

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4426445号
(P4426445)

(45) 発行日 平成22年3月3日 (2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日 (2009.12.18)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 8/04 (2006.01)

H O 1 M 8/04 L

H O 1 M 8/06 (2006.01)

H O 1 M 8/06 S

H O 1 M 8/06 W

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-516559 (P2004-516559)
 (86) (22) 出願日 平成15年5月16日 (2003.5.16)
 (65) 公表番号 特表2005-531889 (P2005-531889A)
 (43) 公表日 平成17年10月20日 (2005.10.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2003/005196
 (87) 国際公開番号 W02004/004042
 (87) 国際公開日 平成16年1月8日 (2004.1.8)
 審査請求日 平成17年2月25日 (2005.2.25)
 (31) 優先権主張番号 02014557.9
 (32) 優先日 平成14年7月1日 (2002.7.1)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 504181720
 エスエフツェー スマート フュエル セ
 ル アーゲー
 ドイツ、ブルンタールーノルト、8564
 9 オイゲン・ゼンガー・リング4
 (74) 代理人 100090446
 弁理士 中島 司朗
 (72) 発明者 ミュラー イェンス
 ドイツ、81827 ミュンヘン、ツィン
 タウエルシュトラッセ 61
 (72) 発明者 プライスネル マルクス
 ドイツ、81543 ミュンヘン、シェー
 ンシュトラッセ 118

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムにおける水バランスの調整

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池システム (200) のアノード回路における流体バランスの制御方法であって、

燃料電池システム (200) における液体の量の変化および / または液体の量の特徴を表す測定量を求めるステップと、

求められた測定量に応じて、復水装置 (150) の冷却能力の調節および / またはカソード側での体積流量の調節を行うステップと、

カソード側で排出された気体を復水装置 (150) において冷却し、復水した液体を得るステップと、

復水した液体を燃料電池システム (200) のアノード回路に供給するステップと、

燃料電池システム (400) の燃料電池装置 (410) における復水手順の後に残る廃ガスを加熱するステップと、そして、

加熱した廃ガスを触媒バーナ (7) に通すステップと、を有すること

を特徴とする燃料電池システムのアノード回路における流体バランスの制御方法。

【請求項 2】

燃料電池システム (300, 400) のアノード回路における流体バランスの制御方法であって、

燃料電池システム (300, 400) における液体の量の変化および / または液体の量の特徴を表す測定量を求めるステップと、

求められた測定量に応じて、少なくとも1つの復水装置(120, 150; 450)の冷却能力の調節および/またはカソード側での体積流量の調節を行うステップと、

カソード側およびアノード側で排出された気体を少なくとも1つの復水装置(120, 150; 450)において冷却し、復水した液体を1つまたは複数の復水装置から得るステップと、

前記の復水した液体を燃料電池システム(300, 400)のアノード回路に供給するステップと、

燃料電池システム(400)の燃料電池装置(410)における復水手順の後に残る廃ガスを加熱するステップと、そして、

加熱した廃ガスを触媒バーナ(7)に通すステップと、を有すること

10

を特徴とする燃料電池システムのアノード回路における流体バランスの制御方法。

【請求項3】

燃料電池システム(700)であって、

燃料電池装置(710)と、

燃料電池システム(200)における液体の量の変化および/または液体の量の特徴を表す測定量を求める装置(560, 660)と、

少なくともカソード側で排出された気体から復水した液体を得るための少なくとも1つの復水装置(120, 150)と、

求められた、特徴を表す測定量に応じて、少なくとも1つの復水装置(120, 150)の冷却能力の調節および/またはカソード側での体積流量の調節を行うコントローラと

20

、

復水した液体を燃料電池システムのアノード回路に供給する装置と、

燃料電池装置(410)の位置にあって気体を加熱する熱交換装置(460)であって、燃料電池装置(410)と熱接触している、という熱交換装置(460)と、

燃料電池装置(410)に設けられた触媒バーナ(7)と、を有し、加熱された気体は触媒バーナ(7)に直接に供給されること、

を特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、燃料電池システムのアノード回路における流体バランスの調整方法に関する。当該方法では、少なくとも、カソード側で排出される気体は復水装置(condensing device)において冷却され、復水液体が得られる。そして、この復水液体は燃料電池システムのアノード回路に供給される。アノード回路を能動的に冷却する必要はない。

