

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4686812号
(P4686812)

(45) 発行日 平成23年5月25日 (2011.5.25)

(24) 登録日 平成23年2月25日 (2011.2.25)

(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 X
	HO 1 M 8/10

請求項の数 22 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2000-141014 (P2000-141014)	(73) 特許権者	591261509 株式会社エクス・リサーチ 東京都千代田区外神田2丁目19番12号
(22) 出願日	平成12年5月12日 (2000.5.12)	(74) 代理人	100095577 弁理士 小西 富雅
(65) 公開番号	特開2001-332278 (P2001-332278A)	(74) 代理人	100114362 弁理士 萩野 幹治
(43) 公開日	平成13年11月30日 (2001.11.30)	(72) 発明者	堀口 宗久 東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内
審査請求日	平成19年2月2日 (2007.2.2)	(72) 発明者	加藤 憲二 東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内
(31) 優先権主張番号	特願平11-326999	審査官	守安 太郎
(32) 優先日	平成11年11月17日 (1999.11.17)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2000-77308 (P2000-77308)		
(32) 優先日	平成12年3月17日 (2000.3.17)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解質と該電解質を挾持するように配設された燃料極及び空気極とを備えた燃料電池本体と、

前記空気極表面に液体を供給する液体供給手段と、

前記空気極表面に送風する送風量を調節する送風量調節装置と、

前記燃料電池本体の運転温度を検出する運転温度検出手段と、

検出された前記運転温度に応じて、前記液体供給手段による液体の供給をオンオフ制御を行うとともに、前記送風量調節装置による風量の調節をオン状態で風量の増減を行う制御装置を備えたことを特徴とする燃料電池装置。

10

【請求項 2】

前記空気極は、送風の入口と出口を備え、前記運転温度検出手段の検出する運転温度は、前記出口の排気温度であることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池装置。

【請求項 3】

前記制御装置は、排気温度が低い場合には、前記液体供給手段による液体の供給を停止するとともに、排気温度が高い場合には、前記液体供給手段による液体の供給をおこなうことを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池装置。

【請求項 4】

前記制御装置は、排気温度が低い場合には、前記送風量調節装置による送風量を小さくするとともに、排気温度が高い場合には、前記送風量調節装置による送風量を大きくする

20

、ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の燃料電池装置。

【請求項 5】

前記制御装置は、前記運転温度が所定の範囲内になるように制御する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池装置。

【請求項 6】

前記燃料電池本体の運転温度が低い場合は、前記液体供給手段による液体の供給を停止する、ことを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池装置。

【請求項 7】

前記燃料電池本体の始動の際には、運転温度に無関係に前記液体供給手段による液体の供給を行うとともに、始動の終了後は、運転温度に対応して前記液体供給手段による液体の供給を行う、ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の燃料電池装置。

10

【請求項 8】

電解質と該電解質を挾持するように配設された燃料極及び空気極とを備えた燃料電池本体と、

前記空気極表面に液体を供給する液体供給手段と、

前記空気極表面に送風する送風量を調節する送風量調節装置と、

前記燃料電池本体の運転温度を検出する運転温度検出手段と、

運転温度が所定値以上の場合に液体を供給し、前記所定値未満の場合に液体の供給を停止するように前記液体供給手段を制御する液体供給制御装置と、

運転温度に対応して前記送風量調節装置による風量の調節を制御する送風量制御装置を備えたことを特徴とする燃料電池装置。

20

【請求項 9】

前記液体供給装置は、運転温度が所定値以下の場合に、間欠的に液体を供給することを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池装置。

【請求項 10】

前記液体供給制御装置は、前記燃料電池本体の始動の際には、運転温度に無関係に前記液体供給手段による液体の供給を行うとともに、始動の終了後は、運転温度に対応して前記液体供給手段による液体の供給を行う、ことを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池装置。

【請求項 11】

30

電解質と該電解質を挾持するように配設された燃料極及び空気極とを備えた燃料電池本体に対し前記空気極表面に液体を供給するとともに、前記空気極表面に空気を送風する構成の燃料電池装置を制御する方法であって、

前記燃料電池本体の運転温度を検出し、検出された前記運転温度に応じて前記液体の供給をオンオフ制御で行うとともに、風量の調節をオン状態で風量の増減で行うことを特徴とする燃料電池装置の制御方法。

【請求項 12】

前記空気極出口の排気温度に基づき前記運転温度を検出する、ことを特徴とする請求項 11 に記載の制御方法。

【請求項 13】

40

排気温度が低い場合には、前記液体の供給を停止するとともに、排気温度が高い場合には、前記液体の供給をおこなう、ことを特徴とする請求項 12 に記載の制御方法。

【請求項 14】

排気温度が低い場合には、送風量を小さくするとともに、排気温度が高い場合には、送風量を大きくする、ことを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載の制御方法。

【請求項 15】

前記燃料電池本体の運転温度に基づき前記運転温度を検出する、ことを特徴とする請求項 11 に記載の制御方法。

【請求項 16】

前記燃料電池本体の運転温度が低い場合は、液体の供給を停止する、ことを特徴とする

50

請求項 15 に記載の制御方法。

【請求項 17】

前記燃料電池本体の始動の際には、運転温度に無関係に前記液体の供給を行うとともに、始動の終了後は、運転温度に対応して前記液体の供給を行う、ことを特徴とする請求項 15 又は 16 に記載の制御方法。

【請求項 18】

電解質と該電解質を挾持するように配設された燃料極及び空気極とを備えた燃料電池本体に対し前記空気極表面に液体を供給するとともに、前記空気極表面に空気を送風する構成の燃料電池装置を制御する方法であって、

