



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114976112 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 19

(21) 申请号 202210610587.2

H01M 8/0662 (2016.01)

(22) 申请日 2022.05.31

H01M 8/0668 (2016.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114976112 A

(56) 对比文件

CN 1330700 A, 2002.01.09

JP H11278806 A, 1999.10.12

US 2004265223 A1, 2004.12.30

CN 111509279 A, 2020.08.07

CN 110228791 A, 2019.09.13

JP 2015213023 A, 2015.11.26

CN 110416572 A, 2019.11.05

(43) 申请公布日 2022.08.30

(73) 专利权人 厦门固洛璞科技有限公司

地址 361000 福建省厦门市思明区镇海路
26号五楼F区10单元

(72) 发明人 孙毅飞 蔡嘉斌

审查员 余志敏

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理
有限公司 11250

专利代理师 闫聪彦

(51) Int. Cl.

H01M 8/04014 (2016.01)

H01M 8/0612 (2016.01)

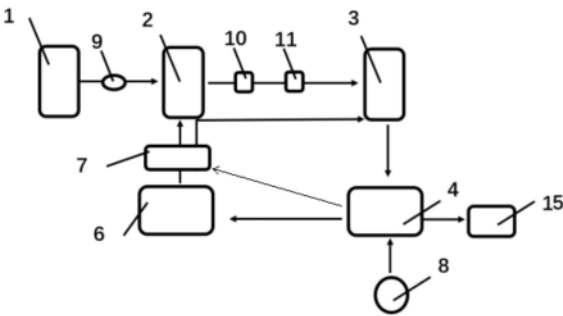
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统及其热能利用方法

(57) 摘要

本发明属于氢能利用技术领域,具体涉及一种以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统及其热能利用方法。该系统包括甲酸制氢单元、燃料电池单元和换热单元,甲酸制氢单元包括甲酸储存装置和甲酸分解制氢装置,燃料电池单元包括燃料电池和储能电池,甲酸分解制氢装置连接燃料电池的阳极,换热单元包括尾气燃烧装置和换热装置,利用尾气燃烧装置产生的高温水蒸汽以及燃料电池的冷却水所携带的热量,为甲酸裂解制氢装置、甲酸储存装置、CO氧化装置等供热,实现了系统能量的梯级利用,提高了整个系统能效,从而保证系统无需过多地依赖外界的能量供给。本发明具有零排放,安全高效,效率高等优势,解决了氢能及燃料电池推广在安全便捷方面的瓶颈问题。



1. 一种以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,包括甲酸制氢单元、燃料电池单元以及换热单元,所述甲酸制氢单元包括甲酸储存装置(1)和甲酸分解制氢装置(2),所述燃料电池单元包括燃料电池(4)和储能电池(15),所述甲酸分解制氢装置(2)连接所述燃料电池(4)的阳极;其特征在于:

所述甲酸分解制氢装置(2)包括反应器本体及设置于所述反应器本体外围的第一腔体,所述第一腔体用于填充第一保温介质;

所述换热单元包括尾气燃烧装置(6)和换热装置(7),所述尾气燃烧装置(6)的进口与所述燃料电池(4)的阳极和阴极连通,所述尾气燃烧装置(6)的出口连接所述换热装置(7),所述换热装置(7)与所述第一腔体相连,用于将所述尾气燃烧装置(6)产生的热量与所述第一保温介质进行热交换;所述换热装置(7)与所述燃料电池(4)的冷却水管路出口连接,用于将所述燃料电池(4)的冷却水携带的热量与所述第一保温介质进行热交换;

所述甲酸储存装置(1)包括储存器本体及设置于所述储存器本体外围的第二腔体,所述第二腔体用于填充第二保温介质;所述换热装置(7)与所述第二腔体相连,用于将所述尾气燃烧装置(6)产生的热量和/或所述燃料电池(4)的冷却水携带的热量与所述第二保温介质进行热交换;

所述甲酸制氢单元还包括气体纯化装置(3),所述气体纯化装置(3)包括依次连接的水蒸气吸收装置(12)、甲酸吸收装置(13)、氢气分离装置(14)和二氧化碳吸收装置(5),所述水蒸气吸收装置(12)连接所述甲酸分解制氢装置(2),所述氢气分离装置(14)连接所述燃料电池(4)的阳极;或者,所述气体纯化装置(3)包括依次连接的水蒸气吸收装置(12)、甲酸吸收装置(13)、CO氧化装置和二氧化碳吸收装置(5),所述水蒸气吸收装置(12)连接所述甲酸分解制氢装置(2),所述二氧化碳吸收装置(5)连接所述燃料电池(4)的阳极。

