



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110498393 A

(43)申请公布日 2019.11.26

(21)申请号 201910923564.5

(22)申请日 2019.09.27

(71)申请人 郑州佛光发电设备有限公司
地址 450001 河南省郑州市高新开发区冬青街50号

(72)发明人 张钧 张志刚 刘保银 王睿智

(74)专利代理机构 北京北汇律师事务所 11711
代理人 刘贺秋

(51)Int.Cl.
C01B 3/06(2006.01)

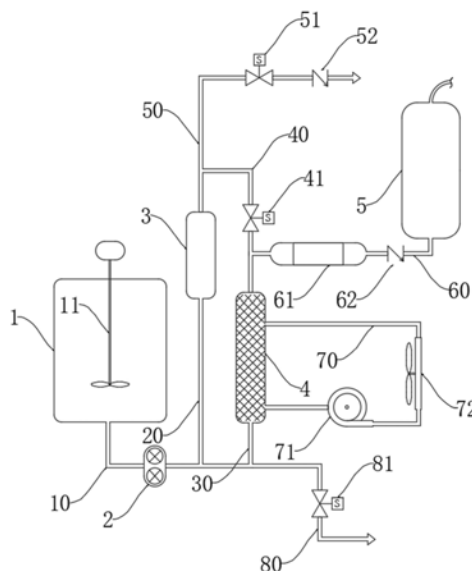
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

一种基于压力控制的氢发生装置及方法、燃料电池系统

(57)摘要

本发明公开了基于压力控制的氢发生装置及方法、燃料电池系统,该装置包括硼氢化钠储液罐、溶液加注泵等,硼氢化钠储液罐与溶液加注泵连接,溶液加注泵与缓冲罐、水解制氢反应器分别连接,可逆金属储氢容器用于存储氢气,具有催化剂的水解制氢反应器与缓冲罐之间的控压管上设有平衡阀,与控压管连接的第一出气管上设有泄放阀;该方法包括:配置硼氢化钠溶液,闭合平衡阀且打开泄放阀,启动溶液加注泵,令溶液进入缓冲罐,关闭溶液加注泵且闭合泄放阀,打开平衡阀,以令溶液流入水解制氢反应器,在催化剂的作用下析出氢气后储存;燃料电池系统包括氢发生装置;本发明具有安全性高、易控制反应进程等优点,适于小型移动电源、应急电站等场合。



CN 110498393 A

1. 一种基于压力控制的氢发生装置,其特征在于:所述氢发生装置包括硼氢化钠储液罐(1)、溶液加注泵(2)、缓冲罐(3)、水解制氢反应器(4)及可逆金属储氢容器(5),硼氢化钠储液罐(1)的出液口与溶液加注泵(2)的进液口之间通过第一供液管(10)连接,溶液加注泵(2)的出液口与缓冲罐(3)的进液口之间通过第二供液管(20)连接,所述第二供液管(20)上开设有供液口,所述供液口与水解制氢反应器(4)的进液口之间通过第三供液管(30)连接,在水解制氢反应器(4)内设有催化剂床层,水解制氢反应器(4)的通气口与缓冲罐(3)的通气口之间通过控压管(40)连通,所述控压管(40)上设有平衡阀(41),所述平衡阀(41)与所述缓冲罐(3)之间的控压管(40)管路上开设有第一出气口,所述第一出气口上连接有第一出气管(50),所述第一出气管(50)上设有泄放阀(51)和第一单向阀(52),所述平衡阀(41)与所述水解制氢反应器(4)之间的控压管(40)管路上开有第二出气口,所述第二出气口与可逆金属储氢容器(5)的进气口之间通过第二出气管(60)连接,所述第二出气管(60)上设有氢气净化器(61)和第二单向阀(62)。

2. 根据权利要求1所述的基于压力控制的氢发生装置,其特征在于:所述可逆金属储氢容器(5)包括外壳(500)和多个储氢列管(501),所有储氢列管(501)均固定于所述外壳(500)内。

3. 根据权利要求2所述的基于压力控制的氢发生装置,其特征在于:所述储氢列管(501)包括外管体(502)和内管体(503),所述内管体(503)固定于外管体(502)的内壁上,所述内管体(503)为可逆金属管体,可逆金属管体的管腔(504)与可逆金属储氢容器(5)的进气口连通,可逆金属管体的管壁呈多孔结构。

4. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述的基于压力控制的氢发生装置,其特征在于:所述水解制氢反应器(4)上开有循环液入口和循环液出口,所述循环液入口与所述循环液出口之间通过循环管(70)连通,所述循环管(70)上设有热管理循环泵(71)和散热设备(72)。

5. 根据权利要求4所述的基于压力控制的氢发生装置,其特征在于:所述第三供液管(30)上开有废液口,所述废液口上连接有废液管(80),所述废液管(80)上设有废液排放阀(81)。

6. 根据权利要求1或5所述的基于压力控制的氢发生装置,其特征在于:所述硼氢化钠储液罐(1)中安装有搅拌装置(11),所述硼氢化钠储液罐(1)用于盛放混有氢氧化钠的硼氢化钠溶液。

7. 一种利用权利要求1至6中任一权利要求所述的基于压力控制的氢发生装置的氢发生方法,其特征在于:该氢发生方法包括如下步骤:

步骤1,将硼氢化钠与氢氧化钠按照预设比例混合,将混合后的硼氢化钠与氢氧化钠倒入硼氢化钠储液罐中,然后再向硼氢化钠储液罐中加入水,从而配置出具有预设质量分数的硼氢化钠溶液;

步骤2,闭合平衡阀且打开泄放阀,启动溶液加注泵,以令硼氢化钠溶液进入缓冲罐中;

步骤3,关闭溶液加注泵且闭合泄放阀,打开平衡阀,以令硼氢化钠溶液在压力平衡的作用下从缓冲罐流入水解制氢反应器;

步骤4,在水解制氢反应器内催化剂床层上的催化剂的作用下,硼氢化钠与水发生水解反应后析出氢气;

步骤5,利用氢气净化器对析出的氢气进行净化,然后通过可逆金属储氢容器对净化后的氢气进行储存。

8.根据权利要求7所述的基于压力控制的氢发生方法,其特征在于:

