

(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2007-149352

(P2007-149352A)

(43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 8/04 (2006.01)	H01M 8/04 J	5H027
	H01M 8/04 Z	
	H01M 8/04 T	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-338099 (P2005-338099)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成17年11月24日 (2005.11.24)		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	100100022
			弁理士 伊藤 洋二
		(74) 代理人	100108198
			弁理士 三浦 高広
		(74) 代理人	100111578
			弁理士 水野 史博
		(72) 発明者	坂口 信也
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		Fターム(参考)	5H027 AA02 BA13 CC06 KK48 MM16

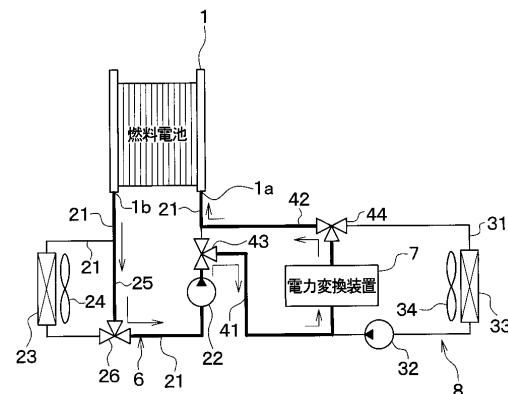
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池を冷却する冷媒の温度が許容範囲よりも低下するのを抑制できる燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池1と、燃料電池用冷却系6を構成する第1の冷却水循環経路21と、電力変換装置7と、電力変換装置用冷却系8を構成する第2の冷却水循環経路31とを備える燃料電池システムにおいて、第1、第2の冷却水循環経路21、31を接続する第1、第2の接続経路41、42と、第1、第2の接続経路41、42に接続されている第1、第2の三方弁43、44とを設ける。第1、第2の三方弁43、44により、第1の冷却水循環経路21と第2の冷却水循環経路31で、それぞれ、独立して冷却水が流れる第1の状態と、冷却水が第1の冷却水循環経路21から、第1の接続経路41を介して、電力変換装置7内を流れた後、第2の接続経路42を介して、第1の冷却水循環経路21に戻って流れる第2の状態とを切り替え可能とする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸素を主成分とする酸化剤ガスと水素を主成分とする燃料ガスとを電気化学反応させて電力を発生させる燃料電池（１）と、

前記燃料電池（１）に接続されており、前記燃料電池（１）を冷却する冷媒が、前記燃料電池（１）の内部と外部との間を循環して流れる第１の冷媒循環経路（２１）と、

前記燃料電池（１）から発生した電力を変換する電力変換装置（７）と、

前記電力変換装置（７）に接続され、前記電力変換装置（７）を冷却する冷媒が循環して流れる第２の冷媒循環経路（３１）と、

前記第１の冷媒循環経路（２１）と前記第２の冷媒循環経路（３１）と接続する第１、第２の接続経路（４１、４２）と、 10

前記第１、第２の接続経路（４１、４２）に接続され、前記第１の冷媒循環経路（２１）と前記第２の冷媒循環経路（３１）で、それぞれ、独立して冷媒が流れる第１の状態と、冷媒が前記第１の冷媒循環経路（２１）から、前記第１の接続経路（４１）を介して、前記電力変換装置（７）内を流れた後、前記第２の接続経路（４２）を介して、前記第１の冷媒循環経路（２１）に戻って流れる第２の状態との間を切り替え可能とする切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）とを備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記第１の冷媒循環経路（２１）を流れる冷媒の温度を検出する第１の温度検出手段（２７）を備え、 20

前記第１の温度検出手段（２７）が検出した温度が第１の所定温度よりも低い場合に、前記切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が前記第１の状態から前記第２の状態への切り替えを行うようになっていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記第１の冷媒循環経路（２１）に設けられ、冷媒を強制的に循環させる第１の冷媒循環手段（２２）と、

前記第２の冷媒循環経路（３１）に設けられ、冷媒を強制的に循環させる第２の冷媒循環手段（３２）とを備え、

前記切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が前記第１の状態から前記第２の状態への切り替えを行った場合、前記第２の冷媒循環手段（３２）が停止し、前記第１の冷媒循環手段（２２）が作動することにより、冷媒が流れるようになっていることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池システム。 30

【請求項 4】

前記切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）は、前記第２の冷媒循環手段（３２）が停止した後に、前記第１の状態から前記第２の状態への切り替えを行うようになっていることを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記燃料電池（１）から流出し、前記電力変換装置（７）に流入する前の冷媒の温度を検出する第２の温度検出手段（２７）を備え、 40

前記切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が前記第２の状態にしている場合であって、前記第２の温度検出手段（２７）が検出した温度が第２の所定温度よりも高い場合に、前記切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が前記第２の状態から前記第１の状態への切り替えを行うようになっていることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が前記第２の状態から前記第１の状態への切り替えを行った後、前記第２の冷媒循環手段（３２）が作動するようになっていることを特徴とする請求項 5 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】

本発明は、燃料電池システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の燃料電池システムは、燃料電池が発電に伴い発熱することから、燃料電池を冷却するための冷却水を燃料電池に循環供給する冷却系を備えている。

【0003】

この冷却系は、冷却水の熱を放熱するラジエータと、燃料電池に接続され、燃料電池とラジエータとの間を冷却水が循環して流れる冷却水循環経路と、三方弁を介して、冷却水循環経路に接続され、ラジエータを迂回して冷却水を流すためのバイパス等により構成される。

