

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4200576号
(P4200576)

(45) 発行日 平成20年12月24日(2008.12.24)

(24) 登録日 平成20年10月17日(2008.10.17)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 K
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/04 T
	HO 1 M 8/04 A
	HO 1 M 8/04 Z
	HO 1 M 8/10

請求項の数 20 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願平11-44200	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成11年2月23日(1999.2.23)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2000-243418(P2000-243418A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成12年9月8日(2000.9.8)	(74) 代理人	100075258
審査請求日	平成17年12月7日(2005.12.7)		弁理士 吉田 研二
前置審査		(74) 代理人	100096976
			弁理士 石田 純
		(72) 発明者	野々部 康宏
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	原 賢一
		(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)	H01M 8/04-8/06, 8/10

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、

前記燃料電池に酸素を含有する酸化ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該酸化ガスの圧力を調整する酸化ガス供給手段と、

前記燃料電池に水素を含有する燃料ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料ガスの圧力を調整する燃料ガス供給手段と、

前記燃料電池に供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスを加湿する加湿手段と、

前記燃料電池から出力される電圧を検出する電圧検出手段と、

前記燃料電池に供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量を変更するガス供給量変更手段と、

該ガス供給量変更手段により前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量に変更されたときの前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量の変更前後での、前記電圧検出手段により検出される電圧値の変化に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段と、

前記燃料電池から出力される電流を検出する電流検出手段と、を備え、

前記加湿状態判定手段は、前記ガス供給量変更手段により前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量が増加されたときであって前記電流検出手段により検出された電流の値が所定値のときの、微小時間経過の前後である前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量の増加前後での、前記電圧検出手段により検出された電圧の値の変化の大小に基づいて前記電解質膜の

加湿状態を判定する手段である燃料電池システム。

【請求項 2】

電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、

前記燃料電池に酸素を含有する酸化ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該酸化ガスの圧力を調整する酸化ガス供給手段と、

前記燃料電池に供給される前記酸化ガスを加湿する酸化ガス加湿手段と、

前記燃料電池から出力される電圧を検出する電圧検出手段と、

前記燃料電池に供給される前記酸化ガスの供給量を変更する酸化ガス供給量変更手段と

、

該酸化ガス供給量変更手段により酸化ガスの供給量が増加される前に前記電圧検出手段により検出された電圧が、該酸化ガス供給量変更手段により酸化ガスの供給量が増加された後に該電圧検出手段により検出された電圧より大きいときに前記電解質膜の加湿不足と判定する加湿状態判定手段と、を備える燃料電池システム。

【請求項 3】

電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、

前記燃料電池に酸素を含有する酸化ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該酸化ガスの圧力を調整する酸化ガス供給手段と、

前記燃料電池に供給される前記酸化ガスを加湿する酸化ガス加湿手段と、

前記燃料電池を構成する各単電池または同数の単電池からなる各電池モジュールの電圧を検出する電圧検出手段と、

前記燃料電池に供給される前記酸化ガスの供給量を変更する酸化ガス供給量変更手段と

、

該酸化ガス供給量変更手段により酸化ガスの供給量が増加される前に前記電圧検出手段により検出された各単電池または各電池モジュールの電圧値のパラツキを表す分散が、該酸化ガス供給量変更手段により酸化ガスの供給量が増加された後に該電圧検出手段により検出された各単電池または各電池モジュールの電圧値のパラツキを表す分散より大きいときに前記電解質膜の加湿過剰と判定する加湿状態判定手段と、を備える燃料電池システム。

【請求項 4】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記燃料電池に供給される酸化ガスまたは燃料ガスの加湿を制御する加湿制御手段を備える請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記加湿手段による前記酸化ガスまたは燃料ガスの加湿量を増加する手段である請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記酸化ガス加湿手段による前記酸化ガスの加湿量を増加する手段である請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記燃料電池に接続された酸化ガスまたは燃料ガスの排出管に取り付けられた圧力調節バルブのしめ込みにより前記燃料電池へ供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスの圧力を増加する手段である請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池システム。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池システムであって、
前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段と、
前記燃料電池の運転温度を制御する運転温度制御手段と、を備え、
前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記運
転温度制御手段による前記燃料電池の運転温度を低下させる手段である燃料電池システム
。

【請求項 9】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、
前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記酸
化ガス供給手段または前記燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段による前記燃
料電池への前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量を低減する手段である、請求項 1 または
請求項 2 記載の燃料電池システム。

10

【請求項 10】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記
加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記加湿手
段による前記酸化ガスまたは燃料ガスの加湿量を低減する手段である請求項 1 記載の燃料電
池システム。

【請求項 11】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記
加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記酸化ガス
加湿手段による前記酸化ガスの加湿量を低減する手段である請求項 3 記載の燃料電池シス
テム。

20

【請求項 12】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、
前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記燃
料電池に接続された酸化ガスまたは燃料ガスの排出管に取り付けられた圧力調節バルブの
開きにより前記燃料電池へ供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスの圧力を低下させる手
段である請求項 1 または請求項 3 記載の燃料電池システム。

【請求項 13】

請求項 1 または請求項 3 記載の燃料電池システムであって、
前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段と、
前記燃料電池の運転温度を制御する運転温度制御手段と、を備え、
前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記運
転温度制御手段による前記燃料電池の運転温度を上昇させる手段である燃料電池システ
ム。

30

【請求項 14】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、
前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記酸
化ガス供給手段または前記燃料ガス供給手段による前記燃料電池への前記酸化ガスまたは
燃料ガスの供給量を増加する手段である請求項 1 記載の燃料電池システム。

40

【請求項 15】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、
前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記酸
化ガス供給手段による前記燃料電池への前記酸化ガスの供給量を増加する手段である請
求項 3 記載の燃料電池システム。

【請求項 16】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記燃料電池に供給される酸化ガスまたは
燃料ガスの加湿を制御する加湿制御手段と、
前記加湿制御手段による前記酸化ガスまたは燃料ガスの加湿制御を所定時間行ったにも

50

拘わらず前記加湿状態判定手段により加湿不足または加湿過剰と判定されたときに、前記燃料電池システムの異常を検出する異常検出手段と、を備える請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 17】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記燃料電池に供給される酸化ガスの加湿を制御する加湿制御手段と、

前記加湿制御手段による前記酸化ガスの加湿制御を所定時間行ったにも拘わらず前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたときに、前記燃料電池システムの異常を検出する異常検出手段と、を備える請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 18】

前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記燃料電池に供給される酸化ガスの加湿を制御する加湿制御手段と、

前記加湿制御手段による前記酸化ガスの加湿制御を所定時間行ったにも拘わらず前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたときに、前記燃料電池システムの異常を検出する異常検出手段と、を備える請求項 3 に記載の燃料電池システム。

【請求項 19】

前記異常検出手段により異常を検出したとき、該異常を出力する異常出力手段を備える請求項 16 から請求項 18 のいずれか 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 20】

