(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101855763 B

(45)授权公告日 2013.08.28

(21)申请号 200880115085.0

(22)申请日 2008.10.16

(30)优先权数据

2007-291160 2007.11.08 JP

(85)PCT申请进入国家阶段日

2010.05.07

(86)PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/068768 2008.10.16

(87)PCT申请的公布数据

WO2009/060702 JA 2009.05.14

(73)专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72)发明人 坊农哲也

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219

代理人 高培培 车文

(51)Int.Cl.

H01M 8/04(2006.01)

H01M 8/00(2006.01)

H01M 8/10(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开 2006-294304 A,2006.10.26, 说明书第 0009-0071 段、附图 2-7.

JP 特开 2007-134168 A,2007.05.31, 说明书第 0008,0033,0038-0040,0060 段、附图 4-5.

JP 特开 2006-302577 A,2006.11.02, 说明书第 0022-0023 段.

JP 特开 2007-280671 A,2007.10.25, 说明书第 0106 段.

CN 1871735 A,2006.11.29, 全文.

审查员 韩建华

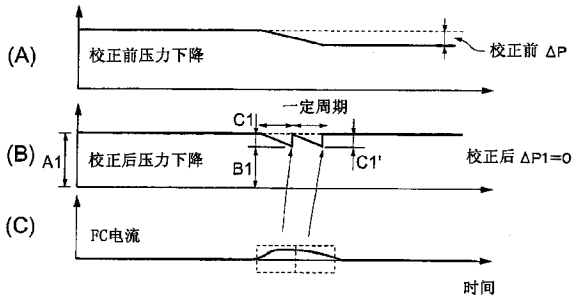
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

燃料电池系统和该系统的氢泄漏判断方法

(57)摘要

在燃料电池的运转停止时，抑制将电流扫除引起的压力下降误判断为氢泄漏或交叉泄漏的有无等，提高氢泄漏等的判断精度。为了实现该目的，在燃料电池系统的低负载时从该燃料电池系统中的蓄电单元向电力消耗装置进行电力供给并暂时停止该燃料电池的发电的间歇运转中实施抑制该燃料电池老化的电流扫除的情况下，基于该电流扫除所消耗的氢对燃料电池的阳极的氢压力进行校正，基于该校正后的氢压力，进行基于压力下降的氢泄漏或基于压力下降的交叉泄漏的判断。例如，对因电流扫除时的发电而下降的阳极的氢压力的下降速度进行积分，计算该发电引起的氢压力下降量，对该氢压力下降量进行反映。



CN 101855763 B

1. 一种燃料电池系统，可在燃料电池的运转停止时实施抑制该燃料电池老化的电流扫除，所述燃料电池系统的特征在于，

在伴随着间歇运转的运转停止时，由进行氢压力校正的控制单元根据所述电流扫除的耗氢量来校正该燃料电池的阳极的氢压力，所述间歇运转是指在该燃料电池系统的低负载时从燃料电池系统中的蓄电单元向电力消耗装置进行电力供给并暂时停止该燃料电池的发电的运转模式，

根据所述校正后的氢压力进行基于压力下降的氢泄漏判断。

2. 如权利要求 1 所述的燃料电池系统，

在由所述电流扫除产生的电流为规定值以上的情况下，根据所述校正后的氢压力进行氢泄漏的判断。

3. 如权利要求 1 所述的燃料电池系统，

在由所述电流扫除产生的电流为规定值以上的情况下，根据所述校正后的氢压力进行交叉泄漏的判断。

4. 如权利要求 3 所述的燃料电池系统，

在所述交叉泄漏的量为规定值以上的情况下进行排气氢浓度降低控制。

5. 如权利要求 1 所述的燃料电池系统，

具备对该燃料电池的温度或者所述阳极的气体温度进行计测的温度传感器，在校正所述氢压力时考虑该计测出的温度造成的影响来对该氢压力进行校正。

6. 如权利要求 1 所述的燃料电池系统，

周期性地进行基于所述电流扫除的耗氢量的氢压力校正。

7. 一种燃料电池系统的氢泄漏判断方法，是处于间歇运转中的燃料电池系统的氢泄漏判断方法，所述间歇运转是指在燃料电池系统的低负载时从该燃料电池系统中的蓄电单元向电力消耗装置进行电力供给并暂时停止该燃料电池的发电的运转模式，

在抑制该燃料电池老化的电流扫除被实施的情况下，根据该电流扫除的耗氢量来校正所述燃料电池的阳极的氢压力，并根据该校正后的氢压力进行基于压力下降的氢泄漏的判断或者基于压力下降的交叉泄漏的判断。

8. 如权利要求 7 所述的燃料电池系统的氢泄漏判断方法，

对因所述电流扫除时的发电而下降的所述阳极的氢压力的下降速度进行积分，计算出该发电引起的氢压力下降量，并反映该氢压力下降量。

9. 如权利要求 8 所述的燃料电池系统的氢泄漏判断方法，

在校正所述氢压力时，考虑该燃料电池的温度或者所述阳极的气体温度造成的影响来对该氢压力进行校正。

10. 如权利要求 7 ～ 9 中任一项所述的燃料电池系统的氢泄漏判断方法，

周期性地进行基于所述电流扫除的耗氢量的氢压力校正。

燃料电池系统和该系统的氢泄漏判断方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃料电池系统和该系统的氢泄漏判断方法。更详细地讲，本发明涉及例如搭载在燃料电池车辆上等的燃料电池系统的运转控制的改良。

背景技术

[0002] 在搭载有燃料电池（例如固体高分子型燃料电池）作为发电装置的所谓的燃料电池车辆中，在例如空转时、低速行驶时、再生制动时等的低负载运转时，为了改善燃耗等，暂时停止燃料电池的发电，从蓄电池、电容器等蓄电单元向电力消耗装置（车辆电动机等）进行电力供给（在本说明书中将这样的运转模式称作“间歇运转”）。

[0003] 在进行所述间歇运转时，OCV（开路电压）变高而需要抑制燃料电池老化。因此，有公知的下述技术，即，进行用于消耗残留在阴极电极的氧的电流扫除，将该燃料电池的电动势抑制在老化电位以下（例如参照专利文献 1）。

[0004] 此外，在进行间歇运转时等的燃料电池运转停止时，基于氢压力的下降来判断有无氢泄漏、交叉泄漏 (cross leak) 等。

[0005] 专利文献 1 ：日本特开 2006-294304 号公报

[0006] 然而，在间歇运转时等的燃料电池停止时，在如上所述那样根据氢压力的下降来判断氢泄漏、交叉泄漏的有无等的情况下，担心将电流扫除引起的压力下降误判断为氢泄漏、交叉泄漏的有无等。

发明内容

[0007] 因此，本发明的目的在于提供一种燃料电池系统和该系统的氢泄漏判断方法，在间歇运转时等的燃料电池的运转停止时，在根据氢压力的下降来判断氢泄漏、交叉泄漏的有无等的情况下，抑制将电流扫除引起的压力下降误判断为氢泄漏、交叉泄漏的有无等，提高氢泄漏等的判断精度。

[0008] 为了解决该问题，本申请的发明人进行了各种研究。以往，在判断有无氢泄漏、交叉泄漏时，检测被供给氢气的阳极的气体压力，如果气体压力下降则判断为产生了氢泄漏。在该情况下，如果认定在阳极有某一定值以上的压力下降（＝氢泄漏），则 1) 实施诊断（是指在安装于车辆上的传感器产生故障或在传动系控制用 ECU 的内部产生异常的情况下通过将灯点亮来催促驾驶者避让行驶的功能、为了提高服务性而在规定的工具中显示车辆的状态的功能、或使系统停止的功能，也称为“诊断”。），或 2) 实施送风 (air blow) 将排气氢浓度保持为一定以下。

[0009] 在此，如果不进行电流扫除，则阳极的气体压力下降和氢透过量为大致成比例的关系，因此只要如以往那样仅监视氢气的压力就能够判断有无氢泄漏、交叉泄漏。但是，在间歇运转中，若进行电流扫除（或者电流扫除引起的高电位回避控制等），则 1) 将电流扫除引起的压力下降误判断为氢泄漏引起的压力下降，错误地进行了诊断，或者 2) 将电流扫除引起的压力下降误判断为交叉泄漏引起的压力下降而实施了超过需要的送风。

[0010] 本申请的发明人针对以上各点进行了反复研究，从而得到了能够解决该问题的构思。本发明基于该构思，能够在燃料电池的运转停止时实施抑制该燃料电池老化的电流扫除的燃料电池系统中，其特征在于，基于电流扫除所消耗的氢来校正氢压力。如上所述，在燃料电池系统中，如果在间歇运转中进行电流扫除，则担心将该电流扫除时产生的压力下降直接误判断为氢泄漏引起的压力下降或者交叉泄漏引起的压力下降。对于该点，在本发明所涉及的燃料电池系统中，考虑到电流扫除所消耗的氢，对伴随该氢消耗的下降量进行校正。由此，得到将电流扫除时产生的压力下降考虑在内的氢压力，能够抑制各种判断时产生的误判断。在此，燃料电池系统中的燃料电池的运转停止是在例如该燃料电池系统的低负载时从燃料电池系统中的蓄电单元向电力消耗装置进行电力供给并暂时停止该燃料电池的发电的间歇运转时的运转停止。

