

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-191765  
(P2015-191765A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int. Cl.	F 1		テーマコード (参考)		
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04	Z	5 H 0 2 6		
HO 1 M 8/06 (2006.01)	HO 1 M 8/06	W	5 H 1 2 7		
HO 1 M 8/12 (2006.01)	HO 1 M 8/12				

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2014-67798 (P2014-67798)  
(22) 出願日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)

(71) 出願人 000004444  
J X 日鉱日石エネルギー株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目6番3号  
(74) 代理人 100088155  
弁理士 長谷川 芳樹  
(74) 代理人 100113435  
弁理士 黒木 義樹  
(74) 代理人 100128381  
弁理士 清水 義憲  
(74) 代理人 100169454  
弁理士 平野 裕之  
(74) 代理人 100162640  
弁理士 柳 康樹

最終頁に続く

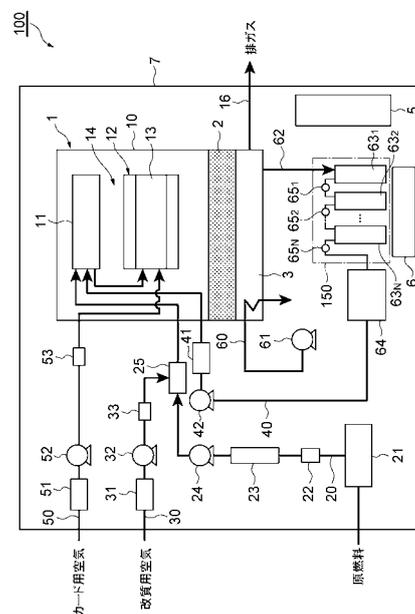
(54) 【発明の名称】 燃料電池装置のメンテナンス最適化方法

(57) 【要約】

【課題】設置場所に基づいて燃料電池装置のメンテナンスを適切に行うことができる、燃料電池装置のメンテナンス最適化方法を提供する。

【解決手段】燃料電池装置 100 のメンテナンス最適化方法では、設置場所へ組み込まれた燃料電池装置 100 に対して検査用運転を行う。また、検査用運転でのシステム稼働時間と浄水部 63 におけるイオン交換樹脂での破過を検出する検出部 65 での検出結果とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正する。これによって、燃料電池装置 100 の出荷前には設置場所での原燃料に含まれる窒素量が不明であったとしても、検査用運転を行うことによって、設置場所に応じてメンテナンスの条件を最適なものに補正することができる。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

原燃料と酸化剤との電気化学反応によって発電を行う燃料電池スタックを有する発電部と、

前記燃料電池スタックで反応流体の一つとして用いられる凝縮水から、少なくともアンモニウムイオンを除去するイオン交換樹脂を有する浄水部と、を備える水自立式の燃料電池装置について、

交換時期について予め定めた標準値、及び前記イオン交換樹脂の交換量について予め定めた標準値に基づいて前記イオン交換樹脂を定期的に交換するメンテナンスを、設置場所に基づいて最適化するメンテナンス最適化方法であって、

前記浄水部を複数段設けると共に、それぞれの前記浄水部における前記イオン交換樹脂の破過を検出する検出部を設け、

前記設置場所へ組み込まれた前記燃料電池装置に対して検査用運転を行い、

前記検査用運転でのシステム稼働時間と前記検出部での検出結果とに基づいて、メンテナンス時における前記イオン交換樹脂の交換量の前記標準値、及び前記イオン交換樹脂の交換時期の前記標準値の少なくとも一方を補正する、燃料電池装置のメンテナンス最適化方法。

**【請求項 2】**

前記検査用運転において、前記複数段の浄水部のうち、少なくとも一つの前記浄水部の前記イオン交換樹脂の破過を前記検出部によって検出すると共に、破過へ至るまでの前記システム稼働時間を破過時間として取得し、

破過した前記浄水部での前記イオン交換樹脂の量と、取得された前記破過時間とに基づいて、メンテナンス時における前記イオン交換樹脂の交換量の前記標準値、及び前記イオン交換樹脂の交換時期の前記標準値の少なくとも一方を補正する、請求項 1 に記載の燃料電池装置のメンテナンス最適化方法。

**【請求項 3】**

前記検査用運転において、検査用のシステム稼働時間として予め設定された設定時間に基づいて前記燃料電池装置の運転を行い、

前記設定時間と、前記検出部での検出結果とに基づいて、メンテナンス時における前記イオン交換樹脂の交換量の前記標準値、及び前記イオン交換樹脂の交換時期の前記標準値の少なくとも一方を補正する、請求項 1 に記載の燃料電池装置のメンテナンス最適化方法。

**【請求項 4】**

前記検査用運転は、第 1 の検査用運転及び第 2 の検査用運転を含み、

前記第 1 の検査用運転において、前記複数段の浄水部のうち、少なくとも一つの前記浄水部の前記イオン交換樹脂の破過を前記検出部によって検出すると共に、破過へ至るまでの前記システム稼働時間を破過時間として取得し、

前記第 2 の検査用運転において、検査用のシステム稼働時間として予め設定された設定時間に基づいて前記燃料電池装置の運転を行い、前記検出部での検出結果に基づいて、複数の前記浄水部のそれぞれの前記イオン交換樹脂の破過状態を取得し、

前記第 1 の検査用運転で取得された前記破過時間と、前記第 2 の検査用運転で取得された前記破過状態に基づいて、前記イオン交換樹脂の良否又は前記燃料電池装置内のシステム構造上の異常を判定する、請求項 1 に記載の燃料電池装置のメンテナンス最適化方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料ガスと酸化剤ガスを反応させて発電を行なう燃料電池装置に使用するイオン交換樹脂における設置環境に相応したメンテナンスの最適化方法に関し、さらには設置場所における複数の検査用運転結果情報を基にイオン交換樹脂の交換量、メンテナン

10

20

30

40

50

ス時期の最適化を行なう燃料電池装置のメンテナンス最適化方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の燃料電池として、原燃料と酸化剤との電気化学反応によって発電を行う燃料電池スタックを有する発電部を備えた燃料電池装置が知られている（特許文献1）。この特許文献1には、排熱回収部からの凝縮水を燃料電池スタックで反応流体の一つとして用いる水自立式の燃料電池装置が記載されている。このような燃料電池装置では、イオン交換樹脂で凝縮水を浄化する浄水部が設けられる場合がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-117792号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、上述のようにイオン交換樹脂を有する浄水部を設ける場合、破過したイオン交換樹脂を定期的に交換するメンテナンスを行う必要がある。しかしながら、燃料電池装置の設置場所や設置環境によっては、供給される原燃料の成分の差異によって、燃料電池装置の原燃料に含まれる窒素量が異なる場合や、装置の構成、性能上の違いで凝縮水に含まれるアンモニウムイオンの量が異なる場合がある。従って、燃料電池装置の出荷時に設定しておいたメンテナンスの内容（メンテナンス時期やイオン交換樹脂の交換量）が、設置場所や設置環境によっては最適ではない場合があった。

【0005】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、設置場所や設置環境に基づいた燃料電池装置のメンテナンスを適切に行うことができる、燃料電池装置のメンテナンス最適化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】

【0006】

本発明に係る燃料電池装置のメンテナンス最適化方法は、原燃料と酸化剤との電気化学反応によって発電を行う燃料電池スタックを有する発電部と、燃料電池スタックで反応流体の一つとして用いられる凝縮水から、少なくともアンモニウムイオンを除去するイオン交換樹脂を有する浄水部と、を備える水自立式の燃料電池装置について、交換時期について予め定めた標準値、及びイオン交換樹脂の交換量について予め定めた標準値に基づいてイオン交換樹脂を定期的に交換するメンテナンスを、設置場所に基づいて最適化するメンテナンス最適化方法であって、浄水部を複数段設けると共に、それぞれの浄水部におけるイオン交換樹脂の破過を検出する検出部を設け、設置場所へ組み込まれた燃料電池装置に対して検査用運転を行い、検査用運転でのシステム稼働時間と検出部での検出結果とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正する。

