

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-129021

(P2019-129021A)

(43) 公開日 令和1年8月1日(2019.8.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04701 (2016.01)	HO 1 M 8/04701	5 H 1 2 6
HO 1 M 8/0432 (2016.01)	HO 1 M 8/0432	5 H 1 2 7
HO 1 M 8/04 (2016.01)	HO 1 M 8/04 Z	
HO 1 M 8/0606 (2016.01)	HO 1 M 8/04 J	
HO 1 M 8/10 (2016.01)	HO 1 M 8/0606	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 24 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-8593 (P2018-8593)
 (22) 出願日 平成30年1月23日 (2018.1.23)

(71) 出願人 314012076
 パナソニックIPマネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
 (74) 代理人 100107641
 弁理士 鎌田 耕一
 (74) 代理人 100163463
 弁理士 西尾 光彦
 (72) 発明者 松田 翔太
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内
 (72) 発明者 堀 慎一朗
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内

最終頁に続く

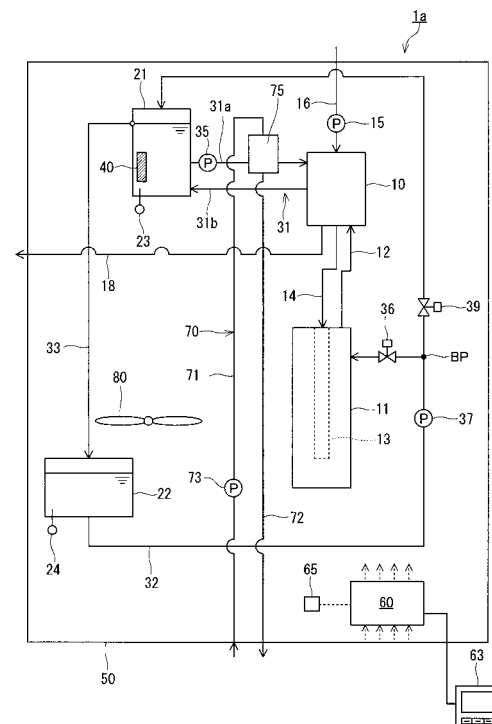
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 水経路に異常がある場合の凍結防止に有利な燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 本開示の燃料電池システム (1a) は、燃料電池 (10) と、第一タンク (21) と、第一水経路 (31) と、改質器 (11) と、第二タンク (22) と、第二水経路 (32) と、第三水経路 (33) と、ヒータ (40) と、筐体 (50) と、制御器 (60) とを備える。ヒータ (40) は、第一タンク (21) の内部に配置されている。制御器 (60) は、第一水経路 (31)、第二水経路 (32)、及び第三水経路 (33) の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、第一水経路 (31) 及び第二水経路 (32) の少なくとも一つに異常があると判断したときに、第一出力よりも高い第二出力でヒータ (40) を発熱させる。第一タンク (21) からの放熱により筐体 (50) の内部空間が暖気される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池と、

前記燃料電池で発生した熱を回収する水を貯留する第一タンクと、

前記燃料電池と前記第一タンクとの間を循環する水が流れる第一水経路と、

原料ガス及び水から前記燃料ガスを生成する改質器と、

前記改質器に供給されるべき水を貯留する第二タンクと、

前記第二タンクと前記改質器及び前記第一タンクとを接続するとともに、前記改質器に供給される水の流れと前記第一タンクに供給される水の流れとが分岐する分岐点を有する第二水経路と、

10

前記第二水経路において前記分岐点と前記改質器との間に配置された第一開閉弁と、

前記第一タンクからオーバーフローした水を第二タンクに導く第三水経路と、

前記第一タンクの内部に配置されたヒータと、

前記第一水経路に配置され、前記燃料電池と前記第一タンクとの間で水を循環させる第一水供給器と、

前記第二水経路に配置され、前記第二タンクに貯留された水を前記改質器及び前記第一タンクの少なくとも 1 つに送る第二水供給器と、

前記燃料電池、前記第一タンク、前記第一水経路、前記改質器、前記第二タンク、前記第二水経路、及び前記第三水経路を収納する筐体と、

制御器と、を備え、

20

前記制御器は、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記第一水経路及び前記第二水経路の少なくとも一つに異常があると判断したときに、前記第一水経路及び前記第二水経路が正常なときの前記第一水経路及び前記第二水経路の凍結防止のための前記ヒータの第一出力よりも高い第二出力で前記ヒータを発熱させ、前記第一タンクからの放熱により前記筐体の内部空間を暖気する、

燃料電池システム。

【請求項 2】

前記筐体の内部若しくは前記筐体の外部の空気の温度又は前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つにおける水の温度を検出する温度センサをさらに備え、

30

前記制御器は、前記温度センサが第一温度以下であることを検出したときに、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあると判断する、

請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記制御器は、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記第一水経路に異常があると同時に前記第二水経路が正常であると判断したときに、前記第二出力で前記ヒータを発熱させ、かつ、前記第一開閉弁を閉じて前記第二水供給器を作動させつつ前記第一水供給器の作動を禁止する、請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池システム。

40

【請求項 4】

前記制御器は、前記第一水供給器の異常を前記第一水経路の異常と判断する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記制御器は、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記第二水経路に異常があると同時に前記第一水経路が正常であると判断したときに、前記第二出力で前記ヒータを発熱させ、かつ、前記第一水供給器を作動させつつ前記第二水供給器の作動を禁止する、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

50

【請求項 6】

前記制御器は、前記第二水供給器の異常及び前記第一開閉弁の異常の少なくとも 1 つを前記第二水経路の異常と判断する、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記第二水供給器は、前記第二タンクから前記改質器及び前記第一タンクの少なくとも 1 つに向かって水を供給する第一モードと、前記第二水経路において前記第二タンクに向かって水を逆流させる第二モードとを切り替えて作動可能であり、

前記制御器は、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記ヒータに異常があると判断したときに、前記第二水供給器を前記第二モードで作動させて、前記第二水経路から水を排出させる、請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

10

【請求項 8】

前記第二水経路において前記第二水供給器をバイパスするバイパス経路と、

前記バイパス経路に配置された第二開閉弁と、をさらに備え、

前記制御器は、前記燃料電池が発電しているときには前記第二開閉弁を閉じ、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記ヒータに異常があると判断したときには前記第二開閉弁を開いて前記第二水経路から水を排出させる、請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

20

【請求項 9】

前記筐体の内部で空気を循環させるファンをさらに備え、

前記制御器は、前記第二出力で前記ヒータを発熱させるときに、前記ファンを作動させる、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

燃料電池と、

原料ガス及び水から前記燃料ガスを生成する改質器と、

前記改質器に供給されるべき水を貯留するタンクと、

前記改質器に供給される水が流れる水経路と、

前記タンクの内部に配置されたヒータと、

前記水経路に配置され、前記タンクに貯留された水を前記改質器に送る水供給器と、

30

前記燃料電池、前記改質器、前記タンク、及び前記水経路を収納する筐体と、

制御器と、を備え、

前記制御器は、前記水経路が凍結するおそれがあり、かつ、前記水経路に異常があると判断したときに、前記水経路が正常なときの前記水経路の凍結防止のための前記ヒータの第一出力よりも高い第二出力で前記ヒータを発熱させ、前記タンクからの放熱により前記筐体の内部空間を暖気する、

燃料電池システム。

【請求項 11】

前記筐体の内部若しくは前記筐体の外部の空気の温度又は前記水経路における水の温度を検出する温度センサをさらに備え、

40

前記制御器は、前記温度センサが第一温度以下であることを検出したときに、前記水経路が凍結するおそれがあると判断する、

請求項 10 に記載の燃料電池システム。

【請求項 12】

前記制御器は、前記水供給器の異常を前記水経路の異常と判断する、請求項 10 又は 11 に記載の燃料電池システム。

【請求項 13】

前記水供給器は、前記タンクから前記改質器に向かって水を供給する第一モードと、前記水経路において前記タンクに向かって水を逆流させる第二モードとを切り替えて作動可能であり、

50

前記制御器は、前記水経路が凍結するおそれがあり、かつ、前記ヒータに異常があると判断したときに、前記水供給器を前記第二モードで作動させて、前記水経路から水を排出させる、請求項 10～12 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 14】

前記水経路において前記水供給器をバイパスするバイパス経路と、

前記バイパス経路に配置された開閉弁と、をさらに備え、

前記制御器は、前記燃料電池が発電しているときには前記開閉弁を閉じ、前記水経路が凍結するおそれがあり、かつ、前記ヒータに異常があると判断したときには前記開閉弁を開いて前記水経路から水を排出させる、請求項 10～12 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

10

【請求項 15】

前記筐体の内部で空気を循環させるファンをさらに備え、

前記制御器は、前記第二出力で前記ヒータを発熱させるときに、前記ファンを作動させる、請求項 10～14 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

20

従来、燃料電池システムでは、燃料の改質に水が用いられ、冷却水を用いて燃料電池が冷却されることもある。このため、燃料電池システムを気温の低い場所に設置した場合に水が凍結してしまう可能性があり、寒冷地方に適用可能な燃料電池システムが提案されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、筐体の内部空間を加熱する加熱手段を備えた燃料電池システムが記載されている。加熱手段は筐体の底面側に配置されており、加熱手段からの熱を筐体の内部空間全体に自然対流させることができる。加熱手段は、例えばシーズヒータである。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】国際公開第 2009/034997 号（図 2）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載の技術によれば、燃料電池システムの水経路に異常がある場合の凍結防止処理について何ら検討されていない。そこで、本開示は、燃料電池システムの水経路に異常がある場合に水経路の凍結を防止する観点から有利な燃料電池システムを提供する。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示は、

