(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
2007 年8 月23 日 (23.08.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/094264 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01) *H01M 8/24* (2006.01)
H01M 8/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/052400

(22) 国際出願日: 2007 年2 月9 日 (09.02.2007)

(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2006-038403 2006 年2 月15 日 (15.02.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真１００６番地 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森田 純司 (MORITA, Junji). 菅原 靖 (SUGAWARA, Yasushi). 柴田 礎一 (SHIBATA, Soichi).

(74) 代理人: 角田 嘉宏, 外(SUMIDA, Yoshihiro et al.); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町１２３番地の１ 貿易ビル３階 特許業務法人 有古特許事務所 Hyogo (JP).

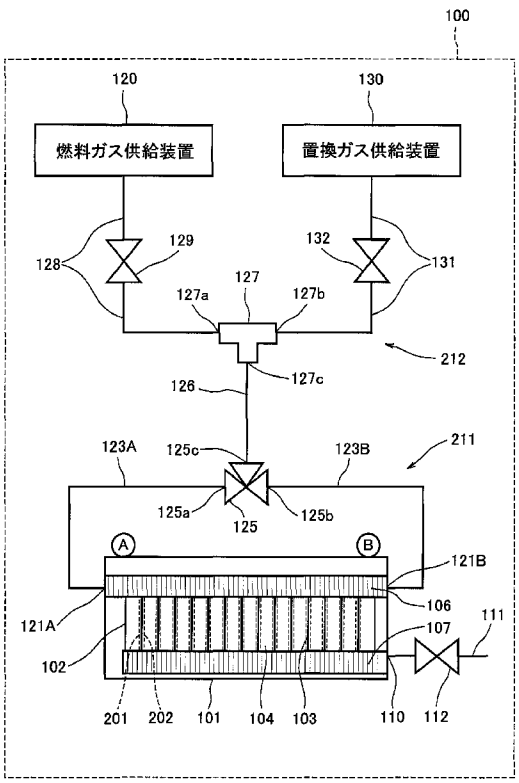
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, 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, 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,

[続葉有]

(54) **Title:** FUEL CELL SYSTEM

(54) **発明の名称:** 燃料電池システム



120 FUEL GAS SUPPLY DEVICE
130 SUBSTITUTE GAS SUPPLY DEVICE

(57) **Abstract:** Disclosed is a fuel cell system (100) comprising a fuel cell (101), which is provided with a first fuel gas inlet (121A) communicating with one end of a fuel gas supply manifold (106) and a second fuel gas inlet (121B) communicating with the other end of the fuel gas supply manifold (106), while having a structure for generating electricity by reacting a fuel gas and an oxidant gas, a fuel gas supply device (120)for supplying the fuel gas, and a fuel gas inlet selecting device (211) for selectively supplying the fuel gas from the fuel gas supply device (120) to the first fuel gas inlet (121A) or the second fuel gas inlet (121B).

(57) 要約: 本発明の燃料電池システム(100)は、燃料ガス供給マニホールド(106)の一方の端に連通する第一の燃料ガス入口(121A)と、燃料ガス供給マニホールド(106)の他方の端に連通する第二の燃料ガス入口(121B)とが設けられ、燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電が行われるよう構成された燃料電池(101)と、前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置(120)と、該燃料ガス供給装置(120)から供給される燃料ガスを選択的に第一の燃料ガス入口(121A)又は第二の燃料ガス入口(121B)に供給する燃料ガス入口選択装置(211)と、を備える。

WO 2007/094264 A1

IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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。

明 細 書

燃料電池システム

技術分野

[0001] 本発明は、発電と停止とを繰り返す家庭用コージェネレーションシステムや自動車用電源に用いられる燃料電池システム、特に、高分子電解質形燃料電池を用いた燃料電池システムに関するものである。

背景技術

[0002] 典型的な燃料電池として、高分子電解質形燃料電池がある。この高分子電解質形燃料電池では、高分子電解質膜を挟んでアノードとカソードとが配設されている。アノード及びカソードにはそれぞれ、水素を含有する燃料ガスと、空気等の酸素を含有する酸化剤ガス(以下、燃料ガスと酸化剤ガスとを反応ガスと総称する場合がある)とが供給される。そして、燃料ガスと酸化剤ガスとを電気化学的に反応させることで、電力と熱とを同時に発生させる。

具体的には、高分子電解質形燃料電池は、水素イオンを選択的に輸送する高分子電解質膜と、該高分子電解質膜を挟持する一対の電極とを備えている。電極と高分子電解質膜とをあらかじめ一体化して組み立てたものを電解質膜電極接合体(MEA:Membrane Electrode Assembly)と呼ぶ。

MEAに供給される反応ガスが外部にリークしないようにするため、また、それぞれの反応ガスが互いに混合しないようにするため、MEAにおける電極周囲には高分子電解質膜を挟むようガスシール材やガスケットが配置される。

[0003] MEAの外側には、該MEAを機械的に固定するとともに、隣接するMEAを互いに電気的に直列に接続するための導電性セパレータが配置される(このように組み立てられたものをセルと呼ぶ)。セパレータとMEAとが接触する部分には、電極面に反応ガスを供給し、生成水や余剰ガスを排出するためのガス流路が形成されている。

[0004] ガス流路に反応ガスを供給するために、セパレータ毎にガスを分配するマニホールドが配置される。マニホールドには、ガス供給配管より直接つなぎ込む外部マニホールドと、ガス流路を形成したセパレータに貫通孔を設け、この貫通孔とガス流路の入

口部とを連結し、直接この貫通孔から反応ガスを分配する内部マニホールドとがある。

[0005] そして、MEAとセパレータとを交互に積み重ねて10～200のセルの積層体とし、この積層体を集電板と絶縁板とを介して端板で挟み、締結ロッドで固定して、高分子電解質形燃料電池のスタックを作製する。

[0006] ここで、例えば、家庭用コージェネレーションシステムに適用される燃料電池システムの運転方法においては、発電と停止とが繰り返し行われる。具体的には、電力消費量の少ない時間帯は発電を停止し、電力消費量の多い時間帯は発電を行うことによって光熱費の抑制を行っている。

このような燃料電池システムにおいては、発電と停止との繰り返しによる燃料電池性能の低下を抑制するための技術が提案されている。

[0007] 例えば、燃料電池の燃料ガス流路又は酸化剤ガス流路を加湿された不活性ガス等で置換、封入した状態で燃料電池を停止させる方法が提案されている(特許文献1参照)。これによれば、停止時においても燃料電池内部の高分子電解質が乾燥することなく燃料電池性能の劣化を抑制できるとの報告がある。

特許文献1:特開平6－251788

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、特許文献1の構成においては、セルスタック内でのセルごとの反応ガスや置換ガスの濃度が不均一となり、セルスタック全体の発電性能を低下させるという問題がある。

[0009] 本発明はこのような課題を解決するためになされたもので、セルスタック内での各セル間のガスの濃度を均一にし、セルスタック全体の発電性能の低下が抑制され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

[0010] 本件発明者らは、上記課題を解決するために鋭意検討した。

[0011] そして、本件発明者らは、複数のセルを積層したセルスタックを用いた燃料電池システムにおいては、起動時及び停止時でのセルスタック内における各セルのガス置

換状態が、発電性能に影響を与えることを見出した。

[0012] すなわち、本発明者らが燃料電池システムのガス置換のシミュレーション試験を行ったところ、以下のことが明らかとなった。

[0013] 燃料電池システムのセルスタック内が、ある種のガスで充填された状態にあり、つづいて充填されていたガスとは異種のガスでセルスタック内を置換する場合、置換するガスの流量が少ないと、マニホールド内で旋回流及び渦流が発生する。これにより、セルスタック内における各セルのガス置換時間が、反応ガス入口に近いセルでは短く、反応ガス入口から遠いセルでは長くなる。この状態は、燃料電池システムの起動時及び停止時のそれぞれの工程で発生し、燃料電池の発電性能を低下させる要因となることが考えられる。

[0014] すなわち、燃料電池システムの起動時においては、置換ガスを排出するための反応ガスの流量が少ないと、反応ガスが十分に供給されない状態で発電を開始するセルが発生し、この繰り返しにより発電性能が低下すると考えられる。また、セルスタック内が十分に燃料ガスで置換されるまで置換時間を延長した場合には、開回路電圧に曝される時間が長くなり、触媒劣化による発電性能の低下が懸念される。

一方、停止時においては、置換ガスによる置換が十分でなかったセルは、セル内での残存ガスの停滞時間が長く、触媒劣化によって発電性能を低下させる。また、セルスタック内が十分に置換ガスで置換がされるまで置換時間を延長した場合には、セルによって残存ガスに曝される時間が異なり、スタック内のセルごとの発電性能が不均一になる。

また、従来の燃料電池システムは、ガス供給配管からマニホールドへのガス流入口が1箇所であるため、マニホールド内のガス流入方向がセルスタックの積層方向に対して常に一定である。そのため、上記ガス置換状態の良否による影響が、発電と停止とを繰り返すごとに累積され、セル間における発電性能の差が大きくなり、セルスタック全体としての発電性能を低下させる。

[0015] 上記のような問題は、燃料電池システムを置換ガスにより置換しない場合にも生じる。すなわち、発電と停止とを繰り返すことにより、燃料ガス入口に近いセルと燃料ガス入口から遠いセルとで燃料ガスの濃度が不均一になる。また、発電と停止とを繰り返

すことにより、酸化剤ガス入口に近いセルと酸化剤ガス入口から遠いセルとで酸化剤ガスの濃度が不均一になる。これにより、セルスタック全体としての発電性能が低下する。

そこで、本発明の燃料電池システムは、高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードとを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化剤ガス供給マニホールド及び酸化剤ガス排出マニホールドと、燃料ガスを燃料ガス供給マニホールドからアノードに導いてそこから燃料ガス排出マニホールドへと導く燃料ガス流路と、酸化剤ガスを酸化剤ガス供給マニホールドからカソードに導いてそこから酸化剤ガス排出マニホールドへと導く酸化剤ガス流路と、前記燃料ガス供給マニホールドの一方の端に連通する第一の燃料ガス入口と、前記燃料ガス供給マニホールドの他方の端に連通する第二の燃料ガス入口と、を有し、前記セルにおいて前記燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電が行われるよう構成された燃料電池と、前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置と、該燃料ガス供給装置から供給される燃料ガスを選択的に第一の燃料ガス入口又は第二の燃料ガス入口に供給する燃料ガス入口選択装置と、を備える。

このような構成とすると、燃料電池に燃料ガスを供給する場合において、燃料ガスの供給先を、第一の燃料ガス入口と第二の燃料ガス入口とで選択することができる。そうすると、発電と停止とを繰り返す場合において、一方の燃料ガス入口に近いセルと一方の燃料ガス入口から遠いセルとで燃料ガスの濃度が均一になる。これにより、セルスタック全体としての発電性能の低下が抑制される。

[0016] 前記燃料ガス供給装置から供給される燃料ガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御する制御装置をさらに備えていてもよい。

[0017] このような構成とすると、発電と停止とを繰り返す場合において、一方の燃料ガス入口に近いセルと一方の燃料ガス入口から遠いセルとで燃料ガスの濃度が均一になる。これにより、セルスタック全体としての発電性能の低下が抑制される。

前記燃料ガスを置き換えるための置換ガスを供給する置換ガス供給装置と、前記燃料ガス供給装置から供給される燃料ガス又は前記置換ガス供給装置から供給される置換ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、を備え、前記燃料ガス入口選択装置は、前記選択的ガス供給装置から供給された燃料ガス又は置換ガスを選択的に第一の燃料ガス入口又は第二の燃料ガス入口に供給するよう構成されていてもよい。

このような構成とすると、燃料電池内のガスを置換するために燃料電池に燃料ガス及び置換ガスを供給する場合において、燃料ガス及び置換ガスの供給先を、第一の燃料ガス入口と第二の燃料ガス入口とで選択することができる。そうすると、燃料ガス入口から近いセルと遠いセルとでガスの濃度(置換状態)に差が生じにくく、セルスタックのセルごとの燃料ガス及び置換ガスの濃度が均一になる。これにより、セルスタック全体での発電性能の低下が抑制される。

前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御する制御装置をさらに備え、前記発電をして外部負荷に電力を供給する発電モードと、停止状態から前記発電モードに移行する起動モードと、前記発電モードから前記停止状態に移行する停止モードとを有し、前記制御装置が、前記起動モードにおいて前記燃料ガスを供給して前記セルスタック内のガスをパージし、前記発電モードにおいて前記燃料ガスを供給し、かつ前記停止モードにおいて前記置換ガスを供給して前記セルスタック内のガスを該置換ガスで置換するよう、前記選択的ガス供給装置を制御するよう構成されており、かつ、前記制御装置は、前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御するよう構成されていていてもよい。

このような構成とすると、前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、ガスを流入させる燃料ガス入口を切り替えることができるので、セルスタックの積層方向に対す

るガスの流れ方向を切り替えることができる。したがって、セルスタック内でのガス置換時間が短縮される。また、セルごとのガス置換の均一化を図ることができるので、セルスタック内での各セルの発電性能も均一化され、セルスタック全体での発電性能の低下を抑制することができる。

前記制御装置は、前記発電モードと前記停止モードとの間の切り替わりの際に、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御するよう構成されていてもよい。

[0018] このような構成とすると、前記発電モードと前記停止モードとの間の切り替わりの際に、ガスを流入させる燃料ガス入口を切り替えることができるので、セルごとのガス置換の均一化を図ることができる。したがって、セルスタック内での各セルの発電性能も均一化され、セルスタック全体での発電性能の低下が抑制される。

[0019] 前記制御装置は、前記起動モード又は前記停止モード中において、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で複数回切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御するよう構成されていてもよい。

[0020] このような構成とすると、各起動モード又は各停止モードにおいて、ガスの流入する燃料ガス入口を複数回切り替えることができる。したがって、セルスタック内のガス置換時間がさらに短縮される。

[0021] 前記燃料ガス入口選択装置は、第一乃至第三のポートを有し前記第三のポートを前記第一のポート又は前記第二のポートに選択的に接続可能な三方弁と、前記第一のポートを前記第一の燃料ガス入口に接続する第一のガス配管と、前記第二のポートを前記第二の燃料ガス入口に接続する第二のガス配管とを備え、前記第三のポートが前記選択的ガス供給装置からのガスを供給するためのガス配管に接続されていてもよい。

[0022] 前記燃料ガス入口選択装置は、T形管継手と、該T形管継手の第一の端を前記第一の燃料ガス入口に接続する第一のガス配管と、該第一のガス配管の途中に配設された開閉弁と、前記T形管継手の第二の端を前記第二の燃料ガス入口に接続する

第二のガス配管と、該第二のガス配管の途中に配設された開閉弁とを備え、前記T形管継手の第三の端が前記選択的ガス供給装置からのガスを供給するためのガス配管に接続されていてもよい。

また、本発明の燃料電池システムの運転方法は、高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードとを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化剤ガス供給マニホールド及び酸化剤ガス排出マニホールドと、燃料ガスを燃料ガス供給マニホールドからアノードに導いてそこから燃料ガス排出マニホールドへと導く燃料ガス流路と、酸化剤ガスを酸化剤ガス供給マニホールドからカソードに導いてそこから酸化剤ガス排出マニホールドへと導く酸化剤ガス流路と、前記燃料ガス供給マニホールドの一方の端に連通する第一の燃料ガス入口と、前記燃料ガス供給マニホールドの他方の端に連通する第二の燃料ガス入口と、を有し、前記セルにおいて前記燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電が行われるよう構成された燃料電池と、前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置と、前記燃料ガスを置き換えるための置換ガスを供給する置換ガス供給装置と、前記燃料ガス供給装置から供給される燃料ガス又は前記置換ガス供給装置から供給される置換ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、該選択的ガス供給装置から供給された燃料ガス又は置換ガスを選択的に第一の燃料ガス入口又は第二の燃料ガス入口に供給する燃料ガス入口選択装置と、を備えた燃料電池システムの運転方法であって、前記発電をして外部負荷に電力を供給する発電モードと、停止状態から前記発電モードに移行する起動モードと、前記発電モードから前記停止状態に移行する停止モードとを有し、前記起動モードにおいて前記燃料ガスを供給して前記セルスタック内のガスをパージし、前記発電モードにおいて前記燃料ガスを供給し、かつ前記停止モードにおいて前記置換ガスを供給して前記セルスタック内のガスを該置換ガスで置換するよう前記選択的ガス供給装置を制御するステップと、前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と

前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御するステップと、を含む。

このような構成とすると、前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、ガスを流入させる燃料ガス入口を切り替えることができるので、セルスタックの積層方向に対するガスの流れ方向を切り替えることができる。したがって、セルスタック内でのガス置換時間が短縮される。また、セルごとのガス置換の均一化を図ることができるので、セルスタック内での各セルの発電性能も均一化され、セルスタック全体での発電性能の低下を抑制することができる。

また、本発明の燃料電池システムは、高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードとを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化剤ガス供給マニホールド及び酸化剤ガス排出マニホールドと、燃料ガスを燃料ガス供給マニホールドからアノードに導いてそこから燃料ガス排出マニホールドへと導く燃料ガス流路と、酸化剤ガスを酸化剤ガス供給マニホールドからカソードに導いてそこから酸化剤ガス排出マニホールドへと導く酸化剤ガス流路と、前記酸化剤ガス供給マニホールドの一方の端に連通する第一の酸化剤ガス入口と、前記酸化剤ガス供給マニホールドの他方の端に連通する第二の酸化剤ガス入口と、を有し、前記セルにおいて前記燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電が行われるよう構成された燃料電池と、前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置と、該酸化剤ガス供給装置から供給される酸化剤ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、該選択的ガス供給装置から供給された酸化剤ガスを選択的に第一の酸化剤ガス入口又は第二の酸化剤ガス入口に供給する酸化剤ガス入口選択装置と、を備える。

[0023] このような構成とすると、燃料電池に酸化剤ガスを供給する場合において、酸化剤ガスの供給先を、第一の酸化剤ガス入口と第二の酸化剤ガス入口とで選択することができる。そうすると、発電と停止とを繰り返す場合において、一方の酸化剤ガス入口に近いセルと一方の酸化剤ガス入口から遠いセルとで酸化剤ガスの濃度が均一にな

る。これにより、セルスタック全体としての発電性能の低下が抑制される。

[0024] 前記酸化剤ガス供給装置から供給される酸化剤ガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御する制御装置をさらに備えていてもよい。

[0025] このような構成とすると、発電と停止とを繰り返す場合において、一方の酸化剤ガス入口に近いセルと一方の酸化剤ガス入口から遠いセルとで酸化剤ガスの濃度が均一になる。これにより、セルスタック全体としての発電性能の低下が抑制される。

前記酸化剤ガスを置き換えるための置換ガスを供給する置換ガス供給装置と、前記酸化剤ガス供給装置から供給される酸化剤ガス又は前記置換ガス供給装置から供給される置換ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、を備え、前記酸化剤ガス入口選択装置は、前記選択的ガス供給装置から供給された酸化剤ガス又は置換ガスを選択的に第一の酸化剤ガス入口又は第二の酸化剤ガス入口に供給するよう構成されていてもよい。