【0007】

ここで、本発明者らは、鋭意研究の結果、原燃料中の窒素量とイオン交換樹脂によるアンモニウムイオンの吸着量との間に一定の関係があることを見出した。また、そのような関係により、本発明者らは、システム稼働時間とイオン交換樹脂の破過の度合いに基づいて、メンテナンスの交換時期の標準値やイオン交換樹脂の交換量の標準値の最適化を行えることを見出した。そこで、本発明に係る燃料電池装置のメンテナンス最適化方法では、設置場所へ組み込まれた燃料電池装置に対して検査用運転を行い、検査用運転でのシステム稼働時間と浄水部におけるイオン交換樹脂の破過を検出する検出部での検出結果とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正する。これによって、燃料電池装置の出荷前には設置場所での原燃料に含まれる窒素量が不明であったとしても、検査用運転を行うこ

10

20

30

40

50

とによって、設置場所や設置環境に応じてメンテナンスの条件を最適なものに補正することができる。また、燃料電池装置において、浄水部を複数段設けると共に、それぞれの浄水部におけるイオン交換樹脂の破過を検出する検出部を設ける。このような構成とすることにより、燃料電池装置が有する全イオン交換樹脂のうち、各段毎にどの程度のイオン交換樹脂が破過したかを検出部で容易に検出することができ、メンテナンスの条件を最適化するための検査を容易に行うことができる。以上により、設置場所や設置環境に基づいた燃料電池装置のメンテナンスを適切に行うことができる。

#### 【0008】

本発明に係る燃料電池装置のメンテナンス最適化方法では、検査用運転において、複数段の浄水部のうち、少なくとも一つの浄水部のイオン交換樹脂の破過を検出部によって検出すると共に、破過へ至るまでのシステム稼働時間を破過時間として取得し、破過した浄水部でのイオン交換樹脂の量と、取得された破過時間とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正してよい。このような方法によれば、分割された浄水部の内、検査用運転で使用した浄水部の破過時間経過後も、残りの浄水部が凝縮水の浄化を継続して行うことができるため、メンテナンス最適化に必要な情報を取得した後も、運転を停止すること無しに燃料電池装置の稼働を継続することができる。さらに、検査用運転で使用するイオン交換樹脂量は多段化された一部の浄水部のみに限定して使用することが出来るので、全体量よりも少ない量で運転することから、破過時間、破過量を縮小して検査が実施出来き、短い時間で経済的に現地情報を取得する事ができる。

10

20

#### 【0009】

本発明に係る燃料電池装置のメンテナンス最適化方法では、検査用運転において、検査用のシステム稼働時間として予め設定された設定時間に基づいて燃料電池装置の運転を行い、設定時間と、検出部での検出結果とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正してよい。上述の構成によれば、限られた検査時間内で完了できる検査用運転を実施することができ、スケジュールに則した検査用運転が可能となる。また、実際のメンテナンス時間を検査時間に設定した場合は、現地における実際のイオン交換樹脂の破過量が測定できるので、想定すること無しにイオン交換樹脂の樹脂量を把握する事ができる。

30

40

#### 【0010】

本発明に係る燃料電池装置のメンテナンス最適化方法では、検査用運転は、第1の検査用運転及び第2の検査用運転を含み、第1の検査用運転において、複数段の浄水部のうち、少なくとも一つの浄水部のイオン交換樹脂の破過を検出部によって検出すると共に、破過へ至るまでのシステム稼働時間を破過時間として取得し、第2の検査用運転において、検査用のシステム稼働時間として予め設定された設定時間に基づいて燃料電池装置の運転を行い、検出部での検出結果に基づいて、複数の浄水部のそれぞれのイオン交換樹脂の破過状態を取得し、第1の検査用運転で取得された破過時間と、第2の検査用運転で取得された破過状態に基づいて、イオン交換樹脂の良否又は燃料電池装置内のシステム構造上の異常を判定してよい。上述の構成によれば、燃料電池装置のシステム構造上の異常（例えば、流路システム、凝縮水の異常）及び、イオン交換樹脂の良否等の外的要因である不具合をまず除外した上で、メンテナンスの最適化を行うことができる。よって、設置場所や設置環境に対応したイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の補正をより正確に行なうことができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

本発明によれば、設置場所や設置環境に基づいて燃料電池装置のメンテナンスを適切に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

【図1】図1は、本発明の実施形態における燃料電池装置のブロック図である。

50

【図 2】図 2 は、システム稼働時間とイオン交換樹脂の破過の関係を示すグラフである。

【図 3】図 3 は、第 1 の制御の内容を示すフローチャートである。

【図 4】図 4 は、第 2 の制御の内容を示すフローチャートである。

【図 5】図 5 は、第 3 の制御の内容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】

【0013】

図 1 は、本発明の実施形態における燃料電池装置のブロック図である。なお、本実施形態では、燃料電池装置として、家庭用電源として用いられ得る固体酸化物形燃料電池（S O F C）を備える燃料電池装置を例にとって説明するが、燃料電池装置の種類はこれに限らない。例えば、燃料電池装置として、固体高分子形燃料電池（P E F C）を備える燃料電池装置等の種類の燃料電池装置を採用してもよい。

10

【0014】

図 1 に示すように、燃料電池装置 100 は、発電部 1 と、排ガス処理部 2 と、熱交換器 3 と、パワーコンディショナー（以下、「P C S」という）5 と、制御ユニット 6 と、箱状の筐体 7 と、を含んで構成される。発電部 1 は、後述する燃料電池スタック 12 を含む。排ガス処理部 2 では、発電部 1 より排出される排ガスが浄化される。熱交換器 3 では、排ガス処理部 2 にて浄化された排ガスの熱を回収して温水を得る。P C S 5 では、発電部 1 の発電電力を取り出す。筐体 7 は、発電部 1、排ガス処理部 2、熱交換器 3、P C S 5、及び制御ユニット 6 を収容する。なお、図 1 は燃料電池装置 100 の各構成部品のブロック図であるため、各構成部品の位置関係は模式的に示されている。

20

【0015】

筐体 7 内の発電部 1 は、箱状のケーシング 10 内に、改質器 11 と、燃料電池スタック 12（複数の燃料電池セル 13 の組立体）と、オフガス燃焼部 14 とを配置して構成される。すなわち、ケーシング 10 は、発電部 1 の外枠体であり、改質器 11 と、燃料電池スタック 12 と、オフガス燃焼部 14 とを取り囲んでいる。ケーシング 10 は耐熱性金属により形成され得る。ここで、燃料電池スタック 12 及び燃料電池セル 13 は、本発明の燃料電池に対応するものである。

【0016】

図 1 に示すように、筐体 7 の外部からケーシング 10 の内部へ、原燃料の供給流路 20 が設けられている。ここで、原燃料としては、例えば、炭化水素系燃料が用いられる。炭化水素系燃料としては、分子中に炭素と水素とを含む化合物（酸素等、他の元素を含んでもよい）若しくはそれらの混合物が用いられ、例えば、炭化水素類、アルコール類、エーテル類、バイオ燃料が挙げられる。具体的には、炭化水素類として、メタン、エタン、プロパン、ブタン、天然ガス、L P G（液化石油ガス）、都市ガス、ガソリン、ナフサ、灯油、軽油が挙げられる。アルコール類として、メタノール、エタノールが挙げられる。エーテル類として、ジメチルエーテルが挙げられる。バイオ燃料として、バイオガス、バイオエタノール、バイオディーゼル、バイオジェットが挙げられる。

