



(21) 申请号 202211008823.X

C02F 1/44 (2006.01)

(22) 申请日 2022.08.22

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 218924322 U, 2023.04.28

申请公布号 CN 115382397 A

审查员 刘博

(43) 申请公布日 2022.11.25

(73) 专利权人 国能龙源环保南京有限公司

地址 210012 江苏省南京市雨花台区郁金

香路36号国泰科创大厦B座4楼

(72) 发明人 刘轶 杨树明 芮玉青

(74) 专利代理机构 南京行高知识产权代理有限公司

公司 32404

专利代理师 王培松

(51) Int. Cl.

B01D 63/04 (2006.01)

B01D 65/02 (2006.01)

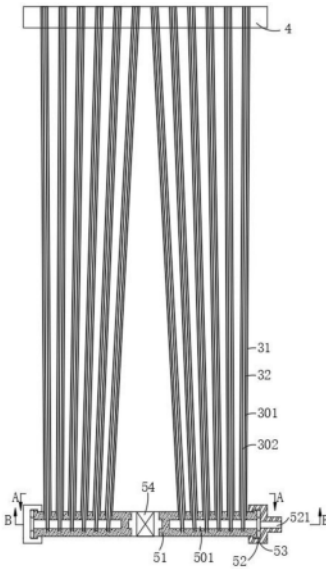
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

中空纤维膜组件以及使用方法

(57) 摘要

本发明涉及中空纤维膜技术领域,具体而言涉及中空纤维膜组件,包括壳体结构和滤芯,每个所述中空纤维膜均包括由外至内双层分布的第一膜层和第二膜层,所述第一膜层表壁的孔隙尺寸大于所述第二膜层表壁的孔隙尺寸,导流腔的进气口处通过反冲洗管、电磁阀连接外部压力装置,并能在所述电磁阀处于开启状态下向所述第一通道内加压去除所述第一膜层外壁的附着物;通过在壳体的其内侧壁上固定设有多个用于将水流沿轴向方向往、返导向的导向片,起到扰流的作用,延长了滤芯被堵塞的周期,双层的中空纤维膜结构,能相对于内侧膜层更大的过滤面积,从而可以延长膜层被堵塞的时间,以增大清理滤芯的周期。



1. 一种中空纤维膜组件,其特征在于,包括:

壳体结构(1),内部具有腔室(101),侧壁开设有用于与给水管道连接的进水口(14),上、下端分别设置与腔室(101)连通的排水口(121)和排污口(131);

滤芯,设置在腔室(101)内,所述滤芯包括设置在所述壳体结构(1)内部上、下端的第一封装板(4)、第二封装板(5),所述第一封装板(4)、第二封装板(5)之间固定安装多个中空纤维膜(3);

其中,每个所述中空纤维膜(3)均包括由外至内双层分布的第一膜层(31)和第二膜层(32),所述第二膜层(32)的内部具有第二通道(302),所述第一膜层(31)沿轴向方向包覆在所述第二膜层(32)的外侧,并在所述第一膜层(31)与第二膜层(32)之间形成第一通道(301),所述第一膜层(31)表壁的孔隙尺寸大于等于所述第二膜层(32)表壁的孔隙尺寸;

所述第二通道(302)的第一端与所述排水口(121)连通,第二端被所述第二封装板(5)固定并封堵,所述第一通道(301)的第一端被所述第一封装板(4)固定并封堵,所述第二封装板(5)的内部开设有与所述第二通道(302)第二端连通的导流腔(501),所述导流腔(501)的进气口处通过反冲洗管(2)、电磁阀(21)连接外部压力装置,并能在所述电磁阀(21)处于开启状态下向所述第一通道(301)内加压去除所述第一膜层(31)外壁的附着物;

所述第二封装板(5)上安装有用于开断腔室(101)和排污口(131)之间连通的排污阀(54);

所述中空纤维膜(3)设置为超滤膜。

2. 根据权利要求1所述的中空纤维膜组件,其特征在于,所述第一膜层(31)表壁的孔隙尺寸设置为所述第二膜层(32)表壁的孔隙尺寸的100%~110%。

3. 根据权利要求1所述的中空纤维膜组件,其特征在于,所述壳体结构(1)的内侧壁上固定设有多个用于将水流沿轴向方向往、返导向的导向片(112)。

4. 根据权利要求3所述的中空纤维膜组件,其特征在于,所述导向片(112)包括将水流向所述排污口(131)方向导向的第一导向片(112a)和将水流向所述排水口(121)方向导向的第二导向片(112b),所述第一导向片(112a)、第二导向片(112b)在所述壳体结构(1)的内壁周侧以交替方式分布。

5. 根据权利要求4所述的中空纤维膜组件,其特征在于,所述导向片(112)被设置为“V”字形或圆弧形。

6. 根据权利要求1所述的中空纤维膜组件,其特征在于,所述中空纤维膜(3)被设置为平行于所述壳体结构(1)轴线方向或与所述壳体结构(1)轴线方向呈一定角度。

7. 根据权利要求6所述的中空纤维膜组件,其特征在于,所述中空纤维膜(3)与所述壳体结构(1)轴线方向的夹角小于十五度。

8. 根据权利要求1-7中的任意一项所述的中空纤维膜组件,其特征在于,所述第二封装板(5)包括固封板(51)以及密封包覆固定在所述固封板(51)周侧的封装框(52),所述固封板(51)的内部开设有所述导流腔(501),所述封装框(52)上设有与导流腔(501)连通的接管(521),所述接管(521)与反冲洗管(2)可拆卸连接。