2. 根据权利要求1所述的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,其特征在于,所述换热装置(7)与所述CO氧化装置连接,用于将所述尾气燃烧装置(6)产生的热量和/或所述燃料电池(4)的冷却水携带的热量为所述CO氧化装置供热。

3. 根据权利要求1所述的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,其特征在于,在所述反应器本体内设置有搅拌装置、压力检测装置及温度检测装置。

4. 根据权利要求1所述的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,其特征在于,在所述甲酸分解制氢装置(2)与气体纯化装置(3)之间的管路上还设置有气体稳流阀(10)和气体稳压阀(11);和/或

在所述甲酸储存装置(1)与所述甲酸分解制氢装置(2)之间的管路上还设置有进液泵(9)。

5. 根据权利要求1所述的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,其特征在于,所述燃料电池单元还包括空气泵及净化装置(8),所述空气泵及净化装置(8)与所述燃料电池(4)的阴极连接。

6. 如权利要求1-5任一项所述的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统的热能利用方法,其特征在于,包括如下步骤:

将所述燃料电池(4)中未反应的气体送入所述尾气燃烧装置(6)中进行燃烧,产生的水蒸汽经所述换热装置(7)为所述甲酸分解制氢装置(2)和所述甲酸储存装置(1)供热。

7. 根据权利要求6所述的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统的热能利用方法,其特

征在于,所述水蒸汽经所述换热装置(7)为所述CO氧化装置供热。

8.权利要求6或7所述的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统的热能利用方法,其特征在于,将所述燃料电池(4)的冷却水送入所述换热装置(7)中,为所述甲酸分解制氢装置(2)、所述甲酸储存装置(1)和/或所述CO氧化装置供热。

以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统及其热能利用方法

技术领域

[0001] 本发明属于氢能利用技术领域,具体涉及一种以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统及其热能利用方法。

背景技术

[0002] 能源是人类社会存在和发展的重要物质基础,能源的利用和变革也是保证国家竞争力的根本。在人口不断增长和生活水平不断提高的今天,能源消费已呈指数增长趋势,但地球上不可再生的化石能源被少数几个外国寡头垄断,由此引发的能源分配紧张问题已愈发严重。此外,传统内燃机对化石能源的利用率低,且其消耗所产生的大量二氧化碳对地球的生态环境也造成了严重影响。因此,摆脱对传统化石能源体系的依赖,加大绿色且可再生资源如氢能的使用,具有重要的科学及战略意义。

[0003] 燃料电池是将氢和氧分别通入具有电催化活性的电极,并将氢气中的化学能直接转化为电能的装置,反应的唯一产物是水。燃料电池具有四大优势:一是低温静噪;二是结构紧凑、重量轻、维护成本小;三是可持续发电无需充电;四是能量转换率高(超过60%,为内燃机的两倍)。目前,燃料电池已在无人机、车辆以及撬装式发电系统等需要持续供能的领域有着广泛的应用,且被认为将在未来的能源系统中发挥重要作用。但遗憾的是,基于燃料电池的发电供能系统正面临着一个重要的瓶颈问题:氢气安全高效储存运输的困难。传统的氢气运输补给方式是采用约20兆帕的高压储氢长管拖车,其氢气装卸过程繁琐,包含加压、装载、运输、卸压等多步过程,且单次充/放一车氢气所耗时间约4~5小时,除此之外运输成本十分高昂,9~10元/kg氢气/100公里,储力却十分低下,以30吨载重量的长管拖车为例,仅能携带300Kg氢气,由此导致便捷性差。而液氢储存本身能耗非常大,技术壁垒也很高。

