



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104379933 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 25

(21) 申请号 201380019011. 8

(22) 申请日 2013. 03. 28

(30) 优先权数据

12163347. 3 2012. 04. 05 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 10. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/056686 2013. 03. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/149932 EN 2013. 10. 10

(71) 申请人 维尔京群岛 SPP 有限公司

地址 英属维尔京群岛托尔托拉岛

(72) 发明人 穆罕默德·萨戈夫 彼得·格鲁比耶

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 杨生平 钟锦舜

(51) Int. Cl.

F04B 47/00(2006. 01)

F04F 7/00(2006. 01)

E21B 43/12(2006. 01)

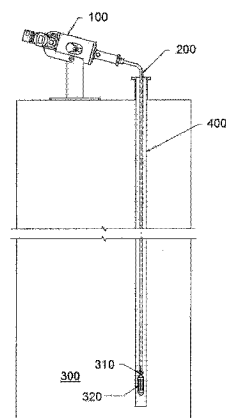
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

泵送流体的方法、用于该方法的脉冲发生器、
以及包括该脉冲发生器的泵系统

(57) 摘要

本发明提供了通过在管子 (200) 的一端操作脉冲发生器 (100) 来通过管子 (200) 泵送流体的方法, 脉冲发生器 (100) 使移动构件以小于 3Hz 的频率往复运动以在流体中产生压波, 这使得在管子 (200) 的另一端的脉冲转换器 (300) 允许流体流入到管子 (200) 中。此外, 公开了用于在泵送方法中使用的脉冲发生器 (100), 以及包括此脉冲发生器 (100) 的泵系统。所述脉冲发生器 (100) 包括: 连接器 (10), 其用于使脉冲发生器 (100) 与管子 (200) 连接, 其中, 将通过管子 (200) 泵送流体; 往复运动地可操作的移动构件 (30, 32, 34), 其用于在待泵送的流体中产生压力波, 所述移动构件 (30, 32, 34) 布置在腔体 (20) 中; 排放端口 (42), 其用于排放泵送的流体; 以及传送通道 (40), 其用于将泵送的流体从连接器 (10) 传送到排放端口 (42); 以及, 返回通道 (50), 其用于使通过传送通道 (40) 传送的流体返回到腔体 (20) 移动构件 (30, 32, 34) 靠近连接器 (10) 布置在腔体 (20) 中使得面向连接器 (10)。



1. 一种通过操作脉冲发生器 (100) 通过管子 (200) 泵送流体的方法, 其中, 所述脉冲发生器 (100) 具有移动构件 (30, 32, 34), 所述移动构件设置在所述管子 (200) 的一端处并且往复运动以在流体中产生压力波, 压力波使得设置在所述管子 (200) 的另一端的脉冲转换器 (300) 允许流体流动到管子 (200) 中, 其特征在于所述移动构件 (30, 32, 34) 在小于 3Hz 的频率下往复运动。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述移动构件 (30, 32, 34) 以从 2.5Hz 到 0.5Hz 范围内的频率往复运动。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述移动构件 (30, 32, 34) 以不大于 1.0Hz 的频率往复运动。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法, 其中, 所述管子 (200) 具有不大于 2 英寸 (5.1), 优选地不大于 1.5 英寸 (3.8cm), 更优选地不大于 1 英寸 (2.5cm) 的内径。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的方法, 其中, 所述管子 (200) 分支成多个管柱 (210), 每个管柱 (210) 都具有设置在其另一端的脉冲转换器 (300) 并且安装在相应井中。

6. 根据上述权利要求 1-5 中任一项所述的方法, 其中, 所述多个脉冲发生器 (100) 连接到相应管子 (200), 并且同步地操作所述脉冲发生器 (100)。

7. 根据权利要求 1-6 中任一项所述的方法, 所述方法用于从水井或油井泵送流体, 或者在气井中用于气井疏水。

8. 一种用于根据权利要求 1-7 中任一项所述方法的脉冲发生器 (100), 其包括:

连接器 (10), 其用于使所述脉冲发生器 (100) 与管子 (200) 连接, 其中, 将通过管子 (200) 泵送流体;

往复运动地可操作的移动构件 (30, 32, 34), 其用于在待泵送的流体中产生压力波, 所述移动构件 (30, 32, 34) 布置在腔体 (20) 中;

排放端口 (42), 其用于排放泵送的流体; 以及

传送通道 (40), 其用于将所述泵送的流体从所述连接器 (10) 传送到所述排放端口 (42),

其特征在于, 返回通道 (50), 其用于使通过所述传送通道 (40) 传送的流体返回到所述腔体 (20),

其中, 所述移动构件 (30, 32, 34) 靠近所述连接器 (10) 布置在所述腔体 (20) 中使得面向所述连接器 (10)。

9. 根据权利要求 8 所述的脉冲发生器 (100), 其具有布置在传送通道 (40) 中的压力调节阀 (44)。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的脉冲发生器 (100), 其中,

所述移动构件 (30, 34) 是经由隔膜 (36) 密封到所述腔体 (20) 的壁的圆盘状构件 (30, 34) 或活塞 (30), 并且

所述传送通道 (40) 与所述移动构件 (30, 34) 中的每个都设有止回阀 (60, 62)。

11. 根据权利要求 8 或 9 所述的脉冲发生器 (100), 其中,

所述移动构件是柱塞 (32), 并且

所述传送通道 (40) 与所述返回通道 (50) 中的每个都设有止回阀 (60, 62)。

12. 根据权利要求 8-11 中任一项中所述的脉冲发生器, 其中, 止回阀 (64) 设置在所述

腔体 (20) 的出口。

13. 根据权利要求 8-12 中任一项所述的脉冲发生器 (100), 还包括:

箱体 (48), 其与所述排放端口 (42)、所述传送通道 (40) 与所述返回通道 (50) 联通; 以及

用于调节所述箱体 (48) 中的反压的过压阀 (66)。

14. 一种用于泵送流体的泵系统, 其包括:

管子 (200), 流体将通过其泵送;

脉冲转换器 (300), 其设置在所述管子 (200) 的一端; 以及

脉冲发生器 (100), 其连接到所述管子 (200) 的另一端, 所述脉冲发生器 (100) 具有可往复运动地操作的移动构件 (30, 32, 34) 以便在所述流体中产生压力波, 压力波使得在所述管子 (200) 的所述一端的所述脉冲转换器 (300) 允许所述流体流入到所述管子 (200) 中,

其特征在于, 所述脉冲发生器 (100) 是权利要求 8-13 中任一项中限定的脉冲发生器。

15. 根据权利要求 14 所述的泵系统, 其中, 所述管子 (200) 具有不大于 2 英寸 (5.1cm), 优选地不大于 1.5 英寸 (3.8cm), 更优选地不大于 1 英寸 (2.5cm) 的内径。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的泵系统, 其中, 所述管子 (200) 分支成多个管柱 (210), 每个管柱都具有设置在其一端的所述脉冲转换器 (300)。

17. 根据权利要求 14-16 中任一项所述的泵系统用于从水井或油井泵送流体, 或者在气井中用于气井疏水的用途。

18. 根据权利要求 17 所述的用途, 其中, 所述移动构件 (30, 32, 34) 以小于 3Hz 的频率往复运动。

泵送流体的方法、用于该方法的脉冲发生器、以及包括该脉冲发生器的泵系统

技术领域

[0001] 本本发明涉及泵送流体的方法，在此方法中使用的脉冲发生器，以及包括此脉冲发生器的泵系统。

背景技术

[0002] US2009/0000790A1 公开了包括连接到柔性驱动杆的一端的电机与连接到柔性驱动杆的另一端的活塞的短冲程活塞泵。活塞与柔性驱动杆布置在管子中，并且当活塞在管子中上下移动时活塞适于向管子上传送流体。

