



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107567531 A

(43)申请公布日 2018.01.09

(21)申请号 201680015613.X

(22)申请日 2016.02.28

(30)优先权数据

62/133,157 2015.03.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.09.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/019996 2016.02.28

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2016/148880 EN 2016.09.22

(71)申请人 APS科技公司

地址 美国康涅狄格州

(72)发明人 托马斯·M·布赖恩特

威廉·E·图尔纳

约翰·马丁·克莱格

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 魏金霞 王艳江

(51)Int.Cl.

E21B 47/06(2012.01)

E21B 47/01(2012.01)

E21B 19/16(2006.01)

E21B 45/00(2006.01)

E21B 47/10(2012.01)

E21B 21/08(2006.01)

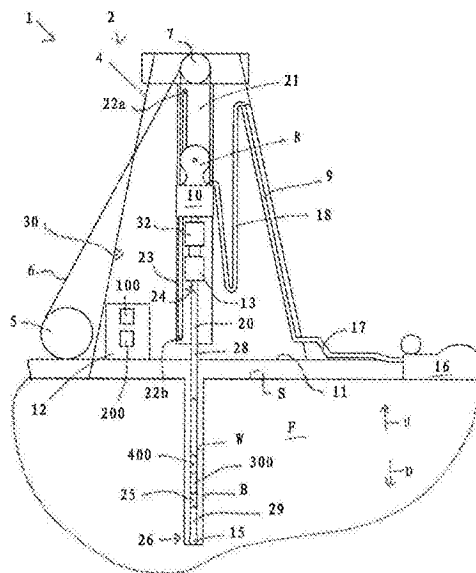
权利要求书13页 说明书19页 附图17页

(54)发明名称

带有测量地面顶部接头的监测系统

(57)摘要

一种钻井监测及控制系统和一种利用所述系统的钻井监测及控制方法,其中,钻井监测及控制系统包括测量顶部接头(32),该测量顶部接头配置成获取钻井数据。



1. 一种测量接头,所述测量接头构造成在钻机的钻机地板表面处或钻机的钻机地板表面上方联接至钻柱,所述测量接头包括:

本体,所述本体包括顶端部、与所述顶端部在轴向方向上间隔开的底端部、以及从所述顶端部沿着所述轴向方向延伸至所述底端部的内部通道,所述内部通道构造成在所述本体联接至所述钻机时容纳穿过所述内部通道的钻井流体;

多个传感器,所述多个传感器由所述本体承载,并且所述多个传感器中的每个传感器均配置成获取表示钻井参数的数据;

控制器,所述控制器电连接至所述多个传感器,并且所述控制器配置成控制所述多个传感器的操作;

通信装置,所述通信装置电连接至所述控制器,并且所述通信装置配置成将由所述传感器获取的数据传送至所述钻机上的计算装置。

2. 根据权利要求1所述的测量接头,其中,所述本体包括基部管以及联接至所述基部管的壳体,其中,所述内部通道延伸穿过所述基部管,并且所述壳体构造成保持所述多个传感器中的一个或更多个传感器。

3. 根据权利要求1所述的测量接头,其中,所述本体的所述顶端部限定带螺纹的连接端部以用于以可螺纹连接的方式连接至顶部驱动单元的旋转构件。

4. 根据权利要求3所述的测量接头,其中,所述本体的所述底端部限定带螺纹的连接端部以用于以可螺纹连接的方式连接至a) 钻柱管状件的顶部、b) 防喷器的顶部、或c) 保护接头。

5. 根据权利要求1所述的测量接头,还包括电力组件,所述电力组件配置成向所述传感器、所述控制器和所述通信装置供应电力。

6. 根据权利要求5所述的测量接头,其中,所述电力组件包括配置成供应电力的第一电源以及配置成对所述第一电源进行再充电的第二电源。

7. 根据权利要求6所述的测量接头,其中,所述第一电源是电池组,并且所述第二电源是至少一个热电电力装置。

8. 根据权利要求7所述的测量接头,其中,所述热电电力装置是热电发电机或热电冷却器。

9. 根据权利要求7所述的测量接头,其中,所述至少一个热电电力装置配置成响应于穿过所述本体的所述内部通道的所述钻井流体与所述本体外部的空气之间的温度差而产生电力。

10. 根据权利要求7所述的测量接头,还包括与所述至少一个热电装置流连通的冷却组件。

11. 根据权利要求7所述的测量接头,其中,所述至少一个热电电力装置介于两组热电电力装置与八组热电电力装置之间。

12. 根据权利要求7所述的测量接头,其中,所述至少一组热电电力装置是a) 两组热电电力装置、b) 四组热电电力装置、c) 六组热电电力装置、或c) 八组热电电力装置中的一种。

13. 根据权利要求6所述的测量接头,其中,所述电源是电池组,并且所述第二电源是AC电源。

14. 根据权利要求6所述的测量接头,其中,所述第二电源配置成供应至少70mW的电力

以对所述第一电源进行再充电。

15. 根据权利要求14所述的测量接头,其中,所述第二电源配置成供应约70mW至约100mW的电力以对所述第一电源进行再充电。

16. 根据权利要求1所述的测量接头,其中,所述多个传感器包括以下传感器中的至少两者:流量计、距离传感器、压力传感器组件、应变计、陀螺仪、磁力计、温度传感器和加速度计。

17. 根据权利要求1所述的测量接头,其中,所述传感器之一是定位成面向所述内部通道的流量计,所述流量计配置成获取表示通过所述内部通道的所述流体的流量的数据。

18. 根据权利要求17所述的测量接头,其中,所述流量计配置成获取表示所述流体的密度的数据。

19. 根据权利要求17所述的测量接头,其中,所述流量计是超声波流量计。

20. 根据权利要求17所述的测量接头,其中,所述流量计是压差式流量计。

21. 根据权利要求1所述的测量接头,其中,所述传感器之一是距离传感器,所述距离传感器配置成测量从所述本体上的第一参考位置至第二参考位置的距离,所述第二参考位置沿着所述轴向方向与所述第一参考位置间隔开并与所述第一参考位置对准。

22. 根据权利要求21所述的测量接头,其中,所述第二参考位置是钻机地板的表面,并且所述距离平行于所述轴向方向。

23. 根据权利要求21所述的测量接头,其中,所述距离传感器配置成在所述本体相对于所述钻机地板表面移动时监测所述距离。

24. 根据权利要求21所述的测量接头,其中,所述距离传感器是激光测距仪。

25. 根据权利要求24所述的测量接头,其中,所述壳体包括腔室以及从所述腔室延伸至所述底端部的端口,并且所述激光测距仪被保持在所述腔室中,使得在所述测量接头联接至顶部驱动单元时从所述激光测距仪发出的激光穿过所述端口到达所述第二参考位置处的所述钻机地板表面。

26. 根据权利要求1所述的测量接头,其中,所述传感器之一是压力传感器组件,所述压力传感器组件至少部分地暴露于所述内部通道,其中,压力传感器配置成在所述流体经过所述接头的所述本体时测量所述流体的压力。

27. 根据权利要求26所述的测量接头,其中,所述压力传感器组件包括压力变换器和温度传感器。

28. 根据权利要求1所述的测量接头,其中,所述传感器中的至少一个传感器是一个或多个加速度计,所述加速度计的组配置成获取表示振动的数据,其中,所述表示振动的数据包括振动的振型、振幅和频率中的至少一者。

29. 根据权利要求28所述的测量接头,其中,所述振动是a)所述测量接头的轴向振动、b)所述测量接头的扭转振动、c)所述测量接头的侧向振动、d)所述测量接头的径向振动、以及e)所述测量接头的切向振动中的至少一者。

30. 根据权利要求1所述的测量接头,其中,所述传感器之一是陀螺仪,所述陀螺仪配置成在所述测量接头联接至顶部驱动单元并且被致使旋转时获取表示所述测量接头的转速的数据。

31. 根据权利要求1所述的测量接头,其中,所述传感器之一是应变传感器组件,所述应

变传感器组件设置成获取表示施加至所述测量接头的扭矩的数据。

32. 根据权利要求31所述的测量接头,其中,所述应变传感器组件是至少一个应变计电桥,所述至少一个应变计电桥设置成获取表示轴向力的数据。

33. 根据权利要求31所述的测量接头,其中,所述表示轴向力的数据包括起吊载荷的测量值。

34. 根据权利要求31所述的测量接头,其中,所述至少一个应变计电桥是第一应变计电桥以及设置成与所述第一应变计电桥以180度相对的第二应变计电桥。

35. 根据权利要求31所述的测量接头,其中,所述至少一个应变计电桥是围绕所述测量接头的中心轴线以120度间隔设置的第一应变计电桥、第二应变计电桥和第三应变计电桥。

36. 一种用于对钻井系统的一种或更多种操作进行监测的系统,所述钻井系统配置成在土质地层中钻制井眼,所述系统包括:

测量接头,所述测量接头包括顶端部、在轴向方向上与所述顶端部间隔开的底端部、以及从所述顶端部沿着所述轴向方向延伸至所述底端部的内部通道,所述内部通道构造容纳穿过所述内部通道的流体,所述测量接头的所述底端部构造连接至钻柱管状件的顶端部,所述测量接头包括:

a) 多个传感器,所述多个传感器中的每个传感器配置成获取表示参数的数据;

b) 控制器,所述控制器电连接至所述多个传感器,并且所述控制器配置成操作所述多个传感器并接收由所述多个传感器获取的数据;以及

c) 通信装置,所述通信装置电连接至所述控制器;以及

至少一个计算装置,所述至少一个计算装置包括至少一个处理器,所述至少一个处理器配置成将从所述通信装置接收的数据处理成适于监测所述钻井系统的操作的信息。

37. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述传感器配置成同时获取表示相应参数的数据。

38. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述多个传感器包括张力应变传感器组件、扭转应变传感器组件、弯曲力矩应变传感器组件、陀螺仪、磁力计、压力传感器组件、温度传感器、流量计、距离传感器、一组加速度计以及一组安全及诊断传感器中的至少一者。

39. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述测量接头的控制器配置成响应于从所述计算装置接收传感器操作指令集而在选择性基础上对1) 每个传感器的操作、2) 传感器采样频率、以及3) 传感器数据处理进行控制。

40. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述选择性基础是一个或更多个子操作模式,所述一个或更多个子操作模式包括以下各项中的至少一项:

钻井模式,所述钻井模式包括钻进活动、冲洗活动和扩孔活动;

脉冲串模式,所述脉冲串模式的持续时间被选择成用于获取表示振动信息的数据;

短起下钻模式,所述短起下钻模式对应于钻杆的一部分的移除;

牵拉模式,所述牵拉模式对应于钻柱从所述井眼中的移除;

流体循环模式,在所述流体循环模式中,所述钻柱静止,并且流体流动通过所述钻柱一定时间段;

下套管模式,所述下套管模式对应于套管向所述井眼中的安装;以及

钻机维修模式,在所述钻机维修模式中,各活动不需要传感器的操作。

41. 根据权利要求40所述的系统,其中,所述通信装置与所述计算装置之间的数据传输频率由所述传感器操作指令集控制。

42. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述壳体构造为加压的、不含湿气的、无氧的惰性气体环境。

43. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述测量接头包括电力组件,所述电力组件配置成向所述传感器和所述通信装置中的至少一者供应电力。

44. 根据权利要求43所述的系统,其中,所述测量接头包括压力传感器以及连接所述压力传感器和所述电力组件的开关,所述开关配置成在检测到低于预定阈值的压力降低时自动切断由所述电力组件供应的电力,使得所述测量接头节省电力。

45. 根据权利要求43所述的系统,其中,所述测量接头包括一组温度传感器,其中,所述控制器配置成响应于从所述一组温度传感器接收表示温度高于预定阈值的数据而自动地切断由电源供应的电力。

46. 根据权利要求43所述的系统,其中,所述电力组件包括配置成供应电力的第一电源以及配置成对所述第一电源进行再充电的第二电源。

47. 根据权利要求46所述的系统,其中,所述控制器配置成确定电力组件信息,所述电力组件信息包括所述第一电源的电压、电流、再充电速率以及所述第一电源中的剩余电量,其中,所述通信装置配置成将所述电力组件信息传送至所述计算装置。

48. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述控制器配置成选择性地控制所述传感器和所述通信装置的操作,以节省由所述电力组件供应的电力。

49. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述通信装置配置成将所获取的数据无线地传送至所述计算装置。

50. 根据权利要求49所述的系统,其中,所述计算装置配置成使用户界面在显示器上显示所获取的数据。

51. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述通信装置包括第一无线电装置和第二无线电装置,其中,所述第一无线电装置的传送/接收速率和频率高于所述第二无线电装置的传送/接收速率和频率。

52. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述测量接头部件包括环形形状的天线。

53. 根据权利要求50所述的系统,其中,所述天线是第一天线,并且所述测量接头包括具有分散贴片形状的第二天线。

54. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述测量接头配置成与顶部驱动单元一起在A) 升高位置与B) 降低位置之间移动,在所述升高位置中,所述本体定位在所述钻机地板表面上方的第一距离处,在所述降低位置中,所述本体相对于所述钻机地板表面定位在小于所述第一距离的第二距离处,以及

其中,所述至少一个处理器配置成基于A) 所述第一距离与所述第二距离之间的差以及B) 所述本体和所述顶部驱动单元处于从所述升高位置向所述降低位置移动的运动中的时间来确定钻头在所述土质地层中的钻进速率(ROP)。

55. 根据权利要求54所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成基于所述第一距离与所述第二距离之间的差来确定所述钻头在所述土质地层的深度。

56. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述传感器之一是压力传感器组件,所述压力

传感器组件配置成在所述流体穿过所述测量接头的所述内部通道时测量所述流体的压力。

57. 根据权利要求56所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成至少部分地基于由所述压力传感器组件获取的所述流体的压力的测量值来降低由位于井下的泥浆脉冲发生器传送的泥浆脉冲信号的信噪比。

58. 根据权利要求56所述的系统,还包括输入压力传感器组件,所述输入压力传感器组件定位在位于泵与所述测量接头之间的位置处的输入管线上,所述输入压力传感器组件配置成测量所述输入管线中的所述流体的压力。

59. 根据权利要求58所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成至少部分地基于由所述测量接头和所述输入管线上的压力传感器组件获取的所述流体的压力的测量值来降低由位于井下的泥浆脉冲发生器传送的泥浆脉冲信号的信噪比。

60. 根据权利要求56所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成基于所述测量接头处的测得流量以及从钻头和所述井眼中的至少一者排出的所述流体的测得流量来确定流体增加或减少。

61. 根据权利要求56所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成确定测得压力是否在预定范围之外,并且如果所述测得压力在所述预定范围之外,则用户界面使表示有害钻井事件可能发生的消息显示在所述计算装置的显示装置上。

62. 根据权利要求61所述的系统,其中,所述有害钻井事件是以下各项中的至少一项:

- a. 冲蚀;
- b. 泵马达电力损失;
- c. 泥浆马达效率降低;
- d. 泥浆马达扭矩减小;
- e. 泥浆马达的转子速度降低;
- f. 钻柱管状件的机械故障;
- g. 所述测量接头与顶部驱动单元之间的连接的机械故障。

63. 根据权利要求62所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成基于所述本体内的所述流体的测得压力、所述井眼中的至少一个位置处的所述流体的测得压力、所述泵与所述本体之间的所述流体的测得压力、以及所述流体的测得流量来确定所述有害钻井事件中的哪种有害钻井事件可能发生。

64. 根据权利要求56所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成响应于所述测量接头处的所述流体的压力的测量而控制井下正位移马达上的压差。

65. 根据权利要求56所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成响应于接收下述各项中的至少一项而使流体循环液压最佳:a) 所述测量接头处的所述流体的压力的测量值,b) 所述流体的温度,c) 所述流体的流量的测量值,以及d) 所述流体的密度。

66. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成基于在操作时从所述多个传感器获取的数据来确定机械比能。

67. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述传感器包括至少一个应变传感器组件,所述至少一个应变传感器组件配置成获取表示弯曲力矩、施加至所述测量接头的弯曲载荷、以及所述测量接头受到弯曲载荷时的弯曲角度的数据。

68. 根据权利要求67所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成响应于接收表示所

述弯曲力矩、所述弯曲载荷和所述弯曲角度的数据而确定实际的弯曲力矩、弯曲载荷和弯曲弯角。

69. 根据权利要求68所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成经由用户界面显示实际的弯曲力矩、弯曲载荷和弯曲角度。

70. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成响应于从所述传感器中的一个或多个传感器接收数据而确定施加至所述测量接头的扭矩。

71. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成响应于从所述传感器中的一个或多个传感器接收数据而确定沿着联接至所述测量接头的钻柱的牵引力。

72. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成响应于从所述传感器中的至少两个传感器接收数据而确定包括粘滑、钻头涡动和钻头跳动中的至少一者的钻井事件的存在。

73. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述传感器中的至少一个传感器配置成在钻井操作期间获取表示所述测量接头的振动的数据,其中,所述表示振动的数据包括振动的振型、振幅和频率中的至少一者。

74. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述传感器中的至少一个传感器配置成获取表示下述各项中的至少一项的数据:a) 所述测量接头的轴向振动,b) 所述测量接头的扭转振动,以及c) 所述测量接头的侧向振动。

75. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述至少一个处理器配置成使表示所述测量接头的振动的地面数据集与表示井底组件的振动的井下数据集相关联。

76. 根据权利要求36所述的系统,包括根据权利要求1至35中的任一项所述的测量接头。

77. 一种用于监测钻井系统的方法,所述方法包括下述步骤:

利用多个地面传感器获取地面数据,所述多个地面传感器由定位在钻柱的位于钻机的钻机地板上方的顶部上的测量接头承载;

利用多个井下传感器获取井下数据,所述多个井下传感器由沿着所述钻柱设置并定位成靠近井眼中的钻头的一个或多个井下工具承载;以及

基于所获取的地面数据和所获取的井下数据而经由计算机处理器来调整钻柱部件模型,其中,所述钻柱部件模型配置成预测所述钻井系统的一个或多个操作参数。

78. 根据权利要求77所述的方法,还包括利用所述钻头在土质地层中钻制井眼的步骤。

79. 根据权利要求78所述的方法,其中,利用所述多个地面传感器获取地面数据的步骤和利用所述多个井下传感器获取井下数据的步骤在钻井步骤期间发生。

80. 根据权利要求77所述的方法,还包括使由所述多个地面传感器获取的地面数据与由所述多个井下传感器获取的井下数据相关联的步骤。

81. 根据权利要求80所述的方法,还包括基于相关联的钻井数据制作所述钻柱部件模型的步骤。

82. 根据权利要求77所述的方法,还包括将所述井下数据传送至所述土质地层的地面处的计算装置的步骤。

83. 根据权利要求77所述的方法,还包括将所述地面数据传送至所述土质地层的地面处的计算装置的步骤。

84. 根据权利要求77所述的方法, 其中, 所述地面数据包括下述各项中的至少一项: 1) 距离在一定时间段内的变化, 其中, 所述距离从钻机地板上方的测量顶部接头上的第一参考位置延伸至所述钻机地板上的与所述第一参考位置对准的第二参考位置; 2) 钻压的测量值; 3) 施加至所述钻柱的扭矩的测量值; 4) 所述钻柱的地面转速; 5) 所述测量接头的振动。

