

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4575551号
(P4575551)

(45) 発行日 平成22年11月4日 (2010. 11. 4)

(24) 登録日 平成22年8月27日 (2010. 8. 27)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 8/04 (2006. 01)

H O 1 M 8/04 J

H O 1 M 8/10 (2006. 01)

H O 1 M 8/04 A

H O 1 M 8/10

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-160097 (P2000-160097)
 (22) 出願日 平成12年5月30日 (2000. 5. 30)
 (65) 公開番号 特開2001-338666 (P2001-338666A)
 (43) 公開日 平成13年12月7日 (2001. 12. 7)
 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 小林 知樹
 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 金沢 卓磨
 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 縫谷 芳雄
 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】 燃料電池用ガス供給装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池に供給する供給ガスと該供給ガスを前記燃料電池で利用した後に排出される排出ガスを熱交換し、前記排出ガスの熱を前記供給ガスに伝達する熱交換手段を備える燃料電池用ガス供給装置であって、

前記燃料電池と前記熱交換手段との間に前記排出ガスを圧送する排出ガス圧送手段を備えると共に、前記排出ガス圧送手段の下流かつ前記熱交換手段の下流に圧力制御手段を備え、

前記供給ガス温度が所定下限温度未満の場合は前記圧力制御手段により前記排出ガス圧送手段の下流の圧力を上昇する制御を行い、前記供給ガス温度が所定上限温度以上の場合
 は前記圧力制御手段により前記排出ガス圧送手段の下流の圧力を低下する制御を行う
 ことを特徴とする燃料電池用ガス供給装置。

【請求項 2】

燃料電池に供給する供給ガスと該供給ガスを前記燃料電池で利用した後に排出される排出ガスを熱交換し、前記排出ガスの熱を前記供給ガスに伝達する熱交換手段を備える燃料電池用ガス供給装置であって、

前記燃料電池と前記熱交換手段との間に前記排出ガスを圧送する排出ガス圧送手段を備えると共に、前記排出ガス圧送手段の下流かつ前記熱交換手段の下流に圧力制御手段を備え、

前記圧力制御手段は、

前記燃料電池の要求供給ガス温度よりも実際の供給ガス温度が下回る場合は、前記排出ガス圧送手段の下流の圧力を上昇させ、

前記燃料電池の要求供給ガス温度よりも実際の供給ガス温度が上回る場合は、前記排出ガス圧送手段の下流の圧力を低下させる

ことを特徴とする燃料電池用ガス供給装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池に供給される供給ガスと燃料電池から排出される排出ガスとを熱交換することで熱の有効利用を図る燃料電池用ガス供給装置に関する。

10

【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、室温以上の温度で作動されるため、燃料電池に供給される供給ガスの加熱及び燃料電池から排出される排出ガスからの熱回収が行われる。例えば、特開平7-176313号公報には、燃料電池に供給する空気（供給空気）と燃料電池からの排出空気とを熱交換し、かつ供給空気を加湿する再生熱交換器を具備した燃料電池システムが開示されている。これによれば、燃料電池が発生する熱の有効利用を図ることができる。

【0003】

20

【発明が解決しようとする課題】

しかし、燃料電池の効率を上げようとするより更なる熱の有効利用が望まれる。また、燃料電池を効率良く運転するには、燃料電池に供給される供給ガスの温度を可変とすること、更にはこれを制御することが望まれる。この際、簡単な構成で、熱の有効利用と供給ガスの温度制御などが行えることが望まれる。

【0004】

また、供給ガスをコンプレッサで圧縮した後、熱交換器を通して燃料電池に供給する構成の燃料電池システムの場合は、燃料電池の負荷が小さいときは、供給ガスはコンプレッサであまり圧縮されないため、供給ガスの温度上昇が小さい。

このため、熱交換器は、供給ガスを加熱しなければならない。一方、燃料電池の負荷が大きいときは、供給ガスはコンプレッサで強く圧縮されるため、供給ガスの温度上昇が大きい。場合によっては、燃料電池の運転温度よりも供給ガスの温度の方が高くなることがある（120℃以上になることがある）。このような場合は、熱交換器は、供給ガスを冷却しなければならない。したがって、熱交換器が供給ガスを加熱したり冷却したりしなければならない、構成が複雑になってしまう。このため、簡単な構成で燃料電池に供給するガスの温度制御が行える燃料電池用ガス供給装置の開発が望まれる。

30

そこで、本発明はかかる課題を解決することを主たる目的とする。

【0005】

【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鋭意研究を行い、コンプレッサでの圧縮過程における発熱や機器の配置などに着目し、本発明を完成するに至った。即ち、本発明（請求項1及び請求項2の発明）は、燃料電池に供給する供給ガスと前記燃料電池から排出する排出ガスを熱交換し、排出ガスの熱を供給ガスへ伝達する熱交換手段を備える燃料電池用ガス供給装置であって、前記燃料電池と前記熱交換手段との間に前記燃料電池からの排出ガスを圧送する排出ガス圧送手段を備える構成とした。

40

この構成によれば、供給ガス及び燃料電池から排出され排出ガス圧送手段に至るまでの排出ガスは、排出ガス圧送手段により吸引される。一方、排出ガス圧送手段の吐出側の排出ガスは、吸入側以上の圧力（吐出圧）に圧縮される。この圧縮の際に排出ガスの温度が上昇し、熱交換手段に供給され、供給ガスと熱交換を行い供給ガスを加熱する。この際、熱交換器は、排出ガスの熱を供給ガスに伝達する。

