

(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  
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/002503 A1

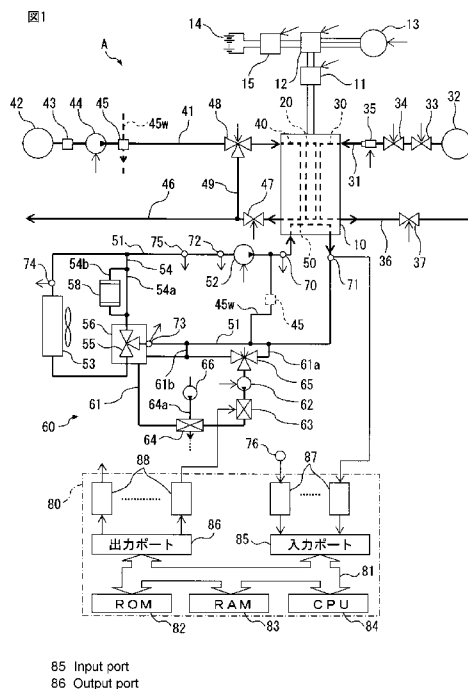
- (51) 国際特許分類:  
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/00 (2006.01)  
B60L 11/18 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/067298
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 16 日(16.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2014-138729 2014 年 7 月 4 日(04.07.2014) JP
- (71) 出願人: トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA 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: 小松原 香莉 (KOMATSUBARA, Kaori); 〒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). 長谷川 茂樹 (HASEGAWA, Shigeki); 〒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). 佐藤 博道 (SATO, Hiromichi); 〒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: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル青和特許法律事務所 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING FUEL CELL SYSTEM

(54) 発明の名称: 燃料電池システム及び燃料電池システムの制御方法



85 Input port  
86 Output port

(57) Abstract: A fuel cell system (A) is provided with: a fuel cell stack (10); a cooling water-supplying tube (51) linked to a cooling water channel of the fuel cell stack to become a cooling water circulation passage; a radiator (53) disposed within the cooling water-supplying tube; a radiator bypass tube (54) for allowing cooling water to bypass the radiator, the radiator bypass tube (54) being disposed within the cooling water-supplying tube; a cooling water pump (52) disposed within the cooling water-supplying tube; a thermostat valve (55) for controlling the amount of cooling water supplied to the radiator and to the radiator bypass tube in accordance with the temperature; a case (56) for enclosing the thermostat valve; an ion-exchanger (58) disposed within the radiator bypass tube; and an air conditioner (60) for supplying a heat transfer medium to the case. In the fuel cell system, the temperature of the heat transfer medium within the case is controlled by the air conditioner, whereby the temperature of the thermostat valve is regulated and the amount of cooling water supplied to the radiator and to the radiator bypass tube is controlled.

(57) 要約: 燃料電池システム (A) は、燃料電池スタック (10) と、燃料電池スタックの冷却水通路に連結され冷却水の循環路となる冷却水供給管 (51) と、冷却水供給管内に配置されたラジエータ (53) と、冷却水供給管内に配置され、冷却水がラジエータをバイパスするためのラジエータバイパス管 (54) と、冷却水供給管内に配置された冷却水ポンプ (52) と、ラジエータとラジエータバイパス管とに供給する冷却水量を温度に応じて制御するサーモスタット弁 (55) と、サーモスタット弁を囲む筐体 (56) と、ラジエータバイパス管内に配置されたイオン交換器 (58) と、

筐体に熱媒体を供給する空調装置 (60) とを備える。燃燃料電池システムは、空調装置により筐体内の熱媒体の温度を制御することによりサーモスタット弁の温度を調節し、ラジエータとラジエータバイパス管とに供給する冷却水量を制御する。

WO 2016/002503 A1

## 明 細 書

### 発明の名称： 燃料電池システム及び燃料電池システムの制御方法 技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池システム及び燃料電池システムの制御方法に関する。

### 背景技術

[0002] 燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により電力を発生する燃料電池スタックと、燃料電池スタック内に形成された冷却水通路の入口と冷却水通路の出口とを燃料電池スタックの外部において互いに連結することにより冷却水の循環路を形成する冷却水供給管と、冷却水供給管内に配置されたラジエータと、燃料電池スタックの冷却水通路の入口とラジエータとの間の冷却水供給管と、燃料電池スタックの冷却水通路の出口とラジエータとの間の冷却水供給管とを互いに連結するラジエータバイパス管と、燃料電池スタックの冷却水通路の入口とラジエータバイパス管との間の冷却水供給管内に配置され、冷却水を送出する冷却水ポンプと、燃料電池スタックの冷却水通路から冷却水供給管内に流入した冷却水のうちラジエータに供給する冷却水量とラジエータバイパス管内に供給する冷却水量とを制御する三方弁と、ラジエータバイパス管内に配置され、冷却水のイオン交換を行うイオン交換器と、を備える燃料電池システムが公知である（例えば特許文献 1 参照）。

[0003] 特許文献 1 には明示されていないが、三方弁としてサーモスタット弁が一般的に用いられる。サーモスタット弁の開度はサーモスタット弁の温度に応じて定まり、サーモスタット弁の温度はサーモスタット弁に供給される冷却水の温度に応じて定まる。すなわち、サーモスタット弁の温度が高いとき、すなわち冷却水の温度が高いときには、サーモスタット弁は冷却水の全量をラジエータに供給する。その結果、冷却水がラジエータにおいて冷却され、したがって冷却水の温度が低下される。これに対し、サーモスタット弁の温度が低いとき、すなわち冷却水の温度が低いときには、サーモスタット弁は冷却水の全量をラジエータバイパス管に供給する。その結果、冷却水がラジ

エータに供給されないので、冷却水の温度低下が抑制される。

[0004] ところで、ラジエータや配管等からイオン性の不純物が少しずつ冷却水へ混入するので、冷却水の導電率が少しずつ高くなる。冷却水の導電性が高くなると、液絡等が生じるおそれがあり、好ましくない。そこで特許文献1では、冷却水からイオン性の不純物を除去可能なイオン交換器がラジエータバイパス管に配置されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-233500号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1では、冷却水の温度が高いときには、冷却水の全量がラジエータに供給され、すなわち冷却水はラジエータバイパス管に供給されない。したがって、冷却水の温度が高いときには、冷却水はイオン交換器を通過しないので、冷却水中のイオン性の不純物はイオン交換器により除去されない。このため、冷却水の温度が高い状態が続くと、冷却水中のイオン性の不純物の量が過度に多くなり、冷却水の導電率が過度に高くなるおそれがある。

## 課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一の観点によれば、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により電力を発生する燃料電池スタックと、前記燃料電池スタック内に形成された冷却水通路の入口と前記冷却水通路の出口とを前記燃料電池スタックの外部において互いに連結することにより冷却水の循環路を形成する冷却水供給管と、前記冷却水供給管内に配置されたラジエータと、前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータとの間の前記冷却水供給管と、前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の出口と前記ラジエータとの間の前記冷却水供給管とを互いに連結するラジエータバイパス管と、前記燃料電池

スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管内、又は、前記冷却水通路の出口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管内に配置され、冷却水を送出する冷却水ポンプと、前記燃料電池スタックの前記冷却水通路から前記冷却水供給管内に流入した冷却水のうち前記ラジエータに供給する冷却水量と前記ラジエータバイパス管内に供給する冷却水量とを制御するサーモスタット弁であって、前記サーモスタット弁は、前記サーモスタット弁の温度が予め設定された設定温度よりも高いときには前記冷却水の全量を前記ラジエータに供給し、前記サーモスタット弁の温度が前記設定温度よりも低いときには前記冷却水の少なくとも一部を前記ラジエータバイパス管に供給すると共に残りを前記ラジエータに供給する、サーモスタット弁と、前記ラジエータバイパス管内に配置され、冷却水のイオン交換を行うイオン交換器と、熱媒体を循環させる熱媒体循環管と、前記熱媒体循環管内に配置され、前記熱媒体を送出する熱媒体ポンプと、前記熱媒体循環管内に配置され、空気と前記熱媒体とを互いに熱交換させる熱交換器と、を有する空調装置と、前記熱媒体循環管内に配置されると共に、前記サーモスタット弁を囲むように設けられた筐体と、を備え、前記空調装置により前記筐体内の前記熱媒体の温度を制御することにより前記サーモスタット弁の温度を調節し、それにより前記ラジエータに供給する冷却水量と前記ラジエータバイパス管内に供給する冷却水量とを制御できるようにした、燃料電池システムが提供される。

[0008] 本発明の他の観点によれば、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により電力を発生する燃料電池スタックと、前記燃料電池スタック内に形成された冷却水通路の入口と前記冷却水通路の出口とを前記燃料電池スタックの外部において互いに連結することにより冷却水の循環路を形成する冷却水供給管と、前記冷却水供給管内に配置されたラジエータと、前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータとの間の前記冷却水供給管と、前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の出口と前記ラジエータとの間の前記冷却水供給管とを互いに連結するラジエータバイパス管と、前記燃料電池

スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管内又は前記冷却水通路の出口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管内に配置され、冷却水を送出する冷却水ポンプと、前記燃料電池スタックの前記冷却水通路から前記冷却水供給管内に流入した冷却水のうち前記ラジエータに供給する冷却水量と前記ラジエータバイパス管内に供給する冷却水量とを制御するサーモスタット弁であって、前記サーモスタット弁は、前記サーモスタット弁の温度が予め設定された設定温度よりも高いときには前記冷却水の全量を前記ラジエータに供給し、前記サーモスタット弁の温度が前記設定温度よりも低いときには前記冷却水の少なくとも一部を前記ラジエータバイパス管に供給すると共に残りを前記ラジエータに供給する、サーモスタット弁と、前記ラジエータバイパス管内に配置され、冷却水のイオン交換を行うイオン交換器と、熱媒体を循環させる熱媒体循環管と、前記熱媒体循環管内に配置され、前記熱媒体を送出する熱媒体ポンプと、前記熱媒体循環管内に配置され、空気と前記熱媒体とを互いに熱交換させる熱交換器と、を有する空調装置と、前記熱媒体循環管内に配置されると共に、前記サーモスタット弁を囲むように設けられた筐体と、を備えた燃料電池システムの制御方法であって、前記空調装置により前記筐体内の前記熱媒体の温度を制御することにより前記サーモスタット弁の温度を調節し、それにより前記ラジエータに供給する冷却水量と前記ラジエータバイパス管内に供給する冷却水量とを制御する、燃料電池システムの制御方法が提供される。

### 発明の効果

[0009] 冷却水の導電率が過度に高くなるのを阻止することができる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]燃料電池システムの構成図である。

[図2]冷却水及び熱媒体の流れを説明するための概略図である。

[図3]サーモスタット弁開度とサーモスタット弁温度との関係を示すグラフである。

[図4]本発明による第1実施例の冷却水導電率制御を説明するタイミングチャートである。

[図5]本発明による第1実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図6]サーモスタット弁開度とサーモスタット弁温度との関係を示すグラフである。

[図7]本発明による第2実施例の冷却水導電率制御を説明するタイミングチャートである。

[図8]本発明による第2実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図9]サーモスタット弁開度VODの制御ルーチンを示すフローチャートである。

[図10]本発明による第3実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図11]本発明による第4実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図12]本発明による第5実施例の冷却水の導電率の低減方法を示すタイミングチャートである。

[図13]本発明による第5実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図14]本発明による第6実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図15]本発明による第7実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図16]本発明による第8実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図17]本発明による第9実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図18]冷却水ポンプ制御ルーチンを示すフローチャートである。

[図19]本発明による第10実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図20]本発明による第11実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

[図21]本発明による第12実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示すフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0011] 図1を参照すると、燃料電池システムAは燃料電池スタック10を備える。燃料電池スタック10は積層方向に互いに積層された複数の燃料電池単セルを備える。各燃料電池単セルは膜電極接合体20を含む。膜電極接合体20は膜状の電解質と、電解質の一侧に形成されたアノード極と、電解質の他側に形成されたカソード極とを備える。

[0012] 複数の燃料電池単セルは電氣的に直列に接続され、複数の燃料電池単セルの一端の燃料電池単セルのアノード極及び他端の燃料電池単セルのカソード極は燃料電池スタック10の電極を構成する。燃料電池スタック10の電極はDC/DCコンバータ11を介してインバータ12に電氣的に接続され、インバータ12はモータジェネレータ13に電氣的に接続される。また、燃料電池システムAは蓄電器14を備えており、この蓄電器14はDC/DCコンバータ15を介して上述のインバータ12に電氣的に接続される。DC/DCコンバータ11は燃料電池スタック10の出力を制御し、電圧を高めてインバータ12に送るためのものであり、インバータ12はDC/DCコンバータ11又は蓄電器14からの直流電流を交流電流に変換するためのものである。DC/DCコンバータ15は燃料電池スタック10又はモータジェネレータ13から蓄電器14への電圧を低くし、又は蓄電器14からモータジェネレータ13への電圧を高くするためのものである。なお、図1に示される燃料電池システムAでは蓄電器14はバッテリーから構成される。

[0013] また、燃料電池単セル内には、アノード極に燃料ガスを供給するための燃

料ガス流通路と、カソード極に酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス流通路と、燃料電池単セルに冷却水を供給するための冷却水流通路とがそれぞれ形成される。複数の燃料電池単セルの燃料ガス流通路、酸化剤ガス流通路、及び冷却水流通路をそれぞれ直列に接続することにより、燃料電池スタック 10 には燃料ガス通路 30、酸化剤ガス通路 40、及び冷却水通路 50 がそれぞれ形成される。

[0014] 燃料ガス通路 30 の入口には燃料ガス供給管 31 が連結され、燃料ガス供給管 31 は燃料ガス源 32 に連結される。図 1 に示される実施例では、燃料ガスは水素ガスから形成され、燃料ガス源 32 は水素タンクから形成される。燃料ガス供給管 31 内には上流側から順に、遮断弁 33 と、燃料ガス供給管 31 内の燃料ガスの圧力を調整するレギュレータ 34 と、燃料ガス源 32 からの燃料ガスを燃料電池スタック 10 に供給するための燃料ガスインジェクタ 35 と、が配置される。一方、燃料ガス通路 30 の出口にはアノードオフガス管 36 が連結される。遮断弁 33 が開弁されかつ燃料ガスインジェクタ 35 が開弁されると、燃料ガス源 32 内の燃料ガスが燃料ガス供給管 31 を介して燃料電池スタック 10 内の燃料ガス通路 30 内に供給される。このとき燃料ガス通路 30 から流出するガス、すなわちアノードオフガスはアノードオフガス管 36 内に流入する。アノードオフガス管 36 内にはアノードオフガス管 36 内を流れるアノードオフガスの量又は燃料電池スタック 10 の燃料ガス通路 30 内の圧力を制御するアノードオフガス制御弁 37 が配置される。

[0015] また、酸化剤ガス通路 40 の入口には酸化剤ガス供給管 41 が連結され、酸化剤ガス供給管 41 は酸化剤ガス源 42 に連結される。図 1 に示される実施例では、酸化剤ガスは空気から形成され、酸化剤ガス源 42 は大気から形成される。酸化剤ガス供給管 41 内には上流側から順に、ガスクリーナ 43 と、酸化剤ガスを圧送するコンプレッサ 44 と、コンプレッサ 44 から燃料電池スタック 10 に送られる酸化剤ガスを冷却するためのインタークーラ 45 と、が配置される。一方、酸化剤ガス通路 40 の出口にはカソードオフガ

ス管 4 6 が連結される。コンプレッサ 4 4 が駆動されると、酸化剤ガスが酸化剤ガス供給管 4 1 を介して燃料電池スタック 1 0 内の酸化剤ガス通路 4 0 内に供給される。このとき酸化剤ガス通路 4 0 から流出するガス、すなわちカソードオフガスはカソードオフガス管 4 6 内に流入する。カソードオフガス管 4 6 内にはカソードオフガス管 4 6 内を流れるカソードオフガスの量又は燃料電池スタック 1 0 の酸化剤ガス通路 4 0 内の圧力を制御するカソードオフガス制御弁 4 7 が配置される。

[0016] また、図 1 に示される燃料電池システム A では、コンプレッサ 4 4 下流の酸化剤ガス供給管 4 1 とカソードオフガス制御弁 4 7 下流のカソードオフガス管 4 6 とはスタックバイパス管 4 9 により互いに連結される。更に、酸化剤ガス供給管 4 1 からスタックバイパス管 4 9 内へ流れ込む酸化剤ガスの量及び燃料電池スタック 1 0 に供給される酸化剤ガスの量を制御するスタックバイパス制御弁 4 8 が設けられる。図 1 に示される燃料電池システム A ではスタックバイパス制御弁 4 8 は電磁式の三方弁から形成され、スタックバイパス管 4 9 の入口に配置される。

[0017] また、冷却水通路 5 0 の入口には冷却水供給管 5 1 の一端が連結され、冷却水通路 5 0 の出口には冷却水供給管 5 1 の他端が連結される。冷却水供給管 5 1 内には冷却水を圧送する冷却水ポンプ 5 2 と、ラジエータ 5 3 とが配置される。燃料電池スタック 1 0 の冷却水通路 5 0 の入口とラジエータ 5 3 との間の冷却水供給管 5 1 と、燃料電池スタック 1 0 の冷却水通路 5 0 の出口とラジエータ 5 3 との間の冷却水供給管 5 1 とはラジエータバイパス管 5 4 により互いに連結される。また、燃料電池スタック 1 0 の冷却水通路 5 0 から冷却水供給管 5 1 内に流入した冷却水のうちラジエータ 5 3 に供給する冷却水量とラジエータバイパス管 5 4 内に供給する冷却水量とを制御するサーモスタット弁 5 5 が設けられる。サーモスタット弁 5 5 は、サーモスタット弁 5 5 の温度が予め設定された設定温度よりも高いときには冷却水の全量をラジエータ 5 3 に供給し、サーモスタット弁 5 5 の温度が設定温度よりも低いときには冷却水の少なくとも一部をラジエータバイパス管 5 4 に供給す

