

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6515775号  
(P6515775)

(45) 発行日 令和1年5月22日(2019.5.22)

(24) 登録日 平成31年4月26日(2019.4.26)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 M 8/04225 (2016.01) HO 1 M 8/04225  
 HO 1 M 8/04007 (2016.01) HO 1 M 8/04007  
 HO 1 M 8/04 (2016.01) HO 1 M 8/04 J

請求項の数 3 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-202013 (P2015-202013)                  (22) 出願日 平成27年10月13日 (2015.10.13)                  (65) 公開番号 特開2017-76469 (P2017-76469A)                  (43) 公開日 平成29年4月20日 (2017.4.20)                  審査請求日 平成29年10月24日 (2017.10.24)</p>	<p>(73) 特許権者 000003207                  トヨタ自動車株式会社                  愛知県豊田市トヨタ町1番地                  (74) 代理人 110000028                  特許業務法人明成国際特許事務所                  (72) 発明者 山森 啓太郎                  愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内                  審査官 笹岡 友陽</p> <p>(56) 参考文献 特開2004-281201 (JP, A)                  )                  特開2008-037302 (JP, A)                  )</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池セルを積層した燃料電池スタックと、該燃料電池スタックとの間で冷媒を循環させて冷媒の熱交換を行うラジエーターとを備えた燃料電池システムであって、

前記燃料電池スタックと前記ラジエーターとの間で冷媒を循環させる冷媒循環流路と、前記冷媒循環流路に接続され、前記ラジエーターへの冷媒の循環をバイパスするバイパス流路と、

前記ラジエーターおよび前記バイパス流路を介した前記冷媒の前記循環の割合を調整するバルブと、

外気温を検出する外気温センサーと、

前記燃料電池スタックにおける前記燃料電池セルの運転負荷を取得する負荷取得部と、前記取得した運転負荷を少なくとも用いて前記バルブを駆動して、前記燃料電池スタックの温度が所定の温度範囲となるように、前記ラジエーターおよび前記バイパス流路を循環する冷媒の各流量を制御する制御部とを備え、

該制御部は、

前記検出した外気温が所定の閾値温度より低く、且つ、前記取得した運転負荷が予め定めた第1の負荷より低い低温低負荷状況では、前記バイパス流路を用いて前記冷媒を循環させると共に、前記ラジエーターを循環する前記冷媒の所定時間当たりの流量が、零より大きくかつ所定流量以下となるよう、前記バルブを制御する第1制御を実行し、

前記取得した運転負荷が、前記第1の負荷より高い第2の負荷以上となった場合には、

前記第 1 制御に代えて、一時的に、前記ラジエーターを循環する前記冷媒の流量を増加する第 2 制御を行なう、燃料電池システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料電池システムであって、

前記制御部は、前記検出した外気温が前記閾値温度より低く、且つ、前記取得した運転負荷が、前記第 2 の負荷以上となった場合に、前記第 2 制御を実行する、燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の燃料電池システムであって、

前記制御部は、前記負荷取得部がアクセル開度から取得した前記運転負荷を用いて、前記第 1 制御と前記第 2 制御を実行する、燃料電池システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池スタックを構成する燃料電池セルには、適正な運転温度があり、その温度を超えないようにするために、冷却水をラジエーターとの間で循環しているが、外気温が低い冷間時にもラジエーターに冷却水を流していると、燃料電池の運転温度に達するまでにかなりの時間がかかってしまう。そこで、冷却水を燃料電池とラジエーターとの間で循環させる冷却水流路にラジエーターをバイパスするバイパス流路を設け、冷間時にあっては、バイパス通路を用いて冷却水をラジエーターに流さず、燃料電池の速やかな温度上昇を図る暖機運転を行なう構成が提案されている（例えば、特許文献 1）。

20

【0003】

こうした冷間時におけるラジエーターへの冷却水の供給の回避は、一般に次の二つの場合に終了する。一つは、暖機運転の完了時である。もうひとつは、アクセルが踏み込まれて、燃料電池スタックへの要求出力が急増した場合である。こうしたアクセル踏込に伴う要求出力急増状況を、エンジン制御に倣って WOT（ワイドオープンスロット）とも呼ぶ。こうした条件の一つが成立した場合には、バイパス流路への冷却水の流れを遮断し、ラジエーターに冷却水を流している。後者の場合は、燃料電池への要求出力の増大による温度上昇に備えて、ラジエーターによる冷却水の冷却を、温度上昇に先立って準備しているのである。なお、WTO は、暖機運転の過程でも起き得る。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 267471 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、かかる構成を採用すると、冷間時に、アクセルを踏み込んで燃料電池セルに対する要求出力を急増させたとき、燃料電池セルの温度が一時的に下がって、燃料電池セルの出力や応答性が低下し、燃料電池スタックから出力可能な電力が所望のレベルに達しないことがあるという問題があった。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

