

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年9月12日(12.09.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/132536 A1

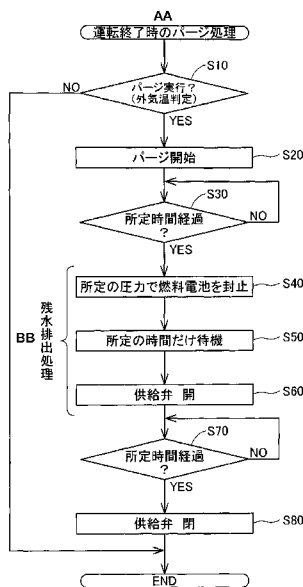
- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001606
- (22) 国際出願日: 2012年3月8日(08.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 荒木 康 (ARAKI, Yasushi) [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). 濱田 仁 (HAMADA, Hitoshi) [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). 竹内 弘明 (TAKEUCHI, Hiroaki) [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).
- (74) 代理人: 特許業務法人 明成国際特許事務所 (TOKKYO GYOMUHOJIN MEISEI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目18番19号三井住友銀行名古屋ビル7階 Aichi (JP).
- (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: 燃料電池システムおよびその制御方法

[図6]



S10 PERFORM PURGE? (ASCERTAIN EXTERNAL GAS TEMPERATURE)
S20 START PURGE
S30 HAS PRESCRIBED TIME ELAPSED?
S40 CLOSE OFF THE FUEL CELL AT PRESCRIBED PRESSURE
S50 STANDBY FOR PRESCRIBED TIME
S60 OPEN SUPPLY VALVE
S70 HAS PRESCRIBED TIME ELAPSED?
S80 CLOSE SUPPLY VALVE
AA PURGE PROCESSING ON TERMINATION OF OPERATION
BB RESIDUAL WATER DISCHARGE PROCESSING

(57) Abstract: A fuel cell system (100) comprises: a fuel cell (10); a cathode gas supply system (30); a supply valve (34); an exhaust valve (43); and a control section (20). The fuel cell (10) comprises a supply manifold (M1); an exhaust manifold (M2); and a generating section (GA) that is connected with these manifolds (M1, M2). The cathode gas supply system (30) introduces gas to the supply manifold (M1). The supply valve (34) is capable of closing off the supply manifold (M1) and the exhaust valve (43) is capable of closing off the exhaust manifold (M2). The control section (20) closes off the fuel cell (10) in a condition in which this has a prescribed pressure by closing the supply valve (34) and exhaust valve (43), after stoppage of operation of the fuel cell (10), so as to achieve standby for a prescribed time. The supply valve (34) is then opened and the moisture remaining in the generating section (GA) is displaced to outside the generating section (GA) by the current of gas which is then produced.

(57) 要約: 燃料電池システム100は、燃料電池10と、カソードガス供給系30と、供給バルブ34と、排出バルブ43と、制御部20とを備える。燃料電池10は、供給用マニホールドM1と、排出用マニホールドM2と、それらのマニホールドM1, M2に接続された発電部GAと、を有する。カソードガス供給系30は、供給用マニホールドM1にガスを流入させる。供給バルブ34は、供給用マニホールドM1を封止することができ、排出バルブ43は、排出用マニホールドM2を封止することができる。制御部20は、燃料電池10の運転停止後に、供給バルブ34および排出バルブ43を閉じて、所定の圧力を有する状態で燃料電池10を封止し、所定の時間待機する。そして、供給バルブ34を開き、そのときのガスの流れによって、発電部GAに残留している水分を、発電部GAの外部へと移動させる。

WO 2013/132536 A1



MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), 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 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 燃料電池システムおよびその制御方法

技術分野

[0001] この発明は、燃料電池に関する。

背景技術

[0002] 固体高分子形燃料電池（以下、単に「燃料電池」とも呼ぶ）は、電解質膜におけるプロトンの移動を利用して発電を行う。電解質膜は、湿潤状態で良好なプロトン伝導性を示すため、燃料電池の運転中には、電解質膜が適切な湿潤状態となるように、燃料電池内部が湿潤状態に保持されることが好ましい。

[0003] これに対し、燃料電池の運転停止後には、燃料電池の内部やその接続配管に存在する水分は、氷点下などの低温環境下において凍結して、燃料電池の起動性を低下させる原因となる可能性がある。そこで、従来では、燃料電池の運転終了時に、燃料電池内部やその接続配管を掃気（「パージ」とも呼ぶ）することにより、それらに残留する水分量を低減させていた（下記特許文献1等）。

[0004] しかし、従来のパージの方法では、燃料電池内部（特に、発電部に配置されたガス流路）における水分を十分に排出することができない場合があった。また、運転停止後のパージはシステム効率の低下の原因となるため、その実行は最小限度に抑制されることが要求されてきた。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-073328号公報

特許文献2：特開2008-010348号公報

特許文献3：特開2008-078111号公報

特許文献4：特開2006-190616号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、従来とは異なる方法により、運転終了後の燃料電池における発電部や、その発電部に配置されたガス流路に残留する水分量を、効率的に低減させることができる技術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

[0007] 本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

[0008] [適用例 1]

燃料電池システムであって、供給ガスマニホールドと、排出ガスマニホールドと、前記供給ガスマニホールドと前記排出ガスマニホールドとに接続されたガス流路が配置された発電部と、を有する燃料電池と、前記供給ガスマニホールドにガスを流入させるガス供給部と、前記供給ガスマニホールドを封止可能な供給バルブと、前記排出ガスマニホールドを封止可能な排出バルブと、前記燃料電池の運転停止後に、前記供給バルブおよび前記排出バルブを閉じ、前記ガス供給部からのガスを前記燃料電池内に所定の圧力で封止して、所定の時間待機した後に、前記供給バルブまたは前記排出バルブを開き、前記発電部の前記ガス流路に残留している水分を、前記供給ガスマニホールドまたは前記排出ガスマニホールドへと移動させる、残留水分排出処理を実行する制御部と、を備える、燃料電池システム。

この燃料電池システムによれば、発電部のガス流路に滞留している水分を、燃料電池からの圧力放出を利用して、その外部へと移動させることができる。従って、燃料電池の発電部のガス流路における残留水分を、簡易な方法で、効率的に低減することができ、低温環境下における残留水分の凍結による燃料電池の起動性の低下を抑制できる。

[0009] [適用例 2]

適用例 1 記載の燃料電池システムであって、前記燃料電池は、前記ガス流路の上流側が重力方向下側となり、前記ガス流路の下流側が重力方向上側となるように、前記供給ガスマニホールドを重力方向下側とし、前記排出ガス

マニホールドを重力方向上側として配置されており、前記残留水分排出処理は、前記供給バルブを開き、前記発電部の前記ガス流路に残留している水分を、前記供給ガスマニホールドに移動させる処理である、燃料電池システム。

この燃料電池システムによれば、残留水分排出処理において、水分に対する重力の作用を利用して、水分を、発電部のガス流路から外部へと、より確実に移動させることができる。

[0010] [適用例 3]

適用例 1 または 2 記載の燃料電池システムであって、前記制御部は、前記燃料電池の運転停止後に、前記ガス供給部からのガスによって、前記燃料電池内部を掃気する掃気処理を実行し、前記掃気処理を実行した後に、前記残留水分排出処理を実行する、燃料電池システム。

この燃料電池システムであれば、掃気処理によって排出しきれなかった発電部のガス流路に残留する水分を、残留水分排出処理によって、外部へと移動させることができ、発電部のガス経路が水分の凍結により閉塞されてしまうことを抑制できる。

[0011] [適用例 4]

適用例 3 記載の燃料電池システムであって、さらに、運転停止時に前記燃料電池内部に残留している水分量を検出する水分量検出部を備え、前記制御部は、前記水分量に応じて、(i) 前記掃気処理と、前記残留水分排出処理の両方を実行するか、または、(ii) 前記掃気処理を実行することなく前記残留水分排出処理を実行するか、を決定する、燃料電池システム。

この燃料電池システムによれば、燃料電池内部に残留している水分量に応じて、適切な処理が選択されるため、無駄に掃気処理が実行されることが抑制され、システム効率が向上する。

[0012] [適用例 5]

適用例 1 から 4 のいずれかに記載の燃料電池システムであって、前記制御部は、前記残留水分排出処理を複数回繰り返して実行する、燃料電池システム

ム。

この燃料電池システムであれば、発電部のガス流路に残留している水分を、残留水分排出処理によって、より確実に低減させることができる。

[0013] [適用例 6]

供給ガスマニホールドと、排出ガスマニホールドと、前記供給ガスマニホールドと前記排出ガスマニホールドとに接続されたガス流路が配置された発電部と、を有する燃料電池を備える、燃料電池システムの制御方法であって、

(a) 前記燃料電池の運転停止後に、前記供給ガスマニホールドと前記排出ガスマニホールドとを封止し、前記燃料電池内を所定の圧力に保持して、所定の時間待機する工程と、

(b) 前記供給ガスマニホールドまたは前記排出ガスマニホールドを開放し、前記発電部の前記ガス流路に残留している水分を、前記供給ガスマニホールドまたは前記排出ガスマニホールドへと移動させる工程と、を備える、制御方法。

この燃料電池システムの制御方法であれば、エネルギー消費量の比較的小さい方法によって、燃料電池の発電部のガス流路に残留している水分を、確実に低減させることができる。

[0014] なお、本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、燃料電池システムおよびその燃料電池システムを搭載した車両、それらのシステムや車両で実行される燃料電池の掃気方法、それらのシステムや車両の制御方法、制御装置、それらの掃気方法や、制御方法、制御装置の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体等の形態で実現することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]燃料電池システムの構成を示す概略図。

[図2]燃料電池における反応ガスの流れと水分の移動とを説明するための概略図。

[図3]運転停止後の燃料電池においてパージを実行したときのカソードガス流路における圧力損失の時間変化を示す説明図。

[図4]供給用マニホールドからパージガスを流したときの燃料電池の内部の様子を模式的に示した概略図。

[図5]燃料電池の運転終了後に実行されるパージ処理の処理手順を示す説明図。

[図6]パージ処理において実行される残水排出処理を説明するための模式図。

[図7]残水排出処理による水分の排出量を示す説明図。

[図8]第2実施例のパージ処理の処理手順を示す説明図。

[図9]第3実施例の燃料電池システムの構成を示す概略図。

[図10]第2実施例のパージ処理の処理手順を示す説明図。

[図11]凍結防止処理の処理手順を示す説明図。

発明を実施するための形態

[0016] A. 第1実施例：

図1は本発明の一実施例としての燃料電池システムの構成を示す概略図である。この燃料電池システム100は、燃料電池車両に搭載され、運転者からの要求に応じて、駆動力として用いられる電力を出力する。燃料電池システム100は、燃料電池10と、制御部20と、カソードガス供給系30と、カソードガス排出系40と、アノードガス供給系50と、アノードガス循環排出系60と、冷媒循環供給系70とを備える。

[0017] 燃料電池10は、反応ガスとして水素（アノードガス）と空気（カソードガス）の供給を受けて発電する固体高分子形燃料電池である。燃料電池10は、発電体である複数の単セル11が積層されたスタック構造を有する。燃料電池10は、各単セル11に接続された、燃料電池10の積層方向に沿った流路である、反応ガスや冷媒のためのマニホールド（図示せず）を有する。燃料電池10の構成については後述する。

[0018] 制御部20は、中央処理装置と主記憶装置とを備えるマイクロコンピュータによって構成することができる。制御部20は、以下に説明する各構成部

を制御して、燃料電池 10 に出力要求に応じた電力を発電させる発電制御部としての機能を備える。また、制御部 20 は、パージ処理実行部 21 としての機能を備える。

[0019] パージ処理実行部 21 は、燃料電池 10 の運転停止後に、燃料電池システム 100 の各構成部を制御して、燃料電池 10 に残留する水分や、燃料電池システム 100 の配管・バルブ等に付着している水分を低減させるための掃気処理（パージ処理）を実行する。パージ処理実行部 21 によるパージ処理の実行手順については後述する。

