(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110100339 B
(45)授权公告日 2022.09.23

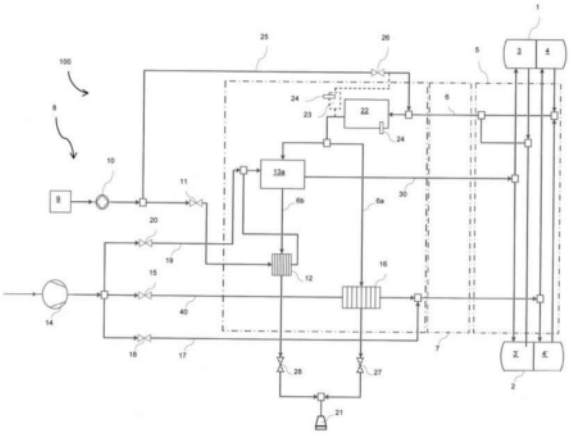
(21)申请号 201780072954.5
(22)申请日 2017.11.29
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110100339 A
(43)申请公布日 2019.08.06
(30)优先权数据
A51081/2016 2016.11.29 AT
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.05.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/080858 2017.11.29
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/099993 EN 2018.06.07
(73)专利权人 AVL李斯特有限公司
地址 奥地利格拉茨
专利权人 日产自动车株式会社
(72)发明人 迈克尔·赖西格 贝恩德·赖特尔
约尔格·马斯 托马斯·克劳斯
斯特芬·普拉尼泽尔
文森特·劳勒 于尔根·雷切伯格
柳泽政成 宫崎真一 筑后隼人
间野忠树 矢口竜也
(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291
专利代理师 黄志华 何月华
(51)Int.Cl.
H01M 8/04014(2006.01)
H01M 8/0612(2006.01)
H01M 8/04089(2006.01)
H01M 8/124(2006.01)
(56)对比文件
JP 2008277280 A,2008.11.13
JP 2008277280 A,2008.11.13
US 2003235731 A1,2003.12.25
DE 102011121691 A1,2013.06.20
US 2010203404 A1,2010.08.12
审查员 王天昊
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

燃料电池系统

(57)摘要

本发明涉及燃料电池系统(100),包括燃料供应单元(8)和具有阴极(4,4')和阳极(3,3')的燃料电池(1,2),其中阴极(4,4')具有阴极供应管线(40),阳极(3,3')具有阳极供应管线(30),阳极(3,3')流经阳极供应管线(30)连至燃料供应单元(8)流,其中重整器(13)设置在阳极供应管线(30)内,包括备有至少一个燃烧器装置(22,23)的阳极废气管线(6)。根据本发明第一换热器(16)设置在阴极供应管线(40)中,设于重整器(13)上游的第二换热器(29)设置在阳极供应管线(30)中,其中阳极废气管线(6)在燃烧器装置(22,23)下游分为均连通至废气出口(21)的第一阳极废气辅助管线(6a),其穿过第一换热器(16)的热侧,和第二阳极废气辅助管线(6b),其穿过第二换热器(29)的热侧,蒸发装置(12)能通过第二阳极废气辅助管线(6b)被加热。



CN 110100339 B

1.一种燃料电池系统(100),包括:

燃料供应单元(8),和

具有一个阴极(4,4')和一个阳极(3,3')的至少一个燃料电池(1,2),其中,该阴极(4,4')的特点是具有阴极供应管线(40),该阳极(3,3')的特点是具有阳极供应管线(30),该阳极(3,3')内的流经由阳极供应管线(30)连通至该燃料供应单元(8)内的流,重整器(13)设置在该阳极供应管线(30)内,

还包括用于自阳极(3,3')至少排出阳极废气的阳极废气管线(6),其中,至少一个燃烧器装置(22,23)设置在该阳极废气管线(6)中,

其特征是,

至少一个第一换热器(16)设置在该阴极供应管线(40)中,

至少一个蒸发装置和第二换热器(29)设置在该阳极供应管线(30)中,

该蒸发装置(12)设置在该重整器(13)的上游,

该第二换热器(29)和该蒸发装置(12)被组合到同一组成部件中,即蒸发过热件(12a);

其中,该阳极废气管线(6)在该燃烧器装置(22,23)的下游通过该重整器(13)的下游分为连通至废气出口(21)的第一阳极废气辅助管线(6a)和连通至废气出口(21)的第二阳极废气辅助管线(6b),并且其中,该第一阳极废气辅助管线(6a)穿过该第一换热器(16)的热侧,该第二阳极废气辅助管线(6b)穿过该蒸发过热件(12a)的第二换热器(29)的热侧,且该蒸发过热件(12a)的蒸发装置(12)能够通过该第二阳极废气辅助管线(6b)被加热;

第一控制阀装置(27)设置在该第一阳极废气辅助管线(6a)中,在该第一换热器(16)的热侧的下游,和第二控制阀装置(28)设置在该第二阳极废气辅助管线(6b)中,在该蒸发过热件(12a)的下游;

该阳极废气管线(6)在该重整器(13)的下游分为该第一阳极废气辅助管线(6a)和该第二阳极废气辅助管线(6b),其中,该阳极废气在流过该燃烧器装置(22,23)之后流过该重整器(13);