步骤4中,还包括通过闭合平衡阀的方式控制水解反应进程的步骤,在平衡阀闭合后,随着水解制氢反应器内压力的升高,控制水解制氢反应器内的溶液回流至缓冲罐中。

9.根据权利要求8所述的基于压力控制的氢发生方法,其特征在于:

步骤4中,还包括通过逐渐调节泄放阀开度的方式降低缓冲罐内压力的步骤,从而控制水解制氢反应器内的溶液全部回流至缓冲罐中,进而使水解制氢反应器内的水解反应停止。

10.一种燃料电池系统,其特征在于:该燃料电池系统包括权利要求1至6中任一权利要求所述的基于压力控制的氢发生装置。

一种基于压力控制的氢发生装置及方法、燃料电池系统

技术领域

[0001] 本发明涉及氢燃料电池技术领域,更为具体来说,本发明为一种基于压力控制的氢发生装置及方法、燃料电池系统。

背景技术

[0002] 氢空气燃料电池以氢气作为燃料,通过催化剂、质子交换膜及复杂的电极结构使氢气与空气中的氧气发生化学反应,以释放出电能。在氢空气燃料电池走向应用的进程中,氢燃料的制取和存储一直是一项关键技术。

[0003] 目前,氢气的主要制取途径包括:电解水制氢、化石燃料制氢、醇类制氢、太阳能制氢、氨分解制氢、生物制氢及核能制氢,虽然上述方式均能制氢,但是在实际应用中往往存在诸多问题;比如,化石燃料制氢和氨分解制氢存在工艺复杂、能耗高、反应不易控制、副产物难以处理及难以得到纯净的氢气等问题,生物制氢、电解水制氢及醇类制氢往往存在电力消耗较高、投资高等问题;而且,传统的储氢方式往往存在易产生高压、有机液体氢化物易腐蚀容器以及安全性较差等问题,特别在将制储氢装置应用于武器装备时,在武器装备遭到打击后传统的制储氢装置极容易发生爆炸,所以,现有的制储氢装置无法在军事装备中大规模运用。

[0004] 因此,如何提高制储氢过程的安全性、降低制氢工艺的复杂度以及将制储氢装置大规模运用于军事装备中,成为了本领域技术人员亟待解决的技术问题和研究的热点。

发明内容

[0005] 为解决常规制储氢方案在结构和功能上的局限性,本发明创新提供了一种基于压力控制的氢发生装置及方法、燃料电池系统,具有制储氢过程安全、工业化程度高等突出优点,以较好地解决现有技术存在的诸多问题。

[0006] 为实现上述技术目的,本发明公开了一种基于压力控制的氢发生装置,所述氢发生装置包括硼氢化钠储液罐、溶液加注泵、缓冲罐、水解制氢反应器及可逆金属储氢容器,硼氢化钠储液罐的出液口与溶液加注泵的进液口之间通过第一供液管连接,溶液加注泵的出液口与缓冲罐的进液口之间通过第二供液管连接,所述第二供液管上开设有供液口,所述供液口与水解制氢反应器的进液口之间通过第三供液管连接,在水解制氢反应器内设有催化剂床层,水解制氢反应器的通气口与缓冲罐的通气口之间通过控压管连通,所述控压管上设有平衡阀,所述平衡阀与所述缓冲罐之间的控压管管路上开设有第一出气口,所述第一出气口上连接有第一出气管,所述第一出气管上设有泄放阀和第一单向阀,所述平衡阀与所述水解制氢反应器之间的控压管管路上开有第二出气口,所述第二出气口与可逆金属储氢容器的进气口之间通过第二出气管连接,所述第二出气管上设有氢气净化器和第二单向阀。

[0007] 基于上述的技术方案,本发明提供的氢发生装置具有安全系数高、水解反应过程便于控制、携带较方便、整体构造简单及能耗低等优点,能大规模且可循环地实现现场制取

氢气,进而可为武器装备的氢空气燃料电池提供高质量、高密度的氢气,从而较好地解决了传统的制储氢设备存在的诸多问题。

[0008] 进一步地,所述可逆金属储氢容器包括外壳和多个储氢列管,所有储氢列管均固定于所述外壳内,各储氢列管均与可逆金属储氢容器的进气口连通。

[0009] 基于上述改进的技术方案,本发明能够在储氢容器体积一定的情况下显著提高储氢能力,从而充分满足燃料电池系统的氢燃料需求,进而显著提高了本发明的适用场合和应用范围。

[0010] 进一步地,所述储氢列管包括外管体和内管体,所述内管体固定于外管体的内壁上,所述内管体为可逆金属管体,可逆金属管体的管腔与可逆金属储氢容器的进气口连通,可逆金属管体的管壁呈多孔结构。

[0011] 基于上述改进的技术方案,通过具有多孔结构的可逆金属管体的管壁设计,本发明能够有效避免储氢设备产生高压的问题,从而达到显著提高本发明的安全性的目的,因此,本发明能够在军事装备中大规模地使用。

[0012] 进一步地,所述水解制氢反应器上开有循环液入口和循环液出口,所述循环液入口与所述循环液出口之间通过循环管连通,所述循环管上设有热管理循环泵和散热设备。

[0013] 基于上述改进的技术方案,本发明能够实现反应过程中的溶液进行强制冷却,从而保证水解反应过程的安全性和可靠性,而且本发明还能够通过温度调节的方式调整水解反应速率。

[0014] 进一步地,所述第三供液管上开有废液口,所述废液口上连接有废液管,所述废液管上设有废液排放阀。

[0015] 基于上述改进的技术方案,本发明能将充分反应后的废液及时排出,以及时补充新的硼氢化钠溶液,进而稳定、可靠地为用氢设备提供原料,保证燃料电池系统正常工作。

[0016] 进一步地,所述硼氢化钠储液罐中安装有搅拌装置,所述硼氢化钠储液罐用于盛放混有氢氧化钠的硼氢化钠溶液。

[0017] 基于上述改进的技术方案,本发明能够提高硼氢化钠的溶解速度,以尽快启动制氢工序,且通过氢氧化钠能够明显提高水解反应速率、使氢气快速析出。

[0018] 为实现上述的技术目的,本发明还公开了一种利用上述基于压力控制的氢发生装置的氢发生方法,该氢发生方法包括如下步骤:

[0019] 步骤1,将硼氢化钠与氢氧化钠按照预设比例混合,将混合后的硼氢化钠与氢氧化钠倒入硼氢化钠储液罐中,然后再向硼氢化钠储液罐中加入水,从而配置出具有预设质量分数的硼氢化钠溶液;

[0020] 步骤2,闭合平衡阀且打开泄放阀,启动溶液加注泵,以令硼氢化钠溶液进入缓冲罐中;

[0021] 步骤3,关闭溶液加注泵且闭合泄放阀,打开平衡阀,以令硼氢化钠溶液在压力平衡的作用下从缓冲罐流入水解制氢反应器;

[0022] 步骤4,在水解制氢反应器内催化器床层上的催化剂的作用下,硼氢化钠与水发生水解反应后析出氢气;

[0023] 步骤5,利用氢气净化器对析出的氢气进行净化,然后通过可逆金属储氢容器对净化后的氢气进行储存。

[0024] 基于上述的技术方案,利用缓冲罐内的气体压力和水解制氢反应器内的气体压力相平衡的规律,本发明能够较好地控制水解反应的发生、停止及氢气产生速率变换,从而有效地克服了现有技术中存在的制氢过程控制困难、安全性差等问题,本发明具有安全性较好、工程化程度高以及能够循环制氢等优点。

[0025] 进一步地,步骤4中,还包括通过闭合平衡阀的方式控制水解反应进程的步骤,在平衡阀闭合后,随着水解制氢反应器内压力的升高,控制水解制氢反应器内的溶液回流至缓冲罐中。

[0026] 基于上述改进的技术方案,本发明能够实时地、安全地控制水解反应进程,便于用户实时调整水解反应进程和氢气产生量,所以,本发明具有氢发生过程控制方便、用户体验好等突出优点。

[0027] 进一步地,步骤4中,还包括通过逐渐调节泄放阀开度的方式降低缓冲罐内压力的步骤,从而控制水解制氢反应器内的溶液全部回流至缓冲罐中,进而使水解制氢反应器内的水解反应停止。

[0028] 基于上述改进的技术方案,本发明能够安全且快速地停止水解反应,在不需要制氢或意外情况下能够有效地保证氢发生装置的安全性,所以本发明能够较好地适用于武器装备等特殊场合。

[0029] 为实现上述的技术目的,本发明还提供了一种燃料电池系统,该燃料电池系统包括上述任一种基于压力控制的氢发生装置。

[0030] 本发明的有益效果为:本发明通过压力平衡控制方式显著提高了制氢过程的安全性且通过改进的储氢容器结构显著提高了储氢过程的安全性,具有安全性较好、工业化程度高、操作过程简单、整个制氢体系优异、可现场制氢及能够实现设备小型化等突出优点,所以本发明可大规模运用于军事装备中。

[0031] 本发明提供了一种基于压力控制的硼氢化钠制氢、储氢方案,能够为氢空气燃料电池提供安全可靠的氢气来源,在使用过程中只需要添加适量硼氢化钠粉末、氢氧化钠粉末和一定量的水,通过调节泄放阀开度的方式可有效调节氢气产生量,并能将大量的氢气安全、可靠地储存于可逆金属容器中。本发明具有安全性较高、氢气产量可调及便于用户控制反应进程等优点,特别适用于小型移动电源、应急电站以及野外作业环境。

附图说明

[0032] 图1为基于压力控制的氢发生装置的结构示意图。

[0033] 图2为可逆金属储氢容器的立体结构示意图。

[0034] 图3为可逆金属储氢容器的横截面结构示意图。

[0035] 图4为储氢列管的立体结构示意图。

[0036] 图5为硼氢化钠溶液进入缓冲罐过程的工作原理示意图。

[0037] 图6为硼氢化钠溶液进入水解制氢反应器过程的工作原理示意图。

[0038] 图中,

[0039] 1、硼氢化钠储液罐;2、溶液加注泵;3、缓冲罐;4、水解制氢反应器;5、可逆金属储氢容器;

[0040] 10、第一供液管;11、搅拌装置;20、第二供液管;30、第三供液管;40、控压管;41、平

衡阀;50、第一出气管;51、泄放阀;52、第一单向阀;60、第二出气管;61、氢气净化器;62、第二单向阀;70、循环管;71、热管理循环泵;72、散热设备;80、废液管;81、废液排放阀;500、外壳;501、储氢列管;502、外管体;503、内管体;504、管腔。

具体实施方式

[0041] 下面结合说明书附图对本发明提供的基于压力控制的氢发生装置及方法、燃料电池系统进行详细的解释和说明。

[0042] 实施例一：

[0043] 如图1至6所示，本实施例公开了一种基于压力控制的氢发生装置，该装置能够安全、方便地实现制储氢（制氢和储氢）功能，能为军事装备中的氢燃料电池等提供氢原料，具体说明如下。

[0044] 如图1、5、6所述，氢发生装置包括硼氢化钠储液罐1、溶液加注泵2、缓冲罐3、水解制氢反应器4及可逆金属储氢容器5，硼氢化钠储液罐1中安装有搅拌装置11，本实施例可通过电机驱动搅拌装置11的搅拌头在溶液中运动，该搅拌装置11用于使硼氢化钠、氢氧化钠与水均匀混合，从而提高后期水解反应效率，硼氢化钠储液罐1用于盛放混有氢氧化钠的硼氢化钠溶液，具体实施时，硼氢化钠储液罐1高1.6m、储液量重量为500公斤，硼氢化钠重量为100公斤，一罐硼氢化钠溶液能够发电317KWh，缓冲罐3可为圆柱形容器，其高度可为1m、直径可为0.5m、耐受压力上限可为4MPa的圆柱形容器，水解制氢反应器4也可为圆柱形容器，其高度可为1m、直径可为0.5m、耐受压力上限可为3MPa、其最大产氢速率可为90Nm³/h。如图1、5、6所示，硼氢化钠储液罐1、缓冲罐3及水解制氢反应器4在具体应用时均可竖直放置。