前記燃料電池本体の運転温度を検出し、検出された前記運転温度が所定値以上の場合に液体を供給し、前記所定値未満の場合に液体の供給を停止し、

検出された前記運転温度に対応して送風量を調節する、ことを特徴とする燃料電池装置の制御方法。

10

【請求項 19】

検出された前記運転温度が所定値以下の場合に、間欠的に液体を供給することを特徴とする請求項 18 に記載の制御方法。

【請求項 20】

前記燃料電池本体の始動の際には、検出された前記運転温度に無関係に前記液体の供給を行うとともに、始動の終了後は、検出された前記運転温度に対応して液体の供給を行う、ことを特徴とする請求項 18 に記載の制御方法。

20

【請求項 21】

前記液体は水である、ことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の燃料電池装置。

【請求項 22】

前記液体は水である、ことを特徴とする請求項 11 ~ 20 のいずれかに記載の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は燃料電池装置に関し、詳しくは、酸素極と燃料極間に挾持される電解質層の水分保持に関する。

30

特に高分子固体電解質膜を有するいわゆる PEM 型の燃料電池装置に好適である。

【0002】

【従来の技術】

燃料電池装置の電池本体は、燃料極（水素を燃料極とする場合は水素極とも言う）と空気極（酸素が反応ガスであるので酸素極とも言う。また酸化極ともいう）との間に電解質が挾持された構成である。

【0003】

ところで、上記電解質は、プロトンを伝導させるので、水分を含んでいる必要がある、ところが、燃料電池の温度が高温になると、電解質中の水分が放出され、電解質の抵抗が大きくなり、運転できなくなってしまう。

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、簡易な構成で効率よく運転できる燃料電池装置及びその運転方法(制御方法)を提供するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

この発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その構成は次の通りである。

即ち、電解質と該電解質を挾持するように配設された燃料極及び空気極とを備えた燃料電池本体と、

50

前記空気極表面に液体を供給する液体供給手段と、
前記空気極表面に送風する送風量を調節する送風量調節装置と、
前記燃料電池本体の運転状況を検出する運転状況検出手段と、
検出された運転状況に応じて、前記液体供給手段による液体の供給をオンオフ制御で行うとともに、前記送風量調節装置による風量の調節をオン状態で風量の増減で行う制御装置を備えたことを特徴とする燃料電池装置。

【0006】

このように構成された燃料電池装置によれば、プロセス空気の供給量が可変となるので、プロセス空気の供給量を変化させてこれを最適とすることにより、空気極に供給された水の潜熱を利用する冷却が十分かつ効率良く行われる。これにより、空気極ひいては燃料電池本体が効率よく冷却されることとなる。なお、水の潜熱を効率良く利用する手段として、水の粒径は $50\ \mu\text{m}$ ～ $500\ \mu\text{m}$ とすることが好ましい。燃料電池本体の電解質膜の厚さは $200\ \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

即ち、燃料電池本体の温度が高温で運転されてこの温度を下げたいときには、充分量の水が供給されている下で空気の供給量（送風量、単位時間当たり供給される空気量、単位時間当たり空気室A（図3参照）を通過する空気量）を大きくする。空気供給量が固定のタイプでは、水の顕熱を利用するため多量の水を供給する必要上種々の不具合があったが、空気供給量を多くしても不具合はほとんど生じない。空気供給量を多くしたとしても空気供給装置（ファンなど）にかかる負荷は水量増大の場合にかかる負荷に比べて無視できるほど小さいからである。

燃料電池本体が低温で運転されてこの温度を上げたいときには、空気供給量が過剰にならないように風量を落とす。これにより、燃料電池本体の温度を確実に上げることができると共に、空気供給装置で消費される電力を可及的に小さくし、もって動力損の低減を図る。

また、水リサイクル用の凝縮器についても、内部温度が上がり外気との温度差が大きくなるので、その容量を小さくできる。

更にこの発明によれば、液体である水の供給が燃料電池本体の運転温度などの運転状況に応じてオンオフ制御される。水の供給にオフの時間を設けることにより、水の過剰供給を防止できるとともに液体供給装置の消費電力を可及的に低減できる。オン・オフで制御されるため、オン時に多量の水を噴射してもオフの時間を調整することで単位時間当たりの平均吸水量を一定に制御できる。オン時に多量の水を噴射させることにより空気極の全面に対して水を均一にかつ確実に供給できることとなる。

このように、空気の送風量及び/又は液体の供給量を制御することにより燃料電池本体の運転状況（運転温度）を所定の範囲内に収めることが可能となる。

水の代わりに又は水と併用してアルコールなどの液体を用いることが出来る。

【0007】

この発明によれば、空気の供給量と水の供給量とが独立しているので、それらが独立していない供給系に比べて、空気と水のそれぞれに必要なタイミングで必要な供給量を独立して制御することができる。そのことによって、無駄がなく効率的に高い燃料電池の出力が得られる。また、回収する空気、水の量も最小限にすることができるので、凝縮器も小さくすることができ、補器による消費電力の節約にもなる。また、起動にかかる時間も短縮できる。

【0008】

図1は各ストイキ比における燃料電池本体の負荷（電流密度）と温度（空気排気温度）との理論上の関係を示す。ここに、ストイキ比とは、燃料電池反応で消費される理論上の酸素量を含むプロセス空気量を基準として空気極に供給される空気量を規定したものである。従って、ストイキ比が1の場合は、理論上必要な最小限の空気量が送られる場合であり、ストイキ比が2になると空気供給量はストイキ比1のときの2倍となる。

図1より、ストイキ比が小さいほど、即ち空気供給量が少ないほど同じ負荷を得るのに高い温度で燃料電池本体を運転できることがわかる。燃料電池本体の運転温度はこれが高け

10

20

30

40

50

れば高いほど効率が高くなる。またその高温運転により排出空気の温度も上がるので凝縮器の容量を小さくすることもできる。従って、要求される負荷を賄える最も高い温度で燃料電池本体を運転することが好ましい。負荷と燃料電池本体の温度とはストイキ比により一義的に決められるので、負荷と温度の一方を検出してストイキ比、即ち空気供給量（厳密には空気室入口に供給される量）を決めればよいことになる。

