



PCT

(10) 国際公開番号

WO 2006/033425 A1

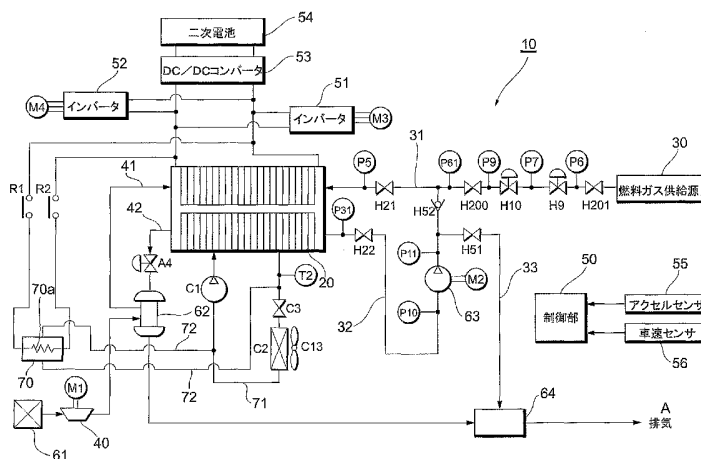
(43) 国際公開日
2006 年 3 月 30 日 (30.03.2006)

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01)</p> <p>(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/017560</p> <p>(22) 国際出願日: 2005 年 9 月 16 日 (16.09.2005)</p> <p>(25) 国際出願の言語: 日本語</p> <p>(26) 国際公開の言語: 日本語</p> <p>(30) 優先権データ:
特願2004-275410 2004 年 9 月 22 日 (22.09.2004) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉田 尚弘 (YOSHIDA, Naohiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).</p> | <p>(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 TMI総合法律事務所 Tokyo (JP).</p> <p>(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.</p> <p>(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR,</p> |
|---|---|

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM AND FUEL CELL SYSTEM FAILURE JUDGMENT METHOD

(54) 発明の名称: 燃料電池システムおよび燃料電池システムの異常判定方法



54 SECONDARY CELL
53 DC/DC CONVERTER
52 INVERTER
51 INVERTER
30 FUEL GAS SUPPLY SOURCE
50 CONTROL UNIT
55 ACCELERATOR SENSOR
56 VEHICLE SPEED SENSOR
A EXHAUST GAS

(S7) Abstract: A fuel cell system (10) consumes fuel gas in a gas leak detection portion of fuel gas supply systems (31, 32) by generation of a fuel cell (20). Power generated by the fuel cell (20) is further consumed by an auxiliary device. A judgment unit (50) judges gas leak according to the pressure lowering of the fuel gas in the gas leak detection portion. The control unit (50) increases consumption of fuel gas in the gas leak detection portion by increasing the power consumption by the auxiliary device. With this configuration, when the power generation of the fuel cell (20) and the power consumption by the auxiliary device results in an insufficient consumption of the fuel gas, the power consumption of the auxiliary device is increased so as to promote consumption of the fuel gas, thereby enabling to perform rapid gas leak judgment.

[続葉有]



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 本発明の燃料電池システム(10)は、燃料ガス供給系統(31, 32)のガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを燃料電池(20)の発電によって消費し、更に燃料電池(20)が発電した電力を補機類で消費させ、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスの圧力低下代に基づいてガス漏れ判定を行う判定部(50)を備えたシステムであって、補機類の電力消費を増大させることによって、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスの消費を増加させる制御部(50)を備える。かかる構成により、燃料電池(20)の電力発電と補機類の電力消費だけでは燃料ガスの消費が不十分な場合に補機類の消費電力を増大させることで、燃料ガスの消費を促進し、迅速なガス漏れ判定を可能にできる。

1

明細書

燃料電池システムおよび燃料電池システムの異常判定方法

5 技術分野

本発明は燃料電池システムおよび燃料電池システムの異常判定方法に関し、特に、反応ガス通路の異常検出判定を短時間で精度良く行うための改良技術に関する。

10 背景技術

燃料電池車両の発電システムとして、反応ガス（燃料ガス、酸化ガス）の酸化還元反応による化学エネルギーを電気エネルギーとして直接取り出すことのできる燃料電池システムが用いられている。この種の燃料電池システムにおいては、水素供給源から燃料電池へ燃料ガスを供給するための燃料ガス

15 供給路に各種の遮断弁（例えば、高圧水素タンクバルブ、水素供給バルブ、F C 入口バルブ、F C 出口バルブ、パージバルブ等）が配設されている。

これら各種の遮断弁の故障診断を行うための手法として、例えば、特開 2000-274311 号公報には、車両の燃料ガス供給路に配設された遮断弁を閉弁することによって燃料ガス供給路内に閉空間を作り出し、その閉空間の時間経過に対する圧力低下率が圧力低下率閾値よりも小さいときに弁故障を判定する技術が提案されている。

ところが、遮断弁下流側の圧力低下速度は車両の運転状態、即ち、燃料消費率によって変動する。このため、車両の運転状態によって燃料消費率が低くなる場合には、遮断弁下流側の圧力低下に多くの時間を要し、迅速な故障
25 診断を行うことができない。

このような技術的背景に鑑みて、特開 2003-308868 号公報には、

2

遮断弁の故障診断を行う際に車載補機類の消費電力を増加させることによって、燃料消費率を増大させ、遮断弁下流側の圧力を短時間で低下させる技術が提案されている。更に、補機類の消費電力だけでは燃料消費が十分でない場合には、燃焼器を用いて消費させることが開示されている。

5 [特許文献 1] 特開 2000-274311 号公報

 [特許文献 2] 特開 2003-308868 号公報

発明の開示

10 しかし、燃料電池と燃焼器での燃料消費が十分でない場合には、燃料ガス供給系統の圧力が低下するまでに多くの時間を要し、反応ガス通路の迅速な異常検出を行うことができない。また特開 2003-308868 号公報に記載の技術では、故障診断によって得られる電力をエネルギー保存手段に蓄電できるように、故障診断前に予めエネルギー保存手段のエネルギー保存量を低下させておく必要があるので、迅速な故障診断を行うことができない。

15 そこで、本発明はこのような問題を解決し、反応ガス通路の異常検出判定を短時間で精度良く行うことのできる燃料電池システムを提案することを課題とする。

 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、反応ガス通路の異常検出部位に内在する反応ガスを燃料電池で消費し、更に燃料電池が発
20 電した電力を補機類で消費させ、異常検出部位に内在する反応ガスの圧力変化状態に基づいて反応ガス通路の異常判定を行う判定部（判定手段）を備えた燃料電池システムであって、補機類の電力消費を増大させることによって、異常検出部位に内在する反応ガスの消費を増加させる制御部（制御手段）を備える。

25 かかる構成により、燃料電池の電力発電と補機類の電力消費だけでは反応ガスの消費が不十分な場合に、補機類の消費電力を増大させることで、反応

3

ガスの消費を促進することができる。これにより、迅速な異常判定を実現できる。

本発明の燃料電池システムにおいて、補機類として、燃料電池を冷却する冷却補機を備え、制御部は冷却補機の消費電力の増大に起因して燃料電池の

5 温度が低下する度合に基づいて他の補機類を制御するのが好ましい。

冷却補機の消費電力を増大させると、燃料電池の冷却能力の向上に伴って燃料電池の温度が低下するので、温度低下に伴って生じる、電力発電を妨げる要因（例えば、フラクティングやドライアップによるセル電圧低下）を打ち消すように他の補機類を制御することで、良好な発電状態を維持できる。

10 本発明の燃料電池システムにおいて、補機類として、燃料電池に酸化ガスを供給するエアコンプレッサを更に備え、制御部は燃料電池の温度が所定値以上の場合にエアコンプレッサから燃料電池に供給される酸化ガス流量の増加を抑制するのが好ましい。

燃料電池の温度が所定値以上の場合に燃料電池に供給される酸化ガス流量
15 を増大させると、膜電極接合体（MEA）がドライアップするので、その場合は酸化ガス流量の増加を抑制するのが好ましい。

本発明の燃料電池システムにおいて、補機類として、燃料電池を冷却する冷媒と熱交換可能な熱交換器を更に備え、制御部は燃料電池の温度が所定値以下の場合に熱交換器の消費電力を増大させることによって、冷媒の温度を
20 昇温させるのが好ましい。

冷却補機の電力消費に加えて、熱交換器の電力消費によっても余剰電力を消費できるので、燃料ガスをより一層迅速に消費できる。

本発明の燃料電池システムにおいて、燃料電池で発電された直流電力を交流電力に変換して補機類に交流電力を供給するインバータを更に備え、制御
25 部はインバータの熱損失を増大させて、燃料電池で発電された電力の消費量を増大させるのが好ましい。

4

インバータ周波数を調整することで、電力変換効率を意図的に低下させ、熱損失による電力消費量を増大させることができる。

本発明の燃料電池システムの異常判定方法は、反応ガス通路の異常検出部位に内在する反応ガスを燃料電池で消費し、更に前記燃料電池が発電した電力を補機類で消費させ、前記異常検出部位に内在する反応ガスの圧力変化状態に基づいて前記反応ガス通路の異常判定を行う、燃料電池システムの異常判定方法であって、前記補機類の電力消費を増大させることによって、前記異常検出部位に内在する反応ガスの消費を増加させる工程を備える。

本発明の燃料電池システムの異常判定方法においては、前記燃料電池システムが前記補機類として前記燃料電池を冷却する冷却補機を備え、前記冷却補機の消費電力の増大に起因して前記燃料電池の温度が低下する度合に基づいて、他の補機類を制御してもよい。

本発明の燃料電池システムの異常判定方法においては、前記燃料電池システムが前記補機類として前記燃料電池に酸化ガスを供給するエアコンプレッサを更に備え、前記燃料電池の温度が所定値以上の場合に前記エアコンプレッサから前記燃料電池に供給される酸化ガス流量の増加を抑制してもよい。

本発明の燃料電池システムの異常判定方法においては、前記燃料電池システムが前記補機類として前記燃料電池を冷却する冷媒と熱交換可能な熱交換器を更に備え、前記燃料電池の温度が所定値以下の場合に前記熱交換器の消費電力を増大させることによって、前記冷媒の温度を昇温させてもよい。

本発明の燃料電池システムの異常判定方法においては、前記燃料電池システムが前記燃料電池で発電された直流電力を交流電力に変換して前記補機類に交流電力を供給するインバータを更に備え、前記インバータの熱損失を増大させて、前記燃料電池で発電された電力の消費量を増大させてもよい。

25

図面の簡単な説明

5

図 1 は、本実施形態に係わる燃料電池システムの構成図である。

図 2 は、システム制御のメインルーチンである。

図 3 は、システム起動時のガス漏れ判定処理ルーチンである。

図 4 は、通常発電制御ルーチンである。

5 図 5 は、ガス漏れ判定処理ルーチンである。

図 6 は、ガス漏れ判定処理ルーチンである。

図 7 は、ガス漏れ判定処理ルーチンである。

図 8 は、ガス漏れ判定処理ルーチンである。

図 9 は、ガス漏れ判定処理ルーチンである。

10 図 10 は、ガス漏れ判定処理ルーチンである。

図 11 は、補機制御ルーチンである。

図 12 は、補機制御ルーチンである。

図 13 は、システム停止処理ルーチンである。

図 14 は、異常停止処理ルーチンである。

15

発明を実施するための最良の形態

図 1 は本実施形態に係わる燃料電池システムの概略構成を示している。ここでは、燃料電池システム 10 を燃料電池車両 (FCHV: Fuel Cell Hybrid Vehicle) の車載発電システムとして用いる例を示すが、定置用発電システムとしても用いることができる。燃料電池 (セルスタック) 20 は複数の
20 単セルを直列に積層して成るスタック構造を備えており、例えば、固体高分子電解質型燃料電池等から構成されている。

燃料電池 20 の燃料ガス供給系統 (燃料ガス配管系統) には、燃料ガス供給源 30、燃料ガス供給路 31、及び燃料ガス循環路 32 が配設されている。
25 ここで、燃料ガス供給系統とは、燃料ガス供給源 30 から燃料電池 20 に燃料ガスを供給する経路上に配設されたガス配管やバルブ等を総称するもので

6

あり、例えば、燃料ガス供給源 3 0 と、燃料ガス供給源 3 0 と燃料電池 2 0 とを接続する燃料ガス供給路 3 1 と、燃料ガス供給路 3 1 に設けられた開閉弁やレギュレータ等を含む構成である。また、燃料電池 2 0 から排出される燃料ガスを燃料ガス供給路 3 1 に循環させるシステム構成を採用する場合に

5 は、燃料ガス供給系統は、更に燃料ガス循環路 3 2 を含む構成であってもよい。燃料ガス供給源 3 0 は、例えば、高圧水素タンク又は水素貯蔵タンク等の水素貯蔵源、或いは改質原料を水素リッチガスに改質する改質器等によって構成される。燃料ガス供給路 3 1 は燃料ガス供給源 3 0 から放出される燃料ガスを燃料電池 2 0 のアノード極に導くためのガス流路であり、そのガス

10 流路には上流から下流にかけてタンクバルブ H 2 0 1、高圧レギュレータ H 9、低圧レギュレータ H 1 0、水素供給バルブ H 2 0 0、及び F C 入口バルブ H 2 1 が各々配設されている。高圧に圧縮された燃料ガスは高圧レギュレータ H 9 にて中圧に減圧され、更に低圧レギュレータ H 1 0 にて低圧（通常運転圧力）に減圧される。燃料ガス循環路 3 2 は未反応燃料ガスを燃料電池

