

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7567825号  
(P7567825)

(45)発行日 令和6年10月16日(2024.10.16)

(24)登録日 令和6年10月7日(2024.10.7)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M	8/04746(2016.01)	H 0 1 M	8/04746	
H 0 1 M	8/04 (2016.01)	H 0 1 M	8/04	J
H 0 1 M	8/04111(2016.01)	H 0 1 M	8/04111	
H 0 1 M	8/04225(2016.01)	H 0 1 M	8/04225	
H 0 1 M	8/04302(2016.01)	H 0 1 M	8/04302	

請求項の数 3 (全14頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2022-19266(P2022-19266)  
 (22)出願日 令和4年2月10日(2022.2.10)  
 (65)公開番号 特開2023-116895(P2023-116895  
 A)  
 (43)公開日 令和5年8月23日(2023.8.23)  
 審査請求日 令和5年11月23日(2023.11.23)

(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 100104499  
 弁理士 岸本 達人  
 (74)代理人 100101203  
 弁理士 山下 昭彦  
 (74)代理人 100129838  
 弁理士 山本 典輝  
 (72)発明者 高橋 靖  
 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 藤森 一真

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池システムであって、

前記燃料電池システムは、燃料電池、酸化剤ガス系、及び、制御部を有し、

前記酸化剤ガス系は、酸化剤ガス供給流路、酸化剤オフガス排出流路、第1パイパス流路、酸化剤ガス供給部、調圧弁、気液分離器、及び、加湿器を有し、

前記加湿器は、前記酸化剤ガス供給流路と前記酸化剤オフガス排出流路に跨って配置され、

前記酸化剤ガス供給流路は、前記燃料電池システムの外部と前記燃料電池のカソード入口とを接続し、

前記酸化剤ガス供給流路には、上流から順に前記酸化剤ガス供給部、及び、前記加湿器が配置され、

前記酸化剤オフガス排出流路は、前記燃料電池のカソード出口と前記燃料電池システムの外部とを接続し、

前記酸化剤オフガス排出流路には、上流から順に前記調圧弁、前記気液分離器、及び、前記加湿器が配置され、

前記第1パイパス流路は、前記酸化剤ガス供給流路の前記酸化剤ガス供給部の下流且つ前記加湿器の上流の第1分岐部で前記酸化剤ガス供給流路から分岐し、前記燃料電池を迂回し、前記酸化剤オフガス排出流路の前記調圧弁の下流且つ前記気液分離器の上流の第1合流部で前記酸化剤オフガス排出流路と合流し、

前記第 1 バイパス流路には、第 1 バイパス弁が配置され、

前記酸化剤ガス供給部は、前記酸化剤オフガス排出流路側に前記酸化剤ガス供給部と同軸でつながるエキスパンダを有し、

前記酸化剤ガス供給部は、前記エキスパンダにより前記酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガス及び酸化剤オフガスの内の少なくともいずれか一方を回収して回生エネルギーとして利用し、

前記エキスパンダは、前記酸化剤オフガス排出流路の前記加湿器よりも下流に配置され、

前記制御部は、前記燃料電池システムの氷点下始動時に、前記第 1 バイパス弁を開き、前記第 1 バイパス流路を経由して、前記酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガスの一部を前記酸化剤オフガス排出流路に供給することを特徴とする燃料電池システム。 10

【請求項 2】

前記制御部は、外気温、及び、前記エキスパンダの温度と、前記酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する前記酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスの前記エキスパンダの暖機に必要な圧力比との関係を示すデータ群を予め記憶し、

前記制御部は、前記燃料電池システムの氷点下始動時に、前記外気温、及び、前記エキスパンダの温度を前記データ群と照らし合わせて、前記酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する前記酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスの前記エキスパンダの暖機に必要な目標圧力比を算出し、

前記制御部は、前記酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する前記酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスの圧力比が前記目標圧力比となるように、前記調圧弁の開度と前記第 1 バイパス弁の開度を制御する、請求項 1 に記載の燃料電池システム。 20

【請求項 3】

前記酸化剤ガス系は、第 2 バイパス流路を有し、

前記第 2 バイパス流路は、前記酸化剤ガス供給流路の前記酸化剤ガス供給部の下流且つ前記加湿器の上流の第 2 分岐部で前記酸化剤ガス供給流路から分岐し、前記加湿器を迂回し、前記酸化剤ガス供給流路の前記加湿器の下流の第 2 合流部で前記酸化剤ガス供給流路と合流し、

前記第 2 バイパス流路には、前記酸化剤ガス供給流路又は前記第 2 バイパス流路に前記酸化剤ガスの流れを切替える第 2 バイパス弁が配置されている、請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池システム。 30

【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】

燃料電池車両（以下車両と記載する場合がある）等の商品性向上を実現するため、酸化剤ガス系に加湿器等の複数の機器を備えた燃料電池システムが検討されている。

例えば特許文献 1 では、燃料電池システムの氷点下始動時、燃料電池で生成した液水が燃料電池の下流側の機器で凍結することを防止するため、機器をヒータで加温する技術が開示されている。 40

ヒータを用いない技術として、特許文献 2 では、燃料電池の運転停止の際に、燃料電池の下流側に配置されている機器内の水分を迅速に排出することができる燃料電池システムが開示されている。

また、特許文献 3 では、冷えた状態の燃料電池に湿潤空気を供給せずに、加湿器を暖機することができる燃料電池システムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2009 - 176467 号公報

