

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01M 8/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780012555.6

[43] 公开日 2009 年 4 月 22 日

[11] 公开号 CN 101416341A

[22] 申请日 2007.4.4

[21] 申请号 200780012555.6

[30] 优先权

[32] 2006.4.7 [33] JP [31] 106398/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/057933 2007.4.4

[87] 国际公布 WO2007/117018 日 2007.10.18

[85] 进入国家阶段日期 2008.10.7

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 土屋尚久

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 梁晓广 车文

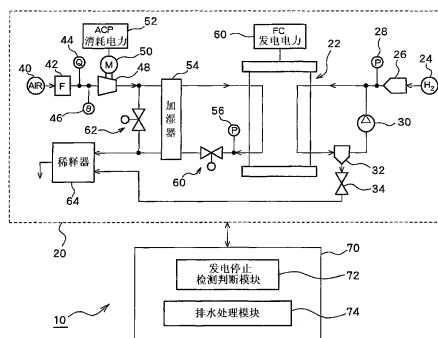
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 2 页

[54] 发明名称

燃料电池运转系统及燃料电池运转系统中的
阀的防冻方法

[57] 摘要

本发明的目的在于供给一种可防止阀冻结的燃料电池运转系统、及燃料电池运转系统中的阀的防止凝固方法，本发明的阀的防冻处理顺序是，首先停止作为燃料气体的氢的供给(S10)，直到目前为止已经供给的燃料气体被燃料电池反应消耗为止，在燃料电池组(22)中继续进行发电(S12)，然后判断发电是否停止(S14)，当判断发电停止时，通过排水处理模块(74)的作用，进行打开旁通阀(62)的处理(S16)，通过打开旁通阀(62)，大量的加压空气流入到旁通流路，从而使处于旁通流路的水、及位于出口侧流路的水强制性地喷飞排出(S18)。



1. 一种燃料电池运转系统，包括：

燃料电池；

燃料气体供给装置，向燃料电池的阳极侧供给燃料气体；

氧化气体供给装置，向燃料电池的阴极侧供给氧化气体；

入口侧流路，连接氧化气体供给装置和燃料电池的阴极侧气体入口；

出口侧流路，从燃料电池的阴极侧气体出口连接到排气侧；

旁通流路，连接入口侧流路和出口侧流路，与燃料电池并列配置；

调整阀，设置在入口侧流路或出口侧流路中的至少一个流路上，

调整阴极侧的气体流量；

旁通阀，设置在旁通流路上，调节旁通流路的气体流量；和

控制部，控制燃料电池的运转，

其特征在于，控制部具有：

检测判断燃料电池的发电停止的单元；和

排水单元，当判断燃料电池的发电停止后，打开旁通阀，排出出口侧流路及旁通流路的水。

2. 一种燃料电池运转系统，包括：

燃料电池；

燃料气体供给装置，向燃料电池的阳极侧供给燃料气体；

氧化气体供给装置，向燃料电池的阴极侧供给氧化气体；

入口侧流路，连接氧化气体供给装置和燃料电池的阴极侧气体入口；

出口侧流路，从燃料电池的阴极侧气体出口连接到排气侧；

旁通流路，连接入口侧流路和出口侧流路，与燃料电池并列配置；

调整阀，设置在入口侧流路或出口侧流路中的至少一个流路上，

调整阴极侧的气体流量；

旁通阀，设置在旁通流路上，调节旁通流路的气体流量；和

控制部，控制燃料电池的运转，

其特征在于，控制部具有：

检测判断燃料电池的发电停止的单元；和

排水单元，当判断燃料电池的发电停止后，在规定的延长时间内，从氧化气体供给装置供给氧化气体而排出出口侧流路及旁通流路的水。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的燃料电池运转系统，其特征在于，控制部还具有低温处理单元，判断燃料电池运转系统的温度是否为规定的低温条件，当判断变为规定的低温条件时，执行发电停止检测判断处理及排水处理。