其中,至少一个吹扫空气管线(19)在第一换热器(16)的上游自该阴极供应管线(40)分支出并且在该重整器(13)的上游回流到该阳极供应管线(30)。

2.根据权利要求1所述的燃料电池系统(100),其特征是,该第一阳极废气辅助管线(6a)和该第二阳极废气辅助管线(6b)通至同一个废气出口(21)。

3.根据权利要求1或2所述的燃料电池系统(100),其特征是,被送入该第二阳极废气辅助管线(6b)的阳极废气流过该重整器(13)以传热给该重整器。

4.根据权利要求1或2所述的燃料电池系统(100),其特征是,该第二换热器(29)被设计成过热器。

5.根据权利要求1或2所述的燃料电池系统(100),其特征是,该第二换热器(29)和该重整器(13)被组合到同一组成部件中,即过热重整件(13a)。

6.根据权利要求1或2所述的燃料电池系统(100),其特征是,在流动方向上在该燃烧器装置(22,23)后,阳极废气能够在该流过该第二换热器(29)前流过该重整器(13),其中,阳极废气能够在流过该第二换热器(29)后流过该蒸发装置(12)。

7.根据权利要求1或2所述的燃料电池系统(100),其特征是,该燃烧器装置(22,23)是具有点火装置(24)的起动燃烧器单元(23)或催化燃烧器,或者包含催化燃烧器和起动燃烧

器装置(24)的组合部件。

8.根据权利要求1或2所述的燃料电池系统(100),其特征是,起动燃烧器燃料管线(25)设置在该燃料供应单元(8)和该阳极废气管线(6)之间并设有起动燃烧器燃料计量结构(26),该起动燃烧器燃料计量结构(26)设在该管线内。

9.根据权利要求1或2所述的燃料电池系统(100),其特征是,燃料注入计量装置(11)在该蒸发装置(12)的上游设置在该阳极供应管线(30)中。

10.根据权利要求1或2所述的燃料电池系统(100),其特征是,至少一个旁路管线(17)在第一换热器(16)的上游自阴极供应管线(40)分支出并且在第一换热器(16)的下游回流至阴极供应管线(40),其中,旁路控制阀装置(18)有利地设置在该旁路管线(17)中。

11.根据权利要求1或2所述的燃料电池系统(100),其特征是,吹扫空气控制阀装置(20)设置在该吹扫空气管线(19)中。

燃料电池系统

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池系统，其包括燃料供应单元和具有一个阴极和一个阳极的至少一个燃料电池，其中，该阴极的特点是具有阴极供应管线，该阳极的特点是具有阳极供应管线，阳极流经由阳极供应管线连通至燃料供应单元流，重整器设置在阳极供应管线内并且包括用于至少排出来自阳极的阳极废气的阳极废气管线，其中，至少一个燃烧装置设置在阳极废气管线中。

背景技术

[0002] 例如作为辅助电源设备被用在机动车中或者用作“APU”(辅助电力设备)的燃料电池系统通常包括至少一个用于自阴极空气和燃料气体或重整气体产生电流的燃料电池。在此情况下，这种燃料电池由许多单独的燃料电池元件叠摞组成并被称为燃料电池叠组。燃料电池且尤其是高温燃料电池被本领域技术人员理解为例如熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)，其在约580℃至675℃之间的工作温度下工作。由锂钾碳酸盐构成的混合碱性碳酸盐熔融物常作为电解质被用在这种燃料电池中。固态氧化物燃料电池(SOFC)也是已知的。固态氧化物燃料电池在约650℃至1000℃之间的工作温度下工作。

[0003] 在这种电池中的电解质由固体陶瓷材料构成，其能够传导氧离子且同时具有电子隔绝作用。所述电极以及阴极和阳极被附接至电解质层的两侧。它们是透气的导电体。用于传导氧离子的电解质例如被设计成薄膜状，允许其用很少能量且在所述高温下传输氧离子。背对电解质的阴极外侧面被空气(以下尤其称为阴极气体)包围，而阳极外侧面被燃料气体或重整气体包围。未用的空气和未用的燃料气体以及燃烧产物例如通过抽吸被排出。

[0004] 为了产生重整气体，燃料电池系统可以配备有重整器，其自燃料且通常是碳氢化合物如天然气、柴油或醇以及可选地自重整空气和/或水蒸汽产生重整气体。重整气体尤其含有氢气和一氧化碳。重整过程在此情况下可以发生在单独的重整器中，但也可以发生在燃料电池本身中。此外，燃料电池系统也可以配备有空气供应设备，其通过空气输送机构利用抽吸吸走燃料电池系统周围的环境空气并将空气例如分为重整空气和阴极空气。重整空气可以经由重整器空气管线被输送至重整器，而阴极空气可以经由阴极供应管线被输送至至少一个燃料电池的阴极侧。

[0005] 由发明JP 2008 277 280 A公开了具有排空通道和阀操作控制器的燃料电池系统和燃料电池系统的运行方法。

[0006] 已知解决方案的一个缺点是以下事实，在燃料电池中获得的大部分能量作为废热经由阳极废气逸入环境。因此，无法利用这种燃料电池系统获得高的但理论上可行的效率水平。

发明内容

[0007] 因此，本发明的一个目的是补救这些现有技术缺点并使燃料电池系统具备高的效率等级。

[0008] 该目的将通过根据本发明的上述燃料电池系统来实现，其中，至少一个第一换热器安置在阴极供应管线中，至少一个蒸发装置和第二换热器安置在阳极供应管线中，且该蒸发装置布置在重整器的上游，其中，该阳极废气管线在燃烧器装置下游分为可连通至废气出口的第一阳极废气辅助管线和可连通至废气出口的第二阳极废气辅助管线，其中，第一阳极废气辅助管线穿过第一换热器的暖侧或热侧，第二阳极废气辅助管线穿过第二换热器的热侧，该蒸发装置能够通过第二阳极辅助废气管线被加热。

