

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5772968号
(P5772968)

(45) 発行日 平成27年9月2日 (2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日 (2015.7.10)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 A
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/04 J
	HO 1 M 8/04 X
	HO 1 M 8/10

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-538346 (P2013-538346)	(73) 特許権者	000003207
(86) (22) 出願日	平成23年10月14日 (2011.10.14)		トヨタ自動車株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/005764		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(87) 国際公開番号	W02013/054383	(74) 代理人	110000028
(87) 国際公開日	平成25年4月18日 (2013.4.18)		特許業務法人明成国際特許事務所
審査請求日	平成26年1月7日 (2014.1.7)	(72) 発明者	山中 富夫
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	長沼 良明
			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	清水 康
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム及びその始動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池システムであって、
燃料電池スタックと、
前記燃料電池システムの運転時において、空気供給路を通じて前記燃料電池スタックに、大気から吸入して圧縮した空気を供給し、空気排出路を通じて前記燃料電池スタックから空気を排出する空気供給排出部と、
前記燃料電池システムの始動時において、前記空気供給路に設けられた供給用シャットバルブを開くバルブ制御部と、
前記バルブ制御部によって前記供給用シャットバルブが開かれる前に、前記供給用シャットバルブ前後の圧力差を小さくする圧力調整部と、
少なくとも前記供給用シャットバルブが閉じた状態において、前記燃料電池スタックを通さずに、前記空気供給路から前記空気排出路へ空気が流れる流路となるバイパスとを備え、
前記圧力調整部は、前記燃料電池システムの運転中において前記燃料電池スタック内の空気圧を調整するために前記空気排出路に設けられた圧力調整シャットバルブを備え、
前記圧力調整シャットバルブは、前記燃料電池スタック、並びに前記空気排出路及び前記バイパスの接続部位の間に設けられ、
前記圧力調整部は、前記燃料電池システムの始動時において前記空気供給排出部が空気の圧縮を開始してから、前記供給用シャットバルブ前後の圧力差を小さくするために前記

10

20

圧力調整シャットバルブを開く

燃料電池システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料電池システムであって、

前記圧力調整シャットバルブは、自身が閉じている時に、自身の前後の圧力差を小さくする機構を備える

燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の燃料電池システムであって、

前記圧力調整部は、前記供給用シャットバルブ前後の圧力差を小さくするために、前記燃料電池スタック内の空気圧を大気圧に近づける

燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の燃料電池システムであって、

前記バルブ制御部は、前記燃料電池スタック内の空気圧が大気圧に達してから、前記供給用シャットバルブを開く

燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 の何れか一つに記載の燃料電池システムであって、

前記供給用シャットバルブは、前記空気供給路と前記バイパスとの接続部に設けられた分流弁である

燃料電池システム。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 の何れか一つに記載の燃料電池システムであって、

前記空気供給排出部は、前記圧力調整シャットバルブが開かれた後、前記空気排出路の大気開放口から流入した空気が前記燃料電池スタックに流入しないような流速によって空気を供給する

燃料電池システム。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 の何れか一つに記載の燃料電池システムであって、

前記空気供給排出部は、前記供給用シャットバルブが開いた後は、供給する空気の流量である供給流量を目標値に保持し、前記供給用シャットバルブが開く前は、前記供給流量を前記目標値よりも少ない値に設定する

燃料電池システム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の燃料電池システムであって、

前記空気供給排出部は、前記圧力調整シャットバルブが開いてから前記供給用シャットバルブが開くまでは、前記供給流量を前記目標値よりも小さい一定値に保持する

燃料電池システム。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の燃料電池システムであって、

前記空気供給排出部は、前記供給流量が前記目標値に到達するように、前記供給流量を線形に増加させる

燃料電池システム。

【請求項 10】

請求項 7 に記載の燃料電池システムであって、

前記空気供給排出部は、前記供給流量が前記目標値に到達するように、前記供給流量の変化率を増加させながら、前記供給流量を増加させる

燃料電池システム。

【請求項 11】

請求項 7 に記載の燃料電池システムであって、

前記空気供給排出部は、前記供給流量が前記目標値に到達するように、前記供給流量の変化率を初めは増加させながら、その後は減少させながら、前記供給流量を増加させる燃料電池システム。

【請求項 1 2】

燃料電池スタックと、

運転時において、空気供給路を通じて前記燃料電池スタックに、大気から吸入して圧縮した空気を供給し、空気排出路を通じて前記燃料電池スタックから空気を排出する空気供給排出部と、

