(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110107269 A
(43)申请公布日 2019.08.09

(21)申请号 201910253041.4

(22)申请日 2019.03.29

(71)申请人 中国石油化工股份有限公司
地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街22号
申请人 中国石油化工股份有限公司西北油田分公司

(72)发明人 胡文革 刘宝增 赵海洋 何龙 刘中云 王世洁 任波 丁保东 李亮 焦保雷 冯一波 马清杰 杨利萍 曾文广 甄恩龙

(74)专利代理机构 北京市浩天知识产权代理事务所(普通合伙) 11276
代理人 刘云贵 金卫文

(51)Int.Cl.
E21B 43/22(2006.01)
B01F 3/04(2006.01)

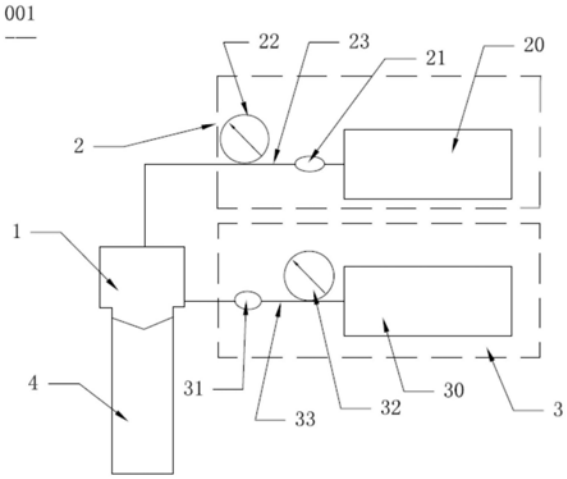
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

雾化发生装置及其工作方法

(57)摘要

本发明涉及一种雾化发生装置及其工作方法，属于油气藏增产措施的技术领域，包括用于连接井口的雾化发生器；与雾化发生器连接的注气组件，其能够向雾化发生器内注入气体；与雾化发生器连接的供液组件，其能够向雾化发生器内注入酸液；其中，雾化发生器构造成能够将酸液与气体混合，并向井口内排入由酸液和气体共同形成的酸雾。本发明的雾化发生装置通过向井口喷射酸雾，有利于井底油藏的酸化，具有酸液用量少、酸岩反应速率稳定且在高温环境下可稳定流动等优点，有利于提高或恢复油气产量。



CN 110107269 A

1.一种雾化发生装置,其特征在于,包括:

雾化发生器,用于连接井口;

注气组件,其与所述雾化发生器连接,并能够向所述雾化发生器内注入气体;

供液组件,其与所述雾化发生器连接,并能够向所述雾化发生器内注入酸液;

其中,所述雾化发生器构造成能够将所述酸液与气体混合,并向所述井口内排入由所述酸液和气体共同形成的酸雾。

2.根据权利要求1所述的雾化发生装置,其特征在于,所述雾化发生器还包括进气通道和进液通道,其中,所述进气通道包括与所述注气组件连通的第一扩径段、与所述第一扩径段连接的缩径段和与所述缩径段和井口连接的第二扩径段,所述进液通道包括与所述供液组件相连的蓄液腔和与所述蓄液腔和缩径段相连的注入孔,所述缩径段用于将注入的酸液破碎并使其与所述气体相混合而形成酸雾。

3.根据权利要求2所述的雾化发生装置,其特征在于,所述蓄液腔为环绕在所述缩径段的环形腔体,所述注入孔的数量为多个,多个所述注入孔沿着所述缩径段的周向间隔开;沿所述酸液注入方向,所述注入孔的截面积小于所述缩径段的截面积。

4.根据权利要求3所述的雾化发生装置,其特征在于,所述雾化发生器还包括具有所述进气通道的所述第一主体和套设在所述第一主体上的第二主体,所述环形腔体形成在所述第一主体和第二主体之间,所述注入孔形成在所述第一主体上。

5.根据权利要求4所述的雾化发生装置,其特征在于,所述雾化发生器还包括可拆卸式设在所述第二主体上的且用于将所述环形腔体和供液组件连接的接头。

6.根据权利要求5所述的雾化发生装置,其特征在于,所述第一扩径段为具有大头端和小头端的锥形,所述缩径段为与所述锥形的小头端相连的圆柱形,所述第二扩径段为台阶式圆柱形。

