(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7563289号
(P7563289)

(45)発行日　令和6年10月8日(2024.10.8)

(24)登録日　令和6年9月30日(2024.9.30)

(51)国際特許分類

		FI	
H01M	*8/04701(2016.01)*	H01M	8/04701
H01M	*8/04029(2016.01)*	H01M	8/04029
H01M	*8/0432(2016.01)*	H01M	8/0432
H01M	*8/04694(2016.01)*	H01M	8/04694
H01M	*8/04746(2016.01)*	H01M	8/04746

請求項の数　7　（全16頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2021-74923(P2021-74923)
(22)出願日　令和3年4月27日(2021.4.27)
(65)公開番号　特開2022-169092(P2022-169092A)
(43)公開日　令和4年11月9日(2022.11.9)
審査請求日　令和5年6月26日(2023.6.26)

(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　110001128
弁理士法人ゆうあい特許事務所
(72)発明者　山田 貴史
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内
審査官　藤森 一真

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　燃料電池の冷却システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

燃料電池の冷却システムであって、

燃料電池（１０）を冷却する冷媒が流通する冷媒流路（２１）と、

前記燃料電池を通過した前記冷媒を放熱させるラジエータ（２２）と、

前記ラジエータをバイパスして前記冷媒を流すバイパス流路（２５）と、

前記冷媒の温度に応じて、前記ラジエータおよび前記バイパス流路との間で前記冷媒の流通経路を選択するサーモスタット弁（２６）と、

前記燃料電池を通過した後の前記冷媒の温度を計測する冷媒温度センサ（２７）と、

前記燃料電池の目標温度と前記冷媒温度センサの検出温度との温度差が所定値以上の場合に、前記サーモスタット弁の温度ヒステリシス特性を変更して前記温度差を小さくする温度調整処理を実行する制御部（２８）と、

を備える、燃料電池の冷却システム。

【請求項２】

前記制御部は、前記温度調整処理において、前記サーモスタット弁に流れる前記冷媒の温度および流量の少なくとも一方を変化させることで、前記温度ヒステリシス特性を変更する、請求項１に記載の燃料電池の冷却システム。

【請求項３】

前記制御部は、前記燃料電池の目標温度が前記冷媒温度センサの検出温度よりも高い場合、前記温度調整処理において、前記サーモスタット弁に流れる前記冷媒の温度上昇およ

び流量減少の少なくとも一方を実施することで、前記温度ヒステリシス特性を変更する、請求項１または２に記載の燃料電池の冷却システム。
【請求項４】
前記制御部は、前記燃料電池の目標温度が前記冷媒温度センサの検出温度よりも低い場合、前記温度調整処理において、前記サーモスタット弁に流れる前記冷媒の温度低下および流量増加の少なくとも一方を実施することで、前記温度ヒステリシス特性を変更する、請求項１ないし３のいずれか１つに記載の燃料電池の冷却システム。
【請求項５】
燃料電池の冷却システムであって、
燃料電池（１０）を冷却する冷媒が流通する冷媒流路（２１）と、
前記燃料電池を通過した前記冷媒を放熱させるラジエータ（２２）と、
前記ラジエータをバイパスして前記冷媒を流すバイパス流路（２５）と、
前記冷媒の温度に応じて、前記ラジエータおよび前記バイパス流路との間で前記冷媒の流通経路を選択するサーモスタット弁（２６）と、
前記燃料電池を通過した後の前記冷媒の温度を計測する冷媒温度センサ（２７）と、
前記燃料電池の目標温度と前記冷媒温度センサの検出温度との温度差が所定値以上の場合に、前記サーモスタット弁の前記ラジエータ側を一時的に全閉または全開させることで前記サーモスタット弁の温度ヒステリシス特性の影響をリセットさせた後に前記温度差を小さくする温度調整処理を実行する制御部（２８）と、
を備える燃料電池の冷却システム。
【請求項６】
前記制御部は、前記燃料電池の目標温度が前記冷媒温度センサの検出温度よりも高い場合、前記温度調整処理において、前記サーモスタット弁に流れる前記冷媒の温度を一時的に低下させて前記サーモスタット弁の前記ラジエータ側を全閉させ、その後、前記ラジエータの放熱能力低下および前記冷媒の流量減少の少なくとも一方を実施して、前記温度差を小さくする、請求項５に記載の燃料電池の冷却システム。
【請求項７】
前記制御部は、前記燃料電池の目標温度が前記冷媒温度センサの検出温度よりも低い場合、前記温度調整処理において、前記サーモスタット弁に流れる前記冷媒の温度を一時的に上昇させて前記サーモスタット弁の前記ラジエータ側を全開させ、その後、前記ラジエータの放熱能力増加および前記冷媒の流量増加の少なくとも一方を実施して、前記温度差を小さくする、請求項５または６に記載の燃料電池の冷却システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、燃料電池の冷却システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、サーモスタット弁および流量調整弁を用いて、燃料電池の温度を調整する燃料電池の冷却システムが知られている（例えば、特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０１２－１０４３１３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、特許文献１に記載のシステムでは、サーモスタット弁および流量調整弁を用いた複雑な流量制御によって燃料電池を狙いの温度に調整するため、システム構成やシステム制御が非常に複雑なものになってしまう。