[0011] 在该燃料电池系统中，基于校正后的氢压力进行基于压力下降的氢泄漏判断。由此，能够提高判断氢泄漏时的精度。

[0012] 此外，在本发明所涉及的燃料电池系统中，在电流扫除的电流为规定值以上的情况下，能够基于校正后的氢压力进行氢泄漏的判断。另一方面，在电流扫除的电流小于规定值的情况下，判断为处于电流扫除引起的压力下降的影响较小的状况而不会产生妨碍。若这样在电流较小的情况下不实施氢压力的校正，则能够避免始终进行繁琐的控制，这一点是优选的。

[0013] 此外，在本发明所涉及的燃料电池系统中，在电流扫除的电流为规定值以上的情况下，能够基于校正后的氢压力进行交叉泄漏的判断。由此，能够提高交叉泄漏判断的精度。另外，优选的是，在交叉泄漏的量为规定值以上的情况下，进行排气氢浓度降低控制（例如送风），将间歇运转后的阴极侧的排气氢浓度保持在一定以下。

[0014] 此外，该燃料电池系统具备进行氢压力的校正的控制单元。

[0015] 本发明所涉及的燃料电池系统对该燃料电池的阳极的氢压力进行校正。

[0016] 此外，优选的是，具备对该燃料电池的温度或者阳极的气体温度进行计测的温度传感器，在进行氢压力校正时还考虑该计测出的温度。燃料电池或该氢气的温度也会给发电所消耗的氢量带来影响。因此，如果考虑该温度来求取氢压力的变化量则就能够进一步提高判断精度。

[0017] 另外，优选的是，周期性地进行基于电流扫除所消耗的氢的氢压力的校正。如果分成几次地进行压力检测、校正结果的反映，与进行一次的情况相比，能够较早地检测出电流扫除的影响而进行反映。

[0018] 此外，本发明所涉及的氢泄漏判断方法是下述的燃料电池系统中的氢泄漏判断方法，在燃料电池系统的低负载时进行从该燃料电池系统中的蓄电单元向电力消耗装置的电力供给并暂时停止该燃料电池的发电的间歇运转，在实施抑制该燃料电池老化的电流扫除的情况下，基于该电流扫除所消耗的氢来校正燃料电池的阳极的氢压力，并基于该校正后的氢压力进行基于压力下降的氢泄漏或基于压力下降的交叉泄漏的判断。另外，本说明书中所指的“氢泄漏判断”是广义的表述，不仅包含狭义的“氢泄漏”，还包含如交叉泄漏这样的氢透过的情况。

[0019] 发明效果

[0020] 根据本发明，在燃料电池的运转停止时，抑制将电流扫除引起的压力下降误判断

为氢泄漏或交叉泄漏的有无等，能够提高氢泄漏等的判断精度。

附图说明

[0021] 图 1 是表示燃料电池系统的结构例的图。

[0022] 图 2 是将单体电池层积体的单体电池分解表示的分解立体图。

[0023] 图 3 是表示燃料电池的电池组的结构的立体图。

[0024] 图 4 的 (A) 是表示在本发明所涉及的氢泄漏判断中不考虑电流扫除的氢消耗的情况下的阳极压力的变化（“校正前压力下降”）的参考图、(B) 是表示在本发明所涉及的氢泄漏判断中考虑了电流扫除的氢消耗的情况下的阳极压力的变化（“校正后压力下降”）的图、(C) 是表示在本发明所涉及的氢泄漏判断中的燃料电池的发电电流值（“FC 电流”）的图。

[0025] 图 5 是表示氢泄漏判断时的处理例子的流程图。

[0026] 图 6 的 (A) 是表示在本发明所涉及的交叉泄漏判断中不考虑电流扫除的氢消耗的情况下的阳极压力的变化（“校正前压力下降”）的参考图、(B) 是表示在本发明所涉及的交叉泄漏判断中考虑了电流扫除的氢消耗的情况下的阳极压力的变化（“校正后压力下降”）的图、(C) 是表示在本发明所涉及的交叉泄漏判断中的燃料电池的发电电流值（“FC 电流”）的图。

[0027] 图 7 是表示交叉泄漏判断时的处理例子的流程图。

[0028] 标号说明

[0029] 1…燃料电池、100…燃料电池系统、130…温度传感器、162…蓄电池（蓄电单元）、700…控制部（控制单元）

具体实施方式

[0030] 以下，基于附图所表示的实施方式的一个例子来详细地说明本发明的结构。

[0031] 图 1 ～图 7 示出了本发明所涉及的燃料电池系统的实施方式。燃料电池系统 100 作为具有如下装置的系统而构成：单体电池 2，使燃料气体和氧化气体发生电化学反应而进行发电；单体电池组 3，层积该单体电池 2 而构成；以及作为控制单元的控制部 700，对燃料气体及氧化气体的供给流量进行控制。以下，首先对燃料电池系统 100 的整体结构以及构成燃料电池 1 的单体电池 2 的结构进行说明，然后对用于在间歇运转时等的燃料电池停止时抑制氢泄漏或交叉泄漏的有无等的误判断而提高判断精度的结构乃至处理进行说明。

[0032] 图 1 示出了本实施方式中的燃料电池系统 100 的概略结构。如图所示，燃料电池系统 100 具备：燃料电池 1；氧化气体给排系统（以下也称作“氧化气体配管系统”）300，将作为氧化气体的空气（氧）供给到燃料电池 1；燃料气体给排系统（以下也称作“燃料气体配管系统”）400，将作为燃料气体的氢供给到燃料电池 1；制冷剂配管系统 500，对燃料电池 1 供给制冷剂来冷却燃料电池 1；电力系统 600，充放电系统的电力；以及控制部 700，统一控制系统整体。

[0033] 燃料电池 1 例如由固体高分子电解质型来构成，具有层积多个单体电池（单电池）2 而成的堆叠构造。各单体电池 2 在由离子交换膜构成的电解质的一个面上具有空气极，在另一个面上具有燃料极，并且还具有从两侧夹持空气极及燃料极的一对隔板 20。向一

个隔板 20 的燃料气体流路供给燃料气体，向另一个隔板 20 的氧化气体流路供给氧化气体，燃料电池 1 通过上述气体供给产生电力。

[0034] 氧化气体配管系统 300 具有：向燃料电池 1 供给的氧化气体流过的供给通路 111；以及从燃料电池 1 排出的氧化废气流过的排出通路 112。在供给通路 111 上设有经由过滤器 113 取入氧化气体的压缩机 114 和对由压缩机 114 压送来的氧化气体进行加湿的加湿器 115。在排出通路 112 中流动的氧化废气通过背压调节阀 116 而在加湿器 115 供于水分交换之后，最终作为废气排出至系统外的大气中。压缩机 114 利用电动机 114a 的驱动而取入大气中的氧化气体。

[0035] 燃料气体配管系统 400 具有：氢供给源 121；从氢供给源 121 向燃料电池 1 供给的氢气流过的供给通路 122；用于使从燃料电池 1 排出的氢废气（燃料废气）返回至供给通路 122 的汇合点 A 的循环通路 123；将循环通路 123 内的氢废气压送至供给通路 122 的泵 124；以及与循环通路 123 分支连接的排出通路 125。

[0036] 氢供给源 121 例如由高压罐、贮氢合金等构成，例如构成为能够存储 35MPa 或 70MPa 的氢气。打开氢供给源 121 的主阀 126 时，氢气向供给通路 122 流出。氢气通过调压阀 127 等减压阀而最终被减压至例如 200kPa 左右而供给至燃料电池 1。

[0037] 在供给通路 122 的汇合点 A 的上游侧设置有截止阀 128 以及检测供给通路 122 内的氢气的压力的压力传感器 129。氢气的循环系统通过将供给通路 122 的汇合点 A 的下游侧流路、形成在燃料电池 1 的隔板上的燃料气体流路以及循环通路 123 依次连通来构成。氢泵 124 通过电动机 124a 的驱动，将循环系统内的氢气循环供给至燃料电池 1。标号 130 是检测燃料电池 1 或者氢气的温度的温度传感器。

[0038] 在循环通路 123 上设有检测氢废气（燃料废气）的压力的压力传感器 132。另外，在排出通路 125 上设有作为截止阀的清洁阀 133。清洁阀 133 在燃料电池系统 100 工作时适当地开阀，从而将氢废气中的杂质与氢废气一起排出至省略了图示的氢稀释器。通过清洁阀 133 的开阀，使得循环通路 123 内的氢废气中的杂质浓度降低，被循环供给的氢废气中的氢浓度升高。