【背景技術】

【0002】

多くの燃料電池システムでは、アノード側において、純粋な燃料の代わりに燃料混合物を用いている。これは、通例、水で薄められたものであり、燃料電池を通過する際に消費される。こうした燃料の例としては、メタノール、エタノール、トリオキサン、ジメトキシメタン、トリメトキシメタン、ジメチルエーテルがある。しかし、燃料が完全には消費されない場合もしばしばあり、そうになると、アノード側の出口では、使われなかった燃料も排出されることになる。この使われなかった燃料を利用するために、それと共に、外部の水供給源を不要とするために、アノード側でサイクル流を実現し、そこで、燃料の計量追加(metered addition)によって使用後の燃料混合物を再びエンリッチした後、あらためてアノード側に供給する。

40

【0003】

しかし、このサイクル流は閉じたサイクルではない。まず、反応生成物(廃棄物)をサイクルから除去しなければならず、使用した分の燃料を補給しなければならない。さらには、水損失を補う必要もあるが、水損失はとりわけ、アノード側からカソード側に流れて(水ドラッグ: water drag)、廃ガスと共に排出される水によって生じる。

50

すなわち、システム内の水の量を一定に保ち、この量からの逸脱を補正することを可能とするには、カソード側で生じる水の一部をいったん保持したおき、その後、液体状態で再びアノード回路に供給する必要がある。

【 0 0 0 4 】

廃ガス除去の間に実際に排出される水の量は、反応生成物として形成される水やカソード気体と共に供給される水の量に正確に一致させるべきである。

システムからの水の除去は、水蒸気飽和した廃ガスの形、および、液体の形で行われるが、その場合、再び流体サイクルに供給するのが容易なのは後者の方である。しかしながら、さらに何らかの手段を設けないと、システムにおいて廃ガス側で生じる熱のために、発生する水蒸気が増えて排出可能な量を超えてしまい、水量を一定に維持できなくなるであろう。

10

【 0 0 0 5 】

水蒸気形で生じる水の量を減らすために、そして、均衡した水バランスを実現するために、従来はシステムの運転温度を下げることで、廃ガスによって引き出される水蒸気量が過剰水量（すなわち、反応生成物として形成された水の量、あるいは、給気に伴うなどの形で外部から供給される水の量）と厳密に一致する状態にしている。

燃料電池の冷却のために、アノード側のサイクル流があり、これは、廃ガスがアノードへの再供給に先立って分離された後に、熱交換器を通過する。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、均衡した水バランスを達成するために必要なシステム温度は非常に低く、そのため、環境との温度差も非常に小さくなる。そのため、十分な放熱を達成しようとするれば、高性能なファンをサポートした、相応の大型熱交換器を用いるしかない。しかし、周囲温度が上がれば、熱交換にとって決定的な意味を持つ温度差は、こうした手段を用いても追いつかない程度にまで小さくなる事態も起こりうる。そうなれば、システムはシャットダウンせざるをえない。

20

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本発明は、これらの問題点を鑑みて、燃料電池システムのアノード側における流体バランスの制御方法を改善し、周囲温度が比較的高い状況でも実行可能な制御方法を提供することを目的とする。また、本発明はさらに、これに対応した燃料電池システムを提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

これらの目的はそれぞれ、特許請求の範囲 1 及び 2 に記載のステップを含む方法により、そして、特許請求の範囲 5 に記載の構成を有する燃料電池システムにより達成される。また、その従属クレームには、本発明による方法 / システムに関する更なる展開形を挙げている。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

40

本発明による、燃料電池システムのアノード回路における流体バランスの制御方法においては、先ず、燃料電池システムにおける液体の量の変化および / または液体の量の特徴を表す測定量を求める。次いで、求められた特徴的な測定量に応じて、復水装置の冷却能力（cooling capacity）の調節および / またはカソード側での体積流量の調節を行う。そして、カソード側で排出された気体を復水装置で冷却して復水した液体を得ると、これを燃料電池システムのアノード回路に供給する。また、それとは異なる変形例として、アノード側で排出された気体も冷却する、というものがあるが、その場合は、カソード側で排出された気体と共に冷却してもよいし、別個の復水装置において冷却してもよい。アノード側において（時間単位で）生じる水量蒸気量は、カソード側のそれに比べると、通常明らかに少ないが、アノード側で排出される気体に含まれる燃料の割合はより高くなって

50

いる。これは、復水を行うことで少なくとも部分的には回収することができる。

【 0 0 1 0 】

これは、アノード回路を能動的に冷却する形で流体バランスを制御する従来の制御方法とは対照的である。従来の方法では、アノード流を冷却し、それによって間接的に燃料電池全体を冷却して、出口で排出される流体の液体割合が、流動バランスの維持に十分な高さになるようにしていた。一方、本発明は、カソードで排出される流体の液体割合を能動的に高めることで、液体バランスを釣り合わせる。アノード流（または、燃料電池全体）の温度については、調節しなくても、自動的に影響されることになる。すなわち、従来は制御対象変数（独立変数）であったのに対し、本発明による流体バランス制御では従属変数の役割を演ずるものとなる。