50

【 0 0 0 6 】

また、本発明（請求項 1 及び請求項 2 の発明）は、さらに、前記排出ガス圧送手段の下流かつ前記熱交換手段の下流に圧力制御手段を備える構成とした。

この構成によれば、圧力制御手段で排出ガス圧送手段の下流側の圧力（吐出圧）を上昇させると、排出ガスの温度上昇が増加する。逆の動作をすると、排出ガスの温度上昇が低減される。つまり、排出ガス圧送手段の下流側の温度上昇幅を可変とすることができる。この温度上昇幅が可変とされた排出ガスは、熱交換手段により供給ガスと熱交換され、供給ガスを加熱する。なお、圧力制御手段がバタフライ弁などの圧力制御弁から構成される場合は、該圧力制御弁の開度を閉じると排出ガス圧送手段の下流側の圧力が上昇し、逆に開度を開くと排出ガス圧送手段の下流側の圧力が低下する。

10

【 0 0 0 7 】

また、本発明（請求項 2 の発明）は、さらに、前記圧力制御手段は、燃料電池の要求供給ガス温度に応じて制御される構成とした。即ち、前記圧力制御手段は、前記燃料電池の要求供給ガス温度よりも実際の供給ガス温度が下回る場合は、前記排出ガス圧送手段の下流の圧力を上昇させ、前記燃料電池の要求供給ガス温度よりも実際の供給ガス温度が上回る場合は、前記排出ガス圧送手段の下流の圧力を低下させる構成とした。

この構成によれば、燃料電池に供給される供給ガスの温度を適切な温度とすることが可能になる。

【 0 0 0 8 】

また、本発明（請求項 1 の発明）は、さらに、前記供給ガス温度が所定下限温度未満の場合は前記圧力制御手段により前記排出ガス圧送手段の下流の圧力を上昇する制御を行い、前記供給ガス温度が所定上限温度以上の場合は前記圧力制御手段により前記排出ガス圧送手段の下流の圧力を低下する制御を行う構成とした。

20

つまり、排出ガス圧送手段の下流側の圧力が上昇すれば排出ガスの温度上昇が増加し、熱交換手段による熱交換量が増えて供給ガスの温度が上昇する。一方、排出ガス圧送手段の下流側の圧力が低下すれば排出ガスの温度上昇が低減し、熱交換手段による熱交換量が減って供給ガスの温度が低下する。したがって、この構成によれば、供給ガス温度が所定下限温度未満の場合は供給ガスの温度を上昇することができ、一方、前記供給ガス温度が所定上限温度以上の場合は供給ガスの温度を低下することができる。つまり、供給ガスの温度を、所定下限温度と所定上限温度の範囲内で温度制御することができる。なお、所定

30

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の燃料電池用ガス供給装置を、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】

〔第 1 実施形態〕

先ず、第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を説明する。

この第 1 実施形態で参照する図面において、図 1 は第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図であり、図 2 は燃料電池の構成を模式化した説明図であり、図 3 はコンプレッサにおける温度上昇特性を説明するグラフである。

40

【 0 0 1 1 】

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 2、水素供給装置 3、及び制御装置 4 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。なお、燃料電池用ガス供給装置 G S（G S 1）は、空気供給装置 2 及び制御装置 4 から構成される。

【 0 0 1 2 】

先ず、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

50

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常温で 20⁻プロトン以下の低い比抵抗を示し、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。

【0013】

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 2 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 3 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 200 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。

【0014】

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（排出空気 A e は多量の水分を含む）。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。

【0015】

次に、図 1 に示すように、燃料電池用ガス供給装置 G S 1 を構成する空気供給装置 2 は、エアクリーナ 2 1、熱交換器 2 2、加湿器 2 3、コンプレッサ 2 4、圧力制御弁 2 5、流量センサ Q、温度センサ T 1、T 2、湿度センサ H などから構成される。

【0016】

エアクリーナ 2 1 は、図示しないフィルターなどから構成され、燃料電池 1 のカソード極側に供給される空気（供給空気 A）をろ過して、供給空気 A に含まれるごみを取り除く。

【0017】

熱交換器（熱交換手段）2 2 は、図示しない低温流体側流路及び高温流体側流路を備えるプレート式熱交換器やシェル&チューブ熱交換器などから構成され、燃料電池 1 のカソード極側から排出されコンプレッサ 2 4 で圧縮された空気（排出空気 A e）とエアクリーナ 2 1 でろ過した供給空気 A を熱交換する。この熱交換器 2 2 により、供給空気 A が加熱され燃料電池 1 に導入される。なお、燃料電池 1 は、80～90 程度の温度で運転される。このため、供給空気 A は、60～75 に温度制御されて燃料電池 1 に導入される。この供給空気 A の温度制御の詳細は後述する。

