

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5123568号
(P5123568)

(45) 発行日 平成25年1月23日(2013.1.23)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

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

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-144517 (P2007-144517)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成19年5月31日(2007.5.31)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-300165 (P2008-300165A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年12月11日(2008.12.11)	(74) 代理人	100064414
審査請求日	平成21年11月27日(2009.11.27)		弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(72) 発明者	安藤 章二
			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	沼田 英雄
			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その空気流量制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水素と空気を導入し化学反応させて発電する燃料電池と、
 前記燃料電池から排出された水素を前記燃料電池から排出された空気希釈するための希釈器と、
 前記燃料電池の要求負荷を満たす電力を発電するために必要な前記空気の量を算出する負荷要求空気量算出手段と、
 前記希釈器内の水素を、外部に排出する空気排出挿通配管内で、所定濃度に希釈するために必要な排ガスが得られる前記燃料電池へ導入する空気の量を算出する希釈用空気量算出手段と、
 前記負荷要求空気量算出手段により求められた空気量と、前記希釈用空気量算出手段により求められた空気量のうち多いほうの空気量を前記燃料電池へ供給する空気供給制御手段と、
 前記希釈器に接続され、空気を前記希釈器内へ導くバイパス流路とを備え、
 前記燃料電池から排出された空気は、前記空気排出挿通配管内で、前記希釈器内から押し出されたガスと合流し、
 前記希釈用空気量算出手段は、
 前記希釈器内の水素の量を算出し、算出した該希釈器内の水素の量と前記バイパス流路から前記希釈器へ導入される空気の量とに基づいて前記希釈器から前記空気排出挿通配管内に排出される水素量を算出し、

10

20

前記燃料電池へ導入する空気の量を、前記空気排出挿通配管を流れる前記燃料電池から排出された空気の温度が高くなるほどより大きく、前記合流に際しての圧力と前記空気排出挿通配管の外部の大気圧との差が大きいほど大きく、および前記空気排出挿通配管の外部の大気圧が大きいほど小さくなる補正を行い、算出する

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記希釈用空気量算出手段は、前記希釈器内の残留水素量に基づいて、前記必要な空気の量を算出する

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】

前記空気供給制御手段は、前記燃料電池の要求負荷が減少した場合に、前記負荷要求空気量算出手段により求められた空気量と前記希釈用空気量算出手段により求められた空気量のうち多いほうの空気量を前記燃料電池へ供給する

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

水素と空気を燃料電池に導入し化学反応させて発電する工程と、

前記燃料電池から排出された希釈器内の水素を、外部に排出する空気排出挿通配管内で、前記燃料電池から排出された空気希釈する工程と、

前記燃料電池の要求負荷を満たす電力を発電するために必要な前記空気の量を算出する要求空気量算出工程と、

前記燃料電池から排出された水素を、外部に排出する前記空気排出挿通配管内で、所定濃度に希釈するために必要な排ガスが得られる前記燃料電池へ導入する空気の量を算出する希釈用空気量算出工程と、

前記要求空気量算出工程により求められた空気量と前記希釈用空気量算出工程により求められた空気量のうち多いほうの空気量を前記燃料電池へ供給する空気供給工程と、

導入された空気を前記希釈器内に導く工程と、

前記燃料電池から排出された空気が前記空気排出挿通配管内で前記希釈器内から押し出されたガスと合流する工程とを有し、

前記希釈用空気量算出工程は、前記希釈器内の水素の量を算出し、算出した該希釈器内の水素の量と前記導入された空気の量とに基づいて前記希釈器から前記空気排出挿通配管内に排出される水素量を算出し、前記燃料電池へ導入する空気の量を、前記空気排出挿通配管を流れる前記燃料電池から排出された空気の温度が高くなるほどより大きく、前記合流に際しての圧力と前記空気排出挿通配管の外部の大気圧との差が大きいほど大きく、および前記空気排出挿通配管の外部の大気圧が大きいほど小さくなる補正を行い、算出することを特徴とする燃料電池システムの空気流量制御方法。

【請求項 5】

前記希釈用空気量算出工程は、前記希釈器内の残留水素量に基づいて前記希釈するために必要な空気の量を算出する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池システムの空気流量制御方法。

【請求項 6】

前記空気供給工程は、前記燃料電池の要求負荷が減少した場合に、前記要求空気量算出工程により求められた空気量と前記希釈用空気量算出工程により求められた空気量のうち多いほうの空気量を前記燃料電池へ供給する

ことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の燃料電池システムの空気流量制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水素と酸素を化学反応させて発電し負荷に電流を供給する燃料電池システムおよびその空気流量制御方法に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

自動車などの乗り物や家庭や工場等に広く用いられる燃料電池は、水素と酸素との化学反応によって発電するため、燃料電池の運転中のパーズ、ドレイン等によって排出される水素量は高負荷になるほど多くなり、水素と反応する酸素を含む空気流量も多くなる。

