



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104428481 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 18

(21) 申请号 201380032373. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 05. 20

E21B 4/02(2006. 01)

(30) 优先权数据

E21B 21/10(2006. 01)

13/529, 997 2012. 06. 21 US

E21B 44/06(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 12. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/041787 2013. 05. 20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/191838 EN 2013. 12. 27

(71) 申请人 普拉德研究及开发股份有限公司

地址 英国维尔京群岛

(72) 发明人 C·佩林 G·C·唐顿

C·C·博加特 B·拉库尔

P·克里勒

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 周家新 蔡洪贵

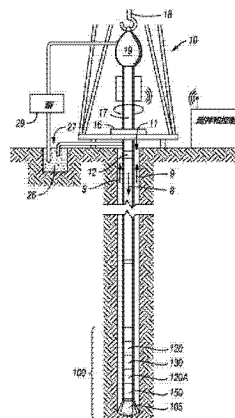
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

定向钻井系统

(57) 摘要

一种技术有助于在多种应用中钻井眼或其他类型的井孔。导向系统或其他井下工具被设计为具有多个被配置为在钻井作业期间提供受控导向的致动器。每个致动器包括至少一个可滑动地装配于相应的套筒内的活动元件或球。压力流体被用于提供所述元件沿所述致动器的相应套筒的受控运动。所述元件的受控运动帮助在钻井作业期间提供对所述井下工具的转向或其他控制。



1. 一种系统,包括:

定向钻井系统,其具有通过枢转点耦接至第二轴的主轴,所述第二轴被耦接至转向套筒;以及被安装于不同的圆周位置处的用于与所述转向套筒接合以相对于所述主轴选择性地枢转所述转向套筒和所述第二轴的多个致动器,每个致动器包括可滑动地安装于活塞套筒内的活动元件,所述活塞套筒被定向成当在所述活塞套筒内有足够的压力被施加于所述活动元件时允许所述活动元件作用于所述转向套筒。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其中,每个致动器包括均可滑动地安装于相应的活塞套筒内的多个球。

3. 如权利要求 2 所述的系统,其中,所述多个致动器包括在所述转向套筒内绕着所述主轴在圆周方向上间隔开的至少三个致动器。

4. 如权利要求 3 所述的系统,进一步包括定位成能控制压力钻井泥浆向所述多个致动器的流动的阀。

5. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述转向套筒包括至少一个表面,所述至少一个表面被成型为能以在枢转所述转向套筒期间减小接触应力的方式接收所述活动元件。

6. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述活塞套筒被定向成与所述转向套筒成非垂直的角度。

7. 如权利要求 3 所述的系统,其中,所述活动元件是大致球形的球,且多个大致球形的球提供与所述转向套筒的内表面的滚动接触。

8. 如权利要求 2 所述的系统,其中,所述多个球中的某些球具有彼此不同的直径。

9. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述活塞套筒的横截面面积沿活塞套筒的长度变化,从而改变所述活动元件与活塞套筒之间的间隙。

10. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括配置成能监测所述球在球套筒中的位置的球传感器。

11. 一种用于钻井的方法,包括:

准备具有通过枢转点枢接于第二轴的主轴的定向钻井系统;

将多个致动器耦接到所述定向钻井系统中,其中,每个致动器包括可滑动地安装于套筒中的球;并且

定向每个套筒,使得所述球沿所述套筒的受控移动使第二轴相对于主轴绕着所述枢转点枢转。

12. 如权利要求 11 所述的方法,进一步包括:将转向套筒连接至第二轴,其中,耦接包括将所述多个致动器绕着所述主轴在圆周方向上间隔开的位置处安装到所述主轴与所述转向套筒之间。

13. 如权利要求 12 所述的方法,进一步包括:使每个致动器形成有可滑动地配置于多个相应的球套筒内的多个球。

14. 如权利要求 13 所述的方法,进一步包括:通过以顺序方式向每个致动器选择性地施加压力钻井泥浆来控制所述球相对于所述转向套筒的内表面的移动,以便在钻头轴旋转期间保持所需的钻井角度。

15. 如权利要求 11 所述的方法,进一步包括:为每个致动器提供传感器以监测球的位置。

16. 如权利要求 14 所述的方法,进一步包括:将钻头耦接至钻头轴并且旋转所述钻头以钻井眼。

17. 如权利要求 13 所述的方法,进一步包括:沿所述转向套筒的内表面形成至少一个凹部以便以减小接触应力的方式接收至少一个球。

18. 如权利要求 11 所述的方法,其中,耦接包括:将所述多个致动器配置于所述万向接头上方。

19. 如权利要求 11 所述的方法,其中,耦接包括:将所述多个致动器配置于所述万向接头下方。

20. 如权利要求 11 所述的方法,其中,定向包括定向每个球套筒,以便使每个球沿相应的球套筒的移动能使每个球作用于所述主轴和钻头轴中的至少一个。

21. 如权利要求 11 所述的方法,进一步包括:使用压力钻井泥浆移动每个球并且使用流动控制系统的计算机控制的阀控制钻井泥浆的流动。

22. 如权利要求 12 所述的方法,进一步包括:使每个球具有与沿所述转向套筒的内部轮廓对应的形状,以提高旋转导向系统的稳定性。

23. 一种用于钻井眼的方法,包括:

将定向钻井系统耦接至钻柱,其中,所述定向钻井系统包括枢接于钻头轴的主轴;

通过选择性地将钻井泥浆引导到配置于被耦接至所述定向钻井系统的钻头轴的转向套筒内的多个球致动器,导向所述定向钻井系统;并且

操作所述定向钻井系统以钻倾斜井眼。

24. 如权利要求 23 所述的方法,其中,导向包括使用泥浆阀来选择性地将加压的钻井泥浆引导到并作用于每个致动器内的多个球上,以便所述球的移动使所述转向套筒和所述钻头轴枢转至所需钻井方向。

25. 如权利要求 23 所述的方法,进一步包括:通过万向接头将所述钻头轴枢接至所述主轴。

26. 一种用于帮助井眼作业的方法,包括:

准备具有可枢转装置的井下工具;

将多个致动器耦接至所述井下工具中,其中,每个致动器包括可滑动地安装于球套筒内的球;以及

定向每个球套筒,以便所述球沿所述球套筒的受控移动使所述井下工具绕着所述枢转装置弯曲。

27. 如权利要求 26 所述的方法,其中,准备包括为所述井下工具准备成万向接头形式的可枢转装置。

28. 如权利要求 26 所述的方法,进一步包括:在挠性管钻井作业中使用所述井下工具。

29. 如权利要求 26 所述的方法,其中,准备包括为所述可枢转装置准备泥浆马达。

定向钻井系统

背景技术

[0001] 通过钻一个穿透含油地层的井,而从地下地质地层(被称为储层)中获取诸如油及天然气的烃流体。受控转向或定向钻井技术被用于油、水及天然气行业中,以到达并非位于井口正下方的源头。在制备一个或一系列具有狗腿弯折或其他类型的斜井区段的井眼时,已经采用多种导向系统来提供对钻井方向的控制。

发明内容

[0002] 一般地,本发明提供了一种在多种应用中用于钻井眼或其他类型的孔的系统及方法。一种导向系统或其他井下工具被设计为具有多个被配置为在钻井作业(例如钻井眼作业)期间提供受控导向的致动器。每个致动器包括至少一个可滑动地装配于相应的球套筒内的球。压力流体被用于提供所述球沿所述致动器的相应球套筒的受控运动。所述球的受控运动能够在所述钻井作业期间提供对所述井下工具的转向控制和/或其他控制。如在此所使用的,术语“球”并不必然表示球形元件。球可以是大体上球形的活动元件,但其还可以是任意可接受的形状,包括但不限于,大体上椭圆形或大体上圆柱形。类似地,球套筒并不必然是圆筒形,而可以是任意需要的形状,以便接收所述活动元件,例如但不限于,具有椭圆形或其他非圆形截面的圆筒。