【0004】

そして、従来の燃料電池システムでは、冷却水の温度が高い場合、ラジエータに冷却水を流し、冷却水の温度が低い場合、バイパスに冷却水を流すように、三方弁を作動させることで、冷却水の温度を許容温度範囲内に維持している（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

なお、他の燃料電池システムとして、冷却水循環経路を流れる冷却水を加熱するために、電気ヒータを備えるものもある（例えば、特許文献2参照）。 20

【特許文献1】特開2004-253213号公報

【特許文献2】特開2001-315524号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記した前者の燃料電池システムでは、例えば、燃料電池の低負荷運転時のように、燃料電池の発熱量が小さい場合であって、外気温が低い場合には、冷却水経路を構成する配管等からの放熱量の方が、燃料電池の発熱量よりも多くなり、冷却水の温度が許容範囲よりも低くなる。 30

【0007】

このような場合では、バイパスに冷却水を流し、ラジエータを迂回させても、冷却水温度が許容範囲よりも低くなってしまい、冷却水温度を許容範囲内に維持できなくなってしまう。

【0008】

そして、燃料電池は発電時に水を発生し、発生した水は、燃料電池内で蒸発し、燃料電池内の空気通路を空気とともに流れることで、燃料電池の外部に放出されるところ、冷却水温度が許容範囲よりも低い場合、燃料電池内での蒸発量が少なくなり、燃料電池内に水分が多く存在してしまうことから、通常、燃料電池の運転停止時に行われる燃料電池内の水分を除去する水分除去処理の時間が長くなるという問題が生じる。 40

【0009】

なお、冷却水の温度が低いとき、上記した後者の燃料電池システムのように、電気ヒータを用いて冷却水を加熱する方法が考えられる。しかし、この方法では、電気ヒータが電力を消費することから、燃料電池システム全体での燃費が悪くなるため、好ましくない。

【0010】

また、燃料電池を冷却する冷却系として、冷却水の代わりに他の冷媒を用いる燃料電池システムにおいても、上記した問題と同様の問題が言える。

【0011】

本発明は、上記点に鑑み、燃料電池を冷却する冷媒の温度が許容範囲よりも低下するのを抑制できる燃料電池システムを提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するため、本発明は、燃料電池（１）の内部と外部との間を循環して流れる第１の冷媒循環経路（２１）と、電力変換装置（７）を冷却する冷媒が循環して流れる第２の冷媒循環経路（３１）と、第１の冷媒循環経路（２１）と第２の冷媒循環経路（３１）で、それぞれ、独立して冷媒が流れる第１の状態と、冷媒が第１の冷媒循環経路（２１）から、第１の接続経路（４１）を介して、電力変換装置（７）内を流れた後、第２の接続経路（４２）を介して、第１の冷媒循環経路（２１）に戻って流れる第２の状態との間を切り替え可能とする切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）とを備えることを特徴としている。

10

【0013】

本発明によれば、第１の温度検出手段（２７）が検出した第１の冷媒循環経路（２１）を流れる冷媒の温度が第１の所定温度よりも低い場合に、切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が第１の状態から第２の状態への切り替えを行うことで、電力変換装置自体の発熱を利用して、第１の冷媒循環経路の冷媒を加熱することができる。これにより、第１の冷媒循環経路の冷媒温度が許容範囲よりも低下するのを抑制できる。

【0014】

また、本発明では、切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が第１の状態から第２の状態への切り替えを行った場合、第２の冷媒循環手段（３２）が停止し、第１の冷媒循環手段（２２）が作動することにより、冷媒が流れるようになっていることを他の特

20

【0015】

このように第２の冷媒循環手段を停止させることで、第２の冷媒循環手段を常に運転させる場合と比較して、燃料電池システムの消費動力を低減することができる

また、本発明では、切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が、第２の冷媒循環手段（３２）が停止した後に、第１の状態から第２の状態への切り替えを行うようになっていることを他の特徴としている。

【0016】

また、本発明では、切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が第２の状態にしている場合であって、第２の温度検出手段（２７）が検出した温度が第２の所定温度よりも高い場合に、切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が第２の状態から第１の状態への切り替えを行うようになっていることを他の特徴としている。

30

【0017】

これにより、燃料電池（１）の負荷が増加して、冷媒温度が電力変換装置（７）の許容温度を上回りそうなときには、切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が第２の状態から第１の状態への切り替えを行うことで、電力変換装置（７）の温度を許容範囲内に維持することができる。

【0018】

なお、第２の温度検出手段として、第１の温度検出手段を用いたり、第１の温度検出手段とは別の温度検出手段を用いたりすることができる。

40

【0019】

また、本発明では、切り替え手段（４３、４４、５１、５２、５３）が第２の状態から第１の状態への切り替えを行った後、第２の冷媒循環手段（３２）が作動するようになっていることを他の特徴としている。

【0020】

なお、特許請求の範囲およびこの欄で記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

（第１実施形態）

50

本実施形態では、本発明の燃料電池システムを電気自動車に適用した場合を例として説明する。図 1 に、本発明の第 1 実施形態における燃料電池システムの構成を示す。

【0022】

図 1 に示すように、本実施形態の燃料電池システムは、燃料電池 1 と、燃料電池 1 に供給される空気が流れる空気供給経路 2 と、燃料電池 1 から排出される空気が流れる空気排出経路 3 と、燃料電池 1 に循環供給される水素ガスが流れる水素循環供給経路 4 と、水素ガス循環供給経路 4 から排出されるオフ水素ガスが流れる水素排出経路 5 と、燃料電池 1 を冷却する燃料電池用冷却系 6 と、電力変換装置 7 と、電力変換装置 7 を冷却する電力変換装置用冷却系 8 と、制御部 9 とを備えている。

