

(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2012-109151
(P2012-109151A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 N	5 H O 2 6
HO 1 M 8/00 (2006.01)	HO 1 M 8/04 J	5 H O 2 7
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/00 Z	
	HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-257981 (P2010-257981)	(71) 出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成22年11月18日 (2010.11.18)	(74) 代理人	100064414 弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545 弁理士 多田 悦夫
		(72) 発明者	矢川 士郎 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
		(72) 発明者	河崎 輝明 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内

最終頁に続く

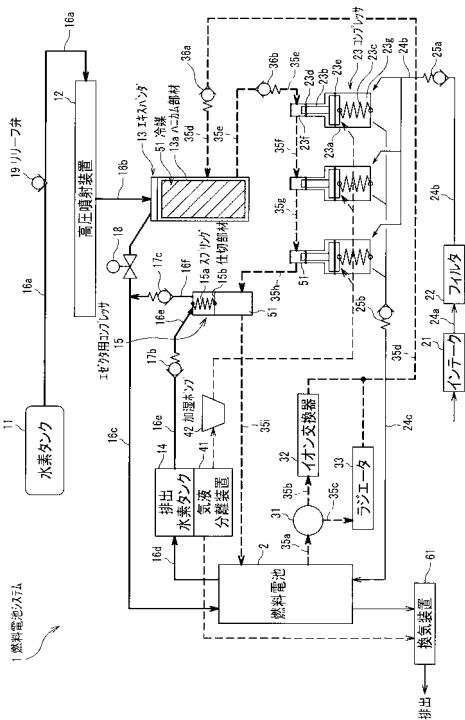
(54) 【発明の名称】 燃料電池システムおよび車両

(57) 【要約】

【課題】 水素タンク内の高圧エネルギーを利用することにより、高いエネルギー効率を得ることのできる燃料電池システムおよび車両を提供する。

【解決手段】 水素で満たされた部分と、非圧縮性の液体である冷媒51で満たされている部分とからなるエキスパンダ13と、酸素を含む空気で満たされている昇圧室23gと、冷媒51で満たされている冷媒室23fとからなるコンプレッサ23と、冷媒51で液密されている冷却系の配管35a〜35iと、を有し、エキスパンダ13に導入された高圧水素の膨張により配管35eを介してコンプレッサ23の冷媒室23fに冷媒51を導入し、昇圧室23gの容積を減少させることで空気を圧縮することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料ガスを貯蔵している高圧燃料ガスタンクと、前記高圧燃料ガスタンクから放出された前記燃料ガスを燃料電池のスタックに供給する燃料ガス供給流路と、酸化剤ガスをスタックに供給する酸化剤ガス供給流路と、

を備える燃料電池システムであって、

前記燃料ガス供給流路中に介設され、前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給部と、非圧縮性の液体が貯留された液体貯留部とからなる燃料ガス供給装置と、

前記酸化剤ガス供給流路上に配設され、前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部と、前記液体が導入される液体導入部と、それらを仕切る仕切部材と、からなる酸化剤ガス供給装置と、

前記燃料ガス供給装置と前記酸化剤ガス供給装置を接続し、前記液体で液密にされた接続配管と、

をさらに備え、

前記燃料ガス供給装置に導入された前記燃料ガスの膨張により前記接続配管を介して前記酸化剤ガス供給装置の前記液体導入部に液体を導入し、前記酸化剤ガス供給部の容積を減少させることで前記酸化剤ガスを圧縮する

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記液体は、不凍性かつ非圧縮性の冷媒であり、

前記燃料電池システムの冷却に用いられる

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】

前記燃料ガス供給装置は、液体の流動を制御し、伝熱を促進する伝熱促進多孔部材が格納されている

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の燃料電池システムを搭載した車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本実施形態は、燃料電池システムおよび車両の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に記載の燃料電池システムのように、従来の燃料電池車などにおいて、燃料電池への燃料（水素）は、高圧状態で水素タンクに充填・貯蔵されている。この高圧水素が燃料電池へ供給される際、減圧弁などによって所定の圧力まで減圧された後、燃料電池へ供給されている。

一方、酸化剤ガス（空気）はエアポンプで圧縮・昇圧された後、燃料電池へ供給されるが、エアポンプの駆動に燃料電池で発電した電力を使用している。

【0003】

また、特許文献 2 および特許文献 3 には、水素タンクに充填・貯蔵されている高圧水素の圧力エネルギーを利用してタービンを回転させ、その回転エネルギーを利用して、前記タービンと一軸で直結された遠心圧縮機を駆動して、空気を圧縮・昇圧す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】

【0004】

【特許文献 1】特開 2000-195533 号公報

【特許文献 2】特開 2006-147246 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特開2010-170729号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前記したように、従来の燃料電池システムでは水素タンク（高圧燃料ガスタンク）内の高圧水素を、減圧弁で減圧した後、燃料電池へ供給しているため、水素タンク内の高圧エネルギーを利用せずに廃棄しており、エネルギーを最大限有効に使用していない。