15 2 0 に還流させるための帰還ガス流路であり、そのガス流路には上流から下流にかけて F C 出口バルブ H 2 2、水素ポンプ 6 3、及び逆止弁 H 5 2 が各々配設されている。燃料電池 2 0 から排出された低圧の未反応燃料ガスは水素ポンプ 6 3 によって適度に加圧され、燃料ガス供給路 3 1 に導かれる。逆止弁 H 5 2 は燃料ガス供給路 3 1 から燃料ガス循環路 3 2 への燃料ガスの

20 逆流を抑制する。アノードオフガス流路 3 3 は燃料電池 2 0 から排出された水素オフガスをシステム外に排気するためのガス流路であり、そのガス流路にはパージバルブ（排気手段） H 5 1 が配設されている。

上述したタンクバルブ H 2 0 1、水素供給バルブ H 2 0 0、F C 入口バルブ H 2 1、F C 出口バルブ H 2 2、及びパージバルブ H 5 1 は各ガス流路 3

25 1 ~ 3 3 又は燃料電池 2 0 へ燃料ガスを供給し、或いは遮断するためのシャットバルブであり、例えば、電磁弁によって構成されている。このような電

磁弁として、例えば、オンオフ弁、或いはPWM制御で弁開度をリニアに調整できるリニア弁等が好適である。

燃料電池20の酸化ガス供給系統（酸化ガス配管系統）には、エアコンプレッサ（酸化ガス供給源）40、及び酸化ガス供給路41が配設されている。

- 5 ここで、酸化ガス供給系統とは、エアコンプレッサ40から燃料電池20に酸化ガスを供給する経路上に配設されたガス配管やバルブ等を総称するものであり、例えば、エアコンプレッサ40と、エアコンプレッサ40と燃料電池20とを接続する酸化ガス供給路41と、酸化ガス供給路41に配設された補機類（例えば、加湿モジュール62等）を含む構成である。エアコンプレッサ40はエアフィルタ61を介して外気から取り込んだ空気を圧縮し、その圧縮エアを酸化ガスとして燃料電池20のカソード極に供給する。燃料電池20の電池反応に供した後の酸素オフガスはカソードオフガス流路42を流れてシステム外に排気される。酸素オフガスは燃料電池20での電池反応により生成された水分を含むため高湿潤状態になっている。加湿モジュール62は酸化ガス供給路41を流れる低湿潤状態の酸化ガスと、カソードオフガス流路42を流れる高湿潤状態の酸素オフガスとの間で水分交換を行い、燃料電池20に供給される酸化ガスを適度に加湿する。燃料電池20に供給される酸化ガスの背圧はカソードオフガス流路42のカソード出口付近に配設された圧力調整弁A4によって調圧される。カソードオフガス流路42の下流は希釈器64に連通しており、希釈器64に酸素オフガスを供給する。希釈器64はアノードオフガス流路33の下流にも連通しており、水素オフガスを酸素オフガスによって混合希釈した後にシステム外に排気するように構成されている。
- 10
15
20

- 燃料電池20の冷却系統（冷媒配管系統）には、冷却水路71、循環ポンプC1、ラジエータC2、バイパス弁C3、及び熱交換器70が配設されている。循環ポンプC1は冷却水路71を通じて燃料電池20内部を流れる冷
- 25

8

媒を循環させる。冷却水路 7 1 にはラジエータ C 2 をバイパスして冷媒を熱交換器 7 0 に導くバイパス流路 7 2 が配設されている。ラジエータ C 2 はファン C 1 3 を回転させることによって、冷媒を降温させる。熱交換器 7 0 はヒータ 7 0 a を備えており、燃料電池 2 0 から電力の供給を受けてヒータ 7 0 a を加熱させ、冷媒を昇温させる。燃料電池 2 0 から熱交換器 7 0 への電力供給はリレー R 1, R 2 のオン/オフによって制御できる。ラジエータ C 2 の上流にはラジエータバイパス弁 C 3 が配設されており、ラジエータバイパス弁 C 3 の弁開度を調整することによって、ラジエータ C 2 及び熱交換器 7 0 に向けて流れる冷媒の流量を制御し、冷媒温度を調整できるように構成されている。

燃料電池 2 0 で発電された直流電力の一部は DC/DC コンバータ 5 3 によって降圧され、二次電池（蓄電手段） 5 4 に充電される。二次電池 5 4 は車両制動時の回生エネルギー貯蔵源、車両の加速又は減速に伴う負荷変動時のエネルギーバッファとしての役割を担うものであり、ニッケル・カドミウム蓄電池、ニッケル・水素蓄電池、リチウム二次電池等で構成されている。ここでは蓄電手段として二次電池を例示するが、キャパシタ等でもよい。トラクションインバータ 5 1 及び補機インバータ 5 2 は燃料電池 2 0 と二次電池 5 4 の双方又は何れか一方から供給される直流電力を交流電力に変換してトラクションモータ M 3 と補機モータ M 4 のそれぞれに交流電力を供給する。補機モータ M 4 は後述の水素循環ポンプ 6 3 を駆動するモータ M 2 やエアコンプレッサ 4 0 を駆動するモータ M 1 等を総称している。

制御部 5 0 はアクセルセンサ 5 5 が検出したアクセル開度、車速センサ 5 6 が検出した車速等に基づいてシステム要求電力（車両走行電力と補機電力との総和）を求め、燃料電池 2 0 の出力電力が目標電力に一致するように燃料電池システム 1 0 を制御する。具体的には、制御部 5 0 はエアコンプレッサ 4 0 を駆動するモータ M 1 の回転数を調整して酸化ガス供給量を調整する

とともに、水素ポンプ 6 3 を駆動するモータ M 2 の回転数を調整して燃料ガス供給量を調整する。更に、制御部 5 0 は D C / D C コンバータ 5 3 を制御して燃料電池 2 0 の運転ポイント（出力電圧、出力電流）を調整し、燃料電池 2 0 の出力電力が目標電力に一致するように調整する。

- 5 尚、燃料ガス供給系統は、高圧部（タンクバルブ H 2 0 1 ～水素供給バルブ H 2 0 0 の区間）、低圧部（水素供給バルブ H 2 0 0 ～ F C 入口バルブ H 2 1 の区間）、 F C 部（スタック入り口バルブ H 2 1 ～ F C 出口バルブ H 2 2 の区間）、循環部（ F C 出口バルブ H 2 2 ～逆止弁 H 5 2 の区間）の 4 つのセクションから構成されており、各部には燃料ガスの圧力を検出する圧力
- 10 センサ P 6 , P 7 , P 9 , P 6 1 , P 5 , P 1 0 , P 1 1 が配設されている。
- より詳細には、圧力センサ P 6 は燃料ガス供給源 3 0 の燃料ガス供給圧を検出する。圧力センサ P 7 は高圧レギュレータ H 9 の二次圧を検出する。圧力センサ P 9 は低圧レギュレータ H 1 0 の二次圧を検出する。圧力センサ P 6 1 は燃料ガス供給路 3 1 の低圧部の圧力を検出する。圧力センサ P 5 はスタ
- 15 ック入口の圧力を検出する。圧力センサ P 1 0 は水素循環ポンプ 6 3 の入力ポート側（上流側）の圧力を検出する。圧力センサ P 1 1 は水素循環ポンプ 6 3 の出力ポート側（下流側）の圧力を検出する。また、アノード出口付近の燃料ガス循環路 3 2 には燃料ガスの温度（或いは、スタック温度）を検出する温度センサ T 3 1 が配設されている。燃料電池 2 0 の冷却水出口付近の
- 20 冷却水路 7 1 には冷却水の温度（或いは、スタック温度）を検出する温度センサ T 2 が配設されている。

本実施形態では、反応ガスの異常検出判定を反応ガス通路の各セクション毎に行う。ここで、反応ガス通路とは、燃料ガス供給系統と酸化ガス供給系統を総称するものである。また、異常判定とは、反応ガス通路のガス漏れ

25 （ガス通路上に配置された弁の開故障、ガス通路からの漏洩等）や、反応ガス通路の詰まり（弁の閉故障、異物（生成水等）の存在）の有無を判定する

10

ことをいう。ここで、開故障とは、弁が開いたままになって、閉弁できなくなる故障状態をいい、閉故障とは、弁が閉じたままになって、開弁できなくなる故障状態をいう。異常検出部位となる反応ガス通路は、燃料ガス供給系統と酸化ガス供給系統のうち何れか一方でもよく、或いは又は両者であつてもよい。より具体的には、異常検出部位となる反応ガス通路は、燃料ガス供給路 3 1、燃料ガス循環路 3 2、アノードオフガス流路 3 3、酸化ガス供給路 4 1、又はカソードオフガス流路 4 2 のうち何れか一つでよく、或いはこれらガス流路の一部であつてもよい。

- 例えば、燃料ガス供給系統の異常検出判定を行うには、燃料ガス供給系統を複数のセクション（高圧部、低圧部、F C 部、及び循環部）に分割し、セクション毎に異常検出判定を行うのが好ましい。各セクションは異常検出部位となる。制御部 5 0 は後述する異常検出判定（例えば、ガス漏れ判定（S 1 0 2, S 1 0 6, S 1 0 9））を行う判定部（判定手段）として機能する他、燃料電池 2 0 の電力発電と補機類の電力消費だけでは燃料ガスの消費が不十分な場合に、補機類の消費電力を増大させて、燃料ガスの消費を促進する補機制御（S 1 0 7）を行う制御部（制御手段）としても機能する。より具体的には、制御部 5 0 は、燃料電池 2 0 で発電された電力を補機類で優先的に消費し、補機類で消費しきれない余剰電力を 2 次電池 5 4 に充電する。そして、燃料電池 2 0 の発電量が二次電池 5 4 の充電可能電力と補機損失（補機類の消費電力）との総和を超えている場合には、補機損失を増大させることによって余剰電力を消費する。これにより、燃料ガス供給路 3 1、及び燃料ガス循環路 3 2 に内在する燃料ガスを出来るだけ多く消費し、ガス漏れ検出部位の圧力を迅速に目標圧力に近づけることができる。補機損失を増大させるには、例えば、後述するように水素ポンプ 6 3 やエアコンプレッサ 4 0 の駆動負荷を大きくし、又は冷却系統の補機類の駆動負荷を大きくし、或いは補機インバータ 5 2 の周波数を電力変換効率が悪化する（熱損失が増

1 1

大する) 周波数に調整すればよい。余剰電力を消費するために補機損失をどの程度に調整するかは二次電池 5 4 の SOC (State Of Charge) にも関係するため、二次電池 5 4 の SOC を監視しながら補機損失を調整するのが好ましい。

- 5 図 2 は制御部 5 0 が実行するシステム制御を記述したメインルーチンである。同図を参照してシステム制御の概要を説明した後に各サブルーチンについて説明する。燃料電池システム 1 0 が起動すると (S 1 0 1 ; YES)、制御部 5 0 は燃料ガス供給系統のガス漏れ判定を行う (S 1 0 2)。ここで、ガス漏れがなく、正常に発電できると判定されると (S 1 0 3 ; YES)、
- 10 通常発電制御が行われる (S 1 0 4)。このようにして通常運転が継続され、予め定められた間欠運転開始条件が満たされると (S 1 0 5 ; YES)、制御部 5 0 は燃料ガス供給系統のガス漏れ判定を行う (S 1 0 6)。間欠運転とは、アイドリング時、低速走行時、或いは回生制動時等のように低負荷運転時に燃料電池 2 0 の発電を一時的に休止し、二次電池 5 4 から供給される
- 15 電力で走行する運転モードをいう。燃料電池 2 0 の発電や補機類での電力消費だけでは燃料ガスの消費が不十分な場合に、補機類の電力消費を増大させるための補機制御が行われる (S 1 0 7)。そして、システム停止が行われる場合には (S 1 0 8 ; YES)、制御部 5 0 は燃料ガス供給系統のガス漏れ判定を行い (S 1 0 9)、システム停止処理を行う (S 1 1 0)。ガス漏れ
- 20 が検出された場合には (S 1 1 1 ; YES)、異常停止処理を行う (S 1 1 2)。

次に、各サブルーチンについて詳述する。

- 図 3 はシステム起動時のガス漏れ判定処理ルーチン (S 1 0 2) を記述したフローチャートである。同ルーチンが呼び出されると、制御部 5 0 はタンクバルブ H 2 0 1、水素供給バルブ H 2 0 0、FC 入口バルブ H 2 1、及び
- 25 FC 出口バルブ H 2 2 を開き、燃料ガス供給路 3 1 を通じて燃料電池 2 0 に

