



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1993533 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 24

(21) 申请号 200580025574. 3

E21B 47/12(2012. 01)

(22) 申请日 2005. 05. 26

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

60/575, 327 2004. 05. 28 US

11/135, 314 2005. 05. 23 US

US 2002/0007945 A1, 2002. 01. 24, 说明书第 0019, 0016 - 0028 段及附图 1 - 4.

US 6009216 A, 1999. 12. 28, 说明书第 4 栏第 6 行至第 7 页第 43 行及附图 1 - 7.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2007. 01. 29

CN 1258806 A, 2000. 07. 05, 全文.

GB 2275953 A, 1994. 09. 14, 说明书第 5 页倒

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2005/051734 2005. 05. 26

数第 3 行至第 28 页第 4 行及附图 1 - 6.

US 6192983 B1, 2001. 02. 27, 说明书第 4 栏

(87) PCT国际申请的公布数据

W02005/116388 EN 2005. 12. 08

第 48 行至第 11 栏第 17 行及附图 1 - 4.

审查员 陈亚英

(73) 专利权人 施蓝姆伯格技术公司

地址 荷兰海牙

(72) 发明人 约翰·R·洛弗尔 迈克尔·G·盖伊

萨尔马德·阿德南 基恩·泽姆莱克

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 马高平 杨梧

(51) Int. Cl.

E21B 17/20(2006. 01)

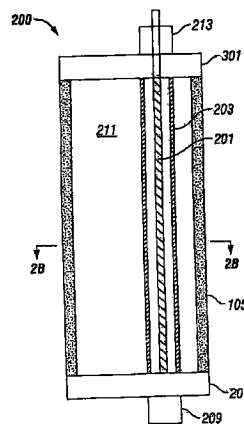
权利要求书2页 说明书18页 附图4页

(54) 发明名称

利用挠性管中光纤的系统和方法

(57) 摘要

一种具有光缆的装置, 其中光缆设置在挠性管中、用于在井下仪器和传感器与地面设备之间通信信息, 和操作这种设备的方法。利用光缆激活挠性管进行的井眼操作包括通过光缆、将地面设备的控制信号传输到井下设备, 通过光缆将从至少一个井下传感器收集的信息传输到地面设备, 或通过测量在光缆上观察的光学性能采集信息。连接光缆的井下仪器或传感器包括直接操纵或响应光信号的装置, 或包括根据常规原理操作的仪器或传感器。



1. 一种处理井眼横穿的地下地层的方法,包括以下步骤:
将光缆伸入挠性管中,所述光缆在挠性管卷入和卷出井眼时具有另外 10% -20% 的长度以用于松弛控制;
将挠性管、井下仪器和传感器延伸到井眼中;
将所述光缆光学地连接到所述井下仪器和传感器;利用所述井下仪器进行激励的井处理操作,其中所述激励的井处理操作至少包括一个可调整参数;
操作所述传感器以相对于所述激励的井处理操作而获得井眼的测量的性能;
利用光缆传送所测量的性能;和
基于所测量的性能来实时调整所述井处理操作的所述至少一个可调整参数。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述进行激励的井处理操作包括将多种流体注入地层中以提高储油层的碳氢化合物的流量。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述激励的井处理操作是基岩激励操作,所述多种流体包括酸性流体。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其中在获得测量的性能的同时,进行井处理操作。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其中在获得测量的性能的同时,进行所述调整。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其中井处理操作包括将至少一种流体注入井眼中。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其中井处理操作包括将至少一种流体注入挠性管中。
8. 如权利要求 6 所述的方法,其中井处理操作包括将至少一种流体注入挠性管外面的井眼环形空间。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其中井处理操作包括将至少一种流体注入挠性管中,和将至少一种流体注入挠性管外面的井眼环形空间。
10. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述获得和所述利用实时进行。
11. 如权利要求 1 所述的方法,其中所测量的性能选自由压力、温度、pH 值、沉淀量、流体温度、深度、存在的气体、化学发光、伽马射线、电阻率、盐度、流体流动、流体可压缩性、仪器位置、套筒接箍定位器的存在、仪器状态和仪器方向组成的组。
12. 如权利要求 4 所述的方法,其中所测量的性能是压力,井处理操作还包括将所述压力保持在预定限度以下的步骤。
13. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一个可调整的参数选自由流体注射量、一组注射流体中每种流体的相对比例、一组注射材料中每种材料的化学浓度、泵入环形空间的流体与泵入挠性管的流体的相对比例、要释放的催化剂的浓度、聚合物的浓度、支撑剂的浓度、和挠性管的位置组成的组。
14. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述激励的井处理操作包括将多种流体注入地层中以提高储油层的碳氢化合物的流量。
15. 如权利要求 14 所述的方法,其中所测量的性能由井间隔上测量值的分布范围组成,所述井间隔是在多边井的分支内。
16. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述激励的井处理操作包括将多种流体注入地层中,所述多种流体包括流体和固态化学药品混合物。
17. 如权利要求 1 所述的方法,其中挠性管定位成将流体提供到地下地层,井处理操作阻止地层的水的流动。

18. 如权利要求 6 所述的方法,其中所述流体中的至少一种起泡。
19. 如权利要求 1 所述的方法,其中井处理操作包括经由光缆与井眼中的仪器通信。

利用挠性管中光纤的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明总体而言涉及地下井操作,更具体地说,涉及在挠性管 (coiled tubing) 操作中光纤和光纤部件诸如系缆 (tethers) 和传感器的使用。

[0002] 背景技术

[0003] 在地下井的使用期限期间,诸如在油田所钻的那些地下井,例如,经常需要或期望对井进行维护来延长井的寿命、提高产量,进入地下区域、或补救在操作期间发生的情况。已知挠性管可用于这种维护。使用挠性管比使用连接管和钻探设备来对井进行维护更快更经济,并且挠性管有可能传输到不垂直或多分叉的井眼中。

[0004] 当挠性管操作进行一些深入地表下的动作时,在地面的人员或设备控制操作。然而,在地面上一般缺乏井下挠性管操作状态的信息。在井下仪器与地面之间可能没有清楚的数据传输时,并非总是可能知道井眼的情况或仪器所处的状态。

[0005] 挠性管对涉及流体的井处理特别有用,一种或多种流体通过挠性管的空芯泵入井眼或向下泵送到挠性管与井眼之间的环形空间。这种处理包括循环井、清除淤积、激励储油层、去除水垢和压裂、隔离区域等。挠性管可以将这些流体设置在井眼的具体深度。挠性管也用于插入井眼,例如,捕捞丢失的设备,或安置或操纵井眼中的设备。

[0006] 在压力下将挠性管伸入井眼时,连续长度的挠性管经过井口密封从卷轴通过并且进入井眼。通过挠性管的流体流动也可以用于提供液压动力给同挠性管末端相连接的井下仪器串。一般的井下仪器串包括一个或多个止回阀,如果管子断裂,止回阀关闭并且防止井中流体的漏出。因为流动的要求,一般没有井下仪器串与地面之间的直接数据通信的系统。用于挠性管的其它器件可以液压触发。有些器件诸如试车工具 (running tools) 可以通过连续推拉井下仪器串来触发,但是地面操作员还是难以知道井下仪器串的状态。

[0007] 同样,能够精确地估计井下仪器串在井眼中的深度是很重要的。然而,当挠性管向下输入套管时,因为它经过螺旋盘绕,直接测量连接井下仪器串并注入井眼的挠性管的长度不能精确地表示井下仪器串深度。这种螺旋盘绕的结果使伸入挠性管中的仪器估计深度不可预知。

[0008] 从很深的地下收集和传输准确的数据到地面很困难,经常导致将错误表示的井下条件传给对井下操作决定的操作人员。期望将井眼操作的信息传输到地面,特别期望实时传输信息,以让操作被调整。这样会提高效率和降低井眼操作的成本。例如,这种信息的获得让操作人员更好地操作位于井眼中的井下仪器串,更精确地确定井下仪器串的位置,或确认井眼操作的正确执行。

[0009] 已知将井眼操作的数据传输到地面的方法,诸如,使用流体脉冲和电缆。这些方法的每一种具有不同的缺点。泥浆脉冲 (mud-pulse) 遥测法使用流体脉冲传输在地面调制的压力波。然后,解调这种波,以恢复传输的比特。这种遥控法可以以每秒很小的比特数、但是以较高的数据速度提供数据,信号被流体性能严重衰减。而且,泥浆脉冲遥测法产生它的信号的方式无疑需要临时阻碍流动。这经常是井中操作不期望的。

[0010] 已知在井眼操作期间使用具有挠性管的电缆来传输信息。如在美国专利

5, 434, 395 中建议用挠性管配置电缆, 电缆伸出到挠性管外面。这种外部配置操作上困难, 并且具有干扰并眼完井的风险。需要特殊的设备和程序, 当它展开时电缆卷绕挠性管的可能性使这种方法不理想。诸如在美国专利 5, 542, 471 教导的另一种技术, 依靠在挠性管本身的壁厚内嵌入的电缆或数据信道。这种结构具有挠性管的整个内径可以用于泵送流体的优点, 但是, 也具有明显的缺点, 没有方便的方法来修理这种油田中的挠性管。在挠性管操作期间挠性管被损坏是常见的, 在这种情况下, 损伤的部分需要从螺旋管中去除, 并且将剩下的件重新焊接在一起。在存在嵌入电缆或数据信道时, 这种焊接操作会变复杂或不可简单地完成。

[0011] 在挠性管中配置电缆是已知的。尽管这种方法具有一定的功能, 也有缺点。首先, 将电缆导入挠性管卷中不是微不足道的。流体用于将电缆传输到挠性管中, 需要大的高压绞盘来与流体一起移动电缆。Bryle W. 等、题为“Means For Placing Cable Within Coiled Tubing(在挠性管内放置电缆的装置)”的美国专利 No. 5, 573, 225 描述一种将电缆安装到挠性管中的装置, 在此并入作为参考。

[0012] 除了将电缆安装到挠性管的困难之外, 电缆相对于挠性管内径的相对尺寸以及电缆的重量和成本, 阻碍电缆在挠性管内的使用。

[0013] 用于挠性管操作的电缆直径通常是 0. 25-0. 3 英寸 (0. 635-0. 762cm), 而挠性管内径一般是在 1-2. 5 英寸 (2. 54-6. 350cm) 范围内。相当大外径的电缆与相当小内径的挠性管相比, 不理想地减小管子用于流体流动的横截面面积。此外, 大的电缆外表面面积对通过挠性管泵送的流体具有摩擦阻力。

