

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104169520 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201380015343. 9

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

(22) 申请日 2013. 02. 13

代理人 周家新 蔡洪贵

(30) 优先权数据

61/598, 286 2012. 02. 13 US

(51) Int. Cl.

61/747, 719 2012. 12. 31 US

E21B 34/06(2006. 01)

13/765, 463 2013. 02. 12 US

E21B 10/30(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 09. 19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/025843 2013. 02. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/122987 EN 2013. 08. 22

(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 S · P · 傅伊特 M · S · 卡林

A · L · D · 克里斯图雷安

C · H · 杜威 J · 多博什 J · 胡

D · A · S · 斯威策 R · 乌特

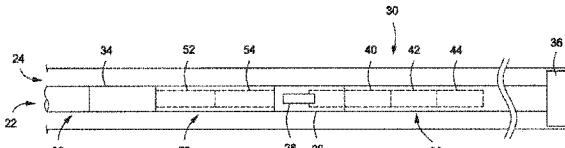
权利要求书2页 说明书18页 附图20页

(54) 发明名称

用于井下工具的操控系统和方法

(57) 摘要

公开了一种用于井下工具的操控系统和方法。井下工具包括具有轴向孔的主体和相对于孔径向靠外设置的腔，孔至少部分地延伸穿过主体。阀设置在孔内并且适于在第一位置和第二位置之间移动，在第一位置，该阀阻止流体从孔通过端口流到腔中，在第二位置，该阀允许流体从孔通过端口流到腔中。设置在孔内的马达适于使阀在第一和第二位置之间移动。井下工具的可操控部件，例如扩孔器井下工具的切割器组，可移动地连接到主体并且适于响应于流体通过端口进入腔中而从非操控状态移动到操控状态。



1. 一种具有操控系统的井下工具,包括:
 

具有孔的主体,该孔至少部分轴向延伸地穿过主体 ;

相对于孔径向靠外设置并且通过端口与孔流体连通的腔 ;

设置在孔内并且适于在第一位置和第二位置之间移动的阀,该阀在第一位置阻止流体从孔通过端口流向腔,该阀在第二位置允许流体从孔通过端口流到腔中 ;

设置在孔内并且适于使阀在第一位置和第二位置之间移动的马达;以及

可移动地连接到主体的可操控部件,该可操控部件适于响应流体通过端口流到腔中而从非操控状态移动到操控状态。
2. 权利要求 1 的井下工具,其中,该阀被布置和设计成能在孔内在第一位置和第二位置之间轴向移动。
3. 权利要求 1 的井下工具,进一步包括连接在马达和阀之间的转换组件,该转换组件将马达的旋转运动转换成阀的轴向运动。
4. 权利要求 1 的井下工具,其中,马达被布置和设计成能围绕延伸穿过该阀的纵向轴线来转动该阀。
5. 权利要求 4 的井下工具,其中,该阀包括指,该指被布置和设计成当该阀处于第一位置时与端口对准、当该阀处于第二位置时从端口偏离。
6. 权利要求 4 的井下工具,其中,该阀具有径向地穿过该阀形成的开口,该开口被布置和设计成当该阀处于第一位置时从端口偏离、当该阀处于第二位置时与端口对准。
7. 权利要求 1 的井下工具,进一步包括操控元件,该操控元件响应于流入腔中的流体的液压,该操控元件被布置和设计成响应于由流入腔中的流体引起的升高的液压而将可操控部件从非操控状态移动到操控状态。
8. 权利要求 1 的井下工具,进一步包括至少部分地设置在孔内且适于测量可操控部件的轴向位置的位置传感器系统。
9. 权利要求 8 的井下工具,其中,位置传感器系统包括:
 

连接到可操控部件的至少一个磁体;以及

设置在孔内的探头,该探头具有沿其轴向长度布置的多个磁力计。
10. 权利要求 9 的井下工具,其中,该多个磁力计沿着设置在探头内的至少两个板的轴向长度布置。
11. 权利要求 8 的井下工具,进一步包括设置在孔内的遥测系统,该遥测系统被布置和设计成能将表示可操控部件的轴向位置的信号传递到远程位置。
12. 权利要求 8 的井下工具,其中,可操控部件接合且移动心轴,心轴的轴向位置表示可操控部件的状态。
13. 权利要求 1 的井下工具,其中,井下工具为扩孔器。
14. 一种用在井眼中的井工具操控系统,包括:
 

阀,其设置在井下管道的内部流道内,且被布置和设计成能在密封井下管道的内壁中的端口的第一位置和允许流体从内部流道流入端口的第二位置之间移动,该阀具有从其中穿过的一个人或多个通道,以允许流体从通道中轴向地通过到达钻头而不管阀的位置如何;以及

马达,其设置在井下管道的内部流道内以允许内部流道中的流体从马达周围通过,该

马达被连接到阀且被布置和设计成能使阀在第一位置和第二位置之间移动。

15. 权利要求 14 的井工具操控系统,进一步包括连接到马达且适于接收来自远程位置的信号的井下接收器,所述信号控制马达的一个或多个操作,以使阀在第一位置和第二位置之间移动。

16. 权利要求 14 的井工具操控系统,其中,该阀被布置和设计成能在内部流道内在第一位置和第二位置之间轴向移动。

17. 权利要求 16 的井工具操控系统,进一步包括连接在马达和阀之间的转换组件,该转换组件将马达的轴的旋转移动转换成阀的轴向移动。

18. 权利要求 14 的井工具操控系统,其中,马达被布置和设计成能使该阀围绕延伸穿过该阀的纵向轴线转动。

19. 权利要求 18 的井工具操控系统,其中,该阀被布置和设计成能在流体通过该阀的所述一个或多个通道时响应于内部流道和井眼之间产生的压差而坐落在第一位置。

20. 权利要求 14 的井工具操控系统,进一步包括至少部分地设置在内部流道内且适用于测量可操控部件的轴向位置的位置传感器系统。

21. 权利要求 20 的井工具操控系统,进一步包括设置在内部流道内的遥测系统,该遥测系统被布置和设计成能将表示可操控部件的轴向位置的实时信号传递到远程位置。

22. 权利要求 14 的井工具操控系统,其中,阀和马达为模块化的,且能够单独地从地面部署到井眼的井下位置以及从井眼的井下位置回收到地面。

23. 权利要求 14 的井工具操控系统,其中,该马达通过自对准连接被连接到该阀。

24. 一种用于操控井下工具的方法,包括 :

将来自地面位置的信号传递给设置在井下工具中的井下接收器,该信号控制设置在至少部分地轴向延伸穿过井下工具的主体的孔内的马达的一个或多个操作,该马达被连接到设置在孔内的阀且使阀在第一位置和第二位置之间移动,当阀位于第一位置时,阀阻止流体流动通过设置在孔和腔之间的端口,该腔相对于该孔径向靠外设置,当阀位于第二位置时,阀允许流体从孔通过端口流入腔中,流入腔中的流体使得腔内的液压升高,从而操控井下工具的可操控部件;以及

在井下工具的可操控部件被操控时操作井下工具。

25. 权利要求 24 的方法,其中,连接在马达和阀之间的转换组件将马达的轴的旋转移动转换成阀的轴向移动。

26. 权利要求 24 的方法,进一步包括采用至少部分地设置在孔内的位置传感器系统测量可操控部件的轴向位置。

27. 权利要求 26 的方法,进一步包括采用设置在孔内的遥测系统将可操控部件的轴向位置传递到地面位置。

28. 权利要求 27 的方法,其中,该传递采用从下面的组中选取的一种遥测方法进行:压力脉冲、声波、电磁波以及绝缘导体。

## 用于井下工具的操控系统和方法

### 技术领域

[0001] 这里公开的实施例总体上涉及井下工具。更具体地，这里公开的一个或多个实施例涉及用于操控井下工具以执行它们预期的操作和 / 或功能的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 在钻探井眼的过程中，经常采用井下工具执行井下工具预期的操作或功能，例如扩孔器被用于扩大井眼的直径。在井下工具为扩孔器的例子中，传统的扩孔器具有主体，主体具有从其中轴向延伸穿过的轴向孔，流体流动通过轴向孔。一个或多个切割器组可移动地连接到主体并且适于在收起状态和展开状态之间转变。

[0003] 处在收起状态的扩孔器通过钻柱被送入井眼中。在收起状态，切割器组被折叠到扩孔器的主体内以使得切割器组相对于包围的套管或井眼壁径向靠内设置。一旦扩孔器到达井眼的期望深度，扩孔器被操控到展开状态。在展开状态，切割器组径向向外移动并且与井眼壁接触。切割器组接着被用于切割或研磨井眼壁以扩大其直径。

### 发明内容

[0004] 本发明内容部分用于介绍在下面的详细说明中进一步描述的选取的概念。本发明内容不是用于确定要求保护的主题的关键或本质特征，也不是用于帮助限定要求保护的主题的范围。

[0005] 公开了一种具有操控系统的井下工具。该井下工具包括具有轴向延伸的孔的主体和相对于孔径向靠外设置的腔，所述孔至少部分地延伸穿过主体，腔例如位于主体的壁内。孔通过端口与腔连通。阀被设置在孔内并且适于在第一位置和第二位置之间移动，在第一位置，该阀阻断流体从孔通过端口流到腔中，在第二位置，该阀允许流体从孔通过端口流到腔中。马达被设置在孔内并且适于使阀在第一位置和第二位置之间移动。可移动地连接到主体的井下工具的可操控部件适于响应于流体流动通过端口进入腔中而在操控状态和非操控状态之间移动。阀在第一位置和第二位置之间的移动可包括线性和旋转阀移动。在这里公开的一个或多个实施例中，井下工具为扩孔器并且可操控部件为适于在阀处于第一位置时的收起状态和阀处于第二位置时的展开状态之间移动的切割器组。

[0006] 在另一个实施例中，井下工具包括具有轴向延伸的孔的主体和相对于孔径向靠外设置的腔，所述孔至少部分地延伸穿过主体，腔例如位于主体的壁内。孔通过端口与腔连通。阀设置在孔内并且适于在第一位置和第二位置之间移动，在第一位置，阀阻断流体从孔通过端口流到腔中，在第二位置，阀允许流体从孔通过端口流到腔中。马达设置在孔内并且适于在孔内在第一位置和第二位置之间轴向地移动该阀。井下工具的可操控部件（例如切割器组）可移动地连接到主体并且适于在阀处于第一位置时的非操控（或收起）状态和阀处于第二位置时的操控（或展开）状态之间移动。位置传感器系统设置在孔内并且配置成测量可操控部件的轴向位置。连接到位置传感器系统的遥测系统同样设置在孔内并且配置成将表示可操控部件的轴向位置的信号传递到远程位置，例如地面位置。

[0007] 还公开了一种用于操控井下工具的方法。该方法包括将信号从地面位置传递给设置在井下工具中的井下接收器。该信号控制设置在至少部分地轴向延伸穿过井下工具的主体的孔内的马达的一个或几个操作。腔相对于孔径向靠外设置，其例如位于主体的壁中。马达连接到并且移动设置在孔内的阀，使其在第一位置和第二位置之间移动。当阀处于第一位置时，阻断流体流动通过设置在孔和腔之间的端口，当阀处于第二位置时，允许流体从孔通过端口流到腔中。可操控部件能够可移动地连接到井下工具的主体并且被布置和设计成响应于由于流体流入腔中所引起的液压升高而在非操控状态和操控状态之间移动。在井下工具的可操控部件被操控时，井下工具被操作。

[0008] 公开了一种用在井眼中的井工具操控系统。该井工具操控系统包括设置在井下管道的内部流道内的阀。该阀被布置和设计成在密封井下管道的内壁中的端口的第一位置和允许流体从内部流道流入端口中的第二位置之间移动。该阀具有一个或多个从其中穿过的通道使得无论阀处于什么位置都允许流体从通道轴向地通过到达井下钻头。马达设置在井下管道的内部流道内以允许内部流道中的流体从马达周围通过。马达被连接到阀并且被布置和设计成使阀在第一位置和第二位置之间移动。响应于流体流入端口并通过端口的可操控部件由此通过将阀从第一位置移动到第二位置而被操控。阀在第一位置和第二位置之间的移动包括线性和旋转阀移动。

[0009] 在另一个实施例中，井工具操控系统包括具有旋转地设置在井下管道的内部流道内的阀的阀模块。该阀被布置和设计成在阻断井下管道的内壁中的端口的第一旋转位置和允许流体流动进入端口中的第二旋转位置之间移动。阀模块和阀还被布置和设计成例如具有从其中穿过的通道以使得无论阀处于什么位置都允许钻井流体从通道通过到达井下钻头。该阀进一步被布置和设计成当钻井流体通过阀模块时，响应于产生在内部流道和井眼之间的压差而坐落在阀模块的阀壳体上。马达模块设置在井下管道的内部流道内以允许钻井流体从马达的周围通过。马达模块包括连接到该阀的马达，以使阀在第一旋转位置和第二旋转位置之间移动。可操控部件，响应于流体流入并且通过端口的流体，由此通过使阀从第一旋转位置移动到第二旋转位置而被操控。

[0010] 还公开了一种用于操控井下工具的可操控部件的方法。该方法包括从井口位置向井下接收器发送命令信号。该命令信号控制设置在井下管道的内部流道内的马达的操作。该马达使得设置在井下管道内的阀在密封井下管道的内壁中的端口的第一位置和允许流体从内部流道流入端口的第二位置之间移动。该阀进一步被布置和设计成无论阀处于什么位置都允许钻井流体从其中通过到达井下钻头。当阀处于第二位置时，流体从内部流道进入端口使得流体流动进入并且通过端口而操控井下工具的可操控部件。

## 附图说明

[0011] 为了使叙述的特征可以详细地理解，上面简要概述的更具体的描述可以参看一个或多个实施例，其中一些实施例在附图中示出。然而，需要注意的是，附图只是示例性的实施例，因此并不能看作是对保护范围的限制。

[0012] 图 1 描绘了根据公开的一个或多个实施例的设置在井眼内并且具有操控系统的示例性井下工具的示意图。

[0013] 图 2 描绘了根据公开的一个或多个实施例的示例性阀模块的透视图。

- [0014] 图 3 描绘了根据公开的一个或多个实施例的示例性马达模块的透视图。
- [0015] 图 4 描绘了根据公开的一个或多个实施例的通过自对准连接器连接的阀模块和马达模块的部分透视图。
- [0016] 图 5 描绘了根据公开的一个或多个实施例的阀模块的部分剖视图。
- [0017] 图 6 描绘了根据公开的一个或多个实施例的设置在井下工具中的阀模块的部分剖视图。
- [0018] 图 7 描绘了图 6 的阀模块被操控到不同的操作位置的部分剖视图。
- [0019] 图 8-1 描绘了根据公开的一个或多个实施例的位置感测系统的部分透视图。
- [0020] 图 8-2 描绘了图 8-1 所示的位置感测系统的传感器阵列部分的一个实施例的部分透视图。
- [0021] 图 8-3 描绘了根据公开的一个或多个实施例的图 8-2 所示的位置感测系统的传感器阵列部分的部分透视图, 传感器阵列设置在井口方向连接到井下工具的钻柱中。
- [0022] 图 9 描绘了根据公开的一个或多个实施例的设置在井下工具中的位置感测系统的磁体篮或冠部分的部分剖视图。
- [0023] 图 10 描绘了根据公开的一个或多个实施例的位置感测系统的一部分的部分透视图, 其中, 位置感测系统的形式为与正向脉冲随钻测量工具组装在一起的诊断探头。
- [0024] 图 11 描绘了根据公开的一个或多个实施例的具有示例性的操控系统但是没有位置感测系统的井下工具的部分剖视图。
- [0025] 图 12 描绘了根据公开的一个或多个实施例的包括阀模块的井下工具的部分剖视图。
- [0026] 图 13 描绘了根据公开的一个或多个实施例的井下工具的另一个部分的部分剖视图, 其中示出了阀模块。
- [0027] 图 14 描绘了根据公开的一个或多个实施例的在井下方向连接到井下工具并且其中包括有操控系统的电子器件部分和动力源的钻柱的部分剖视图。
- [0028] 图 15 描绘了根据公开的一个或多个实施例的井下工具的部分剖视图, 其示出了图 13 的阀模块处于第一操控位置。
- [0029] 图 16 描绘了根据公开的一个或多个实施例的井下工具的部分剖视图, 其示出了图 13 的阀模块处于第二操控位置。
- [0030] 图 17 描绘了根据公开的一个或多个实施例的设置在井眼内并且具有另一个操控系统的示例性井下工具的示意图。
- [0031] 图 18-1 描绘了根据公开的一个或多个实施例的设置在井下工具内的示例性旋转指状阀模块的部分剖视图。
- [0032] 图 18-2 描绘了根据公开的一个或多个实施例的图 18-1 的旋转指状阀模块的指状阀的透视图。
- [0033] 图 19 描绘了根据公开的一个或多个实施例的通过自对准连接器连接到马达模块的图 18-1 的旋转指状阀模块的部分剖视图。
- [0034] 图 20 描绘了根据公开的一个或多个实施例的井下工具的部分剖视图, 其示出了连接到马达模块的旋转指状阀模块。
- [0035] 图 21 描绘了根据公开的一个或多个实施例的井下工具的部分剖视图, 其示出了

图 20 的旋转指状阀模块处于第一操控位置。

[0036] 图 22 描绘了根据公开的一个或多个实施例的井下工具的部分剖视图, 其示出了图 20 的旋转指状阀模块处于第二操控位置。

[0037] 图 23 描绘了根据公开的一个或多个实施例的用于旋转指状阀模块的示例性渐缩的阀部件和相应的倒角的阀部件的透视图。

[0038] 图 24 描绘了根据公开的一个或多个实施例的可以用在井下工具中的示例性旋转端口阀模块的部分剖视图。

[0039] 图 25 描绘了根据公开的一个或多个实施例的图 24 的旋转端口阀模块的阀壳体的剖视图。

[0040] 图 26 描绘了根据公开的一个或多个实施例的井下工具的剖视图, 其示出了图 24 的示例性旋转端口阀模块连接到马达模块用于操控井下工具。

[0041] 图 27 描绘了根据公开的一个或多个实施例的图 17 的井系统的一部分的剖视图, 其示出了示例性旋转槽阀模块连接到马达模块用于操控井下工具。

[0042] 图 28 描绘了根据公开的一个或多个实施例的井下工具的部分剖视图, 其示出了图 27 的旋转槽阀模块处于第一操控位置。

[0043] 图 29 描绘了根据公开的一个或多个实施例的井下工具的部分剖视图, 其示出了图 27 的旋转槽阀模块处于第二操控位置。

[0044] 图 30 描绘了根据公开的一个或多个实施例的设置在井下工具内的替代阀模块的示意图。

[0045] 图 31 描绘了根据公开的一个或多个实施例的可以设置在井下工具中的另一种示例性操控系统的示意图。

## 具体实施方式

[0046] 在后面的描述中, 对多个细节进行了阐述以理解本公开的若干说明性实施例。然而, 本领域技术人员可以理解, 没有这些细节, 本公开的系统和 / 或方法也可以实施, 且描述的实施例可以具有多种变化或改进。

[0047] 本公开的一个或多个实施例总体涉及操控井下工具的系统和方法。井下工具在多种环境 (包括井眼环境) 下可以远程操控。这种远程操控, 例如在井口位置和井下工具之间, 可以以本领域技术人员已知的任意方式执行并且可以包括有线和 / 或无线通信、声波、电磁波、泥浆压力脉冲和 / 或通过绝缘导体传递的信号。在至少一个实施例中, 该系统和方法可以用于操控井下工具的可操控部件, 例如用在井下钻井作业中的扩孔器的切割器组。系统电子器件和部件也可以设计成提供工具操控的实时 (或者准实时) 确认, 例如切割器组的展开或收起。