【文献】特開2007-134154号公報

【文献】特開2004-273347号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

燃料電池システムを氷点下始動する際に、燃料電池から液水として排出される生成水が、酸化剤ガス系において燃料電池の下流側に配置されている機器内で熱を奪われ凍結し、酸化剤ガス系の流路が閉塞すること、生成水が氷粒となって酸化剤ガス系における燃料電池の下流側に配置されている機器に衝突し、機器が故障すること等の問題がある。

特許文献1の技術のように、燃料電池システムにヒータを装着した場合、燃料電池システムの規模が大きくなり、車両への搭載ができない場合がある。

10

【0005】

本開示は、上記実情に鑑みてなされたものであり、ヒータを用いずに燃料電池から排出される生成水の凍結を抑制することができる燃料電池システムを提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の燃料電池システムは、燃料電池システムであって、

前記燃料電池システムは、燃料電池、酸化剤ガス系、及び、制御部を有し、

前記酸化剤ガス系は、酸化剤ガス供給流路、酸化剤オフガス排出流路、第1バイパス流路、酸化剤ガス供給部、調圧弁、気液分離器、及び、加湿器を有し、

20

前記加湿器は、前記酸化剤ガス供給流路と前記酸化剤オフガス排出流路に跨って配置され、

前記酸化剤ガス供給流路は、前記燃料電池システムの外部と前記燃料電池のカソード入口とを接続し、

前記酸化剤ガス供給流路には、上流から順に前記酸化剤ガス供給部、及び、前記加湿器が配置され、

前記酸化剤オフガス排出流路は、前記燃料電池のカソード出口と前記燃料電池システムの外部とを接続し、

前記酸化剤オフガス排出流路には、上流から順に前記調圧弁、前記気液分離器、及び、前記加湿器が配置され、

30

前記第1バイパス流路は、前記酸化剤ガス供給流路の前記酸化剤ガス供給部の下流且つ前記加湿器の上流の第1分岐部で前記酸化剤ガス供給流路から分岐し、前記燃料電池を迂回し、前記酸化剤オフガス排出流路の前記調圧弁の下流且つ前記気液分離器の上流の第1合流部で前記酸化剤オフガス排出流路と合流し、

前記第1バイパス流路には、第1バイパス弁が配置され、

前記酸化剤ガス供給部は、前記酸化剤オフガス排出流路側に前記酸化剤ガス供給部と同軸でつながるエキスパンダを有し、

前記酸化剤ガス供給部は、前記エキスパンダにより前記酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガス及び酸化剤オフガスの内の少なくともいずれか一方を回収して回生エネルギーとして利用し、

40

前記エキスパンダは、前記酸化剤オフガス排出流路の前記加湿器よりも下流に配置され、

前記制御部は、前記燃料電池システムの氷点下始動時に、前記第1バイパス弁を開き、前記第1バイパス流路を経由して、前記酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガスの一部を前記酸化剤オフガス排出流路に供給することを特徴とする。

【0007】

本開示の燃料電池システムは、前記制御部は、外気温、及び、前記エキスパンダの温度と、前記酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する前記酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスの前記エキスパンダの暖機に必要な圧力比との関係を示すデータ群を予め記憶し、

50

前記制御部は、前記燃料電池システムの氷点下始動時に、前記外気温、及び、前記エキスパンダの温度を前記データ群と照らし合わせて、前記酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する前記酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスの前記エキスパンダの暖機に必要な目標圧力比を算出し、

前記制御部は、前記酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する前記酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスの圧力比が前記目標圧力比となるように、前記調圧弁の開度と前記第1バイパス弁の開度を制御してもよい。

#### 【0008】

本開示の燃料電池システムは、前記酸化剤ガス系は、第2バイパス流路を有し、

前記第2バイパス流路は、前記酸化剤ガス供給流路の前記酸化剤ガス供給部の下流且つ前記加湿器の上流の第2分岐部で前記酸化剤ガス供給流路から分岐し、前記加湿器を迂回し、前記酸化剤ガス供給流路の前記加湿器の下流の第2合流部で前記酸化剤ガス供給流路と合流し、

前記第2バイパス流路には、前記酸化剤ガス供給流路又は前記第2バイパス流路に前記酸化剤ガスの流れを切替える第2バイパス弁が配置されていてもよい。

#### 【発明の効果】

#### 【0009】

本開示の燃料電池システムによれば、ヒータを用いずに燃料電池から排出される生成水の凍結を抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0010】

【図1】図1は、本開示の燃料電池システムの一例を示す概略構成図である。

【図2】図2は、エアコンプレッサに供給される空気の温度が $-10$ 、 $-20$ 、及び $-30$ の場合の、エアコンプレッサに供給される空気の圧力に対するエアコンプレッサから吐出される空気の圧力比と、エアコンプレッサから吐出される空気の温度との関係の一例を示すグラフである。

【図3】図3は、本開示の燃料電池システムの制御部が行う制御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】

#### 【0011】

以下、本開示による実施の形態を説明する。なお、本明細書において特に言及している事項以外の事柄であって本開示の実施に必要な事柄（例えば、本開示を特徴付けない燃料電池システムの一般的な構成および製造プロセス）は、当該分野における従来技術に基づく当業者の設計事項として把握され得る。本開示は、本明細書に開示されている内容と当該分野における技術常識とに基づいて実施することができる。

