



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 221783255 U

(45) 授权公告日 2024. 09. 27

(21) 申请号 202420287239.0

(22) 申请日 2024.02.06

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 倪静 颜廷军

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 王丽军

(51) Int. Cl.

H01M 8/04089 (2016.01)

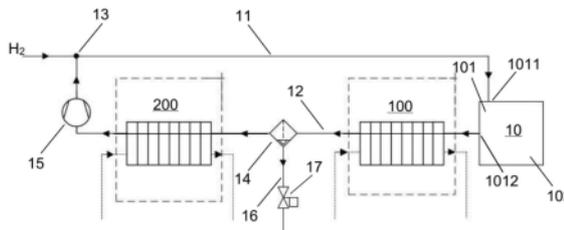
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 实用新型名称

燃料电池的阳极子系统及燃料电池

(57) 摘要

本申请涉及燃料电池阳极子系统及燃料电池,燃料电池包括具有阳极和阴极的电堆,阳极子系统包括:将氢气供应至阳极入口的阳极供气管线;阳极排气管线,其用于将从阳极出口排出的阳极介质部分地循环回到阳极供气管线,在阳极排气管线上设有水分离器,以分离阳极介质中的液态水;沿着阳极排气管线还设有冷却装置和加热装置,冷却装置设于阳极出口与水分离器间以冷却从中经过的阳极介质,使阳极介质中的水蒸汽冷凝;以及加热装置设于水分离器的下游以对经分离后的阳极介质进行加热,使残留于经分离后的阳极介质中的液态水转化为水蒸汽。采用本申请技术方案能够提高水分离器的分离效率、保护氢循环泵并确保循环进入燃料电池电堆的氢气具有合适的湿度。



1. 一种燃料电池的阳极子系统,所述燃料电池包括具有阳极(101)和阴极(102)的电堆(10),电堆(10)的阳极(101)具有阳极入口(1011)和阳极出口(1012),所述阳极子系统包括:

阳极供气管线(11),其用于将氢气供应至所述阳极入口(1011);

阳极排气管线(12),其用于将从所述阳极出口(1012)排出的阳极介质部分地循环回到所述阳极供气管线(11),在所述阳极排气管线(12)上设置有水分离器(14),用于分离所述阳极介质中的液态水;

其特征在于:

沿着所述阳极排气管线(12)还设置有冷却装置和加热装置,所述冷却装置设置于所述阳极出口(1012)与所述水分离器(14)之间以冷却从中经过的阳极介质,从而使阳极介质中的水蒸汽冷凝;以及所述加热装置设置于所述水分离器(14)的下游以对经分离后的阳极介质进行加热,从而使残留于经分离后的阳极介质中的液态水转化为水蒸汽。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池的阳极子系统,其特征在于,所述冷却装置为第一热交换器(100),其换热介质为来自外界环境的空气,所述空气从所述第一热交换器(100)的一端流入以降低所述阳极介质的温度并从所述第一热交换器(100)的另一端排出至外界环境。

3. 根据权利要求1所述的燃料电池的阳极子系统,其特征在于,所述冷却装置为第一热交换器(100),其换热介质为冷却液,所述冷却液被储存于一储器中,从所述第一热交换器(100)的一端流入以降低所述阳极介质的温度并从所述第一热交换器(100)的另一端排出且流回至所述储器供循环使用。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的燃料电池的阳极子系统,其特征在于,所述加热装置为第二热交换器(200),所述第二热交换器(200)的换热介质为向着所述电堆(10)的阴极(102)供应的压缩空气的一部分,该部分压缩空气在流经所述第二热交换器(200)后被重新供应至所述电堆(10)的阴极(102)。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的燃料电池的阳极子系统,其特征在于,所述加热装置为设置于阳极供气管线(11)上的氢气热交换器(120),经水分离器(14)分离后的阳极介质与来自储氢器(110)的氢气在所述氢气热交换器(120)处被升温处理,以经由所述阳极供气管线(11)被供应至所述阳极入口(1011)。

