

WO 2008/099710 A1



SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, 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,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

のガスを系外へ排気する排気モードと、アノードガス流路と系外との連通を遮断する閉塞モードとを択一的に選択可能にする。燃料電池 2 の運転時には、アノードガス流路内の不純物質の下流方向への流れを検出し、不純物質の下流方向への流れが検出されるときには排気モードを選択する。一方、不純物質の下流方向への流れが検出されるまでは閉塞モードを選択する。

明 細 書

燃料電池システム

技術分野

[0001] 本発明は、アノードに燃料ガスの供給を受けカソードに空気の供給を受けて発電する燃料電池を備えた燃料電池システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば下記の各特許文献に開示されるように、燃料電池の発電面内においてアノードに接するガス流路(以下、アノードガス流路)内に燃料ガスを止めて運転する燃料電池システム(以下、アノードデッドエンド型システムという)が知られている。アノードデッドエンド型システムでは、運転時間の経過と共に燃料電池のアノードガス流路内に窒素や水分といった不純物質が蓄積されていく。これら不純物質が膜電極接合体(MEA)の表面を覆ってしまうと電極触媒における起電反応が阻害されて電圧の低下を招いてしまう。また、発生した異常電位が膜電極接合体を劣化させてしまうおそれもある。このため、従来のアノードデッドエンド型システムでは、適宜のタイミングで排気弁を開き、アノードガス流路内に蓄積された不純物質をアノードガス流路の下流端部から系外に排気していた。

特許文献1: 日本特開2005-353569号公報

特許文献2: 日本特開2005-353303号公報

特許文献3: 日本特開2005-243477号公報

特許文献4: 日本特開平9-312167号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] 従来のアノードデッドエンド型システムでは、排気弁を開いたとき、不純物質だけでなくアノードガス流路内の燃料ガスも一緒に排気されてしまう。このため、排気弁を頻繁に開くことは燃費の悪化を招くことになり好ましくない。また、アノードガス流路の下流端部に不純物質が十分に蓄積された状態で排気弁を開けば、その分、無駄に排気される燃料ガスの量は抑えることができる。したがって、燃費の向上という観点から

は排気弁の開弁頻度は出来る限り抑えたい。

[0004] その一方で燃料電池性能の維持という観点からは、アノードガス流路の下流端部に集中して不純物質が蓄積されることは好ましくはない。前述のように出力電圧の低下や膜電極接合体の劣化を生じさせてしまうからである。つまり、従来のアノードデッド型システムにとっては、不純物質の蓄積に起因する燃料電池性能の低下の防止と、燃料ガスの排気量の抑制による燃費の向上とは背反する要求であり、これら二つの要求を同時に満たすことは容易ではなかった。

[0005] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、アノードガス流路内の不純物質の蓄積に起因する燃料電池性能の低下の防止と、系外への燃料ガスの排気量の抑制とを両立できるようにした燃料電池システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 第1の発明は、上記の目的を達成するため、燃料電池システムにおいて、
アノードに燃料ガスの供給を受けカソードに空気の供給を受けて発電する燃料電池と、

前記アノードのガス流路の下流側端部に接続された排気機構であって、その動作モードとして少なくとも、前記アノードガス流路内での燃料ガスの消費量に比較して微量のガスを系外へ排気する排気モードと、前記アノードガス流路と系外との連通を遮断する閉塞モードとを択一的に選択可能な排気機構と、

前記アノードガス流路内の不純物質の下流方向への流れを検出する検出手段と、
前記排気機構の動作を制御する制御手段であって、不純物質の下流方向への流れの大きさが所定の切替基準に達しているときには前記排気モードを選択し、不純物質の下流方向への流れの大きさが前記切替基準に達していないときには前記閉塞モードを選択する制御手段と、
を備えることを特徴としている。

[0007] 第2の発明は、第1の発明において、
前記検出手段は、前記燃料電池の負荷の大きさに基づいて不純物質の流れを検出することを特徴としている。

[0008] 第3の発明は、第1の発明において、

前記検出手段は、前記アノードガス流路内の燃料ガスの流速に関連する物理量と、前記アノードガス流路内の不純物質の拡散速度に関連する物理量とに基づいて不純物質の流れを検出することを特徴としている。

[0009] また、第4の発明は、上記の目的を達成するため、燃料電池システムにおいて、

アノードに燃料ガスの供給を受けカソードに空気の供給を受けて発電する燃料電池と、

前記アノードのガス流路の下流側端部に接続された排気機構であって、その動作モードとして少なくとも、前記アノードガス流路内での燃料ガスの消費量に比較して微量のガスを系外へ排気する排気モードと、前記アノードガス流路と系外との連通を遮断する閉塞モードとを択一的に選択可能な排気機構と、

前記燃料電池の負荷状態を判定する判定手段と、

前記排気機構の動作を制御する制御手段であって、前記燃料電池が所定の高負荷域で運転されているときには前記排気モードを選択し、前記燃料電池が前記所定負荷域よりも低負荷域で運転されているときには前記閉塞モードを選択する制御手段と、