本明細書において数値範囲を示す「 $\sim$ 」とは、その前後に記載された数値を下限値及び上限値として含む意味で使用される。

また、数値範囲における上限値と下限値は任意の組み合わせを採用できる。

#### 【0012】

本開示の燃料電池システムは、燃料電池システムであって、

前記燃料電池システムは、燃料電池、酸化剤ガス系、及び、制御部を有し、

前記酸化剤ガス系は、酸化剤ガス供給流路、酸化剤オフガス排出流路、第1バイパス流路、酸化剤ガス供給部、調圧弁、気液分離器、及び、加湿器を有し、

前記加湿器は、前記酸化剤ガス供給流路と前記酸化剤オフガス排出流路に跨って配置され、

前記酸化剤ガス供給流路は、前記燃料電池システムの外部と前記燃料電池のカソード入口とを接続し、

前記酸化剤ガス供給流路には、上流から順に前記酸化剤ガス供給部、及び、前記加湿器が配置され、

前記酸化剤オフガス排出流路は、前記燃料電池のカソード出口と前記燃料電池システム

の外部とを接続し、

前記酸化剤オフガス排出流路には、上流から順に前記調圧弁、前記気液分離器、及び、前記加湿器が配置され、

前記第1バイパス流路は、前記酸化剤ガス供給流路の前記酸化剤ガス供給部の下流且つ前記加湿器の上流の第1分岐部で前記酸化剤ガス供給流路から分岐し、前記燃料電池を迂回し、前記酸化剤オフガス排出流路の前記調圧弁の下流且つ前記気液分離器の上流の第1合流部で前記酸化剤オフガス排出流路と合流し、

前記第1バイパス流路には、第1バイパス弁が配置され、

前記酸化剤ガス供給部は、前記酸化剤オフガス排出流路側に前記酸化剤ガス供給部と同軸でつながるエキスパンダを有し、

前記酸化剤ガス供給部は、前記エキスパンダにより前記酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガス及び酸化剤オフガスの内の少なくともいずれか一方を回収して回生エネルギーとして利用し、

前記エキスパンダは、前記酸化剤オフガス排出流路の前記加湿器よりも下流に配置され、

前記制御部は、前記燃料電池システムの氷点下始動時に、前記第1バイパス弁を開き、前記第1バイパス流路を経由して、前記酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガスの一部を前記酸化剤オフガス排出流路に供給することを特徴とする。

#### 【0013】

本開示の燃料電池システムによれば、第1バイパス流路を通じて酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガスの一部を酸化剤オフガス排出流路の調圧弁の下流且つ気液分離器の上流に合流させる。これにより、燃料電池とともに酸化剤オフガス排出流路の機器（排気系機器と称する場合がある）も暖気し、ヒータがなくても酸化剤オフガス排出流路の排気系機器を暖気し、燃料電池から排出される生成水の凍結を抑制する。本開示の燃料電池システムによれば、外気温、及び、エキスパンダの温度から酸化剤ガス供給部で圧縮する酸化剤ガスの圧力比を適切に選択し、調圧弁と第1バイパス弁の開度を制御することで燃料電池とともに酸化剤オフガス排出流路の排気系機器を効率的に暖気し、酸化剤オフガス排出流路内での生成水の凍結を効率的に抑制することができる。

#### 【0014】

図1は、本開示の燃料電池システムの一例を示す概略構成図である。

図1に示す燃料電池システム100は、燃料電池10と、制御部50を備える。

燃料電池システム100は、酸化剤ガス系として、酸化剤ガス供給部30と、酸化剤ガス供給流路31と、酸化剤オフガス排出流路32と、第1バイパス流路33と、第1バイパス弁34と、調圧弁35と、気液分離器36と、加湿器37と、第1分岐部38と、第1合流部39と、エキスパンダ60と、第2バイパス流路61と、第2バイパス弁62と、第2分岐部63と、第2合流部64と、冷却器46と、を有する。気液分離器36には、分離した液水を排水するための排水流路70が接続されている。

燃料電池システム100は、冷却系として、冷媒流路41と、ラジエータ42と、冷媒バイパス流路43と、冷媒用三方弁44と、冷媒流路合流部45と、を有する。

図1においては、便宜のため燃料ガス系の記載は省略する。

#### 【0015】

本開示の燃料電池システムは、燃料電池、酸化剤ガス系、及び、制御部を有する。

本開示の燃料電池システムは、通常、駆動源として電動機を有する車両に搭載されて用いられる。

また、本開示の燃料電池システムは、二次電池の電力でも走行可能な車両に搭載されて用いられてもよい。

車両は、燃料電池車両であってもよい。

車両は、本開示の燃料電池システムを備えていてもよい。

電動機は、特に限定されず、従来公知の駆動モータであってもよい。

#### 【0016】

本開示の燃料電池システムは、燃料電池を備える。

10

20

30

40

50

燃料電池は、単セルを1つのみ有するものであってもよいし、単セルを複数個積層した積層体である燃料電池スタックであってもよい。単セル、及び、単セルを積層した燃料電池スタックのいずれも、燃料電池と呼ぶ場合がある。