[0009] 在本发明范围内，换热器尤其是指间接传热装置，其中，具有不同的温度级的物料流通过透热壁被物理分隔开。这样做的目的是将热从较热的物料流传递至较冷的物料流，其中，换热器的较冷侧或温度较低侧是指较冷物料流的区域，而换热器的较热侧是指较热物料流的区域。

[0010] 本发明意义上的蒸发装置是指特殊类型的换热器，在此，介质的物质状态通过传递来自物理分隔开的运动物料流的热被改变，其中尤其是液态介质达到其气相。

[0011] 本发明的一个明显优点是使在阳极废气的来自燃料电池反应的废热可通过阳极废气管线的布线和排列以及通过分为经过第一和第二阳极废气辅助管线的并行流来高效利用。高温阳极废气流过重整器和蒸发装置以及流过这两个换热器。来自阳极废气的热于是对于与在阳极供应管线和阴极供应管线中的物料流的相互作用或传热是理想的。通过将阳极废气管线分为第一和第二阳极废气管线，足以用于传热的热能够被施加至每个所述部件，并且质量流能够根据工作需要被调整或调节。

[0012] 介质，尤其是空气，被送入阴极供应管线且流过第一换热器的冷侧，而阳极废气在同一换热器的热侧流过第一阳极废气辅助管线。结果，阳极废气释放热，该热被送入阴极供应管线的介质吸收。相应的过程也发生在第二阳极废气辅助管线中，在这里，热阳极废气流过第二换热器的热侧并流过蒸发装置的热侧，由此阳极废气与被送入阳极供应管线的介质且尤其是燃料换热。

[0013] 另外，重整反应和尤其是吸热重整所需的热能也被供应给重整单元。

[0014] 通过将阳极废气管线分为基本上并行的经过两个阳极废气辅助管线的流，也减小了燃料电池系统内的压力损失，进一步提高效率等级。

[0015] 有利地，燃料供应单元的特点是具有存放燃料燃料箱。原则上，本发明的燃料电池系统可以用任何类型的燃料工作，尤其是液态碳氢化合物例如天然气或柴油或者醇如乙醇。尤其有利的是燃料由水和乙醇的混合物制成。这尤其可以在已混合形态下被供应给燃料供应单元，但也可能有利的是针对水和乙醇分别设置单独的储罐。如果设有两个储罐，则有利地设置混合装置来混合水和乙醇。

[0016] 原则上，第一和第二阳极废气辅助管线的末端均可以具有其自己的废气出口。但在本发明的一个变型中，第一阳极废气辅助管线和第二阳极废气辅助管线通至同一个废气出口。阳极气体经由废气出口被排入环境，其中，因为与各种部件相互作用，来自阳极废气的大部分的热被传走，于是避免了对废气出口所用材料的高要求并降低了制造成本。

[0017] 有利地，第一控制阀装置设置在第一阳极废气辅助管线中，最好在第一换热器的热侧的下游，和/或第二控制阀装置设置在第二阳极废气辅助管线中，最好在蒸发装置的下游。这样做就允许操控或调整流经第一和第二阳极废气辅助管线的阳极废气的流量。这样做还允许流过两个阳极废气辅助管线之一的阳极废气被完全阻止。将热消散到燃料电池系

统的各不同部件和进而消散到被送入阴极供应管线和阳极供应管线的介质中可以被精确调整并可以适应于各种不同的工作场景。

[0018] 另外，或者作为控制阀装置的替代，阳极废气辅助管线可以为了控制物料流而被设计成具有各种不同的几何形状、横截面或直径。例如第一阳极废气辅助管线为了保证高度传热至被送至阴极的物料流而可被设计成具有比第二阳极废气辅助管线更大的直径。

[0019] 被送入第二阳极废气辅助管线的阳极废气有利地流过重整器以便传热至重整器。换言之，被送入阳极供应管线的物料流和阳极废气两者均被输送经过该重整器，并由此设置用于物理分隔物料流的透热机构。因此，该重整器和尤其是朝向阳极被输送经过它的物料流被加热以获得正确重整反应所需的温度水平。

[0020] 在本发明的一个变型中，第二换热器被设计成用于将燃料加热到高于350℃的温度或者重整反应所需的温度水平的过热器。过热器尤其是指如下换热器，其将物料流加热到重整反应所要求的温度。

[0021] 有利地，第二换热器和重整器被合并到同一个组成部件，即过热重整件。结果，被送入第二阳极废气辅助管线的热阳极废气同时供热给第二换热器和重整器，于是使得所输入的物料流达到重整反应所需的温度并且重整所述流。

[0022] 在本发明的另一个变型中，第二换热器和蒸发装置被合并到同一个组成部件中，即蒸发过热件(12a)。结果，被送入第二阳极废气辅助管线中的热阳极废气同时供热给第二换热器和蒸发装置。结果，被送入阳极供应管线的燃料被同时蒸发和过热。

[0023] 这样的复合部件对于例如在交通工具情况下只提供少量空间用于燃料电池系统的应用是尤其有利的。这也防止在蒸发装置和过热器之间管路内的热损失以及潜在的蒸发燃料冷凝。

[0024] 尤其有利的是，沿流动方向在燃烧器装置之后，阳极废气能够在流过第二换热器前流过重整器，其中，阳极废气最好能够在流过第二换热器之后流过蒸发装置。这样一来，来自阳极废气的热能可以尤其被高效利用并且被送至燃料电池系统中需要其热能的地点。阳极废气最初流过重整器，在继续流过第二换热器和蒸发装置之前提供重整反应所需的热量。结果，来自被送入第二阳极废气辅助管线的阳极废气的所有热能可以被最佳利用。

