

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-509552

(P2012-509552A)

(43) 公表日 平成24年4月19日 (2012. 4. 19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 8/04 (2006.01)	H01M 8/04 Y	5H026
H01M 8/10 (2006.01)	H01M 8/04 X	5H027
	H01M 8/04 J	
	H01M 8/10	

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 22 頁)

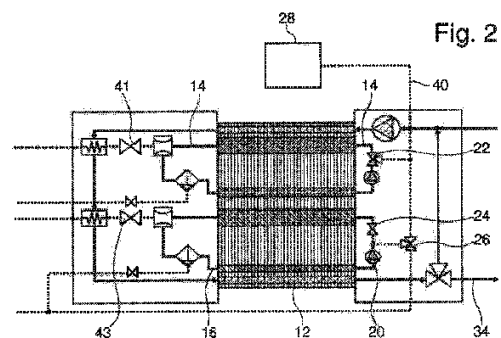
(21) 出願番号	特願2011-527262 (P2011-527262)	(71) 出願人	510010894 ベレノス・クリーン・パワー・ホールディング・アーゲー
(86) (22) 出願日	平成21年4月27日 (2009. 4. 27)		スイス国・シイエイチ 2502・ビエル・ゼーフォーシュタット・6
(85) 翻訳文提出日	平成23年5月17日 (2011. 5. 17)	(74) 代理人	100064621 弁理士 山川 政樹
(86) 国際出願番号	PCT/EP2009/055079	(74) 代理人	100098394 弁理士 山川 茂樹
(87) 国際公開番号	W02010/031601	(72) 発明者	ツカダ, アキノリ スイス国・シイエイチ 5416 キルヒドルフ・サンドシュトラッセ・18
(87) 国際公開日	平成22年3月25日 (2010. 3. 25)	(72) 発明者	ディートリッヒ, フィリップ スイス国・シイエイチ 5305 ウンターエンティンゲン・アイム タル・170
(31) 優先権主張番号	08164501.2		最終頁に続く
(32) 優先日	平成20年9月17日 (2008. 9. 17)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

(54) 【発明の名称】 燃料電池の起動及び停止方法

(57) 【要約】

本発明は、アノード側（14）に反応物ガスを供給しカソード側（16）にカソードガスを供給するアノード供給回路とカソード供給回路とを備えたPEM型燃料電池の運転方法を提供する。前記の方法は、燃料システムの発電運転の停止及び起動用に構成され、その停止モードにおいては、

- 停止信号に応じて前記アノードガス及び前記カソードガスの供給を減少させるステップと、
- 燃料電池スタック（12）の少なくとも1つのセルの出力電圧をモニタするステップと、
- 前記反応物ガスの圧力及び前記カソードガスの圧力をモニタするステップと、
- 所定の電圧レベルに達した前記出力電圧に応じて少なくとも1つの燃料電池を電氣的にシャントするステップと、
- 少なくとも前記アノード側（14）の圧力を少なくとも1つのポンプ（16、18）により所定の圧力レベルへ減少させるステップと、
- 少なくとも前記アノード側（14）を不活性ガスで



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノード側（１４）にアノードガスを供給するアノード供給回路及びカソード側（１６）にカソードガスを供給するカソード供給回路を備えた燃料電池システム（１０）の運転方法において、前記燃料電池システム（１０）の発電運転の停止に適する運転方法であって、

停止信号に応じて前記アノードガス及び前記カソードガスの供給を減少させるステップと、

燃料電池スタック（１２）の少なくとも１つのセルの出力電圧をモニタするステップと、

前記アノードガスの圧力及び前記カソードガスの圧力をモニタするステップと、

所定の電圧レベルに達した前記出力電圧に応じて燃料電池スタック（１２）の少なくとも１つのセルを電氣的にシャントするステップと、

少なくとも前記アノード側（１４）の圧力を所定の圧力レベルへ減少させるステップと、

少なくとも前記アノード側（１４）を不活性ガスで充填及び／またはフラッシングを行うステップと、

を備える、燃料電池システムの運転方法。

【請求項 2】

前記アノード側（１４）及び前記カソード側（１６）が前記不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされる前に、前記燃料電池システム（１０）の前記アノード側（１４）及び前記カソード側（１６）の圧力を減少させる、請求項 1 に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 3】

前記アノードガスの圧力と前記カソードガスの圧力との差が、 0.5 bar 以下、好ましくは 0.3 bar 以下に保たれる、請求項 1 乃至 2 に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 4】

前記アノード側（１４）及び／または前記カソード側（１６）が前記不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされる前に、前記アノードガス及び前記カソードガスの圧力を 0.02 bar 以下に減少させる、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 5】

前記アノード側（１４）と前記カソード側（１６）の圧力の減少中に、前記カソードガスが環境中に放出される、及び／または、前記アノードガスが貯蔵容器（２８）へ供給される、請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 6】

前記カソード側（１６）内の全圧が $0.5 \sim 0.7 \text{ bar}$ の範囲内であるとき、前記カソード側（１６）が外気を導入するために一時的に周囲の雰囲気に開放される、請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 7】

窒素または窒素リッチガスを不活性ガスとして用いる、請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 8】

前記アノード側（１６）のみの圧力の減少の後、前記アノード側（１６）が不活性ガス貯蔵容器（２８）からの不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされる、請求項 6 または 7 に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 9】

前記アノードガスと前記カソードガスの反応の窒素または窒素富化ガスの残留物が、少なくとも部分的に貯蔵容器（２８）へ供給される、請求項 6 乃至 8 の何れか 1 項に記載の

10

20

30

40

50

燃料電池システムの運転方法。

【請求項 10】

前記アノード側（14）が、貯蔵容器（28）及び／または前記カソード側（16）からの窒素または窒素富化ガスで充填及び／またはフラッシングされる、請求項 6 乃至 9 の何れか 1 項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 11】

アノード側（14）にアノードガスを供給するアノード供給回路とカソード側（16）にカソードガスを供給するカソード供給回路とを備え、先行する停止手順において、前記アノード側（14）及びカソード側（16）が不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされ、燃料電池スタック（12）が電氣的にシャントされる燃料電池システム（10）の運転方法であって、前記燃料電池システム（10）の発電運転の起動に用いられる方法であり、

前記不活性ガスを、前記アノード側（14）及び前記カソード側（16）から、所定の時間間隔でまたは所定の圧力レベルに達するまで抜き去るステップと、

前記アノード側（14）を前記アノードガスで充填及び／またはフラッシングするステップと、その後

前記カソード側（16）を前記カソードガスで充填及び／またはフラッシングするステップと、

前記電氣的シャントを除去するステップと、

を備える、燃料電池システムの運転方法。

【請求項 12】

前記アノード側（14）と前記カソード側（16）との間の圧力差が、0.5 bar 以下に維持される、請求項 11 に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 13】