[0014] 电缆的重量对它在挠性管中的使用还有另一个缺点。用于油田挠性管操作的已知电缆重达 0. 351b/ft (2. 91kg/m), 使得 2, 000ft (6096cm) 长度的电缆会给挠性管线的重量增加另外的 7, 0001b (3175kg)。与之相比, 一般 1. 25 英寸 (3. 175cm) 的挠性管线重量大约为 1. 51b/ft (12. 5kg/m), 2, 000ft (6096cm) 的管线获得的重量为 30, 0001b (13608Kg)。因此, 电缆增加系统重量大约 25%。这种笨重的设备难以操纵, 并且阻碍在油田安装配备挠性管的电缆。而且, 电缆的重量会使它以不同于管子延长的速度、在它的自重下延长, 这样会导致电缆松弛地导入。必须控制松弛, 以避免挠性管中电缆的断裂和缠结 (“结团”)。控制松弛包括在有些情况下修剪电缆或切断挠性管线, 以给予足够的电缆松弛, 这样既增加操作时间, 又耗费挠性管操作。

[0015] 对于数据传输, 在挠性管内部使用电缆具有其它困难。例如, 为了恢复离开电缆中传输线上的数据, 需要数据收集器, 数据收集器能够随卷轴旋转, 同时不缠结卷轴外面的导线部分 (例如, 连接地面计算机的导线)。这种已知的装置容易出故障并且昂贵。此外, 由于挠性管中流体的流动, 电缆本身遭受磨损和退化。电缆护层的外层同样会产生操作上的困难。在有些井的操作中, 修剪挠性管, 以尽可能地密封并眼。优选切断挠性管的修剪, 但是, 一般切断具有护层的电缆效率不高。

[0016] 如上所述, 显而易见需要这样的系统和方法, 利用挠性管将井眼操作的数据收集和传输到地面, 不阻碍并眼操作。该系统和方法及时收集和传输该信息, 效率和成本效率方式特别理想。本发明克服现有技术的不足并解决这些问题。

发明内容

[0017] 本发明提供在井眼中工作或进行井下操作或井处理的系统、装置和方法,包括将光缆 (fiber optic tether) 伸入挠性管中、将挠性管伸入井眼,并 利用光缆传输井下信息。

[0018] 在一个实施例中,本发明提供一种处理与井眼交叉的地下地层的方法,包括将光缆伸入挠性管中,将挠性管伸入井眼中,进行井处理操作,测量井眼中的性能,和利用光缆传送所测量的性能。井处理操作包括至少一个可调参数,该方法包括调整参数。该方法在这些方面特别理想,进行井处理操作的同时测量性能,调整井处理操作的参数或实时进行测量和所测量性能的传送。经常是井处理包括将至少一种流体注入井眼,诸如将流体注入挠性管,或将流体注入井眼环形空间,或者两者都注入。在有些操作中,多于一种流体注入挠性管和环形空间中,或不同流体注入挠性管和环形空间中。井处理操作包括提供流体来激励来自地下地层的碳氢化合物流量或阻止来自地下地层的的水流量。在有些实施例中,井处理操作包括经由光缆与井眼中的仪器通信,特别是,从地面设备到井眼仪器的通信。所测量的性能可以是井下测量的任何性能,包括但不限于压力、温度、pH 值、沉淀量、流体温度、深度、存在的气体、化学发光、伽马射线、电阻率、盐度、流体流动、流体可压缩性、仪器位置、套筒接箍定位器的存在、仪器状态和仪器方向。在具体实施例中,所测量的性能可以是在井眼间隔 (an interval of a wellbore) 诸如在多边井的分支上测量值的分布范围。井处理操作的参数可以是调整的任何参数,包括但不限于注射流体的量、一组注射流体中每种流体的相对比例、一组注射材料中每种材料的化学浓度、泵入环形空间的流体与泵入挠性管的流体的相对比例、要释放的催化剂的浓度、聚合物的浓度、支撑剂的浓度、和挠性管的位置。该方法还涉及从井眼收回挠性管或将光缆留在井眼中。

[0019] 在一个实施例中,本发明涉及进行在井下操作的方法,包括将光缆伸入挠性管中,将挠性管伸入井中,至少进行以下步骤的一个处理步骤:通过光缆将控制系统的控制信号传输到连接挠性管的井眼设备,通过光缆将井眼设备的信息传输到控制系统,或通过光缆将由光缆测量的性能传输到控制系统。该方法还包括从井收回挠性管,或将挠性管留在井中。一般说来,通过将流体泵送到挠性管,光缆伸入挠性管中。光缆可以在卷绕或退绕时伸入挠性管中。该方法还包括测量性能。在某些实施例中,可以实时进行测量。所测量的性能可以是井下测量的任何性能,包括但不限于底孔压力、底孔温度、分布温度、流体电阻率、pH 值、压缩 / 拉紧、力矩、井下流体流动、井下流体可压缩性、仪器位置、伽马射线、仪器方向、坚硬层高度、和套筒接箍位置。

[0020] 本发明提供用于进行在地下井眼中操作的装置,包括适于设置在井眼中的挠性管,地面控制设备,至少一种连接挠性管的井眼装置,和装在挠性管中并且连接井眼装置和地面控制设备的每一个的光缆,光缆至少包括一根光纤,从而可以传输光信号 a) 从至少一个井眼装置到地面控制设备,b) 从地面控制设备到至少一个井眼装置,或 c) 从至少一个井眼装置到地面控制设备和从地面控制设备到至少一个井眼装置。在有些优选实施例中,光缆是至少设置一根光纤的金属管。可以提供地面或井下终端,或者两者都提供。井眼装置包括测量性能和产生输出的测量装置,和将测量装置的输出转换成光信号的接口装置。性能可以是在井眼中测量的任何性能,包括但不限于压力、温度、分布温度、pH 值、沉淀量、流体温度、深度、化学发光、伽马射线、电阻率、盐度、流体流动、流体可压缩性、粘度、压缩、应力、张力、仪器位置、仪器状态、仪器方向及其组合。在有些实施例中,本发明的装置包括进入多

边井预定分支的装置。在具体实施例中,井眼是多边井,所测量的性能是仪器方向或仪器位置。

[0021] 在有些实施例中,该装置还包括响应光信号调整操作的装置,光信号由地面控制设备从至少一个井眼装置接收。在有些实施例中,光缆包括多于一根光缆,其中光信号可以通过光纤从地面和控制设备传输到至少一个井眼装置,光信号可以通过不同的光纤从至少一个井眼装置传输到地面控制设备。井眼装置的类型包括照相机、测径器、探针、套筒接箍定位器、传感器、温度传感器、化学传感器、压力传感器、近程传感器、电阻率传感器、电传感器、激励器、光学激活仪器、化学分析器、测流装置、阀激励器、引爆头激励器、仪器激励器、换向阀、检测阀、和流体分析器。本发明的装置用于各种井眼操作,诸如基层激励、淤积清除、压裂、水垢清除、区域隔离、钻孔、井下流动控制、井下完井操纵、测井、捕捞、钻井、选矿、测量物理性能、在井中定位一台设备、在井眼中定位具体特征、控制阀、和控制仪器。

[0022] 本发明还涉及确定井眼横穿的地下地层的性能的方法,该方法包括将光缆伸入挠性管中,将测量仪器伸入挠性管中,利用测量仪器测量性能,和利用光缆传送所测量的性能。在有些实施例中,该方法还包括从井眼收回挠性管和测量仪器。在优选实施例中,性能实时传送或在进行井处理操作的同时传送。

[0023] 从广义上说,本发明涉及在井眼中工作的方法,包括将光缆伸入挠性管中,将挠性管伸入井中,和进行操作,其中操作由通过光缆传输的信号控制,或操作包括通过光缆将信息从井眼传输到地面设备、或从地面设备传输到井眼。

[0024] 结合附图,通过实例解释本发明原理的下面详细描述,本发明的其它方面和优点将显而易见。

附图说明

[0025] 图 1 是用于井处理操作的挠性管 (CT) 设备的示意图。

[0026] 图 2A 是沿示例性挠性管装置的井下轴线的剖面图,示例性挠性管装置使用与挠性管操作结合的光纤系统。

[0027] 图 2B 是光纤挠性管装置沿图 2(a) 的剖面线 a-a 的剖面图。

[0028] 图 3A 是根据本发明光缆的地面终端的第一实施例的剖面图。

[0029] 图 3B 是根据本发明光缆的地面终端的第二实施例的剖面图。

[0030] 图 4 是光缆井下终端的剖面图。

[0031] 图 5A 或 5B 是一般情况下连接光缆的井下传感器的示意图,用于通过光缆上传输光信号,其中光信号表示所测量的性能。

[0032] 图 6 是使用具有本发明的光缆的挠性管装置进行的井处理的示意图。

[0033] 图 7 是采用能够实现本发明的挠性管的光纤加强淤积清除操作的示意图。

[0034] 图 8 是根据本发明的挠性管传输钻孔系统的示意图,其中能够实现挠性管装置的光纤适于进行钻孔。

[0035] 图 9 是井下流动控制的示意图,其中光纤控制阀用于控制井下和储油层流体的流动。

具体实施方式

[0036] 在下面的详细描述和附图的几幅图中,相同的元件用相同的附图标记表示。

[0037] 根据本发明,使用具有设置在其中的光缆的挠性管,可以在井眼中进行操作,诸如井处理操作,光缆能够用于将信号或信息从井眼传输到地面,或从地面传输到井眼。这种系统在用现有技术传输方法进行这种操作期间具有许多优点,能够在井眼操作中实现挠性管迄今为止许多不可获得的使用。在本发明中光纤的使用具有重量轻、小的剖面的优点,并且具有高带宽性能。

[0038] 参照图 1,示出在提供挠性管维护时使用的设备或在井下使用的操作的示意图,特别是地面设备。挠性管设备可以用卡车 101、滑道、或拖车运到井位。卡车 101 运送管子卷轴 103,在其上保持、卷绕许多挠性管 105。挠性管 105 的一端终止在卷轴探测装置 123 的卷轴 103 的中心轴上,卷轴探测装置 123 能够使流体泵送到挠性管 105 中,同时让卷轴旋转。挠性管 105 的另一端经过鹅头颈 109 用注射头 107 注入井眼 121 中。注射头 107 通过各种地面井控制硬件将挠性管 105 注入井眼 121 中,诸如防裂装置组 111 和主控制阀 113。挠性管 105 可以在其井下端传输一个或多个仪器串或传感器 117。