[0004] 与传统的压缩储氢及液态储氢法不同,目前以化学物质为氢气载体,在温和条件下完成对氢气的储存与运输,并在供能系统需要用氢时将其高效催化分解放出,做到即产、即产即用,已成为当下氢能利用发展的一大热点。但目前较为主流的化学储/运/制氢法都存在不同的缺陷,例如,电解水制氢技术成本高(>100元/kg H₂)、本身能耗十分高昂,更无法适用于海上、野外等应用场景;而甲醇重整制氢一般需要250℃以上的高温及30-50个大气压的高压,且氢气纯度较差,含有很高浓度(>1%)的CO,需对产物进行深度提纯,否则极易使燃料电池中毒,这造成了成本的提升。

[0005] 为此,现有技术公开了一种以甲酸制氢为原料的燃料电池系统,包括甲酸泵、甲酸反应釜、换热装置、燃料电池电堆、电堆冷却水系统、冷却水输出管路以及冷却水回流管路,该系统将甲酸反应釜中甲酸裂解产生的氢气直接送入燃料电池电堆产电,产电过程中产生的热量经电堆冷却水系统传导给换热装置,从而为甲酸反应釜中的甲酸换热。虽然该技术是以甲酸作为燃料电池的氢原料,克服了电解水或甲醇制氢存在的上述缺陷,但该技术依然存在如下问题:(1)由于燃料电池的工作温度一般是80℃,所以由冷却水带出来的热的品味比较低,并且如果甲酸反应釜需要的是80℃以上的温度,那么该技术中的冷却水是做不

到换热的,也即该技术无法满足不同反应温度反应器的需求;(2) 该技术直接将甲酸裂解产生的氢气送入燃料电池中,而未作任何提纯处理,事实上,甲酸裂解产生的气体中除了氢气之外,还含有少量的CO、CO₂及甲酸和水蒸气,将这样的混合气体送入燃料电池,会给电池带来灭顶之灾。因此,非常有必要对现有技术进行改进,以尽可能地优化甲酸制氢-燃料电池系统的各项性能。

发明内容

[0006] 鉴于此,本发明首要解决的技术问题是现有的甲酸制氢-燃料电池系统因利用电池冷却水加热甲酸反应器所导致的换热效率差的缺陷,进而提供一种可实现能量梯级高效利用的甲酸制氢-燃料电池系统。

[0007] 本发明要解决的另一技术问题是现有的甲酸制氢-燃料电池系统电池寿命短的缺陷,进而提供一种对电池无毒害且零碳排放的甲酸制氢-燃料电池系统。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0009] 一方面,本发明提供了一种以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,包括甲酸制氢单元、燃料电池单元以及换热单元,所述甲酸制氢单元包括甲酸储存装置和甲酸分解制氢装置,所述燃料电池单元包括燃料电池和储能电池,所述甲酸分解制氢装置连接所述燃料电池的阳极;

[0010] 所述甲酸分解制氢装置包括反应器本体及设置于所述反应器本体外围的第一腔体,所述第一腔体用于填充第一保温介质;

[0011] 所述换热单元包括尾气燃烧装置和换热装置,所述尾气燃烧装置的进口与所述燃料电池的阳极和阴极连通,所述尾气燃烧装置的出口连接所述换热装置,所述换热装置与所述第一腔体相连,用于将所述尾气燃烧装置产生的热量与所述第一保温介质进行热交换。

[0012] 可选地,所述换热装置与所述燃料电池的冷却水管路出口连接,用于将所述燃料电池的冷却水携带的热量与所述第一保温介质进行热交换。

[0013] 可选地,所述甲酸储存装置包括储存器本体及设置于所述储存器本体外围的第二腔体,所述第二腔体用于填充第二保温介质;所述换热装置与所述第二腔体相连,用于将所述尾气燃烧装置产生的热量和/或所述燃料电池的冷却水携带的热量与所述第二保温介质进行热交换。

[0014] 可选地,所述甲酸制氢单元还包括气体纯化装置,所述气体纯化装置包括依次连接的水蒸气吸收装置、甲酸吸收装置、氢气分离装置和二氧化碳吸收装置,所述水蒸气吸收装置连接所述甲酸分解制氢装置,所述氢气分离装置连接所述燃料电池的阳极。

[0015] 作为另一种实施方式,所述甲酸制氢单元还包括气体纯化装置,所述气体纯化装置包括依次连接的水蒸气吸收装置、甲酸吸收装置、CO氧化装置和二氧化碳吸收装置,所述水蒸气吸收装置连接所述甲酸分解制氢装置,所述二氧化碳吸收装置连接所述燃料电池的阳极。