【0023】

燃料電池 1 は、電気化学反応により電力を発生させ、図示しない燃料電池が本来対象とする電気負荷、例えば、車両走行駆動源としての電動モータや、燃料電池システムを作動させる電気機器、例えば、図中の空気ポンプ、水素ポンプ等に電力を供給するものである。

【0024】

燃料電池 1 は、下記に示す化学式のように、空気中の酸素と水素ガスとを電気化学反応させて電力を発生させる。

【0025】

(負極側) $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

(正極側) $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$

なお、燃料電池 1 としては、例えば、固体高分子電解質型燃料電池を用いることができ、他の燃料電池を用いることもできる。

【0026】

空気供給経路 2 と空気排出経路 3 は、例えば、配管により構成されている。空気供給経路 2 には、燃料電池 1 に空気を供給する空気ポンプ 11 が設けられており、空気排出経路 3 には、空気排出経路 3 内の圧力を調整する調圧バルブ 12 が設けられている。なお、空気ポンプ 11 のモータは、燃料電池 1 から電力変換装置 7 を介して供給される電力によって、作動するようになっている。

【0027】

水素循環供給経路 4 と水素排出経路 5 は、例えば、配管により構成されている。水素循環供給経路 4 には、水素ガスを供給する水素タンク 13 と、調圧バルブ 14 と、水素ガスを循環させるために水素ガスを送り出す水素ポンプ 15 とが設けられており、水素排出経路 5 には、水素排気バルブ 16 が設けられている。なお、水素ポンプ 15 のモータは、燃料電池 1 から電力変換装置 7 を介して供給される電力によって、作動するようになっている。

【0028】

燃料電池用冷却系 6 は、燃料電池 1 を適切な温度に維持するために、燃料電池 1 を冷却するシステムである。固体高分子型燃料電池では、電解質膜の耐熱温度や効率の点から、この冷却系 6 によって、燃料電池内が 80℃ 前後に維持される。

【0029】

燃料電池用冷却系 6 は、冷媒としての冷却水が流れる第 1 の冷却水循環経路 21、冷却水を圧送する第 1 の冷却水ポンプ 22、冷却水の放熱を行う第 1 のラジエータ 23 および第 1 のファン 24 等から構成されている。なお、第 1 の冷却水ポンプ 22 が冷媒を強制的に循環させる第 1 の冷媒循環手段に相当する。

【0030】

ここで、図 2 に、第 1 の冷却水循環経路 21 における冷却水の流れ方向を示す。なお、図 2 には、後述する第 2 の冷却水循環経路 31 における冷却水の流れ方向も示している。また、図 2 では、図 1 と同一の構成部には図 1 と同一の符号を付している。

【0031】

第 1 の冷却水循環経路 21 は、燃料電池 1 の冷却水入口 1a および冷却水出口 1b に接

10

20

30

40

50

続されており、原則として、図 2 中の矢印で示すように、燃料電池 1 の内部とその外部に配置されている第 1 のラジエータ 2 3 との間で冷却水を循環して流すものである。なお、冷却水循環経路 2 1 は、例えば、配管により構成されている。

【0032】

また、図 1、2 に示すように、第 1 の冷却水循環経路 2 1 には第 1 のラジエータ 2 3 を迂回させて、冷却水を流すためのバイパス 2 5 が設けられている。バイパス 2 5 と冷却水循環経路 2 1 とは、温調弁 2 6 を介して接続されている。温調弁 2 6 は、冷却水の温度調整を行うために、第 1 のラジエータ 2 3 に流れる冷却水流量とバイパス 2 5 に流れる冷却水流量とを調整可能に構成されている。この温調弁 2 6 によって、冷却水は、例えば、70～90℃の範囲に制御される。

10

【0033】

また、図 1 に示すように、第 1 の冷却水循環経路 2 1 には、冷却水の温度を検出する温度センサ 2 7 が設けられている。この温度センサ 2 7 は、例えば、燃料電池 1 の冷却水出口 1 b の近傍に配置されている。この温度センサ 2 7 は、検出結果を制御部 9 に出力するようになっている。

【0034】

電力変換装置 7 は、燃料電池 1 から出力された直流電力を交流電力に変換する装置（インバータ）である。そして、電力変換装置用冷却系 8 は、電力変換装置 7 を構成する電子部品が発熱するので、この発熱する電子部品を冷却するシステムである。

【0035】

電力変換装置用冷却系 8 は、冷媒としての冷却水が流れる第 2 の冷却水循環経路 3 1、冷却水を圧送する第 2 の冷却水ポンプ 3 2、冷却水の放熱を行う第 2 のラジエータ 3 3 および第 2 のファン 3 4 等から構成されている。なお、第 2 の冷却水ポンプ 3 2 が冷媒を強制的に循環させる第 2 の冷媒循環手段に相当する。

20

【0036】

第 2 の冷却水循環経路 3 1 は、原則として、図 2 中の矢印で示すように、第 1 の冷却水循環経路 2 1 と独立して、電力変換装置 7 の内部とその外部に配置されている第 2 のラジエータ 3 3 との間で冷却水を循環して流すものである。この電力変換装置用冷却系 8 での冷却水の温度は、電力変換装置 7 の電子部品の温度が所定温度以上にならないように、60～70℃以下に設定されている。