【0009】

しかしながら現状の燃料電池では燃料電池本体の運転温度とストイキ比（空気供給量）とに各種の制限がある。例えば、燃料電池本体の焼きつきを確実に防止するため、その運転温度は、例えば100～80以下とする必要がある。また、本発明者らの検討によれば、図1に示す破線Lより上側の条件での運転は不可能であった。これは、空気供給量が少

10

ないときには（風量が小さいときには）、空気供給路やガス拡散層の抵抗、触媒の能力等のため空気が空気極に充分届かないなどの理由によるものと推定される。従って、図1において、例えば80以下でかつ破線Lより下側の領域（所定の範囲内）で燃料電池本体は運転可能である。そして、その効率を考慮すれば、当該運転可能領域の最高温度縁でこれを運転することが好ましい。

【0010】

負荷変動の激しい車輦用の燃料電池装置では、要求される負荷に応じて空気供給量を変化させる。そのとき同時に燃料電池本体の温度を検出して、要求された負荷を実現できる最高温度、即ち最小のストイキ比（空気供給量）となるように空気供給量を調整することが好ましい。

20

一方、殆ど負荷が変動しない環境で使用される燃料電池装置においては、実質的に燃料電池本体の温度のみを監視して、その温度が変動したときのみこれが所望の温度となるように空気供給量を調節すればよい。即ち、燃料電池本体の温度が所望の温度範囲より低くなった場合には空気供給量を低減させて水の潜熱を利用した冷却効果を下げ、他方燃料電池本体の温度が所望の温度範囲より高くなった場合には空気供給量を増大して水の潜熱を利用した冷却効果を上げる。

外部の環境や補機の性能により燃料電池装置の運転条件には様々な制限が課せられる。場合によっては、燃料電池本体の運転条件が図1における運転可能条件領域において四角で示した領域に限られることがある。この領域では、燃料電池本体の運転温度はストイキ比1のラインを超えることはない（燃料電池本体を常に稼働させておくため常に少なくともストイキ比1に対応した空気量が供給されているものとする。）。従って、燃料電池本体の温度を監視する必要はない。よって、負荷のみを監視して当該負荷を出力可能な最低量の空気が供給されるようにする。

30

【0011】

上記いずれの場合においても、空気極には常に十分な量の水が供給されているものとする。即ち、燃料電池本体の熱により蒸発するものがあっても、空気極及びその周囲（即ち空気室内）には、燃料電池装置の運転中は常に液体状の水が存在しているものとする。

このように空気極に水が常に存在するので水の潜熱を効率良く利用できることとなる結果、燃料電池本体のスタックから冷却板を間引いたりこれを省略することができる。十分な量の水の蒸発が確保できないおそれのある場合を考慮して、冷却板若しくは冷却パイプその他の冷却装置を燃料電池本体のスタックに備えておくことが好ましい。かかる冷却装置へ流通する熱媒体（通常は水）によりスタックの熱を外部に取り出し、車内の暖房などに利用することができる（いわゆるコジェネとしての利用）。

40

【0012】

上記において、プロセス空気は実質的に圧縮されずに空気極に供給されるものである。なお、この発明は加圧された酸化ガス供給系を備えるタイプの燃料電池装置に適用することもできる。酸化ガス供給系に酸化ガスの圧縮機が備えられる場合はもとより、ガス配管の管路抵抗によって系内が大気圧より高い圧力となる場合も当該加圧された酸化ガス供給系に含まれる。

燃料電池本体の温度は当該燃料電池本体に温度計を付設してこれを測定できることは勿論

50

であるが、図 1 に示すように、排気空気の温度を測定することによりその温度を間接的に測定することも可能である。この場合、燃料電池本体から排出された直後の空気の温度を測定することが好ましい。これらの温度に基づき燃料電池本体の運転状況を検出する。温度計が運転状況検出手段となる。

燃料電池本体の負荷は、燃料電池本体の両極間の電流と電圧の積である。プロセス空気の供給量を制御するときに参考とするパラメータとしては、燃料電池本体が現実に出力している現在の負荷を検出し、これを用いることができる。その他、燃料電池本体に次に要求される負荷、例えば速度、トルク若しくはアクセルの開度を検出し、これを当該パラメータとして用いることもできる。

【 0 0 1 3 】

【実施例】

次に、この発明の実施例について説明をする。

図 2 は実施例の燃料電池装置 1 の概略構成を示す。図 3 は燃料電池本体 10 の基本ユニットを示す。

図 2 に示すように、この装置 1 は燃料電池本体 10、燃料ガスとしての水素ガス供給系 20、空気供給系 30、水供給系 40 から概略構成される。

【 0 0 1 4 】

燃料電池本体 10 の単位ユニットは空気極 11 と燃料極 13 とで固体高分子電解質膜 12 を挟持した構成である。実際の装置ではこの単位ユニットが複数枚積層されている（燃料電池スタック）。空気極 11 の上方及び下方にはそれぞれ空気を吸入、排気するための空気マニホールド 14、15 が形成されている。上方のマニホールド 14 にはノズル 41 を取り付けのための取付孔が形成されている。ノズル 41 から噴出される水の噴出角度には制限があり、かつ水を霧状にしてこれを空気極 11 の全面に行き渡らせるには、ノズルと空気極 11 との間に所定の間隔が必要になる。従って、このマニホールド 14 は比較的背の高いものとなる。一方、下側の空気マニホールド 15 は滴下した水を効率よく排出できるものとする。

