

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5802479号
(P5802479)

(45) 発行日 平成27年10月28日 (2015. 10. 28)

(24) 登録日 平成27年9月4日 (2015. 9. 4)

(51) Int. Cl.

F I

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

H O 1 M 8/04 G

H O 1 M 8/06 (2006. 01)

H O 1 M 8/04 J

H O 1 M 8/12 (2006. 01)

H O 1 M 8/04 Y

H O 1 M 8/04 Z

H O 1 M 8/06 G

請求項の数 9 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-176829 (P2011-176829)
 (22) 出願日 平成23年8月12日 (2011. 8. 12)
 (65) 公開番号 特開2013-41712 (P2013-41712A)
 (43) 公開日 平成25年2月28日 (2013. 2. 28)
 審査請求日 平成26年2月24日 (2014. 2. 24)

(73) 特許権者 000004547
 日本特殊陶業株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号
 (73) 特許権者 000221834
 東邦瓦斯株式会社
 愛知県名古屋市熱田区桜田町 1 9 番 1 8 号
 (74) 代理人 110000578
 名古屋国際特許業務法人
 (72) 発明者 中西 敏郎
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号
 日本特殊陶業株式会社内
 (72) 発明者 臼井 淑隆
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号
 日本特殊陶業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

改質器に対して水を供給する流路の上流側より、前記水を溜める水タンク、第 1 の管路、前記水を前記流路に沿って流すポンプ、第 2 の管路、前記水を浄化するフィルタ、第 3 の管路、前記改質器、を順に備え、

前記水の温度を直接又は間接的に検知する温度センサを備え、

前記改質器の下流側に酸化剤ガス及び燃料ガスを用いて発電を行う燃料電池を備えた燃料電池システムにおいて、前記第 2 の管路及び前記第 3 の管路の少なくとも一方に、前記水を加熱するヒータを備えるとともに、

前記ポンプは、前記水を流す向きを、前記第 1 の管路側又は前記第 2 の管路側に切り替え可能なポンプで構成され、

前記温度センサで検出された前記水の温度が、前記水の凍結を防止するために設定された所定判定値以下であるとき、前記ヒータに通電するとともに前記水を前記流路に沿って往復流動させるように、前記ヒータ及び前記ポンプを制御する制御部を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記ヒータが、前記水タンク及び前記第 2 の管路の両方に、或いは、前記水タンク及び前記第 3 の管路の両方に、設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御方法において、

前記温度センサを介して、前記水の温度を検出する工程と、

前記温度センサで検知された前記水の温度が、前記水の凍結を防止するために設定された所定判定値以下であるとき、前記ヒータに通電し、前記水を加熱する工程と、

前記水が凍結していない状態で、前記ポンプによって前記水を前記流路に沿って往復流動させる工程と、

を有することを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 4】

10

前記燃料電池の運転を停止した場合には、前記ポンプを駆動して、前記水を前記第 3 の管路側から前記水タンクへ引き出す動作を行うことを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池システムの制御方法。

【請求項 5】

前記ヒータに通電を行う前に、前記ポンプによって前記水を往復流動させることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の燃料電池システムの制御方法。

【請求項 6】

前記温度センサにより検知された前記水の温度が、所定ヒータ駆動判定値 (T 2 a) 以下の場合に、前記ヒータに通電することを特徴とする請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムの制御方法。

20

【請求項 7】

前記温度センサにより検知された前記水の温度が、前記所定ヒータ駆動判定値 (T 2 a) より高い所定ヒータ停止判定値 (T 2 b) 以上の場合に、前記ヒータの通電を停止することを特徴とする請求項 6 に記載の燃料電池システムの制御方法。

【請求項 8】

前記温度センサは、前記流路の周囲環境の環境温度を検出する環境温度検出手段を備え、前記環境温度検出手段で検出された環境温度が、所定ポンプ駆動判定値 (T 1 a) 以下の場合に、前記ポンプによる往復流通の動作を行うことを特徴とする請求項 3 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムの制御方法。

【請求項 9】

30

前記環境温度検出手段で検出された環境温度が、前記所定ポンプ駆動判定値 (T 1 a) より高い所定ポンプ停止判定値 (T 1 b) 以上で、且つ、前記ヒータの通電が停止した場合に、前記ポンプによる往復流通の動作を停止することを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば燃料電池から排出される排ガスから得られた改質水を、燃料電池の改質器に供給する管路を備えた燃料電池システム及びその制御方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来より、例えば固体酸化物形燃料電池 (S O F C : 以下単に燃料電池と記す) を用いた燃料電池システムにおいては、燃料電池に酸化剤ガス (通常空気) と燃料ガス (都市ガス等) を供給して、発電を行っている。

【0003】

この種の燃料電池システムにおいては、例えば都市ガスを利用して燃料電池を運転する際には、都市ガスを改質して水素を取り出すために、燃料改質用の純水 (改質水) が必要となる。

【0004】

しかし、燃料電池システムは、屋外に設置されるため、冬期などの外気温が低い際に運

50

転を停止すると、燃料電池システム内で燃料改質用の純水が凍結し、その体積膨張作用により、純水生成装置ならびに純水供給装置などが破損する恐れがある。

【 0 0 0 5 】

このため、燃料電池システム内の水を凍結させない技術としては、一般的な方法として、凍結させたくない部位にヒータなどの熱源を取り付け、その部位を直接に暖めることにより凍結を防ぐ方法や、水抜きをすることにより凍結させないといった方法がある。

【 0 0 0 6 】

あるいは、下記特許文献 1 に記載のように、蓄熱部あるいは加熱部で温められた水を循環させることにより、凍結を防ぐといった技術がある。また、下記特許文献 2 に記載のように、燃料電池システム内に設けた熱源で加熱した空気を送風することにより、間接的に凍結の恐れがある部位を暖めて凍結を防ぐといった技術がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 9 1 0 9 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 2 6 6 6 1 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

ところが、上述した従来技術のうち、凍結させたくない部位を直接に温める方法は、効果的であるものの、凍結の恐れがある部位が多い場合には、より多くのヒータが必要となる。

