

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4996005号
(P4996005)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 M 8/04 (2006.01)		HO 1 M 8/04	K
BO 1 D 53/22 (2006.01)		HO 1 M 8/04	N
BO 1 D 63/02 (2006.01)		BO 1 D 53/22	
F 2 4 F 6/00 (2006.01)		BO 1 D 63/02	
F 2 4 F 6/04 (2006.01)		F 2 4 F 6/00	B
請求項の数 3 (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-265692 (P2000-265692)
 (22) 出願日 平成12年9月1日(2000.9.1)
 (65) 公開番号 特開2002-75422 (P2002-75422A)
 (43) 公開日 平成14年3月15日(2002.3.15)
 審査請求日 平成18年12月1日(2006.12.1)

(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
 (72) 発明者 鈴木 幹浩
 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 草野 佳夫
 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 島貫 寛士
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池用加湿装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池から排出される排出ガス中の水分を前記燃料電池に供給する供給ガス側へ透過させる複数の水透過型加湿モジュールを備えた燃料電池用加湿装置であって、前記複数の水透過型加湿モジュールは、それぞれ前記供給ガスが導入される供給ガス入口部及び供給ガス出口部、並びに前記排出ガスが導入される排出ガス入口部及び排出ガス出口部を備え、

さらに前記複数の水透過型加湿モジュールは、前記排出ガス側では直列に配管されて前記燃料電池から排出ガスを通流され、前記供給ガス側では並列に配管されて前記燃料電池への供給ガスが通流されることを特徴とする燃料電池用加湿装置。

【請求項2】

同じ仕様を有する前記複数の水透過型加湿モジュールのうち、前記排出ガスの流れを基準として上流側に配置されている水透過型加湿モジュールの方が、下流側に配置されている水透過型加湿モジュールの方よりも多い量の前記供給ガスが分配されることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池用加湿装置。

【請求項3】

燃料電池から排出される排出ガス中の水分を前記燃料電池に供給する供給ガス側へ透過させる水透過型加湿モジュールを備えた燃料電池用加湿装置であって、

前記水透過型加湿モジュールから排出される前記排出ガスの一部を前記燃料電池と前記水透過型加湿モジュールとの間を通流する前記排出ガスに合流させて戻す手段を備えたこ

とを特徴とする燃料電池用加湿装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水透過型加湿器を使用した燃料電池用加湿装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、電気自動車の動力源などとして、クリーンでエネルギー効率の優れた燃料電池（固体高分子型燃料電池）が注目されている。この燃料電池は、燃料ガス（水素）及び酸化剤ガス（空気）が供給されると、電気化学的に発電する一種の発電機である。固体高分子型の燃料電池は、その内部にプロトン導電性の固体高分子からなる電解質膜を備えるが、該電解質膜は加湿されることによりその性能を良好に発揮する。一方、電解質膜は、乾燥するとプロトン導電性が低下すると共に、最悪損傷につながることもある。このため、燃料電池に供給される酸化剤ガスなどの加湿が行われる。例えば、特開平8-273687号公報には、中空系膜を用いた加湿装置が開示されている。

10

【0003】

中空系膜は断面ドーナツ型をした中空繊維であり、中空系膜の外側に湿った気体や水（乾燥した気体）を通流し内側に乾燥した気体（湿った気体や水）を通流すると乾燥した気体側に水分が移動し、乾燥した気体が加湿される。通常、中空系膜は、これを数千本束にしてハウジングに詰めた中空系膜モジュール（水透過型加湿器）の形で使用される。

20

【0004】

ところで、燃料電池用の加湿装置としては、図5(a)に示すように、中空系膜モジュール201を並列(Parallel)に接続した構成の加湿装置200Pが知られている。また、図5(b)に示すように、中空系膜モジュール201(201a, 201b)を直列(Series)に接続した構成の加湿装置200Sが知られている。なお、この図5の(a)及び(b)の加湿装置200P, 200Sは、燃料電池1の電気化学的反応により生成する生成水を含んだ排出空気Aeの水分を利用して供給空気Aを加湿するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図5(a)に示す中空系膜モジュール201を並列に接続した加湿装置200Pでは、それぞれの中空系膜モジュール201における排出空気Aeと中空系膜モジュール201における被加湿ガスである供給空気Aの滞留時間が短く、供給空気Aの加湿を多く行うことができない。また、排出空気Aeからの水分回収を充分に行うこともできない。一方、図5(b)に示す中空系膜モジュール201を直列に接続した加湿装置200Sでは、中空系膜モジュール201における供給空気Aの滞留時間が長くなる分、供給空気Aの加湿効率を高めることができても好ましいが、中空系膜モジュール201の数を増やしたほどの加湿効率の向上はない。つまり、最初の中空系膜モジュール201aを通流した供給空気Aはある程度加湿されているため、燃料電池1の側の中空系膜モジュール201bでの加湿を効率良く行うことができない。また、排出空気Aeからの水分回収についても同様に、中空系膜モジュール201の数を増やしたほどの水分回収を行うことができない。

