

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年8月23日 (23.08.2007)

PCT

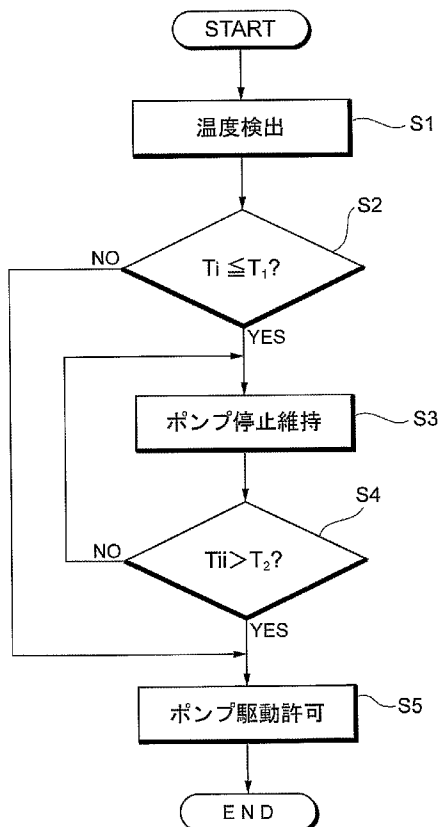
(10) 国際公開番号
WO 2007/094380 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/052657
- (22) 国際出願日: 2007年2月8日 (08.02.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-038279 2006年2月15日 (15.02.2006) JP
- (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): 長沼良明 (NAGANUMA, Yoshiaki) [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: 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).
- (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, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM

(54) 発明の名称: 燃料電池システム



S1.. TEMPERATURE DETECTION
S3.. SUSTAIN STOPPAGE OF PUMP
S5.. PERMIT DRIVING OF PUMP

(57) Abstract: A fuel cell system in which system efficiency can be enhanced by avoiding damage to a circulation pump at low temperatures. The fuel cell system comprises a fuel gas circulation system having a circulation passage for recirculating fuel off gas discharged from a fuel cell to the fuel cell, and a circulation pump for pressure feeding fuel off gas in the circulation passage, a controller for controlling driving of the circulation pump wherein the controller stops driving of the circulation pump at a predetermined low temperature. With such an arrangement, damage to the circulation pump can be avoided at low temperatures even if the circulation pump is frozen because driving of the circulation pump is stopped at a predetermined low temperature. System efficiency can be enhanced because scavenging processing is not necessarily required and power loss of the circulation pump does not occur at a predetermined low temperature.

[続葉有]

WO 2007/094380 A1



SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

- (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),

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:

本発明は、低温時における循環ポンプの損傷を回避し、システム効率を高めることができる燃料電池システムを提供することをその目的としている。

本発明の燃料電池システムは、燃料電池から排出された燃料オフガスを燃料電池に再循環する循環路、及び循環路内の燃料オフガスを圧送する循環ポンプを有する燃料ガス循環系と、循環ポンプの駆動を制御する制御装置と、を備えた燃料電池システムにおいて、制御装置は、所定の低温時に循環ポンプの駆動を停止しておくものである。

この構成によれば、仮に循環ポンプが凍結していたとしても、所定の低温時に循環ポンプの駆動を停止しておくので、低温時における循環ポンプの損傷を回避することができる。また、掃気処理を必ずしも行う必要が無いので、また所定の低温時に循環ポンプの動力損が生じないので、システム効率を高めることができる。

1

明細書

燃料電池システム

5 技術分野

本発明は、燃料オフガスを燃料電池に循環供給する燃料電池システムに関するものである。

背景技術

- 10 燃料電池から排出された燃料オフガスを、循環ポンプにより再び燃料電池に供給する燃料電池システムが知られている（例えば、特開 2 0 0 3 - 1 7 8 7 8 2 号公報及び特開 2 0 0 4 - 2 2 1 9 8 号公報。）。燃料オフガスは生成水を含み又は湿度が高い。このため、システム停止後の低温雰囲気下で、循環ポンプに残留し得る生成水又は凝縮した水分が凍結する場合がある。
- 15 システム再始動時に、凍結した状態で循環ポンプにトルクを発生させると、循環ポンプのインペラが破損するなど、循環ポンプを損傷するおそれがある。循環ポンプの凍結を防止するべく、特開 2 0 0 3 - 1 7 8 7 8 2 号公報に記載の燃料電池システムは、システム停止時に、乾いた燃料ガスを循環ポンプに導入する。循環ポンプ内の燃料オフガスが、乾いた燃料ガスで置換され、
- 20 それにより燃料電池システムは掃気処理を行うようにしている。

発明の開示

- しかしながら、特開 2 0 0 3 - 1 7 8 7 8 2 号公報に記載の燃料電池システムでは、掃気処理を行うために、燃料ガスを無駄に消費しなければならな
- 25 かった。そのため、燃料電池システム全体の効率が悪かった。

本発明は、低温時における循環ポンプの損傷を回避し、システム効率を高

2

めることができる燃料電池システムを提供することをその目的としている。

上記目的を目的するべく、本発明の燃料電池システムは、燃料電池から排出された燃料オフガスを燃料電池に循環する循環路、及び循環路内の燃料オフガスを圧送する循環ポンプを有する燃料ガス循環系と、循環ポンプの駆動
5 を制御する制御装置と、を備える。制御装置は、所定の低温時に循環ポンプの駆動を停止しておく。

この構成によれば、仮に循環ポンプが凍結していたとしても、所定の低温時に循環ポンプの駆動を停止しておくので、低温時における循環ポンプの損傷を回避することができる。また、掃気処理を必ずしも行う必要が無いので、
10 また、所定の低温時に循環ポンプの動力損が生じないので、システム効率を高めることができる。

ここで、循環ポンプを駆動しないと、燃料電池に供給される燃料オフガス中の燃料ガス濃度が低下するという懸念が生じる。しかし、本発明者らは、例えば氷点下などの低温時では、燃料オフガス中の水蒸気分圧はほとんどゼロであり、且つ、窒素のクロスリーク量も少ないという知見を得た。よって、
15 本発明のように所定の低温時に循環ポンプの駆動を停止しておいたとしても、上記した循環ポンプの損傷を回避し且つシステム効率を高めながら、燃料オフガス中の燃料ガス濃度を十分に維持できる。

好ましくは、制御装置は、所定の低温時であって燃料電池システムの起動
20 時に、循環ポンプの駆動を停止しておくといふ。

これにより、燃料電池システムを適切に起動できる。

好ましくは、所定の低温時は、燃料電池の温度又は外気温が0度以下のときであるとよい。

この構成によれば、循環ポンプが凍結し得る0度以下の温度のときに、循環
25 ポンプの駆動を停止しておくため、循環ポンプの損傷を適切に回避することができる。一方で、燃料オフガス中の燃料ガス濃度を確保することもでき

る。

好ましくは、本発明の燃料電池システムは、燃料電池の温度を検出する温度センサを備えるとよい。制御装置は、温度センサにより検出された温度が所定の低温以下のときには循環ポンプの駆動を停止しておく一方、温度センサにより検出された温度が所定の低温よりも大きいときには循環ポンプの駆動を許可するとよい。