85. 根据权利要求77所述的方法, 其中, 所述多个地面传感器包括流量计、距离传感器、压力传感器组件、应变传感器组件、陀螺仪、磁力计、温度传感器以及一个或更多个加速度计中的至少一者。

86. 根据权利要求85所述的方法, 其中, 所述井下数据包括: a) 井下钻压的测量值, b) 钻头扭矩的井下测量值, c) 所述钻头的转速, 以及d) 井底组件的振动数据。

87. 根据权利要求77所述的方法, 其中, 所述多个井下传感器包括压力传感器组件、应变传感器组件、一个或更多个加速度计以及磁力计中的至少一者。

88. 根据权利要求77所述的方法, 其中, 所述第一获取步骤包括获取表示所述测量接头的振动的地面数据, 其中, 所述表示振动的地面数据包括振动的振型、振幅和频率中的至少一者。

89. 根据权利要求77所述的方法, 其中, 所述第一获取步骤包括获取表示下述各项中的至少一项的地面数据: a) 所述测量接头的轴向振动, b) 所述测量接头的扭转振动, 以及c) 所述测量接头的侧向振动。

90. 根据权利要求77所述的方法, 其中, 所述第二获取步骤包括获取表示下述各项中的至少一项的井下数据: a) 井底组件的轴向振动, b) 井底组件的扭转振动, 以及c) 井底组件的侧向振动。

91. 根据权利要求77至90中的任一项所述的方法, 使用A) 根据权利要求1至35中的任一项所述的测量接头以及B) 根据权利要求36至76中的任一项所述的系统中的至少一者。

92. 一种用于控制钻井系统的方法, 所述钻井系统包括钻柱和循环通过所述钻柱的流体, 所述方法包括下述步骤:

利用位于所述钻柱的一个端部处的钻头在土质地层中钻制井眼;

利用多个地面传感器获取地面数据, 所述多个地面传感器由定位在所述钻柱的位于所述土质地层的地面处的顶部处的测量接头承载;

利用多个井下传感器获取井下数据, 所述多个井下传感器沿着所述钻柱的位于所述井眼内的部分定位;

利用钻井模型分析所述地面数据和所述井下数据, 其中, 所述钻井模型包括所述土质地层、钻井流体信息和钻头数据的一个或更多个特征; 以及

响应于所述分析步骤而调节A) 钻压、B) 所述流体的流量、以及C) 所述钻柱的转速中的至少一者以控制所述钻头的钻进速率 (ROP)。

93. 根据权利要求92所述的方法, 其中, 所述井下数据包括至少一个表示临近所述钻头的地层的参数。

94. 所述方法包括基于所述至少一个临近所述钻头的地层的参数来调节所述钻柱的钻进速率的步骤。

95. 所述方法包括基于所述钻头的倾斜度、方位角和工具面角度中的至少一者来调节所述钻柱的钻进速率的步骤。

96. 根据权利要求92所述的方法,其中,所述地面数据包括下述各项中的至少一项:1) 距离在一定时间段内的变化,其中,所述距离从钻机地板上方的测量顶部接头上的第一参考位置延伸至所述钻机地板上的与所述第一参考位置对准的第二参考位置;2) 表示钻压(WOB)的数据,3) 表示施加至所述钻柱的扭矩的数据,以及4) 所述钻柱的地面转速。

97. 根据权利要求92所述的方法,其中,所述井下数据包括井下钻压的测量值、钻头扭矩的测量值以及所述钻头的转速。

98. 根据权利要求92所述的方法,其中,所述多个井下传感器由至少一个随钻测量工具承载。

99. 根据权利要求92所述的方法,其中,所述钻井模型包括探边井数据。

100. 所述方法包括基于井底组件的模型来调节钻进速率的步骤。

101. 所述方法包括下述步骤:

将所述地面数据传送至一个或多个计算装置;以及

将所述井下数据传送至所述一个或多个计算装置。

102. 所述方法包括基于测得的起吊载荷来控制钻机钢丝绳上的制动器的操作的步骤。

103. 所述方法包括控制配置成使所述钻头旋转的井下马达上的压差的步骤。

104. 根据权利要求92至102中的任一项所述的方法,其中,所述钻井系统包括配置成使所述钻柱旋转的顶部驱动单元,并且所述测量接头联接至顶部驱动器下方的钻柱。

105. 根据权利要求92至103中的任一项所述的方法,使用a) 根据权利要求1至35中的任一项所述的测量接头以及b) 根据权利要求36至76中的任一项所述的系统中的至少一者。

106. 一种用于控制通过土质地层钻制井眼的轨迹的方法,所述方法包括下述步骤:

利用钻柱和联接至所述钻柱的钻头在所述土质地层中朝向预定目标位置钻制井眼;

确定所述钻头在所述土质地层中沿着所述井眼的深度在一定时间段内的变化,其中,所述深度从所述土质地层的地面沿着所述井眼延伸至所述钻头的末端部;

将表示所述深度在所述时间段内的变化的数据传送至在所述井眼中沿着所述钻柱设置的定向钻井工具;以及

响应于接收所述深度在所述时间段内的变化而利用所述定向钻井工具调整所述钻头的轨迹,以使所述井眼的朝向所述预定目标位置的路径的波动最小化。

107. 根据权利要求105所述的方法,其中,表示所述深度在所述时间段内的变化的数据以预定的时间间隔传送至所述定向工具。

108. 根据权利要求105所述的方法,其中,所述传送步骤包括:使用泥浆脉冲遥测系统、声学遥测系统、电磁遥测系统或有线钻杆遥测系统中的一者将表示深度在所述时间段内的变化的数据传送至地面。

109. 根据权利要求105所述的方法,其中,深度在所述时间段内的变化是深度变化率,并且其中,所述调整步骤包括:

获取表示所述钻头的倾斜度的数据;

获取表示所述钻头的方位角的数据;

确定A) 所述深度变化率、B) 获取的倾斜度数据、以及C) 获取的方位角数据是否在其相应的预定阈值内;以及

如果A) 所述深度变化率、B) 获取的倾斜度数据、C) 获取的方位角数据中的一者或更多

者在其预定阈值之外,则利用所述定向钻井工具调整所述钻头的轨迹。

110. 根据权利要求108所述的方法,其中,所述调整步骤响应于接收表示所述钻头的深度的数据而自动进行。

111. 根据权利要求105所述的方法,其中,所述深度基于测量顶部接头随着所述钻柱向所述土质地层中前进而朝向钻机地板表面行进的距离来确定。

112. 根据权利要求110所述的方法,其中,所述测量接头定位在所述顶部驱动单元的下方,所述测量接头承载距离传感器,所述距离传感器配置成测量所述测量接头上的第一参考位置与所述钻机地板表面处的与所述第一参考位置对准的第二参考位置之间的距离。

113. 根据权利要求111所述的方法,其中,所述距离是第一距离,并且所述距离传感器是激光测距仪,其中,所述方法还包括使所述顶部驱动单元在A) 升高位置与B) 降低位置之间移动的步骤,在所述升高位置中,所述测量接头定位在所述钻机地板表面上方的第一距离处以接纳钻柱管状件的顶端部,在所述降低位置中,所述测量接头定位在所述钻机地板表面上方的第二距离处,其中,所述第二距离小于所述第一距离。

114. 根据权利要求112所述的方法,其中,所述钻头在所述土质地层中的深度基于a) 所述第一距离与所述第二距离之间的差以及b) 向所述钻柱添加的钻柱管状件的数目来确定。

115. 根据权利要求105所述的方法,还包括基于深度在所述时间段内的变化来确定所述钻头的钻进速率(ROP)的步骤。

116. 根据权利要求105所述的方法,还包括下述步骤:

在所述钻头钻制所述井眼的预定较短部段之前,将目标钻进速率传送至所述定向钻井工具;

在所述钻头钻制所述井眼的所述较短部段的同时控制实际的钻进速率;以及

在钻制所述井眼的所述较短部段的同时通过结合所述时间段内的实际钻进速率来确定所述钻头的深度。

117. 根据权利要求105所述的方法,其中,所述确定所述钻头的钻进速率的步骤基于下述各项进行:A) 利用由测量接头承载的多个地面传感器获取的地面数据,B) 利用由所述钻柱在临近所述定向工具的位置处承载的多个井下传感器获取的井下数据,C) 所述钻柱的模型,以及D) 钻压、流体流量和所述钻柱的转速的实际操作值。

118. 一种用于监测钻井系统的方法,所述方法包括下述步骤:

利用钻柱和位于所述钻柱的下端部上的钻头在土质地层中钻制井眼;

利用多个地面传感器获取地面数据,所述多个地面传感器由设置在所述钻柱的定位在钻机地板上方的上端部上的测量接头承载;

将所述地面数据传送至计算机处理器;

基于所述地面数据而利用所述计算机处理器来确定施加至所述测量接头的扭矩;以及

确定施加至所述测量接头的扭矩与基于钻井模型预测的施加至所述测量接头的扭矩之间的变化,其中,所述钻井模型包括钻柱数据、地层特征、钻井流体数据以及对钻柱的部件和井眼壁所估计的摩擦系数。

119. 根据权利要求117所述的方法,还包括基于所述钻井模型来预测沿着所述钻柱的牵引力的步骤。

120. 根据权利要求117所述的方法,使用根据权利要求1至35中的任一项所述的测量接

头以及根据权利要求36至76中的任一项所述的系统。

121. 一种用于监测钻井系统的顶部驱动单元的方法,所述方法包括下述步骤:

利用由定位在所述顶部驱动单元下方的测量接头承载的多个传感器来获取地面数据,所述地面数据包括表示施加至所述测量接头的弯曲力矩和弯曲角度的数据;

将所述地面数据传送至至少一个计算机处理器;以及

至少基于施加至所述测量接头的弯曲力矩和弯曲角度而在钻井操作期间监测所述顶部驱动单元的一个或更多个操作参数。

122. 根据权利要求121所述的方法,其中,所述操作参数中的一个操作参数是所述顶部驱动单元与所述钻机地板中的孔的中心线之间的对准,其中,所述方法包括下述步骤:

确定所述顶部驱动单元的中心轴线与所述钻机地板中的所述孔的中心线之间的偏移量;

如果所述偏移量超出预定阈值,则启动第一警报;

如果所述偏移量在所述预定阈值之内,则启动与所述第一警报不同的第二警报;以及

如果基本上不存在偏移量,使得所述顶部驱动单元与所述孔的中心线基本上对准,则启动与所述第一警报和所述第二警报不同的第三警报。

123. 根据权利要求121或122所述的方法,使用A) 根据权利要求1至35中的任一项所述的测量接头以及B) 根据权利要求36至77中的任一项所述的系统中的至少一者。

124. 一种用于监测钻井系统的钻井操作的方法,所述方法包括下述步骤:

利用钻柱和钻头在土质地层中钻制井眼;

使钻井流体循环通过所述钻柱和所述钻头并循环离开所述井眼;

利用多个地面传感器获取地面数据,所述多个地面传感器由设置在所述钻柱的上端部上的测量接头承载,其中,所述地面数据表示A) 钻压、B) 施加至所述钻柱的扭矩、C) 钻进速率、D) 所述钻井流体的流量、以及E) 所述钻井流体的压力;

将所述地面数据传送至计算机处理器;以及

将所述地面数据显示在与所述计算机处理器电子通信的显示单元上。

125. 根据权利要求124所述的方法,还包括下述步骤:

确定钻井操作中的钻进突变是否发生,其中,所述钻进突变是测得的钻井参数的突然的较大变化;

响应于所述确定步骤,如果钻进突变已经发生,则产生待显示在计算装置的显示单元上的警报,其中,所述警报包括对可能的水侵的警告。

126. 根据权利要求124所述的方法,还包括下述步骤:

确认所述井眼中的水侵;

在所述检验步骤之后,使流体进出所述井眼的循环停止;

关闭一个或更多个环形防喷器;

在所述停止步骤之后,获取表示所述测量接头中的流体的压力的数据;

显示所述流体的压力;以及

基于所述测量接头中的压力来确定压井流体的密度。

127. 根据权利要求126所述的方法,还包括下述步骤:

打开所述一个或更多个环形防喷器;

使所述水侵循环离开井眼环空。

128. 根据权利要求124所述的方法,使用A)根据权利要求1至35中的任一项所述的测量接头以及B)根据权利要求36至77中的任一项所述的系统中的至少一者。

129. 一种用于监测压井操作的方法,所述方法包括下述步骤:

经由测量接头的的一个或多个传感器获取与通过所述测量接头的的第一流体有关的第一数据集,其中,所述第一数据集表示所述第一流体的压力、所述第一流体的温度、所述第一流体的流量、所述第一流体的密度;

将所获取的与所述第一流体有关的第一数据集显示在显示单元上;

使与所述第一流体不同的第二流体通过所述测量接头,以使所述第一流体移位离开井眼;

经由所述测量接头的的一个或多个传感器获取与所述第二流体有关的第二数据集,所述第二数据集表示所述第二流体的一个或多个参数。

130. 根据权利要求129所述的方法,还包括下述步骤:

向计算机处理器传送与所述第一流体有关的第一数据集和与所述第二流体有关的第二数据集。

131. 根据权利要求130所述的方法,其中,所述传送步骤持续进行,直到所述压井操作完成为止。

132. 一种用于监测组装操作的方法,所述方法包括下述步骤:

将顶部驱动组件的下部连接器定位成与第一立根的顶部连接器轴向对准,其中,所述顶部驱动器组件包括顶部驱动单元、位于所述顶部驱动单元下方的测量顶部接头、以及防喷器;

将所述下部连接器连接至所述第一立根,使得所述顶部驱动组件能够使所述第一立根旋转;

使所述第一立根旋转以将所述第一立根的底端部以可螺纹连接的方式连接至钻柱立根的顶端部,进而限定所述第一立根与所述钻柱的顶端部之间的第一连接;

在所述旋转步骤期间,利用由所述测量接头承载的多个传感器来获取表示所述第一连接的数据;以及

在所述第一立根的旋转期间,监测表示所述第一连接的数据。

133. 根据权利要求132所述的方法,还包括下述步骤:

将顶部驱动组件的下部连接器定位成与第二立根的顶端部轴向对准;

将所述下部连接器连接至所述第二立根,使得所述顶部驱动组件能够使所述第二立根旋转;

使所述第二立根旋转以将所述第二立根的底端部以可螺纹连接的方式连接至所述第一立根的顶端部,进而限定所述第二立根与所述第一立根的顶端部之间的第二连接;

在所述旋转步骤期间,利用由所述测量接头承载的多个传感器获取表示所述第二连接的数据;以及

在所述第二立根旋转期间,监测表示所述第二连接的数据。

134. 根据权利要求133所述的方法,其中,所述第一立根和所述第二立根各自包括一个管状件、两个管状件、三个管状件或四个管状件。

135. 根据权利要求133所述的方法,还包括将所获取的表示所述第一连接的数据传送至计算装置的步骤。

136. 根据权利要求133所述的方法,还包括将所获取的表示所述第二连接的数据传送至所述计算装置的步骤。

137. 根据权利要求132或权利要求1323所述的方法,还包括下述步骤:对于所述第一连接,A) 基于所获取的表示所述第一连接的数据而确定施加至所述测量接头的扭矩、以及B) 确定在达到预定的最大扭矩值之前相应的立根的圈数。

138. 根据权利要求133所述的方法,还包括下述步骤:对于所述第二连接,A) 基于所获取的表示所述第二连接的数据而确定施加至所述测量接头的扭矩、以及B) 确定在达到预定的最大扭矩值之前所述第二立根的圈数。

139. 根据权利要求132所述的方法,其中,第一监测步骤包括:确定施加至所述测量顶部接头的扭矩何时超过预定阈值。

140. 根据权利要求133所述的方法,其中,第二监测步骤包括:确定施加至所述测量顶部接头的扭矩何时超过预定阈值。

141. 根据权利要求132所述的方法,还包括下述步骤:显示施加至所述测量接头的扭矩的步骤,其中,所述扭矩作为所述第一连接和所述连接的圈数的函数。

142. 根据权利要求132所述的方法,还包括在施加至所述测量顶部接头的扭矩小于第一阈值或大于比所述第一阈值高的第二阈值的情况下发起警报的步骤。

143. 根据权利要求132至143中的任一项所述的方法,使用A) 根据权利要求1至35中的任一项所述的测量接头以及B) 根据权利要求36至77中的任一项所述的系统中的至少一者。

144. 一种用于监测钻井系统的方法,所述方法包括下述步骤:

利用由定位在钻柱的顶部上的测量接头承载的多个地面传感器获取地面数据,其中,所述地面数据表示循环通过所述测量接头的流体的压力和流量;

将钻井流体数据传送至至少一个计算机计算装置;

经由至少一个计算机处理器来确定井下马达的效率,其中,所述效率是基于所述流体的压力、所述流体的流量和所述井下马达的操作模式的;以及

经由所述至少一个计算装置来监测所述井下马达在一定时间段内的效率。

145. 根据权利要求144所述的方法,其中,所述效率是第一效率,并且所述方法还包括下述步骤:

利用沿着所述钻柱的井底组件定位的多个井下传感器来获取井下数据,其中,所述井下数据表示所述井底组件的内部通道内的流体的压力、以及设置在所述钻柱与地层之间的环形通道中的流体的压力;

将所述井下数据传送至所述至少一个计算装置;

经由所述至少一个计算装置来确定所述井下马达的第二效率,其中,所述第二效率是基于a) 所述井底组件的所述内部通道内的流体的压力、b) 所述环形通道中的流体的压力、以及c) 所述井下马达的操作模式的;以及

经由所述至少一个计算装置来监测所述井下马达在一定时间段内的第二效率。

146. 根据权利要求144所述的方法,还包括下述步骤:

利用所述多个地面传感器获取振动数据,所述振动数据表示所述测量接头的实际振

动；

基于所获取的振动数据来确定井下泥浆马达中的转子的速度；以及

基于所述转子的速度、所述流体的压力和所述流体的流量来监测所述井下马达的性能。

带有测量地面顶部接头的监测系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2015年3月13日提交的名称为“带有测量顶部接头的监测系统”、序列号为62/133,157的美国临时专利申请的优先权和权益,该美国临时专利申请的全部内容通过参引并入本申请中。

