

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 12 月 8 日(08.12.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/151864 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/003718
- (22) 国際出願日: 2010 年 6 月 3 日(03.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 片野剛司 (KATANO, Koji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 明成国際特許事務所 (TOKKYO GYOMUHOJIN MEISEI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目 1 8 番 1 9 号三井住友銀行名古屋ビル 7 階 Aichi (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

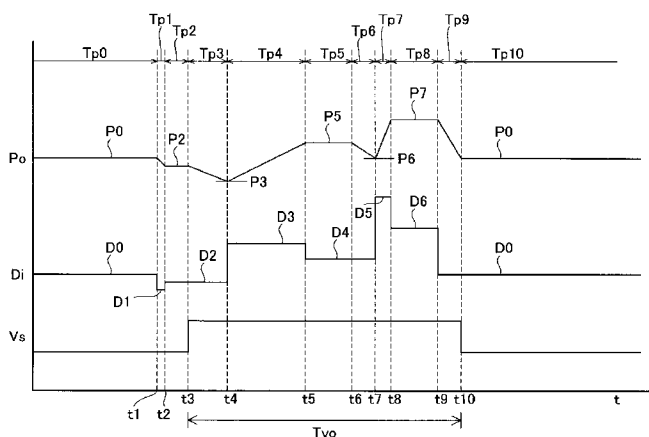
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM

(54) 発明の名称: 燃料電池システム

[図4]



(57) Abstract: Disclosed is a fuel cell system which is provided with a fuel cell (22), a pressure control part (62), and an exhaust valve (50). The pressure control part (62) is disposed in a fuel gas passage (60) through which fuel gas to be supplied to the fuel cell (22) flows, so as to control pressure of the fuel gas to be supplied to the fuel cell (22). The exhaust valve (50) is disposed in fuel exhaust gas passages (63e, 63m, 63r) through which fuel exhaust gas discharged from the fuel cell (22) flows, and discharges at least a portion of the fuel exhaust gas to outside of the fuel exhaust gas passages when opened. Before the exhaust valve (50) is opened, the pressure of the fuel gas to be supplied to the fuel cell (22) is further lowered by controlling the pressure control part (62). Then, the exhaust valve (50) is opened when the pressure of the fuel gas to be supplied to the fuel cell (22) is equal to a lowered first pressure.

(57) 要約: 燃料電池システムであって、燃料電池 22 と、圧力制

御部 62 と、排気弁 50 と、を備える。圧力制御部 62 は、燃料電池 22 に供給すべき燃料ガスが流れる燃料ガス流路 60 に設けられ、燃料電池 22 に供給すべき燃料ガスの圧力を制御することができる。排気弁 50 は、燃料電池 22 から排出される燃料排ガスが流れる燃料排ガス流路 63e, 63m, 63r に設けられ、開弁したときに、燃料排ガスの少なくとも一部を燃料排ガス流路の外に排出できる。圧力制御部 62 を制御して、排気弁 50 を開く前に、燃料電池 22 に供給すべき燃料ガスの圧力をそれまでよりも低下させる。そして、燃料電池 22 に供給すべき燃料ガスの圧力が低下された第 1 の圧力であるときに排気弁 50 を開く。

明 細 書

発明の名称： 燃料電池システム

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池の運転に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、燃料電池システムにおいては、燃料ガスとしての水素ガスを循環させ、燃料ガス内の不純物が増加すると、排ガスの一部を循環系の外部に排出する、いわゆる「パージ動作」を実行するシステムが存在する。そして、たとえば、特許文献１の技術においては、パージ動作が実行されたと判定した場合には、排気排水弁の開放（ＯＮ）時点より後に、インジェクタから燃料電池への水素ガスの噴射を停止させるとともに、水素ポンプを停止させて循環流路から水素供給流路への水素ガスの循環を停止させる。一方、パージ動作が実行されていないものと判定した場合には、インジェクタの通常制御を続行する。すなわち、インジェクタのガス噴射時間及びガス噴射時期を制御して、燃料電池に供給される水素ガスの流量及び圧力を調整する。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] しかし、上記の従来技術においては、アノード（水素極、負極）からカソード（酸素極、正極）へ、膜電極接合体（ＭＥＡ）を透過して水素ガスが透過する、いわゆる「クロスリーク」については考慮されていない。また、燃料ガス循環系から不純物を多く含む燃料ガスを排出するための排気排水弁の開閉力と、燃料ガスの循環系の圧力の関係についても考慮されていない。

[0004] 燃料ガスの循環系の圧力が高く設定されると、アノード（水素極、負極）からカソード（酸素極、正極）へ、膜電極接合体（ＭＥＡ）を透過する水素ガスの量が多くなる。よって、クロスリーク低減の観点からは、燃料ガス循環系の圧力は、低く設定されることが好ましい。燃料ガス循環系の圧力が低く設定される場合には、排気排水弁の径は大きく設定される。外部との圧力

差が小さい状態において、定められた時間内に適切な量のガスを、燃料ガス循環系から外部に排出できるようにするためである。

[0005] 一方、燃料ガス循環系の圧力は、動的に制御されている。そして、所定の目的のために、燃料ガス循環系の圧力が一時的に低い値に制御されることがある。排気排水弁を駆動する駆動装置は、そのような、系の内外の圧力差が小さいときでも、適切な流量を確保できるように排気排水弁を開閉する必要がある。このため、排気排水弁の径を大きく設定すると、弁を閉じる向きに弁を押圧するような圧力差が系の内外で生じているときにも弁を適切に開閉できるように、排気排水弁を駆動する駆動装置も、大きな力を発生させることができる大きな物とならざるを得ない。その結果、燃料電池システム自体も大型化せざるを得ない。このような問題は、燃料電池を搭載した車両に限らず、小型化、軽量化が望まれる燃料電池システムについて、広く存在する。

[0006] 本発明は、上述の課題の少なくとも一部を取り扱うためになされたものであり、燃料電池システムにおいて、クロスリークを低減しつつ、燃料電池システムを小型化することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、上述の課題の少なくとも一部を取り扱うために以下の形態または適用例として実現することが可能である。

[0008] [適用例 1]

燃料電池システムであって、

燃料電池と、

前記燃料電池に供給すべき燃料ガスが流れる燃料ガス流路に設けられ、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を制御することができる圧力制御部と、

前記燃料電池から排出される燃料排ガスが流れる燃料排ガス流路に設けられ、開弁したときに、前記燃料排ガスの少なくとも一部を前記燃料排ガス流路の外に排出できる排気弁と、

前記燃料電池システムの制御を行う制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力が第 1 の圧力であるときに
前記排気弁を開き、

前記圧力制御部を制御して、少なくとも前記排気弁を開いた後の所定
の時間区間について、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を、前記第
1 の圧力よりも高い第 2 の圧力とする、燃料電池システム。

[0009] このような態様とすれば、第 2 の圧力に比べて低い第 1 の圧力にあるとき
に排気弁を開くため、小さな力で排気弁を開くことができる。このため、ク
ロスリーク低減のために定常運転時の燃料ガス流路内の圧力を低く設定し、
排気弁の径を大きくしても、排気弁を小さく設けることができる。すなわち
、クロスリークを低減しつつ、燃料電池システムを小型化することができる
。そして、上記のような態様とすれば、排気弁を開いた後に燃料電池に供給
すべき燃料ガスの圧力を上げることがない態様に比べて、より短い時間で、
排気弁から燃料排ガス流路の外に燃料排ガスを排出することができる。

[0010] なお、ここでいう「排気弁」は、弁体のほか、弁体を駆動する装置をも含
む。また、燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を第 2 の圧力とする時間区
間は、排気弁を開いた直後に開始してもよいし、排気弁を開いた後、所定時
間を経過した後に開始してもよい。そして、燃料ガスの圧力を第 2 の圧力と
する時間区間は、排気弁を閉じる前に終了してもよいし、排気弁を閉じた後
に終了してもよい。

[0011] 〔適用例 2〕

適用例 1 の燃料電池システムであって、

前記制御部は、

前記燃料電池に発電を行わせている際に、前記燃料電池に供給すべき
燃料ガスの圧力が所定の圧力となるように、前記圧力制御部をフィードバッ
ク制御し、

前記フィードバック制御におけるフィードバック信号と、前記圧力制

御部の運転状態と、の少なくとも一方の変化に基づいて、前記排気弁が開いたことを検知して、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を前記第2の圧力にする、燃料電池システム。

[0012] このような態様とすれば、実際に排気弁が開いたことによるフィードバック信号または圧力制御部の運転状態の変化を検知して、燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を上げる制御を行うことができる。よって、圧力を上げる制御によって、排気弁の開弁を阻害することがない。

[0013] [適用例3]

適用例1の燃料電池システムであって、さらに、

前記圧力制御部の下流において、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスと前記燃料排ガスとの少なくとも一方の圧力を検知するための圧力センサを備えており、

前記制御部は、前記圧力センサによって得られる測定値の低下に基づいて、前記排気弁が開いたことを検知する、燃料電池システム。

[0014] このような態様とすれば、実際に排気弁が開いたことによる圧力の低下を検知して、燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を上げる制御を行うことができる。よって、圧力を上げる制御によって、排気弁の開弁を阻害することがない。

[0015] [適用例4]

適用例1ないし3のいずれかの燃料電池システムであって、

前記制御部は、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を前記第2の圧力にした後、前記圧力制御部を制御して、前記排気弁が開いた状態において、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を、前記第2の圧力よりも高い第3の圧力にする、燃料電池システム。

[0016] 燃料排ガス流路には、燃料電池から排出された水が液体として存在することがある。そして、排気弁から液体の水とガスとを排出する際には、排気弁が開弁した後、まず、燃料排ガス流路の外に液体の水が排出され、その後、不純物と未反応の燃料ガスとを含むガスが排出される。一方、燃料排ガス流

路内の圧力が高く、燃料排ガス流路の外部との圧力差が大きい場合には、排気弁から液体の水が排出される際に、キャビテーションが生じ、効率的に水が排出されないことがある。

上記の態様においては、はじめに排気弁から液体の水を排出する際には、燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を比較的低い第2の圧力とする。その結果、燃料排ガス流路の圧力も低く抑えられる。このため、キャビテーションの発生をおさえつつ、効率的に水を排出することができる。そして、水を排出した後は、燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力をより高い第3の圧力とする。その結果、燃料排ガス流路の圧力も高くなる。このため、効率的にガスを排出することができる。

[0017] [適用例5]

適用例1または2を限定した適用例4の燃料電池システムであって、さらに、

前記圧力制御部の下流において、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスと前記燃料排ガスとの少なくとも一方の圧力を検知するための圧力センサを備えており、

前記制御部は、前記圧力センサによって得られる測定値の所定時間における低下幅が、所定のしきい値を超えた後に、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を前記第3の圧力にする前記処理を行う、燃料電池システム。

[0018] 排気弁から水が排出されている際には、燃料ガス流路、燃料電池内、および燃料排ガス流路の圧力は、急激に低下することではなく、少しずつ低下する。一方、排気弁から水が排出された後、すなわちガスが排出される際には、燃料ガス流路、燃料電池内、および燃料排ガス流路の圧力は、急激に低下する。このため、上記のような態様とすれば、実際にガスの排出が開始された後に、燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力、ひいては、燃料排ガス流路の圧力を高くすることができる。