30

40

【0006】

そこで、本発明は、供給ガスの加湿を多く行うことができ、また、加湿効率が高くかつ排出ガスからの水分回収を多く行うことのできる燃料電池用加湿装置を提供することを主たる目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記課題に鑑み本発明者らは、従来例の図5(a)及び(b)に示す構成の加湿装置200P, 200Sやその他の構成の加湿装置について、排出空気Aeの量(流量)を一定にして供給空気Aの量(流量)を変化させ、供給空気Aの流量と該供給空気Aの露点(加湿

50

量)の関係を把握する試験を行った。この結果を図6に示す。図6は、横軸に供給空気Aの流量(NL/分)を、縦軸に供給空気Aの露点()をとってある。排出空気Aeの流量は一定である。本発明者らはこの結果から、中空系膜モジュール201を通流する排出空気Aeの量に対して供給空気Aの量が少なくなると該供給空気Aの露点が高く(加湿量が多く)なるとの知見を得た。加えて、中空系膜モジュール201における加湿効率を向上するには、各中空系膜モジュール201における供給空気Aと排出空気Aeの水分濃度差を大きくすればよいとの知見を得た。そして、本発明者らは、かかる知見に基づいて鋭意研究を行い本発明を完成するに至った。

【0009】

即ち、前記課題を解決した本発明のうち請求項1に記載の燃料電池用加湿装置は、燃料電池から排出される排出ガス中の水分を前記燃料電池に供給する供給ガス側へ透過させる複数の水透過型加湿モジュールを備える。そして、それぞれ前記供給ガスが導入される供給ガス入口部及び供給ガス出口部、並びに前記排出ガスが導入される排出ガス入口部及び排出ガス出口部を備えたこの複数の水透過型加湿モジュールは、前記排出ガス側では直列に配管されて前記燃料電池から排出ガスを通流され、前記供給ガス側では並列に配管されて前記燃料電池への供給ガスが通流されるようにした。この構成によれば、水透過型加湿器を通流する供給ガスの量は、水透過型加湿器を通流する排出ガスの量に対して確実に少なくなる。加えて、各水透過型加湿器には、未だ加湿されていない供給ガスが導入される。つまり、各水透過型加湿器における供給ガスと排出ガスの水分濃度差を大きくとることができる。したがって、加湿効率が向上し、供給ガスの加湿が効率良く行われる(加湿も多く行われる)。しかも、排出ガスの配管は水透過型加湿器を直列に接続するので、排出ガスからの水回収も多く行うことができる。

【0010】

また、請求項2に記載の燃料電池用加湿装置は、請求項1に記載の構成において、同じ仕様を有する前記複数の水透過型加湿モジュールのうち、前記排出ガスの流れを基準として上流側に配置されている水透過型加湿モジュールの方が、下流側に配置されている水透過型加湿モジュールの方よりも多量の供給ガスが分配される構成とした。上流側の排出ガスは、燃料電池の生成水を多く保有しており、加湿能力が高い状態である。この加湿能力が高い状態の排出ガスが通流する上流側の水透過型加湿器に多量の供給ガスを通流することで、加湿能力が少し低下した状態の排出ガスが通流する下流側の水透過型加湿器の負荷を少なくする。これにより、燃料電池用加湿装置全体でみて、供給ガスの加湿が多く行われる。

【0011】

そして、請求項3に記載の燃料電池用加湿装置は、燃料電池から排出される排出ガス中の水分を前記燃料電池に供給する供給ガス側へ透過させる水透過型加湿モジュールを備え、前記水透過型加湿モジュールから排出される前記排出ガスの一部を前記燃料電池と前記水透過型加湿モジュールとの間を通流する前記排出ガスに合流させて戻す手段を備えた構成とした。この構成によれば、確実に排出ガスの量を供給ガスの量よりも多くすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の燃料電池用加湿装置(以下「加湿装置」という)の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

本実施形態で参照する図1は、加湿装置を含む燃料電池システムの全体構成を示す図である。図2は、図1の燃料電池の構成を模式化した説明図である。図3は図1の加湿装置における、(a)は中空系膜モジュールの構造を示す斜視図であり、(b)は中空系膜の構造を示す斜視図である。

【0013】

なお、本実施形態の加湿装置2は、2本の中空系膜モジュール(水透過型加湿器)21a、21bを、供給空気Aの側では並列に配管して接続し、排出空気Aeの側では直列に配

10

20

30

40

50

管して接続する構成を有する（図 1 参照）。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示す燃料電池システム F C S は、燃料電池 1、空気供給装置 A S、水素供給装置 H S、及び制御装置 C U などから構成される燃料電池 1 を中核とした発電システムである。

