

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4876368号
(P4876368)

(45) 発行日 平成24年2月15日(2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月9日(2011.12.9)

(51) Int. Cl. F I
HO 1 M 8/04 (2006.01) HO 1 M 8/04 J
 HO 1 M 8/04 Z

請求項の数 5 (全 9 頁)

| | |
|---|---|
| <p>(21) 出願番号 特願2003-138264 (P2003-138264) (22) 出願日 平成15年5月16日(2003.5.16) (65) 公開番号 特開2004-342475 (P2004-342475A) (43) 公開日 平成16年12月2日(2004.12.2) 審査請求日 平成18年4月26日(2006.4.26)</p> | <p>(73) 特許権者 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 (74) 代理人 110000028 特許業務法人明成国際特許事務所 (72) 発明者 弓田 修 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 審査官 山内 達人</p> |
|---|---|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムの運転制御

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池システムであって、
 水素および酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、
 前記水素または酸化ガスを前記燃料電池に給排するガス給排機構と、
 前記ガス給排機構内における前記水素または酸化ガスの圧力を検出するための圧力センサと、

前記燃料電池システムの起動時または停止後に前記ガス給排機構が大気圧に解放されている状態で、前記圧力センサによって検出された圧力から前記大気圧を差し引いて得られる圧力差を、前記圧力センサの検出値を補正するための補正量として設定する補正量設定部と、

前記圧力センサによって検出された圧力から前記補正量を差し引いて得られる補正圧力値に基づき、前記圧力センサの圧力検出対象である水素または酸化ガスの供給量を制御する供給制御部と
 を備える燃料電池システム。

【請求項2】

請求項1記載の燃料電池システムであって、
 前記圧力センサよりも測定レンジが狭く、大気圧を測定するための大気圧センサを有し、
 前記補正量設定部は、前記大気圧として、該大気圧センサの検出値を用いる燃料電池シ

ステム。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池システムであって、

前記補正量設定部は、併せて、前記圧力差の絶対値が、前記圧力センサの異常の有無を判断するための判断基準値よりも大きい場合に、該圧力センサに異常があると判定する燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記ガス給排機構は、前記水素または酸化ガスを前記燃料電池に供給するためのポンプを有しており、

前記供給制御部は、前記燃料電池に安定した発電を行わせるための圧力値に予め設定された基準圧力値よりも、前記補正圧力値が低い場合に、前記ポンプの駆動量を増大させ、前記基準圧力値よりも前記補正圧力値が高い場合には、前記ポンプの駆動量を減少させる、燃料電池システム。

【請求項 5】

水素および酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池を備える燃料電池システムの運転を制御する制御方法であって、

前記水素または酸化ガスを前記燃料電池に給排するガス給排機構内における前記水素または酸化ガスの圧力を圧力センサによって検出する工程と、

前記燃料電池システムの起動時または停止後に前記ガス給排機構が大気圧に解放されている状態で、前記圧力センサによって検出された圧力から前記大気圧を差し引いて得られる圧力差を、前記圧力センサの検出値を補正するための補正量として設定する工程と、

前記圧力センサによって検出された圧力から前記補正量を差し引いて得られる補正圧力値に基づき、前記圧力センサの圧力検出対象である水素または酸化ガスの供給量を制御する工程と

を備える制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水素と酸素の電気化学反応によって発電する燃料電池の運転制御に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、水素と酸素の電気化学反応によって発電する燃料電池がエネルギー源として注目されている。燃料電池は、電解質を挟んで水素極と酸素極が配置された構成となっている。水素極に水素リッチな燃料ガスが供給され、酸素極に空気などのガスが供給されると、これらのガス中の水素と酸素が反応して水を生成するとともに、発電が行われる。この反応は主として酸素極で生じる。

【0003】

効率的な反応を行うためには、水素と酸素を適切な割合で供給することが好ましい。単位体積当たりのガス中に含まれる水素分子、酸素分子の数は、圧力によって変動する。従って、ガスの適切な供給量を確保するために、燃料電池システムでは、これらのガスを供給する配管上の種々の部位に、圧力センサを設けている（特許文献 1 など）。

【0004】

【特許文献 1】

特開 2002 - 237322 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

燃料電池システムにおけるガスの供給圧力は非常に広い範囲で変動する。運転停止時には約 100 Kpa の大気圧であり、運転中には約 600 Kpa にまで至る。燃料電池システムに備えられる圧力センサは、かかる広範囲の圧力を検出可能な広いレンジを有している