[0039] 挠性管卡车 101 可以是某种其它移动挠性管单元或在井位的永久安装结构。挠性管卡车 101(或可选择装置)也携带一些地面控制设备 119,一般包括计算机。地面控制设备 119 连接注射头 107 和卷轴 103,用于控制挠性管 105 到井 121 的注射。控制设备 119 也用于控制仪器串和传感器 117 的操作和用于将从仪器串和传感器 117 收集的数据传送到地面。监控设备 118 可以与控制设备 119 一起提供或分开提供。在挠性管 105 与监控设备 118 和 / 或控制设备 119 之间的连接可以是物理连接,如用通信线路,或可以是通过无线传输或已知通信协议诸如 TCP/IP 的虚拟连接。用于本发明的一种无线通信系统在美国专利申请 No. 10/926,522 中描述,其全部内容在此并入作为参考。用这种方法,用可能监控设备 118 放在距离井眼一定距离的位置。而且,监控设备 118 用诸如美国专利 6,519,568 所述的一些方法,依次将接收的信号传输到现场以外的位置,这篇美国专利在此并入作为参考。

[0040] 转向图 2A,表示根据本发明的挠性管装置 200 的剖面图,包括挠性管串 105、光缆 211(在本实施例中示出由外护管 203 和一根或多根光纤 101 组成)、地面终端 301、井下终端 207、和地面压力隔壁 213。地面压力隔壁 213 安装在挠性管轴 103 中,并且用于在挠性管串 105 中密封光缆 211,从而防止处理液和压力的释放,同时给光纤 201 提供通道。井下终端 207 在光纤 201 和一个或多个光学仪器或传感器 209 之间提供物理连接和光学连接。光学仪器或传感器 209 可以是挠性管操作的仪器或传感器 117,可以是其中的部件,或者具有进行挠性管操作的仪器和传感器 117 的独立功能。下面分别结合图 3 和 4 更详细地描述地面终端 301 和井下终端 207。

[0041] 示例性的光学仪器和传感器 209 包括温度传感器和压力传感器,用于确定底孔的温度或压力。光学仪器或传感器也可以进行地层压力或温度的测量。在可替换实施例中,光学仪器或传感器 209 是能够提供一些井下状况的可视图像的照相机,例如,在形成管道或一些井下设备的壁上收集的沙层或水垢,井下设备例如是在捕捞操作期间找回的设备。光学仪器或传感器 209 同样可以是某种能够操作的接触器形式,以检测或推断井中的物理检测状况,例如,沙层或水垢。另外,光学仪器或传感器 209 包括可以进行一些类型的化学分析的化学分析器,例如确定井下石油含量和 / 或天然气含量或测量井下流体的 pH 值。在这种情况下,光学仪器或传感器 209 连接光缆 211,用于将测量性能或状况传输到地面。因

此,在光学仪器和传感器 209 操作以测量井下的性能或状况时,光缆 211 提供管道,以传输或传送所测量的性能。

[0042] 另外的光学仪器或传感器 209 是光学激活仪器,诸如激活阀或钻孔引爆头。在包括钻孔引爆头的实施例中,利用光缆 211 中的光纤可以传输引爆编码。引爆编码可在单个光纤上传送,并由井下设备解码。或者,光缆 211 可包含具有引爆头的多个光纤,单独的光纤与唯一的引爆头相连接。当使用电线或有线线路或压力脉冲遥测来表示引爆头时,在光缆 211 的光纤 201 上传递钻孔信号避免串扰和压力脉冲干涉的缺陷。这种缺陷会导致错误的炮引爆或在错误的时间引爆。

[0043] 现在回过头来看图 2B,示出光纤挠性管装置 200 的剖面图,其中光缆 211 包括位于护管 203 内部的一根或多根光纤 201。光纤可以是单模式或多模式的。在有些实施例中,护管 203 包括金属材料,在特殊实施例中,护管 203 是包括 Inconel™、不锈钢、Hasetloy™ 或其它具有合适伸缩性能以及在有酸和 H₂S 的情况下抗腐蚀的金属管。

[0044] 如图所示但不限于此,光缆 211 具有外径范围从大约 0.071 英寸至大约 0.125 英寸、在一根或多根光纤 201 周围形成的保护管 203。在优选实施例中,使用标准光纤,保护管 203 不厚于 0.020 英寸。应该注意,保护管的内径应可以大于紧密包装光纤所需的内径。在可替换实施例中,光缆 211 包括由裸露的光纤组成的缆线或包括涂敷合成材料的光纤的缆线,这种合成涂敷光缆的一个实例是由伊利诺斯州奥兰多帕克的安德鲁公司生产的 Ruggedized Microcable。

[0045] 井下终端 207 还可以连接一个或多个光学仪器或传感器 117,井下终端 207 可以进一步连接一个或多个仪器或传感器 117,用于进行诸如测量、处理或干预的操作,其中信号在地面控制设备 119 和井下仪器或传感器 117 之间沿光缆 211 传输。这些信号可以传送井下仪器或传感器 117 的测量,或将控制设备的控制信号传送到井下仪器或传感器 117。在有些实施例中,信号可以实时传送。这种操作的实例包括基岩激励、淤积清除、压裂、清除水垢、油层隔离、挠性管传送的钻孔、井下流动控制、井下完井操纵、捕捞、选矿、和挠性管钻探。

[0046] 利用合适的方法,光缆 211 可以伸进挠性管 105 中。特别是,其中之一是利用流体流动。实现这个过程的一种方法是将短管(例如,5-15 英尺长)的一端连接到挠性管轴 103 上,短管的另一端连接到 Y 终端。光缆 211 可以导入 Y 终端的一个分叉,流体泵入 Y 终端的另一分叉。那么,流体对光缆的拖力将光缆向下推进到软管并进入挠性管轴 103。例如,当光缆的外径小于 0.125 英寸(0.3175cm)(由 Inconel™ 制造)时,即使缠绕在轴上,已经表明低达 1-5 桶每分钟(159-795 升/分钟)的泵送速度足够沿挠性管 105 的长度推进光缆 211。这种操作的简易性比现有技术中将钢丝绳放入挠性管中的复杂方法具有明显的优点。

[0047] 实际上,必须提供足够长度的光缆 211,当光缆的一端通过卷轴突出时,光缆的另一端仍然在挠性管外部。当挠性管卷入和卷出井眼时,必须另外 10%-20%的光缆以用于松弛控制。一旦理想长度的光缆泵入卷轴,光缆可以被切断,软管可以脱开。通过卷轴突出的光缆可以终止,如图 3A 和 3B 所示。光缆的井下端可以终止,如图 4 所示。

[0048] 参照图 3A 和 3B,示出光缆 211 的地面终端 301 和的地面压力闷头 213 的两个可替换实施例的剖面图。在许多应用中,有可能将光缆 211 形成大约 90 度弯曲的 T 形或与挠性管中的流体偏轴的接头终止光缆 211,T 形或接头优先连接在卷轴 103 的轮轴上的卷轴管件

123。当在高的泵入速度时,球形物和研磨剂增加损坏装置的机会,在有些实施例中期望提供地面终端。

[0049] 图 3A 表示根据本发明的光缆 211 的地面终端的第一实施例的剖面图。在所示的实施例中,地面终端 301 包括主分叉 303 在挠性管 105 的轴上、侧分叉 305 偏离挠性管 105 的轴线的接口。流体流动随着侧分叉 305 限定的路线,光缆 211 随着主分叉 303。将流体导入挠性管 105 的连接机构 313 设置在侧分叉 305 的端部。地面终端 301 在凸缘 309 处连接挠性管 105 或挠性管卷轴管道 123,凸缘与挠性管 105 或挠性管卷轴管件 123 形成密封。光缆 211 经由主分叉 303 从挠性管 105 穿过地面终端 301。地面终端 301 具有连接压力闷头 213 的沿井孔向上的凸缘 307,压力闷头 213 让光缆 211 通过,同时仍然保持挠性管 105 内部的压力。由于地面终端 301,光缆可以连接控制设备 119,或可替换地,连接允许井下部件光通信的光学部件 505。

[0050] 本发明的地面终端的另一实施例的一个实例在图 3B 中示出。地面终端 301' 包括主分叉 303' 在挠性管 105 的轴上、侧分叉 305' 偏离挠性管 105 的轴线的接口。在所示的实施例中,流体流动随着主分叉 303' 限定的路线,光缆 211 随着侧分叉 305'。地面终端 301' 在凸缘 309' 处连接挠性管 105 或挠性管卷轴管道 123,凸缘与挠性管 105 或挠性管卷轴管件 123 形成密封。

[0051] 光缆 211 从挠性管 105 经由侧分叉 305' 通过地面终端 301'。地面终端 301' 包括连接压力闷头 213' 的沿井孔向上的凸缘 307',压力闷头 213' 让光缆 211 通过,同时仍然保持挠性管 105 内部的压力。侧分叉 305' 可以设有连接机构 313',用于将流体导入挠性管 105。

[0052] 现在参照图 4,示出光缆 211 的井下终端 207 的一个实施例的剖面图,井下终端 207 提供挠性管 105 进入终端 207 的控制穿过。挠性管 105 连接井下终端 207 的内部,位于配对的分叉 403 上。挠性管 105 可以用一个或多个紧固螺钉 405 固接在井下终端 207 中,一个或多个 O 形环 407 可以用于密封终端 207 和挠性管 105。设置在挠性管 105 内的光缆 211 伸出挠性管 105。并且用连接器 411 固接。连接器 411 也提供仪器或传感器 209 的连接。用连接器 411 形成的连接可以是光学的或电的。例如,如果传感器 209 是光学传感器,连接是光学连接。然而,在许多实施例中,仪器或传感器 209 是电装置,在这种情况下,连接器 411 也提供电信号和光信号之间必需的转换。仪器或传感器 209 可以固接到终端上,例如,让终端 207 的井下端部 415 插入两个偏心突出圆筒 417 和 417' 之间,并且用一个或多个 O 形环 419 密封。

[0053] 现在参照图 5A 和 5B,示出利用连接光缆 211 的井下光学装置 501 传输光信号的示意图,光缆 211 在地面连接光学装置 505。该光学装置 505 可以连接挠性管轴 103 并且用它旋转。在有些实施例中,光学装置 505 包括也用卷轴旋转的无线发射器。另外,光学装置 505 包括在挠性管轴 103 旋转时部分保持静止的光收集器。这种装置的一个实例是由马里兰州巴尔的摩的 Prizm Advanced 通信公司制造的光纤旋转接头。仪器或传感器 209 可以两种普通类型,它们直接产生光信号,并且它们产生电信号,电信号需要转换成在光缆 211 上传输的光信号。

[0054] 基于用已知的光学传感器观察到的光学性能可以直接进行多种测量。这种传感器的实例包括在教科书中描述的那些类型,诸如,在 2000 年的《Instrumentation

Systems》(ISBN No 1556177143)中、作者是 D. A. Krohn 的“Fiber Optic Sensors and Applications”的那些类型,包括强度调制传感器、相位调制传感器、波长调制传感器、数字开关和计算器、位移传感器、温度传感器、压力传感器、流量传感器、水平传感器、磁场和电场传感器、化学分析传感器、旋转速度传感器、分布传感系统、凝胶、智能外壳和结构。