[0003] 为了通过柔性驱动杆分配，已知利用脉冲发生器来在包含流体的管子的一端产生压力波，其前进到在管子的另一端的脉冲转换器以使脉冲转换器允许流体流动到管子中。脉冲转换器可以包括弹簧加载的止回阀，当压力波在管子的另一端处反射时该止回阀打开，并且然后再次关闭。由此，每次脉冲转换器被压力波致动，流动通过脉冲转换器进入到管子中的增量流体体积，被朝向其中安装脉冲发生器的管子的端部泵送，并且经由排放端口排放。

[0004] US2355618A 利用具有振动活塞的声学发生器来产生压力波与致动脉冲转换器。活塞的振动频率被调节为保持管子内的液柱中的基本共振的情形，并且相对于在活塞振动中的活塞的状态调节排放阀的打开的时间间隔与定时以确保最佳结果。为了防止“气锁”建议弯曲管子的上部并且将排放管连接到弯曲部分的最上端，由此随着排放的流体从主要流体柱移除可能已经从其中分离的任何气体。

[0005] US4460320A 试图通过共振定时解决此问题，这些问题如同在 US2355618A 中公开的泵那样使现有技术泵保持远离在一般泵送应用中在商业上变得成功。US4460320A 提出利用声压波发生器，其具有通过在环状构造中冲击液体在液体中产生声压波的特定活塞。除了产生声压波以外，活塞的往复运动交替地打开与关闭排放端口。

[0006] WO2006/062413A 公开了具有带有止回阀的活塞的波发生器，所述活塞在管子内部以 5mm 范围内的小幅度以及 100Hz 的范围内的频率振荡，以致使在活塞的下游侧的流体将被供给以来自活塞的高能脉冲。在另一个实施方式中，通过将振荡隔膜附接到管子的周边而产生压力波。

发明内容

[0007] 将要通过本发明解决的问题是提供利用压力波泵送流体的方法，这对于使流体从水井与油井的人工提升以及用于气井中以便气井疏水是实用的。另一个目的是提供用于此方法中的脉冲发生器，以及包括该脉冲发生器的泵系统。

[0008] 在本发明的第一方面，提供了通过操作脉冲发生器通过管子泵送流体的方法，其中，脉冲发生器具有移动构件，该移动构件设置在管子的一端并且往复运动以在流体中产生压力波，压力波使得设置在管子的另一端的脉冲转换器允许流体流入到管子中。移动构

件以小于 3Hz 的频率往复运动。该频率优选地在 2.5 到 0.5Hz 的范围内,更优选地对于具有 50 到 500m 的深度的浅井来说在 2.0 到 0.6Hz 的范围内。例如,对于具有约 750m 的深度的井来说该频率可以是 0.8 到 0.4Hz。期望的是对于甚至更深的井来说优选的频率 0.1Hz。

[0009] 就关于随着深度的增加频率降低的原因来说,对此的简要解释是波长随着深度的增加而增加,并且要求达到脉冲转换器的波传播时间成比例地增加。理论上,流体是不可压缩的并且其应该不能在流体中形成压缩波。然而,在实际生活中,流体含有一定量的空气或气体这使得液体足够弹性以形成压缩波。在流体中的空气或气体量对于每个井来说都是独特的。多个参数如管子长度、在泵送操作开始以前填充在管子中的流体中的空气量、当泵在操作中时通过脉冲转换器进入管子中的空气量、井产生的气体量、流体粘度、以及流体温度起作用。

[0010] 低至上面限定的频率通过避免摩擦损失以及由振动、噪音等造成的损失增加了总泵送效率。频率如此低以至于将不存在共振。

[0011] 由于摩擦损失低并且不存在关于共振、振动、噪音等的特定问题,根据本发明的方法允许使用具有比由人工提升的其它已知泵要求的直径更小的管子,例如具有不大于 2 英寸 (5.1cm)、1.5 英寸 (3.8cm)、1 英寸 (2.5cm) 或者更小的内径的管子。这降低了钻取的成本以及由于较小执行的全井设施成本以及壳体与管子的成本。然而,本发明的应用不限于更小的管子尺寸。在当需要较大的流速时的情形中可以使用较大的管子尺寸。

[0012] 管子可以分支成多个管柱,每个管柱都具有设置在其另一端处并且安装在相应井中的脉冲转换器。在此情形中,能够通过一个并且相同的脉冲发生器从不同井泵送流体从而进一步增加了总泵送效率。此布置被认为是不能通过现今使用中的任何已知泵实现的本发明的特定特征。

[0013] 此外,多个脉冲发生器中的每个都可以连接到相应的管子。在此情形中,如果通过一个并且相同的驱动装置同步地操作脉冲发生器,可以进一步增加总的泵送效率。

[0014] 本发明的方法可以有利地用于从水井或油井泵送流体,或者在气井中用于气井疏水。

[0015] 当根据本发明的方法被用于将流体从诸如水井、油井、或者气井的地下源泵送到表面高度时,进行钻孔并且将表面壳体插入到钻孔中直到到达地下源,管子插入到在前端具有脉冲转换器的封装孔中,并且表面定位的脉冲发生器连接到管子的后端并且操作。由于管子尺寸可以较小,因此可以降低钻取成本。这使得根据本发明的方法有益,但是不限于以低速率钻井并且通过使流速下降延长了现有井的使用寿命,这是不能通过现有技术方法经济地利用的。另一个应用本发明的领域是从气井泵送水,即气井疏水。后者尤其地相关因为在大多数情形中需要将低流速的水向上泵送并且使用较小的管子直径可以降低泵送操作的成本,因为利用具有较小内径的管子,例如 1 英寸 (2.5cm)、3/4 英寸 (1.9cm) 或者 1/2 (1.3cm)。

[0016] 如果此方法利用多个管柱或管子,便能够从不同的井泵送流体。

[0017] 在本发明的第二方面中,提供了用于在本发明的方法中使用的脉冲发生器。脉冲发生器包括:用于使脉冲发生器与将通过其泵送流体的管子连接连接器;用于在将要泵送的流体中产生压力波的可往复运动地操作的移动构件,其被靠近连接器布置在腔体中使得面向连接器;用于排放泵送的流体的排放端口;用于将泵送的流体从连接器传送到排放

端口的传送通道 ; 用于使通过传送通道传送的流体返回到腔体的返回通道。

[0018] 在本发明的脉冲发生器中, 脉冲发生器的移动构件靠近连接器布置在腔体中使得面向连接器。当产生压力波时这使损失最小化。此外, 脉冲发生器具有允许流体从腔体循环通过传送通道返回到腔体的返回通道。这补偿了在抽吸冲程过程中移动构件的移动, 由此减小了用于操作与避免气蚀需要的能量。除了降低能量消耗与避免气蚀以外, 利用产生的流体循环通过传送通道降低了操作成本, 由于这不需要特别地用于此目的的用于供给流体的其它流体箱体。

[0019] 流体循环通过传送与返回通道的另一个方面是通过提供压力调节阀 (控制阀) 能够在两个通道中保持较高的压力 (反压) 。压力调节阀布置在传送通道中以便控制通过传送通道泵送的流体的流速与压力。控制通过传送通道的流速与压力在由移动构件产生的压力波的幅度以及降低能量消耗上具有积极效果。此外, 减少了气体到脉冲转换器中的流入。

[0020] 可以通过使传送通道与移动构件中的每个都设有止回阀 (第一止回阀与第二止回阀) 来确保流体从腔体通过传送通道与返回通道返回到腔体的循环。在此情形中, 移动构件可以是经由隔膜密封到腔体的壁的圆盘状构件或活塞。在另选构造中, 移动构件是柱塞并且传送通道与返回通道的每个都设有止回阀 (第一止回阀与第二止回阀) 。

[0021] 另一个止回阀 (第三止回阀) 可以设置在腔体的出口处以便在抽吸冲程过程中降低压降。

[0022] 脉冲发生器还可以包括与排放端口联通的箱体、传送通道与返回通道、以及用于调节箱体中的反压的过压阀。此布置对于根据流体的气体含量调节反压是有用的。

[0023] 在本发明的第三方面中, 提供了用于泵送流体的泵系统, 包括 : 通过其泵送流体的管子 ; 设置在管子的一端的脉冲转换器 ; 以及本发明的脉冲发生器, 其连接到管子的另一端并且具有往复地可操作的移动构件以便在流体中产生压力波, 这使得在管子的一端处的脉冲转换器允许流体流入到管子中。