技术领域

[0003] 本公开涉及用于钻井操作的监测系统,具体地涉及包括测量顶部接头的监测系统。

背景技术

[0004] 油气钻井是花费较大且较复杂的。达到目标或潜在烃源所需的时间直接影响提炼烃的成本。为了使钻井时间最小化,石油公司经营者、钻机承包商以及近来的随钻测量(MWD)服务公司必须了解、监测、管理并有效地控制钻井过程和钻柱井下行为。钻井复杂性是显著的并且包括:1)较宽范围类型和尺寸的井下设备,这些井下设备包括井底组件(例如钻头、钻杆、钻铤、MWD和随钻测井(LWD)工具、稳定器、钻井马达和转向工具);2)参数的显著操作变化(例如,钻进速率(ROP)、钻压(WOB)、钻柱扭矩和转速);3)较大范围的钻井流体条件(例如,泥浆重量、地层压力、钻头和环流液压);4)井眼条件(例如,倾斜度、扭折、直径、曲折度、地层特性);以及5)钻机性能(例如,输入马力、扭矩、泵流体输出、诸如钻杆等设备的条件等)。这些复杂性使寻求了解并控制钻井操作以最终提高整体钻井效率成为艰巨的任务。

[0005] 有效的钻井过程控制需要与涉及的参数有关的可靠数据。以往,关注的基本测量值包括深度、钻柱扭矩、钻柱转速、钻柱拉力(即,起吊载荷)、钻柱压缩量或WOB、钻井流体流量、钻井流体密度、钻井流体压力和温度以及钻柱振动。服务公司通常签约提供用于测量并监测多个这些及其他参数的传感器。传感器从特征为相当粗糙演变成对关注参数的一般行为推断提供基本的充分性。传感器数据通常以从低至每10秒1次采样(0.1Hz)至典型的每秒1次采样(1Hz)、至近来的每秒10次采样(10Hz)变化的频率进行记录。最终,传感器数据被直接加载到安装在钻机上的电子数据记录器(EDR)系统。在某些情况下,利用卫星链路通信将钻井数据直接传送至石油公司办公室。

[0006] 许多钻机缺乏可靠的地面数据,从而降低钻井操作效率。不精确的地面数据和不可靠的传感器增加了钻井停止时间和成本。典型的基于地面的传感器不适于精确监测钻井操作。在某些情况下,地面钻机传感器获取最多是所需参数的间接近似值的测量值。在其他情况下,关注测量值是离线测量或依赖于人力输入的。典型的地面传感器需要频繁的维修、维护、校准和电池更换,所有这些都使钻井停止时间和操作成本增大。具有与不足的地面传感器和不可靠的地面数据相关联的缺点的钻机无法实现操作者和油井业主日益要求的操作效率。

[0007] 存在若干利用典型的地面传感器或测量技术的不可靠或不精确的地面数据的示

例。例如，钻柱扭矩的测量已经基于测量旋转台马达、动力回转件或顶部驱动器的输入马达电流的钻机扭矩传感器来进行。尽管马达电流可能与扭矩有关，但测得的马达电流可能反映附加至马达的拉力。在另一示例中，通常是附接至绞车死绳的夹紧传感器的起吊载荷传感器用于估计钻柱的重量并估算钻压 (WOB)。但起吊载荷传感器数据往往随着夹紧力、时间、温度和天气的变化而漂移。产生误差的另一种测量是钻杆或立根长度的测量，这可以用于估计钻头在井眼内的深度。钻杆长度测量通常由使用手持卷尺的若干钻机人员进行。测量值可以四舍五入到最接近十分之一米或英尺并被记录在记录簿中。在钻杆长度数字从一个源传送到另一源时，存在很多引入误差的其他可能性。

[0008] 钻井流体动力是当前收集的地面数据与实际参数不同或者该类型的传感器较昂贵且不可靠的另一方面。钻井流体的流量和密度是与钻井流体动力有关的重要参数中的两个参数。然而，密度通常每天仅离线且手动地测量若干次。测得的密度随后用作向现有控制系统中的输入，或者测得的密度可以由钻井工用来直接介入钻井操作。密度仅被接受并假设为缓慢变化的参数，而实际上密度可能在钻井操作的过程中相当快速地变化。

[0009] 钻井流体的流量影响钻井操作的若干方面，例如泥浆脉冲遥测工具的操作、井下钻井马达的操作、钻头齿的清洗以及切屑的去除。但专用的地面流量计是昂贵的并且需要频繁校准。通常，这样的流量计在去除钻柱动力的位置处测量沿着排放管线或立管的流量。换言之，不测量钻柱的通道中的流量，而测量钻柱与泥浆泵之间的某处的流量。在没有专用的地面流量计的情况下，流量基于泥浆泵的特性如泵压力、机械“针电极”冲程计数器、以及泵体积效率的猜测来估算。因此，钻柱处的实际流量可能与上述流量估计值显著不同。

发明内容

[0010] 需要一套全面的高质量钻井数据，所述高质量钻井数据能够用来有效地监测钻井操作，并且调整和/或控制钻井操作和钻柱行为，以努力提高钻井效率。本公开的实施方式是一种包括测量接头的监测系统。测量顶部构造成在钻机的钻机地板表面处或钻机的钻机地板表面上方联接至钻柱。测量接头包括本体，该本体包括顶端部、与顶端部在轴向方向上间隔开的底端部、以及从顶端部沿着轴向方向延伸至底部的内部通道，该内部通道构造成在本体联接至钻机时容纳穿过内部通道的钻井流体。本体承载有多个传感器，所述多个传感器中的每个传感器均配置成获取表示钻井参数的数据。测量接头包括电连接至所述多个传感器的控制器。测量顶部接头还包括电连接至控制器的通信装置。通信装置配置成将由传感器获取的数据传送到钻机上的计算装置。

附图说明

[0011] 上述概述以及优选实施方式的以下详细描述在结合示意性的附图阅读时将得以更好的理解。出于说明本发明的目的，在附图中示出了当前优选的实施方式。然而，本发明不限于附图中公开的特定实现方式。在附图中：

[0012] 图1是包括根据本公开的实施方式的监测系统的钻井系统的示意性侧视图；

[0013] 图2A是图1中示出的监测系统的测量接头的俯视立体图；

[0014] 图2B是图2A中示出的测量接头的仰视立体图；

[0015] 图2C是图2A中示出的测量接头的分解图；

- [0016] 图2D是图2A中示出的测量接头的俯视图,其中,顶板被移除以示出测量接头的内部部件;
- [0017] 图2E是图2A中示出的测量接头的侧视截面图;
- [0018] 图2F是图2A中示出的测量接头的另一侧视截面图;
- [0019] 图3A至图3G示出了测量接头的替代性实施方式;
- [0020] 图4是用于图1中示出的钻井系统的监控系统的示意性框图;
- [0021] 图5和图6是联接至钻柱的测量接头的示意性侧视图,其中,测量接头分别处于钻机地板上方的第一位置和第二位置;
- [0022] 图7是根据本公开的实施方式的用于对钻柱的组装进行监测的方法的处理流程图;以及
- [0023] 图8A至图8D是根据图7中示出的处理对钻柱的组装进行监测的测量接头的示意性侧视图。

具体实施方式

[0024] 本公开的实施方式包括用来获得并处理下述数据的监测系统:所述数据用于监测并控制钻井系统的钻井操作的一个或更多个阶段。参照图1和图4,监测系统30包括测量顶部接头32、地面通信系统100和地面控制系统200。测量顶部接头32配置成获得关于关注的各种参数的地面数据,并且配置成经由地面通信系统100将获得的地面数据传输至地面控制系统200。监测系统30还可以包括配置成在钻井操作期间获得井下数据的一个或更多个井下工具300。井下通信系统400可以用来将井下数据传输至地面控制系统200。可以响应于操作者对地面控制系统200的输入而控制钻井操作。本文所使用的“钻井操作”可以包括但不限于钻机安装、组装、下入(或起出)和/或使得钻入地层F中的主动钻井操作。

[0025] 监测系统30可以获得并处理用于监测、控制并操作钻井系统1的地面数据和井下数据。本文所使用的“地面数据”是指由位于地层的表面S处或地层的表面S上方处的传感器获得的数据。本文所使用的“井下数据”是指在钻井操作期间由位于井眼B中的井下工具获得的数据。此外,监测系统30可以获得并处理钻井数据,并且与一个或更多个模型(比如钻柱模型)组合,并且监测钻井参数或符合某些预定阈值。例如,监测系统30还可以用来监测复杂的动力比如振动,并且当测量的参数接近临界阈值时警告操作者。

[0026] 参照图1,钻井系统1包括钻机2,钻机2构造成支承并操作于将井眼B限定于土质地层F中的钻柱20。钻柱20的井下端部26联接有钻头15,并且钻头15设计成切入地层F以限定出井眼B。钻机2包括桅杆4、钻台11、钻井工舱12和绞车5,其中,钻台11位于地层F的表面S处或地层F的表面S上方。桅杆4支承钻柱20以及钻机2的各种部件比如天车滑轮7、游动滑车8和顶部驱动单元10。绞车5经由钻井钢丝绳6连接至游动滑车8和天车滑轮7。顶部驱动单元10固定至游动滑车8并以可移动的方式附接至顶部驱动行进导轨21。测量接头32定位在顶部驱动单元10的下方。行进导轨21附接有两个滑轮22a、22b,并且这两个滑轮22a、22b包括深度线丝23。深度线丝23的一个端部附接至顶部驱动单元10。钻井工可以从位于钻台11上的钻井工舱12中通过将钻井钢丝绳6“收起”或“放出”来控制钻柱20的向上运动和向下运动,这转而使顶部驱动单元10相对于钻机地板11的位置改变。

[0027] 继续参照图1,钻柱20包括位于地层F的表面S处或地层F的表面S附近的井上端部

24和沿着井下方向D延伸到地层F的井眼B中的井下端部26。井下(或下游)方向D是指从地面S朝向井眼B的底端(未标号)的方向,井上(上游)方向U是指从井眼B的底端朝向地面S的方向。因此,“井下”或“井下位置”是指从参考位置相对于地面S朝向钻柱20的底端的位置。因此,“井上”或“井上位置”是指从井下的参考位置相对于地面S朝向地面的位置。

[0028] 继续参照图1,钻柱20包括首尾相连的多个钻柱管状件28以及井底组件29。每个钻柱管状件28在其每个相反的端部处具有螺纹连接器。螺纹连接器通常根据API标准形成,并且可以是母扣型或公扣型端部。在组装操作期间,钻柱管状件28可以首尾相连地螺纹连接,如下面将进一步详述的。井底组件29包括泥浆马达25、钻头15和一个或多个井下工具300。井下工具300可以是定向工具(例如旋转式可操纵工具)和/或随钻测量(MWD)工具。如本领域已知的,泥浆马达25可以是响应于泥浆朝向钻头15流过马达25而使钻头15旋转的正位移马达。工具300可以包括控制器310、电源320和通信模块330。参见图4。井底组件29还可以包括部分或全部的井下通信系统400,井下通信系统400也称为遥测系统。顶部驱动单元10向钻柱20施加扭矩,从而致使钻柱20和钻头15旋转。泥浆马达25可以使钻头15独立于钻柱20的旋转而旋转。在任何情况下,钻头15的旋转使钻头15切入地层F中。

[0029] 在钻井操作的组装阶段期间,在钻柱20通过钻头15的切割动作前进到地层F中时,钻柱管状件28的立根可以被联接在一起并被添加至钻柱20。例如,组装操作可以包括将第一立根联接至第二立根。在该示例中,被提供至钻柱的之前,每个立根都可以包括一个管或首尾相连的多个管。当准备将新的管或立根添加至钻柱20时,可以使钻井工将钻井钢丝绳6收起并且将顶部驱动单元10、测量接头32和防喷器13升高到钻机地板11上方。随后将钻柱管状件28定位在防喷器13或测量接头32下方并联接至防喷器13或测量接头32。将管28的底端部联接至部分地定位在井眼B中的已存在的管或钻柱20的顶端部(未标号)。随后开始钻进,并且在钻头15切割并移除地层F时,钻井工将钻井钢丝绳6“放出”,由此将游动滑车8、顶部驱动单元10和整个钻柱20进一步降低到井眼B中。向钻柱20添加另外的钻柱管状件时重复该过程。

[0030] 继续参照图1,在钻头15切入地层F时的钻井阶段期间,钻井工可以通过启动铅垂地连接至泥浆罐(未示出)的泥浆泵16来控制进入钻柱20和井眼B中的钻井流体(或“泥浆”)的流量。钻井流体被从泥浆泵16推动穿过地面流动管线17、穿过立管9、穿过方钻管18并且进入顶部驱动单元10的内部通道(未标号)中。钻井流体继续向下穿过测量接头32的内部通道37以及钻柱20的内部通道而到达钻头15。钻井流体离开钻头15并且穿过井眼B的限定于钻柱20与井眼壁W之间的环形通道而返回地面S。钻井工可以通过改变泥浆泵16的泵活塞行程速度来控制流量。

[0031] 接下来对监测系统30的组件进行描述。如图1中可以看出的,测量接头32位于顶部驱动单元10与钻柱20的井上端部24之间。在示出的实施方式中,测量接头32联接至顶部驱动单元10的可旋转的轴(未标号)并且位于下内部的防喷器13的上方。然而,应当理解的是,测量接头32可以螺纹连接至:a)钻柱管状件28的顶部;b)防喷器13的顶部;或c)保护接头(未示出)。

[0032] 如图2A至图2F和图4中所示,测量接头32包括控制器60、电力组件70、通信装置90和多个传感器80。传感器80配置成测量关于各种参数的地面数据,如下面将进一步说明的。传感器80还被校正并配置成收集高频测量结果,从而产生可靠且稳固的数据集。通信装置

90可以将获得的地面数据传输至地面控制系统200,以对获得的地面数据进一步处理、记录并显示。电力组件70向传感器80、控制器60和通信装置90提供电力。

[0033] 测量接头32可以在钻井操作期间对用于钻井工在多种场景中使用的一系列参数的系统地面数据进行测量。例如,地面数据可以用来优化钻井操作,例如通过控制组装期间的扭矩以及钻头上的重量(WOB),或者通过监测穿进速率(ROP)来优化钻井操作。对所测量的地面数据及其与井下数据的相关性的分析可以通过预测、警告并且在必要时使控制操作介入钻井操作来帮助保护井下工具300以减轻井下工具300的损坏。例如,地面数据可以用来帮助识别有害的井下振动,并且启动纠正措施或者可以防止有害振动的发生。此外,由测量顶部接头32获取的地面数据可以与从井下工具——例如,比如监测钻井动力的工具和振动监测工具——获取的类似数据组合,以协助控制钻井系统1。下面将进一步描述由监测系统30获得并监测的地面数据和井下数据的附加示例。

[0034] 图2A示出了测量接头32的实施方式。测量接头32包括本体34,本体34具有顶端部35a和与顶端部35a沿着中心轴线33间隔开的底端部35b。中心轴线33与轴向方向A对准。本体34包括基部部件36(或基部管)、围绕基部部件36的外部部件38以及限定在基部部件36与外部部件38之间的密封的内部腔室41(图2D)。

[0035] 参照图2D至图2F,基部部件36是沿着中心轴线33的长形的管状本体52。管状本体52还限定有内部通道37,内部通道37延伸穿过本体52并构造成接纳穿过内部通道37的钻井流体。基部部件36具有上端部54和沿着中心轴线33与上端部54相反的下端部56。上端部54可以包括用于联接至顶部驱动单元10的底端部或可旋转轴的螺纹连接器。下端部56可以包括用于联接至钻柱管状件28、防喷器13或保护接头的顶端部的螺纹连接器。由上端部54和下端部56限定的连接器可以根据API标准制成。基部部件36的本体52限定有外壁58a、内壁58b和在外壁58a与内壁58b之间延伸的密封腔室58c。本体52、具体地是外壁58a限定有朝向内壁凹入到腔室58c中的多个凹部57。凹部57定尺寸成容纳下面论述的应变计组件。内壁58b从上端部54延伸至下端部56并限定有内部通道37。基部部件36可以支承若干个传感器。例如,基部部件可以支承流量计80c和压力传感器组件80b。

[0036] 参照图2A至图2C,外部部件38是具有内部通道39的管状长形结构,其中,内部通道39定尺寸成接纳基部部件36。外部部件38包括顶板40、壳体框架42、夹持件44、联接至夹持件44和壳体框架42的底板46、联接至底板46的保持器组件48以及围绕壳体框架42的遮盖件50。保持器组件48设置成沿着中心轴线33与顶板40相对。壳体框架42还可以限定沿着外部部件38的外表面设置的多个周向间隔开的凹部51。在凹部51上方可以放置舱口盖(未示出),以将凹部51围封并密封。凹部51中可以承载电池组。遮盖件50将壳体框架42围住并且限定出测量顶部接头32的外表面45。如图2D中所示,保持器组件48包括通信装置90的部件,比如紧固至底板46的环形天线47a和下板47b。底板46还限定有支承通信装置90的内腔(未示出),其中,通信装置90保持有传感器80之一,比如距离传感器80g。下板47b包括与保持传感器80g的腔室43对准的端口49。

[0037] 图3A至图3G中示出了替代性测量顶部接头132a至132g。顶部接头132a至132g中的每个顶部接头都可以包括类似的部件,比如控制器60、电力组件70、传感器80和通信装置90。顶部接头132a至132g具有不同的基部部件设计和外部部件设计。

[0038] 在本公开的一个实施方式中,测量接头32承载有电力组件70、通信装置90、多个传

感器80以及一个或更多个控制器60。接下来将对每个部件进行描述。

[0039] 参照图2D至图2F,所述一个或更多个控制器60可以控制测量接头32的操作。如所示出的,控制器60与其他电路一起位于电路板上。控制器60和电路板位于密封腔室58c中并由基部部件36支承。每个控制器60都可以包括处理器、存储器、通信部件和用来根据需要处理、分析并分析数据的软件程序,以便于与传感器80、电力组件70、通信装置90和地面控制系统200的电通信。

[0040] 如上面所论述的,测量顶部接头32包括向控制器60、传感器80和通信装置90供应电力的电力组件70。根据示出的实施方式,电力组件70包括第一电源比如电池组,并且电力组件70配置成供应电力。电力组件70还包括配置成对第一电源进行再充电的第二电源。第一电源是电池组,第二电源是至少一个热电电力装置。使用热电装置大大降低了操作期间接头失去电力的风险并且显著减轻了电池的更换和处理。在替代性实施方式中,第一电源是电池组,第二电源是AC电源或干线。

[0041] 热电电力装置配置成响应于本体外部的空气与穿过本体的内部通道的钻井流体之间的温度差而产生电力。热电电力装置是热电发电机或热电冷却器。电力组件包括与至少一个热电装置流体连通的冷却组件。在一个示例中,第二电源配置成供应至少70mW的电力以对第一电源进行再充电。在另一示例中,第二电源配置成供应约70mW与约100mW之间的电力以对第一电源进行再充电。电力组件可以包括两组热电电力装置和八组热电电力装置。在一个示例中,电力组件包括两组热电电力装置。在另一示例中,电力组件包括四组热电电力装置。在另一示例中,电力组件包括六组热电电力装置。在另一示例中,电力组件包括八组热电电力装置。

