(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104126051 B
(45)授权公告日 2016.04.27

(21)申请号 201380009323.0
(22)申请日 2013.02.12
(30)优先权数据
12155337.4 2012.02.14 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.08.14
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2013/052756 2013.02.12
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/120837 EN 2013.08.22
(73)专利权人 国际壳牌研究有限公司
地址 荷兰海牙
(72)发明人 C·A·M·韦肯 L·卢戈特迈尔 D·L·克隆普斯玛 N·J·比赞
(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
(51)Int.Cl.
E21B 17/18(2006.01)
E21B 17/20(2006.01)
E21B 43/12(2006.01)
(56)对比文件
GB 2479432 A,2011.10.12,
GB 2479432 A,2011.10.12,
US 2008/271893 A1,2008.11.06,
US 2007/108380 A1,2007.05.17,
US 2004/035584 A1,2004.02.26,
US 5027903 A,1991.07.02,
CN 1491314 A,2004.04.21,
审查员 刘坤

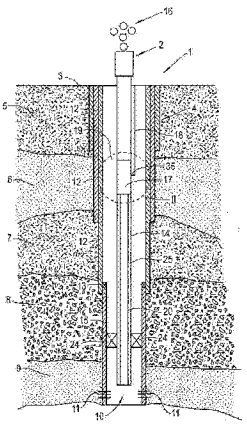
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

用于从井眼中生产烃气的方法及阀组件

(57)摘要

本发明提供了用于从井眼生产烃气的方法和用于该井眼的控制阀组件。该井眼包括井头、生产区、生产油管以及安装在生产油管内的速度管柱。该方法包括：允许气体从生产区经过速度管柱流动，该气体形成主要气流；以及通过控制阀控制来自位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间的气体向主要气流的流动，其中来自所述环状空间的所述气体的受控的质量流与主要气流混合。



CN 104126051 B

1. 一种用于从井眼 (4) 生产烃气的方法，该井眼 (4) 包括 ：

- 井头 (2)，

- 生产区 (10)，

- 生产油管 (14)，其具有一定的内径，该生产油管 (14) 在井眼 (4) 内从所述井头 (2) 延伸至所述生产区 (10)，

- 速度管柱 (20)，其具有小于所述生产油管 (14) 的内径的外径，所述速度管柱 (20) 安装在所述生产油管 (14) 内，从而在所述速度管柱 (20) 的外壁和所述生产油管 (14) 的内壁之间形成环状空间 (25)，所述环状空间 (25) 与所述生产区 (10) 流体连通，所述速度管柱 (20) 沿所述生产油管 (14) 的至少一部分延伸，

该方法包括 ：

- 允许气体从所述生产区 (10) 经过所述速度管柱 (20) 流动，所述气体形成主要气流，

- 通过控制阀 (23) 控制来自位于所述速度管柱 (20) 的外壁和所述生产油管 (14) 的内壁之间的所述环状空间 (25) 的气体向所述主要气流的流动，其中来自所述环状空间的所述气体的受控的质量流与所述主要气流混合 ；

其特征在于 ：

控制管线 (18) 包括第一支线 (32,33,34) 以及第二支线，该第一支线连接至井下安全阀 (21)，该第二支线连接至所述控制阀 (23)，该控制阀用于控制来自位于所述速度管柱 (20) 的外壁和所述生产油管 (14) 的内壁之间的所述环状空间 (25) 的且与生产气流相混合的所述气体的质量流。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，所述井眼 (4) 包括安装在生产油管 (14) 内的阀组件 (17)，其中所述阀组件 (17) 包括所述井下安全阀 (21) 和所述控制阀 (23)，该控制阀 (23) 安装在所述井下安全阀 (21) 的下方，并且其中所述速度管柱 (20) 在所述控制阀 (23) 的下方延伸。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，可在关闭位置和打开位置之间对所述井下安全阀 (21) 进行控制，其中所述井下安全阀 (21) 被弹簧部件 (39) 偏压至所述关闭位置，并且其中通过活塞部件 (37) 抵抗所述弹簧部件 (39) 的偏压而将所述井下安全阀 (21) 控制至所述打开位置，所述活塞部件承受通过从所述井头 (2) 延伸至所述井下安全阀 (21) 的所述控制管线 (18) 所产生的流体压力。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，当所述第一支线 (32,33,34) 中的流体压力大于操作流体压力时，所述井下安全阀 (21) 抵抗所述弹簧部件 (39) 的偏压被推压至所述打开位置，并且其中所述控制阀 (23) 构造成通过在介于较低的流体压力和较高的流体压力之间的范围内改变所述第二支线中的流体压力而在关闭位置和打开位置之间受到控制，其中所述范围的该较低的流体压力大于所述操作流体压力。

5. 根据权利要求 3 所述的方法，其中所述控制阀 (23) 可控制在介于所述关闭位置和所述打开位置之间的至少部分打开的位置。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，通过所述控制阀 (23) 控制气体从位于所述速度管柱 (20) 的外壁和所述生产油管 (14) 的内壁之间的所述环状空间 (25) 至主要气流的流动，从而使得与所述主要气流相混合的所述气体的受控的质量流将所述速度管柱 (20) 内的主要气流的流量调节至能将液体从所述生产区 (10) 经过所述速度管柱 (20) 提升的最小

流量，或者调节至稍大于所述最小流量的流量。

7. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述阀组件 (17) 包括置于所述井下安全阀 (21) 和所述控制阀 (23) 之间的接头 (22)。

8. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述阀组件 (17) 可从所述生产油管 (14) 中移出。

9. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述生产油管 (14) 预先存在于所述井眼 (4) 中，并且其中所述阀组件 (17) 被改型装配在预先存在的所述生产油管 (14) 中。

10. 一种用在用于生产烃气的井眼 (4) 的生产油管 (14) 内的阀组件，该阀组件 (17) 包括：

- 井下安全阀 (21)，其中，该井下安全阀 (21) 限定第一内部通道，并且其中，该井下安全阀 (21) 在关闭位置和打开位置之间可被控制；以及

- 控制阀 (23)，其中，该控制阀 (23) 限定与所述井下安全阀 (21) 的第一内部通道流体连通的第二内部通道，并且其中，所述控制阀 (23) 构造成控制从所述控制阀 (23) 的外部流入该控制阀 (23) 的第二内部通道的气体的质量流。