4. 一种燃料电池运转系统中的阀的防冻方法，该燃料电池运转系统包括：

燃料电池；

燃料气体供给装置，向燃料电池的阳极侧供给燃料气体；

氧化气体供给装置，向燃料电池的阴极侧供给氧化气体；

入口侧流路，连接氧化气体供给装置和燃料电池的阴极侧气体入口；

出口侧流路，从燃料电池的阴极侧气体出口连接到排气侧；

旁通流路，连接入口侧流路和出口侧流路，与燃料电池并列配置；

调整阀，设置在入口侧流路或出口侧流路中的至少一个流路上，调整阴极侧的气体流量；

旁通阀，设置在旁通流路上，调节旁通流路的气体流量；和

控制部，控制燃料电池的运转，

其特征在于，具有以下工序：

检测判断燃料电池的发电停止的工序；

排水工序，当判断燃料电池的发电停止后，打开旁通阀，排出出口侧流路及旁通流路的水。

燃料电池运转系统及燃料电池运转系统中的阀的防冻方法

技术领域

本发明涉及到一种燃料电池运转系统及燃料电池运转系统中的阀防冻方法，尤其涉及到以氢为燃料气体的燃料电池中在阴极侧具有调整氧化气体流动的阀的燃料电池运转系统、及燃料电池运转系统中的阀防冻方法。

背景技术

作为燃料电池下述系统为人所知：夹持固体电解质膜及作为催化剂层的层积体的膜层积体（Membrane Electrode Assembly 膜电极组件：MEA），向阳极侧供给作为燃料气体的氢，向阴极侧供给作为氧化气体的空气。在该燃料电池运转系统中，在含有 MEA 的单元内部，通过氢与空气中的氧的反应产生电力，并且从阴极侧排出作为反应生成物的水。为了调整供给到阴极侧的空气量，在燃料电池的阴极侧出口设置称为背压阀、或调压阀的调整阀。

并且，由于 MEA 是膜的层积体，因此存在氢一部分从阳极侧部分泄漏到阴极侧的情况，泄漏的氢和阳极侧的未反应的氢被空气稀释并排出。因此，在阴极侧，为了将作为氧化气体的空气分为用于在单体电池中进行反应的气体和用于稀释的气体，设有旁通流路，并且在旁通流路中设有旁通阀。

例如，日本特开 2003-180006 号公报中公开了一种不使用昂贵的蓄电池盒的燃料电池车辆用的再生控制系统，其中，在燃料电池的阴极侧出口和大气开放端之间设有背压阀，并且在供给压缩空气的压缩机和阴极之间设有作为用于向大气开放端旁通的三方阀的旁通阀。

这样，在以氢为燃料气体的燃料运转系统中，在进行氢气供给、空气供给的同时，通过若干个阀的操作进行适当的发电电力的取出、及发电反应物的水的排水，并且进行排气的稀释。

其中，燃料电池系统的气体供给流路上如上所述包括作为反应生成物的水，因此设置在氢气供给流路的调整阀、旁通阀存在因周围温度下降造成水冻结等而凝固，在起动时无法运转的情况。

如上所述，燃料电池运转系统中使用调整阀和旁通阀，但旁通阀的主要功能是为了稀释排气中含有的氢浓度而供给空气，因此通常运转时大多全部关闭。因此当旁通阀的附近有水时，在外部气温为冰点以下时，该水会冻结，难于使旁通阀起动。

本发明的目的在于供给一种可防止阀冻结的燃料电池运转系统、及燃料电池系统中的阀的凝固防止方法。

发明内容

本发明涉及的燃料电池运转系统包括：燃料电池；燃料气体供给装置，向燃料电池的阳极侧供给燃料气体；氧化气体供给装置，向燃料电池的阴极侧供给氧化气体；入口侧流路，连接氧化气体供给装置和燃料电池的阴极侧气体入口；出口侧流路，从燃料电池的阴极侧气体出口连接到排气侧；旁通流路，连接入口侧流路和出口侧流路，与燃料电池并列配置；调整阀，设置在入口侧流路或出口侧流路中的至少一个流路上，调整阴极侧的气体流量；旁通阀，设置在旁通流路上，调节旁通流路的气体流量；和控制部，控制燃料电池的运转，其特征在于，控制部具有：检测判断燃料电池的发电停止的单元；和排水单元，当判断燃料电池的发电停止后，打开旁通阀，排出出口侧流路及旁通流路的水。