[0003] 然而,在实质上不脱离本发明教导的前提下,可能有多种修改。相应地,权利要求所限定的本发明的范围意图包含这样的修改。

附图说明

[0004] 此后将参照附图描述某些实施例,其中相同的参考标记表示相同的元件。然而应该理解,附图示出了本文描述的多种实施方式,并且不意图限制本文描述的多种技术的范围,其中:

[0005] 图 1 是根据本发明的一个实施例的可以采用导向系统的实施例的井场系统;

[0006] 图 2 是根据本发明的一个实施例的用于定向钻井的导向系统的一个例子的示意图;

[0007] 图 3 是根据本发明的一个实施例的由旋转导向系统内的致动器产生的力的示意图;

[0008] 图 4 是根据本发明的一个实施例的示出了相对于距所述导向系统的万向接头的距离的球直径的图示;

[0009] 图 5 是根据本发明的一个实施例的示出了相对于距导向系统的万向接头的距离的所述球致动器的压力需求的图示;

[0010] 图 6 是根据本发明的一个实施例的具有位于球套筒内的球活塞的球致动器的截面示意图;

[0011] 图 7 是根据本发明的一个实施例的图 6 中示出的球致动器但所述球活塞位于致动位置的截面示意图;

[0012] 图 8 是根据本发明的一个实施例的球致动器的截面示意图,其中,所述套筒包括用于允许致动流体及颗粒排出的凹槽;

[0013] 图 9 是根据本发明的一个实施例的球致动器基本上沿图 8 中的线 9-9 所作的截面示意图。

[0014] 图 10 是根据本发明的一个实施例的球活塞被配置成于凹槽中抵靠至转向套筒的内表面上以减小接触压力的示意图;

[0015] 图 11 是根据本发明的一个实施例的具有多个用于接收球致动器的球活塞的异型凹部的转向套筒的示意图;

[0016] 图 12 是根据本发明的一个实施例的示出了球致动器的球套筒被定向成不垂直于所述转向套筒的角度的示意图;

[0017] 图 13 是根据本发明的一个实施例的旋转导向系统的截面示意图,其中,球活塞与转向套筒滚动接触;

[0018] 图 14 是根据本发明的一个实施例的示出了球活塞位于具有变化截面积的球套筒内的示意图;

[0019] 图 15 是根据本发明的一个实施例的示出了球活塞位于具有变化截面积的另一类型的球套筒内的示意图;

[0020] 图 16 是根据本发明的一个实施例的示出了与导向系统的球致动器相结合的仪器的示意图;

[0021] 图 17 是根据本发明的一个实施例的具有非球异型形状从而对于相同直径能够增加接触面积而降低接触应力的球的示意图;以及

[0022] 图 18 是根据本发明的一个实施例的球被容纳于相应的凹部内的示意图。

具体实施方式

[0023] 在以下的描述中,陈述了多个细节以提供对本发明的一些说明性实施例的理解。然而,本领域技术人员应该理解,可以在没有这些细节的情况下实施所述系统和 / 或方法,并且基于所述实施例的多个变型或修改是可能的。

[0024] 本文的公开总体上涉及关于导向系统的系统及方法,其可以被用于能够定向钻出井孔(便如,井眼)。所述系统和方法提供了一种导向系统,其利用致动器来产生用于将导向系统定向至期望钻井方向的转向力。举例来说,所述导向系统可包括通过万向接头耦接于输出轴(例如钻头轴)的主轴;并且致动器(例如球致动器)可以被配置成使所述输出轴相对于所述主轴绕所述万向接头枢转。所述致动器可以包括位于相应套筒内的球,并且钻井泥浆或其他致动流体可以被用于以通过使所述输出轴相对于所述主轴枢转而提供期望转向的方式沿它们相应的套筒移动所述球。

[0025] 在一些钻井应用中,所述导向系统可以包括旋转导向系统,例如同时使用推靠钻头及指向钻头方式的混合旋转导向系统。所述旋转导向系统可以在提供高折弯性能的同时减少对磨损和诸如磨削、温度及压力的其他参数的敏感。所述旋转导向系统还兼容在钻井眼应用中使用的多种类型的钻井泥浆。在这些类型的钻井眼操作中,泵被用来在压力下向井下提供诸如钻井泥浆的钻井流体。随着钻井流体流入所述旋转导向系统中,所述钻井流体具有高压差,并且一部分所述钻井流体被选择性地导向所述球致动器以沿相应的球套

筒移动所述球。当旋转运动被传递到所述旋转导向系统时,所述致动器以保持所述输出轴相对于所述主轴处于所需角度的方式被依次移动。所述钻井流体可以在所述球外侧附近被排出并进入周围井孔中。此外,所述致动器可以位于绕所述旋转导向系统的间隔的圆周位置,并且在一些应用中,可以有四个球致动器在绕所述旋转导向系统的圆周方向上彼此间成约 90° 间隔开。基于所述应用,每个球致动器可以例如包括单个球或多个可滑动地装配于多个相应球套筒内的球。

[0026] 在此所述的导向系统在无论是井还是非井的环境及应用中的多种钻井应用中可以使用。例如,旋转导向系统可以帮助钻出穿过地下地层材料及一些其他地球材料的井孔,以便形成多种类型的通路。在与井相关的应用中,导向钻井系统可以被用于帮助定向钻井,以形成多种倾斜井眼。图 1 中示出了包含所述导向钻井系统的井系统的一个例子。

[0027] 参考图 1,示出了一个井场系统,其中,可以采用本文所述的导向系统的实施例。所述井场可以是在岸上或离岸的。在此系统中,通过旋转钻井,井眼 11 被形成于地下地层中。然而,所述导向系统的实施例可以被用于多种类型的定向钻井应用中。

[0028] 在所示出的例子中,钻柱 12 悬置于所述井眼 11 中,且具有井下钻具组合 (BHA) 100,所述井下钻具组合 100 包括在其底端处的钻头 105。地面系统包括设于井眼 11 之上的平台和井塔组件 10,所述组件 10 包括转盘 16、方钻杆 17、挂钩 18 和转环 19。所述钻柱 12 由转盘 16 驱动旋转,转盘通过未示出的方式驱动,转盘将方钻杆 17 接合至钻柱的顶端。所述钻柱 12 通过方钻杆 17 和转环 19 悬置于挂钩 18,该转环 19 允许钻柱相对于挂钩旋转,挂钩 18 系于游动滑车(未示出)上。可以替代性地使用顶部驱动系统。

[0029] 在本实施例的例子中,所述地面系统进一步包括存储于形成于井场处的池 27 中的钻井流体或泥浆 26。泵 29 将所述钻井流体 26 通过转环 19 中的端口传送至钻柱 12 的内部,使钻井流体如方向箭头 8 所示向下流穿钻所述钻柱 12。所述钻井流体通过钻头 105 中的端口离开所述钻柱 12,然后通过钻柱外部与井眼的壁间的环形区域向上循环,如方向箭头 9 所示。在此方式中,所述钻井流体润滑所述钻头 105,在其回到池 27 用于再循环的同时,将地层切屑向上带至地面。

[0030] 所示出实施例的井下钻具组合 100 包括随钻测井 (LWD) 模块 120 以及随钻测量 (MWD) 模块 130。所述井下钻具组合 100 还可以包括导向系统 150 以及钻头 105。在一些应用中,所述井下钻具组合 100 进一步包括马达,其可以被用于转动所述钻头 105 或以其他方式被用于辅助所述钻井操作。此外,所述导向系统 150 可以包括旋转导向系统以提供定向钻井。

