



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104285028 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201280072993. 2

E21B 34/10 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 05. 08

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2014. 11. 06

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/036941 2012. 05. 08

(87) PCT国际申请的公布数据
W02013/169234 EN 2013. 11. 14

(71) 申请人 哈利伯顿能源服务公司
地址 美国得克萨斯州

(72) 发明人 约翰·查理·加诺 M·L·夫瑞普

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司 72003

代理人 黄艳 聂慧荃

(51) Int. Cl.

E21B 21/10 (2006. 01)

E21B 21/08 (2006. 01)

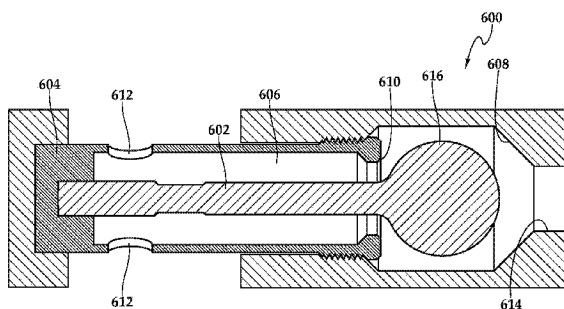
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

具有自主闭合功能的井下流体流动控制系统及方法

(57) 摘要

一种井下流体流动控制系统,其用于自主地控制产液的流入。该流体流动控制系统包括具有供流体流过的流体流路的流动控制组件。一支撑结构被置于该流体流路中。一插塞被可释放地联接于该支撑结构,由此当流过该流体流路的流体引起该支撑结构足够的运动时,这种运动引起插塞从支撑结构释放至流体流路中,从而至少沿一个方向限制随后的流体流过流体流路。



1. 一种井下流体流动控制系统,包括:
流动控制组件,具有供流体流过的流体流路;
支撑结构,被置于所述流体流路中;以及
插塞,被可释放地联接于所述支撑结构;
其中,经过所述支撑结构流过所述流体流路的流体引起所述支撑结构中的运动;而且
其中,所述支撑结构的运动引起所述插塞释放至所述流体流路中,由此沿至少一个方向限制流体流动通过所述流体流路。
2. 如权利要求1所述的井下流体流动控制系统,其中,所述插塞还包括球状插塞、类球状插塞和梭形件状插塞之一。
3. 如权利要求1所述的井下流体流动控制系统,其中,所述支撑结构的运动还包括所述支撑结构的振荡。
4. 如权利要求1所述的井下流体流动控制系统,其中,所述支撑结构的运动引起所述支撑结构疲劳。
5. 如权利要求1所述的井下流体流动控制系统,其中,所述支撑结构的运动引起所述支撑结构破坏。
6. 如权利要求1所述的井下流体流动控制系统,其中,所述支撑结构的运动响应于流体速度的增大而增大。
7. 如权利要求1所述的井下流体流动控制系统,其中,所述支撑结构的运动响应于非所需流体与所需流体之比的增大而增大。
8. 如权利要求1所述的井下流体流动控制系统,还包括暂时性稳定器,所述暂时性稳定器可操作地与所述插塞关联,阻止所述插塞过早释放至所述流体流路中。
9. 如权利要求1所述的井下流体流动控制系统,还包括至少一个紊流元件,所述至少一个紊流元件被置于所述流体流路中,位于所述插塞的上游。
10. 一种流动控制筛管,包括:
基管,具有内部通路;
过滤介质,被置于所述基管周围;
壳体,被置于所述基管周围,限定位于所述过滤介质和所述内部通路之间的流体通路;
流动控制组件,被置于所述流体通路中,所述流动控制组件具有供流体流过的流体流路;
支撑结构,被置于所述流体流路中;以及
插塞,被可释放地联接于所述支撑结构;
其中,经过所述支撑结构流过所述流体流路的流体引起所述支撑结构的运动;而且
其中,所述支撑结构的运动引起所述插塞释放至所述流体流路中,由此沿至少一个方向限制流体通过所述流体流路的流动。
11. 如权利要求10所述的流动控制筛管,其中,所述插塞还包括球状插塞、类球状插塞和梭形件状插塞之一。
12. 如权利要求10所述的流动控制筛管,其中,所述支撑结构的运动还包括所述支撑结构的振荡。

13. 如权利要求 10 所述的流动控制筛管,其中,所述支撑结构的运动引起所述支撑结构疲劳。

14. 如权利要求 10 所述的流动控制筛管,其中,所述支撑结构的运动引起所述支撑结构破坏。

15. 如权利要求 10 所述的流动控制筛管,其中,所述支撑结构的运动响应于流体流动速度的增大而增大。

16. 如权利要求 10 所述的流动控制筛管,其中,所述支撑结构的运动响应于非所需流体与所需流体之比的增大而增大。

17. 如权利要求 10 所述的流动控制筛管,还包括暂时性稳定器,所述暂时性稳定器可操作地与所述插塞关联,阻止所述插塞从所述支撑结构过早释放。

18. 一种井下流体流动控制方法,包括:

将流体流动控制系统定位在井下目标位置,所述流体流动控制系统包括流动控制组件,所述流动控制组件具有供流体流过的流体流路、被置于所述流体流路中的支撑结构、以及被可释放地联接于所述支撑结构的插塞;

经过所述支撑结构,通过所述流体控制组件的流体流路来生产所需流体;

经过所述支撑结构,通过所述流体控制组件的流体流路来生产非所需流体;

响应于流体流动而引起所述支撑结构中的运动;以及

响应于所述支撑结构的运动,将所述插塞释放至所述流体流路中,由此沿至少一个方向限制流体流动通过所述流体流路。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中,经过所述支撑结构,通过所述流动控制组件的所述流体流路来生产非所需流体还包括:增大非所需流体与所需流体之比。

20. 如权利要求 18 所述的方法,其中,经过所述支撑结构,通过所述流动控制组件的流体流路来生产非所需流体还包括:增大所述流体流路中的流体速度。

21. 如权利要求 18 所述的方法,其中,响应于流体流动而引起所述支撑结构中的运动还包括:引起所述支撑结构振荡。

22. 如权利要求 18 所述的方法,其中,响应于流体流动而引起所述支撑结构中的运动还包括:使所述支撑结构疲劳。

23. 如权利要求 18 所述的方法,其中,响应于流体流动而引起所述支撑结构中的运动还包括:使所述支撑结构破坏。

具有自主闭合功能的井下流体流动控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明一般涉及与地下井中进行的操作结合使用的设备,尤其涉及具有自主闭合功能以控制非所需产液流入的井下流体流动控制系统和方法。

背景技术

[0002] 不限制本发明的范围,以下将作为示例,将参照从含烃地层中生产流体来描述本发明的背景。

[0003] 在横穿含烃地层的井的完井过程中,生产管和各种完井设备被安装在井中,以实现地层流体的安全和高效的生产。例如,为防止从未固结或松散固结的地层中产出颗粒物,某些完井包括被置于接近所需的一个或多个生产间隔的一个或多个防砂筛管组件。在其他完井中,为控制进入生产管内的产液的流速和/或成分,在管柱内安装一个或多个流动控制装置是习惯做法。

[0004] 在需要防砂的完井内使用流体流动控制装置已被尝试。例如,在某些防砂筛管组件中,在产液流过过滤介质后,流体被引导进入流动控制部。流动控制部可包括一个或多个流动控制部件,比如流量管、喷嘴、迷宫式部件等。通常,经过这些流动控制筛管的生产流速在安装前已通过流动控制部件的数量和设计而固定。

[0005] 然而,已经发现,由于在井的寿命中地层压力的变化和地层流体成分的变化,符合期望的是使流动控制部的流动控制特性得到调整。此外,对某些完井,如具有许多生产间隔的长水平完井,符合期望的是独立地控制流入多个生产间隔中的每个生产间隔内的产液。进而,在一些完井中,符合期望的是调整流动控制部的流动控制特性而无需井干预 (well intervention)。

[0006] 因此,需要一种能够操作以控制需要防砂的完井中地层流体的流入的流动控制筛管。还需要能够操作以独立地控制来自多个生产间隔的产液的流入的流动控制筛管。进而,还需要能够操作以控制产液的流入、而无需由于产生进入特定间隔的流体的成分随时间变化进行井干预的流动控制筛管。

发明内容

[0007] 在此公开的本发明包括一种可在流动控制筛管中实施的井下流体流动控制系统,该系统能够操作用于控制产液流入。此外,本发明的井下流体流动控制系统能够操作以针对随时间改变的进入特定间隔的流体成分,独立地控制产液流入多个生产间隔,而无需井干预。

[0008] 在一个方案中,本发明涉及一种井下流体流动控制系统。该井下流体流动控制系统包括具有供流体流过的流体流路的流动控制组件。一支撑结构被置于该流体流路中。一插塞被可释放地联接于该支撑结构,由此当流过流体流路的流体引起该支撑结构的运动时,这种运动就会引起插塞从支撑结构释放至流体流路中,随后沿至少一个方向阻止流体通过流体流路的流动。