[0048] 操控系统可以包括与实时 (或准实时) 位置感测系统组合的数字激活系统, 以操控并且监测井下工具的操控。可以通过多种遥测技术和系统将信号送到井下和 / 或井口, 所述多种遥测技术和系统例如包括: 模式化流动系统、转盘系统、绝缘导体、压力脉冲系统、电磁系统、声系统或其它合适的遥测方法。在另一个实施例中, 表示位置的信号可以被记录在井下记忆装置、例如存储芯片中, 用于在随后进行取回。

[0049] 操控系统, 即, 具有或没有位置感测系统的数字激活系统, 可以在许多与井相关以

及与井无关的应用场合中与各种井下工具一起使用。这种操控系统可以安装在或连接到钻柱、电缆或其它本领域技术人员已知的井下传输工具上,用于操控多种与井相关的工具,包括但不限于扩孔器和 / 或稳定器。在这些应用中,操控系统可以设计成具有可以在井场选择性地组装的模块化部件。

**[0050]** 数字 (即启用 / 停用) 激活系统可以包括具有可线性移动的阀组件的阀模块和 / 或具有可旋转移动的阀组件的阀模块。数字激活系统可以进一步包括包含马达、例如旋转马达的马达模块以及适合的电子器件。自对准连接器可以用于将阀模块的阀组件连接到马达模块的马达。自对准连接器可以与转换组件配合工作,以便能将马达的旋转运动输出转换成阀的线性运动来操控井下工具。

**[0051]** 图 1 描绘了根据一个或多个实施例的设置在井眼 24 中的钻柱 22 的示意图。钻柱 22 具有与之连接的具有操控系统 30 的井下工具 26。井下工具 26 可以是或者包括扩孔器,该扩孔器具有多个可移动地连接到其上的切割器组 28,该切割器组在收起状态和展开状态之间被操控。图 1 中与井下工具 26 相关联的操控系统 30 仅用于帮助说明,应该理解这里描述的操控系统 30 可以包括多个附加部件并且可以设置在多种类型的井下环境中。操控系统 30 还可以根据给定的应用场合的运行和环境特征以各种不同的结构构造。井下工具 26 和井下工具操控系统 30 可以至少部分地设置在井底组件 32 中。井底组件 32 可包括随钻测量工具 34,例如,正脉冲随钻测量工具。井底组件 32 在钻井眼 24 的过程中凭借钻柱 22 被用于转动钻头 36。

**[0052]** 操控系统 30 包括具有阀模块 40 和马达模块 42 的数字激活系统 38。马达模块 42 包括马达 82(参见图 3) 和电子器件 80(参见图 3),电子器件 80 用于接收控制信号并且用于控制马达 82(参见图 3)。动力通过井下动力源 44(图 14)、例如电池被提供给马达 82。也可将涡轮机或容积式马达(均未示出)连接到马达 82 来提供能量。如后面更加详细描述的,马达 82 的旋转运动可以被转换成线性 / 轴向运动。

**[0053]** 操控系统 30 可以进一步包括实时(或准实时)位置感测系统 50,其包括诊断探头部分 52 和具有一个或多个磁传感器的传感器部分 54。位置感测系统 50 可以连接到或者用于与数字激活系统 38 协作,以例如通过监测切割器组 28(或者连接到其上的部件)或者阀模块 40 的一个或多个部件的线性移动监测井下工具 26 的激活 / 操控。

**[0054]** 图 2 描绘了根据一个或多个实施例的示例性的阀模块 40 的透视图。阀模块 40 包括可滑动地接纳穿过端盖 58 的柱塞或轴 46 的阀模块主体 56。着陆卡盘 60 可连接到阀模块主体 56,以便于使阀模块 40 着陆和定位在井下管件或钻柱 22 的内部流动通道或孔 106 内(参看图 6),例如定位在钻柱 22 的中心(或者从钻柱 22 的纵向轴线偏移开),同时允许钻井泥浆和 / 或其它流体流动通过钻柱 22 并且通过着陆卡盘开口 62 围绕 / 通过阀模块 40。阀模块 40 以及操控系统 30 的其它模块位于钻柱 22 的孔 106 的中心使得操控系统 30 能够用在具有任意直径的钻柱 22 中,其中,柱塞头 / 组件或阀 74 的大小适于与孔 106/ 接纳结构 100 的内直径密封地接合(参见图 6)。阀组件可以被定义为连接到柱塞头 / 组件或阀 74 的柱塞或轴 46。柱塞头 / 组件或阀 74 被布置和设计成具有一个或多个轴向开口 110,以允许钻井泥浆和 / 或其它流体流动通过钻柱 22 的孔 106(图 6)。阀模块主体 56 还包围转换组件 64,以将旋转运动转换成柱塞或轴 46 的线性运动。作为举例,转换组件 64 可以包括具有螺纹的螺杆和连接到轴 46 的螺母,以便在具有螺纹的螺杆在相应的螺母中转动

时而沿着线性方向移动轴 46。适用的转换组件 64 的例子可以包括丝杆、艾米克螺杆 (ACME screw)、滚珠丝杠等。然而，本领域技术人员已知的其它类型的传动和转换组件也可以用于将旋转运动转换成线性运动。

[0055] 阀模块 40 还可以包括自对准连接器部分 66，其连接到阀 74，且被设计成自动地接纳马达模块 42 的连接到马达 82 的相应的自对准连接器部分 68(参见图 3)。阀连接器部分 66 可包括布置并且设计成接纳和定向马达连接器部分 68 的相应的凸起 72 (“犬骨”) (图 3 和 4) 的自对准凹槽或槽口 70。自对准连接器部分 66、68 能够更高效地海运、组装和部署，因为工具在现场的组装被简化，这允许在自对准连接器部分 66 和阀连接器部分 68 进行初始配合的过程中产生些许的未对准。在一个或多个实施例中，自对准连接器部分 66、68 可布置和设计成借助钻柱 22 部署在井下，其中，在井下形成自对准连接器 84 (图 4)。

[0056] 图 3 描绘了根据一个或多个实施例的说明性马达模块 42 的透视图。马达模块 42 包括马达 82 和电子器件部分 80。电子器件部分 80 被设计成包括用于探测送到井下的命令信号的井下接收器或传感器，该命令信号例如是压力脉冲信号、振动、钻柱每分钟转速 (rpm) 或上面公开的其它遥测方法的信号；并且还被设计成产生和向马达 82 提供控制信号以用于控制马达 82 的旋转输出运动。在一个或多个实施例中，井下接收器或传感器可以是加速计。马达 82 驱动马达连接器部分 68，该马达连接器部分 68 驱动阀连接器部分 66。马达连接器部分 68 和阀连接器部分 66 的这种旋转运动通过转换组件 64 被转换成轴 46 的线性运动。马达 82 还起着制动器的功能以防止发生不期望的反向驱动。马达模块 42 可包括多个其它结构，例如定中器或定中结构 86，其可以用于帮助马达模块 42 定位在钻柱 22 的包围管件或主体 88 的中心 (参见图 1)。定中结构 86 被设计成允许流体在主体 88 和模块 40、42 之间的环形空间中在主体 88 的孔 106 (例如钻柱 22 的一部分) 中流动。

[0057] 图 4 描绘了根据一个或多个实施例的通过自对准连接器 84 接合或连接的阀模块 40 和马达模块 42 的部分透视图。马达连接器部分 68 与阀连接器部分 66 相接合，以形成总自对准连接器 84。

[0058] 图 5 描绘了根据一个或多个实施例的阀模块 40 的部分剖视图。阀连接器部分 66 与通过多个轴承 92 可旋转地安装在阀模块主体 56 内的轴或心轴 90 连接。心轴 90 包括容纳在连接到轴 46 的螺母部分 98 的相应的螺纹部分 96 中的螺纹部分 94。当马达 82 通过连接器部分 66 来转动心轴 90 (参见图 3) 时，螺纹部分 94 相对于相应的螺纹部分 96 转动，而螺母部分 98 被保持成固定而不能转动。这使得轴 46 根据心轴 90 的转动方向而进行线性移动。轴 46 的线性运动例如被用于驱动阀 74 来控制井下工具 26 的操控。

[0059] 图 6 描绘了设置在井下工具 26 中的阀模块 40 的部分剖视图，图 7 描绘了图 6 的阀模块 40 被操控到不同的工作位置的部分剖视图。井下工具 26 在这个例子中为扩孔器，其可包括主体 88，主体 88 具有孔 106，该孔 106 至少部分地穿过主体 88 形成。主体 88 可以是一个部件或者是连接到一起的多个部件。阀模块 40 可以设置在主体 88 的孔 106 内。

[0060] 阀 74 可滑动地设置在位于主体 88 内的接纳结构 100 内，使得密封件 76 与接纳结构 100 的内表面密封接合。一个或多个端口 102 延伸穿过井下工具 26 的接纳结构 100，使得当阀 74 可滑动地设置在接纳结构 100 内以打开端口 102 时，通过端口 102 在操控腔 112 和井下工具 26 的孔 106 之间建立流体连通。端口 102 被布置和设计成能将加压流体传递到井下工具 26 中的操控腔 112。当操控腔 112 中的压力上升得足够高时，操控元件 104 (例

如,活塞,诸如设置在腔 112 中的环形活塞)轴向地移动或滑动,从而操控切割器组 28,该切割器组 28 例如通过倾斜通道或轨道同时轴向且径向向外移动,切割器组可移动地连接在这些通道或轨道上。这里公开的可与操控系统 30 一起使用的说明性的扩孔器在美国专利 No. 6,732,817 中示出和描述,该专利内容通过引用在与本公开一致的程度上被结合到这里。尽管图 6 所示的是扩孔器,但井下工具 26 可以是或者包括多种工具类型,例如阀、滑动套筒、卡锁件、管切割器、型材轧机、震击器、打捞工具以及其它可操控的工具。

[0061] 如图 6 所示,阀 74 已经被轴 46 移动到接纳结构 100 内的位置或地点,使得密封件 76 设置在端口 102 的线性 / 轴向侧(即它们骑跨端口 102),由此防止流动通过端口 102。流体、例如钻井泥浆沿着箭头 108 的方向通过井下工具 26 的孔 106 向井下传送,并流动通过阀 74 的轴向开口 110 而且沿着阀模块主体 56 的外部流向钻头 36(图 1)。当井下工具 26 要被操控到另一个工作位置时,控制信号被发送到井下到达马达模块 42 的电子器件部分 80,并被位于电子器件部分 80 内或邻近处的井下接收器 / 传感器接收或感测到,而且被用于控制马达 82 的运行以使轴 46 进行线性运动。在该例子中,如图 7 所示,轴 46 的线性运动牵引阀 74 离开端口 102,以使得加压流体能够从孔 106 流动并且流出端口 102。流体如箭头 114 所示地流进操控腔 112,以使得操控元件 104 朝向井口移动,由此移动 / 操控切割器组 28。

[0062] 如这里所公开的,操控系统 30 的阀模块 40 和马达模块 42 可以与位置感测系统 50 组合。位置感测系统 50 可使用一个或多个磁体感测井下工具 26 和 / 或切割器组 28 的位置并且实时或准实时向地面或另一个远程位置传送该位置。在另一个实施例中,位置感测系统 50 可通过测量马达 82 和 / 或轴 46 的转数确定阀模块 40 和 / 或切割器组 28 的位置。

[0063] 图 8-1 描绘了位置感测系统 50 的部分透视图,图 8-2 描绘了位置感测系统 50 的传感器阵列部分 118 的一个实施例的部分透视图,图 8-3 描绘了位于磁体篮 122 内的传感器阵列部分 118 的部分透视图,图 9 描绘了根据一个或多个实施例的设置在井下工具中的位置感测系统 50 的磁体篮 122 的部分剖视图。位置感测系统 50 可采用具有借助合适的定中结构 86 设置在钻柱 22 的主体 88 内的诊断探头 116 的诊断探头部分 52(图 1)。如图 8-1 和 8-2 所示,诊断探头 116 可包括传感器 118,例如传感器阵列,其连接到支持电子器件 120。如图 9 所示,传感器阵列 118 可以是或者包括多个磁力计,它们容纳在传感器部分 54 的相应的冠部或磁体篮 122 中。磁体篮 122 相对于传感器阵列 118 的相对轴向移动用于跟踪井下工具 26 的切割器组 28 的位置 / 状态。位置信号通过电子器件 120 被传递或传送到地面控制器,以便能够实时或准实时监测井下工具 26 的操控。这种位置传递或传送可以与从井口向井下传递 / 传送采用相同或不同的遥测方法执行。

[0064] 如图 8-3 和 9 示例性所示,部件可以定向成使得探头 / 传感器阵列 118 设置在磁体篮 122 内,磁体篮 122 包括磁体 124,以通过探头 / 传感器阵列 118 监测位置的改变。探头 / 传感器阵列 118 被保持在磁体篮 122 的内部 126 中而防止与磁体篮 122 发生接触。在该具体的例子中,传感器阵列 118 包括沿期望长度以三板“星形阵列”结构形式设置的多个磁力计。这种三板结构形式(其中,每个板从延伸通过探头 / 传感器阵列 118 的公共纵向轴线径向向外延伸)使得无论磁体篮 122 处于什么样的旋转位置磁体篮 122 的磁体 124 都能被感测到。磁体篮 122 被连接到心轴 128,并且磁体篮 122 和心轴 128 适于随着切割器组 28 轴向移动而轴向移动。心轴 128 可连接到环件 123,所述环件通过弹簧元件 130 在一个

方向上被偏压以便于磁体篮 122 返回默认位置。环件 123 以及进而的浮动心轴 128 随着切割器组 128 被操控且轴向移动而沿相反的方向移动。当井下工具 26 的可操控部件（例如，切割器组 28）通过轴 46 的线性移动而被启用和 / 或停用时，可操控部件接合且克服弹簧 130 的偏压作用向井口推动环件 123。连接到环件 123 的心轴 128 相对于传感器阵列 118、例如磁力计阵列移动磁体篮 122 和磁体 124。由于磁体篮 122 和磁体 124 的位置指示出可操控部件（例如切割器组 28）的位置 / 状态，因此可操控部件（例如切割器组 28）的位置 / 状态可以被测量、计算并且通过合适的遥测系统、例如正向脉冲遥测系统或其它公开的遥测系统向井口传递。在一些应用场合中，位置数据被传递给控制系统，例如基于计算机的控制系统，其输出有关工具操控状态和 / 或程度的信息。在替代的实施例中，磁体篮 122 可以连接到阀 74（未示出）。可替代地，位置感测系统 50 可以与操控系统 30 连接，以监测轴 46 的移动并且将移动信息传递 / 传送给控制系统。

[0065] 图 10 描绘了根据一个或多个实施例的位置感测系统 50 的一部分的部分透视图，位置感测系统 50 为与正向脉冲随钻测量工具组装在一起的诊断探头 116 的形式。如图 10 所示，诊断探头 116 被连接到遥测系统 132 的脉冲器探头 134。脉冲器探头 134 为正向脉冲随钻测量工具的一部分并且被用于通过正向压力脉冲向井口传达信号。然而，如前面所公开的，也可以采用其它类型的遥测系统传递和 / 或接收信号。可以通过井下动力源 136、例如电池探头为遥测系统 132 提供动力，井下动力源 136 连接在脉冲器探头 134 和诊断探头 116 之间。

[0066] 图 11 描绘了根据一个或多个实施例的井下工具 26 的部分剖视图，井下工具 26 在该实例中为扩孔器，其具有示例性的操控系统 30 而没有位置感测系统 50。如在图 12 中最好地示出，操控系统 30 被设计成操控井下工具 26 的可操控部件（例如切割器组 28）。在图 11 中，示出了操控系统 30 的一部分并且示出了具有处于收起状态的切割器组 28 的井下工具 26。切割器组 28 通过操控元件 104 被液压操控，操控元件 104 通过加压钻井流体 / 泥浆进入腔 112 被移动（图 12）。通过阀模块 40 的阀 74（图 12）控制加压钻井流体 / 泥浆进入腔 112（图 12）的操控流。

[0067] 图 12 描绘了井下工具 26 的部分剖视图，其在该实例中为扩孔器，并包括阀模块 40，图 13 描绘了根据一个或多个实施例的图 12 的井下工具 26 的另一个部分的部分剖视图，示出了阀模块 40。如上所述，阀 74 的线性移动通过心轴 90 相对于螺母组件 98 的旋转而被轴 46 所控制，螺母组件 98 例如为槽型螺母组件，如图 12 和 13 所示。阀 74 设置成阻断通过端口 102 的流动，并且由此阻断钻井流体 / 泥浆朝向操控腔 112 的流动。如图 13 最好地示出，马达轴 41 通过合适的连接结构 140 被连接到心轴 90 以将马达 82 的旋转输出运动传递给心轴 90。心轴 90 包括丝杠部分 142，其包括与螺母部分 98 的相应的螺纹部分 96 咨合的螺纹部分 94。然而，这些部件仅仅是用于将马达 82 的旋转输出转换成轴 46 的线性输出的机构的例子，也可以采用本领域技术人员已知的其它机构。

[0068] 图 14 描绘了根据一个或多个实施例的井下工具 26 在井下连接的钻柱 22 的部分剖视图并且在其中包括有操控系统 30 的电子器件部分 80 和动力源 44。操控系统 30 的电子器件部分 80 和动力源 44 设置在钻柱 22 的孔 106 中，使得流体 / 泥浆可以在这些部件和钻柱之间的环形空间内向钻头（未示出）流动。如图 14 所示，从地面发送的关于井下工具 26 的操控的控制信号被电子器件部分 80（例如井下接收器或传感器，例如加速计或其它装

置)接收和处理。电子器件部分 80 和马达 82(如图 12 所示,连接到电子器件部分 80)可通过动力源 44 在井下被供给电能。如图所示,动力源 44 可包括设置在电池壳 146 中的多个电池 144。作为举例,电池 144 可以是中等井下锂电池。此外,电池壳 146 的大小允许使用各种电池数量和组合。

[0069] 电子器件部分 80 可包括读取压力脉冲的命令序列的压力脉冲系统。一旦接收到正确的预编程命令序列,马达 82(图 12)被供给动力使得马达轴 41 发生旋转运动(并且轴 46 发生线性运动)(图 13)并且最终井下工具 26 被期望地操控。然而,如上面所公开的各种遥测系统,可以用于控制阀的移动并且用于向位置监测系统传递信号或者从其得到信号。

[0070] 图 15 描绘了根据一个或多个实施例的井下工具 26 的一部分的部分剖视图,其中,示出了阀模块 40 处于第一操控位置。在切割器组 28 被操控之前,钻井流体 / 泥浆被泵送向下通过孔 106、然后通过阀 74 中的轴向开口 110,并且沿着阀模块 40 和马达模块 42 的外部按规定的路径流向钻头 36(图 1)。操控系统 30 的各个模块的设计允许在正常钻井作业过程中钻井泥浆或其它流体被泵送到井下,如箭头 48 所示。然而,一旦适当的控制信号被向井下传递 / 传送到达电子器件部分 80,马达模块 42 就控制阀模块 40 和轴 46 的运行以沿线性方向平移阀 47,由此打开穿过端口 102 的流动路径(图 16)。在马达模块 42 控制阀模块 40 的运行来移动阀 74 之前,流体 / 泥浆借助地面泵通过孔 106 的流动被暂时地停止以减少在孔 106 和井眼 24 之间产生的任意压差。压差的减少降低了马达 82 移动阀 74 所需要的力 / 能量。一旦阀 74 改变了位置,流体 / 泥浆通过孔 106 的流动可被恢复。马达 82 还起着制动器的作用,以防止发生不期望的反向驱动,即,阀 74 的移动。