なお、ノズルはマニホールド 14 の側面に設けることもできる。かかるノズルより噴出される水はマニホールド 14 内の全域に行き渡り、よって空気極 11 の全面に行き渡ることとなる。ノズルをマニホールド 14 の側面に設けることにより、低いマニホールドが採用できる。よって燃料電池本体の小型化を図ることができる。

【 0 0 1 5 】

ノズルは空気極表面へ向けて直接水を噴射することが好ましい。これにより空気供給量の如何に拘わらず、所望の量の水を空気極表面に供給することが出来る。即ち、空気の供給量と水の供給量とを独立して制御可能となる（独立供給タイプ）。かかる独立供給タイプによれば、起動時など大きな空気供給量（風量）の状態においても所望量の水を確実に空気極表面に供給できる。よって、起動時間の短縮が図れる。

空気流中に水滴を放出して、これを空気流にのせて空気極へ供給するタイプでは空気供給量と水供給量とを独立して制御できない（非独立供給タイプ）。空気供給量の変更と水供給量の変更とは常に同時に要求されるわけではなく、独立してそれらの変更が必要となる場合がある。例えば、空気の供給量のみの変更が必要な場合に水の供給量までもが変更されてしまうと、燃料電池本体の制御のレスポンスが遅くなり、ひいては燃料電池装置の出力低下を招くおそれがある。

これに対し、本発明の採用する独立供給タイプでは、必要なタイミングで必要な量の水及び/又は空気を供給できるので、燃料電池本体を効率良く制御できる。また、水と空気の供給を独立して制御することにより、無駄な空気及び無駄な水の供給を避けられる。この点においても、燃料電池本体の稼働が効率的なる。更には、無駄な水や無駄な空気の供給を避けることにより、凝縮器の容量も小さくすることが出来る。

【 0 0 1 6 】

図 3 に示すように、上記空気極 11 - 固体高分子電解質膜 12 - 燃料極 13 の単位ユニットは薄い膜状であり、一对のカーボン製コネクタ板 16、17 により挟持されている。空

10

20

30

40

50

気極 11 に対向するコネクタ板 16 の面には空気を流通させるための溝 18 が複数条形成されている。各溝 18 は上下方向に形成されてマニホールド 14、15 を連通している。その結果、ノズル 41 より供給される霧状の水は当該溝 18 に沿って空気極 11 の下側部分まで達する。

この溝 18 の周面及び空気極 11 の表出面により空気室 A が構成される。空気室 A の図示上側開口部が送風の入口（上流側開口部）であり、図示下側の開口部が送風の出口（下流側開口部）である。この出口の排気温度を検出するように温度計を設けることが好ましい。実施例では水などの液体を上流側開口部に対して直接噴出させて供給する構成であるが、水などの液体は下流側開口部から供給することも可能である。更には、コネクタ板に図示左右方向の貫通孔を形成し、ここから空気室 A へ水などの液体を供給することも出来る。このようにして供給された水は空気室 A を構成する面（溝 18 の周面及び空気極 11 の表出面：これらは比較的高温になり易い）において専ら蒸発する。

同様に、燃料極 13 に対向するコネクタ板 17 の面には水素ガスを流通させるための溝 19 が形成されている。実施例ではこの溝 19 を水平方向に複数条形成した。この溝 19 の周面とコネクタ板 17 の表出面とで燃料室 B が形成される。この燃料室 B に対して、既述の空気室 A と同様な方法で水を供給することも出来る。

【0017】

空気極 11 には水が供給されるのでこれは耐水性のある材料で形成される。また、そこに水の膜ができると空気極 11 の実効面積が減少するので空気極 11 の材料には高い撥水性も要求される。かかる材料として、カーボンプロスを基材として（C + PTFE）をぬりこんだガス拡散層を使用した。

固体高分子電解質膜 12 には汎用的なナフィオン（商品名：デュボン社）の薄膜を使用した。

尚、膜の厚さは空気極側からの生成水の逆浸透が可能であればよく、例えば 20 ~ 200 μm とする。

燃料極 13 は空気極 11 と同じ構造で形成されている。燃料極 13 と空気極 11 とで構造を変化させてもよい。

【0018】

空気極 11、及び燃料極 13 において電解質膜 12 と接触する方の面には、ある程度の厚さでもって酸素と水素の反応を促進するために用いられる周知の白金系触媒がそれぞれ均一に分散されていて、空気極 11 及び燃料極 13 における触媒層として形成される。

【0019】

水素ガス供給系 20 の水素供給装置 21 として、この実施例では水素吸蔵合金からなる水素ポンペを利用した。その他、液体水素の水素ポンペ、水/メタノール混合液等の改質原料を改質器にて改質反応させて水素リッチな改質ガスを生成させ、この改質ガスをタンクに貯留しておいてこれを水素源とすることもできる。燃料電池装置 1 を室内で固定して使用する場合には、水素配管を水素源とすることができる。

水素供給装置 21 と燃料極 13 とは水素供給調圧弁 23 を介して水素ガス供給路 22 により接続されている。調圧弁 23 は燃料極 13 に供給する水素ガスの流量を調整するものであり、汎用的な構成のものを利用できる。

【0020】

燃料極 13 からの排気ガスは外気へ排出される。なお、この排気ガスを空気マニホールドへ供給し、ここで空気と混合することもできる。

【0021】

空気極 11 にはファン 38 によって大気中より空気が供給される。図の符号 31 は空気の供給路であり空気極 11 のマニホールド 14 に連結されている。下側のマニホールド 15 には空気極 11 を通過した空気を循環若しくは排気するための空気路 32 が連結され、水を分離する凝縮器 33 を介して排気ガスは排気路 36 へ送られる。空気排気調圧弁 34 の開度により排気路 36 から排気される量が調節される。また、排気調圧弁 34 を省略し、排気ガスをそのまま大気へ排出する構成とすることもできる。

