根据权利要求 16 所述的测量钻孔的方法,该方法还包括以下步骤:

将所述带辅助传感器的辅助下井仪壳体连接到所述钻柱;

使用所述辅助传感器检测井底状态,所述辅助下井仪壳体安装在所述扩孔装置和带所述钻头的所述井底钻具组合之间,其中所述辅助下井仪壳体的直径小于所述扩孔装置;

运用已知井底到地表遥测件,泥土脉冲星或链接到第三方脉冲星的无线连接,或有线管道,将实时信息从井底位置传输到地表位置;

使用所述下井仪壳体的流动通道中的第一辅助超声换能器和在所述地表位置处所述泥流线内的第二辅助超声换能器校准所述辅助下井仪壳体的所述传感器;

以及处理来自第一和第二辅助换能器的数据,以对钻井进行调整。

## 测量钻孔状态的系统和方法,特别是检验钻孔最终直径的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及石油天然气工业中测量钻井孔的钻孔特征和状态。更特别地,本发明涉及钻孔和扩孔后测量钻孔直径的系统。本发明还涉及在钻孔和扩孔的同时测量钻孔直径的系统。另外,本发明涉及钻孔和扩孔期间及之后检验钻孔直径的方法。

### 背景技术

[0002] 钻井属于提取自然资源如地下水、天然气和石油过程的一部分,或者说属于开采天然地下原料过程的一部分。使用钻机钻井或钻孔以旋转钻柱,钻机的钻头附在其末端以便钻入地下所需深度。随着钻孔加深,增加钻铤和钻杆段的长度和重量,并支撑钻柱,不同类型的钻头可打入各种岩层和土壤复域。在钻柱内泵送钻液或钻泥,通过喷嘴或喷射器将钻液或钻泥从钻头抽出,提升到环状物后再到地表,以便为安全钻井创造适当的物理和流体静力状态。另外,岩屑在流向地表的钻泥循环中通过钻孔被排除。

[0003] 钻了一段孔后,将直径略小于钻孔的钢护筒放入洞中。将水泥注入护筒外部和钻孔之间的环缝中。护筒系统加强新一段钻孔的完整性,以便钻的更深,也带来其他好处。钻井使用的系列钻头越来越小,相应地,钢护筒系统变小,使得钻井完成后洞中有洞。在现有技术中,当各段护筒系统准备就绪时,钻孔直径减小。

[0004] 然而,钻井技术最新发展要求钻井越来越深,甚至是地表之下5到6英里洞的超深井。由于对化石燃料持续依赖,特别是石油和天然气,使得钻井勘探行业需要开发超深水域(水深超过2000米),超深井钻入超过7500米深度。超深井的温度、距离和压力状态要求使用大量的资源来提取石油和天然气。现有技术无法达到最新的最大深度,因为钻孔直径的减小使得钻井深度受到限制。

[0005] 为了打超深钻孔,钻井行业使用铰孔或扩孔,通过移除钻头钻孔时引起的已受压和受扰原料层来增加钻孔的直径。众所周知,铰孔用于机械加工和制造中,会影响良好表面抛光的机械性能。应用到井孔钻井领域,扩孔器(underreamer)是钻柱上被激活的切削工具,用于扩大钻孔。典型的扩孔器具有一套沿柱体长度方向的可伸缩扩张的平行直线型或螺旋型刃口,其位置高于沿钻柱方向的钻头。刃口有角度,其细微底刃口位于刃口下方,用于与钻孔各边进行初始接触。

[0006] 改造扩孔器使得石油天然气工业面临更大的挑战。钻孔中钻头和钻柱的控制也需要特别注意。随钻测量(MWD)及随钻记录(LWD)系统采集实时数据(可随钻查看这些数据)并且存储数据,这些数据在钻头运行后查看。这些数据有助于确保钻井有适当的方向状态,并记录地层性质。随钻测量系统测量记录读数,如天然伽马射线、钻孔压力、温度、阻力、地层密度等,这些数据可通过脉冲发生器遥测技术、有线钻杆或其他设备实时传输。稳定器加装到钻柱是减小钻柱振动,增强定向孔准度,提高钻孔效率的机械解决方法。使用铰孔器后,钻孔达到最新极限距离和深度,由于投入成本和资源因素,准确监控变得更为重要,钻柱上的扩孔器也面临更大的挑战。扩孔器是单独的切割工具,因此,扩孔后,钻头的钻孔直径与

较大的最终直径是不同的。扩孔后,现有技术并未对随钻钻孔直径进行最终确认。

[0007] 目前测量钻孔直径的典型系统是钢缆机械卡尺工具,在完成井段钻探,并从井内移除钻柱和钻头后,所述系统采集钻孔尺寸和形状跟踪测量的钻孔直径记录图。钻孔直径是超深井信息中极为重要的一部分,因为钻孔必须是特定尺寸以便匹配适当的套管系统。如果钻孔太小不能容纳套管,不能达到要求的极限深度。如果钻孔尺寸太小,不能正确支撑或选择延伸的套管堆垛。钢缆机械卡尺工具打开并从孔底撤出后校验钻孔直径。两个或多个铰接臂推挤钻孔壁,进行孔径测量。现有技术的钢缆机械卡尺工具需在钻孔作业完全结束,所有钻井设备从钻孔中移除后方能使用。同样,就钻井时间和效率而言,钢缆机械卡尺工具和使用卡尺工具的方法非常重要。

[0008] 过去,在钻孔直径测量领域发布了各种各样的专利。例如,2007年1月30日颁发给唐顿(Downton)美国专利号 No. 7168507(公开号为 20030209365)公开了重新校准井底传感器的发明。第一套廉价小型传感器位于靠近钻头的钻柱内,第二套精准度更高的传感器位于远离钻头且高于钻柱的更受保护的位置。随着钻井过程的进行,第二套传感器采集数据以校准第一套传感器的偏移。该发明公开了布置远离钻头的传感器以更为准确的测量进入钻孔的气体进入量。

[0009] 1993年4月6日颁发给克拉克(Clark)等人的美国专利号 No. 5200705 公开了测量钻孔周围地层倾斜特征的系统和使用具有纵向隔开传感器的换能器阵列的方法。电极位于稳定器叶片上检测稳定器上方钻链线圈天线的电流。位于稳定器叶片上的电极具有电流传感器功能。

