



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99807840.9

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1143405C

[22] 申请日 1999.5.31 [21] 申请号 99807840.9

[30] 优先权

[32] 1998.6.25 [33] JP [31] 196763/1998

[86] 国际申请 PCT/JP99/02909 1999.5.31

[87] 国际公布 WO99/67846 日 1999.12.29

[85] 进入国家阶段日期 2000.12.25

[71] 专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 岩濑正宜

审查员 刘颖

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

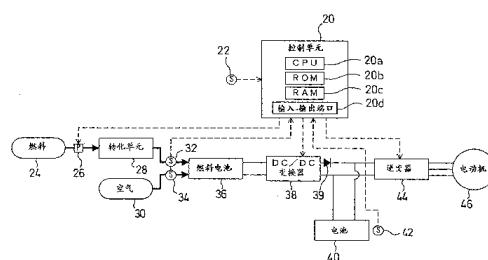
代理人 陈霁 王忠忠

权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 6 页

[54] 发明名称 燃料电池系统和控制电池的方法

[57] 摘要

控制单元(20)根据输入的加速器行程计算出逆变器(44)所需的输出(步 S12)。控制单元(20)确定对应着一种气体流速的输出电流-输出电压特性,在确定的特性上获得一个最高能量转换效率点,将这一点确定为燃料电池(36)的工作点,并且计算出燃料电池(36)在这一确定的工作点上的输出功率(步 S16 到 S20)。控制单元(20)根据计算的逆变器所需的输出和计算的燃料电池输出功率之间的差以及电池(40)的 SOC 来确定电池(40)所需的输出电压(步 S24)。由控制单元(20)控制 DC-DC 变换器(38)并且调节 DC-DC 变换器(38)的输出电压,使电池(40)产生所确定的输出电压(步 S28)。控制单元(20)接着控制逆变器(44),使电动机(46)吸取对应着所需输出的电功率(步 S30)。这种配置能够在最高能量转换效率的工作点上激活燃料电池(36)。



1. 具有燃料电池的一种燃料电池系统，接收气体供应而产生电功率，并且将产生的电功率提供给负载，上述燃料电池系统包括：

5 用来测量与供应给上述燃料电池的气体的流速有关的气体流速定量的气体流速定量测量单元；以及

一个控制单元，根据测得的气体流速定量来确定关于上述燃料电池的输出电流-输出电压特性的一个工作点，并且调节准备从上述燃料电池中提取的电功率，从而使上述燃料电池在特定的工作点上被激活，

10 上述控制单元将输出电流-输出电压特性上的最高能量转换效率点确定为工作点。

2. 一种燃料电池系统，具有接收气体供应并产生电功率的燃料电池，以及用来积累电功率并且输出积累的电功率的二次电池，上述燃料电池系统向负载提供至少上述燃料电池产生的电功率和上述二次电池输出的电功率之一，上述燃料电池系统包括：

15 用来测量与供应给上述燃料电池的气体的流速有关的气体流速定量的气体流速定量测量单元；以及

20 一个控制单元，根据测得的气体流速定量来确定关于上述燃料电池的输出电流-输出电压特性的一个工作点，确定在确定的工作点激活燃料电池时需要从上述燃料电池中提取的电功率的量，以及需要提供给负载的电功率的量，并且根据由此确定的两个电功率的量来调节至少需要从上述二次电池输出的电功率和需要在上述二次电池中积累的电功率之一。

3. 按照权利要求 2 的燃料电池系统，其特征是上述燃料电池系统进一步包括用来测量上述二次电池的充电状态的充电状态传感器，

25 上述控制单元除了根据确定的两个电功率的量还根据测得的充电状态来调节至少一个需要从上述二次电池输出的电功率和需要在上述二次电池中积累的电功率。

4. 按照权利要求 2 或 3 的燃料电池系统，其特征是上述控制单元将输出电流-输出电压特性上的最高能量转换效率点确定为工作点。

30 5. 一种燃料电池系统包括：燃料电池，它接收气体燃料供应和一种氧化气体，并且通过气体燃料和氧化气体的电化学反应产生电功率；

流速传感器，用来测量供应给上述燃料电池的至少一种气体燃料和氧化气体的流速；

在内部积累电功率并且输出积累的电功率的二次电池；

用来测量二次电池充电状态的充电状态传感器；

5 一个逆变器，接收从至少上述燃料电池和上述二次电池提供的电功率之一，用来驱动一个电动机；

一个变换器，用来改变从上述燃料电池输出的电压，并且将改变的电压并联提供给上述二次电池和上述逆变器；以及

10 一个控制单元，它根据测得的流速确定关于上述燃料电池的输出电流-输出电压特性的一个工作点，确定在确定的工作点上激活上述燃料电池时需要从上述燃料电池中提取的电功率的量，根据外部信息确定需要提供给上述逆变器的电功率的量，并且根据由此确定的两个电功率的量和测得的充电状态来调节上述变换器的电压输出。

15 6. 控制燃料电池接收气体供应并且产生电功率的一种方法，上述方法包括以下步骤：

a. 测量关于供应给上述燃料电池的气体流速的气体流速定量；

b. 根据测得的气体流速定量来确定关于上述燃料电池的输出电流-输出电压特性的一个工作点；以及

20 c. 调节准备从上述燃料电池中提取的电功率，从而使上述燃料电池在特定的工作点上被激活，

上述步骤 b 包括以下步骤，将输出电流-输出电压特性上的最高能量转换效率点确定为工作点。

25 7. 一种燃料电池系统，具有用来接收气体供应并且产生电功率的燃料电池，以及用来积累电功率并且输出积累的电功率的二次电池，并且向负载提供至少一种由上述燃料电池产生的电功率和上述二次电池输出的电功率，在这一系统中控制上述二次电池的一种方法包括以下步骤：

a. 测量与供应给上述燃料电池的气体的流速有关的气体流速定量；

30 b. 根据测得的气体流速定量确定关于上述燃料电池的输出电流-输出电压特性的一个工作点；

c. 确定在确定的工作点激活上述燃料电池时需要从上述燃料电池中提取的电功率的量, 以及需要提供给负载的电功率的量; 以及

d. 根据由此确定的两个电功率的量调节至少需要从上述二次电池输出的电功率和需要在上述二次电池中积累的电功率之一。

5 8. 按照权利要求 7 的方法, 其特征是上述方法进一步包括以下步骤:

e. 测量上述二次电池的充电状态,

上述步骤 d 包括以下步骤, 除了根据确定的两个电功率的量还根据测得的充电状态来调节至少一个需要从上述二次电池输出的电功率和需要在上述二次电池中积累的电功率。

10 9. 按照权利要求 7 或 8 的方法, 其特征是上述步骤 b 包括以下步骤, 将输出电流-输出电压特性上的最高能量转换效率点确定为工作点。

燃料电池系统和控制电池的方法

技术领域

- 5 本发明涉及到能够以高能量转换效率激活的燃料电池系统以及控制这种电池的方法。

背景技术

以图 5 所示为例，在现有技术的安装到电动车上的燃料电池系统中，由一个转化单元 128 接收通过一个泵 126 供给的燃料 124，例如是
10 甲醇和水，并且通过甲醇的蒸汽转化反应从燃料 124 产生含氢的气体燃料。燃料电池 136 接收所产生的气体燃料气流和空气 130，并且通过气体燃料与空气 130 的电化学反应产生一个电动势。由燃料电池 136 产生的电功率和与这一燃料电池 136 并联连接的一个电池 140 输出的电功率被提供给一个逆变器 144，用来驱动一台电动机 146 并且获得电
15 动车的驱动力。