図9(a)は、燃料電池の負荷と空気流量との関係を表した図であり、横軸に燃料電池の負荷をとるとともに縦軸に燃料電池に供給する空気流量をとっている。また、図9(b)は、燃料電池の負荷と燃料電池からの水素排出量との関係を表した図であり、横軸に燃料電池の負荷をとるとともに縦軸に水素排出量をとっている。

従来、図9(a)に示すように、低負荷での空気流量の場合においても、水素濃度が上昇しないように、図9(b)に示すように、高負荷での1回あたりの水素排出量 h を設定して、希釈する空気量を制御している。

10

【0003】

或いは、排出する水素を貯留する希釈器の容量を、水素の濃度を所定の低濃度にするために、ある程度大きく確保することによって一時的に希釈器内に溜め込める量を多くし、負荷減少時においても水素濃度が上昇しないようにしている。

例えば、不純物を含む水素のパーズを行う前は、該水素を排出するための希釈器内を空気が100%満たしているため、水素溜め込みスペースである希釈器の容量を大きくすることで排出する水素の濃度を下げることができる。

図10は、希釈器101廻りの構成を示す概念的断面図である。

20

図10に示すように、中空の空間を有する希釈器101には、燃料電池から排出された水素(以下、排水素と称す)が、パーズ弁或いはドレイン弁が開弁され水素排出配管102を通して、矢印cに示すように流れ込む。そして、希釈器101内の排水素は、空気排出配管103を矢印aの如く流れ車外に排出される空気(以下、排空気と称す)によって、空気排出配管103に穿設された水素排出口103dから矢印Aのように吸い込まれ、矢印bに示すように、排空気とともに車外に排出されている。ここで、希釈器101内の排水素はバイパス配管104を通して矢印dに示すように供給される希釈兼押し出し用空気によって、水素排出口103dから空気排出配管103への排出が促進されている(特許文献1参照)。

【0004】

30

前記したように、希釈器101の容量を大きくすることによって、結果として流れ込む排水素の希釈器101内での濃度を低下させて、最終的な排空気と混合させるポイントA(図10参照)での水素排出量を低下(平準化)させることができ、空気排出配管103内を流れる排空気の流量が低下しても、最終的な水素排出口103d内の排水素の濃度の上昇を抑えることができる。

一方、特許文献2においては、排出する水素を希釈して排気する希釈器を備えた燃料電池システムにおいて、燃料電池からの排出空気を希釈器に導く希釈用ガス供給路と排気酸素含有ガス排出路に分岐し、この排気酸素含有ガス排出路に圧力調圧弁を備え、排気酸素含有ガスの流量が少ない場合には、調圧弁の開度を少なくして、希釈用ガス供給路に導入する排気酸素含有ガスの量を増加させている(特許文献2の図1参照)。

40

【特許文献1】特開2006-15597号公報(段落0028~0033、0042、0044、図1、図2等)

【特許文献2】特開2005-11654号公報(段落0007、0010、図1、図2等)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献1においては、負荷による空気流量の増減を考慮して1回あたりのパーズ量をパーズ弁の開弁時間を短縮してパーズ量を減らすことによって、排出する水素の流量を減少させている。そして、排空気の流量が少ない場合にも排出する水素濃度が上

50

昇しないように設定している。しかしながら、この場合には1回当たりのページの効果が少なく、結果として有効に発電に使用される水素量が減少し、水素排出量が増加するという問題が生じる。

また、排水素を貯留する希釈器101の容量を大きくすることで水素濃度の上昇を抑える方策があるが、この場合、重量が増加し燃費悪化の起因となるとともに、希釈器101の材料コストが上昇し、コストが高騰するという不都合がある。

一方、特許文献2においては、燃料電池から排出される空気の量が少ない時、どんなに調圧弁の開度を調整しても排出された空気量以上の空気量を希釈器へは導入できず、例えば、高負荷の状態で水素が排出された後、短時間に低負荷になった場合は、高負荷での排出された水素量が多いことから、排水素を希釈するために必要な空気量を確保できない恐れがある。

10

【0006】

前記の如く、燃料電池の負荷の高低による空気流量、水素排出量の違いによって高負荷から低負荷に負荷が急激に減少した場合、高負荷でのページ直後の負荷減少の際にシステムから水素を排出するまでの時間に対して、排空量が短時間で減少し、このタイムラグにより水素濃度が許容範囲を超えて上昇するという解決すべき技術課題がある。

本発明は上記実状に鑑み、排出する水素量に応じて空気流量を適正に制御し、システムから排出されるガスの水素濃度を許容範囲内に抑制することが可能な燃料電池システムおよびその空気流量制御方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