ると共に残りをラジエータ５３に供給する。図１に示される燃料電池システムＡではサーモスタット弁５５は三方弁から形成され、ラジエータバイパス管５４の入口に配置される。

[0018] 図１に示される燃料電池システムＡでは、ラジエータバイパス管５４は互いに並列に延びるラジエータバイパス管部分５４ａとラジエータバイパス管部分５４ｂとを有する。ラジエータバイパス管５４内に流入した冷却水の一部はラジエータバイパス管部分５４ａ内を流通し、残りはラジエータバイパス管部分５４ｂ内を流通する。ラジエータバイパス管部分５４ｂ内には冷却水のイオン交換を行うイオン交換器５８が配置される。イオン交換器５８内を冷却水が流通すると、イオン交換器５８ではイオン交換により冷却水からイオン性の不純物が除去され、したがって冷却水の導電率が低下される。なお、図１に示される燃料電池システムＡでは、ラジエータバイパス管部分５４ａ内にはイオン交換器は配置されない。すなわち、ラジエータバイパス管５４内に流入した冷却水の一部がイオン交換器５８内に導かれる。このようにすると、ラジエータバイパス管５４の流路抵抗が低く維持される。また、イオン交換器５８内を通過する冷却水の量が抑制されるので、イオン交換器５８の耐久性が向上される。図示しない別の実施例では、ラジエータバイパス管５４はラジエータバイパス管部分５４ａ及びラジエータバイパス管部分５４ｂを備えることなく単一の流路を有し、この単一の流路内にイオン交換器５８が配置される。

[0019] 冷却水ポンプ５２が駆動されると、冷却水ポンプ５２から吐出された冷却水は冷却水供給管５１を介して燃料電池スタック１０内の冷却水通路５０内に流入し、次いで冷却水通路５０を通過して冷却水供給管５１内に流入し、ラジエータ５３又はラジエータバイパス管５４を介して冷却水ポンプ５２に戻る。このように、冷却水供給管５１は、冷却水通路５０の入口と冷却水通路５０の出口とを燃料電池スタック１０の外部において互いに連結することにより冷却水の循環路を形成する。なお、図１に示される実施例では、冷却水ポンプ５２は、燃料電池スタック１０の冷却水通路５０の入口とラジエータ

バイパス管 5 4 の出口との間の冷却水供給管 5 1 内に配置される。図示しない別の実施例では、冷却水ポンプ 5 2 は、冷却水通路 5 0 の出口とラジエータバイパス管 5 4 の入口との間の冷却水供給管 5 1 内に配置される。

[0020] 更に、冷却水ポンプ 5 2 の出口と冷却水通路 5 0 の入口との間の冷却水供給管 5 1 と、冷却水通路 5 0 の出口とラジエータバイパス管 5 4 の入口との間の冷却水供給管 5 1 とを連結するインタークーラバイパス管 4 5 w が設けられる。上述したインタークーラ 4 5 は、冷却されるべき酸化剤ガスが流通する酸化剤ガス流通路と、冷媒が流通する冷媒流通路とを備えている。この酸化剤ガス流通路は上述の酸化剤ガス供給管 4 1 に連結される。一方、インタークーラ 4 5 の冷媒として燃料電池スタック 1 0 の冷却水が用いられ、冷媒流通路はインタークーラバイパス管 4 5 w に連結される。

[0021] また、図 1 に示される燃料電池システム A には、電動車両の乗員室内の温度を調節する空調装置 6 0 が設けられる。空調装置 6 0 には、熱媒体を循環させる熱媒体循環管 6 1 が設けられ、熱媒体循環管 6 1 内には、熱媒体を送出する熱媒体ポンプ 6 2 と、熱媒体を加熱する電気ヒータ 6 3 と、空調用の空気と熱媒体とを互いに熱交換させる熱交換器 6 4 と、が配置される。熱交換器 6 4 は、熱媒体が流通する熱媒体流通路と、空調用の空気が流通する空気流通路 6 4 a とを有しており、熱媒体流通路は熱媒体循環管 6 1 に連結される。一方、空気流通路 6 4 a の入口はブロワ 6 6 に連結され、空気流通路 6 4 a の出口は乗員室に連結される。更に、図 1 に示される燃料電池システム A は、サーモスタット弁 5 5 を封密に囲むように設けられた筐体 5 6 を備える。言い換えると、サーモスタット弁 5 5 は筐体 5 6 内に收容される。この筐体 5 6 は熱媒体循環管 6 1 内に配置され、したがって筐体 5 6 内は熱媒体で満たされる。図 1 に示される実施例では、空調装置 6 0 の熱媒体は水から構成される。

[0022] 更に、図 1 に示される燃料電池システム A では、冷却水供給管 5 1 と空調装置 6 0 とが互いに連通可能になっている。すなわち、冷却水供給管 5 1 との熱媒体循環管 6 1 とが、一方では、連通管 6 1 a 及び電磁式の三方弁 6 5

を介して、他方では連通管 6 1 b を介して、互いに連結される。この場合、三方弁 6 5 は、例えば筐体 5 6 の出口と熱媒体ポンプ 6 2 の入口との間の熱媒体循環管 6 1 に配置される。三方弁 6 5 は熱媒体ポンプ 6 2 に到る熱媒体循環管 6 1 を、一方では連通管 6 1 a を介して、燃料電池スタック 1 0 の冷却水通路 5 0 の出口とラジエータバイパス管 5 4 の入口との間の冷却水供給管 5 1 に連結し、他方では熱媒体循環管 6 1 を介して筐体 5 6 の出口に連結する。また、筐体 5 6 の出口と三方弁 6 5 との間の熱媒体循環管 6 1 と、冷却水通路 5 0 の出口とラジエータバイパス管 5 4 の入口との間の冷却水供給管 5 1 とが連通管 6 1 b により互いに連結される。

[0023] 図 2 (A) は冷却水供給管 5 1 と空調装置 6 0 とが互いに遮断されている場合を示している。この場合、三方弁 6 5 は連通管 6 1 a と熱媒体循環管 6 1 の間の連通を遮断し、筐体 5 6 から熱媒体ポンプ 6 2 への熱媒体流れを許容する。したがって、この場合に熱媒体ポンプ 6 2 が作動されると、熱媒体ポンプ 6 2 から吐出された熱媒体は電気ヒータ 6 3 内、熱交換器 6 4 内、及び筐体 5 6 内を順次流通して熱媒体ポンプ 6 2 に戻る。一方、冷却水供給管 5 1 内の冷却水は熱媒体循環管 6 1 内に流入することなく、サーモスタット弁 5 5 に向かう。これに対し、図 2 (B) は冷却水供給管 5 1 と空調装置 6 0 とが互いに連通されている場合を示している。この場合、三方弁 6 5 は筐体 5 6 から熱媒体ポンプ 6 2 への熱媒体流れを遮断し、連通管 6 1 a を介して冷却水供給管 5 1 と熱媒体循環管 6 1 とを連通する。したがって、この場合には、冷却水供給管 5 1 内の冷却水の少なくとも一部が連通管 6 1 a 及び三方弁 6 5 を介して熱媒体循環管 6 1 内に流入し、次いで熱媒体ポンプ 6 2 内、電気ヒータ 6 3 内、熱交換器 6 4 内、及び筐体 5 6 内を順次流通し、次いで連通管 6 1 b を介して冷却水供給管 5 1 に戻る。この場合、熱媒体ポンプ 6 2 を作動させなくても、熱媒体循環管 6 1 内を冷却水が流通しうる。図示しない別の実施例では、ラジエータバイパス管 5 4 の出口と冷却水通路 5 0 の入口との間の冷却水供給管 5 1 と熱媒体循環管 6 1 とが、一方では、連通管 6 1 a 及び三方弁 6 5 を介して、他方では連通管 6 1 b を介して、互い

に連結される。いずれの実施例でも、冷却水供給管 5 1 内の冷却水流れに関し、連通管 6 1 a の入口は連通管 6 1 b の出口よりも上流に設けられる。

[0024] 乗員室内の温度を高めるべきときに冷却水供給管 5 1 内の冷却水の温度が予め定められた設定水温よりも低いときには、冷却水供給管 5 1 と熱媒体循環管 6 1 とを互いに遮断するように三方弁 6 5 が制御されると共に、熱媒体ポンプ 6 2、電気ヒータ 6 3、及びブロワ 6 6 が作動される。その結果、熱媒体ポンプ 6 2 から吐出された熱媒体が電気ヒータ 6 3 により加熱され、加熱された熱媒体によりブロワ 6 6 からの空気が熱交換器 6 4 において加熱され、加熱された空気が乗員室内に送られる。これに対し、乗員室内の温度を高めるべきときに冷却水供給管 5 1 内の冷却水の温度が設定水温よりも高いときには、冷却水供給管 5 1 と熱媒体循環管 6 1 とを互いに連通するように三方弁 6 5 が制御されると共に、熱媒体ポンプ 6 2 及び電気ヒータ 6 3 が停止され、ブロワ 6 6 が作動される。その結果、冷却水供給管 5 1 から熱媒体循環管 6 1 内に高温の冷却水が流入する。この高温の冷却水によりブロワ 6 6 からの空気が熱交換器 6 4 において加熱され、加熱された空気が乗員室内に送られる。この場合、冷却水は熱媒体として作用する。このようにすると、熱媒体ポンプ 6 2 及び電気ヒータ 6 3 を作動させることなく、乗員室内の温度を高めることができ、冷却水のもつ熱エネルギーを有効に利用することができる。なお、上述の設定水温は乗員室内に送られる空気の目標温度に応じて設定される。

[0025] 電子制御ユニット 8 0 はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス 8 1 によって互いに接続された ROM（リードオンリメモリ）8 2、RAM（ランダムアクセスメモリ）8 3、CPU（マイクロプロセッサ）8 4、入力ポート 8 5 及び出力ポート 8 6 を具備する。燃料電池スタック 1 0 の冷却水通路 5 0 の入口には冷却水の温度を検出する温度センサ 7 0 が取り付けられる。燃料電池スタック 1 0 の冷却水通路 5 0 の出口には冷却水の温度を検出する温度センサ 7 1 が取り付けられる。ラジエータバイパス管 5 4 と冷却水ポンプ 5 2 との間の冷却水供給管 5 1 には冷却水の温度を検出する温度セン

サ 7 2 が取り付けられる。サーモスタット弁 5 5 を囲む筐体 5 6 又はサーモスタット弁 5 5 にはサーモスタット弁 5 5 の温度を検出する温度センサ 7 3 が取り付けられる。ラジエータ 5 3 周り、例えばラジエータ 5 3 の出口近傍の冷却水供給管 5 1 には冷却水の導電率を測定する導電率センサ 7 4 が取り付けられる。ラジエータバイパス管 5 4 と燃料電池スタック 1 0 との間の冷却水供給管 5 1 には冷却水の導電率を測定する導電率センサ 7 5 が取り付けられる。また、外気温を検出する温度センサ 7 6 が設けられる。温度センサ 7 0, 7 1, 7 2, 7 3, 7 6 及び導電率センサ 7 4, 7 5 の出力信号は対応する A/D 変換器 6 7 を介して入力ポート 8 5 に入力される。一方、出力ポート 8 6 は対応する駆動回路 8 8 を介して遮断弁 3 3、レギュレータ 3 4、燃料ガスインジェクタ 3 5、アノードオフガス制御弁 3 7、コンプレッサ 4 4、カソードオフガス制御弁 4 7、スタックバイパス制御弁 4 8、冷却水ポンプ 5 2、熱媒体ポンプ 6 2、電気ヒータ 6 3、及び三方弁 6 5 に電氣的に接続される。

[0026] 図 1 に示される燃料電池システム A では、サーモスタット弁 5 5 の開度はサーモスタット弁 5 5 の温度に対してヒステリシス特性を有する。図 3 は、図 1 に示される実施例のサーモスタット弁 5 5 の開度（以下、サーモスタット弁開度という。）VOD とサーモスタット弁 5 5 の温度（以下、サーモスタット弁温度という。）TV との関係を示している。サーモスタット弁温度 TV が開弁終了温度 TVOP E よりも高いときには、サーモスタット弁開度 VOD は 100% であり、すなわちサーモスタット弁 5 5 は全開状態にある。なお、サーモスタット弁 5 5 が全開状態にあるときには、冷却水の全量がラジエータ 5 3 に供給される。一方、サーモスタット弁 5 5 が全閉状態にあるときには、冷却水の全量がラジエータバイパス管 5 4 に供給される。サーモスタット弁開度 VOD が全開と全閉との間の中間開度にあるときには、冷却水の一部がラジエータ 5 3 に供給され、残りがラジエータバイパス管 5 4 に供給される。

[0027] サーモスタット弁開度 VOD が 100% の状態からサーモスタット弁温度

TVが低下すると、サーモスタット弁温度TVが閉弁開始温度TVCLSよりも高い間は、サーモスタット弁開度VODは100%に保持される。次いで、サーモスタット弁温度TVが閉弁開始温度TVCLSになるとサーモスタット弁55が閉弁し始め、すなわちサーモスタット弁開度VODが減少し始める。次いで、サーモスタット弁温度TVが閉弁終了温度TVCLE (< TVCLS) になると、サーモスタット弁開度VODが0%になり、すなわち全閉状態となる。サーモスタット弁温度TVが閉弁終了温度TVCLEよりも低いときには、サーモスタット弁開度VODは0%に維持される。

[0028] 一方、サーモスタット弁開度VODが0%の状態からサーモスタット弁温度TVが上昇すると、サーモスタット弁温度TVが開弁開始温度TVOPSよりも低い間は、サーモスタット弁開度VODは0%に保持される。次いで、サーモスタット弁温度TVが開弁開始温度TVOPSになるとサーモスタット弁55が開弁し始め、すなわちサーモスタット弁開度VODが増大し始める。次いで、サーモスタット弁温度TVが開弁終了温度TVOPE (> TVOPS) になると、サーモスタット弁開度VODが100%になり、すなわち全開状態となる。図3に示される例では、サーモスタット弁温度TVが低下する場合にはサーモスタット弁温度TVが閉弁開始温度TVCLSから閉弁終了温度TVCLEまでのときにサーモスタット弁開度VODが中間開度となり、サーモスタット弁温度TVが上昇する場合にはサーモスタット弁温度TVが開弁開始温度TVOPSから開弁終了温度TVOPEまでのときにサーモスタット弁開度VODが中間開度となる。なお、図示しない別の実施例では、閉弁開始温度TVCLSと閉弁終了温度TVCLEとが等しく設定され、開弁開始温度TVOPSと開弁終了温度TVOPEとが等しく設定される。この場合、サーモスタット弁開度VODはステップ状に変化し、中間開度とならない。図示しない更に別の実施例では、サーモスタット弁開度はヒステリシス特性を有さない。すなわち、閉弁終了温度TVCLEと開弁開始温度TVOPSとが等しく設定され、閉弁開始温度TVCLSと開弁終了温度TVOPEとが等しく設定される。

[0029] このようにサーモスタット弁開度  $VOD$  はサーモスタット弁温度  $TV$  に応じて定まる。図 1 に示される燃料電池システム A では、サーモスタット弁 55 は筐体 56 内に收容されており、したがってサーモスタット弁温度  $TV$  は、サーモスタット弁 55 の内部を流れる流体の温度と、筐体 56 内の熱媒体の温度とに応じて定まる。詳しく説明すると、空調装置 60 が停止されしたがって筐体 56 内に熱媒体の流れがないときには、サーモスタット弁温度  $TV$  は主として、サーモスタット弁 55 内部を流れる冷却水の温度に応じて定まる。これに対し、空調装置 60 が作動されしたがって筐体 56 内に熱媒体の流れがあるときには、サーモスタット弁温度  $TV$  は、サーモスタット弁 55 内部を流れる冷却水の温度と、筐体 56 内の熱媒体の温度とに応じて定まる。

[0030] 筐体 56 内の熱媒体の温度は空調装置 60 により制御することができる。具体的には、電気ヒータ 63 を作動させつつ熱媒体ポンプ 62 を作動させると、高温の熱媒体が筐体 56 内に供給され、したがって筐体 56 内の熱媒体の温度が上昇される。これに対し、電気ヒータ 63 を停止しつつ熱媒体ポンプ 62 を作動させると、低温、すなわち外気温程度の熱媒体が筐体 56 内に供給され、したがって筐体 56 内の熱媒体の温度が低下される。

[0031] 空調装置 60 により筐体 56 内の熱媒体の温度が上昇され、それによりサーモスタット弁温度  $TV$  が例えば開弁終了温度  $TV_{OPE}$  よりも高い温度まで上昇されると、サーモスタット弁 55 内部を流れる冷却水の温度が低くても、サーモスタット弁 55 が全開にされる ( $VOD = 100\%$ )。あるいは、空調装置 60 により筐体 56 内の熱媒体の温度が低下され、それによりサーモスタット弁温度  $TV$  が例えば閉弁終了温度  $TV_{CLE}$  (例えば  $50^{\circ}\text{C}$ ) よりも低い温度まで低下されると、サーモスタット弁 55 内部を流れる冷却水の温度が高くても、サーモスタット弁 55 が全閉にされる ( $VOD = 0\%$ )。このように、空調装置 60 により筐体 56 内の熱媒体の温度を制御することにより、サーモスタット弁開度  $VOD$  が制御される。

