



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101341618 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200680048003.6

(22) 申请日 2006.12.01

(30) 优先权数据

365392/2005 2005. 12. 19 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 06. 19

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/JP2006/324494 2006. 12. 01

(87) PCT申请的公布数据

W02007/072693 JA 2007.06.28

(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 木崎幹士

(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 车文 代易宁

(51) Int. Cl.

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 8/00 (2006.01)

B60L 11/18 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2004-192973 A, 2004. 07. 08, 全文.

JP 2005-276757 A, 2005. 10. 06, 全文.

JP 2004-207139 A, 2004. 07. 22, 全文.

JP 2001-256988 A, 2001. 09. 21, 全文.

审查员 王维佳

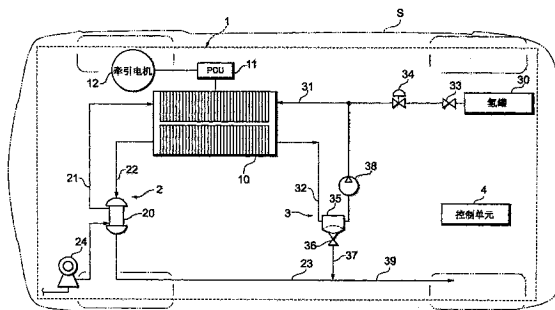
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

燃料电池系统和移动体

(57) 摘要

一种燃料电池系统,包括用于产生电力的燃料电池,且通过向所述燃料电池供应气体将所述燃料电池中剩余的水排出到外部,所述燃料电池系统包括:排出量估算装置,用于基于燃料电池的状态(剩余水量或者倾斜角度)估算从燃料电池排出的水量。



1. 一种燃料电池系统,所述燃料电池系统包括用于产生电力的车辆搭载型燃料电池和控制单元,所述控制单元用于执行扫气,以向所述燃料电池供应气体,从而将所述燃料电池中的水排出到外部,所述燃料电池系统包括:

排出量估算装置,所述排出量估算装置用于基于所述燃料电池的状态估算从所述燃料电池排出的水量,

其中所述控制单元从所述燃料电池中剩余的初始水量减掉所述排出量估算装置估算出的排水量,从而获得在车辆的起动时所述燃料电池中剩余的水量,并且所述控制单元基于所获得的所述车辆起动时的剩余水量改变扫气控制。

2. 根据权利要求1的燃料电池系统,其中,基于在所述燃料电池中剩余的水量,所述排出量估算装置估算从所述燃料电池排出的水量。

3. 根据权利要求1的燃料电池系统,其中,基于所述燃料电池倾斜的状态,所述排出量估算装置估算从所述燃料电池排出的水量。

4. 根据权利要求1的燃料电池系统,其中,基于对所述燃料电池施加力的状态,所述排出量估算装置估算从所述燃料电池排出的水量。

5. 一种车辆,包括根据权利要求1所述的燃料电池系统。

燃料电池系统和移动体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃料电池系统和一种移动体。

背景技术

[0002] 目前,包括在接收源气体(燃料气体和氧化气体)时产生电力的燃料电池的燃料电池系统已被提出并且被投入实际应用中。当通过该燃料电池系统产生电力时,通过电化学反应在燃料电池中产生水;然而,存在这样一种情形,其中水剩余在燃料电池的源气体通道中并且阻塞源气体的流入。进一步,当燃料电池系统在低温环境,例如低于零点的环境中运行时,存在这样一种情形,其中在燃料电池的电极(催化剂层和扩散层)中剩余的水冻结并且急剧降低起动功能。

[0003] 作为用于解决由于在燃料电池中产生的水而产生的上述各种问题的现有技术,已经提出一种技术(扫气技术),由此当燃料电池运行停止时,干燥氧或者干燥氢被供应到源气体通道,由此移除在燃料电池中剩余的任何水分。进而,近来,已经提出一种技术,由此执行计算以确定在燃料电池中剩余的水分余量,并且基于因此获得的水分余量,被供应到燃料电池的气体的流量增加或者降低以调整燃料电池的内部潮湿状态(见,例如日本专利申请公开 No. 2004-119052)。

