

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4953151号
(P4953151)

(45) 発行日 平成24年6月13日(2012.6.13)

(24) 登録日 平成24年3月23日(2012.3.23)

(51) Int.Cl.

F 1

H O 1 M 8/04 (2006.01)

H O 1 M 8/04 H

B 6 O L 11/18 (2006.01)

H O 1 M 8/04 A

H O 1 M 8/00 (2006.01)

H O 1 M 8/04 Z

H O 1 M 8/10 (2006.01)

B 6 O L 11/18 G

H O 1 M 8/00 Z

請求項の数 11 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-4454 (P2005-4454)
 (22) 出願日 平成17年1月11日(2005.1.11)
 (65) 公開番号 特開2006-196231 (P2006-196231A)
 (43) 公開日 平成18年7月27日(2006.7.27)
 審査請求日 平成19年6月13日(2007.6.13)

(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 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100093861
 弁理士 大賀 真司
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大賀 敏史
 (72) 発明者 高木 定夫
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 坊農 哲也
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料ガス及び酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、前記燃料電池に燃料ガス及び酸化ガスのうちの一方を供給する反応ガス供給装置と、前記一方の反応ガスの圧力を検出する圧力検出手段と、前記一方の反応ガスの圧力を調圧する調圧弁と、前記圧力検出手段が検出した圧力に基づいて前記調圧弁の開度を調整する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記圧力検出手段の異常を検出すると、前記燃料電池への燃料ガス及び酸化ガスの供給を停止することなく、前記調圧弁の開度を80%以上の固定開度に固定して電池運転を継続する、燃料電池システム。

【請求項2】

請求項1に記載の燃料電池システムにおいて、

前記制御装置は、前記圧力検出手段の異常を検出すると、前記調圧弁の開度を全開にする、燃料電池システム。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の燃料電池システムにおいて、

前記調圧弁は、前記燃料電池に供給される燃料ガス或いは前記燃料電池から排出される燃料ガスが流れる燃料ガス通路、又は前記燃料電池に供給される酸化ガス或いは前記燃料電池から排出される酸化ガスが流れる酸化ガス通路のうち何れか一方のガス通路に配設されている、燃料電池システム。

【請求項4】

10

20

請求項1乃至請求項3のうち何れか1項に記載の燃料電池システムにおいて、
前記制御装置は、前記圧力検出手段の検出値が所定の範囲外であるときに、前記圧力検出手段に異常が生じていると判断する、燃料電池システム。

【請求項5】

請求項4に記載の燃料電池システムにおいて、
前記制御装置は、前記圧力検出手段の検出値が所定の範囲外である時間が一定時間継続しているときに、前記圧力検出手段に異常が生じていると判断する、燃料電池システム。

【請求項6】

請求項1乃至請求項5のうち何れか1項に記載の燃料電池システムにおいて、
前記制御装置は、前記圧力検出手段の異常を検出すると、前記調圧弁の弁開度に対応した前記一方の反応ガスの圧力を推定し、その推定値に基づいて前記燃料電池の発電を制御する、燃料電池システム。

10

【請求項7】

請求項6に記載の燃料電池システムにおいて、
前記調圧弁は、前記燃料電池に供給される酸化ガス或いは前記燃料電池から排出される酸化ガスが流れる酸化ガス通路に配設されており、

前記制御装置は、前記調圧弁の弁開度が前記固定開度に固定された場合における当該酸化ガス通路の各部を流れる酸化ガスの圧力をマップデータとして格納しており、このマップデータを参照することにより、前記酸化ガス通路を流れる酸化ガスの圧力を推定し、その推定値に基づいて、前記燃料電池の発電を制御する、燃料電池システム。

