



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119366010 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 24

(21) 申请号 202380047470.0

(22) 申请日 2023.08.08

(30) 优先权数据

A50612/2022 2022.08.09 AT

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.12.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/AT2023/060263 2023.08.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/031113 DE 2024.02.15

(71) 申请人 AVL李斯特有限公司

地址 奥地利格拉茨

(72) 发明人 拉斐尔·纽鲍尔 M·戈尔

B·潘迪亚

(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 8/04089 (2006.01)

H01M 8/04119 (2006.01)

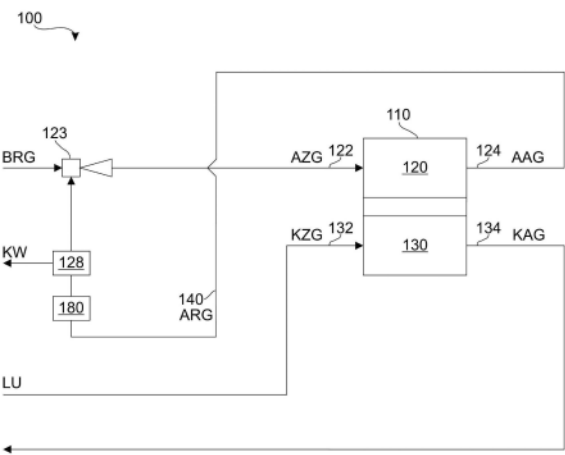
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

用于产生电能的燃料电池系统

(57) 摘要

本发明涉及一种用于产生电能的燃料电池系统(100),具有带有阳极部(120)和阴极部(130)的燃料电池堆(110),阳极部(120)具有用于供应阳极供应气体(AZG)的阳极供应部(122)和用于排出阳极废气(AAG)的阳极排出部(124),其中,阳极排出部(124)连通至阳极循环部(140),用于将阳极废气(AAG)作为阳极循环气体(ARG)循环至阳极供应部(122),该阴极部(130)具有用于供应阴极供应气体(KZG)的阴极供应部(132)和用于排出阴极废气(KAG)的阴极排出部(134),其中,在阳极循环部(140)中设有用于冷却阳极循环气体(ARG)的主动冷却装置(180),其中,在主动冷却装置(180)的下游设有用于排出在主动冷却装置(180)中冷凝的冷凝水(KW)的排水口(128),其中,在排水口(128)的下游设有混合部(123),用于将阳极循环气体(ARG)与燃料气体(BRG)混合并且作为阳极供应气体(AZG)供入阳极供应部(122)中。



1. 一种用于产生电能的燃料电池系统(100),具有带有阳极部(120)和阴极部(130)的燃料电池堆(110),该阳极部(120)具有用于供应阳极供应气体(AZG)的阳极供应部(122)和用于排出阳极废气(AAG)的阳极排出部(124),其中,该阳极排出部(124)连通至阳极循环部(140),用于将所述阳极废气(AAG)作为阳极循环气体(ARG)循环至所述阳极供应部(122),该阴极部(130)具有用于供应阴极供应气体(KZG)的阴极供应部(132)和用于排出阴极废气(KAG)的阴极排出部(134),

其特征在于,

在该阳极循环部(140)中设有用于冷却该阳极循环气体(ARG)的主动冷却装置(180),其中,在该主动冷却装置(180)的下游设有排水口(128),用于排出在该主动冷却装置(180)中冷凝的冷凝水(KW),其中,在该排水口(128)的下游设有混合部(123),用于将该阳极循环气体(ARG)与燃料气体(BRG)混合并且作为阳极供应气体(AZG)供入该阳极供应部(122)中。

2. 如权利要求1所述的燃料电池系统(100),其特征在于,该主动冷却装置(180)具有热驱动式冷却装置,所述热驱动式冷却装置尤其是具有吸收式热泵,其中,该主动冷却装置(180)以与该阴极排出部(134)传热接触的方式布置,用于借助该阴极废气(KAG)所含的热实现热驱动。

3. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100),其特征在于,该主动冷却装置(180)具有电驱动式冷却装置。

4. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100),其特征在于,该阳极循环部(140)具有与该阴极供应部(132)传热接触的冷凝装置(126),用于通过加热该阴极供应气体(KZG)的方式而使该阳极循环气体(ARG)冷却,其中,在该冷凝装置(126)的下游且在该主动冷却装置(180)的上游设有排水口(128),用于排出在该冷凝装置(126)中冷凝的冷凝水(KW)。

5. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100),其特征在于,该阴极排出部(134)被设计成不具有催化器装置和/或燃烧器。

6. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100),其特征在于,该阳极排出部(124)和该阳极循环部(140)被设计成不具有分配部,以实现该阳极废气(AAG)作为阳极循环气体(RZG)的完全或基本完全循环。

7. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100),其特征在于,在该阳极循环部(140)中,在该主动冷却装置(180)的下游且在该排水口(128)的下游设有排放阀(129),用于可控排放至少一部分所述循环气体(RZG)。

8. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100),其特征在于,该阳极排出部(124)具有与该阳极供应部(122)传热接触以将热从所述阳极废气(AAG)传递至所述阳极供应气体(AZG)的阳极供应换热器(121)。

9. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100),其特征在于,该混合部(123)被设计成喷射器装置,其中,燃料气体(BRG)的燃料供应机构与该喷射器装置的初级接口连通,并且该阳极循环部(140)与该喷射器装置的次级接口连通。

10. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100),其特征在于,该阴极供应部(132)具有与该阴极排出部(134)传热接触以将热从所述阴极废气(KAG)传递至所述阴极供应气体(KZG)的阴极供应换热器(131)。

11. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100), 其特征在于, 在该阳极供应部(122)中, 最好在阳极供应换热器(121)的下游设有阴极排出换热器(133), 用于将热从所述阴极废气(KAG)传递至所述阳极供应气体(AZG)。

12. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100), 其特征在于, 在该阳极供应部(122)中, 在该混合部(123)的上游设有控制阀(160), 用于控制流经该混合部(123)的燃料气体(BRG)体积流量。

13. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100), 其特征在于, 该阳极排出部(122)被设计成不具有外冷却循环。

14. 如前述权利要求中任一项所述的燃料电池系统(100), 其特征在于, 在该阴极供应部(132)中设有阴极混合部(135), 尤其呈喷射器装置的形式, 所述喷射器装置的次级接口以流体连通的方式连接至阴极循环部(170), 用于将一部分的所述阴极废气(KZG)作为阴极循环气体(KRG)进行循环。

15. 一种用于在具有权利要求1至14之一所述的特征的燃料电池系统(100)中将阳极废气(AZG)作为阳极循环气体(ARG)进行循环的方法, 具有以下步骤:

- 通过该主动冷却装置(180)的主动冷却将该阳极循环气体(ARG)冷却到低于水的沸点,
- 从该阳极循环气体(ARG)中分离出冷凝的冷凝水(KW),
- 将干燥后的阳极循环气体(ARG)与燃料气体(BRG)混合成阳极供应气体(AZG)。

用于产生电能的燃料电池系统

技术领域

[0001] 本发明涉及用于产生电能的燃料电池系统以及用于在这种燃料电池系统中循环阳极废气的方法。

背景技术

[0002] 已知的是燃料电池系统被用于产生电能。为此，燃料电池系统通常配备有燃料电池堆，在燃料电池堆中，多个分别具有阳极部和阴极部的单独燃料电池以堆叠方式布置。为了产生电能，燃料电池堆被供以燃料气体，通常还被供以环境空气，使得这些气体能够在其中发生化学反应以产生电能。

[0003] 作为燃料气体，在已知的燃料电池系统中通常采用氢气或天然气。此外已知的是，在燃料电池堆内反应过程中未被反应的一部分燃料气体作为循环气体又被送入燃料电池堆以便再次循环，从而提升燃料气体使用效率。

[0004] 已知解决方案的缺点是，尤其在使用氢气作为燃料气体情况下，所述循环可能降低工作效率。如果氢气被送入燃料电池堆，则氢气在阳极部中反应生成由水和剩余氢气组成的阳极废气混合物。在循环气体混合物时，所含的水可能会造成能斯特电压显著降低。燃料电池堆的能斯特电压的降低导致效率降低，这通常抵消由循环造成的效率提升。换言之，导致所述循环在燃料电池系统以氢气运行时并未达成所期望的效率提升或者提升效果不明显。