7.根据权利要求3所述的雾化发生装置,其特征在于,所述注气组件包括与所述雾化发生器相连接的气体节流阀,以及与所述气体节流阀相连接的气体压力泵。

8.根据权利要求7所述的雾化发生装置,其特征在于,所述供液组件包括与所述雾化发生器相连接的液体节流阀,以及与所述液体节流阀相连接的液体压力泵。

9.一种雾化发生装置的工作方法,其特征在于,所述雾化发生装置为根据权利要求8所述的雾化发生装置,所述工作方法的步骤包括:通过所述气体压力泵和液体压力泵分别将所述气体和酸液注入到所述雾化发生器内,然后通过所述气体节流阀和液体节流阀调整所述气体的注入速度和酸液的注入速度,以使所述雾化发生器能够向所述井口内排入酸雾。

10.根据权利要求9所述的工作方法,其特征在于,所述气体的注入速度为0.5m^3/h-1.0m^3/h、所述酸液的注入速度为15mL/min-25mL/min和所述注入孔的截面积为0.15mm^2-0.25mm^2。

雾化发生装置及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明属于油气藏增产措施的技术领域，具体涉及一种雾化发生装置及其工作方法。

背景技术

[0002] 对油气储层进行酸化处理，能够有效解决井筒附近储层的污染和堵塞问题，有利于恢复或提高油气产量。已知的酸化处理是通过酸液注入设备向油气井注入酸液，使酸液在井筒、裂缝和孔隙中流动和反应时，会与地层发生热交换导致酸液温度过高，从而影响酸液的流变性及酸岩反应速率，致使酸化改造效果不理想。

[0003] 本申请的发明人竭尽心力地发现：与酸液相比，酸雾具有酸岩反应速率更加稳定及在高温时流动性更好等突出的优点，因此使用酸雾对油气储层进行酸化改造具有良好的应用前景。但是，现有技术中并没有一种能够应用在井口上且向油气井内注入酸雾的装置。

发明内容

[0004] 为解决上述全部或部分问题，本发明的目的是提供一种雾化发生装置及其工作方法，该装置能够应用于井口上并向油气井内注入酸雾，以恢复或提高油气产量。

[0005] 本发明提供了一种雾化发生装置，包括：雾化发生器，用于连接井口；注气组件，其与所述雾化发生器连接，并能够向所述雾化发生器内注入气体；供液组件，其与所述雾化发生器连接，并能够向所述雾化发生器内注入酸液；其中，所述雾化发生器构造成能够将所述酸液与气体混合，并向所述井口内排入由所述酸液和气体共同形成的酸雾。

[0006] 进一步地，所述雾化发生器还包括进气通道和进液通道，其中，所述进气通道包括与所述注气组件连通的第一扩径段、与所述第一扩径段连接的缩径段和与所述缩径段和井口连接的第二扩径段，所述进液通道包括与所述供液组件相连的蓄液腔和与所述蓄液腔和缩径段相连的注入孔，所述缩径段用于将注入的酸液破碎并使其与所述气体相混合而形成酸雾。

[0007] 进一步地，所述蓄液腔为环绕在所述缩径段的环形腔体，所述注入孔的数量为多个，多个所述注入孔沿着所述缩径段的周向间隔开；沿所述酸液注入方向，所述注入孔的截面积小于所述缩径段的截面积。

[0008] 进一步地，所述雾化发生器还包括具有所述进气通道的所述第一主体和套设在所述第一主体上的第二主体，所述环形腔体形成在所述第一主体和第二主体之间，所述注入孔形成在所述第一主体上。

[0009] 进一步地，所述雾化发生器还包括可拆卸式设在所述第二主体上的且用于将所述环形腔体和供液组件连接的接头。

[0010] 进一步地，所述第一扩径段为具有大头端和小头端的锥形，所述缩径段为与所述锥形的小头端相连的圆柱形，所述第二扩径段为台阶式圆柱形。

[0011] 进一步地，所述注气组件包括与所述雾化发生器相连接的气体节流阀，以及与所

述气体节流阀相连接的气体压力泵。

[0012] 进一步地，所述供液组件包括与所述雾化发生器相连接的液体节流阀，以及与所述液体节流阀相连接的液体压力泵。

[0013] 本发明还提供了一种雾化发生装置的工作方法，所述雾化发生装置为根据权利要求8所述的雾化发生装置，所述工作方法的步骤包括：通过所述气体压力泵和液体压力泵分别将所述气体和酸液注入到所述雾化发生器内，然后通过所述气体节流阀和液体节流阀调整所述气体的注入速度和酸液的注入速度，以使所述雾化发生器能够向所述井口内排入酸雾。