20

【 0 0 0 9 】

また、水抜きをする方法では、純水生成装置など水を完全に除去できない部位がある場合には、その方法そのものを選択できない。

更に、水を循環させる方法では、別途循環用のバイパス路が必要となり、凍結させずに循環させるためには、凍結させたくない部分だけではなく、バイパス路も含めた全体の経路を温める必要があるため、より多くの熱を必要とする。

【 0 0 1 0 】

また、加熱空気により間接的に暖める方法では、加熱した空気の一部がそのまま排気されてしまうため、エネルギーの利用効率が悪いという問題がある。

30

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、簡易な構成で、暖めたい部位を効率よく暖めて、水の凍結を防止できる燃料電池システム及びその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

(1) かかる問題を解決するためになされた本発明は、第 1 態様として、改質器に対して水を供給する流路の上流側より、前記水を溜める水タンク、第 1 の管路、前記水を前記流路に沿って流すポンプ、第 2 の管路、前記水を浄化するフィルタ、第 3 の管路、前記改質器、を順に備え、前記水の温度を直接又は間接的に検知する温度センサを備え、前記改質器の下流側に酸化剤ガス及び燃料ガスをを用いて発電を行う燃料電池を備えた燃料電池システムにおいて、前記第 2 の管路及び前記第 3 の管路の少なくとも一方に、前記水を加熱するヒータを備えるとともに、前記ポンプは、前記水を流す向きを、前記第 1 の管路側又は前記第 2 の管路側に切り替え可能なポンプで構成され、前記温度センサで検出された前記水の温度が、前記水の凍結を防止するために設定された所定判定値以下であるとき、前記ヒータに通電するとともに前記水を前記流路に沿って往復流動させるように、前記ヒータ及び前記ポンプを制御する制御部を備えることを特徴とする。

40

【 0 0 1 2 】

本態様では、第 2 の管路及び第 3 の管路の少なくとも一方に、水を加熱するヒータを備えるとともに、ポンプとして、水を流す向きを第 1 の管路側又は第 2 の管路側に切り替え

50

可能なポンプを用い、水の温度が水の凍結を防止するために設定された所定判定値以下であるとき、ヒータに通電するとともにポンプによって水を往復流動させている。

【 0 0 1 3 】

つまり、水の温度が低下して凍結の恐れがある場合には、ヒータに通電して水を加熱するとともに、ポンプによって加熱した水（温水）を往復流動させるので、ヒータによる局所的な加熱を防いで、効果的に水の凍結を防止できるという顕著な効果を奏する。

【 0 0 1 4 】

また、ポンプによって水を往復流動させることで、不要なバイパス経路を設けることなく加熱した水を凍結させたくない区間へ送水することができるため、システムの小型化が可能となる。

【 0 0 1 5 】

更に、ヒータを制御することで、凍結の恐れがある場合にのみ水の加熱ができるため、この点からも、効率的なヒータの通電が可能となり、無駄な電力消費を抑えることができる。

【 0 0 1 6 】

つまり、本態様では、簡易な構成で、暖めたい部位を効率よく暖めて、水の凍結を防止できるという顕著な効果を奏する。

なお、ここで、「水の凍結を防止するために設定された所定判定値」としては、0に限らず、例えばセンサの測定誤差や局所的な温度のばらつきなどを加味し、凍結しないような安全側に配慮して、実験等によって設定した「0より高い温度（水の凍結の可能性がある温度）」を採用できる（以下、同様）。

【 0 0 1 7 】

（2）本発明は、第2態様として、前記ヒータが、前記水タンク及び前記第2の管路の両方に、或いは、前記水タンク及び前記第3の管路の両方に、設けられていることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

本態様では、好ましいヒータの配置を例示している。つまり、上述した箇所にヒータを配置して水を加熱するとともに、ポンプによって水を往復流動させることにより、確実に（往復流動する範囲）の水を加熱して、その凍結を防止することができる。

【 0 0 1 9 】

（3）本発明は、第3態様として、前記請求項1又は2に記載の燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御方法において、前記温度センサを介して、前記水の温度を検出する工程と、前記温度センサで検知された前記水の温度が、前記水の凍結を防止するために設定された所定判定値以下であるとき、前記ヒータに通電し、前記水を加熱する工程と、前記水が凍結していない状態で、前記ポンプによって前記水を前記流路に沿って往復流動させる工程と、を有することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本態様では、水の温度が水の凍結を防止するために設定された所定判定値以下の場合には、ヒータに通電して水を加熱するとともに、水が凍結していない状態で、ポンプによって水を往復流動させるので、前記第1態様と同様に、簡易な構成で、効率よく水の凍結を防止することができる等の効果を奏する。

【 0 0 2 1 】

なお、ポンプの作動のタイミングとしては、ヒータに通電する期間以外に、ヒータに通電する前の期間が考えられる。

（4）本発明は、第4態様として、前記燃料電池の運転を停止した場合には、前記ポンプを駆動して、前記水を前記第3の管路側から前記水タンクへ引き出す動作を行うことを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

本態様では、燃料電池の運転を停止した場合には、ポンプを駆動して、水を第3の管路側から水タンクへ引き出す動作を行うので、水が引き出された管路には、当然ながら水が

10

20

30

40

50

存在しない。よって、気温が低下した場合でも、その水が凍結することはない。

【 0 0 2 3 】

なお、前記燃料電池の運転の停止とは、燃料電池における発電の停止のことである。

(5) 本発明は、第 5 態様として、前記ヒータに通電を行う前に、前記ポンプによって前記水を往復流動させることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

本態様では、ヒータに通電を行う前に、ポンプによって水を往復流動させるので、水温が低下した場合に、ヒータに通電しなくても、水が凍りにくいという利点がある。

また、このポンプにより凍結予防運転を実施し、その後（消費電力の多い）ヒータに通電することにより、消費電力を抑制することができる。

10

【 0 0 2 5 】

(6) 本発明は、第 6 態様として、前記温度センサにより検知された前記水の温度が、所定ヒータ駆動判定値（ T_{2a} ）以下の場合に、前記ヒータに通電することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