前記不活性ガスが不活性ガス貯蔵容器（28）に供給される、請求項 11 または 12 に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 14】

前記アノード側（14）及び／または前記カソード側（16）の再循環ポンプ（18、20）が、アノード側（14）及び／またはカソード側（16）の圧力を下げるために、及び／または、前記アノード側（14）及び／または前記カソード側（16）を前記不活性ガスで充填及び／またはフラッシングするために用いられる、請求項 1 乃至 13 の何れか 1 項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項 15】

アノード側（14）にアノードガスを供給しカソード側（16）にカソードガスを供給するアノード供給回路とカソード供給回路とを備えた燃料電池システムであって、発電運転の停止及び起動のために、

不活性ガス貯蔵容器（28）と、

少なくとも前記アノード側（14）の圧力を所定の圧力レベルへ減少させる少なくとも 1 つのポンプ（18、20）と、

少なくとも前記アノード側（14）を前記不活性ガスで充填及び／またはフラッシングする手段と、

を備えた燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムの性能の経時劣化を抑制する燃料電池システムの運転方法に関し、特にその起動及び停止の方法に関する。本発明は、さらに、それに対応する燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

上記方式の電気化学的燃料電池は、反応物、典型的には水素流と酸素流とを電力と水とに変換する。プロトン交換膜燃料電池（PEMFC, proton exchange membrane fuel cell）は、一般に、膜電極接合体（MEA）膜電極アセンブリ（MEA, membrane electrode assembly）を形成する2つの多孔質の導電層間に配置された固体高分子電解質膜からなる。所望の電気化学反応を誘発させるため、アノード電極およびカソード電極は、それぞれ1以上の触媒を有する。これらの触媒は、通常、膜／電極層界面に配設される。

【0003】

アノードでは、水素は、多孔質電極層を通して移動し、触媒によって酸化されて、陽子と電子とを生成する。陽子は、固体高分子電解質を通してカソードへ向かって移動する。また、酸素は、多孔質のカソードを通して移動し、膜を通して来た陽子とカソードにおいて反応する。電子は、アノードから外部回路を通じてカソードへと移動し、電流を生成する。

10

【0004】

典型的なプロトン交換膜燃料電池スタックは、一对の端板アセンブリと複数の燃料電池アセンブリとを含む。反応物及び冷媒の流れは、端板内の流入口及び流出口を介して、スタック内の内部マニホールド及び通路へ供給され、そこから排出される。

【0005】

各燃料電池アセンブリは、アノード流路板(anode flow field plate)と、カソード流路板と、これらの流路板の間に介装された膜電極アセンブリ（MEA）とを含む。アノード流路板及びカソード流路板は、導電性材料からなり、集電体として機能する。1つのセルのアノード流路板は、隣接するセルのカソード流路板と背中合わせに配置されているので、電流は1つのセルから他のセルへ、そしてスタック全体を通じて流れることができる。その他、従来、各セルが各流路板間で冷却要素によって分離されているような燃料電池スタックや、あるいは、各セルが別々のアノード及びカソード流路板によるのではなく、単一の両極性流路板によって分離されているような燃料電池スタックも知られている。

20

【0006】

流路板は、1つのセルのアノードへ供給される反応物流体が他のセルのカソードへ供給される反応物流体によって汚染されることを抑制するための、隣接する燃料電池アセンブリ間の流体バリアの役割も果たす。MEAと各プレート間の界面では、流体流路が反応物流体を各電極へと導く。流体流路は、典型的には、MEAに対向する各流路板の主面に形成される複数の流体流路を含んでいる。流体流路の1つの目的は、それぞれの電極の全面に、反応物流体を、つまりアノード側の水素とカソード側の酸素とを、分配することである。

30

【0007】

PEMFCの既知の問題の1つは、時間と共に進行する性能劣化である。事実、固体高分子型燃料電池の長期間にわたる運転は、比較的理想的な状況下でしか証明されていない。これに対し、燃料電池が、特に車両用の用途に用いられる際に、様々な状況において運転されねばならないとき、刻々と変化する状況（しばしば負荷サイクルや起動・停止サイクルとしてモデル化されるような状況）により、耐久性や寿命は劇的に低下する。

40

【0008】

様々な種類の非理想的な状況が、文献において確認されている。第1のそのような状況は、「高セル電圧」と呼ばれており、燃料電池を低電流またはゼロ電流状態にさらすと、平均的な一定電流で動作させた場合に比べて高い劣化率を招くということが知られている。第2のそうした状況は、「低セル電圧」であり、ピーク電流を燃料電池から引き出すこともまた、高い劣化率を招くことが知られている。従って、上記のことから、燃料電池の寿命を保つためには、「高セル電圧」及び「低セル電圧」両方の運転状態を避けることが好ましい。言い換えると、燃料電池は、限定された電圧範囲内のみで運転されるべきである。

【0009】

50

車両用の用途に特有な急激な負荷の変化に対応するためには、燃料電池は、電池やスーパーキャパシタ等の電気化学エネルギー貯蔵ユニットと連携して用いられる。電池は、緩衝体として働き、負荷にピークがあるときには電力を供給し、また逆に、低負荷または無負荷の場合には余剰電力を蓄積する。基本的に、このような構成によって、燃料電池は、限定された電圧範囲内で運転を行うことができる。しかしながら、一旦電池が完全に充電されると、燃料電池によって供給される余剰電力を蓄積することができなくなってしまうことは明らかである。この問題に対する解決策として知られているのは、電池の充電レベルが低閾に達するまで単に燃料電池を停止することである。しかしながら、起動・停止のサイクルはまた、性能の経時劣化に寄与してしまう。

【0010】

例えば、米国特許出願公開第2008/0038595A1は、燃料電池を含む電気供給システムを停止させる方法を開示している。この公知の停止手順は、停止信号の受信と共に開始され、酸素の供給が中止される初期段階と、持続電流が燃料電池から引き出される消費段階と、酸素供給回路が大気へ開放される中和段階と、水素の供給が中止される最終段階と、を備えている。水素圧力は、大気圧、つまり停止手順の終わりの酸素回路の圧力よりも、決して低くならないよう、さらに注意が払われている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】US2008/0038595A1

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

従って、本発明の目的は、起動-停止サイクルの繰り返しが性能低下に及ぼす影響が抑制された燃料電池システムの運転方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、適切な起動-停止手順を備え、停止及び起動中の反応物の消費が抑制された燃料電池システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の燃料電池システムの運転方法は、添付の請求項1及び11により定義される。さらに、それに対応する燃料電池システムは、請求項15に定義されている。本発明の好ましい実施の形態は、各従属請求項の内容である。