[0031] 所述 LWD 模块 120 被容纳于一种特殊类型的钻铤中,并且可以含有一个或多个已知类型的测井工具。还应该理解,可采用一个以上的 LWD 和 / 或 MWD 模块,如 120A 所示。(在全文中,对 120 位置处的模块的引述同样可替换地表示 120A 位置处的模块。)所述 LWD 模块可以具有用于测量、处理和储存信息以及与地面设备通信的能力。在本实施例中,所述 LWD 模块包括压力测量装置。

[0032] 所述 MWD 模块 130 也可以被容纳于一种特殊类型的钻铤中,且可以含有一个或多个用于测量钻柱及钻头的特性的装置。所述 MWD 工具还可包括用于向井底系统产生电能的装置(未示出)。这可以包括由钻井流体流驱动的泥浆涡轮发电机(也被称为“泥浆马达”),应该理解,也可采用其他电能和 / 或电池系统。在本实施例中,所述 MWD 模块可以包

括多种测量装置；例如，钻压测量装置、扭矩测量装置、振动测量装置、冲击测量装置、粘滑测量装置、方向测量装置和 / 或倾斜测量装置。如下文更详细地描述，所述导向系统 150 还可以包括用于测量期望参数（例如钻压及钻头扭矩参数）的仪器。

[0033] 所述导向系统 150 可以用于直线或定向钻井，以便例如改进向各种地下含油气储层的接近。定向钻井是指井眼从其本来的路径上有意偏离。换句话说，定向钻井是钻柱的转向，以便其在期望的方向上行进。

[0034] 定向钻井在许多离岸钻井应用中是有用的，因为其能使多个井从单个平台钻出。定向钻井还能使水平钻井穿过储层。水平钻井能使所述井眼以更长的长度横穿所述储层，这提高了所述井的生产率。定向钻井系统还可以被用于垂直钻井操作中。通常，由于所述被穿透的地层的不可预测性或者由于所述钻头承受的变力，钻头可偏离预定钻井轨迹。当发生此偏离时，定向钻井系统可以被用于将所述钻头拉回正确线路上。

[0035] 在一些定向钻井应用中，导向系统 150 包括使用旋转导向系统（“RSS”）。在 RSS 中，从地面旋转所述钻柱，井下装置使所述钻头沿期望方向钻井。旋转所述钻柱可减少在钻井过程中钻柱被挂住或卡住的发生。用于向地下钻出偏斜井孔的旋转导向钻井系统可以总体上分为“指向钻头式”系统或“推靠钻头式”系统。

[0036] 在指向钻头式系统中，钻头的旋转轴线从所述井下钻具组合的局部轴线偏离至新井眼的大致方向。所述井眼依据由上、下扶正器触点以及钻头限定的通常的三点几何特性延伸。所述钻头轴线的偏离角度连同所述钻头与下扶正器之间的有限距离，会导致弯道所需的非共线条件的产生。有很多方法可以实现此目的，包括在所述井下钻具组合中靠近所述下扶正器的一个点处的固定或可调弯曲部，或分布于上、下扶正器之间的钻头驱动轴的弯曲。在其理想化形式中，所述钻头不需要进行实质的侧向切割，因为所述钻头轴线朝所述弯曲井眼的方向连续转动。指向钻头类型的旋转导向系统的例子以及它们如何运行，被描述于美国专利申请公开第 2002/0011359 号、2011/0052428 号以及美国专利第 6,394,193、6,364,034、6,244,361、6,158,529、6,092,610 以及 5,113,953 号中。

[0037] 在常规的推靠钻头式旋转导向系统中，并没有特殊明确的机构来使所述钻头轴线偏离井下钻具组合的局部轴线；相反，必要的非共线条件是通过使上、下扶正器中的任一个或两个在相对于所述井眼的蔓延方向优先定向的方向上施加偏心力或偏移来实现的。再次，有很多方法可以实现此目的，包括非旋转（相对于井眼）的偏心扶正器（基于偏移的方法）以及向所述钻头在期望转向的方向施加力的偏心致动器。再次，转向是通过在钻头与至少两个其他触点之间产生非共线来实现的，且所述钻头切向侧面以便产生弯曲井眼。推靠钻头类型的旋转导向系统的例子以及它们如何运行被描述于美国专利第 5,265,682、5,553,678、5,803,185、6,089,332、5,695,015、5,685,379、5,706,905、5,553,679、5,673,763、5,520,255、5,603,385、5,582,259、5,778,992 以及 5,971,085 号中。

[0038] 总体上参考图 2，井下钻具组合 100 的一部分被示为包括与钻头 105 耦接的导向系统 150。在此实施例中，所述导向系统 150 包括通过诸如万向接头的接头 204 耦接至输出轴 202 的主轴 200。在钻井应用中，所述输出轴 202 可以包括在钻井操作中旋转钻头 105 的钻头轴。所述输出轴 202，例如钻头轴，可相对于主轴 200 绕万向接头 204 枢转，以便允许受控的、定向钻井。在所述钻头 105 的旋转期间，可以使用致动系统 206 来保持输出轴 202 与主轴 200 之间的期望角度来控制钻井方向。在其他实施例中，所述万向接头 204 可以被配置

于所述钻柱或工具柱的其他部分中。例如,所述万向接头 204 及其相应致动器可以被置于可控挠性接头或诸如打捞工具的其他井下工具中,其中,所述万向接头 204 及其相应致动器被用作井下工具中的角度致动器。在一些应用中,所述万向接头 204 可以由其他类型的挠性接头代替。

[0039] 在所示出的例子中,致动系统 206 包括多个可以被独立控制的致动器 208、例如球致动器,以便保持输出轴 202 与主轴 200 之间绕着所述万向接头 204 的期望枢转角。如图所示,每个致动器 208 可以在主轴 200 与周围转向套筒 210 之间耦接。所述转向套筒 210 被耦接于输出轴 202,以便所述致动器 208 的径向膨胀及收缩引起输出轴 202 相对于主轴 200 枢转。然而,致动器 208 可以被定位于万向接头 204 之上和 / 或之下。此外,根据所述导向系统 150 一般地是指向钻头式系统的形式、推靠钻头式系统的形式、还是结合了指向钻头式特点与推靠钻头式特点的混合系统的形式,所述致动器 208 可以被设计为相对于转向套筒 210 或相对于周围井眼壁起作用,如图所示。在旋转导向系统中可以使用任意这些系统来控制输出轴绕着接头 204 相对于主轴的枢转运动。应该注意,所述致动系统 206 可以被用于包括挠性管钻井系统的多种钻井系统中。

[0040] 在示出的实施例中,致动器 208 包括位于绕着所述主轴 200 的间隔的圆周位置处的球致动器。例如,至少三个致动器可以位于圆周位置,但是在多个应用中,四个致动器可以位于彼此间隔 90° 的四个圆周位置。每个致动器 208 可以包括单个球 212 或多个球 212,其中,每个球 212 被可滑动地配置于相应的球套筒 214 中。在图 2 中示出的例子中,每个致动器 208 是具有三个被可滑动地配置于三个相应的球套筒 214 内的球 212 以便相对所述转向套筒 210 的内表面选择性移动的球致动器。给定致动器 208 的球 212 相对于转向套筒 210 的移动引起转向套筒 210 及钻头轴 202 相对于主轴 200 绕着万向接头 204 枢转。根据应用,球 212 及其相应球套筒 214 可以位于所述万向接头 204 之上或之下。进一步地,球套筒 214 可以定向成使所述球 212 作用于转向套筒 210 或轴 200 或轴 202,以提供所述枢转运动。在某些泥浆马达应用中,所述球套筒 214 可以被配置并被定向成使所述球 212 作用于导向泥浆马达的轴。