[0019] * *

なお、適用例3が備える圧力センサと、適用例5が備える圧力センサとは

、一つのものとすることもでき、別個のものとすることもできる。

[0020] なお、開弁後、所定時間が経過した後に、燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を第3の圧力にする制御を行う態様とすることもできる。このような態様とすれば、簡易な制御で、効率的に水とガスとを排気弁からそれぞれ排出することができる。

[0021] [適用例6]

適用例1または2の燃料電池システムであって、さらに、
前記燃料排ガス流路内を流れる前記排ガスの一部を前記燃料ガス流路に戻す環流路と、

前記燃料電池の温度を決定するための温度センサと、
前記燃料電池から流れる電流の量を決定するための電流計と、
前記燃料ガス供給源から前記圧力制御部に供給される燃料ガスの圧力を測定する第1の圧力センサと、

前記圧力制御部が前記燃料電池に供給する燃料ガスの圧力を測定する第2の圧力センサと、を備え、

前記圧力制御部は、前記燃料ガス流路において前記燃料ガス供給源と前記燃料電池との間に設けられ、前記燃料ガス供給源から供給される燃料ガスとしての水素ガスを、制御された圧力で前記燃料電池に供給することができるインジェクタであり、

前記制御部は、

前記開弁時に、前記排気弁からガスを排出しつつ、前記圧力制御部を介して前記燃料ガス供給源から供給される燃料ガスを前記燃料電池に供給し、

前記燃料ガス供給源から前記圧力制御部に供給された燃料ガスの圧力と、前記圧力制御部が前記燃料電池に供給した燃料ガスの圧力と、前記燃料電池の温度と、前記燃料電池が流す電流と、に基づいて得られるパラメータが所定の値を下回ったときに、前記排気弁を閉じる、燃料電池システム。

[0022] 排気弁から排出されるガスは、燃料ガスとしての水素ガスと、不純物とし

での窒素および水蒸気と、を含む。これらのガスの分子量はそれぞれ 2、14、18 である。よって、排気弁から排出されるガスの平均分子量は、2～18 である。一方、燃料ガスとしての水素ガスの分子量は 2 である。このため、開弁時に、燃料排ガス流路、燃料電池、および燃料排ガス流路を含む系から、不純物を多く含むガスが排気弁を介して排出され、その系に、燃料ガス供給源からの燃料ガスが供給されると、排気弁を介して排出されるガスの平均分子量は、徐々に小さくなる。この平均分子量が所定値よりも小さくなったときには、燃料排ガス流路、燃料電池、および燃料排ガス流路を含む系から不純物は十分に排出されたと判断することができる。

一方、排気弁から排出されるガスの平均分子量の平方根は、排気弁から排出されるガスの単位時間当たりの流量に比例する。

そして、排気弁から排出されるガスのうち、窒素は、主として燃料電池において生じるクロスリークにより、燃料排ガス流路に混入する。クロスリークの量は、燃料電池の温度と相関がある。

また、排気弁から排出されるガスのうち、水蒸気は、主として燃料電池における発電によって生じる水に起因する。この水蒸気の量は、燃料電池における発電の電流量および燃料電池の温度と相関がある。

さらに、排気弁から排出されるガスのうち、水素ガスの量は、インジェクタを介して燃料電池に供給された水素と、燃料電池における発電によって消費された水素との差として得られる。そして、インジェクタを介して燃料電池に供給された水素の量は、圧力制御部の前後における圧力差から決定する。

上記の態様においては、圧力制御部に供給された燃料ガスの圧力と、圧力制御部から燃料電池に供給され燃料ガスの圧力と、燃料電池の温度と、燃料電池の温度と、燃料電池の電流と、に基づいて得られるパラメータが所定の値を下回ったときに、排気弁を閉じる。そのような態様とすることで、系を循環するガスから不純物が十分に排出された状態で、排気弁を閉じることができる。

[0023] [適用例 7]

適用例 1 ないし 6 のいずれかの燃料電池システムであって、

前記制御部は、

前記圧力制御部を制御して、前記排気弁を閉じる前に、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力をそれまでよりも低下させ、

前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力が前記低下された状態において前記排気弁を閉じる、燃料電池システム。

[0024] このような態様とすれば、排気弁を閉じることにより、燃料排ガス流路、燃料電池、および燃料排ガス流路を含む系の圧力が、好ましくない程度に高くなってしまいう事態を防止することができる。

[0025] [適用例 8]

燃料電池システムの運転方法であって、

前記燃料電池システムは、

燃料電池と、

前記燃料電池に供給すべき燃料ガスが流れる燃料ガス流路に設けられ、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を制御することができる圧力制御部と、

前記燃料電池から排出される燃料排ガスが流れる燃料排ガス流路に設けられ、開弁したときに、前記燃料排ガスの少なくとも一部を前記燃料排ガス流路の外に排出できる排気弁と、を備え、

前記方法は、

(a) 前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力が第 1 の圧力であるときに前記排気弁を開く工程と、

(b) 前記圧力制御部を制御して、前記排気弁を開いた後、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を、前記第 1 の圧力よりも高い第 2 の圧力にする工程と、を備える方法。

[0026] 本発明は、上記以外の種々の形態で実現可能であり、例えば、燃料電池の搭載方法、燃料電池システム、燃料電池を搭載した車両などの形態で実現す

ることが可能である。

[0027] 以下では、図面を参照して、本願発明の好ましい実施例の詳細が説明され、本願発明の上述の目的およびその他の目的、構成、効果が明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の実施例である燃料電池システム10の構成の概略を表すブロック図である。

[図2]気液分離器27の開閉弁50周辺を拡大して示す模式図である。

[図3]気液分離器27の開閉弁50周辺を拡大して示す模式図である。

[図4]制御部70が行うインジェクタ62の制御の内容を示すチャートである。

[図5]開閉弁50内の圧力 P_e がある値であるときの、単位時間当たりのガスおよび水の排出量を示すグラフである。

[図6]希釈器26から排出される排ガス中の水素濃度 D_h を表すグラフである。

[図7]開弁時間の改変を示すグラフである。

[図8]第2実施例において、制御部70が行うインジェクタ62の制御の内容を示すチャートである。

[図9]開閉弁50が開かれた直後に開閉弁50から排出されるガスの内容と、開閉弁50が閉じられる直前に開閉弁50内から排出されるガスの内容とを表すグラフである。

[図10]制御部70が有する、開閉弁50から排出される窒素ガスの単位時間当たりの量 q_n に関するマップ M_n を表す図である。

[図11]制御部70が有する、開閉弁50から排出される単位時間当たりの水蒸気の量 q_w に関するマップ M_{w1} , M_{w2} , M_{w3} を表す図である。

[図12]冷却水温 T_w が50度のときの、液分離器27から排水すべき液体の水の量 q_L を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明の実施の形態について、実施例に基づき説明する。

[0030] A. 第1実施例：

A 1. 装置の全体構成：

図1は、本発明の実施例である燃料電池システム10の構成の概略を表すブロック図である。燃料電池システム10は、発電の本体である燃料電池22と、燃料電池22に供給する水素を貯蔵する水素タンク23と、燃料電池22に圧縮空気を供給するためのエアコンプレッサ24と、を備えている。燃料電池22としては種々の種類の燃料電池を用いることが可能であるが、本実施例では、燃料電池22として固体高分子型燃料電池を用いている。この燃料電池22は、複数の単セルを積層したスタック構造を有している。

[0031] 水素タンク23は、例えば、高圧水素を貯蔵する水素ボンベとすることができる。あるいは、水素吸蔵合金を内部に備え、水素吸蔵合金に吸蔵させることによって水素を貯蔵するタンクとしても良い。水素タンク23に貯蔵された水素ガスは、水素ガス供給路60に放出された後、インジェクタ62によって所定の圧力に調整されて、燃料電池22のアノードに供給される。なお、水素ガス供給路60には、FC入口シャットバルブ61が設けられている。

[0032] インジェクタ62は、弁が開いた状態と弁が閉じた状態の二つの状態を有する。インジェクタ62は、「弁が開いた状態にある時間 T_o 」と「弁が閉じた状態にある時間 T_c 」とをそれぞれ所定の値に固定して、弁が開いた状態と弁が閉じた状態を高速に繰り返すことができる。このため、インジェクタ62をPWM制御することにより、任意の圧力で燃料電池22のアノードに水素ガスを供給することができる。

[0033] インジェクタ62において、「弁が開いた状態にある時間 T_o 」を、「弁が開いた状態にある時間 T_o 」と「弁が閉じた状態にある時間 T_c 」との和で割って得られる比を、本明細書において「デューティ比 D_i 」と呼ぶ。このデューティ比 D_i を調整することにより、インジェクタ62は、任意の圧力で燃料電池22のアノードに水素ガスを供給することができる。本明細書

においては、弁が開いた状態にある時間の割合が大きいほど、デューティ比が「大きい」と記述する。

[0034] 燃料電池 22 のアノードから排出されるアノード排ガスは、図 1 に示すように、アノード排ガス路 63 e, 63 m, 63 r に導かれて再び水素ガス供給路 60 に流入する。アノード排ガス路 63 e, 63 m, 63 r の途中には、水素ポンプ 65 が設けられている。燃料電池 22 のアノードの下流側に接続されているアノード排ガス路 63 e、およびアノード排ガス路 63 m の圧力は、燃料電池 22 内の経路の圧損および燃料電池 22 で消費された水素ガスの分だけ、燃料電池 22 の上流側に接続されている水素ガス供給路 60 の圧力よりも低い。燃料電池 22 から排出されアノード排ガス路 63 e, 63 m を流通するアノード排ガスは、水素ポンプ 65 によって圧縮され、圧力を高められて、アノード排ガス路 63 r に供給され、水素ガス供給路 60 に流入する。このように、アノード排ガス中の残余の水素ガスは流路内を循環して再度電気化学反応に供される。

[0035] また、アノード排ガス路 63 e とアノード排ガス路 63 m の間には、気液分離器 27 が設けられている。電気化学反応の進行に伴ってカソードでは水が生じる。カソードで生じた水は、電解質膜を介してアノード側のガス内にも導入される。本実施例の燃料電池システム 10 では、この水によるフラッシングを防止するため、アノード排ガス中に溜まった水蒸気を、気液分離器 27 によってアノード排ガス路 63 中において凝縮させ、系外に排出する。なお、ここでいう「系」とは、燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給路 60 と、燃料電池 22 内の燃料ガスの流路と、燃料電池 22 から排出されるアノード排ガスを再び燃料ガス供給路 60 に供給するアノード排ガス路 63 e, 63 m, 63 r と、から構成されるガス流路をいう。

[0036] 気液分離器 27 には、開閉弁 50 が設けられており、さらに開閉弁 50 を介して気液排出路 64 が接続されている。そして、気液排出路 64 は、希釈器 26 に接続されている。開閉弁 50 を開状態とすることで、気液分離器 27 内で凝縮された水、およびアノード排ガス路 63 を流通するアノード排ガ

スの一部が、希釈器 26 を通じて大気中に排出される。

[0037] 図 2 および図 3 は、気液分離器 27 の開閉弁 50 周辺を拡大して示す模式図である。図 2 は、開閉弁 50 が閉じている状態を示す。図 3 は、開閉弁 50 が開いている状態を示す。開閉弁 50 は、気液分離器 27 の外殻を兼ねる外殻 51 と、弁体 52 と、パッキン 53 と、ソレノイド 54 とを備えている。外殻 51 は、開閉弁 50 の内部と外部を区切っており、穴 51h を備えている。開閉弁 50 の内部は、穴 51h を介して気液排出路 64 と連通し得る。パッキン 53 は、弾性変形可能な素材で設けられており、外殻 51 の内側において、穴 51h の周りを囲んでいる。