30

【0017】

図 1 に示すように、原燃料の供給流路 20 のうち筐体 7 の内部に位置する部分には、上流側から下流側に向かって順に、脱硫器 21 と、流量センサ 22 と、バッファタンク 23 と、ポンプ等によって構成される原燃料供給部 24 と、混合タンク 25 とが設けられている。脱硫器 21 では、原燃料中の硫黄化合物が除去される。流量センサ 22 では、原燃料の流量が検出される。この流量センサ 22 からの流量検出信号は、図示しない信号線を介して、制御ユニット 6 に伝達される。バッファタンク 23 は、原燃料の供給流路 20 と比較して断面積が大きく形成されており、原燃料の脈動を抑制する機能を有する。混合タンク 25 では、原燃料と、後述する改質用空気の供給流路 30 からの改質用空気とが混合される。

40

【0018】

図 1 に示すように、筐体 7 の外部から混合タンク 25 へ、改質用空気の供給流路 30 が設けられている。改質用空気の供給流路 30 のうち筐体 7 の内部に位置する部分には、上

50

流側から下流側に向かって順に、エアフィルタ31と、ポンプ等によって構成される改質用空気供給部32と、流量センサ33とが設けられている。エアフィルタ31は、空気中の異物を除去する機能を有する。流量センサ33では、改質用空気の流量が検出される。この流量センサ33からの流量検出信号は、図示しない信号線を介して、制御ユニット6に伝達される。

#### 【0019】

図1に示すように、筐体7内の後述する水タンク64からケーシング10内へ、水蒸気改質用の水（改質水）の供給流路40が設けられている。筐体7内における改質水の供給流路40には、改質用水供給部42が設けられている。改質水の流量を検出する必要がある場合には、流量センサ41が改質水の供給流路40に更に設けられる。流量センサ41では、改質水の流量が検出される。この流量センサ41からの流量検出信号は、図示しない信号線を介して、制御ユニット6に伝達される。

10

#### 【0020】

図1に示すように、筐体7の外部からケーシング10の内部へ、カソード用空気の供給流路50が設けられている。ここで、カソード用空気の供給流路50は、その下流側の端部が、燃料電池セル13の空気極（カソード）に臨んでいる。カソード用空気の供給流路50のうち筐体7の内部に位置する部分には、上流側から下流側に向かって順に、エアフィルタ51と、カソード用空気供給部52と、流量センサ53とが設けられている。エアフィルタ51は、空気中の異物を除去する機能を有する。流量センサ53では、カソード用空気の流量が検出される。この流量センサ53からの流量検出信号は、図示しない信号線を介して、制御ユニット6に伝達される。ここにおいて、カソード用空気の供給流路50を流れる空気は、後述する燃料電池セル13の空気極に供給される酸化剤である。

20

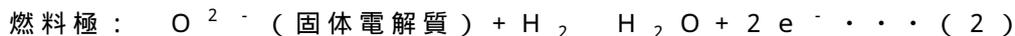
#### 【0021】

図1に示す改質器11は、耐熱性金属により形成されたケース内の空間に改質触媒を充填して構成されている。改質器11には、原燃料及び改質水の供給流路20, 40が接続されている。従って、改質器11は、水を気化させて得た水蒸気の存在下で、原燃料を水蒸気改質反応により改質し、水素リッチな燃料ガス（改質ガス）を生成する。尚、水蒸気改質反応に替えて、部分酸化反応又は自己熱改質反応など、更にはこれらの改質反応の組み合わせなど、水素発生手法として公知な手法によって改質ガスを生成してもよい。ここにおいて、改質器11で生成される改質ガスは、後述する燃料電池セル13の燃料極に供給される水素含有燃料である。

30

#### 【0022】

燃料電池スタック12は、複数の固体酸化物形燃料電池セル13を直列及び/又は並列に接続してなる組立体である。各セル13は、固体酸化物電解質の両面に燃料極（アノード）と空気極（カソード）を積層してなる。燃料極には改質器11出口からの改質ガスの供給流路15により改質ガスが供給される。空気極には、カソード用空気の供給流路50により空気が供給される。従って、燃料電池セル13の各々において、空気極にて、下記(1)式の電気化学反応が生起され、燃料極にて、下記(2)式の電気化学反応が生起されて、発電がなされる。



40

#### 【0023】

オフガス燃焼部14は、ケーシング10内に設けられている。オフガス燃焼部14では、燃料電池スタック12での余剰の改質ガス（アノードオフガス）を余剰の空気の存在下で燃焼させる。ケーシング10は、オフガス燃焼部14で発生する燃焼熱により、改質器11及び燃料電池スタック12を高温状態に維持する。

#### 【0024】

ケーシング10には、その内部での燃焼によって生成された高温の排ガスを浄化する排ガス処理部2が接続されている。排ガス処理部2は、例えば、金属製のケース内の室に燃焼触媒を充填して構成される。排ガス処理部2では、排ガス中に含まれる一酸化炭素や水

50

素などの成分が、燃焼触媒により浄化処理される。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、排ガス処理部 2 には、排ガス処理部 2 で処理された後の排ガスと水とで熱交換を行う熱交換器 3 が接続されている。熱交換器 3 では、発電部 1 の廃熱（燃料電池スタック 1 2 で発生する熱を含む排ガスの熱）を回収して温水を得る。熱交換器 3 を通過した排ガスは、排ガス流路 1 6 を介して、筐体 7 の外部に排出される。

【 0 0 2 6 】

熱交換器 3 は、図示しない給湯装置（筐体 7 とは別の筐体）の貯湯槽と熱媒体循環流路 6 0 により接続されている。筐体 7 内の熱媒体循環流路 6 0 には、適宜の供給量制御装置としてのポンプ 6 1 が設けられている。

10

【 0 0 2 7 】

熱交換器 3 内の排ガス流路では、熱媒体循環流路 6 0 との熱交換により排ガス中の水分が凝縮する。このため、熱交換器 3 内の排ガス流路の途中には、凝縮水の回収流路 6 2 が接続されている。筐体 7 内の凝縮水の回収流路 6 2 には、浄水ユニット 1 5 0 が設けられている。浄水ユニット 1 5 0 はイオン交換樹脂を用いて凝縮水を浄化する。浄水ユニット 1 5 0 の詳細な構成については後述する。また、筐体 7 内の凝縮水の回収流路 6 2 の下流端は水タンク 6 4 に接続されている。

【 0 0 2 8 】

熱交換器 3 での熱交換により生成された凝縮水は、凝縮水の回収流路 6 2 を通り、浄水ユニット 1 5 0 で処理されて、水タンク 6 4 に貯留される。水タンク 6 4 に貯留された水は、前述の改質用水供給部 4 2 により吸引され、改質水の供給流路 4 0 を通って、改質器 1 1 に供給される。このように、燃料電池装置 1 0 0 は、凝縮水を反応流体の一つとして発電を行う。

20

【 0 0 2 9 】

P C S 5 は、発電部 1 の燃料電池スタック 1 2 で発生した直流電力を取り出すものである。また、P C S 5 はインバータを備え、直流電力を交流電力に変換して、図示しない家庭内負荷（電気機器）に供給する。尚、燃料電池スタック 1 2 の発電電力が家庭内負荷の需要電力に満たない場合は、不足分として、図示しない系統電源からの系統電力が家庭内負荷に供給される。

【 0 0 3 0 】

制御ユニット 6 は、燃料電池スタック 1 2 の発電電力や、熱交換に用いる熱媒体を循環させるためのポンプ 6 1 の運転などを制御するものである。制御ユニット 6 はマイクロコンピュータにより構成される。このマイクロコンピュータは CPU、ROM、RAM、及び入出力インターフェイスなどを備えている。

