



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113079706 B

(45) 授权公告日 2024.05.28

(21) 申请号 202080006289.1

安德斯·R·科尔斯加德

(22) 申请日 2019.11.20

(74) 专利代理机构 北京市铸成律师事务所

(65) 同一申请的已公布的文献号

11313

申请公布号 CN 113079706 A

专利代理师 王丹丹 王云红

(43) 申请公布日 2021.07.06

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

H01M 8/0612 (2016.01)

PA201870763 2018.11.20 DK

C01B 3/38 (2006.01)

PA201970389 2019.06.21 DK

H01M 8/00 (2016.01)

H01M 8/04298 (2016.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01M 8/06 (2016.01)

2021.05.19

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/DK2019/050362 2019.11.20

CN 101589498 A, 2009.11.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/103995 EN 2020.05.28

JP 2004111129 A, 2004.04.08

CN 102216206 A, 2011.10.12

JP 2008303128 A, 2008.12.18

WO 2017148487 A1, 2017.09.08

GB 201103001 D0, 2011.04.06

(73) 专利权人 蓝界科技控股公司

地址 丹麦, 奥尔堡

审查员 关瞳

(72) 发明人 麦斯·邦

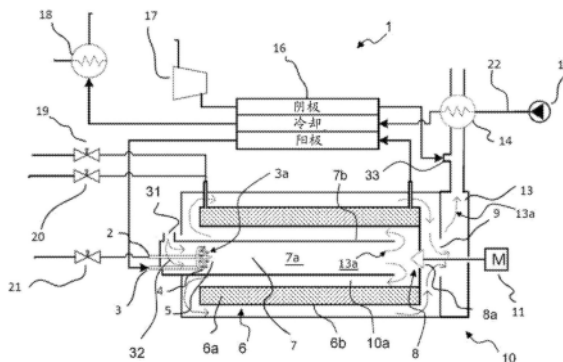
权利要求书4页 说明书17页 附图6页

(54) 发明名称

燃料电池系统及其用途和操作方法

(57) 摘要

在燃料电池系统(例如,HTPEM燃料电池)中,通过以下方式来采用阀系统(8):选择性地将来自燃烧器(7)的排气引导到重整器(6)以用于加热所述重整器(6),尤其是在正常操作期间,或者在起动机况下引导所述排气绕所述重整器,以便在开始加热重整器(6)之前加热燃料电池堆(16)。任选地,提供一种紧凑型燃烧器/重整器单元(1)。



1. 一种燃料电池系统,其包括:

燃料电池 (16);

冷却回路 (22),所述冷却回路 (22) 用于使冷却剂再循环通过所述燃料电池 (16),以用于利用所述冷却剂来调整所述燃料电池 (16) 的温度;

重整器 (6),所述重整器 (6) 包括由重整器壁 (6b) 包封并且被配置用于将燃料蒸气催化转化成合成气的催化剂 (6a),其中所述重整器 (6) 通过管道连接到所述燃料电池 (16) 的阳极侧以将合成气提供到所述燃料电池 (16);

蒸发器 (28),所述蒸发器 (28) 被配置用于蒸发液体燃料并且通过管道连接到所述重整器 (6) 以将蒸发的燃料提供到所述重整器;

液体燃料供应装置 (2, 19),所述液体燃料供应装置 (2, 19) 通过管道连接到所述蒸发器以用于将液体燃料提供到所述蒸发器;

燃烧器 (7),所述燃烧器 (7) 包括位于燃烧器壁 (7b) 内部的燃烧器室 (7a),其中所述燃烧器室 (7a) 被配置用于通过燃烧阳极废气或燃料或两者来提供烟道气 (13a),其中所述燃烧器室 (7a) 与所述重整器壁 (6b) 流体流动连通以使所述烟道气 (13a) 从所述燃烧器室 (7a) 流动到所述重整器壁 (6b) 并且沿着所述重整器壁 (6b) 流动以将来自所述烟道气 (13a) 的热量传递到所述重整器壁 (6b),以用于通过穿过所述重整器壁 (6b) 的热传递来加热所述催化剂 (6a);

其特征在于,所述燃料电池系统包括旁通阀 (8),所述旁通阀 (8) 与所述燃烧器室 (7a) 连通,并且被配置用于调节所述烟道气 (13a) 在以下两者之间的流动:

a) 沿着所述重整器壁 (6b) 的流动,

以及

b) 通过烟道气出口管道 (9) 从所述燃烧器室 (7a) 流出从而绕过所述重整器壁 (6b) 以用于防止其沿着所述重整器壁 (6b) 流动的流动;

其中所述烟道气出口管道 (9) 在其下游侧与用于将来自所述烟道气 (13a) 的热能传递到所述冷却回路 (22) 中的所述冷却剂的热交换器 (14) 流体连通以将热能传递到所述冷却剂;其中所述旁通阀 (8) 被配置用于在所述燃料电池系统的起动期间的起动配置状态与所述起动之后的正常操作状态之间改变,其中处于所述起动配置的所述旁通阀被配置用于致使来自所述燃烧器的一半以上所述烟道气 (13a) 的旁通量绕过所述重整器 (6) 并且到达所述热交换器 (14) 以将所述烟道气 (13a) 的大部分热能传递到所述冷却剂而不传递到所述重整器 (6),以便将所述燃料电池加热到正常操作温度,并且其中处于所述正常操作状态的所述旁通阀 (8) 被配置用于在所述起动之后停止对所述重整器 (6) 的绕过并且致使所述烟道气 (13a) 沿着所述重整器壁 (6b) 流动,以用于加热所述催化剂 (6a)。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池系统,其中所述旁通阀被配置用于逐渐调整绕过所述重整器 (6) 的所述烟道气 (13a) 旁通量,其中所述旁通量在最小量至最大量的范围内,其中相对于由所述燃烧器 (7) 产生的烟道气总量,所述最小量小于20%,并且所述最大量大于80%。

3. 根据权利要求1所述的燃料电池系统,其中所述重整器壁 (6b) 是管状的并且围绕所述燃烧器壁 (7b),并且其中隔绝空间 (10b) 设置在所述重整器壁 (6b) 与所述燃烧器壁之间以进行热隔绝。

4. 根据权利要求3所述的燃料电池系统,其中到所述隔绝空间中的空气供应装置(12)设置用于在起动状况期间使空气(12a)流动穿过所述隔绝空间(10b)以从所述隔绝空间(10b)去除热量。

5. 根据权利要求1所述的燃料电池系统,其中所述燃料电池是高温质子电解质膜HTPEM燃料电池(16),所述HTPEM燃料电池(16)被配置用于在120摄氏度-200摄氏度范围内的温度下操作,并且其中所述液体燃料是甲醇(2a)和水的混合物。

6. 根据权利要求1所述的燃料电池系统,其中所述液体燃料供应装置包括用于供应甲醇(2a)的甲醇贮存器(2)以及用于供应水并用于在所述蒸发器(28)上游的混合点(38)处将所述水与所述甲醇混合的水供应装置(19),其中所述水供应装置(19)被配置用于供应从所述燃烧器(7)的所述烟道气(13a)循环的水。

7. 根据权利要求6所述的燃料电池系统,其中所述水供应装置(19)是从所述混合点(38)、穿过所述蒸发器(28)、穿过所述重整器(6)、穿过所述燃料电池(16)的所述阳极侧、穿过所述燃烧器(7)、穿过冷凝器(27)并返回到所述混合点(38)的循环回路的一部分。

8. 根据权利要求7所述的燃料电池系统,其中所述循环回路被配置用于从所述燃料电池(16)的阴极侧的出口添加水。

9. 根据权利要求1所述的燃料电池系统,其还包括另一热交换器(30),所述另一热交换器(30)用于在所述燃烧器(7)上游将来自所述冷却剂的热能传递到空气,以便在所述空气进入所述燃烧器室(7a)之前增加所述空气的温度。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的燃料电池系统,其中所述冷却回路(22)是初级冷却回路,并且其中所述燃料电池系统包括次级冷却回路(35),其中的冷却剂与所述初级冷却回路中的所述冷却剂分隔开;其中所述燃料电池系统包括次级热交换器(18),所述次级热交换器(18)用于在所述初级冷却回路与所述次级冷却回路(35)之间传递热能,其中所述次级冷却回路(35)与电池(37)热连接并且被配置用于调节所述电池(37)的温度。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的燃料电池系统用于汽车的用途。

12. 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(16);

冷却回路(22),所述冷却回路(22)用于使冷却剂再循环通过所述燃料电池(16),以用于利用所述冷却剂来调整所述燃料电池(16)的温度;

重整器(6),所述重整器(6)包括由重整器壁(6b)包封并且被配置用于将燃料蒸气催化转化成合成气的催化剂(6a),其中所述重整器(6)通过管道连接到所述燃料电池(16)的阳极侧以将合成气提供到所述燃料电池(16);

蒸发器(28),所述蒸发器(28)被配置用于蒸发液体燃料并且通过管道连接到所述重整器(6)以将蒸发的燃料提供到所述重整器;

液体燃料供应装置(2, 19),所述液体燃料供应装置(2, 19)通过管道连接到所述蒸发器以用于将液体燃料提供到所述蒸发器;

燃烧器(7),所述燃烧器(7)包括位于燃烧器壁(7b)内部的燃烧器室(7a),其中所述燃烧器室(7a)被配置用于通过燃烧阳极废气或燃料或两者来提供烟道气(13a),其中所述燃烧器室(7a)与所述重整器壁(6b)流体流动连通以使所述烟道气(13a)从所述燃烧器室(7a)流动到所述重整器壁(6b)并且沿着所述重整器壁(6b)流动以将来自所述烟道气(13a)的热量传递到所述重整器壁(6b),以用于借助于通过所述重整器壁(6b)的热传递来加热所述催

化剂 (6a) ;

其特征在于,所述燃料电池系统包括旁通阀 (8),所述旁通阀 (8) 与所述燃烧器室 (7a) 连通,并且被配置用于调节所述烟道气 (13a) 在以下两者之间的流动:

a) 沿着所述重整器壁 (6b) 的流动,

以及

b) 通过烟道气出口管道 (9) 从所述燃烧器室 (7a) 流出从而绕过所述重整器壁 (6b) 以用于防止其沿着所述重整器壁 (6b) 流动的流动;

并且其中所述方法包括:操作所述旁通阀 (8),并且作为操作所述旁通阀 (8) 的结果,调节所述烟道气 (13a) 在沿着所述重整器壁 (6b) 的流动与绕过所述重整器壁 (6b) 的流动之间的流动;

其中所述方法包括:在所述燃料电池的起动期间,将所述旁通阀 (8) 设置成起动配置,并且通过所述旁通阀 (8) 致使来自燃烧器的一半以上所述烟道气 (13a) 的旁通量绕过所述重整器 (6)。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述烟道气出口管道 (9) 在其下游侧与热交换器 (14) 流体连通以将来自所述烟道气 (13a) 的热能传递到所述冷却回路 (22) 中的所述冷却剂以将热能传递到所述冷却剂;其中所述方法包括:致使来自所述燃烧器的一半以上所述烟道气 (13a) 的旁通量绕过所述重整器 (6) 并且到达所述热交换器 (14) 以将所述烟道气 (13a) 的大部分热能传递到所述冷却剂而不传递到所述重整器 (6),以便将所述燃料电池加热到正常操作温度。

14. 根据权利要求12所述的方法,其中所述方法包括:在所述起动之后,将所述旁通阀 (8) 设置成正常操作配置,并且停止所述烟道气 (13a) 对所述重整器 (6) 的绕行,并且致使所述烟道气 (13a) 全部沿着所述重整器壁 (6b) 流动,以用于在正常操作期间加热所述催化剂 (6a)。

