

(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2009-146709
(P2009-146709A)

(43) 公開日 平成21年7月2日(2009.7.2)

(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	5H026
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/04 J	5H027
	HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-322419 (P2007-322419)
(22) 出願日 平成19年12月13日 (2007.12.13)

(71) 出願人 00005326
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 悦夫
(72) 発明者 和氣 千大
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 小河 純平
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
Fターム(参考) 5H026 AA06
5H027 AA06 KK00 MM02 MM03

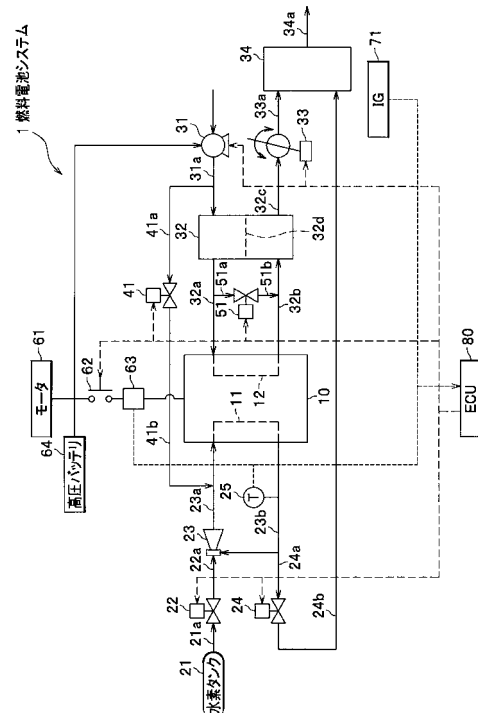
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池の下流のデバイスにおける凍結を防止する燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池スタック10と、燃料電池スタック10の発電停止後に、燃料電池スタック10を掃気するコンプレッサ31（燃料電池掃気手段）と、燃料電池掃気手段による燃料電池スタック10の掃気の完了後、燃料電池スタック10の下流の背圧弁33等のデバイスを掃気するコンプレッサ31（下流デバイス掃気手段）と、を備える燃料電池システム1である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池と、
前記燃料電池の発電停止後に、当該燃料電池を掃気する燃料電池掃気手段と、
前記燃料電池掃気手段による前記燃料電池の掃気の完了後、前記燃料電池の下流のデバイスを掃気する下流デバイス掃気手段と、
を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記下流デバイス掃気手段による掃気における掃気ガス総体積流量及び掃気時間の少なくとも一方である掃気条件を、前記燃料電池掃気手段による前記燃料電池の掃気完了時における前記燃料電池の下流のデバイス内の水分量に基づいて算出する、掃気条件算出手段を備える

10

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】

前記掃気条件算出手段は、前記水分量を、前記燃料電池の発電時間、前記燃料電池の積算発電量、前記燃料電池掃気手段による掃気時間、及び、前記燃料電池掃気手段による掃気ガスの総体積流量、の少なくとも 1 つに基づいて算出する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

発電停止前に前記燃料電池において生成水が略生成していないと推定される場合、前記下流デバイス掃気手段は掃気を実行しない

20

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】

前記デバイスは、前記燃料電池の酸化剤ガス流路の下流に設けられた背圧弁を含み、前記下流デバイス掃気手段による掃気中に、前記背圧弁は開閉される

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記下流デバイス掃気手段から前記デバイスに向かう掃気ガスが、前記燃料電池をバイパスするバイパス通路を備える

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、水素（燃料ガス）がアノードに、酸素を含む空気（酸化剤ガス）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。

【0003】

40

このような燃料電池は発電すると、そのカソードで水（水蒸気）を生成する。また、電解質膜（固体高分子膜）の湿潤状態を維持するため、燃料電池に向かう水素、空気は、中空系膜を備える加湿器等によって加湿される。したがって、燃料電池内、これに付随する機器内、これらを接続する配管内は、多湿となる。よって、発電停止後における燃料電池等内の凍結を防止するため、発電停止後、燃料電池等内を掃気する技術が提案されている（特許文献 1 参照）。

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 331893 号公報（請求項 8）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 5 】

ところが、燃料電池を掃気すると、燃料電池から大量の水分が排出され、その後、掃気を停止すると、燃料電池の下流のデバイス（例えば背圧弁）内で、前記水分が凍結する虞がある。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、燃料電池の下流のデバイスにおける凍結を防止する燃料電池システム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 】

前記課題を解決するための手段として、本発明は、燃料電池と、前記燃料電池の発電停止後に、当該燃料電池を掃気する燃料電池掃気手段と、前記燃料電池掃気手段による前記燃料電池の掃気の完了後、前記燃料電池の下流のデバイスを掃気する下流デバイス掃気手段と、を備えることを特徴とする燃料電池システムである。

10

【 0 0 0 8 】

ここで、燃料電池の下流のデバイス（機器）は、背圧弁、希釈器、パージ弁等の機器だけでなく、これらを接続する配管も含む。また、燃料電池、下流のデバイスの掃気とは、掃気ガスによって、これらの内部に残留する水分を押し出すことであり、掃気ガスとしては空気や窒素等が使用される。