20

【請求項8】

燃料ガス及び酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、前記燃料電池に燃料ガス及び酸化ガスのうち何れか一方を供給する反応ガス供給装置と、前記一方の反応ガスのガス状態を検出するガス状態検出手段と、前記一方の反応ガスの圧力を調圧する調圧弁と、前記ガス状態検出手段が検出したガス状態に基づいて前記調圧弁の弁開度を調整する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記ガス状態検出手段の異常を検出すると、前記燃料電池への燃料ガス及び酸化ガスの供給を停止することなく、前記調圧弁の弁開度を80%以上の固定開度に固定して電池運転を継続する、燃料電池システム。

30

【請求項9】

請求項8に記載の燃料電池システムにおいて、
前記ガス状態検出手段が検出するガス状態は、前記反応ガスの流量、温度、濃度のうち少なくとも何れか一つである、燃料電池システム。

【請求項10】

請求項8又は請求項9に記載の燃料電池システムにおいて、
前記制御装置は、前記ガス状態検出手段の異常を検出すると、前記調圧弁の弁開度に対応した前記一方の反応ガスのガス状態量を推定し、その推定値に基づいて前記燃料電池の発電を制御する、燃料電池システム。

【請求項11】

請求項1乃至請求項10のうち何れか1項に記載の燃料電池システムを車両電源装置として搭載した燃料電池車両。

40

【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し、特に、反応ガスのガス状態を検出するガス状態検出手段の異常に備えたフェイルセーフ技術に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池システムの発電電力でトラクションモータを駆動して走行する燃料電池車両においては、アクセル開度や車速等を基にシステム要求電力を算出し、燃料電池システムの

50

発電電力が目標電力に一致するように反応ガスの供給量及び供給圧を調整している。特許文献1には、空気極に供給する空気を圧縮するコンプレッサを目標回転数で運転し、空気調圧弁を操作することにより空気極における空気圧力を目標圧力に制御する車両用燃料電池システムの制御装置が提案されている。同文献には、コンプレッサの目標回転数又は空気圧力の目標圧力を保つために必要なコンプレッサの運転パラメータに基づいて大気圧を推定して目標回転数を補正するとともに、水素パージ弁の開放時間を補正して燃料電池の発電量を制限する技術が開示されている。

【特許文献1】特開2003-168467

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0003】

しかし、従来の燃料電池システムでは、酸化ガスの圧力を検出する圧力センサに異常が生じると、エアコンプレッサの正確な制御が不能になるので、電池運転を停止させていた。燃料電池システムを車両電源装置とする燃料電池システムにおいては、圧力センサの異常に備えて、最寄りのディーラーや整備工場までリムホーム走行（退避走行）ができるように予めフェイルセーフ対策を講じておくことが望ましい。

【0004】

そこで、本発明は、燃料電池に供給される反応ガスのガス状態を検出するガス状態検出手段の異常に備えてフェイルセーフ対策を講じることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

上記の課題を解決するため、本発明の燃料電池システムは、燃料ガス及び酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、燃料電池に燃料ガス及び酸化ガスのうちの一方を供給する反応ガス供給装置と、一方の反応ガスの圧力を検出する圧力検出手段と、一方の反応ガスの圧力を調圧する調圧弁と、圧力検出手段が検出した圧力に基づいて調圧弁の弁開度を調整する制御装置と、を備え、制御装置は、圧力検出手段の異常を検出すると、燃料電池への燃料ガス及び酸化ガスの供給を停止することなく、調圧弁の弁開度を80%以上の固定開度に固定して電池運転を継続する。斯かる構成によれば、圧力検出手段に異常が生じた場合に電池運転を直ぐに停止することなく、暫く継続させることができる。また、調圧弁の弁開度を80%以上の固定開度に固定することで、高負荷でもシステム構成部品の破損等を回避できる。

30

【0007】

調圧弁は、燃料電池に供給される燃料ガス或いは燃料電池から排出される燃料ガスが流れる燃料ガス通路（水素供給路、水素循環路、水素排出路を含む。）、又は燃料電池に供給される酸化ガス或いは燃料電池から排出される酸化ガスが流れる酸化ガス通路（酸素供給路、酸素排出路を含む。）のうち何れか一方のガス通路に配設されているのが好ましい。