[0071] 图 16 描绘了根据一个或多个实施例的井下工具 26 的部分剖视图,其中,示出了阀模块 40 处于第二操控位置。钻井流体 / 泥浆向外流动通过端口 102 并且进入操控腔 112。随着操控腔 112 中建立起足够高的压力,操控元件 104 轴向移动或滑动并且由此操控切割器组 28 进入第二或展开状态。这种平移的发生是由压差造成的,压差例如是操控腔 112 中的钻井流体压力(通过端口 102)和井眼压力之间的压差。如图 16 中箭头 150 所示,操控元件 104 沿轴向方向被驱动,以迫使切割器组 28 同时地轴向和径向外移动。

[0072] 轴 46 的移动被设计成进一步移动阀 74 以暴露端口 102,这使得被转移的流体 / 泥浆流进操控腔 112 并且沿与流体 / 泥浆流动 148 相反的方向推动操控元件 104 以激活 / 操控可操控部件,例如切割器组 28。当轴 46 被反向移动时(例如,通过向马达 82 发送信号使其反向旋转),阀 74 轴向地平移以密封旁通端口 102,由此由于缺少被转移的泥浆流(与弹簧 130 产生的弹簧偏压结合)使得激活元件 104 沿着泥浆流的方向被推动到达其停用位置,随后停止部署可操控元件,例如切割器组 28。

[0073] 图 17 描绘了根据一个或多个实施例的设置在井眼 24 内的说明性的井下工具 26,其具有另一个操控系统 30'。井下工具 26 包括数字激活系统 38'。数字激活系统 38' 包括不同于阀模块 40 的示意性阀模块 240。在不同实施例中,阀模块 240 可包括如这里公开的可旋转移动的阀组件 270 或可线性移动的阀组件 280。既可以传递马达模块 42 中的马达 82 的旋转输出运动(未示出)用于为阀模块 240 中的旋转阀组件 270 施加旋转运动,也可以将马达模块 42 中的马达 82 的旋转输出运动转换成阀模块 240 中的线性阀组件 280 的线性 / 轴向运动。

[0074] 图 18-1 描绘了设置在井下工具 26 内的示意性旋转指状阀模块 242 的部分剖视图, 图 18-2 描绘了根据一个或多个实施例的指状阀模块 242 的指状阀 272 的透视图。阀模块 240 包括具有由连接到一起的上部心轴 252、中间心轴 254 以及下部心轴 256 形成的阀壳体 250 的旋转指状阀模块 242。阀壳体 250 在其中容纳有包括指状阀 272、预压弹簧 274、弹簧限位器 276 以及自对准连接器部分 278 的旋转阀组件 270。指状阀 272 的指 275 的多个上表面 273 与阀壳体 250 的中间心轴 254 上的基座表面 253 接合。指状阀 272 的下表面 271 受到预压弹簧 274 的作用。预压弹簧 274 被连接到阀壳体 250 的下部心轴 256 的内表面的弹簧限位器 276 限位保持。

[0075] 推力球轴承 279 可设置在预压弹簧 274 和指状阀 272 之间, 并且环状轴承 255 可设置在下部心轴 256 和指状阀 272 之间, 用于减少两者之间的旋转摩擦。下部心轴 256 的内表面和指状阀 272 的外表面可以是抛光金属表面, 并且环状轴承 255 可以由热塑性材料形成, 以在两者之间提供有效的低摩擦密封。这种密封很好地适用于高温、高压以及具有磨损性的井下环境。合适的抛光金属表面材料的例子包括碳化物和钢。合适的环状轴承 255 材料的例子包括热塑性材料, 例如 PEEK, 托朗 (Torlon) 和特氟龙。然而, 本领域技术人员已知的其它类型的材料也可以用于抛光金属表面和环状轴承 255。

[0076] 指状阀 272 布置并且设计成具有多个间隔开 (例如, 周向偏错) 的指 275。当阀模块 240 与钻柱 22 中的井下工具 26 协作时 (图 17), 指状阀 272 的旋转使得指 275 阻断或打开传送加压流体给操控元件 104 (图 20) 以操控井下工具 26 的端口 202 (图 20)。指状阀 272 进一步包括一个或多个允许钻井泥浆和 / 或其它流体流动通过钻柱 22 (图 17) 的孔 106 (图 20) 的轴向开口 210。指状阀 272 可包括沿着其外表面设置的用于容纳环状轴承 255 的轴承槽 212, 以及用于容纳延伸穿过阀壳体 250 的下部心轴 256 的壁的止挡销 216 的控制槽 214。当指状阀 272 被旋转时, 止挡销 216 在控制槽 214 内移动, 直到止挡销 216 到达控制槽 214 的端部, 由此阻止进一步的旋转。因此, 止挡销 216 和控制槽 214 之间的相互作用为指状阀 272 的角位置提供控制并且还提供主动止挡。

[0077] 图 19 描绘了根据一个或多个实施例的通过自对准阀连接器部分 278 连接到马达模块 42 的旋转指状阀模块 242 的部分剖视图。自对准阀连接器部分 278 设计成自动地接纳马达模块 42 的相应的马达连接器部分 68'。阀连接器部分 278 可包括自对准六角形接纳结构 277, 其设计成接纳和定向马达连接器部分 68' 的相应的六角形连接部 72'。

[0078] 图 20 描绘了根据一个或多个实施例的井下工具 26 的部分剖视图, 其中, 示出了连接到马达模块 42 的旋转指状阀模块 242。阀模块 242 设置在井下工具 26 的接纳结构 100 内以使得密封件 76 与接纳结构 100 的内表面密封接合。端口 102 (未示出) 可设置在井下工具 26 的接纳结构 100 中并且延伸通过井下工具 26 的接纳结构 100。当指状阀 272 可旋转地设置在接纳结构 100 内以允许流体连通时, 端口 102 (未示出) 与阀壳体 250 的中间心轴 254 的基座表面 252 内的端口 202 对准以使得可在操控腔 112 和井下工具 26 的孔 106 之间建立流体连通。当端口 102、202 将加压流体从孔 106 通过操控腔 112 传送给操控元件 104 时, 压力足够大的流体用于移动操控元件 104 并且由此将井下工具 26 操控到另一个期望的工作状态。为了旋转指状阀 272, 马达 82 驱动连接到马达连接器部分 68' 的马达轴 41, 由此旋转驱动阀连接器部分 278 并且向指状阀 272 施加旋转运动。马达连接器部分 68' 被示出容纳并且定向在阀连接器部分 278 中以形成完整的自对准连接器 84'。

[0079] 图 21 描绘了根据一个或多个实施例的井下工具 26 的部分剖视图, 其中, 示出了旋转指状阀模块 242 处于第一操控位置, 图 22 描绘了根据一个或多个实施例的井下工具 26 的部分剖视图, 其中, 示出了旋转指状阀模块 242 处于第二操控位置。在图 21 中, 阀模块 242 被示出处于闭合位置, 即, 指状阀 272 设置成使指 275 阻断通过端口 202 的流动并且由此阻断钻井流体 / 泥浆向操控腔 112 的操控流动。在井下工具 26 被操控之前, 如图 21 的流动箭头 220 所示, 钻井流体 / 泥浆被向下泵送通过孔 106、通过指状阀 272 中的轴向开口 210( 图 18-2 ), 在自对准连接器 84' 和弹簧限位器 276 之间流动, 然后沿着马达模块 42 外部按规定路线流到钻头 36( 图 17 )。孔 106 中的钻井流体 / 泥浆的压力, 例如钻柱 22 内部的压力, 高于井眼 24 中的钻井流体 / 泥浆的压力, 例如钻柱 22 外部的压力。作为示例, 孔 106 中的压力可以比井眼 24 中的压力高 800psi 到 1,000psi。因此, 在孔 106 和井眼 24 之间井下工具 26 两侧具有一个压差。当阀模块 242 处于图 21 所示的闭合位置时, 图 18-1 的旋转指状阀模块 242 使用这种压差来产生对端口 202 的有效密封。

[0080] 如图 18-2 所示, 指状阀 272 的下表面 271 的表面积大于指状阀 272 的指 275 的多个上表面 273 的组合表面积。此外, 在图 21 的闭合位置, 指状阀 272 的下表面 271 暴露于孔 106 的较高压力下, 而指 275 的上表面 273 暴露于操控腔 112 的较低压力下。在该实施例中, 操控腔 112 处于井眼压力下, 因为操控腔 112 通过喷嘴 111( 图 20 )与井眼 24 流体连通。由此, 由于暴露于孔 106 的较高压力下的下表面 271 的表面积大于暴露于井眼 24 的较低压力下的上表面 273 的组合表面积, 因此压差的净力会向上推动指状阀 272。这种向上的力使得指 275 的上表面 273 保持坐落在阀壳体 250 的中间心轴 254 上的基座表面 253 上, 由此增强了对端口 202 的密封。因此, 旋转指状阀模块 242 采用压差来增强密封, 这阻止了当阀模块 242 处于闭合位置时通过端口 202 发生的泄露, 由此防止产生无意地操控井下工具 26。

[0081] 总体参照图 22, 图 18-1 的旋转指状阀模块 242 被示出处于打开位置, 指状阀 272 设置成使指 275 打开通过一个或多个端口 202 的流动路径并且允许钻井流体 / 泥浆流到操控腔 112。当恰当的控制信号被传递 / 传送到井下到达电子器件 80( 图 12 )时, 在马达模块 42 移动阀模块 240 使其从图 21 所示的闭合位置到达图 22 所示的打开位置 ( 或与之相反 ) 之前, 来自地面的钻井流体 / 泥浆的泵送被停止。此时, 孔 106 中的压力与井眼 24 中的压力相同, 使得井下工具 26 上不存在压差。接着马达模块 42 转动马达轴 41 以由此向指状阀 272 施加旋转运动, 这使得指 275 发生移动从一个或多个端口 202 脱离开并且打开通过端口 202 的流动路径。按照这种方式, 马达 82 不必克服压差力来旋转移动指状阀 272。在这种旋转过程中, 电子器件部分 80( 图 12 )可以监测用于指示阀模块位置的马达 82 的电流。特别地, 当止挡销 216 与控制槽 214 的端部接合时, 马达 82 的电流将产生尖峰, 这表示阀模块 242 已经从打开位置移动到跨过端口 202 的闭合位置 ( 即, 阻止通过端口 202 进入操控腔 112 的流动 ), 或者从闭合位置移动到打开位置 ( 即, 允许通过端口 202 进入操控腔 112 的流动 )。一旦阀模块 242 已经移动到如图 22 所示的打开位置, 钻井流体 / 泥浆被向下泵送通过孔 106 并且向外通过端口 202 作用于操控元件 104, 如图 22 的流动箭头 225 所示, 以将切割器组 28( 图 17 )( 或其它工具作业 ) 变换到期望的状态。

[0082] 在一个或多个实施例中, 图 18-1 的旋转指状阀模块 242 被设计成使指 275 的上表面 273 和基座表面 253 之间基本上维持连续接触, 无论阀模块 242 处于闭合位置还是打开

位置。在图 22 所示的打开位置，预压弹簧 274 向指状阀 272 施加足够的力以维持指 275 和基座表面 253 之间的这种接触。指 275 和基座表面 253 的端口 202 之间的相互作用与转子和定子之间的相互作用相类似，用于允许或阻止流体从两者之间流过。因此，具有指 275 的阀 272 可以被表征为转子而具有端口 202 的基座表面 253 可以被表征为定子。

[0083] 在上面描述的例子中，指状阀 272 的旋转运动被设计成暴露一个或多个旁通端口 202，这允许转移的流体 / 泥浆流进操控腔 112 以推动操控元件 104 来激活切割器组 28（或其它工具作业）。指状阀 272 的进一步旋转使指 275 对齐以密封旁通端口 202，由于缺少转移流体流动（同时与图 9 的弹簧 130 产生的弹簧偏压结合）而可迫使操控元件 104 返回其停用位置，由此切割器组 28（或其它工具作业）的展开被停止。因此，如上所述，操控系统 30’（图 17）可以根据需要被激活和停用，以操控 / 停止井下工具 26。此外，使用自对准连接器部分 278、68’有助于在现场组装和使用旋转指状阀模块 242 和马达模块 42。包含的电子器件部分 80（图 12）进一步便于在期望指状阀 272 移动时使用远程下行信道来选择性地激活马达 82。位置感测系统 50 还可以被结合到操控系统 30’ 中以监测指状阀 272 的移动并且例如向地面控制系统传递 / 传送信息。

[0084] 图 23 描绘了根据一个或多个实施例的具有渐缩的第一阀构件 282 和相应的倒角的第二阀构件 284 的示例性阀组件 280 的透视图，其用于可以应用在井下工具 26 中的阀模块 240。阀组件 280 可以与前面公开的旋转指状阀模块 242 组合使用。如此的话，渐缩的第一阀构件 282 可以是指 275 并且倒角的第二阀构件 284 可以是端口 202。如下面进一步公开的，阀组件 280 同样采用井下工具 26 上的压差来维持密封。

[0085] 如图 23 所示，第一阀构件 282 包括被布置和设计成与第二阀构件 284 的倒角的端部分 285 相对应的圆锥形端部 283。第一阀构件 282 例如设置成指 275 的端部，通过马达模块 42（图 17）的马达 82 的运行被旋转地移动，与例如设置在阀壳体 250 的中间心轴 254 的基座表面 252 中的第二阀构件 284 接合以及脱离。第一阀构件 282 的圆锥形端部 283 与第二阀构件 284 的倒角的端部分 285 之间的相互作用产生一个基座表面，与平坦的基座表面，例如上面公开的与旋转指状阀模块 242 相关的表面之间的相互作用相比，这种基座表面提供楔入效应以增强密封。在阀组件 280 的闭合位置处，第一阀构件 282 的圆锥形渐缩端部 283 被推入到第二阀构件 284 的相应的倒角的端部分 285 中，并且当钻井流体 / 泥浆流向井下被泵送时产生的井下工具 26 上的压差会在阀构件 282、284 上产生吸力以维持两者之间的密封。

[0086] 为了分离开阀构件 282、284，从地面的钻井流体 / 泥浆泵送被减少或停止，以移除井下工具 26（图 17）上的压差，并且接着马达模块 42 的马达 82（图 17）转动阀组件 280，以将第一阀构件 282 从第二阀构件 284 上移开从而打开通过井下工具 26 的接纳结构 100 中的旁通端口 102（例如参见图 22）的流动路径。一旦阀组件 280 被移动到打开位置，钻井流体 / 泥浆就向井下被泵送通过孔 106 并且从那里向外通过旁通端口 102 并且作用于操控元件 104（例如参见图 22）以将切割器组 28（图 17）（或其它工具作业）变换到期望的操控状态。

[0087] 图 24 描绘了根据一个或多个实施例的示例性旋转端口阀模块 244 的部分剖视图，其可以用在井下工具 26 中。在该实施例中，阀模块 240 包括具有整体阀壳体 250 的旋转端口阀模块 244。阀壳体 250 中容纳有密封元件 266 和旋转阀组件 270。旋转阀组件 270 包括第一阀元件 264，该第一阀元件 264 具有设置在其中的一个或多个端口 267。第一阀元件

264 连接到第二阀元件 262(同样是旋转阀组件 270 的一部分)以形成端口阀 265。旋转阀组件 270 进一步包括预压弹簧 274、弹簧限位器 276 以及自对准连接器部分 278。预压弹簧 274 被弹簧限位器 276 限位,该弹簧限位器 276 被连接到阀壳体 250 的内表面。推力球轴承 279 可以设置在预压弹簧 274 和第二阀元件 262 之间,并且环状轴承 255 可以设置在阀壳体 250 和第二阀元件 262 之间,以减少两者之间的旋转摩擦。

[0088] 密封元件 266 和 / 或第一阀元件 264 可由热塑性或弹性材料,例如 PEEK、托朗、特氟龙、橡胶等构成,或者具有由上述材料构成的表面,以增强密封元件 266 和第一阀元件 264 之间的密封。阀壳体 250 的内表面以及端口阀 265 的外表面可以是抛光金属表面,且环状轴承 255 可由热塑材料形成以在两者之间提供有效的低摩擦密封。这种密封非常适用于高温、高压和磨损性的井下环境。适用于抛光金属表面的材料的例子包括碳化物和钢。适用于环状轴承 255 的材料的例子包括热塑性材料,诸如 PEEK、托朗和特氟龙。然而,本领域技术人员已知的其它类型的材料也可以用于抛光金属表面和环状轴承 255。

[0089] 图 25 描绘了根据一个或多个实施例的图 24 的旋转端口阀模块 244 的阀壳体 250 的剖视图。阀壳体 250 布置和设计成具有多个间隔分布的、当旋转端口阀模块 244 与井下工具 26 组合时与多个旁通端口 102(图 26)相对齐的开口 257。密封元件 266 同样被布置和设计成具有多个间隔分布的、当密封元件 266 被组装到阀壳体 250 的凹陷区域 251 时(如图 25 所示,密封元件 266 没有设置在凹陷区域 251 中)与阀壳体 250 中的间隔分布的开口 257 相对应的开口 268。当密封元件 266 设置在凹陷区域 251 内时,密封元件 266 的上表面 263 与凹陷区域 251 的上端部上的基座表面 253 接合,并且密封元件 266 的下表面 269 被第一阀元件 264 接合(图 24),第一阀元件 264 通过第二阀元件 262(图 24)受到预压弹簧 274(图 24)的作用。

[0090] 图 26 描绘了根据一个或多个实施例的井下工具 26 的剖视图,其中示出了图 23 的示例性旋转端口阀模块 244 连接到马达模块 42 用于操控井下工具 26。阀模块 244 设置在井下工具 26 的接纳结构 100 内,使得密封件 76 与接纳结构 100 的内表面密封接合。端口 102 延伸通过井下工具 26 的接纳结构 100,使得当端口阀 265 旋转地设置在接纳结构 100 内将端口 267 分别与密封元件 266 和阀壳体 250 中的开口 268、257 对准时在操控腔 112 和井下工具 26 的孔 106 之间建立流体连通。当旁通端口 102 将加压流体从孔 106 经过操控腔 112 运送给操控元件 104 时,压力足够大的流体用于推动操控元件 104 并且由此将井下工具 26 操控到另一个期望的工作状态。为了将端口阀 265 从图 26 所示的闭合位置旋转到打开位置,马达 82 驱动连接到连接器部分 68'的马达轴 41,马达轴 41 接下来旋转地驱动连接器部分 278 向端口阀 265 施加旋转运动。在图 26 中,相应的连接器部分 68'被示出容纳和定位在连接器部分 278 中,以形成完整的自对准连接器 84'。

[0091] 与图 18-2 的指状阀 272 类似,图 24 的端口阀 265 可包括控制槽 214(未示出)以容纳延伸穿过阀壳体 250 的壁的止挡销 216(未示出)。当端口阀 265 被转动时,止挡销 216 可以在控制槽 214 内移动,直到止挡销 216 到达控制槽 214 的端部,由此防止发生进一步的转动。止挡销 216 和控制槽 214 之间的相互作用由此对端口阀 265 的角位置进行控制并且还提供主动的止挡。