【0018】

加湿器 2 3 は、図示しないベンチュリ、水貯蔵タンク、ベンチュリと水貯蔵タンクを接続するサイフォン管などから構成され（一種のキャブレタ）、水貯蔵タンクに貯蔵された加湿用の水をベンチュリ効果で吸い上げて噴霧し、供給空気 A を加湿する。加湿された供給空気 A は、燃料電池 1 のカソード極側に供給される。なお、サイフォン管には、ステッピングモータにより駆動して該サイフォン管を通流する水の流量を制御するニードルが挿入されている（サイフォン管とニードルでニードル弁を構成している）。このように、供給空気 A を加湿するのは、燃料電池 1 を加湿して図 2 に示す電解質膜 1 c が乾燥するのを防止するためである。ちなみに、電解質膜 1 c が乾燥するとプロトンの移動が阻害され起電

10

20

30

40

50

力が低下する。一方、燃料電池 1 を加湿しすぎても、図 1 に示すカソード極側ガス通路 1 a や図示しない拡散層が水没して供給空気 A の通流が阻害され起電力が低下する。なお、この加湿器 2 3 は、水透過膜を使用したものでもよい。

【 0 0 1 9 】

コンプレッサ（排出ガス圧送手段）2 4 は、図示しないスーパーチャージャ（容積型の圧縮機）及びこれを駆動するモータなどから構成され、燃料電池 1 で酸化剤ガスとして使用された後の供給空気 A、つまり燃料電池 1 のカソード極側から排出される排出空気 A e を吸引し、圧縮して後段の熱交換器 2 2 に送出する。

このコンプレッサ 2 4 は、供給空気 A を吸引することにより、燃料電池 1 を負圧（大気圧以下の圧力）で運転する役割を有する。また、コンプレッサ 2 4 は、排出空気 A e を断熱圧縮することにより排出空気 A e の温度を高め、排出空気 A e を、供給空気 A を加熱するための熱源とする役割を有する。

【 0 0 2 0 】

圧力制御弁（圧力制御手段）2 5 は、図示しない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、コンプレッサ 2 4 から吐出される排出空気 A e の圧力（吐出圧）を圧力制御弁 2 5 の開度を減少・増加することにより制御する。ちなみに、圧力制御弁 2 5 の開度を減少するとコンプレッサ 2 4 の吐出圧が高まり、これに対応して排出空気 A e の温度上昇幅が増加する。また、圧力制御弁 2 5 の開度を増加するとコンプレッサ 2 4 の吐出圧が低くなり、これに対応して排出空気 A e の温度上昇幅が減少する。

【 0 0 2 1 】

流量計 Q は、差圧流量計などから構成され、エアクリーナ 2 1 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 4 に送信する。

【 0 0 2 2 】

温度センサ T 1 は、サーミスタなどから構成され、燃料電池 1 のカソード極側の入口における供給空気 A の温度を検出し、検出信号を制御装置 4 に送信する。

【 0 0 2 3 】

温度センサ T 2 は、温度センサ T 1 と同様にサーミスタなどから構成され、コンプレッサ 2 4 の出口における排出空気 A e の温度を検出し、検出信号を制御装置 4 に送信する。

【 0 0 2 4 】

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 4 に送信する。

【 0 0 2 5 】

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

【 0 0 2 6 】

水素ガスボンベ 3 1 は、図示しない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 a G (1 5 0 ~ 2 0 0 kg/cm² G) である。なお、水素ガスボンベ 3 1 は、水素吸蔵合金を内蔵し 1 M P a G (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 2 7 】

レギュレータ 3 2 は、図示しない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 3 2 は、ダイヤフラムに入力される基準圧を大気圧にすると、水素ガスボンベ 3 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。また、ダイヤフラムに入力される基準圧を負圧で運転している空気供給装置 2 の負圧部分の圧力にすると、水素ガスボンベ 3 1 に貯蔵された供給水素 H の圧力を当該負圧部分の圧力近辺にまで減圧することができる。第 1 実施形態では、水素供給装置 3 を大気圧以下の負圧で運転するため、レギュレータ 3 2 には、空気供給装置 2 のコンプレッサ 2 4 の吸入側の圧力が基準圧として入力される。ちなみに、水素供給装置 3 を大気圧以

10

20

30

40

50

下の負圧で運転することにより、通流する水素が外部に漏洩するのを防止することができるので、燃費が向上する。

【0028】

水素循環ポンプ33は、図示しない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34を通流する排出水素Heを吸引し循環させる。なお、排出水素を循環使用するのは、供給水素Hが、水素ガスボンベ31に貯蔵されている純水素だからである。

【0029】

三方弁34は、図示しない流路切替器から構成され、排出水素Heの流路を切り替えて、排出位置、循環位置にする。三方弁34を排出位置にした場合には、排出水素Heは水素供給装置3の系外に排出される。また、三方弁34を循環位置にした場合には、排出水素Heは水素循環ポンプ33に導かれる。

10

【0030】

次に、燃料電池用ガス供給装置GS1を構成する制御装置4は、図示しないCPU、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FCS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、湿度を制御する。制御装置4は、前記の通り各センサQ、T1、T2、Hからの検出信号を受信する。また、制御装置4は、加湿器23、コンプレッサ24、圧力制御弁25に対する制御信号を送信する。以下、供給空気Aの流量、温度、湿度の制御を説明する。