このような構成とすると、燃料電池内のガスを置換するために燃料電池に酸化剤ガス及び置換ガスを供給する場合において、酸化剤ガス及び置換ガスの供給先を、第一の酸化剤ガス入口と第二の酸化剤ガス入口とで選択することができる。そうすると、酸化剤ガス入口から近いセルと遠いセルとでガスの濃度(置換状態)に差が生じにくく、セルスタックのセルごとの酸化剤ガス及び置換ガスの濃度が均一になる。これにより、セルスタック全体での発電性能の低下が抑制される。

前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御する制御装置をさらに備え、前記発電をして外部負荷に電力を供給する発電モードと、停止状態から前記発電モードに移行する起動モードと、前記発電モードから前記停止状態に移行する停止モードとを有し、前記制御装置が、前記起動モードにおいて前記酸化剤ガスを供給して前記セルスタック内のガスをパージし、前記発電モードにおいて前記酸化剤ガスを供給し、かつ前記停止モードにおいて前記置換ガスを供給して前記セルスタック内のガスを該置換ガスで置換するよう前記選択的ガス供給装置を制御するよう構成されており、かつ、前記制御装置は、前記起動モード

、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御するよう構成されていてもよい。

[0026] このような構成とすると、前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、ガスを流入させる酸化剤ガス入口を切り替えることができるので、セルスタックの積層方向に対するガスの流れ方向を切り替えることができる。したがって、セルスタック内でのガス置換時間が短縮される。また、セルごとのガス置換の均一化を図ることができるので、セルスタック内での各セルの発電性能も均一化され、セルスタック全体での発電性能の低下を抑制することができる。

[0027] 前記制御装置は、前記発電モードと前記停止モードとの間の切り替わりの際に、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御するよう構成されていてもよい。

[0028] このような構成とすると、前記発電モードと前記停止モードとの間の切り替わりの際に、ガスを流入させる酸化剤ガス入口を切り替えることができるので、セルごとのガス置換の均一化を図ることができる。したがって、セルスタック内での各セルの発電性能も均一化され、セルスタック全体での発電性能の低下が抑制される。

[0029] 前記制御装置は、前記起動モード又は前記停止モード中において、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で複数回切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御するよう構成されていてもよい。

[0030] このような構成とすると、各起動モード又は各停止モードにおいて、ガスの流入する酸化剤ガス入口を複数回切り替えることができる。したがって、セルスタック内のガス置換時間がさらに短縮される。

[0031] 前記酸化剤ガス入口選択装置は、第一乃至第三のポートを有し前記第三のポートを前記第一のポート又は前記第二のポートに選択的に接続可能な三方弁と、前記第

一のポートを前記第一の酸化剤ガス入口に接続する第一のガス配管と、前記第二のポートを前記第二の酸化剤ガス入口に接続する第二のガス配管とを備え、前記第三のポートが前記選択的ガス供給装置からのガスを供給するためのガス配管に接続されていてもよい。

[0032] 前記酸化剤ガス入口選択装置は、T形管継手と、該T形管継手の第一の端を前記第一の酸化剤ガス入口に接続する第一のガス配管と、該第一のガス配管の途中に配設された開閉弁と、前記T形管継手の第二の端を前記第二の酸化剤ガス入口に接続する第二のガス配管と、該第二のガス配管の途中に配設された開閉弁とを備え、前記T形管継手の第三の端が前記選択的ガス供給装置からのガスを供給するためのガス配管に接続されていてもよい。

また、本発明の燃料電池システムの運転方法は、高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードとを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化剤ガス供給マニホールド及び酸化剤ガス排出マニホールドと、燃料ガスを燃料ガス供給マニホールドからアノードに導いてそこから燃料ガス排出マニホールドへと導く燃料ガス流路と、酸化剤ガスを酸化剤ガス供給マニホールドからカソードに導いてそこから酸化剤ガス排出マニホールドへと導く酸化剤ガス流路と、前記酸化剤ガス供給マニホールドの一方の端に連通する第一の酸化剤ガス入口と、前記酸化剤ガス供給マニホールドの他方の端に連通する第二の酸化剤ガス入口と、を有し、前記セルにおいて前記燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電が行われるよう構成された燃料電池と、前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置と、前記酸化剤ガスを置き換えるための置換ガスを供給する置換ガス供給装置と、前記酸化剤ガス供給装置から供給される酸化剤ガス又は前記置換ガス供給装置から供給される置換ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、該選択的ガス供給装置から供給された酸化剤ガス又は置換ガスを選択的に第一の酸化剤ガス入口又は第二の酸化剤ガス入口に供給する酸化剤ガス入口選択装置と、制御装置と、を備えた燃料電池システムの運転方法であって、前記発電をして外部負荷に電力を供給する発電モードと、停止

状態から前記発電モードに移行する起動モードと、前記発電モードから前記停止状態に移行する停止モードとを有し、前記起動モードにおいて前記酸化剤ガスを供給して前記セルスタック内のガスをパージし、前記発電モードにおいて前記酸化剤ガスを供給し、かつ前記停止モードにおいて前記置換ガスを供給して前記セルスタック内のガスを該置換ガスで置換するよう、前記選択的ガス供給装置を制御するステップと、前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御するステップと、を含む。

[0033] このような構成とすると、前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、ガスを流入させる酸化剤ガス入口を切り替えることができるので、セルスタックの積層方向に対するガスの流れ方向を切り替えることができる。したがって、セルスタック内でのガス置換時間が短縮される。また、セルごとのガス置換の均一化を図ることができるので、セルスタック内での各セルの発電性能も均一化され、セルスタック全体での発電性能の低下を抑制することができる。

また、本発明の燃料電池は、高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードのうちの一方の電極及び他方の電極からそれぞれ成る第一電極及び第二電極とを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された第一反応ガス供給マニホールド、第一反応ガス排出マニホールド、第二反応ガス供給マニホールド及び第二反応ガス排出マニホールドと、燃料ガス及び酸化剤ガスのうち、アノード及びカソードのうちの前記一方の電極に供給されるべき反応ガスである第一反応ガスを第一反応ガス供給マニホールドから第一電極に導いてそこから第一反応ガス排出マニホールドへと導く第一反応ガス流路と、燃料ガス及び酸化剤ガスのうち、アノード及びカソードのうちの前記他方の電極に供給されるべき反応ガスである第二反応ガスを第二反応ガス供給マニホールドから第二電極に導いてそこから

第二反応ガス排出マニホールドへと導く第二反応ガス流路と、前記第一反応ガス供給マニホールドの一方の端に連通する一方の第一反応ガス入口と、前記第一反応ガス供給マニホールドの他方の端に連通する他方の第一反応ガス入口と、を備える。

[0034] このような構成とすると、反応ガスの供給先を、一方の第一反応ガス入口と他方の第一反応ガス入口とで選択することができる。すなわち、燃料ガスの供給先を、一方の第一反応ガス入口（第一の燃料ガス入口）と他方の第一反応ガス入口（第二の燃料ガス入口）とで選択することができる。また、酸化剤ガスの供給先を、一方の第一反応ガス入口（第一の酸化剤ガス入口）と他方の第一反応ガス入口（第二の酸化剤ガス入口）とで選択することができる。

本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

発明の効果

[0035] 本発明は上記のように構成され、燃料電池システムにおいて、セルスタック内での各セル間のガスの濃度を均一にすることによって、起動と停止とを繰り返してもセルスタック全体での発電性能の低下が抑制できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る燃料電池システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図2]図2は、第1実施形態の燃料電池システムにおける燃料ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。

[図3]図3は、図2の燃料電池システムの燃料ガス供給マニホールド内での燃料ガスの流れ方向を示す図である。

[図4]図4は、第1実施形態の燃料電池システムにおける酸化剤ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。

[図5]図5は、図4の燃料電池システムの酸化剤ガス供給マニホールド内での酸化剤ガスの流れ方向を示す図である。

[図6]図6は、第2実施形態の燃料電池システムにおける燃料ガスを供給するための

構成要素を示す部分ブロック図である。

[図7]図7は、図6の燃料電池システムの構成要素である燃料ガス供給マニホールド内での燃料ガスの流れ方向を示す図である。

[図8]図8は、第2実施形態の燃料電池システムにおける酸化剤ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。

[図9]図9は、図8の燃料電池システムの構成要素である酸化剤ガス供給マニホールド内での酸化剤ガスの流れ方向を示す図である。

[図10]図10は、比較形態の燃料電池システムにおける燃料ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。

[図11]図11は、図10の燃料電池システムの構成要素である燃料ガス供給マニホールド内での燃料ガスの流れ方向を示す図である。

[図12]図12は、比較形態の燃料電池システムにおける酸化剤ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。

[図13]図13は、図12の燃料電池システムの構成要素である酸化剤ガス供給マニホールド内での酸化剤ガスの流れ方向を示す図である。

[図14]図14は、本発明の変形例の燃料電池システムにおける燃料ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。

[図15]図15は、図14の燃料電池システムの燃料ガス供給マニホールド内での燃料ガスの流れ方向を示す図である。

[図16]図16は、本発明の変形例の燃料電池システムにおける酸化剤ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。

[図17]図17は、図16の燃料電池システムの酸化剤ガス供給マニホールド内での酸化剤ガスの流れ方向を示す図である。

[図18]図18は、実施例1、実施例2、及び比較例の各燃料電池システムの動作モードを示す図である。

[図19]図19は、実施例1、実施例2、及び比較例の各燃料電池システムのセルスタックにおけるセルごとのセル電圧を示すグラフである。

符号の説明

[0037] 100, 200, 300, 400 燃料電池システム

101 燃料電池

102 セルスタック

103 MEA

104 セパレータ

106 燃料ガス供給マニホールド

107 燃料ガス排出マニホールド

108 酸化剤ガス供給マニホールド

109 酸化剤ガス排出マニホールド

110 燃料ガス出口

111 燃料ガス排出流路

112 燃料ガス排出弁

115 酸化剤ガス出口

116 酸化剤ガス排出流路

117 酸化剤ガス排出弁

120 燃料ガス供給装置

121 燃料ガス入口

121A A側燃料ガス入口

121B B側燃料ガス入口

122 燃料ガス供給流路

123A, 223A A側燃料ガス供給配管

123B, 223B B側燃料ガス供給配管

125, 145 ガス流路切替弁

125a, 145a 第一のポート

125b, 145b 第二のポート

125c, 145c 第三のポート

126, 128 燃料ガス供給配管

127, 147, 224, 244 T形管継手

129 燃料ガス供給弁

130 置換ガス供給装置

131 置換ガス供給配管

132 置換ガス供給弁

140 酸化剤ガス供給装置

141 酸化剤ガス入口

141A A側酸化剤ガス入口

141B B側酸化剤ガス入口

142 酸化剤ガス供給流路

143A, 243A A側酸化剤ガス供給配管

143B, 243B B側酸化剤ガス供給配管

146, 148 酸化剤ガス供給配管

149 酸化剤ガス供給弁

150 置換ガス供給装置

151 置換ガス供給配管

152 置換ガス供給弁

160 制御装置

201 燃料ガス流路

202 酸化剤ガス流路

211 燃料ガス入口選択装置

212, 222 選択的ガス供給装置

221 酸化剤ガス入口選択装置

225A A側燃料ガス供給弁

225B B側燃料ガス供給弁

245A A側酸化剤ガス供給弁

245B B側酸化剤ガス供給弁

発明を実施するための最良の形態

[0038] 以下、本発明の好ましい実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0039] （第1実施形態）

図1は、本発明の第1実施形態に係る燃料電池システムの構成の概容を示すブロック図である。

図1に示すように、本発明の第1実施形態の燃料電池システム100は、高分子電解質形燃料電池（以下、単に燃料電池という。）101を備えている。燃料電池101は、燃料ガス入口121を備えている。燃料ガス入口121には、燃料ガス供給流路122を介して燃料ガス供給装置120が接続されている。また、燃料電池101は、酸化剤ガス入口141を備えている。酸化剤ガス入口141には、酸化剤ガス供給流路142を介して酸化剤ガス供給装置140が接続されている。

[0040] また、燃料電池システム100は、制御装置160を備えている。制御装置160は、マイコン等の演算装置で構成され、燃料電池システム100の所要の構成要素を制御して、該燃料電池システム100の動作を制御する。ここで、本明細書においては、制御装置160とは、単独の制御装置だけでなく、複数の制御装置が協働して制御を実行する制御装置群をも意味する。よって、制御装置160は、必ずしも単独の制御装置で構成される必要はなく、複数の制御装置が分散配置されていて、それらが協働して燃料電池システム100の動作を制御するよう構成されていてもよい。

次に、本実施形態の燃料電池システム100の構成要素につき、詳しく説明する。図2は、第1実施形態の燃料電池システム100における燃料ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。図3は、図2の燃料電池システムの燃料ガス供給マニホールド106内での燃料ガスの流れ方向を示す図である。図4は、第1実施形態の燃料電池システム100における酸化剤ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。図5は、図4の燃料電池システムの酸化剤ガス供給マニホールド108内での酸化剤ガスの流れ方向を示す図である。

[0041] 燃料電池101は、図2及び図4に示すように、セルスタック102を備えている。セルスタック102は、複数のセルが積層されて構成されている。セルは、電極（アノードとカソード、図示せず）と高分子電解質膜（図示せず）とからなるMEA103と、該MEA103の両主面に接触するように配設されたセパレータ104とを含んで構成される。

そして、セルスタック102の内部にセルの積層方向に延びるように、燃料ガス供給

マニホールド106、燃料ガス排出マニホールド107、酸化剤ガス供給マニホールド108、及び酸化剤ガス排出マニホールド109が形成されている。そして、各セルにおいて、燃料ガス供給マニホールド106と燃料ガス排出マニホールド107とを連通するように燃料ガス流路201が一対のセパレータ104のうちの一方の内面（MEA103と当接している面）に形成されている。また、各セルにおいて、酸化剤ガス供給マニホールド108と酸化剤ガス排出マニホールド109とを連通するように酸化剤ガス流路202が一対のセパレータ104のうちの他方の内面（MEA103と当接している面）に形成されている。燃料ガス流路201及び酸化剤ガス流路202は、周知の態様に形成されているので、ここではその説明を省略する。

[0042] 燃料ガス供給マニホールド106の一端（以下、A端という）は、セルスタック102の一端に配設されたA側燃料ガス入口121Aに連通している。また、燃料ガス供給マニホールド106の他端（以下、B端という）は、セルスタック102の他端に配設されたB側燃料ガス入口121Bに連通している。また、燃料ガス排出マニホールド107の一端は閉鎖され、他端は燃料ガス出口110に連通している。燃料ガス出口110は、セルスタック102の他端（B側燃料ガス入口121Bが配設された側の端）に配設されている。

A側燃料ガス入口121Aには、燃料ガス供給流路122としてのA側燃料ガス供給配管123Aの一端が接続されている。B側燃料ガス入口121Bには、燃料ガス供給流路122としてのB側燃料ガス供給配管123Bの一端が接続されている。また、燃料ガス出口110には、燃料ガス排出流路111が接続されている。燃料ガス排出流路111の途中には、燃料ガス排出弁112が配設されている。

A側燃料ガス供給配管123Aの他端は、ガス流路切替弁125の第一のポート125aに接続されている。B側燃料ガス供給配管123Bの他端は、ガス流路切替弁125の第二のポート125bに接続されている。ガス流路切替弁125の第三のポート125cには、燃料ガス供給流路122としての燃料ガス供給配管126を介してT形管継手127の出口127cが接続されている。ガス流路切替弁125は、本実施形態では、三方弁で構成される。ガス流路切替弁（三方弁）125、A側燃料ガス供給配管123A、及びB側燃料ガス供給配管123Bが、燃料ガス入口選択装置211を構成する。

[0043] T形管継手127の一方の入口127aには、燃料ガス供給流路122としての燃料ガス

供給配管128を介して燃料ガス供給装置120が接続されている。燃料ガス供給配管128の途中には、燃料ガス供給弁129が配設されている。燃料ガス供給弁129を開放／閉止することにより、燃料ガス供給装置120からの燃料ガスが供給／停止される。燃料ガスには、水素ガス、炭化水素系のガスを改質した改質ガス等が用いられる。燃料ガス供給装置120は、本実施形態では、原料ガスから燃料ガスとして改質ガスを生成する水素生成装置で構成される。原料ガスとしては、本実施形態では、天然ガスが用いられる。

一方、T形管継手127のもう一方の入口127bには、置換ガス供給配管131を介して置換ガス供給装置130が接続されている。置換ガス供給配管131の途中には、置換ガス供給弁132が配設されている。置換ガス供給弁132を開放／閉止することにより、置換ガス供給装置130からの置換ガスが供給／停止される。T形管継手127、燃料ガス供給配管128、燃料ガス供給弁129、置換ガス供給配管131、及び置換ガス供給弁132が、選択的ガス供給装置212を構成する。置換ガスには、不活性ガスが用いられる。不活性ガスとは、化学的に不活性なガスを意味し、例えば、ヘリウム、アルゴン、ネオンなどの希ガスに加えて、窒素が含まれる。また、本明細書における不活性ガスには、燃料電池101の作動環境で不活性であり、燃料電池101を劣化させないガス（天然ガスや、該天然ガスを主成分として含む都市ガス等から硫黄成分を除去したガス等）も含まれる。不活性ガスとしては、本実施形態では、窒素を用いる。

一方、酸化剤ガス供給マニホールド108の一端（以下、A端という）は、セルスタック102の一端に配設されたA側酸化剤ガス入口141Aに連通している。また、酸化剤ガス供給マニホールド108の他端（以下、B端という）は、セルスタック102の他端に配設されたB側酸化剤ガス入口141Bに連通している。また、酸化剤ガス排出マニホールド109の一端は閉鎖され、他端は酸化剤ガス出口115に連通している。酸化剤ガス出口115は、セルスタック102の他端（B側酸化剤ガス入口141Bが配設された側の端）に配設されている。

A側酸化剤ガス入口141Aには、酸化剤ガス供給流路142としてのA側酸化剤ガス供給配管143Aの一端が接続されている。B側酸化剤ガス入口141Bには、酸化剤ガス供給流路142としてのB側酸化剤ガス供給配管143Bの一端が接続されている。

また、酸化剤ガス出口115には、酸化剤ガス排出流路116が接続されている。酸化剤ガス排出流路116の途中には、酸化剤ガス排出弁117が配設されている。

A側酸化剤ガス供給配管143Aの他端は、ガス流路切替弁145の第一のポート145aに接続されている。B側酸化剤ガス供給配管143Bの他端は、ガス流路切替弁145の第二のポート145bに接続されている。ガス流路切替弁145の第三のポート145cには、酸化剤ガス供給流路142としての酸化剤ガス供給配管146を介してT形管継手147の出口147cが接続されている。ガス流路切替弁145は、本実施形態では、三方弁で構成される。ガス流路切替弁（三方弁）145、A側酸化剤ガス供給配管143A、及びB側酸化剤ガス供給配管143Bが、酸化剤ガス入口選択装置221を構成する。