发明内容

[0004] 顺便提及的是,为了在低温环境中起动燃料电池,在燃料电池中的水量应该等于或者小于预定的容许值(使得能够起动的水量)。并且为了在燃料电池中获得等于或者小于这种预定容许值的水量,应该计算(估算)从燃料电池排出的准确水量,并且应该准确确定燃料电池的内部潮湿状态。

[0005] 根据在上述公开中描述的技术,基于例如供应到燃料电池的气体的流量计算从燃料电池排出的水量;然而,存在一个问题,即此时,因为未考虑燃料电池的状态(例如,在燃料电池中的残留水量和燃料电池的倾斜度),所以不能计算被排出的准确水量。当如所述那样从燃料电池排出的水量不能被精确地计算(估算)时,燃料电池的起动功能可能在低温环境中劣化。

[0006] 考虑到这些情况而提出本发明,并且本发明的一个目的在于提供一种可基于燃料电池的状态准确估算从燃料电池排出的准确水量的燃料电池系统。

[0007] 为了实现上述目的,根据本发明的燃料电池系统包括用于产生电力的燃料电池,且通过向所述燃料电池供应气体将所述燃料电池中剩余的水排出到外部,所述燃料电池系统包括:排出量估算装置,所述排出量估算装置用于基于所述燃料电池的状态估算从所述燃料电池排出的水量。

[0008] 例如,基于在所述燃料电池中剩余的水量,所述排出量估算装置能够估算从所述燃料电池排出的水量。同样,基于燃料电池倾斜的状态或者对所述燃料电池施加力的状态,排出量估算装置能够估算从燃料电池排出的水量。

[0009] 根据该布置,通过考虑到燃料电池的状态(例如,在燃料电池中剩余的水量或者燃料电池的倾斜),能够准确估算从燃料电池排出的水量。例如,在其中大(小)量的水剩余在燃料电池中的情形中,能够估算从燃料电池排出大(小)量的水。进而,因为在燃料电池中的剩余水量和将被排出的水量之间不总是成立比例关系,所以应该为每一个燃料电池设计在剩余水量和排出量之间的关系,并且应该基于该关系执行校正,从而排水量能够被精确地估算。另外,在因为燃料电池倾斜或者惯性力被施加到燃料电池而使得从燃料电池排水变得容易(或者困难)的情形中,能够估算到从燃料电池排出的水量将增加(降低)。因此,因为燃料电池的内部潮湿状态能够被精确地确定,所以这能够有助于改进燃料电池在低温环境中的起动功能,并且燃料消耗量能够被降低。

[0010] 进一步,根据本发明的移动体包括上述燃料电池系统。

[0011] 因为该布置包括可采用燃料电池的状态以准确估算从燃料电池排出的水量的燃料电池系统,所以能够提供在低温环境中呈现优良起动功能且能够降低燃料消耗量的移动体。

[0012] 根据本发明,能够提供一种燃料电池系统,它能够采用燃料电池的状态以准确地估算从燃料电池排出的水量。

附图说明

[0013] 图 1 是示意根据本发明第一模式的燃料电池系统的构造的图表;

[0014] 图 2 是表示在图 1 所示燃料电池系统的燃料电池中的剩余水量和从燃料电池排出的水量之间的关系的表格映射;

[0015] 图 3 是用于解释起动图 1 的燃料电池系统的方法的流程图;

[0016] 图 4A 是示意其中包括根据本发明第二模式的燃料电池系统的燃料电池混合车辆在下坡上停止的状态的概念图表;

[0017] 图 4B 是示意其中包括根据本发明第二模式的燃料电池系统的燃料电池混合车辆在上坡上停止的状态的概念图表;

[0018] 图 5 是表示在根据本发明第二模式的燃料电池系统的燃料电池的倾斜角度和从燃料电池排出的水量之间的关系的表格映射;和

[0019] 图 6 是用于解释用于起动根据本发明第二模式燃料电池系统的方法的流程图。

具体实施方式

[0020] 将参考附图描述根据本发明模式的燃料电池系统 1。对于本发明的模式,对于其中本发明被用于燃料电池混合车辆 S(移动体)中的车载发电系统的一个实例给出说明。

