

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6229643号  
(P6229643)

(45) 発行日 平成29年11月15日 (2017.11.15)

(24) 登録日 平成29年10月27日 (2017.10.27)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/04225 (2016.01)	HO 1 M 8/04 X
HO 1 M 8/04302 (2016.01)	HO 1 M 8/04 T
HO 1 M 8/04701 (2016.01)	HO 1 M 8/04 J
HO 1 M 8/04 (2016.01)	B 6 O L 11/18 G
B 6 O L 11/18 (2006.01)	

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2014-232254 (P2014-232254)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成26年11月15日 (2014.11.15)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2016-96089 (P2016-96089A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成28年5月26日 (2016.5.26)	(74) 代理人	110000028
審査請求日	平成28年2月12日 (2016.2.12)		特許業務法人明成国際特許事務所
		(72) 発明者	長沼 良明
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	丸尾 剛
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	山田 貴史
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムおよび燃料電池搭載車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムであって、

燃料電池と、

前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、

前記冷却液を冷却するラジエータと、

前記ラジエータの出口に設けられ、前記冷却液の温度を測定する第1の温度センサと、

外気温センサと、

前記冷却液供給流路に設けられた冷却液ポンプと、

制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記燃料電池システムの起動時に前記外気温センサで測定された外気温に基づいて、  
 前記冷却液供給流路を流れる前記冷却液の前記ラジエータの出口における温度を推定して  
 前記冷却液の温度を取得し、

前記冷却液ポンプの始動前に前記ラジエータに滞留していた冷却液が前記第1の温度  
 センサに到達したと推定された後は、前記推定により前記冷却液の温度を取得する代わり  
 に前記第1の温度センサで測定された温度を前記冷却液の温度として取得し、

前記取得した前記冷却液の温度に基づいて前記冷却液の流量を調整する、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において、さらに、  
前記燃料電池から排出された前記冷却液を、前記ラジエータをバイパスして前記ラジエータの下流側の前記冷却液供給流路に還流するバイパス管と、  
前記燃料電池から排出された前記冷却液を前記ラジエータと前記バイパス管とに分流する分流弁と、  
前記燃料電池の出口に設けられ、前記冷却液の温度を測定する第 2 の温度センサと、  
を備え、  
前記制御部は、前記冷却液の流量の調整の際に、  
前記第 2 の温度センサで測定された前記冷却液の温度と、前記取得した前記冷却液の温度と、前記燃料電池の目標温度と、を用いて、前記冷却液ポンプの動作と、前記分流弁による前記冷却液の前記ラジエータと前記バイパス管との分流比と、を制御する、燃料電池システム。

10

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記制御部は、前記ラジエータの中の前記冷却液の体積と、前記ラジエータの出口から前記第 1 の温度センサが設けられた位置までの間の前記冷却液の体積とを合計した合計体積の冷却液を、前記冷却液ポンプを用いて流したときに、前記冷却液ポンプの起動前に前記ラジエータに滞留していた冷却液が前記第 1 の温度センサに到達したと判定する、燃料電池システム。

20

## 【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載の燃料電池システムにおいて、  
前記制御部が前記ラジエータの出口における前記冷却液の温度を取得するときに用いる温度センサを前記外気温センサから前記第 1 の温度センサに切り替えるときに、前記切り替える前の前記推定された前記冷却液の温度と、前記第 1 の温度センサにより測定される温度との差分が予め定められた値以上の場合には、前記制御部は、前記分流弁の開度の変更速度に上限を設ける、燃料電池システム。

## 【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の燃料電池システムを備える燃料電池搭載車両。

## 【発明の詳細な説明】

30

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、燃料電池システムおよび燃料電池搭載車両に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

燃料電池は、冷却液によって冷却されるのが普通である。特許文献 1 には、温度センサで外気温を検出し、この外気温に応じて冷却液の循環を開始する技術が開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

40

【特許文献 1】特開 2006 - 164738 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

特許文献 1 では外気温を用いて冷却液の循環の開始を判断しているが、外気温と、ラジエータ内部に滞留している冷却液と、燃料電池に供給される冷却液と、の間には相互に温度差がある。このため、冷却液の正確な温度を把握できないという問題があった。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

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

50

形態として実現することが可能である。

【0006】

(1) 本発明の一形態によれば、燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムが提供される。この燃料電池システムは、燃料電池と、前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータの出口に設けられ、前記冷却液の温度を測定する第1の温度センサと、外気温センサと、制御部と、を備える。前記制御部は、前記外気温センサで測定された外気温に基づいて、前記冷却液供給流路を流れる冷却液の温度を推定し、前記ラジエータに滞留する冷却液が前記第1の温度センサに到達したと推定された後は、前記第1の温度センサで測定された温度に基づいて前記冷却液供給流路に流れる冷却液の温度を取得して冷却液の流量を調整する。この形態によれば、冷却液の正確な温度を把握して冷却液の流量を調整できる。

