

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5536636号
(P5536636)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 M 8/04 (2006.01) HO 1 M 8/04 P

HO 1 M 8/10 (2006.01) HO 1 M 8/04 Z

HO 1 M 8/12 (2006.01) HO 1 M 8/10

HO 1 M 8/12

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-292694 (P2010-292694)	(73) 特許権者	000004444
(22) 出願日	平成22年12月28日 (2010.12.28)		J X 日鉱日石エネルギー株式会社
(65) 公開番号	特開2012-142124 (P2012-142124A)		東京都千代田区大手町二丁目6番3号
(43) 公開日	平成24年7月26日 (2012.7.26)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成25年4月2日 (2013.4.2)		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	100148013
			弁理士 中山 浩光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水素を含有する燃料を用いて水素含有ガスを発生させる水素発生部と、
前記水素含有ガスを用いて発電を行うセルスタックと、を備える燃料電池システムであって、

前記セルスタックから出力される電圧を検出する電圧検出部と、
前記燃料電池システムが定格運転状態であるか否かを判断する運転状態判断部と、
前記運転状態判断部によって前記燃料電池システムが定格運転状態であると判断された場合に前記燃料電池システムの燃料利用率を変動させる燃料利用率変動部と、

前記燃料利用率変動部によって変動する前記燃料利用率の各値に対する前記電圧の各値を前記電圧検出部から取得し、当該電圧の各値を基準値と比較する比較部と、

前記比較部によって前記電圧の各値が前記基準値に対して閾値を超えて低下していると判断された場合に、前記燃料電池システムの定格出力を所定の割合で低下させる定格出力制御部と、を備えたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記運転状態判断部は、前記セルスタックで発電される電力が仕様上最大の電力となるような運転状態を前記定格運転状態とすることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記運転状態判断部は、前記電圧検出部によって検出される電圧の移動平均値の変化が

10

20

一定時間にわたって閾値以下であった場合に、前記燃料電池システムが定格運転状態であると判断する請求項 1 又は 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記燃料利用率変動部は、前記運転状態判断部によって前記燃料電池システムが定格運転状態であると判断された場合に、前記燃料の供給を制御して前記燃料利用率を変動させることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記比較部は、予め設定された電圧値を前記基準値として記憶していることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記比較部は、過去の処理の実行の際に前記電圧検出部から取得した電圧の各値を前記基準値として記憶することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記比較部は、前記燃料利用率の各値に対する前記電圧の各値の低下が閾値未満である場合には、前記セルスタックの劣化が生じていないと判断し、前記燃料利用率の各値に対する前記電圧の各値の低下が閾値以上である場合には、前記セルスタックの劣化が生じていると判断することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の燃料電池システム。

【請求項 8】

前記比較部は、前記燃料利用率が 50% ~ 70% の範囲で 10% 刻みで前記電圧の各値を前記基準値と比較することを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載の燃料電池システム。

【請求項 9】

前記セルスタックの劣化についての診断処理を実行するか否かを判断する診断開始条件判断部を更に備え、

前記診断開始条件判断部は、前記燃料電池システムが発電を開始してから所定時間が経過した場合に前記診断処理を実行すると判断することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

前記電圧検出部は、前記燃料電池システムが発電を行っている間、セルスタックから出力される電圧を常時検出することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一項記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、水素を含有する燃料を用いて水素含有ガスを発生させる水素発生部と、水素含有ガスを用いて発電を行うセルスタックとを備える燃料電池システムが知られている。このような燃料電池システムにおいてセルスタックの劣化が進行して定格出力の維持が困難になってくると、過電圧が大きくなってセルスタックの温度が上昇するという問題がある。