一个控制单元 120 根据加速踏板位置传感器 122 测得的电动车加速器行程来计算逆变器 144 所需的输出(所需的电功率)，并且根据计算的所需输出调节逆变器 144。通过这种调节将对应着所需输出的电功率通过逆变器 144 提供给电动机 146。

20 用燃料电池 136 输出电功率满足逆变器 144 所需的输出。当燃料电池 136 输出的电功率达不到所需输出时，由电池 140 向逆变器 144 输出电功率补偿这一不足。燃料电池 136 的输出电功率是由逆变器 144 所需的输出来决定的。

按照逆变器 144 需要输出的电功率，在转化单元 128 向燃料电池
25 136 提供的气体燃料达不到所需的电功率输出的情况下，燃料电池 136 不能输出所需的电功率。也就是说，燃料电池 136 的输出电功率也是由供应给燃料电池 136 的气体燃料的量(也就是气体流速)来决定的。

控制单元 120 根据逆变器 144 所需的输出来驱动泵 126，并且调节供应给转化单元 128 的燃料 124 的量，以便按照逆变器 144 所需的输
30 出来调节供应给燃料电池 136 的气体燃料量。

由转化单元 128 产生的气体燃料量不能随着燃料 124 供应量的增

加(或减少)而立即增加(或减少),而是在滞后 2 到 20 秒之后增加或减少。因此,燃料电池 136 所需的气体燃料量与实际供应给燃料电池 136 的气体燃料量(气体流速)并非总是相同的。

5 如上所述,在现有技术的燃料电池系统中,燃料电池的输出电功率取决于逆变器所需的输出和供应给燃料电池的气体燃料量(气体流速)。因此,燃料电池 136 的工作点是随着逆变器所需的输出和气体流速的变化而改变的。

10 图 6 的特性曲线代表在普通燃料电池内以供应给燃料电池的气体燃料量(气体流速)为参数的功率发生效率随输出功率的变化。图 7 的特性曲线代表在普通燃料电池内输出功率随所需气体燃料量的变化。

15 在上述现有技术的燃料电池系统中,如图 6 所示,尽管能够在高功率发生效率的工作点 a' 上激活燃料电池,燃料电池也可能在例如低功率发生效率的工作点 b' 被激活,因为实际工作点是随着气体流速的变化而改变的。

20 在上述现有技术的燃料电池系统中,如图 7 所示,为了产生输出功率 W_c ,即使从转化单元向燃料电池供应足够的气体燃料量 Q_c ,燃料电池也可能在一个工作点例如 d' 被激活,仅仅产生一个输出功率 W_d ,因为实际工作点是随着逆变器所需输出的变化而改变的。在这种情况下,为产生输出功率 W_d 所需的气体燃料量仅仅等于 Q_d ,而浪费的气体燃料量是 $(Q_c - Q_d)$ 。这样会降低气体燃料的利用系数。

25 如上所述,在现有技术的燃料电池系统中,燃料电池的工作点是随着逆变器所需的输出和气体流速的变化而改变的。因此,燃料电池不能总是在高功率发生效率的工作点或者是高气体利用系数的工作点上被激活。

30 功率发生效率和气体利用系数存在一种折衷的关系,因而难以同时提高功率发生效率和气体利用系数。功率发生效率和气体利用系数的最大乘积可以最大可能地提高功率发生效率和气体利用系数。功率发生效率和气体利用系数的乘积是由燃料电池的能量转换效率来体现的。

本发明的目的就是为了解决现有技术中存在的上述问题,并且提

供一种能够使燃料电池具有提高的能量转换效率的燃料电池系统。

发明内容

上述的至少一部分和其他目的是通过这样实现的，具有燃料电池的第一燃料电池系统接收气体供应而产生电功率，并且将产生的电功率提供5 率供给负载。第一燃料电池系统包括：用来测量与供应给燃料电池的气体的流速有关的气体流速定量的气体流速定量测量单元；以及一个控制单元，根据测得的气体流速定量来确定关于燃料电池的输出电流-输出电压特性的一个工作点，并且调节准备从燃料电池中提取的电功率，从而使燃料电池在特定的工作点上被激活。

10 本发明还涉及到接收气体供应并且产生电功率的燃料电池的第一控制方法。第一控制方法包括以下步骤：(a) 测量关于供应给燃料电池的气体流速的气体流速定量；(b) 根据测得的气体流速定量来确定关于燃料电池的输出电流-输出电压特性的一个工作点；以及(c) 调节准备从燃料电池中提取的电功率，从而使燃料电池在特定的工作点上被激15 活。

本发明的第一燃料电池系统和对应的第一方法所采用的技术方案是测量关于供应给燃料电池的气体流速的气体流速定量，根据测得的气体流速定量来确定关于燃料电池的输出电流-输出电压特性的工作点。然后用这种技术调节准备从燃料电池中提取的电功率，从而使燃20 料电池在特定的工作点上被激活。

在本发明的第一燃料电池系统和对应的第一方法中，输出电流-输出电压特性上的最高能量转换效率工作点是按照对应着测得的气体流速定量的关于输出电流-输出电压特性的工作点来确定的。这种方式可以使燃料电池在最高能量转换效率的工作点上被激活，因而能够尽可能25 提高燃料电池的功率发生效率和气体利用系数。

本发明还涉及到第二燃料电池系统，它具有接收气体供应并产生电功率的燃料电池，以及用来积累电功率并且输出积累的电功率的二次电池。第二燃料电池系统向负载提供至少一种燃料电池产生的电功率和二次电池输出的电功率。第二燃料电池系统包括：用来测量与供应30 给燃料电池的气体的流速有关的气体流速定量的气体流速定量测量单元；以及一个控制单元，根据测得的气体流速定量来确定关于燃料电池

的输出电流-输出电压特性的一个工作点，确定在特定的工作点激活燃料电池时需要从燃料电池中提取的电功率的量，以及需要提供给负载的电功率的量，并且根据由此确定的两个电功率的量来调节至少一个需要从二次电池输出的电功率和需要在二次电池中积累的电功率。

5 本发明还涉及到在燃料电池系统中控制二次电池的第二种方法，在系统中具有用来接收气体供应并且产生电功率的燃料电池，以及用来积累电功率并且输出积累的电功率的二次电池，并且向负载提供至少一种燃料电池产生的电功率和二次电池输出的电功率。第二方法包括以下步骤：(a) 测量与供应给燃料电池的气体的流速有关的气体流速
10 定量；(b) 根据测得的气体流速定量确定关于燃料电池的输出电流-输出电压特性的一个工作点；(c) 确定在确定的工作点激活燃料电池时
需要从燃料电池中提取的电功率的量，以及需要提供给负载的电功率
的量；以及(d) 根据由此确定的两个电功率的量调节至少一个需要从二
次电池输出的电功率和需要在二次电池中积累的电功率。

15 本发明的第二燃料电池系统和对应的第二方法所采用的技术方案是测量关于供应给燃料电池的气体流速的气体流速定量，根据测得的气体流速定量来确定关于燃料电池的输出电流-输出电压特性的工作点。然后用这种技术确定在确定的工作点激活燃料电池时
20 需要从燃料电池中提取的电功率的量，以及需要提供给负载的电功率的量，并且根据由此确定的两个电功率的量调节需要从二次电池输出的电功率或需要在二次电池中积累的电功率。按照这种方式调节二次电池的
电功率可以确定需要从燃料电池提取的电功率的量，并且能够在特定的
工作点激活燃料电池。

25 在本发明的第二燃料电池系统和对应的第二方法中，将最高能量转换效率的工作点确定为关于对应着测得的气体流速定量的输出电流-输出电压特性的工作点。这种方式可以通过上述调节使燃料电池在最高能量转换效率的工作点上被激活，因而能够尽可能提高燃料电池的功率发生效率和气体利用系数。