[0044] T形管継手147の一方の入口147aには、酸化剤ガス供給流路142としての酸化剤ガス供給配管148を介して酸化剤ガス供給装置140が接続されている。酸化剤ガス供給流路148の途中には、酸化剤ガス供給弁149が配設されている。酸化剤ガス供給弁149を開放／閉止することにより、酸化剤ガス供給装置140からの酸化剤ガスが供給／停止される。酸化剤ガス供給装置140は、本実施形態では、空気ブロアで構成される。酸化剤ガスとしては、本実施形態では、空気が用いられる。

一方、T形管継手147のもう一方の入口147bには、置換ガス供給配管151を介して置換ガス供給装置150が接続されている。置換ガス供給配管151の途中には、置換ガス供給弁152が配設されている。置換ガス供給弁152を開放／閉止することにより、置換ガス供給装置150からの置換ガスが供給／停止される。T形管継手147、酸化剤ガス供給配管148、酸化剤ガス供給弁149、置換ガス供給配管151、及び置換ガス供給弁152が、選択的ガス供給装置222を構成する。置換ガスには、不活性ガスが用いられる。不活性ガスとは、化学的に不活性なガスを意味し、例えば、ヘリウム、アルゴン、ネオンなどの希ガスに加えて、窒素が含まれる。また、本明細書における不活性ガスには、燃料電池101の作動環境で不活性であり、燃料電池101を劣化させないガス（天然ガスや、該天然ガスを主成分として含む都市ガス等から硫黄成分を除去したガス等）も含まれる。不活性ガスとしては、本実施形態では、窒素を用いる。

燃料電池101のアノード及びカソードに供給された燃料ガス及び酸化剤ガスはそこで化学反応し、この化学反応により電力及び熱(以下、排熱という。)が発生する。この化学反応に寄与しなかった余剰の燃料ガスは、アノードから燃料ガス排出流路111に排出されて、適宜処理される。例えば、燃料ガス排出流路111に排出された余剰の燃料ガスは、燃料ガス供給装置120を構成する水素生成装置の改質部加熱用の燃料として用いられたり、専用のバーナで燃料処理されたり、あるいは適宜希釈して大気中に放出されたりする。

また、上述の化学反応に寄与しなかった余剰の酸化剤ガスは、カソードから酸化剤ガス排出流路116を通じて大気中に放出される。

次に、以上のように構成された燃料電池システム100の動作について、図1乃至図5を参照しながら詳しく説明する。なお、ここでは、一般的動作を省略し、特徴的動作を説明する。

まず、燃料電池システム100の動作モードを説明する。燃料電池システム100は、発電をして外部負荷に電力を供給する発電モードと、停止状態から発電モードに移行する起動モードと、発電モードから停止状態に移行する停止モードと、待機モードとを有している。待機モードとは、制御装置160の制御によって、燃料電池システム100が発電及びそれに関連する動作を停止しているモードをいう。燃料電池システム100の停止状態とは、この待機モードと、制御装置160を含めて燃料電池システム100の全体が停止している状態との双方をいう。

ある使用時において燃料電池システム100を起動する際には(起動モード)、制御装置160が、図2の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス排出弁112及び燃料ガス供給弁129を開き、置換ガス供給弁132を閉じる。また、ガス流路切替弁125を、第一のポート125aが第三のポート125cに連通するよう切り替える。これにより、図3に示すように、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。また、制御装置160が、図4の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス排出弁117及び酸化剤ガス供給弁149を開き、置換ガス供給弁152を閉じる。また、ガス流路切替弁145を、第一のポート145aが第三のポート145cに連通するよう切り替える。これにより、図5に示すように、酸化剤ガスが、酸化剤ガス

供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。以上のようにして、制御装置160が、燃料電池システム100を起動し、発電モードへ移行させる。

そして、この発電モードから燃料電池システム100を停止させる際には(停止モード)、制御装置160が、図2の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス供給弁129を閉じる。これにより、燃料ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、ガス流路切替弁125を、第二のポート125bが第三のポート125cに連通するよう切り替え、置換ガス供給弁132を開く。これにより、図3に示すように、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内の燃料ガスが置換ガスで置き換えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁132を閉じて置換ガスの供給を停止させ、燃料ガス排出弁112を閉じる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内に置換ガスを封止する。また、制御装置160が、図4の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス供給弁149を閉じる。これにより、酸化剤ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、ガス流路切替弁145を、第二のポート145bが第三のポート145cに連通するよう切り替え、置換ガス供給弁152を開く。これにより、図5に示すように、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内の酸化剤ガスが置換ガスで置き換えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁152を閉じて置換ガスの供給を停止させ、酸化剤ガス排出弁117を閉じる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内に置換ガスを封止する。以上のようにして、制御装置160が燃料電池システム100を停止させ、この状態を維持する(待機モード)。

次に、この待機モードから燃料電池システム100を起動する際には、制御装置160が、図2の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス排出弁112及び燃料ガス供給弁129を開く。これにより、図3に示すように、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。また、制御装置160が、図4の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス排出弁117及び燃料ガス供給弁149を開く。これにより、図5に示すように、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。以上のようにして、制御装置160が、燃料電

池システム100を起動し、発電モードへ移行させる。

[0045] 次に、この発電モードから燃料電池システム100を停止させる際には、制御装置160が、図2の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス供給弁129を閉じる。これにより、燃料ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、ガス流路切替弁125を、第一のポート125aが第三のポート125cに連通するよう切り替え、置換ガス供給弁132を開く。これにより、図3に示すように、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内の燃料ガスが置換ガスで置き換えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁132を閉じて置換ガスの供給を停止させ、燃料ガス排出弁112を閉じる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内に置換ガスを封止する。また、制御装置160が、図4の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス供給弁149を閉じる。これにより、酸化剤ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、ガス流路切替弁145を、第一のポート145aが第三のポート145cに連通するよう切り替え、置換ガス供給弁152を開く。これにより、図5に示すように、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内の酸化剤ガスが置換ガスで置き換えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁152を閉じて置換ガスの供給を停止させ、酸化剤ガス排出弁117を閉じる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内に置換ガスを封止する。以上のようにして、制御装置160が燃料電池システム100を停止させ、この状態を維持する(待機モード)。

次に、この待機モードから燃料電池システム100を起動するが、この起動モードは、前述の、ある使用時における起動モードとまったく同様に遂行される。すなわち、これ以降は、上述の一連の動作が周期的に繰り返される。

[0046] 次に、本実施形態の効果を比較形態と比較して説明する。

[0047] 図10は、比較形態の燃料電池システム300における燃料ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。図11は、図10の燃料電池システム300の構成要素である燃料ガス供給マニホールド106内での燃料ガスの流れ方向を示す図である。図12は、比較形態の燃料電池システム300における酸化剤ガスを供給するため

の構成要素を示す部分ブロック図である。図13は、図12の燃料電池システム300の構成要素である酸化剤ガス供給マニホールド108内での酸化剤ガスの流れ方向を示す図である。図10及び図12において、図2及び図4と同一又は相当する部分は、同じ符号を付してその説明を省略する。

本比較形態の燃料電池システム300では、図10に示すように、燃料ガス供給マニホールド106のA端に連通する燃料ガス入口121が設けられているだけで、燃料ガス供給マニホールド106のB端に連通する燃料ガス入口は設けられていない。また、図12に示すように、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端に連通する酸化剤ガス入口141が設けられているだけで、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端に連通する酸化剤ガス入口は設けられていない。したがって、反応ガス及び置換ガスの反応ガス供給マニホールド106，108内における流れ方向は一定である。それ以外の構成については、第1実施形態の燃料電池システム100と同様である。

具体的には、図10に示すように、燃料ガス入口121には、燃料ガス供給流路122としての燃料ガス供給配管323の一端が接続されている。燃料ガス供給配管323の他端は、T形管継手127の出口127cに接続されている。

[0048] また、図12に示すように、酸化剤ガス入口141には、酸化剤ガス供給流路142としての酸化剤ガス供給配管343の一端が接続されている。酸化剤ガス供給配管343の他端は、T形管継手147の出口147cに接続されている。

[0049] 次に、以上のように構成された燃料電池システム300の動作の概容について、図10乃至図13を参照しながら説明する。

[0050] ある使用時において燃料電池システム300を起動する際には（起動モード）、制御装置160が、図10の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス排出弁112及び燃料ガス供給弁129を開き、置換ガス供給弁132を閉じる。これにより、図11に示すように、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。また、制御装置160が、図12の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス排出弁117及び酸化剤ガス供給弁149を開き、置換ガス供給弁152を閉じる。これにより、図13に示すように、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。以上のようにして、制御装置160が、燃料電

池システム300を起動し、発電モードへ移行させる。

[0051] そして、この発電モードから燃料電池システム100を停止させる際には(停止モード)、制御装置160が、図10の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス供給弁129を閉じる。これにより、燃料ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、置換ガス供給弁132を開く。これにより、図11に示すように、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内の燃料ガスが置換ガスで置き換えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁132を閉じて置換ガスの供給を停止させ、燃料ガス排出弁112を閉じる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内に置換ガスを封止する。また、制御装置160が、図12の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス供給弁149を閉じる。これにより、酸化剤ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、置換ガス供給弁152を開く。これにより、図13に示すように、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内の酸化剤ガスが置換ガスで置き換えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁152を閉じて置換ガスの供給を停止させ、酸化剤ガス排出弁117を閉じる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内に置換ガスを封止する。以上のようにして、制御装置160が燃料電池システム300を停止させ、この状態を維持する(待機モード)。これ以降は、上述の一連の動作が周期的に繰り返される。

本比較形態の燃料電池システム300では、燃料ガス供給マニホールド106に連通する燃料ガス入口121が1箇所である。また、本比較形態の燃料電池システム300では、酸化剤ガス供給マニホールド108に連通する酸化剤ガス入口141が1箇所である。したがって、図11及び図13に示すような燃料電池システム300の発電モード及び停止モードの繰り返しを行った場合において、反応ガス供給マニホールド106，108内の反応ガス及び置換ガスの流れはA端からB端への一定方向である。よって、反応ガス入口121，141から近いセルと遠いセルとでガスの置換状態に差が生じ、セルごとの反応ガス及び置換ガスの濃度が不均一になると考えられる。

これに対し、本発明の第1実施形態の燃料電池システム100は、停止モード、起動

モード及び発電モードの1サイクル毎に、燃料ガス供給マニホールド106のA端とB端との間の燃料ガス及び置換ガスの流れ方向を切り替える。また、停止モード、起動モード及び発電モードの1サイクル毎に、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端とB端との間の酸化剤ガス及び置換ガスの流れ方向を切り替える。

[0052] したがって、本実施形態の燃料電池システム100では、反応ガス入口121A, 121B, 141A, 141Bから近いセルと遠いセルとでガスの置換状態に差が生じにくく、セルスタック102のセルごとの反応ガス及び置換ガスの濃度が均一になる。よって、燃料電池システム100の起動と停止とを繰り返しても、セルスタック102全体での発電性能の低下が抑制される。

[0053] また、本実施形態の燃料電池システム100は、燃料ガス入口選択装置211が、ガス流路切替弁(三方弁)125、A側燃料ガス供給配管123A、及びB側燃料ガス供給配管123Bで構成されている。また、本実施形態の燃料電池システム100は、酸化剤ガス入口選択装置221が、ガス流路切替弁(三方弁)145、A側酸化剤ガス供給配管143A、及びB側酸化剤ガス供給配管143Bで構成されている。

[0054] したがって、燃料電池システムの構成を複雑にすることなく、燃料ガスの供給先をA側燃料ガス入口121AとB側燃料ガス入口121Bとの間で切り替えることができる。また、燃料電池システムの構成を複雑にすることなく、酸化剤ガスの供給先をA側酸化剤ガス入口141AとB側酸化剤ガス入口141Bとの間で切り替えることができる。

(第2実施形態)

図6は、本実施形態の燃料電池システム200における燃料ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。図7は、図6の燃料電池システム200の構成要素である燃料ガス供給マニホールド106内での燃料ガスの流れ方向を示す図である。図8は、本実施形態の燃料電池システム200における酸化剤ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。図9は、図8の燃料電池システム200の構成要素である酸化剤ガス供給マニホールド108内での酸化剤ガスの流れ方向を示す図である。図6及び図8において、図2及び図4と同一又は相当する部分は、同じ符号を付してその説明を省略する。

[0055] 本実施形態の燃料電池システム200では、図2のガス流路切替弁125に代えて、T

形管継手224とA側燃料ガス供給弁225AとB側燃料ガス供給弁225Bとが用いられている。また、本実施形態の燃料電池システム200では、図4のガス流路切替弁145に代えて、T形管継手244とA側酸化剤ガス供給弁245AとB側酸化剤ガス供給弁245Bとが用いられている。さらに、停止モード及び起動モードにおけるセルスタック102内のガスのパージが、反応ガス及び置換ガスの流れ方向を切り替えて行われる。これ以外は第1実施形態の燃料電池システム100と同様である。

[0056] 具体的には、図6に示すように、燃料電池101のA側燃料ガス入口121Aには、燃料ガス供給流路122としてのA側燃料ガス供給配管223Aの一端が接続されている。A側燃料ガス供給配管223Aの途中には、A側燃料ガス供給弁225Aが配設されている。一方、燃料電池101のB側燃料ガス入口121Bには、燃料ガス供給流路122としてのB側燃料ガス供給配管223Bの一端が接続されている。B側燃料ガス供給配管223Bの途中には、B側燃料ガス供給弁225Bが配設されている。

[0057] A側燃料ガス供給配管223Aの他端は、T形管継手224の一方の出口224aに接続されている。B側燃料ガス供給配管223Bの他端は、T形管継手224のもう一方の出口224bに接続されている。T形管継手224の入口244cには、燃料ガス供給流路122としての燃料ガス供給配管126を介してT形管継手127の出口127cが接続されている。T形管継手224、A側燃料ガス供給配管223A、A側燃料ガス供給弁225A、B側燃料ガス供給配管223B、及びB側燃料ガス供給弁225Bが、燃料ガス入口選択装置211を構成する。

[0058] また、図8に示すように、燃料電池101のA側酸化剤ガス入口141Aには、酸化剤ガス供給流路142としてのA側酸化剤ガス供給配管243Aの一端が接続されている。A側酸化剤ガス供給配管243Aの途中には、A側酸化剤ガス供給弁245Aが配設されている。一方、燃料電池101のB側酸化剤ガス入口141Bには、酸化剤ガス供給流路142としてのB側酸化剤ガス供給配管243Bの一端が接続されている。B側酸化剤ガス供給配管243Bの途中には、B側酸化剤ガス供給弁245Bが配設されている。

[0059] A側酸化剤ガス供給配管243Aの他端は、T形管継手244の一方の出口244aに接続されている。B側酸化剤ガス供給配管243Bの他端は、T形管継手244のもう一方の出口244bに接続されている。T形管継手244の入口244cには、酸化剤ガス供

給流路142としての酸化剤ガス供給配管146を介してT形管継手147の出口147cが接続されている。T形管継手244、A側燃料ガス供給配管243A、A側燃料ガス供給弁245A、B側燃料ガス供給配管243B、及びB側燃料ガス供給弁245Bが、酸化剤ガス入口選択装置221を構成する。

[0060] 次に、以上のように構成された燃料電池システム200の動作について、図6乃至図9を参照しながら詳しく説明する。なお、ここでは、一般的動作を省略し、特徴的動作を説明する。

[0061] ある使用時において燃料電池システム200を起動する際には(起動モード)、制御装置160が、図6の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス排出弁112、A側燃料ガス供給弁225A及び燃料ガス供給弁129を開き、置換ガス供給弁132を閉じる。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側燃料ガス供給弁225Bを開き、A側燃料ガス供給弁225Aを閉じる。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側燃料ガス供給弁225Aを開き、B側燃料ガス供給弁225Bを閉じる。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側燃料ガス供給弁225Bを開き、A側燃料ガス供給弁225Aを閉じる。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側燃料ガス供給弁225Aを開き、B側燃料ガス供給弁225Bを閉じる。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。すなわち、図7に示すように、一回の起動モード中において、燃料ガス供給マニホールド106内における燃料ガスの流れ方向が計4回、切り替えられる。

[0062] 一方、制御装置160が、図8の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス排出弁117、A側酸化剤ガス供給弁245A及び酸化剤ガス供給弁149を開き、置換ガス供給弁152を閉じる。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側酸化剤ガス供給弁245Bを開き、A側酸化剤ガス供給弁245Aを閉じる。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。次に、制御

装置160が、A側酸化剤ガス供給弁245Aを開き、B側酸化剤ガス供給弁245Bを閉じる。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側酸化剤ガス供給弁245Bを開き、A側酸化剤ガス供給弁245Aを閉じる。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側酸化剤ガス供給弁245Aを開き、B側酸化剤ガス供給弁245Bを閉じる。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。すなわち、図9に示すように、一回の起動モード中において、酸化剤ガス供給マニホールド108内における酸化剤ガスの流れ方向が計4回、切り替えられる。

[0063] 以上のようにして、制御装置160が、燃料電池システム200を起動し、発電モードへ移行させる。

[0064] そして、この発電モードから燃料電池システム200を停止させる際には(停止モード)、制御装置160が、図6の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス供給弁129及びA側燃料ガス供給弁225Aを閉じる。これにより、燃料ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、B側燃料ガス供給弁225B及び置換ガス供給弁132を開く。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側燃料ガス供給弁225Aを開き、B側燃料ガス供給弁225Bを閉じる。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側燃料ガス供給弁225Bを開き、A側燃料ガス供給弁225Aを閉じる。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側燃料ガス供給弁225Aを開き、B側燃料ガス供給弁225Bを閉じる。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側燃料ガス供給弁225Bを開き、A側燃料ガス供給弁225Aを閉じる。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。すなわち、図7に示すように、一回の停止モード中において、燃料ガス供給マニホールド106内における置換ガスの流れ方向が計4回、切り替えられる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内の燃料ガスが置換ガスで置き換

えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁132を閉じて置換ガスの供給を停止させ、燃料ガス排出弁112を閉じる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内に置換ガスを封止する。

[0065] 一方、制御装置160が、図8の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス供給弁149及びA側酸化剤ガス供給弁245Aを閉じる。これにより、酸化剤ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、B側酸化剤ガス供給弁245B及び置換ガス供給弁152を開く。これにより、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側酸化剤ガス供給弁245Aを開き、B側酸化剤ガス供給弁245Bを閉じる。これにより、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側酸化剤ガス供給弁245Bを開き、A側酸化剤ガス供給弁245Aを閉じる。これにより、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側酸化剤ガス供給弁245Aを開き、B側酸化剤ガス供給弁245Bを閉じる。これにより、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側酸化剤ガス供給弁245Bを開き、A側酸化剤ガス供給弁245Aを閉じる。これにより、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。すなわち、図9に示すように、一回の停止モード中において、酸化剤ガス供給マニホールド108内における置換ガスの流れ方向が計4回、切り替えられる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内の酸化剤ガスが置換ガスで置き換えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁152を閉じて置換ガスの供給を停止させ、酸化剤ガス排出弁117を閉じる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内に置換ガスを封止する。

[0066] 以上のようにして、制御装置160が燃料電池システム200を停止させ、この状態を維持する(待機モード)。

[0067] 次に、この待機モードから燃料電池システム200を起動する際には、制御装置160が、燃料ガス排出弁112及び燃料ガス供給弁129を開く。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置1