【 0 0 0 9 】

このような燃料電池システムによれば、燃料電池掃気手段による燃料電池の掃気の完了後、下流デバイス掃気手段が燃料電池の下流のデバイスを掃気し、下流のデバイス内の水分（水蒸気、結露水等）を外部に押し出す。これにより、その後、下流のデバイス内で、水分が凍結することは防止される。したがって、下流のデバイスを構成する配管等が凍結により閉塞することもなく、また、背圧弁等が凍結により作動不能になることは防止される。よって、燃料電池システムが再起動しても、下流のデバイスを良好に作動させ、燃料電池に反応ガス（燃料ガス、酸化剤ガス）を好適に供給し、良好に再起動することができる。

20

【 0 0 1 0 】

また、前記下流デバイス掃気手段による掃気における掃気ガス総体積流量及び掃気時間の少なくとも一方である掃気条件を、前記燃料電池掃気手段による前記燃料電池の掃気完了時における前記燃料電池の下流のデバイス内の水分量に基づいて算出する、掃気条件算出手段を備えることを特徴とする燃料電池システムである。

30

である。

【 0 0 1 1 】

このような燃料電池システムによれば、掃気条件算出手段が、下流デバイス掃気手段による掃気における掃気ガス総体積流量及び掃気時間の少なくとも一方である掃気条件を、燃料電池掃気手段による燃料電池の掃気完了時における燃料電池の下流のデバイス内の水分量に基づいて、適切に算出することができる。

そして、その算出結果である掃気条件に従って、下流デバイス掃気手段が作動することにより、下流デバイス掃気手段による無駄なエネルギー消費（後記する実施形態では電力）や、不要な作動音の発生を防止できる。

40

【 0 0 1 2 】

また、前記掃気条件算出手段は、前記水分量を、前記燃料電池の発電時間、前記燃料電池の積算発電量、前記燃料電池掃気手段による掃気時間、及び、前記燃料電池掃気手段による掃気ガスの総体積流量、の少なくとも1つに基づいて算出することを特徴とする燃料電池システムである。

【 0 0 1 3 】

このような燃料電池システムによれば、掃気条件算出手段が、燃料電池の掃気完了時における下流のデバイス内の水分量を、燃料電池の発電時間、燃料電池の積算発電量、燃料電池掃気手段による掃気時間、及び、前記燃料電池掃気手段による掃気ガスの総体積流量

50

の少なくとも1つに基づいて、適切に算出することができる。

【0014】

また、発電停止前に前記燃料電池において生成水が略生成していないと推定される場合、前記下流デバイス掃気手段は掃気を実行しないことを特徴とする燃料電池システムである。

【0015】

このような燃料電池システムによれば、例えば、発電停止前の発電時間が短く、発電停止前に燃料電池において生成水が略生成していないと推定される場合、下流デバイス掃気手段は掃気を実行しない。これにより、下流デバイス掃気手段による無駄なエネルギー消費を低減すると共に、不要な作動音の発生を防止できる。

なお、後記する実施形態のように、発電停止前に燃料電池において生成水が略生成していないと推定される場合、燃料電池掃気手段による燃料電池の掃気も実行しない構成としてもよい。

【0016】

また、前記デバイスは、前記燃料電池の酸化剤ガス流路の下流に設けられた背圧弁を含み、前記下流デバイス掃気手段による掃気中に、前記背圧弁は開閉されることを特徴とする燃料電池システムである。

【0017】

このような燃料電池システムによれば、下流デバイス掃気手段による掃気中に、背圧弁は開閉、つまり背圧弁の弁体が開側及び閉側に作動されるので、背圧弁に付着する水滴を振り落としつつ、下流のデバイスを流れる掃気ガスに圧力変動を生じさせ、掃気ガス等に脈動を付与し、水分の排出性を高めることができる。

【0018】

また、前記下流デバイス掃気手段から前記デバイスに向かう掃気ガスが、前記燃料電池をバイパスするバイパス通路を備えることを特徴とする燃料電池システムである。

【0019】

このような燃料電池システムによれば、下流デバイス掃気手段による掃気時において、掃気ガスがバイパス通路を経由し、燃料電池をバイパスすることにより、下流のデバイスに向かう掃気ガスが燃料電池から圧力損失を受けることはない。これにより、下流デバイス掃気手段が過負荷を受けずに作動することができる。また、燃料電池のMEA（特に電解質膜）が過乾燥することも防止できる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、燃料電池の下流のデバイスにおける凍結を防止する燃料電池システム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】

以下、本発明の一実施形態について、図1から図6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）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）を給排するカソード系と、掃気時にカソード系からアノード系に掃気ガスを導く掃気ガス系と、カソード流路12をバイパスさせるバイパス系と、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ECU80（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>

10

20

30

40

50

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、複数の単セルは電氣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。

MEA は、1 価の陽イオン交換膜等からなる電解質膜（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、カーボンペーパー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。

【0024】

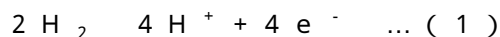
アノードセパレータには、各 MEA のアノードに対して水素を給排するため単セルの積層方向に延びる貫通孔（内部マニホールドと称される）や、単セルの面方向に延びる溝が形成されており、これら貫通孔及び溝がアノード流路 11（燃料ガス流路）として機能している。