[0038] 弁体 52 は、パッキン 53 に押しつけられると穴 51h を閉じる。弁体 52 がパッキン 53 から離れると、開閉弁 50 の内部は、穴 51h を介して気液排出路 64 と連通する。ソレノイド 54 は、開閉弁 50 の内部に設けられており、弁体 52 を動かす。ソレノイド 54 は、弁体 52 を外殻 51 に向かって押しつけて、パッキン 53 と密着させ、または弁体 52 をパッキン 53 から引き離す。その結果、開閉弁 50 は、弁が開いた状態と弁が閉じた状態の二つの状態を取ることができる。制御部 70 は、開閉弁 50 のソレノイド 54 を制御して、開閉弁 50 を開閉させる。

[0039] 開閉弁 50 は、気液分離器 27 の底部に設けられている。このため、開閉弁 50 が開状態となると（図 3 参照）、気液分離器 27 内で凝集された水はすべて希釈器 26 に排出される。そして、その水が排出された後で、アノード排ガスの一部が希釈器 26 に排出される（図 3 の矢印 A f 参照）。

[0040] 本実施例の燃料電池システム 10 は、アノード排ガス路 63 を水素ガス供給路 60 に接続して、アノード排ガスを再び電気化学反応に供する構成となっている。燃料電池 22 においては、カソード側からアノード側に電解質膜を通じて窒素が浸透する。このため、燃料電池 22 とアノード排ガス路 63 との間で水素ガスを循環させると、時間の経過とともに、アノード側の窒素濃度が上昇する。そこで、燃料電池システム 10 では、所定の時間間隔で開閉弁 50 を介して、アノード排ガスの一部を流路外に排出している。こうす

ることによって、アノード排ガス路 6 3 内の不純物濃度の低下を図り、アノードに供給するガス中の窒素等の不純物濃度の上昇を防止している。

[0041] 図 1 に示すエアコンプレッサ 2 4 は、加圧した空気を酸化ガスとして酸化ガス供給路 6 7 を介して燃料電池 2 2 のカソードに供給する。エアコンプレッサ 2 4 が空気を圧縮する際には、フィルタを備えたマスフロメータ 2 8 を介して、外部から空気を取り込む。カソードから排出されるカソード排ガスは、カソード排ガス路 6 8 に導かれて外部に排出される。

[0042] カソード排ガス路 6 8 には、前述の希釈器 2 6 が設けられている。希釈器 2 6 は、気液排出路 6 4 よりも断面積が大きい容器であり、一端が大気に解放されている。希釈器 2 6 には、気液分離器 2 7 に接続された開閉弁 5 0、ならびに気液排出路 6 4 を介してアノード排ガスが流入する。希釈器 2 6 に流入したアノード排ガスは、希釈器 2 6 においてカソード排ガスと混合されることによって希釈される。その後、混合されたアノード排ガスとカソード排ガスとは、カソード排ガス路 6 8 から大気中に排出される。その際、排出されるガス中の水素ガスの濃度が所定濃度以下となるように、エアコンプレッサ 2 4 等の燃料電池システム 1 0 の各機器が制御される。

[0043] 燃料電池システム 1 0 は、さらに、燃料電池 2 2 の運転温度が所定温度となるように燃料電池 2 2 を冷却するための冷却部 4 0 を備えている。冷却部 4 0 は、冷却水路 4 1 と、冷却ポンプ 4 2 と、ラジエータ 2 9 とを備えている。冷却水路 4 1 は、燃料電池 2 2 の内部とラジエータ 2 9 との間で冷却水が循環するように、冷却水を導く流路である。冷却ポンプ 4 2 は、冷却水路 4 1 内で冷却水を循環させる。ラジエータ 2 9 は、冷却ファンを備えており、燃料電池 2 2 内を経由して昇温した冷却水を冷却する。

[0044] なお、既述したエアコンプレッサ 2 4 や冷却ポンプ 4 2、あるいはラジエータファンや流路に設けた弁など、燃料電池 2 2 の発電に伴って動作する装置を、以後、燃料電池補機と呼ぶ。これらの燃料電池補機は、燃料電池 2 2 から電力を供給されて動作する。

[0045] 燃料電池 2 2 には、燃料電池 2 2 から電力を供給される電力消費装置であ

る負荷装置 30 が接続されている。負荷装置 30 には、たとえば、燃料電池 22 から電力を供給されて動作する電動機が含まれる。なお、図 1 では、負荷装置 30 は、燃料電池システム 10 から独立した負荷として表わしているが、この負荷装置 30 には、既述した燃料電池補機も含まれる。すなわち、図 1 では、エアコンプレッサ 24 等の燃料電池補機を含めて、燃料電池 22 から電力を供給される装置を負荷装置 30 として表す。

[0046] 燃料電池システム 10 は、さらに、燃料電池システム 10 の各部の動きを制御する制御部 70 を備えている。制御部 70 は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成される。より詳しくは、制御部 70 は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する CPU と、CPU で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納された ROM と、同じく CPU で各種演算処理をするのに必要な各種データが一時的に読み書きされる RAM と、各種の信号を入出力する入出力ポート等を備える。

[0047] この制御部 70 は、燃料電池システム 10 の各部に設けられた電流計 35、電圧計 36、インピーダンス計 37、温度センサ 43、圧力センサ 66a、66b などの各センサの検出信号や、負荷装置 30 における負荷要求に関する情報を取得する。また、制御部 70 は、燃料電池システム 10 が備えるポンプや流路に設けられた弁やラジエータファンなど、燃料電池 22 の発電に関わる各部に駆動信号を出力する。なお、図 1 では、燃料電池システム 10 の構成要素と制御部 70 との間で信号のやり取りがなされる様子を表すために、制御部 70 を燃料電池システム 10 の外部に記載している。

[0048] 燃料電池システム 10 は、燃料電池 22 と負荷装置 30 とを接続する回路において電流計 35 を備えている（図 1 参照）。また、燃料電池システム 10 は、冷却水路 41 に、燃料電池 22 から送出されラジエータ 29 に流入する冷却水温度を検出するための温度センサ 43 を備えている。さらに、燃料電池システム 10 は、水素ガス供給路 60 であって水素タンク 23 より下流でインジェクタ 62 よりも上流の位置に、圧力センサ 66a を備えている。

そして、燃料電池システム 10 は、水素ガス供給路 60 であってインジェクタ 62 より下流で燃料電池 22 よりも上流の位置に、圧力センサ 66b を備えている。

[0049] 制御部 70 は、予め制御部 70 内に記憶されているマップを参照して、電流計 35 によって検出される電流量、温度センサ 43 によって検出される冷却水温、および圧力センサ 66a, 66b によって検出される水素ガスの圧力などに基づいて、開閉弁 50 の開閉動作の制御、ならびにインジェクタ 62 の動作の制御を行う。たとえば、燃料電池 22 の発電量の積算値に基づいて、弁を開く時間間隔（弁を閉じている時間）と、弁を開いている時間とを定めた弁用マップ M_v が予め作成され、制御部 70 内に格納されている。なお、弁用マップ M_v は、冷却水温の区分に応じた複数組のデータを有している。

[0050] A2. 開閉弁およびインジェクタの制御：

前述のように、制御部 70 は、弁用マップ M_v を参照し、燃料電池 22 の発電量の積算値に基づいて、開閉弁 50 を開閉する。そして、制御部 70 は、開閉弁 50 を開閉に応じて、インジェクタ 62 の運転状態を制御する。

[0051] 図 4 は、制御部 70 が行うインジェクタ 62 の制御の内容を示すチャートである。図 4 の下段に示す V_s は、開閉弁 50 の開閉状態を示す。 V_s がハイであることが、開閉弁 50 が開いていることを示す。 V_s がロウであることが、開閉弁 50 が閉じていることを示す。図 4 の中段に示す D_i は、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i である。インジェクタ 62 のデューティ比 D_i は、制御部 70 の制御にしたがって様々な値を取りうる。図 4 の上段に示す P_o は、圧力センサ 66b によって測定されるインジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力である（図 1 参照）。

[0052] 制御部 70 は、弁用マップ M_v にしたがって、所定の時刻 t_3 で開閉弁 50 を開くべきであると判断すると、時刻 t_3 に先だって、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力を低下させる。具体的には、まず、時刻 t_1 で、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i を、それまでのデューティ比 D_0 から

D_1 ($D_1 < D_0$) に低下させ、その後、時刻 t_2 で、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i を、 D_2 ($D_1 < D_2 < D_0$) とする。

[0053] その結果、時刻 t_1 と t_2 の間の時間区間 T_{p1} において、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o は、 P_0 から P_2 ($P_2 < P_0$) に低下する。そして、時刻 t_2 と t_3 の間の時間区間 T_{p2} において、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o は、 P_2 に保たれる。なお、 P_0 、 P_1 、 P_2 は、いずれも気液排出路 64 および希釈器 26 内の圧力 P_d よりも高い。

[0054] その後、時刻 t_3 において、制御部 70 は開閉弁 50 を開く。このように、本実施例では、開閉弁 50 を開くのに先立って、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o を低くする（図 4 の時間区間 T_{p1} 、 T_{p2} 参照）。このため、開閉弁 50 を開くときのアノード排ガス路 63e および気液分離器 27 内の圧力 P_e が低くなる。すなわち、気液分離器 27 内の圧力 P_e と、気液排出路 64 および希釈器 26 内の圧力 P_d との差が小さくなる。このため、弁体 52 の径が大きい場合にも、小さな力で弁体 52 を開閉弁 50 内部に向かって動かすことができる（図 2 および図 3 参照）。また、燃料電池システムの運転の都合のために、インジェクタ 62 の下流側の圧力 P_o が大きいときにも、小さな力で弁体 52 を開閉弁 50 内部に向かって動かすことができる。よって、ソレノイド 54 として、強い力を発生させることができる大型のソレノイドを装備する必要がない。

[0055] 時刻 t_3 において開閉弁 50 が開くと、開閉弁 50 から液体の水およびガスが希釈器 26 に排出される（図 1 および図 3 参照）。その結果、アノード排ガス路 63e、63m、63r と、燃料電池 22 内の燃料ガスの流路と、燃料ガス供給路 60 と、を含む系（以下、「燃料ガス循環系」と呼ぶ）の圧力が低下する。このため、圧力センサ 66b によって測定されるインジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o も低下する（図 4 の時間区間 T_{p3} 参照）。 P_o が所定の圧力 P_3 ($P_3 < P_2$) にまで低下したことを検知すると、制御部 70 は、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i を、 D_2 から D_3

($D_2 < D_0 < D_3$) に上昇させる。その結果、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o が、時間区間 T_{p4} において、 P_3 から P_5 まで上昇する ($P_5 > P_0$)。

[0056] その後、制御部 70 は、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i を、 D_4 ($D_0 < D_4 < D_3$) に保つ。その結果、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o は、時間区間 T_{p5} において、 P_5 ($P_2 < P_0 < P_5$) に保たれる。

[0057] このように、本実施例では、開閉弁 50 を開いた後に、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o を、開弁前より高くする (図 4 の時間区間 T_{p0} , T_{p5} 参照)。このため、排ガス循環系に含まれる開閉弁 50 内の圧力を高くすることができる。その結果、燃料電池の発電量が低く、圧力 P_0 が低い場合にも、開閉弁 50 から効率的に水およびガスを排出することができる。また、開閉弁 50 を開く際には、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o は、 P_5 よりも低い値である。このため、小さな力で弁体 52 を開閉弁 50 内部に向かって動かすことができる。よって、ソレノイド 54 として、強い力を発生させることができる大型のソレノイドを装備する必要がない。そして、開閉弁 50 を開く前の定常時の圧力 P_0 を、水およびガスの系からの排出を考慮せずに定められるため、定常運転時の圧力 P_0 を、クロスリークが生じにくい圧力に設定することができる。