【０００５】
本開示は、複雑化することなく、燃料電池を狙いの温度に調整可能な燃料電池の冷却システムを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
請求項１に記載の発明は、
燃料電池の冷却システムであって、
燃料電池（１０）を冷却する冷媒が流通する冷媒流路（２１）と、
燃料電池を通過した冷媒を放熱させるラジエータ（２２）と、
ラジエータをバイパスして冷媒を流すバイパス流路（２５）と、
冷媒の温度に応じて、ラジエータおよびバイパス流路との間で冷媒の流通経路を選択するサーモスタット弁（２６）と、
燃料電池を通過した後の冷媒の温度を計測する冷媒温度センサ（２７）と、
燃料電池の目標温度と冷媒温度センサの検出温度との温度差が所定値以上の場合に、サーモスタット弁の温度ヒステリシス特性を変更して温度差を小さくする温度調整処理を実行する制御部（２８）と、を備える。
【０００７】
このように、サーモスタット弁の温度ヒステリシス特性の変更によって、燃料電池の目標温度と冷媒温度センサの検出温度との温度差を縮小させる構成とすれば、従来のようなサーモスタット弁および流量調整弁を用いた複雑な流量制御が不要となる。したがって、複雑化させることなく、燃料電池を狙いの温度に調整可能となる。
【０００８】
請求項５に記載の発明は、
燃料電池の冷却システムであって、
燃料電池（１０）を冷却する冷媒が流通する冷媒流路（２１）と、
燃料電池を通過した冷媒を放熱させるラジエータ（２２）と、
ラジエータをバイパスして冷媒を流すバイパス流路（２５）と、
冷媒の温度に応じて、ラジエータおよびバイパス流路との間で冷媒の流通経路を選択するサーモスタット弁（２６）と、
燃料電池を通過した後の冷媒の温度を計測する冷媒温度センサ（２７）と、
燃料電池の目標温度と冷媒温度センサの検出温度との温度差が所定値以上の場合に、サーモスタット弁のラジエータ側を一時的に全閉または全開させることでサーモスタット弁の温度ヒステリシス特性の影響をリセットさせた後に温度差を小さくする温度調整処理を実行する制御部（２８）と、を備える。
【０００９】
サーモスタット弁のラジエータ側が全閉または全開になっている状態では、サーモスタット弁の温度ヒステリシス特性の影響がリセットされるので、燃料電池の温度調整が実施し易くなる。このため、サーモスタット弁のラジエータ側を一時的に全閉または全開させた後に燃料電池の目標温度と実温度と温度差を小さくすることが望ましい。これによると、従来のようなサーモスタット弁および流量調整弁を用いた複雑な流量制御が不要となり、複雑化させることなく、燃料電池を狙いの温度に調整可能となる。
【００１０】
なお、各構成要素等に付された括弧付きの参照符号は、その構成要素等と後述する実施形態に記載の具体的な構成要素等との対応関係の一例を示すものである。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】第１実施形態に係る燃料電池の冷却システムを含む燃料電池システムの概略構成図である。
【図２】燃料電池システムの制御装置を示す模式的なブロック図である。
【図３】サーモスタット弁の温度ヒステリシス特性と冷媒の温度変化との関係を説明する

ための説明図である。
【図４】サーモスタット弁の温度ヒステリシス特性を説明するための説明図である。
【図５】第１実施形態の制御装置が実行する温度調整処理の一例を示すフローチャートである。
【図６】第１実施形態の制御装置が実行する温度調整処理の一例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】
【００１２】
以下、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の実施形態において、先行する実施形態で説明した事項と同一もしくは均等である部分には、同一の参照符号を付し、その説明を省略する場合がある。また、実施形態において、構成要素の一部だけを説明している場合、構成要素の他の部分に関しては、先行する実施形態において説明した構成要素を適用することができる。以下の実施形態は、特に組み合わせに支障が生じない範囲であれば、特に明示していない場合であっても、各実施形態同士を部分的に組み合わせることができる。
【００１３】
（第１実施形態）
本実施形態について、図１～図５を参照して説明する。本実施形態では、本開示の燃料電池１０の冷却システム２０を、燃料電池１０にて車両走行用のモータへ供給する電力を得る車両ＦＣＶに適応した例について説明する。ＦＣＶは、Ｆｕｅｌ Ｃｅｌｌ Ｖｅｈｉｃｌｅの略称である。燃料電池１０の冷却システム２０は、燃料電池システム１の一部を構成している。
【００１４】
燃料電池システム１は、水素と酸素との電気化学反応を利用して電力を発生させる燃料電池１０を備えている。燃料電池１０は、インバータＩＮＶ等の電力変換機器１１に電力を供給する。インバータＩＮＶは、燃料電池１０から供給された直流電流を交流電流に変換して走行用モータ等の負荷機器１２に供給して当該負荷機器１２を駆動する。
【００１５】
図示しないが、燃料電池１０には、電力を蓄積する蓄電装置が接続されている。燃料電池システム１は、燃料電池１０から出力される電力のうち余剰となる電力が蓄電装置に蓄積されるように構成されている。
【００１６】
燃料電池１０は、最小単位となる燃料電池セルＣが複数積層されたセルスタックＣＳとして構成されている。燃料電池セルＣは、電解質膜、触媒、ガス拡散層、セパレータを有する固体高分子電解質型のセル（いわゆる、ＰＥＦＣ）で構成されている。燃料電池セルＣは、電解質膜が触媒、ガス拡散層、セパレータで挟持されている。燃料電池セルＣは、アノード電極側に水素が供給され、カソード電極側に酸素が供給されると、以下の反応式Ｆ１、Ｆ２に示す電気化学反応が起きて電気エネルギが発生する。
・アノード電極側：$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$・・・（Ｆ１）
・カソード電極側：$2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$・・・（Ｆ２）
上記の電気化学反応が起きるためには、燃料電池セルＣの電解質膜は、水を含んだ湿潤状態になっている必要がある。燃料電池システム１は、燃料電池１０の内部の電解質膜を加湿する。電解質膜の加湿は、燃料ガスである水素または酸化剤ガスである空気の供給経路に加湿装置等を配置することで実現可能である。
【００１７】
燃料電池システム１は、燃料電池１０に向けて酸素を含む空気を供給するための空気供給経路３０が設けられている。空気供給経路３０には、最上流部にエアフィルタ３１が設けられ、エアフィルタ３１の下流にエアポンプ３２が設けられている。エアポンプ３２は、燃料電池１０に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部を構成する。エアポンプ３２は、後述の制御装置１００からの制御信号に基づいて、燃料電池１０への空気の供給能力が

