



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102667053 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 03

(21) 申请号 201080058370. 0

E21B 21/10(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 12. 15

E21B 34/14(2006. 01)

E21B 43/12(2006. 01)

(30) 优先权数据

12/645, 273 2009. 12. 22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/060391 2010. 12. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/087673 EN 2011. 07. 21

(73) 专利权人 贝克休斯公司

地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 E·J·奥马利 E·R·彼得森

M·P·科罗纳多 L·A·加西亚

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 赵培训

(56) 对比文件

US 2003/0066652 A1, 2003. 04. 10,

US 2003/0066652 A1, 2003. 04. 10,

US 6478087 B2, 2002. 11. 12,

US 2002/0003038 A1, 2002. 01. 10,

US 2002/0189815 A1, 2002. 12. 19,

CN 1491314 A, 2004. 04. 21,

US 2004/0035578 A1, 2004. 02. 26,

审查员 朱晓娟

(51) Int. Cl.

E21B 21/08(2006. 01)

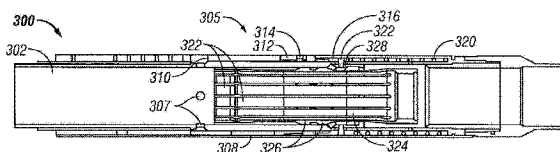
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

井下可有线调节的流量控制装置及使用该装置的方法

(57) 摘要

一种从井眼中产出流体的方法,该井眼中具有可调式流量控制装置,该装置用于控制地层和井眼之间的流体流量。该方法包括步骤:提供具有传感器的工具,该传感器被构造成提供与井下所关注的特性相关的测量值,其中该工具被构造成调节流经所述流量控制装置的流量;将该工具输送到井眼中;使用该工具确定所述所关注的特性;以及,至少部分响应于测定的所关注的参数,利用工具调节流经所述流量控制装置的流体流量。



1. 一种从井眼中产出流体的方法,该井眼包括开采区,开采区具有用于控制地层和井眼之间的流体流量的流量控制装置,其中,所述流量控制装置包括流入控制装置和设定装置,所述流入控制装置包括围绕管形构件形成的多个独立的流通区域,所述流通区域构造成在其流入区域接收流体而在其流出区域排放所接收到的流体,所述设定装置用于调节流过所述流通区域的流体的流量,该方法包括如下步骤:

提供具有传感器的工具,该传感器被构造成提供与所关注的井下特性相关的测量值,其中该工具被构造成调节流经所述流量控制装置的流体流量;

将该工具输送到井眼中;

使用该工具来确定所关注的特性;

至少部分响应于所确定的所关注的特性,利用该工具调节流经所述流量控制装置的流体流量。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述所关注的特性涉及流经所述流量控制装置的流体流量。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述所关注的特性是流体中的水含量指示或气体含量指示之一。

4. 根据权利要求 2 所述的方法,还包括步骤:

在调节所述流量控制装置之后确定经过所述流量控制装置的流体流量;

当所确定的流量高于期望值时对所述流量控制装置进行再调节。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,执行确定所述所关注的特性和调节所述流量控制装置的步骤不需将所述工具从井眼中卸掉。

6. 根据权利要求 1 或 5 所述的方法,其中,输送所述工具的步骤包括:使用钢缆和管形构件之一来输送工具。

7. 根据权利要求 1 或 5 所述的方法,其中,所述传感器是下列元件之一:流量计、电阻率传感器、声敏传感器、压力传感器、温度传感器、核磁共振传感器、用于确定流体化学特性的传感器、用于确定流体物理特性的传感器、以及用于确定流体光学特性的传感器。

8. 根据权利要求 1 或 5 所述的方法,其中,调节所述流量控制装置的步骤包括:

将所述工具连接到所述流量控制装置的可动构件上;以及

使所述工具在所述流量控制装置内部运动以移动所述可动构件,从而调节所述流量控制装置。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,将工具连接到所述流量控制装置的可动构件上的步骤包括下列步骤之一:将可动构件机械连接到工具中的锁定元件上;以及,利用工具中的磁铁来磁性耦合磁性构件,其中该磁性构件与所述流量控制装置的可动构件相关联。

10. 根据权利要求 1 或 5 所述的方法,其中,调节所述流量控制装置的步骤包括下列步骤之一:将所述流量控制装置设定为具有多个预定设置中的一个选定设置;阻断所述流量控制装置的流出区域的部分流体流。

11. 一种用于控制地层和井眼之间的流体流量的设备,该设备包括:

流量控制装置,该流量控制装置布置在井眼的开采区中而用于控制地层和井眼之间的流体流量,其中,所述流量控制装置包括流入控制装置和设定装置,所述流入控制装置包括围绕管形构件形成的多个独立的流通区域,所述流通区域构造成在其流入区域接收流体而

在其流出区域排放所接收到的流体,所述设定装置用于调节流过所述流通区域的流体的流量;

构造成被输送到井眼中的工具;该工具包括:

至少一个传感器,用于估测井下所关注的特性;以及

锁定装置,该锁定装置被构造成连接到处于井眼中的所述流量控制装置上,从而改变流经所述流量控制装置的流体流量。

12. 根据权利要求 11 所述的设备,其中,所述锁定装置包括连接装置,该连接装置是下列构件之一:机械连接装置,其被构造成锁定到所述流量控制装置的机械运动元件上;和,磁性连接装置,其被构造成磁性耦合到所述流量控制装置中的磁性元件上。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的设备,其中,通过钢缆和管形构件之一能够将所述工具输送到井眼中。

14. 根据权利要求 11 或 12 所述的设备,还包括有控制器,该控制器被构造成处理传感器信号以提供所述所关注的特性的估测值。

15. 根据权利要求 14 所述的设备,其中,所述控制器位于下列位置之一:地面位置处;工具中;以及部分在工具中且部分在地面上。

16. 根据权利要求 11 或 12 所述的设备,其中,所述传感器是下列元件之一:流量计、电阻率传感器、声敏传感器、压力传感器、温度传感器、核磁共振传感器、用于确定流体化学特性的传感器、用于确定流体物理特性的传感器、以及用于确定流体光学特性的传感器。

17. 根据权利要求 11 或 12 所述的设备,其中,所述工具被构造成确定所述所关注的特性并对所述流量控制装置进行调节,而不需将工具从井眼中卸掉。

18. 根据权利要求 11 或 12 所述的设备,还包括一个或多个传感器,所述传感器提供测量值以确定工具在井眼中的位置。

19. 根据权利要求 11 或 12 所述的设备,其中,所述锁定装置包括电磁体和电路系统,该电路系统用于当工具位于井眼中时激励电磁体。

20. 一种用于控制从地层流入井眼中的流体流量的方法,包括:

将用于控制地层和井眼之间的流体流量的流量控制装置布置在井眼中的选定位置上,该流量控制装置包括流入控制装置和设定装置,其中,所述流入控制装置包括围绕管形构件形成的多个独立的流通区域,所述流通区域构造成在其流入区域接收流体而在其流出区域排放所接收到的流体,所述设定装置用于调节流经所述流通区域的流体流量;

将工具输送到井眼中,该工具被构造成在流量控制装置内部运动,该工具包括:(i) 传感器,其被构造成提供与井下所关注的特性相关的测量值,和(ii) 锁定装置,其被构造成连接到所述流量控制装置的设定装置上;

使用井眼中的传感器所测的测量值来确定所述所关注的特性;以及

将工具中的锁定装置连接到所述流量控制装置中的设定装置上以移动所述设定装置,从而,在工具于井眼中的单个输送行程期间,响应于所述所关注的特性的确定值来调节流经所述流量控制装置的流量。

## 井下可有线调节的流量控制装置及使用该装置的方法

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请请求享有美国专利申请序列号为 12/645, 273 的申请日的权益, 该申请于 2009 年 12 月 22 日申请, 名称为“井下可有线调节的流量控制装置及使用该装置的方法”。

### 技术领域

[0003] 本发明总体上来说涉及用于控制从地下地层到井眼中的开采管柱中的流体流量的设备和方法。

### 背景技术

[0004] 诸如油和气这样的烃类是利用钻进地层的井或井眼从地下地层采收的。在有些情况下, 这样的井眼通常通过以下方式完井: 沿着井眼长度放置套管并临近各个开采区(含烃区)对套管钻孔以将流体(例如油和气)从相关的开采区抽取到井眼内。在其它情况下, 井眼可能是裸井, 即没有套管。一个或更多个流量控制装置置于井眼中, 以控制流入井眼中的流体流量。这些流动控制装置和开采区通常通过在它们之间安装封隔器而彼此分开。从各个开采区进入井眼的流体被吸入延伸到地面的管形构件中。所希望的是, 沿开采区具有基本上均匀的流体流动。也期望能调节流量控制装置以不产出不需要的流体(例如水或气体), 或减少从受影响区产出的不需要的流体量。

