

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7668794号
(P7668794)

(45)発行日 令和7年4月25日(2025.4.25)

(24)登録日 令和7年4月17日(2025.4.17)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 M 8/04 (2016.01)	H 0 1 M 8/04 J
H 0 1 M 8/0444(2016.01)	H 0 1 M 8/0444
H 0 1 M 8/04746(2016.01)	H 0 1 M 8/04746
H 0 1 M 8/04223(2016.01)	H 0 1 M 8/04223
H 0 1 M 8/10 (2016.01)	H 0 1 M 8/10 1 0 1
請求項の数 5 (全8頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号 特願2022-523906(P2022-523906)	(73)特許権者 591245473 ロベルト・ボッシュ・ゲゼルシャフト・ ミト・ベシュレンクテル・ハフツング ROBERT BOSCH GMBH ドイツ連邦共和国 7 0 4 4 2 シュトゥ ットガルト ポストファッハ 3 0 0 2 2 0
(86)(22)出願日 令和2年10月13日(2020.10.13)	(74)代理人 100177839 弁理士 大場 玲児
(65)公表番号 特表2022-554171(P2022-554171 A)	(72)発明者 ギュンター、フェリックス ドイツ連邦共和国 7 0 3 7 8 シュトゥ ットガルト リュクレンスハイデシュト ラーセ 2 6
(43)公表日 令和4年12月28日(2022.12.28)	(72)発明者 ブラウアー、インゴ ドイツ連邦共和国 7 1 6 6 5 ファイヒ 最終頁に続く
(86)国際出願番号 PCT/EP2020/078740	
(87)国際公開番号 WO2021/083660	
(87)国際公開日 令和3年5月6日(2021.5.6)	
審査請求日 令和4年6月13日(2022.6.13)	
(31)優先権主張番号 102019216656.3	
(32)優先日 令和1年10月29日(2019.10.29)	
(33)優先権主張国・地域又は機関 ドイツ(DE)	
前置審査	

(54)【発明の名称】 燃料電池システムを作動させる方法、およびそのための制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの燃料電池(2)にアノードガス経路(3)を介して水素含有のアノードガスが供給され、前記燃料電池(2)から出ていくアノードガスが再循環経路(4)を介してフィードバックされ、アノードガスに含まれる窒素割合を低減するために、前記再循環経路(4)に配置されたフラッシング弁(5)が開いて前記再循環経路(4)がフラッシングされる、燃料電池システム(1)を、作動させる方法において、

前記フラッシング弁(5)を介して前記再循環経路(4)と接続可能なフラッシング経路(7)を介して、前記再循環経路(4)と接続可能であるカソード排ガス経路(8)に配置される少なくとも1つのセンサ(6)を使ってアノードガスの水素含有率が判定されて、前記再循環経路(4)のフラッシングを制御するときの制御量として利用され、

前記センサ(6)はカソード排ガスと前記再循環経路(4)に由来するアノードガスとからなる混合ガスで負荷され、アノードガスの水素含有率を判定するために前記混合ガスに占めるアノードガスの割合が決定され、

前記混合ガスに占めるアノードガスの割合を決定するために、前記再循環経路(4)および前記カソード排ガス経路(8)におけるそれぞれの圧力の間の圧力差と、前記カソード排ガス経路(8)の流動断面積と、前記カソード排ガス経路(8)の温度とからアノードガスのモル質量が導き出されることを特徴とする方法。

【請求項2】

少なくとも1つの燃料電池(2)にアノードガス経路(3)を介して水素含有のアノード

ドガスが供給され、前記燃料電池(2)から出ていくアノードガスが再循環経路(4)を介してフィードバックされ、アノードガスに含まれる窒素割合を低減するために、前記再循環経路(4)に配置されたフラッシング弁(5)が開いて前記再循環経路(4)がフラッシングされる、燃料電池システム(1)を、作動させる方法において、

前記フラッシング弁(5)を介して前記再循環経路(4)と接続可能なフラッシング経路(7)を介して、前記再循環経路(4)と接続可能であるカソード排ガス経路(8)に配置される少なくとも1つのセンサ(6)を使ってアノードガスの水素含有率が判定されて、前記再循環経路(4)のフラッシングを制御するときの制御量として利用され、

