(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113785423 B
(45)授权公告日 2025.02.25

(21)申请号 202080033535.2
(22)申请日 2020.03.18
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113785423 A
(43)申请公布日 2021.12.10
(30)优先权数据
1903881.9 2019.03.21 GB
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.04
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2020/050689 2020.03.18
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/188270 EN 2020.09.24
(73)专利权人 智能能源有限公司
地址 英国莱斯特郡
(72)发明人 P·拉玛
(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
专利代理师 尚晓芹
(51)Int.Cl.
H01M 8/04014(2006.01)
H01M 8/04029(2006.01)
H01M 8/04111(2006.01)
H01M 8/0432(2006.01)
H01M 8/04746(2006.01)
(56)对比文件
CN 101233645 A,2008.07.30
US 2003170518 A1,2003.09.11
US 2016359180 A1,2016.12.08
审查员 周子悦

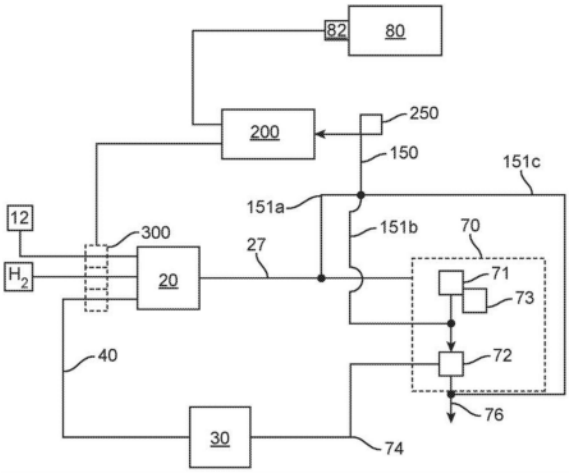
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

具有阴极废气涡轮升压的蒸发冷却的燃料电池系统

(57)摘要

本公开内容提供用于从燃料电池系统中的废气流回收基于涡轮的能量的方法。燃料电池系统可包括膨胀涡轮(200),其布置为从阴极废气流中捕获电能。阴极废气流(151a、151b、151c)可以流过中间冷却器(250)以在进入膨胀涡轮(200)之前被预热,其中通过从压缩的空气流传递热来增加热。方法可包括在升温模式下操作燃料电池系统,该模式包括降低与冷凝器相关的风扇操作以降低从废气流中收回的液体并提高废气流温度以用于基于涡轮的能量回收。可以控制升温模式以基于燃料电池系统中的冷却剂流体液位限制操作时间。



CN 113785423 B

1.一种燃料电池系统,其包括:

具有阳极入口、阴极入口、阳极废气和阴极废气的燃料电池组件;

冷却剂存储模块,其被配置为向所述燃料电池组件提供冷却剂;

热模块,其与所述燃料电池组件和所述冷却剂存储模块流体连接,所述热模块包括冷凝器和分离器;

膨胀涡轮,其接收膨胀废气流;

联接到所述热模块冷凝器的一个或多个风扇;

被配置为在升温模式下操作所述燃料电池系统的控制器,其中在所述升温模式下,所述控制器被配置为控制所述一个或多个风扇并将所述一个或多个风扇上的设定点降低到预定阈值水平以下以提高流体流从所述冷凝器的离开温度;

其中所述膨胀废气流包括至少离开所述燃料电池组件的所述阴极废气、离开所述燃料电池组件的所述阳极废气、阳极气体吹扫流、离开所述热模块分离器的所述阳极废气流和离开所述热模块冷凝器的流体流的组合;并且

其中所述控制器进一步被配置为当所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量低于第一阈值量时,在所述升温模式下操作所述燃料电池系统持续小于或等于第一预定操作时间限制的预定时间段,并且当所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量大于第二阈值量时,在所述升温模式下连续操作所述燃料电池系统,直到所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量下降到第三阈值量以下。

2.一种操作燃料电池系统的方法,所述燃料电池系统包括:

燃料电池组件,其具有阳极入口、阴极入口、阳极废气和阴极废气;

冷却剂存储模块,其被配置为向所述燃料电池组件提供冷却剂;

热模块,其与所述燃料电池组件和所述冷却剂存储模块流体连接,所述热模块包括冷凝器和分离器;

膨胀涡轮,其接收膨胀废气流;

其中所述膨胀废气流包括离开所述燃料电池组件的所述阴极废气、离开所述燃料电池组件的所述阳极废气、阳极气体吹扫流、离开所述热模块分离器的所述阴极废气流和离开所述热模块冷凝器的流体流的组合;

其中所述方法包括:

从所述冷却剂存储模块向所述燃料电池组件提供冷却剂;

向所述燃料电池组件的阳极入口提供阳极气流;

向所述燃料电池组件的阴极入口提供阴极气流;

操作所述热模块冷凝器和所述热模块分离器以向所述冷却剂存储模块提供冷却剂;和,

将所述膨胀废气流引导至所述膨胀涡轮并操作所述膨胀涡轮以生成电力输出,

其中所述燃料电池系统进一步包括联接到所述热模块冷凝器的一个或多个风扇;并且

当所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量低于第一阈值量时,在升温模式下操作所述燃料电池系统持续小于或等于第一预定操作时间限制的预定时间段;并且

其中所述升温模式包括控制所述一个或多个风扇以将所述一个或多个风扇的设定点降低到预定阈值水平以下以提高流体流从所述冷凝器的离开温度。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述燃料电池系统进一步包括:

废气模块,其被配置为降低流体流中的氢浓度;并且

所述方法进一步包括:

将流体流引导至所述废气模块并操作所述废气模块以降低所述流体流中的氢浓度。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述燃料电池系统进一步包括:

中间冷却器,其设置在所述膨胀涡轮之前的所述膨胀废气流的流动路径中,所述中间冷却器被配置为提高所述膨胀废气流的温度;并且

其中所述方法进一步包括:

在将所述膨胀废气流引导至所述膨胀涡轮之前,操作所述中间冷却器以提高所述膨胀废气流的温度。

5.根据权利要求4所述的方法,其中所述方法进一步包括将所述中间冷却器流体连接到压缩的流动流并将热量从所述压缩的流动流传递到所述膨胀废气流。

6.根据权利要求5所述的方法,其中所述方法进一步包括在热传递之后将所述压缩的流动流引导至所述燃料电池组件的阴极入口。

7.根据权利要求5所述的方法,其中所述膨胀涡轮进一步包括压缩机或被联接到压缩机。

8.根据权利要求7所述的方法,其中包括在所述膨胀涡轮机中或联接到所述膨胀涡轮的所述压缩机生成与所述中间冷却器流体连接的压缩的流动流。

9.根据权利要求7所述的方法,其中所述方法进一步包括在所述膨胀涡轮内连接发电机以向所述燃料电池系统中的一个或多个配套设施部件提供电力或补充供应给外部负载的电力。

10.根据权利要求5所述的方法,所述方法进一步包括当所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量低于第二阈值量时,限制所述燃料电池系统在所述升温模式下的操作。

11.根据权利要求5所述的方法,所述方法进一步包括当所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量高于第二阈值量时,在所述升温模式下操作所述燃料电池系统持续第二预定操作时间限制。

12.根据权利要求11所述的方法,其中所述第二预定操作时间限制长于所述第一预定操作时间限制。

13.根据权利要求11所述的方法,所述方法进一步包括当所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量高于第二阈值量时,在所述升温模式下连续地操作所述燃料电池系统,直到所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量的下降到第三阈值量以下。

14.根据权利要求12所述的方法,其中所述方法进一步包括通过用液位传感器测量来确定所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量。

15.根据权利要求12所述的方法,其中所述方法进一步包括通过从关于所述燃料电池系统的操作的数据计算所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量来确定所述冷却剂的量。