[0024] 在本发明的泵系统中, 摩擦损失很低并且没有共振、振动、噪音等特定问题。因此, 能够使用比由用于人工提升的其它已知泵要求的直径更小的管子, 例如具有不大于 2 英寸 (5.1cm) 、 1.5 英寸 (3.8cm) 、 1 英寸 (2.5cm) 或者更小的内径的管子。如上所述, 这降低了钻取的成本以及由于较小执行的全井设施成本以及壳体与管子的成本。

[0025] 管子可以分支成每个都具有设置在其另一端处的脉冲转换器的多个管柱。在此情形中, 能够通过一个并且相同的脉冲发生器从不同位置泵送流体从而进一步增加了总泵送效率。

[0026] 本发明的泵系统可以有利地用于从水井或油井泵送流体, 或者在气井中用于气井疏水。如上所述, 可以通过以井越深频率越低小于 3Hz 的频率往复移动脉冲发生器的移动构件来增加总的泵送效率。

附图说明

[0027] 将参照在附图中描述的优选实施方式更加详细地描述本发明。

[0028] 图 1 示出了用于在本发明中使用的第一泵系统的示意图。

[0029] 图 2A 是示出根据第一实施方式的脉冲发生器的主要部分的平面图, 并且图 2B 是示出根据第一实施方式的脉冲发生器的移动构件的横截面视图。

[0030] 图 3A 是示出根据第一实施方式的变型的脉冲发生器的主要部分的平面图,并且图 3B 是示出根据第一实施方式的变型的脉冲发生器的移动构件的横截面视图。

[0031] 图 4A 是示出根据第二实施方式的脉冲发生器的主要部分的平面图,并且图 4B 是示出根据第二实施方式的脉冲发生器的移动构件的横截面视图。

[0032] 图 5A 是示出根据第三实施方式的脉冲发生器的主要部分的平面图,并且图 5B 是示出根据第三实施方式的脉冲发生器的移动构件的横截面视图。

[0033] 图 6A- 图 6C 示出了对于不同操作频率来说在脉冲转换器处的实时压力的实验结果。

[0034] 图 7A 是示出用于本发明的第二泵系统的示意图,并且图 7B 示出了第二泵系统的细节 A。

[0035] 图 8A 是示出用于本发明的第三泵系统的示意图,并且图 8B 示出了第三泵系统的细节 A。

[0036] 图 9 示出了用于在本发明中使用的第四泵系统的示意图。

具体实施方式

[0037] 图 1 是示出了用于在本发明中使用的泵系统(第一泵系统)的典型实例的示意图。第一泵系统包括插入到封装钻孔 400 中的管子 200、在管子 200 的一端的表面定位的脉冲发生器 100、包括在管子 200 另一端的止回阀 310 与过滤器 320 的脉冲转换器 300。钻孔 400 的底部填充有来自地下源的流体,包括诸如水、油等液体或者液体与气体的混合物。

[0038] 为了将流体从钻孔 400 的底部通过管子 200 泵送到表面高度,操作脉冲发生器 100,使得移动构件在脉冲发生器中以小于 3Hz 的低频率往复运动。该频率优选地在 2.5 到 0.5Hz 的范围内,更优选地对于具有 50 到 500m 的深度的浅井来说在 2.0 到 0.6Hz 的范围内。例如,对于具有约 750m 的深度的井来说该频率可以是 0.8 到 0.4Hz。期望的是对于甚至更深的井来说优选的频率约 0.1Hz。

[0039] 移动构件的往复运动在管子 200 的内部的流体中产生压力脉冲,该压力脉冲前进到其中止回阀 310 布置在那里的管子 200 的下端。压力波在止回阀 310 处被反射使得止回阀 310 被反复地打开短的时间期间并且允许增量流体体积从钻孔 400 的底部通过过滤器 320 进入到管子 200 中。其它流体体积被通过在管子 200 的上端处的排放端口从管子 200 取出。

[0040] 发明人发现通过将往复运动构件的频率设为小于 3Hz,总的泵效率显著地增加。增加的泵效率意味着泵送一定量流体所需的能量减小。

[0041] 在本发明的泵送方法中使用的频率范围在声学波的范围以下并且由此防止了共振、振动、噪音等的发生。通过将往复运动构件的频率设为小于 3Hz,总的泵效率增加。井越深频率应该是越低以使操作的效率与流速最大化。

[0042] 本发明的泵送方法使得从极端浅的井中泵送重油是有益的,这不能通过现有技术方法经济地开采。通常来说,“极端”浅表示该井不深于 600m。

[0043] 此外,本发明的泵送方法的使用不限于从此超级浅井泵送重油。实际上,只要流体使得当通过压力波致动脉冲转换器 300 时进入管子 200,无论将要泵送的液体是高粘度流体、低粘度流体、或者气体都没有多大区别。只要钻孔 400 中的流体的压力使得压力转换器

300 在通过压力波致动脉冲转换器 300 以前保持关闭,那么深度也不是问题。

[0044] 此外,本发明的泵送方法的使用不限于通过竖井从地下泵送流体。可以通过诸如倾斜井或水平井的定向钻井泵送流体,或者可以通过具有作为管线的管子的管线泵送流体。

[0045] 在下面,描述了脉冲发生器的几个实施方式,其特别地适于本发明的泵送方法并且其可以被用于替代图 1 中示出的脉冲发生器 100。

[0046] 图 2A 与图 2B 示出了脉冲发生器的第一实施方式。

[0047] 根据第一实施方式的脉冲连接器具有用于与通过其泵送流体的例如 1 英寸 (2.5cm) 的管子连接连接器 10。靠近连接器 10,设有容纳作为用于在待泵送流体中产生压力波的移动构件的可往复运动地操作的活塞 30 的腔体 20。活塞 30 以面向连接器 10 的方式如此布置在腔体 20 中。当产生压力波时这使损失最小化。活塞 30 具有例如通过线性电机或旋转电动机驱动的活塞轴以及其间(驱动装置)的凸轮机构。

[0048] 连接器 10 与腔体 20 之间的位置处,传送通道 40 分支这使泵送的流体传送到箱体 48 中。传送通道 40 设有用于防止流体回流的第一止回阀 60。传送到箱体 48 的流体可以经由排放端口 42 排放。通过排放阀(第二控制阀)46 来控制排放流量。

[0049] 箱体 48 与使流体从箱体 48 返回到腔体 20 中的活塞 30 的后部的返回通道 50 联通。活塞 30 具有使腔体 20 的后部与靠近连接器 10 的前部连接的内部通道。第二止回阀 62 相应地布置在活塞 30 的内部通道中以便在活塞 30 的抽吸冲程过程中允许流体流入到腔体 20 的前部中并且在压缩冲程过程中关闭内部通道。

[0050] 返回通道 50 允许流体从腔体 20 通过传送通道 40 循环到箱体 48 并且返回到腔体 20。这补偿了在抽吸冲程过程中活塞的移动,由此减小了用于驱动活塞与避免气蚀需要的能量。除了减小能量消耗与避免气蚀以外,使得活塞 30 的移动独立于从连接器 10 或管道泵送到传送通道 40 中的流体的流动。

[0051] 压力调节阀(第一控制阀)44 布置在传送通道 40 中以便控制通过传送通道 40 的流体的压力与流速。控制通过传送通道 40 的流体的压力与流速对保持流体柱中的反压具有效果,这对于减少到脉冲转换器中的气体的流入是尤其有用的。

[0052] 图 3A 与图 3B 示出了第一实施方式的变型。

[0053] 图 3A 和图 3B 中示出的变型的脉冲发生器与第一实施方式的脉冲发生器区别在于第三止回阀 64 设置在腔体 20 与其中传送通道 40 在那里分支的活塞之间的腔体 20 的出口处。在抽吸冲程过程中第三止回阀 64 减小了压降。此外,在箱体 48 处设有过压阀(第三控制阀)66 以便根据钻孔中的流体的气体含量调节箱体 48 中的反压。对于其它来说,变型的脉冲发生器的效果与第一实施方式中的这些基本上相同。

