



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111129552 B

(45) 授权公告日 2021.03.02

(21) 申请号 201911235847.7

H01M 8/2457 (2016.01)

(22) 申请日 2019.12.05

B01D 46/54 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111129552 A

(56) 对比文件

CN 210640319 U, 2020.05.29

CN 101325263 A, 2008.12.17

(43) 申请公布日 2020.05.08

CN 103337644 A, 2013.10.02

(73) 专利权人 西安交通大学
地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

CN 104241667 A, 2014.12.24

WO 2018141470 A1, 2018.08.09

(72) 发明人 冯健美 韩济泉 陈伟 彭学院

审查员 唐婧婧

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 李晓晓

(51) Int. Cl.

H01M 8/0662 (2016.01)

H01M 8/04089 (2016.01)

H01M 8/22 (2006.01)

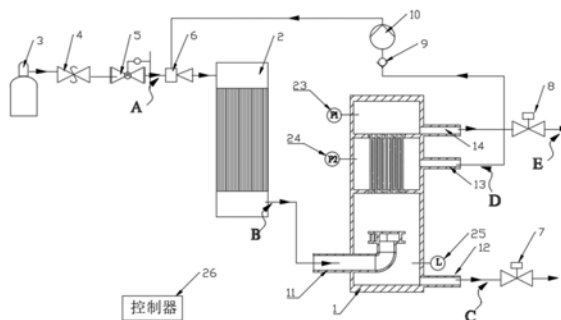
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种氢燃料电池系统及适用于其的循环氢气一体式处理装置及其工作方法

(57) 摘要

本发明公开一种氢燃料电池系统及适用于其的循环氢气一体式处理装置及其工作方法，一体式处理装置包括壳体，壳体内部隔离为气水分离腔、富氢腔和富氮腔，壳体上设有尾气入口管，尾气入口管的一端位于壳体的外部，尾气入口管的另一端延伸至气水分离腔，且尾气入口管的该端设有气水分离结构；富氢腔中设有膜分离滤芯，膜分离滤芯的两端分别与第一隔板和第二隔板之间连接；膜分离滤芯能够使流体中的氢气渗透进入富氢腔，使流体中的氮气进入富氮腔；壳体上在气水分离腔、富氢腔和富氮腔处分别设有出口。本发明可以分离掉燃料电池尾气中的液态水滴及氮气，供给燃料电池具有高浓度氢气的循环气体，可以提高燃料电池的发电性能，并提高氢燃料的利用率。



1. 一种适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置,其特征在于,包括壳体,壳体的内腔设有第一隔板和第二隔板,第一隔板和第二隔板将壳体内部由下至上隔离为三个腔体,三个腔室分别由下至上依次为气水分离腔(18)、富氢腔(16)和富氮腔(15);

壳体上在气水分离腔(18)的部位设置有尾气入口管(11),尾气入口管(11)的一端位于壳体的外部,尾气入口管(11)的另一端延伸至气水分离腔(18),尾气入口管(11)延伸至气水分离腔(18)的一端设有气水分离结构;

富氢腔(16)中设有膜分离滤芯(20),膜分离滤芯(20)的两端分别与第一隔板和第二隔板之间连接,气水分离腔(18)中的流体能够经膜分离滤芯(20)进入富氮腔(15);膜分离滤芯(20)能够使流体中的氢气渗透进入富氢腔(16),使流体中的氮气进入富氮腔(15);

壳体上在气水分离腔(18)、富氢腔(16)和富氮腔(15)处分别设有出口;

气水分离腔(18)的出口位于气水分离腔(18)的底部;

膜分离滤芯(20)的两端分别与第一隔板和第二隔板之间在连接处密封,使得流体从气水分离腔(18)仅经过膜分离滤芯(20)向富氢腔(16)流动。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置,其特征在于,富氢腔(16)的出口位于富氢腔(16)的底部,富氮腔(15)的出口位于富氮腔(15)的底部,膜分离滤芯(20)与壳体同轴设置,膜分离滤芯(20)与壳体之间形成环形的富氢腔(16)。

3. 根据权利要求1所述的一种适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置,其特征在于,所述气水分离结构采用旋流器(19),尾气入口管(11)的延伸至气水分离腔(18)的中心,旋流器(19)与壳体同轴设置;

或者,所述气水分离结构包括内筒(27),所述内筒(27)的上端与第一隔板连接,内筒(27)与壳体以及膜分离滤芯(20)同轴,内筒(27)的内径不小于膜分离滤芯(20)的内径;内筒(27)的下端距离壳体的底部留有预设的距离,尾气入口管(11)与壳体相切设置,从尾气入口管(11)进入气水分离腔(18)中的气体能够形成旋流,尾气入口管(11)与壳体的连接部不低于内筒(27)的下端部。

4. 一种氢燃料电池系统,其特征在于,包括燃料电池堆(2)、喷氢器(6)和权利要求1-3任意一项所述的循环氢气一体式处理装置,喷氢器(6)与燃料电池堆(2)的入口连接,燃料电池堆(2)的出口与尾气入口管(11)连接,富氢腔(16)的出口与喷氢器(6)的入口连接。

5. 根据权利要求4所述的一种氢燃料电池系统,其特征在于,富氢腔(16)的出口与喷氢器(6)的入口连接的管线上设有单向阀(9)和氢循环泵(10);单向阀(9)用于将富氢腔(16)出口至喷氢器(6)方向的气体导通,将喷氢器(6)至富氢腔(16)出口方向的气体截止;氢循环泵(10)设置于单向阀(9)与喷氢器(6)之间的管线上,用于将富氢腔(16)中的氢气输送给喷氢器(6)。

6. 根据权利要求5所述的一种氢燃料电池系统,其特征在于,还包括控制器(26)和第一压力传感器(24),控制器(26)与第一压力传感器(24)以及氢循环泵(10)连接,第一压力传感器(24)设置于富氢腔(16)中,第一压力传感器(24)用于测量富氢腔(16)中的气压,控制器(26)能够根据第一压力传感器(24)的测量值控制氢循环泵(10)工作。

7. 根据权利要求6所述的一种氢燃料电池系统,其特征在于,气水分离腔(18)的出口设有排水阀(7),富氮腔(15)的出口设有排气阀(8),气水分离腔(18)中设有液位传感器(25),