単セルの積層数は特に限定されず、例えば、2～数百個であってもよい。

【0017】

燃料電池の単セルは、少なくとも電解質膜を含み、通常、膜電極ガス拡散層接合体を備える。

膜電極ガス拡散層接合体は、アノード側ガス拡散層及び、アノード触媒層及び、電解質膜及び、カソード触媒層及び、カソード側ガス拡散層をこの順に有する。

【0018】

カソード（酸化剤極）は、カソード触媒層及びカソード側ガス拡散層を含む。

アノード（燃料極）は、アノード触媒層及びアノード側ガス拡散層を含む。

カソード触媒層及びアノード触媒層をまとめて触媒層と称する。

触媒層は、例えば、電気化学反応を促進する触媒金属、プロトン伝導性を有する電解質、及び、電子伝導性を有する担体等を備えていてもよい。

触媒金属としては、例えば、白金（Pt）、及び、Ptと他の金属とから成る合金（例えばコバルト、及び、ニッケル等を混合したPt合金）等を用いることができる。

電解質としては、フッ素系樹脂等であってもよい。フッ素系樹脂としては、例えば、ナフィオン溶液等を用いてもよい。

上記触媒金属は担体上に担持されており、各触媒層では、触媒金属を担持した担体（触媒担持担体）と電解質とが混在していてもよい。

触媒金属を担持するための担体は、例えば、一般に市販されているカーボンなどの炭素材料等が挙げられる。

【0019】

カソード側ガス拡散層及びアノード側ガス拡散層をまとめてガス拡散層と称する。

ガス拡散層は、ガス透過性を有する導電性部材等であってもよい。

導電性部材としては、例えば、カーボクロス、及びカーボンペーパー等のカーボン多孔質体、並びに、金属メッシュ、及び、発泡金属などの金属多孔質体等が挙げられる。

【0020】

電解質膜は、固体高分子電解質膜であってもよい。固体高分子電解質膜としては、例えば、水分が含まれたパーフルオロスルホン酸の薄膜等のフッ素系電解質膜、及び、炭化水素系電解質膜等が挙げられる。電解質膜としては、例えば、ナフィオン膜（デュボン社製）等であってもよい。

【0021】

単セルは、必要に応じて膜電極ガス拡散層接合体の両面を挟持する2枚のセパレータを備えてもよい。2枚のセパレータは、一方がアノード側セパレータであり、もう一方がカソード側セパレータである。本開示では、アノード側セパレータとカソード側セパレータとをまとめてセパレータという。

セパレータは、反応ガス及び冷媒等の流体を単セルの積層方向に流通させるための供給孔及び排出孔を有していてもよい。冷媒としては、低温時の凍結を防止するために例えばエチレングリコールと水との混合溶液を用いることができる。

供給孔は、燃料ガス供給孔、酸化剤ガス供給孔、及び、冷媒供給孔等が挙げられる。

排出孔は、燃料ガス排出孔、酸化剤ガス排出孔、及び、冷媒排出孔等が挙げられる。

セパレータは、ガス拡散層に接する面に反応ガス流路を有していてもよい。また、セパレータは、ガス拡散層に接する面とは反対側の面に燃料電池の温度を一定に保つための冷媒流路を有していてもよい。

セパレータは、ガス不透過の導電性部材等であってもよい。導電性部材としては、例えば、熱硬化樹脂、熱可塑樹脂、及び、樹脂繊維等の樹脂材、カーボン粉末、及び、カーボン繊維等のカーボン材を圧縮してガス不透過とした緻密質カーボン、及び、プレス成形した金属（例えば、鉄、アルミニウム、及び、ステンレス等）板等であってもよい。また、

10

20

30

40

50

セパレータが集電機能を備えるものであってもよい。

セパレータの形状は、長方形、横長六角形、横長八角形、円形、及び、長丸形状等であってもよい。

セパレータは、ガス分配部を有していてもよい。ガス分配部は、反応ガスマニホールドと反応ガス流路との間の領域に配置され、反応ガスマニホールドから発電領域へガス流れを広げるか又は収束させる部分である。ガス分配部は、反応ガスの入り口側ではガス流れを広げる構造を有する。ガス分配部は、反応ガスの出口側では、ガス流れを収束させる構造を有する。

#### 【0022】

燃料電池スタックは、各供給孔が連通した入口マニホールド、及び、各排出孔が連通した出口マニホールド等のマニホールドを有していてもよい。

10

入口マニホールドは、アノード入口マニホールド、カソード入口マニホールド、及び、冷媒入口マニホールド等が挙げられる。

出口マニホールドは、アノード出口マニホールド、カソード出口マニホールド、及び、冷媒出口マニホールド等が挙げられる。

#### 【0023】

本開示においては、燃料ガス、及び、酸化剤ガスをまとめて反応ガスと称する。アノードに供給される反応ガスは、燃料ガスであり、カソードに供給される反応ガスは酸化剤ガスである。燃料ガスは、主に水素を含有するガスであり、水素であってもよい。酸化剤ガスは、酸素を含有するガスであり、酸素、空気、及び、乾燥空気等であってもよい。

20

#### 【0024】

燃料電池システムは、酸化剤ガス系を備える。

酸化剤ガス系は、酸化剤ガス供給流路、酸化剤オフガス排出流路、第1バイパス流路、第1バイパス弁、酸化剤ガス供給部、調圧弁、気液分離器、及び、加湿器を有し、必要に応じて、第2バイパス流路、第2バイパス弁等を備えていてもよい。

#### 【0025】

酸化剤ガス供給流路は、燃料電池システムの外部と燃料電池のカソード入口とを接続する。酸化剤ガス供給流路は、当該燃料電池のカソードに酸化剤ガスを供給することを可能にする。カソード入口は、酸化剤ガス供給孔、カソード入口マニホールド等であってもよい。

30

前記酸化剤ガス供給流路には、上流から順に酸化剤ガス供給部、及び、加湿器が配置される。

#### 【0026】

酸化剤ガス供給部は、酸化剤オフガス排出流路側に酸化剤ガス供給部と同軸でつながるエキスパンダを有する。

酸化剤ガス供給部は、エキスパンダにより酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガス及び酸化剤オフガスの内の少なくともいずれか一方を回収して回生エネルギーとして利用する。

エキスパンダは、酸化剤オフガス排出流路の加湿器よりも下流に配置される。

酸化剤ガス供給部は、外部から供給される酸化剤ガスを圧縮して吐出することができるものであればよく、エアコンプレッサ等であってもよい。酸化剤ガス供給部は、制御部と電氣的に接続される。制御部は、酸化剤ガス供給部の駆動を制御する。

