

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5231847号
(P5231847)

(45) 発行日 平成25年7月10日(2013.7.10)

(24) 登録日 平成25年3月29日(2013.3.29)

(51) Int.Cl.

H01M 8/04 (2006.01)
H01M 8/10 (2006.01)

F 1

H01M 8/04
H01M 8/04
H01M 8/10A
P

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-92098 (P2008-92098)
 (22) 出願日 平成20年3月31日 (2008.3.31)
 (65) 公開番号 特開2009-245800 (P2009-245800A)
 (43) 公開日 平成21年10月22日 (2009.10.22)
 審査請求日 平成22年11月17日 (2010.11.17)

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100064414
 弁理士 磯野 道造
 (74) 代理人 100111545
 弁理士 多田 悅夫
 (72) 発明者 安藤 章二
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
 (72) 発明者 藤井 洋介
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 原 賢一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料電池システム及びその運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料ガス流路及び酸化剤ガス流路を有する燃料電池と、
 前記燃料電池の目標出力電流を算出する目標出力電流算出手段と、
 前記目標出力電流に対応して、前記燃料ガス流路における燃料ガスの圧力、及び/又は
 、前記酸化剤ガス流路における酸化剤ガスの圧力を制御すると共に、燃料ガスの圧力が酸化剤ガスの圧力よりも高くなるように燃料ガスの圧力と酸化剤ガスの圧力との圧力差を制御する圧力制御手段と、

を備え、

前記圧力制御手段は、

現在の前記燃料電池の目標出力電流に基づいて、酸化剤ガスの圧力と、燃料ガスの圧力と酸化剤ガスの圧力との目標圧力差と、を設定し、

燃料ガスの圧力を、前記酸化剤ガスの圧力と前記目標圧力差との和にすることで、酸化剤ガスの圧力よりも高く、かつ、現在の前記燃料電池の目標出力電流に対応して過不足なく燃料ガスが供給される基準燃料ガス圧力よりも高くなるように設定し、

前記目標圧力差は、現在の前記燃料電池の目標出力電流が小さいほど大きくなるように設定される

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記圧力制御手段は、燃料ガスの圧力をその上限圧力以下で制御する

ことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】

前記圧力制御手段は、前記目標圧力差を、前記燃料電池の膜電極接合体が破損しない所定圧力差以下にする

ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】

前記燃料電池の出力電圧を検出する電圧検出手段を備え、

前記圧力制御手段は、前記電圧検出手段が検出する出力電圧に基づいて、前記燃料電池の発電性能が低下していると判定される場合、燃料ガスの圧力及び／又は酸化剤ガスの圧力を高める

10

ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の燃料電池システム。

【請求項5】

燃料ガス流路及び酸化剤ガス流路を有する燃料電池と、

前記燃料電池の目標出力電流を算出する目標出力電流算出手段と、

前記目標出力電流に対応して、前記燃料ガス流路における燃料ガスの圧力、及び／又は、前記酸化剤ガス流路における酸化剤ガスの圧力を制御すると共に、燃料ガスの圧力が酸化剤ガスの圧力よりも高くなるように燃料ガスの圧力と酸化剤ガスの圧力との圧力差を制御する圧力制御手段と、

を備える燃料電池システムの運転方法であって、

前記圧力制御手段は、

20

現在の前記燃料電池の目標出力電流に基づいて、酸化剤ガスの圧力と、燃料ガスの圧力と酸化剤ガスの圧力との目標圧力差と、を設定し、

燃料ガスの圧力を、前記酸化剤ガスの圧力と前記目標圧力差との和にすることで、酸化剤ガスの圧力よりも高く、かつ、現在の前記燃料電池の目標出力電流に対応して過不足なく燃料ガスが供給される基準燃料ガス圧力よりも高くなるように設定し、

前記目標圧力差は、現在の前記燃料電池の目標出力電流が小さいほど大きくなるように設定される

ことを特徴とする燃料電池システムの運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、燃料電池システム及びその運転方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、水素（燃料ガス、反応ガス）がアノードに、酸素を含む空気（酸化剤ガス、反応ガス）がカソードに、それぞれ供給されることで発電する固体高分子型燃料電池（Polymer Electrolyte Fuel Cell：PEFC）等の燃料電池の開発が盛んである。水素は、水素タンク等から減圧弁を介して供給され、空気は、コンプレッサ等から供給されることが一般的である。

また、燃料電池に供給される水素の圧力（アノード圧力）と空気の圧力（カソード圧力）との圧力差を、一定にする技術が提案されている（特許文献1参照）。

40

【0003】

【特許文献1】特開2004-220794号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、例えば、水素の圧力を空気の圧力よりも高く設定すると共に、水素の圧力と空気の圧力との圧力差を一定とした場合において、燃料電池に対して、急に大きな発電要求がされると、水素の供給、つまり、水素の圧力の上昇が遅れ、燃料電池において水素不足となる虞がある。そして、このように水素不足になると、燃料電池は、発電要求量

50

に対応した目標出力電流を出力できない虞がある。

【0005】

そこで、本発明は、急に大きな発電要求がされたとしても、燃料ガス不足となりにくく、燃料電池が好適に発電可能な燃料電池システム及びその運転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】

