

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-21024

(P2010-21024A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 Y	5 H 0 2 6
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/04 P	5 H 0 2 7
	HO 1 M 8/04 H	
	HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2008-180573 (P2008-180573)	(71) 出願人	000000011
(22) 出願日	平成20年7月10日 (2008.7.10)		アイシン精機株式会社
			愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
		(71) 出願人	000003207
			トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	100081776
			弁理士 大川 宏
		(72) 発明者	横山 順一
			愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
			ン精機株式会社内
		(72) 発明者	市川 正樹
			愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
			ン精機株式会社内
		Fターム(参考)	5H026 AA06

最終頁に続く

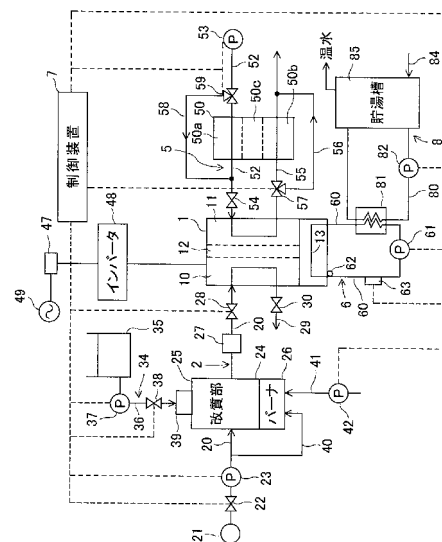
(54) 【発明の名称】 燃料電池システムの運転制御方法

(57) 【要約】

【課題】燃料電池の内部を掃気させ、燃料電池におけるフラッシングを抑制するのに有利な燃料電池システムの運転制御方法を提供する。

【解決手段】本方法は、燃料電池の発電運転を継続する工程と、燃料電池1の発電運転を終了させる終了指令が出力されたとき、燃料電池1の燃料極10に燃料を継続して供給し且つ燃料電池1の酸化剤極11に酸化剤ガスを継続して供給することにより、燃料電池1の発電運転を継続させつつ、通常発電運転時における流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを燃料電池1の酸化剤極11に供給する。これにより酸化剤極11の内部を掃気させる掃気工程を実施する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料極および酸化剤極を有する燃料電池を含む燃料電池システムを用意する工程と、
前記燃料電池システムの前記燃料電池の発電運転を継続する工程と、
前記燃料電池の発電運転を終了させる終了指令が出力されたとき、前記燃料電池の前記燃料極に燃料を継続して供給し且つ前記燃料電池の前記酸化剤極に酸化剤ガスを継続して供給することにより、前記燃料電池の発電運転を継続させつつ、通常発電運転時における流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを前記燃料電池の前記酸化剤極に供給することにより、前記燃料電池の前記酸化剤極の内部を掃気させる掃気工程とを実施する燃料電池システムの運転制御方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、前記掃気工程を実施しているとき、且つ、前記燃料電池の電圧が設定電圧まで低下したとき、前記燃料電池の発電を終了する発電終了工程に前記掃気工程から強制的に前記システムを移行させる燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記掃気工程を実施しているとき、且つ、前記燃料電池の電圧が設定電圧まで低下しないとき、且つ、前記掃気工程の実施時間が設定時間を経過するとき、前記掃気工程から前記発電終了工程に強制的に前記システムを移行させる燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のうちの一項において、前記掃気工程において、前記燃料電池が発電できる電流範囲の下限値と上限値との間の中間値よりも小さな電流値に前記燃料電池の発電電流値を維持させる燃料電池システムの運転制御方法。

20

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のうちの一項において、前記燃料電池に供給される前の前記酸化剤ガスを加湿させる加湿器が設けられており、

前記掃気工程において、前記燃料電池の前記酸化剤極の出口から吐出される前記酸化剤オフガスの流量の $2/3$ 以上が前記加湿器を流れずに前記加湿器を迂回することにより、前記酸化剤オフガスから前記加湿器への水分移動を抑える燃料電池システムの運転制御方法。

30

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のうちの一項において、前記燃料電池は、前記燃料電池を冷却させる冷媒が流れる冷媒通路をもち、前記掃気工程において、前記終了指令が出力された時刻の前記冷媒の温度よりも前記冷媒の温度を高くする燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のうちの一項において、前記掃気工程を実施した後において、または、前記掃気工程を実施している途中において、前記燃料電池システムに異状が発生したとき、前記燃料電池システムを冷却させる冷却処理を実施する燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のうちの一項において、前記燃料電池の発電運転を継続しつつ前記掃気工程を実施している途中において、前記燃料電池システムにおいて異状が発生したとき、前記燃料電池の発電運転を終了させ、その後、前記掃気工程を再び実施する燃料電池システムの運転制御方法。

40

【請求項 9】

燃料極および酸化剤極を有する燃料電池を含む燃料電池システムを用意する工程と、
前記燃料電池システムの前記燃料電池の発電運転を継続する工程と、
商用電源の停電が発生したとき、前記燃料電池の前記燃料極に燃料を継続して供給し且つ前記燃料電池の前記酸化剤極に酸化剤を継続して供給することにより、前記燃料電池の発電運転を継続させつつ、通常発電運転時における流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを

50

前記燃料電池の前記酸化剤極に供給することにより、前記燃料電池の前記酸化剤極の内部を掃気させる掃気工程を実施する燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 10】

請求項 9 において、前記掃気工程を実施した後、前記燃料電池の前記燃料極に前記燃料を継続して供給し且つ前記燃料電池の前記酸化剤極に前記酸化剤を継続して供給することにより、前記燃料電池の発電運転を継続させつつ、前記掃気工程において前記燃料電池の内部を乾燥させる乾燥力よりも乾燥力が緩和された乾燥緩和工程を実施し、

前記商用電源の停電が継続されるとき、前記掃気工程と前記緩和工程とを交互に実施する燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 において、前記掃気工程を実施しているとき、且つ、前記燃料電池の電圧が設定電圧まで低下したとき、燃料電池の発電を終了する発電終了工程に前記掃気工程から強制的にシステムを移行させる燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 12】

請求項 9 ~ 11 のうちの一項において、前記掃気工程を実施しているとき、且つ、前記燃料電池の電圧が設定電圧まで低下しないとき、且つ、前記掃気工程の実施時間が設定時間を経過するとき、前記掃気工程から前記乾燥緩和工程に強制的に移行させる燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 13】

請求項 9 ~ 11 のうちの一項において、前記掃気工程において、前記燃料電池が発電できる電流範囲の下限値と上限値との間の中間値よりも小さな電流値に前記燃料電池の発電電流値を維持させる燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 14】

請求項 9 ~ 13 のうちの一項において、前記燃料電池に供給される前の酸化剤ガスを加湿させる加湿器が設けられており、

前記掃気工程において、前記燃料電池の前記酸化剤極の出口から吐出される酸化剤オフガスの流量の 2 / 3 以上が前記加湿器を流れずに前記加湿器を迂回することにより、前記酸化剤オフガスから前記燃料電池への水分移動を抑える燃料電池システムの運転制御方法。

【請求項 15】

請求項 9 ~ 14 のうちの一項において、前記燃料電池は、前記燃料電池を冷却させる冷媒が流れる冷媒通路をもち、前記掃気工程において、停電が発生した時刻よりも冷媒の温度を高くする燃料電池システムの運転制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は燃料電池システムの運転制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 , 2 には、燃料電池のスタックを終了させるとき、スタックに掃気用ガスを供給することにより、スタックの内部に残留する水をスタックの外部に追い出す掃気工程を実施する燃料電池システムが開示されている。

【0003】

更に特許文献 3 には、低温起動モードでスタックを起動させるとき、掃気用ガスをスタックの内部に供給し、スタックの内部に残留する水をスタックの外部に追い出す掃気工程を実施する。このとき、スタックの温度が所定温度よりも低いとき、掃気用ガスを加湿させないで、乾いた掃気用ガスをスタックの内部に供給する。これに対して、スタックの温度が所定温度よりも高いとき、掃気用ガスを加湿させてスタックの内部に供給する。これによりスタックの電解質膜の過度の乾燥を防止しつつ、燃料電池システムを終了させることにしている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

特許文献 4 には、燃料電池のスタックにおいて水が滞留し易い位置に電流センサを設け、発電運転を終了させるとき、電流センサで測定した電流値が所定値以上であるとき、掃気用ガスをスタックの内部に供給し、スタックの内部に残留する水をスタックの外部に追い出す掃気処理を実施する。特許文献 4 は、燃料電池内の水分量が電流値に相関性があることに着目している。そして、電流センサで測定した電流値が所定値以上であるとき、つまり、スタックの内部の水が多いとき、掃気用ガスがスタックの内部に供給される。そして電流センサで測定した電流値が所定値未満であるとき、つまりスタックの内部の水が少ないとき、掃気処理は制限されるため、スタックの電解質膜の過剰乾燥が抑制される。

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 1 1 1 1 9 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 3 1 3 3 9 5 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 7 - 1 0 9 6 1 5 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 5 - 1 4 1 9 4 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

上記した従来技術によれば、燃料電池の内部を掃気させる掃気処理は、必ずしも充分ではない。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記した実情に鑑みてなされたものであり、掃気処理を良好に実施し、燃料電池の内部を掃気させ、燃料電池の内部の水分を適度なものにし、掃気工程後におけるフラッシングを抑制するのに有利な燃料電池システムの運転制御方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

様相 1 に係る燃料電池システムの運転制御方法は、(i) 燃料極および酸化剤極を有する燃料電池を含む燃料電池システムを用意する工程と、(i i) 燃料電池システムの燃料電池の発電運転を継続する工程と、(i i i) 燃料電池の発電運転を終了させる終了指令が出力されたとき、燃料電池の燃料極に燃料を継続して供給し且つ燃料電池の酸化剤極に酸化剤ガスを継続して供給することにより、燃料電池の発電運転を継続させつつ、通常発電運転時における流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを燃料電池の酸化剤極に供給することにより、燃料電池の酸化剤極の内部を掃気させる掃気工程とを実施する。

【 0 0 0 8 】

通常発電運転時における酸化剤ガスの流量とは、通常発電運転時において燃料電池の発電電流（発電電力）に対応する酸化剤ガスストイキの流量よりも大きな流量の酸化剤ガスを供給することに相当する。ストイキは（酸化剤ガス / 燃料）の比率に相当する。一般的には、酸化ガスストイキは、燃料電池の発電電流に対応するように制御装置により指示される。なお、燃料電池が定電流発電しているときは、一般的には、燃料電池に供給される酸化ガスの流量が一定とされている。例えば、通常発電運転時における流量は、終了指令出力時において、燃料電池の酸化剤極に供給されている酸化剤ガスの単位時間あたりの流量とすることができる。

【 0 0 0 9 】

様相 1 によれば、燃料電池の発電運転を終了させる終了指令が出力されたとき、掃気工程を実施する。掃気工程では、燃料電池の発電運転を継続させつつ、通常発電運転時における酸化剤ガスの流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを、掃気用ガスとして燃料電池の酸化剤極に供給する。この場合、通常発電運転の最低負荷発電運転時における流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを掃気用ガスとして燃料電池の酸化剤極に供給する。ここで、燃料電池の最低負荷発電運転とは、燃料電池の発電が停止しないように、酸化剤ガスおよび燃料を燃料電池に供給して最低の発電出力で運転させることをいう。

【 0 0 1 0 】

これにより燃料電池の酸化剤極の内部を掃気させ、当該内部の水分を低減または除去できる。これにより燃料電池を次回に起動させるとき、フラッディングが抑制される。なお、燃料電池においては酸化剤極では発電反応により水が生成され、フラッディングが発生し易い。上記した酸化剤ガスは酸素、酸素含有ガス、空気が挙げられる。燃料は水素ガス、水素含有ガスが挙げられる。