10

【0007】

(2) 上記形態の燃料電池システムにおいて、さらに、前記冷却液供給流路に設けられた冷却液ポンプと、前記燃料電池から排出された冷却液を、前記ラジエータをバイパスして前記ラジエータの下流側の前記冷却液供給流路に還流するバイパス管と、前記燃料電池から排出された冷却液を前記ラジエータと前記バイパス管とに分流する分流弁と、前記燃料電池の出口に設けられ、前記冷却液の温度を測定する第2の温度センサと、を備え、前記制御部は、前記外気温センサで測定された外気温に基づいて前記ラジエータ内における前記冷却液の温度を推定し、前記ラジエータに滞留する冷却液が前記第1の温度センサに到達した後は、前記第1の温度センサで測定された温度に基づいて前記ラジエータ内における前記冷却液の温度を取得し、前記第2の温度センサで測定された前記燃料電池の出口における前記冷却液の温度と、前記推定または取得した前記ラジエータ内における前記冷却液の温度と、前記燃料電池の目標温度と、を用いて、前記冷却液ポンプと、前記分流弁による前記冷却液の前記ラジエータと前記バイパス管との分流比を制御してもよい。この形態によれば、ラジエータ内の冷却液の温度をより正確に推定して、分流比を制御できる。

20

【0008】

(3) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記制御部は、前記ラジエータの中の前記冷却液の体積と、前記ラジエータの出口から前記第1の温度センサが設けられた位置までの間の前記冷却液の体積とを合計した合計体積の冷却液を、前記冷却液ポンプを用いて流したときに、前記起動時に前記ラジエータに滞留する冷却液が前記第1の温度センサに到達したと判定してもよい。この形態によれば、前記ラジエータに滞留する冷却液が前記第1の温度センサに到達した時点をも容易に判断できる。

30

【0009】

(4) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記制御部は、前記ラジエータ内における前記冷却液の温度を推定するときに用いる温度センサを前記外気温センサから前記第1の温度センサに切り替えるときに、変更レートを設けて、ゆっくりと切り替えてもよい。この形態によれば、外気温センサから第1の温度センサにゆっくりと切り替えることによって、分流弁の開度のアンダーシュートやオーバーシュートを抑制できる。

【0010】

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

40

の他、燃料電池車両等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】燃料電池を搭載した燃料電池搭載車両10を示す説明図。

【図2】燃料電池と燃料電池の冷却系を示す説明図。

【図3】燃料電池システムの冷却系の始動時からの制御フローチャートを示す説明図。

【図4】ラジエータ温度と冷却液の粘度とを示す説明図。

【図5】分流比の補正前と補正後の関係を示す説明図。

【図6】第3の実施形態における制御フローチャート。

【発明を実施するための形態】

50

## 【 0 0 1 2 】

第 1 の実施形態：

図 1 は、燃料電池を搭載した燃料電池搭載車両 1 0（以下、単に「車両 1 0」とも呼ぶ。）を示す説明図である。車両 1 0 は、燃料電池 1 0 0 と、制御部 1 1 0（E C U（Electronic Control Unit）とも呼ぶ。）と、二次電池 1 3 0 と、電力分配コントローラ 1 4 0 と、駆動モータ 1 5 0 と、ドライブシャフト 1 6 0 と、動力分配ギア 1 7 0 と、車輪 1 8 0 と、外気温センサ 1 9 0 と、を備える。

## 【 0 0 1 3 】

燃料電池 1 0 0 は、燃料ガスと酸化剤ガスとを電気化学的に反応させて電力を取り出すための発電装置である。制御部 1 1 0 は、燃料電池 1 0 0 と二次電池 1 3 0 の動作を制御する。制御部 1 1 0 は、燃料電池 1 0 0 を車両の主たる動力源として用いるが、車両 1 0 の起動直後など、燃料電池 1 0 0 の発電力が小さい場合には、車両 1 0 を動かすための電力源として二次電池 1 3 0 を用いる。二次電池 1 3 0 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 1 3 0 への充電は、例えば、燃料電池 1 0 0 から出力信号される電力を用いて直接充電することや、車両 1 0 が減速するときに車両 1 0 の運動エネルギーを駆動モータ 1 5 0 により回生して充電すること、により行うことが可能である。電力分配コントローラ 1 4 0 は、制御部 1 1 0 からの命令を受けて、燃料電池 1 0 0 から駆動モータ 1 5 0 への引き出す電力量と、二次電池 1 3 0 から駆動モータ 1 5 0 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 1 4 0 は、車両 1 0 の減速時には、制御部 1 1 0 からの命令を受けて、駆動モータ 1 5 0 により回生された電力を二次電池 1 3 0 に送る。駆動モータ 1 5 0 は、車両 1 0 を動かすための電動機として機能する。また、駆動モータ 1 5 0 は、車両 1 0 が減速するときには、車両 1 0 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 1 6 0 は、駆動モータ 1 5 0 が発する駆動力を動力分配ギア 1 7 0 に伝達するための回転軸である。動力分配ギア 1 7 0 は、左右の車輪 1 8 0 へ駆動力を分配する。外気温センサ 1 9 0 は、外気の温度を測定する。