上記目的を達成すべく、本発明に関わる燃料電池システムは、水素と空気を導入し化学反応させて発電する燃料電池と、燃料電池から排出された水素を燃料電池から排出された空気希釈するための希釈器と、燃料電池の要求負荷を満たす電力を発電するために必要な空気の量を算出する負荷要求空気量算出手段と、希釈器内の水素を、外部に排出する空気排出挿通配管内で、所定濃度に希釈するために必要な排ガスが得られる燃料電池へ導入する空気の量を算出する希釈用空気量算出手段と、負荷要求空気量算出手段により求められた空気量と、希釈用空気量算出手段により求められた空気量のうち多いほうの空気量を燃料電池へ供給する空気供給制御手段と、希釈器に接続され、空気を希釈器内へ導くバイパス流路とを備え、燃料電池から排出された空気は、空気排出挿通配管内で、希釈器内から押し出されたガスと合流し、希釈用空気量算出手段は、希釈器内の水素の量を算出し、算出した該希釈器内の水素の量とバイパス流路から希釈器へ導入される空気の量とに基づいて希釈器から空気排出挿通配管内に排出される水素量を算出し、燃料電池へ導入する空気の量を、空気排出挿通配管を流れる燃料電池から排出された空気の温度が高くなるほどより大きく、合流に際しての圧力と空気排出挿通配管の外部の大気圧との差が大きいほど大きく、および空気排出挿通配管の外部の大気圧が大きいほど小さくなる補正を行い、算出している。

30

【0008】

本発明に関わる燃料電池システムの空気流量制御方法は、水素と空気を燃料電池に導入し化学反応させて発電する工程と、燃料電池から排出された希釈器内の水素を、外部に排出する空気排出挿通配管内で、燃料電池から排出された空気希釈する工程と、燃料電池の要求負荷を満たす電力を発電するために必要な空気の量を算出する要求空気量算出工程と、燃料電池から排出された水素を、外部に排出する空気排出挿通配管内で、所定濃度に希釈するために必要な排ガスが得られる燃料電池へ導入する空気の量を算出する希釈用空気量算出工程と、要求空気量算出工程により求められた空気量と希釈用空気量算出工程により求められた空気量のうち多いほうの空気量を燃料電池へ供給する空気供給工程と、導入された空気を希釈器内に導く工程と、燃料電池から排出された空気が空気排出挿通配管内で希釈器内から押し出されたガスと合流する工程とを有し、希釈用空気量算出工程は、希釈器内の水素の量を算出し、算出した該希釈器内の水素の量と導入された空気の量とに基づいて希釈器から空気排出挿通配管内に排出される水素量を算出し、燃料電池へ導入す

40

50

る空気の量を、空気排出挿通配管を流れる燃料電池から排出された空気の温度が高くなるほどより大きく、合流に際しての圧力と空気排出挿通配管の外部の大気圧との差が大きいほど大きく、および空気排出挿通配管の外部の大気圧が大きいほど小さくなる補正を行い、算出している。

【発明の効果】

【0009】

本発明の請求項1に関わる燃料電池システムまたは請求項4に関わる燃料電池システムの空気流量制御方法によれば、常に水素を希釈するのに必要な空気流量を確保するため、排出する水素量の許容範囲を超える上昇を抑えることができる。

【0010】

また、希釈器内のガスを押し出すことにより、短期間に水素の希釈を完了できる。また、押し出す空気の量に応じて水素を希釈する空気の量を決定することにより、押し出される水素の量に対応して、確実に水素の希釈が可能となる。

【0011】

本発明の請求項2に関わる燃料電池システムまたは請求項5に関わる燃料電池システムの空気流量制御方法によれば、残留水素量に基づいて水素を希釈するために必要な空気の量を算出することにより、水素の希釈が必要な時にのみ、確実に水素の希釈が可能となる。

【0012】

本発明の請求項3に関わる燃料電池システムまたは請求項6に関わる燃料電池システムの空気流量制御方法によれば、燃料電池が高負荷の際に水素パージされた直後、燃料電池の負荷が減少して負荷に基づいた空気量が減少しても、確実に排出する水素量の許容範囲を超える上昇を防ぐことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。

<< 燃料電池システム1の構成概要 >>

図1は、本実施形態に係る燃料電池システム1を示す構成図である。

図1に示すように、本発明を適用した燃料電池システム1の燃料電池2は、車両(図示せず)に搭載されたものであり、アノード電極2bに水素タンクHT内の燃料ガスの水素が水素供給配管H1を通して供給されるとともに、カソード電極2cにコンプレッサ(空気供給制御手段)Cから空気が空気供給配管O1を通して供給され、水素と空気中の酸化剤ガスの酸素との電気化学反応によって発電し、走行モータ等の負荷(図示せず)へ電流が取り出されている。

供給された水素および酸素は、燃料電池2の発電によって消費され、発電に用いられない場合には消費されることなく、そのまま燃料電池2から排出されている。なお、燃費を改善するため等の理由により、燃料電池2から排出された水素を、循環配管Jを通して後記の燃料電池2S直前の水素供給配管H1に、エゼクタ3を介して循環し使用している。

