



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102282337 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201080004829. 9

E21B 36/02(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 01. 15

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

61/145, 501 2009. 01. 16 US

US 3982591 A, 1976. 09. 28,

US 6695060 B1, 2004. 02. 24,

US 3982591 A, 1976. 09. 28,

CN 1614189 A, 2005. 05. 11,

US 2007/0193748 A1, 2007. 08. 23,

US 3196945 A, 1965. 07. 27,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 07. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2010/000072 2010. 01. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/081239 EN 2010. 07. 22

(73) 专利权人 资源创新(国际)有限公司

地址 英属海峡群岛 JE23QD 泽西岛

(72) 发明人 弗瑞德·施奈德 林恩·P·泰西尔

(74) 专利代理机构 北京乾诚五洲知识产权代理

有限责任公司 11042

代理人 付晓青 杨玉荣

审查员 李娟

(51) Int. Cl.

E21B 43/243(2006. 01)

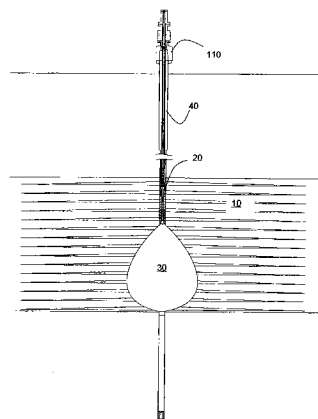
权利要求书3页 说明书11页 附图16页

(54) 发明名称

用于井下蒸汽产生和增强采油的装置和方法

(57) 摘要

本发明提供了一种具有套管密封件的燃烧器,该燃烧器用于在足以使储层熔化的温度下产生燃烧空腔。该燃烧器在稳态下产生和维持热燃气,该热燃气用于流入和透入目标区域。套管密封件使得燃烧空腔与加套井孔隔离,并在加套井孔和燃烧器之间形成密封套管环道。水通过密封套管环道而注入在燃烧空腔上面的目标区域中。注入的水横向透入和冷却在井孔附近的储层以及产生热燃气热量的井孔。在储层中的热燃气和水相互作用,以便在烃储层中形成驱动前缘。



1. 一种用于在烃储层中产生驱动前缘以便增强采油的方法, 烃储层通过加套井孔来进入, 所述方法包括以下步骤:

将燃烧器组件定位在烃储层中的目标区域内;

在足以使得燃烧器组件的井下储层熔化的温度下在具有燃烧器组件的目标区域内产生燃烧空腔;

通过燃烧器组件产生和维持热燃气, 用于从燃烧空腔流入和透入烃储层中的目标区域; 以及

在燃烧空腔的井口处将水通过密封套管环道注入在燃烧空腔上面的目标区域中, 用于与热燃气相互作用, 并转变成蒸汽, 该蒸汽用于产生驱动前缘。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中: 产生和维持热燃气还包括在低于化学当量的状态下燃烧。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其中: 还包括在燃烧器组件和加套井孔的套管之间形成套管环道, 并在燃烧空腔井口密封套管环道。

4. 根据权利要求3所述的方法, 其中: 将水注入目标区域中还包括在加套井孔附近冷却烃储层的上部部分。

5. 根据权利要求3所述的方法, 其中: 将水注入目标区域中还包括冷却加套井孔。

6. 根据权利要求1~5中任意一项所述的方法, 其中: 产生燃烧空腔还包括产生具有基本不可渗透性的底部和可渗透的侧壁的燃烧空腔。

7. 根据权利要求1~5中任意一项所述的方法, 其中: 烃储层通过加套井孔来进入, 且将燃烧器组件定位在目标区域内还包括:

使得主油管柱、力矩锚固件和燃烧器组件向井下伸入加套井孔中, 并将力矩锚固件和燃烧器组件设置在目标区域内, 套管环道形成于燃烧器组件和加套井孔的套管之间; 以及

使得中间油管柱在主油管柱的主孔内向井下延伸, 并使得中间油管柱与燃烧器组件流体连接, 中间油管柱有中间孔, 并在主油管柱和中间油管柱之间形成中间环道;

其中, 提供了离散的通道, 用于将水、燃料和氧供给燃烧器组件。

8. 根据权利要求7所述的方法, 还包括: 使得中间油管柱与主油管柱可释放地连接。

9. 根据权利要求7所述的方法, 还包括:

使得内部油管柱在中间油管柱的中间孔内向井下延伸, 并使得内部油管柱与燃烧器组件流体连接, 内部油管柱有内部孔, 并在中间油管柱和内部油管柱之间形成内部环道。

10. 根据权利要求9所述的方法, 还包括: 使得内部油管柱与中间油管柱可释放地连接。

11. 根据权利要求7所述的方法, 还包括:

拉伸中间油管柱;

悬挂中间油管柱; 以及

将中间油管柱切割至合适长度。

12. 根据权利要求9所述的方法, 还包括:

拉伸内部油管柱;

悬挂内部油管柱; 以及

将内部油管柱切割至合适长度。

13. 一种用于从通过加套和完成的井孔而进入的烃储层中增强采油的井下蒸汽发生

器,包括:

在位于烃储层处加套井孔中的燃烧器组件,该燃烧器组件有井下燃烧器;
高温套管密封件,用于在井下燃烧器和加套井孔之间密封套管环道;以及
用于将水注入在该套管密封件上面的烃储层的装置;

其中:烃储层通过加套井孔来进入,且将燃烧器组件定位在目标区域内包括:

主油管柱、力矩锚固件和燃烧器组件向井下伸入加套井孔中,并力矩锚固件和燃烧器组件设置在目标区域内,套管环道形成于加套井孔的套管和主油管柱之间;以及

中间油管柱在主油管柱的主孔内向井下延伸,并中间油管柱与燃烧器组件流体连接,中间油管柱有中间孔,并在主油管柱和中间油管柱之间形成中间环道;

其中,提供了离散的通道,用于将水、燃料和氧供给燃烧器组件;

该燃烧器组件还具有燃烧器界面组件,用于使得至少两个流体通道与井下燃烧器流体连接,该燃烧器界面组件还包括:

外部壳体,该外部壳体在井口端部处与主油管柱流体连接,并在井下端部处通过中间环道与井下燃烧器流体连接;

中间心轴,该中间心轴在井口端部处与中间油管柱流体连接,并在井下端部处使得中间孔与井下燃烧器流体连接,该中间心轴装配在外部壳体内;以及

内部锁组件,该内部锁组件在外部壳体和中间心轴之间,用于在它们之间可释放地连接。

14. 根据权利要求13所述的发生器,其中:该套管密封件是刷密封件。

15. 根据权利要求14所述的发生器,其中:该刷密封件还包括多个柔性刷环的堆垛。

16. 根据权利要求15所述的发生器,其中:该多个柔性刷环各自包括环形环,该环形环有大量周向间开和径向向内延伸的狭缝,从而形成柔性指状件。

17. 根据权利要求16所述的发生器,其中:各柔性刷环可彼此旋转分度,以便使得相邻刷环的狭缝并不重合。

18. 根据权利要求13所述的发生器,其中至少一第三通道与井下燃烧器连接,还包括:

内部油管柱,该内部油管柱布置在中间油管柱的中间孔内,用于在它们之间形成内部环道,该内部油管柱有内部孔,中间油管柱和内部油管柱使得燃烧器组件与井口流体连接;以及

其中,燃烧器界面组件还包括:

内部心轴,该内部心轴在井口端部处与内部油管柱流体连接,并在井下端部处使得内部孔与井下燃烧器流体连接,该内部心轴装配在中间心轴内;以及

另一内部锁组件,该另一内部锁组件在中间心轴和内部心轴之间,用于在它们之间可释放地连接。

19. 根据权利要求18所述的发生器,其中:中间油管柱是中间盘管油管柱,内部油管柱是内部盘管油管柱。

20. 根据权利要求18所述的发生器,其中:内部环道在燃烧器界面组件处密封,用于检测从中间环道、内部孔或它们的组合产生的泄露。

21. 根据权利要求18、19或20所述的发生器,其中:燃烧器界面组件还包括背压阀组件,用于燃料和氧气的至少两个通道中的至少一个。

22. 根据权利要求21所述的发生器,其中:背压阀组件还包括:第一旁通通道,该第一旁通通道具有用于燃料的第一背压阀;以及第二旁通通道,该第二旁通通道具有用于氧的第二背压阀。

23. 根据权利要求18所述的发生器,其中:内部环道使得燃料与井下燃烧器流体连通,内部孔使得氧气与井下燃烧器流体连通。

24. 一种井下蒸汽发生器,用于从通过加套和完成的井孔而进入的烃储层中增强采油,包括:

在位于烃储层处加套井孔中的燃烧器组件,该燃烧器组件有井下燃烧器;

高温套管密封件,用于在井下燃烧器和加套井孔之间密封套管环道;该套管密封件是刷密封件,该刷密封件还包括多个柔性刷环的堆垛,该多个柔性刷环各自包括环形环,该环形环有大量周向间开和径向向内延伸的狭缝,从而形成柔性指状件,各柔性刷环可彼此旋转分度,以便使得相邻刷环的狭缝并不重合;以及

用于将水注入在该套管密封件上面的烃储层的装置。

25. 根据权利要求24所述的发生器,其中:径向向内延伸的狭缝是顺时针方向定向的螺旋狭缝。

26. 根据权利要求24或25所述的发生器,还包括:在各刷环之间的垫片环。

用于井下蒸汽产生和增强采油的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于产生驱动前缘以便增强采油的装置和方法。更具体地说,井下燃烧器首先在含烃地层中形成燃烧空腔,然后,稳态燃烧产物与水注射至空腔上面的组合在含烃地层中产生蒸汽和燃气前缘。

背景技术

[0002] 已知在初次采油阶段不再可行之后,从地下含烃地层中进行烃的强化采油(EOR)。EOR包括热采方法例如就地燃烧、蒸汽驱动和混合驱动,该混合驱动利用刺激或注入井和生产井的各种布置。在一些技术中,刺激和生产井可以都工作。其它技术包括蒸汽驱动、循环蒸汽刺激(CSS)、就地燃烧和蒸汽辅助重力泄油(SAGD)。SAGD使用紧密连接、水平延伸的蒸汽注入井形成蒸汽腔室,用于在基本平行和水平延伸的生产井中调动重油采油。

[0003] EOR的热采方法只能够在已经完成热完井的井中进行。由于在热完井中使用的高温,采用这种EOR技术的井必须使用能够承受高温的材料(例如钢和水泥)来完成。没有用这些耐高温材料完成的井不能进行用于EOR的热完井。因此,井操作人员必须决定是否进行热EOR,并根据该决定来使用(或不使用)耐高温材料完成井。

[0004] Forrest等人的US3196945(转让给Pan American Petroleum Company)公开了一种井下方法,包括首先点燃储层,然后,注入足够量空气或包含等量氧的气体,以便产生有限燃烧区域或燃烧前缘,该燃烧前缘处于很高温,通常800-2400 ℉,称为正向燃烧,Forrest考虑富氧前缘,用于继续燃烧。通过将水或其它合适的可冷凝液体共同注入加热地层中以产生蒸汽前缘(该蒸汽前缘促使烃或油运动),从而降低对大量空气流量的要求。Forrest能够向加热地层共同排出水和空气,用于产生高温蒸汽。

[0005] Wyatt的US442898(转让给Trans Texas Energy Inc.)公开了一种井下蒸汽发生器或燃烧器。高压的水处于环绕燃烧器燃烧腔室的环形套筒中,氧化剂和燃料在该燃烧器燃烧腔室中燃烧。由燃烧产生的能量使得燃烧腔室周围的水蒸发,从而冷却燃烧器,还产生高温蒸汽,用于注入地层中。

[0006] Retallick的US4377205公开了一种催化低压燃烧器,用于在井下产生蒸汽。由金属催化支承件产生的蒸汽导向蒸汽产生管,蒸汽注入地层中。产生的任何燃气都通向地面。

[0007] Wagner等人的US4336839(转让给Rockwell International Corp.)公开了一种直接点火井下蒸汽发生器,它包括与燃烧腔室轴向连接的注射器组件。燃烧产物(包括CO₂)通过换热器(它们在该换热器处与预热的混合水混合),并通过喷嘴而喷出发生器进入地层中。

[0008] Eisenhower等的US4648835公开了一种直接点火蒸汽发生器,它包括采用独特点火技术的井下燃烧器,该点火技术使用自燃化合物例如三乙基硼烷的气体注入。天然气燃烧,引入水以便控制燃烧。燃烧产物像Wagner装置中那样与水混合,形成的蒸汽和其它剩余燃烧产物注入地层中。

[0009] Ware等人的美国专利申请2007/0193748(转让给World Energy Systems, Inc.)公开了一种井下燃烧器,用于从重油地层中生产烃。氢气、氧气和蒸汽通过分开的导管泵送给

燃烧器。一部分氢气燃烧,且燃烧器迫使燃烧产物进入地层中。不完全燃烧用于抑制焦炭的形成。注入的蒸汽使得燃烧器冷却,从而产生超热蒸汽,该超热蒸汽也与燃烧产物一起注入地层中,来自地面的CO₂也泵送至井下,用于加热和注入地层中,以便可溶解在油中,用于降低它的粘度。