10

20

30

40

50

かかる空気供給系 30 においては、空気圧縮機は特に備えられておらず、系全体に渡って実質的に大気圧が維持される。

符号 39 は排出された空気の温度を検出するための温度計である。

【0022】

凝縮器 33 で分離された水はタンク 42 へ送られる。タンク 42 には水位センサ 43 が付設される。この水位センサ 43 により、タンク 42 の水位が所定の値以下となると、アラーム 44 が点滅してオペレータに水不足を知らせる。それとともに、凝縮器 33 の能力を変化させて水の回収量を調整することが好ましい。即ち、水が不足しているときは凝縮器 33 のファンの回転数を高めて水をより多く回収し、他方水が過剰になると凝縮器 33 のファンの回転数を低下若しくは停止して水の回収量を少なくする。

10

【0023】

実施例の水供給系 40 では、タンク 42 から水供給路 45 がポンプ 46、水圧センサ 47 及び調圧弁 48 を介して、ノズル 41 まで連結されている。調圧弁 48 により所望の水圧に調節され、もって水量の調節された水はノズル 41 から吹き出して空気マニホールド 14 内では霧状になる。そして、吹き出し時の運動量（初速）、霧の自重および空気流等によって空気極 11 の実質的な全面に霧状の水が供給される。水量及び水の供給は、調圧弁とノズルとの組み合わせに限定されるものではない。

【0024】

このようにして空気極 11 の表面に供給された水はそこで周囲の空気、電極表面、さらにはセパレータ表面から潜熱を奪って蒸発する。これにより、電解質膜 12 の水分の蒸発が防止される。

20

また、空気極 11 へ供給された水は空気極 11 からも潜熱を奪うので、これを冷却する作用もある。特に、始動時に水を供給したとき、水素と空気の燃焼により膜、触媒がダメージを受けることを予防できる。

【0025】

図中の符号 50 は電流計であり、空気極 11 と燃料極 13 との間の電流を計測する。電流計 50 により計測された電流より図 1 の電流密度が求められる。この実施例では抵抗 51 が一定のため、両極 11、13 間の電流を測定することにより燃料電池本体 10 に掛かっている負荷（= 仕事）が求められる。

燃料電池装置を車輛用を使用するときには両極間の電流と電圧を共に測定し、もって燃料電池本体に掛かっている負荷（燃料電池本体が現在出力してるパワー）を得ることが好ましい。車輛用の場合には、速度、トルク若しくはアクセルの開度から燃料電池本体に要求されるパワーを予測してその値を用いることもできる。

30

【0026】

次に、実施例の燃料電池装置 1 の動作を説明する。

図 4 は燃料電池装置 1 の動作を制御するときに関与する要素を示したブロック図である。

図 5 は燃料電池装置 1 の制御を示すメインフローである。

図 4 において、制御装置 70 及びメモリ 73 は燃料電池装置 1 のコントロールボックス（図 1 に示されていない）に収納されている。メモリ 73 にはコンピュータからなる制御装置 70 の動作を規定するコントロールプログラム及び各種制御を実行するときのパラメータやルックアップテーブルが収納されている。

40

【0027】

まず、図 5 のステップ 1 で実行される水素ガス供給系 20 の動作について説明する。

起動時には、水素排気弁 25 を閉に保持しておいて、爆発限界以下の所定の濃度で水素ガスが燃料極 13 に供給されるように水素供給調圧弁 23 を調整する。

排気弁 25 を閉じた状態で燃料電池装置 1 を運転すると、空気極より透過する N_2 、 O_2 あるいは生成水の影響で燃料極 13 で消費される水素の分圧が徐々に低下するためこれに伴って出力電圧も低下し、安定した電圧が得られなくなる。

【0028】

そこで、予め定められた規則に基づいて弁 25 を解放して水素分圧の低下したガスを排気

50

し、燃料極 13 の雰囲気ガスをリフレッシュする。

予め定められた規則はメモリ 73 に保存されており、弁 25 の開閉及び調圧弁 23 の調整は制御装置 70 が当該規則をメモリ 73 から読み出して実行する。

【0029】

この実施例では、電流計 50 で出力電流をモニタし、出力電流が所定の閾値を超えて低下したら所定の時間（例えば 1 秒間）弁 25 を解放する。

あるいは、弁 25 を閉とした状態で燃料電池装置 1 を運転したときに出力電圧が低下し始める時間間隔を予め計測しておき、その時間間隔と実質的に同一又は若干短い周期で弁 25 を解放するように、弁 25 を間欠的に開閉制御する。

【0030】

次に、図 5 のステップ 3 で実行される空気供給系 30 の動作について、図 6 を参照しながら説明する。

ステップ 31 において燃料電池本体 10 から排出された直後の排気空気の温度を温度計 39 により検出する。その温度が 80 を超えていると（ステップ 32）、燃料電池本体 10 が焼きつくおそれがあるので、ファン 38 の回転数を増して風量を増大し（ステップ 33）、もって熱発生源である空気極 11 の温度を下げる。このとき、当然ながら空気極 11 には 80 を超えた燃料電池本体 10 を冷却するのに必要な量の水が供給されているものとする。

検出された温度が 80 以下の場合には、燃料電池本体 10 の負荷を検出する（ステップ 34）。本実施例の場合は、図 1 の関係を制御に用いるので、空気極 11 と燃料極 13 の間の電流を検出する。制御装置 70 は電流計 50 で検出した電流値から電流密度を演算する。そして、制御装置 70 はその電流密度の値とステップ 31 で検出した温度とをメモリ 73 にテーブル形式で保存されている図 1 の関係に照らし合わせる。