【0006】

前記課題を解決するための手段として、本発明は、燃料ガス流路及び酸化剤ガス流路を有する燃料電池と、前記燃料電池の目標出力電流を算出する目標出力電流算出手段と、前記目標出力電流に対応して、前記燃料ガス流路における燃料ガスの圧力、及び／又は、前記酸化剤ガス流路における酸化剤ガスの圧力を制御すると共に、燃料ガスの圧力が酸化剤ガスの圧力よりも高くなるように燃料ガスの圧力と酸化剤ガスの圧力との圧力差を制御する圧力制御手段と、を備え、前記圧力制御手段は、現在の前記燃料電池の目標出力電流に基づいて、酸化剤ガスの圧力と、燃料ガスの圧力と酸化剤ガスの圧力との目標圧力差と、を設定し、燃料ガスの圧力を、前記酸化剤ガスの圧力と前記目標圧力差との和にすることで、酸化剤ガスの圧力よりも高く、かつ、現在の前記燃料電池の目標出力電流に対応して過不足なく燃料ガスが供給される基準燃料ガス圧力よりも高くなるように設定し、前記目標圧力差は、現在の前記燃料電池の目標出力電流が小さいほど大きくなるように設定されることを特徴とする燃料電池システムである。

10

【0007】

このような燃料電池システムによれば、圧力制御手段が、燃料ガスの圧力を酸化剤ガスの圧力よりも高め、燃料ガスの圧力が酸化剤ガスの圧力と目標圧力差との和となるように制御する。これにより、燃料電池には、目標出力電流に対応した基準燃料ガス圧力よりも高い圧力で、燃料ガスが供給される。

20

【0008】

したがって、その後、燃料電池に対して、急に大きな発電要求がされ、その後の目標出力電流が大きくなり、目標出力電流に対応したその後の基準燃料ガス圧力が高まったとしても、現在において、予め、燃料ガスが高い圧力で供給されているので、燃料電池で燃料ガス不足となりにくくなる。よって、燃料電池は、その後の大きな目標出力電流（発電要求）に対応して、好適に発電できる。

30

【0010】

このような燃料電池システムによれば、現在の目標出力電流が小さいほど（基準燃料ガス圧力が低いほど）、圧力差を大きくするので、その後に、急に大きな発電要求がされた場合に燃料ガス不足となりにくくなる。

【0011】

また、前記圧力制御手段は、燃料ガスの圧力をその上限圧力以下で制御することを特徴とする燃料電池システムである。

【0012】

ここで、燃料ガスの上限圧力は、燃料ガスが通流する機器、配管等の耐圧性に基づいて求められる圧力である。

40

このような燃料電池システムによれば、圧力制御手段が、燃料ガスの圧力を、燃料ガスの上限圧力以下で制御する。これにより、燃料ガスが外部に漏れることを防止できる。

【0013】

また、前記圧力制御手段は、前記目標圧力差を、前記燃料電池の膜電極接合体が破損しない所定圧力差以下にすることを特徴とする燃料電池システムである。

【0014】

このような燃料電池システムによれば、圧力制御手段が、目標圧力差を、燃料電池の膜電極接合体が破損しない所定圧力差以下にする。これにより、膜電極接合体に過大な圧力差が作用することなく、膜電極接合体が破損することを防止できる。

50

【0015】

また、前記燃料電池の出力電圧を検出する電圧検出手段を備え、前記圧力制御手段は、前記電圧検出手段が検出する出力電圧に基づいて、前記燃料電池の発電性能が低下していると判定される場合、燃料ガスの圧力及び／又は酸化剤ガスの圧力を高めることを特徴とする燃料電池システムである。

【0016】

このような燃料電池システムによれば、電圧検出手段が検出する出力電圧に基づいて、前記燃料電池の発電性能が低下していると判定される場合、圧力制御手段は、燃料ガスの圧力及び／又は酸化剤ガスの圧力を高める。これにより、燃料電池の膜電極接合体に、燃料ガス及び／又は酸化剤ガスが、高圧で供給されることになり、燃料電池の発電性能を回復させることができる。

10

【0017】

また、燃料ガス流路及び酸化剤ガス流路を有する燃料電池と、前記燃料電池の目標出力電流を算出する目標出力電流算出手段と、前記目標出力電流に対応して、前記燃料ガス流路における燃料ガスの圧力、及び／又は、前記酸化剤ガス流路における酸化剤ガスの圧力を制御すると共に、燃料ガスの圧力が酸化剤ガスの圧力よりも高くなるように燃料ガスの圧力と酸化剤ガスの圧力との圧力差を制御する圧力制御手段と、を備える燃料電池システムの運転方法であって、前記圧力制御手段は、現在の前記燃料電池の目標出力電流に基づいて、酸化剤ガスの圧力と、燃料ガスの圧力と酸化剤ガスの圧力との目標圧力差と、を設定し、燃料ガスの圧力を、前記酸化剤ガスの圧力と前記目標圧力差との和にすることで、酸化剤ガスの圧力よりも高く、かつ、現在の前記燃料電池の目標出力電流に対応して過不足なく燃料ガスが供給される基準燃料ガス圧力よりも高くなるように設定し、前記目標圧力差は、現在の前記燃料電池の目標出力電流が小さいほど大きくなるように設定されることを特徴とする燃料電池システムの運転方法である。