【0003】

このような問題に対し、例えば特許文献 1 に記載の燃料電池システムでは、電力が 0 から定格出力になるまでの昇温期間と、電力が定格出力から 0 になるまでの降温期間とにおける電流対燃料利用率データを用意している。そして、当該データに基づいて各運転期間における燃料ガス供給量を制御することによって、セルスタックの劣化防止などを図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 5 9 5 5 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、上述の従来技術のような手法では、セルスタックの温度が上昇下降を繰り返して、結果としてセルスタックの劣化が加速してしまう可能性がある。また、いずれにせよ燃料電池システムの運転と共にセルスタックの劣化が生じることに変わりはない。したがって、セルスタックの劣化を抑制する技術以外に、セルスタックが劣化した場合であっても、セルスタックの劣化具合に応じて燃料電池システムを支障なく運転させる技術が求められる。

10

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記課題の解決のためになされたものであり、セルスタックの劣化具合に応じた運転を行うことができる燃料電池システム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 0 7 】

上記課題の解決のため、本発明に係る燃料電池システムは、水素を含有する燃料を用いて水素含有ガスを発生させる水素発生部と、水素含有ガスをを用いて発電を行うセルスタックと、を備える燃料電池システムであって、セルスタックから出力される電圧を検出する電圧検出部と、燃料電池システムが定格運転状態であるか否かを判断する運転状態判断部と、運転判断部によって燃料電池システムが定格運転状態であると判断された場合に燃料電池システムの燃料利用率を変動させる燃料利用率変動部と、燃料利用率変動部によって変動する燃料利用率の各値に対する電圧の各値を電圧検出部から取得し、当該電圧の各値を基準値と比較する比較部と、比較部によって電圧の各値が基準値に対して閾値を超えて低下していると判断された場合に、燃料電池システムの定格出力を所定の割合で低下させる定格出力制御部と、を備える。

20

【 0 0 0 8 】

この燃料電池システムでは、燃料利用率の変動に対するセルスタックからの電圧の変動を取得し、電圧の値と基準値との比較によってセルスタックの劣化を検出する。そして、セルスタックの劣化が認められた場合にシステムの定格出力を低下させ、セルスタックの劣化具合に応じた運転を実現する。

30

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る燃料電池システムによれば、セルスタックの劣化具合に応じた運転を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明に係る燃料電池システムの一実施形態を示す図である。

【図 2】制御部の機能的な構成要素を示す図である。

【図 3】燃料利用率に対する電圧の変動の様子を示す図である。

40

【図 4】制御部による診断処理の一例を示すフローチャートである。

【図 5】診断開始条件の判断の一例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】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る燃料電池システムの好適な実施形態について詳細に説明する。なお、各図において同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示されるように、燃料電池システム 1 は、脱硫部 2 と、水酸化部 3 と、水素発生部 4 と、セルスタック 5 と、オフガス燃焼部 6 と、水素含有燃料供給部 7 と、水供給部 8

50

と、酸化剤供給部 9 と、パワーコンディショナー 10 と、制御部 11 と、を備えている。燃料電池システム 1 は、水素含有燃料及び酸化剤を用いて、セルスタック 5 にて発電を行う。燃料電池システム 1 におけるセルスタック 5 の種類は特に限定されず、例えば、固体高分子形燃料電池 (PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell)、固体酸化物形燃料電池 (SOFC: Solid Oxide Fuel Cell)、リン酸形燃料電池 (PAFC: Phosphoric Acid Fuel Cell)、熔融炭酸塩形燃料電池 (MFC: Molten Carbonate Fuel Cell)、及び、その他の種類を採用することができる。なお、セルスタック 5 の種類、水素含有燃料の種類、及び改質方式等に応じて、図 1 に示す構成要素を適宜省略してもよい。

【0013】

水素含有燃料として、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、分子中に炭素と水素とを含む化合物 (酸素等、他の元素を含んでいてもよい) 若しくはそれらの混合物が用いられる。炭化水素系燃料として、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、これらの炭化水素系燃料は従来の石油・石炭等の化石燃料由来のもの、合成ガス等の合成系燃料由来のもの、バイオマス由来のものを適宜用いることができる。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、LPG (液化石油ガス)、都市ガス、タウンガス、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。