[0020] カソードガス供給系 30 は、カソードガス配管 31 と、エアコンプレッサ 32 と、エアフロメータ 33 と、供給バルブ 34 とを備える。カソードガス配管 31 は、燃料電池 10 のカソード側の供給用マニホールドに接続された配管である。エアコンプレッサ 32 は、カソードガス配管 31 を介して燃料電池 10 のカソード側の供給用マニホールドと接続されており、外気を取り込んで圧縮した空気を、カソードガスとして燃料電池 10 に供給する。

[0021] エアフロメータ 33 は、エアコンプレッサ 32 の上流側において、エアコンプレッサ 32 が取り込む外気の量を計測し、制御部 20 に送信する。制御部 20 は、この計測値に基づいて、エアコンプレッサ 32 を駆動することにより、燃料電池 10 に対する空気の供給量を制御する。

[0022] 供給バルブ 34 は、エアコンプレッサ 32 と燃料電池 10 との間に設けられている。供給バルブ 34 は、制御部 20 の指令に応じて開閉し、燃料電池 10 への空気の流れを制御する。なお、カソードガス供給系 30 には、燃料電池 10 に供給される空気を加湿するための加湿部が設けられるものとしても良い。

[0023] カソードガス排出系 40 は、カソード排ガス配管 41 と、排出バルブ 43 と、圧力計測部 44 とを備える。カソード排ガス配管 41 は、燃料電池 10 のカソード側の排出用マニホールドに接続された配管であり、カソード排ガスを燃料電池システム 100 の外部へと排出することができる。

[0024] 排出バルブ 43 は、カソード排ガス配管 41 におけるカソード排ガスの圧

力（燃料電池 10 のカソード側の背圧）を調整するための調圧弁である。排出バルブ 43 は、制御部 20 によって、その開度が調整される。圧力計測部 44 は、排出バルブ 43 の上流側に設けられており、カソード排ガスの圧力を計測し、その計測値を制御部 20 に送信する。

[0025] アノードガス供給系 50 は、アノードガス配管 51 と、水素タンク 52 と、開閉弁 53 と、レギュレータ 54 と、水素供給装置 55 と、圧力計測部 56 と、を備える。水素タンク 52 は、アノードガス配管 51 を介して燃料電池 10 のアノード側の供給用マニホールドと接続されている。これにより、水素タンク 52 に充填された水素が、アノードガスとして燃料電池 10 に供給される。

[0026] 開閉弁 53 と、レギュレータ 54 と、水素供給装置 55 と、圧力計測部 56 とは、アノードガス配管 51 に、この順序で、上流側（水素タンク 52 側）から設けられている。開閉弁 53 は、制御部 20 からの指令により開閉し、水素タンク 52 から水素供給装置 55 の上流側への水素の流入を制御する。レギュレータ 54 は、水素供給装置 55 の上流側における水素の圧力を調整するための減圧弁であり、その開度が制御部 20 によって制御される。

[0027] 水素供給装置 55 は、例えば、電磁駆動式の開閉弁であるインジェクタによって構成することができる。圧力計測部 56 は、水素供給装置 55 の下流側の水素の圧力を計測し、制御部 20 に送信する。制御部 20 は、圧力計測部 56 の計測値に基づき、水素供給装置 55 を制御することによって、燃料電池 10 に供給される水素量を制御する。

[0028] アノードガス循環排出系 60 は、アノード排ガス配管 61 と、気液分離部 62 と、アノードガス循環配管 63 と、水素循環用ポンプ 64 と、アノード排水配管 65 と、排水弁 66 と、圧力計測部 67 と、を備える。アノード排ガス配管 61 は、燃料電池 10 のアノード側の排出用マニホールドと気液分離部 62 とを接続する配管であり、発電反応に用いられることのなかった未反応ガス（水素や窒素など）を含むアノード排ガスを気液分離部 62 へと誘導する。

- [0029] 気液分離部 6 2 は、アノードガス循環配管 6 3 と、アノード排水配管 6 5 とに接続されている。気液分離部 6 2 は、アノード排ガスに含まれる気体成分と水分とを分離し、気体成分については、アノードガス循環配管 6 3 へと誘導し、水分についてはアノード排水配管 6 5 へと誘導する。
- [0030] アノードガス循環配管 6 3 は、アノードガス配管 5 1 の水素供給装置 5 5 より下流に接続されている。アノードガス循環配管 6 3 には、水素循環用ポンプ 6 4 が設けられており、この水素循環用ポンプ 6 4 によって、気液分離部 6 2 において分離された気体成分に含まれる水素は、アノードガス配管 5 1 へと送り出される。このように、この燃料電池システム 1 0 0 では、燃料電池 1 0 の運転中には、アノード排ガスに含まれる水素を循環させて、再び燃料電池 1 0 に供給することにより、水素の利用効率を向上させている。
- [0031] アノード排水配管 6 5 は、気液分離部 6 2 において分離された水分を燃料電池システム 1 0 0 の外部へと排出するための配管である。排水弁 6 6 は、アノード排水配管 6 5 に設けられており、制御部 2 0 からの指令に応じて開閉する。制御部 2 0 は、燃料電池システム 1 0 0 の運転中には、通常、排水弁 6 6 を閉じておき、予め設定された所定の排水タイミングや、アノード排ガス中の不活性ガスの排出タイミングで排水弁 6 6 を開く。
- [0032] アノードガス循環排出系 6 0 の圧力計測部 6 7 は、アノード排ガス配管 6 1 に設けられている。圧力計測部 6 7 は、燃料電池 1 0 の水素マニホールドの出口近傍において、アノード排ガスの圧力（燃料電池 1 0 のアノード側の背圧）を計測し、制御部 2 0 の送信する。
- [0033] 冷媒循環供給系 7 0 は、冷媒用配管 7 1 と、ラジエータ 7 2 と、三方弁 7 3 と、冷媒循環用ポンプ 7 5 と、第 1 と第 2 の冷媒温度計測部 7 6 a, 7 6 b とを備える。冷媒用配管 7 1 は、燃料電池 1 0 を冷却するための冷媒を循環させるための配管であり、上流側配管 7 1 a と、下流側配管 7 1 b と、バイパス配管 7 1 c とで構成される。
- [0034] 上流側配管 7 1 a は、燃料電池 1 0 に設けられた冷媒用の出口マニホールドとラジエータ 7 2 の入口とを接続する。下流側配管 7 1 b は、燃料電池 1

０に設けられた冷媒用の入口マニホールドとラジエータ７２の出口とを接続する。バイパス配管７１ｃは、一端が、三方弁７３を介して上流側配管７１ａと接続され、他端が、下流側配管７１ｂに接続されている。制御部２０は、三方弁７３の開閉を制御することにより、バイパス配管７１ｃへの冷媒の流入量を調整して、ラジエータ７２への冷媒の流入量を制御する。

[0035] ラジエータ７２は、冷媒用配管７１に設けられており、冷媒用配管７１を流れる冷媒と外気との間で熱交換させることにより、冷媒を冷却する。冷媒循環用ポンプ７５は、下流側配管７１ｂにおいて、バイパス配管７１ｃの接続箇所より下流側（燃料電池１０の冷媒入口側）に設けられており、制御部２０の指令に基づき駆動する。

[0036] 第１と第２の冷媒温度計測部７６ａ、７６ｂはそれぞれ、上流側配管７１ａと、下流側配管７１ｂとに設けられており、それぞれの計測値を制御部２０へと送信する。制御部２０は、各冷媒温度計測部７６ａ、７６ｂのそれぞれの計測値の差から燃料電池１０の運転温度を検出し、その運転温度に基づき、冷媒循環用ポンプ７５の回転数を制御して、燃料電池１０の運転温度を調整する。

[0037] 燃料電池システム１００は、さらに、燃料電池車両外部の気温（外気温）を計測可能な外気温センサ８０を備える。外気温センサ８０は、検出結果を制御部２０に送信する。なお、ページ処理実行部２１は、外気温センサ８０の検出温度を、ページ処理の実行可否の判定に用いる（後述）。

[0038] また、燃料電池システム１００は、図示や詳細な説明は省略するが、二次電池と、ＤＣ／ＤＣコンバータとを備える。二次電池は、燃料電池１０が出力する電力や回生電力を蓄電し、燃料電池１０とともに電力源として機能する。ＤＣ／ＤＣコンバータは、二次電池の充放電や燃料電池１０の出力電圧を制御することができる。なお、上述した燃料電池システム１００の各構成部は、二次電池の電力を用いることにより、燃料電池１０の運転停止後においても駆動することが可能である。

[0039] 図２は、燃料電池システム１００が備える燃料電池１０の構成を説明する

ための概略図である。図2では、便宜上、燃料電池10の任意の一つの単セル11のみを図示してあり、他の単セル11の図示は省略してある。また、図2には、燃料電池10に接続された各ガス配管31, 41, 51, 61を図示してある。さらに、図2には、燃料電池10が燃料電池車両に搭載されたときの重力方向を示す矢印Gと、発電中の単セル11におけるガスの流れを示す破線の矢印と、水分の移動経路を示す実線矢印と、を図示してある。

[0040] 燃料電池10の単セル11は、電解質膜1の両面に第1と第2の電極2, 3が配置された膜電極接合体5を備える。電解質膜1は、例えば、フッ素系のイオン交換樹脂によって構成することができ、湿潤状態で良好なプロトン伝導性を示す。第1と第2の電極2, 3は、白金などの触媒が担持された導電性粒子と、電解質膜1と同種または類似の電解質とを混合して分散させた溶液である触媒インクの塗布膜として形成することができる。

[0041] 膜電極接合体5の両側にはそれぞれ、導電性を有する板状基材であるセパレータ（図示せず）が配置される。膜電極接合体5の第1と第2の電極2, 3とセパレータとの間には、反応ガスが流通する第1と第2のガス流路12, 13が形成される。具体的に、第1と第2のガス流路12, 13は、セパレータ表面に形成された流路溝や、セパレータと電極2, 3との間に配置されたエキスパンドメタルなどの流路部材、電極2, 3の表面に配置されたカーボン繊維などの多孔質部材によって構成されるものとしても良い。

[0042] ここで、燃料電池10は、各発電体11に反応ガスを供給するための供給用マニホールドM1, M3と、各単セル11の排ガスを排出するための排出用マニホールドM2, M4とを有している。供給用マニホールドM1, M3と、排出用マニホールドM2, M4とは、各単セル11において、膜電極接合体5が配置された領域を挟んで対向するように配置され、それぞれが連通路14を介して、第1と第2のガス流路12, 13の入口または出口に接続されている。具体的には、以下のとおりである。

[0043] 供給用マニホールドM1は、第1のガス流路12の入口に接続されるとともに、カソードガス配管31に接続されている。排出用マニホールドM2は

、第１のガス流路１２の出口に接続されるとともに、カソード排ガス配管４１に接続されている。供給用マニホールドＭ３は、第２のガス流路１３の入口に接続されるとともに、アノードガス配管５１に接続されている。排出用マニホールドＭ４は、第２のガス流路１３の出口に接続されるとともに、アノード排ガス配管６１に接続されている。

[0044] 以後、本明細書では、第１の電極２を「カソード２」とも呼び、第１のガス流路１２を「カソードガス流路１２」とも呼ぶ。また、第２の電極３を「アノード３」とも呼び、第２のガス流路１３を「アノードガス流路１３」とも呼ぶ。さらに、各単セル１１において、膜電極接合体５が配置され、供給用マニホールドＭ１、Ｍ３と、排出用マニホールドＭ２、Ｍ４とに挟まれた、第１と第２のガス流路１２、１３を含む領域を「発電部ＧＡ」と呼ぶ。