【0014】

本発明によれば、燃料電池システムの停止手順は、各停止信号を生成する制御システムに応じてアノードガス及びカソードガスの供給を減少させることから始まる。本発明では、アノードガスは、典型的には純水素または水素リッチガス等の燃料ガスを含む。カソードガスは、典型的には酸素含有ガスまたは酸素ガスを含む。反応物ガス、つまりアノードガス及びカソードガスの供給は、最終的には酸素と水素の電気化学反応の化学量論的関係を考慮しながら、急激にまたは定常的に減少させられる。アノードガス及びカソードガスの外部からの供給が中断されても、燃料電池システムのアノード側回路及びカソード側回路内に残っているガスはまだ反応し、電気と反応生成物、典型的には水または水蒸気を生じる。

【0015】

この初期の停止ステップにおいては、燃料電池の出力電圧とともに、アノードガス圧、カソードガス圧及びそれらの各分圧がモニタされる。単一の燃料電池の出力電圧が所定の電圧範囲内である限り、特に0.3V/セル~0.8V/セルである限り、アノードガスとカソードガスとの化学反応は継続する。この初期の停止ステップ中には、アノードガス及びカソードガスのガス圧は、進行中の電気化学反応によって自律的に減少する。好ましくは、アノード供給回路及びカソード供給回路は、燃料電池スタックのそれぞれの排出口からオフガスとして放散されるアノードガス及びカソードガスが、燃料電池スタックへ再

10

20

30

40

50

循環ラインによって帰還させられるという、閉ループモードで動作させられる。

【0016】

燃料電池の出力電圧が、所定の閾値、例えば、 0.3 V ／セルまたは 0.1 V ／セル以下に下がるとすぐに、少なくとも1つの燃料電池スタックは、そうしなければ燃料電池スタック中の残留の反応物によって生成されるであろう高セル電圧の蓄積を避けるために、電氣的にシャントされる。典型的には、単一の燃料電池だけでなく、多数の燃料電池または燃料電池スタック全体がシャントされてもよい。例えば、単一の抵抗器によってあるいは複数の十分なサイズの抵抗器によって、少なくとも1つの燃料電池のシャントが行われた後、少なくとも燃料電池のアノード側の圧力は、所定の圧力レベルまでさらに減圧される。この減圧は、少なくとも1つのポンプ及び／または進行中の各反応物の電気化学的消費によってなされてもよい。

10

【0017】

この内容においては、さらに、スタック全体が様々な異なる方法によりシャントされてもよい。スタックのシャントは、例えば単一の抵抗器を利用して行われてもよい。あるいは、スタックの各単一セルは、適切な各セルごとの抵抗器によって、別々にシャントされてもよい。また、各グループのセルが、グループごとの抵抗器によってシャントされてもよい。スタック全体のシャントのためには、シャントすべきセルの数、またはセルのグループの数に応じて必要な抵抗器の数とその大きさを調整しなければならない。

【0018】

所定の圧力レベルに達したとき、減圧されたアノード側は、化学反応に対して窒息効果を有する不活性ガス、典型的には窒素またはアルゴンによって充填及び／またはフラッシングされる。減圧とそれに続く燃料電池スタックのアノード側の不活性ガスによる充填またはフラッシングによって、劣化メカニズムが打ち消される。さらに、水素と酸素、または水素と水素－酸素面からの空気とがアノード側で出会うという状況で生じるカソード側の過電位の発生が、効果的に抑制される。

20

【0019】

さらに、従来の解決方法と比べると、アノード側が不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされる前の少なくともアノード側の減圧によって、不活性ガスがアノードガスと僅かしか混合されないという効果が得られる。さらにまた、アノード側からポンプを用いて抜き去られるアノードガスは、貯蔵容器に供給されてもよく、失われることがない。加えて、アノード側は実質的に排気されてもよいため、アノード側の全体を充填するのに必要な不活性ガスは、より少ない不活性ガスでよい。これは、アノードガスは不活性ガスによって燃料電池スタックのアノード側からフラッシングまたはバージされる必要がない、ということによる。

30

【0020】

好ましい実施の形態においては、アノード側及びカソード側の双方が不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされる前に、燃料電池システムのアノード側及びカソード側双方の圧力が所定の圧力レベルに減少させられる。アノード側及びカソード側の不活性ガスによる充填またはフラッシングは、順次及び／または同時に行われてもよい。一般に、アノードガスとカソードガスとの圧力差が、 0.5 bar 以下、好ましくは 0.3 bar 以下に保たれることが有益である。このため、燃料電池システムの制御ユニットは、例えば、酸素と水素の両方の圧力をモニタしなければならない。停止の初期段階中のこの2つの反応物の消費量により、外部から、あるいはアノード供給回路またはカソード供給回路の再循環ポンプを利用して、選択的に必要な反応物を供給することにより、圧力差を、この所定の区間内に保つことができる。

40

【0021】

他の好ましい実施の形態によれば、アノード側及び／またはカソード側が不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされる前に、アノード側のアノードガスの分圧及びカソード側のカソードガスの分圧は、 0.02 bar 以下に減少させられる。

【0022】

50

さらにまた、アノード側またはカソード側のポンプ制御による減圧が始まる前に、アノード側及び／またはカソード側の絶対ガス圧が雰囲気圧より十分低くなるようにする。典型的には、アノード側及び／またはカソード側のガス圧は、スタック温度60℃において、0.3 barもしくはそれ以下の領域にまで低下してもよい。本発明の方法は、さらにアノード側及び／またはカソード側の圧力が、例えばポンプによって積極的に低下させられる前に、反応物の分圧を停止の初期段階中にできる限り低下させるようにする。

【0023】

初期または第1の停止段階の終わりであって、「電気化学モード」とも呼ばれアノード側及び／またはカソード側が積極的に減圧される直前に、スタック内の圧力は主に水蒸気圧、つまり電気化学反応の生成物によって支配されている。

10

【0024】

さらに他の好ましい実施の形態において、アノード側及び／またはカソード側の圧力レベルは、水蒸気圧付近にまで低下させられる。アノード側とカソード側との圧力差は、第2の停止段階中には、好ましくは0.2 bar以下、さらに好ましくは0.1 bar以下である。

【0025】

さらに他の好ましい実施の形態によれば、アノード側及びカソード側の減圧中に、酸素含有カソードガスが、環境中に放出されるとともに／または、アノードガス、好ましくは水素が、貯蔵容器へ供給される。このため、アノードガスは単に放出されて消費されるのではなく、適切な形で貯蔵され、次の発電運転モードにおいて使用することができる。