前記空気供給路に設けられた供給用シャットバルブと、

少なくとも前記供給用シャットバルブが閉じた状態において、前記燃料電池スタックを通さずに、前記空気供給路から前記空気排出路へ空気が流れる流路となるバイパスと、

前記燃料電池スタック、並びに前記空気排出路及び前記バイパスの接続部位の間に設けられた圧力調整シャットバルブと

を備える燃料電池システムの始動方法であって、

前記燃料電池システムの始動時において前記空気供給排出部が空気の圧縮を開始してから、前記供給用シャットバルブ前後の圧力差を小さくするために前記圧力調整シャットバルブを開く

燃料電池システムの始動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池の始動に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池システムは、発電のために空気と燃料ガスを燃料電池スタックに供給する。空気の供給路には、バルブが設けられる場合がある。このバルブは、燃料電池システムが発電を停止している時においては閉じられており、運転開始と共に開かれる場合がある（例えば特許文献 1、2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007-134154 号公報

【特許文献 2】特開 2005-158282 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

発電の停止時において上記のようにバルブが閉じられていることによって、大気と燃料電池スタック内の空気とが遮断される。この遮断によって、大気と燃料電池スタック内の空気との間に圧力差が生じることがあり得る。圧力差が生じる原因としては、例えば、運転停止後も酸素と燃料ガスとの反応が進むことによって、酸素の分圧が減少することが挙げられる。この例においては、燃料電池スタック内は、大気圧よりも小さい圧力、つまり負圧になる。この圧力差によって、バルブを開くために必要な力が増大する。このため、バルブを開閉するために、大きな力を発生できる機構を必要とするという課題があった。さらには、その機構のために燃料電池システムの製造コストが高価になるという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためのものであり、以下の形態によって実現できる。

【0006】

(1) 本発明の一形態としての燃料電池システムは、燃料電池スタックと、空気供給排出部と、バルブ制御部と、圧力調整部とを備える。空気供給排出部は、燃料電池システムの運転時において、空気供給路を通じて燃料電池スタックに空気を供給し、空気排出路を通じて燃料電池スタックから空気を排出する。バルブ制御部は、燃料電池システムの始動時において、空気供給路に設けられた供給用シャットバルブを開く。圧力調整部は、バルブ制御部によって供給用シャットバルブが開かれる前に、供給用シャットバルブ前後の圧力差を小さくする。

【0007】

この燃料電池システムによれば、燃料電池システムの始動時に、供給用シャットバルブ前後の圧力差が小さい状態において、供給用シャットバルブが開かれる。よって、バルブ制御部が供給用シャットバルブを開くための力が大きくなることを防止できる。この結果、燃料電池システムの製造コストを安価にできる。

10

【0008】

(1) の燃料電池は、以下の(2) から(14) の少なくとも一つを組み合わせた構成を採用しても良いし、(2) から(14) 以外の構成と組み合わせても良い。或いは、何れとも組み合わせなくても良い。

【0009】

(2) 空気供給排出部は、燃料電池システムの運転時において、大気から吸入した空気を圧縮して燃料電池スタックに供給する。圧力調整部は、供給用シャットバルブ前後の圧力差を小さくするために、燃料電池スタック内の空気圧を大気圧に近づける。

20

【0010】

この燃料電池システムによれば、圧力調整部を、大気圧を目標値として動作する簡易な構成にできる。

【0011】

(3) 圧力調整部は、圧力調整シャットバルブを備える。圧力調整シャットバルブは、燃料電池システムの運転中において燃料電池スタック内の空気圧を調整するために空気排出路に設けられたバルブである。圧力調整部は、燃料電池システムの始動時において燃料電池スタック内の空気圧を調整するために圧力調整シャットバルブを開く。

【0012】

この燃料電池システムによれば、大気と燃料電池スタックの空気との間で空気が移動できるようになるので、簡単に圧力調整ができる。よって、例えば圧力調整用のガスを貯蔵する必要がなくなる。さらに、始動時の圧力調整のための専用バルブを設けなくても良いので、燃料電池システムの構成を簡易にでき、ひいては製造コストを安価にできる。

30

【0013】

(4) 圧力調整シャットバルブは、自身が閉じている時に、自身の前後の圧力差を小さくする機構を備える。

【0014】

この燃料電池システムによれば、圧力調整シャットバルブを開くために大きな力が必要になることを防止できる。

【0015】

40

(5) 燃料電池システムは、バイパスを備える。バイパスは、少なくとも供給用シャットバルブが閉じた状態において、燃料電池スタックを通さずに、空気供給路から空気排出路へ空気が流れる流路となる。

【0016】

この燃料電池システムによれば、バイパスを利用することによって、大気から空気供給路を通じて吸入した空気を、燃料電池スタックを通さずに空気排出路に供給できる。空気供給路を通じて吸入した空気は、運転時においても燃料電池スタックに供給されるものであり、空気排出路を通じて吸入した空気よりも、燃料電池スタックに供給するものとして適している。