20

【0031】

(1) 流量制御について、制御装置4は、図示しないアクセルペダルなどの出力調整手段からの出力要求信号に基づいて、必要とする供給空気Aの目標流量をマップなどにより設定する。そして、目標流量が増加したときは、コンプレッサ24の吐出量（モータの回転数）を増加するように制御信号を生成しコンプレッサ24に送信する。一方、制御装置4は、目標流量が減少したときは、コンプレッサ24の吐出量（モータの回転数）を低減するように制御信号を生成しコンプレッサ24に送信する。この際、流量センサQの検出信号と目標流量の偏差がゼロになるようにフィードバック制御が行われる。

【0032】

(2) 温度制御について、制御装置4は、燃料電池1のカソード極側入口に供給される供給空気Aの温度が60（所定下限温度）～75（所定上限温度）の目標温度になるように、温度センサT1からの検出信号に基づいて、圧力制御弁25の開度をステッピングモータにより制御する。具体的には、制御装置4は、目標温度よりも供給空気Aの温度が上昇したとき（上昇しそうになったとき）は、圧力制御弁25の開度が増加するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、コンプレッサ24の吐出圧が低くなり、排出空気Aeの温度が低下する。そして、熱交換器22での熱交換量が減り、供給空気Aの温度が低下する。一方、制御装置4は、目標温度よりも供給空気Aの温度が低下したとき（低下しそうになったとき）は、圧力制御弁25の開度が減少するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、コンプレッサ24の吐出圧が高くなり排出空気Aeの温度が上昇する。そして、熱交換器22での熱交換量が増し、供給空気Aの温度が上昇する。この際、温度センサT1の検出信号と目標温度の偏差がゼロになるようにフィードバック制御が行われる。なお、コンプレッサ24は、圧力制御弁25の開度にかかわらず、目標流量の供給空気Aを燃料電池1に供給すべく動作する。

30

40

【0033】

ちなみに、フェイルアンドセーフ機構として、制御装置4は、温度センサT2の検出信号が所定値以上（150以上）になると、コンプレッサ24などを保護すべく、圧力制御弁25の開度を増加する制御信号、及び/又はコンプレッサ24の吐出量を低減する制御信号を生成し送信する。これにより、コンプレッサ24の吐出側の温度が下がり、コンプレッサ24などが保護される。

50

【 0 0 3 4 】

なお、コンプレッサ 2 4 の圧力比（吐出圧 / 吸入圧）と排出空気 A e の温度上昇幅（ $T = \text{吐出側温度} - \text{吸入側温度}$ ）の関係、つまりコンプレッサ 2 4 における温度上昇特性を図 3 に示すが、この図より、圧力比を上昇（低下）させると温度上昇幅が増加（減少）するのがわかる。したがって、圧力制御弁 2 5 を制御することにより、コンプレッサ 2 4 の吐出側の排出空気 A e の温度を制御でき、結果として熱交換される供給空気 A の温度制御を行うことができる。

【 0 0 3 5 】

(3) 湿度制御について、制御装置 4 は、燃料電池 1 のカソード極側入口に供給される供給空気 A の湿度が目標湿度になるように、湿度センサ H からの検出信号に基づいて、加湿器 2 3 のニードル弁の開度をステッピングモータにより制御する。具体的には、制御装置 4 は、目標湿度よりも供給空気の湿度が上昇したとき（上昇しそうになったとき）は、ニードル弁の開度が減少するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、ニードル弁を通流する水の量が減少し、供給空気 A の湿度が低下する。一方、制御装置 4 は、目標湿度よりも供給空気 A の湿度が低下したとき（低下しそうになったとき）は、ニードル弁の開度が増加するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、ニードル弁を通流する水の量が増加し、供給空気 A の湿度が上昇する。この際、湿度センサ H の検出信号と目標湿度の偏差がゼロになるようにフィードバック制御が行われる。

【 0 0 3 6 】

次に、前記説明した第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S 1 の動作の一例を、図 4 を参照して詳細に説明する（適宜図 1 ~ 図 3 を参照）。

ここで、図 4 は、燃料電池用ガス供給装置の制御フローである。なお、この制御フロー及び制御フローの説明において、符号 T 1 は温度センサ T 1 が検出した温度を示し、符号 T 2 は温度センサ T 2 が検出した温度を示すものとする。

【 0 0 3 7 】

通常時の処理； 制御装置 4 は、ステップ S 1 でコンプレッサ 2 4 の吐出側の排出空気 A e の温度 T 2 を判断する。制御装置 4 は、温度 T 2 が 1 5 0 未満である場合は、ステップ S 2 において燃料電池 1 のカソード極側入口の供給空気 A の温度 T 1 を判断する。温度 T 1 が 6 0 （所定下限温度）未満の場合は、温度が低すぎるので、圧力制御弁 2 5 を 1 d e g 閉める（S 3）。これにより、コンプレッサ 2 4 の吐出側の排出空気 A e の圧力及び温度 T 2 が上昇し、同時に排出空気 A e と熱交換された供給空気 A の温度 T 1 も上昇する（供給空気 A の流量は圧力制御弁 2 5 の開度にかかわらず目標流量になるように制御されている〔以下同じ〕）。なお、ステップ S 4、ステップ S 1 を経由して、ステップ S 2 に戻った際に、未だ燃料電池 1 のカソード極側入口の供給空気 A の温度 T 1 が 6 0 未満ならば、ステップ S 3 において、更に圧力制御弁 2 5 を 1 d e g 閉める。これにより、更に供給空気 A の温度 T 1 が上昇する。