6. 根据权利要求1至3中任一项所述的燃料电池的阳极子系统,其特征在于,所述加热装置为电阻加热器。

7. 根据权利要求1至3中任一项所述的燃料电池的阳极子系统,其特征在于,所述阳极供气管线(11)上设置有引射泵(13),经由所述加热装置升温后的阳极介质被输送至所述引射泵(13)以与来自储氢器(110)的氢气混合,进而经由所述阳极供气管线(11)被供应至所述阳极入口(1011)。

8. 根据权利要求7所述的燃料电池的阳极子系统,其特征在于,沿着所述阳极排气管线(12)在所述加热装置的下游处设置有氢循环泵(15),用于将升温后的阳极介质输送至所述引射泵(13)。

9. 根据权利要求1至3中任一项所述的燃料电池的阳极子系统,其特征在于,还包括与所述水分离器(14)相连接的排水管线(16),用于将经水分离器(14)分离出的液态水排放至

外部环境。

10. 一种燃料电池,其特征在于,包括:

具有阳极(101)和阴极(102)的电堆(10);

空气供应系统,其用于向所述电堆(10)的阴极(102)供应空气;以及

根据权利要求1至9中任一项所述的阳极子系统,其中氢气经由所述阳极子系统的阳极供气管线(11)被供应至所述电堆(10)的阳极(101),并且经所述空气与所述氢气之间电化学反应后的阳极介质从所述阳极出口(1012)被排出并部分地循环回到所述阳极供气管线(11)。

燃料电池的阳极子系统及燃料电池

技术领域

[0001] 本实用新型涉及燃料电池的技术领域,尤其涉及一种燃料电池的阳极子系统以及包括该阳极子系统的燃料电池。

背景技术

[0002] 随着电动车辆的普及,燃料电池作为其非常重要的一个部件得到了越来越广泛的使用,在质子交换膜燃料电池中,其阳极子系统用于将氢气供应至燃料电池的电堆阳极并且使得从电堆阳极出口排出的阳极介质进行再循环。其中所述阳极介质包括由反应后剩余氢气、少量来自空气中的氮气、反应产生的水蒸汽所构成的饱和气体,上述饱和气体经由阳极子系统内的氢循环泵进行再循环,以使得氢气得以再利用。除以上饱和气体外,反应过程中于燃料电池的电堆阴极处经反应生成的液态水中的一部分也会经由质子交换膜渗透从而作为上述阳极介质的一部分从电堆的阳极出口流出。为了减少饱和气体中的水蒸汽以及上述液态水对燃料电池的影响,在燃料电池中通常设有水分离器,以分离其中的液态水。

[0003] 但是,在实际工作过程中,燃料电池的电堆阳极供给湿度需控制在40%-70%RH的范围内,而从阳极出口处出来的上述饱和气体中的水蒸汽饱和度较高,在水蒸汽以及从阴极渗流过来的液态水不能被有效分离的情况下,一方面会引起氢循环泵的故障,另一方面会导致具有相对高湿度的气体循环进入燃料电池电堆的阳极,造成淹堆、堵塞气体流道、增大浓差极化从而导致燃料电池性能大幅下降。

[0004] 因此,仍需要对现有燃料电池的阳极子系统进行改进,以降低从燃料电池电堆的阳极处出来的饱和气体的湿气含量,改善水分离器的效率以对氢循环泵起到保护作用,以及使再循环进入燃料电池电堆的气体的湿度适度,从而提升燃料电池的性能。

[0005] 需要说明的是,“背景技术”段落只是用来帮助了解本实用新型的内容,因此在“背景技术”段落所公开的内容可能包含一些没有构成本领域技术人员所知道的现有技术。在“背景技术”段落所公开的内容,不代表该内容或者本实用新型一个或多个实施例所要解决的问题,在本实用新型申请前已被本领域技术人员所知晓或认知。