前記センサ(6)はカソード排ガスと前記再循環経路(4)に由来するアノードガスとからなる混合ガスで負荷され、アノードガスの水素含有率を判定するために前記混合ガスに占めるアノードガスの割合が決定され、

前記混合ガスに占めるアノードガスの割合を決定するためにカソード排ガスの割合が決定され、かつ、最新の動作点と、カソードガス経路(9)を介して少なくとも1つの前記燃料電池(2)に供給される調整および/または測定された空気質量とから、カソードガスのモル質量が導き出されることを特徴とする方法。

【請求項3】

アノードガスの水素含有率が定期的な時間的間隔において決定されることを特徴とする、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記燃料電池システムはPEM燃料電池システムである、請求項1から3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項5】

請求項1から4のいずれか1項に記載の方法を実施するためにセットアップされた制御装置(10)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムを、特にPEM燃料電池システムを、作動させる方法に関する。これに加えて本発明は、本発明による方法の実行を可能にする制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

上に挙げた種類の燃料電池システムを使って、水素と酸素を利用したうえで、化学エネルギーを電気エネルギーに変換することができる。そのために燃料電池システムは、アノードと、カソードと、アノードとカソードとの間に配置された電解質とを有する、少なくとも1つの燃料電池を含んでいる。ポリマー膜(PEM=「プロトン交換膜」)が電解質として利用される場合、これはPEM燃料電池ないしPEM燃料電池システムである。

【0003】

燃料電池システムを使って得られる電気エネルギーは、たとえば車両を駆動するための駆動エネルギーとして利用することができる。このケースでは、必要となる水素が、車両に搭載された適当なタンクの中で共に運ばれる。さらに必要となる酸素は、周囲空気から取り込まれる。

【0004】

燃料電池システムの作動時には、特に膜が薄くなることによって、および/または白金被覆の有効性の低下によって、燃料電池が経年劣化していく。このことは、燃料電池の耐用寿命を通じて、カソード側からアノード側へと拡散する窒素の量が増えていくことに帰結する。それに伴ってアノード領域での窒素と水素の比率も変化していき、すなわち水素含有率が犠牲になる。それに応じて燃料電池システムの効率が低下する。

【0005】

これに対処するために、特に、アノードガス中の窒素割合を最小化するために、アノード領域が定期的にフラッシングされる。しかしフラッシングの際に、窒素だけでなく水素

10

20

30

40

50

もアノード領域から除去されてしまい、そのために水素消費量が増加する。燃料電池システムが車両の駆動に利用される場合、このことは車両の走行距離が短くなることを伴う。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって本発明の基礎となる課題は、燃料電池システムが作動するときの水素消費量を低減することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この課題を解決するために、請求項1の構成要件を有する方法が記載される。好ましい実施形態は従属請求項から読み取ることができる。さらに、請求項8の構成要件を有する制御装置が記載される。

10

【0008】

燃料電池システムを、特にPEM燃料電池システムを、作動させる提案に係る方法では、少なくとも1つの燃料電池にアノードガス経路を介して水素含有のアノードガスが供給され、燃料電池から出ていくアノードガスが再循環経路を介してフィードバックされる。アノードガスに含まれる窒素割合を低減するために、再循環経路に配置されたフラッシング弁が開いて再循環経路がフラッシングされる。本発明によると、少なくとも1つのセンサを使ってアノードガスの水素含有率が判定されて、再循環経路のフラッシングを制御するときの制御量として利用される。

20

【0009】

それに応じて再循環経路のフラッシングが制御下で行われる。制御により、再循環経路が必要時にのみフラッシングされることが保証される。それが該当するのは、アノードガスの水素含有率が所定の限界値を下回ったときである。その場合に初めてフラッシング工程が開始される。このようにして、フラッシング工程の回数を減らすことができる。その結果、フラッシングに伴う水素損失も少なくなり、それによって水素消費量が減り、燃料電池システムを使って駆動される車両の走行距離が伸びる。