[0045] 硼氢化钠储液罐1经过溶液加注泵2分别连接至缓冲罐3、水解制氢反应器4；具体地，硼氢化钠储液罐1的出液口与溶液加注泵2的进液口之间通过第一供液管10连接，具体实施时，硼氢化钠储液罐1的出液口可设于硼氢化钠储液罐1下部，溶液加注泵2的出液口与缓冲罐3的进液口之间通过第二供液管20连接，缓冲罐3的进液口也可设于缓冲罐3的下部，第二供液管20上开设有供液口，供液口与水解制氢反应器4的进液口之间通过第三供液管30连接，水解制氢反应器4的进液口可设于水解制氢反应器4的下部，在水解制氢反应器4内设有催化剂床层，催化剂床层用于催化硼氢化钠的水解，催化剂床层为层状结构，相邻两层催化剂可间隔1cm，本实施例共有50层催化剂、催化剂种类为钴催化剂。

[0046] 水解制氢反应器4的通气口与缓冲罐3的通气口之间通过控压管40连通，水解制氢反应器4的通气口可设于水解制氢反应器4的上部且缓冲罐3的通气口设于缓冲罐3的上部，控压管40上设有平衡阀41，平衡阀41与缓冲罐3之间的控压管40管路上开设有第一出气口，第一出气口上连接有第一出气管50，第一出气管50的自由端与大气连通，第一出气管50上设有泄放阀51和第一单向阀52，第一单向阀52沿缓冲罐3至泄放阀51方向正向设置，泄放阀51用于控制缓冲罐3内的压力大小、以控制缓冲罐3内的溶液量，第一单向阀52用于避免空气进入缓冲罐3中，以进一步提高本发明的安全性，平衡阀41与水解制氢反应器4之间的控压管40管路上开有第二出气口，第二出气口与可逆金属储氢容器5的进气口之间通过第二出气管60连接，第二出气管60上设有氢气净化器61和第二单向阀62，氢气净化器61可用于去除氢气中的水蒸气，第二单向阀62用于避免氢气倒流至水解制氢反应器4、避免反应器内

压力过高导致的硼氢化钠溶液不能正常进入水解制氢反应器4的问题,氢气净化器61可为圆柱形容器,高度可为0.4m、直径可为0.2m、最大耐受压力可为4MPa,本实施例中的氢气净化器61内装碱性干燥剂为生石灰,以层状结构分布,相邻层的间隔为1cm、共10层。

[0047] 在水解反应的过程中,本实施例能够较好地控制水解制氢反应器4中溶液的温度,以保证水解反应制氢过程的安全,具体通过下述方式实现:水解制氢反应器4上开有循环液入口和循环液出口,循环液入口与循环液出口之间通过循环管70连通,循环管70上设有热管理循环泵71和散热设备72,水解制氢反应器4、热管理循环泵71、散热设备72及循环管70构成热控制闭环系统,热管理循环泵71的功率可为1KW,可通过微电路(比如单片机等)对热管理循环泵71和散热设备72进行控制,水解制氢反应器4外表面或循环管70上可安装有温度传感器,可通过微电路接收和解析温度传感器采集的信号,并根据解析结果调节热管理循环泵71的工作功率以及散热设备的散热功率,散热设备72可为铝质翅片式散热器,换热面积可为 2m^2 ;而且,本实施例还能够有效地排出水解制氢反应器4内溶液反应后产生的废液、为下一次的硼氢化钠溶液加注做好准备,具体实现方式如下:第三供液管30上开有废液口,废液口上连接有废液管80,废液管80上设有废液排放阀81。

[0048] 作为优化的技术方案,如图2所示,可逆金属储氢容器5可为列管式换热器结构,用于较好地储存制得的氢气,本实施例中的可逆金属储氢容器5包括外壳500和多个储氢列管501,如图3所示,所有储氢列管501均固定于外壳500内,各储氢列管501均与可逆金属储氢容器5的进气口连通,为提高储氢效果,可设置换热水壳结构(可以理解为储氢列管501外设置的用于冷却或加热的水层)或储氢列管501之间的空隙可流过换热流体(比如水),从而提高可逆金属储氢容器5的储氢能力和放氢能力,确保储氢列管501在储氢或放氢时所需温度达到标准,作为进一步优化的技术方案,如图4所示,本实施例的储氢列管501包括外管体502和内管体503,内管体503固定于外管体502的内壁上,内管体503为可逆金属管体(可理解为在外管体内部填充储氢合金后形成内管体503,储氢合金可为镧镍合金),可逆金属管体的管腔504与可逆金属储氢容器5的进气口连通,可逆金属管体的管壁呈多孔结构,以提高其管壁面积,增强储氢能力。本实施例中,可逆金属储氢容器5具有80根储氢列管、储氢量为 100Nm^3 、放氢能力为 $90\text{Nm}^3/\text{h}$,储氢列管长度可均为0.8m、直径可均为0.1m。

[0049] 在具体实施时,可通过对可逆金属储氢容器5进行水冷的方式令氢气储存于储氢合金中,可通过高温水对可逆金属储氢容器5进行加热的方式令氢气从储氢合金中释放出来,利用释放出来的氢气为用氢设备供氢。

[0050] 另外,需要说明的是,本发明能够实现为燃料电池不间断供气,特别地,在溶液加注过程或废液排放过程中通过可逆金属储氢容器5中储存的氢气供应给燃料电池;在水解反应过程中,可将制取的氢气直接供给燃料电池系统,此时可不必储存氢,或可在产氢量大于电池用氢量时将多余的氢进行储存。

[0051] 实施例二:

[0052] 与实施例一基于相同的发明构思,本实施例提供了一种基于压力控制的氢发生方法,本实施例不再赘述实施例一中提到的氢发生装置结构,本实施例利用实施例一中的氢发生装置的氢发生(制氢)方法包括如下步骤。

[0053] 步骤1,将硼氢化钠与氢氧化钠按照预设比例混合,将混合后的硼氢化钠与氢氧化钠倒入硼氢化钠储液罐1中,然后再向硼氢化钠储液罐1中加入水,从而配置出具有预设质

量分数的硼氢化钠溶液,相比常规的制氢方案,因为本发明能够及时将废液排出,所以本发明对水品质的要求不高;在具体实施过程中,本实施例将硼氢化钠粉体材料和氢氧化钠粉体材料按照4:1比例进行预混合包装,使用时直接将包装后的混合材料倒入硼氢化钠储液罐1中,本实施例中硼氢化钠溶液的预设质量分数为20%,通过上述的材料比例和质量分数的设定,在催化剂种类和质量确定的情况下,本实施例能够显著提高水解反应效率。