9. 根据权利要求8所述的中空纤维膜组件,其特征在于,所述排污阀(54)固定设置在所述固封板(51)上,并位于所述中空纤维膜(3)之间的间隙中。

10. 一种权利要求1所示的中空纤维膜组件使用方法,其特征在于,采用,包括以下步骤

骤:

步骤1、原水净化:将所述进水口(14)与未净化的供水机构连通,未净化水进入到所述腔室(101)内之后多次碰撞导向片(112)达到扰流效果,并与所述中空纤维膜(3)接触,在水压作用下依次向内通过所述第一膜层(31)和第二膜层(32),在依次穿过所述第一膜层(31)和第二膜层(32)表壁的孔隙后,将杂质过滤,净化水通过所述第二通道(302)向所述排水口(121)流动排出;

步骤2、滤芯清洗:当所述排水口(121)的压力降幅超过初始值0.05Mpa时,通过所述反冲洗管(2)、电磁阀(21)连接外部压力装置,并将连接所述进水口(14)的开关关停,然后将所述排污阀(54)开启,开启所述电磁阀(21)将压力介质导向至所述导流腔(501)的内部,并保持所述导流腔(501)内部的压力在0.1-0.2Mpa,使压力介质从所述导流腔(501)进入所述第一通道(301)中,并从所述第一膜层(31)表壁的孔隙排出,冲洗第二膜层(32)外壁的附着物,并去除所述第一膜层(31)外壁的附着物,持续1~2分钟;

步骤3、腔室(101)冲洗:所述电磁阀(21)关闭后,将连接所述进水口(14)的开关开启,利用未净化水冲洗所述中空纤维膜(3),持续1~2分钟后关闭所述排污阀(54),重新对原水进行净化;

其中,所述压力介质包括水、气或水气混合物,所述压力介质的给入方式包括持续给入或脉冲给入。

中空纤维膜组件以及使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及中空纤维膜技术领域,具体而言涉及中空纤维膜组件以及使用方法。

背景技术

[0002] 中空纤维膜是指外形像纤维状,具有自支撑作用的膜。中空纤维膜是以聚砜、二甲基乙酰胺为原料加工成中空内腔的纤维丝,结合高渗透性聚合物的膜层,具有选择性渗透特性。中空纤维丝的外径通常是500~600 μm 、内径为200~300 μm ,做成3-6米的纤维束装入耐高压金属壳体内,纤维束一端被密封,另一端用特殊配方的环氧树脂粘结在一起,进行工业水处理。

[0003] 现有技术的中空纤维膜组件在对原液过滤时,中空纤维膜表壁的孔隙会因为原液中包含的悬浊物堵塞而影响分离效果,尤其是组件内远离进水口的一侧水流速度慢,导致的悬浊物堆积堵塞更明显,使中空纤维膜的膜间压差急速上升从而无法继续运行。而且,单层的中空纤维膜结构,在其表壁附着悬浊物后则无法进行分离处理,使得悬浊物附着的面相对较小,导致膜堵孔,需要频繁清理。

发明内容

[0004] 针对现有技术的缺陷,本发明的第一方面提出一种中空纤维膜组件,包括:

[0005] 壳体结构,内部具有腔室,侧壁开设有用于与给水管道连接的进水口,上、下端分别设置与腔室连通的排水口和排污口;

[0006] 滤芯,设置在腔室内,所述滤芯包括设置在所述壳体结构内部上、下端的第一封装板、第二封装板,所述第一封装板、第二封装板之间固定安装多个中空纤维膜;

[0007] 其中,每个所述中空纤维膜均包括由外至内双层分布的第一膜层和第二膜层,所述第二膜层的内部具有第二通道,所述第一膜层沿轴向方向包覆在所述第二膜层的外侧,并在所述第一膜层与第二膜层之间形成第一通道,所述第一膜层表壁的孔隙尺寸大于所述第二膜层表壁的孔隙尺寸;

[0008] 所述第二通道的第一端与所述排水口连通,第二端被所述第二封装板固定并封堵,所述第一通道的第一端被所述第一封装板固定并封堵,所述第二封装板的内部开设有与所述第二通道第二端连通的导流腔,所述导流腔的进气口处通过反冲洗管、电磁阀连接外部压力装置,并能在所述电磁阀处于开启状态下向所述第一通道内加压去除所述第一膜层外壁的附着物;

[0009] 所述第二封装板上安装有用于开断腔室和排污口之间连通的排污阀。

[0010] 优选的,所述第一膜层表壁的孔隙尺寸设置为所述第二膜层表壁的孔隙尺寸的100%~110%。

[0011] 优选的,所述壳体结构的内侧壁上固定设有多个用于将水流沿轴向方向往、返导向的导向片。

[0012] 优选的,所述导向片包括将水流向所述排污口方向导向的第一导向片和将水流向

所述排水口方向导向的第二导向片,所述第一导向片、第二导向片在所述壳体结构的内壁周侧以交替方式分布。

[0013] 优选的,所述导向片被设置为“V”字形或圆弧形。

[0014] 优选的,所述中空纤维膜被设置为平行于所述壳体结构轴线方向或与所述壳体结构轴线方向呈一定角度。

[0015] 优选的,所述中空纤维膜与所述壳体结构轴线方向的夹角小于十五度。

[0016] 优选的,所述第二封装板包括固封板以及密封包覆固定在所述固封板周侧的封装框,所述固封板的内部开设有所述导流腔,所述封装框上设有与导流腔连通的接管,所述接管与反冲洗管可拆卸连接。