30 按照本发明的一种最佳应用，第二燃料电池系统进一步包括用来测量二次电池充电状态的充电状态传感器。在这种应用中，控制单元除了根据确定的两个电功率的量还根据测得的充电状态来调节至少一

个需要从二次电池输出的电功率和需要在二次电池中积累的电功率。

按照类似的方式，本发明的第二方法进一步包括以下步骤：(e) 测量二次电池的充电状态。在这种应用中，步骤(d)中包括以下步骤，除了根据确定的两个电功率的量还根据测得的充电状态来调节至少一个
5 需要从二次电池输出的电功率和需要在二次电池中积累的电功率。

一般来说，二次电池的输出电功率取决于二次电池的充电状态。如果二次电池的充电状态接近满充电电平，就不可能在二次电池内进一步积累电功率。在这种情况下就需要相应的控制，避免电功率的进一步积累。

10 无论是对于本发明的第一燃料电池系统或第二燃料电池系统来说，都希望控制单元将输出电流-输出电压特性上的最高能量转换效率点确定为工作点。

按照类似的方式，在本发明的第一方法或第二方法中，步骤(b)最好是包括以下步骤，将输出电流-输出电压特性上的最高能量转换效率
15 点确定为工作点。

按照这种方式确定工作点可以使燃料电池在最高能量转换效率工作点上被激活。

本发明还涉及到第三燃料电池系统，该系统包括：燃料电池，它接收气体燃料供应和一种氧化气体，并且通过气体燃料和氧化气体的电
20 化学反应产生电功率；一个流速传感器，用来测量供应给燃料电池的至少一种气体燃料和氧化气体的流速；在内部积累电功率并且输出积累的电功率的二次电池；用来测量二次电池充电状态的充电状态传感器；一个逆变器接收从至少一个燃料电池和二次电池提供的电功率，用来驱动一个电动机；一个变换器，用来改变从燃料电池输出的电压，并且
25 将改变的电压并联提供给二次电池和逆变器；以及一个控制单元，它根据测得的流速确定关于燃料电池的输出电流-输出电压特性的一个工作点，确定在确定的工作点激活燃料电池时需要从燃料电池中提取的电功率的量，根据外部信息确定需要提供给逆变器的电功率的量，并且根据由此确定的两个电功率的量和测得的充电状态来调节变换器的
30 电压输出。

在本发明的第三燃料电池系统中，流速传感器测量供应给燃料电

池的至少一种气体燃料或氧化气体的流速。充电状态传感器测量二次电池的充电状态。逆变器接收从至少一个燃料电池和二次电池提供的电功率，用来驱动电动机。变换器升高或降低从燃料电池输出的电压，并且将改变的电压并联提供给二次电池和逆变器。控制单元根据流速传感器测得的流速来确定和燃料电池的输出电流-输出电压特性有关的一个工作点，并且确定在确定的工作点激活燃料电池时需要从燃料电池中提取的电功率的量。控制单元还要根据外部信息确定需要提供给逆变器的电功率的量。控制单元随后根据如此确定的两个电功率的量和充电状态传感器测得的充电状态调节变换器的输出电压。这种结构可以为二次电池提供调节的电压，将二次电池的电功率(包括输出功率或积累的电功率)调节到所需的电平。通过这种调节可以从燃料电池中提取确定量的电功率，并且在特定的工作点激活燃料电池。

在本发明的第三燃料电池系统中，将最高能量转换效率的工作点确定为关于对应着测得的气体流速的输出电流-输出电压特性的工作点。这种结构可以通过上述调节使燃料电池在最高能量转换效率的工作点上被激活，因而能够尽可能提高燃料电池的功率发生效率和气体利用系数。

本发明的技术还可以用安装有上述第一到第三燃料电池系统之一的电动车来实现。电动车具有作为负载的电动机，由燃料电池提供的电功率来驱动电动机，用电动机产生电动车的驱动力。

在电动车上安装第一到第三燃料电池系统当中的任何一种都能够提高电动车的能量转换效率。

附图说明

- 图 1 表示按照本发明的一种燃料电池系统的结构；
- 图 2 表示在图 1 的燃料电池系统中执行的一种处理程序的流程图；
- 图 3 的特性曲线表示输出电流-输出电压特性随着作为图 1 所示的燃料电池 36 的一个参数的气体流速变化而发生的改变；
- 图 4 的特性曲线表示输出电流-输出电压特性随着作为图 1 所示的电池 40 的一个参数的 SOC 变化而发生的改变；
- 图 5 表示一种现有技术燃料电池系统的结构；
- 图 6 的特性曲线表示在一般燃料电池中的功率发生效率对输出电

功率随着作为一个参数的供应给燃料电池的气体燃料的量(气体流速)的变化而发生的改变;以及

图 7 的特性曲线表示在一般燃料电池中输出功率随所需的气体燃料量的变化。

5 具体实施方式

以下通过一个实施例来说明实现本发明的一种方式。图 1 表示按照本发明的一种燃料电池系统的结构。本发明的燃料电池系统被安装在电动车上。

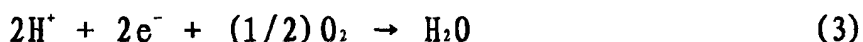
以下说明图 1 所示燃料电池系统的结构及其一般工作方式。图 1 所示的燃料电池系统的主要组成包括控制单元 20, 加速踏板位置传感器 22, 泵 26, 转化单元 28 流速传感器 32 和 34, 燃料电池 36, DC-DC 变换器 38, 电池 40, SOC 传感器 42, 逆变器 44 和一台电动机 46。

按照控制单元 20 输出的控制信号控制泵 26, 向转化单元 28 供应燃料 24, 例如是甲醇和水。

转化单元 28 通过甲醇的蒸汽转化反应从供应的燃料 24 即甲醇和水产生含氢的富氢气体(转化气体), 这种反应可以用通式(1)表示:



燃料电池 36 接收由转化单元 28 产生的富氢气体构成的气体燃料供应和空气 30 供应的含氧氧化气体, 通过由通式(2)到(4)代表的电化学反应产生电功率:



在本实施例中, 燃料电池 36 是聚合物电解燃料电池并且具有通过依次层叠多个单元电池而获得的层叠结构(未示出), 每个单元电池包括一个电解膜, 一个阳极, 一个阴极, 和一对隔板。富氢气体供应通过气体燃料流路(未示出)被供给每个单元电池的阳极, 发生通式(2)代表的反应。空气的供应通过氧化气体流路(未示出)被供给每个单元电池的阴极, 发生通式(3)代表的反应。通式(4)表示在燃料电池内发生的总的反应。

流速传感器 32 测量流经富氢气体供应管到燃料电池 36 的富氢气

体的流速，而流速传感器 34 测量流经空气供应管到燃料电池 36 的
空气的流速。测量结果分别被传送到控制单元 20。流速传感器 32 和 34
不需要直接测量富氢气体和空气的流速，而是可以测量与富氢气体和
空气的流速有关的任何定量。

- 5 电池 40 和逆变器 44 通过 DC-DC 交换区 38 与燃料电池 36 并联连
接。由燃料电池 36 产生的电功率通过 DC-DC 变换器 38 提供给逆变器
44，并且根据需要也可以提供给电池 40。

DC-DC 变换器 38 升高或降低从燃料电池 36 输出的电压，并且通过
二极管 39 并联地为逆变器 44 和电池 40 提供可变的电压。DC-DC 变换
10 器 38 响应来自控制单元 20 的控制信号而调节升高或降低的电压。