さらに、前記したように、エアポンプの駆動に燃料電池で発電された電力の一部を使用しているため、効率的なエネルギーの利用を実現していない。

【0006】

これに対し、特許文献2および特許文献3に記載の技術では、水素タンク内の高圧エネルギーを空気の圧縮・昇圧に利用することで効率的な燃料電池システムを実現している。

【0007】

しかしながら、特許文献2および特許文献3に記載の技術では、タービンで高圧水素が膨張する時の温度低下、及びコンプレッサで空気が圧縮・昇圧される時の温度上昇を利用することは考慮されておらず、これら熱エネルギーを廃棄している点から、水素タンク内の圧力エネルギーを十分に利用しているとは言えない。さらに、特許文献2および特許文献3に記載の技術では、水素の供給量と、空気の供給量に差がある場合において、空気の供給量を調節する手段などが考慮されていないため、燃料電池システムの全発電条件において、有効に作動させることは難しい。

【0008】

そこで、本発明の課題は、水素タンク内の高圧エネルギーを利用することにより、高いエネルギー効率を得ることのできる燃料電池システムおよび車両を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記課題を解決する本発明のうち請求項1に記載の発明は、燃料ガスを貯蔵している高圧燃料ガスタンクと、前記高圧燃料ガスタンクから放出された前記燃料ガスを燃料電池のスタックに供給する燃料ガス供給流路と、酸化剤ガスをスタックに供給する酸化剤ガス供給流路と、を備える燃料電池システムであって、前記燃料ガス供給流路中に介設され、前記燃料ガスを供給する燃料ガス供給部と、非圧縮性の液体が貯留された液体貯留部とからなる燃料ガス供給装置と、前記酸化剤ガス供給流路上に配設され、前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部と、前記液体が導入される液体導入部と、それらを仕切る仕切部材と、からなる酸化剤ガス供給装置と、前記燃料ガス供給装置と前記酸化剤ガス供給装置を接続し、前記液体で液密にされた接続配管と、をさらに備え、前記燃料ガス供給装置に導入された前記燃料ガスの膨張により前記接続配管を介して前記酸化剤ガス供給装置の前記液体導入部に液体を導入し、前記酸化剤ガス供給部の容積を減少させることで前記酸化剤ガスを圧縮することを特徴とする。

【0010】

請求項1に係る発明によれば、水素の減圧・膨張時に発生するエネルギーで酸化剤ガス（空気）を圧縮・昇圧できるので、専用モータを有するエアポンプなどを不要とすることができる。また、酸化剤供給装置において、酸化剤ガスが圧縮・昇圧された際に生じる熱を、各シリンダを構成する部材間の熱伝導に加えて、液体も介して燃料ガス供給装置へ熱輸送することができ、燃料ガスの暖気に利用することができる。さらに、仕切部材の位置を調節することで、酸化剤供給装置における酸化剤ガスのシリンダの容積を調整することができ、燃料電池システムの発電に必要な燃料ガスの供給量に対して、酸化剤ガスの供給量・圧力を適切に調節することができる。

【0011】

また、請求項2に係る発明は、請求項1に記載の燃料電池システムであって、前記液体は、不凍性かつ非圧縮性の冷媒であり、前記燃料電池システムの冷却に用いられることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0012】

請求項2に係る発明によれば、燃料ガス供給装置の動作によって、冷媒を循環させることにより、燃料ガス供給装置が冷却水循環ポンプの役割を担うこととなり、別途、冷却水循環ポンプを設置することが不要となる。

【0013】

そして、請求項3に係る発明は、請求項1または2に記載の燃料電池システムであって、前記燃料ガス供給装置は、液体の流動を制御し、伝熱を促進する伝熱促進多孔部材が格納されていることを特徴とする。

【0014】

請求項3に係る発明によれば、車両の傾斜などに伴う液面の挙動を抑制できるほか、伝熱促進部材が液体の熱を蓄積し、燃料ガスの膨張時に温度低下する燃料ガスに熱を放出するため、等温膨張に近づけることができ、圧力エネルギーの利用効率を向上させることができる。

10

【0015】

請求項4に係る発明は、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の燃料電池システムを搭載した車両である。

【0016】

請求項4に係る発明によれば、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の燃料電池システムを搭載した車両を提供することができる。

【発明の効果】

20

【0017】

本発明によれば、水素タンク内の高圧エネルギーを利用することにより、高いエネルギー効率を得ることのできる燃料電池システムおよび車両を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本実施形態に係る燃料電池システムの構成例を示す図である。

【図2】ハニカム部材の構成例を示す図である。

【図3】燃料電池システムの動作を示す図である（その1）。

【図4】燃料電池システムの動作を示す図である（その2）。

【発明を実施するための形態】

30

【0019】

次に、本発明を実施するための形態（「実施形態」という）について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本実施形態に係る燃料電池システムは、燃料電池自動車などの車両に搭載されることを想定しているが、船舶や、自動二輪車、定置用発電装置などに搭載されてもよい。