[0092] 在图 26 中,阀模块 244 被示出位于闭合位置,例如,端口阀 265 设置成使端口 267 阻断通过井下工具 26 中的旁通端口 102 的流动并且由此阻断钻井流体 / 泥浆到达操控元

件 104 的操控流动。在操控井下工具 26 之前,如图 26 中的流动箭头 222 所示,钻井流体 / 泥浆被向下泵送通过孔 106、通过端口阀 265、围绕整个自对准连接器 84' 的外部并且沿着马达模块 42 的外部按照规定路径到达钻头 36( 图 17)。与图 18-1 的旋转指状阀模块 242 类似,图 24 的旋转端口阀模块 244 同样利用井下工具 26 上的孔 106 和井眼 24 之间的压差以使得当阀模块 244 处于如图 26 所示的闭合位置时,第一阀元件 264 对开口 268 产生有效密封。

[0093] 端口阀 265 暴露于孔 106 的高压下的组合表面积大于第一阀元件 264 暴露于操控腔 112 的低压下的表面积。由于操控腔 112 与井眼 24 通过喷嘴 111 流体连通,因此操控腔 112 处于井眼 24 的压力下。由此,由于端口阀 265 暴露于孔 106 的高压下的组合表面积大于第一阀元件 264 暴露于井眼 24 的低压下的表面积,因此压差的净力会向上推动端口阀 265。这种向上的力使得密封元件 266 的上表面 263 能够保持坐落在阀壳体 250 的基座表面 253 上( 图 25),由此增强了对端口 102 的密封。压差的净力还会推动第一阀元件 264 使其与密封元件 266 产生更好的密封接触 / 接合。因此,旋转端口阀模块 244 采用压差来增强密封,这样可以防止当阀模块 244 处于闭合位置时通过端口 102 发生泄漏,由此防止无意间操控井下工具 26。

[0094] 图 24 的旋转端口阀模块 244 被设计成在基座表面 253 处( 图 25)在密封元件 266 的上表面 263( 图 25)和阀壳体 250 之间维持基本上连续的接触,无论阀模块 244 是处于闭合位置还是处于打开位置。在打开位置( 未示出),预压弹簧 274 向端口阀 265 施加足够大的力,由此通过第一阀元件 264 和密封元件 266 的下表面 269( 图 25)之间的相互作用向密封元件 266 施加足够大的力,以维持密封元件 266 和基座表面 253( 图 25)之间的这种接触。

[0095] 端口阀 265 的旋转移动被设计成通过开口 257、267 暴露旁通端口 102,这样允许被转移的泥浆流推动操控元件 104 来操控切割器组 28( 图 17)( 或其它工具作业)。端口阀 265 的进一步的旋转密封住旁通端口 102,使得由于缺少转移的流体流( 结合由图 9 的弹簧 130 产生的弹簧偏压)而迫使操控元件 104 可返回到其停用位置,由此停止切割器组 28( 或其它工具作业)的展开。因此,如上面所公开的,操控系统 30'可以根据需要被激活和停止以例如操控 / 停用井下工具 26 的切割器组 28。此外,采用自对准连接器部分 278、68'便于在现场组装和使用旋转阀模块 244 和马达模块 42。如上面所公开的,电子器件部分 80( 图 12)进一步便于使用远程下行信道以在期望旋转端口阀 265 移动时选择性地激活马达 82。位置感测系统 50 还可以被结合到操控系统 30'中,以监测端口阀 265 的移动并且将信息例如传递 / 传送给地面控制系统。

[0096] 图 27 描绘了根据一个或多个实施例的图 17 的井系统 20'的一部分的剖视图,其中示出了连接到马达模块 42 用于操控井下工具 26 的示例性旋转槽阀模块 246。阀壳体 250 中容纳有旋转阀组件 270,该旋转阀组件 270 包括具有一个或多个槽 291 的旋转槽阀 292。罩 294 设置在阀 292 的下端部中。旋转槽阀 292 可以被钎焊到罩 294。罩 294 可以包括连接器部分 293,例如设计和布置成容纳相应的连接器部分 68' 的螺纹接纳结构,连接器部分 68' 例如为位于连接到马达轴 41 的心轴 298 上的螺纹延伸部。在一个或多个实施例中,罩 294 被布置和设计成将连接器部分 293 居中或接近居中地设置在旋转槽阀 292 的孔内。另一个连接结构 296 维持罩 294 和心轴 298 之间的连接。连接结构 296 可包括锁定螺母、螺

旋连接结构、欧式联轴节 (Oldham coupling) 或其它任意合适类型的连接结构。多个环状密封件 295 可在径向上设置在阀壳体 250 和旋转槽阀 292 之间, 其中, 至少一个环状密封件 295 轴向上设置在槽 291 的每一侧。环状密封件 295 适用的材料的例子为 PEEK、托朗和特氟龙。然而, 本领域技术人员已知的其它类型的材料也可以用于环状密封件 295 以提供密封并且便于阀 292 在阀壳体 250 内的转动。在一个或多个实施例中, 设置 O 形环密封件 297 以便为槽阀 292 中的每个槽 291 的壁加衬。

[0097] 仍然参照图 27, 旋转槽阀模块 246 被示出与井下工具 26 相结合并且被连接到马达模块 42。在该实施例中, 阀模块 246 设置在井下工具 26 的接纳结构 100 内, 以使得密封件 76 与接纳结构 100 的内表面密封接合。端口 102(图 28)延伸通过井下工具 26 的接纳结构 100 以使得当槽阀 292 旋转地设置在接纳结构 100 内使槽 291 与端口 102 对准时, 在操控腔 112 和井下工具 26 的孔 106 之间可建立流体连通并且允许发生这种流体连通。当端口 102 将加压流体从孔 106 通过操控腔 112 运送到操控元件 104 时, 具有足够的压力的流体会移动操控元件 104 并且由此操控井下工具 26 的切割器组 28(图 17)(或其它工具作业)使其到达期望的工作状态。在该示例性的实施例中, 为了将选择槽阀 292 从闭合位置转动到打开位置, 马达 82 驱动连接到具有连接器部分 68"的心轴 298 的马达轴 41, 所述连接器部分 68" 接下来旋转驱动罩 294 以将旋转运动施加给槽阀 292。

[0098] 图 28 描绘了根据一个或多个实施例的井下工具 26 的一部分的部分剖视图, 其中, 示出了旋转槽阀模块 246 处于第一操控位置, 图 29 描绘了井下工具 26 的一部分的部分剖视图, 其中, 示出了旋转槽阀模块 246 处于第二操控位置。在图 28 中, 阀模块 246 被示出处于闭合位置, 例如, 槽阀 292 设置成通过旁通端口 102 的流动被阻止以防止钻井流体 / 泥浆流到达操控元件 104。在井下工具 26 被操控之前, 如图 28 的流动箭头 230 所示, 钻井流体 / 泥浆被向下泵送通过孔 106, 通过罩 294 中的开口 215, 并且沿着马达模块 42 的外部按照规定路径到达钻头 36(图 17)。环状密封 295 和 O 形环密封件 297(在图 27 中最好地示出)提供密封以在阀模块 246 处于闭合位置时防止通过端口 102 发生泄漏, 由此防止井下工具 26 意外被操控。

[0099] 总体参照图 29, 图 27 的旋转槽阀模块 246 被示出位于打开位置, 例如槽阀 292 被旋转地设置成使槽 291 与井下工具 26 中的旁通端口 102 相对齐以打开通向操控腔 112 的流动路径并且允许钻井流体 / 泥浆的操控流到达操控元件 104。当向井下传递 / 传送合适的控制信号到达电子器件部分 80 时(图 12)时, 从地面的钻井流体 / 泥浆流的泵送在马达模块 42 将阀模块 246 从图 28 所示的闭合位置移动到图 29 所示的打开位置(或者反过来)之前被停止。孔 106 中的压力此时与井眼 24 中的压力相同, 使得井下工具 26 上不存在压差。接着, 马达模块 42 转动马达轴 41 和心轴 298, 由此将旋转运动施加给槽阀 292, 槽阀 292 随后将槽 291 移动成与端口 102 对齐并且打开通过端口 102 的流动路径。通过这种方式, 马达 82 不必克服压差力来旋转地移动槽阀 292。一旦阀模块 246 被移动到图 29 所示的打开位置, 如图 29 的流动箭头 235 所示, 钻井流体 / 泥浆被向下泵送通过孔 106 并且向外通过端口 102 作用于操控元件 104, 以将切割器组 28(或其它工具作业)变换到期望的工作状态。

[0100] 在上面描述的例子中, 槽阀 292 的旋转移动被设计成能暴露旁通端口 102, 使得被转移的钻井流体 / 泥浆流推动操控元件 104 以激活切割器组 28(或其它工具作业)。槽阀

292 的进一步的旋转将旁通端口 102 密封,由于缺少被转移的流体流(与图 9 的弹簧 130 产生的弹簧偏压相结合),迫使操控元件 104 返回到其停用位置,由此停止切割器组 28(或其它工具作业)的展开。因此,如上面所公开的,操控系统 30' 可以根据命令被激活和停止,以操控 / 停用井下工具 26。电子器件部分 80(图 12)进一步便于在期望槽阀 292 移动时使用远程下行信道来选择性地激活马达 82。位置感测系统 50 还可以被结合到整个系统 30' 中以监测槽阀 292 的移动并且例如将信息传递 / 传送给地面控制系统。

[0101] 井下工具 26 可以使用多种部件,并且这些部件可以被设计成便于在多种类型的井和环境中操控井下工具 26 的多种结构连接。在一些应用场合中,该操控系统和方法使用一种或多种直接机械连接,而在其它应用场合中,如前面所公开的,操控系统和方法也可以被用于相对于液压操控工具控制流体流动。然而,这里公开的一种或多种操控系统和方法可以用于取代耗时的落球系统 / 方法,同时能够远程控制工具操控。操控系统可以被用作初始设备或者被用于替代现有的落球系统以提高效率。此外,部件的尺寸和类型以及这些部件的结构和布置可以根据给定应用的参数和 / 或系统和方法所应用的环境特征而改变。

[0102] 图 30 描绘了根据一个或多个实施例的设置在井下工具 26 内的示例性阀模块 40 的示意图,其中,井下工具 26 的可操控部件通过位于阀模块 40 和可操控部件之间的机械连接被操控。阀模块 40 包括连接到阀 74 的轴 46。阀 74 可以是圆柱形或其它任意形状以与井下工具 26 的主体的内圆周相适配。阀 74 可具有一个或多个轴向开口或孔 110(例如参见图 5),其形成为至少部分地贯穿阀 74,用作通过流体通道 106 的流体通道。井下工具 26(在该例子中为扩孔器)被阀 74 的线性 / 轴向移动所操控,阀 74 被孔 106 内的轴 46 移动。阀 74 连接到或适于通过操控元件 104 连接到切割器组 28。如图所示,操控元件 104 通过直接机械连接连接到阀 74。操控元件 104 布置和设计成允许切割器组 28 随着操控元件 104 轴向地移动而轴向和径向地移动。

[0103] 一个或多个密封件 76、77 布置和设计成围绕阀 74 的外表面,以维持在穿过井下工具 26 的内部流动通道或孔 106 和阀 74 的轴向开口 110 中的流体流动。在井眼 24 的钻探过程中,流体向井下流动通过心轴 128、通过阀 74 中的轴向开口 110(例如参见图 5),并且朝向钻头 36(未示出)流动。一旦给马达 82 发送信号使其开始工作以操控工具,轴 46 借助马达 82 的这种运行而发生的线性 / 轴向移动使得阀 74 在第一位置(即如图 30 所示,切割器组 28 收起)和第二位置(切割器组 28 展开,未示出)之间轴向移动。停用井下工具 26 的马达 82 的运行使得阀 74 从第二位置移动回到第一位置,由此停用切割器组 28 使其回到收起状态。在阀 74 的移动过程中,流体继续向井下流动通过心轴 128,通过阀 74 的轴向开口 110(例如参见图 5),并且朝向钻头 36 流动。当阀 74 移动到第二位置并由此借助操控元件 104 操控切割器组 28 时,阀 74 露出喷嘴 111,由此使喷嘴 111 与流动通过孔 106 的流体连通。流动通过一个或多个喷嘴 111 的流体可以协助清洁和 / 或冷却切割器组 28。

[0104] 图 31 描绘了根据一个或多个实施例的具有操控系统的井下工具 26 的另一个示例性实施例的示意图。如图所示,马达 82 和转换组件 64(用于线性而不是旋转阀运动)可被连接到并且设置在阀模块 40 的井上侧。换句话说,马达 82 和可选的转换组件 64 可以被连接到且设置在阀模块 40 和地面之间。

[0105] 如上面所描述的,电子器件部分 80 可包括从地面接收命令信号以操控井下工具

26 的接收器 / 传感器。电子器件部分 80 可对所述命令信号作出响应, 让马达 82 转动连接到阀模块 40 的阀 74 的轴 46 的马达轴 41 (未示出)。在一个实施例中, 马达 82 的运行转动马达轴 41, 由此使得轴 46 和阀 74 旋转。如前面公开的, 阀 74 可以布置和设计成在一个旋转位置相对于井下工具 26 的孔 106 阻断端口 102 并且在另一个旋转位置打开端口 102 使其通到井下工具 26 的孔。因此, 阀 74 的转动打开了端口 102, 会使得来自孔 106 的流体从其中流过, 例如用于操控井下工具 26。在另一个实施例中, 可以采用转换组件 64 将马达轴 41 的旋转移动转换成轴 46 和阀模块 40 的阀 74 的轴向移动。如前面所公开的, 阀 74 可以被布置和设计成在一个轴向位置上阻断端口并且在另一个轴向位置上打开端口。因此, 轴 46 和阀模块 40 的阀 74 的轴向移动打开了端口 102, 会使得来自孔 106 的流体从其中流过。马达 82 也可以作用为制动器以将阀 74 保持在操控或停用位置。

[0106] 井下工具 26 可以包括振动传感器 310, 例如加速计。振动传感器 310 可以设置在井下工具 26 的孔 106 内, 或者连接到井下工具或者操控系统。振动传感器 310 可例如适于测量井下工具 26 在工作时的振动, 例如, 当井下工具 26 用于扩大井眼 24 的直径, 铣削穿过套管的窗口等时。在一个或多个实施例中, 如果井下工具 26 为扩孔器, 阀模块 40 的阀 74 和 / 或切割器组 28 的轴向位置 (参见图 11), 可以通过测量马达 82 和 / 或轴 46 的转动圈数来确定。这些振动和位置测量可以通过遥测系统被传递到地面, 例如采用这里公开的一个或多个泥浆脉冲。例如, 在图 31 所示的实施例中, 电子器件部分 80 可使第二马达 302 的轴 304 来驱使转子 308 相对于定子 306 转动。转子 308 相对于定子 306 的移动可使得传递振动和 / 或位置测量结果的泥浆脉冲到达地面。在至少一个实施例中, 转子 308 和定子 306 可具有贯穿它们形成的轴向开口, 并且当转子 308 中的开口变成与定子 306 中的开口对准时形成压力脉冲。动力源 44, 例如是一个或多个电池, 可以用于为电子器件部分 80、振动传感器和 / 或马达 82、302 供电。

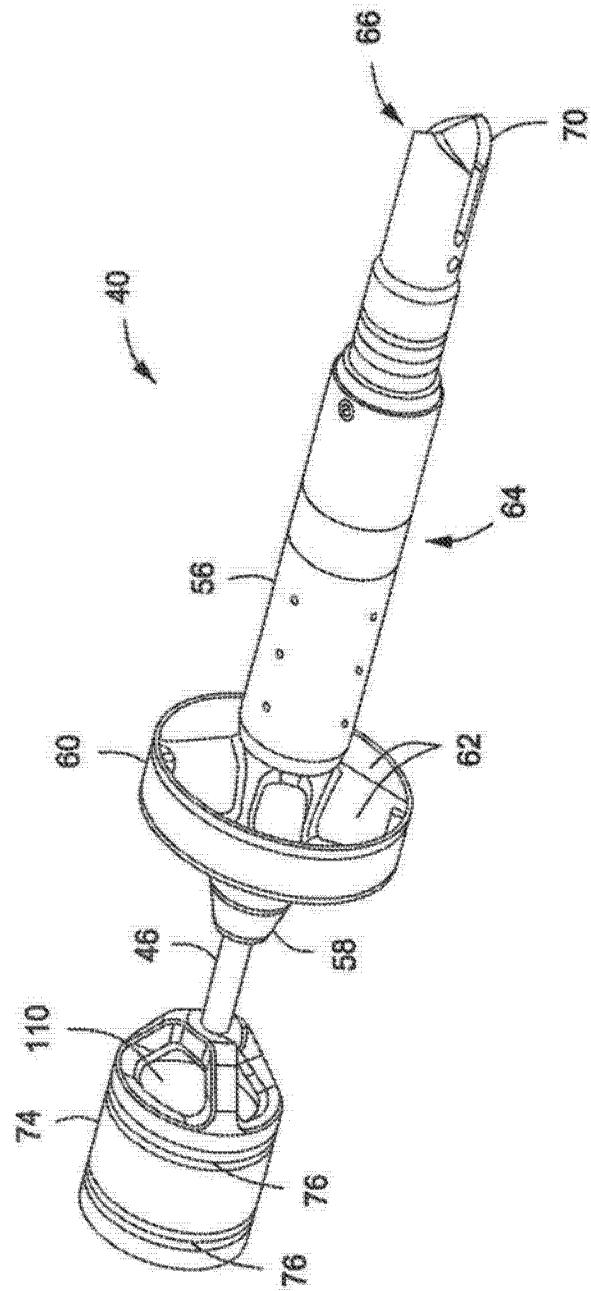
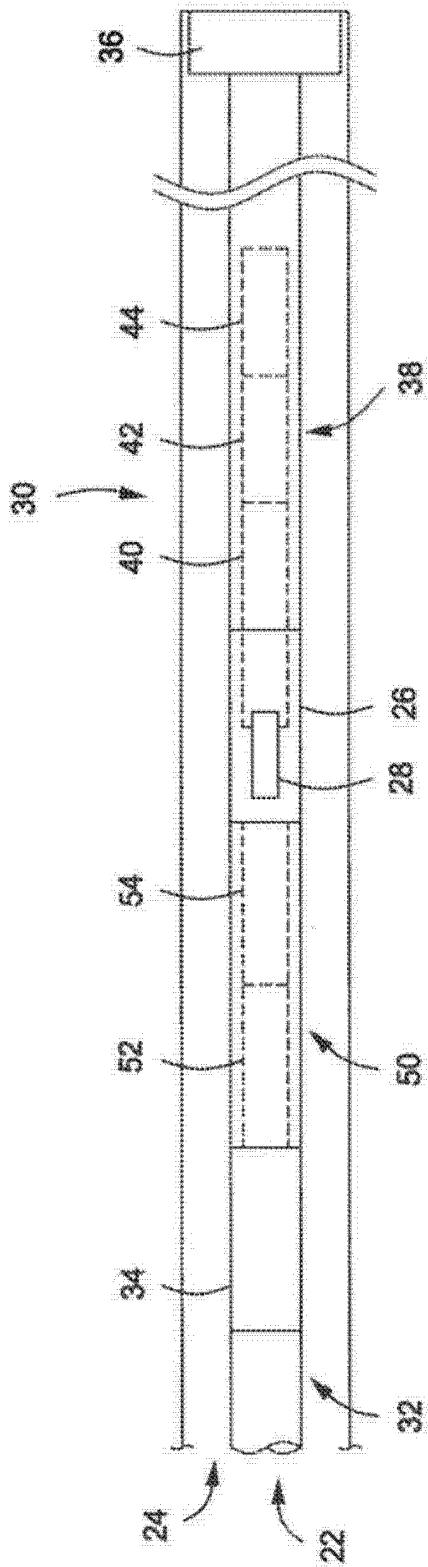
[0107] 如这里使用的, 术语“内”和“外”, “上”和“下”, “上部”和“下部”, “向上”和“向下”, “上方”和“下方”, “向内”和“向外”以及这里使用的其它类似的术语指代彼此的相对位置, 并不是用于表示具体的方向或空间方位。术语“联结”, “被联结”, “连接”, “被联结”, “与…连接”, 以及“连接着”指的是“与…直接连接”或“通过另一个元件或部件与…连接”。术语“热的”和“冷的”指的是彼此的相对温度。

