

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6172115号
(P6172115)

(45) 発行日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日(2017.7.14)

(51) Int.Cl.

F 1

| | | | | | |
|---------------|----------------|------------------|--------|------|---|
| 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 | J |
| HO 1 M | 8/04 | (2016.01) | HO 1 M | 8/04 | T |
| HO 1 M | 8/04701 | (2016.01) | HO 1 M | 8/04 | A |
| HO 1 M | 8/04746 | (2016.01) | HO 1 M | 8/10 | |

請求項の数 2 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-220730 (P2014-220730)
 (22) 出願日 平成26年10月29日(2014.10.29)
 (65) 公開番号 特開2016-91609 (P2016-91609A)
 (43) 公開日 平成28年5月23日(2016.5.23)
 審査請求日 平成28年6月3日(2016.6.3)

(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 100087480
 弁理士 片山 修平
 (74) 代理人 100128565
 弁理士 ▲高▼林 芳孝
 (72) 発明者 梅花 豊一
 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 武市 匡紘

最終頁に続く

(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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池スタックと、
 前記燃料電池スタックを冷却する冷媒が循環する冷媒循環経路と、
 前記燃料電池スタックの入口に接続されて、前記燃料電池スタックにカソードガスを供給するコンプレッサが配置されたカソードガス供給流路と、
 前記カソードガス供給流路において、前記コンプレッサの出口と前記燃料電池スタックの入口との間に配置され、前記冷媒循環経路と接続されて、前記冷媒によって前記コンプレッサから排出されたカソードガスを冷却するインタークーラと、
 前記カソードガス供給流路において、前記インタークーラと前記燃料電池スタックの入口との間に配置された調圧弁と、
 前記コンプレッサと前記インタークーラとの間で前記カソードガス供給流路から分岐するとともに、前記コンプレッサの上流側に接続される循環経路と、
 前記循環経路に配置された開度調整可能な循環制御弁と、を備え、
 前記燃料電池スタックの昇温が要求されたときに、前記調圧弁は、前記インタークーラを含む前記コンプレッサの出口から前記調圧弁までの前記カソードガス供給流路内の圧力を、前記燃料電池スタック内に形成されたカソード流路を含む前記調圧弁よりも下流側の圧力と別個に上昇させ、前記循環制御弁は、前記コンプレッサを含む前記カソードガス供給流路及び前記循環経路に前記カソードガスを循環させる燃料電池システム。

【請求項2】

燃料電池スタックと、前記燃料電池スタックを冷却する冷媒が循環する冷媒循環経路と、前記燃料電池スタックの入口に接続されて、前記燃料電池スタックにカソードガスを供給するコンプレッサが配置されたカソードガス供給流路と、前記カソードガス供給流路において、前記コンプレッサの出口と前記燃料電池スタックの入口との間に配置され、前記冷媒循環経路と接続されて、前記冷媒によって前記コンプレッサから排出されたカソードガスを冷却するインタークーラと、前記カソードガス供給流路において、前記インタークーラと前記燃料電池スタックの入口との間に配置された調圧弁と、前記コンプレッサと前記インタークーラとの間で前記カソードガス供給流路から分岐するとともに、前記コンプレッサの上流側に接続される循環経路と、前記循環経路に配置された開度調整可能な循環制御弁と、を備える燃料電池システムにおいて、

10

前記燃料電池スタックの昇温が要求されたときに、前記調圧弁によって、前記インタークーラを含む前記コンプレッサの出口から前記調圧弁までの前記カソードガス供給流路内の圧力を、前記燃料電池スタック内に形成されたカソード流路を含む前記調圧弁よりも下流側の圧力と別個に上昇させるとともに、前記循環制御弁によって、前記コンプレッサを含む前記カソードガス供給流路及び前記循環経路に前記カソードガスを循環させる燃料電池システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システム及び燃料電池システムの制御方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

燃料電池スタックを冷却する冷媒を、カソードガス（酸化ガス）を圧送するコンプレッサの下流側に配置されたインタークーラに引き込み、このインタークーラを通過するカソードガスを冷却する燃料電池システムが知られている（例えば、特許文献1参照）。インタークーラを装備する燃料電池システムは、例えば、特許文献2にも開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-277747号公報