10

20

30

40

50

必要がある。

【 0 0 0 6 】

しかし、一般に広いレンジのセンサは、分解能が低いことが多いため、数十K p a程度の圧力変動を十分、精度良く検知することができない場合がある。このため、気象条件や標高によって生じる大気圧の変動が十分に検出されず、ガスの供給量の制御に反映されない場合がある。また、圧力センサの検出値が経年変化その他の要因により、誤差を含む可能性もある。

【 0 0 0 7 】

このように、種々の要因による誤差を含んだ状態で、圧力センサの検出値に基づきガスの供給を制御すれば、燃料電池システムへのガスの供給量の過不足を招き、効率的な発電を阻害する恐れがある。本発明は、かかる課題に鑑み、燃料電池システムにおいて、圧力センサの検出精度を向上し、ガスの供給量の制御の精度向上を図ることを目的とする。

10

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明の燃料電池システムは、所定のガスの供給を受けて発電する燃料電池を備える。所定のガスには、例えば、水素と酸化ガスが含まれる。燃料電池は、種々のタイプを適用可能であるが、エネルギー効率の観点から、ナフイオン（登録商標）などの固体高分子膜を電解質に用いる固体高分子型を適用することが好ましい。燃料電池システムは、更に、この燃料電池にガスを給排するガス給排機構と、ガス給排機構内における前記ガスの圧力を検出するための圧力センサを備える。燃料電池システムの運転時には、ガス供給機構が大気圧に解放されている状態で、大気圧を基準として、圧力センサの検出値を補正するための補正量を設定する。そして、圧力センサの検出値にこの補正量を反映して得られる補正圧力値に基づき、ガスの供給量を制御する。燃料電池に水素と酸素が供給される場合、検出値の補正は、水素極と酸素極の双方に適用してもよいし、いずれか一方のみに適用してもよい。前者の場合、補正值は、水素極と酸素極のそれぞれについて個別の値としてもよいし、共通の値としてもよい。

20

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、大気圧を基準として圧力センサの検出値を補正することにより、圧力の検出精度の向上、ひいてはガスの供給量の精度向上を図ることができる。本発明の燃料電池システムは、住宅やプラントなどに電力を供給する定置式のシステムとして構成してもよいし、車両などの移動体に搭載可能なシステムとして構成してもよい。前者の場合には、気象条件などによる大気圧の変動を考慮した運転制御を実現することができる。後者の場合には、更に、移動によって生じる標高の変化に伴う大気圧の変動を考慮した運転制御を実現することができる。また、経年変化等によって圧力センサの検出値に生じる誤差による影響も抑制することができる。

30

【 0 0 1 0 】

本発明において、大気圧は、外部から読み込んでもよいし、センサで検出してもよい。経年変化等に起因する誤差を抑制するという目的に対しては、大気圧は予め設定した固定値としてもよい。大気圧を検出するための大気圧センサを用いる場合、大気圧センサの測定レンジは、圧力センサの測定レンジよりも狭いことが好ましい。一般に測定レンジが狭い程、検出の分解能が高いため、かかる大気圧センサを用いることにより、圧力センサの補正值を精度良く設定することができる。

40

【 0 0 1 1 】

本発明においては、併せて、圧力センサの検出値と大気圧との差違に基づき、圧力センサの異常の有無を判定してもよい。例えば、差違が所定値よりも大きい場合に、圧力センサの検出値に異常があると判断することができる。大気圧をセンサで検出している場合には、例えば、標準的な大気圧との比較により、圧力センサおよび大気圧センサのいずれに異常があるかを特定してもよい。

【 0 0 1 2 】

本発明において、補正值の設定は種々のタイミングで行うことができる。例えば、燃料電

50

池システムの起動時および停止後におけるいずれか所定のタイミングとすることが好ましい。一般に、燃料電池システムでは、停止時にガスの給排機構は大気圧に解放される。従って、かかるタイミングでは、ガスの給排機構内に残留するガスの影響を受けることなく、精度良く補正值を設定することが可能である。補正值の設定を実行するタイミングは、例えば、燃料電池システムが起動された時点、停止された時点としてもよいし、起動または停止の指示が入力された後、所定の時間経過した時点としてもよい。

【0013】

補正值の設定は、必ずしも起動、停止時に限られず、ガス供給機構が大気圧に解放される種々のタイミングで行うことができる。例えば、燃料電池システムが間欠的に運転される場合には、発電を停止している期間に、補正值の設定を行っても良い。