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

【0007】

(1) 本発明の一形態によれば、燃料電池システムが提供される。この燃料電池システム

50

は、燃料電池セルを積層した燃料電池スタックと、該燃料電池スタックとの間で冷媒を循環させて冷媒の熱交換を行うラジエーターとを備えた燃料電池システムであって、前記燃料電池スタックと前記ラジエーターとの間で冷媒を循環させる冷媒循環流路と、前記冷媒循環流路に接続され、前記ラジエーターへの冷媒の循環をバイパスするバイパス流路と、前記ラジエーターおよび前記バイパス流路を介した前記冷媒の前記循環の割合を調整するバルブと、外気温を検出する外気温センサーと、前記燃料電池スタックにおける前記燃料電池セルの運転負荷を取得する負荷取得部と、前記取得した運転負荷を少なくとも用いて前記バルブを駆動して、前記燃料電池スタックの温度が所定の温度範囲となるように、前記ラジエーターおよび前記バイパス流路を循環する冷媒の各流量を制御する制御部とを備える。そして、該制御部は、前記検出した外気温が所定の閾値温度より低く、且つ、前記取得した運転負荷が予め定めた第1の負荷より低い低温低負荷状況では、前記バイパス流路を用いて前記冷媒を循環させると共に、前記ラジエーターを循環する前記冷媒の所定時間当たりの流量が、零より大きくかつ所定流量以下となるよう、前記バルブを制御し、前記取得した運転負荷が、前記第1の負荷より高い第2の負荷以上となった場合には、前記低温低負荷状況の前記制御に代えて、一時的に、前記ラジエーターを循環する前記冷媒の流量を増加する制御を行なう。

10

#### 【0008】

この形態の燃料電池システムは、低温低負荷状況において、所定時間当たりの流量が零より大きくかつ所定流量以下という少量の冷媒をラジエーターに流すので、ラジエーターを含む流路域の冷媒を燃料電池スタックを経て送られてくる冷媒に置換済みとする。燃料電池スタックを経て送られてくる冷媒は、低負荷とはいえ発電運転中の燃料電池スタックを通過した冷媒であることから、その冷媒温度は、ラジエーターを含む流路域の置換前の冷媒の温度より高い。よって、この形態の燃料電池システムによれば、燃料電池セルにとっての低温環境下における燃料電池スタックの運転負荷が低負荷から高負荷に推移する際に燃料電池スタックに新たに流れ込む冷媒の温度を、上記した冷媒の置換により低下させないので、燃料電池セルの温度を低下させないようにできる。これにより、低温低負荷状況から運転負荷が高負荷に推移した際の燃料電池セルの出力低下や応答性の低下を抑制でき、運転負荷に適った所望の電力を燃料電池スタックから得ることができる。

20

#### 【0009】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能である。例えば、燃料電池システムの運転方法や燃料電池システムを搭載した車両の形態で実現することができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0010】

【図1】燃料電池システムを搭載した燃料電池搭載車両の構成を概略的に示す説明図である。

【図2】燃料電池スタックの冷却を図る冷却系回路の構成を概略的に示す説明図である。

【図3】燃料電池システムで実行される低温環境下における冷却水循環制御の制御手順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は燃料電池システムを搭載した燃料電池搭載車両10の構成を概略的に示す説明図である。なお、以下の説明において、燃料電池搭載車両10を、単に車両10とも称する。

40

#### 【0012】

車両10は、燃料電池システム100と、制御装置200と、二次電池130と、電力分配コントローラ140と、駆動モーター150と、ドライブシャフト160と、動力分配ギア170と、車輪180とを備える。

#### 【0013】

燃料電池システム100は、燃料電池セル110を積層した燃料電池スタック120を備え、燃料電池セル110は、燃料ガスと酸素含有ガス(空気)の酸素とを電気化学的に

50

反応させて発電する。車両10は、電力供給源として燃料電池システム100と二次電池130を併用し、制御装置200は、燃料電池システム100と二次電池130の動作を制御する制御部として機能する。

【0014】

制御装置200は、論理演算を実行するCPUやROM、RAM等を備えたいわゆるマイクロコンピュータで構成され、アクセル開度センサー190やレディースイッチ196などのセンサー入力を受けて車両10の種々の制御を司る。例えば、制御装置200は、アクセルの操作状態に応じた駆動モーター150への要求電力(要求負荷)を求め、その要求電力が燃料電池スタック120の発電で得られるよう、或いは、二次電池130の充電電力、もしくはこの両方で賄うよう、燃料電池スタック120を発電制御して当該スタックからの発電電力の出力を制御しつつ、駆動モーター150に電力を供給する。駆動モーター150の要求電力を燃料電池スタック120の発電で得る場合には、その要求電力に見合うよう水素ガスや空気の供給量を制御する。なお、レディースイッチ196は、エンジン搭載車両におけるイグニッションスイッチと同様、燃料電池スタック120の燃料電池セル110の後述する冷却水循環制御を開始するためのスイッチとして用いられる。