40

#### 【0027】

酸化剤オフガス排出流路は、燃料電池のカソード出口と燃料電池システムの外部とを接続する。酸化剤オフガス排出流路は、燃料電池のカソードから排出される酸化剤ガスである酸化剤オフガスの燃料電池システムの外部への排出を可能にする。カソード出口は、酸化剤ガス排出孔、カソード出口マニホールド等であってもよい。

酸化剤オフガス排出流路には、上流から順に調圧弁、気液分離器、及び、加湿器が配置される。

調圧弁は、制御部と電氣的に接続され、制御部によって調圧弁が開弁されることにより

50

、反応済みの酸化剤ガスである酸化剤オフガスを酸化剤オフガス排出流路から燃料電池システムの外部へ排出する。また、調圧弁の開度を調整することにより、カソードに供給される酸化剤ガス圧力（カソード圧力）を調整してもよい。なお、酸化剤オフガスは、酸化剤ガスの成分と同じであってもよく、酸素、空気、及び、乾燥空気等であってもよく、水蒸気等が含まれていてもよい。

**【 0 0 2 8 】**

第1バイパス流路は、酸化剤ガス供給流路の酸化剤ガス供給部の下流且つ加湿器の上流の第1分岐部で酸化剤ガス供給流路から分岐し、燃料電池を迂回し、酸化剤オフガス排出流路の調圧弁の下流且つ気液分離器の上流の第1合流部で酸化剤オフガス排出流路と合流する。

10

第1バイパス流路には、第1バイパス弁が配置される。第1バイパス弁は、開度を調節可能なバルブであってもよく、酸化剤ガス用三方弁であってもよい。酸化剤ガス用三方弁の場合は、第1バイパス流路の最上流である第1分岐部に配置してもよい。

第1バイパス弁は、制御部と電気的に接続され、制御部によって第1バイパス弁が開弁されることにより、氷点下始動時に燃料電池とともに酸化剤オフガス排出流路のエキスパンダ等の排気系機器を暖機する場合等に燃料電池を迂回して酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガスの一部を酸化剤オフガス排出流路に供給することができる。第1バイパス弁が酸化剤ガス用三方弁の場合は、燃料電池への酸化剤ガスの供給が不要な場合等に、酸化剤ガスの流れが酸化剤ガス供給流路から第1バイパス流路になるように制御部によって第1バイパス弁の酸化剤ガス供給流路下流側の弁を閉じ、第1バイパス流路側の弁を開くことにより、酸化剤ガスの全量を酸化剤オフガス排出流路に供給することができる。

20

**【 0 0 2 9 】**

加湿器は、酸化剤ガス供給流路と酸化剤オフガス排出流路に跨って配置される。

加湿器は、例えば水透過膜を備えていてもよい。水透過膜を酸化剤ガス供給流路と酸化剤オフガス排出流路との間の領域に配置して、酸化剤ガスと酸化剤オフガスを加湿器内に流通させることにより、酸化剤オフガスに含まれる水分が水透過膜を透過して酸化剤ガスに移動し、酸化剤ガスが加湿される。

**【 0 0 3 0 】**

燃料電池システムの氷点下始動時の燃料電池の過加湿を抑制する観点、酸化剤オフガス排出流路への生成水の流入を抑制する観点等から、酸化剤ガス系は、加湿器を迂回する第2バイパス流路を有していてもよい。

30

第2バイパス流路は、酸化剤ガス供給流路の酸化剤ガス供給部の下流且つ加湿器の上流の第2分岐部で酸化剤ガス供給流路から分岐し、加湿器を迂回し、酸化剤ガス供給流路の加湿器の下流の第2合流部で酸化剤ガス供給流路と合流する。

酸化剤ガス系が冷却器を有する場合、第2バイパス流路は、加湿器のみを迂回してもよいし、冷却器も迂回してもよい。

第2バイパス流路には、酸化剤ガス供給流路又は第2バイパス流路に酸化剤ガスの流れを切替える第2バイパス弁が配置されている。第2バイパス弁は、第2酸化剤ガス用三方弁であってもよく、第2酸化剤ガス用三方弁の場合は、第2バイパス流路の最上流である第2分岐部に配置してもよい。

40

第2バイパス弁は、制御部と電気的に接続され、酸化剤ガスの流れが酸化剤ガス供給流路から第2バイパス流路になるように制御部によって第2バイパス弁の酸化剤ガス供給流路下流側の弁を閉じ、第2バイパス流路側の弁を開くことにより、加湿器を迂回して酸化剤ガスを燃料電池に供給することができる。

**【 0 0 3 1 】**

酸化剤ガス系は、酸化剤ガス供給流路の酸化剤ガス供給部の下流且つ加湿器の上流に冷却器（インタークーラ）を備えていてもよい。冷却器は、酸化剤ガス供給流路の酸化剤ガス供給部の下流且つ第1バイパス流路との第1分岐点の上流に配置されていてもよい。

冷却器は、冷却系の冷媒を冷却器内外で循環させることにより冷却機能を発現するもの

50

であってもよい。

#### 【 0 0 3 2 】

燃料電池システムは、燃料ガス系を備えていてもよい。

燃料ガス系は、燃料電池に燃料ガスを供給する。

燃料ガス系は燃料ガス供給部、燃料ガス供給流路、燃料オフガス排出流路、燃料ガスバイパス流路等を備えていてもよい。

燃料ガス供給部は、燃料ガスを燃料電池のアノードに供給する。

燃料ガス供給部としては、例えば、燃料タンク等が挙げられ、具体的には、液体水素タンク、及び、圧縮水素タンク等が挙げられる。

燃料ガス供給部は、制御部と電氣的に接続される。燃料ガス供給部は、制御部からの制御信号に従って、燃料ガス供給部の主止弁の開閉が制御されることにより燃料ガスの燃料電池への供給のON/OFFが制御されてもよい。

