



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116752165 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 15

(21) 申请号 202310956001.2

(22) 申请日 2023.08.01

(71) 申请人 广东信稳能控技术研究有限公司  
地址 526020 广东省肇庆市太和北路12号  
华南智慧城B1区5幢702单元A室

(72) 发明人 曾昭达 马勇 倪问池 张旭  
曾宪越 姚智 解光慈 唐晨轩  
谈秋桐 刘征宇 黄考航 陈丹

(51) Int. Cl.

C25B 9/60 (2021.01)

C25B 9/67 (2021.01)

C25B 15/021 (2021.01)

C25B 15/08 (2006.01)

C25B 9/65 (2021.01)

C25B 1/04 (2021.01)

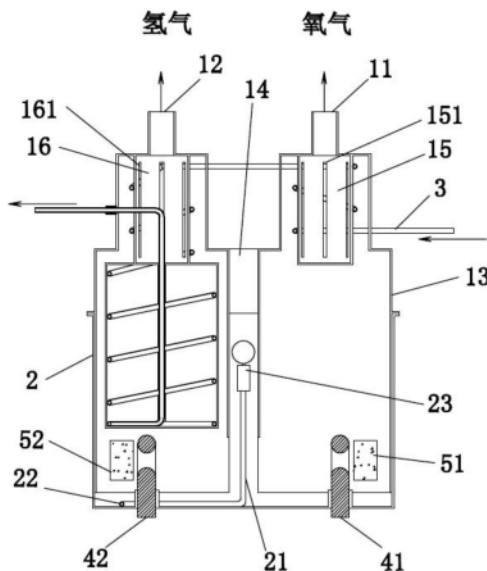
权利要求书1页 说明书4页 附图9页

(54) 发明名称

热循电解制氢系统

(57) 摘要

本发明公开了一种热循电解制氢系统,包括热循电解制氢器,热循电解制氢器包括热交换盘管、相互扣合的热循电解冷盖和热循电解槽;热循电解槽中设有纯净水供给绝缘管路、正电极和负电极;热循电解冷盖上设有氧气出口和氢气出口,两者位于热循电解冷盖内的输入端分别通过第一筒状支架和第二筒状支架与热循电解槽连通;热交换盘管盘绕在第一筒状支架和第二筒状支架上。本发明提供的热循电解制氢系统,能够高效收集热能。



1. 一种热循电解制氢系统,其特征在于,包括热循电解制氢器,热循电解制氢器包括热交换盘管(3)、相互扣合的热循电解冷盖(1)和热循电解槽(2);热循电解槽(2)中设有纯净水供给绝缘管路(21)、正电极(41)和负电极(42);热循电解冷盖(1)上设有氧气出口(11)和氢气出口(12),两者位于热循电解冷盖(1)内的输入端分别通过第一筒状支架(15)和第二筒状支架(16)与热循电解槽(2)连通;热交换盘管(3)盘绕在第一筒状支架(15)和第二筒状支架(16)上。

2. 根据权利要求1所述的一种热循电解制氢系统,其特征在于,所述热循电解冷盖(1)还连接有位于第一筒状支架(15)下方的第一套槽区段(111)、位于第二筒状支架(16)下方的第二套槽区段(121);第一套槽区段(111)下部与所述正电极(41)对应且设有第一凹口(112),第二套槽区段(121)下部与所述负电极(42)对应且设有第二凹口(122),第一凹口(112)和第二凹口(122)相对布置;第一套槽区段(111)和第二套槽区段(121)两者上部之间设有位于热循电解冷盖(1)上的透气口(14)。

3. 根据权利要求2所述的一种热循电解制氢系统,其特征在于,所述第二筒状支架(16)底部连接有板条支架(17);第一筒状支架(15)外侧壁与热循电解冷盖(1)内侧之间、第二筒状支架(16)外侧壁与热循电解冷盖(1)内侧之间均间隔布置且形成冷干区段(18),冷干区段(18)与热循电解槽(2)连通,第一筒状支架(15)侧壁上设有第一透气孔(151),第一筒状支架(15)内腔与氧气出口(11)连通;第二筒状支架(16)侧壁上设有第二透气孔(161),第二筒状支架(16)内腔与氢气出口(12)连通。

4. 根据权利要求3所述的一种热循电解制氢系统,其特征在于,所述热交换盘管(3)包括沿冷气流方向依次连接的冷气入口(31)、氧气冷干段(32)、氢气冷干段(33)、水体及蒸汽冷却段(34)和热气出口(35);氧气冷干段(32)盘绕在第一筒状支架(15)侧壁上,氢气冷干段(33)盘绕在第二筒状支架(16)侧壁上,水体及蒸汽冷却段(34)盘绕在板条支架(17)上。

5. 根据权利要求1所述的一种热循电解制氢系统,其特征在于,所述纯净水供给绝缘管路(21)的出水口(22)位于热循电解槽(2)的内腔底部;纯净水供给绝缘管路(21)穿过热循电解槽(2)侧壁中部且设有浮球阀(23)。

6. 根据权利要求1所述的一种热循电解制氢系统,其特征在于,所述热循电解槽(2)内腔中设有绝缘永磁体(5);绝缘永磁体(5)的两端分别设有永磁负极(51)和永磁正极(52);永磁负极(51)与正电极(41)相邻,永磁正极(52)与负电极(42)相邻。

7. 根据权利要求1所述的一种热循电解制氢系统,其特征在于,还包括热能量循环利用系统(6),热能量循环利用系统(6)设有高压气管(61)和高压保温气管(62),高压气管(61)、所述热交换盘管(3)和高压保温气管(62)沿气流方向依次连通。

8. 根据权利要求7所述的一种热循电解制氢系统,其特征在于,所述高压保温气管(62)还通过电控流量阀(7)连接有再生动力源(8),再生动力源(8)与所述正电极(41)和负电极(42)电性连接。

9. 根据权利要求1所述的一种热循电解制氢系统,其特征在于,所述热循电解槽(2)内装有电解液;电解液为30%碱性电解液。

## 热循电解制氢系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电解制氢领域,尤其涉及一种通过热能量回收循环利用技术将电能高效转化为氢能的机械设备系统,可用于水制氢、新能源(太阳能、风能、海洋能等)制氢等广泛的绿色能源生产场景。