10

【0014】

本発明において、燃料電池システムが、ガスを供給するためのポンプを有する場合には、補正值を考慮した補正圧力値は、ポンプの駆動制御に反映してもよい。ポンプの駆動は、要求される発電量にも影響を受ける。従って、例えば、要求発電量に応じて、所定の基準圧力において設定されるポンプの駆動状態を基準とし、基準圧力と補正圧力値との差に応じた補正を施す制御方法を採用することができる。駆動状態は、ポンプの回転数や消費動力などで表すことができる。基準圧力よりも補正圧力値が低い場合には、基準の駆動状態よりも回転数または動力を増大する補正が必要となる。基準圧力よりも補正圧力値が高い場合には、その逆の補正が必要となる。制御時の演算負荷を軽減するため、上述の補正を考慮した駆動状態を、予め要求発電量および補正圧力値と対応づけてマップまたは関数として記憶し、この記憶内容を参照してポンプの駆動を制御してもよい。

20

【0015】

本発明は、燃料電池システムに限らず、燃料電池システムを搭載した電源システム、かかる電源システムからの電力によって駆動される移動体として構成してもよい。また、これらの燃料電池システム、電源システム、移動体の制御方法として構成してもよい。

【0016】**【発明の実施の形態】**

本発明の実施例について以下の順序で説明する。

A．装置構成：

B．運転制御処理：

30

【0017】

A．装置構成：

図1は実施例としての燃料電池システムの全体構成を示す説明図である。本実施例の燃料電池システムは、モータで駆動する電気車両に、電源として搭載されている。運転者がアクセルを操作すると、アクセル開度センサ101によって検出された操作量に応じて発電が行われ、その電力によって車両は走行することができる。実施例の燃料電池システムは、車載である必要はなく、据え置き型など種々の構成を採用することが可能である。

【0018】

燃料電池スタック10は、水素と酸素の電気化学反応によって発電するセルの積層体である。各セルは、電解質膜を挟んで水素極（以下、アノードと称する）と酸素極（以下、カソードと称する）とを配置した構成となっている。本実施例では、ナフィオン（登録商標）などの固体高分子膜を電解質膜として利用する固体高分子型のセルを用いるものとしたが、これに限らず、種々のタイプを利用可能である。

40

【0019】

燃料電池スタック10のカソードには、酸素を含有したガスとして圧縮空気が供給される。空気は、フィルタ40から吸入され、コンプレッサ41で圧縮された後、加湿器42で加湿され、配管35から燃料電池スタック10に供給される。配管35には、吸気温を検出するための温度センサ102が設けられている。カソードからの排気（以下、カソードオフガスと称する）は、配管36およびマフラ43を通じて外部に排出される。空気の供給圧は、配管36に設けられた圧力センサ53で検出され、調圧バルブ27の開度によ

50

て制御される。圧力センサ 53 は、燃料電池 10 の供給圧力全般、0 ~ 660 Kpa の範囲を計測レンジとしている。

【0020】

燃料電池スタック 10 のアノードには、配管 32 を介して水素タンク 20 に貯蔵された高圧水素から水素が供給される。水素タンク 20 に代えて、アルコール、炭化水素、アルデヒドなどを原料とする改質反応によって水素を生成し、アノードに供給するものとしてもよい。

【0021】

水素タンク 20 に高圧で貯蔵された水素は、その出口に設けられたシャットバルブ 21、レギュレータ 22、高圧バルブ 23、低圧バルブ 24 によって圧力および供給量が調整されて、アノードに供給される。アノードからの排気（以下、アノードオフガスと称する）は、配管 33 に流出する。アノードの出口には、圧力センサ 51 およびバルブ 25 が設けられており、アノードへの供給圧力および量の制御に利用される。

10

【0022】

配管 33 は、途中で二つに分岐しており、一方はアノードオフガスを外部に排出ための排出管 34 に接続され、他方は逆止弁 28 を介して配管 32 に接続される。燃料電池スタック 10 での発電によって水素が消費される結果、アノードオフガスの圧力は比較的低い状態となっているため、配管 33 にはアノードオフガスを加圧するためのポンプ 45 が設けられている。

【0023】

排出管 34 に設けられた排出バルブ 26 が閉じられている間は、アノードオフガスは配管 32 を介して再び燃料電池スタック 10 に循環される。アノードオフガスには、発電で消費されなかった水素が残留しているため、このように循環させることにより、水素を有効利用することができる。