[0016] 可选地,所述换热装置与所述CO氧化装置连接,用于将所述尾气燃烧装置产生的热量和/或所述燃料电池的冷却水携带的热量为所述CO氧化装置供热。

[0017] 可选地,在所述反应器本体内设置有搅拌装置、压力检测装置及温度检测装置。

[0018] 可选地,在所述甲酸分解制氢装置与气体纯化装置之间的管路上还设置有气体稳流阀和气体稳压阀。

[0019] 可选地,在所述甲酸储存装置与所述甲酸分解制氢装置之间的管路上还设置有进液泵。

[0020] 可选地,所述燃料电池单元还包括空气泵及净化装置,所述空气泵及净化装置与所述燃料电池的阴极连接。

[0021] 另一方面,本发明还提供了上述以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统的热能利用方法,包括如下步骤:

[0022] 将所述燃料电池中未反应的气体送入所述尾气燃烧装置中进行燃烧,产生的水蒸汽经所述换热装置为所述甲酸分解制氢装置供热。

[0023] 优选地,所述水蒸汽经所述换热装置为所述甲酸储存装置和/或所述CO氧化装置供热。

[0024] 优选地,将所述燃料电池的冷却水送入所述换热装置中,为所述甲酸分解制氢装置、所述甲酸储存装置、所述CO氧化装置中的任意一个或多个装置供热。

[0025] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有如下优点:

[0026] 1、本发明提供的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,包括甲酸制氢单元、燃料电池单元以及换热单元,甲酸制氢单元包括甲酸储存装置和甲酸分解制氢装置,所述燃料电池单元包括燃料电池和储能电池,甲酸分解制氢装置连接燃料电池的阳极;甲酸分解制氢装置包括反应器本体及设置于反应器本体外围的第一腔体,第一腔体用于填充第一保温介质,换热单元包括尾气燃烧装置和换热装置,尾气燃烧装置的进口与燃料电池的阳极和阴极连通,尾气燃烧装置的出口连接换热装置,换热装置与第一腔体相连,用于将尾气燃烧装置产生的热量与第一保温介质进行热交换。本发明利用尾气燃烧装置使燃料电池中未参与反应的氢气和氧气燃烧产生高温水蒸汽,再将高温水蒸汽与甲酸分解制氢装置的保温介质换热,从而为甲酸制氢反应提供热量。由于高温水蒸汽的温度可达100℃以上,因此本发明可满足不同甲酸制氢反应对温度的需求。

[0027] 2、本发明提供的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,通过将甲酸储存装置设置成包括储存器本体及其外围的用于填充第二保温介质的第二腔体,并将尾气燃烧装置产生的高温水蒸汽与第二保温介质进行换热,从而实现对甲酸原料的加热和保温。当裂解反应发生所需甲酸流量较大时,甲酸储存装置中的恒温甲酸可以较大的流量流入甲酸分解制氢装置中,并迅速参与反应,从而提高了系统能效。

[0028] 3、本发明提供的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,由于甲酸裂解制氢反应是在一定的温度和压力下进行的,因此产物气体中除含有氢气外,还有少量CO、CO₂以及携带部分气态甲酸和水蒸气,这会对氢气的纯度造成不利影响,并且甲酸会对后续的用氢设备造成腐蚀,CO和CO₂会导致燃料电池性能严重下降,而水蒸气会使氢气浓度降低,造成后续用氢设备效率降低,因此必须除去。本发明先采用冷凝法让水蒸气冷却,该步骤不耗能,再采用碱吸收剂吸附残余的甲酸蒸汽,能耗较低,然后采用氢分离装置分离出高纯氢气,尾气则送入二氧化碳吸收装置以回收二氧化碳,或者采用CO氧化装置将经甲酸吸收装置处理后的气体中的CO氧化为CO₂,再结合二氧化碳吸收装置以回收二氧化碳,这样既保证整个系统零碳排放,同时也可以实现对二氧化碳的販售,获得更多利润。

[0029] 4、本发明提供的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,利用尾气燃烧装置产生的高温水蒸汽为CO氧化装置供热,有效利用了系统的热能。