10

【 0 0 1 1 】

本発明の効果的な点は、燃料電池の冷却（すなわち、アノード回路などの冷却）を能動的に行う必要がなくなる、ということばかりではない。本発明による方法では、システム全体での温度レベルはむしろ高くなるが、それによって、流体と周囲との間の温度差は、本発明による方法の方が、アノード回路を冷却していた従来の方法の場合よりも大きくなる。温度差がより大きくなることで、熱をより効果的に環境に放散することができる。そして、それによる効果として、冷却装置の熱交換器の寸法をより小さくすることができる、および／または、能動的に熱交換をサポートする装置（ファンなど）をより少ないエネルギーで動作させることができる。

【 0 0 1 2 】

20

カソード流体を気体部分と液体部分とに分離するには、そのための分離装置を復水装置の上流または下流に配置すればよい。ただし、復水装置については、以下に示す作業を両方とも遂行する形で設計することができる。すなわち、（１）液体割合を増加させる作業、そして、（２）液体から気相を分離する作業、である。同じことは、以降の部分で述べる、本発明による方法の更なる展開形に含まれる復水装置にも当てはまる。

【 0 0 1 3 】

これが特に効果的なのは、カソード側及びアノード側で放出された流体が燃料電池を出たあとに結合され、さらに、結合された流体の気体部分を共通の復水装置で冷却して復水液体を得て、これを燃料電池システムのアノード回路に供給する、という場合である。この場合、必要な復水装置は１台だけであり、そのため、本発明による方法の、この更に好適な展開形は、カソード流体だけが復水装置を流れる場合に比べ、より複雑になることも、より高価になることもない。

30

【 0 0 1 4 】

外部の影響（例えば、周囲温度）及び固有のプロセス（例えば、老化現象）が、やはり液体バランスに関与する動作特性に変化を生じさせる可能性があるため、復水液体の量を制御できるようにする必要がある。これを実現できる好適な手段としては、たとえば、環境との熱交換のレベルを制御する手段となりうる換気装置を用いた、復水装置の冷却能力制御がある。

【 0 0 1 5 】

液体バランスの変化は、本発明を用いれば、燃料電池システムにおける液体量の変化の特徴を表す測定量を求め、求められた特徴的な測定量に応じて復水装置の冷却力を調節するという形で、早期に認識することができる。それに加えて、あるいは、その代わりとして、求められた特徴的な測定量に応じてカソード側で流体バランスの体積流量を調節する形で、液体バランスの補正を実施することもできる。

40

【 0 0 1 6 】

液体の量の変化は、たとえば、アノード回路にレベルセンサを設けることで追跡することができ、変化の絶対値を求める必要はない。こうしたレベルセンサについては、上昇管に設けることもできるが、それ以外にも、特に好適な形として、アノード回路に再供給される液体を中間保存する中間タンクの中に設けることができる。

また、上記の方法の更なる展開形として、復水手順の完了後に残る廃ガスは（カソード

50

側の気体は、復水装置を通過しさえすれば、アノード側の廃ガスと混合される）、燃料電池システムの燃料電池装置の温度にまで加熱される（例えば、アノード流および／またはカソード流を用いた向流法によって）。この加熱によって、相対湿度は飽和値を下回る値に下げられる。その後、それらは触媒バーナに送られるが、そこで、燃料残留物及び中間物を「燃やして」、放出物の汚染物質レベルを下げる。この手順は従来の方法では不可能である。なぜなら、そこでの廃ガスは必然的にシステムと同じ温度を有することになり、その結果、別個の加熱装置を用いる、および／または、触媒バーナを加熱するという手段でしか、相対湿度を十分に下げることができないからである。

【 0 0 1 7 】

望ましい構成として、触媒バーナについては、燃料電池装置に熱接触状態で直接設置し、それによって加熱する形とすることができる。

10

本発明による燃料電池システムは、燃料電池装置と、燃料電池システムにおける液体の量の変化および／または液体の量の特徴を表す測定量を求める装置と、少なくともカソード側で排出された気体から復水した液体を得るための少なくとも1つの復水装置と、求められた、特徴を表す測定量に応じて、少なくとも1つの復水装置の冷却能力および／またはカソード側での体積流量の調節を行うコントローラと、そして、復水した液体を燃料電池システムのアノード回路に供給する装置と、を有する。

