



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109818012 A

(43)申请公布日 2019.05.28

(21)申请号 201910140371.2

H01M 8/04746(2016.01)

(22)申请日 2019.02.21

H01M 8/04828(2016.01)

(71)申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 于泽庭 展茂胜 王桂华 李国祥

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 董雪

(51)Int.Cl.

H01M 8/04089(2016.01)

H01M 8/04119(2016.01)

H01M 8/04029(2016.01)

H01M 8/04014(2016.01)

H01M 8/04225(2016.01)

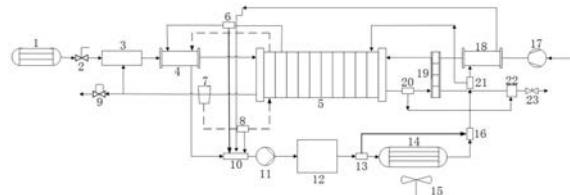
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种燃料电池发动机系统的水热管理系统

(57)摘要

本公开提供了一种燃料电池发动机系统的水热管理系统，包括氢气供应系统、空气供应系统和散热系统，其中所述氢气供应系统被配置为通过引射器进行氢气循环利用；和通过燃料电池电堆所产生的水蒸气进行氢气加湿，通过燃料电池电堆出口的冷却水进行氢气加热，以使得氢气的温度和湿度满足水平衡调节要求后进入燃料电池电堆参与反应；所述空气供应系统被配置为对空气进行压缩，并通过燃料电池电堆出口的湿空气对进入燃料电池电堆的干空气进行加湿，以使得空气的温度与湿度达到设定要求后进入燃料电池电堆参与反应；所述散热系统被配置为对燃料电池电堆出口的部分冷却水进行散热后与未散热的另一部分冷却水混合后重新送入燃料电池电堆中。



1. 一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于:包括氢气供应系统、空气供应系统和散热系统,其中

所述氢气供应系统被配置为通过引射器进行氢气循环利用;和

通过燃料电池电堆所产生的水蒸气进行氢气加湿,通过燃料电池电堆出口的冷却水进行氢气加热,以使得氢气的温度和湿度满足水平衡调节要求后进入燃料电池电堆参与反应;

所述空气供应系统被配置为对空气进行压缩,并通过燃料电池电堆出口的湿空气对进入燃料电池电堆的干空气进行加湿,以使得空气的温度与湿度达到设定要求后进入燃料电池电堆参与反应;

所述散热系统被配置为对燃料电池电堆出口的部分冷却水进行散热后与未散热的另一部分冷却水混合后重新送入燃料电池电堆中。

2. 如权利要求1所述的一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于,所述氢气供应系统包括氢气罐,所述氢气罐用于提供高压氢气,所述高压氢气经压力调节阀减压后,作为入射流体进入引射器,在引射器内与被引射氢气混合进行动量和质量交换,并在引射器出口达到平衡后流入加热/增湿器,所述加热/增湿器与燃料电池电堆的水蒸气出口和冷却水出口相连,所述加热/增湿器用于通过水蒸气对氢气进行加湿,通过冷却水对氢气进行加热,以使氢气满足水平衡调节要求。

3. 如权利要求2所述的一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于,所述氢气供应系统还包括水分离器,所述水分离器与燃料电池电堆的反应剩余氢气的出口相连,所述水分离器用于将剩余氢气中的水蒸气化为液态水分离,所述分离的液态水一部分经第二分流阀进入燃料电池电堆,对燃料电池电堆进行冷却,并在燃料电池电堆内重新气化为水蒸气,作为加热/增湿器的加湿蒸汽源,一部分经第一合流阀流入散热系统中,所述分离的氢气作为被引射流体流回引射器,进行重复循环利用。

4. 如权利要求1所述的一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于,所述氢气供应系统还包括氢净化阀门,所述氢净化阀门用于将空气供应系统侧扩散过来惰性气体和杂质清除出系统。

5. 如权利要求1所述的一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于,所述空气供应系统包括空压机,所述空压机用于对常压空气进行加压,所述空压机出口与中冷器相连,所述中冷器用于对加压后的空气进行降温,以使空气达到设定温度。