20

【0026】

他の実施の形態によれば、カソード側の全ガス圧が雰囲気圧よりも下がった場合、燃料電池システムのカソード側は、外気を導入するために、少なくとも一時的に周囲の雰囲気圧に開放される。好ましくは、カソード側の全ガス圧が0.5～0.7 barの範囲内の場合、カソード側は、周囲の雰囲気圧に開放される。典型的には、この外気の導入は、水素と酸素とが進行中の電気化学反応によって消費される停止の第1段階中に行われる。

【0027】

外気では窒素が大部分を占めるため、進行中の電気化学反応の下、カソード側は、自律的に窒素に富むようになるか、あるいは窒素富化空気を蓄積する。さらに、本実施の形態においては、アノード側の圧力のみが、その後の不活性ガスでの充填及び／またはフラッシングに先立ち、積極的に下げられる。初期の停止段階中の一時的なカソード側の開放によって、窒素富化空気が、自律的にカソード側で蓄積される。

30

【0028】

さらに他の好ましい実施の形態によれば、燃料電池システムのアノード側は、不活性ガス貯蔵容器からの不活性ガスでフラッシングされる。このようにして、車両に搭載された不活性ガスの供給を、費用効率がよく確かな方法で行うことができる。不活性ガス貯蔵容器を有するため、その用途はアノード側のみの充填及び／またはフラッシングに限定されない。典型的には、両回路、つまりアノード側及びカソード側両方を上記容器からの不活性ガスで充填またはフラッシングすることができる。

【0029】

さらに、停止の第1段階中のカソード側が一時的に周囲の雰囲気圧に開放される他の実施の形態においては、アノードガスとカソードガスの反応での窒素または窒素富化ガスの残留物が、少なくとも部分的に貯蔵容器へ供給される。加えて、あるいはそれに代えて、外気のカソード側への導入により生成された窒素または窒素富化ガスは、後にカソード側を窒素または窒素富化ガスで充填またはフラッシングするためにも用いることができる。加えて、カソード側及び／またはアノード側の充填またはフラッシングは、貯蔵容器によって供給される窒素または窒素富化ガスによってサポートされてもよい。典型的な実施の形態においては、窒素リッチガスは少なくとも90%、好ましくは98%の窒素を含む。

40

【0030】

別の側面において、本発明はさらに、燃料電池の運転方法、特に停止している燃料電池

50

の発電運転を開始するための方法を提供する。先行する停止手順の中で、燃料電池システムのアノード側及びカソード側は、不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされており、燃料電池は、例えば抵抗器によって、電氣的にシャントされる。燃料電池システムの発電運転を開始するための方法は、第1ステップにおいて、少なくとも所定の時間間隔、典型的には秒範囲、例えば約20秒間、アノード側及びカソード側から不活性ガスを抜き去るステップを含む。

【0031】

加えて、またはこれに代えて、上記抜き取り手順は、アノード側及び／またはカソード側において所定の圧力レベルに達するまで行う。アノード側及び／またはカソード側から抜き去られた不活性ガスは、好ましくは貯蔵容器に供給され、それにより不活性ガスは、後続の停止手順のために再利用することが可能になる。所定の時間間隔が経過したとき、または所定の圧力レベル、典型的には0.3～0.5 barの範囲内に達したとき、燃料電池システムのアノード側はアノードガスで充填及び／またはフラッシングされる。

【0032】

その後、カソード側は、カソードガス、典型的には酸素、または外気のような酸素リッチガス、により充填及び／またはフラッシングされる。カソード側とアノード側の双方がそれぞれ十分にアノードガスとカソードガスにより充填またはフラッシングされると、燃料電池スタックから電力を引き出すことができ、電流が引き出されると同時にまたは電流が引き出された後、燃料電池スタックの少なくとも1つの燃料電池の電氣的シャントが除去される。

【0033】

好ましくは、アノード側及び／またはカソード側の充填及び／またはフラッシング中、アノード側とカソード側の圧力差は、0.5 bar以下の範囲に保たれる。

【0034】

さらに、停止及び起動手順の両方に適用できる別の好ましい実施の形態によれば、アノード供給回路及び／またはカソード供給回路の再循環ポンプは、アノード側及び／またはカソード側の減圧のために用いられ、また、さらにアノード側及び／またはカソード側を前記不活性ガスで充填及び／またはフラッシングするために用いられてもよい。このように、本発明によれば、燃料電池システムの既存のポンプは、起動手順と同様停止手順にも用いることができる。つまり、減圧または真空引きのため、そしてアノード側及びカソード側の充填及び／またはフラッシングのためには、さらなるポンプの設置は一般に必要とはされない。

【0035】

他の独立した側面によれば、本発明は、燃料電池のアノード側にアノードガス、好ましくは純水素または水素富化ガスを供給し、カソード側にカソードガス、好ましくは酸素、または空気などの酸素含有ガスを供給するためのアノード供給回路とカソード供給回路とを備えた、燃料電池システムを提供する。発電運転モードの停止及び起動のために、燃料電池システムは、不活性ガス貯蔵容器と、少なくともアノード側の圧力を所定のレベルに減らすための少なくとも1つのポンプとを備えている。さらに、上記システムは、燃料電池システムの少なくともアノード側を不活性ガスで充填及び／またはフラッシングする手段を備えている。

【0036】

このようにして、上記燃料電池システムは、不活性ガス、好ましくは窒素がアノード側及び／またはカソード側へ供給される前に、燃料電池または燃料電池スタックのアノード側及び／またはカソード側の圧力を、雰囲気圧よりも著しく低くまで下げることができる停止手順を提供する。

【0037】

さらにまた、上記燃料電池システムでは、少なくとも1つのポンプは、アノード側及び／またはカソード側から不活性ガスを抜き去るように構成され、その後アノードガスでアノード側が充填またはフラッシングされ、その後カソード側もまたカソードガスで充填ま

たはフラッシングされるような上述の起動手順を実行するよう構成されている。

【0038】

本発明の他の特徴及び効果は、全く限定を目的としない実施例として、以下に添付の図面を参照して述べる説明によって明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】通常動作モードの燃料電池システムを示す模式図である。

【図2】外部反応物の供給を停止した後の燃料電池システムを示す模式図である。

【図3】アノード側とカソード側の圧力減少を示す模式図である。

【図4】アノード側とカソード側への不活性ガスの注入を表す模式図である。

10

【図5】不活性ガスの抜き取りを表す模式図である。

【図6】アノード側への水素の注入を示す模式図である。

【図7】カソード側への酸素またはカソードガスの注入を表す模式図である。

【図8】燃料電池システムの停止を示すフローチャートである。

【図9】別の停止手順を示すフローチャートである。

【図10】燃料電池システムの再起動を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0040】

図1に示すような燃料電池システム10は、アノード供給回路及びカソード供給回路を有する燃料電池スタック、典型的にはプロトン交換膜燃料電池（PEMFC）12を備えている。アノード供給回路は、アノードガス供給路42に接続され、カソード供給回路は、カソードガス供給路44に接続されている。上記システムはさらに、供給路42、44に熱交換ユニット36、38によって熱的に接続されている冷却回路34を有する。

