

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年11月1日 (01.11.2007)

PCT

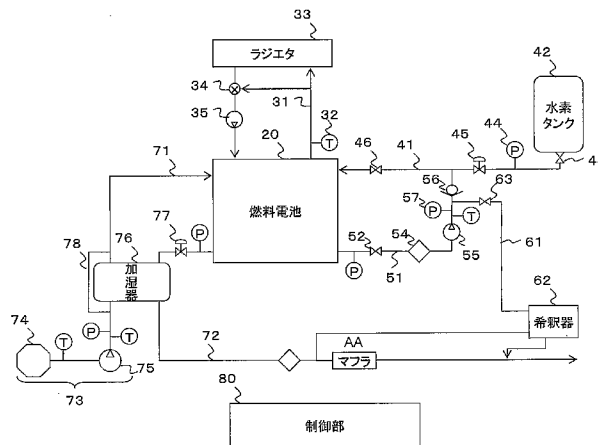
(10) 国際公開番号  
WO 2007/122979 A1

- (51) 国際特許分類: *H01M 8/04* (2006.01) *B60L 11/18* (2006.01)  
*H01M 8/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/057338
- (22) 国際出願日: 2007年3月27日 (27.03.2007)
- (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2006-115268 2006年4月19日 (19.04.2006) 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): 藤田信雄 (FUJITA, Nobuo) [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: 吉田研二, 外(YOSHIDA, Kenji et al.); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町1丁目3番4号 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, BH, 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, 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, SM,

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM AND VEHICLE MOUNTED WITH FUEL CELL SYSTEM

(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を搭載する車両



- 33 RADIATOR
- 76 HUMIDIFIER
- 20 FUEL CELL
- 42 HYDROGEN TANK
- 62 DILUTOR
- 80 CONTROL SECTION
- AA MUFFLER

(57) Abstract: A fuel cell system where, when a vehicle mounted with the fuel cell system travels using electric power supplied from the system, predetermined portions of a fuel cell etc. forming the system are prevented from being frozen by the relative wind. The fuel cell system is mounted on a vehicle and has the fuel cell for generating electric power by using fuel gas and oxidized gas as the fuel and also has a control section for controlling the system. When the speed of the vehicle is higher than or equal to a predetermined threshold and predetermined conditions determined by physical quantities relating to power generation conditions of the fuel cell are satisfied, the control section determines that freeze prevention processing is necessary even if the fuel cell is generating electric power and performs the processing.

(57) 要約: 燃料電池システムを搭載した車両が燃料電池システムから供給される電力を利用して走行する際に、燃料電池システムを構成する燃料電池等の所定部位が走行風により凍結することを抑制する。燃料電池システムは、車両に搭載され、燃料ガスおよび酸化ガスを燃料として発電を行う燃料電池およびシステムの制御を行う制御部とを備える。制御部は、車両

[続葉有]



WO 2007/122979 A1



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

TR), 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, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

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。

## 明 細 書

燃料電池システム、および燃料電池システムを搭載する車両

## 「技術分野」

本発明は、燃料電池を備えた燃料電池システムに関し、特に燃料電池の起動時の制御に関する。

## 「背景技術」

燃料電池システムは、例えば寒冷地の屋外等の低温環境下で停止状態が長く続くと、システム内の水分が凍結してしまうおそれがある。そこで、従来より燃料電池システムの凍結を防止する種々の方法が提案されている。

特開 2005-267961 号公報には、電気自動車が必要とする電力や二次電池の充電状態等に応じて発電状態と停止状態とを切り換えて動作する、いわゆる間欠運転を行う燃料電池システムにおいて、燃料電池が凍結するおそれがある場合には間欠運転を禁止し、燃料電池の出力を増加して燃料電池の凍結を防止する技術が開示されている。

特開 2004-153947 号公報には、燃料電池システムとエンジンとを備えるハイブリッド車両において、外気温が所定の基準温度以下のときには、燃料電池による発電を禁止して、エンジンを用いて所望の電力を得る技術が開示されている。

特開 2005-251576 号公報には、燃料電池システムにおいて、システムの停止時に燃料電池の凍結するおそれがある場合に、燃料電池内の水分を除去する掃気処理を行う技術が開示されている。

ところで、低温環境下において、燃料電池システムを搭載した車両が燃料電池システムによる電力を利用して走行する場合、その走行に伴って走行風が発生し、その走行風によって燃料電池システムを構成する部品が凍結するおそれがある。

## 「発明の開示」

上記のように、従来より燃料電池システムの凍結を防止する種々の方法が提案されている。

しかし、従来、燃料電池システムを搭載した車両が燃料電池システムから供給される電力を利用して走行する際に走行風によって燃料電池システムを構成する部品が凍結する可能性については考慮していない。

本発明は、燃料電池システムを搭載した車両が燃料電池システムから供給される電力を利用して走行する際に、燃料電池システムを構成する燃料電池等の所定部位が走行風により凍結することを抑制することを目的とする。

本発明に係る燃料電池システムは、車両に搭載され、燃料ガスおよび酸化ガスを燃料として発電を行う燃料電池を備える燃料電池システムにおいて、凍結防止処理を行う凍結防止処理手段と、前記車両の速度が所定の閾速度以上で、かつ前記燃料電池の発電状態に関する物理量に基づき定まる所定の条件を満たした場合、前記燃料電池が発電を行っていたとしても前記凍結防止処理を行う必要があると判定して、前記凍結防止処理を実行させるように前記凍結防止処理手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、所定の条件は、例えば、外気温および前記燃料電池の出力とに基づき定まる条件である。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、所定の条件は、外気温および前記燃料電池の温度とに基づき定まる条件である。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、所定の条件は、外気温および前記燃料電池を冷却する冷却水の温度とに基づき定まる条件である。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、所定の条件は、前記燃料電池の出力および前記燃料電池の発電の際に消費される燃料ガス量もしくは酸化ガス量に基づき定まる条件である。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、所定の条件は、燃料ガスが通る配管内の窒素濃度に基づき定まる条件である。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、凍結防止処理手段は、燃料ガスもしくは酸化ガスが通る配管内の流路抵抗を増加させることで、凍結防止処理を行うことを特徴とする。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、凍結防止処理手段は、前記配管内に設けられ燃料ガスもしくは酸化ガスの流路制御を行うポンプの回転数を増加させることで、前記配管内の流路抵抗を増加させることを特徴とする。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、凍結防止処理手段は、燃料ガスもしくは酸化ガスの流路制御を行うポンプの出口付近の配管に設けられるバルブの開閉量を調整することで、前記ポンプから送り出される燃料ガスもしくは酸化ガスの量を制限し、前記配管内の流路抵抗を増加させることを特徴とする。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、凍結防止処理手段は、前記燃料電池に供給する燃料ガスもしくは酸化ガスの量を制限することで、凍結防止処理を行うことを特徴とする。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、凍結防止処理手段は、前記燃料電池の発電電力を増加させることで、凍結防止処理を行うことを特徴とする。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、制御手段は、前記凍結防止処理手段が凍結防止処理を実行中であるときは、前記凍結防止処理手段が凍結防止処理を実行中であることを示す情報を出力することを特徴とする。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、制御手段は、前記凍結防止処理手段が凍結防止処理を実行中にシステム停止要求を受けた場合、所定の警告を出力することを特徴とする。

本発明に係る燃料電池システムの1つの態様では、当該燃料電池システムは、車両に搭載され、駆動源に電力を提供する。

本発明によれば、燃料電池システムを搭載した車両が燃料電池システムから供給される電力を利用して走行する際に走行風によって燃料電池システムを構成する燃料電池等の所定部位が凍結することを抑制することができる。