[0041] 可以通过在球 212 的相对于转向套筒 210 的相反侧传输至相应球套筒 214 内的压力流体来控制所述球 212 的选择性移动。可以通过各种相应的流动控制系统 216 来控制所述压力流体的传输,所述控制系统例如是上文所述的指向钻头式以及推靠钻头式专利中讨论的控制系统。举例来说,所述流动控制系统 216 可以包括选择性地控制压力流体向所述致动器 208 流动的旋转阀。在钻井眼应用中,所述流动控制系统 216 可以是泥浆阀,其以顺序方式控制致动钻井流体向所述致动器 208 的流动。在所述钻头 105 旋转时,所述顺序流体传输方法激励致动器 208,从而保持所述钻头轴 202 与主轴 200 间的期望角度,以保持所需钻井方向。致动器 208 以及总导向系统 150 的设计提供了高折弯性能,同时改善了对与磨损、温度、压力及泥浆类型相关的不利影响的抵抗力。在一些实施例中,流动控制系统 216 可以是计算机控制的阀的形式,其能够控制所述压力钻井泥浆的供应。在此例子中,计算机控制的系统 216 能够精确控制绕着万向接头 204 的枢转。所述精确控制可以被用于导向,但是其还可以被用于其他目的,例如角振动控制。

[0042] 在一些实施例中,每个致动器 208 包括单个球及套筒,并且在其他实施例中,每个致动器 208 包括多于一个的球 212 及多于一个的相应的球套筒 214,以在所述主轴 200 与转

向套筒 210 的内表面之间的有限空间内产生所需力。此外,球 212 的直径可以被选择为与钻头 105 的期望指向所需的位移要求相一致。球 212 的直径的选择还由球 212 与万向接头 204 之间的距离决定,如图 3 中的图所示。有效地,每个球 212 的位移由所述球 212 相对于万向接头 204 的位置以及万向接头的倾角决定。所述球 212 的直径以及球 212 与万向接头 204 间的距离与钻头 105 指向期望钻井方向时钻头轴 202 相对于主轴 200 的期望移动量相关。在诸如图 2 中示出的混合推靠钻头及指向钻头式导向系统中,球直径及球距万向接头的距离类似地根据所述导向系统 105 的期望导向特性来选择。在图 4 的图中,作为一个例子提供了最大球直径与距离万向接头 204 的距离之间的关系图形化表示。图 4 还对于同一个例子示出了最大球直径与期望位移之比与距离万向接头 204 的距离之间的关系。

[0043] 当在每个球致动器 208 中使用多于一个的球 212 时,在保持作用于所述转向套筒 210 上的相同的力的情况下,所述导向系统 150 的内部与所述导向系统 150 周围的井眼环空之间的压降可以被减小。通过使用一组较小的球 212,可以获得较大的组合表面积,从而相比具有较小表面积的单个较大球来说,能够使用较低压降而产生相同大小的力。所述单个较大球 212 需要较大的压降来产生作用于转向套筒 210 的所需力。在图 5 中,提供了图形表示来说明与单个致动器 208 中的不同数量的球 212 相关的压力。一般地,在每个致动器 208 中使用额外的球 212 时,所需压降会减小。图 5 示出了相对于距万向接头 204 的距离的作用于所述球 212 上的压力以便提供足够力来转向钻头的一个例子。此图还示出了在距离万向接头 204 的给定距离下的所需球直径。

[0044] 当被用于致动给定致动器 208 中的球 212 的压力流体供应中断时,所述压力流体可以通过所述球与套筒间的空隙,或通过位于套筒或球中的排出凹槽或口,从所述球套筒 214 中排出。例如,诸如钻井泥浆的压力流体可以通过所述球 212 与球套筒 214 的组件外部的合适的排出口排出。随着所述压力流体排出,作用于所述球 212 上的压力减小,并且所述球可以沿相应的球套筒 214 以相反的方向移动。换句话说,此特定的致动器 208 的球 212 不再作用于所述转向套筒 210 的内表面上。向多个圆周间隔布置的致动器 208 的压力流体的顺序传输,以及此压力流体的失效或中断,允许所述导向系统 150 保持其导向方向。

[0045] 一般地参考图 6-9,示出了示例性球 212 位于其相应的套筒 214 中。在此例子中,图 6 示出了示例性球活塞导向装置 218 的截面示意图,其可以单独使用或与每个致动器 208 中的附加球导向装置 218 一起组合使用。所述球活塞导向装置 218 包括设置在其相应套筒 214 内的球 212。在此例子中,套筒 214 包括与诸如由泵 29 供应的压力钻井流体源的流体源连通的孔 220。如图 7 中所示,诸如钻井泥浆的流体 222 进入孔 220 中推动球 212 至伸出位置,在此位置所述球通过产生作用于套筒 210 的内表面上的力移动转向套筒 210。唇部 224 可以被用于将球 212 保持于球套筒 214 内。

[0046] 一般地参考图 9 及 10,提供了球活塞导向装置 218 的一个例子,其中,所述套筒 214 包括凹槽 226 以允许流体从所述套筒 214 中排出,如上文所述。所述凹槽 226 还可以被用于提供对球 212 以及井下钻具组合 100 的其他部分的润滑。此外,所述凹槽 226 可以提供流体通路,其便于除去所述球 212 与球座 214 的接合区域中的诸如颗粒的碎屑。

[0047] 在一些实施例中,球 212 可以被涂覆,或其可以由诸如金属、树脂或聚合物的耐磨材料组成。例如,球 212 可以由钢、“高速钢”、碳钢、黄铜、铜、铁、多晶金刚石复合材料(PDC)、硬面材料(hardface)、陶瓷、碳化物、陶瓷碳化物、金属陶瓷或其他适合的材料制成。

应该注意,沿凹槽 226 绕流过球 212 的钻井泥浆或其他流体在致动期间以及致动后排出时能够高速流动。在一些应用中,所述高速流体通过诸如转向套筒 210 内的流出口被导入井眼中。将所述高速流体导入井眼中,能够减少对导向系统 150 的潜在损害,例如由对所述转向套筒 210 的内径侵蚀所产生的损害。

[0048] 在一些应用中,球 212 与转向套筒 210 的内表面之间的接触可以产生高接触力/压力。然而,有很多技术可以被用来通过增加接触面积减小接触点处的应力。例如,如图 10 中所示,球凹槽 228 可以被机加工或以其他方式形成于转向套筒 210 的内表面 230 中。在每个致动器 208 中使用多个球 212 同样可以被用于减轻所述球 212 与转向套筒 210 间的接触应力。在一些应用中,多个球凹槽 228 可以与多个相应的球 212 被共同使用来进一步减小接触应力,并且从而允许流体致动球 212 上的压力与周围井眼内的压力之间具有较低的压降。

[0049] 附加的方法可以被单独或组合使用来限制接触应力和/或帮助控制转向套筒 210 的移动,并且从而帮助控制钻井方向。如图 11 中的例子示出的,转向套筒 210 可以沿内表面 230 设计有接触轮廓 232,来改善对所述转向套筒 210 的工具面控制。例如,所述接触轮廓 232 可以包括凹部 234,其比所述转向套筒 210 的正常内径具有更大的曲率。