[0017] 优选的,所述排污阀固定设置在所述固封板上,并位于所述中空纤维膜之间的间隙中。

[0018] 本发明的另一方面提供一种中空纤维膜组件的使用方法,采用上述中空纤维膜组件,包括以下步骤:

[0019] 步骤1、原水净化:将所述进水口与未净化的供水机构连通,未净化水进入到所述腔室内之后多次碰撞导向片达到扰流效果,并与所述中空纤维膜接触,在水压作用下依次向内通过所述第一膜层和第二膜层,在依次穿过所述第一膜层和第二膜层表壁的孔隙后,将杂质过滤,净化水通过所述第二通道向所述排水口流动排出;

[0020] 步骤2、滤芯清洗:当所述排水口的压力降幅超过初始值0.05Mpa时,则需要清理所述中空纤维膜,则通过所述反冲洗管、电磁阀连接外部压力装置,并将连接所述进水口的开关关停,然后将所述排污阀开启,开启所述电磁阀将压力介质导向至所述导流腔的内部,并保持所述导流腔内部的压力在0.1-0.2Mpa,使压力介质从所述导流腔进入所述第一通道中,并从所述第一膜层表壁的孔隙排出,去除所述第一膜层外壁的附着物,持续1~2分钟;

[0021] 步骤3、腔室冲洗:所述电磁阀关闭后,将连接所述进水口的开关开启,利用未净化水冲洗所述中空纤维膜,持续1~2分钟后关闭所述排污阀,重新对原水进行净化;

[0022] 其中,所述压力介质包括水、气或水气混合物,所述压力介质的给入方式包括持续或脉冲。

[0023] 与现有技术相比,本发明的中空纤维膜组件以及使用方法的显著优点在于:

[0024] 1、本发明通过在壳体的其内侧壁上固定设有多个用于将水流沿轴向方向往、返导向的导向片,起到扰流的作用,并会带动悬浊物在腔室内充分的混合,避免在腔室的局部堆积导致滤芯被快速的堵塞,使悬浊物在腔室内能充分的混合,依此减缓悬浊物在局部堆积附着速度快的问题,延长了滤芯被堵塞的周期;

[0025] 2、本发明通过设置双层的中空纤维膜结构,内侧膜层设置为与现有中空纤维膜尺寸一致,外侧膜层能够起到预过滤的效果,并提供相对于内侧膜层更大的过滤面积,从而可以延长膜层被堵塞的时间,以增大清理滤芯的周期;

[0026] 3、本发明通过设置带导流腔的第二封装板,将第二封装板内的导流腔外接压力装置,压力介质从导流腔进入到两个膜层之间,能冲击内侧膜层表面的附着物,并能由内向外施压去除外侧膜层外壁的附着物,使中空纤维膜表面的附着物被清理,达到较好的清理效果。

附图说明

[0027] 附图不意在按比例绘制。在附图中,在各个图中示出的每个相同或近似相同的组成部分可以用相同的标号表示。为了清晰起见,在每个图中,并非每个组成部分均被标记。

[0028] 图1是本发明实施例所示中空纤维膜组件的侧视结构示意图。

[0029] 图2是本发明实施例所示中空纤维膜组件的内部结构示意图。

[0030] 图3是本发明实施例所示中空纤维膜组件中壳体的内部结构示意图。

[0031] 图4是本发明实施例所示中空纤维膜组件中中空纤维膜和第一封装板、第二封装板的剖视结构示意图。

[0032] 图5是图4中A-A向的剖视结构示意图。

[0033] 图6是图4中B-B向的剖视结构示意图。

[0034] 图7是本发明实施例所示中空纤维膜组件中第二封装板内部气流导向的局部结构放大示意图。

具体实施方式

[0035] 为了更了解本发明的技术内容,特举具体实施例并配合所附图式说明如下。

[0036] 目前针对煤化工废水的过滤,中空纤维膜组件,由于原水在中空纤维膜组件内的流速由进口方向逐渐降低,导致组件内远离进口一侧更容易令悬浊物堆积,在持续的水压作用下,堆积的悬浊物则会附着在中空纤维膜的表面,并堵塞中空纤维膜表壁的孔隙,使中空纤维膜的膜间压差急速上升从而无法继续运行。

[0037] **【中空纤维膜组件】**

[0038] 结合图1和图2所示,本发明提供一种中空纤维膜组件,旨在延长中空纤维膜组件的堵塞周期,并令中空纤维膜表面的附着物更易于清洗,该组件主要包括壳体结构1和滤芯。

[0039] 其中,壳体结构1的内部具有容纳滤芯的腔室101,其侧壁开设有用于与给水管道连接的进水口14,上、下端分别设置与腔室101连通的排水口121和排污口131。

[0040] 进一步的,壳体结构1包括中空壳体11以及螺接安装在壳体11两端的第一端盖12和第二端盖13。

[0041] 在具体的实施例中,壳体11采用不锈钢材质制成的截面为圆形、矩形或多边形的筒体,且上、下端均设置螺纹接头111,用于与第一端盖12和第二端盖13螺接安装,第一端盖12和第二端盖13均采用不锈钢材质制成的斗形,中间位置分别开设排水口121和排污口131,在安装时,第一端盖12、第二端盖13与壳体11之间均安装第一密封圈113,以保持壳体11、第一端盖12和第二端盖13之间具有良好的密封性。