[0005] 虽然原则上已经知道了在循环时可以通过阳极废气的冷却而使一部分所含的水冷凝并分离冷凝水，但所述结构极其复杂且成本高昂。这尤其是因为必须采用外冷却循环，其能够利用外部热沉将冷却剂送入循环管路，以便实现阳极废气内的水蒸汽的冷凝。增设附加冷却循环和相应的外围设备导致燃料电池系统的复杂性和成本不利地升高。

发明内容

[0006] 本发明的任务是至少部分消除前述缺点。本发明的任务尤其是在燃料电池系统以氢气运行时也以成本有利且简单的方式排出冷凝水。

[0007] 上述任务通过一种具有权利要求1的特征的燃料电池系统和一种具有权利要求15的特征的方法来完成。本发明的其它特征和细节来自从属权利要求、说明书和图。在此，关于本发明燃料电池系统所描述的特征和细节显然也与本发明方法相关地适用，反之均亦然，故关于这些发明方面的公开内容总是进行或能够相互参照。

[0008] 根据本发明，提出一种用于产生电能的燃料电池系统。这种燃料电池系统具有带有阳极部和阴极部的燃料电池堆。阳极部配备有用于供应阳极供应气体的阳极供应部和用于排出阳极废气的阳极排出部。此外，阳极供应部通向阳极循环部，用于将作为阳极循环气体的阳极废气循环至阳极供应部。阴极部也具有用于供应阴极供应气体的阴极供应部和用于排出阴极废气的阴极排出部。本发明的燃料电池系统的特点是，在阳极循环部中设有用于冷却阳极循环气体的主动冷却装置。在主动冷却装置的下游设有用于排出在主动冷却装

置中冷凝的冷凝水的排水口。此外,在排水口的下游设有混合部,用于将阳极循环气体与燃料气体混合并且作为阳极供应气体供入阳极供应部中。

[0009] 本发明的核心构思是确保将阳极废气作为阳极循环气体进行循环。阳极循环气体的循环以干燥方式进行,即,通过引导经过主动冷却装置。在主动冷却装置中,使阳极循环气体的温度低于水的沸点,即,根据压力条件和取决于气体成分的分压,使温度低于约100℃。这导致阳极循环气体所含的水蒸汽被冷凝出并作为液态冷凝水存在。

[0010] 在主动冷却装置的下游设有作为排水口的分离器,在分离器中将阳极循环气体的冷凝成分(即冷凝水)与气态成分分离。因此可使液态冷凝水从该系统排出且例如排放至环境。余下的阳极循环气体也可被称为干燥的阳极循环气体且相应地在干燥状态下被送入混合部。在例如可以被设计成喷射器装置、混合腔或类似形式的混合部中,阳极循环气体与由燃料气体源供应的燃料气体进行混合。根据可用的阳极循环气体量,可以相应地混入所需补充的燃料气体量。由燃料气体和阳极循环气体组成的混合气体接着作为阳极供应气体又被送入燃料电池堆的阳极部。

[0011] 本发明的核心构思现在尤其是,为了冷凝在阳极循环气体或阳极废气中的冷凝水,不需要外冷源,也不需要独立的外冷循环。相反,按照本发明的方式设有主动冷却装置。根据本发明,在主动冷却装置中的冷凝过程是在没有外冷却源的作用下、尤其在没有燃料电池系统的外冷却循环下进行的。

[0012] 还要指明的是,在复杂的燃料电池系统中,当然可以在其它位置处设置冷却循环,以便能执行期望的温度调节过程。尤其在被设计成SOFC系统的燃料电池系统的情况下预期有很高的温度,故例如燃料电池堆的各部分可以被设计成具有外冷却装置。但根据本发明,这种已有的外冷却源并非用于阳极循环气体和阳极废气的冷凝功能。

[0013] 根据本发明,通过集成借助主动冷却装置的冷凝功能来达成阳极循环气体内的冷凝水的期望冷凝。因此,干燥的阳极循环气体被混入燃料气体中并相应地获得由循环带来的期望效率提升,而不会因未干燥的阳极循环气体造成能斯特电压降低。相比于已知的解决方案,无需附加复杂构件即可在燃料电池系统运行中实现这一干燥步骤并达成相应的效率提升。

[0014] 因此,除了效率提升外,尤其甚至还可以采用更小的喷射器,因为不希望有的冷凝水被分离,故燃料气体中需要混入的体积流量相应减小。

[0015] 在本发明的燃料电池系统解决方案中现在不再需要单独的外冷却循环,而是用主动冷却装置来代替。在本发明范围内,主动冷却装置是指主动产生制冷效果且因此主动形成热沉。在此尤其可以想到热驱动(激活)式和/或电驱动(激活)式热沉。热驱动式热沉例如可以是吸收式热泵。同样,采用电动压缩机并通过其对制冷剂进行压力变化来产生制冷效果,在此也可以被用作电驱动式冷却装置。原则上显然也可以想到其它主动冷却装置,其原地产生期望热沉,而不必动用单独的外冷却循环。

[0016] 因此,根据本发明的燃料电池系统具有显著优点,这尤其是因为通过主动冷却可以实现作为阳极循环气体的阳极废气的高达100%的最大循环率。换言之,可以将阳极部设计成所谓的闭端(Dead-End),因为由此排出的阳极废气达到100%且因此全都作为阳极循环气体又被输入阳极供应气体。这允许进一步降低燃料电池系统的总体系统复杂性并且尤其也基本上完全避免用于废气再处理的支出。在已知的解决方案中,收集的燃料电池系统

废气通常必须例如借助氧化催化器被再处理,以便使阳极废气中剩下的余留燃料气体氧化且因此有目的地燃烧,随后将混合废气排出到环境中。由于本发明的燃料电池系统实施方式现在可以实现阳极废气的100%回输率(即循环率),因此根本不再需要排出阳极废气至环境。因此也不再需要再处理阳极废气,因为其根本不再被排出至环境。最后还要指明的是,例如呈喷射器装置形式的混合部也能在初级侧以较低压力工作并且因此可以设计得更小且成本更低。

[0017] 当在本发明燃料电池系统中该主动冷却装置具有尤其带有吸收式热泵的热驱动式冷却装置时可以带来优点。在此,主动冷却装置处于与阴极排出部的传热接触中并且配备用于借助阴极废气所含的热实现热驱动(激活)。如已经在前言所解释地,热驱动式冷却装置是本发明主动冷却装置的一个可能实施方式。另外,在此实施方式中,由燃料电池系统本身提供的热被用于热驱动。在燃料电池堆内这些气体反应的情况下,作为副产物产生大量热。所产生的热相应地加热阳极废气和阴极废气。存在于阴极废气中的热现在可以至少部分被用于这种冷却装置的热驱动。热驱动式冷却装置因此是指灼热阴极废气在热驱动式冷却装置被用作能量,在此被冷却并且通过这种方式形成热沉。为了将该热能用于冷却,在热驱动式冷却装置中通常可以设置吸收式热泵,因此可以通过吸收过程和解吸过程有针对性地产生用于作为阳极循环气体的阳极废气的热沉。在此能再次清楚看到这种主动冷却装置根本不需要外部能量并且不需要外冷却循环。除了在这种热驱动式冷却装置的吸收部与解吸部之间可能需要冷却剂用循环泵外,不需要外部能量输入且尤其是不需要供应被外部冷却的冷却剂。

[0018] 替代地或附加地可以想到,在本发明的燃料电池系统中,主动冷却装置具有电驱动式冷却装置。它可以作为热驱动式冷却装置的补充或替代方式来设置。在此它尤其可以是冷循环机,其借助压缩机形成传统的热泵。通过这种方式,可以通过输入电能而直接在主动冷却装置处原地提供期望的热沉,并且相应地提供针对阳极循环气体内的冷凝水的冷凝功能。