【 0 0 1 8 】

本システムの効果については、対応する方法と関連付けて既に詳細に述べており、繰り返しは無用と考える。

20

特に好適な更なる展開形では、システムは燃料電池装置で気体を加熱する熱交換装置を有する。それに加えて、あるいはその代わりに、燃料電池装置の位置に、あるいはその内部に触媒バーナを設け、これを燃料電池装置で加熱することもできる。主として、燃料電池装置の内部に設置する場合には、触媒バーナを通過する気体は、アノード流体および／またはカソード流体によって、向流法で加熱することができる。

【 0 0 1 9 】

これらの更なる好適な展開形が有する効果についても、対応する方法に関連付けてすでに述べた。繰り返しを避けるために、上述の内容を参照されたい。

本発明に関する更なる特性および効果については、図面と特に好ましい実施の形態とを参照しながら、以下に説明する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 0 】

図1は、DMFC（ダイレクトメタノール型燃料電池）システム100の構造の概略を示す。従来、こうしたシステムは（これ以前の部分で述べたように）冷却されるものであった。

水にメタノールを溶かした燃料混合物をダイレクトメタノール燃料電池10のアノードAに供給する。当該混合物は、セルを通過する際にメタノールが消費され、液体部分と気体部分とを有するアノード流体としてアノードAを離れる。液体部分は分離装置2の中で気体部分から分離され、冷却装置（熱交換器）3によって冷却されると、燃料供給装置Tからのメタノールでエンリッチされた上で、再びアノードAに供給される。

40

【 0 0 2 1 】

このように、アノード側での液体サイクルが、システム100全体の冷却のために利用される。周囲温度にある熱交換器3は、アノード出口で排出された液体を、それがアノード入口に再供給される前に冷却しておく。

性能レンジの低いコンパクトなDMFCシステムでは、図に示した構成の平均システム温度は60の周辺となる。「通常の」周囲温度を20と仮定すれば、環境との温度差はわずか40である。これだけでもう、熱交換器3には相当の要求が課されることになる。熱交換器の効率は、この温度差の値に依存するところが非常に大きいからである。

【 0 0 2 2 】

このように温度差が小さい状態で十分な放熱作用を実現しようとするれば、熱交換器3を

50

それに対応して大きくしなければならず、さらには、熱交換器 3 に高性能のファン 4 を設ける必要もある。

当然、周囲温度がさらに高い場合もあり、たとえば、ひどく通気が悪い部屋、および／または、閉じた部屋あるいは陽の差す部屋などでは、40℃まで達したり、それをさらに上回ったりすることもありうるが、そうなれば、最高性能のファン 4 や熱交換器 3 を使っても、十分な放熱を保証することはもはや不可能であろう。そこで、安全上の理由から、さらには、燃料電池を破壊から守るために、メーカーは通常、システムを動作させる際の周囲温度の上限を定めている。

【0023】

酸素はカソード K で供給されるが、これは通常、周囲の空気を供給する形で行われる。

10

供給された気体混合物に含まれる酸素割合は、陰極スペースを通る際に減らされるが、その代わりに、カソード側で反応生成物として生じた水やアノード A からカソード K に流れる水が取り込まれる。そのため、カソード流体は最終的には、使用されなかった空気成分や水を含んだ形で排出されるが、更に、拡散によってメタノールや CO₂（例えば、派生物や反応中間体）を含む可能性もある。

【0024】

出口で発生するカソード流体にも液体部分と気体部分とが含まれ、これは別の分離装置 5 において分離される。液体は主に水で成っており、システム 100 の水バランス維持のためにアノード回路に送り込まれる。

液体分離によってカソード側およびアノード側で得られた気体は、廃ガスとして放出される。水蒸気を除けば、カソード側での廃ガスに含まれる物質は以下の通りである。すなわち、非酸化空気成分および残留酸素、並びに、二酸化炭素と燃料および／または燃料派生物（これが、アノード側からカソード側に拡散する可能性がある）。一方、アノード側での廃ガスに含まれるのは、二酸化炭素（主な成分）、そして、使用されなかった燃料および派生物（不完全な反応または寄生的な反応の結果として得られるもの）である。

20

【0025】

使用されなかった燃料（または派生物）を環境に放出することは、健康上および安全上の理由から容認できるものではなく、避けなければならない。そのような放出を行わないようにするために、従来技術では、使用されなかった燃料及び有機副産物を残留酸素で酸化する、いわゆる触媒バーナ 7 が用いられる。