20

【0024】

アノードオフガスの循環中、水素は発電に消費される一方、水素以外の不純物、例えば、カソードから電解質膜を透過してきた窒素などは消費されずに残留するため、不純物の濃度が徐々に増大する。この状態で、排出バルブ 26 が開かれると、アノードオフガスは、排出管 34 を通り、希釈器 44 で空気によって希釈された後、外部に排出され、不純物の循環量が低減する。但し、この際、水素も同時に排出されるため、排出バルブ 26 の開き量は、極力抑えることが燃費向上の観点から好ましい。

30

【0025】

燃料電池スタック 10 には、水素および酸素の他、冷却水も供給される。冷却水は、ポンプ 46 によって、冷却用の配管 37 を流れ、ラジエータ 38 で冷却されて燃料電池スタック 10 に供給される。燃料電池スタック 10 からの出口には、冷却水の温度を検出するための温度センサ 103 が設けられている。

【0026】

燃料電池システムの運転は、制御ユニット 100 によって制御される。制御ユニット 100 は、内部に CPU、RAM、ROM を備えるマイクロコンピュータとして構成されており、ROM に記憶されたプログラムに従って、システムの運転を制御する。図中に、この制御を実現するために制御ユニット 100 に入出力される信号の一例を破線で示した。制御信号の出力先としては、例えば、低圧バルブ 24、排出バルブ 26、調圧バルブ 27、コンプレッサ 41 などが挙げられる。

40

【0027】

入力としては、例えば、温度センサ 102、温度センサ 103、アクセル開度センサ 101 の検出信号が挙げられる。カソードの出口圧力を検出するための圧力センサ 53 および大気圧センサ 105 の検出信号も制御ユニット 100 に入力される。大気圧センサ 105 は、大気圧を検出するためのセンサであり、約 70 ~ 110 Kpa を計測レンジとしている。大気圧センサ 105 は、圧力センサ 53 よりも計測レンジが狭く、計測の分解能および計測精度が高い特性を有している。

50

【 0 0 2 8 】

本実施例の燃料電池システムは、次の状態で停止される。アノードへのガス供給系については、水素が外部に漏れないよう、バルブ 2 1 ~ 2 6 は全て閉じられる。カソードへのガスの供給系については、コンプレッサ 4 1 の運転は停止され、調圧バルブ 2 7 は解放されるため、全体が大気圧に等しくなる。

【 0 0 2 9 】

B . 運転制御処理 :

図 2 は運転制御処理のフローチャートである。制御ユニット 1 0 0 が燃料電池の運転時に、繰り返し実行する処理である。

【 0 0 3 0 】

この処理が開始されると、制御ユニット 1 0 0 は、運転制御に必要な各種パラメータを入力する (ステップ S 1 0)。このパラメータには、例えば、要求発電量に関連するアクセル開度、水素や圧縮空気の供給量制御に関連する各部の圧力などが含まれる。

【 0 0 3 1 】

次に、制御ユニット 1 0 0 は、圧力センサ 5 3 の補正タイミングに相当するか否かを判断する (ステップ S 1 1)。本実施例では、燃料電池システムが起動された時点が補正タイミングと設定した。先に説明した通り、燃料電池システムの停止時にはカソードのガス供給系は大気圧に解放されているため、起動時にもこのガス供給系は大気圧であることが保証されている。

【 0 0 3 2 】

補正タイミングは、カソードのガス供給系が大気圧となる種々のタイミングを適用可能である。例えば、燃料電池システムの停止指示が出され、調圧バルブ 2 7 が解放された後、所定時間経過した時点が補正タイミングとしてもよい。燃料電池システムが間欠運転される場合には、発電を停止した後、所定時間経過した時点が補正タイミングとしてもよい。これらの「所定時間」は、カソードのガス供給系の圧力が大気圧まで下がるのに要する時間を基準に設定することができる。

【 0 0 3 3 】

補正タイミングに相当する場合 (ステップ S 1 1)、制御ユニット 1 0 0 は、大気圧を計測する (ステップ S 2 0)。本実施例では、圧力センサ 5 3 および大気圧センサ 1 0 5 の双方によって計測された値を取得するものとした。定置式の燃料電池システムの場合、大気圧センサ 1 0 5 の計測値に代えて、大気圧などの気象情報を提供するサーバから、ネットワーク経由で取得してもよい。また、大気圧センサ 1 0 5 の計測値に代えて、別途計測した値をユーザが入力してもよい。以後、大気圧センサ 1 0 5 の計測値またはこれに相当する値を、大気圧の真値と呼ぶ。