1 2

- 燃料ガスを供給する (S 2 0 1)。次いで、制御部 5 0 は燃料ガス供給系統に配設されている全ての圧力センサ P 5 ~ P 6 のそれぞれの圧力値が所定の圧力値 P j 1 ~ P j 7 以上であるか否かを判定する (S 2 0 2)。全ての圧力センサ P 5 ~ P 6 のそれぞれが所定の圧力値 P j 1 ~ P j 7 以上に達し、
- 5 燃料ガス供給路 3 1 及び燃料ガス循環路 3 2 の圧力がガス漏れ判定を行える状態にまで昇圧すると (S 2 0 2 ; Y E S)、制御部 5 0 はタンクバルブ H 2 0 1、水素供給バルブ H 2 0 0、F C 入口バルブ H 2 1、及び F C 出口バルブ H 2 2 を閉弁し (S 2 0 3)、燃料ガス供給路 3 1 及び燃料ガス循環路 3 2 を密封する。そして、密封状態から所定時間 t 1 経過後に (S 2 0 4)、
- 10 制御部 5 0 は圧力センサ P 5 ~ P 6 の圧力値を P 5 P ~ P 6 P として記憶する (S 2 0 5)。更に、密封状態から所定時間 t 2 経過すると (S 2 0 6)、制御部 5 0 は記憶済みの圧力値 P 5 P ~ P 6 P と、所定時間 t 2 経過時点で圧力センサ P 5 ~ P 6 が検出した圧力値との差圧 $\Delta P 5 \sim \Delta P 6$ を演算する (S 2 0 7)。ここで求めた差圧 $\Delta P 5 \sim \Delta P 6$ は時間 (t 2 - t 1) の圧力
- 15 低下量に相当する。制御部 5 0 はそれぞれの差圧 $\Delta P 5 \sim \Delta P 6$ が所定の圧力値 p j 8 ~ P j 1 4 以上であるか否かを判定する (S 2 0 8)。差圧 $\Delta P 5 \sim \Delta P 6$ の全てが所定の圧力値 p j 8 ~ P j 1 4 以下である場合には (S 2 0 8 ; N O)、ガス漏れがないと考えられるので、システム起動を完了し、通常発電を開始する (S 2 0 9)。一方、差圧 $\Delta P 5 \sim \Delta P 6$ のうち何れか一
- 20 つでも所定の圧力値 p j 8 ~ P j 1 4 以上である場合には (S 2 0 8 ; Y E S)、制御部 5 0 はガス漏れが生じていると判定する (S 2 0 9)。

図 4 は通常運転時の発電制御ルーチン (S 1 0 4) を記述したフローチャートである。同ルーチンが呼び出されると、制御部 5 0 は燃料ガス供給系統の各バルブ (タンクバルブ H 2 0 1、水素供給バルブ H 2 0 0、F C 入口バルブ H 2 1、及び F C 出口バルブ H 2 2) を開弁する (S 3 0 1)。次いで、

25 アクセル開度、車速等を基に車両要求パワー (システム要求電力) を演算し

13

(S302)、燃料電池20の出力電力と二次電池54の出力電力の比を決定する(S303)。制御部50は燃料電池発電量－エア・ストイキ・マップ(二次元マップ)を参照して、所望の流量の酸化ガスが燃料電池20に供給されるようにモータM1の回転数を制御する(S304)。更に、制御部50は燃料電池発電量－水素・ストイキ・マップを参照して、所望の流量の燃料ガスが燃料電池20に供給されるようにモータM2の回転数を制御する(S305)。次いで、制御部50は燃料電池発電量－燃料ガスパージ頻度マップを参照してパージバルブH51の開閉制御を行う(S306)。以下、本発電制御ルーチンを所定のインターバルで繰り返し実行することで、通常
10 運転が継続的に実行される。

図5乃至図10は間欠運転時、又はシステム停止時のガス漏れ判定処理ルーチン(S106、S108)を記述したフローチャートである。同ルーチンが呼び出されると、制御部50はタンクバルブH201を閉弁し(S401)、高圧部のパージ判定を行う(S402)。パージ判定とは、燃料ガスを
15 パージするか否かを判定することである。まず、圧力センサP6が検出した圧力と高圧部の目標圧力P6Aとの差圧に基づいて、高圧部の圧力を目標圧力P6Aに一致させるために必要な燃料ガス消費量を演算する(S403)。次いで、パージバルブH51の一回あたりのパージ量と高圧部の容積との比から減圧度 $\Delta P Q$ を算出し(S404)、高圧部の圧力と目標圧力P6Aとの差圧が $\Delta P Q$ +所定値(余裕度)以下である場合には(S405; YES)、燃料ガスをパージすると、高圧部の圧力が目標圧力P6Aを低下してしまうため、パージを禁止する(S406)。一方、高圧部の圧力と目標圧力P6Aとの差圧が $\Delta P Q$ +所定値(余裕度)を超える場合には(S405; NO)、燃料ガスをパージしても、高圧部の圧力が目標圧力P6A以下
25 になることはないので、パージを許可する(S407)。

次いで、低圧部のパージ判定を行う(S408)。まず、圧力センサP6

1 4

1 が検出した圧力と高圧部の目標圧力 P_{61A} との差圧に基づいて、低圧部の圧力を目標圧力 P_{61A} に一致させるために必要な燃料ガス消費量を演算する (S 4 0 9)。次いで、パージバルブ H 5 1 の一回あたりのパージ量と低圧部の容積との比から減圧度 $\Delta P Q$ を算出し (S 4 1 0)、低圧部の圧力
5 と目標圧力 P_{61A} との差圧が $\Delta P Q$ + 所定値 (余裕度) 以下である場合には (S 4 1 1 ; YES)、燃料ガスをパージすると、低圧部の圧力が目標圧力 P_{61A} を低下してしまうため、パージを禁止する (S 4 1 2)。一方、低圧部の圧力と目標圧力 P_{61A} との差圧が $\Delta P Q$ + 所定値 (余裕度) を超える場合には (S 4 1 1 ; NO)、燃料ガスをパージしても、低圧部の圧力
10 が目標圧力 P_{61A} 以下になることはないので、パージを許可する (S 4 1 3)。

次いで、F C 部のパージ判定を行う (S 4 1 4)。まず、圧力センサ P 5 が検出した圧力と高圧部の目標圧力 P_{5A} との差圧に基づいて、F C 部の圧力を目標圧力 P_{5A} に一致させるために必要な燃料ガス消費量を演算する
15 (S 4 1 5)。次いで、パージバルブ H 5 1 の一回あたりのパージ量と F C 部の容積との比から減圧度 $\Delta P Q$ を算出し (S 4 1 6)、F C 部の圧力と目標圧力 P_{5A} との差圧が $\Delta P Q$ + 所定値 (余裕度) 以下である場合には (S 4 1 7 ; YES)、燃料ガスをパージすると、F C 部の圧力が目標圧力 P_{5A} を低下してしまうため、パージを禁止する (S 4 1 8)。一方、F C 部の
20 圧力と目標圧力 P_{5A} との差圧が $\Delta P Q$ + 所定値 (余裕度) を超える場合には (S 4 1 7 ; NO)、燃料ガスをパージしても、F C 部の圧力が目標圧力 P_{5A} 以下になることはないので、パージを許可する (S 4 1 9)。

次いで、循環部のパージ判定を行う (S 4 2 0)。まず、発電を禁止する (S 4 2 1)。次いで、パージバルブ H 5 1 の一回あたりのパージ量と循環
25 部の容積との比から減圧度 $\Delta P Q$ を算出し (S 4 2 2)、循環部の圧力と目標圧力 P_{10A} との差圧が $\Delta P Q$ + 所定値 (余裕度) 以下である場合には

15

(S 4 2 3 ; YES)、燃料ガスをパージすると、循環部の圧力が目標圧力 P 1 0 A を低下してしまうため、パージを禁止する (S 4 2 4)。一方、循環部の圧力と目標圧力 P 1 0 A との差圧が $\Delta P Q$ + 所定値 (余裕度) を超える場合には (S 4 2 3 ; NO)、燃料ガスをパージしても、循環部の圧力が

5 目標圧力 P 1 0 A 以下になることはないので、パージを許可する (S 4 2 5)。

各セクションのパージ判定が終了すると、次に、制御部 5 0 は水素消費量—燃料電池発電量マップを参照して、S 4 0 3, S 4 0 9, S 4 1 5 で求めた燃料ガスを消費するための燃料電池 2 0 の発電量を求める (S 4 2 6)。

- 10 更に、燃料電池発電量—エア・ストイキ・マップを参照して、所望の発電量を得るために必要な酸化ガスが燃料電池 2 0 に供給されるようにモータ M 1 の回転数を調整する (S 4 2 7)。そして、水素供給バルブ H 2 0 0 が開弁している場合には (S 4 2 8 ; YES)、制御部 5 0 は燃料電池発電量—水素ストイキ・マップを参照して所望の発電量を得るために必要な燃料ガス流
- 15 量が燃料電池 2 0 に供給されるようにモータ M 2 の回転数を調整する (S 4 2 9)。更に、制御部 5 0 は燃料電池発電量—パージ頻度マップを参照してパージバルブ H 5 1 を開閉制御する (S 4 3 0)。このとき、パージが禁止されている場合には (S 4 0 6, S 4 1 2, S 4 1 8, S 4 2 4)、パージバルブ H 5 1 は閉弁状態を維持する。一方、水素供給バルブ H 2 0 0 が開弁
- 20 している場合には (S 4 2 8 ; NO)、制御部 5 0 は水素ポンプ 6 3 を停止し (S 4 3 1)、燃料電池発電量—パージ頻度マップを参照してパージバルブ H 5 1 を開閉制御する (S 4 3 2)。パージバルブ H 5 1 を開閉する際には、パージバルブ H 5 1 の 1 次圧、2 次圧、及び開弁時間に基づいて 1 回あたりのパージ量を演算する (S 4 3 3)。ここで、パージバルブ H 5 1 の 1
- 25 次圧は圧力センサ P 1 1 が検出した圧力値によって求めることができる。パージバルブ H 5 1 の 2 次圧はカソードオフガス流路 4 2 を流れる酸素オフガ

16

スの流量によって求めることができる。

制御部50は二次電池54のSOCが所定値（例えば、80%～90%）以上である場合には（S434；YES）、燃料ガスの消費によって発電した電力を二次電池54に蓄電することができないので、制御部50は燃料電池20の発電量を減少させ、且つ燃料ガスのパージ量を増加させる（S435）。また、燃料ガスのパージ頻度が所定頻度より多くなると（S436；YES）、システム外に排気される燃料ガス濃度が高くなるので、排気燃料ガス濃度を低減させるためにエアコンプレッサ40の回転数を増加させて、カソードオフガス流路42を流れる酸素オフガスの流量を増量し、希釈器64で希釈される排気燃料ガス濃度を低減する（S437）。

このように、電力発電による燃料ガスの消費と、燃料ガスのパージ操作を実行することで（S426～S437）、燃料ガス供給系統の各セクション（ガス漏れ検出部位）の圧力を迅速に低下させることができる。より詳細には、高圧部、低圧部、及びFC部の圧力は電力発電による燃料ガス消費と燃料ガスのパージ操作によって低下させることができ、循環部の圧力は燃料ガスのパージ操作によって低下させることができる。各セクションのガス漏れ判定は、例えば、燃料ガス供給系統に配設されている各バルブを閉弁し、閉空間（或いは、略密閉空間）を形成して、当該閉空間の圧力低下代を検出することにより行う。

20 圧力センサP6の検出圧力が目標圧力P6A以下になると（S438；YES）、高圧部の圧力がガス漏れ判定に好適な圧力に達したことを示しているので、制御部50は水素供給バルブH200を閉弁する（S439）。これにより高圧部は密封状態になる。次いで、水素供給バルブH200の下流側に配設されている圧力センサP61の検出圧力が所定圧力PJ A1以下に
25 降圧したか否かを判定する（S440）。所定圧力PJ A1は、水素供給バルブH200が確実に閉弁しているか否かを判定するための圧力である。圧

17

力センサP61の検出圧力が所定圧力PJA1以下になると(S440: YES)、高圧部のガス漏れ判定を行うために、水素供給バルブH200の閉弁時から所定時間t3が経過したか否かを判定する(S441)。所定時間t3が経過すると(S441: YES)、圧力センサP6の検出圧力をP6Pとして記憶する(S442)。更に水素供給バルブH200の閉弁時から所定時間t4が経過したか否かを判定し(S443)、所定時間t4が経過すると(S443: YES)、記憶済みの圧力P6Pと圧力センサP6の検出圧力との差圧(圧力低下代)ΔP6を演算する(S444)。ここで、差圧ΔP6が所定の閾値圧力Pj15以上である場合には(S445: YES)、高圧部にガス漏れが生じていると判定する(S446)。ガス漏れの原因としては、タンクバルブH201或いは水素供給バルブH22の開故障、又はレギュレータH9、H10或いは燃料ガス供給路31の破損等が考えられる。

一方、水素供給バルブH200の閉弁時から所定時間t3が経過していない場合(S441: NO)、或いは所定時間t4が経過していない場合(S443: NO)、又は差圧ΔP6が所定の閾値圧力Pj15未満である場合(S445: NO)には、制御部50は低圧部のガス漏れ判定を許可する(S447)。これは、水素供給バルブH200の閉弁時から所定時間t3又はt4が経過していなくても、既に水素供給バルブH200が閉弁している以上、高圧部のガス漏れ判定と並行して低圧部のガス漏れ判定を行うことができるためである。

そして、圧力センサP61の検出圧力が目標圧力P61A以下になると(S448: YES)、低圧部の圧力がガス漏れ判定に好適な圧力に達したことを示しているので、制御部50はFC入口バルブH21を閉弁する(S449)。これにより低圧部は密封状態になる。次いで、FC入口バルブH21の下流側に配設されている圧力センサP5、P11の検出圧力がそれぞれ