#### 「図面の簡単な説明」

図1は、本実施形態における燃料電池システムの概略構成を示す図である。

図2は、本実施形態における燃料電池システムの配管系統を中心とするシステム構成を示す図である。

図3は、本実施形態における制御部が走行風に伴う燃料電池等の所定部位の凍結を防止するために行う処理手順を示すフローチャートである。

図4は、制御部が凍結防止処理の必要性の有無を判定する際に参照する、電池出力および外気温をパラメータとした参照マップの一例を示す図である。

図5は、制御部が凍結防止処理の必要性の有無を判定する際に参照する、冷却水温度および外気温をパラメータとした参照マップの一例を示す図である。

図6は、制御部が凍結防止処理の必要性の有無を判定する際に参照する、電池出力、車速、外気温をパラメータとした参照マップの一例を示す図である。

図7は、制御部が凍結防止処理の必要性の有無を判定する際に参照する、冷却水温度、車速、外気温をパラメータとした参照マップの一例を示す図である。

図8は、制御部が凍結防止処理の必要性の有無を判定する際に参照する、エアコンプレッサのエア出口付近の温度、エアコンプレッサの回転数、外気温をパラメータとした参照マップの一例を示す図である。

図9は、制御部が凍結防止処理の必要性の有無を判定する際に参照する、エアコンプレッサを駆動するモータの出力、エアコンプレッサの回

回転数、外気温をパラメータとした参照マップの一例を示す図である。

図10は、制御部が凍結防止処理の必要性の有無を判定する際に参照する、エアコンプレッサを駆動するモータの温度、エアコンプレッサの回転数、外気温をパラメータとした参照マップの一例を示す図である。

図11は、バルブの凍結によってバルブの出口付近における配管内圧力が低下することについて説明するための図である。

図12は、制御部が凍結防止処理の必要性の有無を判定する際に参照する、水素消費量と電池出力とをパラメータとした参照マップの一例を示す図である。

図13は、図制御部が凍結防止処理の必要性の有無を判定する際に参照する、循環流路の配管内の温度および冷却水温度とをパラメータとした参照マップの一例を示す図である。

#### 「発明を実施するための最良の形態」

本発明を実施するための最良の形態（以下、実施形態と称する）について、以下図面を用いて説明する。

図1は、本実施形態における燃料電池システムの概略構成を示す図である。本実施形態における燃料電池システムは、モータ（電動機）で駆動する車両に電源として搭載される。燃料電池システムは、ユーザがイグニションスイッチをオンすると起動し、ユーザによるアクセルの操作量に応じた発電を行う。車両は、燃料電池システムから供給される電力によって走行することができる。

図1において、燃料電池システム10は、主に、燃料ガス供給装置42、酸化ガス供給装置73、燃料電池20、及び制御部80を備える。燃料ガスは例えば水素ガスであり、酸化ガスは例えば空気である。制御部80はイグニションスイッチ82を介してユーザからのシステム起動信号やシステム停止信号を受信し、これらの信号に応じてシステムの起動および停止を制御する。また、制御部80はアクセルセンサ84によって検出されたアクセス開度から燃料電池20の要求発電量を求め、所

望の発電量が得られるように燃料ガス供給装置 42 と酸化ガス供給装置 73 を制御し、燃料電池 20 に供給される燃料ガス流量と酸化ガス流量を調整する。さらに、制御部 80 は図 3 に示すフローチャートの処理を実行する際に外気温センサ 86 によって検出された外気温情報を利用するが、詳細は後述する。

図 2 は、燃料電池システム 10 の配管系統を中心とするシステム構成を示す図である。図 2 に示すように、燃料電池システム 10 は、燃料電池 20 に燃料ガスを供給するための燃料ガス供給系統と、酸化ガスを供給するための酸化ガス供給系統と、冷却水により燃料電池 20 を冷却もしくは暖機するための冷却水供給系統とを備える。

燃料電池 20 は、燃料ガスである水素と、酸化ガスである酸素との電気化学反応によって発電するセルを積層することで構成される。各セルは電解質膜を挟んで水素極（以下、アノードと称する）と酸素極（以下、カソードと称する）とを配置して構成される。本実施形態では、例えばナフィオン（登録商標）などの固体高分子膜を電解質膜として利用する固体高分子型のセルを例に説明するが、これに限らず、種々のタイプを利用可能である。

燃料電池システム 10 の冷却水供給系統には、冷却水を循環させる冷却路 31、燃料電池 20 から排出される冷却水の温度を検出する温度センサ 32、冷却水の熱を外部に放熱するラジエタ 33、ラジエタ 33 へ流入する冷却水量を調整するバルブ 34、冷却水を加圧して循環させるポンプ 35 などが設けられる。バルブ 34 は、燃料電池 20 を冷却する場合には、制御部 80 の制御に基づいてラジエタ 33 へ流入する冷却水量を増加させ、ラジエタ 33 によって冷却された冷却水を燃料電池 20 に供給する。一方、バルブ 34 は、燃料電池 20 を暖機する場合には、制御部 80 の制御に基づいて、ラジエタ 33 へ流入する冷却水量を減少させ、ラジエタ 33 による冷却が抑制された冷却水を燃料電池 20 に供給する。

燃料電池システム 10 の燃料ガス供給系統には、アノードに燃料ガス

を供給するための燃料ガス流路 4 1 と、アノードから排気される燃料オフガスを燃料ガス流路 4 1 に循環させるための循環流路 5 1 が配管される。

燃料ガス流路 4 1 には、燃料ガス供給装置 4 2 からの燃料ガスの供給／停止を制御する遮断弁 4 3、燃料ガスの圧力を検出する圧力センサ 4 4、燃料ガスの圧力調整を行うレギュレータ 4 5、燃料電池 2 0 の燃料ガス供給口を開閉する遮断弁 4 6 などが設置される。燃料ガス供給装置 4 2 は、例えば、高圧水素タンク、水素吸蔵合金、改質器などにより構成される。

循環流路 5 1 には、燃料オフガスを排出する遮断弁 5 2、モータによって駆動される循環ポンプ 5 5、燃料ガス流路 4 1 の燃料ガスが循環流路 5 1 側に逆流することを防止する逆流阻止弁 5 6 などが設置される。循環ポンプ 5 5 は、制御部 8 0 の制御に基づいてアノードを通過する際に圧力損失を受けた燃料オフガスを圧縮して適度なガス圧まで昇圧させ、燃料ガス流路 4 1 に還流させる。燃料オフガスは、燃料ガス流路 4 1 で燃料ガス供給装置 4 2 から供給される燃料ガスと合流し、燃料電池 2 0 に供給されて再利用される。

循環流路 5 1 には、燃料ガス循環系統から排気された燃料オフガスを希釈器（例えば水素濃度低減装置） 6 2 を介して車外に排気するための排気流路 6 1 が分岐配管される。排気流路 6 1 には排気弁 6 3 が設置されており、排気弁 6 3 が開閉することで、燃料電池 2 0 内の循環を繰り返して不純物濃度が増した燃料オフガスを外部に排出し、新規の燃料ガスを導入して燃料電池の電圧の低下を防止する。また、排気弁 6 3 を開閉し、循環流路 5 1 の内圧に脈動を起こすことで、ガス流路に蓄積した水分を除去することができる。つまり、排気弁 6 3 を開閉することで、燃料ガス供給系統における掃気処理を行うことができる。

一方、燃料電池システム 1 0 の酸化ガス供給系統には、カソードに酸化ガスを供給するための酸化ガス流路 7 1 と、カソードから排気されるカソードオフガスを排気するためのカソードオフガス流路 7 2 が配管さ