11. 根据权利要求 10 所述的阀组件，其中，所述井下安全阀 (21) 被弹簧部件 (39) 偏压至关闭位置，并且其中，该井下安全阀 (21) 能通过活塞部件 (37) 抵抗所述弹簧部件 (39) 的偏压而被控制到打开位置，该活塞部件能被流体压力致动。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的阀组件，该阀组件设置有包括第一支线 (32,33,34) 和第二支线的控制管线 (18)，该第一支线连接至所述井下安全阀 (21)，所述第二支线连接至用于控制气体的质量流的所述控制阀 (23)。

13. 根据权利要求 12 所述的阀组件，其中，所述控制管线是液压控制管线。

用于从井眼中生产烃气的方法及阀组件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于通过井眼从油气层开采烃气的方法。该井眼为例如烃生产井眼。

背景技术

[0002] 在烃气生产的第一阶段（也被称作一次开采，还被称作自然衰竭）中，储层压力要远大于井眼内的井底压力。这种大的压差朝井眼推动烃气并将烃气推动至地面。在此处，气体流量足以以稳定的方式携带相关的冷凝物和水沿着井眼向上直至地面。当储层压力已经降低至生产速度不再经济的水平时，一次开采阶段达到其极限。对于气储层而言，根据储层、采收井及地面详情，在自然衰竭的过程中生产的主要烃气的百分比会变化。所述百分比可能在 10％至 90％之间，例如 10％至 30％之间。

[0003] 当气体流量下降时，因为气体流量变得不足以将所有的液体从井眼提升，所以稳定的生产会停止。这些液体将会在井下积聚，并且损害生产。这个过程被称作积液。

[0004] 烃气生产的第二阶段被称作二次开采，在二次开采的过程中可通过一个或更多个注入井将外部液体（例如水）或气体注入气储层内，其中所述注入井与生产井流体连通。为了将稳定的生产持续至较低的流量，可采用人工的提升系统来减小井底压力或者增大所述压差，以增大烃气生产。因此，能够在较长时间内将储层压力保持在较高水平，并且能够将烃气（包含相关的液体）向地面移动。当从生产井中生产出大量的注入流体和 / 或生产不再经济时，二次开采阶段达到其极限。在气储层中连续使用一次开采和二次开采可能会采收储层中烃的例如大致 30％至 40％。

[0005] 提高采收率技术 (Enhanced Gas Recovery) 指的是用于将能够从气储层中提取的烃气的量增大的技术。由于提高采收率技术通常在二次开采之后实行，因此提高采收率技术有时还被称作为三次开采，但是提高采收率技术也可以在油气层的生产期中的任何时候开始。由于当前许多烃气生产井眼接近它们二次开采生产期的末期或者已经过了二次开采阶段，因此为了保持气井的产气能力及延长生产期，提高采收率技术变得日渐重要。

[0006] 因此，在二次开采阶段和 / 或提高采收率阶段，不再通过地层中气体的固有地层压力来从地下的地层开采烃气。气流中的水蒸气会在至地面的途中冷凝。由于气井中储层压力的衰减，因此气体速度可能不足以将所有的液体从井眼提升。在一段时间内，这些液体会积聚并损害生产。水滴聚集，沿着管状物流下，并积累在井眼底部。最终，液面升至高于井中射孔所处的高度。这被称作积液，并限制气体生产。

[0007] 用于气井去液化的可能技术包括安装速度管柱。速度管柱是直径相对小的油管柱，该油管柱下入在井的生产油管内来作为解决积液问题的补救处理。安装速度管柱减小了流通面积并增加了流量，使得液体能经由井眼被带至地面。通常利用作为速度管柱导管的连续油管来将速度管柱下入，速度管柱为气井中的积液问题提供了划算的解决方案。

[0008] 然而，尽管速度管柱增大了速度管柱内的流量因而能将液体提升至地面，但是较小的油管尺寸也增大了经过管柱的摩擦压降，这会导致生产能力损失。

发明内容

[0009] 本发明的一个目标是提供一种用于从井眼生产烃气的改善的方法。

[0010] 通过用于从井眼生产烃气的方法实现了上述目标，该井眼包括：

[0011] -井头，

[0012] -生产区

[0013] -生产油管，其具有一定的内径，生产油管在井眼内从井头延伸至生产区，

[0014] -速度管柱，其具有小于生产油管的内径的外径，速度管柱安装在生产油管内，从而在速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间形成环状空间，所述环状空间与生产区流体连通，速度管柱沿生产油管的至少一部分延伸，

[0015] 该方法包括：

[0016] -允许气体从生产区经过速度管柱流动，所述气体形成主要气流，

[0017] -通过控制阀控制气体从位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间向主要气流的流动，使得所述气体的受控的质量流与所述主要气流混合。

[0018] 速度管柱从生产区向上布设。速度管柱由油管制成，例如所述速度管柱由通过螺纹连接在一起的多节标准油管制成。速度管柱具有预定的内径，并且速度管柱被设计成增大主要气流的流量，使得液体能被主要气流携带至地面。速度管柱的内径被设计成使得能在预定的时间段内使用速度管柱。由于气井中的储层压力随着时间的过去持续降低，因此速度管柱的内径被设计成使得直至所述时间段的末期时速度管柱仍能将液体提升至地面。因此，在最初安装速度管柱时，速度管柱的内径要比将液体提升至地面所需的内径要小。结果是在这个阶段中，速度管柱的流通能力会明显低于初始生产油管的能力。这导致生产能力的损失。

[0019] 根据本发明，通过如下方式补偿生产能力的损失，即以受控的方式将从生产区积聚在位于速度管柱和生产油管之间的环状空间中的气体与速度管柱内的主要气流混合。在环状空间中的流量将被阻滞以避免速度管柱进入积液状态的情况下，控制阀控制来自所述环状空间的气体与速度管柱内的主要气流的混合，从而使得速度管柱内的流量足以将液体提升至地面。在此处，井眼内的井底压力降低，地层中气体的地层压力和井眼内的井底压力之间的压力梯度增大。与此同时，从所述环状空间至主要气流的气体的质量流被控制阀控制，使得速度管 柱仍然能借助于主要气流将液体经过速度管柱向上携带。换言之，只要被速度管柱减小的流通面积是超尺寸的，就能通过向速度管柱内的主要气流供给来自环状空间的气体的受控的质量流来补偿生产能力的损失。

[0020] 可以通过控制阀控制气体从位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间向主要气流的流动，从而使得与所述主要气流混合的所述气体的受控的质量流将速度管柱内的所述主要气流的流量至少被调节至能将液体从生产区经过速度管柱提升的最小流量，或调节至超过所述最小流量的流量，例如，超过所述最小流量的 10％或者 20％。