[0005] 通常利用多个流入控制装置来完成水平井眼, 这些流入控制装置可沿水平部分的长度方向隔开布置。地层流体常常包含油层、油下面的水层以及油上面的气层。水平井眼典型处于水层上方。油、水和气的边界层在水平井的整个长度上可能不是均匀的。而且, 地层的某些性质, 例如孔隙度和渗透率, 沿着井长度也可能不是相同的。所以, 地层和井眼之间的油可能不会均匀地流过多个流入控制装置。对于生产井眼来说, 所希望的是: 油相对均匀地流入井眼内以及防止水和气流过各个流入控制装置。被动式(passive)流量控制装置通常用来控制流入井眼的流量。这种流量控制装置在地面被设定为用于特定流量、然后被安装在开采管柱中; 开采管柱然后被输送到井眼并安装在井眼中。这种预先设定的被动式流入控制装置不被设计或构造为用于井下调节。在井已经生产之后, 钢缆工具被周期性地输送到开采管柱中以确定流体、井眼或地层的的一个或更多个特性, 确定需要调节特定流量控制装置中的流体流量, 例如这是因为特定区域已经开始产出了不期望的流体如水或气体, 或者所述流入控制装置已经堵塞或受损害且当前设置不充分, 等等。为了改变经过这种被动式流入控制装置的流体流量, 需要拉出开采管柱来调节或更换流量控制装置。这类方法成本十分高昂且耗时。

[0006] 本发明所公开的内容提供了改进的设备和方法, 用于确定井下的一个或更多个所关注的特性并调节流量控制装置, 而不需要将开采管柱从井眼中移出。

### 发明内容

[0007] 在一方面, 提供了一种从井眼中产出流体的方法, 该井眼包括开采区, 开采区具有

用于控制地层和井眼之间的流体流量的流量控制装置。在一个实施例中该方法包括如下步骤：提供具有传感器的工具，该传感器被构造成提供与井下所关注的特性相关的测量值，其中该工具被构造成调节来自所述流量控制装置的流体流量；将该工具输送到井眼中；使用该工具来确定所关注的参数；和，至少部分响应于所确定的、所关注的参数，利用该工具调节通过所述流量控制装置的流量。

[0008] 在另一实施例中，对从地层流出的流体进行控制的方法可包括如下步骤：将流量控制装置布置在井眼中的选定位置，该流量控制装置包括流动区域和设定装置，所述设定装置用于调节穿过所述流动区域的流体流量；将一工具输送到井眼中，该工具被构造成在流量控制装置内部运动，该工具包括：(i) 传感器，其被构造成提供与所关注的井下特性相关的测量值，和(ii) 锁定装置，其被构造成连接到所述流量控制装置的设定装置上；使用井眼中的传感器所测的测量值来确定所述所关注的特性；以及将工具中的锁定装置连接到流量控制装置中的设定装置上并移动所述设定装置，从而，在工具于井眼中的单个输送行程期间，响应于所关注参数的确定值来调节流经所述流量控制装置的流量。

[0009] 在另一方面，提供了一种用于控制地层和井眼之间的流体流量的设备。根据一个实施例该设备可包括：被构造成被输送到井眼中的工具；该工具包括：至少一个传感器，用于估测井下的所关注的特性；以及锁定装置，该锁定装置被构造成连接到井眼中的流量控制装置上，从而改变经过所述流量控制装置的流体流量。

[0010] 本发明更重要特征的例子概述得相当宽泛，以便可以更好地理解下述的详细说明以及可以领悟对本领域做出的贡献。当然，本发明还具有附加特征，这将在下文描述，其形成了附加于此的权利要求的主题。

## 附图说明

[0011] 参照下列详细说明，并结合附图，本领域普通技术人员将更容易领悟和更好地理解本发明的优点和其他方面，其中贯穿附图中所示的几个视图中，同样的参考标记通常表示同样或类似的元件，以及其中：

[0012] 图 1 是示例性多区井眼系统的示意性正视图，其具有安装在其中的开采管柱，开采管柱包括一个或更多个根据本发明的实施例的井下可调式流入控制装置，以及被构造成确定所关注的特性并调节流经所述流入控制装置的流体流量的工具；

[0013] 图 2 示出了根据本发明的一个实施例的被动式流入控制装置的局部的等角视图；

[0014] 图 3A 和 3B 分别示出了根据本发明的一个实施例的可调式流量控制装置处于第一位置时的侧视图和剖视图；

[0015] 图 4A 和 4B 分别示出了根据本发明的一个实施例的、图 3A 和 3B 中的可调式流量控制装置处于第二位置时的侧视图和剖视图；

[0016] 图 5A 和 5B 分别示出了根据本发明的一个实施例的、图 3A-4B 中的可调式流量控制装置处于第三位置时的侧视图和剖视图；

[0017] 图 6A 示出了根据本发明的一个实施例的可调式流量控制装置处于第一位置时的局部侧视图，该流量控制装置具有用于对流经所述流量控制装置的流体流量进行调节的磁性闭锁装置；

[0018] 图 6B 示出了根据本发明的一个实施例的、图 6A 中的可调式流量控制装置处于第

二位置时的剖视图；

[0019] 图 6C 示出了根据本发明的一个实施例的、图 6A 中的可调式流量控制装置处于第三位置时的剖视图。

### 具体实施方式

[0020] 本发明涉及用于控制地层流体在井中流动的设备和方法。本发明提供了某些附图并描述了所述设备和方法的某些实施例，这些应当视为对在此所述的原理的举例说明，并非旨在将本发明限制于所示和所描述的实施例。

[0021] 图 1 为示例性的井眼开采系统 100 的示意图，其包括穿过地层 112 钻入开采区或储层 116 的井眼 110。所示的井眼 110 衬有具有若干穿孔 118 的套管，所述穿孔穿入并延伸到地层开采区 116 中，这样开采的流体可以从开采区 116 流入井眼 110 中。所示的示例性井眼 110 包括竖直区段 110a 和基本上水平区段 110b。井眼 110 包括开采管柱(或开采组件)120，所述开采管柱包括从地面 126 处的井口装置 124 向下延伸的管道(也被称为中心管)122。开采管柱 120 沿其长度限定一内部轴向孔 128。一环空 130 限定在开采管柱 120 与井眼套管 113 之间。所示的开采管柱 120 具有基本上水平的部分 132，该基本上水平的部分沿着井眼 110 的偏斜支路或部分 110b 延伸。开采装置 134 位于沿开采管柱 120 的选定部位处。任选地，各开采装置 134 在井眼 110 内由成对的封隔器装置 136 隔离。虽然沿着水平部分 132 仅仅显示了两个开采装置 134，但是，沿着水平部分 132 可以布置任意数量的这样的开采装置 134。

[0022] 每一开采装置 134 包括根据本发明的一个实施例的井下可调式流量控制装置 138，用来调节从开采区流到开采管柱 120 中的一种或更多种流体的一个或更多个方面。井下可调式流量控制装置 138 可具有许多可供选择的结构特征，这些可供选择的结构特征能够提供可选择性的操作和从其中穿过的受控流体流量。在一个实施例中，井下可调式流量控制装置 138 可通过从地面输送的顺从性(compliant)工具或装置来调节。在另一方面，井下可调式流量控制装置 138 是被动式流量控制装置(即，可从地面来调节的装置)。在另一方面，每个流量控制装置 138 可包括流体控制装置(如流入控制装置)138a 和设定装置或工具 138b，所述流体控制装置具有流通部分或区域，所述设定装置或工具被构造成当其被所述流量控制装置内的工具操作时可调节该区域中的流量。在此所使用的术语“流体”或“多种流体”包括液体、气体、烃、多相态流体、更多流体中的两种流体的混合物、水以及从地表注入的流体(如水)。另外，“水”的含义应解释为也包括水基流体，如咸水或盐水。

[0023] 图 1 还示出了工具 150，通过合适的输送构件 155 将该工具从地面位置输送到井眼中，所述输送构件例如是钢缆或管形构件(如钢丝或挠性管)。工具 150 包括一个或更多个传感器 152 和锁定装置 154，所述传感器用于提供与所关注的一个或更多个所关注的特性或参数相关的测量值，所述锁定装置用于调节流量控制装置 138 的流量。所述所关注的特性包括任何需要的特性，包括流量、压力、温度、以及流体中的水含量或气体含量，但并不局限于这些特性。任何合适的传感器可用于测定所述所关注的特性，传感器包括流量计、压力传感器、温度传感器、电阻率传感器、声敏传感器以及核磁共振传感器，但并不局限于这些传感器。这类传感器在现有技术中是公知的，因而在此就不进行详细描述。工具 150 还可包括控制器或控制单元 170，该控制单元包括处理器 172 (例如微处理器)、存储器或数据存