富氮腔 (15) 中设有第二压力传感器 (23), 排水阀 (7)、排气阀 (8)、液位传感器 (25) 和第二压力传感器 (23) 均与控制器 (26) 连接; 控制器 (26) 能够根据液位传感器 (25) 的测量值控制排水阀 (7) 工作, 以及能够根据第二压力传感器 (23) 的测量值控制排气阀 (8) 工作。

8. 根据权利要求4所述的一种氢燃料电池系统, 其特征在于, 还包括储氢瓶 (3), 储氢瓶 (3) 通过管线与喷氢器 (6) 连接, 该管线上从储氢瓶 (3) 至喷氢器 (6) 方向依次有安全截止阀 (4) 和减压阀 (5)。

9. 权利要求4-8任意一项所述的氢燃料电池系统的工作方法, 其特征在于, 包括如下过程:

喷氢器 (6) 供给燃料电池堆 (2) 氢气, 燃料电池堆 (2) 中氢气与氧气反应, 从燃料电池堆 (2) 的出口排出尾气, 尾气中包含有未反应的氢气和氮气以及生成的液态水滴;

尾气从尾气入口管 (11) 进入, 并经气水分离结构将尾气中的液态水分离出来, 分离出来的液态水汇入气水分离腔 (18) 底部并经气水分离腔 (18) 的出口排出;

分离后的氢气和氮气进入膜分离滤芯 (20), 氢气透过膜分离滤芯 (20) 进入富氢腔 (16), 使氢气和氮气进行分离, 氮气进入富氮腔 (15) 并经富氮腔 (15) 的出口排出;

进入富氢腔 (16) 中的氢气被送入喷氢器 (6)。

一种氢燃料电池系统及适用于其的循环氢气一体式处理装置及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池领域,具体涉及一种氢燃料电池系统及适用于其的循环氢气一体式处理装置及其工作方法。

背景技术

[0002] 氢燃料电池可直接将氢气的化学能转化为电能而无需燃烧,由于其高效率和功率密度,零排放,静音运行,是非常具有前景的能源发电动力装置。在实际的氢燃料电池的阳极氢气系统中,阳极排出的尾气含有未消耗掉的氢气、氮气和部分液态水滴,燃料电池的阳极氢气尾气的处理主要有两种方法:第一种是不包含循环装置的系统,即将不再循环利用未反应的氢气而直接将阳极排出的尾气直接排放,这种方法的优点是系统简单可靠,但氢气利用率低会造成浪费;第二种是包含循环装置的系统,通过气水分离器将尾气中的大部分液滴分离出,将氢气和氮气的混合气体使用氢循环泵再次引入燃料电池系统中循环利用,这种方法的优点是可以提高氢气的利用效率,但是富含氮气的氢气进入电池堆中会降低电池堆的性能,间接地降低发电效率,另外也可能影响燃料电池堆的工作寿命。

发明内容

[0003] 为解决现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提出一种氢燃料电池系统及适用于其的循环氢气一体式处理装置及其工作方法,本发明能够充分利用尾气中的氢气,提高氢气的利用率,也能保证再循环利用的氢气中含有低浓度的氮气,提高燃料电池堆的发电性能。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0005] 一种适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置,包括壳体,壳体的内腔设有第一隔板和第二隔板,第一隔板和第二隔板将壳体内部由下至上隔离为三个腔体,三个腔室分别由下至上依次为气水分离腔、富氢腔和富氮腔;

[0006] 壳体上在气水分离腔的部位设置有尾气入口管,尾气入口管的一端位于壳体的外部,尾气入口管的另一端延伸至气水分离腔,且尾气入口管的该端设有气水分离结构;

[0007] 富氢腔中设有膜分离滤芯,膜分离滤芯的两端分别与第一隔板和第二隔板之间连接,气水分离腔中的流体能够经膜分离滤芯进入富氢腔;膜分离滤芯能够使流体中的氢气渗透进入富氢腔,使流体中的氮气进入富氮腔;

[0008] 壳体上在气水分离腔、富氢腔和富氮腔处分别设有出口。

[0009] 气水分离腔的出口位于气水分离腔的底部,富氢腔的出口位于富氢腔的底部,富氮腔的出口位于富氮腔的底部,膜分离滤芯与壳体同轴设置,膜分离滤芯与壳体之间形成环形的富氢腔。

[0010] 膜分离滤芯的两端分别与第一隔板和第二隔板之间在连接处密封,使得流体从气水分离腔仅经过膜分离滤芯向富氢腔流动。

[0011] 所述气水分离结构采用旋流器,尾气入口管的延伸至气水分离腔的中心,旋流器与壳体同轴设置。

[0012] 所述气水分离结构包括内筒,所述内筒的上端与第一隔板连接,内筒与壳体以及膜分离滤芯同轴,内筒的内径不小于膜分离滤芯的内径;内筒的下端距离壳体的底部留有预设的距离,尾气入口管与壳体相切设置,从尾气入口管进入气水分离腔中的气体能够形成旋流,尾气入口管与壳体的连接部不低于内筒的下端部。

[0013] 一种氢燃料电池系统,包括燃料电池堆、喷氢器和所述的循环氢气一体式处理装置,喷氢器与燃料电池堆的入口连接,燃料电池堆的出口与尾气入口管连接,富氢腔的出口与喷氢器的入口连接。

[0014] 富氢腔的出口与喷氢器的入口连接的管线上设有单向阀和氢循环泵;单向阀用于将富氢腔出口至喷氢器方向的气体导通,将喷氢器至富氢腔出口方向的气体截止;氢循环泵设置于单向阀与喷氢器之间的管线上,用于将富氢腔中的氢气输送给喷氢器。

[0015] 所述氢燃料电池系统还包括控制器和第一压力传感器,控制器与第一压力传感器以及氢循环泵连接,第一压力传感器设置于富氢腔中,第一压力传感器用于测量富氢腔中的气压,控制器能够根据第一压力传感器的测量值控制氢循环泵工作。

[0016] 气水分离腔的出口设有排水阀,富氮腔的出口设有排气阀,气水分离腔中设有液位传感器,富氮腔中设有第二压力传感器,排水阀、排气阀、液位传感器和第二压力传感器均与控制器连接;控制器能够根据液位传感器的测量值控制排水阀工作,以及能够根据第二压力传感器的测量值控制排气阀工作。