本態様では、水の温度が、ヒータ駆動判定値（ T_{2a} ）以下の場合に、ヒータに通電するので、水の凍結を防止することができる。

なお、このヒータ駆動判定値（ T_{2a} ）としては、水の凍結温度（ 0 ）以外に、 0 を所定値上回る前記「水の凍結の可能性のある温度」を採用できる。

【 0 0 2 7 】

20

(7) 本発明は、第 7 態様として、前記温度センサにより検知された前記水の温度が、前記所定ヒータ駆動判定値（ T_{2a} ）より高い所定ヒータ停止判定値（ T_{2b} ）以上の場合に、前記ヒータの通電を停止することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

本態様では、水の温度が、ヒータ停止判定値（ T_{2b} ）以上の場合には、水の温度が凍結の可能性のないほど十分に高いとして、ヒータの通電を停止するので、ヒータの消費電力を低減できる。

【 0 0 2 9 】

(8) 本発明は、第 8 態様として、前記温度センサは、前記流路の周囲環境の環境温度を検出する環境温度検出手段（例えば外気温を検出するセンサ）を備え、前記環境温度検出手段で検出された環境温度が、所定ポンプ駆動判定値（ T_{1a} ）以下の場合に、前記ポンプによる往復流通の動作を行うことを特徴とする。

30

【 0 0 3 0 】

本態様では、環境温度が、ポンプ駆動判定値（ T_{1a} ）以下の場合に、水が凍結する可能性があるとして、ポンプによる往復流通の動作を行うので、効果的に水の凍結を防止することができる。

【 0 0 3 1 】

なお、このポンプ駆動判定値（ T_{1a} ）としては、水の凍結温度（ 0 ）以外に、 0 を所定値上回る前記「水の凍結の可能性のある温度」を採用できる。

(9) 本発明は、第 9 態様として、前記環境温度検出手段で検出された環境温度が、前記所定ポンプ駆動判定値（ T_{1a} ）より高い所定ポンプ停止判定値（ T_{1b} ）以上で、且つ、前記ヒータの通電が停止した場合に、前記ポンプによる往復流通の動作を停止することを特徴とする。

40

【 0 0 3 2 】

本態様では、環境温度が、ポンプ停止判定値（ T_{1b} ）以上で、ヒータの通電が停止した場合に、水の温度が凍結の可能性のないほど十分に高いとして、ポンプによる往復流通の動作を停止するので、ポンプの消費電力を低減できる。

【 0 0 3 3 】

なお、上述した本発明は、燃料電池から排出される排ガスから、熱交換によって水を得る熱交換器と、熱交換によって得られた水を用いて燃料ガスを改質する改質器と、を備え

50

、熱交換によって得られた水を、水タンク、第１の管路、ポンプ、第２の管路、水フィルタ、及び第３の管路を介して、改質器に供給する燃料電池システムに適用できる。

【００３４】

ここで、改質器とは、燃料電池に燃料ガスを供給する場合に、より発電に好適な組成に改質（例えば都市ガス等をより水素成分の多い組成のガスに改質）する装置のことである。

【図面の簡単な説明】

【００３５】

【図１】実施例１の燃料電池システムを模式的に示す説明図である。

【図２】実施例１の燃料電池システムの電氣的構成を示すブロック図である。

10

【図３】実施例１の燃料電池システムにおける改質水ポンプ制御を示すフローチャートである。

【図４】実施例１の燃料電池システムにおける凍結防止ヒータ制御を示すフローチャートである。

【図５】実施例１の燃料電池システムにおける排気ファン制御を示すフローチャートである。

【図６】実施例２の燃料電池システムを模式的に示す説明図である。

【図７】実施例３の燃料電池システムを模式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００３６】

20

以下、本発明が適用された燃料電池システム及びその制御方法の実施例について、図面を用いて説明する。

【実施例１】

【００３７】

a) まず、本実施例の燃料電池システムについて説明する。

図１に模式的に示す様に、本実施例の燃料電池システム１は、燃料ガス（例えば都市ガス）と酸化剤ガス（例えば空気）との供給を受けて発電を行う燃料電池３と、燃料電池３に供給する燃料ガスを水素リッチのガスに改質する改質器５などを備えており、それらは、断熱容器７に収納されている。

【００３８】

30

また、断熱容器７の外部には、空気を燃料電池３に送る空気ポンプ９と、燃料ガスを（改質器５を介して）燃料電池３に送る燃料ポンプ１１と、燃料電池３からの排ガスから水分（改質水）を回収する熱交換器１３と、熱交換器１３によって回収された改質水を溜める凝縮水タンク（改質水タンク）１５と、改質水タンク１５中の改質水を加熱する第１凍結防止ヒータ１７と、改質水を改質器５側に送る純水供給ポンプ（改質水ポンプ）１９と、改質水に含まれる不純物等を除去する水フィルタ２１と、改質器５に送られる改質水を加熱する第２凍結防止ヒータ２３と、燃料電池システム１中のガスを外部に排気する排気ファン２５などを備えている。

【００３９】

以下、各構成について詳細に説明する。

40

前記燃料電池３は、図示しないが、発電単位である板状の燃料電池セルが複数個積層されたスタックである。この燃料電池セルは、いわゆる燃料極支持膜形タイプの燃料電池セルであり、周知の（燃料流路に接する様に配置された）燃料極と、固体電解質体と、（空気流路に接する様に配置された）空気極とを備えている。

【００４０】

前記改質器５は、燃料電池３に供給される燃料ガスを水素リッチの燃料ガス（改質ガス）に改質する板状の装置である。この改質器５の上流側には、図示しないが、改質水を気化させる気化器が設けられている。

【００４１】

なお、ここで、改質に使用する燃料ガスとしては、都市ガスのほかに、ＬＰＧ・灯油・

50

メタノール・バイオメタノールなどがある。

前記熱交換器 13 は、燃料電池 3 から排出される（発電後の）排ガスを冷却し、その排ガス中から水分を凝縮して回収する装置であり、排ガスの冷却のために、外部から冷却水が導入されて排出される。