实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的在于提供一种燃料电池的阳极子系统,其能够从来自燃料电池电堆阳极出口的饱和气体中收集更多经冷凝形成的液态水,改善水分离器的效率以对氢循环泵起到保护作用。此外,本实用新型的燃料电池的阳极子系统还能够使再循环进入燃料电池电堆的气体的湿度适度,从而提升燃料电池的性能。

[0007] 根据本实用新型的一个方面,提供一种燃料电池的阳极子系统,所述燃料电池包括具有阳极和阴极的电堆,电堆的阳极具有阳极入口和阳极出口,所述阳极子系统包括:

[0008] 阳极供气管线,其用于将氢气供应至所述阳极入口;

[0009] 阳极排气管线,其用于将从所述阳极出口排出的阳极介质部分地循环回到所述阳极供气管线,在所述阳极排气管线上设置有水分离器,用于分离所述阳极介质中的液态水;

[0010] 其中沿着所述阳极排气管线还设置有冷却装置和加热装置,所述冷却装置设置于所述阳极出口与所述水分离器之间以冷却从中经过的阳极介质,从而使阳极介质中的水蒸汽冷凝;以及所述加热装置设置于所述水分离器的下游以对经分离后的阳极介质进行加热,从而使残留于经分离后的阳极介质中的液态水转化为水蒸汽。

[0011] 优选地,所述冷却装置为第一热交换器,其换热介质为来自外界环境的空气,所述空气从所述第一热交换器的一端流入以降低所述阳极介质的温度并从所述第一热交换器的另一端排出至外界环境。

[0012] 可选地,所述冷却装置为第一热交换器,其换热介质为冷却液,所述冷却液被储存于一储器中,从所述第一热交换器的一端流入以降低所述阳极介质的温度并从所述第一热交换器的另一端排出且流回至所述储器供循环使用。

[0013] 优选地,所述加热装置为第二热交换器,所述第二热交换器的换热介质为向着所述电堆的阴极供应的压缩空气的一部分,该部分压缩空气在流经所述第二热交换器后被重新供应至所述电堆的阴极。

[0014] 可选地,所述加热装置为设置于阳极供气管线上的氢气热交换器,经水分离器分离后的阳极介质与来自储氢器的氢气在所述氢气热交换器处被升温处理,以经由所述阳极供气管线被供应至所述阳极入口。

[0015] 可选地,所述加热装置为电阻加热器。

[0016] 优选地,所述阳极供气管线上设置有引射泵,经由所述加热装置升温后的阳极介质被输送至所述引射泵以与来自储氢器的氢气混合,进而经由所述阳极供气管线被供应至所述阳极入口。

[0017] 可选地,沿着所述阳极排气管线在所述加热装置的下游处设置有氢循环泵,用于将升温后的阳极介质输送至所述引射泵。

[0018] 可选地,所述阳极子系统还包括与所述水分离器相连接的排水管线,用于将经水分离器分离出的液态水排放至外部环境。

[0019] 根据本实用新型的另一个方面,提供一种燃料电池,包括:

[0020] 具有阳极和阴极的电堆;

[0021] 空气供应系统,其用于向所述电堆的阴极供应空气;以及

[0022] 根据前述内容所述的阳极子系统,其中氢气经由所述阳极子系统的阳极供气管线被供应至所述电堆的阳极,并且经所述空气与所述氢气之间电化学反应后的阳极介质从所述阳极出口被排出并部分地循环回到所述阳极供气管线。

附图说明

[0023] 下面将结合附图来更彻底地理解并认识本实用新型的上述和其它方面。应当理解,附图仅仅用于说明目的而提供,且仅描绘典型或示例性实施例。提供这些附图是为了促进对本文公开的概念的理解,并且不应被视为对这些概念的广度、范围或适用性的限制。应当注意,为了清楚和易于说明,这些附图并非必需按比例绘制。其中:

[0024] 图1为根据现有技术的燃料电池的阳极子系统的示意图,为清楚起见省略了阳极供气管线中用于氢气供应的系统部件;