[0021] 在这种情况下，速度管柱内的流量不大于所需的或几乎不大于所需的流量。这样，则保证了在将井眼的生产能力最优化的同时能将液体从生产区经过速度管柱的整个长度提升。

[0022] 井眼可以包括装在生产油管内的阀组件，其中阀组件包括井下安全阀和控制阀，

其中控制阀安装在井下安全阀的下方，其中速度管柱在控制阀的下方延伸。

[0023] 控制阀可与井下安全阀一体化。例如，采用接头将控制阀连接至井下安全阀。在这种情况下，阀组件包括控制阀、接头及井下安全阀。

[0024] 井下安全阀可以是地面控制的地下安全阀 (SC-SSSV)。地面控制的地下安全阀 (SC-SSSV) 通常安装在位于井头下方至少 50 米的深度处，例如大约 100 米。

[0025] 井下安全阀在发生紧急事故时将生产油管紧急截流。井下安全阀被设计成是故障自动保险的，即在地面生产控制设备发生故障或损害时将井眼隔离。

[0026] 速度管柱可以在控制阀下方而在生产油管内向下延伸至生产区，即速度管柱可从控制阀延伸至生产区，或从控制阀下方的一定位置处延伸至生产区。例如，速度管柱可采用悬挂器悬挂在控制阀上。

[0027] 通过阀组件的一体式的控制阀，位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间中的气体流入速度管柱内的生产气流中。因此，在位于阀组件的井下安全阀下方的控制阀的位置处，环空气体与生产 气流混合。然后，包含有混合的环空气体的生产气流通过阀组件（即经由井下安全阀）并通过生产油管向上输送至井头。

[0028] 可以在关闭位置和打开位置之间对井下安全阀进行控制，其中井下安全阀通过弹簧部件被偏压至关闭位置，并且其中能通过活塞部件抵抗弹簧部件的偏压地将井下安全阀控制到打开位置，该活塞部件承受通过从井头延伸至井下安全阀的控制管线所产生的流体压力。

[0029] 在这种情况下，井下安全阀是地面控制的。通常，通过改变控制管线中的流体压力来控制井下安全阀，该控制管线从井头（例如经过位于生产油管的外壁和井眼之间的环状空间）延伸至井下安全阀。控制管线可以是外径小于一厘米的钢导管。在正常的操作条件下，控制管线中的流体压力被控制成使得活塞部件与弹簧部件的偏压相反地将井下安全阀致动至打开位置处。在紧急情况下，从控制管线中释放流体压力，使得井下安全阀被弹簧部件关闭。

[0030] 控制管线可以包括第一支线和第二支线，该第一支线连接至井下安全阀，该第二支线连接至控制阀，该控制阀用于控制来自速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间的且与生产气流混合的气体的质量流。

[0031] 阀组件可以具有所述控制管线与其相连的第一流体入口。控制管线的第一支线从所述第一流体入口延伸至布置在井下安全阀中的第二流体入口。例如，第一支线由阀组件的内部导管形成。井下安全阀的第二流体入口连接至容纳所述活塞部件的腔。控制管线的第二支线从阀组件中的所述第一流体入口延伸至布置在控制阀内的第三流体入口。控制管线中的流体压力可被控制在安全阀打开压力之上，以便于测量来自位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间的且与生产气流相混合的气体。

[0032] 当第一支线中的流体压力大于操作流体压力时，井下安全阀可以抵抗弹簧部件的偏压地被推至打开位置处，并且其中控制阀构造成：通过在介于较低的流体压力和较高的流体压力之间的范围内改变第二支线中的流体压力而在关闭位置和打开位置之间对控制阀进行控制，其中所述范围的该较低的流体压力大于操作流体压力。

[0033] 在这种情况下，控制管线中的流体压力被控制成使得第二支线中的流体压力处于所述介于较低的流体压力和较高的流体压力之间的范围内，因而在关闭位置和打开位置之

间控制所述控制阀。与此同时，当在用于控制控制阀的所述变化压力范围的最低流体压力下操作控制阀时，第一支线中的流体压力保持大于操作流体压力，即在正常的操作条件下井下安全阀保持打开时能够控制控制阀以测量流至主要气流的环空气体的质量流。

[0034] 控制阀可以被控制到介于关闭位置和打开位置之间的至少部分打开的位置。因此，控制阀限定具有可调节的流通面积的通道。例如，能以递增的方式或连续可变的方式在关闭位置和打开位置之间调节控制阀。

[0035] 阀组件可以包括被置于井下安全阀和控制阀之间的接头。接头位于井下安全阀和控制阀之间。接头用于将井下安全阀和一体式的控制阀安装在生产油管内。

[0036] 阀组件可以从生产油管中移出。在这种情况下，阀组件是可用钢丝绳取回的。在发生失效时，即阀组件发生故障或损坏时，能将阀组件取回至地面。阀组件能被修复然后再放置在生产油管内，或者能将替换的阀组件安装在生产油管内，以继续产气。

[0037] 同样，生产油管可以预先存在于井眼中，其中阀组件改型装配在预先存在的生产油管中。因此，根据本发明的方法可用于现有的气体生产井眼。当速度管柱被装在预先存在的井眼中以解决积液问题时，可同时布置控制阀，以使生产能力的损失最小化。

[0038] 可以将来自位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间的气体流与主要气流隔离开地引导至井头，其中所述气体的受控的质量流通过控制阀与主要气流在井头的下游混合。在这种情况下，井下安全阀可设置两个通道，即用于主要气流的第一通道，以及一第二通道，第二通道用于允许来自位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间的气体流经井下安全阀。所述环空气体流至地面，而 同时与在生产油管内流动的主要气流隔离开。环空气体通过控制阀与主要气流在井头的下游混合。这导致与上述一样的优点。

[0039] 本发明还涉及一种用于生产烃气的井眼，其包括：

[0040] -井头，

[0041] -生产区，

[0042] -生产油管，其具有一定的内径，生产油管在井眼内从井头延伸至生产区，

[0043] -速度管柱，其具有小于生产油管的内径的外径，速度管柱安装在生产油管内，从而在速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间形成环状空间，所述环状空间与生产区流体连通，以允许气体从生产区经过速度管柱流动，所述气体形成主要气流，速度管柱沿生产油管的至少一部分延伸，

[0044] -控制阀，其用于控制气体从位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间向主要气流的流动，从而使得所述气体的受控的质量流与所述主要气流混合。