[0010] 迄今为止,现场方法没有成功地提供经济方案,也没有解决与现有地面设备相关联的温度管理、腐蚀、焦化和过热的问题。

发明内容

[0011] 本发明是一种在烃储层中产生驱动前缘的装置和方法。该装置定位在加套的井孔中并在烃储层中的目标区域内。装置包括井下燃烧器,该井下燃烧器与向井下延伸的油管柱流体连接。油管柱包括多个通道,用于至少燃料、氧化剂和水。井下燃烧器通过在足以使得目标区域处的储层熔化的温度下燃烧燃料和氧化剂,例如氧气,而在目标储层区域内产生燃烧空腔,或者以其它方式在井下燃烧器下面形成空腔。一旦产生燃烧空腔,井下燃烧器在稳定状态下操作,用于在燃烧空腔中产生和维持热燃气,该热燃气流入或透入烃储层中。热燃气从燃烧空腔透出,从而形成气体驱动前缘,将它的一些热量传递给储层的其余部分。

[0012] 水也在燃烧空腔上面注入目标区域中,该水横向流入或透入井孔附近的储层中。在储层中,水用于冷却井孔附近的储层,从而降低向覆盖层损失的热量。在界面处,水和热燃气组合以产生蒸汽和燃气驱动前缘。

[0013] 而且,水在井孔附近的注入也冷却加套的井孔,从而保护套管抵抗来自蒸汽和热燃气的热量。因此,本发明并不局限于只在热完井中使用,也可以用于任何加套的井孔,不管该井孔是否完成用于热EOR。

[0014] 在本发明的广义方面,公开了一种用于产生蒸汽和燃气驱动前缘的方法。与主油管柱流体连接的井下燃烧器组件定位在烃储层的目标区域中。燃烧器组件通过在足以使得储层熔化的温度下燃烧燃料和氧化剂而产生燃烧空腔,或者以其它方式产生空腔。然后,燃烧器组件继续稳态燃烧,以产生和维持热燃气,用于流入和透入储层中,以便产生燃气驱动前缘。在燃烧空腔的井口处注入储层中的水,用于产生蒸汽驱动前缘。

[0015] 在本发明的另一广义方面,公开了一种井下蒸汽发生器,用于从加套和完成的井孔,进入烃储层强化采油。该井下蒸汽发生器是位于烃储层处的加套井孔中的燃烧器组件,该燃烧器组件有:高温套管密封件,适用于密封在井下燃烧器和加套井孔之间的套管环道;以及用于将水注入在该套管密封件上面的烃储层内的装置。高温套管密封件能够穿过套管变形部分,并可重新使用,基本不受热循环的影响。

[0016] 在本发明的另一广义方面,公开了一种用于在具有加套井孔的烃储层中产生驱动前缘的系统。该系统有燃烧器组件,该燃烧器组件有井下燃烧器和高温套管密封件,该高温套管密封件用于密封在井下燃烧器和加套井孔的套管之间的套管环道。高温套管密封件可以穿过套管的变形部分,并可重新使用,基本不受热循环的影响。

[0017] 在本发明的另一广义方面,提供了一种用于使得在主油管柱中的三个同心通道与井下工具流体连接的系统。系统有外部壳体、中间心轴和内部心轴。外部壳体通过中间锁组件而与中间心轴可释放地连接,类似的,内部心轴通过内部锁组件与中间心轴可释放地连接。中间心轴装配在外部壳体内,从而在它们之间形成中间环道,且该中间心轴用于与中间

油管柱流体连接。内部心轴装配在中间心轴内,从而在它们之间形成内部环道,并适于与内部油管柱流体连接。内部心轴还有内部孔。

附图说明

[0018] 图1是本发明实施例的侧面截面图,表示了 在 炅 储 层 中 的 燃 烧 空 腔, 该 空 腔 通 过 井 下 燃 烧 器 产 生 并 形 成, 用 于 散 布 热 燃 气, 该 热 燃 气 用 于 形 成 燃 气 驱 动 前 缘, 并 与 注 入 井 下 空 腔 的 水 相 互 作 用, 用 于 形 成 附 加 的 蒸 汽 驱 动 前 缘;

[0019] 图2A是井口的侧面四分之一部分的剖视图,该井口用于支承三个油管柱,这三个油管柱向下延伸至根据本发明一个实施例的加套井孔中;

[0020] 图2B是图2A的三个油管柱的侧面四分之一部分的剖视图(省略了套管),并表示了在燃烧器界面组件处支承井下燃烧器的主油管柱,该主油管柱有布置于其中的中间油管柱和内部油管柱;

[0021] 图3是表示横过套管和三个同心油管柱的四分之一部分的剖面透视图;

[0022] 图4是井下燃烧器的实施例的侧面四分之一部分的剖视图,该井下燃烧器在井下端部处与套管密封,用于通过穿孔而与套管环道和储层流体连接;

[0023] 图5是图3的燃烧器的侧面四分之一部分的剖视图,其中省略了套管,表示了燃料通道、氧气通道和喷嘴;

[0024] 图6是图3的燃烧器的侧面四分之一部分的剖视图,其中省略了套管和氧气通道,用于表示套筒密封件和燃料通道涡旋叶片实施例;

[0025] 图7A是喷嘴和图3省略套管的刷式套管密封件实施例的局部截面图;

[0026] 图7B表示了图7A的驱动刷式密封件,并表示了当被套管限制时柔性刷环弯曲的堆垛;

[0027] 图8是刷密封件的同心刷环堆垛的一个同心刷环以及螺旋狭缝和指状件的排布的俯视平面图;

[0028] 图9是根据图8的同心刷环堆垛的两个刷环的透视图,表示了螺旋狭缝的旋转偏移,用于形成穿过它们的弯曲的、限制的流体通路;

[0029] 图10是表示主油管柱、锁定在该主油管柱的孔内的中间管以及锁定和终止于中间管的孔内的内部管的示意图,其中产生三个流体通道,内部环道终止于中间心轴;

[0030] 图11是燃烧器界面组件的横截面图,表示了外部壳体、中间和内部心轴、中间和内部锁组件以及背压阀组件;

[0031] 图12是中间心轴的井口端部的侧面四分之一部分的剖视图,用于表示内部和中间管以及具有内部管锁的内部心轴的终止;

[0032] 图13是在本发明的装置实施例中运行的一个步骤的正面四分之一部分的剖视图,更特别是表示了主油管悬挂器以及井下在储层附近的力矩锚固件、外壳、短钻杆、燃烧器壳体、燃烧器喷嘴和套管密封件;

[0033] 图14A是根据图13的另一步骤的正面四分之一部分的剖视图,更特别是表示了中间油管柱的插入,管悬挂在中间油管悬挂器上,中间心轴锁定以及氧气通道定位在燃烧器壳体中;

[0034] 图14B是图14A的燃烧器界面组件的放大图,用于表示中间管、中间心轴和氧气通

道；

[0035] 图15A是根据图13的另一步骤的正面四分之一部分的剖视图，更特别表示了内部油管柱的插入，内部管悬挂在内部油管悬挂器上，内部心轴锁定；以及

[0036] 图15B是图15A的燃烧器界面组件的放大图，用于表示内部管悬挂在内部油管悬挂器上以及内部管和内部心轴。

具体实施方式

[0037] 如图1中所示，热采方法利用井下产生的热、蒸汽和热燃气(主要是CO、CO₂和H₂O)从烃储层10中来最佳地开采剩余的或以其它方式难以处理的烃。燃烧器组件20首先产生燃烧空腔30，然后产生和维持热燃气的产生，例如CO、CO₂和H₂O。将水加入在燃烧空腔30上面的储层10将导致产生蒸汽驱动前缘。蒸汽和热燃气组合以产生蒸汽和燃气驱动前缘。

[0038] 进一步参考图1、2B、3、4和13，用于实现该方法的装置包括在主油管柱40和一个或多个附加油管柱的井下端部处的燃烧器组件20。主油管柱40和其它油管柱形成多个离散的流体通道，用于向燃烧器组件20进行供给。如图4中所示，井下燃烧器60终止于现有的加套井孔中并靠近进入储层10的套管孔。燃烧器组件20可以包括：燃烧器界面组件50，用于与油管柱流体连接；井下燃烧器60；以及套管密封件70，用于密封在井下燃烧器60和加套井孔的套管90之间的套管环道80。套管环道80还是用于引导水从套管环道80通向储层10的另一通道。

[0039] 如图2A至4中所示，一种方法是将燃烧器组件20悬挂在普通截面的油管柱上，该油管柱通过普通油管悬挂器100而支承在井口110上。套管环道80形成于井孔的套管90和主油管柱40之间，并伸向在井孔的套管90和燃烧器组件20之间的环形空间。

[0040] 具有中间孔的中间油管柱120(例如中间盘管油管柱)通过中间油管悬挂器130被支承在井口110上，并布置在主油管柱40的孔中。中间环道140形成于主油管柱40和中间油管柱120之间。

[0041] 内部油管柱150(例如内部盘管油管柱)通过内部油管悬挂器160被支承在井口110上，并进一步布置在中间油管柱120的中间孔中，从而在它们之间形成内部环道170。内部油管柱150还有内部孔180。

[0042] 井口110和油管悬挂器100、130、160可以是通常可在产业中使用的任意适合的井口和油管悬挂器，例如市场上可由StreamFlo Industries, Ltd.(位于Edmonton, Alberta, Canada)购得的热井口和油管悬挂器。套管环道80、中间环道140、内部环道170和内部孔180都确定了用于向燃烧器组件20供给的离散通道。

[0043] 加套井孔的套管90、主油管柱40、中间油管柱120和内部油管柱150(它们产生四个离散的通道)终止于燃烧器界面组件50。套管环道80终止于井下燃烧器60处，用于与储层10连通。内部环道170终止于燃烧器界面组件50。其余两个离散通道(中间环道140和内部孔180)都连接或终止于井下燃烧器60。

[0044] 在一个实施例中，井下燃烧器60实现至少两个流体通道，用于引导用于燃烧的燃料和氧化剂。氧化剂是氧气源、普通空气、或者更浓的源(例如纯氧气流)。在优选实施例中，纯氧用作氧化剂，而不是普通空气，因为普通空气产生的燃气具有大量的气体氮产物。

[0045] 燃烧器界面组件50使得两个离散的通道与井下燃烧器60的两个流体通道流体连

接。在一种结构中,第三离散通道可以用作在燃料和氧气之间的隔离通道,用于发觉或检测在用于燃料和氧气的离散通道中的泄漏。

[0046] 井下燃烧器60包括燃烧器壳体190,该燃烧器壳体190有用于混合燃料和氧气的井下部分200。燃烧器壳体190支承高温套管密封件70,用于密闭套管环道80,不与燃烧空腔30接触。密封的套管环道80可以用于与向下至目标区域的水流体连通,该水再注入储层10中,用于在目标区域中产生蒸汽,该目标区域在燃烧空腔30上面。

[0047] 参考图2A、2B和3,本发明的一个实施例包括与主油管柱40流体连接的燃烧器组件20。井下燃烧器60位于注入井的加套部分的井下部分处,套管90穿孔至储层10中。主油管柱40伸向井下,并有用于将各燃料和氧气引导或输送至井下燃烧器60的导管道或通道。为了容易安装,中间和内部油管柱120、150可释放地与燃烧器组件20连接。

[0048] 井下部件(或者作为燃烧器组件20的一部分)还可以包括力矩锚固件210,以便将主油管柱40设置在套管90中。

[0049] 更详细地说,参考图3至6,燃烧器壳体190适用在井口部分220处,用于与中间环道140和内部孔180流体连通。在一个实施例中,燃烧器壳体190通过燃烧器界面组件50与中间环道140和内部孔180流体连接。燃烧器壳体190包括两个流体通道,用于流体连通燃料和氧气。

[0050] 最好如图5和6中所示,燃烧器壳体190包括:井下部分或燃烧器喷嘴200,用于燃烧燃料和氧气;以及井口部分220,该井口部分220确定了两个流体通道,用于使得燃料和氧气与喷嘴200流体连通。井口部分220有孔230和穿过该孔延伸的同心导管或管240,用于产生两个流体通道。燃料通道250由形成于孔230和同心导管240之间的环形空间来确定。同心导管240还有确定氧气通道260的孔。

[0051] 燃料通道250用于与中间环道140流体连通,从而使得燃料从地面通向喷嘴200。燃烧器壳体190的孔230和燃料通道250开口于喷嘴200中,用于将燃料注入喷嘴200中。燃料通道250还可以有燃料涡旋叶片270,用于帮助燃料和氧气混合。

[0052] 氧气通道260与内部孔180流体连通,从而使得氧气从地面通向喷嘴200。氧气通道260有在井下端部处的开口280,用于将氧气注入喷嘴200中。氧气通道260还可以有氧气涡旋叶片(未示出),用于帮助燃料和氧气混合。氧气和燃料混合以便在喷嘴200处燃烧。

[0053] 参考图5,如上所述,燃料通道250还可以有燃料涡旋叶片270,用于使被注入喷嘴200中的燃料旋转。氧气通道260也可以有氧气涡旋叶片,用于引起与燃料的旋转方向相反的旋转,以便使得燃料和氧气最大程度地混合,用于提高燃料和氧气的燃烧效率。在优选实施例中,各燃料或氧气的涡旋速度与轴向流速的比基本为1:2。

[0054] 在可选实施例中,氧气通道260的开口280可以装配有阻流体(未示出),以便降低氧气的轴向动量,用于稳定燃烧火焰。

[0055] 而且,在另一可选实施例(未示出)中,燃烧器壳体190可以有穿过延伸的两个并排孔,用于形成燃料通道和氧气通道。各孔可以有在井下端部的开口,用于将燃料和氧气注入喷嘴200中用于燃烧。

[0056] 可以使用普通的燃烧器排出装置,包括利用多个孔和同心排出。喷嘴200可以是任意的开口端管形结构,它允许燃料和氧气混合和燃烧。如图所示,喷嘴200通常为截头倒锥形喷嘴。截头顶点与燃烧器壳体190流体连接,喷嘴200朝着井下端部径向向外延伸。