[0045] ここで、燃料電池１０では、カソード２用の供給用マニホールドＭ１および排出用マニホールドＭ２の配列と、アノード３用の供給用マニホールドＭ３および排出用マニホールドＭ４の配列とが逆になるように構成されている。そして、燃料電池システム１００では、燃料電池１０は、供給用マニホールドＭ１が接続される発電部ＧＡのカソード２側の入口が重力方向下側となり、排出用マニホールドＭ２が接続される発電部ＧＡのカソード２側の出口が重力方向上側となるように配置される。

[0046] このような構成によって、各単セル１１の発電部ＧＡでは、カソード２側において空気が重力方向とは反対の方向に流れるとともに、アノード３側において、水素が、それに対向するように、重力方向に沿って流れる（破線矢印）。また、カソード２で生じた生成水分は、以下のように移動する。

[0047] カソード２で生じた水分は、カソードガス流路１２における空気の流れによって、供給用マニホールドＭ１側（上流側）から排出用マニホールドＭ２側（下流側）へと移動する。そのため、カソード２側では、カソードガス流路１２の上流側より下流側の方が、水分量が多くなる。ただし、カソードガス流路１２の入口側が重力方向下側に配置されているため、カソードガス流路１２の下流側への水分移動が重力によって抑制される分だけ、カソードガ

ス流路 1 2 の上流側が過度に乾燥しすぎてしまうことが抑制される。

[0048] また、カソード 2 で生じた水分は、電解質膜 1 を介してアノード 3 側へと移動する。特に、カソード 2 側ではカソードガス流路 1 2 の下流側の水分量が多いため、カソード 2 側からアノード 3 側へと移動する水分量は、アノードガス流路 1 3 の上流側ほど多くなる。これに対して、カソードガス流路 1 2 の上流側では、水分量が少なくなる傾向にあるため、アノードガス流路 1 3 の下流側では、逆に、アノード 3 側からカソード 2 側へと移動する水分量が多くなる。

[0049] このように、燃料電池 1 0 の運転中には、カソード 2 側とアノード 3 側とで、それぞれのガス流路 1 2, 1 3 の下流側の水分量が多くなる水分量の勾配が形成され、発電領域 G A の全体にわたる水分の循環経路が形成される。従って、燃料電池 1 0 の運転中における膜電極接合体 5 の湿潤状態が良好に保持される。

[0050] ところで、燃料電池 1 0 の運転終了後には、燃料電池 1 0 の内部や、その接続されたガス配管 3 1, 4 1, 5 1, 6 1 の内部に多量の水分が残留してしまう場合がある。氷点下などの低温環境下では、そうした残留水分が凍結し、燃料電池 1 0 の内部やガス配管 3 1, 4 1, 5 1, 6 1 における反応ガスの流路の閉塞を引き起こし、燃料電池 1 0 の起動性を低下させる原因となる。

[0051] そのため、燃料電池 1 0 の運転終了後には、そうした残留水分を除去・低減するための掃気（パージ）が実行されることが望ましい。なお、本明細書において、「燃料電池 1 0 の運転終了後」とは、運転者が、車両の運転を停止させた後の状態（いわゆるイグニションオフの状態）を意味しており、燃料電池 1 0 が運転者からの要求に応じた電力の出力を停止している状態を意味する。

[0052] しかし、本発明の発明者は、燃料電池 1 0 に対して、十分な時間のパージを実行した場合でも、燃料電池 1 0 の内部には排出しきれない水分が残留してしまうことを見出した。そして、そうした残留水分の凍結が、氷点下にお

ける燃料電池 10 の起動性を低下させる原因になる可能性があることを見出した。

[0053] 図 3 は、本発明の発明者の実験により得られたグラフであり、運転停止後の燃料電池 10 において、パージを実行したときのカソードガス流路 12 における圧力損失の時間変化を示すグラフである。本発明の発明者は、燃料電池 10 に発電させた後、その燃料電池 10 のカソード側のパージを、間隔をあけて 2 回実行し、カソードガス流路 12 の圧力損失の時間変化を計測した。

[0054] なお、この実験においても、燃料電池 10 は、カソード側の供給用マニホールド M1 が重力方向下側となり、排出用マニホールド M2 が重力方向上側となるように配置した。また、この実験では、パージの実行前後における燃料電池 10 の重量変化を計測することにより、燃料電池 10 からの水分の排出を確認した。

[0055] 実線グラフ G_1 は、供給用マニホールド M1 からパージガスを供給したとき（即ち、発電部 GA において、パージガスを重力方向とは逆の方向に流したとき）の圧力損失の時間変化を示している。また、破線グラフ G_2 は、排出用マニホールド M2 からパージガスを供給したとき（即ち、発電部 GA において、パージガスを重力方向に沿って流したとき）の圧力損失の時間変化を示している。実験では、時刻 t_0 において、パージを開始し、時刻 t_1 において、一旦、パージを停止した。そして、時刻 t_2 においてパージを再開した。

[0056] 1 回目のパージを開始したときには、いずれのグラフにおいても、圧力損失は、初期の段階で一時的にピーク値 P_1 まで増大し、その後、急激に低下して、ある値 P_c に収束した。この 1 回目のパージにおける、ピーク値 P_1 の一時的な圧力損失の増大は、カソード側の水分がパージガスによって一時に押し出されたことにより生じたものである。また、その後の圧力損失の収束値 P_c への収束は、パージガスの流れを阻害するような水分がほとんど排出されたことを示している。

[0057] 実線グラフ G_1 の示す圧力損失は、2 回目のパージを開始したときには、初

期の段階で、1回目のピーク値 P_1 よりも小さいピーク値 P_2 ($P_2 < P_1$) まで一時的に増大した後に、再び収束値 P_c に収束した。ただし、2回目のパージのときには、1回目のパージのときのような、燃料電池10の外部への水分の排出は検出されることはなかった。

[0058] なお、2回目のパージの実行後にも、複数回のパージを繰り返したところ、燃料電池10からの水分の排出は確認されず、2回目のパージと同様なピーク値 P_2 を示す圧力損失の一時的増大が観測された。一方、破線グラフ G_2 の示す圧力損失は、2回目のパージを実行した場合でも、一時的な増大を示すことなく、再び収束値 P_c に収束した。

[0059] 以上のように、燃料電池10の発電部GAにおいて、パージガスを重力方向と反対の方向に流したときには、重力方向に沿って流したときとは異なり、2回目のパージにおいて圧力損失の一時的な増大が生じた。この2回目のパージにおける圧力損失の一時的な増大は、燃料電池10の内部における、以下のような水分移動が原因となって生じたものである。

[0060] 図4(A)、(B)は、供給用マニホールドM1からパージガスを流したときの燃料電池10の内部の様子を模式的に示した概略図である。図4(A)、(B)にはそれぞれ、図2と同様な燃料電池10の模式図に、水分Mの移動の様子を追加して示してある。図4(A)は、1回目のパージを完了した直後の燃料電池10の内部状態を示しており、図4(B)は、2回目のパージ実行を開始時の燃料電池10の内部の状態を示している。

[0061] 運転停止後の燃料電池10に、供給用マニホールドM1からパージガスを流した場合には、燃料電池10の外部にある程度の量の水分が排出された後、発電部GAの下流側（重力方向上側）には排出されないまま滞留してしまう水分Mが生じる（図4(A)）。その後、2回目のパージを開始するときには、発電部GAの下流側に滞留していた水分Mは、重力によって上流側へと移動してきており、カソードガス流路12の入口側の圧力損失が高い状態となる（図4(B)）。

[0062] そのため、2回目のパージ実行時には、図3の実線グラフ G_1 が示すような

、圧力損失の一時的な増大が発生する。そして、この２回目のパージでは、その上流側に滞留していた水分Mは、再び下流側へと押し戻され、図４（A）の状態に戻る。このように、重力方向とは逆のパージを繰り返した場合には、重力の作用により、水分Mを発電部G Aの内部で移動させることはできても、外部へと移動させることは困難である。

[0063] なお、パージガスを、排出用マニホールドM 2から流入させ、発電部G Aにおいて、重力方向に沿ってパージガスを流した場合には、図４（A）のような重力の作用による水分Mの滞留が生じない。そのため、図３の破線グラフG₂が示すように、２回目のパージにおける一時的な圧力損失は生じない。

[0064] 本実施例の燃料電池システム１００において、カソードガスをパージガスとして、運転停止後の燃料電池１０の掃気を実行した場合には、図４（B）のように、発電部G Aの上流側に水分が滞留してしまう可能性がある。この水分が凍結すると、空気の流れが阻害されるため、燃料電池１０の起動が困難となる可能性がある。そこで、本実施例の燃料電池システム１００では、燃料電池１０の運転終了後に、パージ処理実行部２１が、以下に説明するパージ処理を実行することにより、そうした残留水分を、比較的少ないエネルギー消費量で、確実に低減する。

[0065] 図５は、燃料電池１０の運転終了後に実行されるパージ処理の処理手順を示すフローチャートである。ステップS 10では、パージ処理実行部２１は、パージの必要性があるか否かを判定するための外気温判定を実行する。具体的には、パージ処理実行部２１は、外気温センサ８０によって検出された外気温が、所定の温度（例えば１０℃）以下のときに、外気温が氷点下に到達し、燃料電池１０内の水分が凍結する可能性があるものとして、パージが必要であると判定する。

[0066] パージ処理実行部２１は、ステップS 10において、外気温が高く、パージの必要性が低いと判定した場合には、パージを開始することなく、このパージ処理を終了する。これによって、外気温が高く、燃料電池１０の内部における凍結の可能性が低いときに、無駄にパージが実行されることが抑制さ

れるため、システム効率の低下が抑制される。

[0067] パージ処理実行部 21 は、ステップ S10 において、パージの必要性が高いと判定した場合には、ステップ S20 において、燃料電池 10 のカソード側の流路のパージを開始する。具体的には、パージ処理実行部 21 は、供給バルブ 34 と排出バルブ 43 とを開くとともに、エアコンプレッサ 32 を駆動させて、パージガスとしての圧縮空気を、カソードガス配管 31 から燃料電池 10 に流通させる。

[0068] パージ処理実行部 21 は、所定の時間（例えば、数秒～数十秒程度）が経過するまで、ステップ S20 のパージを継続する（ステップ S30）。なお、ステップ S20、S30 では、パージ処理実行部 21 は、燃料電池 10 のアノード側のパージも同時に実行するものとしても良い。具体的には、水素タンク 52 からの水素の供給を停止した状態で、水素循環用ポンプ 64 を駆動することにより、システム内に残留している水素と不活性ガスとを循環させて、燃料電池 10 のアノード側をパージするものとしても良い。

[0069] ステップ S40～S60 では、パージ処理実行部 21 は、ステップ S20、S30 のパージによっても排出されずに、燃料電池 10 内部に残留している水分を排出するための残水排出処理を実行する。具体的には、以下の通りである。

[0070] 図 6（A）～（C）は、ステップ S60～S60 の残水排出処理を説明するための模式図である。図 6（A）～（C）には、残水排出処理の実行時における燃料電池 10 の内部状態を模式図を工程順に図示してある。なお、図 6（A）～（C）にはそれぞれ、燃料電池 10 を、図 2 と同様な模式図により示してある。また、図 6（A）～（C）では、供給バルブ 34 および排出バルブ 43 の図示を追加してある。

[0071] ステップ S20、S30 の直後の燃料電池 10 では、図 4（A）で説明したように、燃料電池 10 の内部では、カソードガス流路 12 の下流側（重力方向上側）に、水分 M が滞留している状態である（図 6（A））。ステップ S40 では、燃料電池 10 の内部に所定の圧力を残しつつ、燃料電池 10 を封

止する。具体的には、カソード排ガス配管 4 1 の排出バルブ 4 3 を閉じた後に、パージのために駆動していたエアコンプレッサ 3 2 を停止させ、カソードガス配管 3 1 の供給バルブ 3 4 を閉じる。