储装置 174 (例如固态存储器)、处理器 170 (用于执行程序指令)可访问的程序和算法 176。遥测装置 180 通过通讯连接部 156 在井下工具 150 和地面控制器或控制单元 190 之间实现双向通讯。通过输送构件 155 中的合适电缆向井下工具 150 供电。地面控制器可以是以计算机为核心的单元,并可包括处理器 192、数据存储装置 194、以及处理器可访问的程序指令、模型和算法 196。其他外围设备 198 例如数据输入设备、显示设备等可用来操作控制单元 190。控制器 190 可与远程单元或卫星装置 199 (例如被放置在办公室)交流信息。

[0024] 锁定装置 154 可以是被构造成在流量控制装置 138 内部运动的任何装置,可连接到流量控制装置 138 的设定装置或构件 138b 上。在一方面,锁定装置 154 可包括连接元件 154a,该连接元件被构造成连接到设定装置 138b 的连接元件 138c 上。锁定装置 154 可在流量控制装置 138 中运动以移动所述连接元件 138c,从而调节流量控制装置 138 中的流量。下面参照图 2-6 来描述某些典型的流量控制装置和工具。请注意:任何井下可调式流量控制装置、以及任何被构造成调节该井下可调式装置的合适的、适于输送的工具均可用于控制流经所述流量控制装置的流体流量,从而实现本发明目的。

[0025] 在操作中,工具 150 通过输送构件 155 被输送到中心管 122 中,并被定位在接近流量控制装置 138 的位置处。地面设备(如深度定位器)和井下传感器 152 (如加速度计、磁力计等)可用来将工具 150 定位在期望的井深处。然后激励所述传感器 152 来确定一个或更多个所关注的特性(或参数),例如流量、含水量、压力、油/水比率、气/油比率、是否存在腐蚀或沥青烯、水突破、水泥胶结质量、井中设备或元件的安全状况等。控制器 170/190 处理传感器数据并现场(即,即时地)提供关于一个或更多个所关注特性的信息。如果一个或更多个参数不满足选定标准,例如产出的水高于期望的流量或容积,操作者或系统 100 就定位锁定装置或工具 154,然后使其连接到设定装置 138b 上。然后操作或控制该工具以操作所述设定装置来将流经所述流量控制装置 138 的流体流量调节至期望水平。上述过程可用来确定用于每一流量控制装置的所关注的特性,从而可调节上述过程而不需将工具 150 从井眼中卸掉。因而,系统 100 能确定井下任意数量的特性,并能调节一个或更多个流量控制装置而不需将工具从井眼中卸掉。

[0026] 图 2 是一实施例的等轴侧视图,示出了一种典型的多通道流入控制装置 200 的一部分,该多通道流入控制装置可被用在钻柱和所述井眼内。流入控制装置 200 可包含在井下可调式流量控制装置 138 中,用来控制从储层流入开采管柱中的流体流量。开采装置 134 可包括过滤装置和流入控制装置 200,所述过滤装置用来减少附带在流体中的颗粒数量和尺寸,而所述流入控制装置则控制进入井眼内的地层流体的总排放流量。如图所示,所示的流入控制装置 200 包括围绕管形构件 202 形成的多个结构流部分 220a、220b、220c 和 220d,每个结构流部分界定了流动通道或流动路径。可将每个结构流部分构造成产生预定压降以控制从地层流入井眼油管的产出流体的流量。这些流动路径或部分中的一个或更多个可被堵断或成为独立的(与其他部分不保持液力连通)以在这些部分上产生选定或规定的压降。经过特定部分的流体流量可通过关闭为选定的结构流部分提供的孔口 238 来控制。

[0027] 如下所述,管形构件上可带有孔口,从而根据周围地层的参数和状况暴露一个或更多个选定孔口。如图所示,流经所述流入控制装置 200 的总压降是每一工作段形成的压降之总和。结构流部分 220a-220d 也可称之为流动通道或流通区域。为了简化对流入控制装置 200 的描述,每一通道内的流量控制可参照对通道 220a 的描述。所示的通道 220a 包

括流入区域 210 和流出区域或区段 212。地层流体进入通道 220a 流进流入区域 210、然后通过流出区域 212 从该通道排出。通过引导正在流动的流体经过流通区域 230, 从而通道 220a 产生压降, 流通区域 230 包括一个或更多个流动级或管道, 如流动级 232a、232b、232c 和 232d。每一部分可包括任何所需数量的流动级。另外, 在一些方面, 流入控制装置 200 中的各个通道可包括不同数量的流动级。在另一方面, 每个通道或流动级可被构造成在流入区域和流出区域之间提供独立的流动路径。通道 220a-220d 中的一些通道或所有通道基本上相互保持不液力流通。也就是说, 流体穿过所述通道、经过流入控制装置 200 的流动是平行的而不是串联的。因而, 开采装置 134 可使流体流经选定通道而部分或完全中断其他通道内的流体流动。流入控制装置 200 阻断一个或更多个通道而基本上不影响流体流经其他通道。应理解为: 术语“平行”是功能性术语, 而不是表示具体结构或物理构造。

[0028] 继续参照图 2, 示出了多通道流动构件 200 的其他细节, 通过将流入的流体输送通过所述多个通道 220a-220d 中的一个或更多个, 该多通道流动构件产生压降。所述多个通道 220a-220d 每个可沿中心管或芯部 202 的壁部形成, 并包括以预定方式控制流动的结构特征。尽管没有要求, 但是所述多个通道 220a-220d 可以以平行方式沿芯部 202 的长轴纵向设置。每一通道具有与井眼管状流动孔(如图 3-8 所示)保持流体相通的一端以及与将流入控制装置 200 和地层分离的环形空间或环空流体相通的第二端。通常, 所述多个通道 220a-220d 例如在各自的流入区域和流出区域之间的区域可相互分开。

[0029] 在一些实施例中, 通道 220a 可被布置为曲径或迷宫式结构, 该曲径或迷宫式结构形成弯曲的或迂回的流动路径以让流体经过其中。在一个实施例中, 通道 222a 的每一流动级 232a-232d 分别包括腔 242a-242d。端口 244a-244d 以串行方式液力连接所述腔 242a-242d。在通道 220a 的示例性结构中, 地层流体进入流入区域 210, 然后通过端口或孔口 244a 被排到第一腔 242a 中。流体然后沿弯曲路径 252a 流动, 接着通过端口 244b 排到第二腔 242b 中, 依此类推。跨所述端口 244a-244d 中的每一端口均会产生一定压降, 这是位于所述端口每侧上的腔体的结构、与此相关的端口之间的偏距以及每个端口的尺寸所起到的作用。如文中所述, 采用的流动级布置以及各流动级内的结构决定了流体在每个具体腔内流动的弯曲度和摩擦力。具体通道内的不同流动级可被构造成提供不同的压降。根据本发明中所述的基本原理、方法和其他实施例可将腔体构造成任何所需的结构。在一些实施例中, 多通道流动构件 200 可提供从地层到管形构件的多个流动路径。

[0030] 如下所述, 井下可调式流量控制装置可被构造成能够调节穿过多通道流动构件的流动路径, 从而可根据地层和流体流动特性来定制该装置。可根据地层流体成分或其他测量参数来选择通道或流动路径。在一方面, 所述流入控制装置 200 中的每一流动级可具有相同的结构尺寸。在另一方面, 可选择所述径向距离、端口偏距和端口尺寸来提供所需的弯曲度, 从而使得压降为流体粘度或密度的函数。在一实施例中, 对于低粘度流体(粘度最高大致为 10cP)而言, 多通道流动构件可产生相当高的压降变化百分比, 对于粘度相对高的流体(粘度大致为 10cP 至 180cP)而言, 多通道流动构件产生的压降基本上保持恒定。尽管所述流入控制装置 200 被描述为多通道装置, 但是用于井下可调式流量控制装置中的流入控制装置可包括任何合适的装置, 包括孔型装置、螺旋型装置和混合型装置, 但并不局限于所述装置。