10

【0015】

制御装置200は、燃料電池システム100を車両の主たる動力源として用いるが、車両10の走行状況や燃料電池スタック120の運転状況に応じて、二次電池130を、車両10を動かすための電力源として用いる。二次電池130として、例えば、ニッケル水素電池や、リチウムイオン電池を採用することが可能である。二次電池130への充電は、例えば、燃料電池スタック120から出力される電力を用いて直接充電することや、車両10が減速するとき車両10の運動エネルギーを駆動モーター150により回生して得た回生電力により充電すること、により行うことが可能である。

20

【0016】

この他、制御装置200は、図におけるセンサー群に含まれる外気温センサー192の検出した外気温や、車速センサーの検出した車速、スタック温度センサー194の検出したスタック温度(冷却水温度)の他、図示しない水素ガス供給系や空気供給系において流量センサーの検出した水素ガス流量、エア流量等を、各種制御を行う上での制御パラメータとして入力する。そして、制御装置200は、センサー入力を用いて、後述する低温環境下での冷却制御等の各種制御を実行し、各種制御において駆動制御が必要なバルブやモーター等の制御機器を駆動制御する。

30

【0017】

電力分配コントローラ140は、制御装置200の制御を受けて、燃料電池スタック120から駆動モーター150への引き出す電力量と、二次電池130から駆動モーター150へ引き出す電力量を制御する。また、電力分配コントローラ140は、車両10の減速時には、制御装置200からの制御を受けて、駆動モーター150の回生により得られる回生電力を二次電池130に送る。駆動モーター150は、車両10を動かすための電動機として機能する。また、駆動モーター150は、車両10が減速するときには、車両10の運動エネルギーを電気エネルギーに回生する発電機として機能する。ドライブシャフト160は、駆動モーター150が発する駆動力を動力分配ギア170に伝達するための回転軸である。動力分配ギア170は、左右の車輪180へ駆動力を分配する。

40

【0018】

図2は燃料電池スタック120の冷却を図る冷却系回路300の構成を概略的に示す説明図である。燃料電池システム100は、冷却系回路300の他に、空気供給排出系回路と、燃料ガス供給排出系回路を備えているが、この両供給排出回路は、本願発明の要旨と直接関係しないので、冷却系回路300についてのみ説明し、両供給排出系回路については、説明を省略する。

【0019】

冷却系回路300は、冷却水供給管310と、冷却水排出管320と、バイパス管330と、分流バルブ340と、ラジエーター350と、ラジエーターファン360と、冷却

50

水ポンプ 370 と、スタック温度センサー 194 とを備える。

【0020】

冷却水供給管 310 は、燃料電池スタック 120 に冷媒としての冷却水を供給するための管であり、冷却水排出管 320 は、燃料電池スタック 120 からの冷却水を排出するための管である。そして、冷却水供給管 310 と冷却水排出管 320 は、ラジエーター 350 と燃料電池スタック 120 との間で冷却水が循環して流れる冷媒循環流路を構成する。ラジエーター 350 は、冷却水供給管 310 と、冷却水排出管 320 との間に配置され、制御装置 200 の制御を受けて駆動するラジエーターファン 360 を備える。ラジエーター 350 は、燃料電池スタック 120 を冷却する冷却水との間で熱交換を行い、ラジエーターファン 360 から送られる冷風により冷却水を冷却する。

10

【0021】

バイパス管 330 は、冷却水排出管 320 と冷却水供給管 310 との間において、ラジエーター 350 と平行に接続され、ラジエーター 350 をバイパスするバイパス流路を構成する。分流バルブ 340 は、内蔵するパルスモーターの正逆転駆動により、分流比を変更可能に構成されている。そして、この分流バルブ 340 は、冷却水供給管 310 とバイパス管 330 との合流接続ポイントに配設され、ラジエーター 350 およびバイパス管 330 を介した冷却水の循環の割合を調整する。以下、ラジエーター 350 を循環する冷却水の流量と、バイパス管 330 を循環する冷却水の流量を区別するため、ラジエーター 350 を経由して循環する冷却水流量を冷却水第 1 流量  $L_1$  と称し、バイパス管 330 を経由して循環する冷却水流量を冷却水第 2 流量  $L_2$  と称する。図 2 においては、冷却水供給管 310 と冷却水排出管 320 とバイパス管 330 およびラジエーター 350 における冷却水の流れを矢印で示し、各冷却水の流量を、冷却水第 1 流量  $L_1$  と冷却水第 2 流量  $L_2$  とを用いて表している。

20

【0022】

冷却系回路 300 は、制御装置 200 の制御を受けて駆動する冷却水ポンプ 370 により、冷却水供給管 310 から燃料電池スタック 120 に冷却水を供給する。この際の供給冷却水流量は、冷却水第 1 流量  $L_1$  と冷却水第 2 流量  $L_2$  の和の流量であり、両流量は、所定時間当たりの流量を含め、制御装置 200 の制御を受ける分流バルブ 340 により調整（規定）される。供給された冷却水は、燃料電池スタック 120 における燃料電池セル 110 のそれぞれを冷却したのち、冷却水排出管 320 から排出されて、循環する。