【0020】

図1は、本実施形態に係る燃料電池システムの構成例を示す図である。

燃料電池システム1は、燃料電池2、アノードガス供給系（アノード系）、カソードガス供給系（カソード系）、冷却水循環系（冷却系）および加湿系を有している。

（燃料電池）

40

燃料電池2は、例えば固体高分子型燃料電池（Polymer Electrolyte Fuel Cell：PEFC）からなり、MEA（Membrane Electrode Assembly：膜電極接合体）を図示しない導電性のセパレータ（図示せず）で挟持してなる単セルが複数積層されて構成されている。

【0021】

MEAは、電解質膜（固体高分子膜）、これを挟持するアノードおよびカソードなどを備える。アノードおよびカソードは、例えば触媒がカーボンなどの触媒担体に担持された電極触媒層からなる。アノードに対向するセパレータには、水素（燃料ガス）が通流するアノード流路が形成され、カソードに対向するセパレータには、空気（酸化剤ガス）が通流するカソード流路が形成されている。

50

【0022】

このような燃料電池2では、アノードに水素が供給され、カソードに酸素を含む空気が供給されると、アノードおよびカソードに含まれる触媒上で電極反応が生じ、燃料電池2が発電可能な状態となる。

【0023】

また、燃料電池2は、図示しない外部負荷と電氣的に接続され、外部負荷によって電流が取り出されると、燃料電池2が発電するようになっている。なお、外部負荷とは、走行用のモータや、バッテリー、キャパシタなどの蓄電装置などである。

【0024】

(アノード系)

アノード系は、高圧燃料ガスタンクとしての水素タンク11、高圧噴射装置12、燃料ガス供給装置としてのエキスパンダ13、排出水素タンク14、エゼクタ用コンプレッサ15、配管16a～16f、逆流防止弁17b～17c、電磁弁18、リリーフ弁19などを有している。なお、図1においてアノード系の配管16a～16fは太実線で示されている。

【0025】

水素タンク11には、高圧で圧縮されている水素が貯蔵されており、配管16aを介して高圧噴射装置12に接続されている。なお、水素タンク11には図示しない電磁弁が内蔵されており、車両のイグニッションスイッチがONになると、この電磁弁もONとなり、開弁する。

なお、水素タンク11と、高圧噴射装置12との間には、二次遮断弁、フィルタなどが備えられているが、ここでは図示および説明を省略する。また、配管16a、高圧噴射装置12、配管16b、16cが燃料ガス供給流路となる。

ここで、本実施形態に係る燃料電池システム1には、水素タンク11と、高圧噴射装置12の間に減圧弁を備えておらず、水素タンク11内の高圧水素は、高圧状態を保ったまま高圧噴射装置12に供給される。

なお、配管16aにおいて、水素タンク11と、高圧噴射装置12との間には、リリーフ弁19が設置されている。電磁弁18の開閉制御は図示しないECU(Engine Control Unit)などで行われる。

【0026】

高圧噴射装置12は水素を比較的高い圧力の状態で保持するものである。高圧噴射装置12内の高圧水素は、燃料供給通路(配管16b)を介してエキスパンダ13へ供給される。高圧噴射装置12には、ECU(Engine Control Unit)などによって制御される、図示しないバルブが内蔵されており、このバルブが開閉することによってエキスパンダ13への高圧水素供給を制御している。以下、高圧噴射装置12に内蔵されているバルブを高圧噴射装置内蔵バルブと称する。

【0027】

エキスパンダ13は、図2で示すような、円筒形の金属性容器内部に、複数の六角形断面をもつ中空孔13zが貫通するハニカム構造を有するハニカム部材(伝熱促進多孔部材)13aが格納されており、非圧縮性の液体である冷媒51が貯留されている。この中空孔13z内を冷媒51が上下に往復移動する。また、ハニカム部材13aの中空孔13zを介して、その壁面を利用して、水素と、冷媒51との間の熱交換を行うものである。本実施形態では、ハニカム構造として六角形の中空孔(多孔)13zが貫通している構造を有しているものとしたが、三角形や、四角形など他の多角形でもよい。また、冷媒51は、不凍液であることが望ましい。また、ハニカム部材13aは、熱容量が大きく、熱伝導性の高い部材が好ましい。このようにすることで、水素と、冷媒51との間の熱交換をさらに促進することができる。

なお、エキスパンダ13の動作については、後記して詳述する。

エキスパンダ13から排出された水素は、配管16cを介して燃料電池2へ送られる。なお、配管16cには、電磁弁18が設置されており、エキスパンダ13からの排出水素

10

20

30

40

50

の供給・遮断を制御している。

ここで、本実施形態において、エキスパンダ 1 3 およびハニカム部材 1 3 a は、円筒形状であることを想定しているが、これに限らず、直方体形状のものでもよい。

【0028】

排出水素タンク 1 4 は、燃料電池 2 から排出される未反応の水素を一時的に貯蔵し、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 へ供給する。