なお、循環配管Jに配設され燃料電池2から排出された高温の水素に含まれる水蒸気を凝縮し貯留するキャッチタンクと、該キャッチタンク内の水を排出するドレイン弁、および燃料電池2への空気の供給配管O1等に配設される加湿器は、簡単のために省略している。

【0014】

この燃料電池2は、イオン導電性を有する固体高分子電解質膜2aの一方の片面を触媒を含んでなるアノード電極2bと他方の片面を触媒を含んでなるカソード電極2cとで挟んだ膜電極構造体(MEA: Membrane Electrode Assembly)の両面を導電性のセパレータ(図示せず)で挟んだセルが、多数、例えば、200枚直列に積層された構造に形成されている。前記各セルの両セパレータにはそれぞれ水素の通路、空気の通路、および冷却水の通路が形成されており、供給される空気、水素、および冷却水循環装置(図示せず)から供給される水が、それぞれ混合しないように通流されている。

10

20

30

40

50

前記燃料ガスの供給源の水素タンクHTとエゼクタ3間の水素供給配管H1には、水素タンクHTからの水素の供給を開閉弁して制御する遮断弁7が配設されている。また、循環配管Jには、後記の水素パージ制御時に排出された高濃度の水素を希釈器5に排出するための水素排出配管H2が連結され、この水素排出配管H2には開閉弁制御される水素パージ弁6が配設されている。

【0015】

<<燃料電池システム1の細部構成およびシステム1から排出される水素の希釈>>

ところで、燃料電池2の発電前に、燃料電池2内に窒素、残留水等の不純物が存在すると、発電のための化学反応が阻害され発電効率が低下する。また、燃料電池2の運転中に発電能力が低下する場合があるが、これは燃料電池2内の窒素、残留水等の不純物が起因していると考えられる。

10

そこで、燃料電池2の発電前および燃料電池2の発電性能が低下した場合に、燃料電池2のアノード電極2b側に水素を供給して前記不純物を該水素とともに排出する水素パージ制御が行われている。この水素パージ制御時には、循環配管J、水素排出配管H2に接続する水素パージ弁6を開弁し、水素排出配管H2を通して、図2に示すように、不純物を水素とともに発電系外の希釈器5に排出している。

【0016】

この際、高濃度の水素が不純物とともに希釈器5内に排出される。なお、この排出された水素を以後、排水素と称する。こうして、希釈器5内に排出された高濃度の排水素は、後記するように、希釈器5内および希釈器5から排出されて通流する空気排出配管O2において車外に排出するのに適した低濃度の水素に希釈された後、車外に排出されている。

20

一方、コンプレッサCにより圧縮された空気は、T字型継ぎ手等の分岐配管B0によって、燃料電池2の発電に使用するために空気供給配管O1を通して燃料電池2のカソード電極2c側に供給される発電用の空気と、バイパス配管(バイパス流路)B1を通して希釈器5に導入される水素希釈用の空気とに分岐されている。なお、バイパス配管B1を通して希釈器5に導入される水素希釈用の空気は、希釈器5に排出された高濃度の排水素を低濃度の水素に希釈して車外に押し出す役割を担っている。

【0017】

図2は、希釈器5およびその近傍の配管内の様子を示す概念的断面図である。

図1、図2に示すように、バイパス配管B1を通して希釈器5に送られる水素希釈用の空気は、希釈器5内において水素排出配管H2を通して送られた高濃度の排水素を希釈するとともに、この希釈された排水素を後記の水素排出口O2aから押し出している。ここで、バイパス配管B1には、開閉制御される希釈弁8が配設されている。なお、このバイパス配管B1を通して希釈器5に送られる水素希釈用空気を、以下、導入空気と称する。

30

空気供給配管O1を通して、燃料電池2のカソード電極2c側に供給された発電用の空気は、燃料電池2内の各セルで発電に使用され、各セル内を通流したものの発電に使用されなかった空気は、燃料電池2から排出された後、空気排出配管O2を通して、図2に示すように、サイレンサ(図示せず)を介して車外に排出されている。なお、空気排出配管O2には、背圧弁9が配設されている。また、燃料電池2のカソード電極2c側から排出された空気を排空気と称する。

40

【0018】

図1に示すように、燃料電池2のカソード電極2cから排出された排空気は、空気排出配管O2を流れ、図2に示すように、空気排出配管O2に穿設され希釈器5内空間に開口する水素排出口O2aから、希釈器5内の希釈された排水素を吸い込み、さらに低濃度に希釈しつつ、サイレンサを介して、排水素とともに車外に排出されている。ここで、空気排出配管O2は、希釈器5内を挿通して設置されており、この挿通箇所を空気排出挿通配管O21に前記の通り水素排出口O2aが穿設されている。なお、空気排出配管O2は、希釈器5内を挿通することなく、水素排出口O2aの形成箇所近傍で希釈器5に近接して設置することも可能である。

