

(43) 国際公開日
2007 年 10 月 18 日 (18.10.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/116814 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/057002
- (22) 国際出願日: 2007 年 3 月 23 日 (23.03.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-089023 2006 年 3 月 28 日 (28.03.2006) JP
- (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): 折橋信行 (ORIHASHI, Nobuyuki) [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). 竹下昌宏 (TAKESHITA, Naohiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛

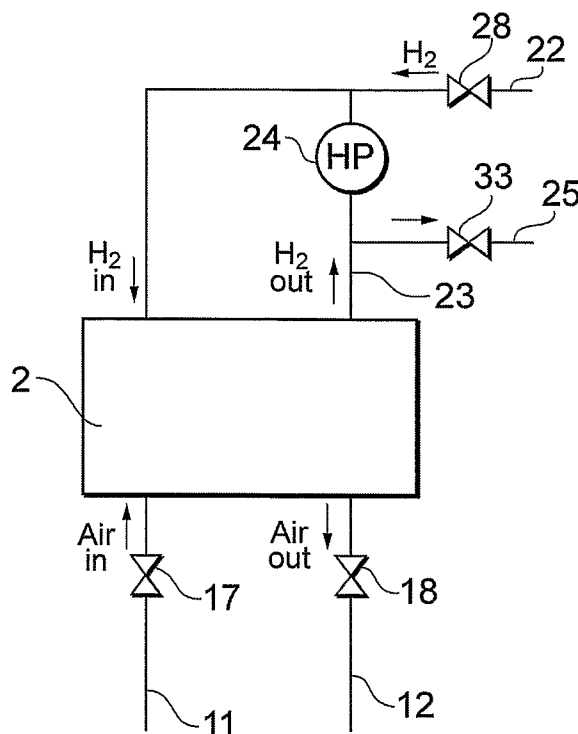
知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 弓矢浩之 (YUMIYA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 山本隆士 (YAMAMOTO, Takashi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 稲葉良幸, 外 (INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階TMI総合法律事務所 Tokyo (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,

/ 続葉有 /

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM AND ITS CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 燃料電池システムおよびその制御方法



(57) Abstract: It is possible to suppress lowering of generation ability due to oxidation of support carbon in the cathode side catalyst when a system is left unused. By calculating the molar quantities of hydrogen and oxygen in the fuel gas supply/exhaust system and oxidation gas supply/discharge system for a fuel cell (2), control is performed so that the molar ratio of hydrogen and oxygen which can be chemically reacted in the fuel gas and the oxidation gas while the fuel cell (2) is in a stop state is 2 or above. It is preferable to supply hydrogen in such a way that the molar ratio is maintained in accordance with the cell voltage in the fuel cell (2). Moreover, it is preferable to provide an entrance valve (17) and an exit valve (18) for sealing the oxidation gas in the gas flow path in the oxidation gas supply system.

(57) 要約: システム放置時において、カソード側触媒における担持カーボンが酸化されて発電性能が低下するに至るのを抑制する。燃料電池 (2) に対する燃料ガス給排系および酸化ガス給排系における水素および酸素のモル量を算出し、当該燃料電池 (2) の停止時における燃料ガス中および酸化ガス中の化学反応可能な水素と酸素のモル比が2またはそれ以上になるように制御する。燃料電池 (2) におけるセル電圧の大きさに応じてモル比が維持されるように水素を供給することが好ましい。また、酸化ガス給排系におけるガス流路に当該酸化ガスをガス流路内に封止するための入

口バルブ (17) および出口バルブ (18) を設けておくことも好ましい。



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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

1

明細書

燃料電池システムおよびその制御方法

5 技術分野

本発明は、燃料電池システムおよびその制御方法に関する。さらに詳述すると、本発明は、燃料電池システムの運転技術の改良に関する。

背景技術

- 10 従来、燃料電池システムを放置状態にしておく場合には燃料電池の運転を停止させていることが一般的である。また、このように燃料電池の運転を停止させている間は、水素圧力が所定値以下になった場合に水素を補給するようにした技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

[特許文献1] 特開2004-172028号公報

15

発明の開示

しかしながら、燃料電池システムを放置した状態にしておくと、例えばカソード側触媒における担持カーボンが酸化されることがある。また、これによってセル電圧が恒常的に低下する等の発電性能の低下に至ることもある。

- 20 さらに、システム放置状態の下での水素供給の結果、過剰な水素が消費されている場合もある。

そこで、本発明は、システム放置時において、カソード側触媒における担持カーボンが酸化されて発電性能が低下するに至るのを抑制し、さらには過剰な水素の消費をも抑制できるようにした燃料電池システムおよびその制御