一般に、燃料電池の温度は燃料電池システムの運転に伴い変動する。例えば、燃料電池システムの起動時では燃料電池の温度は外気温とほぼ同じであるが、燃料電池システムの運転時では、例えば固体高分子電解質型の燃料電池の温度は60-80℃となる。上記した本発明のように、燃料電池の温度が所定の低温よりも大きいときには、循環ポンプの駆動を許可して本来の仕様に移行できる。また、燃料電池の温度が所定の低温以下のときには、循環ポンプの駆動を停止しておくことで、循環ポンプの損傷を適切に回避しながら、燃料オフガス中の燃料ガス濃度を確保することができる。

好ましくは、本発明の燃料電池システムは、循環路に接続されて燃料オフガスを排出するパージ通路と、パージ通路を開閉するパージ弁と、を備えるとよい。制御装置は、循環ポンプの駆動停止時にパージ弁を開閉するとよい。

この構成によれば、パージ弁を開弁することで、燃料オフガスと共に燃料オフガスに含まれる生成水や不純物をパージ通路に排出することができる。

これにより、循環ポンプの駆動停止時に、燃料オフガス中の燃料ガス濃度が低下しても、燃料オフガス中の燃料ガス濃度を上昇することができる。

好ましくは、制御装置は、所定の低温時には他の条件よりも優先して循環ポンプの駆動を停止するとよい。例えば、所定の低温時には、燃料電池への燃料ガスの供給停止、パージ弁の開弁、又は燃料電池の発電停止その他の条件よりも優先して、循環ポンプの駆動が停止されるとよい。

本発明の別の好ましい一態様では、燃料電池に燃料ガスを供給して燃料電

4

池から燃料オフガスを排出する燃料ガス系が構成されているとよい。循環ポンプの駆動を停止した場合における燃料ガス系のシステム損失の大きさが、循環ポンプを駆動した場合における燃料ガス系のシステム損失の大きさを逆転する温度があり、前記所定の低温は、逆転する温度以下であるとよい。

- 5 この構成によれば、上記のシステム損失が逆転する温度を基準に、循環ポンプの駆動とその停止とを切り替えることができる。これにより、燃料ガス系のシステム損失を減らすことができ、全体のシステム効率を高めることができる。

- より好ましくは、燃料ガス系は、燃料オフガスを排出するパージ通路と、
- 10 パージ通路を開閉するパージ弁とを有するとよい。循環ポンプの駆動を停止した場合における燃料ガス系のシステム損失は、パージ弁の開弁によるパージ損失からなり、循環ポンプを駆動した場合における燃料ガス系のシステム損失は、パージ弁の開弁によるパージ損失と循環ポンプの駆動による動力損失とからなるとよい。

- 15 本発明の他の好ましい一態様では、本発明の燃料電池システムは、循環路に接続されて燃料オフガスを排出するパージ通路と、パージ通路を開閉するパージ弁と、を更に備えるとよい。循環ポンプの駆動を停止した状態でパージ弁を開閉した場合におけるパージ量が、許容量よりも多くなる第1の温度があり、前記所定の低温は、第1の温度以下であるとよい。

- 20 この構成によれば、循環ポンプの駆動停止時にパージ量を適切に抑制でき、全体としてシステム効率を高めることができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施形態に係る燃料電池システムの構成図である。

- 25 図2は、本発明の実施形態に係る循環ポンプの制御例を示すフローチャートである。

図 3 は、比較例に係る燃料電池システムの構成図である。

図 4 は、燃料電池の温度に対する水素系システム損失の変化を示すグラフである。

図 5 は、燃料電池の温度に対するパージ量の変化を示すグラフである。

5

発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態に係る燃料電池システムについて説明する。

第 1 実施形態

- 10 図 1 に示すように、燃料電池システム 1 は、燃料電池 2 と、酸化ガス配管系 3 と、燃料ガス配管系 4 と、冷媒配管系 5 と、システム 1 全体を統括制御する制御装置 7 と、を備える。

- 燃料電池 2 は、例えば固体高分子電解質型で構成される。燃料電池 2 は、多数の単セルを積層したスタック構造を備える。燃料電池 2 の単セルは、イ
15 オン交換膜からなる電解質の一方の面に空気極を有し、他方の面に燃料極を有し、さらに空気極及び燃料極を両側から挟みこむように一対のセパレータを有している。一方のセパレータの酸化ガス流路 2 a に酸化ガスが供給され、他方のセパレータの燃料ガス流路 2 b に燃料ガスが供給される。供給された燃料ガス及び酸化ガスの電気化学反応により、燃料電池 2 は電力を発生する。
20 燃料電池 2 での電気化学反応は発熱反応であり、固体高分子電解質型の燃料電池 2 の温度は、およそ 60～80℃となる。

- 酸化ガス配管系 3 は、酸化ガスとしての空気（酸素）を燃料電池 2 に供給する。酸化ガス配管系 3 は、燃料電池 2 に供給される酸化ガスが流れる供給路 1 1 と、燃料電池 2 から排出された酸化オフガスが流れる排出路 1 2 と、
25 を有している。供給路 1 1 には、フィルタ 1 3 を介して酸化ガスを取り込むコンプレッサ 1 4 と、コンプレッサ 1 4 により圧送される酸化ガスを加湿す

6

る加湿器 15 と、が設けられている。排出路 12 を流れる酸化オフガスは、背圧調整弁 16 を通って加湿器 15 で水分交換に供された後、最終的に排ガスとしてシステム外の大気中に排気される。

燃料ガス配管系 4 は、燃料ガスとしての水素を燃料電池 2 に供給する。燃料ガス配管系 4 は、水素供給源 21 と、水素供給源 21 から燃料電池 2 に供給される水素ガスが流れる供給路 22 と、燃料電池 2 から排出された水素オフガス（燃料オフガス）を供給路 22 の合流点 A に戻すための循環路 23 と、循環路 23 内の水素オフガスを供給路 22 に圧送するポンプ 24 と、循環路 23 に分岐接続されたパージ路 25 と、を有している。

10 水素供給源 21 は、例えば高圧タンクや水素吸蔵合金などで構成され、例えば 35 MPa 又は 70 MPa の水素ガスを貯留可能に構成されている。水素供給源 21 の元弁 26 を開くと、供給路 22 に水素ガスが流出する。水素ガスは、調圧弁 27 その他の減圧弁により、最終的に例えば 200 kPa 程度まで減圧されて、燃料電池 2 に供給される。

15 供給路 22 の合流点 A の上流側には、遮断弁 28 が設けられている。水素ガス循環系（燃料ガス循環系）29 の通路は、供給路 22 の合流点 A の下流側流路と、燃料電池 2 のセパレータに形成される燃料ガス流路 2b と、循環路 23 と、を順番に連通することで構成される。水素ガス循環系 29 には、上記した循環路 23 に設けられたポンプ 24 が含まれる。