[0042] 在一个示例中,控制器60配置成确定电力组件信息。电力组件信息包括第一电源的电压、电流、再充电速率以及第一电源中的剩余电荷。通信装置可以将电力组件信息传输至地面计算装置。

[0043] 由测量接头32承载的传感器80可以包括以下传感器中的一者或更多者:应变传感器组件80a、压力传感器组件80b、一个或更多个流量计80c、陀螺仪80d、加速度计80e、磁力计80f、距离传感器80g、压力传感器80h和温度传感器80i。在一个实施方式中,传感器80a至80i可以使用相同的时钟同时测量相应的钻井参数的值。传感器80、控制器60和/或地面控制系统200可以确定滑车高度、顶部驱动单元高度、钻柱转速、起吊载荷/WOB、扭矩、张力、压缩力、弯曲力矩、弯曲角度、钻井流体压力、钻井流体温度、钻井流体密度、钻井流体压力流量和钻柱振动。这些获得的钻井参数可以用来监测钻井操作,这些钻井操作包括:自动化及钻井优化、以及识别、减轻和/或防止钻柱功能障碍比如拧开、管扭曲、冲蚀、钻头跳动、粘滑等。传感器80被校正并且保持良好地保持在测量顶部接头32内的密封且无水分的环境中。词语“密封”是指给出正常公差的充分密封并且可能不是完全密封的。传感器构型和控制器60提供精确的高频测量。接下来将对每个传感器80进行描述。

[0044] 测量顶部接头32包括一个或更多个应变传感器组件80a,所述一个或更多个应变传感器组件80a配置成测量沿着测量接头32的轴向力(张力和压缩力)、扭转力和弯曲参数(弯曲力矩和弯曲角度)。每个应变传感器组件80a都包括附接至基部部件36(图2C)的凹部57的壁的一组应变计。该组应变计可以包括多个应变计,例如布置在惠斯通电桥上的四个单独的应变计,其中,该惠斯通电桥电联接至控制器60和电力组件70。在替代性实施方式

中,不同的应变传感器组件中的应变计可以布置在多个惠斯通电桥上。例如,测量接头32可以包括第一应变传感器组件、第二应变传感器组件、第一惠斯通电桥和第二惠斯通电桥。每个电桥都将包括来自第一应变传感器组件和第二应变传感器组件的应变计。各个应变计可以采取多种形式。在一个示例中,应变计是薄膜应变计传感器或“薄膜传感器”。薄膜传感器可以包括绝缘层、施加至该绝缘层的合金层和施加至该合金层的保护层。合金层中可以形成有应变计图案,并且该应变计图案联接至电引线。在另一示例中,应变计传感器可以是粘合的箔应变计。应当理解的是,可以使用任何应变计实施形式。

[0045] 应变传感器组件可以测量轴向力、扭转力和弯曲参数。具体地,每个应变传感器组件80a中的应变计都可以被定向成与轴向方向、垂直于轴向方向的侧向方向和相对于轴向方向角度地偏移的角度方向对准。与轴向方向和侧向方向对准的应变计用来确定轴向力(比如张力和压缩力)。所测量的轴向力以及沿着角度方向测量的力可以用来确定扭转力。根据示出的实施方式,应变传感器组件80a包括第一应变计电桥、第二应变计电桥和第三应变计电桥,这些电桥中的每个电桥都设置在围绕测量接头32的中央轴线33以120度间隔定位的各个凹部57中。这种布置允许通过利用位于每个凹部57中的三个不同的应变传感器组件获得应变读数来测量弯曲参数,比如弯曲力矩、弯曲载荷和弯曲角度。地面控制系统200、具体是处理器可以分析用于监测协议的弯曲力矩、弯曲载荷、弯曲角度,以评估对顶部驱动单元、顶部传动套筒和/或邻近于钻柱20的顶部或连接至测量接头32的管连接器的潜在疲劳或其他损坏。在对轴向力感兴趣且不对弯曲参数关注的情况下,应变传感器组件80a可以包括第一应变计电桥和设置成相对于中心轴线33与第一应变计电桥相对180度的第二应变计电桥。

[0046] 如本文使用的应变传感器组件可以根据美国专利申请No. 2015/02195080构造,其公开内容通过参引并入该申请中。如转让给APS技术有限公司(“APS技术”)的美国专利No. 6,547,016(“016专利”)中所描述的,应变计可以确定轴向力和扭转力。弯曲力可以根据同样转让给APS技术的美国专利No. 8,397,562(“562专利”)获得。016专利和562专利两者的内容在此通过参引并入该申请中。

[0047] 应变传感器组件80a配置成获得表示施加至测量接头32的轴向力的数据,该数据可以用来确定WOB。轴向力数据可以包括起吊载荷的测量值。起吊载荷又可以用来确定近似的WOB。根据本公开的实施方式,钻井工可以使顶部驱动单元10升高并且拾取钻柱20并使钻头15离开井眼B的底部。测量接头32可以通过利用应变传感器组件测量沿着测量接头32的张力而测量从桅杆悬吊的钻柱20的重量。初始数据也称为初始起吊载荷测量或第一次起吊载荷测量。随后,钻井工可以使钻柱20降低并使钻头15返回至井眼B的底部。为了促进钻头15在地层中的切割和向前推进而在钻头15处施加重量能够使实际的起吊载荷减少。应变传感器组件80a再次测量沿着测量接头32的张力,该张力与起吊载荷有关。张力的第二次测量可以称为最终起吊载荷测量或第二次起吊载荷测量。控制系统、具体是处理器可以基于第一次起吊载荷测量与第二次起吊载荷测量之间的差来确定WOB。所获得的WOB是在测量接头32处进行的相当直接的测量。

[0048] 在本公开的替代性实施方式中,应变传感器组件80a配置成获得振动数据。振动数据可以包括振型、振幅和频率中的一者或更多者。此外,振动数据可以包括:a) 测量接头的轴向振动;b) 测量接头的扭转振动;c) 测量接头的侧向振动;d) 测量接头的径向振动;和/或

e) 测量接头的切向振动。具体地,应变计可以如上面描述的那样以确定振动数据的方式布置。

[0049] 如上面所描述的,应变传感器组件80a可以直接测量比如沿着测量接头32的张力、压缩力、扭转力、弯曲力矩、弯曲载荷和弯曲角度的力。这些力可以用来确定起吊载荷、WOB和钻柱扭矩,并且在与钻柱模型结合时可能用来确定牵引力。在其他示例中,弯曲参数可以用来确定工具疲劳。在其他示例中,应变传感器组件80a可以用来确定振动数据。应变传感器组件测量可以针对温度和压力的变化被校正,并且当根据已知的标准力校正时,可以提供1%至2%的精度。在不是所有的钻机表面传感器都通常用来测量起吊载荷、WOB和钻柱扭矩的情况下,相信1%至2%的数据精度就远远超过了大多数的数据精度。

[0050] 如图2D和图2E中最佳地示出的,测量顶部接头32可以包括被配置成获得表示钻井流体动力的数据的压力传感器组件80b和流量计80c。关注的流体参数包括流体压力、温度、流量和密度,这些流体参数是与钻井流体系统中的循环流体液压和钻井流体流变学相关的基本指标。钻井流体参数对于钻井操作——比如循环流体液压、孔冲洗、气体检测、测井、井控制以及井下泥浆马达和泥浆脉冲发生器的操作等——中的一系列功能很重要。如本文描述的压力传感器组件80b和流量计80c提供了压力、温度、流量和密度的可靠、精确且频繁地测量,这有助于实时钻井优化。为钻井工增加甚至更大的价值是使这些测量在钻柱的顶部进行,代表输入钻井系统的实际数据。联接附加的传感器来测量离开钻头的流体或钻柱中的钻井流体状况可以对流体进行精确的监测。

[0051] 继续参照图2D至图2F,压力传感器组件80b被密封在基部部件36的内部腔室58c内。压力传感器组件80b具有经由端口通向内部通道37的敞开通道。压力传感器组件包括压力变换器和温度传感器。压力传感器组件80b配置成在流体穿过本体34的内部通道时测量流体的压力。

[0052] 继续参照图2D和图2E,多个流量计80c被设计成测量钻井流体的流量和密度。流量计80c也容置在基部部件36的内部腔室58c内并且定位成面向内部通道37。流量计80c可以获得表示通过内部通道37的流体的流量的数据。在一个示例中,流量计包括传感器壳体、变换器和用于与控制单元60和电力组件70电连接的布线。流量计80c还可以包括高压电连接器和备用高压封闭夹持件,该备用高压封闭夹持件用来避免钻井流体从内部通道37流出。流量计80c经由变换器利用超声波测量流体的速度。变换器可以包括压电晶体。沿着发射的超声束的路径来确定平均速度。在一个示例中,平均速度是测量的进入流动方向的超声脉冲与逆向于流动方向传播的超声脉冲之间的传播时间差的平均值。然而,在替代性实施方式中,流量计可以是压差式流量计。

[0053] 在一个示例中,处理器可以基于测量接头32处测量的流量和对在钻头和钻井中的至少一者处离开的流体的测量的流量来确定流体损益。

[0054] 在另一示例中,压力传感器组件可以用来监测钻井流体动力。处理器配置成判定测量的压力是否在预定范围之外。如果测量的压力在预定范围之外,则处理器可以经由地面控制系统200的用户接口208显示表示可能发生有害钻井事件的消息。有害钻井事件可以包括以下各者中的一者或更多者:冲蚀;泵马达电力损失;泥浆马达效率降低;泥浆马达扭矩减小;钻柱管状件的机械故障;和/或测量接头与顶部驱动单元之间的连接的机械故障。处理器还配置成基于测量的接头32中的流体的压力、测量的井眼B中的流体的压力、测量的

泵与测量接头32之间的流体的压力以及测量的流体的流量来确定上述有害钻井事件中的哪个有害钻井事件可能发生。

[0055] 测量顶部接头32包括构造为陀螺仪80d的传感器。陀螺仪80d由基部部件36承载。如图2F中所示,陀螺仪80d设置在靠近控制板(未标号)和压力传感器组件80b的密封腔室58c内。陀螺仪80d配置成获得当测量接头被联接至顶部驱动单元并被旋转时表示测量接头32的转速的数据。陀螺仪80d测量测量接头32的切向加速度。用于地面控制系统200的控制器处理器和/或处理器可以基于获得的切向加速度数据来确定转速(RPM)。尽管许多顶部驱动单元配备有用于测量钻柱转速的磁性接近传感器和线缆,但这些传统的传感器处于水、油、油脂和污物的环境,因此通常不能被良好地维护,并且安装和替换困难且昂贵并且通常会失败。本公开包括容纳在密封环境中并且通常设计并适配成具有钻井环境中的耐用性能的传感器。尽管可以使用陀螺仪,但也可以使用回转仪来确定旋转速度、圈数等。

[0056] 陀螺仪80d可以用来确定测量顶部接头32的圈数。处理器(控制器60或地面控制系统200的处理器)可以基于所测量的转速对获得测量所用的持续时间的积分来确定测量顶部接头32的圈数。圈数可以用来帮助监测并控制组装操作,如将在下面进一步描述的。

[0057] 测量顶部接头32包括配置为可以用来获得振动数据的一组加速度计80e和磁力计80f的传感器。振动数据可以包括振型、振幅和频率中的一者或更多者。此外,振动数据可以包括:a)测量接头的轴向振动;b)测量接头的扭转振动;c)测量接头的侧向振动;d)测量接头的径向振动;和/或e)测量接头的切向振动。具体地,加速度计和磁力计可以用来确定振动数据。在一个示例中,可以根据如转让给APS技术的美国专利No.8,453,764(“764专利”)中描述的振动存储器模块TM来获得比如振幅、振型和频率的振动数据。关于振动存储器模块TM的764专利中的公开内容在此通过参引并入该申请中。例如,振动存储器模块TM利用加速度计和磁力计来确定这些传感器位置处的轴向振动的振幅和由于向前和向后涡动引起的侧向振动的振幅。振动存储器模块TM还基于磁力计的输出通过测量并记录给定时间段内的最大瞬时转速和最小瞬时转速(RPM)来确定由于粘滑引起的扭转振动。随后通过确定给定时间段内钻柱的最大瞬时转速与最小瞬时转速之间的差来确定由于粘滑引起的扭转振动的振幅。振动频率可以基于获得的振动数据来确定。这些数据可以用来识别功能障碍,比如粘滑、钻头涡动、钻头跳动等。

[0058] 磁力计80f还可以用来获得表示测量接头32的旋转速度的数据,并且因此获得表示钻柱的旋转速度的数据。磁力计80f还可以获得可以用于检测钻柱功能障碍——比如粘滑、钻头涡动、钻头跳动等——的数据。

[0059] 转到图2F、图5和图6,测量顶部接头32包括距离传感器80g,距离传感器80g配置成确定从本体34上的第一参考位置R1到沿着轴向方向A与第一参考位置R1间隔开并与第一参考位置R1对齐的第二参考位置R2的距离X。如所示出的,距离传感器80g是位于本体34的腔室43中的激光测距仪。激光测距仪具有通过下板47b的端口49到达第二参考位置R2的瞄准线。第一参考位置R1是板47b的邻近于端口49的表面。第一参考位置R1也可以是激光测距仪的面。第二参考位置R2是钻机地板11的位于测量顶部接头32下方的表面。激光测距仪包括发射器,该发射器通过端口49将能量脉冲62发射到第二参考位置R2。能量脉冲62通过端口49反射回到与激光测距仪中的发射器相邻的接收器。激光测距仪测量能量脉冲62从发射器到第二参考位置并返回到接收器的往返时间。激光测距仪包括通过用往返时间的一半(1/

2) 除以光速来确定距离X的处理器。激光测距仪80g还构造成在本体34相对于钻机地板表面11处的第二参考位置R2移动时监测距离X的变化。在本公开的一个实施方式中,激光测距仪80g连续或频繁地从测量接头2上的第一参考位置R1发射能量脉冲62,从而使能量脉冲62从第二参考位置R2反射回到激光测距仪。

[0060] 参照图5和图6,激光测距仪可以用来监测测量接头32随时间的位置变化。如图5中所示,测量顶部接头32处于钻机地板表面11上方的第一或升高位置,并且附接的钻柱20从防喷器13延伸穿过钻机地板11并进入地层F中的井眼B中。图5中的升高位置可以是时间(分)为y或零的位置。在图5中,激光测距仪可以如上面论述的那样确定第一距离X1。参照图6,在钻柱20更深地钻入地层F中时,测量顶部接头32朝向钻机地板表面11沿井下方向D前进,直到测量接头32到达示出的降低位置为止。激光测距仪可以确定第二距离X2,第二距离X2小于第一距离X1。图6中的降低位置可以是时间(分)为y+z (0+30分钟)的位置。第一距离X1与第二距离X2之间的差是测量顶部接头32和钻柱20的行进距离。处理器配置成基于第一距离X1、第二距离X2和行进时间来确定一个或多个参数。行进时间是测量接头32从升高位置移动到降低位置所需的时间段。随后,处理器可以通过用行进距离除以行进时间来确定钻头穿入地层F中的穿进速率(ROP)。处理器可以执行软件程序来确定钻机地板11与钻井系统的其他部件比如顶部驱动单元10之间的距离。

[0061] 测量接头32还包括压力传感器80h和连接该压力传感器与电力组件70的开关。开关配置成在检测到压力降低成低于预定阈值时自动将由电力组件70供应的电力切断,以使得测量接头32节省电力。

[0062] 测量接头32还包括电联接至控制器60的一组温度传感器80i。温度传感器80i可以位于基部部件36的靠近控制器60的腔室8c中。控制器60配置成响应于接收到来自一组温度传感器80i的表示温度高于预定阈值的数据而自动将由电力组件供应的电力切断。因此,如果温度大于阈值,则供应至传感器、通信装置的电力被切断。

[0063] 在一个实施方式中,测量接头32包括下面的表1中的传感器。地面控制系统200中的至少一个处理器配置成确定相关联的测量。

[0064] 表1

[0065]

测量	传感器
顶部驱动高度	激光测距仪
钻柱旋转速度	陀螺仪/回转仪
钻柱起吊载荷	应变传感器组件
钻柱扭矩	应变传感器组件
泥浆流量	流量计
泥浆压力	压力传感器组件
泥浆温度	压力传感器组件
钻柱振动	加速度计组件或应变传感器
钻柱扭转振动	加速度计组件或应变传感器
电池寿命&电压	电路
壳体压力	压力传感器

壳体温度	温度传感器
------	-------

[0066] 现在转到图4,监测系统30包括测量顶部接头32、地面通信系统100、地面控制系统200、井下通信系统400(或遥测系统400)和一个或多个井下工具300。

[0067] 地面通信系统100配置成允许测量接头32与位于钻机地板11上的地面控制系统200之间的通信。地面通信系统100包括容置在测量接头32中的通信装置90。通信装置90可以是射频部件,比如收发器92。通信系统100可以是无线系统。地面通信系统100可以包括容置在测量接头32内的无线电收发器92。收发器92可以称为“顶部驱动接头无线电收发器”。地面通信系统100还包括第一无线电收发器110(也称为“第一路由收发器”)、第二无线电收发器120(或“第二路由收发器”)和第三无线电收发器130(或“协调收发器”),其中,第一无线电收发器110靠近钻机地板11上方的测量接头32,第三无线电收发器130位于舱12或其他围封件中。协调收发器130与钻机地板11上的地面控制系统200电通信。Zigbee协议可以用于无线通信技术。在Zigbee协议中,顶部驱动接头无线电收发器92经由路由收发器110和120中的一者或更多者与协调收发器130通信。地面通信系统100可以与转让给APS技术的美国专利No.8,525,690(“690专利”)中描述的地面通信系统类似。690专利的全部公开内容通过参引并入该申请中。

[0068] 根据本公开的另一实施方式,地面通信系统100可以包括设置在桅杆4上或位于靠近顶部驱动单元10的位置处的另一收发器。附加的收发器可以用来提供地面控制系统200与测量接头32之间的附加通信链路。在一个示例中,与通信装置90相比,附加的收发器以更高的频率操作并且可以用来提供大量数据和大量消息的快速传输和接收。然而,当需要较小的数据或较少的消息时,可以使用另一附加的低频收发器。在比如由其他本地无线电引起的通信干扰等情况下,钻井工可以将一个收发器切换到另一收发器,以确保较低的钻头错误率。

[0069] 继续参照图4,监测系统30包括以通信的方式联接至地面通信系统100和井下通信系统400(也称为遥测系统)的地面控制系统200。地面控制系统200配置成接收、处理并存储从位于测量接头32中的地面传感器获得的钻井数据。地面控制系统200可以包括配置成操作并控制钻井系统1的各个方面的一个或多个计算装置201。如所示出的,地面控制系统200可以与地面通信系统100的收发器110、120、130电通信。收发器110、120、130可以如上面论述的那样接收从测量接头32传输的信号。地面控制系统200还配置成接收、处理并存储从位于井下工具300中的井下传感器获得的钻井数据。地面控制系统200可以与井下通信系统400的接收器410电通信。接收器410可以接收从井下工具300传输的信号。