[0050] 在一些实施例中,只要产生能够驱动球 212 顶靠转向套筒 210 的机械力,所述球 212 就可以具有除球形外的任何形状以传递由致动流体 222 所做的功。如在此所使用的,术语球 212 并不限于球形的球,而相反包括更广泛的形状,并且可以包括具有不同曲率的部件。例如,球 212 可以具有被设计为限制接触应力的圆柱或椭圆形,具有或不具有独特设计的接触轮廓 232。在一些应用中,不同于改变转向套筒 210 的内表面 230,可以改变球 212 的表面形状。其他的方法可以包括形成彼此具有不同直径的球 212,或增加致动器 208 的数量和/或增加每个致动器 208 中的球 212 的数量。球 212 可以具有对应于所述转向套筒 210 的内表面的轮廓形状的轮廓形状,以提高诸如导向系统 150 的井下工具的稳定性。在一些例子中,每个球 212 可以被接纳于所述转向套筒 210 的相应凹陷部或凹部中以提高稳定性。

[0051] 此外,球 212 可以根据各种程序或技术被激活。例如,根据用于控制致动流体 222 向致动器 208 的流动的泥浆阀 216(或其他流动控制系统)的类型,给定致动器 208 中的球 212 可以全部被立即激励/致动;可以没有球 212 被致动;或球 212 的不同组合可以被致动。例如,在给定致动器 208 中的一排球 212 中,可以致动全部数量球 212 的一部分以在某些导向作业期间减少导向力。进一步举例来说,一个实施例可以被设计为致动三球式致动器 208 的单个球 212 或两个球 212,而剩余球 212 保持不被致动。

[0052] 在另一个例子中,每个相应的球套筒 214 的中心轴线 236 可以被配置成相对于与套筒 210 相交的径向线 240 成非垂直角 238,如图 12 所示。通过将球 212 以角度 238 传递至套筒 210,可以增加致动力,同时减少移动套筒 210 的有效行程。如图 12 中进一步示出的,转向套筒 210 的一些实施例可以包含被设计为作用于周围井眼壁的扶正器 242。

[0053] 根据给定的钻井应用的参数,球 212 还可以用作综合旋转导向系统及马达系统中的“旋转”接触部,如图 13 中所示。在这些类型的应用中,所述转向套筒 210 被旋转,而马达定子/本体 244 相对于所述旋转的转向套筒 210 保持静止。马达驱动轴 246 直接被耦接于转向套筒 210 及钻头 105 以提供旋转。在此类型的应用中,球 212 被用于推靠所述转向套筒 210 的内表面以便导向所述钻头 105,同时还被用于当通过驱动轴 246 旋转所述钻头 105

时促进转向套筒 210 的转动动作。

[0054] 一般地参考图 14 及 15, 示出了另一个实施例, 其中, 球套筒 214 的截面面积沿其长度变化, 以便改变球 212 与球套筒 214 的内表面之间的间隙。举例来说, 此方式可以被单独使用或与凹槽 226 共同使用。如图 14 中所示, 球套筒 214 的内表面 248 可以逐渐减少以产生锥形球套筒, 从而间隙随着球 212 的行程的变化而改变。例如, 所述锥形并且从而所述截面积可以改变, 以便当所述球 212 施加最大力时提供紧密的空隙, 而在全行程时允许较大的间隙, 以限制所述力并清洁所述球套筒 214 的内部。图 15 示出了另一个实施例, 其中, 横截面积沿所述球套筒的长度改变, 但所述改变是通过使用沿着所述球套筒 214 的内部的一个或多个台阶 250 来实现的。

[0055] 在一些实施例中, 通过将球套筒 214 的轴线 236 设置为不同的方向, 可以调整载荷分布及作用力方向。例如, 含有沿导向系统 150 的一侧的一列球 212 的球套筒 214 的轴线可能与沿所述导向系统 150 的不同侧的球套筒 214 的轴线方向不同。所述球 212 及相应的球套筒 214 还可以在所述导向系统 150 的每一侧被沿螺旋线设置。例如, 每个致动器 08 可以具有大体上沿螺旋线设置的多个球 212 及相应的球套筒 214。如上所述, 球套筒可以每个都具有单个或多个槽或凹槽 226 以在增加或不增加间隙的情况下控制诸如钻井泥浆的致动流体的泄漏。

[0056] 一般地参考图 16, 示出了另一个例子, 其中, 至少一些致动器 208 被仪器化。可以安装一个或多个传感器 252 以监测球 212 在其相应球套筒 214 中的位置。举例来说, 可以沿每个球套筒 214 配置传感器 252 来监测所述球 212 在球套筒 214 中的位置。监测所述球 212 的位置可以使转向套筒 210 的倾角能够被确定, 以帮助监测钻井方向。根据给定应用的参数, 可以使用各种传感器 252。传感器 252 的例子包括感应式传感器、磁式传感器、声传感器及其他合适的传感器。

[0057] 一般地参考图 17, 示出了另一个实施例, 其中, 所述球 212 是非球形式。例如, 所述球 212 可以是圆柱形或具有被设计为作用于所述转向套筒 210 或另一可致动件的相应轮廓表面 256 上的轮廓表面 254 的桶形。所述轮廓表面 254 及相应的轮廓表面 256 可以被成形为提供某种功能。例如, 所述轮廓表面可以被设计为增加接触面积而同时保持球 212 的相同的一般直径, 以便减小接触应力。

[0058] 图 18 中示出了另一个例子, 其中, 球 212 也包括轮廓表面 254。在此例中, 球 212 可以是球形或具有另外合适的形状, 以提供所需的轮廓表面 254。相应的轮廓表面 256 被形成于容纳所述球 212 的凹陷部或凹部 258 中。在一些例子中, 所述凹陷部或凹部 258 可以被设计为在所述井下工具操作期间牢固地保持所述轮廓表面 254。

[0059] 根据钻井应用, 井下钻具组合及总钻井系统可以包括各种部件及部件配置。此外, 根据给定的钻井操作的具体参数, 所述致动系统可以包括许多不同类型的致动器配置。所述致动系统可以与各种控制系统、例如能够评估传感器数据及输出信息的基于处理器的控制系统耦接。在一些实施例中, 所述控制系统可被编程以基于程序指令自动调整钻井方向。此外, 各种旋转导向系统及其他导向系统可以被用于帮助所述定向钻井。而且, 万向接头及其他类型的接头可以被用来在所述主轴及输出轴之间提供弯曲点。

[0060] 尽管上文已经详细描述了所述系统及方法的一些实施例, 但是本领域技术人员易于理解, 在实质不脱离本发明的教导的前提下, 多种修改是可能的。相应地, 权利要求所限