20 ポンプ 24（循環ポンプ）は、各種のタイプで構成することができ、例えば容積型で構成されている。ポンプ 24 は、例えば、図示省略した三相交流のモータと、モータの駆動軸に連結されたインペラを有するコンプレッサ部と、を備えている。モータの駆動及び停止は、制御装置 7 によって制御される。ポンプ 24 は、モータの駆動により、水素ガス循環系 29 内の水素オフ
25 ガスを燃料電池 2 に循環供給する一方、モータの駆動停止により、水素オフガスの循環供給を停止する。

ページ路 2 5 には、遮断弁であるページ弁 3 3 が設けられている。ページ弁 3 3 が燃料電池システム 1 の稼動時に適宜開弁することで、水素オフガス中の不純物が水素オフガスと共に図示省略した希釈器に排出される。ページ弁 3 3 の開弁により、循環路 2 3 内の水素オフガス中の不純物の濃度が下がり、循環供給される水素オフガス中の水素濃度が上がる。ここで、水素オフガス中の不純物には、水素オフガスに含有した生成水などの水分のほか、燃料電池 2 の空気極からイオン交換膜を介して燃料極に透過した窒素ガス、すなわちクロスリークした窒素ガスが含まれる。

冷媒配管系 5 は、燃料電池 2 に冷媒を供給して燃料電池 2 を冷却する。冷媒配管系 5 は、燃料電池 2 内の冷却流路 2 c に連通する冷媒流路 4 1 と、冷媒流路 4 1 に設けられた冷却ポンプ 4 2 と、燃料電池 2 から排出される冷媒を冷却するラジエータ 4 3 と、ラジエータ 4 3 をバイパスするバイパス流路 4 4 と、ラジエータ 4 3 及びバイパス流路 4 4 への冷却水の通流を設定する切替え弁 4 5 と、を有している。冷媒流路 4 1 は、燃料電池 2 の冷媒入口の近傍に設けられた温度センサ 4 6 と、燃料電池 2 の冷媒出口の近傍に設けられた温度センサ 4 7 と、を有している。温度センサ 4 7 が検出する冷媒温度は、燃料電池 2 の内部温度（以下、燃料電池 2 の温度という。）を反映する。

制御装置 7 は、内部に CPU、ROM、RAM を備えたマイクロコンピュータとして構成される。CPU は、制御プログラムに従って所望の演算を実行して、後述するポンプ 2 4 の制御など、種々の処理や制御を行う。ROM は、CPU で処理する制御プログラムや制御データを記憶する。RAM は、主として制御処理のための各種作業領域として使用される。制御装置 7 は、ガス系統（3，4）や冷媒系統 5 に用いられる各種の圧力センサや温度センサ 4 6，4 7、燃料電池システム 1 がおかれる外気温を検出する外気温センサ 5 1 などの検出信号を入力する。制御装置 7 は、ポンプ 2 4 やページ弁 3 3 などの各種構成要素に制御信号を出力する。

図 2 は、本実施形態に係るポンプ 24 の制御例を示すフローチャートである。

運転停止後の燃料電池システム 1 が氷点下の環境にさらされると、ポンプ 24 のコンプレッサ部内では水素オフガス中の水分や生成水が凝固し、それによりポンプ 24 が凍結するおそれがある。凍結したポンプ 24 に無理にトルクを発生させると、ポンプ 24 が損傷してしまう。そこで、ポンプ 24 の損傷を回避しながら、燃料電池システム 1 の効率を高めた運転を行うべく、制御装置 7 は、燃料電池システム 1 の起動時に次のようなプログラムを実行している。なお、燃料電池システム 1 の運転時に、ポンプ 24 の回転が一次的に停止する又は停止された場合にも、このプログラムを実行してもよい。

図 2 に示すように、このプログラムでは、先ず、燃料電池システム 1 に関連する各種の温度が検出される（ステップ S 1）。具体的には、冷媒配管系 5 にある温度センサ 45 及び 46、並びに外気温センサ 51 の温度が検出される。

次に、これらセンサ 45、46 及び 51 の少なくとも一つの検出温度 T_1 が、所定の温度 T_1 以下か否かが判断される（ステップ S 2）。所定の温度 T_1 は、例えば 0°C である。そして、検出温度 T_1 が温度 T_1 よりも大きい場合には（ステップ S 2：NO）、ポンプ 24 が凍結していないと判断され、ポンプ 24 の駆動が許可される（ステップ S 5）。

ここで、温度センサ 47 が検出する燃料電池 2 の温度と、外気温センサ 51 が検出する外気温とは異なる場合がある。この違いは、主に燃料電池システム 1 の停止から再起動までの時間（放置時間）によるものである。例えば、放置時間が比較的長い場合には、両者の温度差はほとんどない。しかし、放置時間が比較的短いと、燃料電池 2 の温度は外気温よりも高いことが多い。一方で、ポンプ 24 自体の温度をより良く反映するのは、外気温センサ 51 である。したがって、ステップ S 2 では、主に、外気温センサ 51 による検

出温度 T_i が温度 T_1 よりも小さいか否かを判断して、ポンプ 24 の駆動停止維持（ステップ S 3）か、ポンプ 24 の駆動許可（ステップ S 5）かを決定するとよい。

- 検出温度 T_i が温度 T_1 以下の場合、例えばポンプ 24 が凍結するような
- 5 低温時の場合には（ステップ S 2 : YES）、ポンプ 24 の駆動を停止しておく（ステップ S 3）。つまり、制御装置 7 は、所定の低温時に他の条件より優先して水素オフガスの循環を実質的に停止した状態とする。と同時に、制御装置 7 は、水素供給源 21 から燃料電池 2 への水素ガスの供給とコンプレッサ 14 による酸化ガスの供給とを行い、燃料電池 2 にて発電を行うよう
- 10 にする。つまり、水素オフガスを燃料電池 2 に強制的に循環することなく、燃料電池 2 にて発電を行う。このとき、ポンプ 24 の駆動停止維持は、温度センサ 47 による検出温度 T_{ii} が閾値 T_2 を超えるまで実行される（ステップ S 4 : NO）。

- ここで、ステップ S 3 では、ポンプ 24 を停止した状態で燃料電池システム 1 の運転を行うが、この場合であっても、燃料電池 2 の単セル内の水素濃度を高く維持することができる。なぜなら、燃料電池 2 の温度が 0°C 以下では、水素オフガス中の水蒸気分圧はほとんど 0 であり、且つ、窒素ガスのクロスリーク量も少ないからである。したがって、燃料電池 2 の温度が 0°C 以下の場合に、ポンプ 24 の駆動を停止していても、燃料電池 2 での発電効率
- 15 20 が低下することを抑制できる。

- もっとも、ポンプ 24 の駆動を停止している燃料電池 2 の発電中には、パージ弁 33 を適宜開弁して、燃料電池 2 内の水素濃度を常に高く維持することが好ましい。この場合、パージ弁 33 を開弁する回数は、通常の運転時（ポンプ 24 の駆動時）よりも少ない方が好ましい。こうすることで、パー
- 25 ジ量を抑制することができ、燃料電池システム 1 における水素利用率を高め、結果的にシステム効率を高めることができる。