二极管 39 使电流仅仅在从 DC-DC 变换器 38 到逆变器 44 或电池 40
的一个方向上流动。

根据需要在电池 40 内部积累由燃料电池 36 提供的电功率和由电
动机 46 通过逆变器 44 再生的电功率，并且向逆变器 44 提供积累的电
15 功率。在这一实施例中，电池 40 采用了作为二次电池的铅酸电池。电
池 40 也可以采用各种其他类型的二次电池，例如镍-铬电池，镍-氢电
池和锂二次电池。电池 40 的电源容量取决于电动车所需的驱动状态，
也就是预期的负载量以及燃料电池 36 的电源容量。

SOC 传感器 42 测量电池 40 的充电状态 (SOC)，并且将测量结果传
20 送给控制单元 20。在一个具体的例子中，SOC 传感器 42 包括一个 SOC
表，用来累计电池 40 产生的充电或放电电流和时间的乘积。控制单元
20 根据累计值来计算电池 40 的充电状态。SOC 传感器 42 可以包括一
个测量电池 40 的输出电压的电压传感器，或者是一个用来测量电池 40
内的电解液的比重的比重传感器，用来代替 SOC 表。在这种情况下，
25 控制单元 20 根据测得的值计算电池 40 的充电状态。

逆变器 44 用燃料电池 36 和电池 40 提供的电功率驱动电动机 46。
具体地说，逆变器 44 将 DC-DC 变换器 38 或电池 40 提供的 d. c. 电压
变换成三相 a. c. 电压，并且将变换而来的三相 a. c. 电压提供给电动机
46。逆变器 44 响应来自控制单元 20 的控制信号调节提供给电动机 46
30 的三相 a. c. 电压的幅值 (具体说就是脉冲宽度) 和频率，从而调节电
动机 46 产生的转矩。

实际的逆变器 44 的主要电路元件包括六个开关元件(例如是双极 MOSFET (IGBT))。由控制单元 20 的控制信号来控制这些开关元件的开关动作,从而将提供的 d. c. 电压变换成所需幅值和频率的三相 a. c. 电压。

5 电动机 46 例如是由一台三相同步电机构成的,由燃料电池 36 和电池 40 通过逆变器 44 提供的电功率来驱动,将转矩施加到一个驱动轴(未示出)上。产生的转矩通过一个齿轮单元(未示出)传递到电动车的轴(未示出)上,为车轮提供旋转驱动力。电动车在运行中就是这样接收驱动力的。

10 加速踏板位置传感器 22 测量电动车的加速器行程并且将测量结果传送给控制单元 20。

控制单元 20 包括 CPU20a, ROM20b, RAM20c 和一个输入-输出端口 20d。CPU20a 按照控制程序执行必要的操作,完成一系列处理和控
15 制。在执行操作的过程中使用的控制程序,控制数据,作为一个参数代表着供应给燃料电池 36 的各种气体流速下的输出电流-输出电压特性的数据,以及作为一个参数代表着电池 40 的各种充电状态(SOC)下的输出电流-输出电压的数据都被预先存储在 ROM20b 中,后两个数据将在下文中讨论。在执行操作的过程中获得的各种数据被暂时存储在 RAM20c 中。输入-输出端口 20d 输入从各个传感器送来的测量结果,
20 将这些输入提供给 CPU20a,并且响应 CPU20a 发出的指令向各个部分输出控制信号。

以下参照图 2 的流程来说明在本实施例的燃料电池系统中执行的一系列处理。

25 图 2 表示在图 1 的燃料电池系统中执行的一种处理程序的流程图。在进入图 2 的程序时,控制单元 20 首先接收由加速踏板位置传感器 22 测量的加速器行程(步 S10)。控制单元 20 在这一步中检测驱动器的需求,也就是需要通过逆变器 44 为电动机 46 提供多少电功率来驱动电动车。随后,控制单元 20 根据输入的加速器行程来计算需要提供给逆变器 44 的电功率(也就是逆变器 44 所需的输出)(步 S12)。

30 控制单元 20 还输入作为气体流速由流速传感器 32 测量的富氢气体或气体燃料的流速(步 S14)。在经历电化学反应的过程中,氢和氧的

量之间存在由通式(4)表示的固定关系。控制单元 20 也可以输入作为气体流速由流速传感器 34 测量的空气或氧化气体的流速,用来代替富氢气体或气体燃料流速。控制单元 20 也可以输入富氢气体和空气两种流速。

- 5 如上所述,作为燃料电池 36 的一个参数代表着在各种气体流速下的输出电流-输出电压特性的数据被存储在控制单元 20 所包括的 ROM20b 中。

10 图 3 的特性曲线表示输出电流-输出电压特性随着作为图 1 所示的燃料电池 36 的一个参数的气体流速变化而发生的改变。在图 3 的曲线中,燃料电池 36 的输出电压被绘制成纵坐标,输出电流被绘制成横坐标。

15 如图 3 所示,燃料电池 36 的输出电流-输出电压特性是随着流入燃料电池 36 的气体燃料(气体流速)的流速变化而改变的。确定气体流速的过程无异于确定对应这一特定气体流速的输出电流-输出电压特性。在图 3 的曲线中,特性曲线随着流速的逐渐变化从 F1, F2, F3 到 F4。

20 各种气体流速下的输出电流-输出电压特性被存储在 ROM20b 中。控制单元 20 从控制单元 20 中的 ROM20b 读出对应着输入气体流速的输出电流-输出电压特性。控制单元 20 随后根据读出的输出电流-输出电压特性计算出燃料电池 36 的一个最高能量转换效率点(步 S16)。

25 燃料电池 36 的能量转换效率是燃料电池 36 的功率发生效率和气体利用系数的乘积(功率发生效率 \times 气体利用系数)。众所周知,在燃料电池中,功率发生效率与输出电压成正比,而所需的气体燃料量与输出电流成正比。因而就可以用输出电压和输出电流的乘积替代燃料电池的功率发生效率和气体利用系数的乘积。换句话说,燃料电池的能量转换效率是由燃料电池的输出电压和输出电流的乘积(输出电压 \times 输出电流)来代表的。

30 如果将图 3 中所示的特性曲线 F2 作为对应着测得的气体流速的输出电流-输出电压特性读出,控制单元 20 根据读出的输出电流-输出电压特性曲线 F2 计算出输出电压和输出电流具有最大乘积的一个点 P_m,并且将点 P_m 确定为最高能量转换效率点。

燃料电池的输出电压和输出电流的乘积对应着燃料电池的输出电功率。燃料电池的最高输出电功率点相当于最高能量转换效率点。

在计算完最高能量转换效率点之后，控制单元 20 将算出的点作为燃料电池的工作点(步 S18)，并且估算在这一确定的工作点上激活燃料电池 36 所输出的电功率(步 S20)。

控制单元 20 可以在处理步骤 S14 到 S20 的同时执行处理步骤 S10 和 S12，或者是在完成一系列处理之后再开始另一系列处理。

控制单元 20 接着从步 S12 计算的逆变器 44 的所需输出中减去在步 S20 估算的燃料电池 36 的输出电功率，从中确定一个差(步 S22)。当这一差不小于零时，程序从步 S24 开始执行。另一方面，当这一差小于零时，程序从步 S32 开始执行。在这一差不小于零的状态下，燃料电池 36 的输出电功率不能满足逆变器 44 的所需输出。在这一差小于零的状态下，燃料电池 36 的输出电功率超过了逆变器 44 的需求。