燃料電池と、

前記燃料電池で発生した熱を回収する水を貯留する第一タンクと、

前記燃料電池と前記第一タンクとの間を循環する水が流れる第一水経路と、

原料ガス及び水から前記燃料ガスを生成する改質器と、

前記改質器に供給されるべき水を貯留する第二タンクと、

前記第二タンクと前記改質器及び前記第一タンクとを接続するとともに、前記改質器に供給される水の流れと前記第一タンクに供給される水の流れとが分岐する分岐点を有する

50

第二水経路と、

前記第二水経路において前記分岐点と前記改質器との間に配置された第一開閉弁と、

前記第一タンクからオーバーフローした水を第二タンクに導く第三水経路と、

前記第一タンクの内部に配置されたヒータと、

前記第一水経路に配置され、前記燃料電池と前記第一タンクとの間で水を循環させる第一水供給器と、

前記第二水経路に配置され、前記第二タンクに貯留された水を前記改質器及び前記第一タンクの少なくとも1つに送る第二水供給器と、

前記燃料電池、前記第一タンク、前記第一水経路、前記改質器、前記第二タンク、前記第二水経路、及び前記第三水経路を収納する筐体と、

制御器と、を備え、

前記制御器は、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記第一水経路及び前記第二水経路の少なくとも1つに異常があると判断したときに、前記第一水経路及び前記第二水経路が正常なときの前記第一水経路及び前記第二水経路の凍結防止のための前記ヒータの第一出力よりも高い第二出力で前記ヒータを発熱させ、前記第一タンクからの放熱により前記筐体の内部空間を暖気する、

燃料電池システムを提供する。

【発明の効果】

【0007】

本開示の燃料電池システムは、水経路に異常がある場合に水経路の凍結を防止するのに有利である。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本開示の燃料電池システムの一例を示す構成図である。

【図2】図2は、本開示の燃料電池システムの凍結防止処理の一例を示すフローチャートである。

【図3】図3は、本開示の燃料電池システムの凍結防止処理の一例を示すフローチャートである。

【図4】図4は、本開示の燃料電池システムの別の一例を示す構成図である。

【図5】図5は、本開示の燃料電池システムの凍結防止処理の別の一例を示すフローチャートである。

【図6】図6は、本開示の燃料電池システムのさらに別の一例を示す構成図である。

【図7】図7は、本開示の燃料電池システムの凍結防止処理のさらに別の一例を示すフローチャートである。

【図8】図8は、本開示の燃料電池システムの凍結防止処理のさらに別の一例を示すフローチャートである。

【図9】図9は、本開示の燃料電池システムのさらに別の一例を示す構成図である。

【図10】図10は、本開示の燃料電池システムの凍結防止処理のさらに別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】

【0009】

(本開示の基礎となった知見)

燃料電池システムにおいて水経路が凍結するおそれがあるときに、凍結防止のための処理は筐体の底面側に配置されたヒータを発熱させることだけとは限らない。例えば、水経路に配置されたポンプ等の水供給器を作動させて水経路において水を移動させ、凍結防止を実現することも考えられる。加えて、タンクに貯留された水をタンクの内部に配置されたヒータによって加熱し、水供給器を作動させてヒータによって加熱されたタンクの内部の水を水経路に流すことも考えられる。しかし、水供給器を作動させて水経路の凍結を防止する燃料電池システムでは、水供給器の故障等の理由により水経路に異常があると、水

10

20

30

40

50

経路の凍結を適切に防止できない可能性がある。そこで、本発明者らは、水経路に異常がある場合にも水経路の凍結を防止できる技術について日夜検討を重ね、本開示の燃料電池システムを案出した。加えて、本発明者らは、タンクの内部に配置されたヒータに異常がある場合に水経路の凍結を防止できる燃料電池システムをも案出した。

【0010】

本開示の第1態様に係る燃料電池システムは、
燃料電池と、
前記燃料電池で発生した熱を回収する水を貯留する第一タンクと、
前記燃料電池と前記第一タンクとの間を循環する水が流れる第一水経路と、
原料ガス及び水から前記燃料ガスを生成する改質器と、
前記改質器に供給されるべき水を貯留する第二タンクと、
前記第二タンクと前記改質器及び前記第一タンクとを連通させるとともに、前記改質器に供給される水の流れと前記第一タンクに供給される水の流れとが分岐する分岐点を有する第二水経路と、
前記第二水経路において前記分岐点と前記改質器との間に配置された第一開閉弁と、
前記第一タンクからオーバーフローした水を第二タンクに導く第三水経路と、
前記第一タンクの内部に配置されたヒータと、
前記第一水経路に配置され、前記燃料電池と前記第一タンクとの間で水を循環させる第一水供給器と、
前記第二水経路に配置され、前記第二タンクに貯留された水を前記改質器及び前記第一タンクの少なくとも1つに送る第二水供給器と、
前記燃料電池、前記第一タンク、前記第一水経路、前記改質器、前記第二タンク、前記第二水経路、及び前記第三水経路を収納する筐体と、
制御器と、を備え、
前記制御器は、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記第一水経路及び前記第二水経路の少なくとも一つに異常があると判断したときに、前記第一水経路及び前記第二水経路が正常なときの前記第一水経路及び前記第二水経路の凍結防止のための前記ヒータの第一出力よりも高い第二出力で前記ヒータを発熱させ、前記第一タンクからの放熱により前記筐体の内部空間を暖気するものである。

【0011】

本開示の第1態様によれば、第一水経路、第二水経路、及び第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、第一水経路及び第二水経路の少なくとも一つに異常があるときに、第二出力でヒータが発熱する。ヒータが高い出力で発熱するので、ヒータによって加熱された水が貯留された第一タンクからの放熱が筐体の内部空間の広い範囲に及ぶ。これにより、第一水経路及び第二水経路の少なくとも一つに異常があったとしても、第一水経路、第二水経路、及び第三水経路の凍結を有利に防止できる。なお、特許文献1に記載の技術では、加熱手段は、タンクに貯留された水を加熱しているわけではない。

【0012】

本開示の第2態様において、例えば、第1態様に係る燃料電池システムでは、前記筐体の内部若しくは前記筐体の外部の空気の温度又は前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つにおける水の温度を検出する温度センサをさらに備え、前記制御器は、前記温度センサが第一温度以下であることを検出したときに、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあると判断する。第2態様によれば、制御器は、温度センサによる検出結果に基づいて、第一水経路、第二水経路、及び第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあることを適切に判断できる。

【0013】

本開示の第3態様において、例えば、第1態様又は第2態様に係る燃料電池システムでは、前記制御器は、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも

一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記第一水経路に異常があるとともにも前記第二水経路が正常であると判断したときに、前記第二出力で前記ヒータを発熱させ、かつ、前記第一開閉弁を閉じて前記第二水供給器を作動させつつ前記第一水供給器の作動を禁止する。第3態様によれば、ヒータが高い出力で発熱するとともにヒータによって加熱された水が改質器に供給されることなく第二水経路を流れるので、筐体の内部空間の広い範囲が効率的に温まる。その結果、第一水経路に異常があったとしても、第一水経路、第二水経路、及び第三水経路の凍結を有利に防止できる。

【0014】

本開示の第4態様において、例えば、第1～第3態様のいずれか1つに係る燃料電池システムでは、前記制御器は、前記第一水供給器の異常を前記第一水経路の異常と判断する。第4態様によれば、第一水供給器を監視することによって第一水経路の異常の有無を判断できる。

10

【0015】

本開示の第5態様において、例えば、第1態様～第4態様のいずれか1つに係る燃料電池システムでは、前記制御器は、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記第二水経路に異常があるとともにも前記第一水経路が正常であると判断したときに、前記第二出力で前記ヒータを発熱させ、かつ、前記第一水供給器を作動させつつ前記第二水供給器の作動を禁止する。第5態様によれば、ヒータが高い出力で発熱するとともにヒータによって加熱された水が第一水経路を流れるので、筐体の内部空間の広い範囲が効率的に温まる。その結果、第二水経路に異常があったとしても、第一水経路、第二水経路、及び第三水経路の凍結を有利に防止できる。

20

【0016】

本開示の第6態様において、例えば、第1態様～第5態様のいずれか1つに係る燃料電池システムでは、前記制御器は、前記第二水供給器の異常及び前記第一開閉弁の異常の少なくとも1つを前記第二水経路の異常と判断する。第6態様によれば、第二水供給器及び第一開閉弁を監視することによって第二水経路の異常の有無を判断できる。

【0017】

本開示の第7態様において、例えば、第1態様～第6態様のいずれか1つに係る燃料電池システムでは、前記第二水供給器は、前記第二タンクから前記改質器及び前記第一タンクの少なくとも1つに向かって水を供給する第一モードと、前記第二水経路において前記第二タンクに向かって水を逆流させる第二モードとを切り替えて作動可能である。加えて、第7態様において、第1態様～第6態様のいずれか1つに係る燃料電池システムでは、前記制御器は、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記ヒータに異常があると判断したときに、前記第二水供給器を前記第二モードで作動させて、前記第二水経路から水を排出させる。第7態様によれば、ヒータに異常があると判断されたときに、第二水供給器が第二モードで作動して第二水経路から水が排出される。これにより、第二水経路の凍結を有利に防止できる。

30

【0018】

本開示の第8態様において、例えば、第1態様～第6態様のいずれか1つに係る燃料電池システムは、前記第二水経路において前記第二水供給器をバイパスするバイパス経路と、前記バイパス経路に配置された第二開閉弁と、をさらに備え、前記制御器は、前記燃料電池が発電しているときには前記第二開閉弁を閉じ、前記第一水経路、前記第二水経路、及び前記第三水経路の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、前記ヒータに異常があると判断したときには前記第二開閉弁を開いて前記第二水経路から水を排出させる。第8態様によれば、ヒータに異常があると判断されたときに、第二開閉弁が開いて第二水経路から水が排出される。これにより、第二水経路の凍結を有利に防止できる。

40

【0019】

本開示の第9態様において、例えば、第1態様～第8態様のいずれか1つに係る燃料電池システムは、前記筐体の内部で空気を循環させるファンをさらに備え、前記制御器は、

50

前記第二出力で前記ヒータを発熱させるときに、前記ファンを作動させる。第9態様によれば、第一タンクから放散された熱がファンによって生じた空気の流れによって運ばれ、筐体の内部空間の広い範囲が効率的に温まる。その結果、第一水経路及び第二水経路の少なくとも1つに異常があるときに、第一水経路、第二水経路、及び第三水経路の凍結を有利に防止できる。