【0019】

50

図2に示すように、希釈器5内には、希釈用の流路5rが形成されており、水素パーズ制御時に希釈器5に水素排出配管H2を通して送られた高濃度の排水素は、バイパス配管B1を通して希釈器5に送られる導入空気によって、流路5r内を破線の矢印で示すように流れつつ低濃度に希釈されるとともに水素排出口O2aへ押し出されている。

なお、前記した燃料電池システム1の各機器は、制御装置(負荷要求空気量算出手段、希釈用空気量算出手段、空気供給制御手段)10によって統括的に制御されている。

【0020】

<<未希釈水素の発生>>

次に、従来、問題であった車外へ排出される水素が適正濃度以上の未希釈濃度の水素となるケースについて説明する。

ここで、通常空気流量とは、燃料電池2の発電量に基づき燃料電池2に空気が供給された場合、燃料電池2の発電量に比例した量の空気が燃料電池2に供給され、発電に用いられることなく燃料電池2から排出され希釈器5内の空気排出挿通配管O21(図2参照)を流れる排空気流量、すなわち排ガス流量をいう。また、必要空気流量とは、希釈器5内の排水素をその濃度に対応して適正な濃度の水素、すなわち適正な量の水素に希釈して外部に排出するための空気排出挿通配管O21(図2参照)を流れる排空気流量、すなわち排ガス流量をいう。

【0021】

図3は、燃料電池2の負荷が高負荷の状態の水素が排出された後、短時間に低負荷になった場合を示しており、燃料電池2で発電される電流(図3中、FC電流と略記する)と、水素パーズ弁6の開弁、閉弁と、空気排出挿通配管O21(図2参照)を流れる通常空気流量と、空気排出挿通配管O21(図2参照)を流れる必要空気流量との時間経過に対する変化を表したものである。なお、横軸に時間tをとり、縦軸にFC電流、水素パーズ弁6の開弁、閉弁制御、通常空気流量、必要空気流量をとっている。

図3に示すように、燃料電池2が高負荷で発電されている状態で、水素パーズ弁6が開弁され(図3中の時刻t1)、その直後、短時間のうちに低負荷になり、発電量が短時間のうちに低下した場合、コンプレッサCから供給される空気量は、燃料電池2の発電量に比例した量の空気が供給されるので、図3中の時刻t1後、FC電流の低下に伴ってコンプレッサCが、制御装置10によって低回転制御され、通常空気流量もFC電流とともに低下する。

【0022】

一方、希釈器5内の排水素をその濃度に対応して適正な濃度に希釈して車外に排出するための空気排出挿通配管O21を流れる必要空気流量は、水素パーズ弁6の開弁(図3中の時刻t1)によって希釈器5内に排水素が突如、排出されるため、図3中の時刻t1後、急峻に増加する。

そして、時間経過に伴って、図3中の時刻t2に至り、希釈器5内の排水素濃度に対応した必要空気量が、通常空気流量を超える。すなわち、希釈器5内の排水素濃度に対応した排空気流量より少ない排空気流量が、空気排出挿通配管O21を排ガスとして流れているため、許容範囲を超えた適正量以上の水素が車外に排出されることになる。

その後、時間経過に伴い、水素パーズ弁6の開弁により希釈器5内に排出された排水素も、図2に示すように、希釈器5内から排出されるので、希釈器5内の排水素濃度も低下し、必要空気量も時間経過に伴い減少する。そして、ある時点(図3中の時刻t3)で、排水素を適正濃度に希釈するための必要空気量が、通常空気流量を下回る。

【0023】

上記プロセスにおいて、水素パーズ制御時の水素パーズ弁6の開弁後の時刻t2から時刻t3の間、希釈器5内の排水素の濃度に対応した必要空気量が、発電に基づいた、例えば、発電に必要な酸素量に比例する酸素量を供給された場合に空気排出挿通配管O21を流れる通常空気流量を上回るため、車外に適正濃度以上の水素、すなわち許容範囲を超えた量の水素が排出されてしまう。

このように、燃料電池2の負荷の高低による空気流量、水素排出量の違いにより、高負

10

20

30

40

50

荷から低負荷に負荷を減少させた場合に高負荷でのページ直後の負荷減少時、燃料電池システム 1 から高濃度の水素を希釈して排出を完了するまでの時間に対して、燃料電池 2 から排出され水素を希釈する排空気量が短時間で減少してしまうため、これらの時間のズレ、すなわちタイムラグにより希釈されることなく高濃度の水素が排出されることが想定される。

そこで、本実施形態においては、排出された水素を許容範囲内の濃度に希釈する排空気流量を確保し、システム 1 から排出されるガスの水素濃度を許容範囲内に抑え、適正濃度以上の水素が排出されることを防止している。