16.根据权利要求7所述的方法,其中所述压缩机包括在所述废气模块中的废气模块压缩机,所述废气模块压缩机被配置为对进入所述废气模块中的尾气燃烧器的流加压。

17.一种操作燃料电池系统的方法,所述燃料电池系统包括:

燃料电池组件,其具有阳极入口、阴极入口、阳极废气和阴极废气;

冷却剂存储模块,其被配置为向所述燃料电池组件提供冷却剂;

热模块,其与所述燃料电池组件和所述冷却剂存储模块流体连接,所述热模块包括冷凝器和分离器;

膨胀涡轮,其接收膨胀废气流;

其中所述膨胀废气流至少包括离开热模块分离器的所述阴极废气流和离开热模块冷凝器的流体流;

其中所述方法包括:

从所述冷却剂存储模块向所述燃料电池组件提供冷却剂;

向所述燃料电池组件的阳极入口提供阳极气流;

向所述燃料电池组件的阴极入口提供阴极气流;

操作所述热模块冷凝器和所述热模块分离器以向所述冷却剂存储模块提供冷却剂;和,

将所述膨胀废气流引导至所述膨胀涡轮并操作所述膨胀涡轮以生成电力输出;

其中;

所述膨胀废气流包括所述阳极气体吹扫流的至少一部分;并且,

所述方法进一步包括在膨胀废气流被引导至所述膨胀涡轮之前燃烧所述阳极气体吹扫流的至少一部分以提高所述膨胀废气流的温度,

其中所述燃料电池系统进一步包括联接到所述热模块冷凝器的一个或多个风扇;并且

当所述冷却剂存储模块中的冷却剂的量低于第一阈值量时,在升温模式下操作所述燃料电池系统持续小于或等于第一预定操作时间限制的预定时间段;并且

其中所述升温模式包括控制所述一个或多个风扇以将所述一个或多个风扇的设定点降低到预定阈值水平以下以提高流体流从所述冷凝器的离开温度。

具有阴极废气涡轮升压的蒸发冷却的燃料电池系统

技术领域

[0001] 本公开内容一般地涉及燃料电池系统,并且更具体地涉及具有用于从阴极废气进行电能回收和电输出升压的系统的燃料电池系统。

背景技术

[0002] 燃料电池通过燃料气体和氧化气体之间的电化学反应发电。燃料气体通常是氢气,而氧化气体是空气。例如钯、铂的金属用作催化剂,以引起燃料气体和氧化气体之间的电化学反应。

[0003] 常规电化学燃料电池将燃料和氧化剂转化为电能和反应产物。常见类型的电化学燃料电池包括膜电极组件(MEA),其包括阳极和阴极之间的聚合物离子(质子)传递膜和气体扩散结构。燃料(例如氢气)和氧化剂(例如空气中的氧气),通过MEA的各自侧以产生电能和作为反应产物的水。可以形成包括多个这样的燃料电池的堆栈,这些燃料电池布置有单独的阳极和阴极流体流动路径。这样的堆栈通常是块的形式,该块包括由堆栈的任一端处的端板保持在一起的许多单个的燃料电池板。

[0004] 重要的是聚合物离子传递膜保持水合以进行有效操作。控制堆栈的温度也很重要。因此,冷却剂可以被供应到堆栈用于冷却和/或水合作用。因此,例如,燃料电池系统可包括水/冷却剂储存箱,用于储存水以用于燃料电池堆栈的水合作用和/或冷却。

[0005] 在蒸发冷却的燃料电池系统中,必须维持净水平衡以保持可用的冷却剂以用于冷却堆栈和堆栈的水合作用。随着其容量的增加,从燃料电池系统中回收另外量的冷却剂以供重复使用的部件可能更大或更重。期望的是,与从整个燃料电池系统输出的电能相关的部件的总重量和体积最小化。

[0006] 因此,需要能够提供足够的水合作用和冷却同时具有用于电能输出的期望功率密度和容量的燃料电池系统。本公开内容涉及这些和其他重要需要。

发明内容

[0007] 根据本公开内容的一些方面,公开了燃料电池系统和使用方法,其提供了从蒸发冷却的燃料电池系统的阴极废气中回收电能的方法。在某些实施中,方法可以通过将冷却空气递送到初级风冷冷凝器的空气风扇设置为零值或降低操作设定点值来提供另外的能量的回收。在某些实施中,这可以允许到用于电能回收的涡轮的更高的入口温度。

[0008] 在一些方面,本公开内容提供了经由使用到涡轮的更高入口温度的专用发电机来回收多余电能的方法。在其他实施中,如果将涡轮连接到具有入口空气压缩机的公共电机,则可以减少净电动机输入功率。在进一步的实施中,涡轮可与如本文所述的废气模块中的压缩机连接。

[0009] 在一些方面,本公开内容提供从蒸发冷却的燃料电池系统的阴极废气回收另外的电能的方法。在某些实施中,方法可以包括在能够容忍减少的冷凝物回收的操作状态期间以能量回收模式操作燃料电池系统。在一些实施中,这种可容忍状态包括其中主冷却剂液

位已经足够高的操作状态。

[0010] 在一些方面,本公开内容提供从蒸发冷却的燃料电池系统的阴极废气回收另外的电能的方法。在某些实施中,方法可以包括在具有部分负载或低负载的操作状态期间以能量回收模式操作燃料电池系统,其中向主风冷冷凝器递送冷却空气的风扇的最小设定点提供比水平衡所需的负荷更大的负荷。在某些实施中,风扇可以是方波以实现净水平衡和另外的涡轮恢复。

[0011] 本公开内容提供包括燃料电池组件、冷却剂存储模块、热模块和膨胀涡轮的燃料电池系统。在某些实施中,燃料电池组件具有阳极入口、阴极入口、阳极废气和阴极废气,冷却剂存储模块被配置为向燃料电池组件提供冷却剂,热模块流体连接到燃料电池组件和冷却剂存储模块,热模块包括冷凝器和分离器,膨胀涡轮接收膨胀废气流,并且膨胀废气流包括离开燃料电池组件的阴极废气、离开热模块分离器的阴极废气流、阳极吹扫气流和离开热模块冷凝器的流体流(fluid flow)的一种或多种的至少一部分的组合。在进一步的实施中,燃料电池系统可包括设置在膨胀涡轮之前的膨胀废气流的流动路径中的中间冷却器,其中中间冷却器被配置为增加膨胀废气流的温度。在某些实施中,中间冷却器可以流体连接到压缩的流动流(flow stream)并且被配置为将热量从压缩的流动流传递到膨胀废气流。在一些实施中,压缩的流动流可以包括流体连接到燃料电池组件的阴极入口的流体流。在进一步的实施中,膨胀涡轮可包括或被联接到压缩机。在又进一步的实施中,燃料电池系统可进一步包括配置成将废气流中的氢浓度稀释至低于预定浓度的氢浓度的稀释箱。

[0012] 本公开内容提供包括燃料电池组件、冷却剂存储模块、热模块、废气模块和膨胀涡轮的燃料电池系统。在某些实施中,燃料电池组件具有阳极入口、阴极入口、阳极废气和阴极废气,冷却剂存储模块被配置为向燃料电池组件提供冷却剂,热模块流体连接到燃料电池组件和冷却剂存储模块,热模块包括冷凝器和分离器,废气模块被配置为从进入废气模块的流体流中去除氢气,膨胀涡轮接收膨胀废气流,并且膨胀废气流包括离开燃料电池组件的阴极废气、离开热模块分离器的阴极废气流和离开热模块冷凝器的流体流中的一种或多种的至少一部分的组合。在进一步的实施中,燃料电池系统可包括设置在膨胀涡轮之前的膨胀废气流的流动路径中的中间冷却器,其中中间冷却器被配置为增加膨胀废气流的温度。在某些实施中,中间冷却器可以流体连接到压缩的流动流并且被配置为将热量从压缩的流动流传递到膨胀废气流。在一些实施中,压缩的流动流可包括流体连接到燃料电池组件的阴极入口的流体流。在进一步的实施中,膨胀涡轮可包括或联接到压缩机。