【0020】

本開示の第10態様に係る燃料電池システムは、

燃料電池と、

原料ガス及び水から前記燃料ガスを生成する改質器と、

前記改質器に供給されるべき水を貯留するタンクと、

前記改質器に供給される水が流れる水経路と、

前記タンクの内部に配置されたヒータと、

前記水経路に配置され、前記タンクに貯留された水を前記改質器に送る水供給器と、

前記燃料電池、前記改質器、前記タンク、及び前記水経路を収納する筐体と、

制御器と、を備え、

前記制御器は、前記水経路が凍結するおそれがあり、かつ、前記水経路に異常があると判断したときに、前記水経路が正常なときの前記水経路の凍結防止のための前記ヒータの第一出力よりも高い第二出力で前記ヒータを発熱させ、前記タンクからの放熱により前記筐体の内部空間を暖気するものである。

【0021】

第10態様によれば、水経路が凍結するおそれがあり、かつ、水経路に異常があるときに、第二出力でヒータが発熱する。ヒータが高い出力で発熱するので、ヒータによって加熱された水が貯留されたタンクからの放熱が筐体の内部空間の広い範囲に及ぶ。これにより、水経路に異常があったとしても、水経路の凍結を有利に防止できる。

【0022】

本開示の第11態様において、例えば、第10態様に係る燃料電池システムは、前記筐体の内部若しくは前記筐体の外部の空気の温度又は前記水経路における水の温度を検出する温度センサをさらに備え、前記制御器は、前記温度センサが第一温度以下であることを検出したときに、前記水経路が凍結するおそれがあると判断する。第11態様によれば、制御器は、温度センサによる検出結果に基づいて、水経路が凍結するおそれがあることを適切に判断できる。

【0023】

本開示の第12態様において、例えば、第10態様又は第11態様に係る燃料電池システムでは、前記制御器は、前記水供給器の異常を前記水経路の異常と判断する。第12態様によれば、水供給器を監視することによって水経路の異常の有無を判断できる。

【0024】

本開示の第13態様において、例えば、第10態様～第12態様のいずれか1つに係る燃料電池システムでは、前記水供給器は、前記タンクから前記改質器に向かって水を供給する第一モードと、前記水経路において前記タンクに向かって水を逆流させる第二モードとを切り替えて作動可能であり、前記制御器は、前記水経路が凍結するおそれがあり、かつ、前記ヒータに異常があると判断したときに、前記水供給器を前記第二モードで作動させて、前記水経路から水を排出させる。第13態様によれば、ヒータに異常があると判断されたときに、水供給器が第二モードで作動して水経路から水が排出される。これにより、水経路の凍結を有利に防止できる。

【0025】

本開示の第14態様において、例えば、第10態様～第13態様のいずれか1つに係る燃料電池システムは、前記水経路において前記水供給器をバイパスするバイパス経路と、前記バイパス経路に配置された開閉弁と、をさらに備え、前記制御器は、前記燃料電池が発電しているときには前記開閉弁を閉じ、前記水経路が凍結するおそれがあり、かつ、前記ヒータに異常があると判断したときには前記開閉弁を開いて前記水経路から水を排出さ

10

20

30

40

50

せる。第 14 態様によれば、ヒータに異常があると判断されたときに、開閉弁が開いて水経路から水が排出される。これにより、水経路の凍結を有利に防止できる。

【0026】

本開示の第 15 態様において、例えば、第 10 態様～第 14 態様のいずれか 1 つに係る燃料電池システムは、前記筐体の内部で空気を循環させるファンをさらに備え、前記制御器は、前記第二出力で前記ヒータを発熱させるときに、前記ファンを作動させる。第 15 態様によれば、タンクから放散された熱がファンによって生じた空気の流れによって運ばれ、筐体の内部空間の広い範囲が効率的に温まる。その結果、水経路に異常があるときに、水経路の凍結を有利に防止できる。

【0027】

以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら説明する。本開示は、以下の実施形態に限定されない。

【0028】

(第 1 実施形態)

図 1 に示す通り、燃料電池システム 1a は、燃料電池 10 と、第一タンク 21 と、第一水経路 31 と、改質器 11 と、第二タンク 22 と、第二水経路 32 と、第一開閉弁 36 と、第三水経路 33 とを備えている。加えて、燃料電池システム 1a は、ヒータ 40 と、第一水供給器 35 と、第二水供給器 37 と、筐体 50 と、制御器 60 とを備えている。燃料電池 10 は、水素を含む燃料ガスと酸化剤ガスを反応させて発電する。第一タンク 21 は、燃料電池 10 で発生した熱を回収する水を貯留する。燃料電池 10 と第一タンク 21 との間を循環する水が第一水経路 31 を流れる。改質器 11 は、原料ガス及び水から燃料ガスを生成する。第二タンク 22 は、改質器 11 に供給されるべき水を貯留する。第二水経路 32 は、第二タンク 22 と改質器 11 及び第一タンク 21 とを接続するとともに改質器 11 に供給される水の流れと第一タンク 21 に供給される水の流れとが分岐する分岐点 BP を有する。第一開閉弁 36 は、第二水経路 32 において分岐点 BP と改質器 11 との間に配置されている。第三水経路 33 は、第一タンク 21 からオーバーフローした水を第二タンク 22 に導く。ヒータ 40 は、第一タンク 21 の内部に配置されている。第一水供給器 35 は、第一水経路 31 に配置され、燃料電池 10 と第一タンク 21 との間で水を循環させる。第二水供給器 37 は、第二水経路 32 に配置され、第二タンク 22 に貯留された水を改質器 11 及び第一タンク 21 の少なくとも 1 つに送る。筐体 50 は、燃料電池 10、第一タンク 21、第一水経路 31、改質器 11、第二タンク 22、第二水経路 32、及び第三水経路 33 を収納する。制御器 60 は、第一水経路 31、第二水経路 32、及び第三水経路 33 の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、第一水経路 31 及び第二水経路 32 の少なくとも 1 つに異常があると判断したときに、第二出力でヒータ 40 を発熱させる。これにより、第一タンク 21 からの放熱により筐体 50 の内部空間が暖気される。第二出力は、第一水経路 31 及び第二水経路 32 が正常なときの第一水経路 31 及び第二水経路 32 の凍結防止のためのヒータ 40 の第一出力よりも高い。

【0029】

制御器 60 が上記の判断をしたときには、ヒータ 40 が第二出力で発熱するので、第一タンク 21 に貯留された水が通常の凍結防止処理がなされるときと比べてより高い温度に加熱される。このため、ヒータ 40 によって加熱された水が貯留された第一タンク 21 からの放熱が筐体 50 の内部空間の広い範囲に及ぶ。これにより、第一水経路 31 及び第二水経路 32 の少なくとも 1 つに異常があつてヒータ 40 によって加熱された水を第一水経路 31 及び第二水経路 32 の少なくとも 1 つに流せなかったとしても、これらの水経路の凍結を有利に防止できる。ヒータ 40 の第二出力は、第一出力より高い限り特に制限されず、例えば第一タンク 21 に貯留された水の温度を 70℃ 以上に保つことができるように定められている。ヒータ 40 は、例えば、抵抗加熱式の電気ヒータである。なお、ヒータ 40 の第一出力は、例えば第一タンク 21 に貯留された水の温度を 30～50℃ に保つことができるように定められている。

【0030】

図 1 に示す通り、燃料電池システム 1 a は、例えば温度センサ 6 5 をさらに備える。温度センサ 6 5 は、例えば、筐体 5 0 の内部の空気の温度を検出する。温度センサ 6 5 は、例えば、筐体 5 0 の底面の近くに配置されている。温度センサ 6 5 は、筐体 5 0 の外部の空気の温度又は第一水経路 3 1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の少なくとも一つにおける水の温度を検出するものであってもよい。制御器 6 0 は、例えば、温度センサ 6 5 が第一温度 T 1 以下であることを検出したときに、第一水経路 3 1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の少なくとも一つが凍結するおそれがあると判断する。第一温度 T 1 は、例えば 0℃である。このように、制御器 6 0 は、温度センサ 6 5 による検出結果を用いて、第一水経路 3 1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の少なくとも一つが凍結するおそれがあることを適切に判断できる。温度センサ 6 5 は、例えば、サーミスタを利用した温度センサ又は熱電対を利用した温度センサである。

10

【0031】

例えば、制御器 6 0 は、第一水経路 3 1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、第一水経路 3 1 に異常があると同時に第二水経路 3 2 が正常であると判断したとする。この場合、制御器 6 0 は、第二出力でヒータ 4 0 を発熱させる。加えて、制御器 6 0 は、第一開閉弁 3 6 を閉じて第二水供給器 3 7 を作動させつつ第一水供給器 3 5 の作動を禁止する。この場合、ヒータ 4 0 が第二出力で発熱すると同時にヒータ 4 0 によって加熱された水が改質器 1 1 に供給されることなく第二水経路 3 2 を流れる。これにより、筐体 5 0 の内部空間の広い範囲が効率的に温まり、第一水経路 3 1 に異常があったとしても、第一水経路 3 1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の凍結を有利に防止できる。

20

【0032】

制御器 6 0 は、例えば、第一水供給器 3 5 の異常を第一水経路 3 1 の異常と判断する。制御器 6 0 は、例えば、第一水供給器 3 5 の作動状態を示す情報を取得して第一水供給器 3 5 の異常の有無を判断する。

【0033】

例えば、制御器 6 0 は、第一水経路 3 1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、第二水経路 3 2 に異常があると同時に第一水経路 3 1 が正常であると判断したとする。この場合、制御器 6 0 は、第二出力でヒータを発熱させる。加えて、制御器 6 0 は、第一水供給器 3 5 を作動させつつ第二水供給器 3 7 の作動を禁止する。この場合、ヒータ 4 0 が第二出力で発熱すると同時にヒータ 4 0 によって加熱された水がヒータ 4 0 によって加熱された水が第一水経路 3 1 を流れるので、筐体 5 0 の内部空間の広い範囲が効率的に温まる。その結果、第二水経路 3 2 に異常があったとしても、第一水経路 3 1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の凍結を有利に防止できる。

30

【0034】

制御器 6 0 は、例えば、第二水供給器 3 7 の異常及び第一開閉弁 3 6 の異常の少なくとも一つを第二水経路 3 2 の異常と判断する。制御器 6 0 は、例えば、第二水供給器 3 7 の作動状態を示す情報を取得して第二水供給器 3 7 の異常の有無を判断する。また、制御器 6 0 は、例えば、第一開閉弁 3 6 の異常により検出結果に影響を受ける温度センサ又は流量計の検出結果を示す情報に基づいて第一開閉弁 3 6 の異常を検出する。第一開閉弁 3 6 は、例えば電磁弁である。