并且，本发明涉及的燃料电池运转系统包括：燃料电池；燃料气

体供给装置，向燃料电池的阳极侧供给燃料气体；氧化气体供给装置，向燃料电池的阴极侧供给氧化气体；入口侧流路，连接氧化气体供给装置和燃料电池的阴极侧气体入口；出口侧流路，从燃料电池的阴极侧气体出口连接到排气侧；旁通流路，连接入口侧流路和出口侧流路，与燃料电池并列配置；调整阀，设置在入口侧流路或出口侧流路中的至少一个流路上，调整阴极侧的气体流量；旁通阀，设置在旁通流路上，调节旁通流路的气体流量；和控制部，控制燃料电池的运转，其特征在于，控制部具有：检测判断燃料电池的发电停止的单元；和排水单元，当判断燃料电池的发电停止后，在规定的延长时间内，从氧化气体供给装置供给氧化气体而排出出口侧流路及旁通流路的水。

并且优选：控制部还具有低温处理单元，判断燃料电池运转系统的温度是否为规定的低温条件，当判断变为规定的低温条件时，执行发电停止检测判断处理及排水处理。

并且，本发明涉及的燃料电池运转系统中的阀的防冻方法中燃料电池运转系统包括：燃料电池；燃料气体供给装置，向燃料电池的阳极侧供给燃料气体；氧化气体供给装置，向燃料电池的阴极侧供给氧化气体；入口侧流路，连接氧化气体供给装置和燃料电池的阴极侧气体入口；出口侧流路，从燃料电池的阴极侧气体出口连接到排气侧；旁通流路，连接入口侧流路和出口侧流路，与燃料电池并列配置；调整阀，设置在入口侧流路或出口侧流路中的至少一个流路上，调整阴极侧的气体流量；旁通阀，设置在旁通流路上，调节旁通流路的气体流量；和控制部，控制燃料电池的运转，其特征在于，具有以下工序：检测判断燃料电池的发电停止的工序；排水工序，当判断燃料电池的发电停止后，打开旁通阀，排出出口侧流路及旁通流路的水。

根据上述构成，燃料电池运转系统中，在阴极侧，调整阀设置在入口侧流路或出口侧流路中的至少一个流路上，旁通阀设置成与燃料电池并列地连接入口侧流路和出口侧流路。并且，检测判断燃料电池

的发电停止，判断燃料电池发电停止后，打开旁通阀，排出出口侧流路及旁通流路的水。

因此，在燃料电池发电停止时，出口侧流路及旁通流路的水被排出，所以之后即使外部气温变低，出口侧流路及旁通流路也不会冻结，可防止设置在其上的阀的冻结。

并且，检测判断燃料电池的发电停止，当判断燃料电池的发电停止后，在规定的延长期间，从氧化气体供给装置供给氧化气体，排出出口侧流路及旁通流路的水。

因此，在燃料电池发电停止时，出口侧流路及旁通流路的水被排出，所以之后即使外部气温变低，出口侧流路及旁通流路也不会冻结，可防止设置在其上的阀的冻结。

并且，判断燃料电池运转系统的温度是否是规定的低温条件，当判断是低温条件时，执行发电停止检测判断处理和排水处理，因此可仅在有可能性的适当情况下进行这些处理。

附图说明

图 1 是本发明涉及的实施方式的燃料电池运转系统的构成图。

图 2 是表示本发明涉及的实施方式中的用于防止阀冻结的顺序的流程图。

具体实施方式

以下参照附图详细说明本发明涉及的实施方式。图 1 是燃料电池运转系统 10 的构成图。燃料电池运转系统 10 由以下构成：系统主体部 20；控制部 70，将系统主体部 20 的各要素作为系统整体进行控制。

系统主体部 20 包括：层积多个燃料电池单元的称为燃料电池组

22 的燃料电池主体、及配置在燃料电池组 22 的阳极侧的用于供给作为燃料气体的氢气的各要素，配置在阴极侧的氧化气体的用于供给作为氧化气体的空气的各要素。

阳极侧的燃料气体供给源 24 是供给作为燃料气体的氢的罐。燃料气体供给源 24 与调节器 26 连接。调节器 26 具有将来自燃料气体供给源 24 的氢气调整为适当压力和流量的功能。设置在调节器 26 的出口的压力计 28 是检测供给氢压的测量器。调节器 26 的出口连接到燃料电池组 22 的阳极侧入口，调整为适当压力和流量的氢气供给到燃料电池组 22。