エゼクタ用コンプレッサ 1 5 は、未反応の水素を配管 1 6 c に戻すことで、再び燃料電池 2 へ戻すものである。

エゼクタ用コンプレッサ 1 5 には、冷媒 5 1 が貯留されており、この冷媒 5 1 の液面には仕切部材 1 5 b がエゼクタ用コンプレッサ 1 5 の筒体内を上下動可能に液密に配置されている。また、仕切部材 1 5 b はスプリング 1 5 a を介してエゼクタ用コンプレッサ 1 5 の筒体内の上面と接続している。

ここで、本実施形態において、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 は、円筒形状であることを想定しているが、これに限らず、直方体形状のものでもよい。

エゼクタ用コンプレッサ 1 5 の動作についても、後記して詳述することとする。

【0029】

(カソード系)

カソード系は、インテーク 2 1、フィルタ 2 2、酸化剤ガス供給装置としてのコンプレッサ 2 3、酸化剤ガス供給流路としての配管 2 4 a ~ 2 4 c、逆流防止弁 2 5 a, 2 5 b などを有している。なお、図 1 においてカソード系の配管 2 4 a ~ 2 4 c は細実線で示されている。

インテーク 2 1 は、外気から酸素を含む空気を取り入れるものである。フィルタ 2 2 は、取り入れた空気に混入している異物を取り除くものである。

【0030】

コンプレッサ 2 3 は、シリンダ 2 3 a、ピストン 2 3 b、スプリング 2 3 c、仕切部材 2 3 d, 2 3 e などを有している。仕切部材 2 3 d はピストン 2 3 b の下部に嵌合しており、コンプレッサ 2 3 の下部において密閉された冷媒室（液体導入部）2 3 f を形成している。この冷媒室 2 3 f は、冷媒 5 1 で満たされている。また、仕切部材 2 3 e はピストン 2 3 b の上部に嵌合しており、コンプレッサ 2 3 の上部において昇圧室（酸化剤ガス供給部）2 3 g を形成している。なお、ピストン 2 3 b、仕切部材 2 3 d, 2 3 e が特許請求の範囲における仕切部材に相当する。

また、ピストン 2 3 b の上部は、スプリング 2 3 c を介してコンプレッサ 2 3 の筒体内の上面と接続している。

コンプレッサ 2 3 の動作も後記して詳述するが、コンプレッサ 2 3 には配管 2 4 b を介して空気が供給され、コンプレッサ 2 3 から排出された空気は、配管 2 4 c を介して燃料電池 2 へ送られ、空気中の酸素が燃料電池 2 において水素と反応した後、未反応の酸素を含む空気が換気装置 6 1 を介して外気へ排出される。

なお、本実施形態における図面では、煩雑になるのを避けるためコンプレッサ 2 3 の上下を逆に記載している。また、本実施形態では、複数のコンプレッサ 2 3 を用いている。

ここで、本実施形態において、コンプレッサ 2 3 は、円筒形状であることを想定しているが、これに限らず、直方体形状のものでもよい。

【0031】

(冷却系)

冷却系は、燃料電池システム 1 を冷却するものであり、サーモスタット弁 3 1、イオン交換器 3 2、ラジエータ 3 3、配管 3 5 a ~ 3 5 i、逆流防止弁 3 6 a, 3 6 b などを備えている。なお、図 1 において冷却系の配管 3 5 a ~ 3 5 i は太破線で示されている。また、配管 3 5 a ~ 3 5 i のうち、配管 3 5 e は、特許請求の範囲における接続配管に相当する。

サーモスタット弁 3 1 は、例えば、内部のワックスの体積が温度で変化することにより流路の切り換えを行うものである。

10

20

30

40

50

イオン交換器 3 2 は、冷媒 5 1 中の導電率の上昇を抑制するため、容器に充填されているイオン交換樹脂で冷媒中に存在するイオンを回収するものである。

ラジエータ 3 3 は、図示しないラジエータファンによって冷却系を循環する冷媒 5 1 を冷却するものである。冷媒 5 1 は、液体であり、前記したように非圧縮性の不凍液であることが望ましい。

【0032】

配管 3 5 a ~ 3 5 i には冷媒 5 1 が循環している。冷媒 5 1 は、イオン交換器 3 2 またはラジエータ 3 3 → エキスパンダ 1 3 → コンプレッサ 2 3 → エゼクタ用コンプレッサ 1 5 → 燃料電池 2 → イオン交換器 3 2 またはラジエータ 3 3 の順に循環している。

なお、後記するようにエキスパンダ 1 3 が、冷媒 5 1 を循環させるウォータポンプの役割を果たしているので、本実施形態に係る燃料電池システム 1 には、専用モータを有するウォータポンプが備えられていない。

【0033】

(加湿系)

加湿系は、燃料電池 2 へ供給される空気を加湿するものであり、気液分離装置 4 1 および加湿ポンプ 4 2 などを有している。図 1 において加湿系の配管は細破線で示されている。

気液分離装置 1 は、例えば箱型形状のものであり、所定量の生成水（燃料電池 2 における反応で生成される水）が溜まると、生成水を外部へ排出する。なお、気液分離装置 4 1 から排出される水の一部は、加湿ポンプ 4 2 へ供給され、残りは換気装置 6 1 を介して外部へ排出される。