[0042] 进一步的,壳体11的其内侧壁上固定设有多个用于将水流沿轴向方向往、返导向的导向片112。

[0043] 结合图3所示,在优选的实施例中,导向片112包括将水流向排污口131方向导向的第一导向片112a和将水流向排水口121方向导向的第二导向片112b,第一导向片112a、第二导向片112b在壳体结构1的内壁周侧以交替方式分布。

[0044] 可选的,导向片112被设置为“V”字形或圆弧形,当水流从进水口14进入到腔室101内之后,会沿着壳体11的内壁流动,并与正、反方向分布的第一导向片112a、第二导向片

112b接触,从而令水流在轴向上发生往、返的流动,起到扰流的作用,并会带动悬浊物在腔室101内充分的混合,避免在腔室101的局部堆积导致滤芯被快速的堵塞。

[0045] 如此,腔室101内的水流避免进口端流速快,另一端流速慢的问题,使水流在腔室101往返扰流,悬浊物在腔室101内能充分的混合,依此减缓悬浊物在局部堆积附着速度快的问题,延长了滤芯被堵塞的周期。

[0046] 结合图2所示,滤芯设置在腔室101内,滤芯包括设置在壳体结构1内部上、下端的第一封装板4、第二封装板5,第一封装板4、第二封装板5之间固定安装多个中空纤维膜3。

[0047] 其中,每个中空纤维膜3均包括由外至内双层分布的第一膜层31和第二膜层32,第二膜层32的内部具有第二通道302,第一膜层31沿轴向方向包覆在第二膜层32的外侧,并在第一膜层31与第二膜层32之间形成第一通道301,第一膜层31表壁的孔隙尺寸大于第二膜层32表壁的孔隙尺寸。

[0048] 在具体的实施例中,中空纤维膜3设置为超滤膜,采用举聚砜、聚醚砜、聚偏氟乙烯或聚丙烯腈制成,过滤精度在0.005-0.01 μm 范围内,第二膜层32的外径在0.4-2.0mm,内径0.3-1.4mm,第一膜层31的外径在1.2-3.0mm,内径0.8-2.4mm,第一膜层31表壁的孔隙尺寸设置为第二膜层32表壁的孔隙尺寸的100%~110%。

[0049] 如此,第二膜层32设置为与现有中空纤维膜3尺寸一致,第一膜层31设置在第二膜层32的外侧能够起到预过滤的效果,并提供相对于第二膜层32更大的过滤面积,从而可以延长第二膜层32被堵塞的时间,以增大清理滤芯的周期。

[0050] 进一步的,结合图2和图4所示,多个中空纤维膜3的第一端被第一封装板4固定,第二端被第二封装板5固定,第一封装板4和第二封装板5均采用环氧树脂灌封形成板体;

[0051] 其中,第一膜层31的第一端被固定在第一封装板4中,并使第一通道301的第一端被第一封装板4封堵,第二膜层32的第一端固定在第一封装板4中,并使第二通道302的第一端与排水口121连通;

[0052] 第二封装板5的内部开设有沿水平位置分布的导流腔501,导流腔501的进气口处通过反冲洗管2、电磁阀21连接外部压力装置;

[0053] 第一膜层31的第二端固定在第二封装板5中,并使第一通道301的第二端与导流腔501连通,第二膜层32的第二端穿过导流腔501被第二封装板5固定,并使第一通道301的第二端被第二封装板5封堵。

[0054] 如此,在电磁阀21处于开启状态下,能向第一通道301内加压,内部压力能冲击第二膜层32表面的附着物,并能从第一膜层31表壁的孔隙向外施压去除第一膜层31外壁的附着物,使中空纤维膜3表面的附着物被清理。

[0055] 结合图4-图7所示,在具体的实施例中,第二封装板5包括固封板51以及密封包覆固定在固封板51周侧的封装框52,固封板51的内部开设有导流腔501,封装框52上设有与导流腔501连通的接管521,接管521与反冲洗管2可拆卸连接。

[0056] 其中,固封板51以环氧树脂灌封形成圆形的板体,其内部具有向周侧壁延伸的环形中空结构即导流腔501,封装框52采用不锈钢环箍,沿周侧卡装在固封板51的外侧,并安装有第二密封圈53,以保证导流腔501的密封性良好。

[0057] 为了方便向导流腔501通入压力介质,封装框52的外壁上设置一体成型的接管521,接管521能够贯穿壳体11外壁上预留的管孔102,且在接管521与管孔102之间也安装密

封环,保证密封性,接管521伸出壳体11外部的一端与反冲洗管2连接,反冲洗管2再通过电磁阀21与外部压力装置连接。

[0058] 在具体的实施例中,外部压力装置设置为气泵或水泵,能够提供0.1-0.2Mpa的水压或气压,并且能够以持续供压或脉冲供压的方式向导流腔501通入压力介质。

[0059] 如此,压力介质从导流腔501进入到第一通道301内,能冲击第二膜层32表面的附着物,并能从第一膜层31表壁的孔隙向外施压去除第一膜层31外壁的附着物,使中空纤维膜3表面的附着物被清理,达到较好的清理效果。