6. 如权利要求5所述的一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于,所述中冷器出口与气/气膜增湿器相连,所述气/气膜增湿器与燃料电池电堆的干空气入口和湿空气出口相连,所述气/气膜增湿器用于通过湿空气对进入燃料电池电堆的干空气进行加湿,以使空气湿度达到设定要求。

7. 如权利要求6所述的一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于,所述气/气膜增湿器与燃料电池电堆的湿空气出口的相连处设有第四分流阀,所述第四分流阀用于调整加湿的湿空气量,以改变燃料电池电堆入口空气的湿度。

8. 如权利要求1所述的一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于,所述散热系统包括第一合流阀,所述第一合流阀用于对燃料电池电堆的输出冷却水进行汇合,并将汇合的冷却水通过水泵和水箱送入散热器中进行散热。

9. 如权利要求8所述的一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于,所述水箱和散热器之间设有第三分流阀,所述散热器出口设有第二合流阀,所述第二合流阀入口还与第三分流阀相连,所述第三分流阀用于当燃料电池电堆启动时将部分冷却水通过第二合流阀直接送回燃料电池电堆中,以加快燃料电池电堆升温,和当燃料电池电堆正常工作时,调节进入散热器的冷却水流量,从而达到调节换热量的目的。

10. 如权利要求9所述的一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,其特征在于,所述第二合流阀出口与第五分流阀相连,所述第五分流阀出口分别与燃料电池电堆和空气供应系统的中冷器相连,所述第五分流阀用于将一部分冷却水送入中冷器中对空气进行降温,完成对空气降温后的冷却水直接进入第一合流阀。

一种燃料电池发动机系统的水热管理系统

技术领域

[0001] 本公开涉及燃料电池水热管理技术领域,尤其涉及一种燃料电池发动机系统的水热管理系统。

背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提到了与本公开相关的背景技术,并不必然构成现有技术。

[0003] 燃料电池发动机的水热管理是从系统集成和整体的角度有效控制和管理燃料电池发动机的热量传递,冷却燃料电池及其辅助部件,降低系统能耗和改善发动机整体性能。水热管理起到优化对燃料电池发动机的性能、使用寿命和运行安全性具有重要影响,是燃料电池发动机研发的核心关键技术和部件之一。

[0004] 就发明人所知,现有的燃料电池发动机的水热管理技术存在以下几点不足:

[0005] 1.现有系统中多采用氢气循环泵对氢气进行循环利用,增加了系统功耗;

[0006] 2.现有系统为了保证电极的湿润,配备了加湿水箱对电池阳极和阴极或只对阴极进行加湿,增加了系统部件数同时也增大了系统所需空间;此外,当电堆质子膜较厚时,不对电堆阳极进行加湿容易导致膜阳极侧干涸;

[0007] 3.现有系统对空气进行冷却时需要额外冷源,投资成本增加。当加压氢气温度较高时,现有系统没有进行冷却或冷却效果欠佳,不利于保证电堆的工作效率。

发明内容

[0008] 为了解决现有技术的不足,本公开提供了一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,该系统的氢气供应系统和空气供应系统不需要额外的加热源与加湿源,减少了系统所需的部件数,减少了系统中的额外功耗。

[0009] 为了实现上述目的,本公开的技术方案如下:

[0010] 作为一种或多种实施例,一种燃料电池发动机系统的水热管理系统,包括氢气供应系统、空气供应系统和散热系统,其中

[0011] 所述氢气供应系统被配置为通过引射器进行氢气循环利用;和

[0012] 通过燃料电池电堆所产生的水蒸气进行氢气加湿,通过燃料电池电堆出口的冷却水进行氢气加热,以使得氢气的温度和湿度满足水平衡调节要求后进入燃料电池电堆参与反应;

[0013] 所述空气供应系统被配置为对空气进行压缩,并通过燃料电池电堆出口的湿空气对进入燃料电池电堆的干空气进行加湿,以使得空气的温度与湿度达到设定要求后进入燃料电池电堆参与反应;

[0014] 所述散热系统被配置为对燃料电池电堆出口的部分冷却水进行散热后与未散热的另一部分冷却水混合后重新送入燃料电池电堆中。

[0015] 进一步的,所述氢气供应系统包括氢气罐,所述氢气罐用于提供高压氢气,所述高压氢气经压力调节阀减压后,作为入射流体进入引射器,在引射器内与被引射氢气混合进