【 0 0 2 4 】

<< 排水素の希釈空気流量制御 >>

10

次に、排水素の希釈空気流量制御について、図 4 を用いて説明する。なお、図 4 は、希釈空気流量制御の制御フローである。

希釈空気流量制御は、制御装置 10 において制御プログラムを実行し、制御装置 10 から燃料電池システム 1 内の各機器に制御信号等を出力するとともに、各機器の信号を制御装置 10 に入力することにより行われる。

本制御の特徴は、燃料電池 2 の負荷に基づいて決定される空気量、例えば、発電に用いられる空気量に比例する空気量を固定的に燃料電池 2 に供給した場合に燃料電池 2 から排出される通常空気量と、希釈器 5 内の水素を希釈して許容範囲内の適正な濃度にして外部に排出するために必要な空気量の必要空気量を比較し、多いほうの排空気量を水素の希釈に用いることで、排出ガスの水素濃度を適正值にコントロールし、排出ガスの水素濃度要件を遵守している。

20

【 0 0 2 5 】

以下、図 4 を参照しつつ、希釈空気流量制御について説明する。

図 4 の S 1 において、例えば、乗車中の運転者がアクセルを踏み込んでいた際に急に踏み込みを緩めた場合など、燃料電池 2 の負荷の要求低下があるか否かが、制御装置 10 において判断される。なお、この S 1 のステップは、省略することも可能である。燃料電池 2 の負荷の要求低下がある場合は、図 4 の S 2 において、制御装置 10 により、燃料電池 2 の負荷に応じた目標空気流量 A 1 を算出する。目標空気流量 A 1 とは、下記の空気量をいう。

すなわち、図 1 に示すように、燃料電池 2 の負荷に基づいてコンプレッサ C から空気、例えば、発電に必要な空気に比例する量の空気が空気供給配管 O1 を通して燃料電池 2 のカソード電極 2 c に供給され発電される。この燃料電池 2 へ供給される空気量を、目標空気流量 A 1 とする。この目標空気流量 A 1 の空気が燃料電池 2 に導入され発電に使用された後、一部発電に使用されなかった空気が、空気排出配管 O2 を通過して希釈器 5 内の空気排出挿通配管 O21 を流れ、水素排出口 O2a から排水素を吸い込み希釈し、空気排出挿通配管 O21 から外部に排出される。この場合の希釈器 5 内の空気排出挿通配管 O21 を流れる空気量が前記の通常空気流量である。

30

【 0 0 2 6 】

この目標空気流量 A 1 は、図 5 に示すように、燃料電池 2 の電流増加に従って増加する関係にある。なお、図 5 は、燃料電池 2 の電流に対する目標空気流量 A 1 を表したグラフであり、横軸に燃料電池 2 の電流をとり、縦軸に目標空気流量 A 1 をとっている。

40

続いて、図 4 の S 3 において、制御装置 10 により、必要空気流量からの目標空気流量 A 2 の算出(図 6 参照)が行われる。なお、図 6 は、必要空気流量からの目標空気流量 A 2 算出のフローである。以下、図 6 を用いて、図 4 の S 3 で行われる必要空気流量からの目標空気流量 A 2 算出について説明する。

【 0 0 2 7 】

図 6 の S31 において、燃料電池 2 の運転中に水素ページ弁 6 の開弁によって排出された希釈器 5 内の排水素量の算出が行われる。

例えば、予め、所定温度における水素ページ弁 6 の上流側の圧力と下流側の圧力との差に基づいて、実験的に得た単位時間当たりの排水素量のマップを制御装置 10 の記憶装置

50

に記憶している。そして、水素パーズ弁 6 上流側の圧力が、水素パーズ弁 6 の上流側の燃料電池 2 のアノード電極 2 b 近傍の配管に配設された圧力センサにより測定されるとともに、水素パーズ弁 6 の下流側の圧力が、水素パーズ弁 6 の下流側の配管に配設された圧力センサによって測定され、また、燃料電池 2 出口の循環配管 J に配設した温度センサで温度が測定されている。

【 0 0 2 8 】

そして、制御装置 1 0 において、水素パーズ制御時に測定されたこれらの圧力値から、マップより得た単位時間当たりの排水素量に水素パーズ弁 6 の開弁時間をかけて、水素パーズ制御によって希釈器 5 内に排出された排水素量を算出する。或いは、水素パーズ制御が行われてから希釈器 5 内に水素の排出が行われる排水素量を、実験によって、燃料電池 2 の発電状態等の種々の条件下で測定して時間により予めマップ等に設定して制御装置 1 0 の記憶装置に記憶しておき、制御装置 1 0 において、水素パーズ弁 6 の開弁時間によって水素パーズ制御による希釈器 5 内の排水素量を推定することも可能である。