[0009] 在一个实施例中,所述插塞可为球状插塞或类球状插塞的形式。在另一实施例中,插塞可为梭形件(dart)。在一些实施例中,一暂时性稳定器可与所述插塞可操作地关联,以阻止插塞过早释放至流体流路中。在某些实施例中,一个或多个紊流元件可被置于流体流路中,位于插塞的上游。在一个实施例中,支撑结构的运动引起支撑结构振荡。在某些实施例中,支撑结构的运动引起支撑结构疲劳。在其他实施例中,支撑结构的运动引起支撑结构破坏。在一个实施例中,支撑结构的运动响应于流体速度的增大而增大。在一些实施例中,支撑结构的运动响应于非所需流体与所需流体之比的增大而增大。

[0010] 在另一方案中,本发明涉及一种流动控制筛管。该流动控制筛管包括具有内部通路的基管。一过滤介质被置于该基管周围。一壳体被置于该基管周围,且限定位于过滤介质和内部通路之间的流体通路。一流动控制组件被置于流体通路中。该流动控制组件具有供流体流过的流体流路。一支撑结构被置于流体流路中。一插塞被可释放地联接于支撑结构,由此当流过流体流路的流体引起支撑结构足够的运动时,这种运动引起插塞从支撑结构释放至流体流路中,随后沿至少一个方向阻止流体通过流体流路的流动。

[0011] 在进一步的方案中,本发明涉及一种井下流体流动控制方法。该方法包括将流体流动控制系统定位在井下目标位置,该流体流动控制系统包括流动控制组件,该组件具有供流体流过的流体流路、被置于流体流路中的支撑结构、以及被可释放地联接于支撑结构的插塞;经过支撑结构,通过流体控制组件的流体流路来生产所需流体;经过支撑结构,通过流体控制组件的流体流路来生产非所需流体;响应于流体流动而引起支撑结构中的运动;以及响应于支撑结构的运动而将插塞释放至流体流路中,由此沿至少一个方向限制流体通过流体流路的流动。

[0012] 该方法还可包括:增大非所需流体与所需流体之比,以引起支撑结构运动;增大流体流路中的流体速度,以引起支撑结构中的运动;引起支撑结构振荡,以使支撑结构振荡、和/或使支撑结构破坏。

附图说明

[0013] 为了对本发明的特征和优势有更完整的理解,现结合附图详细说明本发明,附图中,不同图中的相应符号表示相同的部分/部件,其中:

[0014] 图1是根据本发明的实施例的操作多个流动控制筛管的井系统的示意图;

[0015] 图2A-图2B是根据本发明的实施例的在流动控制筛管中实施的井下流体流动控制系统的连续的轴向剖面的四分之一剖视图;

[0016] 图3是根据本发明的实施例的井下流体流动控制系统的俯视图;

[0017] 图4A-图4B是根据本发明的实施例的井下流体流动控制系统的横向剖视图,分别示出其打开和闭合时的结构;

[0018] 图5A-图5B是根据本发明的实施例的井下流体流动控制系统的横向剖视图,分别示出其打开和闭合时的结构;

[0019] 图6是根据本发明的实施例的井下流体流动控制系统的用于插塞的支撑结构和暂时性稳定器的横向剖视图;

[0020] 图7是根据本发明的实施例的井下流体流动控制系统的用于插塞的支撑结构和暂时性稳定器的横向剖视图;

[0021] 图 8 是根据本发明的实施例的包括紊流元件的井下流体流动控制系统的支撑结构和插塞的横向剖视图 ; 以及

[0022] 图 9 是根据本发明的实施例的包括双座的井下流体流动控制系统的支撑结构和插塞的横向剖视图。

具体实施方式

[0023] 尽管下面将详细讨论本发明各种实施例的形成和使用, 但应该领会的是本发明提供很多可应用的发明构思, 这些发明构思可在多种多样的特定环境中被具体实施。在此讨论的特定实施例仅仅示出制造和使用本发明的特定方式, 并不限制本发明的范围。

[0024] 首先参考图 1, 其中示出的井系统包括被置于流动控制筛管中且体现了本发明的原理的多个井下流体流动控制系统, 该井系统被示意性地示出并概括地以附图标记“10”来表示。在所示实施例中, 井眼 12 穿过各种土地岩层延伸。井眼 12 具有基本竖直部 14, 基本竖直部的上部具有被混凝土固结在其中的套管柱 16。井眼 12 还具有基本水平部 18, 基本水平部穿过含烃地层 20 延伸。如图所示, 井眼 12 的基本水平部 18 是裸眼部分。

[0025] 管柱 22 被置于井眼 12 中且从地面伸出。管柱 22 为地层流体提供管道, 以供地层流体从地层 20 流到地面以及从地面注入流体到地层 20。在管柱的下端, 管柱 22 联接到已被安装于井眼 12 中并将完井间隔分成临近地层 20 的多个生产间隔的完井管柱。完井管柱包括多个流动控制筛管 24, 这些流动控制筛管中的每个被置于一对环形屏障之间, 这对环形屏障被示出为封隔器 26, 封隔器在完井管柱和井眼 12 之间提供液封, 从而限定生产间隔。在所示的实施例中, 流动控制筛管 24 具有从产液流中滤除微粒物质的功能。每个流动控制筛管 24 还具有流动控制部, 该控制部能够操作以控制从中经过的流体流动, 包括切断从中经过的流体流动。

[0026] 在某一实施例中, 在井作业的生产阶段中, 流动控制部能够操作以控制产液流的流入。替代性地或附加性地, 在井作业的处理阶段中, 流动控制部能够操作以控制注入流体流的流出。下面将更详细地解释, 为了最大化所需流体 (如油) 的产出和最小化非所需流体 (如水和 / 或气体) 的产出, 流动控制部能够操作以在井的寿命中控制产液至每个生产间隔内的流入, 且无需因生产至特定间隔内的流体的成分随时间改变而进行井干预。

[0027] 尽管图 1 示出了本发明的流动控制筛管处于裸眼的整体环境中, 本领域技术人员应该理解, 本发明同样充分适合于在套管井中使用。另外, 尽管图 1 示出了每个生产间隔中有一个流动控制筛管, 但本领域技术人员应该理解, 可在生产间隔中配置任何数目的本发明的流动控制筛管而不背离本发明的原理。此外, 尽管图 1 示出了本发明的流动控制筛管处于井眼的水平段中, 但本领域技术人员应该理解, 本发明同样充分适合于在具有包括垂直井、斜井、倾斜井、多边井等的其他方向的结构中使用。因此, 本领域技术人员应该理解, 方向性术语 (如“之上”、“之下”、“上”、“下”、“向上”、“向下”、“左”、“右”、“井上”、“井下”, 等等) 是根据附图中示出的实施例来使用的, 向上的方向就是朝向相应附图的顶部, 向下的方向就是朝向相应附图的底部, 井上方向就是朝向井的地面, 井下方向就是朝向井的跟部 (toe)。而且, 尽管图 1 示出了管柱中流动控制部件与流动控制筛管相关联, 但本领域技术人员应该理解, 本发明的流动控制部件并非必须与流动控制筛管相关联或被配置成管柱的一部分。例如, 一个或多个流动控制部件可被配置到并被可拆卸地插入管柱或管柱的侧

向袋状部分。

[0028] 接下来参照图 2A- 图 2B, 其中示出了根据本发明的一个实施例的流动控制筛管的连续的轴向剖面, 该流动控制筛管被代表性示出并概括地以附图标记“100”来表示。流动控制筛管 100 可被适当地联接到其他相似的流动控制筛管、生产封隔器、定位接头、生产管柱或其他井下工具, 如上所述, 形成完井管柱。流动控制筛管 100 包括基管 102, 基管 102 具有无孔管段 104 和穿孔段 106, 穿孔段 106 包括一个或多个生产端口或开口 108。无孔管段 104 的井上部分周围设置有筛管元件或过滤介质 112, 筛管元件或过滤介质 112 例如为绕丝筛管、编制丝网筛管、预填充筛管等等, 筛管元件或过滤介质周围可设有或不设有外罩, 筛管元件或过滤介质被设计用以允许流体从中流过但防止预定尺寸的微粒物质从中流过。然而, 本领域技术人员应该理解, 本发明并非必须具有相关联的过滤介质, 因此, 过滤介质的确切设计不是本发明的关键。

[0029] 过滤介质 112 的井下侧设置有筛管界面壳体 114, 筛管界面壳体 114 与基管 102 形成环空 116。筛管界面壳体 114 的井下端牢固地连接到流动控制壳体 118。流动控制壳体 118 的井下端牢固地连接到流动控制组件 120, 该流动控制组件牢固地联接到基管 102。流动控制筛管 100 的多个部件的不同连接可按照任何适当的形式, 包括焊接、螺接以及通过使用紧固件如销、固定螺丝等等来形成。在所示实施例中, 流动控制组件 120 包括一个或多个流体模块 122 和一个或多个自主闭合机构 124, 流体模块 122 和自主闭合机构 124 两者均被设计用以控制产液流入, 且特别被设计用以控制非所需产液的流入。