【 0 0 1 5 】

〔燃料電池〕

図 2 に示すように、燃料電池 1 は、電解質膜 1 c を挟んでカソード極側（酸素極側）とアノード極側（水素極側）とに分けられ、それぞれの側に白金系の触媒を含んだ電極が設けられ、カソード電極 1 b 及びアノード電極 1 d を形成している。電解質膜 1 c としては固体高分子膜、例えばプロトン交換膜であるパーフロロカーボンスルホン酸膜が使われる。この電解質膜 1 c は、固体高分子中にプロトン交換基を多数持ち、飽和含水することにより低い比抵抗を示し、プロトン導伝性電解質として機能する。なお、カソード電極 1 b に含まれる触媒は酸素から酸素イオンを生成する触媒であり、アノード電極 1 d に含まれる触媒は水素からプロトンを生成する触媒である。

10

【 0 0 1 6 】

また、カソード電極 1 b の外側にはカソード電極 1 b に酸化剤ガスとしての供給空気 A を通流するカソード極側ガス通路 1 a が設けられ、アノード電極 1 d の外側にはアノード電極 1 d に燃料ガスとしての供給水素 H を通流するアノード極側ガス通路 1 e が設けられている。カソード極側ガス通路 1 a の入口及び出口は空気供給装置 A S に接続され、アノード極側ガス通路 1 e の入口及び出口は水素供給装置 H S に接続されている。なお、この図 2 における燃料電池 1 は、その構成を模式化して 1 枚の単セルとして表現してあるが、実際の燃料電池 1 は、単セルを 2 0 0 枚程度積層した積層体として構成される。また、燃料電池 1 は、発電の際に電気化学的反応により発熱するため、燃料電池 1 を冷却する図示しない冷却装置を有する。

20

【 0 0 1 7 】

この燃料電池 1 は、カソード極側ガス通路 1 a に供給空気 A が通流され、アノード極側ガス通路 1 e に供給水素 H が供給されると、アノード電極 1 d で水素が触媒作用でイオン化してプロトンが生成し、生成したプロトンは、電解質膜 1 c 中を移動してカソード電極 1 b に到達する。そして、カソード電極 1 b に到達したプロトンは、触媒の存在下、供給空気 A の酸素から生成した酸素イオンと直ちに反応して水を生成する。生成した水（生成水）及び未使用の酸素を含む供給空気 A は、排出空気 A e として燃料電池 1 のカソード極側の出口から排出される。また、アノード電極 1 d では水素がイオン化する際に電子 e^- が生成するが、この生成した電子 e^- は、モータなどの外部負荷 M を経由してカソード電極 1 b に達する。

30

【 0 0 1 8 】

〔空気供給装置〕

次に、図 1 に示すように、空気供給装置 A S は、加湿装置 2、エアクリーナ 3、空気圧縮機 4、圧力制御弁 5、流量センサ Q、温度センサ T 1、T 2、湿度センサ H、圧力センサ P などから構成される。

【 0 0 1 9 】

図 1 及び図 3 を参照して本実施形態の加湿装置 2 を説明する。

40

前記のとおり、加湿装置 2 は、2 本の中空系膜モジュール 2 1 a、2 1 b を、供給空気 A の側では並列に配管して接続し、排出空気 A e の側では直列に配管して接続する構成を有する。つまり、中空系膜モジュール 2 1 a、2 1 b は、供給空気 A の側では空気圧縮機 4 と燃料電池 1 の間に並列に配管して接続され、排出空気 A e の側では燃料電池 1 と圧力制御弁 5 の間に直列に配管して接続されている。なお、中空系膜モジュール 2 1 における供給空気 A と排出空気 A e の流れは、向流になっている。また、2 本の中空系膜モジュール 2 1 a、2 1 b は同じ仕様のものである。

【 0 0 2 0 】

中空系膜モジュール 2 1 は、図 3 (a) に示すように、ハウジング 3 1 を有し、ハウジン

50

グ 3 1 の内側には、その長手方向に沿って配した水透過性の中空系膜 H F (図 3 (b) 参照) を束ねて構成された中空系膜束 3 2 が収納されている。中空系膜 H F は、その内側から外側に達する口径数 $n m$ (ナノメートル) の微細な毛管を多数有しており、毛管中では、蒸気圧が低下して容易に水分の凝縮が起こる。凝縮した水分は、水分の多い方から少ない方に毛管現象 (毛管凝縮現象) により吸い出されて中空系膜 H F を透過する。なお、中空系膜 H F の直径は数ミリあるいはそれ以下であり、長さは数十 cm である。

【 0 0 2 1 】

ハウジング 3 1 は、両端が開放された中空円筒形状をしており、その長手方向の一端部側に乾燥空気たる供給空気 A をハウジング 3 1 内に導入する供給空気流入口 3 3 (供給ガス入口部) が周方向に離間して複数形成されている。また、ハウジング 3 1 における長手方向の他端部側には、加湿された供給空気 A の流出口となる複数の供給空気流出口 3 4 (供給ガス出口部) が周方向に離間して複数形成されている。