[0045] 根据本发明的井眼可包括在本申请中所述的任何特征，既可以是单个特征，也可以是这些特征的任何组合。就用于从井眼生产烃气的方法而言，相同或相似的操作、技术效果以及优点可应用至如上所述的井眼。

[0046] 在一个实施例中，控制阀构造成控制气体从位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间向主要气流的流动，从而使得与主要气流混合的所述气体的受控的质量流将速度管柱内的主要气流的流量被调节至能将液体从生产区经过速度管柱提升的最小流量，或调节至稍大于所述最小流量的流量。

[0047] 井眼可设置有用于测量速度管柱内的主要气流的流量的传感器。所述传感器被连

接至控制单元，以便于向控制单元发送代表所述流量的测量信号。该控制单元被连接至控制阀，以便于根据所述测量信号向控制阀发送控制信号，使得所述环空气体的所期望的受控的质量流与所述主要气流混合。

[0048] 本发明还涉及一种用在用于生产烃气的井眼的生产油管内的阀组件，该阀组件包括：

[0049] -井下安全阀，其中井下安全阀限定第一内部通道，并且其中能在关闭位置和打开位置之间对该井下安全阀进行控制，并且其中井下安全阀被弹簧部件偏压至关闭位置，其中通过被流体压力致动的活塞部件抵抗弹簧部件的偏压而可将井下安全阀控制到打开位置，

[0050] -控制阀，其中控制阀限定与井下安全阀的第一内部通道流体连通的第二内部通道，并且其中控制阀构造成控制从控制阀的外部流入控制阀的第二内部通道的气体的质量流。

[0051] 根据本发明的阀组件可包括一个或更多个在本申请中所描述的特征，既可以是单个的特征，也可以是这些特征的任何组合。具体地，如上所述，阀组件是改型装配的组件，即阀组件可改型装配至气体生产井眼中预先存在的生产油管。就用于从井眼生产烃气的方法而言，相同或相似的操作、技术效果以及优点可应用至如上所述的阀组件。

[0052] 本发明还涉及一种用于从井眼生产烃气的方法，该井眼包括：

[0053] -井头，

[0054] -生产区，

[0055] -生产油管，其具有一定的内径，生产油管在井眼内从井头延伸至生产区，

[0056] -速度管柱，其具有小于生产油管的内径的外径，速度管柱安装在生产油管内，从而在速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间形成环状空间，所述环状空间与生产区流体连通，所述环状空间的流通面积大于速度管柱的内部的流通面积，速度管柱沿生产油管的至少一部分延伸，

[0057] 该方法包括以下步骤：

[0058] -阻断气体从生产区经过速度管柱的流动，并且允许气体从生产区经过位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间流动，

[0059] -通过控制阀控制气体从位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间向井头的流动，从而使得所述气体的受控的质量流向 上流至井头。

[0060] 在这种情况下，允许来自生产区的气体完全经过环状空间而不经过速度管柱向上流动。例如，在速度管柱中设置塞子，同时控制阀设置在速度管柱的顶部。当环状空间的环状流通面积大于速度管柱的流通面积时，在一段时间内可减缓气体流量的减小。然而，在后期，当地层压力进一步减小时，允许来自生产区的气体流经速度管柱，以获取最大的收益。然后，可采用如上所述的从井眼生产烃气的方法。

[0061] 根据本发明的方法可以将阀组件安装在生产油管内，其中所述阀组件包括井下安全阀和控制阀，其中控制阀安装在井下安全阀的下方，并且其中速度管柱在控制阀的下方延伸，并且其中控制阀控制气体从位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间向生产油管的内部的流动，该生产油管从阀组件向上延伸至井头。

[0062] 现将参考附图，仅通过示例来说明本发明。

附图说明

[0063] 图 1 示出了根据本发明的烃气生产井的示例性实施例的示意性剖视图。

[0064] 图 2 示出了根据图 1 中的 II 的阀组件的剖视图。

[0065] 图 3a 示出了图 2 中的详细的 IIIA 的剖视图，特别地示出了阀组件的井下安全阀。

[0066] 图 3b 示出了图 2 中的详细的 IIIB 的剖视图，其中已经省去了井下安全阀。

[0067] 图 4 示出了图 2 中的详细的 IV 的剖视图，特别地示出了阀组件的控制阀。

[0068] 图 5 示出了根据图 4 中的 V-V 的剖视图。

[0069] 图 6 示出根据本发明的烃气生产井的替代性实施例。

具体实施方式

[0070] 图 1 示意性地示出了根据本发明的烃气生产井 1。该井 1 包括已 经从地面 3 处的井头 2 经过多个地层 5、6、7、8 直至生产地层 9 钻取的井眼或井筒 4。生产地层 9 含有烃气。井眼 4 衬有套管 12 和衬管 15，该衬管通过衬管悬挂器 13 悬挂在最下部的套管 12 上。衬管 15 从最下部的套管 12 延伸至生产地层 9，且该衬管包括用于允许从生产地层 9 流体连通至烃气生产井 1 的生产区 10 的射孔 11。生产区 10 可位于井头 2 下方至少 1 千米的深度处。

[0071] 生产油管 14 安置在井眼 4 的套管 12 和衬管 15 内。可以采取多种方法构造生产油管 14。例如，生产油管 14 包括通过螺纹连接在一起的标准生产油管段。生产油管 14 从烃气生产井 1 的井头 2 延伸至生产区 10。烃气可经过生产油管 14 的内部从生产区 10 输送至地面 3 处的井头 2。在井头 2 处安装有采油树 16，以便控制流体流入和流出井眼 4。

[0072] 阀组件 17 安装在生产油管 14 内。如下面将更加详细地说明的，阀组件 17 包括井下安全阀 21、接头 22 以及一体式的控制阀 23。在生产油管 14 的外壁和套管 12 之间限定环状空间 19。环状空间 19 被称作 A 环状空间，即 A 环状空间是位于生产油管 14 和最小的套管柱 12 之间的空隙。液压控制管线 18 从地面 3 在环状空间 19 内延伸至阀组件 17 的第一流体入口 35，以便控制井下安全阀 21 及一体式的控制阀 23。

[0073] 在本示例性的实施例中，阀组件 17 的井下安全阀 21 构造为地面控制的地下安全阀 (SC-SSSV)。井下安全阀 21 可位于大于 50 米的深度处，例如大约 100 米。在发生紧急事故时井下安全阀 21 将生产油管 14 紧急截流。井下安全阀 21 被设计成是故障自动保险的，即在地面生产控制设备发生失效或损害时将井眼 4 隔离。