在这一差不小于零的状态下，控制单元 20 首先输入由 SOC 传感器 42 测量的电池 40 的充电状态(SOC)(步 S24)。

如上所述，以电池 40 的各个 SOC 为参数的代表输出电流-输出电压特性的数据被存储在控制单元 20 所包括的 ROM20b 中。

图 4 的特性曲线表示输出电流-输出电压特性随着作为图 1 所示的电池 40 的一个参数的 SOC 变化而发生的改变。在图 4 的曲线中，燃料电池 36 的输出电压被绘制成纵坐标，而输出电流被绘制成横坐标。

如图 4 所示，燃料电池 36 的输出电流-输出电压特性随着电池 40 的 SOC 的变化而改变。确定 SOC 的过程可以明确地确定对应着特定 SOC 的输出电流-输出电压特性。在图 4 的曲线中，特性曲线按照 SOC 的顺序变成 G1, G2, ... 到 G5。各个 SOC 上的输出电流-输出电压特性被存储在 ROM20b 中。

控制单元 20 对应着输入的 SOC 从控制单元 20 的 ROM20b 中读出输出电流-输出电压特性。控制单元 20 接着根据读出的输出电流-输出电压特性从步 S22 获得的逆变器 44 所需的输出和燃料电池 36 的输出电功率之间的差来确定电池 40 所需的输出电压(步 S26)。

在一个具体实施例中，在对应着测得的 SOC 读出图 4 中所示的输出电流-输出电压特性曲线 G3 时，由控制单元 20 计算一个点，在计算

出的点上的输出电压和输出电流的乘积(也就是电池40的输出电功率)基本上等于逆变器44所需的输出和读出的输出电流-输出电压特性曲线G3上的燃料电池36输出电功率之间的差。假设计算出来的点是图4中所示的 P_n 。然后将电池40在这一点 P_n 上的输出电压 V_n 确定为电池5 40的输出电压。

然后由控制单元20控制DC-DC变换器38,从而将DC-DC变换器38的输出电压调节到步S26所确定的输出电压(步S28)。DC-DC变换器38的输出电压分别被提供给电池40和逆变器44。按照这种方式调节DC-DC变换器38的输出电压可以使电池40的输出电压等于在步S26 10 确定的输出电压。通过这样的调节,就可以使从电池40输出的输出电功率等于在步S22获得的逆变器44所需的输出和燃料电池36的输出电功率之间的差所对应的那一电功率。

控制单元20接着控制逆变器44,使电动机46通过逆变器44吸取对应着步S12中计算的逆变器44的所需输出的电功率。从电池40输出 15 的电功率被相应地提供给逆变器44,从燃料电池36提取电功率的不足(也就是逆变器44所需的输出和电池40的输出电功率之间的差)并且提供给逆变器44(步S30)。

控制单元20按照上述方式控制DC-DC变换器38和逆变器44,从燃料电池36中提取在步S20中估算的输出电功率,在最高能量转换效率 20 的工作点上激活燃料电池。

另一方面,在步S22所获得的逆变器44的所需输出与燃料电池36的输出电功率之间的差小于零的情况下,控制单元20按照与步S24相同的方式输入由SOC传感器42测量的电池40的SOC(步S32),并且确定输入的SOC是否小于100%(步S34)。当输入的SOC小于100%时,程 25 序就确定电池40仍然有余地进一步积累电功率,并且从步S36开始执行以后的程序。另一方面,当输入的SOC等于100%时,程序就确定电池40已经没有任何余地进一步积累电功率,并且从步S42开始执行以后的程序。

在输入的SOC小于100%的情况下,按照与步S26相同的处理方式, 30 控制单元20读出对应着输入的SOC的输出电流-输出电压特性,并且根据读出的输出电流-输出电压特性从步S22获得的逆变器44所需的

输出和燃料电池 36 的输出电功率之间的差来确定电池 40 所需的输出电压(步 S36)。

5 在一个具体实施例中,如上所述,在读出对应着输入 SOC 的输出电流-输出电压特性曲线 G3 时,由控制单元 20 计算一个点,在这一点上的输出电压和输出电流的乘积基本上等于逆变器 44 所需的输出和读出的输出电流-输出电压特性曲线 G3 上的燃料电池 36 输出电功率之间的差。与步 S26 的处理不同,由于逆变器 44 所需的输出与燃料电池 36 输出电功率之间的差小于零(也就是负值),步 S36 的处理计算出的输出电压和输出电流的乘积(也就是电池 40 的输出电功率)的那一点是负值。
10 值。电池 40 输出的电功率为负值代表的意思是电池 40 在积累电功率。如图 4 所示,电池 40 的输出电压不会是负值,因此,处理过程计算出具有负的输出电流的点。

假设算出的点是图 4 中的 Pr。然后就将电池 40 在算出的这一点 Pr 上的输出电压 Vr 确定为电池 40 所需的输出电压。

15 控制单元 20 接着控制 DC-DC 变换器 38,将 DC-DC 变换器 38 的输出电压调节到步 S36 中确定的输出电压(步 S38)。这种调节使得电池 40 的输出电压等于在步 S26 确定的输出电压,并且在电池 40 中积累电功率。具体地说,这一控制过程使得从燃料电池 36 中提取电功率,并且能够将总输出功率当中对应着在步 S22 获得的逆变器 44 的所需输出和燃料电池 36 的输出电功率之间的差的绝对值的一部分电功率积累
20 在电池 40 中。

控制单元 20 随后控制逆变器 44,使得电动机 46 通过逆变器 44 吸取电功率,这一电功率对应着在步 S12 中算出的逆变器 44 的所需输出。从燃料电池 36 提取的总电功率当中对应着算出的逆变器 44 所需
25 输出(也就是没有积累在电池 40 中的剩余的电功率)的电功率被相应地提供给逆变器 44 被电动机 46 吸收(步 S40)。

控制单元 20 按照上述方式控制 DC-DC 变换器 38 和逆变器 44,从燃料电池 36 中提取在步 S20 估算出的输出电功率,在最高能量转换效率的工作点上激活燃料电池 36。

30 另一方面,在输入 SOC 等于 100%的情况下,控制单元 20 读出对应着 SOC = 100%的输出电流-输出电压特性,并且根据读出的输出电流-

输出电压特性来确定电池 40 在电池 40 的输出电功率等于零的情况下需要的输出电压(步 S42)。

在图 4 的例子中, 读出的特性曲线 G5 代表对应着 SOC = 100% 的输出电流-输出电压特性。控制单元 20 相应地计算一个点, 在读出的
5 输出电流-输出电压特性曲线 G5 上, 电池 40 在这一点上的输出电功率 (也就是输出电压和输出电流的乘积) 等于零。如图 4 所示, 由于电池 40 的输出电压不会有任何负值, 控制单元 20 算出输出电流等于零的点。

在图 4 的例子中, 在一个点 P_s , 电池 40 的输出电功率等于零。相
10 应地将电池 40 在点 P_s 上的输出电压 V_s 确定为电池 40 所需的输出电压。

控制单元 20 接着控制 DC-DC 变换器 38, 将 DC-DC 变换器 38 的输出电压调节到步 S42 所确定的输出电压(步 S44)。这种调节致使电池
15 40 的输出电压等于在步 S42 确定的输出电压。电池 40 的输出电功率相应地等于零。电池 40 既不输出电功率也不积累电功率。

控制单元 20 接着控制逆变器 44, 使得电动机 46 通过逆变器 44
20 吸取电功率, 这一电功率对应着步 S12 中算出的逆变器 44 的所需输出。相应地从燃料电池 36 提取对应着逆变器 44 的所需输出的电功率, 并且提供给逆变器 44 被电动机 46 所吸收, 不用积累在电池 40 中(步 S46)。

在这种情况下, 从燃料电池 36 提取的电功率对应着逆变器 44 的
所需输出, 但是不一定符合在步 S20 中估算的输出电功率。仍然存在
燃料电池 36 在步 S18 所确定的工作点以外的某个工作点上被激活的可能性。