[0010] 1992年7月14日颁发给奥尔班(Orban)等人的美国专利号 No. 5130950 描述了一种超声测量装置。该专利为多个涉及钻孔特征测量的类似专利的其中之一。即使没有钻孔器,该专利(No. 5130950)清楚地公开了稳定器内传感器的布置。图一为具有传感器 45 的稳定器 27。现有技术仅测量定位孔。

[0011] 2008年5月15日由斯蒂芬森(Stephenson)等人公开的美国专利申请号 No. 20080110253 的美国专利申请公开了随钻测量井底地层物质的发明。所述方法包括等待钻井液中溶解物质与任何地层钻屑中物质达到平衡以及测量溶解在井底钻井液中的物质。图一为远离钻头 15 且位于稳定器 140 上方的传感器 99。

[0012] 2008年10月14日颁发给克鲁格(Krueger)等人的美国专利号 No. 7434631 公开了钻孔井底钻具组件 BHA 中控制核磁共振传感器运动和振动的装置和方法。传感器置于钻孔组件内用以测量感兴趣的地质参数。非回转稳定器置于与传感器类似的钻孔组件中。非回转稳定器置于与传感器类似的钻孔组件中。该发明表明,现有技术传感器锁定在钻柱上分离的非回转位置,于是产生读数错误。

[0013] 2009年11月18日由 Wajid 等人公开的英国专利申请号 GB 2460096 公开了扩孔器和具有孔径测量装置的卡尺工具。在所述申请中,所述工具既具有扩孔功能,又能测量钻孔直径。所述下井仪壳体连接到钻柱上,并且具有容纳卡尺的膨胀元件。所述膨胀元件为钻头使用后的切割工具,传感器在扩孔期间或扩孔之后测量钻孔直径。所述专业膨胀元件可利用实时数据控制扩孔过程。

[0014] 目前,没有随钻记录(LWD)设备可用,这种设备专门用于钻井和扩孔过程的测量,如,随钻测量(MWD)系统,以确定任一所钻井段的最终钻井孔直径。许多公司声称可以提供

“实时钻井孔直径测量”，但事实上，这些数据显然是“推测”的读数或“虚假”的卡尺读数，如此，准确度是值得怀疑的。钻泥成分变化会影响读数，钻孔形状不规则，而且井底钻具组合和传感器位置到钻孔壁距离通常是不等的，因此读数取决于传感器的位置。

[0015] 本发明的目的在于提供一种测量钻孔特征和状态的系统和方法。钻孔直径是本发明测量的钻孔状态之一。随钻测量工具的其他特征和状态也可调整来适应本发明的系统和方法。

[0016] 本发明的目的在于提供一种检验钻孔的系统和方法。本系统特别测量钻孔的“最终直径”，即钻孔和扩孔完成后钻孔的最终直径。

[0017] 本发明的目的在于提供一种钻孔和扩孔期间实时检验钻孔的系统和方法。本系统特别测量钻孔的实时“最终”直径，即钻孔和扩孔完成后钻孔的最终直径。

[0018] 本发明的另一个目的在于不需要使用单独的卡尺来测量最终钻孔。

[0019] 本发明的另一目的还在于提供一种与现存技术相兼容的检验最终钻孔的系统和方法。

[0020] 本发明的目的在于提供一种检验任何钻井孔的钻孔和 / 或扩张操作的最终钻孔的系统和方法。

[0021] 本发明的另一个目的在于提供一种使用校准装置检验钻孔的系统和方法。所述校准装置特别包括井底和地表系统，用于校准传感器读数。

[0022] 本发明的其它目的还在于提供一种扩孔前后检验钻孔的系统和方法。

[0023] 本发明的目的在于提供一种提高最终钻孔测量准确度的检验钻孔的系统和方法。

[0024] 本发明的另一个目的在于提供一种检验钻孔的系统和方法，以监控扩孔器效率。

[0025] 本发明的另一个目的在于提供一种检验钻孔的系统和方法，其在测量钻孔的最终直径的同时稳定钻柱。

[0026] 本发明的再另一目的还在于提供一种以经济和有效的方式检验最终钻孔的系统和方法。

[0027] 通过阅读所附的说明书和权利要求书本发明的这些目的和其他目的及优点将变得更清晰。

## 发明内容

[0028] 本发明为测量钻孔状态的系统和方法，特别是检验钻孔段最终直径的系统和方法。本发明系统包括钻柱，扩孔装置和带传感器的下井仪壳体。钻柱具有位于其末端的钻头的井底钻具组合和用于钻泥的循环装置。扩孔装置或扩孔器连接到钻头上方的钻柱上，且具有钻泥流动通道。扩孔装置上有刃口以便井底钻具组合的钻头钻孔后扩大钻孔的直径。下井仪壳体也连接到钻柱上，传感器检测井底状态如，钻孔直径。下井仪壳体安装在扩孔装置上方，其直径小于扩孔装置。下井仪壳体与钻柱可旋转地轴向对齐，以便钻泥在钻柱中流动，流过上井仪壳体内部，随后流过上井仪壳体外壳体外部，流向地表。下井仪壳体可具有多个稳定叶片用于稳定钻柱。

[0029] 传感器装置可由信号幅度可调的超声传感器组成，以测量钻孔的直径。传感器装置具有至少一个固定位置，所述固定位置位于所述外壳体或稳定叶片上。下井仪壳体具有常规组件用于传感器数据的传输和存储，以及连通或连接传感器装置。另外，还有用于将信



息从井底位置传输到地表位置的传输装置。任何已知传输方法都可以使用,例如,井底到地表遥测件、泥土脉冲星或链接到第三方脉冲星的无线连接,或有线管道。

[0030] 本发明系统也可包括校准下井仪壳体上传感器的装置。当钻泥循环装置到达地表位置时,会出现返回泥流线。校准装置通过钻柱与返回泥流线或泥浆相互作用。传感器校准装置包括在下井仪壳体内部通过钻柱与钻泥循环系统流体连接的换能器和/或在地表位置与钻泥循环系统流体连接的换能器。内部第一超声换能器可位于下井仪壳体内部或外部的钻泥通道内,表面第二超声换能器可位于地表位置处的泥流体内。比较第一和第二换能器数据的处理器可调整传感器读数,使得数据更为准确,也提高了钻孔效率。具体地,第一超声换能器放置在流动通道内,流动通道内有已知直径的固定间隙分隔槽,所述第一超声换能器用于在钻孔期间传输横跨所述已知直径的读数,以便记录横跨所述已知直径的超声传播时间。如果穿过泥流已知距离的传播时间改变,根据这种改变,同样也应校准钻孔壁的传感器读数。所述第二超声换能器可为返回泥流体内已知尺寸的表面校准块,用于传输横跨校准块的信号读数,并比较地表位置和下井仪壳体处钻泥的属性。与所述第一超声换能器类似,所述校准块具有固定距离的闸。固定距离传播时间通过返回泥浆监控。如果穿过泥流固定距离的传播时间改变,根据这种改变,同样也应校准钻孔壁的传感器读数。所述第二超声换能器可为备用校准装置,需对读数进行时间调整,并调整井底泥流和地表返回泥流的计时。传感器的换能器可与校准器的换能器相似。