20

【0018】

このような燃料電池システムの運転方法によれば、圧力制御手段が、燃料ガスの圧力を酸化剤ガスの圧力よりも高め、燃料ガスの圧力が酸化剤ガスの圧力と目標圧力差との和となるように制御し、目標圧力差は、現在の燃料電池の目標出力電流が小さいほど大きくなるように設定される。これにより、燃料電池には、目標出力電流に対応した基準燃料ガス圧力よりも高い圧力で、燃料ガスが供給される。

30

【0019】

したがって、その後、燃料電池に対して、急に大きな発電要求がされ、その後の目標出力電流が大きくなり、目標出力電流に対応したその後の基準燃料ガス圧力が高まつたとしても、現在において、予め、燃料ガスが高い圧力で供給されているので、燃料電池で燃料ガス不足となりにくくなる。よって、燃料電池は、その後の大きな目標出力電流（発電要求）に対応して、好適に発電できる。

また、現在の目標出力電流が小さいほど（基準燃料ガス圧力が低いほど）、圧力差を大きくするので、その後に、急に大きな発電要求がされた場合に燃料ガス不足となりにくくなる。

40

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、急に大きな発電要求がされたとしても、燃料ガス不足となりにくく、燃料電池が好適に発電可能な燃料電池システム及びその運転方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明の一実施形態について、図1から図8を参照して説明する。

【0022】

燃料電池システムの構成

図1に示す本実施形態に係る燃料電池システム1は、図示しない燃料電池自動車（移動

50

体)に搭載されている。燃料電池システム1は、燃料電池スタック10と、燃料電池スタック10のアノードに対して水素(燃料ガス、反応ガス)を給排するアノード系と、燃料電池スタック10のカソードに対して酸素を含む空気(酸化剤ガス、反応ガス)を給排するカソード系と、燃料電池スタック10の発電電力を消費する電力消費系と、これらを電子制御するECU60(Electronic Control Unit、電子制御装置)と、を備えている。

【0023】

<燃料電池スタック>

燃料電池スタック10は、複数(例えば200~400枚)の固体高分子型の単セルが積層されることで構成されたスタックであり、複数の単セルは電気的に直列で接続されている。単セルは、MEA(Membrane Electrode Assembly:膜電極接合体)と、これを挟み2枚の導電性を有するアノードセパレータ及びカソードセパレータと、を備えている。

10

【0024】

MEAは、1価の陽イオン交換膜(例えばパーフルオロスルホン酸型)からなる電解質膜(固体高分子膜)と、これを挟むアノード及びカソードとを備えている。アノード及びカソードは、カーボンペーパ等の導電性を有する多孔質体から主に構成されると共に、アノード及びカソードにおける電極反応を生じさせるための触媒(Pt、Ru等)を含んでいる。

【0025】

アノードセパレータには、各MEAのアノードに対して水素を給排するため単セルの積層方向に延びる貫通孔(内部マニホールドと称される)や、単セルの面方向に延びる溝が形成されており、これら貫通孔及び溝がアノード流路11(燃料ガス流路)として機能している。

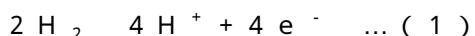
20

カソードセパレータには、各MEAのカソードに対して空気を給排するため単セルの積層方向に延びる貫通孔(内部マニホールドと称される)や、単セルの面方向に延びる溝が形成されており、これら貫通孔及び溝がカソード流路12(酸化剤ガス流路)として機能している。

【0026】

そして、アノード流路11を介して各アノードに水素が供給されると、式(1)の電極反応が起こり、カソード流路12を介して各カソードに空気が供給されると、式(2)の電極反応が起こり、各単セルで電位差(OCV(Open Circuit Voltage)、開回路電圧)が発生するようになっている。次いで、燃料電池スタック10と走行モータ41等の外部回路とが電気的に接続され、電流が取り出されると、燃料電池スタック10が発電するようになっている。

30



【0027】

そして、このように発電すると、カソードで生成した水(水蒸気)の一部は、電解質膜を透過し、アノードに移動する。よって、カソードから排出されるカソードオフガス、アノードから排出されるアノードオフガスは、多湿となる。

【0028】

40

<アノード系>

アノード系は、水素タンク21(燃料ガス供給手段)と、常閉型の遮断弁22と、減圧弁100と、エゼクタ26と、常閉型のページ弁27とを備えている。

水素タンク21は、配管21a、遮断弁22、配管22a、減圧弁100、配管100a、エゼクタ26、配管26aを介して、アノード流路11の入口に接続されている。そして、ECU60によって、遮断弁22が開かれると、水素タンク21の水素が配管21a等を介してアノード流路11に供給されるようになっている。

【0029】

[減圧弁]