[0039] 制冷剂配管系统 500 具有：制冷剂循环流路 141，与燃料电池 1 内的冷却流路连通；冷却泵 142，设置在制冷剂循环流路 141 上；散热器 143，对从燃料电池 1 排出的制冷剂进行冷却；旁通流路 144，绕过散热器 143；以及三通阀（换向阀）145，对冷却水向散热器 143 及旁通流路 144 的流通进行设定。冷却泵 142 利用电动机 142a 的驱动，将制冷剂循环流路 141 内的制冷剂循环供给至燃料电池 1。

[0040] 电力系统 600 具备高压 DC/DC 转换器 161、蓄电池（蓄电单元）162、牵引变换器 163、牵引电动机 164 及各种辅机变换器 165、166、167。高压 DC/DC 转换器 161 是直流的电压变换器，具有：对从蓄电池 162 输入的直流电压进行调节而输出至牵引变换器 163 侧的功能；和对从燃料电池 1 或牵引电动机 164 输入的直流电压进行调节而输出至蓄电池 162 的功能。通过高压 DC/DC 转换器 161 的这些功能，实现蓄电池 162 的充放电。另外，利用高压 DC/DC 转换器 161 控制燃料电池 1 的输出电压。

[0041] 蓄电池 162 将蓄电池单体电池层积并将一定的高电压作为端子电压，能够通过未图示的蓄电池计算机的控制来对剩余电力予以充电或者辅助地供给电力。牵引变换器 163 将直流电流变换为三相交流而供给至牵引电动机 164。牵引电动机 164 例如是三相交流电

动机，构成搭载有燃料电池系统 100 的例如车辆的主动力源。

[0042] 辅机变换器 165、166、167 是分别控制所对应的电动机 114a、124a、142a 的驱动的电动机控制装置。辅机变换器 165、166、167 将直流电流变换为三相交流而分别供给至电动机 114a、124a、142a。辅机变换器 165、166、167 例如是脉宽调制式的 PWM 变换器，根据来自控制部 700 的控制指令，将从燃料电池 1 或蓄电池 162 输出的直流电压变换为三相交流电压，控制在各电动机 114a、124a、142a 产生的旋转扭矩。

[0043] 控制部 700 作为在内部具有 CPU、ROM、RAM 的微型计算机而构成。CPU 根据控制程序执行希望的运算，进行后述的泵 124 的解冻控制等各种处理、控制。ROM 存储由 CPU 处理的控制程序、控制数据。RAM 主要作为用于控制处理的各种作业区域而被使用。控制部 700 输入在气体系统 (300、400)、制冷剂配管系统 500 中使用的各种压力传感器、温度传感器、外部气体温度传感器等检测信号，对各结构要素输出控制信号。

[0044] 接下来，在图 2、图 3 中示出本实施方式的燃料电池 1 及单体电池 2 的概略结构。如图所示那样构成的单体电池 2 依次层积而构成单体电池层积体 3（参照图 3）。另外，由该单体电池层积体 3 等构成的燃料电池组，在例如用一对端板 7 夹着电池组两端并且以连结这些端板 7 之间的方式配置有由拉伸板 (tension plate)8 构成的约束构件的状态下，被施加朝向层积方向的载荷而连接（参照图 3）。

[0045] 另外，由这样的燃料电池组等构成的燃料电池 1 例如能够利用于燃料电池车辆 (FCHV :Fuel Cell Hybrid Vehicle) 的车载发电系统中，但是并不限于此，能够利用于搭载在各种移动体（例如船舶、飞机等）、机器人等这样能够自行的装置中的发电系统、以及定置的发电系统中。

[0046] 单体电池 2 由电解质、具体例为膜 - 电极组件（以下称作“MEA”;Membrane Electrode Assembly)30 以及夹持该 MEA30 的一对隔板 20（图 2 中分别由标号 20a、20b 表示）等构成（参照图 2）。MEA30 及各隔板 20a、20b 形成为大致矩形的板状。此外，MEA30 形成为其外形小于各隔板 20a、20b 的外形。

[0047] MEA30 通过由高分子材料的离子交换膜构成的高分子电解质膜（以下简称作“电解质膜”）31 和从两面夹持电解质膜 31 的一对电极（阳极侧扩散电极和阴极侧扩散电极）32a、32b 构成（参照图 2）。电解质膜 31 形成为大于各电极 32a、32b。该电解质膜 31 上按照留下其周缘部 33 的状态通过例如热压法接合有各电极 32a、32b。

[0048] 构成 MEA30 的电极 32a、32b 通过担载附着于其表面上的铂等催化剂的例如多孔质的碳材料（扩散层）构成。向一侧的电极（阳极）32a 供给作为燃料气体（反应气体）的氢气，向另一侧的电极（阴极）32b 供给空气、氧化剂等氧化气体（反应气体），通过这两种反应气体在 MEA30 内发生电化学反应并得到单体电池 2 的电动势。

[0049] 隔板 20(20a、20b) 由不透气性的导电性材料构成。作为导电性材料，例如除了碳、具有导电性的硬质树脂之外，还能够列举出铝、不锈钢等金属 (metal)。本实施方式的隔板 20(20a、20b) 的基材通过板状的金属形成（金属隔板），该基材的电极 32a、32b 侧的面上形成有耐腐蚀性优良的膜（例如通过镀金而形成的被膜）。

[0050] 另外，在隔板 20a、20b 的两面上形成有由多个凹部构成的槽状的流路。这些流路若在由例如板状的金属形成基材的本实施方式的隔板 20a、20b 的情况下，则能够通过冲压成形来形成。这样形成的槽状的流路构成氧化气体的气体流路 34、氢气的气体流路 35、或

者冷却水流路 36。更具体地进行说明，在作为隔板 20a 的电极 32a 侧的内侧的面上形成氢气的气体流路 35，在其背面（外侧的面）上形成冷却水流路 36（参照图 2）。同样，在作为隔板 20b 的电极 32b 侧的内侧的面上形成氧化气体的气体流路 34，在其背面（外侧的面）上形成冷却水流路 36（参照图 2）。例如在本实施方式的情况下，构成为：对于邻接的两个单体电池 2、2，在将一个单体电池 2 的隔板 20a 的外表面和与其邻接的单体电池 2 的隔板 20b 的外表面对合的情况下，两者的冷却水流路 36 成为一体，形成截面为例如矩形或者蜂窝形的流路。

[0051] 此外，如上述那样，各隔板 20a、20b 中，至少用于构成流体的流路的凹凸形状成为表面和背面反转的关系。更具体地讲，在隔板 20a 中，形成氢气的气体流路 35 的凸形状（凸肋）的背面是形成冷却水流路 36 的凹形状（凹槽），形成气体流路 35 的凹形状（凹槽）的背面是形成冷却水流路 36 的凸形状（凸肋）。此外，在隔板 20b 中，形成氧化气体的气体流路 34 的凸形状（凸肋）的背面是形成冷却水流路 36 的凹形状（凹槽），形成气体流路 34 的凹形状（凹槽）的背面是形成冷却水流路 36 的凸形状（凸肋）。

[0052] 另外，在隔板 20a、20b 长边方向的端部附近（在本实施方式的情况下为朝向图 2 中左侧所示的一端部的附近）形成有氧化气体的入口侧的岐管 15a、氢气的出口侧的岐管 16b 以及冷却水的入口侧的岐管 17a。例如在本实施方式的情况下，这些岐管 15a、16b、17a 由设置在各隔板 20a、20b 上的、大致矩形或梯形、或者两端为半圆形状的细长矩形的透孔形成（参照图 2 等）。此外，在隔板 20a、20b 中的相反侧的端部上形成有氧化气体的出口侧的岐管 15b、氢气的入口侧的岐管 16a 以及冷却水的出口侧的岐管 17b。在本实施方式的情况下，这些岐管 15b、16a、17b 也通过大致矩形或梯形、或者两端为半圆形状的细长矩形的透孔形成（参照图 1）。另外，在图 2 中，以省略了 a、b 的后缀的形式表示了各岐管的标号。

[0053] 上述的各岐管中、隔板 20a 上的氢气用的入口侧岐管 16a 和出口侧岐管 16b 经由在隔板 20a 上形成的入口侧的连接通路 61 及出口侧的连接通路 62 而分别与氢气的气体流路 35 连通。同样，隔板 20b 上的氧化气体用的入口侧岐管 15a 和出口侧岐管 15b 经由在隔板 20b 上形成的入口侧的连接通路 63 及出口侧的连接通路 64，分别与氧化气体的气体流路 34 连通（参照图 2）。此外，各隔板 20a、20b 上的冷却水的入口侧岐管 17a 和出口侧岐管 17b 经由在各隔板 20a、20b 上形成的入口侧的连接通路 65 及出口侧的连接通路 66 而分别与冷却水流路 36 连通。通过在此所说明的各隔板 20a、20b 的结构，向单体电池 2 供给氧化气体、氢气及冷却水。在此举出具体例子，在层积单体电池 2 的情况下，例如氢气从隔板 20a 的入口侧岐管 16a 穿过连接通路 61 而流入气体流路 35，在被供于 MEA30 的发电之后，穿过连接通路 62 而流出至出口侧岐管 16b。