[0060] 进一步的,为了方便清理掉的悬浊物被排出,第二封装板5上安装有用于开断腔室101和排污口131之间连通的排污阀54。

[0061] 在具体的实施例中,排污阀54固定设置在固封板51上,并位于中空纤维膜3之间的间隙中,排污阀54采用电磁阀,以电控方式启闭,当中空纤维膜3之间的排布间隙大于排污阀54时,排污阀54的位置任意布置,且中空纤维膜3被设置为平行于壳体结构1轴线方向。

[0062] 在可选的实施例中,当中空纤维膜3之间的排布间隙小于排污阀54时,排污阀54优先被设置在固封板51的中间位置,且中空纤维膜3在固封板51上的排布相对于第一封装板4一端更紧凑,结合图4所示,由于中间位置具有为安装排污阀54而预留的空隙,中空纤维膜3或与壳体结构1轴线方向呈小于十五度的夹角设置。

[0063] 在优选的实施例中,固封板51远离排污口131一侧的端面可以设置为斗形,以方便排污。

[0064] 结合以上实施例中,通过设置双层膜结构,令外侧的膜结构相对于现有膜结构直径较大,且孔隙尺寸与内侧膜的孔隙尺寸相同或大10%以下,起到预过滤的效果,并提供相对更大的过滤面积,以延缓清理周期,配合壳体11内壁的导向片112,减缓悬浊物在局部堆积附着的速度,进一步延长滤芯被堵塞的周期。

[0065] **【中空纤维膜组件的使用方法】**

[0066] 结合图1所示的示例的中空纤维膜组件,其一个示例性的使用过程包括原水精华和滤芯清洗(冲洗)步骤。

[0067] 原水净化

[0068] 将进水口14与未净化的供水机构连通,未净化水进入到腔室101内之后多次碰撞导向片112达到扰流效果,使水流在腔室101往返扰流,悬浊物在腔室101内能充分的混合,依此减缓悬浊物在局部堆积附着速度快的问题,延长了滤芯被堵塞的周期;由此,在水压作用下依次向内通过第一膜层31和第二膜层32,在依次穿过第一膜层31和第二膜层32表壁的孔隙后,将水流中的悬浊物杂质过滤,净化水通过第二通道302向排水口121流动排出。

[0069] 由于第一膜层31表壁的孔隙尺寸设置为第二膜层32表壁的孔隙尺寸的100%~110%,大部分悬浊物会被第一膜层31隔离,使第二膜层32不容易被堵塞,相应的第一膜层31的表面积更大,清理周期更长,且在清理时,内外双层膜层可被同时清理,如此双层复合结构的中空纤维膜3具有更好的过滤效果。

[0070] 滤芯清洗

[0071] 当排水口121的压力降幅超过初始值0.05Mpa时,则需要清理中空纤维膜3,则通过反冲洗管2、电磁阀21连接外部压力装置,例如压力泵或压力风机,并将连接进水口14的开关关停,然后将排污阀54开启,开启电磁阀21将压力介质导向至导流腔501的内部,并保持

导流腔501内部的压力在0.1-0.2Mpa,持续1~2分钟,使压力介质从导流腔501进入第一通道301中。

[0072] 结合图7所示,压力介质能冲击第二膜层32表面的附着物,并能从第一膜层31表壁的孔隙向外施压去除第一膜层31外壁的附着物,使中空纤维膜3表面的附着物被清理,并从第一膜层31表壁的孔隙排出。

[0073] 根据本发明的实施例,还包括对腔室101的冲洗处理。

[0074] 作为可选的实施例,电磁阀21关闭后,将连接进水口14的开关开启,利用未净化水冲洗中空纤维膜3,持续1~2分钟后腔室101内的悬浊物杂质被从排污阀54冲出,然后关闭排污阀54,重新对原水进行净化。

[0075] 其中,压力介质包括水、气或水气混合物,压力介质的给入方式包括持续或脉冲。

[0076] 在优选的实施例中,当压力介质为水气混合物,且给入方式为脉冲方式时,对第一膜层31、第二膜层32表面的附着物冲洗效果最好,效率较高。

[0077] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明。本发明所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因此,本发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。