[0054] 步骤2,在硼氢化钠固体在硼氢化钠储液罐1完全溶解后,闭合平衡阀41且打开泄放阀51,启动溶液加注泵2,溶液加注泵2用于将硼氢化钠溶液送入缓冲罐3且用于避免溶液倒流回硼氢化钠储液罐1中,从而令硼氢化钠溶液进入缓冲罐3中,如图5所示;在平衡阀41闭合且泄放阀51打开状态下(图1、5、6中阀上的“S”(shut)表示闭合、“O”(open)表示打开),溶液会向压力小的空间(缓冲罐3)处流动,比如,上次反应残留的气体或首次使用时容器内的空气会使水解制氢反应器4内的压力大于缓冲罐3内的压力。

[0055] 步骤3,在缓冲罐3中已经有预设体积的硼氢化钠溶液后,关闭溶液加注泵2且闭合泄放阀51,打开平衡阀41,从而令硼氢化钠溶液在压力平衡的作用下从缓冲罐3流入水解制氢反应器4。在缓冲罐3和水解制氢反应器4均竖直放置的情况下,在重力因素的作用下,硼氢化钠溶液也会有从缓冲罐3流入水解制氢反应器4的趋势。

[0056] 步骤4,如图6所示,在水解制氢反应器4内催化剂床层上的催化剂的作用下,硼氢化钠与水发生水解反应后析出氢气。步骤4中,还包括通过闭合平衡阀41的方式控制水解反应进程的步骤,在平衡阀41闭合后,随着水解制氢反应器4内压力的升高,会控制水解制氢反应器4内的溶液回流至缓冲罐3中,从而实现通过缓冲罐3控制水解制氢反应器4内溶液量,以控制反应进度和速率。步骤4中,还包括通过逐渐调节泄放阀51开度的方式降低缓冲罐3内压力的步骤,从而控制水解制氢反应器4内的溶液全部回流至缓冲罐3中、使所有溶液均脱离催化剂床层,从而使水解制氢反应器4内的水解反应停止。

[0057] 步骤5,析出的氢气流入氢气净化器61,利用氢气净化器61对析出的氢气进行净化,包括除去氢气中的水蒸气的步骤,然后再通过可逆金属储氢容器5对净化后的氢气进行储存。

[0058] 步骤6,当水解制氢反应器4中的硼氢化钠反应完全时,即硼氢化钠溶液与催化剂床层接触时不能再析出氢气或析出量极少时,此时开启废液排放阀81,令水解制氢反应器4内的废液排出,然后返回步骤1。

[0059] 在废液排放过程和溶液加注过程中,水解制氢反应器4并不能直接为燃料电池提供氢气,此时需要将可逆金属储氢容器5中储存的氢气供应给燃料电池,虽然此时可逆金属储氢容器5内压力大于水解制氢反应器4内压力,本实施例通过正向设置的第二单向阀62避免了氢气反向流动,即避免了此时可逆金属储氢容器5内的氢气流回水解制氢反应器4中。

[0060] 本发明的制氢原料易得,对水的质量要求不高,利用缓冲罐内的气体压力与水解制氢反应器内压力平衡的原理,控制水解制氢反应器内气体的产生速率和制氢反应的开始与停止,本发明克服了现有技术中对原料要求苛刻、制储氢方式不易控制、安全性不高、可重复利用率低及水解反应不能够随时控制的缺点。本发明提供的产品具有体积小、构造简单、对环境要求较低、工程化程度高、维修保养方便、加工一致性好、可循环使用等优点,所以本发明特别适合作为小型移动氢空燃料电池、应急电站及野外作业的氢空气电池的可靠氢气来源。

[0061] 实施例三：

[0062] 与实施例一、二基于相同的发明构思，本实施例提供了一种燃料电池系统，该燃料电池系统包括实施例一中任一基于压力控制的氢发生装置，即本实施例中的燃料电池系统为氢燃料电池系统，氢来源于实施例一中的氢发生装置，通过实施例一中的氢发生装置为燃料电池系统提供发电使用的氢；因此，本实施例相当于提供了一种利用随装硼氢化钠制氢的氢空气燃料电池。对于燃料电池部分，可以从已有燃料电池进行选择，本实施例不再赘述。

[0063] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“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。

[0064] 在本发明中，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，除非另有明确的限定。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。

[0065] 在本说明书的描述中，参考术语“本实施例”、“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0066] 此外，术语“第一”、“第二”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。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

[0067] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明实质内容上所作的任何修改、等同替换和简单改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