[0058] また、本実施例においては、開閉弁 50 の開弁を圧力変化に基づいて検知して、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o を高くしている。このため、開閉弁 50 の開弁前に水素ガスの圧力 P_o を高くしてしまい、開弁を阻害する事態を避けることができる。

[0059] 時刻 t_3 において開閉弁 50 が開かれた後、時刻 t_6 までは、開閉弁 50 から水が排出されている。このため、燃料ガス循環系から急速に気体や液体が排出されて、内部の圧力が急激に低下するということはない。水が開閉弁 50 から排出される速度は、ガスが開閉弁 50 から排出される速度に比べて、遅いためである。時間区間 T_{p5} において、インジェクタ 62 の下流側の

水素ガスの圧力 P_o を一定に保つためのインジェクタ62のデューティ比 D_4 は、開閉弁50から水が排出されており、ガスが排出されていないことを想定した設定値である。

[0060] その後、時刻 t_6 において、開閉弁50からの水の排出が完了し、開閉弁50からガスが排出され始める。その結果、燃料ガス循環系の圧力は、急激に低下する。そのため、インジェクタ62の下流側の水素ガスの圧力 P_o も急激に低下する（図4の時間区間 T_{p6} 参照）。

[0061] インジェクタ62の下流側の圧力 P_o の単位時間当たりの低下幅が、所定のしきい値 T_r6 より大きくなったことを検知すると、制御部70は、インジェクタ62のデューティ比 D_i を、 D_4 から D_5 （ $D_3 < D_4 < D_5$ ）に上昇させる。その結果、インジェクタ62の下流側の水素ガスの圧力 P_o が、時間区間 T_{p7} において、 P_6 から P_7 まで上昇する（ $P_6 < P_5 < P_7$ ）。その後、制御部70は、インジェクタ62のデューティ比 D_i を、 D_6 （ $D_4 < D_6 < D_5$ ）に保つ。その結果、インジェクタ62の下流側の水素ガスの圧力 P_o は、時間区間 T_{p8} において、 P_7 （ $P_7 > P_5$ ）に保たれる。

[0062] このように、本実施例では、水の排出が完了し開閉弁50からガスが排出され始めたことを圧力の低下率に基づいて検知して、さらに系の圧力を高くする（図4の時間区間 $T_{p6} \sim T_{p8}$ 参照）。このため、開閉弁50から効率的にガスを排出することができる。

[0063] その後、制御部70は、弁用マップ M_v にしたがって開閉弁50を閉じるべき時刻 t_{10} に先だって、インジェクタ62の下流側の水素ガスの圧力を低下させる。具体的には、時刻 t_9 （ $t_9 < t_{10}$ ）で、インジェクタ62のデューティ比 D_i を、それまでのデューティ比 D_6 から D_0 に低下させる。その結果、時間区間 T_{p9} において、インジェクタ62の下流側の水素ガスの圧力 P_o は、 P_7 から P_0 （ $P_0 < P_7$ ）に低下する。そして、時刻 t_9 以降の時間区間 T_{p10} において、インジェクタ62の下流側の水素ガスの圧力 P_o は、 P_0 に保たれる。なお、図4の例においては、燃料電池22

の発電状態は、一貫して変わっていないものとする。

[0064] その後、時刻 t_{10} において、制御部 70 は、開閉弁 50 を閉じる。このように、本実施例では、開閉弁 50 を閉じるのに先立って、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i を下げ、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o を低くする（図 4 の時間区間 T_{p9} 、 T_{p10} 参照）。このため、開閉弁 50 を閉じた直後にアノード排ガス路 63 e および気液分離器 27 内の圧力 P_e が高くなる事態を防止できる。

[0065] 図 5 は、開閉弁 50 内の圧力 P_e がある値であるときの、単位時間当たりのガスおよび水の排出量を示すグラフである。縦軸が、単位時間当たりのガスおよび水の排出量を表す。横軸が時間を表す。グラフ Q_g は、開閉弁 50 からガスのみが排出されているときの、単位時間当たりのガスの排出量の変化を表す。グラフ Q_w は、開閉弁 50 から水とガスが排出されているときの、単位時間当たりのガスおよび水の排出量の変化を表す。

[0066] グラフ Q_g より、開閉弁 50 からガスのみが排出されているときの、単位時間当たりのガスの排出量は、時間とともに増大することが分かる。これに対して、グラフ Q_w より、開閉弁 50 から水とガスが排出されているときの、単位時間当たりのガスの排出量は、所定量に達した後はほとんど増大しないことが分かる。これは、排出される水の中でキャビテーションが生じて、開閉弁 50 からの水およびガスの排出を阻害するためである。キャビテーションは、開閉弁 50 の内外での圧力差が所定値より大きいと発生しやすくなる。なお、キャビテーションが生じると、騒音も増大し、開閉弁 50 を構成する各部材の腐食も進行しやすくなる。

[0067] このため、図 4 の時間区間 T_{p5} におけるインジェクタ 62 のデューティ比 D_4 は、開閉弁 50 内の圧力 P_e が、キャビテーションが生じやすくなる値より低くなるように、設定される。より具体的には、インジェクタ 62 のデューティ比 D_4 は、以下のように定められる。

[0068] インジェクタ 62 の下流側、すなわち燃料電池 22 の上流側の水素ガスの圧力 P_o がある値であるときの、インジェクタ 62 より下流で、かつ気液分

離器 27 までの圧力損失（主として燃料電池 22 による圧力損失）は、あらかじめ測定することができる。このため、気液分離器 27 の開閉弁 50 内の圧力 P_e が、キャビテーションが生じる値未満となるように、燃料電池 22 などの圧力損失を考慮して、インジェクタ 62 の下流側（燃料電池 22 の上流側）の水素ガスの目標圧力 P_o が定められる。そして、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力が P_o となるように、インジェクタ 62 のデューティ比 D_4 が、定められる。

[0069] これに対して、開閉弁 50 からガスのみ排出されるときインジェクタ 62 のデューティ比 D_6 には、キャビテーションの発生に関する制限はない（図 4 の時間区間 T_{p8} 参照）。よって、デューティ比 D_6 は、デューティ比 D_4 よりも、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o を高くするように設定される（ $P_7 > P_5$, $D_6 > D_4$ ）。このようにインジェクタ 62 のデューティ比 D_4 , D_6 を設定することで、開閉弁 50 から水とガスが排出されているときには、キャビテーションを生じさせることなく、効率的に水とガスを排出することができる。そして、開閉弁 50 からガスのみが排出されているときには、さらに高い圧力で、効率的にガスを排出することができる。

[0070] 一方、デューティ比 D_6 は、希釈器 26、および燃料電池 22 に圧縮空気を供給するエアコンプレッサ 24 等の性能に基づいて、以下のような制限下で設定される。すなわち、図 4 においては、デューティ比 D_6 は、技術の理解を容易にするため一定値として示した。しかし、実際には、制御部 70 は、希釈器 26 から排出される排ガスの水素濃度が、所定値（たとえば、3.9%）未満となるように、デューティ比 D_6 を制御する。

[0071] 図 6 は、希釈器 26 から排出される排ガス中の水素濃度 D_h を表すグラフである。縦軸が水素濃度 D_h を表す。横軸が時間を表す。図 4 の時刻 t_3 で開閉弁 50 が開かれると、開閉弁 50 からは、最初はほとんど水のみが排出される。その時間区間は、図 6 の時間区間 T_{p61} に相当する。その後、開閉弁 50 からガスが排出され始めると、希釈器 26 から排出される排ガスの

水素濃度 D_h は、急激に上昇する（図6の時間区間 T_{p62} 参照）。そして、制御部70の水素濃度に関する制御が介入すると、希釈器26から排出される排ガスの水素濃度 D_h は、一端低下する（図6の時間区間 T_{p63} 参照）。そして、その後、希釈器26から排出される排ガスの水素濃度 D_h は、所定値未満に保たれる（図6の時間区間 T_{p64} 参照）。

[0072] カソード排ガスの単位時間当たりの供給量が一定であるとする、希釈器26から排出される排ガスの水素濃度は、開閉弁50から排出されるガスの単位時間当たりの量に比例する。そして、開閉弁50から排出されるガスの単位時間当たりの量は、開閉弁50内外の圧力差に比例する。開閉弁50外部の圧力、すなわち、気液排出路64および希釈器26内の圧力 P_e は、燃料電池システムの運転条件に基づいて知ることができる。一方、開閉弁50内の圧力も、前述のように、インジェクタ62の下流側、すなわち燃料電池22の上流側の水素ガスの圧力 P_o に基づいて、知ることができる。よって、制御部70は、開閉弁50内の圧力と気液排出路64の圧力 P_e との差が、希釈後の排ガスの水素濃度3.9%に相当する所定値未満となるように、インジェクタ62のデューティ比 D_6 を制御する。

[0073] 図7は、開弁時間の改変を示すグラフである。縦軸は開閉弁50から排出されるガスの単位時間当たりの量を表す。横軸は時間を表す。前述のように、開閉弁50を開く時間 T_{vo} は、弁用マップ M_v に基づいて定められる。たとえば、時間 T_{vo} だけ開閉弁50を開くように、弁用マップ M_v に基づいて、開弁の制御の内容が定められたとする。

[0074] しかし、その後の燃料電池22の運転状態によっては、弁用マップ M_v に基づいて定められた時間 T_{vo} では、希釈後の排ガスの水素濃度を3.9%未満に維持しつつ、不純物を十分に系外に排出できない場合が生じる。より具体的には、時間 T_{vo} で不純物を十分に系外に排出するには、単位時間当たりの水素ガスの排出量が Q_o である必要があり、その場合には、希釈後の排ガスの水素濃度が3.9%を超えてしまう場合がある。そのような場合には、制御部70は、前述のように、希釈後の排ガスの水素濃度を3.9%

未満にできるようにインジェクタ 62 のデューティ比 D_6 を制御しつつ、開閉弁 50 を開く時間を、弁用マップ M_v に基づいて定められた時間 T_{vo} から延長する。その結果、単位時間当たり Q_{or} ($Q_{or} < Q_o$) だけの排出量となるように各部が制御され、時間 T_{vor} ($T_{vor} > T_{vo}$) だけ開閉弁 50 が開かれる。

[0075] このような制御を行うことで、希釈後の排ガスの水素濃度を所定値未満に保ちつつ、燃料ガス循環系から不純物を排出して、燃料電池に供給する水素ガスの濃度を一定値以上にすることができる。

[0076] B. 第 2 実施例：

第 2 実施例の燃料電池システムにおいては、目標圧力を維持するためのインジェクタ 62 のフィードバック制御の内容、開閉弁 50 が開いたことを検知する方法（図 4 の時刻 t_4 参照）、ならびに開閉弁 50 を閉じるタイミングの決定方法が、第 1 実施例の燃料電池システム 10 とは異なる。ハードウェア構成を含む第 2 実施例の燃料電池システムの他の点は、第 1 実施例の燃料電池システム 10 と同じである。