[0031] 图 3A 是井下可调式流量控制装置 300 的等轴视图, 根据本发明的一个实施例该可



调式流量控制装置位于管形构件 302 上。图 3B 是管形构件 302 和可调式流量控制装置 302 的剖视图。图 3A 和 3B 图示了可调式流量控制装置 300 处于第一位置,例如将可调式流量控制装置 300 布置在井眼中之前可设定该第一位置。所示的可调式流量控制装置 300 包括多通道流动构件 304 (也称之为流入控制装置)和设定装置 305。设定装置 305 的第一位置对应于所述多通道流动构件 304 的选定通道。在一个方面,所述多通道流动构件 304 包括多个流动通道,其中各个通道具有不同的流动阻力。在一个实施例中,每个通道的流动阻力可被配置为用来限制流入管形构件 302 中的选定流体(如气体或水)的流动。如文中所述,多通道流动构件 304 被构造成能使流体经过包括一系列流动级 306、流动孔口 307 和管形构件 302 的通道。在一些方面,流动孔口 307 位于管形构件 302 的槽形部分 309 上,从而,无论孔口 307 是否被旋转式指引构件 308 覆盖,流体都能从所有孔口 307 流出。在一个方面,环绕所述槽形部分 309 的外周布置有四个流动孔口,它们之间相互间隔 90 度。旋转式指引构件 308 包括凹陷部分 310,该凹陷部分使得所述流动孔口 307 暴露出来。所述旋转式指引构件 308 包括轨道 312 (也称之为 J 型槽或导轨)和销 314 (也称之为 J 型销或导销),所述轨道和销控制该旋转式指引构件 308 的旋转运动。在一个方面,多个销 314 同所述轨道 312 一起定位以保证所述旋转式指引构件 308 运动过程中的稳定性。在一些方面,轨道 312 是该旋转式指引构件上的图案式开口,该旋转式指引构件可进行旋转运动和轴向运动以调节经过所述流量控制装置 302 的流体流量。在一个实施例中,位于管形构件 302 内部的元件的轴向运动可调节所述旋转式指引构件 308,以让流体流经所述多通道流动构件 304 的选定通道。

[0032] 设定装置 305 包括所述旋转式指引构件 308、偏压构件 320 和导套 316,所述的每个构件均位于管形构件 302 外部。导套 316 与所述旋转式指引构件 308 相连,该旋转式指引构件可使管形构件 302 和导套 316 进行附图标记 317 所示的轴向运动,同时各元件分别单独进行旋转运动。导套 316 也连接到偏压构件 320 (如弹簧),该偏压构件在压缩时可抵抗附图标记 317 所示的轴向运动。在一个方面,偏压构件 320 的与导套相对的端部固定连接到管形构件 302 上。在图示实施例中。导套 316 与一狭槽中的导销 322 相连。该导销 322 控制导套 316 和偏压构件 320 的轴向运动范围。诸如筒夹 324 这样的内部构件(也称之为连接构件、闭锁装置或连接工具)位于管形构件 300 内并包括突起 326,所述突起被构造成可选择性地啮合活动套筒 328,该活动套筒是导套 316 的一部分或与该导套相连。活动套筒 328 也可称之为连接构件。如下所述,在图 4A 和 4B 中,当筒夹 324 在管形构件 300 内在附图标记 317 所示的方向上轴向移动时,突起 326 可啮合所述活动套筒 328。筒夹 324 可以是任何合适的构件或工具,其被构造成在管形构件 300 内轴向运动并引起可调式流量控制装置 302 运动。筒夹 324 包括由狭槽分隔的轴向构件 332,其中轴向构件 332 被构造成朝管形构件 302 的内表面被偏压或推压以远离该管形构件的轴线。因而,缆索工具或连续油管可用来在管形构件 302 内在沿着附图标记 317 所示的轴向上移动筒夹 324。筒夹 324 可选择地啮合管形构件 302 内的元件或与其脱离,从而可使得旋转式指引构件 308 和可调式流量控制装置 300 的其他元件运动。

[0033] 图 4A 和 4B 分别示出了在通道流动位置之间过渡的管形构件 302 和可调式流量控制装置 300 的侧视图和剖视图。在一些方面,可调式流量控制装置 300 可具有任意数量的流动位置。如图所示,可调式流量控制装置 300 在图 3A 和 3B 所示位置与图 5A 和 5B 所示

位置之间过渡。在一方面, 缆索工具或钢丝工具可用来在附图标记 317 所示方向上移动筒夹 324, 其中筒夹 324 啮合活动套筒 328。筒夹 324 一旦啮合了活动套筒 328 的内部分, 该筒夹就使得偏压构件 320 压缩并使得旋转式指引构件 308 在附图标记 317 所示方向上运动。当旋转式指引构件 308 在附图标记 330 所示方向上运动时, 轨道 312 就绕销 314 运动以使得该旋转式指引构件进行旋转运动。如图所示, 所述销位于轨道 312 的位置 400 中, 旋转式指引构件 308 在第一位置和第二位置之间过渡; 所述旋转式指引构件在第一位置和第二位置时, 销 314 分别位于位置 402 和 404 中。筒夹突起 326 可保持与活动套筒 328 啮合, 直到突起 326 被轴向(附图标记 318 所指示)并向内推压为止, 例如通过管形构件 300 内侧上的释放套筒 406 来推压所述突起。

[0034] 将突起 326 从活动套筒 328 释放之后, 缆索工具继续在井下在附图标记 330 所示方向上移动筒夹 324。释放所述筒夹 324 会使得偏压构件 320 张开, 从而引起旋转式指引构件 308 和导套 316 在附图标记 408 所示方向上运动到第二位置。第二位置使流体流经所述多通道流动构件 304 的第二通道, 此时销 314 位于轨道 312 的位置 404 中。图 5A 和 5B 分别示出了可调式流量控制装置 300 处于第二位置时的侧视图和剖视图。如图所示, 可调式流量控制装置 300 使流体经过处于第二位置的多通道流量控制构件的通道 500。从而, 旋转式指引构件 308 旋转以防止流体流经其他流动通道(包括通道 502)。偏压构件 320 完全张开, 从而将导销 322 压动到销槽的边界。当筒夹 324 在附图标记 330 所示方向上运动并释放活动套筒 328 时, 旋转式指引构件 308 的销 314 移动到轨道 312 的位置 404 中。然后旋转式指引构件 308 的凹陷部分 310 被调整以使得流体从通道 500 流到流动孔口 307。

[0035] 图 3A 至 5B 示出了可调式流量控制装置 300 在两位置之间的运动过程, 其中在每个位置都会使得地层流体流经多通道流动构件 304 的不同通道、然后流入管形构件 302 中。在一些方面中, 多通道流动构件 304 包括多个通道, 这些通道被构造成能使选定流体流入管形构件 302 中并限制其他流体流入。缆索工具或其他合适装置可用来在管形构件 302 内移动所述内部构件或筒夹 324, 从而调节所述可调式流量控制装置 302。图 3A 至 5B 所示出的过程可根据需要重复多次以将可调式流量控制装置 300 设定到选定位置上。

[0036] 在另一实施例中, 可采用电磁式装置和 / 或机电装置来调节流量控制装置的位置, 其中缆索或钢丝可传递控制信号和动力以控制流体流入管形构件中。图 6A 是处于第一位置的管形构件 602 和可调式流量控制装置 600 的一实施例的剖视图。如图所示, 示出了在移动或调节流动路径进入到管形构件 602 中之前的可调式流量控制装置 600。可调式流量控制装置 600 包括多通道流动构件 604, 该多通道流动构件包括一系列流动级 606。流动级 606 使得流体通过流动孔口 607 流入管形构件 602 中。在一个实施例中, 多个流动孔口 607 环绕管形构件 600 周向布置。设定装置 605 包括带凹陷部分 610 的旋转式指引构件 608, 所述凹陷部分可选择性地暴露出一个流动孔口 607。旋转式指引构件 608 包括轨道 612 和销 614, 所述轨道和销协同地控制旋转式指引构件 608 的运动。在一方面, 可将多个销 614 布置在轨道 612 内以保证旋转运动期间的稳定性。在一些方面中, 轨道 612 是旋转式指引构件上的图案式开口, 该旋转式指引构件可进行旋转和轴向运动以调节经过可调式流量控制装置 600 的流体流量。

[0037] 设定装置 605 还包括偏压构件 620 和导套 616, 它们均位于管形构件 602 外侧。导套 616 连接到旋转式指引构件 608 上, 以进行轴向运动 617 并且各元件相对于彼此均独立

地进行旋转运动。磁性构件 618 布置在导套 616 内以磁性耦合管形构件 602 内部的元件。在一个方面中,多个磁性构件 618 可周向地布置在导套 616 中。如图所示,导套 616 还连接到偏压构件 620 (如弹簧)上,该偏压构件在压缩时抵抗轴向运动 617。偏压构件 620 的与导套 616 相对的端部被固定到管形构件 602 上。如图所示,销 614 位于轨道 612 的第一端部(或朝着井下的轴向末端)附近。在其他方面,导套 616 可以是金属制的或磁化的,从而为管形构件 600 内的磁铁提供耦合力。