- 25 方法を提供することを目的とする。

かかる課題を解決するべく本発明者は種々の検討を行った。システムの停

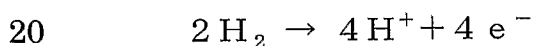
2

止中は、カソード出口側から空気が吸い込まれる等して燃料電池の内部に入り込み、当該空気がカソード側からアノード側へと拡散することがある。そうすると、当該空気中の酸素が電気化学反応に関わる結果、停止状態にあるにもかかわらず電圧が生じ（本明細書ではこれを異常電位という）、そのことが担持カーボンの酸化に関与する。本発明者は、このようなメカニズムによって発電性能の低下が引き起こされているものと考え、かかるメカニズムに着目してさらに検討を重ねた結果、先述の課題を解決しうる技術を知見するに至った。

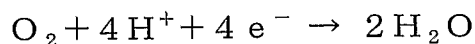
本発明はかかる知見に基づくものであり、燃料電池を備えた燃料電池システムにおいて、燃料電池に対する燃料ガス給排系および酸化ガス給排系における水素および酸素のモル量を算出する算出手段と、燃料電池の停止時、燃料ガス中および酸化ガス中の化学反応可能な水素と酸素のモル比が2またはそれ以上になるように制御する制御手段と、を有するものである。

上述のごとき検討から得られた知見からすれば、燃料電池中の担持カーボンが酸化してしまうのを極力防止するためには、必要時以外において水素と酸素が電気化学反応を起こすのを極力防止することが肝要だといえる。この点、水素と酸素とが燃料電池にて電気化学反応を起こすときの反応は、アノード側、カソード側ではそれぞれ

[式1]

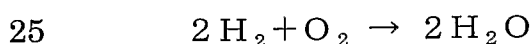


[式2]



であるから、燃料電池における全反応は

[式3]



と表すことができる。つまり、このような理論式に基づけば水素と酸素はモ

3

ル比 2 : 1 の割合で反応するということになるから、これをひとつの目安とし、本発明では燃料ガス中および酸化ガス中の化学反応可能な水素と酸素のモル比が 2 またはそれ以上になるように制御する。こうした場合、化学反応可能な領域中では酸素よりも水素の方が潤沢に存在するいわば水素リッチな状態となるから、酸素が一定量を超えてまで消費されることはない状態を形成することができる。例えば、上記のモル比が一定値以上となるように水素を供給して水素の圧力（分圧）を高めるようにすれば通常状態よりも水素が潤沢な状態とすることができる。このように制御を行うようにした本発明によれば、水素リッチな条件にすることで電極触媒の酸化を抑制することができるとともに、運転停止時における水素と酸素のモル比を正確に計算して調節することで、過剰な水素の消費を抑制することができる。

かかる燃料電池システムにおいては、燃料電池におけるセル電圧の大きさに応じ、モル比が維持されるように水素を供給することが好ましい。システム放置時に異常電位が生じないようにし、これによってカーボン酸化と恒常的な発電性能低下を抑制するというのが本発明の目的であるから、このように当該セルの電圧をモニタし、その大きさに応じて制御することは手段として好適である。また、本発明ではモル比を維持するために水素を供給し、水素が潤沢な状態とする。

本発明において、算出手段は、燃料ガス給排系および酸化ガス給排系におけるガス流路の所定区間の容積と、水素または酸素の圧力とから算出するものである。この算出手段によれば、これらから燃料ガス給排系および酸化ガス給排系における水素および酸素のモル量を算出し、かかる算出結果に基づいて水素と酸素のモル比を制御することができる。

また、本発明にかかる燃料電池システムにおいて、酸化ガス給排系におけるガス流路に当該酸化ガスをガス流路内に封止するための入口バルブおよび出口バルブが設けられていることが好ましい。さらに本発明では、燃料ガス

4

給排系におけるガス流路に当該燃料ガスの供給バルブを設けることとしている。当該バルブを利用すれば、例えば酸化ガス給排系の出口側から酸化ガス（代表例として空気）が燃料電池へと流れ込むのを極力抑えることが可能となるから、当該酸化ガスがカソード側からアノード側へと拡散して酸素が電気化学反応に関わるのを抑えることができるようになる。これによれば、燃料電池の運転停止中（発電停止中）において異常電位が生じるのを抑制することが可能である。

さらに、上述のごとくバルブが設けられている場合、算出手段は、バルブと燃料電池との間に位置するガス流路の所定区間の容積と、水素または酸素の圧力とから算出するものとすることができる。当該バルブによってガスが所定の流路内に封止されている状態においては、既知の値（区切られた所定区間の容積）に基づいて水素および酸素のモル量を算出することができる。また、燃料電池からみて直近のバルブで区切られた区間を対象とすれば当該対象区間の容積が最小になるから、水素や酸素のモル量を比較的精度よく算出するという点で好ましい。

また、当該燃料電池の停止時間に応じて水素を供給することも好ましい。外部からの空気流入を完全に抑えでもしない限り酸素が電気化学反応を起こすのを完全に防止することは難しい。この点、当該停止時間をひとつのパラメータとして扱い、モル比が所定値以上となるように例えば定期的に制御することによって異常電位が生じるのを抑制することも可能である。