40

【0035】

第一水供給器 3 5 及び第二水供給器 3 7 のそれぞれは、例えば、ピストンポンプ、プランジャポンプ、ギヤポンプ、バーンポンプなどの容積式ポンプである。第二水供給器 3 7 は、例えば、第一モードと第二モードとを切り替えて作動可能である。第一モードは、第二タンク 2 2 から改質器 1 1 及び第一タンク 2 1 の少なくとも一つに向かって水を供給するモードである。第二モードは、第二水経路 3 2 において第二タンク 2 2 に向かって水を逆流させるモードである。この場合、第二水供給器 3 7 は、例えば、正回転及び逆回転が可能なモータによって作動されるポンプ機構を備える。モータは、例えば、ステッピング

50

モータである。制御器 60 は、例えば、第一水経路 31、第二水経路 32、及び第三水経路 33 の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、ヒータ 40 に異常があると判断したとする。この場合、制御器 60 は、第二水供給器 37 を第二モードで作動させて、第二水経路 32 から水を排出させる。これにより、ヒータ 40 に異常がある場合でも、第二水経路 32 の凍結を有利に防止できる。なお、第二水供給器 37 が第一モードと第二モードとを切り替えて作動可能である場合、特に説明する場合を除き、第二水供給器 37 は第一モードで作動する。制御器 60 は、例えば、ヒータ 40 を流れる電流値が異常であることを示す情報を取得したときにヒータ 40 に異常があると判断する。制御器 60 は、ヒータ 40 を発熱させる制御信号を送った後、所定期間における第一タンク 21 の水温の上昇温度に基づいてヒータ 40 が正常であるか否か判断してもよい。

10

【0036】

図 1 に示す通り、燃料電池システム 1a は、例えば、ファン 80 をさらに備える。制御器 60 は、例えば、第二出力でヒータ 40 を発熱させるときに、ファン 80 を作動させる。この場合、第一タンク 21 から放散された熱がファン 80 によって生じた空気の流れによって運ばれ、筐体 50 の内部空間の広い範囲が効率的に温まる。その結果、第一水経路 31 及び第二水経路 32 の少なくとも一つに異常があるときに、第一水経路 31、第二水経路 32、及び第三水経路 33 の凍結を有利に防止できる。

【0037】

ファン 80 は、筐体 50 の内部空間において、例えば、ファン 80 の作動により発生した空気の流れが、第一タンク 21 の近くを通過した後、第一水経路 31 の近くを通過し、かつ、第二水経路 32 の近くを通過するように配置されている。これにより、第一水経路 31 及び第二水経路 32 の凍結をより確実に防止できる。

20

【0038】

改質器 11 は、例えば、水蒸気改質反応 ($\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$) などの改質反応によって、水素を生成する。改質器 11 には、改質反応を進行させるための改質触媒が収められている。改質器 11 には、一酸化炭素を除去するための触媒も収められている。一酸化炭素を除去するための触媒には、CO 変成触媒及び CO 選択酸化除去触媒が含まれる。改質器 11 には、例えば、都市ガス、LP ガス（液化石油ガス）などの炭化水素ガスが原料ガスとして供給される。改質器 11 で生成された水素を含む燃料ガスが燃料電池 10 に供給される。燃料電池 10 は、例えば、固体高分子形燃料電池又は固体酸化物形燃料電池である。

30

【0039】

燃料電池システム 1a は、さらに、燃料ガス供給経路 12、酸化剤ガス供給経路 16、アノードオフガス経路 14 及びカソードオフガス経路 18 を備えている。燃料ガス供給経路 12 は、改質器 11 から燃料電池 10 に燃料ガスを供給するための流路である。燃料ガス供給経路 12 は、改質器 11 と燃料電池 10 のアノードガス入口とを接続している。酸化剤ガス供給経路 16 は、燃料電池 10 のカソードに酸化剤ガスとしての空気を供給するための流路である。酸化剤ガス供給経路 16 には、空気供給器 15 が設けられている。空気供給器 15 は、燃料電池 10 に空気を供給するためのデバイスである。空気供給器 15 は、例えばファン又はブロワである。酸化剤ガス供給経路 16 には、加湿器、弁などの他の機器が配置されていてもよい。アノードオフガス経路 14 は、未反応の燃料ガス及び未反応の原料ガスを燃料電池 10 のアノードから排出するための流路である。アノードオフガス経路 14 は、燃料電池 10 のアノードガス出口と改質器 11 の内部に配置された燃焼器 13 とを接続している。未反応の水素及び未反応の原料ガスは、アノードオフガス経路 14 を通じて、燃焼器 13 に供給される。カソードオフガス経路 18 は、未反応の酸化剤ガスを燃料電池 10 のカソードから排出するための流路である。カソードオフガス経路 18 は、燃料電池 10 のカソードガス出口に接続されており、例えば、筐体 50 の外部まで延びている。

40

【0040】

第一タンク 21 には、例えば、温度センサ 23 が設けられている。温度センサ 23 は、

50

第一タンク 2 1 の内部に配置されており、第一タンク 2 1 に貯留された水の温度を検出する。温度センサ 2 3 は、例えば、サーミスタを利用した温度センサ又は熱電対を利用した温度センサである。ヒータ 4 0 は、例えば、第一タンク 2 1 の水温が所定の温度範囲に収まるように制御される。

【0041】

第一水経路 3 1 は、例えば、送り経路 3 1 a 及び戻し経路 3 1 b を有する。送り経路 3 1 a 及び戻し経路 3 1 b は、それぞれ、燃料電池 1 0 と第一タンク 2 1 とを接続している。送り経路 3 1 a を通じて、第一タンク 2 1 に貯留された水が冷却水として燃料電池 1 0 に供給される。戻し経路 3 1 b を通じて、燃料電池 1 0 から第一タンク 2 1 に水が戻される。第一水供給器 3 5 は、例えば、送り経路 3 1 a に配置されている。第一水供給器 3 5 は、戻し経路 3 1 b に配置されていてもよい。

10

【0042】

燃料電池システム 1 a は、例えば、熱回収経路 7 0 及び熱交換器 7 5 をさらに備えている。熱交換器 7 5 は、第一水経路 3 1 に配置されている。熱交換器 7 5 は、例えば、送り経路 3 1 a に配置されている。熱交換器 7 5 は、例えば、二重管式熱交換器、プレート式熱交換器などの液-液熱交換器である。

【0043】

熱回収経路 7 0 は、燃料電池 1 0 の排熱を回収するための流路である。熱回収経路 7 0 は、送り経路 7 1 及び戻し経路 7 2 を含む。送り経路 7 1 及び戻し経路 7 2 は、それぞれ、熱交換器 7 5 に接続されている。送り経路 7 1 は、熱回収経路 7 0 の上流部分を構成している。戻し経路 7 2 は、熱回収経路 7 0 の下流部分を構成している。戻し経路 7 2 は、熱交換器 7 5 において加熱された水を貯湯タンク（図示せず）に導くための流路である。送り経路 7 1 は、熱交換器 7 5 において加熱されるべき水を熱交換器 7 5 に導くための流路である。熱交換器 7 5 は、熱回収経路 7 0 を流れる水と第一水経路 3 1 を流れる水とを熱交換させるように構成されている。つまり、熱交換器 7 5 は、第一水経路 3 1 の冷却水の熱によって貯湯タンク（図示省略）に貯められるべき水を加熱する役割を担っている。

20

【0044】

熱回収経路 7 0 には、例えば、第三水供給器 7 3 が配置されている。第三水供給器 7 3 は、例えば、送り経路 7 1 に配置されている。第三水供給器 7 3 は、戻し経路 7 2 に配置されていてもよい。第三水供給器 7 3 は、例えば、先に説明した容積式ポンプの 1 つである。

30

【0045】

第二タンク 2 2 には、例えば、温度センサ 2 4 が設けられている。温度センサ 2 4 は、第二タンク 2 2 の内部に配置されており、第二タンク 2 2 に貯留された水の温度を検出する。温度センサ 2 4 は、例えば、サーミスタを利用した温度センサ又は熱電対を利用した温度センサである。第二タンク 2 2 には、例えば、カソードオフガスから生じた凝縮水及び燃焼排ガスから生じた凝縮水も集められ、貯留される。余分な水は、第二タンク 2 2 から溢れ、例えば、筐体 5 0 の外部に排出される。

【0046】

第二水供給器 3 7 は、例えば、第二水経路 3 2 において第二タンク 2 2 と分岐点 B P との間に配置されている。第二水経路 3 2 には、例えば、開閉弁 3 9 が配置されている。開閉弁 3 9 は、例えば電磁弁である。開閉弁 3 9 は、第二水経路 3 2 において分岐点 B P と第一タンク 2 1 との間に配置されている。第一開閉弁 3 6 が閉じられ、かつ、開閉弁 3 9 が開かれると、第二タンク 2 2 に貯留された水が第一タンク 2 1 に供給される。一方、第一開閉弁 3 6 が開かれ、かつ、開閉弁 3 9 が閉じられると、第二タンク 2 2 に貯留された水が改質器 1 1 に供給される。

40

【0047】

燃料電池システム 1 a は、例えば、コントロールパネル 6 3 を備えている。コントロールパネル 6 3 は、燃料電池システム 1 a の運転条件の入力を受け付けるとともに、燃料電池システム 1 a の運転状態を表示する。

50

【0048】

制御器60は、典型的には、燃料電池システム1aの運転のためのプログラムが実行可能に格納されたデジタルコンピュータである。制御器60は、温度センサ65、温度センサ23、及び温度センサ24の検出結果を示す情報及びコントロールパネル63に入力された運転条件を示す情報を取得する。制御器60は、例えば、別の温度センサ、流量計、及びガスセンサなどの他の検出装置（図示省略）の検出結果を示す情報をさらに取得する。また、制御器60は、例えば、第一水供給器35、第二水供給器37、第三水供給器73、及びファン80の作動状態を示す情報並びにヒータ40における電流値を示す情報を取得する。制御器60は、これらの情報に基づいて、第一水供給器35、第二水供給器37、第三水供給器73、ヒータ40、第一開閉弁36、開閉弁39、及びファン80等の制御対象を制御する。また、制御器60は、燃料電池システム1aの運転状態を示す情報をコントロールパネル63に表示させる。