15. 根据权利要求12所述的方法,其中所述重整器壁 (6b) 是管状的并且围绕所述燃烧器壁 (7b),并且其中隔绝空间 (10b) 设置在所述重整器壁 (6b) 与所述燃烧器壁 (7b) 之间以进行热隔绝,其中到所述隔绝空间 (10b) 中的空气供应装置 (12) 设置用于在起动情况期间使空气 (12a) 流动穿过所述隔绝空间 (10b) 以从所述隔绝空间 (10b) 去除热量,其中所述方法包括:在起动期间,通过所述空气供应装置 (12) 提供空气流并且使其流动到所述隔绝空间 (10b) 中并且沿着所述隔绝空间 (10b) 流动以从所述隔绝空间 (10b) 去除热量。

16. 根据权利要求12所述的方法,其中所述燃料电池 (16) 是高温质子电解质膜HTPEM燃料电池 (16),并且所述方法包括:在120摄氏度-200摄氏度范围内的温度下操作所述燃料电池,并且作为甲醇 (2a) 和水的混合物提供所述液体燃料。

17. 根据权利要求12所述的方法,其中所述液体燃料供应装置包括用于供应甲醇 (2a) 的甲醇贮存器 (2) 以及用于供应水并用于在所述蒸发器 (28) 上游的混合点 (38) 处将所述水与所述甲醇混合的水供应装置 (19),其中所述水供应装置 (19) 是从所述混合点 (38)、穿过所述蒸发器 (28)、穿过所述重整器 (6)、穿过所述燃料电池 (16) 的所述阳极侧、穿过所述燃烧器 (7)、穿过冷凝器 (27) 并返回到所述混合点 (38) 的循环回路的一部分,其中所述方法包括:将水和甲醇供应到所述混合点 (38),在蒸发器 (28) 中蒸发水和甲醇的混合物,将蒸发的混合物作为燃料馈送到所述重整器 (6) 中并使所述燃料催化反应成合成气,将所述合成气

馈送到所述燃料电池(16)的所述阳极侧中并产生废气,将所述废气馈送到所述燃烧器(7)中并将所述废气燃烧成烟道气,将所述烟道气馈送到冷凝器(27)中并从所述烟道气冷凝出水,将冷凝出的水馈送回到所述混合点(38)以重复所述循环。

18.根据权利要求17所述的方法,其中所述方法包括:从所述燃料电池(16)的阴极侧的出口将水添加到所述循环回路。

19.根据权利要求12-18中任一项所述的方法,其中所述燃料电池系统包括在所述燃烧器(7)上游将热能从所述冷却剂传递到空气的另一热交换器(30),并且所述方法包括:在所述空气进入所述燃烧器室(7a)之前通过所述冷却剂增加所述空气的温度,以提高所述燃料电池系统的能效。

燃料电池系统及其用途和操作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及具有燃烧器和重整器的燃料电池系统(尤其是HTPEM燃料电池),及其用于车辆中的用途和操作这种燃料电池系统的方法。

背景技术

[0002] 当利用燃料电池系统生成电力时,也会生成作为副产物的热量,所述热量通过循环通过燃料电池中的通道的冷却液去除。温度通过例如基于乙二醇的冷却液流动穿过热交换器和散热器进行调整,以优化燃料电池的功能。

[0003] 另一方面,冷却剂可用于在起动状况期间加热燃料电池。

[0004] 作为其实例公开于W02016/008486中,其中紧凑型燃料电池系统包括燃烧器,所述燃烧器的排气沿着重整器的外壁传递,以用于将其加热到其基于所蒸发燃料产生合成气所需的温度。一旦来自燃烧器的排气(也称为烟道气)已通过重整器、将热量传递到重整器,气体就将热量传递到位于重整器下游的热交换器。热交换器将热能传递到冷却系统中的冷却液,以用于在燃料电池堆将快速活化的起动情况下将其加热。

[0005] 在燃料电池系统的起动期间,期望温度快速升高以便使燃料电池系统快速操作。然而,快速起动需要剧烈使用燃烧器和排气高温。这在一定程度上是有利的,因为燃烧器在高温下高效使用意味着所谓的清洁燃烧。

[0006] 然而,本发明的发明人已经认识到,在起动情况下的最优燃烧期间,排气的温度可能变得很高,以致存在由于排气的热量而造成重整器劣化的风险。因此,期望能在快速起动与保护重整器免于过热之间找到平衡。在现有技术中,此问题似乎没有得到令人满意的解决,尤其是对于紧凑型燃烧器/重整器组合而言。

[0007] 当在车辆中利用燃料电池系统生成电力时,重要的是燃料电池系统是紧凑且高效的。另一方面,也重要的是系统稳健且使用寿命长。需要紧凑度的部件之一是燃烧器/重整器组合,其中燃烧器用于将热能提供到重整器以便使重整过程高效进行。

[0008] W02018/189375公开了一种在管状重整器内部的燃烧器。通过穿过在其中的壁间的热传导以及通过热交换器中气体的加热来提供热能。尽管重整器/燃烧器单元是紧凑的,但其缺乏对重整器的热保护。正如W02018/189375中第11页第14-18行所读到的,由于重整器由重整器催化剂沿着其整个长度围绕,因此从燃烧器到重整器的热输送良好。然而,在剧烈起动下,重整器由穿过壁的热传导相应地加热,并且重整器未被适当地保护免于因过热而劣化。

[0009] 在Son的且受让给Samsung的KR20060065779和US8617269中以及Du和KR的US9238781中也公开了穿过燃烧器与重整器之间的壁的热传递,后者公开了从燃烧器延伸到重整器中的螺旋壁部分。在受让给Korea Mach and Materials机构的韩国KR100988470中公开了一种延伸到重整器中的类似壁部分。

[0010] 在W02016/008486的系统中提供了防止过热的保护,其中紧凑型燃料电池系统包括燃烧器,所述燃烧器的排气沿着重整器的外壁传递,以用于将其加热到其基于所蒸发的

燃料产生合成气所需的温度。尽管配置是紧凑的,但能量传递并未优化。例如,未使用来自燃烧器的辐射能,所述辐射能原本包含大量能量。

[0011] US5998053公开了来自穿过壁的气体的辐射能传递和热能传递两者。热能仅从由燃烧器围绕的重整器的外圆柱形壁供应。

[0012] US5019463公开了一种燃料电池系统,所述燃料电池系统在重整器的上游具有燃烧器,其中来自加热器的排气围绕重整器被引导并且通过排气管并且通过大气气体出口排出。为了起动,气体由阀选择性地引导到管以加热燃料电池的空气端口和冷却套。尽管存在选择性气体分流,但由于分流是在重整器的下游,因此在剧烈的快速起动加热下,它并不保护重整器。

[0013] 沿着重整器的一侧流动不是最优效率。Ueda的美国专利US6939567公开了一种燃烧器,所述燃烧器在重整器的形成为中空圆柱形管的中心腔内部具有中心管状燃烧器。所述燃烧器设置在重整器的第一端部的远端,重整器在此处接收用于重整的原始燃料,并且烟道气在燃烧器室内部朝向第一端部流动,并且进行180度转弯,然后在与重整器气体相同的方向上沿着重整器壁流动。重整器气体以及烟道气进行180度转弯,并且两者朝向第一端部流动,重整气体和燃烧排气在第一端部处释放。由于烟道气遵循重整气体的流动方向,因此烟道气仅在穿过重整器的重整器气流的一侧上加热重整器气体。因此,关于热传递,它并未优化。在Fischer的US2013/0195736中和受让给Fuji Electric公司的JPH07223801中存在类似配置。

[0014] US5998053公开了一种燃料电池系统,其中排气可由阀选择性地引导到也包括重整器的燃料电池系统,或者引导到用于室的加热系统。尽管在重整器的下游存在选择性气体分流,但在剧烈快速起动加热下,它不保护重整器。

[0015] LG Electronics公司的EP 3311911 A1也公开了一种其中安装有燃烧器的燃料系统。

[0016] 期望提供保护重整器免于在起动情况下过热的更佳方式。

[0017] 而且,对于燃料电池系统,尤其是在汽车工业中,一直存在对优化的稳定需求。

发明内容

[0018] 本发明的目的是提供本领域的改进。特别地,目的在于提供一种具有燃烧器/重整器单元的燃料电池系统,其中燃烧器的排气高效地用于加热重整器,但也包括在燃料电池系统起动期间对重整器的热保护。此目的和另外的目的利用如以下和权利要求书中所描述的燃料电池系统、燃烧器/重整器单元和方法实现。

[0019] 如以下所阐述,提出了用于实现对重整器的热保护(不管紧凑度如何)同时优化热效率的不同原理。

[0020] 为了在燃料电池系统中使用,提供了燃烧器/重整器单元,所述燃烧器/重整器单元包括带有催化剂的重整器以用于将燃料蒸气催化转化成燃料电池的合成气。在操作中,重整器通过管道连接到燃料电池的阳极侧以将合成气提供到燃料电池。此外,燃烧器将热能提供到重整器以用于加热催化剂。燃烧器被配置用于通过燃烧阳极废气或燃料或两者来提供烟道气。在一些实际实施方案中,所述燃烧器/重整器单元还包括围绕重整器的外壳。任选地,通过将燃烧器布置在重整器内部,可提供燃烧器/重整器单元的紧凑度。

[0021] 用于热保护的第一技术方案与以上现有技术公开内容的不同之处在于,采用阀系统以选择性地将来自燃烧器的排气引导到重整器以用于加热重整器,尤其是在正常操作期间,或者在起动情况下绕过重整器的同时引导到热交换器,以便在开始加热重整器之前加热燃料电池堆。所述系统和方法在紧凑型燃烧器/重整器单元中是特别有用的,其中来自燃烧器的热量通过穿过中间壁的热传导到达重整器。

[0022] 例如,阀是用于在沿着重整器壁流动与从燃烧器室流出之间进行切换的开/关闭。任选地,阀系统被配置用于调节来自燃烧器的排气以仅部分地通过重整器,使得可调节重整器的温度,例如通过调整阀的开度来连续地调节以部分地流动到重整器。烟道气流的剩余部分被有利地引导到下游热交换器,所述下游热交换器将热量传递到冷却回路。部分旁路的逐步调节在起动情况可以是有用的,因为可逐渐地加热并控制重整器。

[0023] 为了防止重整器在剧烈起动期间过热,已经发现重整器与燃烧器至少部分地热隔绝是有利的。例如,重整器壁设置在距燃烧器壁一定距离处。

[0024] 为此,有利地提供了第二技术方案,但其不一定与第一技术方案组合,所述第二技术方案包括燃烧器与重整器之间的烟道气流所穿过以用于控制重整器的加热的空间。因此,燃烧器壁不直接将热量传导到重整器中。

[0025] 为了另外调节这种热隔绝,一些实施方案包括空气流量调节,其中沿着燃烧器与重整器之间的空间引导环境空气,使得沿着重整器增加的空气流使重整器催化剂与中央燃烧器的热壁热隔绝。