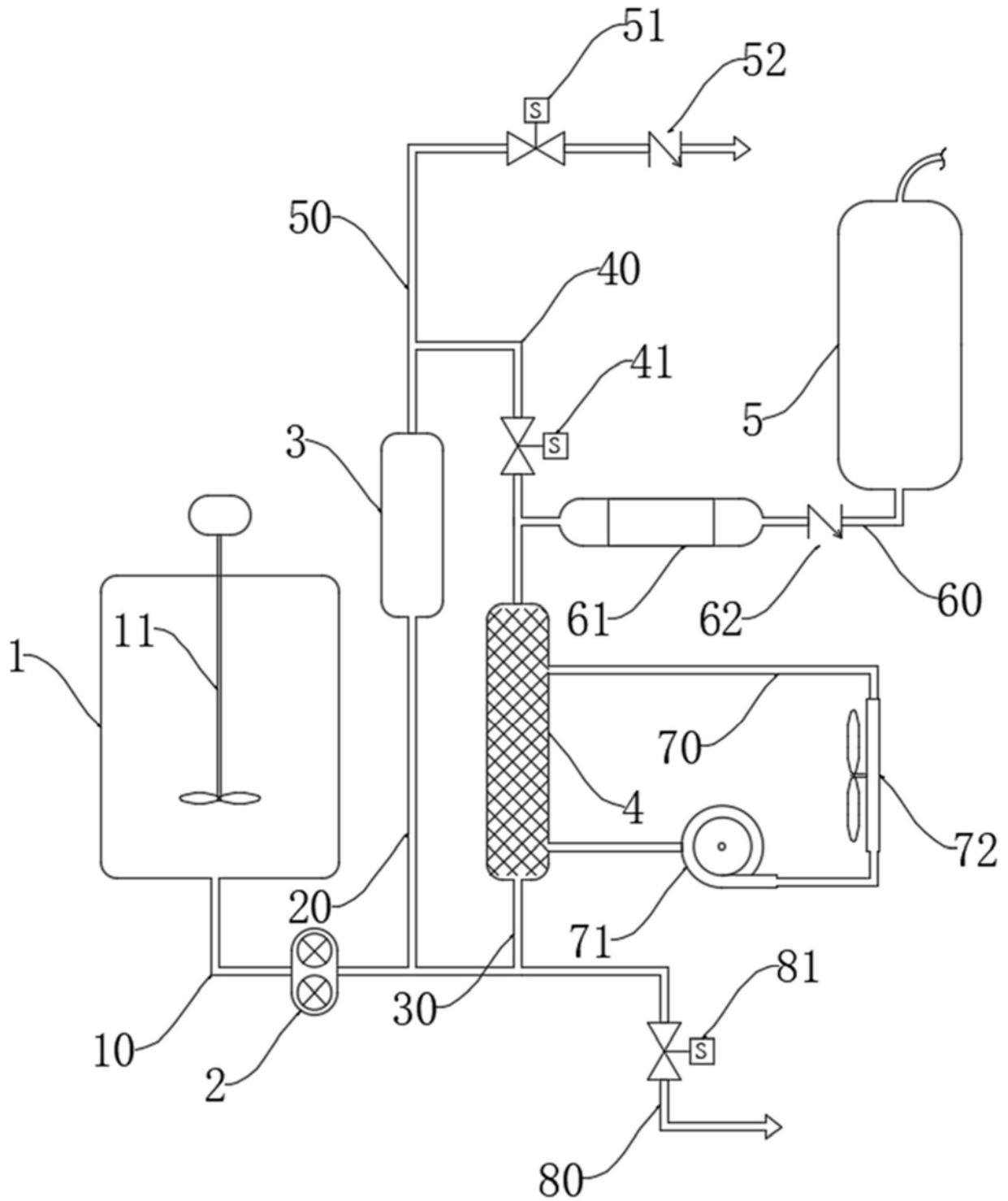


图1

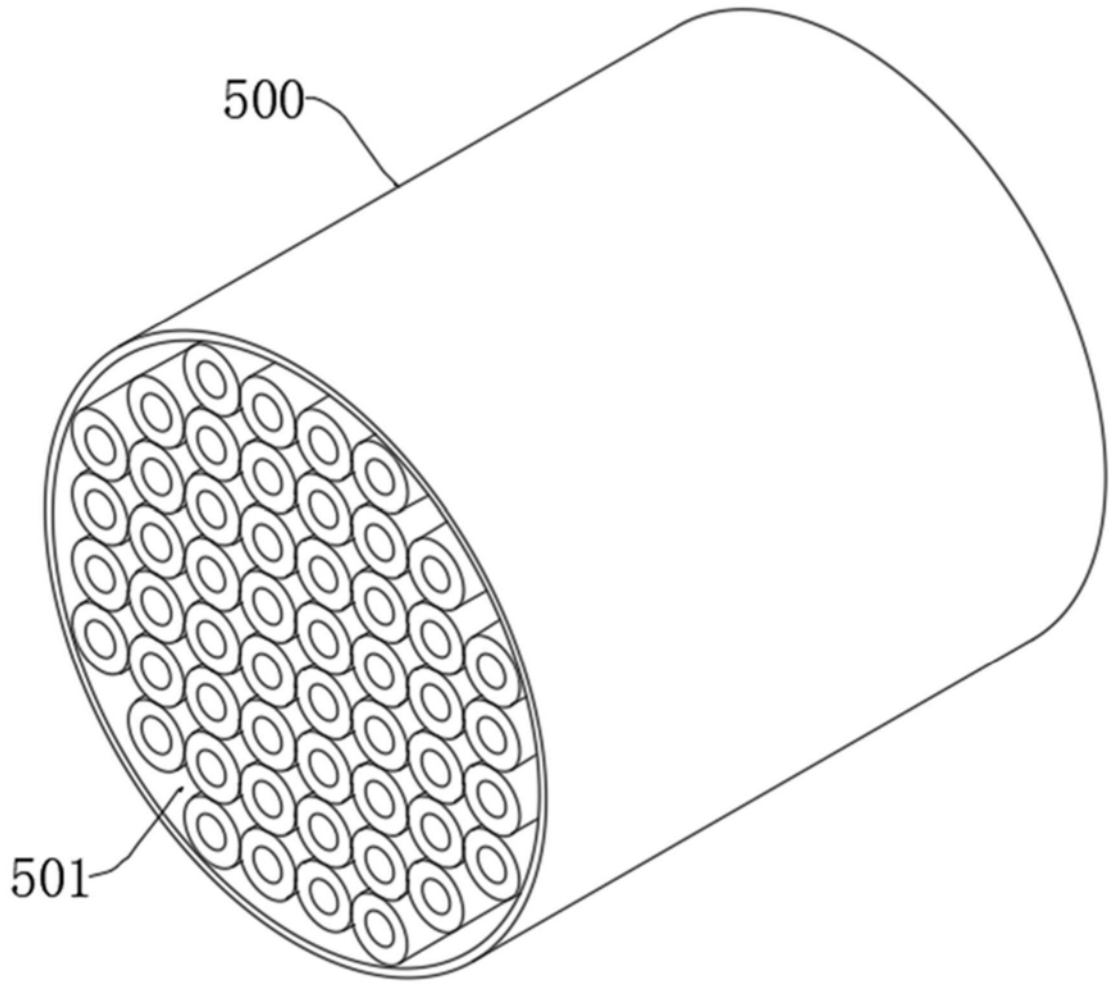


图2