れる。酸化ガス流路 7 1 には、大気から取り込んだ空気に含まれる粉塵等を除去するエアフィルタ 7 4、モータによって駆動されるエアコンプレッサ 7 5 などから構成され、圧縮空気を酸化ガスとして酸化ガス流路 7 1 に供給する酸化ガス供給装置 7 3 が設置される。また、酸化ガス供給装置 7 3 の下流に配置された加湿器 7 6 では、燃料電池 2 0 の電池反応で生じた生成水によって高湿潤状態となったカソードオフガスと、大気より取り込んだ低湿潤状態の酸化ガスとの間で水分交換が行われる。カソードの背圧はカソードオフガス流路 7 2 に設置された圧力調整弁 7 7 によってほぼ一定圧に調圧される。カソードオフガス流路 7 2 を流れるカソードオフガスは、例えば気液分離器やマフラなどを経由して車外に排気され、またその一部は希釈器 6 2 に流れ込み、希釈器 6 2 内に滞留する燃料オフガスを混合希釈して車外に排気される。

また、酸化ガス流路 7 1 には、加湿器 7 6 をバイパスするバイパス流路 7 8 が配管される。バイパス流路 7 8 を介して乾燥した空気を燃料電池 2 0 に供給することで、燃料電池 2 0 の内部の流路などに残っている水分を除去することができる。つまり、バイパス流路 7 8 を介して乾燥した空気を燃料電池 2 0 に供給することで、酸化ガス供給系統における掃気処理を行うことができる。

制御部 8 0 は、内部に CPU、RAM、ROM を備えるマイクロコンピュータとして構成されており、ROM に記憶されたプログラムに従って、燃料電池システム 1 0 の各部動作の制御を実行する。制御部 8 0 は、各流路に配置された温度センサ T、圧力センサ P からのセンサ信号を受け取り、電池運転の状態（例えば、電力負荷）に応じて各モータを駆動して循環ポンプ 5 5 とエアコンプレッサ 7 5 の回転数を調整し、更に、各種の弁の開閉制御又は弁開度の調整などを行う。

本実施形態では、上記のように構成された燃料電池システム 1 0 を搭載した車両が、燃料電池システム 1 0 から供給される電力を利用して走行する際に走行風によって燃料電池 2 0 等の所定部位が凍結することを抑制する。

図3は、本実施形態における制御部80が走行風に伴う燃料電池20等の所定部位の凍結を防止するために行う処理手順を示すフローチャートである。制御部80は、燃料電池20が発電中で、かつ車両が所定の閾速度 $V_t$ （例えば、 $V_t > 0$ ）以上で走行中の場合に、所定の間隔で図3に示す処理手順を実行する。

図3において、制御部80は、外気温が低温か否かを判定する（S100）。より具体的には、制御部80は、外気温を検知する外気温センサ86から外気温情報を取得して、その外気温情報に基づいて外気温が所定の閾温度（例えば2℃）以下か否かを判定し、外気温が所定の閾温度以下の場合に、低温と判定する。制御部80は、外気温が低温の場合（ステップS100での判定結果が、肯定「Y」）、燃料電池システム10を構成する所定部位の凍結防止処理が必要か否かを判定する（S102）。ここでの判定方法の詳細については後述する。ステップS104における判定の結果、凍結防止処理が必要であると判定された場合（ステップS104での判定結果が、肯定「Y」）、制御部80は、燃料電池システム10を構成する所定部位の凍結を防止するための凍結防止処理を実行する（S106）。凍結防止処理の具体例についても後述する。一方、外気温が所定の閾温より大きい場合（ステップS100での判定結果が、否定「N」）、および凍結防止処理が不要と判定された場合（ステップS104での判定結果が、否定「N」）、制御部80は、凍結防止処理を実行せずに処理を終了する。なお、制御部80が凍結防止処理を実行する場合には、車両を運転するユーザに凍結防止処理中であることを通知するために、例えばダッシュボード上に凍結防止処理中を示すメッセージを表示し、あるいはナビゲーションシステムにおいて利用される画面上に表示してもよい。

また、凍結防止処理を実行中にユーザがイグニションスイッチをオフすることで燃料電池システム10を停止してしまうと、所定部位に対する凍結防止処理が不十分のためシステム停止後に当該所定部位が凍結するおそれがある。そのため、凍結防止処理を実行中にユーザからのシス

テム停止要求信号をイグニションスイッチを介して受信した場合、システムを停止すると燃料電池システム10が凍結するおそれがあることを警告してもよい。さらに、下記に示す凍結防止処理を実行しても依然として所定部位の凍結を抑制することができない場合には、例えば車両の走行を続けると燃料電池システム10が凍結し、不具合が生じるおそれがあることをユーザに警告してもよい。

以上のように、制御部80は、燃料電池20が発電中でかつ車両が所定の閾速度以上で走行中に、必要に応じて凍結防止処理を行うことで、走行風に伴う燃料電池20等の所定部位の凍結を抑制することができる。発電に伴い熱を発生させる燃料電池20などの熱源から比較的離れた部位は、低温環境下における走行風によって凍結しやすい。しかし、本実施形態によれば、熱源から離れた所定部位の走行風に伴う凍結を抑制することができる。

ここで、凍結防止処理の必要性の有無の判定方法について説明する。

制御部80は、燃料電池の発電状態に関する所定の条件を満たす場合に、燃料電池システム10を構成する所定部位が凍結しているもしくは凍結するおそれがあるため、凍結防止処理が必要であると判定する。以下、燃料電池の発電状態に関する所定の条件の具体例について説明する。

例えば燃料電池20の電池出力が外気温との関係で予想される基準出力よりも低い場合、燃料電池20の内部の電解質膜などが凍結し燃料電池システム10の発電が正常に行われていない可能性がある。よって、制御部80は、例えば図4に示す参照マップを参照して、電池出力と外気温とをパラメータとして求まる参照マップ上の位置が凍結領域か非凍結領域かを判定して、当該位置が凍結領域に含まれる場合には、凍結防止処理が必要であると判定することができる。なお、電池出力は、燃料電池システム10に燃料電池20から出力される電圧を測定する電圧センサと、電流を測定する電流センサと、を設けておき、各センサにより測定された電圧および電流などを用いて測定される。

また、燃料電池20から排出される冷却水の温度が外気温との関係で

予想される基準温度よりも低い場合、燃料電池 20 などが凍結している可能性がある。よって、制御部 80 は、例えば図 5 に示す参照マップを参照して、上記と同様に凍結防止処理の必要性の有無を判定することができる。

加えて、車両の走行速度が速いほど走行風の風量が増し、凍結する可能性が高くなる。さらに外気温が低いほど走行風による凍結の可能性が高くなる。また、凍結している場合、燃料電池 20 の電池出力は、凍結していない場合に比べて低下する。そのため、燃料電池 20 の電池出力が、車速および外気温との関係で予想される基準電池出力よりも低い場合、燃料電池 20 などが凍結している可能性がある。そこで、制御部 80 は、図 6 に示すような参照マップを参照して、車速、外気温、電池出力をパラメータとして求まる参照マップ上の位置に基づいて凍結防止処理の必要性の有無を判定することができる。

また、上記の通り、冷却水の温度が外気温との関係で予想される基準温度よりも低い場合、燃料電池 20 などが凍結している可能性があり、その凍結の可能性は、車両の走行速度が速いほど高くなる。そこで、制御部 80 は、図 7 に示すような参照マップを参照して、車速、外気温、冷却水の温度をパラメータとして求まる参照マップ上の位置に基づいて凍結防止処理の必要性の有無を判定することができる。

また、エアコンプレッサ 75 の出口付近のエア配管内圧力が、予想される基準圧力よりも高い場合、エアコンプレッサ 75 より下流側の酸化ガス供給系統上に配置されるバルブ等が凍結している可能性がある。そこで、制御部 80 は、エア配管内圧力が基準圧力より高い場合、凍結防止処理が必要であると判定してもよい。