30

【 0 0 3 1 】

制御ユニット 6 による発電電力の制御は、供給部 2 4 , 3 2 , 4 2 を介して改質器 1 1 への原燃料、改質水、改質用空気の供給量を制御して、燃料電池スタック 1 2 への改質ガス（アノードガス）の供給量を制御することによって、また、カソード用空気供給部 5 2 を介して燃料電池スタック 1 2 への空気（カソードガス）の供給量を制御することによって、行われる。従って、制御ユニット 6 は、家庭内負荷の需要電力に応じて、定格最大発電電力の範囲内で、燃料電池スタック 1 2 の発電電力目標値を設定し、これに従って（発電電力目標値を得るように）、燃料、水、及び空気の供給量を制御することにより、燃料電池スタック 1 2 の発電電力を制御する。

40

【 0 0 3 2 】

制御ユニット 6 はまた、P C S 5 を制御する。具体的には、燃料電池スタック 1 2 の発電電力目標値に基づいて、燃料電池スタック 1 2 から取り出す電流を設定・制御する。より詳しくは、燃料電池スタック 1 2 の発電電力目標値を燃料電池スタック 1 2 の出力電圧（瞬時値）で除算して、電流目標値を設定し、この電流目標値に従って、燃料電池スタック 1 2 から取り出す電流を制御する。

【 0 0 3 3 】

50

次に、本実施形態に係る燃料電池装置 100 のメンテナンス最適化方法について説明する。本実施形態に係る燃料電池装置 100 は、燃料電池スタックで反応流体の一つとして用いられる水に関し、外部から順次供給される水ではなく、装置内で回収された凝縮水を用いる水自立式の燃料電池装置である。従って、燃料電池装置 100 は、凝縮水を浄化するためにイオン交換樹脂を用いて浄化する浄水ユニット 150 を備えている。このような燃料電池装置 100 に対しては、交換時期について予め定めた標準値及びイオン交換樹脂の交換量について予め定めた標準値に基づいてイオン交換樹脂を定期的に交換するメンテナンスが行われる。ここで、交換時期について予め定めた標準値とは、燃料電池装置 100 中のイオン交換樹脂の種類や量に応じて設定される標準的な交換時期である。交換量について予め定めた標準値とは、燃料電池装置 100 中のイオン交換樹脂の種類や量に応じて設定される標準的な交換量である。従って、メンテナンスは、定められた標準値に基づく交換時期に、標準値に基づく交換量のイオン交換樹脂を交換することで実行される。交換時期についての標準値やイオン交換樹脂の交換量についての標準値は、特に具体的な値に限定されるものではなく、燃料電池装置 100 に応じて任意に設定してよい。

10

20

30

40

50

#### 【0034】

ここで、イオン交換樹脂は、凝縮水から少なくともアンモニウムイオンを除去するものである。具体的には、イオン交換樹脂として、アニオン樹脂、カチオン樹脂などが採用される。凝縮水に含まれるアンモニウムイオンは、原燃料に含有される窒素量に応じて変化する。従って、燃料電池装置 100 が設置される設置場所で用いられる原燃料の窒素量によって、イオン交換樹脂が破過するスピードは変化するため、最適なメンテナンスの条件（イオン樹脂の交換量の標準値、及び交換時期の標準値）は設置場所によって異なる。本実施形態に係る燃料電池装置 100 のメンテナンス最適化方法は、メンテナンスを設置場所や設置環境に基づいて最適化することができる方法である。

#### 【0035】

図 1 に示すように、本実施形態に係る燃料電池装置 100 においては、浄水部 63 が複数段設けられると共に、それぞれの浄水部 63 におけるイオン交換樹脂の破過を検出する検出部 65 が設けられる。具体的には、浄水ユニット 150 が、複数段の浄水部 63<sub>1</sub> ~ 63<sub>N</sub> と、それぞれの浄水部 63<sub>1</sub> ~ 63<sub>N</sub> におけるイオン交換樹脂の破過を検出する検出部 65<sub>1</sub> ~ 65<sub>N</sub> と、を備えている（N は 2 以上の自然数である）。それぞれの浄水部 63<sub>1</sub> ~ 63<sub>N</sub> は、所定量のイオン交換樹脂を有するイオン交換樹脂塔によって構成される。また、それぞれの検出部 65<sub>1</sub> ~ 65<sub>N</sub> は、例えば電気伝導度センサによって構成される。検出部 65<sub>n</sub> は、浄水部 63<sub>n</sub> 中のイオン交換樹脂の全量が破過したことを、凝縮水の電気伝導度に基づいて検出する。複数の浄水部 63<sub>1</sub> ~ 63<sub>N</sub> は、互いに直列に接続されている。従って、まず一段目の浄水部 63<sub>1</sub> のイオン交換樹脂が熱交換器 3 から供給された凝縮水とイオン交換を行い、一段目の浄水部 63<sub>1</sub> のイオン交換樹脂が破過したら、次の浄水部 63<sub>2</sub> のイオン交換樹脂がイオン交換を行う。

#### 【0036】

ここで、図 2 に示すグラフを参照して、原燃料に含有される窒素量とイオン交換樹脂によるアンモニウムイオンの吸着量との関係について説明する。図 2 の縦軸は、所定量のイオン交換樹脂で凝縮水の浄化を行ったときに、全体のイオン交換樹脂のうち、破過（アンモニウムイオンを吸着して、それ以上吸着できなくなった状態）したイオン交換樹脂の割合を示している。横軸は燃料電池装置 100 のシステム稼働時間を示す。また、原燃料中の窒素量が a であってイオン交換樹脂量が b の場合を条件 A とし、原燃料中の窒素量が 2a であってイオン交換樹脂量が b の場合を条件 B とし、原燃料中の窒素量が 2a であってイオン交換樹脂量が 2b の場合を条件 C とし、原燃料中の窒素量が a であってイオン交換樹脂量が 2b の場合を条件 D とし、各条件に係るグラフを図 2 に示す。各グラフは、原燃料中の窒素量とイオン交換樹脂量以外の運転条件は同一である。各グラフに示すように、原燃料中の窒素量及びイオン交換樹脂量に応じ、システム稼働時間に比例して、イオン交換樹脂のアンモニウムイオンの吸着量が増加して破過するイオン交換樹脂の量が増えている。また、原燃料中の窒素量とイオン交換樹脂によるアンモニウムイオンの吸着量との間

にも比例関係が成り立つ。

【0037】

条件 A 及び条件 B に係るグラフから理解されるように、原燃料中の窒素量が増加することによって、グラフの傾きが大きくなる。例えば、条件 A において、イオン交換樹脂の全量が破過したときの縦軸の値を  $RT$  とし、そのときのシステム稼働時間を破過時間  $t_1$  とした場合、窒素量が多い条件 B における破過時間  $t_2$  は、破過時間  $t_1$  よりも小さくなる。また、条件 A 及び条件 C に係るグラフから理解されるように、窒素量が増加してもそれに比例してイオン交換樹脂量が増加した場合は、グラフの傾きは略同じとなり、破過時間は略同じとなる。また、条件 A 及び条件 D に係るグラフから理解されるように、イオン交換樹脂量が増加することで、グラフの傾きは小さくなり、条件 D における破過時間は条件 A における破過時間  $t_1$  より長くなる。以上のグラフの関係から分かるように、イオン交換樹脂量と、イオン交換樹脂の吸着量（すなわち、イオン交換樹脂の破過量）と、システム稼働時間とを把握することで、原燃料に含有される窒素量を推定できることが分かる。なお、窒素量を推定するための推定方法は特に限定されず、例えば各パラメータが比例関係を有することに基づいて予め演算用の式を準備しておき、後述の検査用運転で取得されたデータを式に当てはめて演算を行うことによって窒素量を推定してよい。あるいは、予め測定しておいたデータマップや表を記憶しておき、検査用運転で取得されたデータとデータマップ等とを照会することによって、窒素量を推定してもよい。あるいは、データマップや表と演算とを組み合わせることで窒素量を推定してもよい。