[0030] 虽然已示出的是单一流体模块 122, 但本领域技术人员应该理解, 可采用任何数量的流体模块, 而流体模块可根据流动控制组件 120 具有多种配置。例如, 任何数量的流体模块 122 可围绕流动控制组件 120, 按照均匀或不均匀的间隔而周向地或纵向地分布。同样, 虽然已示出的是单一自主闭合机构 124, 但本领域技术人员应该理解, 任何数量的自主闭合机构都可作为流动控制组件 120 的一部分而被操作, 这样的自主闭合机构可围绕流动控制组件 120, 按照均匀或不均匀的间隔而周向地或纵向地分布。此外, 应该注意, 虽然自主闭合机构 124 被设置于流体模块 122 的上游, 但本领域技术人员将意识到, 自主闭合机构 124 也可代之以被设置于流体模块 122 的下游。

[0031] 如下面更详细地讨论的, 在生产作业过程中, 自主闭合机构 124 和流体模块 122 能够操作以控制流体的流入。在此情况下, 流体从地层通过流体流动控制筛管 100 流到生产管中。产液被过滤介质 112 过滤后 (如果有过滤介质 112 的话), 流入环空 116。然后流体在进入流动控制部之前, 进入环状区域 126, 该环状区域位于基管 102 和流动控制壳体 118 之间。流体随后通过自主闭合机构 124, 在自主闭合机构 124 中根据产液的成分和 / 或速度而产生所需的流动控制操作。如果流动没有被自主闭合机构 124 切断, 流体就会进入环状区域 144 并随后进入流体模块 122 的一个或多个入口端口, 在流体模块 122 中根据产液的成分和 / 或速度而产生又一所需的流动控制操作。然后, 通过流体模块 122 产生的流体经由开口 108 流向用于产品的基管 102 的内部流路 128 以便从地面产出。

[0032] 另外现在参照图 3, 其代表性地示出流动控制筛管 100 的流动控制部。值得注意的是, 为有助于说明本发明, 流动控制壳体 118、流体模块 122 的外部流体元件和自主闭合机构 124 的外部已经从图 3 中被移除。在所示实施例中, 流动控制组件 120 包括自主闭合机构 124, 自主闭合机构 124 与流体模块 122 串联。所示流体模块 122 包括内部流动控制元件

130 和外部流动控制元件 132(参见图 2B),内部流动控制元件 130 和外部流动控制元件 132 形成流体流路 134,内部流动控制元件 130 和外部流动控制元件 132 之间包括一对流体端口 136、涡流室 138 和开口 140。在生产模式中,流体端口 136 为入口端口,而开口 140 为出口端口或排放端口。此外,流体模块 122 具有多个流体引导部 142,这些流体引导部 142 位于涡流室 138 中。流动控制组件 120 被设置成围绕基管 102,使得开口 140 与基管 102(参见图 2B)的开口 108 周向地和纵向地对准。流动控制组件 120 包括多个通道用于引导流体从环状区域 144 流入流体模块 122。特别地,流动控制组件 120 包括多个周缘通道 146。

[0033] 所示的自主闭合机构 124 包括支撑结构 150,支撑结构 150 被置于具有阀座 154 的流体流路 152 中。插塞 156 被可释放地联接到支撑结构 150 的下游端。如下所述,插塞 156 的尺寸设计为被密封性地接收在座 154 中,以选择性地防止流体从流体流路 152 流到环空 144。插塞 156 可包括弹性外表面 158(如橡胶层),以有助于抵靠座 154 形成密封,如最佳可见的图 4A-图 4B 所示。如图所示,流体流路 152 具有一对入口端口 160 和一出口端口 162。入口端口 160、流体流路 152、出口端口 162、环状区域 144、周缘通道 146、流体端口 136、涡流室 138 和开口 140 一起形成穿过流动控制组件 120 的流体流路,如最佳可见的图 3 所示。

[0034] 作业中,在井作业的生产阶段期间,流体从地层通过流动控制筛管 100 流入生产管。产液在由过滤介质 112 过滤后(如果有的话),流入位于筛管界面壳体 114 和基管 102 之间的环空 116。随后流体在进入流体控制部之前,进入位于基管 102 和流体控制壳体 118 之间的环状区域 126。然后流体进入流体控制组件 120 的流体端口 160。流体在通过出口端口 162 被排入环状区域 144 之前,经过支撑结构 150 和插塞 156 进入流体流路 152。然后流体流入周缘通道 146,并进入流体模块 122 的流体端口 136 且穿过涡流室 138,在该涡流室中期望的流动阻力被施加于流体流动,从而获得所需的压降和流速。在图示的例子中,在相对低速度和/或高粘度的流体成分(主要包含油)的情况下,从流体端口 136 经过涡流室 138 的流动可相对无阻碍地前行到开口 140。另一方面,在相对高速度和/或低粘度的流体成分(主要包含水和/或气)的情况下,进入涡流室 138 的流体将首先沿切线方向前进,并将在最终通过开口 140 流出之前,借助流体引导部 142,围绕涡流室 138 形成螺旋运动。围绕涡流室 138 进行螺旋运动的流体将遭到摩擦损失。而且,切向速度会产生阻碍径向流动的向心力。因此,穿过流体模块 122 的螺旋状流体就会遭遇重大阻力。通过开口 140 排放的流体穿过开口 108,并进入基管 102 的用于向地面产出流体的内部流路 128。

[0035] 本领域技术人员应该理解,相对高速度和/或低粘度的流体成分所流经的流路越曲折,能量损耗量就越大。这点可与相对低速度和/或高粘度的流体成分相比,相对低速度和/或高粘度的流体成分所流经的流路越直,其中的能量损耗量就越低。在本例中,如果油是所需流体而水和/或气是非所需流体,那么应理解,当流体成分中非所需流体与所需流体之比相对较低时,流体模块 122 将对其中流过的所需流体施加较小阻力,并且随着非所需流体与所需流体之比增大,流体模块 122 所施加的阻力将会逐渐增大。虽然已被示出并描述的是具有包括涡流室 138 的特定流体流路 134 的流体模块 122,但本领域技术人员将意识到,无需背离本发明的原理,流体模块 122 中的流体流路可基于诸如所需流速、所需压降、产液的类型和成分等因素,而具有替换性的设计。此外,应该注意,没有根据流体速度和/或流体粘度而变化的流动阻力的流体模块也可与本发明配合使用。

[0036] 除了与所需流体相比,对非所需流体的生产具有增大的阻力之外,本发明还能够响应某一流动状态而操作,以完全切断生产。在所示实施例中,这是借助自动闭合机构 124 来实现的。如图所示,自动闭合机构 124 的支撑结构 150 可在其流动控制组件 120 的上游基部,牢固地附接于流动控制组件 120,且自动闭合机构 124 的支撑结构 150 被示出为相对长而细的圆柱形元件,该圆柱形元件在流体流路 152 中延伸。插塞 156 借助于诸如粘附、焊接、螺接或类似技术,被可释放地附接于支撑结构 120 的下游端。由于插塞 156 和支撑结构 150 被设置于流体流路 152 中,所以当流体经过支撑结构 150 和插塞 156 进入流体流路 152 中时,会产生流体-结构的相互作用。

[0037] 在相对低速度和 / 或高粘度的流体成分 (主要包含油) 的情况下,流体-结构相互作用的效果相对较弱或稳定,这使得支撑结构 150 和 / 或插塞 156 在断续的基础上进行微小的运动或位移。另一方面,在相对高速度和 / 或低粘度的流体成分 (主要包含水和 / 或气) 的情况下,流体-结构相互作用的效果就会变强。例如,流体-结构相互作用可引起支撑结构 150 和 / 或插塞 156 的运动,比如振荡运动,振荡运动包括由扩散流动、涡流脱落 (vortex shedding) 等造成的支撑结构 150 和 / 或插塞 156 的振抖 (fluttering) 或驰振 (galloping)。在涡流脱落的情况下,随着流体 164 经过插塞 156,在插塞 156 的后部会产生涡流,且涡流周期性地从插塞 156 的两侧分离,从而在插塞 156 的下游侧产生交替的低压涡流 166,如最佳可见的图 4A 所示。由于插塞 156 朝向交替的低压区域移动,所以支撑结构 150 和 / 或插塞 156 振荡。当涡流脱落频率与支撑结构 150 和 / 或插塞 156 的固有频率或共振频率或谐波频率匹配时,振荡就能够变为自保持的。在该模式中,插塞 156 和支撑结构 150 的联接将破坏,从而使插塞 156 能够流向下游侧,并且抵靠流体流路 152 的阀座 154 形成密封,如最佳可见的图 4B 所示,由此限制产液从流体流路 152 进一步流向环空 144。