【0017】

50

なお、供給用シャットバルブが開いた状態において、バイパスが空気供給路から空気排出路へ空気が流れる流路となり得るか否かは問わない。

【0018】

(6) 圧力調整シャットバルブは、燃料電池スタック、並びに空気排出路及びバイパスの接続部位の間に設けられる。圧力調整部は、空気供給排出部が空気の圧縮を開始してから、圧力調整シャットバルブを開く。

【0019】

この燃料電池システムによれば、燃料電池スタックに流入する異物（例えば氷、埃、砂利など）を減らすことができる。圧力調整シャットバルブが閉じた状態において空気供給排出部が空気の圧縮を開始することによって、圧縮空気は、燃料電池スタックに流入せず、バイパス、空気排出路を経て、大気に排出される。この際に、燃料電池システム内に残存する異物の少なくとも一部が大気に排出される。この後に、圧力調整シャットバルブが開かれ、圧縮空気が燃料電池スタックへ流入する。よって、燃料電池スタックに流入する異物を減らすことができる。

【0020】

なお「燃料電池スタック、並びに空気排出路及びバイパスの接続部位の間」とは、燃料電池スタックと「空気排出路とバイパスとの接続部位」との間のことである。つまり、燃料電池スタックと接続部位との間のことである。なお、「開始してから」とは、同時と、同時よりも後の時刻とを含む。

【0021】

(7) バルブ制御部は、燃料電池スタック内の空気圧が大気圧に達してから、供給用シャットバルブを開く。

【0022】

この燃料電池システムによれば、空気排出路の大気開放口から大気が流入することを防止できる。よって、異物が大気から空気排出路に流入しづらくなる。ひいては、異物が燃料電池スタックに流入しづらくなる。さらに、供給用シャットバルブ前後の圧力差がほとんど無くなっている状態において供給用シャットバルブを開くので、小さな力で供給用シャットバルブを開くことができる。なお、「達してから」とは、同時と、同時よりも後の時刻とを含む。

【0023】

(8) 供給用シャットバルブは、空気供給路とバイパスとの接続部に設けられた分流弁である。

【0024】

この燃料電池システムによれば、構成を簡易にできる。なお、供給用シャットバルブが開いた状態とは、少なくとも空気供給路の大気開放口と燃料電池スタックとの間で空気が流れることができる状態のことであり、空気供給路とバイパスとの間で空気が流れることができる状態か否かは問わない。

【0025】

(9) 空気供給排出部は、圧力調整シャットバルブが開かれた後、空気排出路の大気開放口から流入した空気が燃料電池スタックに流入しないような流速によって空気を供給する。

【0026】

この燃料電池システムによれば、異物が大気から空気排出路に流入しづらくなる。よって、異物が燃料電池スタックに流入しづらくなる。

【0027】

(10) 空気供給排出部は、供給用シャットバルブが開いた後は、供給する空気の流量である供給流量を目標値に保持する。空気供給排出部は、供給用シャットバルブが開く前は、供給流量を目標値よりも少ない値に設定する。

【0028】

この燃料電池システムによれば、供給流量が急激に上昇したり、燃料電池スタック内の

10

20

30

40

50

空気圧が急激に上昇したりすることによって発生する騒音及び／又は振動（以下「騒音及び／又は振動」を「騒音等」と言う。）を低減できる。なお、ここで言う「少ない値」とは、一定値と変動値とを含む。

【0029】

（11）空気供給排出部は、圧力調整シャットバルブが開いてから供給用シャットバルブが開くまでは、供給流量を目標値よりも小さい一定値に保持する。

【0030】

（12）空気供給排出部は、供給流量が目標値に到達するように、供給流量を線形に増加させる。

【0031】

この燃料電池システムによれば、供給流量を線形に増加させることによって徐々に増加させる。よって、騒音等を低減できる。

【0032】

（13）空気供給排出部は、供給流量が目標値に到達するように、供給流量の変化率を増加させながら、供給流量を増加させる。

【0033】

この燃料電池システムによれば、供給流量の変化率を増加させつつ目標値に近づけるので、供給開始直後は低い変化率によって徐々に流量が増加する。よって、特に供給開始直後において、騒音等を低減できる。

【0034】

（14）空気供給排出部は、供給空気の流量が目標値に到達するように、供給流量の変化率を初めは増加させながら、その後は減少させながら、供給流量を増加させる。

【0035】

この燃料電池システムによれば、供給開始直後および流量が目標値に達する直前は、低い変化率によって徐々に流量が増加する。よって、特に供給開始直後と、流量が目標値に達する直前とにおいて、騒音等を低減できる。

【0036】

次の燃料電池システムの始動方法によれば、（1）の燃料電池システムと同じ効果を得ることができる。

【0037】

（15）燃料電池システムの始動時において燃料電池スタックに空気を供給する流路に設けられた供給用シャットバルブを開く前に、供給用シャットバルブ前後の圧力差を小さくする。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】燃料電池自動車20の概略構成を示すブロック構成図。