[0074] 封隔器部件 24 布置在生产油管 14 和衬管 15 之间，以确保生产油管 14 的下部处于合适位置处并基本将 A 环状空间 19 与生产油管 14 的内部隔离开。例如，封隔器部件 24 包括用于将封隔器部件 24 固定在衬管 15 的壁上的装置（例如卡瓦装置）以及用于建立可靠的液体密封以将 A 环状空间 19 隔离的装置（通常通过可扩张的弹性体元件）。 生产油管 14 中位于封隔器部件 24 下方的部分通常被称作尾部。

[0075] 根据本发明的烃气生产井 1 包括速度管柱 20。例如，速度管柱 20 包括通过螺纹连接在一起的标准油管段。速度管柱 20 的外径小于生产油管 14 的内径。速度管柱 20 安装在生产油管 14 内，从而在速度管柱 20 的外壁和生产油管 14 的内部之间形成环状空间 25。

[0076] 在本示例性的实施例中，速度管柱 20 从阀组件 17 延伸至生产区 10。烃气可从生产区 10 经由速度管柱 20 的内部、通过阀组件 17 并经由位于阀组件 17 上方的生产油管 14

而输送至地面 3 处的井头 2。经过速度管柱流至地面的气体被称为生产气流。位于速度管柱 20 的外壁和生产油管 14 的内壁之间的环状空间 25 与生产区 10 流体连通。

[0077] 图 2、3a、3b、4 和 5 更加详细地示出了阀组件 17。在本示例性的实施例中，阀组件 17 采用定位接头 26 以可用钢丝绳取回的方式装在生产油管 14 中（见图 3a）。定位接头 26 包括由周向槽形成的锁紧型面 27。锁紧心轴 28 布设在定位接头 26 中。锁紧心轴 28 包括锁键 29，所述锁键例如能在锁紧的内部位置、弹簧加载的外部位置和锁紧的外部位置之间移动。锁紧心轴 28 的下端具有用于连接阀组件 17 的螺纹。因此，阀组件 17 可改型装配至预先存在的生产油管 14，并且也能从生产油管 14 中移出。

[0078] 图 3b 中更加详细地示出了阀组件 17 的接头 22。接头 22 位于井下安全阀 21 和一体式的控制阀 23 之间。接头 22 用于将在生产油管 14 中将井下安全阀 21 和一体式的控制阀 23 连接起来作为阀组件 17。阀组件 17 的第一流体入口 35（控制管线 18 连接至该第一流体入口）设置在接头 22 内。

[0079] 图 3a 示出了阀组件 17 的井下安全阀 21。井下安全阀 21 包括可以被片阀体 40 关闭的内部通道。片阀体 40 可围绕枢转轴 41 枢转，图 3a 示出了井下安全阀的打开位置。片阀体 40 可被连接至杆式活塞 37 的套筒部件 38 打开。杆式活塞 37 容纳在流体腔 36 内，因而可使杆式活塞 37 与套筒部件 38 一起在竖向方向上移动。在图 3a 中，套筒部件 38 已经移动至下部位置，因而其推动片阀体 40 打开。井下安全阀 21 由弹簧部件 39 偏压至关闭位置。

[0080] 在示例性的实施例中，井下安全阀 21 通过控制管线 18 中的流体压力而被地面控制。控制管线 18 包括第一支线，该第一支线从阀组件 17 的第一流体入口 35 经由流体导管 32、33、34 延伸至第二流体入口 31，第二流体入口 31 设置在井下安全阀 21 内。第二流体入口 35 与流体腔 36 流体连通。

[0081] 在正常的操作条件下，杆式活塞 37 承受通过控制管线 18 的流体产生的操作流体压力，使得杆式活塞 37 与弹簧部件 39 的偏压相反地下推套筒部件 38，从而使得套筒部件 38 将片阀体 40 推动至打开位置。在紧急情况下，控制管线 18 中的流体压力被释放，使得杆式活塞 37 与套筒部件 38 在弹簧部件 39 的作用下向上移动。结果是片阀体 40 将井下安全阀 21 的内部通道关闭。因此，能在打开位置和关闭位置之间对井下安全阀 21 进行控制。

[0082] 控制管线 18 还包括第二支线，该第二支线从阀组件 17 的第一流体入口 35 延伸至设置在控制阀 23 内的第三流体入口 44。如图 2 所示，速度管柱 20 通过连接器体连接至控制阀 23 的下端。图 4 和 5 中更加详细地示出了控制阀 23。

[0083] 在本示例性的实施例中，控制阀 23 包括多个混合口 43。控制阀 23 包括可在上关闭位置（见图 5）和下打开位置（未示出）之间移动的套筒活塞 42。在上关闭位置处，控制阀 23 关闭混合口 43。套筒活塞 42 通过弹簧部件 46 被偏压至上关闭位置。

[0084] 通过控制控制管线 18 中的流体压力而可使套筒活塞 42 向下移动，因而以连续可变的方式将混合口 43 打开。混合口 43 提供了可调节的流通面积。当套筒活塞 42 从上关闭位置向下移动时，混合口 43 提供位于速度管柱 20 的外壁和生产油管 14 的内壁之间的环状空间 25 之间的流体连通。

[0085] 通过控制阀 23 的弹簧部件 46 提供的预张力使得：通过在大于井下安全阀 23 的操作流体压力的范围内改变控制管线 18 中的流体压力，能在上关闭位置和下打开位置之间

对套筒活塞 42 进行控制。换言之，控制阀 23 的控制范围介于较低的流体压力和较高的流体压力之间，其中所述范围的该较低的流体压力大于井下安全阀 23 的操作流体压力。

[0086] 这样，控制管线 18 中的流体压力被控制成使得控制阀 23 的套筒活塞 42 能被与弹簧部件 46 的偏压相反地在上关闭位置和下打开位置之间移动。与此同时，当控制管线 18 中的流体压力产生控制阀 23 的控制范围的最低流体压力时，井下安全阀 21 的流体腔 36 中的流体压力保持大于所述操作流体压力。因此，在正常操作条件下井下安全阀 21 保持关闭时，可对控制阀 23 进行控制以测量环空气体至主要气流的质量流。