を備えることを特徴としている。

[0010] 第5の発明は、第4の発明において、

前記制御手段は、前記アノードガス流路内のガス温度に基づいて前記所定負荷域を設定することを特徴としている。

[0011] 第6の発明は、第4又は第5の発明において、

前記制御手段は、前記アノードガス流路内のガス圧力に基づいて前記所定負荷域を設定することを特徴としている。

[0012] また、第7の発明は、上記の目的を達成するため、燃料電池システムにおいて、

アノードに燃料ガスの供給を受けカソードに空気の供給を受けて発電する燃料電池と、

前記アノードのガス流路の下流側端部に接続された排気機構であって、その動作モードとして少なくとも、前記アノードガス流路内での燃料ガスの消費量に比較して微

少量のガスを系外へ排気する排気モードと、前記アノードガス流路と系外との連通を遮断する閉塞モードとを択一的に選択可能な排気機構と、

前記アノードガス流路内の燃料ガスの流速に関連する物理量を計測する第1計測手段と、

前記アノードガス流路内の不純物質の拡散速度に関連する物理量を計測する第2計測手段と、

前記排気機構の動作を制御する制御手段であって、前記第2計測手段の計測値から計算される参照値と前記第1計測手段の計測値から計算される比較対象値との比較に基づいて前記排気モードと前記閉塞モードとを切り替える制御手段と、を備えることを特徴としている。

[0013] 第8の発明は、第7の発明において、

前記第1計測手段は、前記燃料電池の電流値と前記アノードガス流路内のガス圧力とを計測することを特徴としている。

[0014] 第9の発明は、第7又は第8の発明において、

前記第2計測手段は、前記燃料電池の温度を計測することを特徴としている。

[0015] 第10の発明は、第7又は第8の発明において、

前記第2計測手段は、前記アノードガス流路内のガス温度を計測することを特徴としている。

[0016] 第11の発明は、第7乃至第10の何れか1つの発明において、

前記第2計測手段は、前記アノードガス流路内のガス圧力を計測することを特徴としている。

発明の効果

[0017] 第1の発明によれば、アノードガス流路内での燃料ガスの消費量に比較して微小量のガスを系外へ排気することで、燃料ガスの無駄な排気を抑えつつアノードガス流路の下流側端部に溜まる不純物質を系外に少しずつ排気することができ、燃料電池性能の低下を招くほどに不純物質が蓄積されることを防止できる。しかも、アノードガス流路の下流側端部に不純物質が溜まり得る状況か否かを不純物質の下流方向への流れの大きさによって判定し、不純物質の下流方向への流れの大きさが所定の切替

基準に達するまではアノードガス流路と系外との連通を遮断することで、燃料ガスが無駄に排気されることを防止できる。

[0018] 第2の発明によれば、燃料電池の負荷の大きさを計測することで、アノードガス流路内の不純物質の下流方向への流れを間接的に検出することができる。つまり、不純物質の流れを直接検出するための専用のセンサを必要としない。

[0019] 第3の発明によれば、アノードガス流路内の燃料ガスの流速に関連する物理量と、アノードガス流路内の不純物質の拡散速度に関連する物理量とをそれぞれ計測することで、アノードガス流路内の不純物質の下流方向への流れを間接的に検出することができる。つまり、不純物質の流れを直接検出するための専用のセンサを必要としない。

[0020] 第4の発明によれば、アノードガス流路内での燃料ガスの消費量に比較して微小量のガスを系外へ排気することで、燃料ガスの無駄な排気を抑えつつアノードガス流路の下流側端部に溜まる不純物質を系外に少しずつ排気することができ、燃料電池性能の低下を招くほどに不純物質が蓄積されることを防止できる。しかも、アノードガス流路の下流側端部に不純物質が溜まり得る状況か否かを燃料電池の負荷状態によって判定し、不純物質が溜まり得る所定の高負荷域よりも低負荷域で運転されているときにはアノードガス流路と系外との連通を遮断することで、燃料ガスが無駄に排気されることを防止できる。

[0021] 第5の発明によれば、アノードガス流路内での不純物質の拡散速度に関連するアノードガス流路内のガス温度に基づいて排気モードを選択する所定負荷域を設定することで、不純物質が溜まり得る状況での排気を正確に行うことが可能になる。

[0022] 第6の発明によれば、アノードガス流路内での不純物質の拡散速度に関連するアノードガス流路内のガス圧力に基づいて排気モードを選択する所定負荷域を設定することで、不純物質が溜まり得る状況での排気を正確に行うことが可能になる。

[0023] 第7の発明によれば、排気機構を排気モードで動作させてアノードガス流路内での燃料ガスの消費量に比較して微小量のガスを系外へ排気する場合には、燃料ガスの無駄な排気を抑えつつアノードの下流側端部に溜まる不純物質を系外に少しずつ排気することができ、燃料電池性能の低下を招くほどに不純物質が蓄積されることを

防止できる。また、排気機構を閉塞モードで動作させてアノードガス流路と系外との連通を遮断する場合には、アノードガス流路の下流側端部に不純物質が溜まっていない状態で燃料ガスが無駄に排気されることを防止できる。さらに、アノードガス流路内の不純物質の拡散速度に関連する物理量から計算される参照値と、アノードガス流路内の燃料ガスの流速に関連する物理量から計算される比較対象値との比較によれば、アノードガス流路の下流側端部に不純物質が溜まり得る状況か否かを正確に判定することができる。したがって、その比較に基づいて排気モードと閉塞モードとを切り替えることで、燃料電池性能の低下の防止と燃料ガスの排気量の抑制とを高次元で両立することが可能になる。