[0032] そうすると、図 1 に示される燃料電池システム A では、空調装置 60 によ

り筐体 5 6 内の熱媒体の温度を制御することによりサーモスタット弁温度  $T_V$  を調節し、それによりサーモスタット弁開度  $VOD$  を調節し、それによりラジエータ 5 3 に供給される冷却水量とラジエータバイパス管 5 4 ないしイオン交換器 5 8 内に供給される冷却水量とを制御できる、ということになる。この点、電動車両が一般的に空調装置を備えていることを考えると、追加の構成を必要とすることなく、サーモスタット弁温度  $T_V$  ないしサーモスタット弁開度  $VOD$  を制御できる。また、一般に、空調装置 6 0 内を循環する熱媒体の量は、冷却水供給管 5 1 内を循環する冷却水の量よりも少ない。したがって、空調装置 6 0 によりサーモスタット弁温度  $T_V$  を制御すると、サーモスタット弁開度  $VOD$  を応答性よく制御できる。

[0033] さて、燃料電池スタック 1 0 で発電すべきときには遮断弁 3 3 及び燃料ガスインジェクタ 3 5 が開弁され、水素ガスが燃料電池スタック 1 0 に供給される。また、コンプレッサ 4 4 が駆動され、空気が燃料電池スタック 1 0 に供給される。その結果、燃料電池単セルにおいて電気化学反応 ( $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ ,  $(1/2)O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$ ) が起こり、電気エネルギーが発生される。この発生された電気エネルギーはモータジェネレータ 1 3 に送られる。その結果、モータジェネレータ 1 3 が車両駆動用の電気モータとして作動され、電動車両が駆動される。一方、例えば車両制動時にはモータジェネレータ 1 3 が回生装置として作動し、このとき回生された電気エネルギーは蓄電器 1 4 に蓄えられる。

[0034] 図 1 に示される燃料電池システム A では、燃料電池スタック 1 0 の温度を表す冷却水温が予め設定された目標温度範囲内に維持されるように冷却水ポンプ 5 2 からの冷却水量が制御される。具体的には、温度センサ 7 1 で検出される冷却水温を予め設定された目標温度範囲内に維持するのに必要な冷却水量、すなわち目標冷却水量が算出される。次いで、冷却水ポンプ 5 2 から吐出される冷却水量が目標冷却水量になるように、冷却水ポンプ 5 2 が制御される。

[0035] 次に、本発明による第 1 実施例を説明する。サーモスタット弁開度  $VOD$

が100%よりも小さいときには、冷却水の少なくとも一部がラジエータバイパス管54内に流入し、ラジエータバイパス管54内に流入した冷却水の一部がイオン交換器58内に流入する。したがって、冷却水の導電率が低下される。ところが、例えば、電動車両が長い上り坂を登っているときには、長時間に亘り冷却水の温度が高く維持される。その結果、長時間に亘り、サーモスタット弁開度VODが100%に維持され、冷却水がラジエータバイパス管54ないしイオン交換器58に導かれぬおそれがある。その結果、導電率が過度に高くなるおそれがある。

[0036] そこで本発明による第1実施例では、サーモスタット弁開度VODが100%でありかつ冷却水の導電率が閾値を越えたときには、空調装置60によりサーモスタット弁温度TVを一時的に低下させてサーモスタット弁開度VODを一時的に低下させ、それにより冷却水がラジエータバイパス管54ないしイオン交換器58に導かれるようにしている。このことを、図4を参照しながら説明する。

[0037] 図4においてXは、サーモスタット弁温度TVが開弁終了温度TVOPよりも高い状態、すなわちサーモスタット弁開度VODが100%の状態を示している。この状態では、冷却水の全量がラジエータ53へ供給され、冷却水はイオン交換器58のあるラジエータバイパス管54へは供給されていない。したがって、導電率センサ75により検出される冷却水の導電率CNは徐々に増加してゆく。時間t1において、導電率CNが予め設定された閾値CNTHよりも高くなると、空調装置60によるサーモスタット弁開度VODの制御が開始される。すなわち、空調装置60の電気ヒータ63が作動状態にあるときには電気ヒータ63が停止状態に切り換えられ、電気ヒータ63が停止状態にあるときには電気ヒータ63が停止状態に維持される。また、空調装置60が冷却水供給管51から遮断された状態に切り換えられ又は維持される。更に、熱媒体ポンプ62が作動状態に切り換えられ又は維持される。その結果、低温の熱媒体が筐体56内を流れ、したがってサーモスタット弁温度TVが低下し始める。その後、時間t2において、サーモスタ

ット弁温度 $T_V$ が閉弁開始温度 $T_{VCLS}$ に達すると、サーモスタット弁開度 $VOD$ が低下し始める、すなわちサーモスタット弁55が閉弁し始める。それに伴い、冷却水の一部がラジエータバイパス管54ないしイオン交換器58へ流れ始める。それにより、冷却水の導電率 $CN$ が低下し始める。その後、時間 $t_3$ において、サーモスタット弁温度 $T_V$ が閉弁終了温度 $T_{VCLE}$ に達すると、サーモスタット弁開度 $VOD$ が0%になる、すなわちサーモスタット弁55が全閉状態になる。それに伴い、冷却水の全量がラジエータバイパス管54ないしイオン交換器58へ流れる。それにより、冷却水の導電率 $CN$ は更に低下する。その後、時間 $t_4$ において、冷却水の導電率 $CN$ が閾値 $CN_{TH}$ 以下になると、空調装置60によるサーモスタット弁開度 $VOD$ の制御が終了され、復帰処理が行われる。すなわち、電気ヒータ63が作動状態に戻され、又は停止状態に維持される。また、空調装置60が冷却水供給管51に接続された状態に戻され、又は冷却水供給管51から遮断された状態に維持される。更に、熱媒体ポンプ62が停止状態に戻され、又は作動状態に維持される。その結果、サーモスタット弁温度 $T_V$ は、サーモスタット弁55内部を流れる冷却水により徐々に上昇する。その後、時間 $t_5$ において、サーモスタット弁温度 $T_V$ が開弁開始温度 $T_{VOPS}$ に達すると、サーモスタット弁開度 $VOD$ が増加し始める、すなわちサーモスタット弁55が開弁し始める。それに伴い、冷却水の一部がラジエータ53へ流れ始める。その結果、冷却水の温度がラジエータ53により低下される。その後、時間 $t_6$ において、サーモスタット弁温度 $T_V$ が開弁終了温度 $T_{VOPE}$ に達すると、サーモスタット弁開度 $VOD$ が100%に戻る、すなわちサーモスタット弁55が全開状態に戻る。それに伴い、冷却水の全量がラジエータ53へ流れる。

[0038] このように、本発明による第1実施例では、冷却水供給管51を通る冷却水の温度が高いときであっても、空調装置60によりサーモスタット弁温度 $T_V$ を一時的に低下させ、サーモスタット弁開度 $VOD$ を一時的に低下させることができる。その結果、ラジエータバイパス管54のイオン交換器58

へ冷却水を供給することができ、したがって冷却水の導電率が過度に高くなるのを阻止することができる。

[0039] 図5は、本発明による第1実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは一定時間ごとの割り込みによって実行される。

図5を参照すると、ステップ100では冷却水の導電率 $CN$ が閾値 $CNTH$ よりも高いか否かが判別される。 $CN > CNTH$ のときにはプロセスはステップ101へ進み、 $CN \leq CNTH$ のときにはプロセスは終了する。ステップ101ではサーモスタット弁温度 $TV$ が開弁終了温度 $TVOP$ 以上か否かが判別される。 $TV \geq TVOP$ のときにはプロセスはステップ102へ進み、 $TV < TVOP$ のときにはプロセスは終了する。ステップ102では電気ヒータ63が停止状態に切り換えられ又は維持される。続くステップ103では、空調装置60と冷却水供給管51とが遮断状態に切り換えられ又は維持される。続くステップ104では熱媒体ポンプ62が作動状態に切り換えられ又は維持される。続くステップ105では冷却水の導電率 $CN$ が閾値 $CNTH$ 以下か否かが判別される。 $CN \leq CNTH$ のときにはプロセスはステップ106へ進み、 $CN > CNTH$ のときにはプロセスはステップ105へ戻る。ステップ106では上述した復帰処理が行われる。

[0040] 次に、本発明による第2実施例を説明する。以下では、本発明による第1実施例との相違点について説明する。

上述した本発明による第1実施例では、空調装置60により、サーモスタット弁開度 $VOD$ が0%になるように、すなわちサーモスタット弁55が全閉になるように、サーモスタット弁温度 $TV$ が制御される。この場合、冷却水がラジエータ53へ一時的に供給されなくなるので、冷却水の温度が過度に高くなるおそれがある。

[0041] そこで、本発明による第2実施例では、空調装置60によりサーモスタット弁開度 $VOD$ を制御すべきときには、サーモスタット弁開度 $VOD$ が中間開度、すなわち0%よりも大きく100%よりも小さい開度になるように、サーモスタット弁温度 $TV$ が制御される。その結果、冷却水の一部が継続し

てラジエータ53内に流入する。したがって、冷却水の温度が過度に高くなるのが阻止されつつ、冷却水の導電率が過度に高くなるのが阻止される。

[0042] ここで、サーモスタット弁開度VODの変化について図6を参照して説明する。サーモスタット弁開度VODがいったん100%になると、サーモスタット弁開度VODが0%になるまでは、サーモスタット弁開度VODは図6の実線Aに沿って変化する。すなわち、サーモスタット弁温度TVが閉弁終了温度TVCLEよりも高いときには、サーモスタット弁温度TVが上昇し又は低下しても、サーモスタット弁開度VODは100%に維持される。サーモスタット弁温度TVが閉弁終了温度TVCLEよりも低く閉弁終了温度TVCLEよりも高いときには、サーモスタット弁温度TVが低下するにつれてサーモスタット弁開度VODは小さくなる。一方、サーモスタット弁開度VODがいったん0%になると、サーモスタット弁開度VODが100%になるまでは、サーモスタット弁開度VODは図6の実線Bに沿って変化する。すなわち、サーモスタット弁温度TVが開弁開始温度TVOPSよりも低いときには、サーモスタット弁温度TVが上昇し又は低下しても、サーモスタット弁開度VODは0%に維持される。サーモスタット弁温度TVが開弁開始温度TVOPSよりも高く開弁終了温度TVOPEよりも低いときには、サーモスタット弁温度TVが上昇するにつれてサーモスタット弁開度VODは大きくなる。

[0043] そうすると、サーモスタット弁温度TVの履歴から、サーモスタット弁開度VODが実線Aに沿って変化しているのか、実線Bに沿って変化しているのかがわかり、更に、実線A又は実線Bとサーモスタット弁温度TVとから現在のサーモスタット弁開度VODを推定することができる。図6に示されるサーモスタット弁開度VODとサーモスタット弁温度TVとの関係は、マップの形でROM62内に予め記憶されている。

[0044] 図7を参照して本発明による第2実施例を更に説明する。図7においてXは、サーモスタット弁温度TVが開弁終了温度TVOPEよりも高い状態、すなわちサーモスタット弁開度VODが100%の状態を示している。この

状態では、冷却水の導電率 $C_N$ は徐々に増加してゆく。時間 $t_{11}$ において、導電率 $C_N$ が予め設定された閾値 $C_{NTH}$ よりも高くなると、第1実施例と同様に、空調装置60によるサーモスタット弁開度 $VOD$ の制御が開始される。ただし、第2実施例では、サーモスタット弁開度 $VOD$ が図6のマップを用いて推定され、サーモスタット弁開度 $VOD$ が目標開度 $VODT$ （例えば40%から60%の範囲）に維持されるように、サーモスタット弁温度 $TV$ が制御され、そのために熱媒体ポンプ62の回転数 $RP$ 、すなわち熱媒体ポンプ62から吐出される熱媒体量が制御される。その後、時間 $t_{12}$ において、サーモスタット弁温度 $TV$ が閉弁開始温度 $TVCLS$ に達すると、サーモスタット弁開度 $VOD$ が低下し始める。それに伴い、冷却水の一部がラジエータバイパス管54へ流れ始める。それにより、冷却水の導電率 $C_N$ が減少し始める。この場合、残りの冷却水がラジエータ53内に流入し続ける。したがって、冷却水の温度が過度に高くなるのが阻止される。その後、時間 $t_{13}$ において、冷却水の導電率 $C_N$ が閾値 $C_{NTH}$ 以下になると、空調装置60によるサーモスタット弁開度 $VOD$ の制御が終了され、復帰処理が行われる。その後、時間 $t_{14}$ において、サーモスタット弁温度 $TV$ が温度 $TVCLS$ に達すると、サーモスタット弁開度 $VOD$ が100%に戻る。

[0045] 図8は、本発明による第2実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは次の点で図5に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ104からステップ110に進み、サーモスタット弁開度 $VOD$ の制御ルーチンが実行される。このルーチンは図9に示されている。続くステップ105では冷却水の導電率 $C_N$ が閾値 $C_{NTH}$ 以下か否かが判別される。 $C_N \leq C_{NTH}$ のときにはプロセスはステップ106へ進み、 $C_N > C_{NTH}$ のときにはプロセスはステップ110へ戻る。

[0046] 図9は、サーモスタット弁開度 $VOD$ の制御ルーチンを示している。

図9を参照すると、ステップ111では、図6のマップを参照し、サーモスタット弁温度 $TV$ に基づいて現在のサーモスタット弁開度 $VOD$ が推定される。続くステップ112では、現在のサーモスタット弁開度 $VOD$ が目標

開度  $VODT$  であるか否かが判別される。現在のサーモスタット弁開度  $VOD$  が目標開度  $VODT$  のときにはプロセスは終了する。現在のサーモスタット弁開度  $VOD$  が目標開度  $VODT$  でないときには、プロセスはステップ 113 へ進む。ステップ 113 では、サーモスタット弁開度  $VOD$  が目標開度  $VODT$  になるように、熱媒体ポンプ 62 の回転数  $PR$  が制御される。具体的には、現在のサーモスタット弁開度  $VOD$  が目標開度  $VODT$  よりも大きいときには、熱媒体ポンプ 62 の回転数が増加され、筐体 56 に送られる熱媒体量が増大される。一方、現在のサーモスタット弁開度  $VOD$  が目標開度  $VODT$  よりも小さいときには、熱媒体ポンプ 62 の回転数が低下され、筐体 56 に送られる熱媒体量が減少される。

[0047] 次に、本発明による第 3 実施例を説明する。以下では、本発明による第 1 実施例との相違点について説明する。

上述した本発明による第 1 実施例では、サーモスタット弁温度  $TV$  が開弁終了温度  $TVOP$  よりも高いと、すなわちサーモスタット弁開度  $VOD$  が 100% であると、空調装置 60 によりサーモスタット弁開度  $VOD$  が一時的に 0% にされ、それにより冷却水がラジエータバイパス管 54 ないしイオン交換器 58 に送られる。逆に言うと、サーモスタット弁開度  $VOD$  が 100% よりも小さいとき、すなわち冷却水の一部がラジエータバイパス管 54 ないしイオン交換器 58 に送られているときには、空調装置 60 によるサーモスタット弁開度  $VOD$  の制御は開始されない。ところが、冷却水の一部がラジエータバイパス管 54 ないしイオン交換器 58 に送られているときであっても、冷却水の導電率  $CN$  が閾値  $CNTH$  を越える場合がある。

[0048] そこで、本発明に第 3 実施例では、現在のサーモスタット弁開度  $VOD$  を推定し、現在のサーモスタット弁開度  $VOD$  が、100% よりも小さく設定された開度  $VODU$  よりも大きいときに、空調装置 60 によりサーモスタット弁開度  $VOD$  を一時的に 0% にしている。その結果、冷却水の一部がラジエータバイパス管 54 ないしイオン交換器 58 に送られているときであっても、空調装置 60 によるサーモスタット弁開度  $VOD$  の制御が行われる。

[0049] 図10は、本発明による第3実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは次の点で図5に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ100において $CN > CN_{TH}$ のときにはプロセスはステップ101aへ進む。ステップ101aでは、図6の関係を示すマップを用いて現在のサーモスタット弁開度 $VOD$ が推定される。次いでステップ101bに進み、現在のサーモスタット弁開度 $VOD$ が、予め設定された開度 $VOD_U$ 以上か否かが判別される。 $VOD \geq VOD_U$ のときにはステップ102に進み、 $VOD < VOD_U$ のときにはプロセスは終了する。

[0050] 次に、本発明による第4実施例を説明する。以下では、本発明による第3実施例との相違点について説明する。

本発明による第4実施例では、本発明による第2実施例と同様に、空調装置60によりサーモスタット弁開度 $VOD$ を制御すべきときには、サーモスタット弁開度 $VOD$ が中間開度の目標開度 $VOD_T$ になるように、サーモスタット弁温度 $TV$ が制御される。その結果、第4実施例でも、冷却水の温度が過度に高くなるのが阻止されつつ、冷却水の導電率が過度に高くなるのが阻止される。

[0051] 図11は、本発明による第4実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは次の点で図10に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ104からステップ110に進み、サーモスタット弁開度 $VOD$ の制御ルーチンが実行される。このルーチンは図9に示されている。続くステップ105では冷却水の導電率 $CN$ が閾値 $CN_{TH}$ 以下か否かが判別される。 $CN \leq CN_{TH}$ のときにはプロセスはステップ106へ進み、 $CN > CN_{TH}$ のときにはプロセスはステップ110へ戻る。