[0054] 另外，在本实施方式中，将冷却水的入口侧岐管 17a 和出口侧岐管 17b 分别配置在偏靠隔板 20 的冷却水流动方向两侧中的一侧和另一侧（参照图 2）。即，在本实施方式中，将冷却水的入口侧岐管 17a 和出口侧岐管 17b 配置在隔板 20 的对角线上，由此能够容易对隔板 20 全面地流动冷却水。

[0055] 第 1 密封构件 13a、第 2 密封构件 13b 均由多个构件（例如独立的小型的 4 个矩形框体和用于形成流体流路的大的框体）形成（参照图 2）。其中，第 1 密封构件 13a 设置在 MEA30 和隔板 20a 之间，因此更详细地讲，设置成其一部分介于电解质膜 31 的周缘部 33 和隔板 20a 中的气体流路 35 周围的部分之间。另外，第 2 密封构件 13b 设置在 MEA30 和隔板

20b 之间，因此更详细地讲，设置成其一部分介于电解质膜 31 的周缘部 33 和隔板 20b 中的气体流路 34 周围的部分之间。

[0056] 此外，邻接的单体电池 2、2 的隔板 20b 和隔板 20a 之间设置有由多个构件（例如独立小型的 4 个矩形框体和用于形成流体流路的大的框体）形成的第 3 密封构件 13c（参照图 2）。该第 3 密封构件 13c 是设置成介于隔板 20b 中的冷却水流路 36 周围的部分和隔板 20a 中的冷却水流路 36 周围的部分之间而对它们之间进行密封的构件。

[0057] 另外，作为第 1 ～第 3 密封构件 13a ～ 13c，能够使用利用与邻接的构件之间物理地紧贴来密封流体的弹性体（gasket：密封垫）或者利用与邻接的构件之间的化学地结合来进行粘接的粘接剂等。例如在本实施方式中，作为各密封构件 13a ～ 13c，采用了利用弹性物理地进行密封的构件，但是也可以代之而采用上述的粘接剂这样的利用化学结合来进行密封的构件。

[0058] 框状构件 40 是与 MEA30 一起被夹在隔板 20a、20b 之间的、例如由树脂构成的构件（以下也称作“树脂框”）。例如在本实施方式中，使薄框形状的树脂框 40 介于隔板 20a、20b 之间，通过该树脂框 40 从表侧和背侧对 MEA30 中的至少一部分、例如沿着周缘部 33 的部分进行夹持。如此设置的树脂框 40 发挥如下作用：作为支撑连接力的、隔板 20(20a、20b) 之间的隔离件的功能；作为绝缘构件的功能；作为加强隔板 20(20a、20b) 刚性的加强构件的功能。

[0059] 接着，简单地对燃料电池 1 的结构进行说明（参照图 3）。本实施方式中的燃料电池 1 构成为具备层积多个单体电池 2 而成的单体电池层积体 3，在位于该单体电池层积体 3 两端的单体电池（端单体电池）2、2 的外侧依次还具备绝热单体电池 4、带输出端子 5a 的接线板 5、绝缘体（绝缘板）6 及端板 7。对于单体电池层积体 3，利用为了连结两端板 7 而架设的拉伸板 8 施加朝向层积方向的规定的压缩力。此外，在单体电池层积体 3 一端侧的端板 7 和绝缘体 6 之间设有压板 9 和弹簧机构 9a，使作用于单体电池 2 的负载的变动被吸收。

[0060] 绝热单体电池 4 例如由两个隔板和密封构件形成绝热层，因此起到抑制伴随发电产生的热散热到大气等的作用。即，一般而言，单体电池层积体 3 的端部由于与大气之间的热交换而容易温度变低，因此通过在该单体电池层积体 3 的端部形成绝热层来抑制热交换（散热）。作为这样的绝热层，例如有如下结构：在与单体电池 2 的隔板相同的一对隔板中作为膜 - 电极组件的替代夹入导电板等绝热构件 10。在该情况下使用的绝热构件 10 绝热性越优良越优选，具体而言使用例如导电性多孔质薄板等。此外，通过利用密封构件对这样的绝热构件 10 的周围进行密封来形成空气层。

[0061] 接线板 5 是作为集电板起作用的构件，例如通过铁、不锈钢、铜、铝等金属形成为板状。对接线板 5 中的绝热单体电池 4 侧的表面实施了电镀处理等的表面处理，通过该表面处理确保了与隔热单体电池 4 之间的接触电阻。作为电镀，能够举出镀金、银、铝、镍、锌、锡等，例如在本实施方式中，考虑到导电性、加工性及廉价性，实施镀锡处理。

[0062] 绝缘体 6 是起到使接线板 5 和端板 7 等之间电绝缘的功能的构件。为了实现该功能，该绝缘体 6 通过例如聚碳酸酯等树脂材料形成为板状。

[0063] 端板 7 与接线板 5 同样，通过各种金属（铁、不锈钢、铜、铝等）形成为板状。例如在本实施方式中，使用铜形成该端板 7，但是这只是一个例子，也可以通过其他金属形成。

[0064] 拉伸板 8 设置成架设在两端板 7、7 之间，因此例如一对在单体电池层积体 3 的两侧相对地配置（参照图 3）。拉伸板 8 通过螺栓等固定在各端板 7、7 上，维持成在单电池 2 的层积方向上作用规定的连接力（压缩力）的状态。在该拉伸板 8 的内侧面（朝向单体电池层积体 3 的面）上形成有用于防止产生漏电或电火花的绝缘膜。具体而言，绝缘膜例如由粘贴在该拉伸板 8 的内侧面上的绝缘带、或者以覆盖该面的方式涂敷的树脂涂层等形成。

[0065] 接着，对用于在间歇运转时等的燃料电池停止时抑制对有无氢泄漏或交叉泄漏等的误判断而提高判断精度的结构及处理进行说明（参照图 4(A) ～图 7）。

[0066] 在本实施方式的燃料电池系统 100 中，在燃料电池 1 的运转停止时实施用于抑制该燃料电池 1 老化的电流扫除的情况下，基于电流扫除的耗氢来校正氢压力（以下也称作“阳极压力”）。在燃料电池系统 100 中，若在间歇运转中进行电流扫除，则有时会将该电流扫除时产生的压力下降直接误判断为氢泄漏引起的压力下降或者交叉泄漏引起的压力下降，但是在本实施方式中，考虑这样的电流扫除的氢消耗，对伴随该氢消耗的下降量进行校正。在这种情况下，能够得到考虑了电流扫除时产生的压力下降的阳极压力，抑制各种判断时产生的误判断。

[0067] ＜第 1 实施方式＞

[0068] 利用表示不考虑电流扫除的耗氢的情况下的阳极压力（氢气的压力）的“校正前压力下降”（图 4(A)）、表示考虑了电流扫除带来的氢消耗的情况下的阳极压力的“校正后压力下降”（图 4(B)）、进而表示燃料电池 1 的发电电流值的“FC 电流”（图 4(C)）的各曲线图、以及表示氢泄漏判断的处理例的流程图（参照图 5），以下来说明在燃料电池 1 停止状态下进行的氢泄漏判断的具体例子。图 4(A)、图 4(B) 的纵轴表示压力值、图 4(C) 的纵轴表示电流值，横轴均表示时间。另外，图 4(A)、图 4(B) 的阳极压力均是燃料电池 1 的阳极或者其附近的、所谓的氢低压系统中的压力，能够利用例如压力传感器 132 等的检测结果。另外，燃料电池 1 的发电电流以下也称作“FC 电流”，将其值表示为“FC 电流 i”。

[0069] 首先，若在燃料电池系统 100 中开始了间歇运转（步骤 SP1），则计测 FC 电流 i，利用控制部 700 进行监视（步骤 SP2）。在监视中，判断 FC 电流 i 是否为规定阈值以上（步骤 SP3）。如果 FC 电流 i 小于阈值（步骤 SP3 中否），则与其相对应地电流扫除引起的压力下降量也少，因此判断为处于电流扫除的影响较小的状况，换言之，判断为处于能够影响氢泄漏判断的干扰足够少的状况，实施通常的氢泄漏判断控制（步骤 SP4）。在该情况下，可以不进行针对阳极压力的校正，不实施步骤 SP5 以后的步骤即可，因此能够简化与此相对应的处理。