制御される。

【００１８】

燃料電池システム１は、燃料電池１０から排出される空気のオフガス（すなわち、オフ空気）を図示しないマフラに流すための空気排出経路３４が設けられている。空気排出経路３４には、エアバルブ３５が設けられている。エアバルブ３５は、燃料電池１０の内部のエア圧力を調整する調整弁である。

【００１９】

燃料電池システム１には、燃料電池１０に向けて水素を供給するための水素供給経路４０が設けられている。水素供給経路４０には、図示しないが、最上流部に高圧水素タンクが設けられ、高圧水素タンクの下流に燃料バルブが設けられている。

【００２０】

燃料電池システム１は、燃料電池１０から排出される水素のオフガス（すなわち、オフ燃料）を図示しないマフラに流すための水素排出経路４１が設けられている。水素排出経路４１には、図示しないが、排気バルブが設けられている。水素排出経路４１の下流側は、空気排出経路３４に接続されている。これにより、水素排出経路４１を流れるオフ燃料は、オフ空気と混合されて希釈された後にマフラから排気される。

【００２１】

ところで、燃料電池１０は、水素と酸素との電気化学反応により発熱する。そして、燃料電池１０は、発電効率向上、電解質膜の劣化抑制等の関係で、その作動温度を８０℃程度に維持する必要がある。

【００２２】

燃料電池システム１は、燃料電池１０の温度を適温に調整するための冷却システム２０を備える。この冷却システム２０は、冷媒を用いて燃料電池１０の熱を外部に放熱させたり、外部の熱を燃料電池１０に供給したりすることで、燃料電池１０の温度を調整する。

【００２３】

冷却システム２０は、燃料電池１０を冷却する冷媒が流通する冷媒流路２１、ラジエータ２２、送風ファン２３、冷媒ポンプ２４、バイパス流路２５、サーモスタット弁２６、冷媒温度センサ２７を含んでいる。冷却システム２０は、燃料電池１０を通過する冷媒の流量を調整するための流量調整弁が含んでいない。

【００２４】

冷媒流路２１は、ラジエータ２２と燃料電池１０との間で冷媒を循環させる循環回路を構成する。冷媒流路２１は、ラジエータ２２を通過した冷媒を燃料電池１０に導く第１流路部２１１および燃料電池１０を通過した冷媒をラジエータ２２に導く第２流路部２１２を有する。

【００２５】

ラジエータ２２は、燃料電池１０を通過した冷媒を放熱させる放熱器である。ラジエータ２２は、外気を熱媒体として、当該外気との熱交換によって冷媒を放熱させる。ラジエータ２２は、車両ＦＣＶの走行時に外気が導入されるように、車両ＦＣＶの前面に配置されている。ラジエータ２２には、送風ファン２３が併設されている。

【００２６】

送風ファン２３は、ラジエータ２２に向けて熱媒体である外気を送風するものである。送風ファン２３は、ラジエータ２２に近接して配置されている。送風ファン２３は、通電量に応じて送風能力を調整可能な電動ファンで構成されている。送風ファン２３は、制御部２８からの制御信号に応じて通電量が調整される。

【００２７】

冷媒ポンプ２４は、燃料電池１０に向けて冷媒を圧送するものである。冷媒ポンプ２４は、冷媒流路２１のうち、第１流路部２１１に配置されている。冷媒ポンプ２４は、制御部２８からの制御信号に応じて作動が制御される。

【００２８】

バイパス流路２５は、ラジエータ２２をバイパスして冷媒を流す流路である。バイパス

流路２５は、一端側が第１流路部２１１に接続され、他端側が第２流路部２１２に接続されている。バイパス流路２５と第１流路部２１１との接続部には、サーモスタット弁２６が配置されている。

【００２９】

サーモスタット弁２６は、冷媒の温度に応じて、ラジエータ２２およびバイパス流路２５との間で冷媒の流通経路を選択するものである。サーモスタット弁２６は、冷媒の温度が所定温度以上なると膨張するワックス、当該ワックスの膨張によって変位する弁体を含んでいる。サーモスタット弁２６は、冷媒の温度が高い場合にラジエータ２２側を開いてラジエータ２２に冷媒を流通させる。サーモスタット弁２６は、冷媒の温度が低い場合にラジエータ２２側を閉じてバイパス流路２５に冷媒を流通させる。

【００３０】

冷媒温度センサ２７は、燃料電池１０を通過直後の冷媒の温度を検出する温度センサである。冷媒温度センサ２７は、第２流路部２１２に配置されている。冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃは、燃料電池１０の温度（すなわち、ＦＣ温度）に相当する。

【００３１】

次に、燃料電池システム１の制御装置１００について図２を参照しつつ説明する。図２に示すように、制御装置１００は、燃料電池システム１を構成する各種の制御対象機器の作動を制御する。制御装置１００は、プロセッサ、メモリを含むマイクロコンピュータとその周辺回路を備えている。制御装置１００のメモリは、非遷移的実体的記憶媒体である。