[0057] 如图4和6中所示,高温套管密封件70可以位于井下燃烧器60上,以便使得套管环道80与燃烧空腔30隔离。因此,套管密封件70通常很低地位于井下燃烧器60上,例如在燃烧器壳体的井下部分或喷嘴200和套管90之间。在可选实施例(未示出)中,套管密封件70可以位于燃烧器壳体190的井口部分220和套管90之间。

[0058] 通常,加套井孔有套管变形或扭转,这将引起相关密封件在套管上的安装和公差的问题。套管变形是套管轴线的突然移位,从而形成比通常套管的标称内径更窄的套管部分。密封件和其它井下工具的通过将很困难,特别是当密封件的性质为首先包括比套管的内径更大(当然比变形部分更大)的密封件外径时。尽管井下工具通常能够制造成较小外径,以便使它们能够通过大部分变形部分,但是密封件通常不能这样。具有较小外径的密封件尽管能够通过变形部分,但是在套管再次有标称内径的位置处不能充分密封抵靠变形的井下套管。密封件还必须能够承受由井下燃烧器在燃烧燃料和氧气时产生的极热环境。

[0059] 参考图6至9,套管密封件70的实施例是刷式密封件,它包括一个堆垛在另一个顶上的多个柔性、同心的金属刷环300。最好如图6、7A和7B中所示,刷环300一个在另一个顶部地堆垛在喷嘴200的井下端部处的环状止动凸肩310上。垫片环320可以提供以交替在刷环300之间。刷环300和垫片环320的堆垛通过压缩环330而固定就位,该压缩环330施加轴向固定力,以便将环300、320压在止动凸肩310上。压缩螺母340固定压缩环330。

[0060] 如图8和9中所示,各密封环300都有大量狭缝350,这些狭缝350从密封环300的外周径向向内形成,且它们终止于密封环300的内径之前,用于形成多个柔性指状件360。指状件在外周处分开,并在内径处连接。各狭缝350径向延伸的最内侧部分限定了该多个狭缝350的内径,并基本与垫片环320的外径相同。从内径弯曲的多个指状件360通过各同心密封环300的柔性,提供尺寸的变化。

[0061] 当向井下看时,各狭缝350沿大致顺时针方向径向向外延伸。当取出和向上拉动套管密封件70时,这种特殊的狭缝结构或设计很有利。当套管密封件70卡住时,顺时针的狭缝结构使得套管密封件能够沿逆时针方向旋转,从而减小套管密封件70的外径,并使它离开套管90。

[0062] 如图9中所示,各密封环300可以相对于各相邻的密封环300旋转分度。当能够有径向柔性时,狭缝350提供了用于流体穿过泄漏的通道。为了减少流体通过狭缝350的泄漏量,各密封环300旋转,使得轴向相邻刷环300的狭槽350旋转偏离或并不对齐。为了进一步减少通过该狭缝350的泄漏,堆垛大量的同心刷环300。一个密封环300的各指状件360与相邻密封环300的各指状件360交叠,用于形成弯曲的轴向路径,以限制穿过它们的套管环道流体的流动。

[0063] 参考图7A,刷密封件70的外径大于在加套井孔中的套管90的标称内径,如虚线所示。该更大外径确定了特殊刷密封件的有效密封直径。具有不同的有效密封直径的刷式密封件能够根据在加套井孔中的套管90的尺寸而很容易地安装。

[0064] 当刷式密封件向井下运行时,各密封环300的各指状件360向井口弯曲,从而减小了总体外径,并与套管90相适应,同时保持有效密封直径。刷环300的总体外径的减小使得刷密封件70能够在安装过程中通过加套井孔,并通过大部分的套管变形部分。当遇到套管变形时,各同心密封环300的环指状件360能够再弹性弯曲,以便能够通过该变形部分。

[0065] 在可选实施例中,可以使用其它的套管密封件,包括金属的可膨胀封隔器,例如目

前由Baker Oil Tools介绍的封隔器,如在标题为“Recent Metal-to-Metal Sealing Technology for Zonal Isolation Applications Demonstrates Potential for Use in Hostile HP/HT Environments”的文章(公开为SPE 105854,2007年2月)中提出。这样的可膨胀封隔器的直径足够小,以便也穿过套管的变形部分,还能够承受由燃烧器产生的极热环境。不过,这样的封隔器可能由于热循环而受损,且不能重复使用。

[0066] 例如,在内径为大约164mm的7英寸(178mm)套管中,与3-1/2英寸(89mm)管的井下端部流体连接的燃烧器底部孔组件(BHA)可以布置在具有普通套管变形的加套井孔中。包括燃烧器界面组件、短钻杆和井下燃烧器的燃烧器BHA具有大约5英尺(1524mm)的总长度。2-3/8英寸(60mm)的中间盘绕管布置在3-1/2英寸(89mm)的管内,1-1/4英寸(32mm)的内部盘绕管布置在中间盘绕管内。燃烧器界面组件为大约708mm长,外径为大约114mm,而燃烧器壳体为大约304mm长,外径为大约93mm。刷式密封件的外径为大约164mm,安装在具有大约120mm的周边凸肩的喷嘴。各刷环和垫片环有大约0.25mm的厚度。适合该特殊实例的短钻杆为大约508mm长,且外径为大约2-7/8英寸(73mm)。

[0067] 参考图3和10,流体通道可以通过布置在更大管或分段管的孔中的一系列油管柱来形成。也可选择,两个或更多油管柱可以并排布置(未示出)。如图3中所示,主管40沿加套井孔向下延伸,从而在它们之间形成套管环道80或第一套管环形流体通道。中间油管柱120同心地布置在主油管柱40的孔内,从而在它们之间形成中间环道140或第二中间环形流体通道。内部油管柱150还同心地布置在中间油管柱120的中间孔内,从而在它们之间形成内部环道170或第三内部环形流体通道。内部油管柱150的孔还确定了内部孔180或第四内部孔流体通道。

[0068] 本领域技术人员应当知道,尽管中间油管柱120与主管40的孔同心地布置,但是当中间油管柱120向井下延伸时,中间油管柱120可能在主管40的孔内保持同心对齐。类似的,尽管同心地布置在中间油管柱120的中间孔内,但是内部油管柱150可以在它向井下延伸时并不保持同心对齐。

[0069] 在基本形式中,两个通道用于向燃烧器提供燃料和氧气。第三通道可以用于隔离燃料和氧气,甚至更有利的是用作检测通道,用于检测在它们之间的泄漏的发展。

[0070] 参考图10至12,在一个实施例中,燃烧器界面组件50使得主管40的三个通道与井下燃烧器60的燃料和氧气通道250、260流体连接。燃烧器界面组件50可以包括:外部壳体400,该外部壳体400固定在主油管柱40的中间或井下端部处;中间心轴410,该中间心轴410在中间油管柱120的井下端部处;以及内部心轴420,该内部心轴420在内部油管柱150的井下端部处。

[0071] 外部壳体400有用于与中间心轴410可释放地连接的孔。中间心轴410有井口部分430,该井口部分430有用于与内部心轴420可释放地连接的孔。

[0072] 更详细地说,参考图11,外部壳体400有孔、井口端部440和井下端部450。井口端部440用于与主油管柱(未示出)流体连接,井下端部450用于与支承井下燃烧器(未示出)的短钻杆流体连接。

[0073] 参考图10和11,中间心轴410装配在外部壳体400的孔内,从而在它们之间形成中间环道140。在中间锁组件470处与外部壳体400可释放地连接的中间心轴410有井口部分430,该井口部分430用于与中间油管柱120流体连接。井口部分430还有孔,用于与内部心轴

420可释放地连接。在一个实施例中,井口部分430是内部锁壳体。

[0074] 外部壳体400的孔有用于形成第一中间锁470A的内表面480。第一中间锁470A形成于外部壳体400的井下端部附近。

[0075] 而且,中间心轴410有形成于它的井下端部处的第二中间锁470B。该第二中间锁470B与互补的第一中间锁470A可释放地连接,以便形成中间锁组件470。

[0076] 参考图10和12,内部心轴420装配在内部锁壳体430的孔内,并在内部锁组件490处与中间心轴410可释放地连接。与中间锁组件470类似,内部锁组件490包括第一内部锁490A和互补的第二内部锁490B。

[0077] 如图所示,中间心轴410装配在外部壳体400的孔内,用于在中间锁组件470处锁定和在第一密封件500处在它们之间密封。内部心轴420装配在内部锁壳体430的孔内,用于在内部锁组件490处锁定和在第二密封件510处在它们之间密封。

[0078] 中间环道140与在外部壳体400和中间心轴410之间的环形空间相连,并与井下燃烧器60的燃料通道250流体连通。内部孔180与内部心轴420的孔相连,并与井下燃烧器60的氧气通道260流体连通。在该实施例中,内部环道170可在第二密封件510处密封地终止,用于使得中间环道140与内部孔180隔离。

[0079] 密封的内部环道170使得中间环道140与内部孔180隔离。两个离散通道的这种分离,提供了安全措施,保证燃料和氧气通过缓冲器而分离。在一个实施例中,密封的内部环道170还是检测环道,用于检测在燃料和氧气的输送中的泄漏。密封的内部环道170可以保持在真空或其它压力下,并进行监测,以检测压力变化,压力的变化表示或在中间环道140或在内部孔180中的泄漏。

[0080] 中间锁组件470可以是用于产业中的任意合适的可释放锁,但是在优选实施例中,中间锁组件是在美国专利6978830(公开日为2005年12月27日,授予MSI Machineering Solutions, Inc,位于Providenciales, Turks和Caicos)中公开和要求保护的锁组件类型。

[0081] 与中间锁组件470类似,内部锁组件490可以是用于产业中的任意合适的可释放锁,包括在前述美国专利6978830中公开和要求保护的锁组件。

[0082] 最好如图12中所示,内部锁壳体430的井口端部装配有第三密封件520,用于密封和隔离中间环道140与内部环道170。内部锁壳体430还有第二密封件510,用于密封和隔离内部环道170与内部孔180。

[0083] 为了冗余目的和为了保证三个离散通道的密封和隔离,第一、第二和第三密封件500、510、520可以是成堆垛结构的多个单独密封件。

[0084] 为了更加安全和控制燃料和氧气通道,在特殊实施例中,中间心轴410还可以包括背压阀组件600,用于控制燃料和氧气的流量。燃料由于第一密封件500而强迫从中间环道140通过背压阀组件。

[0085] 背压阀组件600包括两个流体旁通通道,各流体旁通通道有背压阀。流体旁通通道绕过第一密封件500。有第一背压阀620的第一旁通通道610与中间环道140流体连通,用于将燃料从主油管柱40输送给井下燃烧器60的燃料通道250。具有第二背压阀640的第二旁通通道630与内部孔180流体连通,用于将氧气输送给井下燃烧器60的氧气通道260。

[0086] 各背压阀包括小球620A、640A和弹簧620B、640B,该弹簧620B、640B在小球上偏压,以施加恒定的闭合力,从而保证小球密封地装配在球座650A、650B中。恒定闭合力大于由在

背压阀620、640上面的静态流体压力和背压阀620、640下面的储层压力之间的流体压力差而施加的力。为了使得燃料和/或氧气流过背压阀620、640,燃料或氧气的注入压力必须施加足够的力,以便克服弹簧620B、640B和储层压力的组合力。

[0087] 在一个实施例中,背压阀620、640的偏压小球的闭合力是基于200psi的压力差。在该实施例中,燃料和氧气的注入压力必须足以施加充分压力,以克服闭合力并由储层压力施加的力的组合力。

[0088] 燃料或氧气的注入压力并不超过特殊目标区域的破裂压力。

[0089] 操作中

[0090] 在一个实施例中,燃烧腔室30通过在足以熔化目标区域的烃储层10的温度下使得该目标区域熔化而形成。然后,保持稳态燃烧,用于维持低于化学当量的、燃料和氧气的燃烧,以便产生热燃气(主要是CO、CO₂和H₂O),该热燃气进入和透过储层10。热燃气产生燃气体驱动前缘,并加热在燃烧空腔30和井孔附近的储层10。

[0091] 沿套管环道80向在燃烧腔室30上面的储层10加水,使得水注入井孔附近的储层10的上部部分中,用于横向透过储层10。注入的水的横向运动将从热燃气的加热中冷却井孔,并减小对井孔附近的地层的热损失。水进一步横向透过储层10,并转变成蒸汽。在储层10中的蒸汽和热燃气形成蒸汽和燃气驱动前缘。

[0092] 更详细地是,再参考图1和13-15B,注入井在储层10的目标区域处加套和穿孔。

[0093] 设置封隔器,且低于目标区域铺设合适深度的耐热水泥。耐热水泥保护封隔器免受井下燃烧器60的损害。

[0094] 参考图13,第一主油管悬挂器100固定在井口110上。燃烧器底部孔组件(燃烧器BHA)700包括力矩锚固件210、燃烧器界面组件50的外部壳体400、短钻杆710和井下燃烧器60,燃烧器底部孔组件(燃烧器BHA)700与主油管柱40的井下端部流体连接。燃烧器BHA 700向井下延伸一定深度,用于将井下燃烧器60定位在目标区域中。在一个实施例中,井下燃烧器60定位在目标区域的中点周围。一旦就位,主油管柱40旋转,以便设置力矩锚固件210,且主油管柱40悬挂在主油管悬挂器100上。