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。

【0025】

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 61 等の外部回路とが電氣的に接続され、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。

なお、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。



【0026】

<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、エゼクタ 23 と、常閉型のパージ弁 24 と、温度センサ 25 とを備えている。

水素タンク 21 は、配管 21a、遮断弁 22、配管 22a、エゼクタ 23、配管 23a を順に介して、アノード流路 11 の入口に接続されている。配管 22a には、水素を所定圧力に減圧する減圧弁（図示しない）が設けられている。そして、ECU 80 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。

【0027】

アノード流路 11 の出口には、配管 23b が接続されており、配管 23b の下流端はエゼクタ 23 の吸引口に接続されている。そして、アノード流路 11 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、配管 23b を介してエゼクタ 23 に戻され、エゼクタ 23 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。その結果、水素がアノード流路 11 を経由して循環し、水素の有効利用が図られている。

【0028】

また、配管 23b の途中は、配管 24a、パージ弁 24、配管 24b を介して、希釈器 34 に接続されている。そして、図示しない電圧センサで検出される単セルの電圧（セル電圧）が低下し、アノードオフガスに含まれる不純物（水蒸気、窒素等）が多いと ECU 80 で判断された場合、ECU 80 によってパージ弁 24 は開かれ、不純物を含むアノード

10

20

30

40

50

ドオフガスが配管 2 4 a、2 4 b を介して、希釈器 3 4 に排出されるようになっている。

【 0 0 2 9 】

温度センサ 2 5 は、アノードオフガスが流れる配管 2 3 b に設けられており、配管 2 3 b 内の温度を、燃料電池スタック 1 0 及び / 又はシステム温度として検出し、この検出した温度を E C U 8 0 に出力するようになっている。

ただし、温度センサ 2 5 の位置はこれに限定されず、後記する配管 3 2 b や、燃料電池スタック 1 0 から排出された冷媒が流れる配管（図示しない）や、燃料電池スタック 1 0 自体に設けてもよい。

【 0 0 3 0 】

< カソード系 >

カソード系は、コンプレッサ 3 1（酸化剤ガス供給手段）と、加湿器 3 2 と、背圧弁 3 3 と、希釈器 3 4 とを備えている。

コンプレッサ 3 1 は、配管 3 1 a、加湿器 3 2、配管 3 2 a を介して、カソード流路 1 2 の入口に接続されており、E C U 8 0 の指令に従って作動すると、酸素を含む空気を取り込み、カソード流路 1 2 に供給するようになっている。

また、コンプレッサ 3 1 は、燃料電池スタック 1 0 のアノード流路 1 1、カソード流路 1 2 の掃気時には、燃料電池掃気手段として機能する。そして、燃料電池スタック 1 0 の掃気完了後、燃料電池スタック 1 0 の下流のデバイス（背圧弁 3 3 等）の掃気時には、下流デバイス掃気手段として機能する。

なお、コンプレッサ 3 1 は、燃料電池スタック 1 0 及び / 又は後記する高圧バッテリー 6 4 を電源としている。

【 0 0 3 1 】

カソード流路 1 2 の出口は、配管 3 2 b、加湿器 3 2、配管 3 2 c、背圧弁 3 3、配管 3 3 a を順に介して、希釈器 3 4 に接続されている。そして、カソード流路 1 2 から排出された多湿のカソードオフガスは、配管 3 2 b 等を介して、希釈器 3 4 に供給されるようになっている。

【 0 0 3 2 】

加湿器 3 2 は、コンプレッサ 3 1 からカソード流路 1 2 に向かう空気を加湿するため、カソード流路 1 2 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系膜 3 2 d を備えている。また、配管 3 1 a と配管 3 2 a とを接続するバイパス配管（図示しない）が設けられており、燃料電池スタック 1 0 の掃気時、及び、背圧弁 3 3 等のデバイスの掃気時において、コンプレッサ 3 1 からの掃気ガスがバイパス配管を流れ、加湿器 3 2 をバイパスするようになっている。

【 0 0 3 3 】

背圧弁 3 3 は、アノード流路 1 1 内のガス圧力と、カソード流路 1 2 内のガス圧力（背圧弁 3 3 の背圧）とをバランスさせるため、E C U 8 0 により制御される弁であり、例えばバタフライ弁から構成される。

希釈器 3 4 は、パージ弁 2 4 が開かれた場合に導入されるアノードオフガス中の水素を、カソードオフガス（希釈用ガス）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、希釈後のガスは、配管 3 4 a を介して、車外に排出されるようになっている。なお、配管 3 4 a には、図示しないサイレンサ（消音器）が設けられている。

【 0 0 3 4 】

< 燃料電池スタックの下流のデバイス >

ここで、本実施形態における燃料電池スタック 1 0 の下流のデバイスは、アノード側の下流のデバイスと、カソード側の下流のデバイスと、を含んでいる。具体的には、アノード側の下流のデバイスは、配管 2 4 a と、パージ弁 2 4 と、配管 2 4 b とを含んでいる。カソード側の下流のデバイスは、配管 3 2 b と、加湿器 3 2 と、配管 3 2 c と、背圧弁 3 3 と、配管 3 3 a と、希釈器 3 4 と、配管 3 4 a とを含んでいる。