【００３２】

制御装置１００は、その入力側に、冷媒温度センサ２７、エアフローメータ１０１、ＦＣ電圧検出部１０２、ＦＣ電流検出部１０３等が接続されている。

【００３３】

エアフローメータ１０１は、空気供給経路３０に配置されている。エアフローメータ１０１は、空気供給経路３０を流れる空気の流量を検出するセンサである。

【００３４】

ＦＣ電圧検出部１０２およびＦＣ電流検出部１０３は、燃料電池１０とインバータＩＮＶとの接続ラインに設けられている。ＦＣ電圧検出部１０２は、燃料電池１０が出力する出力電圧（すなわち、ＦＣ電圧）を検出するセンサである。ＦＣ電流検出部１０３は、燃料電池１０を流れる電流を検出するセンサである。

【００３５】

制御装置１００の出力側には、送風ファン２３、冷媒ポンプ２４、エアポンプ３２、エアバルブ３５、図示しない燃料バルブ等の制御対象機器が接続されている。また、制御装置１００は、インバータＩＮＶ等の電力変換機器１１が接続されている。制御装置１００は、メモリに記憶された制御プログラムに基づいて、出力側に接続される制御対象機器を動作させて、燃料電池１０の運転を制御する。

【００３６】

制御装置１００は、冷却システム２０の制御対象機器である送風ファン２３および冷媒ポンプ２４を制御する制御部２８を含んでいる。制御部２８は、冷却システム２０の一部を構成している。制御部２８は、冷却システム２０に含まれる送風ファン２３および冷媒ポンプ２４を制御する。

【００３７】

このように構成される燃料電池システム１は、走行用モータ等の負荷機器１２からの要求電力に応じた電力が出力されるように、出力側に接続される制御対象機器の作動が制御装置１００によって制御される。

【００３８】

制御装置１００は、燃料電池１０への要求電力が小さい場合、燃料電池１０への水素および空気の供給量が少なくなるように、エアポンプ３２の能力および燃料バルブの開度を制御する。

【００３９】

一方、制御装置１００は、燃料電池１０への要求電力が大きい場合、燃料電池１０への水素および空気の供給量が多くなるように、エアポンプ３２の能力および燃料バルブの開度を制御する。

【００４０】

燃料電池１０への要求電力が大きい場合、燃料電池１０を流れる電流が大きくなって燃料電池１０が高負荷になる。この際、燃料電池１０の発熱量が増大することで、燃料電池１０が目標温度Ｔｄを超える高温となってしまう。

【００４１】

このため、制御装置１００に含まれる制御部２８は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１以上の場合に、当該温度差ΔＴを小さくする温度調整処理を実行する。温度差ΔＴは、燃料電池１０の目標温度Ｔｄに対する実際の燃料電池１０の相対温度である。温度差ΔＴは、絶対値である。

【００４２】

ここで、冷却システム２０は、サーモスタット弁２６が温度ヒステリシス特性を有するので、燃料電池１０の温度と目標温度Ｔｄとの間にずれが生じ易い。この温度ヒステリシス特性は、サーモスタット弁２６が冷媒の流通経路をラジエータ２２からバイパス流路２５へ切り替える温度と、バイパス流路２５からラジエータ２２へ切り替える温度とが互いに異なるという特性を意味する。

【００４３】

本発明者らは、サーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性と冷媒の温度変化との関係について検証した。この検証結果、サーモスタット弁２６は、冷媒の温度変化に応じて温度ヒステリシス特性が変動する傾向があることが判った。

【００４４】

図３は、本発明者らの検証によって得られたサーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性である。図３の上段は、送風ファン２３の送風能力の変化を「小」とした際のサーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性を示している。図３の中段は、送風ファン２３の送風能力の変化を「中」とした際のサーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性を示している。図３の下段は、送風ファン２３の送風能力の変化を「大」とした際のサーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性を示している。図３に示す温度ヒステリシス特性は、縦軸がサーモスタット弁２６におけるラジエータ２２側の開度であり、横軸がサーモスタット弁２６の出口側の冷媒温度である。

【００４５】

図３に示すように、サーモスタット弁２６は、冷媒の温度変化等に応じて温度ヒステリシス特性が変動する傾向があることが判った。具体的には、送風ファン２３の送風能力の変化が大きく、冷媒の温度変化が速い場合、サーモスタット弁２６のラジエータ２２側を開く温度と閉じる温度との温度差（いわゆる、ヒステリシス幅）が拡大する傾向がある。また、送風ファン２３の送風能力の変化が小さく、冷媒の温度変化が遅い場合、ヒステリシス幅が縮小する傾向がある。

【００４６】

図４の一点鎖線および二点鎖線で示すようにヒステリシス幅が拡大している場合、図４の実線で示すヒステリシス幅が縮小している場合に対して、サーモスタット弁２６の出口側の冷媒温度が高温側および低温側にずれる。このため、ヒステリシス幅が拡大している場合、ヒステリシス幅が縮小している場合に比べて、燃料電池１０と冷媒との温度差を確保して燃料電池１０の早い昇温や早い降温を期待することができる。

【００４７】

これらを加味して、本実施形態の制御部２８は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１以上の場合に、サーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性を変更して、前記の温度差ΔＴを小さくする。

【００４８】

以下、制御部２８が実行する温度調整処理について、図５を参照しつつ説明する。図５

に示す温度調整処理は、燃料電池１０の起動後に周期的または不定期に制御部２８によって実行される。

【００４９】

図５に示すように、制御部２８は、ステップＳ１００にて、制御装置１００の入力側に接続された機器等を介して各種信号を読み込む。制御部２８は、例えば、冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃを読み込む。

【００５０】

続いて、制御部２８は、ステップＳ１１０にて、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１以上であるか否かを判定する。

【００５１】

ここで、燃料電池１０では、発電性能確保や劣化防止の観点から２℃～３℃といった細かな温度調整が必要となる。このため、所定値ΔＴｔｈ１は、２℃～３℃に設定されていることが望ましい。