減圧弁100は、特開2004-185831号公報、特開2004-185872号

50

公報、特開2006-156208号公報に記載されたものと同様のものであるが、その主要部について、図2を参照して説明する。なお、図2は、弁体150が弁座140に着座し、減圧弁100が閉じた状態を記載している。

減圧弁100は、第1ボディ110と、第2ボディ120と、第3ボディ130と、弁座140と、第1ボディ110内に配置されると共に、閉弁時に弁座140に着座する弁体150と、シャフト160と、第1ダイアフラム171と、第2ダイアフラム172と、圧縮コイルばねから構成される第1ばね173及び第2ばね174と、を備えている。

【0030】

第1ボディ110には、弁座140に着座した弁体150で仕切られた一次室111及び二次室112と、一次室111に連通すると共に配管22aが接続される一次ポート113と、二次室112に連通すると共に配管100aが接続される二次ポート114とが形成されている。弁座140は、第1ボディ110に固定されており、弁体150は、第1ばね173によって弁座140側に、つまり、閉方向に付勢されている。

【0031】

シャフト160は、その下端が弁体150に螺着されると共に、その上端は、第2ボディ120、第3ボディ130内で上方に延びており、第1ボディ110に固定されたシャフトガイド161により、軸方向にガイドされている。

シャフト160の中間部には、径方向に延出するストップ部162が形成されており、ストップ部162の上には、第1ダイアフラム171、第1ダイアフラム171と第2ダイアフラム172との間隔を所定に保持するスペーサ163、第2ダイアフラム172、円盤状の挟持板164が、順に配置されている。そして、ナット165が、挟持板164の上方からシャフト160に螺合されており、シャフト160に対して、第1ダイアフラム171、第2ダイアフラム172及び挟持板164が、所定位置で保持されている。

【0032】

第1ダイアフラム171の周縁は、第1ボディ110と第2ボディ120とに挟持されている。第2ダイアフラム172の周縁は、第2ボディ120と第3ボディ130とに挟持されている。

そして、二次側に流入した水素は、細管115を通って、アスピレータ室116に流入し、シャフト160のストップ部162を上方向に押圧することで、シャフト160と一体である弁体150を閉方向に付勢するようになっている。

【0033】

第2ばね174は、第3ボディ130に螺着されたばね止め部材133と、挟持板164との間に介装されており、挟持板164を下方向に押圧、つまり、弁体150を開方向に付勢している。ばね止め部材133は、第3ボディ130に対して回動可能に構成されており、このように回動させると、第2ばね174のばね長が変化し、第2ばね174が弁体150を開方向に付勢する力が可変するよう設計されている。

【0034】

第3ボディ130には、パイロット室131と、パイロット室131に連通すると共に、配管24a(図1参照)が接続されるパイロットポート132が形成されている。配管24aの上流端は、後記するコンプレッサ31からの空気が流れる配管31aに接続されており、その途中には、オリフィス24が設けられている。

そして、コンプレッサ31が作動すると、配管31a内の空気は、オリフィス24で流量が絞られた後、配管24a、パイロットポート132を介して、パイロット室131に導入され、挟持板164を下方向に押圧、つまり、弁体150を開方向に付勢するようになっている。

【0035】

また、配管24aは、オリフィス24と減圧弁100との間で、配管25aを介して常閉型の空気排出弁25に接続されている。空気排出弁25は、ECU60の指令によって開き、配管24a内の空気を排出する機能を備えている。そして、このように空気が排出されると、図2のパイロット室131における空気の圧力が下がり、空気が弁体150を

10

20

30

40

50

開方向に付勢する力が小さくなる。

【0036】

したがって、第2ばね174及びパイロット室131の空気による弁体150を開方向に付勢する力が、第1ばね173及びアスピレータ室116の水素による弁体150を開方向に付勢する力よりも大きくなると、弁体150が弁座140から離座し、減圧弁100が開弁するようになっている。

【0037】

図1に戻って説明を続ける。

アノード流路11の出口は、配管26b(水素循環ライン)を介して、エゼクタ26の吸込口に接続されており、配管26bには気液分離器(図示しない)が設けられている。そして、アノード流路11(アノード)から排出された未反応の水素を含むアノードオフガスは、前記気液分離器において、これに同伴する液状の水分が分離された後、燃料電池スタック10の上流のエゼクタ26に戻されるようになっている。次いで、エゼクタ26において、水素タンク21からの水素と混合された後、アノード流路11に再供給されるようになっている。

【0038】

[ページ弁]

配管26bは、その途中で、配管27a、ページ弁27、配管27bを介して、後記する希釀器34の上部に接続されている。ページ弁27は、燃料電池スタック10の発電時において、配管26bを循環する水素に同伴する不純物(水蒸気、窒素等)を排出(ページ)する場合、ECU60によって開かれる設定となっている。

なお、ECU60は、例えば、燃料電池スタック10を構成する単セルの電圧(セル電圧)が所定セル電圧以下となった場合、不純物を排出する必要があると判定し、ページ弁27を開く設定となっている。セル電圧は、例えば、単セルの電圧を検出する電圧センサ(セル電圧モニタ)を介して検出される。