【 0 0 3 4 】

次に、制御ユニット 1 0 0 は、圧力センサ 5 3 の計測値 P_s と大気圧の真値 P_a との圧力差 P を次式により算出する (ステップ S 2 1)。

$$P = P_s - P_a$$

【 0 0 3 5 】

得られた圧力差 P の絶対値が所定の判断基準値 T_p よりも大きい場合 (ステップ S 2 2)、制御ユニット 1 0 0 は、圧力センサ 5 3 および大気圧センサ 1 0 5 のいずれかに異常があると判断し、異常時処理を実行する (ステップ S 2 3)。異常時処理としては、例えば、警報による異常報知、燃料電池システムの運転禁止などを採ることができる。

【 0 0 3 6 】

圧力差 P の絶対値が所定の判断基準値 T_p 以下である場合には、圧力センサ 5 3 および大気圧センサ 1 0 5 は共に正常であると判断し、圧力差 P を、圧力の補正值 P_c として設定する。この補正值は、大気圧センサ 1 0 5 の計測値を真値と仮定し、圧力センサ 5 3 の計測値を補正するための設定値である。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 1 において、センサ補正タイミングでないと判断した場合、制御ユニット 1

10

20

30

40

50

00は通常の運転処理を実行する。カソード側の圧縮空気の供給量を制御するため、制御ユニット100は、圧力センサ53の計測値を次の式により補正する(ステップS30)

$$P = P_s - P_c ;$$

P...補正後の圧力(以下、「補正圧力値」と称する)；

P_s...圧力センサ計測値；

P_c...補正值；

【0038】

制御ユニット100は、この補正圧力値に基づいてポンプの回転数を決定する(ステップ31)。図中にポンプの回転数を決定するために参照するマップ例を示した。制御ユニット100は、このマップを予め記憶しており、要求電力と出口圧力に基づいてマップを参照することにより、ポンプの回転数を設定する。

10

【0039】

図示する通り、カソードの出口圧力が予め設定された基準圧力、例えば660Kpaの場合、要求電力が増大するにつれて、空気の供給量も増える。出口圧力が基準圧力と異なる場合には、単位体積の空気中の酸素量の変動する。従って、安定した発電を行うためには、この酸素量の変動を補償するよう、ポンプの回転数を補正し、空気の供給量を変える必要がある。この結果、マップでは、出口圧力が基準圧力よりも低い場合にはポンプ回転数を増大し、基準圧力よりも高い場合にはポンプ回転数を低減するように設定されている。出口圧力と基準圧力との差違に基づく補正は、必ずしもマップとして用意しておく必要はなく、補正式として用意しておいてもよい。更に、基準圧力に対するポンプ回転数も含めて、全てのポンプ回転数を要求電力および出口圧力の関数によって算出してもよい。

20

【0040】

制御ユニット100は、ガスの供給制御として、こうして設定されたポンプ回転数でポンプを駆動するとともに、水素タンクから要求発電量に応じた水素を供給する(ステップS32)。制御ユニット100は、以上の処理を繰り返し実行することにより、要求された電力を、燃料電池システムで安定して発電させる。

【0041】

以上で説明した実施例の燃料電池システムによれば、圧力センサ53の検出値を、大気圧の真値に基づいて補正することにより、出口圧力の検出精度を向上することができる。この結果、空気の供給量の精度よく制御することができ、無用なポンプ駆動による損失、空気不足による電力不足を抑制することができる。

30

【0042】

C. 変形例：

実施例のステップS21においては、大気圧の計測値に代えて、予め設定された標準的な値、例えば100Kpaを用いても良い。かかる値に基づき得られた圧力差Pは、圧力センサ53の異常判定に活用することができる。この場合、圧力センサ53が正常と判断された場合の補正(ステップS24、S30)は、省略してもよい。

【0043】

実施例では、カソード側の圧力センサ53の補正を行う場合を例示した。同様の処理は、アノード側の圧力センサ51に施すことも可能である。この場合には、燃料電池システムの停止時にアノード側のバルブ25、26を解放し、アノードのガス給排系を大気圧に解放しておくことが望ましい。

40

【0044】

以上、本発明の種々の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成を採ることができることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例としての燃料電池システムの全体構成を示す説明図である。