【００５２】

燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１未満である場合、燃料電池１０の温度が目標温度Ｔｄに近いので、燃料電池１０の温度調整が不要と考えられる。このため、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１未満である場合、制御部２８は、以降の処理をスキップして温度調整処理を抜ける。

【００５３】

一方、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１以上である場合、目標温度Ｔｄに対して燃料電池１０の温度が大きくずれている。このため、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１以上である場合、制御部２８は、ステップＳ１２０の処理に移行する。

【００５４】

制御部２８は、ステップＳ１２０にて、燃料電池１０の昇温が必要なのか燃料電池１０の降温が必要なのかを判定する。具体的には、制御部２８は、冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃが燃料電池１０の目標温度Ｔｄを下回っている場合に、“昇温要”と判定する。制御部２８は、冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃが燃料電池１０の目標温度Ｔｄを上回っている場合に、“降温要”と判定する。

【００５５】

ステップＳ１２０の判定処理にて“昇温要”と判定された場合、制御部２８は、ステップＳ１３０にて、高温ずらし処理を実行する。この高温ずらし処理は、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度上昇および流量減少の少なくとも一方を実施することで、サーモスタット弁２６におけるラジエータ２２側を開き始める温度と閉じ始める温度との差を拡大させる処理である。

【００５６】

サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度上昇は、例えば、送風ファン２３の送風能力を減少させ、ラジエータ２２の放熱能力を低下させることで実現することができる。また、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の流量減少は、冷媒ポンプ２４の冷媒の吐出能力を低下させることで実現することができる。冷媒の温度上昇量や冷媒の流量減少量は、例えば、予め温度差ΔＴ、温度ヒステリシス特性、冷媒の温度上昇量、冷媒の流量減少量の関係を規定した制御マップ等を参照して決定すればよい。

【００５７】

高温ずらし処理が実施されると、冷媒の温度変化によって、サーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性のヒステリシス幅が拡大する。これにより、高温側にシフトした冷媒が燃料電池１０に供給されることで燃料電池１０の温度が上昇する。

【００５８】

一方、ステップＳ１２０の判定処理にて“降温要”と判定された場合、制御部２８は、ステップＳ１４０にて、低温ずらし処理を実行する。この低温ずらし処理は、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度低下および流量増加の少なくとも一方を実施することで、サーモスタット弁２６におけるラジエータ２２側を開き始める温度と閉じ始める温度との差を拡大させる処理である。

【００５９】

サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度低下は、例えば、送風ファン２３の送風能力を増加させ、ラジエータ２２の放熱能力を増加させることで実現することができる。また、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の流量増加は、冷媒ポンプ２４の冷媒の吐出能力を高めることで実現することができる。冷媒の温度低下量や冷媒の流量増加量は、例えば、予め温度差ΔＴ、温度ヒステリシス特性、冷媒の温度低下量、冷媒の流量増加量の関係を規定した制御マップ等を参照して決定すればよい。

【００６０】

低温ずらし処理が実施されると、冷媒の温度変化によって、サーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性のヒステリシス幅が拡大する。これにより、低温側にシフトした冷媒が燃料電池１０に供給されることで燃料電池１０の温度が低下する。

【００６１】

続いて、制御部２８は、ステップＳ１５０にて、制御装置１００の入力側に接続された機器等を介して各種信号を読み込む。制御部２８は、例えば、冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃを読み込む。

【００６２】

続いて、制御部２８は、ステップＳ１６０にて、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定の閾値ΔＴｔｈ２未満であるか否かを判定する。閾値ΔＴｔｈ２は、所定値ΔＴｔｈ１と同じ値または所定値ΔＴｔｈ１よりも小さい値に設定される。

【００６３】

燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定の閾値ΔＴｔｈ２未満である場合、燃料電池１０の温度調整が不要と考えられるので、制御部２８は、温度調整処理を抜ける。

【００６４】

一方、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定の閾値ΔＴｔｈ２以上である場合、燃料電池１０の温度調整が必要と考えられるので、制御部２８は、ステップＳ１２０の処理に戻る。

【００６５】

以上説明した燃料電池１０の冷却システム２０は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１以上の場合に、当該温度差ΔＴを小さくする温度調整処理を制御部２８が実行する。

【００６６】

このように、サーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性の変更によって、上記の温度差ΔＴを縮小させる構成とすれば、従来のようなサーモスタット弁２６および流量調整弁を用いた複雑な流量制御が不要となる。したがって、複雑化させることなく、燃料電池１０を狙いの温度に調整することができる。換言すれば、流量調整弁に相当する構成の存否によらず、燃料電池１０を狙いの温度に調整することができる。

【００６７】

また、本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

【００６８】

（１）制御部２８は、温度調整処理において、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度および流量の少なくとも一方を変化させることで、温度ヒステリシス特性を変更する。これによれば、流量調整弁を用いた複雑な流量制御を行うことなく、燃料電池１０を狙いの温度に調整することができる。