30

【特許文献2】特開2008-277075号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、燃料電池システムを低温起動させる場合等、燃料電池スタックの早急の昇温が求められることがある。ここで、コンプレッサの下流側に配置されたインタークーラには、コンプレッサにより圧縮されて昇温したカソードガスが流通することに着目し、このカソードガスと熱交換する冷媒の昇温を促し、燃料電池スタックを早急に昇温させることが考えられる。このとき、コンプレッサの出口側の圧力を上昇させれば、より効果的にカソードガスの温度を上昇させ、ひいては、インタークーラに引き込まれた冷媒の温度を上昇させることができる。ここで、燃料電池スタックの出口側に設置されている、いわゆる背圧弁を用いて背圧を上昇させれば、コンプレッサの出口側の圧力を上昇させることができる。ところが、燃料電池スタックには、燃料電池システムの運転状況等の要請に基づく要求圧力が設定されるため、冷媒温度の上昇を目的として、やみくもに背圧を上昇させることは困難である。特に、低温起動時は、燃料電池スタックに供給されるカソードガスを絞る低効率運転を行うことによって燃料電池スタックを昇温させる制御が行われることがある。これに対し、背圧を上昇させて、コンプレッサの出口側の圧力を上昇させることは、燃料電池スタックに供給するカソードガスを増量する側に作用する。すなわち、背圧を上昇させると、カソード側に供給されるカソードガスの量が増加して、カソードガスが貯まり、低効率運転ができず、スタック温度を上げることができない。このため、背圧

40

50

を上昇させることによるカソードガスの温度上昇が困難である状況となっている。すなわち、背圧の上昇は、燃料電池スタックの圧力要請と、カソードガスの温度上昇の要請に対し、背反の関係にある。

【0005】

そこで、本明細書開示の燃料電池システム及び燃料電池システムの制御方法は、燃料電池スタックに供給される冷媒の温度を速やかに上昇させ、燃料電池スタックの温度を上昇させることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

かかる課題を解決するために、本明細書に開示された燃料電池システムは、燃料電池スタックと、前記燃料電池スタックを冷却する冷媒が循環する冷媒循環経路と、前記燃料電池スタックの入口に接続されて、前記燃料電池スタックにカソードガスを供給するコンプレッサが配置されたカソードガス供給流路と、前記カソードガス供給流路において、前記コンプレッサの出口と前記燃料電池スタックの入口との間に配置され、前記冷媒循環経路と接続されて、前記冷媒によって前記コンプレッサから排出されたカソードガスを冷却するインタークーラと、前記カソードガス供給流路において、前記インタークーラと前記燃料電池スタックの入口との間に配置された調圧弁と、を備え、前記調圧弁は、前記燃料電池スタックの昇温が要求されたときに、前記インタークーラを含む前記コンプレッサの出口から前記調圧弁までの前記カソードガス供給流路内の圧力を、前記燃料電池スタック内に形成されたカソード流路を含む前記調圧弁よりも下流側の圧力と別個に上昇させる。

【0007】

これにより、燃料電池スタック内と切り離して、コンプレッサの出口と燃料電池スタックの入口との間の圧力を上昇させることができ、インタークーラにおいて、冷媒の温度を上昇させることができる。これにより、昇温した冷媒により燃料電池スタックを早期に昇温させることができる。

【0008】

燃料電池システムは、前記コンプレッサの下流側で前記カソードガス供給流路から分岐するとともに、前記コンプレッサの上流側に接続される循環経路と、前記循環経路に配置され、開度調整可能な循環制御弁と、を、備えることができる。例えば、前記循環経路は、前記コンプレッサと前記インタークーラとの間で前記カソードガス供給流路から分岐してもよいし、前記循環経路は、前記インタークーラの下流側で前記カソードガス供給流路から分岐してもよい。