10

燃料電池 2 の発電が開始されると、燃料電池 2 の温度が上昇していく。すると、水素オフガス中の水蒸気分圧が上がり、且つ、窒素ガスのクロスリーク量も増して、燃料電池 2 の単セル内の水素濃度が低下する。この場合にページ弁 3 3 の開閉のみで、単セル内の水素濃度を高く維持しようとする、

5 ページ弁 3 3 の開閉頻度が多くなる。その結果、水素利用率が低下して、システム効率が悪くなる。

そこで、本実施形態では、燃料電池 2 の温度、すなわち温度センサ 4 7 による検出温度 T_{ii} が、ある閾値 T_2 を超えたら（ステップ S 4 : YES）、ポンプ 2 4 の駆動を許可するようにしている（ステップ S 5）。ここで、閾

10 値 T_2 は、上記の温度 T_1 よりも大きい温度であり、例えば 0°C よりも大きい温度であるとよい。好ましくは、閾値 T_2 は、固体高分子型の燃料電池 2 の運転温度 $60-80^{\circ}\text{C}$ を考慮すれば、例えば $20-30^{\circ}\text{C}$ である。

ステップ S 5 への移行により、ポンプ 2 4 に関する一連のプログラムが終了する。その後の燃料電池システム 1 では、ポンプ 2 4 の駆動が開始され、

15 燃料電池 2 の負荷に応じた通常の制御が行われるようになる。すなわち、燃料電池システム 1 では、ポンプ 2 4 の駆動により水素オフガスを燃料電池 2 に循環供給することで、水素利用率を高める一方、ページ弁 3 3 を適宜開弁することで、水素オフガス中の水素濃度を高く維持する。

以上説明したように、本実施形態の燃料電池システム 1 によれば、氷点下

20 起動時にポンプ 2 4 の駆動を停止した状態で、燃料電池 2 の発電を行うようにしている。これにより、仮にポンプ 2 4 が凍結していたとしても、その駆動（トルク発生）を停止しているのでポンプ 2 4 の損傷を回避できる。また、ポンプ 2 4 を停止しているため、その動力損が発生せず、システム効率を高めることができる。

25 さらに、氷点下のときには、水素オフガスの水蒸気分圧がほぼ 0 で且つ窒素ガスのクロスリーク量も少ないという知見を、本発明者らが得ている。し

11

たがって、上記のようにポンプ24を停止したとしても、燃料電池2内の水素濃度を高く維持でき、燃料電池2を適切に発電させることができる。また、ポンプ24を停止していても、水素オフガスを頻繁に又は全くパージする必要がないので、水素オフガスのパージ量を抑制できる。したがって、ポンプ

5 24を停止しながらも水素利用率を高めることができ、結果的にシステム効率を高めることができる。

また、燃料電池2が発電により所定の温度に暖まった場合、すなわち所定の条件 ($T_{ii} > T_2$) を満たした場合に、ポンプ24の駆動開始を許可して、ポンプ24及びパージ弁33の通常の制御に移行している。したがって、燃

10 料電池システム1によれば、ポンプ24の駆動停止中及び駆動中のいずれにおいても、水素利用率を高めながら、燃料電池2における水素濃度を確保することができる。

一方で、ポンプ24が凍結するような氷点下のときには、ポンプ24を駆動しないため、ポンプ24の凍結対策を簡素化することができる。例えば、

15 燃料電池システム1の運転停止後におけるポンプ24内の排水処理や、ポンプ24が凍結しないような構造上の工夫などを不要にできる。なお、排水処理の一例は、燃料電池システム1の運転停止時に、水素ガス循環系29内の水素オフガスを水素供給源21からの水素ガスに置換するという掃気処理である。

20 また、仮にポンプ24が凍結していたとしても、ポンプ24には、燃料電池2の発熱により加温された水素オフガスが導入される。このため、ポンプ24が駆動開始するころには、水素オフガスの導入によりポンプ24の凍結を解凍し得る。

25 第2実施形態

次に、図3及び図4を参照して、第2実施形態に係る燃料電池システム1

1 2

について相違点を中心に説明する。第 1 実施形態との相違点は、図 2 に示す温度 T_1 及び T_2 を変更したことである。本実施形態の温度 T_1 及び T_2 は、図 3 に示すいわゆるデッドエンド又は循環レスの燃料電池システム 100 における水素系システム効率と、図 1 に示す循環式の燃料電池システム 1 における水素系システム効率とを比較して設定されている。

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 10000 10005 10010 10015 10020 10025 10030 10035 10040 10045 10050 10055 10060 10065 10070 10075 10080 10085 10090 10095 10100 10105 10110 10115 10120 10125 10130 10135 10140 10145 10150 10155 10160 10165 10170 10175 10180 10185 10190 10195 10200 10205 10210 10215 10220 10225 10230 10235 10240 10245 10250 10255 10260 10265 10270 10275 10280 10285 10290 10295 10300 10305 10310 10315 10320 10325 10330 10335 10340 10345 10350 10355 10360 10365 10370 10375 10380 10385 10390 10395 10400 10405 10410 10415 10420 10425 10430 10435 10440 10445 10450 10455 10460 10465 10470 10475 10480 10485 10490 10495 10500 10505 10510 10515 10520 10525 10530 10535 10540 10545 10550 10555 10560 10565 10570 10575 10580 10585 10590 10595 10600 10605 10610 10615 10620 10625 10630 10635 10640 10645 10650 10655 10660 10665 10670 10675 10680 10685 10690 10695 10700 10705 10710 10715 10720 10725 10730 10735 10740 10745 10750 10755 10760 10765 10770 10775 10780 10785 10790 10795 10800 10805 10810 10815 10820 10825 10830 10835 10840 10845 10850 10855 10860 10865 10870 10875 10880 10885 10890 10895 10900 10905 10910 10915 10920 10925 10930 10935 10940 10945 10950 10955 10960 10965 10970 10975 10980 10985 10990 10995 11000 11005 11010 11015 11020 11025 11030 11035 11040 11045 11050 11055 11060 11065 11070 11075 11080 11085 11090 11095 11100 11105 11110 11115 11120 11125 11130 11135 11140 11145 11150 11155 11160 11165 11170 11175 11180 11185 11190 11195 11200 11205 11210 11215 11220 11225 11230 11235 11240 11245 11250 11255 11260 11265 11270 11275 11280 11285 11290 11295 11300 11305 11310 11315 11320 11325 11330 11335 11340 11345 11350 11355 11360 11365 11370 11375 11380 11385 11390 11395 11400 11405 11410 11415 11420 11425 11430 11435 11440 11445 11450 11455 11460 11465 11470 11475 11480 11485 11490 11495 11500 11505 11510 11515 11520 11525 11530 11535 11540 11545 11550 11555 11560 11565 11570 11575 11580 11585 11590 11595 11600 11605 11610 11615 11620 11625 11630 11635 11640 11645 11650 11655 11660 11665 11670 11675 11680 11685 11690 11695 11700 11705 11710 11715 11720 11725 11730 11735 11740 11745 11750 11755 11760 11765 11770 11775 11780 11785 11790 11795 11800 11805 11810 11815 11820 11825 11830 11835 11840 11845 11850 11855 11860 11865 11870 11875 11880 11885 11890 11895 11900 11905 11910 1