30

【0023】

スタック温度センサー 194 は、冷却水排出管 320 におけるスタック出口付近に配設されており、燃料電池スタック 120 の温度、詳しくは燃料電池セル 110 のセル温度を排出冷却水温度で検出し、その検出温度を制御装置 200 に出力する。燃料電池スタック 120 から排出された冷却水は、冷却水供給管 310 の側の分流バルブ 340 により、ラジエーター 350 とバイパス管 330 とに、上記した冷却水第 1 流量  $L_1$  と冷却水第 2 流量  $L_2$  の流量で分流される。ラジエーター 350 側に分流された冷却水は、ラジエーター 350 により冷却されて燃料電池スタック 120 に流れ込んで循環する。なお、ラジエーター 350 により冷却された冷却水の温度を、分流バルブ 340 の上流側管路に設けたラジエーター側温度センサーで検出し、その検出結果を制御装置 200 に出力するようにしてもよい。

40

【0024】

一方、バイパス管 330 に分流された冷却水は、冷却されないまま燃料電池スタック 120 に流れ込んで循環する。制御装置 200 は、ラジエーター 350 に流れる冷却水の冷却水第 1 流量  $L_1$  とバイパス管 330 に流れる冷却水の冷却水第 2 流量  $L_2$  とを、燃料電池スタック 120 の運転負荷を少なくとも用いた分流バルブ 340 の制御により、後述するように規定する。なお、制御装置 200 は、ラジエーターファン 360 と冷却水ポンプ 370 についても、駆動制御し、後述の低温低負荷状況では、ラジエーターファン 360 を停止する。

【0025】

50

図3は燃料電池システム100で実行される低温環境下における冷却水循環制御の制御手順を示すフローチャートである。この冷却水循環制御は、車両10におけるレディスイッチ196(図1参照)が押圧されている間に、制御装置200により繰り返し実行され、制御装置200は、まず、冷却水循環制御を行う上で必要なセンサー出力を読み込む(ステップS100)。ここで読み込まれるセンサー出力は、ラジエーター350を経由する冷却水第1流量L1とバイパス管330を経由する冷却水第2流量L2とを規定するために必要な、外気温センサー192(図1参照)の検出した外気温 $T_o$ と、アクセル開度センサー190(図1参照)の検出したアクセル開度であり、アクセル開度は、燃料電池スタック120の運転負荷に換算される。具体的には、アクセル開度が大きいほど高い運転負荷となる。こうして運転負荷を換算する際のアクセル開度センサー190と制御装置200が、本願における運転負荷を取得する負荷取得部を構成する。

10

**【0026】**

燃料電池スタック120の運転負荷は、燃料電池スタック120が実際に運転している際のスタック温度の高低や、スタック温度の温度推移(温度勾配)からでも換算算出できる。よって、ステップS100においては、アクセル開度センサー190のセンサー入力に代え、スタック温度センサー194の検出したスタック温度を読み込み、読み込んだスタック温度の高低や温度推移により燃料電池スタック120の運転負荷を換算するようにしてもよい。この換算では、読み込んだスタック温度が高温であったり、温度が上昇推移していると、高い運転負荷となる。また、アクセル開度センサー190のセンサー入力とスタック温度センサー194の検出したスタック温度とを併用して、燃料電池スタック120の運転負荷を換算してもよい。こうしたことから、燃料電池スタック120の運転負荷は、アクセル踏込に伴う要求負荷と解したり、実際の運転状況から得られる現在の負荷と解することができる。運転負荷の換算にスタック温度センサー194を用いる場合には、このスタック温度センサー194も、本願における運転負荷を取得する負荷取得部を構成する。

20

**【0027】**

センサー読込に続き、制御装置200は、外気温 $T_o$ と所定の閾値温度 $T_s$ とを対比する(ステップS110)。この閾値温度 $T_s$ は、燃料電池スタック120を構成する燃料電池セル110を発電運転する際に、電気化学反応を円滑に進行させる上で望ましい温度範囲の下限値より低い温度、例えば20に設定されている。図3に示す冷却水循環制御ルーチンが実行される以前において、ラジエーター350や燃料電池スタック120といった機器のみならず、ラジエーター350を含む流路域や、バイパス管330や冷却水供給管310、冷却水排出管320といった流路域の冷却水は、ほぼ外気温 $T_o$ と同程度の温度となっている。この場合、ラジエーター350を含む流路域は、図2に示すように、バイパス管330によりラジエーター350がバイパスされた流路域であって、冷却水排出管320からのバイパス管330の分岐ポイントからラジエーター350に到り、冷却水供給管310へのバイパス管330の分流ポイントまでの流路域である。以下、説明の便宜上、ラジエーター350を含む上記した流路域を、ラジエーター流路域と称する。