[0031] 本发明系统也可包括连接到钻柱的辅助下井仪壳体。所述辅助下井仪壳体具有辅助传感器装置,用于检测井底状态,其功能与下井仪壳体传感器装置类似。所述辅助传感器装置安装在扩孔装置和带钻头的井底钻具组合之间,因此,所述辅助传感器装置读数来自于与下井仪壳体传感器装置不同的井底位置。所述辅助传感器也可由所述校准装置以相似方式进行相应的调节。

[0032] 检验钻孔的方法,特别是测量钻孔最终直径的方法与本发明使用的系统相对应。首先,使用钻柱钻一个定位孔,所述钻柱具有井底钻具组合和用于钻泥的循环系统,所述井底钻具组合具有位于其末端的钻头。随后,使用连接到钻头上方向同一钻柱的扩孔器钻一个铰孔。所述扩孔器具有刃口以便扩大定位孔到所述铰孔的直径。最后,使用本发明下井仪壳体上位于扩孔器上方的传感器测量铰孔的直径。所述方法包括使用所述下井仪壳体或稳定叶片上的传感器。

[0033] 本发明方法的另一个步骤是将实时信息从井底位置传输到地表位置。所述步骤运用已知技术,如井底到地表遥测件、泥土脉冲星或链接到第三方脉冲星的无线连接,或有线管道。本发明方法另一个可能的步骤是校准所述传感器,测量所述铰孔。校准步骤涉及通过井底位置和/或地表位置监控的钻泥流属性进行调节。本发明方法的另一个步骤还包括将带有辅助传感器的辅助下井仪壳体连接到所述钻柱。所述辅助下井仪壳体和辅助传感器检测井底状态,如扩孔器和具有钻头的井底钻具组合之间的孔径。所述校准用辅助传感器使得实时监控更为精准。

## 附图说明

[0034] 图 1 为深水钻机示意图,显示了本发明的系统和方法;

[0035] 图 2A 和 2B 为系统井底部分的示意图,分别显示了具有和不具有辅助下井仪壳体

的本发明的实施例；

[0036] 图 3 为本系统和方法的下井仪壳体,扩孔装置和辅助下井仪壳体的部件分解示意图；

[0037] 图 4 为地表位置部分校准装置的另一示意图；

[0038] 图 5 为显示由本发明系统和方法采集的数据的实时钻孔直径记录的图表,与预计定位孔、实际钻头直径、预计铰孔和实际铰孔直径进行比较；

[0039] 图 6 为本发明系统和方法的下井仪壳体的部件分解透视示意图；

[0040] 图 7 为本发明系统和方法的下井仪壳体的纵向横截面示意图。

### 具体实施方式

[0041] 图 1 显示了用于典型水下油井的深水钻机 1、隔水管 2 及井段 3。这些结构也可用于超深钻井。本发明用于测量钻孔状态,比如检验钻孔直径,的系统 10 显示在井段 3 中。图 2A 和 2B 为测量钻孔最终直径的系统 10 的部件分离示意图。系统 10 包括钻柱 12、扩孔装置 14 以及下井仪壳体(tool body) 16。钻柱 12 具有井底钻具组合 18,所述井底钻具组合 18 具有位于其末端的钻头 20。钻柱 12 还包括用于钻泥 24 的循环装置 22。扩孔装置 14 连接到钻头 20 上方的钻柱 12 上,使得定位孔 26 部分与铰孔 28 区分开来。扩孔装置 14 与循环装置 22 兼容,其通过扩孔装置 14 保持用于钻泥 14 的流动通道 30。重要的是,扩孔装置 14 具有可激活刃口 32 以扩大由井底钻具组合 18 的钻头 20 钻孔后定位孔 26 的直径。

[0042] 如图 3 (本发明系统 10 的部件分解示意图)所示,下井仪壳体 16 具有连接到钻柱 12 的连接装置 34。该连接装置 34 可以是针对任何类型钻铤 29 的螺纹啮合或公螺纹或任何可接受设备。图 3 显示了安装在扩孔装置 14 上方的下井仪壳体 16。下井仪壳体 16 的直径小于扩孔装置 14 和钻头 20。以这种方式,当下井仪壳体 16 与钻柱 12 旋转地轴向对齐时,其可为钻柱 12 的常规稳定器。或者,下井仪壳体 16 可与钻柱 12 的钻铤 29 固定啮合,以将连接装置 34 作为钻柱 12 的现有部分。另外,下井仪壳体 16 可具有多个稳定叶片 38,其中下井仪壳体 16 上稳定叶片 38 的最大直径也小于扩孔装置 14 和钻头 20 的直径。这些稳定叶片 38 为与钻柱 12 对齐的非切屑凸起,其通过降低振动和增强硬度来增加钻柱 12 和井底钻具组合 18 的稳定性。

[0043] 图 6 和图 7 显示了具有检测井底状态的传感器装置 36 的下井仪壳体 16。下井仪壳体 16 可包括钢材,其形成外壳体 40 和内壳体 42,其中,内壳体 42 为锁固在外壳体 40 中的内套壳体。钻泥 24 可通过通道 50 经下井仪壳体 16 内部 51 流入钻柱 12,随后沿下井仪壳体 16 的外部壳体 40 外部流出。

[0044] 同样在图 6 和图 7 中,在测量钻孔状态,包括检验钻孔,的系统 10 中,带有传感器装置 36 的下井仪壳体 16 还包括采集,存储和传输数据所需内容。相应地,下井仪壳体 16 具有容纳在内壳体 42 中的应用程序接口 27。传感器装置 36 可包括信号幅度可调的超声换能器 48,用于测量铰孔 28 的直径。超声换能器 48 可包括压电材料。传感器装置 36 具有至少一个固定位置,所述固定位置位于所述外壳体 40 或稳定叶片 38 上。图 7 显示了井底每个传感器装置 36 的固定定位位置,图 4 显示了地表位置 53。图 7 所示井底传感器装置 36 通过通信信号或硬件连接连接到外壳体 40 内的内壳体 42 中,以将传感器数据传输到系统 10。图 7 显示了在稳定叶片 38 上具有独立单元的传感器装置 36。可将任意个单独的传感器置