【0039】

<カソード系>

カソード系は、コンプレッサ31(酸化剤ガス供給手段)と、加湿器32と、背圧弁33と、希釀器34とを備えている。

【0040】

コンプレッサ31は、配管31a、加湿器32、配管32aを介して、カソード流路12の入口に接続されている。そして、コンプレッサ31は、ECU60の指令に従って作動すると、酸素を含む空気を取り込み、これをカソード流路12に供給するようになっている。なお、コンプレッサ31は、燃料電池スタック10及び/又は燃料電池スタック10の発電電力を充放電する高圧バッテリ(図示しない)を電源として作動する。

【0041】

カソード流路12の出口は、配管32b、加湿器32、配管32c、背圧弁33、配管33aを介して、希釀器34に接続されている。そして、カソード流路12(カソード)から排出された多湿のカソードオフガスは、配管32b等を介して、希釀器34に排出されるようになっている。

背圧弁33は、バタフライ弁等から構成された常開型の弁である。そして、背圧弁33は、後記するアクセルペダル51の踏み込み量等の発電要求量に応じて、ECU60により、その開度が制御されるようになっている。

【0042】

<加湿器>

加湿器32は、コンプレッサ31からカソード流路12に向かう空気を加湿するため、カソード流路12に向かう空気と、多湿のカソードオフガスとを水分交換させる中空糸膜32dを備えている。

【0043】

<希釀器>

10

20

30

40

50

希釈器 34 は、ページ弁 27 から導入されるアノードオフガスと、配管 33a から導入されるカソードオフガス（希釈用ガス）とを混合し、アノードオフガス中の水素を、カソードオフガスで希釈する容器であり、その内部に希釈空間を備えている。そして、アノードオフガスとカソードオフガスとが混合することで生成した希釈後ガスは、配管 34a を介して車外に排出されるようになっている。

【0044】

<電力消費系>

電力消費系は、走行モータ 41 と、VCU 42（Voltage Control Unit、発電電力制限手段）と、出力検出器 43（電圧検出手段）と、を備えている。走行モータ 41 は、VCU 42、出力検出器 43 を介して、燃料電池スタック 10 の出力端子（図示しない）に接続されている。

10

【0045】

走行モータ 41 は、燃料電池自動車の動力源となる外部負荷である。

VCU 42 は、ECU 60 からの指令に従って、燃料電池スタック 10 の発電電力（出力電流、出力電圧）を制御する機器であり、DC/DC チョッパ等の電子回路を備えている。なお、走行モータ 41 と VCU 42 との間に配置されているインバータ（PDU：Power Drive Unit）は省略している。

20

【0046】

出力検出器 43 は、燃料電池スタック 10 の現在の出力電流及び出力電圧を検出する機器であり、電流センサ及び電圧センサを備えており、電流センサ及び電圧センサは適所に配置されている。そして、出力検出器 43 は、出力電流及び出力電圧を、ECU 60 に出力するようになっている。

20

【0047】

<アクセルペダル>

アクセルペダル 51（Accelerator Pedal）は、運転者が燃料電池自動車を加速するために踏み込むペダルであり、運転席の足元に配置されている。そして、アクセルペダル 51 は、その踏み込み量（AP量）を ECU 60 に出力するようになっている。

【0048】

<ECU>

ECU 60 は、燃料電池システム 1 を電子制御する制御装置であり、CPU、ROM、RAM、各種インターフェイス、電子回路などを含んで構成されている。そして、ECU 60 は、その内部に記憶されたプログラムに従って、各種処理を実行し、各種機器を制御するようになっている。

30

【0049】

燃料電池システムの動作

次に、燃料電池システム 1 の動作について、図 3 から図 7 を参照して説明する。なお、初期状態において、燃料電池スタック 10 に水素及び空気が供給され、燃料電池スタック 10 は発電している。

【0050】

ステップ S101において、ECU 60 は、アクセルペダル 51 から入力される現在のアクセルペダル 51 の踏み込み量（AP量）と、図 4 のマップとに基づいて、燃料電池スタック 10 の目標出力電流を算出する。図 4 に示すように、アクセルペダル 51 の踏み込み量が大きくなると、走行モータ 41 を高速で回転させるべく、目標出力電流が大きくなる関係となっている。なお、図 4 のマップは、事前試験やシミュレーションにより求められ、ECU 60 に予め記憶されている。

40

【0051】

ステップ S102において、ECU 60 は、目標出力電流と図 5 のマップとに基づいて、カソード流路 12 における目標空気圧力を算出する。

【0052】

ステップ S103において、ECU 60 は、図 5 のマップに基づいて、アノード流路 1

50

1における目標水素圧力を算出する。具体的には、目標水素圧力は、ステップS102で算出された目標空気圧力と、目標圧力差 Pとの和で与えられる。

【0053】

ここで、図5のマップについて具体的に説明する。なお、図5のマップは、事前試験等により求められ、ECU60に予め記憶されている。また、図5において、目標出力電流が小さい破線左側の範囲は、燃料電池自動車のアイドル状態（無負荷状態）に対応している。