【0009】

燃料電池スタックに供給される前のカソードガスを循環させ、コンプレッサに複数回通過させることにより、カソードガスの温度を効果的に上昇させることができる。

【0010】

本明細書に開示された燃料電池システムの制御方法は、燃料電池スタックと、前記燃料電池スタックを冷却する冷媒が循環する冷媒循環経路と、前記燃料電池スタックの入口に接続されて、前記燃料電池スタックにカソードガスを供給するコンプレッサが配置されたカソードガス供給流路と、前記カソードガス供給流路において、前記コンプレッサの出口と前記燃料電池スタックの入口との間に配置され、前記冷媒循環経路と接続されて、前記冷媒によって前記コンプレッサから排出されたカソードガスを冷却するインタークーラと、を備える燃料電池システムにおいて、前記燃料電池スタックの昇温が要求されたときに、前記カソードガス供給流路上において、前記インタークーラと前記燃料電池スタックの入口との間に配置された調圧弁によって、前記インタークーラを含む前記コンプレッサの出口から前記調圧弁までの前記カソードガス供給流路内の圧力を、前記燃料電池スタック内に形成されたカソード流路を含む前記調圧弁よりも下流側の圧力と別個に上昇させる。これにより、燃料電池スタック内と切り離して、コンプレッサの出口と燃料電池スタックの入口との間の圧力を上昇させることができ、インタークーラにおいて、冷媒の温度を上昇させることができる。これにより、昇温した冷媒により燃料電池スタックを早期に昇温

10

20

30

40

50

させることができる。

【0011】

このような燃料電池システムの制御方法では、前記燃料電池スタックの昇温が要求されたときに、前記コンプレッサを含む循環経路に前記カソードガスを循環させるようにしてもよい。燃料電池スタックに供給される前のカソードガスを循環させ、コンプレッサに複数回通過させることにより、カソードガスの温度を効果的に上昇させることができる。

【発明の効果】

【0012】

本明細書開示の燃料電池システム及び燃料電池システムの制御方法によれば、燃料電池スタックに供給される冷媒の温度を速やかに上昇させ、燃料電池スタックの温度を上昇させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は第1実施形態の燃料電池システムの概略構成を示す説明図である。

【図2】図2は第1実施形態における燃料電池システムの制御の一例を示すフローチャートである。

【図3】図3は第2実施形態における燃料電池システムの概略構成を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照しつつ説明する。ただし、図面中、各部の寸法、比率等は、実際のものとは完全に一致するようには図示されていない場合がある。また、図面によっては細部が省略されて描かれていたり、実際には装備されている構成が省略されていたりする場合がある。

20

【0015】

(第1実施形態)

まず、図1を参照しつつ、第1実施形態の燃料電池システム1について説明する。図1は第1実施形態の燃料電池システム1の概略構成を示す説明図である。燃料電池システム1は、車両、船舶、飛行機、ロボットなどの各種移動体に搭載できるほか、定置型電源にも適用可能である。ここでは、自動車に搭載した燃料電池システム1を例に説明する。燃料電池システム1は、固体高分子形の燃料電池2を含む。燃料電池2は、カソード電極、アノード電極、これらに配置された電解質膜を有する単セルを複数積層して形成されるとともに、内部にカソード流路3aとアノード流路3bとが形成された燃料電池スタック3を含む。電解質膜は、例えば、プロトン導電性の固体高分子電解質膜である。なお、図1において単セルの図示は省略されている。また、燃料電池スタック3内には、燃料電池スタック3を冷却する冷媒が流通する冷媒流路3cが設けられている。燃料電池スタック3には、アノード電極に水素ガス、すなわち、アノードガスが供給されると共に、カソード電極に酸素を含む空気、すなわち、カソードガスが供給される。そして、アノード電極における触媒反応により発生した水素イオンが、電解質膜を透過し、カソード電極まで移動して、酸素と電気化学反応を起こすことにより発電する。燃料電池スタック3には、発電した電気の電圧値を測定する電圧計Vと電流値を測定する電流計Aが接続されている。そして、冷媒流路3cを流通する冷媒は、燃料電池スタック3を冷却する。ただし、燃料電池2の低温起動時には、冷媒により、燃料電池スタック3の温度を上昇させる。

30

40

【0016】

燃料電池スタック3の入口、より具体的には、燃料電池スタック3のカソード流路3aの入口3a1側には、カソードガス供給流路4が接続されている。カソードガス供給流路4の端部には、エアクリーナ4aが装着されている。また、カソードガス供給流路4には、カソードガスを圧送し、燃料電池スタック3にカソードガスを供給するコンプレッサK1が配置されている。また、カソードガス供給流路4には、カソード流路3aの入口3a1とコンプレッサK1の出口K1aとの間にインタークーラ5が配置されている。インタークーラ5は、冷媒循環流路17と接続され、冷媒との間で熱交換を行い、コンプレッサ