[0026] 下面更详细地解释任选地组合的第一技术方案和第二技术方案的各个方面。

[0027] 用于燃料电池的选项

[0028] 燃料电池系统包括燃料电池,通常是燃料电池堆。在本文中,术语燃料电池是用于单个燃料电池以及多个燃料电池,例如,燃料电池堆。

[0029] 例如,燃料电池是高温质子交换膜燃料电池,也称为高温质子电解质膜 (HTPEM) 燃料电池,它们在120摄氏度以上操作,从而使HTPEM燃料电池与低温PEM燃料电池区分开来,后者在低于100摄氏度的温度下(例如,在70摄氏度下)操作。HTPEM燃料电池的操作温度在120摄氏度至200摄氏度的范围内,例如,在160摄氏度至170摄氏度的范围内。HTPEM燃料电池中的电解质膜是基于无机酸的,通常是聚合物膜,例如,掺杂有磷酸的聚苯并咪唑。HTPEM燃料电池在耐受相对较高的CO浓度方面是有利的,因此在重整器与燃料电池堆之间不需要 PrO_x 反应器,这就是可使用符合例如为汽车工业提供紧凑型燃料电池系统的目的使系统的整体大小和重量最小化的简单、轻质且廉价的重整器的原因。

[0030] 燃料电池用于产生电力,例如用于驱动车辆,诸如汽车。为了为所产生的电力提供缓冲器,通常提供与燃料电池电连接的电池系统。

[0031] 提供了冷却回路以用于使冷却剂再循环通过燃料电池,以用于利用冷却剂调整燃料电池的温度。在正常操作期间,冷却回路从燃料电池吸收热量,以便使温度保持稳定并处于优化范围内。例如,燃料电池的温度是170摄氏度,并且冷却剂在燃料电池的入口处具有160摄氏度的温度。

[0032] 具有催化剂的重整器用于将燃料催化转化成燃料电池中用于产生电力的合成气。因此,重整器通过管道连接到燃料电池的阳极侧。重整器包括位于重整器外壳内部的催化剂,所述重整器外壳具有重整器壁。

[0033] 为了在重整器中进行催化反应,在蒸发器中将提供的液体燃料蒸发,所述蒸发器在其下游侧通过燃料蒸气管道通过管道连接到重整器。蒸发器的上游侧通过管道连接到液体燃料供应装置,例如用于接收液体甲醇和水的混合物。

[0034] 为了将重整器加热到适当的催化转化温度,例如处于250摄氏度-300摄氏度的范围内,从燃烧器提供例如在350摄氏度-400摄氏度的温度范围内的烟道气。

[0035] 在正常操作中,来自燃烧器的烟道气沿着重整器壁传递并对其进行加热。在热能从烟道气传递到重整器壁之后,剩余热能可用于加热其他部件(例如用于存储燃料电池的电能的电池),或者用于加热车辆车厢。

[0036] 在燃料电池系统的起动期间,必须加热燃料电池以达到稳态电力产生状态。尤其是用于车辆时,起动程序要快。为此,燃烧器在起动阶段被大量使用,从而将其热量传递到燃料电池。

[0037] 通常,这在实践中通过将来自烟道气的热量传递到冷却循环中的冷却剂来完成,而冷却剂在起动期间用作加热流体以将燃料电池加热到适于正常操作的温度。

[0038] 在实际实施方案中,烟道气出口管道的下游侧与热交换器流体连通以将来自烟道气的热能传递到冷却回路中的冷却剂以将热能传递到冷却剂。

[0039] 在一些实际实施方案中,所述液体燃料供应装置包括用于供应甲醇的甲醇贮存器以及用于供应水并用于在蒸发器上游的混合点处将所述水与所述甲醇混合的水供应装置,并且所述水供应装置被配置用于供应从燃烧器的所述烟道气进行循环的水。

[0040] 在具体实施方案中,水和甲醇被供应到混合点,水和甲醇的混合物在蒸发器中蒸发,所蒸发的混合物作为燃料馈送到重整器中并且催化反应成合成气,然后所述合成气馈送到燃料电池的阳极侧中以用于产生废气。来自阳极的废气馈送到燃烧器中并且燃烧(通常催化燃烧)成烟道气,所述烟道气馈送到冷凝器中以从烟道气冷凝出水。

[0041] 燃料电池的操作

[0042] 如以上所论述,快速起动需要剧烈使用燃烧器和排气高温,其有利之处在于,燃烧器在高温下高效使用意味着所谓的清洁燃烧,但这意味着重整器因过热而造成劣化的风险。在以下,针对此问题给出了不同的技术解决方案。

[0043] 防止重整器过热的第一种方法是通过提供一个与燃烧器室连通的旁通阀来实现的。旁通阀被配置用于调节烟道气在沿着重整器壁的流动与通过烟道气出口管道从燃烧器室流出的流动之间的流动,从而绕过重整器壁以防止烟道气沿着重整器壁流动。通过操作旁通阀,得以调节烟道气在沿着重整器壁的流动与绕过重整器壁的流动之间的流动。

[0044] 例如,通过旁通阀,选择性地建立排气路径,在所述排气路径中,通过烟道气出口管道将旁通量的烟道气从燃烧器室引导出,从而绕过重整器壁。因此,防止旁通量(部分或全部烟道气)沿着重整器壁流动。

[0045] 例如,对于起动,将旁通阀设置成起动配置,在起动配置中,起动阶段中所有或大部分烟道气绕过重整器,而使用来自烟道气的热能来加热燃料电池。这产生快速起动程序。在起动之后,切换旁通阀,使得烟道气沿着重整器壁流动。

[0046] 在实际实施方案中,烟道气出口管道的下游侧与热交换器流体连通以将来自烟道气的热能传递到冷却回路中的冷却剂以将热能传递到冷却剂。来自燃烧器的一半以上烟道气的旁通量(例如,全部或基本上全部烟道气)在起动情况下绕过重整器,并且到达热交换

器,以将烟道气的大部分热能传递到冷却剂而不传递到重整器以将燃料电池加热到正常操作温度。

[0047] 然后,在起动之后,将旁通阀设置成正常操作配置,停止绕过重整器并且致使全部烟道气沿着重整器壁流动,以在正常操作期间加热重整器催化剂。

[0048] 在一些实施方案中,旁通量可在燃料电池系统的起动期间改变,以用于调节从燃烧器传递到重整器的热能的量。例如,代替首先在达到燃料电池的正常操作温度之前致使全部烟道气绕过重整器并且到达热交换器,一小部分用于在起动期间适度加热重整器,尤其是在起动程序的后期阶段。在旁通阀关于绕过重整器的烟道气量是可变地可调节的情况下,则可精确地调节用于在起动期间加热重整器的温度分布。

[0049] 原则上,甚至可在正常操作期间提供和调节旁通量。

[0050] 任选地,为了提供紧凑型燃烧器/重整器单元的一种方式,重整器壁是管状的并且围绕燃烧器壁。然而,这并非绝对必需的,并且燃烧器/重整器的并排配置或者燃烧器夹置在重整器的两个区段之间的配置也是可能的。

[0051] 在燃烧器与重整器之间具有空间的方面

[0052] 与此类紧凑型配置相关,在以下说明防止重整器过热并且适于与以上说明的通过使用阀防止过热的第一种方法组合的第二种方法。

[0053] 在此第二种方法中,在重整器壁与燃烧器壁之间设置例如填充有隔绝材料以便与来自燃烧器壁的传导热进行热隔绝然而用于沿着重整器引导烟道气的隔绝空间。

[0054] 任选地,空气供应装置设置用于将空气(任选地环境空气)供应到隔绝空间中以便空气流动穿过隔绝空间。例如,气流是沿着重整器的壁的,并且不仅使重整器壁与燃烧器壁隔绝,而且从隔绝空间去除热量。它甚至可在被燃烧器壁的辐射加热时冷却重整器。

[0055] 有利地,重整器包括重整器壁和由重整器壁包封的催化剂。重整器壁是管状的,并且包括内圆柱形壁和外圆柱形壁,所述内圆柱形壁和外圆柱形壁形成中空圆柱体,所述中空圆柱体具有中心轴线和在沿着中心轴线的的一个方向上测量时的重整器长度 L 。中空圆柱体包括第一端部和第二端部,所述第一端部与第二端部间隔开重整器长度 L 。在一些实施方案中,燃烧器设置在重整器的形成为中空圆柱体的中心腔中。

[0056] 在一些方面,燃烧器包括管状燃烧器壁。有利地,重整器的内壁围绕燃烧器壁并且与燃烧器壁间隔开,从而在内壁与燃烧器壁之间提供空间,其中燃烧器室通过烟道气管道与所述空间流体流动连通。

[0057] 外壳包封重整器,其中另一空间设置在重整器的外壁与外壳之间。所述空间和所述另一空间在第一端部处通过连接的前端室互连并且形成热交换室。来自圆柱形重整器的相反侧的加热提高了加热效率,同时防止了热过载。

[0058] 在一些方面,重整器包括位于第一端部处的用于燃料蒸气的入口和位于第二端部处的用于合成气的出口以及从入口到出口的重整器流动方向,所述重整器流动方向从第一端部到第二端部是平均单向的。在这种情况下,空间中烟道气的流动方向与重整器流动方向相反。

[0059] 在操作中,烟道气

[0060] -从燃烧器室穿过烟道气管道流动到所述空间中,所述空间是围绕重整器的热交换室的一部分,

[0061] -然后沿着重整器的内圆柱形壁流动到重整器的第一端部(有利的是,无需重新进入燃烧器室),从而致使来自烟道气的热量传递到内壁,以用于通过穿过内壁的热传导来加热催化剂,

[0062] -流动穿过前端室进入另一空间中,并且

[0063] -沿着外壁流动到重整器的第二端部,并且

[0064] -通过烟道气出口管道从燃烧器/重整器单元流出,

[0065] 尤其是,在燃烧器用于起动和相应的剧烈燃烧的情况下,燃烧器壁与内圆柱形壁之间的空间防止了重整器的过热。

[0066] 尽管所述空间隔绝了燃烧器壁与重整器壁之间的直接接触,但它允许来自燃烧器壁的热辐射到达重整器壁。这种热辐射增加了热能传递,而没有使重整器过热的风险。

[0067] 例如,燃烧器包括用于将废气或燃料注入到燃烧器中的注入歧管,其中所述注入歧管被设置成相比重整器的第二端部更靠近第一端部,以用于在所述第一端部处或在所述第一端部附近将辐射能主要提供到重整器。在第一端部处,需要大多数能量,然而又不使重整器过热,这就是在此第一端部处添加辐射能有利的的原因。

[0068] 然而,从燃烧器到重整器的主要热传递是通过烟道气输送热能来实现的。

[0069] 要指出的是,在燃烧器与重整器的内圆柱形壁之间的空间内部的烟道气的流动方向与穿过重整器的重整器气体的流动方向相反,而在重整器的外圆柱形壁与外壳之间的另一空间中的流动与重整器气体在重整器中的流动在相同方向上。要强调的是,在重整器中的重整器气体经由湍流甚至可能是螺旋路径,这就是关于气体的术语“方向”必须理解为平均方向的原因。例如,即使重整器内部的流动是沿着螺旋路径的,它也是在不改变朝向入口的平均方向的情况下,平均沿着从入口到出口的线。

[0070] 在一些实施方案中,不设置如上所说明的旁通阀。在此类实施方案中,来自燃烧器的全部烟道气围绕重整器被引导,使得烟道气仅能通过重整器的外圆柱形壁的外侧处的另一空间下游的烟道气出口管道离开。特别地,为此目的,在燃烧器室与烟道气出口管道之间以及所述空间与烟道气出口管道之间设置分隔壁,以用于防止烟道气绕过外壳与外圆柱形壁之间的另一空间,而是相反地迫使烟道气始终围绕重整器流动。这些实施方案不设置旁通阀。然而,其他实施方案也包括这种旁通阀,如以上所描述。