【図2】燃料電池システム30の始動時における複数のパラメータの経時変化を示すグラフ。

【図3】燃料電池システム30の始動時において供給される空気の流量の経時変化を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0039】

1. ハードウェア構成（図1）： 図1は、燃料電池自動車20の概略構成を示すブロック構成図である。燃料電池自動車20は、四輪自動車であり、図1に示すように、燃料電池システム30、電力供給機構80及び駆動機構90を備える。

【0040】

燃料電池システム30は、固体高分子形燃料電池を採用し、水素と酸素との反応によって発電をする。燃料電池システム30は、図1に示すように、燃料電池スタック40、水素供給排出機構50、空気供給排出機構60、冷却水循環機構70及び制御ユニット100を備える。

【0041】

燃料電池スタック40は、複数の単セル41を積層して形成される。単セル41は、アノード、カソード、電解質、セパレータ等から構成される。

【0042】

燃料電池スタック40に水素の供給および排出をする水素供給排出機構50は、水素タンク51、レギュレータ52、水素循環ポンプ53、パージバルブ54及び排出経路55を備える。水素タンク51は、水素を貯蔵する。レギュレータ52は、水素タンク51に貯蔵された水素を、圧力と供給量とを調整した上で、各単セル41のアノードに供給する。水素循環ポンプ53は、消費されずにアノードから排出された水素を、単セル41に再度供給する。

10

【0043】

パージバルブ54は、水素供給排出機構50の水素が循環する経路と、排出経路55との接続点に設けられたバルブである。排出経路55は、水素供給排出機構50の水素が循環する経路と、空気供給排出機構60に備えられる空気排出路66（後述）とをつなぐ経路である。パージバルブ54は、水素が循環する経路内に不純物が増加した時に、その不純物を空気排出路から排出するために開かれる。

【0044】

燃料電池スタック40に空気の供給および排出をする空気供給排出機構60は、空気供給路61と空気排出路66とバイパス69とを備える。空気供給路61及び空気排出路66は、燃料電池スタック40と自身の大気開放口とを接続する流路である。空気供給路61の大気開放口には、エアクリーナが設けられている。バイパス69は、空気供給路61と空気排出路66とを接続する流路である。

20

【0045】

空気供給排出機構60は、エアコンプレッサ62を備える。エアコンプレッサ62は、空気供給路61の途中に設けられ、空気供給路61の大気開放口側から空気を吸入して圧縮する。エアコンプレッサ62が設けられる位置は、空気供給路61とバイパス69との接続部位よりも大気開放口に近い位置である。

【0046】

空気供給排出機構60は、分流シャットバルブ63を備える。分流シャットバルブ63は、空気供給路61とバイパス69との接続部位に設けられ、エアコンプレッサ62から流れてくる圧縮空気を、空気供給路61の下流側と、バイパス69とに分流する。このようなバルブは、三方弁とも言う。ここで言う「分流」とは、両方に流量を配分することと、何れか一方に100%の流量を配分することを含む。

30

【0047】

空気供給排出機構60は、分流シャットバルブ用モータ64を備える。分流シャットバルブ用モータ64は、分流シャットバルブ63による分流の配分を調整するためのトルクを発生する。

【0048】

空気供給排出機構60は、圧力計65を備える。圧力計65は、分流シャットバルブ63の下流における空気供給路61内の空気圧を計測する。本実施形態においては、圧力計65による計測結果を、燃料電池スタック40内の空気圧（以下「スタック内圧」と言う。）として用いる。スタック内圧は、後述する制御において利用される。

40

【0049】

空気供給排出機構60は、圧力調整シャットバルブ67を備える。圧力調整シャットバルブ67は、空気排出路66に設けられ、バルブ開度に応じて空気排出路66の流路断面積を調整する。圧力調整シャットバルブ67は、バルブ開度がゼロの状態において、自身の上流と下流との圧力差をキャンセルするパイロット弁を備える。

【0050】

空気供給排出機構60は、圧力調整シャットバルブ用モータ68を備える。圧力調整シャットバルブ用モータ68は、圧力調整シャットバルブ67のバルブ開度を調整するため

50

のトルクを発生する。

【0051】

圧力調整シャットバルブ67を通過した空気は、バイパス69との接続部位を通過した後、大気開放口から大気に排出される。

【0052】

燃料電池スタック40を冷却する冷却水循環機構70は、ラジエータ71及び冷却水循環ポンプ72を備える。冷却水循環機構70は、単セル41の運転温度を制御するために、単セル41とラジエータ71との間において冷却水を循環させる。冷却水は、このように循環することによって、単セル41における吸熱とラジエータ71における放熱とを実行する。