[0025] 图2为根据本实用新型第一实施例的阳极子系统的示意图,为清楚起见省略了阳

极供气管线中用于氢气供应的系统部件；

[0026] 图3为根据本实用新型第二实施例的阳极子系统的示意图,其示出了阳极供气管线中用于氢气供应的系统部件。

具体实施方式

[0027] 在本实用新型的各附图中,结构相同或功能相似的特征由相同的附图标记表示,附图并非严格按比例绘制,而是为了清楚起见有所夸大。

[0028] 参见图1,其示出了根据现有技术的燃料电池的阳极子系统的部分示意图,为清楚起见省略了阳极子系统中对氢气进行供应的部分系统部件(省略部分可参见图3)。如图所示,燃料电池包括电堆10,所述电堆10具有阳极101和阴极102,电堆10的阳极101具有阳极入口1011和阳极出口1012。需要说明的是,图1中阳极入口和阳极出口的设置位置仅是示意性而非限制性的。能够理解的是,可以根据实际需要在电堆的阳极所在一端灵活地设置所述阳极入口和阳极出口。进一步地,所述阳极子系统包括用于将氢气供应至所述阳极入口1011的阳极供气管线11以及阳极排气管线12,其中阳极排气管线12用于将经反应后且从阳极出口1012排出的阳极介质部分地循环回到阳极供气管线11。在燃料电池运行期间,来自氢气供应系统的氢气借助于在阳极供气管线11上设置的引射泵13被供应达到电堆10的阳极101以及空气经由空气供应系统(即燃料电池阴极子系统)中的阴极供气管线,图中未示出)被供应到电堆10的阴极102。进入阳极101的氢分子被催化剂吸附并发生氧化反应而离化为氢离子和电子,氢离子经由电堆10中的质子交换膜从阳极101转移到阴极102,电子则通过外电路流向阴极102以形成电流。另外,行进到阴极102的氢离子与来自燃料电池电堆阴极102的氧发生还原反应,从而生成液态水,其中大部分液态水与空气中的剩余气体一起作为“阴极介质”从阴极出口排出(图中未示出)。

[0029] 另一方面,由反应后剩余氢气、少量来自空气中的氮气、反应产生的水蒸汽所构成的饱和气体以及在电堆的阴极102生成且经由质子交换膜渗透回流的部分液态水一起作为上述“阳极介质”从阳极出口1012排出,并经由阳极排气管线12被供应至阳极供气管线11以进行阳极气体的循环供应。从图1可以看出,阳极排气管线12与设置于阳极供气管线11上的引射泵13和电堆10的阳极出口1012连通,并且在阳极排气管线12上还设置有水分离器14,用于将上述“阳极介质”中的液态水分离。取决于氢循环量的大小,在阳极排气管线12上于水分离器14的下游可以选择设置氢循环泵15,用于协助将经分离液态水后的“阳极介质”循环泵入阳极供气管线11以与来自氢气供应系统的氢气一起被供入电堆10的阳极101。此处需要说明的是,本文所称“上游”和“下游”是针对阳极介质从阳极出口排出后沿阳极排气管线输送先后经过的位置所定义的。

[0030] 正如背景技术部分的介绍,上述“阳极介质”中的饱和水蒸汽和液态水仅通过现有的水分离器14无法被充分地分离,如此会造成更多的液态水进入氢循环泵15,可能造成氢循环泵的故障。即使在阳极排气管线12上未设置有氢循环泵,含水量高的氢气经由阳极供气管线11循环进入到电堆阳极101,也会使电堆阳极101处的反应效率降低,降低整个燃料电池的工作效率,甚至导致淹堆从而造成燃料电池的失效和缩短使用寿命。

[0031] 为解决上述技术问题,本实用新型针对图1所示燃料电池的阳极子系统进行了改进。参见图2,其示出了根据本实用新型第一实施例的阳极子系统的示意图。在该实施例中,