[0108] 尽管上面仅仅对少数几个实施例进行了详细描述, 本领域技术人员可以容易地意识到, 在示例性的实施例中可以具有许多修改而不会实质上脱离“用于井下工具的操控系统和方法”。因此, 全部的这种修改都被包括在本公开的范围之内。在权利要求中, 功能性限定表述 (即明确地将“装置”与相关功能一起使用的语句) 用于覆盖在这里被描述成执行叙述的功能的结构, 而且不仅仅是结构等同, 还包括等同的结构。因此, 尽管钉子和螺杆不是结构等同, 因为钉子采用圆柱形面将木制部件紧固到一起, 而螺杆采用螺旋面, 但是在紧固木制部件的情况下, 钉子和螺杆是等同结构。

[0109] 特定的实施例和特征已经使用一组数字上限和一组数字下限进行了描述。应该意识到这些范围包括任意两个值的组合, 例如, 任意的下限值和任意的上限值的组合, 任意两个下限值的组合, 和 / 或任意两个上限值的组合都是可以执行的, 除非另有指明。在下方的一个或多个权利要求中, 具有特定的下限值、上限值和范围。所有的数值都“约等于”或“近似于”标明值, 并且考虑了本领域普通技术人员能够预期的实验误差和变化。

[0110] 上面对各种术语进行了定义。术语在权利要求中的范围在上方没有定义，其应该被赋予相关领域的人已经给出的在至少一份印刷的公开或发行的专利所反映的最宽泛的定义。此外，本申请引用的所有专利、测试过程以及其它文献通过引用被完整地结合到本申请的范围中，这些公开与本申请并不矛盾并且这种结合的全部权限都是允许的。