于下井仪壳体 16 上,作为本发明的传感器装置 36 使用。图 6 显示了具有同轴分布 48 的多个传感器 36 的下井仪壳体 16 的尖部。传感器装置 36 可位于外壳体 40 或稳定叶片 38 上。内壳体 42 连接到传感器装置 36 使得内壳体 42 在压力环境下包含电源 25、电路 55 以及内存存储组件 57。电源 25 如电池适合放置在内壳体 42 内,内壳体 42 位于下井仪壳体 16 的外壳体 40 内。图 6 显示了具有摩擦配合在外壳体 40 内的 O 形环密封的内壳体 42。内壳体 42 和外壳体 40 纵向对齐,使得钻孔旋转和通过钻柱 12 的泥流 24 不受阻碍。

[0045] 另外,从井底位置传输信息到地表位置的传输装置 59 可安装在下井仪壳体 16 的内壳体 42 内。传输装置 59 可为任何已知的井底到地表遥测件、泥土脉冲星或链接到第三方脉冲星的无线连接,或有线管道。通信使得可呈现实时数据,用于监控。这样就可能在不停止钻井作业,不撤出现有技术机械钢缆卡尺测量用钻柱 12 的情况下确定扩孔效率。呈现的数据如图 5 所示,其中,横轴表示直径,纵轴表示深度。钻头直径 60 和扩孔直径 62 理应先设定,但是在如此条件下,钻头直径 60 和扩孔直径 62 有磨损,并且在激活时,扩孔器发生故障,这样它们就不能完全展开。图 5 显示了当扩孔装置 14 磨损或缩回时,本发明的系统 10 和方法如何跟踪较孔直径 64。系统 10 还跟踪所钻定位孔直径 66。同样显示出了成功作业即将套管装入钻孔并紧固就位所需的最小孔径 68。< 例如,如果测量的钻孔最小直径必须为 13.5 英寸以便将套管放置在适当位置,本系统 10 可提供准确的测量和保障。现有技术不能提供相同的随钻准度,更多依靠算术方法解决定位孔直径和推测较孔直径。系统 10 克服了钻孔太窄不能继续钻入和要求一定钻孔尺寸的进一步作业的风险,这些对于达到超深资源和建立超深石油和天然气生产是必不可少的。

[0046] 本发明系统 10 的另一个特征如图 1、3、4 和 7 所示。由于钻柱 12 包括用于钻泥 24 的循环装置 22,图 1 中显示了钻机 1 地表位置和井底位置的泥流线 44。系统 10 通过校准传感器装置 36 的校准装置 46 与所述泥流线 44 相互作用。所示校准装置 46 包括与传感器装置 36 类似的超声换能器 49。这些超声换能器 49 的安装位置与传感器装置 36 上的换能器不同。图 7 显示了通过钻柱 12 与钻泥 24 的循环系统 22 流体连接的位于下井仪壳体 16 内部的第一换能器 49。图 4 显示了与钻泥 24 循环系统 22 流体连接的位于地表位置 53 的第二换能器 52。传感器装置 36 的换能器和校准装置 46 可以是类似的,但是放置于本发明 10 中彼此不同的结构区域和其他部分。

[0047] 图 7 显示了位于流经下井仪壳体 16 的钻泥 24 的流动通道 50 内的校准器 46 的第一超声换能器 49。图 4 显示了位于地表位置 53 的泥流线 44 内校准器 46 的第二超声换能器 52 的示意图。例如,图 4 还显示了与换能器 49 通信的处理器 61。处理第一和第二换能器 49 和 52 的数据以便调整下井仪壳体 16 的传感器 36 的数据。校准对增加本发明传感器装置 36 的精准度是很重要的。由于有效钻井过程中会产生大量微粒和密度变化,钻泥 24 可影响传感器装置 36 读数的准确性。因此,随钻测量(MWD)系统实质上具有误差风险。本发明的系统 10 使用用于下井仪壳体 16 的传感器装置 36 的校准装置 46,减少了误差。

[0048] 具体地,第一超声传感器 49 放置在流动通道 50 内,流动通道内有已知直径的固定间隙分隔槽 63,所述第一超声传感器用于在钻孔期间传输横跨所述已知直径的读数,以便记录横跨所述已知直径的超声传播时间。横跨所述已知直径的传播时间和流经钻泥 24 的读数可持续监测。如果流经泥流的已知直径读数改变,根据这种改变,同样也应校准钻孔壁传感器读数。例如,在持续监控模式下,横跨和返回 2.0 英寸间隙的传播时间为 60 $\mu$  秒。

< 如果传播相同距离的时间增加到 65u 秒,则会受到钻泥 24 的干扰。应对传感器装置 36 进行校准以便正确解释从传感器到钻孔壁的未知直径距离的传播时间。如果未知距离的传播时间为 60u 秒,那么未知距离小于 2.0 英寸,这是因为第一超声换能器 49 进行了校准调整。

[0049] 如图 4 所示,第二超声换能器 49 可为表面校准块 52,其在泥流线 44 内的尺寸已知,用于传输横跨校准块的读数。与传感器装置 36 的换能器 48 不同,但与第一超声换能器 49 相似的是,校准块 52 具有一固定距离的闸 65。固定距离传播时间通过泥流监控。如果穿过泥流固定距离的传播时间改变,根据这种改变,同样也应校准钻孔壁的传感器 36 的读数。作为校准块 52 的所述第二超声传感器 49 可为备用校准装置,需对读数时间进行调整,以及调整井底泥流 30 和地表泥流 44 的计时。因此,本发明系统 10 可至少基于地表位置调整钻泥 24,以便基于地表位置和井底位置对井底位置的传感器装置 36 的调整进行备份。