【図2】 運転制御処理のフローチャートである。

【符号の説明】

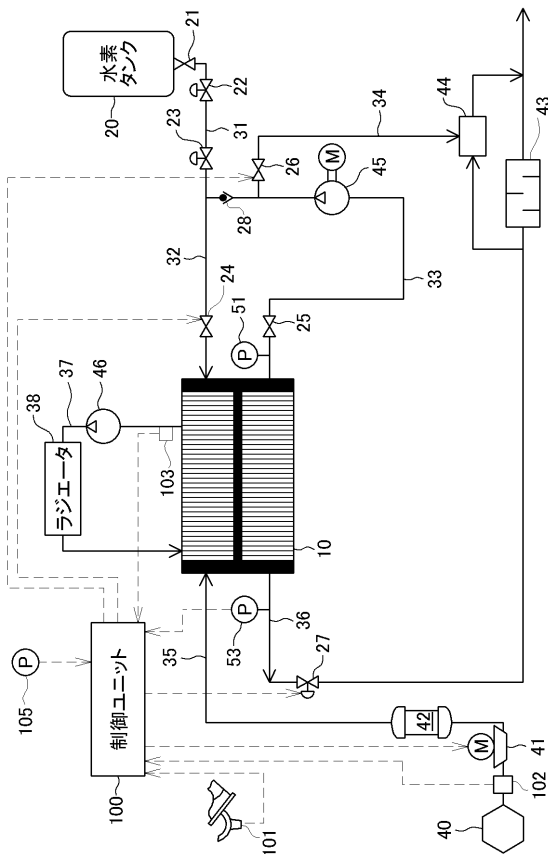
50

- 1 0 ... 燃料電池
- 2 0 ... 水素タンク
- 2 1 ... シャットバルブ
- 2 2 ... レギュレータ
- 2 3 ... 高圧バルブ
- 2 4 ... 低圧バルブ
- 2 5 ... バルブ
- 2 6 ... 排出バルブ
- 2 7 ... 調圧バルブ
- 2 8 ... 逆止弁
- 3 2、3 3、3 5、3 6、3 7 ... 配管
- 3 4 ... 排出管
- 3 8 ... ラジエータ
- 4 0 ... フィルタ
- 4 1 ... コンプレッサ
- 4 2 ... 加湿器
- 4 3 ... マフラ
- 4 4 ... 希釈器
- 4 5、4 6 ... ポンプ
- 5 1、5 3 ... 圧力センサ
- 1 0 0 ... 制御ユニット
- 1 0 1 ... アクセル開度センサ
- 1 0 2、1 0 3 ... 温度センサ
- 1 0 5 ... 大気圧センサ

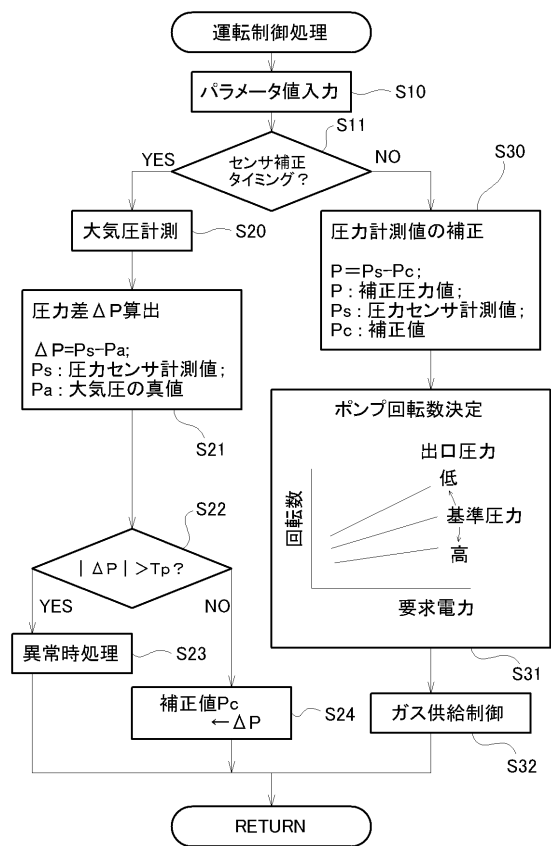
10

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-009989(JP,A)
特開2002-352826(JP,A)
特開2004-342386(JP,A)
特表2003-535313(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/00-8/24