加湿ポンプ 4 2 は、気液分離装置 4 1 から供給される生成水をコンプレッサ 2 3 の昇圧室 2 3 g へ供給するポンプであり、コンプレッサ 2 3 へ供給された生成水は、後記するインジェクタによってコンプレッサ 2 3 内へ噴霧され、コンプレッサ 2 3 における空気の圧縮で生じる熱を利用して気化させ、燃料電池 2 へ供給される空気を加湿する。なお、図 1 では、アノード排出ガスのみから生成水を分離・回収する形態としているが、カソード排出ガスのみから生成水を分離・回収する形態や、アノード・カソードの各排出ガスから共に生成水を分離・回収する形態でもよい。

【0034】

(動作の詳細な説明)

次に、図 3 および図 4 を参照して、本実施形態に係る燃料電池システムにおけるエキスパンダ 1 3、コンプレッサ 2 3 およびエゼクタ用コンプレッサ 1 5 の動作を詳細に説明する。なお、図 3 および図 4 において、図 1 と同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略する。また、図 3 および図 4 では、エキスパンダ 1 3 に格納されているハニカム部材 1 3 a を省略し、さらにコンプレッサ 2 3 を 1 つに略記している。

図 3 および図 4 に示すように、エキスパンダ 1 3 は吸気口 1 3 b、排気口 1 3 c を有し、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 は排気口 1 5 c、吸気口 1 5 d を有し、コンプレッサ 2 3 は、吸気口 2 3 h、排気口 2 3 i を有している。さらに、コンプレッサ 2 3 は加湿ポンプ 4 2 から送られた生成水をコンプレッサ 2 3 内に噴霧するインジェクタ 2 3 j を有している。

【0035】

高圧噴射装置 1 2 からの配管 1 6 b はエキスパンダ 1 3 の吸気口 1 3 b に接続し、エキスパンダ 1 3 の排気口 1 3 c には配管 1 6 c が接続されている。

また、配管 1 6 f はエゼクタ用コンプレッサ 1 5 の排気口 1 3 b に接続し、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 の吸気口 1 5 d には配管 1 6 e が接続されている。

フィルタ 2 2 (図 1) からの配管 2 4 b はコンプレッサ 2 3 の吸気口 2 3 h に接続し、コンプレッサ 2 3 の排気口 2 3 i には配管 2 4 c が接続されている。

【0036】

まず、電磁弁 1 8 (図 1) が閉じている状態 (配管 1 6 c の×印で表示) で、図示しない高圧噴射装置内蔵バルブが開くことによって、図 3 に示すようにエキスパンダ 1 3 の吸

10

20

30

40

50

気口 1 3 b に高圧噴射装置 1 2 から高圧水素が供給されると、エキスパンダ 1 3 内で水素が膨張する。

その結果、エキスパンダ 1 3 内の冷媒 5 1 が押し下げられる。押し下げられた冷媒 5 1 は、液密された配管 3 5 e を通ってコンプレッサ 2 3 の冷媒室 2 3 f と、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 の仕切部材 1 5 b より下の冷媒室に流入する。このとき、エキスパンダ 1 3 のうち、水素で満たされている部分が燃料ガス膨張部であり、冷媒 5 1 で満たされている部分が液体貯留部である。

【0037】

このとき、エキスパンダ 1 3 のシリンダ内の高圧水素は断熱膨張により温度低下を生じる。冷媒 5 1 は、ハニカム部材 1 3 a (図 1) の壁面を介して熱交換することによって、結果的に、水素は加熱され、冷媒 5 1 は冷却される。この高圧水素の膨張による温度低下を利用することで、冷媒 5 1 を冷却することが可能となり、ラジエータ 3 3 での熱交換量を低減できることにより、ラジエータ 3 3 を小型化もしくは不要とすることができる。また、燃料電池 2 で発生した熱を水素の暖気(加湿)などに利用することができる。

さらに、燃料電池 2 で発生した熱を、冷媒 5 1 と水素との間で熱交換することにより、水素をさらに膨張させることができるため、燃料電池システム 1 全体のエネルギー効率をさらに向上させることができる。

【0038】

冷媒室 2 3 f に流入した冷媒 5 1 は、コンプレッサ 2 3 のピストン 2 3 b を押し上げる。これによって、コンプレッサ 2 3 の昇圧室 2 3 g 内の空気が圧縮される。このとき、E C U によって制御されるインジェクタ 2 3 j から、生成水が昇圧室 2 3 g 内に噴霧される。噴霧された生成水は、圧縮された空気の温度上昇を利用して気化し、昇圧室 2 3 g 内の空気を加湿する。

【0039】

圧縮・昇圧された空気は、排気口 2 3 i から排気され、配管 2 4 c (図 1) を介して燃料電池 2 へ供給される。このとき、コンプレッサ 2 3 の吸入側に備えられている逆流防止弁 2 5 a (図 1) により、コンプレッサ 2 3 の吸入口 2 3 h から圧縮行程において空気が流入することはない。