[0050] 本发明系统 10 的另一实施例包括带连接到钻柱 12 的连接装置 34 的辅助下井仪壳体 116 和用于检测井底状态,如钻孔直径的辅助传感器装置 136。如图 3 所示,辅助下井仪壳体 116 安装在扩孔装置 14 和带钻头 20 的井底钻具组合 18 之间,所述辅助下井仪壳体 116 同样具有小于扩孔装置 14 和钻头 20 的直径。辅助下井仪壳体 116 可具有和下井仪壳体 16 相似的特征,使得辅助下井仪壳体 116 除了在钻柱 12 中放置位置不同外,几乎是相同的。因此,图 3 显示了辅助下井仪壳体 116,其具有用于检测井底状态的辅助传感器装置 136、多个辅助稳定叶片 138 以及将信息从井底位置传输到地表位置的辅助传输装置 159。辅助下井仪壳体 116 的稳定叶片 138 最大直径也小于扩孔装置 14 和钻头 20 的直径,所述稳定叶片 138 为与钻柱 12 对齐的非切割凸起。辅助下井仪壳体 116 为通过现有随钻测井工具定位在侧面在扩孔装置 14 下方的另一稳定器。图 2B 显示了辅助下井仪壳体 116 的放置位置。

[0051] 辅助下井仪壳体 116 还包括一对应辅助传感器装置 136,其可包括信号幅度可调的超声换能器 148 以测量钻孔的直径。辅助传感器装置 136 可由压电材料组成。辅助传感器装置 136 也可固定在辅助下井仪壳体 116 的外壳 140 上或稳定叶片 138 上。同样,对应的井底-地表通信装置、内壳、电源等都放置在辅助下井仪壳体 116 中。辅助下井仪壳体 116 读数提供与现有技术相似的定位孔读数。结合本发明的特征,系统 10 准确度更高,可对扩孔器 14 的不规则性预先通告。例如,扩孔器 14 作业可基于辅助下井仪壳体 116 读数采用较慢或较快的钻进速度检测可能由岩层或泥浆变化引起的直径偏差。辅助下井仪壳体 116 也可将读数用于校准装置 46 监控钻泥 24 变化。

[0052] 检验钻孔的方法,特别是测量钻孔最终直径的方法包括使用钻柱 12 来钻进钻孔 26 先导部分的步骤,所述钻柱 12 具有井底钻具组合 18 和用于钻泥 24 的循环系统 22,所述井底钻具组合 18 具有位于其末端的钻头 20。循环系统 22 使得钻泥 24 流经钻柱 12,随后返回地表位置。其次,所述方法包括使用连接到钻头 20 上方的钻柱 12 上的扩孔器 14 钻较孔 28 的步骤。扩孔器 14 具有钻泥 24 的流动通道和刃口 32 以扩大定位孔到较孔的直径。所述方法还包括使用位于连接到钻柱 12 的下井仪壳体 16 上和安装在扩孔器 14 上方的传感器 36 测量较孔直径的步骤。本发明方法的另一个步骤是将实时信息从井底位置传输到地表位置。已知井底到地表遥测件、泥土脉冲星或链接到第三方脉冲星的无线连接,或有管道传输传感器读数用于钻井。与现有技术随钻测井工具不同的是,本发明方法由于测量是在所有钻孔切削完成后进行,其检验最终钻孔的准确度更高。

[0053] 具体地, 钻孔检验方法也可将超声换能器(有时为信号幅度可调的压电换能器)作为传感器 36 并入测量, 其中传感器 36 固定到适当位置。所述固定位置可位于外壳体 40 上或所述稳定叶片 38 上。这些位置上的任何传感器可为本发明提供数据。由于多个位置放置了传感器, 更多数据用于测量, 使得测量更为精确。每个位置都有特别优势。例如, 位于稳定叶片 38 上的传感器由于距离钻孔壁很近可增加读数准确度, 也降低了超声信号穿过钻泥时钻泥带来的干扰。传感器装置 36 的换能器 48 必须与位于下井仪壳体 16 上的钻孔壁相互作用, 以便进行测量检验。

[0054] 本发明方法的另一个步骤是通过校准装置 46 校准下井仪壳体 16 上的传感器 36, 其中所述校准装置 46 包括通过钻柱 12 与钻泥 24 循环系统 22 流体连接的位于下井仪壳体 16 内部 51 的换能器 49 和 / 或与钻泥流动线 44 内钻泥 24 的循环系统 22 流体连接的位于地表位置 53 的换能器。因此, 校准装置 46 可包括位于下井仪壳体 16 的流动通道 50 内的第一超声换能器 49 和位于地表位置泥流线 44 内的第二换能器 49, 所述第二换能器 49 可为校准块 52。通道 50 形成流经下井仪壳体 16 的钻泥 24 流动通道。第一和第二换能器 49 和 52 处理的数据使得钻井期间传感器 36 的数据可以进行调整。校准纠正钻泥 24 属性改变引起的偏差, 使得孔径直径最终检验更为精准。具体地, 第一超声换能器 49 放置在已知直径的流动通道 50 内, 用于在钻孔期间传输横跨所述已知直径的连续读数, 以便记录横跨所述已知直径的传播时间。相似的是, 第二超声换能器 49 为位于泥流线 44 内的直径已知的表面校准块 52, 用于传输横跨所述校准块的连续读数。任何换能器 49 的连续读数发生改变, 即超声读数受到钻泥 24 变化的影响, 传感器 36 需要调整使得读数更为准确。任一换能器 49 可用于调整传感器装置 36 的换能器 48 的读数, 因此, 如果井底通信装置损坏, 校准块 52 可为井底校准装置 46, 即通道 50 内的第一换能器 49, 的备用装置。

[0055] 检验钻孔的方法的另一个步骤包括将带有辅助传感器 136 的辅助下井仪壳体 116 连接到钻柱 12。辅助传感器 136 可作为井底钻具组合 18 上的随钻测井工具检测井底状态, 如孔径直径。辅助下井仪壳体 116 安装在扩孔装置 14 和带钻头 20 的井底钻具组合 18 之间, 使得辅助传感器 136 的功能类似于其他现有技术的随钻测井工具, 用于测量定位孔状态。与下井仪壳体 16 相似, 辅助下井仪壳体 116 测量包括直径小于扩孔器 14 和钻头 20 的辅助下井仪壳体 116 以及多个稳定叶片 138。辅助传感器 136 对固定位置进行相同调整, 如对稳定叶片 138 的固定位置进行调整, 所述辅助传感器 136 与地表位置连通, 并且像下井仪壳体 16 那样被校准。辅助传感器 136 也可将钻泥 24 数据用于校准装置 46。附加传感器数据对实时数据分析的准度和精度更高, 这是因为定位孔数据是基于实际实时数据的, 而非基于钻头的实际钻头直径。进行钻井时, 实时孔径信号信息可通过传统方法如遥测件(或泥土脉冲星或链接到第三方脉冲星的无线连接)或有线管道(英太管道)从井底传输到地表, 以提供随钻实时孔径信息, 即钻成孔数据(DBD)。本发明方法持续评估磨损对钻具的影响, 以防止钻井过程中可能引起低效率误算。