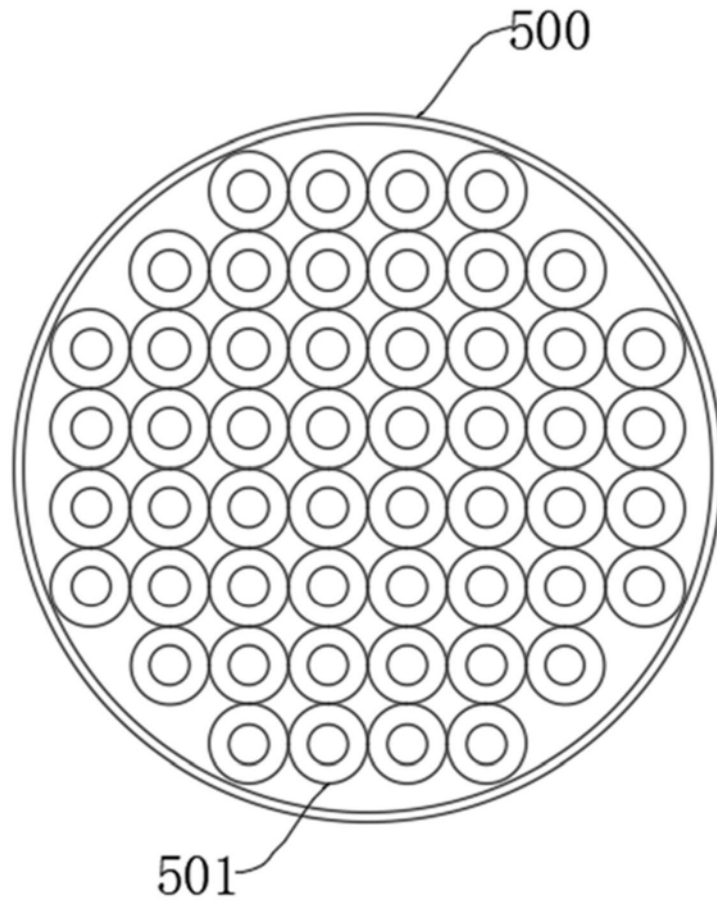


图3

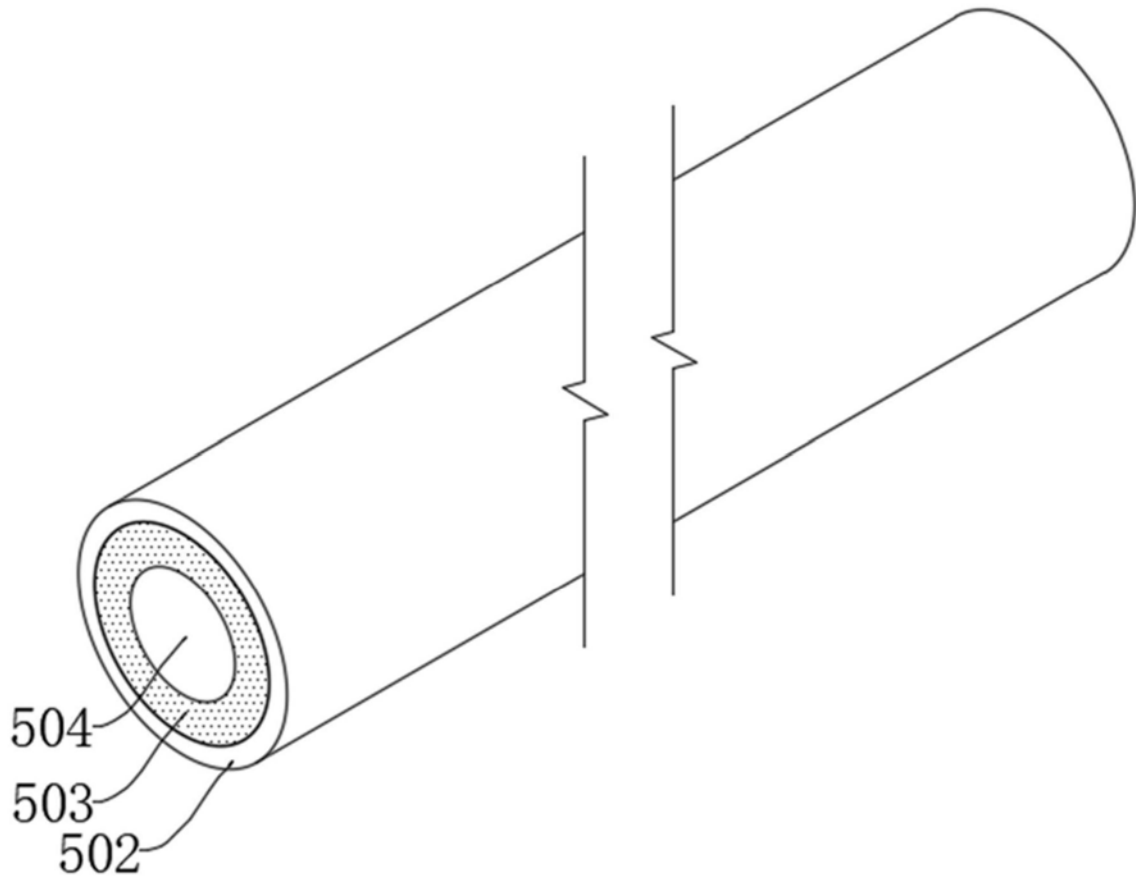


图4