[0052] 次に、本発明による第5実施例を説明する。以下では、本発明による第1実施例との相違点について説明する。

例えば燃料電池システムAの停止中には、冷却水ポンプ52は停止され、したがって冷却水供給管51内、ラジエータ53内、ラジエータバイパス管54内の冷却水流れは停止される。このような燃料電池システムAの停止中

に、ラジエータ 5 3 から冷却水中にイオンが溶出し、それによって冷却水の導電率が高くなる場合がある。ところが、次いで燃料電池システム A が再始動されたときに、サーモスタット弁温度 T V が閉弁終了温度 T V C L E よりも低く、したがってサーモスタット弁開度 V O D が 0 % のときには、冷却水の全量がラジエータバイパス管 5 4 内に送られる。すなわち、ラジエータ 5 3 に冷却水が流入せず、したがってラジエータ 5 3 周りには導電率が高い冷却水が滞留し続けることになる。次いで、冷却水の温度が上昇することによりサーモスタット弁温度 T V が開弁開始温度 T V O P S になって冷却水の一部がラジエータ 5 3 に送られると、導電率が高い冷却水が一気に冷却水供給管 5 1 内に流出するおそれがある。

[0053] そこで、本発明による第 5 実施例では、サーモスタット弁開度 V O D が 0 % でありかつラジエータ 5 3 周りの冷却水の導電率が閾値よりも高いときには、空調装置 6 0 によりサーモスタット弁温度 T V を一時的に上昇させてサーモスタット弁開度 V O D を一時的に増大させ、それにより冷却水がラジエータ 5 3 内を流通するようにしている。このことを、図 1 2 を参照しながら説明する。

[0054] 図 1 2 において X は、サーモスタット弁温度 T V が閉弁開始温度 T V C L S よりも低い状態、すなわちサーモスタット弁開度 V O D が 0 % の状態であり、かつ、導電率センサ 7 5 により検出されるラジエータ 5 3 周りの冷却水の導電率 C N R が予め設定された閾値 C N R T H よりも高い状態を示している。この状態では、冷却水の全量がラジエータバイパス管 5 4 へ供給され、冷却水はラジエータ 5 3 へ供給されていない。時間 t 2 1 において、燃料電池システム A の作動が開始され、導電率 C N R が閾値 C N R T H を越えてえていることが検知されると、空調装置 6 0 によるサーモスタット弁開度 V O D の制御が開始される。すなわち、空調装置 6 0 の電気ヒータ 6 3 が作動状態に切り換えられ又は維持される。また、空調装置 6 0 が冷却水供給管 5 1 から遮断された状態に切り換えられ又は維持される。更に、熱媒体ポンプ 6 2 が作動状態に切り換えられ又は維持される。その結果、低温の熱媒体が筐

体56内を流れ、したがってサーモスタット弁温度TVが上昇し始める。その後、時間t22において、サーモスタット弁温度TVが開弁開始温度TVOPSに達すると、サーモスタット弁開度VODが増大し始める、すなわちサーモスタット弁55が開弁し始める。それに伴い、冷却水の一部がラジエータ53へ供給され始める。それにより、ラジエータ53冷却水が流出する。したがって、ラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRが低下し始める。その後、時間t23において、サーモスタット弁温度TVが開弁終了温度TVOPEに達すると、サーモスタット弁開度VODが100%になる。それに伴い、冷却水の全量がラジエータ53へ供給される。それにより、ラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRは更に低下する。その後、時間t24において、ラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRが閾値CNRTH以下になると、空調装置60によるサーモスタット弁開度VODの制御が終了され、復帰処理が行われる。すなわち、電気ヒータ63が停止状態に戻され、又は作動状態に維持される。また、空調装置60が冷却水供給管51に接続された状態に戻され、又は冷却水供給管51から遮断された状態に維持される。更に、熱媒体ポンプ62が停止状態に戻され、又は作動状態に維持される。その結果、サーモスタット弁温度TVは、サーモスタット弁55内部を流れる冷却水により徐々に低下する。その後、時間t25において、サーモスタット弁温度TVが閉弁開始温度TVCLSに達すると、サーモスタット弁開度VODが低下し始める。それに伴い、冷却水の一部がラジエータバイパス管54ないしイオン交換器58へ流れ始める。その後、時間t26において、サーモスタット弁温度TVが温度TVCLEに達すると、サーモスタット弁開度VODが0%になる。それに伴い、冷却水の全量がラジエータバイパス管54へ流れる。なお、ラジエータ53から流出した、導電率の高い冷却水は次いでイオン交換器58に送られ、したがって冷却水の導電率が低下される。

[0055] このように、本発明による第5実施例では、冷却水供給管51を通る冷却水の温度が低いときであっても、空調装置60によりサーモスタット弁温度

TVを一時的に上昇させ、サーモスタット弁開度VODを一時的に増大させることができる。その結果、冷却水がラジエータ53へ供給され、したがってラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRが高く維持されるのが阻止される。

[0056] 図13は、本発明による第5実施例の冷却水の導電率の制御ルーチンを示している。このルーチンは一定時間ごとの割り込みによって実行される。

図13を参照すると、ステップ200ではラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRが閾値CNRTHより高いか否かが判別される。 $CNR > CNRTH$ のときにはプロセスはステップ201へ進み、 $CNR \leq CNRTH$ のときにはプロセスは終了する。ステップ201ではサーモスタット弁温度TVが閉弁終了温度TVCLE以下か否かが判別される。 $TV \leq TVCLE$ のときにはプロセスはステップ202へ進み、 $TV > TVCLE$ のときにはプロセスは終了する。ステップ202では電気ヒータ63が作動状態に切り換えられ又は維持される。続くステップ203では、空調装置60と冷却水供給管51とが遮断状態に切り換えられ又は維持される。続くステップ204では熱媒体ポンプ62が作動状態に切り換えられ又は維持される。続くステップ205ではラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRが閾値CNRTH以下か否かが判別される。 $CNR \leq CNRTH$ のときにはプロセスはステップ206へ進み、 $CNR > CNRTH$ のときにはプロセスはステップ205へ戻る。ステップ206では上述した復帰処理が行われる。

[0057] 次に、本発明による第6実施例を説明する。以下では、本発明による第5実施例との相違点について説明する。

上述した本発明による第5実施例では、空調装置60により、サーモスタット弁開度が100%になるように、すなわちサーモスタット弁55が全開になるように、サーモスタット弁温度TVが制御される。この場合、冷却水がラジエータバイパス管54ないしイオン交換器58へ供給されなくなるので、サーモスタット弁55が全開である間は、冷却水供給管51内を流れる冷却水全体の導電率を低下させることができない。すなわち、冷却水全体の

導電率が高く維持されるおそれがある。

[0058] そこで、本発明による第6実施例では、空調装置60によりサーモスタット弁開度VODを制御すべきときには、サーモスタット弁開度VODが中間開度になるようにサーモスタット弁温度TVが制御される。その結果、冷却水全体の導電率が速やかに低下される。

[0059] 図14は、本発明による第6実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは次の点で図13に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ204からステップ210に進み、サーモスタット弁開度VODの制御ルーチンが実行される。このルーチンは図9に示されている。続くステップ205ではラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRが閾値CNRTH以下か否かが判別される。 $CNR \leq CNRTH$ のときにはプロセスはステップ206へ進み、 $CNR > CNRTH$ のときにはプロセスはステップ210へ戻る。

[0060] 次に、本発明による第7実施例を説明する。以下では、本発明による第5実施例との相違点について説明する。

上述した本発明による第5実施例では、サーモスタット弁温度TVが閉弁終了温度TVCLEよりも低いと、すなわちサーモスタット弁開度VODが0%であると、空調装置60によりサーモスタット弁開度VODが一時的に100%にされ、それにより冷却水がラジエータ53に送られる。逆に言うと、サーモスタット弁開度VODが100%よりも小さいとき、すなわち冷却水の一部がラジエータ53に送られているときには、空調装置60によるサーモスタット弁開度VODの制御は開始されない。ところが、冷却水の一部がラジエータ53に送られているときであっても、ラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRが閾値CNRTHを越える場合がある。

[0061] そこで、本発明に第7実施例では、現在のサーモスタット弁開度VODを推定し、現在のサーモスタット弁開度VODが、0%よりも大きく設定された開度VODLよりも小さいときに、空調装置60によりサーモスタット弁開度VODを一時的に100%にしている。その結果、冷却水の一部がラジ

エータ 53 に送られているときであっても、空調装置 60 によるサーモスタット弁開度  $VOD$  の制御が行われる。

[0062] 図 15 は、本発明による第 7 実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは次の点で図 13 に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ 200 において  $CNR > CNR_{TH}$  のときにはプロセスはステップ 201a へ進む。ステップ 201a では、図 6 の関係を示すマップを用いて現在のサーモスタット弁開度  $VOD$  が推定される。次いでステップ 201b に進み、現在のサーモスタット弁開度  $VOD$  が、予め設定された開度  $VOD_U$  以上か否かが判別される。 $VOD \geq VOD_U$  のときにはステップ 202 に進み、 $VOD < VOD_U$  のときにはプロセスは終了する。

[0063] 次に、本発明による第 8 実施例を説明する。以下では、本発明による第 7 実施例との相違点について説明する。

本発明による第 8 実施例では、本発明による第 6 実施例と同様に、空調装置 60 によりサーモスタット弁開度  $VOD$  を制御すべきときには、サーモスタット弁開度  $VOD$  が中間開度の目標開度  $VOD_T$  になるように、サーモスタット弁温度  $TV$  が制御される。その結果、第 8 実施例でも、冷却水全体の導電率が速やかに低下される。

[0064] 図 16 は、本発明による第 8 実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは次の点で図 15 に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ 204 からステップ 210 に進み、サーモスタット弁開度  $VOD$  の制御ルーチンが実行される。このルーチンは図 9 に示されている。続くステップ 205 ではラジエータ 53 周りの冷却水の導電率  $CNR$  が閾値  $CNR_{TH}$  以下か否かが判別される。 $CNR \leq CNR_{TH}$  のときにはプロセスはステップ 206 へ進み、 $CNR > CNR_{TH}$  のときにはプロセスはステップ 210 へ戻る。

[0065] 次に、本発明による第 9 の実施例を説明する。以下では、本発明による第 5 実施例との相違点について説明する。

図 1 に示される燃料電池システム A では、燃料電池システム A が起動され

ると冷却水ポンプ52が作動され、燃料電池システムAが作動している間は継続して冷却水ポンプ52が作動される。その結果、燃料電池システムAが作動している間は、継続して、サーモスタット弁55内を冷却水が流通する。

[0066] 一方、上述した本発明による第5実施例では、空調装置60によりサーモスタット弁温度TVを上昇させ、それによりサーモスタット弁開度VODを増大させるようにしている。ところが、サーモスタット弁55内を流通する冷却水の温度がかなり低いときには、熱媒体によりサーモスタット弁55に与えられた熱が冷却水により持ち去られるので、サーモスタット弁温度TVを上昇させるのが困難になる。

[0067] 一方、例えば、外気温が低いときには、燃料電池スタック10が外気によって冷却されうるので、燃料電池スタック10を冷却水により冷却する必要性が低い。また、例えば、燃料電池スタック10の冷却水通路50の出口における冷却水の温度と冷却水通路50の入口における冷却水の温度との差 $\Delta TWD$ が小さいときには、冷却水による燃料電池スタック10の冷却効果は小さい。すなわち、燃料電池スタック10を冷却水により冷却する必要性が低い。

[0068] そこで、本発明による第9実施例では、空調装置60によりサーモスタット弁温度TVを上昇させるべきときに、燃料電池スタック10を冷却水により冷却する必要性が低いと判断されるときには、冷却水ポンプ52から吐出される冷却水量を一時的に減少させ、それによりサーモスタット弁55内を流通する冷却水量を一時的に減少させるようにしている。その結果、サーモスタット弁温度TVを速やかに上昇させることができる。

[0069] 具体的には、外気温TEXが予め設定された下限外気温TEXL（例えば、0℃）以下であり、かつ、上述の温度差 $\Delta TWD$ が予め設定された下限温度差 $\Delta TWDL$ （例えば、7℃）以下のときに、燃料電池スタック10を冷却水により冷却する必要性が低いと判断され、それ以外は燃料電池スタック10を冷却水により冷却する必要性が高いと判断される。

[0070] 図17は、本発明による第9実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは次の点で図13に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ204に続いてステップ220に進み、冷却水ポンプ制御ルーチンが実行される。このルーチンは図18に示されている。次いで、ステップ205に進む。ステップ205ではラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRが閾値CNRTH以下か否かが判別される。 $CNR \leq CNRTH$ のときにはプロセスはステップ206へ進み、 $CNR > CNRTH$ のときにはプロセスはステップ220へ戻る。

[0071] 図18は、冷却水ポンプ制御ルーチンを示している。

図18を参照すると、ステップ221では外気温TEXが予め設定された下限外気温度TEXL以下であるか否かが判別される。 $TEX \leq TEXL$ のときにはプロセスはステップ222へ進む。 $TEX > TEXL$ のときにはプロセスは終了する。ステップ222では温度差 $\Delta TWD$ が下限温度差 $\Delta TWDL$ 以下であるか否かが判別される。 $\Delta TWD \leq \Delta TWDL$ のときにはプロセスはステップ223へ進む。 $\Delta TWD > \Delta TWDL$ のときにはプロセスは終了する。ステップ223では冷却水ポンプ52から吐出される冷却水量が予め設定された低い冷却水量に減少される。図示しない別の実施例では、冷却水量が一定量だけ減少される。

[0072] 次に、本発明による第10実施例を説明する。以下では、本発明による第6実施例との相違点について説明する。

本発明による第10実施例では、本発明による第6実施例において、本発明による第9実施例と同様に、空調装置60によりサーモスタット弁温度TVを上昇させるべきときに、燃料電池スタック10を冷却水により冷却する必要性が低いと判断されるときには、冷却水ポンプ52から吐出される冷却水量を一時的に減少させ、それによりサーモスタット弁55内を流通する冷却水量を一時的に減少させるようにしている。その結果、サーモスタット弁温度TVを速やかに上昇させることができる。

[0073] 図19は、本発明による第10実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示

している。このルーチンは次の点で図 14 に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ 210 に続いてステップ 220 に進み、図 18 に示される冷却水ポンプ制御ルーチンが実行される。次いで、ステップ 205 に進む。ステップ 205 ではラジエータ 53 周りの冷却水の導電率  $CNR$  が閾値  $CNR_{TH}$  以下か否かが判別される。 $CNR \leq CNR_{TH}$  のときにはプロセスはステップ 206 へ進み、 $CNR > CNR_{TH}$  のときにはプロセスはステップ 210 へ戻る。

[0074] 次に、本発明による第 11 実施例を説明する。以下では、本発明による第 7 実施例との相違点について説明する。

本発明による第 11 実施例では、本発明による第 7 実施例において、本発明による第 9 実施例と同様に、空調装置 60 によりサーモスタット弁温度  $T_V$  を上昇させるべきときに、燃料電池スタック 10 を冷却水により冷却する必要性が低いと判断されるときには、冷却水ポンプ 52 から吐出される冷却水量を一時的に減少させ、それによりサーモスタット弁 55 内を流通する冷却水量を一時的に減少させるようにしている。その結果、サーモスタット弁温度  $T_V$  を速やかに上昇させることができる。

[0075] 図 20 は、本発明による第 10 実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは次の点で図 15 に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ 204 に続いてステップ 220 に進み、図 18 に示される冷却水ポンプ制御ルーチンが実行される。次いで、ステップ 205 に進む。ステップ 205 ではラジエータ 53 周りの冷却水の導電率  $CNR$  が閾値  $CNR_{TH}$  以下か否かが判別される。 $CNR \leq CNR_{TH}$  のときにはプロセスはステップ 206 へ進み、 $CNR > CNR_{TH}$  のときにはプロセスはステップ 220 へ戻る。

[0076] 次に、本発明による第 12 実施例を説明する。以下では、本発明による第 8 実施例との相違点について説明する。

本発明による第 12 実施例では、本発明による第 8 実施例において、本発明による第 9 実施例と同様に、空調装置 60 によりサーモスタット弁温度  $T_V$

Vを上昇させるべきときに、燃料電池スタック10を冷却水により冷却する必要性が低いと判断されるときには、冷却水ポンプ52から吐出される冷却水量を一時的に減少させ、それによりサーモスタット弁55内を流通する冷却水量を一時的に減少させるようにしている。その結果、サーモスタット弁温度TVを速やかに上昇させることができる。

[0077] 図21は、本発明による第12実施例の冷却水導電率制御のルーチンを示している。このルーチンは次の点で図16に示されるルーチンと相違している。すなわち、ステップ210に続いてステップ220に進み、図18に示される冷却水ポンプ制御ルーチンが実行される。次いで、ステップ205に進む。ステップ205ではラジエータ53周りの冷却水の導電率CNRが閾値CNRTH以下か否かが判別される。CNR $\leq$ CNRTHのときにはプロセスはステップ206へ進み、CNR>CNRTHのときにはプロセスはステップ210へ戻る。