定的本发明的范围意图包含这样的修改。

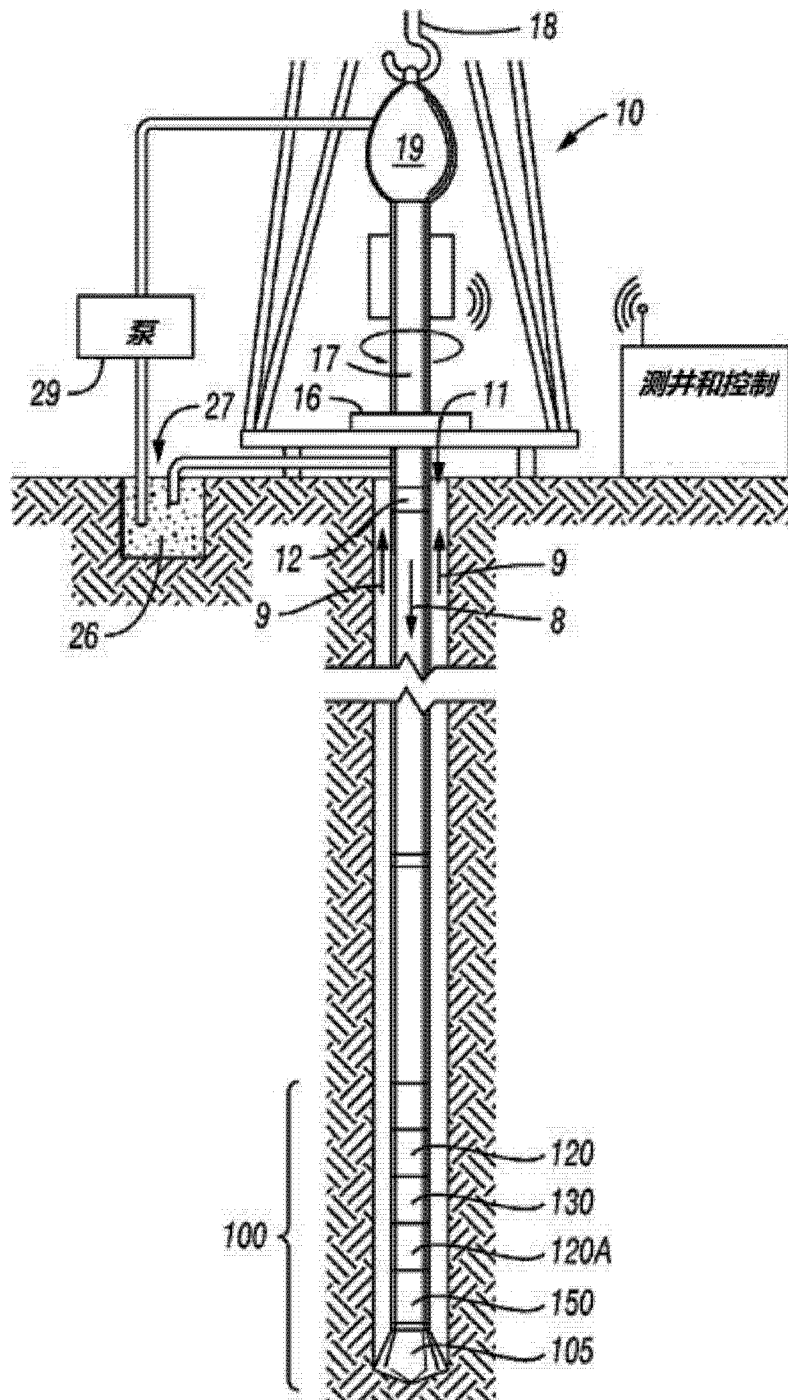


图 1

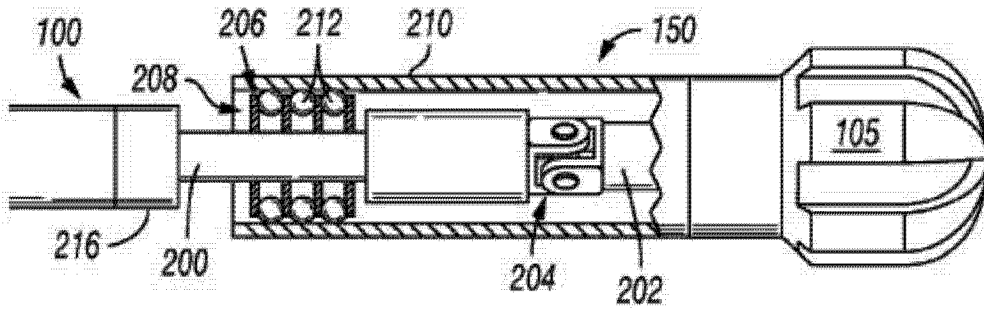


图 2

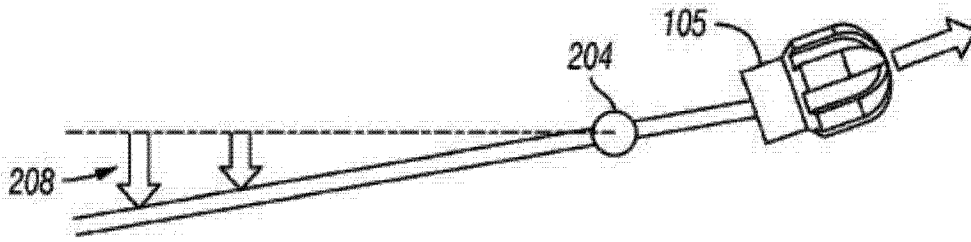


图 3

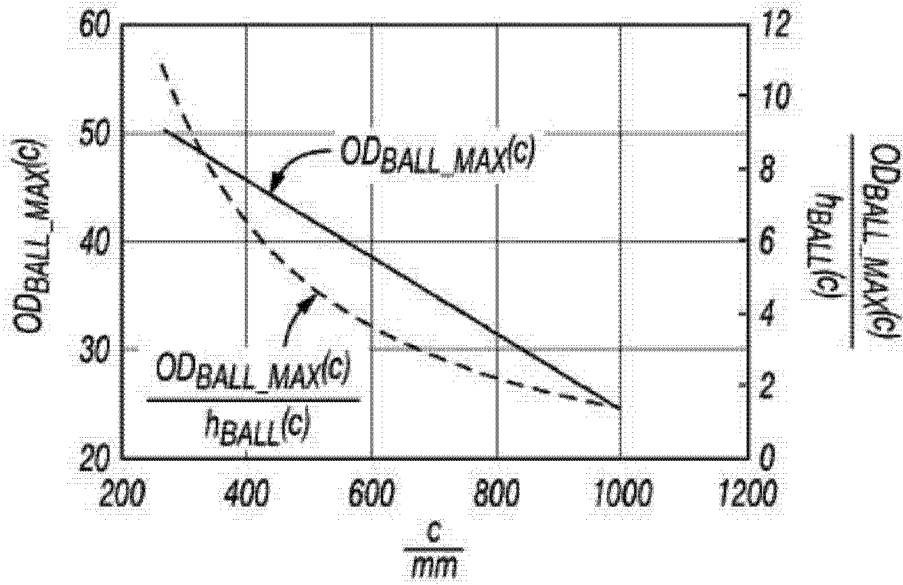


图 4

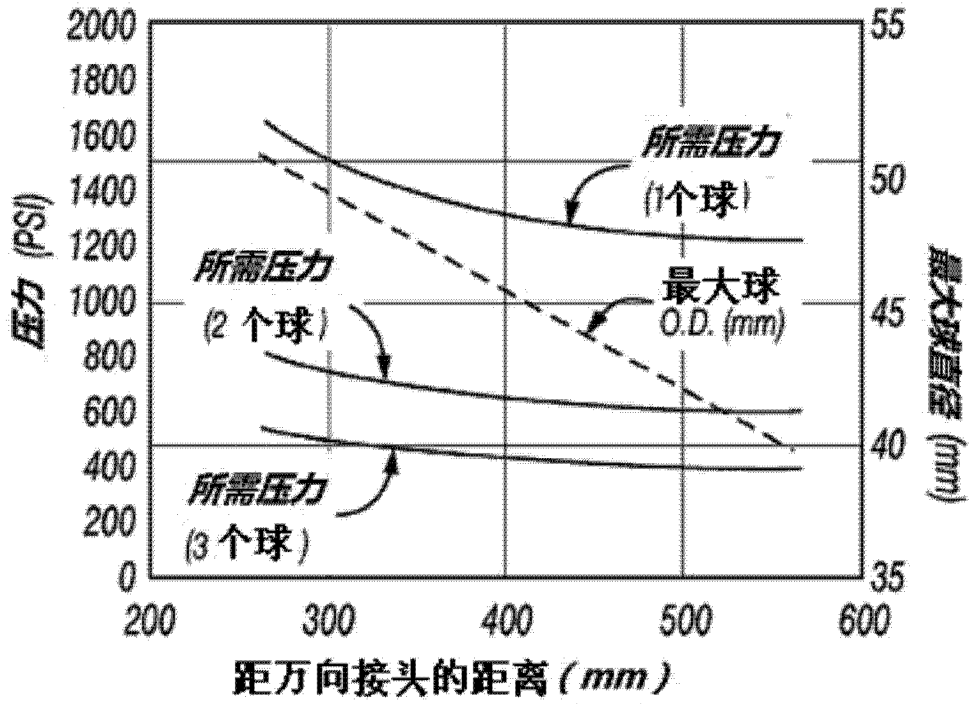


图 5

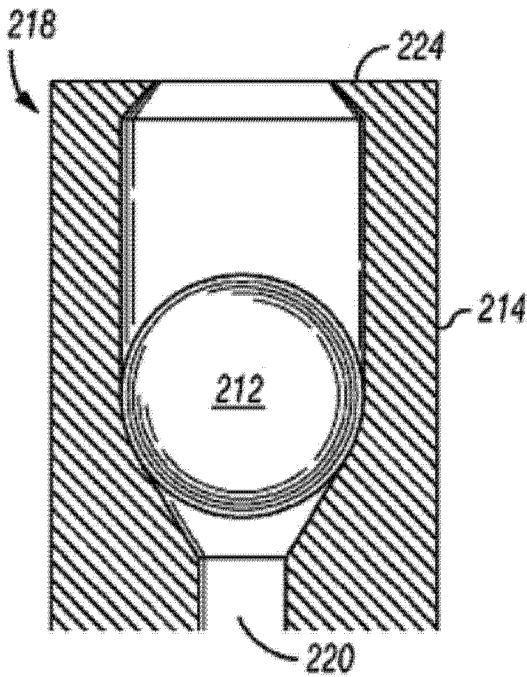