さらに、本発明にかかる燃料電池システムの制御方法は、燃料電池に対する燃料ガス給排系および酸化ガス給排系における水素および酸素のモル量を算出し、当該燃料電池の停止時における燃料ガス中および酸化ガス中の化学反応可能な水素と酸素のモル比が2またはそれ以上になるように制御するというものである。

図面の簡単な説明

図 1 は、本実施形態における燃料電池システムの構成を示す図である。

図 2 は、燃料電池システムにおける燃料電池の周辺部分の構成を示す図である。

5 図 3 は、本実施形態における燃料電池システムのセル電圧変動モデルの一例を示すグラフである。

図 4 は、従来の燃料電池システムにおけるセル電圧変動モデルの一例を示す比較用のグラフである。

10 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 ～図 3 に本発明にかかる燃料電池システムの実施形態を示す。本発明にかかる燃料電池システム 1 は、燃料電池 2 と、該燃料電池 2 に対する燃料ガス給排系および酸化ガス給排系と、これら燃料ガス給排系および酸化ガス

15 給排系における水素および酸素のモル量を算出する算出手段と、燃料電池 2 の停止時、燃料ガス中および酸化ガス中の化学反応可能な水素と酸素のモル比が 2 またはそれ以上になるように制御する制御手段（以下、制御部ともいう）7 と、を有しているものである。そして、これにより、システム放置時にカソード側触媒における担持カーボンが酸化されて発電性能が低下するに

20 至る、という現象を抑制することとしている。

以下においては、まず燃料電池システム 1 の全体構成について説明し、その後、担持カーボン酸化や発電性能低下を抑制するための上述のような構成について説明することとする。

図 1 に本実施形態における燃料電池システム 1 の概略構成を示す。図示するように、燃料電池システム 1 は、燃料電池 2 と、酸化ガスとしての空気（酸素）を燃料電池 2 に供給する酸化ガス給排系（以下、酸化ガス配管系ともい

う) 3 と、燃料ガスとしての水素を燃料電池 2 に供給する燃料ガス給排系 (以下、燃料ガス配管系ともいう) 4 と、燃料電池 2 に冷媒を供給して燃料電池 2 を冷却する冷媒配管系 5 と、システムの電力を充放電する電力系 6 と、システム全体を統括制御する制御部 7 と、を備えている。

- 5 燃料電池 2 は、例えば固体高分子電解質型で構成され、多数の単セルを積層したスタック構造を備えている。燃料電池 2 の単セルは、イオン交換膜からなる電解質の一方の面に空気極を有し、他方の面に燃料極を有し、さらに空気極及び燃料極を両側から挟みこむように一対のセパレータを有している。
- 10 一方のセパレータの燃料ガス流路に燃料ガスが供給され、他方のセパレータの酸化ガス流路に酸化ガスが供給され、このガス供給により燃料電池 2 は電力を発生する。

- 酸化ガス配管系 3 は、燃料電池 2 に供給される酸化ガスが流れる供給路 11 と、燃料電池 2 から排出された酸化オフガスが流れる排出路 12 と、を有している。供給路 11 には、フィルタ 13 を介して酸化ガスを取り込むコン
- 15 プレッサ 14 と、コンプレッサ 14 により圧送される酸化ガスを加湿する加湿器 15 と、が設けられている。排出路 12 を流れる酸化オフガスは、背圧調整弁 16 を通って加湿器 15 で水分交換に供された後、最終的に排ガスとしてシステム外の大気中に排気される。コンプレッサ 14 は、モータ 14a の駆動により大気中の酸化ガスを取り込む。

- 20 燃料ガス配管系 4 は、水素供給源 21 と、水素供給源 21 から燃料電池 2 に供給される水素ガスが流れる供給路 22 と、燃料電池 2 から排出された水素オフガス (燃料オフガス) を供給路 22 の合流点 A に戻すための循環路 23 と、循環路 23 内の水素オフガスを供給路 22 に圧送するポンプ 24 と、循環路 23 に分岐接続された排出路 25 と、を有している。

- 25 水素供給源 21 は、例えば高压タンクや水素吸蔵合金などで構成され、例えば 3.5 MPa 又は 7.0 MPa の水素ガスを貯留可能に構成されている。水

素供給源 2 1 の元弁 2 6 を開くと、供給路 2 2 に水素ガスが流出する。水素ガスは、調圧弁 2 7 その他の減圧弁により、最終的に例えば 2 0 0 k P a 程度まで減圧されて、燃料電池 2 に供給される。

供給路 2 2 の合流点 A の上流側には、遮断弁 2 8 が設けられている。水素
5 ガスの循環系は、供給路 2 2 の合流点 A の下流側流路と、燃料電池 2 のセパレータに形成される燃料ガス流路と、循環路 2 3 とを順番に連通することで構成されている。水素ポンプ 2 4 は、モータ 2 4 a の駆動により、循環系内の水素ガスを燃料電池 2 に循環供給する。