10

【0038】

本実施形態に係る燃料電池装置 100 のメンテナンス最適化方法の流れについて説明する。まず、燃料電池装置 100 が目的の設置場所へ設置される前の出荷時においては、設置場所で供給される原燃料に含有される窒素量が不明な状態である。従って、暫定的にイオン交換樹脂の交換時期の標準値及びイオン交換樹脂量の標準値（以降の説明では、これらを「メンテナンス条件」と称することがある）が設定されている。この時のメンテナンス条件は、設置場所の原燃料の窒素量等が考慮されていない値であってよい。燃料電池装置 100 が設置場所へ組み込まれた後、当該設置場所へ組み込まれた燃料電池装置 100 に対して検査用運転が行われる。この検査用運転は、設置場所で供給される原燃料に含有される窒素量を考慮してメンテナンス条件を最適化するために必要なデータを得るための運転である。このような検査用運転を行った後、検査用運転でのシステム稼働時間と検出部 65 での検出結果とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正する。以降では、具体的なメンテナンス最適化方法の一例として、第 1 の最適化方法、第 2 の最適化方法、及び第 3 の最適化方法について説明する。

20

30

【0039】

[ 第 1 のメンテナンス最適化方法 ]

図 3 は、第 1 のメンテナンス最適化方法の制御内容（第 1 の制御）を示すフローチャートである。第 1 のメンテナンス最適化方法では、検査用運転において、複数段の浄水部  $63_1 \sim 63_N$  のうち、初段の浄水部  $63_1$  のイオン交換樹脂の破過を検出部 65<sub>1</sub> によって検出すると共に、破過へ至るまでのシステム稼働時間を破過時間として取得する。また、破過したイオン交換樹脂の量（すなわち、浄水部  $63_1$  のイオン交換樹脂量）と、取得された破過時間とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正する。第 1 のメンテナンス最適化方法では、検査用に破過させるイオン交換樹脂の量を予め設定しておき（ここでは、初段の浄水部  $63_1$  一本分のイオン交換樹脂量）、当該量に係るイオン交換樹脂が破過するのに要する破過時間を取得することによって、原燃料に含有される窒素量を推定することができる。なお、図 3 で示す例においては、初段の浄水部  $63_1$  のイオン交換樹脂が破過する破過時間を取得する場合について例示しているが、複数段の浄水部  $63_1 \sim 63_N$  のうちの少なくとも 1 つの浄水部 63 の破過時間を検出すればよいため、複数本の浄水部 63 の破過時間を検出することとしてもよい。上記の標準値の補正によって、設置

40

50

場所に応じたイオン交換樹脂の破過量と、破過時間との関係が是正される。

【 0 0 4 0 】

図 3 に示すように、燃料電池装置 1 0 0 の制御ユニット 6 は、検査用運転を開始する（ステップ S 1 0）。なお、検査用運転を行う際の初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂量は、検査用の暫定的な量であってよく、どのように設定してもよい。すなわち、浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂の標準量（通常運転時において採用される量）よりも少なくてもよく、同じであってもよく、多くてもよい。図 2 に示すように、イオン交換樹脂の吸着量とシステム稼働時間との間には比例関係が成り立つため、検査用のイオン交換樹脂の量に関わらず、原燃料に含有される窒素量を推定することが可能であるためである。次に、制御ユニット 6 は、検出部 6 5<sub>1</sub> の検出結果に基づいて、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂の全量が破過したか否かを判定する（ステップ S 2 0）。S 2 0 において破過していないと判定された場合、検査用運転が継続され、再び S 2 0 の判定がなされる。一方、S 2 0 において、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂が破過したと判定された場合、制御ユニット 6 は、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂が破過へ至るまでのシステム稼働時間を測定し、破過時間として取得する（ステップ S 3 0）。

10

【 0 0 4 1 】

次に、破過したイオン交換樹脂の量（すなわち、浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂量）及び S 3 0 で取得された破過時間に基づいて、設置場所において供給される原燃料に含有される窒素量の推定が行われる（ステップ S 4 0）。ここでは、破過したイオン交換樹脂のイオン交換樹脂量と破過へ至るまでの破過時間（システム稼働時間）が分かっているため、図 2 に示す関係性に基づいて原燃料に含有される窒素量を推定することが可能である。例えば、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂量が  $b$  であり、破過時間が  $t_1$  であった場合、条件 A に示すグラフの関係より、原燃料中の窒素量は  $a$  であると推定できる。あるいは、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂量が  $b$  であり、破過時間が  $t_2$  であった場合、条件 B に示すグラフの関係より、原燃料中の窒素量は  $2a$  であると推定できる。

20

【 0 0 4 2 】

次に、S 4 0 での推定結果に基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方が補正される（ステップ S 5 0）。例えば、原燃料中の窒素量が多い場合は、一回のメンテナンスと次のメンテナンスまでの間にイオン交換樹脂が破過する量が増える。従って、メンテナンスの周期が短くなるように交換時期の標準値の補正がなされ、あるいは、一回のメンテナンスにおけるイオン交換樹脂の交換量が増加するように交換量の標準値が補正がなされる。または、交換時期の標準値と交換量の標準値の両方の補正がなされてもよい。S 5 0 が終了することで図 3 に示す第 1 の制御が終了する。その後、燃料電池装置 1 0 0 の通常運転が開始され、補正されたメンテナンス条件に基づいて、設置場所や設置環境に応じて最適な条件にてメンテナンスが行われる。

30

【 0 0 4 3 】

なお、S 4 0 及び S 5 0 の処理は、燃料電池装置 1 0 0 の制御ユニット 6 が行ってもよいが、他の制御ユニットが行ってもよい。例えば、設置後の燃料電池装置 1 0 0 を点検する点検員が設置場所を訪問した時に、検査員が、制御ユニット 6 に記録されている検査用運転の結果を取得し、持参の計算機にて S 4 0 及び S 5 0 の演算を行ってもよく、施設に持ち帰って施設での計算機にて S 4 0 及び S 5 0 の演算を行ってもよい。あるいは、S 2 0 で初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂量の破過が検出された時点で燃料電池装置 1 0 0 がセンターヘデータを送信し、センター内で S 4 0 及び S 5 0 が実行されてもよい。あるいは、燃料電池装置 1 0 0 の制御ユニット 6 が S 4 0 及び S 5 0 の演算を行い、補正されたメンテナンス条件をセンターへ送信してもよい。これにより、メンテナンス作業者が、補正されたメンテナンス条件にて適切なメンテナンスを行うことが可能となる。なお、浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂が破過して S 2 0 及び S 4 0 が終了した後も、後段の浄水部 6 3 にてイオン交換可能であるため、引き続き燃料電池装置 1 0 0 の稼働を続行してもよい。

40

50

## 【 0 0 4 4 】

## [ 第 2 のメンテナンス最適化方法 ]

図 4 は、第 2 のメンテナンス最適化方法の制御内容（第 2 の制御）を示すフローチャートである。第 2 のメンテナンス最適化方法では、検査用運転において、検査用のシステム稼働時間として予め設定された設定時間に基づいて燃料電池装置 1 0 0 の運転を行う。また、設定時間と、検出部 6 5 での検出結果とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正する。第 2 のメンテナンス最適化方法では、検査用にシステム稼働時間を予め設定時間として設定しておき、当該設定時間経過時に破過するイオン交換樹脂の量を測定することによって、原燃料に含有される窒素量を推定することができる。このメンテナンス最適化方法を利用することで、限られた検査時間内で検査用運転を実施することができるので、予め設定したスケジュールに則した検査運転が可能となる。