行动量和质量交换，并在引射器出口达到平衡后流入加热/增湿器，所述加热/增湿器与燃料电池电堆的水蒸气出口和冷却水出口相连，所述加热/增湿器用于通过水蒸气对氢气进行加湿，通过冷却水对氢气进行加热，以使氢气满足水平衡调节要求。

[0016] 进一步的，所述氢气供应系统还包括水分离器，所述水分离器与燃料电池电堆的反应剩余氢气的出口相连，所述水分离器用于将剩余氢气中的水蒸气化为液态水分离，所述分离的液态水一部分经第二分流阀进入燃料电池电堆，对燃料电池电堆进行冷却，并在燃料电池电堆内重新气化为水蒸气，作为加热/增湿器的加湿蒸汽源，一部分经第一合流阀流入散热系统中，所述分离的氢气作为被引射流体流回引射器，进行重复循环利用。

[0017] 进一步的，所述氢气供应系统还包括氢净化阀门，所述氢净化阀门用于将空气供应系统侧扩散过来惰性气体和杂质清除出系统。

[0018] 进一步的，所述空气供应系统包括空压机，所述空压机用于对常压空气进行加压，所述空压机出口与中冷器相连，所述中冷器用于对加压后的空气进行降温，以使空气达到设定温度。

[0019] 进一步的，所述中冷器出口与气/气膜增湿器相连，所述气/气膜增湿器与燃料电池电堆的干空气入口和湿空气出口相连，所述气/气膜增湿器用于通过湿空气对进入燃料电池电堆的干空气进行加湿，以使空气湿度达到设定要求。

[0020] 进一步的，所述气/气膜增湿器与燃料电池电堆的湿空气出口的相连处设有第四分流阀，所述第四分流阀用于调整加湿的湿空气量，以改变燃料电池电堆入口空气的湿度。

[0021] 进一步的，所述散热系统包括第一合流阀，所述第一合流阀用于对燃料电池电堆的输出冷却水进行汇合，并将汇合的冷却水通过水泵和水箱送入散热器中进行散热。

[0022] 进一步的，所述水箱和散热器之间设有第三分流阀，所述散热器出口设有第二合流阀，所述第二合流阀入口还与第三分流阀相连，所述第三分流阀用于当燃料电池电堆启动时将部分冷却水通过第二合流阀直接送回燃料电池电堆中，以加快燃料电池电堆升温，和当燃料电池电堆正常工作时，调节进入散热器的冷却水流量，从而达到调节换热量的目的。

[0023] 进一步的，所述第二合流阀出口与第五分流阀相连，所述第五分流阀出口分别与燃料电池电堆和空气供应系统的中冷器相连，所述第五分流阀用于将一部分冷却水送入中冷器中对空气进行降温，完成对空气降温后的冷却水直接进入第一合流阀。

[0024] 与现有技术相比，本公开的有益效果是：

[0025] 1) 本公开的氢气供应系统中采用引射器进行氢气的循环利用，从而去除了氢气循环泵这一运动部件，减少了燃料电池系统中的额外功耗；

[0026] 2) 本公开的氢气供应系统中采用电堆的冷却水对氢气进行加热，不需要额外的加热源与加湿源，减少了系统所需的部件数；

[0027] 3) 本公开的空气供应系统中采用电堆出口的部分湿空气对进入电堆前的干空气进行加湿，不需要额外的加湿源，减少了系统对额外部件的需求，通过第四分流阀调整进入加湿器的湿空气从而控制进入燃料电池入口空气的湿度，可以预防空气带入过多的水分而影响电池的性能；

[0028] 4) 本公开散热器出口冷却水通过第五分流阀，一部分进入中冷器对空气进行冷却，然后直接进入第一合流阀，消除了系统对冷却水源的额外需求；

[0029] 5) 本公开在水箱和散热器以及散热器出口与第五分流阀之间加入第三分流阀和第二合流阀,在启动电堆时起到了节温器的作用,在电堆正常工作时,还可以用于调节进入散热器地冷却水流量,同时与散热器风扇转速相配合,完成对冷却水温度的调节。