[0070] 地面控制系统200可以包括一个或多个计算装置201,所述一个或多个计算装置201可以载有配置成处理、监测、分析并显示所获得的地面数据和/或井下数据的软件程序。计算装置201还配置成启动对钻井系统1的一个或多个部件——比如顶部驱动单元10、立根操作设备等——的控制操作或指令。将理解的是,地面控制系统200可以包括任何合适的计算装置,这些计算装置的示例包括台式计算装置、服务器计算装置或便携式计算装置——比如笔记本电脑、平板电脑或智能电话。在图4中示出的示例性构型中,地面控制系统200、具体是地面计算装置201包括处理部分202、存储器部分204、输入/输出部分206和用户界面(UI)部分208。要强调的是,地面控制系统200的框图描绘是示例性的,并且不意在暗指特定的实现形式和/或构型。处理部分202、存储器部分204、输入/输出部分206和用户

接口部分208可以联接在一起以允许它们之间的通信。如应当理解的,上面的组件中的任意组件可以分布在一个或更多个单独的装置和/或位置处。

[0071] 处理部分202可以包括配置成执行由地面控制系统200载有的一个或更多个软件程序的一个或更多个计算机处理器。处理部分202可以根据需要包括许多不同类型的处理器,比如微处理器、数字信号处理器、协处理器、网络处理器、多核处理器和/或前端处理器等。

[0072] 输入/输出部分206包括输入和输出通道,数据通过该通道被接收及发送。输入/输出部分206可以包括地面控制系统200的接收器、地面控制系统200的发射器(或收发器)(不与下面描述的地面通信系统100和井下通信系统400的组件相混淆)、和/或用于有线连接的电子连接器、或其组合。输入/输出部分206能够接收和/或提供与地面通信系统100、井下通信系统400或其他网络——比如LAN、WAN或因特网——通信有关的信息。如应当理解的,发射和接收功能也可以由地面控制系统200外部的一个或更多个装置提供。例如,输入/输出部分206可以与收发器110电通信。

[0073] 取决于处理器的确切构型和类型,存储器部分204可以是易失性的(比如一些类型的RAM)、非易失性的(比如ROM、闪存存储器等)或其组合。地面控制系统200可以包括附加存贮器(例如,可移动存贮器和/或不可移动存贮器),这些附加存贮器包括但不限于带、闪存存储器、智能卡、CD-ROM、数字通用盘(DVD)或其他光学存储器、磁带盒、磁带、磁盘存储器或其他磁存储设备、通用串行总线(USB)兼容存储器、或者可以用来存储信息并可以由地面控制系统200访问的任何其他介质。

[0074] 地面控制系统200包括用户界面部分208。用户界面部分208可以包括允许用户与地面控制系统200通信的输入装置和/或显示器(未示出的输入装置和显示器)。用户界面208可以包括输入特征件,这些输入特征件提供控制地面控制系统200的能力,并且因此提供控制钻井系统1的组件的能力,例如经由按钮、软键、鼠标、语音致动的控制、触摸屏、地面控制系统200的运动、视觉提示(例如,将手在地面控制系统200上的相机前移动)等来提供。用户界面208可以提供输出,这些输出包括视觉信息,比如经由显示器(未示出)提供用于一个或更多个参数的多个操作范围的可视指示。其他输出可以包括音频信息(例如经由扬声器)、机械信息(例如经由振动机构)或其组合。在各种构型中,用户界面208可以包括显示器、触摸屏、键盘、鼠标、加速度计、运动检测器、扬声器、麦克风、相机或其任何组合。用户界面208还可以包括用于输入生物特征信息——比方说例如指纹信息、视网膜信息、语音信息和/或面部特征信息——的任何合适的装置,以例如获得用于访问地面控制系统200的特定的生物特征信息。

[0075] 示例性体系结构可以包括地面控制系统200的一个或更多个计算装置,所述一个或更多个计算装置中的每个计算装置都可以经由通信网络与数据库(未示出)、地面通信系统100和井下通信系统400电通信。数据库可以与地面控制系统200分离,或者数据库也可以是地面控制系统200的存储器部分204的组件。应当理解的是,可以想到许多合适的替代性通信体系结构。地面控制系统200可以例如由钻井现场的钻机操作者、钻井所有者、石油服务钻井公司、和/或钻井系统部件的任何制造商或供应商、或其他服务提供者全部或部分地操作。如应当理解的,上面阐述的各方和/或其他相关方可以操作相应的计算装置中的任意数目的计算装置,并且可以使用例如包括广域网(WAN)——比如互联网或局域网(LAN)——

在内的任意数目的网络在内部和外部进行通信。

[0076] 地面控制系统200可以载有能够启动期望的解码或信号处理并执行用于监测并分析在钻井操作期间获得的钻井数据的各种方法的一个或多个软件程序。在使用中,地面控制系统200的用户界面208设置在显示装置比如控制台上,并且地面控制系统200的用户界面208是钻井操作者(和其他终端用户)与测量接头32之间的界面。钻井工可以经由用户界面208输入关于测量接头32的操作的一系列命令。操作者还可以输入用于初始化深度跟踪、井名称等的的数据。在钻井操作期间,传感器80获得数据,并且这些数据经由地面通信系统100被传输至地面控制系统200。计算机处理器202配置成执行下述软件程序:该软件程序处理由传感器80获得的数据、解析数据、对数据进行时间标记并将数据记录在计算机存储器204中的作业文件中。用户界面208可以使获得的数据显示在显示装置上。例如,所获得的数据可以被排布到当前和历史数据日志(基于时间或深度的日志)中并显示在显示装置上。其他软件程序可以处理并分析所获得的数据并且创建信息量元数据,比如从起吊载荷获取的WOB。所存储的数据和相关数据文件能够经由与钻井系统的其他组件——比如电子数据记录器——连接的标准有线或无线连接进行导出。地面控制系统200还能够例如进行WITS数据传输、MWD井下数据的串行输入等。

[0077] 继续参照图4,井下通信系统400配置成将井下数据传输至地面控制系统200。井下通信系统400可以包括至少一个地面接收器410和遥测工具420。遥测工具420可以包括接收器422、电源424、控制器426和配置成向地面接收器410传输信号的传输装置428。信号可以包括与经由井下传感器在井下获得的数据有关的被编码的钻井数据。井下通信系统400可以是如所示出的泥浆脉冲遥测系统。应当理解的是,其他遥测系统也可以用来将信息从工具300传输至地面控制系统200。例如,井下通信系统可以是电磁遥测系统、声学遥测系统或有线管道系统。

[0078] 泥浆脉冲遥测系统包括控制器426、呈旋转脉冲发生器形式的传输装置428、呈压力脉动传感器形式的接收器410以及流量开关或开关装置。脉冲发生器428用来将信号通过钻井泥浆传输至地面接收器410。切换装置感测钻井泥浆是否被泵送通过钻柱20。切换装置以通信的方式联接至控制器426。控制器426可以存储钻井泥浆没有被泵送时的数据,如切换装置的输出所指示的。可以从APS技术获得作为FlowStat™电子激活流量开关的合适的开关装置。控制器60可以将其从MWD工具或方向工具的控制器接收的信息编码为一系列压力脉冲。控制器426可以响应于接收到的输入使脉冲发生器428在钻井泥浆中产生脉冲序列。压力脉动传感器可以是位于地面S处的应变计压力变换器(未示出),该应变计压力变换器可以感测钻井泥浆柱中的压力脉冲并且可以产生代表从井下脉冲发生器接收的脉冲的电输出。地面处的变换器的电输出可以被传输至地面控制系统200,地面控制系统200可以解码并分析最初被编码在泥浆脉冲中的数据。

[0079] 处理器可以至少部分地基于由压力传感器组件80b获得的对流体压力的测量值来降低由位于井下的泥浆脉冲发生器传输的泥浆脉冲信号的信噪比。监测系统30可以包括输入压力传感器组件,该输入压力传感器组件定位在泥浆系统的位于泵16与测量接头32之间的输入管线上。输入压力传感器组件可以测量输入管线处的流体的压力。处理器配置成至少部分地基于由测量接头系统和输入管线上压力传感器组件获得的对流体压力的测量值来降低由位于井下的泥浆脉冲发生器传输的泥浆脉冲信号的信噪比。

[0080] 监测系统30配置成使得钻井工可以基于当前的钻机活动——比如钻进、循环、起下钻等——来选择和/或创建用于测量顶部接头32的操作指令。该组操作指令可以包括传感器测量、采样频率、数据处理协议、省电指令、返回计算装置的数据类型——比如参数值、单位等的选择。地面控制系统200将该组操作指令传递至测量接头32的通信装置90。通信装置90将操作指令传送至控制器60。控制器60(或处理器)执行该组操作指令以获得表示期望的钻井参数的数据。例如,该组操作指令可以包括对测量特定钻井参数——比如起吊载荷——的某些传感器供应电力以及随后将电力移除的协议。指令在预期数据采集完成之后被执行时能够使电力从传感器移除。其他协议可以包括使每个传感器被操作成同时获取其相应测量值的时间和持续时间。

[0081] 该组操作指令还可以包括用于各个传感器的采样频率、处理方式和针对所获得的数据返回至地面控制系统200的值。传感器80可以根据基于一个或多个操作模式的该组操作指令选择性地操作。操作模式包括但不限于:A) 钻井模式,该钻井模式包括钻进活动、冲洗活动和扩孔活动;B) 脉冲串模式,该脉冲串模式强调更长的振动测量持续时间;C) 短起下钻模式,该短起下钻模式对应于钻管的一部分的移除;D) 牵拉模式,该牵拉模式对应于钻柱从井眼的移除;E) 流体循环模式,在该流体循环模式中,钻柱静止并且钻井流体流经一定时间段;F) 下套管模式,该下套管模式对应于将套管安装到钻井中并且可能不需要任何传感器的操作(表2,“F. 下套管”);以及G) 钻机维修模式,在该钻机维修模式中,各活动不需要任何传感器的操作(表2,“G. 钻机维修”)。可以基于钻井的特定接头操作来设计模式类型。表2是包括向用于上面描述的钻井操作模式的传感器80供应(或不提供)电力的情形的任务表。例如,在包括钻进、冲洗和扩孔活动的钻井模式A)期间,所有传感器都被供电并进行测量(表2,“A. 钻井/冲洗&扩孔”)。表3是针对每个钻井操作模式对每个传感器的传感器周期时间作出总结的任务表。

[0082] 表2电力供应任务表

[0083]

传感器>	高度	RPM	起吊载荷	扭矩/弯曲	加速度	压力/温度	流量
操作模式							
A. 钻井/冲洗&扩孔	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
B. 钻井/脉冲串模式	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
C. 钻井/解码	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
D. 短起下钻	Y	y	Y	Y	Y	Y	Y
E. POOH/THH	Y	y	Y	Y	N	N	N
F. 循环/反冲	y	y	y	N	N	Y	Y
G. 下套管	N	N	N	N	N	N	N
H. 钻机维修	N	N	N	N	N	N	N
说明	Y:	每单元时间通电≥断电					
	y:	每单元时间通电≤断电					
	N:	不供电					

[0084] 表3工作周期时间任务表

[0085]

ITS 任务表							
传感器工作周期时间的具体示例							
传感器>	高度	RPM	起吊载荷	扭矩/弯曲	加速度	压力/温度	流量
活动:							
A. 钻进/冲洗&扩孔	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.0
B. 钻进/脉冲串模式	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	0.50	1.0
C. 钻进/解码	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	1.0
D. 短起下钻	1.00	0.25	0.50	0.50	0.50	0.50	1.0
E. POOH/THH	1.00	0.10	0.50	0.50	N	N	N
F. 循环/反冲	0.50	0.10	0.30	N	N	0.50	1.0
G. 下套管	N	N	N	N	N	N	N
H. 钻机维修	N	N	N	N	N	N	N
说明	X.XX	每秒传感器工作时间					
	N:	不供电					

[0086] 此外,操作者还可以选择或创建关于获得的数据流何时以及以什么样的频率传输至地面控制系统200的指令。控制器60使通信装置90将获得的数据流以预定的时间间隔——比如每1秒、10秒、1分钟、10分钟等——无线地传输至收发器110、120、130和地面控制系统200。数据流可以被处理、分析、存储在计算机存储器中(例如作为标记了时间的记录)并由显示装置上的用户界面208显示。

[0087] 测量顶部接头32能够实现与钻井操作有关的多种方法。参照图7至图8D,本公开的实施方式包括用于对使用顶部驱动单元10在钻机处的组装操作进行监测的方法500。如图8A至图8B中所示,顶部驱动组件600包括顶部驱动单元10(以虚线示出)、联接至顶部驱动单元10的测量顶部接头32、联接至测量顶部接头32的防喷器13。顶部驱动组件600可以直接连接至立根或钻柱20的端部并使钻柱20旋转以钻制井眼B。

[0088] 参照图7、图8A和图8B,方法500包括将多个立根布置在桅杆(或钻杆走道)上以由接头操作设备进行操纵的步骤504。如上面所描述的,立根可以包括两个管状件28、三个管状件28或四个管状件28。在步骤508中,顶部驱动组件600使钻柱前进到井眼B中,直到钻柱20的上端部26定位在钻机地板11上方为止,如图8A中所示。接头设备将钻柱20的上端部26抓住并将其紧固以防止其旋转并落入井眼B中。在步骤512中,将顶部驱动组件与钻柱20的上端部26断开连接。

[0089] 在步骤516中,将新的立根610定位在钻柱20的顶端部26与顶部驱动组件600的下端部(未标号)之间。接头操作设备将立根610的顶部螺纹连接器612与顶部驱动组件600的螺纹连接器对准。在步骤520中,将顶部螺纹连接器612螺纹联接至顶部驱动组件600的螺纹连接器。在步骤524中,顶部驱动组件600使立根610旋转以将立根610螺纹连接至钻柱20的顶端部。应当理解的是,钻柱的顶端部是先前添加的立根的顶端部。

[0090] 在步骤528中,在立根610螺纹联接至顶部驱动组件600时,多个传感器获得表示螺纹连接的数据。表示螺纹连接的数据可以包括:A)第一立根的直到其被完全连接的圈数;B)施加至测量接头32的扭矩;C)沿着钻柱的牵引力。如上面所描述的,测量顶部32包括可以测量轴向力、扭转力、压缩力的应变传感器组件80a。轴向力、扭转力和弯曲力可以用来确定施

加至测量接头的扭矩,并且因此确定施加至立根的扭矩。陀螺仪80d被配置成获得表示所测量接头的测量接头32的转速的数据。转速和测量时钟可以用来确定在达到全扭矩或指定扭矩之前立根被转的圈数。在替代性实施方式中,可以使用回转仪来确定立根的转速和圈数。

[0091] 在步骤532中,测量接头32和地面控制系统200可以监测第一立根610与钻柱20的端部之间的第一螺纹连接600的连接参数。在步骤532中,对第一立根610的底端部614与钻柱20的顶端部之间的螺纹连接进行监测,直到获得期望的扭矩并且如图8D中示出的那样完成了“连接”为止。在立根610实现了期望的螺纹连接之后,顶部驱动组件使连接的第一立根610和钻柱20旋转,以使钻头进一步前进到土质地层中,直到第一立根610的顶端部612定位在钻台11处为止。对于每个新的立根都重复进行步骤504至532。

[0092] 本公开的实施方式包括若干种用于监测并控制钻井操作的不同方面的方法。根据实施方式,一种方法包括监测钻井系统并利用预测模型。该方法包括利用钻头在土质地层中钻制井眼。在钻井期间,地面数据经由由测量接头32承载的多个地面传感器来获取。在一个示例中,获取数据的方法还包括获取振动数据,比如振动的振型、振幅和频率。此外,获取步骤还可以包括表示轴向振动、扭转振动和侧向振动的地面数据。其他地面数据包括下述各项中的至少一项:1) 距离X在一定时间段上的变化;2) 钻压的测量值;3) 施加至钻柱的扭矩的测量值;4) 钻柱的转速。

[0093] 该方法包括:利用沿着钻柱设置并定位成靠近钻头的多个井下传感器来获取井下数据。井下数据可以包括:a) 井下钻压的测量值;b) 钻头扭矩的井下测量值;c) 钻头的转速;d) 井底组件的轴向振动;e) 井底组件的扭转振动;以及f) 井底组件的侧向振动。

[0094] 然后,该方法还包括:基于所获取的地面数据和所获取的井下数据来调整钻柱部件模型。钻柱部件模型配置成预测钻井系统的一个或更多个操作参数。利用地面传感器获取的地面数据可以与利用井下传感器获取的井下数据关联。钻柱模型可以基于关联的钻井数据进一步改进。

[0095] 本公开的另一实施方式是用于检测钻井系统的方法。在此,该方法包括:在土质地层中钻制井眼,并且利用由测量接头32承载的多个传感器获取地面数据。地面数据接着被传送至计算机处理器。计算机处理器基于地面数据来确定施加至测量接头的扭矩。在一个示例中,该方法包括:确定施加至测量接头的扭矩与预测的施加至测量接头的扭矩之间的变化。预测的扭矩是基于钻井模型的,该钻井模型包括钻柱数据、地层特征、钻井流体数据以及对钻柱的部件和井眼壁所估计的摩擦系数。该方法还可以包括基于钻柱模型来预测沿着钻柱的牵引力的步骤。

[0096] 本公开的又一实施方式公开了一种用于监测钻井系统的顶部驱动单元10的方法。该方法包括:利用由测量接头承载的多个传感器来获取地面数据。然而,根据本实施方式,地面数据表示施加至测量接头的弯曲力矩和弯曲角度。该方法至少基于施加至测量接头的弯曲力矩和弯曲角度而允许在钻井操作期间监测顶部驱动单元的一个或更多个操作参数。操作参数中的一个操作参数为顶部驱动单元与钻机地板中的孔的中心线之间的对准。因此,该方法包括:确定顶部驱动单元的中心轴线与钻机地板中的孔的中心线之间的偏移量。如果偏移量超出预定阈值,则可以启动警报。如果偏移量在预定阈值内,则可以启动与第一警报不同的第二警报。该方法还包括下述步骤:如果基本上不存在偏移量,使得顶部驱动单元与孔的中心线基本上对准,则启动与第一警报和第二警报不同的第三警报。

[0097] 本公开的另一实施方式公开了一种用于控制钻井系统的方法。该方法包括：利用位于钻柱的端部处的钻头在土质地层中钻制井眼，并且利用测量接头32的多个地面传感器来获取地面数据。该方法可以包括：利用沿着钻柱的位于井眼内的部分定位的井下传感器来获取井下数据。然后，利用钻井模型来分析地面数据和井下数据。钻井模型包括土质地层、钻井流体信息和钻头数据中的一个或多个特征。钻井模型还可以包括探边井数据。