### 背景技术

[0002] 现有的电解制氢技术有多个分支,但大同小异区别不明显,总体能量转换率在75%左右,转换率不高的原因如下:

[0003] 1) 制氢过程产生的热能没有回收利用:现有的制氢设备采用冷却系统对产生的热量外排丢弃,设备的核心温度一般在70度以上。而核心温度高会导致制氢时所需的水体蒸发,产生水蒸气,湿度增加。

[0004] 2) 需要额外的能量用于降温和除湿:除了必须对设备进行降温的耗能外,较高的设备核心温度使制出的氢气和氧气的湿度也较高,意味着也必须付出除湿的能耗。

[0005] 由上可见,要研发出能量转换率极高的制氢设备,必须有一个能够高效收集热能的电解制氢器和一个热能量循环利用系统。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种热循电解制氢系统,能够高效收集热能。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供一种热循电解制氢系统,包括热循电解制氢器,热循电解制氢器包括热交换盘管、相互扣合的热循电解冷盖和热循电解槽;热循电解槽中设有纯净水供给绝缘管路、正电极和负电极;热循电解冷盖上设有氧气出口和氢气出口,两者位于热循电解冷盖内的输入端分别通过第一筒状支架和第二筒状支架与热循电解槽连通;热交换盘管盘绕在第一筒状支架和第二筒状支架上。

[0008] 作为本发明的进一步改进,所述热循电解冷盖还连接有位于第一筒状支架下方的第一套槽区段、位于第二筒状支架下方的第二套槽区段;第一套槽区段下部与所述正电极对应且设有第一凹口,第二套槽区段下部与所述负电极对应且设有第二凹口,第一凹口和第二凹口相对布置;第一套槽区段和第二套槽区段两者上部之间设有位于热循电解冷盖上的透气口。

[0009] 作为本发明的更进一步改进,所述第二筒状支架底部连接有板条支架;第一筒状支架外侧壁与热循电解冷盖内侧之间、第二筒状支架外侧壁与热循电解冷盖内侧之间均间隔布置且形成冷干区段,冷干区段与热循电解槽连通,第一筒状支架侧壁上设有第一透气孔,第一筒状支架内腔与氧气出口连通;第二筒状支架侧壁上设有第二透气孔,第二筒状支架内腔与氢气出口连通。

[0010] 作为本发明的更进一步改进,所述热交换盘管包括沿冷气流依次连接的冷气入口、氧气冷干段、氢气冷干段、水体及蒸汽冷却段和热气出口;氧气冷干段盘绕在第一筒状支架侧壁上,氢气冷干段盘绕在第二筒状支架侧壁上,水体及蒸汽冷却段盘绕在板条支架

上。

[0011] 作为本发明的更进一步改进,所述纯净水供给绝缘管路的出水口位于热循电解槽的内腔底部;纯净水供给绝缘管路穿过热循电解槽侧壁中部且设有浮球阀。

[0012] 作为本发明的更进一步改进,所述热循电解槽内腔中设有绝缘永磁体;绝缘永磁体的两端分别设有永磁负极和永磁正极;永磁负极与正电极相邻,永磁正极与负电极相邻。

[0013] 作为本发明的更进一步改进,还包括热能量循环利用系统,热能量循环利用系统设有高压气管和高压保温气管,高压气管、所述热交换盘管和高压保温气管沿气流方向依次连通。

[0014] 作为本发明的更进一步改进,所述高压保温气管还通过电控流量阀连接有再生动力源,再生动力源与所述正电极和负电极电性连接。

[0015] 有益效果

[0016] 与现有技术相比,本发明的热循电解制氢系统的优点为:

[0017] 1、热循电解制氢器由热循电解槽和热循电冷盖组合构成的,是一个能够高效收集热能的电解制氢器,其对制氢过程产生的热能收集率在100%以上,连进去的水温度都会有所降低:传统的制氢水槽,水槽水的温度一般会比室温高(如高30℃);但在本技术方案的热循电解槽中,由于热交换盘管对热循电解槽内纯净水的冷却,则位于热循电解槽内的纯净水温度会比室温低(如低5℃)。

[0018] 2、热能量循环利用系统采用专利申请号为2021113580630的热源降温及其余热再生动力系统,其对余热的回收率可以达到80%左右。因此,由热循电解制氢器和热能量循环利用系统共同构成的热循电解制氢系统,其制氢的能量转换率将有效提升到90%左右。

[0019] 3、以热循电解制氢器作为能量转换中心,将电能转化为氢能和热能,其中热能通过热交换方式被全部回收到热能量循环利用系统中。热能量循环利用系统将回收到的能量循环使用,该系统可通过赚取空气能量(指在热能量循环利用系统的排出气体温度比其吸入气体的温度还低)来实现该系统自身的近乎零耗能运行。依据能量守恒定律:整个系统的能量输入电能、水、空气;能量输出包括氢能、热能、冷空气、热气散失等微损耗。如果以“氢能/电能”来衡量系统的能量转化率,其数值将在90%左右。

[0020] 通过以下的描述并结合附图,本发明将变得更加清晰,这些附图用于解释本发明的实施例。

## 附图说明

[0021] 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一些实施例,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,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图1为热循电解制氢器的主视图;

[0023] 图2为热循电解制氢器的俯视图;

[0024] 图3为热循电解槽的内部结构俯视图;

[0025] 图4为负电极的侧视图;

[0026] 图5为热循电解制氢器的主视剖视图;

- [0027] 图6为热循电解冷盖的主视图；  
[0028] 图7为热循电解冷盖的主视剖视图；  
[0029] 图8为热交换盘管的主视图；  
[0030] 图9为热循电解制氢器的工作状态剖视图；  
[0031] 图10为热循电解制氢系统的原理图。

### 具体实施方式

[0032] 现在参考附图描述本发明的实施例。

[0033] 实施例

[0034] 本发明的具体实施方式如图1至图10所示，一种热循电解制氢系统，包括热循电解制氢器，热循电解制氢器包括热交换盘管3、相互扣合的热循电解冷盖1和热循电解槽2。热循电解槽2中设有纯净水供给绝缘管路21、正电极41和负电极42。热循电解冷盖1上设有氧气出口11和氢气出口12，两者位于热循电解冷盖1内的输入端分别通过第一筒状支架15和第二筒状支架16与热循电解槽2连通。热交换盘管3盘绕在第一筒状支架15和第二筒状支架16上。