【００６９】
（２）制御部２８は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄが冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃよりも高い場合、温度調整処理にて、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度上昇および流量減少の少なくとも一方を実施することで、温度ヒステリシス特性を変更する。これにより、サーモスタット弁２６におけるラジエータ２２側を開き始める温度と閉じ始める温度との差が拡大することで、燃料電池１０を目標温度Ｔｄまで昇温させ易くなり、燃料電池１０を適切な温度帯で動作させることができる。
【００７０】
（３）制御部２８は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄが冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃよりも低い場合、温度調整処理にて、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度低下および流量増加の少なくとも一方を実施することで、温度ヒステリシス特性を変更する。これにより、サーモスタット弁２６におけるラジエータ２２側を開き始める温度と閉じ始める温度との差が拡大することで、燃料電池１０を目標温度Ｔｄまで降温させ易くなり、燃料電池１０を適切な温度帯で動作させることができる。
【００７１】
（第２実施形態）
次に、第２実施形態について、図６を参照して説明する。本実施形態では、第１実施形態と異なる部分について主に説明する。
【００７２】
本実施形態の冷却システム２０は、制御部２８が実行する温度調整処理の内容が第１実施形態と異なっている。以下、本実施形態の制御部２８が実行する温度調整処理について、図６を参照しつつ説明する。図６に示す温度調整処理は、燃料電池１０の起動後に周期的または不定期に制御部２８によって実行される。なお、図６に示すステップＳ２００～Ｓ２２０までの処理は、図５に示すステップＳ１００～Ｓ１２０までの処理と略同じである。
【００７３】
図６に示すように、制御部２８は、ステップＳ２００にて、制御装置１００の入力側に接続された機器等を介して各種信号を読み込む。制御部２８は、例えば、冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃを読み込む。
【００７４】
続いて、制御部２８は、ステップＳ２１０にて、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１以上であるか否かを判定する。
【００７５】
燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１未満である場合、制御部２８は、以降の処理をスキップして温度調整処理を抜ける。
【００７６】
一方、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定値ΔＴｔｈ１以上である場合、制御部２８は、ステップＳ２２０の処理に移行する。
【００７７】
制御部２８は、ステップＳ２２０にて、冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃと燃料電池１０の目標温度Ｔｄとの比較に基づいて、燃料電池１０の昇温が必要なのか燃料電池１０の降温が必要なのかを判定する。
【００７８】
ステップＳ２２０の判定処理にて“昇温要”と判定された場合、制御部２８は、ステップＳ２３０にて、サーモスタット弁２６のラジエータ２２側が全閉されるように、各機器を制御する。
【００７９】

サーモスタット弁２６のラジエータ２２側を全閉するためには、サーモスタット弁２６に流入する冷媒の温度を低くすればよい。このため、制御部２８は、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度が低下するように、例えば、送風ファン２３の送風能力を増加させたり、冷媒ポンプ２４の冷媒の吐出能力を高めたりする。

【００８０】

その後、制御部２８は、ステップＳ２４０にて、昇温処理を実行する。この昇温処理は、ラジエータ２２の放熱能力低下および冷媒の流量減少の少なくとも一方を実施して燃料電池１０の昇温を促進させる処理である。

【００８１】

ラジエータ２２の放熱能力低下は、例えば、送風ファン２３の送風能力を減少させることで実現することができる。また、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の流量減少は、冷媒ポンプ２４の冷媒の吐出能力を低下させることで実現することができる。

【００８２】

一方、ステップＳ２２０の判定処理にて“降温要”と判定された場合、制御部２８は、ステップＳ２５０にて、サーモスタット弁２６のラジエータ２２側が全開されるように、各機器を制御する。

【００８３】

サーモスタット弁２６のラジエータ２２側を全開するためには、サーモスタット弁２６に流入する冷媒の温度を高くすればよい。このため、制御部２８は、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度が高まるように、例えば、送風ファン２３の送風能力を減少させたり、冷媒ポンプ２４の冷媒の吐出能力を低下させたりする。

【００８４】

その後、制御部２８は、ステップＳ２６０にて、降温処理を実行する。この降温処理は、ラジエータ２２の放熱能力増加および冷媒の流量増加の少なくとも一方を実施して燃料電池１０の降温を促進させる処理である。

【００８５】

ラジエータ２２の放熱能力増加は、例えば、送風ファン２３の送風能力を増加させることで実現することができる。また、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の流量増加は、冷媒ポンプ２４の冷媒の吐出能力を高めることで実現することができる。

【００８６】

続いて、制御部２８は、ステップＳ２７０にて、制御装置１００の入力側に接続された機器等を介して各種信号を読み込む。制御部２８は、例えば、冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃを読み込む。

【００８７】

続いて、制御部２８は、ステップＳ２８０にて、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定の閾値ΔＴｔｈ２未満であるか否かを判定する。閾値ΔＴｔｈ２は、所定値ΔＴｔｈ１と同じ値または所定値ΔＴｔｈ１よりも小さい値に設定される。

【００８８】

燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定の閾値ΔＴｔｈ２未満である場合、燃料電池１０の温度調整が不要と考えられるので、制御部２８は、温度調整処理を抜ける。

【００８９】

一方、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定の閾値ΔＴｔｈ２以上である場合、燃料電池１０の温度調整が必要と考えられるので、制御部２８は、ステップＳ２２０の処理に戻る。

【００９０】

以上説明した燃料電池１０の冷却システム２０は、第１実施形態と共通の構成または均等な構成から奏される効果を第１実施形態と同様に得ることができる。制御部２８は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄと冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃとの温度差ΔＴが所定

値ΔＴｔｈ１以上の場合に、サーモスタット弁２６のラジエータ２２側を一時的に全閉または全開させた後に温度差ΔＴを小さくする温度調整処理を実行する。

【００９１】

サーモスタット弁２６のラジエータ２２側が全閉または全開になっている状態では、サーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性の影響がリセットされるので、燃料電池１０の温度調整が実施し易くなる。このため、サーモスタット弁２６のラジエータ２２側を一時的に全閉または全開させた後に燃料電池１０の目標温度Ｔｄと実温度と温度差ΔＴを小さくすることが望ましい。これによると、従来のようなサーモスタット弁２６および流量調整弁を用いた複雑な流量制御が不要となり、複雑化させることなく、燃料電池１０を狙いの温度に調整可能となる。