[0014] 进一步地，所述气体的注入速度为$0.5m^3/h$-$1.0m^3/h$、所述酸液的注入速度为15mL/min-25mL/min和所述注入孔的截面积为$0.15mm^2$-$0.25mm^2$。

[0015] 本发明的雾化发生装置通过供液组件和注气组件向其雾化发生器内注入酸液和气体，使得该雾化发生器能够将酸液与气体混合，并向井口内排入由酸液和气体共同形成的酸雾，通过该酸雾替代酸液来实施油气井的酸化处理，以恢复或提高油气产量。

[0016] 该雾化发生装置中，酸液经蓄液腔到注入孔的变径后，流速急剧增加，使进入进气通道内的酸液易被高速流动的气体所破碎并与该气体混合形成酸雾，沿进气通道的周向间隔设置有多个注入孔，增加液气接触面积，提升液气混合的均匀性，酸液雾化率得到显著提升。

[0017] 该雾化发生装置与井口连接，其产生的酸雾可沿井筒由上至下喷射至目的层，减少了酸雾与井筒的粘附性及二者间的摩擦阻力；通过在该装置的出口端设置有密封圈，保证了该装置与井口连接的密封性。

[0018] 该雾化发生装置可采用防腐材料制成，优选B系列哈氏合金，具有耐高温、耐高压和耐腐蚀的特点，可适用于深井层内的酸化处理。

[0019] 此外，本发明的雾化发生装置具有结构简单、紧凑、便于安装和维修等特点，具有很好的应用前景。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。在所有附图中，类似的元件或部分一般由类似的附图标记标识。附图中，各元件或部分并不一定按照实际的比例绘制。

[0021] 图1是本发明实施例的雾化发生装置的功能结构框图；

[0022] 图2是图1所述雾化发生器的剖面结构示意图。

具体实施方式

[0023] 下面将结合附图对本发明技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，因此只作为示例，而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0024] 图1是本发明雾化发生装置的结构框图；图2是图1所述雾化发生器的剖面示意图。如图1和图2所示，该雾化发生装置100包括：雾化发生器1、注气组件2和供液组件3。

[0025] 注气组件2与雾化发生器1连接，并能够向雾化发生器1内注入指定的气体，比如大

气。在本实施例中，注气组件2包括通过气管线23与雾化发生器1相连接的气体压力泵20和安装于气管线23上且位于雾化发生器1和气体压力泵20之间的气体节流阀21和气体压力表22。其中，气体压力泵20能通过气管线23可向雾化发生器1内持续注入气体，气体节流阀21能控制气体的注入速度，而气体压力表22能实时监测气体的注入压力，便于故障的及时排查。在其他实施中，该注气组件2也可以选择为能够实现气体注入的其他结构，比如储气罐。

[0026] 供液组件3与雾化发生器1连接，并能够向雾化发生器1内注入指定的酸液，比如浓度为20％的HCl溶液。在本实施例中，供液组件3包括通过液管线33与雾化发生器1相连接的液体压力泵30和安装于液管线33上且位于雾化发生器1和液体压力泵30之间的液体节流阀31和液体压力表32。其中液体压力泵30能通过液管线33可向雾化发生器1内持续注入酸液，液体节流阀31能控制酸液的注入速度，液体压力表32能实时监测液体的注入压力，便于故障的及时排查。