[0095] 如图1和3中所示,主油管柱40和井孔的套管90在它们之间形成套管环道80。在燃烧器壳体190和套管90之间的套管密封件70密封套管环道80。

[0096] 参考图14B,中间油管悬挂器130被支承在主油管悬挂器100上。参考图14A和14B,中间心轴410与中间油管柱120的井下端部流体连接,且确定氧气通道260的同心管240从中间心轴410向井下延伸。如图14B中所示,中间油管柱120在主油管柱40的孔内向井下延伸。中间心轴410向井下延伸,直到它与燃烧器界面组件50的外部壳体400附接。中间心轴410与外部壳体400的附接包括使得外部壳体400与中间心轴410在中间锁组件470处可释放地连接,从而在它们之间形成中间环道140。中间油管柱120向井口拉动,以便拉伸中间管120和除去任何松弛。中间油管柱120由中间油管悬挂器130悬挂,然后切割至合适长度。

[0097] 参考图15A,内部油管悬挂器160被支承在中间油管悬挂器130上。燃烧器界面组件50的内部心轴420与内部油管柱150的井下端部流体连接,并在中间油管柱120的中间孔内向井下延伸。内部油管柱150向井下延伸,直到内部心轴420与形成内部环道170的中间心轴410附接。内部心轴420与中间心轴410的附接包括使得内部心轴420与中间心轴410在内部锁组件490处可释放地连接。内部管150向井口拉动,以便拉伸内部管150,由内部油管悬挂

器160悬挂,然后切割至合适长度。内部油管柱150的孔确定了内部孔180。

[0098] 中间环道140可以与燃料源流体连接,内部孔180可以与氧化剂源(例如氧气)流体连接。内部环道170进行密封和监测。在密封的内部环道170中的压力的任何变化都是表示或在中间环道140或在内部孔180中的泄露。

[0099] 还利用背压阀组件来保证中间和内部油管柱在燃烧器界面组件处成功地锁定和相连,任意一个通道不能使得压力保持为高于阀的打开压力,表示在一个或另一个连接中有问题。

[0100] 燃料可以沿中间环道140向下传送,通过第一旁通通道610和第一背压阀620通向燃料通道250。类似的,氧气可以沿内部孔180向下注入,通过第二旁通通道630和第二背压阀640通向氧气通道260。燃料和氧气进入喷嘴200用于燃烧。第一和第二背压阀620、640产生比地面压力的静压头更大的背压,从而保证能够通过控制燃料和氧气的流速而从地面控制燃料和氧气的流动。当燃料或氧的流速产生的压力不足以克服由背压阀弹簧620B、640B的闭合力施加的压力和储层压力时,燃料和氧气不能通过第一和第二背压阀620、640。

[0101] 在燃烧器组件20定位在目标区域内之后,储层10可以先注满水。水沿套管环道80向下注入,以便通过穿孔进入储层10,用于增加井孔附近的储层压力。然后,燃料注入井下。在经过足够时间以便保证燃料已经进入井下目标区域之后,燃料掺入足以点燃燃料的促进剂,自燃化合物例如三乙基硼烷或硅烷。注入氧以便使得井下燃烧器60点火。加速剂中断,以便产生用于燃烧的稳定火焰。稳定火焰能够通过控制燃料和氧的速率来保持。燃料和氧控制在产生燃烧空腔30的温度下燃烧,以便足以熔化或以其它方式形成空腔30。

[0102] 在一个实施例中,井下燃烧器60可以点火和形成大约2800°C。在该温度下,认为套管90和井下燃烧器60的周围储层10将熔化,从而形成燃烧空腔30。当燃烧空腔30膨胀时,熔化的材料将流动和汇集在燃烧空腔30的底部在热水泥的上面,从而形成不可透过的玻璃化底部。而且,来自火焰的热量通过辐射传热和热燃气透入储层10内的组合而继续传递给侧壁。当燃烧空腔30足够大,以致于使得从燃烧传递的热量低于储层10的熔点时,燃烧空腔30的熔化和扩大将停止。燃烧空腔30的侧壁保持多孔和可透过,也许处于烧结状态。

[0103] 一旦形成燃烧空腔30,热量和氧控制成持续稳态燃烧,用于产生和维持热燃气,该热燃气用于流入和透入目标区域中。

[0104] 而且,热量和氧的稳态燃烧也处于低于化学当量的状态,从而限制可用于与燃料燃烧的氧的量。限制可用的氧的量保证没有过多的氧能够流入储层10中。流入储层10中的过多氧可能导致在储层10中的附加燃烧,并导致其中产生某些焦化。

[0105] 水沿套管环道80向下供给。在产生热燃气和维持在稳态的同时,套管密封件70将水导出穿孔和导入目标区域中。注入的水和热燃气在目标区域中相互作用,以便形成包括蒸汽和热燃气的驱动前缘。

[0106] 本发明的方法通过将氯化物保持在溶液中而进一步防止储层10由于氯化物脱落而降低可透过性。大部分的氯化物脱落是由于在水充入过程中引入具有不同离子电荷的水而引起。升高温度和/或压力通常提高了氯化物的可溶性。当通过引入热量和CO₂(来自热燃气)而增加了温度和压力时,氯化物沉积的危险降低。在形成的乳剂中的更高的CO₂浓度增加了碳酸盐的可溶性。该方法可以操作成连续产生递增的CO₂,从而当水充入进行时逐渐增加浓度。

[0107] 通过在井下保持80%蒸汽质量(这将氯化物保持在溶液中)而进一步减轻氯化物脱落的危险。未处理的产生水通常包含超过50000ppm的总溶解固体,它们通常在通过用于普通水处理的锅炉之前进行处理,。燃烧处理的质量控制和热平衡能够管理成使得目标区域中的蒸汽产生为大约80%的蒸汽量。更低的蒸汽量保证有足够的水相来使得所有溶解固体都保持在溶液中,且不需要处理这样的生产水。

[0108] 在可选实施例中,热量可以通过内部孔180而向井下注入,同时氧气可以通过中间环道140而向下注入。

[0109] 而且,在可选实施例中(其中,可以调节成防止流体沿套管环道80注入),水可以沿其它通道注入。例如,水可以沿中间环道140向下注入,用于在燃烧器组件处注入,以便与烃储层连通。在这样的实施例中,内部环道170可以用于注入燃料或氧气,而不是用作监测环道来用于检测泄露,氧气或燃料可以在内部孔180中继续向下注入。而且,如本领域技术人员已知,中间环道140就有在燃烧器组件中的水注入口,并布置成与储层流体连通,以便使得注入的水能够流入和穿过储层,且流过封隔器可以用于隔离燃烧器组件20。一种方法是将流过封隔器布置在燃烧器组件的周围,用于在水注入口的上面密封套管环道。从中间环道注入的水将从水注入口离开,并进入形成于封隔器和套管密封件之间的套管环道中的注入环道中。

[0110] 还有,在另一可选实施例中,内部油管柱150可以省略,以便降低成本。在这样的实施例中,主油管柱40可以布置在套管90中,从而形成套管环道80,中间油管柱120可以布置在主油管柱40中,从而形成中间环道140。中间油管柱120将有孔,从而形成内部孔180。该实施例没有用作检测环道以便检测中间环道140和/或内部孔180的泄露的内部环道170。