[0019] 当在本发明燃料电池系统中该阳极循环部具有与阳极供应部传热接触的冷凝装置时可以获得其它优点。它用于通过加热阴极供应气体来冷却阳极循环气体。因此,在冷凝装置下游且在主动冷却装置上游设有另一排水口,用于排出在冷凝装置中冷凝的冷凝水。换言之,在此实施方式中现在可以进行两级冷却且因此可以进行两级冷凝。这因此意味着,阳极废气以高的排出温度离开阳极部并且通过多个步骤达到期望温度,其以该期望温度作为阳极循环气体而与燃料气体混合。在此,形成两个冷却步骤以及两个冷凝步骤,因此在第一步骤中通过环境空气来冷却仍灼热的阳极废气,其中,不同地区的环境空气可以具有不同的环境空气温度。特别是在高温地区,作为阴极供应气体的吸入的环境空气因此可能也具有50°C或更高的温度,因此对灼热阳极废气的冷却作用有限。由于作为阴极供应气体的空气的体积流量只能在有限范围内灵活变化,现在可以安排将本发明主动冷却装置安排在这一冷却和冷凝过程之后,而且因为冷凝装置已经提供了预冷凝,该主动冷却装置相比于常规解决方案可以设计得更小更紧凑。从两个排水口排出的冷却水可以通过在排水口内的相应分离器被单独地排出至环境,或者也可被汇流并共同排出。

[0020] 此外可能有利的是在本发明燃料电池系统中将阴极排出部设计成没有催化器装置和/或燃烧器。如已经解释地,本发明的燃料电池系统尤其用于完全循环作为阳极循环气

体的阳极废气。因此不再将阳极废气排出至环境且因此也不需要再处理阳极废气中可能有的剩余燃料。相反,仅将功能正常的燃料电池中不含燃料的阴极废气排出到环境。省去催化器装置和/或燃烧器使得整个燃料电池系统构型更小、更轻且更便宜。

[0021] 此外,当在本发明燃料电池系统中将该阳极排出部和阳极循环部设计成没有分配部时可能带来优点,用于实现阳极废气作为阳极循环气体的完全或基本上完全循环。如前所述,这是通过采用主动冷却装置才得以实现的,并且会带来其它优点,例如像在前一段落中所述可省去催化器装置。因此在阳极侧不会产生需要排出至环境的废气,因此也不需要再处理。由于省去了这种分配部,故现在也可以在没有这种构件的情况下,将燃料电池系统的整个系统设计得更简单、更经济且更小巧。

[0022] 当在本发明燃料电池系统中在阳极循环部内在主动冷却装置的下游且在排水口的下游设有排放阀时也带来优点,用于可控排放至少一部分循环气体。由于在本发明燃料电池系统中优选规定了阳极废气的完全循环率,故在特殊情况下,完全再循环可能是燃料电池系统所不希望的。为了提供调节灵活性,在此可以借助排放阀至少按定性控制的方式、最好按定量控制的方式将一部分循环气体输出至环境。由于阳极循环气体通常还具有残留燃料,故可以在这种排放阀中最好集成催化器装置以便针对这种特殊情况将作为阳极循环气体的阳极废气催化再处理并且通过这种方式使剩余燃料氧化。尤其是,排放阀只设置和设计用于至少一部分循环气体的可控排放。由此尤其不以任何形式进行传热,还由此提供一种恒定分配。如果氢气至少基本纯净,则一般不设置这种排放阀。

[0023] 可能有的是在本发明燃料电池系统中该阳极排出部具有与阳极供应部传热接触以从阳极废气传热至阳极供应气体的阳极排出换热器。在此就温度而言能够实现进一步的效率提升。结合下文还将解释的其它可能的不同换热器,因此与主动冷却装置共同形成一种换热器系统,其也可被称为温度调节系统,它允许再利用在阳极废气以及阴极废气中的尽量多的余热并且将其用于其它功能,例如冷凝以及阳极供应气体和阴极供应气体的供应和处理。因此在此实施方式中有以下可能性,即,冷却灼热阳极废气并且将该能量用来在输送至阳极部时加热阳极供应气体。而作为副作用,到达主动冷却装置处的阳极废气因此已经过预冷,故可相应地假定在主动冷却装置处有较低的入口温度并且所需冷却功率相应较低。

[0024] 当在本发明燃料电池系统中将混合部设计成喷射器装置并且喷射器装置的初级接口连通至燃料气体的燃料供应机构且喷射器装置的次级接口连通至阳极循环部时也可带来优点。作为混合部,采用喷射器装置来代替传统的鼓风设备带来许多优点。一方面,避免了使用旋转部件和相应的易磨损件。另一方面,混合和输送被优选整合在同一构件中,故尤其当使用具有高输送压力的燃料气体源时在阳极供应部中不再需要单独输送装置。相反,只需在喷射器装置的初级接口处接通具有期望预压的相应燃料气体,在喷射器装置的次级接口处相应出现的抽吸作用就足以吸入干燥阳极循环气体用于混合。因此,本发明的燃料电池系统的总体效率被进一步提升且尤其改善耐磨性。

[0025] 当在本发明燃料电池系统中阴极供应部具有与阴极排出部传热接触以从阴极废气传热至阴极供应气体的阴极供应换热器时可获得进一步优点。类似于阳极供应气体的预热,当阴极供应气体也被预处理而以尽量高的温度且因此尤其以接近燃料电池堆工作温度的温度进入阴极部时,燃料电池系统工作效率得以进一步提升。由于阴极废气作为在燃料

电池堆内的化学反应结果已达到相应高的排出温度,故高温在此可被用来部分输出至阴极供应气体。这因此对应于呈由阴极废气预热阴极供应气体形式的预处理。阴极废气所含热的回收还进一步提高效率并且避免由阴极废气造成的热损失。

[0026] 当在本发明燃料电池系统中在阳极供应部内最好在阳极供应换热器的下游设有阴极排出换热器以用于从阴极废气传热至阳极供应气体时也带来优点。这允许将阴极废气所含的热也附加地或替代地传递到阳极供应气体。这还与阳极供应换热器结合地允许还进一步提升相应的预热功能,或换言之使阳极供应气体达到更高的温度。如所示的那样,现在可以在许多位置处通过换热器功能在本发明燃料电池系统中配备由多个换热器组成的系统。显然,该换热器系统的各个换热器可以通过阀来控制,从而尤其是能够根据工作状态来灵活地启用或停用换热器系统的不同部分。因此可以有目的地且灵活地针对不同的工作状态做出反应并且总是达到最大温度效率。

[0027] 也可能有利的是,在本发明燃料电池系统中在阴极供应部内设有阴极供应换热器以用于从阴极废气传热至阴极供应气体。也可以想到的是,它作为其它所述换热器的替代方式或补充方式,其中,要指明的是阀优选能启用和停用不同的换热器。在这里也又可行的是,通过传热来利用阴极废气的余热以便能确保对阴极供应气体进行呈预先温度调节形式的预处理且因此进一步提升燃料电池系统的工作效率。

[0028] 此外可能有利的是,当在本发明燃料电池系统中在阳极供应部内在混合部上游设置用于控制流过混合部的燃料气体体积流量的控制阀。因此可以尤其以可控方式调节来自加压燃料气体源的燃料气体的量和压力。视阳极循环气体的分配量的不同,现在可以加入与之相应适配的燃料气体量,从而总是给阳极部提供实际需要的阳极供应气体成分和体积流量。控制阀因此优选是定量可控的控制阀以便能相应灵活地对燃料电池系统的截然不同的工作状态作出反应。

[0029] 还有利的是,在本发明燃料电池系统中该阳极排出部设计成没有外冷却循环。如已经解释地,本发明的核心构思旨在尽量高效且无额外复杂性地提供冷凝功能。将阳极排出部设计成没有外冷却循环正是复杂性低的体现,因为冷凝功能至少部分通过主动冷却装置的热沉来保证。

[0030] 也有利的是在本发明燃料电池系统中在阴极供应部内设置尤其呈喷射器装置形式的阴极混合部。喷射器装置的次级接口流体连通至阴极循环部,用于将一部分阴极废气作为阴极循环气体进行循环。这也可与阳极部循环合称为双循环。因此,阴极废气及其所含剩余氧气也可以作为与阴极供应气体的混合物又被送入阴极部。