10

## 【 0 0 4 5 】

図 4 に示すように、燃料電池装置 1 0 0 の制御ユニット 6 は、検査用運転を開始する（ステップ S 1 1 0）。なお、検査用運転を行う際に設定される設定時間は、検査用に定めた暫定的な時間であるため、どのように設定してもよい。すなわち、燃料電池装置 1 0 0 の出荷時に設定されているイオン交換樹脂の交換時期の標準値よりも短い時間であってもよく、標準値と同じであってもよく、標準値よりも長くてもよい。図 2 に示すように、イオン交換樹脂の吸着量とシステム稼働時間との間には比例関係が成り立つため、検査用の設定時間に関わらず、原燃料に含有される窒素量を推定することが可能であるためである。次に、制御ユニット 6 は、燃料電池装置 1 0 0 のシステム稼働時間の合計が設定時間を経過したか否かを判定する（ステップ S 1 2 0）。S 1 2 0 において設定時間を経過していないと判定された場合、検査用運転が継続され、再び S 1 2 0 の判定がなされる。

20

## 【 0 0 4 6 】

一方、S 1 2 0 において、設定時間が経過したと判定された場合、制御ユニット 6 は、検出部 6 5<sub>1</sub> の検出結果に基づいて、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂が破過したか否かを判定する（ステップ S 1 3 0）。S 1 3 0 において、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> が破過なかった判定された場合、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂の破過量（アンモニウムイオンの吸着量）の測定が行われる（ステップ S 1 7 0）。なお、ここでの破過量とは、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂のうち、アンモニウムイオンを吸着不能な状態となったイオン交換樹脂の量を示す。S 1 7 0 の後、S 1 9 0 の処理へ移行する。一方、S 1 3 0 において、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> が破過している判定された場合、制御ユニット 6 は、検出部 6 5<sub>n</sub> の検出結果に基づいて、n 段目の浄水部 6 3<sub>n</sub> のイオン交換樹脂が破過したか否かを判定する（ステップ S 1 3 0）。なお、初段の次は 2 段目（すなわち n = 2）の浄水部 6 3<sub>2</sub> の判定がなされる。S 1 4 0 において、n 段目の浄水部 6 3<sub>n</sub> のイオン交換樹脂が破過しなかった判定された場合、n 段目の浄水部 6 3<sub>n</sub> のイオン交換樹脂の破過量（アンモニウムイオンの吸着量）の測定が行われる（ステップ S 1 8 0）。S 1 8 0 の後、S 1 9 0 の処理へ移行する。なお、S 1 7 0 及び S 1 8 0 の測定は、浄水部 6 3 を燃料電池装置 1 0 0 から取り出して所定の測定方法によって測定が行われてよい。S 1 4 0 において、n 段目の浄水部 6 3<sub>n</sub> が破過していると判定された場合、制御ユニット 6 は、判定対象が N 段目（すなわち最後段）に達したか否かを判定する（ステップ S 1 5 0）。S 1 5 0 において、判定対象が N 段目に達していないと判定された場合、判定対象の n のカウントに対して 1 が加算されて再び S 1 4 0 の処理が実行される。一方、S 1 5 0 において、判定対象が N 段目に達したと判定された場合、全ての浄水部 6 3<sub>1</sub> ~ 6 3<sub>N</sub> のイオン交換樹脂が破過したと判断し、S 1 9 0 の処理へ移行する。

30

40

## 【 0 0 4 7 】

次に、システム稼働時間（すなわち設定時間）及び S 1 3 0 ~ S 1 8 0 の処理によって取得されたイオン交換樹脂の破過量に基づいて、設置場所において供給される原燃料に含有される窒素量の推定が行われる（ステップ S 1 9 0）。ここでは、システム稼働時間の設定時間と、当該設定時間経過によるイオン交換樹脂の破過量が分かっているため、図 2

50

に示す関係性に基づいて原燃料に含有される窒素量を推定することが可能である。例えば、浄水ユニット150中のイオン交換樹脂量が $b$ であって、設定時間が $t_s$ であり、イオン交換樹脂の破過量（すなわち吸着量）が $R_1$ であった場合、条件Aに示すグラフの関係より、原燃料中の窒素量は $a$ であると推定できる。あるいは、浄水ユニット150中のイオン交換樹脂量が $b$ であって、設定時間が $t_s$ であり、イオン交換樹脂の破過量（すなわち吸着量）が $R_2$ であった場合、条件Bに示すグラフの関係より、原燃料中の窒素量は $2a$ であると推定できる。

#### 【0048】

次に、S190での推定結果に基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方が補正される（ステップS200）。S200では図2のS50と同様な処理がなされる。S200が終了することで図4に示す第2の制御が終了する。その後、燃料電池装置100の通常運転が開始され、補正されたメンテナンス条件に基づいて、設置場所に応じて最適な条件にてメンテナンスが行われる。なお、S190及びS200の処理は、燃料電池装置100の制御ユニット6が行ってもよいが、第1の制御と同様に、他の制御ユニットが行ってもよい。このメンテナンス最適化方法では、破過したイオン交換樹脂量が浄水部63<sub>n</sub>の $n$ 段単位でしか検知出来ないため（特殊な演算等を行うことなく、検出部65の出力結果のみをそのまま用いる場合）、設置場所において供給される原燃料に含有される窒素量の正確な値を把握する場合は、上述した第1のメンテナンス最適化方法と併用する事でさらに精度が向上する。

#### 【0049】

##### [第3のメンテナンス最適化方法]

図5は、第3のメンテナンス最適化方法の制御内容（第3の制御）を示すフローチャートである。第3のメンテナンス最適化方法では、上述の第1の制御及び第2の制御を用いることによって、メンテナンス条件の最適化を行うと共に燃料電池装置100に関する異常を判定することができる。第3の制御において、検査用運転は、上述の第1の制御による検査方法を実行するための第1の検査用運転、及び上述の第2の制御による検査方法を実行するための第2の検査用運転を含む。すなわち、第1の検査用運転において、複数段の浄水部63<sub>1</sub>～63<sub>N</sub>のうち、少なくとも一つの浄水部63のイオン交換樹脂の破過を検出部65によって検出すると共に、破過へ至るまでのシステム稼働時間を破過時間として取得する。また、第2の検査用運転において、予め設定された設定時間に基づいて燃料電池装置100の運転を行い、検出部65での検出結果に基づいて、複数の浄水部63<sub>1</sub>～63<sub>N</sub>のそれぞれのイオン交換樹脂の破過状態を取得する。また、第1の検査用運転で取得された破過時間と、第2の検査用運転で取得された破過状態の取得情報からイオン交換樹脂の破過量と破過時間の関係が標準値からどれほど値が離れているかを検討することによって、燃料電池装置100内の流路システムに関する異常又は凝縮水に関する異常、或いは挿入したイオン交換樹脂自体に不良等の不具合が生じている事を検出する。

#### 【0050】

図5に示すように、燃料電池装置100の制御ユニット6は、第1の検査用運転を開始する（ステップS210）。制御ユニット6は、第1の制御のS20及びS30と同様の処理を行うことによって、初段（複数段でもよい）の浄水部63<sub>1</sub>が破過する破過時間を取得する（ステップS220）。次に、制御ユニット6は、第2の検査用運転を開始する（ステップS250）。第2の検査用運転では、第2の制御のS120、S130、S140、S150、S160、S170、S180の処理が実行されることにより、イオン交換樹脂の破過量が取得される（ステップS260）。次に、制御ユニット6（又は他の制御ユニット）は、S220で取得された破過時間とS260で取得された破過量の取得情報から、イオン交換樹脂の破過量と破過時間の関係が標準値からどれほど値が離れているかを検討する（ステップS270）。S270において、正常範囲であると推定する閾値の範囲内から外れる場合は、制御ユニット6（又は他の制御ユニット）は、外的な不具合、つまり、燃料電池装置100内の流路システムに関する異常又は凝縮水に関する異常