[0098] 响应于分析步骤，该方法可以调节A) 钻压、B) 流体的流量、以及C) 钻柱的转速中的至少一者以控制钻头的钻进速率 (ROP)。ROP可以基于钻头的倾斜度、方位角、工具面角度以及临近钻头的地层的参数中的至少一者来调节。此外，ROP可以基于井底组件的模型来调节。该方法还包括：基于测得的起吊载荷来控制钻机管线上的致动器的操作。该方法还包括：控制配置成使钻头旋转的井底马达上的压差。

[0099] 根据本实施方式，应当理解的是，地面数据包括下述各项中的至少一项：1) 距离在一定时间段上的变化，其中，所述距离从钻机地板上方的测量顶部接头上的第一参考位置延伸至钻机地板上的与第一参考位置对准的第二参考位置；2) 表示钻压 (WOB) 的数据；3) 表示施加至钻柱的扭矩的数据；以及4) 钻柱的转速。井下数据包括至少一个表示临近钻头的地层的参数、井下钻压的测量值、钻头扭矩的测量值以及钻头的转速。

[0100] 本公开的另一实施方式是一种用于基于测得的钻头的深度数据来控制钻制井眼的轨迹的方法。轨迹的控制基于利用测量顶部接头测得的钻头的深度而进行。该方法开始于在土质地层中朝向预定目标位置钻制井眼。接下来，对于钻头在土质地层中沿着井眼的深度在一定时间段内的变化进行确定。如本文中所使用的，深度从土质地层的地面沿着井眼延伸至钻头的末端部。该方法还包括：利用泥浆脉冲遥测系统、声学遥测系统、电磁遥测系统或有线钻杆遥测系统中的一者将表示深度在所述时间段内的变化的数据传送至地面。接下来，随时间变化的深度数据被传送至定向钻井工具。响应于接收深度在所述时间段内的变化，定向工具可以调整钻头的轨迹以使井眼的朝向预定目标位置的路径的波动最小化。深度在所述时间段内的变化可以以预定的时间间隔传送至定向工具。深度在所述时间段内的变化可以指的是深度变化率。

[0101] 定向工具可以通过获取表示钻头的倾斜度和方位角的数据来调节钻井方向。该方法还包括：确定深度变化率、所获取的倾斜度数据和所获取的方位角数据是否处于其相应的预定阈值内。如果这些数据中的一个或多个数据在其相应的阈值之外，则钻头的轨迹被调整成朝向正确的源。此外，调整步骤响应于接收表示钻头的深度的数据而自动进行。

[0102] 测量深度的一种方法是基于测量顶部接头随着钻柱向土质地层中前进而朝向钻机地板表面行进的距离。如上所述，距离X从测量接头32上的第一参考位置延伸至位于钻机地板11处并与第一参考位置对准的第二参考位置。该方法涉及包括使顶部驱动单元在A) 升高位置与B) 降低位置之间移动的深度测量，在升高位置中，测量接头32定位在钻机地板表面上方的第一距离处以接纳钻柱管状件的顶端部，在降低位置中，测量接头定位在小于第一距离的第二距离处。钻头在土质地层中的深度是基于a) 第一距离与第二距离之间的差、以及b) 向钻柱添加的钻柱管状件的数目的。深度在所述时间段内的变化可以用来精确地确定钻头的钻进速率 (ROP)。

[0103] 在一个示例中，该方法包括：在钻头钻制井眼的预定较短部段之前将目标ROP传送至定向钻井工具。接下来，该方法包括：在钻头钻制井眼的较短部段的同时控制实际ROP，并

且在钻制井眼的较短部段的同时通过结合所述时间段内的实际ROP来确定钻头的深度。

[0104] 在另一示例中,该方法包括确定钻头的钻进速率的步骤,该步骤基于下述各项进行:A)利用由测量接头承载的多个地面传感器获取的地面数据,B)利用由钻柱在临近定向工具的位置处承载的多个井下传感器获取的井下数据,C)钻柱的模型,以及D)钻压、流体流量和钻柱的转速的实际操作值。

[0105] 本公开的另一实施方式涉及监测井下马达如泥浆马达。根据该实施方式,该方法利用由测量接头32承载的多个地面传感器来获取地面数据。根据本实施方式,地面数据表示循环通过测量接头32的流体的压力和流量。钻井流体数据接着被发送至地面计算装置。该方法包括:经由至少一个计算机处理器来确定井下马达的效率。效率是基于流体的压力、流体的流量和井下马达的操作模式的。此外,在一定时间段内监测井下马达的效率。

[0106] 该方法还包括:利用沿着井底组件定位的多个井下传感器来获取井下数据。根据本实施方式,井下数据表示井底组件的内部通道内的流体的压力、以及设置在钻柱与地层之间的环形通道中的流体的压力。所获取的井下数据被发送至地面计算装置。接下来,计算装置基于井下数据来确定井下马达的第二效率。具体地,第二效率是基于a)井底组件的内部通道内的流体的压力、b)环形通道中的流体的压力、以及c)井底马达的操作模式的。在一定时间段内监测井底马达的第二效率。此外,该方法接着包括:获取表示测量接头32的实际振动的振动数据。可以基于振动数据来确定井下马达中的转子的速度。该方法可以包括基于转子的速度、流体的压力和流体的流量来监测井下马达的性能。

[0107] 本公开的另一实施方式涉及监测某些类型的钻井操作,例如水侵的存在等。该方法包括:在土质地层中钻制井眼,并且使钻井流体循环通过钻柱和钻头并离开井眼。在循环步骤中,通过测量接头32中的地面传感器来获取地面数据。根据本实施方式,地面数据表示A)钻压、B)施加至钻柱的扭矩、C)钻进速率、D)钻井流体的流量、以及E)钻井流体的压力。所获取的地面数据接着显示在显示单元上。

[0108] 该方法还可以确定或便于确认钻井操作中的钻进突变是否发生。钻进突变是测得的钻井参数的突然的较大变化。例如,钻进突变可能是钻进速率的突然大幅增加,通常伴随有起吊载荷/钻压和钻柱扭力的突然大幅改变。响应于确定步骤,如果钻进突变已经发生,则计算装置可以使警报显示在计算装置的显示单元上。在该示例中,警报包括对可能的水侵的警告。如本文所使用的水侵是地层流体的不期望的且不受控制的进入井眼中,并且也被称为井涌。井涌通常由钻井突变预先警告。在存在可能的突变的情况下,该方法继续确认水侵是否已经进入井眼中。如果存在水侵,则使流体进出井眼的循环停止。接下来,关闭环形防喷器。在流体循环停止之后,测量接头32中的流体的压力被测量并显示在显示单元上。在此,该方法包括基于测量接头中的压力来确定固井流体的密度。接下来,打开环形防喷器,并且经由规定的缓慢循环以恒定压力的方式使水侵循环离开井眼环空。

[0109] 本公开的另一实施方式是一种用于监测固井操作的方法。该方法包括利用地面传感器获取第一数据集的步骤。第一数据集与通过测量接头的第一流体相关。然而,第一数据集表示第一流体的压力、第一流体的温度、第一流体的流量、第一流体的密度。计算装置可以使第一数据集显示。接下来,该方法包括:使与第一流体不同的第二流体流经测量接头,以使第一流体移位离开井眼。使用测量顶部接头中的地面传感器,获取与第二流体有关的第二数据集。第二数据集表示第二流体的一个或多个参数。该方法可以包括:向计算机处

理器传送与第一流体有关的第一数据集和与第二流体有关的第二数据集。传送步骤持续进行,直到固井操作完成为止。

[0110] 前述描述是出于说明的目的而提供的,而不应被解释为限制本发明。尽管已经参照优选实施方式或优选方法对本发明进行了描述,但应当理解的是,本文中所使用的词语是描述和说明的词语,而非限制的词语。此外,虽然本文中已经参照特定的结构、方法和实施方式对本发明进行了描述,但本发明并不意在限于本文中所公开的细节,使得本发明扩展到在所述权利要求的范围内的所有结构、方法和用途。相关领域的受益于本说明书的教导的技术人员可以对本文所述的本发明做出许多改型,并且可以在不背离本发明的由所附权利要求限定的范围和精神的情况下做出变型。