【0011】

(2) 様相2に係る燃料電池システムの運転制御方法は、(i)燃料極および酸化剤極を有する燃料電池を含む燃料電池システムを用意する工程と、(ii)燃料電池システムの燃料電池の発電運転を継続する工程と、(iii)商用電源の停電が発生したとき、燃料電池の燃料極に燃料を継続して供給し且つ燃料電池の酸化剤極に酸化剤を継続して供給することにより、燃料電池の発電運転を継続させつつ、通常発電運転時における流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを燃料電池の酸化剤極に供給することにより、燃料電池の酸化剤極の内部を掃気させる掃気工程を実施する。

10

【0012】

通常発電運転時における酸化剤ガスの流量とは、通常発電運転時において燃料電池の発電電流(発電電力)に対応する酸化剤ガストイキの流量よりも大きな流量の酸化剤ガスを供給することに相当する。

【0013】

様相2によれば、商用電源の停電が発生したとき、掃気工程を実施する。掃気工程では、燃料電池の発電運転を継続させつつ、通常発電運転時における酸化剤ガスの流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを、掃気用ガスとして燃料電池の酸化剤極に供給する。

20

【0014】

この場合、通常発電運転の最低負荷発電運転時における流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを、掃気用ガスとして燃料電池の酸化剤極に供給する。ここで、燃料電池の最低負荷発電運転とは、燃料電池の発電が停止しないように、酸化剤ガスおよび燃料を燃料電池に供給して最低の発電出力で運転させることをいう。これにより燃料電池の酸化剤極の内部を掃気させ、当該内部の水分を低減または除去できる。これにより燃料電池の酸化剤極のフラッディングが抑制される。ここで、通常発電運転時における流量は、燃料電池の通常発電運転時において燃料電池の酸化剤極に供給されている酸化剤ガスの流量をいう。例えば、通常発電運転時における流量は、停電が発生する直前の時刻において、燃料電池の酸化剤極に供給されている酸化剤ガスの単位時間あたりの流量とすることができる。

30

【0015】

(3) 様相1および様相2に係る燃料電池システムの運転制御方法は、次の好適態様が挙げられる。

【0016】

・好ましい態様によれば、掃気工程を実施しているとき、且つ、燃料電池の電圧が設定電圧まで低下したとき、燃料電池の発電を終了する発電終了工程に掃気工程から強制的にシステムを移行させることができる。

【0017】

・好ましい態様によれば、掃気工程を実施しているとき、燃料電池の電圧が設定電圧まで低下しないとき、且つ、掃気工程の実施時間が設定時間を経過するとき、掃気工程から発電終了工程に強制的にシステムを移行させることができる。・好ましくは、掃気工程を実施しているとき、燃料電池の電圧 V が設定電圧 V_s 1まで低下しないときであっても、掃気工程の実施時間が設定時間(t_{m1})を経過すれば、制御装置は、掃気工程から発電終了工程に強制的にシステムを移行させることができる。これにより乾燥力を発揮する掃気工程の実施しすぎを抑え、燃料電池の内部の過剰乾きを抑制することができる。

40

【0018】

・好ましくは、掃気工程において、燃料電池が発電できる電流範囲の下限値と上限値との間の中間値よりも小さな電流値に燃料電池の発電電流値を維持させる。

この場合、電流値が小さいときには、燃料電池の燃料極に供給される燃料の流量は少なく

50

抑えられており、且つ、酸化剤極に供給される酸化剤ガスの流量は少なく抑えられている。このため掃気工程において燃料電池の酸化剤極に供給する酸化剤ガスの流量を大きめに設定するにあたり、酸化剤ガスの流量を大きめにする比率を高めることができる。本明細書において、流量は、単位時間あたりの流量を意味する。このため酸化剤ガスを燃料電池の酸化剤極に供給する搬送源（例えばポンプ、ファン、ブロア、コンプレッサ）を過剰に大型にせずとも良い。

【0019】

・好ましくは、燃料電池に供給される前の酸化剤ガスを加湿させる加湿器が設けられており、掃気工程において、燃料電池の酸化剤極の出口から吐出される酸化剤オフガスの流量の2/3以上（例えば3/4以上または全部）が加湿器を流れずに加湿器を迂回する。これにより湿った酸化剤オフガスから加湿器への水分移動を抑えることができ、加湿器が過剰湿潤化することが抑制される。

10

【0020】

・好ましくは、燃料電池は、燃料電池を冷却させる冷媒が流れる冷媒通路をもつ。この場合、掃気工程において、発電運転の終了指令が出力される時刻（通常発電運転）の冷媒温度よりも冷媒温度を高くする。これにより燃料電池が昇温し、燃料電池の内部が乾き方向に移行し、燃料電池の内部の過剰湿潤化が抑制される。冷媒としては、冷却水等の冷却液、冷却気体、冷却ミストが挙げられ、高い電気絶縁性を有することが好ましい。

【0021】

・好ましくは、掃気工程を実施した後において、または、掃気工程を実施している途中において異状が発生したときにおいて、燃料電池システムを冷却させる冷却処理を実施する。

20

【0022】

・好ましくは、燃料電池の発電運転を継続しつつ掃気工程を実施している途中において、燃料電池システムにおいて異状が発生したとき、燃料電池の発電運転を終了させ、その後、発電を伴わない掃気工程を再び実施する。この場合、フラッドイングが抑制される。

【0023】

・好ましくは、燃料電池の電圧が低下しない場合であっても、掃気工程を実施する時間が設定時間を経過すれば、燃料電池の発電を強制的に終了させても良い。

【0024】

・好ましくは、掃気工程に伴い発電される場合には、熱エネルギー（例えば、ヒータで発熱させて貯湯槽の熱エネルギーとする）として回収しても良いし、システムの内部負荷（バルブ等の開閉要素、ポンプ、コンプレッサ、ファン等の搬送源）の作動力として消費しても良いし、あるいは、キャパシタやバッテリーに蓄電させても良いし、あるいは、系統連係する商用電源に給電しても良い。

30

【0025】

（4）様相2に係る燃料電池システムの運転制御方法は、次の好適態様が挙げられる。

【0026】

・好ましくは、掃気工程を実施した後、燃料電池の燃料極に燃料を継続して供給し且つ燃料電池の酸化剤極に酸化剤を継続して供給することにより、燃料電池の発電運転を継続させつつ、掃気工程において燃料電池の内部を乾燥させる乾燥力よりも乾燥力が緩和された乾燥緩和工程を実施する。これにより燃料電池の内部の過剰乾燥化が抑制される。この場合、商用電源の停電が継続されるとき、掃気工程と緩和工程とを交互に実施することが好ましい。これにより燃料電池の内部の過剰湿潤化および過剰乾燥化が抑制される。

40

【0027】

・好ましくは、掃気工程を実施しているとき、燃料電池の電圧Vが設定電圧Vs2まで低下しないときであっても、掃気工程の実施時間が設定時間（tm3）を経過すれば、制御装置は、掃気工程から乾燥緩和工程に強制的にシステムを移行させることができる。これにより乾燥力をもつ掃気工程の実施しすぎを抑え、燃料電池の内部の過剰乾きを抑制することができる。なお、燃料電池の電圧Vが設定電圧Vs2まで低下した後に、掃気工程

50

から乾燥緩和工程に移行しても良い。

【発明の効果】

【0028】

様相１および様相２によれば、掃気工程後において、燃料電池の酸化剤極におけるフラッディングを抑制するのに有利な燃料電池システムの運転制御方法を提供できる。

【0029】

様相１によれば、燃料電池の発電運転を終了するとき、燃料電池の内部の過剰湿潤化が抑制され、燃料電池を次回起動させるとき燃料電池の内部におけるフラッディングが抑制される。

【0030】

また様相２によれば、停電した商用電源が復電するまで、あるいは、商用電源が復電しないときであっても、燃料電池の内部の過剰湿潤化が抑制され、燃料電池の発電が安定する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明の各実施形態について図面を参照しつつ説明する。

【0032】

（実施形態Ａ１）

図１は実施形態Ａ１を示す。燃料電池システム（以下システムともいう）は、燃料電池で形成されたスタック１と、燃料をスタック１の燃料極１０に供給する燃料供給系２と、酸化剤ガスをスタック１の酸化剤極１１に供給する酸化剤供給系５と、スタック１を冷却させる冷却系６と、制御装置７とを有する。燃料供給系２は、燃料原料源２１とスタック１の燃料極１０とを繋ぐ燃料供給通路２０と、燃料供給通路２０に設けられた燃料バルブ２２および燃料ポンプ２３（燃料原料搬送源）と、燃料供給通路２０に設けられ燃料原料を水蒸気で改質させてガス状の燃料を形成する改質器２４と、燃料供給通路２０に設けられガス状の燃料の水分を低下させる凝縮器２７と、燃料供給通路２０を開閉させる入口バルブ２８と、スタック１の燃料極１０から排出された燃料のオフガスを吐出させる燃料吐出通路２９と、燃料吐出通路２９に設けられた出口バルブ３０とを有する。スタック１は多数の膜電極接合体（MEA）を有する。MEAは、燃料極１０及び酸化剤極１１に挟持された固体高分子型のイオン伝導膜１２（例えば炭化フッ素系、炭化水素系の膜、無機系の膜、または、有機および無機の混合系の膜）を有する。燃料電池は酸化還元反応により電気エネルギーを発生させるものである。MEAは、シート型でも良いし、チューブ型でも良い。スタック１は、ブレーカなどの遮断機４７およびインバータ４８を介して商用電源４９と接続されて系統連係されている。スタック１の電力で不足するときには、商用電源４９の電力で電力負荷（例えば、システムの内部に設けられている内部負荷、システムの外部に設けられている外部負荷）を作動させる。

【0033】

図１に示すように、改質器２４は、燃料原料を気相状または液相状の水で改質させる改質部２５と、改質反応に適するように改質部２５を加熱させるバーナ２６（加熱部）とを有する。改質部２５に改質用の気相状または液相状の水を供給する改質水系３４が設けられている。改質水系３４は、システムの凝縮水を改質用の水として貯留するタンク３５と、タンク３５と改質部２５とを繋ぐ改質水通路３６と、改質水通路３６に設けられた水ポンプ３７（水搬送源）および水バルブ３８と、液相状の水を気相化させて水蒸気とする蒸発部３９とを有する。蒸発部３９は改質器２４と別体でも良いし、改質器２４に搭載されていても良い。

【0034】

更に図１に示すように、燃料供給系２は、燃料供給通路２０とバーナ２６とを連通させる分岐路４０と、空気通路４１と、空気通路４１に設けられたポンプ４２（燃焼用空気搬送源）とを有する。燃料原料源２１の燃料原料は分岐路４０から燃焼用燃料としてバーナ２６に供給される。ポンプ４２が作動すると、燃焼用空気がバーナ２６に供給される。ひ

10

20

30

40

50

いては燃焼用燃料がバーナ２６で燃焼され、改質部２５を加熱させる。なお、改質部２５で改質される燃料原料はガス状でも良いし、液状でも良く、具体的には、都市ガス（天然ガスなど）、ＬＰＧ、灯油、メタノール、ジメチルエーテル、ガソリン、バイオガス等が例示される。

【００３５】

図１に示すように、酸化剤供給系５は、加湿路５０ａおよび吸湿路５０ｂを区画する水分保持部材５０ｃをもつ加湿器５０と、加湿器５０の加湿路５０ａを介して酸化剤ガス（空気）をスタック１の酸化剤極１１に供給する酸化剤供給通路５２と、酸化剤供給通路５２に設けられた酸化剤ポンプ５３（酸化剤搬送源）と、酸化剤供給通路５２を開閉させる入口バルブ５４と、スタック１の酸化剤極１１から吐出された酸化剤オフガスを加湿器５０の吸湿路５０ｂを介して吐出させる酸化剤吐出通路５５と、酸化剤吐出通路５５に連通し加湿器５０の吸湿路５０ｂを迂回させる復路用の迂回路５６と、スタック１の酸化剤極１１から吐出された酸化剤オフガスを迂回路５６に流す復路用の迂回バルブ５７とを有する。水分保持部材５０ｃは、水分保持性およびガスバリヤ性を有しており、例えばイオン交換膜等で形成されている。図１から理解できるように、迂回バルブ５７は、加湿器５０の吸湿路５０ｂに流れる流量と迂回路５６に流れる流量との比を可変にできる。更に、酸化剤供給通路５２に連通し加湿器５０の加湿路５０ａを迂回させる往路用の迂回路５８と、スタック１の酸化剤極１１に供給される直前の酸化剤ガスを迂回路５８に流す往路用の迂回バルブ５９とを有する。迂回バルブ５９は、加湿器５０の加湿路５０ａに流れる流量と迂回路５８に流れる流量との比を可変にできる。なお、場合によっては、往路用の迂回路５８と往路用の迂回バルブ５９とを廃止することもできる。