[0024] 第8の発明によれば、燃料電池の電流値とアノードガス流路内のガス圧力とを計測することで、アノードガス流路内の燃料ガスの流速を容易に且つ正確に推定することができる。そして、その計測値に基づいて前記の比較対象値を計算することにより、排気モードと閉塞モードとを正しく切り替えるための正確な判定が可能になる。

[0025] 第9の発明によれば、燃料電池の温度を計測することで、アノードガス流路内の不純物質の拡散速度を容易に且つ正確に推定することができる。そして、その計測値に基づいて前記の参照値を計算することにより、排気モードと閉塞モードとを正しく切り替えるための正確な判定が可能になる。

[0026] 第10の発明によれば、アノードガス流路内のガス温度を計測することで、アノードガス流路内の不純物質の拡散速度を容易に且つ正確に推定することができる。そして、その計測値に基づいて前記の参照値を計算することにより、排気モードと閉塞モードとを正しく切り替えるための正確な判定が可能になる。

[0027] 第11の発明によれば、アノードガス流路内のガス圧力を計測することで、アノードガス流路内の不純物質の拡散速度を容易に且つ正確に推定することができる。そして、その計測値に基づいて前記の参照値を計算することにより、排気モードと閉塞モードとを正しく切り替えるための正確な判定が可能になる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の実施の形態としての燃料電池システムの構成を模式的に示す図である。

[図2]単位燃料電池の内部の構造とそこで起きている現象を模式的に示す図である。

[図3]アノードガス流路内の水素濃度の分布と電流値との関係について示す図である。

。

[図4]本発明の実施の形態において実施される排気弁の制御のためのルーチンを示すフローチャートである。

[図5]燃料電池の温度と排気弁の動作モードの切り替え判定に用いる変数 I_{swt} との関係を示す図である。

[図6]アノードガス流路内のガス圧力と排気弁の動作モードの切り替え判定に用いる変数 I_{swp} との関係を示す図である。

符号の説明

- [0029] 2 燃料電池スタック
- 4 高圧水素タンク
- 6 水素供給管
- 8 水素調圧弁
- 10 水素入口弁
- 12 排気管
- 14 排気弁
- 20 制御装置
- 22 電流計
- 24 温度センサ
- 26 圧力センサ
- 30 空気供給管
- 32 空気ポンプ
- 34 排気管
- 40 膜電極接合体
- 42 アノードガス流路
- 44 カソードガス流路

発明を実施するための最良の形態

[0030] 以下、図1乃至図6を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

[0031] 図1は、本発明が適用される燃料電池システムの構成を模式的に示す図である。燃料電池システムは、燃料電池2によって発電してその電力をモータ等の負荷に供給するシステムである。通常、燃料電池2は、複数の単位燃料電池を積層してなる燃料電池スタックとして使用される。単位燃料電池は、図示は省略するが、膜電極接合体を一对の集電板で挟んだ構成になっている。膜電極接合体は、固体高分子電解質膜の両面に触媒が一体化されたものであり、さらにその各面にはカーボンシート等で作られたガス拡散層が一体化されている。集電板は、隣接する2枚の膜電極接合体の間を仕切るセパレータとしても機能している。各単位燃料電池は、アノードに燃料ガスとしての水素の供給を受け、カソードに空気の供給を受けて発電する。

[0032] 燃料電池2には、高圧水素タンク4から燃料電池2に水素を供給するための水素供給管6が接続されている。水素供給管6の途中には、その上流から水素調圧弁8と水素入口弁10が順に配置されている。水素は調圧弁8で減圧され所望の圧力に調整されてから燃料電池2に供給される。燃料電池2に供給された水素は、燃料電池2内に形成された供給マニホールド(図示略)によって各単位燃料電池のアノードに分配される。

[0033] 本実施の形態の燃料電池システムは、燃料電池2内からアノードガスを抜き出すための排気管12を備えている。この排気管12は、燃料電池2内に形成された排気マニホールド(図示略)を介して、各単位燃料電池のアノードガス流路(発電面内に形成されたアノードに接するガス流路)の下流側端部に接続されている。アノードガス流路内のガス(アノードガス)は、排気マニホールドに集められて排気管12に排出される。排気管12の先端は大気に開放されるか、若しくは、希釈器に接続されている。

[0034] 排気管12には、排気管12の連通状態を切り替える排気機構として、デューティ制御が可能な電磁式の排気弁14が設けられている。排気弁14は、好ましくは、流量の制御性に優れるインジェクタ式とする。排気弁14の動作としては、完全に閉状態(つまり、デューティ比がゼロ)とされる閉塞モードと、所定のデューティ比で開制御される排気モードとが択一的に選択可能である。閉塞モードが選択されたとき、燃料電池2のアノードガス流路と系外との連通は遮断される。一方、排気モードが選択されたとき