30

【0037】

このように、燃料電池用冷却系 6 の冷却水は、最大許容温度が 80～90℃であるところ、電力変換装置用冷却系 8 の冷却水は、最大許容温度が 60～70℃と低いため、電力変換装置用冷却系 8 は、燃料電池冷却系 6 とは別に、設けられている。なお、本実施形態では、燃料電池用冷却系 6 での冷却水の最小許容温度と、電力変換装置用冷却系 8 での冷却水の最大許容温度とが、同じ 70℃であるが、異なる場合もある。

【0038】

さらに、本実施形態の燃料電池システムは、図 1 に示すように、これら 2 つの冷却系 6、8 を接続する第 1、第 2 の接続経路 4 1、4 2 を備えている。第 1 の接続経路 4 1 は、燃料電池用冷却系 6 の冷却水を電力変換装置用冷却系 8 に向けて流す経路であり、第 2 の接続経路 4 2 は、電力変換装置用冷却系 8 の冷却水を燃料電池用冷却系 6 に向けて流す経路である。

40

【0039】

ここで、第 1 の接続経路 4 1 の一端 4 1 a は、第 1 の冷却循環経路 2 1 のうち、第 1 の冷却水ポンプ 2 2 よりも図 2 に示す冷却水流れの下流側部分に、第 1 の三方弁 4 3 を介して、接続されている。一方、第 1 の接続経路 4 1 の他端 4 1 b は、第 2 の冷却水循環経路 3 1 のうち、電力変換装置 7 よりも図 2 に示す冷却水流れの上流側部分であって、第 2 のラジエータ 3 3 よりも図 2 に示す冷却水流れの下流側部分に接続されている。

【0040】

また、第 2 の接続経路 4 2 の一端 4 2 a は、第 2 の冷却循環経路 3 1 のうち、電力変換

50

装置 7 よりも図 2 に示す冷却水流れの下流側部分であって、第 2 のラジエータ 3 3 よりも図 2 に示す冷却水流れの上流側部分に、第 2 の三方弁 4 4 を介して、接続されている。一方、第 2 の接続経路 4 2 の他端 4 2 b が第 1 の冷却水循環経路 2 1 のうち、第 1 の三方弁 4 3 よりも図 2 に示す冷却水流れの下流側部分に接続されている。

【0041】

そして、第 1 の三方弁 4 3 において、第 1 の接続経路 4 1 側の弁を閉じ、その他の弁を開け、第 2 の三方弁 4 4 において、第 2 の接続経路 4 2 側の弁を閉じ、その他の弁を開けた第 1 の状態のとき、図 2 に示すように、2 つの冷却系 6、8 では、それぞれ、独立して冷却水が流れるようになっている。

【0042】

一方、第 1 の三方弁 4 3 において、燃料電池 1 の冷却水入口 1 a 側の弁を閉じ、その他の弁を開け、第 2 の三方弁 4 4 において、第 2 のラジエータ 3 3 側の弁を閉じ、その他の弁を開けた第 2 の状態のとき、図 3 中の矢印で示すように、第 1 の冷却水循環経路 2 1 から第 1 の接続経路 4 1 を介して、電力変換装置 7 内を流れた後、第 2 の接続経路 4 2 を介して、第 1 の冷却水循環経路 2 1 を冷却水が流れるようになっている。なお、図 3 では、本実施形態の 2 つの冷却系 6、8 を流れる冷却水の流れ方向を示している。

【0043】

制御部 9 は、主に、第 1 の三方弁 4 3、第 2 の三方弁 4 4、第 2 の冷却水ポンプ 3 2 等の作動制御を行うものであり、これらに指示信号を出力するようになっている。また、制御部 9 は、温度センサ 2 7 から入力される検出温度に基づいて、後述する第 1、第 2 の三方弁の切り替え制御を実行するようになっている。なお、制御部 9 は、CPU、ROM、RAM 等からなる周知のマイクロコンピュータとその周辺回路により構成されている。

【0044】

次に、制御部 9 が実行する第 1、第 2 の三方弁の切り替え制御について説明する。図 4 に、この第 1、第 2 の三方弁の切り替え制御のフローチャートを示す。この第 1、第 2 の三方弁の切り替え制御処理は、燃料電池 1 の運転中に、所定の周期で実行される。また、燃料電池 1 の運転が停止したときに、この処理は終了する。

【0045】

燃料電池 1 の通常運転時では、第 1 の三方弁 4 3 と第 2 の三方弁 4 4 は、上記した第 1 の状態にされており、図 2 中の矢印のように、2 つの冷却系 6、8 で、独立して冷却水が流れるようになっている。このとき、燃料電池用冷却系 6 の冷却水の温度は、例えば、70～90℃である。

【0046】

そのような状態において、ステップ S 1 では、第 1 の温度検出手段としての温度センサ 2 7 から入力された検出結果と、あらかじめ記憶されている所定温度とを比較して、燃料電池用冷却系 6 の冷却水温度が第 1 の所定温度よりも低いか否かを判定される。この第 1 の所定温度は、燃料電池用冷却系 6 の冷却水温度が許容温度範囲よりも低下しないように、任意に設定される温度であり、例えば、燃料電池用冷却系 6 の冷却水の許容下限温度である 70℃に設定されている。

【0047】

そして、燃料電池 1 の通常運転時では、冷却水温度が 70℃よりも高いので、NOと判定され、ステップ S 1 が再び実行される。

【0048】

一方、燃料電池 1 の低負荷運転時のように、燃料電池 1 の発熱量が小さい場合であって、外気温が低い場合では、冷却水温度が 70℃よりも低いので、YESと判定され、ステップ S 2 に進む。