[0054] 应该指出的是无需将第三止回阀 64 与过压阀 66 结合使用。脉冲发生器可以具有第三止回阀 64,但是没有过压阀 66,并且反之亦然。

[0055] 图 4A 与图 4B 示出了脉冲发生器的第二实施方式。

[0056] 在根据第二实施方式的脉冲发生器中,连接器 10 打开到腔体 20 中,腔体 20 容纳作为用于产生压力波的移动构件的可往复运动操作柱塞 32。柱塞 32 以面向连接器 10 的方式如此布置在腔体 20 中。

[0057] 在腔体 20 的中心位置,传送通道 40 分支,其将泵送的流体传送到箱体 48。传送

通道 40 设有用于防止流体的反流的第一止回阀 60, 以及用于控制通过传送通道 40 的流体的压力与流速的压力调节阀 (第一控制阀) 44。传送到箱体 48 的流体经由排放端口 42 排放, 通过排放阀 (第二控制阀) 46 控制排放流量。

[0058] 箱体 48 与返回通道 50 联通, 返回通道使返回流体从箱体 48 经由第二止回阀 62 到与传送通道 40 的入口相对的腔体 20 的中心位置。返回通道 50 允许流体在柱塞 32 的抽吸冲程过程中从腔体 20 循环通过传送通道 40 到箱体 48 并且返回到腔体 50。

[0059] 第三止回阀 (未示出) 可以设置在腔体 20 与连接器 10 之间的腔体 20 的出口处以便在抽吸冲程过程中减小压降。箱体 48 可以设有过压阀 (未示出) 以便根据钻孔中的流体的气体含量调节反压。

[0060] 第二实施方式的效果与第一实施方式的效果基本上是相同的。

[0061] 图 5A 与图 5B 示出了脉冲发生器的第三实施方式。

[0062] 在根据第三实施方式的脉冲发生器中, 连接器 10 打开到腔体 20 中, 腔体 20 容纳作为用于产生压力波的移动构件的可往复运动地操作的圆盘状构件 34。圆盘状构件 34 如此布置在腔体 20 中使得面向连接器 10 并且经由隔膜 36 密封到腔体 20 的周边壁。

[0063] 在靠近连接器 10 的腔体 20 的前部, 分支将泵送的流体传送到箱体 48 的传送通道 40。传送通道 40 设有用于防止流体的反流的第一止回阀 60, 以及用于控制通过传送通道 40 的流体的压力与流速的压力调节阀 (第一控制阀) 44。传送到箱体 48 的流体经由排放端口 42 排放, 通过排放阀 (第二控制阀) 46 控制排放流量。

[0064] 箱体 48 与使流体从箱体 48 返回到腔体 20 的后部的返回通道 50 联通。圆盘状构件 34 具有使腔体 20 的后部与靠近连接器 10 的前部连接在一起的内部通道。第二止回阀 62 相应地布置在圆盘状构件 34 的内部通道中以便在圆盘状构件 34 的抽吸冲程过程中允许流体流入到腔体 20 的前部中并且在压缩冲程过程中关闭内部通道。这允许流体的循环从腔体 20 通过传送通道 40 循环到箱体 48 并且返回到腔体 20。

[0065] 第三止回阀 (未示出) 可以设置在腔体 20 与连接器 10 之间的腔体 20 的出口处以便在抽吸冲程过程中减小压降。箱体 48 可以设有过压阀 (未示出) 以便根据钻孔中的流体的气体含量调节反压。

[0066] 第三实施方式的效果与第一实施方式和第二实施方式的效果基本上是相同的。

[0067] 图 6A 至图 6C 示出了在与图 2A 和图 2B 中示出的一个类似的在油井处的脉冲发生器的操作过程中获得的实验结果。在此测试中, 脉冲发生器连接到 1 英寸 (2.5cm) 管子并且脉冲转换器在 1200 英尺 (366m) 深度安装在管子的下端。

[0068] 脉冲发生器以三种不同的频率操作。图 6A 至图 6C 相应地示出了在脉冲转换器的 1Hz、1.4Hz、和 1.5Hz 处探测到的实时压力。尽管压力波大约具有 1.4Hz 与 1.5Hz 的频率的相同幅度与宽度, 立即显而易见的是对于 1Hz 的频率来说幅度与宽度更大。因此, 脉冲转换器的止回阀打开更多并且更长时间并且由此每次活塞冲程更多的流体被通过脉冲转换器泵送到管子中。如与 1.4Hz 和 1.5Hz 的频率相比, 对于泵送相同量的流体来说在 1Hz 的频率下需要较少的能量, 从而增加了总的泵送效率。

[0069] 在 2500 英尺 (763m) 的深井上执行的其它测试显示 0.4Hz 的操作频率具有良好的效率与流速。

[0070] 图 7A 和图 7B 示出了用于在本发明中使用的泵系统 (第二泵系统) 的第二实例。

在第二泵系统中,多达三个管柱 210 从与脉冲发生器 100 连接的管子 200 的端部分支。每个管柱 210 都具有设置在其另一端的脉冲转换器 300。钻孔 400 是水平钻孔,并且管柱 210 具有不同长度以泵送来自水平钻孔的不同位置的流体。

[0071] 通过此第二泵系统,能够利用一个并且相同的脉冲发生器 100 跨越流体储存器的较大长度泵送较大量的流体从而进一步增加总泵送效率。

[0072] 图 8A 和图 8B 示出了用于在本发明中使用的泵系统(第三泵系统)的第三实例。在第三泵系统中,多个三个脉冲发生器 100 连接到三个管子 200 中的相应一个。每个管子 200 都具有设置在其另一端的脉冲转换器 300。钻孔 400 是水平钻孔,并且管子 200 具有不同长度以泵送来自水平钻孔的不同位置的流体。脉冲发生器 100 的移动构件通过一个与相同的驱动装置驱动使得移动构件同步地往复运动。驱动装置例如包括,上述线性电机或旋转电动机与凸轮机构。

[0073] 通过此第三泵系统,能够利用一个并且相同的驱动装置跨越流体储存器的较大长度泵送较大量的流体从而进一步增加总泵送效率。

[0074] 图 9 示出了用于在本发明中使用的泵系统(第四泵系统)的第四实例。在第四泵系统中,多个三个管柱 210 从与脉冲发生器 100 连接的管子的端部分支。每个管柱 210 都具有设置在其另一端的脉冲转换器 300。管子 200 被插入分离例如 100m 的距离的不同的竖直钻孔 400 中。

[0075] 通过第四泵系统,能够通过一个并且相同的脉冲发生器 100 从相邻井泵送流体。这增加了总泵送效率并且降低了装置成本。

[0076] 附图标记列表

[0077] 100 脉冲发生器

[0078] 200 管子

[0079] 210 管柱

[0080] 300 脉冲转换器

[0081] 310 止回阀

[0082] 320 过滤器

[0083] 400 钻孔

[0084] 10 连接器

[0085] 20 腔体

[0086] 30 活塞

[0087] 32 柱塞

[0088] 34 圆盘状构件

[0089] 36 隔膜

[0090] 40 传送通道

[0091] 42 排放端口

[0092] 44 压力调节阀(第一控制阀)

[0093] 46 排放阀(第二控制阀)