は、アノードガス流路と系外との連通が実現されてアノードガスの系外への排気が可能になる。ただし、排気モードでのデューティ比は小さく、系外へ排気されるアノードガスの流量はアノードガス流路内での水素の消費量に比較して極微小な値に調整されている。以下、閉塞モード選択時の燃料電池システムの運転をアノードデッドエンド運転と言い、排気モード選択時の燃料電池システムの運転を連続少量排気運転と言う。なお、これら閉塞モードや排気モード以外にも、排気弁14を完全な開状態とする全開モード等、他の動作モードも必要に応じて選択可能にしてもよい。ただし、本発明の実現にあたっては、少なくとも閉塞モードと排気モードとが択一的に選択可能であればよい。

[0035] また、燃料電池2には、空気を供給するための空気供給管30が接続されている。空気供給管30には空気ポンプ32が配置されている。空気ポンプ32の作動によって空気供給管30に空気を取り込まれ燃料電池2に供給される。燃料電池2に供給された空気は、燃料電池2内に形成された供給マニホールドによって各単位燃料電池のカソードに分配される。各単位燃料電池のカソードを通過した空気は、燃料電池2内に形成された排気マニホールドに集められて排気管34に排出される。

[0036] 図2は、燃料電池2を構成する単位燃料電池の内部構造と、そこで起きている現象を模式的に示す図である。図2では、本発明の特徴に特に係る部分を示し、集電体やマニホールド等、本発明の特徴以外の部分については図示は省略している。以下、図1とあわせて図2も参照して説明する。

[0037] 図2に示すように、単位燃料電池内では膜電極接合体40の各面に沿ってガス流路42, 44が形成されている。膜電極接合体40のアノードのガス流路42には、水素が供給されている。膜電極接合体40のカソードのガス流路44には、空気が供給されている。なお、これらガス流路42, 44の形状や構成には限定はない。例えば、集電体(セパレータ)の表面に溝を形成し、その溝をガス流路42, 44としてもよい。また、集電体と膜電極接合体40との間に導電性材料からなる多孔体層を設け、多孔体層内の連続する気孔によってガス流路42, 44を形成してもよい。

[0038] カソードガス流路44に供給される空気には、発電に使用される酸素(O_2)のほかに窒素(N_2)が含まれている。窒素は不活性ガスであって発電には供されず、そのまま

カソードガス流路44から系外に排気される。しかし、一部の窒素は、図2中に矢印で模式的に示すように膜電極接合体40を透過してアノードガス流路42に侵入してしまう。このとき窒素をアノードガス流路42側に移動させる駆動力となるのは、カソードガス流路44とアノードガス流路42との間での窒素の分圧差である。膜電極接合体40を透過した窒素(N_2)は、アノードガス流路42内の水素(H_2)の流れによって、図2中に矢印で模式的に示すようにアノードガス流路42の下流へと流されていく。

[0039] なお、空気には窒素以外にも水蒸気や二酸化炭素等の発電に供されない不純物質が含まれている。しかし、それらの空気中における濃度は窒素に比較すれば微小であるので、ここでは不純物質として窒素にのみ着目するものとする。ただし、本発明が想定する不純物質から窒素以外の物質を除外することを意味するものではない。

[0040] 前述のように、本実施の形態の燃料電池システムは、排気弁14を閉塞モードとすることによるアノードデッドエンド運転が可能である。アノードデッドエンド運転によれば、燃料電池2に供給される水素を有効に使用することができる。しかし、その場合、アノードガス中の不純物質である窒素は、図2中に模式的に示すように、アノードガス流路42の下流端部に次第に蓄積されていく。窒素が膜電極接合体40の表面を覆ってしまうと触媒における起電反応が阻害され、電圧の低下や異常電位による膜電極接合体40の劣化を招いてしまう。

[0041] この点に関し、本実施の形態の燃料電池システムでは、排気弁14を排気モードとすることによる連続少量排気運転によって、アノードガス流路42の下流端部への窒素の蓄積を防止することができる。つまり、アノードガス流路42内での水素の消費量に比較して微量のガスを系外へ排気することで、アノードガス流路42の下流側端部に溜まる窒素を系外に少しずつ排気することができる。これによれば、水素の無駄な排気を抑えつつ燃料電池性能の低下を招くほどに窒素が蓄積されることを防止できる。

[0042] 図3は、アノードデッドエンド運転時のアノードガス流路42内の水素濃度分布を示す図である。水素濃度の100%に対する差が窒素濃度を表している。アノードガス流路42の下流端部に窒素が蓄積されると、水素濃度分布は図3中に実線で示すようになる。上記の連続少量排気運転による効果は、このようにアノードガス流路42の下流端

部に窒素が蓄積され得る状況において得られる効果である。

[0043] これに対し、水素濃度分布が図3中に破線で示すようになっている場合、つまり、窒素がアノードガス流路42中に分散しているような状況では、連続少量排気運転を実行すると水素を無駄に排気してしまうことになる。アノードガス流路42の下流端部に窒素が蓄積されていないからである。このような状況では、アノードデッドエンド運転を選択することが望ましい。アノードデッドエンド運転と連続少量排気運転のどちらを選択するかは、窒素がアノードガス流路42の下流端部に蓄積され得る状況か否かによって判断する必要がある。

[0044] 窒素がアノードガス流路42の下流端部に蓄積されるか否かは、アノードガス流路42内での窒素の流れによって決まる。図2中に矢印で模式的に示すように、窒素がアノードガス流路42を下流方向に流れている場合には、必然的に窒素が下流端部に蓄積され得る状況となる。したがって、アノードガス流路42内での窒素の下流方向への流れを検出できれば、アノードデッドエンド運転と連続少量排気運転との切り替えを正しく行うことができると考えられる。