【0049】

ステップ S 2 では、電力変換装置用冷却系 8 の第 2 の冷却水ポンプ 3 2 に対して、指示信号を出力することで、第 2 の冷却水ポンプ 3 2 を停止させる。

【0050】

10

20

30

40

50

続いて、ステップ S 3 では、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 に対して、指示信号を出力することで、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 を作動させる。具体的には、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 を上記した第 1 の状態から上記した第 2 の状態にする。

【0051】

これにより、冷却水温度が 70℃ よりも低くなったとき、図 2 中の矢印のように、冷却水が 2 つの冷却系 6、8 で独立して流れる状態から、図 3 中の矢印のように、冷却水が第 1 の冷却水循環経路 2 1 から第 1 の接続経路 4 1 を介して、電力変換装置 7 内を流れた後、第 2 の接続経路 4 2 を介して、再び、第 1 の冷却水循環経路 2 1 を流れる状態に切り替わる。なお、このときでは、冷却水は、第 1 の冷却水ポンプ 2 2 によって、流れる。

【0052】

ここで、電力変換装置 7 を構成する電子部品は、燃料電池 1 の低負荷運転時においても、定常的な発熱がある。したがって、電力変換装置 7 内を冷却水が流れるとき、電力変換装置 7 の電子部品が有する熱により、冷却水が加熱され、このように加熱された冷却水が第 1 の冷却水循環経路 2 1 に戻ることとなる。

【0053】

続いて、ステップ S 4 では、第 2 の温度検出手段としての温度センサ 2 7 から入力された検出結果と、あらかじめ記憶されている第 2 の所定温度とを比較して、燃料電池用冷却系 6 の冷却水温度が所定温度よりも高いか否か判定される。このときの第 2 の所定温度は、電力変換装置用冷却系 8 の冷却水温度が許容温度範囲よりも高くないように、任意に設定される温度であり、例えば、電力変換装置用冷却系 8 の冷却水の許容上限温度である 70℃ に設定されている。そして、冷却水温度が 70℃ よりも低ければ、NO と判定され、図 3 中の矢印のように、冷却水が流れる状態のままとなり、その後、再び、ステップ S 4 が実行される。一方、冷却水温度が 70℃ よりも高ければ、YES と判定され、ステップ S 5 に進む。

【0054】

なお、ここでは、温度センサ 2 7 の検出結果に基づいて判定しているが、温度センサ 2 7 とは別の温度センサの検出結果に基づいて判定することもできる。すなわち、第 1、第 2 の温度検出手段として、温度センサ 2 7 を用いているが、第 1、第 2 の温度検出手段を別々に設けることもできる。この場合、第 2 の温度検出手段としての温度センサを、燃料電池 1 から流出し、電力変換装置 7 に流入する前の冷却水の温度を検出できる位置に設ければ良く、例えば、図示しないが、第 2 の冷却循環経路 3 1 のうち、電力変換装置 7 の冷却水入口付近に設けることができる。

【0055】

また、本実施形態では、燃料電池用冷却系 6 での冷却水の最小許容温度と、電力変換装置用冷却系 8 での冷却水の最大許容温度とが同じ 70℃ であるため、第 2 の所定温度が第 1 の所定温度と同じであるが、燃料電池用冷却系 6 での冷却水の最小許容温度と、電力変換装置用冷却系 8 での冷却水の最大許容温度とが異なる場合、第 2 の所定温度は第 1 の所定温度とは異なる温度となる。

【0056】

ステップ S 5 では、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 に対して、指示信号を出力することで、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 を作動させる。具体的には、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 を上記した第 2 の状態から上記した第 1 の状態に戻す。

【0057】

続いて、ステップ S 6 では、電力変換装置用冷却系 8 の第 2 の冷却水ポンプ 3 2 に対して、指示信号を出力することで、第 2 の冷却水ポンプ 3 2 を運転させる。

【0058】

これにより、冷却水温度が例えば 70℃ よりも高くなったとき、図 2 中の矢印のように、冷却水が 2 つの冷却系 6、8 で独立して流れる状態に戻る。その後、燃料電池用冷却系 6 と電力変換装置用冷却系 8 は、それぞれ、独立した状態で制御される。

【0059】

10

20

30

40

50

本実施形態では、上記したステップ S 1 ～ S 6 が、燃料電池の運転が停止するまで繰り返される。

【0060】

なお、ここでは、燃料電池 1 の通常運転時において、冷却水の温度が低下した場合に、制御部 9 が第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 等の切り替え制御を実行する場合を例として説明したが、燃料電池の暖機運転過程においても、上記した切り替え制御を実行することもできる。

【0061】

通常、暖機運転過程では、燃料電池自身の発熱によって、燃料電池内部が低い温度から運転に適切な温度まで上昇する。そこで、上記した切り替え制御を実行することで、燃料電池冷却系 6 の冷却水を、電力変換装置 7 により加熱し、加熱された冷却水を用いて、燃料電池 1 の内部を加熱することもできる。

【0062】

これにより、燃料電池の内部温度を早期に昇温させることができ、短い時間で安定発電域にすることができる。

【0063】

次に、本実施形態の主な効果について説明する。

【0064】

(1) 本実施形態の燃料電池システムは、燃料電池 1 と、燃料電池用冷却系 6 を構成する第 1 の冷却水循環経路 2 1 と、電力変換装置 7 と、電力変換装置用冷却系 8 を構成する第 2 の冷却水循環経路 3 1 と、第 1 の冷却水循環経路 2 1 と第 2 の冷却水循環経路 3 1 とを接続する第 1、第 2 の接続経路 4 1、4 2 と、第 1、第 2 の接続経路 4 1、4 2 に接続されている第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 とを備えている。