【００９２】

また、本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

【００９３】

（１）制御部２８は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄが冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃよりも高い場合、温度調整処理にて、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度を一時的に低下させてサーモスタット弁２６のラジエータ２２側を全閉させる。その後、制御部２８は、ラジエータ２２の放熱能力低下および冷媒の流量減少の少なくとも一方を実施して、温度差ΔＴを小さくする。これによると、燃料電池１０を目標温度Ｔｄまで昇温させ易くなり、燃料電池１０を適切な温度帯で動作させることができる。

【００９４】

（２）制御部２８は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄが冷媒温度センサ２７の検出温度Ｔｆｃよりも低い場合、温度調整処理にて、サーモスタット弁２６に流れる冷媒の温度を一時的に上昇させてサーモスタット弁２６のラジエータ２２側を全開させる。その後、制御部２８は、ラジエータ２２の放熱能力増加および冷媒の流量増加の少なくとも一方を実施して、温度差ΔＴを小さくする。これによると、燃料電池１０を目標温度Ｔｄまで降温させ易くなり、燃料電池１０を適切な温度帯で動作させることができる。

【００９５】

（他の実施形態）

以上、本開示の代表的な実施形態について説明したが、本開示は、上述の実施形態に限定されることなく、例えば、以下のように種々変形可能である。

【００９６】

上述の如く、制御部２８は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄが実温度よりも高い場合および燃料電池１０の目標温度Ｔｄが実温度よりも低い場合の双方において、サーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性を変更することが望ましいが、これに限定されない。例えば、制御部２８は、燃料電池１０の目標温度Ｔｄが実温度よりも高い場合および燃料電池１０の目標温度Ｔｄが実温度よりも低い場合の一方において、サーモスタット弁２６の温度ヒステリシス特性を変更するようなっていてもよい。

【００９７】

上述の冷却システム２０は、燃料電池１０を通過する冷媒の流量を調整するための流量調整弁が含まれていないが、これに限らず、当該流量調整が含まれていてもよい。

【００９８】

上述の実施形態では、本開示の燃料電池システム１を車両ＦＣＶに適用した例について説明したが、本開示の燃料電池システム１は、車両ＦＣＶ以外にも適用することができる。

【００９９】

上述の実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

【０１００】

上述の実施形態において、実施形態の構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定

される場合等を除き、その特定の数に限定されない。

【０１０１】

上述の実施形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に特定の形状、位置関係等に限定される場合等を除き、その形状、位置関係等に限定されない。

【０１０２】

本開示の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータで、実現されてもよい。本開示の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウエア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータで、実現されてもよい。本開示の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウエア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせで構成された一つ以上の専用コンピュータで、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

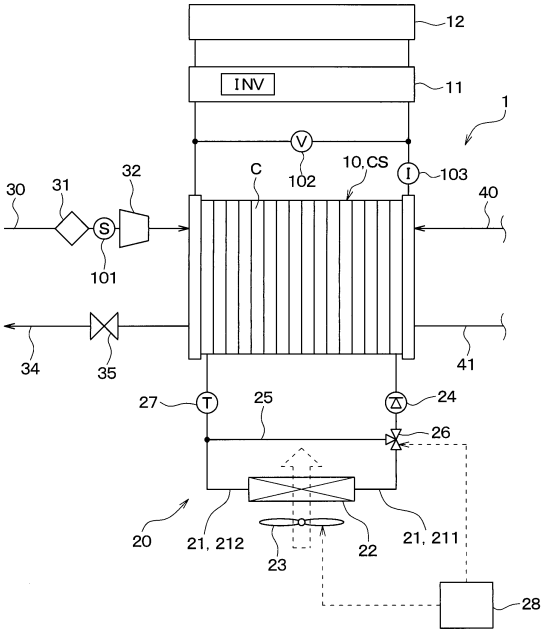
【符号の説明】

【０１０３】

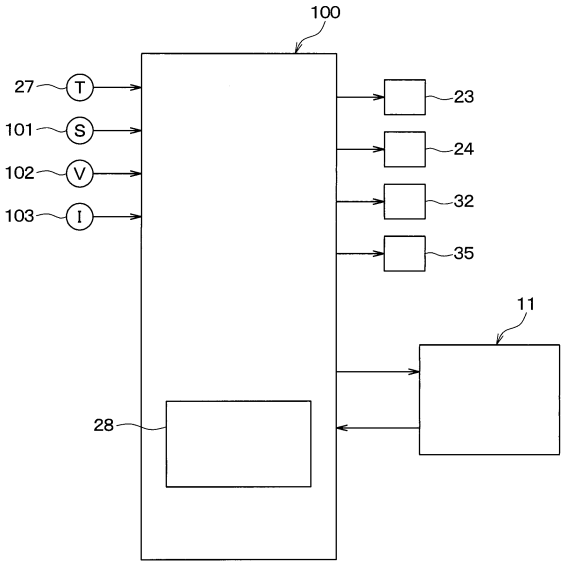
１０　燃料電池
２０　冷却システム
２１　冷媒流路
２２　ラジエータ
２５　バイパス流路
２６　サーモスタット弁
２７　冷媒温度センサ
２８　制御部