【0042】

前記改質水タンク 15 は、熱交換器 13 にて生成した改質水を溜めることができる水タンクであり、その底部には、改質水タンク 15 に溜められた改質水の凍結を防止するために、前記第 1 凍結防止ヒータ 17 が配置されている。

【0043】

なお、この第 1 凍結防止ヒータ 17 及び前記第 2 凍結防止ヒータ 23 は、通電により発熱する電気ヒータである。

前記改質水ポンプ 19 は、改質水を改質器 5 側（同図右方向）に送ることができるともに、制御信号により、改質水を逆方向の改質水タンク 15 側（同図左方向）に送ることができるポンプ、即ち往復動作が可能なポンプである。

【0044】

前記水フィルタ 21 は、改質水中に含まれる不純物や金属イオンを除去するために、イオン交換樹脂等を用いたフィルタである。この水フィルタ 21 を用いることにより、改質器 5 中に不純物が蓄積したり、燃料電池 3 の構成部品が金属イオンと反応して劣化することが防止される。

【0045】

特に、本実施例では、改質水タンク 15 から改質器 5 に改質水を供給できるように、改質水の管路（改質水ライン）27 が設けられており、この改質水ライン 27 は、上流側より、第 1 の管路 27a、第 2 の管路 27b、第 3 の管路 27c から構成されている。

【0046】

そして、第 1 の管路 27a には、改質水の温度を検知する第 1 温度センサ（水温センサ）29 が取り付けられ、第 1 の管路 27a と第 2 の管路 27b との間には、前記改質水ポンプ 19 が配置され、第 2 の管路 27b と第 3 の管路 27c との間には、前記水フィルタ 21 が配置され、第 3 の管路 27c には、前記第 2 凍結防止ヒータ 23 が配置されている。

【0047】

なお、燃料電池システム 1 の通気孔 31 の近傍には、気温を検知する第 2 温度センサ（気温センサ）33 が配置されている。

b) ここで、燃料電池システム 1 を制御する電氣的構成について説明する。

【0048】

図 2 に示すように、本実施例の燃料電池システム 1 の動作は、例えば周知のマイコン等の制御装置 35 によって制御される。

この制御装置 35 には、第 1 温度センサ 29 によって検知された改質水の温度（燃料改質用純水温度）を示す信号や、第 2 温度センサ 33 によって検知された外気の温度（システム外気温）を示す信号が入力される。

【0049】

また、制御装置 35 からは、燃料ポンプ 11、空気ポンプ 9、改質水ポンプ 19、第 1 凍結防止ヒータ 17、第 2 凍結防止ヒータ 23、排気ファン 25 の動作を制御する制御信号が出力される。

【0050】

c) 次に、燃料電池システム 1 の動作について説明する。

前記図 1 に示すように、燃料電池 3 では、改質器 5 で改質された改質ガス中の水素ガスと、空気ポンプ 9 にて送られた空気中の酸化剤ガスとの反応により、電気を発生する。

【0051】

燃料電池 3 で発電反応に使用された水素ガスと酸化剤ガスは、その反応により水蒸気となって、排気ガスライン 37 を介して燃料電池 3 の外部に排出される。

10

20

30

40

50

排気ガスライン 37 を通った水蒸気は、熱交換器 13 を通ることにより冷却され、(改質水として用いられる)凝縮水となって改質水タンク 15 に蓄えられる。

【0052】

ところで、前記燃料電池 3 は、上述のように、その発電反応のために水素ガスを必要としており、例えば一般家庭向けの燃料電池システム 1 では、燃料ポンプ 11 により供給された都市ガスなどの燃料を、改質器 5 にて改質水を用いて水蒸気改質することにより、発電に必要な水素ガスを取り出している。

【0053】

また、改質器 5 にて、燃料である都市ガスを水蒸気改質する際には、改質水として、水中の不純物である金属イオンを取り除きたいわゆる純水を用いなければならない。

10

つまり、金属イオンが含有した水では、改質器 5 内部に不純物が蓄積されたり、燃料電池 3 の構成部材が金属イオンと反応することによる劣化が生じるので、上述のように、改質水ライン 27 中に、イオン交換樹脂などを使用した純水生成用の水フィルタ 21 を搭載している。

【0054】

ところが、イオン交換樹脂を使用した水フィルタ 21 は、その性質上、水フィルタ 21 内の水を完全に抜くことができない。

そのため、燃料電池システム 1 を停止した際に、周囲温度が低下し、システム内部の温度が氷点下に達すると、水フィルタ 21 の内部に残留していた水が凍結し、これが繰り返されることによって、水フィルタ 21 の性能低下の原因に繋がる恐れがある。

20

【0055】

また、改質水が改質水ポンプ 19 や改質水ライン 27 など凍結してしまうと、次回起動時に、燃料電池システム 1 に改質水を正常に投入できなくなり、燃料ガスの水蒸気改質が行えない可能性がある。

【0056】

そこで、本実施例では、後に詳述するが、「燃料電池 3 の運転停止後の改質水ポンプ 19 による改質水の引き込み動作」、「改質水ポンプ 19 の往復動作」、「第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 による加熱」などの制御を行うことにより、改質水の凍結を防止している。

【0057】

30

d) 次に、燃料電池システム 1 の制御装置 35 にて行われる制御について説明する。

<改質水ポンプ制御>

この改質水ポンプ制御は、1 制御周期、例えば 10ms 毎に実施される。

【0058】

図 3 に示す様に、本改質水ポンプ制御では、まず、ステップ(S)100 にて、燃料電池 3 の運転停止(即ち発電停止)が指示されたか否かを判定する。具体的には、例えば、燃料電池本体(例えばスタック部分)の温度が十分に冷却されたと判定された場合、例えば、「燃料電池本体の温度<100」等と判定された場合に、燃料電池 3 の運転停止と判定する。なお、この判定温度は変更することができる。