[0038] 本领域技术人员应该理解,支撑结构 150 和 / 或插塞 156 可被设计成具有特殊的固有频率或共振频率,由此响应相对低速度和 / 或高粘度的流体成分 (主要包含油) 的流动、以及相对高速度和 / 或低粘度的流体成分 (主要包含水和 / 或气) 的流动,而产生所需的流体-结构相互作用。本例中,如果油为所需流体而水和 / 或气为非所需流体,那么应认识到,当其中的流体成分的水 / 气与油之比相对较低时,所需的流体-结构相互作用将相对较弱,且所需的流体-结构相互作用将会随着水 / 气与油之比的增大而逐渐变强。

[0039] 一旦插塞 156 抵靠流体流路 152 的阀座 154 形成密封,则只要插塞 156 上有足够的压差,插塞 156 就将保持抵靠密封阀座 154。在所示实施例中,如果有足够的压差沿相反方向被施加于插塞 156,例如在逆流经过流动控制筛管 100 的情况下,插塞 156 就将从阀座 154 处释放,从而允许这样的逆流。流体流路 152 可被设计成将插塞 156 保持在流体流路中,使得向生产流动的恢复动作将引起插塞 156 重新抵靠阀座 154 形成密封,如最佳可见的图 4B 所示,从而限制产液从流体流路 152 进一步流向环空 144。或者,流体流路 152 和流动控制筛管 100 可被设计成,如果插塞 156 响应于通过流动控制筛管 100 的逆流而从阀座 154 处释放,则插塞 156 就会从流体流路 152 被移位或相反被保持,从而甚至在生产流动重新开始之后也阻止插塞 156 重新抵靠阀座 154 形成密封。

[0040] 下面参照图 5A- 图 5B,其中示出了自主闭合机构的另一实施例,该自主闭合机构概括地以附图标记“200”来表示。自主闭合机构 200 包括支撑结构 202,该支撑结构可在流动控制组件的上游基部,牢固地附接于流动控制组件。如图所示,支撑结构 202 是相对长而

细且在流体流路 204 中延伸的圆柱形元件,该流路包括阀座 206。插塞被可释放地附接于支撑结构 202 的下游端,该插塞被示出为梭形件 208。梭形件 208 可具有弹性外表面 210,弹性外表面 210 例如可为橡胶层,以有助于密封阀座 206。如图所示,流体流路 204 包括入口端口 212 和排放端口 214。由于梭形件 208 和支撑结构 202 被置于流体流路 204 中,所以当流体 216 经过支撑结构 202 和梭形件 208 进入流体流路 204 时,就会发生流体-结构相互作用。

[0041] 在相对低速度和 / 或高粘度流体成分 (主要包含油) 的情况下,流体-结构相互作用的效果相对较弱或稳定。另一方面,在相对高速度和 / 或低粘度的流体成分 (主要包含水和 / 或气) 的情况下,流体-结构相互作用的效果就会变强。例如,流体-结构相互作用可引起运动,包括由扩散流、涡流脱落等引起的支撑结构 202 和 / 或梭形件 208 的振荡运动。在涡流脱落的情况下,由于流体 216 经过梭形件 208,在梭形件 208 的后部产生涡流,且涡流周期性地从梭形件 208 的两侧分离,就会在梭形件 208 的下游侧形成交替的低压涡流 218,如最佳可见的图 5A 所示。由于梭形件 208 朝交替低压的区域移动,所以梭形件 208 相对于支撑结构 202 振荡、或与支撑结构 202 一起振荡。当涡流脱落频率与支撑结构 202、和 / 或梭形件 208 的固有频率或共振频率相匹配时,振荡就能够变为自保持的。在该模式中,由于疲劳,举例来说,梭形件 208 将在以附图标记“220”标识出的优选破坏位置,从支撑结构 202 释放。梭形件 208 随后将流向下游,并抵靠流体流路 204 的阀座 206 形成密封,如最佳可见的图 5B 所示,从而限制产液进一步流到流体流路 204 的下游。

[0042] 本领域技术人员应该理解,支撑结构 202 和 / 或梭形件 208 可被设计成具有特定的固有频率或共振频率,以响应相对低速度和 / 或高粘度的流体成分 (主要包含油) 的流动、以及相对高速度和 / 或低粘度的流体成分 (主要包含水和 / 或气) 的流动,使得所需流体-结构相互作用发生。本例中,如果油为所需流体而水和 / 或气为非所需流体,那么可以理解,当其中的流体成分具有相对低的水 / 气与油之比时,所需的流体-结构相互作用将相对较弱;而随着水 / 气与油之比增大,所需的流体-结构相互作用将逐渐增强。

[0043] 下面参照图 6,其中示出了自主闭合机构的另一实施例,该自主闭合机构概括地以附图标记“300”来表示。自主闭合机构 300 包括支撑结构 302,该结构在流动控制组件的上游基部,牢固地附接于该流动控制组件。如图所示,支撑结构 302 是相对长而细且在流体流路 304 中延伸的圆柱形元件。插塞 306 被示出为球状插塞或类球状插塞,且被可释放地附接于支撑结构 302 的下游端。在所示实施例中,一暂时性稳定器组件 308 从流动控制组件延伸至插塞 306。暂时性稳定器组件 308 可为单一圆柱形元件,或者也可以是间隔开的多个元件。无论在何种情况下,暂时性稳定器组件 308 均阻止插塞 306 从支撑结构 302 的过早释放。优选地,暂时性稳定器组件 308 由首先在运输和安装期间将保持插塞 306 在相对牢固的方向以阻止插塞 306 从支撑结构 302 释放的材料形成。然而,暂时性稳定器组件 308 可被设计成在安装之后,响应于暴露于井下条件而降解。例如,暂时性稳定器组件 308 可由当接触特定的非所需流体如盐水时,受腐蚀相对较快的材料制成,例如由钴制成。作为另一例子,暂时性稳定器组件 308 可由当受到高速度流体撞击时、或当接触诸如酸这样的化学处理剂时,受腐蚀相对较快的材料制成,例如由铝制成。作为进一步的例子,暂时性稳定器组件 308 可由当接触高温时,熔化或溶解相对较快的材料制成,例如由高聚物制成。然而,本领域技术人员应该理解,符合本发明原理的任何适合供暂时稳定之用的材料均可用于暂

时性稳定器组件 308。在暂时性稳定器组件 308 充分降解之后,插塞 306 从支撑结构 302 的释放可按照类似于上述从支撑结构 150 释放插塞 156 的方式来进行。

[0044] 下面参照图 7,其中示出了自主闭合机构的另一实施例,该自主闭合机构概括地以附图标记“400”来表示。自主闭合机构 400 包括支撑结构 402,该结构在流动控制组件的上游基部,牢固地附接于该流动控制组件。如图所示,支撑结构 402 是相对长而细且在流体流路 404 中延伸的圆柱形元件。插塞被示出为梭形件 406,且被可释放地附接于支撑结构 402 的下游端。在所示实施例中,一个或多个暂时性稳定器元件 408 从梭形件 406 的头部延伸至流体流路 404 的内表面。暂时性稳定器元件 408 阻止梭形件 406 从支撑结构 402 过早释放。优选地,暂时性稳定器元件 408 由首先在运输和安装期间将梭形件 406 保持在相对牢固的方向以阻止梭形件 406 从支撑结构 402 释放的材料形成。然而,在安装之后,暂时性稳定器元件 408 将响应于暴露于预定的井下条件而降解。暂时性稳定器组件 308 充分降解后,梭形件 406 从支撑结构 402 的释放将按照类似于上述从支撑结构 202 释放梭形件 208 的方式来进行。

[0045] 下面参照图 8,其中示出了自主闭合机构的另一实施例,该自主闭合机构概括地以附图标记“500”来表示。自主闭合机构 500 包括支撑结构 502,该支撑结构在流动控制组件的上游基部,牢固地附接于该流动控制组件。如图所示,支撑结构 502 是相对长而细且在流体流路 504 中延伸的圆柱形元件。插塞 506 被可释放地附接于支撑结构 502 的下游端。在所示实施例中,一个或多个紊流元件 508 延伸至位于插塞 506 的上游的流体流路 504 内。在所示实施例中,当流体 510 流过紊流元件 508 时,紊流元件 508 会在流体中造成如箭头 512 所示的紊流。流体在紊流元件 508 的下游产生的紊流趋于减小所需流体速度,而这会引发支撑结构 502 和 / 或插塞 506 的振荡。因此,本领域技术人员应该理解,该系统能够根据预期产液成分 / 速度而被调整为具有特殊特征并随时间改变。例如,诸如使用或不使用紊流元件,支撑结构的长度、形状、横截面、直径和材料,插塞的形状、尺寸和方向,插塞附接到支撑结构的方法,以及支撑结构包含或不包含优先破坏位置等等这些因素均可被用于系统调整。

[0046] 下面参照图 9,其中示出了自主闭合机构的另一实施例,该自主闭合机构概括地以附图标记“600”来表示。自主闭合机构 600 包括支撑结构 602,该支撑结构在座组件 604 的上游基部,牢固地附接于座组件 604。座组件 604 则在流动控制组件的上游基部,牢固地附接于流动控制组件。如图所示,支撑结构 602 是相对长而细且在流体流路 606 中延伸的圆柱形元件,该流体流路包括下游阀座 608 和上游阀座 610。在所示实施例中,上游阀座 610 形成于座组件 604 的下游端。流体流路 606 包括入口端口 212 及排放端口 614,入口端口形成于座组件 604 中。插塞 616 被可释放地附接于支撑结构 602 的下游端。由于插塞 616 和支撑结构 602 被置于流体流路 606 中,所以当流体经过支撑结构 602 和插塞 616 进入流体流路 606 时,发生流体 - 结构相互作用。