[0111] 尽管之前的内容均涉及本发明的实施例，但本发明还可以设计有其它的和进一步的实施例而不会脱离其基本的范围。



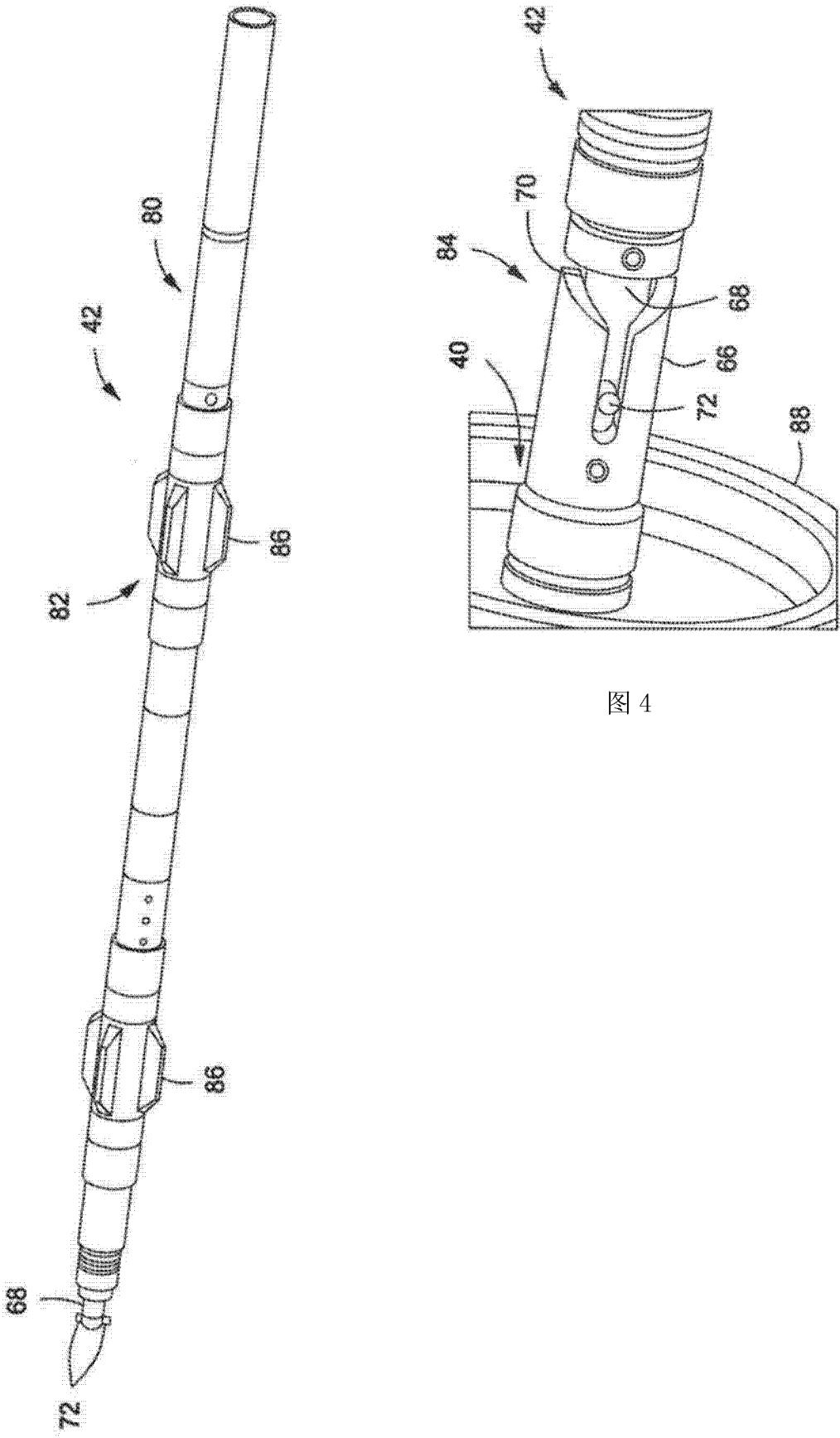


图 3

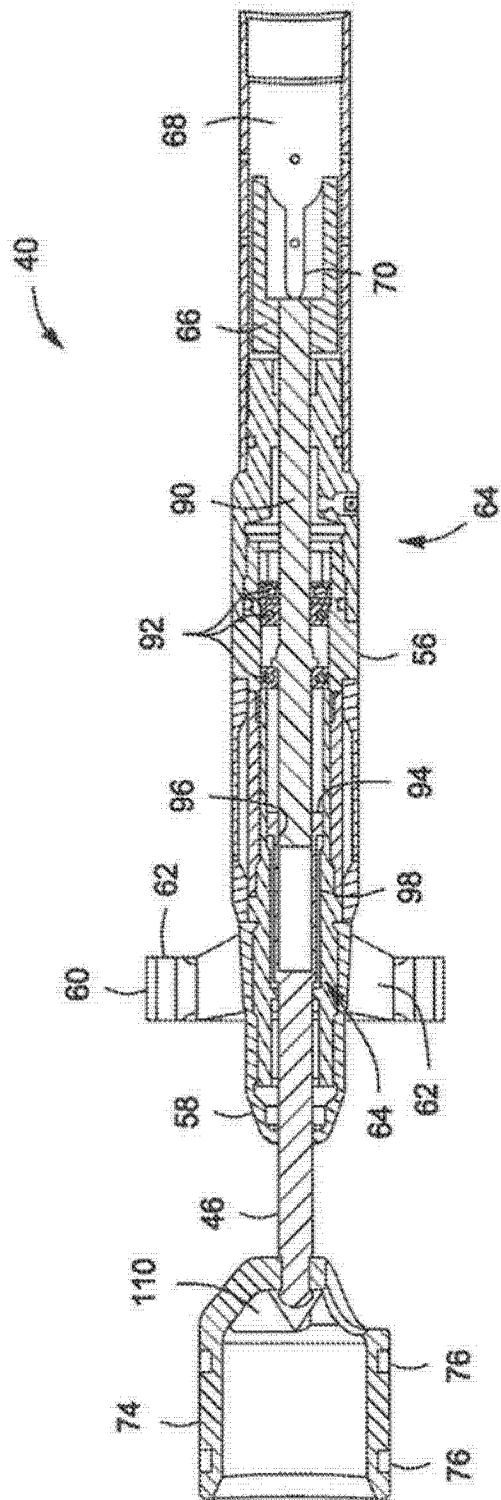


图 5

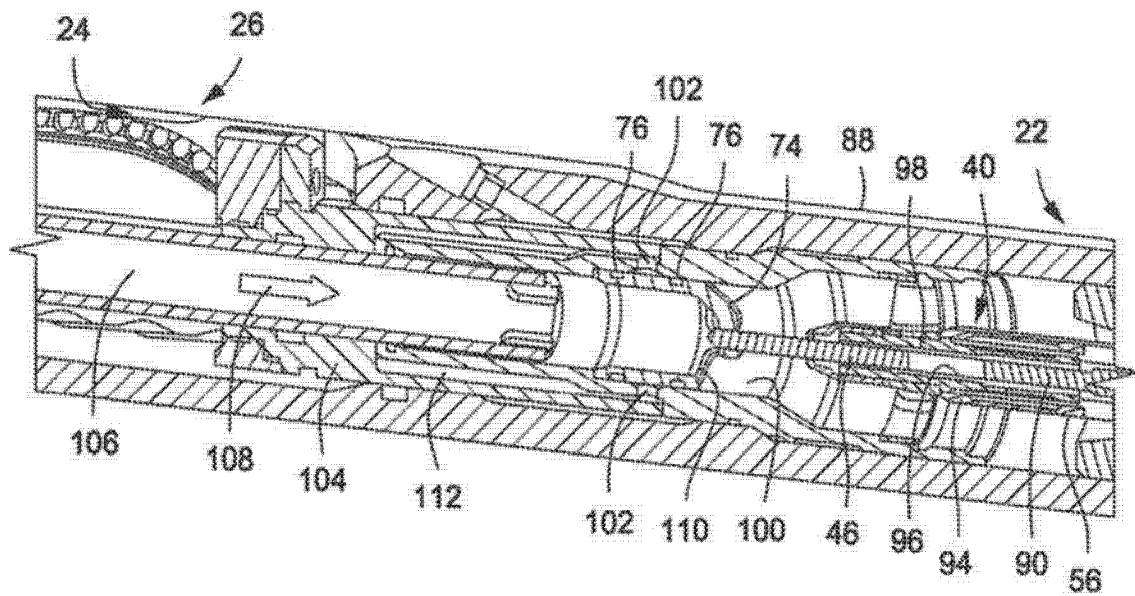


图 6

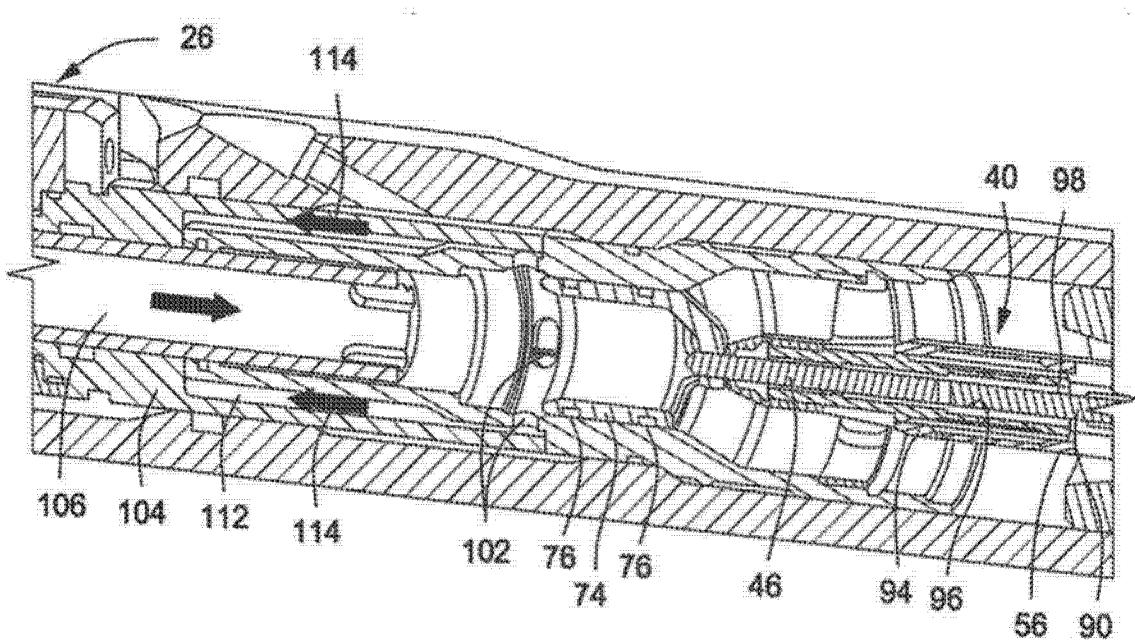


图 7

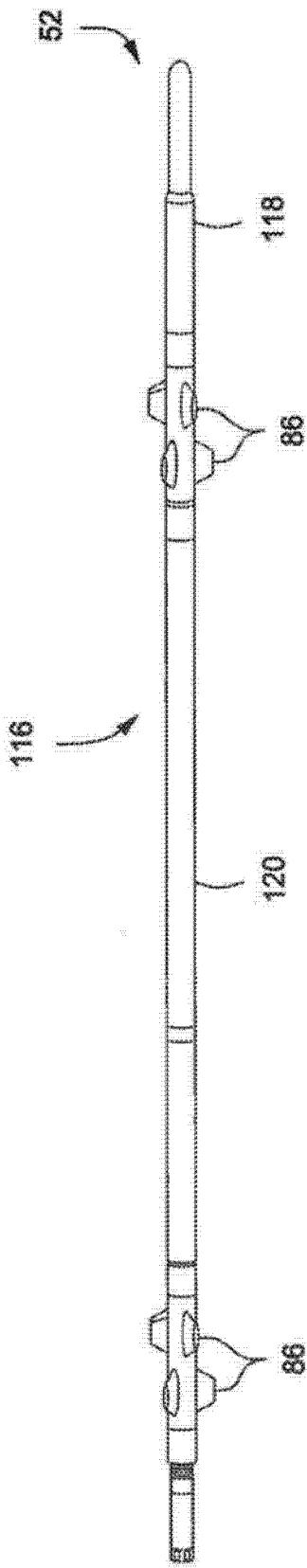


图 8-1

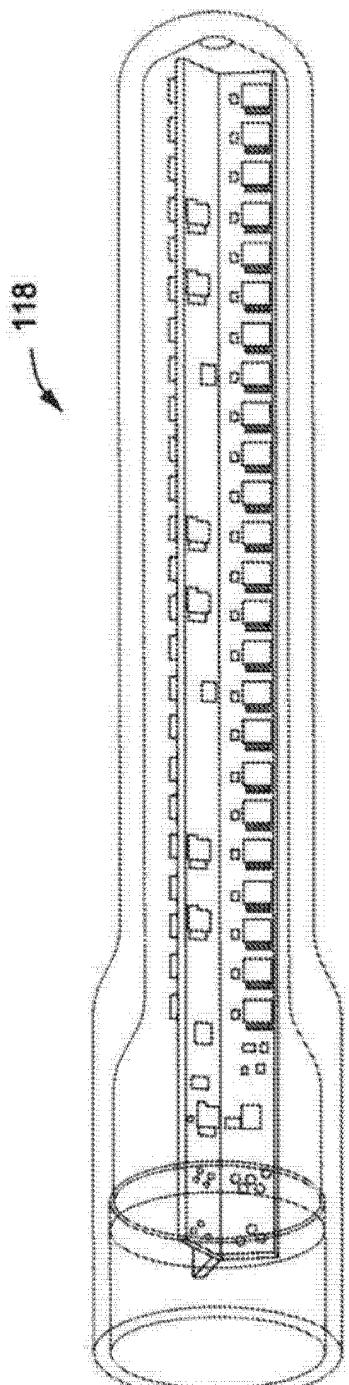


图 8-2

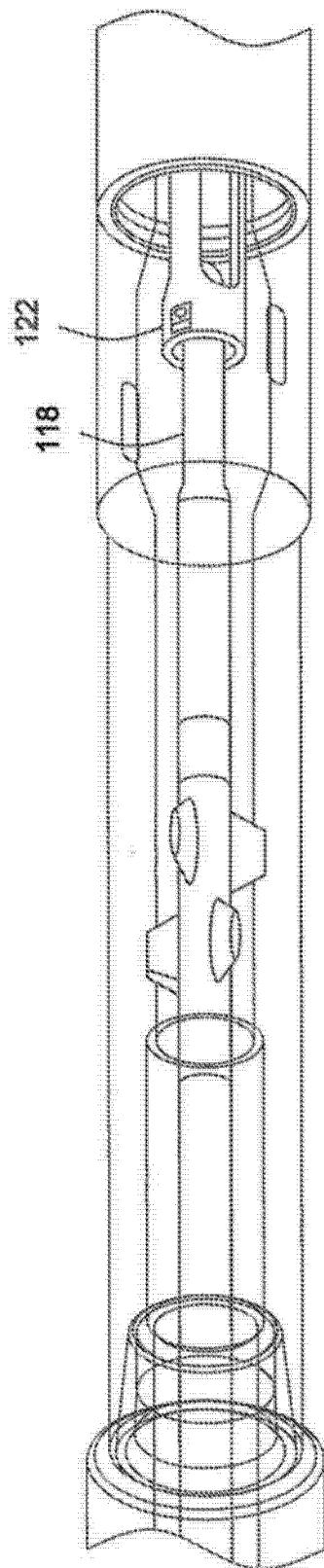


图 8-3

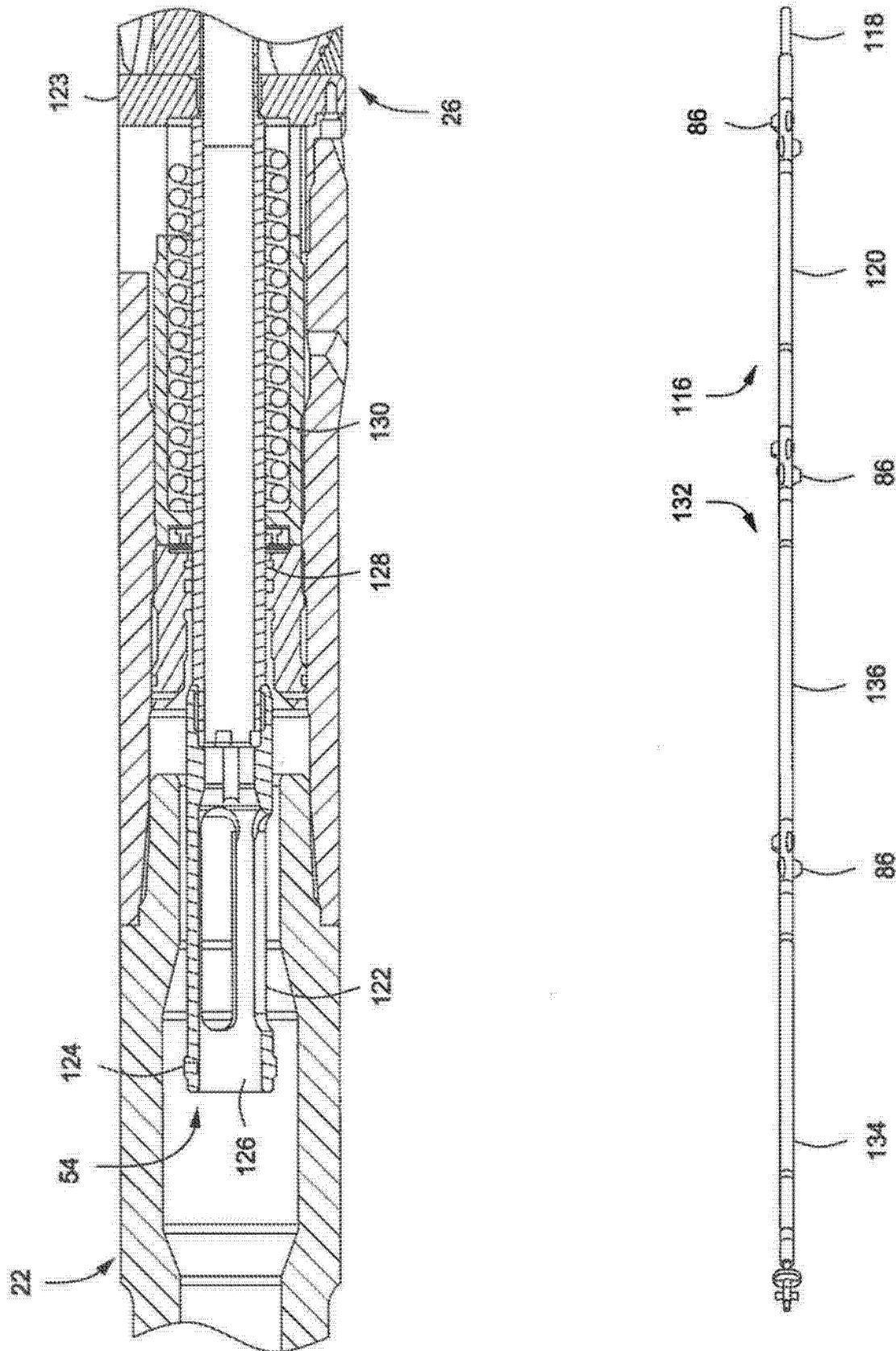
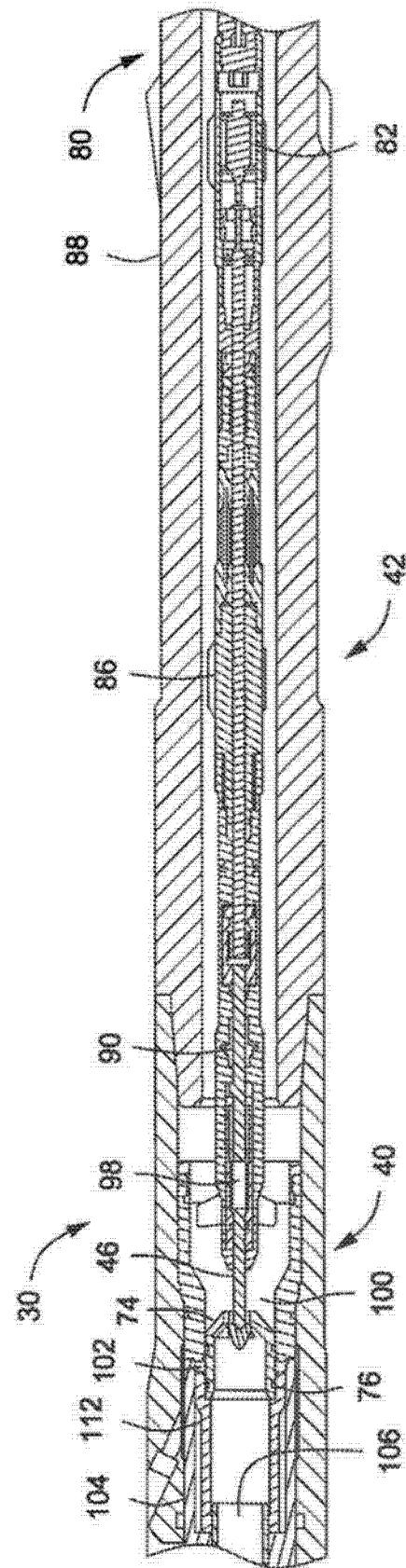
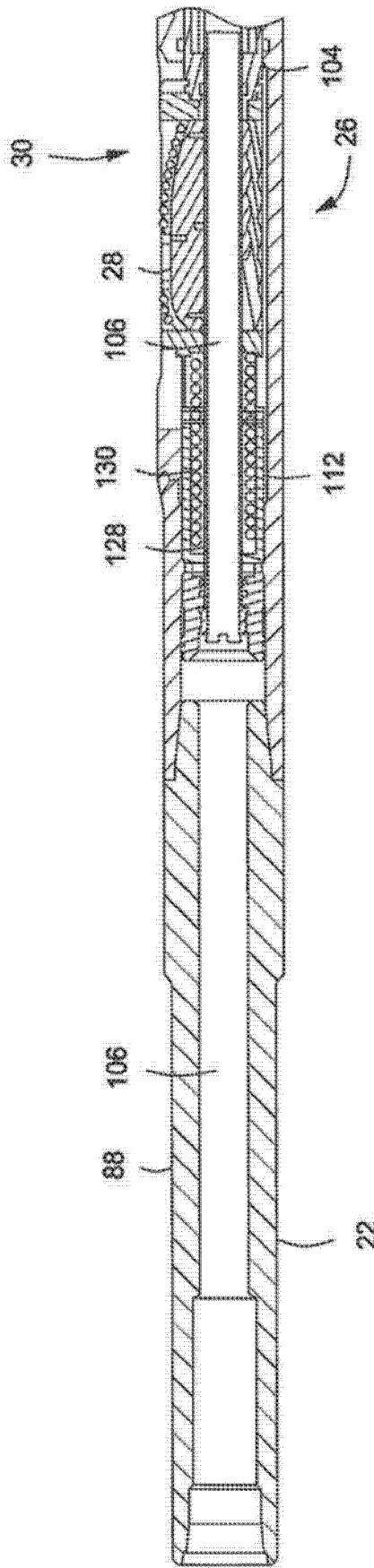