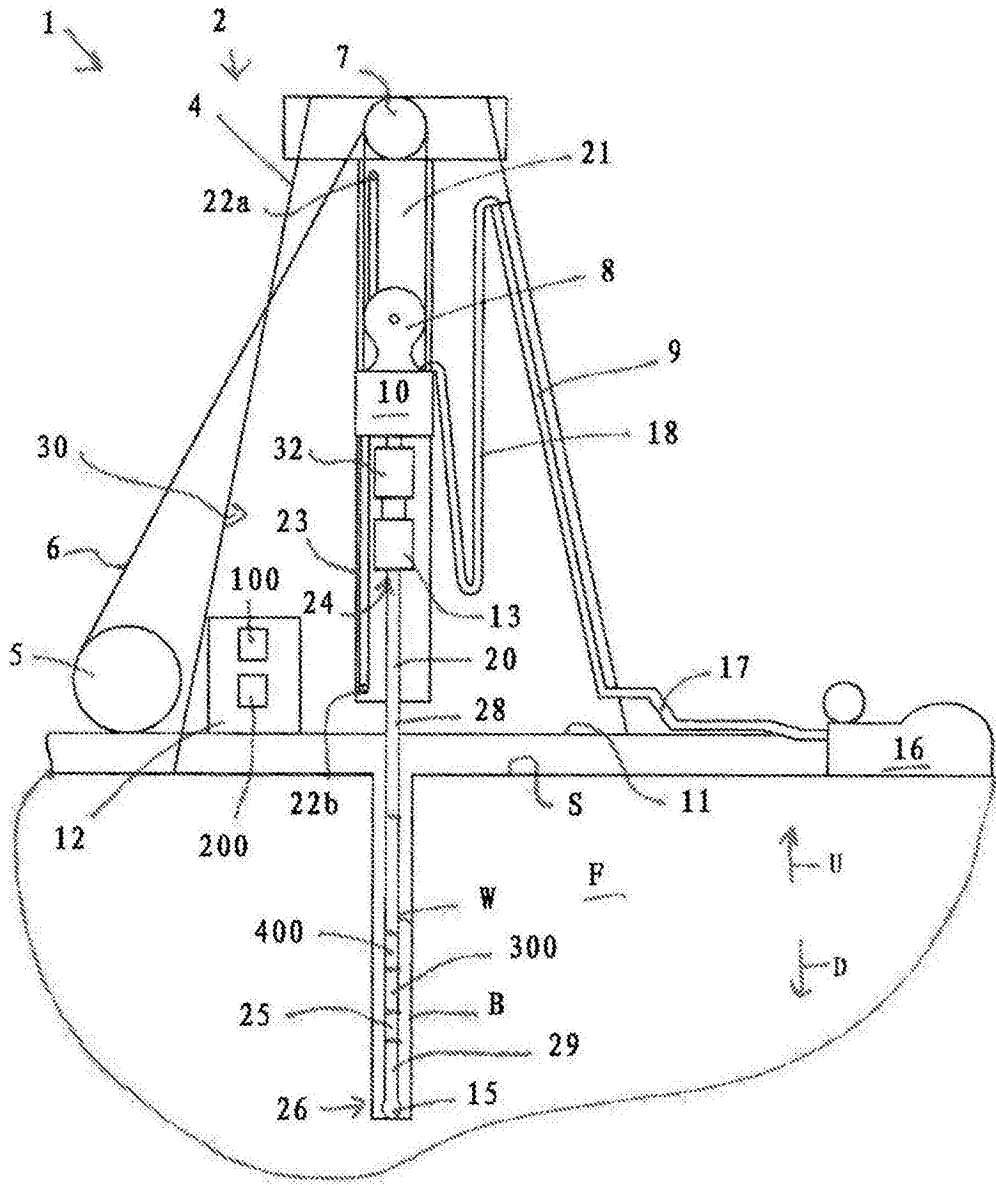


图1

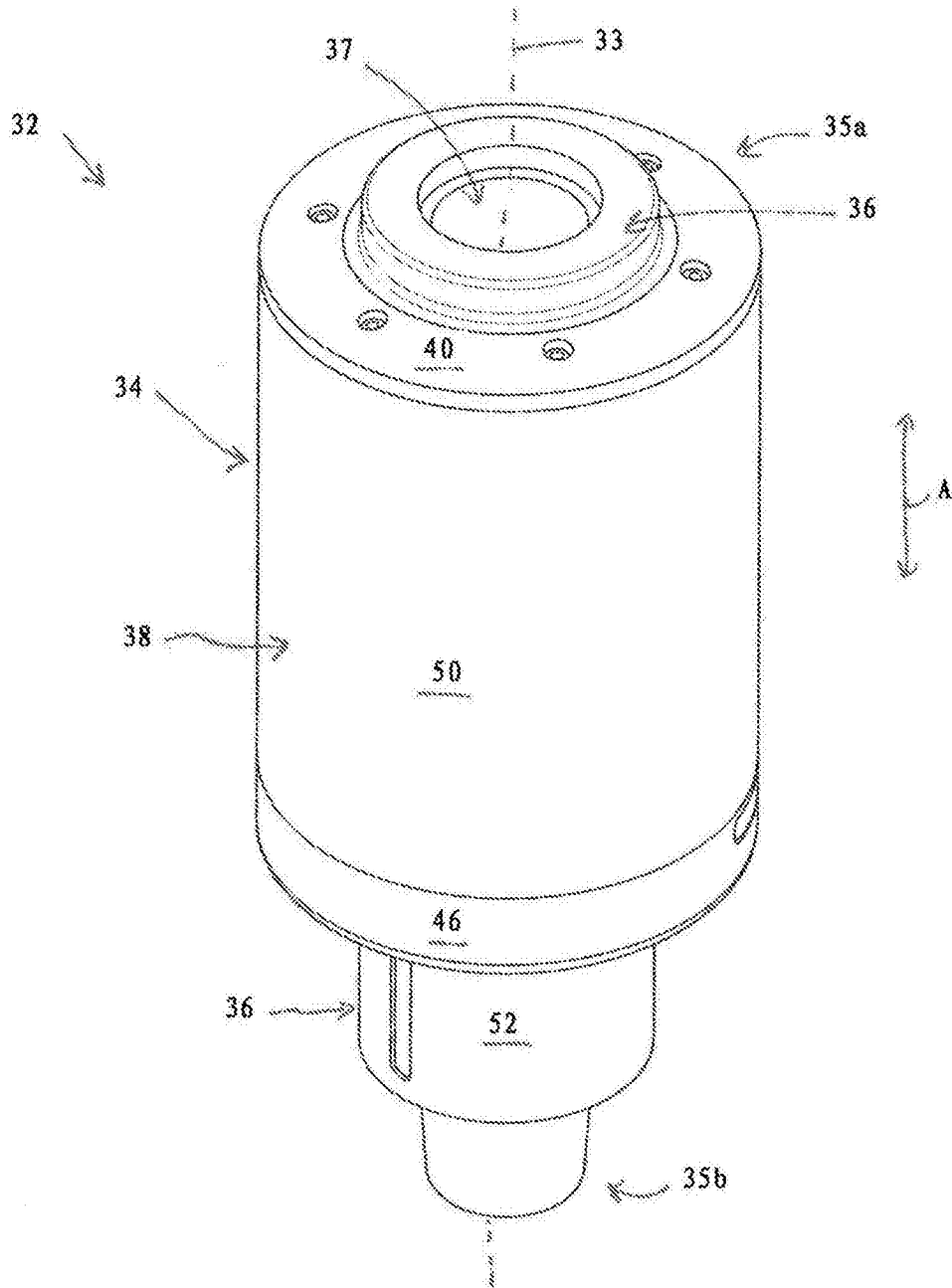


图2A

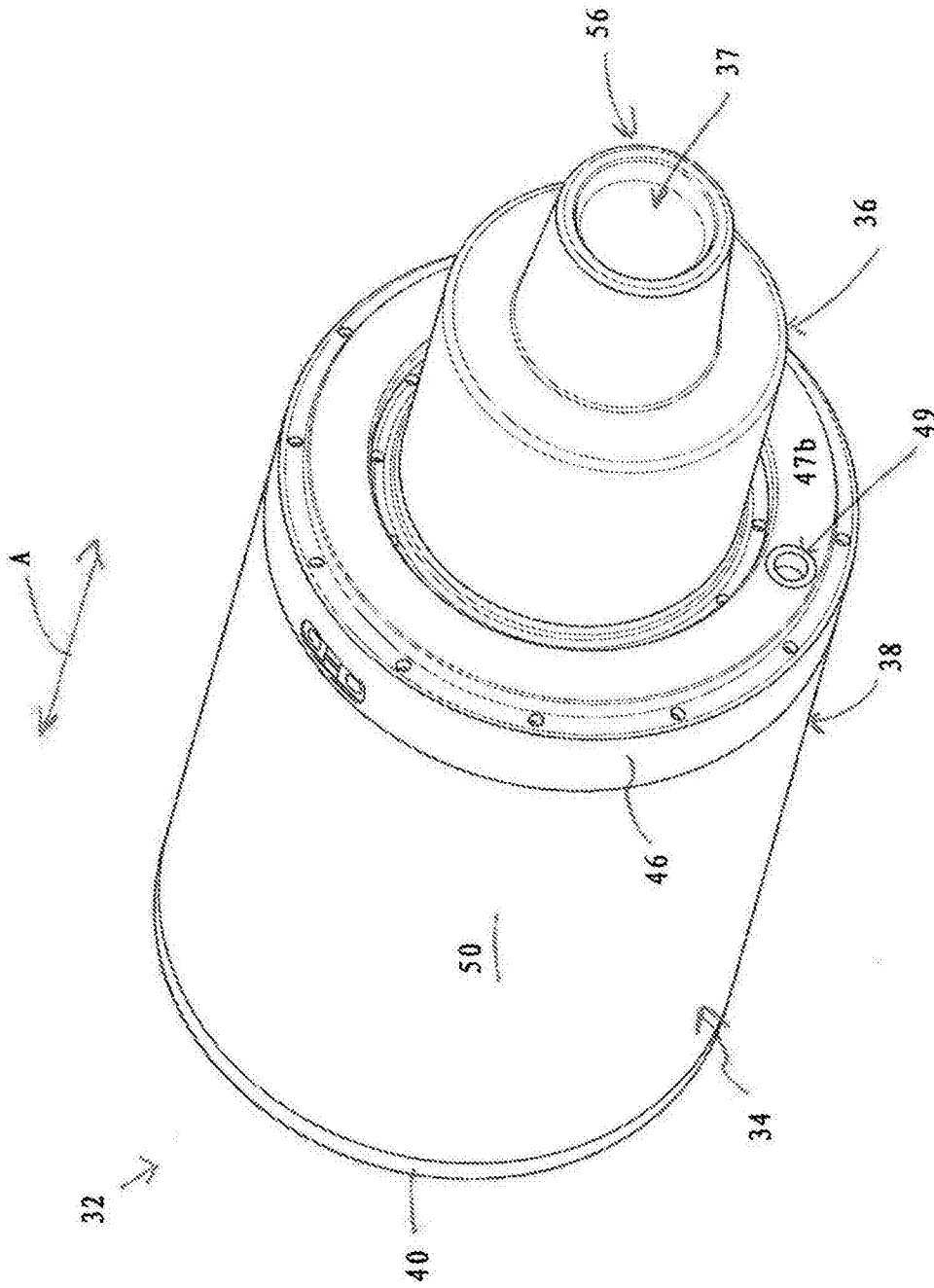


图2B

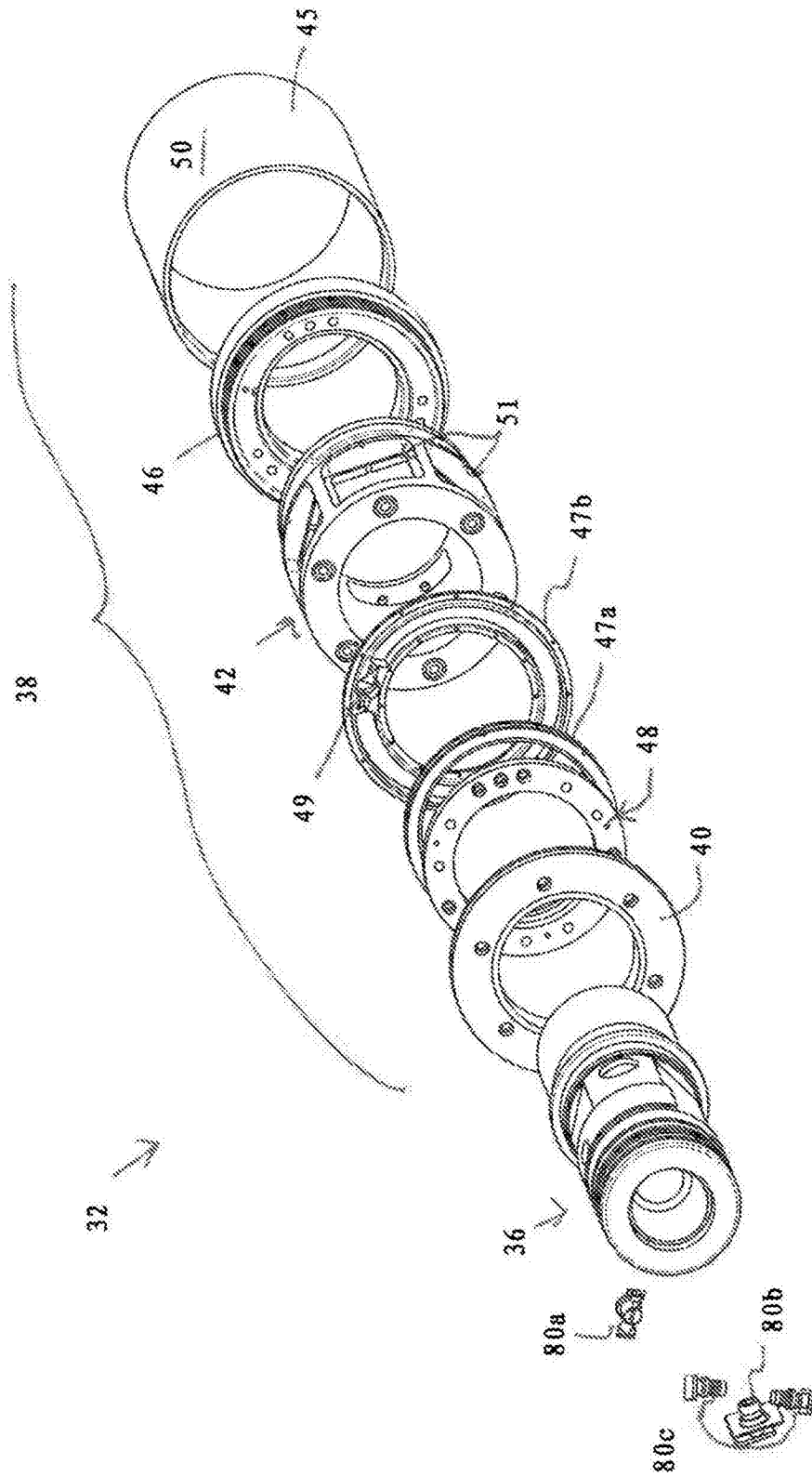


图2C

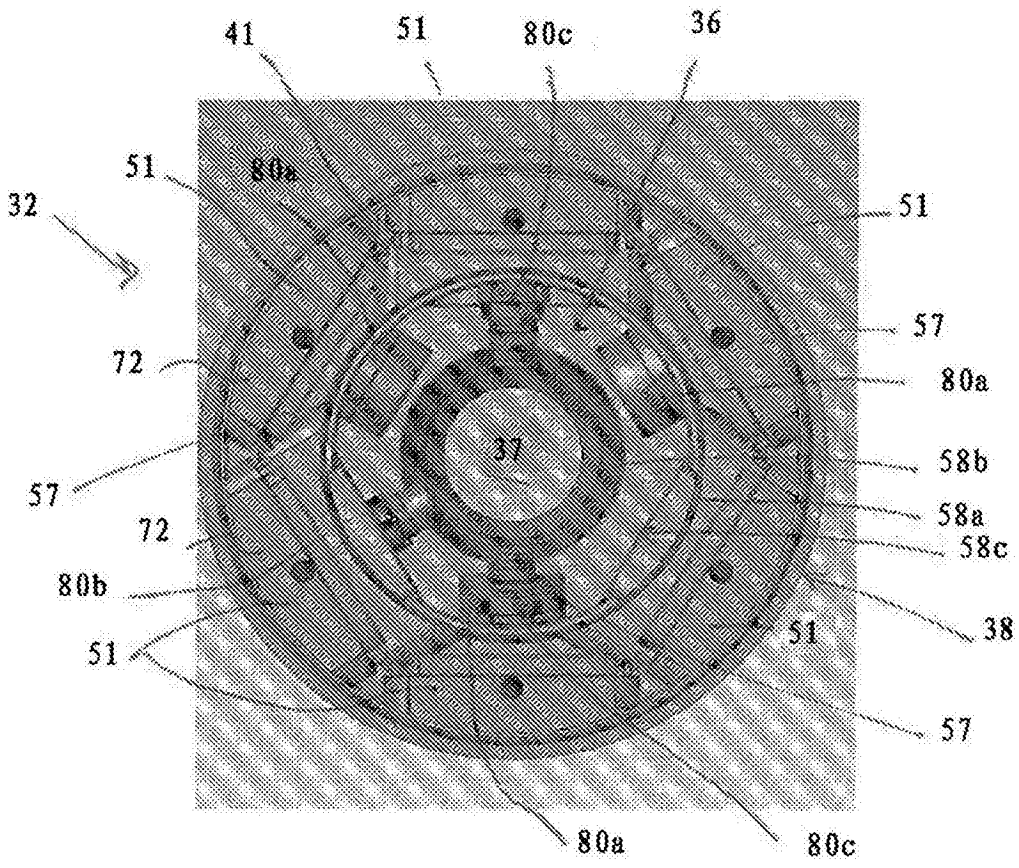


图2D

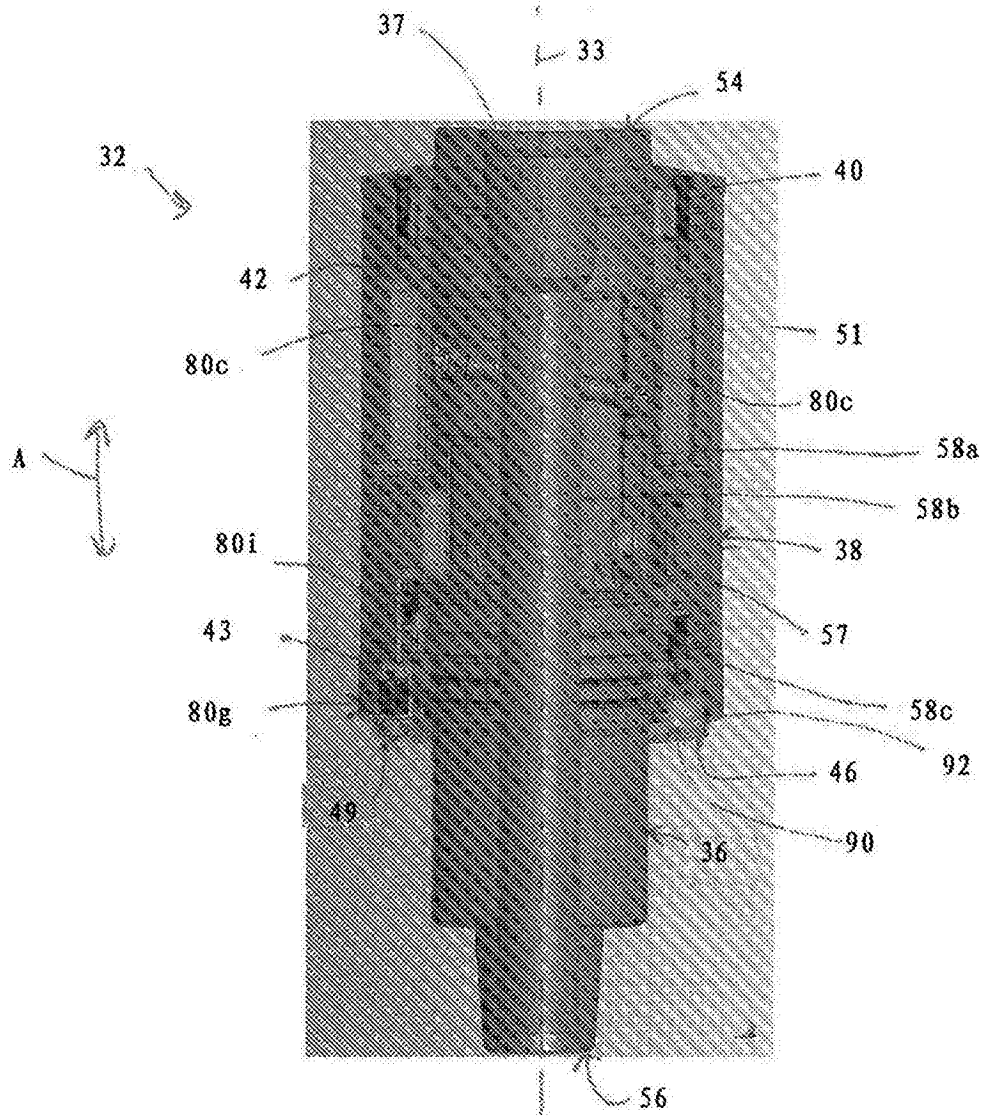


图2E

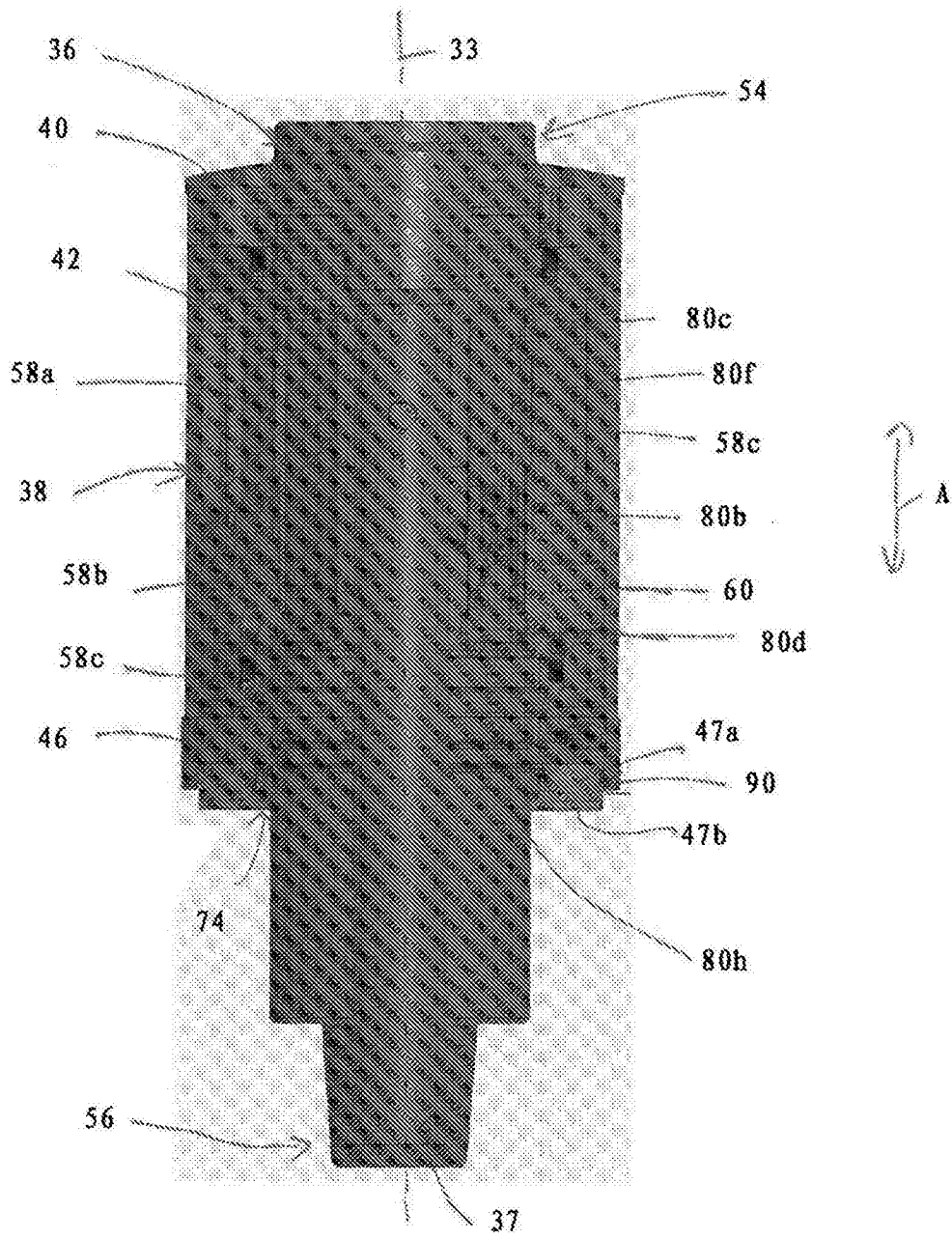


图2F

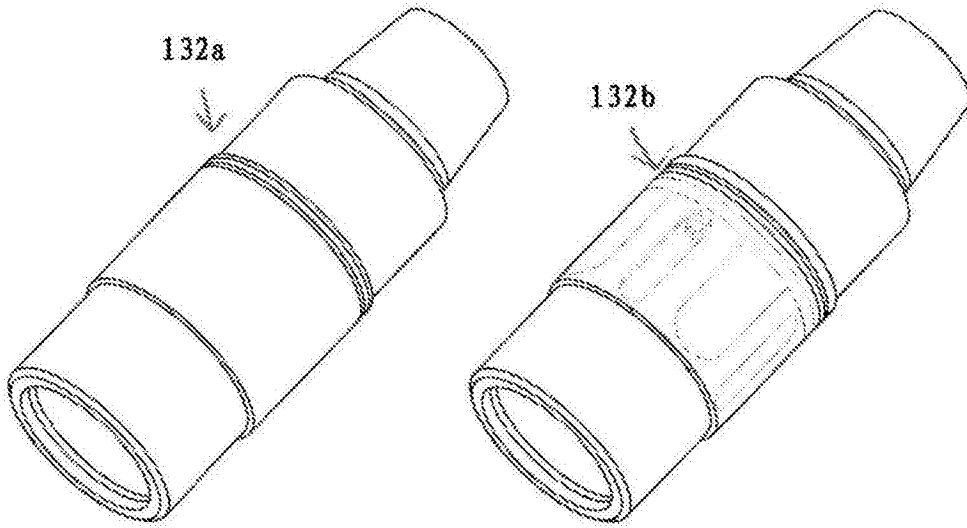


图3A

图3B

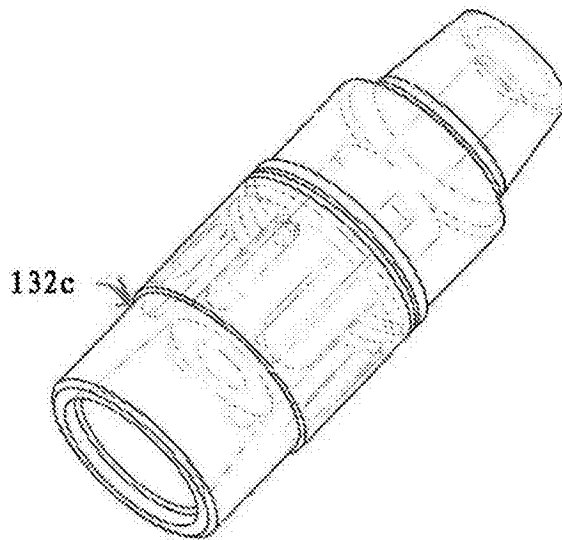


图3C

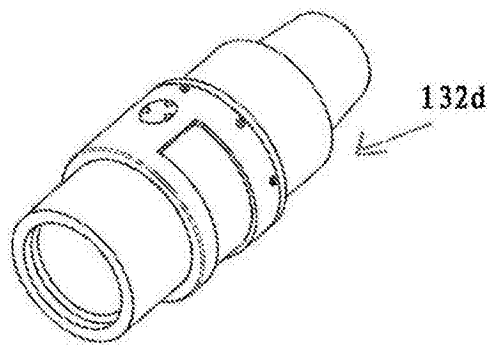


图3D