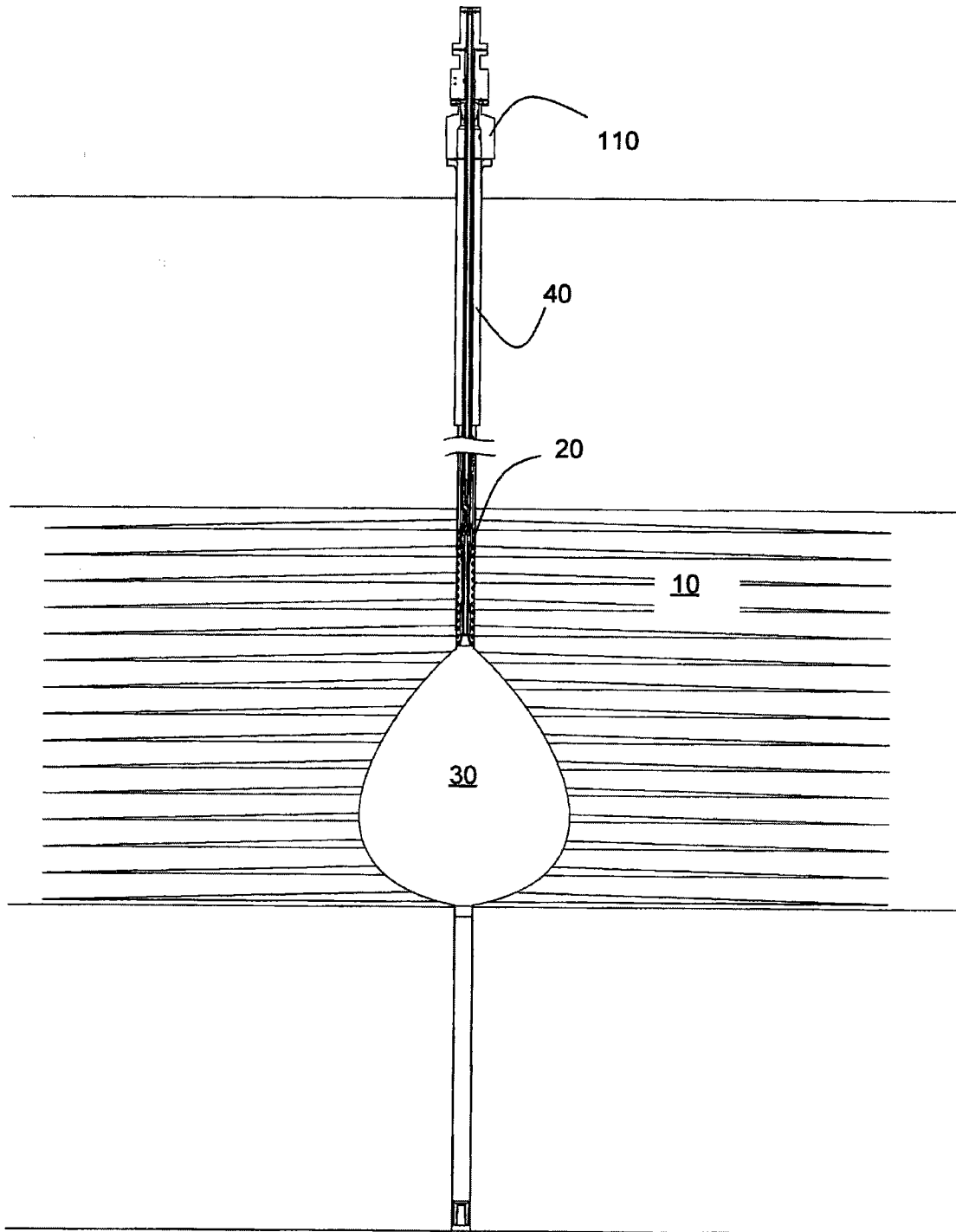


图1

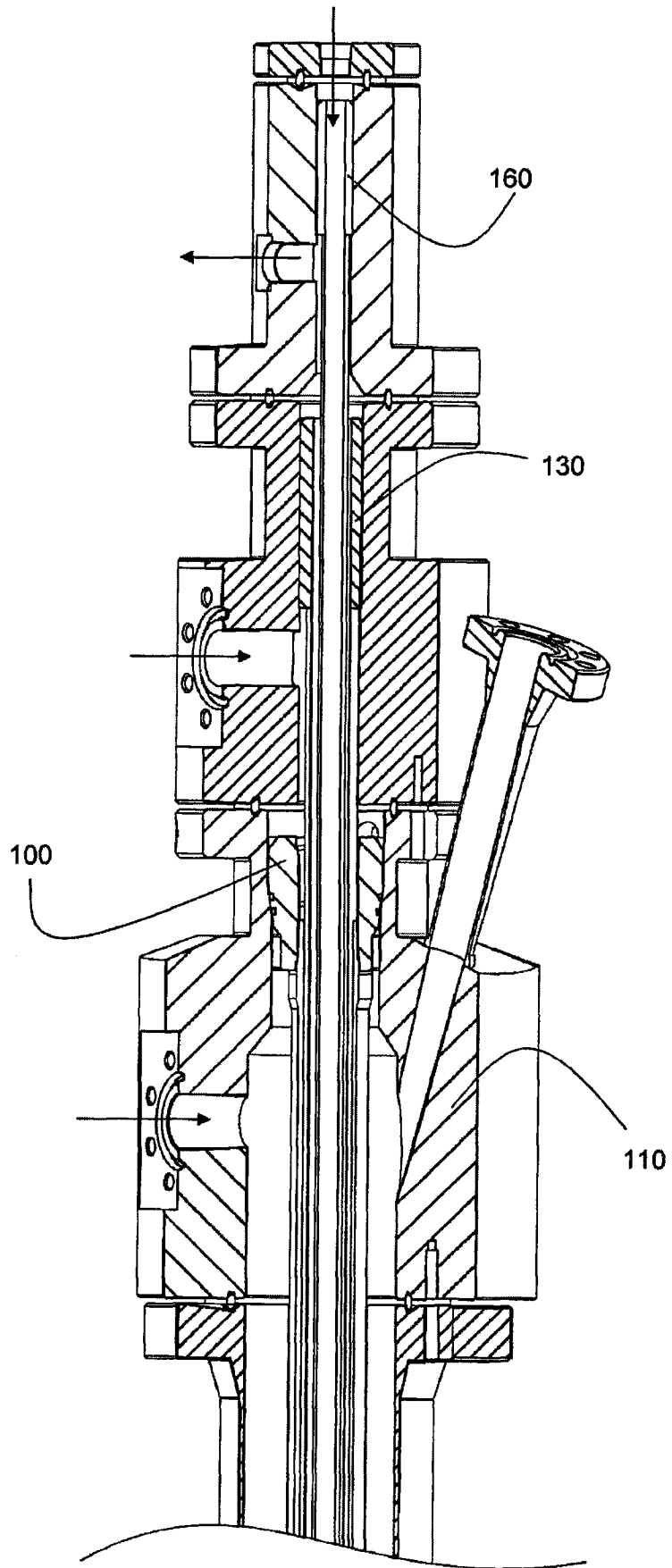


图2A

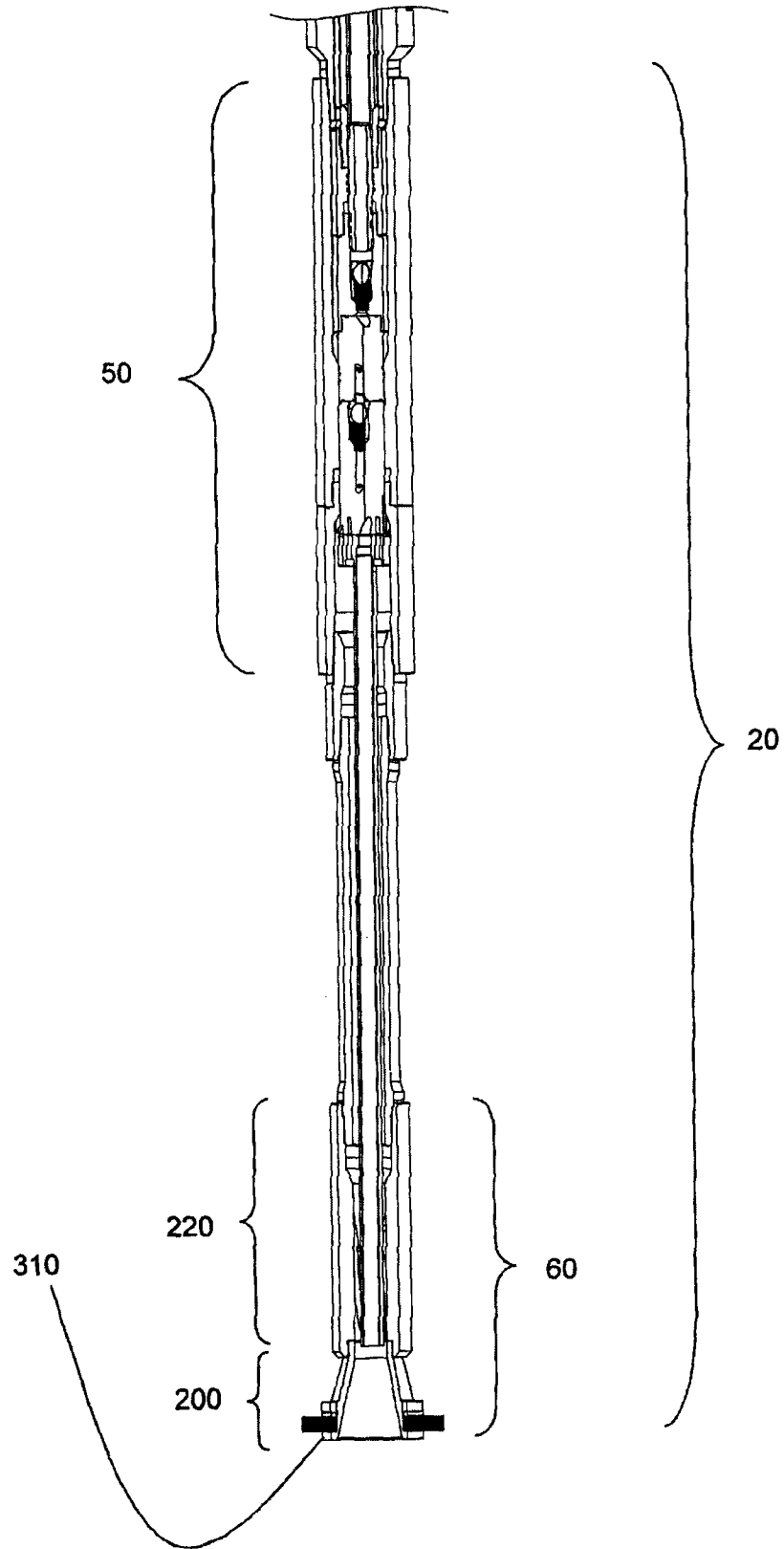


图2B

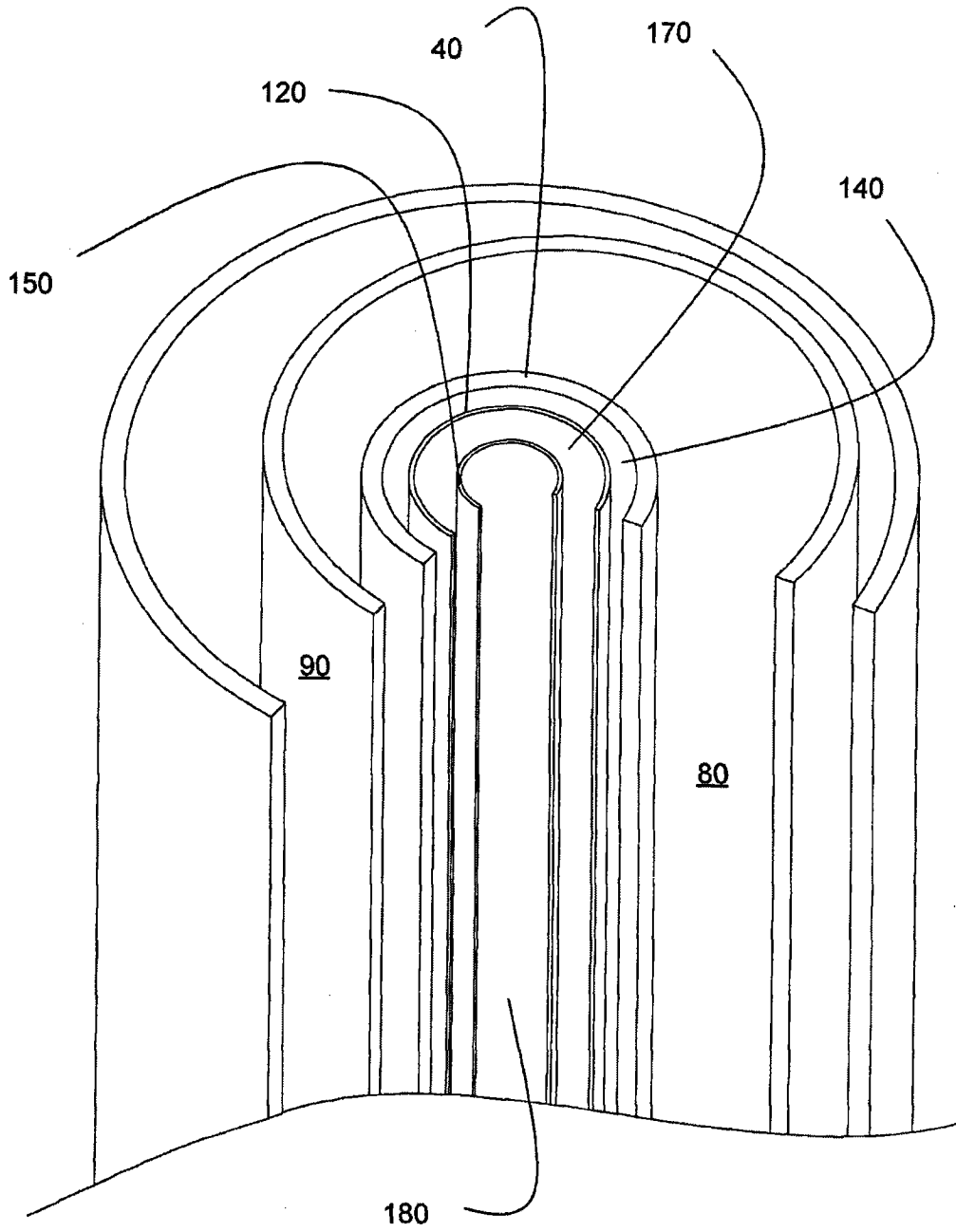


图3