30

**【0028】**

ラジエーター流路域の冷却水は、外気温 $T_o$ と同程度の温度となっていることから、ステップS110で、外気温 $T_o$ が閾値温度 $T_s$ より低いと肯定判定した場合には、冷却水の温度も閾値温度 $T_s$ より低い外気温 $T_o$ と同程度の低温である。よって、ステップS110で肯定判定がなされた場合は、燃料電池セル110にとって低温環境下での運転状況となる。その一方、ステップS110で外気温 $T_o$ が閾値温度 $T_s$ 以上であると判定した場合には、ラジエーター流路域の冷却水の温度も閾値温度 $T_s$ 以上の外気温 $T_o$ と同程度の高い温度であることから、燃料電池セル110にとって低温環境下での運転状況とはならない。

40

**【0029】**

制御装置200は、ステップS110で外気温 $T_o$ が閾値温度 $T_s$ 以上であると判定すると、定常環境下での冷却水循環を実行し(ステップS120)、一旦、本ルーチンを

50

終了する。このステップS 1 2 0における冷却水循環制御では、制御装置2 0 0は、スタック温度センサー1 9 4の検出したスタック温度が所定の温度範囲（以下、この温度範囲を便宜上、適正温度範囲と称する）に維持されるように、バイパス管3 3 0を經由した冷却水循環とラジエーター3 5 0を經由した冷却水循環とを併用して、冷却水を循環供給する。この場合、適正温度範囲をステップS 1 0 0で得た運転負荷に対応して調整するようにしてもよい。例えば、運転負荷が高い場合には、運転温度が低い場合より適正温度範囲の幅を高温側で狭くしたりしてもよい。

#### 【0 0 3 0】

ステップS 1 2 0での定常環境下での冷却水循環では、例えば、スタック温度センサー1 9 4の検出したスタック温度が適正温度範囲の下限より低い場合には、制御装置2 0 0は、分流バルブ3 4 0をバイパス管3 3 0の側を全開方向に駆動制御して、冷却水第1流量L 1を減少させ、冷却水第2流量L 2を増加させる。これにより、冷却水の大部分は、燃料電池スタック1 2 0の通過の際に昇温した状態のまま、ラジエーター3 5 0で冷却されることなく、燃料電池スタック1 2 0を循環する。こうした冷却水循環により、燃料電池セル1 1 0の昇温が進み、スタック温度センサー1 9 4の検出したスタック温度は、やがて、適正温度範囲の温度となる。その後、制御装置2 0 0は、分流バルブ3 4 0を駆動制御して冷却水第1流量L 1を増減調整し、スタック温度センサー1 9 4の検出したスタック温度が適正温度範囲に維持されるよう、燃料電池スタック1 2 0を冷却する。これにより、燃料電池セル1 1 0は、適切な温度に維持された状態で、好適に発電する。こうした冷却水循環の際、制御装置2 0 0は、冷却水ポンプ3 7 0を駆動制御し、所定時間当たりの冷却水の流量を増減調整するので、冷却水第1流量L 1の所定時間当たりの流量も調整されることになる。以下の冷却循環においても同様である。

#### 【0 0 3 1】

その一方、スタック温度センサー1 9 4の検出したスタック温度が適正温度範囲の上限より高い場合には、制御装置2 0 0は、分流バルブ3 4 0を、冷却水第1流量L 1が冷却水第2流量L 2より多くなるように駆動制御する。これにより、バイパス管3 3 0とラジエーター3 5 0とが併用されることになるので、燃料電池スタック1 2 0を循環する冷却水は、ラジエーター3 5 0で冷却された冷却水がバイパス管3 3 0を經由した冷却水に混じり合った冷却水となる。また、冷却水第1流量L 1が冷却水第2流量L 2より多いことから、ラジエーター3 5 0で冷却された冷却水の割合が高くなり、燃料電池スタック1 2 0には低温の冷却水が循環して流れ込む。こうした冷却水循環により、燃料電池セル1 1 0の冷却が進み、スタック温度センサー1 9 4の検出したスタック温度は、やがて、適正温度範囲の温度となる。その後、制御装置2 0 0は、分流バルブ3 4 0を駆動制御して冷却水第1流量L 1を増減調整し、スタック温度センサー1 9 4の検出したスタック温度が適正温度範囲に維持されるよう、燃料電池スタック1 2 0を冷却する。これにより、燃料電池セル1 1 0は、適切な温度に維持された状態で、好適に発電する。こうした冷却水循環において、ラジエーター3 5 0により冷却された冷却水の温度を、分流バルブ3 4 0の上流側管路に設けたラジエーター側温度センサーから適宜読み込んで、スタック温度センサー1 9 4のスタック温度と共に、冷却水第1流量L 1の増減調整のパラメータとするようにしてもよい。

#### 【0 0 3 2】

ステップS 1 1 0で外気温 $T_o$ は閾値温度 $T_s$ より低いと判定した場合、制御装置2 0 0は、ステップS 1 0 0で読み込んだアクセル開度から換算した運転負荷が低負荷領域に属するか否かを判定する（ステップS 1 3 0）。本実施形態では、低負荷領域を、アクセル開度がゼロであって燃料電池セル1 1 0の暖機を行うべきとして定められた負荷領域とした。この低負荷領域は、本願において運転負荷を対比する第1の負荷に該当する。なお、低負荷領域は、所定の幅を持った負荷領域とできるほか、ある値の低負荷値としてもよい。制御装置2 0 0は、ステップS 1 3 0で否定判定すると、燃料電池スタック1 2 0の運転負荷は低負荷領域に属さない高負荷であることから、既述したステップS 1 2 0に移行し、スタック温度センサー1 9 4の検出したスタック温度が適正温度範囲に維持される