【0014】

酸化剤として、例えば、空気、純酸素ガス (通常の除去手法で除去が困難な不純物を含んでもよい)、酸素富化空気が用いられる。

【0015】

脱硫部 2 は、水素発生部 4 に供給される水素含有燃料の脱硫を行う。脱硫部 2 は、水素含有燃料に含有される硫黄化合物を除去するための脱硫触媒を有している。脱硫部 2 の脱硫方式として、例えば、硫黄化合物を吸着して除去する吸着脱硫方式や、硫黄化合物を水素と反応させて除去する水素化脱硫方式が採用される。脱硫部 2 は、脱硫した水素含有燃料を水素発生部 4 へ供給する。

【0016】

水気化部 3 は、水を加熱し気化させることによって、水素発生部 4 に供給される水蒸気を生成する。水気化部 3 における水の加熱は、例えば、水素発生部 4 の熱、オフガス燃焼部 6 の熱、あるいは排ガスの熱を回収する等、燃料電池システム 1 内で発生した熱を用いてもよい。また、別途ヒータ、バーナ等の他熱源を用いて水を加熱してもよい。なお、図 1 では、一例としてオフガス燃焼部 6 から水素発生部 4 へ供給される熱のみ記載されているが、これに限定されない。水気化部 3 は、生成した水蒸気を水素発生部 4 へ供給する。

【0017】

水素発生部 4 は、脱硫部 2 からの水素含有燃料を用いて水素リッチガスを発生させる。水素発生部 4 は、水素含有燃料を改質触媒によって改質する改質器を有している。水素発生部 4 での改質方式は、特に限定されず、例えば、水蒸気改質、部分酸化改質、自己熱改質、その他の改質方式を採用できる。なお、水素発生部 4 は、セルスタック 5 に要求される水素リッチガスの性状によって、改質触媒により改質する改質器の他に性状を調整するための構成を有する場合もある。例えば、セルスタック 5 のタイプが固体高分子形燃料電池 (PEFC) やリン酸形燃料電池 (PAFC) であった場合、水素発生部 4 は、水素リッチガス中の一酸化炭素を除去するための構成 (例えば、シフト反応部、選択酸化反応部) を有する。水素発生部 4 は、水素リッチガスをセルスタック 5 のアノード 12 へ供給する。

【0018】

セルスタック 5 は、水素発生部 4 からの水素リッチガス及び酸化剤供給部 9 からの酸化剤を用いて発電を行う。セルスタック 5 は、水素リッチガスが供給されるアノード 12 と

10

20

30

40

50

、酸化剤が供給されるカソード１３と、アノード１２とカソード１３との間に配置される電解質１４と、を備えている。セルスタック５は、パワーコンディショナー１０を介して、電力を外部へ供給する。セルスタック５は、発電に用いられなかった水素リッチガス及び酸化剤をオフガスとして、オフガス燃焼部６へ供給する。なお、水素発生部４が備えている燃焼部（例えば、改質器を加熱する燃焼器など）をオフガス燃焼部６と共用してもよい。

【００１９】

オフガス燃焼部６は、セルスタック５から供給されるオフガスを燃焼させる。オフガス燃焼部６によって発生する熱は、水素発生部４へ供給され、水素発生部４での水素リッチガスの発生に用いられる。

10

【００２０】

水素含有燃料供給部７は、脱硫部２へ水素含有燃料を供給する。水供給部８は、水酸化部３へ水を供給する。酸化剤供給部９は、セルスタック５のカソード１３へ酸化剤を供給する。水素含有燃料供給部７、水供給部８、及び酸化剤供給部９は、例えばポンプによって構成されており、制御部１１からの制御信号に基づいて駆動する。

【００２１】

パワーコンディショナー１０は、セルスタック５からの電力を、外部での電力使用状態に合わせて調整する。パワーコンディショナー１０は、例えば、電圧を変換する処理や、直流電力を交流電力へ変換する処理を行う。

【００２２】

20

制御部１１は、燃料電池システム１全体の制御処理を行う。制御部１１は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＲＯＭ（Read Only Memory）、ＲＡＭ（Random Access Memory）、及び入出力インターフェイスを含んで構成されたデバイスによって構成される。制御部１１は、水素含有燃料供給部７、水供給部８、酸化剤供給部９、パワーコンディショナー１０、その他、図示されないセンサや補機と電氣的に接続されている。制御部１１は、燃料電池システム１内で発生する各種信号を取得すると共に、燃料電池システム１内の各機器へ制御信号を出力する。