排出路 2 5 には、遮断弁であるパージ弁 3 3 が設けられている。パージ弁
10 3 3 が燃料電池システム 1 の稼動時に適宜開弁することで、水素オフガス中の不純物が水素オフガスと共に図示省略した水素希釈器に排出される。パージ弁 3 3 の開弁により、循環路 2 3 内の水素オフガス中の不純物の濃度が下がり、循環供給される水素オフガス中の水素濃度が上がる。

冷媒配管系 5 は、燃料電池 2 内の冷却流路に連通する冷媒流路 4 1 と、冷
15 媒流路 4 1 に設けられた冷却ポンプ 4 2 と、燃料電池 2 から排出される冷媒を冷却するラジエータ 4 3 と、ラジエータ 4 3 をバイパスするバイパス流路 4 4 と、ラジエータ 4 3 及びバイパス流路 4 4 への冷却水の通流を設定する切替え弁 4 5 と、を有している。冷却ポンプ 4 2 は、モータ 4 2 a の駆動により、冷媒流路 4 1 内の冷媒を燃料電池 2 に循環供給する。

20 電力系 6 は、高圧 D C / D C コンバータ 6 1 、バッテリー 6 2 、トラクションインバータ 6 3 、トラクションモータ 6 4 、及び各種の補機インバータ 6 5 、 6 6 、 6 7 を備えている。高圧 D C / D C コンバータ 6 1 は、直流の電圧変換器であり、バッテリー 6 2 から入力された直流電圧を調整してトラクションインバータ 6 3 側に出力する機能と、燃料電池 2 又はトラクションモ
25 タ 6 4 から入力された直流電圧を調整してバッテリー 6 2 に出力する機能と、を有する。高圧 D C / D C コンバータ 6 1 のこれらの機能により、バッテリー

6 2 の充放電が実現される。また、高圧DC/DCコンバータ 6 1 により、燃料電池 2 の出力電圧が制御される。

バッテリー 6 2 は、バッテリーセルが積層されて一定の高電圧を端子電圧とし、図示しないバッテリーコンピュータの制御によって余剰電力を充電したり補助的に電力を供給したりすることが可能になっている。トラクションインバータ 6 3 は、直流電流を三相交流に変換し、トラクションモータ 6 4 に供給する。トラクションモータ 6 4 は、例えば三相交流モータであり、燃料電池システム 1 が搭載される例えば車両の主動力源を構成する。

補機インバータ 6 5, 6 6, 6 7 は、それぞれ、対応するモータ 1 4 a, 2 4 a, 4 2 a の駆動を制御する電動機制御装置である。補機インバータ 6 5, 6 6, 6 7 は、直流電流を三相交流に変換して、それぞれ、モータ 1 4 a, 2 4 a, 4 2 a に供給する。補機インバータ 6 5, 6 6, 6 7 は、例えばパルス幅変調方式の PWM インバータであり、制御部 7 からの制御指令に従って燃料電池 2 又はバッテリー 6 2 から出力される直流電圧を三相交流電圧に変換して、各モータ 1 4 a, 2 4 a, 4 2 a で発生する回転トルクを制御する。

制御部 7 は、内部に CPU, ROM, RAM を備えたマイクロコンピュータとして構成される。CPU は、制御プログラムに従って所望の演算を実行して、後述するポンプ 2 4 の解凍制御など、種々の処理や制御を行う。ROM は、CPU で処理する制御プログラムや制御データを記憶する。RAM は、主として制御処理のための各種作業領域として使用される。制御部 7 は、ガス系統 (3, 4) や冷媒系統 5 に用いられる各種の圧力センサや温度センサ、外気温センサなどの検出信号を入力し、各構成要素に制御信号を出力する。

続いて、本実施形態において、担持カーボン酸化や発電性能低下を抑制するための燃料電池システム 1 の構成ないしは機能について説明する (図 2 等参照)。

上述したように、この燃料電池システム 1 は、システム放置時（燃料電池 2 の運転停止時）、カソード側触媒における担持カーボンが酸化されて発電性能が低下するに至る、という現象を抑制することとしている。そして、これを実現するために、燃料ガス配管系 4 および酸化ガス配管系 3 における水素 5 および酸素のモル量を算出し、燃料電池 2 の停止時、燃料ガス中および酸化ガス中の化学反応可能な水素と酸素のモル比を制御することとしている。

燃料ガス配管系 4 および酸化ガス配管系 3 における水素および酸素のモル量を算出するための算出手段は、特に図示はしていないが、例えば、ガス圧力計、ガス分析計、温度センサ、水素センサなどによって構成される。また、 10 計測された各パラメータ値に基づく計算は、例えば上述した制御部 7 で行うことができる。ちなみに、水素センサは水素に感応して光学的あるいは電気的物性変化を検出するもので、一般には半導体式、燃焼式、光学式、抵抗式のものが用いられる。