【００３６】

冷却系６は、スタック１の内部に形成されている冷媒通路１３に連通する循環路６０と、冷媒（冷却水等の冷却液）を循環路６０において循環させる冷媒ポンプ６１（冷媒搬送源）と、循環路６０に設けられ循環路６０の冷媒の温度を検知する温度センサ６２と、循環路６０の冷媒を加熱させるヒータ６３（電力消費要素）とを有する。冷媒ポンプ６１が作動すれば、冷媒が循環路６０および冷媒通路１３に循環し、スタック１の熱を奪うことができる。なお、スタック１の起動時に、制御装置７はヒータ６３を発熱させて循環路６０の冷媒を予熱させ、スタック１を予熱させることができる。循環路６０の冷媒の温度は、スタック１の運転温度に実質的に相当する。

【００３７】

貯湯系８が設けられている。貯湯系８は、貯湯通路８０と、循環路６０と貯湯通路８０とを熱交換させる熱交換器８１と、貯湯通路８０の水を搬送させるポンプ８２（貯湯水搬送源）と、貯湯通路８０に繋がる貯湯槽８５と、貯湯槽８５内の水が不足したら補充水（例えば水道水）を補充する補充通路８４とを有する。ポンプ８２が作動すれば、貯湯通路８０の水が搬送され、循環路６０の熱エネルギーが貯湯通路８０に伝達され、貯湯通路８０の水温が上昇し、ひいては貯湯槽８５に熱エネルギー（温水）が蓄積される。

【００３８】

制御装置７は、入力処理回路と、タイマー機能をもつＣＰＵと、メモリと、出力処理回路とを有しており、燃料バルブ２２、燃料ポンプ２３、ポンプ４２、冷媒ポンプ６１、酸化剤ポンプ５３、入口バルブ２８、出口バルブ３０、入口バルブ５４、迂回バルブ５７等を制御する。

【００３９】

スタック１の発電運転時には、スタック１と電力負荷とを電気接続した状態で、制御装置７は、燃料バルブ２２を開放した状態で燃料ポンプ２３を作動させて、燃料原料源２１の燃料原料を改質器２４の改質部２５に供給し、更に、水ポンプ３７が作動し、水タンクの改質用水を蒸発部３９により水蒸気化した後に改質部２５に供給する。この結果、燃料原料は改質部２５で水蒸気改質されてガス状の燃料（水素含有ガス）となる。その燃料は凝縮器２７で過剰の水分を落とした後、開放している入口バルブ２８からスタック１の燃料極１０に供給される。更に、制御装置７は、入口バルブ５４を開放した状態で酸化剤が

ンプ 5 3 を作動させて、酸化剤ガスを加湿器 5 0 の加湿路 5 0 a で加湿させた後、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の入口に供給する。これによりスタック 1 が発電運転する。スタック 1 の燃料極 1 0 の出口から吐出された燃料のオフガスは、燃料吐出通路 2 9 から外部またはバーナ 2 6 に吐出される。スタック 1 の酸化剤極 1 1 の出口から吐出された酸化剤オフガスは、酸化剤吐出通路 5 5 から加湿器 5 0 の吸湿路 5 0 b に流れる。迂回バルブ 5 7 の制御により、酸化剤オフガスが加湿器 5 0 の吸湿路 5 0 b に流れる流量と、酸化剤オフガスが迂回路 5 6 に流れる流量との比率を可変に制御できる。

【 0 0 4 0 】

次に、制御装置 7 が実施する燃料電池システムの運転制御方法について説明する。制御装置 7 はスタック 1 の発電運転を継続している。事情によりスタック 1 の発電運転を終了させるときがある。ユーザまたはメンテナンス者あるいは自動運転（学習制御など）により発電終了されるときなどである。このとき、システムに異状が発生していない限り、制御装置 7 はシステムの発電運転の運転終了指令を出力させ、システムの運転終了のシーケンスを実行し始めるものの、スタック 1 の発電運転を直ちに終了させない。

【 0 0 4 1 】

従って、制御装置 7 は、スタック 1 の発電を伴う掃気工程を実施する。すなわち、改質器 2 4 の改質運転を継続しつつ、改質器 2 4 で改質された燃料をスタック 1 の燃料極 1 0 に継続して供給し、且つ、酸化剤ポンプ 5 3 の作動によりスタック 1 の酸化剤極 1 1 に酸化剤ガスを継続して供給する。これにより制御装置 7 はスタック 1 の発電運転を継続させつつ、酸化剤ポンプ 5 3 の単位時間あたり回転数（作動量）を増加させ、終了指令出力時（通常発電運転）の流量よりも大きい流量 F_{m1} の酸化剤ガスを掃気用ガスとしてスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給する。この結果、スタック 1 で発電して電圧および電流を発生させつつ、スタック 1 の酸化剤極 1 1 に残留している液相状の水および水蒸気をスタック 1 の外部に掃気させるとともに発電を伴う掃気工程を実施する。なお単位時間は 1 秒間または 1 分間が基準とされる。

【 0 0 4 2 】

以上説明したように本実施形態によれば、スタック 1 の発電運転が継続されているときにおいて、スタック 1 の発電運転を終了させる終了指令が出力されたとき、制御装置 7 は、スタック 1 を発電させつつ、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の内部に残留している液相状の水および水蒸気をスタック 1 の外部に吐出させる発電を伴う掃気工程を実施する。このような掃気工程では、スタック 1 の発電運転を継続させつつ、終了指令出力時（通常発電運転）の流量よりも大きい流量 F_{m1} の酸化剤ガスを、掃気用ガスとしてスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給する。これによりスタック 1 の酸化剤極 1 1 の内部を掃気させ、当該内部の液相状または気相状の水を低減または除去できる。これによりスタック 1 の酸化剤極 1 1 の過剰湿潤化が抑制される。この結果、スタック 1 を次回に起動させるとき、フラッシングを抑制でき、スタック 1 の起動を安定させることができる。

【 0 0 4 3 】

上記した発電を伴う掃気工程は、スタック 1 の電圧 V が設定電圧 V_s 未満となるまで継続させることができる。但し、発電を伴う掃気工程を実施したとしても、電圧 V の低下が抑制されており、設定時間 t_{m1} 経過したとしても、スタック 1 の電圧 V が設定電圧 V_s 未満とならないときには、設定時間 t_{m1} 経過後にスタックの発電を強制的に終了させても良い。なお、設定電圧 V_s 、設定時間 t_{m1} は、システムに応じて実験またはシミュレーションなどに基づいて設定できる。

【 0 0 4 4 】

また本実施形態によれば、掃気工程は、スタック 1 の燃料極 1 0 に燃料を供給しつつスタック 1 の酸化剤極 1 1 に酸化剤ガスを供給し、スタック 1 で発電しつつ実施される。従って掃気工程ではスタック 1 の燃料極 1 0 にガス状の燃料が供給されており、燃料極 1 0 と酸化剤極 1 1 との差圧が低減される。故に、スタック 1 に内蔵されているイオン伝導膜 1 2 の作用する応力負荷が軽減され、イオン伝導膜 1 2 の保護性を高めるのに有利である。

【 0 0 4 5 】

上記した掃気工程においては、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の内部に残留している液相状の水および水蒸気をスタック 1 の外部に吐出させると共に、電力が生成される。制御装置 7 はこの電力によりヒータ 6 3 (電力消費要素) を発熱させ、循環路 6 0 の冷媒の温度を上昇させる。この結果、熱交換器 8 1 を介して貯湯通路 8 0 の水の温度が昇温し、ひいては貯湯槽 8 5 の熱エネルギーが増加する。従って、発電を伴う掃気工程において発生した余剰電力は、ヒータ 6 3 を介して貯湯槽 8 5 の熱エネルギーとして貯蔵される。この場合、貯湯槽 8 5 への貯湯効率を高めるべく、ポンプ 6 1, 8 2 の回転数を終了指令出力時 (通常発電運転) よりも増加させることができる好ましい。貯湯槽 8 5 は、発電を伴う掃気工程において発生した余剰電力を蓄積する蓄積要素として機能できる。

10

【 0 0 4 6 】

(実施形態 A 2)

図 2 ~ 図 4 は実施形態 A 2 を示す。本実施形態は実施形態 1 と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図 1 を準用する。制御装置 7 は、システムのスタック 1 の発電運転を継続している。従って、制御装置 7 は、改質器 2 4 を作動させ、改質器 2 4 で改質された燃料をスタック 1 の燃料極 1 0 に継続して供給し、且つ、酸化剤ポンプ 5 3 を作動させて酸化剤ガスを加湿器 5 0 の加湿路 5 0 a で加湿させた後にスタック 1 の酸化剤極 1 1 に継続して供給している。

【 0 0 4 7 】

図 4 に示すように、制御装置 7 はシステムのスイッチ類の読み込みを継続 (ステップ S 1 0 2) し、発電終了指示が出力されているか否か判定する (ステップ S 1 0 4)。ユーザまたはメンテナンス者あるいは自動運転により、スタック 1 の発電運転を終了させる指示が出力されているときがある (ステップ S 1 0 4 の YES)。次に、システムに異状が発生していない限り (ステップ S 1 0 6 の YES)。制御装置 7 はスタック 1 の発電を伴う掃気工程 (掃気処理) を実施する (ステップ S 1 0 8)。タイマー t 1 は、ステップ S 1 0 8 の掃気工程を実施する時間を計測するタイマーである。すなわち発電を伴う掃気工程では、制御装置 7 は、タイマー t 1 を初期化し、水ポンプ 3 7、燃料ポンプ 2 3 および酸化剤ポンプ 5 3 の作動を継続し、燃料をスタック 1 の燃料極 1 0 に継続して供給し、且つ、スタック 1 の酸化剤極 1 1 に酸化剤ガスを継続して供給する。これにより制御装置 7 はスタック 1 の発電運転を継続させる。具体的には、発電を伴う掃気工程では、制御装置 7 は次の (1) ~ (5) の操作を実施する。

20

30

【 0 0 4 8 】

(1): 図 2 に示すように、スタック 1 が発電できる電流範囲の下限值 I_{min} と上限値 I_{max} とが予め設定されている。制御装置 7 は下限値 I_{min} と上限値 I_{max} の間の中間値 I_{middle} よりも小さな電流値に、スタック 1 の電流値を維持させる。具体的には、制御装置 7 は、スタック 1 の電流値を下限値 I_{min} に固定する。これにより掃気工程においてスタック 1 の発電電力が抑えられ、発電反応でスタック 1 の内部に発生する生成水は抑えられ、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の過剰湿潤化が抑えられ易い。上記したようにスタック 1 の電流値を下限値 I_{min} に固定すれば、スタック 1 の発電電圧 V を高め、発電を伴う掃気工程を実施できる時間を確保できる。更に上記したようにスタック 1 の電流値を下限値 I_{min} に固定すれば、スタック 1 の内部抵抗を固定値として近似させ易く、スタック 1 の電圧 V の値によりスタック 1 の内部の水分量が把握され易い。更に、スタック 1 の電流値を下限値 I_{min} に固定すれば、スタック 1 の燃料極 1 0 に供給する燃料の流量も抑えられる。故に、掃気工程後にスタック 1 の発電運転が終了するとき、スタック 1 の燃料極 1 0 に残留する燃料を少なくするのに貢献できる。