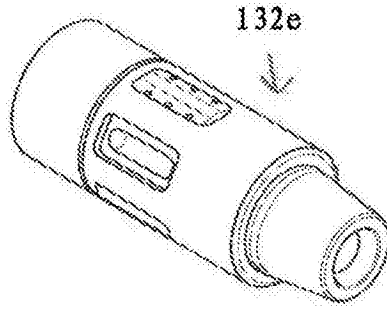


图3E

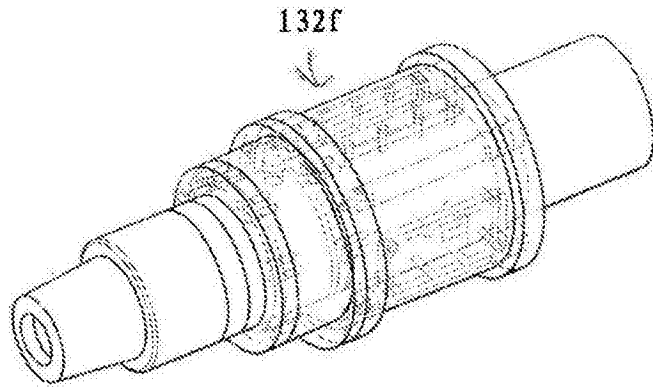


图3F

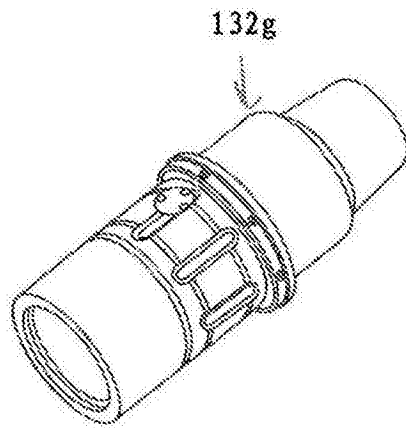


图3G

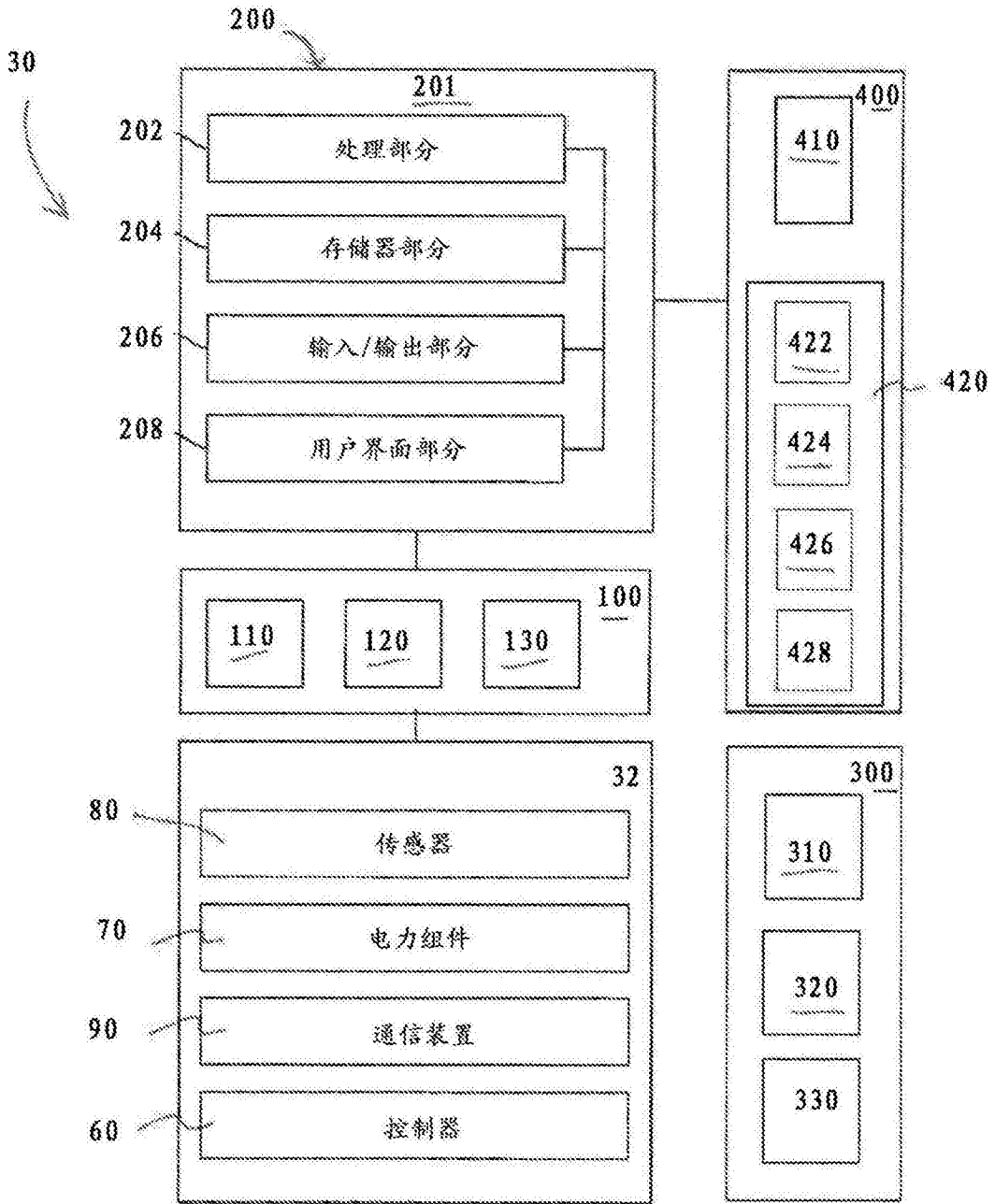


图4

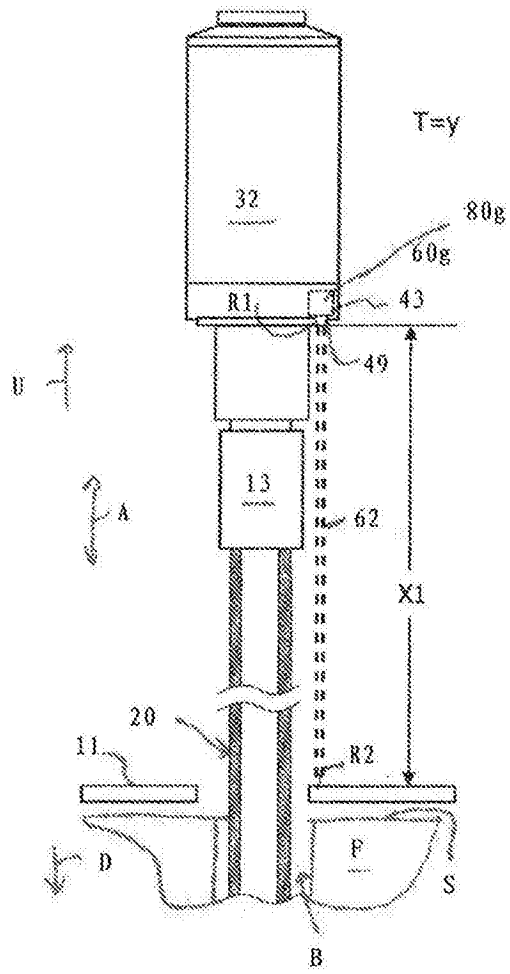


图5

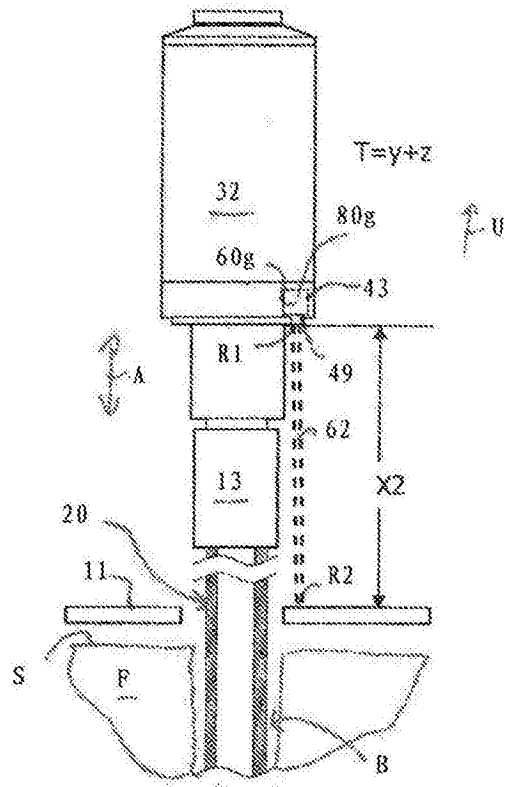


图6

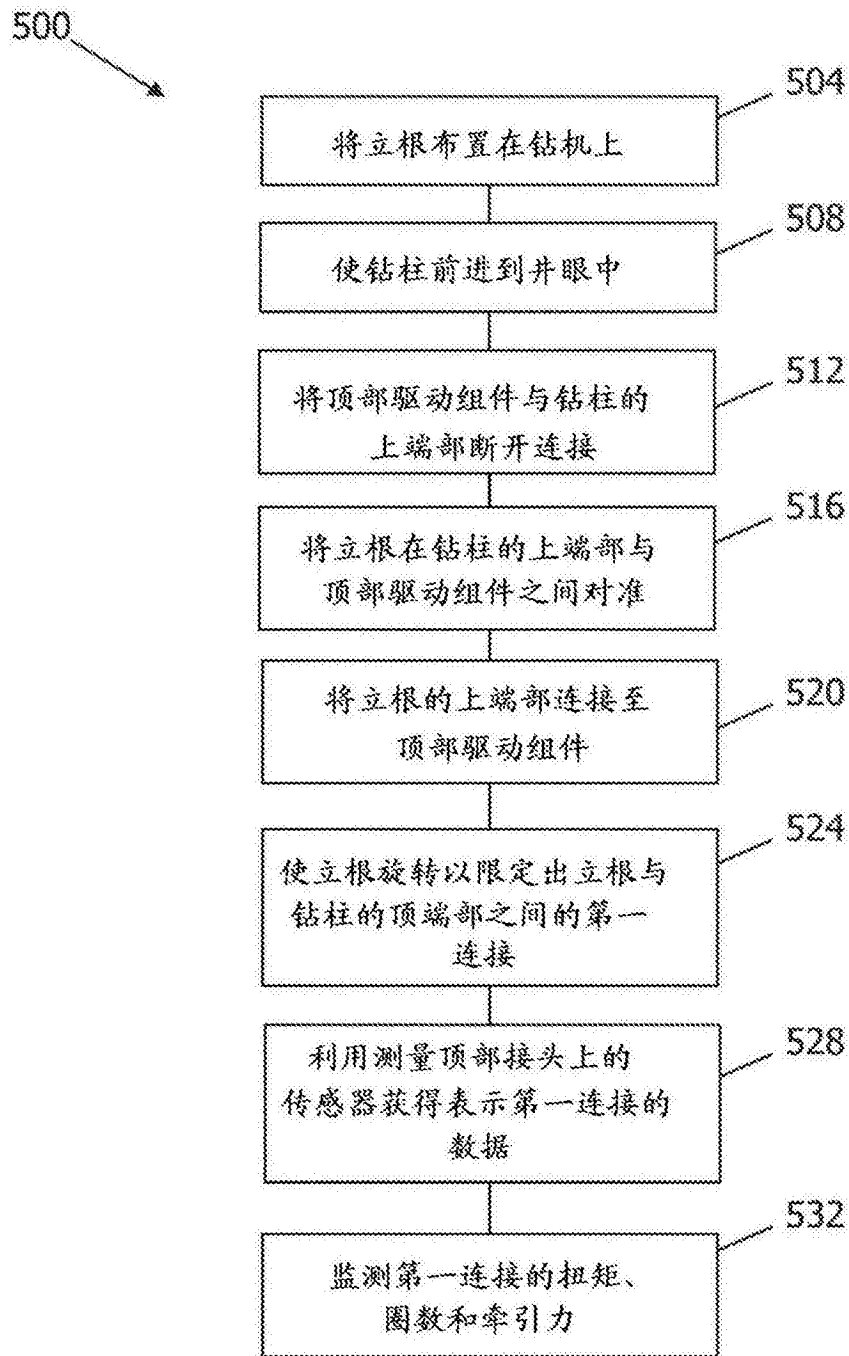


图7

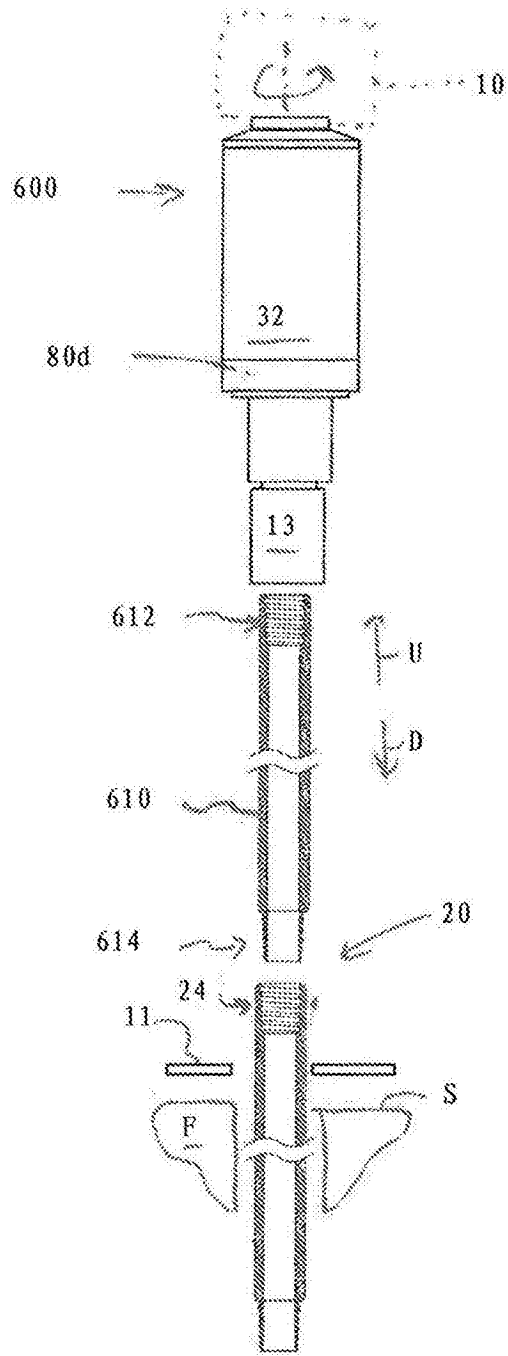


图8A

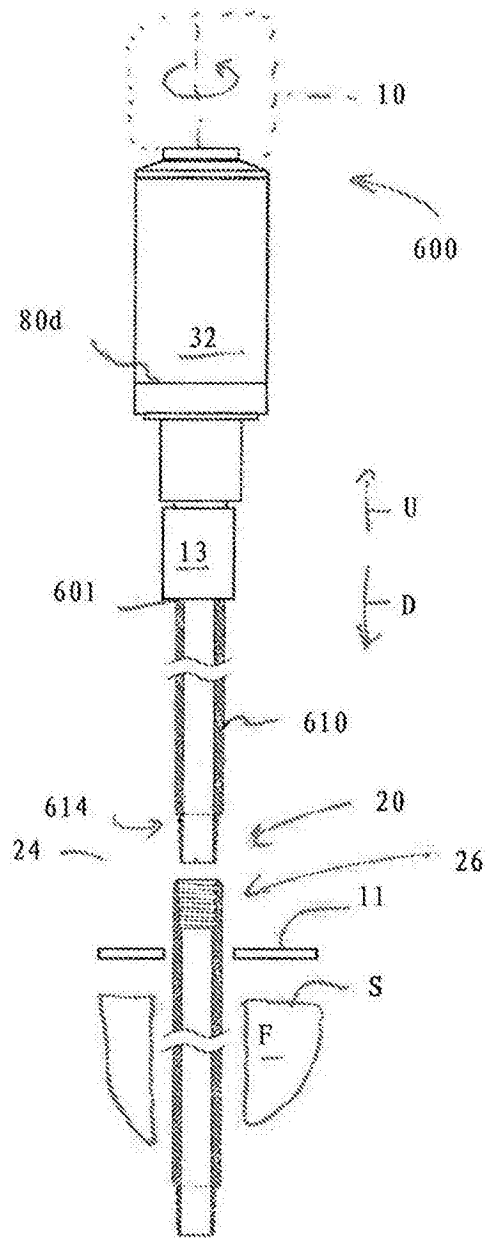


图8B

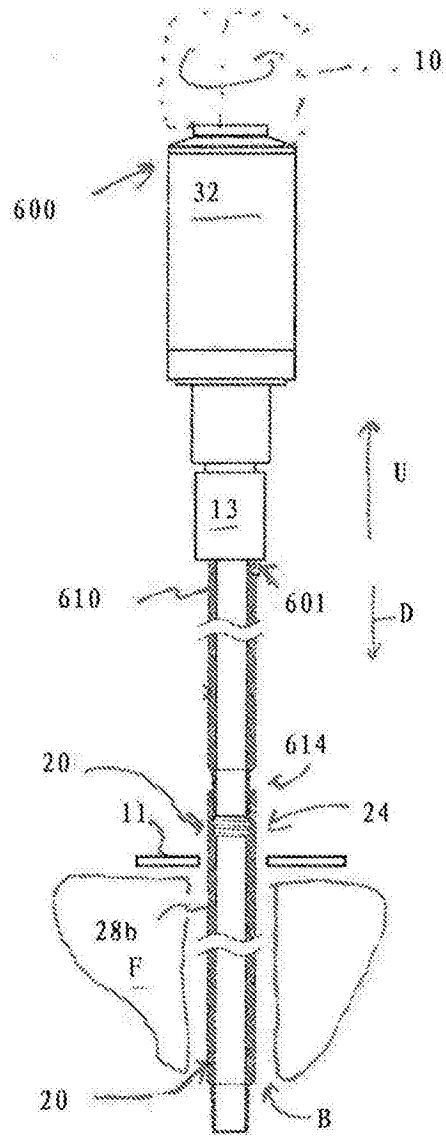


图8C

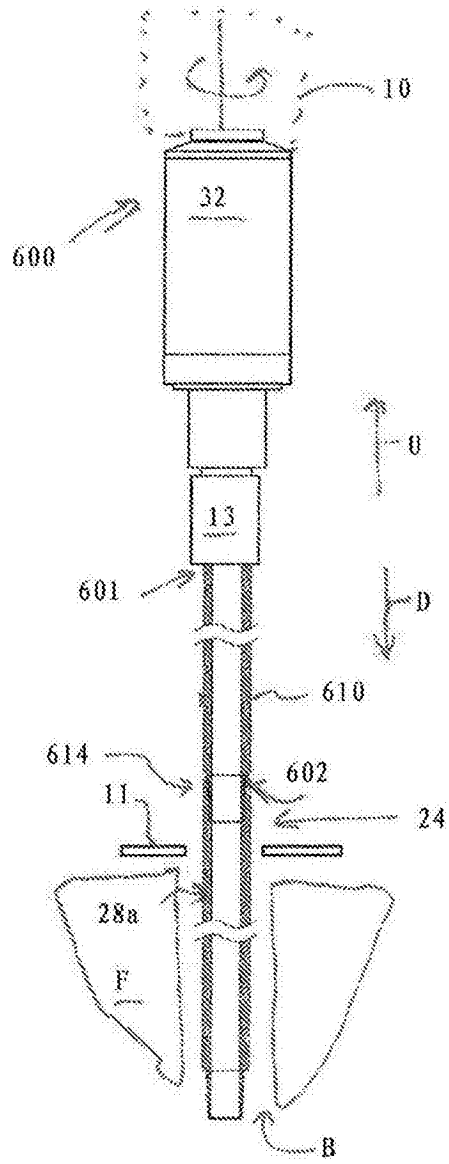


图8D