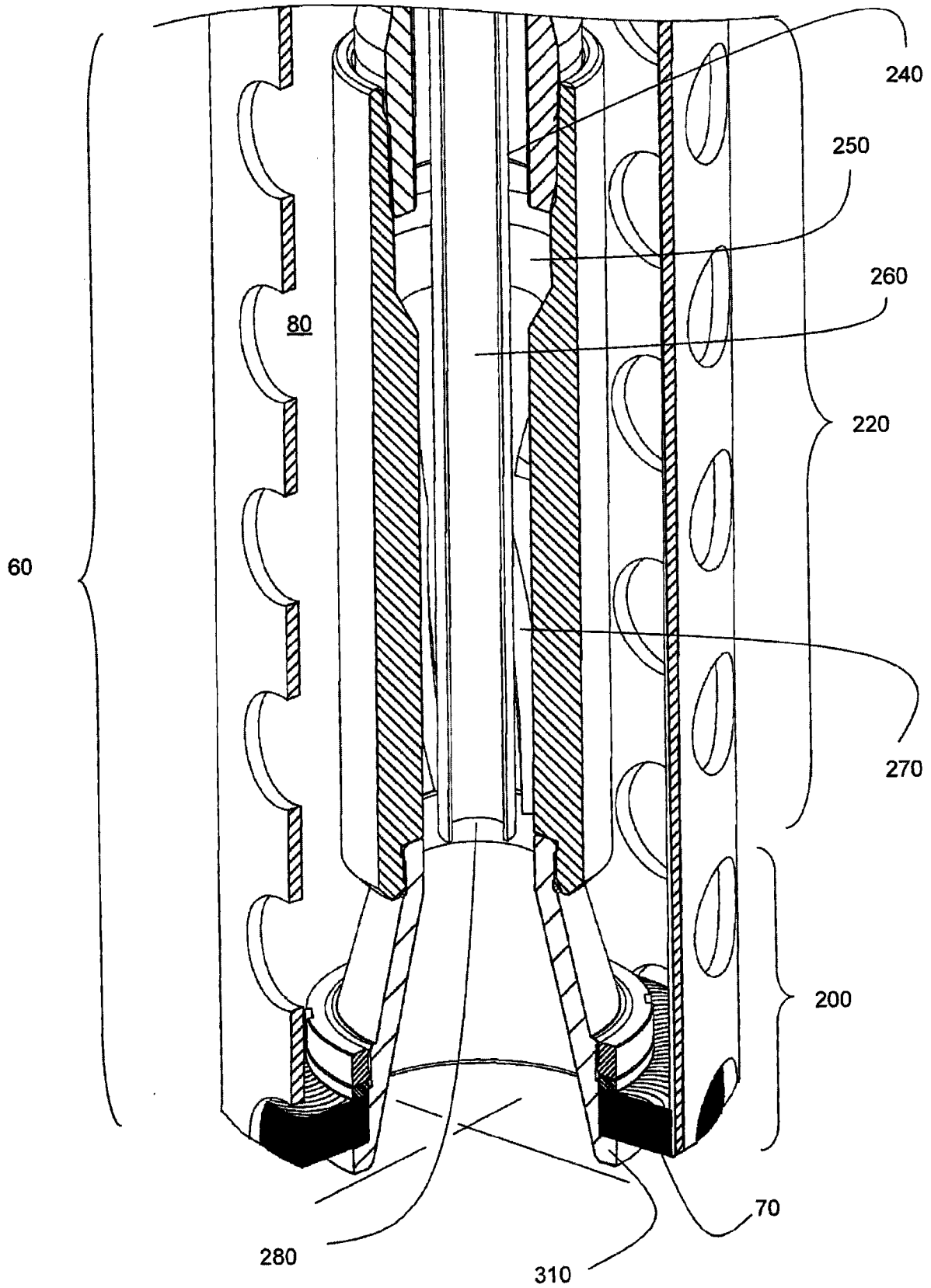


图4

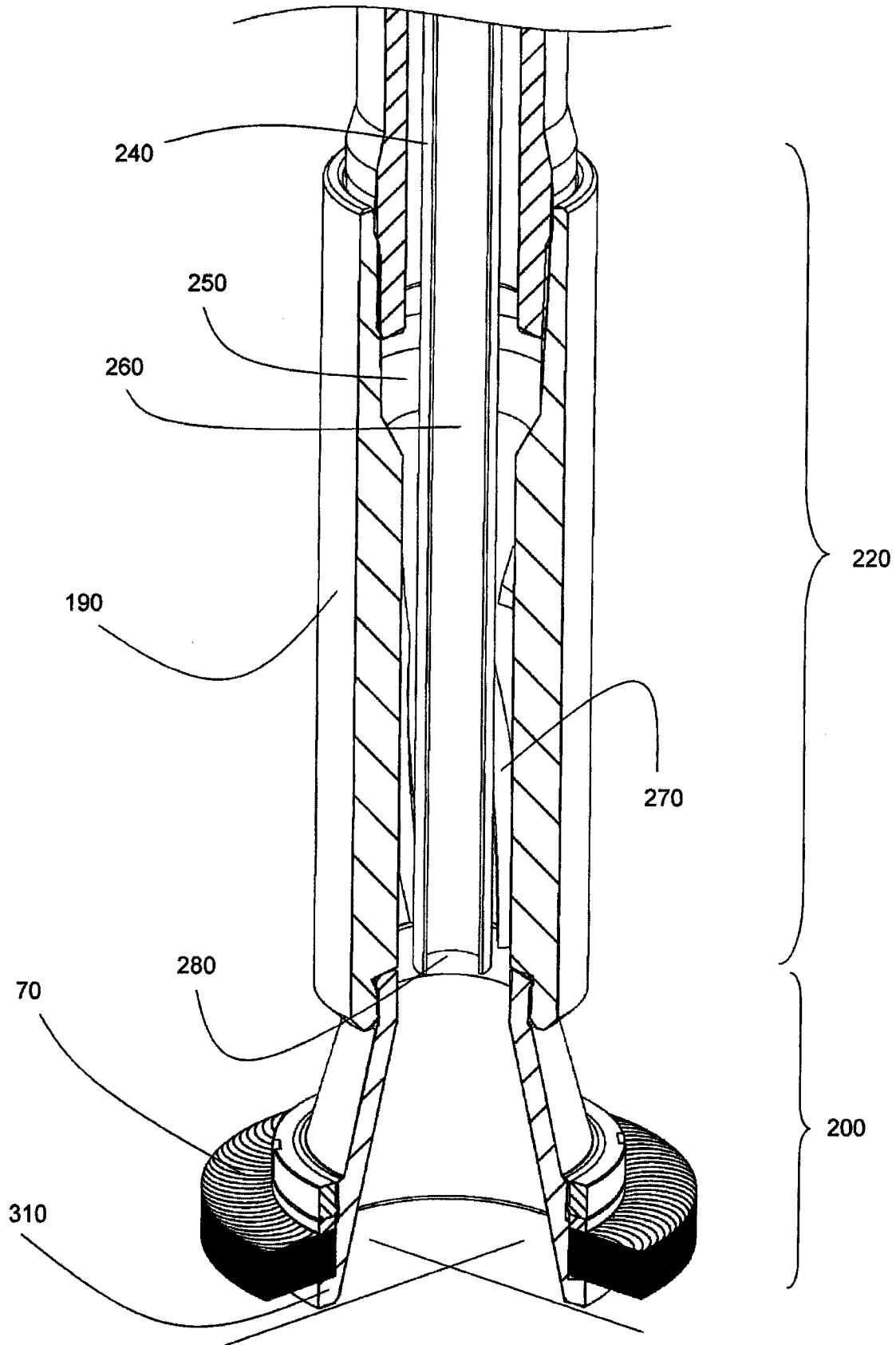


图5

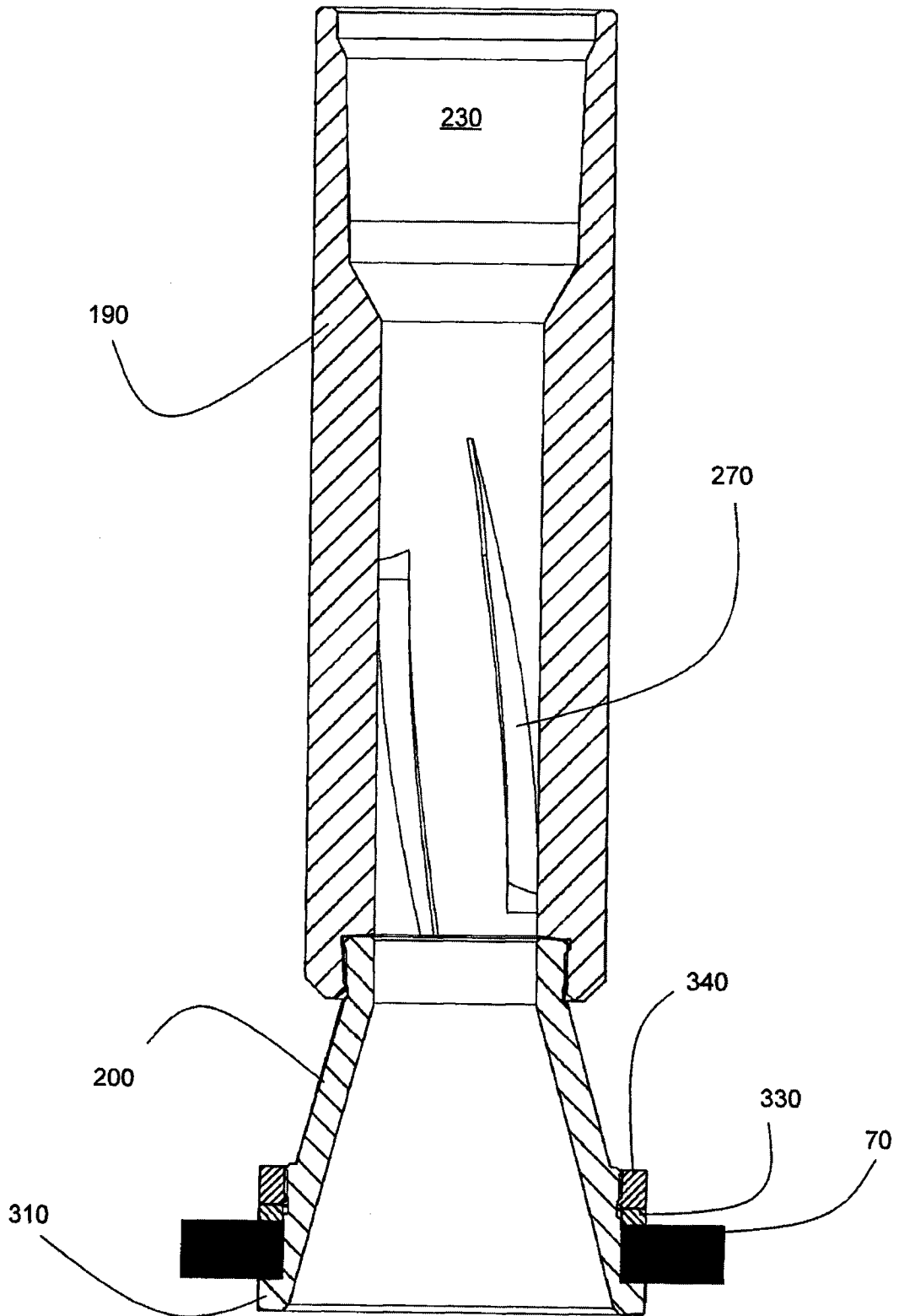


图6

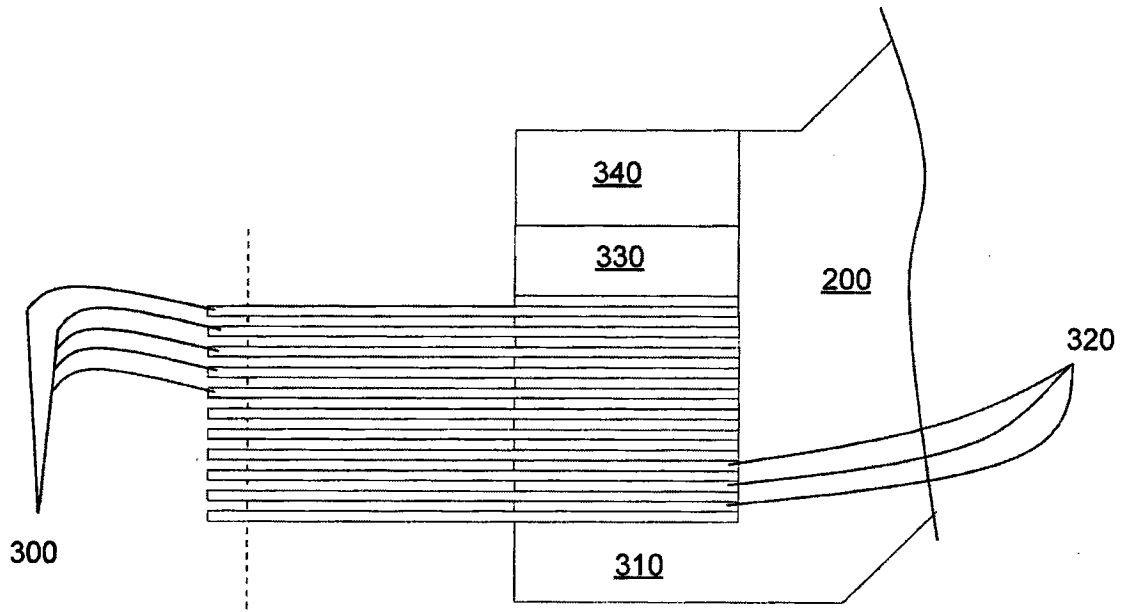


图7A

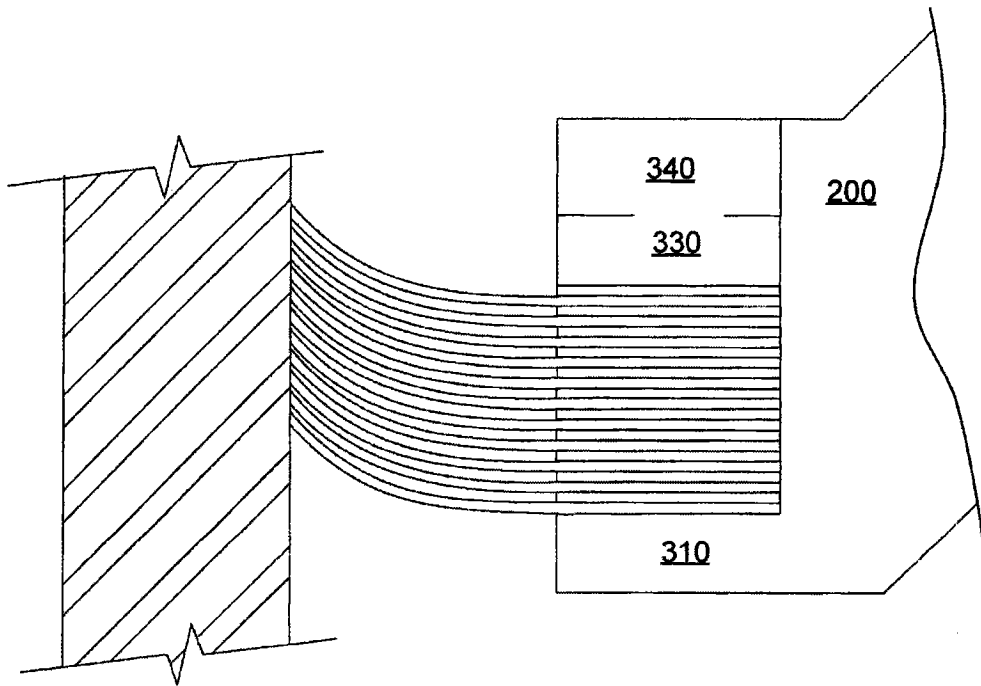