[0055] 或者,仪器或传感器 209 产生表示测量性能的电信号。当使用输出仪器或传感器的这种电信号时,井下光学装置 501 还包括光电接口装置 503。光电装置和电光装置的实施例在工业上是已知的。将常规的传感器数据转换成光信号的实例是已知的,并且例如在 2001 年由 Springer-Verlag 出版、作者是 B. Shoop 的“Photonic Analog-To-Digital Conversion(在 Optical Sciences,81 中的 Springer 系列)”中描述。在接口装置 503 的有些实施例中,可以使用简单电路,其中电信号用于开启井下光源,光源的振幅与电信号的振幅成线性比例关系。用于挠性管井下操作的有效井下光源是 1300nm 的 InGaAsP 发光二极管(LED)。光沿着光纤的长度传播,它的振幅利用嵌入地面装置 505 的光电二极管在地面检测。然后这个振幅值可以通过控制设备 119。在另一实施例中,模数转换器用于接口装置 503,以分析传感器 209 的电信号并将它们转换成数字信号。然后,数字表示沿光缆 211 以数字形式或者改变振幅或频率又转换成模拟光信号传输到地面。在光纤上传输数字数据的协议在本领域是非常公知的。接口装置 503 的另一实施例可以将传感器 209 的信号转换成能够从地面询问的光学特征,例如,它可以是光纤端部的反射率变化或腔共振的变化。应该注意,在有些实施例中,光电接口和测量装置可以集成一个物理装置并且作为一个单元来处理。

[0056] 在不同实施例中,本发明提供确定井眼性能的方法,包括将光缆伸入挠性管的步骤,将测量仪器依附于挠性管中深入井眼,利用测量仪器测量性能,利用光缆传送所测量的性能。这些性能例如包括压力、温度、套管接闸位置、电阻率、化学成分、流量、仪器位置、状态或方向、硬质层高度、沉淀物形成、气体诸如二氧化碳和氧气测量、pH 值、盐度、和流体可压缩率。

[0057] 在许多操作中利用挠性管获知底孔压力是有用的。在有些实施例中,本发明提供操作员优化井眼操作的压力依赖参数的方法。已知合适的光学压力传感器,诸如使用 Fiber Bragg Grating 技术和 Fabry-Perot 技术的那些光学压力传感器。Fiber Bragg Grating 技术依靠以特殊间距局部调制纤芯本身的折射率的小部分光纤上的光栅。然后,该部分被限制响应物理激励,诸如压力、温度、或张力。询问单元设置在光缆的另一端并将宽带光源向下射到光纤的长度。对应于光栅周期的波长朝询问单元反射并且被检测。当物理激励变化时,光栅周期变化;因此,反射波长变化与观察的物理性能相关,获得测量。Fiber Bragg Grating 技术具有沿单光纤允许多测量的优点。在本发明利用 Fiber Bragg Grating 的实施例中,询问单元可以设置在地面光学装置 505 中。

[0058] 使用 Fabry-Perot 技术的传感器含有小光学谐振腔,限制响应物理激励,诸如压力、温度、长度或张力。谐振腔的初始表面时具有部分反射涂层的光纤本身,对面一般是全反射镜。询问单元设置在光纤一端,用于将宽带光源向下射入光纤。在传感器上形成干涉图案,该干涉图案对于具体的谐振腔长度是唯一的,所以,发射回地面的峰值强度的波长对应于谐振腔的长度。在询问单元中分析反射信号,以确定峰值强度的波长,那么,峰值强度的波长与要观察的物理性能相关,获得测量。Fabry-Perot 技术的一个限制是一根光纤需

要用于每次测量。然而,在本发明的有些实施例中,在光缆 211 内可以具有多根光纤,这样在井下装置 501 中允许使用多个 Fabry-Perot 传感器。利用 Fabry-Perot 技术并且适于在挠性管应用中使用的这种压力传感器的一种由加拿大蒙特利尔 St-Jean-Baptiste 大街的 FISO Technologies 制造。

[0059] 也可以用 Fiber Bragg Grating 或 Fabry-Perot 技术沿光缆 211 的光纤测量张力并且将连接光纤的部件热膨胀系数产生的光纤张力转换成温度来进行温度测量。在有些实施例中,传感器用于进行局部测量,在有些实施例中,也可以进行沿光缆 211 长度的完整温度分布的测量。为了实现温度测量,固定波长的光脉冲可以将地面设备 505 中的光源向下传输到光纤线路。在线上的每个测量点,光向后散射并返回到地面设备。知道光的速度和返回信号到达的时间能够确定它在光纤线路上的原始点。温度激励光纤线路中硅分子的能量水平。向后散射光包含上移波带和下移波带(诸如向后散射光光谱的斯托克司拉曼(Stokes Roman)和反斯托克司拉曼部分),其可被分析以确定原始温度。这样,光纤线路中每个响应测量点的温度可以用设备计算,从而提供沿光纤线路长度的完整温度曲线图。这种普通的光纤分布温度系统和技术在现有技术中是已知的。因为在本领域还知道光纤线路还可以返回地面线路,使得整个线路为 U 形。利用返回线路可以提供提高的性能和增加的空间分辨率,因为端部效应的误差远远离开目的层。在本发明的一个实施例中,井下设备 501 由光纤的小 U 形部分组成。井下终端 207 在光缆内的两根光纤与两个 U 形二等分之间的两个耦接,使得组装的装置变成具有返回地面线路的单光路。在本发明的另一实施例中,井下装置 501 包含进入多边井具体分支的装置,使得具体分支的温度曲线可以传输到地面。然后,这种曲线图可以用于确定多边井每个分叉的水区或油气界面。定向井下仪器和进入具体侧的装置在本领域是公知的。

[0060] 有些挠性管操作受益于沿井眼或部分井眼的不同温度测量,如 V. Jee 等的美国专利申请 US 2004/0129418 所述,其整个公开在此并入作为参考。然而,对于其它操作,在特殊位置的温度是有趣味的,例如,底孔温度。对于这种操作,不需获得沿光纤线路长度的完整温度曲线图。单点温度传感器相对于分布的温度测量具有优点,其中后者要求在清除噪音时间间隔的信号平均。这样可以给操作带来小的延迟。如果流体浪花需要改变(或地层不再进行勘探),那么,直接的信息具有极为重要的价值。在挠性管的底孔组件附近的单个温度传感器或压力传感器提供将该重要数据足够快地传输到地面的机构,允许作业的控制决定。

[0061] 在许多挠性管操作中,期望知道井眼相对于安装套管的位置;观察表示套管接箍存在的正确标记的套管接箍定位器一般用于这种定位目的。常规的套管接箍定位器具有轴向缠绕仪器的螺管线圈,其中在存在电场或磁场变化时,在线圈中产生电压。当在部分套管上移动井下仪器时,其中部分套管材料性能具有变化,诸如,两个长度的套管之间的机械连接,发生这种变化。套管中的孔和滑动也能够在螺管线圈上产生特征电压。不必主动地对套管接箍定位器提供能量,例如,在美国专利 2,558,427 所述,在此并入作为参考。在本发明的一些实施例中,传统的套管接箍定位器可以经由电光接口 503 利用光电二极管连接光缆 211。为了在井眼中检测套管接箍的位置,套管接箍定位器可以连接挠性管并在井眼的长度上传送。随着挠性管移动,当电场或磁场的变化被检测时,诸如遇到套管接箍,产生信号,该信号利用光缆 211 传输。确定深度的另一种方法包括测量井眼的性能,和使该性能与在

早期作业中获得的相同性能的测量相关联。例如,在钻探期间,通常测量沿井眼每点发射的天然伽马射线。由于经由光学管线提供伽马射线的测量,通过使伽马射线与早期测量关联获得挠性管的深度位置。

[0062] 经常期望井眼中流动的测量是在挠性管操作中,本发明的实施例对提供该信息有用。在挠性管外面的井眼中流动的测量用于确定井眼流体流入地层的流速,诸如处理速度;或者地层流体流入井眼的流速,诸如生产速度或差额生产速度。挠性管中流动的测量可以用于测量送入井眼的不同区域的流体,或测量泡沫处理液中的泡沫质量和密度。测量井眼流动的已知方法适用于本发明。在一些实施例中,测流装置诸如旋转器连接光缆 211。当流过装置时,测流装置测量流速,测量值经由光缆 211 传输。在使用电信号输出的常规测流装置的实施例中,电光接口 503 用于将电信号转换成在光缆 211 上传输的光信号。在有些实施例中,可以使用这样的测流装置,即用直接的光学技术测量流量旋转器,例如,将旋转器的叶片放在光源和光电二极管之间,使得当旋转器旋转时,光被交替地遮挡和消除。另外,在本发明的有些实施例中可以使用利用间接光学技术的测流装置。这种间接光学技术依靠流速影响光学装置,使得在本发明的一些实施例中使用可以观察装置的光学性能变化的装置。

[0063] 在挠性管的操作中,经常期望具有与井眼中的仪器或装置的位置或方向相关的信息。而且,期望在挠性管操作中确定井眼中的仪器或装置的仪器或装置的状态(例如,开启或关闭,接合或脱离)。井眼轨道可以从仪器方向的点测量推断,或当仪器沿井眼移动时,从连续监控的方向确定。当每个分支具有已知的天顶角或倾角,针对这种情况可以比较仪器的方向,方向用于确定在多侧井中的仪器位置。一般井眼中仪器的方向利用陀螺仪、惯量传感器、或加速计来测量。例如,参见美国专利 6,419,014,其在此并入作为参考。在光纤中能够构成的这种装置是已知的。例如,光纤陀螺仪从许多卖主那儿可买到,诸如瑞士苏黎世的 Exalos。在本发明的一些实施例中,传感器 209 是确定仪器位置或方向的装置,其用于确定井眼轨道。这种定位或定向装置可以连接光缆 211,在井眼中进行表示位置或方向的测量,在本发明的不同实施例中,在光缆 211 上传输那些测量。在可替换实施例中,传感器 209 是经由电光接口 503 连接光缆 211 的传统的或 MEMS 陀螺仪装置。

[0064] 使用这种定位或定向装置在多侧井中特别有用。在本发明的一些实施例中,进入多边井眼分支的具体分支的装置在美国专利 6,347,768 中描述,整个内容在此作为参考,可以用于与定位或定向装置的连接,首先,确定仪器或工具是否有多边井眼分支的进入点,然后,进入分支。这样挠性管可以位于井眼内理想的位置,或底孔组件可以定位在理想结构中。此外,机械或光学开关可以用于确定底孔组件的位置或状态。