[0047] 在相对低速度和 / 或高粘度流体成分 (主要包含油) 的情况下,流体 - 结构相互作用的效果相对较弱或稳定。另一方面,在相对高速度和 / 或低粘度的流体成分 (主要包含水和 / 或气) 的情况下,流体 - 结构相互作用的效果就会变强。例如,流体 - 结构相互作用可引起运动,包括由扩散流、涡流脱落等引起的支撑结构 602 和 / 或插塞 616 的振荡运动。在涡流脱落的情况下,随着流体经过插塞 616,在插塞 616 的后部会产生涡流,且涡流周期

性地从插塞 616 的两侧分离,从而在插塞 616 的下游侧形成交替的低压涡流。由于插塞 616 朝向交替低压区域移动,所以插塞 616 相对于支撑结构 602 振荡或与支撑结构 602 一起振荡。当涡流脱落频率与支撑结构 602 的固有频率或共振频率相匹配、和 / 或与插塞 616 的固有频率或共振频率相匹配时,振荡可变为自保持的。在该模式中,由于疲劳,举例来说,插塞 616 就将从支撑结构 602 释放并流向下游从而抵靠流体流路 606 的阀座 608 形成密封,由此限制产液进一步流到流体流路 604 的下游。

[0048] 一旦插塞 616 已抵靠密封流体流路 606 的阀座 608 形成,只要插塞上存在足够的压差,插塞 616 就将保持抵靠密封阀座 608。在所示实施例中,如果足够的压差沿相反方向施加于插塞 616,例如在逆流的情况下,插塞 616 就将从阀座 608 处释放,流向上游以抵靠密封流体流路 606 的阀座 610,而不允许逆流通过流体流路 606。此后,根据压差的方向,插塞 616 提供抵靠任一阀座 608 或阀座 610 的密封,由此限制流体通过流体流路 606 进一步向上游或下游流动。

[0049] 虽然参照实施例描述了本发明,此描述并非旨在以限制性的意义来解释。参照本发明的各种修改和所示实施例的组合以及本发明的其它实施例对本领域技术人员来说是显而易见的,因此,希望所附权利要求涵盖任何这种修改或实施例。