[0017] 还包括储氢瓶,储氢瓶通过管线与喷氢器连接,该管线上从储氢瓶至喷氢器方向依次有安全截止阀和减压阀。

[0018] 所述氢燃料电池系统的工作方法,包括如下过程:

[0019] 喷氢器供给燃料电池堆氢气,燃料电池堆中氢气与氧气反应,从燃料电池堆的出口排出尾气,尾气中包含有未反应的氢气和氮气以及生成的液态水滴;

[0020] 尾气从尾气入口管进入,并经气水分离结构将尾气中的液态水分离出来,分离出来的液态水汇入气水分离腔底部并经气水分离腔的出口排出;

[0021] 分离后的氢气和氮气进入膜分离滤芯,氢气透过膜分离滤芯进入富氢腔,使氢气和氮气进行分离,氮气进入富氮腔并经富氮腔的出口排出;

[0022] 进入富氢腔中的氢气被送入喷氢器。

[0023] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0024] 本发明的适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置利用气水分离结构能够将氢燃料电池尾气中的液态水分离出来,尾气中的氢气和氮气上升进入膜分离滤芯,膜分离滤芯能够将尾气中大部分的氢气富集进入富氢腔,实现氢气与氮气的分离以及尾气中氢气的富集,分离后的氮气进入富氮腔并最终经富氮腔的出口排出;富氢腔中富集的氢气能够被继续用作氢燃料电池的燃料。因此,利用本发明的循环氢气一体式处理装置能够将氢燃料电池尾气中的氢气富集,提高氢气的利用率,并且能够将尾气中的氮气排出,能保证再循环利用的氢气中氮气浓度降低,提高了燃料电池堆的发电性能。

[0025] 进一步的,气水分离腔的出口位于气水分离腔的底部,富氢腔的出口位于富氢腔的底部,富氮腔的出口位于富氮腔的底部,这种设置能够使得进入各腔室中的水顺利排出,

避免水对尾气分离时产生不良影响；膜分离滤芯与壳体同轴设置，膜分离滤芯与壳体之间形成环形的富氢腔，能够保证富氢腔中压力相对均匀，有利于氢气的富集。

[0026] 进一步的，膜分离滤芯的两端分别与第一隔板和第二隔板之间在连接处密封，使得流体从气水分离腔仅经过膜分离滤芯向富氢腔流动，这种设置既能保证尾气的有效分离，又能够防止氮气从膜分离滤芯与第一隔板以及第二隔板之间的连接处渗入富氢腔中，降低氢气回收氢气的浓度。

[0027] 进一步的，旋流器与壳体同轴设置，这样能够保证尾气中液态水的分离效果，避免出现不规律的紊流。

[0028] 进一步的，气水分离结构包括内筒，尾气入口管与壳体相切设置，从尾气入口管进入气水分离腔中的气体能够形成旋流，形成的旋流先向下运动同时使水滴附着在壳体壁面实现水气分离，分离出水的旋流到达底部后反向向上运动并从内筒进入至膜分离滤芯，利用该结构能够有效实现水气分离，而且结构简单，制作方便，成本低。

[0029] 本发明的氢燃料电池系统由于设置了本发明的循环氢气一体式处理装置，因此能够充分利用尾气中的氢气，提高氢气的利用率，也能保证再循环利用的氢气中含有低浓度的氮气，提高燃料电池堆的发电性能。

[0030] 进一步的，设置氢循环泵能够将富氢腔中富集的氢气及时送入喷氢器进行回收利用，设置单向阀既能够防止氢气倒流至富氢腔，降低氢气的回收率，还能够保证氢循环泵的正常工

作。

[0031] 进一步的，通过设置控制器和第一压力传感器，控制器能够根据第一压力传感器的测量值控制氢循环泵工作，因此能够实现富氢气体自动的自动排出并回收利用。

[0032] 进一步的，通过设置排水阀、排气阀、液位传感器和第二压力传感器，能够实现富氢腔中的气体、气水分离腔中的水定时排放，有利于提高尾气的分离效果。

[0033] 由上述本发明氢燃料电池系统的有益效果可知，本发明氢燃料电池系统的工作方法能够充分利用尾气中的氢气，提高氢气的利用率，也能保证再循环利用的氢气中不会含有高浓度的氮气，提高燃料电池堆的发电性能。

附图说明

[0034] 图1是一种现有典型的没有氢气循环的阳极氢气处理系统结构示意图；

[0035] 图2是一种现有典型的带有氢气循环的阳极氢气处理系统结构示意图；

[0036] 图3是本发明一实施例氢燃料电池系统结构示意图；

[0037] 图4是本发明一实施例适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置的三维示意图；

[0038] 图5是本发明一实施例适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置中采用的一种旋流器的三维示意图；

[0039] 图6是本发明一实施例适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置中采用的一种滤芯的三维示意图；

[0040] 图7是本发明一实施例适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置的工作原理示意图；

[0041] 图8是本发明另一实施例适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置的三

维示意图；

[0042] 图9是本发明另一实施例适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置的工作原理示意图。

[0043] 图中,1-尾气处理装置,2-燃料电池堆,3-储氢瓶,4-安全截止阀,5-减压阀,6-喷氢器,7-排水阀,8-排气阀,9-单向阀,10-氢循环泵,11-尾气入口管,12-排水管,13-排氢管,14-排氮管,15-富氮腔,16-富氢腔,17-隔板,18-气水分离腔,19-旋流器,20-膜分离滤芯,21-中空纤维丝,22-旋流叶片,23-第二压力传感器,24-第一压力传感器,25-液位传感器,26-控制器,27-内筒,28-第一隔板,29-第二隔板,30-壳体。A-新鲜氢气,B-燃料电池堆尾气,C-水,D-富氢循环气,E-富氮乏气。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图和实施例来对本发明做进一步的说明。

[0045] 参见图1,一种现有典型的没有氢气循环的阳极氢气处理系统,高压氢气瓶3储存有高压氢气作为燃料电池堆2的气源,经过截止安全阀4和减压阀5后通过喷氢器6供给燃料电池堆2氢气,经过燃料电池堆反应后,尾气通过排气阀8排出。该系统的很大的缺点是尾气中含有未消耗的氢气会被大量的浪费掉。