图7B

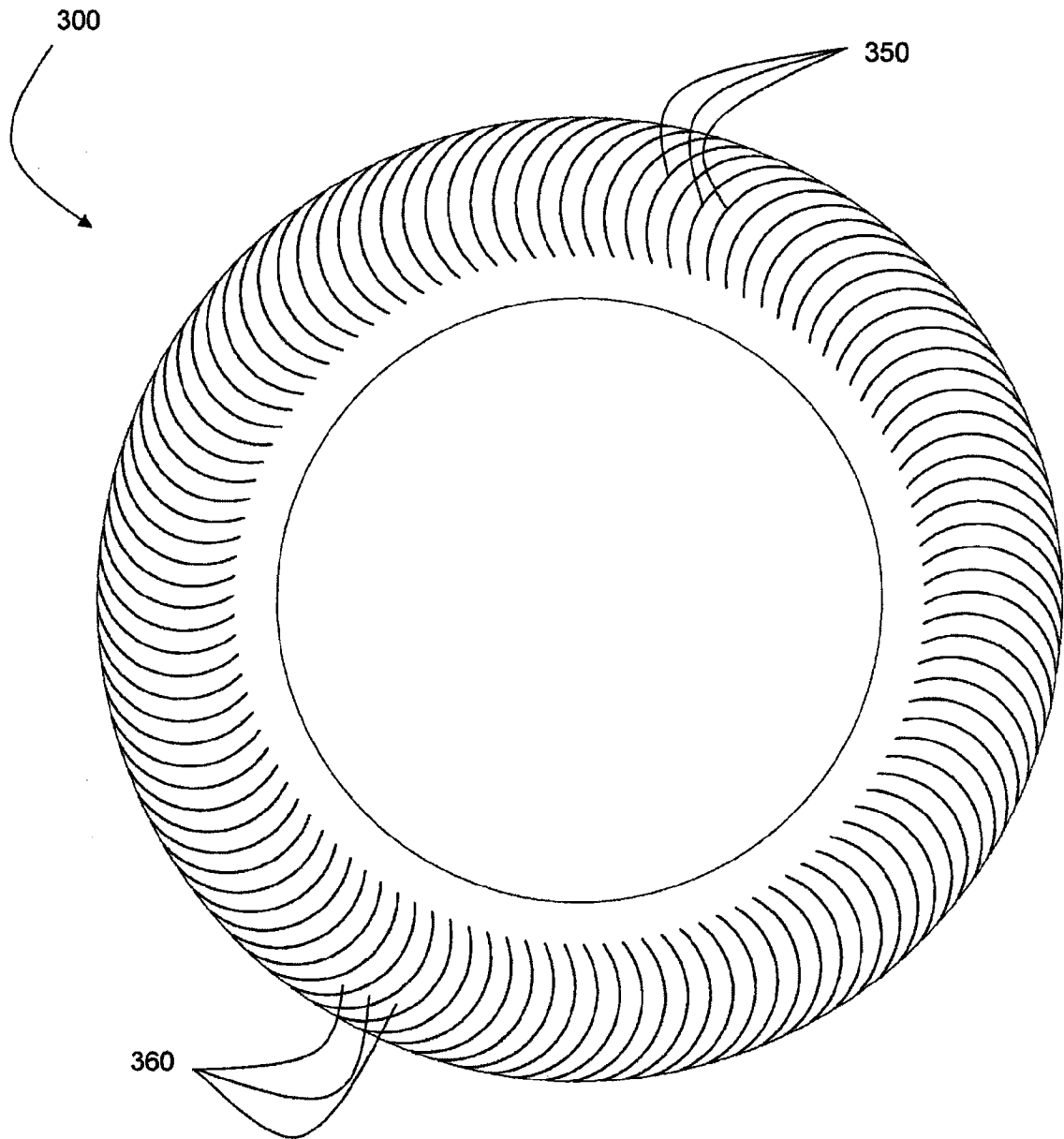


图8

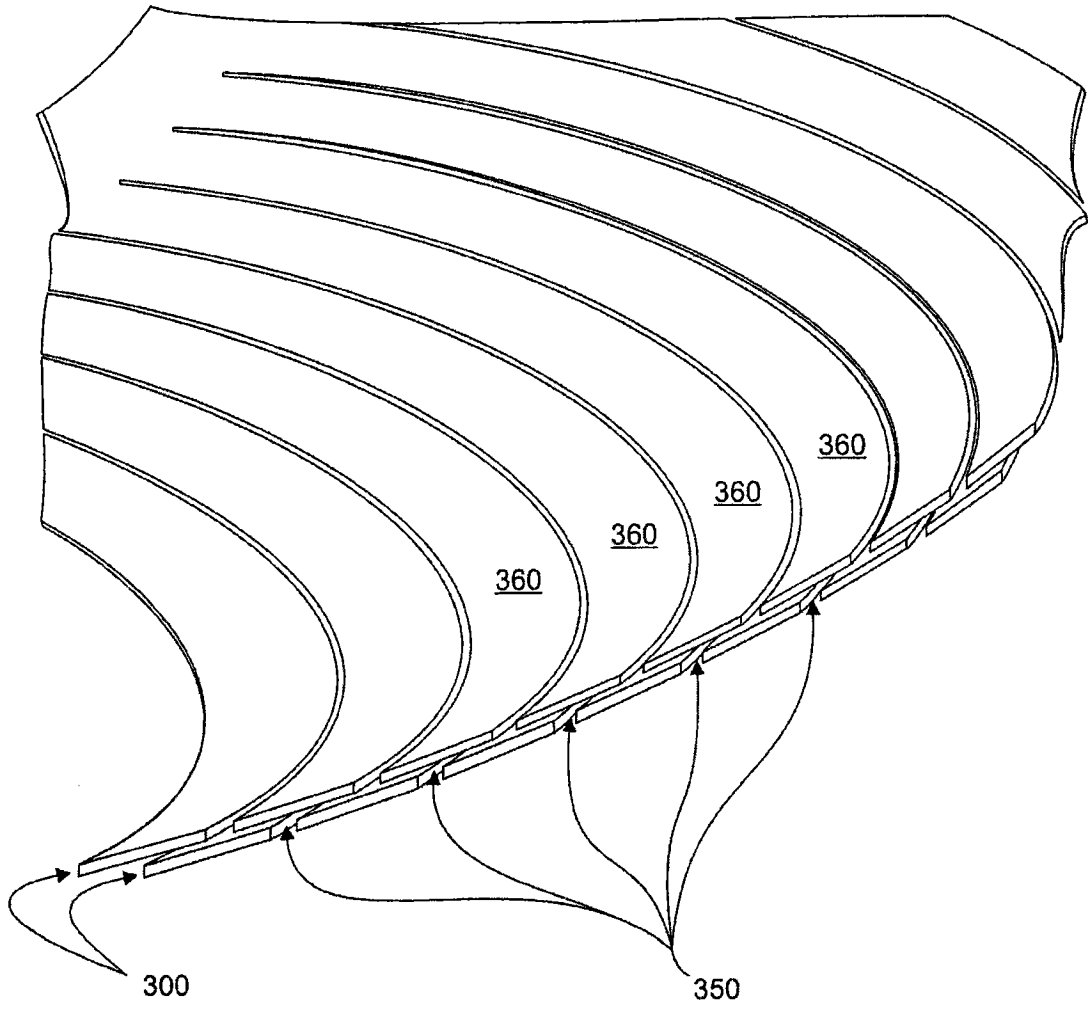


图9

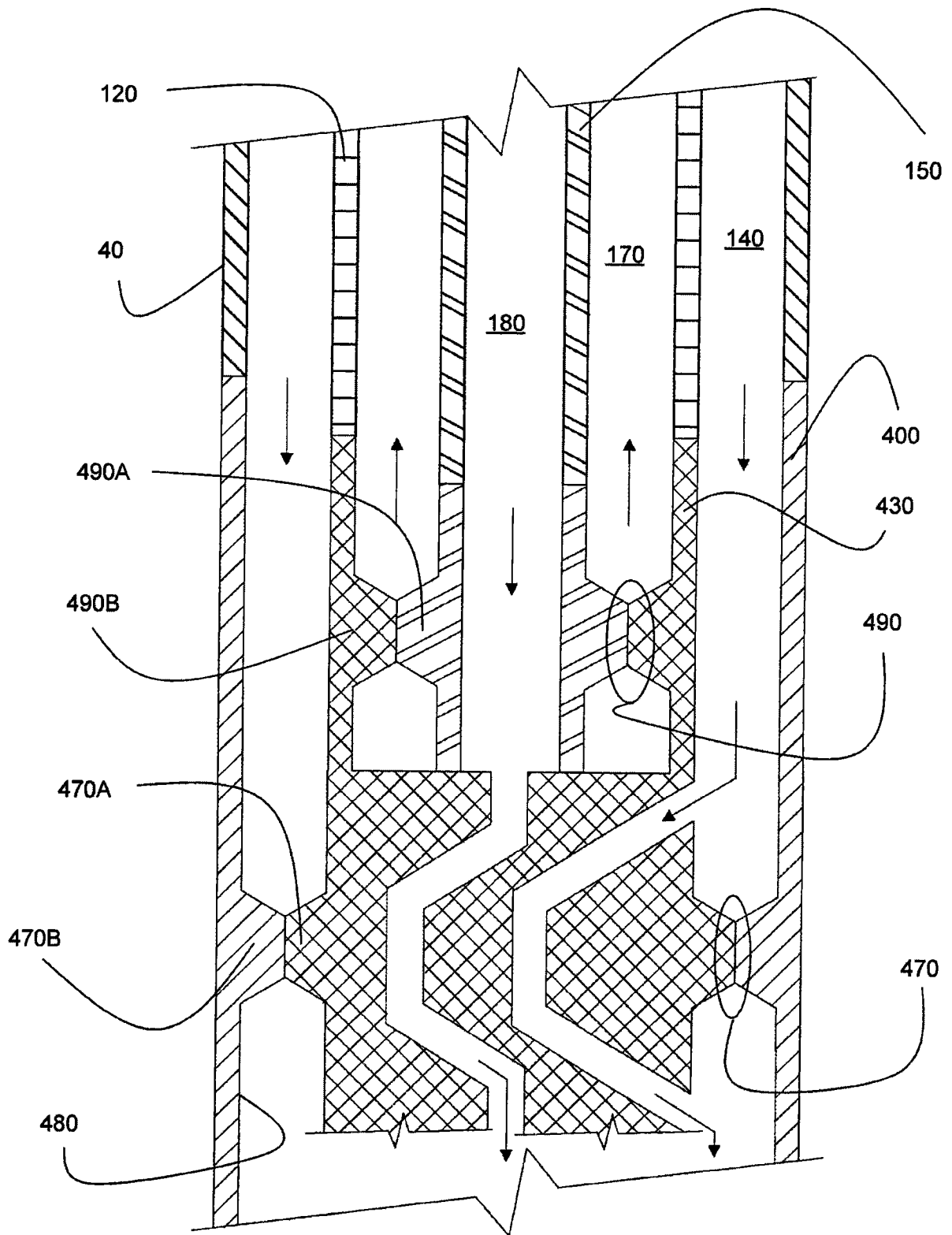


图10

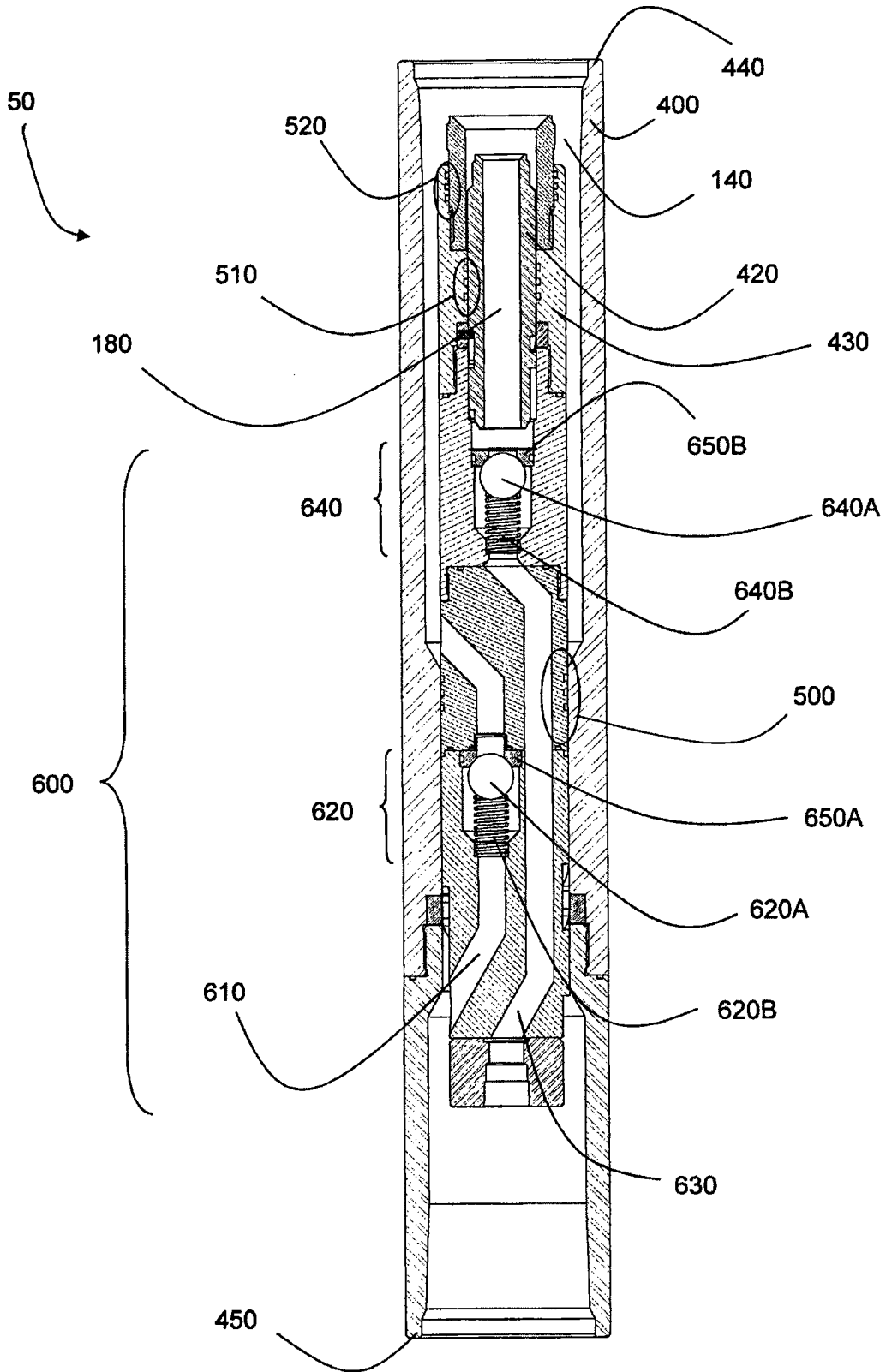


图11