[0045] 本実施の形態の燃料電池システムでは、以下に説明する方法によって、アノードガス流路42内での窒素の下流方向への流れを間接的に検出する。まず、アノードガス流路42内の窒素の流れの大きさは、アノードガス流路42内の窒素の拡散速度と、アノードガス流路42内の水素の流速とによって決まる。水素の流速が窒素の拡散速度よりも大きければ、膜電極接合体40を透過してきた窒素はアノードガス流路42の上流に拡散することなく下流へ流されていくことになる。その結果、図3中に実線で示すような水素濃度分布ができることになる。水素の流速が大きいほど窒素の下流方向への流れも大きくなる。一方、水素の流速が窒素の拡散速度よりも小さければ、アノードガス流路42の上流まで窒素が拡散していき、図3中に破線で示すような水素濃度分布ができることになる。

[0046] 本実施の形態の燃料電池システムでは、アノードガス流路42内の水素の流速を直接測定するのではなく、水素の流速に関連する物理量として燃料電池2の出力電流の値とアノードガス流路42内のガス圧力とを計測することとしている。アノードガス流路42に流入する水素の流速は、アノードガス流路42の流路形状が一定であるなら

ば、燃料電池2の出力電流とアノードガス流路42内のガス圧力との関数として表すことができる。燃料電池2の電流値は、燃料電池2に取り付けられた電流計22によって計測される。アノードガス流路42内のガス圧力は、水素供給管6における燃料電池2の入口に取り付けられた圧力センサ26によって計測される。

[0047] また、本実施の形態の燃料電池システムでは、アノードガス流路42内の窒素の拡散速度を直接測定するのではなく、窒素の拡散速度に関連する物理量としてアノードガス流路42内のガス圧力とガス温度の各値を計測することとしている。窒素の拡散速度は、アノードガス流路42内のガス温度とガス圧力の関数として表すことができる。アノードガス流路42内のガス温度は、燃料電池2の全体温度と略等しいことから、燃料電池2に取り付けられた温度センサ24によって間接的に計測することができる。勿論、アノードガス流路42内のガス温度を直接計測してもよい。

[0048] 本実施の形態の燃料電池システムでは、排気弁14の動作の制御は制御装置20によって行われる。制御装置20には、電流計22、圧力センサ26及び温度センサ24からそれらの計測信号が入力されている。制御装置20は、圧力センサ26及び温度センサ24の各計測値から参照値を計算し、電流計22及び圧力センサ26の各計測値から参照値と比較すべき比較対象値(参照値と同次元)を計算する。そして、参照値と比較対象値を比較することで、アノードガス流路42の下流側端部に窒素が溜まり得る状況か否かを正確に判定し、その判定結果に基づいて排気弁14の動作モードを切り替えている。以下、制御装置20によって実施される排気弁14の制御のためのルーチンについて、図4のフローチャートを用いて説明する。

[0049] 図4に示すルーチンの最初のステップS2では、排気モードから閉塞モードへの切替判定が行われる。この切替判定では、次の(1)式に示す条件の成否が判定される。(1)式の左辺が比較対象値であり、右辺が参照値である。

$$I \times (P_0 / P_A) < I_{swt} \times I_{swp} \cdots (1)$$

[0050] (1)式において比較対象値の計算に用いるIは電流計22によって計測される電流値である。P₀は標準大気圧であり、P_Aは圧力センサ26によって計測されるアノード流路内のガス圧力である。

[0051] (1)式において参照値の計算に用いるI_{swt}は温度センサ24によって計測された燃

料電池2の温度から決定される変数であり、予め用意されたマップを用いて決定される。図5は、マップにおいて設定されている燃料電池2の温度(FC温度)と変数 I_{swt} との関係を示す図である。また、 I_{swp} は圧力センサ26によって計測されたガス圧力から決定される変数であり、予め用意されたマップを用いて決定される。図6は、マップにおいて設定されているアノードガス流路42内のガス圧力(アノード圧)と変数 I_{swp} との関係を示す図である。なお、図5に示す関係はアノード圧が一定であることが前提であり、図6に示す関係はFC温度が一定であることが前提である。

- [0052] ステップS2の判定の結果、比較対象値が参照値よりも小さい場合には、閉塞モードが選択されて排気弁14は閉じられる(ステップS4)。これにより、燃料電池システムはアノードデッドエンド運転で運転される。
- [0053] 一方、比較対象値が参照値以上の場合には、ステップS2からステップS6に進む。ステップS6では、閉塞モードから排気モードへの切替判定が行われる。この切替判定では、比較対象値と参照値よりもオフセット値 α だけ大きい値($I_{swt} \times I_{swp} + \alpha$)との比較が行われる。比較対象値が参照値 $+$ α よりも大きい場合には、排気モードが選択されて排気弁14は所定のデューティ比で開制御される(ステップS8)。これにより、燃料電池システムは連続少量排気運転で運転される。
- [0054] 比較対象値が参照値以上であって参照値 $+$ α 以下の場合には、現時点での動作モードが維持される。つまり、現時点で閉塞モードが選択されている場合には、比較対象値が参照値 $+$ α を超えるまで排気モードには切り替えられない。一方、現時点で排気モードが選択されている場合には、比較対象値が参照値を下回るまで閉塞モードには切り替えられない。これにより、参照値付近での比較対象値の変動によって排気弁14の動作モードが頻繁に切り替わってしまうことは防止される。
- [0055] 上記のルーチンによれば、アノードガス流路42内の窒素の拡散速度に関連するFC温度及びアノード圧から参照値($I_{swt} \times I_{swp}$)が求められ、アノードガス流路内の水素の流速に関連する電流値とアノード圧とから比較対象値 $\{I \times (P_0/P_A)\}$ が求められる。そして、これら参照値と比較対象値とが比較される。この比較によれば、アノードガス流路42の下流側端部に窒素が溜まり得る状況か否かを正確に判定することができるので、比較結果に基づいて排気モードと閉塞モードとを切り替えることで、燃料電