50

K 1 から排出されたカソードガスを冷却する。冷媒が循環する冷媒循環流路 1 7 については、後に詳述する。カソードガス供給流路 4 には、さらに、コンプレッサ K 1 とインタークーラ 5 との間に第 1 温度計 T 1 が設置され、インタークーラ 5 の下流側に圧力計 P が設置されている。第 1 温度計 T 1 は、カソードガスの温度を測定する。

【 0 0 1 7 】

カソードガス供給流路上には、コンプレッサ K 1 の出口 K 1 a と燃料電池スタック 3 の入口 3 a 1 との間の圧力を調節する調圧弁 V 1 が設置されている。

【 0 0 1 8 】

燃料電池スタック 3 のカソード流路 3 a の出口 3 a 2 側には、カソードオフガス排出流路 6 が接続されている。カソードオフガス排出流路 6 には、背圧弁 V 2 が配置されている。背圧弁 V 2 は、カソードガス供給流路 4 のコンプレッサ K 1 よりも下流側、カソード流路 3 a 及びカソードオフガス排出流路 6 の背圧弁 V 2 よりも上流側の領域の圧力、すなわち、カソード背圧を調整する。ただし、コンプレッサ K 1 の下流側から調圧弁 V 1 までの間の圧力は、調圧弁 V 1 の開度によって調整することができる。すなわち、コンプレッサ K 1 から調圧弁 V 1 の間の圧力は、カソード流路 3 a 内の圧力とは別個に制御される。カソードオフガス排出流路 6 には、背圧弁 V 2 の下流側にマフラー 7 が配置されている。

【 0 0 1 9 】

燃料電池システム 1 は、コンプレッサ K 1 の下流側でカソードガス供給流路 4 から分岐するとともに、コンプレッサ K 1 の上流側に接続される循環流路 8 を備える。この循環流路 8 には、開度調整可能な循環制御弁 V 3 が配置されている。循環流路 8 は、より具体的に、コンプレッサ K 1 とインタークーラ 5 との間でカソードガス供給流路 4 から分岐している。循環制御弁 V 3 が開弁されると、インタークーラ 5 に導入される前のカソードガスが再度コンプレッサ K 1 に供給されて、カソードガスの昇温が促進される。

【 0 0 2 0 】

燃料電池スタック 3 のアノード流路 3 b の入口 3 b 1 側には、アノード供給流路 9 が接続されている。アノード供給流路 9 の端部には、水素供給源となる水素タンク 1 0 が接続されている。水素タンク 1 0 内には、高圧の水素が貯留されている。アノード供給流路 9 には、水素の供給を遮断するシャット弁 1 1 と、水素の圧力を減圧するレギュレータ 1 2 が配置されている。

【 0 0 2 1 】

燃料電池スタック 3 のアノード流路 3 b の出口 3 b 2 側には、排気管 1 3 が接続されている。排気管 1 3 の端部には、気液分離器 1 4 が設置されている。そして、気液分離器 1 4 において、循環流路 1 5 a とパージ流路 1 5 b とが分岐している。気液分離器 1 4 では、アノードオフガスに含まれる水分が分離される。水分が分離された後のアノードオフガスは、循環流路 1 5 a 側に排出される。一方、分離された水分は、パージ流路 1 5 b 側へ排出される。循環流路 1 5 a には、ポンプ P 1 が配置されている。循環流路 1 5 a にポンプ P 1 が配置されることにより、アノードオフガスをアノード流路 3 b へ再度供給することができる。気液分離器 1 4 において分岐したパージ流路 1 5 b は、カソードオフガス排出流路 6 に設けられた背圧弁 V 2 の下流側に接続されている。パージ流路 1 5 b には、パージ弁 1 6 が配置されている。パージ弁 1 6 を開弁することにより、循環させないアノードオフガスをカソードオフガスとともに排出することができる。