[0065] 在有些挠性管操作中,与井眼中固体物质相关的信息诸如硬质层高度或沉淀物形成是理想的。在本发明有些实施例中,在钻井操作期间,传感器 209 用于测量固体或检测沉淀物形成。这种测量可以经由光缆 211 传输。测量可以用于调整参数,诸如流体泵入速度或移动挠性管的速度,以提高或优化挠性管操作。在本发明有些实施例中,近程传感器(包括具有光学接口的常规近程传感器)或井径仪可以用于确定井中硬质层的位置和高度。已知的近程传感器使用原子能、超声波或电磁方法来检测底孔组件与套管壁内部之间的距离。这种传感器也用于提醒在井眼操作中注意筛选,诸如龟裂。检测沉淀物形成在井眼操作中是有用的,用于监测在挠性管操作期间进行的井处理的过程,例如,基岩激励。在本发明有

些实施例中,传感器 209 是利用已知的方法检测沉淀物形成的装置,诸如反射幅度和散射幅度的直接光学测量。

[0066] 在普通的井眼操作中,性能测量诸如电阻率可以用作地层中碳氢化合物或其它流体存在的指示器。在本发明有些实施例中,利用常规技术仪器或传感器 209 可以用于测量电阻率,并且通过电光接口与光缆 211 连接,从而电阻率测量在光缆上传输。另外,利用光学技术测量盐度或折射率可以间接测量电阻率,然后,随着光学变化,电阻率在光缆 211 上传输到地面。在不同的实施例中,本发明用于提供地层、地层流体、处理流体、或流态气体或副产品的电阻率显示。

[0067] 在井眼应用中,用具有电阻率传感器的井下传感器,诸如发光传感器、荧光传感器或这些传感器的组合,某种程度上可以确定化学分析。发光传感器和荧光传感器也是分析它们的输出的已知光学技术。实现这种技术的一种方式是在反射率测量。利用光纤探头,光被射入流体,部分光反射回探头并且与流体中存在的气体有关。荧光和反射率测量的结合可以用于确定流体的油和气的含量。在本发明有些实施例中,传感器 209 是发光或荧光传感器,传感器的输出经由光缆 211 传输。在具体实施例中,多于一根的光纤设置在光缆 211 内,多于一个传感器 209 在光纤的分离光纤上传输。

[0068] 还可光学检测在井眼中的检测气体诸如 CO_2 和 O_2 的存在。能够测量这些气体的传感器是已知的;例如,参见 Anal. Chem. 60, 2028-2030 (1988)、作者是 O. S. Wolfbeis, L. Weis, M. J. P. Leiner 和 W. E. Ziegler 的“Fiber Optical fluorosensor for Oxygen and carbon dioxide (用于氧气和二氧化碳的光纤荧光传感器)”,其在此并入作为参考。如此所述,光纤光导同时传输各种光信号的能力可以用于构成测量氧气和二氧化碳的光纤传感器。对氧灵敏的材料(例如,硅胶吸收荧光金属有机合成物)和 CO_2 灵敏材料(例如,缓冲溶液中固定 pH 值指示剂)可以放在连接光纤末端的透气聚合母体中。尽管两种指示剂具有相同的激励波长(为了避免能量转移),它们具有完全不同的最大发射。因此,借助于干涉滤光片可以分离两个发射带,以提供独立的信号。一般氧气确定在 0-200 托范围内,精度为 ± 1 托,二氧化碳确定在 1-150 托范围内,精度为 ± 1 托。因此,在本发明不同的实施例中,传感器 209 可以是检测 CO_2 或 O_2 的光学装置,其中测量经由光缆 211 传输。

[0069] pH 值的测量用于许多挠性管操作中,处理化学的性能很大程度上依赖于 pH 值。pH 值测量的测量也用于确定流体中的沉淀物。测量 pH 值的传感器是已知的。在 1993 年 9 月出版的期刊《Testing and Evaluation》第 5 期、第 21 卷中由 M. H. Maher 和 M. R. Shahriari 描述的一种传感器是在装有多孔探头中、用 pH 指示剂固定的多孔聚合物范围之外构成的传感器。这种传感器的光谱特性显示对用可见光 (380-780nm) 测试的 pH 水平的变化具有非常高的灵敏度。溶胶凝胶也可以用于具体的化学含量和 pH 值。另外,通过测量注入流体的染料的光谱,传感器可以测量 pH 值,从而选择染料,使得它的光谱特性变化依赖于流体的 pH 值。这种染料的效果与石蕊试纸相似,并且在工业上是公知的。例如,科罗拉多州丹佛市的 Science Company 出售许多根据很小的 pH 值变化改变颜色的染料。染料可以通过地面的侧分叉 305 加进流体中。在本发明不同的实施例中,传感器 209 是连接光缆 211 的 pH 值传感器,使得传感器的测量经由光缆传输。

[0070] 应该注意,感觉到 pH 变化的变化是本发明用于显示井眼中流体变化的一个实例。完全在本发明内考虑,可用于测量化学、生物或物理参数的传感器可以用作传感器 209,其

中性能的测量或性能变化的测量经由光缆 211 传输。

[0071] 例如,利用本发明的实施例可以测量或显示井眼流体或泵入流体的盐度。用于本发明的一种方法是将光信号发送给光纤,感知由于盐水的盐度在接收端面的光折射产生的光束偏离。所测量的光信号被反射并通过连续线性排列的光纤阵列传输,然后,用电荷耦合装置检测光强度峰值和它的偏差。在这种结构中,传感器探头可以由本征纯 GaAs 单晶体、直角棱镜、分隔水单元、连接自聚焦透镜的发射光纤和线性排列的接收光纤阵列组成。测量盐度变化的另一种方法由 O. Esteban, M. Cruz-Navarrete, N. Iez-Cano, 和 E. Bernabeu 在 1999 年 9 月的《Applied Optical》第 38 卷、第 25 期、5267-5271 中“Measurement of the Degree of Salinity of Water with a fiber-Optical Sensor (用光纤传感器测量水盐度)”提出,其在此并入作为参考。所述的方法利用基于等离子体振子共振的光纤传感器确定折射率,从而测量水的盐度。转换元件由沉积在表面抛光的单模光纤的多层结构组成。光纤传输的能量衰减测量表明,获得与结构外介质的折射率的线性关系。该系统的特征在于使用水和乙二醇的混合获得的变化折射率。

[0072] 本发明的实施例用于测量流体的可压缩率,如果传感器 209 是诸如美国专利 6,474,152 描述的装置,其全部内容在此并入作为参考,测量流体的可压缩率和经由光缆 211 传输的测量。这种测量避免测量体积压缩的必要性,特别适于挠性管应用。在测量流体可压缩率时,由压力变化产生的某个波长光吸收的变化直接与流体的可压缩率有关。换言之,应用碳氢化合物流体的压力变化改变流体在某个波长吸收的光量,其可以用作直接表示流体可压缩率。

[0073] 在不同的实施例中,本发明提供在地下井进行操作的方法,包括将光缆伸入挠性管,将挠性管伸入井眼并至少进行下面的步骤之一:在光缆上将控制系统的控制信号传输到连接挠性管的井下设备;在光缆上将井下设备的信息传输到控制系统;或将光缆测量的性能经由光缆传输到控制系统。在有些实施例中,本发明提供在井眼中的工作方法,包括将光缆伸入挠性管,将挠性管伸入井中;并进行操作;其中操作被光缆上传输的信号控制。这种操作例如包括激励阀、安装仪器、激励引爆头或钻孔枪,激励仪器、和反转阀。这种实例仅仅是作为实例给出,不作为限制。

[0074] 在本发明有些实施例中,井下装置诸如仪器可以经由在光缆 211 传输的信号光学地控制。与井下装置相关的类似信息诸如仪器安装可以在光缆 211 上传输。在有些实施例中,光缆 211 包括多于一根光纤,至少一根光纤可以用于仪器的连接。在理想状况下,可以提供多于一个井下装置,分离的光纤可以用于每个装置。在另一些实施例中,在光缆 211 中提供单光纤,这种连接可以是多路的,使得相同的光纤液可以用于传送感知的信息。在存在多个仪器的情况下,多路方案诸如在给定时间的脉冲数量、持续脉冲的长度、入射光的强度、入射光的波长、和二进制命令可以扩充,以包括附加的仪器。

[0075] 在本发明有些实施例中,井下装置诸如阀激励机构提供与光纤接口的连接,以形成光纤激活阀。光纤接口连接光缆 211,使得控制信号经由光缆 211 可以传输到装置。光纤接口的一个实施例由光电接口板与小电池组成,以将光信号转换成驱动螺线管的微弱电信号,其反过来激励阀。

[0076] 一般在挠性管操作中,井下仪器在伸入井眼之前在地面构成。然而,有时候还希望在井下设定或调整仪器的设置。在本发明一些实施例中,井下仪器配有光电接口,用于接收

光信号并将光信号转换成电信号或数字信号。光电接口还连接井下仪器的逻辑电路,用于下载仪器或传感器的参数并且可能将它们存储到存储器中。因此,能够进行挠性管操作的光纤配有接收在光缆 211 上的仪器参数的仪器,从而给操作员提供在井下实时调整仪器的设置的能力。

[0077] 一个实例是光纤套管接箍电路增益的调整。在这种情况下,对于以 50-100 英尺每分钟 (0.254-0.508m/sec) 速度的平稳操作来说,一种增益设定是理想的,对于以 10 英尺每分钟 (0.0508m/sec) 或更小的速度的测井或钻孔操作来说,另一种增益设定是理想的。地面设备的控制信号经由光缆 211 可以传输到套管接箍定位器。基于套管的具体冶金,这种功能用作不同增益设定是理想的。这种冶金事先不知道,结果它可以理想地经由光缆 211 将地面控制设备的控制信号发送到套管接箍定位器,以响应套管接箍定位器进行的测量实时调整增益设定,并经由光缆 211 传输到地面设备。

[0078] 在另一实施例中,本发明提供一种将地面设备的控制信号传输到井下装置激励钻孔枪或引爆头的方法。可以使用光纤接口,利用电信号激励引爆头,光纤接口将光缆 211 传输的光信号转换成电信号,用于激励引爆头。小电池可以用于给接口供电。可以使用多于一个的引爆头。在光缆 211 包括多于一根光纤的实施例中,每个引爆头分配唯一的光纤。另外,当提供单光纤时,唯一编码的排序用于将离散信号提供给不同的引爆头。利用光纤传输这种控制信号是有利的,因为它使电磁串扰造成的引爆头偶然错误引爆的可能性最低,这种电磁串扰诸如知道是电缆的。另外,地面的光源可以直接用于激励爆炸性引爆头。在有些实施例中,引爆头可以用光控制电路激励,诸如在美国专利 4,859,054 所描述的,其在此引入作为参考。