[0071] 以下任选的有利实施方案可用于优化到重整器的热传递的分布。例如,烟道气管道设置在燃烧器壁中。任选地,用于烟道气从燃烧器室流动到热交换室的烟道气管道设置在距第二端部一定距离处,其中所述距离在L的10%-50%的范围内,所述距离是沿着重整器的中心轴线测量的。作为选项,用于烟道气从燃烧器室流动到热交换室的烟道气管道在L的5%-60%的范围内的长度之上延伸,所述长度是沿着重整器的中心轴线测量的。任选地,所述距离和所述长度的总和在L的15%-80%的范围内。

[0072] 在一些实施方案中,重整器包括在第一端部与第二端部之间以及内圆柱形壁与外圆柱形壁之间延伸的螺旋壁,所述螺旋壁限定穿过重整器的螺旋流动路径。螺旋壁使穿过重整器的流动路径的长度延伸至比沿着从第一端部到第二端部的距离的直接流动长。这种螺旋路径优于现有技术的之处在于,它使得重整器中的流动路径更长,而无需在两个方向上形成穿过重整器的逆流。此外,螺旋路径改进了气体在重整器中的混合。

[0073] 例如,重整器催化剂以颗粒形式设置在螺旋壁的缠绕件(winding)之间,以便获得

高效重整。

[0074] 任选地,通过调整热烟道气从燃烧器释放到重整器壁的位置,可优化加热分布。任选地,提供多于一个烟道气管道,多个烟道气管道沿着重整器的长度设置在不同位置处,以便优化重整器中的温度分布。

[0075] 有关水循环的方面

[0076] 在以下提到了进一步的总体改进,其不仅适用于上述实施方案,而且可在将水用于燃料电池(诸如以上针对HTPEM燃料电池所说明的甲醇和水的混合物)的燃料电池中用作一般原理。在这项改进中,得以循环来自燃料电池和/或燃烧器的水。

[0077] 在一些实际实施方案中,所述液体燃料供应装置包括用于供应甲醇的甲醇贮存器以及用于供应水并用于在蒸发器上游的混合点处将所述水与所述甲醇混合的水供应装置,并且所述水供应装置被配置用于供应从燃烧器的所述烟道气进行循环的水。

[0078] 例如,水供应装置是从混合点、穿过蒸发器、穿过重整器、穿过燃料电池的阳极侧、穿过燃烧器、穿过冷凝器并且返回到混合点的循环回路的一部分。

[0079] 任选地,循环回路被配置用于从燃料电池的阴极侧的出口添加水。

[0080] 在具体实施方案中,水和甲醇被供应到混合点,水和甲醇的混合物在蒸发器中蒸发,所蒸发的混合物作为燃料馈送到重整器中并且催化反应成合成气,然后所述合成气馈送到燃料电池的阳极侧中以用于产生废气。来自阳极的废气馈送到燃烧器中并且燃烧(通常催化燃烧)成烟道气,所述烟道气馈送到冷凝器中以从烟道气冷凝出水。水被馈送返回到混合点以用于重复循环。任选地,来自燃料电池阴极侧的出口的水被添加到循环回路。

[0081] 任选地,为了使用废热,燃料电池系统包括用于在燃烧器上游将热能从冷却剂传递到空气的另一热交换器。这用于在空气进入燃烧器室之前提高其温度,这提高了燃料电池系统的能效。

[0082] 方面

[0083] 在以下中,所说明的多个方面是相互关联的,并且可与本文提及的其他方面组合。

[0084] 方面1.一种用于燃料电池系统的燃烧器/重整器单元;所述燃烧器/重整器单元包括:重整器,所述重整器具有用于将燃料蒸气催化转化成燃料电池的合成气的催化剂;外壳,所述外壳围绕所述重整器;以及燃烧器,所述燃烧器用于将热能提供到所述重整器以用于加热所述催化剂;

[0085] 其中所述重整器包括所述催化剂位于其间的圆柱形内壁和圆柱形外壁;其中所述内壁和所述外壁形成中空圆柱体,所述中空圆柱体具有中心轴线以及在沿着所述中心轴线的的一个方向上测量时的重整器长度 L ,其中所述中空圆柱体包括第一端部和第二端部,所述第一端部与所述第二端部间隔开所述重整器长度 L ;

[0086] 其中所述燃烧器被配置用于通过燃烧阳极废气或燃料或两者来提供烟道气,并且包括管状燃烧器壁,其中所述重整器的所述内壁围绕所述燃烧器壁并且与所述燃烧器壁间隔开,从而在所述内壁与所述燃烧器壁之间提供空间,其中燃烧器室通过烟道气管道与所述空间流体流连通;

[0087] 其中所述外壳包封所述重整器,其中另一空间设置在所述重整器的所述外壁与所述外壳之间;其中所述空间和所述另一空间在所述第一端部处通过连接的前端室互连;

[0088] 其中所述燃烧器/重整器单元被配置用于使所述烟道气从所述燃烧器室穿过所述

烟道气管道流动到所述空间中,然后沿着所述内圆柱形壁流动到所述重整器的所述第一端部,而不重新进入所述燃烧器室以将来自所述烟道气的热量传递到内壁,以用于通过穿过所述内壁的热传导来加热所述催化剂,然后穿过所述前端室流动到所述另一空间中,然后沿着所述外壁流动到所述重整器的所述第二端部,并且通过烟道气出口管道从所述燃烧器/重整器单元流出,

[0089] 其特征在于,所述重整器包括位于所述第一端部处用于燃料蒸气的入口和位于所述第二端部处用于合成气的出口,以及从所述入口到所述出口的重整器流动方向,所述重整器流动方向从所述第一端部到所述第二端部是平均单向的,并且所述烟道气在所述空间中的流动方向与所述重整器流动方向相反。

[0090] 方面2.根据方面1所述的燃烧器/重整器单元,其中用于使烟道气从所述燃烧器室流动到热交换室的所述烟道气管道与所述第二端部间隔开第一管道距离,其中所述第一管道距离在所述重整器长度L的15%-50%的范围内,所述第一管道距离是沿着所述重整器的中心轴线测量的。

[0091] 方面3.根据方面2所述的燃烧器/重整器单元,其中用于使烟道气从所述燃烧器室流动到所述热交换室的所述烟道气管道在第一管道长度上延伸,所述第一管道长度在所述重整器长度L的10%-60%的范围内,所述第一管道长度是沿着所述重整器的所述中心轴线测量的。

[0092] 方面4.根据方面3所述的燃烧器/重整器单元,其中所述第一管道距离和所述第一管道长度的总和在L的25%-80%的范围内。

[0093] 方面5.根据任一前述方面所述的燃烧器/重整器单元,其中所述烟道气管道作为第一组穿孔设置在所述燃烧器室中。

[0094] 方面6.根据方面5所述的燃烧器/重整器单元,其中另一烟道气管道作为第二组穿孔设置在所述燃烧器室中;所述另一烟道气管道比所述烟道气管道更靠近所述第一端部;其中所述第一组中的相邻穿孔以第一间距彼此间隔开;并且其中所述第一组与所述第二组之间的组距离是所述第一间距的至少10倍;并且其中所述另一烟道气管道具有不同于所述烟道气管道的总流动面积。

[0095] 方面7.根据任一前述方面所述的燃烧器/重整器单元,其中所述燃烧器包括用于将废气或燃料注入到所述燃烧器中的注入歧管,其中所述注入歧管相比所述重整器的所述第二端部更靠近所述第一端部设置在所述燃烧器室内部,以用于主要在所述第一端部处将辐射能提供到所述重整器。

[0096] 方面8.根据任一前述方面所述的燃烧器/重整器单元,其中分隔壁设置在所述燃烧器室与所述烟道气出口管道之间以及所述空间与所述烟道气出口管道之间,以用于防止所述烟道气绕过所述重整器,而是迫使所述烟道气流动到所述空间和所述另一空间中。

[0097] 方面9.根据任一前述方面所述的燃烧器/重整器单元,其中所述重整器包括在所述第一和第二端部之间以及在所述内圆柱形壁和外圆柱形壁之间延伸的螺旋导流件,所述螺旋导流件限定穿过所述重整器的螺旋流动路径,以用于将穿过所述重整器的所述流动路径的长度延伸到长于在沿着所述重整器的中心轴线测量时从所述第一端部到所述第二端部的距离。其中所述催化剂设置在所述螺旋导流件的缠绕件之间。

[0098] 方面10.一种操作根据方面1-7中任一项所述的燃烧器/重整器单元的方法;其中

所述方法包括:致使烟道气从所述燃烧器室穿过所述烟道气管道流动到所述空间中,然后沿着所述内圆柱形壁流动到所述重整器的所述第一端部,而不重新进入所述燃烧器室,然后穿过所述前端室流动到所述另一空间,然后沿着所述外壁流动到所述重整器的所述第二端部,并且穿过烟道气出口管道从所述燃烧器/重整器单元流出,其特征在于,所述方法包括:提供所述重整器,所述重整器具有位于所述第一端部处用于燃料蒸气的入口和位于所述第二端部处用于合成气的出口,以及引起从所述第一端部到所述第二端部是平均单向的从所述入口到所述出口的流动方向,以及所述烟道气在所述空间中与所述重整器流动方向相反的流动方向。

[0099] 方面11.一种根据方面1-9中任一项所述的燃烧器/重整器单元的用途,其用于汽车中的燃料电池系统。

[0100] 方面12.根据方面11所述的用途,其中所述燃料电池系统包括HTPEM燃料电池,所述HTPEM燃料电池被配置用于利用为甲醇与水的混合物的液体燃料在120摄氏度-200摄氏度的范围内的温度下操作。

[0101] 附图简述

[0102] 将参考附图更详细地说明本发明,在附图中,图1示出燃料电池系统的实例;

[0103] 图2a示出具有阀的替代实施方案,其中紧凑型燃烧器/重整器单元处于稳态操作;

[0104] 图2b示出处于起动状况的替代实施方案;

[0105] 图3示出燃料电池系统的流程图;

[0106] 图4a、图4b、图4c和图4d示出具有偏置烟道气管道的替代实施方案;

[0107] 图5a以透视图例示具有包括螺旋导流件的重整器的紧凑型燃烧器/重整器单元;

[0108] 图5b是具有螺旋导流件的重整器的截线图。

具体实施方式

[0109] 图1示出具有燃料电池16的燃料电池系统1(通常为燃料电池堆)以及包括燃烧器7和重整器6的燃烧器/重整器单元10。所述燃烧器7包括燃烧器室7a,所述燃烧器室7a用于产生具有用于加热重整器6的热能的烟道气。在燃烧器室7a内部通常设置有燃烧器-催化剂,然而,为简单起见,在图1和图2中未示出。

[0110] 例如,燃烧器7夹置在热交换室10b的两个层之间,重整器6位于热交换室10b内部。

[0111] 替代地,燃烧器7是圆柱形的并且由圆柱形管状热交换室10a围绕,所述圆柱形热交换室10a形成为具有内腔和环形横截面的中空管。尤其是,圆柱形配置是紧凑的,在空间狭窄的汽车中使用这种配置是有利的。

[0112] 圆柱形重整器6设置在重整器壁6b内部,所述重整器壁6b包括内圆柱形壁6c和与内圆柱形壁6c同轴的外圆柱形壁6d。

[0113] 空气入口31将空气流32提供到燃烧器室7a中。来自燃料电池16的阳极的废气3a穿过废气入口3和注入歧管4进入燃烧器室7a,并且在燃烧器7中用作燃料,因为废气甚至在燃料电池16中反应之后也包含燃料残余物。来自燃烧器室7a中的燃烧的烟道气13a流动到热交换室10a中。