10

【0049】

各経路は、少なくとも1つの配管によって構成されている。配管は、ステンレス管などの金属配管であってもよいし、樹脂配管であってもよい。

【0050】

燃料電池システム1aの運転について説明する。燃料電池システム1aは、主に、起動期間、発電期間、停止期間、及び待機期間の4つの運転サイクルに従って運転される。「起動期間」は、燃料電池システム1aを起動させるための運転期間である。詳細には、「起動期間」は、燃料電池システム1aの出力を所定の定格出力（例えば、750W）まで徐々に上昇させるための運転期間である。起動期間において、改質器11への原料ガスの供給流量及び水の供給流量を徐々に増加させる。起動期間において、酸化剤ガスの流量及び燃料ガスの流量が徐々に増加する。「発電期間」は、所定の定格出力で燃料電池システム1aが運転される期間である。ただし、発電期間において、燃料電池システム1aが常に定格出力で運転されることは必須ではない。一定の出力で燃料電池システム1aが安定的に運転されている期間が「発電期間」である。発電期間において、改質器11への原料ガスの供給流量及び水の供給流量はそれぞれ一定に保たれる。酸化剤ガスの流量及び燃料ガスの流量もそれぞれ一定に保たれる。「停止期間」は、燃料電池システム1aを停止させるための運転期間である。詳細には、「停止期間」は、燃料電池システム1aの出力をゼロまで徐々に低下させるための運転期間である。停止期間において、改質器11への原料ガスの供給流量及び水の供給流量を徐々に減少させる。停止期間において、酸化剤ガスの流量及び燃料ガスの流量が徐々に減少する。「待機期間」は、燃料電池システム1aの出力をゼロのまま保持している期間である。待機期間において、改質器11への原料ガスの供給流量及び水の供給流量は、基本的にはゼロである。ただし、改質器11の劣化を抑制するために、改質器11を原料ガスで定期的にパージ（purge）することがある。待機期間において、改質器11における燃料ガスの生成は停止しており、酸化剤ガスの流量及び燃料ガスの流量も基本的にはゼロである。制御器60は、待機期間にも所定の電気的処理を実行し続けている。そのような電気的処理の例は、貯湯タンクの湯量を監視するための処理である。

20

30

【0051】

起動期間及び停止期間において、燃料電池システム1aの出力は、例えば、連続的かつ一定のレートで上昇又は低下している。ただし、燃料電池システム1aの出力を段階的に上昇又は低下させてもよい。さらに、出力の上昇又は低下のレートを変化させてもよい。

40

【0052】

一例において、起動期間の長さ及び停止期間の長さは、それぞれ、10分～90分の範囲にある。燃料電池システム1aの起動又は停止に十分な時間を費やすことによって、改質器11の劣化、燃料電池10の劣化などを抑制することができる。ただし、燃焼排ガス中のCO濃度の急上昇を検出した場合などの非常時には、燃料電池システム1aを瞬時に停止させることもある。

【0053】

50

発電期間の長さ及び待機期間の長さは、燃料電池システム 1 a の連続運転可能な時間、貯湯タンクの容量などに応じて変化する。例えば、貯湯タンクに十分な量の湯が貯められた場合、燃料電池システム 1 a は運転を自動的に停止し、待機期間に入る。貯湯タンクの湯量が閾値を下回ると、燃料電池システム 1 a は、自動的に運転を開始する。湯の使用量が多い場合、1 回の運転サイクルの中で待機期間がゼロの場合もありうる。

【0054】

起動期間、発電期間、及び停止期間においては、第一開閉弁 36 を開き、開閉弁 39 を閉じ、第二水供給器 37 を作動させる。これにより、第二タンク 22 の水が第二水経路 32 を通じて改質器 11 に供給される。改質器 11 には、ガス供給経路（図示せず）を通じて、原料ガスが供給される。

10

【0055】

燃料電池システム 1 a において、待機期間には必要に応じて凍結防止処理が実行される。図 2 及び図 3 を参照しつつ凍結防止処理の一例を説明する。図 2 に示す通り、制御器 60 は、ステップ S1 において、温度センサ 65 の検出温度 T_a を示す情報を取得し、 T_a が第一温度 T_1 以下であるか否かを判断する。ステップ S1 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S2 に進み、制御器 60 は、ヒータ 40 が正常であるか否かを判断する。制御器 60 は、例えば、ヒータ 40 を所定の出力で発熱させるための制御信号を送り、その後ヒータ 40 の電流値を示す情報を取得する。制御器 60 は、その情報が正常な電流値を示す場合にはヒータ 40 が正常であると判断する。

20

【0056】

ステップ S2 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S3 に進み、制御器 60 は、第一水経路 31 が正常であるか否かを判断する。例えば、制御器 60 は、第一水供給器 35 が正常であれば、第一水経路 31 が正常であると判断する。この場合、制御器 60 は、例えば、第一水供給器 35 を作動させて第一水供給器 35 の作動状態を示す情報を取得し、第一水供給器 35 の作動状態が正常であれば、第一水供給器 35 が正常であると判断する。

【0057】

ステップ S3 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S4 に進み、制御器 60 は、第二水経路 32 が正常であるか否かを判断する。例えば、制御器 60 は、第二水供給器 37 及び第一開閉弁 36 が正常であれば、第二水経路 32 が正常であると判断する。制御器 60 は、例えば、第二水供給器 37 を作動させて第二水供給器 37 の作動状態を示す情報を取得し、第二水供給器 37 の作動状態が正常であれば、第二水供給器 37 が正常であると判断する。制御器 60 は、例えば、第一開閉弁 36 を閉じるとともに開閉弁 39 を開いて第二水供給器 37 を作動させ、かつ、所定の出力でヒータ 40 を発熱させ、温度センサ 24 の検出温度から所定期間における第二タンクの水温の変化量を決定する。制御器 60 は、この変化量が所定の閾値以上であれば、第一開閉弁 36 が正常であると判断する。第一開閉弁 36 に異常がある場合、第一開閉弁 36 を閉じたとしても、第二タンク 22 の水が改質器 11 に流れ込む可能性がある。このため、第一タンク 21 から第二タンク 22 に第三水経路 33 を通ってオーバーフローにより供給される水の流量が低下する。その結果、第一開閉弁 36 に異常があると、第一開閉弁 36 が正常である場合に比べて、第二タンク 22 の水温はより緩やかに上昇する。制御器 60 は、例えば、この現象を利用して第一開閉弁 36 が正常であるか否かを判断する。

30

40

【0058】

ステップ S4 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S5 に進み、制御器 60 は、第一開閉弁 36 を閉じる。次に、ステップ S6 に進み、制御器 60 は、第一水供給器 35 及び第二水供給器 37 を作動させる。これにより、第一水経路 31、第二水経路 32、及び第三水経路 33 を水が流れ、第一水経路 31、第二水経路 32、及び第三水経路 33 の凍結が防止される。次に、制御器 60 は、ステップ S7 に進み、第一出力でヒータ 40 を発熱させ、ステップ S1 に戻る。これにより、ヒータ 40 で温められた水が第一水経路 31、第二水経路 32、及び第三水経路 33 を流れるので、より確実に、第一水経路 3

50

1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の凍結が防止される。なお、制御器 6 0 は、第一タンク 2 1 に貯留された水の温度が比較的高い場合には、ステップ S 7 の処理を省略してもよい。

【0059】

ステップ S 3 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 8 に進み、制御器 6 0 は、第二水経路 3 2 が正常であるか否か判断する。ステップ S 8 の処理は、ステップ S 4 と同様になされる。ステップ S 8 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S 9 に進み、制御器 6 0 は、第一開閉弁 3 6 を閉じる。次に、ステップ S 1 0 に進み、制御器 6 0 は、第二水供給器 3 7 を作動させるとともに第一水供給器 3 5 の作動を禁止する。次に、ステップ S 1 1 に進み、制御器 6 0 は、第二出力でヒータ 4 0 を発熱させる。次に、ステップ S 1 2 に進み、制御器 6 0 は、ファン 8 0 を作動させ、ステップ S 1 に戻る。これにより、第一タンク 2 1 からの放熱により筐体 5 0 の内部空間を適切に暖気でき、第一水経路 3 1 を水が流れなくても、第一水経路 3 1 の凍結を防止できる。

【0060】

ステップ S 4 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 1 3 に進み、制御器 6 0 は、第一水供給器 3 5 を作動させるとともに第二水供給器 3 7 の作動を禁止する。次に、ステップ S 1 4 に進み、制御器 6 0 は、第二出力でヒータ 4 0 を発熱させる。次に、ステップ S 1 5 に進み、制御器 6 0 は、ファン 8 0 を作動させ、ステップ S 1 に戻る。これにより、第一タンク 2 1 からの放熱により筐体 5 0 の内部空間を適切に暖気でき、第二水経路 3 2 を水が流れなくても、第二水経路 3 2 の凍結を防止できる。

【0061】

ステップ S 8 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 1 6 に進み、制御器 6 0 は、第二出力でヒータ 4 0 を発熱させる。次に、ステップ S 1 7 に進み、制御器 6 0 は、ファン 8 0 を作動させ、ステップ S 1 に戻る。この場合、制御器 6 0 は、第一水供給器 3 5 及び第二水供給器 3 7 を作動させることなく、第二出力でヒータ 4 0 を発熱させる。これにより、第一タンク 2 1 からの放熱により筐体 5 0 の内部空間を適切に暖気でき、第一水経路 3 1 及び第二水経路 3 2 を水が流れなくても、第一水経路 3 1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の凍結を防止できる。

【0062】

図 2 及び図 3 に示す通り、ステップ S 2 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 2 0 に進み、制御器 6 0 は、第二水供給器 3 7 を第二モードで作動させる。これにより、第二水経路 3 2 において第二タンク 2 2 に向かって水が逆流し、第二水経路 3 2 の水が排出される。これにより、ヒータ 4 0 に異常があっても、第二水経路 3 2 の凍結を防止できる。ステップ S 2 0 の処理が完了すると、凍結防止処理が終了する。