图 6

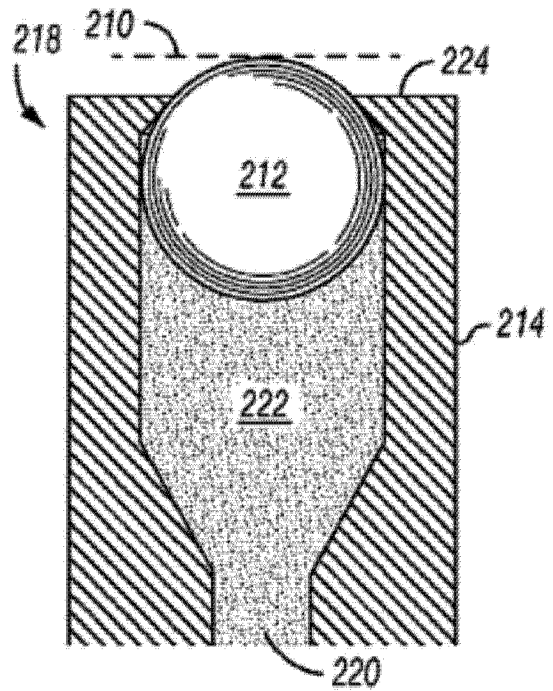


图 7

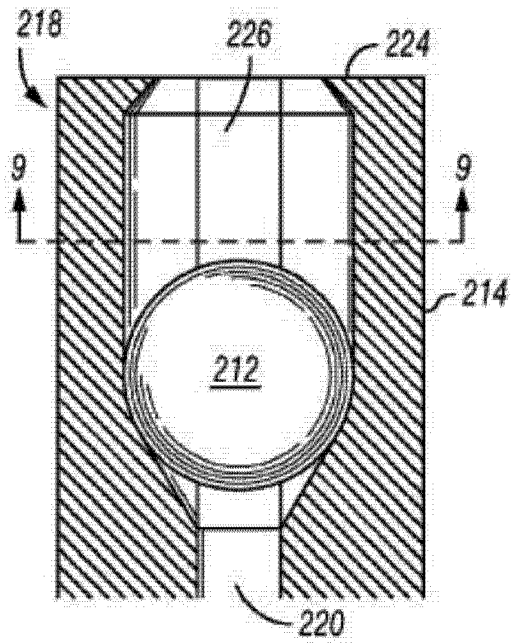


图 8

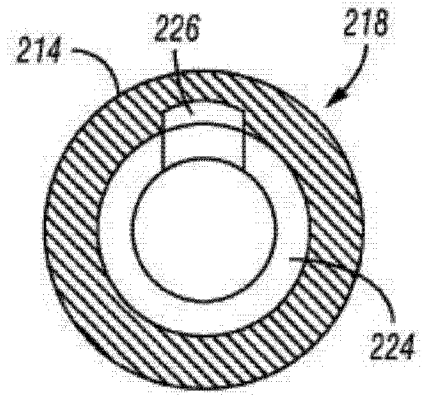


图 9

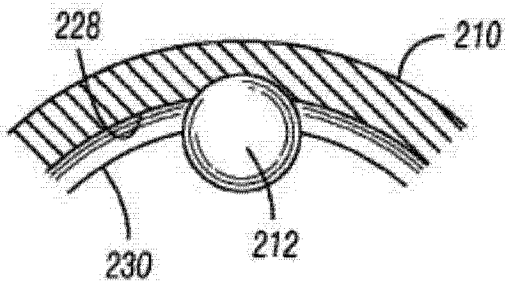


图10

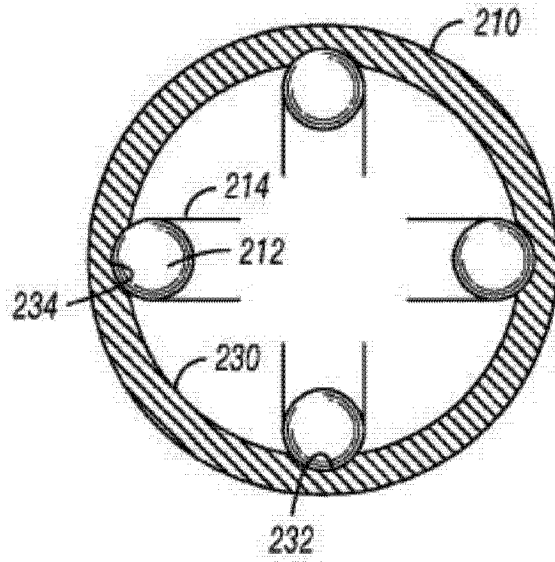


图11

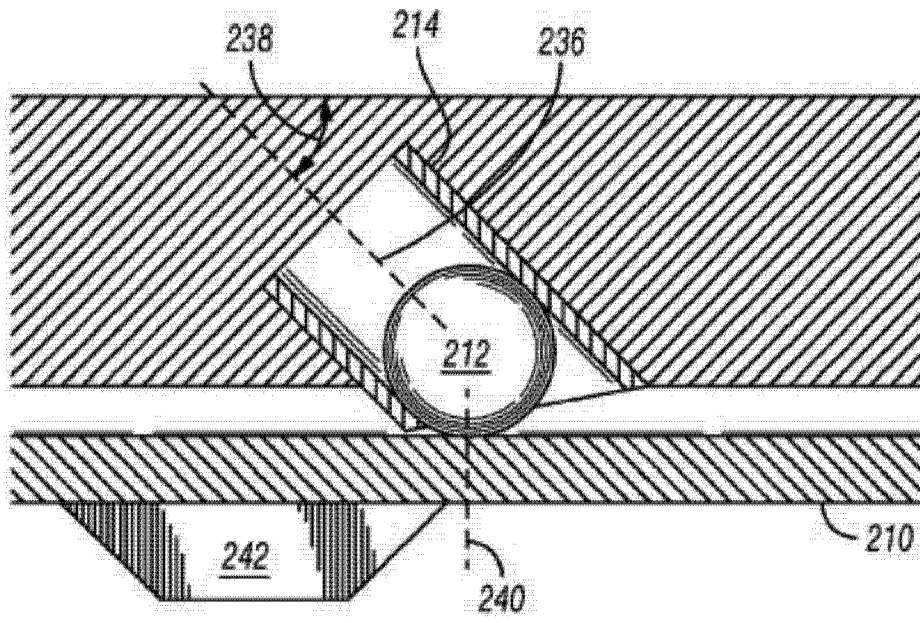