燃料电池的电堆10、阳极供气管线11、阳极排气管线12彼此间的布置关系以及在对应管线上分别设置的引射泵13、水分离器14、氢循环泵15等部件与前述结合图1介绍的部分完全相同,因此不再赘述。与现有技术相比,本实用新型的主要区别在于沿着阳极排气管线12设置有额外的冷却装置和加热装置。在该实施例中冷却装置采用第一热交换器100的形式,而加热装置采用第二热交换器200的形式。其中第一热交换器100设置于阳极出口1012与水分离器14之间(换言之,沿阳极排气管线12设置于水分离器14的上游),用于对从阳极出口1012排出的阳极介质进行降温从而使阳极介质中的水蒸汽冷凝,以形成更多的液态水;而第二热交换器200则设置于水分离器14与阳极供气管线11的引射泵13之间(换言之,沿阳极排气管线12设置于水分离器14的下游),用于对经水分离器14分离后的阳极介质进行升温,以使得残留于经分离后的阳极介质中的液态水转化为水蒸汽。如图所示,从电堆10的阳极出口1012排出的阳极介质经第一热交换器100进行降温处理后,从饱和的水蒸汽中将冷凝生成更多的液态水,这部分液态水将与阳极介质中原来所包含的从电堆阴极102渗流过来的液态水一起被水分离器14分离。在此需要说明的是,由于水分离器14的分离效率无法达到100%,因此并非所有的液态水都被分离。进一步如图所示,排水管线16与水分离器14相连接,并通过开启排水阀17以将经水分离器14分离出的液态水排放至外部环境。接下来,经水分离器14分离后的阳极介质(包括反应剩余的氢气、少量来自空气的氮气、以及未被水分离器14完全分离的部分水蒸汽和液态水)沿阳极排气管线12继续向下游传递,沿途经过第二热交换器200以对上述阳极介质进行升温处理,使得其中剩余的液态水转化为水蒸汽,从而升温后的阳极介质(包括反应剩余的氢气、少量来自空气的氮气以及一定量的饱和水蒸汽)被输送进入位于第二热交换器200下游的氢循环泵15,经氢循环泵15泵送进入在阳极供气管线11上设置的引射泵13以与来自氢气供应系统的氢气混合,从而在氢气进入电堆10的阳极入口1011之前对氢气进行加湿。加湿后的氢气能够避免燃料电池电堆内的质子交换膜因水分蒸发而导致膜质子导电率降低进而引起电池内阻增大。可以理解的是,为防止经升温后的阳极介质降温冷凝,在第二热交换器200和引射泵13之间以及在引射泵13与阳极入口1011之间的管线需要做好隔热保温。

[0032] 对于第一热交换器100而言,其可采用传统的风冷和液冷的方式对从阳极出口1012排出的阳极介质进行降温处理。例如,可以利用环境空气或冷却液作为换热介质如图2中箭头所示从第一热交换器100的一端流入、流经其中的换热管并从该第一热交换器100的另一端排出。取决于换热介质本身性质,可以为其设置单独的存储容器。例如,当换热介质为冷却液(例如水、乙醇、乙二醇等)时,可以设置单独的储器,从第一热交换器100排出的冷却液可以流回至所述储器供循环使用。而用空气作为换热介质时,可以直接将来自外界环境的空气抽入第一热交换器100并从另一端排出至外界环境而无需设置专门的存储容器。

[0033] 对于第二热交换器200而言,其换热介质为向着电堆10的阴极102供应的压缩空气的一部分。本领域技术人员可以理解的是,在燃料电池的反应过程中向着其电堆阴极102所供应的空气在进入电堆阴极102之前需要经过空压机进行压缩处理,经压缩后的空气的一部分例如可通过于燃料电池的阴极子系统中设置的支路管线(未示出)被供应至第二热交换器200,高温的压缩空气如图2中箭头所示从第二热交换器200的一端流入、流经其中的换热管并从该第二热交换器200的另一端排出。可以理解的是,上述压缩空气在从第二热交换器200排出后可以继续被供应至燃料电池的电堆阴极102以参与该处的电化学反应。