【0059】

40

ここで肯定判断されるとステップ 110 に進み、一方否定判断されると一旦本処理を終了する。

ステップ 110 では、燃料電池 3 の運転が停止したので、改質水ポンプ 19 を逆転駆動する。即ち、通常のように改質水を水タンク 15 側から改質器 5 側に供給する動作(正方向に改質水を送る動作)とは逆に、改質水を水タンク 15 側に引き込む動作(逆方向に改質水を送る動作)を行う。これにより、第 2 凍結防止ヒータ 23 から改質器 5 に到る第 3 の管路 27c に存在している改質水を、第 2 凍結防止ヒータ 23 の改質器 5 側の開口端 23a まで引き込む。なお、引き込み完了後は、改質水ポンプ 19 の動作を停止する。

【0060】

これにより、第 2 凍結防止ヒータ 23 から改質器 5 に到る第 3 の管路 27c には、水が

50

存在していないので、その位置における改質水の凍結は発生しない。

なお、改質水ポンプ 19 の逆転駆動の動作時間により、どの程度の量の改質水を引き込むことができるかは予め分かっているので、改質水を第 2 凍結防止ヒータ 23 の改質器 5 側の端部 23a まで引き込むように、所定時間だけ改質水ポンプ 19 を逆転駆動すればよい。

【 0 0 6 1 】

続くステップ 120 では、第 2 温度センサ 33 からの信号に基づいて、外気温度が所定のポンプ駆動判定値（即ち、改質水ポンプ 19 を往復駆動するか否かを判定する判定値） $T1a$ 以下か否かを判定する。すなわち、外気温度が低下し、改質水の凍結の可能性があるか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 130 に進み、一方否定判断されると一旦本処理を終了する。

10

【 0 0 6 2 】

ステップ 130 では、外気温度が低下したので、改質水ポンプ 19 を通常のように駆動し、所定時間だけ正方向に改質水を送る動作をするように制御する。これにより、改質水が一定量（従って一定距離）改質器 5 側に送水される。

【 0 0 6 3 】

続くステップ 140 では、改質水ポンプ 19 を逆転駆動し、所定時間だけ逆方向に改質水を引き込む動作をするように制御する。これにより、改質水が一定量（従って一定距離）水タンク 15 に引き込まれる。

【 0 0 6 4 】

20

続くステップ 150 では、第 2 温度センサ 33 からの信号に基づいて、外気温度が所定のポンプ停止判定値（即ち、改質水ポンプ 19 の往復駆動を停止するか否かを判定する判定値） $T1b$ （但し $T1a < T1b$ ）以下か否かを判定する。すなわち、外気温度が上昇し、改質水の凍結の可能性が少なくなったか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 160 に進み、一方否定判断されると前記ステップ 130 に戻る。

【 0 0 6 5 】

つまり、前記ステップ 130 ~ 150 の処理により、外気温度が改質水の凍結の可能性のある低い温度の場合には、改質水ポンプ 19 の往復動作を繰り返し、改質水の正方向及び逆方向への送水を繰り返す。

【 0 0 6 6 】

30

このように、改質水を往復流通させることにより、外気温度が低い場合でも、改質水の凍結を効果的に防止することができる。

そして、ステップ 160 では、後述する凍結防止ヒータ制御により、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 への通電が停止されているか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 170 に進み、一方否定判断されると前記ステップ 130 に戻り、前記と同様な改質水ポンプ 19 の往復動作を繰り返す。

【 0 0 6 7 】

つまり、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 に通電（オン）されているような低温の場合には、凍結を防止するために、改質水ポンプ 19 の往復動作を繰り返すのである。

なお、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 がオンされている場合に、改質水ポンプ 19 の往復動作を繰り返すことにより、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 によって加熱された暖かい改質水が、水タンク 15 や改質水ポンプ 19 や水フィルタ 21 内を流通することになるので、改質水の凍結が効果的に防止される。

40

【 0 0 6 8 】

そして、ステップ 170 では、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 に通電されていないので（オフ）、改質水の温度が凍結の可能性のない程度に十分に高いとみなし、改質水ポンプ 19 の往復動作を停止して凍結防止動作を停止し、一旦本処理を終了する。

【 0 0 6 9 】

< 凍結防止ヒータ制御 >

この凍結防止ヒータ制御は、1 制御周期、例えば 10 ms 毎に実施される。

50

図 4 に示す様に、本凍結防止ヒータ制御では、まず、ステップ 200 にて、燃料電池 3 の運転停止（即ち発電停止）が指示されたか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 210 に進み、一方否定判断されると一旦本処理を終了する。

【0070】

ステップ 210 では、燃料電池 3 の運転が停止したので、第 1 温度センサ 29 からの信号に基づいて、改質水温度が所定のヒータ駆動判定値（即ち、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 に通電するか否かを判定する判定値） T_{2a} 以下か否かを判定する。すなわち、改質水温度が低下し、改質水の凍結の可能性があるか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 220 に進み、一方否定判断されると一旦本処理を終了する。

【0071】

ステップ 220 では、改質水温度が低下したので、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 への通電を開始し、改質水を暖める。

続くステップ 230 では、第 1 温度センサ 29 からの信号に基づいて、改質水温度が所定のヒータ停止判定値（即ち、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 への通電を停止するか否かを判定する判定値） T_{2b} （但し $T_{2a} < T_{2b}$ ）以下か否かを判定する。すなわち、改質水温度が上昇し、改質水の凍結の可能性がなくなったか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 240 に進み、一方否定判断されると前記ステップ 220 に戻る。なお、各判定値の間には、 $T_{2a} < T_{1a} < T_{2b} < T_{1b}$ の関係がある。

【0072】

つまり、前記ステップ 220 ~ 230 の処理により、改質水温度が凍結の可能性のある低い温度の場合には、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 への通電を継続する。

そして、ステップ 240 では、改質水温度が十分に上昇したので、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 への通電を停止し、一旦本処理を終了する。

【0073】

従って、この凍結防止ヒータ制御では、改質水温度が低い場合には、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 によって改質水を加熱するので、改質水の凍結が効果的に防止される。