[0056] 本发明的检验钻孔的系统和方法改进了对钻孔“最终”直径的测量, 所述钻孔为实时的钻后钻孔和扩孔后钻孔。本发明进行实物测量, 比当前使用算法计算的测量更为准确。本发明除了存储内存外, 还有实时功能, 因此, 在产生过度消耗前, 可对钻井程序进行调整。同样, 不用停止钻井作业, 以通过钻孔运行钢缆机械卡尺进行孔径测井。此外, 本发明系统与现有技术兼容, 可用于钻井孔的任何扩展作业。可以想象的是, 钻孔器技术与刃口和可调

直径同步发展,本发明可整合到任何版本的扩孔器和井底钻具组合中。

[0057] 使用校准装置检验钻孔的系统和方法是另一个重要创新。井底和地表校准块允许监控向下流经钻柱且向上流到环状物的钻液变化,通过使用井底校准传感器和/或地表校准块传感器,未知距离(传感器到钻成孔壁的距离)的传播时间(回波信号或衰减)可自动纠正使得钻液(泥)属性可任意变化,以便根据钻泥变化纠正衰减变化或区域外(传感器和钻孔壁之间的间隙)行程时间变化。放置的下井仪壳体也是用于钻柱的稳定器。稳定器本身不进行实际钻孔和扩孔操作,降低了本发明的毁损和破坏风险。

[0058] 本申请的另一独特之处在于,相比之下,井底钻具组合上的传感器和辅助传感器提供来自铰孔上方和下方的数据,使得上下信号读数可进行比较。通过环状物内的泥柱,使用超声传感器的传播时间(回波信号)更长,表明铰孔大于定位孔,定位孔使用较小直径的钻头钻成,其传播时间(回波信号)更快,这就表明传感器和钻孔壁之间的间隙较小。

[0059] 本发明实时数据的另一个优点在于系统侧重于钻孔最终直径,可校准到正确的钻泥属性。因此,可得到传感器和最终(铰孔)钻孔之间环状间隔更为准确的读数。传感器操作并发送连续信号,从而持续记录孔径信息,如:井底钻井组合(BHA)旋转及向下移动时(即钻井时),或向上或向下移动时(即离开井底或跳脱时),或静止不动时(即循环时)。

[0060] 系统在扩孔前后都提供更高的准度和精度,监控扩孔器如何良好运转。为了使准确度更高,带辅助传感器的辅助下井仪壳体可在铰孔器下方的定位孔中工作,以便对铰孔器下方的定位孔超声信号和较大直径铰孔中的铰孔超声信号进行比较。针对时间和钻入深度对这些超声信号读数进行追踪,以进行比较,且数据将会表明铰孔器是否切屑适当的标准孔径,或扩孔器或铰孔器是否未激活,因此,“定位孔”和“铰孔”超声信号是相同的,这表明,钻孔直径是相同的。数据也可表明扩孔装置是否暂时打开,随后意外关闭。如图5所示,“定位孔”超声信号66和“铰孔”超声信号64首先开始读取不同钻孔直径,逐渐或突然汇聚起来,这表明所铰钻孔不合适。如果“铰孔”超声读数逐渐开始和“定位孔”读数汇聚,这就表明铰孔器磨损,所铰钻孔变“小”。