【0063】

ステップ S 1 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 1 8 に進み、制御器 6 0 は、所定の停止処理を実行する。例えば、ステップ S 1 8 において、制御器 6 0 は、第一水供給器 3 5、第二水供給器 3 7、又はファン 8 0 が作動中である場合にはこれらを停止させ、ヒータ 4 0 が発熱中である場合には、ヒータ 4 0 をオフにする。ステップ S 1 8 の処理が完了すると、凍結防止処理が終了する。制御器 6 0 は、例えば、第一水供給器 3 5、第二水供給器 3 7、ファン 8 0 が作動しておらず、ヒータ 4 0 がオフである場合には、ステップ S 1 8 をスキップする。なお、制御器 6 0 は、ステップ S 1 8 の処理が完了した後、ステップ S 1 に戻ってもよい。さらに、制御器 6 0 は、ステップ S 1 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 1 における判断結果が肯定的になるまでステップ S 1 を繰り返してもよい。

【0064】

燃料電池システム 1 a は、様々な観点から変更可能である。例えば、燃料電池システム 1 a は、図 4 に示す燃料電池システム 1 b のように変更されてもよい。燃料電池システム 1 b は、特に説明する場合を除き、燃料電池システム 1 a と同様に構成されている。燃料電池システム 1 a の構成要素と同一又は対応する燃料電池システム 1 b の構成要素には同

10

20

30

40

50

一の符号を付し、詳細な説明を省略する。燃料電池システム 1 a に関する説明は、技術的に矛盾しない限り、燃料電池システム 1 b にも当てはまる。

【0065】

図 4 に示す通り、燃料電池システム 1 b は、例えば、バイパス経路 3 2 b と、第二開閉弁 3 8 とをさらに備えている。バイパス経路 3 2 b は、第二水経路 3 2 において第二水供給器 3 7 をバイパスする。第二開閉弁 3 8 は、バイパス経路 3 2 b に配置されている。第二開閉弁 3 8 は、例えば電磁弁である。制御器 6 0 は、燃料電池 1 0 が発電しているとき（換言すると、上記の起動期間、発電期間、及び停止期間）には第二開閉弁 3 8 を閉じる。一方、制御器 6 0 が、第一水経路 3 1、第二水経路 3 2、及び第三水経路 3 3 の少なくとも一つが凍結するおそれがあり、かつ、ヒータ 4 0 に異常があると判断したとする。この場合、制御器 6 0 は、第二開閉弁 3 8 を開いて第二水経路 3 2 から水を排出させる。第二水経路 3 2 の大部分は、第二タンク 2 2 の上方にある。このため、第二開閉弁 3 8 が開くと、第二水経路 3 2 の水が第二タンク 2 2 に向かって逆流し、第二水経路 3 2 から水が排出される。これにより、第二水供給器 3 7 が第一モードでのみ作動可能である場合、又は、第二水供給器 3 7 に異常がある場合でも、第二開閉弁 3 8 が開くことによって、第二水経路 3 2 の凍結を防止できる。例えば、図 2 及び図 5 に示す通り、燃料電池システム 1 b において、ステップ S 2 における判断結果が否定的である場合に、制御器 6 0 は、ステップ S 2 1 に進み、第二開閉弁 3 8 を開く。これにより、第二水経路 3 2 から水が排出される。ステップ S 2 1 の完了後に凍結防止処理が終了する。

【0066】

（第 2 実施形態）

次に、別の実施形態に係る燃料電池システム 3 0 0 a を説明する。図 6 に示す通り、燃料電池システム 3 0 0 a は、燃料電池 3 1 0 と、改質器 3 1 1 と、タンク 3 2 1 と、水経路 3 3 1 と、ヒータ 3 4 0 と、水供給器 3 3 5 と、筐体 3 5 0 と、制御器 3 6 0 とを備えている。燃料電池 3 1 0 は、水素を含む燃料ガスと酸化剤ガスを反応させて発電する。改質器 3 1 1 は、原料ガス及び水から燃料ガスを生成する。タンク 3 2 1 は、改質器 3 1 1 に供給されるべき水を貯留する。改質器 3 1 1 に供給される水が水経路 3 3 1 を流れる。ヒータ 3 4 0 は、タンク 3 2 1 の内部に配置されている。水供給器 3 3 5 は、水経路 3 3 1 に配置され、タンク 3 2 1 に貯留された水を改質器 3 1 1 に送る。筐体 3 5 0 は、燃料電池 3 1 0、改質器 3 1 1、タンク 3 2 1、及び水経路 3 3 1 を収納する。制御器 3 6 0 は、水経路 3 3 1 が凍結するおそれがあり、かつ、水経路 3 3 1 に異常があると判断したときに、第二出力でヒータ 3 4 0 を発熱させ、タンク 3 2 1 からの放熱により筐体 3 5 0 の内部空間を暖気する。ヒータ 3 4 0 の第二出力は、水経路 3 3 1 が正常なときの水経路 3 3 1 の凍結防止のためのヒータ 3 4 0 の第一出力よりも高い。

【0067】

制御器 3 6 0 が上記の判断をしたときには、ヒータ 3 4 0 が第二出力で発熱するので、タンク 3 2 1 に貯留された水が通常の凍結防止処理がなされるときと比べてより高い温度に加熱される。このため、ヒータ 3 4 0 によって加熱された水が貯留されたタンク 3 2 1 からの放熱が筐体 3 5 0 の内部空間の広い範囲に及ぶ。これにより水経路 3 3 1 に異常があってもヒータ 3 4 0 によって加熱された水を水経路 3 3 1 に流せなかったとしても、水経路 3 3 1 の凍結を有利に防止できる。ヒータ 3 4 0 の第二出力は、第一出力より高い限り特に制限されず、例えばタンク 3 2 1 に貯留された水の温度を 7 0 °C 以上に保つことができるように定められている。ヒータ 3 4 0 は、例えば、抵抗加熱式の電気ヒータである。なお、ヒータ 3 4 0 の第一出力は、例えばタンク 3 2 1 に貯留された水の温度を 3 0 ~ 5 0 °C に保つことができるように定められている。

【0068】

図 5 に示す通り、燃料電池システム 3 0 0 a は、例えば温度センサ 3 6 5 をさらに備える。温度センサ 3 6 5 は、例えば、筐体 3 5 0 の内部の空気の温度を検出する。温度センサ 3 6 5 は、例えば、筐体 3 5 0 の底面の近くに配置されている。温度センサ 3 6 5 は、筐体 3 5 0 の外部の空気の温度又は水経路 3 3 1 における水の温度を検出するものであ

てもよい。制御器 360 は、例えば、温度センサ 365 が第一温度 T_1 以下であることを検出したときに、水経路 331 が凍結するおそれがあると判断する。第一温度 T_1 は、例えば 0°C である。温度センサ 365 は、例えば、サーミスタを利用した温度センサ又は熱電対を利用した温度センサである。

【0069】

例えば、制御器 360 は、水経路 331 が凍結するおそれがあり、かつ、水経路 331 に異常があると判断したとき、水供給器 335 の作動を禁止する。

【0070】

制御器 360 は、例えば、水供給器 335 の異常を水経路 331 の異常と判断する。制御器 360 は、例えば、水供給器 335 の作動状態を示す情報を取得して水供給器 335 の異常の有無を判断する。

【0071】

水供給器 335 は、例えば、先に説明した容積式ポンプの 1 つである。水供給器 335 は、例えば、第一モードと第二モードとを切り替えて作動可能である。第一モードは、タンク 321 から改質器 311 に向かって水を供給するモードである。第二モードは、水経路 331 においてタンク 321 に向かって水を逆流させるモードである。この場合、水供給器 335 は、例えば、正回転及び逆回転が可能なモータによって作動されるポンプ機構を備える。制御器 360 は、例えば、水経路 331 が凍結するおそれがあり、かつ、ヒータ 340 に異常があると判断したとする。この場合、制御器 360 は、水供給器 335 を第二モードで作動させて、水経路 331 から水を排出させる。なお、水供給器 335 が第一モードと第二モードとを切り替えて作動可能である場合、特に説明する場合を除き、水供給器 335 は第一モードで作動する。制御器 360 は、例えば、ヒータ 340 を流れる電流値が異常であることを示す情報を取得したときにヒータ 340 に異常があると判断する。制御器 360 は、ヒータ 340 を発熱させる制御信号を送った後、所定期間におけるタンク 321 の水温の上昇温度に基づいてヒータ 340 が正常であるか否か判断してもよい。

【0072】

図 1 に示す通り、燃料電池システム 300 a は、例えば、ファン 380 をさらに備える。制御器 360 は、例えば、第二出力でヒータ 340 を発熱させるときに、ファン 380 を作動させる。この場合、タンク 321 から放散された熱がファン 380 によって生じた

【0073】

改質器 311 は、例えば、水蒸気改質反応 ($\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$) などの改質反応によって、水素を生成する。改質器 311 には、改質反応を進行させるための触媒が収められている。改質器 311 には、例えば、都市ガス、LP ガス（液化石油ガス）などの炭化水素ガスが原料ガスとして供給される。改質器 311 で生成された水素を含む燃料ガスが燃料電池 310 に供給される。

【0074】

燃料電池システム 300 a は、さらに、燃料ガス供給経路 312、酸化剤ガス供給経路 316、アノードオフガス経路 314、カソードオフガス経路 317、及び燃焼排ガス経路 318、及び凝縮水経路 319 を備えている。燃料ガス供給経路 312 は、改質器 311 から燃料電池 310 に燃料ガスを供給するための流路である。燃料ガス供給経路 312 は、改質器 311 と燃料電池 310 のアノードガス入口とを接続している。酸化剤ガス供給経路 316 は、燃料電池 310 のカソードに酸化剤ガスとしての空気を供給するための流路である。酸化剤ガス供給経路 316 には、空気供給器 315 が設けられている。空気供給器 315 は、燃料電池 310 に空気を供給するためのデバイスである。空気供給器 315 は、例えばファン又はブロワである。酸化剤ガス供給経路 316 には、加湿器、弁などの他の機器が配置されていてもよい。アノードオフガス経路 314 は、未反応の燃料ガス及び未反応の原料ガスを燃料電池 310 のアノードから排出するための流路である。未反応の燃料ガス及び未反応の原料ガスは、アノードオフガス経路 314 を通じて、燃焼器