[0035] 其中，热循电解槽2承载电解液、绝缘永磁体、纯净水供给绝缘管路21、电极。负电极42用于产生氢气、热量，设计成长方形将有利于增大与电解质的接触面、稍稍减少电阻并利于提高能量转化率，如图4所示。正电极41产生氧气，设计成长方形将有利于增大与电解质的接触面、稍稍减少电阻并利于提高能量转化率。

[0036] 热循电解冷盖1包括绝缘盖体13，绝缘盖体13外壁处设有盖体凸边131，热循电解冷盖1与热循电解槽2扣合时，盖体凸边131搭在热循电解槽2顶部开口边缘处。

[0037] 热循电解冷盖1还连接有位于第一筒状支架15下方的第一套槽区段111、位于第二筒状支架16下方的第二套槽区段121。第一套槽区段111内腔与第二筒状支架16外侧相连通，第二套槽区段121与第一筒状支架15外侧相连通。第一套槽区段111下部与正电极41对应且设有第一凹口112，第二套槽区段121下部与负电极42对应且设有第二凹口122，第一凹口112和第二凹口122相对布置。第一套槽区段111和第二套槽区段121两者上部之间设有位于热循电解冷盖1上的透气口14。透气口14为给氧气、氢气隔离区产生的水汽、游离的残余气体的排放口。装配完成后，正电极41伸入第一套槽区段111底部内侧，负电极42伸入第二套槽区段121底部内侧。

[0038] 第二筒状支架16底部连接有板条支架17。第一筒状支架15外侧壁与热循电解冷盖1内侧之间、第二筒状支架16外侧壁与热循电解冷盖1内侧之间均间隔布置且形成冷干区段18，冷干区段18与热循电解槽2连通，第一筒状支架15侧壁上设有第一透气孔151，第一筒状支架15内腔与氧气出口11连通。第二筒状支架16侧壁上设有第二透气孔161，第二筒状支架16内腔与氢气出口12连通。板条支架17至少下部泡在电解液中。

[0039] 热交换盘管3是热能量循环利用系统的热源回收段，其包括沿冷气流向依次连接的冷气入口31、氧气冷干段32、氢气冷干段33、水体及蒸汽冷却段34和热气出口35。氧气冷干段32盘绕在第一筒状支架15侧壁上，氢气冷干段33盘绕在第二筒状支架16侧壁上，水体及蒸汽冷却段34盘绕在板条支架17上。

[0040] 纯净水供给绝缘管路21的出水口22位于热循电解槽2的内腔底部，具体位于负电

极42侧后方,将助力 $H_0^-$ 的移动,表现为减少电阻并利于提高能量转化率。纯净水供给绝缘管路21穿过热循电解槽2侧壁中部且设有浮球阀23。浮球阀23能自动控制进水量。

[0041] 热循电解槽2内腔中设有绝缘永磁体5。绝缘永磁体5的两端分别设有永磁负极51和永磁正极52。永磁负极51与正电极41相邻,永磁正极52与负电极42相邻。绝缘永磁体5构成固定磁场,将助力 $H_0^-$ 的移动,表现为减少电阻并利于提高能量转化率。同时使电解液的离子在停机情况下也分区存在,有利于一开机就达到产能。

[0042] 热循电解冷盖1和热循电解槽2紧密嵌套,第一套槽区段111和第二套槽区段121将气体有效分隔分区。通过设置热交换盘管3实现分区的冷冻热能回收、冷干功能。在氧气与氢气分隔区间留有相对布置的第一凹口112和第二凹口122,利于 $H_0^-$ 的移动。

[0043] 热循电解槽2内装有电解液。电解液为30%碱性电解液,具体采用氢氧化钾,比采用氢氧化钠提高能量转化率约5%。

[0044] 如图9所示,位于反应放热区的水体被加热同时释放出水蒸气。同时其顶部的热交换盘管3的水体及蒸汽冷却段34,将使电解槽总体水温比进水稍低,并将水蒸气变回冷凝水。此过程也是热能量回收的过程。

[0045] 热循电解制氢系统还包括热能量循环利用系统6,热能量循环利用系统6设有高压气管61和高压保温气管62,高压气管61、热交换盘管3和高压保温气管62沿气流方向依次连通。

[0046] 高压保温气管62还通过电控流量阀7连接有再生动力源8,再生动力源8与正电极41和负电极42电性连接。

[0047] 热循电解制氢系统的工作过程如下:

[0048] 1) 热能量循环利用系统6启动,通过高压气管61向热循电解制氢器输送冷气;

[0049] 2) 向热循电解制氢器的正电极41和负电极42输入直流电,通过纯净水供给绝缘管路21向热循电解槽2内注入纯净水;

[0050] 3) 热循电解制氢器的负电极42产生氢气及热量,其中氢气向上移动至第二筒状支架16外侧,穿过第二透气孔161进入第二筒状支架16内,该过程被热交换盘管3的氢气冷干段33降温除湿后从氢气出口12输出,热量则被热交换盘管3完全回收,通过高压保温气管62回流到热能量循环利用系统6中;正电极41产生的氧气向上移动至第一筒状支架15外侧,穿过第一透气孔151进入第一筒状支架15内,被热交换盘管3的氧气冷干段32降温除湿后从氧气出口11输出。蒸汽冷却段34浸泡在电解液内,可对热循电解槽内的纯净水进行冷却。

[0051] 4) 通过热交换盘管3被回收的能量分为两路,其中一路通过再生动力源8将气体动能转化为电能回馈给热循电解制氢器的正、负电极,另一路作为有生动能送回热能量循环利用系统6中。

[0052] 能量转化率测算如下:

[0053] 电解过程中有75%电能直接被转化为氢能,25%被转化为热能。25%的热能进入热能量循环利用系统6后有80%被回收利用也转化为氢能。因此热循电解制氢系统的能量转换率 $(0.25 \times 0.8 + 0.75) \times 100\% = 95\%$ ,也就是90%左右。