[0070] 另一方面，如果 FC 电流 i 为规定的阈值以上（步骤 SP3 中是），则判断在开始间歇运转后的经过时间是否为规定时间（阈值）以上（步骤 SP5）。如果没有经过规定时间（步骤 SP5 中否），则返回至步骤 SP3，再次进行针对 FC 电流 i 的大小的判断（步骤 SP3）。相反，如果经过了规定时间（步骤 SP5 中是），则前进至步骤 SP6。这样，在本实施方式中，在间歇运转开始后到经过规定时间为止的期间，如果 FC 电流 i 不小于阈值则实施步骤 SP6 以后的处理而进行校正。

[0071] 在步骤 SP6 中，校正电流而实施氢泄漏判断的控制（步骤 SP6）。作为该控制的具体处理，首先计测 FC 电流 i，利用控制部 700 对计测电流进行积分，换算为发电引起的阳极压力下降量 C1（步骤 SP7）。接着，根据下述关系式求取阳极压力的变化量 ΔP1。

[0072] [数学式 1]

[0073] 阳极压力的变化量 ΔP1 ＝泄漏判断开始时的阳极压力 A1- 当前的阳极压力 B 1+ 发电引起的阳极压力下降量 C1

[0074] 这样求出的阳极压力的变化量 ΔP1 是考虑了电流扫除引起的影响量的校正后的变化量。即，若设定泄漏判断开始时的阳极压力为 A1，当前的阳极压力为 B1（参照图 4(B)），则 A1 和 B1 之间的差分（A1-B1 的值）相当于校正前的阳极压力变化量 ΔP。以往，将该 ΔP 的值直接作为氢泄漏（或者交叉泄漏）所引起的压力变化量来进行处理，因此产生实际上没有发生氢泄漏的情况也被误判断为发生了氢泄漏的情况。关于这一点，在本实施方式的情况下，如上所述求取“发电引起的阳极压力下降量 C1”，来反映电流扫除对压力的影响量。示例来看，如果在间歇运转中完全没有氢泄漏，则该氢泄漏所引起的压力下降为 0（零），在本实施方式中，通过考虑电流扫除引起的压力变动（阳极压力下降量 C1）判断为阳极压力变化量 ΔP1 ＝ 0，能够得到没有产生氢泄漏的判断结果（参照图 4(B)）。另一方面，如果是以往的方法，在该情况下，不能够得到阳极压力变化量 ΔP ＝ 0 这样的结果，相应地就有可能导致误判断（参照图 4(A)）。

[0075] 继续上述的步骤 SP8，在本实施方式中，将阳极压力变化量 ΔP1 变换为氢泄漏量 (NL/min)，在氢泄漏量为一定以上的情况下实施报警（步骤 SP9）。该情况下的报警的实施方式与以往相同也可以。经过以上的一系列处理，结束燃料电池系统 100 的运转停止时的氢泄漏判断（步骤 SP10）。

[0076] 另外，在步骤 SP9 中，在将阳极压力变化量 ΔP1 变换为氢泄漏量 (NL/min) 时，可以举出以下关联的关系式。即，下述 [数学式 2] 至 [数学式 4]。

[0077] [数学式 2]

[0078] 发电所消耗的氢量 (mol/sec) ＝发电电流 (A)÷(2× 法拉第常数 (96845C/mol))× 单体电池个数

[0079] [数学式 3]

[0080] 发电所消耗的氢量 (L/sec) ＝发电所消耗的氢量 (mol/sec)×22.4×(273+FC 温度 (℃))/273

[0081] [数学式 4]

[0082] 因发电而下降的阳极压力下降速度 (kPa/sec) ＝发电所消耗的氢量 (L/sec)÷ 阳极侧电池组容积 (L)×101.3(kPa)

[0083] 在本实施方式中，通过对因发电而下降的阳极压力下降速度进行积分，求取因发电而下降的阳极压力下降量 (kPa)。

[0084] 另外，优选的是，周期地进行电流扫除引起的压力变动的检测或者基于该检测结果的校正。例如在本实施方式中，按照一定周期进行基于电流扫除的压力变动的检测和基于该检测结果的校正的反映（参照图 4(B)）。在该情况下，能够分几次地进行检测、校正结果的反映，与进行一次的情况相比，具有能够尽早检测电流扫除的影响而进行反映的优点。另外，在图 4(B) 中，分别用标号 C 1 表示第一个周期时的阳极压力下降量，用标号 C1’表示第二个周期时的阳极压力下降量（参照图 4(B)）。

[0085] <第 2 实施方式>

[0086] 接着，以下对燃料电池 1 的停止状态下进行的交叉泄漏判断的具体例子进行说

明。在此，利用表示不考虑电流扫除的氢消耗的情况下的阳极压力（氢气的压力）的“校正前压力下降”（图 6(A)）、表示考虑了电流扫除的氢消耗的情况下的阳极压力的“校正后压力下降”（图 6(B)）和表示燃料电池 1 的发电电流值的“FC 电流”（图 6(C)）的各曲线图、以及表示交叉泄漏判断的处理例的流程图（参照图 7），来说明在燃料电池 1 的停止状态下进行的交叉泄漏判断的具体例。图 6(A)、图 6(B) 的纵轴表示压力值，图 6(C) 的纵轴表示电流值，横轴均表示时间。另外，图 6(A)、图 6(B) 的阳极压力均是燃料电池 1 的阳极或者其附近的、所谓的氢低压系统中的压力。

[0087] 首先，如果在燃料电池系统 100 中开始了间歇运转（步骤 SP11），则检测间歇运转开始时的阳极压力 A2，并存储在例如控制部 700 的 RAM 中（步骤 SP12）。

[0088] 在接着的步骤 SP13 中，计测 FC 电流 i，对所计测的 FC 电流 i 进行积分，换算为发电引起的阳极压力下降量 C2。之后，基于下述的 [数学式 5] 求取从阳极向阴极的氢透过引起的阳极压力变化量（下降量）ΔP2。

[0089] [数学式 5]

[0090] 阳极压力变化量（下降量）ΔP2 ＝间歇运转开始时的阳极压力 A2- 当前的阳极压力 B2+ 发电引起的阳极压力下降量 C2

[0091] 这样求出的阳极压力的变化量（下降量）ΔP2 是考虑了电流扫除引起的影响量的校正后的变化量。即，若设定泄漏判断开始时的阳极压力为 A2，当前的阳极压力为 B2（参照图 6(B)），则 A2 和 B2 之间的差分 (A2-B2) 相当于校正前的阳极压力变化量 ΔP。以往，将该 ΔP 的值直接作为交叉泄漏（或者氢泄漏）所引起的压力变化量来进行处理，因此产生实际上没有发生交叉泄漏的情况也被误判断为发生了交叉泄漏的情况。关于这一点，在本实施方式的情况下，如上所述求取“发电引起的阳极压力下降量 C2”，来反映电流扫除对压力的影响量。示例来看，如果在间歇运转中完全没有交叉泄漏，则该交叉泄漏所引起的压力下降为 0（零），在本实施方式中，通过考虑电流扫除引起的压力变动（阳极压力下降量 C2）而判断为阳极压力变化量 ΔP2 ＝ 0，能够得到没有产生交叉泄漏的判断结果（参照图 6(B)）。另一方面，在以往的方法中，在该情况下不能够得到阳极压力变化量 ΔP ＝ 0 这样的结果，相应地可能会导致误判断（参照图 6(A)）。

[0092] 接下来，判断氢透过引起的阳极压力变化量（下降量）ΔP2 是否为规定的阈值以上（步骤 SP15）。如果氢透过引起的阳极压力变化量（下降量）ΔP2 为阈值以上（步骤 SP15 中是），则实施送风控制，进行控制以使废气氢浓度成为一定以下（步骤 SP16），结束燃料电池系统 100 的运转停止时的交叉泄漏判断处理（步骤 SP17）。另一方面，如果氢透过引起的阳极压力变化量（下降量）ΔP2 为阈值以上（步骤 SP15 中否），则返回至步骤 SP13，再次进行 FC 电流 i 的计测、及基于 FC 电流 i 的积分的向阳极压力下降量 C2 的变换（步骤 SP13）。

[0093] 另外，例如在步骤 SP14 中将阳极压力变化量 ΔP2 变换为氢泄漏量 (NL/min) 时，上述数学式 2 ～ 4 的关联与上述第 1 实施方式的情况相同。在本实施方式中也是，通过对因发电而下降的阳极压力的下降速度进行积分，求取因发电而下降的阳极压力的下降量 (kPa)。

[0094] 另外，优选的是，周期地进行电流扫除引起的压力变动的检测或者基于该检测结果的校正。例如在本实施方式中，按照一定周期进行基于电流扫除的压力变动的检测和基

于该检测结果的校正的反映（参照图 6(B)）。在该情况下，能够分几次地进行检测、校正结果的反映，与进行一次的情况相比，具有能够尽早检测电流扫除的影响而进行反映的优点。另外，在图 6(B) 中，例如进行三次 FC 电流 i 的计测，对其中计测了 FC 电流 i 的两次进行阳极压力下降量变换而进行校正的情况用如下标号表示：用标号 C2 表示第一个周期时的阳极压力下降量，用标号 C2' 表示第二个周期时的阳极压力下降量（参照图 6(B)）。