40

【 0 0 4 9 】

(2): 制御装置 7 は、終了指令出力時 (通常発電運転時) よりも酸化剤ポンプ 5 3 の回転数 (作動量) を増加させ、終了指令出力時 (通常発電運転時) の流量よりも大きい流量 F_{m1} の酸化剤ガスを、掃気用ガスとしてスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給する。本明細書では、回転数は単位時間 (例えば 1 分) あたりの回転数を意味する。具体的には、流

50

量 F_{m1} は、スタック 1 の通常発電運転においてスタック 1 の酸化剤極 11 に供給される酸化剤ガスの流量 F_a よりも大きめとする。通常発電運転は、スタック 1 を起動させるための起動運転と、スタック 1 の発電運転を停止させるための停止運転以外の運転に相当する。なお、本明細書によれば、流量 F_{m1} は、スタック 1 の最低負荷発電運転においてスタック 1 の酸化剤極 11 に供給される酸化剤ガスの流量よりも大きめである。

【0050】

本実施形態によれば、酸化剤ポンプ 53 の能力にもよるが、単位時間（1 分間）あたり、例えば、 $F_{m1} / F_a = 1.05 \sim 2.0$ の範囲内が好ましく、特に $1.1 \sim 1.0$ の範囲内が好ましい。但しこれらに限定されるものではない。従って、スタック 1 の酸化剤極 11 に残留している液相状の水および水蒸気を掃気用ガスによりスタック 1 の外部に吐出させることができ、スタック 1 の酸化剤極 11 の過剰湿潤化を抑えることができる。なお、流量 F_{m1} が大きくても、スタック 1 の燃料極 10 にはガス状の燃料が供給されているため、スタック 1 の内部において燃料極 10 と酸化剤極 11 との差圧が過剰になることが抑制され、燃料極 10 と酸化剤極 11 とを仕切るイオン伝導膜 12 に与える負荷は軽減される。

10

【0051】

（3）：発電を伴う掃気工程において、制御装置 7 は、復路用の迂回バルブ 57 を制御し、スタック 1 の酸化剤極 11 の出口から吐出される酸化剤オフガスの流量の $2/3$ 以上を加湿器 50 に流さず、加湿器 50 の吸湿路 50b を迂回させる。具体的には、制御装置 7 は迂回バルブ 57 を開度を制御し、スタック 1 の酸化剤極 11 の出口から吐出される酸化剤オフガスの全部を加湿器 50 の吸湿路 50b に流さず、迂回路 56 に流し、加湿器 50 の吸湿路 50b を迂回させる。これにより湿分が豊富な酸化剤オフガスから加湿器 50 の水分保持部材 50c への水分移動が抑えられる。よって、スタック 1 の終了時に加湿器 50 が過剰湿潤化することが抑制される。従って、スタック 1 の酸化剤極 11 に供給される直前の酸化剤ガスの加湿量を低減できる。更に、スタック 1 を次回に起動させるとき、スタック 1 に供給される酸化剤ガスを加湿器 50 で過剰に加湿させることが抑制されるため、フラッシングが抑制される。

20

【0052】

（4）：発電を伴う掃気工程において、制御装置 7 は、往路用の迂回バルブ 59 を制御し、スタック 1 の酸化剤極 11 の入口に供給される酸化剤ガスの流量の $2/3$ 以上を加湿器 50 に流さず、加湿器 50 の加湿路 50a を迂回させる。具体的には、制御装置 7 は迂回バルブ 59 の開度を制御し、スタック 1 の酸化剤極 11 の入口に供給される直前の酸化剤ガスの全部を加湿器 50 の加湿路 50a に流さず、迂回路 58 に流し、加湿器 50 の加湿路 50a を迂回させる。従って、スタック 1 の酸化剤極 11 に供給される酸化剤ガスの加湿量を低減できる。更に、スタック 1 を次回に起動させるとき、スタック 1 に供給される酸化剤ガスを加湿器 50 で過剰に加湿させることが抑制されるため、フラッシングが抑制される。

30

（5）：発電を伴う掃気工程において、発電運転の終了指令が出力される時刻（通常発電運転時）の冷媒の温度よりも冷媒の温度 T_m を高くする。この場合、例えば、貯湯通路 80 を循環する水の流量を抑制することができる。これによりスタック 1 が昇温し、スタック 1 の酸化剤極 11 が乾き方向に移行し、スタック 1 の酸化剤極 11 の過剰湿潤化が抑制される。具体的にはヒータ 63 のオンまたは発熱量増加により循環路 60 の冷媒 T_m を昇温させる。ヒータ 63 の電力はスタック 1 の発電電力または商用電源 49 の電力を使用できる。なお、上記した掃気工程では、（1）～（5）以外は通常の実電条件と同じとすることができる。

40

【0053】

上記した発電を伴う掃気工程の実行時間を計測すべく、制御装置 7 は、タイマー t_1 をカウントする（ステップ S110）。次に、スタック 1 の電圧 V が設定電圧 V_s 以下となったとき（ステップ S112 の YES）、制御装置 7 はスタック 1 の発電終了工程（発電終了処理）を実施する（ステップ S116）。

50

【 0 0 5 4 】

すなわち、スタック 1 の発電を終了すべく、制御装置 7 は、燃料ポンプ 2 3 を停止させて改質器 2 4 の改質運転を終了させ、水ポンプ 3 7 を停止させ水バルブ 3 8 を閉鎖させて改質水系 3 4 からの水供給を停止させる。更に、制御装置 7 は、入口バルブ 2 8 を閉鎖し、スタック 1 の燃料極 1 0 への燃料の供給を終了し、且つ、酸化剤ポンプ 5 3 を停止させ、スタック 1 の酸化剤極 1 1 への酸化剤ガスの供給を終了する。これによりスタック 1 の発電運転を終了させる。

【 0 0 5 5 】

その後、制御装置 7 は、システムが異状発生で終了したか否か判定する（ステップ S 1 1 8）。システムが異状発生で終了していなければ（ステップ S 1 1 8 の NO）、制御装置 7 はシステム冷却工程（システム冷却処理）を実施する。具体的には、ポンプ 4 2 の作動により燃焼用空気を冷却用空気としてバーナ 2 6 に供給し、改質部 2 5 を介して外気に放出させる。これにより高温のバーナ 2 6 および高温の改質部 2 5 を強制的に冷却させる。この場合、ポンプ 4 2 の回転数としては、終了指令出力時および通常発電運転時と同一でも良いし、あるいは、終了指令出力時および通常発電運転時よりも増加させ、バーナ 2 6 に供給させる燃焼用空気の流量を増加させ、これらの冷却を促進させても良い。このように本実施形態によれば、システムの発電運転が正常に終了するとき、上記した発電を伴う掃気工程を実施してスタック 1 の酸化剤極 1 1 に残留する液相状および気相状の水をスタック 1 の外部に吐出させ、その後、システム冷却工程を実施する。

【 0 0 5 6 】

さて、システムに異状（例えば漏電等）が発生している場合（ステップ S 1 0 6 の NO）について説明する。この場合、異状が発生しているため、発電を伴う掃気工程（ステップ S 1 0 8）を実施することなく、制御装置 7 はスタック 1 の発電終了工程を直ちに実施する（ステップ S 1 1 6）。具体的には、制御装置 7 は、スタック 1 の発電を終了すべく、燃料ポンプ 2 3 および水ポンプ 3 7 を停止させて改質器 2 4 の改質運転を終了させる。これによりスタック 1 の燃料極 1 0 への燃料供給が停止されスタック 1 の発電が終了する。

【 0 0 5 7 】

その後、異状発生でシステムが終了している場合には（ステップ S 1 1 8 の YES）。制御装置 7 は、タイマー t 2 をクリアして初期化し、積極的発電を伴わない掃気工程を実施する（ステップ S 1 2 0）。タイマー t 2 は、ステップ S 1 2 0 の掃気工程を実施する時間を計測するものである。具体的には制御装置 7 は上記した（１）（５）の操作を実施せずに、（２）（３）（４）の操作を実施する。なお、ステップ S 1 2 0 に示す掃気工程といえども、スタック 1 の燃料極 1 0 に燃料が残留している場合には、その燃料が消費されるまでスタック 1 の発電反応は発生し得る。

（２）：制御装置 7 は、酸化剤ポンプ 5 3 の回転を継続させつつも、終了指令出力時（通常発電運転時に該当）よりも酸化剤ポンプ 5 3 の回転数を増加させ、終了指令出力時（通常発電運転時に該当）の流量 F_s よりも大きい流量 F_{m2} の酸化剤ガスを掃気用ガスとしてスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給する。具体的には、流量 F_{m2} は、スタック 1 の通常発電運転時にスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給される酸化剤ガスの流量 F_a よりも大きめとする。なお、流量 F_{m2} は、スタック 1 の最低負荷発電運転においてスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給される酸化剤ガスの流量よりも大きめである。

【 0 0 5 8 】

ここで、酸化剤ガスの流量 F_{m2} が過剰すぎると、酸化剤搬送源に与える応力負荷が増加し、スタック 1 のイオン伝導膜 1 2 に与える負荷も増加する。従って、単位時間（１分間）あたり、 $F_{m2} / F_a = 1.05 \sim 2.0$ の範囲内、特に $1.1 \sim 1.0$ の範囲内、 $1.5 \sim 5$ の範囲内にできる。 F_{m2} / F_s も同様にできる。但し、これらに限定されるものではない。これによりスタック 1 の酸化剤極 1 1 に残留する液相状および気相状の水がスタック 1 の外部に吐出される。なお、 $F_{m2} = F_{m1}$ 、 $F_{m2} > F_{m1}$ としても良いし、 $F_{m2} < F_{m1}$ 、 $F_{m2} > F_{m1}$ としても良い。

【 0 0 5 9 】

ここで、システムの異状の要因がスタック 1 のフラッディングによる場合には、 $Fm2 < Fm1$ とし、フラッディングの原因となったスタック 1 の内部の過剰水を効率よく排出させることが好ましい。発電を伴う掃気工程（ステップ S 1 0 8）では発電により水が生成されるため、掃気用ガスでスタック 1 内の余剰水を追い出すべく、 $Fm2 > Fm1$ とすることができる。但し、これに限定されるものではない。

（ 3 ）：制御装置 7 は、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の出口から吐出される酸化剤オフガスの流量の $2/3$ 以上を加湿器 5 0 の吸湿路 5 0 b に流さず、迂回路 5 6 に流す。具体的には、制御装置 7 は、迂回バルブ 5 7 を開度を制御し、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の出口から吐出される酸化剤オフガスの全部を加湿器 5 0 の吸湿路 5 0 b に流さず、迂回路 5 6 に流し、加湿器 5 0 の吸湿路 5 0 b を迂回させる。これにより湿った酸化剤オフガスから加湿器 5 0 の水分保持部材 5 0 c への水分移動が抑えられる。よって、加湿器 5 0 が過剰湿潤化することが抑制される。この結果、スタック 1 が次回に起動するとき、加湿器 5 0 による水分が適性化され、スタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給される酸化剤ガスが過剰加湿化されることが抑制される。

10

（ 4 ）：制御装置 7 は、迂回バルブ 5 9 を制御し、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の入口に供給される酸化剤ガスの流量の $2/3$ 以上を加湿器 5 0 を流さず、加湿器 5 0 の加湿路 5 0 a を迂回させる。具体的には、制御装置 7 は迂回バルブ 5 9 を開度を制御し、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の入口に供給される酸化剤ガスの全部を加湿器 5 0 の加湿路 5 0 a に流さず、迂回路 5 8 に流し、加湿器 5 0 の加湿路 5 0 a を迂回させる。従って、スタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給される酸化剤ガスの加湿量を低減できる。更に、スタック 1 を次回に起動させるとき、スタック 1 に供給される直前の酸化剤ガスを加湿器 5 0 で過剰に加湿させることが抑制されるため、フラッディングが抑制される。

20

【 0 0 6 0 】

この段階では、スタック 1 の発電運転は既に終了しているため、スタック 1 から電力は給電されず、電流値が $Imin$ に設定されることはない。更に、スタック 1 から電力が供給されないため、ヒータ 6 3 の作動は制約され、上記した（ 5 ）は実施されない。更に、制御装置 7 は、発電を伴わない掃気工程（ステップ S 1 2 0）の実施時間を計測すべく、タイマー $t2$ をカウントする（ステップ S 1 2 2）。発電を伴わない掃気工程は設定時間 $tm2$ ぶん実施される（ステップ S 1 2 4 の YES）。 $tm2$ はシステムに応じて実験またはシミュレーション等により設定される。

