



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109779594 A

(43)申请公布日 2019.05.21

(21)申请号 201910097371.9

(22)申请日 2019.01.31

(71)申请人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路
96号

(72)发明人 咸玉席 卢德唐

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 李海建

(51) Int. Cl.

E21B 43/26(2006.01)

C01B 3/04(2006.01)

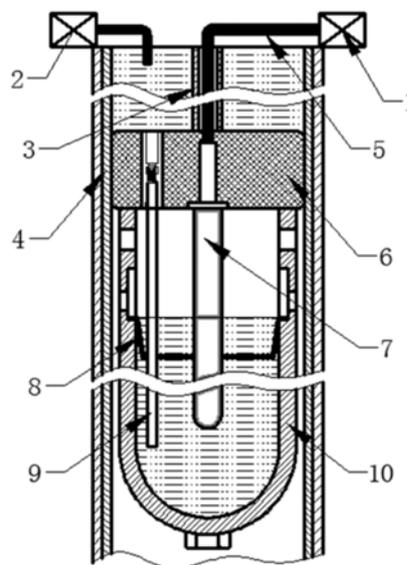
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

压裂工艺、制氢装置

(57)摘要

本申请公开了一种压裂工艺,包括以下步骤:将光源放入到油气井的井下;向所述油气井的井下输送混有光催化剂的水溶液;所述光源照射所述水溶液,以制取氢气和/或氢气与氧气的混合气体,并使所述氢气或所述混合气体进入到地层内,以将地层压力提高到地层破裂压力以上,并引爆所述氢气和/或所述混合气体,以令油气藏储层岩石开裂。上述压裂工艺利用光源、水和光催化剂在井下制取氢气,光源、水和光催化剂中的任何一种物质在地面上都无安全风险,从而能够将所有的安全事故隐患在地面上消除,并且光源、水和光催化剂的成本远低于长途运输氢气、安全保障、注氢的生产成本,显著的提升了经济效益。本发明还提供了适用于上述压裂工艺的一种制氢装置。



1. 一种压裂工艺,其特征在于,包括以下步骤:

将光源放入到油气井的井下;

向所述油气井的井下输送混有光催化剂的水溶液;

所述光源照射所述水溶液,以制取氢气和/或氢气与氧气的混合气体,并使所述氢气和/或所述混合气体进入到地层内,以将地层压力提高到地层破裂压力以上,并引爆所述氢气和/或所述混合气体,以令油气藏储层岩石开裂。

2. 一种制氢装置,其特征在于,适用于权利要求1所述的压裂工艺,以实现在所述油气井的井下制取所述氢气和/或所述混合气体,所述制氢装置包括:

封隔器,能够固定在所述油气井的套管内,并将所述套管的内腔分隔为互不连通的顶部内腔和底部内腔,所述顶部内腔与所述油气井的井口连通,所述底部内腔与所述油气藏储层连通;

连接在所述封隔器上并用于存储所述水溶液的存储容器,所述存储容器位于所述底部内腔中,且所述存储容器的内腔与所述底部内腔连通;

连接在所述封隔器上,并伸入到所述存储容器内的所述光源,所述光源通过照射所述存储容器内的所述水溶液制取所述氢气和/或所述混合气体。

3. 根据权利要求2所述的制氢装置,其特征在于,所述存储容器靠近所述封隔器的部位开设有通孔,所述存储容器的内腔通过所述通孔与所述底部内腔连通。

4. 根据权利要求3所述的制氢装置,其特征在于,所述存储容器内设置有能够过滤光催化剂颗粒的微孔滤网,所述微孔滤网位于所述通孔的底部,并且所述封隔器上设置有将所述顶部内腔中的所述水溶液输送至所述微孔滤网底部的导管。