[0061] 同样,本发明的系统和方法为现有技术提供了经济和高效的选择。

[0062] 本发明上述的公示和描述是示例性和说明性的。可对所图示的结构细节进行各种改变,而不脱离本发明的精神。

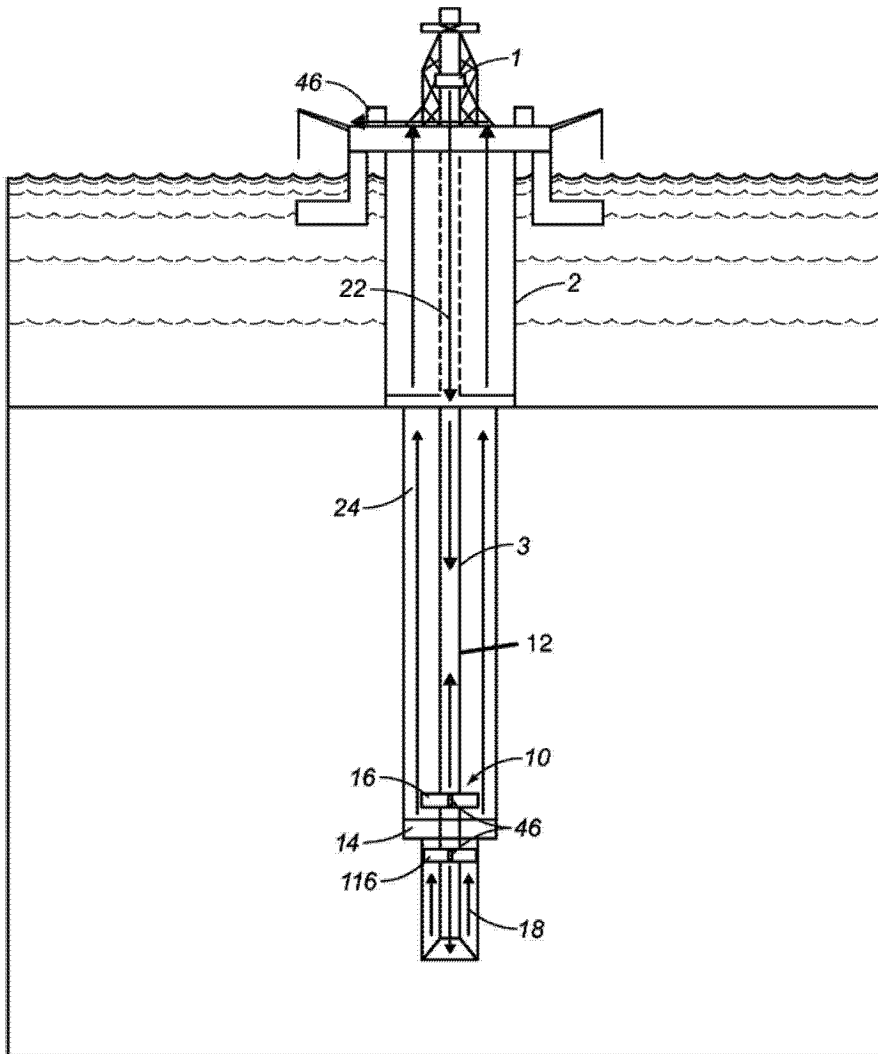


图 1

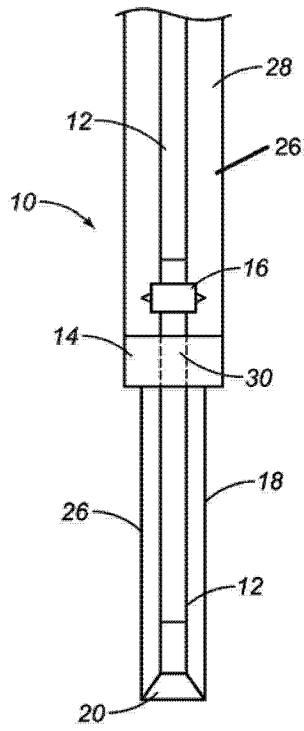


图2A

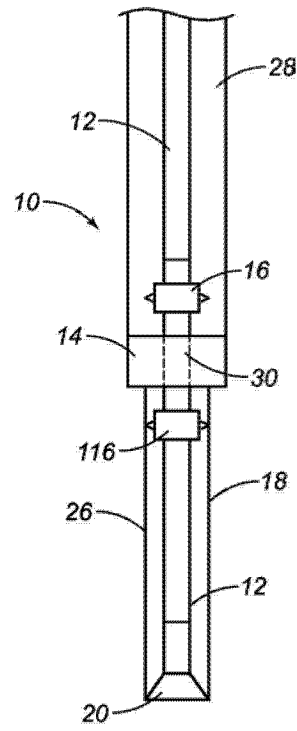


图2B