### 符号の説明

- [0078]   A       燃料電池システム
- 10       燃料電池スタック
- 51       冷却水供給管
- 52       冷却水ポンプ
- 53       ラジエータ
- 54       ラジエータバイパス管
- 55       サーモスタット弁
- 56       筐体
- 58       イオン交換器
- 60       空調装置
- 61       熱媒体循環管
- 61 a、61 b   連通管
- 62       熱媒体ポンプ
- 63       電気ヒータ

6 4 熱交換器

6 5 三方弁

## 請求の範囲

[請求項1] 燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により電力を発生する燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタック内に形成された冷却水通路の入口と前記冷却水通路の出口とを前記燃料電池スタックの外部において互いに連結することにより冷却水の循環路を形成する冷却水供給管と、

前記冷却水供給管内に配置されたラジエータと、

前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータとの間の前記冷却水供給管と、前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の出口と前記ラジエータとの間の前記冷却水供給管とを互いに連結するラジエータバイパス管と、

前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管内、又は、前記冷却水通路の出口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管内に配置され、冷却水を送出する冷却水ポンプと、

前記燃料電池スタックの前記冷却水通路から前記冷却水供給管内に流入した冷却水のうち前記ラジエータに供給する冷却水量と前記ラジエータバイパス管内に供給する冷却水量とを制御するサーモスタット弁であって、前記サーモスタット弁は、前記サーモスタット弁の温度が予め設定された設定温度よりも高いときには前記冷却水の全量を前記ラジエータに供給し、前記サーモスタット弁の温度が前記設定温度よりも低いときには前記冷却水の少なくとも一部を前記ラジエータバイパス管に供給すると共に残りを前記ラジエータに供給する、サーモスタット弁と、

前記ラジエータバイパス管内に配置され、冷却水のイオン交換を行うイオン交換器と、

熱媒体を循環させる熱媒体循環管と、前記熱媒体循環管内に配置され、前記熱媒体を送出する熱媒体ポンプと、前記熱媒体循環管内に配

置され、空調用の空気と前記熱媒体とを互いに熱交換させる熱交換器と、を有する空調装置と、

前記熱媒体循環管内に配置されると共に、前記サーモスタット弁を囲むように設けられた筐体と、

を備え、

前記空調装置により前記筐体内の前記熱媒体の温度を制御することにより前記サーモスタット弁の温度を調節し、それにより前記ラジエータに供給する冷却水量と前記ラジエータバイパス管内に供給する冷却水量とを制御できるようにした、

燃料電池システム。

[請求項2] 前記熱媒体循環管内に配置され、前記熱媒体を加熱する電気ヒータを更に備え、

前記サーモスタット弁の温度を低下させるべきときには前記電気ヒータが停止されつつ、前記熱媒体ポンプが作動される、請求項1に記載の燃料電池システム。

[請求項3] 前記熱媒体循環管内に配置され、前記熱媒体を加熱する電気ヒータを更に備え、

前記サーモスタット弁の温度を上昇させるべきときには前記電気ヒータが作動されつつ、前記熱媒体ポンプが作動される、請求項1又は2に記載の燃料電池システム。

[請求項4] 前記熱媒体が水から構成されており、

前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管、又は、前記冷却水通路の出口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管と、前記熱媒体循環管とを互いに連通する連通管と、前記連通管内を流れる水の量を制御する制御弁と、を更に備え、

前記冷却水供給管内の水が前記連通管を介し前記熱媒体循環管内に流入し、前記熱媒体循環管内の水が前記連通管を介し前記冷却水供給

管内に流入できるようにした、請求項 1 から 3 までのいずれか一項に記載の燃料電池システム。

[請求項5] 燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により電力を発生する燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタック内に形成された冷却水通路の入口と前記冷却水通路の出口とを前記燃料電池スタックの外部において互いに連結することにより冷却水の循環路を形成する冷却水供給管と、

前記冷却水供給管内に配置されたラジエータと、

前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータとの間の前記冷却水供給管と、前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の出口と前記ラジエータとの間の前記冷却水供給管とを互いに連結するラジエータバイパス管と、

前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管内又は前記冷却水通路の出口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管内に配置され、冷却水を送出する冷却水ポンプと、

前記燃料電池スタックの前記冷却水通路から前記冷却水供給管内に流入した冷却水のうち前記ラジエータに供給する冷却水量と前記ラジエータバイパス管内に供給する冷却水量とを制御するサーモスタット弁であって、前記サーモスタット弁は、前記サーモスタット弁の温度が予め設定された設定温度よりも高いときには前記冷却水の全量を前記ラジエータに供給し、前記サーモスタット弁の温度が前記設定温度よりも低いときには前記冷却水の少なくとも一部を前記ラジエータバイパス管に供給すると共に残りを前記ラジエータに供給する、サーモスタット弁と、

前記ラジエータバイパス管内に配置され、冷却水のイオン交換を行うイオン交換器と、

熱媒体を循環させる熱媒体循環管と、前記熱媒体循環管内に配置さ

れ、前記熱媒体を送出する熱媒体ポンプと、前記熱媒体循環管内に配置され、空調用の空気と前記熱媒体とを互いに熱交換させる熱交換器と、を有する空調装置と、

前記熱媒体循環管内に配置されると共に、前記サーモスタット弁を囲むように設けられた筐体と、

を備えた燃料電池システムの制御方法であって、

前記空調装置により前記筐体内の前記熱媒体の温度を制御することにより前記サーモスタット弁の温度を調節し、それにより前記ラジエータに供給する冷却水量と前記ラジエータバイパス管内に供給する冷却水量とを制御する、

燃料電池システムの制御方法。

[請求項6] 前記燃料電池システムが、前記熱媒体循環管内に配置され、前記熱媒体を加熱する電気ヒータを更に備えており、

前記サーモスタット弁の温度を低下させるべきときには前記電気ヒータが停止されつつ、前記熱媒体ポンプが作動される、請求項5に記載の燃料電池システムの制御方法。

[請求項7] 前記燃料電池システムが、前記熱媒体循環管内に配置され、前記熱媒体を加熱する電気ヒータを更に備えており、

前記サーモスタット弁の温度を上昇させるべきときには前記電気ヒータが作動されつつ、前記熱媒体ポンプが作動される、請求項5又は6に記載の燃料電池システムの制御方法。

[請求項8] 前記熱媒体が水から構成されており、

前記燃料電池システムが、前記燃料電池スタックの前記冷却水通路の入口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管、又は、前記冷却水通路の出口と前記ラジエータバイパス管との間の前記冷却水供給管と、前記熱媒体循環管とを互いに連通する連通管と、前記連通管内を流れる水の量を制御する制御弁と、を更に備えており、

前記冷却水供給管内の水が前記連通管を介し前記熱媒体循環管内に

流入し、前記熱媒体循環管内の水が前記連通管を介し前記冷却水供給管内に流入できるようになっている、請求項 5 から 7 までのいずれか一項に記載の燃料電池システムの制御方法。

图1

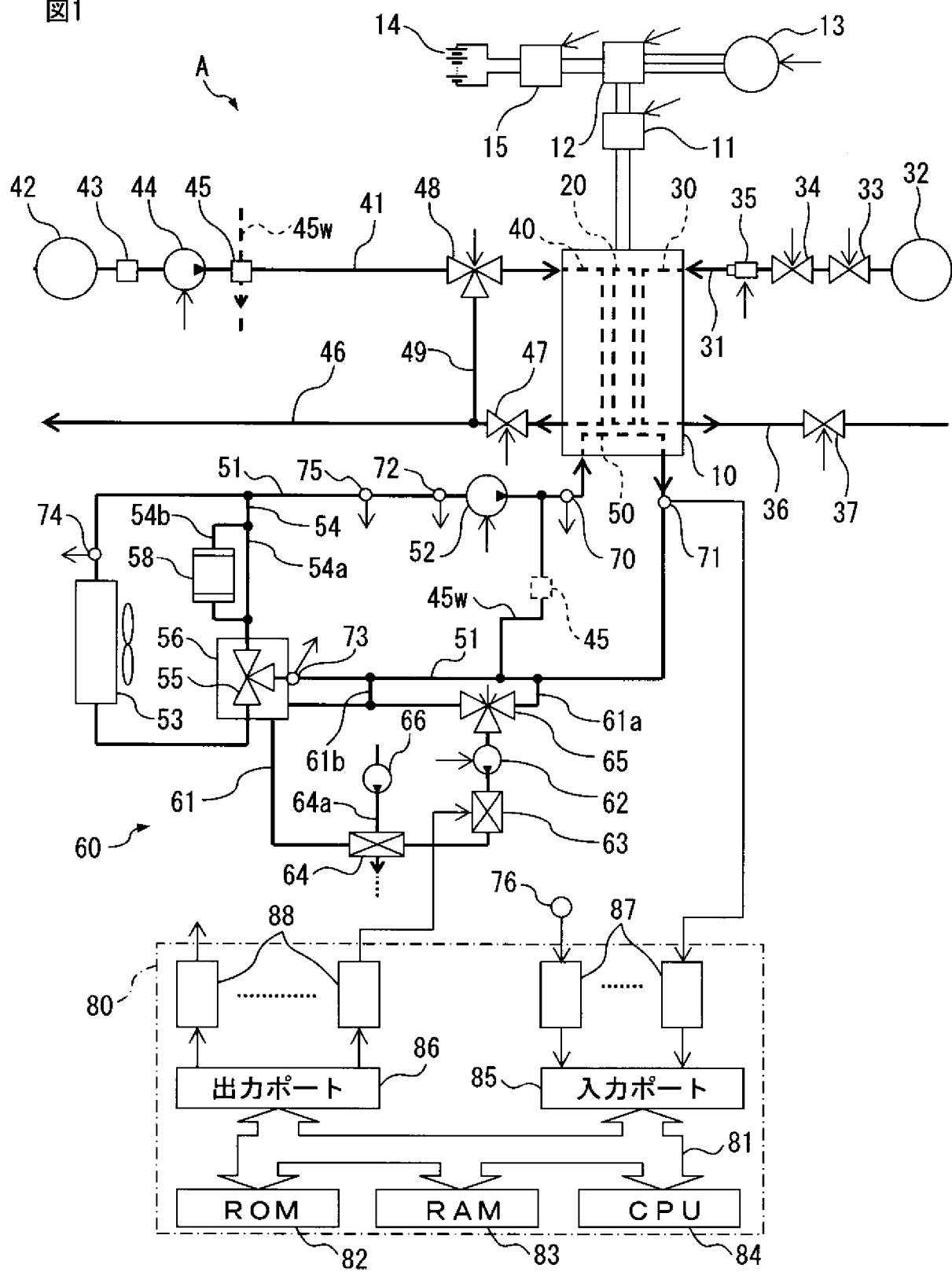
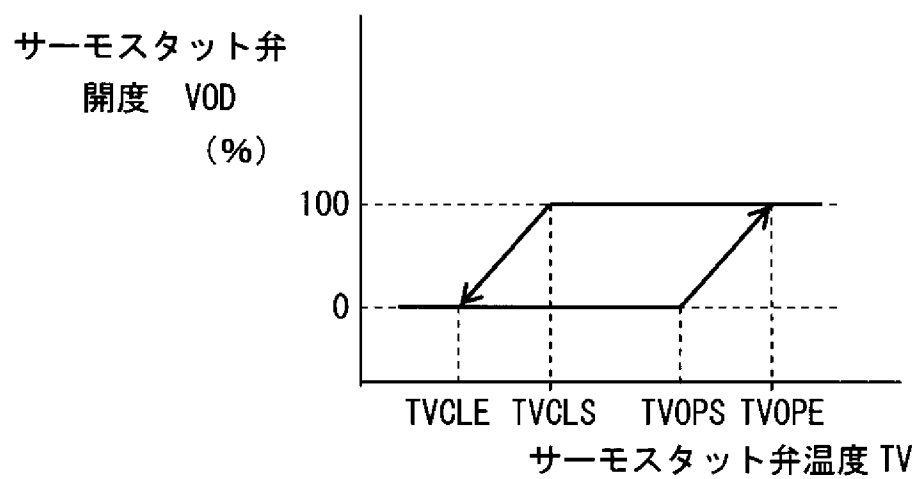


图2

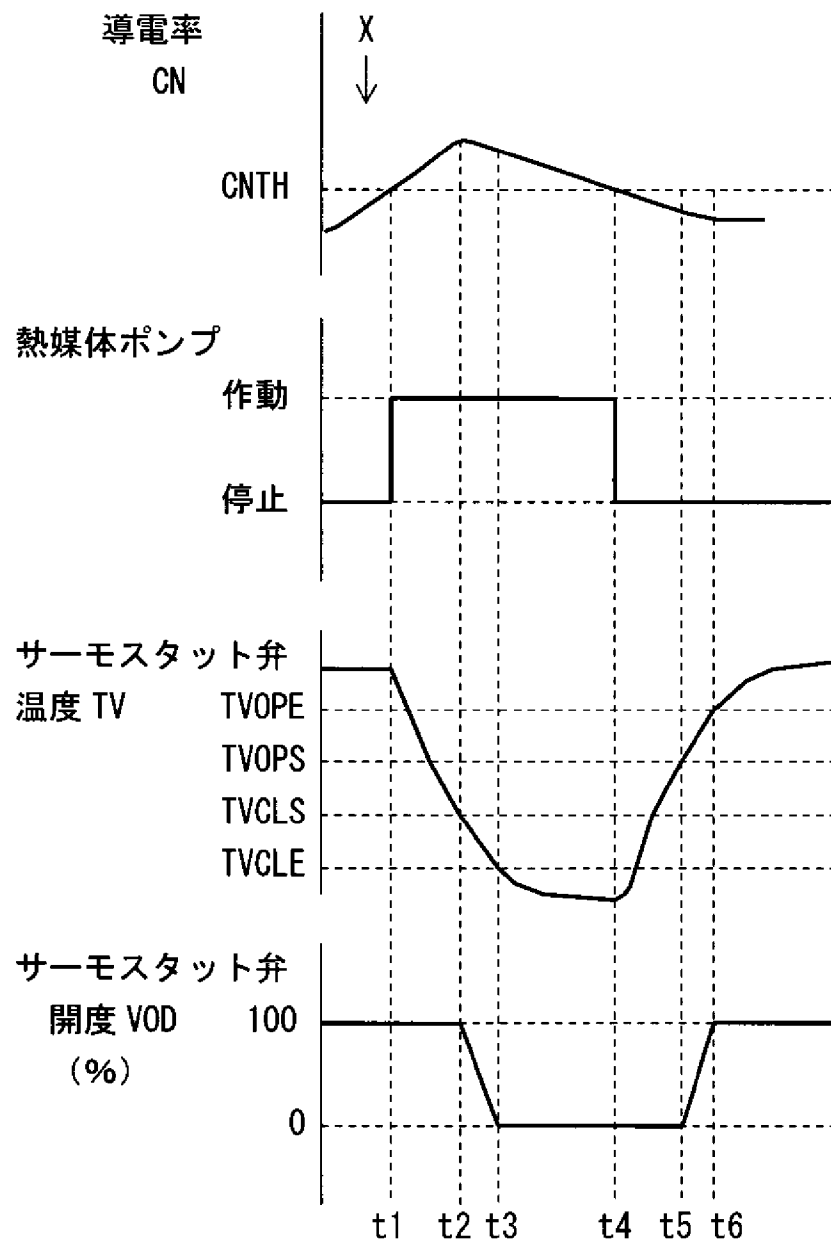


图3



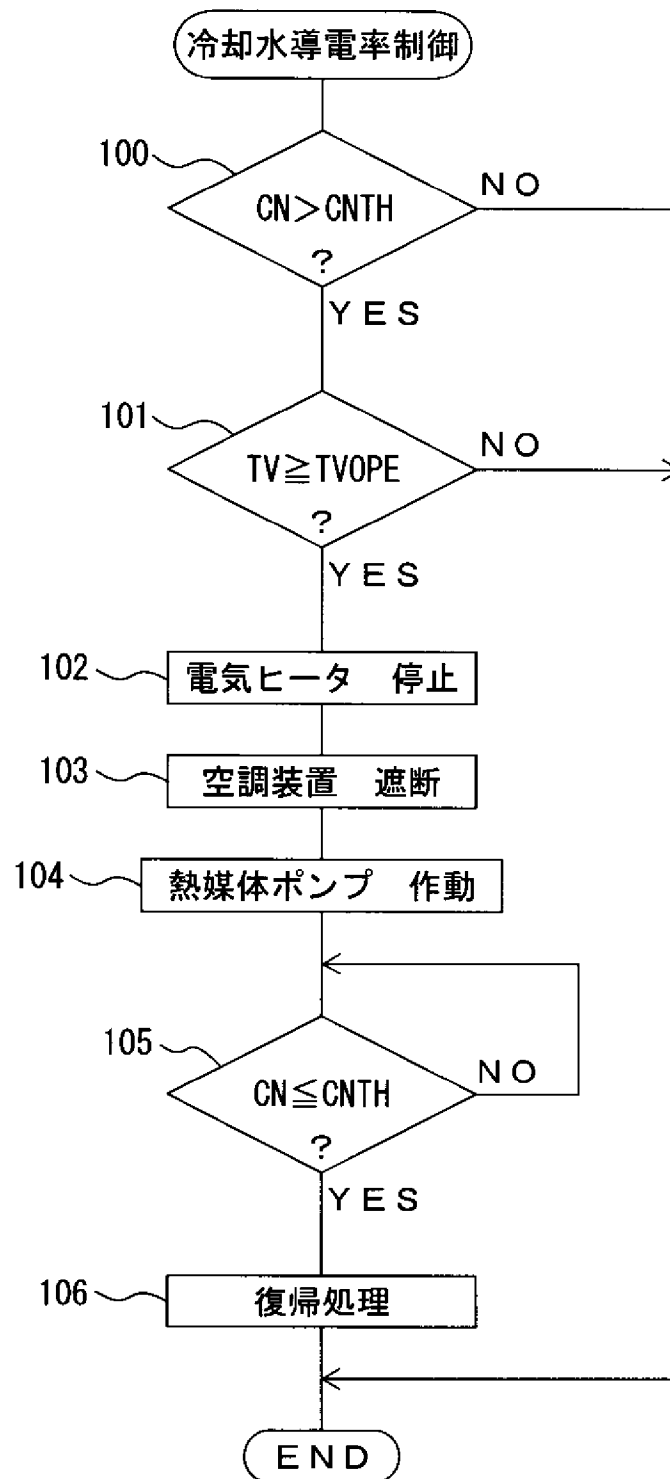
[図4]