【0040】

さらに、エキスパンダ 1 3 から流出した冷媒は、コンプレッサ 2 3 の冷媒室 2 3 f、配管 3 5 f ~ 3 5 h (図 1) を介してエゼクタ用コンプレッサ 1 5 における仕切部材 1 5 b の下の冷媒室へ流入し、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 の液面(仕切部材 1 5 b)を押し上げる。これにより、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 に流入していた未反応の水素が排気口 1 5 c から、配管 1 6 f, 1 6 c (図 1) へ排出され、燃料電池 2 へ供給される。なお、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 の吸入側に備えられている逆流防止弁 1 7 b (図 1) により、排出される水素が吸入口 1 5 d から燃料電池 2 へ逆流することはない(配管 1 6 e の×印で表示)。

【0041】

エキスパンダ 1 3 に高圧噴射装置内蔵バルブから所定量の高圧水素を導入し、その後、高圧噴射装置内蔵バルブを閉じる。そして、E C U で制御される所定時間(エキスパンダ 1 3 における冷媒 5 1 の液面が十分に下がった)後、配管 1 6 c に設けられている電磁弁 1 8 (図 1) が開く。これにより、エキスパンダ 1 3 内の水素が排出され、エキスパンダ 1 3 における液面への水素の加圧力が弱まる。すると、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 およびコンプレッサ 2 3 に貯留している冷媒 5 1 の圧力も弱まるので、図 4 に示すようにコンプレッサ 1 3 に備えられているスプリング 2 3 c によってピストン 2 3 b が押し下げられる。また、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 に備えられているスプリング 1 5 a によって冷媒の液面(仕切部材 1 5 b)が押し下げられる。ピストン 2 3 b や、仕切部材 1 5 b が押し下げられることで、コンプレッサ 2 3 の冷媒室 2 3 f や、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 に貯留されていた冷媒 5 1 が押し出される。このとき、コンプレッサ 2 3 の吸入口 2 3 h から外気より吸入した空気が流入し、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 の吸入口 1 5 d から排出

10

20

30

40

50

水素タンク 1 4（図 1）からの未反応の水素が流入する。

【0042】

エゼクタ用コンプレッサ 1 5 から押し出された冷媒 5 1 は、燃料電池 2 へ供給されて燃料電池 2 を冷却した後、サーモスタット弁 3 1 →イオン交換器 3 2 またはラジエータ 3 3（図 1）を経由してコンプレッサ 2 3 に供給される。

コンプレッサ 2 3 から押し出された冷媒 5 1 は配管 3 5 e を介してエキスパンダ 1 3 に供給される。前記したように、図示しない高圧噴射装置内蔵バルブが閉じているので、エキスパンダ 1 3 における液面への圧力が弱まっており、さらに、スプリング 2 3 c, 1 5 c によって押圧されているため、コンプレッサ 2 3 およびエゼクタ用コンプレッサ 1 5 へは冷媒 5 1 が新たに流入することはできない。従って、エキスパンダ 1 3 に供給された冷媒 5 1 はエキスパンダ 1 3 内に貯留する。これにより、エキスパンダ 1 3 における冷媒 5 1 の液面が上昇し、エキスパンダ 1 3 内の水素を排出口 1 3 c から排出する。

なお、図 4 の段階において、逆流防止弁 1 7 c（図 1）により、エゼクタ用コンプレッサ 1 5 の排出口 1 5 c から水素が逆流することはなく（配管 1 6 f の×印で表示）、逆流防止弁 2 5 a（図 1）により、コンプレッサ 2 3 の吸入口 2 3 h に空気が逆流することはない（配管 2 4 b の×印で表示）。

【0043】

そして、E C U からの指示によって電磁弁 1 8（図 1）が再び閉じられ、図示しない高圧噴射装置内蔵バルブが再び開くと、水素の排出が停止し、エキスパンダ 1 3 への水素の流入が再開するので、図 3 の状態に戻る。

以下、燃料電池システム 1 は図 3 および図 4 の行程を繰り返す。

【0044】

（まとめ）

このような構成により、エキスパンダ 1 3 における水素の膨張時の圧力エネルギーを利用して空気を圧縮することができるため、空気を燃料電池 2 へ供給するための専用モータを有するエアポンプを不要とし、燃料電池システム 1 全体のエネルギー効率を向上させることができる。

さらに、コンプレッサ 2 3 のピストン 2 3 b の長さや、仕切部材 2 3 e の大きさや、スプリング 2 3 c の長さや、バネ定数を調節することで、コンプレッサ 2 3 における昇圧室 2 3 g の大きさを変更することができ、水素の供給量と、空気の供給量とに差がある場合でも、簡便な作業で空気の供給量を適度な量に調節することができる。

【0045】

さらに、エキスパンダ 1 3 に冷媒 5 1 を貯留しておき、水素膨張の圧力エネルギーを利用して冷媒 5 1 を循環させるため、冷媒 5 1 を循環させるための専用モータを有するウォーターポンプを不要とすることができる。