[0013] 本公开内容提供操作本文所述的燃料电池系统的方法。该方法可以包括从冷却剂存储模块向燃料电池组件提供冷却剂,向燃料电池组件的阳极入口提供阳极气流,向燃料电池组件的阴极入口提供阴极气流,操作热模块冷凝器和热模块分离器以向冷却剂存储模块提供冷却剂,将流体流引导至废气模块并操作废气模块以从流体流中去除氢气,和将膨胀废气流引导至膨胀涡轮并操作膨胀涡轮以生成电力输出。在一些实施中,方法进一步包括在将膨胀废气流引导至膨胀涡轮之前操作中间冷却器以增加膨胀废气流的温度。在某些实施中,方法进一步包括将中间冷却器流体连接到压缩的流动流并将热量从压缩的流动流传递到膨胀废气流。在进一步的实施中,方法进一步包括在热传递之后将压缩的流动流引导至燃料电池组件的阴极入口。在一些实施中,方法进一步包括将压缩机联接到膨胀涡轮。在进一步的实施中,方法进一步包括利用联接到膨胀涡轮的压缩机生成压缩的流动流并且

将压缩的流动流流体连接到中间冷却器。在一些实施中，方法进一步包括在升温模式下操作燃料电池系统，其中该升温模式包括控制一个或多个风扇以将一个或多个风扇的设定点降低到预定阈值水平以下以提高流体流从冷凝器的离开温度。在一些实施中，方法进一步包括当冷却剂存储模块中的冷却剂的量小于第一阈值量时，在升温模式下操作燃料电池系统持续小于或等于第一预定操作时间限制的预定时间段。在一些实施中，方法进一步包括当冷却剂存储模块中的冷却剂的量低于第二阈值量时，限制燃料电池系统在升温模式下的操作。在一些实施中，方法进一步包括当冷却剂存储模块中的冷却剂的量大于第二阈值量时，在升温模式下操作燃料电池系统持续第二预定操作时间限制。在一些实施中，第二预定操作时间限制可以长于第一预定操作时间限制。在一些实施中，方法进一步包括当冷却剂存储模块中的冷却剂的量大于第二阈值量时，在升温模式下连续操作燃料电池系统，直到冷却剂存储模块中的冷却剂的量下降到第三阈值量以下。

[0014] 本公开内容提供操作本文所述的燃料电池系统的方法。方法可以包括从冷却剂存储模块向燃料电池组件提供冷却剂，向燃料电池组件的阳极入口提供阳极气流，向燃料电池组件的阴极入口提供阴极气流，操作热模块冷凝器和热模块分离器以向冷却剂存储模块提供冷却剂，并将膨胀废气流引导至膨胀涡轮并操作膨胀涡轮以生成电力输出。在一些实施中，方法进一步包括在将膨胀废气流引导至膨胀涡轮之前操作中间冷却器以提高膨胀废气流的温度。在进一步的实施中，膨胀废气流包括离开燃料电池组件的阴极废气、离开热模块分离器的阴极废气流、阳极吹扫气流和离开热模块冷凝器的流体流中的一种或多种的至少一部分的组合。在某些实施中，方法进一步包括将中间冷却器流体连接到压缩的流动流并将热量从压缩的流动流传递到膨胀废气流。在进一步的实施中，方法进一步包括在热传递之后将压缩的流动流引导至燃料电池组件的阴极入口。在一些实施中，方法进一步包括将压缩机联接到膨胀涡轮。在某些实施中，膨胀废气流包括阳极吹扫气流的至少一部分，并且方法进一步包括燃烧阳极吹扫气流的至少一部分以在膨胀废气流被递送到膨胀涡轮之前提高其温度。在进一步的实施中，方法进一步包括利用联接到膨胀涡轮的压缩机生成压缩的流动流并且将压缩的流动流流体连接到中间冷却器。在一些实施中，方法进一步包括在升温模式下操作燃料电池系统，其中该升温模式包括控制一个或多个风扇以将一个或多个风扇的设定点降低到预定阈值水平以下以提高流体流从冷凝器的离开温度。在一些实施中，方法进一步包括当冷却剂存储模块中的冷却剂的量小于第一阈值量时，在升温模式下操作燃料电池系统持续小于或等于第一预定操作时间限制的预定时间段。在一些实施中，方法进一步包括当冷却剂存储模块中的冷却剂的量低于第二阈值量时，限制燃料电池系统在升温模式下的操作。在一些实施中，方法进一步包括当冷却剂存储模块中的冷却剂的量大于第二阈值量时，在升温模式下操作燃料电池系统持续第二预定操作时间限制。在一些实施中，第二预定操作时间限制可以长于第一预定操作时间限制。在一些实施中，方法进一步包括当冷却剂存储模块中的冷却剂的量大于第二阈值量时，在升温模式下连续操作燃料电池系统，直到冷却剂存储模块中的冷却剂的量下降到第三阈值量以下。

[0015] 一般描述和以下详细描述仅是示例性和说明性的，而不是对如所附权利要求中所定义的本公开内容的限制。鉴于本文提供的本公开内容的详细描述，本公开内容的其他方面对于本领域技术人员将是显而易见的。

附图说明

[0016] 当结合附图阅读时,将进一步理解发明内容以及以下详细描述。为了说明本公开内容,附图中示出了本公开内容的示例性实施;然而,本公开内容不限于所公开的具体方法、组合物和装置。此外,附图不一定按比例绘制。附图中的所有图例和注释均通过此引用并入本文,如同在本文中完全阐述一样。在图中:

[0017] 图1是本公开内容的燃料电池电力系统的系统和操作方法的方面的示意图;

[0018] 图1B是在本公开内容的方法和系统的一些实施中有用的燃料电池堆栈的方面的示意图;

[0019] 图2是本发明内容的冷却剂存储模块的示意图。

[0020] 图3是本公开内容的热模块的方面的示意图;

[0021] 图4是本公开内容的燃料电池系统的方面的示意图;和

[0022] 图5是本公开内容的燃料电池系统的部件的方面的示意图,包括膨胀涡轮。

具体实施方式

[0023] 通过参考以下结合构成本公开内容的一部分的附图和实例进行的详细描述,可以更容易地理解本公开。应当理解,本公开内容不限于本文所述和/或示出的具体设备、方法、应用、条件或参数,并且本文使用的术语仅用于通过实例的方式来描述具体示例并且不旨在限制要求保护的公开内容。此外,如在包括所附权利要求的说明书中所使用的,单数形式“一个”、“一种”和“该”包括复数形式,并且对具体数值的引用至少包括该具体值,除非上下文另有明确规定。如本文所用,术语“多个”是指多于一个。当表达值的范围时,另一个示例包括从一个具体值和/或到另一个具体值。类似地,当值表示为近似值时,通过使用先行词“约”,将理解具体值形成另一个示例。所有范围均是包含的且可组合。

[0024] 应当理解,为了清楚起见,本文在单独示例的上下文中描述的本公开内容的某些特征也可以在单个示例性实施中组合提供。相反,为了简洁起见,在单个示例性实施的上下文中描述的本公开内容的多种特征也可以单独提供或以任何子组合提供。进一步地,对范围中陈述的值的引用包括该范围内的每一个值。