【 0 0 3 8 】

制御装置 4 は、前記ステップ S 2 において、燃料電池 1 のカソード極側入口の供給空気 A の温度 T 1 が 6 0 以上の場合は、ステップ S 5 において、燃料電池 1 のカソード極側入口の供給空気 A の温度 T 1 が 7 5 （所定上限温度）以上か否かを判断する。温度 T 1 が 7 5 以上の場合は、温度が高すぎるので、圧力制御弁 2 5 を 1 d e g 開ける（S 6）。これにより、コンプレッサ 2 4 の吐出側の排出空気 A e の圧力及び温度 T 2 が低下し、同時に排出空気 A e と熱交換された供給空気 A の温度 T 1 も低下する。なお、ステップ S 5 に戻り、未だ燃料電池 1 のカソード極側入口の供給空気 A の温度 T 1 が 7 5 以上ならば、ステップ S 6 において、更に圧力制御弁 2 5 を 1 d e g 開ける。これにより、更に供給空気 A の温度 T 1 が低下する。

【 0 0 3 9 】

制御装置 4 は、前記ステップ S 5 において、燃料電池 1 のカソード極側入口の供給空気 A の温度 T 1 が 7 5 未満の場合は、メインルーティンのステップ S 3 とステップ S 4 の間

に戻る。通常時は、これらの処理を繰り返す。なお、ステップ S 4 における処理終わりとは、例えば、燃料電池システム F C S の運転を停止する場合などである。

【 0 0 4 0 】

高温時の処理； 制御装置 4 は、ステップ S 1 において、コンプレッサ 2 4 の吐出側の排出空気 A e の温度 T 2 が 1 5 0 以上の場合は、コンプレッサ 2 4 などを保護するため、ステップ S 7 に移行し、圧力制御弁 2 5 を 1 d e g 開ける。

これにより、コンプレッサ 2 4 の吐出側の排出空気 A e の圧力及び温度 T 2 が低下する。なお、ステップ S 8 において、コンプレッサ 2 4 の吐出側の排出空気 A e の温度 T 2 が 1 4 0 以上の場合は、ステップ S 7 に戻り、更に圧力制御弁 2 5 を 1 d e g 開く。これにより、更に排出空気 A e の温度 T 2 が低下する。ステップ S 8 において、コンプレッサ 2 4 の吐出側の排出空気 A e の温度 T 2 が 1 4 0 未満になると、温度が十分に下がったので、メインルーティンのステップ S 3 とステップ S 4 の間に戻る。なお、1 4 0 まで高温時の処理を行うのは、温度 T 2 が一旦 1 5 0 以上になった場合には、コンプレッサ 2 4 などを十分に冷却して保護する必要があるからである。また、制御上の観点から、頻繁に高温時の処理に移行しないようにするためである。

【 0 0 4 1 】

このように、第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S によれば、圧力制御弁 2 5 を設けてこれを開閉するという極めて簡単な構成により、供給空気 A の温度制御を確実に行うことができる。また、熱の有効利用を図ることができる。更に、熱交換器 2 2 は、常に排出空気 A e の有する熱を供給空気 A に伝達し、供給空気 A を加熱すればよいので、構成が簡単である。なお、前記各処理において、湿度が低下したときは、制御装置 4 は、加湿用の水の噴霧量を増加して加湿を行う。また、供給空気 A の目標流量が増加（低減）した場合は、制御装置 4 は、コンプレッサ 2 4 のモータの回転数を増加（低減）して対処する。ちなみに、水素供給装置 3 についても、温度制御及び湿度制御が行われる。

【 0 0 4 2 】

〔 第 2 実施形態 〕

次に、第 2 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を説明する。なお、第 1 実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、図 5 は、第 2 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【 0 0 4 3 】

第 2 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S 2 では、加湿器 2 3 は、図示しない中空系膜を使用した水透過膜型加湿器を使用する。中空系膜は、中空通路を有する直径 1 ~ 2 mm、長さ数十 c m の中空繊維である。この加湿器 2 3 は、中空系膜を数千本束ねてそれぞれ中空容器に収容した 2 本の中空系膜モジュール、この 2 本の中空系膜モジュールを並列に接続する配管、供給空気 A の流量や湿度に応じて 2 本の中空系膜モジュールを切り替えて使用するための電磁弁や電磁弁コントローラなどの切替手段などから構成される（以上図示外）。なお、電磁弁コントローラは、制御装置 4 に含まれるものとする。

【 0 0 4 4 】

各中空系膜モジュールにおける中空系膜の充填率は、中空容器の断面積に対して 4 0 ~ 6 0 % である。この中空系膜モジュールは、中空系膜の中空通路の一端から排出空気 A e が通流して他端から抜き出されるようになっている。また、中空系膜モジュールは、中空系膜同士の間隙に供給空気 A が通流して抜き出されるようになっている。つまり、中空系膜モジュールは、中空系膜により供給空気 A と排出空気 A e が混合しないようになっている。その一方、中空系膜は、その内表面から外表面に達する口径数 n m（ナノメートル）の微細な毛管を多数有し、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ようになっている。そして、凝縮した水分は、毛管現象により吸い出されて中空系膜を透過する。したがって、中空通路に燃料電池 1 で生成した水分を多量に含んだ排出空気 A e を通流すると、水分が中空通路の内表面で凝縮し、毛管現象により吸い出され、中空系膜の外表面に到達し、この水分により中空系膜同士の隙間を通流する相対的に乾燥した供給空気 A