そして、エネルギーの伝達手段として冷媒 5 1 などの液体を使用することによって、水素の外部リークを防ぐことができ、また、潤滑油などを不要とすることができる。

【0046】

また、ハニカム部材 1 3 a をエキスパンダ 1 3 に格納させることにより、冷媒 5 1 の液面の挙動を制御するとともに、冷媒 5 1 との接触面積を大きくすることで、冷媒への熱輸送を促進させることができる。これにより、エキスパンダ 1 3 における熱交換機能を促進させることができる。また、ハニカム部材 1 3 a をエキスパンダ 1 3 に格納させることにより、車両傾斜時における液面動きを抑制することができる。

あるいは、燃料電池 2 で発生した熱を、冷媒 5 1 と、水素との間で熱交換することにより、水素をさらに膨張させることができるため、燃料電池システム 1 全体のエネルギー効率をさらに向上させることができる。

【0047】

（変形例）

また、本実施形態では、エキスパンダ 1 3 が 1 つ備えられているが、これに限らず、複数備えてもよいし、コンプレッサ 2 3 と対応させるようにエキスパンダ 1 3 が接続されて

10

20

30

40

50

いてもよい。あるいは、本実施形態では、図 1 に示すように複数のコンプレッサ 2 3 に順番に冷媒 5 1 を供給するようになっているが、配管 3 5 e から枝分かれした配管が、それぞれのコンプレッサ 2 3 に接続されることにより、各コンプレッサ 2 3 に対して同時に冷媒 5 1 が供給されるようにしてもよい。

なお、エキスパンダ 1 3 が 1 つしか備えられていない場合、高圧噴射装置 1 2 は流量調節手段としての機能を有している。この場合、高圧噴射装置 1 2 をバルブなどの他の流量調節手段で置き換えることも可能である。

また、仕切部材 1 5 b は省略可能である。

【0048】

そして、エキスパンダ 1 3、コンプレッサ 2 3 の吸入口、排気口のそれぞれにバルブを設けてもよい。このようにすることで、水素・空気の供給圧力を制御することができる。また、バルブの開閉を調節することによって、不必要なエキスパンダ 1 3、コンプレッサ 2 3 を休止させることができる。

【0049】

また、コンプレッサ 2 3 は、例えばダイヤフラム式のポンプでもよい。

【符号の説明】

【0050】

- 1 燃料電池システム
- 2 燃料電池（スタック）
- 1 1 水素タンク（高圧燃料ガスタンク）
- 1 2 高圧噴射装置（燃料ガス供給流路）
- 1 3 エキスパンダ（燃料ガス供給装置：燃料ガス導入部、液体貯留部を含む）
- 1 3 a ハニカム部材（伝熱促進多孔部材）
- 1 4 排出水素タンク
- 1 6 a～1 6 f アノード系の配管（燃料ガス供給流路を含む）
- 1 7 b～1 7 c アノード系の逆流防止弁
- 1 8 電磁弁
- 1 9 リリーフ弁
- 2 1 インテーク
- 2 2 フィルタ
- 2 3 コンプレッサ（酸化剤供給装置）
- 2 3 a シリンダ
- 2 3 b ピストン（仕切部材）
- 2 3 c スプリング
- 2 3 d, 2 3 e 仕切部材
- 2 3 f 冷媒室（液体導入部）
- 2 3 g 昇圧室（酸化剤ガス供給部）
- 2 3 j インジェクタ
- 2 4 a～2 4 c カソード系の配管（酸化剤ガス供給流路）
- 2 5 a, 2 5 b カソード系の逆流防止弁
- 3 1 サーモスタット弁
- 3 2 イオン交換器
- 3 3 ラジエータ
- 3 5 a～3 5 i 冷却系の配管（接続配管を含む）
- 3 6 a, 3 6 b 冷却系の逆流防止弁
- 4 1 気液分離装置
- 4 2 加湿ポンプ
- 5 1 冷媒