【0065】

そして、この燃料電池システムでは、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 により、第 1 の冷却水循環経路 2 1 と第 2 の冷却水循環経路 3 1 で、それぞれ、独立して冷却水が流れる第 1 の状態と、冷却水が第 1 の冷却水循環経路 2 1 から、第 1 の接続経路 4 1 を介して、電力変換装置 7 内を流れた後、第 2 の接続経路 4 2 を介して、第 1 の冷却水循環経路 2 1 に戻って流れる第 2 の状態とを切り替えることが可能となっている。

【0066】

したがって、本発明によれば、第 1 の冷却水循環経路 2 1 の冷却水温度が所定温度よりも低いとき、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 により、第 1 の状態から第 2 の状態に切り替えることで、電力変換装置 7 自体の発熱を利用して、第 1 の冷却水循環経路 2 1 の冷媒を加熱することができる。

【0067】

これにより、燃料電池 1 の低負荷運転時のように、燃料電池 1 の発熱量が小さい場合であって、外気温が低い場合であっても、燃料電池用冷却系 6 の冷却水温度が許容範囲よりも低下するのを抑制できる。

【0068】

この結果、上記背景技術の欄で説明した特許文献 1 等に記載されている燃料電池システムと比較して、燃料電池の運転停止時に行われる燃料電池内の水分を除去する水分除去処理の時間を短縮できる。

【0069】

また、本実施形態では、別途、冷却水を加熱する電気ヒータ等の加熱手段を設けていないので、上記背景技術の欄で説明した特許文献 2 のように、電力を利用する冷却水専用の加熱手段を備える燃料電池システムと比較して、燃料電池システムの燃費の悪化を抑制できる。

【0070】

(2) 本実施形態では、ステップ S 2 で、第 2 の冷却水ポンプ 3 2 を停止させている。このように、第 2 の冷却水ポンプ 3 2 を停止させても、第 1 の冷却水ポンプ 2 2 が作動す

10

20

30

40

50

ることにより、冷却水が流れるため、電力変換装置 7 の冷却は行われている。したがって、本実施形態によれば、例えば、燃料電池 1 の低負荷運転時には、電力変換装置用冷却系 8 の第 2 の冷却水ポンプ 3 2 を停止することで、第 2 の冷却水ポンプ 3 2 を常に運転させる場合と比較して、燃料電池システムの消費動力を低減することができる。

【0071】

(3) 本実施形態では、冷却水温度が所定温度よりも高くなったとき、ステップ S 5、S 6 で、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 を上記した第 2 の状態から上記した第 1 の状態に戻し、第 2 の冷却水ポンプ 3 2 の運転を再開させるようにしている。

【0072】

これにより、燃料電池 1 の負荷が増加して、冷却水温度が電力変換装置 7 の許容温度を上回りそうなときには、2 つの冷却系 6、8 を元の状態に戻すことで、電力変換装置 7 の温度を許容範囲内に維持することができる。

【0073】

(第 2 実施形態)

図 5 に、本発明の第 2 実施形態における燃料電池システムの構成を示す。図 5 では、図 1 と同様の構成部に、図 1 と同一の符号を付している。

【0074】

第 1 実施形態では、切り替え手段として、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 を用いる場合を例として説明したのに対して、本実施形態では、図 5 に示すように、第 1、第 2 の開放弁 (ON-OFF バルブ) 5 1、5 2 を用いている。このように、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 の代わりに、第 1、第 2 の開放弁 5 1、5 2 を用いることもできる。

【0075】

この場合、例えば、第 1 の開放弁 5 1 は第 1 の接続経路 4 1 の途中に配置され、第 2 の開放弁 5 2 は第 2 の接続経路 4 2 の途中に配置される。

【0076】

また、本実施形態における制御部 9 が実施する第 1、第 2 の開放弁 5 1、5 2 の切り替え制御は、第 1 実施形態と同様である。ただし、第 1、第 2 の開放弁 5 1、5 2 が閉じている状態が、第 1 実施形態における第 1 の状態に相当し、第 1、第 2 の開放弁 5 1、5 2 が開いている状態が、第 1 実施形態における第 2 の状態に相当する。

【0077】

(第 3 実施形態)

図 6 に、本発明の第 2 実施形態における燃料電池システムの構成を示す。図 6 では、図 1 と同様の構成部に、図 1 と同一の符号を付している。

【0078】

第 1 実施形態では、切り替え手段として、2 つの三方弁 4 3、4 4 を用いる場合を例として説明し、第 2 実施形態では、切り替え手段として、2 つの開放弁 5 1、5 2 を用いる場合を例として説明したが、本実施形態では、図 6 に示すように、1 つの切り替え弁 5 3 を用いている。

【0079】

ここで、図 7 (a)、(b) に、図 6 中の切り替え弁 5 3 の内部構造を示す。図 7 (a)、(b) に示すように、切り替え弁 5 3 は、長細い管 5 4 と、管 5 4 の内部に所定間隔で配置され、管 5 4 の内部空間を仕切る第 1 の仕切り部 5 5、第 2 の仕切り部 5 6、第 3 の仕切り部 5 7 および第 4 の仕切り部 5 8 と、これらの 4 つの仕切り部 5 5～5 8 を連結させる軸 5 9 と、この軸 5 9 を管 5 4 の長手方向に移動させるモータ 6 0 とを備えている。