[0054] 以上结合最佳实施例对本发明进行了描述,但本发明并不局限于以上揭示的实施例,而应当涵盖各种根据本发明的本质进行的修改、等效组合。

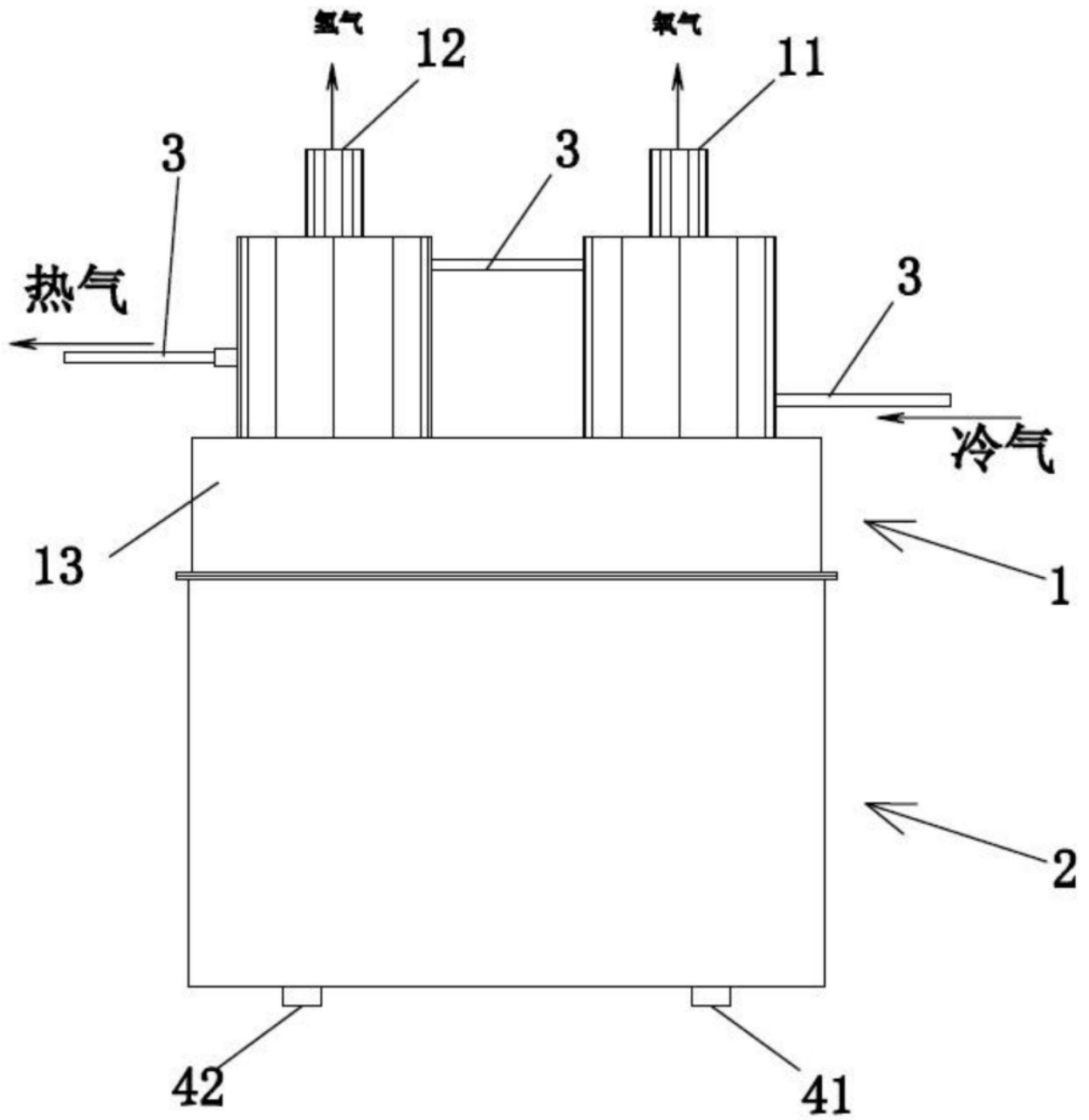