20

【0041】

通常の発電運転状態の元では、供給路42によって供給されるアノードガス、典型的には水素は、アノード側14へと供給される。アノード側14は、燃料電池12から排出される、電気化学的に変換される前のアノードガス、典型的には水素、を含むオフガスを、再循環させるよう設計されたオフガス再循環メカニズムをさらに有する。このオフガスは、気液分離器29へと供給され、エゼクタポンプ30によって再度アノード側14に入る。同様に、カソード側から排出されたオフガスは、対応する気液分離器31へと供給され、エゼクタポンプ32によって再度カソード側16に入る。

30

【0042】

燃料電池スタック12のアノード側14及び／またはカソード側16は、それぞれ、対応するガスの循環を維持する再循環ポンプ18、20をさらに有する。さらに、アノード側14はバルブ22を有し、カソード側16は、バルブ24を有している。燃料電池システム10のアノード側14は、さらに、供給路40にバルブ22によって接続され、カソード側16は、別のバルブ26によって供給路40に接続されている。あるいは、カソード側16はまた、図示されない異なる別の供給路に接続されていてもよい。供給路40は、双方向に稼働できるように構成されている。これは、アノード側14及びカソード側16から残留の反応物を抜き去るのに役立つ。例えば、図3に示されるように、過剰な水素を供給路40を介して貯蔵容器28へと供給することができる。加えて、純酸素または酸素リッチガス等の過剰なカソードガスを、カソード側16から抜き取り、供給路46を通じて外部へ放出することができる。

40

【0043】

図2から図4の順序で、本発明による停止手順を例示する。図2に示されるように、第1のステップにおいて、各バルブ41、43を閉じることにより、反応物の供給は減らされるか、または完全に中断される。この停止の初期段階において、燃料電池スタック12内の化学反応は、まだ継続されている。反応物の外部供給が絞られるかまたは止められるため、水素及び酸素の分圧は、化学反応が継続する限り、減少する。この初期の停止段階においては、燃料電池の出力電圧とともに、アノード側及びカソード側のガス圧がモニタ

50

されている。

【0044】

セル電圧が、好ましくは0.1～0.8 V／セルでアノードガスまたはカソードガス不足が起こらない、安全で安定した所定の電圧範囲に収まっている限り、電力はシステムから引き出されることができる。燃料電池がこの所定の電圧範囲を外れ、それにより例えばもし1セルあたりの出力電圧が0.3ボルト以下、もしくはさらに0.1ボルト以下にまで下がると、それに応じてスタック12の電気負荷も減少する。出力電圧が上記の所定の範囲内に維持されない場合、最終的に電気負荷は失われる。

【0045】

典型的な実際の条件の下では、アノード側14とカソード側16のガス圧は、雰囲気気圧よりもはるかに低い。上記圧力は、スタック温度60℃において、例えば0.3 barの範囲にあり得る。さらに、絶対ガス圧は、典型的には主に水蒸気圧に基づく。水素や酸素といった反応物の分圧は、0.1 bar未満であり得る。電気負荷が失われた後、単一セル、数個の選択されたセル、または燃料電池スタック12全体が、抵抗器によって電氣的にシャントされる。この抵抗器は、典型的には1セルあたり5オームの抵抗率を持つ。例えば、200セルのスタックのシャントには、抵抗器は1 kΩを有していてもよい。単独の各燃料電池または燃料電池スタック12全体の電氣的シャントによって、スタック12内の残留の反応物の化学反応による過電圧の蓄積を防止することができる。

【0046】

選択された燃料電池スタックのシャントの後、典型的には再循環ポンプ18を利用することにより、少なくともアノード側14のガス圧は減少させられる。図3において、過剰な水素が水素貯蔵容器28へと供給される。また任意に、カソード側16に含まれる過剰な酸素は、再循環ポンプ20と、バルブ26と、供給路46とによって大気へと抜き出される。この再循環ポンプ18、20によるアノード側14とカソード側16の排気によって、反応物の分圧を100 mbar以下の範囲に下げることができる。例えば、0.02 bar以下の分圧が好ましく、それを得ることができる。このため、反応物の分圧は、ほとんど無視できるようになる。さらにまた、特に図示されない制御ユニットは、アノード側14及びカソード側16の減圧を、アノード側及びカソードの圧力差が0.1 bar以下に維持されるように制御する。

【0047】

所定の圧力に達した場合、図4に示すように、アノード側14及びカソード側16は、貯蔵容器28によって供給される不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされる。アノード側14とカソード側16の圧力レベルは、雰囲気気圧よりもはるかに低いため、流入する不活性ガスが残留している反応物を追い出さなければならないという従来の解決方法に比べて、不活性ガスの消費を抑えることができる。

【0048】

図5において、燃料電池システム10の再起動の第1の段階を示す。この段階において、再循環ポンプ18、20は、アノード側14及びカソード側16から不活性ガスを抜き去るために用いられる。そして、不活性ガス、好ましくは窒素は供給路40を介して貯蔵容器28へ供給される。アノード側14の十分な減圧または排気の後、図6に示されるように、上記アノード側14はアノードガスにより充填及び／またはフラッシングされる。その後、図7に示されるように、カソード側16もまた、酸素、酸素リッチガス、または空気を含むカソードガスにより充填及び／またはフラッシングされる。アノード側14及びカソード側16が十分に反応物によって満たされたら、電気負荷が燃料電池スタック12にかけられ、電氣的シャントは除去される。

【0049】

燃料電池システムの再起動中に、アノード側14及びカソード側16の減圧が、典型的には数秒、例えば5～30秒の範囲、好ましくは約20秒の所定の時間間隔行われる。加えて、またはこれに代えて、不活性ガスの抜き取りが、所定の圧力レベル、例えば0.3～0.5 barに達するまで行われる。これらのいずれかまたは両方の条件が満たされた

10

20

30

40

50

場合、再循環ポンプ 18、20 は、それに応じて各バルブ 22、24、26 のスイッチングを行うことによって、再循環モードへと移行する。制御ユニットは、アノード側 14 及びカソード側 16 のそれぞれアノードガスまたはカソードガスによる充填またはフラッシング中、アノード側 14 とカソード側 16 との圧力差が 0.5 bar を超えないように上昇する圧力を制御するよう、構成されている。