[0087] 根据本发明的阀组件的操作如下。

[0088] 速度管柱 20 的内径被设计成增大主要气流的流量，从而能使液体借助于所述主要气流而被携带至地面。速度管柱 20 的内径被设计成使得该速度管柱 20 能在预定的时间段内使用。由于气井 1 中的储层压力随着时间的过去持续降低，所以速度管柱 20 的内径被设计成使得直至所述时间段的末期时速度管柱 20 仍能将液体提升到地面。因此，在最初安装速度管柱 20 时，速度管柱 20 的内径要比将液体提升至地面所需的小。结果是在这个阶段中，生产地层 9 中的气体压力和井眼 4 中的生产区 10 中的压力之间的压力梯度以不必要的方式减小。

[0089] 通过采用控制阀 23，以受控的方式将从生产区 10 中流入位于速度管柱 20 和生产油管 14 之间的环状空间 25 内的气体和速度管柱 20 内的主要气流混合，能将生产能力最优化。控制阀 23 控制来自所述环状空间 25 的气体和速度管柱 20 内的主要气体之间的混合，从而使得生产地层 9 中的气体的地层压力和井眼 4 的生产区 10 中的井底压力之间的压力梯度增大。与此同时，从所述环状空间至主要气流的气体的质量流被控制阀 23 控制，使得速度管柱 20 仍然能借助于所述主要气流将液体经过速度管柱 20 向上携带。换言之，只要通过速度管柱 20 减小的流通面积是超尺寸的，来自所述环状空间的气体的受控的质量流就能与速度管柱 20 内的主要气体混合。

[0090] 可选择地，通过控制阀 23 控制来自位于速度管柱 20 的外壁和生 产油管 14 的内壁之间的环状空间 25 的气体至所述主要气流的流动，从而使得速度管柱 20 内的主要气体的流量被调节至能将液体从生产区 10 经过速度管柱 20 提升的最小流量，或调节至稍大于所述最小流量的流量，例如，不大于所述最小流量的 10％或者 20％。

[0091] 在这种情况下，速度管柱 20 内的流量不大于所需的流量或者几乎不大于所需的流量。结果是在将井眼 4 的生产能力最优化的情况下，能保证将液体从生产区 10 经过速度管柱 20 的整个长度提升至地面 3。

[0092] 在如上所述地操作控制阀 23 之前，有可能在把速度管柱安装在井眼后紧接的阶段中，阻塞（例如通过速度管柱中的塞子（未示出））气体从生产区经过速度管柱的流动，然而允许气体从生产区经过位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间流动。

[0093] 当所述环状空间的流通面积大于速度管柱内的流通面积时，相对于气体经过速度管柱输送时的流量，气体的流量降低了。因此，采用速度管柱会增大气体流量，但是与速度管柱安装后立即就将气体引导经过速度管柱的内部相比，增大程度要小。通过控制阀允许来自位于速度管柱的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间的气体流向位于阀组件上方的生产油管内，从而使得所述气体的受控的质量流流入阀组件上方的生产油管内。

[0094] 在一段时间后，生产地层 9 中的地层压力降低至这样的程度：使得位于速度管柱

的外壁和生产油管的内壁之间的环状空间中的气体流量变得太低，而不能将液体提升至地面。在这个阶段，将塞子从速度管柱的内部移出，从而能采用上述的方法。

[0095] 图 6 示意性地示出了本发明的另一个实施例。在这个示例中，阀组件 17 包括至少两个通道 48、49。第一通道 48 允许来自位于速度管柱 20 的外壁和生产油管 14 的内壁之间的环状空间 25 中的气体从阀组件 17 的下方经由第一通道 48 流入延伸至井头 2 的油管 47。油管 47 被安装在位于阀组件 17 上方的生产油管 14 内。

[0096] 经过速度管柱 20 的内部传输的气体形成主要气流。所述气体流经阀组件 17 的第二通道 49。在所述气体保持与油管 47 内的环空气体隔 离时，第二通道 49 通向阀组件 17 上方的生产油管 14，即所述气体经过生产油管 14 的内部向上流至井头 2。

[0097] 在井头 2 的下游处，通过控制阀（未示出）将被油管 47 传输的环空气体和生产油管 14 内的主要气体混合在一起。控制阀构造成将所述环空气体的受控的质量流与所述主要气流混合。结果是速度管柱内的气体流量也能被调节至所期望的水平，即保障液体的提升而同时不会不必要地影响生产能力。

[0098] 以上，本说明书描述了本发明的示例性的实施例，但仅为了示出和说明的目的。对技术人员来说，显而易见的是对该示例性的实施例做出的多种修正和变型将不脱离本发明的范围。需要注意的是，上述特征也能够以每个单独的方式或者以这些特征的任意组合的方式地与权利要求中的一个或多个特征组合。