図4



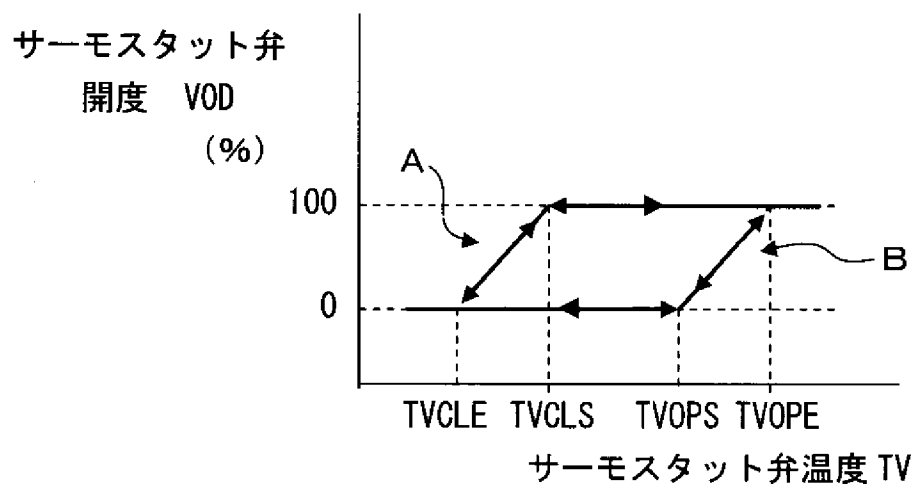
[図5]

図5



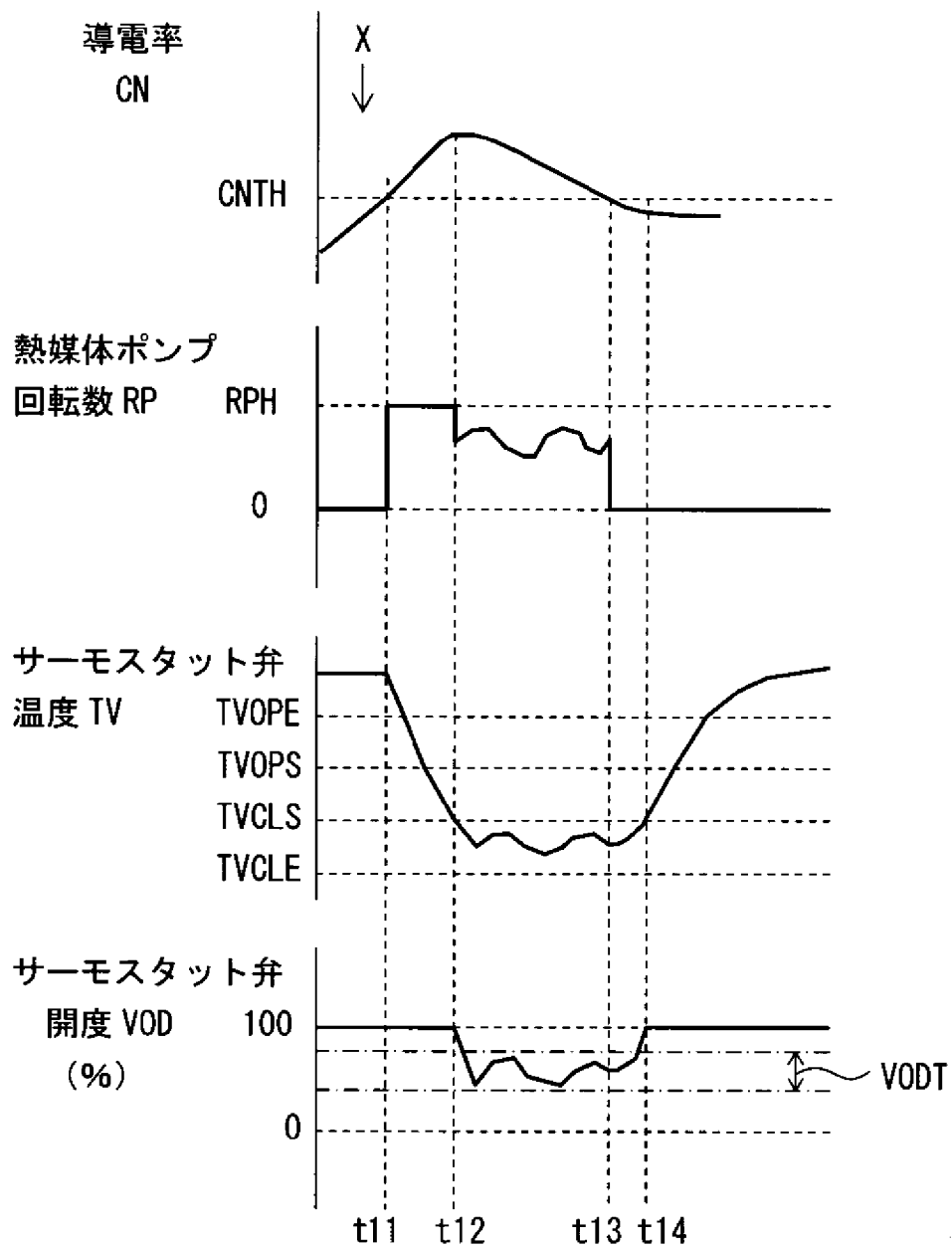
[図6]

図6



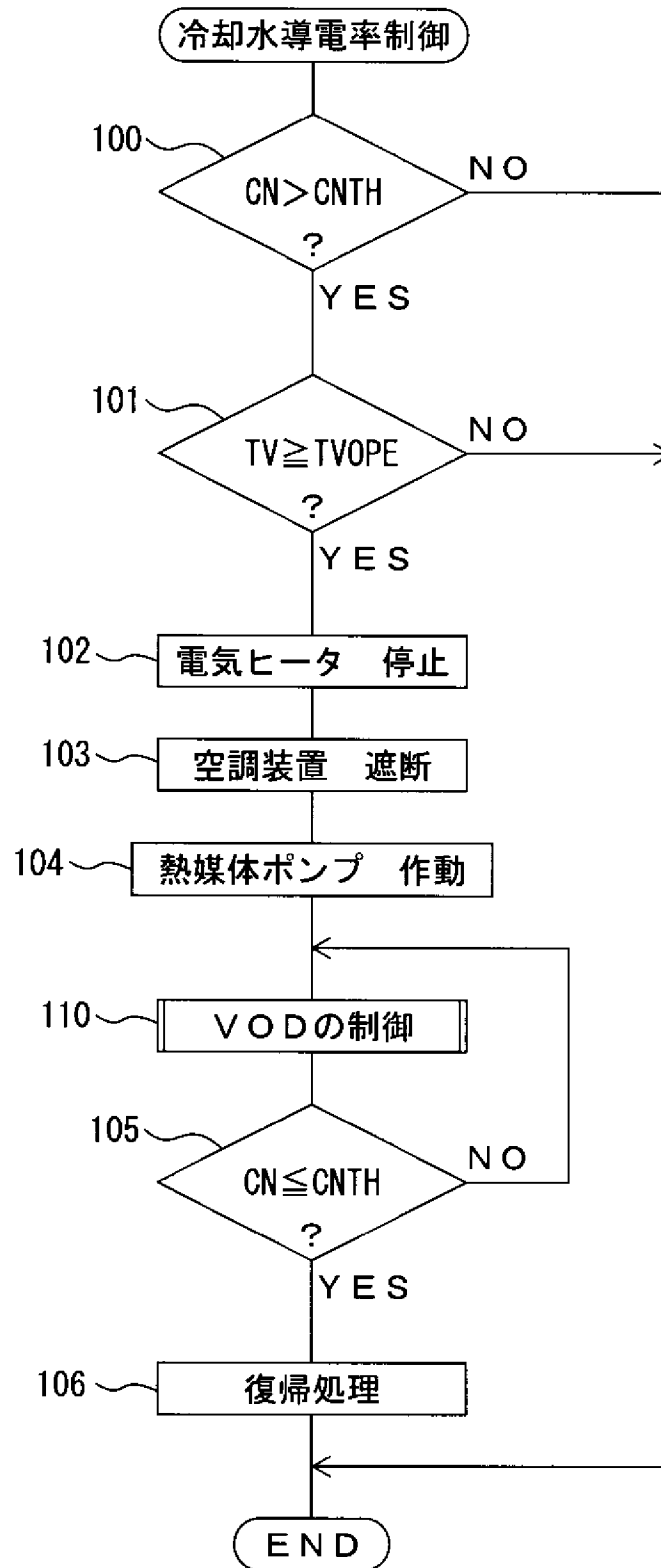
[図7]

図7



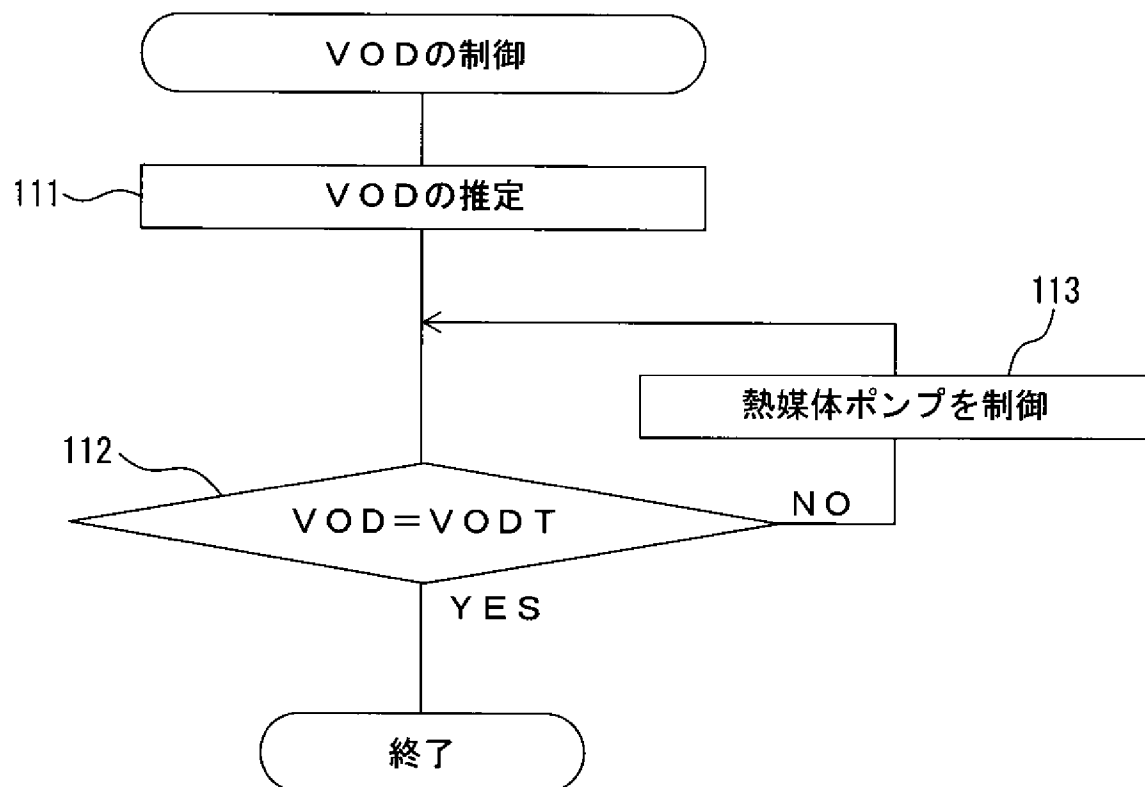
[図8]

図8



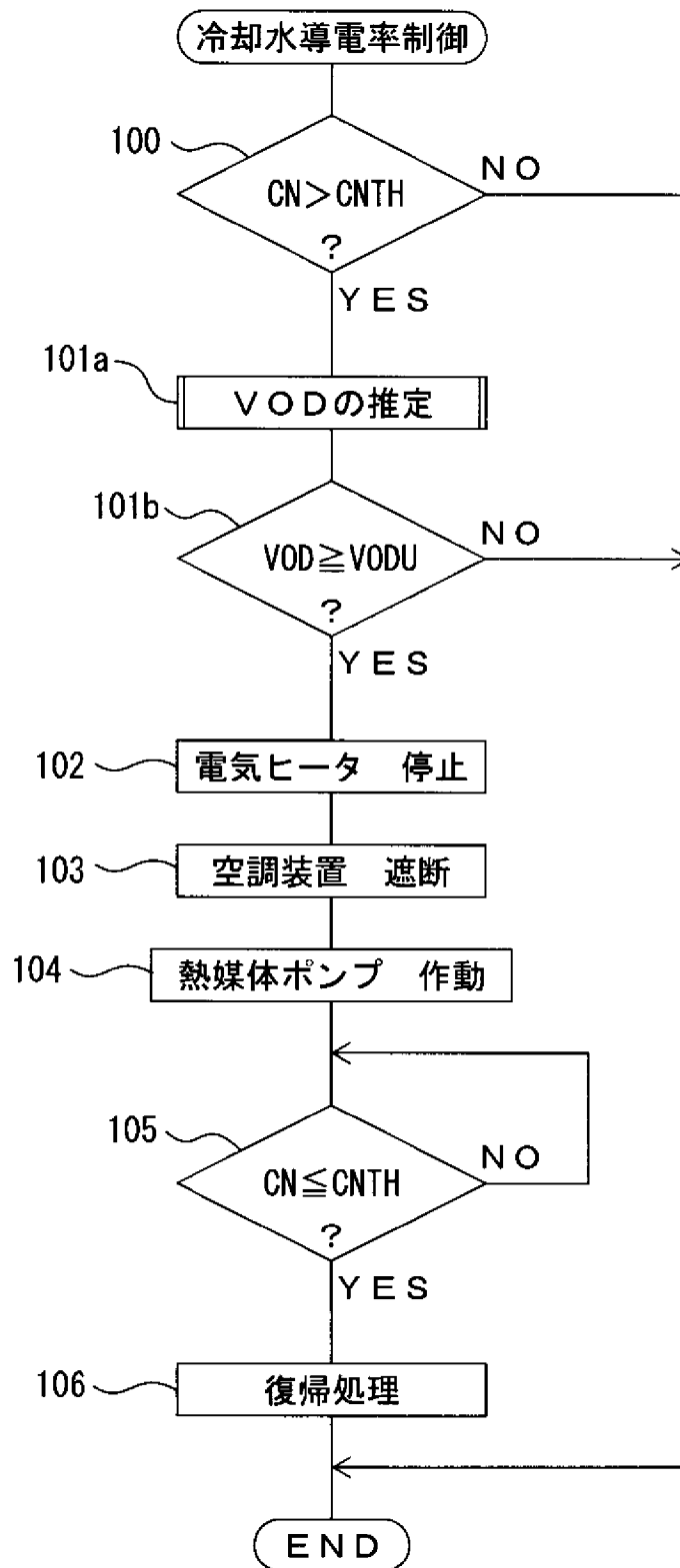
[図9]

図9



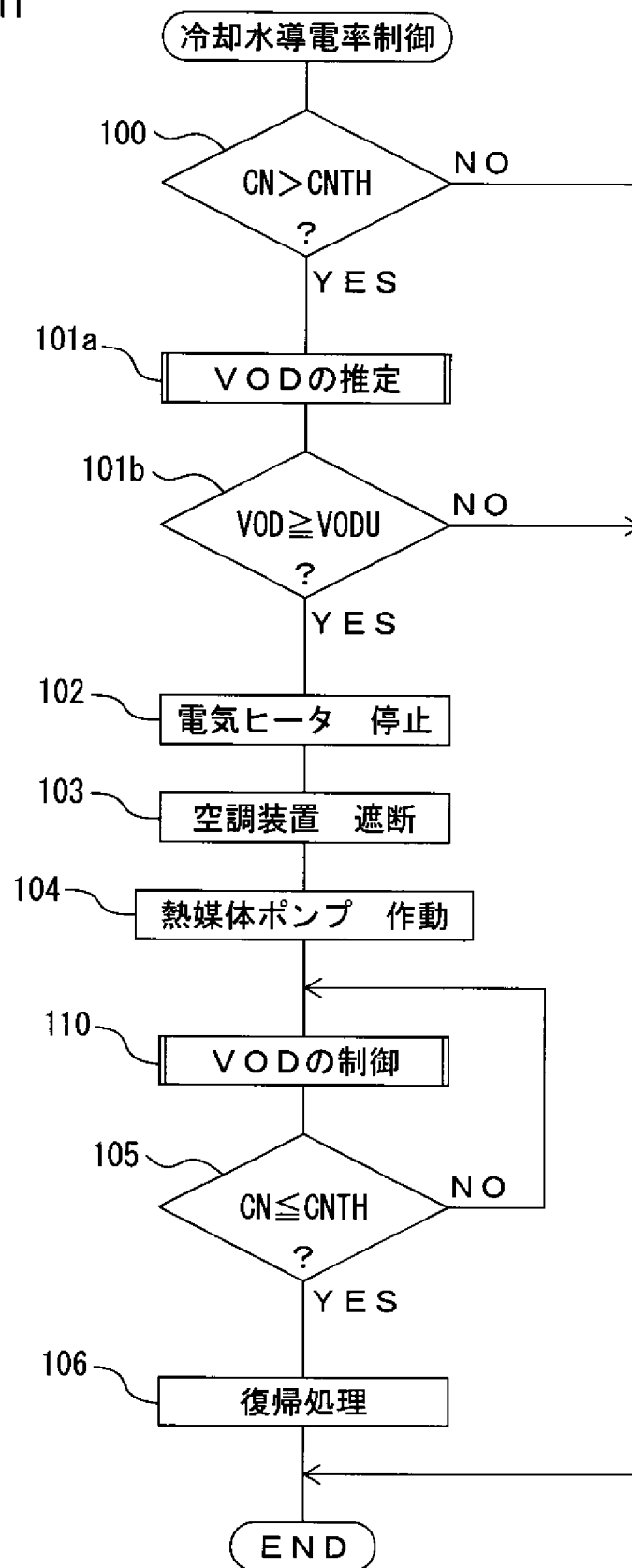
[図10]