## 【 0 0 1 4 】

図 2 は、燃料電池 1 0 0 と燃料電池 1 0 0 の冷却系 3 0 0 を示す説明図である。燃料電池システムは、冷却系 3 0 0 の他に、酸化ガス供給排出系と、燃料ガス供給排出系を備えているが、本明細書では、冷却系 3 0 0 についてのみ説明し、酸化ガス供給排出系と、燃料ガス供給排出系については、説明を省略する。

## 【 0 0 1 5 】

冷却系 3 0 0 は、冷却液供給管 3 1 0 と、冷却液排出管 3 2 0 と、バイパス管 3 3 0 と、分流弁 3 4 0 と、ラジエータ 3 5 0 と、ラジエータファン 3 6 0（以下単に「ファン 3 6 0」とも呼ぶ。）と、冷却液ポンプ 3 7 0 と、温度センサ 3 8 0、3 9 0 を備える。本実施形態では、冷却液として水を用いている。従って、冷却液を冷却水とも呼び、冷却液ポンプ 3 7 0 は、「冷却液ポンプ 3 7 0」あるいは「ウォーターポンプ 3 7 0（W/P）」とも呼ぶ。本実施形態の図面では、冷却液ポンプ 3 7 0 は、「W/P」と表記する。

## 【 0 0 1 6 】

冷却液供給管 3 1 0 は、燃料電池 1 0 0 に冷却液を供給するための管であり、冷却液排出管 3 2 0 は、燃料電池 1 0 0 からの冷却液を排出するための管である。冷却液供給管 3 1 0 は、請求項の冷却液供給流路に対応する。ラジエータ 3 5 0 は、冷却液供給管 3 1 0 と、冷却液排出管 3 2 0 との間に配置されている。冷却液排出管 3 2 0 と冷却液供給管 3 1 0 との間には、ラジエータ 3 5 0 と平行に、バイパス管 3 3 0 とが配置されている。冷却液排出管 3 2 0 とバイパス管 3 3 0 との接続部には、分流弁 3 4 0 が設けられている。分流弁 3 4 0 は、冷却液を、ラジエータ 3 5 0 とバイパス管 3 3 0 とに分流する。バイパス管 3 3 0 は、冷却液を、ラジエータ 3 5 0 をバイパスして冷却液供給管 3 1 0 に還流させるための管、流路である。ラジエータ 3 5 0 には、ラジエータファン 3 6 0 が設けられており、ラジエータ 3 5 0 に風を送風してラジエータ 3 5 0 を流れる冷却液を冷却する。冷却液ポンプ 3 7 0 は、燃料電池 1 0 0 に冷却液を供給する。図 2 では、冷却液ポンプ 3

10

20

30

40

50

70はラジエータ350の下流側に設けられているが、冷却液ポンプ370をラジエータ350の上流側に設けてもよい。第1の温度センサ380は、ラジエータ350の出口に設けられており、第2の温度センサ390は、燃料電池100の冷却液出口に設けられている。第1の温度センサ380は、燃料電池100に供給される冷却液の温度を測定するために用いられ、第2の温度センサ390は、燃料電池100から排出される冷却液の温度（すなわち、ラジエータ350に供給される冷却液の温度）を測定するために用いられる。燃料電池100から排出される冷却液の温度は、燃料電池100の温度とほぼ等しい。なお、冷却液は、車両10の室内エアコンの暖房用熱源、燃料ガスのインタークーラー用の冷却液としても用いられるが、これらの用途については、説明を省略する。

【0017】

10

本実施形態では、冷却液ポンプ370によって、冷却液供給管310を通して燃料電池100に冷却液が供給され、冷却液は、燃料電池100を冷却したのち、冷却液排出管320から排出される。冷却液は、分流弁340により、ラジエータ350と、バイパス管330とに分流される。ラジエータ350側に分流された冷却液は、ラジエータ350およびラジエータファン360により冷却されるが、バイパス管330に分流された冷却液は冷却されない。制御部110は、ラジエータ350に流れる冷却液とバイパス管330に流れる冷却液の流量比（分流比）と、ラジエータファン360の回転数と、冷却液ポンプ370の流量により、冷却液の温度および燃料電池100の冷却を制御する。