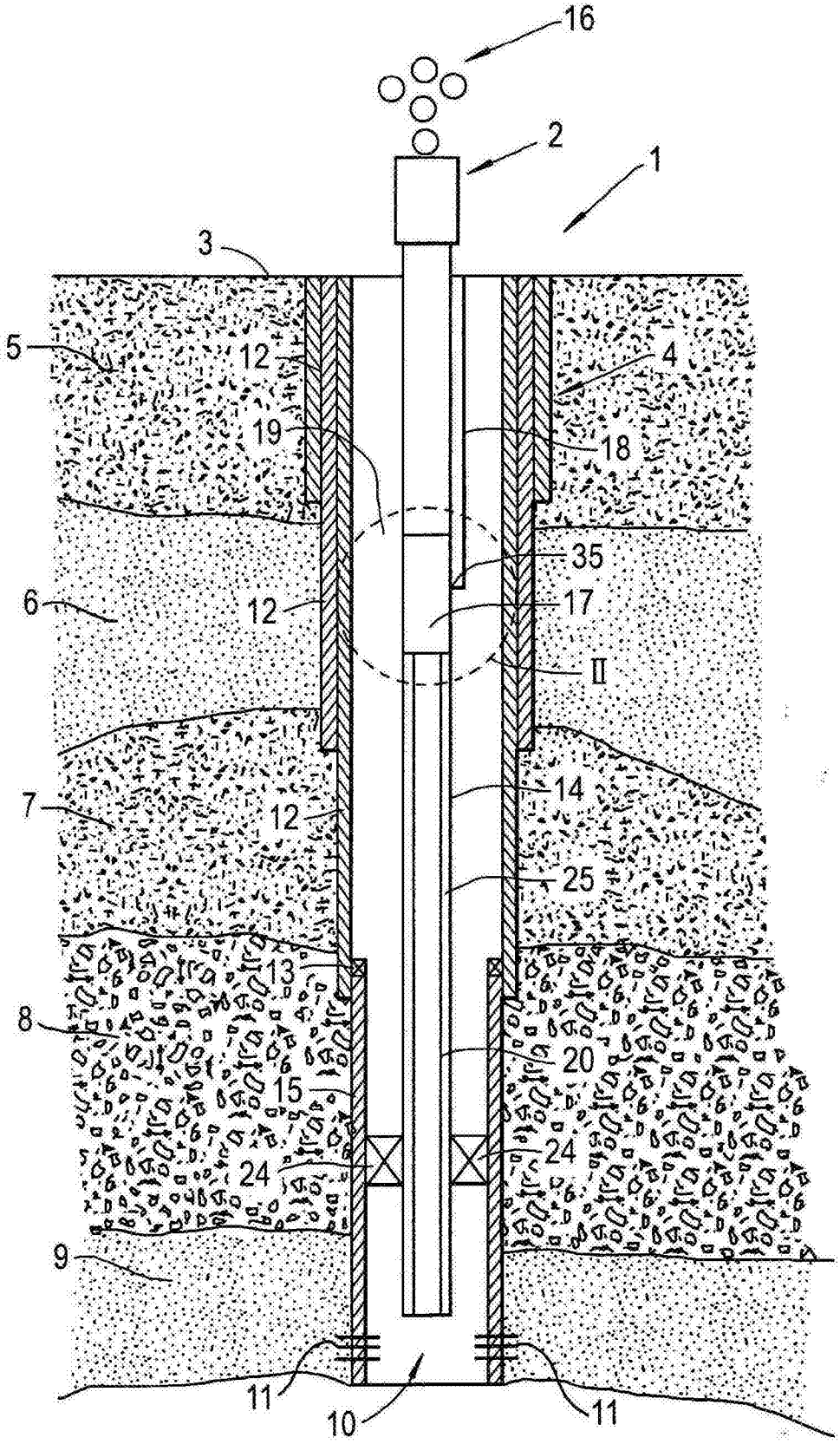


图 1

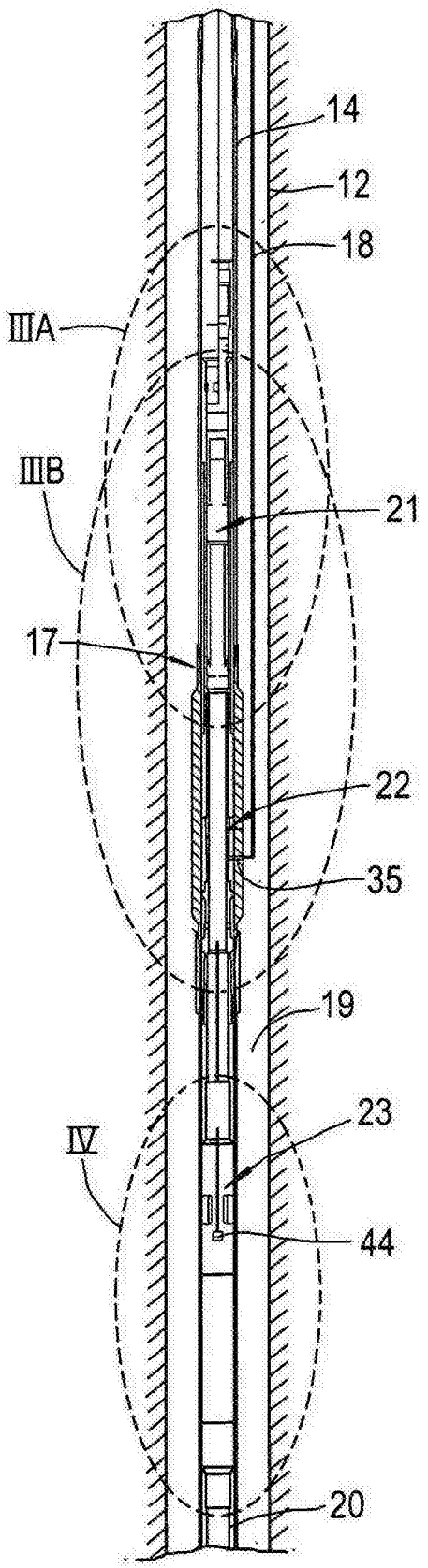

14
12
18
ⅢA
ⅢB
21
17
22
35
19
23
Ⅳ
44
20

图 2

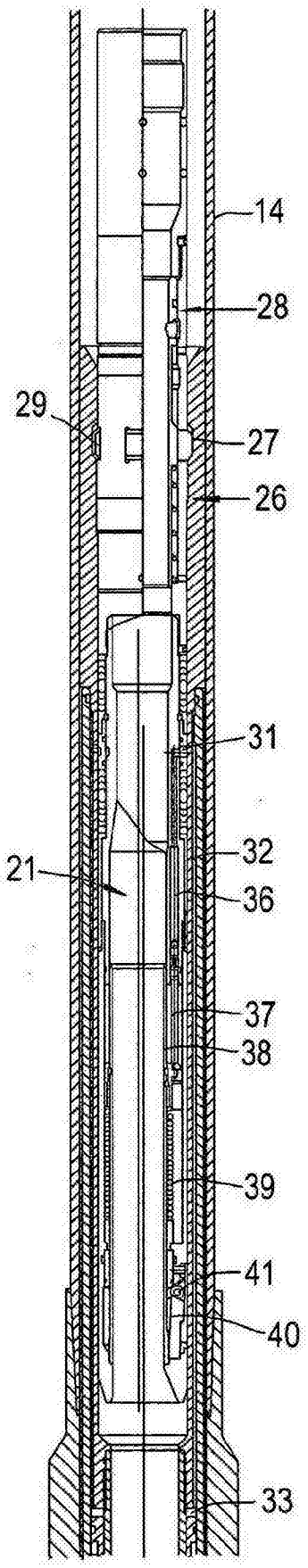

14
28
29
27
26
31
21
32
36
37
38
39
41
40