前記異常検出手段により異常を検出したとき、前記燃料電池システムの運転を停止する異常時運転停止手段を備える請求項 16 から請求項 19 のいずれか 1 に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池システムに関し、詳しくは、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種の燃料電池システムとしては、固体高分子型の燃料電池の温度と燃料電池から出力される電圧とに基づいて電解質膜に含まれる水分量の不足を判定するものや、燃料電池の温度と燃料電池から出力される電圧の変化量をパラメータとして導出される電流閾値と燃料電池から出力される電流とに基づいて電解質膜に含まれる水分量の不足を判定するものが提案されている（例えば、特開平 7 - 272736 号公報など）。このシステムでは、燃料電池の反応温度と燃料電池から出力される電圧の許容最低電圧との関係のテーブルを用いて検出した燃料電池の反応温度から対応する許容最低電圧を導出し、これを閾値として燃料電池から出力される電圧と比較し、電圧が閾値より小さいときに電解質膜に含まれる水分量が不足していると判定している。また、このシステムでは、燃料電池の温度と燃料電池から出力される電圧の変化量をパラメータとして最大許容電流値を閾値として導出し、この閾値と燃料電池から出力される電流とを比較し、電流が閾値より大きいときに電解質膜に含まれる水分量が不足していると判定している。そして、このシステムでは、電解質膜に含まれる水分量が不足していると判定されたときには、負荷に供給する電流を制限している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の燃料電池システムでは、電解質膜の水分量が燃料電池の温度や燃料ガスの圧力、燃料ガスの供給量などの影響を大きく受けることから、電解質膜の水分量の判定の精度が低くなるという問題があった。また、上述の燃料電池システムでは、電解質膜の水分量が不足していると判定されたときには負荷に供給する電流を制限して電解質

10

20

30

40

50

膜をその破損から保護しているが、電解質膜の水分量を適切な範囲にすることができないという問題もあった。

【0004】

本発明の燃料電池システムは、電解質膜の加湿状態をより正確に判定することを目的の一つとする。また、本発明の燃料電池システムは、電解質膜の加湿状態が適正な範囲になるよう調節することを目的の一つとする。さらに、本発明の燃料電池システムは、電解質膜の加湿状態を適正な範囲に調節できないときに異常として判定すると共にこの異常を判定したときには電解質膜をその破損から保護することをも目的の一つとする。

【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明の燃料電池システムは、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

【0006】

【0007】

【0008】

【0009】

【0010】

本発明の第1の燃料電池システムは、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池に酸素を含有する酸化ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該酸化ガスの圧力を調整する酸化ガス供給手段と、前記燃料電池に水素を含有する燃料ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該燃料ガスの圧力を調整する燃料ガス供給手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスを加湿する加湿手段と、前記燃料電池から出力される電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量を変更するガス供給量変更手段と、該ガス供給量変更手段により前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量が増えられたときの前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量の変更前後での、前記電圧検出手段により検出される電圧値の変化に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段と、前記燃料電池から出力される電流を検出する電流検出手段と、を備え、前記加湿状態判定手段は、前記ガス供給量変更手段により前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量が増えられたときであって前記電流検出手段により検出された電流の値が所定値のときの、微小時間経過の前後である前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量の増加前後での、前記電圧検出手段により検出された電圧の値の変化の大小に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する手段であることを要旨とする。

【0011】

この本発明の第1の燃料電池システムでは、加湿状態判定手段が、ガス供給量変更手段により燃料電池への酸化ガスまたは燃料ガスの供給量が増えられたときの電圧検出手段により検出される燃料電池から出力される電圧に基づいて電解質膜の加湿状態を判定する。この判定は、燃料電池への酸化ガスまたは燃料ガスの供給量の変更が電解質膜の加湿状態に影響を与えることに基づく。

【0012】

こうした本発明の燃料電池システムによれば、電解質膜の加湿状態に影響を与える因子である燃料電池への酸化ガスまたは燃料ガスの供給量と電圧とに基づいて判定するから、電解質膜の加湿状態をより正確に判定することができる。

【0013】

この発明の第1の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段は、前記ガス供給量変更手段により前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量が増えられたときであって前記電流検出手段により検出された電流の値が所定値のときの前記電圧検出手段により検出された電圧の値の時間変化に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する手段であるものとすることもできる。こうすれば、同一の電流のときの電圧の時間変化に基づいて判定されるから、より正確に電解質膜の加湿状態を判定することができる。この態様の本発明の第1

10

20

30

40

50

の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段は、前記時間変化が所定範囲を上回るときに前記電解質膜は加湿過剰と判定し、前記時間変化が前記所定範囲を下回るときに前記電解質膜は加湿不足と判定する手段であるものとすることもできる。

【0014】

本発明から外れる燃料電池システムの第1の構成は、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池に酸素を含有する酸化ガスまたは水素を含有する燃料ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該酸化ガスまたは燃料ガスの圧力を調整するガス供給手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスを加湿する加湿手段と、前記燃料電池から出力される電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量を変更するガス供給量変更手段と、該ガス供給量変更手段により酸化ガスまたは燃料ガスの供給量に変更される前後に前記電圧検出手段により検出される電圧値の変化に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備えることを要旨とする。

10

【0015】

この本発明から外れる燃料電池システムの第1の構成では、加湿状態判定手段が、ガス供給量変更手段により燃料電池への酸化ガスまたは燃料ガスの供給量に変更される前後に電圧検出手段により検出される燃料電池から出力される電圧値の変化に基づいて電解質膜の加湿状態を判定する。この判定は、燃料電池への酸化ガスまたは燃料ガスの供給量の変更が電解質膜の加湿状態に影響を与えることに基づく。

20

【0016】

こうした本発明から外れる燃料電池システムの第1の構成によれば、電解質膜の加湿状態に影響を与える因子である燃料電池への酸化ガスまたは燃料ガスの供給量と電圧値の変化とに基づいて判定するから、電解質膜の加湿状態をより正確に判定することができる。

【0017】

本発明の第2の燃料電池システムは、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池に酸素を含有する酸化ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該酸化ガスの圧力を調整する酸化ガス供給手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスを加湿する酸化ガス加湿手段と、前記燃料電池から出力される電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスの供給量を変更する酸化ガス供給量変更手段と、該酸化ガス供給量変更手段により酸化ガスの供給量が増加される前に前記電圧検出手段により検出された電圧が、該酸化ガス供給量変更手段により酸化ガスの供給量が増加された後に該電圧検出手段により検出された電圧より大きいときに加湿不足と判定する加湿状態判定手段と、を備える燃料電池システムである。

30

【0018】

本発明から外れる燃料電池システムの第2の構成は、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池に酸素を含有する酸化ガスまたは水素を含有する燃料ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該酸化ガスまたは燃料ガスの圧力を調整するガス供給手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスを加湿する加湿手段と、前記燃料電池を構成する各単電池または同数の単電池からなる各電池モジュールの電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量を変更するガス供給量変更手段と、該ガス供給量変更手段により酸化ガスまたは燃料ガスの供給量に変更される前後での前記電圧検出手段により検出される各単電池または各電池モジュールの電圧値のバラツキを表す分散の変化に基づいて前記電解質膜の加湿状態を判定する加湿状態判定手段とを備えることを要旨とする。