さらに、エアコンプレッサ 75 により圧縮されて温度上昇した空気が、バルブ等の凍結による配管内の流路抵抗の増加によりエアコンプレッサ 75 から送り出されにくくなり、再度圧縮されることでさらなる温度上昇を引き起こす場合がある。よって、エアコンプレッサ 75 の出口付近におけるエア配管内の温度（以下、エア出口温度と称す）が、エアコン

プレッサ 75 の回転数および外気温との関係で予想される基準温度よりも高い場合、上記と同様にバルブ等が凍結している可能性がある。そこで、制御部 80 は、図 8 に示すような参照マップを参照して、エアコンプレッサ 75 のエア出口温度とエアコンプレッサ 75 の回転数と外気温とをパラメータとして求まる参照マップ上の位置に基づいて凍結防止処理の必要性の有無を判定することができる。

また、バルブ等の凍結によりエアコンプレッサ 75 から空気が送り出されにくくなると配管内の流路抵抗が増加するため、エアコンプレッサ 75 を駆動する駆動モータの出力が通常よりも増加する。よって、当該駆動モータの出力がエアコンプレッサ 75 の回転数との関係で予想される基準出力よりも高い場合、バルブ等が凍結している可能性がある。そこで、制御部 80 は、図 9 に示すような参照マップを参照して、エアコンプレッサ 75 を駆動する駆動モータとエアコンプレッサ 75 の回転数と外気温とをパラメータとして求まる参照マップ上の位置に基づいて凍結防止処理の必要性の有無を判定することができる。

同様に、バルブ等が凍結するとエアコンプレッサ 75 を駆動する駆動モータの出力増加に伴い駆動モータの温度が通常よりも上昇する。そこで、制御部 80 は、図 10 に示すような参照マップを参照して、エアコンプレッサ 75 を駆動する駆動モータの温度とエアコンプレッサ 75 の回転数と外気温とをパラメータとして求まる参照マップ上の位置に基づいて凍結防止処理の必要性の有無を判定することができる。

加えて、図 11 に示すように、燃料電池システム 10 を構成する各流路に配置される各種バルブが凍結すると、バルブの開閉が正常に行えず、バルブの出口付近における配管内圧力が予想される基準圧力まで上昇しない場合がある。そこで、制御部 80 は、バルブの開閉に伴って上昇したバルブ出口付近の配管内圧力が予想される基準圧力に達しているか否かを判定して、基準圧力に達していない場合に凍結防止処理が必要であると判定してもよい。

また、燃料ガス供給系統における循環流路 51 に配置されたバルブが

凍結すると、循環流路 5 1 の配管内圧力（例えば、圧力センサ P 5 7）が低下する場合がある。そこで、制御部 8 0 は、循環流路 5 1 の配管内圧力が所定の基準圧力より低い場合に、凍結防止処理が必要であると判定してもよい。

さらに、燃料ガス供給系統における循環流路 5 1 に配置されたバルブが凍結すると、配管内の窒素濃度が高くなる場合がある。そこで、制御部 8 0 は、配管内の窒素濃度が所定の基準濃度より高い場合に、凍結防止処理が必要であると判定してもよい。なお、配管内の窒素濃度は、例えば水素と窒素の圧力損失の違いを利用して推定することができる。水素と窒素では密度、粘度の違いによって圧力損失が 4 倍程度異なるため、燃料電池 2 0 内における燃料ガス中の窒素濃度が上昇すると、燃料電池 2 0 に燃料ガスを供給するための入口付近の圧力と、出口付近の圧力との圧力差は増加することになる。そこで、制御部 8 0 は、当該入り口付近に設けた圧力センサにより測定された圧力と、当該出口付近に設けた圧力センサにより測定された圧力との圧力差を検出することで窒素濃度を推定することができる。

加えて、燃料ガス供給系統の例えば循環流路 5 1 に配置されたバルブが凍結すると、凍結したバルブからの水素漏れなどにより、水素の消費量が増加する場合がある。そこで、制御部 8 0 は、図 1 2 に示すような参照マップを参照して、燃料電池 2 0 の電池出力と水素の消費量とをパラメータとして求まる参照マップ上の位置に基づいて凍結防止処理の必要性の有無を判定することができる。なお、酸素ガス供給系統に配置されたバルブが凍結した場合には、酸素の消費量が増加する場合がある。そこで、制御部 8 0 は、電池出力との関係で予想される酸素の基準消費量よりも酸素の消費量が多い場合に、凍結防止処理が必要であると判定してもよい。

また、燃料ガス供給系統における循環流路 5 1 に配置されたバルブが凍結すると、循環流路 5 1 の配管内の温度が燃料電池 2 0 から排出される冷却水の温度との関係で予想される基準温度より低くなる場合がある。

そこで、制御部 80 は、図 13 に示すような参照マップを参照して、燃料電池 20 から排出される冷却水の温度と循環流路 51 の配管内の温度とをパラメータとして求まる参照マップ上の位置に基づいて凍結防止処理の必要性の有無を判定することができる。

以上説明した判定方法を少なくとも一つ利用することで、制御部 80 は、凍結防止処理の必要性の有無を判定することができる。

続いて、凍結防止処理について説明する。

制御部 80 は、例えば、燃料電池 20 を低効率運転することで燃料電池 20 の発熱を促進し、その発熱により燃料電池 20 等の凍結を抑制する。なお、燃料電池 20 の低効率運転は、例えば、燃料電池 20 の要求発電量に対して通常運転時に必要な酸素量より燃料電池 20 へ供給する酸素量を少なくすることで実現することができる。

また、冷却水を循環させる冷却路 31 にヒーターを設けておき、燃料電池 20 が発電した電力によりそのヒーターを動作させ、冷却水を加熱し、加熱された冷却水により燃料電池 20 を加温し、凍結を抑制する。これにより、燃料電池 20 の出力増加に伴う発熱および冷却水の加熱により、燃料電池 20 等の凍結を抑制することができる。

また、上記の通り、エアコンプレッサ 75 により圧縮されて温度上昇した空気がエアコンプレッサ 75 から送り出されにくくなると、その空気がエアコンプレッサ 75 により再度圧縮されることでさらなる温度上昇を引き起こす。そこで、エアコンプレッサ 75 のエア出口近傍に例えばモータによって駆動するバタフライ式バルブを配置しておく。このバルブを絞ることで、配管内の流路抵抗が増し、エアコンプレッサ 75 により圧縮されて温度上昇した空気をエアコンプレッサ 75 から送り出しくくし、エアコンプレッサ 75 から出力される空気の温度をさらに上昇させることができる。この空気の温度上昇により酸素ガス供給系統に配置されたバルブ等の凍結を抑制することができる。よって、制御部 80 は、エアコンプレッサ 75 のエア出口近傍に設けられたバタフライ式バルブを絞ることで凍結防止処理を行うことができる。なお、循環ポン

プ 5 5 の水素出口近傍に上記のようなバタフライ式バルブを設けて、そのバルブの絞りを調整することで、燃料ガス供給系統に配置されたバルブ等の凍結を抑制することができる。また、冷却水用のポンプ 3 5 の場合も同様である。

さらに、エアコンプレッサ 7 5 や循環ポンプ 5 5 や冷却水用のポンプ 3 5 などの各ポンプのポンプ回転数を通常よりも増加させることでも、バタフライ式バルブを絞った場合と同様に、配管内の流路抵抗を増加させることができる。よって、制御部 8 0 は、各ポンプのポンプ回転数を増加させることで、各系統に配置されたバルブ等の凍結を抑制することができる。