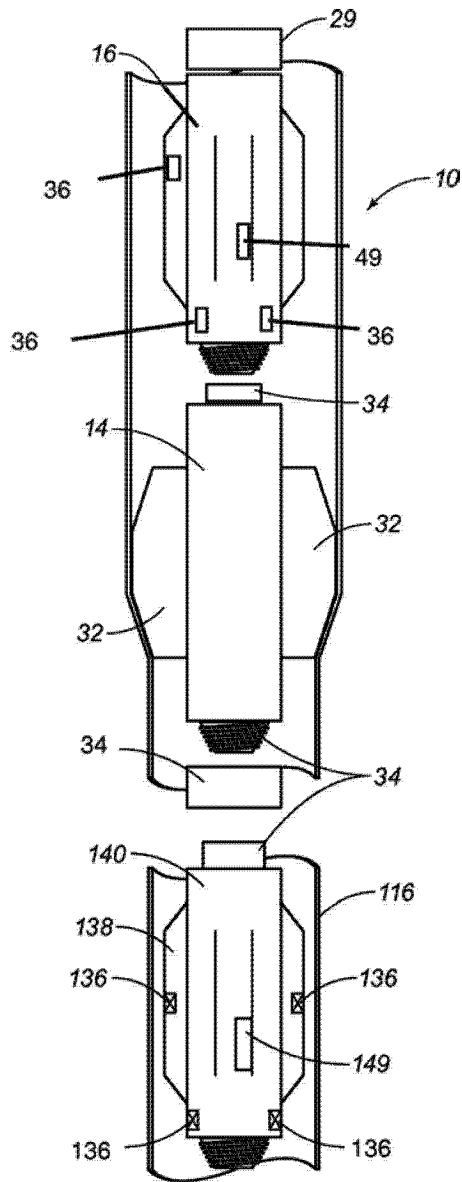


图 3

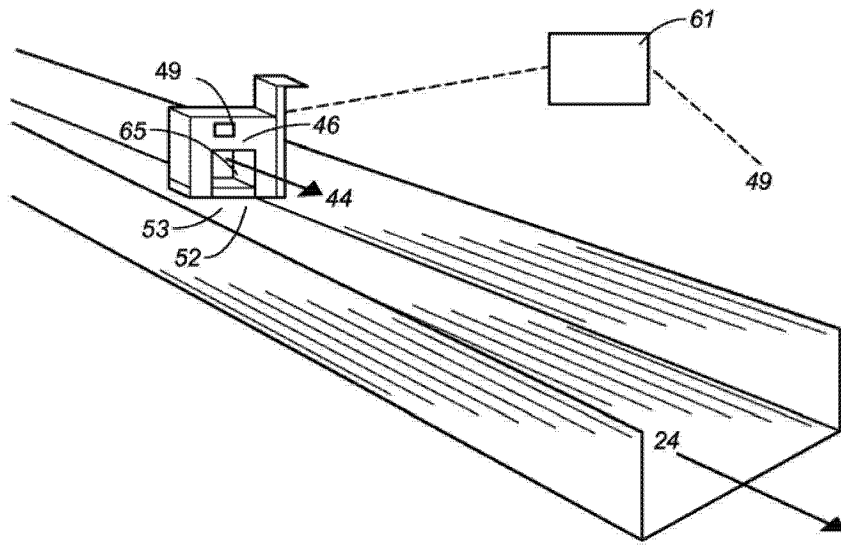


图 4

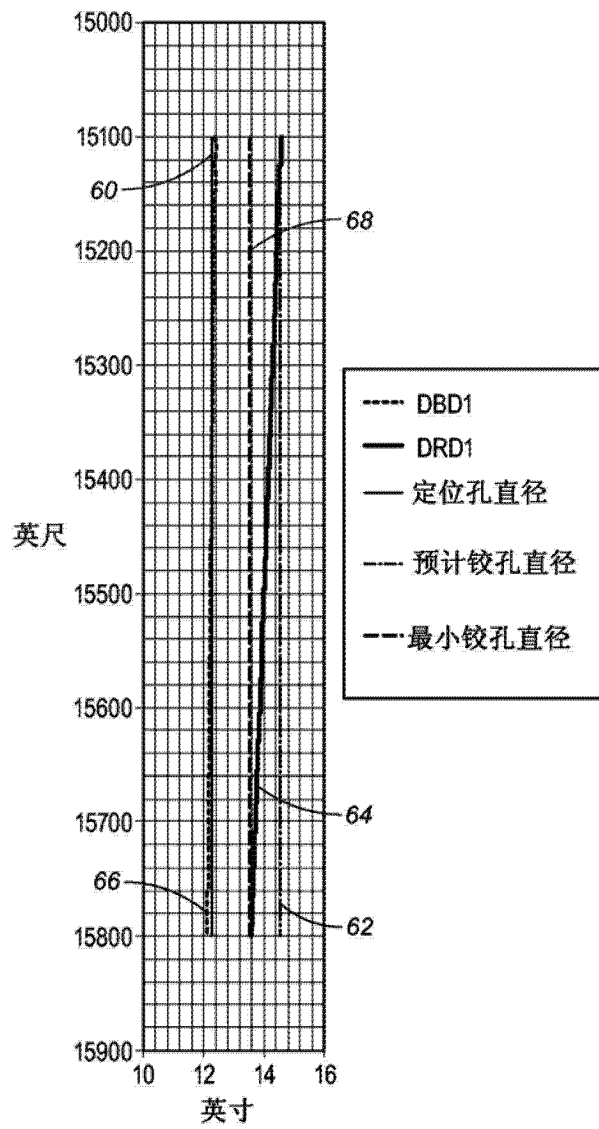


图 5

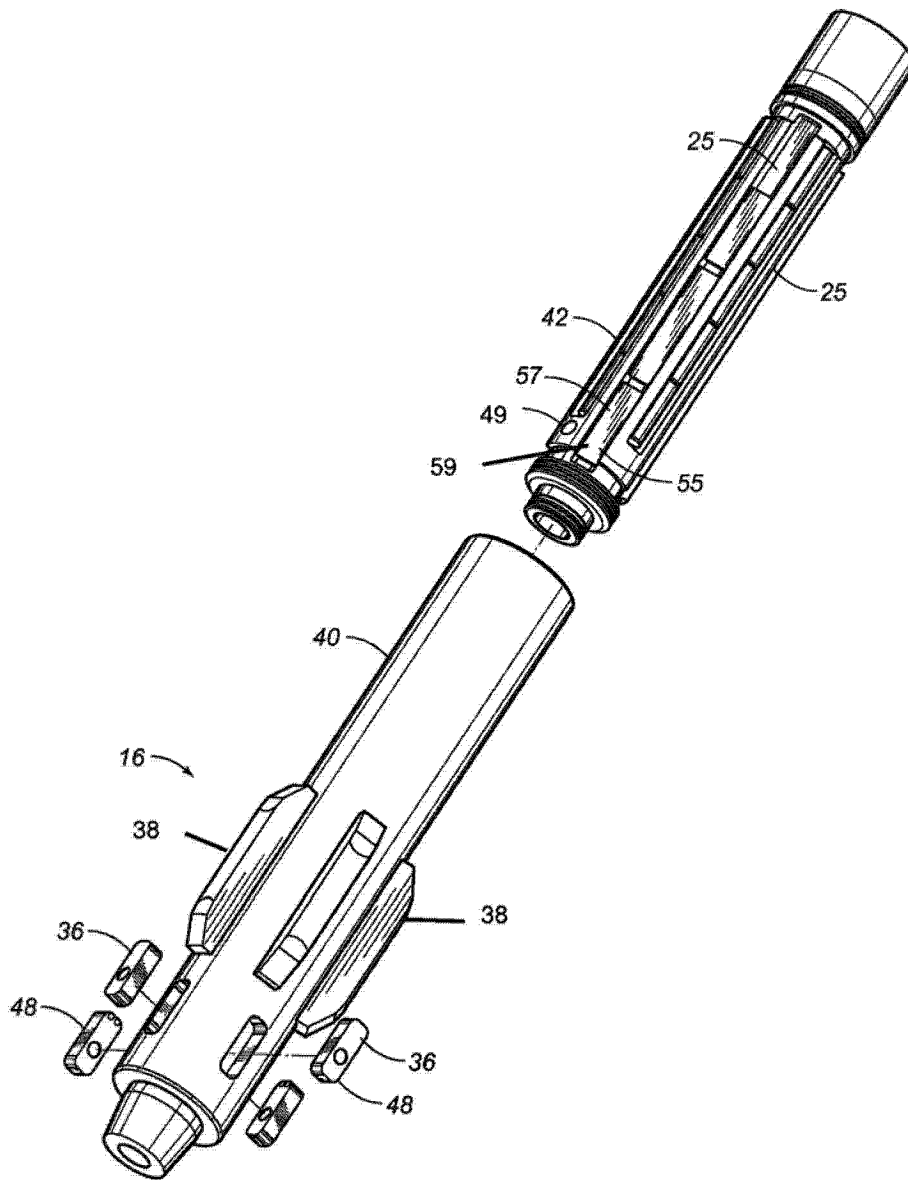


图 6

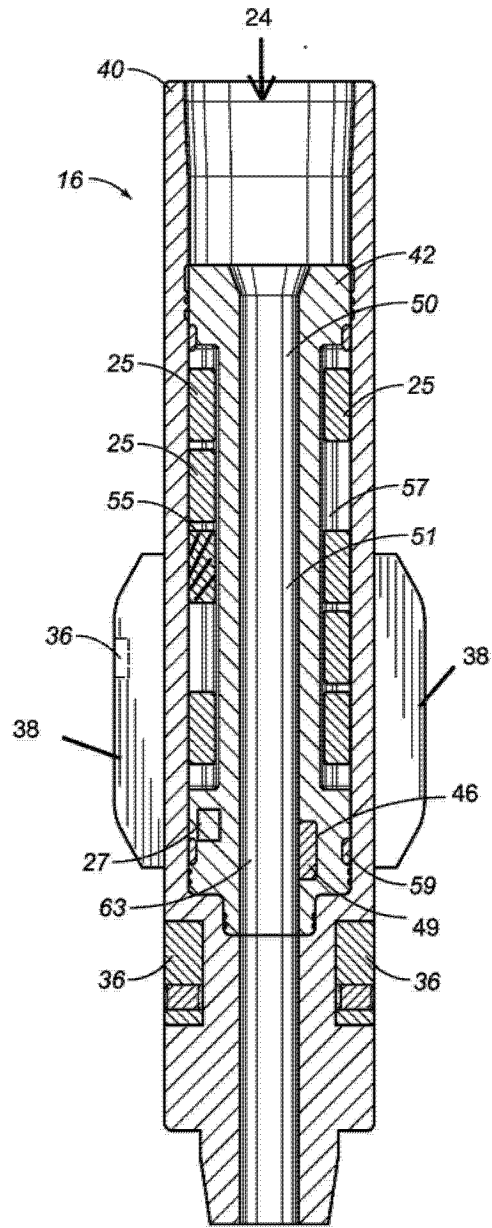


图 7