[0072] ステップ S 5 0 では、所定の時間だけ、燃料電池 1 0 の内圧が高い状態のまま、カソードガス流路 1 2 の下流側に移動していた水分 M が、上流側（重力方向下側）に移動してくるのを待機する（図 6（B））。なお、このステップ S 5 0 における待機時間としては、水分 M がカソードガス流路 1 2 の上流側に移動するのに十分な時間であることが好ましく、具体的には、例えば、数秒～数分程度であるものとしても良い。

[0073] ステップ S 6 0 では、カソードガス配管 3 1 の供給バルブ 3 4 を開き、燃料電池 1 0 のカソードガス流路 1 2 内の圧縮空気をカソードガス配管 3 1 へと流出させる（図 6（C））。この圧力の開放に伴うカソードガス配管 3 1 への空気の流れによって、カソードガス流路 1 2 の上流側に滞留していた水分 M を、発電部 G A の外部の連通路 1 4 を通過させて、少なくとも供給用マニホールド M 1 まで移動させる。なお、供給バルブ 3 4 の凍結を防止するため、水分 M は、最大でも供給バルブ 3 4 の手前までの移動に制限することが好ましい。

[0074] パージ処理実行部 2 1 は、ステップ S 7 0 において、残留水分が発電部 G A の外部に排出されるまで、所定の時間（例えば、1～数秒程度）だけ、供給バルブ 3 4 を開いたまま待機する。そして、ステップ S 8 0 において、供給バルブ 3 4 を閉じて、パージ処理を終了する。

[0075] なお、このパージ処理の実行後においては、残水排出処理によって発電部 G A から排出された水分が、供給用マニホールド M 1 やカソードガス配管 3 1 に残留したままである。しかし、本実施例では、残水排出処理の前には、ステップ S 2 0，S 3 0 において、パージが実行されているため、残水排出処理によって排出される水分量は、供給用マニホールド M 1 やカソードガス配管 3 1 の閉塞を引き起こすほどの量ではない。

[0076] 図 7 は、本発明の発明者の実験により得られたグラフであり、残水排出処

理による水分の排出量を示すグラフである。本発明の発明者は、運転停止後の燃料電池 10 に対してパージを実行した後に、上述した残水排出処理を実行し、その残水排出処理において、発電部 G A から排出された排水量を計測した（棒グラフ A）。

[0077] なお、残水排出処理の前段のパージは、発電部 G A においてパージガスが重力方向とは逆の方向へと流れるように、供給用マニホールド M 1 からパージガスを供給し、水分の排出が検出されなくなる程度まで行った。そして、残水排出処理では、燃料電池 10 の内圧を 200 k P a （a b s）に保持して 60 秒待機した後、圧力を開放して、燃料電池 10 の内圧を 100 k P a （a b s）まで低下とした。

[0078] また、本発明の発明者は、比較例として、上記のパージ後の燃料電池 10 に対して、パージガスの流れを逆にして、二度目のパージを、60 秒実行したときの排水量を計測した（棒グラフ B）。さらに、本発明の発明者は、残水排出処理として、カソード排ガス配管 41 の排出バルブ 43 を開き、重力方向上側へと圧力を開放したときの排水量を計測した（棒グラフ C）。なお、この棒グラフ C の残水排出処理は、排出バルブ 43 を開いた点以外は、棒グラフ A の残水排出処理と同様な条件で行った。

[0079] 棒グラフ A が示すように、1 回目のパージで排出されなかった発電部 G A の水分を、残水排出処理を 1 回実行することにより、発電部 G A の外部へと排出させることが可能である。また、その棒グラフ A が示す排水量は、発電部 G A において重力方向に沿ってパージガスを流したときの排水量（棒グラフ B）の半分程度ではあったが、カソードガス流路 12 の閉塞を抑制するには十分な量であった。さらに、棒グラフ A が示す排水量は、重力方向とは逆に圧力を開放して残留水分を排出させたときの排水量（棒グラフ C）の倍以上の量が排出された。

[0080] 以上のように、本実施例の燃料電池システム 100 では、燃料電池 10 の運転終了後に、パージとともに、エネルギー消費量の小さい残水排出処理を 1 回実行することにより、燃料電池 10 の発電部 G A に残留していた水分を

、外部へと確実に移動させる。従って、そうした残留水分の凍結により燃料電池 10 の起動性が低下してしまうことが、効率的に抑制される。

[0081] B. 第 2 実施例：

図 8 は本発明の第 2 実施例としてのパージ処理の処理手順を示すフローチャートである。図 8 はステップ S 60 に換えて、ステップ S 60 A が設けられている点と、ステップ S 85 が追加されている点以外は、図 5 とほぼ同じである。なお、第 2 実施例の燃料電池システムの構成は、第 1 実施例の燃料電池システム 100 と同様である（図 1）。

[0082] 第 2 実施例の燃料電池システムでは、パージ後の残水排出処理として、カソード排ガス配管 41 の排出バルブ 43 を開き（ステップ S 60 A）、カソード排ガス配管 41 へと燃料電池 10 内の圧力を開放して、重力方向上側へと排水する処理を実行する。そして、この残水処理を所定の回数だけ繰り返した後に、パージ処理を終了する（ステップ S 85）。

[0083] 図 7 で説明したように、残水排出処理として、排出バルブ 43 を開いて、重力方向上側のカソード排ガス配管 41 へと燃料電池 10 の圧力を開放した場合であっても、発電部 G A から残留水分を排出することが可能である（棒グラフ C）。ただし、この場合の排水量は、供給バルブ 34 を開いて、重力方向下側のカソードガス配管 31 へと燃料電池 10 の圧力を開放した場合の排水量（棒グラフ A）よりも少ない。そこで、第 2 実施例の燃料電池システムでは、残水排出処理を複数回繰り返して実行することにより、燃料電池 10 の内部の滞留水分を確実に低減する。

[0084] 以上のように、第 2 実施例の燃料電池システムであれば、第 1 実施例と同様に、燃料電池 10 の内部の滞留水分を確実に低減させることができる。また、第 2 実施例の燃料電池システムの場合には、残水排出処理によって、発電部 G A の出口側へと水分が排出されるため、燃料電池 10 の再起同時に、その水分が、そのままカソード排ガス配管 41 から排出され、効率的である。

[0085] C. 第 3 実施例：

図9は、本発明の第3実施例としての燃料電池システム100Bの構成を示す概略図である。図9は、燃料電池10にインピーダンス計測部81が接続されている点と、制御部20に残水量検出部22としての機能と、凍結防止処理実行部23としての機能が追加されている点以外は、図1とほぼ同じである。

[0086] インピーダンス計測部81は、交流インピーダンス法によって、運転停止後の燃料電池10における各単セル11の抵抗を検出し、制御部20に出力する。残水量検出部22は、予め準備された各単セル11の抵抗と各単セル11内部に存在する水分量との関係と、を用いて、インピーダンス計測部81の計測結果と、を用いて、各単セル11の内部に存在する水分量を検出する。凍結防止処理実行部23は、燃料電池10の凍結を防止するための凍結防止処理（後述）を実行する。

[0087] 図10は、第3実施例の燃料電池システム100Bにおいて、燃料電池10の運転終了時に実行されるパージ処理の処理手順を示すフローチャートである。図10は、ステップS15の判定処理と、ステップS90の凍結防止処理とが追加されている点以外は、図5とほぼ同じである。

[0088] ステップS10では、パージ処理実行部21は、燃料電池10に対するパージの実行の可否を判定する第1の判定処理としての外気温判定を実行する。具体的には、第1実施例で説明したように、現在の外気温に基づいて、外気温が氷点に到達する可能性があるか否かを判定する。パージ処理実行部21は、ステップS10において、外気温が所定の温度よりも高く、氷点に到達する可能性が低いと判定した場合には、燃料電池10に対するパージを実行することなく、このパージ処理を終了する。

[0089] ステップS10において、外気温が所定の温度以下であり、氷点に到達する可能性が高いと判定された場合には、パージ処理実行部21は、ステップS15において、パージの実行の可否を判定する第2の判定処理を実行する。ここで、燃料電池10の内部の水分量が少ない場合には、燃料電池10のパージを実行しても、排出される水分がほとんどなく、パージの実行が非効

率的となる。そこで、第3実施例の燃料電池システム100では、ステップS15において、燃料電池10の内部に残留している水分量に基づいてパージの実行の可否を判定する。

[0090] パージ処理実行部21は、残水量検出部22が検出した各単セル11の内部の水分量を用いて、各単セル11に所定量より多い水分量が存在するか否か、即ち、パージにより排出可能な水分量が存在するか否かを判定する。具体的には、パージ処理実行部21は、例えば、少なくとも1つの単セル11において、所定量以上の水分量が検出された場合には、パージの必要性が高いと判定するものとしても良い。

[0091] パージ処理実行部21は、ステップS15において、燃料電池10に、パージにより排出可能な水分量が存在すると判定した場合には、ステップS20、S30において、燃料電池10のパージを実行する。そして、ステップS20、S30のパージの実行後に、第1実施例で説明したのと同様な残水排出処理を実行して、パージ処理の実行を終了する（ステップS40～S80）。

[0092] 一方、パージ処理実行部21は、ステップS15において、パージにより排出可能な水分量の存在が検出されなかった場合には、パージを実行することなく、凍結防止処理実行部23に、ステップS90の凍結防止処理の実行を開始させる。ステップS90の凍結防止処理は、燃料電池10の運転停止中に外気温が氷点に到達して、燃料電池10の内部において、燃料電池10の起動性を低下させる凍結が生じてしまうことを抑制するための処理である。

[0093] 図11は、凍結防止処理の処理手順を示すフローチャートである。パージ処理（図10）のステップS15において、パージにより排出されるような水分量が燃料電池10の内部に存在しない判定された場合であっても、発電部GAには、凍結によりガスの拡散経路を閉塞できる程度の水分が存在する可能性がある。この凍結防止処理では、パージ処理のにおいて実行されていたのと同様な残水排出処理を実行することにより、そうした発電部GAにお

けるガスの拡散経路を閉塞する可能性のある水分を、発電部G Aの外部へと移動させ、発電部G Aにおける凍結の発生を抑制する。

[0094] 凍結防止処理実行部23は、燃料電池10の運転が再開されるまでの間、外気温センサ80によって、外気温を定期的に検出する（ステップS100，S110）。そして、外気温が氷点下に到達した場合、あるいは、氷点より数℃程度高い温度まで低下した場合には、ステップS120以降の処理を実行し、燃料電池10の起動要求が検出された場合には、凍結防止処理を終了する。

[0095] ステップS120では、凍結防止処理実行部23は、燃料電池10への圧縮空気の封入を開始する。具体的には、凍結防止処理実行部23は、カソード排ガス配管41の排出バルブ43を閉じたまま、カソードガス配管31の供給バルブ34を開き、エアコンプレッサ32を駆動させる。ステップS130において、燃料電池10の内部の圧力が所定の圧力まで到達したことが検出されたときには、凍結防止処理実行部23は、ステップS140～S160の残水排出処理を実行する。

[0096] ステップS140では、凍結防止処理実行部23は、エアコンプレッサ32の駆動を停止するとともに、供給バルブ34を閉じて、燃料電池10を封止する。なお、ステップS120～S140では、パージを実行するときのエネルギーよりも小さいエネルギーでエアコンプレッサ32を駆動することが望ましい。

[0097] ステップS150では、燃料電池10の内圧を保持したまま所定の時間だけ待機する。ステップS160では、供給バルブ34を開き、カソードガス配管31へと圧力を開放し、発電部G Aの水分を、供給用マニホールドM1へと移動させる。凍結防止処理実行部23は、ステップS160の圧力の開放から所定の時間（例えば数秒程度）経過したときに、供給バルブ34を閉じ（ステップS170，S180）、凍結防止処理を終了する。

[0098] 以上のように、第3実施例の燃料電池システムであれば、燃料電池10の内部に所定量以上の水分が存在する場合には、パージと残水排出処理とを実

行し、所定量より少ない水分しか存在しない場合には、残水排出処理のみが実行される。従って、無駄なパージの実行によってシステム効率が低下してしまうことを抑制しつつ、運転停止後の燃料電池 10 の内部に存在する水分量を確実に低減させることができ、燃料電池 10 の起動性が低下することを、効率的に抑制することができる。