【0080】

管 5 4 には、図 7 中の左下側に位置し、第 1 の冷却水循環経路 2 1 から冷却水が流入する第 1 の入口 5 4 a と、図 7 中の右上側に位置し、第 1 の冷却水循環経路 2 1 に向けて冷却水が流出する第 1 の出口 5 4 b と、図 7 中の右下側に位置し、第 1 の接続経路 4 1 に向けて冷却水が流出する第 2 の出口 5 4 c と、図 7 中の左上側に位置し、第 2 の接続経路 4

2 から冷却水が流入する第 2 の入口 5 4 d とを有している。

【0081】

なお、これらの入口および出口は、管 5 4 の長手方向において、図 7 中の上側から順に、第 2 の入口 5 4 d、第 1 の出口 5 4 b、第 1 の入口 5 4 a、第 2 の出口 5 4 c となっている。

【0082】

このような構成の切り替え弁 5 3 は、図 7 (a) に示すように、管 5 4 の長手方向で、第 1 の仕切り部 5 5 が、第 2 の入口 5 4 d よりも第 2 の仕切り部 5 7 から離れた側に位置し、第 2 の仕切り部 5 6 が、第 2 の入口 5 4 d と第 1 の出口 5 4 b の間に位置し、第 3 の仕切り部 5 7 が、第 1 の入口 5 4 a と第 2 の出口 5 4 c の間に位置し、第 4 の仕切り部 5 8 が、第 2 の出口 5 4 c よりも第 3 の仕切り部 5 7 から離れた側に位置しているときに、第 1 実施形態における第 1 の状態に相当する。

【0083】

このとき、第 2 の仕切り部 5 6 と第 3 の仕切り部 5 7 により挟まれた空間が、第 1 の入口 5 4 a と第 1 の出口 5 4 b とをつなぐ流路となり、図 7 (a) 中の矢印のように、第 1 の冷却水循環経路 2 1 から流入した冷却水は、再び、第 1 の冷却水循環経路 2 1 に戻る。

【0084】

一方、図 7 (b) に示すように、管 5 4 の長手方向で、第 1 の仕切り部 5 5 および第 2 の仕切り部 5 6 が、第 2 の入口 5 4 d よりも第 3 仕切り部 5 7 から離れた側に位置し、第 3 の仕切り部 5 7 が、第 1 の出口 5 4 b と第 1 の入口 5 4 a の間に位置し、第 4 の仕切り部 5 8 が、第 2 の出口 5 4 c よりも第 3 の仕切り部 5 7 から離れた側に位置しているときに、第 1 実施形態における第 2 の状態に相当する。

【0085】

このとき、第 2 の仕切り部 5 6 と第 3 の仕切り部 5 7 により挟まれた空間が、第 2 の入口 5 4 d と第 1 の出口 5 4 b とをつなぐ流路となり、図 7 (b) 中の矢印のように、第 2 の接続経路 4 2 から流入した冷却水は第 1 の冷却水循環経路 2 1 に向けて流れる。また、第 3 の仕切り部 5 7 と第 4 の仕切り部 5 8 により挟まれた空間が、第 1 の入口 5 4 a と第 2 の出口 5 4 c とをつなぐ流路となり、第 1 の冷却水循環経路 2 1 から流入した冷却水は第 1 の接続経路 4 1 に向けて流れる。

【0086】

このように、切り替え手段として、第 1、第 2 実施形態における 2 つの切り替え弁を一体化した機能を有する切り替え弁 5 3 を用いることもできる。

【0087】

(他の実施形態)

(1) 第 1 実施形態では、第 1、第 2 の三方弁 4 3、4 4 の状態を、第 1 の三方弁 4 3 において、燃料電池 1 の冷却水入口 1 a 側の弁を閉じ、その他の弁を開けることで、第 1 の状態から第 2 の状態に完全に切り替える場合を例として説明したが、燃料電池 1 の冷却水入口 1 a 側の弁を開けた状態にすることもできる。すなわち、第 1 の三方弁 4 3 から、燃料電池 1 側と電力変換装置 7 側に、それぞれ、冷却水を分流させることもできる。

【0088】

(2) 上記した各実施形態では、接続経路として、第 1 の接続経路 4 1 と第 2 の接続経路 4 2 を設けた場合を例として説明したが、接続経路の数や接続箇所については、冷却水が第 1 の冷却水循環経路 2 1 から、電力変換装置 7 内を流れた後、第 1 の冷却水循環経路 2 1 に戻って流れるようになっていれば、図 1 に示す場合に限らず、他に変更することもできる。

【0089】

(3) 上記した各実施形態では、酸素を主成分とする酸化剤ガスと水素を主成分とする燃料ガスとして、それぞれ、空気と水素ガスを用いる場合を例として説明したが、他のものを用いることもできる。例えば、酸化剤ガスとして、純粋な酸素等を用い、燃料ガスとして、天然ガス等を用いることもできる。

10

20

30

40

50

【0090】

(4) 上記した各実施形態では、燃料電池用冷却系6、電力変換装置用冷却系8を流れる冷媒として、冷却水を用いる場合を例として説明したが、冷却水に限らず、他の冷媒を用いることもできる。

【0091】

(5) 上記した各実施形態では、本発明の燃料電池システムを、電気自動車に適用する場合を例として説明したが、電気自動車に限らず、船舶等の他の移動体用発電機あるいは家庭用、業務用発電機に適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0092】