10

【 0 0 2 2 】

一方、ハウジング 3 1 に収納される中空系膜束 3 2 は、中空通路を有する水透過性の中空系膜 H F を数千本束ね、一端部側にポッティング部 3 5、他端部側にポッティング部 3 6 を設けるようにしてポッティングされている。ハウジング 3 1 の一端部側に設けられたポッティング部 3 5 は、供給空気流入口 3 3 が形成されている位置より若干端部側に位置している (ポッティング部 3 6 についても同様である) 。

【 0 0 2 3 】

また、ポッティング部 3 5 の外側には排出空気流出口 3 8 (排出ガス出口部) が形成され、ポッティング部 3 6 の外側には排出空気流入口 3 7 (排出ガス入口部) が形成されている。こうして、ポッティング部 3 5、3 6 を隔てた場合に、排出空気流入口 3 7 及び排出空気流出口 3 8 は中空系膜束 3 2 を形成する各中空系膜 H F の内側を介して連通する状態になっている。こうして、中空系膜 H F の内側である中空通路を通流する排出空気 A e と中空系膜 H F の外側を通流する供給空気 A が混合しないようになっている。

20

【 0 0 2 4 】

次に、エアクリーナ 3 は、フィルタなどから構成され、燃料電池 1 のカソード極側に供給される供給空気 A をろ過して、供給空気 A に含まれるごみなどを取り除く。

【 0 0 2 5 】

空気圧縮機 4 は、スーパーチャージャ及びこれを駆動するモータなどから構成され、エアクリーナ 3 でろ過された供給空気 A を圧縮して後段の加湿装置 2 に送出する。送出された供給空気 A は、中空系膜モジュール 2 1 a の供給空気流入口 3 3 から加湿装置 2 に入る。供給空気 A はこの空気圧縮機 4 により断熱圧縮されることで加熱される。供給空気 A の加熱は、90 前後の温度で運転される燃料電池 1 に供給空気 A を供給するため、及び加湿装置 2 での供給空気 A の加湿 (増湿) を容易にするために必要となるものである。

30

なお、空気圧縮機 4 は、後述する圧力制御弁 5 の弁開度が一定の場合、空気圧縮機 4 を駆動するモータの回転速度を速くすることにより吐出される供給空気 A の圧力 (吐出圧) が高くなり、これに対応して供給空気 A の温度が上昇する。一方、モータの回転速度を遅くすることにより該供給空気 A の圧力が低くなり、これに対応して供給空気 A の温度が低下する。

40

【 0 0 2 6 】

圧力制御弁 5 は、バタフライ弁及びこれを駆動するステッピングモータなどから構成され、空気圧縮機 4 から吐出される供給空気 A の圧力を圧力制御弁 5 の弁開度を減少・増加することにより制御する。ちなみに、圧力制御弁 5 の弁開度を減少すると空気圧縮機 4 の吐出圧が高くなり、これに対応して供給空気 A の温度が上昇する。また、圧力制御弁 5 の弁開度を増加すると空気圧縮機 4 の吐出圧が低くなり、これに対応して供給空気 A e の温度が減少する。なお、本実施形態の圧力制御弁 5 は、排出空気 A e が通流するラインの末端に設けてある。もちろん、圧力制御弁 5 を、空気圧縮機 4 と加湿装置 2 の間、あるいは加湿装置 2 と燃料電池 1 (カソード極入口側 / 出口側) の間などに設ける構成としてもよい。なお、燃料電池 1 の圧力を制御する観点からは、圧力制御弁 5 を燃料電池 1 の下流側 (

50

排出空気 A e が通流するライン) に設けるのが好ましい。また、燃料電池 1 の下流側の排出空気 A e が通流するラインの燃料電池 1 と加湿装置 2 の間に圧力制御弁 5 を設ける構成とすれば、加湿装置 2 に供給される排出空気 A e の圧力を下げて排出空気 A e が保有する水分を蒸気化することができるので、加湿装置 2 における加湿効率が向上する。

【 0 0 2 7 】

流量計 Q は、差圧流量計などから構成され、エアクリーナ 3 を通流した後の供給空気 A の流量を検出し、検出信号を制御装置 C U に送信する。

【 0 0 2 8 】

温度センサ T 1 , T 2 は、サーミスタあるいは熱電対などから構成される。このうち、温度センサ T 1 は、空気圧縮機 4 から吐出された供給空気 A の温度を検出し、検出信号を制御装置 C U に送信する。温度センサ T 2 は、燃料電池 1 のカソード極側の入口における供給空気 A の温度を検出し、検出信号を制御装置 C U に送信する。

10

【 0 0 2 9 】

湿度センサ H は、高分子膜系の湿度センサなどから構成され、燃料電池 1 のカソード極側入口における供給空気 A の湿度を検出し、検出信号を制御装置 C U に送信する。

【 0 0 3 0 】

圧力センサ P は、ブルドン管、ベローズ、ダイヤフラムあるいはストレインゲージなどから構成され、燃料電池 1 のカソード極側の入口における供給空気 A の圧力を検出し、検出信号を制御装置 C U に送信する。