30

【 0 0 6 1 】

掃気工程が設定時間 $tm2$ ぶん実施された後、制御装置 7 はシステム冷却工程（ステップ S 1 2 6）を実施する。具体的には、ポンプ 4 2 の作動により燃焼用空気を冷却用空気として高温のバーナ 2 6 および高温の改質部 2 5 に供給し外気に放出させ、これらを冷却させる。このため異状発生によりシステムの発電終了するときには、上記した発電を伴う掃気工程（ステップ S 1 0 8）ではなく、発電を伴わない掃気工程（ステップ S 1 2 0）を実施し、その後、システム冷却工程（システム冷却工程，ステップ S 1 2 6）を実施する。なお、スタック 1 の電圧 V の低下度合、流量 $Fm1$ ， $Fm2$ にもよるが、 $tm1 = tm2$ ， $tm1 > tm2$ としても良いし、あるいは、 $tm1 < tm2$ としても良い。

40

【 0 0 6 2 】

本実施形態によれば、図 4 から理解できるように、スタック 1 の発電運転を継続しつつ掃気工程（ステップ S 1 0 8）を実施している途中において、システムにおいて異状が発生したとき（ステップ S 1 3 0 の YES）、その掃気工程を直ちに中断し、スタック 1 の発電運転を終了させ（ステップ S 1 1 6）、その後、別の掃気工程（ステップ S 1 2 0）を再び実施する。

【 0 0 6 3 】

更に本実施形態によれば、スタック 1 の電圧 V が設定電圧 Vs まで低下しないときであっても（ステップ S 1 1 2 の NO）、掃気工程（ステップ S 1 0 8）の実施時間が設定時

50

間 t_{m1} を経過すれば（ステップ S 1 1 4 の Y E S）、制御装置 7 は、掃気工程から発電終了工程（ステップ S 1 1 6）に強制的に移行させる。これによりスタック 1 の内部を乾燥させる掃気工程（ステップ S 1 0 8）の実施しすぎを抑え、スタック 1 の内部の過剰乾きを抑制することができる。

【 0 0 6 4 】

以上説明したように本実施形態によれば、システムの発電運転が正常に終了するときには、制御装置 7 は、上記した発電を伴う掃気工程（ステップ S 1 0 8）を実施し、スタック 1 の酸化剤極 1 1 に残留する液相状および気相状の水をスタック 1 の外部に吐出させ、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の過剰湿潤化を抑え、スタック 1 の内部を適度な水分度に移行させ、その後、システム冷却工程（ステップ S 1 2 6）を実施する。このためスタック 1 を次回に起動させるとき、フラッシングが抑制される。更に、スタック 1 の発電終了時に加湿器 5 0 の水分度も適切化されるため、スタック 1 を次回に起動させるとき、酸化剤ガスの過剰加湿が抑制される。

【 0 0 6 5 】

これに対して異状発生によりシステムの発電運転が終了するときには、制御装置 7 は、スタック 1 の発電を強制的に終了させた後、上記した発電を伴わない掃気工程（ステップ S 1 2 0）を実施し、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の過剰湿潤化を抑えて適度な水分度に移行させ、その後、システム冷却工程（ステップ S 1 2 6）を実施する。このためスタック 1 を次回に起動させるとき、フラッシングが抑制される。

【 0 0 6 6 】

ところで本実施形態によれば、上記した発電を伴う掃気工程においては、前述したように、制御装置 7 は、スタック 1 の電流値を下限值 I_{min} に設定する。図 2 に示すように、スタック 1 が発電できる電流範囲の下限值 I_{min} と上限値 I_{max} とが予め設定され、制御装置 7 のメモリに格納されている。図 2 に示すように、電流の上限値 I_{max} では、酸化剤ポンプ 5 3 の回転によりスタック 1 に供給される酸化剤ガスの流量は M_2 として示される。電流の下限値 I_{min} では、酸化剤ポンプ 5 3 の回転によりスタック 1 に供給される酸化剤ガスの流量は M_1 として示される（ $M_1 < M_2$ ）。酸化剤ポンプ 5 3 の最大回転数を N_{max} とし、最大回転数 N_{max} に基づいてスタック 1 に供給される酸化剤ガスの最大流量は M_{max} とする。上限値 I_{max} では、 M_{max} に対する酸化剤ポンプ 5 3 の余力は α_1 である。下限値 I_{min} では、 M_{max} に対する酸化剤ポンプ 5 3 の余力は α_2 であり（ $\alpha_2 > \alpha_1$ ）。従って、スタック 1 の電流値を下限值 I_{min} に設定すれば、酸化剤ポンプ 5 3 の余力を大きくでき、酸化剤ポンプ 5 3 の作動による酸化剤ガスの増加余力を大きくできる利点を得られる。従って、酸化剤ガスをスタック 1 の内部に供給させ、スタック 1 の内部に残留する液相状または気相状の水をスタック 1 から追い出す掃気工程を実施するとき、掃気の効率を高めるのに有利である。なお、電流の上限値および下限値は、電気系統の制約によりスタックの仕様として設定されている。

【 0 0 6 7 】

本実施形態によれば、前述したように、スタック 1 が発電できる電流範囲の下限值 I_{min} でスタック 1 の発電を継続させつつ、スタック 1 の通常発電運転時よりも大きい流量 F_{m1} の酸化剤ガスを掃気用ガスとしてスタック 1 の内部に供給し、スタック 1 および加湿器 5 0 の余剰の水分を低減または除去させることができる。

【 0 0 6 8 】

図 3 は、発電終了指令が出力されたときにおけるスタックの電圧 V と電流 I との関係を示す。発電終了指令が出力されると、電流 I が低下し始める。電流 I の下降に伴い、電圧 V が上昇する。電流が I_{min} に到達したときから、電圧 V が次第に低下する。設定された電圧 V_s は、発電終了指令時の電圧よりも高いことがある。ここで、スタックの所定電流における電圧は、スタックの内部における加湿状態を反映する。このためスタックの電圧が低下すれば、スタックの内部における加湿状態が低下していることを反映する。従って、スタックの電圧が低下して設定電圧に到達したとき、掃気処理を終了すれば、スタックの内部の加湿状態が適度になる。

【0069】

そして、図3に示すように、基本的にはスタック1の電圧 V が設定電圧 V_s まで低下した後にスタック1の発電を終了し、システムの冷却工程に移行する。このように予め設定していたスタック1の電流値(下限値 I_{min})とスタック1の電圧値の設定電圧 V_s とに基づいて、スタック1の発電終了を制御している。故に、特許文献4とは異なり、スタック1の内部の掃気状態を確認するために高価な電流センサを新たに用いる必要がなく、コストダウンにおいて好ましい。また、スタック1の電流値(下限値 I_{min})とスタック1の電圧値の設定電圧 V_s とを設定しているため、掃気工程の終了の判定条件を定量的に扱うことができる利点を得られる。

【0070】

本実施形態によれば、上記した流量 F_{m1} 、 F_{m2} を固定値として良いし、サインカーブ状またはステップ状に変動させても良い。後者の場合、スタック1の内部に固着的に残留していた余剰水が動き易くでき、排水性の向上を期待できる。この場合、イオン伝導膜12に負担を与えることを抑えつつ行うことが好ましい。

【0071】

発電を伴う掃気工程においては、スタック1の酸化剤極11の内部に残留している液相の水および水蒸気をスタック1の外部に吐出させると共に、電力が生成される。制御装置7はこの電力に基づいてヒータ63を発熱させ、循環路60の冷媒の温度を上昇させる。この結果、熱交換器81を介して貯湯通路80の水の温度が昇温し、ひいては貯湯槽85の熱エネルギーが増加する。従って、発電を伴う掃気工程において発生した余剰電力は、ヒータ63を介して貯湯槽85の熱エネルギーとして貯蔵される。貯湯槽85は、発電を伴う掃気工程において発生した余剰電力を蓄積する蓄積要素として機能できる。

【0072】

なお本実施形態によれば、スタック1の電流値を下限値 I_{min} に設定している。これに限らず、下限値 I_{min} と上限値 I_{max} との間の中間値 I_{middle} よりも小さな電流値にスタック1の発電電流値を維持させても良い。

【0073】

(実施形態A3)

本実施形態は実施形態A1、A2と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図1～図4を準用する。但し、システムに異状が発生していない場合に実施される発電を伴う掃気工程(ステップS108)では、(1)(2)(3)(4)の操作が実行されるものの、(5)の操作は実行されない。更にシステムに異状が発生する場合に実施される発電を伴わない掃気工程(ステップS120)では、(2)～(4)の操作のうちの少なくとも一つが実行される。

【0074】

(実施形態A4)

本実施形態は実施形態A1、A2と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図1～図4を準用する。但し、システムに異状が発生していない場合に実施される発電を伴う掃気工程(ステップS108)では、(1)(2)(3)の操作が実行されるものの、(4)(5)の操作は実行されない。更にシステムに異状が発生する場合に実施される発電を伴わない掃気工程(ステップS120)では、(2)～(4)の操作のうちの少なくとも一つが実行される。

【0075】

(実施形態A5)

本実施形態は実施形態A1、A2と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図1～図4を準用する。但し、システムに異状が発生していない場合に実施される発電を伴う掃気工程(ステップS108)では、(1)(2)の操作が実行されるものの、(3)(4)(5)の操作は実行されない。更にシステムに異状が発生する場合に実施される発電を伴わない掃気工程(ステップS120)では、(2)～(4)の操作のうちの少なくとも一つが実行される。

【 0 0 7 6 】

(実施形態 B 1)

本実施形態は実施形態 A 1 と基本的には同様の構成および作用効果を有するため、図 1 ~ 図 3 を準用する。本実施形態は商用電源 4 9 の停電に対処する。制御装置 7 は、システムのスタック 1 の発電運転を継続する工程を実施している。何らかの原因により商用電源 4 9 の停電が発生することがある。この場合、遮断器 4 7 により、商用電源 4 9 との系統連係の接続が遮断される。そして、制御装置 7 は、商用電源 4 9 と切り離されたスタック 1 の自立運転を実施する。すなわち、制御装置 7 は、燃料ポンプ 2 3 および改質器 2 4 を作動させて、改質器 2 4 で生成されたガス状の燃料をスタック 1 の燃料極 1 0 に継続して供給し、且つ、酸化剤ポンプ 5 3 の作動より酸化剤ガスを加湿器 5 0 の加湿路 5 0 a で加湿させた後、スタック 1 の酸化剤極 1 1 に継続して供給する。これにより制御装置 7 は、スタック 1 の発電運転を継続させつつ、停電が発生する直前の時刻（通常発電運転時）の流量 F_b よりも大きい流量 F_m3 の酸化剤ガスを掃気用ガスとしてスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給する。流量 F_m3 は、スタック 1 の最低負荷発電運転においてスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給される酸化剤ガスの流量よりも大きめである。この場合、酸化剤ポンプ 5 3 の回転数が増加される。

10

【 0 0 7 7 】

これによりスタック 1 の酸化剤極 1 1 に残留する液相または気相状の水をスタック 1 の酸化剤極 1 1 の外部を吐出させる発電を伴う掃気工程（掃気工程）を実施する。単位時間（1 分間）あたり、 $F_m3 / F_b = 1.05 \sim 2.0$ の範囲内、殊に $1.1 \sim 1.0$ の範囲内、 $1.2 \sim 5$ の範囲内が好ましい。但しこれらに限定されるものではない。なお、商用電源 4 9 が長時間にわたり復電しないときには、システムの自立運転が継続できなくなった場合、制御装置 7 は燃料および酸化剤ガスをスタック 1 に供給することを終了し、システムを強制終了させることができる。