以上、本実施形態によれば、制御部 8 0 は、燃料電池 2 0 が発電中であつ車両が所定の閾速度以上で走行中に、上記のような燃料電池の発電状態に関する所定の条件を満たす場合に凍結防止処理が必要であると判断して、同じく上記に示すような凍結防止処理を行う。これにより走行風に伴う燃料電池 2 0 等の所定部位の凍結を抑制することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 車両に搭載され、燃料ガスおよび酸化ガスを燃料として発電を行う燃料電池を備える燃料電池システムにおいて、

凍結防止処理を行う凍結防止処理手段と、

前記車両の速度が所定の閾速度以上で、かつ前記燃料電池の発電状態に関する物理量に基づき定まる所定の条件を満たした場合、前記燃料電池が発電を行っていたとしても前記凍結防止処理を行う必要があると判定して、前記凍結防止処理を実行させるように前記凍結防止処理手段を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする燃料電池システム。

2. 請求項1に記載の燃料電池システムにおいて、

前記所定の条件は、外気温および前記燃料電池の出力とに基づき定まる条件であることを特徴とする燃料電池システム。

3. 請求項1に記載の燃料電池システムにおいて、

前記所定の条件は、外気温および前記燃料電池の温度とに基づき定まる条件であることを特徴とする燃料電池システム。

4. 請求項1に記載の燃料電池システムにおいて、

前記所定の条件は、外気温および前記燃料電池を冷却する冷却水の温度とに基づき定まる条件であることを特徴とする燃料電池システム。

5. 請求項1に記載の燃料電池システムにおいて、

前記所定の条件は、前記燃料電池の出力および前記燃料電池の発電の際に消費される燃料ガス量もしくは酸化ガス量に基づき定まる条件であることを特徴とする燃料電池システム。

6. 請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記所定の条件は、燃料ガスが通る配管内の窒素濃度に基づき定まる条件であることを特徴とする燃料電池システム。
7. 請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記凍結防止処理手段は、  
燃料ガスもしくは酸化ガスが通る配管内の流路抵抗を増加させることで、凍結防止処理を行う、  
ことを特徴とする燃料電池システム。
8. 請求項 7 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記凍結防止処理手段は、  
前記配管内に設けられ燃料ガスもしくは酸化ガスの流路制御を行うポンプの回転数を増加させることで、前記配管内の流路抵抗を増加させる、  
ことを特徴とする燃料電池システム。
9. 請求項 7 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記凍結防止処理手段は、  
燃料ガスもしくは酸化ガスの流路制御を行うポンプの出口付近の配管に設けられるバルブの開閉量を調整することで、前記ポンプから送り出される燃料ガスもしくは酸化ガスの量を制限し、前記配管内の流路抵抗を増加させる、  
ことを特徴とする燃料電池システム。
10. 請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記凍結防止処理手段は、  
前記燃料電池に供給する燃料ガスもしくは酸化ガスの量を制限することで、凍結防止処理を行う、  
ことを特徴とする燃料電池システム。

- 1 1. 請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記凍結防止処理手段は、  
前記燃料電池の発電電力を増加させることで、凍結防止処理を行う、  
ことを特徴とする燃料電池システム。
  
- 1 2. 請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記制御手段は、前記凍結防止処理手段が凍結防止処理を実行中であるときは、前記凍結防止処理手段が凍結防止処理を実行中であることを示す情報を出力することを特徴とする燃料電池システム。
  
- 1 3. 請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記制御手段は、前記凍結防止処理手段が凍結防止処理を実行中にシステム停止要求を受けた場合、所定の警告を出力することを特徴とする燃料電池システム。
  