[0094] 48 箱体

[0095] 50 返回通道

- [0096] 60 第一止回阀
- [0097] 62 第二止回阀
- [0098] 64 第三止回阀
- [0099] 66 过压阀（第三控制阀）

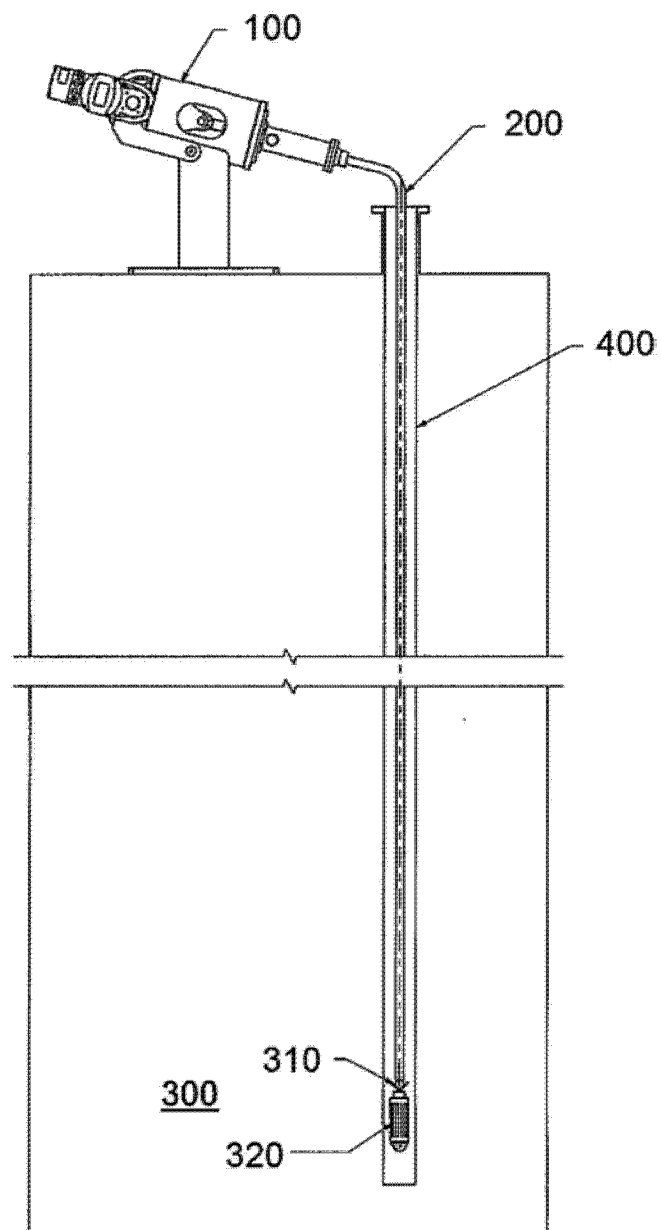


图 1

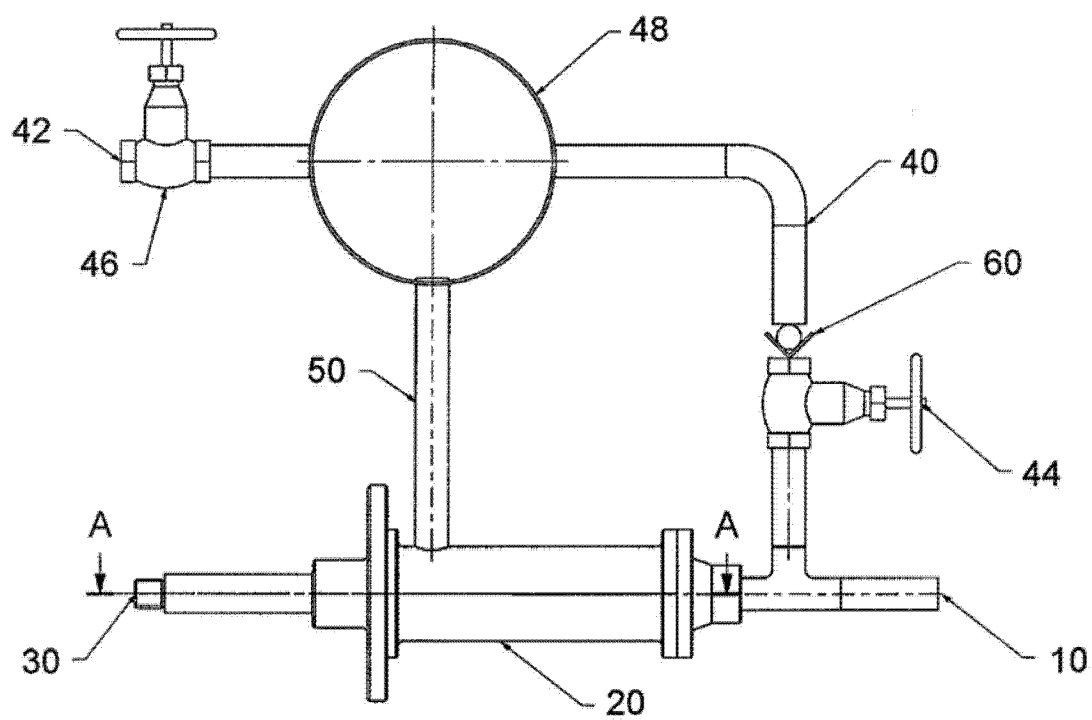


图 2A