40

【0019】

この本発明から外れる燃料電池システムの第2の構成では、加湿状態判定手段が、ガス供給量変更手段により燃料電池への酸化ガスまたは燃料ガスの供給量に変更される前後に

50

電圧検出手段により検出される燃料電池を構成する各単電池または各電池モジュールの電圧値のバラツキを表す分散の変化に基づいて電解質膜の加湿状態を判定する。この判定は、燃料電池への酸化ガスまたは燃料ガスの供給量の変更が電解質膜の加湿状態に影響を与えること及び電解質膜の加湿状態が各単電池や各電池モジュールの電圧のバラツキとして表われることに基づく。

【0020】

こうした本発明から外れる燃料電池システムの第2の構成によれば、電解質膜の加湿状態に影響を与える因子である燃料電池への酸化ガスまたは燃料ガスの供給量と電解質膜の加湿状態を反映する各単電池または各電池モジュールの電圧とに基づいて判定するから、電解質膜の加湿状態をより正確に判定することができる。

10

【0021】

本発明の第3の燃料電池システムは、電解質膜と該電解質膜を挟持する二つの電極とを有する単電池を積層してなる固体高分子型の燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池に酸素を含有する酸化ガスを供給すると共に該燃料電池へ供給する該酸化ガスの圧力を調整する酸化ガス供給手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスを加湿する酸化ガス加湿手段と、前記燃料電池を構成する各単電池または同数の単電池からなる各電池モジュールの電圧を検出する電圧検出手段と、前記燃料電池に供給される前記酸化ガスの供給量を変更する酸化ガス供給量変更手段と、該酸化ガス供給量変更手段により酸化ガスの供給量が増加される前に前記電圧検出手段により検出された各単電池または各電池モジュールの電圧値のバラツキを表す分散が、該酸化ガス供給量変更手段により酸化ガスの供給量が増加された後に該電圧検出手段により検出された各単電池または各電池モジュールの電圧値のバラツキを表す分散より大きいときに加湿過剰と判定する加湿状態判定手段と、を備える燃料電池システムである。

20

【0022】

これら各態様を含め本発明の第1ないし第3の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記燃料電池に供給される酸化ガスまたは燃料ガスの加湿を制御する加湿制御手段を備えるものとすることもできる。こうすれば、電解質膜の加湿状態に基づいて電解質膜の加湿状態を調節することができる。

【0023】

本発明の第1の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記加湿手段による前記酸化ガスまたは燃料ガスの加湿量を増加する手段であるものとすることもできる。また、本発明の第2の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記酸化ガス加湿手段による前記酸化ガスの加湿量を増加する手段であるものとすることもできる。こうすれば、電解質膜の加湿不足を解消することができる。

30

【0024】

また、本発明の第1または第2の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、燃料電池に接続された酸化ガスまたは燃料ガスの排出管に取り付けられた圧力調節バルブのしめ込みにより前記燃料電池へ供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスの圧力を増加する手段であるものとすることもできる。こうすれば、酸化ガスまたは燃料ガスの圧力の増加に伴って酸化ガスまたは燃料ガス中の水蒸気圧も増加するから、電解質膜の加湿不足を解消することができる。

40

【0025】

さらに、本発明の第1または第2の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段と、前記燃料電池の運転温度を制御する運転温度制御手段とを備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記運転温度制御手段による前記燃料電池の運転温度を低下させる

50

手段であるものとすることもできる。こうすれば、燃料電池の運転温度の低下により酸化ガスまたは燃料ガスの温度も低下し、これに伴って酸化ガスまたは燃料ガス中の水蒸気圧が高くなるから、電解質膜の加湿不足を解消することができる。

【0026】

あるいは、本発明の第1または第2の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたとき、前記ガス供給手段または前記酸化ガス供給手段による前記燃料電池への前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量を低減する手段であるものとすることもできる。こうすれば、酸化ガスまたは燃料ガスの供給量の低減に伴って電解質膜の水分の蒸発が抑制されるから、電解質膜の加湿不足を解消することができる。

10

【0027】

本発明の第1の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記加湿手段による前記酸化ガスまたは燃料ガスの加湿量を低減する手段であるものとすることもできる。また、本発明の第3の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記酸化ガス加湿手段による前記酸化ガスの加湿量を低減する手段であるものとすることもできる。こうすれば、電解質膜の加湿過剰を解消することができる。

20

【0028】

また、本発明の第1または第3の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、燃料電池に接続された酸化ガスまたは燃料ガスの排出管に取り付けられた圧力調節バルブの開きにより前記燃料電池へ供給される前記酸化ガスまたは燃料ガスの圧力を低下させる手段であるものとすることもできる。こうすれば、酸化ガスまたは燃料ガスの圧力の低下に伴って酸化ガスまたは燃料ガス中の水蒸気圧も低下するから、電解質膜の加湿過剰を解消することができる。

【0029】

さらに、本発明の第1または第3の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段と、前記燃料電池の運転温度を制御する運転温度制御手段とを備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記運転温度制御手段による前記燃料電池の運転温度を上昇させる手段であるものとすることもできる。こうすれば、燃料電池の運転温度の上昇により酸化ガスまたは燃料ガスの温度も上昇し、これに伴って酸化ガスまたは燃料ガス中の水蒸気圧が低くなるから、電解質膜の加湿過剰を解消することができる。

30

【0030】

あるいは、本発明の第1の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記酸化ガス供給手段または前記燃料ガス供給手段による前記燃料電池への前記酸化ガスまたは燃料ガスの供給量を増加する手段であるものとすることもできる。また、本発明の第3の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて加湿を制御する加湿制御手段を備え、前記加湿制御手段は、前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたとき、前記酸化ガス供給手段による前記燃料電池への前記酸化ガスの供給量を増加する手段であるものとすることもできる。こうすれば、酸化ガスまたは燃料ガスの供給量の増加に伴って電解質膜の水分の蒸発が促進されるから、電解質膜の加湿過剰を解消することができる。

40

【0031】

これら各態様を含め、本発明の第1の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記燃料電池に供給される酸化ガスまたは燃料ガスの加湿を制御

50

する加湿制御手段と、前記加湿制御手段による前記酸化ガスまたは燃料ガスの加湿制御を所定時間行なったにも拘わらず前記加湿状態判定手段により加湿不足または加湿過剰と判定されたときに、前記燃料電池システムの異常を検出する異常検出手段とを備えるものとする。また、本発明の第2の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記燃料電池に供給される酸化ガスの加湿を制御する加湿制御手段と、前記加湿制御手段による前記酸化ガスの加湿制御を所定時間行なったにも拘わらず前記加湿状態判定手段により加湿不足と判定されたときに、前記燃料電池システムの異常を検出する異常検出手段とを備えるものとする。また、本発明の第3の燃料電池システムにおいて、前記加湿状態判定手段による判定に基づいて前記燃料電池に供給される酸化ガスの加湿を制御する加湿制御手段と、前記加湿制御手段による前記酸化ガスの加湿制御を所定時間行なったにも拘わらず前記加湿状態判定手段により加湿過剰と判定されたときに、前記燃料電池システムの異常を検出する異常検出手段とを備えるものとする。こうすれば、燃料電池の異常を検出することができる。この態様の本発明の第1ないし第3の燃料電池システムにおいて、前記異常検出手段により異常を検出したとき、該異常を出力する異常出力手段を備えるものとする。こうすれば、操作者は燃料電池に異常が発生したのを迅速に知ることができる。こうした異常検出手段を備える本発明の第1ないし第3の燃料電池システムにおいて、前記異常検出手段により異常を検出したとき、前記燃料電池システムの運転を停止する異常時運転停止手段を備えるものとする。こうすれば、異常に運転を継続することにより生じる可能性のある燃料電池の破損等を防止することができる。