18

れ所定圧力 P_{JA2} , P_{JA3} 以下に降圧したか否かを判定する (S450)。所定圧力 P_{JA2} , P_{JA3} は、FC 入口バルブ H21 が確実に閉弁しているか否かを判定するための圧力である。圧力センサ P5, P11 の検出圧力がそれぞれ所定圧力 P_{JA2} , P_{JA3} 以下になると (S450: YES)、低圧部のガス漏れ判定を行うために、FC 入口バルブ H21 の閉弁時から所定時間 t_5 が経過したか否かを判定する (S451)。所定時間 t_5 が経過すると (S451: YES)、圧力センサ P61 の検出圧力を P_{61P} として記憶する (S452)。更に FC 入口バルブ H21 の閉弁時から所定時間 t_6 が経過したか否かを判定し (S453)、所定時間 t_6 が経過すると (S453: YES)、記憶済みの圧力 P_{61P} と圧力センサ P61 の検出圧力との差圧 (圧力低下代) ΔP_{61} を演算する (S454)。ここで、差圧 ΔP_{61} が所定の閾値圧力 P_{j16} 以上である場合には (S455: YES)、低圧部にガス漏れが生じていると判定する (S456)。ガス漏れの原因としては、水素供給バルブ H22 或いは FC 入口バルブ H21 の開故障、又は燃料ガス供給路 31 或いは燃料ガス循環路 32 の破損等が考えられる。

一方、FC 入口バルブ H21 の閉弁時から所定時間 t_5 が経過していない場合 (S451: NO)、或いは所定時間 t_6 が経過していない場合 (S453: NO)、又は差圧 ΔP_{61} が所定の閾値圧力 P_{j16} 未満である場合 (S455: NO) には、制御部 50 は FC 部のガス漏れ判定を許可する (S457)。これは、FC 入口バルブ H21 の閉弁時から所定時間 t_5 又は t_6 が経過していなくても、既に FC 入口バルブ H21 が閉弁している以上、低圧部のガス漏れ判定と並行して FC 部のガス漏れ判定を行うことができるためである。

そして、圧力センサ P5 の検出圧力が目標圧力 P_{5A} 以下になると (S458: YES)、FC 部の圧力がガス漏れ判定に好適な圧力に達したことを

示しているので、制御部50はFC出口バルブH22を閉弁する(S459)。これによりFC部は密封状態になる。次いで、FC出口バルブH22の下流側に配設されている圧力センサP10の検出圧力が所定圧力PJ A4以下に降圧したか否かを判定する(S460)。所定圧力PJ A4は、FC
5 出口バルブH22が確実に閉弁しているか否かを判定するための圧力である。圧力センサP10の検出圧力がそれぞれ所定圧力PJ A4以下になると(S460: YES)、FC部のガス漏れ判定を行うために、FC出口バルブH22の閉弁時から所定時間t7が経過したか否かを判定する(S461)。所定時間t7が経過すると(S461: YES)、圧力センサP5の検出圧
10 力をP5Pとして記憶する(S462)。更にFC出口バルブH22の閉弁時から所定時間t8が経過したか否かを判定し(S463)、所定時間t8が経過すると(S463: YES)、記憶済みの圧力P5Pと圧力センサP5の検出圧力との差圧(圧力低下代) $\Delta P5$ を演算する(S464)。ここで、差圧 $\Delta P5$ が所定の閾値圧力Pj17以上である場合には(S465;
15 YES)、FC部にガス漏れが生じていると判定する(S466)。ガス漏れの原因としては、FC入口バルブH21或いはFC出口バルブH22の開故障、又は燃料ガス供給路31或いは燃料ガス循環路32の破損等が考えられる。

一方、FC出口バルブH22の閉弁時から所定時間t7が経過していない
20 場合(S461: NO)、或いは所定時間t8が経過していない場合(S463: NO)、又は差圧 $\Delta P5$ が所定の閾値圧力Pj17未満である場合(S465: NO)には、制御部50は循環部のガス漏れ判定を許可する(S467)。これは、FC出口バルブH22の閉弁時から所定時間t7又はt8が経過していなくても、既にFC出口バルブH22が閉弁している以
25 上、FC部のガス漏れ判定と並行して循環部のガス漏れ判定を行うことができるためである。

そして、圧力センサ P 1 0 の検出圧力が目標圧力 P 1 0 A 以下になると (S 4 6 8 ; Y E S)、循環部の圧力がガス漏れ判定に好適な圧力に達したことを示しているので、制御部 5 0 はパージバルブ H 5 1 の開閉を禁止する (S 4 6 9)。これにより循環部は密封状態になる。循環部のガス漏れ判定 5 を行うために、制御部 5 0 はパージバルブ H 5 1 の開閉を禁止した時点 (又は F C 出口バルブ H 2 2 の閉弁時) から所定時間 t 9 が経過したか否かを判定する (S 4 7 0)。所定時間 t 9 が経過すると (S 4 7 0 : Y E S)、圧力センサ P 1 0 検出圧力を P 1 0 P として記憶する (S 4 7 1)。更に、パージバルブ H 5 1 の開閉を禁止した時点 (又は F C 出口バルブ H 2 2 の閉弁 10 時) から所定時間 t 1 0 が経過したか否かを判定し (S 4 7 2)、所定時間 t 1 0 が経過すると (S 4 7 2 ; Y E S)、記憶済みの圧力 P 1 0 P と圧力センサ P 1 0 の検出圧力との差圧 (圧力低下代) $\Delta P 1 0$ を演算する (S 4 7 3)。ここで、差圧 $\Delta P 1 0$ が所定の閾値圧力 P j 1 8 以上である場合には (S 4 7 4 ; Y E S)、循環部にガス漏れが生じていると判定する (S 4 7 5)。ガス漏れの原因としては、F C 出口バルブ H 2 2 或いは逆止弁 H 5 2 の開故障、又は燃料ガス循環路 3 2 の破損等が考えられる。一方、圧 $\Delta P 1 0$ が所定の閾値圧力 P j 1 8 未満である場合には (S 4 7 4 ; N O)、循環部にガス漏れが生じてないと判定し、ガス漏れ判定を完了する (S 4 7 6)。

図 1 1 乃至図 1 2 は補機制御ルーチン (S 1 0 7) を記述したフローチャートである。同ルーチンが呼び出されると、制御部 5 0 は S O C - バッテリ温度マップを参照して、二次電池 5 4 に充電可能な電力 W 2 を演算する (S 5 0 1)。二次電池 5 4 は S O C が少ない程、充電可能な電力が多く、また バッテリ温度が低温又は高温である程、充電可能な電力は少ない。次いで、 25 制御部 5 0 は燃料電池 2 0 の発電量 P A に応じた補機損失 W 3 を演算する (S 5 0 2)。次いで、発電量 P A が充電可能電力 W 2 と補機損失 W 3 との

21

総和を超えているか否かを判定する（S503）。発電量PAが充電可能電力W2と補機損失W3との総和を超えている場合には（S503；YES）、発電量PAが余剰気味であるので、水素ポンプ63の流量をアップして水素ポンプ63の駆動負荷（消費電力）を増大させるか、或いは圧力調整弁A4
5 の弁開度を小さくしてカソードオフガス流路42の流体抵抗を大きくし、エアコンプレッサ40の駆動負荷（消費電力）を増大させる（S504）。

次いで、制御部50は燃料電池20の温度状態を検出し、温度センサT2の検出温度が所定温度TH1以上であるか、或いは温度センサT31の検出温度が所定温度TH2以上であるか否かを判定する（S505）。所定温度
10 TH1、TH2としては、燃料電池20がドライアップ気味になる温度に設定するのが好ましい。温度センサT2の検出温度が所定温度TH1以上であるか、或いは温度センサT31の検出温度が所定温度TH2以上である場合には（S505；YES）、燃料電池発電量－エア・ストイキ・マップを参照して、燃料電池20がドライアップしない程度の酸化ガス流量が燃料電池
15 20に供給されるように、エアコンプレッサ40の回転数を調整する（S506）。一方、温度センサT2の検出温度が所定温度TH1未満であり、且つ温度センサT31の検出温度が所定温度TH2未満である場合には（S505；NO）、燃料電池20に供給される酸化ガス流量を増大させても、燃料電池20はドライアップしないと考えられるので、エアコンプレッサ40
20 の回転数を上げて、エアコンプレッサ40の駆動負荷（消費電力）を増大させる（S507）。

次いで、制御部50は循環ポンプC1の駆動力（消費電力）を増大させて冷媒流量を増大させ、或いはラジエータ・ファンC13を駆動して冷却系統の補機損失を増大させる（S508）。これにより余剰電力を多く消費する
25 ことができるが、その一方で、燃料電池20の温度は通常運転温度よりも低下する場合がある。制御部50はFC冷却水出口温度T2－補機動力－外気

22

- 温度 T_{OUT} マップ（三次元マップ）を参照して燃料電池 20 の温度低下代 ΔT_C を演算する（S 509）。この三次元マップは燃料電池 20 の冷媒温度と、冷却補機（循環ポンプ C1、ラジエータ・ファン C13）の駆動負荷と、外気温度 T_{OUT} とに基づいて、燃料電池 20 の温度低下代を予め求めたマップデータである。次に、制御部 50 は FC 冷却水出口温度 $T_2 - \Delta T_C$ - 凝縮水量推定マップを参照して、燃料電池 20 内部で生成される凝縮水量を推定する（S 510）。燃料電池 20 のアノード側は殆ど飽和水蒸気で満たされていると考えられるので、温度低下代 ΔT_C から凝縮水量をある程度推定できる。次いで、制御部 50 は凝縮水量 - 水素ポンプ増加流量マップ、凝縮水量 - エアコンプレッサ増加流量マップ、凝縮水量 - パージ頻度増加マップを参照して、凝縮水量に応じて水素ポンプ 63 とエアコンプレッサ 40 の回転数を増加させる。凝縮水量が多い程、フラッシングによるセル電圧低下がみられるので、燃料ガスと酸化ガスの供給量を増大させる。また、燃料ガスに含まれている水分をできるだけ多く排出するため、パージバルブ H51 のパージ頻度を増加させる（S 511）。

- 次いで、制御部 50 は燃料電池 20 の温度状態を検出し、温度センサ T2 の検出温度が所定温度 T_{H3} 以下であるか、或いは温度センサ T31 の検出温度が所定温度 T_{H4} 以下であるか否かを判定する（S 512）。所定温度 T_{H3} 、 T_{H4} としては、燃料電池 20 の運転温度が通常運転温度を下回る程度の温度に設定するのが好ましい。温度センサ T2 の検出温度が所定温度 T_{H3} 以下であるか、或いは温度センサ T31 の検出温度が所定温度 T_{H4} 以下である場合には（S 512；YES）、冷媒温度を昇温させるため、バイパス弁 C3 を閉じ、ラジエータ・ファン C13 をオフにして、リレー R1、R2 をオンにする（S 513）。これにより、冷媒はラジエータ C2 をバイパスして熱交換器 70 に流入し、熱交換器 70 にて昇温される。ヒータ 70a を通電することによって、余剰電力を効率よく消費できる。

23

次いで、制御部50は補機インバータ52の温度を検出し、水素ポンプ63のインバータ温度又はエアコンプレッサ40のインバータ温度が所定温度TH5以下であるか否かを判定する(S514)。所定温度TH5としては、補機インバータ52の熱損失が過大になる温度に設定するのが好ましい。水素ポンプ63のインバータ温度又はエアコンプレッサ40のインバータ温度が所定温度TH5以下である場合には(S514; YES)、補機インバータ52の熱損失は少ないと考えられるので、インバータ周波数を上昇させて、熱損失を大きくする(S515)。一方、水素ポンプ63のインバータ温度又はエアコンプレッサ40のインバータ温度が所定温度TH5以上である場合には(S514; NO)、補機インバータ52の熱損失は大きいので、インバータ周波数を通常値に維持する(S516)。

図13はシステム停止処理ルーチン(S110)を記述したフローチャートである。同ルーチンが呼び出されると、制御部50は循環部のガス漏れ判定が完了したか否かを判定する(S601)。循環部のガス漏れ判定が完了したならば(S601; YES)、制御部50はFC入口バルブH21、及びFC出口バルブH22を開弁し、燃料ガス供給路31及び燃料ガス循環路32に残留している燃料ガスを燃料電池20に導く(S602)。これと同時に、制御部50はエアコンプレッサ40を回転させて燃料電池20に酸化ガスを供給する。燃料電池20に導入された燃料ガスは電力発電によって消費される。更に、制御部50は適当な時間間隔でパージバルブH51を開弁することにより、燃料ガスをパージし、燃料電池20を循環する燃料ガスの不純物濃度を低減する。そして、圧力センサP5の検出圧力が目標圧力P5AE以下に降圧したか否かを判定する(S603)。目標圧力P5AEとしては、システム停止時に燃料ガスがカソード側にクロスリークしない程度の圧力が好ましい。圧力センサP5の検出圧力が目標圧力P5AE以下に降圧すると(S603; YES)、制御部50はFC入口バルブH21、FC出

24

ロバルブH 2 2、及びパージバルブH 5 1を閉弁し、エアコンプレッサ4 0と水素ポンプ6 3を停止させて、発電を停止する（S 6 0 4）。

図1 4は異常停止処理ルーチン（S 1 1 2）を記述したフローチャートである。上述のガス漏れ判定（S 1 0 2，S 1 0 6，S 1 0 9）において、ガス漏れが生じていると判定されると（S 2 1 0，S 4 4 6，S 4 5 6，S 4 4 6，S 4 7 5）、異常停止処理ルーチンが呼び出される。同ルーチンが呼び出されると、制御部5 0は燃料ガス供給系統に配設されている全てのバルブ、即ち、タンクバルブH 2 0 1、水素供給バルブH 2 0 0、F C入口バルブH 2 1、F C出口バルブH 2 2、及びパージバルブH 5 1を全て閉弁し、更にエアコンプレッサ4 0と水素ポンプ6 3を停止させて、発電を停止する（S 7 0 1）。