[0046] 参见图2,一种现有典型的带有氢气循环的阳极氢气处理系统,高压氢气瓶3储存有高压氢气作为燃料电池堆2的气源,经过截止安全阀4和减压阀5后通过喷氢器6供给燃料电池堆2氢气,经过燃料电池堆反应后,尾气进入汽水分离器22分离出液态水,分离后的含有氮气和氢气的混合气被氢循环泵带入阳极入口处再次被循环利用。由于循环气中含有浓度较高的氮气,因此氢燃料电池的性能会降低。另外也需要通过排气阀8进行排水排气,排水排气的过程是一起进行的,即当燃料电池堆中氮气浓度过高或水分离器中积累的水过多时,将排气阀8打开进行排水排氮气,这一过程会浪费掉部分氢气。总之,该系统的主要缺点是循环气中的高浓度氮气会造成燃料电池性能下降,减弱该缺点的方法是进行不断的周期性排气又造成一定程度的氢气资源浪费。

[0047] 参见图3、图4、图7~图9,本发明的适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置,包括壳体30,壳体30的内腔设有第一隔板和第二隔板,第一隔板和第二隔板将壳体内部分为三个腔体,三个腔室分别由下至上依次为气水分离腔18、富氢腔16和富氮腔15;壳体上在气水分离腔18的部位设置有尾气入口管11,尾气入口管11的一端位于壳体的外部,尾气入口管11的另一端延伸至气水分离腔18,且尾气入口管11的该端设有气水分离结构;富氢腔16中设有膜分离滤芯20,膜分离滤芯20的两端分别与第一隔板和第二隔板之间连接,气水分离腔18中的流体能够经膜分离滤芯20进入富氮腔15;膜分离滤芯20能够使流体中的氢气渗透进入富氢腔16,使流体中的氮气进入富氮腔15;壳体上在气水分离腔18、富氢腔16和富氮腔15处分别设有出口。

[0048] 作为本发明优选的实施方案,气水分离腔18的出口位于气水分离腔18的底部,富氢腔16的出口位于富氢腔16的底部,富氮腔15的出口位于富氮腔15的底部,在进行排气时同时会把聚集在腔底部的积液吹扫出,膜分离滤芯20与壳体同轴设置,膜分离滤芯20与壳体之间形成环形的富氢腔16。

[0049] 作为本发明优选的实施方案,膜分离滤芯20的两端分别与第一隔板和第二隔板之

间在连接处密封,使得流体从气水分离腔18仅经过膜分离滤芯20向富氢腔16流动。

[0050] 作为本发明优选的实施方案,参照图3和图5和图7,气水分离结构采用旋流器19,尾气入口管11的延伸至气水分离腔18的中心,旋流器19与壳体同轴设置。

[0051] 作为本发明优选的实施方案,参照图8和图9,气水分离结构还可以采用另一种形式,在气水分离腔18中设置一内筒27,内筒27的上端与第一隔板连接,内筒27与壳体以及膜分离滤芯20同轴,内筒27的内径不小于膜分离滤芯20的内径,以保证进入内筒27中的混合气能够全部进入膜分离滤芯20中进行分离;内筒27的下端距离壳体的底部留有预设的距离,尾气入口管11与壳体相切设置,从尾气入口管11进入气水分离腔18中的气体能够形成旋流,尾气入口管11与壳体的连接部不低于内筒27的下端部,尾气入口管11与壳体的连接部优选位于气水分离腔18的顶部,能够尽可能多的将水进行分离。本结构的工作原理过程为:尾气入口管11中的尾气从壳体30的切向进入气水分离腔18,带有水滴的气体切向进入分离腔18后做向下的旋转运动,向下旋转运动的气体称为外旋流,外旋流中的水滴在离心力作用下甩到壳体30内壁面上并随着重力滑落到底部积水区,外旋流到达底部后反向向上运动,向上运动的混合气体称为内旋流,内旋流从内筒27进入膜分离滤芯20中后实现后续分离。

[0052] 参照图3,本发明的氢燃料电池系统,包括燃料电池堆2、喷氢器6和所述的循环氢气一体式处理装置,喷氢器6与燃料电池堆2的入口连接,燃料电池堆2的出口与尾气入口管11连接,富氢腔16的出口与喷氢器6的入口连接。

[0053] 作为本发明优选的实施方案,富氢腔16的出口与喷氢器6的入口连接的管线上设有单向阀9和氢循环泵10;单向阀9用于将富氢腔16出口至喷氢器6方向的气体导通,将喷氢器6至富氢腔16出口方向的气体截止;氢循环泵10设置于单向阀9与喷氢器6之间的管线上,用于将富氢腔16中的氢气输送给喷氢器6。

[0054] 作为本发明优选的实施方案,所述氢燃料电池系统还包括控制器26和第一压力传感器24,控制器26与第一压力传感器24以及氢循环泵10连接,第一压力传感器24设置于富氢腔16中,第一压力传感器24用于测量富氢腔16中的气压,控制器26能够根据第一压力传感器24的测量值控制氢循环泵10工作。

[0055] 作为本发明优选的实施方案,气水分离腔18的出口设有排水阀7,富氮腔15的出口设有排气阀8,气水分离腔18中设有液位传感器25,富氮腔15中设有第二压力传感器23,排水阀7、排气阀8、液位传感器25和第二压力传感器23均与控制器26连接;控制器26能够根据液位传感器25的测量值控制排水阀7工作,以及能够根据第二压力传感器23的测量值控制排气阀8工作。

[0056] 作为本发明优选的实施方案,本发明的氢燃料电池系统还包括储氢瓶3,储氢瓶3通过管线与喷氢器6连接,该管线上从储氢瓶3至喷氢器6方向依次有安全截止阀4和减压阀5。

[0057] 参照图3,本发明氢燃料电池系统的工作方法,包括如下过程:

[0058] 喷氢器6供给燃料电池堆2氢气,燃料电池堆2中氢气与氧气反应,从燃料电池堆2的出口排出尾气,尾气中包含有未反应的氢气和氮气以及生成的液态水滴;尾气从尾气入口管11进入,并经气水分离装置将尾气中的液态水分离出来,分离出来的液态水汇入气水分离腔18底部并经气水分离腔18的出口排出;分离后的氢气和氮气进入膜分离滤芯20,氢