【 0 0 3 5 】

< 掃気系 >

10

20

30

40

50

掃気系は、燃料電池スタック 10 及び燃料電池スタック 10 の下流のデバイスの掃気時に、コンプレッサ 31 からの掃気ガス（非加湿の空気）をアノード系に導く系であり、常閉型の掃気弁 41 を備えている。掃気弁 41 の上流は、配管 41 a を介して配管 31 a に接続されており、掃気弁 41 の下流は、配管 41 b を介して配管 23 a に接続されている。

そして、燃料電池スタック 10 等を掃気する場合、例えばシステム停止中において、温度センサ 25 が検出するシステム温度が 0 未満となり、燃料電池スタック 10 内が凍結する虞のある場合、ECU 80 はコンプレッサ 31 を作動すると共に、掃気弁 41 を開く設定となっている。

【0036】

< バイパス系 >

バイパス系（バイパス通路）は、カソード側の下流のデバイス（背圧弁 33 等）を掃気する場合において、コンプレッサ 31 からの掃気ガスを、燃料電池スタック 10 のカソード流路 12 をバイパス（迂回）させるための系であり、バイパス時に ECU 80 によって開かれるバイパス弁 51 を備えている。バイパス弁 51 の上流は、配管 51 a を介して配管 32 a に接続されており、バイパス弁 51 の下流は配管 51 b を介して配管 32 b に接続されている。

その他、バイパス弁 51 に代えて、配管 51 b と配管 32 b の合流位置に三方弁を設け、この三方弁を適宜に開閉し、バイパスさせる構成としてもよい。

【0037】

< 電力消費系 >

電力消費系は、燃料電池スタック 10 の発電電力を消費等する系であって、走行モータ 61 と、コンタクタ 62 と、出力検出器 63 と、高圧バッテリー 64 とを備えている。

走行モータ 61 は、コンタクタ 62、出力検出器 63 を介して燃料電池スタック 10 の出力端子（図示しない）に接続されており、高圧バッテリー 64 は、走行モータ 61 とコンタクタ 62 との間に接続されている。走行モータ 61 は、燃料電池自動車の動力源であり、コンタクタ 62 は、ECU 80 によって、燃料電池スタック 10 と走行モータ 61 等との電氣的接続を ON / OFF するスイッチである。すなわち、コンタクタ 62 が OFF されると、燃料電池スタック 10 から電流が取り出されず、燃料電池スタック 10 の発電は停止する。

【0038】

出力検出器 63 は、燃料電池スタック 10 の出力電流及び出力電圧を検出するものであり、電流センサ及び電圧センサを備えている。そして、出力検出器 63 は、出力電流及び出力電圧を ECU 80 に出力するようになっており、ECU 80 は、出力電流及び出力電圧を検知すると共に、発電電力（W、発電量）や積算発電電力（Wh、積算発電量）を適宜に算出するようになっている。

【0039】

高圧バッテリー 64 は、リチウムイオン型等の二次電池から構成され、燃料電池スタック 10 の余剰発電電力や、走行モータ 61 の回生電力を蓄えたり、燃料電池スタック 10 の発電電力が低い場合、その充電電力を放電し燃料電池スタック 10 を補助するものである。

【0040】

< I G >

I G 71 は、燃料電池自動車及び燃料電池システム 1 の起動スイッチであり、運転席周りに設けられている。また、I G 71 は ECU 80 と接続されており、ECU 80 は I G 71 の ON / OFF 信号を検知するようになっている。

【0041】

< E C U >

ECU 80（掃気条件算出手段）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、各種インタフェース、電子回路などを含んで構成されてお

10

20

30

40

50

り、その内部に記憶されたプログラムに従って、各種機器を制御し、各種処理を実行するようになっている。

なお、ECU80による具体的制御内容は、図2のフローチャート等を参照して、以下詳細に説明する。

【0042】

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2を主に参照して説明する。

なお、IG71がOFFされると、図2のフローチャートに示す処理がスタートする。また、IG71のOFF前(初期状態)において、コンタクタ62はONされており、燃料電池スタック10は運転者からの発電要求に応じて発電している。また、ここでは、カソード流路12及びアノード流路11の掃気の後、カソード側の下流のデバイス(背圧弁33、配管32b等)を掃気する場合を例示する。

10

【0043】

ステップS101において、IG71のOFF信号を検知したECU80は、コンタクタ62をOFFする。これにより、燃料電池スタック10の発電が停止する。

【0044】

ステップS102において、ECU80は、温度センサ25を介して検出される現在のシステム温度が低温(例えば0度未満)であるか否かを判定する。低温と判定するための判定基準温度は、その後、燃料電池スタック10内が凍結する虞があるとされる温度であり、事前試験等により求められる。

20

システム温度が低温であると判定された場合(S102・Yes)、ECU80の処理はステップS104に進む。一方、システム温度が低温でないと判定された場合(S102・No)、ECU80の処理はステップS103に進む。