【0018】

図3は、燃料電池システムの冷却系300の始動時からの制御フローチャートを示す説明図である。図3では以下のパラメータが使用される。

20

- ・  $T_{t1}$  : 燃料電池入口の冷却液温度の制御目標値
- ・  $T_{t01}$ 、 $T_{t02}$  : 燃料電池出口の冷却液温度の制御目標値
- ・  $T_o$  : 燃料電池出口の冷却液温度（第2の温度センサ390の測定値）
- ・  $T_m$  : ラジエータ出口の冷却液温度（第1の温度センサ380の測定値）
- ・  $T_e$  : ラジエータ内の冷却液温度の推定値（ラジエータ内のラジエータ出口における冷却液温度の推定値）
- ・  $r$  : 分流弁340の分流比

$$r = (\text{ラジエータの冷却液流量}) / (\text{ラジエータの冷却液流量} + \text{バイパス管の冷却液流量})$$

30

ラジエータの冷却液流量とバイパス管の冷却液流量の和は、冷却液ポンプ370の全流量に相当する。

【0019】

ステップS100では、燃料電池システムが起動される。燃料電池システムが車両10に搭載される場合、この起動は、スタータスイッチ（図示せず）をオンすることにより行われる。制御部110は、ラジエータファン360と、冷却液ポンプ370を駆動する。なお、この段階では、分流弁340の分流比は0であり、冷却液の全量がバイパス管330に流れ、ラジエータ350には、流れない。この状態では、ラジエータ350で放熱されないで、循環する冷却液の温度は少しずつ上昇する。一方、ラジエータ350内の冷却液の温度は、循環する冷却液の温度よりも低いままに維持される。なお、分流比を0としたが、例えば、スタータスイッチをオフ後、すぐにスタータスイッチがオンにされるような場合には、冷却水温が高いため、分流比をゼロとしなくても良い。

40

【0020】

ステップS110では、制御部110は、第2の温度センサ390を用いて燃料電池100の出口の冷却液温度 $T_o$ を測定し、燃料電池100の出口の冷却液温度の制御目標値 $T_{t01}$ を越えたか否かを判断する。 $T_o > T_{t01}$ の場合には、燃料電池100の出口の冷却液水温 $T_o$ が十分に低いので、ステップS110を繰り返す。一方、 $T_{t01} < T_o$ となった場合には、冷却液をラジエータ350で冷却するためにステップS120以降の処理を実行する。

【0021】

50

ステップS120では、制御部110は、分流弁340を閉める前のラジエータ350の出口の冷却液温度 $T_m$ と、外気温 $T_o$ と、を用いて、現時点におけるラジエータ350内の冷却液温度 $T_e$ を推定する。ここで、「分流弁340を閉める」とは、後述するステップS190において分流比を0に設定することを意味する。図3のステップS120～S190のルーチンを最初に行う際には、「分流弁340を閉める前のラジエータ350の出口の冷却液温度 $T_m$ 」は存在しないので、ステップS120において、ラジエータ350内の冷却液温度 $T_e$ は、外気温 $T_o$ と等しいものと推定される。ステップS120の2回目以降の実行時における処理内容については後述する。

#### 【0022】

ステップS130では、燃料電池100の出口の冷却液温度 $T_o$ と、燃料電池100の入口の冷却液温度の制御目標値 $T_{t1}$ と、ラジエータ350内の冷却液温度 $T_e$ と、を用いて分流弁340の開度 $r$ を算出する。これらの間には、以下の関係がある。

$$T_{t1} = (1 - r) \times T_o + r \times T_e \quad \dots (1)$$

$$r = (T_{t1} - T_o) / (T_e - T_o) \quad \dots (2)$$

#### 【0023】

ステップS140では、制御部110は、ラジエータ350に予め定められた体積の冷却液が流れたか否かを判断する。この「体積」はラジエータ350の内部の冷却液の体積 $V_r$ であってもよく、ラジエータ350の内部の冷却液の体積 $V_r$ と、ラジエータ350の出口から第1の温度センサ380が設けられた位置までの間の冷却液の体積との和としてもよい。或いは、ラジエータ350の内部の冷却液の体積 $V_r$ と、冷却液排出管320の内部の冷却液の体積 $V_o$ との和（体積 $V_r$ と体積 $V_o$ の合計体積）であってもよい。これだけの冷却液がラジエータ350を流れると、ラジエータ350中の冷却液が第1の温度センサ380を越えて流れるため、ラジエータ350により冷却された冷却液が第1の温度センサ380に達する。そのため、ラジエータ350内部における冷却液温度として、推定温度 $T_e$ から実測の温度 $T_m$ にいつ切り替えればよいが容易に判断できる。制御部110は、ステップS140において、ラジエータ350に予め定められた体積の冷却液が流れていた場合には、ステップS150に移行する。制御部は、冷却液の流量の他、時間で判断しても良い。所定時間経過すれば、所定の流量の冷却液が流れたと判断可能である。