[0095] 另外，优选的是，在求取上述的阳极压力变化量（下降量）ΔP2 时也实施温度校正。例如根据上述的数学式 3 可知，FC 温度（燃料电池 1 的温度）也影响发电所消耗的氢量。因此，如果也考虑该 FC 温度（或者与其几乎相等的阳极气体等的温度）来求取阳极压力变化量就能够进一步提高判断精度。

[0096] 如之前所说明的那样，在本发明所涉及的燃料电池系统 1 中，在停止氢供给的间歇运转中，将电流扫除所消耗的氢换算为压力下降量，将该压力下降量反映到阳极的整体压力下降量，能够高精度地求出纯粹地从阴极泄漏的氢量或者纯粹交叉泄漏的氢量。即，若在间歇运转中实施电流扫除，则可能够会产生将电流扫除引起的压力下降量误判断为氢泄漏引起的压力下降量的误判断的情况、或者将电流扫除引起的压力下降量误判断为交叉泄漏引起的压力下降量而进行了超过所需的送风的情况，但是在本实施方式中，考虑到间歇运转中进行电流扫除带来的影响，将作为检测结果显示的压力下降量和其中实际的氢泄漏（或者交叉泄漏）所引起的压力下降量分开，在进行影响量的校正之后进行判断，因此能够提高判断时的精度，能够抑制产生误判断。

[0097] 另外，上述的实施方式只是本发明的优选的一个实施例，本发明并不限于此，在不脱离本发明的主旨的范围内能够进行各种变形。例如在本实施方式中表示了进行氢泄漏判断的情况和进行交叉泄漏判断的情况的各自的实施方式，但是也能够连续地实施这两个判断。在这样连续并用两判断的情况下，优选的是，首先实施交叉泄漏判断（第 2 实施方式），然后实施氢泄漏判断（第 1 的实施方式）。一般而言，与氢的泄漏量相比交叉泄漏量极少。因此，即使假设确定了交叉泄漏而进行送风控制，其对氢泄漏判断带来的影响也极小。这样，在继续实施交叉泄漏判断→氢泄漏判断时，如果使用本发明所涉及的氢泄漏判断方法则能够高精度地实施两判断并抑制误判断。

[0098] 产业实用性

[0099] 根据本发明，在燃料电池的运转停止时，能够抑制将电流扫除引起的压力下降误判断为氢泄漏或交叉泄漏的有无等，能够提高氢泄漏等的判断精度。因此，本发明能够广泛地应用于有这种需求的燃料电池系统和该系统中的氢泄漏判断。

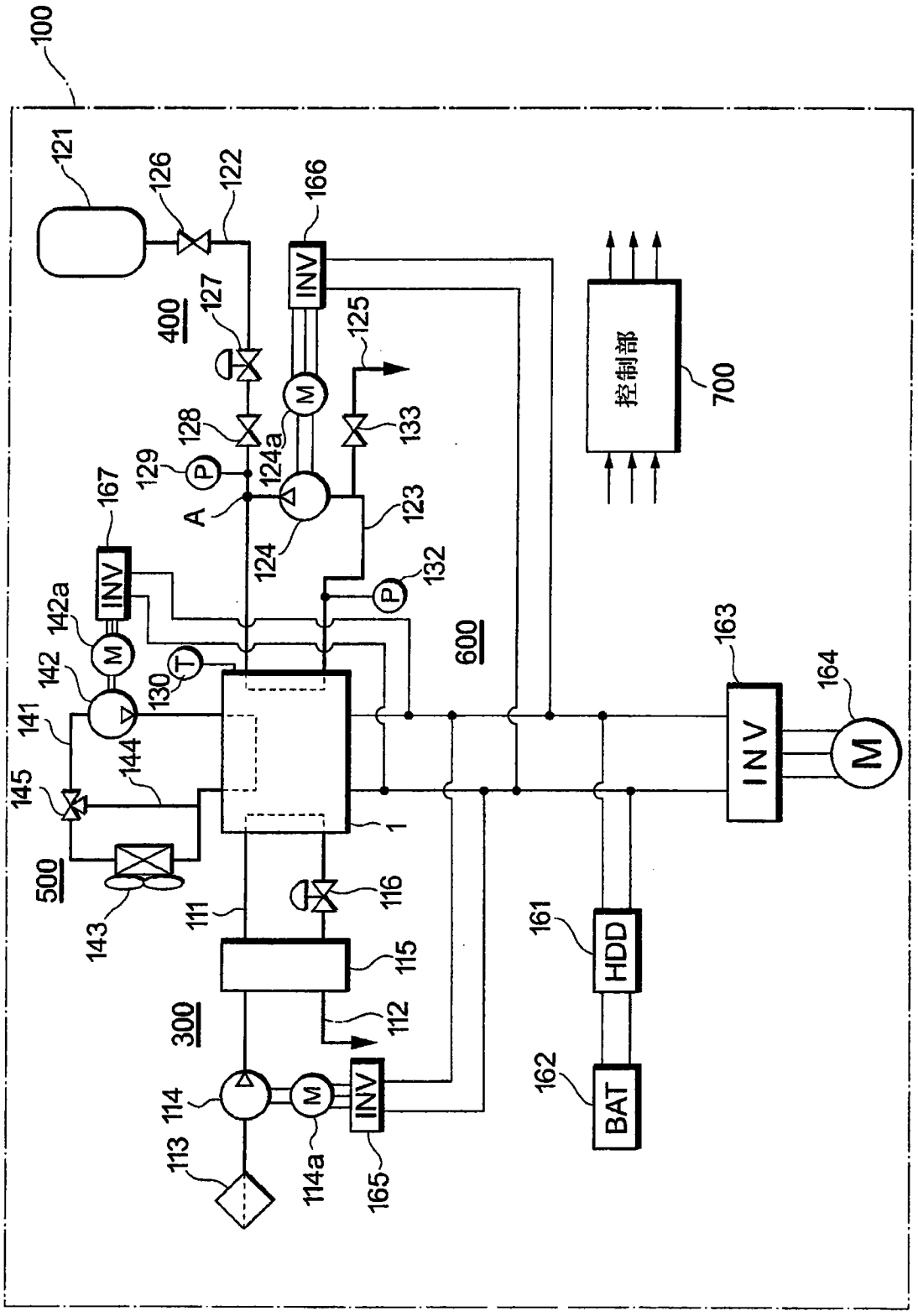

100
121
126
122
166
INV
400
127
125
M
128
133
129
P
124a
A
167
124
123
INV
142a
M
132
P
600
142
T
130
163
164
141
144
INV
M
145
1
500
116
143
111
161
HDD
115
112
300
114
M
INV
162
BAT
113
114a
165
控制部
700