【0045】

ステップS103において、ECU80は、ステップS102の判定後、所定時間 t_1 (例えば30分~1時間)経過したか否かを判定する。

所定時間 t_1 経過したと判定された場合(S103・Yes)、ECU80の処理はステップS102に進む。これにより、発電停止直後は、低温でなかったとしても(S102・No)、その後、所定時間 t_1 経過毎(S103・Yes)、低温であるか否かの判定処理が実行されるので、凍結が防止される。

30

一方、所定時間 t_1 経過していないと判定された場合(S103・No)、ECU80は、ステップS103の判定を繰り返す。

【0046】

ステップS104において、ECU80は、発電停止前における燃料電池スタック10の発電において、発電に伴う電極反応により、燃料電池スタック10で生成水が発生したか否かを判定する。

具体的には、ECU80の内部クロックで求められる燃料電池スタック10の発電時間により、IG71のON後に短時間でIG71がOFFされたため(いわゆるチョイガケ時)、停止前の燃料電池スタック10の発電時間が短い場合(例えば3分以下)、生成水が略発生していない判断される。また、低温環境下(例えば0度未満)での起動後、燃料電池スタック10の暖機完了前に発電停止した場合も、発電に伴う生成水は略生成していないと判断される。

40

【0047】

そして、生成水は発生していると判定された場合(S104・Yes)、ECU80の処理はステップS105に進む。

一方、生成水は略発生していないと判定された場合(S104・No)、ECU80の処理はエンドに進む。このように生成水は略発生しておらず、エンドに進む場合、ステップS105のカソード掃気、ステップS107のアノード掃気、及び、ステップS111の下流デバイスの掃気は、省略される。これにより、コンプレッサ31を不要に作動させることはなく、コンプレッサ31の作動音を低減すると共に、高圧バッテリー64の電力消

50

費を抑えることができる。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 0 5 において、E C U 8 0 は、カソード流路 1 2 の掃気（カソード掃気）を開始する。具体的には、E C U 8 0 は、コンプレッサ 3 1 の回転速度をカソード掃気用に高め（図 6 参照）、コンプレッサ 3 1 からの掃気ガスをカソード流路 1 2 に導入し、カソード流路 1 2 の水分（生成水等）を押し出す。そうすると、燃料電池スタック 1 0 の下流のデバイス内の水分量は、一旦増加した後、徐々に下がっていく（図 6 参照）。

【 0 0 4 9 】

カソード掃気の実行時間は、停止前における燃料電池スタック 1 0 の発電時間と、発電停止後の経過時間と、発電停止時における燃料電池スタック 1 0 の温度と、図 3 のマップとに基づいて算出される。図 3 のマップは、事前試験等により求められ、E C U 8 0 に予め記憶されている。そして、図 3 に示すように、燃料電池スタック 1 0 の発電時間が長くなるほど、カソード掃気の実行時間が長くなるように算出される。

10

【 0 0 5 0 】

また、このよう算出されるカソード掃気の実行時間は、発電停止時における燃料電池スタック 1 0 の温度、及び / 又は、発電停止後の経過時間に基づいて、適宜に補正される。詳細には、発電停止時における燃料電池スタック 1 0 の温度が低いほど、燃料電池スタック 1 0 内で結露水が生成しやすいので、カソード掃気の実行時間が長くなるように補正される。また、発電停止後の経過時間が長くなると、燃料電池スタック 1 0 の温度が下がり、生成した結露水の量が多くなるので、カソード掃気の実行時間が長くなるように補正される。

20

なお、後記するアノード流路 1 1 の掃気（アノード掃気）の実行時間についても、同様に算出される。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 0 6 において、E C U 8 0 は、カソード掃気が完了したか否か、つまり、ステップ S 1 0 5 のカソード掃気の開始から、図 3 のマップ等に基づいて求められたカソード掃気時間が経過したか否かを判定する。

カソード掃気は完了したと判定された場合（S 1 0 6 ・ Y e s ）、E C U 8 0 の処理はステップ S 1 0 7 に進む。一方、カソード掃気は完了していないと判定された場合（S 1 0 6 ・ N o ）、E C U 8 0 はステップ S 1 0 7 の判定を繰り返す。

30

【 0 0 5 2 】

ステップ S 1 0 7 において、E C U 8 0 は、アノード流路 1 1 の掃気（アノード掃気）を開始する。具体的には、E C U 8 0 は、コンプレッサ 3 1 の回転速度をアノード掃気用に高めつつ（図 6 参照）、掃気弁 4 1 及びパーズ弁 2 4 を開き、コンプレッサ 3 1 からの掃気ガスをアノード流路 1 1 に導入し、アノード流路 1 1 の水分（生成水等）を押し出す。そうすると、燃料電池スタック 1 0 の下流のデバイス内の水分量は、一旦増加した後、徐々に下がっていく（図 6 参照）。