[0027] 在其他实施中，供液组件3也可以选择为能够实现液体注入的其他结构，比如储液罐。

[0028] 雾化发生器1用于连接井口4，能够将酸液与气体混合，并向井口内排入由酸液和气体共同形成的酸雾。在本实施例中，雾化发生器1还包括进气通道10和进液通道11。其中，进气通道10包括与注气组件2连通的第一扩径段101、与第一扩径段101连接的缩径段102和与缩径段102和井口4连接的第二扩径段103；而进液通道11包括与供液组件3相连的蓄液腔111和与蓄液腔111和缩径段102相连的注入孔112。其中，缩径段102用于将注入的酸液破碎并使其与气体相混合而形成酸雾。具体表现为，根据文丘里喷射原理，酸液经蓄液腔到注入孔的变径后，流速急剧增加，使进入进气通道内的酸液易被高速流动的气体分散成微小酸液液滴，该微小酸液液滴与高流速气体混合形成酸雾，酸雾受缩径段102的管壁约束而形成雾化活塞，雾化活塞在雾化发生器1内高速运动最终喷入油气井内。

[0029] 在一个具体实施例中，第一扩径段101为具有大头端和小头端的锥形，使注入的气体在锥形壁的约束作用下，气体流动速度随着气流直径的逐渐减小而逐渐增大，锥形壁的结构设计保证了气体流动的稳定性，避免第一扩径段101内大幅度的直径变化引起气流震荡而影响气体在进气通道10内的流通性。缩径段102为圆柱形，其与锥形的小头端相连接，流入的气体在缩径段102内与酸液混合并雾化，形成的酸雾在圆柱形管壁的约束下形成圆柱形雾化活塞，圆柱形管壁的结构设计最大限度减小雾化活塞与管壁的接触面积，进而降低雾化活塞沿管道运动时的阻力及与管壁的粘附性，第二扩径段103为台阶式圆柱形，其包括：螺纹段和台阶段，其中螺纹段的直径大于台阶段的直径，螺纹段用于连接与井口相连的管道，如图2所示，在台阶段内设置有放置密封圈的凹槽，保证了雾化发生器的出气口与井口4之间连接的密封性。

[0030] 本实施例注入孔112的排布情况、数量及截面积直接影响酸液向进气通道内的注入速度、压力以及液气混合的均匀性，在一个优选的实施例中，蓄液腔111为环绕在缩径段102的环形腔体，注入孔112的数量为多个，多个注入孔112沿着缩径段102的周向间隔开；通过不同方向的多个注入孔同时向进气通道内注入酸液，一方面增加了单位时间的酸液注入量，另一方面增加了酸液与气体的接触面积。由文丘里效应可知，随注入孔截面积逐渐变小，通过注入孔流出的酸液流速越大，在进气通道内该酸液越容易被雾化；但当注入孔112截面积过小时，酸液则无法顺畅流经注入孔112，且酸液单位时间注入的流量也过低，致使

雾化效率降低，因此一个注入孔112的最优截面积为0.15mm^2-0.25mm^2；在一些可选的实施例中，可通过增加注入孔112数量以达到提升雾化率的目的，当注入孔112数量过多时，会降低酸液的注入压力和速度，当注入孔112数量过少时，则影响气液接触面积，进而直接影响雾化效果，优选在环形腔体上均匀分布三到五个注入孔112，在保证酸液注入压力和速度的基础上还保证了气液接触面积及接触的均匀性，可实现理想的雾化效果。在一个具体的实施例中，在环形腔体上均匀分布四个注入孔112，使其雾化效果最佳。

[0031] 雾化发生器1既可以为一体式结构，也可以为分体式结构。但为了有效降低制造难度，建议选择图2所示的分体式结构。如图2所示，该雾化发生器1还包括具有进气通道10的第一主体12和套设在第一主体12上的第二主体13，在第一主体12上构造出环绕缩径段102的环形槽以及连通环形槽与缩径段102的注入孔112，所述注入孔形成在所述第一主体上。在第一主体12外套设第二主体13并将第二主体13固定于第一主体12上，将环形槽够造成密封的环形腔体用于蓄存酸液，所述环形腔体形成在第一主体12和第二主体13之间。

[0032] 通过在第二主体13上制备连通环形腔体的通孔，雾化发生器1还包括安装在通孔内且用于将环形腔体和供液组件3连接的接头113。其中，接头113为可拆卸式结构，便于更换和清洗。接头113与供液组件3优选螺纹连接，保证了雾化发生器与供液组件连接的密封性。