[0077] B1. 目標圧力を維持するためのインジェクタの制御と開弁の検知：

図 8 は、第 2 実施例において、制御部 70 が行うインジェクタ 62 の制御の内容を示すチャートである。図 8 において、図 4 と同じ符号は、図 4 と同じ対象を表す。なお、図 8 において、第 1 実施例におけるインジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o と、デューティ比 D_i とを、参考のために破線で示す。

[0078] 第 2 実施例においては、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o を目標圧力に制御するためのインジェクタ 62 の制御において、第 1 実施例よりも応答速度が速いフィードバック制御が行われる。なお、第 2 実施例においては、インジェクタ 62 のフィードバック制御は、インジェクタ 62 の下流側の圧力センサ 66b が測定した水素ガスの圧力 P_o と、目標圧力と、の差を表す信号を、フィードバック信号として、行われる。

[0079] 第 2 実施例においては、時刻 t_3 で開閉弁 50 が開かれて、水やガスが排

出され始め、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o がわずかに低下すると、制御部 70 は、デューティ比 D_i をより高い値にする。そして、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o が、目標圧力である P_2 を維持するように、制御部 70 は、デューティ比 D_i を設定する。その結果、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o は、ほとんど低下せず、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i は、 D_2 から D_{2f} ($D_{2f} > D_2$) に変化する（図 8 の時間区間 T_{p3} 参照）。

[0080] インジェクタ 62 のデューティ比 D_i がフィードバック制御によって所定のしきい値 T_{hd} よりも高い値に達したことを検知すると、制御部 70 は、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i を、さらに高い D_{3a} ($D_{2f} < D_{3a} < D_3$) に上昇させる（図 8 の時刻 t_4 ）。なお、しきい値 T_{hd} としては、開閉弁 50 を開く前のデューティ比 D_2 よりも大きく、開閉弁 50 を開いた後の初期の段階で想定されるデューティ比 D_{2f} よりも小さい値が、設定される。インジェクタ 62 のデューティ比 D_i が D_{3a} とされると、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o が、時間区間 T_{p4} において、 P_2 から P_5 まで上昇する ($P_5 > P_0$)。

[0081] このような態様とすれば、第 1 実施例のように圧力センサ 66b の測定値を使用することなく、インジェクタ 62 の制御状態（より具体的にはデューティ比）に基づいて開閉弁 50 を開いたことを検知し（時間区間 T_{p3} 参照）、インジェクタ 62 の下流側の水素ガスの圧力 P_o を、開弁前より高くすることができる（時間区間 T_{p4} 参照）。

[0082] B2. 閉弁の決定：

第 2 実施例においては、制御部 70 は、以下で説明する条件が満たされた場合は、開弁からの時間が、弁用マップ M_v にしたがって定められた時間 T_{vo} に達していなくても、開閉弁 50 を閉じる。

[0083] (i) 開閉弁から排出されるガスの平均分子量：

開閉弁 50 内のガスは、燃料ガスとしての水素ガスと、不純物としての窒素ガスおよび水蒸気と、を含む。水素ガスの分子量は 2 である。窒素ガスの

分子量は 14 である。水蒸気（水）の分子量は 18 である。このため、排気弁から排出されるガスの平均分子量は、2 ~ 18 である。一方で、燃料ガスとしての水素ガスの分子量は 2 である。

[0084] 図 9 は、開閉弁 50 が開かれた直後に開閉弁 50 から排出されるガスの内容と、開閉弁 50 が閉じられる直前に開閉弁 50 内から排出されるガスの内容とを表すグラフである。図 9 の縦軸は、単位時間当たりのガスの流量である。右側のグラフが、開閉弁 50 が開かれた直後に開閉弁 50 から排出されるガスの内容を表す。左側のグラフが、開閉弁 50 が閉じられる直前に開閉弁 50 内から排出されるガスの内容を表す。

[0085] 開閉弁 50 の開弁時に、燃料ガス循環系から、不純物を多く含むガスが排気弁を介して排出され、その系に、水素タンク 23 からの高圧の燃料ガスが供給されると（図 8 の時間区間 T_{p5} 、 T_{p8} 参照）、系内において、窒素ガスの量が減少し、水素ガスの量が増加する（図 9 参照）。なお、燃料電池 22 における発電量が変化しないとすると、単位時間当たりの水の生成量は変わらない。このため、図 9 のグラフにおいて水の量は変わっていない。

[0086] 上記のような燃料ガス循環系におけるガスの入れ替えが進むと、開閉弁 50 を介して排出されるガスの平均分子量 m は、徐々に水素の分子量 2 に近づく。すなわち、平均分子量 m は、徐々に小さくなる。この平均分子量 m が所定値よりも小さくなったときには、燃料ガス循環系から不純物は十分に排出されたと判断することができる。

[0087] 一方、開閉弁 50 から排出されるガスの平均分子量 m の平方根は、開閉弁 50 から排出されるガスの単位時間当たりの流量 Q に比例する。以下で、開閉弁 50 から排出されるガスの単位時間当たりの流量 Q の決定方法について、窒素ガス、水蒸気、水素ガスに分けて説明する。

[0088] (i i) 開閉弁から排出される窒素ガスの単位時間当たりの量：

図 10 は、制御部 70 が有する、開閉弁 50 から排出される窒素ガスの単位時間当たりの量 q_n に関するマップ M_n を表す図である。図 10 の縦軸は、開閉弁 50 から排出される窒素ガスの単位時間当たりの量 q_n を表す。図

10の横軸は、燃料電池22の冷却水の温度 T_w を表す。開閉弁50から排出されるガスのうち、窒素は、主として燃料電池22において生じるクロスリークにより、燃料ガス循環系に混入する。窒素のクロスリークの量は、燃料電池22の温度と相関がある。そして、燃料電池22の温度は、冷却水路41に設けられた温度センサ43が検出する冷却水の温度 T_w に基づいて決定することができる。

[0089] よって、燃料電池システムの構成が決まれば、燃料電池22の冷却水の温度 T_w から、開閉弁50から排出される窒素ガスの単位時間当たりの量 q_n を決定するマップ M_n （図10参照）を作成することができる。制御部70は、あらかじめそのようにして設けられた窒素ガス用のマップ M_n を保持している。

[0090] (iii) 開閉弁から排出される水蒸気の単位時間当たりの量：

図11は、制御部70が有する、開閉弁50から排出される単位時間当たりの水蒸気の量 q_w に関するマップ M_{w1} , M_{w2} , M_{w3} を表す図である。図11の縦軸は、開閉弁50から排出される水の単位時間当たりの量 q_w を表す。図11の横軸は、燃料電池22の単位時間当たりの発電量 P_g を表す。開閉弁50から排出されるガスのうち、水蒸気は、主として燃料電池22における発電によって生成される水に起因する。この水蒸気量は、燃料電池22における発電量 P_g および燃料電池22の温度と相関がある。燃料電池22における発電量は、電流計35が検出する電流量を単位時間だけ時間で積分して得られる量に基づいて、決定することができる。燃料電池22の温度は、温度センサ43が検出する冷却水の温度 T_w に基づいて決定することができる。

[0091] よって、燃料電池システムの構成が決まれば、燃料電池22の発電量（電流量）と、燃料電池22の冷却水の温度 T_w から、開閉弁50から排出される単位時間当たりの水蒸気の量 q_w を決定するマップ M_{w1} , M_{w2} , M_{w3} （図11参照）を作成することができる。それぞれ発電量 P_g と水蒸気量の関係を表すマップ M_{w1} , M_{w2} , M_{w3} は、互いに異なる冷却水温度 T

w_1 , T_{w2} , T_{w3} に対応する ($T_{w1} < T_{w2} < T_{w3}$)。ここでは、技術の理解を容易にするために、発電量 P_g と水蒸気量の関係を表すマップを3個のみ示した。しかし、実際には、より多くのマップが生成される。それら発電量 P_g と水蒸気量の関係を表すマップを水蒸気用のマップ M_w と総称する。制御部 70 は、あらかじめ設けられた水蒸気用のマップ M_w を保持している。

[0092] (i v) 開閉弁から排出される水素ガスの単位時間当たりの量：

開閉弁 50 から排出されるガスのうち、水素ガスの量は、インジェクタ 62 を介して燃料電池 22 に供給された水素と、燃料電池 22 における発電によって消費された水素との差として得られる。そして、インジェクタ 62 を介して燃料電池 22 に供給された水素の量は、インジェクタ 62 の前後における圧力差を単位時間だけ時間で積分して得られる量に基づいて、決定することができる。ここで、インジェクタ 62 の上流側の圧力は、圧力センサ 66 a で得ることができる。インジェクタ 62 の下流側の圧力は、圧力センサ 66 b で得ることができる。また、燃料電池 22 における発電によって消費された水素の量は、燃料電池 22 における発電量に基づいて決定することができる。そして、燃料電池 22 における発電量は、電流計 35 が検出する電流量を時間で積分して得られる量に基づいて、決定することができる。

[0093] よって、燃料電池システムの構成が決まれば、燃料電池 22 の発電量（電流量）と、冷却水の温度 T_w と、インジェクタ 62 の上流側と下流側の圧力とから、開閉弁 50 から排出される水素ガスの単位時間当たりの量 q_h を決定するマップ M_h を作成することができる。制御部 70 は、あらかじめそのようにして設けられた水素ガス用のマップ M_h を保持している。

[0094] (v) 閉弁の決定：

以上より、制御部 70 は、マップ M_n , M_w , M_h を参照しつつ、温度センサ 43 が検出する冷却水の温度と、電流計 35 が検出する電流量と、圧力センサ 66 a, 66 b が検出する圧力と、から、開閉弁 50 から排出されるガスの単位時間当たりの流量 Q を得ることができる。

[0095] 第2実施例においては、制御部70は、温度センサ43が検出する冷却水の温度と、電流計35が検出する電流量と、圧力センサ66a, 66bが検出する圧力と、に基づいてパラメータ P_{vc} を計算する。このパラメータ P_{vc} は、開閉弁50から排出されるガスの単位時間当たりの流量 Q を表す。よって、パラメータ P_{vc} は、開閉弁50から排出されるガスの平均分子量 m の平方根に比例する。

[0096] 制御部70は、開弁からの時間が、弁用マップ M_v にしたがって定められた時間 T_{vo} に達していなくても、パラメータ P_{vc} が所定のしきい値 T_{hc} を下回ったときに開閉弁50を閉じる（図8の時刻 t_{10b} 参照）。このような態様とすることで、開閉弁50から排出されるガスの平均分子量 m が所定値よりも小さくなり、燃料ガス循環系を循環するガスから不純物が十分に排出されたときに、開閉弁50を閉じることができる。このため、燃料ガスとしての水素ガスが、燃料ガス循環系から過剰に排出されることを防止することができる。また、燃料ガス循環系から高濃度の水素ガスが排出されることを防止することができる。

[0097] **

なお、第2実施例において、開閉弁50を閉じるべき時刻 t_{10b} に先だって、インジェクタ62のデューティ比 D_i を、デューティ比 D_6 から D_0 に低下させ、インジェクタ62の下流側の水素ガスの圧力を低下させる点は、第1実施例と同様である（図8の時刻 t_{9b} 参照）。図8に示された時刻または時間区間のうち、図4に示された時刻または時間区間に相当するものについては、末尾に「b」を付けて示す。

[0098] C. 変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

[0099] C1. 変形例1：

上記実施例では、開弁後、インジェクタ62の下流側の圧力 P_o の単位時

間当たりの低下幅が、所定のしきい値 T_{r6} より大きくなったことを検知して、液体の水の排出が完了したことを検知し、デューティ D_i を上げている（図 4 および図 8 の T_{p6} 参照）。しかし、開弁後、デューティ D_i を上げる時刻は、あらかじめ定めることもできる。