【 0 0 2 2 】

燃料電池スタック 3 の冷媒流路 3 c の入口 3 c 1 には、冷媒循環流路 1 7 の一端が接続されている。また、冷媒流路 3 c の出口 3 c 2 には、冷媒循環流路 1 7 の他端が接続されている。冷媒循環流路 1 7 には、冷媒を循環させ、冷媒を燃料電池スタック 3 内に供給するポンプ P 2 が設置されている。また、冷媒循環流路 1 7 には、ラジエータ 1 8 が設置されている。冷媒循環流路 1 7 には、三方弁 1 9 が設けられており、この三方弁 1 9 からラジエータ 1 8 をバイパスするバイパス流路 2 0 が分岐している。なお、三方弁 1 9 は、感温部を備え、冷媒の温度に応じて開閉状態を変化させる、いわゆるサーモスタット型の弁であるが、電気式の弁を採用してもよい。三方弁 1 9 は、冷媒の温度が所定値よりも高く

10

20

30

40

50

なると冷媒をラジエータ 18 側へ循環させて、冷媒を冷却するようになっている。冷媒循環流路 17 の三方弁 19 と冷媒流路 3 c の出口 3 c 2 との間には、冷媒の温度を測定する第 2 温度計 T 2 が設けられている。

【 0 0 2 3 】

冷媒循環流路 17 には、インタークーラ 5 が接続されている。具体的に、冷媒循環流路 17 からは、第 1 引込流路 17 a と第 2 引込流路 17 b とが分岐している。第 1 引込流路 17 a は、ポンプ P 2 と冷媒流路 3 c の入口 3 c 1 との間から分岐しており、その他端は、インタークーラ 5 に接続されている。冷媒は、第 1 引込流路 17 a を通じて、インタークーラ 5 に流入する。一方、第 2 引込流路 17 b は、三方弁 19 と冷媒流路 3 c の出口 3 c 2 との間から分岐しており、その他端は、インタークーラ 5 に接続されている。冷媒は、第 2 引込流路 17 b を通じて、インタークーラ 5 から冷媒循環流路 17 に戻される。

10

【 0 0 2 4 】

燃料電池システム 1 は、E C U (Electronic Control Unit) 2 1 を備える。E C U 2 1 は、内部に C P U、R O M、R A M を備えたマイクロコンピュータとして構成されており、制御部として機能する。E C U 2 1 には、第 1 温度計 T 1、圧力計 P、電圧計 V、電流計 A が電氣的に接続されている。また、E C U 2 1 には、コンプレッサ K 1、ポンプ P 1、P 2 と電氣的に接続されており、これらの機器の駆動制御を行う。また、E C U 2 1 には、調圧弁 V 1、背圧弁 V 2、循環制御弁 V 3、シャット弁 11、レギュレータ 12 及びパージ弁 16 が電氣的に接続されており、これらの弁の開閉制御を行う。E C U 2 1 は、その他各センサによって検出された値が入力される。また、E C U 2 1 は、電流電圧マップ等を格納している。このような E C U 2 1 は、出力設定処理を行う。すなわち、空気供給量や、カソード背圧、水素供給量、水素圧力、出力履歴、電圧、電流値マップ等から出力する電流値を設定する。E C U 2 1 は、温度計 T の測定値に基づいて、燃料電池スタック 3 の昇温が要求されたとき、すなわち、いわゆる低温起動時において、調圧弁 V 1 を制御することによる冷媒温度の上昇制御を行う。

20

【 0 0 2 5 】

つぎに、図 2 を参照しつつ、第 1 実施形態の燃料電池システム 1 の制御について説明する。図 2 は第 1 実施形態における燃料電池システム 1 の制御の一例を示すフローチャートである。燃料電池システム 1 の制御は、E C U 2 1 によって主体的に行われる。

【 0 0 2 6 】

まず、ステップ S 1 では、第 2 温度計 T 2 により、冷媒の温度 T W を取得する。そして、ステップ S 2 へ進み、温度 T W が予め設定された閾値 T 0 よりも低いかなかを判断する。ここで、閾値 T 0 は、燃料電池 2 が低温起動状態にあるかなかを判断するための基準となる値であり、予め設定され、E C U 2 1 内に記憶された値となっている。ステップ S 2 で Y E S と判断したときは、ステップ S 3 へ進む。ステップ S 3 では、第 1 温度計 T 1 により、コンプレッサ K 1 の出口温度 T c を取得するとともに、圧力計 P によりコンプレッサ K 1 の出口圧力 P c を取得する。そして、ステップ S 4 へ進む。ステップ S 4 では、コンプレッサ K 1 の出口温度 T c が予め定めた目標温度 T t r g よりも低いかなかを判断する。ここで、目標温度 T t r g は、インタークーラ 5 において冷媒を効果的に昇温させることができる温度として予め設定され、E C U 2 1 内に記憶された値である。