[0021] < 第一模式 >

[0022] 将参考图 1 到 3 描述根据本发明第一模式的燃料电池系统 1。如图 1 所示,根据该模式的燃料电池系统 1 包括:在接收源气体(氧化气体和燃料气体)时产生电力的燃料电池 10;向燃料电池 10 供应作为氧化气体的空气的氧化气体管线系统 2;向燃料电池 10 供应作为燃料气体的氢气的氢气管线系统 3;和控制总体系统的控制单元 4。

[0023] 燃料电池 10 具有通过层压预定数目的单电池而形成的叠层结构,该单电池在接收源气体时产生电力。由燃料电池 10 产生的电力被供应到 PCU(电力控制单元)11。PCU11

包括逆变器、DC-DC 转换器等,它们被布置在燃料电池 10 和牵引电机 12 之间。

[0024] 氧化气体管线系统 2 包括用于向燃料电池 10 供应已被加湿器 20 加湿的氧化气体(空气)的空气供应通道 21;用于向加湿器 20 引入从燃料电池 10 排出的氧化废气的空气排出通道 22;和用于从加湿器 21 将氧化废气引导至外部的排气通道 23。沿着空气供应通道 21 设置用于携带在空气中包含的氧化气体并且在压力下将气体输送到加湿器 20 的压缩机 24。由控制单元 4 控制压缩机 24 的运行。

[0025] 氢气管线系统 3 包括:用作在其中存储高压氢气的燃料供应源的氢罐 30;用于从氢罐 30 向燃料电池 10 供应氢气的氢气供应通道 31;和用于向氢气供应通道 31 返回从燃料电池 10 排出的氢废气的循环通道 32。应该指出使用碳氢燃料产生富氢重整气体的重整器件,和其中在高压下存储由重整器件产生的重整气体的高压气体罐可被采用作为燃料供应源以替代氢罐 30。进而,含有氢夹附合金的罐可被采用作为燃料供应源。

[0026] 沿着氢气供应通道 31 设置阻挡或者允许从氢罐 30 供应氢气的截流阀 33 和调整氢气压力的调节器 34。在该模式中,采用可通过步进电机改变供应压力的目标值的压力可调式调节器 34。由控制单元 4 控制截流阀 33 和调节器 34 的运行。

[0027] 排出通道 37 经由气体-液体分离器 35 和排气/排水阀 36 被连接到循环通道 32。气体-液体分离器 35 从氢废气收集水分。排气/排水阀 36 将根据由控制单元 4 发出的指令运行,并且将气体-液体分离器 35 收集的水分以及剩余在循环通道 32 中并且含有杂质的氢废气排出(排放)到外部。另外,沿着循环通道 32 设置氢泵 38 以在压力下将循环通道 32 中的氢废气转移到氢气供应通道 31。应该指出通过稀释器件(未示出)稀释在排出通道 37 中的气体从而该气体在排出管道 39 处与排气通道 23 中的气体汇合。

[0028] 控制单元 4 探测在燃料电池混合车辆 S 中安装的加速控制器(加速器等)的操纵量,并且在接收到控制信息,例如加速请求值(例如,负载器件例如牵引电机 12 请求产生的电量)时控制系统中的各种器件的运行。应该指出负载器件是用于耗电器件的总称,不仅包括牵引电机 12 而且包括辅助设备(例如,用于压缩机 24、氢泵 38 和冷却泵的电机),由与燃料电池混合车辆 S 的行驶相关的各种器件(齿轮箱、车轮控制器、转向机构、悬架系统等)采用的致动器、用于乘客空间的空气调节系统(空调)、灯和音响系统。

[0029] 控制单元 4 由计算机系统(未示出)构成。该计算机系统包括 CPU、ROM、RAM、HDD、输入/输出接口和显示器件。当 CPU 读取并且执行在 ROM 中存储的各种控制程序时,执行各种控制操作。

[0030] 特别地,通过驱动压缩机 24、截流阀 33 和调节器 34,控制单元 4 向燃料电池 10 供应气体(氧化气体和氢气),并且执行“扫气”以将水分从燃料电池 10 移除到外部。当将要执行扫气时,控制单元 4 暂时地减弱或者停止使用加湿器 20 对氧化气体的加湿。应该指出假定该模式的控制单元 4 执行扫气,而与燃料电池 10 的运行是否停止(发电是否停止),或者在燃料电池 10 运行期间执行排放(循环通道 32 中的气体被排出)无关。