5. 根据权利要求3所述的制氢装置,其特征在于,所述微孔滤网滑动的设置在所述存储容器的内壁上,并且所述存储容器的内壁上开设有允许气体和所述水溶液通过的连通凹槽。

6. 根据权利要求2所述的制氢装置,其特征在于,所述水溶液通过设置在井上的泵注装置被输送至所述顶部内腔中,并在通过所述封隔器后进入到所述存储容器中。

7. 根据权利要求2所述的制氢装置,其特征在于,所述光源通过电缆与位于井上的电源电连接,所述电缆穿过所述封隔器和所述油气井的油管。

8. 根据权利要求7所述的制氢装置,其特征在于,所述电缆包括芯线和包裹在所述芯线外侧的绝缘层,以及包裹在所述绝缘层外侧的柔性镀锌铁皮铠装;所述油管的内壁上设置有润滑层。

9. 根据权利要求4所述的制氢装置,其特征在于,所述存储容器为圆管状容器,所述光源为与所述存储容器同轴设置的圆柱形光源,所述导管靠近所述存储容器的内壁设置,且所述导管的长度大于所述光源的长度。

压裂工艺、制氢装置

技术领域

[0001] 本发明涉及石油开采技术领域,特别涉及一种压裂工艺,本发明还涉及适用于上述压裂工艺的一种制氢装置。

背景技术

[0002] 在石油开采领域,压裂是指采油或采气过程中,利用液体或气体的压力作用,使井下油气藏储层形成裂缝,以改善油、气在地下的流动环境,进而使油气井的产量增加。目前,利用氢气混合气体使油气藏储层岩石开裂是比水力压裂技术更加经济、环保的途径之一,但是由于氢气的易爆性,将其通过井口向井下注入存在很大的安全隐患,可能造成不可估量的爆燃爆炸事故。此外,油气井一般在偏远的地带,需要的氢气量大,给氢气的运输及安全保障带来极大的困难,经济成本高。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明提供了一种压裂工艺,其能够消除压裂操作过程中的安全隐患,并能够降低操作难度和生产成本。本发明还提供了适用于上述压裂工艺的一种制氢装置。

[0004] 为了达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0005] 一种压裂工艺,包括以下步骤:

[0006] 将光源放入到油气井的井下;

[0007] 向所述油气井的井下输送混有光催化剂的水溶液;

[0008] 所述光源照射所述水溶液,以制取氢气和/或氢气与氧气的混合气体,并使所述氢气和/或所述混合气体进入到地层内,以将地层压力提高到地层破裂压力以上,并引爆所述氢气和/或所述混合气体,以令油气藏储层岩石开裂。

[0009] 一种制氢装置,适用于上述的压裂工艺,以实现在所述油气井的井下制取所述氢气和/或所述混合气体,所述制氢装置包括:

[0010] 封隔器,能够固定在所述油气井的套管内,并将所述套管的内腔分隔为互不连通的顶部内腔和底部内腔,所述顶部内腔与所述油气井的井口连通,所述底部内腔与所述油气藏储层连通;

[0011] 连接在所述封隔器上并用于存储所述水溶液的存储容器,所述存储容器位于所述底部内腔中,且所述存储容器的内腔与所述底部内腔连通;

[0012] 连接在所述封隔器上,并伸入到所述存储容器内的所述光源,所述光源通过照射所述存储容器内的所述水溶液制取所述氢气和/或所述混合气体。

[0013] 优选的,上述制氢装置中,所述存储容器靠近所述封隔器的部位开设有通孔,所述存储容器的内腔通过所述通孔与所述底部内腔连通。

[0014] 优选的,上述制氢装置中,所述存储容器内设置有能够过滤光催化剂颗粒的微孔滤网,所述微孔滤网位于所述通孔的底部,并且所述封隔器上设置有将所述顶部内腔中的所述水溶液输送至所述微孔滤网底部的导管。