[0099] D. 変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

[0100] D1. 変形例 1：

上記実施例では、燃料電池 10 は、カソード側の供給用マニホールド M1 を重力方向下側とし、排出用マニホールド M2 を重力方向上側として配置されていた。しかし、燃料電池 10 は、この配置方向に限定されることなく、他の配置方向で配置されるものとしても良い。

[0101] D2. 変形例 2：

上記実施例では、残水排出処理の前のパージでは、パージガスである圧縮空気を、発電部 GA において重力方向とは逆の方向に流してしていた。しかし、残水排出処理の前のパージでは、パージガスを、発電部 GA において重力方向に沿って流すものとしても良い。この場合でも、パージの実行後に、残水排出処理を実行することにより、パージにより排出されなかった水分を、発電部 GA の外部へと移動させることが可能である。

[0102] D3. 変形例 3：

上記実施例では、燃料電池 10 のカソード側に対して残水排出処理を実行していた。しかし、残水排出処理は、燃料電池 10 のアノード側に対して実行されるものとしても良い。

[0103] D4. 変形例 4：

上記第 1 実施例では、ステップ S10 において、パージの実行可否を外気温に基づいて判定していた。しかし、パージの実行可否は、他の判定基準に

よって実行されるものとしても良い。例えば、運転停止後の燃料電池 10 の内部に残留している水分量を基準として判定するものとしても良いし、燃料電池 10 の運転中における発電量など、燃料電池 10 の運転状態の履歴によって判定するものとしても良い。

[0104] D5. 変形例 5 :

上記第 2 実施例では、排出バルブ 43 を開いてカソード排ガス配管 41 へと燃料電池 10 の圧力を開放する残水排出処理を複数回繰り返して実行していた。しかし、上記第 2 実施例では、供給バルブ 34 を開いてカソードガス配管 31 へと燃料電池 10 の圧力を開放する、第 1 実施例と同様な残水排出処理を複数回繰り返して実行するものとしても良い。

[0105] D6. 変形例 6 :

上記第 3 実施例では、パージ処理実行部 21 は、インピーダンス計測部 10 の計測値に基づいて、燃料電池 10 の内部に残留している水分量を検出していた。しかし、パージ処理実行部 21 は、他の方法によって燃料電池 10 の内部に残留している水分量を検出するものとしても良い。例えば、パージ処理実行部 21 は、燃料電池 10 の発電量に基づく生成水量と、燃料電池 10 からの液水の排出量とに基づいて、燃料電池 10 の内部の水分量を算出するものとしても良い。

[0106] D7. 変形例 7 :

上記第 3 実施例では、供給バルブ 34 を開き、供給用マニホールド M1 へと圧力を開放する残水排出処理を実行していた。しかし、第 3 実施例の残水排出処理では、第 2 実施例のように、排出バルブ 43 を開き、排出用マニホールド M2 へと圧力を開放するものとしても良い。また、上記第 3 実施例では、第 2 実施例のように、残水排出処理を複数回繰り返して実行するものとしても良い。

符号の説明

- [0107] 1…電解質膜
 2…カソード（第 1 の電極）

- 3…アノード（第2の電極）
- 5…膜電極接合体
- 10…インピーダンス計測部
- 10…燃料電池
- 11…単セル
- 12…カソードガス流路
- 13…アノードガス流路
- 14…連通路
- 20…制御部
- 21…パージ処理実行部
- 22…残水量検出部
- 23…凍結防止処理実行部
- 30…カソードガス供給系
- 31…カソードガス配管
- 32…エアコンプレッサ
- 33…エアフロメータ
- 34…供給バルブ
- 40…カソードガス排出系
- 41…カソード排ガス配管
- 43…排出バルブ
- 44…圧力計測部
- 50…アノードガス供給系
- 51…アノードガス配管
- 52…水素タンク
- 53…開閉弁
- 54…レギュレータ
- 55…水素供給装置
- 56…圧力計測部

6 0 …アノードガス循環排出系
6 1 …アノード排ガス配管
6 2 …気液分離部
6 3 …アノードガス循環配管
6 4 …水素循環用ポンプ
6 5 …アノード排水配管
6 6 …排水弁
6 7 …圧力計測部
7 0 …冷媒循環供給系
7 1 …冷媒用配管
7 1 a …上流側配管
7 1 b …下流側配管
7 1 c …バイパス配管
7 2 …ラジエータ
7 3 …三方弁
7 5 …冷媒循環用ポンプ
7 6 a, 7 6 b …冷媒温度計測部
8 0 …外気温センサ
8 1 …インピーダンス計測部
1 0 0, 1 0 0 B …燃料電池システム
G A …発電部
M …水分
M 1 …供給用マニホールド
M 2 …排出用マニホールド
M 3 …供給用マニホールド
M 4 …排出用マニホールド

請求の範囲

[請求項1]

燃料電池システムであって、
供給ガスマニホールドと、排出ガスマニホールドと、前記供給ガスマニホールドと前記排出ガスマニホールドとに接続されたガス流路が配置された発電部と、を有する燃料電池と、
前記供給ガスマニホールドにガスを流入させるガス供給部と、
前記供給ガスマニホールドを封止可能な供給バルブと、
前記排出ガスマニホールドを封止可能な排出バルブと、
前記燃料電池の運転停止後に、前記供給バルブおよび前記排出バルブを閉じ、前記ガス供給部からのガスを前記燃料電池内に所定の圧力で封止して、所定の時間待機した後に、前記供給バルブまたは前記排出バルブを開き、前記発電部の前記ガス流路に残留している水分を、前記供給ガスマニホールドまたは前記排出ガスマニホールドへと移動させる、残留水分排出処理を実行する制御部と、
を備える、燃料電池システム。

[請求項2]

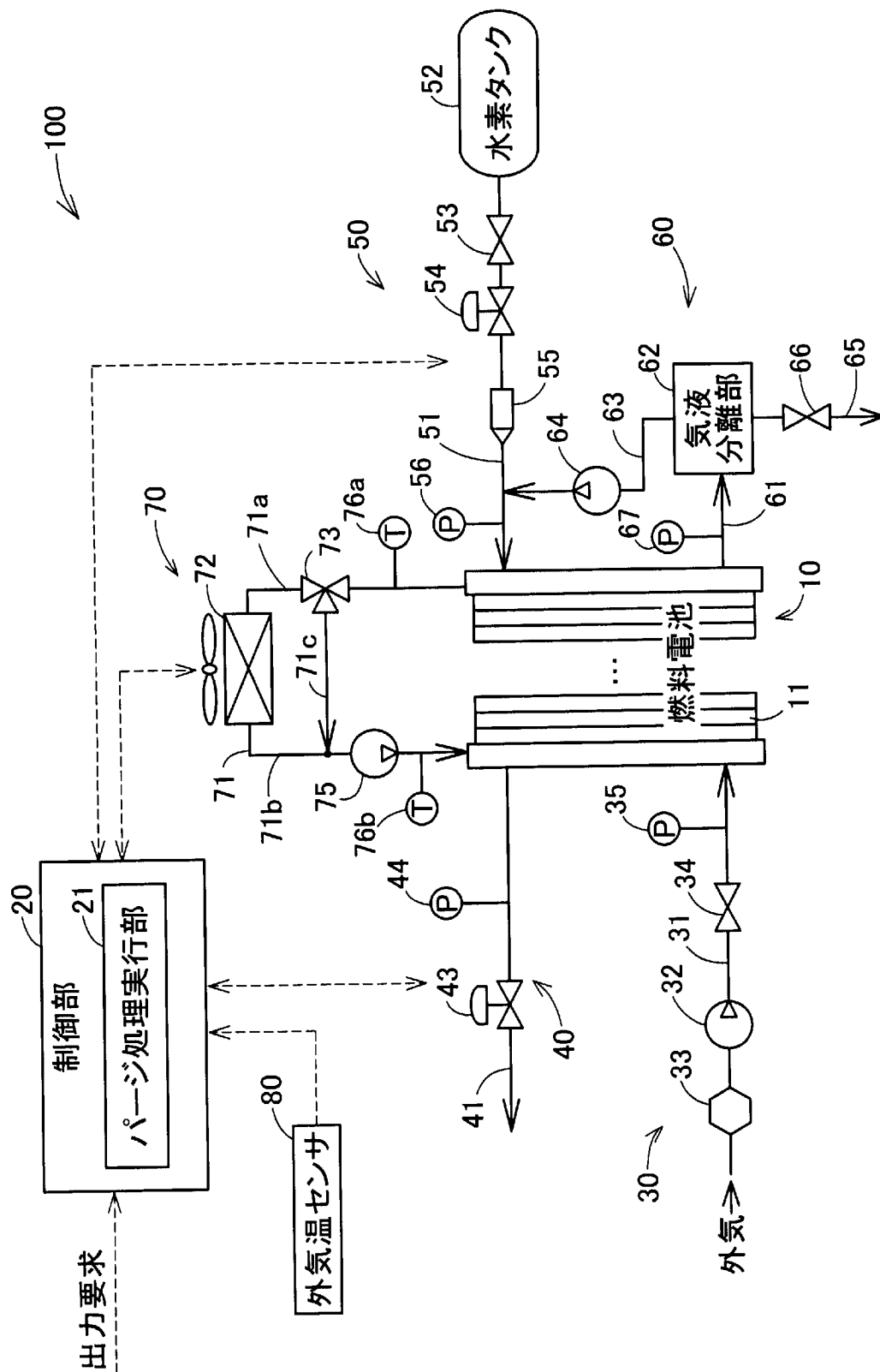
請求項1記載の燃料電池システムであって、
前記燃料電池は、前記ガス流路の上流側が重力方向下側となり、前記ガス流路の下流側が重力方向上側となるように、前記供給ガスマニホールドを重力方向下側とし、前記排出ガスマニホールドを重力方向上側として配置されており、
前記残留水分排出処理は、前記供給バルブを開き、前記発電部の前記ガス流路に残留している水分を、前記供給ガスマニホールドに移動させる処理である、燃料電池システム。

[請求項3]