10

20

30

40

50

よう、冷却水を既述したように循環供給する。

【 0 0 3 3 】

その一方、ステップ S 1 3 0 で運転負荷は低負荷領域に属すると判定すると、制御装置 2 0 0 は、外気温  $T_o$  が閾値温度  $T_s$  より低く（ステップ S 1 1 0：肯定判定）、且つ、運転負荷が低負荷領域に属するので、低温低負荷状況下での冷却水循環を実行する（ステップ S 1 4 0）。このステップ S 1 4 0 における冷却水循環制御では、制御装置 2 0 0 は、バイパス管 3 3 0 を経由した冷却水循環を優先させるよう、以下に記す第 1 循環制御と第 2 循環制御を所定間隔、例えば 1 ~ 2 分の間隔で繰り返し実行する。なお、ステップ S 1 4 0 の冷却水循環の間において、制御装置 2 0 0 はラジエーターファン 3 6 0 を停止するので、冷却水は、外気温  $T_o$  で冷却されるに過ぎず、ファンからの冷風で冷却されること  
10

【 0 0 3 4 】

第 1 循環制御で、制御装置 2 0 0 は、燃料電池スタック 1 2 0 を循環する冷却水の全流量に対して、バイパス管 3 3 0 を経由する冷却水第 2 流量  $L_2$  が 9 8 ~ 9 9 % の大部分を占め、ラジエーター 3 5 0 を経由する冷却水第 1 流量  $L_1$  が 1 ~ 2 % の少量の流量となるように、分流バルブ 3 4 0 を駆動制御する。第 2 循環制御で、制御装置 2 0 0 は、分流バルブ 3 4 0 をバイパス管 3 3 0 の側が全開となるように駆動制御して、冷却水第 1 流量  $L_1$  をゼロとし、冷却水第 2 流量  $L_2$  を全量（1 0 0 %）とする。つまり、制御装置 2 0 0 は、交互に繰り返される第 1 循環制御において、冷却水第 2 流量  $L_2$  を冷却水第 1 流量  $L_1$  より多くしつつ、1 ~ 2 % という少量の冷却水第 1 流量  $L_1$  の冷却水をラジエーター 3  
20 5 0 に送り込む。この第 1 循環制御において、冷却水の循環流量をスタック温度センサー 1 9 4 の検出したスタック温度に応じて増量させるように冷却水ポンプ 3 7 0 を駆動制御するようにしてもよい。このように冷却水の循環流量を増量させる場合も循環流量を定流量とした場合でも、ラジエーター 3 5 0 を循環する冷却水の所定時間当たりの流量は、零より大きくかつ所定流量以下となる。これにより、ラジエーター流路域の冷却水は、燃料電池スタック 1 2 0 を経て送られてくる冷却水に徐々に置換され、ラジエーター流路域の冷却水の温度は外気温  $T_o$  より高くなる。

【 0 0 3 5 】

本実施形態では、第 1 循環制御と第 2 循環制御を所定回繰り返す間にラジエーター流路域の冷却水を燃料電池スタック 1 2 0 を経て送られてくる冷却水に総て置換することが可能  
30 可能な少量の流量（1 ~ 2 %）に、冷却水第 1 流量  $L_1$  を規定した。また、第 1 循環制御における 1 ~ 2 % という冷却水第 1 流量  $L_1$  は、スタック温度センサー 1 9 4 の検出したスタック温度を適正温度範囲に維持するように規定する場合の冷却水第 1 流量  $L_1$  に比して、各段に少ない。この場合、第 1 循環制御における冷却水第 1 流量  $L_1$  は、スタック温度センサー 1 9 4 の検出したスタック温度を適正温度範囲に維持するように規定する場合の冷却水第 1 流量  $L_1$  に比して少量であれば、1 ~ 2 % という流量範囲に限らず、燃料電池スタック 1 2 0 の規模や、外気温  $T_o$  に応じて調整可能である。例えば、外気温  $T_o$  が閾値温度  $T_s$  を大きく下回る氷点下以下の極低温であれば、冷却水第 1 流量  $L_1$  を 1 ~ 2 % より多い流量範囲とできる。こうすれば、ラジエーター流路域の冷却水を燃料電池スタック 1 2 0 を経て送られてくる冷却水に置換することが早く済むので、ラジエーター流路域  
40 の冷却水の温度を極低温の外気温  $T_o$  より高めておくことが可能となる。