上述说明没有具体涉及到控制单元 20 为控制系 26 所执行的控制
25 程序。控制单元 20 按照以下的任何一种程序控制系 26, 调节供应给转化单元 28 的燃料量。例如, 控制单元 20 按照逆变器 44 在过去几秒钟内向电动机 46 实际输出的电功率的平均值来调节供应给转化单元 28 的燃料量。在其他例子中是按照加速器的行程(也就是逆变器 44 的所需输出)或电池 40 的 SOC 来调节燃料的量。也可以通过综合的方式来
30 调节燃料的量。另一种程序是直接控制系 26 为转化单元 28 供应固定

量的燃料。

如上所述，本实施例的技术可以在没有步 S46 的操作的情况下在最高能量转换效率的工作点上激活燃料电池 36。这种配置能够提高燃料电池 36 的能量转换效率，从而尽可能地提高燃料电池的功率发生效率和气体利用系数。

本发明不仅限于上述实施例及其变形，在不脱离本发明主要特征的范围或原理的条件下还可以有许多其它修改，变更和替换。

在上述实施例在结构中，作为燃料电池 36 的一个参数代表着在各种气体流速下的输出电流-输出电压特性的数据被预先存储在控制单元 20 所包括的 ROM20b 中。控制单元 20 对应着输入的气体流速读出输出电流-输出电压特性，并且在读出的输出电流-输出电压特性上计算燃料电池 36 的最高能量转换效率的确定的点。控制单元 20 随后将算出的这一确定点作为燃料电池 36 的工作点，并且估算燃料电池 36 在这一确定的工作点上被激活时产生的输出电功率。然而，本发明的技术不仅限于这种配置。按照一种修改的配置，代表对应着各种气体流速的输出电流-输出电压特性上的最高能量转换效率点的数据被预先存储在控制单元 20 所包括的 ROM20b 中。在这种情况下，控制单元 20 是从控制单元 20 的 ROM20b 中读出对应着输入气体流速的最高能量转换效率点。按照再一种修改的配置，代表燃料电池 36 在对应着各种气体流速的最高能量转换效率的工作点上被激活时的输出电功率的数据被预先存储在控制单元 20 所包括的 ROM20b 中。在这种情况下，控制单元 20 是从控制单元 20 的 ROM20b 中读出对应着输入气体流速的燃料电池 36 的输出电功率。

如上所述，代表最高能量转换效率点的数据和代表在最高能量转换效率工作点上激活燃料电池时的输出电功率的数据被存储在控制单元 20 所包括的 ROM20b 中。这种配置主要依赖于由控制单元 20 所控制的负载。