60が、A側燃料ガス供給弁225Aを開き、B側燃料ガス供給弁225Bを閉じる。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側燃料ガス供給弁225Bを開き、A側燃料ガス供給弁225Aを閉じる。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側燃料ガス供給弁225Aを開き、B側燃料ガス供給弁225Bを閉じる。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側燃料ガス供給弁225Bを開き、A側燃料ガス供給弁225Aを閉じる。これにより、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。すなわち、図7に示すように、一回の起動モード中において、燃料ガス供給マニホールド106内における燃料ガスの流れ方向が計4回、切り替えられる。

[0068] 一方、制御装置160が、酸化剤ガス排出弁117及び酸化剤ガス供給弁149を開く。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側酸化剤ガス供給弁245Aを開き、B側酸化剤ガス供給弁245Bを閉じる。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側酸化剤ガス供給弁245Bを開き、A側酸化剤ガス供給弁245Aを閉じる。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側酸化剤ガス供給弁245Aを開き、B側酸化剤ガス供給弁245Bを閉じる。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側酸化剤ガス供給弁245Bを開き、A側酸化剤ガス供給弁245Aを閉じる。これにより、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。すなわち、図9に示すように、一回の起動モード中において、酸化剤ガス供給マニホールド108内における酸化剤ガスの流れ方向が計4回、切り替えられる。

[0069] 以上のようにして、制御装置160が、燃料電池システム200を起動し、発電モードへ移行させる。

[0070] そして、この発電モードから燃料電池システム200を停止させる際には、制御装置1

60が、燃料ガス供給弁129及びB側燃料ガス供給弁225Bを閉じる。これにより、燃料ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、A側燃料ガス供給弁225A及び置換ガス供給弁132を開く。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側燃料ガス供給弁225Bを開き、A側燃料ガス供給弁225Aを閉じる。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側燃料ガス供給弁225Aを開き、B側燃料ガス供給弁225Bを閉じる。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側燃料ガス供給弁225Bを開き、A側燃料ガス供給弁225Aを閉じる。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側燃料ガス供給弁225Aを開き、B側燃料ガス供給弁225Bを閉じる。これにより、置換ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。すなわち、図7に示すように、一回の停止モード中において、燃料ガス供給マニホールド106内における置換ガスの流れ方向が計4回、切り替えられる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内の燃料ガスが置換ガスで置き換えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁132を閉じて置換ガスの供給を停止させ、燃料ガス排出弁112を閉じる。このようにして、セルスタック102の燃料ガス流路201内に置換ガスを封止する。

[0071] 一方、制御装置160が、酸化剤ガス供給弁149及びB側酸化剤ガス供給弁245Bを閉じる。これにより、酸化剤ガスの供給が停止される。次に、制御装置160が、A側酸化剤ガス供給弁245A及び置換ガス供給弁152を開く。これにより、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側酸化剤ガス供給弁245Bを開き、A側酸化剤ガス供給弁245Aを閉じる。これにより、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側酸化剤ガス供給弁245Aを開き、B側酸化剤ガス供給弁245Bを閉じる。これにより、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。次に、制御装置160が、B側酸化剤ガス供給弁245Bを開き、A側酸化剤ガス供給弁245Aを閉じる。これにより、置換ガスが、酸化

剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。次に、制御装置160が、A側酸化剤ガス供給弁245Aを開き、B側酸化剤ガス供給弁245Bを閉じる。これにより、置換ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。すなわち、図9に示すように、一回の停止モード中において、酸化剤ガス供給マニホールド108内における置換ガスの流れ方向が計4回、切り替えられる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内の酸化剤ガスが置換ガスで置き換えられる。その後、制御装置160が、置換ガス供給弁152を閉じて置換ガスの供給を停止させ、酸化剤ガス排出弁117を閉じる。このようにして、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内に置換ガスを封止する。

[0072] 以上のようにして、制御装置160が燃料電池システム200を停止させ、この状態を維持する(待機モード)。

[0073] 次に、この待機モードから燃料電池システム200を起動するが、この起動モードは、前述の、ある使用時における起動モードとまったく同様に遂行される。すなわち、これ以降は、上述の一連の動作が周期的に繰り返される。

[0074] 本発明の第2実施形態の燃料電池システム200は、停止モード、起動モード、及び発電モードの1サイクル毎だけでなく、さらに各起動モード及び各停止モード中に、燃料ガス供給マニホールド106のA端とB端との間の燃料ガス及び置換ガスの流れ方向を切り替える。また、同様に、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端とB端との間の酸化剤ガス及び置換ガスの流れ方向を切り替える。

[0075] したがって、本実施形態の燃料電池システム200では、反応ガス入口121A, 121B, 141A, 141Bから近いセルと遠いセルとでガスの置換状態に差が生じにくく、セルスタック102のセルごとの反応ガス及び置換ガスの濃度がより均一になる。よって、燃料電池システム200の起動と停止とを繰り返しても、セルスタック102全体での発電性能の低下がさらに抑制される。

[0076] また、本実施形態の燃料電池システム200では、燃料ガス入口選択装置211が、T形管継手244、A側燃料ガス供給配管243A、A側燃料ガス供給弁245A、B側燃料ガス供給配管243B、及びB側燃料ガス供給弁245Bで構成されている。さらに、本実施形態の燃料電池システム200では、酸化剤ガス入口選択装置221が、T形管

継手244、A側燃料ガス供給配管243A、A側燃料ガス供給弁245A、B側燃料ガス供給配管243B、及びB側燃料ガス供給弁245Bで構成されている。

[0077] したがって、反応ガス及び置換ガスの流れ方向を瞬時に切り替えることが容易になる。

[0078] [変形例](第1実施形態の変形例)

図14は、本発明の変形例の燃料電池システムにおける燃料ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。図15は、図14の燃料電池システムの燃料ガス供給マニホールド内での燃料ガスの流れ方向を示す図である。図16は、本発明の変形例の燃料電池システムにおける酸化剤ガスを供給するための構成要素を示す部分ブロック図である。図17は、図16の燃料電池システムの酸化剤ガス供給マニホールド内での酸化剤ガスの流れ方向を示す図である。

[0079] 本変形例の燃料電池システム400は、第1実施形態における、燃料ガスを供給するための構成要素と、酸化剤ガスを供給するための構成要素とを変更している。

[0080] すなわち、図14に示すように、燃料ガスを供給するための構成要素において、置換ガス側の構成要素が設けられていない。具体的には、燃料ガス供給装置120が燃料ガス供給配管128を介してガス流路切替弁125の第三のポート125cに、直接、接続されている。それ以外については、第1実施形態の燃料ガスを供給するための構成要素(図2)と同じである。

また、図16に示すように、酸化剤ガスを供給するための構成要素において、置換ガス側の構成要素が設けられていない。具体的には、酸化剤ガス供給装置140が酸化剤ガス供給配管148を介してガス流路切替弁145の第三のポート145cに、直接、接続されている。それ以外については、第1実施形態の酸化剤ガスを供給するための構成要素(図4)と同じである。

次に、以上のように構成された燃料電池システム400の動作について、図14乃至図17を参照しながら詳しく説明する。なお、ここでは、一般的動作を省略し、特徴的動作を説明する。

ある使用時において燃料電池システム400を起動する際には(起動モード)、制御装置160が、図14の燃料ガスを供給する構成要素において、ガス流路切替弁125

を、第一のポート125aが第三のポート125cに連通するよう切り替え、燃料ガス排出弁112及び燃料ガス供給弁129を開く。これにより、図15に示すように、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のA端からB端に向かって流れる。また、制御装置160が、図16の酸化剤ガスを供給する構成要素において、ガス流路切替弁145を、第一のポート145aが第三のポート145cに連通するよう切り替え、酸化剤ガス排出弁117及び酸化剤ガス供給弁149を開く。これにより、図17に示すように、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のA端からB端に向かって流れる。以上のようにして、制御装置160が、燃料電池システム400を起動し、発電モードへ移行させる。

[0081] そして、この発電モードから燃料電池システム400を停止させる際には(停止モード)、制御装置160が、図14の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス供給弁129を閉じ、燃料ガス排出弁112を閉じる。これにより、図15に示すように、燃料ガスの供給が停止され、セルスタック102の燃料ガス流路201内に燃料ガスが封止される。また、制御装置160が、図16の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス供給弁149を閉じ、酸化剤ガス排出弁117を閉じる。これにより、図17に示すように、酸化剤ガスの供給が停止され、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内に酸化剤ガスが封止される。以上のようにして、制御装置160が燃料電池システム400を停止させ、この状態を維持する(待機モード)。

[0082] 次に、この待機モードから燃料電池システム400を起動する際には、制御装置160が、図14の燃料ガスを供給する構成要素において、ガス流路切替弁125を、第二のポート125bが第三のポート125cに連通するよう切り替え、燃料ガス排出弁112及び燃料ガス供給弁129を開く。これにより、図15に示すように、燃料ガスが、燃料ガス供給マニホールド106のB端からA端に向かって流れる。また、制御装置160が、図16の酸化剤ガスを供給する構成要素において、ガス流路切替弁145を、第二のポート145bが第三のポート145cに連通するよう切り替え、酸化剤ガス排出弁117及び酸化剤ガス供給弁149を開く。これにより、図17に示すように、酸化剤ガスが、酸化剤ガス供給マニホールド108のB端からA端に向かって流れる。以上のようにして、制御装置160が、燃料電池システム400を起動し、発電モードへ移行させる。

[0083] 次に、この発電モードから燃料電池システム400を停止させる際には、制御装置160が、図14の燃料ガスを供給する構成要素において、燃料ガス供給弁129を閉じ、燃料ガス排出弁112を閉じる。これにより、図15に示すように、燃料ガスの供給が停止され、セルスタック102の燃料ガス流路201内に燃料ガスが封止される。また、制御装置160が、図16の酸化剤ガスを供給する構成要素において、酸化剤ガス供給弁149を閉じ、酸化剤ガス排出弁117を閉じる。これにより、図17に示すように、酸化剤ガスの供給が停止され、セルスタック102の酸化剤ガス流路202内に酸化剤ガスが封止される。以上のようにして、制御装置160が燃料電池システム400を停止させ、この状態を維持する(待機モード)。

[0084] 次に、この待機モードから燃料電池システム400を起動するが、この起動モードは、前述の、ある使用時における起動モードとまったく同様に遂行される。すなわち、これ以降は、上述の一連の動作が周期的に繰り返される。

本変形例の燃料電池システム400は、上記のような構成としたため、燃料ガス入口121A, 121Bから近いセルと遠いセルとで燃料ガスの濃度分布が生じにくく、セルスタック102のセルごとの燃料ガスの濃度が均一になる。また、酸化剤ガス入口141A, 141Bから近いセルと遠いセルとで酸化剤ガスの濃度分布が生じにくく、セルスタック102のセルごとの酸化剤ガスの濃度が均一になる。よって、燃料電池システム400の起動と停止とを繰り返しても、セルスタック102全体での発電性能の低下が抑制される。

[0085] なお、同様にして、第2実施形態の燃料電池システムを変形例とすることもできる。すなわち、図6の燃料ガスを供給するための構成要素において、置換ガス側の構成要素が設けられていない構成とすることができる。また、図8の酸化剤ガスを供給するための構成要素において、置換ガス側の構成要素が設けられていない構成とすることができる。

実施例

[0086] 以下、本発明の燃料電池システムの実施例を説明する。

(実施例1)

本発明の実施例として、以下に示す燃料電池101を備え、第1実施形態に示した

構成(反応ガスの流れ方向の切り替えも含む)の燃料電池システム100を作製した。

ここでは、燃料電池101についてのみ、具体的構成を示す。燃料電池101としては、高分子電解質形燃料電池が用いられる。燃料電池システム100のその他の構成要素は周知のように構成されている。

[0087] まず、アノード及びカソードの作成方法を説明する。

[0088] 粒径35nmのアセチレンブラック粉末(電気化学工業社製;デンカブラック(登録商標))と、PTFEの水性ディスパージョン(ダイキン社製;D－1)とを混合し、PTFEを乾燥重量で20重量%含む溶液を調製した。そして、この溶液をカーボンペーパー(東レ社製;TGPH060H)に塗布して含浸させ、熱風乾燥機を用い300℃で熱処理を行って、厚さ約200μmのガス拡散層を形成した。

[0089] 次に、カソード側触媒として、粒径30nmのケッチェンブラック粉末(ケッチェンブラックインターナショナル社製;Ketjen Black EC)に、白金触媒を担持させて得られたもの(白金を50重量%含む)を用いた。一方、アノード側触媒として、粒径30nmのケッチェンブラック粉末(ケッチェンブラックインターナショナル社製;Ketjen Black EC)に、白金触媒及びルテニウム触媒を担持させて得られたもの(白金を30重量%含む)を用いた。

そして、上記カソード側触媒を、Nafion(登録商標)が5重量%含まれる分散液であるパーフルオロカーボンスルホン酸アイオノマー(米国Aldrich社製)に混合させ、この混合物を前記ガス拡散層上に塗布し、乾燥させることによって、厚みが10～20μmのカソード側触媒層を形成した。ここで、ガス拡散層とカソード側触媒層とがカソードを構成する。一方、上記アノード側触媒を上記パーフルオロカーボンスルホン酸アイオノマーに混合させ、この混合物を前記ガス拡散層上に塗布し、乾燥させることによって、厚みが10～20μmのアノード側触媒層を形成した。ここでガス拡散層とアノード側触媒層とがアノードを構成する。そして、上記各触媒層が形成された各電極中に含まれる白金触媒量は0．5mg／cm^2、パーフルオロカーボンスルホン酸アイオノマー量は1．2mg／cm^2であった。

[0090] 次に、高分子電解質膜(米国DuPont社製;Nafion112(登録商標))の片面にカソードを、もう一方の面にアノードを、各電極のそれぞれの触媒層が高分子電解質膜

に接するように配置した。また、高分子電解質膜の外縁部に接するよう、フッ素系ゴムからなる厚さ約200μmのガスケットを配置した。そして、これらをホットプレスにより接合してMEAを作製した。

次に、外寸220mm×220mm、厚み3mmの黒鉛板を機械加工することにより、反応ガス流路及びマニホールド孔が形成された導電性セパレータを作製した。反応ガス流路は、幅2mm、深さ2mmであって、サーペンタイン状に形成されている。また、上記と同様の黒鉛板を機械加工することにより、冷却水流路が形成された導電性セパレータを作製した。そして、これらの各導電性セパレータとMEAとを組み合わせて単セルとした。ここで、導電性セパレータとMEAとが接触する領域は、縦150mm×横150mmの範囲となるようにした。そして、上記単セルを60個積層してセルスタック102とし、燃料電池101を作製した。

実施例1では、上記に示した燃料電池101を用い、第1実施形態に示した構成の燃料電池システム100を作製した。

[0091] カソード側反応ガス(酸化剤ガス)には空気を用い、アノード側反応ガス(燃料ガス)には水素を用い、置換ガスは両極共に窒素ガスを用いた。異種ガス間で置換を行う際、流入するガス流量は、空気、水素、窒素いずれも1L／min、置換時間は2minとした。

そして、図18に示す動作モードの運転サイクルで燃料電池システム100の運転を行った。すなわち、図18に示すように、燃料電池システム100が停止している状態(待機モード)ではアノード及びカソードは置換ガスである窒素によって充填された状態で維持される。第一起動時(起動モード)ではアノードに燃料ガスである水素が流され、カソードは窒素で充填されたままである。第二起動時(起動モード)においてはカソードに空気が流される。そして、アノードに水素が流され、カソードに空気が流された状態で発電が行われる(発電モード)。第一停止状態(停止モード)においてはカソードが空気から窒素に置換されるが、アノードには水素が流されている。第二停止状態(停止モード)においては、アノードの水素も窒素に置換される。その後、燃料電池システムは停止された状態(待機モード)に戻る。このようなサイクルを1サイクルとする。

発電は、電流密度0．18A／cm^2、酸化剤ガス利用率55%、燃料ガス利用率75%、反応ガス露点60℃、冷却水入口温度60℃の条件で行った。

[0092] そして、発電と停止とを1サイクルとし、発電時間を1時間、停止時間を1時間として1000サイクルを繰り返した。その後のセルごとの電圧を測定し、これを発電性能の評価とした。セルごとの電圧の測定値を図19に示す。また、全てのセルの平均セル電圧と、その標準偏差とを表1に示す。

（実施例2）

上記実施例1に示したセルスタックと同様のセルスタックを用い、第2実施形態に示した構成（反応ガスの流れ方向の切り替えも含む）の燃料電池システム200を作製した。その他の操作条件は、上記実施例1と同様である。

そして、発電と停止とを1サイクルとし、発電時間を1時間、停止時間を1時間として1000サイクルを繰り返した。その後のセルごとの電圧を測定し、これを発電性能の評価とした。セルごとの電圧の測定値を図19に示す。また、全てのセルの平均セル電圧と、その標準偏差とを表1に示す。

（比較例）

比較形態に示した構成の燃料電池システム300を作製した。その他の操作条件は、上記実施例1と同様である。

そして、発電と停止とを1サイクルとし、発電時間を1時間、停止時間を1時間として1000サイクルを繰り返した。その後のセルごとの電圧を測定し、これを発電性能の評価とした。セルごとの電圧の測定値を図19に示す。また、全てのセルの平均セル電圧と、その標準偏差とを表1に示す。

[0093] [表1]

	平均セル電圧 (mV)	標準偏差 (mV)
実施例 1	735	4
実施例 2	747	2
比較例	635	35

（検討）

図19は、各燃料電池システムのセルスタック102におけるセルごとのセル電圧を示すグラフである。図19中のセル番号は、セルスタック102のA側からB側に向かう順番のセルの番号を示している。表1は、実施例1、実施例2及び比較例の燃料電池システムの全てのセルの平均セル電圧及びその標準偏差を示す表である。図19及び表1を参照しながら、実施例1、実施例2及び比較例の燃料電池システムの発電性能を比較検討する。

[0094] 図19に示すように、比較例の燃料電池システム300においては、ガス流入方向に対し、反応ガス入口121，141に近いセル（図10及び図12中のA側）と遠いセル（図10及び図12中のB側）とで、セル電圧に大きな差を生じた。これは、ガスの流入方向が反応ガス供給マニホールドのA端からB端への一方向であるため、セルスタック102内でのガス置換が不均一になったからと考えられる。

[0095] 一方、実施例1の燃料電池システム100及び実施例2の燃料電池システム200においては、反応ガス入口121A，141Aに近いセル（図2及び図4中のA側、図6及び図8中のA側）と遠いセル（図2及び図4中のB側、図6及び図8中のB側）とで、セル電圧に大きな差は生じなかった。これは、反応ガス及び置換ガスのガス流入方向を切り替えるので、セルスタック102内のセル間でのガス置換を均一にすることができるためと考えられる。また、表1に示すように、平均セル電圧を高く維持することができ、かつ、セル電圧の標準偏差も小さくなってばらつきも抑制される。したがって、セルスタック102の発電性能の低下が抑制される。