[0030] 本发明提供的以甲酸为储制氢介质的燃料电池系统,针对氢能难以安全高效储存释放,及基于燃料电池的发电模块难以实现高效补给等现状,以甲酸为储制氢介质,通过高效催化剂作用,释放富氢气体,经纯化直接为燃料电池使用,并通过热能循环手段,即利用尾气燃烧装置产生的高温水蒸汽以及燃料电池的冷却水所携带的热量为甲酸裂解制氢装置、甲酸储存装置、CO氧化装置等需能装置供热,实现了能量梯级利用,提高了整个系统的能效,从而保证系统无需过多地依赖外界的能量供给。因此,本系统具有零排放,安全高效,效率高等优势,解决了氢能及燃料电池推广在安全便捷方面的瓶颈问题。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式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,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,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。

[0032] 图1为实施例1中的燃料电池系统的结构示意图;

[0033] 图2为实施例1中气体纯化装置的结构示意图。

[0034] 其中,附图标记说明如下:

[0035] 1-甲酸储存装置;2-甲酸分解制氢装置;3-气体纯化装置;4-燃料电池;5-二氧化碳吸收装置;6-尾气燃烧装置;7-换热装置;8-空气泵及净化装置;9-进液泵;10-气体稳流阀;11-气体稳压阀;12-水蒸气吸收装置;13-甲酸吸收装置;14-氢气分离装置;15-储能电池。

具体实施方式

[0036] 提供下述实施例是为了更好地进一步理解本发明,并不局限于所述最佳实施方式,不对本发明的内容和保护范围构成限制,任何人在本发明的启示下或是将本发明与其他现有技术的特征进行组合而得出的任何与本发明相同或相近似的产品,均落在本发明的保护范围之内。

[0037] 实施例中未注明具体实验步骤或条件者,按照本领域内的文献所描述的常规实验步骤的操作或条件即可进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市购获得的常规试剂产品。

[0038] 实施例1

[0039] 如图1所示的燃料电池系统,包括:

[0040] 燃料电池单元,其包括燃料电池4、储能电池15和空气泵及净化装置8,空气泵及净化装置8与燃料电池4的阴极连接,用于将净化(如除尘、除CO₂)后的空气送入阴极,燃料电池4产生的电能储存在储能电池15中。

[0041] 甲酸制氢单元,其包括甲酸储存装置1、甲酸分解制氢装置2和气体纯化装置。在甲酸储存装置1和甲酸分解制氢装置2之间的管路上设置有进液泵9,用于将甲酸储存装置1中的甲酸泵入甲酸分解制氢装置2中。甲酸储存装置1包括储存器本体及设置于储存器本体外

围的第二腔体,第二腔体用于填充第二保温介质如硅油或水。甲酸分解制氢装置2包括反应器本体及设置于该反应器本体外围的第一腔体,第一腔体用于填充第一保温介质,例如可以是硅油,也可以是水,在反应器本体内设置有搅拌装置、压力检测装置及温度检测装置,用于更好地监控甲酸裂解反应的进程。在甲酸分解制氢装置3与气体纯化装置之间的管路上还设置有气体稳流阀10和气体稳压阀11,以调节气体的流量和压力。

[0042] 如图2所示,本实施例中的气体纯化装置包括依次连接的水蒸气吸收装置12、甲酸吸收装置13、氢气分离装置14和二氧化碳吸收装置5,其中,水蒸气吸收装置12连接甲酸分解制氢装置2,氢气分离装置14连接燃料电池4的阳极。在本实施例中,水蒸气吸收装置12为冷阱,甲酸吸收装置13中的工作介质为MgO颗粒,氢气分离装置14为钯膜管,由钯膜管分离得到的高纯氢气进入燃料电池4的阳极,钯膜管的尾气则进入二氧化碳吸收装置5中以回收二氧化碳,因尾气中CO含量非常少,仅为CO₂含量的万分之一以下,所以CO₂纯度为99.99%以上,无需再额外处理CO。本实施例先采用冷凝法让水蒸气冷却,该步骤不耗能,再采用碱吸收剂吸附残余的甲酸蒸汽,能耗较低,并且还回收了CO₂,这样既保证整个系统零碳排放,还可实现对二氧化碳的販售,获得更多利润。