ここで、水素および酸素のモル量を算出する際の基本的な考え方について 15 概略的に説明しておく以下のとおりである。すなわち、例えば燃料ガス（水素）に関していえば、当該燃料ガスの圧力（分圧）を P_{H_2} 、容積を V_{H_2} 、温度を T_{H_2} 、気体定数を R とすれば、状態方程式から、そのモル量 n_{H_2} は

[式 4]

$$n_{H_2} = P_{H_2} V_{H_2} / R T_{H_2}$$

20 で求めることができる。同様に、酸化ガスに関していえば、当該酸化ガスの圧力（分圧）を P_{O_2} 、容積を V_{O_2} 、温度を T_{O_2} 、気体定数を R とすれば、そのモル量 n_{O_2} は

[式 5]

$$n_{O_2} = P_{O_2} V_{O_2} / R T_{O_2}$$

25 で求めることができる。

なお、以上の基本的な考え方は上述したとおり理論式（状態方程式）に基

10

づくものであり、実際に適用する場合には他の要素も考慮して適宜修正を加えることが好ましい。例えば、空気に含まれている水蒸気に関しては、当該状態下での水蒸気圧を考慮する一手段として飽和水蒸気圧をいわば近似値として扱うことができる。また、本実施形態では以上の理論式に基づいてモル比を2またはそれ以上に制御するが、これはしきい値（目標値）の最小の目安が2であるということであり、状況に応じて2を超える値を設定し、担持カーボンの酸化や発電性能の低下を十分に抑制するためのマージンをとるようにすることもできる。

また、本実施形態では、燃料電池2におけるセル電圧の大きさに応じて燃料ガス（水素）を供給することとしている。そもそも、本実施形態においてはシステム放置時（燃料電池2の運転停止時）に異常電位が生じないようにし、これによって触媒のカーボン酸化と恒常的な発電性能低下を抑制することを目的にしているから、セルの電圧を実際にモニタし、その大きさに応じて燃料ガスを適宜供給することは異常電位を効果的に抑えることを可能にするという点で好ましい。また、単に燃料ガスを供給するような場合と比較して、セルの状況を踏まえて制御する本実施形態によれば燃料ガスの過剰な消費を抑制できるという点でも好ましい。

さらに、本実施形態では、酸化ガス配管系3の供給路11および排出路12にそれぞれ入口バルブ17および出口バルブ18を設け、酸化ガスをガス流路内の所定区間に封止できるようにしている（図2参照）。これによれば、システム放置時、これらバルブ17、18にて区切られた燃料電池2側の所定区間内に酸化ガスを封止しておくことができるし、また、例えば酸化ガス配管系3の出口側（排出路12側）から酸化ガスが流れ込む（逆流する）のを極力抑えることもできるから、当該酸化ガスがカソード側からアノード側へと拡散して酸素が電気化学反応に関わるのを効果的に抑制することが可能である。

1 1

また、燃料ガス配管系 4 におけるガス流路には燃料ガスを供給するための供給バルブが設けられている。例えば本実施形態の場合であれば、上述した遮断弁 28（さらには調圧弁 27）をここでいう供給バルブとして用いている（図 1、図 2 参照）。この場合であれば、当該供給バルブで区切られた燃料電池 2 側の所定区間の容積を式 4 における V_{H_2} としてモル量算出時に用いることができる。

なお、図 2 に示しているように、本実施形態ではこれら入口バルブ 17、出口バルブ 18 を燃料電池 2 に隣り合う位置に配置することとしている。この場合、さらに好ましくは、システム放置時において燃料ガスと酸化ガスとのモル比が 2 またはそれ以上となるようにこれら入口バルブ 17、出口バルブ 18 を配置することである。例えば、入口バルブ 17 と出口バルブ 18 を燃料電池 2 の直近に配置すれば、酸化ガス側の所定区間容積がその分だけ小さくなるため、より大きな値のモル比にすることが可能となる。

ここまで説明した本実施形態の燃料電池システム 1 によれば、システム放置時、カソード側触媒における担持カーボンが酸化されて発電性能が低下するに至るのを抑制することが可能である（図 3、図 4 参照。図中の電位差として示す 1 V は一例）。すなわち、例えばカソード出口側から吸い込まれる等しい酸化ガスが燃料電池 2 に入り込み、当該ガスがカソード側からアノード側へと拡散すると酸素が電気化学反応に関わり、システム放置時に異常電位が生じることがあるというのは先述のとおりだが（図 4 参照）、これに対し、本実施形態では、電気化学反応に供されるガスの存する領域内を水素リッチな状態とすることによって異常電位を抑制するようにしている（図 3 参照）。つまり、理論式に基づくモル比を目安とし、これを上回るように水素を供給することで、化学反応可能な領域中では酸素よりも水素の方が潤沢に存在するいわば水素リッチな状態を形成する。こうした場合、燃料電池 2 のアノード、カソードともに近傍に酸素がない（あるいは殆ど存在しない）状態とす

1 2

ることが可能となるから、化学反応が起こらないようにして異常電位を抑制することができる。この場合、状況に応じてはアノード、カソードとも水素雰囲気下にある状態となって両極が同電位となりうる。