本実施形態によれば、燃料電池2 0の電力発電と補機類の電力消費だけでは燃料ガスの消費が不十分な場合に、補機類の消費電力を増大させることで、燃料ガスの消費を促進することができる。これにより、迅速なガス漏れ判定を実現できる。

産業上の利用可能性

本発明によれば、燃料電池の電力発電と補機類の電力消費だけでは反応ガスの消費が不十分な場合に、補機類の消費電力を増大させることで、反応ガスの消費を促進することができる。これにより、反応ガス通路の迅速な異常検出判定を実現できる。よって、本発明は、そのような要求のある燃料電池システムおよび燃料電池システムの異常判定方法に広く利用することができる。

25

請求の範囲

1. 反応ガス通路の異常検出部位に内在する反応ガスを燃料電池で消費し、更に前記燃料電池が発電した電力を補機類で消費させ、前記異常検出部位に
- 5 内在する反応ガスの圧力変化状態に基づいて前記反応ガス通路の異常判定を行う判定部を備えた燃料電池システムであって、

前記補機類の電力消費を増大させることによって、前記異常検出部位に内在する反応ガスの消費を増加させる制御部を備える。
2. 請求項 1 に記載の燃料電池システムであって、
- 10 前記補機類として、前記燃料電池を冷却する冷却補機を備え、前記制御部は前記冷却補機の消費電力の増大に起因して前記燃料電池の温度が低下する度合に基づいて、他の補機類を制御する。
3. 請求項 1 又は請求項 2 に記載の燃料電池システムであって、

前記補機類として、前記燃料電池に酸化ガスを供給するエアコンプレッサ
- 15 を更に備え、前記制御部は前記燃料電池の温度が所定値以上の場合に前記エアコンプレッサから前記燃料電池に供給される酸化ガス流量の増加を抑制する。
4. 請求項 2 に記載の燃料電池システムであって、

前記補機類として、前記燃料電池を冷却する冷媒と熱交換可能な熱交換器
- 20 を更に備え、前記制御部は前記燃料電池の温度が所定値以下の場合に前記熱交換器の消費電力を増大させることによって、前記冷媒の温度を昇温させる。
5. 請求項 1 乃至請求項 4 のうち何れか 1 項に記載の燃料電池システムであって、

前記燃料電池で発電された直流電力を交流電力に変換して前記補機類に交
- 25 流電力を供給するインバータを更に備え、前記制御部は前記インバータの熱損失を増大させて、前記燃料電池で発電された電力の消費量を増大させる。

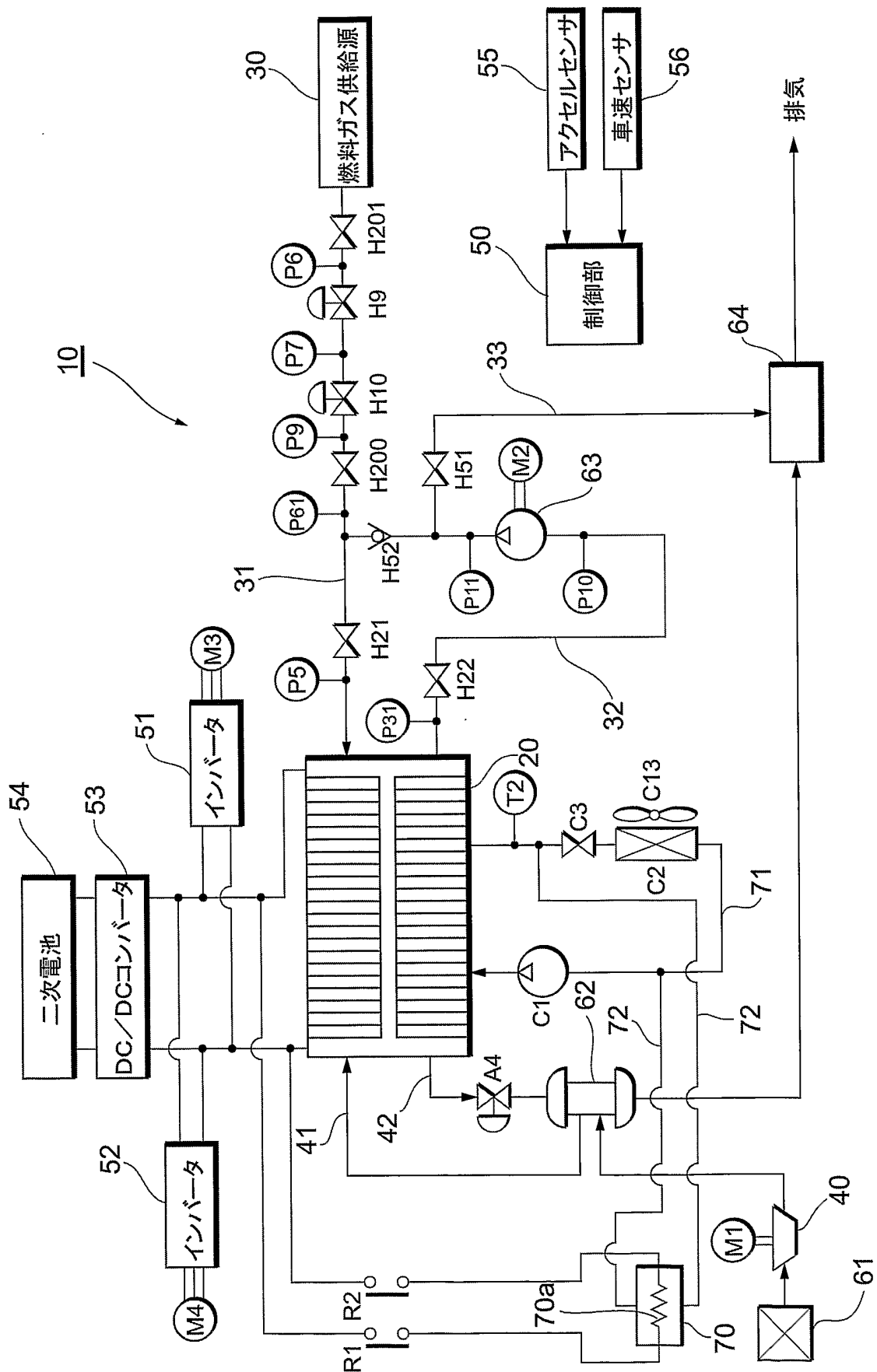
26

6. 反応ガス通路の異常検出部位に内在する反応ガスを燃料電池で消費し、更に前記燃料電池が発電した電力を補機類で消費させ、前記異常検出部位に内在する反応ガスの圧力変化状態に基づいて前記反応ガス通路の異常判定を行う、燃料電池システムの異常判定方法であって、
- 5 前記補機類の電力消費を増大させることによって、前記異常検出部位に内在する反応ガスの消費を増加させる工程を備える。
7. 請求項6に記載の燃料電池システムの異常判定方法であって、
前記燃料電池システムが前記補機類として前記燃料電池を冷却する冷却補機を備え、
- 10 前記冷却補機の消費電力の増大に起因して前記燃料電池の温度が低下する度合に基づいて、他の補機類を制御する。
8. 請求項6又は請求項7に記載の燃料電池システムの異常判定方法であって、
前記燃料電池システムが前記補機類として前記燃料電池に酸化ガスを供給
- 15 するエアコンプレッサを更に備え、
前記燃料電池の温度が所定値以上の場合に前記エアコンプレッサから前記燃料電池に供給される酸化ガス流量の増加を抑制する。
9. 請求項7に記載の燃料電池システムの異常判定方法であって、
前記燃料電池システムが前記補機類として前記燃料電池を冷却する冷媒と
- 20 熱交換可能な熱交換器を更に備え、
前記燃料電池の温度が所定値以下の場合に前記熱交換器の消費電力を増大させることによって、前記冷媒の温度を昇温させる。
10. 請求項6乃至請求項9のうち何れか1項に記載の燃料電池システムの異常判定方法であって、
- 25 前記燃料電池システムが前記燃料電池で発電された直流電力を交流電力に変換して前記補機類に交流電力を供給するインバータを更に備え、

27

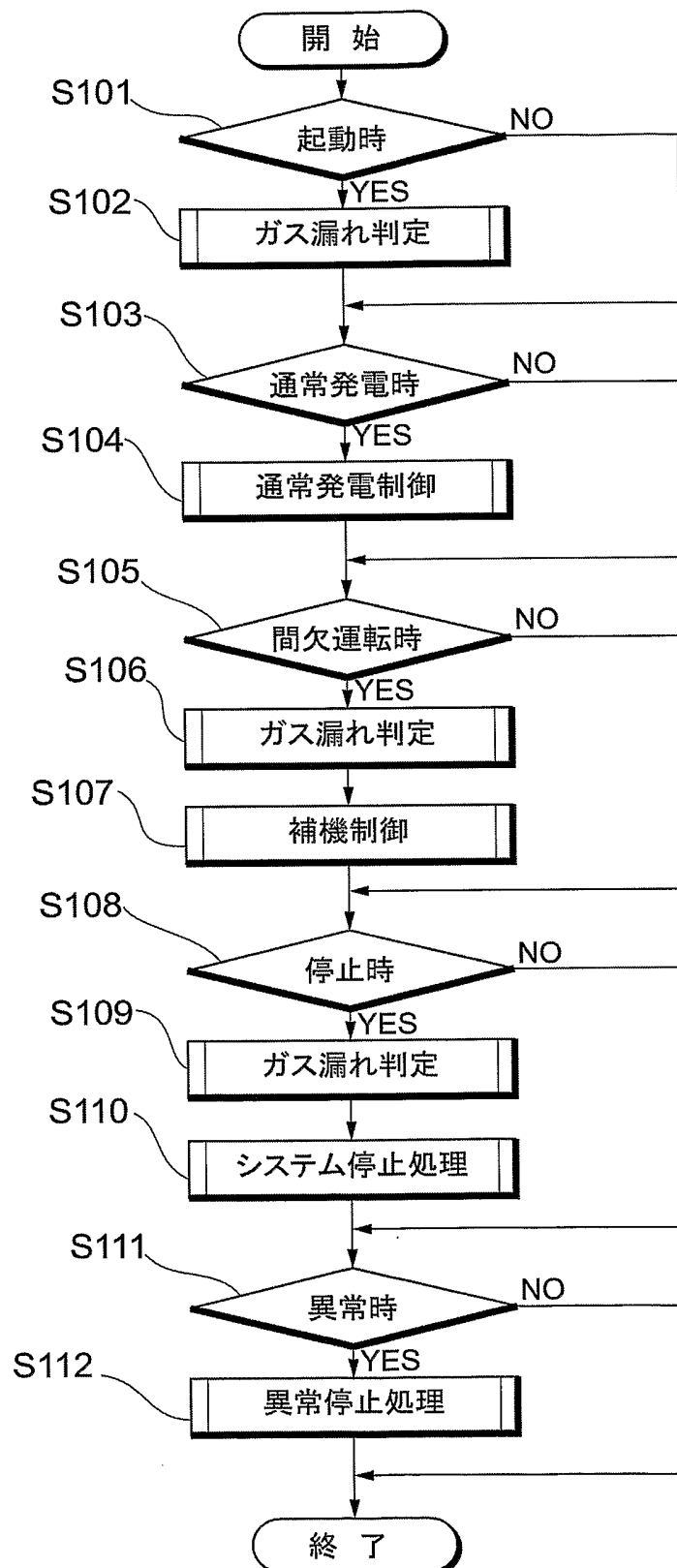
前記インバータの熱損失を増大させて、前記燃料電池で発電された電力の消費量を増大させる。