また、実施例2の燃料電池システム200は、反応ガス入口121A，141Aに近いセル（図6及び図8中のA側）と遠いセル（図6及び図8中のB側）とで、セル電圧に大きな差は生じなかった。これは、実施例2の燃料電池システム200においては、反応ガス及び置換ガスのガス流入方向を複数回切り替えるので、セルスタック102内のガスの置換時間を短縮することができると共に、残存ガスによる影響を低減することができるためと考えられる。また、表1に示すように、平均セル電圧をより高く維持することができ、かつ、セル電圧の標準偏差も小さくなってばらつきがさらに抑制される。したがって、セルスタック102の発電性能の低下がさらに抑制される。

[0096] なお、第1実施形態及び第2実施形態の燃料電池システムでは、燃料ガスを供給するための構成要素と酸化剤ガスを供給するための構成要素との双方に反応ガス入口選択装置が設けられていたが、燃料ガスを供給するための構成要素と酸化剤ガスを供給するための構成要素とのいずれかに反応ガス入口選択装置が設けられてもよい。

また、第1実施形態及び第2実施形態の燃料電池システムでは、燃料ガス供給マニホールド106及び酸化剤ガス供給マニホールド108に2箇所の反応ガス入口をセルスタック102の両端に設けたが、燃料ガス供給マニホールド106及び酸化剤ガス供給マニホールド108をU字型にすることで、反応ガス入口をセルスタック102の片端に設けても同様の効果を奏する。

[0097] さらに、第1実施形態の燃料電池システム100及び第2実施形態の燃料電池システム200は、図2及び図4、並びに図6及び図8に示したように、燃料ガス供給装置120側に配置される置換ガス供給装置130と、酸化剤ガス供給装置140側に配置される置換ガス供給装置150とを別個に具備する構成を採用した。しかし、本発明の燃料電池システムは、この構成に限定されるものではない。例えば、本発明の燃料電池システムは、1つの置換ガス供給装置を、燃料ガス供給装置120と酸化剤ガス供給装置140とで共有する構成としてもよい。

上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0098] 本発明の燃料電池システムは、セルスタック内での各セル間のガスの置換状態を均一にすることによって、起動と停止とを繰り返してもセルスタック全体での発電性能の低下が抑制された燃料電池システムとして有用である。

請求の範囲

[1] 高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードとを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化剤ガス供給マニホールド及び酸化剤ガス排出マニホールドと、燃料ガスを燃料ガス供給マニホールドからアノードに導いてそこから燃料ガス排出マニホールドへと導く燃料ガス流路と、酸化剤ガスを酸化剤ガス供給マニホールドからカソードに導いてそこから酸化剤ガス排出マニホールドへと導く酸化剤ガス流路と、前記燃料ガス供給マニホールドの一方の端に連通する第一の燃料ガス入口と、前記燃料ガス供給マニホールドの他方の端に連通する第二の燃料ガス入口と、を有し、前記セルにおいて前記燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電が行われるよう構成された燃料電池と、

前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置と、

該燃料ガス供給装置から供給される燃料ガスを選択的に第一の燃料ガス入口又は第二の燃料ガス入口に供給する燃料ガス入口選択装置と、を備えた、燃料電池システム。

[2] 前記燃料ガス供給装置から供給される燃料ガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御する制御装置をさらに備えた、請求項1に記載の燃料電池システム。

[3] 前記燃料ガスを置き換えるための置換ガスを供給する置換ガス供給装置と、

前記燃料ガス供給装置から供給される燃料ガス又は前記置換ガス供給装置から供給される置換ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、を備え、

前記燃料ガス入口選択装置は、前記選択的ガス供給装置から供給された燃料ガス又は置換ガスを選択的に第一の燃料ガス入口又は第二の燃料ガス入口に供給するよう構成されている、請求項1に記載の燃料電池システム。

[4] 前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御する制御装置をさらに備え、

前記発電をして外部負荷に電力を供給する発電モードと、停止状態から前記発電モードに移行する起動モードと、前記発電モードから前記停止状態に移行する停止モードとを有し、

前記制御装置が、前記起動モードにおいて前記燃料ガスを供給して前記セルスタック内のガスをパージし、前記発電モードにおいて前記燃料ガスを供給し、かつ前記停止モードにおいて前記置換ガスを供給して前記セルスタック内のガスを該置換ガスで置換するよう、前記選択的ガス供給装置を制御するよう構成されており、

かつ、前記制御装置は、前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御するよう構成されている、請求項3に記載の燃料電池システム。

[5] 前記制御装置は、前記発電モードと前記停止モードとの間の切り替わりの際に、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御するよう構成されている、請求項4に記載の燃料電池システム。

[6] 前記制御装置は、前記起動モード又は前記停止モード中において、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で複数回切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御するよう構成されている、請求項4に記載の燃料電池システム。

[7] 前記燃料ガス入口選択装置は、第一乃至第三のポートを有し前記第三のポートを前記第一のポート又は前記第二のポートに選択的に接続可能な三方弁と、前記第一のポートを前記第一の燃料ガス入口に接続する第一のガス配管と、前記第二のポートを前記第二の燃料ガス入口に接続する第二のガス配管とを備え、前記第三のポートが前記選択的ガス供給装置からのガスを供給するためのガス配管に接続されている、請求項2に記載の燃料電池システム。

[8] 前記燃料ガス入口選択装置は、T形管継手と、該T形管継手の第一の端を前記第一の燃料ガス入口に接続する第一のガス配管と、該第一のガス配管の途中に配設さ

れた開閉弁と、前記T形管継手の第二の端を前記第二の燃料ガス入口に接続する第二のガス配管と、該第二のガス配管の途中に配設された開閉弁とを備え、前記T形管継手の第三の端が前記選択的ガス供給装置からのガスを供給するためのガス配管に接続されている、請求項2に記載の燃料電池システム。

[9] 高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードとを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化剤ガス供給マニホールド及び酸化剤ガス排出マニホールドと、燃料ガスを燃料ガス供給マニホールドからアノードに導いてそこから燃料ガス排出マニホールドへと導く燃料ガス流路と、酸化剤ガスを酸化剤ガス供給マニホールドからカソードに導いてそこから酸化剤ガス排出マニホールドへと導く酸化剤ガス流路と、前記燃料ガス供給マニホールドの一方の端に連通する第一の燃料ガス入口と、前記燃料ガス供給マニホールドの他方の端に連通する第二の燃料ガス入口と、を有し、前記セルにおいて前記燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電が行われるよう構成された燃料電池と、

前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置と、

前記燃料ガスを置き換えるための置換ガスを供給する置換ガス供給装置と、

前記燃料ガス供給装置から供給される燃料ガス又は前記置換ガス供給装置から供給される置換ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、

該選択的ガス供給装置から供給された燃料ガス又は置換ガスを選択的に第一の燃料ガス入口又は第二の燃料ガス入口に供給する燃料ガス入口選択装置と、を備えた燃料電池システムの運転方法であって、

前記発電をして外部負荷に電力を供給する発電モードと、停止状態から前記発電モードに移行する起動モードと、前記発電モードから前記停止状態に移行する停止モードとを有し、前記起動モードにおいて前記燃料ガスを供給して前記セルスタック内のガスをパージし、前記発電モードにおいて前記燃料ガスを供給し、かつ前記停止モードにおいて前記置換ガスを供給して前記セルスタック内のガスを該置換ガスで置換するよう、前記選択的ガス供給装置を制御するステップと、

前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の燃料ガス入口と前記第二の燃料ガス入口との間で切り替えるよう前記燃料ガス入口選択装置を制御するステップと、を含む、燃料電池システムの運転方法。

[10] 高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードとを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化剤ガス供給マニホールド及び酸化剤ガス排出マニホールドと、燃料ガスを燃料ガス供給マニホールドからアノードに導いてそこから燃料ガス排出マニホールドへと導く燃料ガス流路と、酸化剤ガスを酸化剤ガス供給マニホールドからカソードに導いてそこから酸化剤ガス排出マニホールドへと導く酸化剤ガス流路と、前記酸化剤ガス供給マニホールドの一方の端に連通する第一の酸化剤ガス入口と、前記酸化剤ガス供給マニホールドの他方の端に連通する第二の酸化剤ガス入口と、を有し、前記セルにおいて前記燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電が行われるよう構成された燃料電池と、

前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置と、

該酸化剤ガス供給装置から供給される酸化剤ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、

該選択的ガス供給装置から供給された酸化剤ガスを選択的に第一の酸化剤ガス入口又は第二の酸化剤ガス入口に供給する酸化剤ガス入口選択装置と、を備えた、燃料電池システム。

[11] 前記酸化剤ガス供給装置から供給される酸化剤ガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御する制御装置をさらに備えた、請求項10に記載の燃料電池システム。

[12] 前記酸化剤ガスを置き換えるための置換ガスを供給する置換ガス供給装置と、

前記酸化剤ガス供給装置から供給される酸化剤ガス又は前記置換ガス供給装置

から供給される置換ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、を備え、

前記酸化剤ガス入口選択装置は、前記選択的ガス供給装置から供給された酸化剤ガス又は置換ガスを選択的に第一の酸化剤ガス入口又は第二の酸化剤ガス入口に供給するよう構成されている、請求項10に記載の燃料電池システム。

[13] 前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御する制御装置をさらに備え、

前記発電をして外部負荷に電力を供給する発電モードと、停止状態から前記発電モードに移行する起動モードと、前記発電モードから前記停止状態に移行する停止モードとを有し、

前記制御装置が、前記起動モードにおいて前記酸化剤ガスを供給して前記セルスタック内のガスをパージし、前記発電モードにおいて前記酸化剤ガスを供給し、かつ前記停止モードにおいて前記置換ガスを供給して前記セルスタック内のガスを該置換ガスで置換するよう前記選択的ガス供給装置を制御するよう構成されており、

かつ、前記制御装置は、前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御するよう構成されている、請求項12に記載の燃料電池システム。

[14] 前記制御装置は、前記発電モードと前記停止モードとの間の切り替わりの際に、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう構成されている、請求項13に記載の燃料電池システム。

[15] 前記制御装置は、前記起動モード又は前記停止モード中において、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で複数回切り替えるよう構成されている、請求項13に記載の燃料電池システム。

[16] 前記酸化剤ガス入口選択装置は、第一乃至第三のポートを有し前記第三のポート

を前記第一のポート又は前記第二のポートに選択的に接続可能な三方弁と、前記第一のポートを前記第一の酸化剤ガス入口に接続する第一のガス配管と、前記第二のポートを前記第二の酸化剤ガス入口に接続する第二のガス配管とを備え、前記第三のポートが前記選択的ガス供給装置からのガスを供給するためのガス配管に接続されている、請求項11に記載の燃料電池システム。

[17] 前記酸化剤ガス入口選択装置は、T形管継手と、該T形管継手の第一の端を前記第一の酸化剤ガス入口に接続する第一のガス配管と、該第一のガス配管の途中に配設された開閉弁と、前記T形管継手の第二の端を前記第二の酸化剤ガス入口に接続する第二のガス配管と、該第二のガス配管の途中に配設された開閉弁とを備え、前記T形管継手の第三の端が前記選択的ガス供給装置からのガスを供給するためのガス配管に接続されている、請求項11に記載の燃料電池システム。

[18] 高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードとを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化剤ガス供給マニホールド及び酸化剤ガス排出マニホールドと、燃料ガスを燃料ガス供給マニホールドからアノードに導いてそこから燃料ガス排出マニホールドへと導く燃料ガス流路と、酸化剤ガスを酸化剤ガス供給マニホールドからカソードに導いてそこから酸化剤ガス排出マニホールドへと導く酸化剤ガス流路と、前記酸化剤ガス供給マニホールドの一方の端に連通する第一の酸化剤ガス入口と、前記酸化剤ガス供給マニホールドの他方の端に連通する第二の酸化剤ガス入口と、を有し、前記セルにおいて前記燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電が行われるよう構成された燃料電池と、

前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置と、

前記酸化剤ガスを置き換えるための置換ガスを供給する置換ガス供給装置と、

前記酸化剤ガス供給装置から供給される酸化剤ガス又は前記置換ガス供給装置から供給される置換ガスを選択的に供給する選択的ガス供給装置と、

該選択的ガス供給装置から供給された酸化剤ガス又は置換ガスを選択的に第一の酸化剤ガス入口又は第二の酸化剤ガス入口に供給する酸化剤ガス入口選択装置

と、

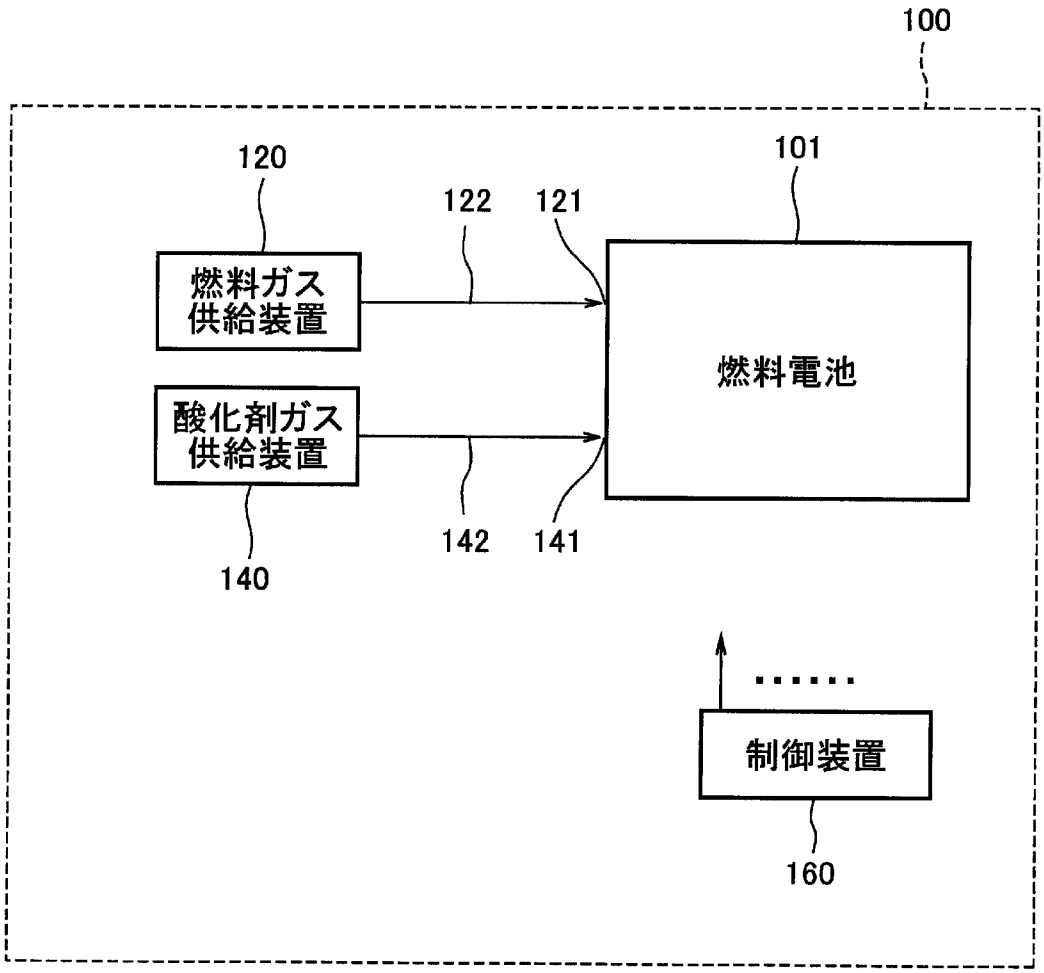
制御装置と、を備えた燃料電池システムの運転方法であって、

前記発電をして外部負荷に電力を供給する発電モードと、停止状態から前記発電モードに移行する起動モードと、前記発電モードから前記停止状態に移行する停止モードとを有し、前記起動モードにおいて前記酸化剤ガスを供給して前記セルスタック内のガスをパージし、前記発電モードにおいて前記酸化剤ガスを供給し、かつ前記停止モードにおいて前記置換ガスを供給して前記セルスタック内のガスを該置換ガスで置換するよう、前記選択的ガス供給装置を制御するステップと、

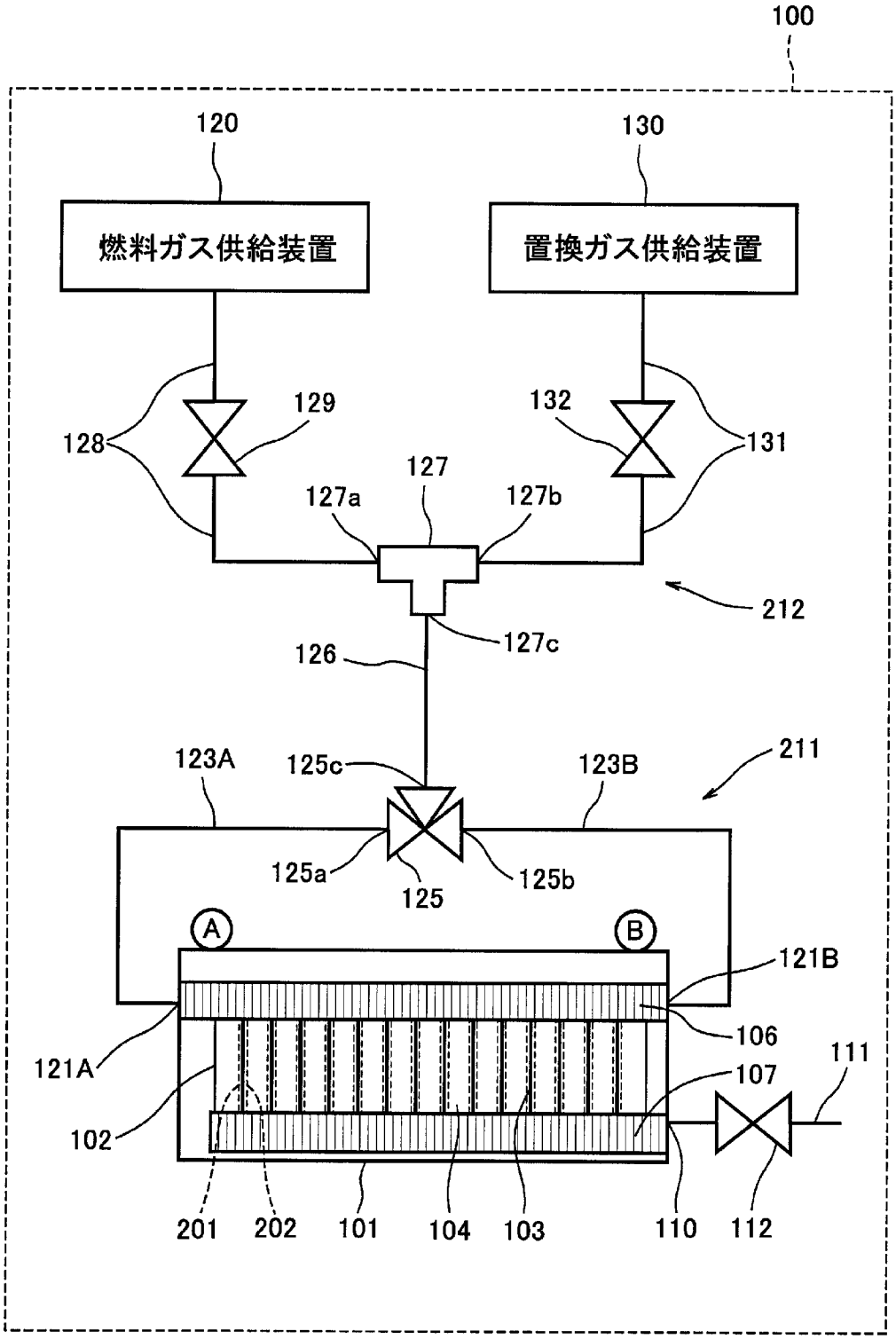
前記起動モード、前記発電モード、及び前記停止モードのいずれか2つのモード間の切り替わりの際又はいずれかのモードにおいて、前記選択的ガス供給装置から供給されるガスの供給先を前記第一の酸化剤ガス入口と前記第二の酸化剤ガス入口との間で切り替えるよう前記酸化剤ガス入口選択装置を制御するステップと、を含む、燃料電池システムの運転方法。