20

【 0 0 7 8 】

以上説明したように本実施形態によれば、商用電源 4 9 の停電が発生したとき、制御装置 7 は、商用電源 4 9 の復電を待ちつつ、スタック 1 の発電を伴った発電を伴う掃気工程を実施する。すなわち、発電を伴う掃気工程では、制御装置 7 は、スタック 1 の発電運転を継続させつつ、停電時刻（通常発電運転）の流量よりも大きい流量 F_m3 の酸化剤ガスを掃気用ガスとしてスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給する。これによりスタック 1 の酸化剤極 1 1 に残留する液相状または気相状の水をスタック 1 の外部に吐出させ、酸化剤極 1 1 を適度な水分量に維持させる。これにより商用電源 4 9 が停電したとき、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の過剰湿潤化が抑えられる。これにより商用電源 4 9 が復電するとき、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の水分が適度なものとなり、フラッドイングが抑制され、スタック 1 の発電が安定する。

30

【 0 0 7 9 】

また本実施形態によれば、掃気工程は、スタック 1 の燃料極 1 0 に燃料を供給しつつスタック 1 の酸化剤極 1 1 に酸化剤ガスを供給し、スタック 1 で発電しつつ実施される。従って掃気工程ではスタック 1 の燃料極 1 0 にガス状の燃料が供給されており、燃料極 1 0 と酸化剤極 1 1 との差圧が低減される。故にイオン伝導膜 1 2 の作用する負荷が軽減され、イオン伝導膜 1 2 の保護性を高めるのに有利である。

40

(実施形態 B 2)

本実施形態は本実施形態は商用電源 4 9 の停電に対処するものであり、実施形態 B 1 と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図 1 ~ 図 3 を準用する。商用電源 4 9 の停電が発生したとき、制御装置 7 は、商用電源 4 9 の復電を待ちつつ、実施形態 B 1 と同様なスタック 1 の発電を伴う掃気工程を実施し、スタック 1 の酸化剤極 1 1 に残留する液相状または気相状の水をスタック 1 の外部に吐出させ、酸化剤極 1 1 を適度な水分量に維持させる。

【 0 0 8 0 】

しかしながら、商用電源 4 9 が復電するまで、上記した発電を伴う掃気工程を連続的に

50

継続させると、スタック 1 の内部が過剰乾燥するおそれがある。そこで本実施形態によれば、上記した発電を伴う掃気工程を設定時間 t_{m3} の間実施する。あるいは、発電を伴う掃気工程は設定時間 t_{m3} の間連続的に実施されていないものの、スタック 1 の電圧 V が設定電圧 V_{s2} 以下となったら、制御装置 7 は、スタック 1 の内部を乾燥させる乾燥力を上記掃気工程よりも低下させた乾燥緩和工程を実施する。乾燥緩和工程は設定時間 t_{m4} 連続的に実施する。

【0081】

なお、設定電圧 V_{s2} 、設定時間 t_{m3} 、設定時間 t_{m4} は、システムに応じて実験またはシミュレーションなどに基づいて適宜設定できる。なお、 $t_{m3} = t_{m4}$ 、 $t_{m3} < t_{m4}$ でも良いし、あるいは、 $t_{m3} > t_{m4}$ 、 $t_{m3} < t_{m4}$ でも良い。

10

【0082】

商用電源 49 が復電しない場合には、復電するまで、あるいは、燃料電池システムの運転を停止させるまで、制御装置 7 は、発電を伴う掃気工程と乾燥緩和工程とを交互に実施することができる。この結果、商用電源 49 が復電するまでスタック 1 が自立運転しているときであっても、スタック 1 の酸化剤極 11 の過剰湿潤化および過剰乾きの双方が抑制される。この結果、商用電源 49 が復電するとき、フラッディングが抑制され、スタック 1 の発電が安定する。

【0083】

(実施形態 B3)

図 5 は実施形態 B3 を表すフローチャートを示す。本実施形態は商用電源 49 の停電に対処するものであり、前記した実施形態と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図 1 ~ 図 3 を準用する。制御装置 7 は、システムのスタック 1 の発電運転を継続する工程を実施している。制御装置 7 は各センサ類の読込を継続している（ステップ S202）。何らかの原因により商用電源 49 が停電することがある。この場合、制御装置 7 は停電を検出すると（ステップ S204 の YES）、商用電源 49 と切り離された自立運転を開始させる指令をシステムに出力する（ステップ S206）。そして制御装置 7 は、システム内において漏電等の異常が発生しているか否かを判定し（ステップ S208）、システムに異常があれば、システムは自立運転できないため（ステップ S214 の NO）、制御装置 7 は、水ポンプ 37、燃料ポンプ 23 および酸化剤ポンプ 53 の作動を停止し、これによりスタック 1 への燃料および酸化剤ガスの供給を終了し、システムの発電を強制終了させる（ステップ S250）。異常が発生していない条件で（ステップ S208 の YES）、タイマー t_4 をクリアさせて初期化させる（ステップ S210）。商用電源 49 がまだ復電していなければ（ステップ S212 の NO）、制御装置 7 はシステムが自立運転を継続可能か否かを判定する（ステップ S214）。

20

30

【0084】

システムの自立運転が継続可能であれば（ステップ S214 の YES）、ステップ S216 を経て、制御装置 7 は、商用電源 49 の復電を待ちつつ、タイマー t_3 を初期化し、スタック 11 の発電を伴う掃気工程を実施する（掃気処理、ステップ S218）。この掃気工程では、具体的には制御装置 7 は次の（1）～（5）の操作を実施する。タイマー t_3 は、掃気工程（ステップ S218）を実施する時間を計測するタイマーである。

40

【0085】

（1）：図 2 に示すように、スタック 1 では、スタック 1 が発電できる電流範囲の下限値 I_{min} と上限値 I_{max} が予め設定されている。制御装置 7 は、下限値 I_{min} と上限値 I_{max} との間の中間値 I_{middle} よりも小さな電流値にスタック 1 の発電電流値を維持させる。具体的には、制御装置 7 は、スタック 1 の電流値を下限値 I_{min} に固定する。これによりスタック 1 の発電電力が抑えられ、発電反応でスタック 1 の内部に発生する生成水は抑えられ、スタック 1 の酸化剤極 11 の過剰湿潤化が抑えられ易い。上記したようにスタック 1 の電流値を下限値 I_{min} に固定すれば、スタック 1 の発電電圧 V を高めに行き、スタック 1 の発電可能時間を確保でき、ひいては発電を伴う掃気工程を実施できる時間を確保できる。更に、上記したようにスタック 1 の電流値を下限値 I_{min}

50

に固定すれば、スタック 1 の内部抵抗を固定値として近似させ易く、スタック 1 の電圧 V の値によりスタック 1 の内部の水分量が把握され易い。更に、電流値を下限値 I_{min} に固定すれば、スタック 1 の燃料極に供給する燃料の流量も抑えられる。故に、掃気工程後にスタック 1 の発電運転が終了するとき、スタック 1 の燃料極に残留させる燃料を少なくするのに貢献できる。

【0086】

(2) : 制御装置 7 は、停電直前の時刻 (通常発電運転時) よりも酸化剤ポンプ 53 の回転数を増加させる。これにより終了指令出力時 (通常発電運転時) の流量よりも大きい流量 F_{m3} の酸化剤ガスをスタック 1 の酸化剤極 11 に供給する。回転数は単位時間 (例えば 1 分) あたりの回転数を意味する。具体的には、流量 F_{m3} は、スタック 1 の通常発電運転時にスタック 1 の酸化剤極 11 に供給される酸化剤ガスの流量 F_b よりも大きめとする。ここで、単位時間 (1 分間) あたり、 $F_{m3} / F_b = 1.05 \sim 2.0$ の範囲内が好ましく、特に $1.1 \sim 1.0$ の範囲内、 $1.2 \sim 5$ の範囲内が好ましい。但しこれに限定されるものではない。従って、スタック 1 の酸化剤極 11 に残留する液相状または気相状の水がスタック 1 の外部に吐出され、スタック 1 の酸化剤極 11 の過剰湿潤化が抑えられる。

10

【0087】

(3) : 発電を伴う掃気工程において、制御装置 7 は、スタック 1 の酸化剤極 11 の出口から吐出される酸化剤オフガスの流量の $2/3$ 以上を加湿器 50 に流さず、加湿器 50 を迂回させる。具体的には、制御装置 7 は、迂回バルブ 57 を開度を制御し、スタック 1 の酸化剤極 11 の出口から吐出される湿った酸化剤オフガスの全部を加湿器 50 の吸湿路 50b に流さず、迂回路 56 に流し、加湿器 50 の吸湿路 50b を迂回させる。これにより湿った酸化剤オフガスから加湿器 50 の水分保持部材 50c への水分移動が抑えられる。よって、商用電源 49 の復電を待っている間、加湿器 50 の内部が過剰に湿潤化することが抑制される。従って、スタック 1 の酸化剤極 11 に供給される酸化剤ガスの過剰湿潤化が抑えられる。よって、スタック 1 の酸化剤極 11 の過剰湿潤化が抑えられる。

20

【0088】

(4) : 発電を伴う掃気工程において、制御装置 7 は、迂回バルブ 59 を制御し、スタック 1 の酸化剤極 11 の入口に供給される酸化剤ガスの流量の $2/3$ 以上を加湿器 50 に流さず、加湿器 50 の加湿路 50a を迂回させる。具体的には、制御装置 7 は迂回バルブ 59 を開度を制御し、スタック 1 の酸化剤極 11 の入口に供給される酸化剤ガスの全部を加湿器 50 の加湿路 50a に流さず、迂回路 58 に流し、加湿器 50 の加湿路 50a を迂回させる。従って、スタック 1 の酸化剤極 11 に供給される直前の酸化剤ガスの加湿量を低減できるため、フラッディングが抑制される。

30

【0089】

(5) : 発電を伴う掃気工程において、停電直前の時刻 (通常発電運転) の冷媒の温度よりも冷媒の温度 T_{m3} を高くする。具体的にヒータ 63 のオンまたは発熱量増加により循環路 60 の冷媒の温度 T_{m3} を昇温させる。また、ポンプ 82 の単位時間あたりの駆動量 (回転数) を低下させることにより、貯湯通路 80 を循環する流量を抑制させ、循環路 60 から貯湯通路 80 への伝熱を抑える。これにより商用電源 49 の復電を待っている間、スタック 1 が昇温するため、スタック 1 の酸化剤極 11 が乾き方向に移行し、スタック 1 の酸化剤極 11 の過剰湿潤化が抑制される。なお、上記した (1) ~ (5) 以外は通常の運転条件とすることができる。

40

【0090】

上記した発電を伴う掃気工程 (ステップ S218) の実施時間を計測すべく、制御装置 7 はタイマー t_3 をカウントする (ステップ S220)。

【0091】

次に、スタック 1 の電圧が低下して設定電圧 V_{s2} 以下となったとき、制御装置 7 は発電を伴う掃気工程から乾燥緩和工程に移行する (乾燥緩和処理, ステップ S230)。あるいは、スタック 1 の電圧が設定電圧 V_{s2} 以下となっていないものの、タイマー t_3 の

50

計測時間が設定時間 t_{m3} 以上となったとき、制御装置 7 は発電を伴う掃気工程から乾燥緩和工程に移行する（ステップ S 2 3 0）。スタック 1 の低下する電圧が設定電圧 V_{s2} を超えており、且つ、タイマー t_3 の計測時間が設定時間 t_{m3} に到達していないとき（ステップ S 2 2 4 の NO）、システムに異状があれば（ステップ S 2 2 6 の YES）、システムを強制的に停止させる（ステップ S 2 5 0）。システムに異状がなければ（ステップ S 2 2 6 の NO）、ステップ S 2 1 2 に戻る。