气透过膜分离滤芯20进入富氢腔16,使氢气和氮气进行分离,氮气进入富氮腔15并经富氮腔15的出口排出;进入富氢腔16中的氢气被送入喷氢器6,继续进行利用。

[0059] 实施例

[0060] 本实施例的氢燃料电池系统,包括燃料电池堆2、储氢瓶3、安全截止阀4、减压阀5、喷氢器6和所述的循环氢气一体式处理装置,循环氢气一体式处理装置包括壳体,壳体采用圆柱形筒体,壳体的内腔设有第一隔板和第二隔板,第一隔板和第二隔板将壳体内部由下至上隔离为三个腔体,三个腔室分别由下至上依次为气水分离腔18、富氢腔16和富氮腔15;壳体上在气水分离腔18的部位设置有尾气入口管11,尾气入口管11的一端位于壳体的外部,尾气入口管11的另一端伸入气水分离腔18,且尾气入口管11的该端设有气水分离装置;富氢腔16中设有膜分离滤芯20,膜分离滤芯20的两端分别与第一隔板和第二隔板之间连接,气水分离腔18中的流体能够经膜分离滤芯20进入富氮腔15;膜分离滤芯20能够使流体中的氢气渗透进入富氢腔16,使流体中的氮气进入富氮腔15;壳体上在气水分离腔18、富氢腔16和富氮腔15处分别设有出口,出口上设置有管子,分别为排水管12、排氢管13和排氮管14。气水分离腔18的出口位于气水分离腔18的底部,富氢腔16的出口位于富氢腔16的底部,富氮腔15的出口位于富氮腔15的底部,膜分离滤芯20与壳体同轴设置,膜分离滤芯20与壳体之间形成环形的富氢腔16。膜分离滤芯20的两端分别与第一隔板和第二隔板之间在连接处密封,使得流体从气水分离腔18仅经过膜分离滤芯20向富氢腔16流动。气水分离装置采用旋流器19,旋流器19与壳体同轴设置。喷氢器6与燃料电池堆2的入口连接,燃料电池堆2的出口与尾气入口管11连接,富氢腔16的出口与喷氢器6的入口连接。富氢腔16的出口与喷氢器6的入口连接的管线上设有单向阀9和氢循环泵10;单向阀9用于将富氢腔16出口至喷氢器6方向的气体导通,将喷氢器6至富氢腔16出口方向的气体截止;氢循环泵10设置于单向阀9与喷氢器6之间的管线上,用于将富氢腔16中的氢气输送给喷氢器6。控制器26与第一压力传感器24以及氢循环泵10连接,第一压力传感器24设置于富氢腔16中,第一压力传感器24用于测量富氢腔16中的气压,控制器26能够根据第一压力传感器24的测量值控制氢循环泵10工作。气水分离腔18的出口设有排水阀7,富氮腔15的出口设有排气阀8,气水分离腔18中设有液位传感器25,富氮腔15中设有第二压力传感器23,排水阀7、排气阀8、液位传感器25和第二压力传感器23均与控制器26连接;控制器26能够根据液位传感器25的测量值控制排水阀7工作,以及能够根据第二压力传感器23的测量值控制排气阀8工作。储氢瓶3通过管线与喷氢器6连接,该管线上从储氢瓶3至喷氢器6方向依次有安全截止阀4和减压阀5。富氢腔中的富氢循环气不含有液态水滴,进入氢循环泵中不后因水滴凝结成冰粒造成氢循环泵的损伤或卡死。

[0061] 参见图3,本实施例中,储氢瓶3储存有高压氢气作为燃料电池堆2的气源,经过减压阀5和截止阀4使得供给燃料电池的高纯度氢气A的压力达到合适值,喷氢器6根据不同的负载工况调整供给燃料电池堆2的氢气流量。在燃料电池堆2中氢气与氧气反应,从燃料电池堆出口排出尾气B,尾气B包含有未反应的氢气和氮气以及生成的液态水滴。考虑到氢气的高效利用,需要循环利用未反应的氢气。尾气B通过本发明所述的尾气处理装置1(即循环氢气一体式处理装置)进行处理。从尾气处理装置1的氢气排出口13排出未反应掉的富氢循环气D,经过单向阀9后被氢循环泵10不断抽吸进入喷氢器6中实现氢气循环。尾气处理装置1的排水管12连接排水阀7,当水位高度到达一定位置时,控制器26排水阀7开启、排出液态

水C。尾气处理装置1的排氮管14连接排气阀8,控制器26能够控制排气阀8进行周期性的启闭排出富氮乏气E。

[0062] 参见图5,旋流器19上的旋流叶片22可以将直线流动的气流转换为旋转流动,做旋转流动的液滴在离心力作用下被甩到壳体内壁面并随之流到壳体底部,液态水滴在壳体底部集聚并通过排水阀7进行周期性排水。

[0063] 参见图6,膜分离滤芯20中设置有细小的中空纤维丝21,中空纤维丝21是一种管状纤维通道,中空纤维丝21的壁面膜可以使小分子气体由高压侧进入膜外低压侧,即大部分的氢气和少量的水蒸气可透过中空纤维丝21进入富氢腔16,而中空纤维丝21内的大分子氮气不能渗透出。较高压力的混合气体在中空纤维丝21中流动,而富氢腔中的压力较低,在压差驱动下,小分子的氢气通过膜壁进入富氢腔16,而大分子的氮气随着流动进入富氮腔15,因此混合气体中被分离成含有高浓度氢气的“富氢循环气(在富氢腔16中)”和含有高浓度氮气的“富氮乏气(在富氮腔15中)”。

[0064] 尾气在本发明所述的循环氢气一体式处理装置中的具体工作过程参见图7:

[0065] 尾气B进入处理装置尾气入口管11,首先在气水分离腔18中分离掉大部分液态水滴。带有水滴的气体切向进入分离腔18会进入旋流器19中,旋流器19会使直线流动的气流转换为旋转流动,做旋转流动的液滴在离心力作用下被甩到壳体壁面并随之流到壳体底部,分离掉大部分液滴的混合气体包含氮气、氢气、水蒸气和少量的水雾,该混合物继续旋转向运动进入膜分离滤芯20中后,由于富氢腔16中的压力较低,在压差驱动下,高压气流中的大部分小分子气体(包括氢气和水蒸气)和极少部分大分子氮气进入低压腔中,最终低压腔中含有高浓度的氢气及较低浓度的氮气,称为富氢循环气D,富氢循环气D从排氢管13排出再次被循环利用。难以渗透进低压腔的的大部分氮气分子、少部分氢气和水雾随着气流进入富氮腔15,富氮腔15中的混合气称为富氮乏气E,从排氮出口管14排出废弃。

[0066] 在燃料电池堆2运行的过程中,尾气处理装置1中气水分离腔18的液位随着水的集聚而不断升高,液位传感器25传送液位信号至控制器26,当液位升至一定高度时,控制器26控制排水阀7打开使得液位下降,当液位降低至一定高度时,控制器26控制排水阀7关闭,排水周期完成。

[0067] 在燃料电池堆2运行的过程中,富氮腔15中的压力随着气体的积累而逐渐升高,第二压力传感器23传送压力信号至控制器26,当压力升高至压力上限值时,控制器26控制排气阀8打开以排出富氮乏气,随着气体的排出压力不断下降,当压力下降至压力下限值时,控制器26控制排气阀8关闭,排气周期完成。

[0068] 在燃料电池堆2运行的过程中,富氢腔16中的压力随着功率的消耗量而不断变化。富氢腔16中的压力影响着氢气的渗透性能,第一压力传感器24传送压力信号至控制器26,当该压力值大于一定值时,控制器26控制氢循环泵10增加转速使得更多的富氢循环气被消耗,随着富氢循环气的不断排出,当压力下降至压力下限值时,减小循环泵的转速。

[0069] 通过实施例论述,本发明设计的适用于氢燃料电池系统的循环氢气一体式处理装置通过结合气水分离和气体分离两种措施,使得供给燃料电池堆再次循环利用的氢气具有少量的氮气,同时提高氢气的利用率和保证了燃料电池堆的发电性能。另外,本发明设计的尾气处理装置能够代替汽水分离器用在氢燃料电池系统中,系统简单可靠、安全高效、具有极大的市场前景。由上述本发明所述的循环氢气一体式处理装置的有益效果可知,通过本

发明的一体式处理装置及其使用方法,能够充分利用尾气中的氢气,提高氢气的利用率,也能保证再循环利用的氢气中含有低浓度的氮气,提高燃料电池堆的发电性能。

[0070] 综上,本发明设计的适用于氢燃料电池系统的一体式尾气处理装置通过结合气水分离和气气分离两种措施,使得供给燃料电池堆再次循环利用的氢气具有少量的氮气,同时提高氢气的利用率和保证了燃料电池堆的发电性能。另外,本发明设计的尾气处理装置能够代替汽水分离器用在氢燃料电池系统中,系统简单可靠、安全高效、具有极大的市场前景。