10

20

【0032】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である燃料電池システムの構成の概略を示す構成図である。図示するように、実施例の燃料電池システム20は、水素を含有する燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置22と、この燃料ガス供給装置22から供給される燃料ガスを加湿する燃料ガス加湿器23と、酸素を含有する酸化ガス（例えば、空気）を供給する酸化ガス供給装置24と、この酸化ガス供給装置24から供給される酸化ガスを加湿する酸化ガス加湿器25と、燃料ガスと酸化ガスとの供給を受けて発電する固体高分子型の燃料電池30と、燃料電池30を冷却する冷却装置50と、燃料電池システム20の運転をコントロールする電子制御ユニット60とを備える。

30

【0033】

燃料ガス供給装置22は、水素を含有する燃料ガスを供給する装置であり、例えば、メタノールやメタンなどの炭化水素系の燃料を改質して水素リッチな燃料ガスを供給する改質器としてもよく、水素を含有する燃料ガスを貯蔵する燃料ガス貯蔵タンクとしてもよい。酸化ガス供給装置24は、酸素を含有する酸化ガスを供給する装置であり、単に空気を供給するエアポンプとしてもよく、空気以外の酸化ガスを貯蔵する酸化ガス貯蔵タンクとしてもよい。なお、燃料ガス供給装置22および酸化ガス供給装置24は、信号ラインで電子制御ユニット60に接続されており、電子制御ユニット60によって燃料ガスの供給量や酸化ガスの供給量が制御されるようになっている。

40

【0034】

燃料ガス加湿器23および酸化ガス加湿器25は、水タンク26から汲み上げた水を気化させて燃料ガスや酸化ガスに供給する加湿器である。この燃料ガス加湿器23および酸化ガス加湿器25は、信号ラインで電子制御ユニット60に接続されており、電子制御ユニット60によって燃料ガスの加湿量や酸化ガスの加湿量が制御されるようになっている。

【0035】

燃料電池30は、単電池31を複数積層して構成される固体高分子型の燃料電池である。図2に燃料電池30を構成する単電池31の概略構成を示す。図示するように、単電池31は、フッ素系樹脂などの高分子材料により形成されたプロトン導電性の膜体である電

50

解質膜 3 2 と、白金または白金と他の金属からなる合金の触媒が練り込められたカーボンクロスにより形成され触媒が練り込められた面で電解質膜 3 2 を挟持してサンドイッチ構造を構成するガス拡散電極としてのアノード 3 3 およびカソード 3 4 と、このサンドイッチ構造を両側から挟みつつアノード 3 3 およびカソード 3 4 とで燃料ガスや酸化ガスの流路 3 6 , 3 7 を形成すると共に隣接する単電池 3 1 との間の隔壁をなす 2 つのセパレータ 3 5 とにより構成されている。

【 0 0 3 6 】

燃料電池 3 0 には、燃料電池 3 0 から出力される電圧 V を検出する電圧計 4 0 や燃料電池 3 0 から出力される電流 I を検出する電流計 4 2 , 燃料電池 3 0 の温度を検出する燃料電池温度センサ 4 4 , 燃料ガスおよび酸化ガスのガス圧 P を検出する圧力センサ 4 6 , 燃料電池 3 0 の抵抗値を検出する抵抗値検出器 4 8 などが取り付けられている。これらのセンサは信号ラインにより電子制御ユニット 6 0 に接続されている。ここで、燃料電池 3 0 の抵抗値を検出するものとしては、燃料電池 3 0 の出力端子に交流電圧を作用させたときの電流値から求めるものなどが知られている。燃料電池 3 0 の抵抗は、前述の燃料電池 3 0 の構成から判断すると、アノード 3 3 やカソード 3 4 , セパレータ 3 5 の抵抗と、電解質膜 3 2 のプロトン導電性に基づく抵抗とに大別される。アノード 3 3 やカソード 3 4 , セパレータ 3 5 は導電性材料により形成されているから、加湿されているか否かによってはその抵抗値を変化させない。一方、電解質膜 3 2 は、湿潤状態であるか否かによってプロトン導電性が著しく変化する。したがって、燃料電池 3 0 の抵抗値は、電解質膜 3 2 の保湿状態を反映することになる。

【 0 0 3 7 】

燃料電池 3 0 の燃料ガスおよび酸化ガスの排出管には、それぞれ圧力調節バルブ 2 7 , 2 8 が取り付けられており、燃料電池 3 0 内の燃料ガスや酸化ガスのガス圧を調節できるようになっている。なお、圧力調節バルブ 2 7 , 2 8 の各アクチュエータ 2 7 a , 2 8 a は信号ラインにより電子制御ユニット 6 0 に接続されており、電子制御ユニット 6 0 による駆動制御を受ける。

【 0 0 3 8 】

冷却装置 5 0 は、燃料電池 3 0 内部に備えられている冷却板と、この冷却板に形成された冷却水の流路と共に循環管路を形成する冷却水管路 5 2 と、冷却水管路 5 2 に取り付けられ外気との熱交換により冷却水を冷却する熱交換器 5 6 と、冷却水を循環管路に循環させる冷却水用ポンプ 5 4 と、冷却水管路 5 2 の燃料電池 3 0 の出口付近における冷却水の温度を検出する冷却水温度センサ 5 8 とを備える。冷却水用ポンプ 5 4 と冷却水温度センサ 5 8 は信号ラインにより電子制御ユニット 6 0 に接続されており、燃料電池 3 0 の冷却の制御が電子制御ユニット 6 0 によって行われるようになっている。即ち、冷却水温度センサ 5 8 により検出される冷却水の温度に基づいて冷却水ポンプ 5 4 が駆動され、冷却水の循環流量の制御がなされるのである。