また、上述したように燃料ガス（水素）を供給することにより、システム
5 停止状況下で水素圧力を高めることが可能であり、以下のような利点もある。
すなわち、例えば本実施形態では酸化ガス配管系 3 に入口バルブ 17、出口
バルブ 18 を設けているが（図 2 参照）、仮にこれらバルブ 17、18 から酸化
ガス（空気）が漏れ入ってくるようなおそれがある場合にも、このように
水素圧力を高めた状態としておけば当該空気の漏れを抑制することが可能だ
10 し、仮に漏れ入ったとしても、カソード側からアノード側へと拡散して酸素
が電気化学反応に関わるのを抑えることが可能である。したがって、例えば
システム放置状態が長時間にわたるような状況下においても、入口バルブ 1
7 や出口バルブ 18 における漏れ量がある程度まで許容することが可能とな
る。換言すれば、上記のような状態をも見込んで燃料ガス（水素）をやや多
15 目に供給することも好ましい。

しかも、本実施形態の燃料電池システム 1 によれば、過剰な燃料ガス（水
素）の消費を抑制することも可能だという利点がある。すなわち、燃料ガス
（水素）を過剰に供給した場合、燃費が低下したり、再始動時におけるカソ
ードからの排出水素量が増加したりしてしまうが、本実施形態の燃料電池 1
20 においては、セル電圧の大きさに応じてモル比が維持されるように水素供給
を行うから過剰な消費を抑制することも可能である。

なお、上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例ではあるがこれに限定
されるものではなく本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可
能である。例えば、上述した実施形態ではセル電圧をモニタし、その大きさ
25 に応じて燃料ガスを適宜供給するようにしたがこれは好適な一例に過ぎず、
例えばセル電圧のモニタが難しい場合、あるいはシステム放置が長時間に及

1 3

ぶような場合には、当該放置時間（燃料電池 2 の停止時間）に応じて水素を供給するという手段をとることも可能である。例示すれば、ある一定時間が経過するごとに一定量の水素を供給するといったものである。また、配管系にバルブ（入口バルブ 1 7、出口バルブ 1 8）等を備えていると外部からの

5 空気流入を完全に抑えることが困難な場合があるが、このようにシステム停止時間をひとつのパラメータとして扱い、モル比が所定値以上となるように例えば定期的に制御することによって異常電位が生じるのを抑制することが可能である。また、水素を定期的に供給する場合にも当該水素の過剰な消費を抑えることが可能であるので燃費向上を図ることもできる。

10

産業上の利用可能性

本発明によれば、システム放置時にカソード側触媒における担持カーボンが酸化されて発電性能が低下するに至るのを抑制することができるようになる。また、過剰な水素消費をも抑制することができる。