【0031】

例えば、検出された温度と電流密度の関係が図 1 の A の条件であれば、風量を下げて、燃料電池本体 10 の運転状態を図 1 の B の条件に移行させる。即ち空気の供給量をストイキ比 2 に対応する量にまで下げて潜熱による冷却効果を低減させる。これにより、燃料電池本体 10 は出力（電流密度）を維持したまま、最も高い温度で運転されることとなる。なお、燃料電池本体 10 の温度を効率よく上げるためには、燃料電池本体が酸素不足にならないレベルで当初の風量をストイキ比 2 に対応するものよりも小さくして昇温速度を速め、条件 B の温度（ほぼ 80 ）に近づいてきたところで、風量をストイキ比 2 に対応するものとするのが好ましい。

なお、空気供給量（ストイキ比）と風量（ファン 38 の回転数）との関係が予めメモリ 1 に保存されており、制御装置 70 は求める空気供給量に対応した風量が得られるようファン 38 の回転数を制御する。ファン 38 には例えばサーボモータ駆動タイプが用いられる。

【0032】

条件 B で運転されていた燃料電池本体 10 の電流密度が 0.7 に変化したとすると、燃料電池本体 10 は条件 C で運転する必要がある。この場合は、風量を条件 C の風量（ストイキ比 5 に対応するところ）まで上げて燃料電池本体 10 の温度を条件 C の温度（ほぼ 70 ）まで下げる。

このように燃料電池本体 10 の運転温度はその運転可能領域において可能な限り高い温度とすることが好ましい。

【0033】

次に、図 5 のステップ 5 で実行される水供給系 40 の動作について説明する。

タンク 42 の水がポンプ 46 で圧送される。そして、噴射圧力調整弁 48 でその圧力が調整されてノズル 41 から噴霧される。これにより、水が液体の状態（霧の状態）で空気極 11 に供給されることとなる。勿論、調圧弁 48 を省略して、ポンプ 46 に印加される電圧を調整しポンプ 46 の吐出圧力自体を制御し、もっと所望の水量を得ることもできる。

【0034】

10

20

30

40

50

水の供給量は燃料電池本体の温度に応じて予め定められている。即ち、燃料電池本体をその温度に維持するために必要な最小量の水が供給される。ポンプ46による動力損をできる限り少なくするためである。なお、燃料電池本体が所定の温度（例えば30）以下になれば、水の供給を止めることもできる。また、他の所定温度（例えば50）以下30を越えるとき、水の供給を間欠的にすることもできる。燃料電池本体10の温度とそのときに供給すべき水量との関係はメモリ73に保存されている。

この実施例では、図7に示すとおり、まず排出空気の色度が発出される（ステップ51）。そして、検出された温度に基づき最適水噴射量が演算される（ステップ53）。この演算はメモリ73に保存されていた関係を参照して行われる。

【0035】

次に、ステップ53において最適水噴射量に対応する最適水圧力を演算する。例えば、水噴射量と水圧力とは図8に示す関係があるので、この関係が方程式若しくはルックアップテーブルのかたちでメモリ73に予め保存されている。

この実施例では、ポンプ46を一定のパワーで運転しておいて循環路49の調圧弁48の開度によりノズル41の水圧力を調節している。即ち、調圧弁48の開度が大きく（小さく）なればノズル41の水圧力は小さく（大きく）なる。

【0036】

従って、ステップ54では水圧センサ47によりノズル41にかかる水圧力を検出し、フィードバック制御によりその水圧力が所望の値（最適水圧力）となるように調圧弁48を調節する（ステップ55）。

【0037】

その他、所定の時間経過（例えば5～10秒）ごとに、一定の水圧で水供給系40を稼働させても良い。

【0038】

次に、実施例の燃料電池装置1の起動時の動作について説明する。

図9に示すとおり、スイッチ（図示せず）がオンとなると（ステップ91）、ポンプ46をオンとする（ステップ93）。そして、燃料電池本体1の運転状況（運転温度）に無関係に、所定の水噴射量となるように調圧弁48が調節されてノズル41より水が噴射される（ステップ95）。異常反応から燃料電池本体10を守るために空気極11へ噴射される水量は最大量とする。

【0039】

その後、空気供給系30をオンにする（ステップ97）。このときファン38の風量も最大として燃料電池本体10を冷却し、異常反応の防止を図る。引き続き水素供給系20をオンにする（ステップ99）。

空気極11と燃料極15との間に所望の出力が確認されたら、電力を外部に出力する。

【0040】

上記において、空気供給系30の稼働は水供給系40の稼働前であっても良い。また、水素供給系20の稼働の後に空気供給系30を稼働させても良い。

ただし、水素供給系20を稼働させる前に水供給系40を稼働させる必要がある。空気供給系30の稼働の有無にかかわらず燃料電池本体1には空気が存在しているので、電解質膜12が乾燥した状態で水素を供給すると、異常燃焼の発生する可能性がある。つまり、この異常熱が発生したとき、燃料電池本体1がダメージを被らないように、水素を供給する前に水を噴射して予め空気極11を濡らしておく。こうすることで、異常熱を水の蒸発熱に換え、更には電解質膜12の湿潤を促進して、燃料電池本体1のダメージを未然に防止する。

【0041】

次に、他の実施例を図10～12に基づいて説明する。なお、既述の実施例で説明した要素及びステップには同一の参照番号を付してその説明を省略する。

この実施例の燃料電池装置101では、ファン38の下流側にダンパ138が設けられる。ファン38を一定の回転数で駆動させておいてダンパ138を調節することにより空気

10

20

30

40

50

供給量を変化させる。またこの実施例では温度計を燃料電池本体 10 に、好ましくは空気極側のコネクタ板に、取り付け、燃料電池本体 10 の温度を直接測定する。更にこの実施例では、車輛用のアクセルの開度を検出し、検出した開度より燃料電池本体 10 へ次に要求される負荷を制御装置 70 が演算する（図 12、ステップ 134）。なお、このステップ 134 において、図 1 の関係が利用できるように、制御装置 70 は得られた負荷を更に電流密度に変換するものとする。