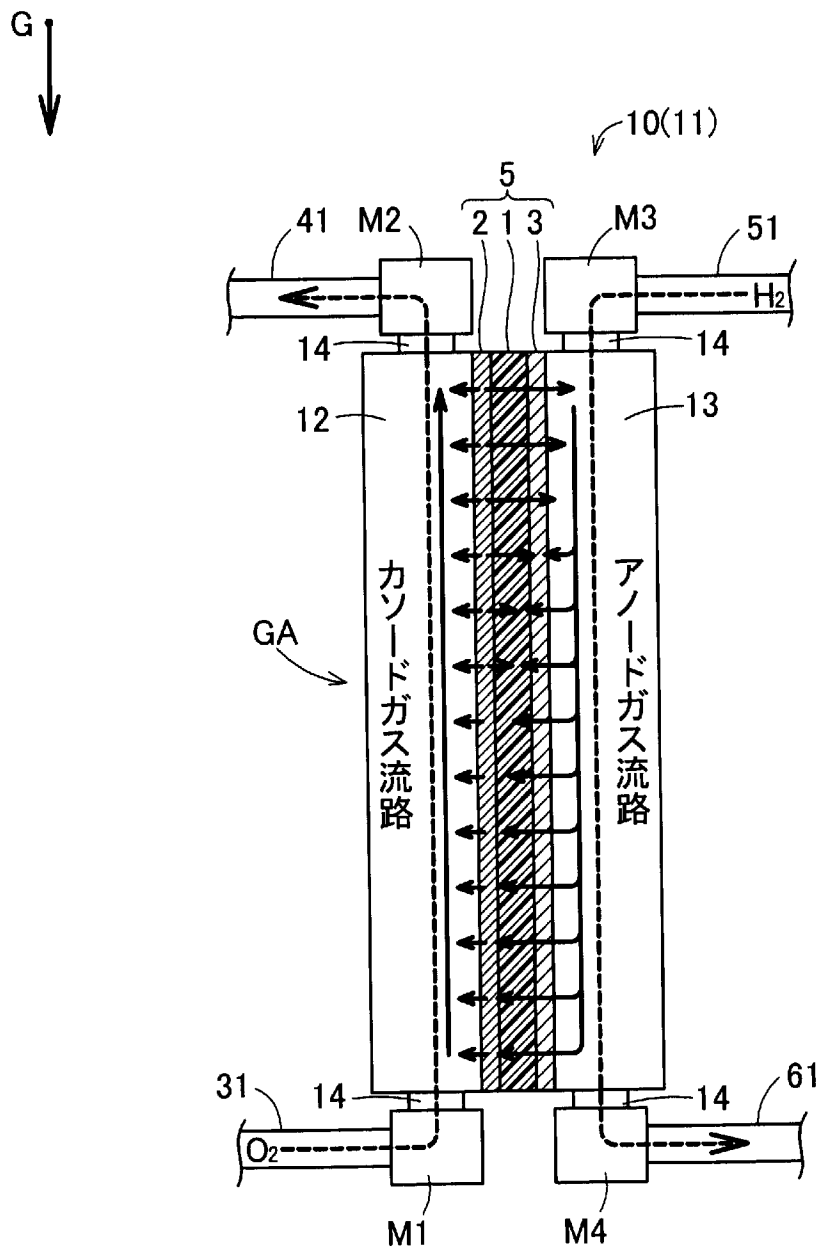
請求項1または2記載の燃料電池システムであって、
前記制御部は、前記燃料電池の運転停止後に、前記ガス供給部からのガスによって、前記燃料電池内部を掃気する掃気処理を実行し、
前記掃気処理を実行した後に、前記残留水分排出処理を実行する、
燃料電池システム。

- [請求項4] 請求項3記載の燃料電池システムであって、さらに、
 運転停止時に前記燃料電池内部に残留している水分量を検出する水分量検出部を備え、
 前記制御部は、前記水分量に応じて、（i）前記掃気処理と、前記残留水分排出処理の両方を実行するか、または、（i i）前記掃気処理を実行することなく前記残留水分排出処理を実行するか、を決定する、燃料電池システム。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、
 、
 前記制御部は、前記残留水分排出処理を複数回繰り返して実行する、燃料電池システム。
- [請求項6] 供給ガスマニホールドと、排出ガスマニホールドと、前記供給ガスマニホールドと前記排出ガスマニホールドとに接続されたガス流路が配置された発電部と、を有する燃料電池を備える、燃料電池システムの制御方法であって、
 （a）前記燃料電池の運転停止後に、前記供給ガスマニホールドと前記排出ガスマニホールドとを封止し、前記燃料電池内を所定の圧力に保持して、所定の時間待機する工程と、
 （b）前記供給ガスマニホールドまたは前記排出ガスマニホールドを開放し、前記発電部の前記ガス流路に残留している水分を、前記供給ガスマニホールドまたは前記排出ガスマニホールドへと移動させる工程と、
 を備える、制御方法。

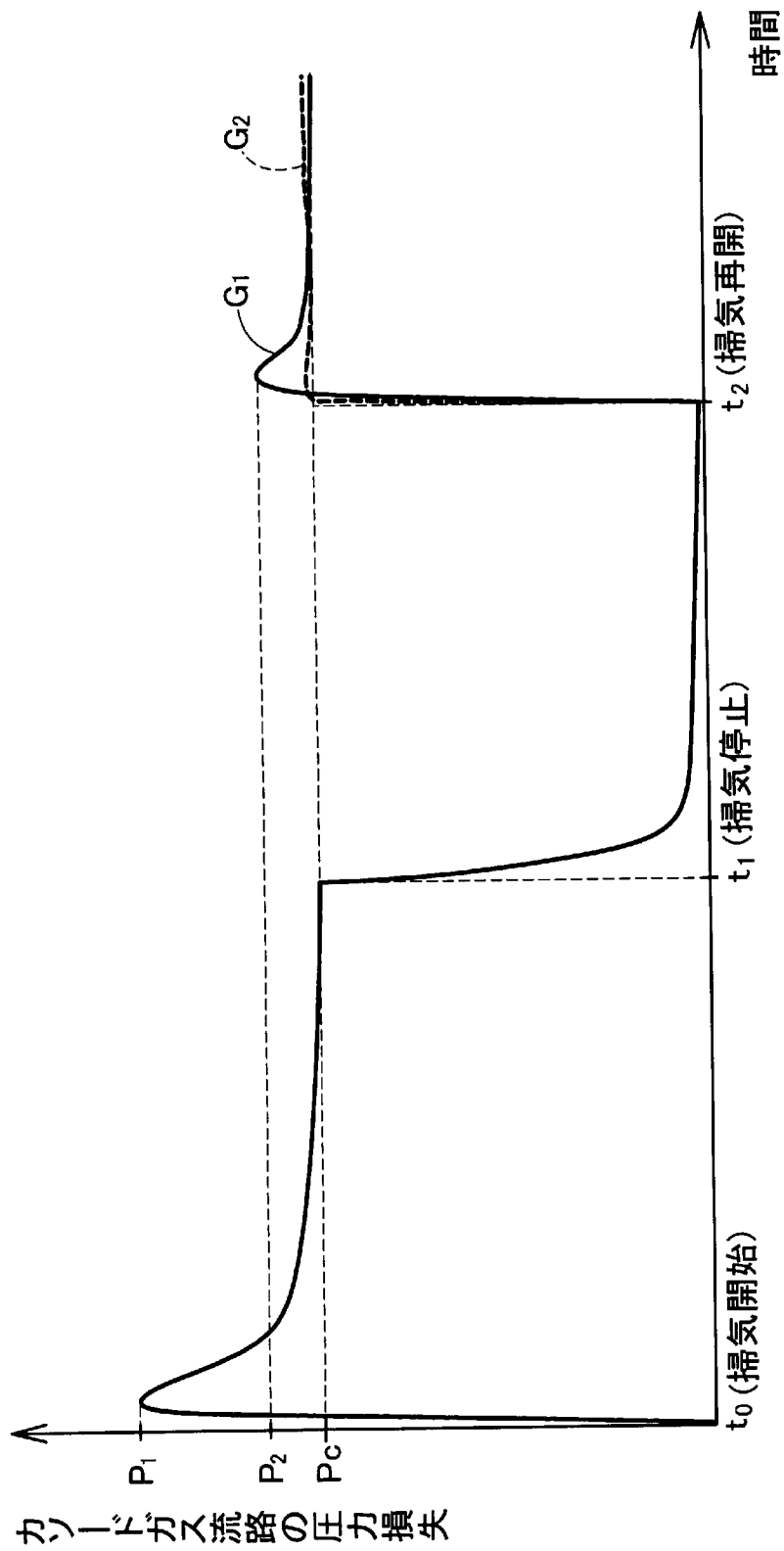
[図1]



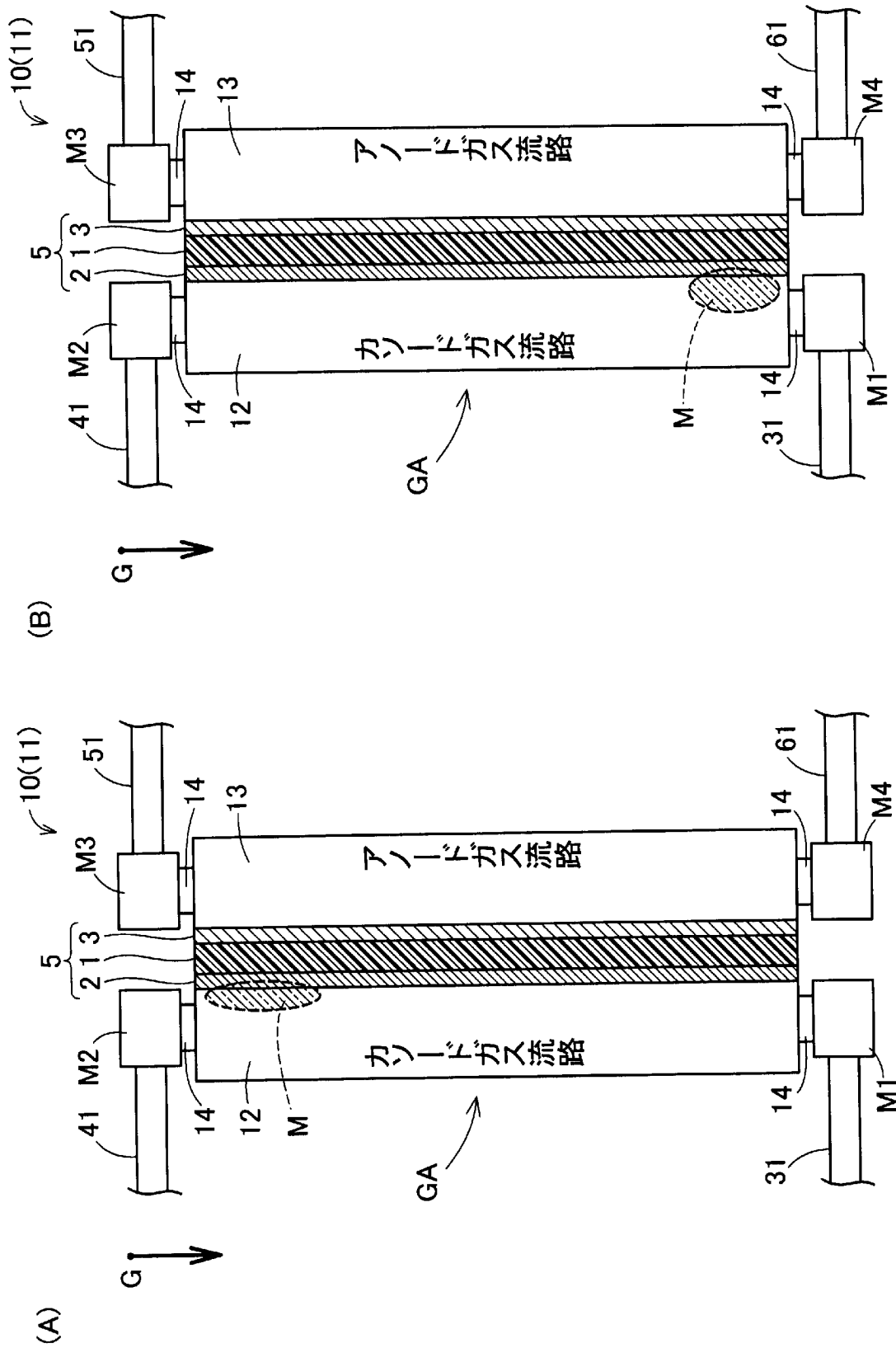
[図2]