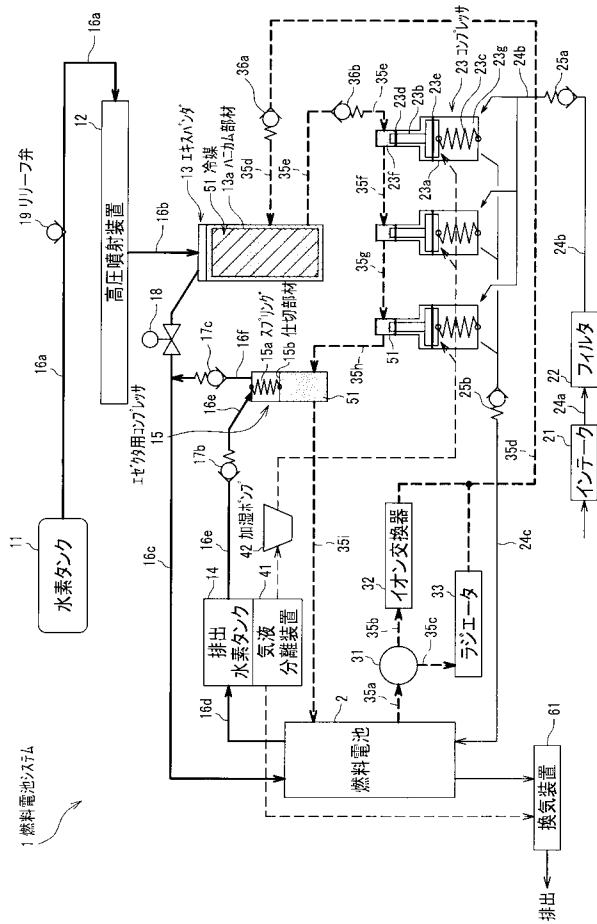
10

20

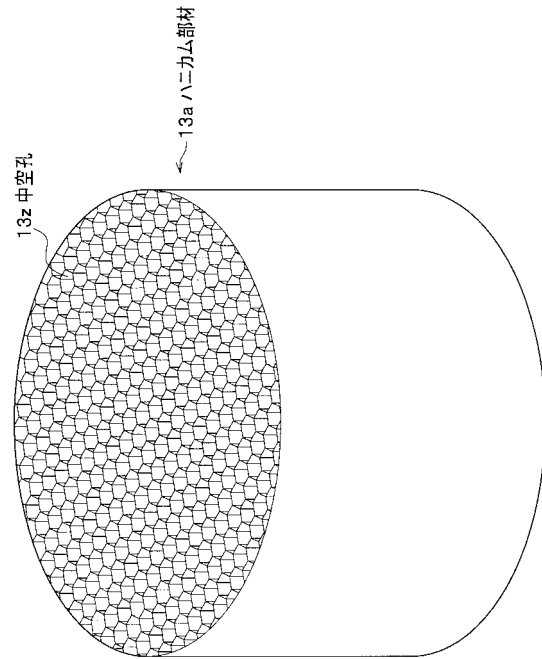
30

40

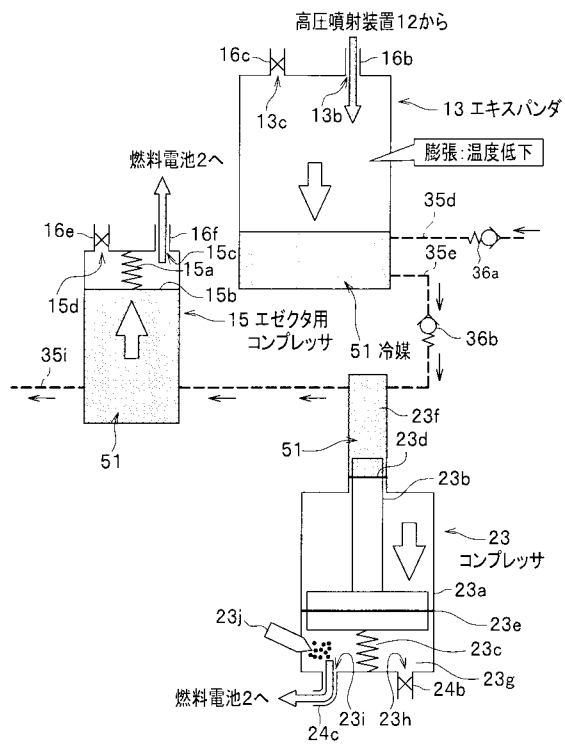
【図 1】



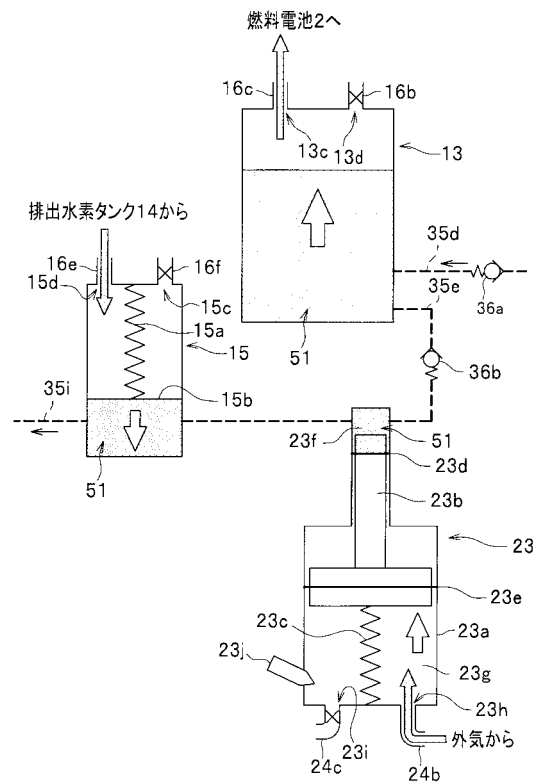
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 南雲 健司
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 加藤 高士
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 吉富 亮一
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- Fターム(参考) 5H026 AA06
5H027 AA06 BA13 CC06