[0038] 介入管柱 622 可用来将磁铁装置 624 向井下输送到管形构件 600 内。磁铁装置 624 可包括合适的电磁体,该电磁体被构造成使用电流产生磁场。磁铁装置 624 可产生磁场以与金属构件 618 进行耦合。通过合适的电源 626 将电流供送到磁铁装置 624 上,该电源可布置在缆索或缠绕管中、布置在缆索或缠绕管上、或靠近缆索或缠绕管布置。当介入管柱 622 在管形构件 600 内在方向 617 上轴向运动时,可选择性地向磁铁装置 624 提供动力以使导套 616 运动。例如,当管柱 622 在井下在轴向 617 上运动时,磁铁装置 624 可产生磁场来耦合磁性构件 618,从而使得导套 616 在轴向 617 上运动。磁铁装置 624 和磁性构件 618 之间的磁性耦合提供了足够大的强度来保持该耦合,从而,当导套 616 在轴向 617 上运动时可克服偏压构件 620 的弹性作用力。在一个方面中,金属构件 614 可以是磁铁,以提供足够大的力来实现该金属构件和磁铁装置 624 之间的耦合。磁铁装置 624 可包括多个电磁体,这些电磁体环绕该磁铁装置周向间隔开,其中每个电磁体均被构造成与相应的金属构件 614 相耦合。如图所示,缆索元件和磁铁装置 624 可用来在轴向 617 上移动导套 616 和旋转式指引构件 608。另外,磁铁装置 624 在磁性耦合到导套 616 时在轴向 617 上的运动使得旋转式指引构件 608 进行旋转运动,从而调节了穿过所述多通道流动构件 604 的流动路径。

[0039] 请注意:布置在管形构件 602 (图 6A-6C) 外侧的元件(包括可调式流量控制装置 600)基本上类似于图 3A-5B 所示的对应构件。具体而言,在一些方面,图 6A、6B 和 6C 所示内容分别对应于图 3A、4A 和 5A 所示内容。图示的机构显示了管形构件内部的不同装置或工具,用来调节所述可调式流量控制装置。在其他实施例中,根据成本、性能和其他考虑因素,包括多通道流动构件 604 和旋转式指引构件 608 的部件可包括适于不同应用场合的特定结构和元件。另外,电源 626 也包括一个或更多个传感器组件,所述传感器组件包括进行有关流量、流体成分、流体密度、温度、压力、含水量、油气比率以及震动的测量的传感器,但并不局限于这些传感器。在一个实施例中,使用程序和存储器由处理器来处理这些测量结果,并可利用基于所述测量结果的选择参数来改变位置和经过可调式流量控制装置 602 的流量。

[0040] 图 6B 是图 6A 所示的管形构件 602 和可调式流量控制装置 600 处于第二位置时的剖视图。如图所示,偏压构件 620 被压缩在导套 616 和管形构件 600 之间。相对于图 6A 中的位置,旋转式指引构件 608 在朝井下方向上沿附图标记 617 指示的轴向移动,其中销 614 位于轨道 612 的第二端(或沿朝着井口方向的轴向末端)附近。旋转式指引构件 608 旋转并同时在第一位置(图 6A)和第二位置(图 6B)之间进行轴向运动。如图所示,磁铁装置 624 耦合到金属构件 618 上。磁性耦合提供了沿附图标记 617 所指示方向上的作用力,用来克服偏压构件 620 的弹力来压缩该偏压构件。所示的可调式流量控制装置 600 处于对进入管形构件 602 中流动路径进行调节的过程中。在一方面,图示的第二位置大致在第一流动通道位置(图 6A 所示的位置一)和第二流动通道位置(下面的图 6C 所示的位置三)的中间。

[0041] 图 6C 是管形构件 602 和可调式流量控制装置 600 的剖视图, 该图中示出了图 6A 和 6B 中的可调式流量控制装置处于第三位置上。此时停止使用磁铁装置 624, 从而磁场消失, 且该磁铁装置与金属构件 618 脱离。从而, 当导套 616 被偏压构件 620 的作用力推动时, 导套 616 沿方向 630 退回。当旋转式指引构件 608 在沿着井身向上的方向而在轴向 630 上移动时, 销 614 位于轨道 612 的第一端(或沿着井身向下的轴向末端)附近。如图所示, 旋转式指引构件 608 和可调式流量控制装置 600 位于第二流动通道位置中, 从而暴露出凹陷部分 610 (未示出) 中的流动孔口 607。在一个方面中, 在多通道流动构件 604 上设置四个流动通道或路径, 其中选定通道可与管形构件 602 中的一个或多个流动孔口 607 保持流体连通。因而, 图 6A-6C 所示的位置示出了可调式流量控制装置 600 从第一流动通道位置移动到第二流动通道位置。在一实施例中, 图 6A 的第一流动通道位置对应于图 3A 所示的位置。另外, 图 6C 的第二流动通道位置可对应于图 5A 所示的位置。图示的磁铁装置 624 提供了一种设备, 该设备用于通过使用处理器和程序或通过远程使用者来局部地调节流体流入所述管形构件 602, 其中该设备包括更少的可动部件。根据应用场合需要和其他限制条件, 处理器和 / 或程序可布置在井下或在地面上。

[0042] 应该理解为: 图 1-6C 旨在仅仅说明在此所述的原理和方法的教导, 这些原理和方法可以应用于设计、构造和 / 或利用流入控制设备。此外, 为便于说明和描述, 上文的描述针对的是本发明的特定实施例。但是, 对本领域技术人员来说显而易见的是, 在没有背离本发明的范围的情况下, 可以对上述实施例进行许多修改和变化。