[0079] 在挠性管操作中,经常需要激励井眼中的仪器。仪器激励可以采取各种形式,诸如包括但不限于储存能量的释放、安全或锁定的转换、离合器的激励、阀的激励、钻孔引爆头的激励。这种激励一般利用由非常容易受影响的压力、流速和推力组成的基本遥测来控制或检验,经常是无效的。例如,在地面的推力被井眼的摩擦力减小,摩擦力的量不知道。当利用压力通信时,信号经常被摩擦力中断,摩擦力与通过挠性管并且流入井眼的循环流体相关。流速一般是较好的通信方式;然而,有些仪器要求外形(configuration),导致不明的流体泄漏,影响流速指示器。在本发明有些实施例中,仪器激励信号在光缆 211 上传输给仪器。在有些情况下,仪器配备具有放大电路的光电接口,用于接收光信号并且将光信号转换成仪器激励电路响应的电信号,而在另一种情况下,仪器适于直接接收光信号。

[0080] 在本发明一个实施例中,光控制换向阀连接光缆。信号经由光缆 211 发送到地面控制设备 119 的换向阀,损坏检测阀,例如,在一定条件下允许流体的反向循环(即,从环形套筒进入挠性管)。响应这个信号,阀从损坏的位置移动,以激励检测阀。在一个实施例中,换向阀的光纤激励还将阀的信号提供给地面设备,以指示阀的状态。

[0081] 在不同的实施例中,本发明提供插入井眼处理地下地层的方法,该方法包括将光缆伸入挠性管中,将挠性管伸入井眼中,进行井处理操作,测量井眼中的性能,利用光缆传送所测量的性能。光纤激活挠性管装置 200 用于进行井的处理、井间干扰和井的维护,并允许迄今为止不可能利用常规挠性管装置的操作。应该注意,本方面的主要优点是光缆 211 不妨碍挠性管在井处理操作中的使用。而且,因为许多井处理操作需要在井眼中移动挠性管,例如,沿井眼内部“冲洗”酸,本发明的优点是适用于挠性管在井眼中移动。

[0082] 基岩激励是井处理操作,其中流体(一般是酸)经过崩送操作注入地层。挠性管在基岩激励时使用,因为它能够让酸处理集中到理想的区域。基层激励包括将多种注射液注入地层。在许多应用中,泵送第一预冲洗液,以清除能够造成沉淀的材料,然后,一旦井区附近清除干净,泵送第二液体。另外,基层激励操作可以伴随液体和固态化学药品混合物的注射。

[0083] 参照图 6,表示利用挠性管装置进行的基层激励的示意图,挠性管装置包括本发明的光缆,其中井处理液通过挠性管 601 导入井眼 600 中。处于这个目的,处理液可以利用本领域已知的不同仪器的一种导入,例如,连接挠性管的喷嘴。在图 6 的实施例中,用隔板 603 和 605 防止导入井眼 600 的流体溢出处理区。隔板 603 和 605 可以是某种机械隔板,诸如膨胀栓塞,或者是化学间隔物,诸如垫子或泡沫隔板。

[0084] 在基层激励操作中,优选将处理液设置在井眼 600 的正确区域。在优选实施例中,能够确定深度的光传感器 607 可以用于确定提供基层激励流体的井下装置的位置。光传感器 607 连接光缆 211,将井眼 600 的位置传送给地面控制设备,让操作员在最佳位置激励处理液的导入。

[0085] 本发明允许实时监控参数,诸如,底孔压力、底孔温度、底孔 pH、处理液和地层相互作用形成的沉淀的量、流体温度,这些参数的每一种用于监控基层激励操作的成功。测量这些参数的传感器 609(例如,测量压力、温度、或 pH、或检测沉淀地层的传感器)可以连接设置在连接挠性管 601 的光缆 211 和连接光缆 211。然后,测量值通过光缆 211 发送给地面设备。

[0086] 例如,底孔压力的实时测量用于监控和估算地层表层,从而让激励液的注射速度最优化,或让混合液的浓度或相对比例、或混合液预固态化学药物的相对比例可以调整。当挠性管运转时,考虑挠性管运转,减去擦洗和猛冲的影响,实时底孔压力的测量值可以调整。实时底孔压力的另一使用是保持流体泵送的底孔压力低于理想的阈值水平。例如,在基层激励期间,井眼表面预处理液的接触是很重要的。如果井眼压力太高,那么地层破裂,处理液不期望地流入裂缝。当处理液起泡时,实时测量底孔压力的能力特别有用。当泵送非起泡液体时,采用沿井眼的摩擦损失的某些公式有时可以从表面测量值确定底孔压力,但是,将这种方法用于起泡液体还没有很好地得到确认。

[0087] 除了压力之外,底孔参数的测量值在井处理操作中也很有用。实时底孔参数测量值可以用于计算泡沫质量,从而,它在保证采用转换技术的效果方面很有用。底孔参数类似地用于确定激励操作的过程,因此,它用于调整混合液与固态化学药品的浓度或相对比例。底孔 pH 值的测量用于选择处理液的最佳浓度,或每种泵入液体的相对比例,或混合液与固态化学药品的浓度的相对比例。通过与井眼壁相互作用形成的沉淀的测量也用于分析是否调整浓度或处理液的混合,例如,混合液与固态化学药品的相对浓度或相对比例。

[0088] 在另一挠性管装置 200 的使用中,其中多种流体注入地层,部分通过挠性管、部分通过在挠性管 105 和井眼 211 的壁之间形成的环形套筒,挠性管 105 形成机械隔板,以隔离通过挠性管 105 注射的流体与注入环形套筒的流体。测量值诸如实时测量并传输到光缆 211 表面的底孔温度和底孔压力用于调整通过挠性管 105 注射的流体与注入环形套筒的流体的相对比例。

[0089] 在一个可替换使用中,挠性管 105 起挠性管 105 中的流体与环形套筒中的流体之

间的隔板作用,通过挠性管 105 注射的流体形成泡沫或充气。当挠性管 105 释放到井下时,泡沫流体部分填充围绕挠性管基体的环形套筒空间,从而在向下泵送到挠性管的流体和向下泵送到环形套筒之间形成界面。激励操作的各种参数包括泵入环形套筒和挠性管的流体的相对比例,挠性管的位置可以调整,以保证界面位于储油层中特别理想的位置,或可以用于调整界面的位置。调整界面的具体位置用于保证激励液进入储油层的目的层,或者提高储油层的碳氢化合物的流量,或阻止非碳氢化合物容纳区的流量。为了提高碳氢化合物的流量和阻止非碳氢化合物的流量,换向流体 (diverting fluid) 可以向下泵送到挠性管,诸如在美国专利 6,667,280 所描述,其整个内容在此并入作为参考。

[0090] 在有些基层激励操作中,期望将催化剂泵送到挠性管 105 中,以将催化剂传送到井眼的具体位置。测量和在光缆 211 上实时传输到地面的物理性能,诸如底孔温度、底孔压力、和底孔 pH,用于监控基层激励处理的过程,从而用于调整影响处理的催化剂的浓度。在本发明有些实施例中,基层激励操作光缆 211 可以用于提供分布温度曲线图,诸如美国专利申请 2004/0129418 所述。

[0091] 在另一井处理操作中,本发明的光纤激活挠性管装置 200 在压裂操作中采用。通过挠性管的压裂是激励处理,其中泥浆或酸在压力下注入地层。在使用光缆 211 实时传输数据的几种实时方式中,压力操作从本发明的能力获益。首先,实时信息诸如底孔压力和温度用于监控井眼处理的过程和优化压裂液混合物。压裂液,特别是聚合物压裂液,经常需要压碎添加剂来压裂聚合物。需要压碎聚合物的时间与温度、暴露时间和压碎浓度有关。因此,当压碎液进入地层或进入地层不久之后,知道井下温度,让压碎进度最优化暂停流体,从而减小聚合物与地层的接触。聚合物的掺杂提高流体的能力,以输送用于压裂操作中的支撑剂 (例如,沙石)。

[0092] 此外,压力传感器可以伸入挠性管,可能提供压裂传播的特性。Nolte-Smith 曲线图是本行业使用的压力与时间的测井-测井曲线图。由于测井 (压力) 与测井 (时间) 的斜度上升,可以检测到地层无法接收更多的沙石。利用本发明给出的实时信息,有可能调整地面的流体 / 支撑剂的速度和浓度并操纵挠性管,以激励井下阀机构冲洗挠性管外面的支撑剂。这种井下阀机构的一种在美国专利申请 2004/0094190 中描述,其整个内容在此并入作为参考。井下压力传感器可以连接光缆 211,使得压力测量可以传输到地面设备,以提供在地面考虑井眼处理的信息。此外,连接光缆 211 的井下压力传感器的测量可以用于识别处理筛选的开始,在处理中的地下地层不再接收处理液。这种情况一般早于 Nolte-Smith 曲线图中压力的逐渐增加,这种逐渐增加一般仅用表面基础压力测量不能识别。因此,本发明提供有用的信息来识别压力的逐渐增加,使操作员能够调整处理参数,诸如速度和沙石浓度,以避免或使筛选条件的影响最小。

[0093] 通常,在特殊地下地层的处理液的正确放置非常重要。在本发明的一个可替换实施例中,传感器 607 是可用于确定挠性管设备在井 600 中的位置、并且还用于传输表示光缆 211 位置的必要数据的传感器。传感器例如是套筒接箍定位器 (CCL)。由于实时地将挠性管的深度传输到地面控制单元 119,将压裂仪器传送到地面设备,有可能保证压裂深度对应于理想区域或孔间距。

[0094] 淤积清除是另一项井眼操作,其中经常采用挠性管。本发明具有这些优点,在淤积清除时,在光缆 211 上实时提供信息,诸如淤积层高度和在冲洗喷嘴的砂石浓度。根据本

发明的实施例,提供挠性管压缩的井下测量可以改善操作,因为随着挠性管端部进一步推入坚硬的淤积这种压缩会增加。根据本发明的有些实施例,井下传感器可用于测量流体性能和影响流体性能的井眼参数,并通过电缆 211 将这些性能传送到地面设备。在淤积清除操作期间,期望测量的流体性能和相关参数包括但不限于粘度和温度。这些性能的监控用于优化在淤积清除操作中使用的流体的化合或混合。根据本发明的另一实施例,光学激活挠性管系统 200 用于提供清除参数,这些参数在 Rolovic 等人的美国专利申请“Apparatus and Methods for Measurement of Solids in a Wellbore(测量井眼中固体的装置和方法)”描述,它的美国专利申请号是 No. 11/101,116,其整个内容在此并入作为参考。