#### 【0024】

ステップS150では、制御部110は、第1の温度センサ380を用いて、冷却液温度 $T_m$ を測定する。ステップS160では、ステップS380で測定した冷却液温度の実測値 $T_m$ と、ステップS120で推定した冷却液温度の推定値 $T_e$ との差が予め定められた値 $T_h$ 以上か否かを判断する。この差分 $|T_m - T_e|$ が $T_h$ 以上の場合には、ステップS165において、分流弁34の開度の切り替え速度に上限値を定めた後にステップS170に移行する。一方、差分 $|T_m - T_e|$ が $T_h$ 未満の場合には、ステップS160から直接ステップS170に移行する。

#### 【0025】

ステップS170では、制御部110は、燃料電池100の出口の冷却液温度 $T_o$ と、燃料電池100の入口の冷却液温度の制御目標値 $T_{t1}$ と、ステップS150で測定した冷却液温度 $T_m$ と、を用いて、以下の式により、分流弁340の開度 $r$ を算出し、開度 $r$ を切り替える。

$$r = (T_{t1} - T_o) / (T_m - T_o) \quad \dots (3)$$

なお、ステップS160において、冷却液温度の実測値 $T_m$ と、推定値 $T_e$ との差が $T_h$ 以上の場合には、分流弁340の開度の切り替え速度の上限値を定めたので、分流比 $r$ は、よりゆっくりと切り替えられる。これにより、分流弁340の開度のアンダーシュート（目標開度よりも閉めすぎる）やオーバーシュート（目標開度よりも開きすぎる）を抑制できる。但し、ステップS160～S170の処理は省略してもよい。なお、冷却液温度を推定値 $T_e$ からの実測値 $T_m$ に切り替える場合には、時定数処理を行い、徐々に推定値 $T_e$ から実測値 $T_m$ に切り替えても良い。すなわち、変更レートを設けて、ゆっくりと

10

20

30

40

50

切り替えてもよい。また、徐々に推定値  $T_e$  から実測値  $T_m$  に切り替える場合、所定時間が経過した後は、変更速度を増加しても良い。

【0026】

ステップ  $S180$  では、制御部  $110$  は、第2の温度センサ  $390$  を用いて燃料電池  $100$  から排出される冷却液温度  $T_o$  を測定し、燃料電池  $100$  の出口における冷却液温度の制御目標値  $T_{to2}$  より低くなったか否かを判断する。このステップ  $S180$  における制御目標値  $T_{to2}$  は、ステップ  $S110$  における制御目標値  $T_{to1}$  と同じ値に設定してもよいが、ハンチングを抑制するために、制御目標値  $T_{to2}$  は制御目標値  $T_{to1}$  より低いことが好ましい。なお、ステップ  $S180$  はなくても良い。また、燃料電池  $100$  の出口の冷却液温度ではなく、燃料電池  $100$  の入口の冷却液温度を用いても良い。燃料電池出口の冷却液温度  $T_o$  が制御目標値  $T_{to2}$  より低くなった場合には、冷却液をラジエータ  $350$  で冷却する必要があるないので、制御部  $110$  は、ステップ  $S190$  で分流弁  $340$  を閉じる（分流比をゼロ）とする。これにより、ラジエータ  $350$  には冷却液が流れなくなるので、循環する冷却液の温度は上昇する。一方、ラジエータ  $350$  内に滞留している冷却液は、外気により冷却されるので、その温度は外気温に向かって低下する。また、車速に応じて実測値  $T_m$  が外気温に漸近する速度は、変化する。