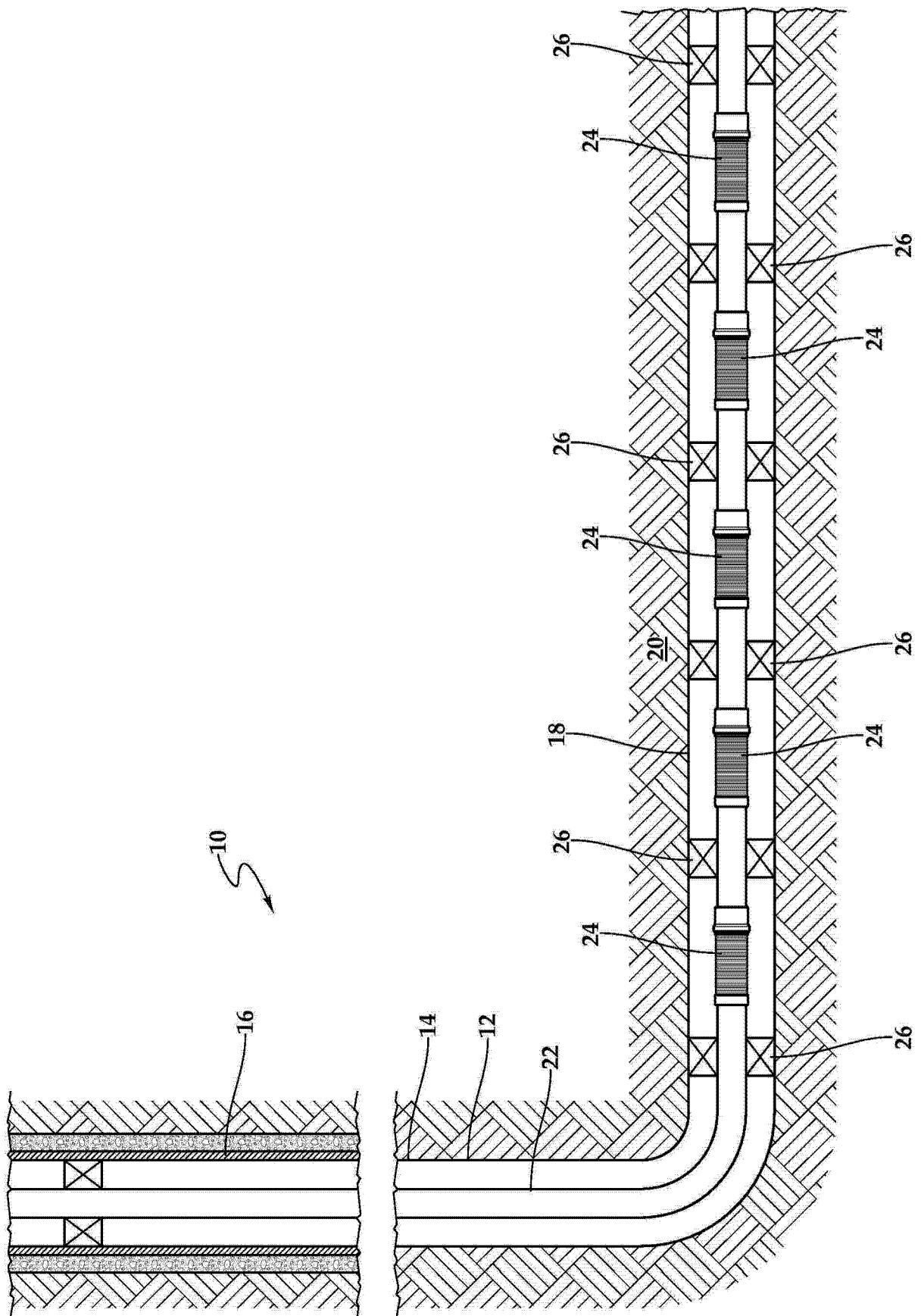


图 1

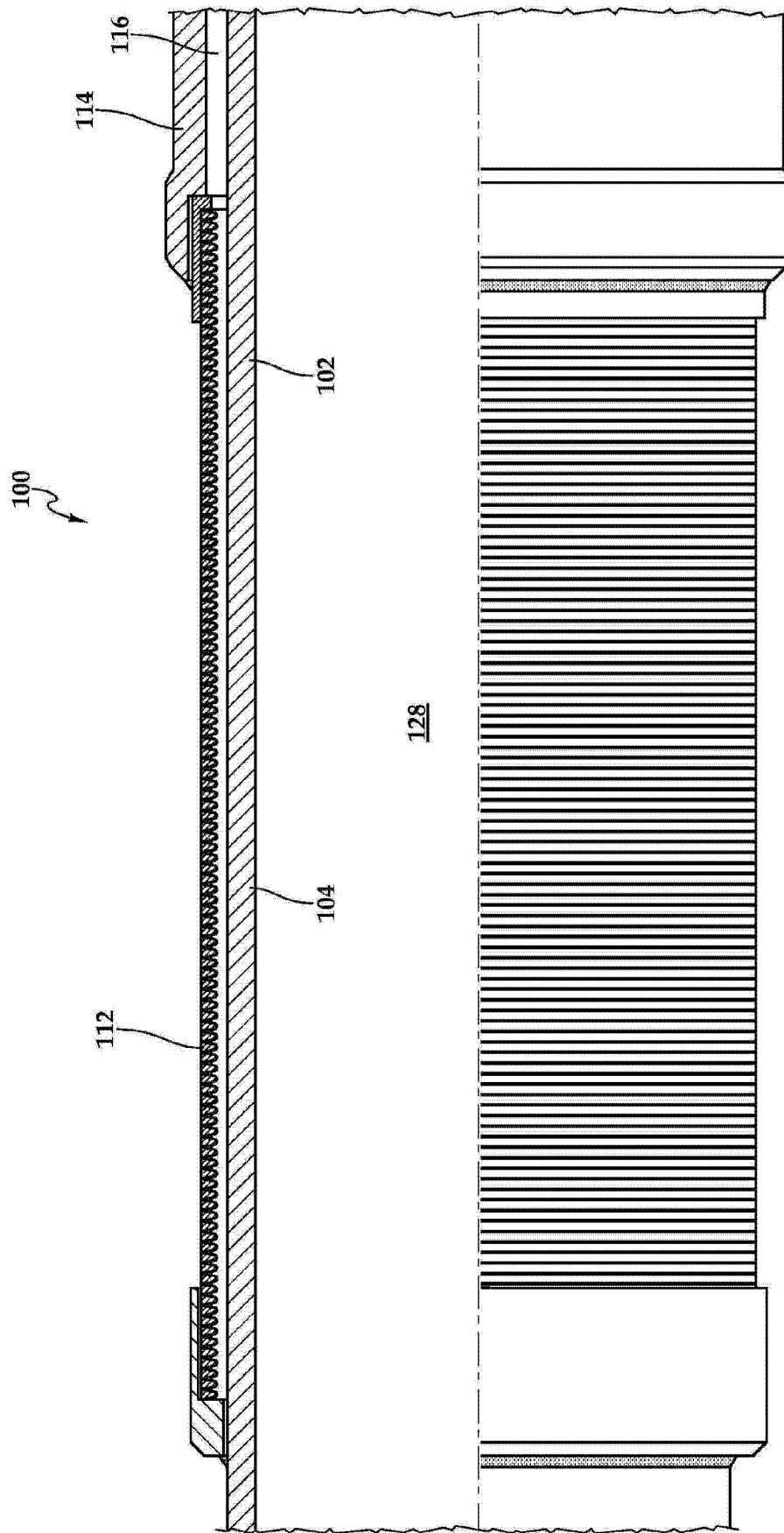


图 2A

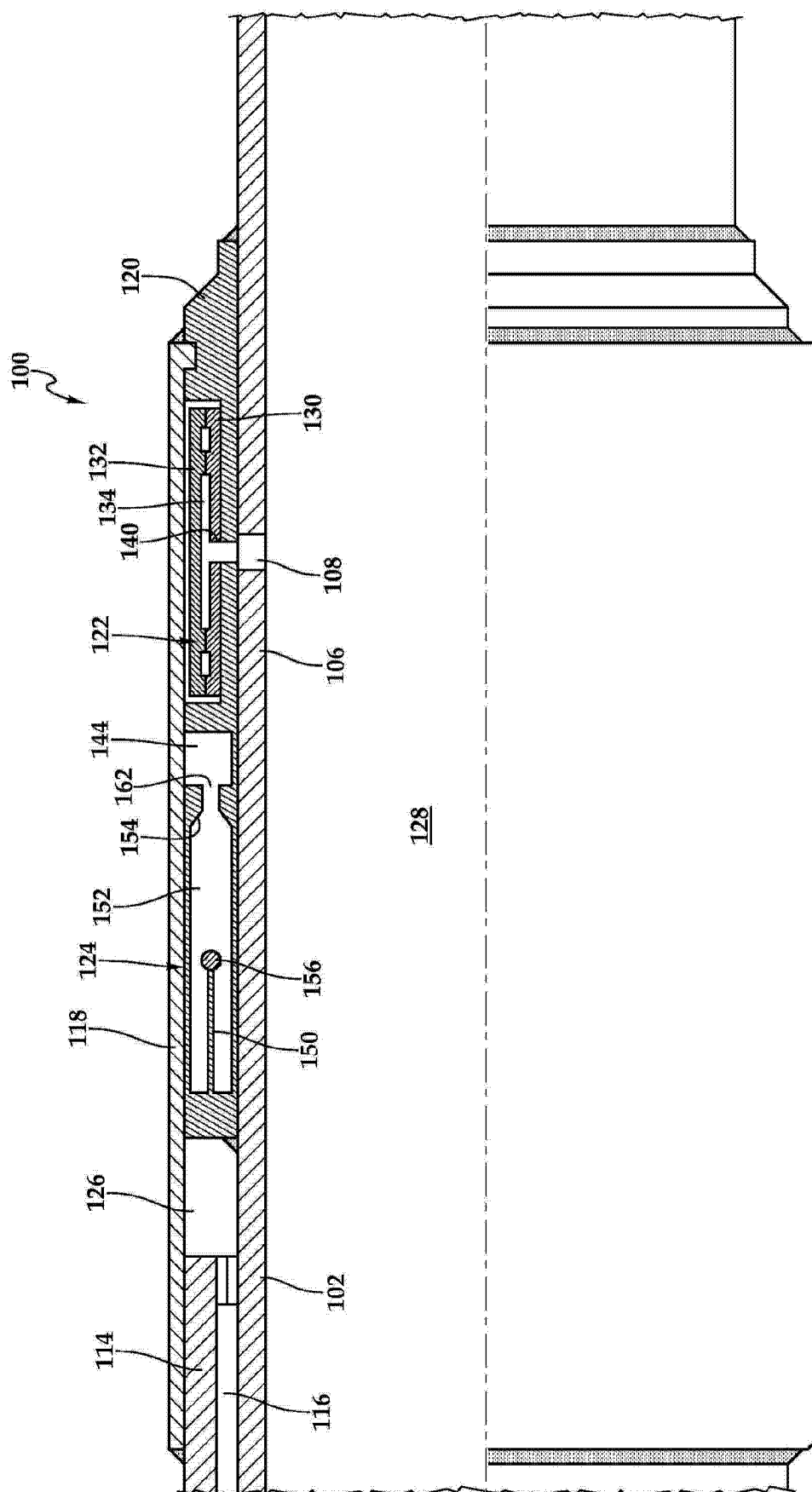


图 2B

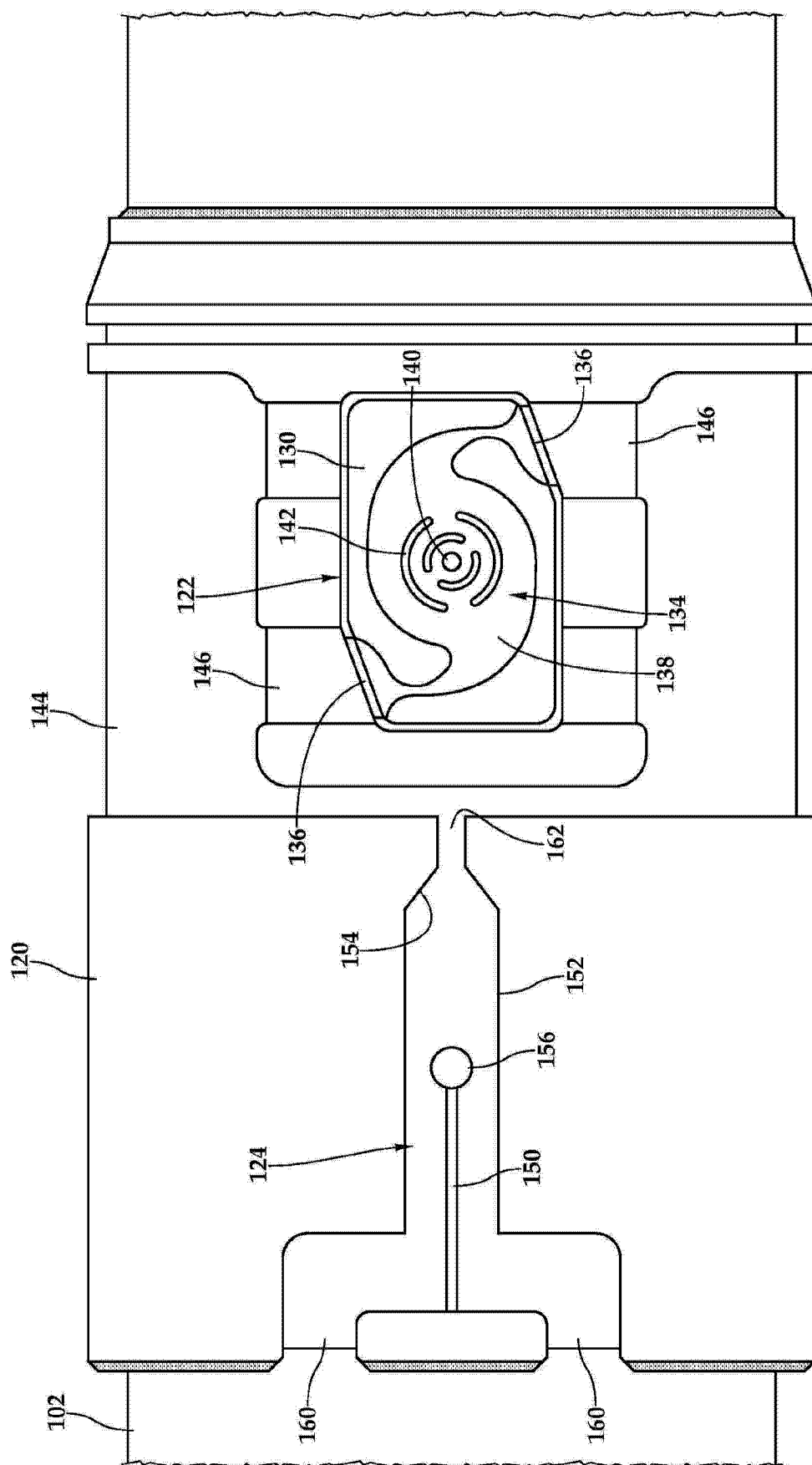


图 3