【 0 0 3 9 】

電子制御ユニット 6 0 は、CPU 6 2 を中心として構成されたワンチップマイクロプロセッサとして構成されており、処理プログラムを記憶した ROM 6 4 と、一時的にデータを記憶する RAM 6 6 と、入出力ポート (図示せず) とを備える。この電子制御ユニット 6 0 には、図示しない流量計や温度計などからの燃料ガス供給装置 2 2 や酸化ガス供給装置 2 4 から供給される燃料ガスや酸化ガスの供給量や温度、燃料ガス加湿器 2 3 や酸化ガス供給装置 2 4 の運転状態、電圧計 4 0 からの燃料電池 3 0 から出力される電圧 V , 電流計 4 2 からの燃料電池 3 0 から出力される電流 I , 燃料電池温度センサ 4 4 からの燃料電池の温度、圧力センサ 4 6 からの燃料電池 3 0 の燃料ガスや酸化ガスのガス圧 P , 抵抗値検出器 4 8 からの燃料電池 3 0 の抵抗、冷却水温度センサ 5 8 からの冷却水の温度などが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット 6 0 からは、燃料ガス供給装置 2 2 や酸化ガス供給装置 2 4 への駆動信号、燃料ガス加湿器 2 3 や酸化ガス加湿器 2 5 への駆動信号、冷却水用ポンプ 5 4 への駆動信号、インジケータ 6 8 への点灯信号などが出力ポートを介して出力されている。

【 0 0 4 0 】

次に、こうして構成された燃料電池システム 20 の動作、特に燃料電池 30 の加湿の制御について説明する。図 3 は、実施例の燃料電池システム 20 の電子制御ユニット 60 により実行される加湿制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、燃料電池システム 20 が始動された直後からその運転が停止されるまで所定時間毎に繰り返し実行される。

【 0 0 4 1 】

この加湿制御ルーチンが実行されると、CPU 62 は、まず電解質膜 32 の加湿状態を判定する処理を実行する（ステップ S 100）。この判定処理は、図 4 ないし図 7 に例示する加湿状態判定処理ルーチンにより行なわれるが、これらの判定処理の詳細な説明については後述する。なお、この判定処理では、「適正加湿」と「加湿不足」と「加湿過剰」とが結果として出力される。

10

【 0 0 4 2 】

この加湿状態の判定処理による判定が「適正加湿」であるときにはカウンタ C 1 と C 2 とをリセットし（ステップ S 102 ~ S 106 ）、「加湿不足」のときには電解質膜 32 の加湿不足を解消する処理を実行すると共にカウンタ C 1 をインクリメントし（ステップ S 108 , S 110 ）、「加湿過剰」のときには電解質膜 32 の加湿過剰を解消する処理を実行すると共にカウンタ C 2 をインクリメントする（ステップ S 112 , S 114 ）。

【 0 0 4 3 】

ここで、電解質膜 32 の加湿不足を解消する処理としては、燃料ガス加湿器 23 や酸化ガス加湿器 25 による燃料ガスや酸化ガスの加湿量を増加する処理や圧力調節バルブ 27 , 28 を締め込んで燃料電池 30 内の燃料ガスや酸化ガスのガス圧 P を高くする処理、冷却装置 50 の冷却水用ポンプ 54 による冷却水の循環流量を増やして燃料電池 30 の運転温度を低くする処理、燃料ガス供給装置 22 や酸化ガス供給装置 24 から燃料電池 30 に供給される燃料ガスや酸化ガスの供給量を低減する処理などを行なうのである。これらの処理のうち、燃料ガスや酸化ガスの加湿量を増加する処理は燃料ガスや酸化ガスの加湿量を増加することにより直接的に電解質膜 32 の加湿不足を解消するものであり、燃料ガスや酸化ガスのガス圧 P を高くする処理はガス圧の増加に伴って燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧も増加することに基づいて電解質膜 32 の加湿不足を解消するものであり、燃料電池 30 の運転温度を低くする処理は燃料電池 30 の運転温度の低下により燃料ガスや酸化ガスの温度も低下し、これに伴って燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧が高くなることに基づいて電解質膜 32 の加湿不足を解消するものであり、燃料ガスや酸化ガスの供給量を低減する処理は燃料ガスや酸化ガスの供給量の低減に伴って電解質膜 32 の水分の蒸発が抑制されることに基づいて電解質膜 32 の加湿不足を解消するものである。このように電解質膜 32 の加湿不足を解消する処理は複数あるが、これらの処理のうちの一つを行なうものとしてもよく、複数を組み合わせて行なうものとしてもよい。また、これらの処理の一つ又は複数を加湿制御ルーチンが実行される毎に順次代えて行なうものとしてもよい。

20

30

【 0 0 4 4 】

また、電解質膜 32 の加湿過剰を解消する処理としては、燃料ガス加湿器 23 や酸化ガス加湿器 25 による燃料ガスや酸化ガスの加湿量を低減する処理や圧力調節バルブ 27 , 28 を開いて燃料電池 30 内の燃料ガスや酸化ガスのガス圧 P を低くする処理、冷却装置 50 の冷却水用ポンプ 54 による冷却水の循環流量を減らして燃料電池 30 の運転温度を高くする処理、燃料ガス供給装置 22 や酸化ガス供給装置 24 から燃料電池 30 に供給される燃料ガスや酸化ガスの供給量を増加する処理などを行なうのである。これらの処理のうち、燃料ガスや酸化ガスの加湿量を低減する処理は燃料ガスや酸化ガスの加湿量を低減することにより直接的に電解質膜 32 の加湿過剰を解消するものであり、燃料ガスや酸化ガスのガス圧 P を低くする処理はガス圧の低下に伴って燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧も低下することに基づいて電解質膜 32 の加湿過剰を解消するものであり、燃料電池 30 の運転温度を高くする処理は燃料電池 32 の運転温度の上昇により燃料ガスや酸化ガス

40

50

の温度も上昇し、これに伴って燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧が低くなることに基づいて電解質膜 3 2 の加湿不足を解消するものであり、燃料ガスや酸化ガスの供給量を増加する処理は燃料ガスや酸化ガスの供給量の増加に伴って電解質膜 3 2 の水分の蒸発が促進されることに基づいて電解質膜 3 2 の加湿過剰を解消するものである。このように電解質膜 3 2 の加湿過剰を解消する処理も複数あるが、これらの処理のうちの一つを行なうものとしてもよく、複数を組み合わせて行なうものとしてもよい。また、これらの処理の一つ又は複数を加湿制御ルーチンが実行される毎に順次代えて行なうものとしてもよい。

【 0 0 4 5 】

カウンタ C 1 は、図 3 の加湿制御ルーチンが繰り返して実行されたときに電解質膜 3 2 の加湿不足を解消する処理を続けて行なったときにインクリメントされるものであり、加湿不足を解消する処理の連続処理回数をカウントする。カウンタ C 2 は、電解質膜 3 2 の加湿過剰を解消する処理の連続処理回数をカウントするものである。

10

【 0 0 4 6 】

このように電解質膜 3 2 の加湿状態の判定結果に基づいて加湿不足や加湿過剰を解消する処理などを行なうと、CPU 6 2 はカウンタ C 1 , C 2 のいずれかが閾値 C r e f 以上になっていないかを判定する(ステップ S 1 1 6)。閾値 C r e f は、電解質膜 3 2 の加湿不足や加湿過剰を解消するための処理を充分行なったと判断するのに要する時間や処理の回数に基づいて設定されるものである。したがって、カウンタ C 1 , C 2 のいずれかが閾値 C r e f 以上のときには、燃料電池システム 2 0 に異常が発生していると判断し、異常を操作者に知らせるためにインジケータ 6 8 を点灯し(ステップ S 1 1 8)、燃料電池 3 0 などの保護のために燃料電池システム 2 0 の運転を停止して(ステップ S 1 2 0)、本ルーチンを終了する。なお、カウンタ C 1 , C 2 のいずれもが閾値 C r e f 未満のときには、まだ燃料電池システム 2 0 に異常が発生していると判定できないとして本ルーチンを終了する。