10

【0053】

電力供給機構80は、電動機器に電力を供給する。電動機器とは、例えば、駆動輪92を駆動するモータ91、空調のためのコンプレッサ（図示なし）などである。

【0054】

制御ユニット100は、内部にCPUとRAMとROMとを備えるECU（Electronic Control Unit）である。制御ユニット100は、発電の要求に応じて、燃料電池車20の他の構成機器を制御する。具体的には、燃料電池システム30及び電力供給機構80などに制御信号を出力する。

【0055】

制御ユニット100は、発電が不要になると、燃料電池システム30による発電を停止する。発電が不要な場合とは、例えば、燃料電池自動車20が駐車した場合である。制御ユニット100は、発電を停止する際に、エアコンプレッサ62の動作を停止し、分流シャットバルブ63と圧力調整シャットバルブ67とを閉じるための制御信号を出力する。本明細書で言う「分流シャットバルブ63を閉じる」とは、空気供給路61の上流と下流との流路を遮断すると共に、バイパス69と空気供給路61の上流との流路を開放することである。この結果、燃料電池スタック40内の空気は、発電を停止している時、大気から遮断される。

20

【0056】

2. 燃料電池システム30の始動時における制御（図2）：

制御ユニット100は、発電が停止している時に発電の要求を受けると、燃料電池システム30による発電を開始するための制御をする。この制御のために空気供給排出機構60に出力される制御信号には、エアコンプレッサ62、分流シャットバルブ用モータ64及び圧力調整シャットバルブ67を制御するためのものがある。制御ユニット100は、この制御のために、圧力計65の計測結果と、タイマー（図示なし）による時間計測とを利用する。このタイマーは、制御ユニット100に内蔵されている。先述したように、圧力計65の計測結果は、スタック内圧である。次から、その制御の詳細を説明する。

30

【0057】

図2は、燃料電池システム30の始動時における複数のパラメータの経時変化を示す。図2の（A）はエアコンプレッサ62によって供給される圧縮空気の流量（以下「供給流量」と言う。）を、図2の（B）は圧力調整シャットバルブ67のバルブ開度を、図2の（C）は分流シャットバルブ63のバルブ開度を、図2の（D）はスタック内圧の経時変化の一例を示す。ここで言う分流シャットバルブ63のバルブ開度とは、空気供給路61の上流から下流への流路の開度のことである。

40

【0058】

時刻T0～時刻T1は、燃料電池システム30による発電が停止している時間である。発電が停止している時間においては、図2の（A）に示すように供給流量はゼロに保持され、図2の（B）（C）に示すように圧力調整シャットバルブ67と分流シャットバルブ63とのバルブ開度もゼロに保持される。

【0059】

発電が停止している間において、先述したようにスタック内圧が大気圧よりも低い状態

50

になる場合がある。図 2 の (D) は、この場合を示している。図 2 の (D) の縦軸はゲージ圧であり、縦軸ゼロが大気圧に等しいことを示す。図 2 の (D) は、時刻 T 0 ～時刻 T 1 において、スタック内圧は負圧になっていることを示している。

【0060】

時刻 T 1 は、発電を開始するために制御ユニット 100 が燃料電池システム 30 の始動のための制御を開始した時刻である。図 2 の (A) に示すように時刻 T 1 において、供給流量が増加し始める。つまり、エアコンプレッサ 62 が、制御ユニット 100 からの制御信号に従い、圧縮空気の供給を開始する。この後、エアコンプレッサ 62 は、制御ユニット 100 からの制御信号に従い、供給流量が流量 F 1 に達するように、自身の回転数を増加させる。

10

【0061】

図 2 に示すように時刻 T 1 において、圧力調整シャットバルブ 67 及び分流シャットバルブ 63 は閉じられている。よって、供給される圧縮空気は、分流シャットバルブ 63 からバイパス 69 に流れ込み、空気排出路 66 を経て大気に排出される。この空気供給の目的は、空気供給排出機構 60 に残存する異物を大気に排出することである。異物とは、例えば、氷、埃、砂利などである。

【0062】

図 2 の (B) に示すように時刻 T 2 において、圧力調整シャットバルブ用モータ 68 は、制御ユニット 100 からの制御信号に従い、圧力調整シャットバルブ 67 のバルブ開度を増大させ始める。時刻 T 2 は、時刻 T 1 から所定時間が経過した時刻である。この所定時間とは、上記で説明した異物の排出に十分な時間として予め定められた時間である。時刻 T 2 に達したか否かは、制御ユニット 100 がタイマーを用いて判断する。

20

【0063】

その後、圧力調整シャットバルブ用モータ 68 は、制御ユニット 100 からの制御信号に従い、圧力調整シャットバルブ 67 のバルブ開度を最大にする。これによって、空気供給路 61 の大気開放口から、バイパス 69 を介して、燃料電池スタック 40 に空気が流入できるようになる。よって、エアコンプレッサ 62 による圧縮空気が燃料電池スタック 40 に流入する。この流入によって、図 2 の (D) に示すように、スタック内圧が上昇していく。