10

【 0 0 2 9 】

前記の如く、排出された排水素量の算出は、圧力、温度等から求めた単位時間あたりの水素排出量を積算することによって算出する方法、或いは、簡易的に水素パーズ制御をしたときの燃料電池 2 の負荷によって、予め設定しておく方法等がある。なお、水素パーズ弁 6 から排出された排水素が希釈器 5 から排出されるまでの配管遅れは考慮して算出する。

また、水素パーズ量に応じて希釈に必要な排空気流量積算値が予め設定してある場合には、排空気流量積算値の残量によって希釈器内の水素量を推定する方法もある。

20

続いて、図 6 の S 32 において、図 6 の S 31 で求めた希釈器 5 内の排水素量と、図 2 に示すように、希釈器 5 内へバイパス配管 B 1 を通して、送られる導入空気量から、希釈器 5 の水素排出口 O 2a から排出される単位時間当りの排水素量を算出する。なお、導入空気量は、コンプレッサ C の回転速度、分岐配管 B 0 で分岐される配管径等を用いて求められる。

【 0 0 3 0 】

続いて、図 6 の S 33 において、図 6 の S 32 で求めた希釈器 5 の水素排出口 O 2a から排出される単位時間当りの排水素量から、図 2 に示す空気排出挿通配管 O 21 を流れる理論上の質量流量である必要空気流量を、予め設定した排出可能な適正な水素濃度または水素量になるように算出する。

30

図 7 は、希釈器 5 から排出される排水素量と質量流量である必要空気流量との関係を表した図であり、横軸に希釈器 5 から排出される排水素量ととり、縦軸に必要空気流量をとっている。

【 0 0 3 1 】

図 7 に示すように、排出可能な水素濃度にするためには、希釈器 5 から排出される排水素量が増加するに従って、必要空気流量が増加する関係にある。

続いて、図 6 の S 34 において、S 33 で求めた理論上の必要空気流量に、図 2 に示す空気排出挿通配管 O 21 を流れる必要空気流量となる排空気の温度、図 2 に示す水素排出口 O 2a の圧力、大気圧等に基づく補正係数をかけて、実際の質量流量の必要空気流量を算出する。

40

なお、この補正係数は、予め、実験的に求めて設定されており、図 2 に示す空気排出挿通配管 O 21 を流れる必要空気流量となる排空気のすなわち、排ガスの温度が高くなるほど大きく、水素排出口 O 2a の圧力と大気圧の差圧が大きいほど大きく、また、大気圧が大きいほど小さくなるように設定される傾向にある。

なお、図 2 に示す空気排出挿通配管 O 21 を流れる排空気の温度は、燃料電池 2 のカソード電極 2 c の出口近傍に設けた温度センサから求められ、また、図 2 に示す水素排出口 O 2a の圧力は、燃料電池 2 のアノード電極 2 b の出口近傍の循環配管 J 内に設置した圧力センサで測定した圧力と大気圧とを基に求められる。

【 0 0 3 2 】

50

そして、図 2 に示す空気排出挿通配管 O21 を流れる排ガスである必要空気流量が得られるような燃料電池 2 に導入される空気量を目標空気流量 A 2 とする。なお、必要空気流量からの目標空気流量 A 2 を求めるには、理論および実験からのデータ等により制御装置 10 により行われる。

以上が、図 6 に示す必要空気流量からの目標空気流量 A 2 算出、すなわち、図 4 の S 3 における目標空気流量 A 2 の算出の流れである。

【 0 0 3 3 】

続いて、図 4 の S 4 に移行する。そして、図 4 の S 4 において、制御装置 10 により、図 4 の S 2 で求めた通常空気流量の排ガスを得る目標空気流量 A 1 と、図 4 の S 3 において排水素濃度から求めた許容範囲の排水素量となる排ガスの必要空気流量を得るために燃料電池 2 に導入する目標空気流量 A 2 とを比較する。

目標空気流量 A 1 が、排水素濃度に対応した必要空気流量からの目標空気流量 A 2 より大きい場合には (S 4、Y e s)、図 4 の S 5 において、目標空気流量 A 1 を燃料電池 2 に供給する空気量とする。一方、目標空気流量 A 1 より排水素濃度に対応した必要空気流量からの目標空気流量 A 2 が大きい場合には (S 4、N o)、図 4 の S 6 において、目標空気流量 A 2 を燃料電池 2 に供給する空気量とする。こうして、通常運転時の排ガスの目標空気流量 A 1 と希釈に必要な必要空気流量の排ガスからの目標空気流量 A 2 の多いほうを算出し、燃料電池 2 に供給する空気量とする。

以上が排水素の希釈空気流量制御であり、こうして設定した目標空気流量の A 1 または A 2 が燃料電池 2 に供給されるように、コンプレッサ C の運転を制御装置 10 により制御する。