图 12

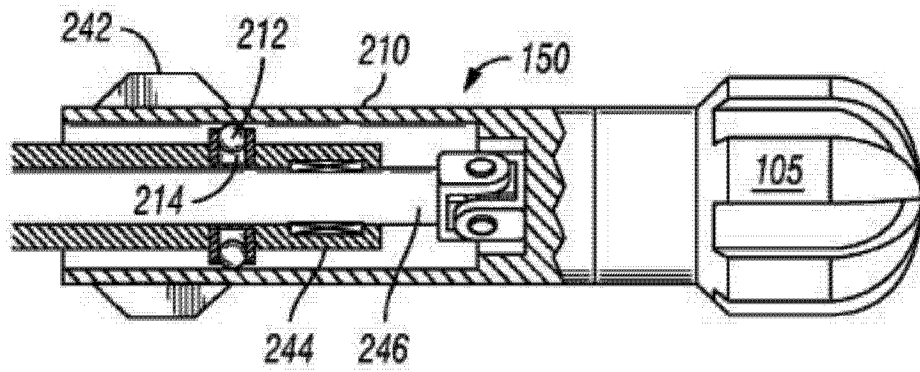


图 13

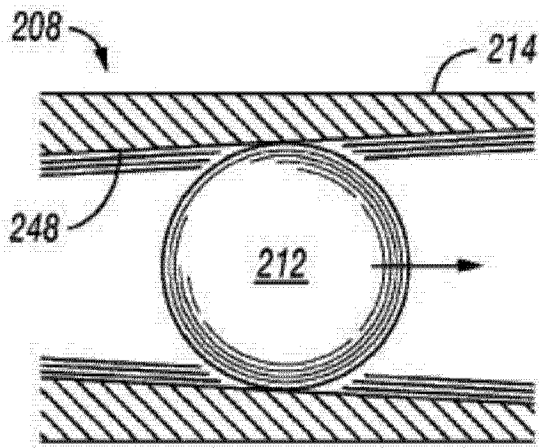


图 14

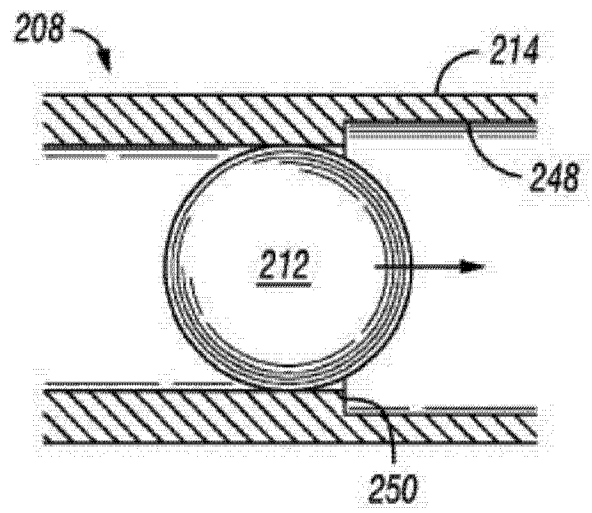


图 15

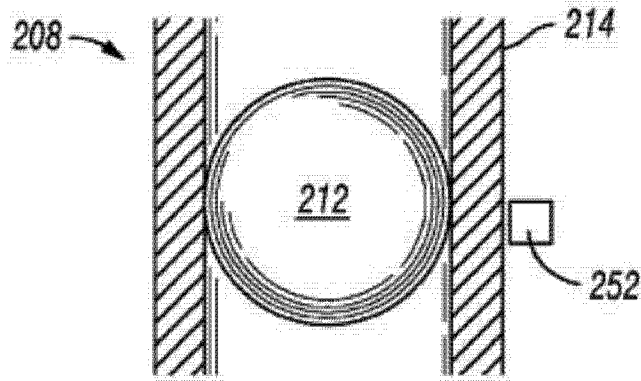


图 16

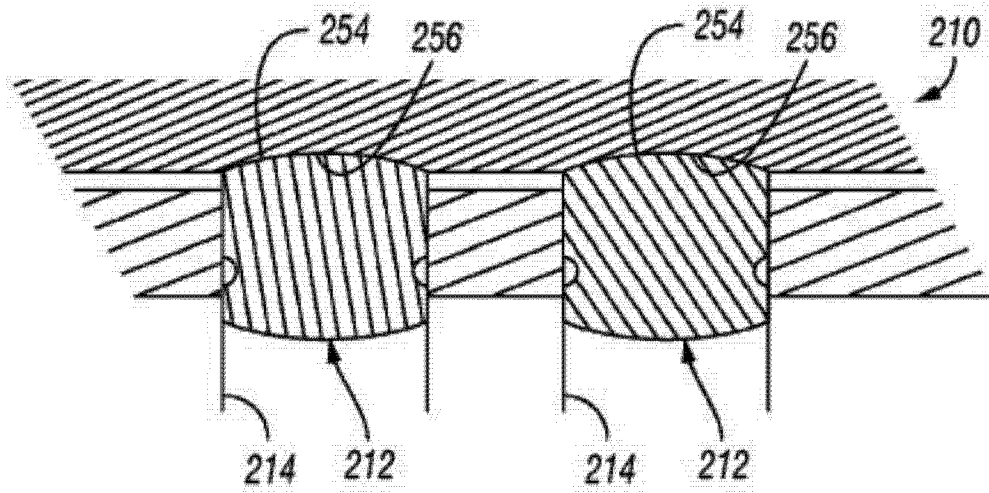


图 17

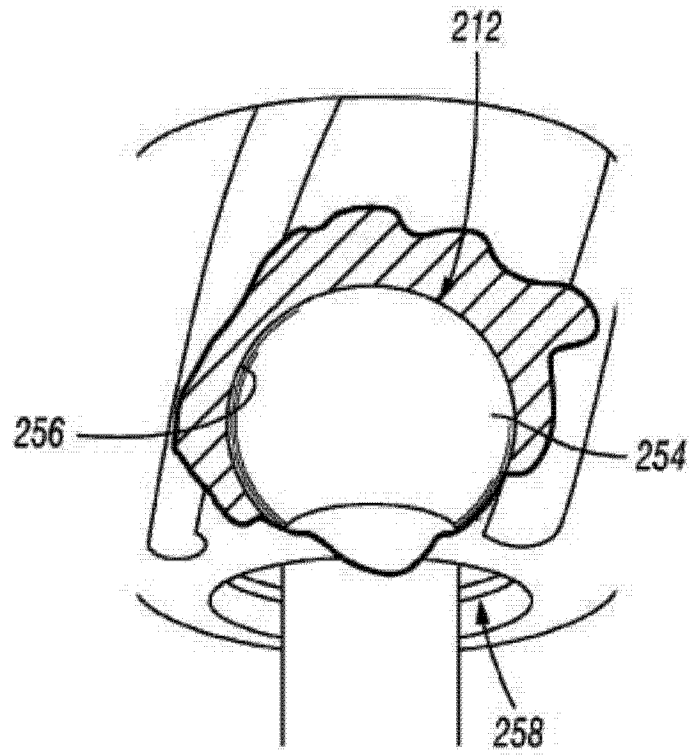


图 18