[0033] 为了避免雾化发生装置100被酸化腐蚀，要求该雾化发生装置100应具备良好的耐酸性；在一个优选的实施例中，雾化发生装置100的制备材料为B系列哈氏合金，哈氏合金中含有较高的钼、铬和钨元素，其中，钼、铬元素保护该合金不受氯离子的腐蚀，钨元素提高了该合金的耐蚀性，使其具备良好的耐酸性。油气井环境普遍具有高温和高压的特点，如油田施工现场，井深6000m的地层温度约为200℃，井口注入压力30MPa，而哈氏合金的熔点为1300℃、最大可承受压力为300MPa，因此，哈氏合金可作为油田用雾化发生装置的优选制备材料。

[0034] 本发明实施例所述雾化发生装置的工作方法的步骤为：通过所述气体压力泵和液体压力泵分别将所述气体和酸液注入到所述雾化发生器内，然后通过所述气体节流阀和液体节流阀调整所述气体的注入速度和酸液的注入速度，以使所述雾化发生器能够向所述井口内排入酸雾。

[0035] 具体为：在室温及标准大气压下，通过注气组件的气体压力泵和注液组件的液体压力泵分别向雾化发生器内注入气体和酸液，其中，气体密度为1.293g/cm^3，酸液采用浓度为20％的HCl溶液，其相对密度为1.09g/cm^3。

[0036] 通过连接液体压力泵与雾化发生器的液体节流阀控制酸液的注入速度，通过连接气体压力泵与雾化发生器的气体节流阀控制气体的注入速度，使雾化发生器向井筒喷射酸雾，并记录产生酸雾时的HCl溶液注入速度Q_l和气体注入速度Q_g，得出单位时间T(min)内注入的HCl溶液体积为$V_l=Q_l\times T$(mL)，气体体积为$V_g=Q_g\times T$(m^3)。

[0037] 当雾化发生装置持续向油气井内喷射酸雾时，酸雾沿井筒由上至下流动至目的层，酸雾有利于蚓孔穿洞会在岩层中稳定流动并不断的扩展延伸，持续进行酸岩反应，提高井筒与储层的连通性，恢复或提高油气产量。

[0038] 随着酸化井深度的增大，地层温度越来越高，HCl溶液在井筒、裂缝和孔隙中流动，反应时都要与地层发生显著的热交换，进而影响液体的流变性及酸岩反应速率，不利于HCl

溶液在岩石中的扩展。未被雾化的HCl溶液在油气井内难以进入地层深部，最终会在井底积存，从而终止蚓孔延伸。通过在油气井底部放置积液收集装置，收集油气井底的酸液，单位时间T内井筒中的积液体积V_c(mL)，通过公式计$AR=\frac{V_l-V_c}{V_l}$算出雾化率，并将相应数据列入表1。

[0039] 表1为雾化率随气体流速和酸液流速的变化关系

[0040]

序号	气体流速 Q_g (m^3/min)	酸液流速 Q_l (mL/min)	时间 /min	井底积液 V_c(mL)	雾化率 AR
1	0.5	50	3	144	4.00%
2	0.5	40	3	115	4.16%
3	0.5	30	3	84	6.67%
4	0.5	20	3	55	8.33%
5	0.5	10	3	24	20.00%
6	1.0	50	3	131	12.67%
7	1.0	40	3	101	15.83%
8	1.0	30	3	71	21.11%
9	1.0	20	3	46	23.33%
10	1.0	10	3	12	60.00%
11	2.0	50	3	100	33.33%
12	2.0	40	3	78	35.00%
13	2.0	30	3	47	47.78%
14	2.0	20	3	17	71.67%
15	2.0	10	3	6	80.00%

[0041]

[0042] 由表1可知，当气体注入速度一定时，酸液注入速度越低其雾化率越高；当酸液注入速度一定时，气体注入速度越高其雾化率也随之升高。而本实施例雾化发生装置，当连接一个气体压力泵时，其最大气体注入速度是1.0m^3/h，为避免使用两个压力泵带来的高能耗问题，优选气体注入速度0.5m^3/h-1.0m^3/h。

[0043] 注入孔截面积越小，沿其流动的酸液速度则越大，该酸液进入进气通道后越容易被雾化，则雾化率越高。当气体注入速度为1.0m^3/h时，通过改变注入孔截面积及酸液注入速度来调整该装置的雾化率，并将相应数据列入表2。