[0025] 阳极废气管线有利地在重整器下游分为第一阳极废气辅助管线和第二阳极废气辅助管线，其中，阳极废气在流过燃烧器装置后流过重整器。

[0026] 有利地，燃烧器装置是具有点火装置的起动燃烧器单元或催化燃烧器，或者包含催化燃烧器和起动燃烧器装置的组合部件。燃烧器装置被设计成催化燃烧器，其被用来燃烧在阳极废气中的燃料残余和燃料电池反应的其它副产物。根据所用的燃料，阳极废气例如由约80％的水和二氧化碳以及约20％的氢气和一氧化碳构成。催化燃烧器同样将所述20％的氢气和一氧化碳转化为水和二氧化碳。另外，可以设置起动燃烧器装置或具有这样的起动燃烧器装置的单独的起动燃烧器。但是，这也可以设置在在燃料供应源和阳极废气管线之间延伸且在燃烧器装置下游回流到阳极废气管线的管线中。也可以将催化(补)燃烧器和具有单独的燃料供应源的起动燃烧器装置合并到同一个部件中。

[0027] 在本发明的一个变型中，起动燃烧器燃料管线设置在燃料供应单元和阳极废气管线之间，设有起动燃烧器燃料计量装置，优选布置在所述管线内。在燃烧器装置和/或起动燃烧器单元内的流可以经由起动燃烧器燃料计量装置与燃料供应单元内的流相连通。燃料

可以经由此起动燃烧器燃料管线尤其在燃料电池系统起动或热身阶段中被送入，以升高该系统且实质上是重整器和蒸发装置的工作温度至所需水平。

[0028] 为了调节进入阳极供应管线的燃料量，燃料注入装置有利地在蒸发装置上游布置在阳极供应管线中。送入的燃料量于是可以根据工作阶段或根据要求被调整并且尤其以对蒸发装置中的蒸发过程有利的形式被注入。

[0029] 在本发明的一个变型中，至少一个旁路管线在第一换热器上游自阴极供应管线分支出并在第一换热器下游回流入阴极供应管线，其中，旁路控制阀装置有利地设置在该旁路管线内。这样做允许调节所输入的介质的阴极侧温度，或甚至防止被送入阴极的空气以过高温度进入燃料电池并因热应力而造成损伤。

[0030] 在本发明的另一个变型中，至少一个吹扫空气管线第一换热器上游自阴极供应管线分支出并且在重整器上游回流入阳极供应管线，其中，吹扫空气控制阀装置有利地设置在该吹扫空气管线中。一方面，燃料电池系统可以在关停后借助吹扫空气管线被吹扫，例如使用空气或其它介质。这样做防止了该系统内的阳极氧化。另一方面，燃料电池系统的起动过程或加热可以利用吹扫空气管线得到帮助，因为经由吹扫空气管线被输入的空气帮助重整反应。在示例性的运行方法中，通过被起动燃烧器装置加热的阳极废气使蒸发装置达到温度，此时少量燃料被送入蒸发装置以便蒸发所述燃料。现在主要处于气态的燃料接着被送入重整器中，其中，空气也经由吹扫空气管线被送入。放热反应因此发生在重整器中，其中，热气体能够在早期阶段被送入阳极。结果，燃料电池系统加热时间可以被显著缩短。此外，该放热反应也提供阳极保护功能，因为由此形成的气体置换阳极中的氧气。

附图说明

[0031] 以下，通过如图所示的且非限制性的实施方式来更详细地描述本发明，其中：

[0032] 图1是本发明的燃料电池系统的第一变型的示意图，

[0033] 图2是本发明的燃料电池系统的第二变型的示意图，和

[0034] 图3是本发明的燃料电池系统的第三变型的示意图。

具体实施方式

[0035] 为了清楚起见，同类型的零部件在以下附图中由相同的附图标记标示。

[0036] 所有所示的变型示出了燃料电池系统100，其具有呈两个燃料电池叠组1、2形式的燃料电池，燃料电池叠组均由多个燃料电池组成。每个燃料电池的特点是具有阳极3、3’和阴极4、4’，它们通过工艺气体分布器5被供应所需的工作介质。独立的叠组1、2于是被统一供应。

[0037] 因此，设置阳极供应管线30用于引导燃料气体或重整气体至阳极3、3’，设置阴极供应管线40用于主要引导空气或环境空气至阴极4、4’。阳极废气管线6用于排走来自燃料电池的废气如空气和未用燃料气体和附加燃烧产物，但至少有来自阳极3、3’的阳极废气。燃料电池叠组1、2经由接口装置7被连接至被称为配套设施(BOP:Balance of Plant)的供应设备或外围设备。其中就有用于燃料准备和输入、空气供应的部件以及电气部件(以下未进一步讨论)。

[0038] 外围设备的特点是具有燃料供应单元8，其包括燃料箱9和燃料泵10。液态燃料尤

其可用作燃料，通常是液态碳氢化合物例如天然气、柴油或醇。阳极3、3’通过阳极供应管线30连接至燃料供应单元8。

[0039] 燃料以液态形式经由燃料注入装置11被引入蒸发装置12中，在蒸发装置12中，燃料通过施加热被蒸发。蒸发的燃料随后被送入重整器13，在重整器13中产生将被转化为电能的富氢燃料气体或重整气体。在重整期间，燃料与加入的空气一起和/或与水(蒸汽)一起被引导经过催化剂表面并被转化为氢气、二氧化碳、一氧化碳和蒸汽：燃料气体的准确成分在此情况下取决于所用燃料。因为是吸热过程，故蒸汽重整必然具有加给它的所需热。重整温度越高且水(蒸汽)比例越高，所产生的燃料气体或重整气体必然越纯。