が加湿される。ちなみに、中空通路側に供給空気 A を通流し、中空系膜同士の間隙に排出空気 A e を通流する構成でもよい。

【 0 0 4 5 】

加湿器 2 3 は、切替手段により、供給空気 A の流量が少ないときは、中空系膜モジュールを 1 本のみ使用するように切替駆動され、供給空気 A の流量が多いときは、中空系膜モジュールを 2 本とも使用するように切替駆動される。このように、切替駆動されるのは、中空系膜モジュールは、供給空気 A 及び排出空気 A e の流量が少なすぎても多すぎても加湿性能が低下するという加湿特性を有するからである。中空系膜モジュールを切り替えるタイミングなどは、流量センサ Q からの検出信号及び湿度センサ H からの検出信号により決定される。

10

【 0 0 4 6 】

なお、中空系膜を使用したこの加湿器 2 3 は、供給空気 A と排出空気 A e が保有する熱を交換する熱交換器の役割を有する。したがって、第 2 実施形態では、第 1 実施形態のように独立した熱交換器を有しない。

【 0 0 4 7 】

この第 2 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S 2 は、熱交換及び加湿の部分だけが第 1 実施形態と異なり、他の部分は同じであるので、第 1 実施形態と同様、圧力制御弁 2 5 を開閉するという簡単な構成により、供給空気 A の温度制御を確実に行うことができる。また、熱の有効利用などの点についても、第 1 実施形態と同様の特性を有する。更に、この第 2 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S 2 は、燃料電池 1 のカソード極側から排出される多量の水分を含んだ排出空気 A e の水分を有効に活用することができるので、加湿用の水を蓄えておく必要がなくなったり、蓄えておく量を最低限にすることができる。また、中空系膜により、供給空気 A の加湿を均質に行うことができる。

20

【 0 0 4 8 】

〔 第 3 実施形態 〕

次に、第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を説明する。なお、第 1 実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、図 6 は、第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【 0 0 4 9 】

第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S 3 では、加湿器 2 3 の加湿用の水として、熱交換器 2 2 で凝縮した水を用いる。このため、第 3 実施形態の熱交換器 2 2 は、熱交換器 2 2 の本体の下部に、排出空気 A e から凝縮分離した凝縮水を捕集するキャッチタンク 2 2 a、及びこのキャッチタンク 2 2 a から加湿器 2 3 の図示しない水貯蔵タンクに凝縮水を供給する給水配管 2 2 b を備える。なお、キャッチタンク 2 2 a が水貯蔵タンクを兼ねる構成としてもよい。ちなみに、このように水分を凝縮させる熱交換器は、空調装置（エアコン）などに一般的に使われている。

30

【 0 0 5 0 】

この第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S 3 は、熱交換器 2 2 での凝縮水を加湿器 2 3 に供給すること以外は、第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S 1 と同じであるので、第 1 実施形態と同様、圧力制御弁 2 5 を開閉するという簡単な構成により、供給空気 A の温度制御を確実に行うことができるなどの特性を有する。また、この第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S 3 は、第 2 実施形態と同様に、燃料電池 1 のカソード極側から排出される多量の水分を含んだ排出空気 A e の水分を有効に活用することができる。

40

【 0 0 5 1 】

〔 第 4 実施形態 〕

次に、第 4 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を説明する。なお、第 1 実施形態～第 3 実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、図 7 は、第 4 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体

50

構成図である。

【0052】

第4実施形態の燃料電池用ガス供給装置GS4では、熱交換器22は、第3実施形態の熱交換器と同じものであり、熱交換器22の本体の下部に排出空気Aeから凝縮分離した凝縮水を捕集するキャッチタック22aを備える。また、加湿器23は、第2実施形態の加湿器と同じものであり、供給空気Aの流量や湿度に応じて2本の中空系膜モジュールを切り替えて使用するようになっている。更に第4実施形態では、補助加湿器23'を備える。この補助加湿器23'は、第3実施形態の加湿器と同じものであり、キャッチタンク22aから加湿器23'の図示しない水貯蔵タンクに給水配管22bを介して凝縮水が供給される。その他の構成は第1実施形態と同様であり、コンプレッサ24から吐出される排出空気Aeの圧力を制御する圧力制御弁25を熱交換器22の後段に備える。

10

【0053】

なお、補助加湿器23'は、例えば、供給空気Aの流量を急激に増加する際や燃料電池システムFCSを始動する際など、加湿器23だけでは十分に供給空気Aを加湿できない場合に使用される。

【0054】

この第4実施形態の燃料電池用ガス供給装置GS4についても、第1実施形態などと同様に、圧力制御弁25を開閉するという簡単な構成により、供給空気Aの温度制御を確実に行うことができるなどの特徴を有する。また、第4実施形態の燃料電池用ガス供給装置GS4は、加湿器23も排出空気Aeの有する熱を供給空気Aに伝達する熱交換器の役割を果たすので、熱交換器22と併せて、排出空気Aeの有する熱の有効利用を図ることができる。更に、加湿器23で利用されなかった排出空気Ae中の水分を熱交換器22で回収して、補助加湿器23'で利用することができる。したがって、水を有効利用することができると共に、供給空気Aの流量変動に対しても確実に加湿を行うことができる。