图 1

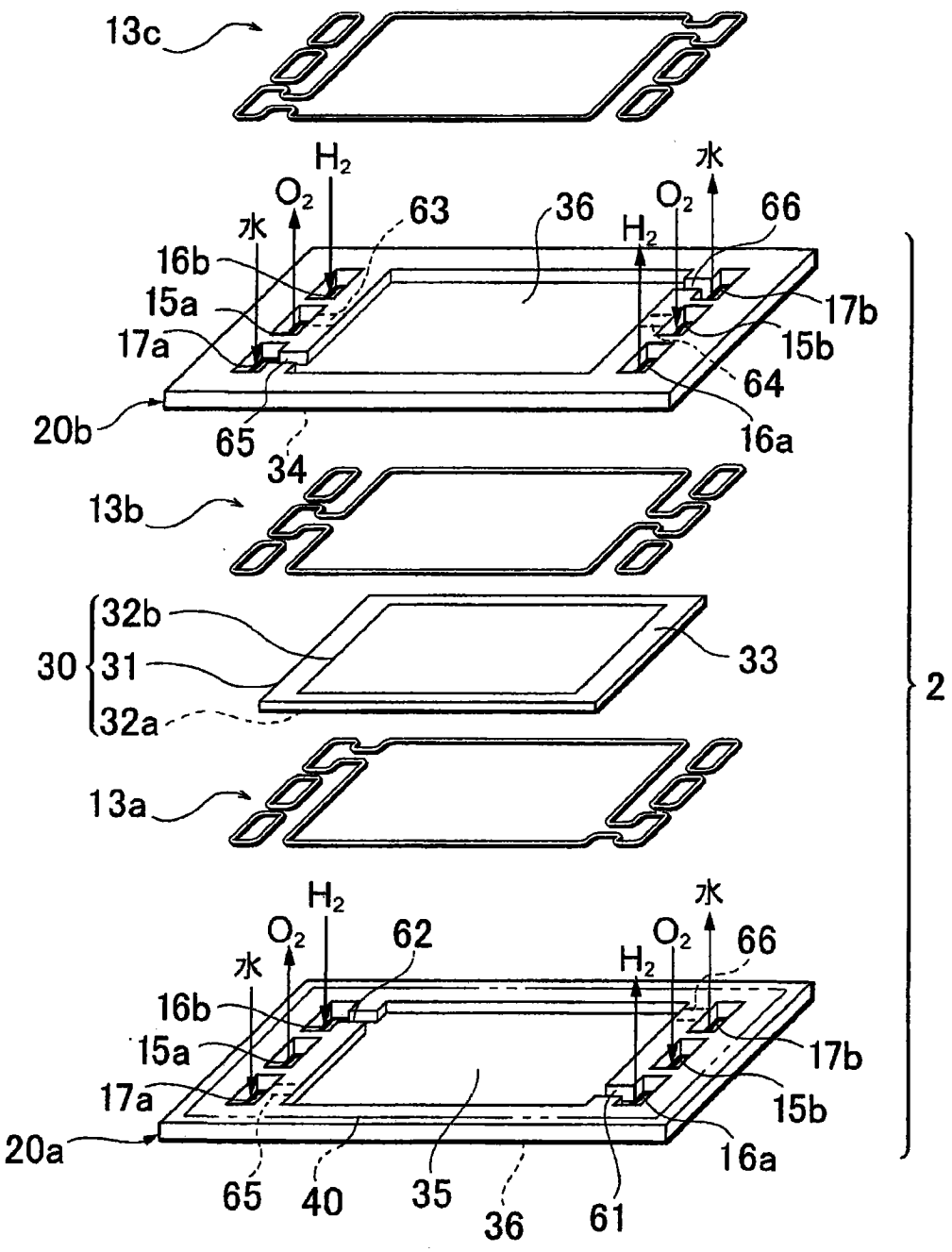

13c
H2
O2
水
63
36
O2
水
66
H2
16b
15a
17a
17b
15b
64
16a
20b
65
34
13b
32b
30
31
32a
33
2
13a
H2
O2
水
62
O2
水
66
H2
16b
15a
17a
17b
15b
16a
20a
65
40
35
36
61