图1

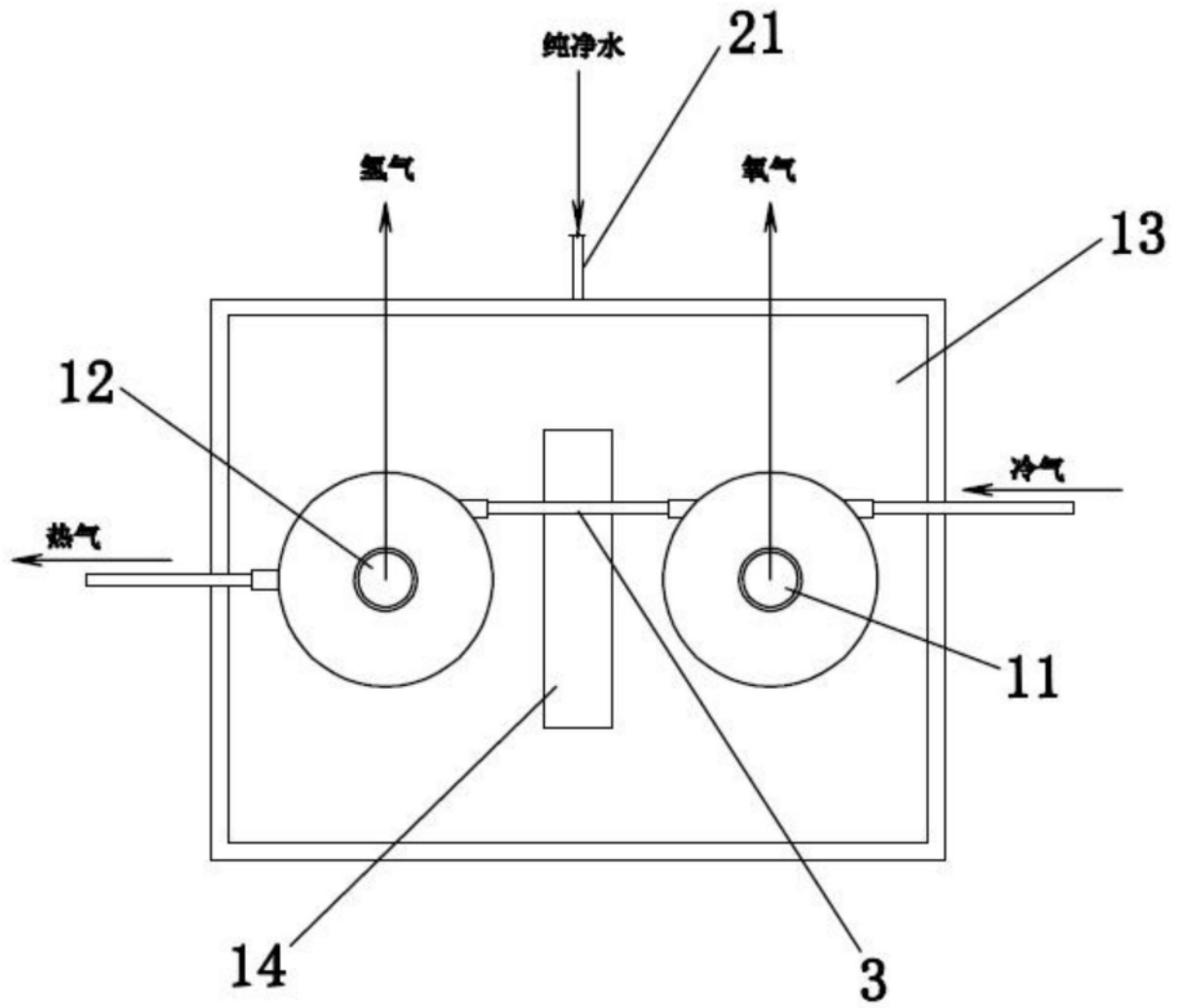


图2

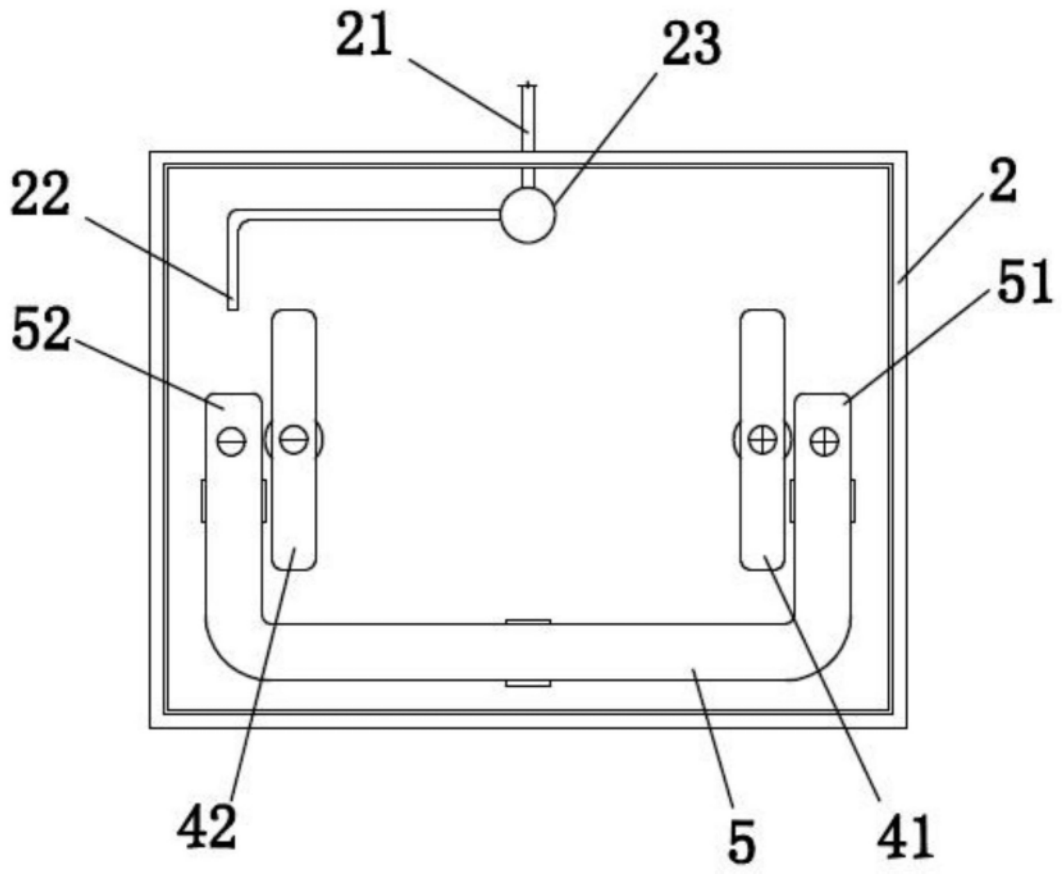


图3