20

【 0 0 4 7 】

以上説明したように実施例の燃料電池システム 2 0 によれば、図 3 の加湿制御ルーチンを実行することにより、電解質膜 3 2 の加湿状態の判定結果に基づいて電解質膜 3 2 の加湿状態を制御することができる。例えば、燃料ガス加湿器 2 3 や酸化ガス加湿器 2 5 の加湿量を増減することにより電解質膜 3 2 の加湿不足や加湿過剰を解消することができる。また、圧力調節バルブ 2 7 , 2 8 を締め込んだり開いたりして燃料電池 3 0 内の燃料ガスや酸化ガスのガス圧 P を高くしたり低くし燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧を増減して電解質膜 3 2 の加湿不足や加湿過剰を解消することができる。さらに、冷却装置 5 0 の冷却水用ポンプ 5 4 による冷却水の循環流量を増減して燃料電池 3 0 の運転温度を低くしたり高くし燃料ガスや酸化ガスの中の水蒸気圧を高くしたり低くしたりして電解質膜 3 2 の加湿不足や加湿過剰を解消することができる。あるいは、燃料ガス供給装置 2 2 や酸化ガス供給装置 2 4 から燃料電池 3 0 に供給される燃料ガスや酸化ガスの供給量を増減して電解質膜 3 2 の水分の蒸発を促進したり抑制したりして電解質膜 3 2 の加湿不足や加湿過剰を解消することができる。

30

【 0 0 4 8 】

また、実施例の燃料電池システム 2 0 によれば、図 3 の加湿制御ルーチンを実行することにより、繰り返し電解質膜 3 2 の加湿不足や加湿過剰を解消する処理を行なったにも拘わらず電解質膜 3 2 の加湿不足や加湿過剰が解消されないときに、燃料電池システム 2 0 に異常が発生していると判定し、操作者に知らせると共に燃料電池システム 2 0 の運転を停止することができる。この結果、操作者は異常を迅速に知ることができ、異常が発生した状態で燃料電池システム 2 0 が運転されることによって生じうる燃料電池システム 2 0 の破損などを防止することができる。

40

【 0 0 4 9 】

次に、図 3 のステップ S 1 0 0 の処理、すなわち電解質膜 3 2 の加湿状態を判定する処理について説明する。図 4 ないし図 7 はいずれも電解質膜 3 2 の加湿状態を判定する加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。図 3 のステップ S 1 0 0 では

50

これらの四つの加湿状態判定処理ルーチンのうちの図5から図7のルーチンのいずれか一つの加湿状態判定処理ルーチンを実行するものとしてもよく、参考例である図4の加湿状態判定処理ルーチンを含む、四つの加湿状態判定処理ルーチンを組み合わせて実行するものとしてもよい。また、これらの各処理ルーチンのうち、図5から図7のルーチンの一つ又は複数を図3の加湿制御ルーチンが実行される毎に順次代えて行なうものとしてもよい。以下、各加湿状態判定処理ルーチンについて説明する。

【0050】

図4の加湿状態判定処理ルーチンが実行されると、CPU62は、まず電流計42により検出される燃料電池30の出力電流 I と、抵抗値検出器48により検出される燃料電池30の抵抗 R とを読み込む処理を実行する(ステップS200)。そして、読み込んだ電流 I と所定電流 I_{set} と比較し(ステップS202)、電流 I が所定電流 I_{set} に一致しないときには、ステップS200の電流 I と抵抗 R とを読み込む処理に戻る。ここで、所定電流 I_{set} は、燃料電池30から出力される電流としては大きくもなく小さくもない一般的な電流として設定されるものである。したがって、燃料電池30から出力される電流 I は頻繁に所定電流 I_{set} に一致する。

10

【0051】

電流 I が所定電流 I_{set} に一致すると抵抗 R を前回抵抗 R_0 に代入し(ステップS204)、再び抵抗値検出器48により検出される燃料電池30の抵抗 R を読み込む処理を実行する(ステップS206)。そして読み込んだ抵抗 R から前回抵抗 R_0 を減じたものを微小時間 t で割って、微分値 dR/dt を算出する(ステップS208)。ここで、微小時間 t は、電流 I が所定電流 I_{set} に一致するときのステップS200の抵抗 R の読み込みからステップS206の抵抗 R の読み込みまでに要した時間として設定されるものであり、電子制御ユニット60のCPU62の性能やCPU62によって並列処理される程度などにより定められる。なお、微分値 dR/dt は、微小時間 t における燃料電池30の抵抗 R の変化であるから厳密には微分値ということができないが、厳密な微分値に近い値となることは容易に想到されるから、本実施例では微分値と言うことにする。

20

【0052】

微分値 dR/dt を計算すると、計算した微分値 dR/dt が閾値 θ と閾値 θ_0 とにより設定される適正加湿範囲にあるか否かの判定を行なう(ステップS210)。電解質膜32が加湿不足のときにはそのプロトン導電性が低くなり、電解質膜32の加湿状態の僅かな差に対する反応は鈍くなるから、微分値 dR/dt は小さな値となる。一方、電解質膜32が加湿過剰のときにはそのプロトン導電性が高くなり、電解質膜32の加湿状態の僅かな差に対する反応も素早くなるから、微分値 dR/dt は大きな値となる。したがって、電解質膜32の加湿状態が適正範囲にあるときの微分値 dR/dt を求め、その下限を閾値 θ とすると共にその上限を閾値 θ_0 として適正加湿範囲を設定し、算出した微分値 dR/dt をこの範囲と比較することにより電解質膜32の加湿状態を判定することができるのである。

30

【0053】

算出した微分値 dR/dt が適正加湿範囲にあるときには「適正加湿」を判定結果とし(ステップS212)、微分値 dR/dt が閾値 θ 以下のときには「加湿不足」を判定結果とし(ステップS214)、微分値 dR/dt が閾値 θ_0 以上のときには「加湿過剰」を判定結果として(ステップS216)、本ルーチンを終了する。

40

【0054】

以上説明した図4の加湿状態判定処理ルーチンを実行する実施例の燃料電池システム20によれば、燃料電池30から出力される電流 I と燃料電池30の抵抗 R とに基づいて電解質膜32の加湿状態を判定することができる。しかも、燃料電池30の抵抗 R は電解質膜32の加湿状態を直接的に反映するから、電解質膜32の加湿状態をより正確に判定することができる。