[0040] 在重整器13之后，燃料气体或重整气体经由阳极供应管线30被送至燃料电池叠组1、2的阳极3、3’。

[0041] 燃料电池反应所需的空气通过空气输送装置如风扇14被输送经过阴极供应管线40。阴极空气调整装置15于是以控制阀形式设置在阴极供应管线40中，其能被用来调整被输送至阴极4、4’的空气量。为了预热被送至阴极4、4’的空气以便既促成反应、也防止源自阳极高温的燃料电池叠组1、2中的热应力，第一换热器16设置在阴极供应管线40中，所述换热器的特点按照已知方式具有热侧和冷侧，此时处于变化的温度水平的介质流过这些侧，于是允许从热侧到冷侧的传热，其中，热流被物理分隔开。这样一来，被输送至阴极4、4’的介质被引导经过第一换热器16的冷侧，随后其继续流动至工艺气体分布器5或阴极4、4’。

[0042] 所示的变型示出了旁路管线17，其在风扇14和阴极空气控制装置15之间自阴极供应管线40分支出。该旁路管线在第一换热器16的下游回流入阴极供应管线40。旁路控制阀装置18设置用于调节经过旁路管线17的流动。在一定的工作状况下，所有的或部分的阴极空气可以经旁路管线17被引导经过第一换热器16，于是允许调节被供给阴极4、4’的空气的温度。这样做可以防止在燃料电池叠组1、2中因例如其过度快速加热而出现的热应力，还有防止由过热空气造成的阴极4、4’受损。

[0043] 另外，吹扫空气管线19在风扇14和阴极空气控制装置15之间自阴极供应管线40分支出并在重整器13上游，最好在蒸发装置12和重整器13之间，回流入阳极供应管线30。在吹扫空气管线19中安置有吹扫空气控制阀装置20，其可以被用来根据需要调整经过所述管线的流。空气可经由吹扫空气管线19被输送至蒸发燃料以帮助在重整器13中的反应。这在燃料电池系统100内的起动阶段中是尤其有利的：经由吹扫空气管线19输送的空气帮助重整反应并且缩短系统加热时间。

[0044] 来自阳极3、3’和阴极4、4’的废气在燃料电池叠组1、2中被收集并且通过工艺气体分布器5和阳极废气管线6被送至废气出口21，在这里它们例如被排入环境。

[0045] 废气在高温下离开燃料电池叠组1、2，其根据本发明被用来提高整体效率。

[0046] 燃烧器装置22布置在工艺气体分布器5的下游。一方面，燃料可以在燃烧器装置22中在燃料电池系统1起动运行期间被转化为热以便快速地使燃料电池叠组1、2中的燃料电池达到工作温度。另一方面，废气(尤其是阳极废气)所含的燃料残余和其它反应产物可以被燃烧以保证完全转换。

[0047] 在图1至3中，燃烧器装置22被设计成包括催化燃烧器(“氧化催化”)和起动燃烧器装置的组合部件。该起动燃烧器装置在此情况下以具有点火装置24如电点火器为特点，借此可以使燃料燃烧。起动燃烧器燃料管线25从燃料供应单元8通至阳极废气管线6，其在这

里通入燃烧器装置22。在所示的实施例中，起动燃烧器燃料管线25在燃料供应单元8和燃料注入装置11之间自阳极供应管线30分支出。在起动燃烧器燃料管线25中也设置有起动燃烧器燃料计量装置26，借此可以计量和喷射燃料。图1中的虚线表示在起动燃烧器燃料计量装置26之后且通向单独的起动燃烧器装置23的起动燃烧器燃料管线25的替代路线，起动燃烧器装置23配备有点火装置24并且起动燃烧器装置23的燃烧产物在燃烧器装置22的下游被注入阳极废气管线6。理想地，燃烧器装置22的如图1所示的点火装置24可以从此变型中被省掉，燃烧器装置22仅起到催化补燃器的作用。

[0048] 在本发明燃料电池系统100的示例性运行方法中，在起动阶段中，燃料经由起动燃烧器燃料管线25被送入，且点火装置24被启动。由此在燃烧器装置22中或在起动燃烧器装置23中产生热，于是加速系统的起动热身，尤其借助如下所述的换热器。一旦达到了一定的温度水平，则点火装置24或者起动燃烧器装置23可以被停用，经由起动燃烧器燃料管线25的燃料计量将根据需要被减少，但在任何情况下将继续。如果来自燃料电池叠组1、2的废气中的燃料残余和副产物尚不足以在燃烧器装置22中产生足够的热，则这是尤其有利的。一旦燃料电池系统100已达到最佳工作温度，经由起动燃烧器燃料管线25的燃料计量也可以被中断。结果，将燃料电池系统100加热到其工作温度的时间可以被缩短。

[0049] 为了保证尽量最充分地利用来自燃料电池叠组1、2的热，阳极废气管线6根据本发明在燃烧器装置22的下游分为第一阳极废气辅助管线6a和第二阳极废气辅助管线6b，这两条管线在同一废气出口21处结束。在另一变型(未示出)中，每个阳极废气辅助管线6a、6b也能在其自己的废气出口处结束。第一控制阀装置27设置在第一阳极废气辅助管线6a中并且第二控制阀装置28设置在第二阳极废气辅助管线6b中，以调节经过所述阳极废气辅助管线6a、6b的废气流。优选地，控制阀装置27、28布置成尽量靠近废气出口21，在此流过阳极废气辅助管线6a、6b的废气仍然相对冷，因此避免了对控制阀装置27、28的关于结构、材料和技术的尤其与耐热相关的严格要求，因此允许经济地构建它们。