【図1】本発明の第1実施形態における燃料電池システムの構成を示す図である。

【図2】図1の燃料電池システムにおいて、第1の冷却水循環経路21と第2の冷却水循環経路31における冷却水の流れ方向の一例を示す図である。

【図3】図1の燃料電池システムにおいて、第1の冷却水循環経路21と第2の冷却水循環経路31における冷却水の流れ方向の他の例を示す図である。

【図4】図1中の制御部9が実行する第1、第2の三方弁の切り替え制御のフローチャートである。

【図5】本発明の第2実施形態における燃料電池システムの構成を示す図である。

【図6】本発明の第3実施形態における燃料電池システムの構成を示す図である。

【図7】図6中の切り替え弁53の内部構成を示す図である。

【符号の説明】

【0093】

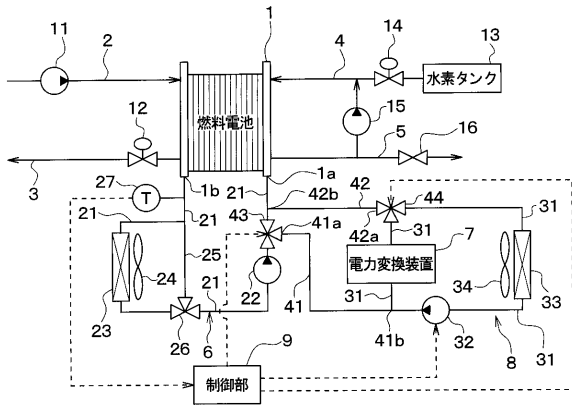
1…燃料電池、6…燃料電池用冷却系、7…電力変換装置、
8…電力変換装置用冷却系、9…制御部、
21…第1の冷却水循環経路、22…第1の冷却水ポンプ、23…第1のラジエータ、
31…第2の冷却水循環経路、32…第2の冷却水ポンプ、33…第2のラジエータ、
41…第1の接続経路、42…第2の接続経路、43…第1の三方弁、
44…第2の三方弁、51…第1の開放弁、
52…第2の開放弁、53…切り替え弁。

10

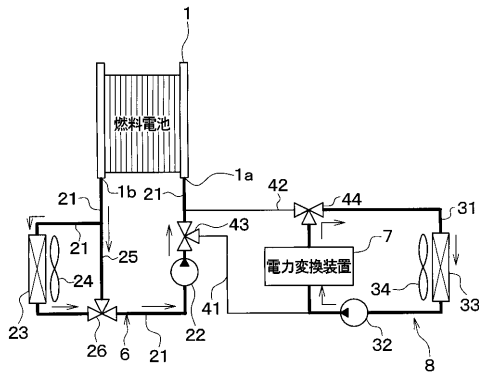
20

30

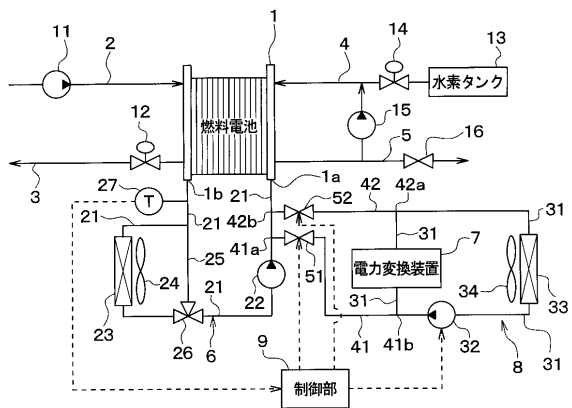
【図 1】



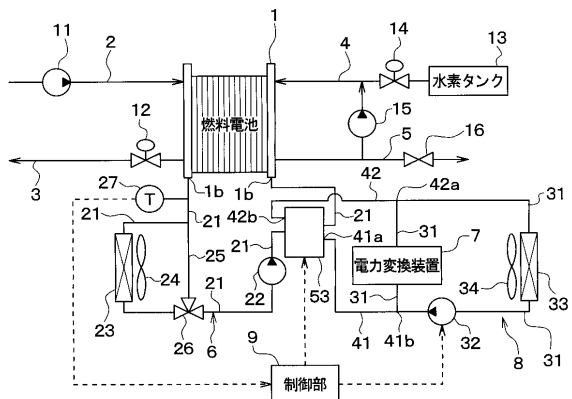
【図 2】



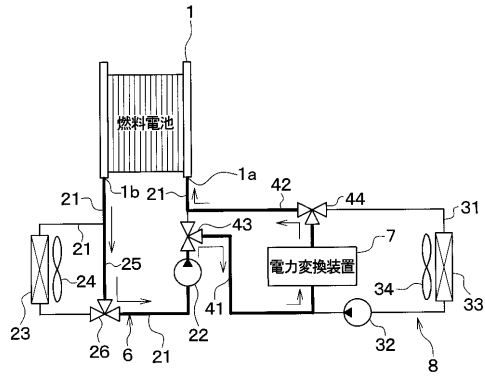
【図 5】



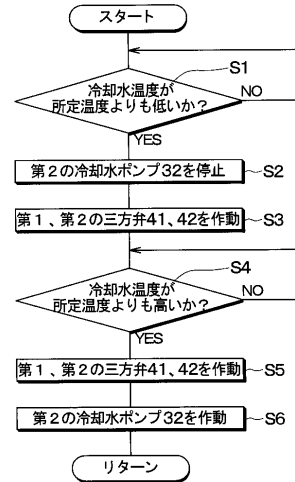
【図 6】



【図 3】



【図 4】



【図 7】