[0015] 优选的,上述制氢装置中,所述微孔滤网滑动的设置在所述存储容器的内壁上,并且所述存储容器的内壁上开设有允许气体和所述水溶液通过的连通凹槽。

[0016] 优选的,上述制氢装置中,所述水溶液通过设置在井上的泵注装置被输送至所述顶部内腔中,并在通过所述封隔器后进入到所述存储容器中。

[0017] 优选的,上述制氢装置中,所述光源通过电缆与位于井上的电源电连接,所述电缆穿过所述封隔器和所述油气井的油管。

[0018] 优选的,上述制氢装置中,所述电缆包括芯线和包裹在所述芯线外侧的绝缘层,以及包裹在所述绝缘层外侧的柔性镀锌铁皮铠装;所述油管的内壁上设置有润滑层。

[0019] 优选的,上述制氢装置中,所述存储容器为圆管状容器,所述光源为与所述存储容器同轴设置的圆柱形光源,所述导管靠近所述存储容器的内壁设置,且所述导管的长度大于所述光源的长度。

[0020] 本发明提供的压裂工艺,不同于现有的在地面上向井下注氢的压裂方式,而是通过光源和高效率的光催化剂在井下利用水溶液制取氢气和/或氢气和氧气的混合气体,再利用泵注压力和气体膨胀压力将氢气和/或混合气体压入到地层中,以将地层压力提高到地层破裂压力以上,并引爆氢气和/或混合气体,以实现油气藏储层岩石的开裂。此种工艺利用光源、水和光催化剂在井下制取氢气,光源、水和光催化剂中的任何一种物质在地面上都无安全风险,从而能够将所有的安全事故隐患在地面上消除,并且光源、水和光催化剂的成本远低于长途运输氢气、安全保障、注氢的生产成本,显著的提升了经济效益。

[0021] 而制氢装置可以利用光源、水和光催化剂直接制取氢气,避免了采油/采气过程中氢气的长途运输和安全保障,降低了生产成本,并且还可以将该制氢装置送入到油气井的井下实现井下制氢,避免了氢气在地面上的注入操作,消除了安全隐患。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0023] 图1为本发明实施例提供的制氢装置的整体剖面图;

[0024] 图2为电缆与油管配合的剖视图;

[0025] 图3为存储容器的结构示意图;

[0026] 图4为存储容器的剖视图;

[0027] 图5为微孔滤网的结构示意图;

[0028] 图6为微孔滤网的剖视图。

[0029] 以上图1-图6中:

[0030] 1-电源,2-泵注装置,3-油管,4-套管,5-电缆,6-封隔器,7-光源,8-微孔滤网,9-导管,10-存储容器,11-芯线,12-绝缘层,13-柔性镀锌铁皮铠装,14-润滑层,15-通孔,16-连通凹槽。

具体实施方式

[0031] 本发明提供了一种压裂工艺,其能够消除压裂操作过程中的安全隐患,并能够降低操作难度和生产成本。

[0032] 本发明还提供了适用于上述压裂工艺的一种制氢装置。

[0033] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 本发明实施例提供的压裂工艺,主要包括了以下步骤:首先,将光源7放入到油气井的井下;然后,向油气井的井下输送混有光催化剂的水溶液;之后,令光源7照射水溶液,以使水溶液在光催化剂的作用下光解而制取氢气和/或氢气与氧气的混合气体(光源7的频率与光催化剂的化学性质相匹配);最后,将制取的氢气和/或混合气体压入到地层内,以实现油气藏储层岩石的开裂。此种工艺利用光源7、水和光催化剂在井下制取氢气,光源7、水和光催化剂中的任何一种物质在地面上都无安全风险,从而能够将所有的安全事故隐患在地面上消除,并且光源7、水和光催化剂的成本远低于长途输运氢气、安全保障、注氢的生产成本,显著的提升了经济效益。同时利用水和光催化剂制取氢气的方式不存在任何污染。