[0031] 原则上,在本发明范围内也可能有利的是规定再生吸附。在此,呈水蒸汽的水被再生分离,为此例如可以设置硅胶垫。尤其是,再生式分离件(如硅胶垫)布置在主动冷却装置中。

[0032] 本发明的另一主题是一种用于在本发明燃料电池系统中将阳极废气作为阳极循环气体进行循环的方法,具有以下步骤:

[0033] -借助该主动冷却装置的主动冷却将阳极循环气体冷却到低于水的沸点,

[0034] -从阳极循环气体中分离出冷凝的冷凝水,

[0035] -将干燥后的阳极循环气体与燃料气体混合成阳极供应气体。

[0036] 在本发明燃料电池系统中采用本发明方法带来与关于本发明燃料电池系统所详

尽解释的相同优点。

附图说明

[0037] 本发明的其它优点、特征和细节来自以下参照图对本发明实施例详加描述の説明。图示意性示出：

[0038] 图1示出本发明燃料电池系统的一个实施方式，

[0039] 图2示出本发明燃料电池系统的另一实施方式，

[0040] 图3示出本发明燃料电池系统的另一实施方式，

[0041] 图4a示出本发明燃料电池系统的另一实施方式，

[0042] 图4b示出本发明燃料电池系统的另一实施方式，

[0043] 图5示出本发明燃料电池系统的另一实施方式，

[0044] 图6示出本发明燃料电池系统的另一实施方式，

[0045] 图7示出本发明燃料电池系统的另一实施方式。

具体实施方式

[0046] 图1示意性示出一种燃料电池系统100，其具有带有阳极部120和阴极部130的燃料电池堆110。阳极部通过阳极供应部122被供以阳极供应气体AZG，并且阳极废气AAG通过阳极排出部124被排出。以相同方式，阴极部130通过阴极供应部132被供以在此呈空气LU形式的阴极供应气体KZG，并且阴极废气KAG通过阴极排出部134被排出。如在图1中能清楚地看到，阳极部在此被设计成所谓的闭端(Dead-End)，因为阳极废气AAG直接也以高达100%的程度且因此完全作为阳极循环气体ARG被循环。这在结构上如此解决，即，阳极排出部124通向阳极循环部140。为了对循环的阳极废气AAG进行所需的干燥处理，在阳极循环部140的后续路径中设有主动冷却装置180，其在此主动提供热沉以冷却阳极循环气体ARG，因此无需外部冷却接口。冷却功能被设计成冷凝功能，因此阳极循环气体ARG依据分压被冷却到低于水的沸点，简单说例如低于100°C。冷却的阳极循环气体ARG因此关于水含量被冷凝，现在液化的冷凝水KW通过排水口128中的分离器从阳极循环部140被分离出。干燥后的阳极循环气体ARG在此被送入作为混合部123的喷射器装置并且在其中与燃料气体BRG混合，其中，所述混合气体接着作为阳极供应气体AZG又被送入阳极部120。由此可见，通过100%再循环率，可以从阳极废气AAG达成燃料气体BRG使用的最大效率。由于可以借助主动冷却装置180以低成本且简单的方式将其中所含的水分至少部分冷凝并通过排水口128排出，因此能够避免或至少减轻由阳极循环气体ARG中的载水量导致能斯特电压降低的问题。

[0047] 图2示出图1的实施方式的改进方案。在此设有后置的传热系统，用于补充主动冷却装置180且因此进一步提升整体系统效率。该附加温度调节系统的这些组成部分显然可以自由相互组合，只要在技术上合理可行。

[0048] 因此在图2中示出阳极供应换热器121，其能够实现高温阳极废气AAG与待加热的阳极供应气体AZG之间的热交换。因此，阳极供应气体AZG可被预处理和预热，使其达到进入阳极部120所需的较高入口温度。同一过程中，阳极废气AAG在此被预冷，尤其在主动冷却装置180处所需的冷却功率通过这种方式被再次降低。这使得主动冷却装置180的尺寸可以相应较小。为了提供进一步的预冷，尤其是为了事先提供部分冷凝，在这里还将冷凝装置126

集成到阴极供应部132中。由此达成在阳极废气AAG与作为阴极供应气体KZG所供应的空气LU之间的热交换。因此,空气从周围环境被吸入并且在此通过传热而被高温阳极废气AAG加热。同样地,尤其与前述的阳极供应换热器121结合地,在此已经产生第一冷凝步骤,阳极废气AAG在此作为阳极循环气体ARG因此被冷却到低于100°C的温度。因此,在此已经有至少一部分的水从阳极循环气体ARG中冷凝并且通过单独的排水口128作为冷凝水KW被排出。现在在下游设有主动冷却装置180,其允许更进一步冷却且因此更强烈地干燥阳极循环气体。本发明的效果通过在此分三级冷却作为阳极循环气体ARG的阳极废气而被进一步加强。

[0049] 图2还示出主动冷却装置180的驱动(激活)方式的附加细节设计。它在此被设计成热驱动式冷却装置180。热驱动(激活)在此由燃料电池系统本身提供,因为高温阴极废气KAG也从阴极排出部134被输送至主动冷却装置180的驱动(激活)区域。如前所述,这种热驱动式冷却装置180例如可被设计成吸收式热泵,其中,所需热驱动在此通过阴极废气KAG的升高温度来提供。因为阴极废气KAG通常也具有很高温度并且阴极供应气体KZG也可被预处理而达到升高温度,故在图2的实施方式中在燃料电池系统100的总温度调节系统内还附加地设有空气换热器190。这允许在第一步骤中将高温阴极废气KAG用于预处理阴极供应气体KZG并且随后将剩留余热用于主动冷却装置的热驱动。反过来看,供入的空气LU作为阴极供应气体KZG在这里经过两个加热级,分别由冷凝装置126和前述空气换热器190来达成。

[0050] 图3也是对图1和图2实施方式的改进。在此也添加其它附加组成部件,其能够单独地或与温度调节系统的其它组成部件组合地使用。其中一个组成部件是阴极供应换热器131,其在此作为第三加热级被用于加热阴极供应气体132。此外,在此还设有排放阀129,其由于阳极废气的100%再循环率而提供附加的灵活性。在阳极循环气体ARG的量大于其所需量的特殊情况下,现在也可以将这种排放阀129称为排泄阀,其针对一部分或全部的阳极循环气体ARG提供排放功能。

[0051] 图4a也示出温度调节系统的其它组成部件,在此尤其是就使用加热的阴极废气KAG对阳极供应气体AZG进行附加温度调节。对此,阴极排出换热器133布置在阳极供应部122中,用于确保所述传热。

[0052] 图4b示出大部分对应于图4a的燃料电池系统100。但在图4b中,阴极排出换热器133以冷侧布置在阳极供应换热器121的下游。高温阳极废气AAG因此被输送经过阳极供应换热器121的热侧,由此进一步使阳极供应气体AZG达到工作温度。阴极废气KAG在此被引导经过阴极排出换热器133的热侧,使得阳极供应气体AZG首先被阴极排出换热器133中的阴极废气KAG加热,接着被阳极供应换热器121中的阳极排气AAG加热。与此不同地,在根据图4a的实施方式中,阳极供应气体AZG首先被阳极供应换热器121中的阳极排气AAG加热,接着被阴极排出换热器133中的阴极废气KAG加热。

[0053] 在图5中也示出能够改进燃料电池系统100的其它组成部件。一方面,它在此是阴极循环风扇171和阴极分配部137,它们允许将一部分阴极废气KAG分配到阴极循环部170中。因此,所分配的这一部分阴极废气KAG可作为阴极循环气体KRG在此被送入作为阴极混合部135的喷射器装置,使得阴极循环得以实现。故可以实现在阴极处的可变循环比例,其中,在部分负载运行下可出现较高的循环率。余下的阴极废气KAG通过上文多次解释的方式被送入催化器装置136。