【0074】

なお、このステップ 240 における通電の停止を、例えばフラグ等によって記憶し、このフラグの状態によって、前記図 3 のステップ 160 における改質水ポンプ 19 の往復動作の判定が行われる。即ち、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 への通電が停止された場合に、改質水ポンプ 19 の往復動作が停止されるので、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 への通電中には、改質水ポンプ 19 の往復動作が必ず行われることになる。

【0075】

< 排気ファン制御 >

この排気ファン制御は、1 制御周期、例えば 10 ms 毎に実施される。

図 5 に示す様に、本排気ファン制御では、まず、ステップ 300 にて、燃料電池 3 の運転停止（即ち発電停止）が指示されたか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 310 に進み、一方否定判断されると一旦本処理を終了する。

【0076】

ステップ 310 では、燃料電池 3 の運転が停止されたので、排気ファン 25 の動作も停止する。なお、排気ファン 25 は、燃料電池 3 の運転開始に伴って作動される。

本排気ファン制御では、運転停止時に排気ファン 25 の動作を停止するので、燃料電池システム 1 内への外気流入が抑えられるため、燃料電池システム 1 内の温度変化が外気温度と比較して緩やかになる。

【0077】

これにより、凍結防止制御の開始を遅らせることができ、低温時における燃料電池システム 1 の停止時における（凍結防止制御の実施による）消費電力を低減させることが可能となる。

【0078】

e) 次に、本実施例の燃料電池システムの制御による効果を説明する。

本実施例では、水タンク 15 に第 1 凍結防止ヒータ 17 を備えるとともに、第 3 の管路 27c に第 2 凍結防止ヒータ 23 を備えている。

【0079】

そして、本実施例では、燃料電池 3 の運転を停止した場合には、改質水ポンプ 19 を逆転駆動して、改質水を水タンク 15 側に引き込む動作を行う。これにより、第 2 凍結防止ヒータ 23 から改質器 5 に到る第 3 の管路 27c には、改質水が存在しないので、その位置における改質水の凍結が防止される。

【0080】

また、燃料電池 3 の運転を停止した場合に、外気温度がポンプ駆動判定値 ($T1a$) 以下のときには、改質水ポンプ 19 による往復流通の動作を行うので、改質水の凍結を防止することができる。

10

【0081】

更に、本実施例では、改質水の温度がヒータ駆動判定値 ($T2a$) 以下の場合には、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 に通電して改質水を暖めるので、改質水の凍結を防止することができる。

【0082】

つまり、本実施例では、改質水の温度がヒータ駆動判定値 ($T2a$) 以下の場合には、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 による改質水の加熱と、改質水ポンプ 19 による加熱された改質水の往復流動とを同時に行うので、両ヒータ 17、23 による局所的な加熱を抑制して、必要な加熱範囲 (水タンク 15 や水フィルタ 21 等) を効果的に加熱して、改質水の凍結を防止することができる。

20

【0083】

また、本実施例では、改質水ポンプ 19 と第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 の動作判定を行う温度の判定値が異なるため、外気温度が低下した際に改質水ポンプ 19 の往復動作を開始して、凍結防止の予防運転を実施し、改質水の温度が氷点付近まで低下した際に、両ヒータ 17、23 に通電しているので、余分な電力消費を抑えることができる。

【0084】

更に、改質水ポンプ 19 によって改質水を往復流動させることで、不要なバイパス経路を設けることなく、加熱した改質水を凍結させたくない区間へ送水することができるため、システムの小型化が可能となる。

30

【0085】

その上、第 1、第 2 凍結防止ヒータ 17、23 を制御することで、凍結の恐れがある場合にのみ改質水の加熱ができるため、効率的な両ヒータ 17、23 への通電が可能となり、無駄な電力消費を抑えることができる。しかも、改質水を往復流動させる範囲のみ加熱すればよいので、小さい熱量の両ヒータ 17、23 を使用すればよく、この点からも、消費電力を低減することができる。

【0086】

つまり、本実施例では、簡易な構成で、暖めたい部位を効率よく暖めて、改質水の凍結を防止できるという顕著な効果を奏する。

40

【実施例 2】

【0087】

次に、実施例 2 について説明するが、前記実施例 1 と同様な内容の説明は省略する。

図 6 に示す様に、本実施例の燃料電池システム 41 は、前記実施例 1 と同様に、燃料電池 43 と改質器 45 とが、断熱容器 47 に収納されている。

【0088】

また、断熱容器 47 の外部には、同様に、空気ポンプ 49、燃料ポンプ 51、熱交換器 53、改質水タンク 55、第 1 凍結防止ヒータ 57、改質水ポンプ 59、水フィルタ 61、第 2 凍結防止ヒータ 63、排気ファン 65 などを備えるとともに、第 1 温度センサ 67 及び第 2 温度センサ 69 も備えている。

50

【 0 0 8 9 】

特に本実施例では、第 2 凍結防止ヒータ 6 3 は、改質水ライン 7 1 のうち、改質水ポンプ 5 9 と水フィルタ 6 1 との間の第 2 の管路 7 1 b に配置されている。

本実施例においても、前記実施例 1 と同様な制御を行うので、同様な効果が得られる。

【 0 0 9 0 】

なお、運転停止時に、改質水を引く込む制御を行う際には、改質水を水フィルタ 6 1 の改質器 4 5 側の開口端 6 1 a まで引き込むようにする。

また、改質水を往復流動させる場合には、第 2 凍結防止ヒータ 6 3 にて暖められた改質水が、水フィルタ 6 1 中に到るように制御する。

【 実施例 3 】

10

【 0 0 9 1 】

次に、実施例 3 について説明するが、前記実施例 2 と同様な内容の説明は省略する。

図 7 に示す様に、本実施例の燃料電池システム 8 1 は、前記実施例 2 と同様に、燃料電池 8 3 と改質器 8 5 とが、断熱容器 8 7 に収納されている。