【0008】

制御装置は、圧力検出手段の異常を検出すると、調圧弁の開度値に基づいて、燃料電池の発電を制御するのが好ましい。調圧弁の弁開度に対応した発電制御を行うことで、適切な電池運転を実現できる。

40

【0009】

本発明の燃料電池システムは、燃料ガス及び酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、燃料電池に燃料ガス及び酸化ガスのうち何れか一方を供給する反応ガス供給装置と、一方の反応ガスのガス状態を検出するガス状態検出手段と、一方の反応ガスの圧力を調圧する調圧弁と、ガス状態検出手段が検出したガス状態に基づいて調圧弁の弁開度を調整する制御装置と、を備え、制御装置は、ガス状態検出手段の異常を検出すると、燃料電池への燃料ガス及び酸化ガスの供給を停止することなく、調圧弁の弁開度を80%以上の固定開度に固定して電池運転を継続する。斯かる構成によれば、ガス状態検出手段に異常が生じた場合に電池運転を直ぐに停止することなく、暫く継続させることができる。

50

【0010】

ガス状態検出手段が検出するガス状態は、例えば、反応ガスの流量、温度、濃度のうち少なくとも何れか一つである。即ち、ガス状態検出手段は、反応ガスの流量を検出する流量検出手段、反応ガスの温度を検出する温度検出手段、反応ガスの濃度を検出する濃度検出手段を総称する。

【0011】

制御装置は、ガス状態検出手段の異常を検出すると、弁装置の弁開度に対応した反応ガスのガス状態量を推定し、その推定値に基づいて、燃料電池の発電を制御するのが好ましい。弁装置の弁開度に対応した発電制御を行うことで、適切な電池運転を実現できる。

【0012】

本発明の燃料電池車両は、上述の燃料電池システムを車両電源装置として搭載した車両である。かかる構成によれば、圧力検出手段に異常が生じた場合であっても、電池運転を停止させることなく、燃料電池車両のリンプホーム走行が可能になる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、ガス状態検出手段に異常が生じた場合に電池運転を直ぐに停止することなく、暫らく継続させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、各図を参照して本発明の実施形態について説明する。

図1は本実施形態に係わる燃料電池システム10の概略構成を示している。同システム10は、燃料電池車両搭載用の発電装置（車両電源装置）として構成されており、反応ガス（燃料ガス、酸化ガス）の供給を受けて電力を発電する燃料電池20を備えている。燃料電池20は、フッ素系樹脂等により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜等から成る高分子電解質膜21の両面にアノード極22とカソード極23をスクリーン印刷等で形成した膜電極接合体24を備えている。膜電極接合体24の両面はリブ付セパレータ（図示せず）によってサンドイッチされ、このセパレータとアノード極22及びカソード極23との間にそれぞれ溝状のアノードガスチャンネル25及びカソードガスチャンネル26を形成している。燃料電池20の発電電力は外部負荷Rによって消費される。外部負荷Rは、例えば、直流電力を交流電力に変換するインバータ、走行推進力を得るトラクションモータ、車載補機類等を総称している。

【0015】

水素供給源（燃料ガス供給装置）30は、高圧水素タンク又は水素吸蔵合金タンクなどによって構成されている。水素供給源30から放出される水素ガスは水素供給路31を流れてアノード極22に供給される。アノード極22に供給される水素圧は調圧弁A1によって所定圧に調圧（減圧）される。電池反応に供した後の水素オフガスは循環ポンプA2によって加圧され、水素循環路32を流れて水素供給路31に還流する。水素循環路32には水素排出路33が分岐配管されており、水素排気弁A3を開弁することにより不純物濃度の高い水素ガスを排気するように構成されている。水素供給圧は圧力センサ（圧力検出手段）P1によって検出される。一方、外気から取り込まれた空気（酸素ガス）はエアコンプレッサ（酸化ガス供給装置）C1によって加圧され、酸素供給路41を流れてカソード極23に供給される。電池反応に供した後の酸素オフガスは酸素排出路42を流れて排気される。カソード極23に供給される酸素ガスの圧力は調圧弁C2によって所定圧に調圧される。酸素供給圧は圧力センサ（圧力検出手段）P2によって検出される。