图 2

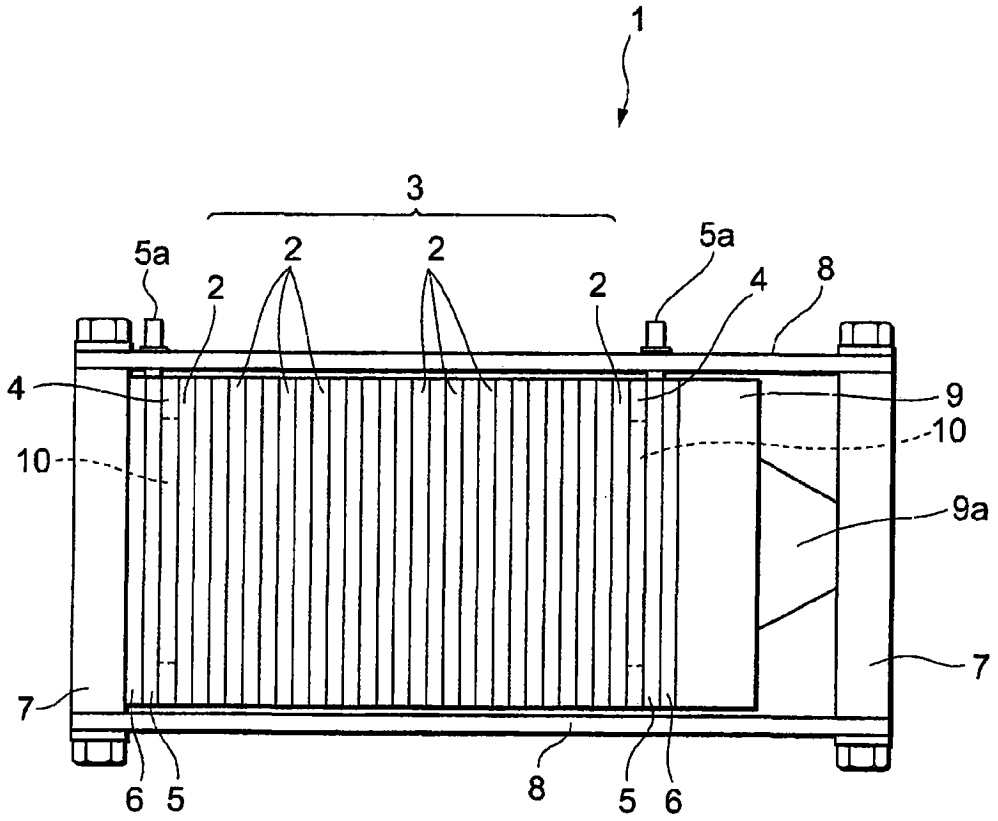

1
3
5a
2
2
2
5a
4
8
4
9
10
10
9a
7
7
6
5
8
5
6

图 3

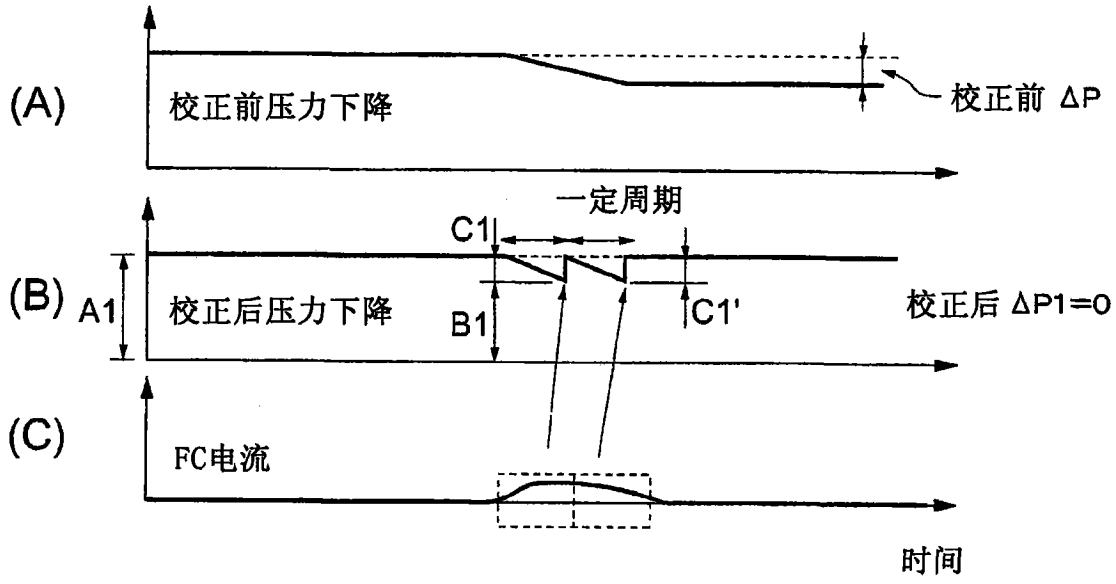

(A)
校正前压力下降
校正前 ΔP
一定周期
C1
(B)
A1
校正后压力下降
B1
C1'
校正后 ΔP1=0
(C)
FC电流
时间

图 4

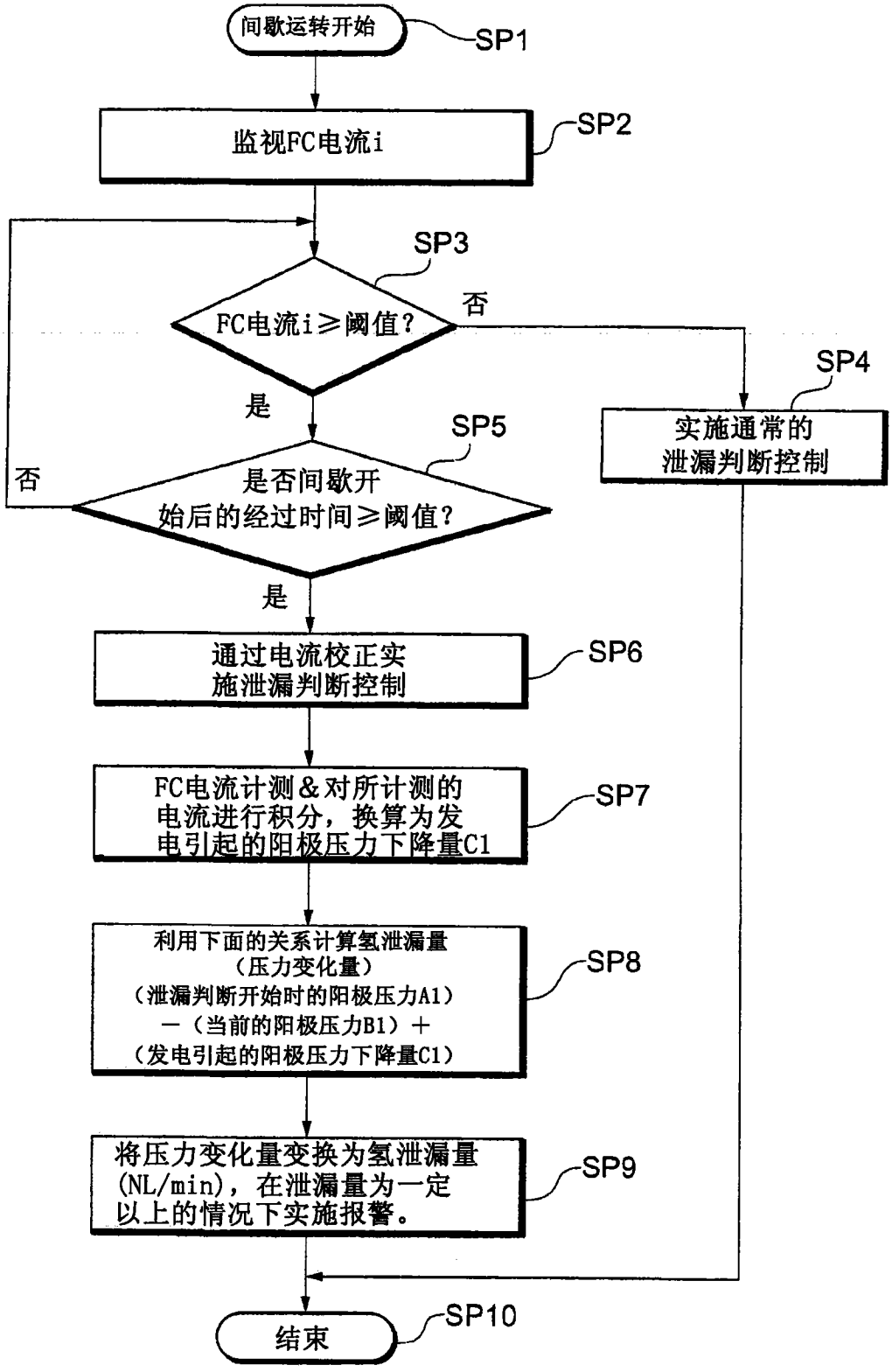

间歇运转开始
SP1
监视FC电流i
SP2
SP3
FC电流i≥阈值?
否
是
SP4
实施通常的
泄漏判断控制
SP5
是否间歇开
始后的经过时间≥阈值?
否
是
通过电流校正实
施泄漏判断控制
SP6
FC电流计测＆对所计测的
电流进行积分，换算为发
电引起的阳极压力下降量C1
SP7
利用下面的关系计算氢泄漏量
（压力变化量）
（泄漏判断开始时的阳极压力A1）
－（当前的阳极压力B1）＋
（发电引起的阳极压力下降量C1）
SP8
将压力变化量变换为氢泄漏量
(NL/min)，在泄漏量为一定
以上的情况下实施报警。
SP9
结束
SP10

图 5

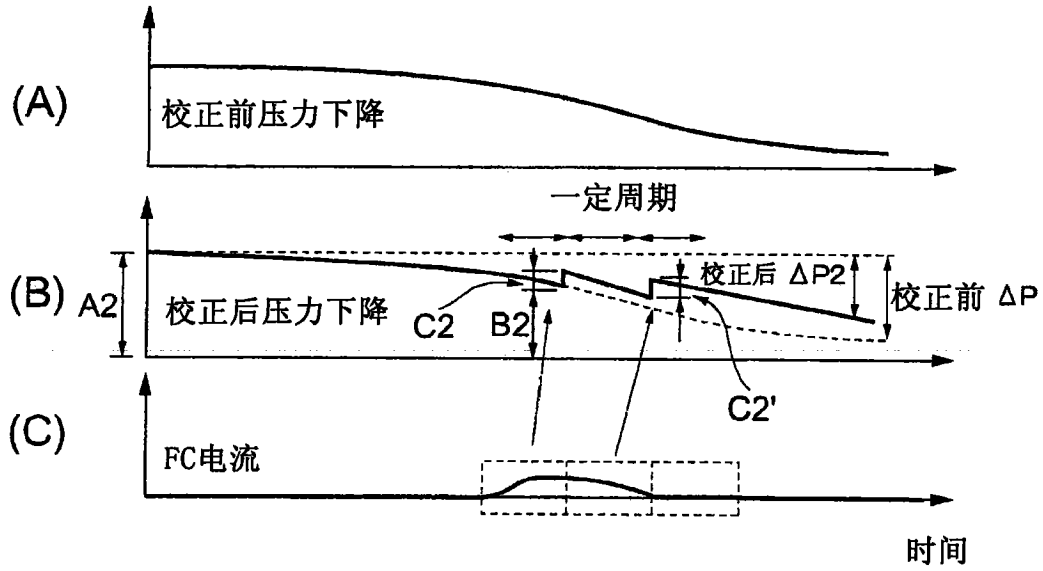


图 6

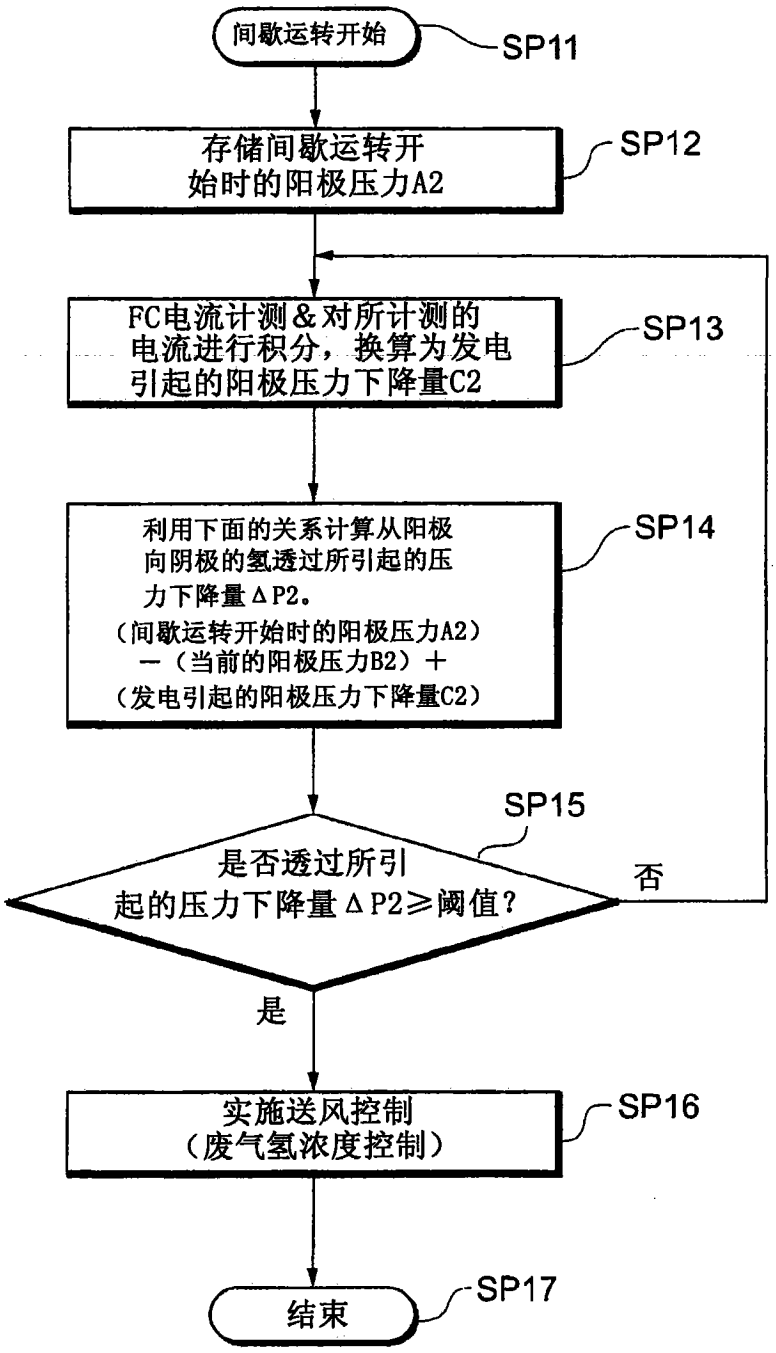

间歇运转开始
SP11
存储间歇运转开始时的阳极压力A2
SP12
FC电流计测＆对所计测的电流进行积分，换算为发电引起的阳极压力下降量C2
SP13
利用下面的关系计算从阳极向阴极的氢透过所引起的压力下降量ΔP2。
（间歇运转开始时的阳极压力A2）
－（当前的阳极压力B2）＋
（发电引起的阳极压力下降量C2）
SP14
SP15
是否透过所引起的压力下降量ΔP2≥阈值？
否
是
实施送风控制（废气氢浓度控制）
SP16
结束
SP17

图 7