10

燃料ガス供給流路は、燃料ガス供給部と燃料電池のアノード入口とを接続する。燃料ガス供給流路は、燃料電池のアノードへの水素を含む燃料ガスの供給を可能にする。アノード入口は、燃料ガス供給孔、アノード入口マニホールド等であってもよい。

燃料オフガス排出流路は、燃料電池のアノード出口と燃料電池システムの外部とを接続する。燃料オフガス排出流路は、酸化剤オフガス排出流路のエキスパンダよりも下流の領域で、酸化剤オフガス排出流路と合流してもよい。アノード出口は、燃料ガス排出孔、アノード出口マニホールド等であってもよい。

燃料オフガスは、アノードにおいて未反応のまま通過した燃料ガス及び、カソードで生成した生成水がアノードに到達した水分等を含んでいてもよい。燃料オフガスは、触媒層及び電解質膜等で生成した腐食物質及び、掃気時にアノードに供給されてもよい酸化剤ガス等を含む場合がある。

20

#### 【 0 0 3 3 】

燃料電池システムは、冷却系を備えていてもよい。

冷却系は、燃料電池の温度を調節する。

冷却系は、冷媒流路を有し、必要に応じて、冷媒バイパス流路、及び冷媒用三方弁等を有していてもよい。

冷媒流路は、燃料電池内外を冷媒が循環することを可能にする。冷媒流路は、燃料電池に設けられる冷媒供給孔及び冷媒排出孔に連通し、冷媒を燃料電池内外で循環させることを可能にする。

30

冷媒流路には、冷媒供給部が設けられていてもよい。冷媒供給部は、制御部と電氣的に接続される。冷媒供給部は、制御部からの制御信号に従って駆動される。制御部は、冷媒供給部から燃料電池に供給される冷媒の流量を制御する。これにより燃料電池の温度が制御される。冷媒供給部は、例えば、冷却水ポンプ等が挙げられる。

冷媒流路には、冷却水の熱を放熱するラジエータが設けられていてもよい。

冷媒流路には、冷媒を蓄えるリザーブタンクが設けられていてもよい。

#### 【 0 0 3 4 】

冷媒バイパス流路は、冷媒用三方弁を介して冷媒流路から分岐し、且つ、燃料電池を迂回して冷却器に連通し、冷媒流路の下流の冷媒流路合流部で冷媒流路と合流する。冷媒バイパス流路は、冷媒を冷却器内外で循環させることを可能にする。

40

冷媒用三方弁は、冷媒流路から冷媒バイパス流路への冷媒の供給を制御することを可能にする。冷媒用三方弁は、制御部と電氣的に接続される。制御部は、冷媒用三方弁の開閉を制御する。

#### 【 0 0 3 5 】

燃料電池システムは、バッテリーを備えていてもよい。

バッテリー（二次電池）は、充放電可能なものであればよく、例えば、ニッケル水素二次電池、及び、リチウムイオン二次電池等の従来公知の二次電池が挙げられる。また、二次電池は、電気二重層コンデンサ等の蓄電素子を含むものであってもよい。二次電池は、複数個を直列に接続した構成であってもよい。二次電池は、エアコンプレッサ等に電力を供

50

給する。二次電池は、例えば、家庭用電源等の車両の外部の電源から充電可能になっていてもよい。二次電池は、燃料電池の出力により充電されてもよい。二次電池の充放電は、制御部によって制御されてもよい。

【0036】

制御部は、物理的には、例えば、CPU（中央演算処理装置）等の演算処理装置と、CPUで処理される制御プログラム及び制御データ等を記憶するROM（リードオンリーメモリ）、並びに、主として制御処理のための各種作業領域として使用されるRAM（ランダムアクセスメモリ）等の記憶装置と、入出力インターフェースとを有するものである。また、制御部は、例えば、電子制御ユニット（ECU：Electronic Control Unit）等の制御装置であってもよい。

10

制御部は、車両に搭載されていてもよいイグニッションスイッチと電気的に接続されていてもよい。制御部はイグニッションスイッチが切られていても外部電源により動作可能であってもよい。

【0037】

制御部は、燃料電池システムの氷点下始動時に、第1バイパス弁を開き、第1バイパス流路を経由して、酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガスの一部を酸化剤オフガス排出流路に供給する。酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガスの一部を酸化剤ガス供給流路から分配して酸化剤オフガス排出流路に供給することにより、燃料電池とともに酸化剤オフガス排出流路の機器も暖気し、ヒータがなくても酸化剤オフガス排出流路の機器を暖気し、燃料電池から排出される生成水の凍結を抑制することができる。

20

酸化剤ガス系が第2バイパス流路を有する場合、燃料電池システムの氷点下始動時には、酸化剤ガス供給部で圧縮により昇温された酸化剤ガスの一部が第1バイパス流路を流れるように第1バイパス弁を開き且つ第2バイパス弁の酸化剤ガス供給流路下流側の弁を閉じ、第2バイパス流路側の弁を開いてもよい。これにより、燃料電池が過加湿となるのを抑制し、燃料電池から排出される生成水の量を低減し、生成水の凍結をより抑制することができる。

本開示において氷点下始動時とは、外気温が0 以下の条件を満たす時であってもよいし、外気温が0 以下、及び、エキスパンダの温度が0 以下の内の少なくともいずれか一方の条件を満たす時であってもよいし、外気温が0 以下、及び、排気系部品の温度が0 以下の内の少なくともいずれか一方の条件を満たす時であってもよい。