[0035] 如图1-图6所示,本发明实施例还提供了一种制氢装置,该制氢装置能够适用于上述的压裂工艺,即该制氢装置能够在油气井的井下制取氢气或混合气体(当然该制氢装置也可以在地面上实现氢气的制取),该制氢装置主要包括封隔器6、存储容器10和光源7。其中,封隔器6起到连接、支撑制氢装置中其他部件的作用,其能够固定在油气井的套管4内(即封隔器6坐封在套管4内),从而实现整个制氢装置在套管4内的固定,进而令制氢装置位于油气井井下的一定深度上,同时该封隔器6还能够起到密封、隔离套管4内腔的作用,即在将封隔器6固定在套管4一定深度时,该封隔器6能够在该深度位置上将套管4的内腔分割为互不连通的两部分,即位于封隔器6顶部的顶部内腔和位于封隔器6底部的底部内腔,并且顶部内腔与油气井的井口连通,以使水溶液能够经井口被注入到顶部内腔中,并在封隔器6的阻挡下停留在顶部内腔中,而底部内腔则与油气藏储层连通,使得制氢装置在底部内腔中制取的氢气或混合气体能够进入到油气藏储层中,以实现油气藏储层的压裂;存储容器10连接在封隔器6的底部,即存储容器10位于底部内腔中,并且存储容器10的内腔与底部内腔连通,封隔器6顶部的水溶液在封隔器6上阀门开启时,能够流入到存储容器10中,又由于连接在封隔器6底部的光源7伸入到了存储容器10的内腔中(或者可以如图1所示,令整个光源7都位于存储容器10的内腔中),所以当光源7照射存储容器10内的水溶液时,就能够实现氢气和/或混合气体的制取,由于存储容器10的内腔与底部内腔连通,所以制取的氢气和/或混合气体就可以从存储容器10的内腔中进入到底部内腔中,再利用泵注压力和气体膨胀压力将混合气体压入到地层中,以将地层压力提高到地层破裂压力以上,并引爆氢气和/或混合气体,进而实现对油气藏储层岩石的开裂和爆燃致裂。

[0036] 此制氢装置可以利用光源7、水和光催化剂直接制取氢气,避免了采油/采气过程中氢气的长途输运和安全保障,降低了生产成本,并且还可以将该制氢装置送入到油气井的井下实现井下制氢,避免了氢气在地面上的注入操作,消除了安全隐患。

[0037] 如图1、图3和图4所示,存储容器10靠近封隔器6的部位开设有通孔15,存储容器10

的内腔通过通孔15与底部内腔连通。本实施例中,优选存储容器10的内腔和底部内腔通过结构简单的通孔15实现连接,以保证在存储容器10内腔中制取的氢气或混合气体能够正常的进入到底部内腔中,再经过存储容器10外壁和套管4内壁之间的间隙最终流入到油气藏储层中。而优选通孔15靠近封隔器6设置,即通孔15设置在存储容器10的顶部,能够最大程度的避免水溶液从通孔15中溢出至底部内腔而造成水溶液的浪费,保证氢气或混合气体的充足制取。

[0038] 如图1、图5和图6所示,存储容器10内设置有能够过滤光催化剂颗粒的微孔滤网8,微孔滤网8位于通孔15的底部,并且封隔器6上设置有将顶部内腔中的水溶液输送至微孔滤网8底部的导管9。封隔器6上设置有单向阀,能够使得封隔器6上方的压力(即顶部内腔中的压力)大于下方压力(即底部内腔中的压力)时,混有光催化剂的水溶液通过单向阀而进入到存储容器10中,并且在封隔器6上设置导管9后,能够利用该导管9将进入到存储容器10中的水溶液直接导流至微孔滤网8的底部,而微孔滤网8上的微孔能够使气体和水通过,光催化剂颗粒不能通过,从而避免光催化剂颗粒的流失,保证气体的充分制取。

[0039] 在本实施例中,由于需要对制取的气体施加压力以使其进入到油气藏储层中,所以位于底部内腔中的导管9、存储容器10和光源7也会处于高压环境中,因此为了保证此两者的正常工作,优选导管9、存储容器10和光源7分别为耐压导管、耐压容器和耐压光源。