【 0 0 3 1 】

〔水素供給装置〕

図 1 に示すように、水素供給装置 H S は、水素ガスポンペ 1 1、レギュレータ 1 2、水素循環ポンプ 1 3、三方弁 1 4 などから構成される。

20

【 0 0 3 2 】

水素ガスポンペ 1 1 は、高圧水素容器から構成され、燃料電池 1 のアノード極側に導入される供給水素 H を貯蔵する。貯蔵する供給水素 H は純水素であり、圧力は 1 5 ~ 2 0 M P e (1 5 0 ~ 2 0 0 kg/cm² G) である。なお、水素ガスポンペ 1 1 は、水素吸蔵合金を内蔵し 1 M P e (1 0 kg/cm² G) 程度の圧力で水素を貯蔵する水素吸蔵合金タイプである場合もある。

【 0 0 3 3 】

レギュレータ 1 2 は、ダイヤフラムや圧力調整バネなどから構成され、高圧で貯蔵された供給水素 H を所定の圧力まで減圧させ、一定圧力で使用できるようにする圧力制御弁である。このレギュレータ 1 2 は、ダイヤフラムに inputs する基準圧を大気圧にすると、水素ガスポンペ 1 1 に貯蔵された供給水素 H の圧力を大気圧近辺にまで減圧することができる。

30

【 0 0 3 4 】

水素循環ポンプ 1 3 は、エジェクタなどから構成され、燃料電池 1 のアノード極側に向かう供給水素 H の流れを利用して、燃料電池 1 で燃料ガスとして使用された後の供給水素 H、つまり燃料電池 1 のアノード極側から排出され三方弁 1 4 を通流する排出水素 H e を吸引し循環させる。排出水素 H e を循環させることで、大気に放出する水素の量が減るので燃費の向上につながる。

40

【 0 0 3 5 】

三方弁 1 4 は、流路切替器から構成され、排出水素 H e の流路を切り替えて、排出位置、循環位置にする。三方弁 1 4 を排出位置にした場合には、排出水素 H e は水素供給装置 H S の系外に排出される。また、三方弁 1 4 を循環位置にした場合には、排出水素 H e は水素循環ポンプ 1 3 に導かれる。

【 0 0 3 6 】

〔制御装置〕

次に、制御装置 C U は、図示しない C P U、メモリ、入出力インタフェース、A / D 変換器、バスなどから構成され、燃料電池システム F C S を統括的に制御すると共に、燃料電池 1 に供給する供給空気 A の流量、温度、湿度、そして燃料電池 1 の運転圧力を制御する

50

【 0 0 3 7 】

〔 動作 〕

以上説明した燃料電池システム F C S について、本実施形態の加湿装置 2 の動作を中心に説明する（図 1 から図 3 参照）。

【 0 0 3 8 】

空気圧縮機 4 が作動すると、外気が供給空気 A としてエアクリーナ 3 から空気供給装置 A S に取り込まれる。圧縮された供給空気 A は分岐して、それぞれの供給空気流入口 3 3 , 3 3 から 2 つの中空系膜モジュール 2 1 a , 2 1 b に並行して流入する。分岐により各中空系膜モジュール 2 1 a , 2 1 b を通流する供給空気 A の量は半分になる。供給空気 A は、中空系膜束 3 2 の間（中空系膜 H F の外側）を通流した後、それぞれの供給空気流出口 3 4 , 3 4 から流出して合流する。なお、中空系膜 H F の内側には湿潤空気である燃料電池 1 の排出空気 A e が通流しており、この排出空気 A e が保有している水分が、中空系膜モジュール 2 1 a 内の中空系膜 H F を介して乾燥空気である供給空気 A の側に移動し、該供給空気 A を加湿する。

10

【 0 0 3 9 】

このように加湿された供給空気 A は、燃料電池 1 に供給され、電解質膜 1 c （図 2 参照）を適度に加湿する。そして、供給空気 A 中の酸素と供給水素 H が電気化学的に反応して発電する。この際に生成した生成水は、供給空気 A から転じた排出空気 A e に同伴（保有）されて燃料電池 1 から排出される。

20

【 0 0 4 0 】

燃料電池 1 から排出された排出空気 A e は、生成水に起因する多くの水分を保有しており、この排出空気 A e は、排出空気流入口 3 7 から燃料電池 1 の側の中空系膜モジュール 2 1 b に流入し、中空系膜 H F の内側を通流して排出空気流出口 3 8 から流出する。中空系膜 H F の外側には、前記した供給空気 A が通流しており、排出空気 A e が保有している水分が、中空系膜 H F を介して乾燥空気である供給空気 A の側に移動し、供給空気 A が加湿される。