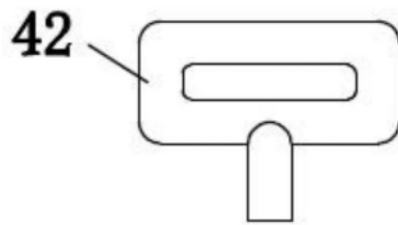


图4

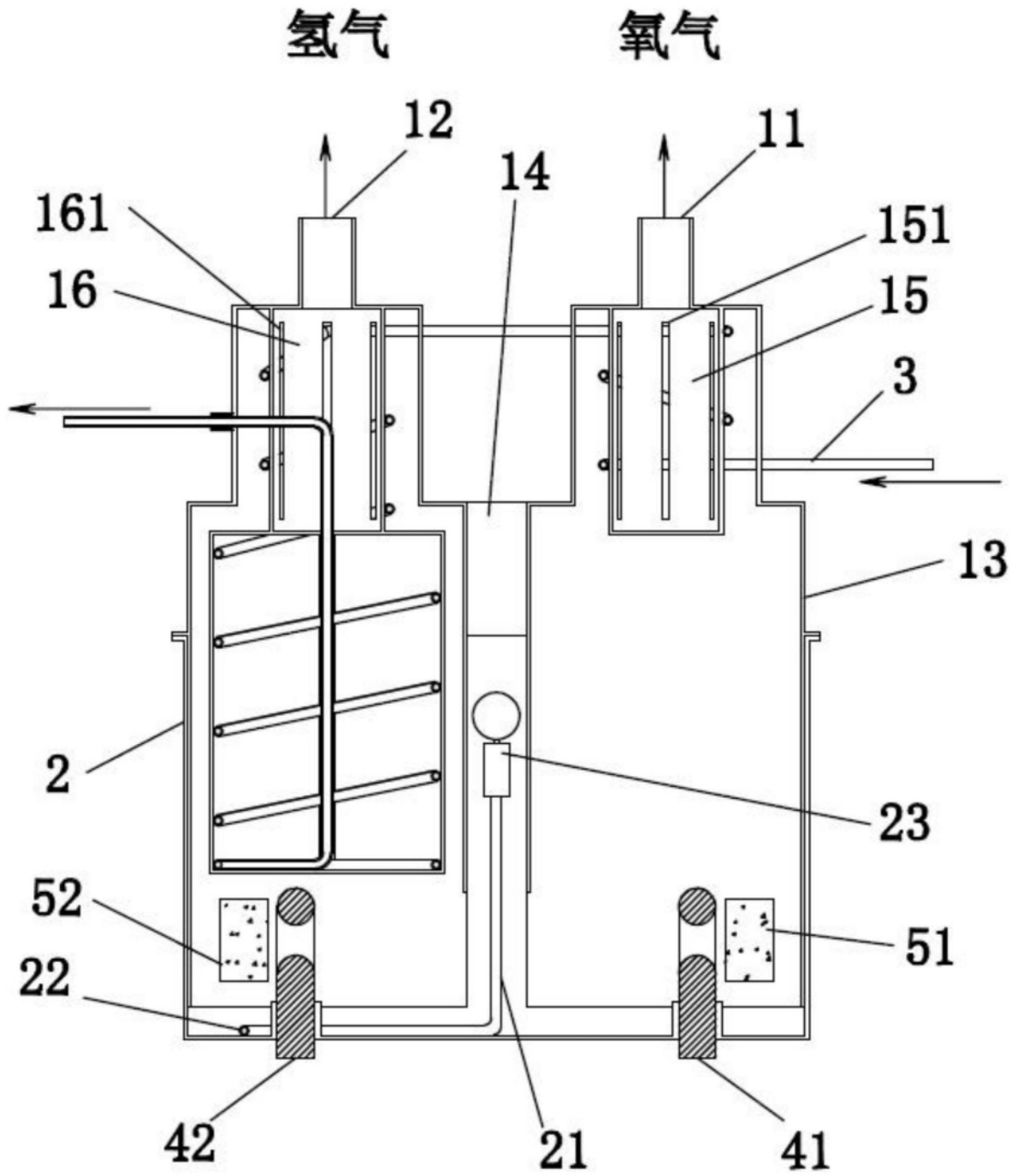


图5