[0095] 现在来看图 7,表示采用本发明的光纤激活挠性管套提高淤积清除操作的示意图。挠性管 601 用于将冲洗液送入井 600 中并施加到淤积 703 上。挠性管的井下端配备某种形式的喷嘴 701。传感器 705 连接光缆 211。传感器 705 可以测量用于淤积清除操作的各种性能,包括螺旋压缩、压力、温度、粘度和密度。然后,这些性能通过光缆 211 上传到地面设备,用于进一步分析和清除过程的可能优化。

[0096] 在另一实施例中,喷嘴 701 可以配备多个可控制端口。在清除操作期间,喷嘴会堵塞或阻塞。通过选择性地打开可控制端口,选择性地冲洗可控制端口可以清洗喷嘴。对于这种操作,采用光缆将来自地面的控制信号传送到喷嘴 701,指令喷嘴选择性地冲洗一个或多个可控制端口。光信号可以激励可控制端口,利用用电池操作的电激励器激励每个可控制端口,光信号用于控制电致动器。另外,激励器可以是光启动阀,其中通过光纤传送的光强度激励阀,产生合成的动作,特别是选择性地开启或关闭一个或多个可控制端口。

[0097] 在本发明有些实施例中,光纤激活挠性管装置 200 的仪器或传感器 607 包括照相机或用于清除水垢的探测装置。水垢沉积在生成管的内部,起限制作用,从而降低井的产量和 / 或增加采油成本。连接光缆 211 的照相机或探测装置用于检测生成管中存在的水垢。在用照相机的情况下是摄影图像,或者在用探测装置的情况下是表示存在水垢的数据,这些图像或数据用光缆 211 从井下的照相机或探测装置传输到可以进行分析的地面。

[0098] 在另一可替换实施例中,仪器或传感器 607 包括光纤控制阀。光纤控制阀连接光缆 211,并且响应地面设备的控制信号,该阀可用于混合或释放化学药品,以去除或抑制水垢沉积。

[0099] 在挠性管操作中,例如,激励、水控制、和测试,经常期望隔离井眼中特殊的开放区,以保证所有泵送或产生的流体来自隔离的目的层。在本发明的一个实施例中,光纤激活挠性管装置 200 用于激励区域控制设备。光缆 211 让操作员用地面设备控制区域隔离设备,比利用现有技术的推挽和液压命令可能更精确。区域隔离操作也获益于实时获得压力、温度和位置(例如,距离 CCL)。

[0100] 由于采用沿光缆 211 的光纤通信,区域隔离操作和测量有较大提高,因为通信系统不受使用螺旋泵送流体的干扰。而且,由于减少需要泵送的量,操作员利用在此所述的光纤通信来区域隔离预期能降低成本和节约时间。

[0101] 本发明的实施例用于利用挠性管钻孔。当钻孔时,关键是有良好的深度控制。然而,由于挠性管进入井眼时剩余的弯曲和弯曲的路径,挠性管操作的深度控制很困难。在现有技术的挠性管传送操作中,通过与伸展预测程序或分离测量装置结合使用的一系列存储运行,控制液压激励引爆头引爆的深度。存储方法既贵又费时,利用分离装置会增加时间和

劳动成本。

[0102] 图 8 示出根据本发明的挠性管传送钻孔系统的示意图,其中光线激活挠性管装置 200 适于进行钻孔。套管接箍定位器 801 连接挠性管 601,并且连接光缆 211。还连接挠性管的是钻孔工具 803,例如,引爆头。套管接箍定位器 801 将表示套管接箍位置的信号通过光缆传输到地面设备。钻孔工具 803 也可以直接或间接地连接光缆 211,从而当套管接箍定位器测量到理想深度时,通过在光缆 211 上传输来自地面设备的光信号来激励钻孔工具 803。

[0103] 参照图 9,示出井下流量控制的示意图,其中光纤控制阀 901 和 901' 用于控制井眼和储油层流体的流量。例如,控制阀 901 可以用于直接沿挠性管向下泵送流体到储油层,或控制阀 901' 用于将流体向上流回围绕挠性管 601 的环形空间。这种技术经常称为“测定点位”,用于适量的流体增加储油层的情况,但是,事实上,太多的流体不利于地下地层的形成。在有些实施例中,本发明包括控制流量的特殊机构,包括连接放大电路 903 或 903' 产生光信号并且将检测的光变成电压或电流源的感光检测,其反过来驱动阀 901 和 901' 的激励器。小功率的电源可用于驱动电放大电路 903 或 903'。

[0104] 一种通用的挠性管操作作用于操纵井下完井附件,诸如滑动套筒。一般这要操作具有完整部件的特殊设计的仪器来实现,操纵挠性管,获得完井部件的操纵。本发明用于部件的选择操纵或在单程多于一个操纵。例如,如果操作员需要清洁井,并且具有激励的完井部件,光缆 211 可以用于控制控制系统 119 的信号,以选择性地清除结构和操纵结构之间转换。类似地,尽管有不相干的干扰,本发明用于检验井眼中的设备的状态或位置。

[0105] 采用挠性管的另一井眼操作时捕捞遗失在井眼中的设备。一般说来,捕捞需要特殊尺寸的抓具或尖端刀来闷住留在井眼中的最上部分,最上部分称为鱼 (fish)。在有些实施例中,仪器或传感器 209 是连接光缆的传感器,用于证实鱼被闷在打捞工具上。例如,传感器是传感鱼的正确闷住的机械装置或电装置。传感器连接光接口,光接口将正确闷住鱼的检测转换成光信号,并在光缆 211 上传输到地面设备。在另一实施例中,仪器或传感器 209 可以是连接光缆的成像装置(例如,照相机,从加利福尼亚的奥克斯纳德的 DHV International 可以买到),用于精确地确定鱼的尺寸和形状。成像装置拍摄的图像在光缆 211 上传输到地面设备。在另一实施例中,可调整捕捞工具连接光缆 211,使得捕捞工具通过在光缆 211 上传输的光信号、可以由地面设备来控制,从而让所需的捕捞工具大大地减少。在这个实施例中,仪器或传感器 209 是光激励装置,类似于上述光激励阀和端口。

[0106] 在有些实施例中,本发明涉及测井或确定井眼性能的方法,包括将光缆伸入挠性管中,将挠性管上的测量仪器伸入井眼中,利用测量仪器测量性能,利用光缆传送所测量的性能。挠性管和测量仪器可以从井眼折返,在折返时进行测量,或者在井处理操作的同时进行测量。测量的性能可以实时传送到地面设备。

[0107] 在电缆测井中,一个或多个传感器(例如,测量地层电阻率的传感器)组合仪器,已知为探测器。探测器在电缆上降到井眼中,随后,从井眼中抽回,同时采集测量值。电缆用于提供电力给探测器和采集数据的数据自动记录。利用挠性管装置也进行测井测量,其中电缆安装到挠性管内。本发明的光纤激活挠性管装置具有这样的优点,光缆 211 比电线更容易在挠性管中延伸。在光纤挠性管装置的测井应用中,仪器或传感器 209 是测量井眼的物理性能或储油层附近的岩石的测量装置。在应用时,仪器或传感器 209 需要电力来测

井或测量,这种电力可以用电池组或涡轮机来提供。然后,在有些应用中,这种方法可以减小地面电源的尺寸和复杂性。

[0108] 尽管已经描述和图示具体的实施例,本发明不限于所述和所示零件的具体形式或布置。一旦完全理解上述公开,许多变化和变型对本领域的技术人员来说是显而易见的。应该注意,本发明应解释为包含所有这些变化和变型。