【 0 0 3 6 】

こうした第 1 循環制御での冷却水置換の過程において、閾値温度  $T_s$  より低い外気温  $T_o$  と同程度の温度に冷えていたラジエーター流路域の冷却水は、バイパス管 3 3 0 を経由する冷却水と共に燃料電池スタック 1 2 0 に流れ込む。しかしながら、ラジエーター流路域の冷却水は、1 ~ 2 % という少量でしか燃料電池スタック 1 2 0 に流れ込まないので、燃料電池スタック 1 2 0 の冷却には殆ど関与しない。そして、この第 1 循環制御において、制御装置 2 0 0 は、燃料電池スタック 1 2 0 の通過の際に昇温した状態のままの冷却水の 9 8 ~ 9 9 % を、ラジエーター 3 5 0 で冷却させることなく、燃料電池スタック 1 2 0 に循環させる。また、制御装置 2 0 0 は、交互に繰り返される第 2 循環制御において、燃  
50

料電池スタック120の通過の際に昇温した状態のままの冷却水の全量を、ラジエーター350で冷却させることなく、燃料電池スタック120を循環させる。よって、上記した第1循環制御と第2循環制御の繰り返しにより、閾値温度 $T_s$ より低い外気温 $T_o$ と同程度の温度に冷えていた燃料電池セル110の昇温が進み、燃料電池スタック120が暖機される。

#### 【0037】

制御装置200は、上記したステップS140に続き、アクセル開度センサー190(図1参照)の検出したアクセル開度を再度読み込んで(ステップS150)、ステップS140での冷却水循環の実行後の運転負荷がステップS130での低負荷判定に用いた負荷より高い高負荷、例えば、フルスロットルに対応した高負荷やフルスロットルの1/2を超えるアクセル踏込に伴うWTOの際の高負荷に推移したか否かを判定する(ステップS160)。このステップS160での負荷は、本願において運転負荷を対比する第2の負荷に該当する。制御装置200は、ステップS160で否定判定すると、一旦、本ルーチンを終了する。そして、次の本ルーチンでのステップS110の肯定判定(外気温 $T_o < 閾値温度 T_s$ )と、これに続くステップS130の低負荷判定とにより、既述した第1循環制御と第2循環制御が繰り返される。

10

#### 【0038】

その一方、ステップS160でステップS140における冷却水循環の実行後の運転負荷が高負荷であると判定すると、運転負荷は既述した低温低負荷状況から高負荷状況に推移したことから、制御装置200は、冷却水第1流量 $L_1$ が冷却水第2流量 $L_2$ より多くなるように、分流バルブ340を駆動制御して、高負荷推移対応の冷却水循環を実行し(ステップS170)、一旦、本ルーチンを終了する。このステップS170の冷却水循環の実行前の状態において、ラジエーター流路域の冷却水は、燃料電池スタック120を経て送られてくる冷却水に総て置換済みである。そして、ステップS170での冷却水循環は、次回以降の本ルーチンの繰り返しにおいて、ステップS140における冷却水循環に代えて一時的になされることになり、ラジエーター350を巡回する冷却水第1流量 $L_1$ は増加する。

20

#### 【0039】

以上説明した本実施形態の燃料電池システム100は、外気温 $T_o$ が閾値温度 $T_s$ より低く(ステップS110:肯定判定)、且つ、燃料電池スタック120の運転負荷が低負荷領域に属する低温低負荷状況において、ラジエーター350を含むラジエーター流路域の冷却水を燃料電池スタック120を経て送られてくる冷却水に置換済みとする(ステップS140)。燃料電池スタック120を経て送られてくる冷却水は、低負荷とはいえ発電運転中の燃料電池スタック120を通過した冷却水であることから、昇温済みの冷却水であり、その冷却水温度は、ラジエーター350を含むラジエーター流路域の置換前の冷却水の温度より高い。よって、燃料電池セル110にとっての低温環境下における燃料電池スタック120の運転負荷が低負荷から高負荷に推移する際に燃料電池スタック120に新たに流れ込む冷却水の温度は、ステップS140でのラジエーター流路域の冷却水置換により、バイパス管330を経由して流れる冷却水の温度と同程度であり、低温度のままではない。このため、燃料電池セル110にとっての低温環境下における燃料電池スタック120の運転負荷が低負荷から高負荷に推移する際にラジエーター350から燃料電池スタック120に新たに流れ込む冷却水の温度は、ステップS140における冷却水置換により、低温の外気温 $T_o$ よりある程度高い温度まで高められているので、燃料電池セル110の温度は低下しない。この結果、本実施形態の燃料電池システム100によれば、上記した低温低負荷状況において運転負荷が高負荷に推移しても、燃料電池セル110の出力低下や応答性の低下を抑制でき、アクセル踏込に対応した運転負荷に適った所望の電力を燃料電池スタック120から得ることができる。

30

40

#### 【0040】

本実施形態の燃料電池システム100は、燃料電池スタック120の運転負荷が低負荷から高負荷状況に推移すると、ラジエーター350を経由する冷却水第1流量 $L_1$ をバイ