、或いは挿入したイオン交換樹脂自体に不良等の不具合が生じていると判断（ステップ S 2 8 0）し、図 5 に示す第 3 の制御を終了する。一方、S 2 7 0 において閾値の範囲内であると判定された場合、第 1 の制御の S 4 0 , S 5 0 及び第 2 の制御の S 2 9 0 , S 3 0 0 と同様に窒素量の推定が行われる（ステップ S 2 9 0）と共に、メンテナンス条件の補正が行われる（ステップ S 3 0 0）。S 3 0 0 が終了したら、図 5 に示す第 3 の制御が終了する。なお、S 2 7 0 において異常を判定するための具体的な処理方法は特に限定されない。例えば、第 1 の制御によって取得された破過時間と浄水部 6 3<sub>1</sub> の破過量に基づいて図 2 に示すようなグラフを作成し、例えばグラフの傾きが正常範囲であるかを閾値を用いて判定した後、第 2 の制御によって得られた破過量と設定時間とに基づいて作成されたグラフの傾きが正常範囲であるかを閾値を用いて判定してもよい。あるいは、第 1 の制御の取得結果によって取得されたグラフの傾きと第 2 の制御の取得結果によって取得されたグラフの傾きとを比較し、それらの差が、閾値の範囲内であるか否かを判定してもよい。

10

#### 【 0 0 5 1 】

次に、本実施形態に係る燃料電池装置 1 0 0 のメンテナンス最適化方法の作用・効果について説明する。

#### 【 0 0 5 2 】

従来から、水自立式の燃料電池装置にイオン交換樹脂を有する浄水部を設ける場合、破過したイオン交換樹脂を定期的に交換するメンテナンスを行う必要があった。しかしながら、燃料電池装置の設置場所によっては、燃料電池装置の原燃料に含有される窒素量が異なることで凝縮水に含まれるアンモニウムイオンの量が異なる場合がある。従って、燃料電池装置の出荷時に設定しておいたメンテナンスの内容（メンテナンス時期やイオン交換樹脂の交換量）が、設置場所によっては最適ではない可能性があった。一方、燃料電池装置の出荷前に設置場所で供給される原燃料に含有される窒素量を予測することは困難であった。従って、設置場所によっては、イオン交換樹脂のメンテナンス条件について改良の余地がある場合があった。

20

#### 【 0 0 5 3 】

ここで、本発明者らは、鋭意研究の結果、原燃料中の窒素量とイオン交換樹脂によるアンモニウムイオンの吸着量との間に一定の関係があることを見出した（例えば、図 2 参照）。また、そのような関係により、本発明者らは、システム稼働時間とイオン交換樹脂の破過の度合いに基づいて、メンテナンスの交換時期の標準値やイオン交換樹脂の交換量の標準値の最適化を行えることを見出した。そこで、本実施形態に係る燃料電池装置 1 0 0 のメンテナンス最適化方法では、設置場所へ組み込まれた燃料電池装置 1 0 0 に対して検査用運転を行う。また、検査用運転でのシステム稼働時間と浄水部 6 3 におけるイオン交換樹脂での破過を検出する検出部 6 5 での検出結果とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正する。これによって、燃料電池装置 1 0 0 の出荷前には設置場所での原燃料に含まれる窒素量が不明であったとしても、検査用運転を行うことによって、設置場所や設置環境に応じてメンテナンスの条件を最適なものに補正することができる。

30

#### 【 0 0 5 4 】

また、燃料電池装置 1 0 0 において、浄水部 6 3 を複数段設けると共に、それぞれの浄水部 6 3 におけるイオン交換樹脂での破過を検出する検出部 6 5 を設ける。このような構成とすることにより、燃料電池装置 1 0 0 が有する全イオン交換樹脂のうち、各段毎にどの程度のイオン交換樹脂が破過したかを検出部 6 5 により容易に検出することができ、メンテナンスの条件を最適化するための検査を容易に行うことができる。以上により、設置場所や設置環境に基づいた燃料電池装置 1 0 0 のメンテナンスを適切に行うことができる。例えば、前述の「第 1 のメンテナンス最適化方法」のように初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> が破過したときの破過時間を用いて原燃料中の窒素量の推定を行う場合、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> を破過させてメンテナンス最適化に必要なデータを取得した後も、後段の浄水部 6 3 によって凝縮水を浄化することができるため、燃料電池装置 1 0 0 の稼働を継続することができる。また、例えば、初段の浄水部 6 3<sub>1</sub> のイオン交換樹脂量だけを通常使用時におけるイ

40

50

オン交換樹脂量よりも検査用に少なくしておくことで、「第1のメンテナンス最適化方法」で検出する破過時間を、実際のイオン交換樹脂の交換時期の標準値よりも短くすることができる。これによって、メンテナンス条件の最適化を速やかに終わらせることも可能となる。あるいは、初段以降の数段の浄水部63のイオン交換樹脂を検査用に少なくしておき、「第2のメンテナンス最適化方法」で設定する設定時間を、実際のイオン交換樹脂の交換時期の標準値よりも短くすることで、メンテナンス条件の最適化を速やかに終わらせることも可能となる。

#### 【0055】

本実施形態に係る燃料電池装置100のメンテナンス最適化方法では、上述の第1の制御に示すように、検査用運転において、複数段の浄水部63のうち、少なくとも一つの浄水部63（上記実施形態では初段の浄水部63<sub>1</sub>）のイオン交換樹脂の破過を検出部65によって検出すると共に、破過へ至るまでのシステム稼働時間を破過時間として取得する。また、破過した浄水部63でのイオン交換樹脂の量と、取得された破過時間とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正する。このような方法によれば、分割された浄水部63の内、検査用運転で使用した浄水部63の破過時間経過後も、残りの浄水部63が凝縮水の浄化を継続して行うことができるため、メンテナンス最適化に必要な情報を取得した後も、運転を停止すること無しに燃料電池装置100の稼働を継続することができる。さらに、検査用運転で使用するイオン交換樹脂量は多段化された一部の浄水部63のみに限定して使用することが出来るので、全体量よりも少ない量で運転することから、破過時間、破過量を縮小して検査が実施出来き、短い時間で経済的に現地情報を取得することができる。

10

20

#### 【0056】

本実施形態に係る燃料電池装置100のメンテナンス最適化方法では、上述の第2の制御に示すように、検査用運転において、検査用のシステム稼働時間として予め設定された設定時間に基づいて燃料電池装置の運転を行う。また、設定時間と、検出部65での検出結果とに基づいて、メンテナンス時におけるイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の少なくとも一方を補正する。上述の構成によれば、限られた検査時間内で完了できる検査用運転を実施することができ、スケジュールに則した検査用運転が可能となる。また、実際のメンテナンス時間を検査時間に設定した場合は、現地における実際のイオン交換樹脂の破過量が測定できるので、想定すること無しにイオン交換樹脂の樹脂量を把握することができる。

30

#### 【0057】

本実施形態に係る燃料電池装置100のメンテナンス最適化方法では、第3の制御に示すように、検査用運転は、第1の検査用運転及び第2の検査用運転を含む。また、第1の検査用運転において、複数段の浄水部63のうち、少なくとも一つの浄水部63のイオン交換樹脂の破過を検出部65によって検出すると共に、破過へ至るまでのシステム稼働時間を破過時間として取得する。また、第2の検査用運転において、予め設定された設定時間に基づいて燃料電池装置100の運転を行い、検出部65での検出結果に基づいて、複数の浄水部63のそれぞれのイオン交換樹脂の破過状態を取得する。第1の検査用運転で取得された破過時間と、第2の検査用運転で取得された破過状態イオン交換樹脂の良否又は燃料電池装置内のシステム構造上の異常を判定してよい。上述の構成によれば、燃料電池装置100のシステム構造上の異常（例えば、流路システム、凝縮水の異常）及び、イオン交換樹脂の良否等の外的要因である不具合をまず除外した上で、メンテナンスの最適化を行うことができる。よって、設置場所や設置環境に対応したイオン交換樹脂の交換量の標準値、及びイオン交換樹脂の交換時期の標準値の補正をより正確に行なうことができる。