【図面】

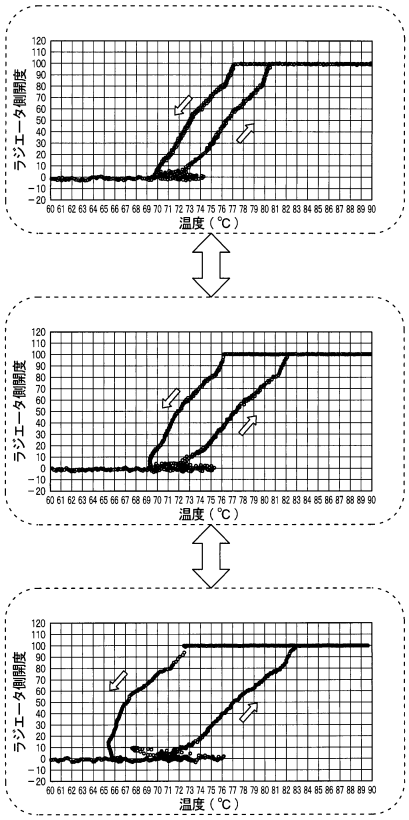
【図１】


12
INV
11
1
V
C
102
10,CS
I
103
30
31
32
40
S
101
34
35
41
27
T
25
24
26
20
21, 212
23
22
21, 211
28

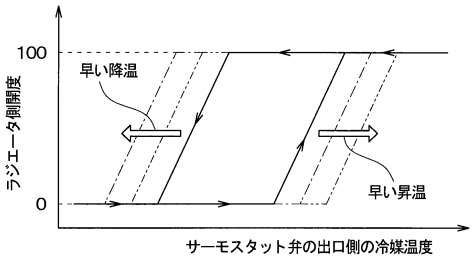
【図２】


100
27
T
101
S
102
V
103
I
23
24
32
35
11
28

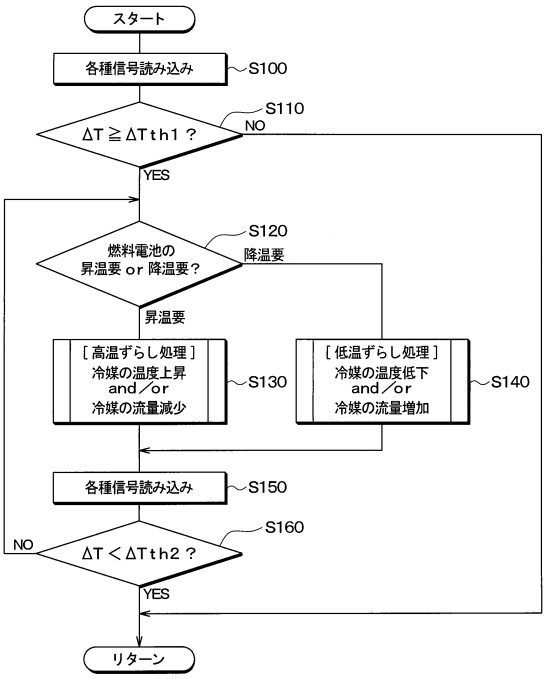
【図３】


ラジエータ側開度
温度（℃）

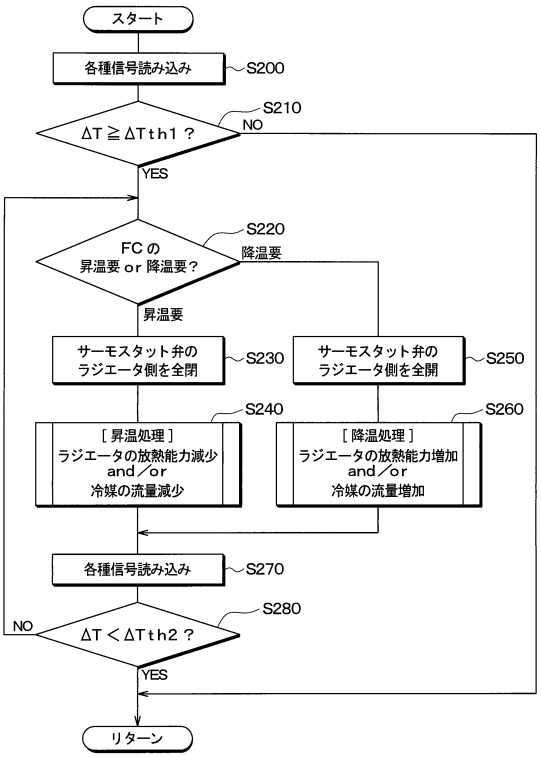
【図４】


100
0
ラジエータ側開度
早い降温
早い昇温
サーモスタット弁の出口側の冷媒温度

【図５】


スタート
各種信号読み込み
S100
ΔT ≧ ΔTth1 ？
S110
NO
YES
燃料電池の
昇温要 or 降温要？
S120
降温要
昇温要
［高温ずらし処理］
冷媒の温度上昇
and／or
冷媒の流量減少
S130
［低温ずらし処理］
冷媒の温度低下
and／or
冷媒の流量増加
S140
各種信号読み込み
S150
ΔT ＜ ΔTth2 ？
S160
NO
YES
リターン

【図６】


スタート
各種信号読み込み
S200
ΔT ≧ ΔTth1 ？
S210
NO
YES
FC の
昇温要 or 降温要？
S220
降温要
昇温要
サーモスタット弁の
ラジエータ側を全閉
S230
サーモスタット弁の
ラジエータ側を全開
S250
［昇温処理］
ラジエータの放熱能力減少
and／or
冷媒の流量減少
S240
［降温処理］
ラジエータの放熱能力増加
and／or
冷媒の流量増加
S260
各種信号読み込み
S270
ΔT ＜ ΔTth2 ？
S280
NO
YES
リターン

フロントページの続き

(51)国際特許分類
Ｈ０１Ｍ　8/10 (2016.01)

ＦＩ
Ｈ０１Ｍ　8/10　１０１

(56)参考文献
特開２０１１－１８９８６４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－０６７３９４（ＪＰ，Ａ）
実開昭６０－１９１７８２（ＪＰ，Ｕ）
米国特許出願公開第２０１５／０２７６２５１（ＵＳ，Ａ１）
特開２００５－１８８５８６（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－１０２８７９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｋ　３１／６４　－　３１／７２
Ｈ０１Ｍ　８／０４　－　８／０６６８