池性能の低下の防止と水素の排気量の抑制とを高次元で両立することが可能になる。
。

[0056] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば、次のように変形して実施してもよい。

[0057] 上記実施の形態では、燃料電池2の電流値を計測しているが、燃料電池2の負荷状態を判定することができるならば、必ずしも電流値を計測する必要はない。燃料電池2が高負荷域で運転されている場合には低負荷域で運転されている場合に比較して水素の消費量が大きくなることから、必然的にアノードガス流路42内の水素の流速も大きくなる。したがって、燃料電池2が所定の高負荷域で運転されているときには排気モードを選択し、燃料電池2が所定負荷域よりも低負荷域で運転されているときには閉塞モードを選択すればよい。なお、アノードガス流路42の下流側端部に窒素が溜まり得る負荷状態か否かは、そのときの窒素の拡散速度によって左右されることから、前記の所定負荷域はアノードガス流路42内のガス温度やガス圧力に基づいて設定するのが好ましい。

請求の範囲

- [1] アノードに燃料ガスの供給を受けカソードに空気の供給を受けて発電する燃料電池と、
- 前記アノードのガス流路の下流側端部に接続された排気機構であって、その動作モードとして少なくとも、前記アノードガス流路内での燃料ガスの消費量に比較して微量のガスを系外へ排気する排気モードと、前記アノードガス流路と系外との連通を遮断する閉塞モードとを択一的に選択可能な排気機構と、
- 前記アノードガス流路内の不純物質の下流方向への流れを検出する検出手段と、
- 前記排気機構の動作を制御する制御手段であって、不純物質の下流方向への流れの大きさが所定の切替基準に達しているときには前記排気モードを選択し、不純物質の下流方向への流れの大きさが前記切替基準に達していないときには前記閉塞モードを選択する制御手段と、
- を備えることを特徴とする燃料電池システム。
- [2] 前記検出手段は、前記燃料電池の負荷の大きさに基づいて不純物質の流れを検出することを特徴とする請求項1記載の燃料電池システム。
- [3] 前記検出手段は、前記アノードガス流路内の燃料ガスの流速に関連する物理量と、前記アノードガス流路内の不純物質の拡散速度に関連する物理量とに基づいて不純物質の流れを検出することを特徴とする請求項1記載の燃料電池システム。
- [4] アノードに燃料ガスの供給を受けカソードに空気の供給を受けて発電する燃料電池と、
- 前記アノードのガス流路の下流側端部に接続された排気機構であって、その動作モードとして少なくとも、前記アノードガス流路内での燃料ガスの消費量に比較して微量のガスを系外へ排気する排気モードと、前記アノードガス流路と系外との連通を遮断する閉塞モードとを択一的に選択可能な排気機構と、
- 前記燃料電池の負荷状態を判定する判定手段と、
- 前記排気機構の動作を制御する制御手段であって、前記燃料電池が所定の高負荷域で運転されているときには前記排気モードを選択し、前記燃料電池が前記所定負荷域よりも低負荷域で運転されているときには前記閉塞モードを選択する制御手

段と、

を備えることを特徴とする燃料電池システム。

[5] 前記制御手段は、前記アノードガス流路内のガス温度に基づいて前記所定負荷域を設定することを特徴とする請求項4記載の燃料電池システム。

[6] 前記制御手段は、前記アノードガス流路内のガス圧力に基づいて前記所定負荷域を設定することを特徴とする請求項4又は5記載の燃料電池システム。

[7] アノードに燃料ガスの供給を受けカソードに空気の供給を受けて発電する燃料電池と、

前記アノードのガス流路の下流側端部に接続された排気機構であって、その動作モードとして少なくとも、前記アノードガス流路内での燃料ガスの消費量に比較して微量のガスを系外へ排気する排気モードと、前記アノードガス流路と系外との連通を遮断する閉塞モードとを択一的に選択可能な排気機構と、

前記アノードガス流路内の燃料ガスの流速に関連する物理量を計測する第1計測手段と、

前記アノードガス流路内の不純物質の拡散速度に関連する物理量を計測する第2計測手段と、

前記排気機構の動作を制御する制御手段であって、前記第2計測手段の計測値から計算される参照値と前記第1計測手段の計測値から計算される比較対象値との比較に基づいて前記排気モードと前記閉塞モードとを切り替える制御手段と、
を備えることを特徴とする燃料電池システム。