[0031] 进而,基于燃料电池 10 中的剩余水量,控制单元 4 估算当执行扫气时从燃料电池 10 排出的水量。即,控制单元 4 用作根据本发明的排出量估算装置的一个实例。例如,在其中燃料电池 10 中的剩余水量为“ W_1 ”的情形中,基于在图 2 中示意的映射,控制单元 4 估算从燃料电池 10 排出的水量为“ Q_1 ”。类似地,在其中燃料电池 10 中的剩余水量为“ $W_4 (> W_1)$ ”的情形中,控制单元 4 估算从燃料电池 10 排出的水量为“ $Q_4 (> Q_1)$ ”。即,当在燃料电

池 10 中剩余大量的水时,控制单元 4 估算从燃料电池 10 排出的水量增加。

[0032] 应该指出控制单元 4 例如采用燃料电池 10 的重量变化以估算在初始控制阶段中剩余在燃料电池 10 中的水量(初始的残留水量)。然后,基于图 2 中的映射,相应于初始的残留水量的排水量被估算出并且从初始的残留水量减去,从而获得新的残留的水量(新的残留水量)。在这之后,基于图 2 中的映射估算出相应于新的残留水量的新的排水量。通过执行相同过程,执行关于最新的残留水量的计算和关于最近的排水量的估算。

[0033] 下面,采用图 3 中的流程图描述用于起动根据该模式的燃料电池系统 1 的方法。

[0034] 在燃料电池系统 1 正常运行期间,从氢罐 30 沿着氢气供应通道 31 向燃料电池 10 的燃料电极供应氢气,而其湿度已被调整的空气沿着空气供应通道 21 被供应到燃料电池 10 的氧化电极,并且产生电力。此时,由控制单元 4 计算将由燃料电池 10 供应的电力(请求的电力),并且根据获得的电力数量,相应量的氢气和空气的混合物被供应到燃料电池 10。因为在正常运行期间,燃料电池 10 的运行状态为湿润,所以当运行停止时,水剩余在燃料电池 10 中。因此,在该模式中,应该在正常运行已被停止之后,并且在燃料电池 10 起动之前执行扫气,并且在执行扫气时,对排水量进行估算。

[0035] 即,首先基于燃料电池 10 的重量的变化等,燃料电池系统 1 的控制单元 4 估算在初始控制阶段中在燃料电池 10 中剩余的水量(初始残留水量)(初始残留水量估算步骤:S1)。继续地,控制单元 4 确定初始残留水量是否小于预定容许值(使得燃料电池 10 可被起动的残留水量)(初始残留水量确定步骤:S2),并且在确定初始残留水量小于容许值的情形中,起动燃料电池 10,而不执行扫气(起动步骤:S8)。

[0036] 在另一方面,在在初始残留水量确定步骤 S2 中,控制单元 4 已经确定初始残留水量等于或者大于容许值的情形中,控制单元 4 采用图 2 中的映射以估算与在初始残留水量估算步骤 S1 中估算出的初始残留水量相应的排水量(排出量估算步骤:S3)。例如,在初始残留水量为“ W_3 ”的情形中,估算排水量为“ Q_3 ”。

[0037] 在排出量估算步骤 S3 之后,控制单元 4 从在初始残留水量估算步骤 S1 估算出的初始残留水量(W_3)减去在排出量估算步骤 S3 估算出的排水量(Q_3),并且获得在燃料电池 10 中剩余的水量的新的值(新的残留水量:“ W_3-Q_3 ”)(新的残留水量计算步骤:S4)。然后,控制单元 4 确定新的残留水量是否小于预定容许值(新的残留水量确定步骤:S5)。

[0038] 在其中在新的残留水量确定步骤 S5 中,控制单元 4 已经确定新的残留水量小于容许值的情形中,控制单元 4 执行正常扫气(正常扫气步骤:S6),并且起动燃料电池 10(起动步骤:S8)。在另一方面,在控制单元 4 已经在新残留水量确定步骤 S5 确定新的残留水量等于或者大于容许值的情形中,控制单元 4 以比通常更高的水平执行扫气(更高水平的扫气步骤:S7),并且在这之后,起动燃料电池 10(起动步骤:S8)。