[0025] 系统概述

[0026] 图1是示意性地示出了包括燃料电池组件20和冷却剂存储模块30的燃料电池系统10的示例性实施的一些方面。本公开内容包括操作燃料电池电力系统。

[0027] 燃料电池组件20包括一个或多个燃料电池堆栈21,该燃料电池堆栈包括多个堆叠在一起的质子交换膜燃料电池和配套设施(balance of plant)BOP(未示出),该配套设施BOP包括本领域众所周知的泵、阀、风扇、控制器和电路等。所示的燃料电池组件20是蒸发冷却的燃料电池组件。在该实例中,冷却剂包括水,但是应当理解可以使用其他冷却剂,例如乙二醇、水或其他或水性溶液。在该实例中,冷却剂或水存储模块30储存用于燃料电池组件20的水合和/或蒸发冷却的纯水。冷却剂存储模块30包括冷却剂存储罐32以容纳冷却剂供应40。

[0028] 燃料电池系统10包括氢源。氢源根据需要向燃料电池系统10的多个部分提供氢燃料气体。例如,氢源向燃料电池组件20提供氢燃料气体。燃料电池20中的阳极侧接收氢气。氢源与燃料电池组件20的阳极入口22流体连接。在本公开内容的一些方面,将氢源提供给

冷却剂箱加热器/催化加热器、阳极尾气燃烧器和/或阳极废气吸收器。燃料电池系统10可包括用于储存氢气供应的氢存储罐(未示出)。

[0029] 燃料电池系统10包括空气源12,其用于向燃料电池组件20供应氧气供应。燃料电池组件20的阴极侧接收空气源12。空气源12在阴极入口24处流体连接到燃料电池组件20。一个或多个压缩机可位于阴极入口25的上游以提高在空气在被引入燃料电池组件20的阴极侧之前的压力。

[0030] 燃料电池组件20和其中的一个或多个堆栈被配置为接收燃料和氧化剂。图1B示出了单个燃料电池组件20内的燃料电池堆栈21和21'的阵列或分组的示意图。

[0031] 例如氢气的燃料流体流通过阳极入口24到达阳极,而氧化剂的流体流例如空气通过阴极入口25到达阴极。提供阳极废气26以允许通过燃料的流。提供阴极废气27以允许通过氧化剂的流。应当理解,废气流还携带一些反应副产物和可能已经通过组件20的任何冷却剂/水合液体。阴极废气27可以包括冷却剂分离器28以将产生的水和冷却剂(水)40'与阴极废气流分离。分离出的水储存在冷却剂存储模块30中。应该理解的是,虽然该实例显示了已经通过堆栈的水(冷却剂)的回收,但本公开内容适用于不回收冷却剂或以不同的方式回收冷却剂的系统。来自阴极废气27的空气可被提供给压缩机82以用于阳极尾气燃烧器(AOBH)。在一些实施中,可提供阳极气体吹扫流,其可被引导至阳极尾气燃烧器。

[0032] 冷却剂存储模块30通过导管流体连接到燃料电池组件,但应理解,模块30可以与堆栈中的燃料电池集成在一起。冷却剂存储模块30连接到阴极入口25以允许将冷却剂引入阴极流中以用于燃料电池组件20的蒸发冷却。冷却剂可以通过单独的导管引入到堆栈中。

[0033] 冷却剂存储模块30可以包括多个冷却剂存储罐。驱动氧化剂通过燃料电池组件的压缩机可以在燃料电池组件启动后相对快速地变热,并因此使用热交换器和工作流体和/或热管(流体连接)将热量从氧化剂(空气源)12内的压缩机移动到冷却剂存储模块,在某些情况下,废热可至少部分地用于驱动阳极尾气燃烧器。冷却剂喷射/流量控制器100可以形成燃料电池系统控制器105的一部分,用于控制燃料电池系统的进一步操作。

[0034] 在一些实施中,燃料电池系统10可包括至少一个催化加热器52,其通过燃烧催化剂的催化来燃烧燃烧燃料(combustion fuel)。催化加热器可用于以不同的方式满足系统10的加热需求。在其他实施中,燃料电池系统可以包括电加热器。

[0035] 催化加热器52包括一个或多个催化加热元件55。催化加热器52可提供壳体57以容纳催化加热元件55。催化加热元件55包括用于燃烧的催化材料。催化材料可以负载在基材上。本公开内容设想了用于催化加热器52和催化加热元件55的多种不同结构。

[0036] 优选地,催化加热器52独立于燃料电池组件20。独立的催化加热器52能够在燃料电池组件20关闭时继续操作。该特征是特别有利的,因为维持冷却剂温度并且不是燃料电池操作的功能。如果催化加热器52不独立于燃料电池组件,则在低于零的操作环境条件下燃料电池启动可能会延迟。

[0037] 在某些实施中,燃料电池系统10可以包括热模块70,其被配置为从阴极废气回收水。如图1和图3所示,热模块70流体连接到燃料电池组件20和冷却剂模块30。热模块70包括冷凝器71和分离器72。冷凝器71和分离器72可以集成为单一操作。冷凝器71可以是风冷或液冷的。可选地,冷凝器71可以使用风冷和液冷的组合。例如,冷凝器71的第一阶段可以使用风冷,而第二阶段可以使用液冷。

[0038] 阴极废气27可以从燃料电池组件20被引导到冷凝器71,冷凝器71用于液化和回收阴极废气中的任何水蒸气。一个或多个风扇73可用于在冷凝器71运行期间对其进行冷却。包括冷凝的水蒸气的阴极废气然后从冷凝器71流动到分离器72。分离器72用于将水与阴极废气中的任何剩余气体分离。分离器72和冷凝器可各自提供子水出口74'。主出水口74与冷却剂存储模块30流体连接。当冷凝的阴极废气流过分离器72时,水被去除并被引导至冷却剂存储罐32。来自阴极废气流的气体在气体出口76处离开分离器并排放到大气中。

[0039] 在一些实施中,燃料电池系统10可以包括废气模块80,该废气模块被配置为净化阳极废气并去除其中的氢。具体是在汽车应用中,排放标准可能会严格限制废气流中氢的ppm。废气模块80流体连接到空气源12、燃料电池组件20和冷却剂模块30。废气模块80包括压缩机82和尾气燃烧器84。尾气燃烧器可以是如前所述的催化加热器52。废气模块接收阳极废气流内的氢气并燃烧氢气,产生热量,其可以是从系统排出的一种或多种,用于另外的应用,例如涡轮产生的电力,以及回收和用于冷却剂解冻。

[0040] 废气模块80可以流体连接到系统并且可以直接从空气源12接收空气。氧化剂流25'和/或废气27'经由风扇或压缩机82穿过流体连接,由此其被加压。来自压缩机的进料被提供给尾气燃烧器84。尾气燃烧器既减少了废气流中的氢ppm,并且又当与氢气模块85热连通放置时,另外来自尾气燃烧的热量损失被捕获并提供以再生填充在氢模块85中的氧吸收剂介质86。氧吸收剂或氧清除剂必须定期再生以去除由此捕获的氧。该模块配置为阳极尾气燃烧器加热器(AOBH),其提供热量以再生介质。再生是通过向进入废气模块80的流体流中添加氢来实现的。通过充分加热氧吸收剂介质86,氧和氢形成水并使介质再生。水作为气流中的水蒸气被带出氧吸收剂介质86。

[0041] 氧吸收剂介质86在燃料电池操作期间定期再生。在启动时,阳极将包含已迁移到阳极中的氧,并且在存在此类氧的情况下操作(启动)燃料电池将通过升高阴极电势腐蚀阴极支撑并由此氧化阴极支撑而造成损坏,从而导致降解所述支撑并减小膜表面积。

[0042] 通常,尾气燃烧器可以被吸收材料包围,并且氢模块具有从与其流体连接的阳极废气流的部分去除氧并且提供具有减少的氧的燃料以用于启动燃料电池堆栈的功能。

[0043] 在可选的实施中,废气模块80不存在于系统中。在某些实施中,一个或多个废气流可以用稀释箱稀释以降低氢的浓度。在一些实施中,废气流可以被稀释以将氢气浓度降低到对于排放到大气中的废气是安全的阈值水平以下。阈值水平可以通过限制废气流中氢的ppm的排放标准来确定。在进一步的实施中,可以在废气流被递送到膨胀涡轮之前提供稀释,如本文其他处所述。