30

【0038】

制御部は、外気温、及び、エキスパンダの温度と、酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスのエキスパンダの暖機に必要な圧力比との関係を示すデータ群を予め記憶してもよい。

データ群は、外気温、気液分離器の温度、加湿器の温度、及び、エキスパンダの温度と、酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスのエキスパンダの暖機に必要な圧力比との関係を示すデータ群であってもよい。

【0039】

制御部は、燃料電池システムの氷点下始動時に、外気温、及び、エキスパンダの温度をデータ群と照らし合わせて、酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスのエキスパンダの暖機に必要な目標圧力比を算出してもよい。

40

制御部は、燃料電池システムの氷点下始動時に、外気温、気液分離器の温度、加湿器の温度、及び、エキスパンダの温度を第2データ群と照らし合わせて、酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスのエキスパンダの暖機に必要な目標圧力比を算出してもよい。

図2は、エアコンプレッサに供給される空気の温度が-10、-20、及び-30の場合の、エアコンプレッサに供給される空気の圧力に対するエアコンプレッサから吐出される空気の圧力比と、エアコンプレッサから吐出される空気の温度との関係の一例を示すグラフである。

50

図 2 に示すように、エアコンプレッサに供給される空気の温度によって、エアコンプレッサによる空気の圧力比が同じであっても、エアコンプレッサから吐出される空気の温度は異なることが分かる。

したがって、エアコンプレッサに供給される空気の温度（外気温）、及び、エキスパンダの温度に応じて、エキスパンダの暖機に必要な目標圧力比を適宜算出すればよい。

#### 【 0 0 4 0 】

制御部は、酸化剤ガス供給部に供給される酸化剤ガスに対する酸化剤ガス供給部から吐出される酸化剤ガスの圧力比が目標圧力比となるように、調圧弁の開度と第 1 バイパス弁の開度を制御してもよい。これにより、酸化剤オフガス排出流路の排気系機器を効率的に暖気し、酸化剤オフガス排出流路内での生成水の凍結を効率的に抑制することができる。

10

#### 【 0 0 4 1 】

燃料電池システムは、温度取得部を備えていてもよい。

温度取得部は、外気温、及び、エキスパンダの温度等を取得してもよく、必要に応じて気液分離器の温度、及び、加湿器の温度等を取得してもよい。

酸化剤ガス供給流路の給気口のエアクリーナ（フィルター）に温度計を設けて、外気温は、温度計により測定してもよい。

エキスパンダは、酸化剤系ガスを膨張させるため、エキスパンダの出口付近は、温度が下がり、他の機器よりも低温となる。そのため、少なくともエキスパンダの温度を測定することにより、エキスパンダの暖機に必要な酸化剤ガスの目標圧力比を見積もることができる。酸化剤系ガスとは、酸化剤ガス、及び、酸化剤オフガスの内の少なくとも一方のガスを意味する。

20

温度取得部は、制御部と電氣的に接続される。制御部は、温度取得部によって取得された外気温、気液分離器の温度、加湿器の温度、及び、エキスパンダの温度等を検知する。温度取得部は、従来公知の温度センサ、及び、温度計等を採用することができる。

#### 【 0 0 4 2 】

図 3 は、本開示の燃料電池システムの制御部が行う制御の一例を示すフローチャートである。

車両に搭載された燃料電池システムの場合は、例えばイグニッションスイッチがオンにされたときに、S 1 0 1 では、まず外気温を測定し外気温が 0 以下であるか否か判定する。

30

S 1 0 2 では、S 1 0 1 において、外気温が 0 よりも高い場合は、排気系機器の温度が 0 以下であるか否か判定する。排気系機器は、少なくともエキスパンダを含み、必要に応じて気液分離器、及び、加湿器等を含む。

S 1 0 2 において、排気系機器の温度が 0 よりも高い場合は、制御を終了する。

S 2 0 1 では、S 1 0 1 において、外気温が 0 以下である場合は、排気系機器の温度情報を取得し、S 3 0 1 では、データ群を参照して酸化剤ガス供給部としてのエアコンプレッサで圧縮する空気の目標圧力比を設定する。外気温及び排気系機器の温度によって、エキスパンダ等の排気系機器の暖機に必要な空気の温度が異なるため、暖機に必要な圧力比を目標圧力比として設定してもよい。

S 3 0 1 では、S 1 0 2 において、排気系機器の温度が 0 以下である場合は、データ群を参照してエアコンプレッサで圧縮する空気の目標圧力比を設定する。

40

S 4 0 1 では、燃料電池の発電を許可する。

S 5 0 1 では、エアコンプレッサで圧縮する空気の圧力比が目標圧力比となるように、調圧弁の開度、及び、第 1 バイパス弁の開度を制御する。また、燃料電池の発電要求値からエアコンプレッサの回転数を決定してもよい。

S 6 0 1 では、調圧弁の開度、及び、第 1 バイパス弁の開度の制御の開始から所定時間経過したか否か判定する。所定時間は、排気系機器の暖機に必要な時間であればよく、適宜設定することができる。

S 7 0 1 では、所定時間経過後にエキスパンダ等の排気系機器の温度が 0 以下であるか否か判定し、排気系機器の温度が 0 以下である場合は再度所定時間経過したか否かの