图 10

图 9



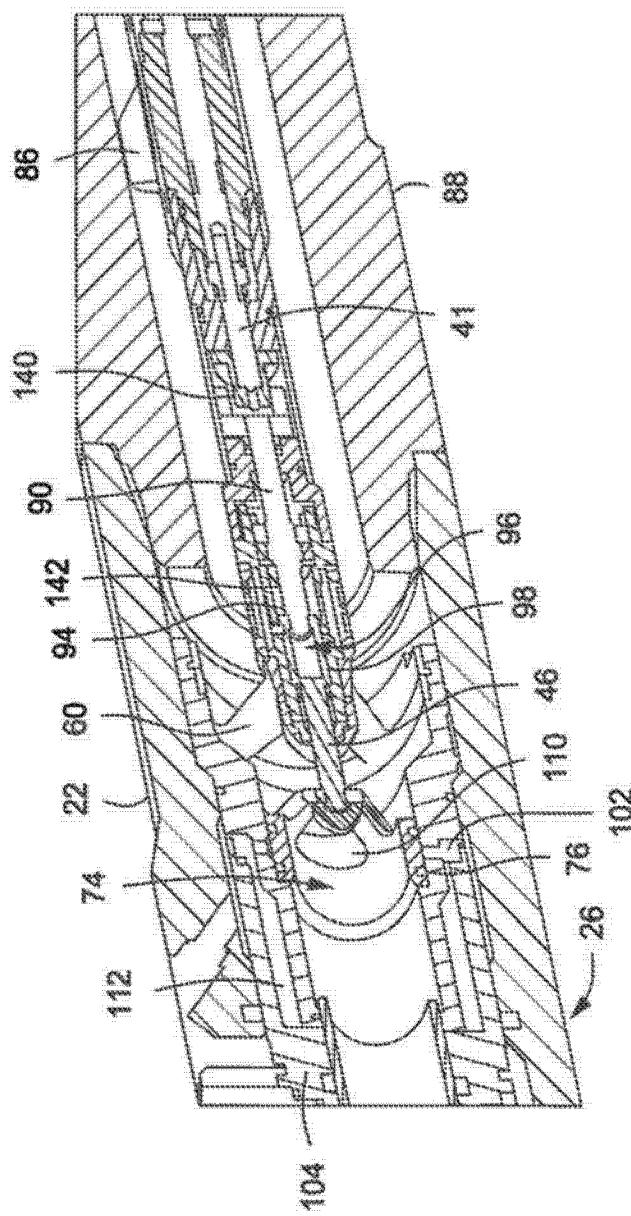


图 13

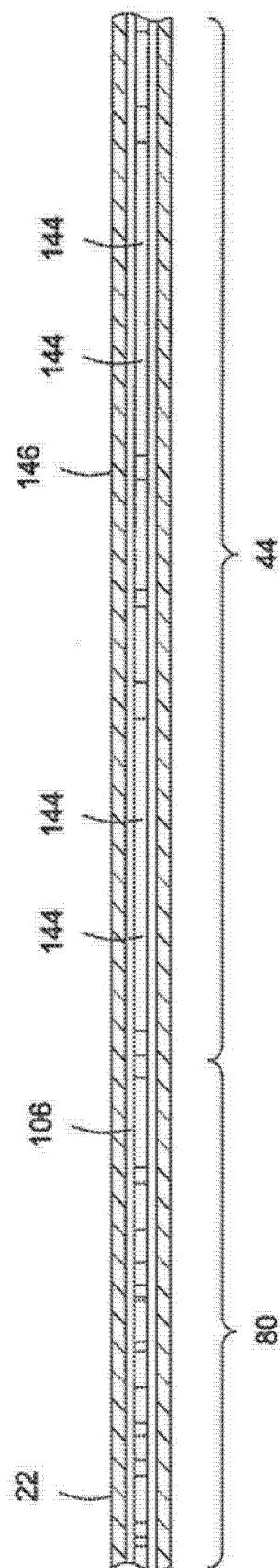


图 14

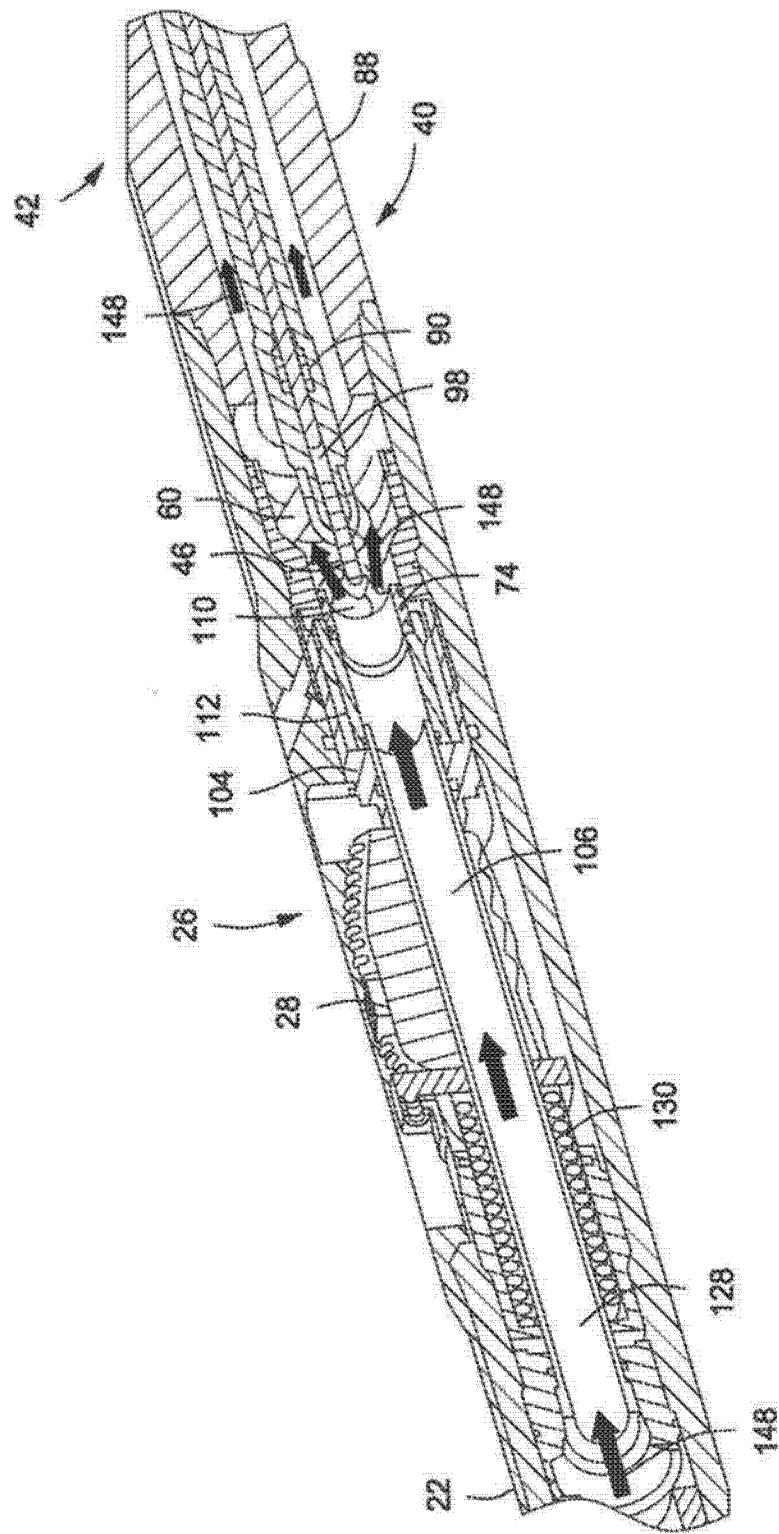


图 15

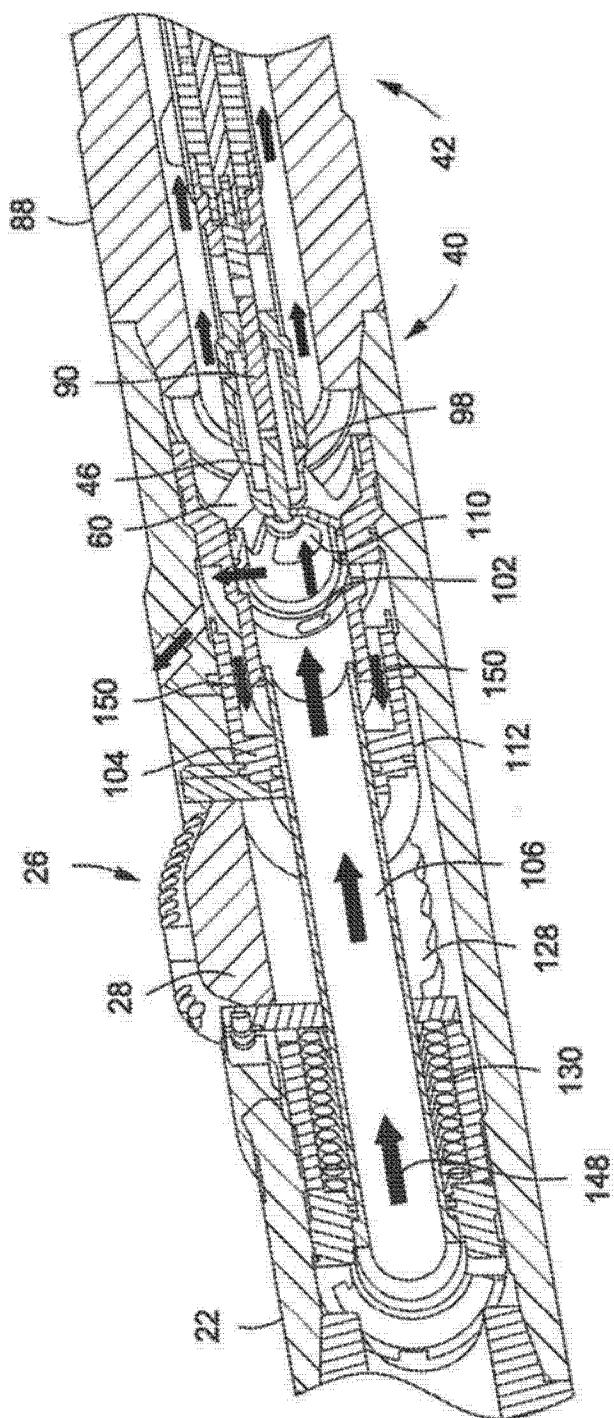


图 16

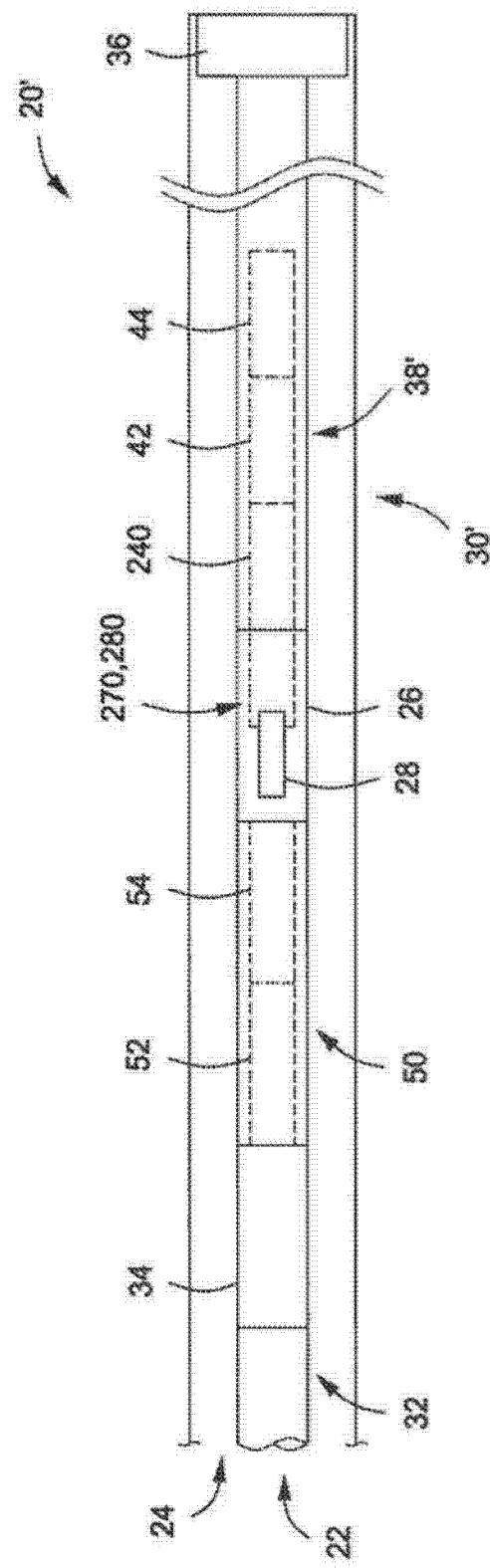


图 17

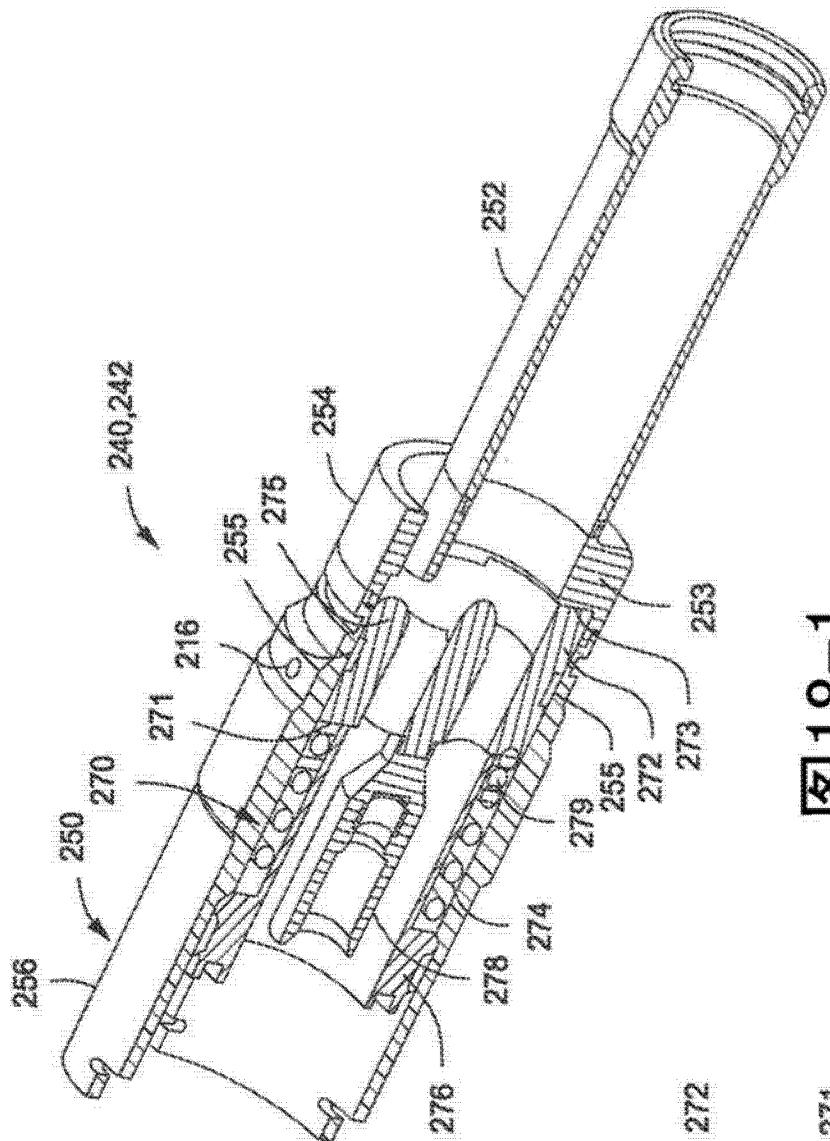


图 18-1

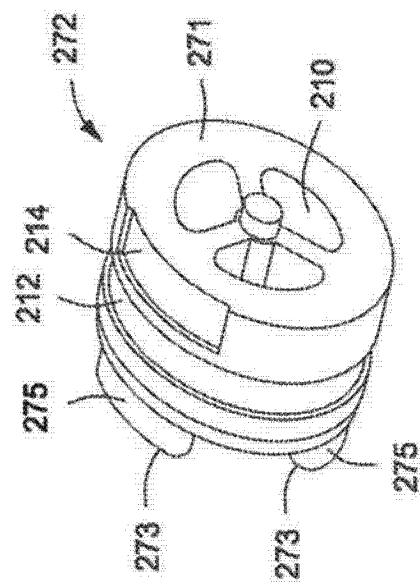


图 18-2

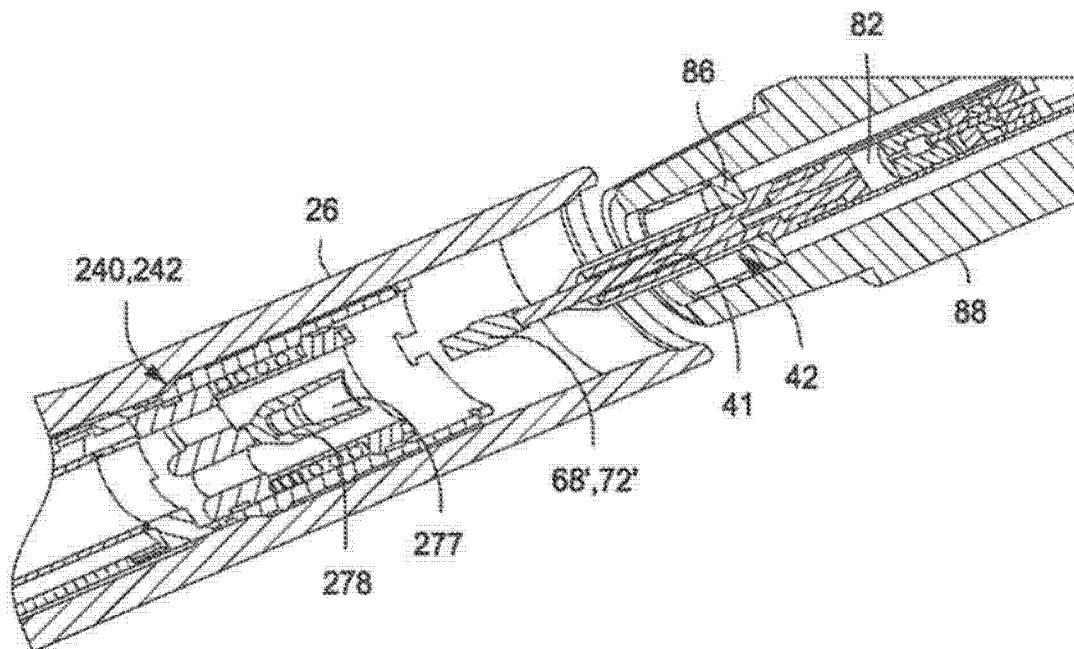


图 19

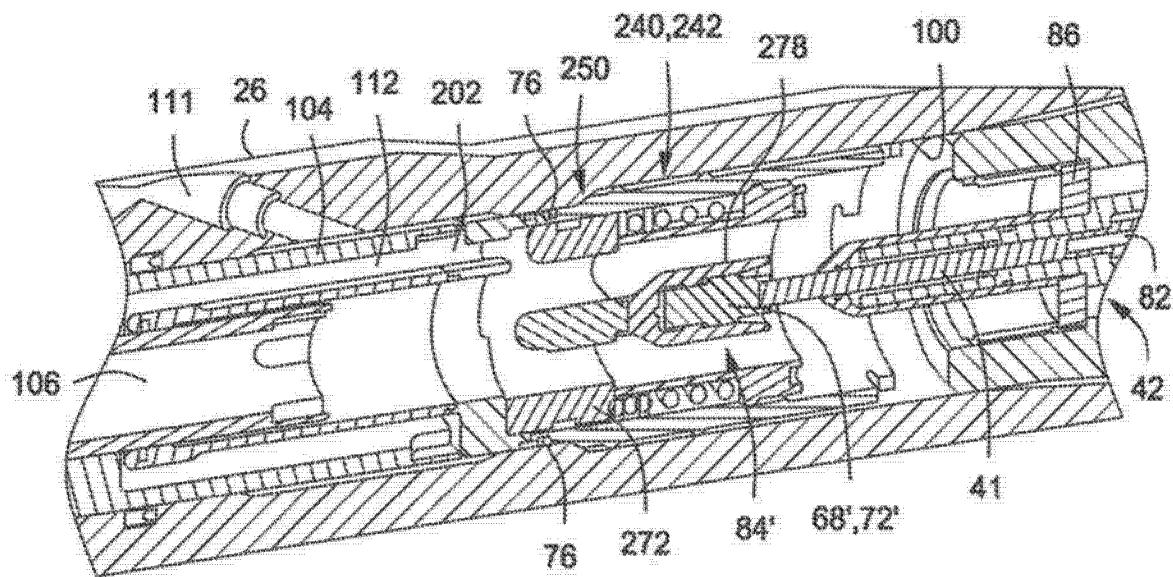


图 20

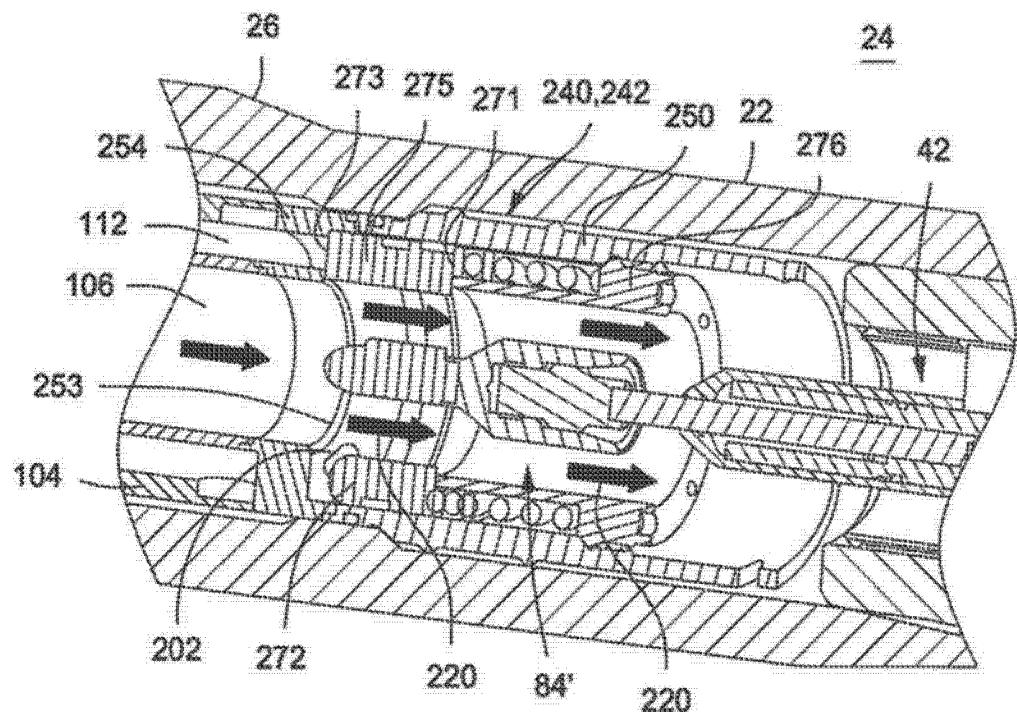