[0114] 包含大量热量的烟道气13a通过沿着重整器6的壁6b的外侧流动来对其进行加热。通过使热能传导穿过壁6b(典型的金属壁),来自烟道气13a的热能传递到由重整器壁6b包

封的空间内部的催化剂6a。

[0115] 在重整器6中的受热催化剂6a从蒸发器28接收水和甲醇的混合物,所述蒸发器28布置在混合点38下游,水已经从定量供应装置19供应并且甲醇已穿过甲醇定量阀20被供应到所述混合点38。混合物通过圆柱形重整器6的第一端部40a处的入口24a进入重整器6。在重整器6中,混合物被催化成合成气,所述合成气通过圆柱形重整器6的第二端部40b处的出口24b离开重整器6,从所述出口24b馈送到燃料电池16的阳极中。阴极利用来自压缩机17的空气来馈送以用于提供氧气。

[0116] 如图1所示,燃烧器室7a的壁7b不邻接重整器壁6b,尤其是不邻接重整器6的内壁6c,而是在它们之间设置有空间10b,所述空间10b隔绝并防止从燃烧器室壁7b到重整器壁6b的直接热传导。这有利地防止了重整器6的过热。

[0117] 与一些现有技术相比而言,重整器6并不具有将重整器气体重定向成朝向圆柱形重整器6的第一端部40a的逆流。而是,平均重整器流动从重整器6的第一端部40a到第二端部40b是单向的,如箭头所示。

[0118] 燃烧器7内部的烟道气13a具有朝向第二重整器端部40b的方向,然后通过分隔壁52处的烟道气管道12进入热交换室10a。

[0119] 分隔壁52设置在重整器的第二端部40b处并且是实心的,并且跨包含燃烧器室7a且由内壁6c定界的中空室延伸。分隔壁52将燃烧器7和热交换室10a的上游部分与烟道气出口管道9并且与烟道气室13分隔开,使得烟道气到达烟道气室13a的唯一选项是通过围绕重整器6流动。如图1所例示,热交换室10a的上游端部大致位于重整器6的下游第二端部40b处。

[0120] 当烟道气13a通过燃烧器室7a的端部处的烟道气管道12进入热交换室10a时,其改变方向成在热交换室10a中朝向重整器6的第一端部40a并沿着内圆柱形壁6c的反向逆流,这与燃烧器室7a中的流相比处于相反方向,并且与重整器6中的重整器气体的方向相反。烟道气13a在到达第一端部40a时围绕重整器6的第一端部40a流动并且在外壳39内再次改变方向成沿着重整器6的外圆柱形壁6d的与燃烧器室7a和重整器6中的流平行并且在相同方向上的流。

[0121] 在热能从烟道气13a传递到重整器6之后,烟道气13a一旦到达重整器6的第二端部40b就在第二端部40b处通过烟道气管道9离开热交换室10a进入烟道气室13中。

[0122] 这种配置的优点是,用于重整器6中的催化反应的热传递不仅来自内圆柱形壁6c而且来自外圆柱形壁6d,从而允许从两侧更均匀地加热重整器6内部的反应,即使重整器具具有相对较大直径亦如此。如果仅加热内圆柱形壁6c或仅加热外圆柱形壁6d,则热传递不是最优的。

[0123] 在仅加热重整器一侧的现有技术配置中,已试图通过利用螺旋壁结构将燃烧器的壁延伸到重整器中来改进足够热量的缺乏。然而,这种现有技术原理意味着燃烧器的壁通过穿过金属壁的热传导将热量引导到重整器中。这要求燃烧器仅在适度热量下使用,否则热传递太剧烈。它在现有技术中的结果是不能高效地使用燃烧器,以致妨碍了清洁燃烧。在本发明中,已经克服了此缺点。

[0124] 总而言之,在所示实施方案与现有技术之间的比较中,通过烟道气13a的流沿着重整器壁6b流动的间接热传递相比直接穿过燃烧器壁7b的金属壁到达重整器壁6b的热传递

产生更适度的加热,同时提供较大且优化的总热量,因为热量被传递到内圆柱形壁6c和外圆柱形壁6d两者。

[0125] 任选地,添加来自燃烧器7的穿过燃烧器壁7b的辐射能以提高效率。

[0126] 任选地,燃料电池16上游的冷却回路22中的冷却的冷却剂通过烟道气室13下游的热交换器14中的热交换来接收来自烟道气13b的另外的热能。

[0127] 空气和水蒸汽从燃料电池16的阴极穿过连接件33进入烟道气室13,并且与烟道气13a混合,然后到达热交换器14以将热能传递到冷却回路22中的冷却剂,冷却液通过所述冷却回路由泵15泵送。

[0128] 在通过吸收来自燃料电池16的另外的热能来冷却燃料电池16之后,冷却剂进入另一热交换器18,通过所述热交换器18将热量用于加热其他部件,例如,车辆中的电池或车厢。

[0129] HTPEM燃料电池堆在稳态操作期间的典型温度(以摄氏度为单位):

[0130] 燃料电池:170摄氏度

[0131] 冷却液:160摄氏度

[0132] 重整器中的催化剂:280摄氏度

[0133] 烟道气:350摄氏度-400摄氏度

[0134] 任选地,在起动情况下,同一燃烧器7可用作初始预热燃烧器。在这种情况下,甲醇通过甲醇入口2从对应甲醇定量阀21接收,并且通过甲醇注入喷嘴5注入到燃烧器室7a中。为了燃烧,通常是通过燃烧器催化剂进行的催化燃烧,空气32通过空气入口31进入。

[0135] 在烟道气13a离开燃烧器室7a并接近重整器壁6b的位置处,烟道气将大量的热量传递到内圆柱形壁6c。烟道气13a在朝向第一部端40a沿着内圆柱形壁6c流动的同时逐渐降低其温度。然而,这不意味着第一端部40a处的内圆柱形壁6c接收最低总热量。这是因为来自燃烧器壁7b的辐射能被添加到内圆柱形壁11c,尤其在第一端部40a处,因为燃烧器室7a中的温度在喷嘴5处最高。

[0136] 在图2a和图2b中示出进一步的发展,为了便于说明,后者仅示出燃料电池系统的一部分。特别注意具有闭合构件8a的旁通阀8,所述闭合构件8a由致动器11调节并且用于将烟道气13a导向到烟道气室13中,使得在起动情况下得以绕过重整器6。

[0137] 图2a中的系统示出与图1中的系统类似的情况,因为阀8闭合并且取代分隔壁52。在此实施方案中,图2a示出稳态操作期间的配置,并且图2b示出起动情况。

[0138] 如图2b所示,旁通阀8的闭合构件8a已进入以下配置:闭合构件8a已从阀座8b中抽出并且旁通阀8完全打开,使得燃烧器室7a连接到烟道气室13,以使烟道气13a从燃烧器室7a流动到烟道气室13,同时绕过包含重整器6的热交换室10a。

[0139] 在起动情况下,甲醇2a通过甲醇入口2被接收并且通过甲醇注入喷嘴5注入到燃烧器室7a中。为了燃烧(通常是通过燃烧器催化剂进行的催化燃烧),空气32通过空气入口31进入。

[0140] 如图所示和所论述的,燃烧器壁7b不邻接重整器壁6b,而是在它们之间设置了隔绝空间10b,从而防止了从燃烧器室壁7b到重整器壁6b的直接热传导。作为选项,为了进一步保护重整器6免受燃烧器7的热量影响,可通过空气旁通孔口42建立旁通空气流42A,从而形成从空气入口31并且沿着燃烧器壁7b与内重整器壁6b之间的隔绝空间10b中的燃烧器室

7a的外侧面的空气流42A。空气流42A不仅进一步使重整器6与燃烧器室7的热燃烧器壁7b隔绝,而且还潜在地从重整器壁6b去除热量。在所示的实施方案中,旁通空气流42A穿过阀8离开热交换室10a,并且在烟道气室13中与烟道气13a组合。任选地,旁通孔口可关闭以调节旁通空气流。

[0141] 任选地,可仅部分地打开旁通阀8,在这种情况下,闭合构件8a仅从阀座8b中稍微抽出。在这种情况下,烟道气13a中的一部分穿过热交换室10a,并且另一部分穿过旁通阀8。这可用于调整重整器6及其催化剂6a的温度同时防止其过热。例如,在起动情况下,旁通阀8最初完全打开以剧烈且快速地加热燃料电池16,接着部分地闭合旁通阀8,以便逐渐且缓慢地加热重整器6,直到达到足够高的温度以使部件进入正常的稳态燃料电池操作,然后关闭旁通阀8。

[0142] 原则上可在燃料电池系统的稳态操作期间使用旁通阀8来例如连续地调节和优化到重整器6的热传递。

[0143] 图3示出穿过燃料电池系统的一些流动。甲醇2a从甲醇罐23流动穿过甲醇定量阀20,以用于在混合点38处与来自水供应装置19的水混合。在混合点38下游的蒸发器28中蒸发之后,蒸发的空气/甲醇混合物通过入口24a馈送到重整器6中以催化转化成合成气,然后合成气通过出口24b离开重整器6,并且馈送到燃料电池16的阳极侧中。

[0144] 在于用于提供电力的燃料电池中进行催化反应之后,部分转化的合成气作为废气离开燃料电池的阳极侧,所述废气通过燃烧器废气入口3进入燃烧器室7a,并且在燃烧器7中用作燃料。空气通过空气入口31提供到燃烧器7。

[0145] 现在参考图3。当阀8打开时,如图2所示,在燃烧器室7a中的催化转化的合成气/空气混合物作为烟道气13a通过阀8离开燃烧器进入烟道气室13中,并且如图3所示,在混合点33处与来自阴极的水蒸汽和剩余空气混合。热混合物离开烟道气室13,并且在热交换器-14中将热量传递到冷却回路22中的液体。然后,蒸汽在冷凝器27中冷凝,并且水循环以在混合点38处与甲醇2a混合,之后进入重整器6。

[0146] 当阀8打开时,由于对穿过热交换改变器10b的流的阻力,仅极少部分烟道气围绕重整器6。然而,如果阀8闭合,如图2a所示,则来自燃烧器7a的烟道气被压入热交换室10a中并且围绕重整器6,并且离开重整器6穿过出口管道9进入烟道气室13中。在阀8位于完全闭合与完全打开之间的任何中间位置中,将存在对应部分的烟道气流动穿过热交换室10a并离开重整器6,并且另一部分离开燃烧器7a进入烟道气室13中。

[0147] 注意,在图3的所示实例中,来自阴极的蒸汽以及直接来自燃烧器或者在热量传递到重整器6之后的烟道气13a进行循环并且在冷凝器27下游的混合点38处与甲醇混合以随后产生合成气。这意味着燃料电池的水循环是闭合回路。

[0148] 在初级冷却回路22中,燃料电池散热器(FC散热器)用于调整由冷却剂泵15泵送的冷却剂的温度。

[0149] 任选地,提供穿过冷却器26的次级冷却回路35,以用于调整其他装备的温度,例如用于加热和/或冷却车辆-37或用于加热车辆的车厢。如图所示,出于加热或冷却的目的,热交换器18被提供用于在初级冷却回路22与次级冷却回路35之间进行热能交换。来自次级冷却回路35中的由泵36泵送的冷却剂的热量通过对应热交换器18传递,以便使电池37保持处于有利的固定温度,例如在起动期间加热并在稳态操作期间冷却。