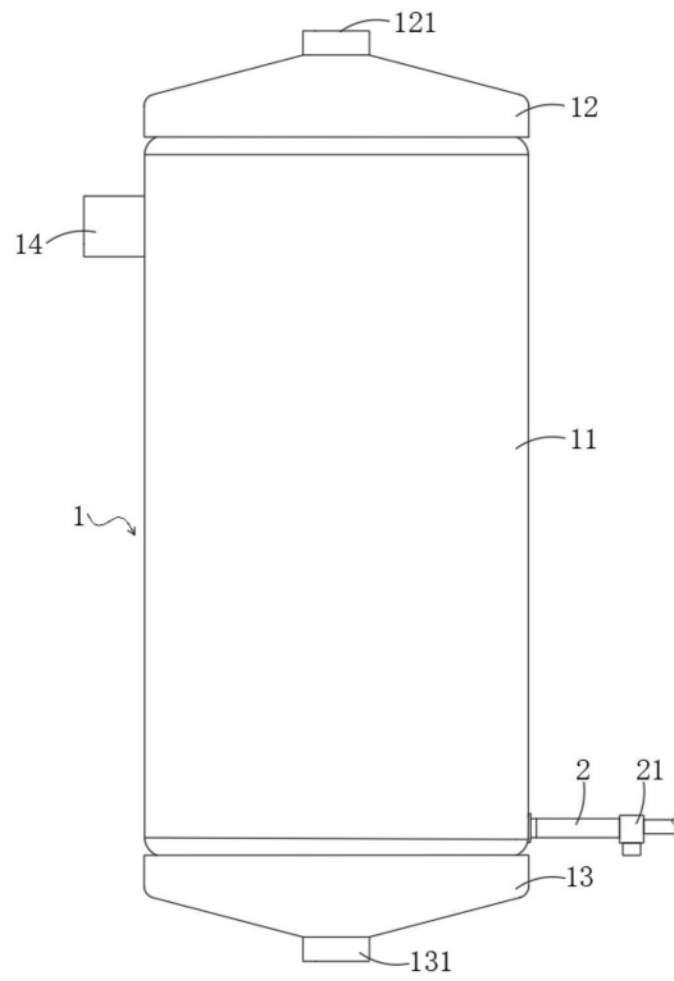


图1

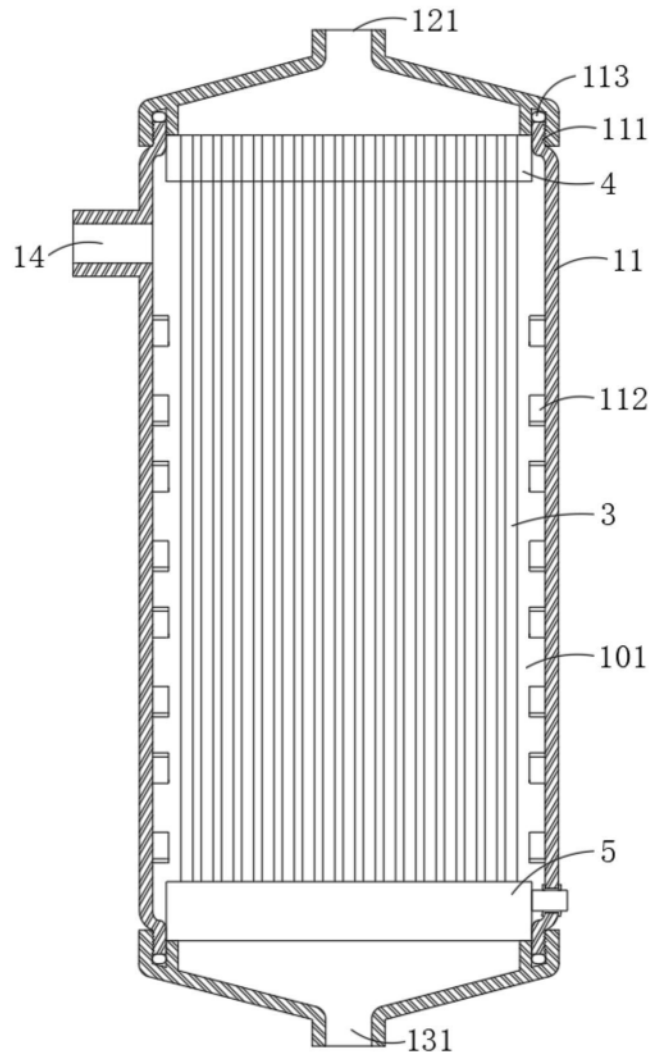


图2