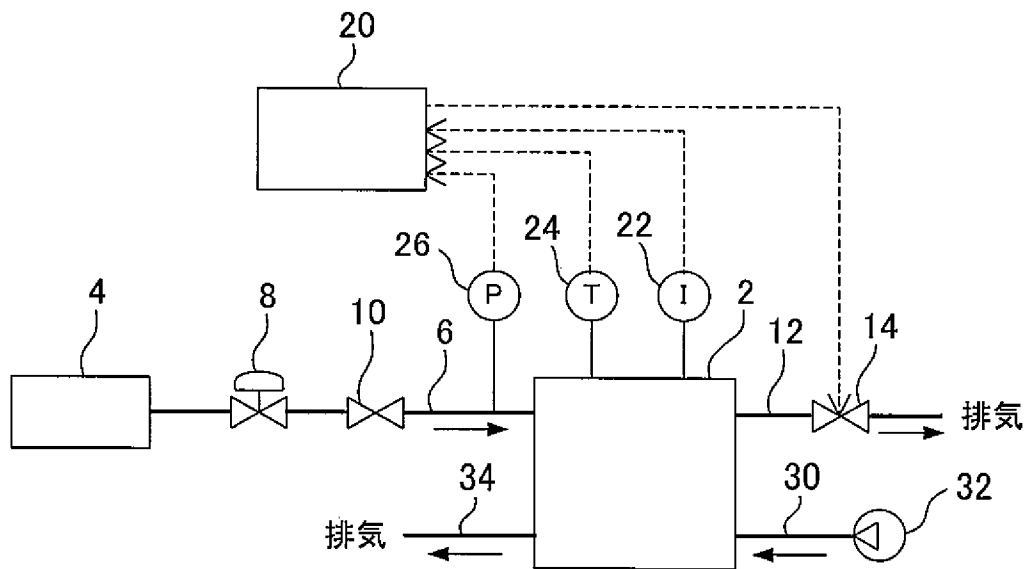
[8] 前記第1計測手段は、前記燃料電池の電流値と前記アノードガス流路内のガス圧力とを計測することを特徴とする請求項7記載の燃料電池システム。

[9] 前記第2計測手段は、前記燃料電池の温度を計測することを特徴とする請求項7又は8記載の燃料電池システム。

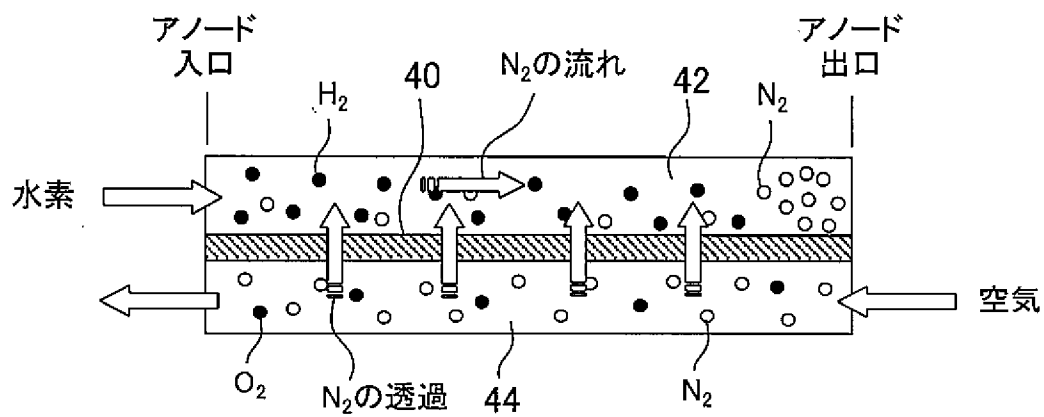
[10] 前記第2計測手段は、前記アノードガス流路内のガス温度を計測することを特徴とする請求項7又は8記載の燃料電池システム。

[11] 前記第2計測手段は、前記アノードガス流路内のガス圧力を計測することを特徴とする請求項7乃至10の何れか1項に記載の燃料電池システム。

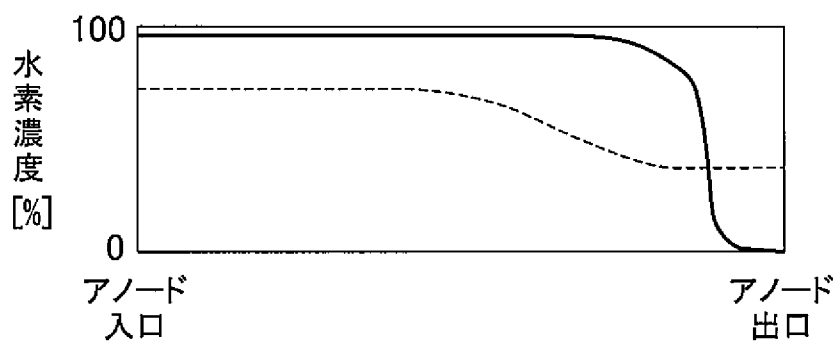
[図1]