[0150] 任选地,另一冷却回路通过另一热交换器18a与初级冷却回路22交换热能,例如以用于车辆中的车厢加热。

[0151] 燃烧器7上游的热交换器30用于在空气进入燃烧器7之前对其进行预热,这对于提高起动速度以及提高燃烧器7的效率是有利的。还在燃料电池16的阴极侧的上游的不同的热交换器29中加热空气,以用于对来自压缩机17的空气提供温度调整。

[0152] 在考虑到图1和图2a的情况下,利用如结合图4a所说明的配置可更好地调整第二重整器端部40b处递送的来自直接燃烧器气体的热量的量相对于第一端部40a处递送的由烟道气和第一端部40a处来自燃烧器壁7b的辐射热的组合的热量的量。

[0153] 在这种情况下,用于来自燃烧器室7a的烟道气13a的烟道气管道12在圆柱形燃烧器壁7b中距重整器6的第二端部40b距离45处设置为多个开口12',使得烟道气13a在重整器6的第二端部40b的远端进入热交换室10a。根据确切配置,调整距离25。而且,烟道气管道12沿着重整器6的中心轴线的延伸部26可被调整以进行优化。

[0154] 作为多个开口的替代方案,可在烟道气管道中使用单个开口12',例如,如沿着圆柱形轴线测量的在距离26上延伸的狭缝开口。例如,单个开口是螺旋狭缝。然后,距离25的测量与开口类似的方式测量,即从最靠近第二端部的开口位置沿着重整器6的中心轴线测量。

[0155] 作为另一替代方案,具有充当烟道气管道12的开口12'的若干区可布置在第一端部40a与第二端部40b之间以进行优化。在图4d中示出烟道气管道12由进一步间隔开的另一烟道气管道12A补充的实例。

[0156] 在图4a的例示性图示中,燃烧器端壁7c设置在重整器6的第二端部40b处,并且与分隔壁52成一体。然而,不必是这种情况,如图4b所示,其中燃烧器7的端壁7c远离重整器6的第二端部40b处的分隔壁52。

[0157] 任选地,燃烧器端壁7c设置在烟道气管道12的端部处,如图4c所示。例如,燃烧器端壁7c形成烟道气管道12的端部。

[0158] 注意,燃烧器室7a以及空间10b与烟道气管道9封离并隔开,使得烟道气13a必须在前端30处围绕重整器6流动并且流动穿过外圆柱形壁与外壳39之间的另一空间10c,之后穿过烟道气管道9流动到烟道气室13中。

[0159] 然而,烟道气管道12与重整器6的第二端部40b偏置的配置可与具有阀8的图2的实施方案组合。

[0160] 燃烧器/重整器单元的实例在图5a中以阴影半透明图示示出并且在图5b中以线图示出。注入歧管4未示出但任选地类似于图1和图2中的一者,并且插入到如图5所示的燃烧器室7a中。而且,在燃烧器室7a的内部通常设置有例如颗粒形式的燃烧器催化剂,但为简单起见未示出。

[0161] 在重整器6内部,螺旋导流件44迫使重整器气体在重整器6中在内圆柱形壁6c与外圆柱形壁6d之间进行螺旋移动。注意,重整器内部气体的平均流动方向从入口24a到出口24b是单向的,而不管气体的螺旋运动如何。

[0162] 如图5b中更详细所示,燃烧器室7中的烟道气13a通过烟道气管道12离开燃烧器室7a,在例示中,所述烟道气管道12由分布在烟道气管道12的长度26上的多个开口12'组成,所述长度26是重整器6的总长度L的一部分,例如在5%至50%的范围内。

[0163] 烟道气管道12设置在距重整器6的第二端部40b的距离25处,所述距离25通常为L的大约10%-60%。

[0164] 总长度25+26通常小于L的80%且通常大于L的15%。

[0165] 当烟道气13a已通过烟道气管道12离开燃烧器室7a时,烟道气13a在燃烧器壁7b的外侧与重整器6的内圆柱形壁6c之间的空间10b中的热交换室10a中移动。烟道气13a在沿着重整器6的内圆柱形壁6c流动时将热量传递到内圆柱形壁6c,并且还从圆柱形热燃烧器壁7b吸收新的热量。此外,辐射能从燃烧器壁7b传递到重整器6的内圆柱形壁6c。因此,燃烧器7与重整器6之间的热传递是复杂的。

[0166] 燃烧器壁7b的外侧与重整器6的内圆柱形壁6c之间的空间10b中的热交换室10a中的烟道气13a朝向重整器6的第一端部40a流动,并且在环形烟道气前端室50中改变方向,并且在外壳39与重整器6的外圆柱形壁6d之间的另一空间10c中朝向重整器6的第二端部40b在热交换室10a中继续流动。在重整器6的第二端部40b处,烟道气13a穿过烟道气出口管道9流动到烟道气室13。

[0167] 探针47用于监测重整器6中的温度,并且另一个探针48用于监测燃烧器7中的烟道气13a温度。

[0168] 可能的例示性尺寸如下:

[0169] -重整器直径:50mm-200mm

[0170] -重整器长度:300mm-1000mm

[0171] -燃烧器直径:重整器直径的20%-40%

[0172] -热交换室10a的宽度:1mm-4mm

[0173] -燃烧器壁和重整器壁的厚度:0.5mm-1.5mm(通常为金属)

[0174] 图5的实施方案包括各种因素的相互作用,即:

[0175] -燃烧器壁7b与重整器6的内圆柱形壁6c之间的空间10b;

[0176] -用于使烟道气13a沿着内圆柱形壁6c流动的位于燃烧器壁7b与重整器6的内圆柱形壁6c之间的空间10b中的热交换室10a;

[0177] -热交换室10a围绕重整器6的第一端部40a并且到达重整器6的外圆柱形壁6d进入外圆柱形壁6d与外壳39之间的另一空间10c中的延伸;

[0178] -烟道气离开燃烧器室7a所在的烟道气管道12的提供,烟道气管道12设置在重整器6的第一端部40a与第二端部40b之间并且当沿着重整器6的中心轴线43测量时

[0179] 43远离第二端部40b;

[0180] -重整器6内部的螺旋导流件44。

[0181] 燃烧器壁7b与重整器6的内圆柱形壁6c之间的空间10b防止了由燃烧器7造成的重整器6的过热。然而,仍然需要保证足够的热能从燃烧器7传递到重整器6。在将重整器气体的流动路径延伸到重整器6内部的螺旋导流件44的情况下尤其如此。螺旋导流件44是有利的,因为它在保持重整器6紧凑的同时提高了重整效率,但另一方面,这意味着相比从重整器的第一端部40a到第二端部40b的直线路径需要更多的热能。为了在不过热的情况下增加热能的传递,沿着内圆柱形壁6c以及外圆柱形壁6d两者引导烟道气13a,从而从中空圆柱形重整器两侧产生热能传递。在从入口24a到出口24b的单向路径过程中,从两侧加热重整器6内部的气体。此外,可通过将烟道气管道12定位在重整器6的第一端部40a与第二端部40b之

间并且远离第二端部40b来优化温度分布。通过对烟道气管道12的位置的这种调整,并且任意地通过一个或多个另外的烟道气管道,可在重整器6的靠近第一端部40a的上游部分(热能需求最高的地方)处提供更多热能,而在重整器6的第二端部40b(因为大多数气体已被重整而能量需求较低的地方)处提供较少热能。然而,在第一端部处的能量供应必须与来自燃烧器壁7b的辐射能平衡,因为辐射能在设置有燃烧器歧管并且燃烧反应开始的第一端部处也是最高的。因此,各种因素具有密切相互作用并且为了优化起见而共同产生协同效应。

[0182] 然而,即使在燃烧器/重整器系统中单独使用这些因素的情况下(例如,现有技术燃烧器/重整器系统),这些因素也可产生改进,尽管未与上述所有其他因素共同使用。

[0183] 附图标记

[0184] 1) 燃料电池系统

[0185] 2) 用于燃烧器7的甲醇入口

[0186] 2a) 从甲醇入口2到室7a的甲醇流

[0187] 3) 用于来自燃料电池16的阳极的废气的燃烧器入口

[0188] 3a) 阳极废气

[0189] 4) 用于将废气或燃料注入到燃烧器7中的注入歧管

[0190] 5) 甲醇注入喷嘴

[0191] 6) 重整器

[0192] 6a) 重整器6中的将甲醇重整为氢的甲醇制氢催化剂

[0193] 6b) 重整器壁

[0194] 6c) 重整器的内圆柱形壁

[0195] 6d) 重整器6的外圆柱形壁

[0196] 7) 燃烧器壁

[0197] 7a) 燃烧器室

[0198] 7b) 燃烧器壁

[0199] 7c) 燃烧器端壁8) 旁通阀

[0200] 39a) 旁通阀8的闭合构件

[0201] 9) 烟道气出口管道

[0202] 10) 燃烧器/重整器单元

[0203] 10a) 燃烧器壁7b与内重整器壁6c之间的热交换室

[0204] 10b) 燃烧器壁7b与内重整器壁6c之间的空间

[0205] 10c) 外壳43与外重整器壁6d之间的另一空间

[0206] 11) 用于旁通阀8的致动器

[0207] 12) 从燃烧器室7a进入热交换室10a中的烟道气管道

[0208] 12') 烟道气管道12中的开口

[0209] 12A) 进一步气体管道

[0210] 旁通13) 烟道气室

[0211] 13a) 烟道气

[0212] 14) 用于烟道气13a与冷却回路22之间进行热交换的热交换器

[0213] 15) 用于冷却回路2中的液体的循环泵

- [0214] 16) 燃料电池
- [0215] 17) 空气压缩机
- [0216] 18) 例如用于加热电池的辅助热交换器
- [0217] 139a) 例如用于加热车厢或其他装备的辅助热交换器
- [0218] 19) 用于重整器的水定量供应装置
- [0219] 20) 用于重整器的甲醇定量阀
- [0220] 21) 用于起动燃烧器的甲醇定量阀20
- [0221] 22) 用于燃料电池的初级冷却回路
- [0222] 23) 甲醇罐
- [0223] 24a) 用于甲醇/水混合物以便进行合成器产生的重整器入口
- [0224] 24b) 用于合成气的重整器出口
- [0225] 25) 冷却环路散热器
- [0226] 26) 电池冷却器
- [0227] 27) 冷凝器
- [0228] 28) 用于蒸发用于重整器的甲醇/水混合物的蒸发器
- [0229] 29) 用于预加热用于阴极的空气的热交换器
- [0230] 30) 用于预加热用于燃烧器7的空气的热交换器
- [0231] 31) 用于燃烧器7的空气入口
- [0232] 32) 从空气入口31到燃烧器室7a的空气流
- [0233] 33) 用于将来自阴极的空气和蒸汽与烟道气13a混合的连接件
- [0234] 34) 扩展容器
- [0235] 35) 用于电池37和其他目的的次级冷却回路
- [0236] 36) 用于电池冷却回路35的泵
- [0237] 37) 电池
- [0238] 38) 甲醇和水的混合点
- [0239] 39) 外壳
- [0240] 40a) 重整器6的第一端部
- [0241] 40b) 重整器6的第二端部
- [0242] 41) 从燃烧器室7a的端部进入热交换室10a中的烟道气管道
- [0243] 42) 旁通孔口(任选的)
- [0244] 42A) 旁通空气
- [0245] 42) 用于甲醇和水混合物的蒸发器
- [0246] 43) 重整器6的中心轴线
- [0247] 44) 螺旋导流件
- [0248] 45) 从烟道气管道41到重整器6的第二端部40b的距离
- [0249] 46) 烟道气管道41的延伸部
- [0250] 47) 重整器6中的传感器探针
- [0251] 48) 燃烧器7中的传感器探针
- [0252] 49) 重整器6的长度L