50

判定を行う。

S 8 0 1 では、排気系機器の温度が 0 より高い場合に目標圧力比の設定を解除し、制御を終了する。

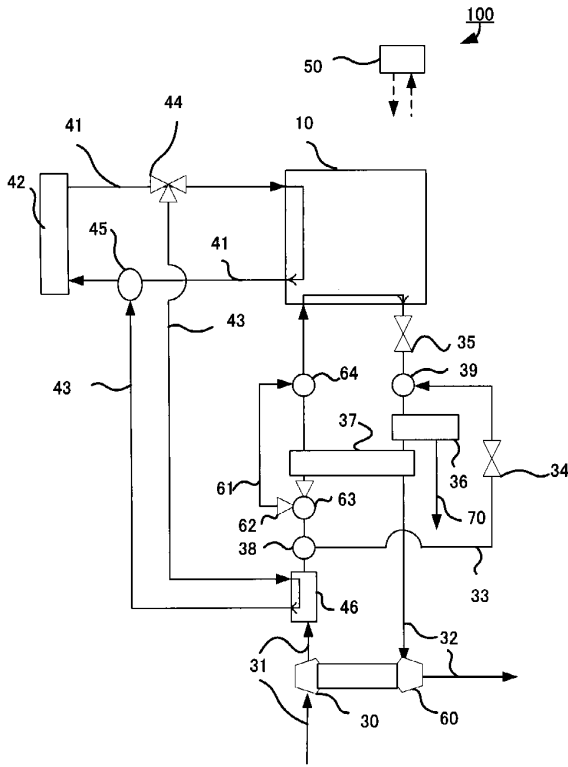
【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

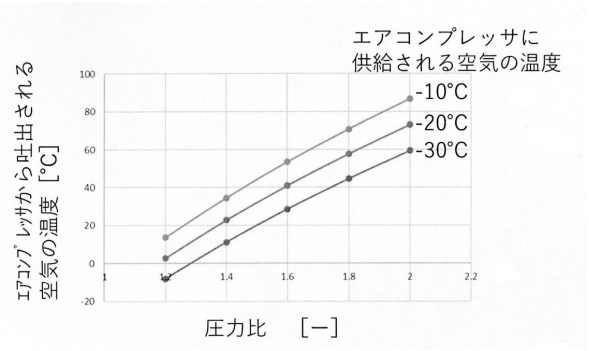
1 0	燃料電池	
3 0	酸化剤ガス供給部	
3 1	酸化剤ガス供給流路	
3 2	酸化剤オフガス排出流路	
3 3	第 1 バイパス流路	10
3 4	第 1 バイパス弁	
3 5	調圧弁	
3 6	気液分離器	
3 7	加湿器	
3 8	第 1 分岐部	
3 9	第 1 合流部	
4 1	冷媒流路	
4 2	ラジエータ	
4 3	冷媒バイパス流路	
4 4	冷媒用三方弁	20
4 5	冷媒流路合流部	
4 6	冷却器	
5 0	制御部	
6 0	エキスパンダ	
6 1	第 2 バイパス流路	
6 2	第 2 バイパス弁	
6 3	第 2 分岐部	
6 4	第 2 合流部	
7 0	排水流路	
1 0 0	燃料電池システム	30

【図面】

【図1】



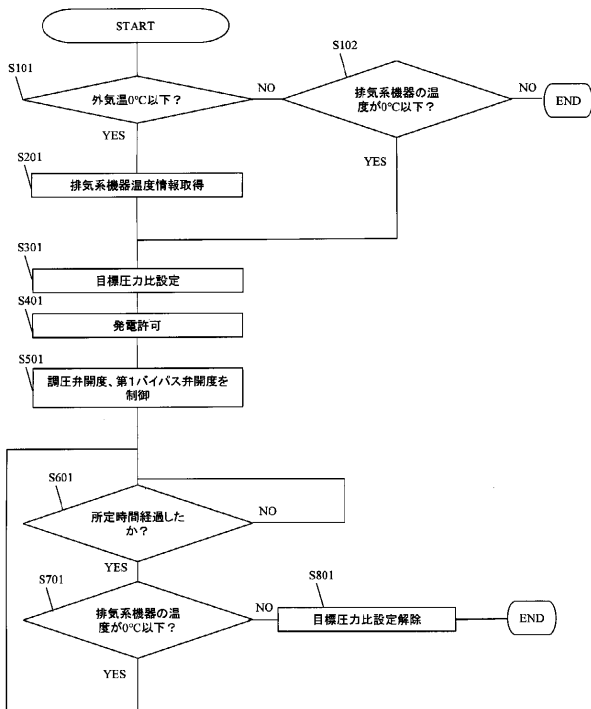
【図2】



10

20

【図3】



30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

<b>H 0 1 M</b>	<b>8/0432(2016.01)</b>	F I	H 0 1 M	8/0432	
H 0 1 M	8/10 (2016.01)		H 0 1 M	8/10	1 0 1

## (56)参考文献

特開 2 0 0 7 - 0 7 3 2 9 2 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 7 - 2 4 2 5 4 7 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 7 - 1 3 4 1 5 4 ( J P , A )  
 特開 2 0 2 1 - 1 6 6 1 4 7 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 1 - 2 4 3 4 0 8 ( J P , A )  
 特開 2 0 2 1 - 1 1 4 3 7 2 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 4 - 2 7 3 3 4 7 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 7 - 2 8 7 5 4 0 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 9 - 1 7 6 4 6 7 ( J P , A )  
 米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 3 8 5 0 0 ( U S , A 1 )  
 米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 3 5 8 6 3 5 ( U S , A 1 )  
 特表 2 0 1 3 - 5 0 6 2 5 8 ( J P , A )

## (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

B 6 0 L 5 0 / 7 0 - 5 0 / 7 5  
 B 6 0 L 5 8 / 3 0 - 5 8 / 4 0  
 H 0 1 M 8 / 0 4 - 8 / 0 6 6 8