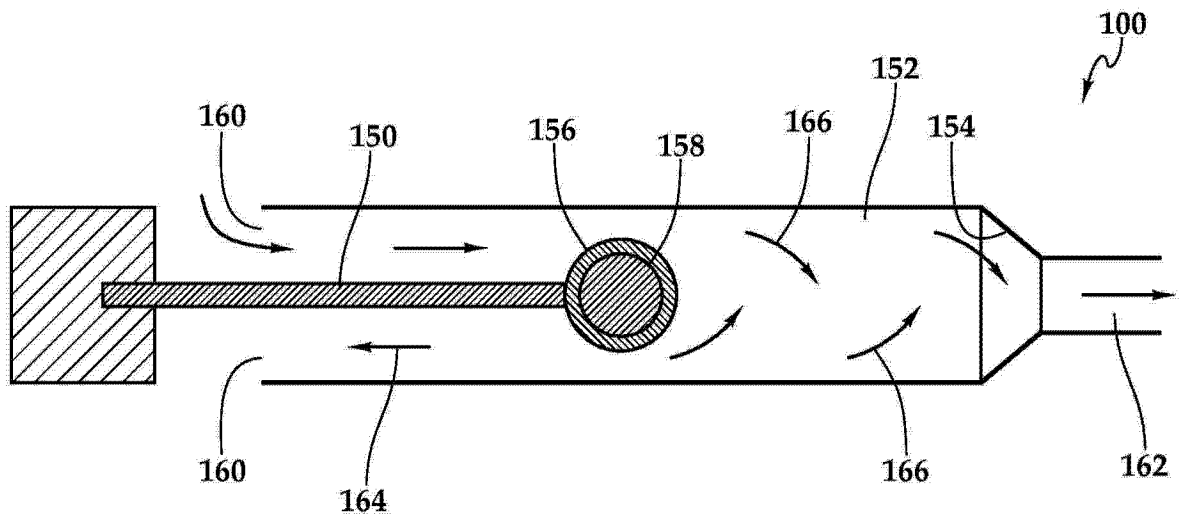


图 4A

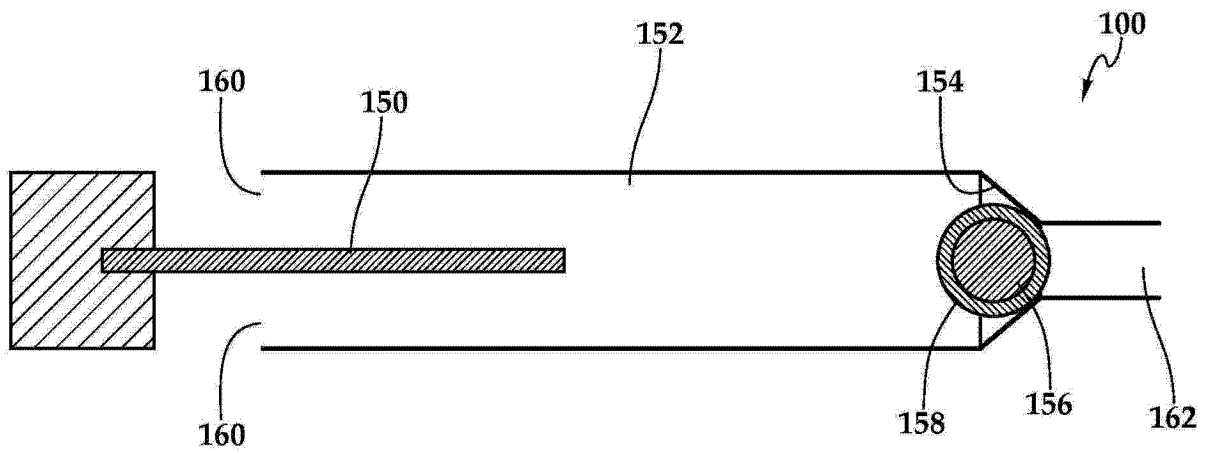


图 4B

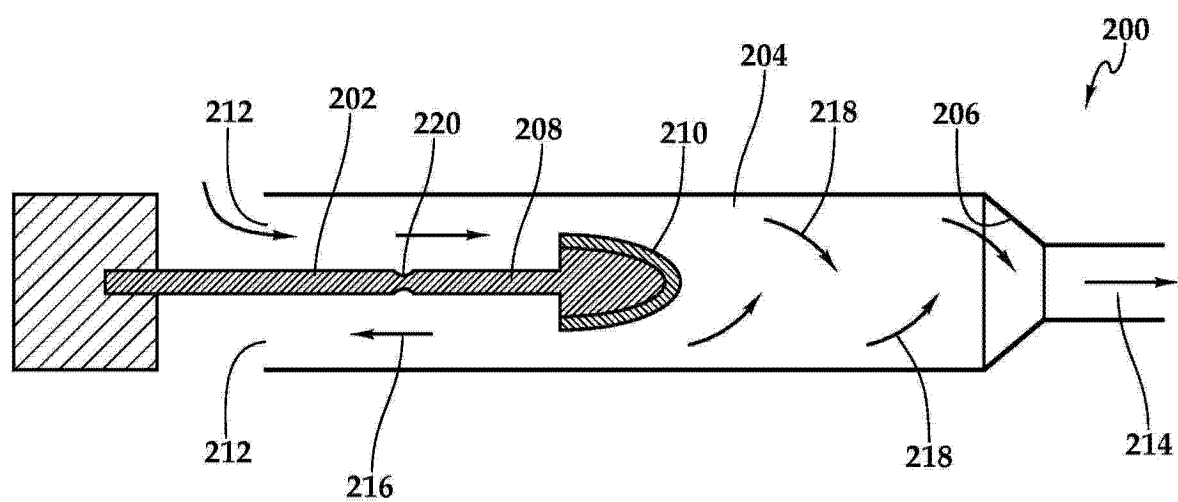


图 5A

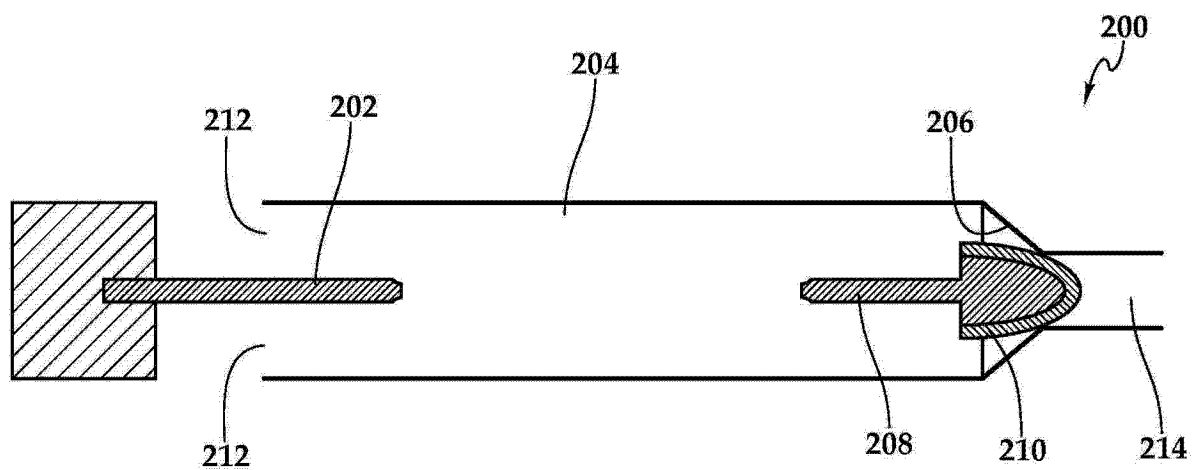