【００２３】

続いて、制御部１１が実行する制御について更に詳細に説明する。

【００２４】

30

制御部１１は、燃料電池システム１内の各機器へ制御信号を出力する部分であるが、これに加えて、セルスタック５の劣化を診断する診断処理を実行する。

【００２５】

この診断処理に関し、制御部１１は、図２に示すように、機能的な構成要素として、診断開始条件判断部１０１と、運転状態判断部１０２と、電圧検出部１０３と、燃料利用率変動部１０４と、比較部１０５と、定格出力制御部１０６とを備えている。

【００２６】

診断開始条件判断部１０１は、診断処理の実行を開始するか否かを判断する部分である。診断開始条件は、種々の条件を適用し得るが、例えば燃料電池システム１が発電を開始してから所定時間が経過したか否か、或いは燃料電池システム１に接続される貯湯槽（不図示）の残量が少なく、温水需要が生じていること（燃料電池システム１が熱回収をしている状態にあること）などが挙げられる。発電を開始してから所定時間は、例えば１０００時間に設定される。

40

【００２７】

運転状態判断部１０２は、燃料電池システム１が定格運転状態であるか否かを判断する部分である。定格運転状態とは、セルスタック５で発電される電力が仕様上最大の電力となるような運転状態であり、電圧・電流が安定した動作をする状態である。運転状態判断部１０２は、例えばセルスタック５から出力される電圧の移動平均値の変化が一定時間（例えば１５分）にわたって閾値以下であった場合に、燃料電池システム１が定格運転状態であると判断する。

50

【 0 0 2 8 】

電圧検出部 1 0 3 は、セルスタック 5 からパワーコンディショナー 1 0 に出力される電圧を検出する部分である。電圧検出部 1 0 3 は、燃料電池システム 1 が発電を行っている間、セルスタック 5 からパワーコンディショナー 1 0 に出力される電圧を常時検出する。

【 0 0 2 9 】

燃料利用率変動部 1 0 4 は、燃料電池システム 1 の燃料利用率を変動させる部分である。燃料利用率とは、水素含有燃料供給部 7 から供給された燃料の流量に対してセルスタック 5 での発電反応に使用された燃料の流量の割合である。燃料利用率変動部 1 0 4 は、運転判断部 1 0 2 によって燃料電池システム 1 が定格運転状態であると判断された場合に水素含有燃料供給部 7 を制御し、燃料電池システム 1 の燃料利用率を変動させる。

10

【 0 0 3 0 】

比較部 1 0 5 は、燃料利用率変動部 1 0 4 によって変動する燃料利用率の各値に対する電圧の各値を電圧検出部 1 0 3 から取得し、当該電圧の各値を基準値と比較する部分である。基準値は、予め設定された電圧値を比較部 1 0 5 に記憶させておいてもよく、過去の診断処理の実行の際に取得した電圧値であってもよい。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示す例では、燃料利用率が例えば 5 0 % ~ 7 0 % の範囲で 1 0 % 刻みで変動した場合の電圧値が示されている。比較部 1 0 5 は、燃料利用率の各値に対する電圧の各値の低下が閾値未満である場合（グラフ A）には、セルスタック 5 の劣化が生じていないと判断する。一方、比較部 1 0 5 は、燃料利用率の各値に対する電圧の各値の低下が閾値を超えている場合（グラフ B）には、セルスタック 5 の劣化が生じていると判断する。

20

【 0 0 3 2 】

定格出力制御部 1 0 6 は、燃料電池システム 1 の定格出力を制御する部分である。定格出力制御部 1 0 6 は、比較部 1 0 5 によって燃料利用率の各値に対する電圧の各値が閾値を超えて低下していると判断された場合に、燃料電池システム 1 の定格出力を所定の割合で低下させる。