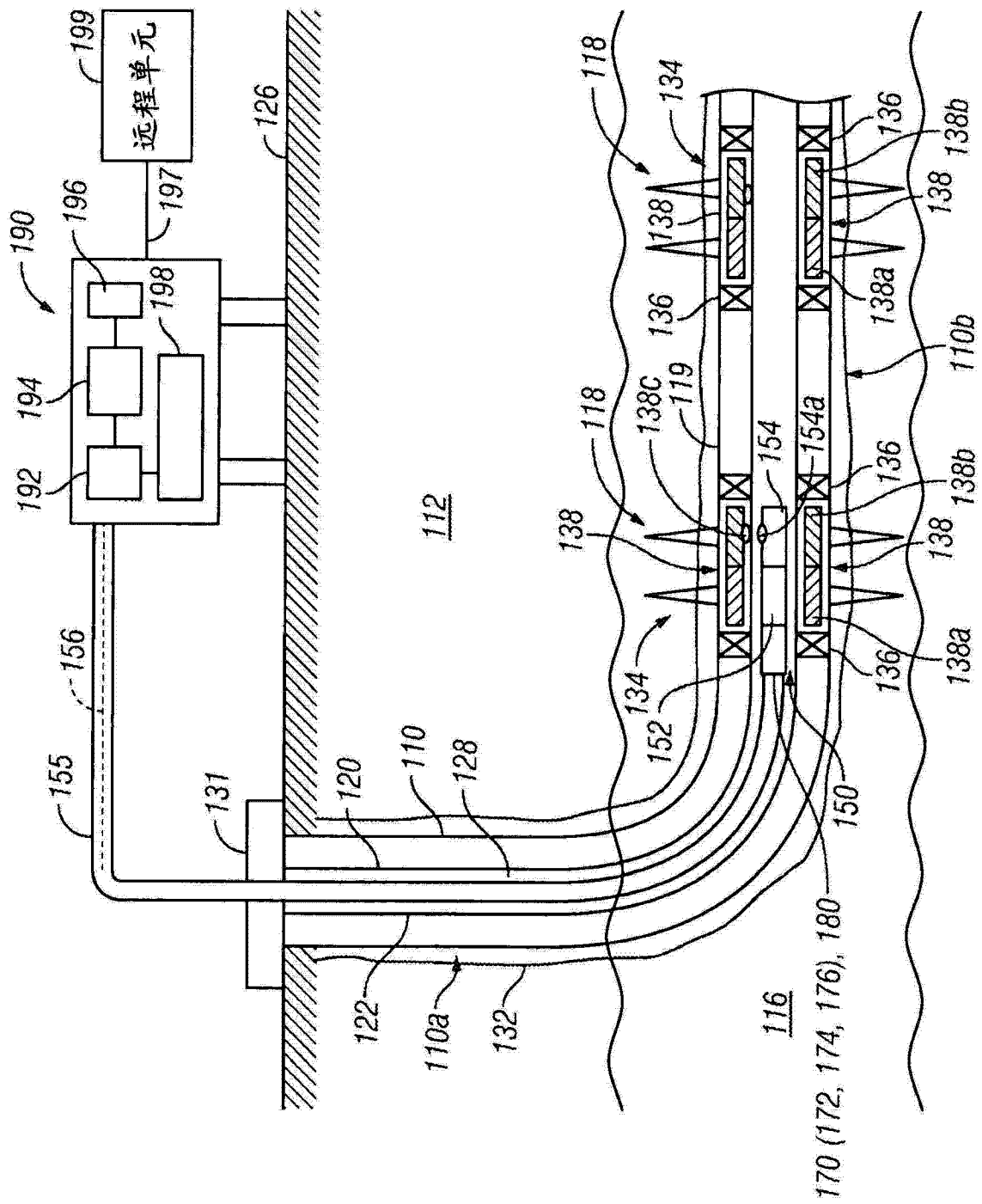


图 1

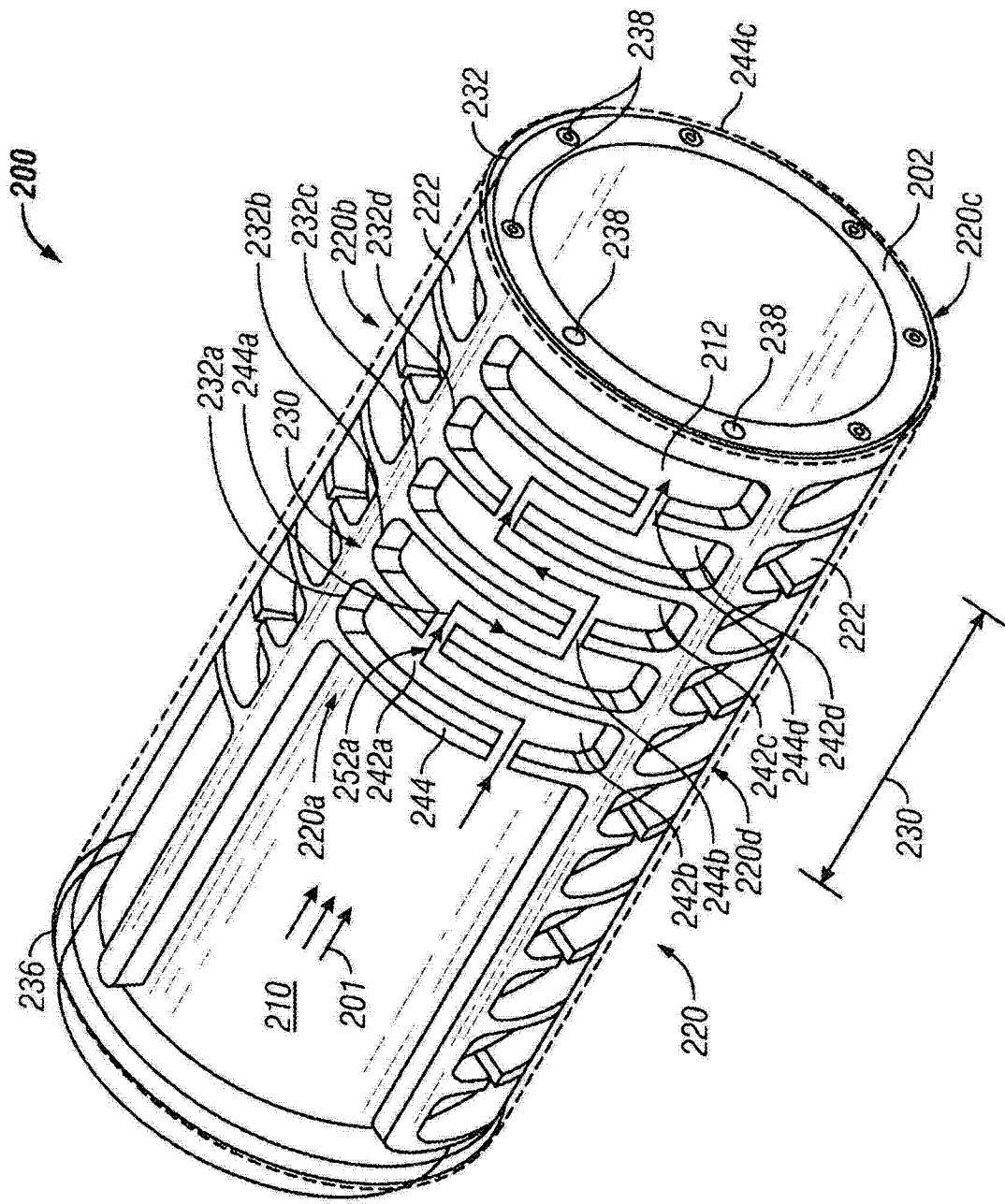


图 2

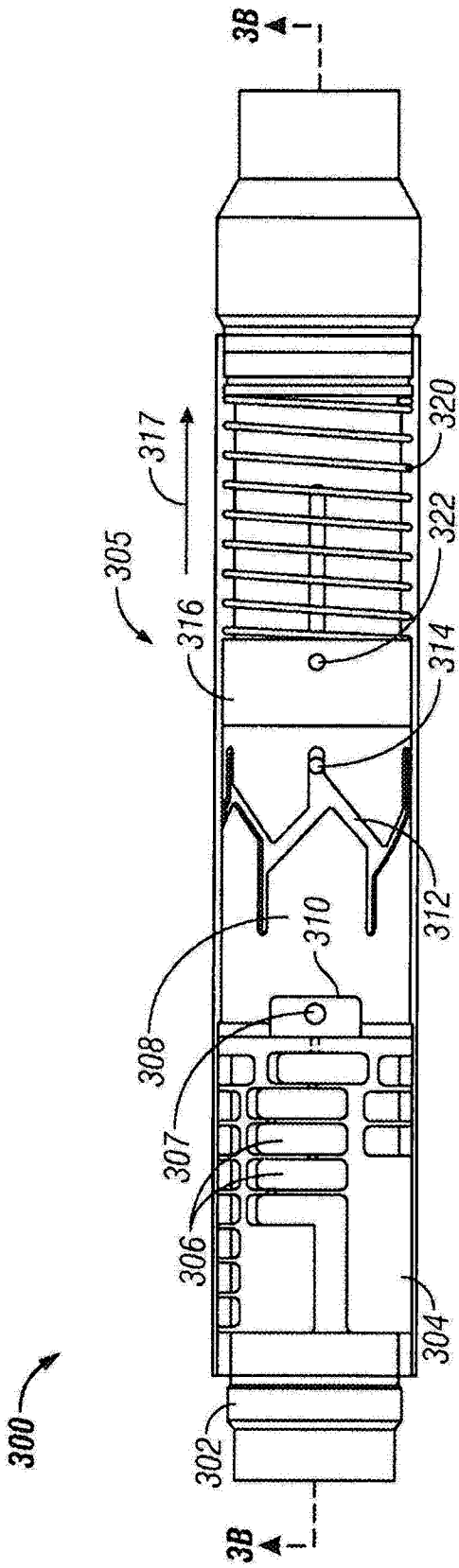


图 3A

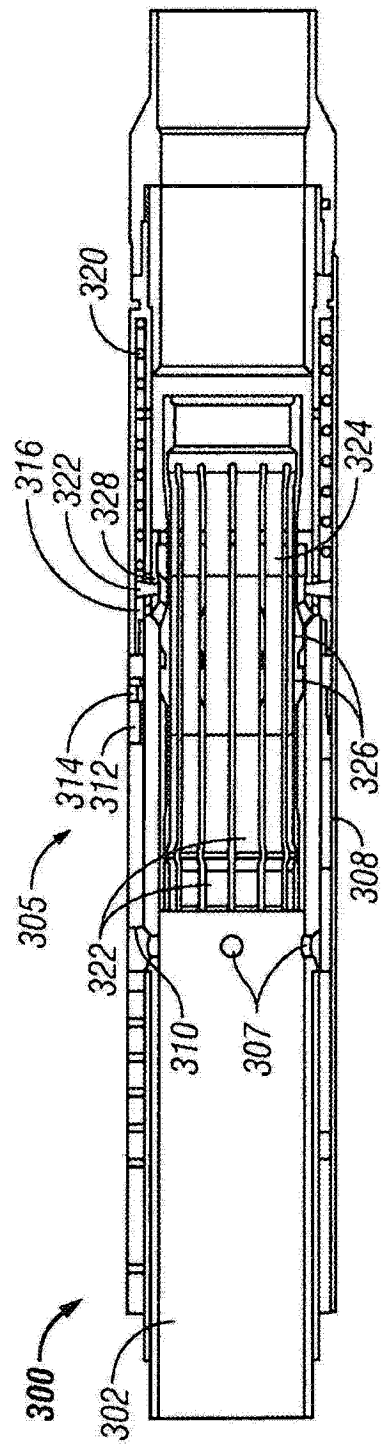