[0044] 图2中所示的冷却剂存储罐32保持冷却剂供应40。冷却剂存储罐可以包括外层33。外层可以基本上包围冷却剂存储罐。外层可以成型并粘附到冷却剂存储罐32。外层可以是隔热的以保护冷却剂存储罐和其中的冷却剂的温度。隔热可以最小化来自冷却剂供应的任何热损失。外层可以是刚性的或柔性的。外层可以由如其中所讨论的多种合适的材料构成。

[0045] 外层可以在外层的内边界和冷却剂存储罐的外边界之间限定间隙空间"IS"。在间隙空间中可以存在绝热体和热传递材料中的至少一种,热传递材料可以包括金属泡沫、蜂窝、蜡。在冷却剂存储罐内,一个或多个催化加热器52、用于排出蒸汽的风扇36和/或用于测量温度的温度传感器37。另外的催化加热器55可位于冷却剂存储罐的外面但与其热连通。

[0046] 燃料电池系统10包括用于储存冷却剂供应40的至少一个冷却剂存储罐32。在本公

开内容的一些方面中,冷却剂是水。冷却剂存储罐可由多种合适的材料构成,包括但不限于轻金属(例如铝)或高温塑料材料。图2说明了冷却剂存储模块的另外方面。冷却剂存储罐可以是隔热的33。例如,真空隔热板可以用于使罐隔绝。根据需要,存储罐还可包括合适的通气。

[0047] 冷却剂存储罐流体连接到燃料电池组件。冷却剂存储罐具有入口34和出口35。存储罐的入口接收来自燃料电池组件20的冷却剂,其产生作为电化学反应副产物的水。储罐的出口将冷却剂排放到燃料电池组件以冷却燃料电池堆栈21。冷却剂存储罐与催化加热器热连接,使得将催化加热器生成的至少一部分热量提供给冷却剂存储罐中的冷却剂。

[0048] 在一些示例性实施中,热模块可用于本文的系统和方法中以从气体/液体流中回收水。图3中所示的示例性热模块被配置为从阴极废气中回收水。它可以流体连接到燃料电池组件20和冷却剂模块30。

[0049] 实例:提升的电能回收的系统和方法

[0050] 在一些方面,本公开内容提供在燃料电池系统的操作期间提升的电能回收的方法。通过阴极风冷冷凝散热器的空气流可用于控制冷凝水回收率以实现净水平衡。冷凝散热器的热侧阴极废气可以穿过水分离器。然后可以将阴极废气直接递送到涡轮,或者可选地经由中间冷却器递送,其中当在加压条件下操作时,阴极废气从压缩机尾气中回收多余的热量。然后,阴极废气流可以膨胀穿过涡轮级以实现电能回收。

[0051] 在一些实施中,散热器风扇上的设定点可以降低以降低经由空气流排出的热量,从而导致来自风冷冷凝散热器的更高离开温度。在某些实施中,在水分离阶段之后可以将较高温度的废气直接引导至涡轮以提高涡轮入口温度。可选地,可以将来自散热器的热侧离开气体发送至空气中间冷却器,在该空气中间冷却器中,由于从热侧传递的热,通过加热而增加了热量,并因此增加了温度,其中热压缩机出口空气被冷却至与燃料电池堆栈兼容的温度。使用中冷器可以避免100%相对湿度的情况,这种情况会导致涡轮叶片在流膨胀时出现冷凝,从而导致叶片的尖端腐蚀。在使用中间冷却器的操作下,当气体被发送到涡轮级时,其相对湿度会降低,从而降低在膨胀和尖端腐蚀期间发生冷凝的可能性。中间冷却器还提供提高的涡轮入口温度,这可以导致从涡轮级回收更多的电能。

[0052] 在一些方面,当降低的冷凝回收率可以持续短时间的操作时,可以使用这些方法。这避免了在较长时间的操作中影响净水平衡。这些方法是有益的,因为它们可以提供来自燃料电池系统的峰值净电力的短期提升。在部分负载和低负载下提供了进一步的好处,其中当风扇上的最小设定点高以导致多余的冷凝水回收时,可以获得电气效率的边际增益。

[0053] 图4和5描绘了本公开内容的燃料电池系统和方法的某些实施的一些进一步的方面。图4描绘了图1所示系统的变体的基于涡轮的废气能量回收系统的一些方面。在一些实施中,来自阴极废气27(由流151a连接)、在气体出口76处离开分离器的阴极废气流(由流151c连接)、阳极气体吹扫流(图4和图5中未示出)、以及离开冷凝器71的流(由流151b连接)的一个或多个中的废气流的至少一部分可以被引导通过膨胀废气流150到膨胀涡轮200。在一些实施中,如图4所示的一个或多个的流151a、151b和151c可以组合为膨胀废气流150。所有三个流151a、151b和151c在图4中示出,但在一些实施中,可能只存在一个或两个流。在一些实施中,燃料电池系统中仅存在流151a。在其他实施方式中,燃料电池系统中仅存在流151b。在进一步的实施方式中,燃料电池系统中仅存在流151c。在其他实施中,燃料电池系

统中存在流151a、151b和151c中的两个。在进一步的实施中,燃料电池系统中存在所有三个流151a、151b和151c。在仍进一步的实施中,阳极气体吹扫流可与燃料电池系统中的流151a、151b和151c中的一种或多种组合。

[0054] 在一些实施中,膨胀涡轮200可以联接到或包括废气模块80的压缩机82,以提供在废气模块80操作期间运行压缩机82所需的一些或全部能量。在其他实施中,燃料电池系统可以省略废气模块80,并且在一些情况下可以包括稀释箱以在膨胀废气流150流到膨胀涡轮200之前降低膨胀废气流150中的氢气浓度。在某些实施中,膨胀涡轮200可以联接到或包括压缩机300,压缩机300为进入燃料电池组件20的一个或多个流体流提供压缩。膨胀涡轮200还可以包括本领域已知的发电机部件,其可用于回收来自膨胀废气流150的电能。发电机输出可用于向辅助设备部件供电或有助于燃料电池系统的整体电能输出。在进一步的实施中,中间冷却器250可以设置在膨胀涡轮200之前的膨胀废气流150的流动路径中。在一些实施中,来自压缩机300的一个或多个流体流155可以被中间冷却器250冷却,其可以被配置成通过中间冷却器部件经由从压缩的流体流155到膨胀废气流150的热传递来加热膨胀废气流150,如图5中示意性所示。冷却的流体流156然后可以在适当的、无损害的温度下被发送到燃料电池组件20以用于燃料电池堆栈操作,而进一步加热的膨胀废气流152被发送到膨胀涡轮200。图5示出了进入的流体流154通向压缩机300。流体流154可以是将流到阴极入口25的氧化剂流,例如空气。

[0055] 在某些实施中,在操作模式期间,热模块70中的一个或多个风扇73上的设定点可以降低到预定阈值水平以下以降低经由空气流排出的热,从而导致来自冷凝器71的更高的离开温度,其可用于提供更高温度的膨胀废气流150。此操作模式,在本文中也称为升温模式,其可导致冷凝回收率降低和更少的冷却剂流入冷却剂储存器模块30。升温模式可以持续短时间操作,以提供短期的能量输出提供。有限的操作时间可以避免净水平衡在较长的操作期间受到损害。在某些实施中,当冷却剂存储模块30中的冷却剂的量小于第一阈值量时,可以操作升温模式持续小于或等于第一预定操作时间限制的预定时间段。冷却剂存储模块30中的冷却剂的量可以以液位传感器测量或者可以从关于燃料电池系统的操作的数据中估计。在一些实施中,当冷却剂存储模块30中的冷却剂的量低于第二阈值量时,可以限制升温模式的发生。在某些实施中,当冷却剂存储模块30中的冷却剂的量大于第二阈值量时,可以操作升温模式持续第二预定操作时间限制。在一些实施中,第二预定操作时间限制可以长于第一预定操作时间限制。在某些实施中,当冷却剂存储模块30中的冷却剂的量大于第二阈值量时,可以连续操作升温模式,直到冷却剂存储模块中的冷却剂的量下降到第三阈值量以下。第三阈值量可以高于、等于或低于第二阈值量。