40

#### 【0058】

本発明は、上述の実施形態に限定されるものではない。例えば、上述の実施形態では、燃料電池装置の出荷後、設置場所に組み込んだときに検査用運転を実行する場合の例につ

50

いて説明した。ただし、設置場所へ組み込まれた燃料電池であれば検査用運転を行ってよく、例えば、既に設置場所へ組み込まれて定期的なメンテナンスがなされている燃料電池について、より適切なメンテナンスを行うために本発明のメンテナンス最適化方法を実行してもよい。

【0059】

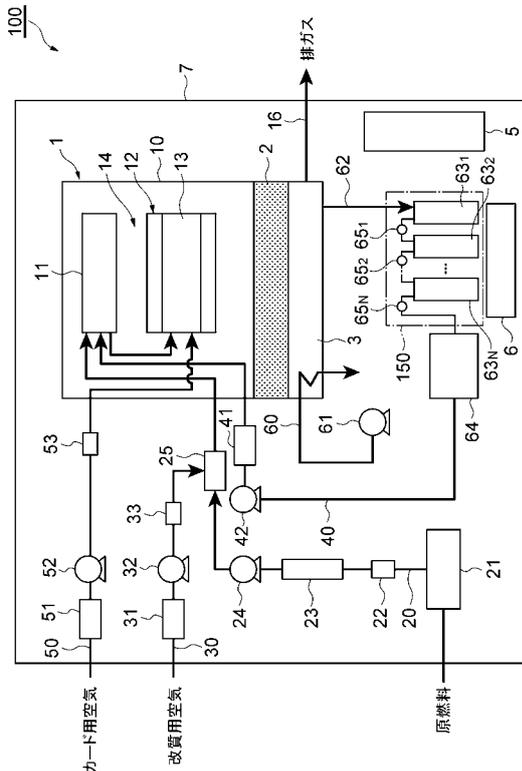
また、上述の第3の制御に示すように、取得された破過時間と、予め設定された所定の閾値（例えば、通常時における破過時間を設定してよい）とを比較することによって、燃料電池装置内のシステム構成上の異常を検出してよい。

【符号の説明】

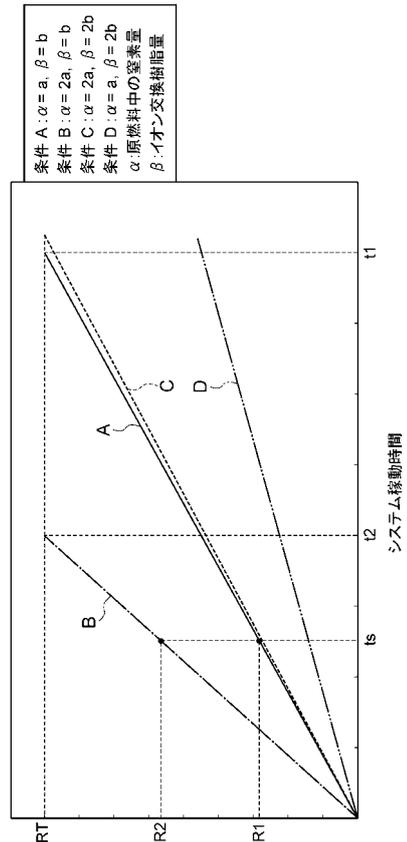
【0060】

1 ... 発電部、12 ... 燃料電池スタック、63 ... 浄水部、65 ... 検出部、100 ... 燃料電池装置。

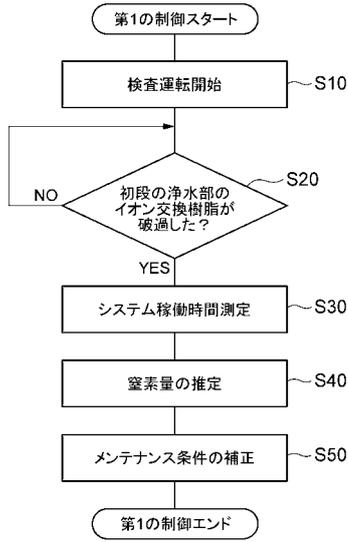
【図1】



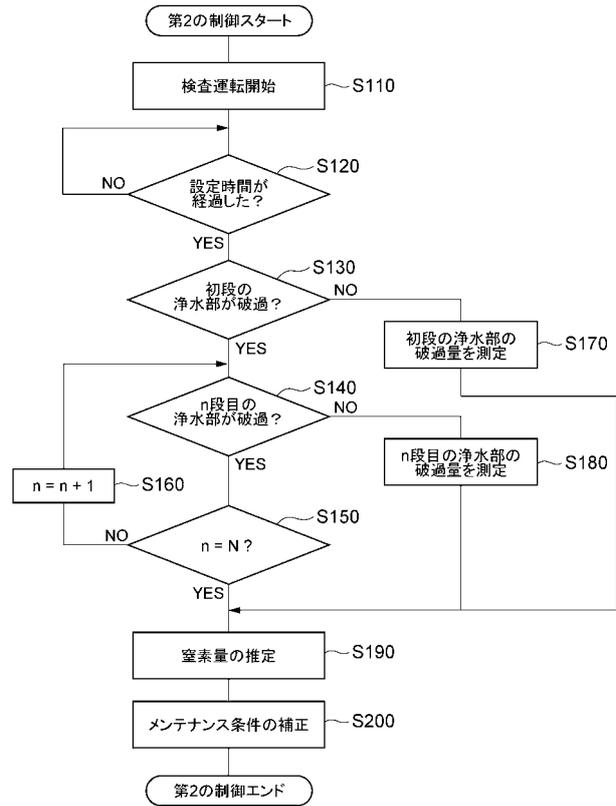
【図2】



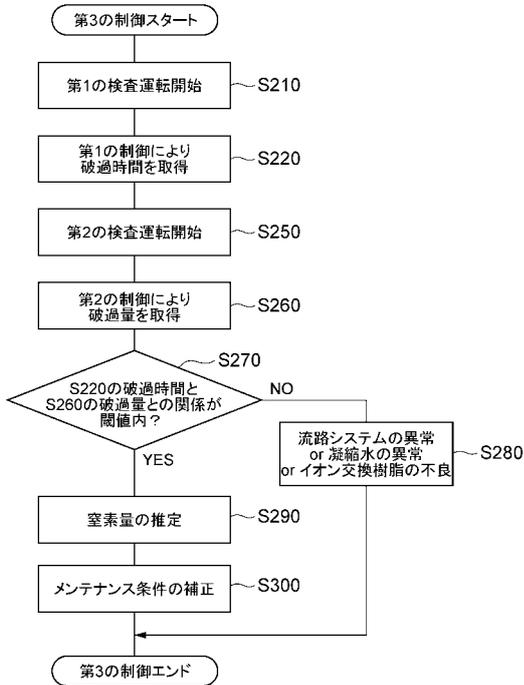
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 浩  
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 J X日鉱日石エネルギー株式会社内
- (72)発明者 西川 真司  
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 J X日鉱日石エネルギー株式会社内
- (72)発明者 小林 進  
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 J X日鉱日石エネルギー株式会社内
- Fターム(参考) 5H026 AA06  
5H127 AA07 AB02 AB23 AC14 BA01 BA03 BA04 BA05 BA12 BA18  
BA33 BA37 BA57 BB02 BB17 BB18 DB86 DB90 GG04 GG09