【 0 0 9 2 】

また、断熱容器 8 7 の外部には、同様に、空気ポンプ 8 9、燃料ポンプ 9 1、熱交換器 9 3、改質水タンク 9 5、改質水ポンプ 9 7、第 2 凍結防止ヒータ 9 9、水フィルタ 1 0 1、排気ファン 1 0 3 などを備えるとともに、第 1 温度センサ 1 0 5 及び第 2 温度センサ 1 0 7 も備えている。

【 0 0 9 3 】

20

特に本実施例では、水タンク 9 5 には、第 1 凍結防止ヒータが配置されておらず、単一の第 2 凍結防止ヒータ 9 9 にて改質水の加熱を行っている。

本実施例においても、前記実施例 2 と同様な制御を行うので、同様な効果が得られるとともに、構成を簡易化できるという利点がある。

【 0 0 9 4 】

なお、改質水を往復流動させる場合には、第 2 凍結防止ヒータ 9 9 にて暖められた改質水が、水タンク 9 5 中や水フィルタ 1 0 1 中に到るように制御する。

なお、これとは別に、第 2 凍結防止フィルタを、水タンク 9 5 と改質水ポンプ 9 7 の間の（改質水ライン 1 0 9 の）第 1 の管路 1 0 9 a に配置してもよい。

【 0 0 9 5 】

30

これにより、水タンク 9 5 内の改質水も同時に加熱することができるので、第 1 凍結防止ヒータが無くとも、凍結防止の効果が十分に得られる。

【 実施例 4 】

【 0 0 9 6 】

次に、実施例 4 について説明するが、前記実施例 1 と同様な内容の説明は省略する。

図示しないが、本実施例の燃料電池システムは、前記実施例 1 の様に、第 1 温度センサによって検出した改質水温度に基づいて、（第 1、第 2）凍結防止ヒータのオン・オフを制御するのでなく、バイメタルを利用した機械式サーモスタットを利用して、凍結防止ヒータのオン・オフの制御を行うものである。

【 0 0 9 7 】

40

具体的には、例えば（第 1 の管路における）改質水温度によってサーモスタットが、凍結防止ヒータから電源に到る電気回路をオン・オフするように構成しておき、改質水温度が低下した場合には、凍結防止ヒータをオンし、改質水温度が上昇したら、凍結防止ヒータをオフするように構成する。

【 0 0 9 8 】

これによって、構成を簡易化できるという利点がある。

ただし、上述した方法の場合には、凍結防止ヒータへの通電状態を判定できないので、改質水ポンプを往復駆動する制御に支障がある。

【 0 0 9 9 】

そのため、上述した方法の場合には、通電を監視するセンサ（例えば、経路の電流を測

50

定するクランプ式電流センサ)を、サーモスタットと凍結防止ヒータとの間の電気回路に取り付け、実際に凍結防止ヒータへの通電がなされているか否かを示す信号を、制御装置に取り込むようにする。

【 0 1 0 0 】

或いは、凍結防止ヒータの通電停止を判定するヒータ停止判定値 T_{2a} よりも、改質水ポンプの往復動作の停止を判定するポンプ停止判定値 T_{1b} を十分 (例えば、15 程度) 高くすることで、前述のような局所的な加熱を防止することができる。なお、一般的なサーモスタットのバラつき範囲 (例えば、 ± 10) よりも高くすることができる。

【 0 1 0 1 】

以上、本発明の実施例について説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、種々の態様を採ることができる。

10

例えば凍結防止ヒータは、水タンク、第1の管路、第2の管路、第3の管路のうち、少なくとも1箇所に配置すればよい。

【符号の説明】

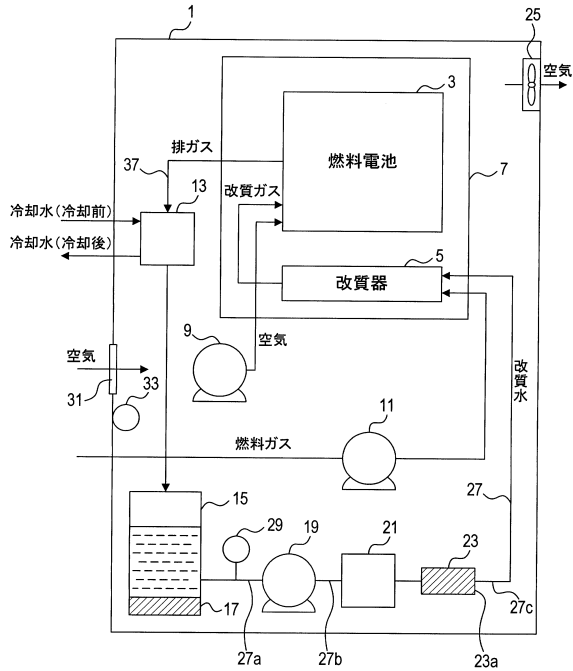
【 0 1 0 2 】

- 1、41、81 ... 燃料電池システム
- 3、43、83 ... 燃料電池
- 5、45、85 ... 改質器
- 13、53、93 ... 熱交換器
- 15、55、95 ... 水タンク
- 17、57 ... 第1凍結防止ヒータ
- 19、59、97 ... 改質水ポンプ (純水供給ポンプ)
- 21、61、101 ... 水フィルタ
- 23、63、99 ... 第2凍結防止ヒータ
- 25、65、103 ... 排気ファン
- 27、71、109 ... 改質水ライン
- 27a、109a ... 第1の管路
- 27b、71b ... 第2の管路
- 27c ... 第3の管路
- 29、67、105 ... 第1温度センサ (水温センサ)
- 33、69、107 ... 第2温度センサ (気温センサ)