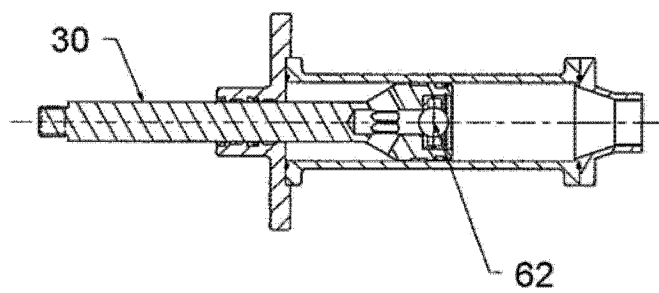


图 2B

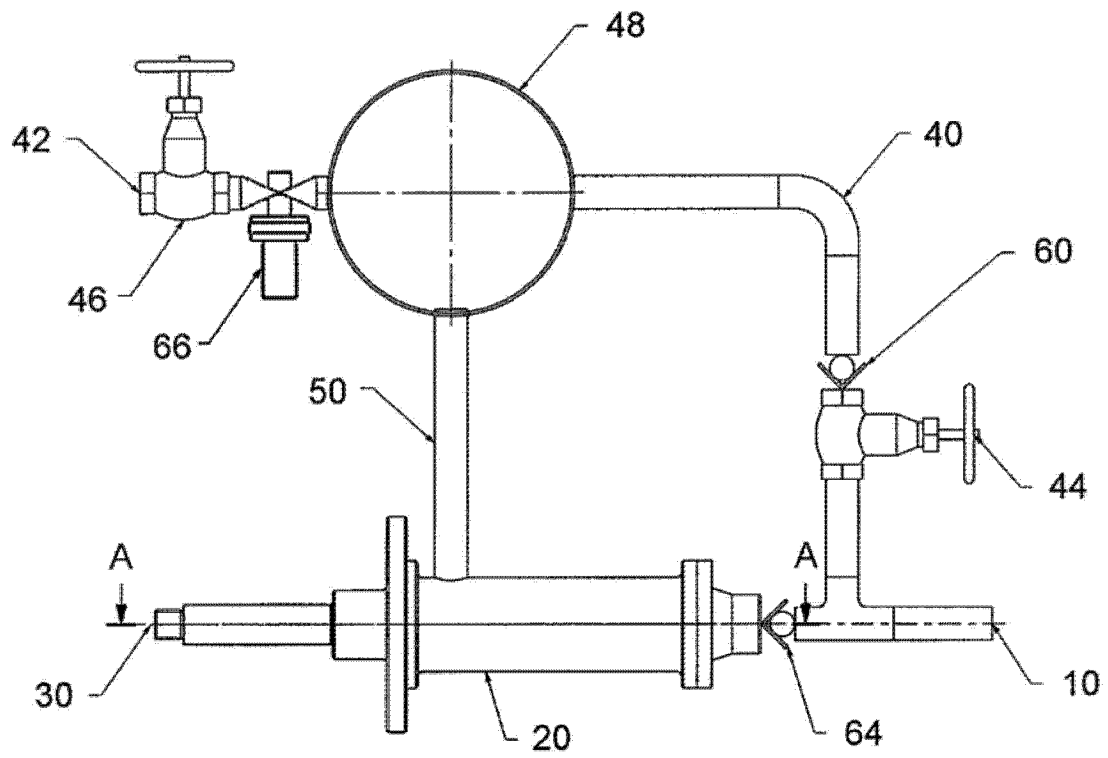


图 3A

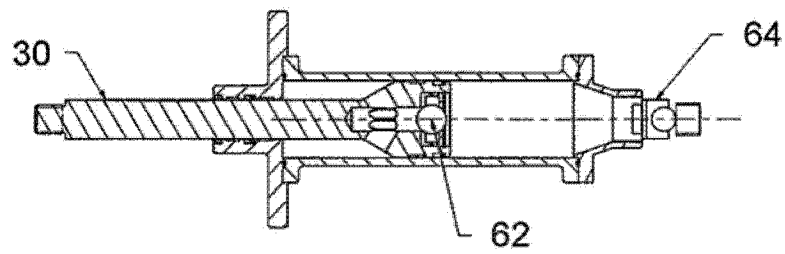


图 3B

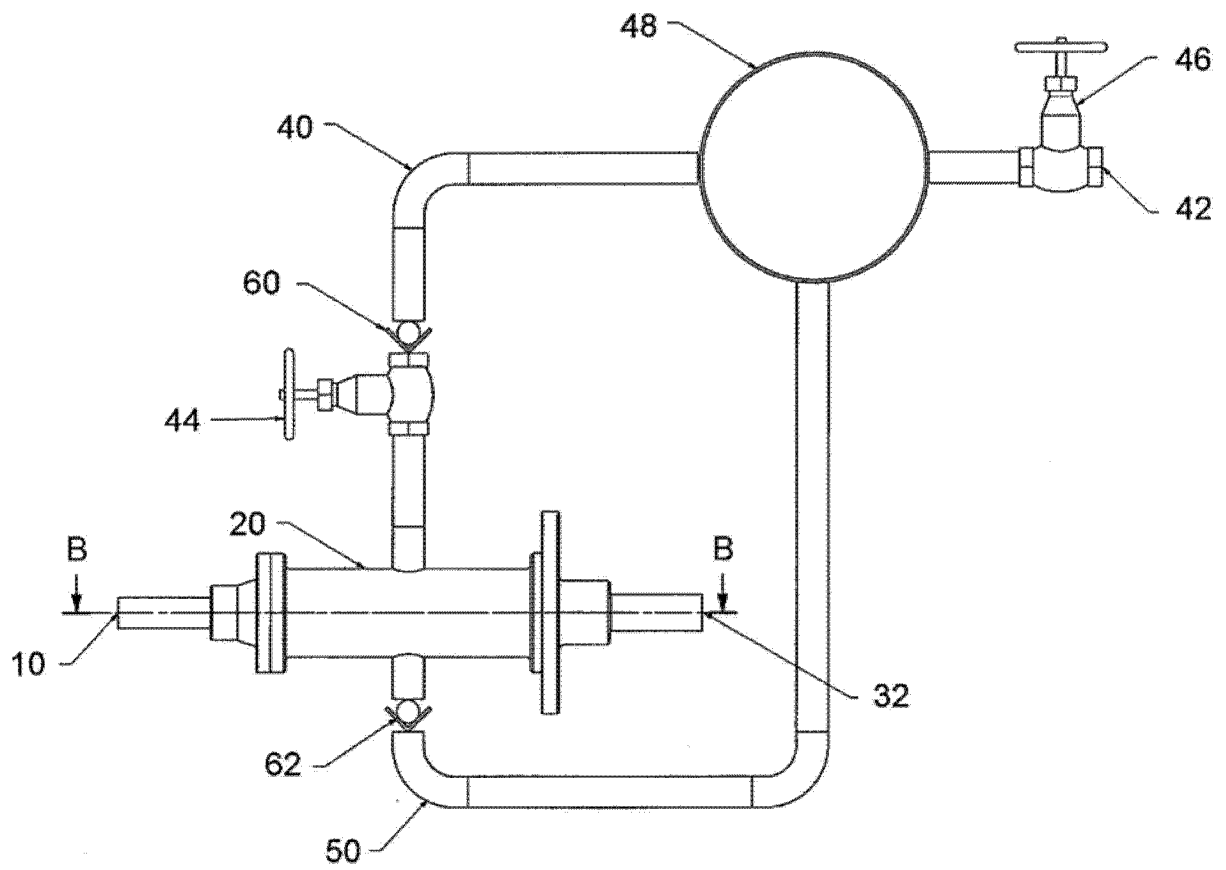


图 4A