30

40

【 0 0 2 7 】

ステップ S 4 で Y E S と判断したときは、ステップ S 5 へ進む。ステップ S 5 では、調圧弁 V 1 を閉弁する。これにより、コンプレッサ K 1 の出口 K 1 a から調圧弁 V 1 までと、調圧弁 V 1 の下流側、具体的に、カソード流路 3 a とが切り分けられ、各領域で圧力の調整ができるようになる。カソード流路 3 a では、カソードガス流量が絞られることにより、燃料電池スタック 3 における昇温が促進可能となる。

【 0 0 2 8 】

一方、調圧弁 V 1 よりも上流側のカソードガス供給流路 4 内の圧力は上昇し始める。ステップ S 5 に引き続いて行われるステップ S 6 では、コンプレッサ K 1 の出口圧力 P c が予め定めた目標圧力 P t r g よりも低いかなかを判断する。ここで、目標圧力 P t r g は

50

、インタークーラ5において冷媒を効果的に昇温させることができる圧力として予め設定され、ECU21内に記憶された値である。

【0029】

ステップS6でNOと判断したときは、ステップS7へ進む。一方、ステップS6でYESと判断したときは、ステップS6でNOと判断するまで、ステップS5からの処理を繰り返す。ステップS7では、再度、第1温度計T1により、コンプレッサK1の出口温度Tcを取得する。そして、ステップS7に引き続いて行われるステップS8では、再び、コンプレッサK1の出口温度Tcが予め定めた目標温度Ttrgよりも低いか否かを判断する。目標温度Ttrgは、ステップS4で用いた値と同様である。ステップS8でYESと判断した場合、すなわち、調圧弁V1を閉じ、コンプレッサK1の出口圧力Pcが目標圧力Ptrgに達したにも関わらず、出口温度Tcが目標温度Ttrgに達しないときは、ステップS9へ進む。ステップS9では、TtrgとTcとの差分(Ttrg - Tc)、すなわち上昇させたい温度から循環制御弁V3の開度を算出する。そして、ステップS10へ進み、ステップS9で算出した循環制御弁V3の開度からコンプレッサK1の稼働量を算出する。循環制御弁V3が開弁すると、コンプレッサK1によって吐出されたカソードガスの一部が循環流路8へ流れ込む。この結果、なんらの手当てをも施さない場合には、インタークーラ5及び燃料電池スタック3に流れ込むカソードガスの流量が減少する。インタークーラ5に流れ込むカソードガス量が減少すると、インタークーラ5における熱交換の効率が低下する。燃料電池スタック3へ流れ込むカソードガス量が減少すると、燃料電池スタック3において所望の発電反応が行われなくなる。そこで、ステップS10では、循環制御弁V3を開弁することに起因するインタークーラ5及び燃料電池スタック3へ流れ込むカソードガスの減少分を補うようにコンプレッサK1の稼働量を設定する。ステップS10に引き続き行われるステップS11では、循環制御弁V3を開弁するとともに、コンプレッサ稼働量を調整する。具体的には、コンプレッサK1の稼働量を増す。循環制御弁V3を開弁することにより、一旦コンプレッサK1から吐出されたカソードガスの一部が循環流路8を通じて再度コンプレッサK1に送り込まれる。これにより、再度コンプレッサK1から吐出されたカソードガスの昇温が促進される。また、この際、コンプレッサK1の稼働量を増すことから、インタークーラ5に流れ込むカソードガスの流量低下による昇温効果の低下も回避することができる。なお、本実施形態では、TtrgとTcとの差分(Ttrg - Tc)から循環制御弁V3の開度を算出し、算出された循環制御弁V3の開度に基づいてコンプレッサK1の稼働量を設定している。このような制御に代えて、予め循環制御弁V3の開度と、これを加味したコンプレッサK1の稼働量との組み合わせを準備しておき、TtrgとTcとの差分(Ttrg - Tc)に基づいて、適切な循環制御弁V3の開度とコンプレッサK1の稼働量の組み合わせを選択するようにしてもよい。ステップS11の処理が終了したら、ステップS1からの処理を繰り返す。