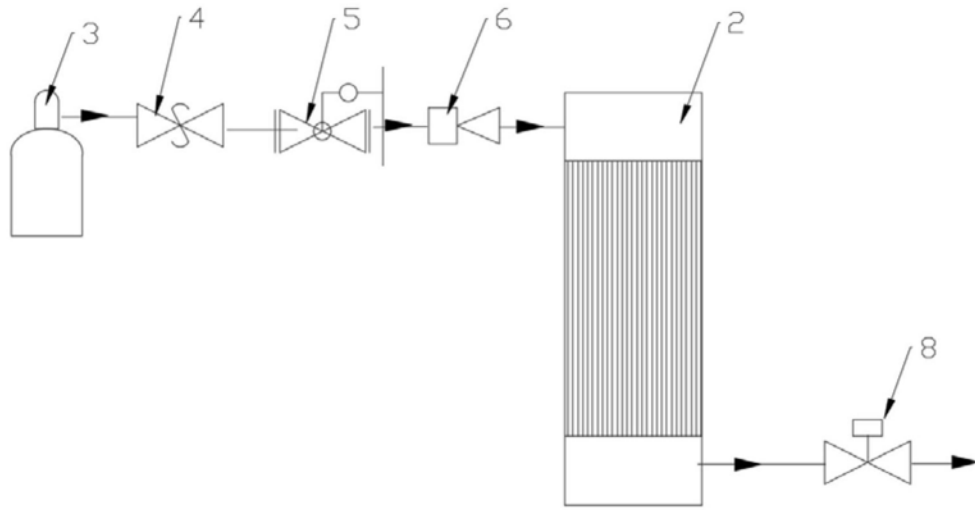


图1

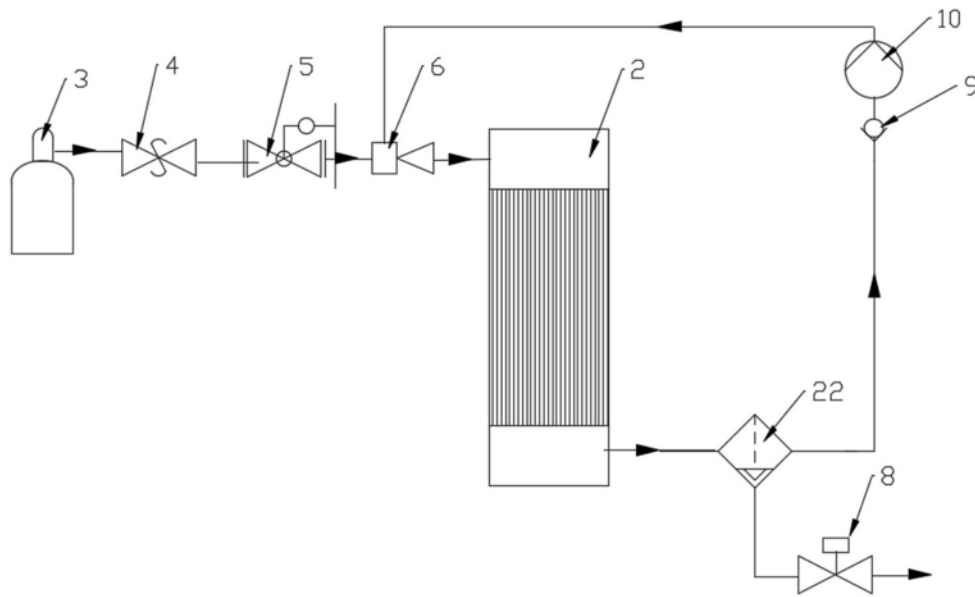


图2

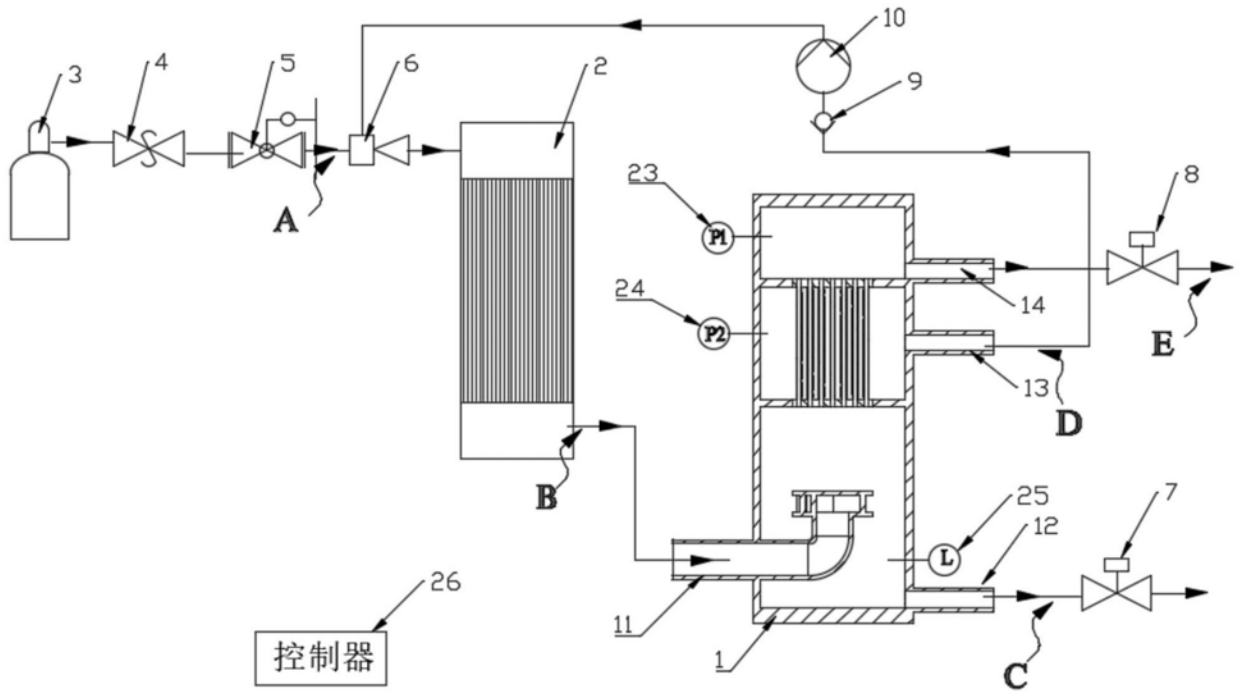


图3

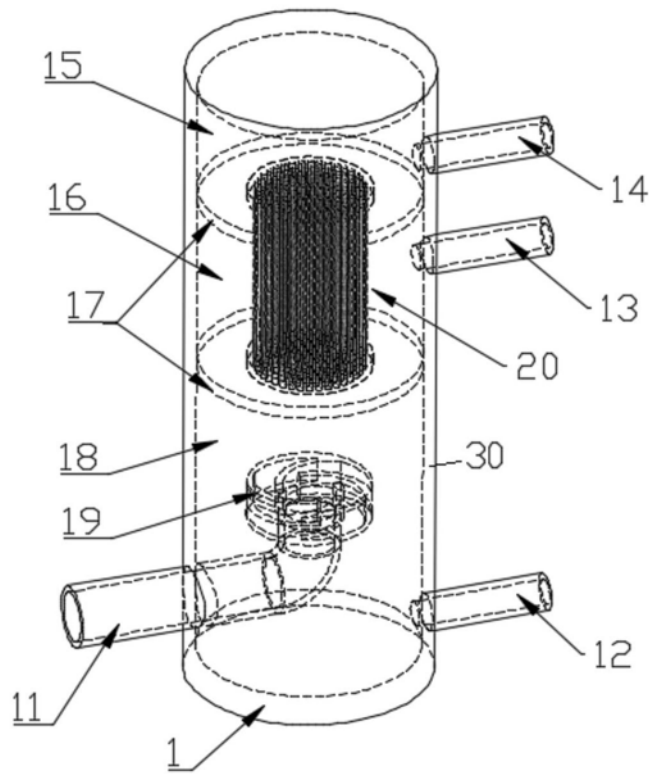


图4

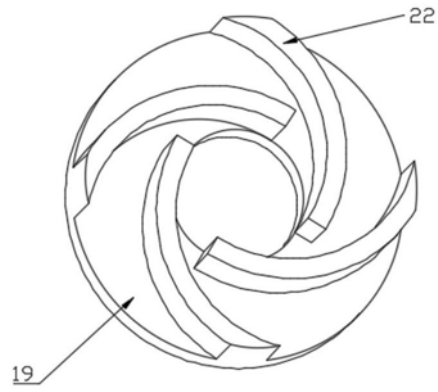