[0054] 图5也示出在燃料气体BRG的燃料气体供应机构中的控制阀160。它尤其被设计成

定量可控,故可以出现不同的燃料气体BRG体积流量,并且针对不同的工作状况也按需将不同的燃料气体量与阳极循环气体ARG混合。

[0055] 图6示出可改进燃料电池系统100的另一组成部件。故在图6的实施方式中,在燃料电池系统100的总温度调节系统内还附加补充有另一空气换热器192,其在阴极废气KAG排出到环境之前将其余热用在预处理阴极供应气体KZG的另一步骤中。反过来看,供入的空气LU作为阴极供应气体KZG在此经过三个加热级,分别由冷凝装置126、空气换热器192和空气换热器190来达成。

[0056] 图7示出另一燃料电池系统100。具有与前述实施方式中相同的附图标记的零部件与之对应并且不再进一步描述。在这里设有排放阀195,借此可以从阳极循环部140排放阳极废气AAG。通过虚线来表示排放阀195的另一可能布置。当燃料(如氢气或氨气)含有杂质(如氮或二氧化碳)时可能需要排放阀195,以阻止惰性的且不可凝结的气体在阳极路径中富集。排放阀195可以被周期性打开,或者排放也可以持续进行。为了阳极废气的化学反应,设有废气反应装置194,其例如被设计成氧化催化器。另外,附加设有一个再处理单元193,其布置在空气换热器190的下游。再处理单元193尤其在燃料电池系统100以氨气运行时是有利的,以便在此在将废气排放至环境之前使痕量氨气再次反应。再处理单元193可以为此例如被设计成氨逃逸催化器(ASC),其在200°C至500°C的温度下工作。

[0057] 尤其是由多个换热器组成的系统的各组成部件在此可以相互自由组合并且尤其通过控制阀系统可自由切换,以便能尽量灵活地对燃料电池系统100的截然不同的运行状况做出反应。

[0058] 在此意义上,以下将明确提出其它替代特征和特征组合。

[0059] 因此,图5所示的燃料电池系统100实施方式中作为阴极混合部135的喷射器装置的组成部件也可以与图6的燃料电池系统100实施方式组合,后者包括另一空气换热器192的组成部件。

[0060] 另外,在一个包括图5中作为阴极混合部135的喷射器装置和图6中另一空气换热器192的所述组成部件的实施方式中,冷却装置180可以通过水冷得到辅助,所述水冷可能由燃料电池系统100的应用系统环境提供。

[0061] 另外,在一个包括图6的另一空气换热器192的所述组成部件的实施方式中,可以采用风扇作为阴极混合部135来代替图5的喷射器装置。

[0062] 或者,在一个包括图6的另一空气换热器192的所述组成部件且使用所述风扇作为阴极混合部135来代替图5的喷射器装置的实施方式中,冷却装置180可以通过所述水冷得到辅助,所述水冷可能由燃料电池系统100的应用系统环境提供。

[0063] 以上对各实施方式的解释仅是通过示例来描述本发明。

[0064] 附图标记列表

[0065] 100燃料电池系统

[0066] 110燃料电池堆

[0067] 120阳极部

[0068] 121阳极供应换热器

[0069] 122阳极供应部

[0070] 123混合部

[0071]	124阳极排出部
[0072]	126冷凝装置
[0073]	128排水口
[0074]	129排放阀
[0075]	130阴极部
[0076]	131阴极供应换热器
[0077]	132阴极供应部
[0078]	133阴极排出换热器
[0079]	134阴极排出部
[0080]	135阴极混合部
[0081]	140阳极循环部
[0082]	160控制阀
[0083]	170阴极循环部
[0084]	171阴极循环风扇
[0085]	180主动冷却装置
[0086]	190空气换热器
[0087]	192空气换热器
[0088]	193再处理单元
[0089]	194废气反应装置
[0090]	195排放阀
[0091]	AZG阳极供应气体
[0092]	AAG阳极废气
[0093]	ARG阳极循环气体
[0094]	KZG阴极供应气体
[0095]	KAG阴极废气
[0096]	KRG阴极循环气体
[0097]	BRG燃料气体
[0098]	LU空气
[0099]	KW冷凝水