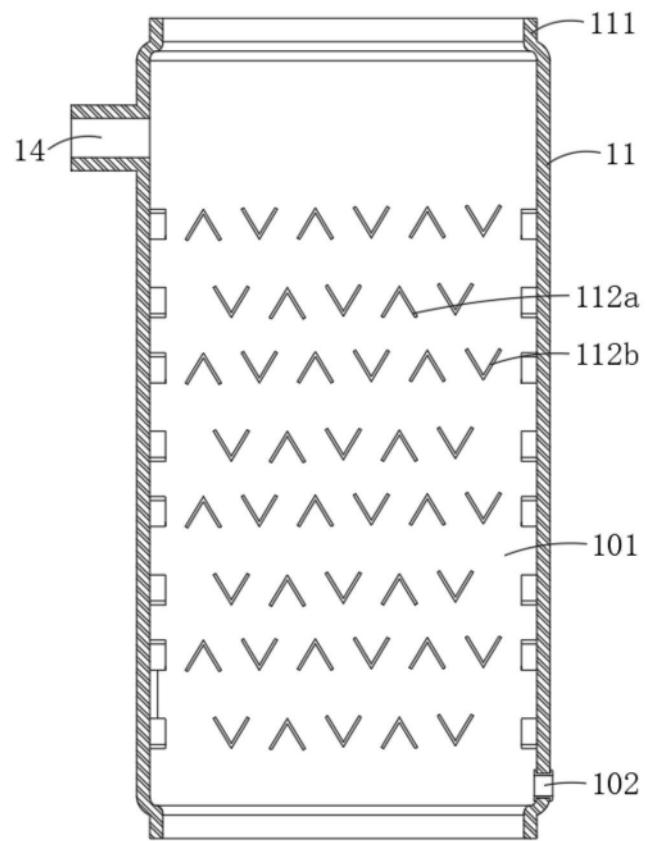


图3

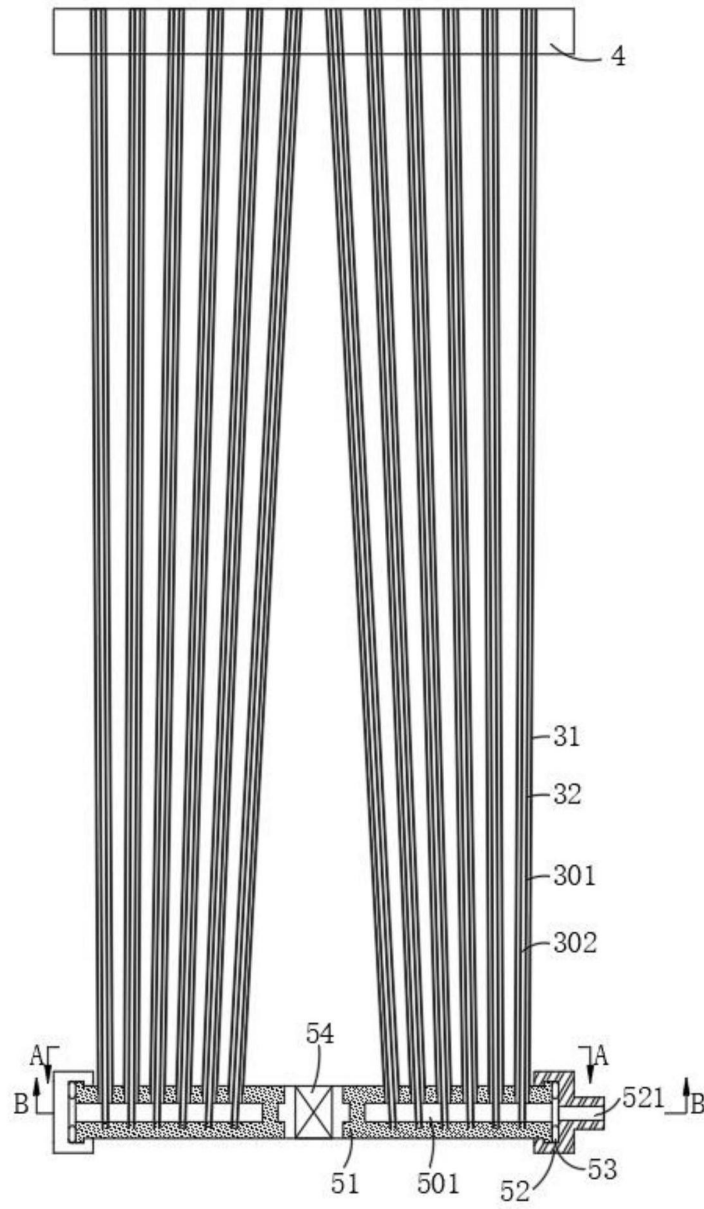


图4

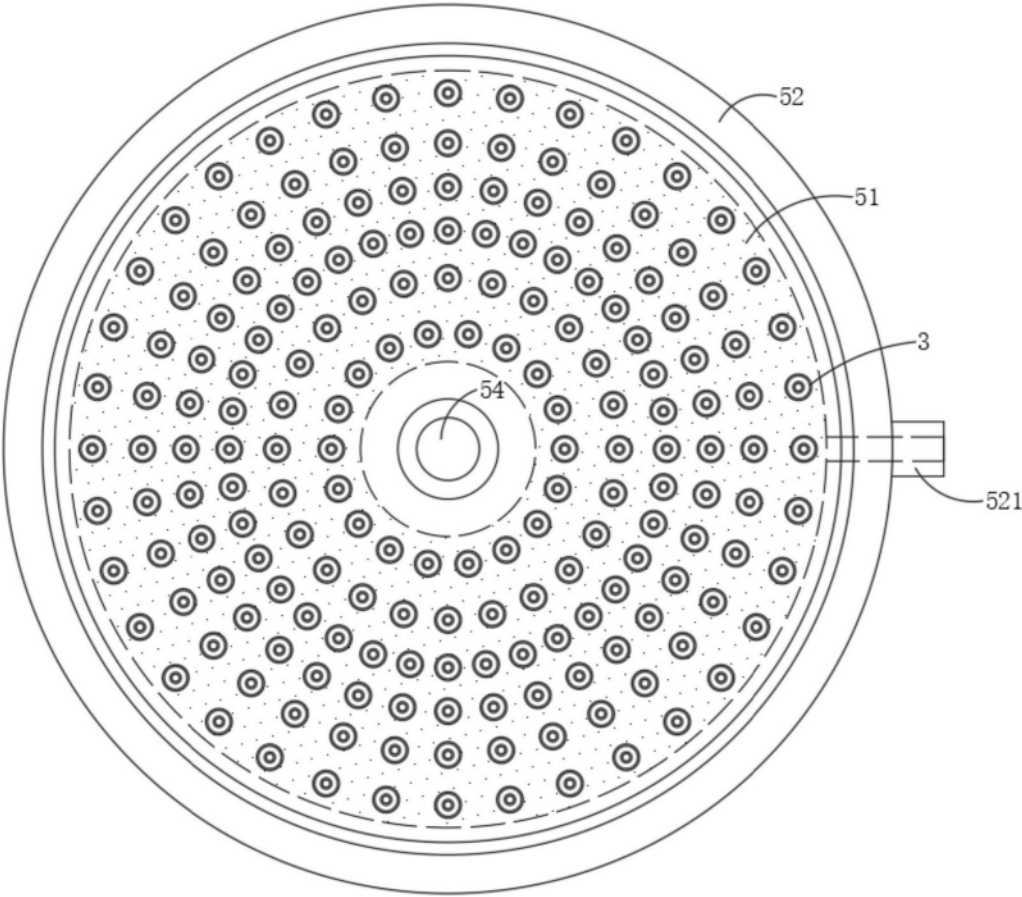