【0054】

図5に示すように、目標空気圧力は、目標出力電流が大きくなると、上限空気圧力に到達するまで高くなる関係となっている。上限空気圧力は、高圧の空気が通流する機器（加湿器32、背圧弁33、配管32a等）や、機器の接続部におけるシール（Oリング等）の耐圧性に基づいて、空気が漏れない圧力に設定される。

10

【0055】

目標水素圧力は、目標空気圧力と同様に、目標出力電流が大きくなると、上限水素圧力に到達するまで高くなる関係となっている。上限水素圧力は、高圧の水素が通流する機器（エゼクタ26、バージ弁27、配管26a等）や、機器の接続部におけるシール（Oリング等）の耐圧性に基づいて、水素が漏れない圧力に設定される。つまり、目標水素圧力は、水素の上限圧力以下で制御されるようになっている。

【0056】

また、目標水素圧力は、燃料電池自動車の加速時等におけるアノードでの水素不足を防止するため、目標空気圧力及び基準水素圧力よりも高く設定される。基準水素圧力とは、現在の目標出力電流に対応して、水素が過不足なく供給される場合における水素の圧力である。

20

【0057】

さらに、目標水素圧力と目標空気圧力との差である目標圧力差 Pは、基準圧力差よりも大きく、上限極間圧力差以下に設定される。基準圧力差は、現在の目標出力電流に対応して、水素及び空気が過不足なく供給される場合における基準水素圧力と目標空気圧力との圧力差である。上限極間圧力差は、アノード流路11の水素とカソード流路12の空気との間に介在するMEAに破れ等が発生しない圧力差であり、MEAの機械的強度から求められ、MEAの強度が高くなると、上限極間圧力差は大きくなる関係となる。

30

【0058】

さらに、目標出力電流の小さい領域（アイドル側の領域）では、その後に急加速が要求された場合、その後にアノードで水素不足となり易いので、水素不足とならないように、目標圧力差 Pは上限極間圧力差に設定されている。そして、目標圧力差 Pは、目標出力電流が大きくなると、徐々に小さくなるように設定されている。これは、目標出力電流が大きくなると水素供給量が増え、その後に急加速が要求されたとしても、アノードで水素不足となり難いからである。すなわち、目標圧力差 Pは、目標出力電流に基づいて制御されると共に、目標出力電流が小さいほど、目標圧力差 Pが大きくなるように制御される設定となっている。

【0059】

40

ステップS104において、ECU60は、出力検出器43から入力される燃料電池スタック10の現在の出力電圧に基づいて、目標水素圧力及び/又は目標空気圧力を補正する。

すなわち、前回の処理フローにおけるステップS105で、前回の目標水素圧力及び目標空気圧力となるように、空気排出弁25、コンプレッサ31及び背圧弁33を制御したにも関わらず、前回の目標水素圧力及び目標空気圧力に対応して、出力電圧が出力されていない場合、燃料電池スタック10の発電性能が低下している虞があるので、発電性能を回復させるべく、今回の目標水素圧力及び/又は目標空気圧力が高まるように補正、つまり、今回の目標水素圧力及び/又は目標空気圧力に、所定量を上乗せする。

【0060】

50

ただし、このように補正する場合においても、目標水素圧力は上限水素圧力以下、目標空気圧力は上限空気圧力以下、目標圧力差 P は上限極間圧力差以下、の範囲に制限される。

なお、例えば、セル電圧モニタを介して、セル電圧が所定セル電圧以下に低下し、アノードに水分が付着し、アノードへの水素供給が十分でないと判断される場合、前記水分を吹き飛ばすため、目標水素圧力のみを補正してもよい。また、MEAを構成する電解質膜の乾燥が進み、出力電圧が低下していると判断される場合、電解質膜を加湿するため、目標空気圧力のみを補正してもよい。

【0061】

ステップS105において、ECU60は、補正後の目標水素圧力及び目標空気圧力となるように、空気排出弁25、コンプレッサ31及び背圧弁33を制御する。 10

すなわち、ECU60は、補正後の目標空気圧力と図6のマップとに基づいて、コンプレッサ31の回転速度及び背圧弁33の開度を制御する。図6に示すように、目標空気圧力が高くなると、コンプレッサ31の回転速度が高くなり、背圧弁33の開度が小さくなる関係となっている。なお、図6のマップは、事前試験等により求められ、ECU60に予め記憶されている。

【0062】

これに並行して、ECU60は、補正後の目標水素圧力と図7のマップとに基づいて、空気排出弁25の排出インターバル（排出間隔）を制御する。本実施形態における空気排出弁25は、ECU60からの排出指令を受けると、一定時間にて空気を排出するので、図7に示すように、目標水素圧力が低くなると、空気排出弁25の排出インターバルが短くなる関係となっている。なお、このように空気排出弁25の排出インターバルが短くなると、図2に示す減圧弁100のパイロット圧が下がり、減圧弁100の二次側圧力、つまり、アノード流路11における水素圧力が下がるように設計されている。すなわち、本実施形態では、空気排出弁25の排出インターバルが長い場合（又は空気が排出されない場合）、図5の上限極間圧力差が生成するように設計されており、そして、排出インターバルを可変することで、目標水素圧力、目標圧力差 P に調整するようになっている。 20