【0016】

制御装置50は、要求負荷に応じて燃料電池20の発電制御を行うシステムコントローラである。制御装置50はアクセル開度や車速等を基にシステム要求電力を算出し、燃料電池20の発電電力が目標電力に一致するように、水素ガス及び酸素ガスの圧力を調整する。具体的には、制御装置50は、水素供給圧が目標圧力に一致するように、圧力センサP1の検出圧力を基に調圧弁A1の弁開度を調整しつつ、酸素供給圧が目標圧力に一致す

10

20

30

40

50

るように、圧力センサ P 2 の検出圧力を基に調圧弁 C 2 の弁開度を調整する。

【0017】

次に、圧力センサ P 2 に異常が生じた場合のフェイルセーフ対策について説明する。

図 2 は圧力センサ P 2 の異常判定ルーチンを示している。この判定ルーチンは制御装置 50 によって、一定のインターバル（例えば、2 m 秒）で繰り返し実行される。この判定ルーチンが呼び出されると、制御装置 50 は、圧力センサ P 2 のアナログ出力値をデジタルデータに A/D 変換する（S 11）。次いで、このセンサ値（デジタル値）が上限閾値以上であるか、又は下限閾値未満であるかを判定する（S 12）。センサ値が上限閾値未満であり、かつ、下限閾値以上である場合には（S 12；NO）、圧力センサ P 2 は正常に作動しているので、この判定ルーチンを抜ける。センサ値が上限閾値以上であるか、又は下限閾値未満である場合には（S 12；YES）、圧力センサ P 2 が断線等により異常が生じている可能性があるため、制御装置 50 は、センサ値が一定時間継続して上限閾値以上又は下限閾値未満であるか否かを判定する（S 13）。センサ値が異常値をとる時間が一定時間継続していない場合には（S 13；NO）、圧力センサ P 2 の一時的な検出誤差等によるものと考えられるので、圧力センサ P 2 は正常に作動していると判断して、この判定ルーチンを抜ける。一方、センサ値が異常値をとる時間が一定時間継続している場合には（S 13；YES）、圧力センサ P 2 に異常が生じているものと判断できるので、制御装置 50 は、圧力センサ異常フラグを 1 にセットし（S 14）、この判定ルーチンを抜ける。

【0018】

図 3 は調圧弁 C 2 の制御ルーチンを示している。この制御ルーチンは制御装置 50 によって、一定のインターバル（例えば、8 m 秒）で繰り返し実行される。この制御ルーチンが呼び出されると、制御装置 50 は、圧力センサ異常フラグが 1 にセットされているか否かを判定する（S 21）。圧力センサ異常フラグが 1 にセットされていない場合には（S 21；NO）、圧力センサ P 2 は正常と考えられるので、通常の調圧弁制御を行う（S 22）。通常の調圧弁制御とは、例えば、燃料電池 20 の酸素供給圧が目標圧力に一致するように圧力センサ P 2 の検出圧力を基に調圧弁 C 2 の弁開度を調整する処理などである。一方、圧力センサ異常フラグが 1 にセットされている場合には（S 21；YES）、圧力センサ P 2 は異常と考えられるので、調圧弁 C 2 の弁開度が所定開度以上になるように制御する（S 23）。このときの弁開度は 80 % 以上が好ましく、特に、全開がより好ましい。調圧弁 C 2 としては、オンオフ弁、又はリニア弁の何れでもよい。