【0010】

さらに、最低含有率の水素がアノードガス中に存在することが保証される。というのも水素含有率が監視され、それによって適時にフラッシングが行われるからである。

30

【0011】

アノードガスの水素含有率を判定ないし監視するために、水素センサが利用されるのが好ましい。水素センサは従来技術からすでに知られている。例示として、独国特許出願公開第102005058830号明細書と独国特許出願公開第102005058832号明細書が参照される。これらは同一出願人の先出願である。これらに記載されているセンサを、本件で記載される方法においても適用することができる。

【0012】

アノードガスの水素含有率は、再循環経路に配置される、またはフラッシング弁を介して再循環経路と接続可能なフラッシング経路に配置される、センサを使って判定されるのが好ましい。すなわちアノードガスの水素含有率は、少なくとも1つの燃料電池の出口側で判定される。外に出ていくアノードガスは再循環経路を介して再びアノードガス経路に供給され、再循環経路に由来するアノードガスの導入部の上流側のアノードガス経路におけるアノードガスの水素含有率は既知なので、これらの量を参照して、アノードガス経路への再循環経路の導入部の下流側におけるアノードガスの水素含有率を判定することができる。水素含有率は、少なくとも1つの燃料電池の効率を保証するのに十分であるように設定される。

40

【0013】

その代替または追加として、フラッシング弁によって直接的に、またはフラッシング経路を介して間接的に、再循環経路と接続可能であるカソード排ガス経路に配置されるセンサを使って、アノードガスの水素含有率が判定されることが提案される。カソード排ガス

50

経路を介して、通常、少なくとも1つの燃料電池のカソード排ガスが排出され、排ガス - 主として燃料電池での反応によって酸素含有率が低下している空気、および水 - が再び周囲に放出される。ただし、カソード排ガスはたとえば水素などの他の成分も含み得るので、周囲へのカソード排ガスの放出前に少なくとも1つのセンサを使って、たとえば水素センサを使って、カソード排ガスの組成が監視される。このようなケースでは、アノードガスの水素含有率を判定するために既存のセンサを利用することができ、それにより、本発明の方法を実施するための追加のセンサが場合によっては不要となる。フラッシング弁を介して、カソード排ガス経路と再循環経路との接続を - すでに成立していない場合に - 直接的に、またはフラッシング経路を介して間接的に、成立させるだけでよい。

【0014】

カソード排ガス経路に配置されたセンサが利用される場合、このセンサは、カソード排ガスと、再循環経路に由来するアノードガスとからなる混合ガスで負荷される。アノードガスの水素含有率を判定するために、混合ガスに占めるアノードガスの割合が事前に決定される。

【0015】

カソード排ガス経路の混合ガスに占めるアノードガスの割合は、さまざまな方式で決定することができる。

【0016】

たとえば、混合ガスに占めるアノードガスの割合を決定するために、再循環経路およびカソード排ガス経路におけるそれぞれの圧力間の圧力差と、カソード排ガス経路の流動断面積と、カソード排ガス経路の温度とから、アノードガスのモル質量を導き出すことができる。

【0017】

混合ガスに占めるアノードガスの割合の決定の補足として、混合ガスに占めるカソード排ガスの割合も決定されるのが好ましい。その際には、最新の動作点と、カソードガス経路を介して少なくとも1つの燃料電池に供給される調整および/または測定された空気質量とから、カソードガスのモル質量が導き出されるのが好ましい。カソードガス経路におけるカソードガスのモル質量は、ひいては、カソード排ガス経路を介して排出されるカソード排ガスの量に関する情報をもたらす。それに応じて、混合ガスに占めるカソード排ガスの割合をこれから判定することができる。

【0018】

アノードガスの水素含有率が規則的な時間的間隔をおいて決定されるのが好ましい。すなわち水素含有率が監視され、それにより、水素含有率が所定の限界値を下回ったとき、時間をおかずに対応することができる。特に、アノードガスに含まれる窒素をシステムから除去し、それにより水素含有率を規定されたレベルに保つために、再循環経路をフラッシングすることができる。所定の限界値を下回っていないときには次回のフラッシング工程を延期することができ、このことは水素消費量を低減するのに役立つ。というのも窒素と共に水素も必ずシステムから排出されるからである。