【 0 0 3 3 】

次に、制御部 1 1 の動作について説明する。図 4 は、制御部による診断処理の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 3 4 】

まず、燃料電池システム 1 が発電を開始すると、セルスタック 5 から出力される電圧の検出が開始される（ステップ S 0 1）。次に、セルスタック 5 から出力される電圧の移動平均値の変化量に基づいて、燃料電池システム 1 が定格運転状態であるか否かが判断される（ステップ S 0 2）。ステップ S 0 2 において、燃料電池システム 1 が定格運転状態であると判断された場合、診断開始条件の判断がなされる（ステップ S 0 3，ステップ S 0 4）。

30

【 0 0 3 5 】

診断開始条件の判断では、例えば図 5 に示すように、まず、発電開始から所定時間が経過したか否かが判断される（ステップ S 1 1）。次いで、温水需要が大きいか否かが判断され（ステップ S 1 2）、ステップ S 1 1，1 2 をいずれも満たす場合には、診断開始条件を満たすと判断される（ステップ S 1 3）。また、ステップ S 1 1，S 1 2 のいずれかを満たさない場合には、診断開始条件を満たさないと判断される（ステップ S 1 4）。診断開始条件を満たさないと判断された場合、ステップ S 0 2 ~ ステップ S 0 4 までの処理が繰り返し行われる。

40

【 0 0 3 6 】

診断開始条件を満たすと判断された場合、図 4 に示すように、燃料利用率変動部 1 0 4 による燃料利用率の変動が実行される（ステップ S 0 5）。次に、燃料利用率の各値に対するセルスタック 5 の電圧の各値の取得がなされる（ステップ S 0 6）。電圧の各値の取得の後、基準値との比較が行われ（ステップ S 0 7）、電圧の各値が閾値を超えて低下したか否かが判断される（ステップ S 0 8）。

50

【 0 0 3 7 】

ステップ S 0 8 において、電圧の各値の低下が閾値未満である場合には、セルスタック 5 の劣化は生じていないものと判断され、診断処理が終了する。一方、電圧の各値の低下が閾値を超えている場合には、セルスタック 5 の劣化が生じているものと判断され、燃料電池システム 1 の定格出力が所定の割合で低下させられる（ステップ S 0 9）。

【 0 0 3 8 】

以上説明したように、燃料電池システム 1 では、燃料利用率の変動に対するセルスタック 5 からの電圧の変動を取得し、電圧の値と基準値との比較によってセルスタック 5 の劣化を検出する。そして、セルスタック 5 の劣化が認められた場合にシステムの定格出力を低下させ、セルスタック 5 の劣化具合に応じた運転を実現する。

10

【 0 0 3 9 】

また、燃料電池システム 1 では、セルスタック 5 の状態を直接観測する代わりに、掃引電流が一定となる定格運転状態において、セルスタック 5 の電圧の変動に基づいてセルスタック 5 の劣化を判断している。これにより、セルスタック 5 の劣化を判断するために必要な構成を簡単化できる。

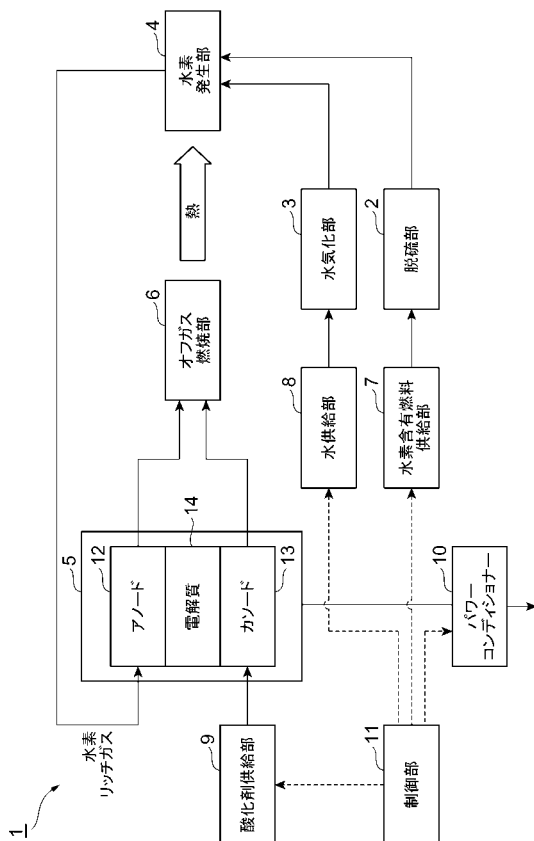
【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