【0019】

尚、圧力センサ P 2 の異常発生時において、調圧弁 C 2 の弁開度が所定開度に固定された場合における、酸化ガス通路（酸素供給路 41、酸素排出路 42 を含む。）の各部を流れる酸化ガスの圧力や流量等のガス状態量は予め実験等によって求められており、マップデータとして制御装置 50 に格納されている。圧力センサ P 2 の異常時には、制御装置 50 は、調圧弁 C 2 の弁開度を所定開度に維持するとともに、上記マップデータを参照することにより、酸化ガス通路を流れる酸化ガスの圧力や流量等を推定し、この推定値に基づいて、循環ポンプ A 2 や水素排気弁 A 3 を制御して、燃料ガス通路（水素供給路 31、水素循環路 32、水素排出路 33 を含む。）を流れる燃料ガスの圧力や流量、更には、冷却系統（図示せず）を流れる冷媒流量を制御する。また、圧力センサ P 2 の異常発生時には、燃料電池 20 の発電量上限値は通常運転時よりも低めに設定されるため、外部負荷 R の要求負荷が発電量上限値を上回らないように、電力の供給制御を行う。

【0020】

本実施形態によれば、酸素圧力を検出する圧力センサ P 2 が断線等により異常が生じた場合であっても、調圧弁 C 2 の弁開度を所定開度以上に開弁することにより、仮に高負荷で空気流量が多くなってもカソード側の圧力は過剰圧力にはならず、システム構成部品に損傷を及ぼすことなく電池運転が可能である。また、仮に軽負荷で空気流量が少ない場合には、カソード側の運転圧力は大気圧に近い圧力となり、ドライアップし易くなるが、電池運転は可能である。従って、圧力センサ P 2 に異常が生じた場合であっても、直ぐに電

池運転を停止する必要はなく、最寄りのディーラー、整備工場、又は安全地帯までのリンプホーム走行が可能になる。

【0021】

尚、上述の説明においては、酸素圧力を検出する圧力センサP2に異常が生じた場合のフェイルセーフ対策を例示したが、水素圧力を検出する圧力センサP1に異常が生じた場合においても、調圧弁A1の弁開度を所定開度以上に制御することで、リンプホーム走行が可能になる。

【0022】

また、上述の説明においては、反応ガスのガス状態量を検出する手段として、圧力センサP1、P2を例示したが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば、反応ガスの流量を検出する流量検出手段、反応ガスの温度を検出する温度検出手段、反応ガスの濃度を検出する濃度検出手段等のガス状態検出手段に異常が生じた場合にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本実施形態の燃料電池システムの構成図である。