13

料電池 2 の温度によらず略一定であることを示している。

図 4 に示す曲線 L 2 は、図 3 の燃料電池システム 100 の運転時に、ページ弁 33 を開閉した場合の水素系システム損失を示している。上記したとおり、燃料電池 2 の温度が高くなると、燃料電池 2 内の水素ガス濃度が低下する。そのため、図 3 の燃料ガス配管系 4' では、燃料電池 2 内の水素ガス濃度を確保するために、燃料電池 2 の温度上昇に伴いページ弁 33 によるページ量を増やす必要がある。したがって、曲線 L 2 では、水素系システム損失（ページ損失）が燃料電池 2 の温度上昇に伴い大きくなることが示されている。

10 なお、図 1 の燃料ガス配管系 4 において、ポンプ 24 を駆動せずにページ弁 33 の開閉のみで、燃料電池 2 内の水素濃度を確保しようとした場合、そのときの水素系システム損失は、曲線 L 2 に実質的に相当すると考えられる。つまり、曲線 L 2 は、ポンプ 24 の駆動を停止した場合における燃料ガス配管系 4 のシステム損失を実質的に示していると考えられる。

15 線 L 1 及び曲線 L 2 から分かるように、これらが交わる温度 T' （ただし、 $T' > 0$ ）までは、曲線 L 2 が示す水素系システム損失の方が線 L 1 のそれよりも少ない。また、温度 T' 移行では、線 L 1 が示す水素系システム損失の方が、曲線 L 2 のそれよりも少ない。これを分析するに、燃料電池 2 の温度を考慮して水素系システム損失を極力少なくするには、燃料ガス配管系 4
20 が温度 T' までは曲線 L 2 を実行し、且つ温度 T' 以降は線 L 1 を実行することが望ましいと考えられる。

そこで、第 2 実施形態の燃料電池システム 1 では、その起動時において、温度 T' まではポンプ 24 の駆動を停止しておき、温度 T' になったところで、ポンプ 24 の駆動を開始するようにしている。つまり、第 2 実施形態で
25 は、図 2 のステップ S 2 に示す温度 T_1 は温度 T' であり、ステップ S 4 に示す温度 T_2 も温度 T' に設定されている。温度 T' は、例えば固体高分子

14

型の燃料電池2であれば、20-30℃である。

以上のように、第2実施形態の燃料電池システム1によれば、逆転する温度 T' を基準に、ポンプ24を駆動と停止との間で切り替えている。したがって、より一層、燃料ガス配管系4の損失を減らすことができ、全体として
5 システム効率をより一層高めることができる。また、第2実施形態によれば、凍結によるポンプ24の損傷を回避できるなど、第1実施形態に記載の他の作用効果についても奏することができる。なお、温度 T_1 及び T_2 を温度 T' よりも小さい温度に設定してもよい。

10 第3実施形態

次に、図3及び図5を参照して、第3実施形態に係る燃料電池システム1について相違点を中心に説明する。第1実施形態との相違点は、図2に示す温度 T_1 及び T_2 を変更したことである。これら温度 T_1 及び T_2 については、
15 第2実施形態と同様に、図3の燃料電池システム100との比較で設定されている。

図5は、燃料電池2の温度に対するパージ量の変化を示すグラフである。パージ量とは、上記のとおり、パージ弁33の下流へと排出される水素オフガスの量をいう。図5に示す線L3は、図1の燃料電池システム1の運転時（ポンプ24の駆動時）におけるパージ量を示している。線L3は、パージ
20 量が燃料電池2の温度によらず略一定であることを示している。

図5に示す曲線L4は、図3の燃料電池システム100の運転時におけるパージ量を示している。上記したとおり、燃料電池2の温度が高くなると、燃料電池2内の水素ガス濃度が低下する。そのため、図3の燃料ガス配管系4'では、燃料電池2内の水素ガス濃度を確保するために、燃料電池2の温
25 度上昇に伴いパージ量を増やす必要がある。したがって、曲線L4では、パージ量が燃料電池2の温度上昇に伴い大きくなることが示されている。

15

なお、図1の燃料ガス配管系4において、ポンプ24を駆動せずにパージ弁33の開閉のみで、燃料電池2内の水素濃度を確保しようとした場合、そのときのパージ量は、曲線L4が示すパージ量に実質的に相当すると考えられる。つまり、曲線L4は、燃料ガス配管系4において、ポンプ24の駆動
5 を停止した状態でパージ弁33を開閉した場合におけるパージ量を実質的に示していると考えられる。

図5に示す線L5は、排気保安基準のパージ量を示している。つまり、燃料電池システムの設計では、水素オフガスのパージ量が、線L5が示す許容量を越えないようにする必要がある。線L5は、曲線L4と温度 T_1 （第
10 1の温度）で交差している。

第3実施形態の燃料電池システム1では、その起動時において、温度 T_1 まではポンプ24の駆動を停止しておき、温度 T_2 になったところで、ポンプ24の駆動を開始するようにしている。つまり、第3実施形態では、図2のステップS2に示す温度 T_1 は温度 T_1 であり、ステップS4に示
15 す温度 T_2 も温度 T_2 に設定されている。

したがって、第3実施形態の燃料電池システム1によれば、温度 T_2 を基準に、ポンプ24をその駆動と停止との間で切り替えている。これにより、パージ量を適切に抑制でき、全体としてシステム効率を高めることができる。また、第3実施形態によれば、凍結によるポンプ24の損傷を回避できるな
20 ど、第1実施形態に記載の他の作用効果についても奏することができる。なお、温度 T_1 及び T_2 を温度 T_2 よりも小さい温度に設定してもよい。

産業上の利用可能性

本発明の燃料電池システム1は、二輪または四輪の自動車以外の電車、航
25 空機、船舶、ロボットその他の移動体に搭載することができる。また、燃料電池システム1は、定置用ともすることができ、コージェネレーションシス