15 よって、本発明は、そのような要求のある燃料電池システムに広く利用することができる。

1 4

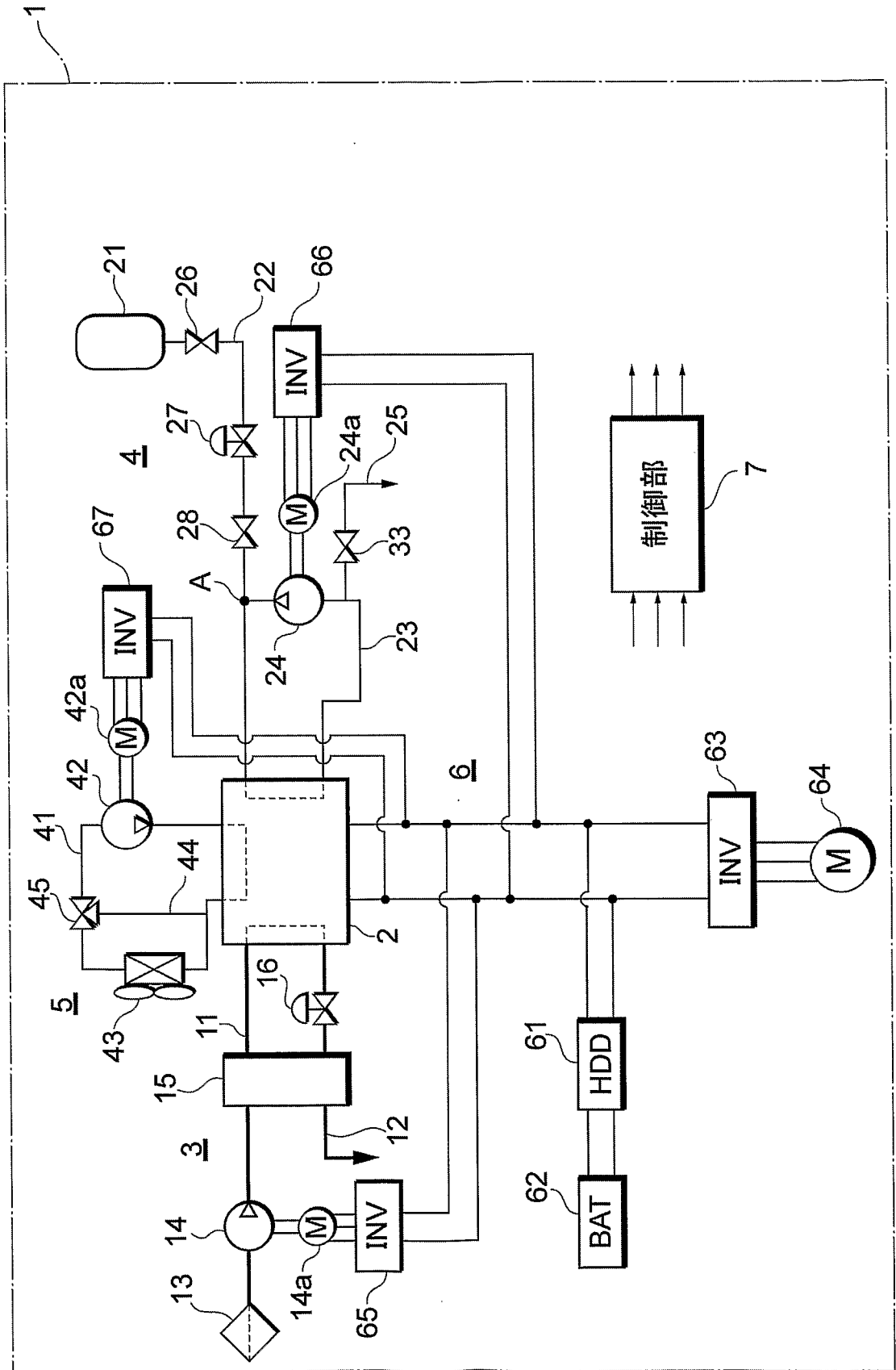
請求の範囲

1. 燃料電池を備えた燃料電池システムにおいて、
前記燃料電池に対する燃料ガス給排系および酸化ガス給排系における水素
5 および酸素のモル量を算出する算出手段と、
前記燃料電池の停止時、前記燃料ガス中および前記酸化ガス中の化学反応
可能な水素と酸素のモル比が2またはそれ以上になるように制御する制御手
段と、
を有する燃料電池システム。
- 10 2. 前記燃料電池におけるセル電圧の大きさに応じ、前記モル比が維持さ
れるように前記水素を供給する請求項1に記載の燃料電池システム。
3. 前記算出手段は、前記燃料ガス給排系および前記酸化ガス給排系にお
けるガス流路の所定区間の容積と、前記水素または酸素の圧力とから算出す
るものである請求項1または2に記載の燃料電池システム。
- 15 4. 前記酸化ガス給排系におけるガス流路に当該酸化ガスを前記ガス流路
内に封止するための入口バルブおよび出口バルブが設けられている請求項1
から3のいずれかに記載の燃料電池システム。
5. 前記燃料ガス給排系におけるガス流路に当該燃料ガスの供給バルブが
設けられている請求項1から3のいずれかに記載の燃料電池システム。
- 20 6. 前記算出手段は、前記バルブと前記燃料電池との間に位置する前記ガ
ス流路の所定区間の容積と、前記水素または酸素の圧力とから算出するもの
である請求項4または5に記載の燃料電池システム。
7. 当該燃料電池の停止時間に応じて前記水素を供給するものである請求
項1から6のいずれかに記載の燃料電池システム。
- 25 8. 燃料電池に対する燃料ガス給排系および酸化ガス給排系における水素
および酸素のモル量を算出し、

15

当該燃料電池の停止時における前記燃料ガス中および前記酸化ガス中の化学反応可能な水素と酸素のモル比が2またはそれ以上になるように制御する燃料電池システムの制御方法。