【0042】

この実施例によれば、燃料電池本体に要求される負荷をアクセルの状態から直接読み取るので、空気供給量をより迅速に制御できる。

この実施例の他の作用効果は前の実施例と同じである。

10

【0043】

この発明は、上記発明の実施の形態及び実施例の説明に何ら限定されるものではない。特許請求の範囲の記載を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】燃料電池本体の電流密度（負荷）、空気排気温度（本体自体の温度）及びストイキ比（空気供給量）との関係を示すグラフである。

【図 2】この発明の位置の実施例の燃料電池装置の構成を示す模式図である。

【図 3】同じく燃料電池本体の基本構成を示す断面図である。

【図 4】同じく燃料電池装置の制御系を示す模式図である。

20

【図 5】同じく燃料電池装置の動作を示すメインフローである。

【図 6】同じく空気供給系の動作を示すフローチャートである。

【図 7】同じく水供給系の動作を示すフローチャートである。

【図 8】同じく水噴射量と水圧力の関係を示すグラフ図である。

【図 9】同じく起動時の制御を示すフローチャートである。

【図 10】この発明の他の実施例の燃料電池装置の構成を示す模式図である。

【図 11】同じく制御系を示す模式図である。

【図 12】同じく空気供給系の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1、101 燃料電池装置

30

10 燃料電池本体

11 空気極

30 空気供給系

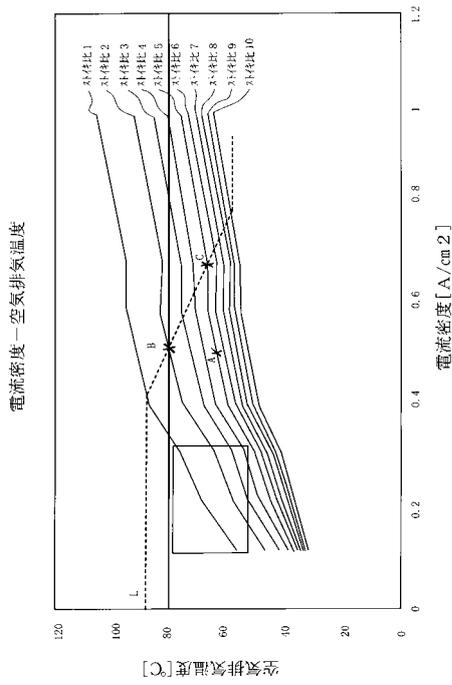
38 ファン

39、139 温度計