[0050] 在图1中，虚线被用来表示控制阀装置27、28，这意味着在本发明的一个变型中这两个控制阀装置27、28可以被省掉，即如果各自的废气流能够通过阳极废气辅助管线6a、6b的几何形状、尤其是其横截面或直径被调节。这些变型的组合也是可行的，确切说在这里设置各种各样的横截面以及控制阀装置27、28中的一个或两个。

[0051] 附图所示的变型尤其通过与废气相关的部件的布置和线路而区分开。

[0052] 图1示出一个变型，在此第一阳极废气辅助管线6a穿过第一换热器16的热侧以便预热或加热供给至阴极4、4'的空气。流过第一阳极废气辅助管线6a的阳极废气在此情况下在其进入第一换热器16时可以处于约720℃的温度，结果，在第一换热器16的冷侧的阴极介质(如空气)被加热到高达540℃。

[0053] 第二阳极废气辅助管线6b在废气流方向首先穿过如下部件，重整器13和第二换热器29在此被合并成共同的过热重整件13a，随后穿过蒸发装置12。在燃料注入装置11的下游，阳极供应管线30穿过蒸发装置12，以约30-35℃被喷入的燃料在蒸发装置12中被蒸发和加热到约120℃，随后被引导经过过热重整件13a，在过热重整件13a中产生用于燃料电池叠组1、2的重整气体。

[0054] 因此在此变型中，来自燃料电池叠组1、2的处于约600℃的废气在又呈催化补燃器形式的燃烧器装置22中和/或在起动燃烧器装置23中被附加加热到高达720℃，并且首先被

用于过热和重整蒸发燃料。通过在第二换热器29中的过热，使蒸发燃料达到高于350℃的重整所需温度。另外，在像例如蒸汽重整这样的吸热重整反应情况下，在重整器13中将需要所提供的热。两个目的可以通过给过热重整件13a供应来自废气的热来达成。接着，废气被进一步送至蒸发装置12，其在这里以约500℃进入并且废气热被用来蒸发燃料。

[0055] 图2示出一个变型，在此，阳极废气管线6在分为第一和第二阳极废气辅助管线6a、6b之前在燃烧器装置22下游穿过重整器13。这具有与吸热重整反应相关的如下特殊优点，即允许使用尤其大量的来自废气的热。随后仍可用到重整不需要的热。第一阳极废气辅助管线6a同样穿过第一换热器16的热侧以便加热或预热被供应给阴极4、4’的空气。第二阳极废气辅助管线6b于是穿过如下部件，在此该蒸发装置12和第二换热器29被合并到一个共同组成部件。因此，蒸发过热件12a将燃料蒸发与燃料过热至重整所需温度合并。阳极供应管线30内的燃料首先流入蒸发过热件12a，并从那里进入重整器13。重整气体或燃料气体随后被送至燃料电池叠组1、2的阳极3、3’。

[0056] 图3示出了一个变型，在此，已如图2所示，阳极废气管线6在分为第一和第二阳极废气辅助管线6a、6b之前在燃烧器装置22下游穿过重整器13。在此情况下的优点同样是帮助吸热重整反应。第一阳极废气辅助管线6a还是穿过第一换热器16的热侧以便加热或预热被送至阴极4、4’的空气。在第二阳极废气辅助管线6b中的废气首先流过起到过热器作用的第二换热器29的热侧，随后流过蒸发装置12和进而流到废气出口21。所输入的燃料于是首先在蒸发装置12中被蒸发并在约120℃下被送入第二换热器29，其在这里被过热且随后被输入重整器13。通过废气流经上述组成部件的顺序来保证热能的最佳利用。

[0057] 因此，根据本发明的解决方案容许实现极其高效的燃料电池系统100。一方面，流经阳极气体辅助管线6a、6b的并行流动导致了比在传统系统中更低的压力损失，另一方面允许精确调节废气量和进而至单独的气体流的传热。因为各自所需的热量，流过第一阳极废气辅助管线6a的质量流最好大于流过第二阳极废气辅助管线6b的质量流。