16

テムに組み込むことができる。

17

請求の範囲

1. 燃料電池から排出された燃料オフガスを当該燃料電池に循環する循環路、及び前記循環路内の燃料オフガスを圧送する循環ポンプ、を有する燃料
- 5 ガス循環系と、
前記循環ポンプの駆動を制御する制御装置と、
を備えた燃料電池システムにおいて、
前記制御装置は、所定の低温時に、前記循環ポンプの駆動を停止しておく
燃料電池システム。
- 10 2. 前記制御装置は、前記所定の低温時であって当該燃料電池システムの
起動時に、前記循環ポンプの駆動を停止しておく請求項1に記載の燃料電池
システム。
3. 前記所定の低温時は、前記燃料電池の温度が0度以下のときである請
求項1又は2に記載の燃料電池システム。
- 15 4. 前記所定の低温時は、外気温が0度以下のときである請求項1又は2
に記載の燃料電池システム。
5. 前記燃料電池の温度を検出する温度センサを備え、
前記制御装置は、前記温度センサにより検出された温度が前記所定の低温
以下のときには前記循環ポンプの駆動を停止しておく一方、前記温度センサ
- 20 により検出された温度が前記所定の低温よりも大きいときには前記循環ポン
プの駆動を許可する請求項1又は2に記載の燃料電池システム。
6. 前記制御装置は、前記燃料電池の温度が前記所定の低温よりも高い第
2の温度を越えたときに、前記循環ポンプの駆動を許可する、請求項1又
は2に記載の燃料電池システム。
- 25 7. 前記循環路に接続され、前記燃料オフガスを排出するパージ通路と、
前記パージ通路を開閉するパージ弁と、を備え、

18

前記制御装置は、前記循環ポンプの駆動停止時に、前記パージ弁を開閉する請求項1ないし6のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

8. 前記燃料電池に燃料ガスを供給して当該燃料電池から前記燃料オフガスを排出する燃料ガス系が構成されており、

- 5 前記循環ポンプの駆動を停止した場合における前記燃料ガス系のシステム損失の大きさが、前記循環ポンプを駆動した場合における前記燃料ガス系のシステム損失の大きさを逆転する温度があり、

前記所定の低温は、前記逆転する温度以下である請求項1又は2に記載の燃料電池システム。

- 10 9. 前記燃料ガス系は、

前記燃料オフガスを排出するパージ通路と、

前記パージ通路を開閉するパージ弁と、を有し、

前記循環ポンプの駆動を停止した場合における前記燃料ガス系のシステム損失は、前記パージ弁の開弁によるパージ損失からなり、

- 15 前記循環ポンプを駆動した場合における前記燃料ガス系のシステム損失は、前記パージ弁の開弁によるパージ損失と、前記循環ポンプの駆動による動力損失とからなる請求項8に記載の燃料電池システム。