【0063】

すなわち、本実施形態では、アノード流路11における水素の圧力、及び／又は、カソード流路12における空気の圧力を制御すると共に、水素の圧力と空気の圧力との圧力差を制御する圧力制御手段は、ECU60と、減圧弁100と、空気排出弁25と、コンプレッサ31と、背圧弁33とを備えて構成されている。 30

【0064】

その後、ECU60の処理は、リターンを通って、スタートに戻る。

【0065】

燃料電池システムの効果

このような燃料電池システム1から得られる効果について、図8を参照して説明する。

現在の目標出力電流に対応した基準圧力差（図8の比較例）よりも大きくなるように、水素と空気との目標圧力差 P を制御するので、燃料電池スタック10には、目標出力電流に対応した基準水素圧力（比較例）よりも高い圧力で（図5参照）、水素が供給される。 40

【0066】

したがって、その後、急にアクセルペダル51が踏み込まれ、目標出力電流が急に大きくなり、目標出力電流に対応したその後の基準水素圧力が高まったとしても、予め、水素が高い圧力で供給されているので、水素の供給遅れは発生せず、アノードで水素不足となりにくくなる。よって、燃料電池スタック10は、その後の大きな目標出力電流に対応して発電し、大きな出力電流を実際に出力できる。その結果、燃料電池自動車は、運転者の加速要求（発電要求）に応じて、好適に加速できる。

【0067】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は前記実施形態に限定されず、

10

20

30

40

50

本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、例えば次のように変更することができ、また、次の構成を適宜組合させてもよい。

【0068】

前記した実施形態では、減圧弁100のパイロット圧等を制御することで、目標水素圧力及び目標圧力差Pを制御する構成としたが、その他に例えば、減圧弁100に代えて、又は、その下流に、バタフライ弁等を設けて水素の圧力を制御する構成としてもよい。

【0069】

前記した実施形態では、燃料電池システム1が燃料電池自動車に搭載された場合を例示したが、その他に例えば、自動二輪車、列車、船舶に搭載された燃料電池システムでもよい。また、家庭用や業務用の据え置き型の燃料電池システムや、給湯システムに組み込まれた燃料電池システムでもよい。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本実施形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図2】本実施形態に係る減圧弁の縦断面図である。

【図3】本実施形態に係る燃料電池システムの動作を示すフローチャートである。

【図4】アクセルペダルの踏み込み量(AP量)と、目標出力電流との関係を示すマップである。

【図5】目標出力電流と、目標水素圧力、目標空気圧力、目標圧力差Pとの関係を示すマップである。

【図6】目標空気圧力と、コンプレッサの回転速度、背圧弁の開度との関係を示すマップである。

【図7】目標水素圧力と、空気排出弁の排出インターバルとの関係を示すマップである。

【図8】本実施形態に係る燃料電池システムの一動作例を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

【0071】

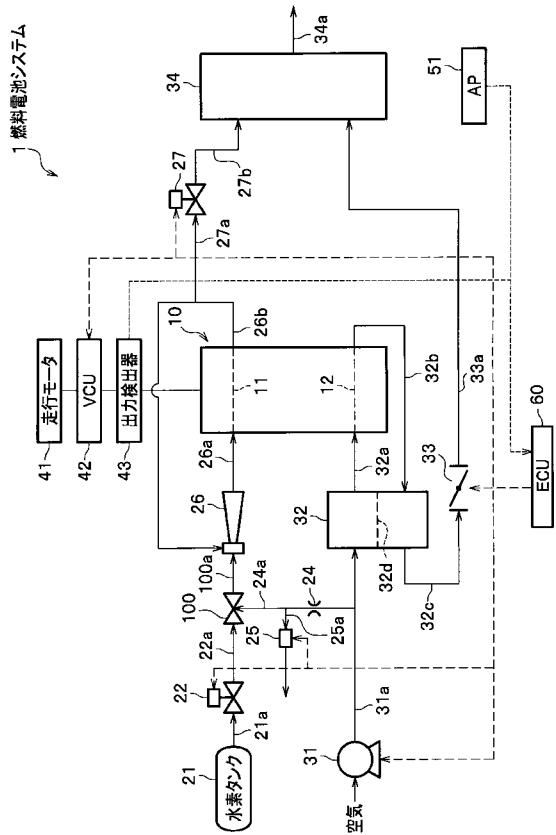
- 1 燃料電池システム
- 10 燃料電池スタック(燃料電池)
- 11 アノード流路(燃料ガス流路)
- 12 カソード流路(酸化剤ガス流路)
- 24 オリフィス
- 25 空気排出弁(圧力制御手段)
- 31 コンプレッサ(圧力制御手段)
- 33 背圧弁(圧力制御手段)
- 43 出力検出器(電圧検出手段)
- 60 ECU(圧力制御手段)
- 100 減圧弁