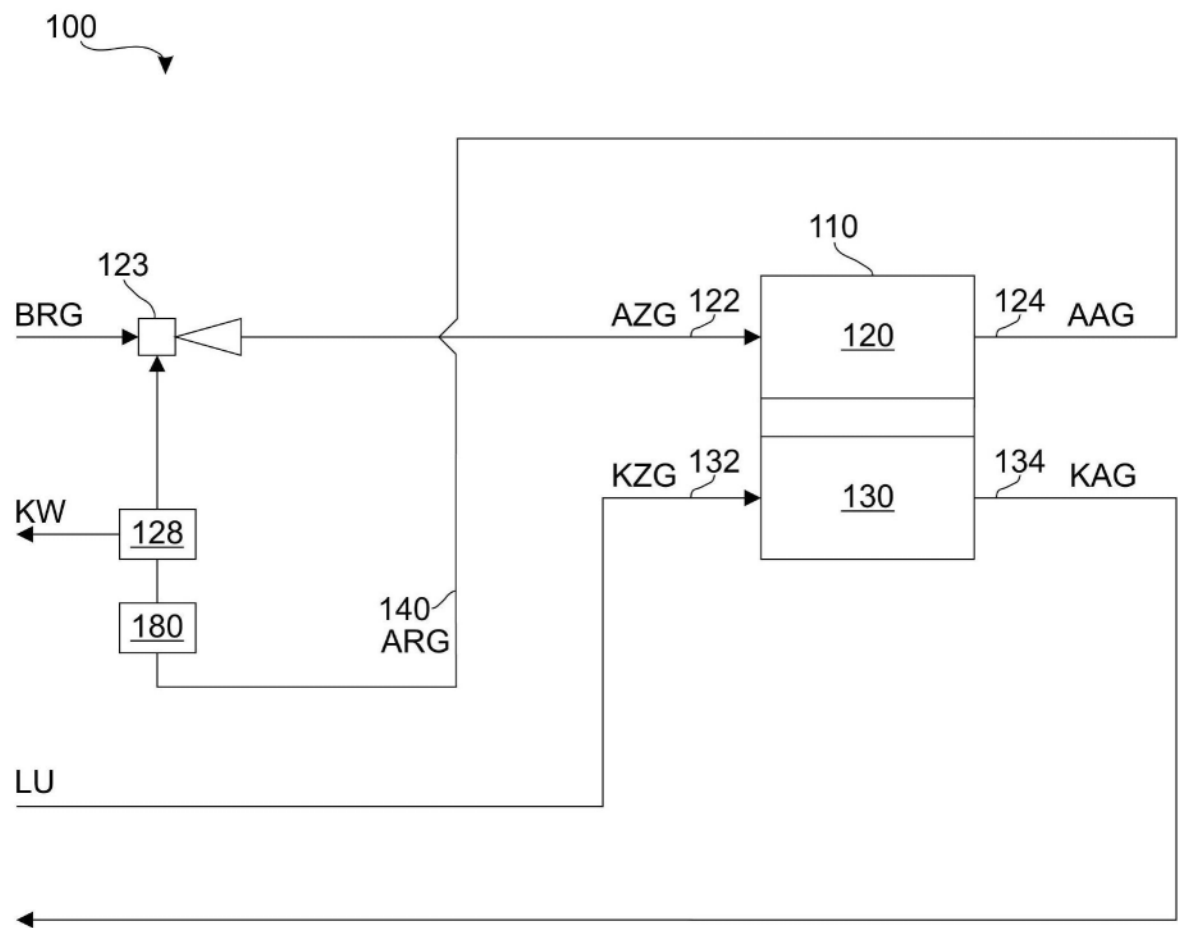


图1

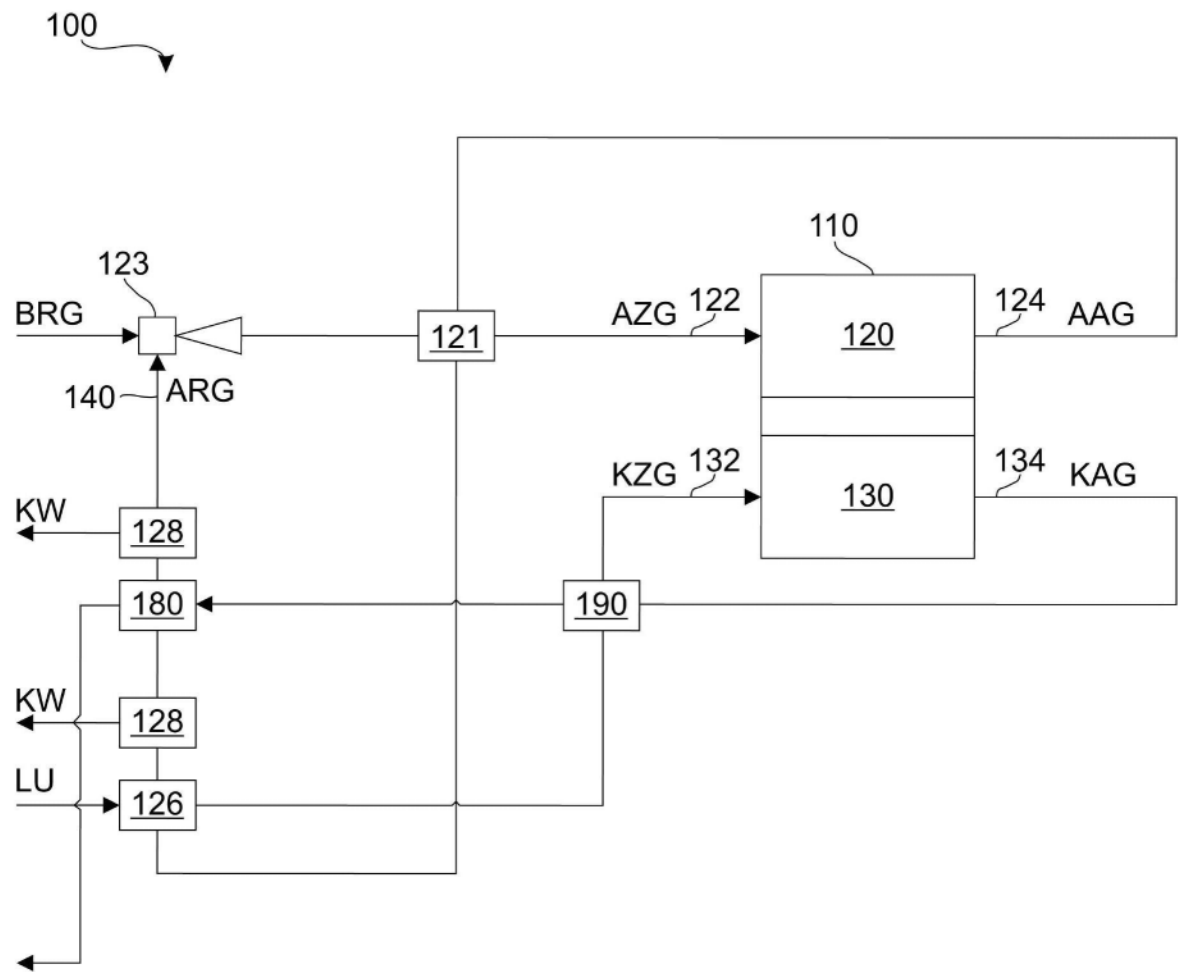


图2

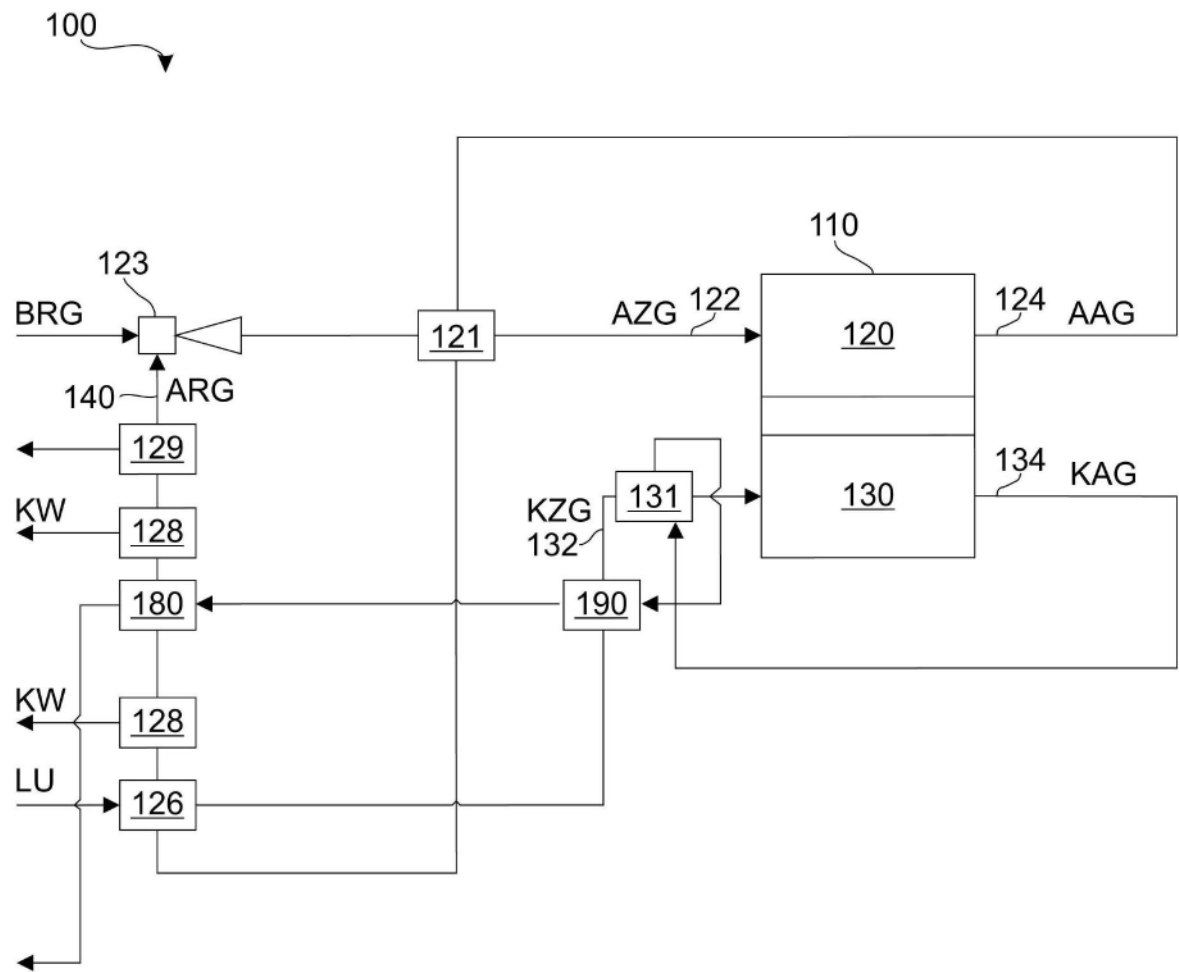