[0253] 50) 烟道气前端室

[0254] 52) 将热交换室10a的空间10c与烟道气出口管道9分隔开的分隔壁。

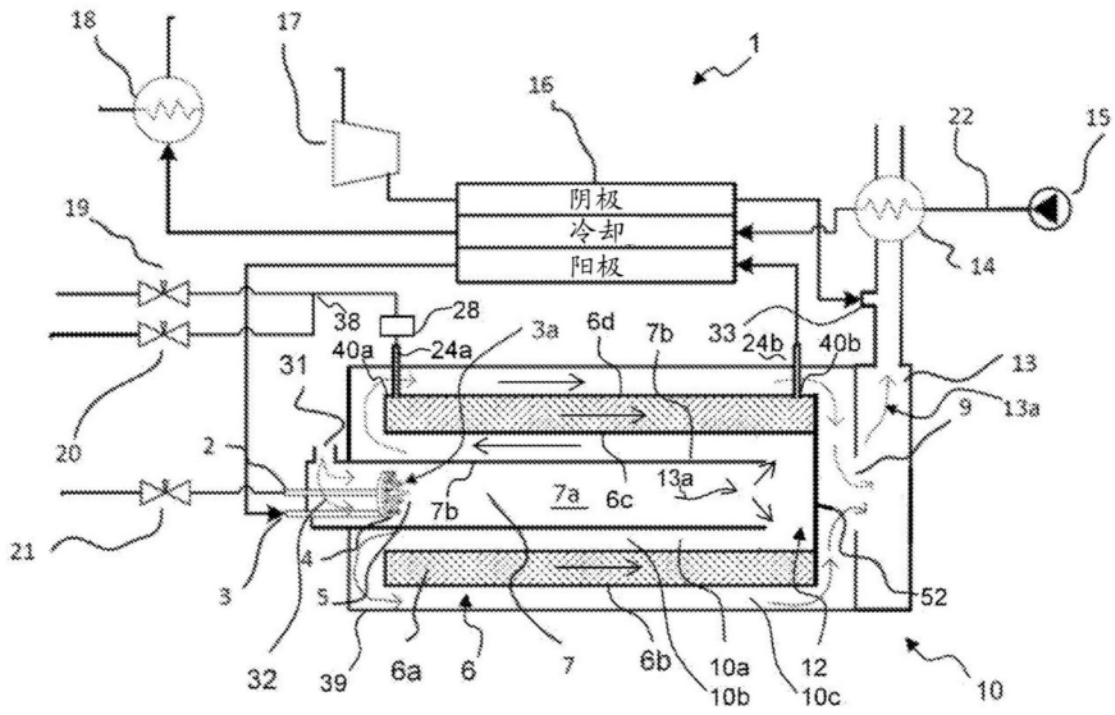


图1

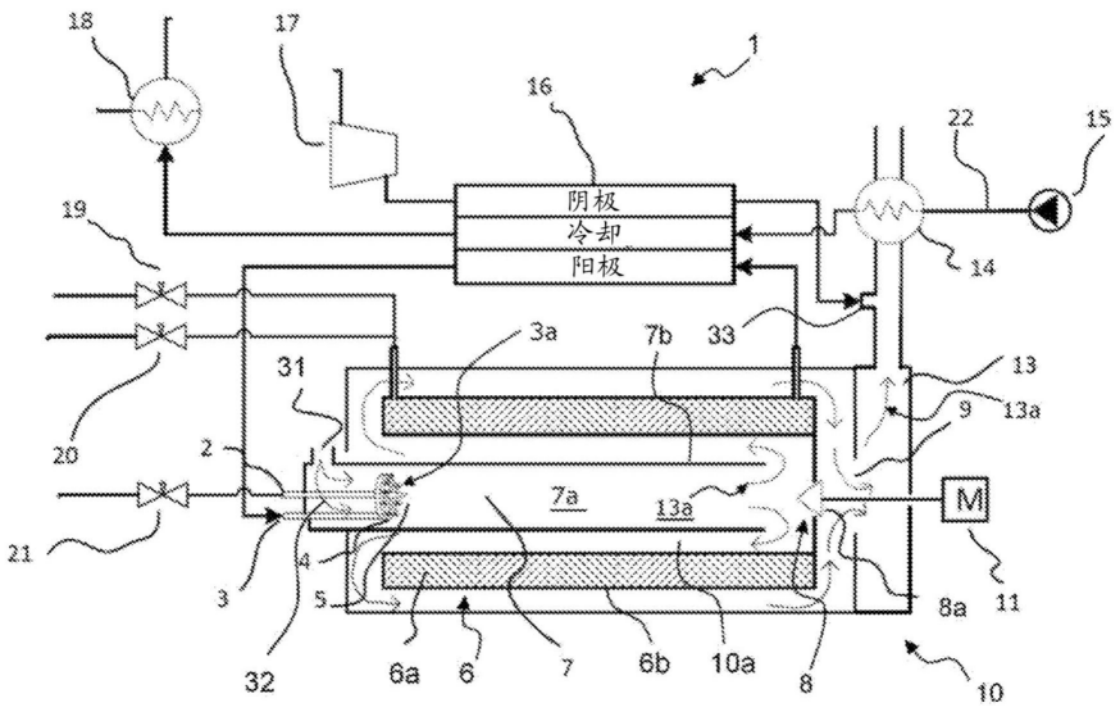


图2a

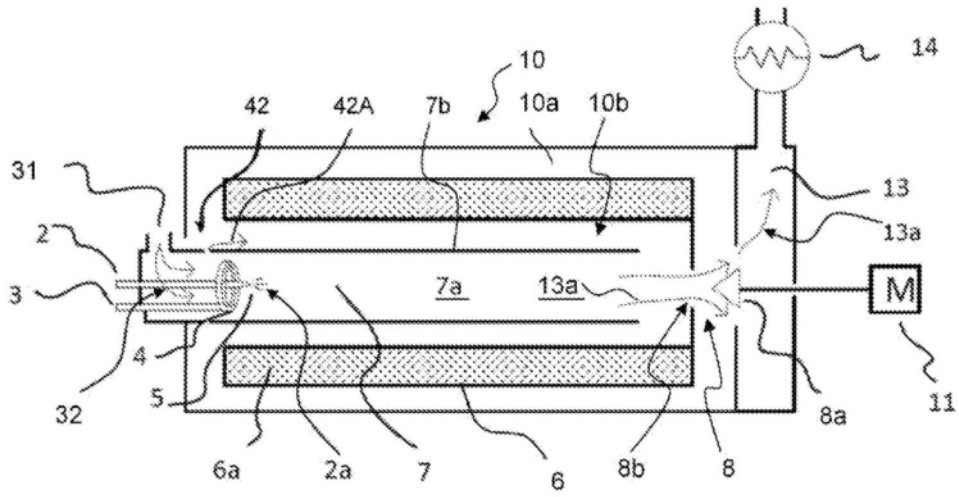


图2b

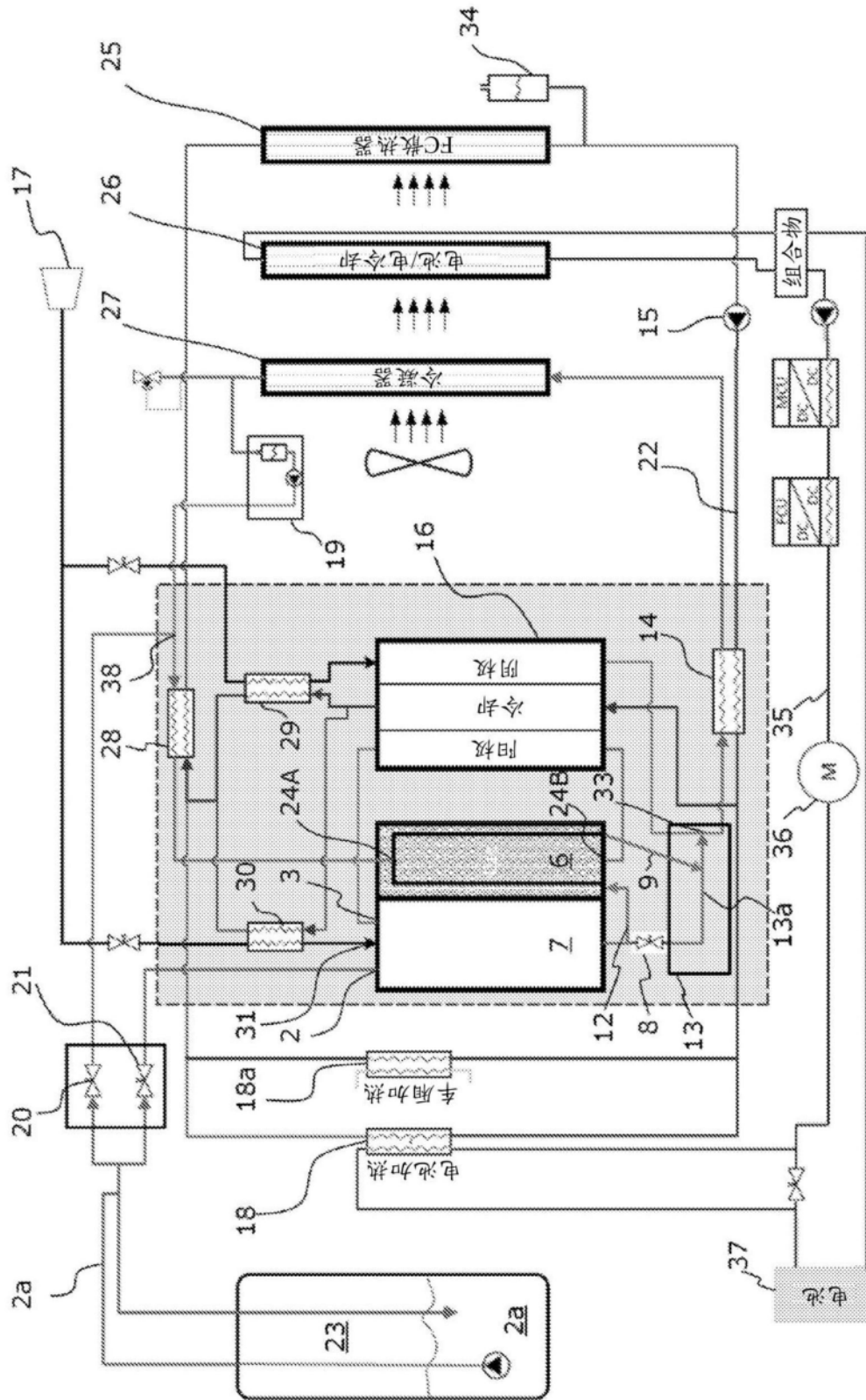


图3