在上述的实施例中是将甲醇和水作为燃料 24 供应给转化单元 28。然而，本发明的技术不仅限于这一种燃料，还可以用甲烷，乙醇，天然气，汽油和燃油代替甲醇。

本发明的技术不仅限于装有燃料电池系统的电动车，在工业中还

可以用于任何其它装有燃料电池系统的运输工具，例如车，船，飞机和其它采用燃料电池系统的商用和家用电气设备。

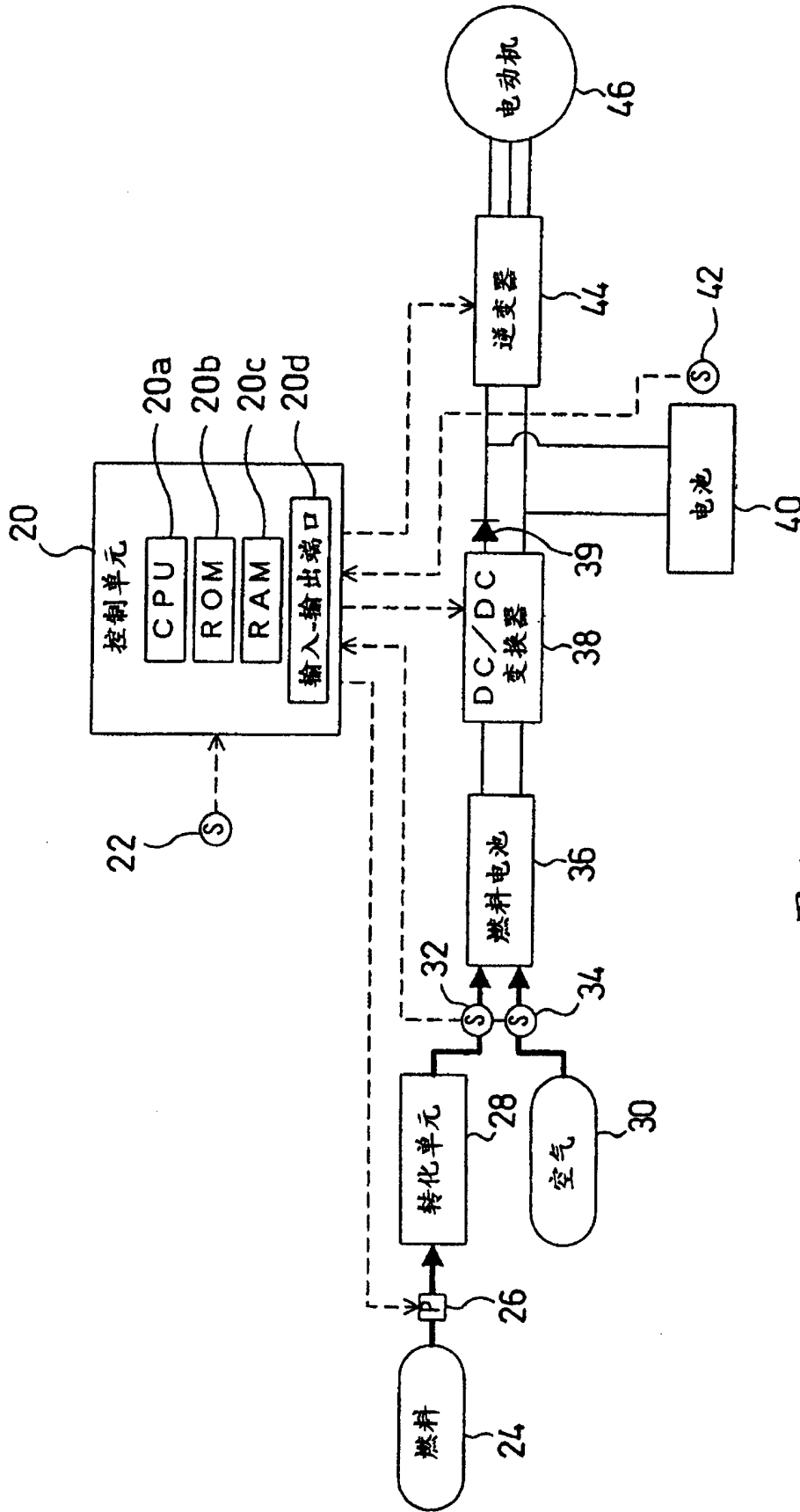


图 1

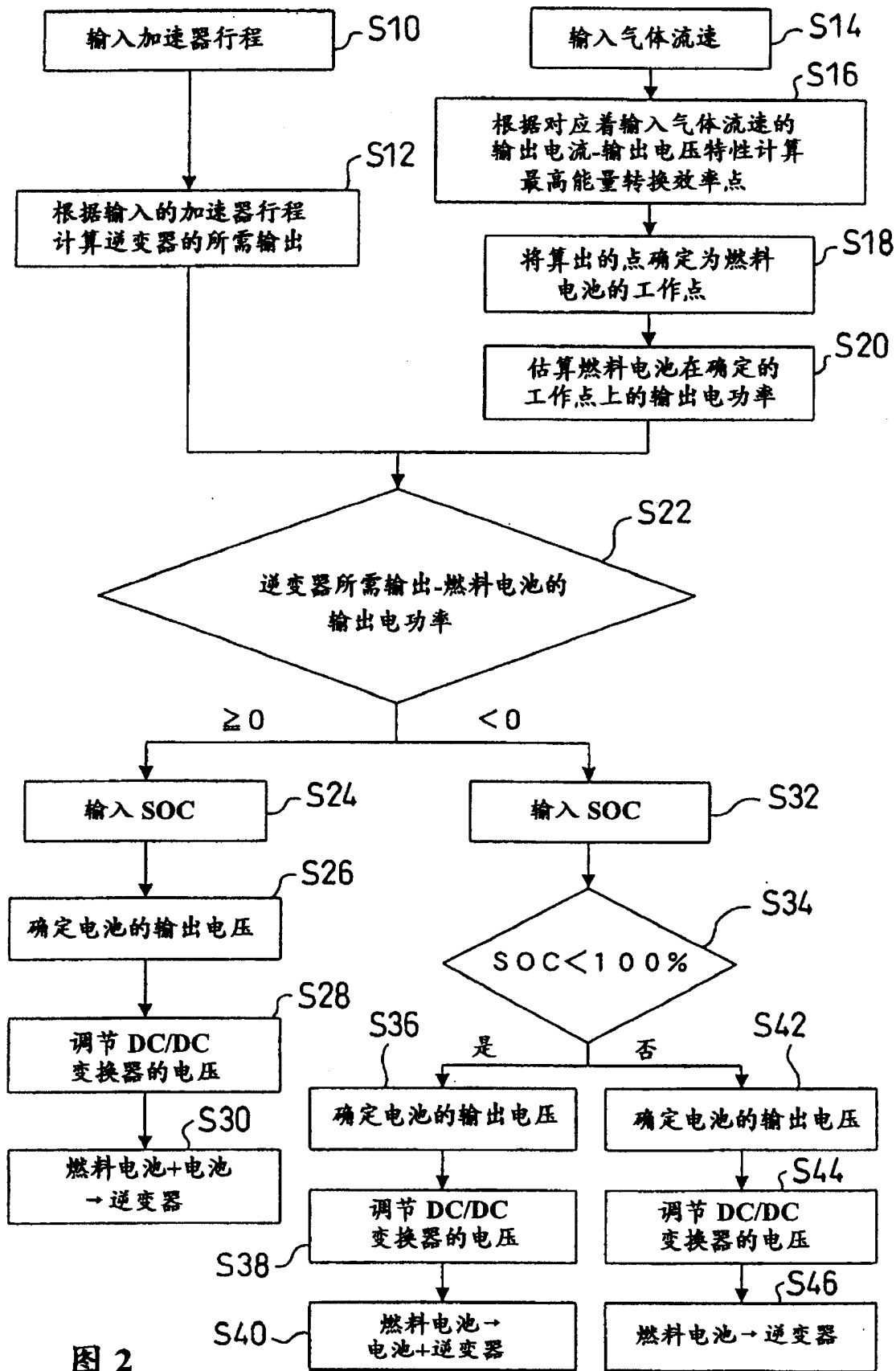


图 2

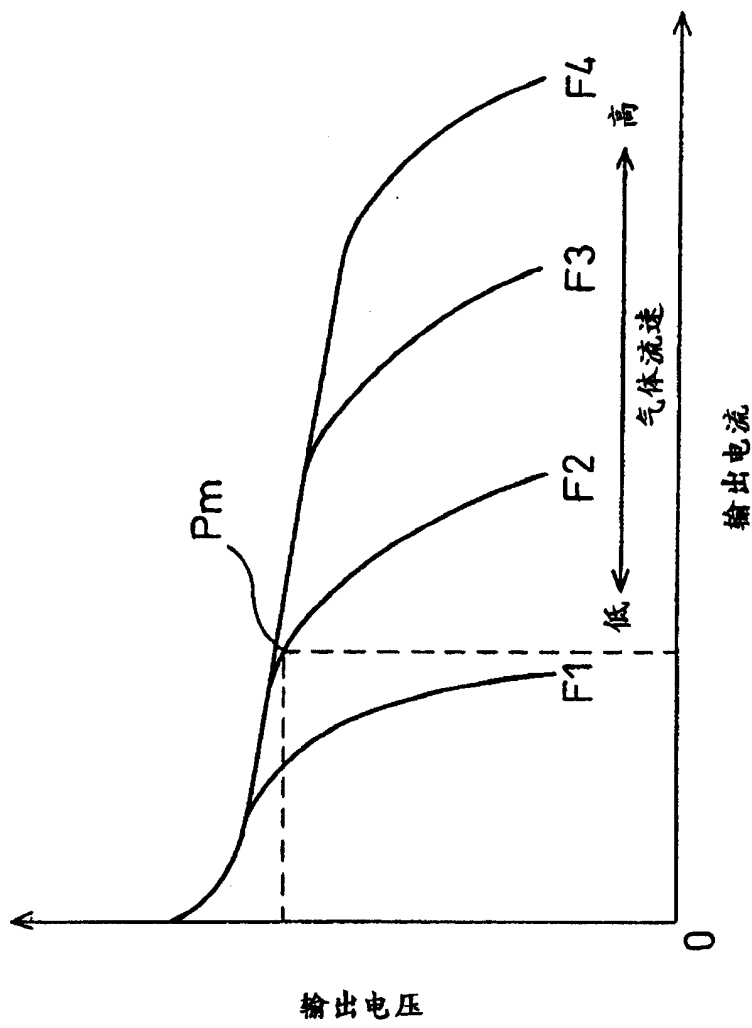
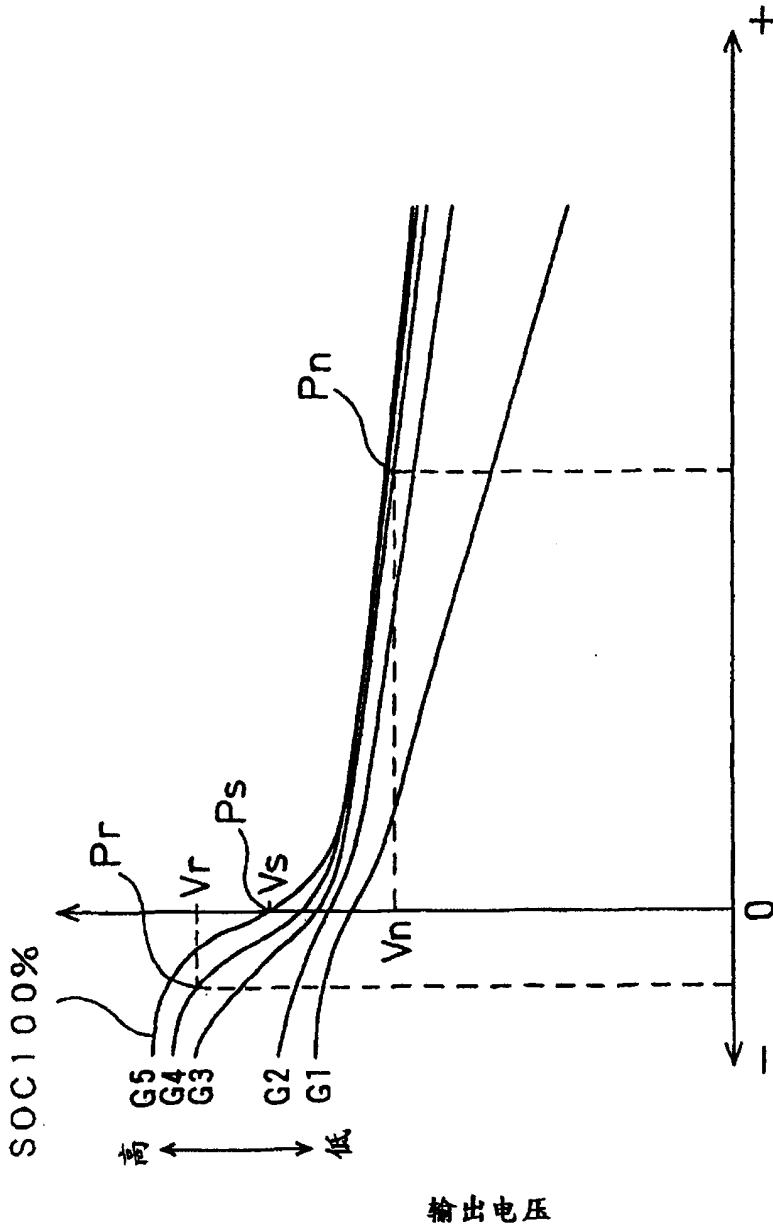