【0019】

本発明による方法は制御装置の使用によって実施されるのが好ましく、それにより、外部からの介入を必要としない高い自動化度が実現される。

【0020】

したがってさらに本発明の枠内では、本発明による方法を実施するためにセットアップされた制御装置も提案される。特に制御装置は、アノードガスの水素含有率を判定するための少なくとも1つのセンサとデータ伝送方式で接続されていてよく、それにより、センサがそのデータを制御装置に転送する。制御装置が制御回線を介してフラッシング弁と接続されるのがさらに好ましく、それにより - センサデータの評価に依存して - 、フラッシング工程を開始するためにフラッシング弁が開かれる。

【0021】

次に、添付の図面を参照しながら本発明について詳しく説明する。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明による燃料電池システムの模式図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0023】

図面に模式的に示す燃料電池システム1は車両を駆動するための役目を果たすものであり、少なくとも1つの燃料電池2ないし複数の燃料電池2をスタックされた配置で含んでいる。燃料電池システム1のカソード11に、カソードガス経路9を介して空気がカソードガスとして供給され、それに対して燃料電池システム1のアノード12には、アノードガス経路3を介して水素がアノードガスとして供給される。

10

【0024】

カソード11に供給される空気は周囲から取り込まれる。カソードガス経路9に配置された圧縮機13を使って、空気が事前に圧縮される。同じくカソードガス経路9に配置された冷却装置18を介して、本例では空気が圧縮後に再び冷却されて、後置されている湿潤装置19を使って追加的に湿潤される。ただし、空気の冷却および/または湿潤は絶対に必要というわけではなく、したがって、冷却装置18および/または湿潤装置19の設置は任意選択であるにすぎない。

【0025】

少なくとも1つの燃料電池2から出てくるカソード排ガスが、カソード排ガス経路8を介して排出される。このときカソード排ガスは - 図示している例のように -、カソードガス経路9に配置された圧縮機13を駆動するための電気モータ15を補助する、カソード排ガス経路8に配置された排ガスタービン14に供給され得る。さらに、図示している例のようにカソードガス経路9とカソード排ガス経路8は、バイパス弁17の切換位置に依存して、バイパス経路16を介して接続可能であってよい。

20

【0026】

アノードガスとしての役目を果たす水素はタンク20に貯蔵され、本例では、サクシジョンジェットポンプ21が配置されたアノードガス経路3を介して、アノード12に供給される。少なくとも1つの燃料電池2から再び出てくるアノードガスは、再循環経路4を介してアノードガス経路3へとフィードバックされ、それによりシステムから失われることがない。そのために再循環経路4には - 図示しているように -、再循環ファン23が配置されている。

30

【0027】

アノードガスでは、カソード領域からアノード領域へ拡散する窒素の濃度が時間を通じて高くなっていくので、再循環経路4を時おりフラッシングしなければならない。そのために再循環経路4には、再循環ファン23の上流側にフラッシング弁5が配置されている。アノードガスに含まれる液体の水は、フラッシング弁5の上流側で再循環経路4に配置された水分離器22を使って事前に除去される。

【0028】

フラッシング弁5を介して排出される、窒素濃度が高くなっているアノードガスは、本例では、フラッシング経路7を介してカソード排ガス経路8に導入されて、カソード排ガスとともに周囲に放出される。その際に、窒素だけでなく水素も再循環経路4から除去される。カソード排ガス経路8にある混合ガスの組成がセンサ6を使って監視され、本例では、センサ6は混合ガスの水素含有率を検出する。そのためにセンサ6は、カソード排ガスと、再循環経路4に由来するアノードガスとによって負荷される位置でカソード排ガス経路8に配置されている。それに応じて、混合ガスに占めるアノードガスの量の知見のもとで、混合ガスの水素含有率からアノードガスの水素含有率を導き出すことができる。アノードガスの水素含有率の知見のもとで、再循環経路4のフラッシングを必要に即して制御することができる。このようにしてフラッシング工程の回数を最低限に抑えることができ、それにより水素消費量が減り、車両の走行距離が伸びる。