【0050】

図 8 のフローチャートは、図 2 ～図 4 の順に示されている停止手順を示す。第 1 のステップ 100 において、燃料電池システム 10 の発電運転モードの停止を指示する停止信号が生成され、それにより、ステップ 102 において、外部からのガス供給の減少または中絶が行われる。そして、システムは、第 1 の後続ステップ 104 において、燃料電池スタック 12 の電圧レベルがモニタされる停止の初期段階に入る。これらの調節により、電圧及び電気負荷は、ステップ 106 において調節の対象となる。続くステップ 108 において、モニタされた電圧およびそれに伴う電気負荷が所定の 0.1 V/セル～0.8 V/セル、好ましくは 0.3 V/セル～0.8 V/セルの範囲内にある限り、ステップ 104、106、108 のループが継続する。ステップ 108 において、所定の閾値以下への電圧降下がモニターされた場合、燃料電池スタック 12 は、続くステップ 110 において、適切な抵抗器によるシャントの対象となり、電気負荷が停止される。

10

【0051】

その後、最終のステップ 114 においてアノード側 14 及びカソード側 16 が不活性ガス貯蔵容器により供給される不活性ガスで充填またはフラッシングされる前に、ステップ 112 において、アノード側 14 及びカソード側 16 両方の圧力が好ましくは各再循環ポンプ 18、20 によって下げられる。

20

【0052】

図 9 のフローチャートは、別の停止手順を示す。ここで、ステップ 200、202、206、208、214、216、218、そして 220 の手順は、図 8 に示される手順と直接対応しており、ステップ 218 及び 220 において、不活性ガスでの充填またはフラッシングより前に、アノード側 14 の圧力のみが例えばポンプを利用して積極的に下げられるという点のみが異なっている。初期の停止段階では、ステップ 204 において、アノード側 14 の減圧が開始される前に、アノード側 14 及びカソード側 16 の圧力レベルもまたモニタされている。ステップ 210 において、モニタされている圧力が所定の間隔、例えば絶対圧力 0.5～0.7 bar 内に入ると、ステップ 212 において、カソード側 16 が、外気を導入するために、少なくとも一時的に周囲の雰囲気へ開放される。スタック 12 内の電気化学反応が継続しているため、カソード側 16 のカソードガスの分圧は、増加する窒素の効果によりさらに減少する。このようにして、カソード側 16 を一時的に外気に開放することにより、カソード側は、先行する減圧または排気なしに窒素または窒素富化ガスで実質的に充填される。

30

【0053】

さらなる変形例として、また、進行中の化学反応によりカソード側 16 で得られる窒素を抜き取り、不活性ガス充填または不活性ガスフラッシングの最終段階中にアノード側 14 へ供給されるべき窒素の貯蔵場所を提供する窒素貯蔵容器 28 へと供給することも考えられる。こうして、上記燃料電池停止の第 1 段階中にカソード側 16 へ外気の導入をすることにより、不活性ガスでのアノード側 14 とカソード側 16 の両方の充填またはフラッシングのための窒素または窒素富化ガスを生成することができる。

40

【0054】

最後に、図 10 は、簡略化されたフローチャートにより燃料電池システム 10 の再起動手順を示す。ここで、第 1 のステップ 300 において、燃料電池システム 10 の発電運転モードの起動を指示する起動信号が生成され、その後、ステップ 302 において、図 5 に示されるように、アノード側 14 及びカソード側 16 に存在する不活性ガスが典型的には再循環ポンプ 18、20 によって抜き去られる。所定の圧力レベルに達したとき、続くステップ 304 において、アノード側 14 はアノードガスによって充填及び／またはフラッ

50

シングされる。その後、ステップ 306 において、カソード側 16 もまた同様にカソードガスによって充填またはフラッシングされる。最後に、ステップ 308 において、電気負荷が燃料電池システム 10 に向けられ、燃料電池スタック 12 のシャントが除去される。

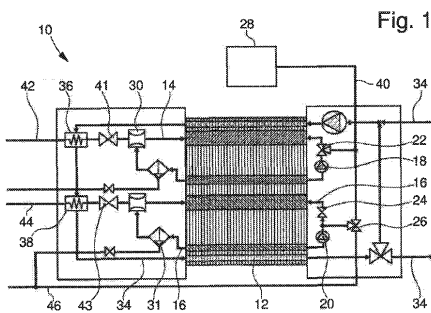
【符号の説明】

【0055】

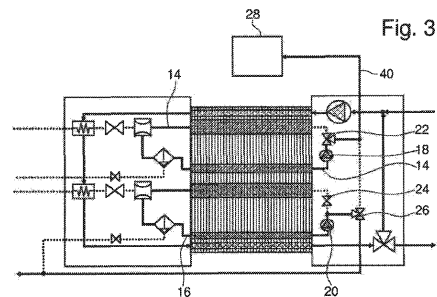
10…燃料電池システム、12…燃料電池スタック、14…アノード側、16…カソード側、18…再循環ポンプ、20…再循環ポンプ、22…バルブ、24…バルブ、26…バルブ、28…貯蔵容器／不活性ガス供給、29…気液分離器、30…エゼクタポンプ、31…気液分離器、32…エゼクタポンプ、34…冷却回路、36…熱交換器、38…熱交換器、40…供給路、41…バルブ、42…供給路、43…バルブ、44…供給路、46…供給路。