図10



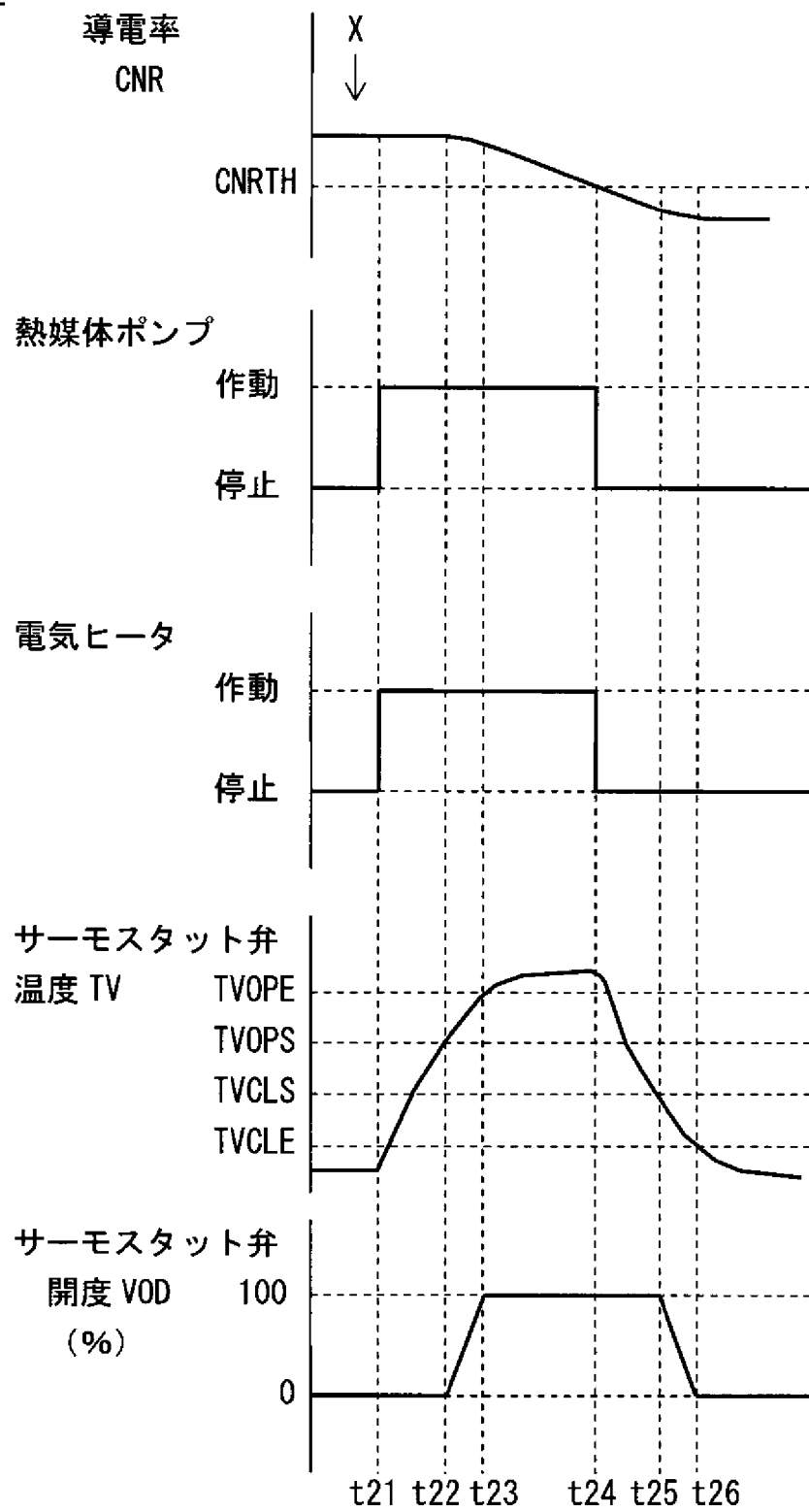
[図11]

図11



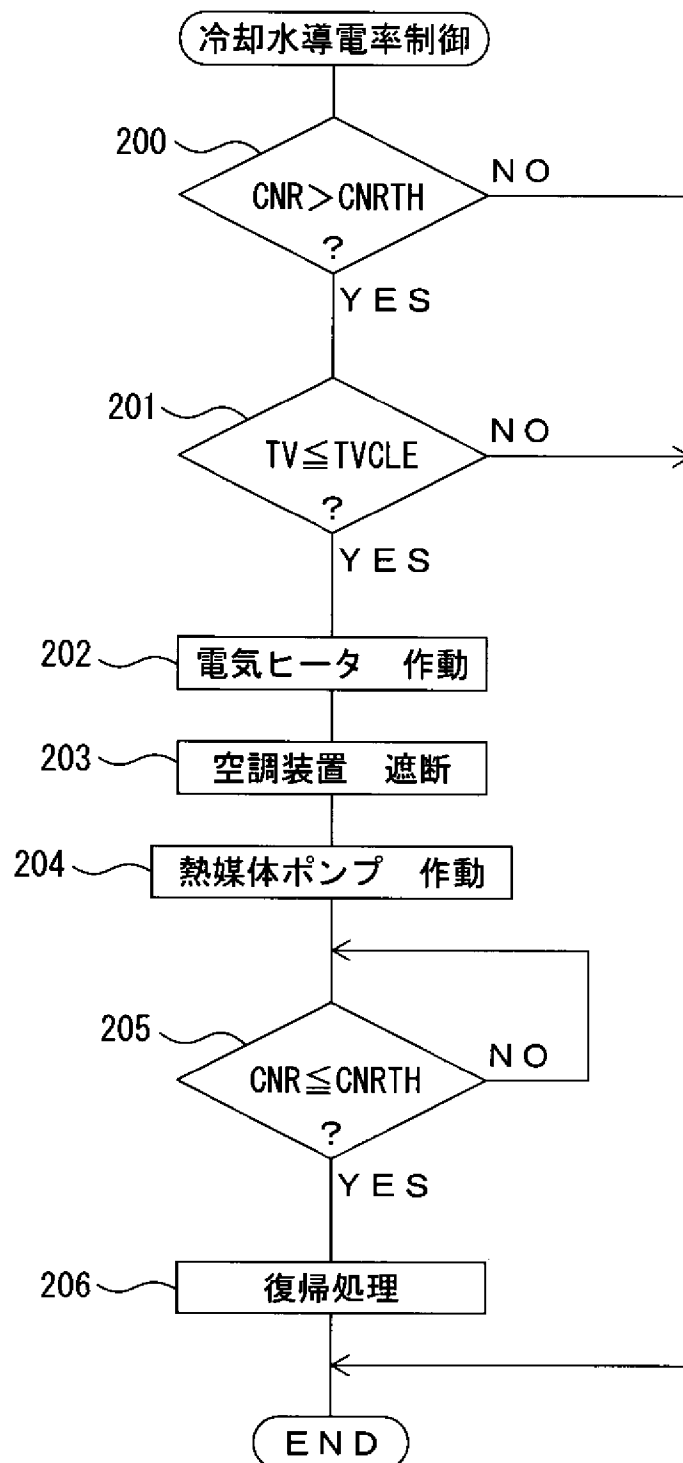
[図12]

図12



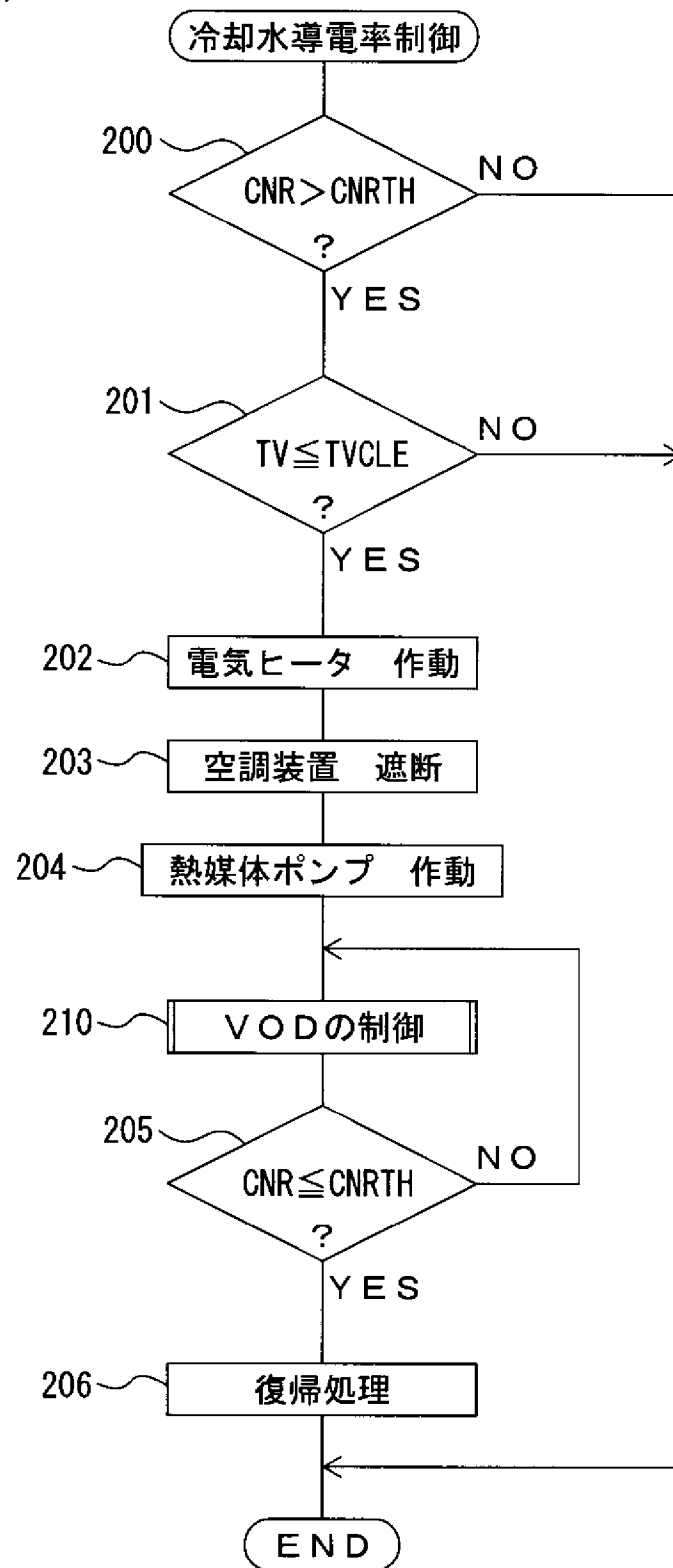
[図13]

図13



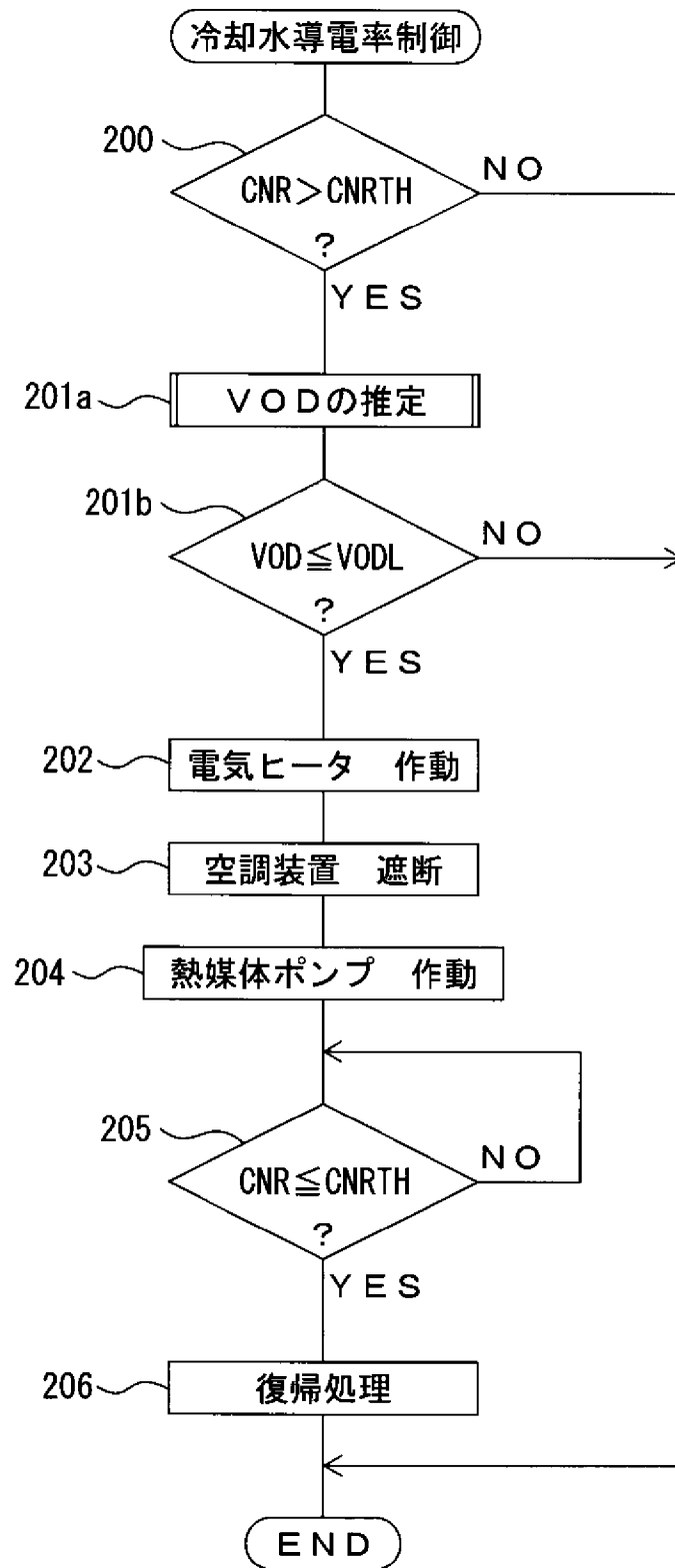
[図14]

図14



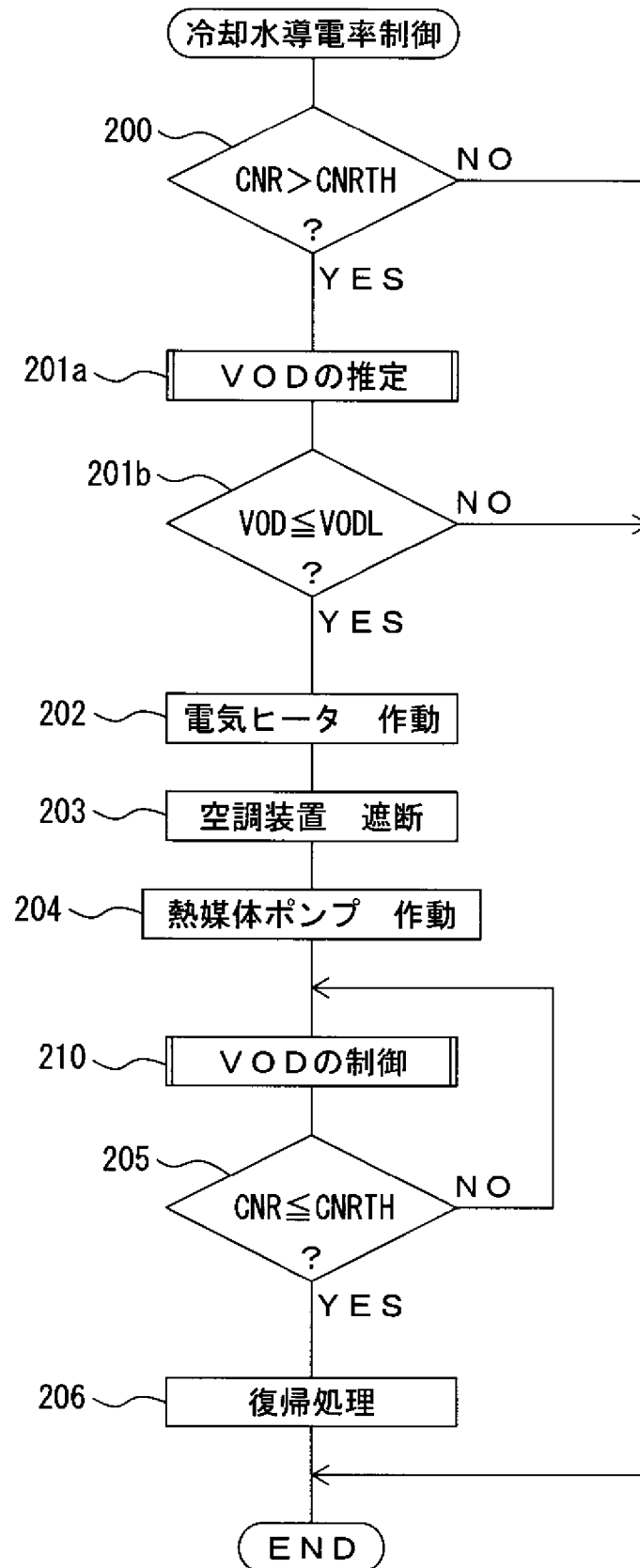
[図15]