【0030】

一方、ステップS2でNOと判断したとき、ステップS4でNOと判断したとき、さらに、ステップS8でNOと判断したときは、いずれもステップS12へ進む。ステップS12では、カソードガスの昇温制御が不要であるとして、循環制御弁V3を閉弁する。すなわち、循環流路8へのカソードガスの循環を停止する。ステップS12の処理が終了したら、ステップS1からの処理を繰り返す。

【0031】

以上のような制御を実行することにより、インタークーラ5に供給されるカソードガスの温度が上昇し、この結果、燃料電池スタック3に供給される冷媒の温度が速やかに上昇する。そして、燃料電池スタック3の温度が上昇し、低温起動時であっても、適切に燃料電池2を起動させることができる。

【0032】

(第2実施形態)

つぎに、図3を参照しつつ、第2実施形態について説明する。第2実施形態の燃料電池システム101は、第1実施形態の燃料電池システム1との間に以下に説明する相違点を

10

20

30

40

50

有する。第2実施形態の燃料電池システム101は、第1実施形態の燃料電池システム1と、循環流路81の分岐点を異にしている。また、これに伴い、循環制御弁V3の開度設定と、循環制御弁V3を開弁したときのコンプレッサK1の稼働量の設定が異なっている。なお、図2に示したフローチャート自体は、第2実施形態でも共通して使用している。

【0033】

第1実施形態における循環流路8は、コンプレッサK1とインタークーラ5との間で分岐している。このため、第1実施形態では、仮にコンプレッサK1の稼働量をそのままとして循環制御弁V3を開弁した場合に、インタークーラ5及び燃料電池スタック3に流れ込むカソードガスの流量が減少する。これに対応すべく、第1実施形態におけるステップS10では、循環制御弁V3を開弁することに起因するインタークーラ5及び燃料電池スタック3へ流れ込むカソードガスの減少分を補うようにコンプレッサK1の稼働量を設定する。これに対し、第2実施形態の循環流路81は、インタークーラ5の下流側で分岐している。このため、第2実施形態では、仮にコンプレッサK1の稼働量をそのままとして循環制御弁V3を開弁した場合、燃料電池スタック3に流れ込むカソードガスの流量が減少する。そこで、第2実施形態におけるステップS10では、これに対応すべく、循環制御弁V3を開弁することに起因する燃料電池スタック3へ流れ込むカソードガスの減少分を補うようにコンプレッサK1の稼働量を設定する。これにより、再度コンプレッサK1から吐出された昇温されたカソードガスをその流量の低下を伴うことなく燃料電池スタック3に供給することができる。また、インタークーラ5に流れ込む流量は、増加することになるため、この点において冷媒の昇温効果を高めることもできる。

【0034】

上記実施形態は本発明を実施するための例にすぎず、本発明はこれらに限定されるものではなく、これらの実施例を種々変形することは本発明の範囲内であり、更に本発明の範囲内において、他の様々な実施例が可能であることは上記記載から自明である。

【符号の説明】

【0035】

- 1、101 燃料電池システム
- 2 燃料電池
- 3 燃料電池スタック
- 3a カソード流路
- 3b アノード流路
- 3c 冷媒流路
- 4 カソードガス供給流路
- 5 インタークーラ
- 6 カソードオフガス排出流路
- 8 循環流路
- 17 冷媒循環流路
- 17a 第1引込流路
- 17b 第2引込流路
- K1 コンプレッサ
- V1 調圧弁
- V2 背圧弁
- V3 循環制御弁