30

しかし、通常、廃ガスは水蒸気で飽和した状態にある。すなわち、こうした廃ガスの相対湿度は約 100% となっている。相対湿度 100% の状況では、触媒バーナ 7 はほとんど役に立たない（実際問題として、そのような高湿度状態では、常に若干量の水が凝集しており、それが有効触媒エリアをふさいでしまう）。浄化対象の排気空気流は、触媒バーナ 7 の通過中および／または通過前に加熱しなければならず、そのため、触媒バーナ 7 は暖房装置 6 を備え、これによって、廃ガスの相対湿度を 100% よりもはるかに低い値まで下げている。

【0026】

つまり、ファンを用いてアノード回路を冷却する一方で、逆に廃ガスは触媒バーナを用いて加熱しているわけであり、そのために必要となるエネルギーがシステム 100 全体の効率を下げしまう。

40

図 2 は、本発明の原則に従って水バランスが制御される DMFC システム 200 の構造の概要を示す。同図において、図 1 と同じ構成部には、やはり図 1 と同じ参照番号を付けてある。

【0027】

これは、不必要な繰り返しをできるだけ避けるためである。

DMFC システム 200 の燃料電池のアノード A を通過する間に消費された燃料混合物は、液体部分と気体部分とを有するアノード流体の形でアノード A を離れる。その後、気相部分から液相部分を分離する処理が行われ、後者はリサイクルされて再びアノード入口に入る。

50

【 0 0 2 8 】

カソード K の出口で発生する流体の流れは、分離装置 5 を通過し、それに続いて復水装置 1 5 0 を通過する。分離装置 5 と対照的に、後者は単に液体部分と気体部分とを分離するだけでなく、さらに、気体の量を減らす代わりに液体の量を増加させ、主に、液体状態の水をより多く発生させる。すでに液体状態で放出されているカソード流体の一部である液体（存在する場合）と、復水装置 1 5 0 で復水された液体との全量が、アノード回路に供給される。

【 0 0 2 9 】

アノード側に冷却装置 3 が存在しないにもかかわらず、システム 2 0 0 は十分に冷却される。これは本質的に以下の効果に基づく：

- ・ 復水された量の液体がアノード回路に供給されるが、この液体の温度は凝結プロセスのために、システムの温度より低くなっていること。
- ・ カソード側で発生した水やカソード側に拡散された水の一部が蒸発することから、カソード側で気化冷却が生じること。

【 0 0 3 0 】

ここで再び、基本的に性能範囲の低いコンパクトな D M F S システムを例として説明すると、図 2 に示す構成の平均システム温度（すなわち、セルでにおけるアノード流体の温度）は約 8 0 となる（これに対し、図 1 に示した、他の点では同じパワーデータを有する構成では約 6 0 である）。

「通常」の周囲温度を 2 0 と仮定した場合、環境との温度差は最終的には 6 0 となる。これは以下のことを意味する。すなわち、復水装置 1 5 0 における復水が環境との熱交換に基づく場合、はっきりと温度が上がっていれば、それを熱交換のための力（projecting force）として利用することができる。つまり、図 1 の冷却装置 3 に比べて、復水装置 1 5 0 の熱交換器は、寸法を小さくすることができる、および / または、装置 3 ほどの高性能ファンを設ける必要がない。

【 0 0 3 1 】

周囲温度が 4 0 と高い場合ですら、熱交換器に対する要求は、通常の条件（すなわち 2 0 ）における図 1 の熱交換器に対する要求と同等にとどまる。すなわち、本発明による構成では、D M F C システム 2 0 0 は比較的高い温度でも動作可能である。

しかし、本発明によって達成される結果は、液体バランスに関して効果的であるだけでなく、廃ガスに関しても意義を有する。図 1 の場合と比較すると、図 2 の構成のシステムを出た直後のこれら廃ガスは、温度がより高くなっている。

【 0 0 3 2 】

図 1 では、気体 / 液体分離作業において気体の温度は変化せず、最大限変化しても実質的なものとはならない。このことは図 2 に示す構成のアノード側の廃ガスにも当てはまる、というのは事実であるが、カソード側の廃ガスには、復水冷却による温度降下が生じる。

カソード側の廃ガスとアノード側の廃ガスとを合わせれば、平均の気体温度はシステム温度よりも低くなる。

【 0 0 3 3 】

これらの廃ガスも、やはり水蒸気飽和しているため、触媒バーナ 7 を使って燃料残留物を燃焼させるのは簡単でない。

そこで、図 2 に示す構成には、図 1 に示した前出の構成や後述する図 3 の構成と同様にヒータ 6 を設け、これを用いて廃ガスの温度を上げることで、相対湿度を飽和値の下まで下げる。