[0043] 以及换热单元,包括尾气燃烧装置6和换热装置7,尾气燃烧装置6的进口与燃料电池4的阳极和阴极连通,使得燃料电池4中未反应的氢气和氧气可在尾气燃烧装置6中燃烧产生高温水蒸汽,尾气燃烧装置6的出口连接换热装置7的热介质通道进口,以使高温水蒸汽作为换热装置7的热介质提供热量,经换热后的热介质由换热装置7的热介质通道出口排出。由于高温水蒸汽的温度可达100℃以上,因此本实施例提供的燃料电池系统可满足甲酸制氢反应对温度的需求。换热装置7的冷介质通道一方面与甲酸分解制氢装置2的第一腔体相连,用于将尾气燃烧装置6产生的高温水蒸汽与第一保温介质进行热交换,从而为甲酸分解制氢装置2供热。另一方面,换热装置7的冷介质通道还与甲酸储存装置1的第二腔体相连,用于将尾气燃烧装置6产生的热量与第二保温介质进行加热和保温。这样当裂解反应发生所需甲酸流量较大时,甲酸储存装置中的恒温甲酸可以较大的流量流入甲酸分解制氢装置中,并迅速参与反应,从而提高了系统能效。

[0044] 根据实际需要,换热装置7的热介质通道还可进一步与燃料电池4的冷却水管路出口连接,用于将燃料电池4的冷却水携带的热量与第一保温介质和/或第二保温介质进行热交换,有效利用了系统的热能。

[0045] 本实施例中的燃料电池系统,针对氢能难以安全高效储存释放,及基于燃料电池的发电模块难以实现高效补给等现状,以甲酸为储制氢介质,通过高效催化剂作用,释放富氢气体,经纯化直接为燃料电池使用,并通过热能循环手段,即利用尾气燃烧装置产生的高温水蒸汽以及燃料电池的冷却水所携带的热量为甲酸裂解制氢装置、甲酸储存装置、CO氧化装置等需能装置供热,实现了能量梯级利用,提高了整个系统的能效,从而保证系统无需过多地依赖外界的能量供给。因此,本系统具有零排放,安全高效,效率高等优势,解决了氢能及燃料电池推广在安全便捷方面的瓶颈问题。

[0046] 本实施例提供的燃料电池系统的工作模式下:

[0047] 系统启动时,若系统需要在一定温度下发生反应,则由外部电源供电,给甲酸分解制氢装置加热,若系统可以在常温常压下运行,则无需外界供能。甲酸储存装置1中储存的甲酸在进液泵9的作用下进入甲酸分解制氢装置2中进行催化反应,释放富氢气体,该气体

经由气体稳流阀10和气体稳压阀11依次进入水蒸气吸收装置12、甲酸吸收装置13、氢气分离装置14中进行多步纯化,得到的高纯氢气进入燃料电池4的阳极,而 CO_2 则进入二氧化碳吸收装置5中进行回收封存。利用空气泵及净化装置8将净化后的空气送入燃料电池4的阴极,燃料电池4开始工作并持续产电和产热,电能储存在储能电池15中,热能被燃料电池4的冷却水带走,同时燃料电池4中未反应的氢气和氧气则进入尾气燃烧装置6中进行燃烧,产生的高温水蒸汽进入换热装置7的热介质通道,可为甲酸分解制氢装置2、甲酸储存装置1、CO氧化装置等供热。根据需要,也可将燃料电池4的冷却水送入换热装置7的热介质通道,从而为甲酸分解制氢装置2、甲酸储存装置1、CO氧化装置等供热。

[0048] 实施例2

[0049] 本实施例中的燃料电池系统的结构与实施例1类似,不同之处在于,采用成本更低的CO氧化装置代替实施例1中的氢气分离装置钯膜管,相应地,由二氧化碳吸收装置5连接燃料电池4的阳极。CO氧化装置可以将经甲酸吸收装置13处理后的气体中的CO氧化为 CO_2 ,再结合二氧化碳吸收装置5以回收二氧化碳,这样就可得到高纯氢气,既保证了整个系统零碳排放,还可实现对二氧化碳的贩售,获得更多利润。本实施例中,水蒸气吸收装置12中的工作介质为硅胶,甲酸吸收装置13中的工作介质为CaO颗粒。