10

【0027】

制御部  $110$  は、ステップ  $S190$  の後に、再びステップ  $S110$  に移行し、ステップ  $S110$  の条件が成立するとステップ  $S120$  に移行する。2回目以降のステップ  $S120$  では、分流弁  $340$  を閉める前において第1の温度センサ  $380$  で測定されたラジエータ出口の冷却液温度  $T_m$  は、外気温  $T_{ot}$  と異なっている。ラジエータ  $350$  からの放熱量  $Q$  は、 $(T_m - T_o) \times (\text{ラジエータに当たる空気の流量})$  に比例する。そこで、この放熱量  $Q$  と、冷却液の熱容量と、ラジエータ  $350$  内の冷却液の体積と、分流弁  $340$  を閉める前の冷却液温度  $T_m$  とを用いて、ラジエータ  $350$  内における冷却液温度  $T_e$  の変化を推定できる。通常は、ラジエータ  $350$  内における冷却液温度  $T_e$  は、分流弁  $340$  を閉める前において第1の温度センサ  $380$  で測定されたラジエータ出口の冷却液温度  $T_m$  から緩やかに低下し、また、その低下速度は、車速に応じて変化する。この冷却液温度  $T_e$  は、上記(2)式に従って分流比  $r$  を設定する際に使用される。ステップ  $S130$  では、こうして得られた分流比  $r$  に従って分流弁  $340$  が再び開かれる。ステップ  $S130$  以後の処理は、上述と同様であるので、説明を省略する。なお、本実施形態では、ステップ  $S180$ 、 $S190$  を実行しているが、ステップ  $S180$  は、ステップ  $S110$  と同じ処理、判定であるので、ステップ  $S180$ 、 $S190$  を省略し、ステップ  $S170$  の次にステップ  $S110$  を実行しても良い。また、ステップ  $S110$  の処理はなくても良い。

20

30

【0028】

上記の説明では、燃料電池システムの起動時からの制御を例にとって説明したが、ステップ  $S110$  に戻って以降の2ループ目以降では、起動時と同じ処理が実行されているが、通常の運転状態になってから実行されるものである。したがって図3に示すフローチャートの処理は、起動時に限定される処理ではない。

【0029】

以上、第1の実施形態によれば、制御部  $110$  は、外気温センサ  $190$  に基づいてラジエータ  $350$  内の冷却液温度  $T_e$  を推定し、起動時にラジエータ  $350$  に滞留する冷却液が第1の温度センサ  $380$  に到達した後は、第1の温度センサ  $380$  の測定値を用いて冷却液温度  $T_m$  を取得し、燃料電池  $110$  の出口における冷却液温度  $T_o$  と、推定したラジエータ内の冷却液温度  $T_e$  または測定した冷却液温度  $T_m$  と、燃料電池  $100$  の目標温度  $T_{t1}$  と、を用いて分流比  $r$  を制御する。その結果、分流弁  $340$  が開いた直後で第1の温度センサ  $380$  が正確な冷却液温度を示さない場合であっても、正確な冷却液温度を推定または測定して、分流弁  $340$  を制御できる。

40

【0030】

第2の実施形態：

上述した第1の実施形態では、制御部  $110$  は、上記(2)式又は(3)式に従って分

50

流比  $r$  を調整していた。ところで、ラジエータ 350 に冷却液を流すと、冷却液が冷却されて温度が下がり、冷却液の粘性が上がり、ラジエータ 350 における圧力損失が増加し、設定した分流比  $r$  と実際の分流比とにずれが生じる可能性がある。分流比のずれが小さい場合には問題とはならないが、分流比のずれが過度に大きくなると、燃料電池 100 の冷却量自体が大きくずれる可能性がある。そこで、第 2 の実施形態では、冷却液の粘性を考慮して分流比のズレを補正する。

#### 【0031】

図 4 は、ラジエータ温度と、冷却液の粘度とを示す説明図である。冷却液の温度が下がると、冷却液の粘度が大きくなる。そこで、ラジエータ 350 における冷却液温度に応じて冷却液の粘性を推定し、粘性の低下によるラジエータ 350 内の圧損の増加量を推定し、この圧損の増加量に応じて分流比  $r$  の補正を行うことが好ましい。なお、冷却液ポンプ 370 の圧力損失は、冷却液の粘性の他、流量でも変化する可能性がある。したがって、温度、粘性だけで無く、さらに冷却液の流量、冷却液ポンプの回転数を用いて分流比  $r$  を補正しても良い。

10

#### 【0032】

図 5 は、分流比の補正前と補正後の関係を示す説明図である。第 2 の実施形態では、粘性の変化に応じた圧力損失係数比に基づいて、分流比の微調整を行う。ここで、「圧力損失係数比」とは、ラジエータ 350 内の圧力損失係数の相対値を意味している。冷却液の粘性が比較的強く圧力損失係数比が比較的小さい場合（例えば圧力損失係数比  $a_1$  が 1 を越えているが 1 に近い値の場合）には、制御部 110 は分流比  $r$  を少し大きくすることによって、ラジエータ 350 を流れる冷却液流量を所望の値にすることができる。一方、冷却液の粘性が比較的強く、圧力損失係数比が比較的大きい場合（例えば圧力損失係数  $a_2$ 、 $a_3$  のように、 $a_1$  よりも更に大きな値を取る場合）には、圧力損失係数比の大きさに従って、分流比  $r$  をより大きくするように補正し、ラジエータ 350 を流れる冷却液流量を所望の値にすることができる。なお、分流比  $r$  の最大値は 1（冷却液を全てラジエータ 350 に流す）であり、最小は 0（冷却液を全てバイパス管 330 に流す）である。補正前後の分流比  $r$  の関係を示す分流比  $r$  の補正係数は、例えば、実験により求めても良い。