【 0 0 4 1 】

燃料電池 1 の側の中空系膜モジュール 2 1 b を通流した排出空気 A e は、排出空気流入口 3 7 から次の中空系膜モジュール 2 1 a に流入し、中空系膜 H F の内側を通流して排出空気流出口 3 8 から流出する。中空系膜 H F の外側には、前記した供給空気 A が通流しており、排出空気 A e が保有している水分が、中空系膜 H F を介して乾燥空気である供給空気 A の側に移動し、供給空気 A が加湿される。

30

【 0 0 4 2 】

ここで、一方の中空系膜モジュール 2 1 b （燃料電池 1 の側）には、空気圧縮機 4 から供給された未加湿の供給空気 A と燃料電池 1 から排出されたばかりの水分を多く含む排出空気 A e が流入する。両空気 A , A e の水分濃度差は大きく、急速に（効率良く）加湿が行われる。しかも、供給空気 A は分岐されて半分の量が中空系膜モジュール 2 1 b に流入するので、その量は排出空気 A e の量に比べて少ない。したがって、図 6 から判るように、供給空気 A の露点を高くすることができる。換言すると加湿を多く行うことができる。

40

【 0 0 4 3 】

他方の中空系膜モジュール 2 1 a （圧力制御弁 5 の側）には、空気圧縮機 4 から供給された未加湿の供給空気 A と一方の中空系膜モジュール 2 1 b を通流した排出空気 A e が流入する。この他方の中空系膜モジュール 2 1 a での排出空気 A e は、一方の中空系膜モジュール 2 1 b で供給空気 A に水分交換を行ったものではあるが、なお十分な水分を保有している（中空系膜モジュール 2 1 b での供給空気 A の量は全体の供給空気 A の量の半分に過ぎないから）。したがって、他方の中空系膜モジュール 2 1 a における両空気 A , A e の水分濃度差は大きく、急速に（効率良く）加湿が行われる。しかも、未加湿の供給空気 A は分岐されて半分の量しか他方の中空系膜モジュール 2 1 a に流入しないので、その量は排出空気 A e の量に比べて少ない。したがって他方の中空系膜モジュール 2 1 a でも、供

50

給空気 A の露点を高くすることができる。換言すると加湿を多く行うことができる。

【 0 0 4 4 】

また、排出空気 A e は 2 つの中空系膜モジュール 2 1 , 2 1 を直列に通流することに加えて、各中空系膜モジュール 2 1 , 2 1 では供給空気 A と排出空気 A e の水分濃度差が大きいことなどから、排出空気 A e からの水分回収を多く行うことができる。

【 0 0 4 5 】

なお、本発明は、前記した発明の実施の形態にかかわらず幅広く変形実施することができる。

例えば、図 4 の変形例に示すように、循環ポンプ 2 2 により排出空気 A e を循環する加湿装置 2 ' とすることで、中空系膜モジュール 2 1 を通流する排出空気 A e の量を供給空気 A の量に対して多くなるようにしてもよい。このようにすることで、供給空気 A の加湿を多く行うことができる。

【 0 0 4 6 】

また、図 2 などを参照して説明した本実施形態の加湿装置 2 について、排出空気 A e (排出ガス) の量 > 供給空気 A (供給ガス) の関係を保持しつつ、燃料電池 1 の側の中空系膜モジュール 2 1 b に、より多くの供給空気 A を通流する構成とするのが好ましい。つまり、燃料電池 1 から排出された排出空気 A e の含有水分量は多いことから、燃料電池 1 の側の中空系膜モジュール 2 1 b の加湿能力は高い。したがって、この高い加湿能力を持った中空系膜モジュール 2 1 b により多い量の供給空気 A を通流することで、水分含有量が少し低下した状態の排出空気 A e が通流する排出空気 A e の流れを基準とした下流側の中空系膜モジュール 2 1 a の負荷を少なくする。このため、加湿装置 2 全体でみて供給空気 A の加湿がより多く行われるようになる。

同様に、加湿能力の異なる中空系膜モジュール 2 1 を設置することとしてもよい。具体的には、燃料電池 1 の側の中空系膜モジュール 2 1 (2 1 b) の方が中空系膜 H F の本数が多くなるようにすると共に該モジュール 2 1 b のハウジング 3 1 の直径を太くする。すると、供給空気 A (及び排出空気 A e) の流路の断面積が増えて圧力損失が少なくなり、燃料電池 1 の側の中空系膜モジュール 2 1 b に対して多くの供給空気 A を通流することができる。このようにすることで、前記説明したように加湿装置 2 全体でみて供給空気 A の加湿がより多く行われる。また、中空系膜 H F の内側に供給空気 A を通流させた場合 (排出空気 A e は中空系膜 H F の外) を考えると、中空系膜 H F の本数が増えれば供給空気 A が通流する流路の断面積が増え、圧力損失が少なくなり、燃料電池 1 の側の中空系膜モジュール 2 1 b に対して多くの供給空気 A を通流することができる。