なお、アノード掃気時のコンプレッサ 3 1 の回転速度は、カソード掃気時及び後記する下流デバイスの掃気時よりも高く設定される（図 6 参照）。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 1 0 8 において、E C U 8 0 は、アノード掃気が完了したか否か、つまり、ステップ S 1 0 7 のアノード掃気の開始から、図 3 のマップ等に基づいて求められたアノード掃気時間が経過したか否かを判定する。

40

アノード掃気は完了したと判定された場合（S 1 0 8 ・ Y e s ）、E C U 8 0 の処理はステップ S 1 0 9 に進む。このようにステップ S 1 0 9 に進む場合、本実施形態では、E C U 8 0 （燃料電池掃気完了判定手段）により、燃料電池スタック 1 0 の掃気が完了したと判定される。

一方、アノード掃気は完了していないと判定された場合（S 1 0 8 ・ N o ）、E C U 8 0 はステップ S 1 0 8 の判定を繰り返す。

【 0 0 5 4 】

50

ステップS 109において、ECU 80（掃気条件算出手段）は、掃気完了時において、燃料電池スタック10の下流のデバイス（背圧弁33、希釈器34、配管32b等）に残留する水分量を算出する。

具体的には、ECU 80は、停止前における燃料電池スタック10の発電時間（及び/又は燃料電池スタック10の積算発電電力（Wh、積算発電量））と、カソード掃気時間と、アノード掃気時間と、図4のマップとに基づいて、燃料電池スタック10の下流のデバイスに残留する水分量を算出する。また、カソード掃気時間と、アノード掃気時間に代えて、又は加えて、カソード掃気時、アノード掃気時における掃気ガスの総体積流量に基づいて、水分量を算出してもよい。

なお、カソード掃気時、アノード掃気時における掃気ガスの総体積流量は、例えば、コンプレッサ31から吐出される掃気ガスの吐出量（L/分）と作動時間との積から求めることができる。その他、配管23a、31a等に流量センサを設けて求めることもできる。

【0055】

図4のマップは、事前試験等により求められ、ECU 80に予め記憶されている。図4に示すように、燃料電池スタック10の発電時間が長く、積算発電電力（積算発電量）が大きく、カソード・アノード掃気時間が短いほど（掃気ガスの総体積流量が少ないほど）、燃料電池スタック10の下流のデバイスに残留する水分量が多くなる関係となっている。

これは、燃料電池スタック10の発電時間が長く、積算発電電力（積算発電量）が大きくなるほど、発電に伴う生成水が多くなり、下流のデバイスに残留する水分量が多くなるからである。また、カソード・アノード掃気時間が短いほど（掃気ガスの総体積流量が少ないほど）、燃料電池スタック10から押し出された水分が、下流のデバイスに残留したままとなりやすいからである。

【0056】

ステップS 110において、ECU 80（掃気条件算出手段）は、ステップS 109で算出した水分量と、図5のマップとに基づいて、燃料電池スタック10の下流のデバイスの掃気時間（及び/又は掃気ガスの総体積流量）を、算出する。図5のマップは、事前試験等により求められ、ECU 80に予め記憶されている。また、図5に示すように、燃料電池スタック10の下流の水分量が多くなるほど、掃気時間（掃気ガスの総体積流量）が大きくなる関係となっている。

【0057】

ステップS 111において、ECU 80は、燃料電池スタック10のカソード側の下流のデバイス（背圧弁33等）の掃気を開始する（図6参照）。具体的には、ECU 80は、コンプレッサ31を下流デバイス掃気用の回転速度で作動させると共に、背圧弁33を開き、下流のデバイス（背圧弁33等）に供給し、その内部の水分を車外に押し出す。これにより、下流のデバイス内の水分量が徐々に下がる（図6参照）。

コンプレッサ31の回転速度（掃気ガスの吐出流量）は、下流のデバイスの流路断面積や、流路の撥水性等に関係し、事前試験等により求められる。また、コンプレッサ31の回転速度は、残留する水分を確実に排出するために必要な回転速度（掃気ガス必要吐出流量）よりも高めに設定される（図6参照）。

【0058】

この場合において、ECU 80は、背圧弁33を適宜に開閉、つまり、背圧弁33の弁体を開側及び閉側に往復作動させる。これにより、背圧弁33の弁体に付着していた水滴が振り落とされ、背圧弁33の凍結防止が図られる。また、このように背圧弁33を開閉すると、背圧弁33を通る掃気ガスの圧力が変動して、掃気ガスが脈動し、背圧弁33に接続する配管32c、33aが脈動するので、水分の排出性を高めることができる。

【0059】

また、この場合において、ECU 80は、バイパス弁51を開く。そうすると、コンプレッサ31からの掃気ガスが、カソード流路12をバイパス、つまり、配管32aから配

10

20

30

40

50

管 5 1 a、配管 5 1 b を介して、配管 3 2 b に流れ込む。これにより、掃気ガスが、カソード流路 1 2 から圧力損失を受けずに、配管 3 2 b に流れ込むことができ、過負荷を受けることなくコンプレッサ 3 1 が作動できる。また、燃料電池スタック 1 0 の M E A (特に電解質膜) の過乾燥も防止できる。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 1 2 において、E C U 8 0 は、ステップ S 1 1 0 で求めた掃気時間 (及び / 又は掃気ガスの総体積流量) と、ステップ S 1 1 1 での掃気開始後の掃気時間 (及び / 又は掃気ガスの総体積流量) とに基づいて、燃料電池スタック 1 0 のカソード側の下流のデバイスの掃気が完了したか否かを判定する。