10

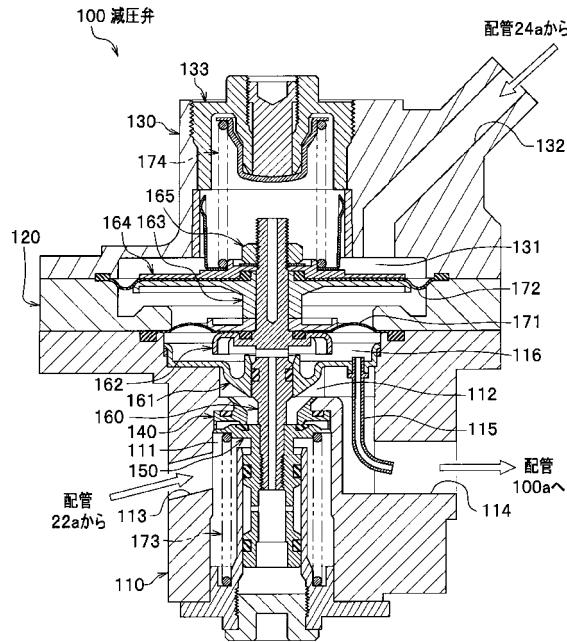
20

30

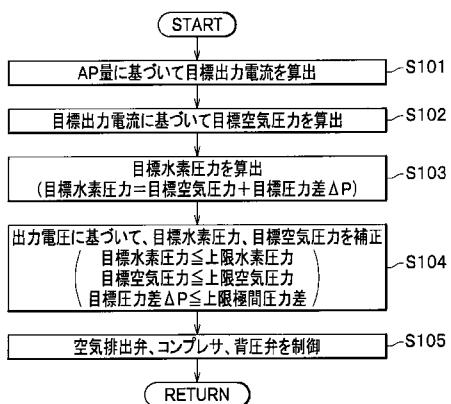
【図1】



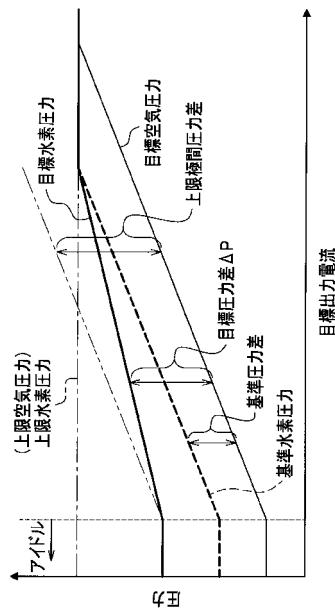
【図2】



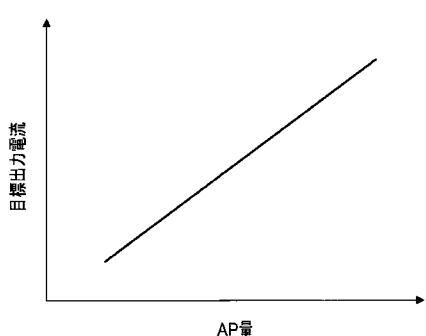
【図3】



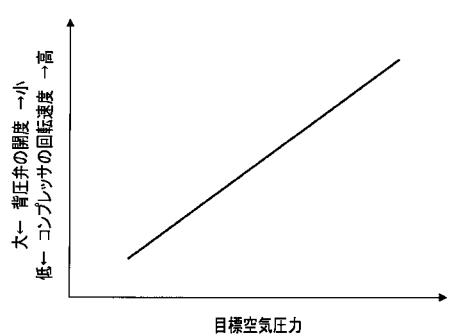
【図5】



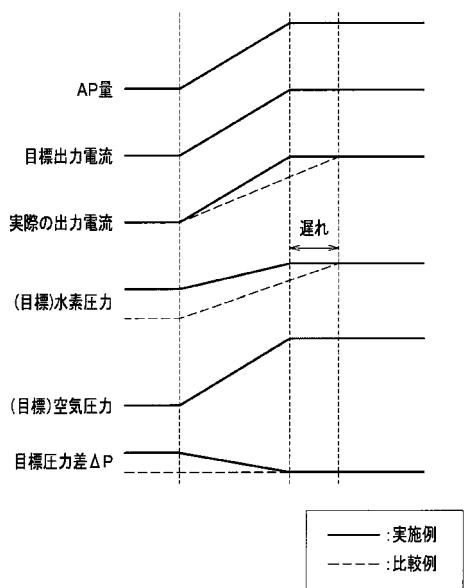
【図4】



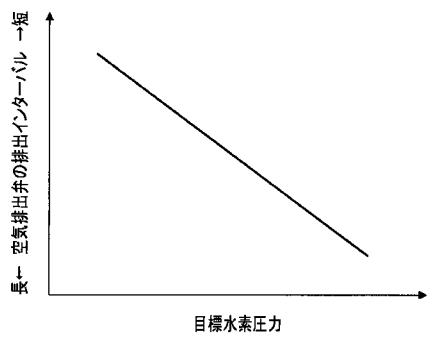
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-320620(JP, A)
特開2006-269337(JP, A)
特開2003-346859(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/04 - 8/06, 8/10