同様に、各中空系膜モジュール 2 1 に通流する供給空気 A の量の比率を、中空系膜モジュール 2 1 に供給空気 A を供給する配管径を決めることにより設定することができる。例えば、燃料電池 1 の側の中空系膜モジュール 2 1 b に供給空気 A を供給 (及び排出) する配管径を、中空系膜モジュール 2 1 a に供給空気 A を供給 (及び排出) する配管径よりも太くすることで、弁などの調整手段を用いることなく、自ずと加湿効率の高い燃料電池 1 の側の中空系膜モジュール 2 1 b に多くの供給空気 A を通流させることができる。このようにすることで、前記説明したように加湿装置 2 全体でみて供給空気 A の加湿がより多く行われる。

【 0 0 4 7 】

また、中空系膜モジュール内における供給空気と排出空気は向流ではなく、並流としてもよい。また、中空系膜の内側に排出ガスを、外側に供給ガスを通流することとしてもよい。また、燃料電池の側 (一方) の中空系膜モジュールと圧力制御弁の側 (他方) の中空系膜モジュールに通流する供給空気の量の比率は適宜設定することができる。また、燃料電池は、固体高分子型のものに限定されることなく、他の型式の燃料電池にも、本発明の燃料電池用加湿装置を適用することができる。また、空気圧縮機を燃料電池の後段に設ける構成としてもよい。

さらに、水素供給装置は、水素タンクから燃料電池に水素を供給する構成としたが、メタノールなどの液体原燃料を改質器により改質して水素リッチな燃料ガスを製造し、これを

10

20

30

40

50

燃料電池に供給する構成としてもよい。また、排出水素を循環使用する／しないにかかわらず、本発明を水素供給装置側に適用してもよい。また、加湿装置の水透過型加湿器も中空系膜に限定されることはなく、他の型式の水透過型加湿器でもよい。また、前記した本実施形態と変形例を組み合わせる構成としてもよい。

【 0 0 4 8 】

【発明の効果】

以上説明した本発明のうち請求項 1 に記載の加湿装置（燃料電池用加湿装置）によれば、簡単な構成で供給ガスの加湿を多く行うことができる。したがって、燃料電池システムを適切な状態で運転することが可能になる。

また、請求項 2 に記載の加湿装置によれば、簡単な構成で供給ガスの加湿を多く行うことができると共に、加湿効率が高くかつ排出ガスからの水分回収も多く行うことができる。したがって、燃料電池システムをより一層適切な状態で運転することが可能になる。

また、請求項 3 に記載の加湿装置によれば、各水透過型加湿器における排出ガスの含有水分量の違いを考慮して、加湿装置全体でみて供給ガスの加湿が多く行われる。また、排出ガスからの水分回収を多く行うことができる。したがって、燃料電池システムをより一層適切な状態で運転することが可能になる。

そして、請求項 4 に記載の加湿装置によれば、確実に排出ガスの量を供給ガスの量よりも多くすることができ、供給ガスの加湿を多く行うことができる。また、排出ガスからの水分回収を多く行うことができる。したがって、燃料電池システムをより一層適切な状態で運転することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る実施形態の加湿装置を含む燃料電池システムの全体構成を示す図である。

【図 2】 図 1 の燃料電池の構成を模式化した説明図である。

【図 3】 図 3 は図 1 の加湿装置における、(a) は中空系膜モジュールの構造を示す斜視図であり、(b) は中空系膜の構造を示す斜視図である。

【図 4】 本発明に係る変形例の加湿装置の構成を示す図である。

【図 5】 従来例に係る加湿装置を含む燃料電池システムの構成を示す図であり、(a) は中空系膜モジュールを並列に接続した加湿装置、(b) は中空系膜モジュールを直列に接続した加湿装置を示す。

【図 6】 供給ガス流量と供給ガス露点の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 ... 燃料電池
- 2 , 2 ' ... 加湿装置（燃料電池用加湿装置）
- 2 1 (2 1 a , 2 1 b) ... 中空系膜モジュール（水透過型加湿器）
- 2 2 ... 循環ポンプ
- 3 3 ... 供給空気流入口（供給ガス入口部）
- 3 4 ... 供給空気流出口（供給ガス出口部）
- 3 7 ... 排出空気流入口（排出ガス入口部）
- 3 8 ... 排出空気流出口（排出ガス出口部）
- A ... 供給空気（供給ガス）
- A e ... 排出空気（排出ガス）