[0056] 在一些方面,本公开内容涉及操作燃料电池系统的方法。方法可以包括在某些情况下在升温模式下操作燃料电池系统。升温模式可用于响应来自燃料电池系统的下游用户、确定需要提高功率的自动化控制系统或用户和自动化控制系统的组合的提高电力输出的需求。升温模式可以包括在较低的设定点操作与冷凝器相关联的风扇,这降低了在与分离器流体连接的阴极废气流内冷凝的液体量。

[0057] 本领域普通技术人员将理解,多种材料可用于制造本文公开的装置和系统中的部件。任何合适的结构和/或材料均可用于本文所述的多种特征,并且技术人员将能够基于多种考虑选择合适的结构和材料,包括本文所公开的系统的预期用途、将在其中预期使用它

们的领域、在其中预期与它们一起使用的装备和/或附件,以及其他考虑因素。传统的聚合物、金属-聚合物复合材料、陶瓷和金属材料适用于多种组件。在下文中发现和/或开发的被确定适用于本文所述的特征和元件中使用的材料也将被认为是可接受的。

[0058] 当本文使用范围用于物理性质(例如分子量),或化学性质(例如化学式)时,旨在包括其中对于具体示例的范围的所有组合和子组合。

[0059] 本文件中引用或描述的每个专利、专利申请和出版物的公开内容通过引用以其整体并入本文。

[0060] 本领域普通技术人员将理解,可以对本公开内容的示例进行多种改变和修改,并且可以在不脱离本公开内容的精神的情况下进行这样的改变和修改。因此,旨在所附权利要求涵盖落入本公开内容的真实精神和范围内的所有此类等效变化。

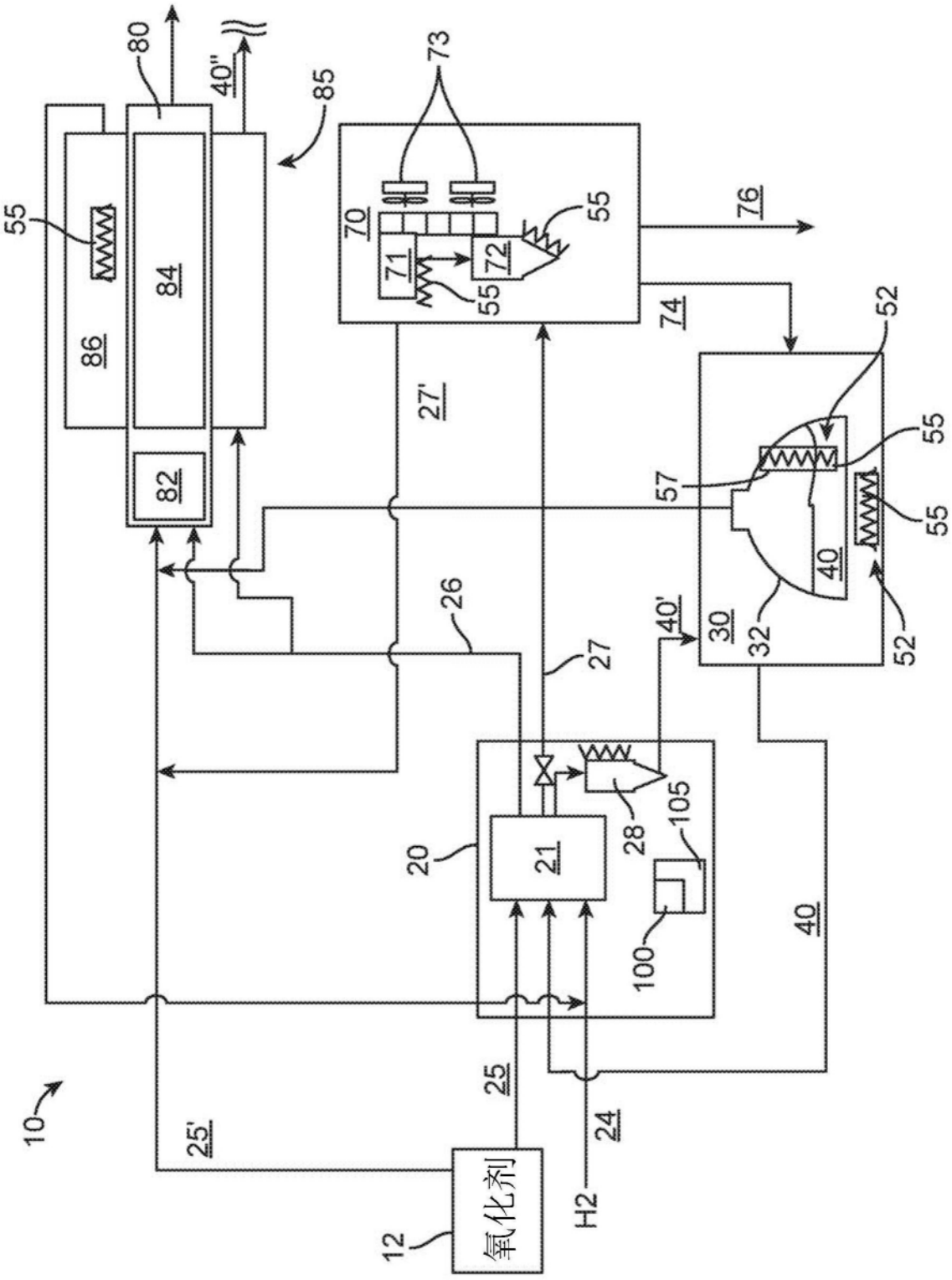

10
12
氧化剂
H2
24
25
25'
20
21
28
105
100
40
26
27
27'
40'
30
32
40
52
55
57
70
71
72
73
74
76
80
82
84
85
86
40"