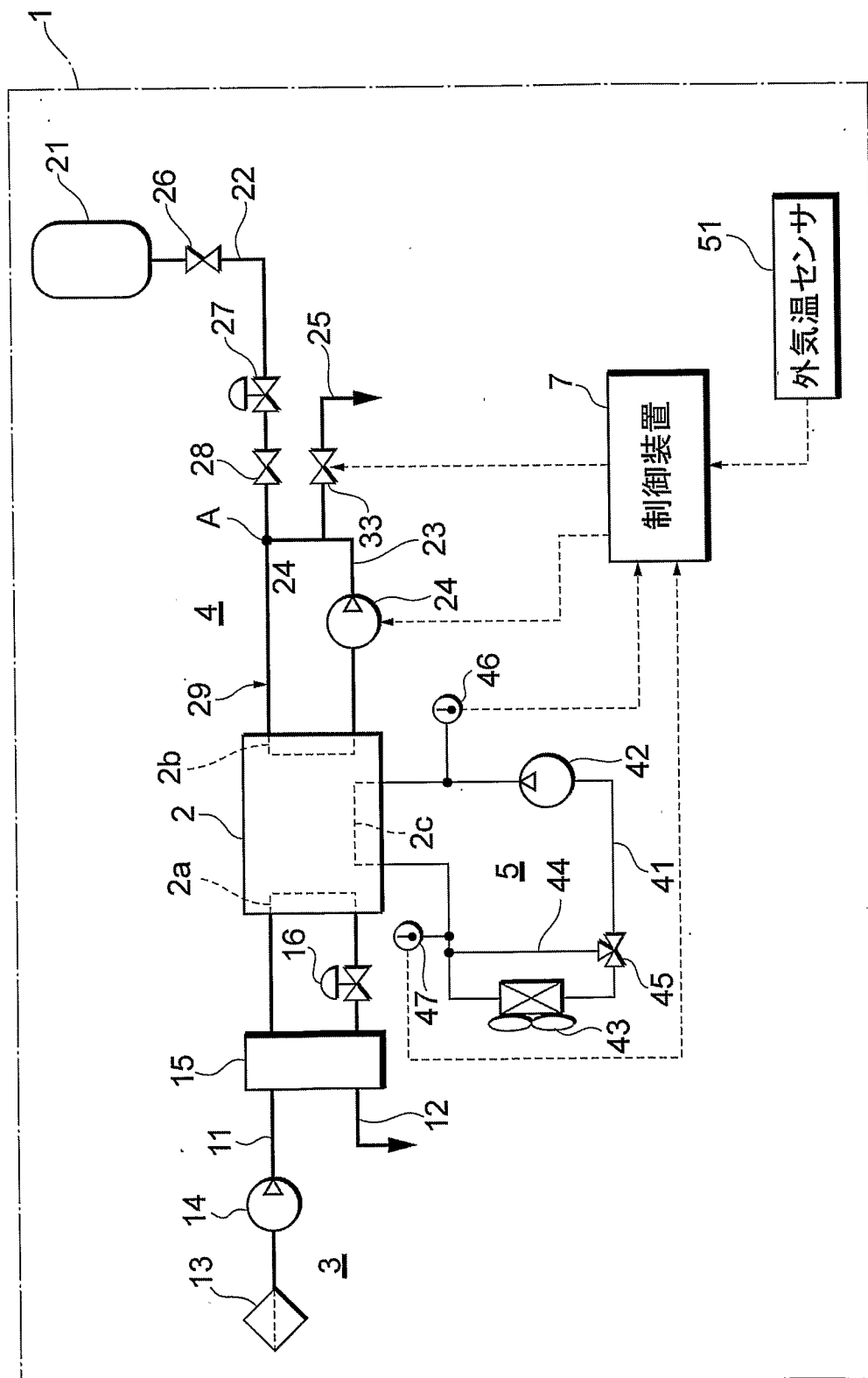
10. 前記循環路に接続され、前記燃料オフガスを排出するパージ通路と、

前記パージ通路を開閉するパージ弁と、を更に備え、

- 20 前記循環ポンプの駆動を停止した状態で前記パージ弁を開閉した場合におけるパージ量が、許容量よりも多くなる第1の温度があり、

前記所定の低温は、前記第1の温度以下である請求項1又は2に記載の燃料電池システム。

図1



2/5

図2

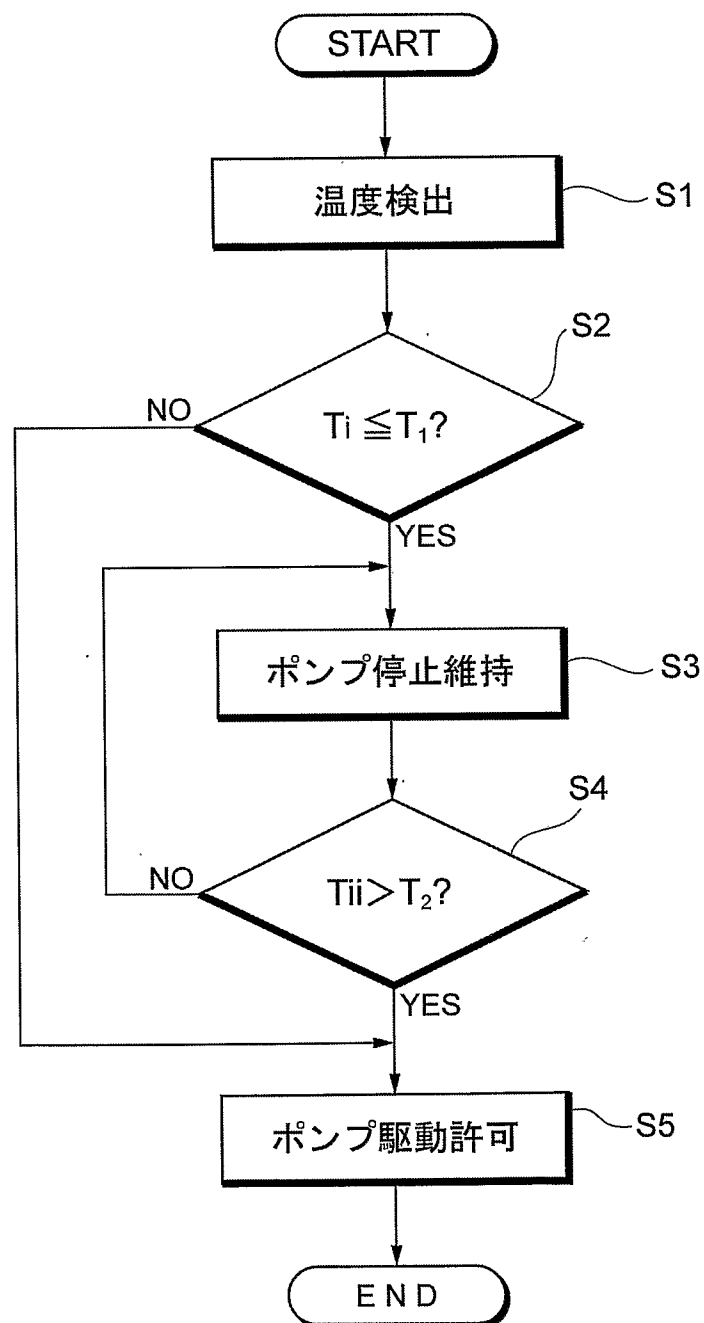
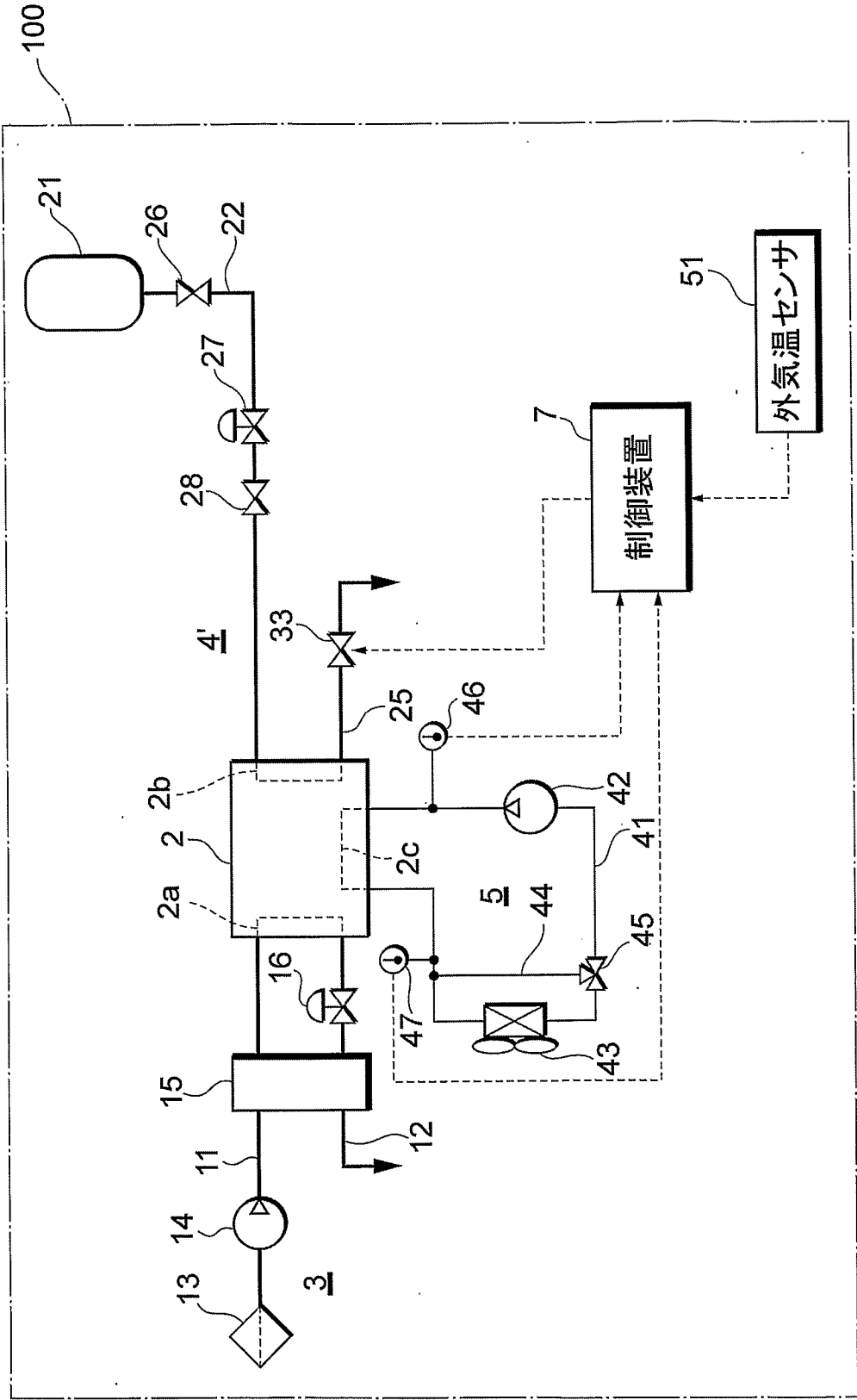