20

【0055】

なお、本発明は、前記した発明の実施の形態に限定されることなく、広く変形実施することができる。

例えば、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。

30

また、加湿装置は、2流体ノズルなどを使用したものでも、超音波を利用したものでもよい。また、水透過膜も中空系膜に限定されることはない。また、コンプレッサもスーパーチャージャやターボチャージャのようにタービンを回転させるものではなく、レシプロ式のものでもよい。また、圧力制御弁をコンプレッサと熱交換器の間に設ける構成として、コンプレッサの断熱圧縮により発生した熱を利用してもよい。かかる構成でも本発明の技術的範囲に属するのはいうまでもない。

【0056】

【発明の効果】

以上説明した本発明（請求項1及び請求項2の発明）によれば、燃料電池から発生する熱の有効利用を図ることができると共に、排出ガス圧送手段により排出ガスを圧送（圧縮）する際に生じた熱の有効利用も図ることができる。したがって、燃料電池の効率を上げることができる。また、熱交換器は、常に排出ガスを加熱源として供給空気を加熱すればよいので、燃料電池用ガス供給装置の構成が簡単になり、同時に信頼性も高くなる。さらに、排出ガス圧送手段を燃料電池の下流側に設けたので、該排出ガス圧送手段を燃料電池の上流側に設けるのに比べて仕事量を減らすことができる。つまり、燃料電池の下流側に排出ガス圧送手段を設けたので該排出ガス圧送手段の動力（消費電力）を低減することができる。また、燃料電池の発電電力を排出ガス圧送手段に取られることなく有効利用することができる。なお、この燃料電池用ガス供給装置を燃料ガス（水素）側に適用すると、燃料ガス側を負圧で運転することができるので、燃料ガスの漏洩防止を図ることができる

40

50

。

【 0 0 5 7 】

また、本発明（請求項 1 及び請求項 2 の発明）によれば、圧力制御手段により圧送手段の吐出圧を増減することにより、排出ガスの温度上昇幅を可変とし、この排出ガスと熱交換される供給ガスの温度上昇幅を可変とすることができる。このように、温度上昇幅を可変とすることで、燃料電池を安定的に運転することが可能になる。

【 0 0 5 8 】

また、本発明（請求項 2 の発明）によれば、燃料電池に供給される供給ガスの温度を適切な温度とすることで、更に好適な条件で燃料電池を自動運転することができ、燃料電池用ガス供給装置として好適である。

10

【 0 0 5 9 】

また、本発明（請求項 1 の発明）によれば、燃料電池に供給される供給ガスの温度を所定下限温度及び所定上限温度の範囲内で温度制御することができ、燃料電池をより好適な条件で運転することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【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 1 のコンプレッサにおける温度上昇特性を説明するグラフである。

【図 4】第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置の制御フローである。

20

【図 5】第 2 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図 6】第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図 7】第 4 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【符号の説明】