【0055】

次に、図5に例示する加湿状態判定処理ルーチンについて説明する。このルーチンが実

50

行されると、CPU 62は、まず酸化ガス供給装置24により燃料電池30に供給される酸化ガスの供給量を増加する処理を実行し(ステップS300)、電流計42により検出される燃料電池30から出力される電流Iが所定電流I_{set}に一致するまで、電流Iと電圧計40により検出される燃料電池30から出力される電圧Vとを読み込む処理と読み込んだ電流Iを所定電流I_{set}と比較する処理とを繰り返す(ステップS301, S302)。ここで、所定電流I_{set}は図4の加湿状態判定処理ルーチンにおける所定電流I_{set}と同一である。

【0056】

電流Iが所定電流I_{set}に一致すると電圧Vを前回電圧V₀に代入し(ステップS304)、再び電圧計40により検出される燃料電池30の電圧Vを読み込む処理を実行する(ステップS306)。そして読み込んだ電圧Vから前回電圧V₀を減じたものを微小時間tで割って、微分値dV/dtを算出する(ステップS308)。ここで、微小時間tは、電流Iが所定電流I_{set}に一致するときのステップS301の電圧Vの読み込みからステップS306の電圧Vの読み込みまでに要した時間として設定されるものであり、電子制御ユニット60のCPU62の性能やCPU62によって並列処理される程度などにより定められるのは、図4の加湿状態判定処理ルーチンにおける微小時間tと同様である。なお、微分値dV/dtについても微分値dR/dtと同様に厳密性を欠く点もあるが同様に微分値と言うことにする。

【0057】

微分値dV/dtを計算すると、計算した微分値dV/dtが閾値 θ_1 と閾値 θ_2 とにより設定される適正加湿範囲にあるか否かの判定を行なう(ステップS310)。酸化ガスの供給量が増加されることにより電解質膜32の水分の蒸発が促進されるから、電解質膜32が加湿不足のときには更に加湿不足となってもプロトン導電性に余り変化が生じないから微分値dV/dtは小さな値となる。一方、電解質膜32が加湿過剰のときには酸化ガスの供給量の増加により電解質膜32の水分の蒸発が促進されて適正加湿に近くなるからプロトン導電性の変化も大きくなり微分値dV/dtも大きな値となる。したがって、電解質膜32の加湿状態が適正範囲にあるときの微分値dV/dtを求め、その下限を閾値 θ_1 とすると共にその上限を閾値 θ_2 として適正加湿範囲設定し、算出した微分値dV/dtをこの範囲と比較することにより電解質膜32の加湿状態を判定することができるのである。

【0058】

算出した微分値dV/dtが適正加湿範囲にあるときには「適正加湿」を判定結果とし(ステップS312)、微分値dV/dtが閾値 θ_1 以下のときには「加湿不足」を判定結果とし(ステップS314)、微分値dV/dtが閾値 θ_2 以上のときには「加湿過剰」を判定結果として(ステップS316)、本ルーチンを終了する。

【0059】

以上説明した図5の加湿状態判定処理ルーチンを実行する実施例の燃料電池システム20によれば、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加したときの燃料電池30から出力される電流Iと燃料電池30から出力される電圧Vとに基づいて電解質膜32の加湿状態を判定することができる。

【0060】

この図5の加湿状態処理判定ルーチンでは、酸化ガスの燃料電池30への供給量だけを増加したが、この酸化ガスの燃料電池30への供給量の増加に伴って燃料ガスの燃料電池30への供給量を増加するものとしてもよい。

【0061】

次に、図6に例示する加湿状態判定処理ルーチンについて説明する。このルーチンが実行されると、CPU62は、まず電圧計40により検出される燃料電池30から出力される電圧Vを読み込み(ステップS400)、読み込んだ電圧Vを前回電圧V₀に代入する(ステップS402)。そして、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加して(ステップS404)、再び電圧計40により検出される燃料電池30の電圧Vを読み込む処理を

10

20

30

40

50

実行する（ステップS406）。そして、読み込んだ電圧Vから前回電圧V0を減じて電圧偏差Vを算出する（ステップS408）。

【0062】

電圧偏差Vを算出すると、この電圧偏差Vの値が負の値になっているかを調べ（ステップS410）、電圧偏差Vが値0以上のときには「適正加湿」を判定結果とし（ステップS412）、電圧偏差Vが負の値のときには「加湿不足」を判定結果として（ステップS414）、本ルーチンを終了する。この判定は、酸化ガスの燃料電池30への供給量が増加されることにより電解質膜32の水分の蒸発が促進されるが、電解質膜32が適正加湿にあるときにはある程度の水分の蒸発が促進されても燃料電池30から出力される電圧Vに変化は見られず、電解質膜32が加湿不足のときには更に加湿不足となって燃料電池30から出力される電圧Vが小さくなることに基づいている。

10

【0063】

以上説明した図6の加湿状態判定処理ルーチンを実行する実施例の燃料電池システム20によれば、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加したときの燃料電池30から出力される電圧Vに基づいて電解質膜32の加湿状態を判定することができる。

【0064】

この図6の加湿状態判定ルーチンでは、酸化ガスの燃料電池30への供給量だけを増加したが、この酸化ガスの燃料電池30への供給量の増加に伴って燃料ガスの燃料電池30への供給量を増加するものとしてもよい。

【0065】

20

次に、図7に例示する加湿状態判定処理ルーチンについて説明する。この加湿状態判定処理ルーチンを実行する燃料電池システム20では、燃料電池30に取り付けられている電圧計40が燃料電池30を構成する各単電池31の電圧を検出できるものである必要がある。以下、電圧計40は、燃料電池30の各単電池31の電圧Vを検出するものとして説明する。

【0066】

この図7の加湿状態判定処理ルーチンが実行されると、CPU62は、まず電圧計40により検出される燃料電池30を構成する各単電池31の電圧Vを読み込み（ステップS500）、読み込んだ各電圧Vの分散 σ_0 を計算する（ステップS502）。続いて、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加して（ステップS504）、再び電圧計40により検出される各単電池31の電圧Vを読み込み（ステップS506）、読み込んだ各電圧Vの分散 σ_1 を計算する（ステップS508）。

30

【0067】

そして、計算した分散 σ_0 と σ_1 とを比較して（ステップS510）、分散 σ_0 が分散 σ_1 以下のときには「適正加湿」を判定結果とし（ステップS512）、分散 σ_0 が分散 σ_1 より大きいときには「加湿過剰」を判定結果として（ステップS514）、本ルーチンを終了する。この判定は、酸化ガスの燃料電池30への供給量が増加されることにより電解質膜32の水分の蒸発が促進されることにより、加湿過剰の状態にある電解質膜32が適正加湿状態に近づき、各単電池31の電圧Vのバラツキが小さくなることに基づいている。

40

【0068】

以上説明した図7の加湿状態判定処理ルーチンを実行する実施例の燃料電池システム20によれば、酸化ガスの燃料電池30への供給量を増加する前後の燃料電池30を構成する各単電池31の電圧Vのバラツキに基づいて電解質膜32の加湿状態を判定することができる。