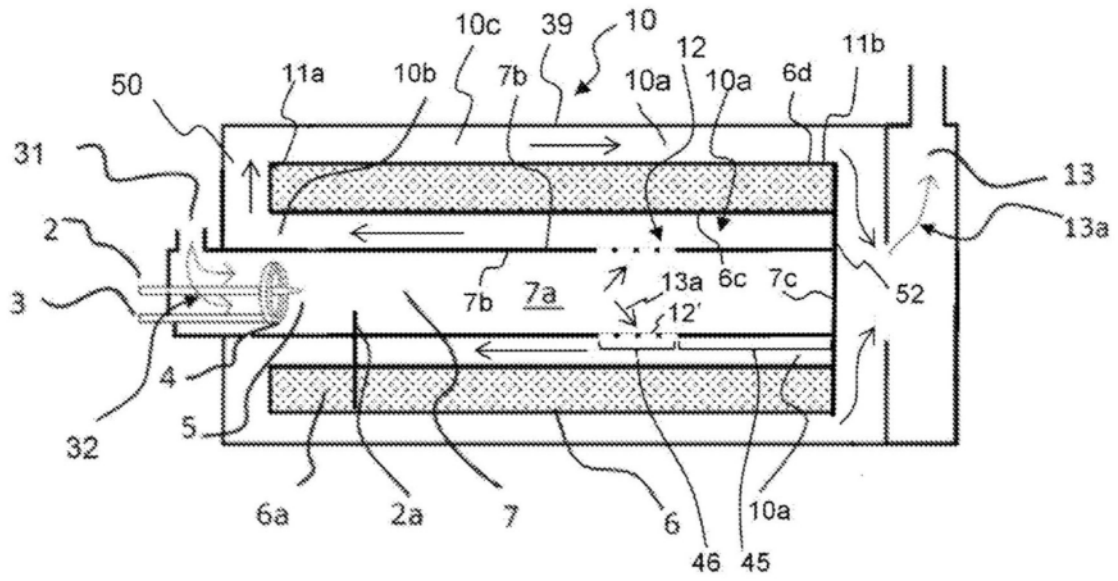


图4a

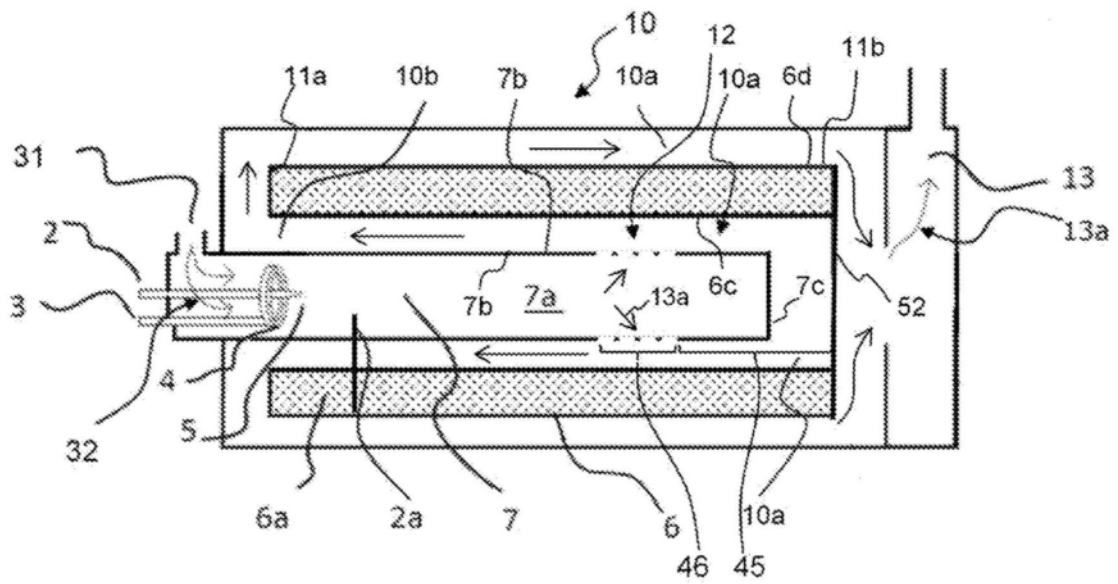


图4b

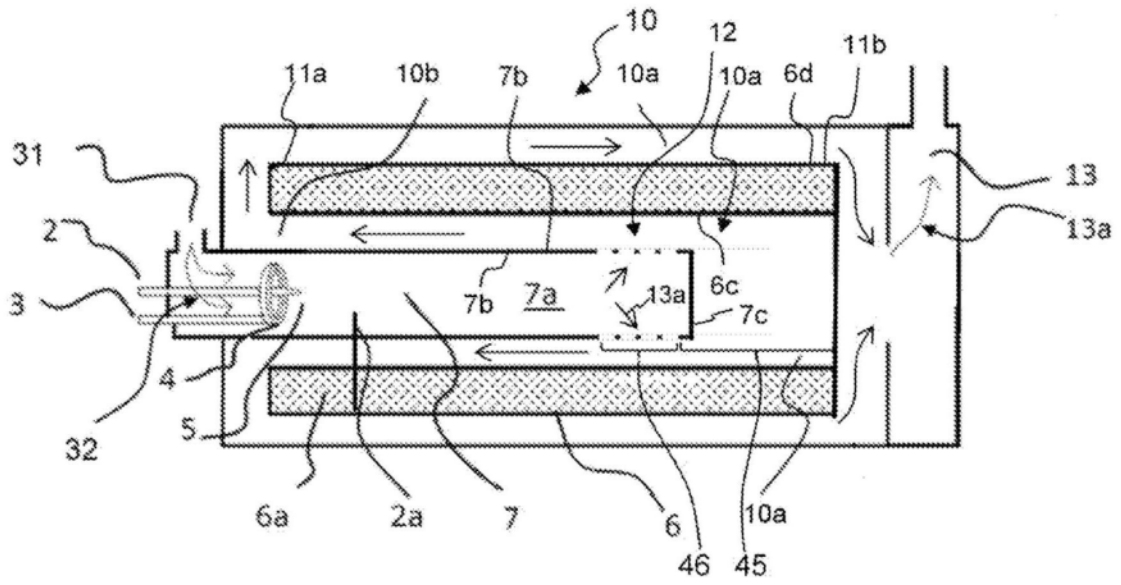


图4c

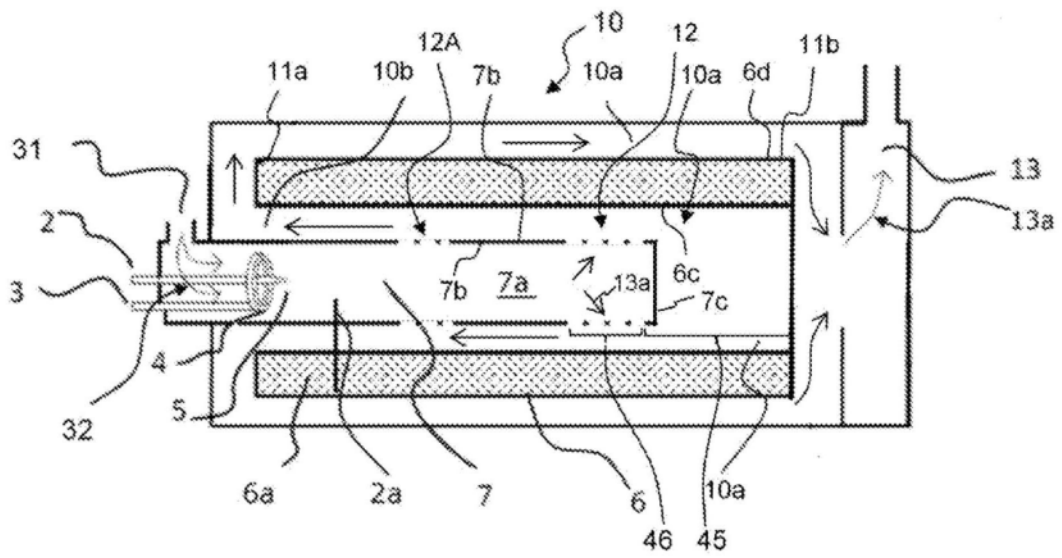


图4d

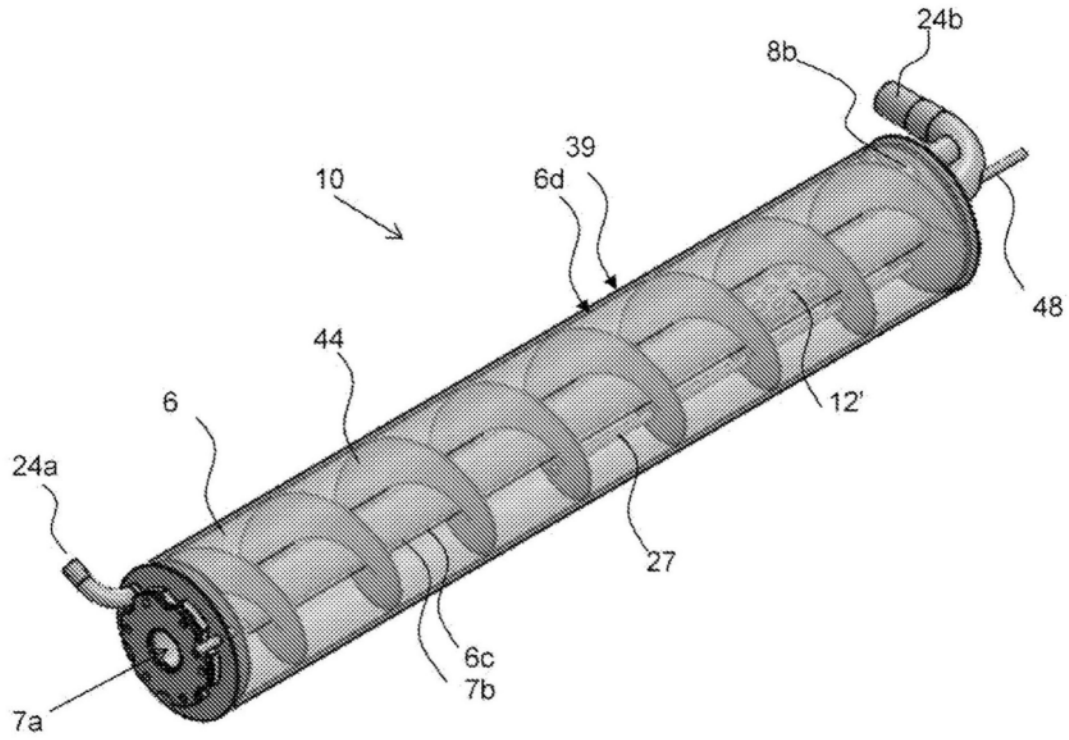


图5a

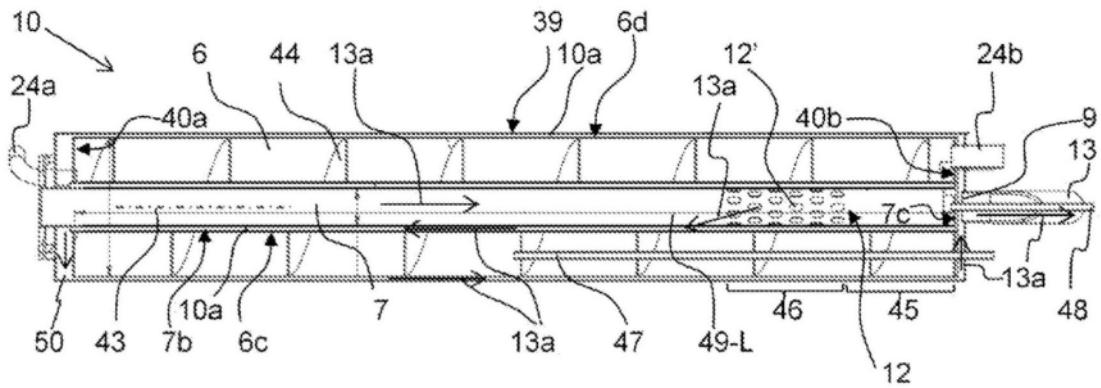


图5b