【 0 0 3 4 】

ただし、本発明に関する特に好ましい変形例では、ここ（図 2 ）や図 3 の構成を以下のように変えることも可能である（ただし、図 1 の構成では不可能）。すなわち、例えば向流などの形で、これら廃ガスを燃料電池に接触させて再加熱し、そうすることで、廃ガス混合物の相対湿度が飽和値を下回る状態にしてから、当該混合物を触媒バーナ 7 に供給す

10

20

30

40

50

る、という構成である。これであれば、本来加熱に必要な別個のヒータ6は不要となる。当該変形例については、図面のうち図4及び図5でのみ図示しているが、言うまでもなく、これに相当する変更は図2、図3の構成に対しても施すことができる。

【0035】

図2に示す構成の場合、中でも、以下に述べる点で図1の構成を上回る効果が実現される。すなわち、システムと環境との間の温度差は、他の点でシステム条件が同等であれば、本発明の原則に従った構成(図2)の場合の方が、従来の構成(図1)の場合よりも大きくなる。本ケースにおいて、このことが効果と言えるのは、熱源(システム)とヒートシンク(環境)との間の温度差こそが、放熱効率に対して決定的な意味を持つ値となるからである。ただし、システム温度が同時に、動作障害の危険性が生じたり、運用寿命の短縮を考慮する必要が生じたりするほど大きく上昇することはない。

10

【0036】

図3及び図4は、本発明による方法を、特に好ましい形で更に展開させたものを図示している。図1や図2の場合と同一の構成部については、同じ参照番号を付けてある。これは、説明の不必要な繰り返しをできるだけ避けるためである。

図3のDMFCシステム300では、アノード側の流体の流れも、分離装置2を通った後に復水装置120を通る(図2に図示した方式の展開形)。

【0037】

同様の状況は、図4のDMFCシステム400にも当てはまる。しかし、当該システムでは、アノード側の流体とカソード側の流体とは、両者が燃料電池装置410を出たところで合流し、その後、共通の分離装置405および共通の復水装置450を通ることになる。

20

そうして得られた液体はアノードサイクルに供給される。気相は向流装置460において加熱される。当該向流装置については、燃料電池装置410と接触しており、好ましい構成としては同装置の一体化部品として設計することさえ考えられる。これにより、気相はシステム温度とほぼ同じ温度にまで戻される。その結果、気体の相対湿度は飽和値を下回る値にまで下がり、触媒バーナ7に直接供給することが可能となる(この手順のステップは、図2及び図3に示した構成でも簡単に実現することができる)。カソードKに隣接する向流装置460がおおよそどんな構成をしているかは特に重要ではない。向流装置460は、アノードAに隣接させてもよいし、燃料電池装置410の内部に設けてもよい。好ましい場合が多いのは最後に挙げた構成であるが、それは、おおよそその構成を小型化および簡略化した構造にできるからである。

30

【0038】

図5は別の構成を示しているが、ここでは、触媒バーナ507が燃料電池装置510との接触によって加熱される。この構成によれば、気体は、触媒バーナ507に入ったところで比較的速く加熱されるので、気体を予め過熱する必要がなくなる。そのため、別個のヒータも向流装置も不要とすることができる。触媒バーナをアノードエリアと接触させる、および/または、より一体的な形で燃料電池内に組み入れる、という構成にしても効果的であろう。

【0039】

40

図6に示すのは計測装置を備えた上昇管660であり、これは、液体バランスにおける変化を判定するためにアノード回路に設けられるものである。こうした装置が効果的なのは、液柱の高さを計測する方が、液体の質量流量の計測に比べてはるかに簡単だからである。

アノード回路でレベルが上がれば、それは、現在の液体バランスがポジティブであり、システムからの水の排出を増やす必要がある、ということの意味する。これは、復水装置(または、それに連結されたファン)の性能を下げる、という方法で実現できるが、カソード側での体積流量を増やすことでも実現でき、それはまた、環境への液体放出を多くすることにもなる。

【0040】

50

図 6 に示す例では、計測装置は電気接点ペア 6 6 1 を含み、これらは、二酸化炭素を含む導電性アノード流体で短絡させることができる。このような接点のペアをいくつか重ねることで、液体の様々なレベルを識別できるようにしてある。こうした構成では、例えば、導電状態または非導電状態の接点ペアの数から、現在の水量を間接的に推測することができる。上昇管の上側には、圧力補償のために、流体を漏らさないようにする装置（例えば、半透水性隔膜）を設ける。