図1



2/3

図2

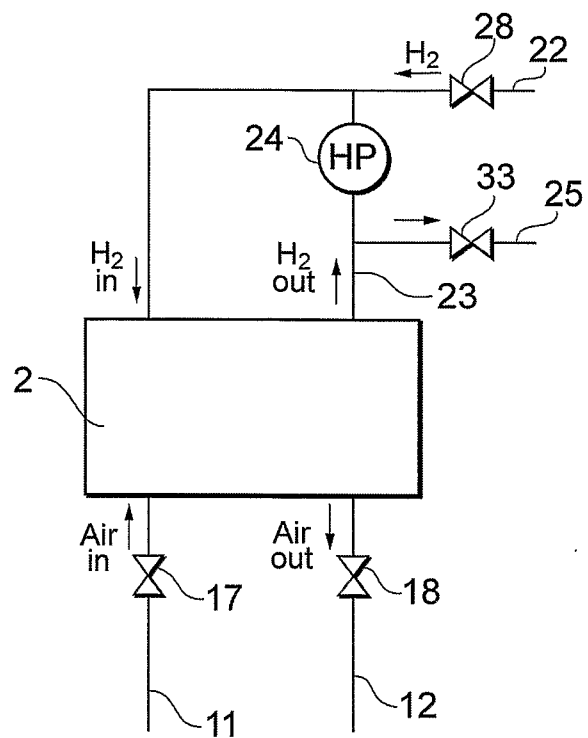
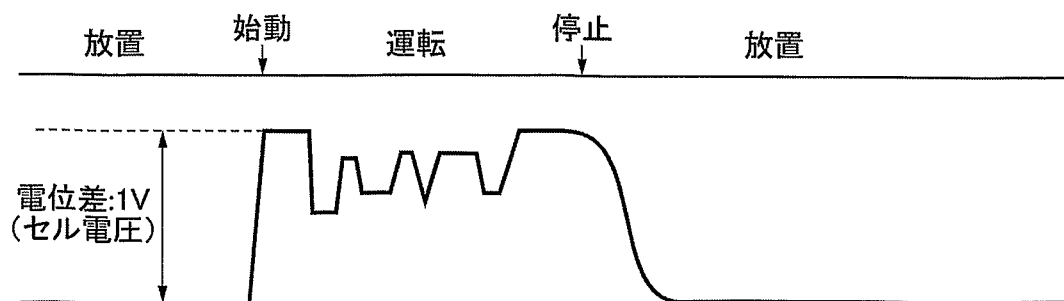
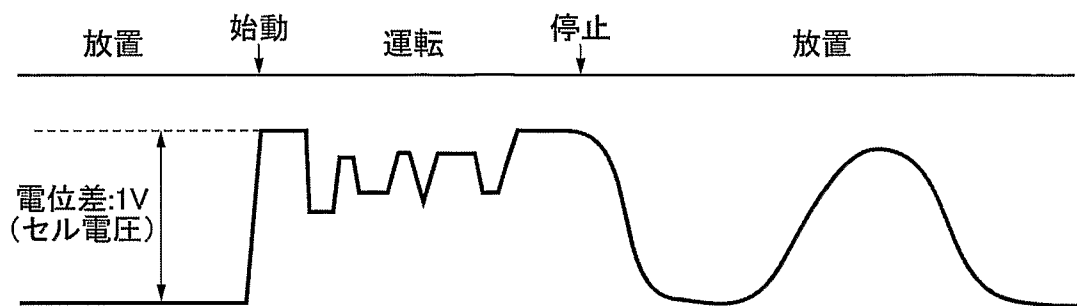


図3



3/3

図4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04 (2006.01) i

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)

H01M8/04

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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	JP 2004-172028 A (Toyota Motor Corp.), 17 June, 2004 (17.06.04), Full text & US 2006/3205 A1 & EP 1565955 A & WO 2004/49488 A2	1-2, 4-5, 7-8 3-4, 6
Y	JP 2004-158274 A (Toyota Motor Corp.), 03 June, 2004 (03.06.04), Full text (Family: none)	3, 6
Y	JP 2004-6166 A (Fuji Electric Holdings Co., Ltd.), 08 January, 2004 (08.01.04), Full text (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
09 July, 2007 (09.07.07)

Date of mailing of the international search report
17 July, 2007 (17.07.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057002

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-179054 A (Honda Motor Co., Ltd.), 24 June, 2004 (24.06.04), Full text (Family: none)	1-2, 4-5, 7-8 3-4, 6
A	JP 2005-222707 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 August, 2005 (18.08.05), Full text (Family: none)	1-8
A	JP 9-199151 A (Toshiba Corp.), 31 July, 1997 (31.07.97), Full text (Family: none)	1-8
A	JP 5-251102 A (Toshiba Corp.), 28 September, 1993 (28.09.93), Full 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			
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. H01M8/04			
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 0 7 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 7 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 請求の範囲の番号	
X Y	JP 2004-172028 A（トヨタ自動車株式会社）2004. 06. 17, 全文 &US 2006/3205 A1&EP 1565955 A&WO 2004/49488 A2	1-2, 4-5, 7-8 3-4, 6	
Y	JP 2004-158274 A（トヨタ自動車株式会社）2004. 06. 03, 全文 （ファミリーなし）	3, 6	
Y	JP 2004-6166 A（富士電機ホールディングス株式会社）2004. 01. 08, 全文（ファミリーなし）	4	
☒ 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 0 9 . 0 7 . 2 0 0 7		国際調査報告の発送日 1 7 . 0 7 . 2 0 0 7	
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） 原 賢一 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7	4 X 9 0 6 2

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 請求の範囲の番号
X Y	JP 2004-179054 A (本田技研工業株式会社) 2004. 06. 24, 全文 (ファミリーなし)	1-2, 4-5, 7-8 3-4, 6
A	JP 2005-222707 A (松下電器産業株式会社) 2005. 08. 18, 全文 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 9-199151 A (株式会社東芝) 1997. 07. 31, 全文 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 5-251102 A (株式会社東芝) 1993. 09. 28, 全文 (ファミリーなし)	1-8