20

#### 【0033】

第 2 の実施形態によれば、ラジエータ 350 を流れる冷却液の粘性が温度に応じて変化することを考慮に入れた上で、分流比  $r$  を補正するので、ラジエータ 350 の冷却液流量を所望の値とすることができ、燃料電池 100 を十分に冷却できる。なお、冷却液ポンプ 370 の圧力損失は、冷却液の流量でも変化する可能性があるため、温度、粘性だけで無く、さらに冷却液の流量、冷却液ポンプの回転数を用いて分流比  $r$  を補正しても良い。

30

#### 【0034】

第 3 の実施形態：

一般に、燃料電池 100 では、制御部 110 は、発電が行われなくなると、冷却液ポンプ 370 の回転を停止する。しかし、発電が停止しても、水素が電解質膜を透過し、酸素と反応することで、発熱する。そこで、第 3 の実施形態では、クロスリークによる発熱を考慮して燃料電池 100 の冷却を実行する。

#### 【0035】

図 6 は、第 3 の実施形態における制御フローチャートである。ステップ S300 では、制御部 110 は、燃料電池 100 の発電を停止する。但し、燃料電池 100 は発電中に生じた熱を有しているため、冷却液ポンプ 370 の駆動を継続して、燃料電池 100 を冷却する。

40

#### 【0036】

ステップ S310 では、制御部 110 は、燃料電池 100 の出口の冷却液温度  $T_o$  を測定し、この冷却液温度  $T_o$  が予め定められた温度  $T_b$  より低くなった場合には、ステップ S320 に移行して、冷却液ポンプ 370 を停止する。燃料電池 100 では、発電が停止しても、水素が電解質膜を透過し、酸素と反応することで発熱する。ステップ S330 では、制御部 110 は、水素のクロスリーク量を推定し、発熱量を算出する。水素のクロス

50



リーク量や発熱量は、予め実験により求めておくことが好ましい。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 3 3 0 では、制御部 1 1 0 は、発熱量の積算値が予め定めた熱量  $Q_t$  を越えているか否かを判断する。越えている場合には、ステップ S 3 5 0 に移行して、冷却液ポンプ 3 7 0 を再起動してステップ S 3 1 0 に移行する。なお、ステップ S 3 5 0 からステップ S 3 1 0 に移行する場合、冷却液ポンプ 3 7 0 で、冷却液を所定時間あるいは所定の流量流してから移行することが好ましい。このように冷却液を流すことで、冷却液温度に分布があっても冷却液温度を均一にできる。越えていない場合には、ステップ S 3 6 0 に移行する。ステップ S 3 6 0 では、制御部 1 1 0 は、発電停止から、所定時間を経過したか否かを判断する。所定時間を経過していなければ、ステップ S 3 3 0 に移行する。所定時間をしていれば処理を終了する。所定時間をしていれば水素のクロスリークによるこれ以上の発熱は生じないと考えられるからである。

10

【 0 0 3 8 】

以上、第 3 の実施形態によれば、制御部 1 1 0 は、水素のクロスリークによって燃料電池が発熱しても、燃料電池内の温度を測定すること無く、燃料電池を十分に冷却できる。

【 0 0 3 9 】

以上、いくつかの実施例に基づいて本発明の実施の形態について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物が含まれることはもちろんである。

20

【 符号の説明 】

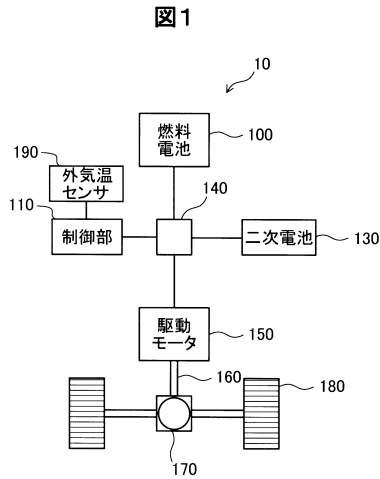
【 0 0 4 0 】

- 1 0 ... 燃料電池搭載車両 ( 車両 )
- 1 0 0 ... 燃料電池
- 1 1 0 ... 制御部
- 1 3 0 ... 二次電池
- 1 4 0 ... 電力分配コントローラ
- 1 5 0 ... 駆動モータ
- 1 6 0 ... ドライブシャフト
- 1 7 0 ... 動力分配ギア
- 1 8 0 ... 車輪
- 1 9 0 ... 外気温センサ
- 3 0 0 ... 冷却系
- 3 1 0 ... 冷却液供給管
- 3 2 0 ... 冷却液排出管
- 3 3 0 ... バイパス管
- 3 4 0 ... 分流弁
- 3 5 0 ... ラジエータ
- 3 6 0 ... ラジエータファン ( ファン )
- 3 7 0 ... 冷却液ポンプ ( ウォーターポンプ )
- 3 8 0 ... 温度センサ
- 3 9 0 ... 温度センサ
- S 1 0 0 ... ステップ