图 21

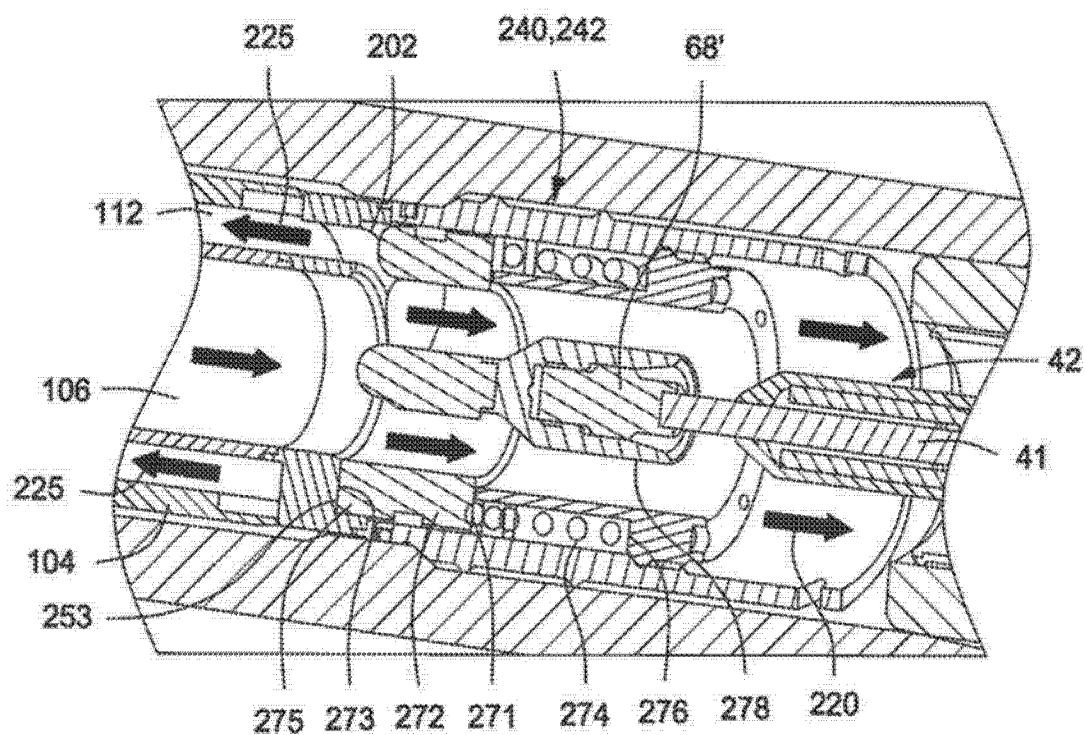


图 22

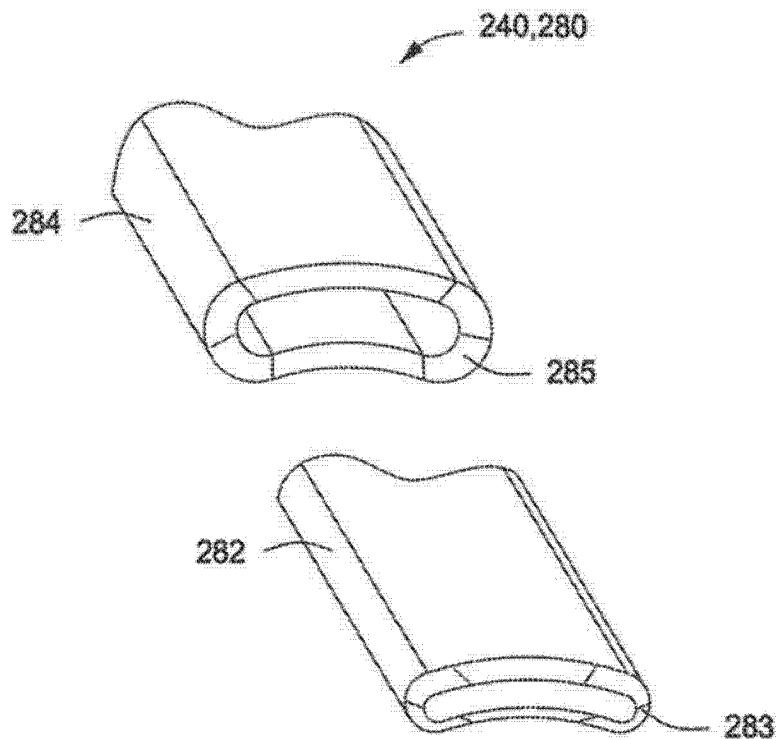


图 23

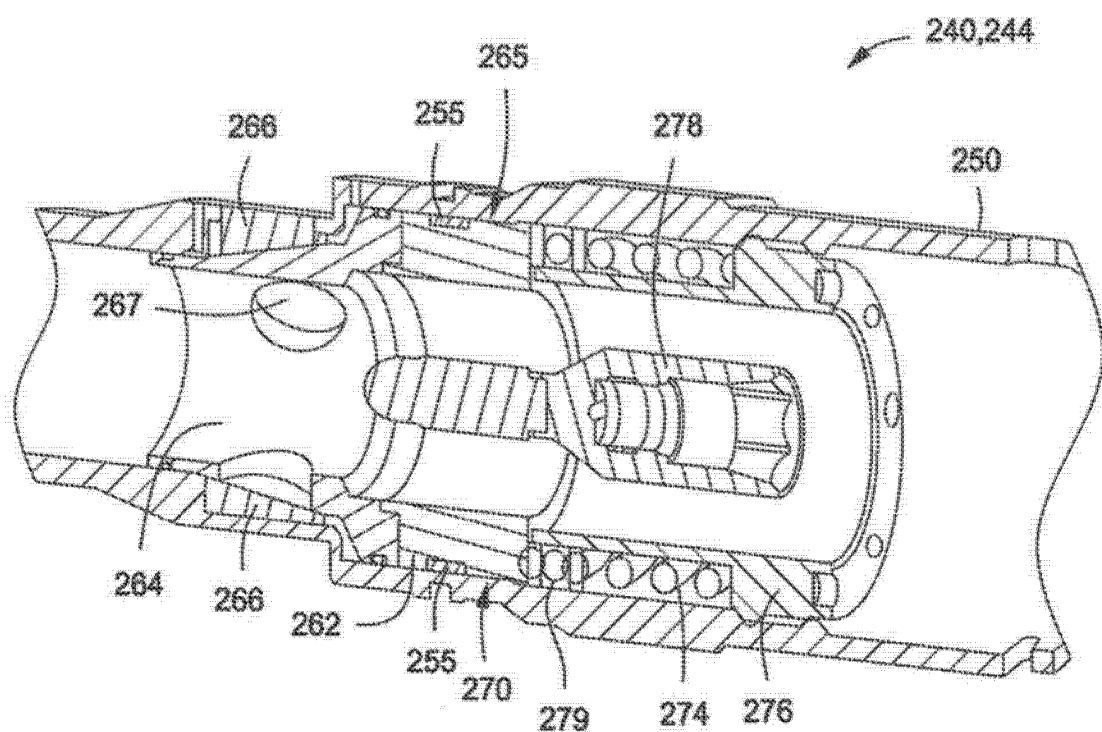


图 24

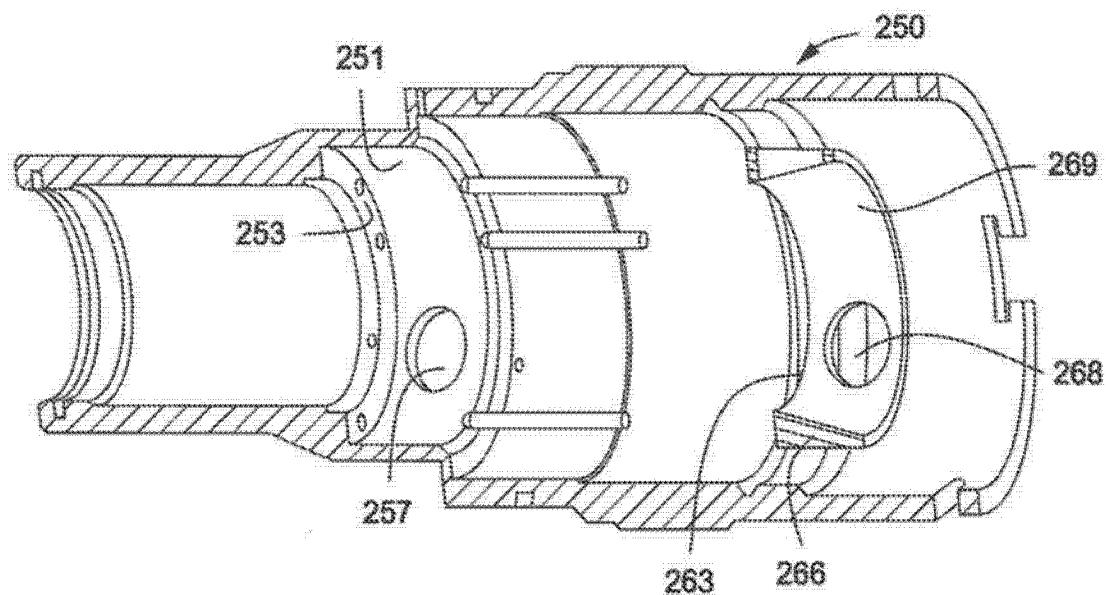


图 25

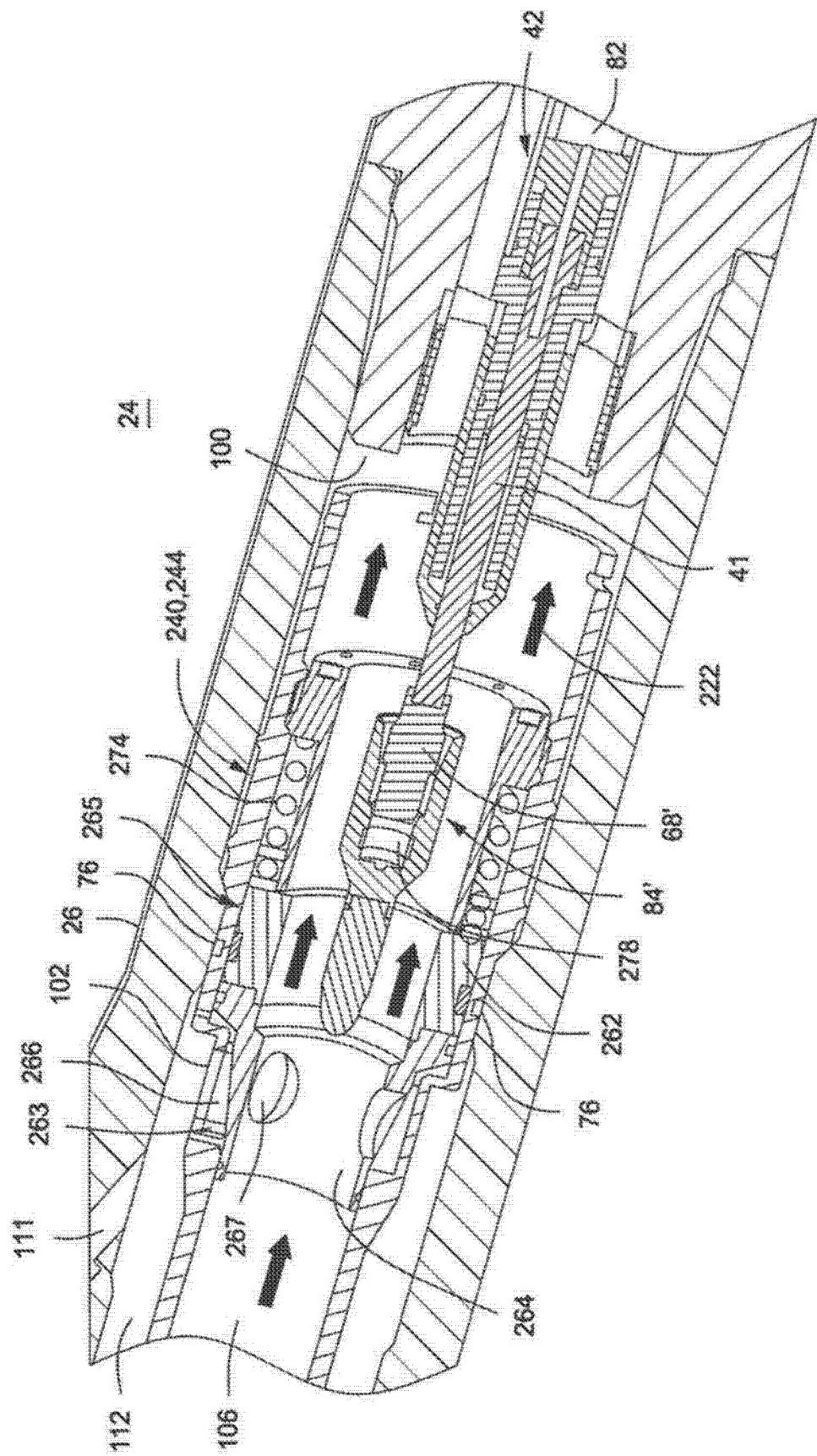


图 26

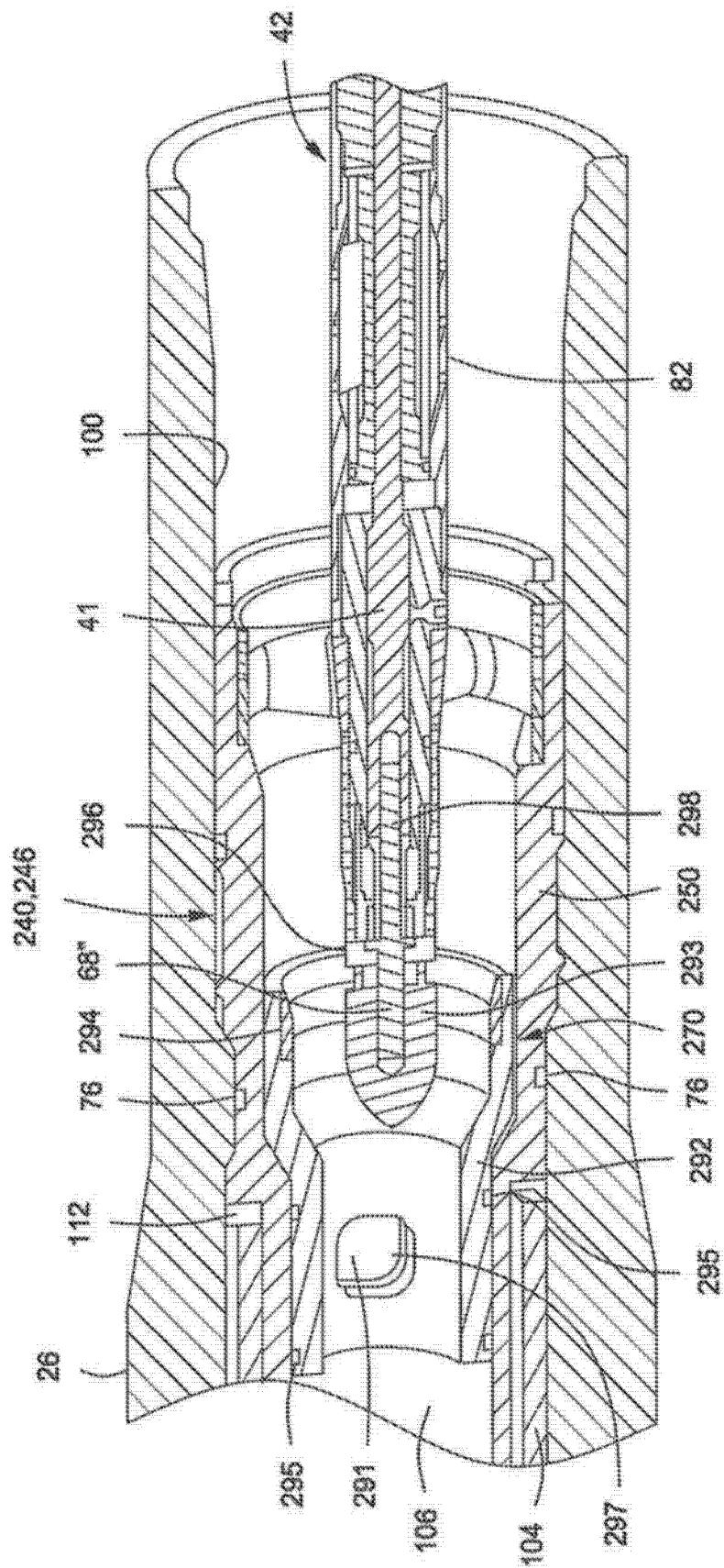


图 27

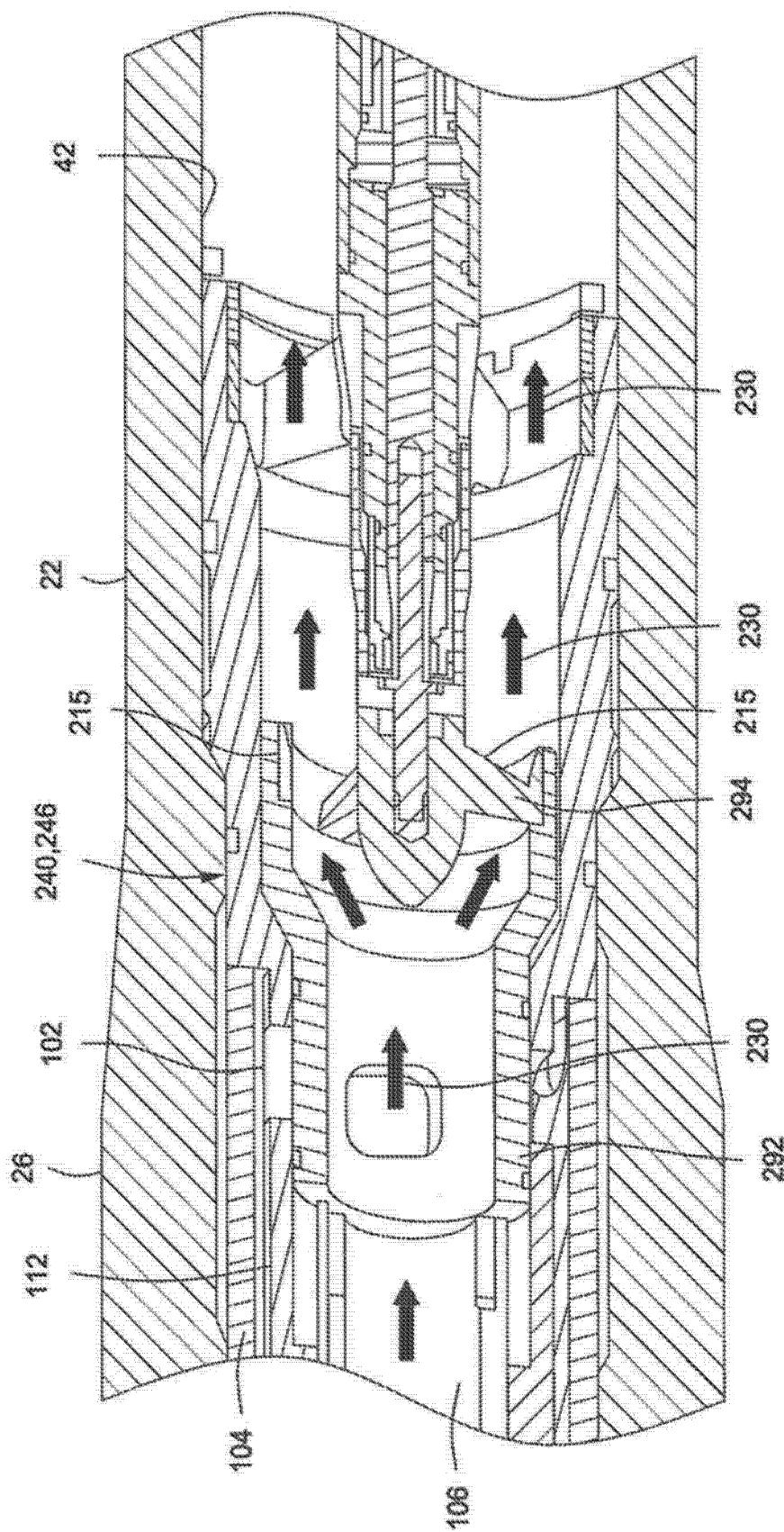


图 28

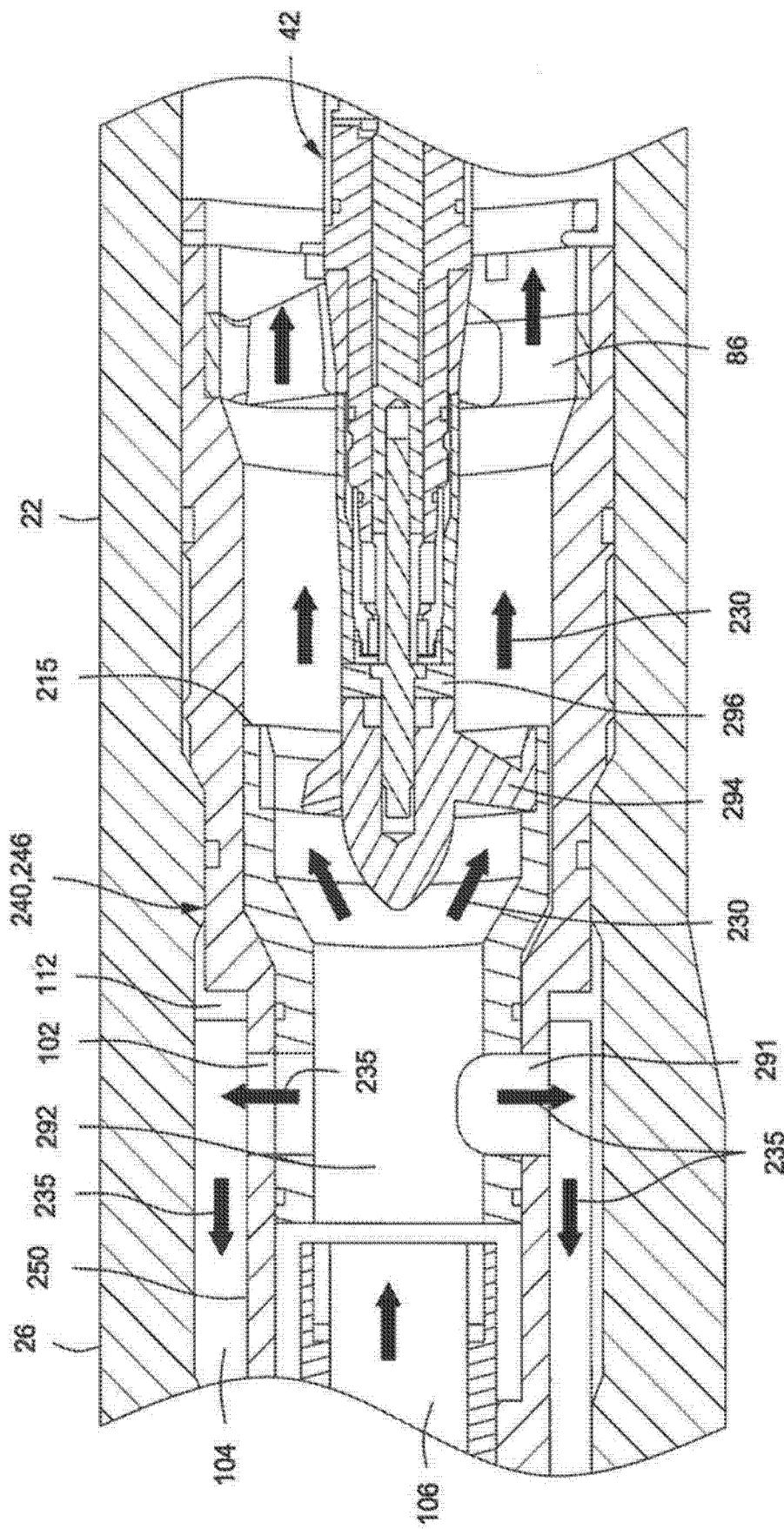


图 29

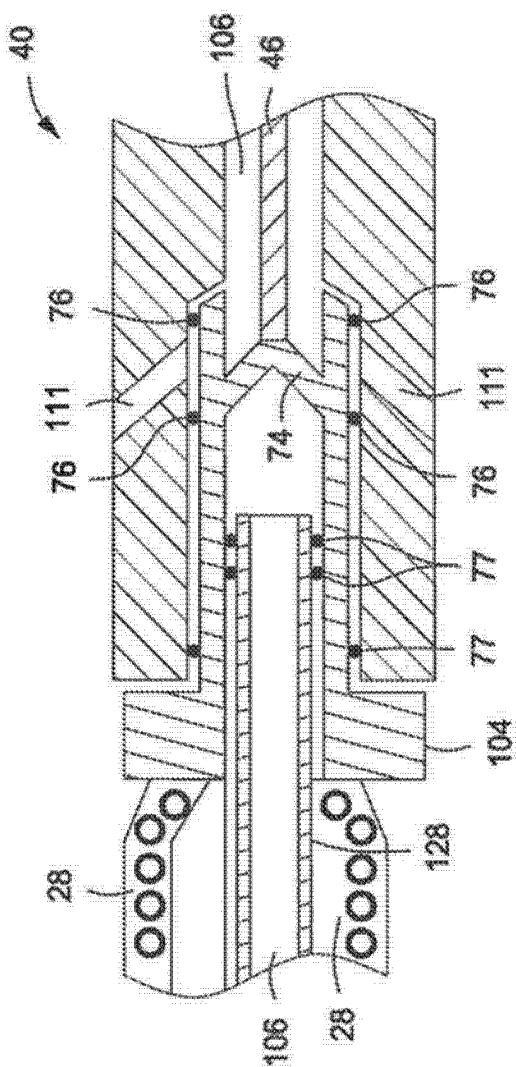


图 30

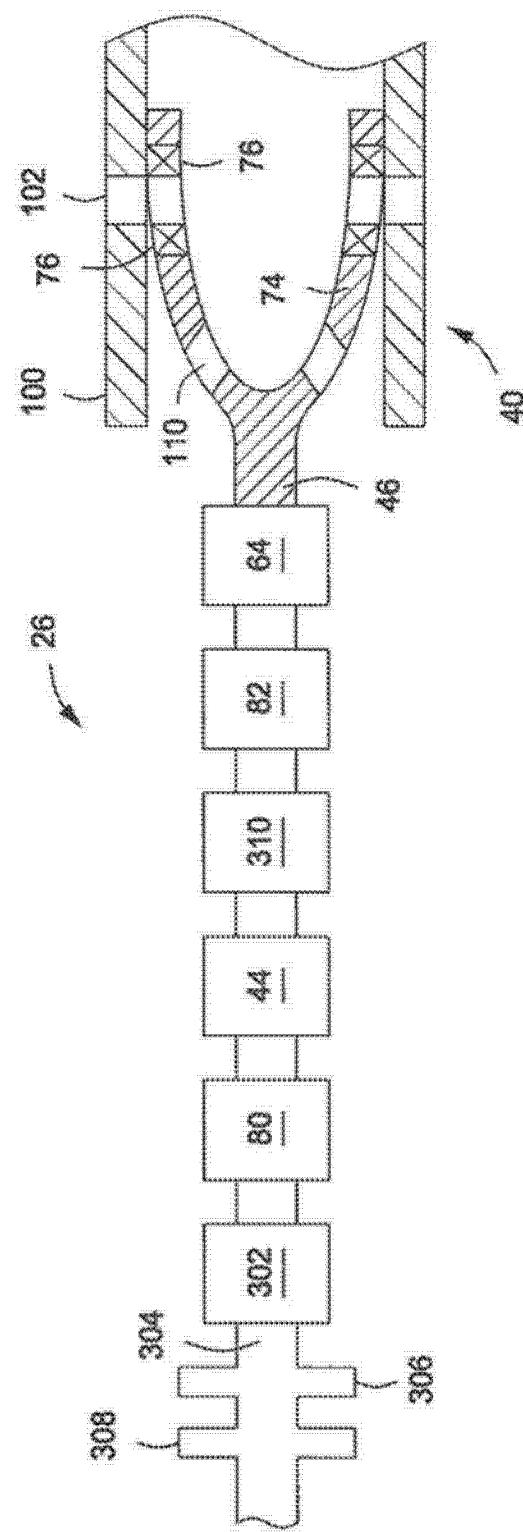


图 31