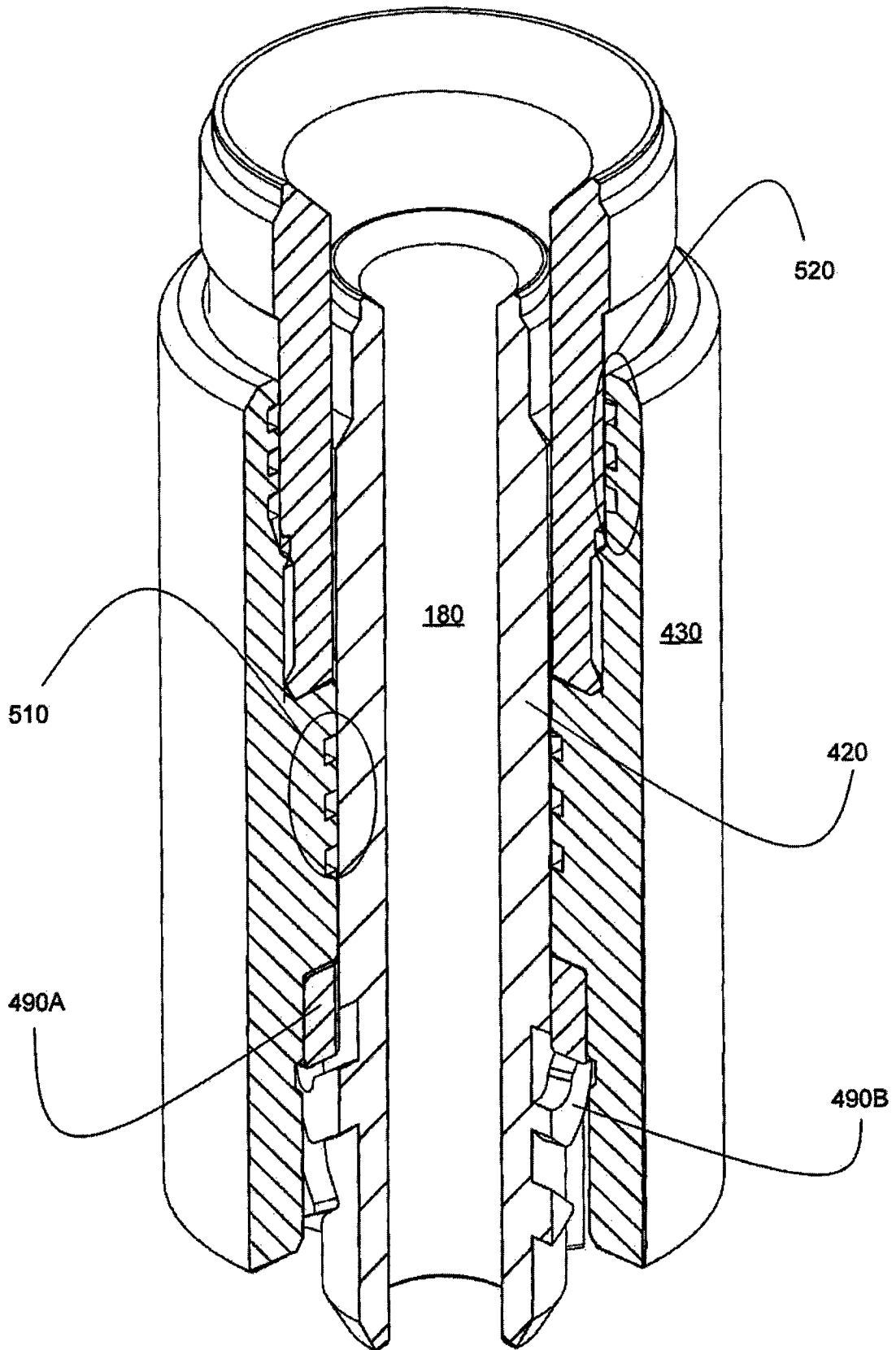


图12

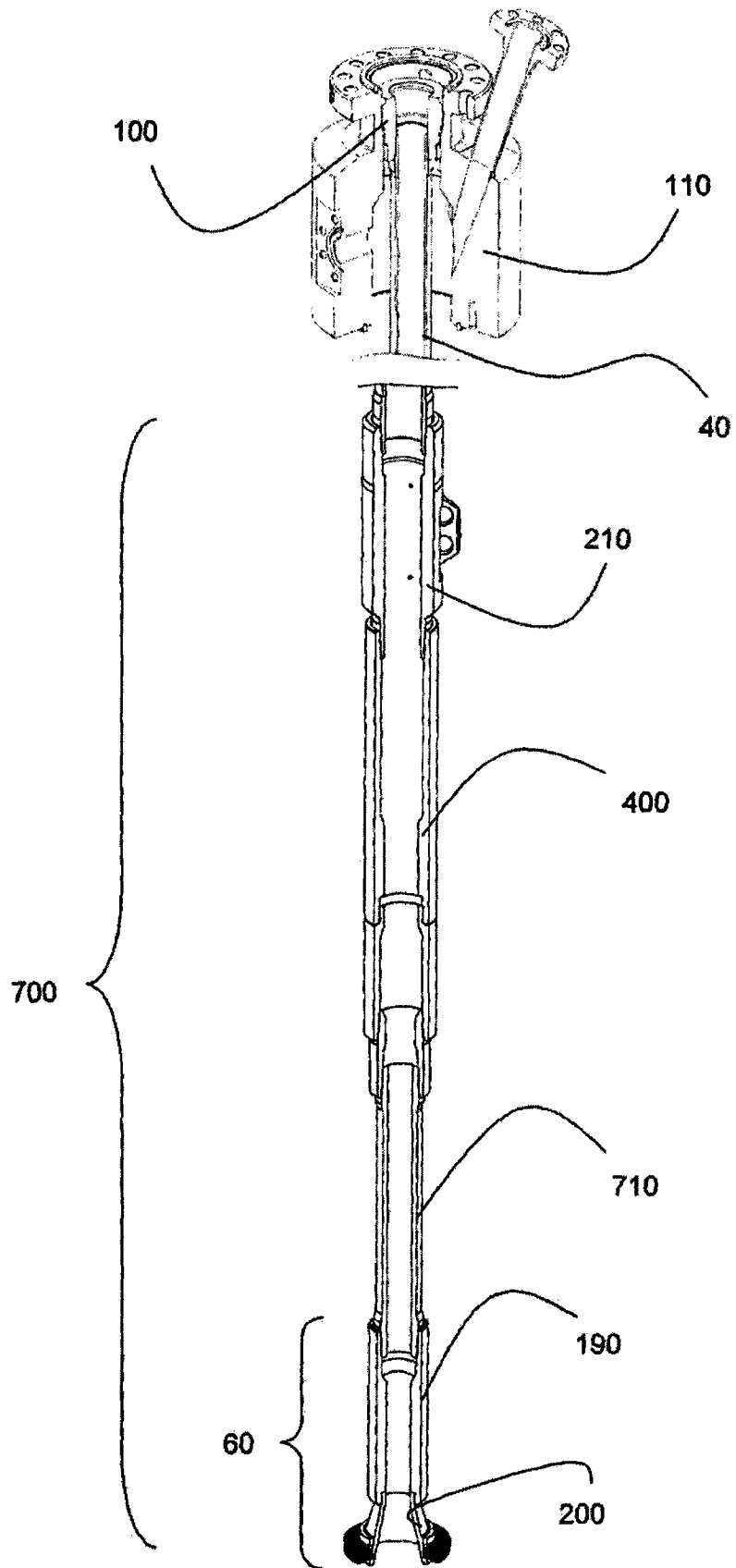


图13

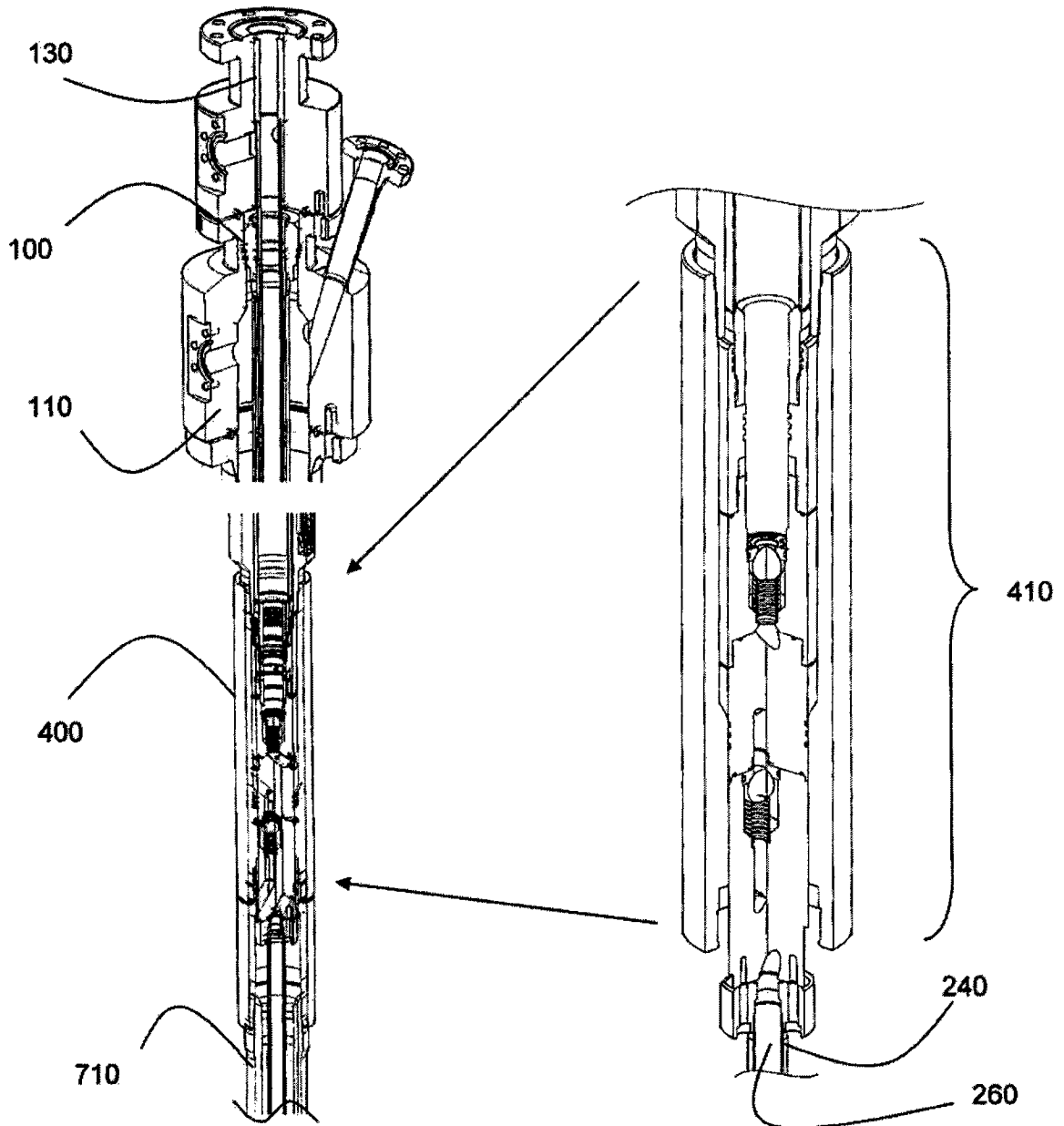


图 14A

图 14B

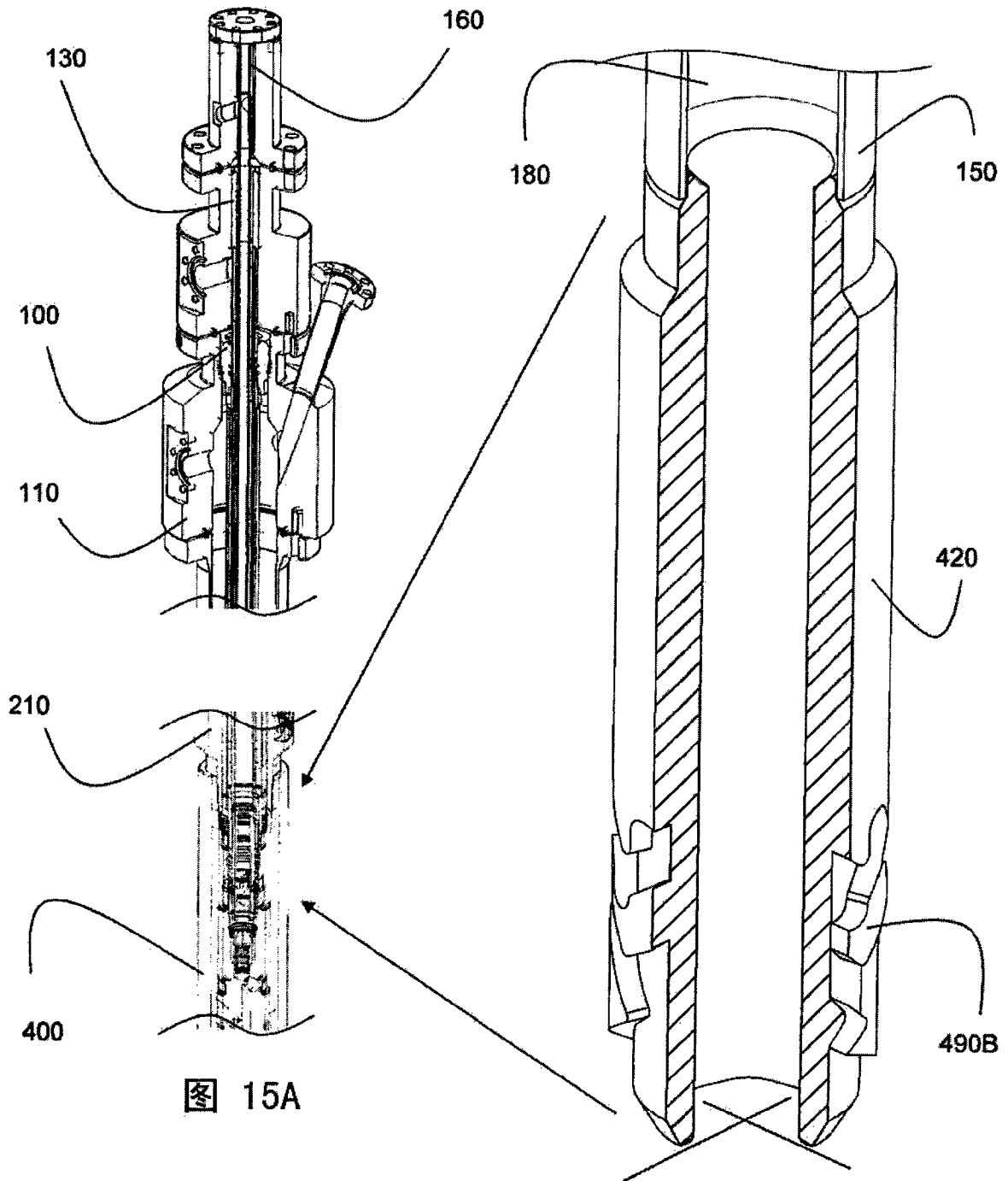


图 15A

图 15B