[0044] 表2为雾化率随注入孔截面积及酸液注入速度的变化关系

[0045]

序号	气体流速 Q_g(m^3/min)	单个注入孔截面积 (mm^2)	酸液流速 Q_l (mL/min)	时间 /min	井底积液 V_c(mL)	雾化率 AR
1	1.0	0.785	50	3	131	12.67%
2	1.0	0.785	40	3	101	15.83%
3	1.0	0.785	30	3	71	21.11%
4	1.0	0.785	20	3	46	23.33%
5	1.0	0.785	10	3	12	60.00%
6	1.0	0.3925	50	3	121	19.33%
7	1.0	0.3925	40	3	94	21.67%
8	1.0	0.3925	30	3	61	32.22%
9	1.0	0.3925	20	3	36	40%
10	1.0	0.3925	10	3	16	46.67%
11	1.0	0.196	50	3	107	28.67%
12	1.0	0.196	40	3	81	32.50%
13	1.0	0.196	30	3	55	38.89%
14	1.0	0.196	20	3	14	76.67%
15	1.0	0.196	10	3	6	80.00%

[0046] 由表2可知，当气体注入速度和液体注入速度一定时，注入孔的截面积越小，其对应的雾化率越高。当注入孔的截面积小于0.15mm^2时，酸液则无法顺畅流经注入孔，且单位时间内酸液的注入流量过低，致使雾化效率降低，因此注入孔的最优截面积为0.15mm^2-0.25mm^2。当气体注入速度为1.0m^3/h、注入孔的截面积为0.196mm^2时，随酸液注入速度降低，与之对应的雾化率也逐渐提高，其中当酸液注入速度10mL/min时，此时雾化率最高为80%，但由于其酸液注入速度过低，导致雾化发生装置的工作时间过长，使雾化效率降低，影响酸岩反应效果，因此优选酸液注入速度为15mL/min-25mL/min。

[0047] 本发明实施例的雾化发生装置可有效进行酸液雾化，所产生的酸雾有利于油气井酸岩反应，提高油气产量，具体表现为：

[0048] 其一、与酸液的酸化改造工艺相比，酸雾不受高温高压条件的影响可在井筒、裂缝和孔隙中顺畅流动，酸岩反应稳定；而酸液在油气井中流动、反应时会释放大量热量，影响酸液的流变性及酸岩反应速率，致使酸液难以进入地层深部，易在油气井底部集存而终止酸岩反应。

[0049] 其二、该雾化发生装置中，酸液经蓄液腔到注入孔的变径后，流速急剧增加，使进入进气通道内的酸液易被高速流动的气体所破碎并与该气体混合形成酸雾，沿进气通道的周向间隔设置有多个注入孔，增加液气接触面积，提升液气混合的均匀性，酸液雾化率得到显著提升。

[0050] 其三、该雾化发生装置与井口连接，其产生的酸雾可沿井筒由上至下喷射至目的

层，减少了酸雾与井筒的粘附性及二者间的摩擦阻力；通过在该装置的出口端设置有密封圈，保证了该装置与井口连接的密封性。

[0051] 其四、该雾化发生装置可采用防腐材料制成，优选B系列哈氏合金，具有耐高温、耐高压和耐腐蚀的特点，可适用于深井层内的酸化处理。

[0052] 其五、该雾化发生装置具有结构简单、紧凑、便于安装和维修等特点，具有很好的应用前景。

[0053] 需要注意的是，除非另有说明，本申请使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域技术人员所理解的通常意义。

[0054] 在本申请的描述中，需要理解的是，术语“底”“内”、“外”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0055] 此外，术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。在本发明的描述中，“多个”的含义是两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0056] 在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0057] 在本申请中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0058] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围，其均应涵盖在本发明的权利要求和说明书的范围当中。尤其是，只要不存在结构冲突，各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本发明并不局限于文中公开的特定实施例，而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