図1



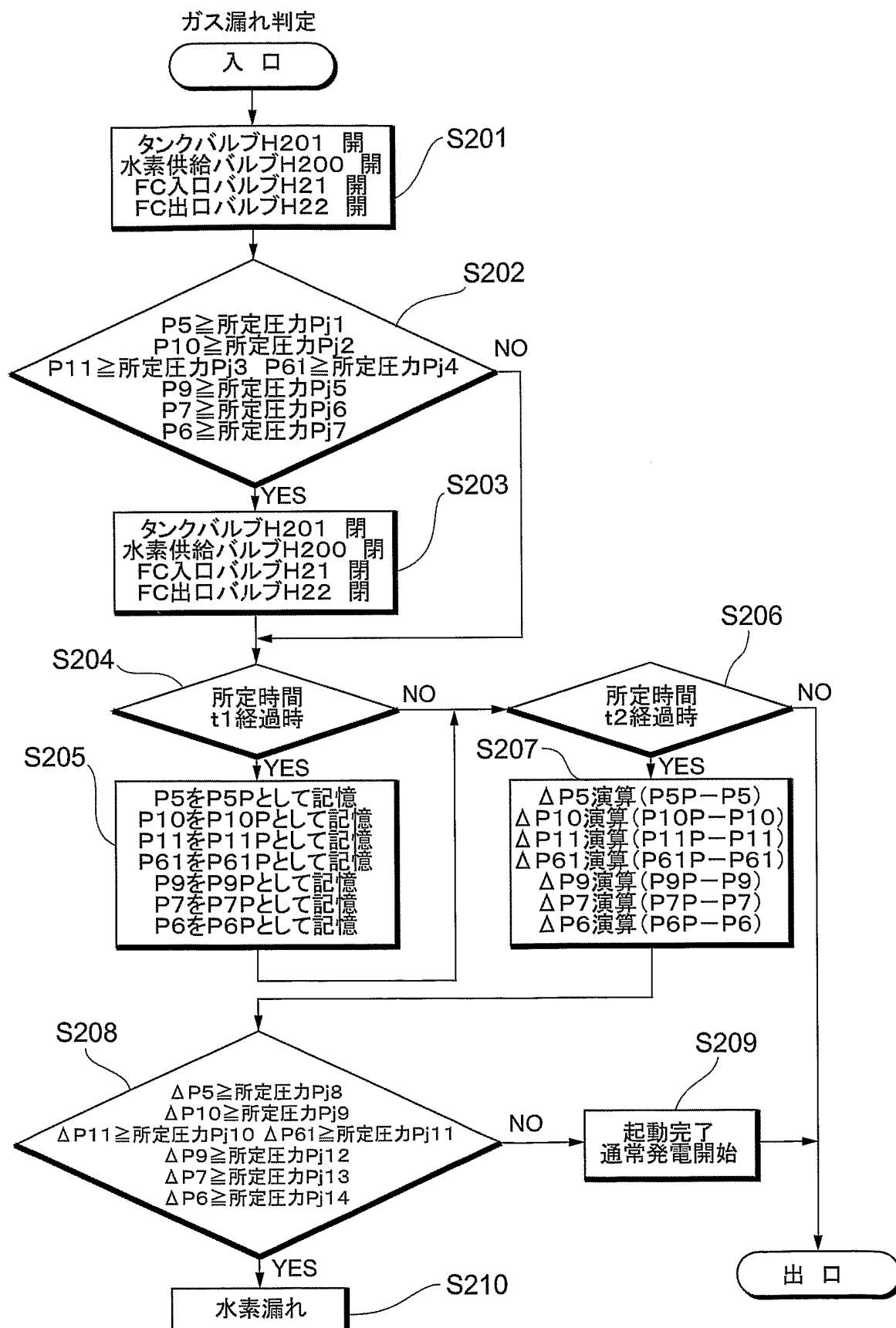
2/13

図2



3/13

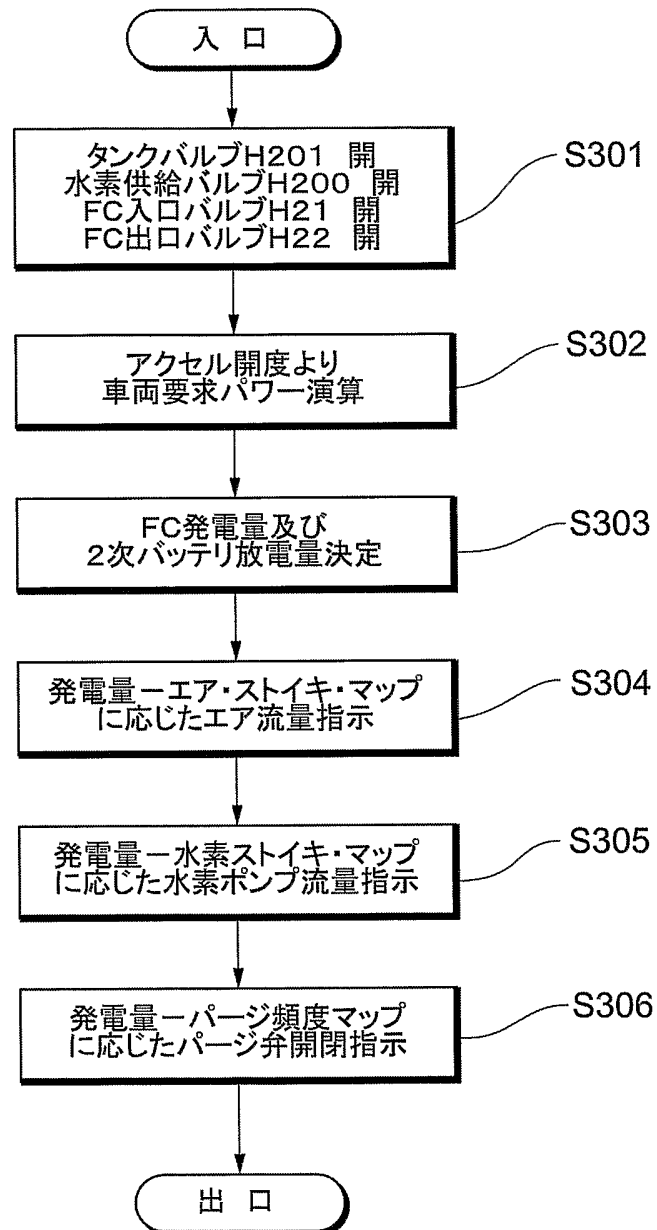
図3



4/13

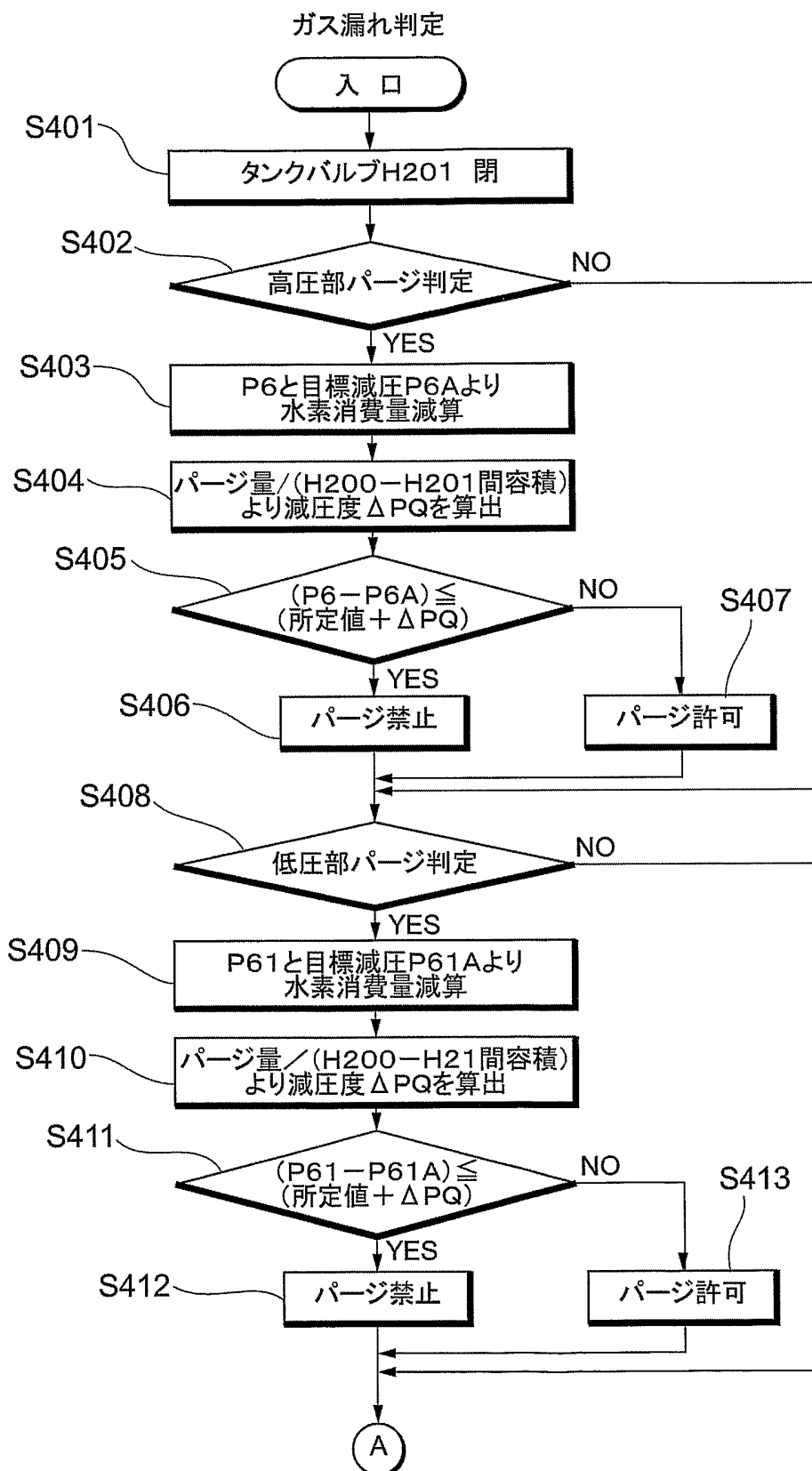
図4

通常発電制御



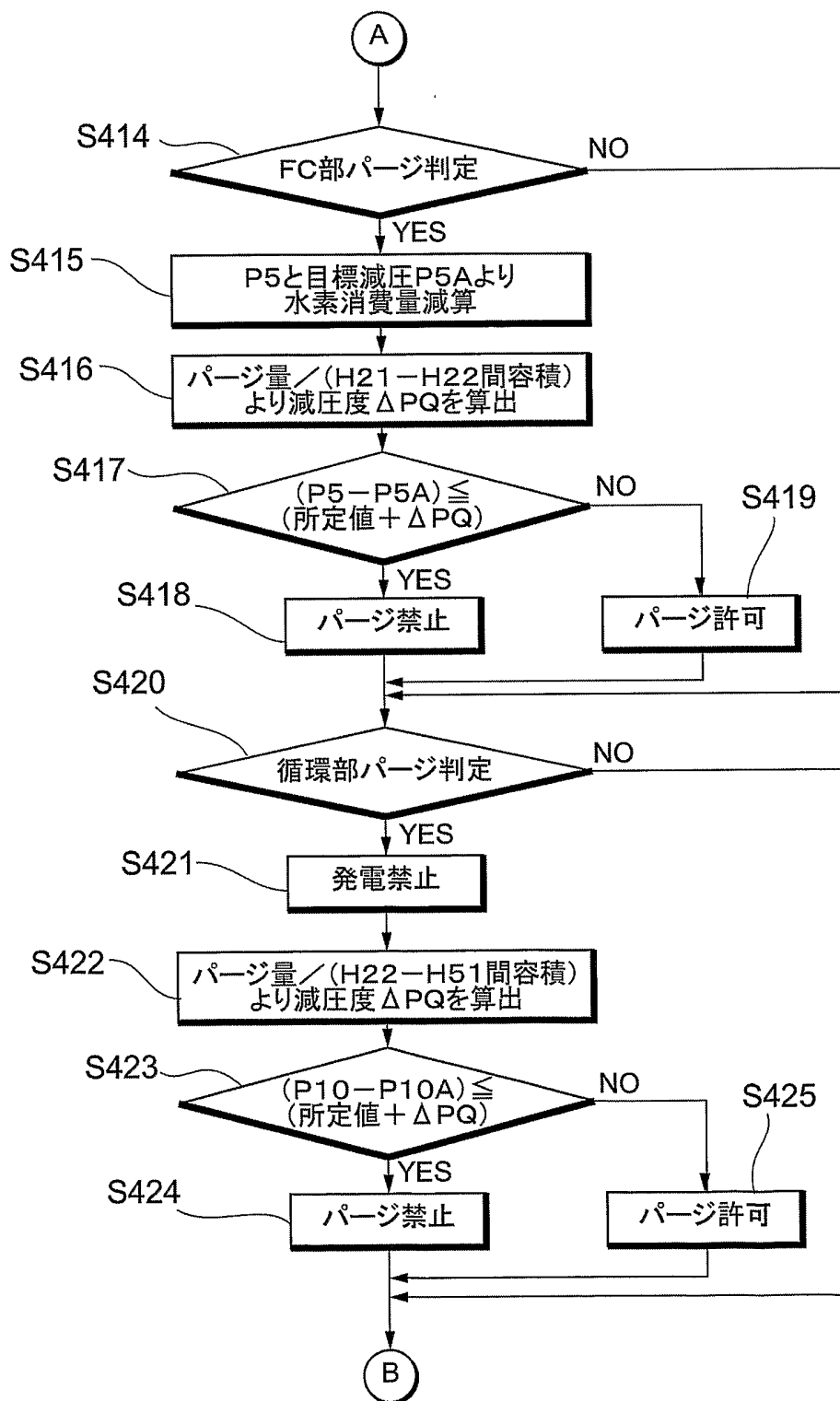
5/13

図5



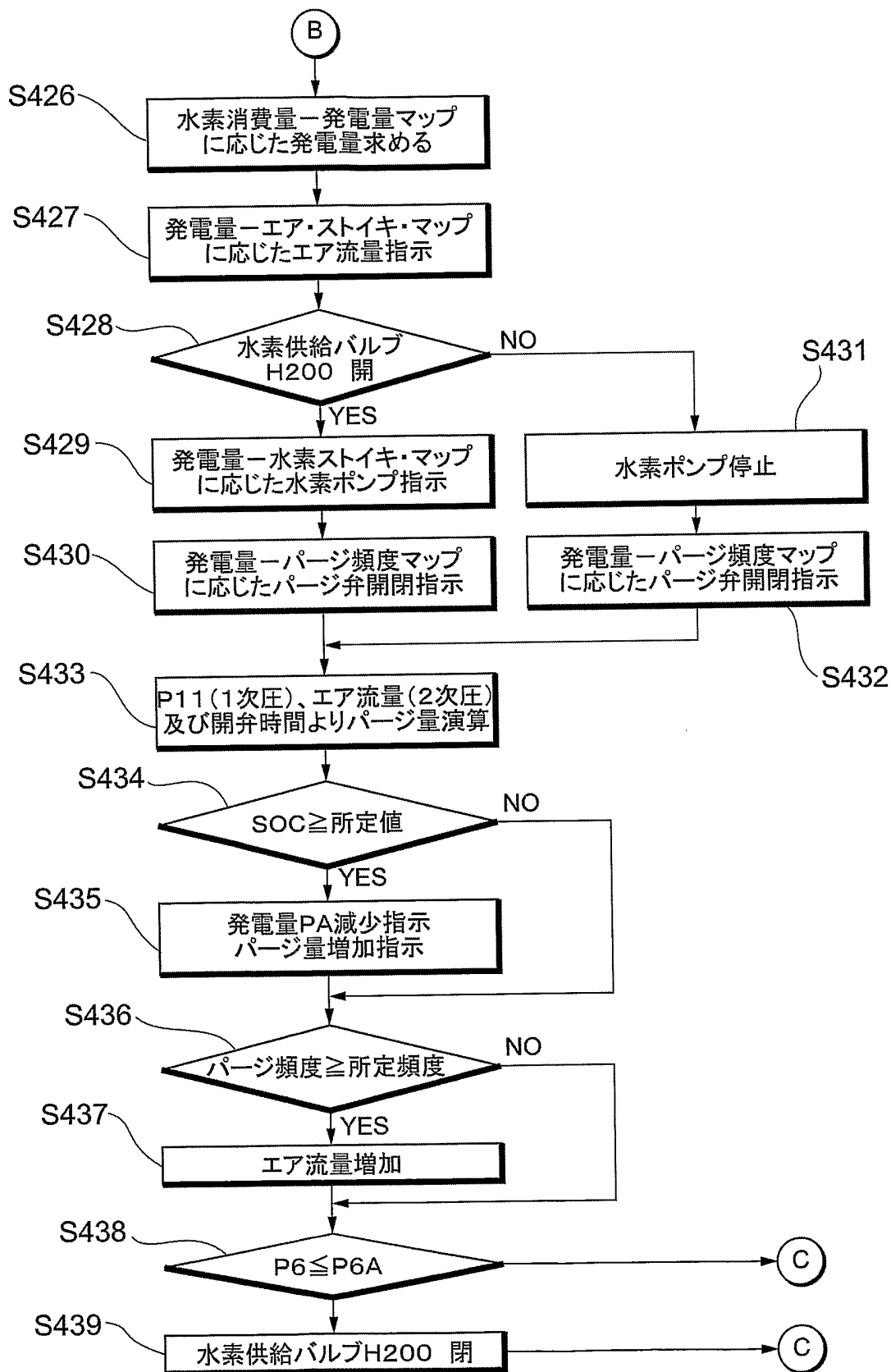
6/13

図6



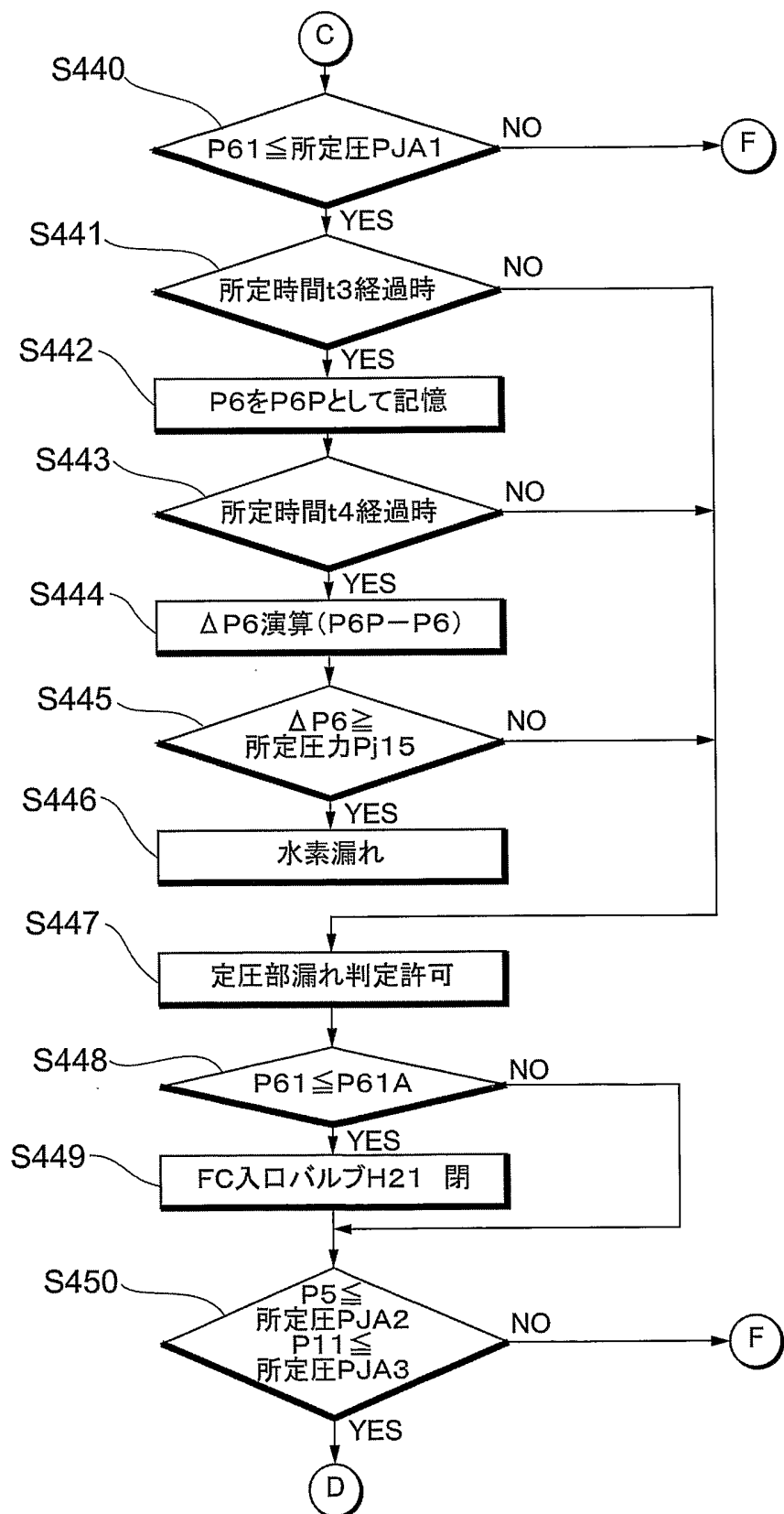
7/13

図7



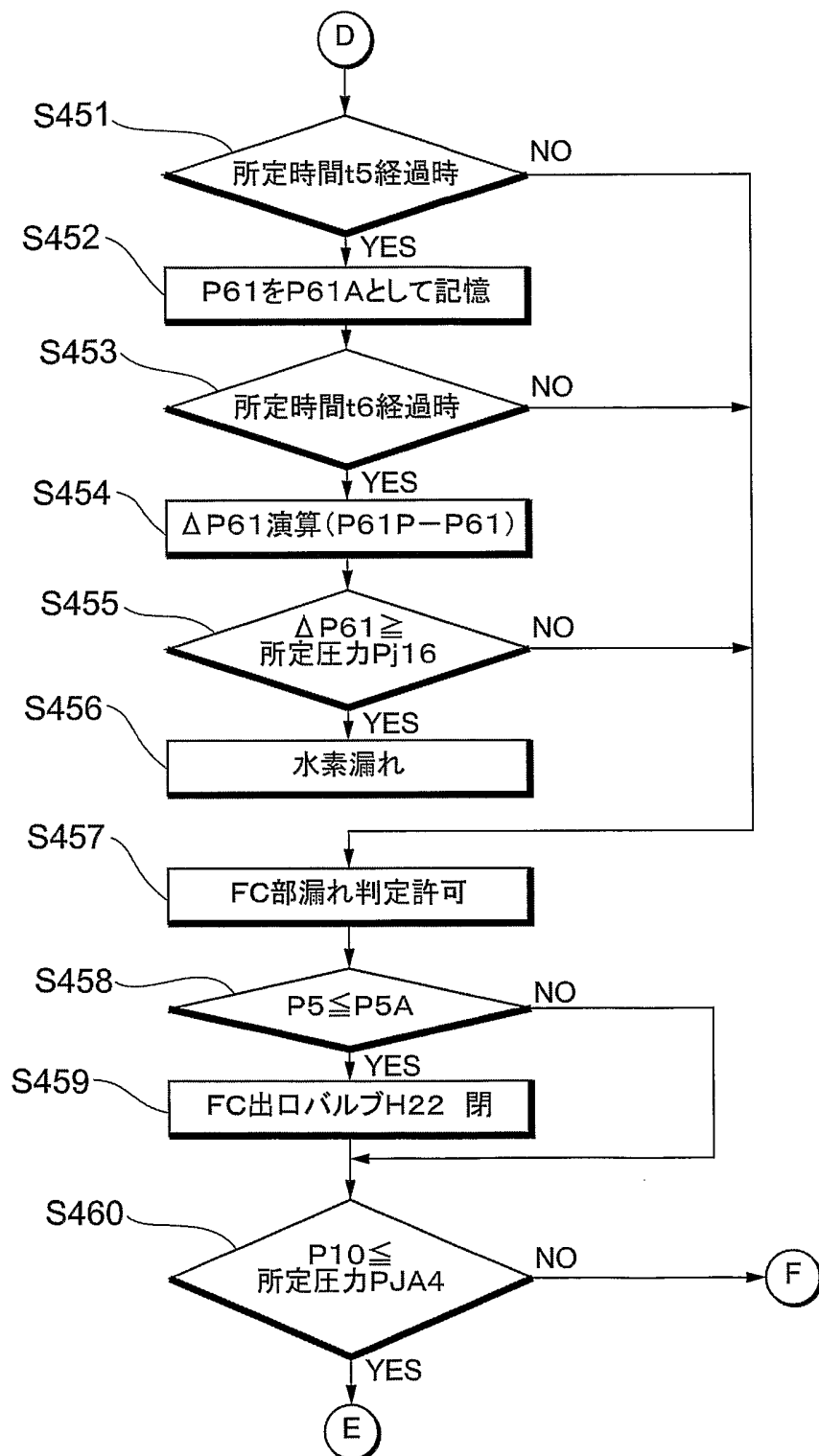
8/13

図8



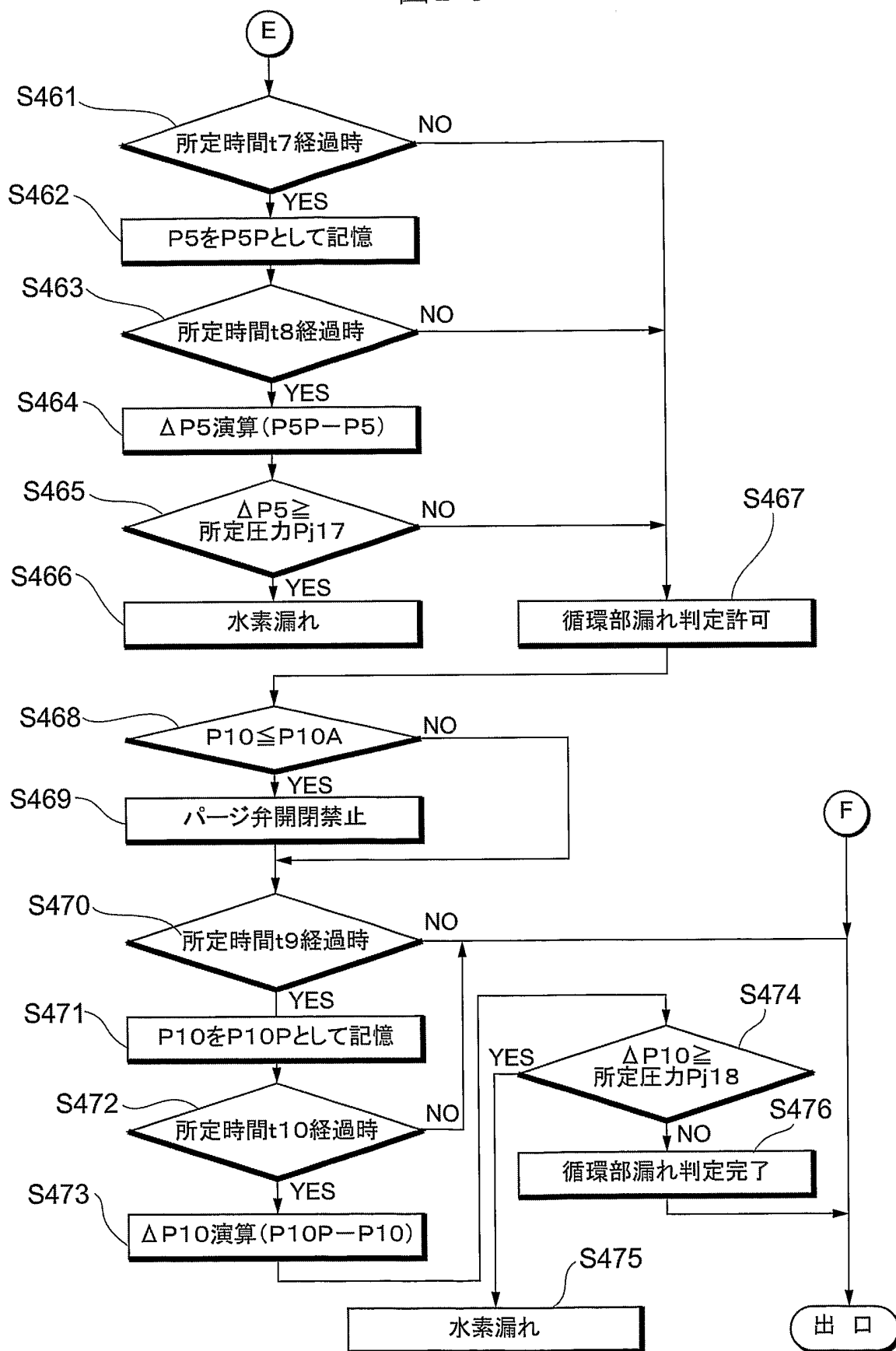
9/13

図9



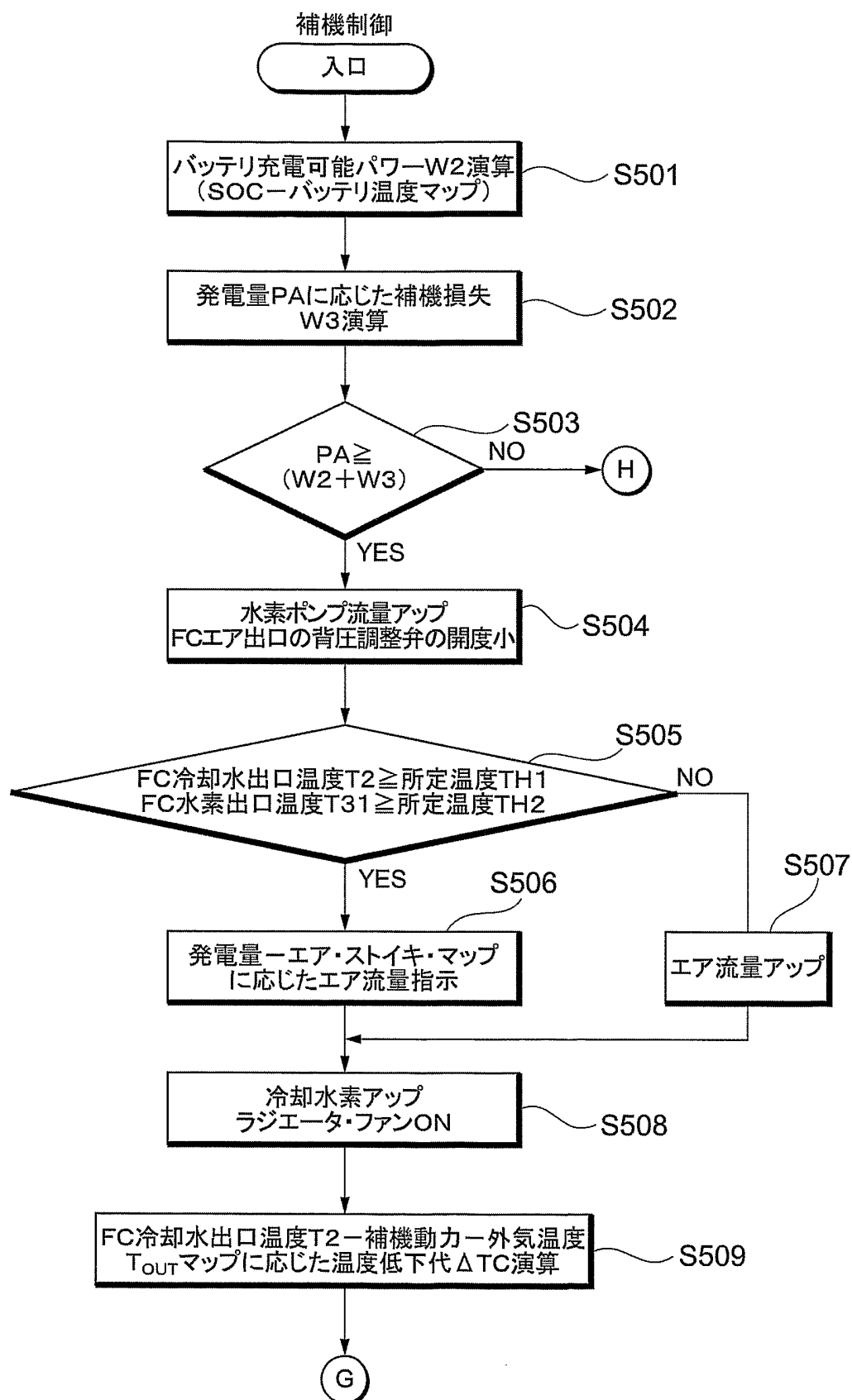
10/13

図10



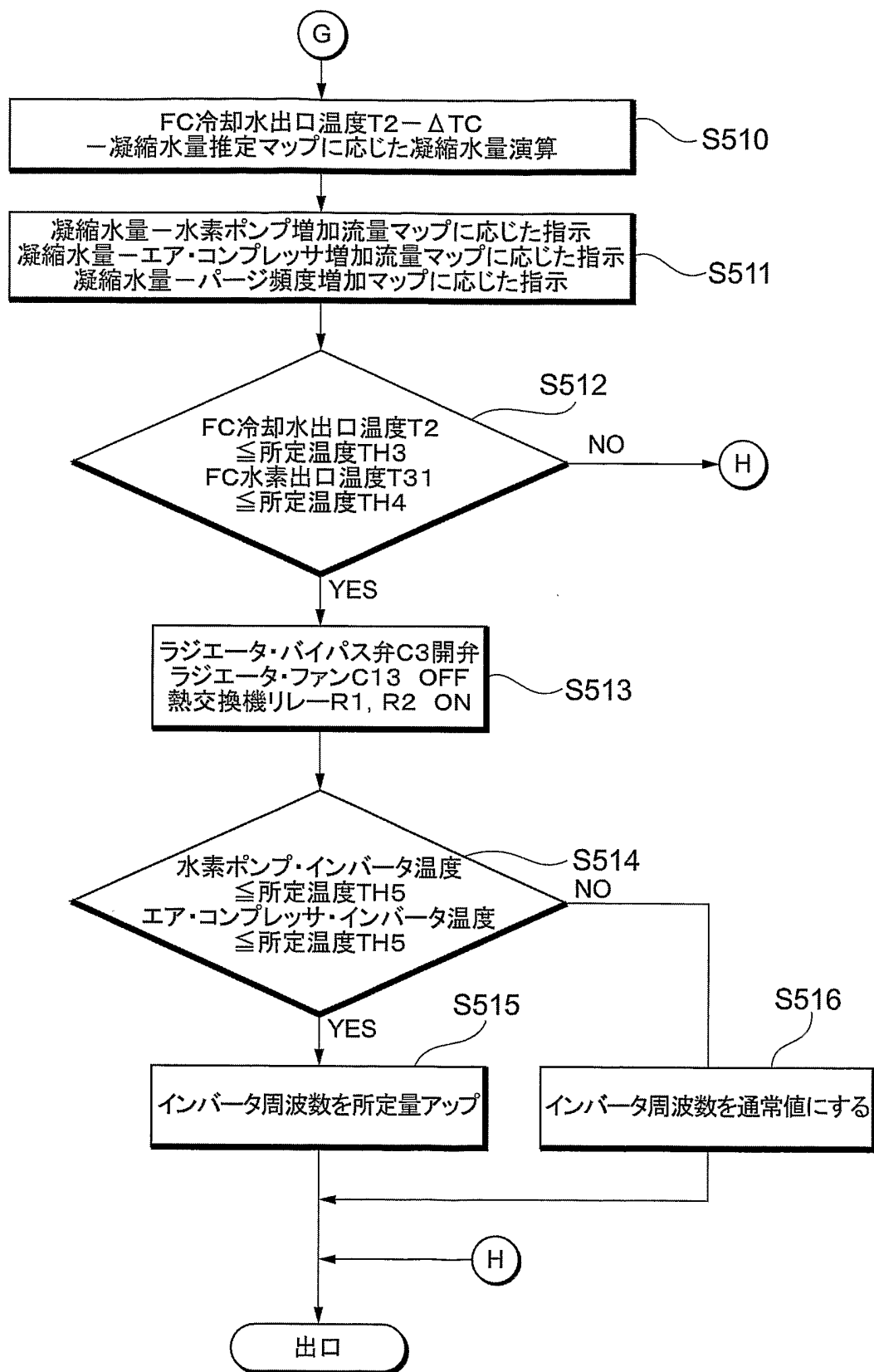
11/13

図1 1



12/13

図1 2



13/13
 図13
 システム停止処理

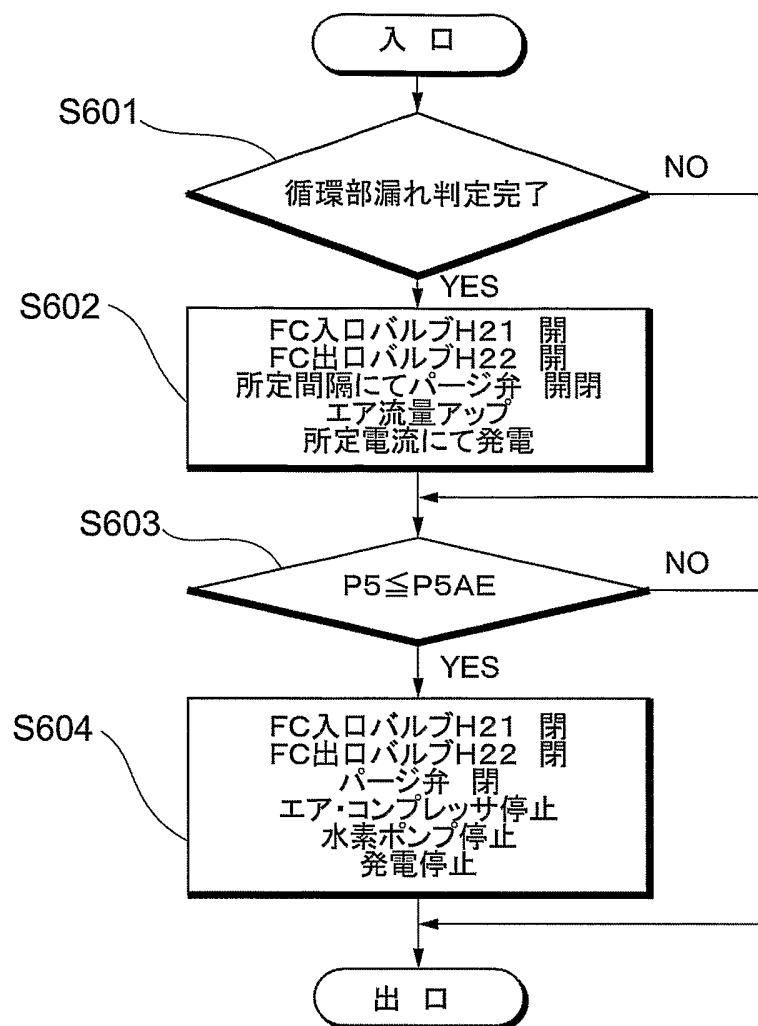
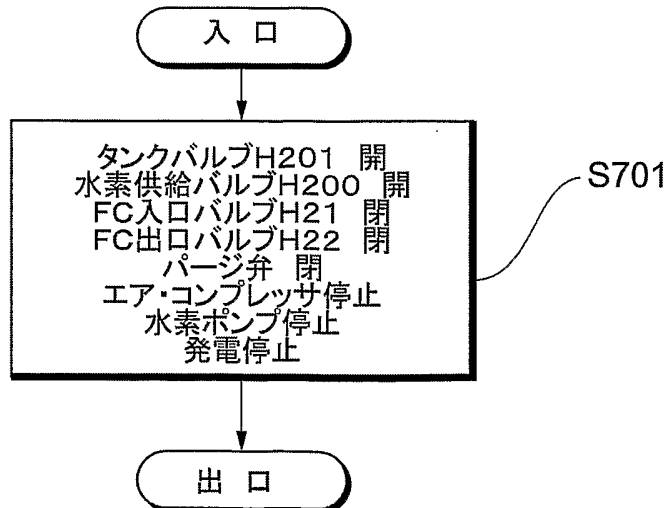


図14

異常停止処理



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/017560