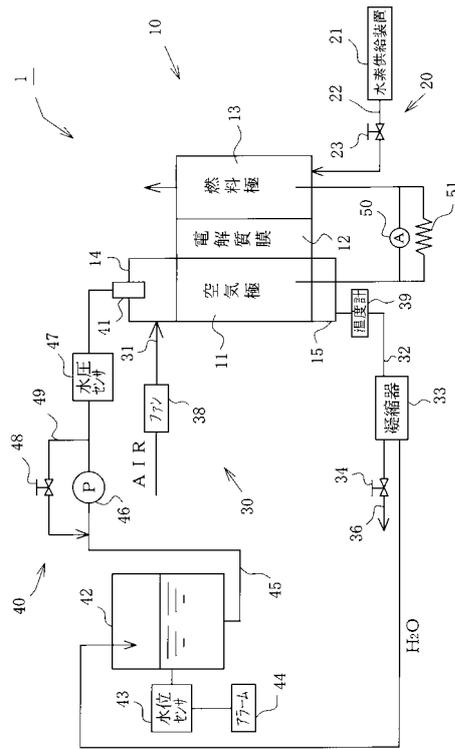
40 水供給系

50 アンペアメータ

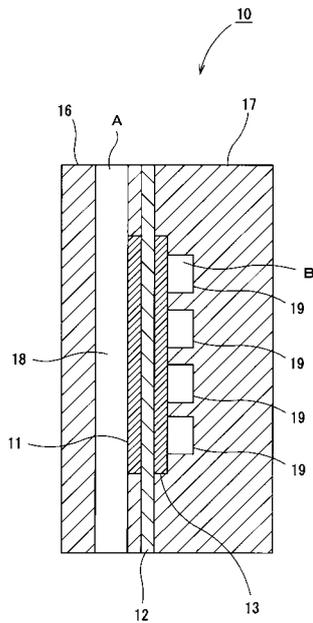
【図1】



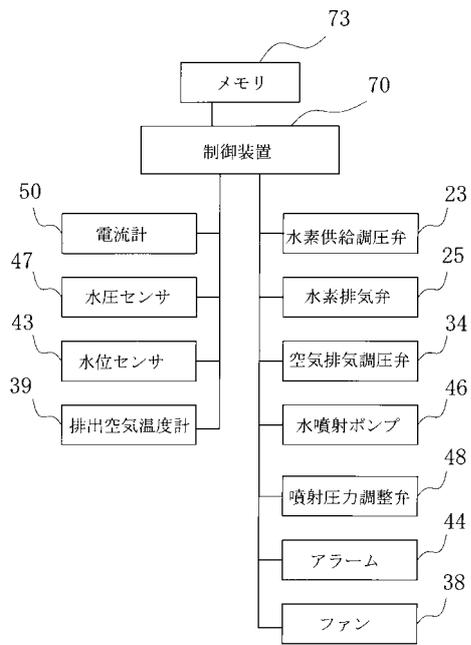
【図2】



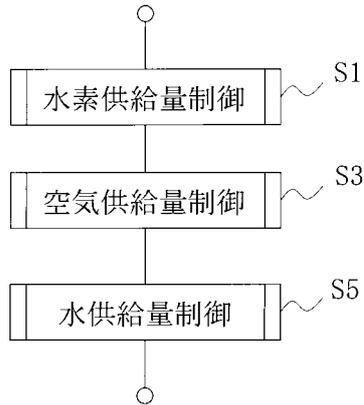
【図3】



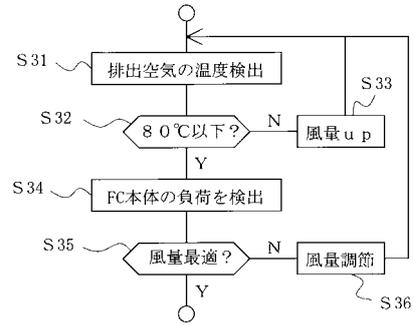
【図4】



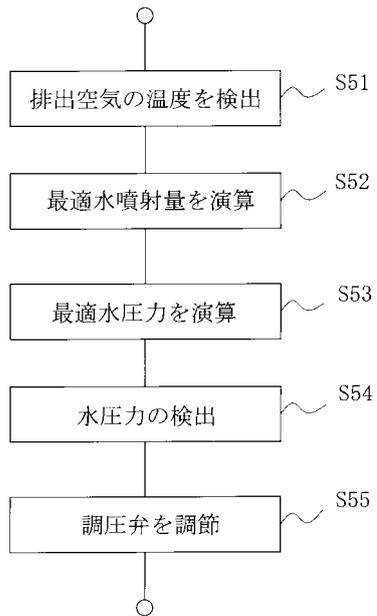
【図5】



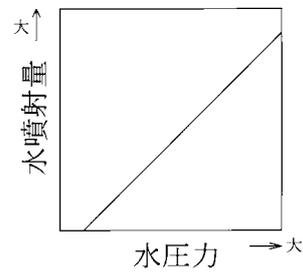
【図6】



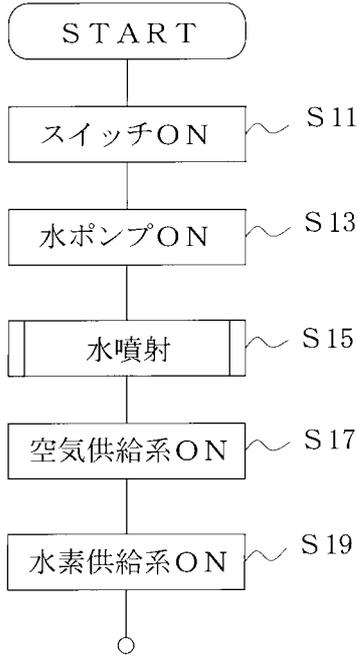
【図7】



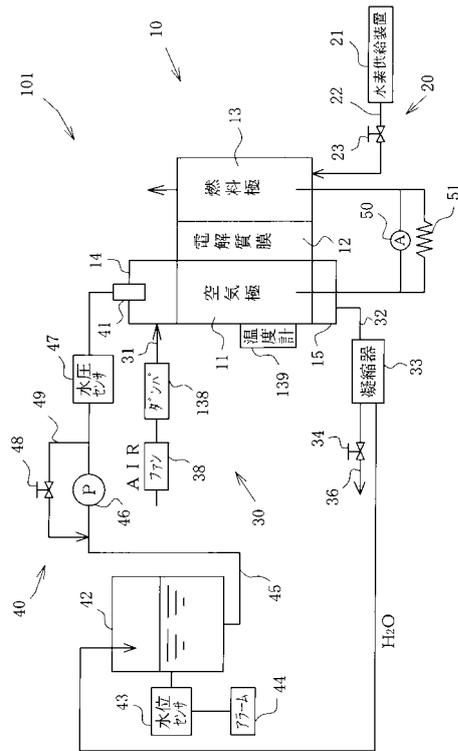
【図8】



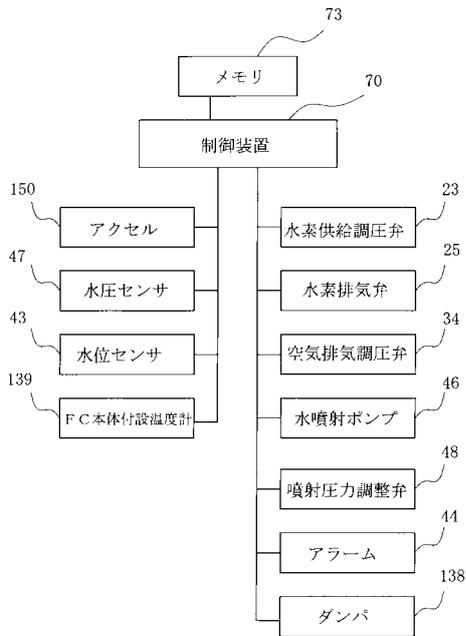
【図9】



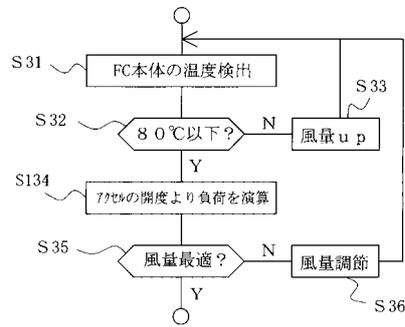
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09-283162(JP,A)
特開平08-096818(JP,A)
特開平11-242962(JP,A)
特開平07-014597(JP,A)
特開平04-286869(JP,A)
特開昭60-079675(JP,A)
特表2001-519080(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04