[0039] 根据上述模式的燃料电池系统 1,在考虑到燃料电池 10 的状态(燃料电池 10 中的剩余水量)时,从燃料电池 10 被排出到外部的水量可被准确估算,并且在燃料电池 10 中剩余大(小)量的水的情形中,可以估算从燃料电池 10 排出的水量也增加(减少)。此时,在燃料电池 10 中的剩余水量和排水量之间不总是成立比例关系,并且可基于剩余水量和排水量的图 2 所示的关系准确估算排水量。因此,因为可获得燃料电池 10 的准确的潮湿状态,所以这可有助于改进燃料电池 10 在低温环境中的起动功能,并且可防止执行不必要的扫气运行并且减少被消耗的燃料(氢气)量。

[0040] 进而,因为根据上述模式的燃料电池混合车辆 S(移动体)包括可基于燃料电池 10 的状态准确估算从燃料电池 10 排出的水量的燃料电池系统 1,所以在低温环境中可以呈现出优良起动性能,并且可以减少消耗的燃料量。

[0041] < 第二模式 >

[0042] 下面,参考图 4 到 6 描述根据本发明第二模式的燃料电池系统。根据该模式的燃料电池系统对根据第一模式的燃料电池系统 1 的控制单元的布置(功能)进行修改,并且其余布置与第一模式的布置基本相同。因此,通过提供相应的数字,将主要描述该布置的修改部分,而不对与第一模式共用的部分给出任何说明。

[0043] 在根据该模式的燃料电池系统中,燃料电池 10 在燃料电池 10 纵向地定位于图 4 示意的燃料电池混合车辆 S 的大致中心处的状态中被固定到车辆本体。并且用于燃料电池 10 的内部气体通道被形成为在燃料电池混合车辆 S 水平行驶的情形中是基本水平的,并且用于沿着气体通道流动的水的出口被布置在燃料电池 10 的后部。因此,当燃料电池混合车辆 S 沿着下坡行驶时,如图 4A 所示,燃料电池 10 倾斜从而水出口的位置比前部更高,并且当燃料电池混合车辆 S 沿着上坡行驶时,如图 4B 所示,燃料电池 10 倾斜从而水出口位置比前部更低。

[0044] 进一步,探测燃料电池 10 的纵向倾斜角度 θ 的倾斜传感器(未示出)被安装在燃料电池混合车辆 S 中。在该模式中,在其中,如图 4A 所示,燃料电池 10 的后部(水出口)的位置比前部高的情形中,相对于燃料电池 10 的水平面的倾斜角度被定义为正($+\theta$)。进一步,在其中,如图 4B 所示,燃料电池 10 的后部(水出口)的位置比前部低的情形中,相对于燃料电池 10 的水平面的倾斜角度被定义为负($-\theta$)。由倾斜传感器探测到的与燃料电池 10 的倾斜角度 θ 有关的信息被发送到控制单元,并且被采用以估算排水量。

[0045] 如在第一模式中那样,根据该模式的燃料电池系统的控制单元驱动压缩机 24、截流阀 33 和调节器 34 以向燃料电池 10 供应气体(氧化气体和氢气),并且因此起动“扫气”运行以将水从燃料电池 10 移除到外部。

[0046] 进而,基于燃料电池 10 的倾斜角度,控制单元估算当执行扫气时从燃料电池 10 排出的水量。特别地,控制单元估算在示于图 4A 中的正倾斜角度($+\theta$)状态中排水量将减少,其中在燃料电池 10 中的水难以被排出到外部。在另一方面,控制单元估算在示于图 4B 中的负倾斜角度($-\theta$)状态中排水量将增加,其中在燃料电池 10 中的水易于被排出到外部。即,控制单元用作根据本发明的排出量估算装置的一个实例。

[0047] 用于该模式的控制单元采用图 5 示意的映射以对排水量进行估算。例如,在燃料电池 10 的倾斜角度为“ $-\theta_3$ ”的情形中,基于示于图 5 中的映射,估算从燃料电池 10 排出的水量为“ Q_{11} ”。类似地,在燃料电池 10 的倾斜角度为“ $\theta_3(>-\theta_3)$ ”的情形中,估算从燃料电池 10 排出的水量为“ $Q_{17}(<Q_{11})$ ”。即,当燃料电池 10 的倾斜角度 θ 变大(倾斜角度为正并且它的绝对值较大)时,控制单元估算从燃料电池排出的水量将减少。