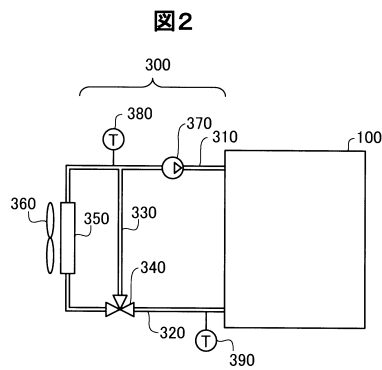
30

40

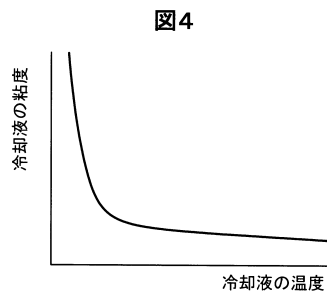
【図 1】



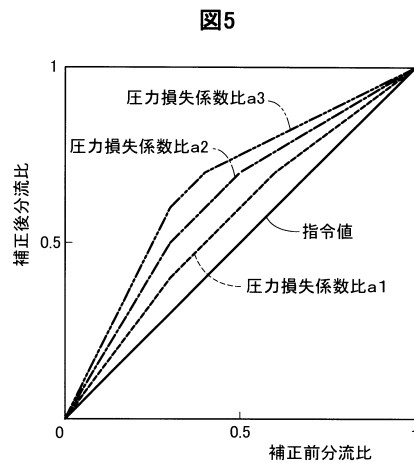
【図 2】



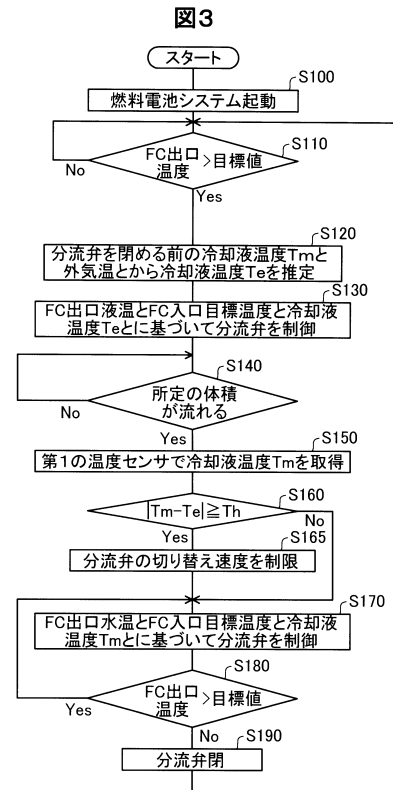
【図 4】



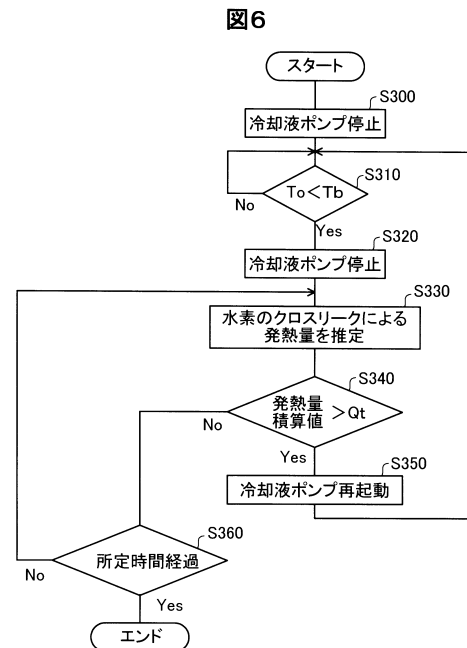
【図 5】



【図 3】



【図 6】



---

フロントページの続き

審査官 大内 俊彦

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 1 7 2 9 6 2 ( J P , A )  
特開平 7 - 1 3 0 3 8 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 1 6 4 7 3 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 2 5 3 2 1 3 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M      8 / 0 0 - 8 / 2 4 9 5  
B 6 0 L      1 1 / 0 0 - 1 1 / 1 8