[0040] 进一步优选的,微孔滤网8滑动的设置在存储容器10的内壁上,并且存储容器10的内壁上开设有允许气体和水溶液通过的连通凹槽16,如图1、图3和图4所示。因为在制氢装置工作的过程中,如果微孔滤网8拦截的光催化剂颗粒较多,就可能会造成微孔滤网8的堵塞,使得气体和水无法通过微孔滤网8,影响了制氢装置的正常工作,所以为了避免该情况的发生,本实施例还令微孔滤网8滑动的设置在存储容器10的内壁上,以使得微孔滤网8能够在浮力作用下升降,当微孔滤网8上升时,开设在存储容器10内壁上的连通凹槽16就会有一部分位于微孔滤网8之下,而另一部分则位于微孔滤网8之上,从而形成了一个连通通道,使得气体和水溶液能够通过连通凹槽16从微孔滤网8的下方流至微孔滤网8的上方,以保证制氢装置的正常工作。同时,流动的气体和水还能够对附着在微孔滤网8上的堵塞物(主要为光催化剂颗粒)起到清理作用。

[0041] 如图1所示,水溶液通过设置在井上的泵注装置2被输送至套管4和封隔器6围成的顶部内腔中,并在通过封隔器6后进入到存储容器10中。泵注装置2为水溶液的流动提供动力,并且还令设置在地面上的泵注装置2的泵注压力超过地层破裂压力的值不大于10MPa,并可以通过控制泵注速率,避免过多含有光催化剂的水溶液进入到地层中,以更好的保证制氢装置的工作效果。其中,泵注速率需要根据光催化剂的效率确定。

[0042] 如图1所示,光源7通过电缆5与位于井上的电源1电连接,此电缆5穿过封隔器6和油气井的油管3。如此布置电缆5,在保证压裂操作正常进行的前提下,能够最大程度的避免对油气井的其他操作造成影响,因此将其作为优选布置方式。其中,封隔器6与油管3和电缆5相连,且封隔器6的接头具有抗疲劳特性。

[0043] 如图2所示,电缆5包括芯线11和包裹在芯线11外侧的绝缘层12,以及包裹在绝缘层12外侧的柔性镀锌铁皮铠装13,同时油管3的内壁上还设置有润滑层14。由于电缆5需要在高温环境下工作,所以优选该电缆5为耐高温电缆,其所能够承受的高温需要超过140℃以上,基于此,在电缆5的绝缘层12的外侧设置了柔性镀锌铁皮铠装13。而在油管3内注入固

体镀锌润滑油以在油管3的内壁上形成润滑层14,则能够在制氢装置放入到井下的过程中降低电缆5的磨损程度,保证电缆5的使用寿命。

[0044] 如图1、图3和图4所示,本实施例还优选存储容器10为圆管状容器,光源7为与存储容器10同轴设置的圆柱形光源7,导管9靠近存储容器10的内壁设置,且导管9的长度大于光源7的长度。上述结构和设置方式的选择,可以使得制氢装置的结构更加紧凑,体积更小,同时还能够进一步提高其工作性能。其中,优选圆柱形的光源7的耐压压力在70MPa以上,并可以实现串联组合。

[0045] 结合上述的制氢装置,本实施例提供的压裂工艺的具体操作为:

[0046] (1) 在地面将电缆5装入油管3中,注入固体镀锌润滑油,并测试电缆5的通电性能;

[0047] (2) 在地面组装由封隔器6、光源7、微孔滤网8、导管9和存储容器10组装成的制氢装置;

[0048] (3) 在地面进行通电实验,即令电源1给光源7供电,测试光源7及与其相适应的光催化剂的制氢效果;

[0049] (4) 利用油管3将制氢装置下放到井下的一定深度;

[0050] (5) 电源1供电后封隔器6坐封在套管4的内壁上;