3 1 3 に供給される。カソードオフガス経路 3 1 7 は、未反応の酸化剤ガスを燃料電池 3 1 0 のカソードから排出するための流路である。未反応の酸化剤ガスは、カソードオフガス経路 3 1 7 を通じて、燃焼器 3 1 3 に供給される。燃焼器 3 1 3 において、未反応の燃料ガス及び未反応の原料ガスが燃焼して改質器 3 1 1 が加熱され、燃焼排ガスが生成される。燃焼器 3 1 3 における未反応の燃料ガス及び未反応の原料ガスの燃焼により、改質反応に必要な熱が供給される。燃焼排ガス経路 3 1 8 は、燃焼排ガスを筐体 3 5 0 の外部に排出するための流路である。凝縮水経路 3 1 9 は、燃焼排ガス経路 3 1 8 から分岐してタンク 3 2 1 まで延びている。凝縮水経路 3 1 9 は、燃焼排ガスに含まれる水蒸気が凝縮して生成された凝縮水をタンク 3 2 1 に導くための流路である。

【0075】

燃料電池システム 3 0 0 a は、例えば、熱回収経路 3 7 0 及び熱交換器 3 7 5 をさらに備えている。熱交換器 3 7 5 は、燃焼排ガス経路 3 1 8 に配置されている。熱交換器 3 7 5 は、例えば、二重管式熱交換器、プレート式熱交換器などの熱交換器である。

【0076】

熱回収経路 3 7 0 は、燃焼排ガスが有する熱を回収するための流路である。熱回収経路 3 7 0 は、送り経路 3 7 1 及び戻し経路 3 7 2 を含む。送り経路 3 7 1 及び戻し経路 3 7 2 は、それぞれ、熱交換器 3 7 5 に接続されている。送り経路 3 7 1 は、熱回収経路 3 7 0 の上流部分を構成している。戻し経路 3 7 2 は、熱回収経路 3 7 0 の下流部分を構成している。戻し経路 3 7 2 は、熱交換器 3 7 5 において加熱された水を貯湯タンク（図示せず）に導くための流路である。送り経路 3 7 1 は、熱交換器 3 7 5 において加熱されるべき水を熱交換器 3 7 5 に導くための流路である。熱交換器 3 7 5 は、熱回収経路 3 7 0 を流れる水と燃焼排ガス経路 3 1 8 を流れる燃焼排ガスを熱交換させるように構成されている。これにより、燃焼排ガスに含まれる水蒸気が凝縮して凝縮水が発生する。凝縮水経路 3 1 9 は、燃焼排ガス経路 3 1 8 において熱交換器 3 7 5 よりも下流に位置する分岐点において燃焼排ガス経路 3 1 8 から分岐している。凝縮水は、凝縮水経路 3 1 9 を通ってタンク 3 2 1 に導かれる。

【0077】

熱回収経路 3 7 0 には、例えば、水供給器 3 7 7 が配置されている。水供給器 3 7 7 は、例えば、送り経路 3 7 1 に配置されている。水供給器 3 7 7 は、戻し経路 3 7 2 に配置されていてもよい。水供給器 3 7 7 は、例えば、先に説明した容積式ポンプの 1 つである。

【0078】

タンク 3 2 1 には、例えば、温度センサ 3 2 2 が設けられている。温度センサ 3 2 2 は、タンク 3 2 1 の内部に配置されており、タンク 3 2 1 に貯留された水の温度を検出する。温度センサ 3 2 2 は、例えば、サーミスタを利用した温度センサ又は熱電対を利用した温度センサである。余分な水は、タンク 3 2 1 から溢れ、例えば、筐体 3 5 0 の外部に排出される。

【0079】

燃料電池システム 3 0 0 a は、例えば、コントロールパネル 3 6 3 を備えている。コントロールパネル 3 6 3 は、燃料電池システム 3 0 0 a の運転条件の入力を受け付けるとともに、燃料電池システム 3 0 0 a の運転状態を表示する。

【0080】

制御器 3 6 0 は、典型的には、燃料電池システム 3 0 0 a の運転のためのプログラムが実行可能に格納されたデジタルコンピュータである。制御器 3 6 0 は、温度センサ 3 6 5 及び温度センサ 3 2 2 の検出結果を示す情報及びコントロールパネル 3 6 3 に入力された運転条件を示す情報を取得する。制御器 3 6 0 は、例えば、別の温度センサ、流量計、及びガスセンサなどの他の検出装置（図示省略）の検出結果を示す情報をさらに取得する。また、制御器 3 6 0 は、例えば、水供給器 3 3 5、水供給器 3 7 7、及びファン 3 8 0 の作動状態を示す情報並びにヒータ 3 4 0 における電流値を示す情報を取得する。制御器 3 6 0 は、これらの情報に基づいて、水供給器 3 3 5、水供給器 3 7 7、ヒータ 3 4 0、及

10

20

30

40

50

びファン 380 等の制御対象を制御する。また、制御器 360 は、燃料電池システム 300 a の運転状態を示す情報をコントロールパネル 363 に表示させる。

【0081】

燃料電池システム 300 a において、必要に応じて凍結防止処理が実行される。図 7 及び図 8 を参照しつつ凍結防止処理の一例を説明する。図 7 に示す通り、制御器 360 は、ステップ S 301 において、温度センサ 365 の検出温度 T_a を示す情報を取得し、 T_a が第一温度 T_1 以下であるか否か判断する。ステップ S 301 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S 302 に進み、制御器 360 は、ヒータ 340 が正常であるか否か判断する。

【0082】

10

ステップ S 302 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S 303 に進み、制御器 360 は、水経路 331 が正常であるか否かを判断する。例えば、制御器 360 は、水供給器 335 が正常であれば、水経路 331 が正常であると判断する。

【0083】

ステップ S 303 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S 304 に進み、制御器 360 は、水供給器 335 を作動させる。これにより、水経路 331 を水が流れ、水経路 331 の凍結が防止される。次に、制御器 360 は、ステップ S 305 に進み、第一出力でヒータ 340 を発熱させ、ステップ S 301 に戻る。これにより、ヒータ 340 で温められた水が水経路 331 を流れるので、より確実に、水経路 331 の凍結が防止される。なお、制御器 360 は、タンク 321 に貯留された水の温度が比較的高い場合には、ステップ S 305 の処理を省略してもよい。

20

【0084】

ステップ S 303 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 306 に進み、制御器 360 は、第二出力でヒータ 340 を発熱させる。次に、ステップ S 307 に進み、制御器 360 は、ファン 380 を作動させ、ステップ S 301 に戻る。これにより、タンク 321 からの放熱により筐体 350 の内部空間を適切に暖気でき、水経路 331 を水が流れなくても、水経路 331 の凍結を防止できる。

【0085】

図 7 及び図 8 に示す通り、ステップ S 302 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 310 に進み、制御器 360 は、水供給器 335 を第二モードで作動させる。これにより、水経路 331 においてタンク 321 に向かって水が逆流し、水経路 331 の水が排出される。これにより、ヒータ 340 に異常があっても、水経路 331 の凍結を防止できる。ステップ S 310 の処理が完了すると、凍結防止処理が終了する。

30

【0086】

ステップ S 301 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 308 に進み、制御器 360 は、所定の停止処理を実行する。例えば、ステップ S 308 において、制御器 360 は、水供給器 335 又はファン 380 が作動中である場合にはこれらを停止させ、ヒータ 340 が発熱中である場合には、ヒータ 340 をオフにする。ステップ S 308 の処理が完了すると、凍結防止処理が終了する。制御器 360 は、例えば、水供給器 335 又はファン 380 が作動しておらず、ヒータ 340 がオフである場合には、ステップ S 308 をスキップする。なお、制御器 360 は、ステップ S 308 の処理が完了した後、ステップ S 301 に戻ってもよい。さらに、制御器 360 は、ステップ S 301 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 301 における判断結果が肯定的になるまでステップ S 301 を繰り返してもよい。

40

【0087】

燃料電池システム 300 a は、様々な観点から変更可能である。例えば、燃料電池システム 300 b は、図 9 に示す燃料電池システム 300 b のように変更されてもよい。燃料電池システム 300 b は、特に説明する場合を除き、燃料電池システム 300 a と同様に構成されている。燃料電池システム 300 a の構成要素と同一又は対応する燃料電池システム 300 b の構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。燃料電池システ

50

ム 3 0 0 a に関する説明は、技術的に矛盾しない限り、燃料電池システム 3 0 0 b にも当てはまる。

【 0 0 8 8 】

図 9 に示す通り、燃料電池システム 3 0 0 b は、バイパス経路 3 3 2 と、開閉弁 3 3 8 とをさらに備えている。バイパス経路 3 3 2 は、水経路 3 3 1 において水供給器 3 3 5 をバイパスする。開閉弁 3 3 8 は、バイパス経路 3 3 2 に配置されている。開閉弁 3 3 8 は、例えば電磁弁である。制御器 3 6 0 は、燃料電池 3 1 0 が発電しているときには開閉弁 3 3 8 を閉じる。一方、制御器 3 6 0 が、水経路 3 3 1 が凍結するおそれがあり、かつ、ヒータ 3 4 0 に異常があると判断したとする。この場合、制御器 3 6 0 は、開閉弁 3 3 8 を開いて水経路 3 3 1 から水を排出させる。水経路 3 3 1 の大部分は、タンク 3 2 1 の上
10
方にある。このため、開閉弁 3 3 8 が開くと、水経路 3 3 1 の水がタンク 3 2 1 に向かって逆流し、水経路 3 3 1 から水が排出される。これにより、水供給器 3 3 5 が第一モードでのみ作動可能である場合、又は、水供給器 3 3 5 に異常がある場合でも、開閉弁 3 3 8 が開くことによって、水経路 3 3 1 の凍結を防止できる。例えば、図 7 及び図 1 0 に示す通り、燃料電池システム 3 0 0 b において、ステップ S 3 0 2 における判断結果が否定的である場合に、制御器 3 6 0 は、ステップ S 3 1 1 に進み、開閉弁 3 3 8 を開く。これにより、水経路 3 3 1 から水が排出される。ステップ S 3 1 1 の完了後に凍結防止処理が終了する。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 9 】

本開示の技術は、燃料電池システムにおいて、水経路に異常がある場合の凍結防止に有用である。

【符号の説明】

【 0 0 9 0 】

1 a、1 b	燃料電池システム
1 0	燃料電池
1 1	改質器
2 1	第一タンク
2 2	第二タンク
3 1	第一水経路
3 2	第二水経路
3 2 b	バイパス経路
3 3	第三水経路
3 5	第一水供給器
3 6	第一開閉弁
3 7	第二水供給器
3 8	第二開閉弁
4 0	ヒータ
5 0	筐体
6 0	制御器
6 5	温度センサ
8 0	ファン
B P	分岐点