图 3B

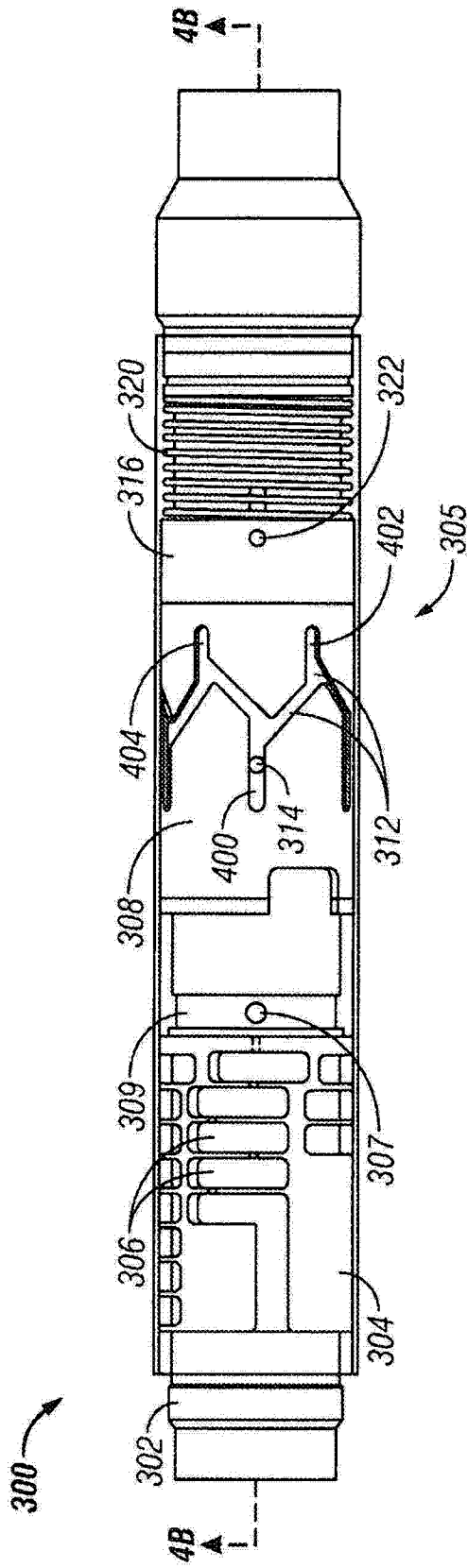


图 4A

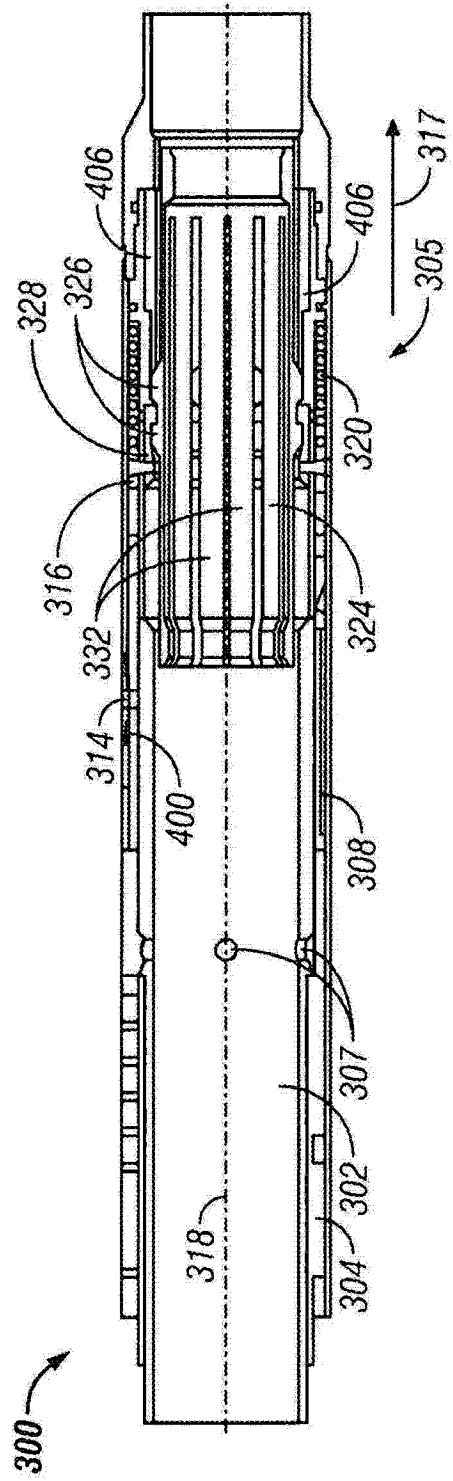


图 4B



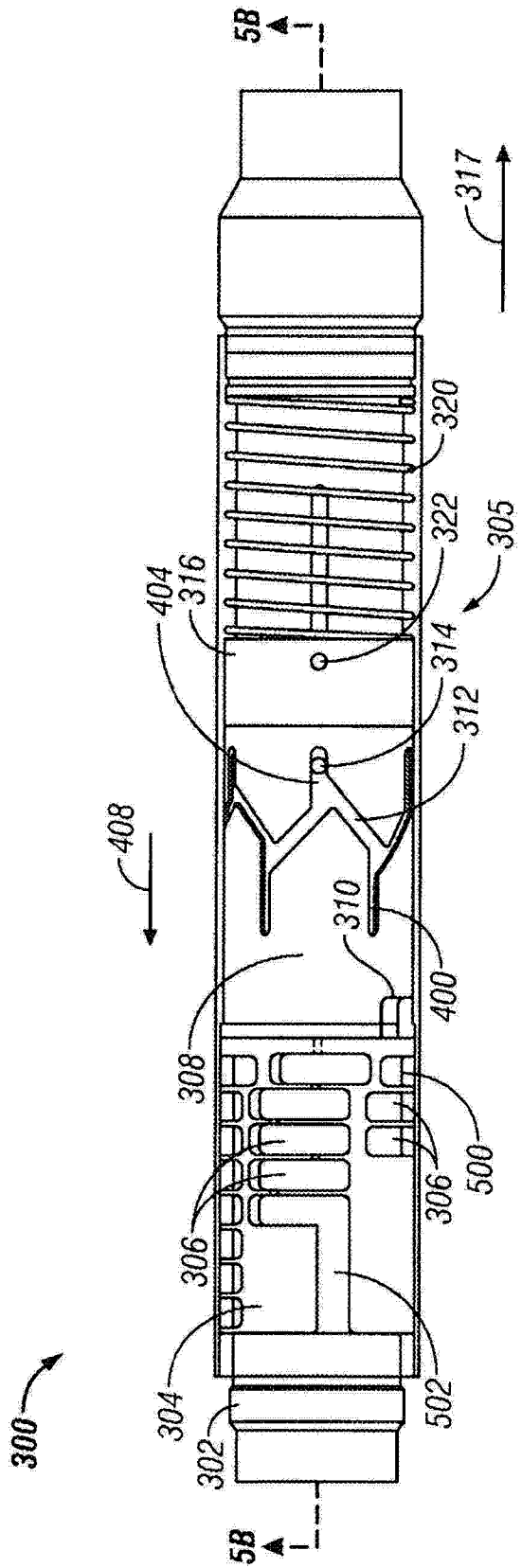


图 5A