图3

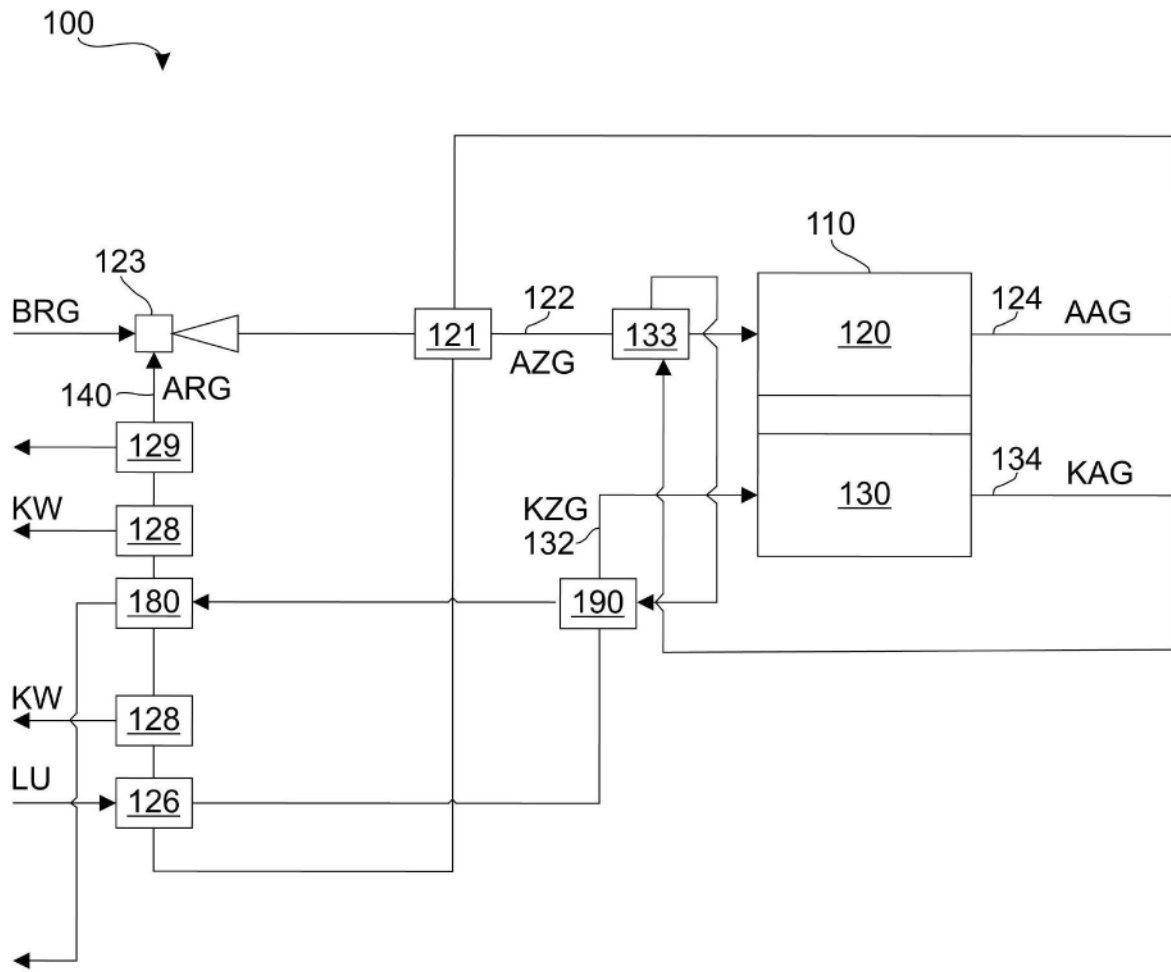


图4a

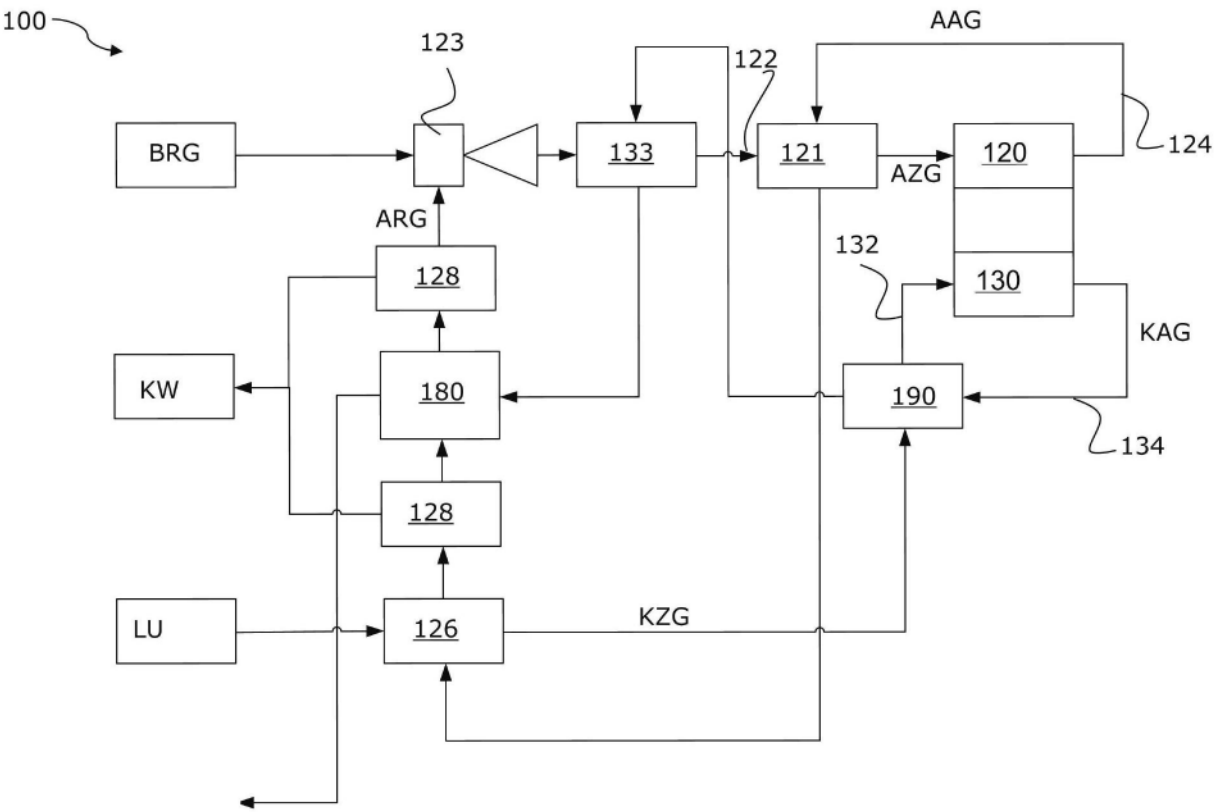


图4b