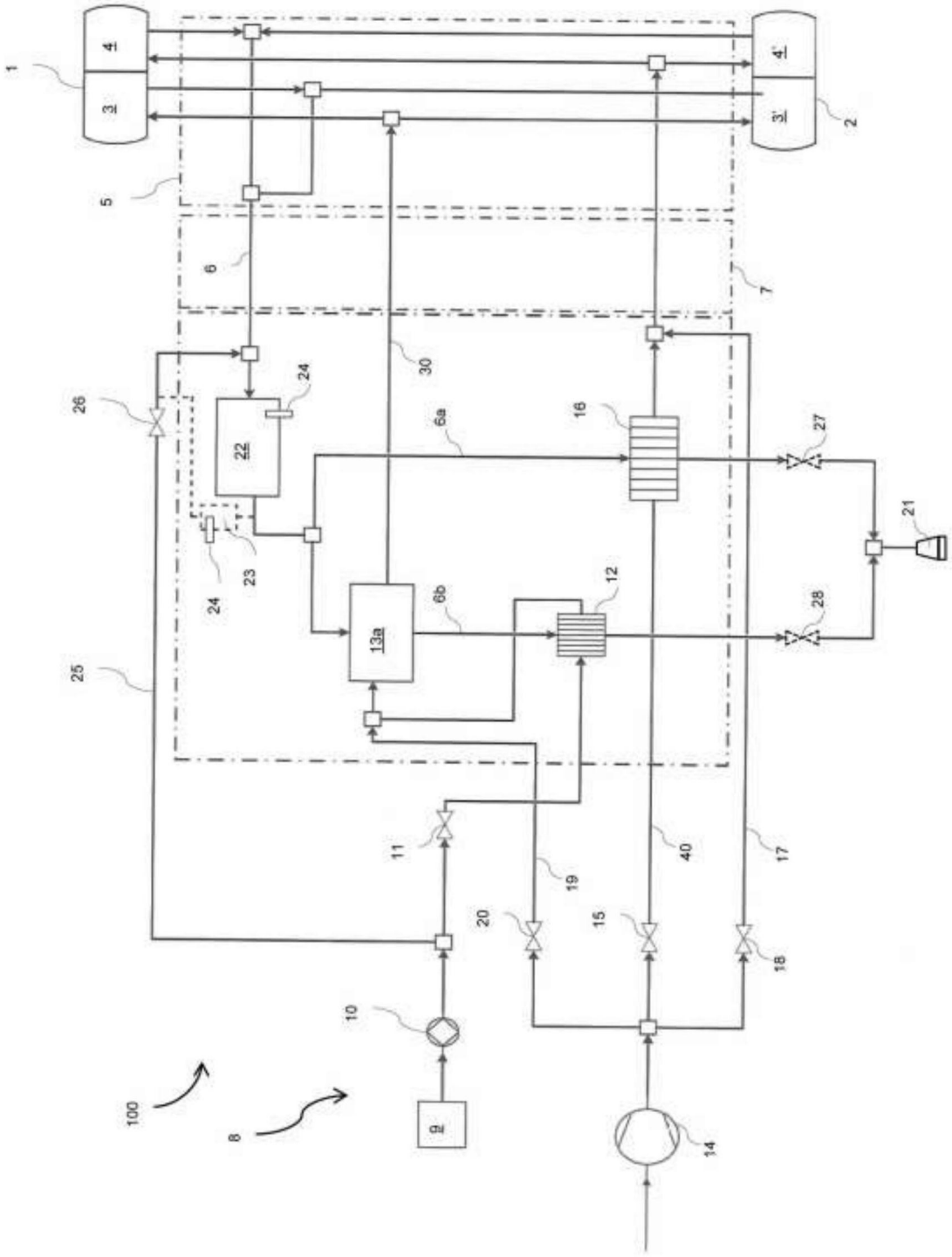

1
4
3
4'
3'
2
5
6
7
30
26
24
22
6a
16
27
21
23
24
6b
12
13a
28
25
11
40
17
19
20
15
18
10
100
8
9
14