图 5B

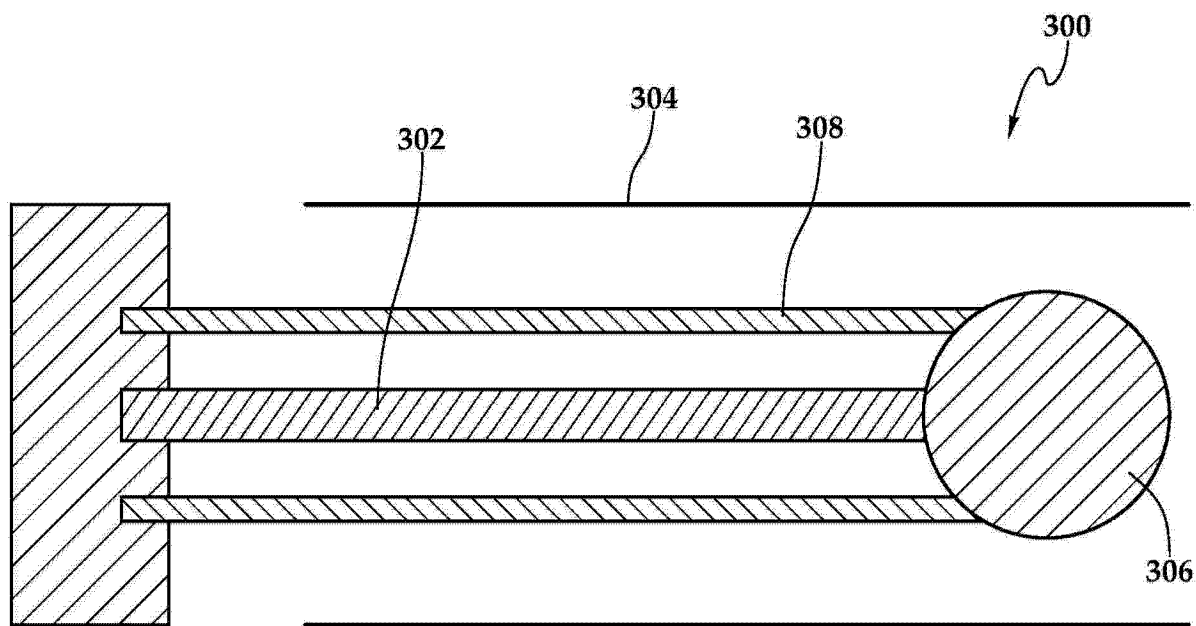


图 6

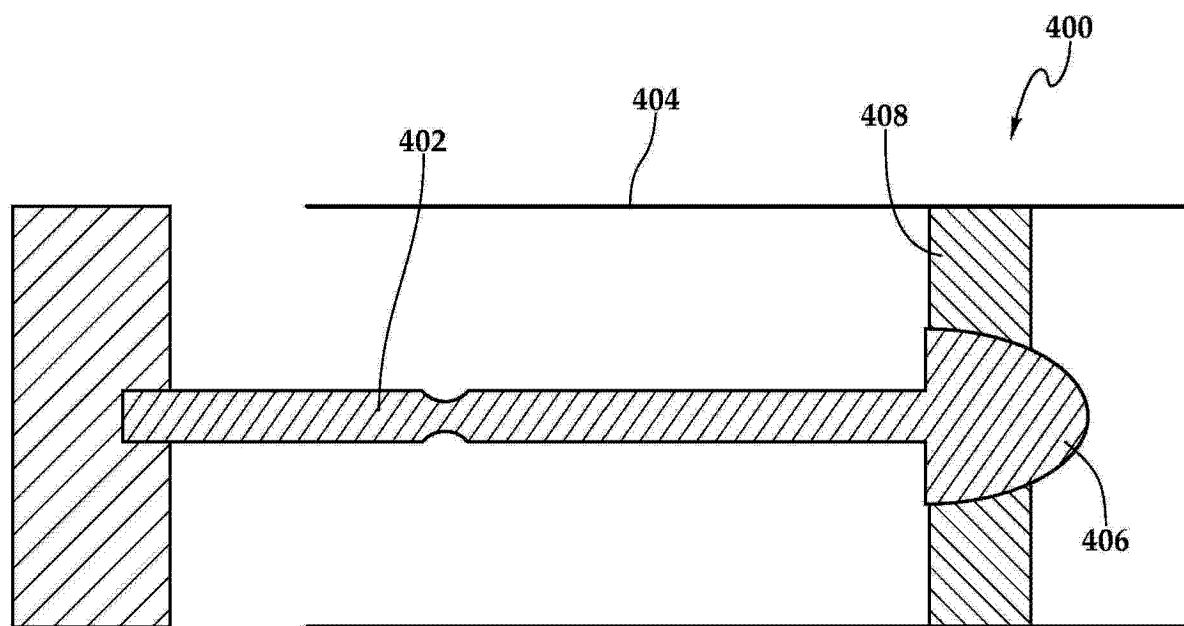


图 7

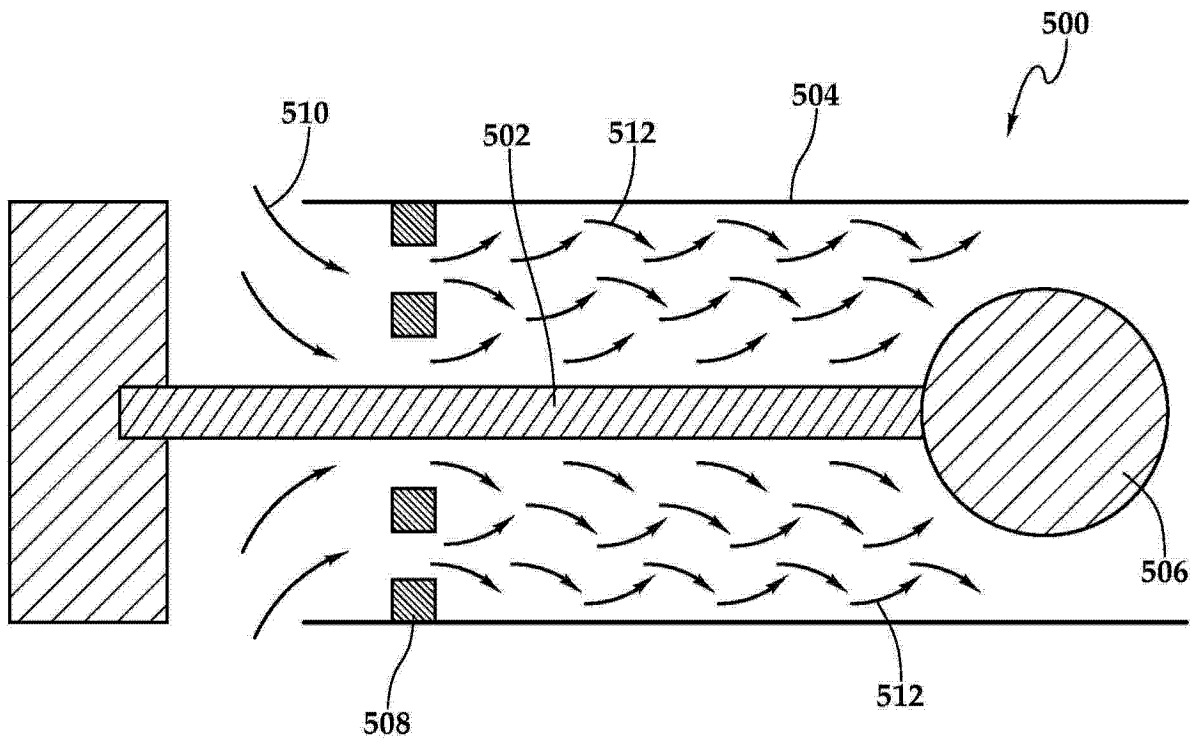


图 8

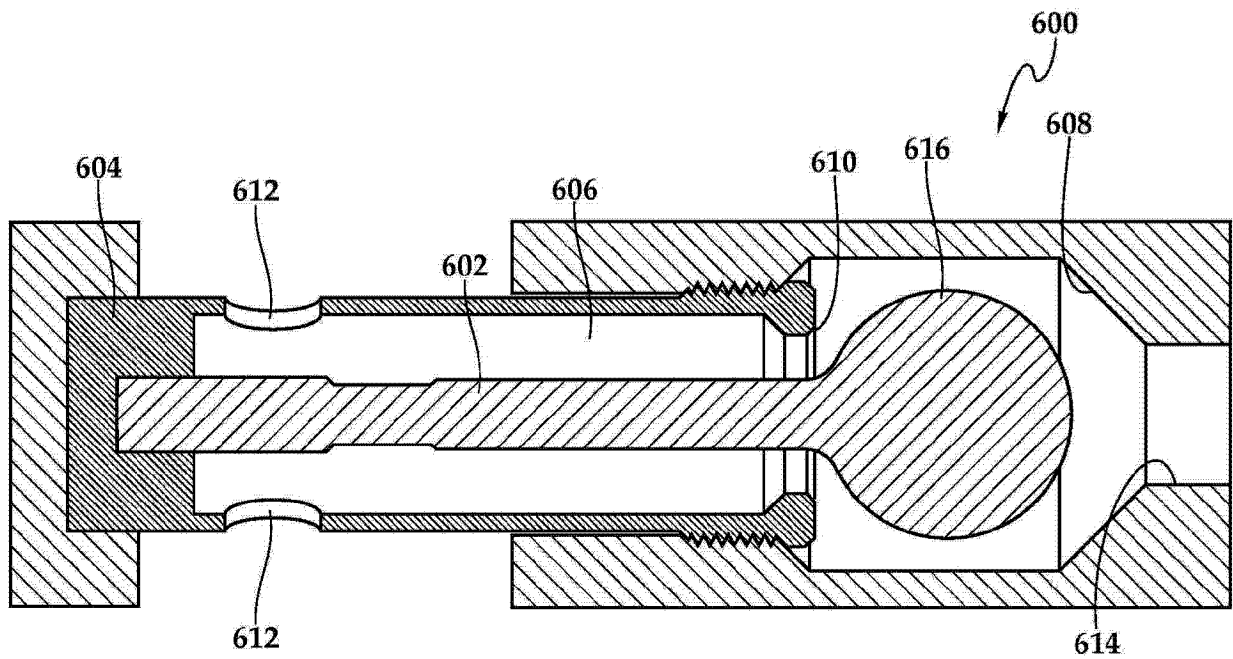


图 9