从燃料电池组 22 的阳极侧出口排出的气体，由于通过发电消耗氢，氢浓度变低，并且作为阴极侧的空气中的成分的氮气通过 MEA 透过，杂质气体浓度变高。并且，反应生成物的水也通过 MEA 而透过。

与燃料电池组 22 的阳极侧出口连接的分流器 32 在来自阳极侧出口的排出气体的杂质气体浓度变高时，通过排气阀 34 流入到稀释器 64。此时的排气是除了氮外还含有反应生成物的水的氢气。并且，在分流器 32 之后，进一步设置在与阳极侧入口之间的循环升压器 30 是具有以下功能的氢泵：提高从阳极侧出口返回的气体的氢分压，再次返回到阳极侧入口进行再利用。

阴极侧的氧化气体供给源 40 实际上可使用大气。作为氧化气体供给源 40 的大气（空气）通过过滤器 42 后供给到阴极侧。设置在过滤器 42 后的流量计 44 是检测来自氧化气体供给源 40 的全部供给流量的流量计。并且，过滤器 42 后设置的温度计 46 具有检测来自氢气供给源 40 的气体温度的功能。

空气压缩机（ACP）48 是通过马达 50 对作为氧化气体的空气进行体积压缩而提高其压力的气体升压机。并且，ACP（48）具有以下功能：

在控制部 70 的控制下使其旋转速度（每分钟的旋转次数）可变，供给规定量的氧化气体。即，当氧化气体的所需流量较大时，提高马达 50 的旋转速度，相反当氧化气体的所需流量小时，降低马达 50 的旋转速度。ACP 耗电检测部 52 是具有检测出 ACP（48）的耗电、具体而言检测出马达 50 的耗电的功能的测量器。马达 50 提高旋转速度时耗电变大，降低旋转速度时耗电变小，因此耗电与马达的旋转速度或氧化气体流量密切相关。

因此，在燃料电池组 22 的阴极侧，作为氧化气体的空气通过 ACP（48）在控制部 70 的控制下进行供给。即，这里的氧化气体、空气、或 AIR（空气）是同义语。因此，可将从氧化气体供给源 40 到 ACP（48）为止的要素称为氧化气体供给装置。

加湿器 54 使氧化气体适度湿润，具有高效进行燃料电池组 22 中的燃料电池反应的功能。通过加湿器 54 适度被湿润的氧化气体供给到燃料电池组 22 的阴极侧入口，并从阴极侧出口排出。此时，作为反应生成物的水和排气同时排出。燃料电池组 22 通过反应变为高温，因此排出的水变为水蒸气，该水蒸气供给到加湿器 54，使氧化气体适度湿润。这样，加湿器 54 具有向氧化气体适当供给水蒸气的水分的功能，可使用所谓利用了空心丝的气体交换器。即，加湿器 54 构成为可在来自 ACP（48）的气体流动的流路、及水蒸气流动的流路之间交换气体。例如，将空心丝的内侧流路作为来自 ACP（48）的氧化气体的流路，将空心丝的外侧流路作为来自燃料电池组 22 的阴极侧出口的水蒸气，从而可使去向燃料电池组 22 的阴极侧入口的氧化气体适度湿润。

在此，可将连接上述氧化气体供给装置、及燃料电池组 22 的阴极侧入口的流路称为入口侧流路。与之对应，可将从燃料电池组 22 的阴极侧出口连接到排气侧的流路称为出口侧流路。

出口侧流路的阴极侧出口处设置的压力计 56 具有检测阴极侧出

口的气体压力的功能。并且出口侧流路上设置的调整阀 60 也称为背压阀，是具有调整阴极侧出口的气体压力、调整到燃料电池组 22 的氧化气体的流量的功能的阀，例如可使用如蝶形阀一样可调整流路的实效开口的阀。此外，调整阀 60 根据情况也可设置在入口侧流路上。