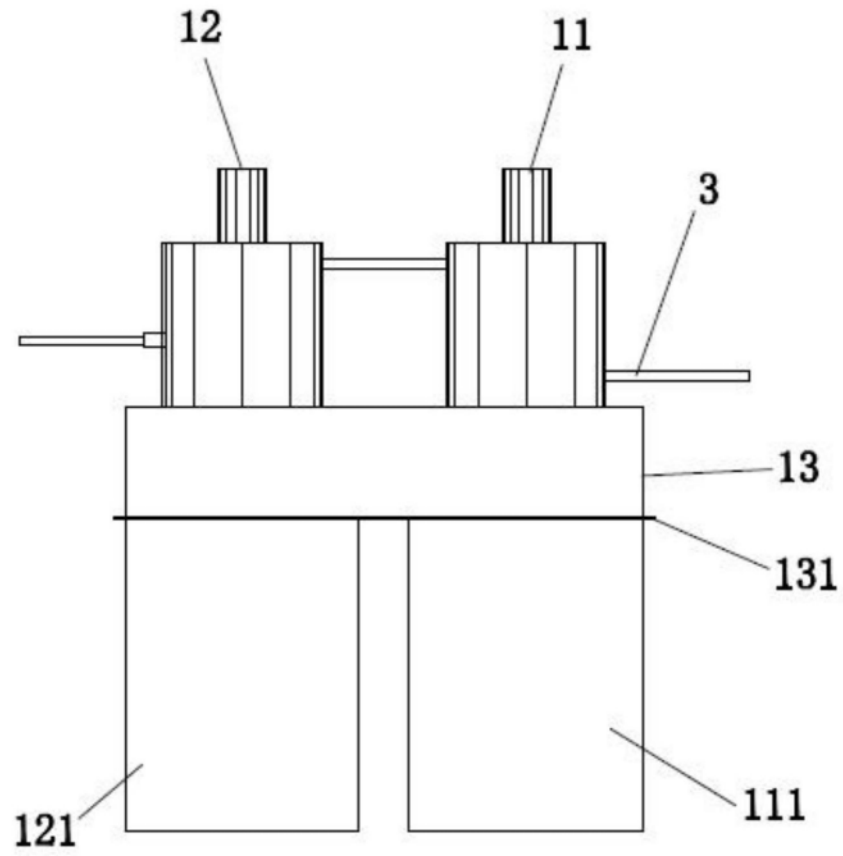


图6

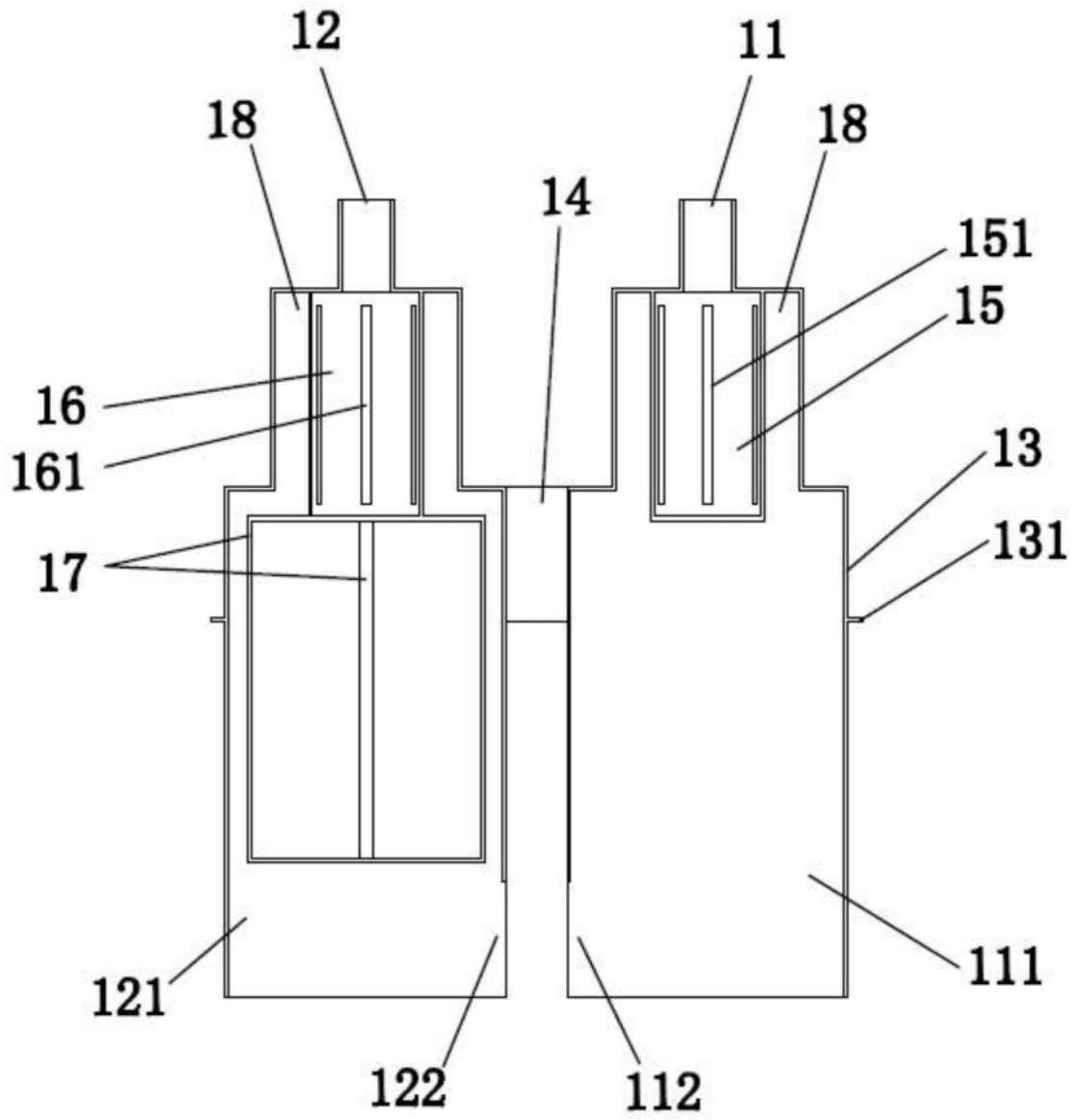


图7

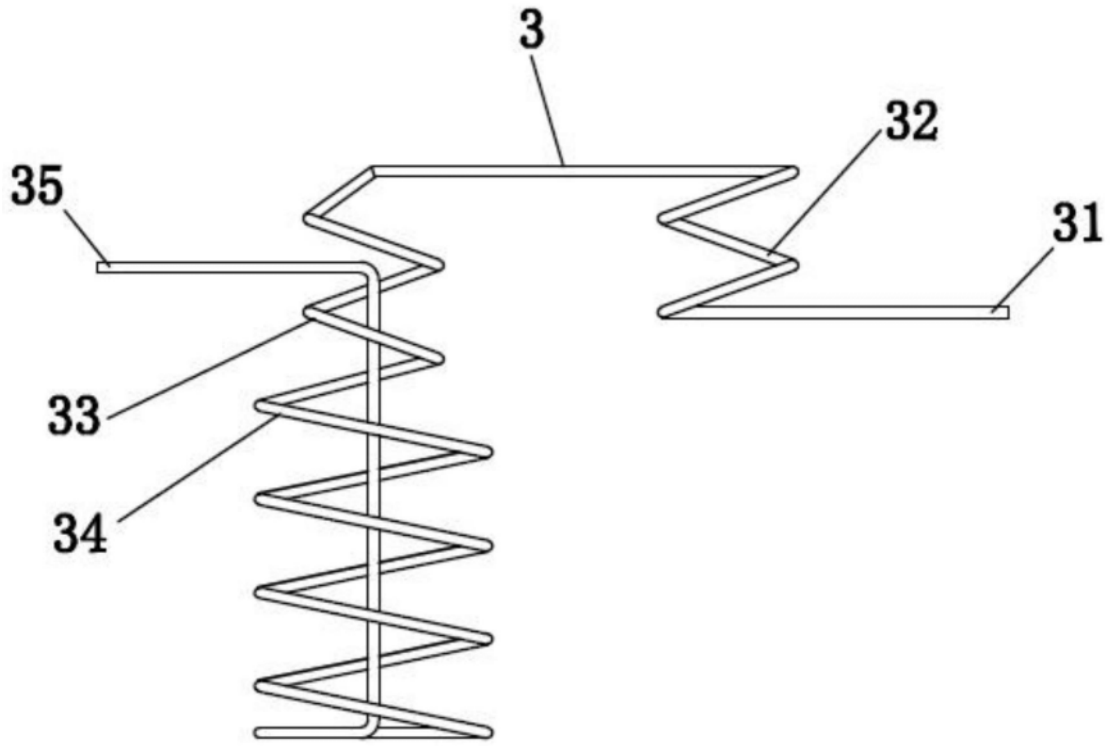