図15



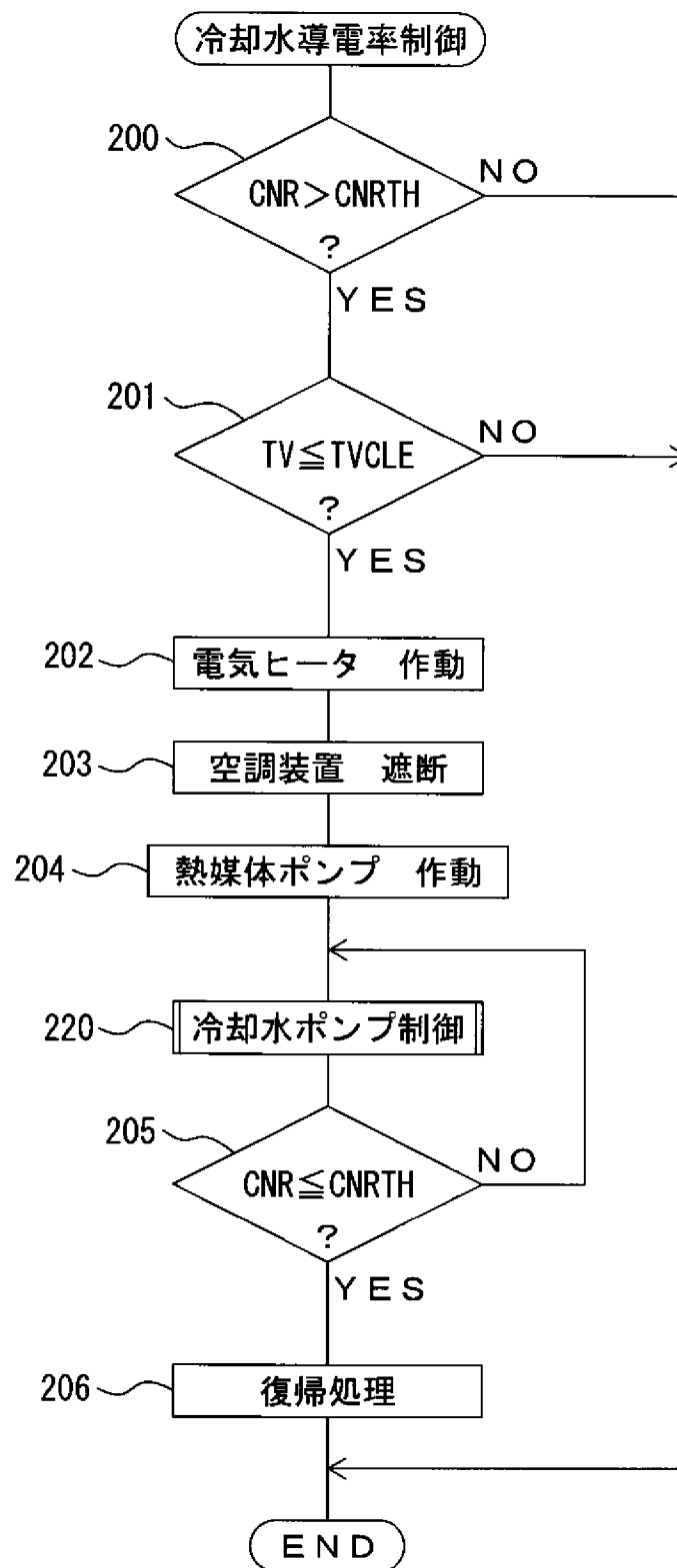
[図16]

図16



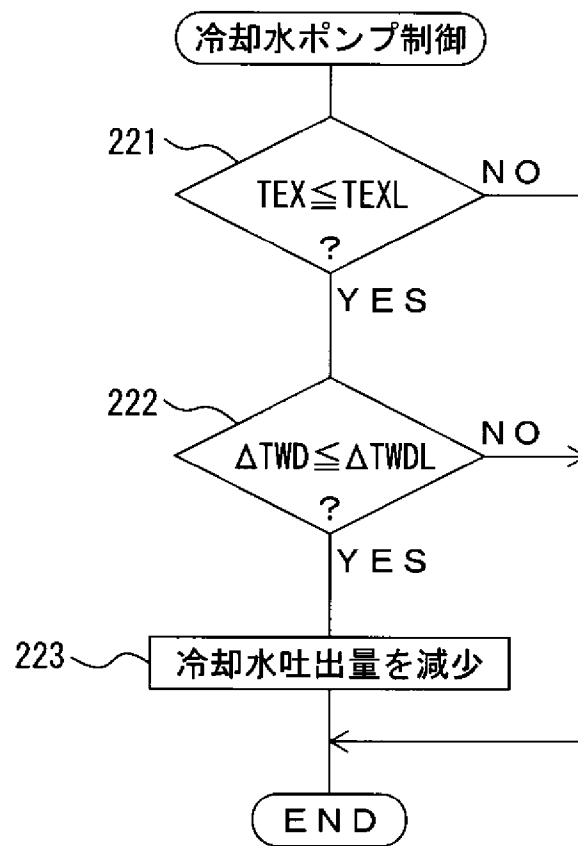
[図17]

図17



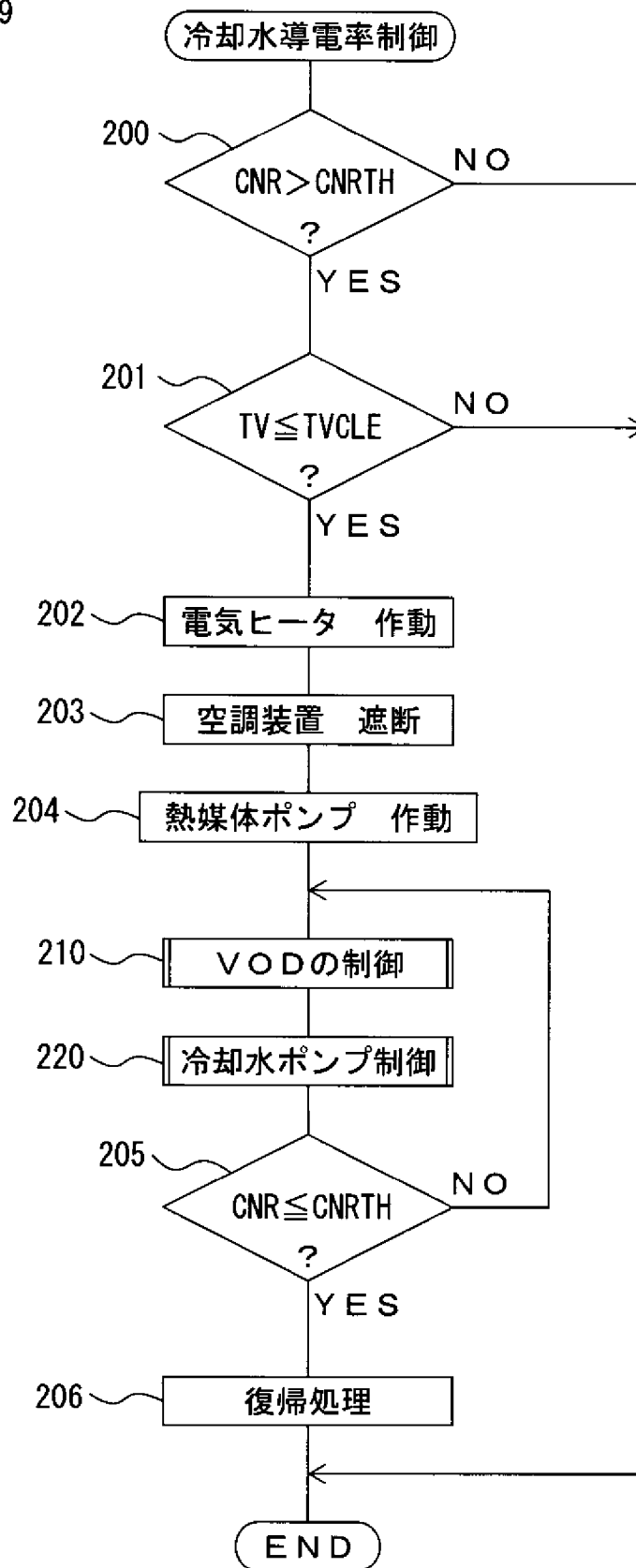
[図18]

図18



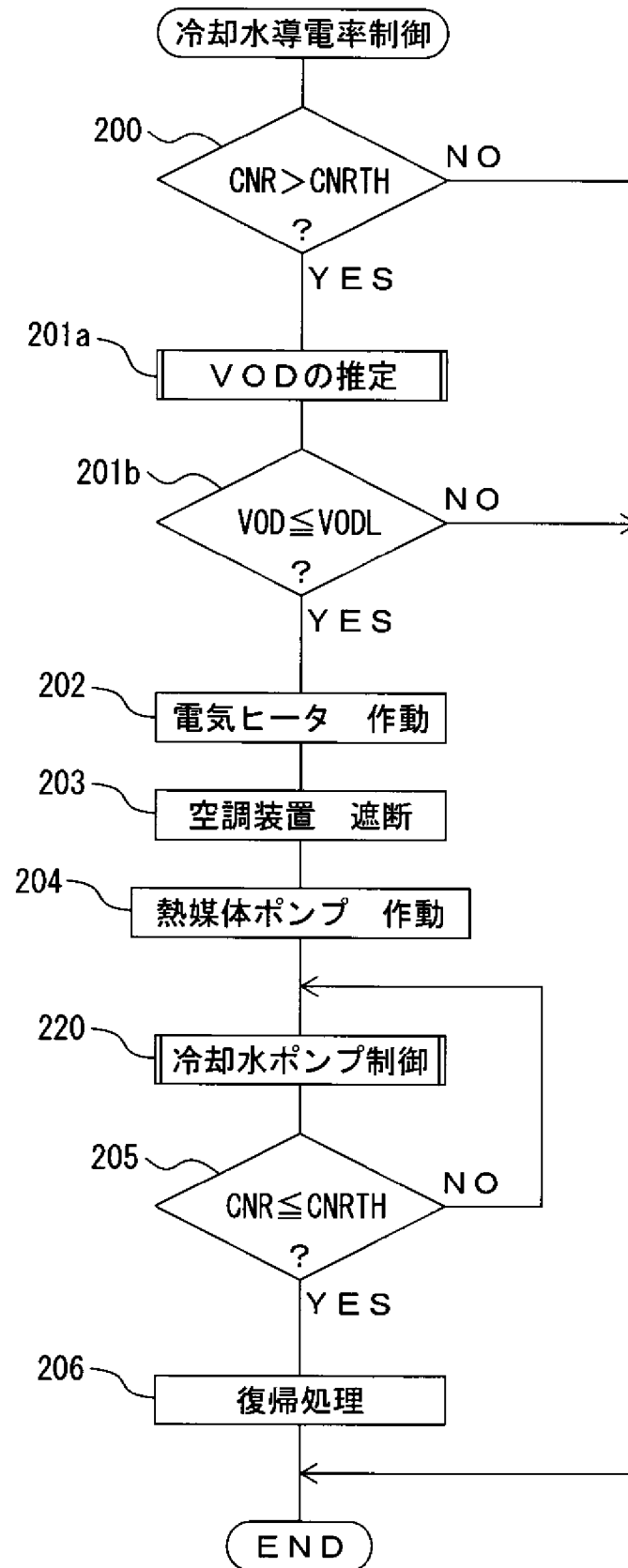
[図19]

図19



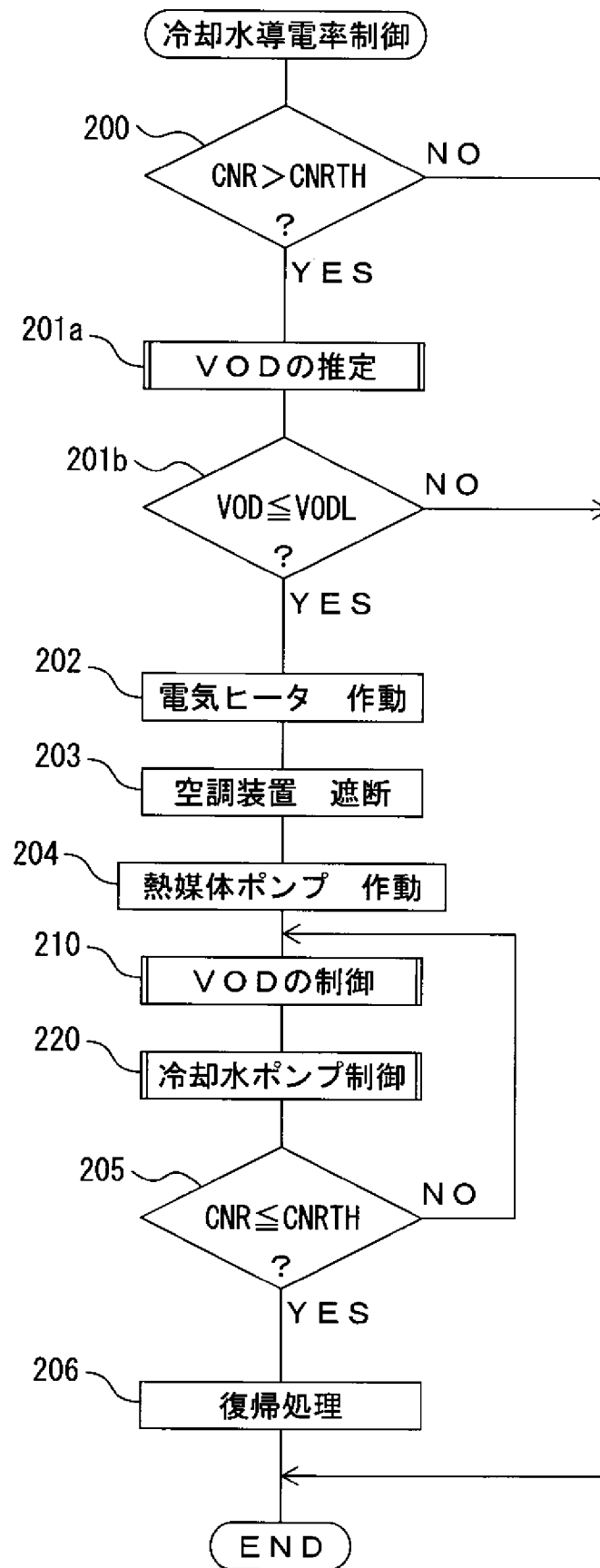
[図20]

図20



[図21]

図21



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/067298

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04(2006.01)i, B60L11/18(2006.01)n, H01M8/00(2006.01)n, 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, B60L11/18, H01M8/00, 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 | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

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 2013-99081 A (Denso Corp.),<br>20 May 2013 (20.05.2013),<br>paragraphs [0037] to [0038], [0085] to [0088];<br>fig. 10<br>(Family: none) | 1-8                   |
| A         | JP 2011-187313 A (Honda Motor Co., Ltd.),<br>22 September 2011 (22.09.2011),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                | 1-8                   |
| A         | JP 2007-35512 A (Honda Motor Co., Ltd.),<br>08 February 2007 (08.02.2007),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                  | 1-8                   |

☒ 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 September 2015 (10.09.15)

Date of mailing of the international search report  
29 September 2015 (29.09.15)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/067298

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 2006-196387 A (Toyota Motor Corp.),<br>27 July 2006 (27.07.2006),<br>paragraphs [0054] to [0058]; fig. 7<br>(Family: none) | 1-8                   |

## 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, B60L11/18(2006.01)n, H01M8/00(2006.01)n, 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（I P C））

Int.Cl. H01M8/04, B60L11/18, H01M8/00, 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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2013-99081 A（株式会社デンソー）2013.05.20,<br>第0037-0038、0085-0088、第10図（ファミリーなし） | 1 - 8          |
| A               | JP 2011-187313 A（本田技研工業株式会社）2011.09.22,<br>全文、全図（ファミリーなし）                  | 1 - 8          |
| A               | JP 2007-35512 A（本田技研工業株式会社）2007.02.08,<br>全文、全図（ファミリーなし）                   | 1 - 8          |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 0 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 9 . 2 0 1 5

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）

東 勝之

3 H

9 2 5 0

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<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2006-196387 A (トヨタ自動車株式会社) 2006. 07. 27,<br>段落 0054-0058, 第 7 図 (ファミリーなし) | 1 - 8          |