调整阀 60 的输出口与上述加湿器 54 连接，因此从调整阀 60 排出的气体，在向加湿器 54 供给水蒸气后再次返回，进入到稀释器 64，之后排出到外部。

旁通阀 62 连接入口侧流路和出口侧流路，是设置在与燃料电池组 22 并列配置的旁通流路上的阀，主要具有将用于稀释排气中的氢浓度的空气供给到稀释器 64 的功能。即，通过打开旁通阀 62，使来自 ACP（48）的氧化气体与流入到燃料电池组 22 的成分不同，不在燃料电池组 22 中流动，而经由旁通流路供给到稀释器 64。作为旁通阀 62，可使用与用于稀释发动机排气的排气旁通阀同样构造的装置。

稀释器 64 是如下的缓冲容器：收集来自阴极侧的排气阀 34 的混有氢的排水、及混合有阴极侧的水蒸气混合有经 MEA 泄漏而来氢的排气，形成适当的氢浓度排出到外部。并且，当氢浓度超过适当的浓度时，使用通过打开旁通阀 62 不经由燃料电池组 22 而供给的氧化气体，可进一步进行适当的稀释。

控制部 70 将系统主体部 20 的上述各要素作为系统整体控制，也称为燃料电池 CPU。控制部 70 包括：检测判断燃料电池的发电停止的发电停止检测判断模块 72；排水处理模块 74，判断燃料电池发电停止后，通过氧化气体的供给可以说强制性地排出出口侧流路及旁通流路的水。进行发电停止判断的一例为如下的情况：燃料电池运转停止时，目前为止已经供给的氢气通过燃料电池反应被消耗，发电停止。这些功能通过软件实现，具体而言可通过执行对应的燃料电池运转程序、或其所含有的阀防冻程序来实现。也可将这些功能的一部分通过硬件

实现。

对于所述构成的燃料电池运转系统 10 的动作、尤其是控制部 70 的各功能，参照图 2 的流程图进行详细说明。图 2 表示燃料电池运转系统 10 的动作中用于防止阀冻结的顺序，各顺序相当于阀防冻程序的各处理顺序。

燃料电池运转系统 10 的阀防冻处理通常在燃料电池运转系统 10 停止运转时自动进行，当然根据需要可在任意的时候根据运转状态的检测自动地、或通过操作者的指示输入来手动进行。

由于阀冻结在外部气体温度为规定的低温条件、例如达到冰点以下时出现，优选推测判断外部气体温度是否为规定的低温条件而进行阀防冻处理。通过温度计 46 检测氧化气体的温度，因此根据该温度的时间变化可推测、判断外部气体温度是否为规定的低温条件、例如到达冰点以下。通过该判断推测外部气体温度在冰点以下时，进行以下阀的冻结处理顺序。可以在冰点以下的低温条件时、例如外部气体温度下降到预先设定的温度以下时，进行阀的冻结处理。

阀的防冻处理的顺序是，首先进行作为燃料气体的氢的供给停止（S10）。具体而言如下进行：通过控制部 70 的发电停止检测判断模块 72 的功能，向调节器 26 发出停止供氢的指示，调节器 26 据此关闭其气体供给口，使来自燃料气体供给源 24 的燃料气体不供给到燃料电池组 22。即使氢供给停止，ACP（48）的动作也继续，作为空气的氧化气体继续供给到燃料电池组 22。因此，在目前为止已供给的燃料气体通过燃料电池反应被消耗光之前，在燃料电池组 22 中继续进行发电（S12）。

并且总是判断发电是否停止（S14）。该判断例如可通过以下方法进行：设置检测包括循环升压器 30 的阳极侧的氢供给流路中的氢分压

的单元，根据氢分压是否为规定值以下来进行判断。发电是否停止持续检查到判断发电停止为止。或者从氢供给停止指示开始经过预先确定的规定时间，认为发电停止。此时的规定时间可通过燃料电池组 22 的容量、来自 ACP (48) 的氧化气体的供给状态等确定。到 S14 为止的工序通过上述发电停止检测判断模块的功能来进行。