[0048] 通过采用图 6 中的流程图描述用于根据该模式的燃料电池系统的起动方法。

[0049] 因为燃料电池 10 的运行状态在燃料电池系统的正常运行期间是湿润的,当运行停止时,水剩余在燃料电池 10 中。因此,在该模式中,应该在正常运行停止之后并且在燃料电池 10 起动之前执行扫气,并且在执行扫气时,对排水量进行估算。

[0050] 即,首先,基于燃料电池 10 的重量的变化等,燃料电池系统的控制单元估算在初

始控制阶段中在燃料电池 10 中剩余的水量（初始剩余水量：例如，“ W_0 ”）（初始剩余水量估算步骤：S11）。然后，控制单元确定初始剩余水量（ W_0 ）是否小于预定容许值（使得燃料电池 10 可被起动的剩余水量）（初始剩余水量确定步骤：S12）。并且在确定初始剩余水量（ W_0 ）小于容许值的情形中，起动燃料电池 10，而不执行扫气（起动步骤：S19）。

[0051] 在另一方面，在其中在初始剩余水量确定步骤 S12 中，控制单元已经确定初始剩余水量（ W_0 ）等于或者大于容许值的情形中，控制单元采用倾斜传感器以探测燃料电池 10 的倾斜角度（倾斜角度探测步骤：S13）。然后，基于在图 5 中示意的映射，控制单元根据在倾斜角度探测步骤 S13 获得的倾斜角度估算排水量（排出量估算步骤：S14）。例如，在燃料电池 10 的倾斜角度为“ θ_2 ”的情形中，估算排水量为“ Q_{16} ”。

[0052] 在排出量估算步骤 S14 之后，控制单元从在初始剩余水量估算步骤 S11 估算出的初始剩余水量（ W_0 ）减去在排出量估算步骤 S14 估算出的排水量（ Q_{16} ），并且获得在燃料电池 10 中剩余的新的值（新的剩余水量：“ $W_0 - Q_{16}$ ”）（新的剩余水量计算步骤：S15）。然后，控制单元确定新的剩余水量是否小于预定容许值（新的剩余水量确定步骤：S16）。

[0053] 在其中在新的剩余水量确定步骤 S16 中，控制单元已经确定新的剩余水量小于容许值的情形中，执行正常扫气（正常扫气步骤：S17），并且起动燃料电池 10（起动步骤：S19）。在另一方面，在其中控制单元已经在新剩余水量确定步骤 S16 确定新的剩余水量等于或者大于容许值的情形中，控制单元以比通常更高的水平执行扫气（更高水平的扫气步骤：S18），然后，起动燃料电池 10（起动步骤：S19）。

[0054] 根据上述模式的燃料电池系统，通过考虑燃料电池 10 的状态（倾斜角度），可以估算从燃料电池 10 被排出到外部的准确水量，并且在因为燃料电池倾斜而易于（难以）将燃料电池 10 中的水向外排出的情形中，可以估算从燃料电池 10 排出的水量将增加（或者降低）。因此，因为可以准确确定燃料电池 10 的潮湿状态，所以这可有助于改进燃料电池 10 在低温环境中的起动功能，并且，同样可防止执行不必要的扫气并且可以减少消耗的燃料（氢气）量。

[0055] 进而，因为根据上述模式的燃料电池混合车辆 S（移动体）包括可基于燃料电池 10 的状态准确估算从燃料电池 10 排出的水量的燃料电池系统，所以可在低温环境中呈现优良起动功能，并且还可减少消耗的燃料量。

[0056] 应该指出已经采用在其中根据燃料电池 10 的倾斜角度估算从燃料电池 10 排出的水量的实例用于第二模式，并且也可基于在燃料电池 10 上施加的作用力的状态估算排水量。例如，在其中因为燃料电池混合车辆 S 突然加速（减速），所以向后（向前）惯性力被施加在燃料电池 10 上从而使得燃料电池 10 中的水易于（难以）被排出到外部的情形中，能够估算从燃料电池 10 排出的水量将增加（减少）。此时，表示在施加于燃料电池 10 上的惯性力和排水量之间的关系映射已被预先制备，并且可基于该映射估算排水量。