なお、掃気時間と掃気ガスの総体積流量との両方に基づいて完了判定すると、誤判定を防止できる。

10

【 0 0 6 1 】

そして、デバイスの掃気は完了したと判定された場合 (S 1 1 2 ・ Y e s)、E C U 8 0 の処理はエンドに進む。一方、デバイスの掃気は完了していないと判定された場合 (S 1 1 2 ・ N o)、E C U 8 0 はステップ S 1 1 2 の判定を繰り返す。

【 0 0 6 2 】

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 によれば、次の効果を得る。

カソード流路 1 2 及びアノード流路 1 1 の掃気の完了後、カソード流路 1 2 の下流に配置される背圧弁 3 3、希釈器 3 4、配管 3 2 b 等のデバイスを掃気し、その内部の水分を外部に押し出すので、これらデバイス内で水分が凍結することを防止できる。

20

これにより、背圧弁 3 3 等が凍結により作動不動となること、加湿器 3 2 内が凍結し加湿不能になること又は破損すること、希釈空間の凍結により希釈器 3 4 の希釈性能が低下すること、配管 3 2 b 等が凍結により閉塞することは防止される。したがって、その後、I G 7 1 が O N され、システムを再起動する場合、背圧弁 3 3 等を良好に作動させ、カソード流路 1 2 に空気を好適に供給し、燃料電池スタック 1 0 を再発電することができる。

【 0 0 6 3 】

また、燃料電池スタック 1 0 の掃気完了時における下流のデバイス内の水分量を、燃料電池スタック 1 0 の発電時間、積算発電量、燃料電池スタック 1 0 の掃気時間、掃気ガスの総体積流量に基づいて、適切に算出することができる。

30

そして、この算出された水分量に基づいて、燃料電池スタック 1 0 の下流のデバイスの掃気時間 (及び / 又は掃気ガスの総体積流量) を、適切に算出し、これに従ってコンプレッサ 3 1 を適切に作動させることができる。

【 0 0 6 4 】

さらに、発電停止前の燃料電池スタック 1 0 において、生成水が略生成していない場合、カソード掃気、アノード掃気、及び、下流デバイス掃気を実行しないので、コンプレッサ 3 1 による無駄な電力消費及び作動音を抑えることができる。

【 0 0 6 5 】

さらにまた、下流デバイスの掃気時には、背圧弁 3 3 を開閉することにより、水分の排出性を高めることができる。また、掃気ガスがカソード流路 1 2 をバイパスするので、コンプレッサ 3 1 に過負荷を与えずに作動しつつ、M E A の過乾燥を防止できる。

40

【 0 0 6 6 】

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、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、次の構成を適宜組み合わせてもよい。

【 0 0 6 7 】

前記した実施形態では、燃料電池スタック 1 0 の掃気の完了後、カソード流路 1 2 の下流のデバイス (背圧弁 3 3 等) を掃気する場合を例示したが、燃料電池スタック 1 0 の掃気の完了後に、掃気弁 4 1 も開き、アノード流路 1 1 の下流のデバイス (パージ弁 2 4 等) も掃気してもよい。この場合、配管 2 3 a と配管 2 3 b とをバイパス配管 (バイパス通

50

路)で接続し、掃気ガスがアノード流路11をバイパスするようにしてもよい。

【0068】

前記した実施形態では、燃料電池スタック10を掃気する場合、カソード掃気、アノード掃気の順で実行する場合を例示したが、アノード掃気、カソード掃気の順でもよい。また、カソード掃気及びアノード掃気的一方のみを実行し、その後、下流のデバイスを掃気する構成でもよい。

【0069】

前記した実施形態では、コンプレッサ31が、燃料電池スタック10のカソード流路12及びアノード流路11を掃気する燃料電池掃気手段と、カソード流路12の下流のデバイスを掃気する下流デバイス掃気手段との機能を発揮する場合を例示したが、これに限定されず、例えば、下流デバイス掃気手段として、別のコンプレッサや窒素タンクを備える構成としてもよい。