[0034] 另一方面,还可以利用燃料电池的氢气供应系统中现有的氢气热交换器作为第二热交换器。参照图3,其示出了根据本实用新型第二实施例的阳极子系统的示意图,其中完整示出了阳极供气管线11所设置的各部件。如图所示,来自再填充站的氢气被保存在储氢器110中,使用时氢气沿着阳极供气管线11从储氢器110经氢气热交换器120和关断阀18而被供应至燃料电池的电堆阳极101。在这种情况下,氢气热交换器120依旧可以被认为是设置于水分离器14下游的一加热装置。与前述实施例类似地,氢气热交换器120作为第二热交换器对经水分离器14分离后的阳极介质进行升温处理,使得其中剩余的液态水转化为水蒸汽,并且升温后的阳极介质(包括反应剩余的氢气、少量来自空气的氮气以及一定量的饱和水蒸汽)经由额外的输送管线12' (该输送管线12'可被认为是阳极排气管线12于氢气热交换器120下游的延伸部分)被输送进入阳极供气管线11上的引射泵13,从而实现在氢气进入电堆10的阳极入口1011之前对氢气进行加湿的目的。容易理解的是,氢气热交换器120也可以采用如前述实施例所描述的压缩空气作为换热介质,在此不再赘述。

[0035] 在实践操作中,燃料电池的电堆阳极供给湿度通常控制在40%-70%RH的范围。例如在以下特定工况下:当氢氮混合气以450L/min(升/分)的流率从电堆阳极出口排出且含有1.9g/s(克/秒)液态水的情况下,水分离器的分离效率假定为90%,那么利用现有技术中的阳极子系统,将会有0.19g/s的液态水循环回到电堆的阳极入口。与现有技术相比,利用本实用新型的技术方案,氢氮混合气在经过第一热交换器(冷却装置)后,经与冷的换热介质热交换后温度降到45摄氏度,从饱和的水蒸汽中将冷凝析出0.9g/s的液态水,该部分液态水连同阳极介质中原有的1.9g/s液态水一起经过分离效率为90%的水分离器,经过之后氢氮混合气中还会含有0.28g/s的液态水,再经过第二热交换器(加热装置)进行升温处理后混合气的温度被控制回到65摄氏度,在此过程中将会有0.18g/s的液态水气化成水蒸汽,此时露点温度大致在55摄氏度,湿度为大约62%RH,这样最终减去气化的液态水后计算出的水分离器效率为94.7%,相比于现有技术的方案分离效率提高了4.7%。可以理解的是,水分离器效率的提高取决于经过第一热交换器后的温度降幅大小,理论上降幅越大水分离器效率提高就越大。但需要说明的是经过第一热交换器的温度降幅不宜过大,这是因为随着冷凝析出的液态水的增加,意味着经过水分离器分离后相对更多的剩余液态水需要从更低的温度被升温至适宜在阳极供气管线中输送时的温度,如此则会增加第二热交换器的工作负荷和能耗。换言之,在本实用新型中优选的是将形式为第一热交换器的冷却装置的降温幅度以及形式为第二热交换器的加热装置的升温幅度控制在相对合理的范围内,既要使得从电堆阳极出口排出的阳极介质在经过冷却装置时析出足够多的液态水,同时又要保证后续在经过加热装置时使得足够多的剩余液态水被气化成水蒸汽且保证循环进入阳极供气管线的混合气具有合适的温度和湿度。参照图3可以看出,沿着阳极供气管线于引射泵的入口处设置有温度传感器T和压力传感器P(优选地还可以设置额外的湿度传感器)对进入引射泵的氢气参数进行监控,此外优选的是于电堆阳极入口1011处同样设置类似的温度传感器、压力传感器和湿度传感器用于数据监控,基于监控得到的数据与期望数据的比较,确定是否需要对上述冷却单元的冷却功率和加热单元的加热功率进行控制以使得满足合适压力、温度和湿度的氢气循环进入燃料电池的电堆阳极。