40

【0029】

50

図示している位置の代替として、再循環経路 4 またはフラッシング経路 7 にセンサ 6 を配置することもできる。これらはアノードガスによってのみ負荷されるので、水素含有率を判定するために、混合ガスに占めるアノードガスの割合を最初に決定しておくなくてよい。このことは方法を簡易化する。ただし、場合によりすでに設けられているセンサ 6 を援用することはできなくなる。

【 0 0 3 0 】

センサ 6 の配置には関わりなく、燃料電池システム 1 は、センサ 6 とデータ伝送方式で接続された制御装置 1 0 をさらに含んでおり、それにより、センサ 6 から伝送されるデータを制御装置 1 0 を使って評価することができる。制御装置 1 0 が制御回線を介してフラッシング弁 5 と接続されるのがさらに好ましく、それによりこれを介して、アノードガスの水素含有率が所定の限界値を下回っているという評価が出たときに、フラッシング弁 5 を制御し、ないしは開放することができる。

10

【符号の説明】

【 0 0 3 1 】

- 1 燃料電池システム
- 2 燃料電池
- 3 アノードガス経路
- 4 再循環経路
- 5 フラッシング弁
- 6 センサ
- 7 フラッシング経路
- 8 カソード排ガス経路
- 9 カソードガス経路
- 1 0 制御装置

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

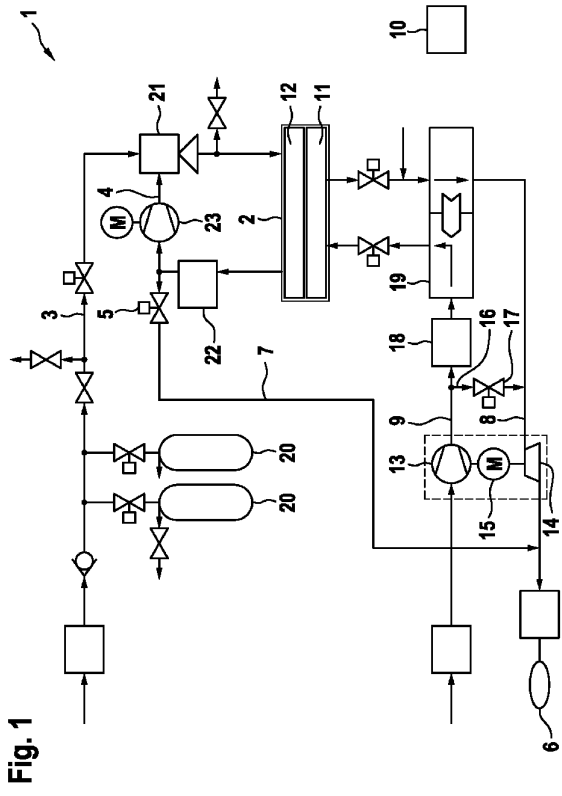


Fig. 1

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 L 50/70 (2019.01) B 6 0 L 50/70
 B 6 0 L 58/30 (2019.01) B 6 0 L 58/30

ンゲン ゲーテシュトラッセ 1 3 / 2

(72)発明者

ケマー, ヘラーソン

ドイツ連邦共和国 7 1 6 6 5 ファイヒンゲン エンツハルデンヴェーク 1 3

(72)発明者

シュミット, ミヒャエル

ドイツ連邦共和国 7 1 3 8 4 ヴァインシュタット ヴァイプリンガーシュトラッセ 1 1 8

審査官 加藤 昌人

(56)参考文献

特開2013-196905(JP,A)
 特開2012-004032(JP,A)
 特開2009-295377(JP,A)
 特開2007-157468(JP,A)
 特開2009-110850(JP,A)
 特開2004-161543(JP,A)
 特開2010-067573(JP,A)
 特開2019-110031(JP,A)
 特開2012-182096(JP,A)
 特開2008-091243(JP,A)
 特開2005-339845(JP,A)
 特開2005-203143(JP,A)
 特開2009-037951(JP,A)
 特開2005-044736(JP,A)
 特開2007-329104(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 0 1 M 8 / 0 4 - 8 / 0 6 6 8