【図2】圧力センサの異常判定ルーチンである。

【図3】調圧弁の制御ルーチンである。

【符号の説明】

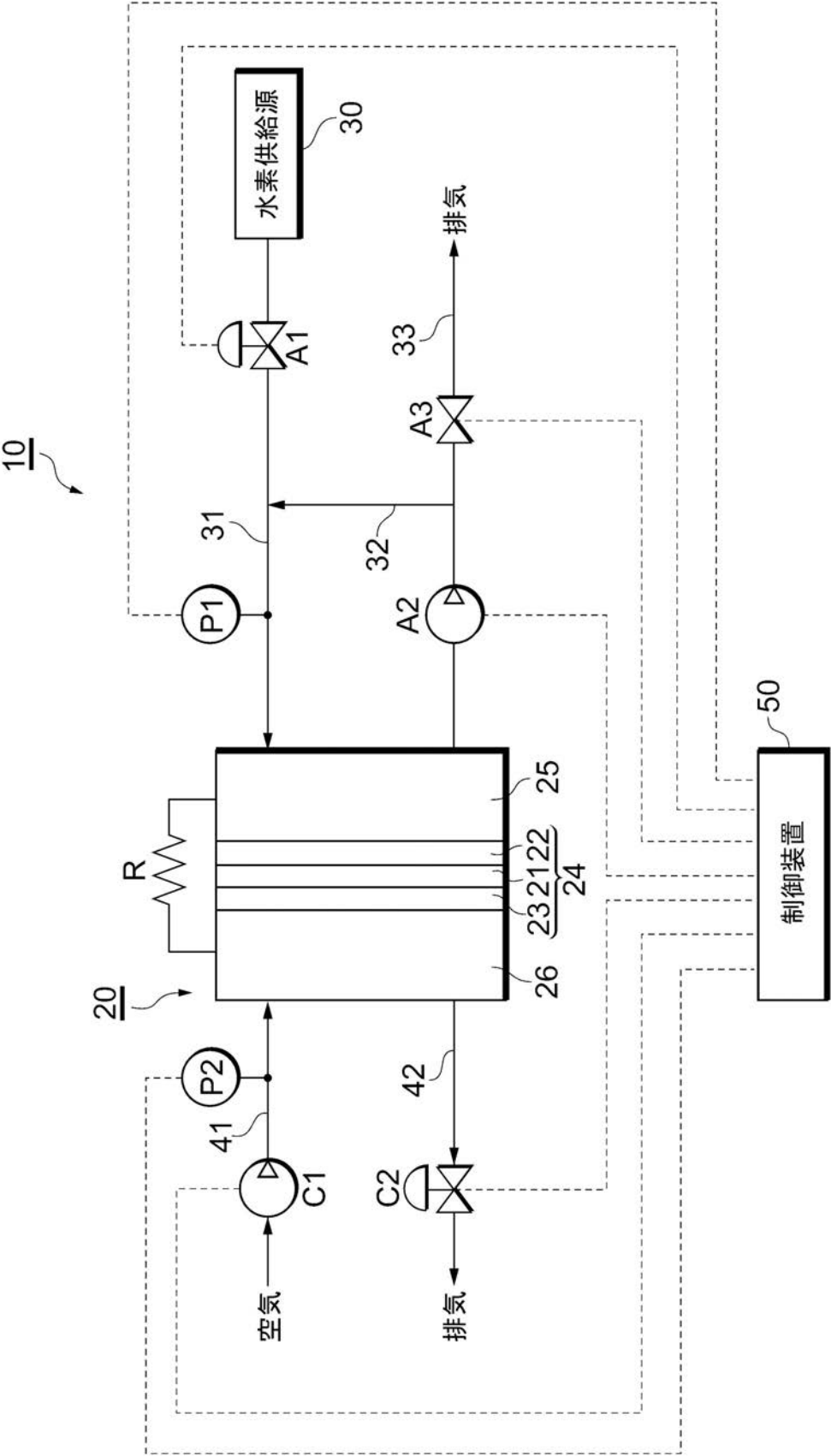
【0024】

10…燃料電池システム 20…燃料電池 30…水素供給源 31…水素供給路 32…水素循環路 33…水素排出路 41…酸素供給路 42…酸素排出路 50…制御装置 A1…調圧弁 A2…循環ポンプ A3…水素排気弁 C1…エアコンプレッサ C2…調圧弁