- 1 4. 請求項 1 に記載の燃料電池システムと、当該燃料電池システムから供給される電力によって駆動する駆動源とを搭載する車両。

図1

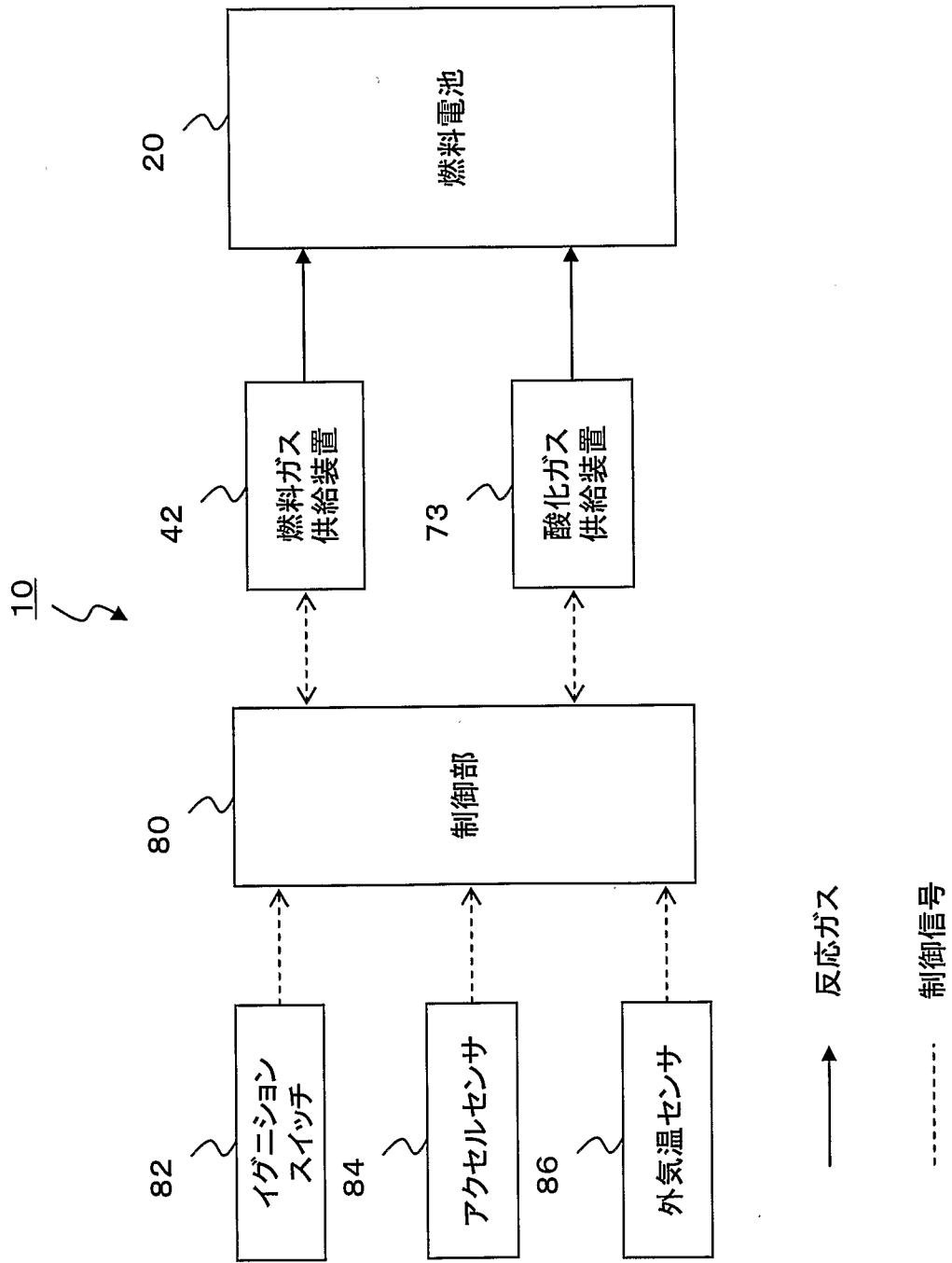


図2

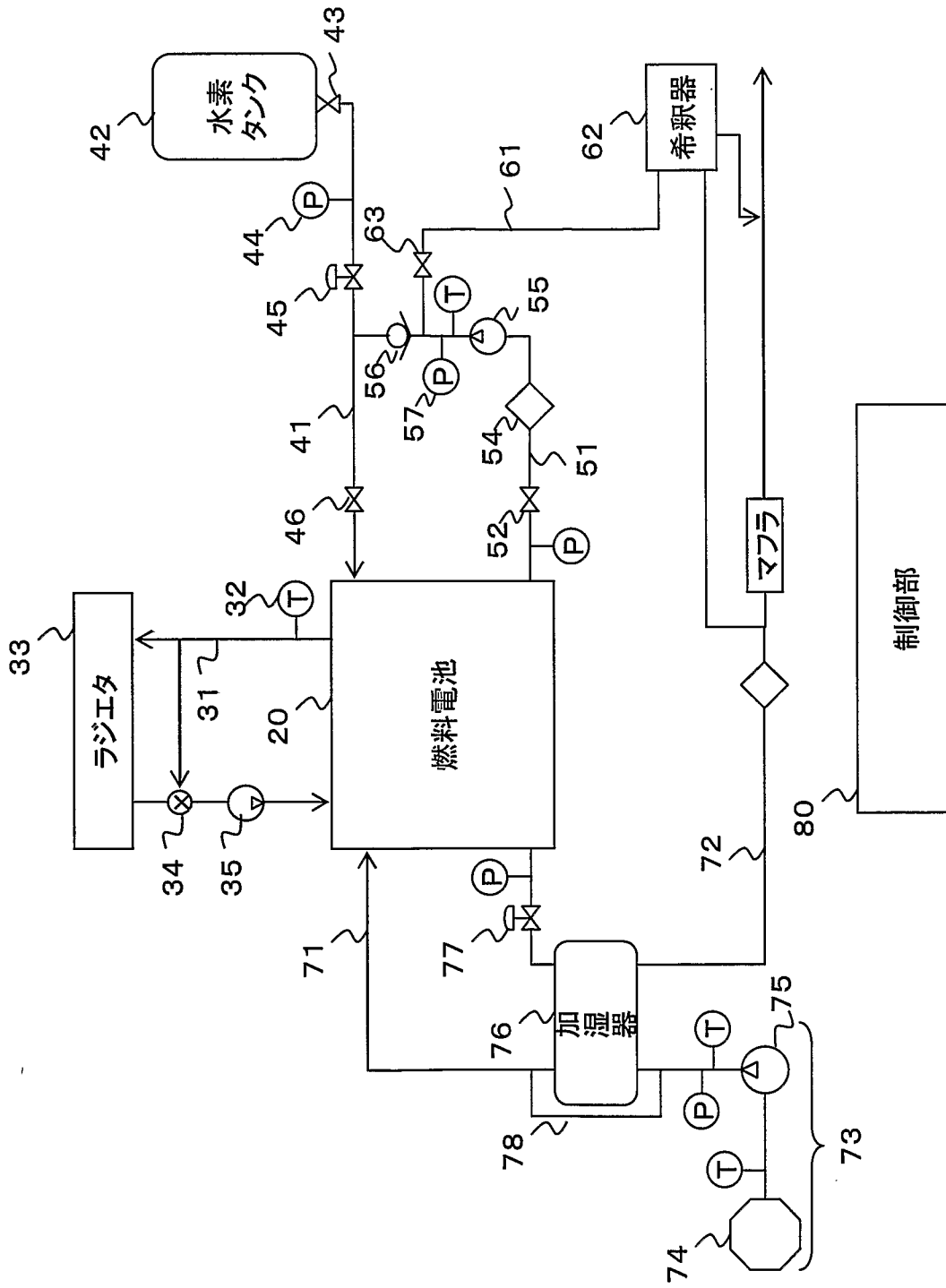


図3

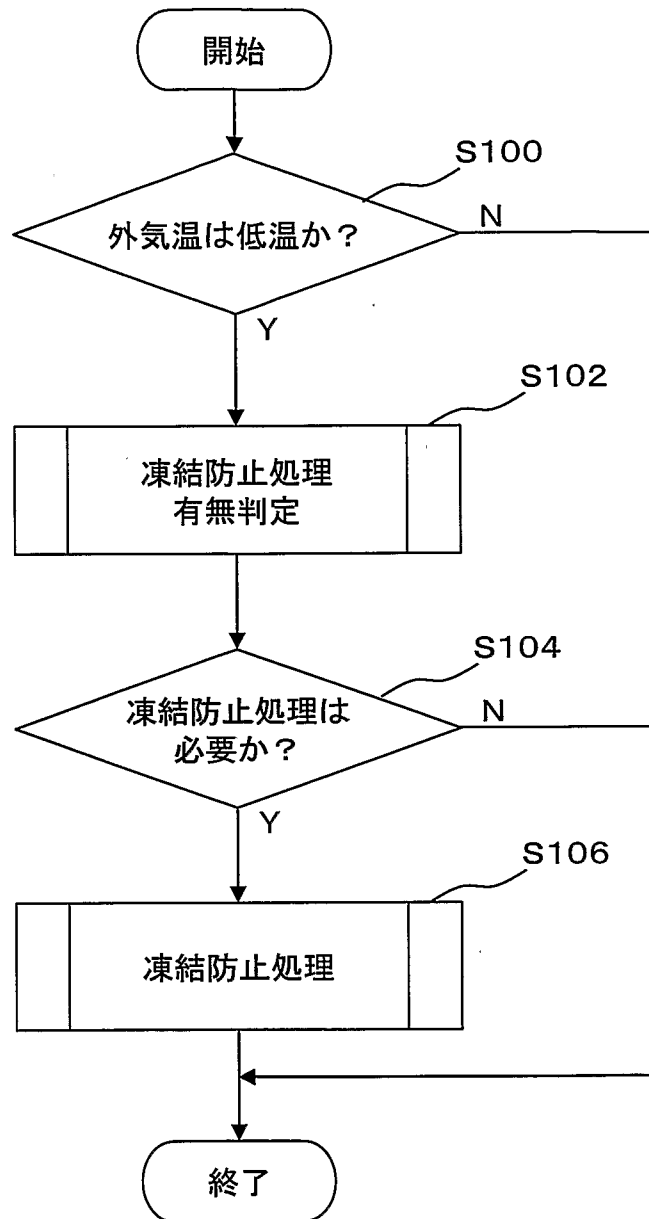


図4

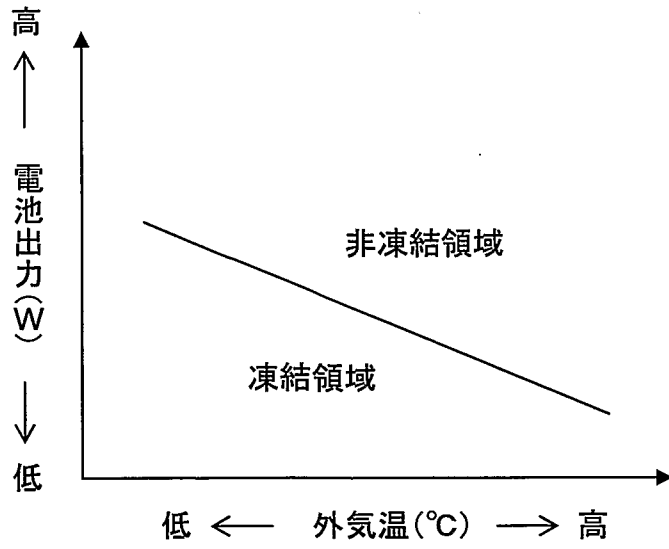


図5

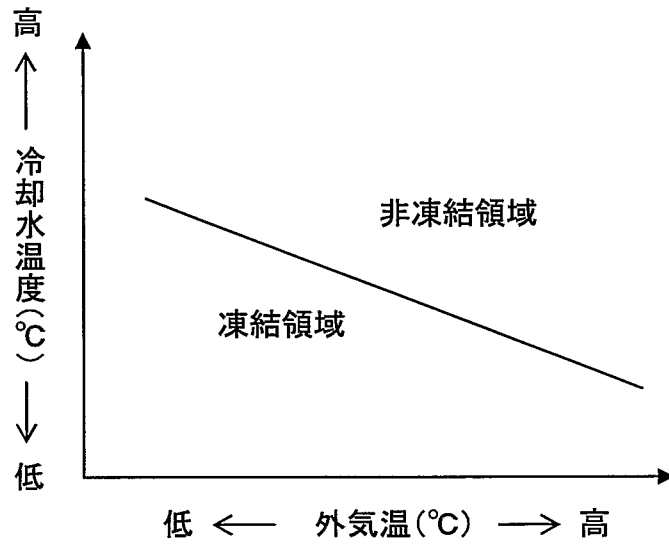


図6

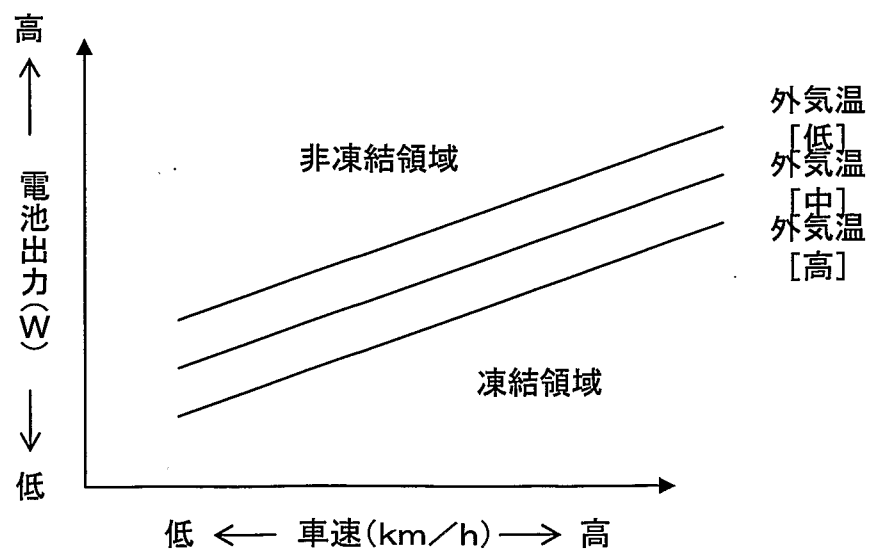


図7

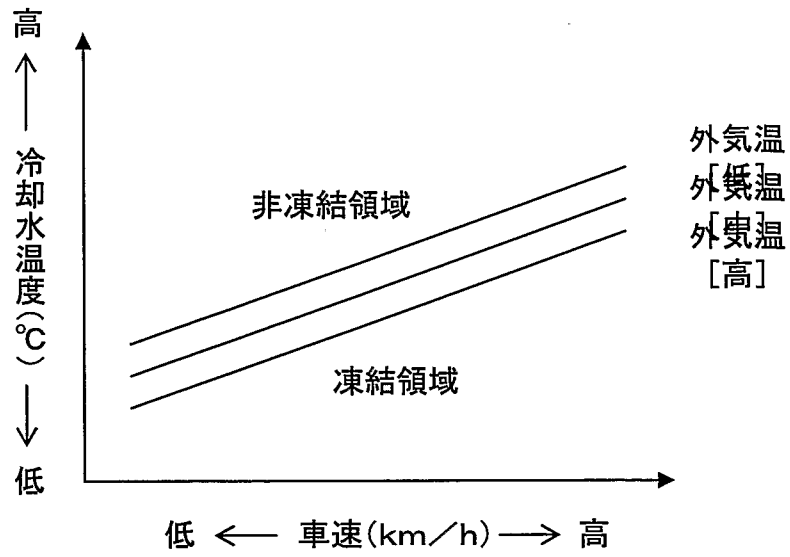


図8

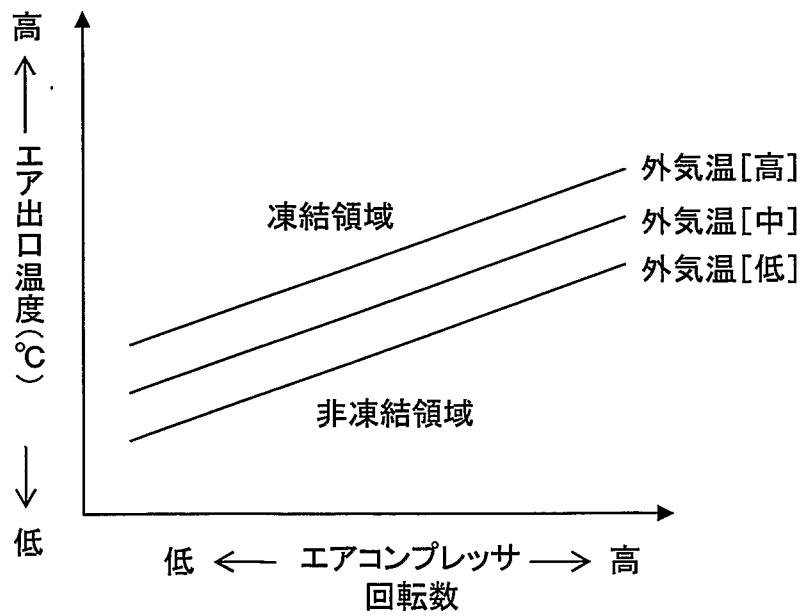


図9

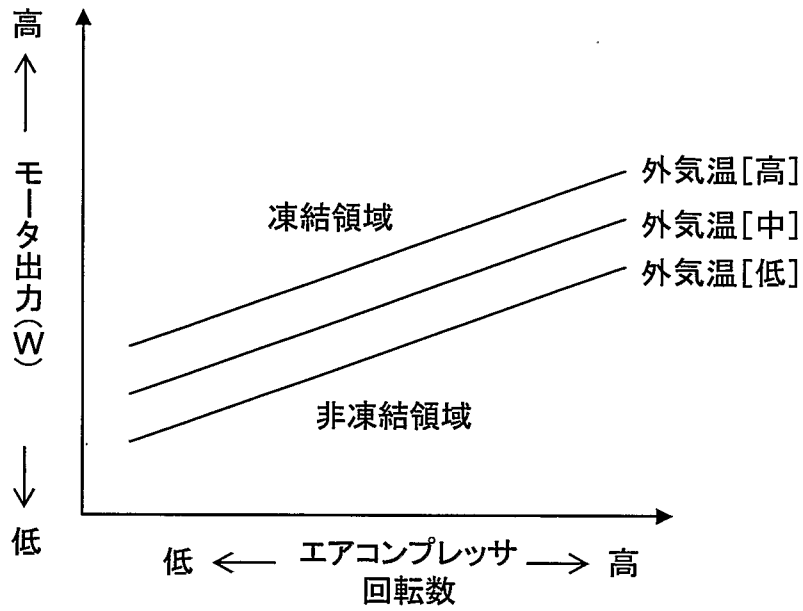


図10

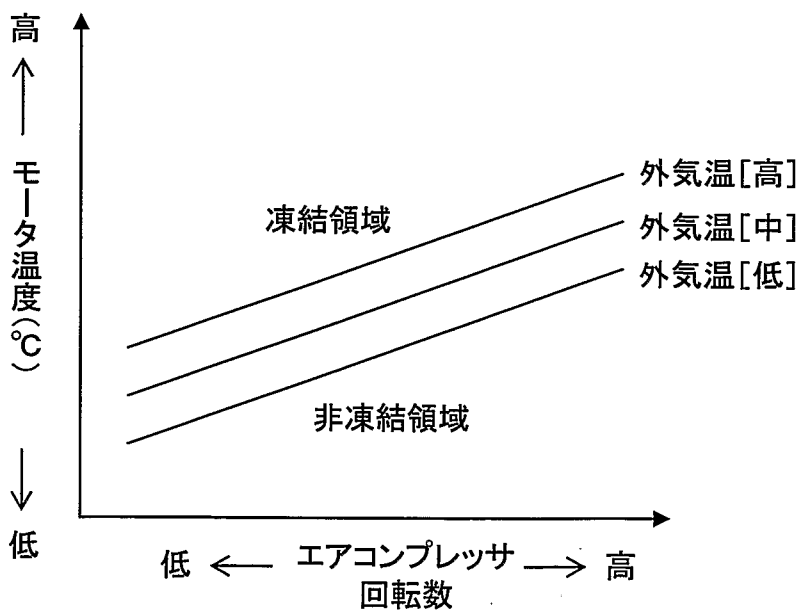


図11

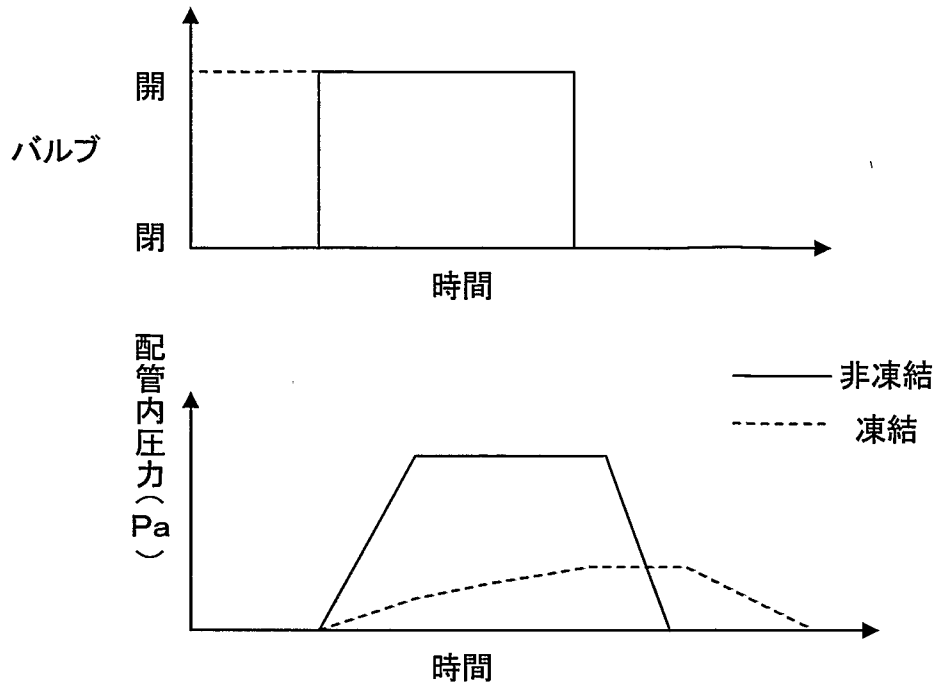


图12

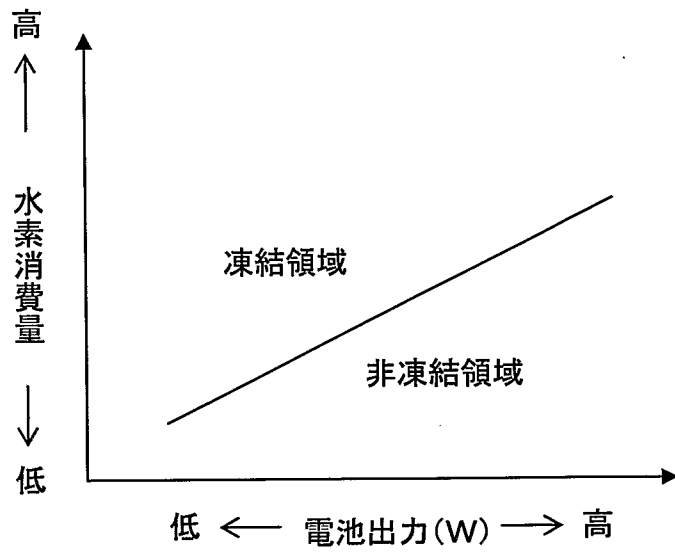
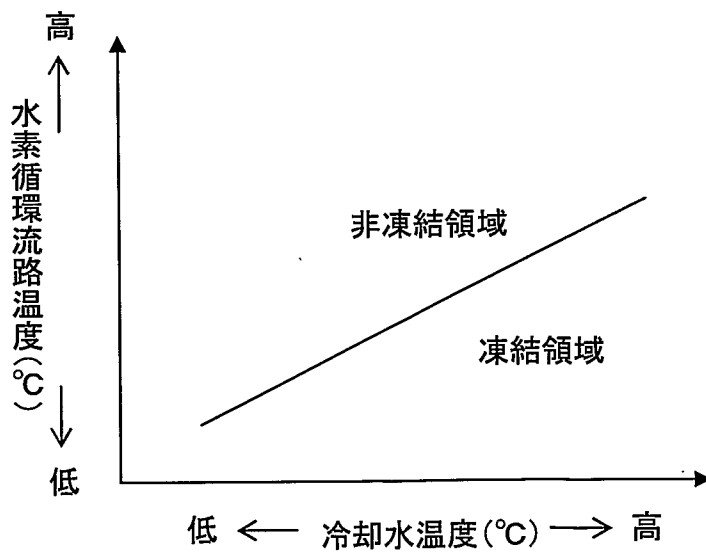


图13



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/057338

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01M8/04(2006.01)i, H01M8/00(2006.01)i, B60L11/18(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, H01M8/00, B60L11/18