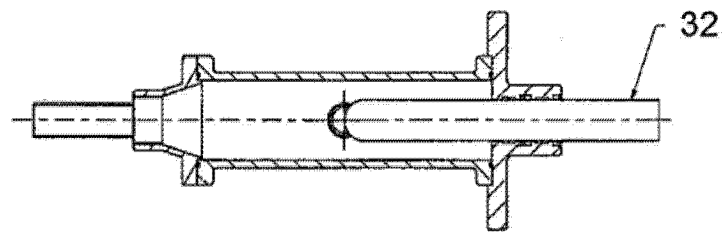


图 4B

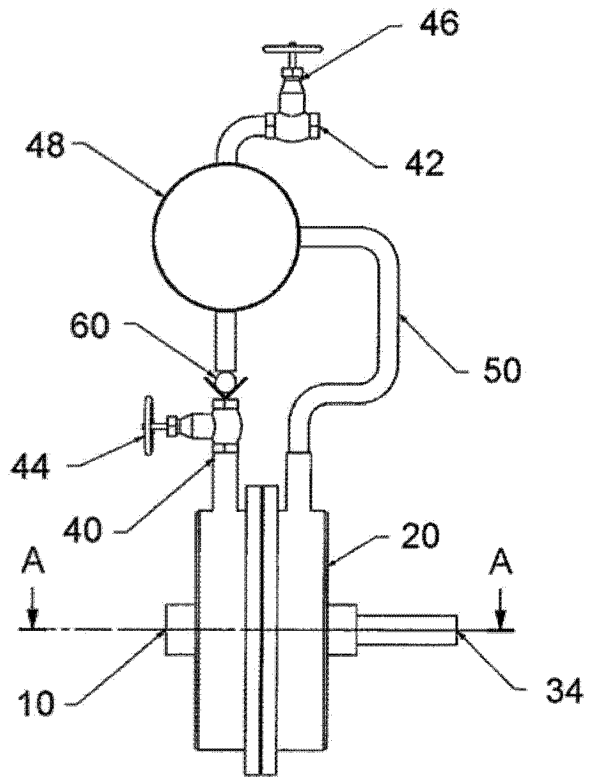


图 5A

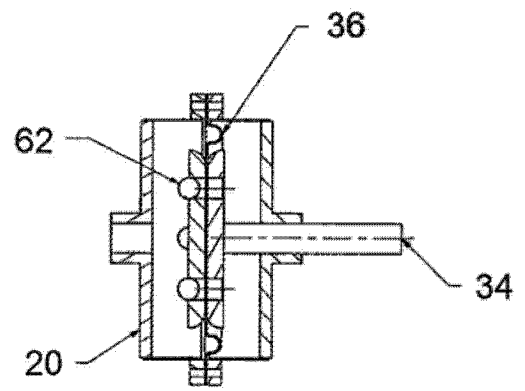


图 5B

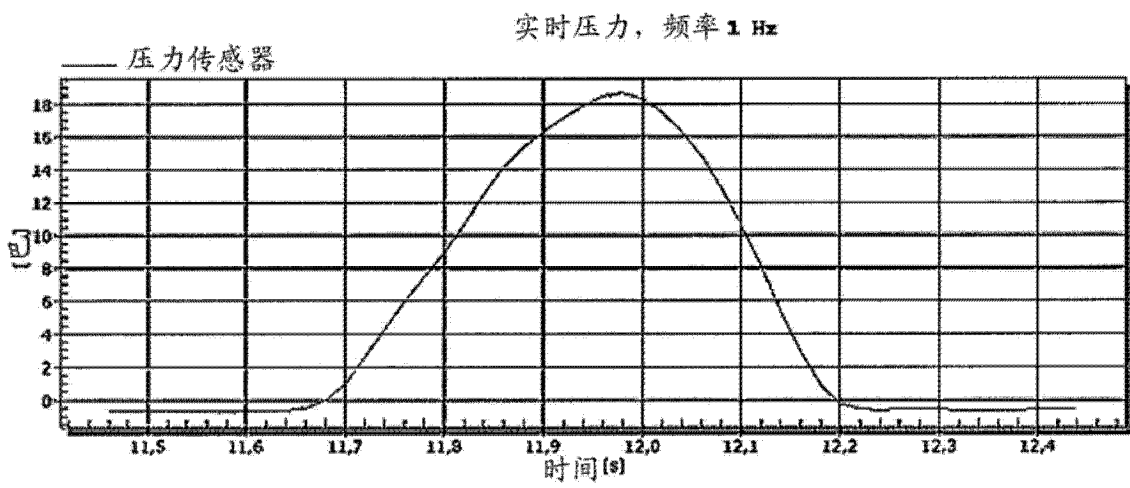


图 6A

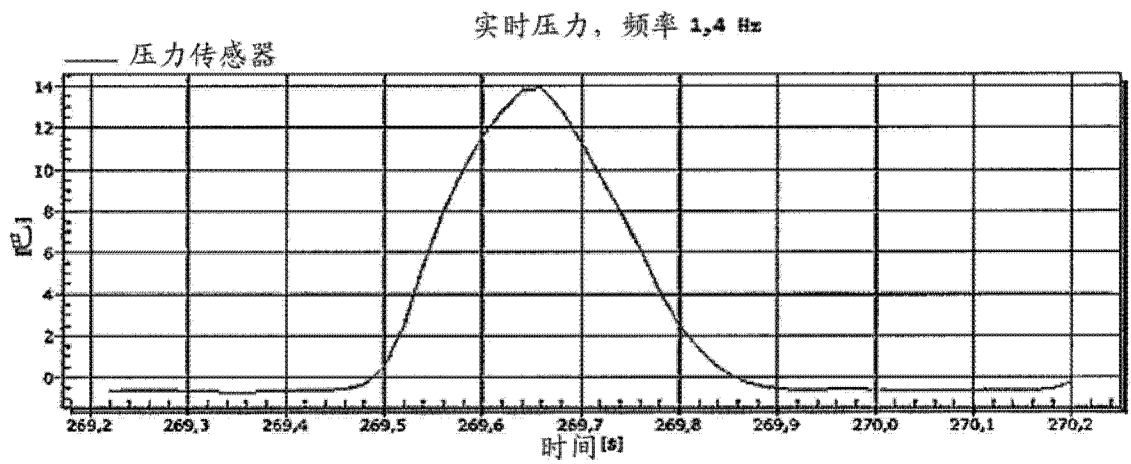