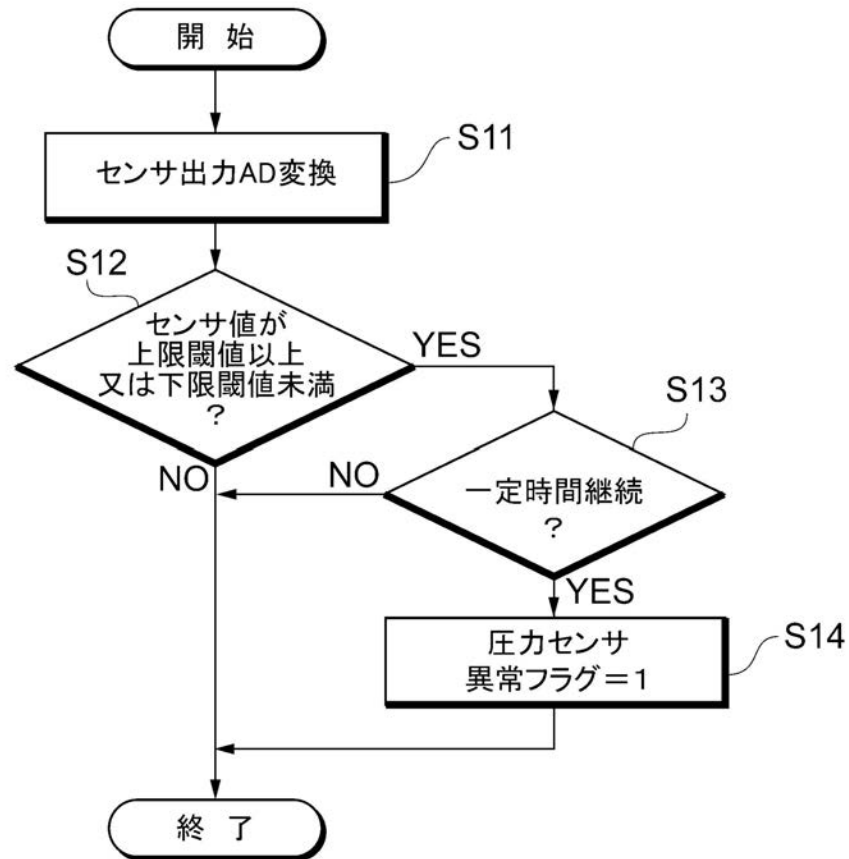
10

20

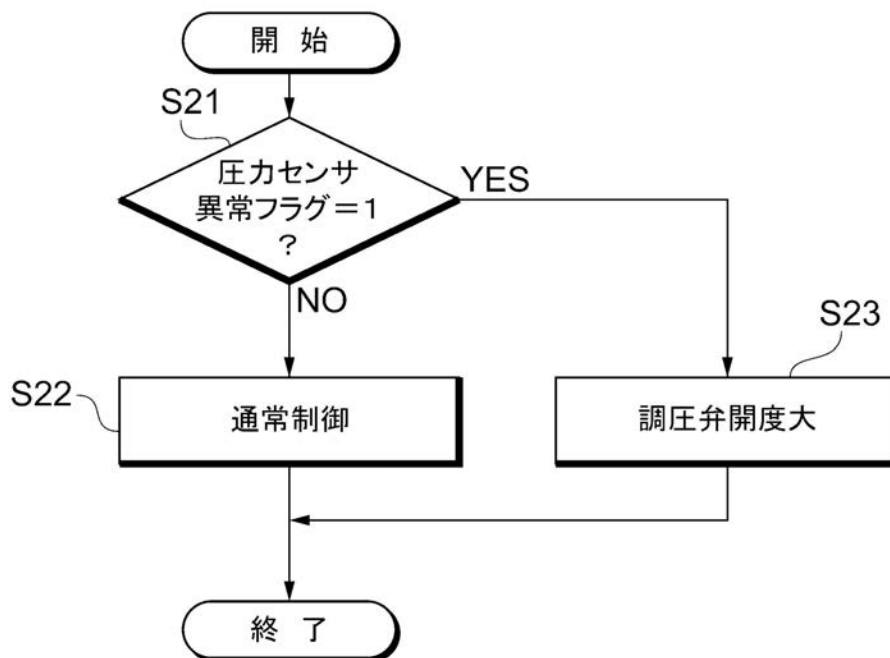
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 8/10

審査官 小川 進

(56)参考文献 特開2002-352839 (JP, A)
特開2003-168453 (JP, A)
特開2004-259670 (JP, A)
特開2004-179127 (JP, A)
特開2004-179072 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 M 8/04
B 6 0 L 11/18
H 0 1 M 8/00
H 0 1 M 8/10