图1

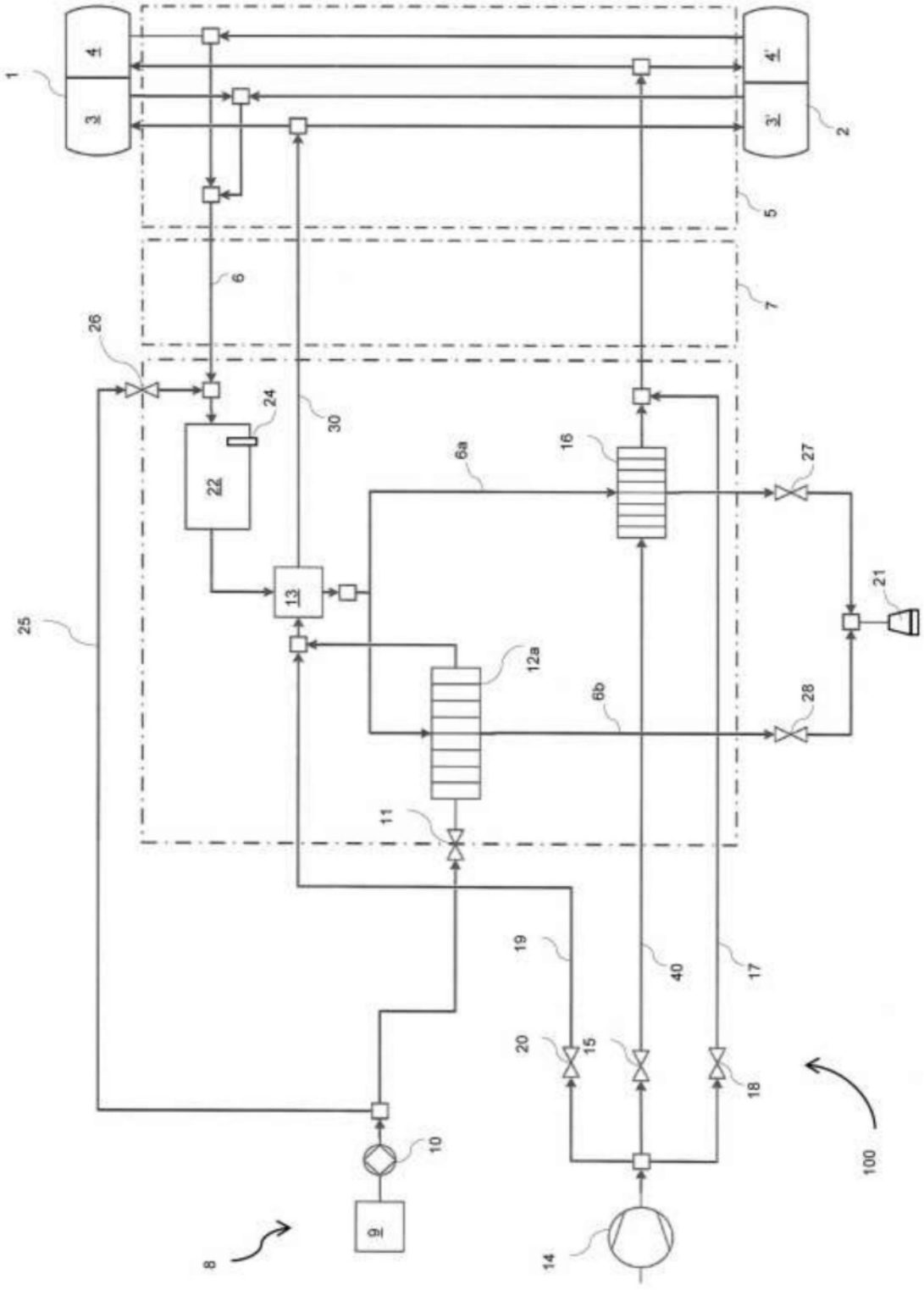

1
4
3
4'
3'
2
5
6
7
26
24
30
22
6a
16
27
13
21
25
12a
6b
28
11
19
40
17
20
15
18
10
9
8
14
100

图2

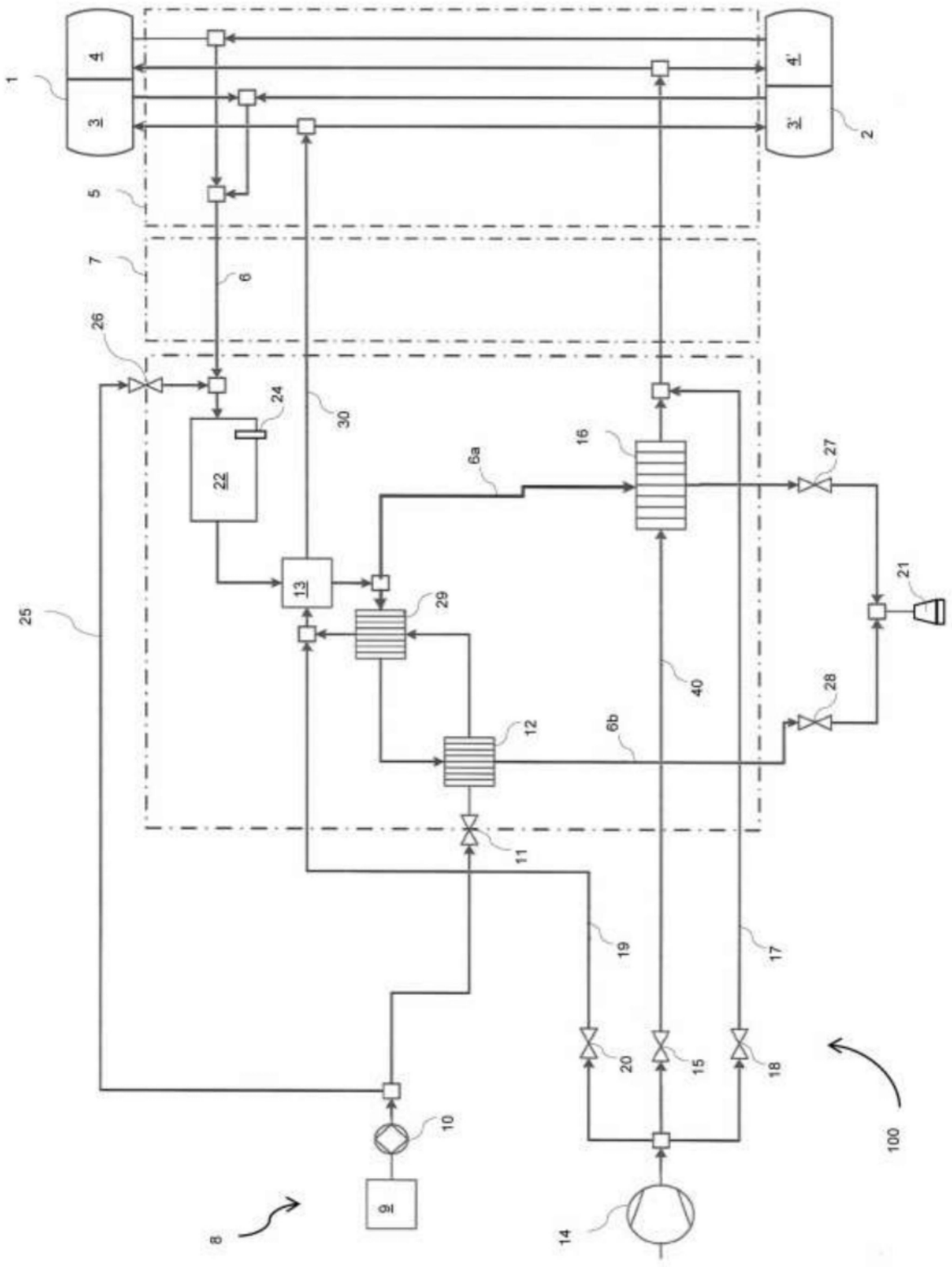

1
4
3
4'
3'
2
5
7
6
26
24
30
22
16
6a
27
13
29
21
25
40
28
12
6b
11
19
17
20
15
18
100
10
9
8
14

图3