图5

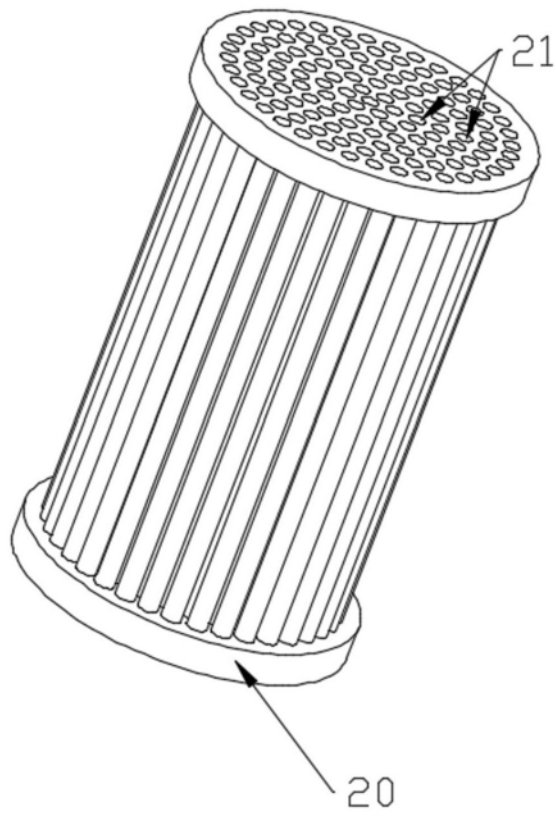


图6

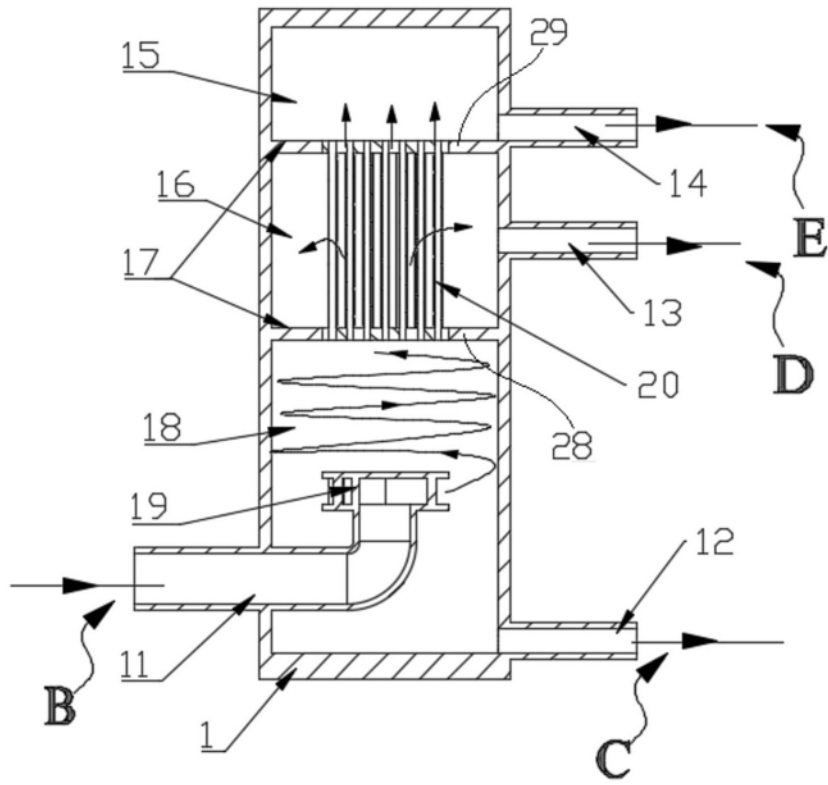


图7

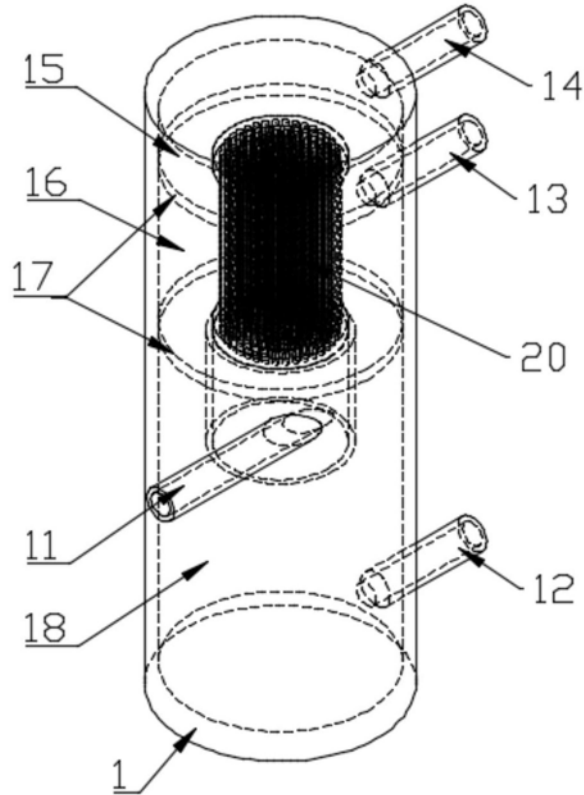


图8

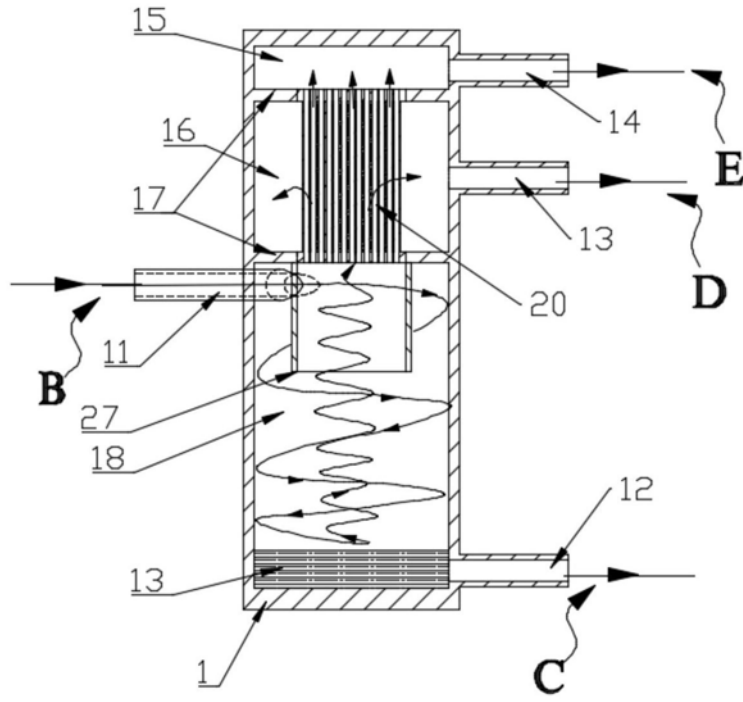


图9