附图说明

[0030] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0031] 图1为本公开某一实施例的燃料电池发动机的水热管理系统的结构示意图;

[0032] 图中:1、氢气罐;2、压力调节阀;3、引射器;4、加热/增湿器;5、燃料电池电堆;6、第一分流阀;7、水分离器;8、第二分流阀;9、氢净化阀;10、第一合流阀;11、水泵;12、水箱;13、第三分流阀;14、散热器;15、风扇;16、第二合流阀;17、空压机;18、中冷器;19、气/气膜增湿器;20、第四分流阀;21、第五分流阀;22、第三合流阀;23、背压调节阀。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图与具体实施例对本公开做进一步的说明。

[0034] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0035] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0036] 在本公开中,术语如“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”、“竖直”、“水平”、“侧”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,只是为了便于叙述本公开各部件或元件结构关系而确定的关系词,并非特指本公开中任一部件或元件,不能理解为对本公开的限制。

[0037] 本公开中,术语如“固接”、“相连”、“连接”等应做广义理解,表示可以是固定连接,也可以是一体地连接或可拆卸连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的相关科研或技术人员,可以根据具体情况确定上述术语在本公开中的具体含义,不能理解为对本公开的限制。

[0038] 作为一种或多种实施例,如图1所示,一种燃料电池发动机系统的水热管理系统包括燃料电池电堆(PEMFC)5、氢气罐1、增湿器4和19、引射器3、空压机17、散热器14、水泵11、水箱12、水分离器7、阀门以及多个分流阀和合流阀组成。

[0039] 具体的,该水热管理系统可分为三个子系统:氢气供应系统、空气供应系统与散热系统,其中氢气与空气供应系统兼具水管理功能,电堆内的水平衡主要靠氢气与氧气进入电堆的流量、温度、压力与湿度来保证,而散热系统主要用来完成电堆内的热管理。PEMFC电堆水热管理系统原理可通过氢气供应系统,空气供应系统与散热系统三方面进行描述

[0040] 对于氢气供应系统,高压氢气罐1里的氢气经压力调节阀2减压后,作为入射流体进入引射器3,在引射器3中与被引射氢气混合进行动量和质量交换,并在引射器3出口达到

平衡后流入加热/增湿器4，加热/增湿器4采用蒸汽注入的方式对氢气进行加湿，加湿的蒸汽来之于燃料电池本身产生的水蒸汽，同时加热/增湿器4还利用从燃料电池电堆5出口的冷却水对氢气进行加热，当氢气温度和湿度满足水平衡调节要求后进入PEMFC电堆5参与反应，反应剩余的氢气流经电堆出口处的水分离器7，通过水分离器7将剩余氢气中的水蒸气化为液态水分离，分离的液态水一部分经第二分流阀8进入电池电堆5，在电堆5内重新气化为水蒸气，作为加热/增湿器4的加湿蒸汽源，同时该部分液态水又能对电堆5产生一定的冷却作用，另一部分由第二分流阀8直接流入第一合流阀10；而剩余的无水氢气作为被引射流体流回引射器3，以便重复循环利用。此外，惰性气体和杂质可以从空气侧扩散至氢气侧，为消除惰性气体和杂质的积聚，可通过氢净化阀门9将其清除出系统。

[0041] 本实施例在氢气供应系统中采用引射器3进行氢气的循环利用，从而去除了氢气循环泵这一运动部件，减少了PEMFC系统中的额外功耗，并在氢气供应系统中采用电堆的冷却水对氢气进行加热，不需要额外的加热源与加湿源，减少了系统所需的部件数。

[0042] 对于空气供应系统，为了保证电堆的工作效率，常压下的空气需被空压机17提升到一定压力，但压力的增加会导致温度的提高，而进入电堆的空气温度不宜过高，因此加压后的空气需进入中冷器18进行适当降温，然后进入气/气膜增湿器19中进行加湿，当空气的温度与湿度达到一定要求后进入电池电堆5参与反应，反应后的湿空气经第四分流阀20进入气/气膜增湿器19对干空气进行加湿，且通过第四分流阀20可调整用于加湿的湿空气量，从而可以改变燃料电池入口空气的湿度，最后所有的空气在第三合流阀22合流后经背压调节阀23排入大气中。