[0100] 図 12 は、冷却水温 T_w が 50 度のときの、液分離器 27 から排水すべき液体の水の量 q_L を示すグラフである。液分離器 27 から排水すべき液体の水も、主として燃料電池 22 における発電によって生成される水に起因する。この排出すべき液体の水の量 q_L も、燃料電池 22 における発電量および燃料電池 22 の温度と相関がある。たとえば、発電量（電流量）および燃料電池 22 の温度（冷却水温）が一定であるとする、図 12 に示すように、排水すべき水の量 q_L は、時間の経過とともに増大する。電流量は、電流計 35 で検出することができる。燃料電池 22 の温度は、温度センサ 43 が検出する冷却水の温度 T_w に基づいて決定することができる。

[0101] よって、燃料電池システムの構成が決まれば、燃料電池 22 の発電量（電流量）と、燃料電池 22 の冷却水の温度 T_w から、排水すべき液体の水の量 q_L を決定するマップ ML_1 , ML_2 , ML_3 （図 12 参照）を作成することができる。それぞれ経過時間と水の量 q_L の関係を表すマップ ML_1 , ML_2 , ML_3 は、互いに異なる電流値 T_{L1} , T_{L2} , T_{L3} に対応する（ $T_{L1} < T_{L2} < T_{L3}$ ）。ここでは、技術の理解を容易にするために、経過時間と水の量 q_L の関係を表すマップを 3 個のみ示した。しかし、実際には、より多くのマップが生成される。それら経過時間と水蒸気量の関係を表すマップを水蒸気用のマップ ML と総称する。制御部 70 は、あらかじめ設けられた水蒸気用のマップ ML を保持し、それに基づいて、デューティ D_i を高めるべき時刻（図 4 および図 8 の t_4 参照）を決定することもできる。

[0102] C2. 変形例 2 :

上記実施例では、燃料電池 22 に圧力を調整した燃料ガスを供給するのは、PWM 制御が可能なインジェクタ 62 である。しかし、燃料電池 22 に圧力を調整した燃料ガスを供給する構成は、他の方式による圧力調整弁とする

こともできる。

[0103] C 3. 変形例 3 :

上記第 2 実施例では、インジェクタ 6 2 のデューティ D_i に基づいて、開閉弁 5 0 が開いたことを検知している（図 8 の時間区間 $T_p 3$ 参照）。しかし、開閉弁 5 0 が開いたことの検知は、他の方法で行うこともできる。たとえば、インジェクタ 6 2 の下流側の圧力センサ 6 6 b が測定した水素ガスの圧力 P_o と、その目標圧力と、の差が、所定値よりも大きくなったことを検知して、開閉弁 5 0 が開いたことを検知することもできる。より具体的には、インジェクタ 6 2 のフィードバック信号をモニタすることにより、そのような制御を行うことができる。

[0104] このような態様としても、第 1 実施例のように圧力センサ 6 6 b の測定値を使用することなく、開閉弁 5 0 を開いたことを検知して、インジェクタ 6 2 の下流側の水素ガスの圧力 P_o を、開弁前より高くすることができる。

[0105] C 4. 変形例 4 :

上記第 1 実施例においては、インジェクタ 6 2 と燃料電池 2 2 との間の圧力の変化を、圧力センサ 6 6 b によって検知することで、開閉弁 5 0 が開いたことを検知している（図 4 の時間区間 $T_p 3$ 参照）。しかし、開閉弁 5 0 が開いたことを検知するための圧力センサは、燃料電池 2 2 の下流側など、他の部位について設けることもできる。すなわち、燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を測定するセンサとすることもでき、燃料電池から排出される燃料排ガスの圧力を測定するセンサとすることもできる。

[0106] 開閉弁 5 0 が開いたことを検知するための圧力センサは、圧力制御部としてのインジェクタ 6 2 の下流側に設けることができる。ただし、圧力センサは、燃料電池 2 2 の上流側に設けることが好ましい。そのような態様とすれば、アノードガス循環系に含まれる水が凍結することにより、圧力センサが誤動作する事態を防止することができる。

[0107] C 5. 変形例 5 :

上記第 1 実施例においては、インジェクタ 6 2 の下流側の圧力 P_o の単位

時間当たりの低下幅が、所定のしきい値 $T_r 6$ より大きくなったことを検知すると、制御部 70 は、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i を、 D_4 から D_5 に上昇させる（図 4 の時間区間 $T_p 6$ 、 $T_p 7$ 参照）。しかし、排水後、インジェクタ 62 のデューティ比 D_i を上げるタイミングは、他の方法で検知することもできる。

[0108] たとえば、燃料ガス循環系の圧力が所定値よりも低下したことを検知して、圧力制御部に圧力を上げさせる態様とすることもできる。また、圧力制御部のフィードバック制御の応答速度が十分に速い場合には、第 2 実施例の開弁の検知のように、圧力制御部の状態（デューティ D_i ）やフィードバック信号に基づいて、排水を検知することもできる。また、開弁後、所定の時間が経過したことによって、排水が完了したと推定し、次の制御を行うこともできる。

[0109] なお、実施例および変形例で説明した開弁の検知（図 4 および図 8 の時間区間 $T_p 3$ 参照）の方法と、排水の検知（図 4 および図 8 の時間区間 $T_p 6$ 参照）の方法については、それぞれの目的のために他方の方法を適用することもできる。

[0110] C 6. 変形例 6 :

上記実施例においては、燃料電池 22 の温度は、冷却水の温度 T_w に基づいて決定されている。しかし、燃料電池 22 の温度は、他の方法で決定することもできる。そして、燃料電池 22 の温度は、その温度が燃料電池 22 の温度と相関を有する他の構成（たとえば、冷却水や冷却水配管、その他燃料電池 22 に取り付けられる構造）の温度に基づいて決定することができる。

[0111] C 7. 変形例 7 :

以上では、本願発明をその好ましい例示的な実施例を参照して詳細に説明した。しかし、本願発明は、以上で説明した実施例や構成に限定されるものではない。そして、本願発明は、様々な変形や均等な構成を含むものである。さらに、開示された発明の様々な要素は、様々な組み合わせおよび構成で

開示されたが、それらは例示的な物であり、各要素はより多くてもよく、また少なくともよい。そして、要素は一つであってもよい。それらの態様は本願発明の範囲に含まれるものである。

請求の範囲

[請求項1]

燃料電池システムであって、
燃料電池と、

前記燃料電池に供給すべき燃料ガスが流れる燃料ガス流路に設けられ、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を制御することができる圧力制御部と、

前記燃料電池から排出される燃料排ガスが流れる燃料排ガス流路に設けられ、開弁したときに、前記燃料排ガスの少なくとも一部を前記燃料排ガス流路の外に排出できる排気弁と、

前記燃料電池システムの制御を行う制御部と、を備え、
前記制御部は、

前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力が第1の圧力であるときに前記排気弁を開き、

前記圧力制御部を制御して、少なくとも前記排気弁を開いた後の所定の時間区間について、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を、前記第1の圧力よりも高い第2の圧力とする、燃料電池システム。

[請求項2]

請求項1記載の燃料電池システムであって、
前記制御部は、

前記燃料電池に発電を行わせている際に、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力が所定の圧力となるように、前記圧力制御部をフィードバック制御し、

前記フィードバック制御におけるフィードバック信号と、前記圧力制御部の運転状態と、の少なくとも一方の変化に基づいて、前記排気弁が開いたことを検知して、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を前記第2の圧力にする、燃料電池システム。

[請求項3]

請求項1記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記圧力制御部の下流において、前記燃料電池に供給すべき燃料ガ

スと前記燃料排ガスとの少なくとも一方の圧力を検知するための圧力センサを備えており、

前記制御部は、前記圧力センサによって得られる測定値の低下に基づいて、前記排気弁が開いたことを検知する、燃料電池システム。

[請求項4]

請求項 1 ないし 3 記載のいずれかに燃料電池システムであって、

前記制御部は、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を前記第 2 の圧力にした後、前記圧力制御部を制御して、前記排気弁が開いた状態において、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を、前記第 2 の圧力よりも高い第 3 の圧力にする、燃料電池システム。

[請求項5]

請求項 1 または 2 に従属する請求項 4 記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記圧力制御部の下流において、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスと前記燃料排ガスとの少なくとも一方の圧力を検知するための圧力センサを備えており、

前記制御部は、前記圧力センサによって得られる測定値の所定時間における低下幅が、所定のしきい値を超えた後に、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を前記第 3 の圧力にする前記処理を行う、燃料電池システム。

[請求項6]

請求項 1 または 2 記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記燃料排ガス流路内を流れる前記排ガスの一部を前記燃料ガス流路に戻す環流路と、

前記燃料電池の温度を決定するための温度センサと、

前記燃料電池から流れる電流の量を決定するための電流計と、

前記燃料ガス供給源から前記圧力制御部に供給される燃料ガスの圧力を測定する第 1 の圧力センサと、

前記圧力制御部が前記燃料電池に供給する燃料ガスの圧力を測定する第 2 の圧力センサと、を備え、

前記圧力制御部は、前記燃料ガス流路において前記燃料ガス供給源

と前記燃料電池との間に設けられ、前記燃料ガス供給源から供給される燃料ガスとしての水素ガスを、制御された圧力で前記燃料電池に供給することができるインジェクタであり、

前記制御部は、

前記開弁時に、前記排気弁からガスを排出しつつ、前記圧力制御部を介して前記燃料ガス供給源から供給される燃料ガスを前記燃料電池に供給し、

前記燃料ガス供給源から前記圧力制御部に供給された燃料ガスの圧力と、前記圧力制御部が前記燃料電池に供給した燃料ガスの圧力と、前記燃料電池の温度と、前記燃料電池が流す電流と、に基づいて得られるパラメータが所定の値を下回ったときに、前記排気弁を閉じる、燃料電池システム。

[請求項7] 請求項1ないし6のいずれかに記載の燃料電池システムであって、
前記制御部は、

前記圧力制御部を制御して、前記排気弁を閉じる前に、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力をそれまでよりも低下させ、

前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力が前記低下された状態において前記排気弁を閉じる、燃料電池システム。

[請求項8] 燃料電池システムの運転方法であって、
前記燃料電池システムは、

燃料電池と、

前記燃料電池に供給すべき燃料ガスが流れる燃料ガス流路に設けられ、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を制御することができる圧力制御部と、