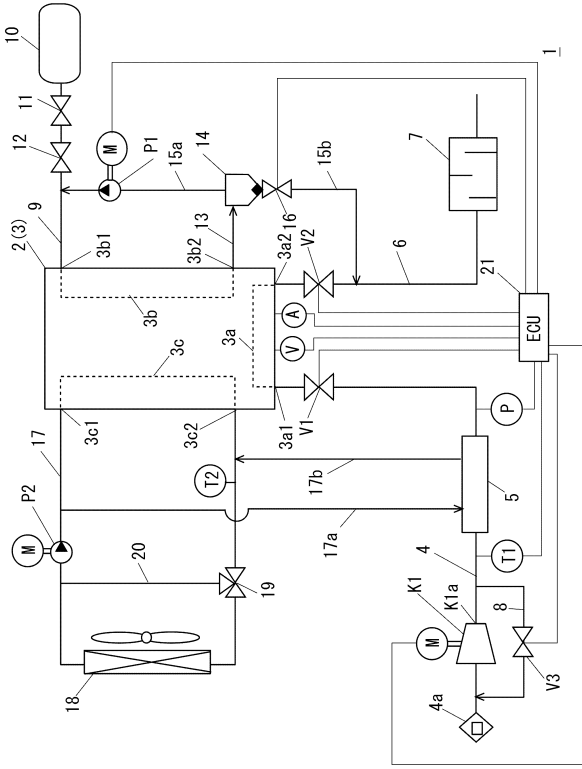
10

20

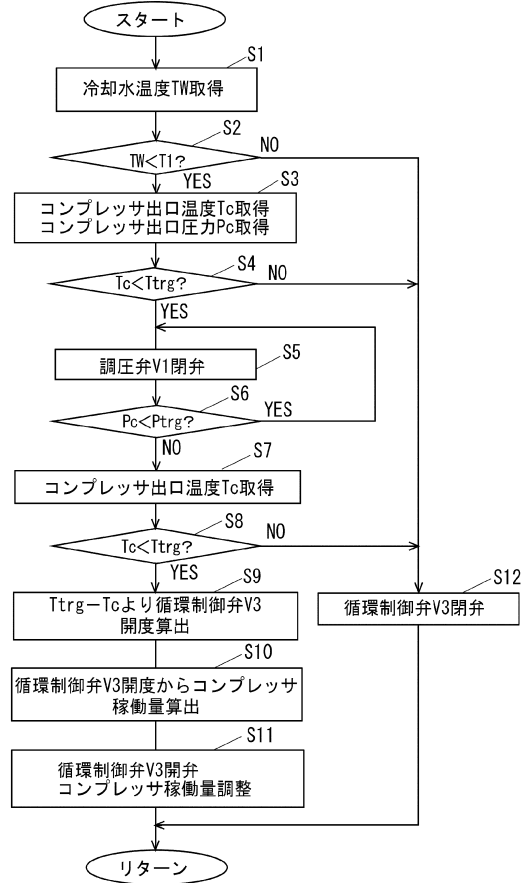
30

40

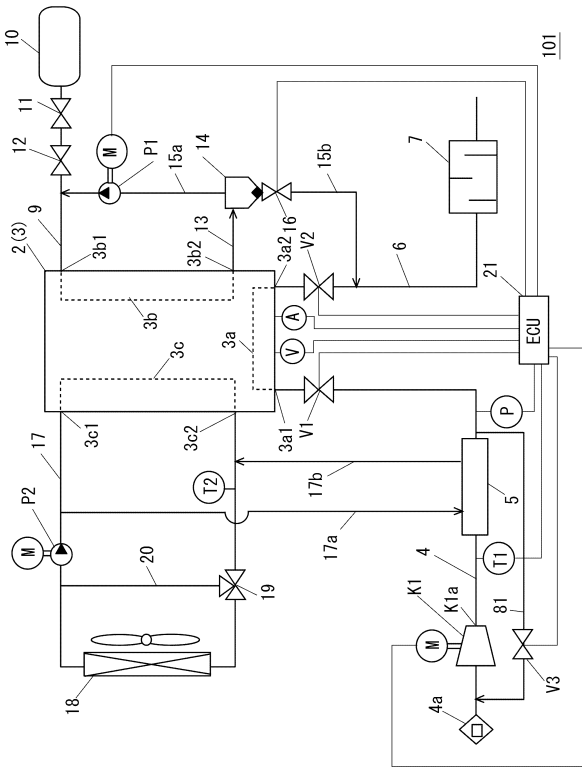
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H 0 1 M 8/10 (2016.01)

(56)参考文献 特開2013-109895(JP,A)
特開2005-235584(JP,A)
特開2010-027217(JP,A)
特開2014-035960(JP,A)
特開2008-103174(JP,A)
特開2006-080027(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4