[0043] 本实施例在空气供应系统中采用电堆出口的部分湿空气对进入电堆前的干空气进行加湿，不需要额外的加湿源，减少了系统对额外部件的需求，并通过第四分流阀20调整进入气/气膜增湿器19的湿空气从而控制进入燃料电池入口空气的湿度，可以预防空气带入过多的水分而影响电池的性能。

[0044] 对于散热系统，冷却水对电池电堆5进行冷却后流出，经电堆出口处以及第一分流阀6后，一部分流入加热/增湿器4对氢气进行加热，加热完成后与另一部分冷却水在第一合流阀10混合，并通过水泵11与水箱12后流入散热器14，流入散热器14前会经过散热器14前的第三分流阀13，该分流阀的主要作用为当电堆启动时，为了加快电堆的温升，使电堆能够快速达到工作温度，冷却水经过该分流阀直接流回电堆，不再进入散热器14散热，起到了类似于节温器的作用；另外，在电堆正常工作时，也可以采用该分流阀对进入散热器地冷却水流量进行调节，使得只有部分冷却水流入散热器14，从而达到了换热量调节的目的；冷却水换热后流经散热器14后进入第二合流阀16，并在第二合流阀16内与直接流入第二合流阀16的冷却水相混合，此时冷却水的温度相较低于电堆5工作温度，因此，可让一部分冷却水流经中冷器18前的第五分流阀21进入中冷器18对空气进行降温，完成对空气降温后的冷却水直接进入第一合流阀6。

[0045] 本实施例中散热器14出口冷却水通过第五分流阀21，一部分进入中冷器18对空气进行冷却，然后直接进入第一合流阀10，消除了系统对冷却水源的额外需求。

[0046] 本实施例在水箱11和散热器14以及散热器14出口与第五分流阀21之间加入第三分流阀13和第二合流阀16，在启动电堆时起到了节温器的作用，在电堆正常工作时，还可以用于调节进入散热器14地冷却水流量，同时与散热器风扇15转速相配合，完成对冷却水温

度的调节。

[0047] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已，并不用于限制本申请，对于本领域的技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

[0048] 上述虽然结合附图对本公开的具体实施方式进行了描述，但并非对本公开保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本公开的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本公开的保护范围以内。

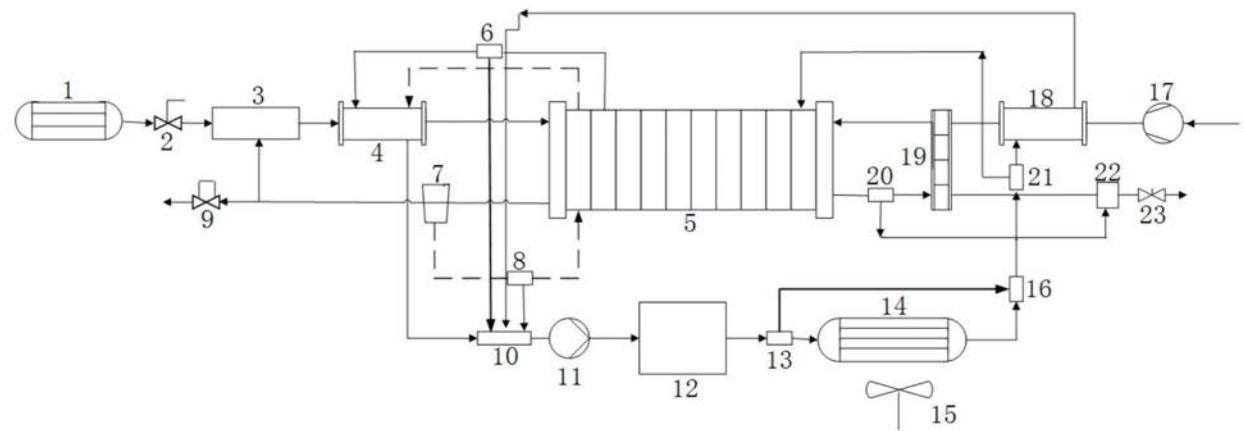


图1