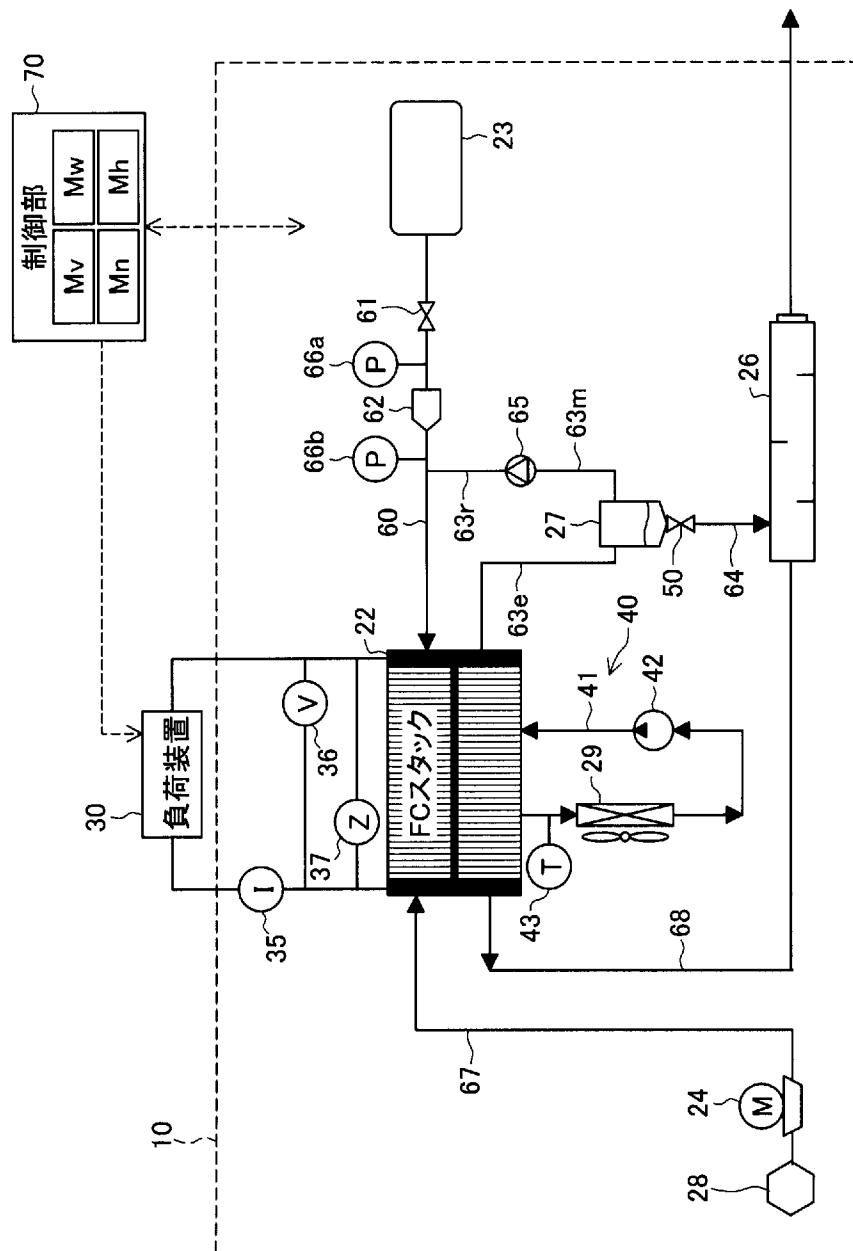
前記燃料電池から排出される燃料排ガスが流れる燃料排ガス流路に設けられ、開弁したときに、前記燃料排ガスの少なくとも一部を前記燃料排ガス流路の外に排出できる排気弁と、を備え、

前記方法は、

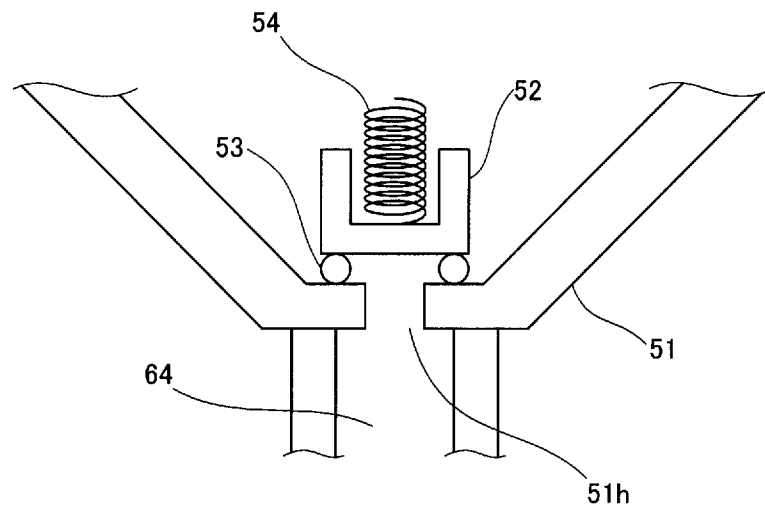
(a) 前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力が第 1 の圧力であるときに前記排気弁を開く工程と、

(b) 前記圧力制御部を制御して、前記排気弁を開いた後、前記燃料電池に供給すべき燃料ガスの圧力を、前記第 1 の圧力よりも高い第 2 の圧力にする工程と、を備える方法。

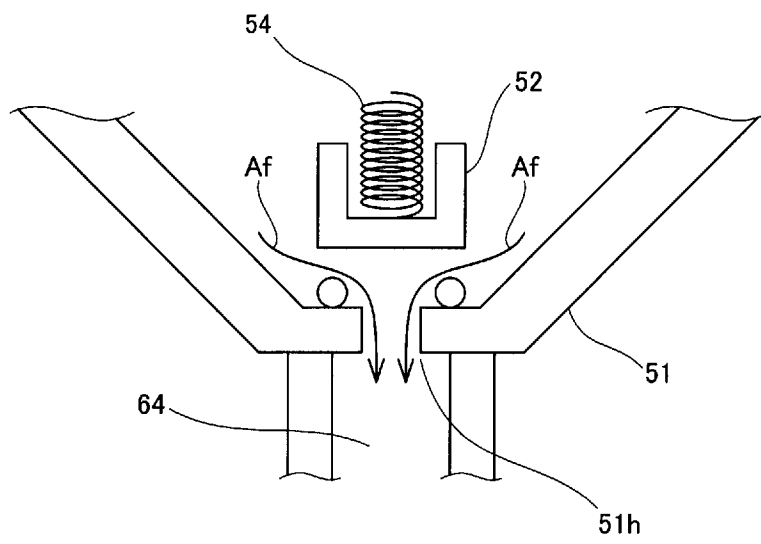
[図1]



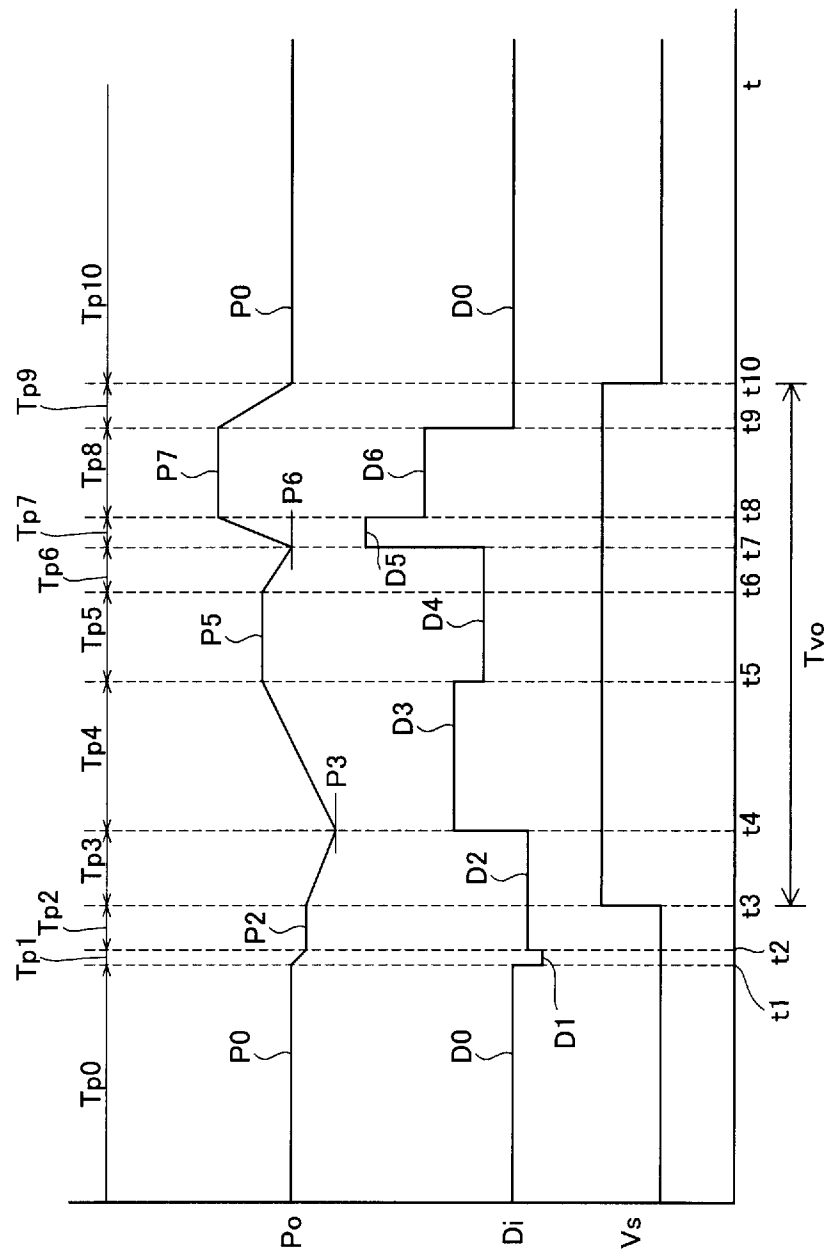
[図2]



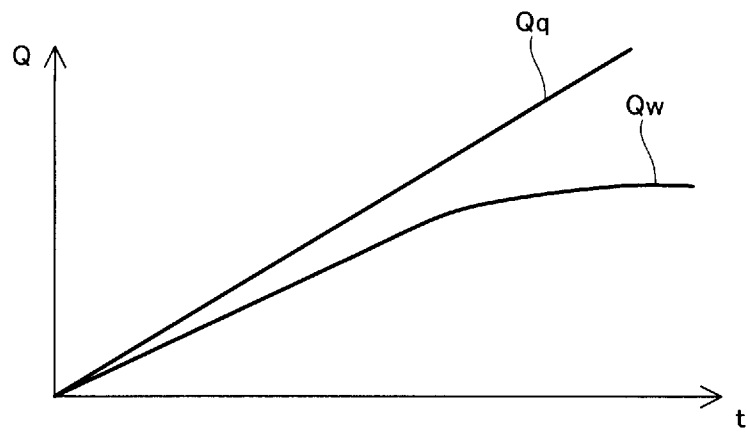
[図3]



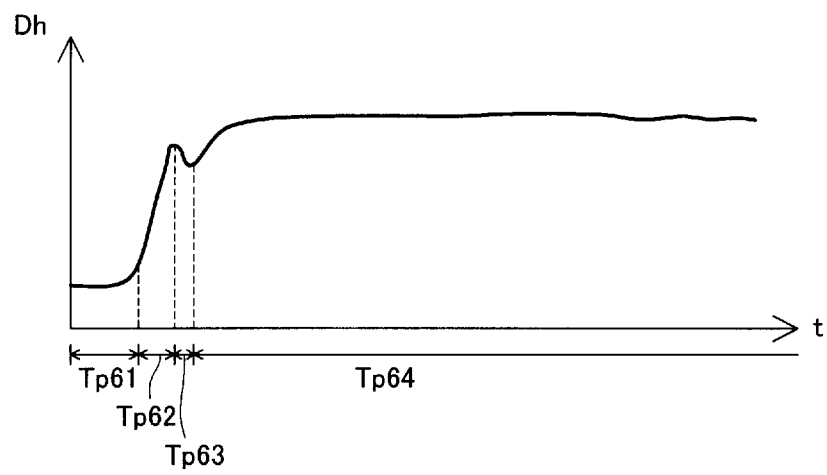
[図4]