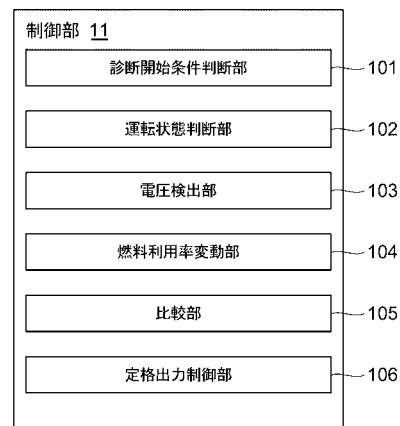
1 ... 燃料電池システム、 4 ... 水素発生部、 5 ... セルスタック、 6 ... オフガス燃焼部、 102 ... 運転状態判断部、 103 ... 電圧検出部、 104 ... 燃料利用率変動部、 105 ... 比較部、 106 ... 定格出力制御部。

20

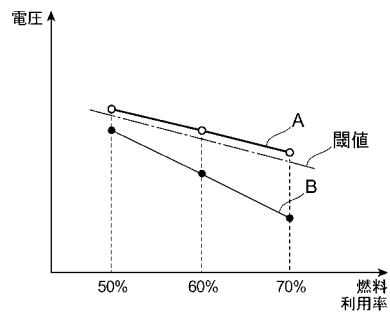
【圖 1】



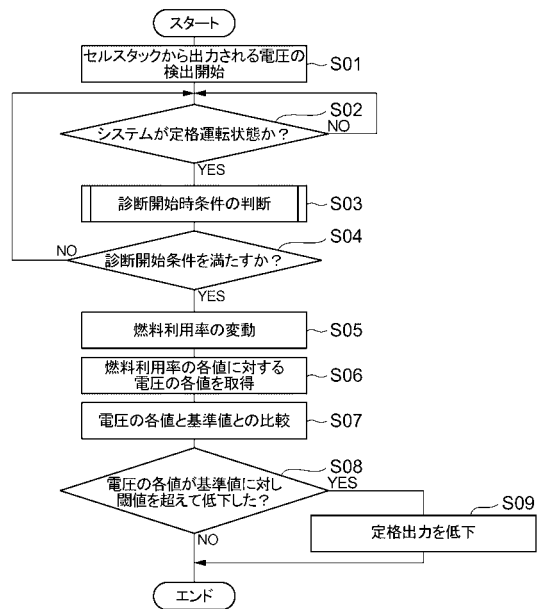
【圖 2】



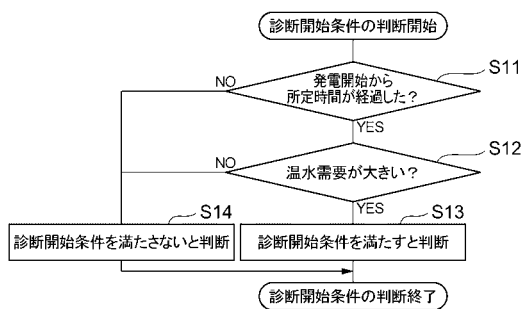
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 水野 環樹
神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 J X 日鉱日石エネルギー株式会社内
- (72)発明者 佐藤 康司
神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 J X 日鉱日石エネルギー株式会社内

審査官 原 賢一

- (56)参考文献 特開平 10 - 302823 (JP, A)
特開 2010 - 257960 (JP, A)
特開 2010 - 238616 (JP, A)
特開 2010 - 177078 (JP, A)
特開 2007 - 048628 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/04 - 8/06, 8/10, 8/12