10

【0070】

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】

【0071】

【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。

20

【図2】本実施形態に係る燃料電池システムの掃気動作を示すフローチャートである。

【図3】燃料電池スタックの発電時間と、カソード・アノード掃気時間(掃気ガス総体積流量)と、の関係を示すマップである。

【図4】燃料電池スタックの発電時間(積算発電電力)と、カソード(アノード)掃気時間と、燃料電池スタックの下流のデバイス内の水分量と、の関係を示すマップである。

【図5】燃料電池スタックの下流のデバイス内の水分量と、掃気時間(掃気ガスの総体積流量)と、の関係を示すマップである。

【図6】本実施形態に係る燃料電池システムの掃気動作における一動作例を示すタイムチャートである。

30

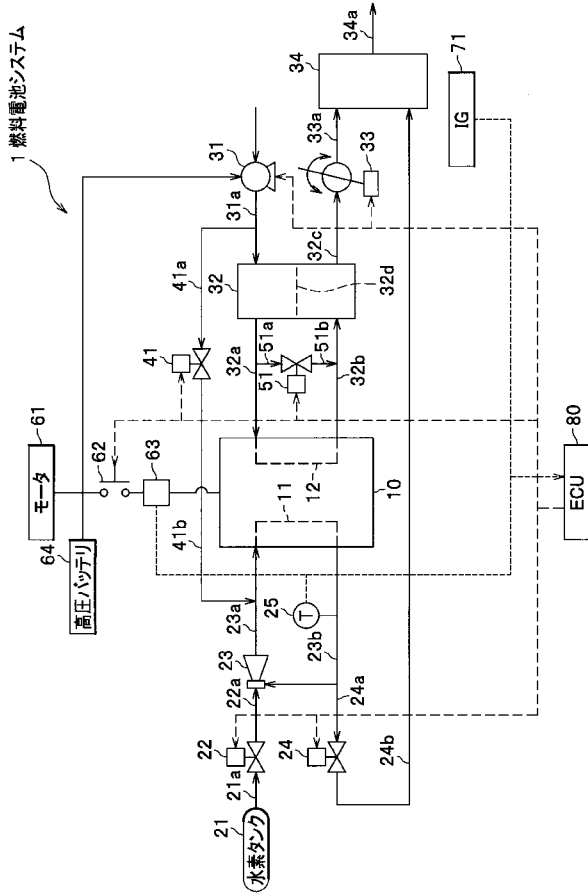
【符号の説明】

【0072】

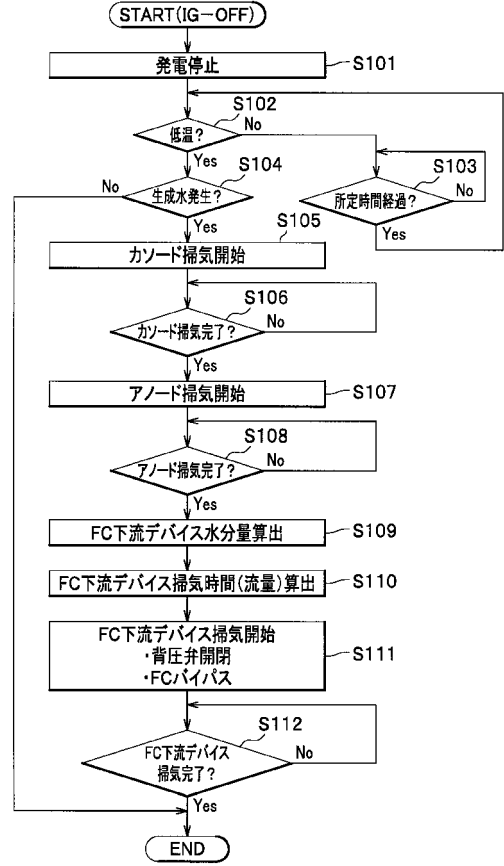
- 1 燃料電池システム
- 10 燃料電池スタック(燃料電池)
- 24 パージ弁(下流のデバイス)
- 31 コンプレッサ(燃料電池掃気手段、下流デバイス掃気手段)
- 33 背圧弁(下流のデバイス)
- 24 a、24 b、33 a、32 c、33 a、34 a 配管(下流のデバイス)
- 34 希釈器(下流のデバイス)
- 41 掃気弁
- 51 バイパス弁
- 51 a、51 b 配管(バイパス通路)
- 80 ECU(掃気条件算出手段)

40

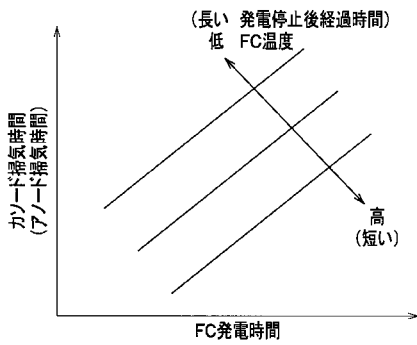
【 図 1 】



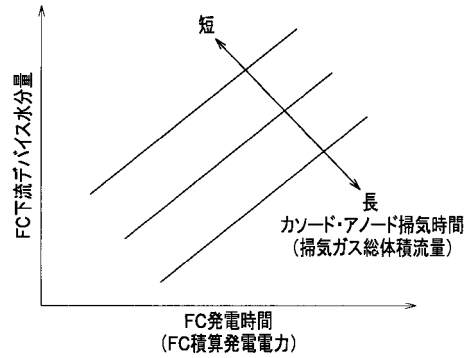
【 図 2 】



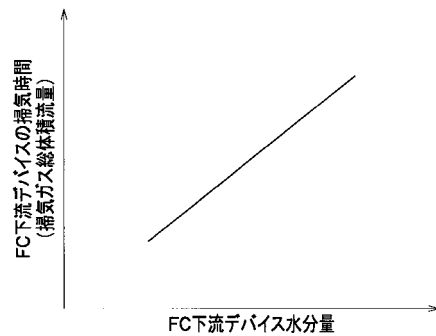
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