【0064】

本実施形態では時刻 T 2 以降において、エアコンプレッサ 62 は、制御ユニット 100 からの制御信号に従い、自身が供給する圧縮空気の流速（以下「供給流速」と言う。）を所定値以上の値に保持する。この所定値とは、空気排出路 66 の大気開放口から流入した空気が燃料電池スタック 40 内に逆流することを防止もしくは抑制できる値である。つまり、供給流速は、空気排出路 66 から燃料電池スタック 40 に吸い込まれる空気の流速よりも速い値に保持される。この条件に加えて、供給流速は、エアコンプレッサ 62 の動作によって発生する騒音等が基準値以下になる値に保持される。

30

【0065】

スタック内圧は、図 2 の (D) に示すように、時刻 T 2 以降、大気圧に達する。スタック内圧が大気圧に達したことを制御ユニット 100 が圧力計 65 の計測結果を用いて検出した時刻を時刻 T 3 と呼ぶ。時刻 T 3 において、分流シャットバルブ用モータ 64 は、制御ユニット 100 からの制御信号に従い、分流シャットバルブ 63 を開け始める。これによって、空気供給路 61 から燃料電池スタック 40 に空気が供給されるようになる。

40

【0066】

エアコンプレッサ 62 は、制御ユニット 100 からの制御信号に従い、時刻 T 4 において供給流量の増加を開始する。時刻 T 4 は、時刻 T 3 から所定時間が経過した時刻である。この所定時間とは、分流シャットバルブ 63 のバルブ開度が最大に達するのに十分な時間として、予め定められた時間である。時刻 T 4 に達したか否かは、制御ユニット 100 がタイマーを用いて判断する。

【0067】

50

時刻 T 4 以降、エアコンプレッサ 6 2 は、制御ユニット 1 0 0 からの制御信号に従い、供給流量を流量 F 2 にまで上昇させる。流量 F 2 は、発電のために必要な供給流量であり、少なくとも燃料電池システム 3 0 の始動時における目標値である。

【0068】

3. 燃料電池システム 3 0 が奏する効果：

以上に説明した燃料電池システム 3 0 によれば、分流シャットバルブ用モータ 6 4 が発生するトルクは小さくて済む。なぜなら、分流シャットバルブ用モータ 6 4 は、スタック内圧が大気圧に達した時に分流シャットバルブ 6 3 を開け始めるからである。つまり、分流シャットバルブ 6 3 の上流側と下流側との圧力差が十分に小さくなった後に、分流シャットバルブ 6 3 を開け始めるからである。これによって、分流シャットバルブ用モータ 6 4 は、必要とするトルクが小さくなり、安価かつコンパクトに製造できる。

10

【0069】

上記のように、燃料電池システム 3 0 は、分流シャットバルブ 6 3 を開け始める前にスタック内圧を大気圧にまで上昇させるために、空気排出路 6 6 から燃料電池スタック 4 0 に空気を供給する。燃料電池システム 3 0 は、この供給の際に、燃料電池スタック 4 0 に混入する異物を減らすことができる。混入するおそれのある異物は、空気供給排出機構 6 0 の一部に残存しているものと、空気排出路 6 6 の大気開放口から流入するものがある。空気供給排出機構 6 0 の一部とは、空気供給路 6 1 の一部と、空気排出路 6 6 の一部と、バイパス 6 9 とである。空気供給路 6 1 の一部および空気排出路 6 6 の一部とは、バイパスとの接続部位よりも大気開放口に近い部位のことである。

20

【0070】

空気供給排出機構 6 0 の一部に残存している異物の混入を減らすことができるのは、燃料電池スタック 4 0 に空気を供給する前に、その残存している異物を排出するからである。一方、空気排出路 6 6 の大気開放口から流入する異物を減らすことができるのは、空気排出路 6 6 の大気開放口から空気を流入させないように、エアコンプレッサ 6 2 が供給する空気の流速を設定しているからである。

【0071】

供給流量が、流量ゼロから流量 F 1、流量 F 1 から流量 F 2 というように段階的に増加するので、供給流量が急激に増加することによって発生する騒音等を低減できる。さらに、時刻 T 2 ～時刻 T 4 において供給流量を流量 F 1 に維持することによって、時刻 T 2 ～時刻 T 4 において供給流量を流量 F 2 に維持する方法に比べて、エアコンプレッサ 6 2 が消費する電力を小さくできる。

30

【0072】

4. 他の実施形態：

本発明は、先述した実施形態になんら限定されるものではなく、発明の技術的範囲に属する種々の形態によって実施できる。例えば、実施形態の構成要素の中で付加的なものは、実施形態から省略できる。ここで言う付加的な構成要素とは、メインの請求項においては特定されていない事項に対応する要素のことである。例えば、以下のような実施形態でも良い。