[0051] (6) 使设置在地面上的泵注装置2向井下注入混有光催化剂的水溶液,以对封隔器6进行缓慢加压后降压,进而检验封隔器6的坐封效果,若封隔器6坐封能使封隔器6下方的压力大于地层破裂压力10MPa并稳定一段时间,则可认为封隔器6坐封效果合格;

[0052] (7) 利用地面上的电源1连通电缆5,使光源7发光,制取氢气或氢气和氧气的混合气体;

[0053] (8) 待地层压力上升并高于地层破裂压力10MPa时,停止通电;

[0054] (9) 引爆气体后,压力下降,重复实施步骤(7)、(8)和(9),直至整个油气藏储层改造完成。

[0055] 本说明书中对各部分结构采用递进的方式描述,每个部分的结构重点说明的都是与现有结构的不同之处,制氢装置的整体及部分结构可通过组合上述多个部分的结构而得到。

[0056] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

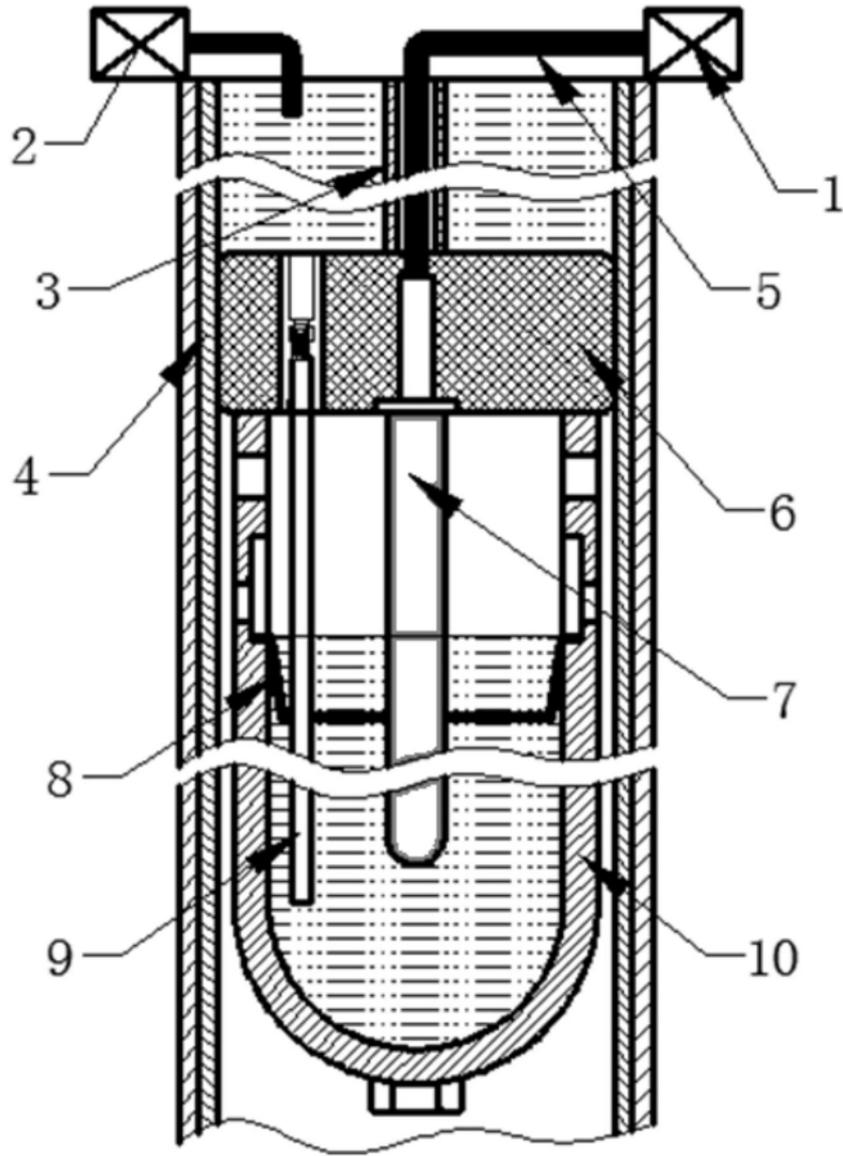


图1

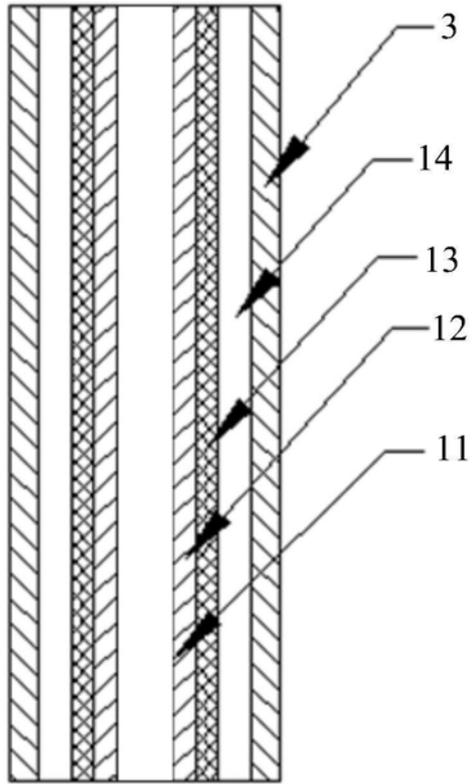


图2

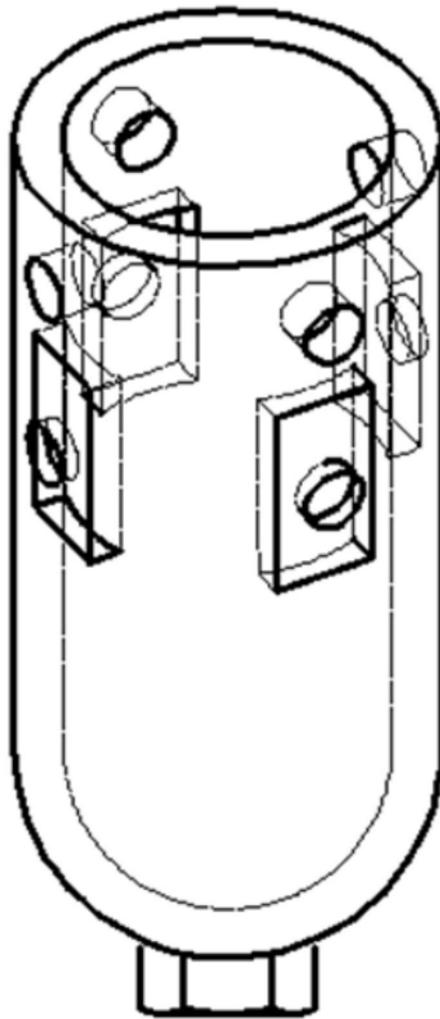


图3

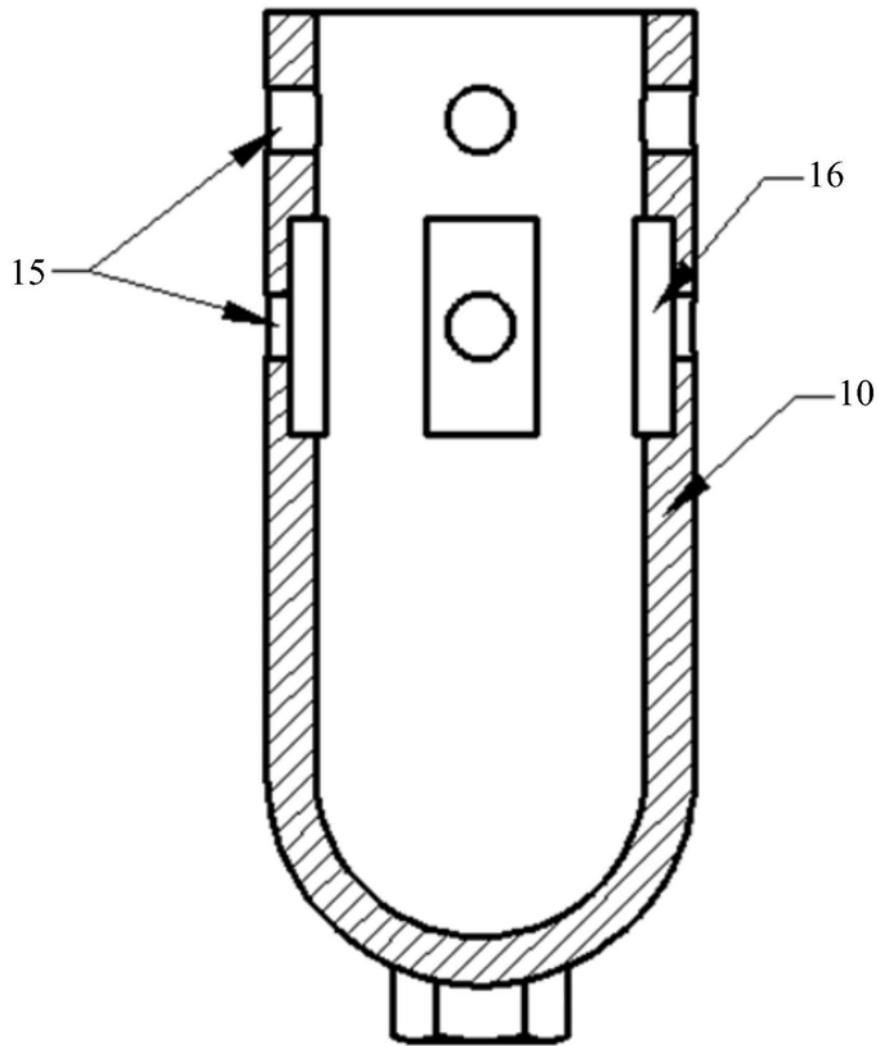


图4

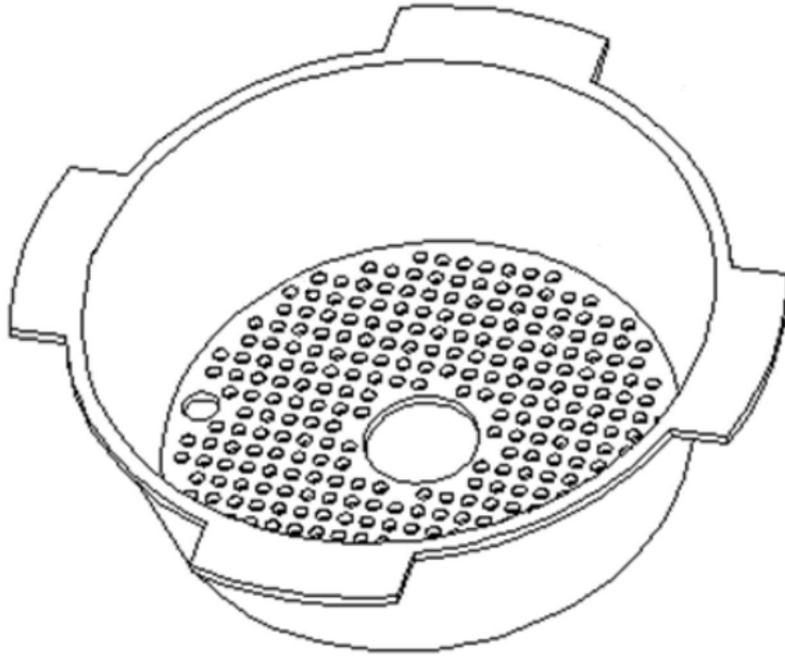


图5



图6