【 0 0 4 1 】

また、計測システムとしては、他にも以下のようなものもある。

まず、光学的方法（たとえば、光バリアを使うもの）。この場合、アノード回路におけるレベルを、1 つまたは複数の光バリアによって監視する。これらの光バリアを用いれば、気体または液体それぞれの各種特性に基づいて、液体が存在するか否か、および、どのレベルまで存在するかを認識できる。

【 0 0 4 2 】

また、気体の誘電率（ ϵ_1 ）とアノード液体の誘電率（通常の水性燃料溶液： ϵ_{80} ）とが大きく異なるという事実に基づいたキャパシティ法（capacity method）もある。これであれば、アノード回路内に 2 枚のコンデンサプレートを適切に構成することで、コンデンサ内での液体の高まりは、確定させておいたキャパシティによって判定することができる。

【 0 0 4 3 】

図 7 は、図 3 に示した構成の特殊ケースであり、ここでは、図 3 の分離装置 1 0 5 と復水装置 4 5 0 とが結合されて、流体分離ユニット 7 5 0 を形成している。

流体分離ユニット 7 5 0 は、基本の構成要素として、復水装置 5 1、5 2、5 3、5 4 および分離チャンバ 5 5 を有し、カソード流体およびアノード流体を供給する。

概説した通り、復水装置（例えば、熱交換器）5 1、5 2、5 3、5 4 については、分離チャンバ 5 5 の内部、外部（正面側）のいずれに設けることも可能である。ただし、カソード出口と分離チャンバ 5 5 との間に高性能の復水装置を 1 つだけ設ける構成、あるいは、復水装置を分離チャンバの中、および / または、分離チャンバの外壁にだけ設ける構成とすることも可能である。

【 0 0 4 4 】

分離チャンバ 5 5 は、2 つの流体チャンバ 5 5 a、5 5 b に分割されており、下側の流体チャンバ 5 5 a は、アノード側の流体供給装置 5 6（同チャンバの上側エリアに終端がある）および液体放出装置 5 7 を有する。

上側の流体チャンバ 5 5 b は、カソード側の流体供給装置 5 1 および気体放出装置 5 8 を有する。流体供給装置 5 1 については、これを介して、カソードチャンバからの気体 / 液体混合物を燃料電池装置 7 1 0 に供給することができ、気体放出装置 5 8 については、例えば、触媒バーナ（図示せず）を接続することができる。

【 0 0 4 5 】

重力と、大きく下げられた流速と、そして復水装置 5 2 との組合せの作用によって、チャンバ 5 5 b の上側エリアでは、液体の一部が復水され、気相部分と液相部分とが物理的に分離される。そして、前者は気体放出装置 5 8 によって排出することができ、後者は漏斗形排水装置によって下方向に導かれる。

2 つの流体チャンバ 5 5 a、5 5 b は、下側チャンバ 5 5 a に終端が来るオーバフロー管を有したタブ状の液体収集装置によって隔てられており、そのため、排水装置によって下方向に導かれる液体物質については、その一部が液体収集装置によって収集され、ある程度のレベルに達した場合（オーバフロー管の上側エッジを越えた場合）にだけ、下側流体チャンバ 5 5 a に流れ込む。

【 0 0 4 6 】

流体供給装置 5 6 に供給されるアノード流体を介して下側流体チャンバ 5 5 a に入り込む気体物質については、液体収集装置にある穴を通して上方に逃れる可能性はあるが、収集装置の中に収集された液体を通過しなければならない。当該プロセスにおいて、気体成

10

20

30

40

50

分（例えば、メタノール）は溶かされて、オーバフロー管を介して下側の流体チャンバ 55a 内の液体に供給される。こうして浄化された後の廃ガスは、漏斗パイプを介して上方に流れ、気体放出装置 58 に向かう。

【0047】

下側の流体チャンバ 55a には、液体面のレベルを判定するレベル計測器 560 がさらに設けられている。液体は、その中に溶けた CO₂ のために導電性となっているため、レベルの計測は伝導率によって行うことができる。たとえば、液体によって短絡させられる電極ペアをさまざまなレベルに設ける、という形が可能である。それ以外に、コンデンサのキャパシティまたはキャパシティの変化も測定量として用いることができる。また、技術的に容易に実現できるものとして、気相と液体とで異なる光学特性に基づいた光学測定法がある。そうした特性としては、屈折率、吸収率、そして伝達率が挙げられる。したがって、たとえば組合せで構成されたダイオードペアを設けて、そのうち一方が送信側として、もう一方が受信ダイオードとして働く形にすれば、それによって、両者の間に液体が存在するか否かを検出することができる。