【0073】

4-1. 供給流量の増加方法（図 3）：

始動時において供給流量をゼロから F 2 まで増加させる方法を、次に説明する何れかの方法に置き換えても良い。図 3 は、始動時における供給流量の経時変化を例示する 3 つのグラフを示す。図 3 の（A）（B）（C）は、それぞれ異なるパターンを示す。

40

【0074】

図 3 の（A）は、線形に増加させる方法を示している。図 3 の（B）は、増加率を徐々に上昇させながら増加させる方法を示している。図 3 の（C）は、初めは増加率を徐々に上昇させながら、その後は増加率を徐々に減少させながら増加させる方法を示している。ここで言う「その後」とは、時刻 T 1 から時刻 T 4 までの時間のおよそ半分が経過した時刻以降のことである。ここで言う時刻 T 4 は、時刻 T 1 から所定時間が経過した時刻であ

50

る。この所定時間は、図2を用いて説明した一連の制御によって分流シャットバルブ63のバルブ開度が最大に達するのに十分な時間として、予め定められた時間である。上記およそ半分の時間が経過した時刻と時刻T4とに達したか否かは、制御ユニット100がタイマーを用いて判断する。なお、およそ半分が経過した時刻でなくても、例えば、およそ1/3が経過した時刻でも構わない。

【0075】

図3の(A)(B)(C)何れに示された方法によっても、供給流量が徐々に増加するので、供給流量が急激に変化することによって発生する騒音等を低減できる。

【0076】

図3の(B)に示された方法によれば、特に時刻T1付近において、供給流量が滑らかに変化するので騒音等を低減できる。一方、図3の(C)に示された方法によれば、特に時刻T1及び時刻T4付近において、供給流量が滑らかに変化するので騒音等を低減できる。

10

【0077】

供給流量を増加させる方法は、上記に説明した方法以外のものであっても構わない。他の方法においても、上記の方法と同じように単調増加によって供給流量を増加させることが、騒音等を低減するために好ましいと考えられる。単調増加とは、時間が経過するに連れて、供給流量が増加するか又は変化しないことである。当然、単調増加以外の方法であっても構わない。

【0078】

20

4-2. その他:

(a) 燃料電池スタック40を大気開放するための流路を、空気供給路61及び空気排出路66とは別に設けても良い。

【0079】

(b) バイパス69を省いても良い。この場合は、スタック内圧を上昇させるために、圧力調整シャットバルブを開けることによって、燃料電池スタック40を大気開放すれば良い。このようにすれば、簡易な方法によって分流シャットバルブ63前後の圧力差を小さくできる。

【0080】

(c) スタック内圧が大気圧に達する前に、例えばスタック内圧が大気圧の90%に達した時に、分流シャットバルブ用モータ64が分流シャットバルブ63を開け始めても良い。このようにすれば、素早く発電を開始できる。

30

【0081】

(d) 分流シャットバルブ63の代わりに、2つのシャットバルブを用いても良い。このようにすれば、設計の自由度が向上する。

【0082】

(e) 圧力計65を省いても良い。この場合、時刻T3は、時刻T2から予め定めた時間後とすれば良い。この予め定めた時間は、スタック内圧が大気圧に達するために十分な時間にとすれば良い。このようにすれば、スタック内圧の測定と、測定結果に基づく制御とが不要になる。

40

【0083】

(f) 燃料電池システム30の停止時において、スタック内圧が所定値以上の場合には、図2を用いて説明した処理の実行を省いても良い。この所定値とは、分流シャットバルブ用モータ64が分流シャットバルブ63を開くのに十分な値(例えば大気圧または大気圧の90%)のことである。処理を省いた場合には、例えば、分流シャットバルブ63及び圧力調整シャットバルブ67を開くこと、並びにエアコンプレッサ62の動作開始をほぼ同時に実行すれば良い。このようにすれば、スタック内圧が所定値以上の場合には、素早く発電を開始できる。

【0084】

(g) 圧力調整シャットバルブ67は、圧力差をキャンセルする機構を備えなくても良

50

い。例えば、バルブを開く際に、圧力差にあまり影響されないタイプのバルブを用いても良いし、スタック内圧が大気圧よりも高い時に開きやすいタイプを用いても良い。このようにすれば、圧力調整シャットバルブ 67 の構成が簡易となって安価になる。

【0085】

(h) 燃料電池システム 30 は、自動車用でなくても良い。例えば、他の輸送用機器用または家庭用電力供給用でも良い。輸送用機器とは、二輪車と、三輪自動車と、一人乗り自動車と、列車とを含む。