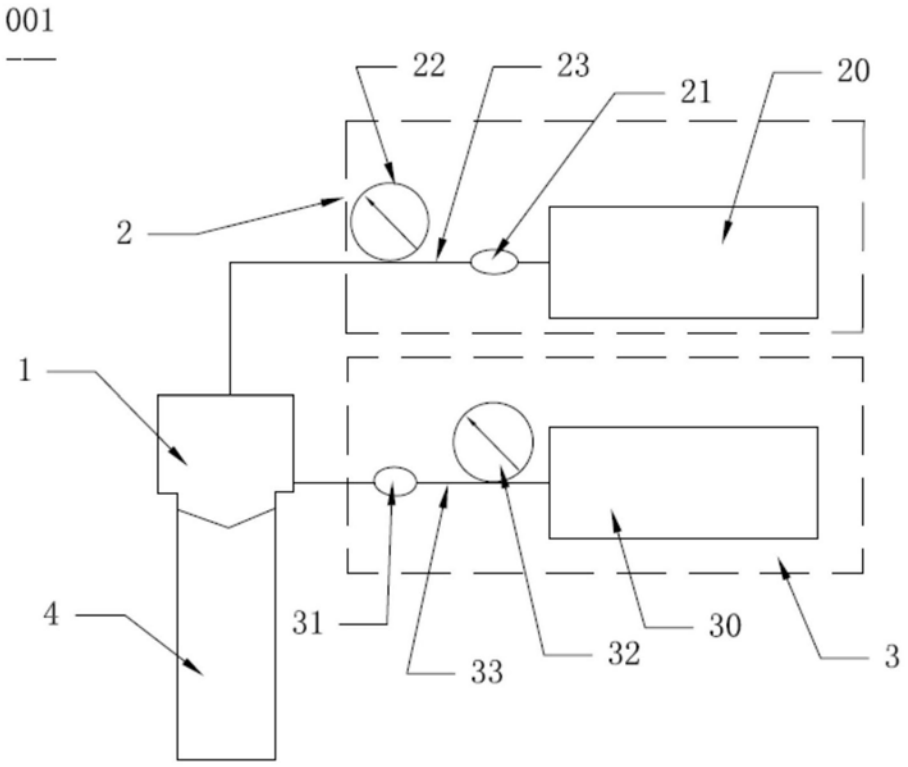

001
22
23
21
20
2
1
4
31
33
32
30
3

图1

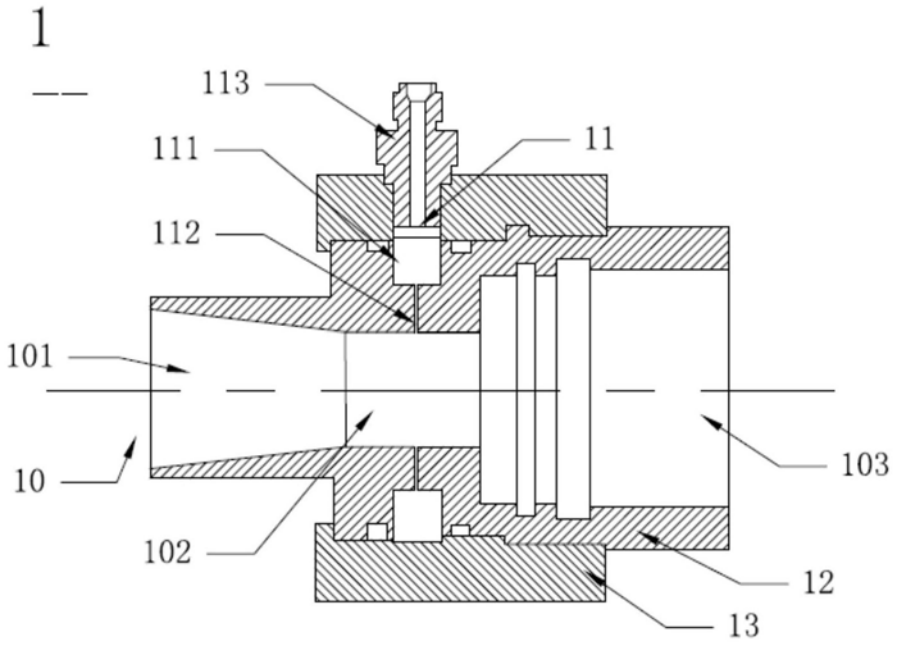

1
113
111
11
112
101
10
102
103
12
13

图2