图1

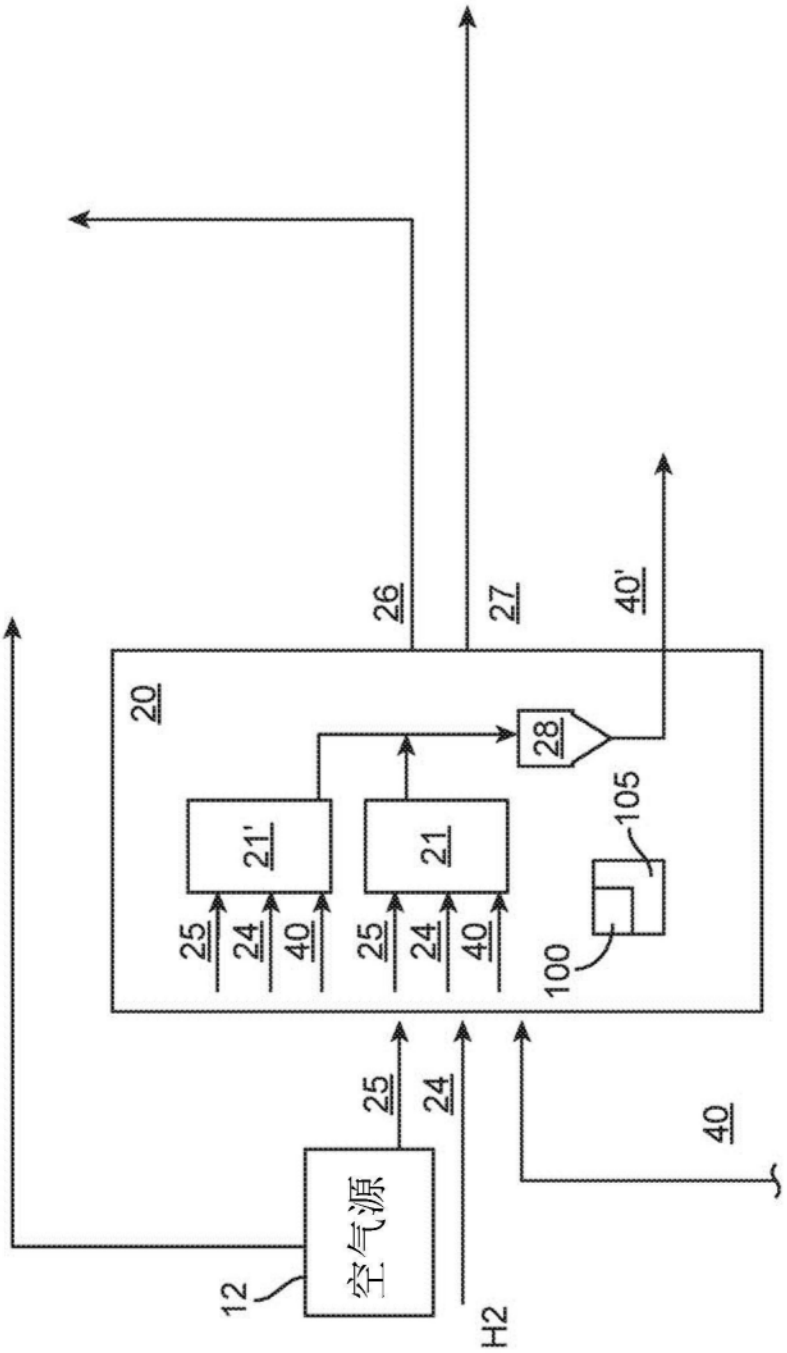


图1B

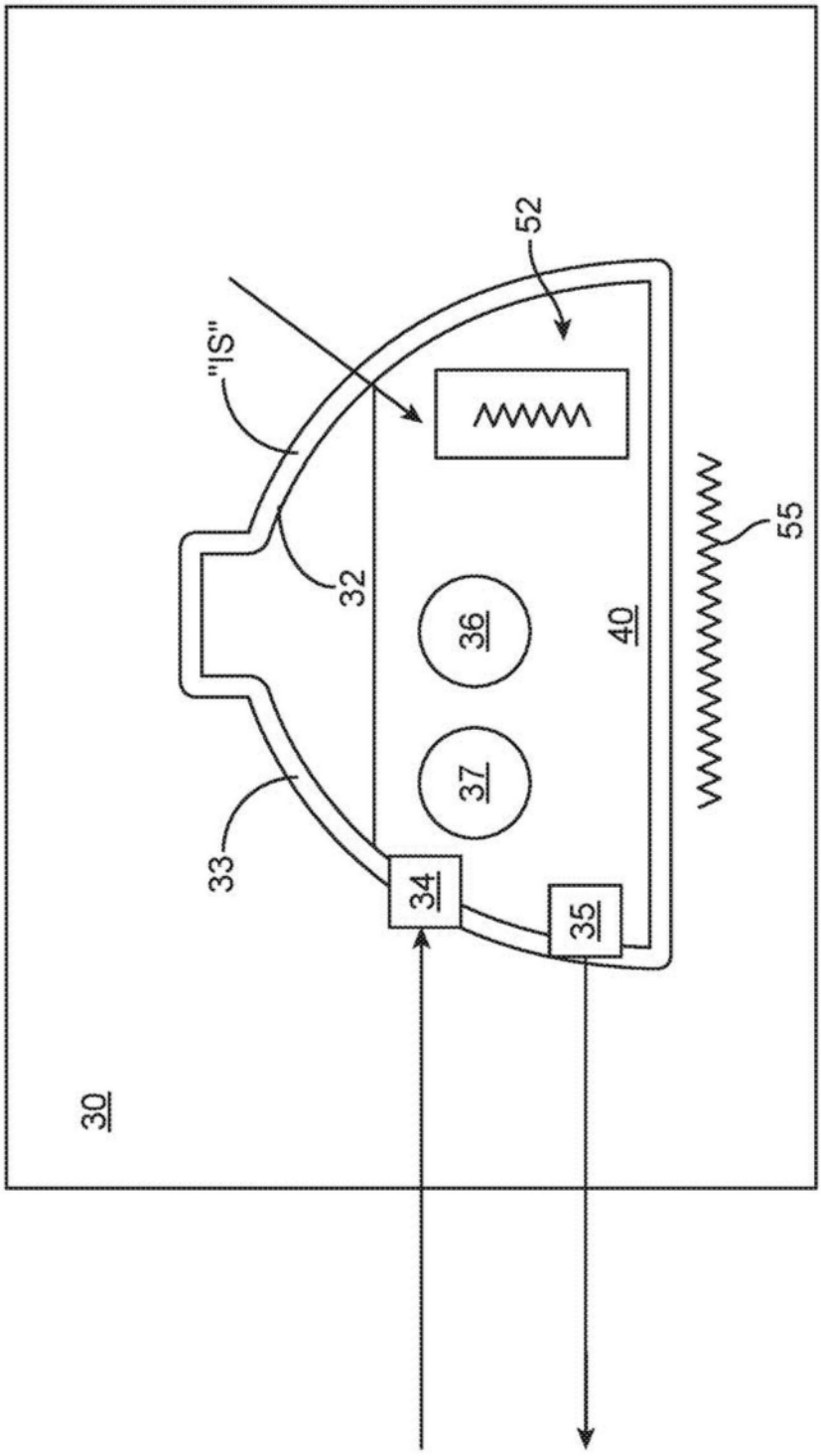


图2

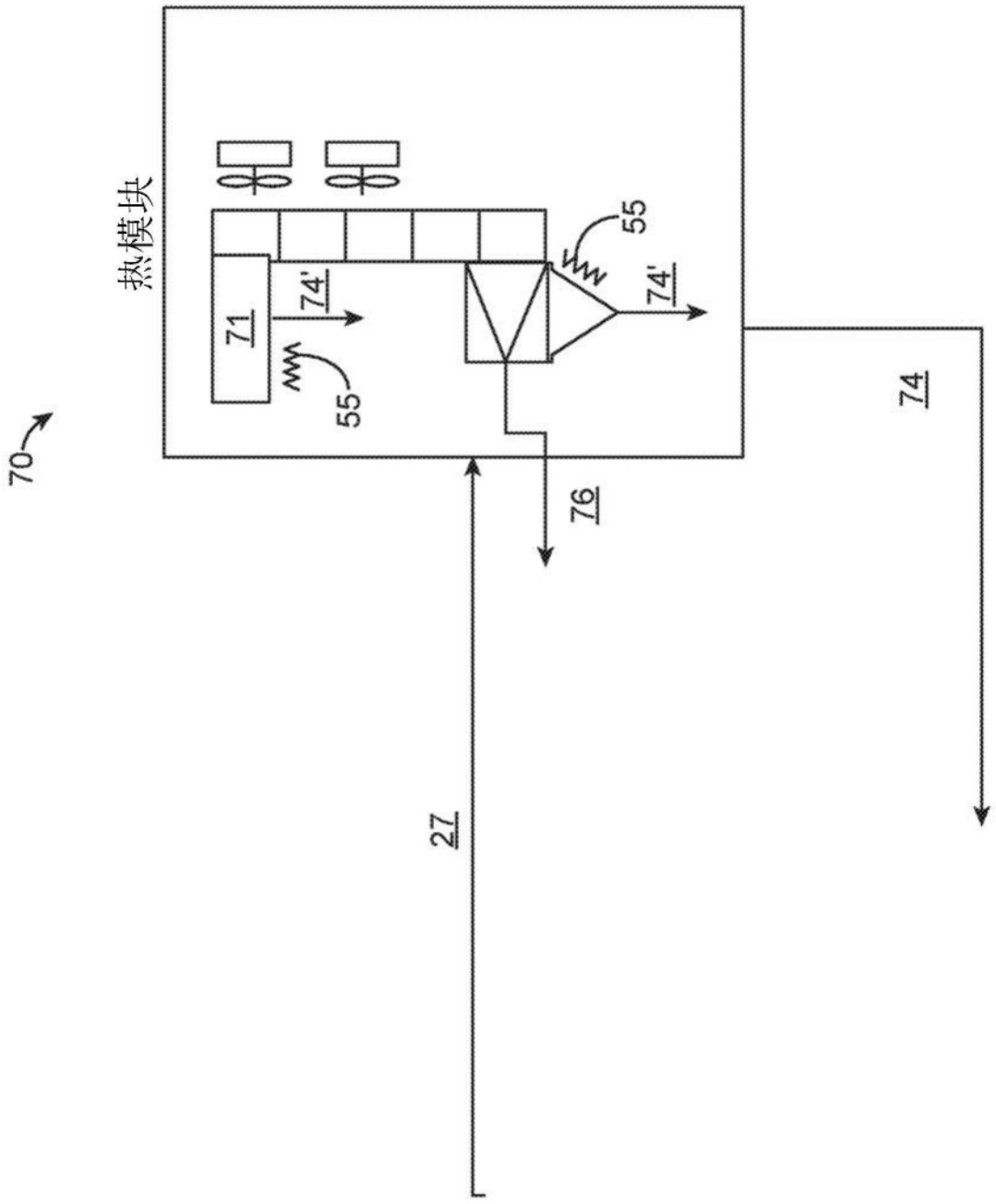


图3

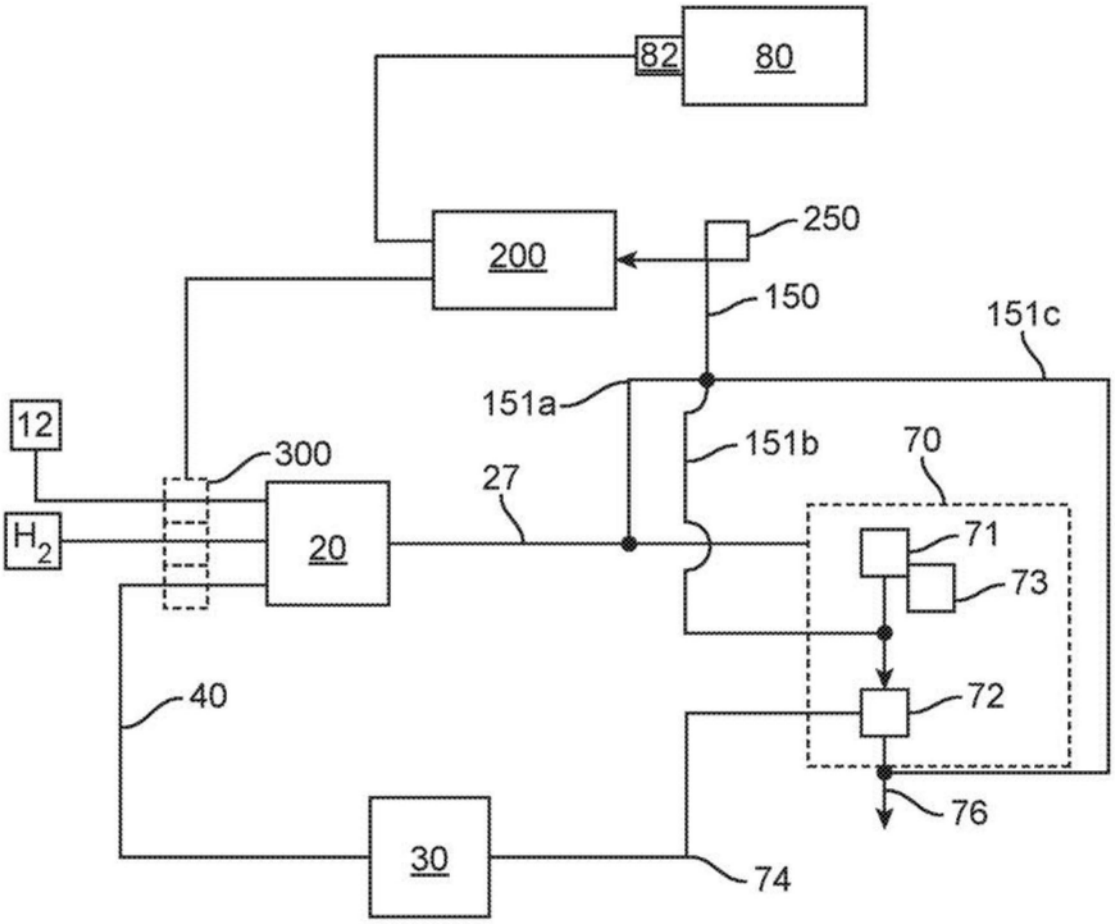