[0057] 工业实用性

[0058] 如在以上模式中描述地，根据本发明的燃料电池系统可安装在燃料电池混合车辆中，并且还可安装到除了燃料电池混合车辆之外的各种类型的移动体（机器人、船、飞机等）。进一步，本发明的燃料电池系统也可用于作用于建筑物（住房、办公楼等）的发电设备的固定发电系统。

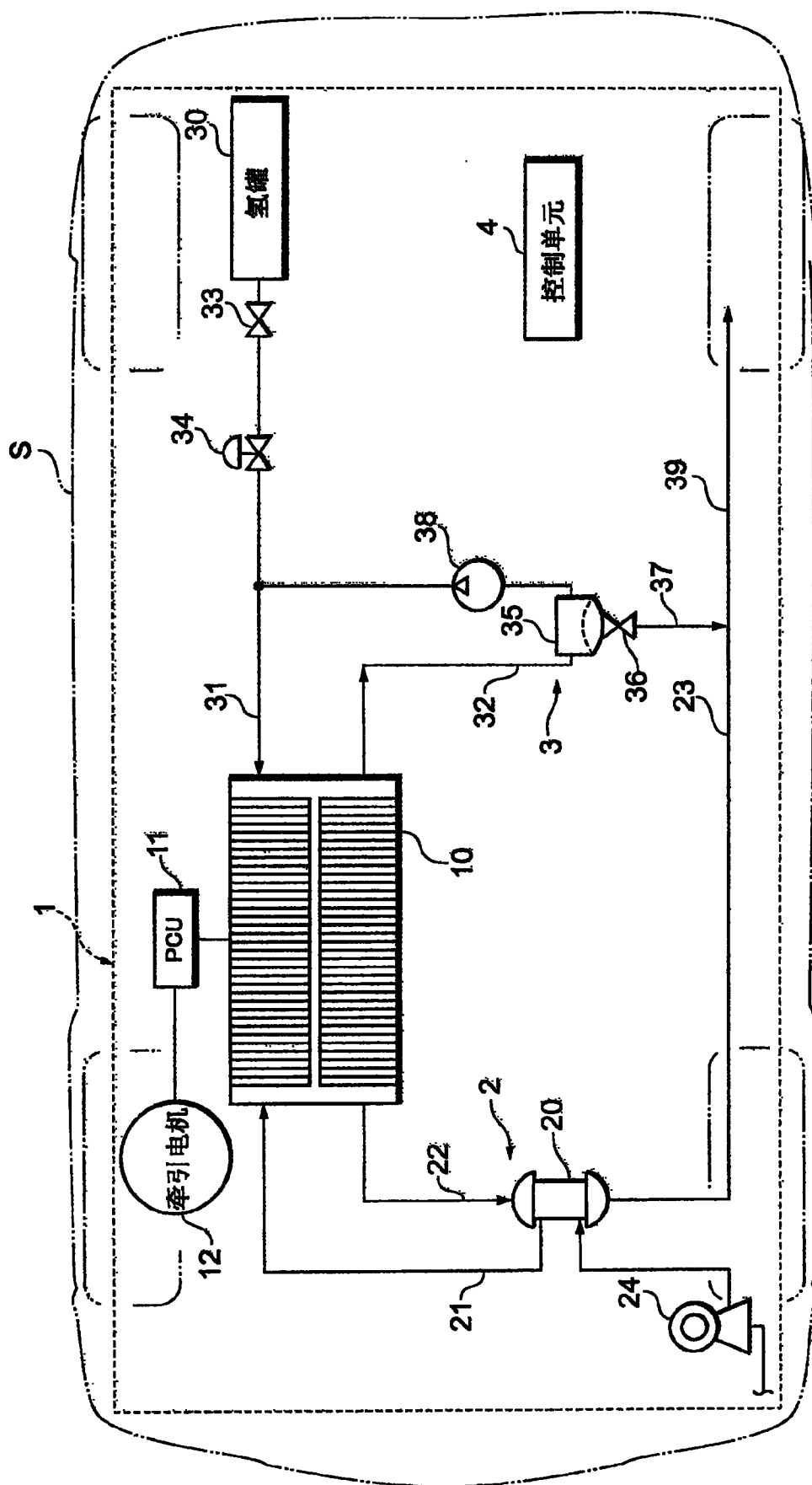


图 1