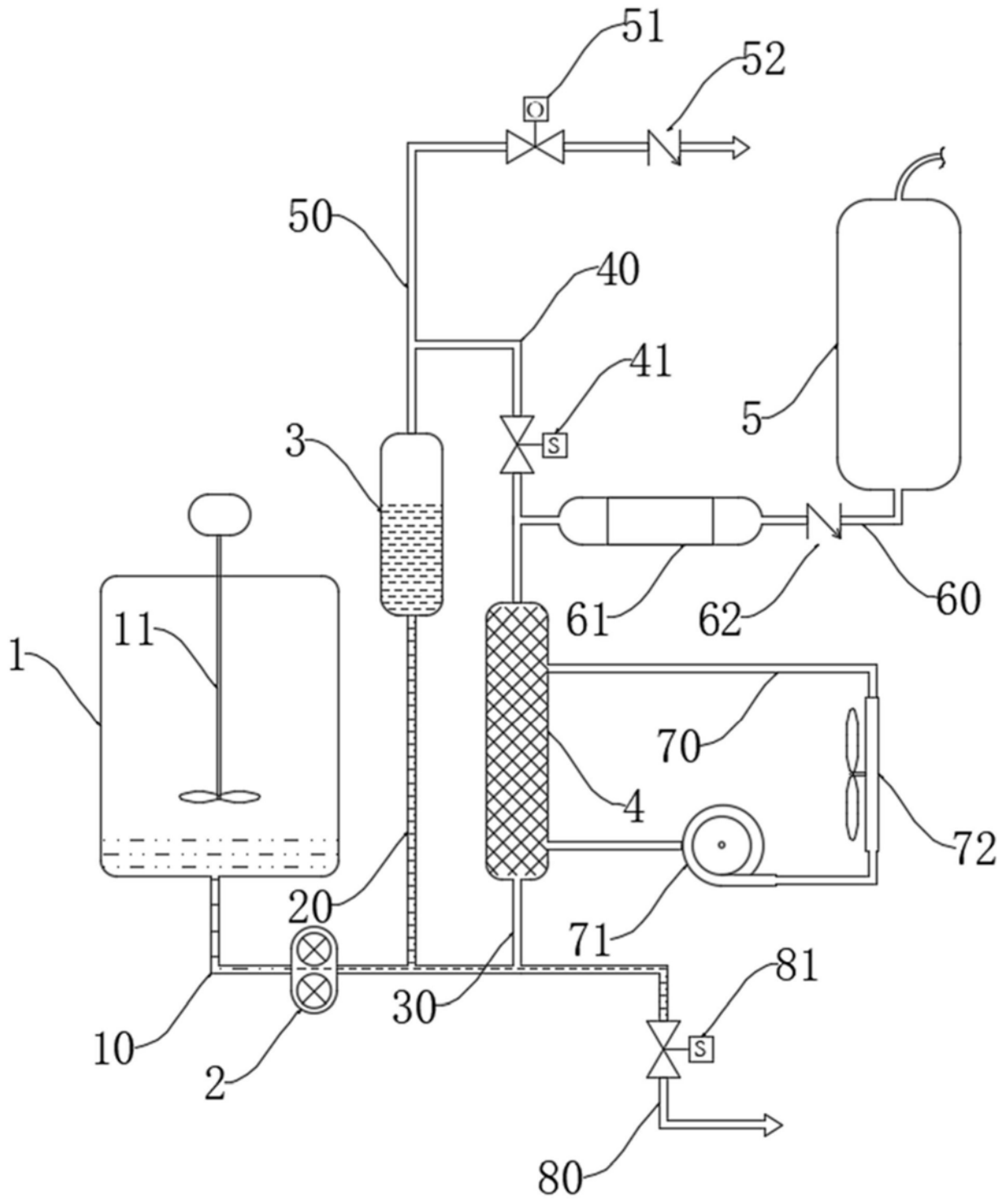


图5

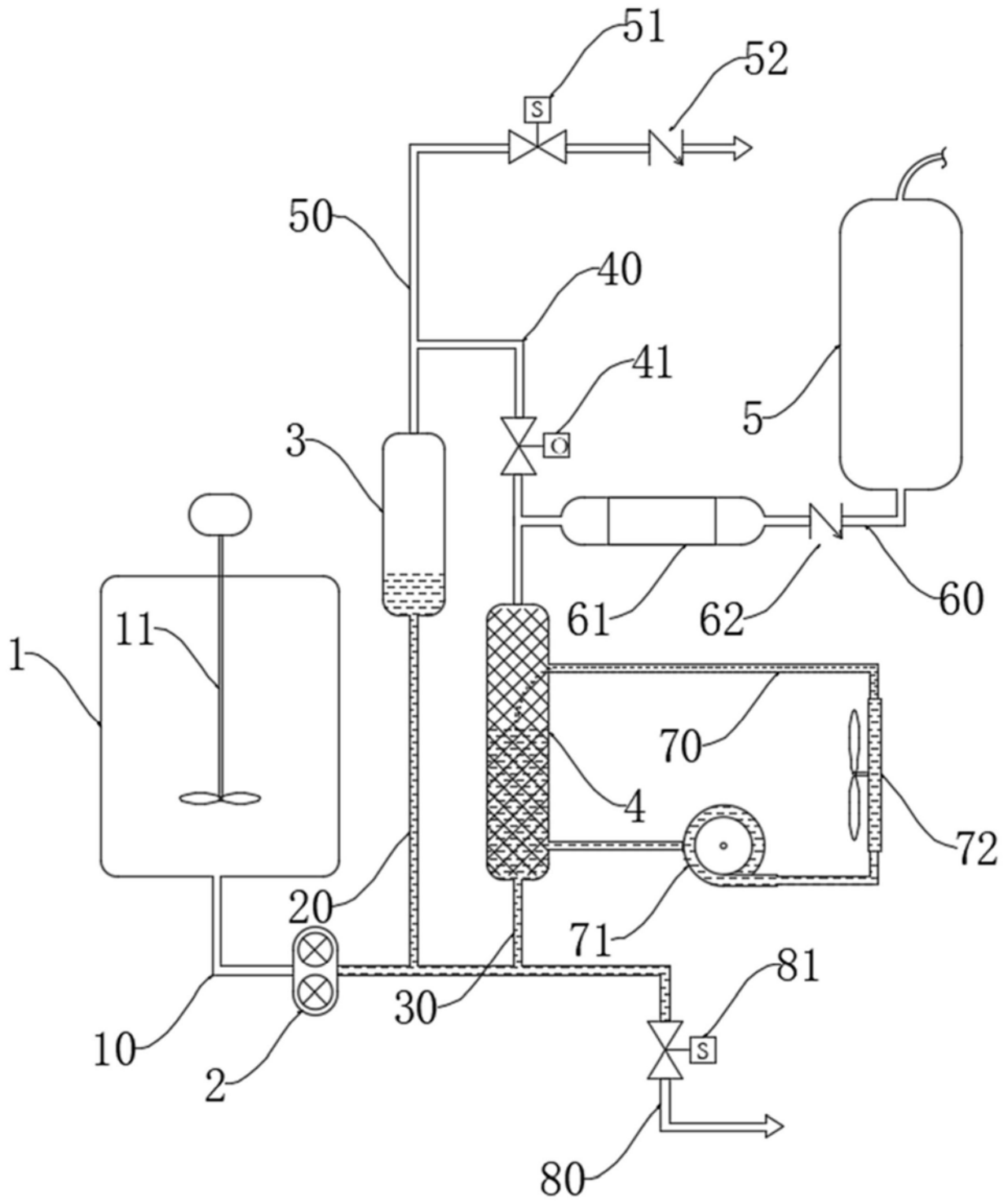


图6