10

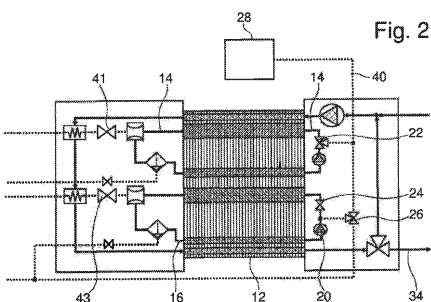
【図 1】



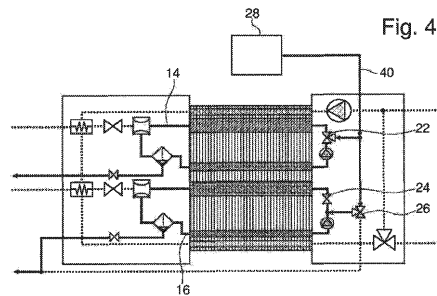
【図 3】



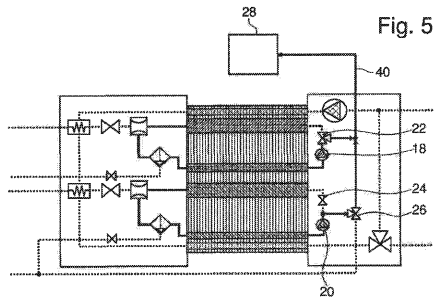
【図 2】



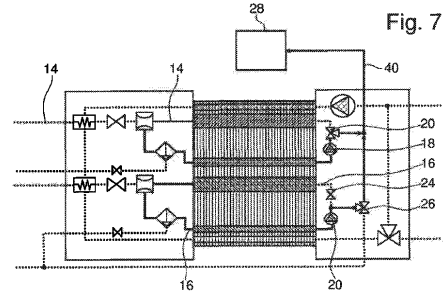
【図 4】



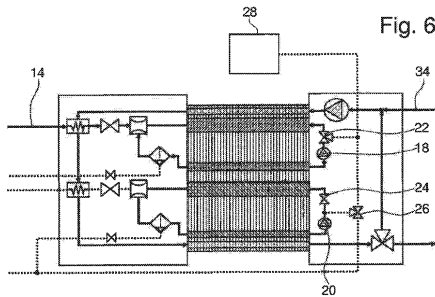
【図 5】



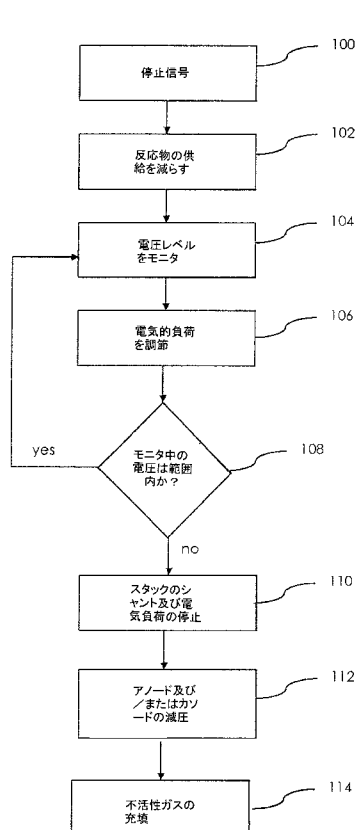
【図 7】



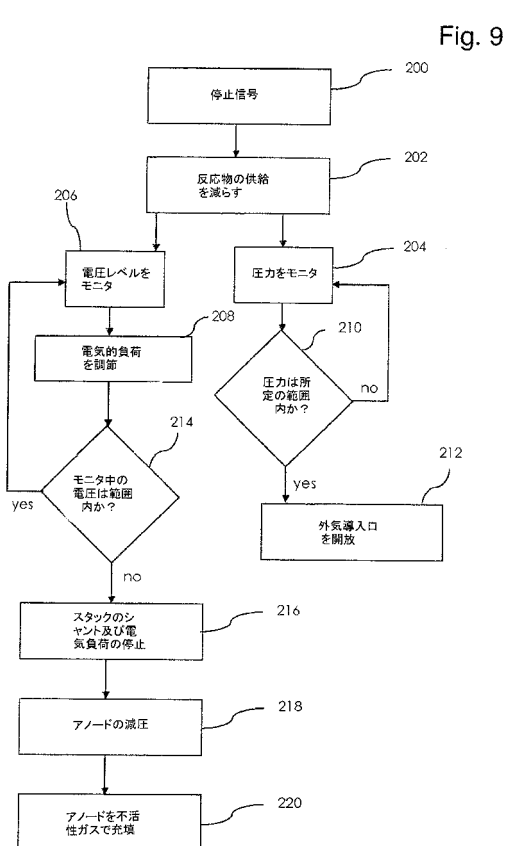
【図 6】



【図 8】

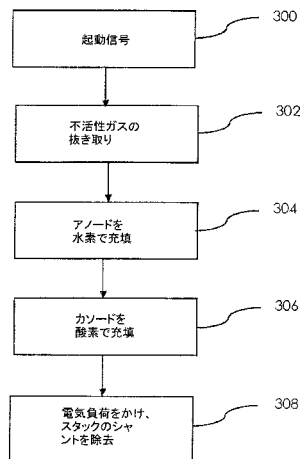


【図 9】



【図 10】

Fig. 10



【手続補正書】

【提出日】平成22年7月23日(2010.7.23)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノード側（14）にアノードガスを供給するアノード供給回路及びカソード側（16）にカソードガスを供給するカソード供給回路を備え、とともに調節可能な負荷に接続された燃料電池システム（10）を運転する方法において、燃料電池システム（10）の発電化学反応の停止に適する方法であって、

停止信号に応じて、前記アノードガス及び前記カソードガスの供給を減少させるステップにして、前記発電化学反応が前記アノードガスの圧力及び前記カソードガスの圧力を雰囲気圧より十分に下回るまで減じるようにする、減少させるステップと、
 プと、

前記アノードガスの圧力及び前記カソードガスの圧力をモニタするステップと、

燃料電池スタック（12）の少なくとも1つのセルの出力電圧をモニタするステップと

、

前記負荷が最終的に切断されるまで、前記出力電圧が所定の電圧範囲内に収まるように前記負荷を減少させるステップと、

所定の電圧レベルに達した前記出力電圧に応じて燃料電池スタック（12）の少なくとも1つのセルを電氣的にシャントするステップと、

少なくとも前記アノード側（14）の圧力を所定の圧力レベルへさらに減少させるステ

ップと、

少なくとも前記アノード側（１４）を不活性ガスで充填及び／またはフラッシングを行うステップと、
を備える、燃料電池システムの運転方法。

【請求項２】

少なくとも前記アノード側（１４）の圧力をさらに減少させる前記ステップは、再循環ポンプ（１８）を用いる、請求項１に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項３】

少なくとも前記アノード側の圧力をさらに減少させるために前記再循環ポンプ（１８）を使用する前に、前記燃料電池システム（１０）の前記アノード側（１４）及び前記カソード側（１６）の圧力を絶対圧力０．３ｂａｒに減少させる、請求項１または２に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項４】

前記アノードガスの圧力と前記カソードガスの圧力との差が、０．５ｂａｒ以下、好ましくは０．３ｂａｒ以下に保たれる、請求項１乃至３の何れか１項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項５】

前記アノード側（１４）及び／または前記カソード側（１６）が前記不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされる前に、前記アノードガス及び前記カソードガスの圧力を０．０２ｂａｒ以下に減少させる、請求項１乃至４の何れか１項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項６】

前記アノード側（１４）と前記カソード側（１６）の圧力の減少中に、前記カソードガスが環境中に放出される、及び／または、前記アノードガスが貯蔵容器（２８）へ供給される、請求項１乃至５の何れか１項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項７】

前記カソード側（１６）内の全圧が０．５～０．７ｂａｒの範囲内であるとき、前記カソード側（１６）が外気を導入するために一時的に周囲の雰囲気に開放される、請求項１乃至６の何れか１項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項８】

窒素または窒素リッチガスを不活性ガスとして用いる、請求項１乃至７の何れか１項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項９】