50

パス管 330 を経由する冷却水第 2 流量 L2 より多くする。よって、ラジエーター 350 で冷却した冷却水で燃料電池スタック 120 を冷却することで、高負荷での運転に伴う燃料電池スタック 120 の温度上昇を抑制して、スタック温度センサー 194 の検出したスタック温度を適正温度範囲に維持できる。

【0041】

本発明は、上述の実施形態や実施例、変形例に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態、実施例、変形例中の技術的特徴は、上述の課題の一部または全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部または全部を達成するために、適宜、差し替えや組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

10

【0042】

既述した実施形態では、ラジエーター流路域の冷却水の置換を図るステップ S140 において、1~2% という少量の冷却水第 1 流量 L1 の冷却水をラジエーター 350 に送り込む第 1 循環制御と、冷却水第 2 流量 L2 を全量とする第 2 循環制御とを交互に実行したが、第 1 循環制御のみを継続するようにしてもよい。

【0043】

既述した実施形態では、ステップ S120 での定常温環境下での冷却水循環を実行後に図 3 の制御ルーチンを終了するようにしたが、ステップ S120 での冷却水循環の実行後に、ステップ S150 に移行し、負荷が高負荷ならば、ステップ S170 の冷却水循環を実行するようにしてもよい。

20

【符号の説明】

【0044】

- 10 ... 燃料電池搭載車両 (車両)
- 100 ... 燃料電池システム
- 110 ... 燃料電池セル
- 120 ... 燃料電池スタック
- 130 ... 二次電池
- 140 ... 電力分配コントローラ
- 150 ... 駆動モーター
- 160 ... ドライブシャフト
- 170 ... 動力分配ギア
- 180 ... 車輪
- 190 ... アクセル開度センサー
- 192 ... 外気温センサー
- 194 ... スタック温度センサー
- 196 ... レディースイッチ
- 200 ... 制御装置
- 300 ... 冷却系回路
- 310 ... 冷却水供給管
- 320 ... 冷却水排出管
- 330 ... バイパス管
- 340 ... 分流バルブ
- 350 ... ラジエーター
- 360 ... ラジエーターファン
- 370 ... 冷却水ポンプ
- L1 ... 冷却水第 1 流量
- L2 ... 冷却水第 2 流量
- To ... 外気温

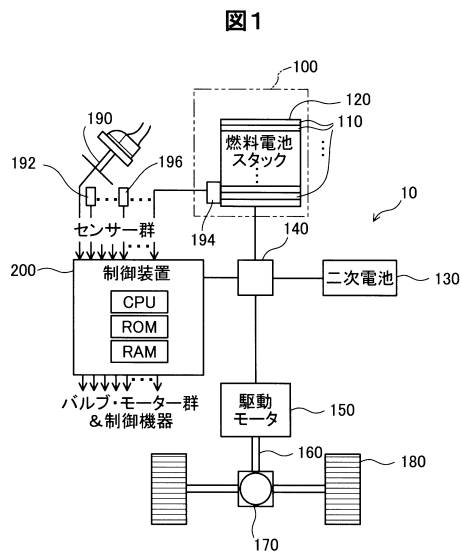
30

40

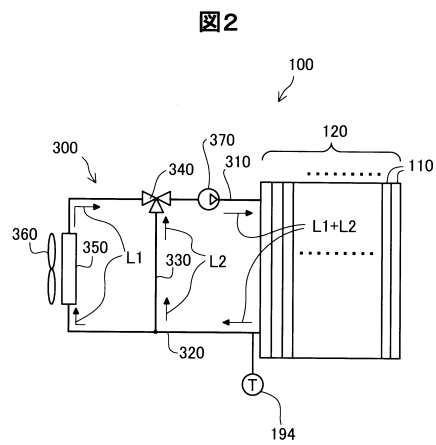
50

T s ... 閾値温度

【 図 1 】

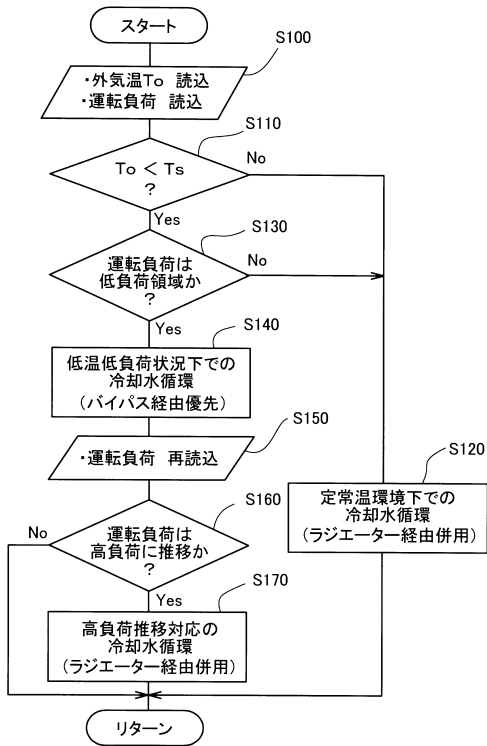


【 図 2 】



【図3】

図3



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H01M 8/00 - 8/2495