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M8/04 (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-308868 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 31 October, 2003 (31.10.03), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1,6 2-5,7-10
Y A	JP 2004-186137 A (Denso Corp.), 02 July, 2004 (02.07.04), Claims & US 2004/0101724 A1 & DE 10354021 A1	1,6 2-5,7-10
A	JP 2004-95425 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 25 March, 2004 (25.03.04), (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
15 December, 2005 (15.12.05)

Date of mailing of the international search report
27 December, 2005 (27.12.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/017560

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-95425 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 25 March, 2004 (25.03.04) (Family: none)	1-10
A	JP 2004-170321 A (Toyota Motor Corp.), 17 June, 2004 (17.06.04), & US 2004/009048 A1 & DE 10354440 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl. **H01M8/04** (2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl. **H01M8/04** (2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2003-308868 A (日産自動車株式会社) 2003.10.31, 全文, 【図1】 ~ 【図13】 (ファミリーなし)	1, 6 2-5, 7-10
Y A	JP 2004-186137 A (株式会社デンソー) 2004.07.02, 特許請求の範囲 & US 2004/0101724 A1 & DE 10354021 A1	1, 6 2-5, 7-10
A	JP 2004-95425 A (日産自動車株式会社) 2004.03.25 (ファミリーなし)	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
15.12.2005

国際調査報告の発送日
27.12.2005

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

4X

8414

小川 進

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2004-95425 A (日産自動車株式会社) 2004. 03. 25 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2004-170321 A (トヨタ自動車株式会社) 2004. 06. 17 & US 2004/0099048 A1 & DE 10354440 A1	1-10