【0092】

上記した乾燥緩和工程（ステップ S 2 3 0）によれば、スタック 1 の内部を乾燥させる乾燥力は、上記した掃気工程（ステップ S 2 1 8）よりも小さく設定されており、スタック 1 の内部に少しの湿潤を与えることができる。この場合、制御装置 7 は、スタック 1 の（1）の操作を維持することによりスタック 1 の電流値を下限値 I_{min} に維持し、スタックの燃料極に供給する燃料の流量を抑えつつ、上記した（2）（3）（4）（5）の操作を通常の運転条件に戻す。この場合、酸化剤ポンプ 5 3 の回転数は、電流値の下限値 I_{min} に対応する回転数に低下する。よって、スタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給される酸化剤ガスの流量は、電流値の下限値 I_{min} に対応する流量に低減する。同様に、スタック 1 の燃料極 1 0 に供給されるガス状の燃料の流量は、電流値の下限値 I_{min} に対応する流量に低減する。

10

【0093】

更に、制御装置 7 は、迂回バルブ 5 7 を開度を制御し、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の出口から吐出される湿った酸化剤オフガスを加湿器 5 0 の吸湿路 5 0 b および迂回路 5 6 の双方に流す。このため湿ったオフガスの水分が加湿器 5 0 に移動する量が増加され、加湿器 5 0 の保持水分量が増加する。更に、スタック 1 の冷媒通路 1 3 を流れる冷媒温度 T_3 も、電流値の下限値 I_{min} に対応する冷媒温度に戻るため、スタック 1 の温度が低下し、スタック 1 の酸化剤極 1 1 の過剰乾きが抑えられる。

20

【0094】

上記した乾燥緩和工程（ステップ S 2 3 0）が実施される時間を計測すべく、制御装置 7 はタイマー t_4 をカウントする（ステップ S 2 3 2）。乾燥緩和工程が実施される時間は、設定時間 t_{m4} である。計測時間が設定時間 t_{m4} 未満であれば（ステップ S 2 3 4 の NO）、システムが異常でない限り（ステップ S 2 3 5 の NO）、ステップ S 2 3 0 に戻り、乾燥緩和工程（ステップ S 2 3 0）を連続的に実施する。乾燥緩和工程が実施されている途中において、異状が発生すれば（ステップ S 2 3 5 の YES）、システムを強制停止させる（ステップ S 2 5 0）。乾燥緩和工程が実施される時間が設定時間 t_{m4} を超えれば（ステップ S 2 3 4 の YES）、乾燥緩和工程を終了させ、ステップ S 2 1 0 に戻り、タイマー t_4 を初期化させる。そして、商用電源 4 9 が復電していないこと（ステップ S 2 1 2 の NO）、自立運転が継続可能である（ステップ S 2 1 4 の YES）という条件のもとで、制御装置 7 は、発電を伴う掃気工程を実施する（ステップ S 2 1 8）。更に、スタック 1 の電圧 V が設定電圧 V_{s2} よりも低下したり（ステップ S 2 2 2 の YES）、あるいは、掃気工程が実施される時間が設定時間 t_{m3} 以上となれば（ステップ S 2 2 4 の YES）、上記した掃気工程よりも乾燥力が緩和され且つ湿潤力をもつ乾燥緩和工程を実施する（ステップ S 2 3 0）。前述したように、スタック 1 の電流が所定電流下において、スタックの電圧 V はスタック 1 の内部の加湿状態を反映しているためである。そして乾燥緩和工程が設定時間 t_{m4} 実施されると（ステップ S 2 3 4 の YES）、タイマー t_4 をクリアさせて初期化させる（ステップ S 2 1 0）。

30

40

【0095】

制御装置 7 は、商用電源 4 9 が復電していれば（ステップ S 2 1 2 の YES）、システムの通常発電運転に復帰する（ステップ S 2 6 0）。このとき、乾燥緩和工程によりスタック 1 の内部は適度な水分度とされているため、スタック 1 の内部におけるフラッシングおよび過剰乾きが抑制され、スタック 1 の発電が安定する。

【0096】

なお、本実施形態によれば、スタック 1 の電圧 V が設定電圧 V_s まで低下しないときで

50

あっても（ステップ S 2 2 2 の N O）、掃気工程の実施時間が設定時間 t_{m3} を経過すれば（ステップ S 2 2 4 の Y E S）、乾燥緩和工程（ステップ S 2 3 0）に強制的に移行させることにしている。これにより乾燥力が強い掃気工程の実施しすぎを抑え、乾燥力が弱いまたは湿潤力をもつ乾燥緩和工程の実施時間を確保し、スタック 1 の内部の過剰乾きを抑制することができる。

【 0 0 9 7 】

以上説明したように本実施形態によれば、商用電源 4 9 が停電したとき、商用電源 4 9 が復電するまでの間、スタック 1 の電圧が設定電圧 V_{s2} 以下となるか、あるいは、発電を伴う掃気工程が実施される時間が設定時間 t_3 を経過するまで、制御装置 7 は、発電を伴う掃気工程（ステップ S 2 1 8）を実施する。そして、スタック 1 の電圧が設定電圧 V_{s2} 以下となるか、あるいは、掃気工程の実施時間が設定時間 t_{3m} になれば、スタック 1 の発電運転を継続させつつ、スタック 1 の内部を乾燥させる乾燥力が掃気工程よりも乾燥力が緩和された乾燥緩和工程を設定時間 t_4 実施する。

【 0 0 9 8 】

すなわち、商用電源 4 9 が停電したとき、商用電源 4 9 が復電するまでの間において、スタック 1 の酸化剤極 1 1 を乾き方向に移行させるための乾燥力が強い掃気工程と、乾燥力が弱いまたは湿潤力をもつ乾燥緩和工程とを、制御装置 7 は交互に実施する。この結果、商用電源 4 9 が停電したとき商用電源 4 9 が復電するまでの間において、スタック 1 の酸化剤極 1 1 は適度の水分状態に維持される。従って、商用電源 4 9 の復電によりスタック 1 が通常発電運転（底角運転）に移行するときであっても、スタック 1 の酸化剤極 1 1 は適度の水分に維持されているため、フラッディングが抑制され、スタック 1 の発電が安定する。なお本実施形態によれば、スタック 1 の電流値を下限值 I_{min} に設定することが好ましいが、これに限らず、下限値 I_{min} と上限値 I_{max} との間の中間値 I_{mid} よりも小さな電流値にスタック 1 の発電電流値を維持させても良い。

【 0 0 9 9 】

（実施形態 B 4）

本実施形態は実施形態 B 3 と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図 1～図 3，図 5 を準用する。但し、商用電源 4 9 が停電したときに実施される発電を伴う掃気工程（ステップ S 2 1 8）では、（1）（2）（3）（4）の操作が実行されるものの、（5）の操作は実行されない。

【 0 1 0 0 】

（実施形態 B 5）

本実施形態は実施形態 B 3 と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図 1～図 3，図 5 を準用する。但し、商用電源 4 9 が停電したときに実施される発電を伴う掃気工程（ステップ S 2 1 8）では、（1）（2）（3）の操作が実行されるものの、（4）（5）の操作は実行されない。

【 0 1 0 1 】

（実施形態 B 6）

本実施形態は実施形態 B 3 と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図 1～図 3，図 5 を準用する。但し、発電を伴う掃気工程（ステップ S 2 1 8）では（1）（2）の操作が実行されるものの、（3）（4）（5）の操作は実行されない。

【 0 1 0 2 】

（実施形態 B 7）

本実施形態は実施形態 B 1～B 4 と基本的には同様の構成および同様の作用効果を有するため、図 1～図 3，図 5 を準用する。本実施形態によれば、発電を伴う掃気工程（ステップ S 2 1 8）を実施するにあたり、前述同様に、制御装置 7 は、商用電源 4 9 の停電直前または停電時の時刻（通常発電運転時）よりも酸化剤ポンプ 5 3 の回転数を増加させ、終了指令出力時（通常発電運転時）の流量 F_s よりも大きい流量 F_{m3} の酸化剤ガスをスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給する。具体的には、流量 F_{m3} は、スタック 1 の通常発電運転時にスタック 1 の酸化剤極 1 1 に供給される酸化剤ガスの流量 F_a よりも大きめとす

る。この場合、流量 F_{m3} を固定値ではなく、サインカーブ状またはステップ状に変動させても良い。スタック 1 の内部の余剰水に振動が与えられ、排水性を期待できる。

【0103】

(その他)

掃気工程で発電された電力は、主として循環路 60 のヒータ 63 の発熱で消費されるが、これ限らず、貯湯槽 85 および / または貯湯通路 80 にヒータを設け、そのヒータの発熱で消費させることにしても良い。燃料電池システムは図 1 に示す構造および配置に限定されるものではない。燃料原料を改質させて燃料を形成させる改質器 24 が設けられているが、ガス状の燃料を貯蔵するタンク等の貯蔵部を改質器 24 に代えて設けても良い。加湿器 50 は上記した構造に限定されるものではない。発電を伴う掃気工程で得られた電力をヒータ 63 で発熱させ、ひいては貯湯槽 85 の熱エネルギーとして貯蔵するが、これに限らず、キャパシタおよび / またはバッテリーを設け、これらに電力を蓄電させても良い。更に、発電を伴う掃気工程で得られた電力を商用電源 49 側に給電させても良い。各実施形態によれば、掃気工程において、制御装置 7 は、下限値 I_{min} のみならず、下限値 I_{min} と上限値 I_{max} との間の中間値 I_{middle} よりも小さな電流値にスタック 1 の発電電流値を固定することができる。掃気処理において、スタック 1 の酸化剤極から吐出される酸化剤オフガスの流量の 70% 以上、80% 以上を加湿器の吸湿路に流さず、加湿器を迂回させることにしても良い。掃気処理において、スタック 1 の酸化剤極に供給される酸化剤ガスの流量の 70% 以上、80% 以上を加湿器の加湿路に流さず、加湿器を迂回させることにしても良い。本発明は上記した実施形態のみに限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲内で適宜変更して実施できる。本明細書から次の技術的思想も把握される。

【0104】

[付記項 1] 燃料電池と、燃料を燃料電池の燃料極に供給する燃料供給系と、酸化剤を燃料電池の酸化剤極に供給する酸化剤供給系と、制御装置とを具備する燃料電池システムにおいて、制御装置は、(i) 燃料電池システムの燃料電池の発電運転を継続する処理と、(ii) 燃料電池の発電運転を終了させる終了指令が出力されたとき、燃料電池の燃料極に燃料を継続して供給し且つ燃料電池の酸化剤極に酸化剤を継続して供給することにより、燃料電池の発電運転を継続させつつ、終了指令出力時(通常発電運転時)の流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを燃料電池の酸化剤極に供給することにより、燃料電池の酸化剤極の内部を掃気させる掃気処理を実施する燃料電池システム。燃料電池を次回に起動させるとき、フラッシングが抑制される。なお、流量は単位時間あたりの流量を意味する。

【0105】

[付記項 2] 付記項 1 において、制御装置は、掃気処理において、燃料電池が発電できる電流範囲の下限値と上限値との中間値よりも小さな電流値に燃料電池の発電電流値を維持させる燃料電池システム。

【0106】

[付記項 3] 付記項 1 または 2 において、燃料電池に供給される前の酸化剤ガスを加湿させる加湿器が設けられており、制御装置は、掃気処理において、燃料電池の酸化剤極の出口から吐出される酸化剤オフガスの流量の 2/3 以上が加湿器を流れずに加湿器を迂回することにより、酸化剤オフガスから加湿器への水分移動を抑える燃料電池システム。燃料電池を次回に起動させるとき、フラッシングが抑制される。

【0107】

[付記項 4] 付記項 1 ~ 3 のうち的一项において、燃料電池は、燃料電池を冷却させる冷媒が流れる冷媒通路をもち、制御装置は、掃気処理において、終了指令が出力される時刻(通常発電運転)の冷媒温度よりも冷媒温度を高くする燃料電池システム。燃料電池を次回に起動させるとき、フラッシングが抑制される。

【0108】

[付記項 5] 付記項 1 ~ 4 のうち的一项において、制御装置は、掃気処理を実施した後

において、または、掃気処理を実施している途中において、燃料電池システムを冷却させる冷却処理を実施する燃料電池システム。

【 0 1 0 9 】

〔付記項 6〕付記項 1 ～ 5 のうち的一项において、制御装置は、燃料電池の発電運転を継続しつつ掃気処理を実施している途中において、燃料電池システムにおいて異状が発生したとき、燃料電池の発電運転を終了させ、その後、掃気処理を再び実施する燃料電池システム。