[19] 高分子電解質膜と該高分子電解質膜を挟むように形成されたアノード及びカソードのうちの一方の電極及び他方の電極からそれぞれ成る第一電極及び第二電極とを有する複数のセルと、該セルを積層してなるセルスタックと、該セルスタックに、該セルスタックの積層方向に延びるようにそれぞれ形成された第一反応ガス供給マニホールド、第一反応ガス排出マニホールド、第二反応ガス供給マニホールド及び第二反応ガス排出マニホールドと、燃料ガス及び酸化剤ガスのうち、アノード及びカソードのうちの前記一方の電極に供給されるべき反応ガスである第一反応ガスを第一反応ガス供給マニホールドから第一電極に導いてそこから第一反応ガス排出マニホールドへと導く第一反応ガス流路と、燃料ガス及び酸化剤ガスのうち、アノード及びカソードのうちの前記他方の電極に供給されるべき反応ガスである第二反応ガスを第二反応ガス供給マニホールドから第二電極に導いてそこから第二反応ガス排出マニホールドへと導く第二反応ガス流路と、前記第一反応ガス供給マニホールドの一方の端に連通する一方の第一反応ガス入口と、前記第一反応ガス供給マニホールドの他方の端に連通する他方の第一反応ガス入口と、を備える、燃料電池。

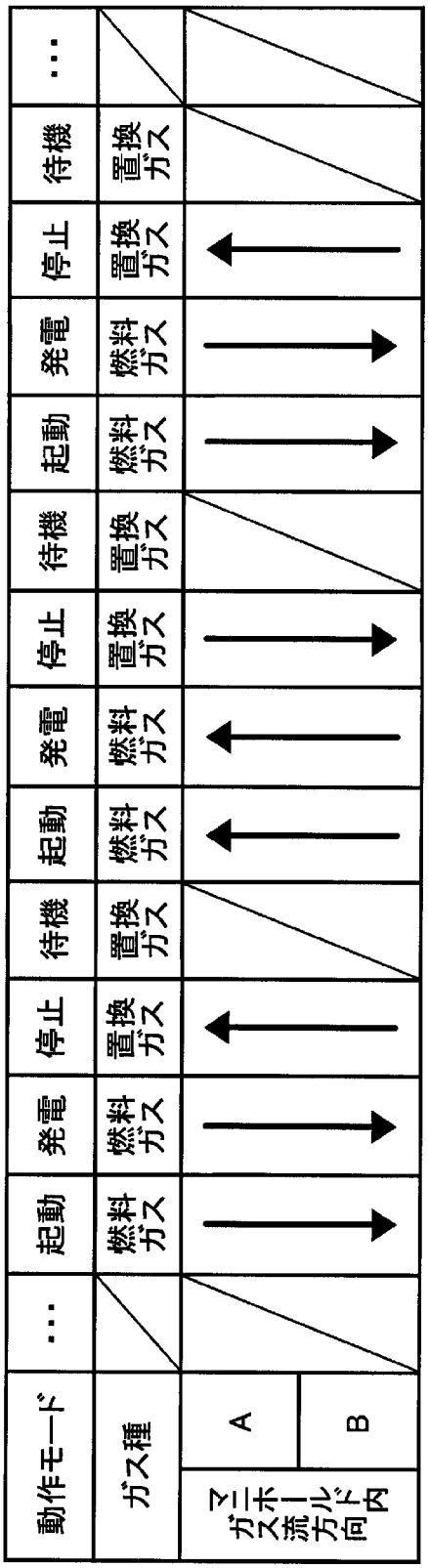
[図1]


100
120
101
122
121
燃料ガス
供給装置
燃料電池
酸化剤ガス
供給装置
140
142
141
制御装置
160

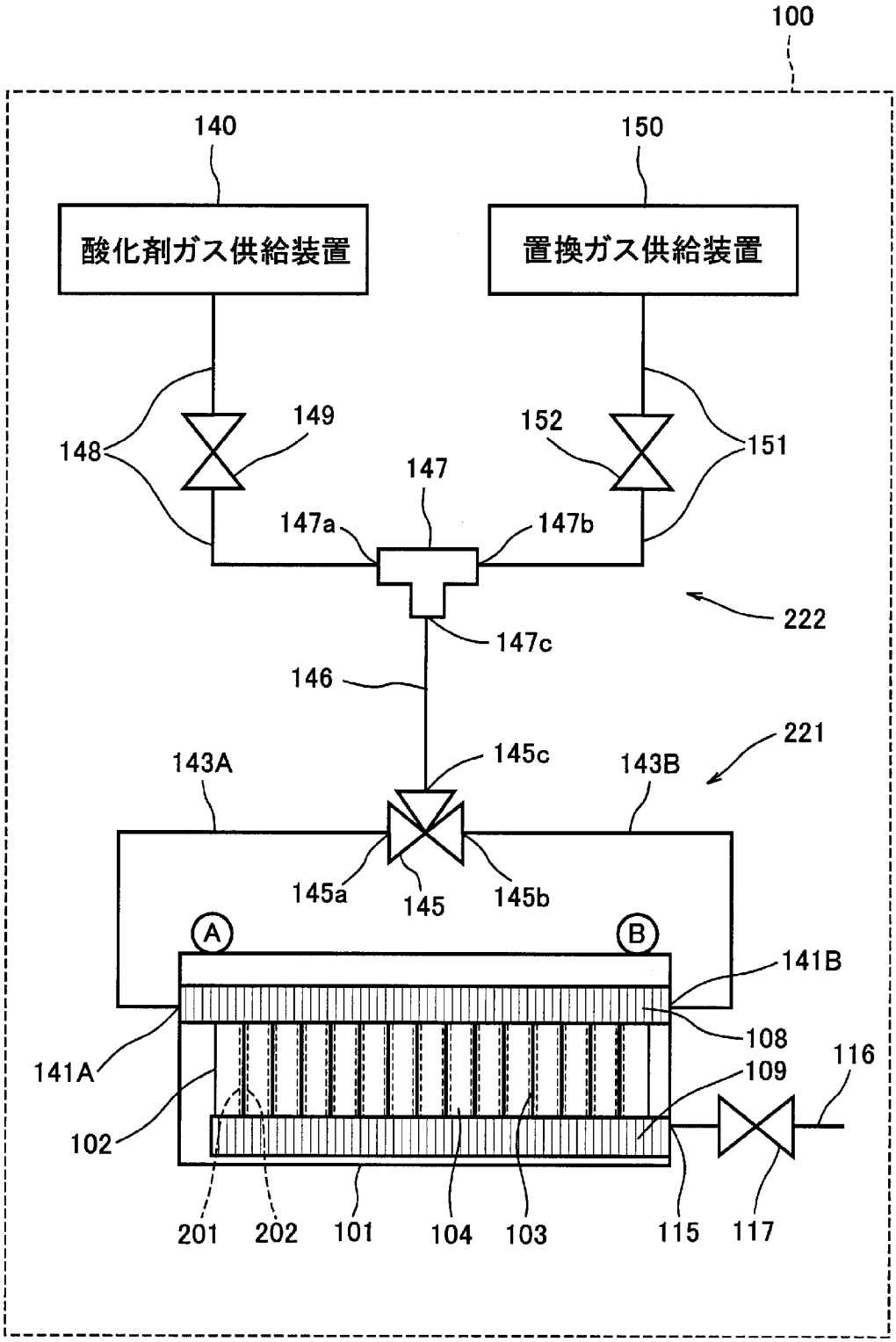
[図2]


100
120
130
燃料ガス供給装置
置換ガス供給装置
128
129
132
131
127
127a
127b
212
127c
126
211
123A
125c
123B
125a
125
125b
A
B
121B
106
121A
111
107
102
201
202
101
104
103
110
112

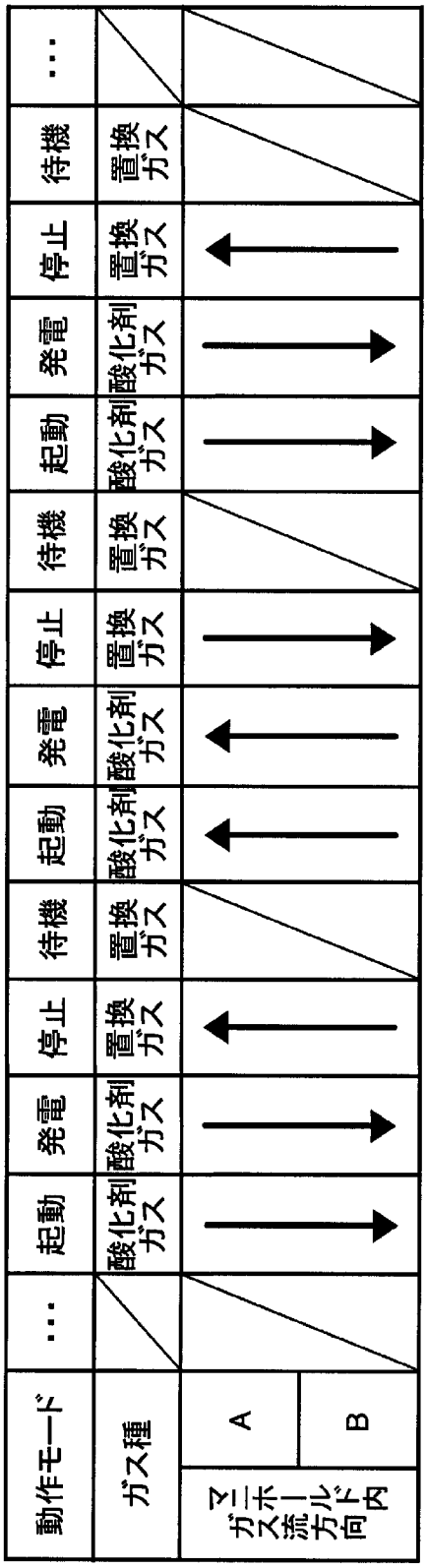
[図3]


動作モード
ガス種
マニホールド内ガス流方向
A
B
・・・
起動
燃料ガス
発電
燃料ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
起動
燃料ガス
発電
燃料ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
起動
燃料ガス
発電
燃料ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
・・・

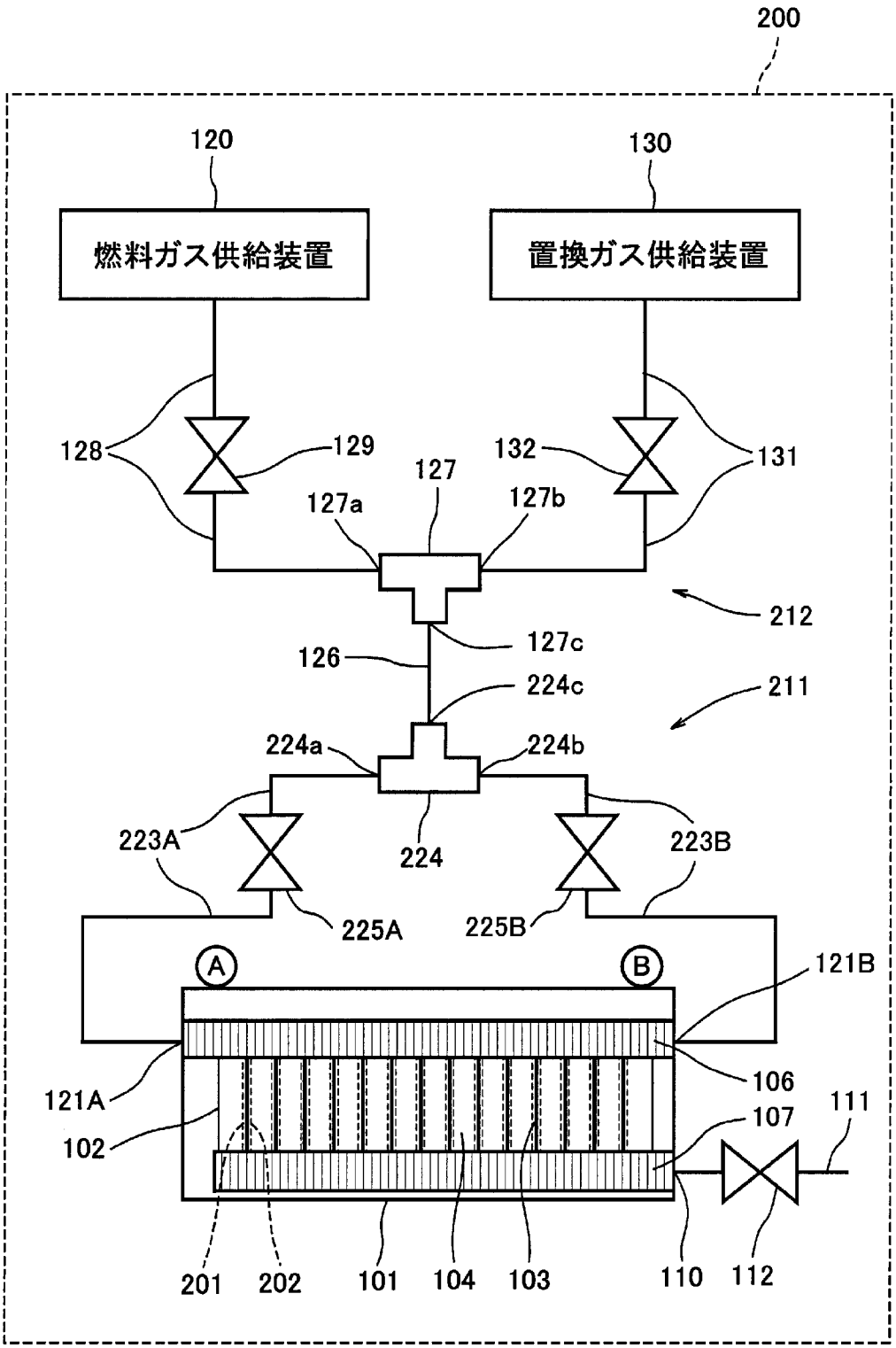
[図4]


100
140
150
酸化剤ガス供給装置
置換ガス供給装置
148
149
152
151
147
147a
147b
147c
222
146
221
143A
145c
143B
145a
145
145b
A
B
141B
108
141A
116
109
102
201
202
101
104
103
115
117

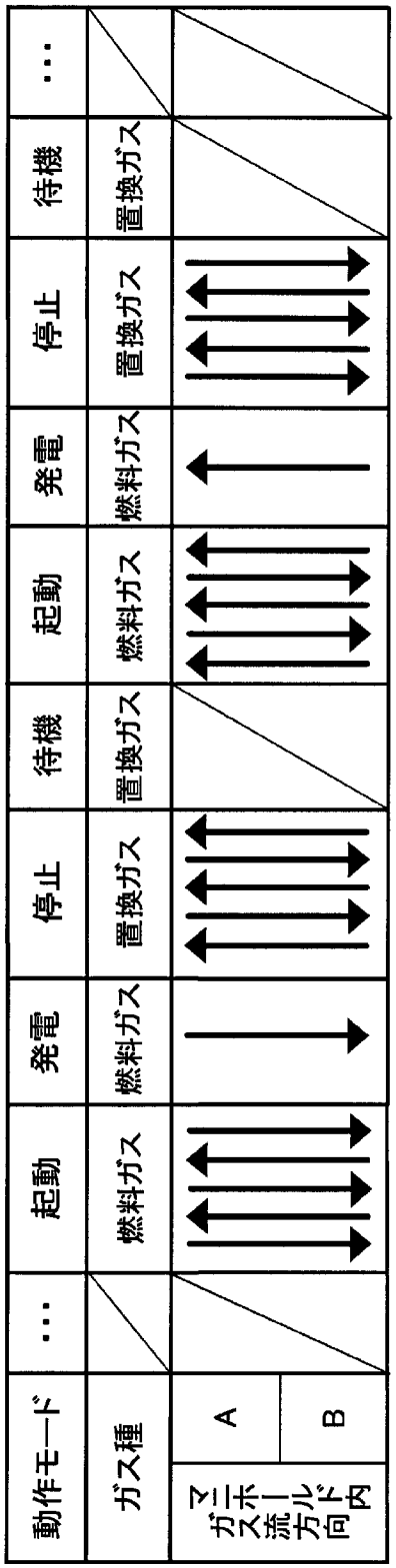
[図5]


動作モード
ガス種
マニホールド内ガス流れ方向
A
B
・・・
起動
酸化剤ガス
発電
酸化剤ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
起動
酸化剤ガス
発電
酸化剤ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
起動
酸化剤ガス
発電
酸化剤ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
・・・