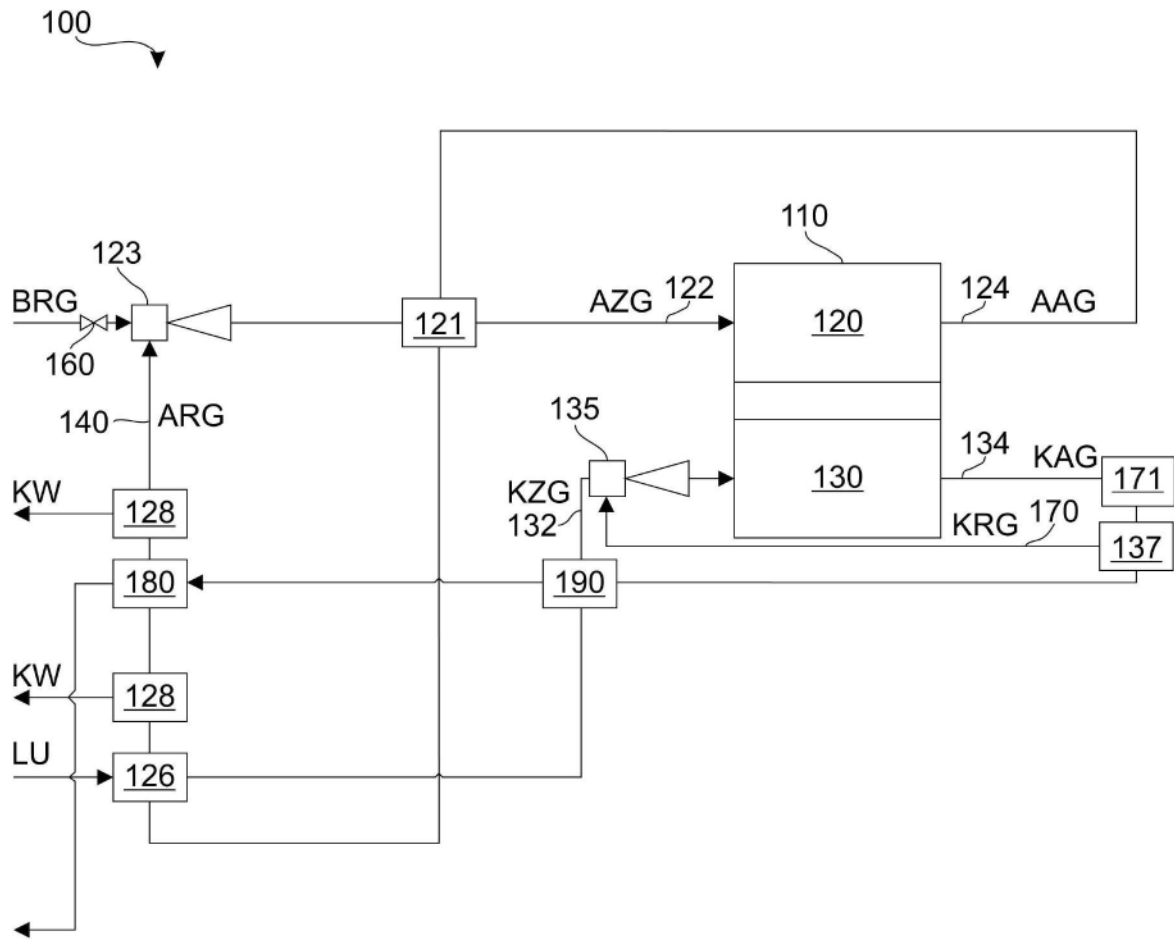


图5

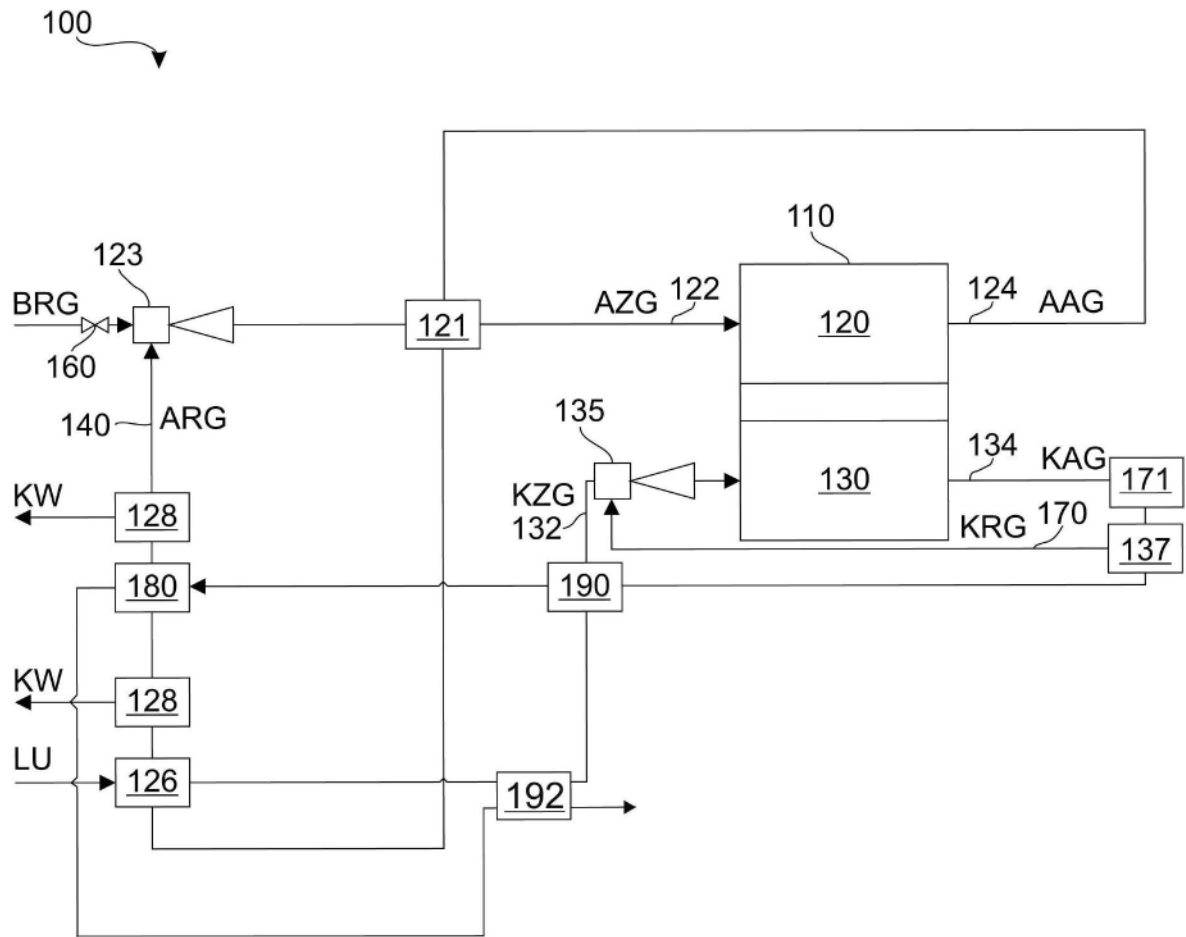


图6

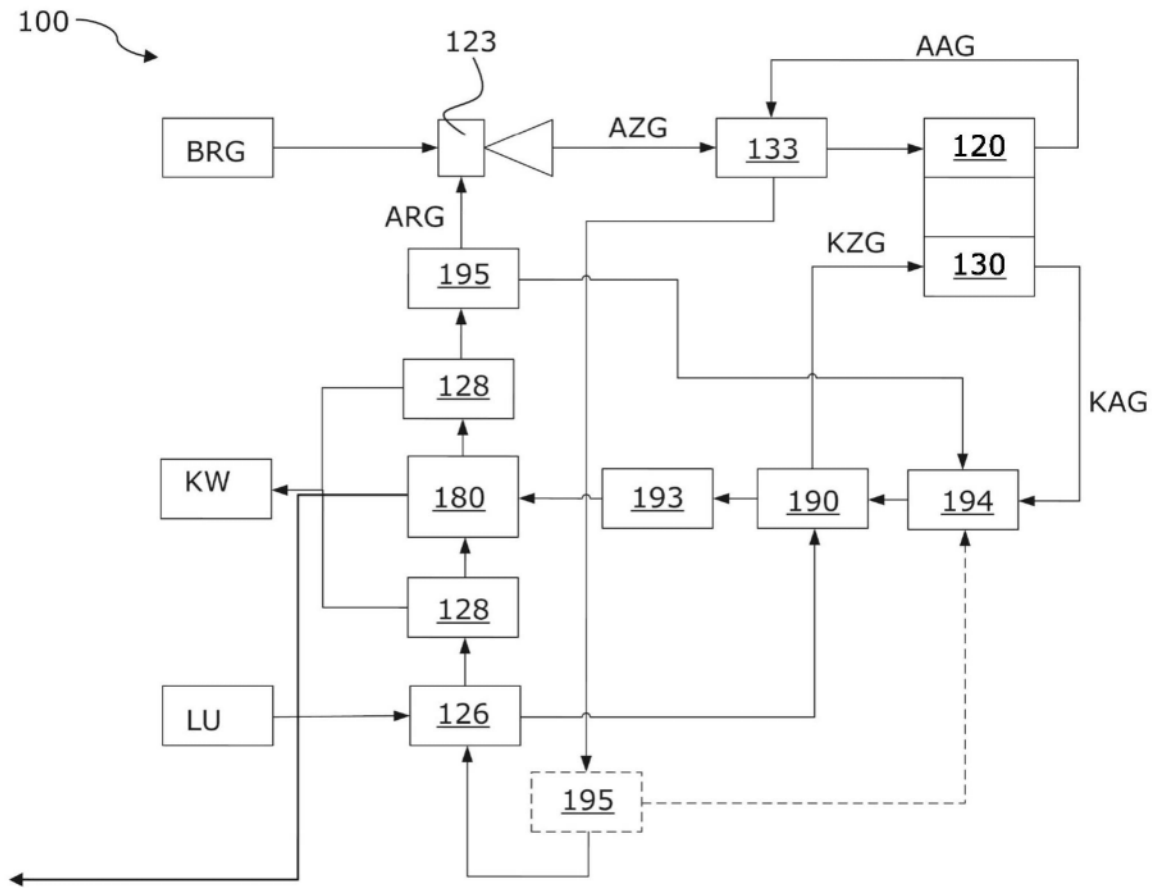


图7