前記アノード側（１６）のみの圧力の減少の後、前記アノード側（１６）が不活性ガス貯蔵容器（２８）からの不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされる、請求項７または８に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項１０】

前記アノードガスと前記カソードガスの反応の窒素または窒素富化ガスの残留物が、少なくとも部分的に貯蔵容器（２８）へ供給される、請求項７乃至９の何れか１項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項１１】

前記アノード側（１４）が、貯蔵容器（２８）及び／または前記カソード側（１６）からの窒素または窒素富化ガスで充填及び／またはフラッシングされる、請求項７乃至１０の何れか１項に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項１２】

アノード側（１４）にアノードガスを供給するアノード供給回路とカソード側（１６）にカソードガスを供給するカソード供給回路を備え、先行する停止手順において、前記アノード側（１４）及びカソード側（１６）が不活性ガスで充填及び／またはフラッシングされ、燃料電池スタック（１２）が電氣的にシャントされている、燃料電池システム（１０）の運転方法であって、前記燃料電池システム（１０）の発電運転の起動に適する方法

であり、

前記不活性ガスを、前記アノード側（１４）及び前記カソード側（１６）から所定の時間間隔でまたは所定の圧力レベルに達するまで抜き去るステップと、

前記アノード側（１４）を前記アノードガスで充填及び／またはフラッシングするステップと、その後

前記カソード側（１６）を前記カソードガスで充填及び／またはフラッシングするステップと、

前記電氣的シャントを除去するステップと、を備え、

前記アノード側（１４）及び／または前記カソード側（１６）の再循環ポンプ（１８、２０）が、アノード側（１４）及び／またはカソード側（１６）の圧力を下げるために、及び／または、前記アノード側（１４）及び／または前記カソード側（１６）を前記不活性ガスで充填及び／またはフラッシングするために用られる、
燃料電池システムの運転方法。

【請求項１３】

前記アノード側（１４）と前記カソード側（１６）との間の圧力差が、０．５ｂａｒ以下に維持される、請求項１２に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項１４】

前記不活性ガスが不活性ガス貯蔵容器（２８）に供給される、請求項１２または１３に記載の燃料電池システムの運転方法。

【請求項１５】

アノード側（１４）にアノードガスを供給しカソード側（１６）にカソードガスを供給するアノード供給回路とカソード供給回路とを備えた燃料電池システムであって、発電運転の停止及び起動のために、

不活性ガス貯蔵容器（２８）と、

少なくとも前記アノード側（１４）の圧力を所定の圧力レベルへ減少させる少なくとも１つのポンプ（１８、２０）と、

少なくとも前記アノード側（１４）を前記不活性ガスで充填及び／またはフラッシングする手段と、

を備えた燃料電池システム。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/055079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01M8/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 59 393 A1 (SIEMENS AG [DE]) 20 June 2002 (2002-06-20) paragraph [0007] - paragraph [0010] paragraph [0030]	1-15
X	WO 2007/125368 A (AFC ENERGY PLC [GB]; WHITTAKER ROBIN [GB]) 8 November 2007 (2007-11-08) page 7, line 17 - line 19 page 13, line 14 - page 14, line 6	1-5, 7, 8, 10
Y		6, 9
X	US 2005/142399 A1 (KULP GALEN W [US] ET AL) 30 June 2005 (2005-06-30) paragraphs [0008], [0 22], [0 23], [0 25]; figure 1	11-14
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 February 2010

Date of mailing of the international search report

04/03/2010

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Raimondi, Fabio

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/055079

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 635 370 B2 (CONDIT DAVID A [US] ET AL) 21 October 2003 (2003-10-21) column 6, line 18 - line 57 column 7, line 20 - line 32 column 8, line 14 - line 19	1-2,7
X	WO 2006/040999 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]; HATOH KAZUHITO; KANBARA TERUHISA) 20 April 2006 (2006-04-20) figure 6	15
X	US 2001/055707 A1 (ROBERTS JOY A [CA] ET AL) 27 December 2001 (2001-12-27) paragraph [0041] - paragraph [0045]; figure 3	15
Y	WO 2007/090284 A (HYDROGENICS CORP [CA]; JOOS NATHANIEL [CA]; BURANY STEPHEN JOSEPH [CA]) 16 August 2007 (2007-08-16) paragraphs [0068], [0069], [0095], [0096]	6,9
X	JP 06 333586 A (SANYO ELECTRIC CO) 2 December 1994 (1994-12-02) abstract	1-2,5, 7-8,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2009/055079

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/EP2009 /055079

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-10

A method of stopping operation of a fuel cell system in which at least one fuel cell is shunted in response to the monitored output voltage reaching a predefined voltage level and in which the anode side is filled/flushed with an inert gas.

2. claims: 11-15

A method of starting operation of a fuel cell system and a fuel cell system in which inert gas is drawn off from the anode side and in which an electrical shunt is removed.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/055079

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10059393	A1	20-06-2002	WO 0245247 A2 EP 1338068 A2	06-06-2002 27-08-2003
WO 2007125368	A	08-11-2007	NONE	
US 2005142399	A1	30-06-2005	DE 112004002565 T5 JP 2007517372 T WO 2005065232 A2	23-11-2006 28-06-2007 21-07-2005
US 6635370	B2	21-10-2003	AU 2002309915 A1 BR 0210124 A CN 1522476 A EP 1402588 A2 JP 2005518632 T WO 02099911 A2 US 2002182456 A1	16-12-2002 14-11-2006 18-08-2004 31-03-2004 23-06-2005 12-12-2002 05-12-2002
WO 2006040999	A1	20-04-2006	NONE	
US 2001055707	A1	27-12-2001	AT 324674 T AT 420468 T AU 7396700 A WO 0124296 A1 CA 2384863 A1 DE 60027586 T2 EP 1222704 A1 JP 2003510786 T US 2002009623 A1	15-05-2006 15-01-2009 30-04-2001 05-04-2001 05-04-2001 26-04-2007 17-07-2002 18-03-2003 24-01-2002
WO 2007090284	A	16-08-2007	CA 2634157 A1 EP 1987556 A1	16-08-2007 05-11-2008
JP 6333586	A	02-12-1994	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ホファー, マーセル

スイス国・シイエイチー 5 6 1 2 フィルマーゲン・ヴィーゼンヴェーク・1

(72)発明者 ブエヒ, フェリックス

スイス国・シイエイチー 4 9 0 0 ランゲンタール・フェルトシュラーセ・1

(72)発明者 ハンセン, ウェ

スイス国・シイエイチー 3 0 5 4 シュプフェン・バークガッケルヴェーク・5

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA20 BC20 KK01 KK11 KK52 KK54 MM01 MM02 MM26

【要約の続き】

充填及び／またはフラッシングを行うステップと、
を備える。

【選択図】 図2