[0109] 本申请要求基于 2004 年 5 月 28 日申请的美国临时专利申请序列号 no. 60/575,327 的在先权益。

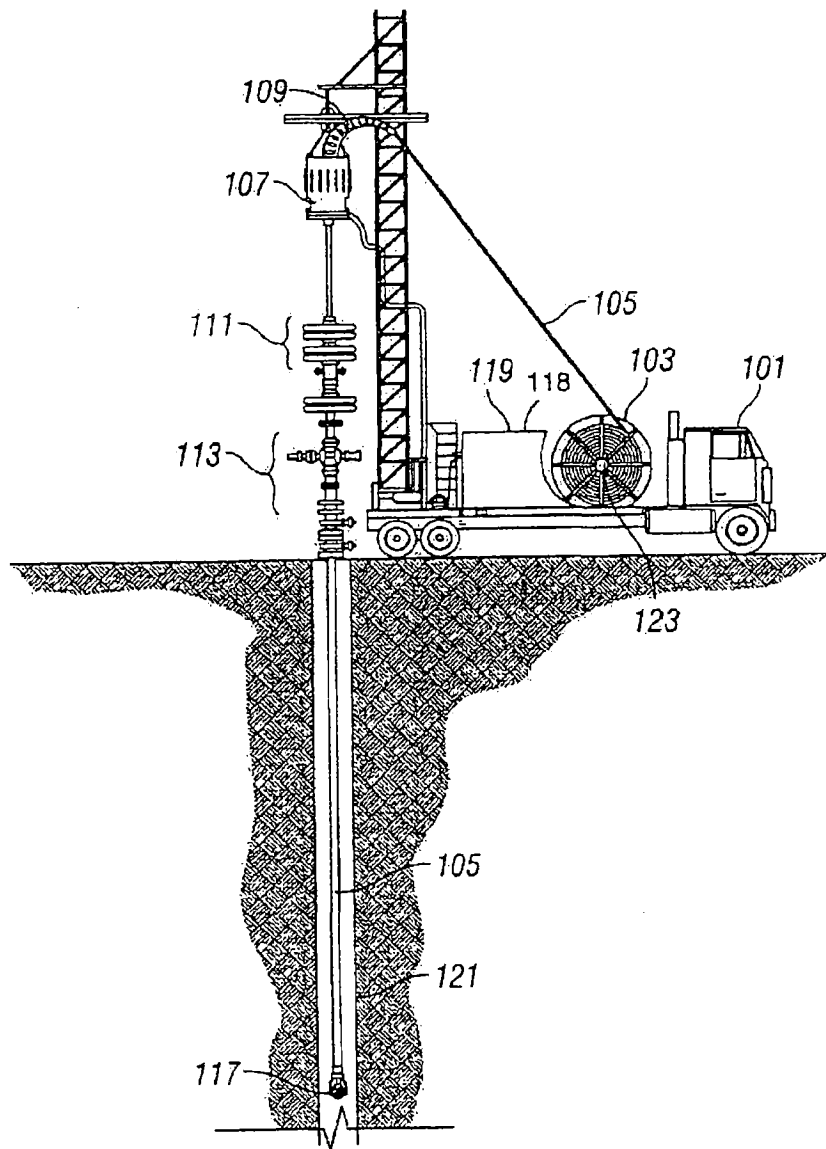


图 1

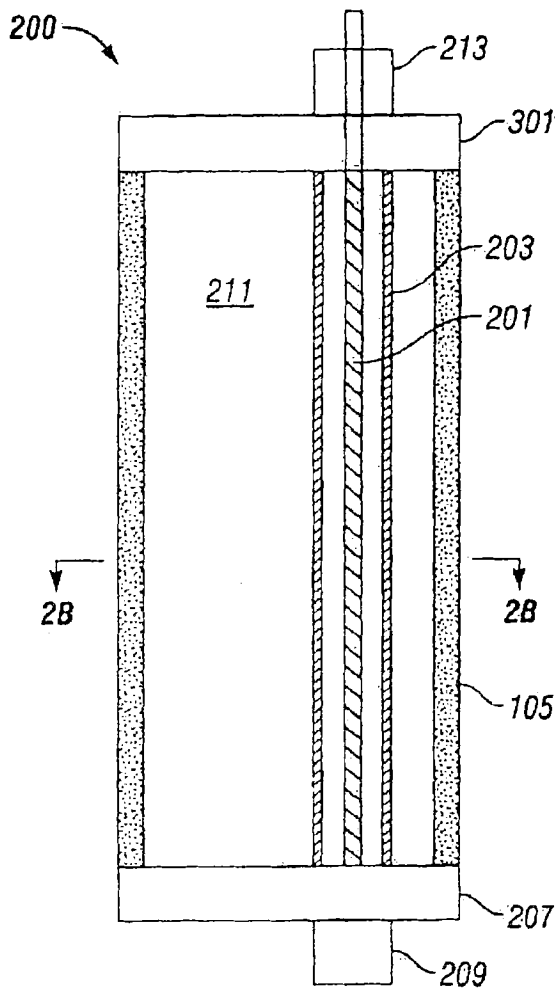


图 2A

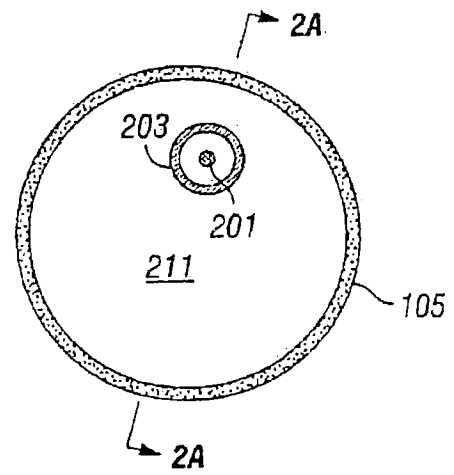


图 2B

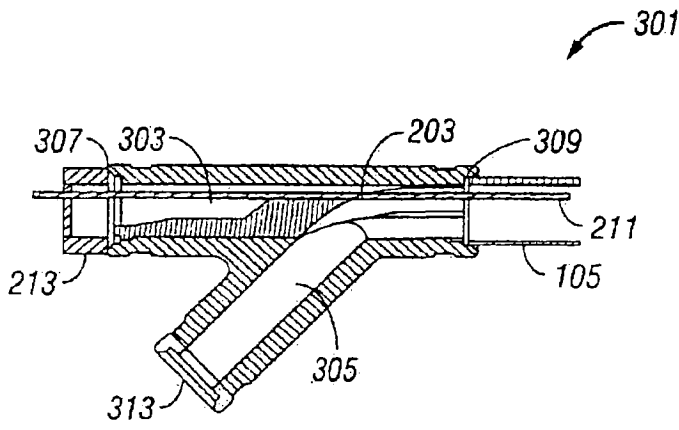


图 3A

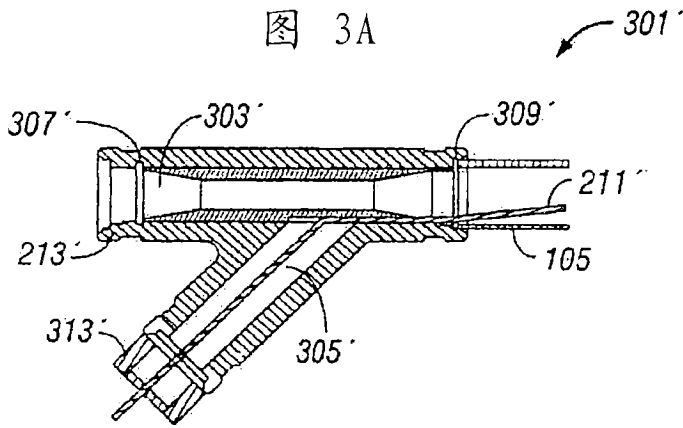


图 3B

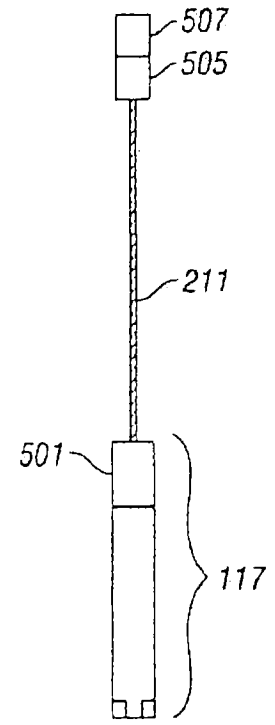


图 5A

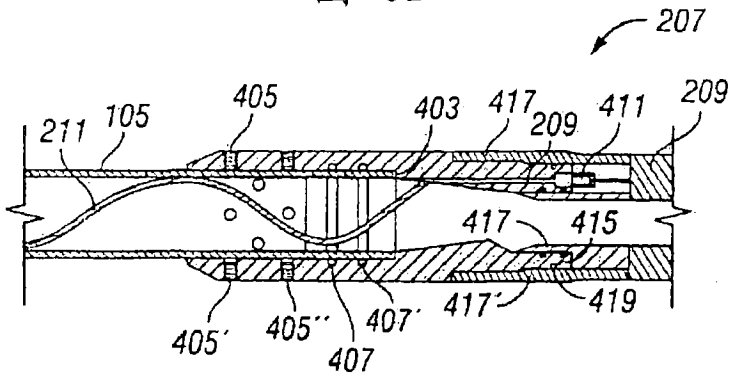


图 4

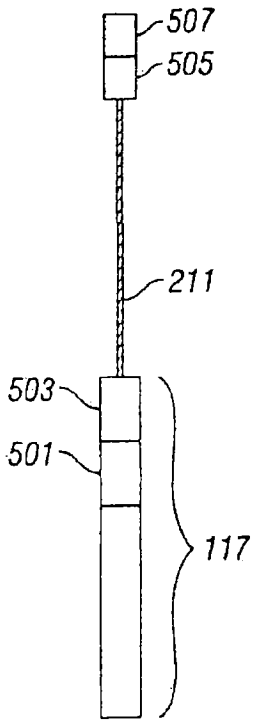


图 5B

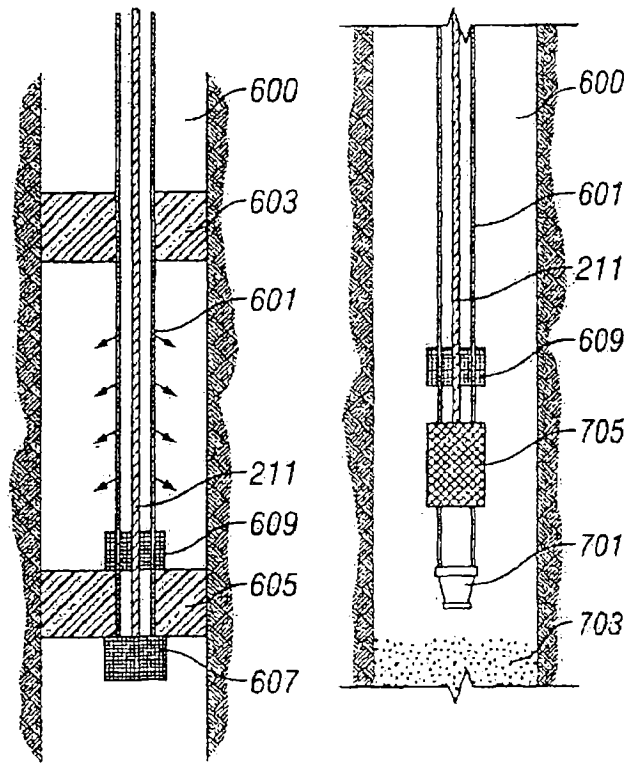


图 6

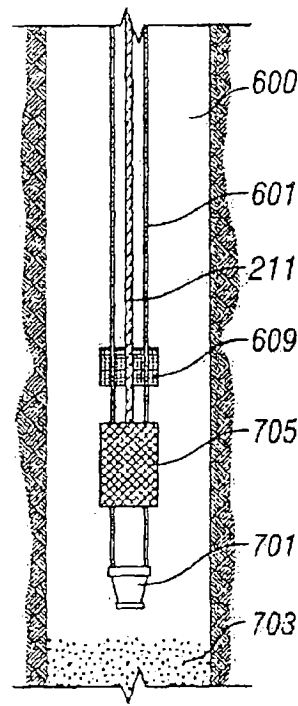


图 7

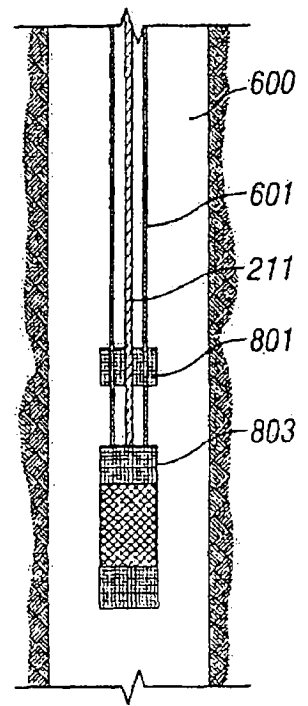


图 8

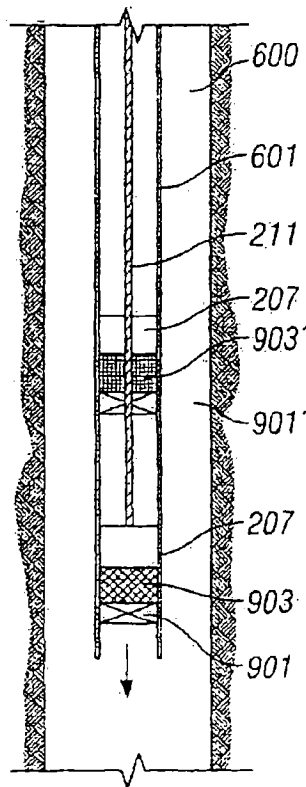


图 9