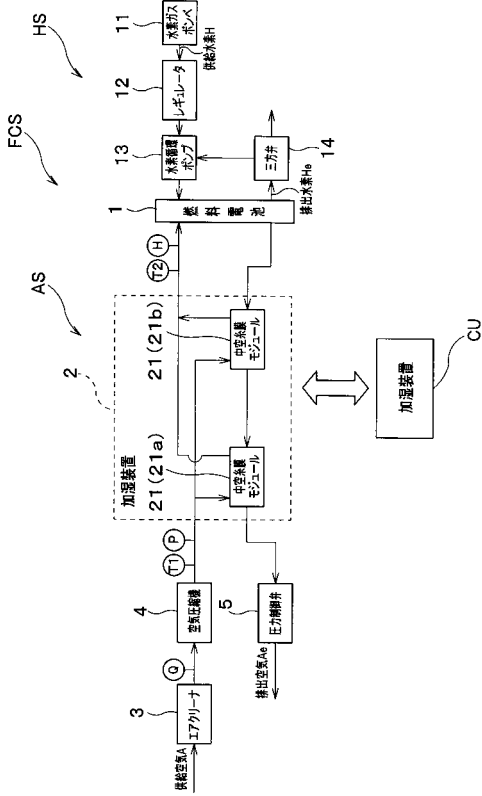
10

20

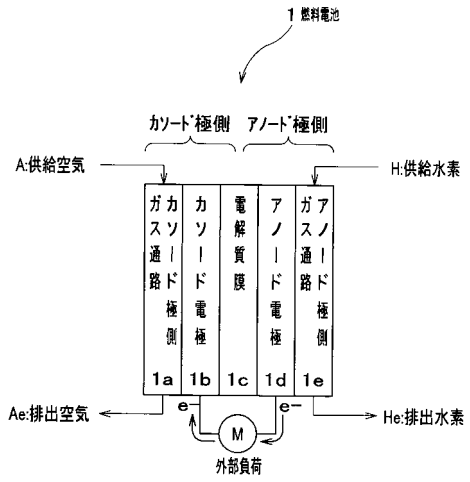
30

40

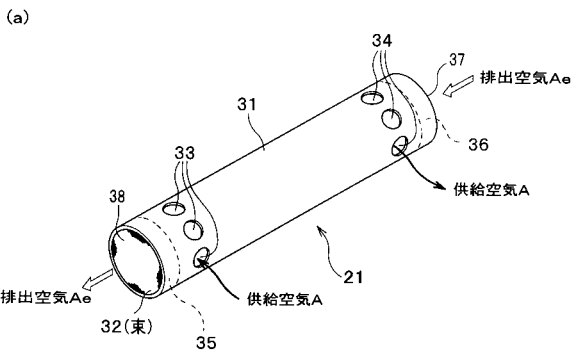
【図1】



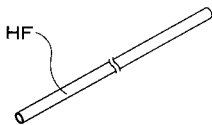
【図2】



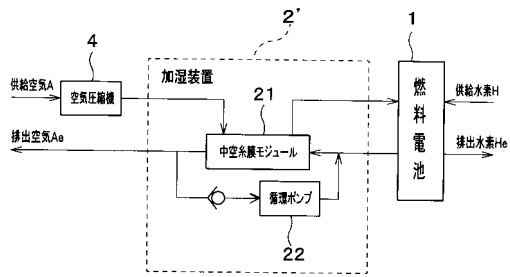
【図3】



(b)

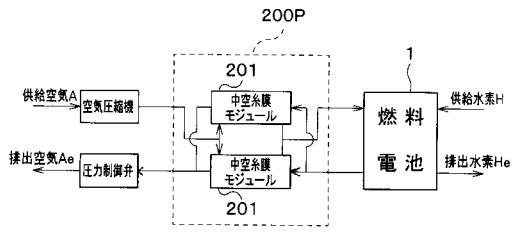


【図4】

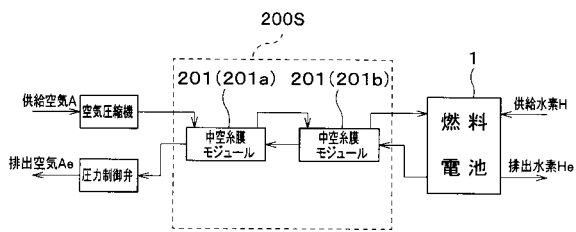


【図5】

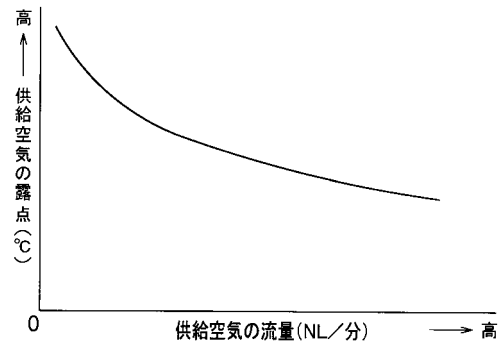
(a)



(b)



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 8/06 (2006.01) F 2 4 F 6/04
H 0 1 M 8/06 W

(72)発明者 利根川 誠治
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 清水 康

(56)参考文献 特開平06-132038(JP,A)
米国特許第06106964(US,A)
特開平11-031520(JP,A)
特開2000-058092(JP,A)
特開2000-164231(JP,A)
特開平10-288362(JP,A)
特表平08-500931(JP,A)
特開平07-245116(JP,A)
特開平08-273687(JP,A)
特開平06-119931(JP,A)
特開平11-171504(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04- 8/10
B01D 53/22
B01D 63/00-63/16
F24F 6/00- 6/18