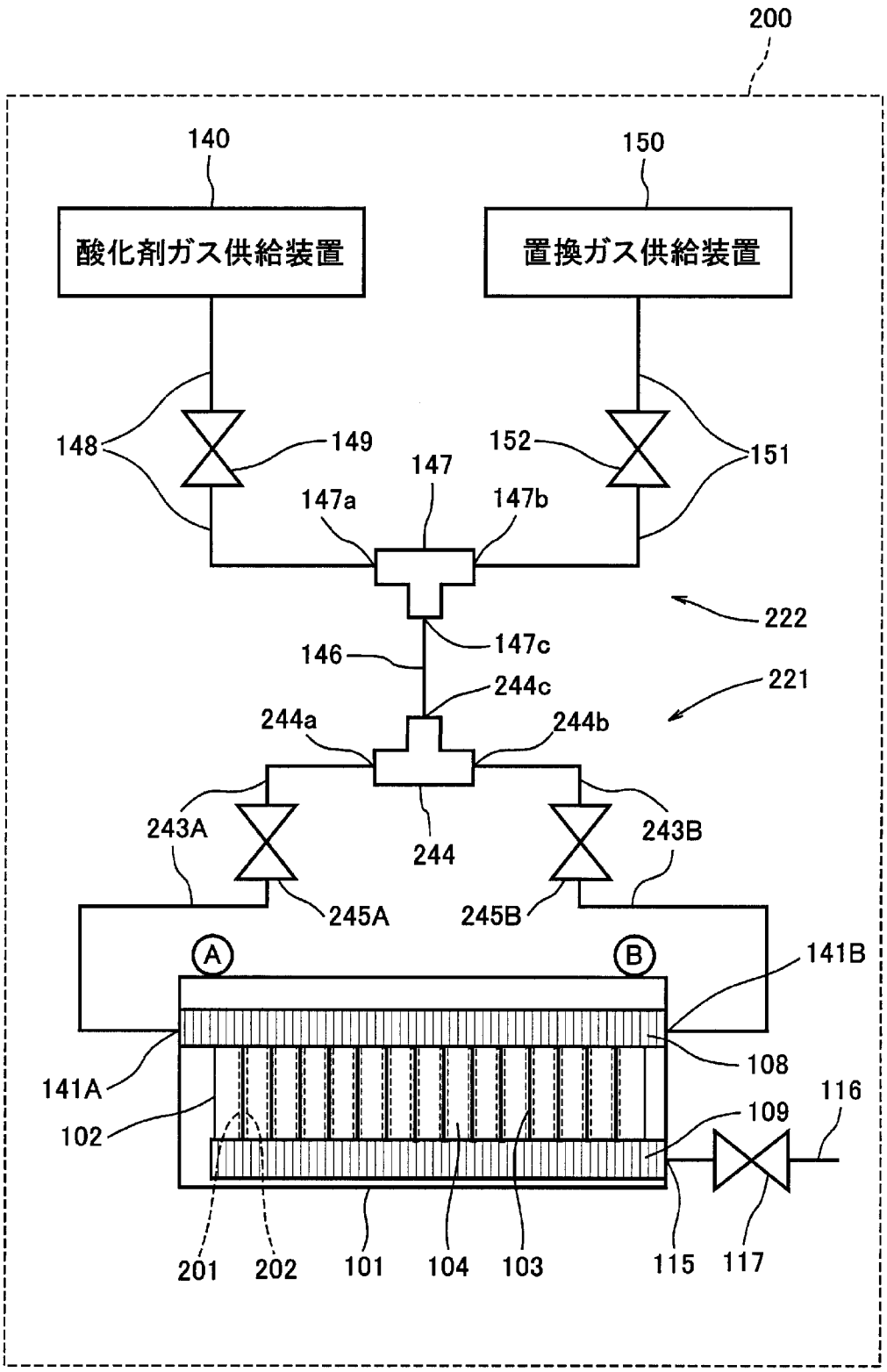
[図6]


200
120
130
燃料ガス供給装置
置換ガス供給装置
128
129
132
131
127
127a
127b
212
127c
126
224c
211
224a
224b
223A
224
223B
225A
225B
A
B
121B
106
121A
111
107
102
201
202
101
104
103
110
112

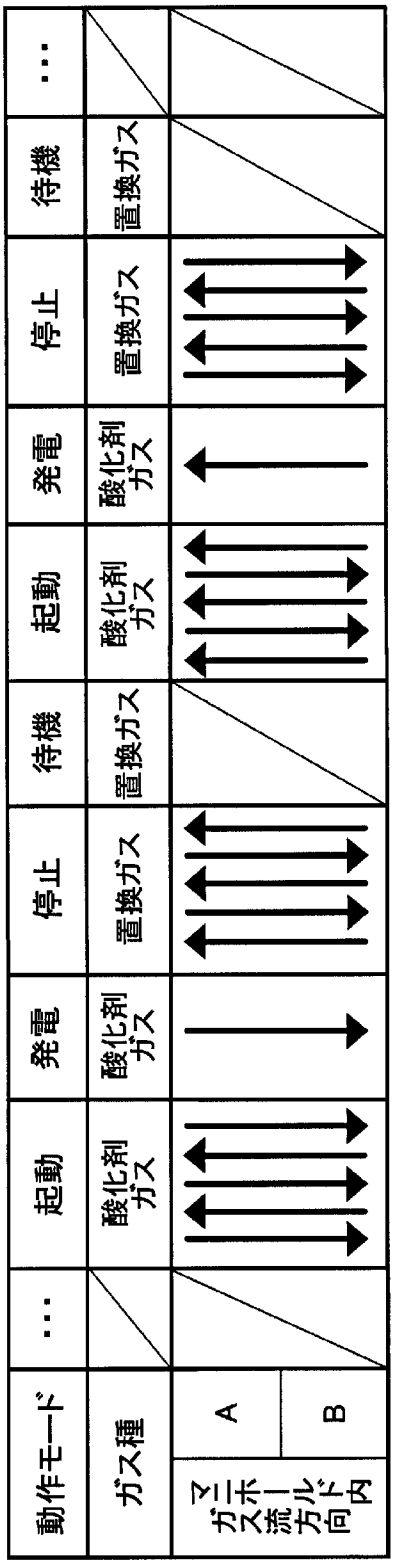
[図7]


動作モード
ガス種
マニホールド内ガス流方向
A
B
・・・
起動
燃料ガス
発電
燃料ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
起動
燃料ガス
発電
燃料ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
・・・

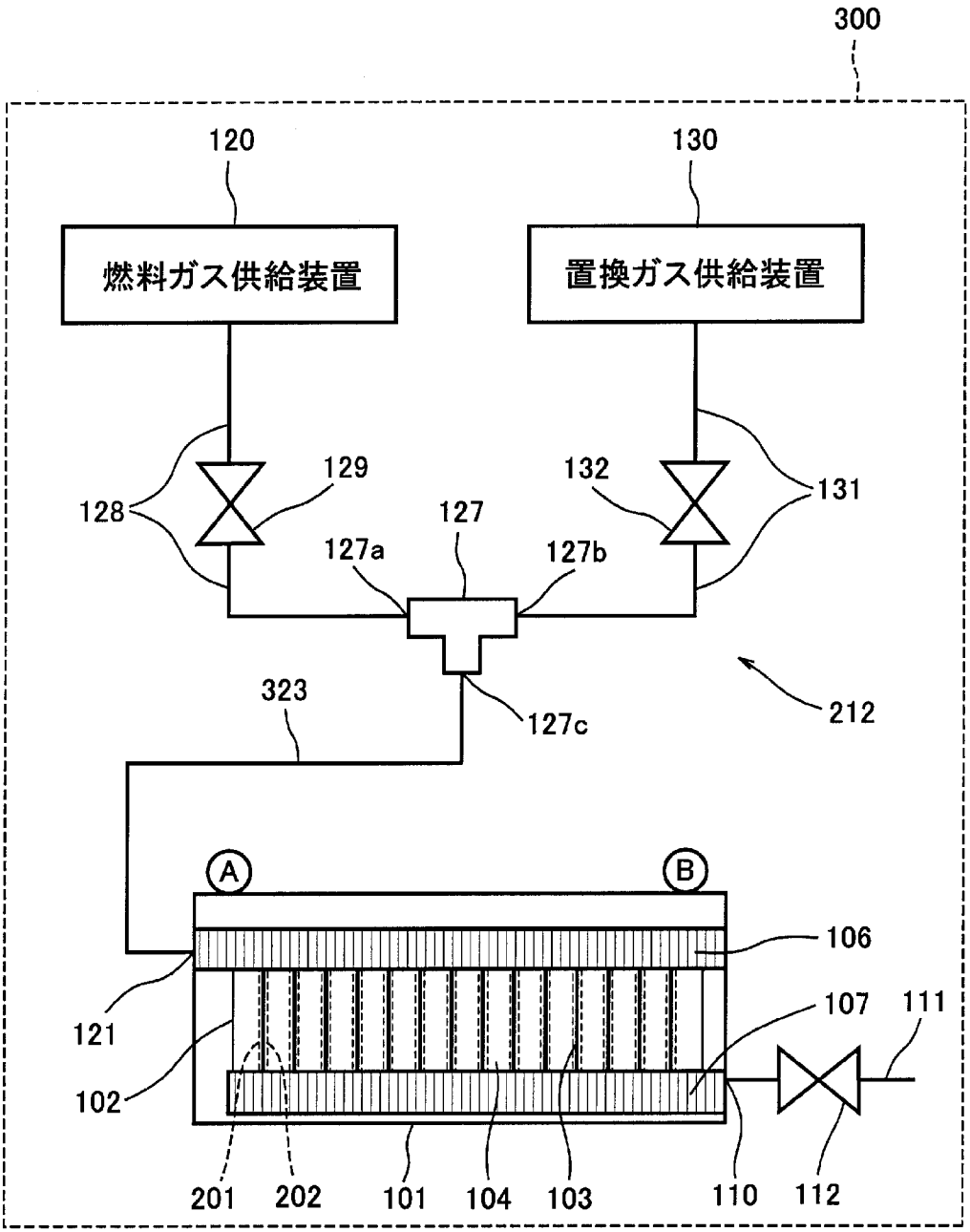
[図8]


200
140
150
酸化剤ガス供給装置
置換ガス供給装置
148
149
152
151
147
147a
147b
222
147c
146
244c
221
244a
244b
243A
244
243B
245A
245B
A
B
141B
141A
108
116
102
109
201
202
101
104
103
115
117

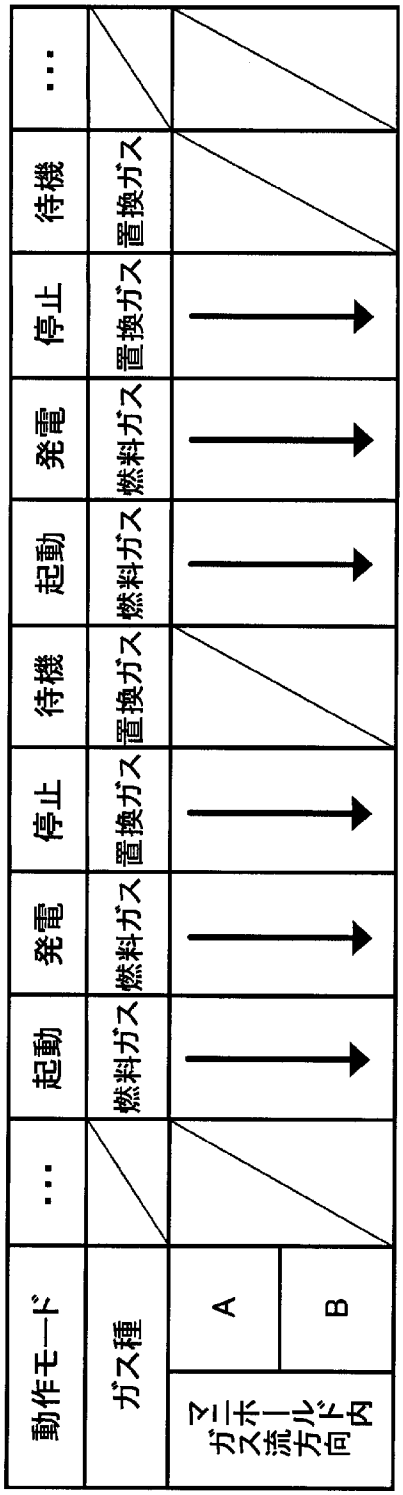
[図9]


動作モード
ガス種
マニホールド内ガス流方向
A
B
・・・
起動
酸化剤ガス
発電
酸化剤ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
起動
酸化剤ガス
発電
酸化剤ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
・・・

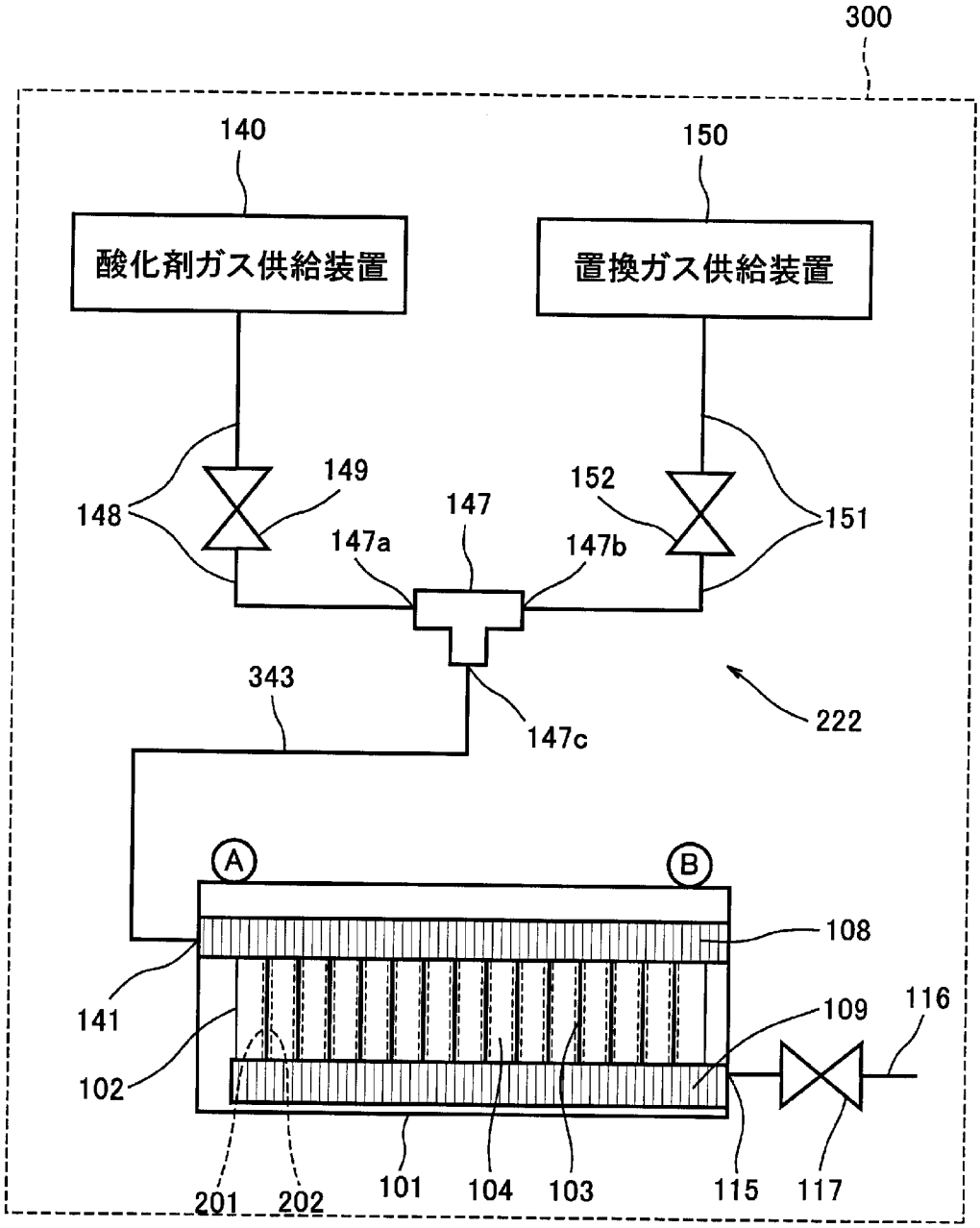
[図10]


300
120
130
燃料ガス供給装置
置換ガス供給装置
128
129
132
131
127
127a
127b
127c
323
212
A
B
106
121
102
107
111
201
202
101
104
103
110
112

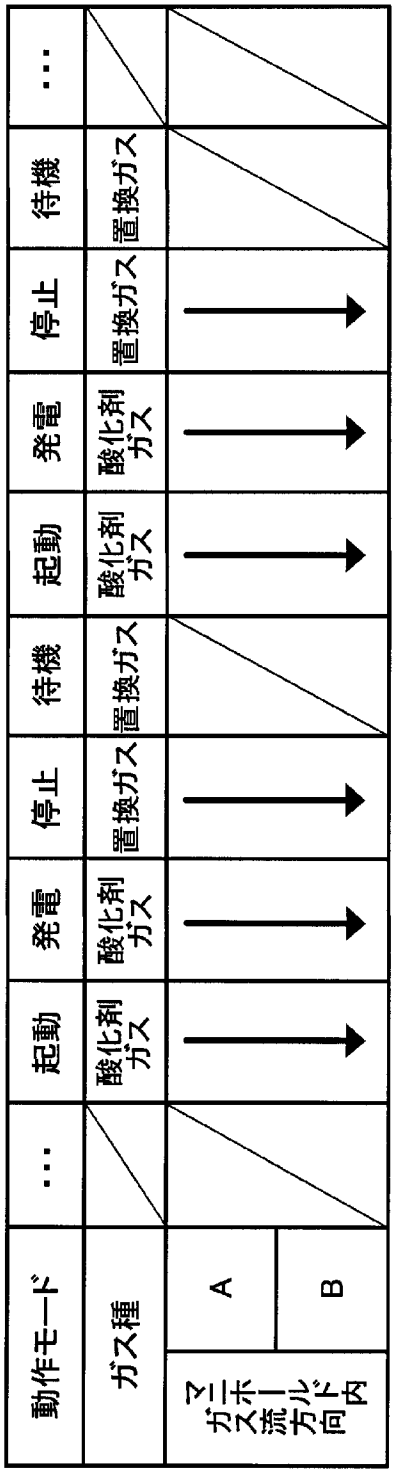
[図11]


動作モード
ガス種
マニホールド内ガス流方向
A
B
・・・
起動
燃料ガス
発電
燃料ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
起動
燃料ガス
発電
燃料ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
・・・

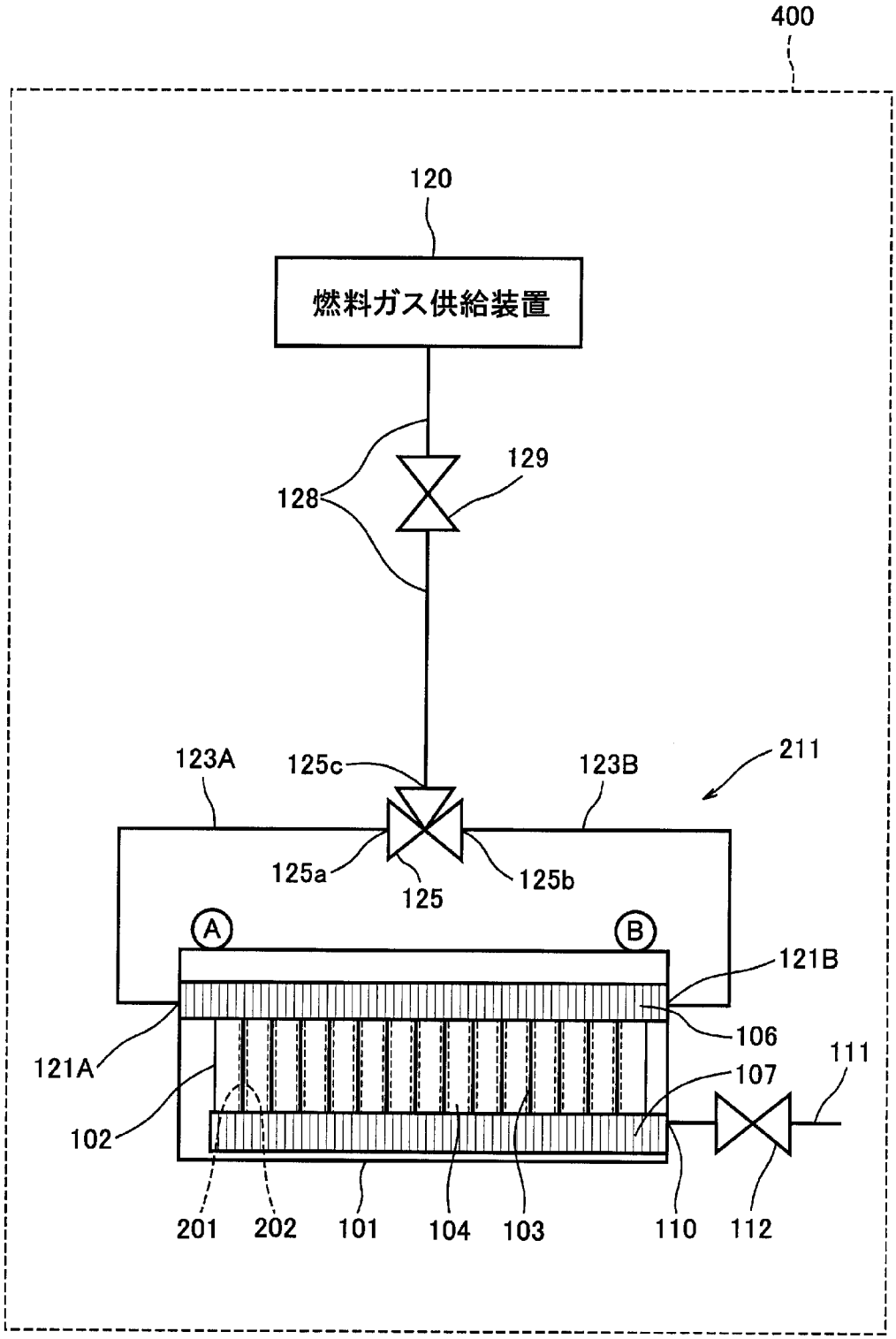
[図12]