图 6B

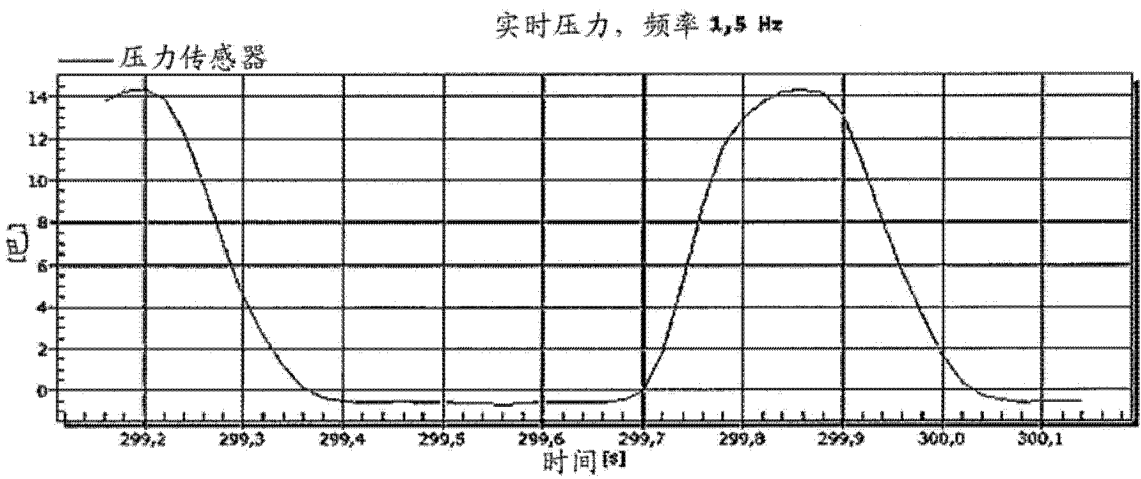


图 6C

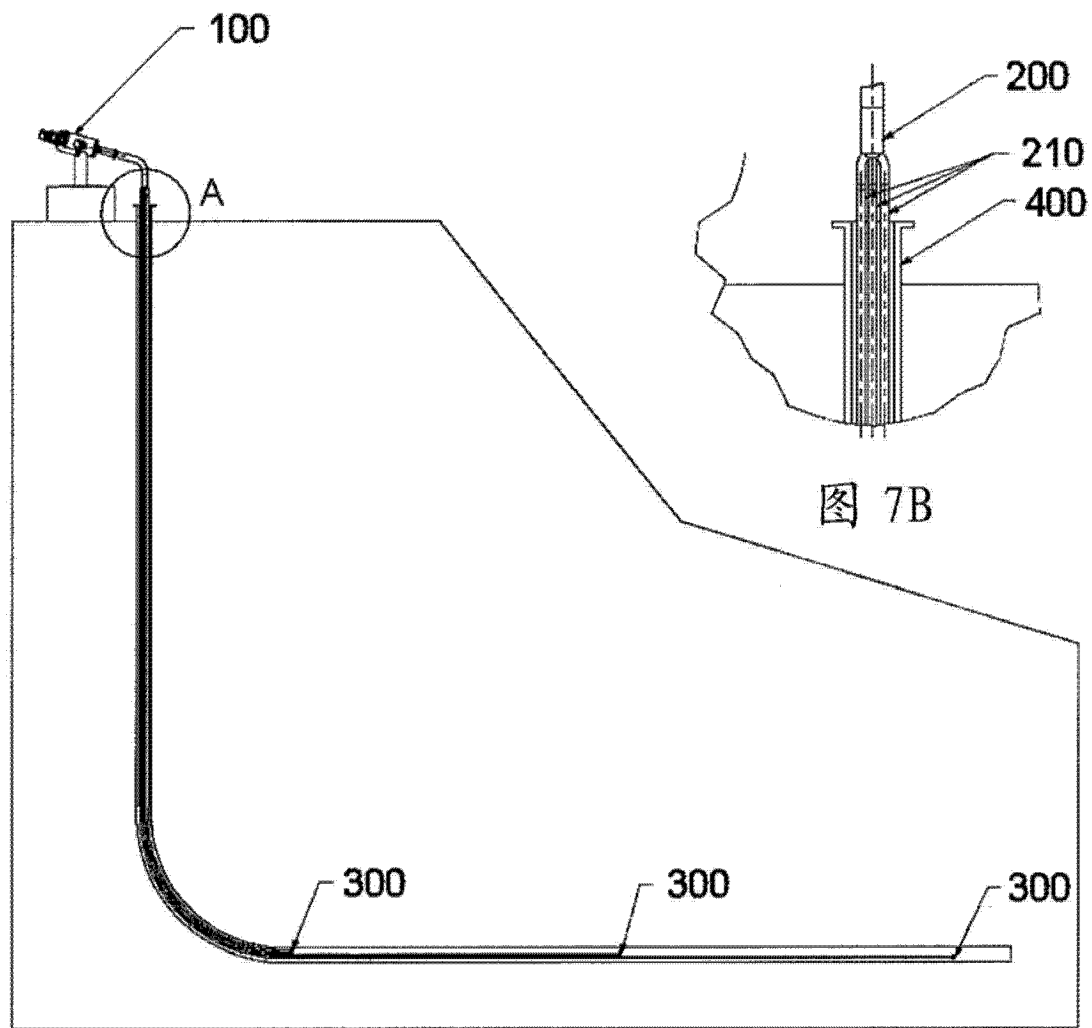


图 7A

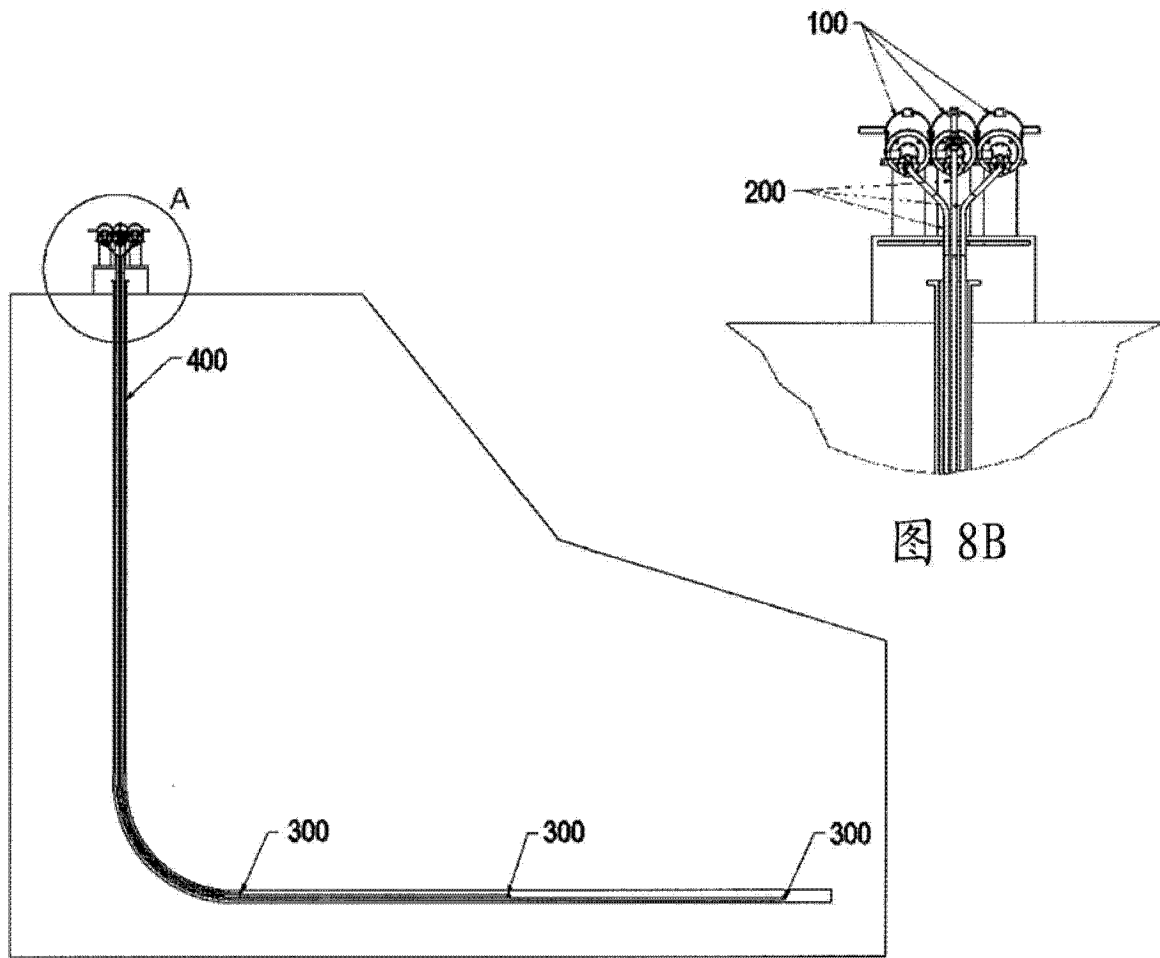


图 8A

图 8B

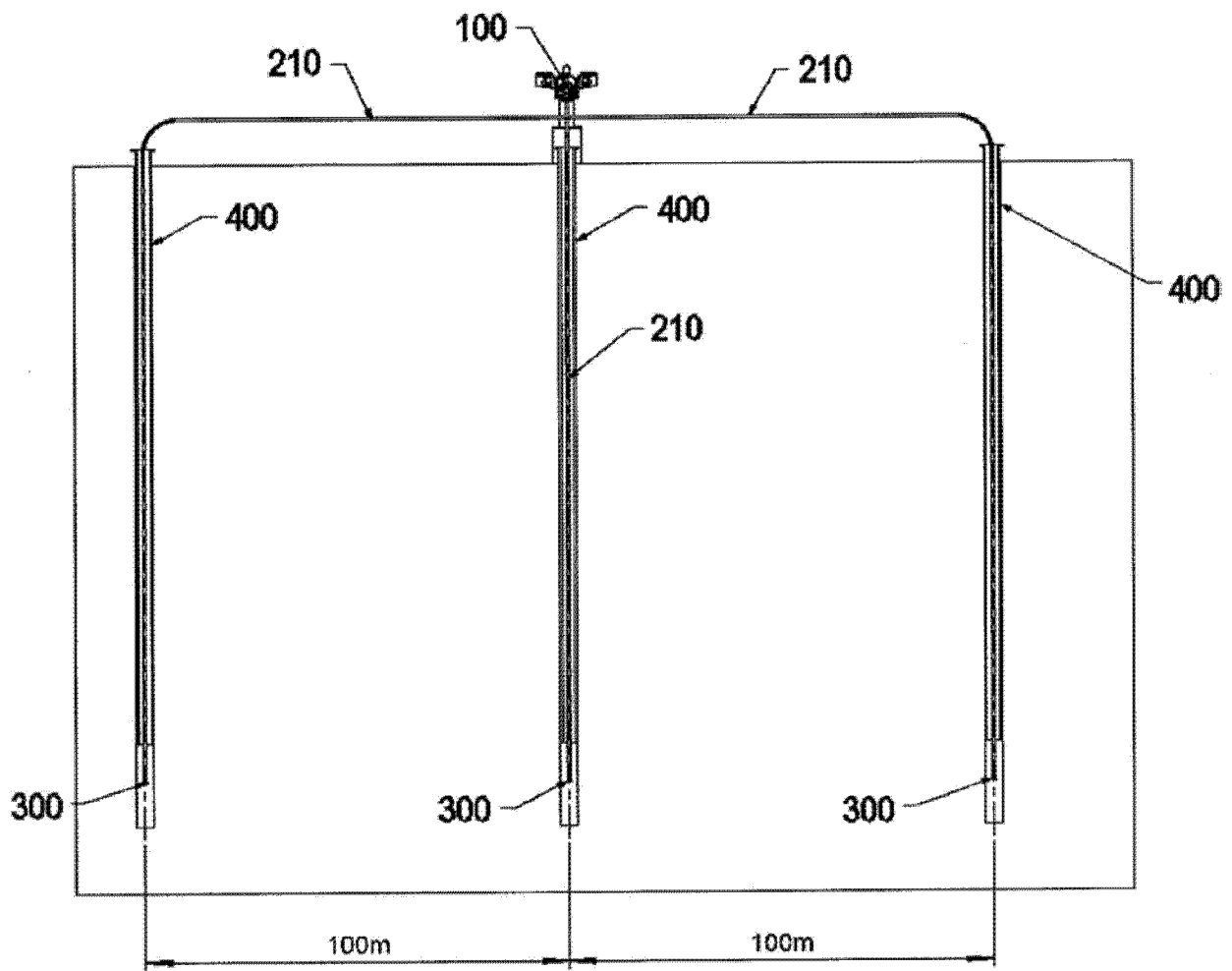


图 9