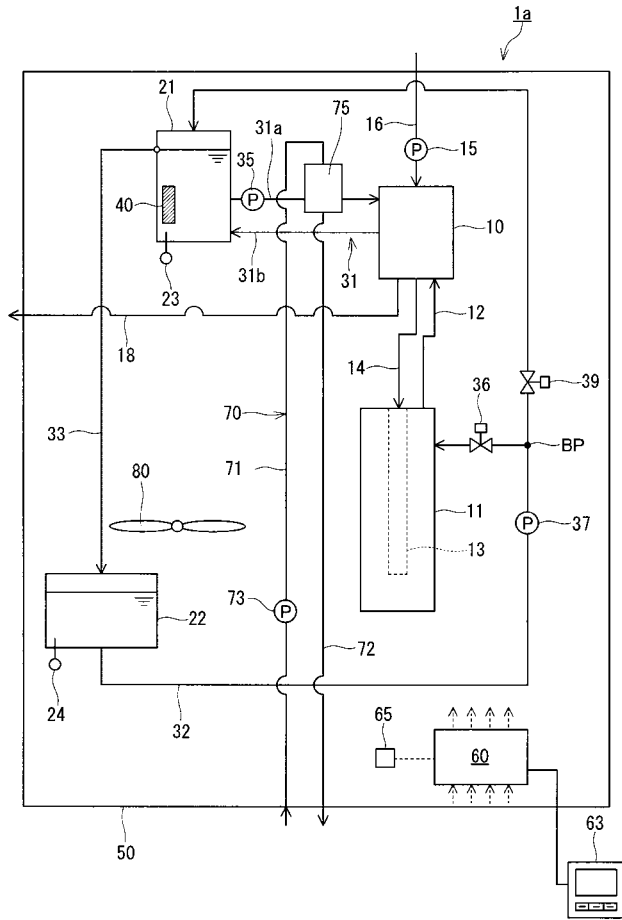
10

20

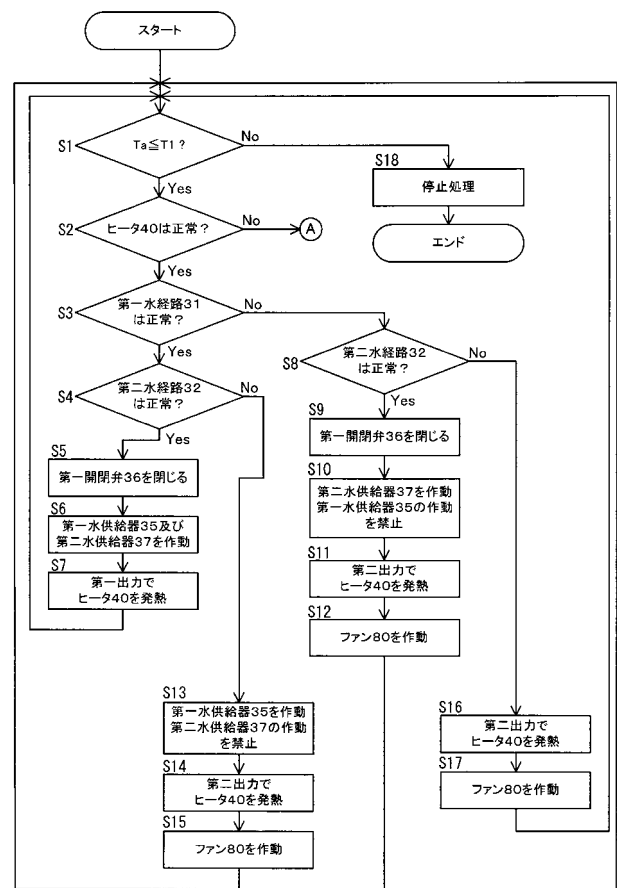
30

40

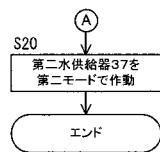
【図 1】



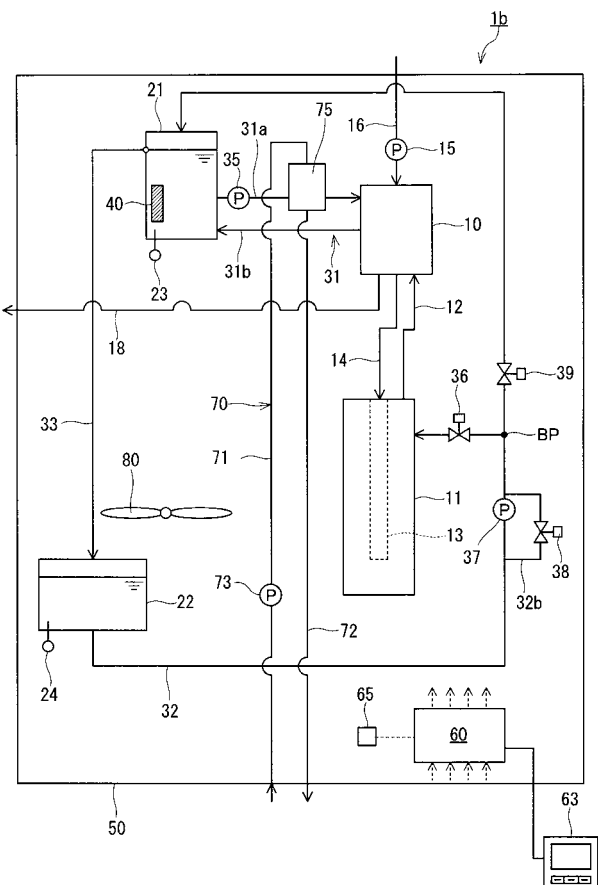
【図 2】



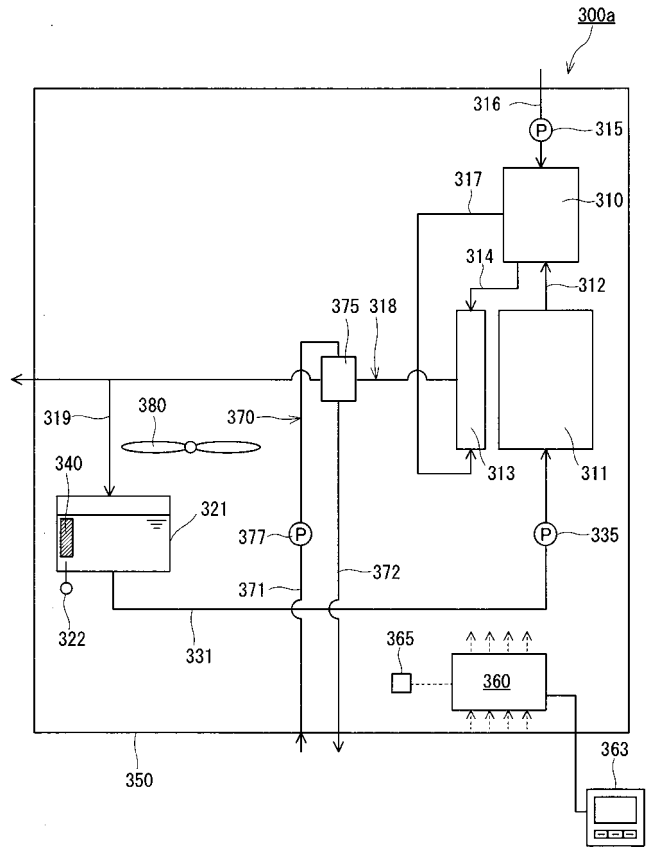
【図 3】



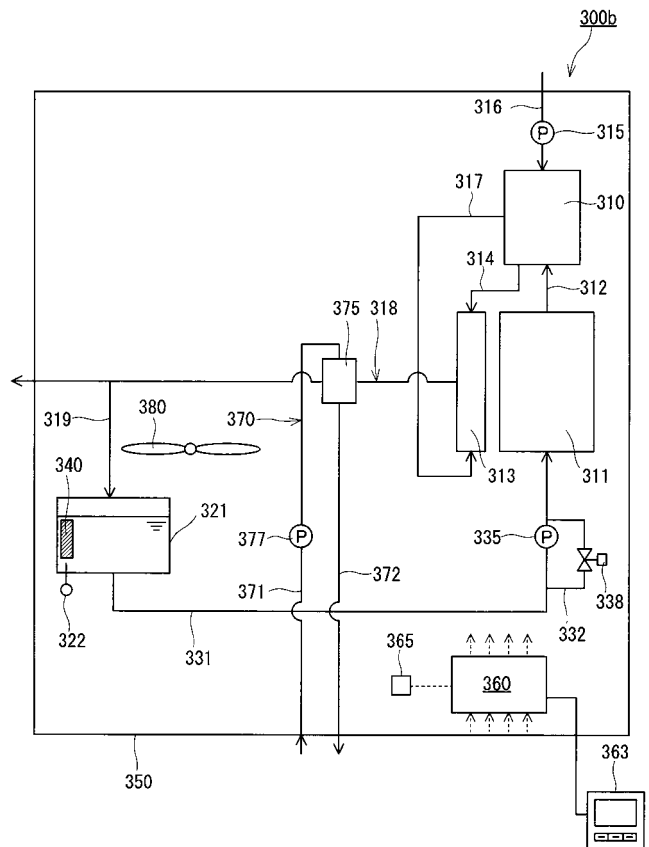
【図 4】



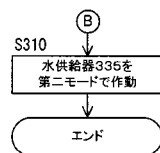
【图 6】



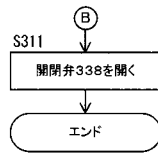
【图 9】



【图 8】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
H 0 1 M	8/12	(2016.01)	H 0 1 M	8/10	1 0 1	
			H 0 1 M	8/12	1 0 1	

(72)発明者 露口 耕平

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

F ターム(参考) 5H126 BB06 FF10

5H127	AA06	AA07	AB23	AC09	BA12	BA19	BA34	BB02	BB12	BB32
	BB37	BB39	CC07	CC10	DB74	DB75	DB79	DB86	DB90	DB93
	DB95	DC74	DC75	DC81	GG02	GG10				