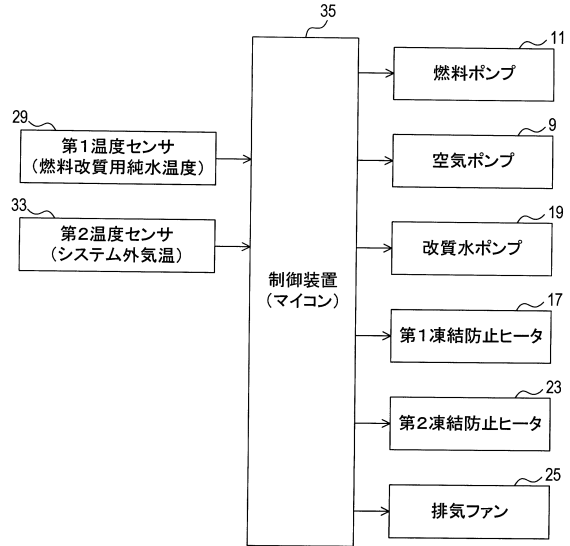
20

30

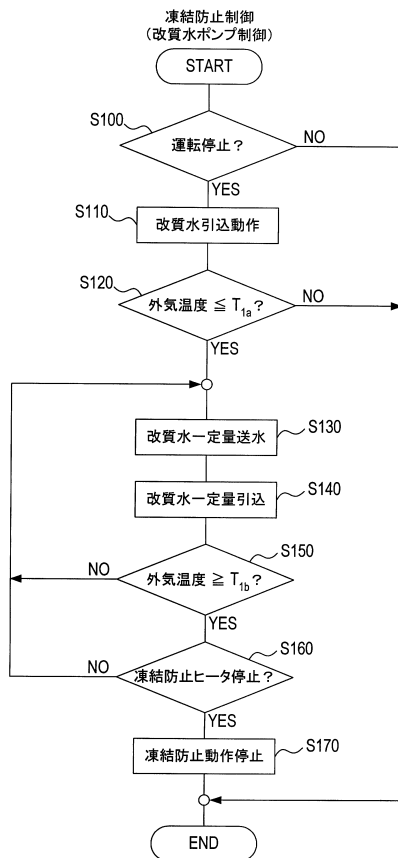
【図 1】



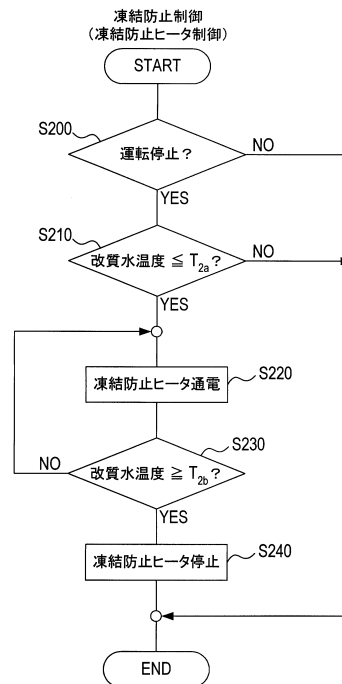
【図 2】



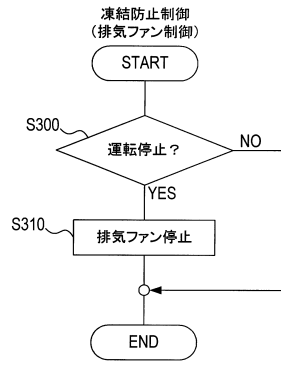
【図 3】



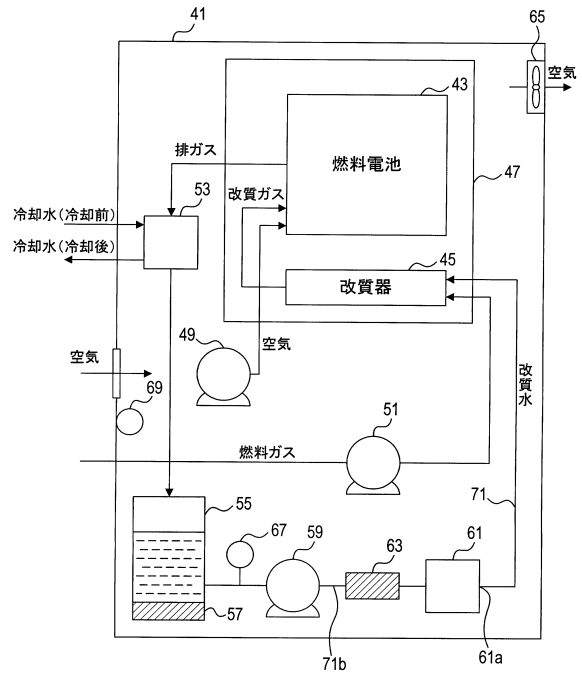
【図 4】



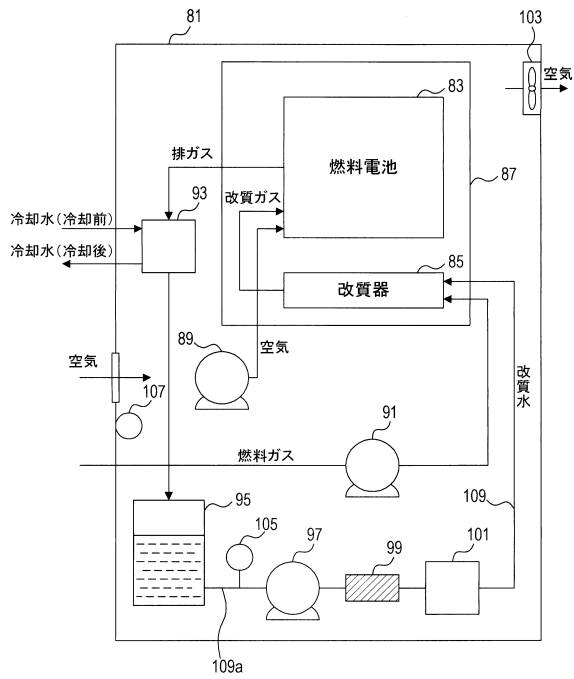
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 M 8/12

(72)発明者 西島 大

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 早川 俊高

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社内

審査官 相羽 昌孝

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 5 5 8 4 7 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 2 5 9 5 8 6 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 0 0 7 2 2 2 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 2 7 7 6 7 2 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 0 5 6 8 6 6 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 2 4 5 8 0 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4