图8

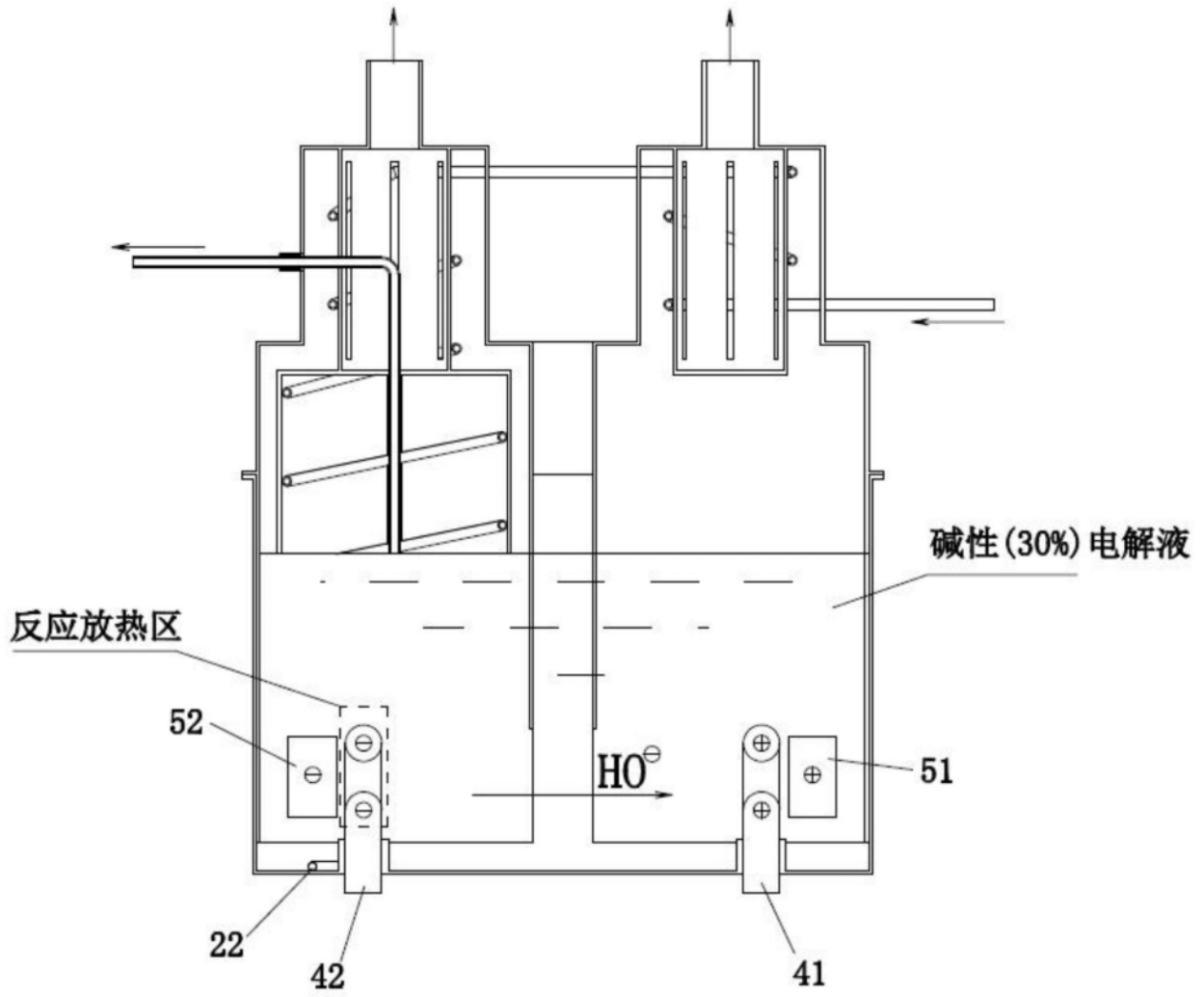


图9

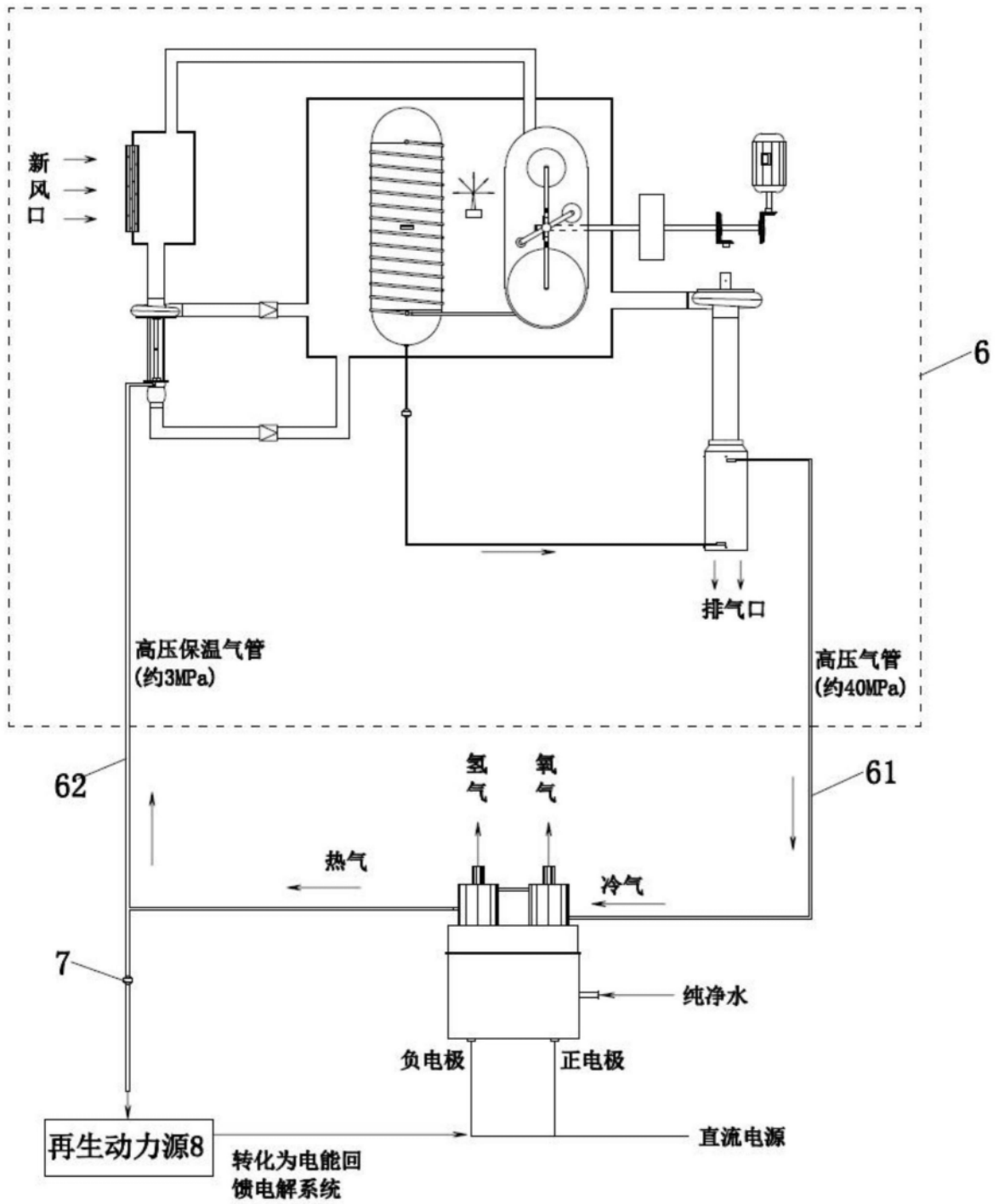


图10