10

【0048】

従って、図 7 に示す分離チャンバ 55 を用いれば、非常に効果的な廃ガス浄化が可能となると共に、更にレベル計測によって、アノード回路にある液体の量が減少したか、一定のままか、増加したかを追跡することができる。変化があった場合には、それに応じた対策を取ることができる。

図面で概要を示した実施例については、単に発明の説明のためのものであって、本発明の保護範囲は特許請求の範囲によってのみ規定される。

20

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図 1】DMFC システム（内包従来技術：internal prior art）の構造の概要を示す図である。

【図 2】本発明による方法の第 1 の好ましい例を適用した場合の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 3】本発明による方法の第 2 の好ましい例を適用した場合の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 4】本発明による方法の第 3 の好ましい例を適用した場合の燃料電池システムの構成を示す図である。

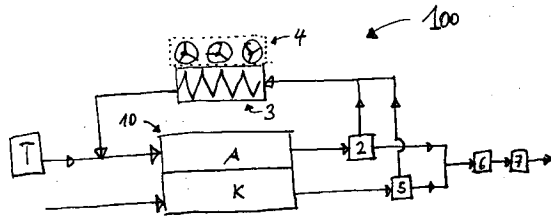
30

【図 5】燃料電池装置と熱接触状態にある触媒バーナを示す図である。

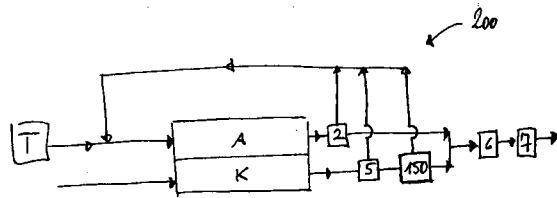
【図 6】流動バランスの変化を判定するためにアノード回路に設けられた計測装置付きの上昇管を示す図である。

【図 7】レベルセンサ付きの中間タンクを備えた燃料電池システムを示す図である。

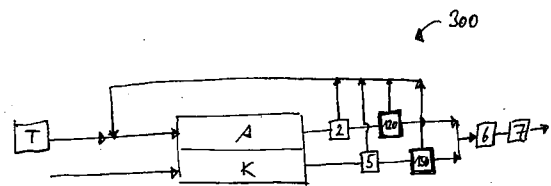
【図 1】



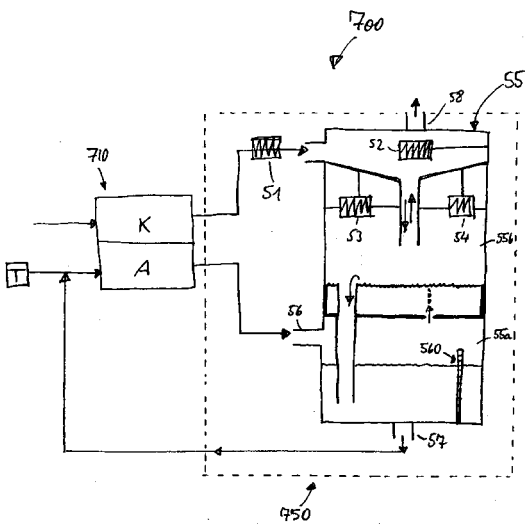
【図 2】



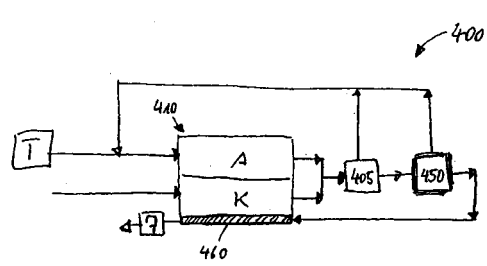
【図 3】



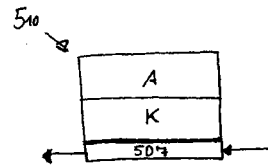
【図 7】



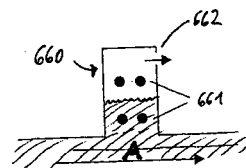
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 ベーム、クリスチャン

ドイツ、8 5 6 3 5 シーゲルツブルン、シゴホシュトラーセ 8 ベー

(72)発明者 ハールブッシュ、フォルケル

ドイツ、8 1 3 7 1 ミュンヘン、タルキアヒナーシュトラーセ 1 4 6

審査官 須田 裕一

(56)参考文献 特開昭 6 3 - 0 6 6 8 6 0 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 2 0 8 1 6 0 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 1 1 0 1 9 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01M 8/04

H01M 8/06