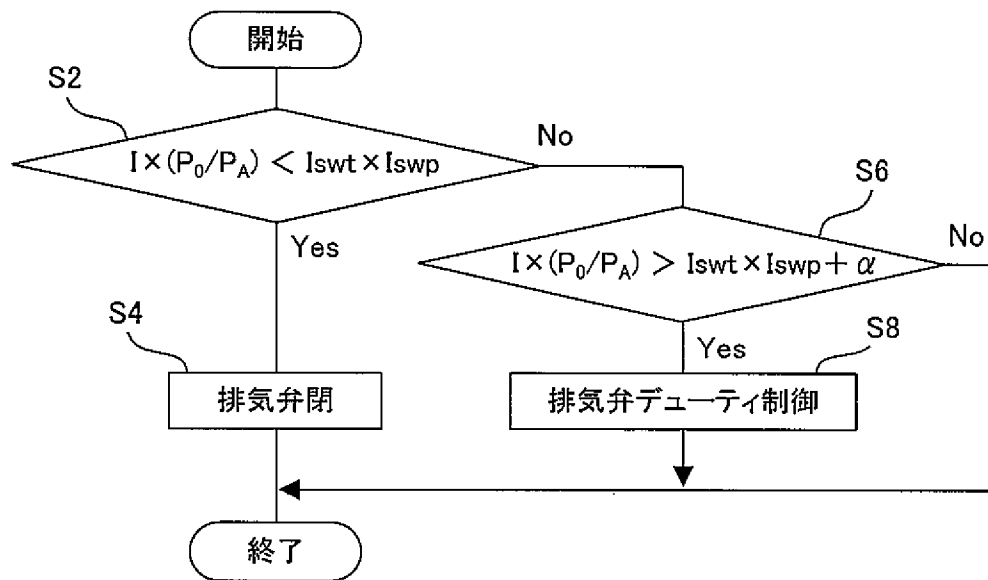
[図2]



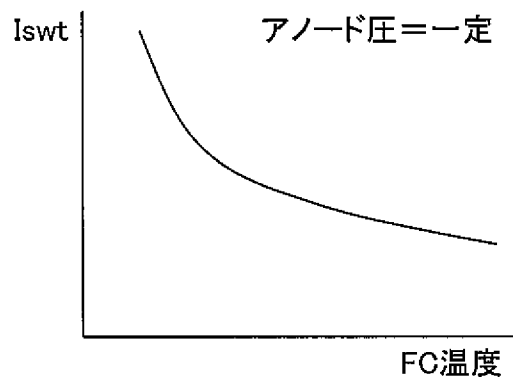
[図3]



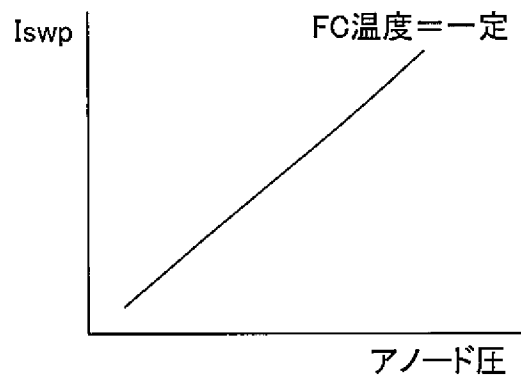
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/051803

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
A	JP 2006-294295 A (Toyota Motor Corp.), 26 October, 2006 (26.10.06), Full text & WO 2006/109756 A1	1-11
A	JP 2006-19124 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 19 January, 2006 (19.01.06), Full text (Family: none)	1-11
A	JP 2005-327597 A (Toyota Motor Corp.), 24 November, 2005 (24.11.05), Full text & WO 2005/112159 A1	1-11

☒ 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
19 May, 2008 (19.05.08)

Date of mailing of the international search report
27 May, 2008 (27.05.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/051803

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-141977 A (Honda Motor Co., Ltd.), 02 June, 2005 (02.06.05), Full text (Family: none)	1-11
A	JP 2004-185974 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 02 July, 2004 (02.07.04), Full text & US 2005/244686 A1 & EP 1529320 A & WO 2004/51780 A2	1-11
A	JP 9-266004 A (Equos Research Co., Ltd.), 07 October, 1997 (07.10.97), Full text (Family: none)	1-11
P,A	JP 2007-242266 A (Canon Inc.), 20 September, 2007 (20.09.07), Full text (Family: none)	1-11

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 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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
A	JP 2006-294295 A (トヨタ自動車株式会社) 2006. 10. 26, 全文 &WO 2006/109756 A1	1-11
A	JP 2006-19124 A (日産自動車株式会社) 2006. 01. 19, 全文 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2005-327597 A (トヨタ自動車株式会社) 2005. 11. 24, 全文 &WO 2005/112159 A1	1-11

☒ 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

1 9 . 0 5 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 5 . 2 0 0 8

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

4 X

9 0 6 2

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 請求の範囲の番号
A	JP 2005-141977 A (本田技研工業株式会社) 2005. 06. 02, 全文 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2004-185974 A (日産自動車株式会社) 2004. 07. 02, 全文 &US 2005/244686 A1&EP 1529320 A&WO 2004/51780 A2	1-11
A	JP 9-266004 A (株式会社エクス・リサーチ) 1997. 10. 07&全文 (ファミリーなし)	1-11
PA	JP 2007-242266 A (キャノン株式会社) 2007. 09. 20, 全文 (ファミリーなし)	1-11