図3



4/5

図4

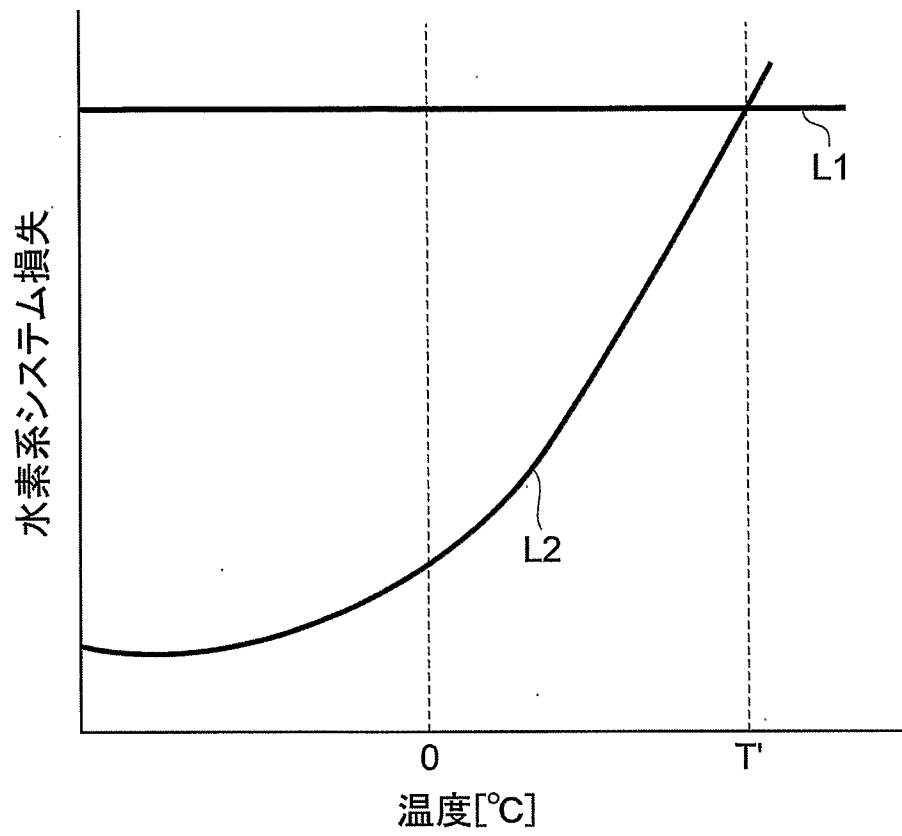
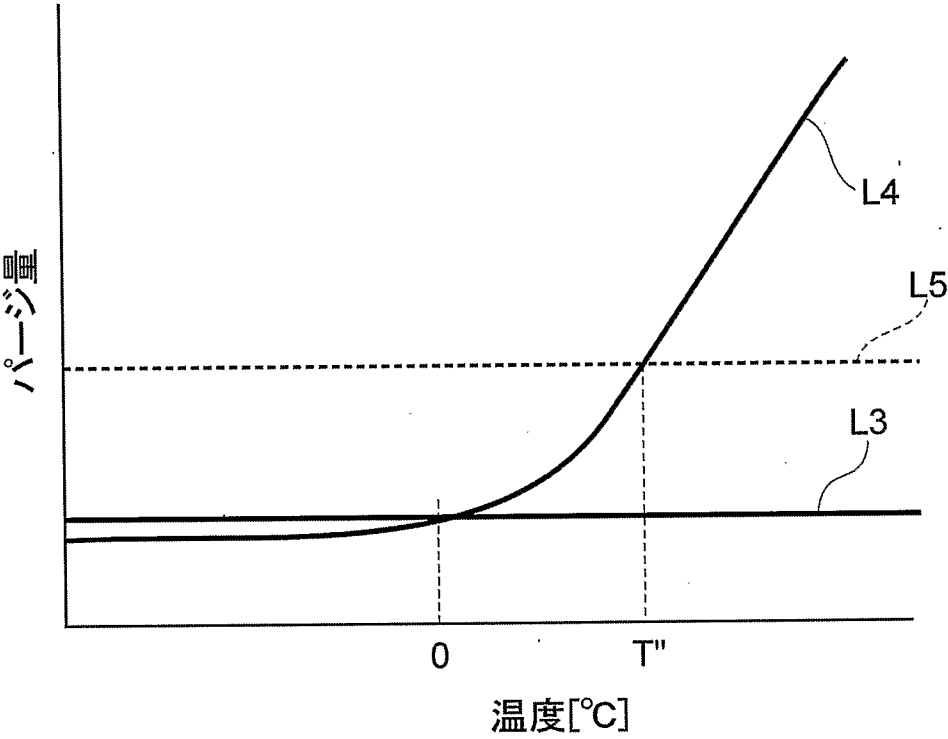


図5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/052657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04(2006.01)i, H01M8/10(2006.01)n

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, H01M8/10

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
P, X	JP 2006-164750 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 22 June, 2006 (22.06.06), Full text; (particularly, Claim 3; Par. Nos. [0027] to [0038]), Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-6
X A	JP 2005-259464 A (Toyota Motor Corp.), 22 September, 2005 (22.09.05), Full text; (particularly, Par. Nos. [0030], [0107] to [0122]), Figs. 9 to 11 (Family: none)	1-6 7-10
A	JP 2003-086214 A (Equos Research Co., Ltd.), 20 March, 2003 (20.03.03), Full text; (particularly, Par. Nos. [0009], [0029] to [0030]), Fig. 1 (Family: none)	1-6

☒ 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
18 April, 2007 (18.04.07)

Date of mailing of the international search report
01 May, 2007 (01.05.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/052657

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/0146602 A1 (Abe et al.), 10 October, 2002 (10.10.02), Full text; (particularly, Par. Nos. [0019] to [0020]), Figs. 1, 3 & JP 2002-313389 A Par. No. [0011]; Figs. 1, 3	1-6
A	JP 2005-268179 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 29 September, 2005 (29.09.05), Full text; (particularly, Par. Nos. [0045] to [0046]), Fig. 1 (Family: none)	1-6
A	US 2003/0232226 A1 (Morishima et al.), 18 December, 2003 (18.12.03), Full text; (particularly, Par. Nos. [0005] to [0006]), Fig. 1 & JP 2004-022198 A Par. Nos. [0003] to [0004]; Fig. 1	1-6

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)i, H01M8/10(2006.01)n

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, H01M8/10

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	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007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
P, X	JP 2006-164750 A（日産自動車株式会社）2006.06.22, 全文（特に、[請求項3], [0027]-[0038]）, 図1-4 （ファミリーなし）	1-6
X A	JP 2005-259464 A（トヨタ自動車株式会社）2005.09.22, 全文（特に、[0030], [0107]-[0122]）, 図9-11 （ファミリーなし）	1-6 7-10

☒ 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

18.04.2007

国際調査報告の発送日

01.05.2007

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

守安 太郎

4 X

9347

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 2003-086214 A (株式会社エクォス・リサーチ) 2003.03.20, 全文 (特に、[0009], [0029]-[0030]), 図 1 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2002/0146602 A1 (Abe et al.) 2002.10.10, 全文 (特に、[0019]-[0020]), 図 1, 図 3 & JP 2002-313389 A, [0011], 図 1, 図 3	1-6
A	JP 2005-268179 A (日産自動車株式会社) 2005.09.29, 全文 (特に、[0045]-[0046]), 図 1 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2003/0232226 A1 (Morishima et al.) 2003.12.18, 全文 (特に、[0005]-[0006]), 図 1 & JP 2004-022198 A, [0003]-[0004], 図 1	1-6