G S (G S 1 , G S 2 , G S 3 , G S 4) ... 燃料電池用ガス供給装置

F C S ... 燃料電池システム

A ... 供給空気（供給ガス）

30

A e ... 排出空気（排出ガス）

1 ... 燃料電池

2 ... 空気供給装置

2 2 ... 熱交換器（熱交換手段）

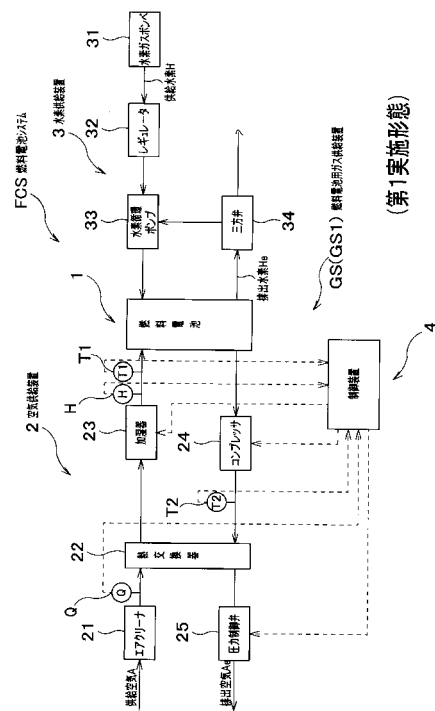
2 4 ... コンプレッサ（排出ガス圧送手段）

2 5 ... 圧力制御弁（圧力制御手段）

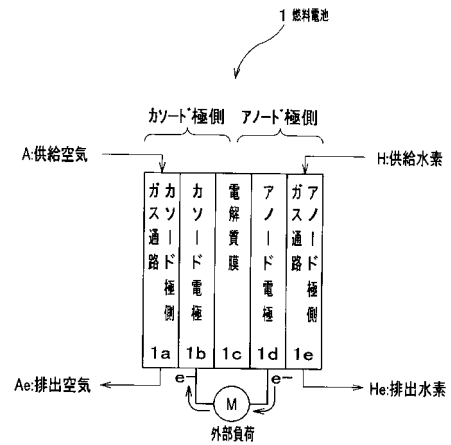
3 ... 水素供給装置

4 ... 制御装置

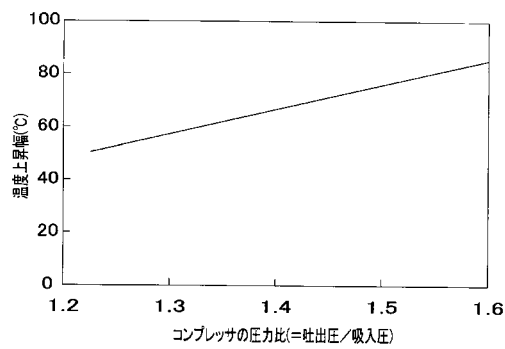
【 図 1 】



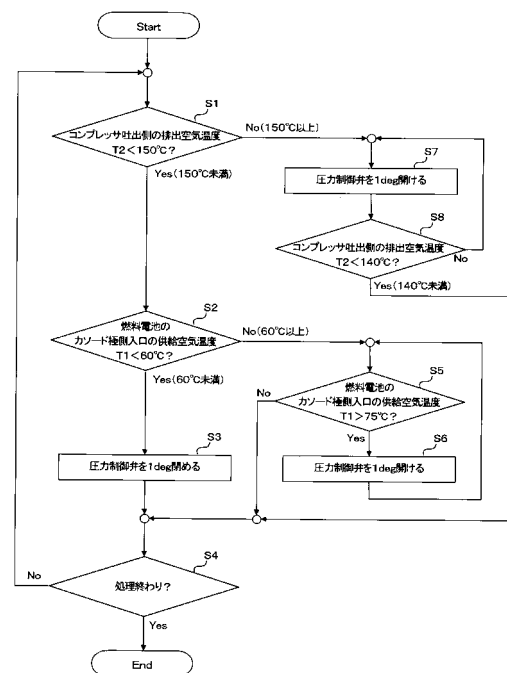
【 図 2 】



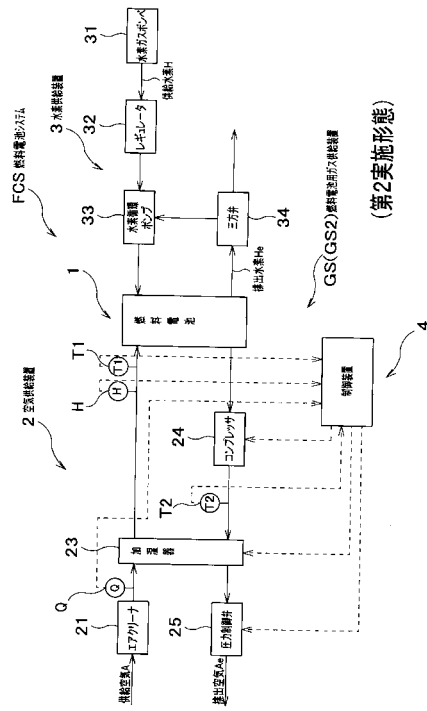
【 図 3 】



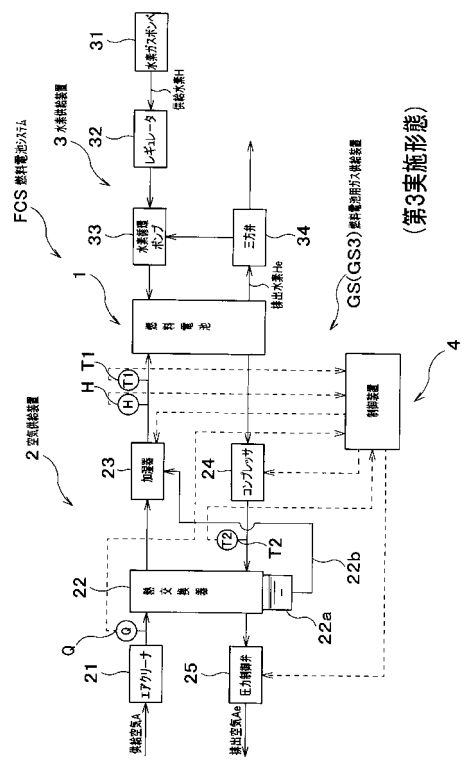
【圖 4】



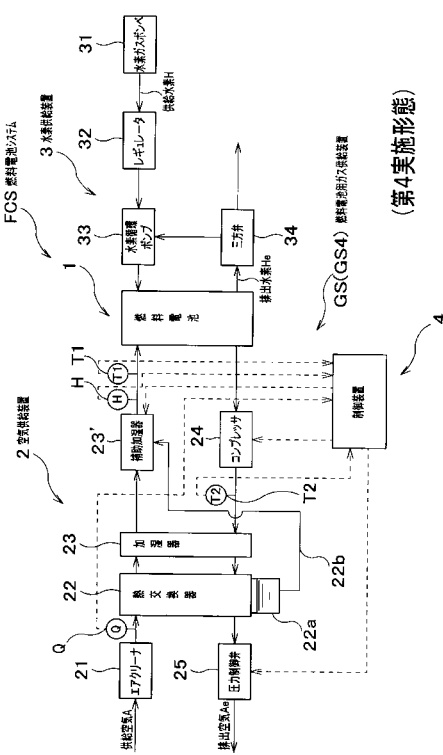
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 中村 則夫

(56)参考文献 特開平 1 1 - 3 3 9 8 3 1 (J P , A)
特開平 0 7 - 3 0 2 6 0 3 (J P , A)
特開平 0 8 - 3 2 9 9 6 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H01M 8/00