并且当判断发电停止时，通过排水处理模块 74 的功能进行打开旁通阀 62 的处理 (S16)。通过打开旁通阀 62，大量的加压空气流入到旁通流路，从而使处于旁通流路的水、及处于出口侧流路的水强制性地喷飞排出 (S18)。为此，优选旁通阀 62 全开。或者，为了有效地使水飞喷，也可断续地开关旁通阀 62。

旁通阀 62 的打开可通过时间管理进行控制。此时，根据在旁通流路中流动的氧化气体的流量、压力等可确定打开旁通阀 62 的时间。或者也可检测旁通流路两端之间的差压、出口侧流路的两端之间的差压，打开旁通阀 62 直到差压为规定值以下为止。即，这是因为，当水滞留在流路中时，作为氧化气体的空气难流动，流路两端之间的差压变大，相反如果水充分排出，则流路两端之间的差压足够低。

并且，当判断发电停止时旁通阀 62 已经打开时，优选暂时关闭旁通阀 62，并再次打开旁通阀 62。如上所述，也可断续地开关控制旁通阀 62。

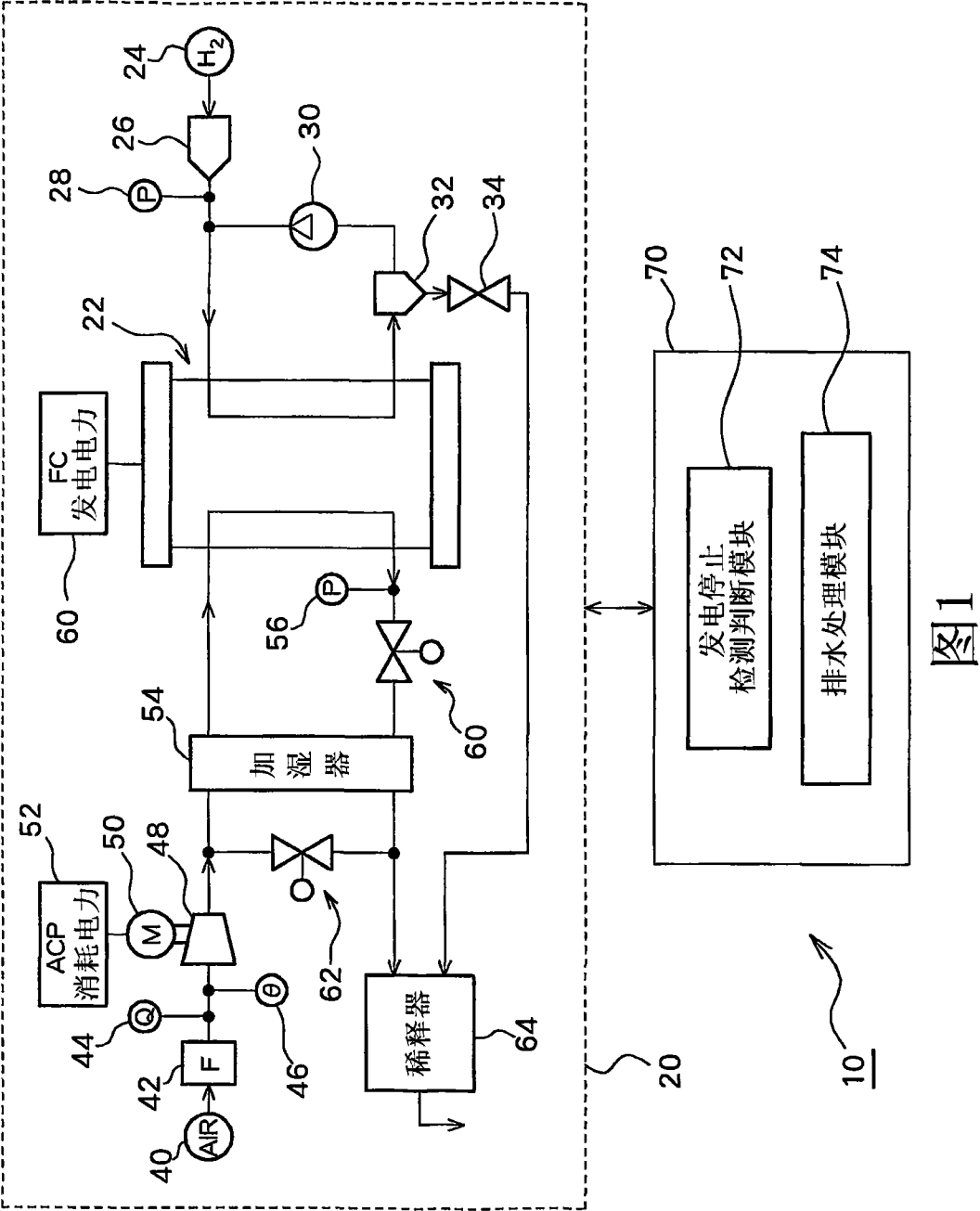
并且，当判断发电停止时，之后不产生作为反应生成物的水，因此发电停止判断后也可不停止作为氧化气体的空气的供给，在到规定的延长时间为止的期间内原样持续供给作为氧化气体的空气，强制性地排出出口侧流路及旁通流路的水。此时的规定时间的设定可通过氧化气体的流量及压力等确定。或者，具有流路两端之间的差压检测单元时，如上所述，可将流路两端之间的差压足够低的时间作为规定的延长时间。