[0036] 本实用新型并不限于上述的实施例,而是可以进行改动。例如,虽然在以上实施例中分别以第一热交换器和第二热交换器为例对本实用新型的原理进行了介绍,但是可以理

解的是于阳极出口和水分离器之间设置的冷却装置以及在水分离器下游设置的加热装置并非仅限于热交换器的形式。在不考虑可能产生多余能耗的情况下,可以预想的是采用利用例如电能的冷却装置或是电阻加热器,只要能够实现相应地对阳极介质进行降温 and 升温即可。

[0037] 另外,虽然在图2实施例中示出了沿着阳极排气管线在第二热交换器(即加热装置)下游设置的氢循环泵,但该氢循环泵并非是必需的。换言之,可以根据实际工况省略氢循环泵,例如在引射泵工作范围内可以仅借助于引射泵即可将先经降温处理后经升温处理的阳极介质循环输送至燃料电池的电堆阳极;而在引射泵不工作的低功率区可通过设置氢循环泵实现氢气循环。另外,虽然在图2的实施例中引射泵与氢循环泵是以串联的方式协同工作(即阳极介质沿着阳极排气管线顺次经过氢循环泵和引射泵),但可以预想的是,引射泵也可与氢循环泵以并联的方式协同工作(即为引射泵和氢循环泵分别设置支路管线,并且基于阳极介质的循环量大小,使阳极介质选择性地通过不同的支路管线从阳极排气管线循环至阳极供气管线),从而实现氢气的循环利用。

[0038] 总而言之,本实用新型通过沿着阳极排气管线于水分离器的上游和下游分别设置对应的冷却装置和加热装置而对现有燃料电池的阳极子系统进行改进,一方面能够从来自燃料电池电堆阳极出口的饱和气体中收集更多冷凝而形成的冷凝水,改善水分离器的效率以对氢循环泵起到保护作用;以及另一方面能够使再循环进入燃料电池电堆的气体的湿度适度,从而提升燃料电池的性能。

[0039] 以上结合具体实施例对本实用新型进行了详细描述。显然,以上描述以及在附图中示出的实施例均应被理解为是示例性的,而不构成对本实用新型的限制。本领域技术人员应当清楚,本说明书所描述的各实施例可以彼此相互组合使用,并且本实用新型的各个部件之间可以任意组合,除非这种组合将违反本实用新型的目的或者无法实现。因此本实用新型就其更宽泛的意义而言不限于所示和所述的具体细节、代表性结构以及示例性示例。