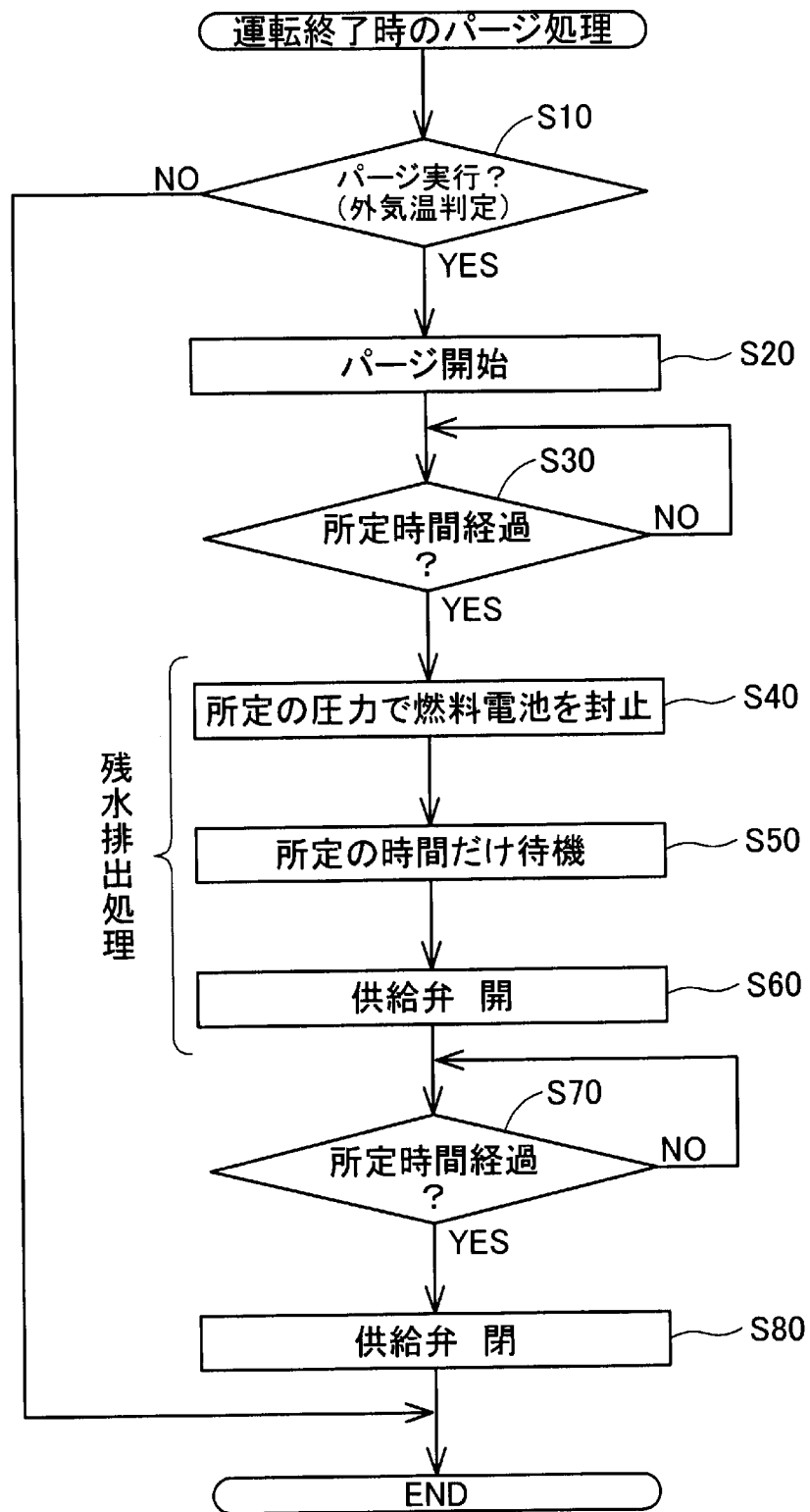
[図3]



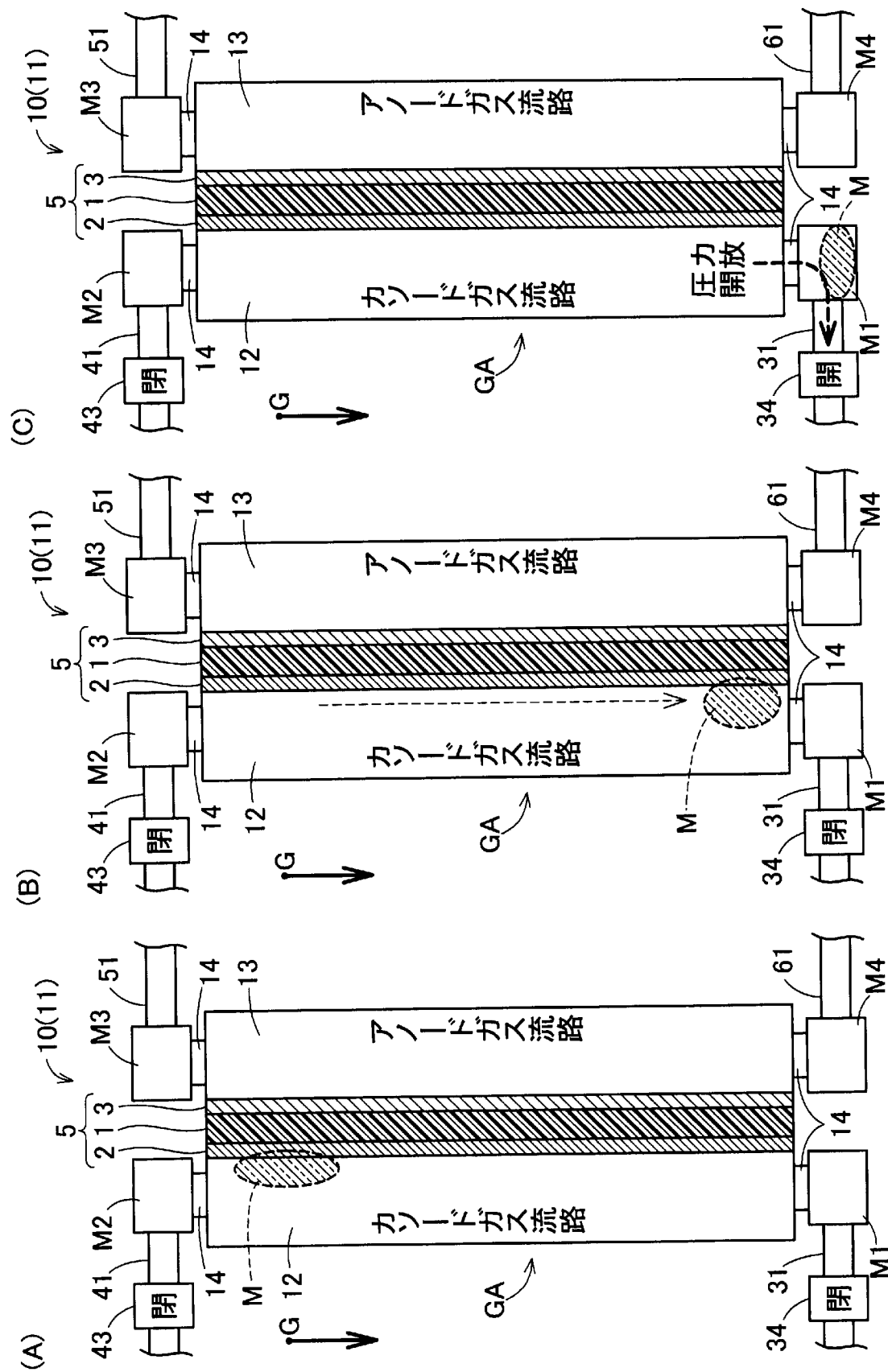
[図4]



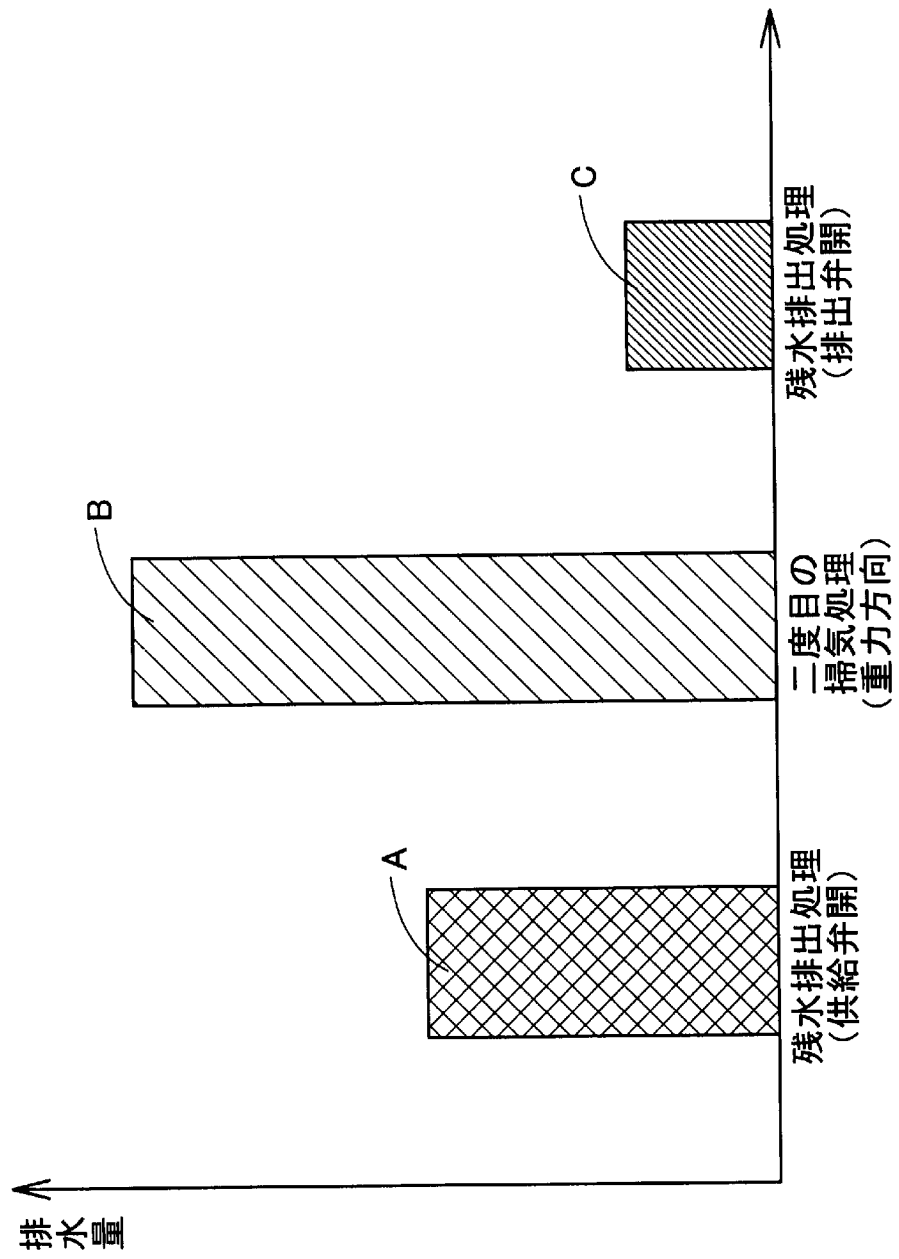
[図5]