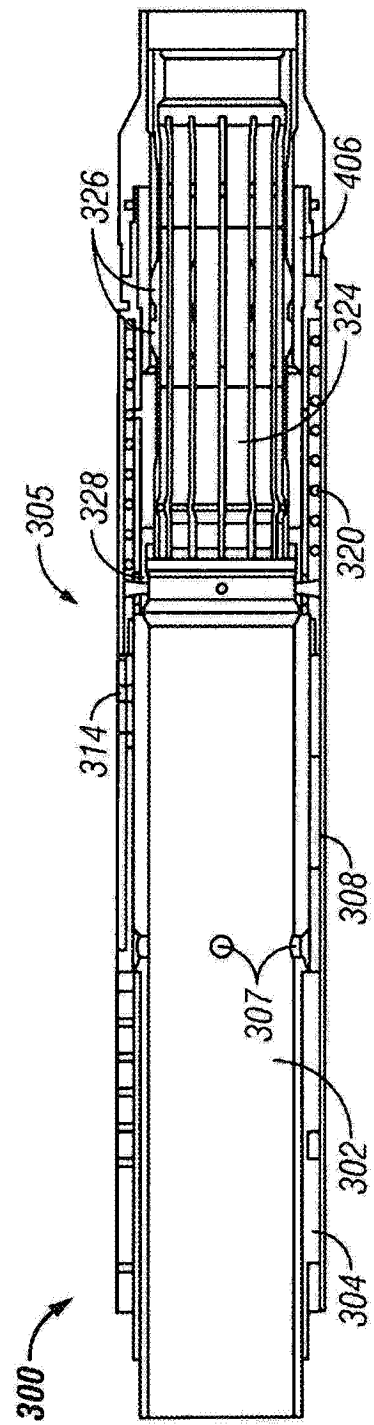


图 5B

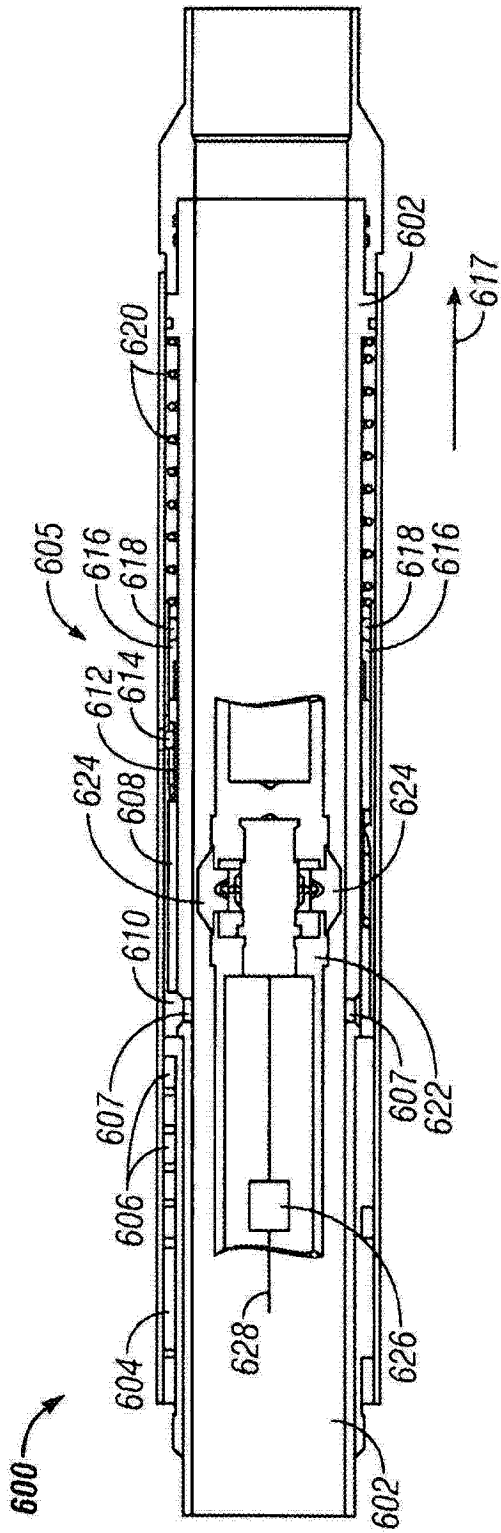


图 6A

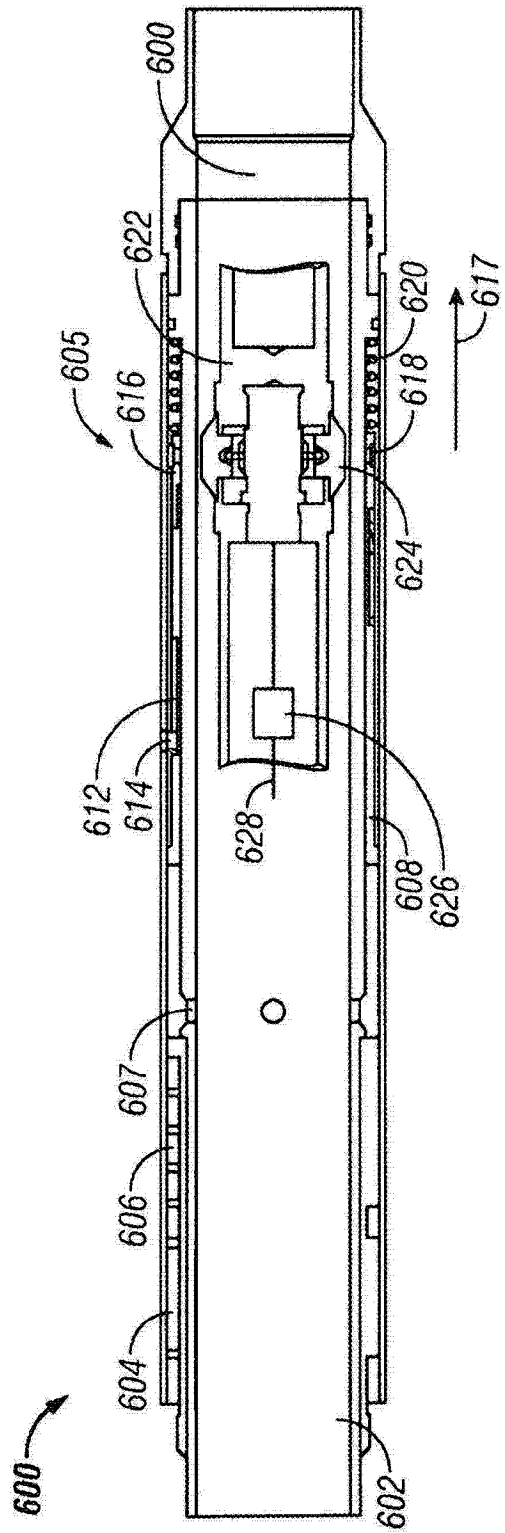


图 6B

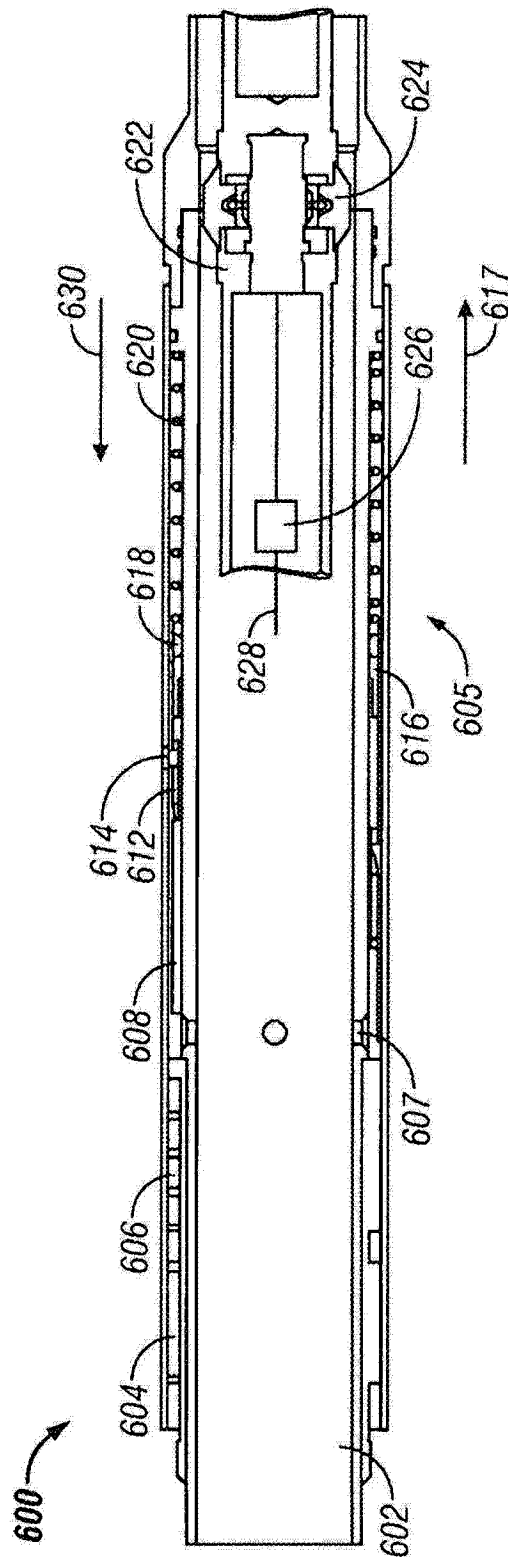


图 6C