【 0 1 1 0 】

〔付記項 7〕燃料電池システムの燃料電池の発電運転を継続する工程と、前記燃料電池の発電運転を終了させる終了指令が出力されたとき、前記燃料電池の燃料極に燃料を継続して供給し且つ前記燃料電池の酸化剤極に酸化剤ガスを継続して供給することにより、前記燃料電池の発電運転を継続させつつ、前記燃料電池の前記酸化剤極を乾き方向に移行させる工程を実施する燃料電池システムの運転制御方法。フラッシングが抑制される。

10

【 0 1 1 1 】

〔付記項 8〕燃料電池と、燃料を燃料電池の燃料極に供給する燃料供給系と、酸化剤を燃料電池の酸化剤極に供給する酸化剤供給系と、制御装置とを具備する燃料電池システムにおいて、制御装置は、(i) 燃料電池システムの燃料電池の発電運転を継続する処理と、(i i) 商用電源の停電が発生したとき、燃料電池の燃料極に燃料を継続して供給し且つ燃料電池の酸化剤極に酸化剤を継続して供給することにより、燃料電池の発電運転を継続させつつ、停電が発生した時刻(通常発電運転)の流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを燃料電池の酸化剤極に供給することにより、燃料電池の酸化剤極の内部を掃気させる掃気処理を実施する燃料電池システム。フラッシングが抑制される。

20

【 0 1 1 2 】

〔付記項 9〕付記項 8 において、制御装置は、前記掃気処理を実施した後、燃料電池の燃料極に燃料を継続して供給し且つ燃料電池の酸化剤極に酸化剤を継続して供給することにより、燃料電池の発電運転を継続させつつ、前記掃気処理が燃料電池の内部を乾燥させる乾燥力よりも乾燥力が緩和された乾燥緩和処理とを実施し、商用電源の停電が継続されるとき、前記掃気処理と前記緩和処理とを交互に実施する燃料電池システム。

【 0 1 1 3 】

〔付記項 10〕付記項 8 または 9 において、制御装置は、掃気処理において、燃料電池が発電できる電流範囲の下限値と上限値との間の中間値よりも小さな電流値に燃料電池の発電電流値を維持させる燃料電池システム。

30

【 0 1 1 4 】

〔付記項 11〕付記項 8 ～ 10 のうち的一项において、制御装置は、燃料電池に供給される前の酸化剤ガスを加湿させる加湿器が設けられており、掃気処理において、燃料電池の酸化剤極の出口から吐出される酸化剤オフガスの流量の 2 / 3 以上が加湿器 50 を流れずに加湿器を迂回することにより、酸化剤オフガスから燃料電池への水分移動を抑える燃料電池システム。

【 0 1 1 5 】

〔付記項 12〕付記項 8 ～ 11 のうち的一项において、制御装置は、燃料電池は、燃料電池を冷却させる冷媒が流れる冷媒通路をもち、掃気処理において、終了指令が出力される時刻(通常発電運転)よりも冷媒の温度を高くする燃料電池システムの運転制御方法。

40

【 0 1 1 6 】

〔付記項 13〕付記項 8 ～ 12 のうち的一项において、制御装置は、掃気処理を実施した後において、または、掃気処理を実施している途中において、燃料電池システムを冷却させる冷却処理を実施する燃料電池システム。

【 0 1 1 7 】

〔付記項 14〕燃料電池システムの燃料電池の発電運転を継続する工程と、商用電源の停電が発生したとき、前記燃料電池の燃料極に燃料を継続して供給し且つ前記燃料電池の酸化剤極に酸化剤を継続して供給することにより、前記燃料電池の発電運転

50

を継続させつつ、前記燃料電池の前記酸化剤極を乾き方向に移行させる工程を実施する燃料電池システムの運転制御方法。フラッシングが抑制される。

【 0 1 1 8 】

〔付記項 1 5〕燃料電池の発電運転を継続させる工程と、前記燃料電池の発電運転を停止指令が出力されたとき、前記燃料電池の前記酸化剤極を乾き方向に移行させる工程を実施する燃料電池システムの運転制御方法。フラッシングが抑制される。酸化剤ガスを燃料電池に供給できる。

【 0 1 1 9 】

〔付記項 1 6〕燃料電池と、燃料を燃料電池の燃料極に供給する燃料供給系と、酸化剤を燃料電池の酸化剤極に供給する酸化剤供給系と、制御装置とを具備する燃料電池システムにおいて、制御装置は、燃料電池の発電運転を終了させる終了指令が出力されるとき、または、商用電源の停電が発生したとき、燃料電池の燃料極に燃料を継続して供給し且つ燃料電池の酸化剤極に酸化剤を継続して供給することにより、燃料電池の発電運転を継続させつつ、終了指令出力時（通常発電運転時）、または、停電発生時における流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを燃料電池の酸化剤極に供給することにより、燃料電池の酸化剤極の内部を掃気させる掃気処理を実施し、制御装置は、掃気処理において、燃料電池が発電できる電流範囲の下限値と上限値との間の中間値よりも小さな電流値に燃料電池の発電電流値を維持させる燃料システム。

10

【 0 1 2 0 】

〔付記項 1 7〕燃料極および酸化剤極を有する燃料電池を含む燃料電池システムを用意する工程と、前記燃料電池システムの前記燃料電池の発電運転を継続する工程と、前記燃料電池の発電運転を終了させる終了指令が出力されたとき、前記燃料電池の前記燃料極に燃料を継続して供給し且つ前記燃料電池の前記酸化剤極に酸化剤ガスを継続して供給することにより、前記燃料電池の発電運転を継続させつつ、終了指令出力時における流量よりも大きい流量の酸化剤ガスを前記燃料電池の前記酸化剤極に供給することにより、前記燃料電池の前記酸化剤極の内部を掃気させる掃気工程とを実施する燃料電池システムの運転制御方法。

20

【産業上の利用可能性】

【 0 1 2 1 】

本発明は例えば定置用、車両用、電気機器用、電子機器用、携帯用、可搬用の燃料電池システムに利用することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 2 】

【図 1】実施形態 1 に係り、燃料電池システムを示す図である。

【図 2】別の実施形態に係り、スタックが発電できる電流範囲の下限値 I_{min} と上限値 I_{max} との関係を示すグラフである。

【図 3】別の実施形態に係り、スタックの電流と電圧との関係を模式的に示すグラフである。

【図 4】実施形態に係り、制御装置が実行するフローチャートである。

【図 5】他の実施形態に係り、制御装置が実行するフローチャートである。

40

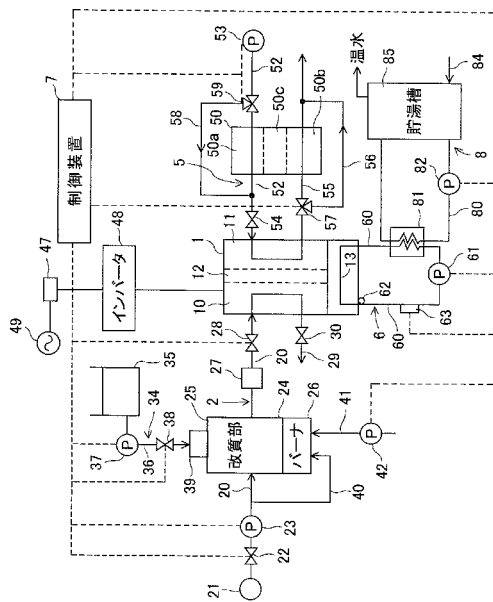
【符号の説明】

【 0 1 2 3 】

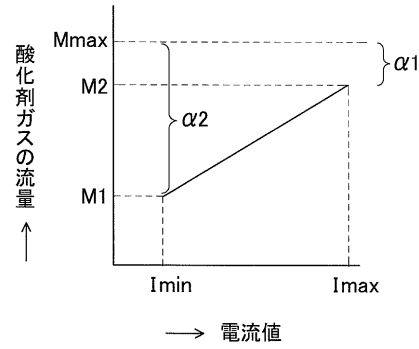
1 はスタック（燃料電池）、10 は燃料極、11 は酸化剤極、13 は冷媒通路、2 は燃料供給系、22 は燃料バルブ、23 は燃料ポンプ、24 は改質器、25 は改質部、26 はバーナ、28 は入口バルブ、30 は出口バルブ、34 は改質水系、36 は改質水通路、37 は水ポンプ、38 は水バルブ、39 は蒸発部、42 はポンプ、49 は商用電源、5 は酸化剤供給系、50 は加湿器、50a は加湿路、50b は吸湿路、50c は水分保持部材、52 は酸化剤供給通路、53 は酸化剤ポンプ、54 は入口バルブ、55 は酸化剤吐出通路、56 は迂回路、57 は迂回バルブ、6 は冷却系、61 は冷媒ポンプ、62 は温度センサ、7 は制御装置を示す。

50

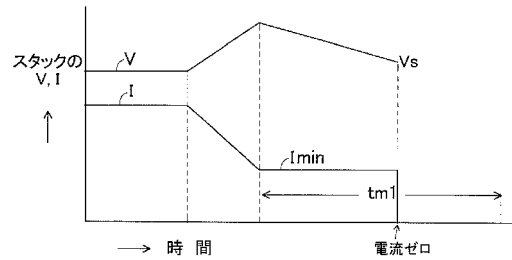
【 図 1 】



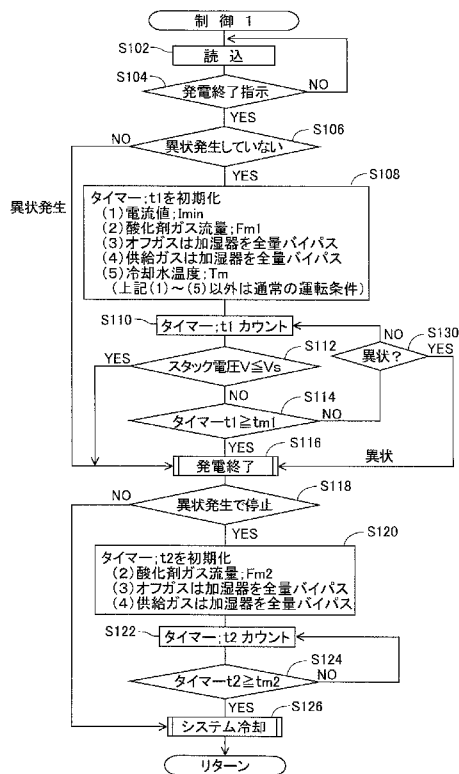
【 図 2 】



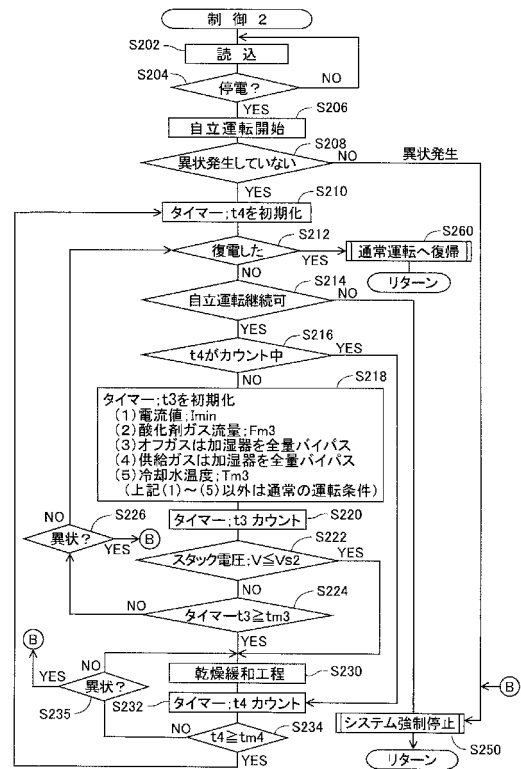
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H027 AA06 BC20 KK22 KK48 KK52 KK54 KK56 MM02 MM16