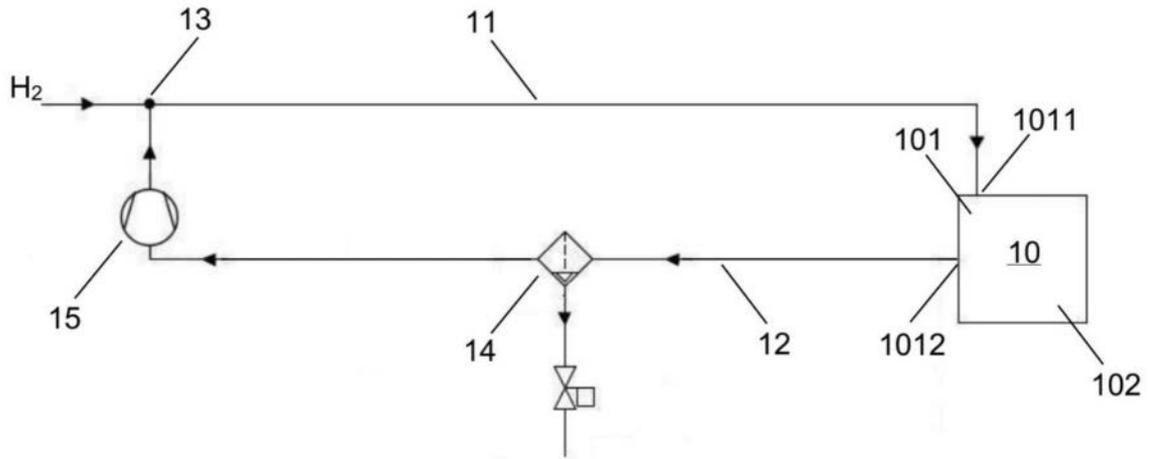


图1

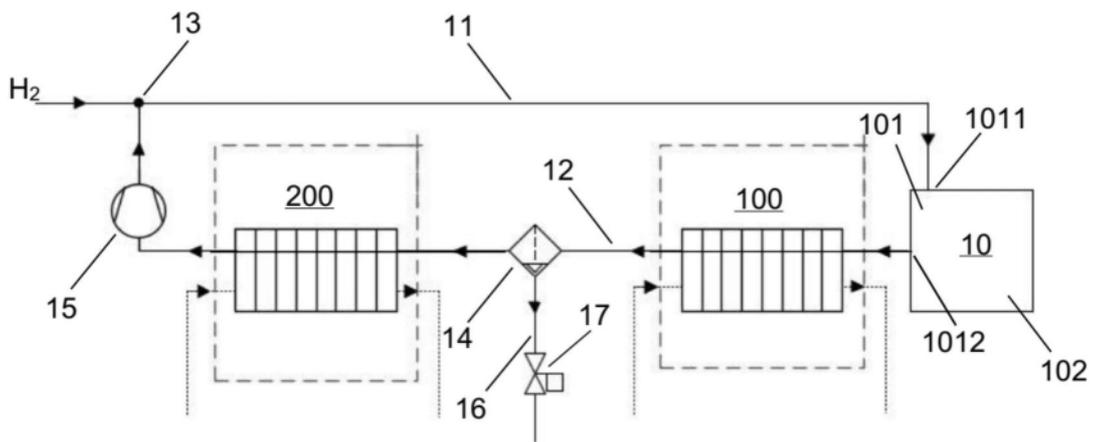


图2

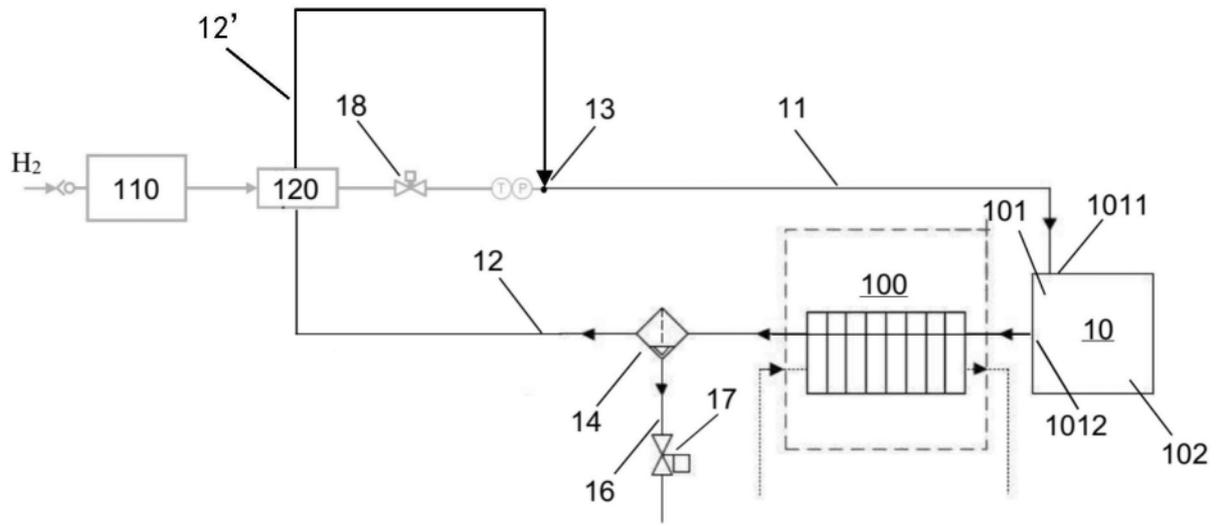


图3