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.
A	JP 2002-313388 A (Honda Motor Co., Ltd.), 25 October, 2002 (25.10.02), Full text (Family: none)	1-14
A	JP 2003-257441 A (Honda Motor Co., Ltd.), 12 September, 2003 (12.09.03), Full text (Family: none)	1-14
A	JP 2004-55378 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 19 February, 2004 (19.02.04), Full text (Family: none)	1-14

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  
10 July, 2007 (10.07.07)

Date of mailing of the international search report  
17 July, 2007 (17.07.07)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/057338

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 2003-317787 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 November, 2003 (07.11.03), Full text & US 2003/155160 A1	1-14
A	JP 2004-153947 A (Toyota Motor Corp.), 27 May, 2004 (27.05.04), Full text (Family: none)	1-14
A	JP 2004-290000 A (Equos Research Co., Ltd.), 14 October, 2004 (14.10.04), Full text (Family: none)	13

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, H01M8/00(2006.01)i, B60L11/18(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, H01M8/00, B60L11/18			
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	
A	JP 2002-313388 A (本田技研工業株式会社) 2002. 10. 25, 全文 (ファミリーなし)	1-14	
A	JP 2003-257441 A (本田技研工業株式会社) 2003. 09. 12, 全文 (ファミリーなし)	1-14	
A	JP 2004-55378 A (日産自動車株式会社) 2004. 02. 19, 全文 (ファミリーなし)	1-14	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 10. 07. 2007		国際調査報告の発送日 17. 07. 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) 原 賢一	4 X   9 0 6 2
		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 2003-317787 A (松下電器産業株式会社) 2003. 11. 07, 全文 &US 2003/155160 A1	1-14
A	JP 2004-153947 A (トヨタ自動車株式会社) 2004. 05. 27, 全文 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2004-290000 A (株式会社エクス・リサーチ) 2004. 10. 14, 全文 (ファミリーなし)	13