33

图 3a

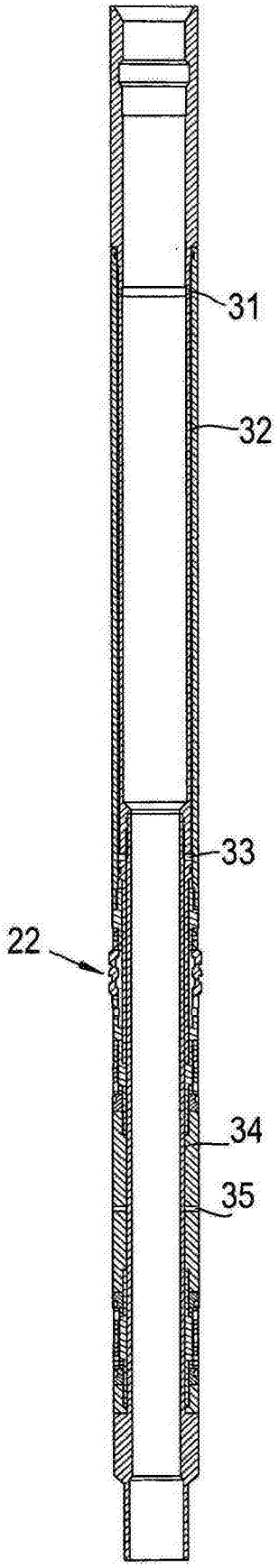

31
32
33
22
34
35

图 3b

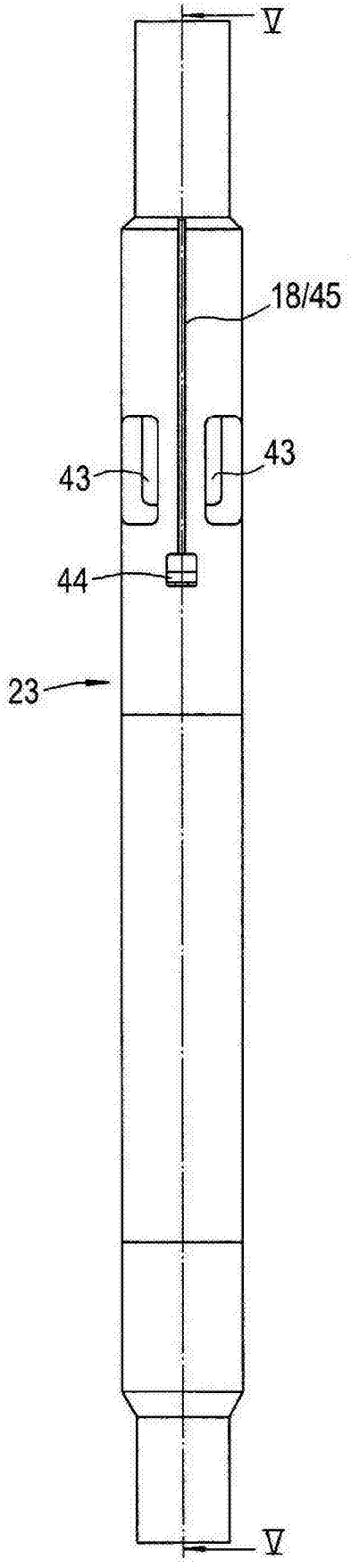


图 4

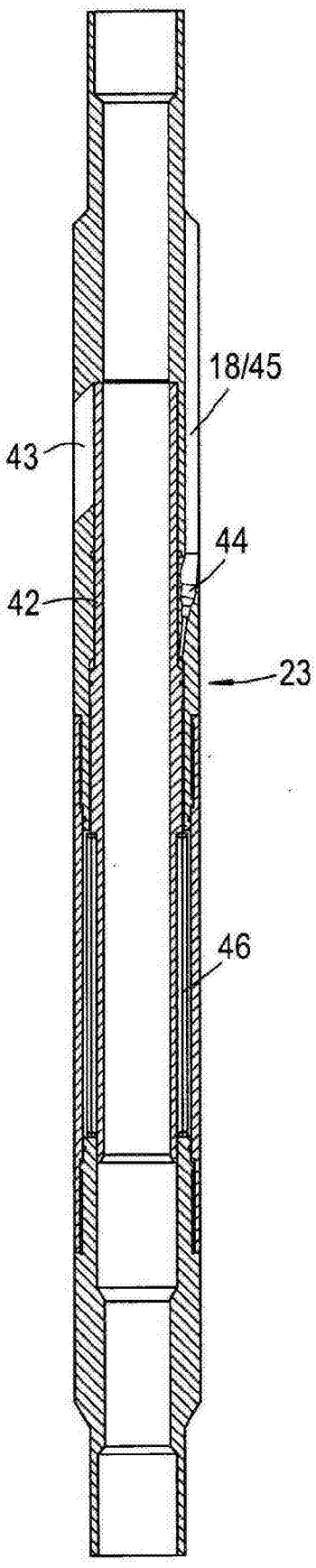


图 5

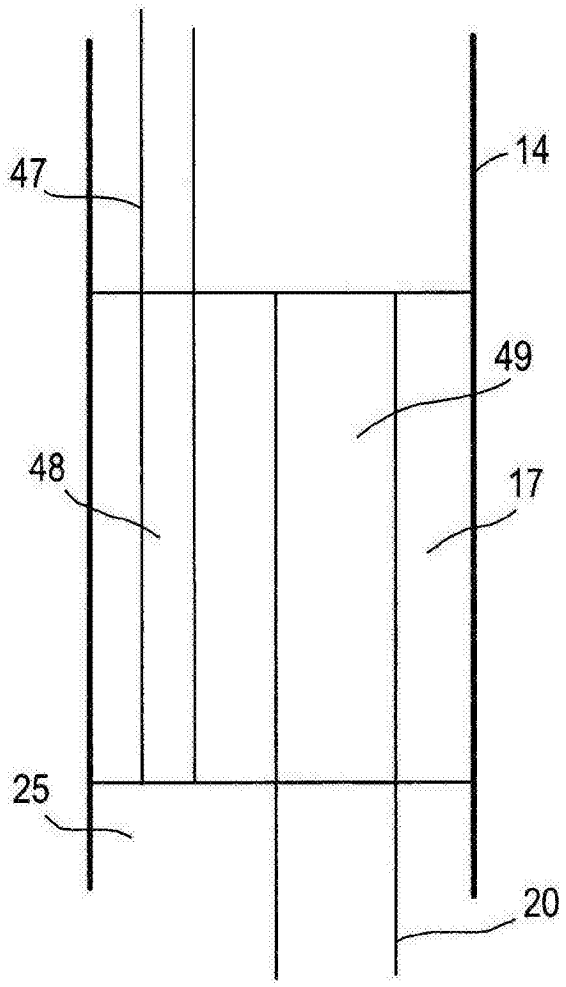


图 6