[0050] 换热装置7的冷介质通道还可与CO氧化装置连接,用于将尾气燃烧装置6产生的热量和/或燃料电池4的冷却水携带的热量为CO氧化装置供热。

[0051] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

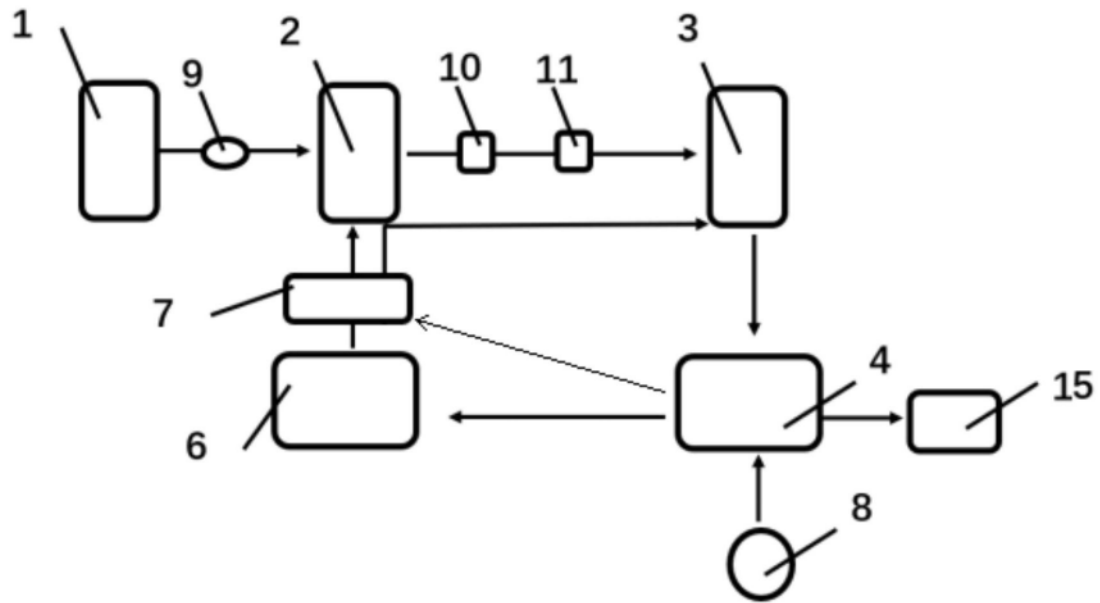


图1

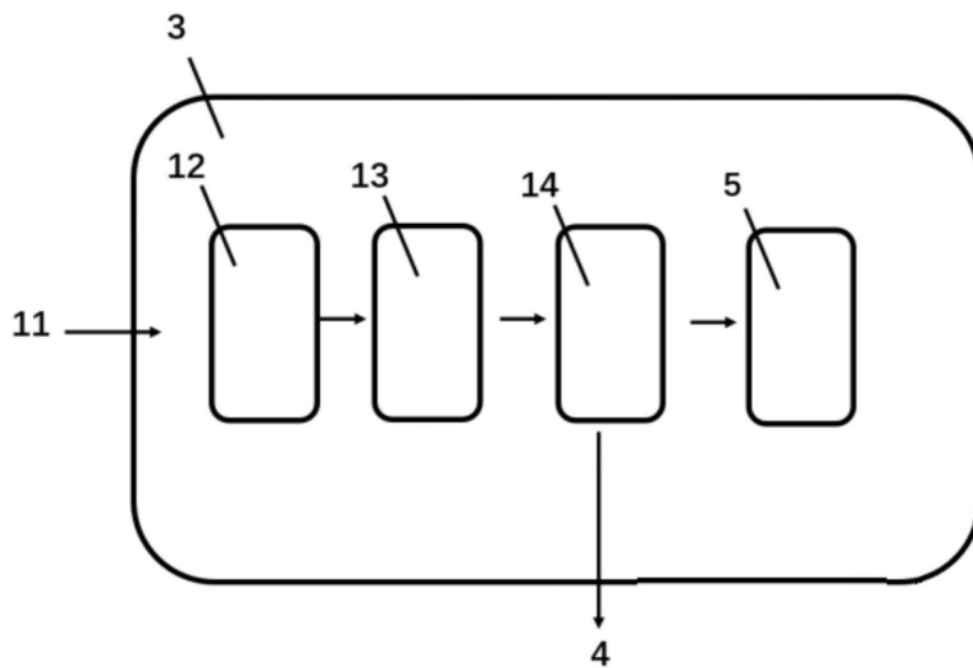


图2