图 3



输出电流

图 4

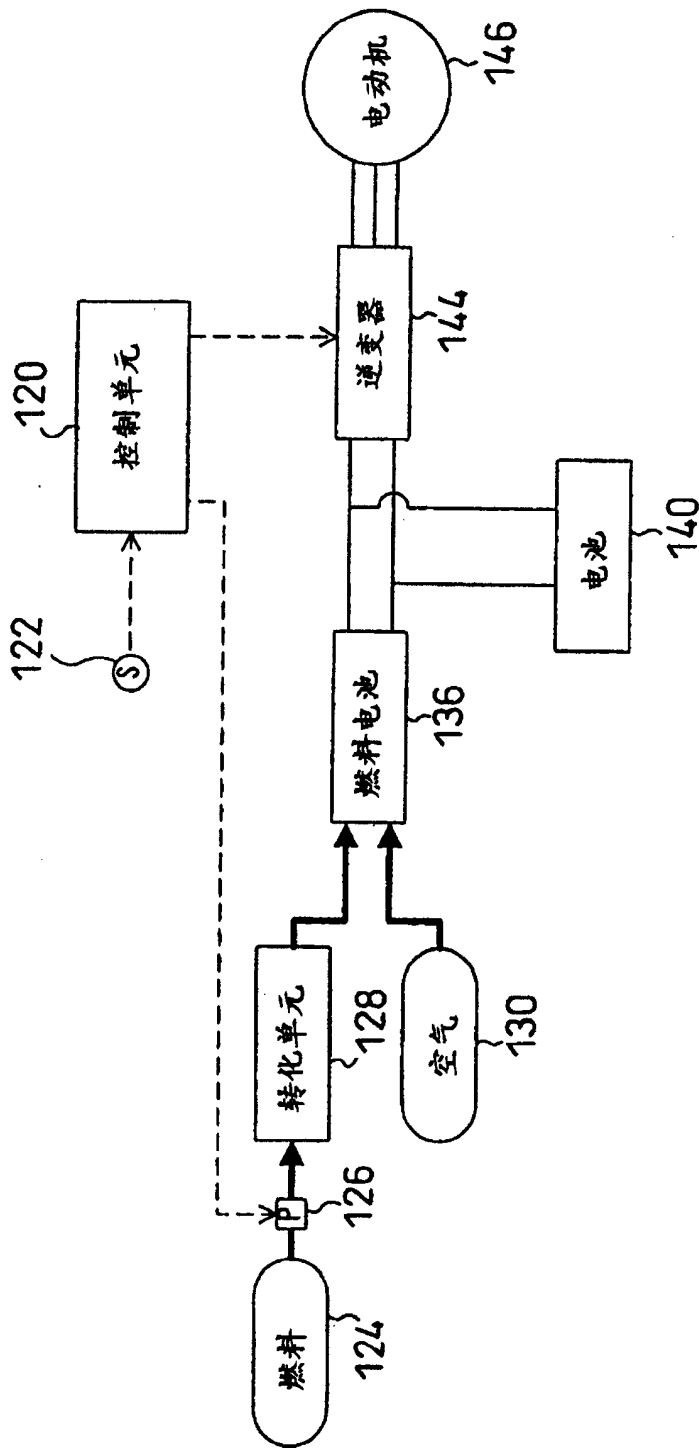


图 5

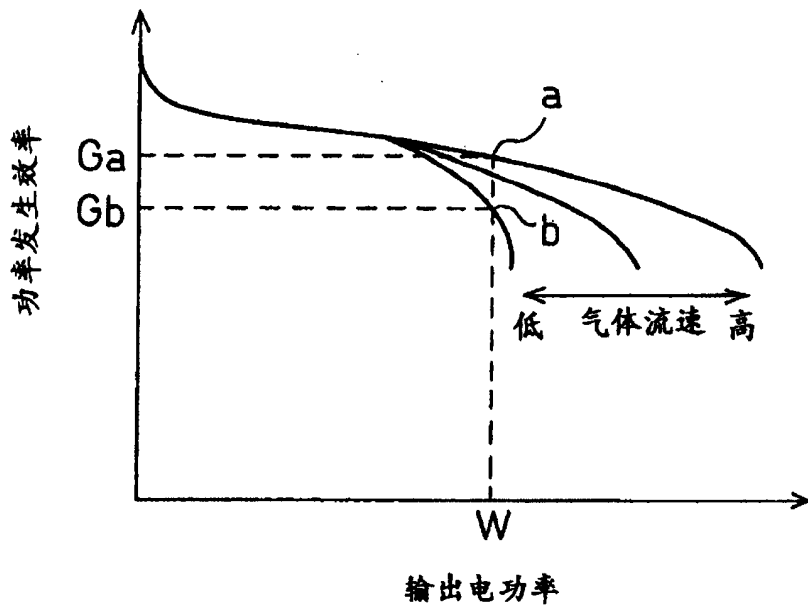


图 6

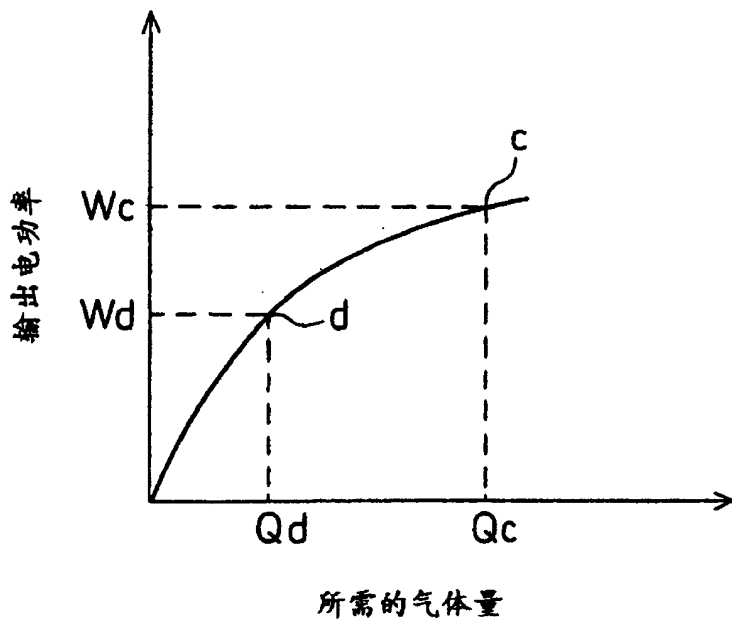


图 7