300
140
150
酸化剤ガス供給装置
置換ガス供給装置
148
149
147
152
151
147a
147b
343
147c
222
A
B
108
141
109
116
102
201
202
101
104
103
115
117

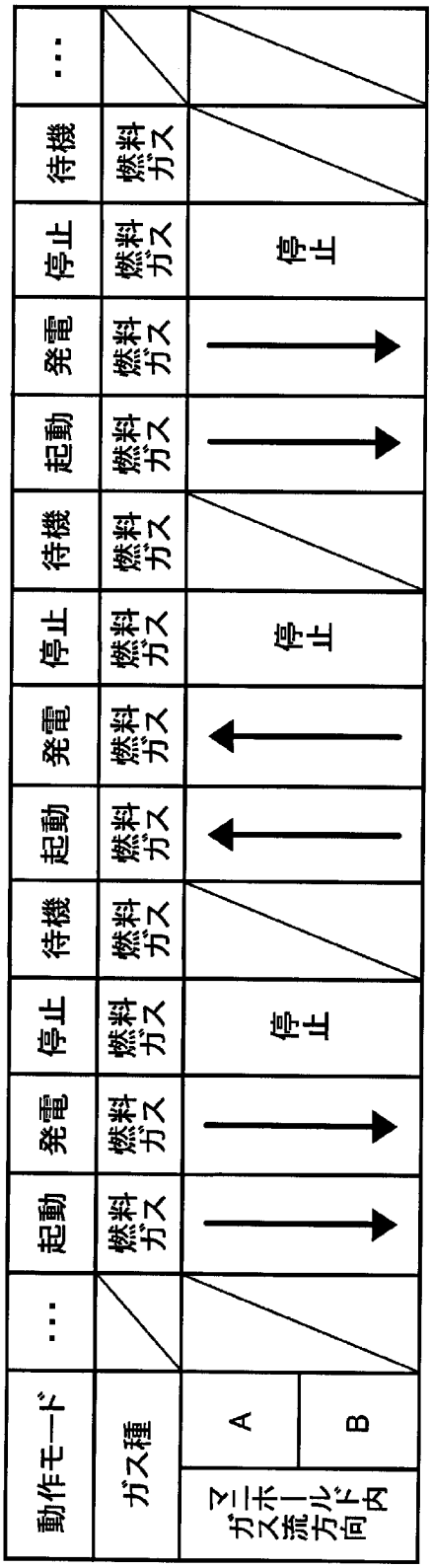
[図13]


動作モード
ガス種
マニホールド内ガス流方向
A
B
・・・
起動
酸化剤ガス
発電
酸化剤ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
起動
酸化剤ガス
発電
酸化剤ガス
停止
置換ガス
待機
置換ガス
・・・

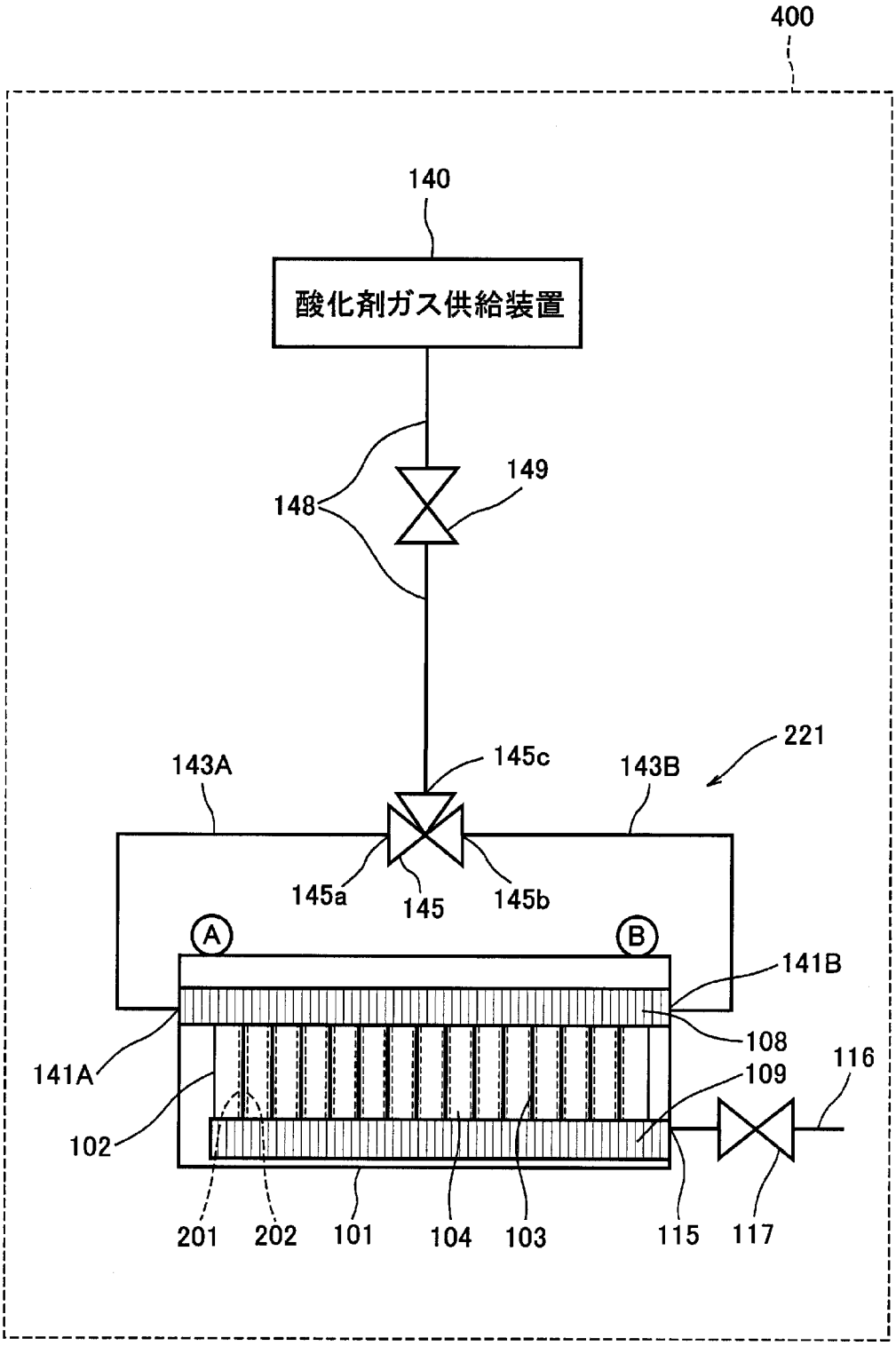
[図14]


400
120
燃料ガス供給装置
129
128
123A
125c
123B
211
125a
125
125b
A
B
121B
106
121A
111
107
102
201
202
101
104
103
110
112

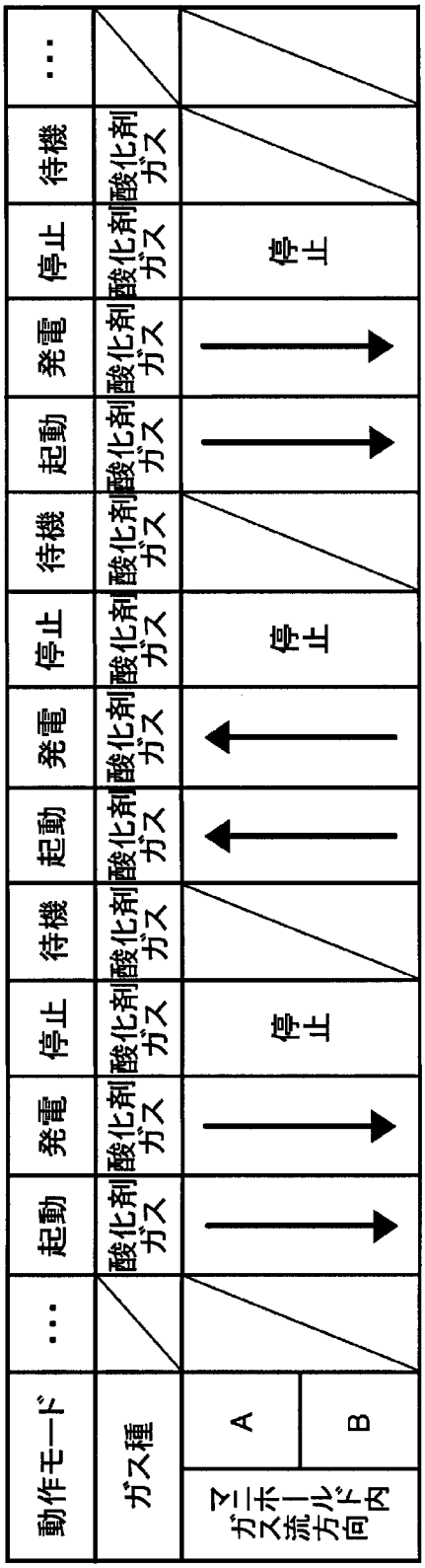
[図15]



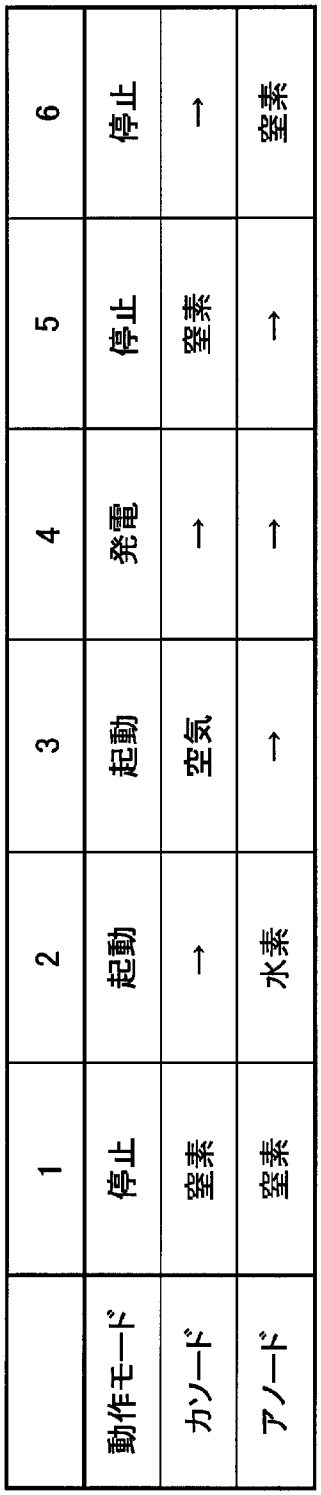
[図16]


400
140
酸化剤ガス供給装置
148
149
143A
145c
143B
221
145a
145
145b
A
B
141B
108
141A
116
109
102
201
202
101
104
103
115
117

[図17]

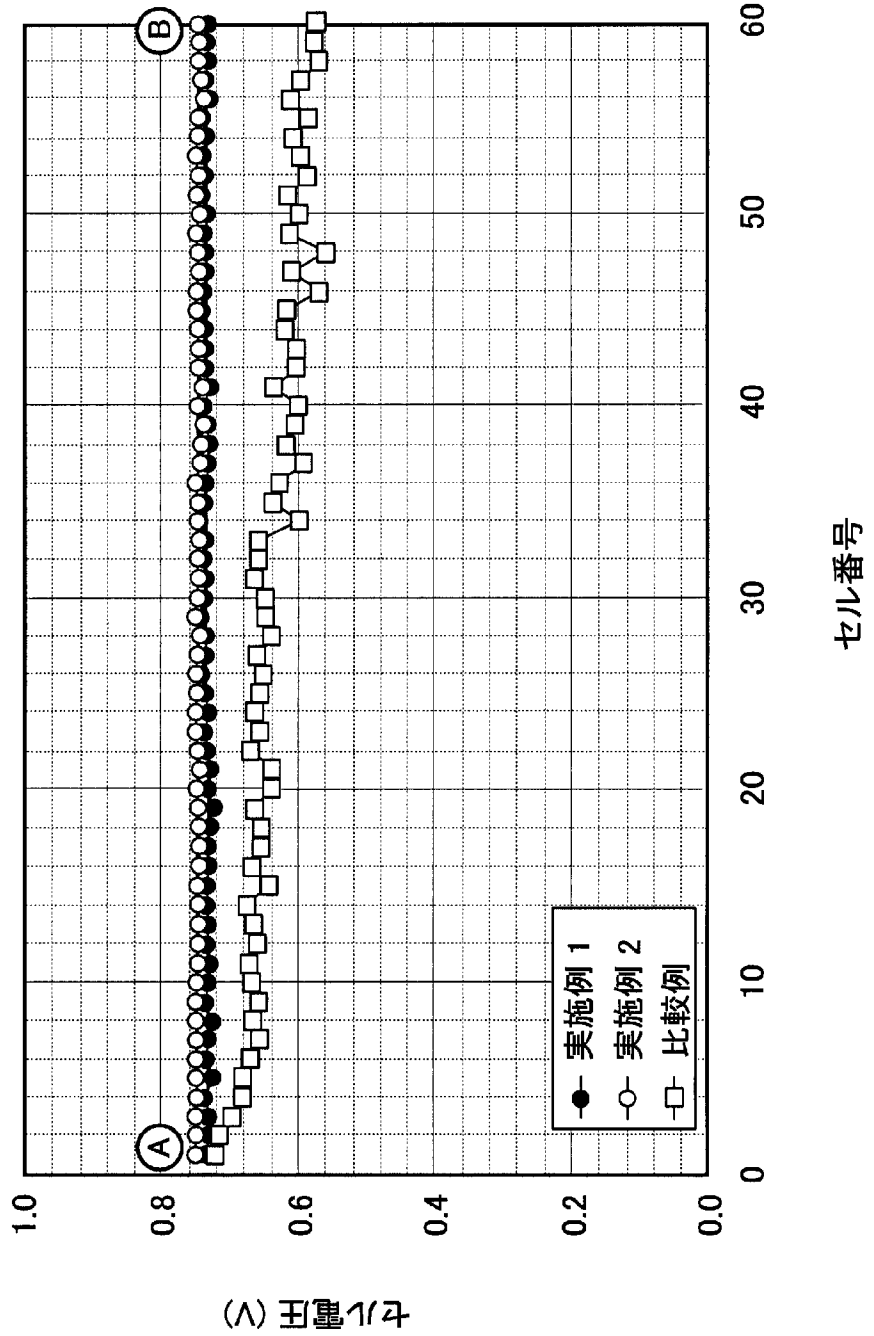


[図18]



	1	2	3	4	5	6
動作モード	停止	起動	起動	発電	停止	停止
カソード	窒素	→	空気	→	窒素	→
アノード	窒素	水素	→	→	→	窒素

[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/052400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01M8/04(2006.01)i, *H01M8/10*(2006.01)i, *H01M8/24*(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, H01M8/10, 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	1996-2007
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 A	JP 2-226669 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 September, 1990 (10.09.90), Claims; Fig. 1 (Family: none)	1-2,10-11,19 3,12 4-9,13-18
X Y A	JP 63-291364 A (Toshiba Corp.), 29 November, 1988 (29.11.88), Claims; Fig. 2 (Family: none)	1-2,19 3 4-18
Y	JP 2002-260698 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 13 September, 2002 (13.09.02), Claims; Fig. 1 (Family: none)	3,12

☒ 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 06 April, 2007 (06.04.07)	Date of mailing of the international search report 17 April, 2007 (17.04.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/052400

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 10-106599 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 24 April, 1998 (24.04.98), Claims; Fig. 1 (Family: none)	3,12
Y	JP 2-155172 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 14 June, 1990 (14.06.90), Claims; Fig. 1 (Family: none)	3,12
A	JP 2-126561 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 15 May, 1990 (15.05.90), Claims; Fig. 11 (Family: none)	1-19
A	JP 2001-15136 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 19 January, 2001 (19.01.01), Claims; Fig. 4 & US 6503650 B1 Claims; Fig. 4	1-19

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０５２４００

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01M8/04(2006.01)i, H01M8/10(2006.01)i, H01M8/24(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01M8/04, H01M8/10, 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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７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	ＪＰ　２－２２６６６９　Ａ（三菱電機株式会社）１９９０．０９．１０　特許請求の範囲、第１図（ファミリーなし）	1-2, 10-11, 19
Y		3, 12
A		4-9, 13-18

☑　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 ０６．０４．２００７	国際調査報告の発送日 １７．０４．２００７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 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）　４Ｘ　２９３０ 前田　寛之 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４７７

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	ＪＰ　６３－２９１３６４　Ａ（株式会社東芝）１９８８．１１．２９　特許請求の範囲、第２図（ファミリーなし）	1-2, 19
Ｙ		3
Ａ		4-18
Ｙ	ＪＰ　２００２－２６０６９８　Ａ（日産自動車株式会社）２００２．０９．１３【特許請求の範囲】、【図１】（ファミリーなし）	3, 12
Ｙ	ＪＰ　１０－１０６５９９　Ａ（三菱重工業株式会社）１９９８．０４．２４【特許請求の範囲】、【図１】（ファミリーなし）	3, 12
Ｙ	ＪＰ　２－１５５１７２　Ａ（富士電機株式会社）１９９０．０６．１４　特許請求の範囲、第１図（ファミリーなし）	3, 12
Ａ	ＪＰ　２－１２６５６１　Ａ（富士電機株式会社）１９９０．０５．１５　特許請求の範囲、第１１図（ファミリーなし）	1-19
Ａ	ＪＰ　２００１－１５１３６　Ａ（三洋電機株式会社）２００１．０１．１９【特許請求の範囲】、【図４】 ＆　ＵＳ　６５０３６５０　Ｂ１ claims, Fig.4	1-19