【0086】

(i) 燃料電池のタイプは、固体高分子形でなくても、熔融炭酸塩形など、他のものでも良い。

10

【0087】

(j) 燃料ガスは、水素でなくても、燃料電池のタイプに合わせて、一酸化炭素などに変更しても良い。

【0088】

(k) スタック内圧を上昇させるための専用の機構を備えても良い。例えば、エアコンプレッサ 62 によって圧縮された空気を貯蔵しておき、燃料電池システム 30 の始動時において、貯蔵された空気を燃料電池スタック 40 に供給しても良い。

【0089】

(l) 供給流量の制御は、圧力調整シャットバルブ 67 のバルブ開度の調整によって実行しても良い。

20

【符号の説明】

【0090】

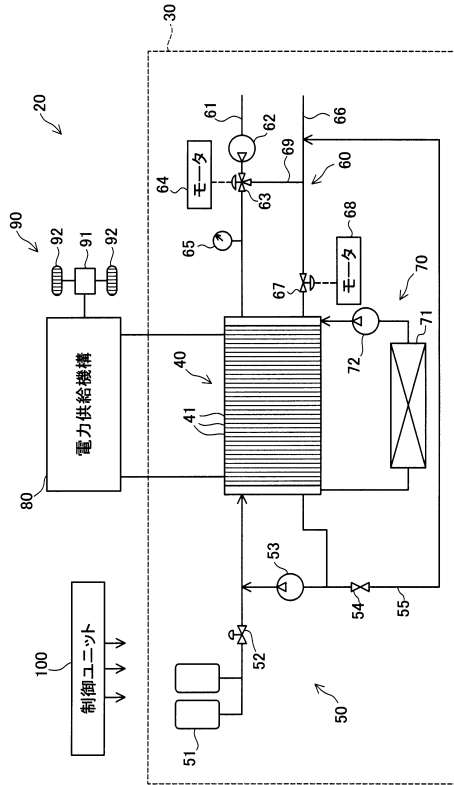
- 20…燃料電池自動車
- 30…燃料電池システム
- 40…燃料電池スタック
- 41…単セル
- 50…水素供給排出機構
- 51…水素タンク
- 52…レギュレータ
- 53…水素循環ポンプ
- 54…パージバルブ
- 55…排出経路
- 60…空気供給排出機構
- 61…空気供給路
- 62…エアコンプレッサ
- 63…分流シャットバルブ
- 64…分流シャットバルブ用モータ
- 65…圧力計
- 66…空気排出路
- 67…圧力調整シャットバルブ
- 68…圧力調整シャットバルブ用モータ
- 69…バイパス
- 70…冷却水循環機構
- 71…ラジエータ
- 72…冷却水循環ポンプ
- 80…電力供給機構
- 90…駆動機構
- 91…駆動用モータ
- 92…駆動輪
- 100…制御ユニット

30

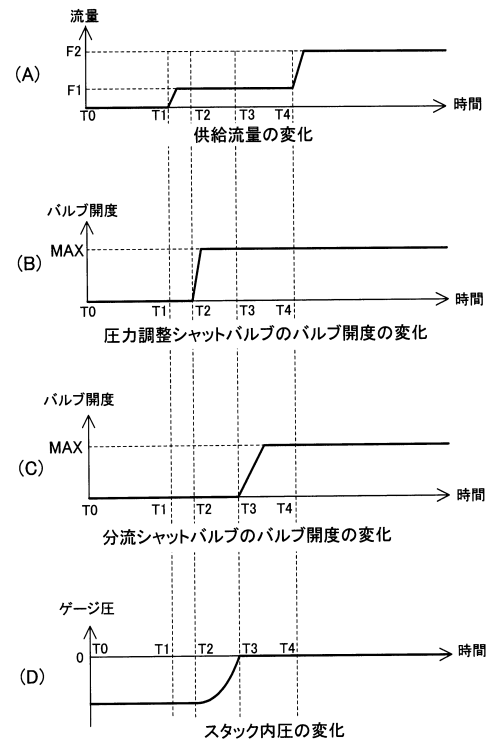
40

50

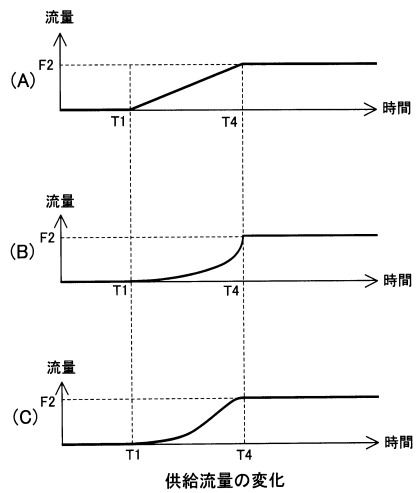
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-269857 (JP, A)
特開2010-277801 (JP, A)
特開2007-179949 (JP, A)
特開2005-158282 (JP, A)
特開2008-243762 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/00 - 8/24