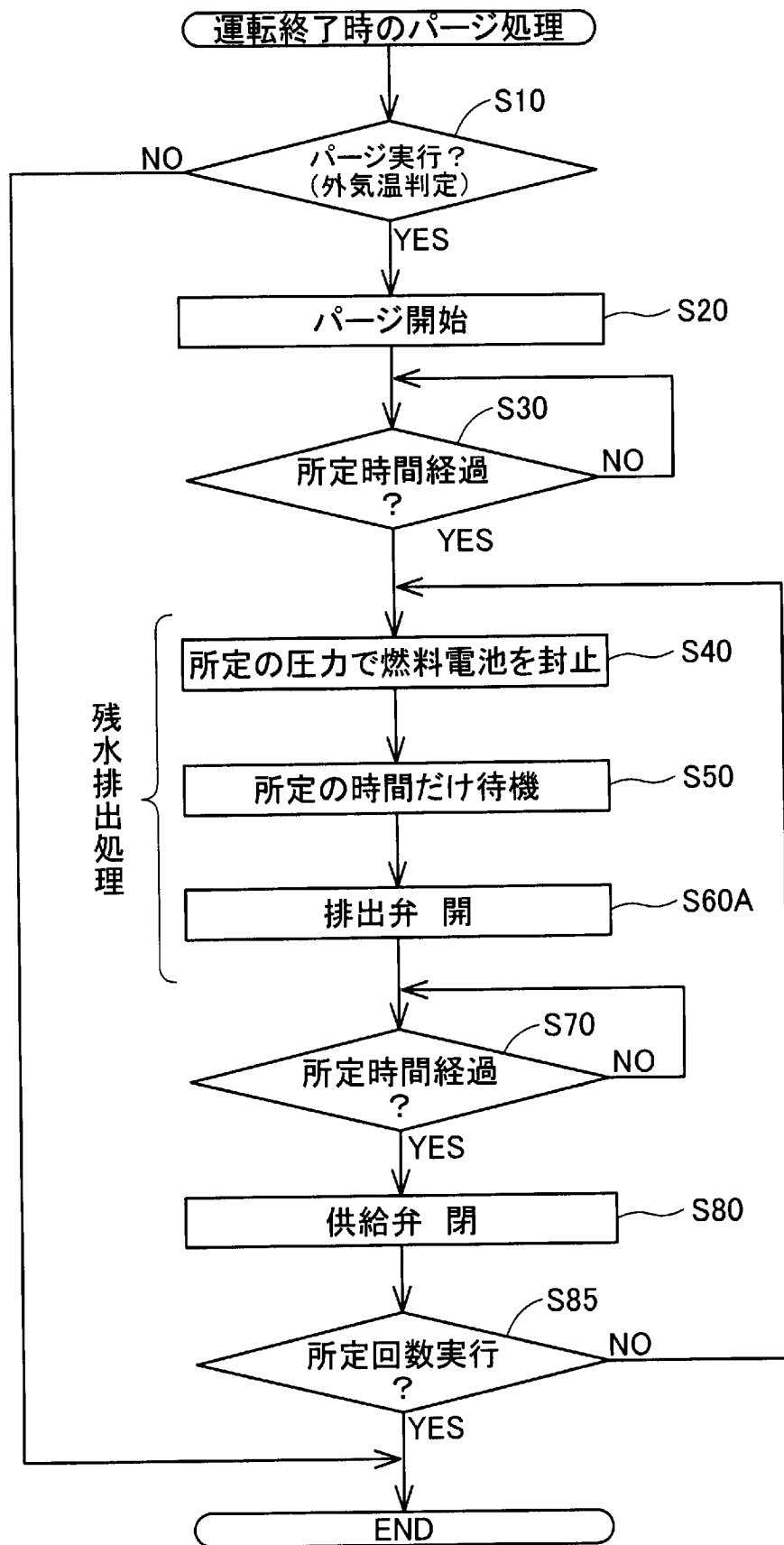
[図6]



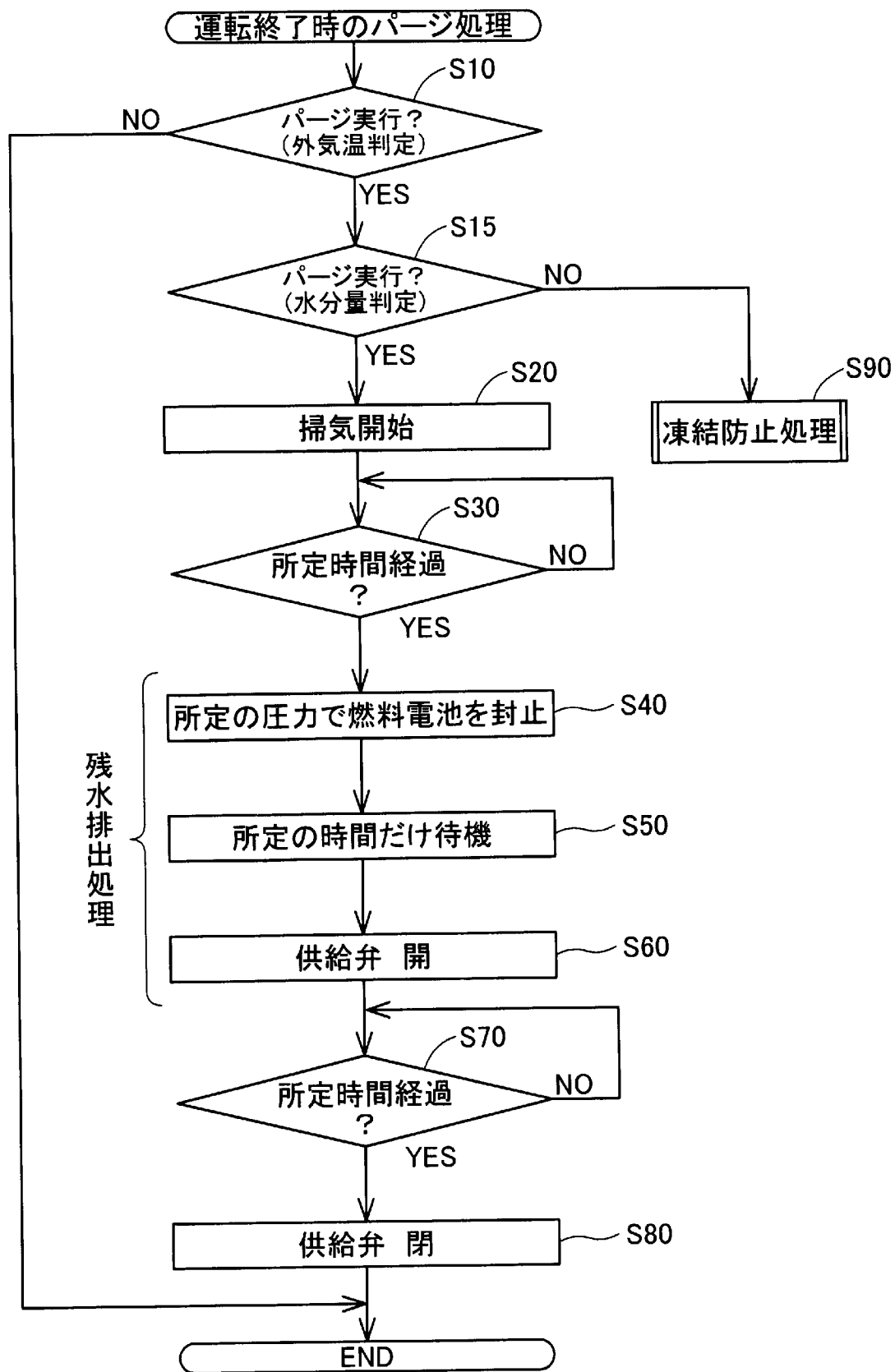
[図7]



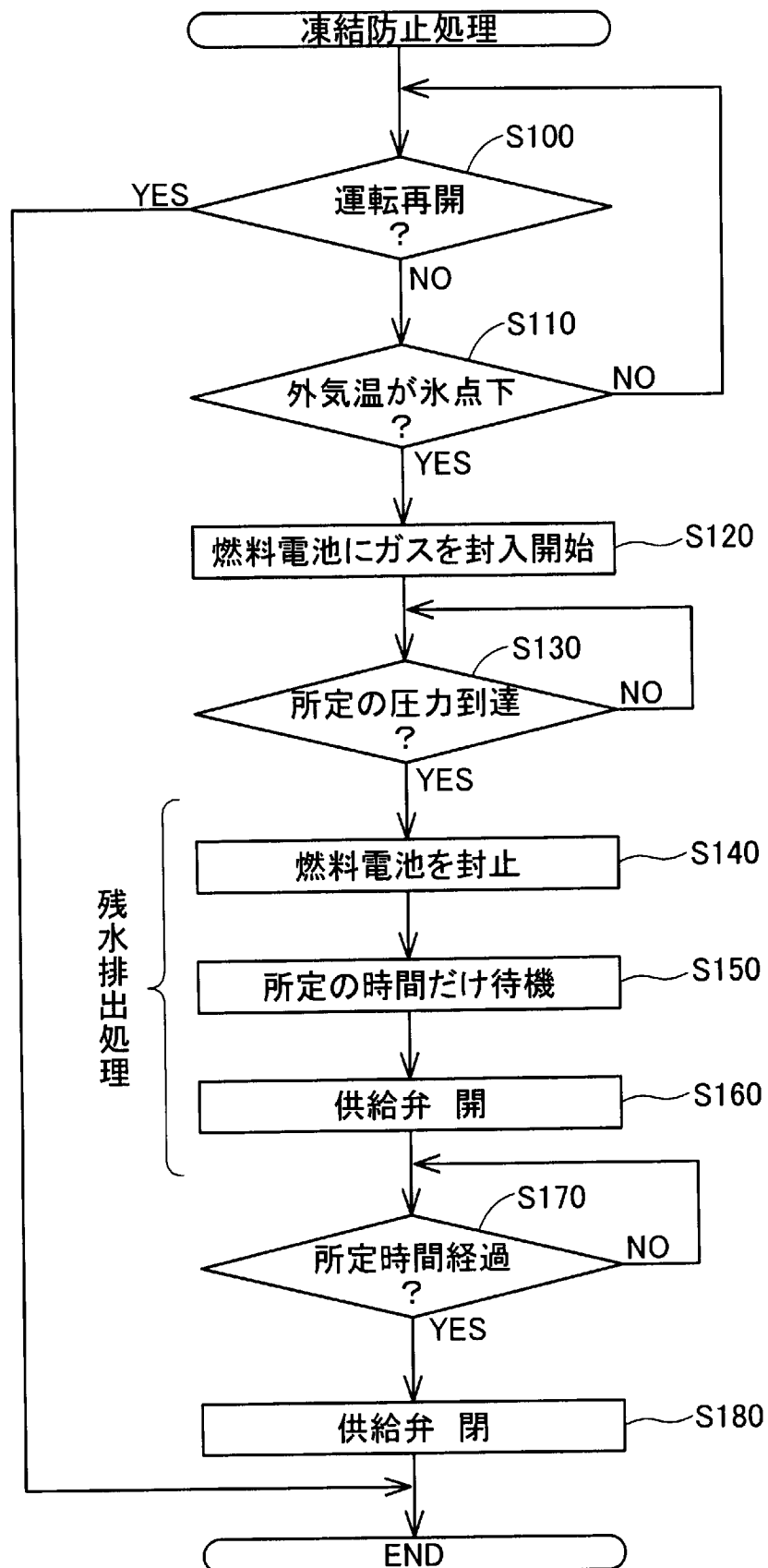
[図8]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001606

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04 (2006.01) i

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

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 2009-87568 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text (Family: none)	1, 3, 5-6 2, 4
Y A	JP 2011-44351 A (Toyota Motor Corp.), 03 March 2011 (03.03.2011), entire text (Family: none)	1, 3, 5-6 2, 4
Y	JP 2002-305017 A (Honda Motor Co., Ltd.), 18 October 2002 (18.10.2002), entire text & US 2002/142197 A1	3, 5

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 June, 2012 (06.06.12)Date of mailing of the international search report
19 June, 2012 (19.06.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001606

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 2009-187794 A (Honda Motor Co., Ltd.), 20 August 2009 (20.08.2009), entire text (Family: none)	1-6
A	JP 2008-257947 A (Honda Motor Co., Ltd.), 23 October 2008 (23.10.2008), entire text & US 2008/245588 A1 & EP 1978586 A1	1-6
A	JP 2007-73328 A (Honda Motor Co., Ltd.), 22 March 2007 (22.03.2007), entire text (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/04(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. H01M8/04

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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 請求項の番号
Y A	JP 2009-87568 A（三洋電機株式会社）2009.04.23, 全文 （ファミリーなし）	1, 3, 5-6 2, 4
Y A	JP 2011-44351 A（トヨタ自動車株式会社）2011.03.03, 全文 （ファミリーなし）	1, 3, 5-6 2, 4
Y	JP 2002-305017 A（本田技研工業株式会社）2002.10.18, 全文 &US 2002/142197 A1	3, 5

☒ 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

06.06.2012

国際調査報告の発送日

19.06.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

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）

原 賢一

3H

9062

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

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 請求項の番号
A	JP 2009-187794 A (本田技研工業株式会社) 2009.08.20, 全文 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-257947 A (本田技研工業株式会社) 2008.10.23, 全文 &US 2008/245588 A1&EP 1978586 A1	1-6
A	JP 2007-73328 A (本田技研工業株式会社) 2007.03.22, 全文 (ファミリーなし)	1-6