当排水处理结束时，燃料电池运转系统 10 的标准的运转停止设定条件中设定旁通阀 62。例如，在阳极侧形成通过调节器 26 停止氢气供给的状态，在阴极侧停止 ACP（48）的运转，旁通阀 62 关闭。

这样，在燃料电池运转系统运转停止时，旁通流路及出口侧流路的水被强制排出，因此防止之后外部气体温度导致的阀冻结。

工业实用性

本发明用于燃料电池运转系统及燃料电池运转系统中的阀的冻结的防止方法。尤其可用于在以氢为燃料气体的燃料电池的阴极侧具有调整氧化气体流动的阀的燃料电池运转系统、及燃料电池运转系统中的阀防冻方法。



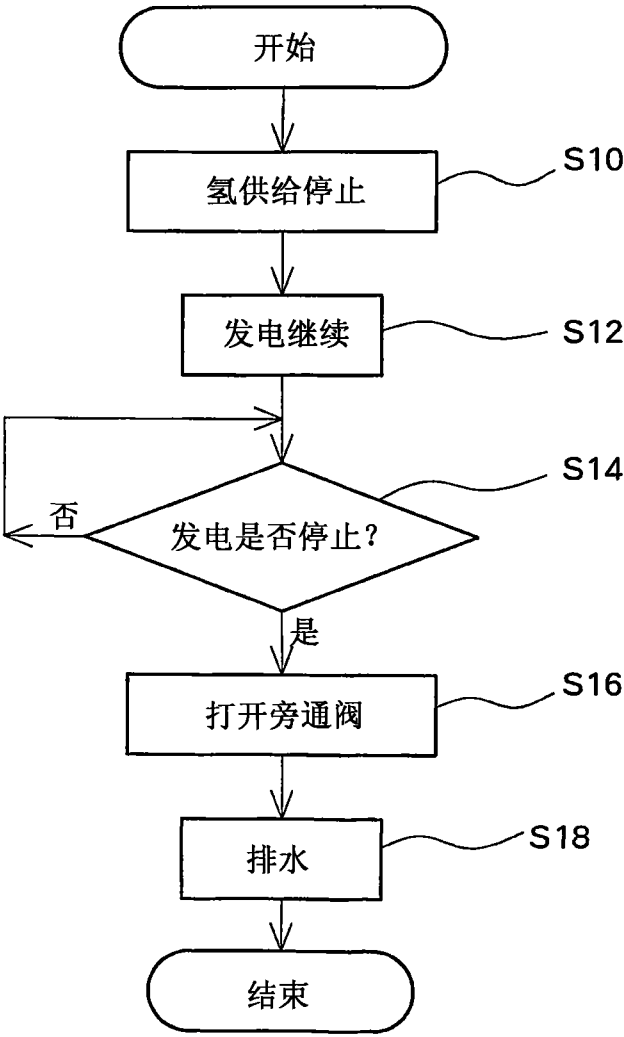


图2