82
80
200
250
150
151c
151a
151b
70
12
300
27
H_2
20
71
73
40
72
76
30
74

图4

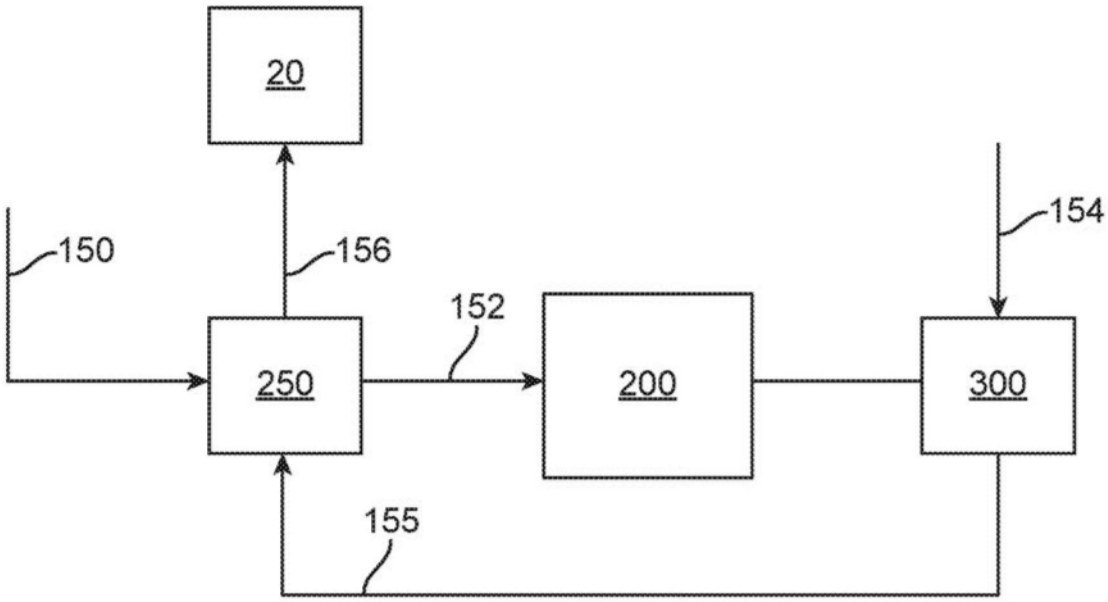

20
150
156
154
152
250
200
300
155

图5