图5

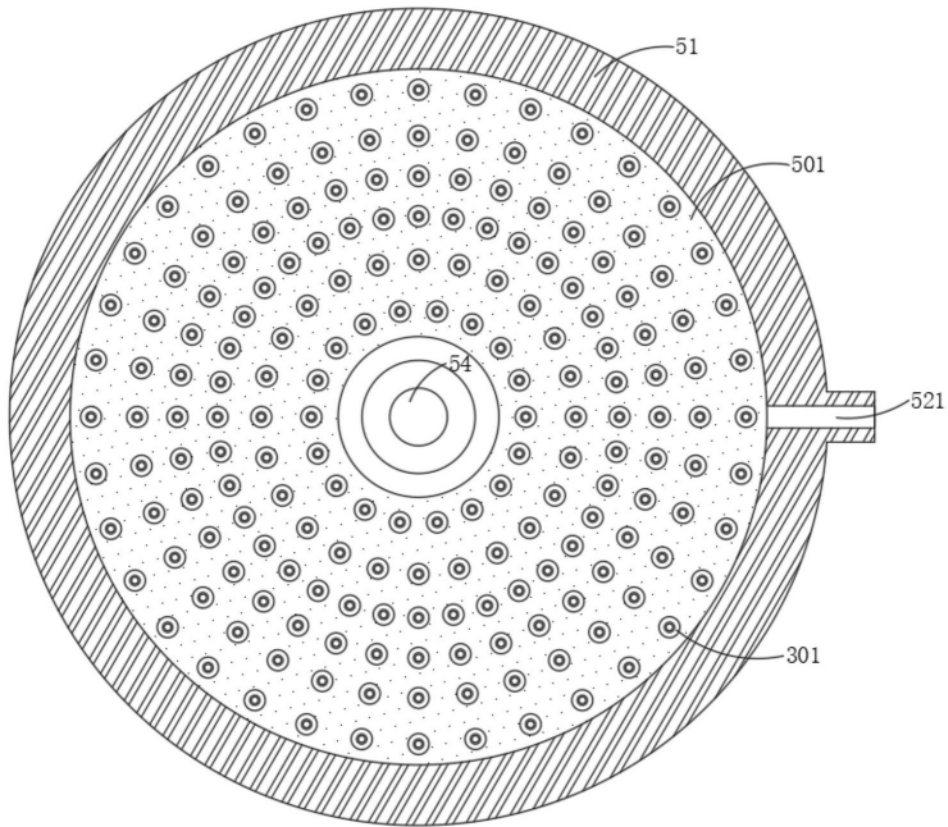


图6

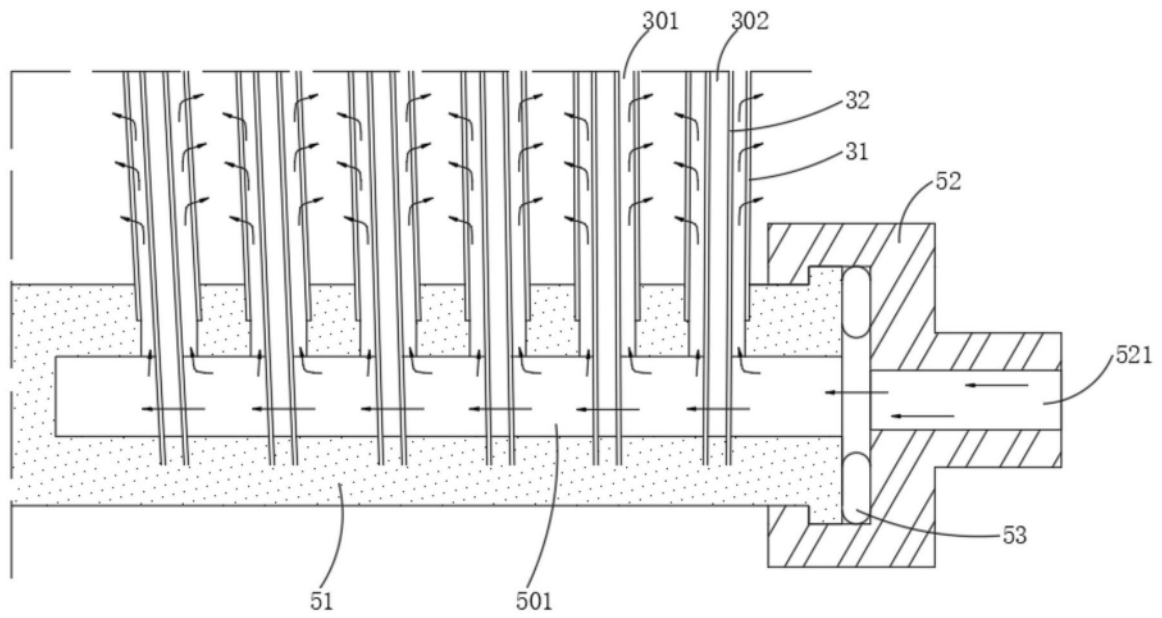


图7