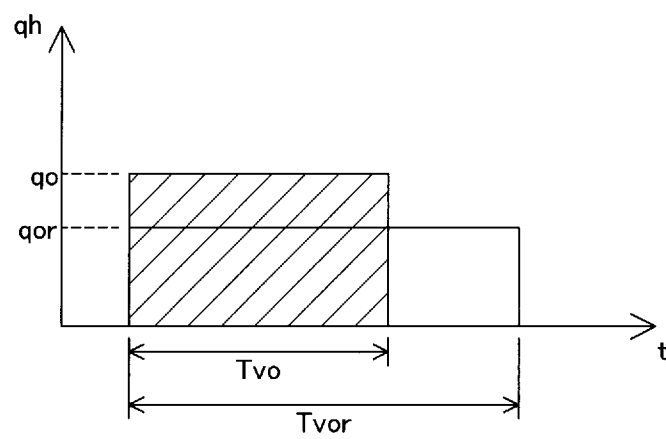
[図5]



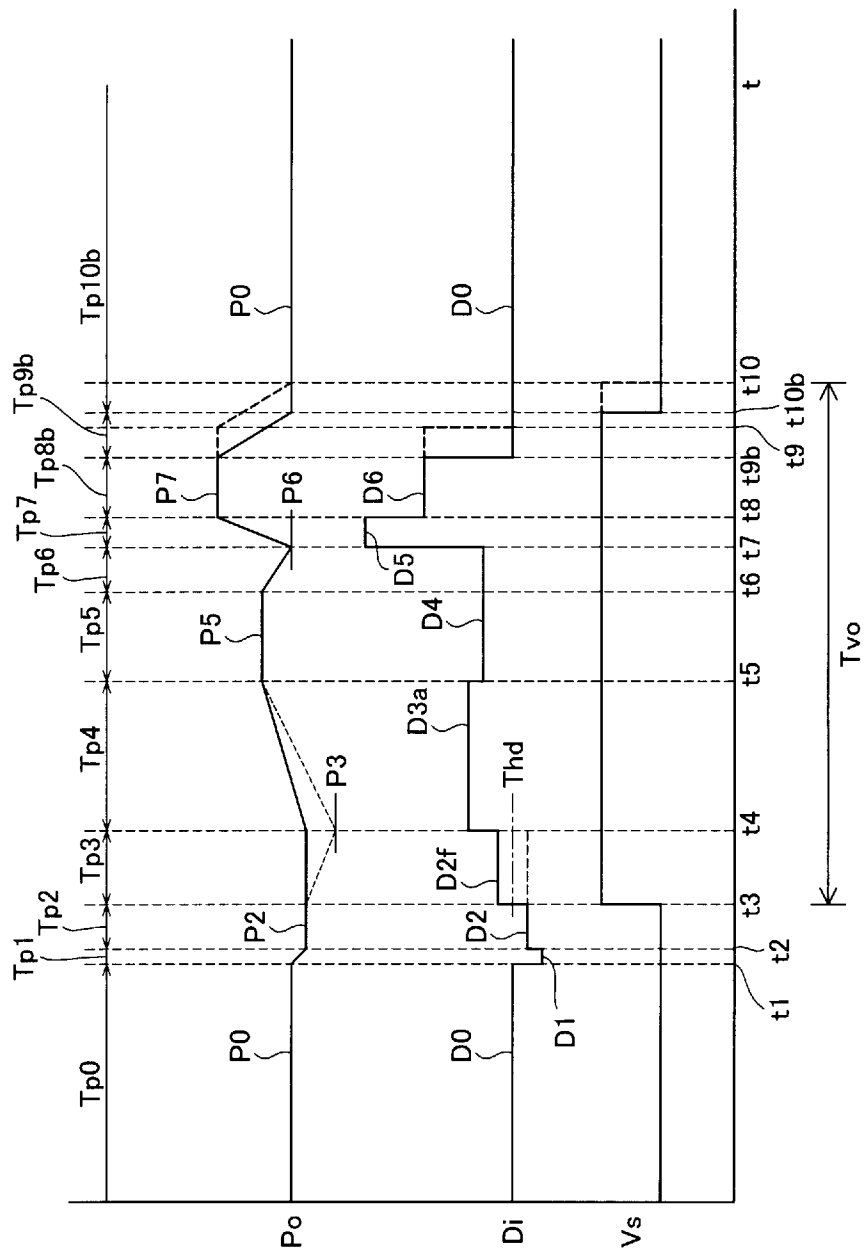
[図6]



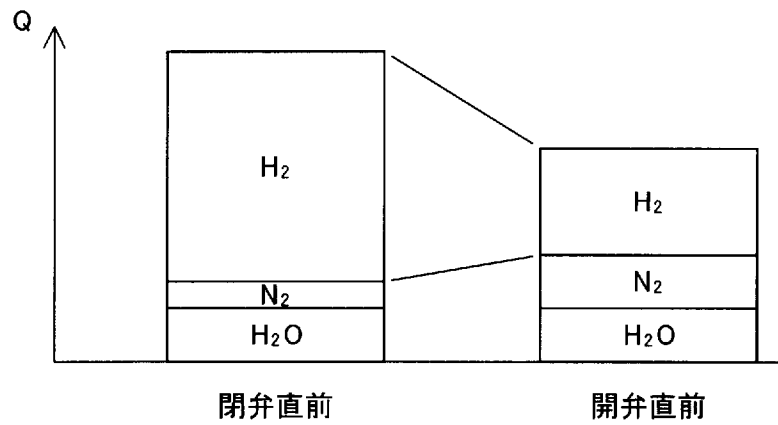
[図7]



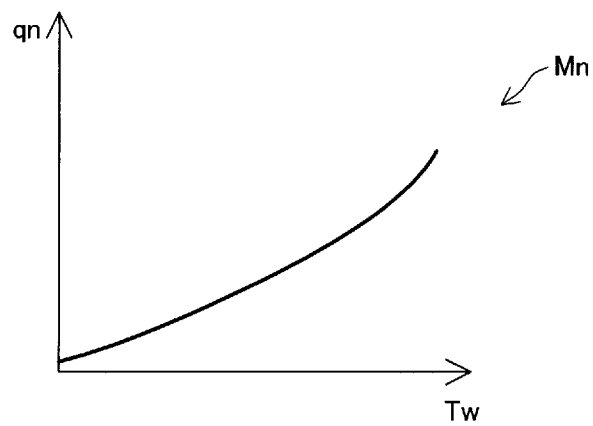
[図8]



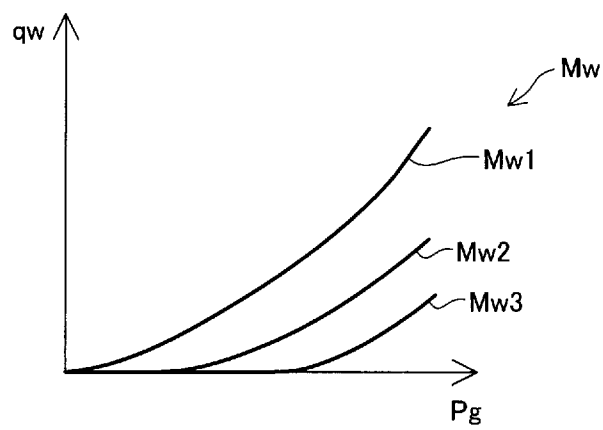
[図9]



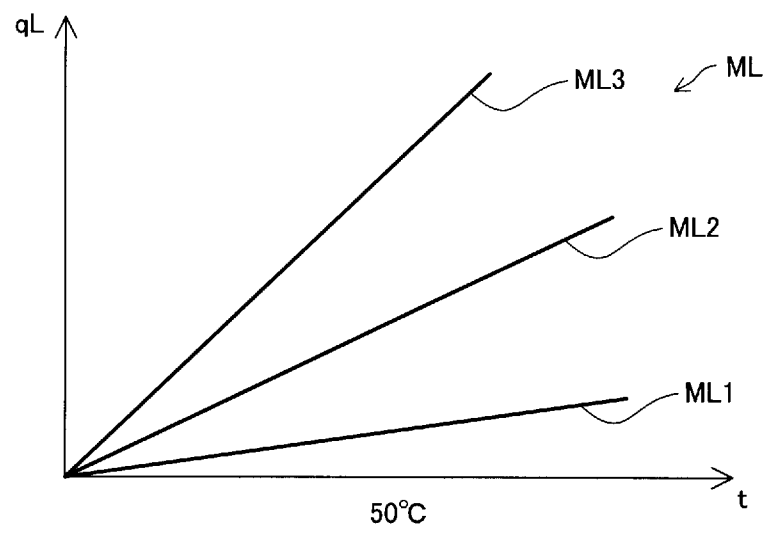
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003718

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04(2006.01) i, H01M8/10(2006.01) n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M8/00-H01M8/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2007-250555 A (Equos Research Co., Ltd.), 27 September 2007 (27.09.2007), claim 1; paragraphs [0019] to [0022], [0029] to [0031]; fig. 1 (Family: none)	1, 8 2-4, 6-7 5
X Y A	JP 2005-044533 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 17 February 2005 (17.02.2005), paragraphs [0016], [0019], [0027] to [0028]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 8 4, 6-7 5
Y	JP 2007-280801 A (Toyota Motor Corp.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraph [0085]; fig. 1 (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 July, 2010 (21.07.10)Date of mailing of the international search report
03 August, 2010 (03.08.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003718

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-324058 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 30 November 2006 (30.11.2006), paragraphs [0034] to [0036] (Family: none)	6
Y	JP 2009-059556 A (Toyota Motor Corp.), 19 March 2009 (19.03.2009), paragraph [0048] (Family: none)	6
Y	JP 2004-296350 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 21 October 2004 (21.10.2004), paragraphs [0043] to [0044]; fig. 1 (Family: none)	7
Y	JP 2005-268178 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 29 September 2005 (29.09.2005), paragraph [0049]; fig. 1 (Family: none)	7
A	JP 2008-192373 A (Honda Motor Co., Ltd.), 21 August 2008 (21.08.2008), entire text & US 2008/0187791 A1	1-8
A	JP 2005-116220 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 28 April 2005 (28.04.2005), entire text (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/04(2006.01)i, H01M8/10(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/00 - H01M8/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2007-250555 A（株式会社エクォス・リサーチ）2007.09.27, 請求項 1, 【0019】 - 【0022】, 【0029】 - 【0031】, 図 1（ファミリーなし）	1, 8 2-4, 6-7 5
X Y A	JP 2005-044533 A（ダイハツ工業株式会社）2005.02.17, 【0016】, 【0019】, 【0027】 - 【0028】, 図 1（ファミリーなし）	1-3, 8 4, 6-7 5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 1 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 8 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

長谷川 真一

4 X

4 0 3 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-280801 A (トヨタ自動車株式会社) 2007. 10. 25, 【0085】, 図1 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2006-324058 A (日産自動車株式会社) 2006. 11. 30, 【0034】 - 【0036】 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2009-059556 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 03. 19, 【0048】 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2004-296350 A (日産自動車株式会社) 2004. 10. 21, 【0043】 - 【0044】, 図1 (ファミリーなし)	7
Y	JP 2005-268178 A (日産自動車株式会社) 2005. 09. 29, 【0049】, 図1 (ファミリーなし)	7
A	JP 2008-192373 A (本田技研工業株式会社) 2008. 08. 21, 全文 & US 2008/0187791 A1	1-8
A	JP 2005-116220 A (日産自動車株式会社) 2005. 04. 28, 全文 (ファミリーなし)	1-8