【0069】

この図7の加湿状態判定ルーチンでは、燃料電池30を構成する各単電池31の電圧Vのバラツキ（分散）より電解質膜32の加湿状態を判定したが、燃料電池システム20を複数の単電池31からなる複数の電池モジュールにより構成し、各電池モジュールの電圧のバラツキ（分散）に基づいて電解質膜32の加湿状態を判定するものとしてもよい

50

。また、図7の加湿状態処理判定ルーチンでは、酸化ガスの燃料電池30への供給量だけを増加したが、この酸化ガスの燃料電池30への供給量の増加に伴って燃料ガスの燃料電池30への供給量を増加するものとしてもよい。

【0070】

以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である燃料電池システムの構成の概略を示す構成図である。

【図2】 燃料電池30を構成する単電池31の概略構成を示す構成図である。

10

【図3】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図4】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図5】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図6】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

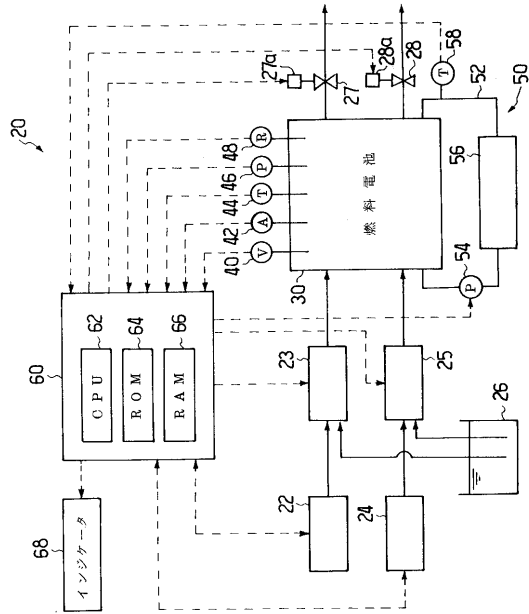
【図7】 実施例の燃料電池システム20の電子制御ユニット60により実行される加湿状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

20

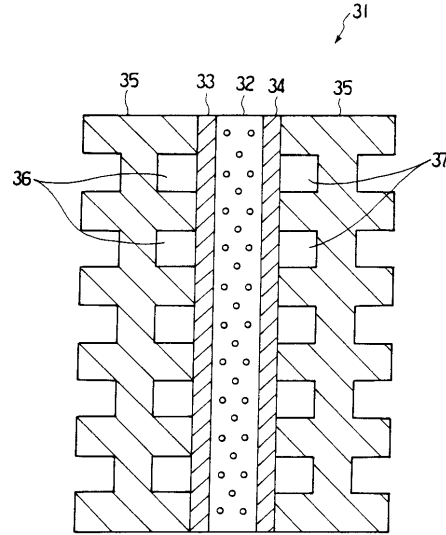
【符号の説明】

20 燃料電池システム、22 燃料ガス供給装置、23 燃料ガス加湿器、24 酸化ガス供給装置、25 酸化ガス加湿器、26 水タンク、27, 28 圧力調節バルブ、27a, 28a アクチュエータ、30 燃料電池、31 単電池、32 電解質膜、33 アノード、34 カソード、35 セパレータ、36, 37 流路、40 電圧計、42 電流計、44 燃料電池温度センサ、46 圧力センサ、48 抵抗値検出器、50 冷却装置、52 冷却水管路、54 冷却水用ポンプ、56 熱交換器、58 冷却水温度センサ、60 電子制御ユニット、62 CPU、64 ROM、66 RAM、68 インジケータ。

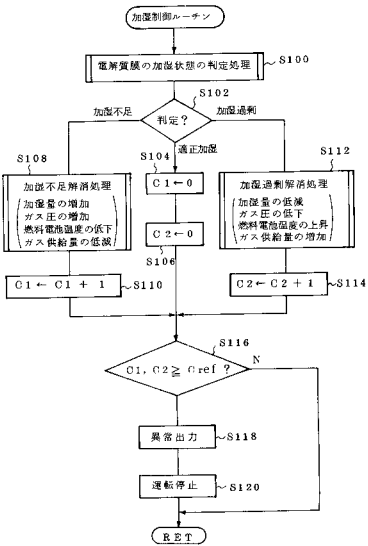
【図1】



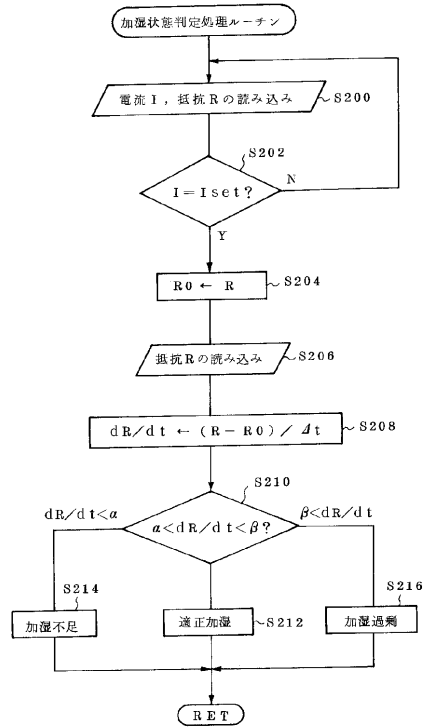
【図2】



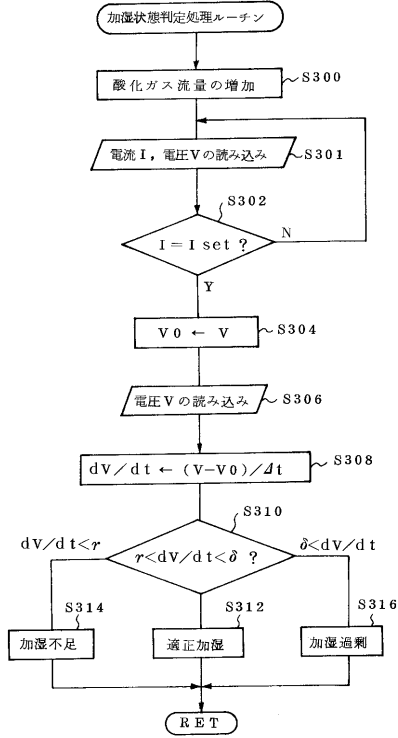
【図3】



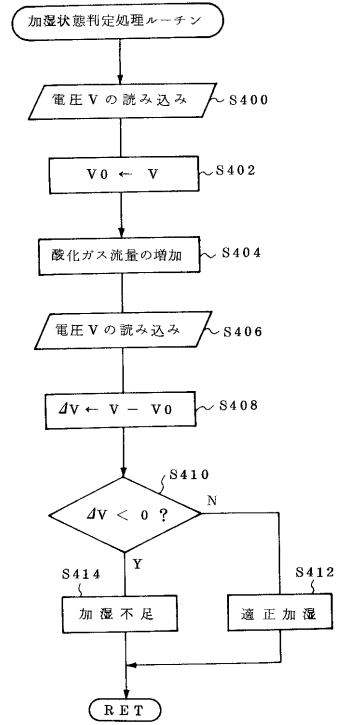
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