【 0 0 3 4 】

<< 水素パーージ制御 >>

次に、水素パーージ制御について、図 8 を用いて説明する。なお、図 8 は、水素パーージ制御の流れを示す図である。

この水素パーージ制御は、制御装置 10 に格納された制御プログラムを実行し、制御装置 10 から燃料電池システム 1 の水素パーージ弁 6 等の機器へ制御信号等が出力されるとともに、燃料電池システム 1 の機器から制御装置 10 に信号が入力されることにより行われる。

図 8 の S 1 において、制御装置 10 において、水素パーージ弁 6 の開弁要求があるか否か判断される。水素パーージ弁 6 の開弁要求がない場合 (S 1、N o)、水素パーージ制御は行わない。一方、水素パーージ弁 6 の開弁要求がある場合 (S 1、Y e s)、図 8 の S 2 において、制御装置 10 の制御信号が送信され、水素パーージ弁 6 が開弁される。続いて、図 8 の S 3 において、水素パーージ弁 6 の開弁による水素排出量の算出が行われる。この算出は、図 6 の S 1 で説明したことと同様であり、下記のように行われる。

【 0 0 3 5 】

すなわち、所定温度における水素パーージ弁 6 の上流側の圧力と下流側の圧力との差に基づいて、実験的に得た単位時間当たりの排水素量のマップを制御装置 10 の記憶装置に記憶しておく。そして、水素パーージ弁 6 上流側の圧力が、水素パーージ弁 6 の上流側の燃料電池 2 のアノード電極 2 b 近傍の配管に配設された圧力センサにより測定されるとともに、水素パーージ弁 6 の下流側の圧力が、水素パーージ弁 6 の下流側の配管に配設された圧力センサによって測定され、また、燃料電池 2 出口の循環配管 J に配設した温度センサで温度が測定されている。

そして、制御装置 10 において、水素パーージ制御時に測定されたこれらの圧力値から、マップより得た単位時間当たりの排水素量に水素パーージ弁 6 の開弁時間をかけて、水素パーージ制御によって希釈器 5 内に排出された排水素量を算出する。或いは、水素パーージ制御が行われてから希釈器 5 内に水素の排出が行われる排水素量を、実験によって、燃料電池 2 の発電状態等の種々の条件下で測定して時間により予めマップ等に設定し制御装置 10 の記憶装置に記憶しておき、制御装置 10 において、水素パーージ弁 6 の開弁時間によって水素パーージ制御による希釈器 5 内の排水素量を推定することも可能である。

【 0 0 3 6 】

続いて、図 8 の S 4 において、制御装置 1 0 によって、水素パーズ弁 6 の開弁による積算排出量が、予め、実験等で得た所定の水素の要求排出量であるか否か判断される。水素パーズ弁 6 の開弁による積算排出量が、所定の要求排出量以上の場合 (S 4、Y e s)、図 8 の S 5 において、水素パーズ弁 6 が閉弁される。一方、水素パーズ弁 6 の開弁による積算排出量が、所定の要求排出量未満の場合 (S 4、N o)、図 8 の S 3 に移行する。以上が、水素パーズ制御である。

前記構成によれば、高負荷で水素パーズされた直後に燃料電池 2 の負荷が減少し、排出する空気流量が低下した場合においても排出する水素の希釈に必要な排空気流量、すなわち排ガス流量を確保することで、排水素量の上昇を抑えることができる。

また、排空気流量、すなわち排ガス流量を増加することによって水素濃度上昇を回避し、水素パーズ効率の向上及び希釈器 5 の小型化が可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 7 】

【 図 1 】 本発明の実施例に関わる燃料電池システムを示す構成図。

【 図 2 】 実施例の希釈器およびその近傍の空気排出配管内の様子を示す概念的断面図。

【 図 3 】 実施例の燃料電池で発電される電流と水素パーズ弁の開弁、閉弁動作と希釈器内の空気排出配管を流れる排空気流量と希釈器内の排水素の濃度から求めた希釈器内の空気排出配管を流れる必要空気流量との時間経過に対する変化を表した図。

【 図 4 】 実施例の希釈空気流量制御の制御フローを示す図。

【 図 5 】 実施例の燃料電池の電流に対する目標空気流量を表した図。

【 図 6 】 実施例の必要空気流量からの目標空気流量 A 2 算出フローを示す図。

【 図 7 】 実施例の希釈器から排出される水素量と必要空気流量との関係を表した図。

【 図 8 】 実施例の水素パーズ制御フローを示す図。

【 図 9 】 (a) および (b) は、従来の燃料電池の負荷と空気流量との関係を表した図、および従来の燃料電池の負荷と水素排出量との関係を表した図。

【 図 1 0 】 従来の希釈器廻りの構成を示す概念的断面図。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

1 ... 燃料電池システム

2 ... 燃料電池

5 ... 希釈器

1 0 ... 制御装置 (負荷要求空気量算出手段、希釈用空気量算出手段、空気供給制御手段)

B 1 ... バイパス配管 (バイパス流路)

C ... コンプレッサ (空気供給制御手段)

10

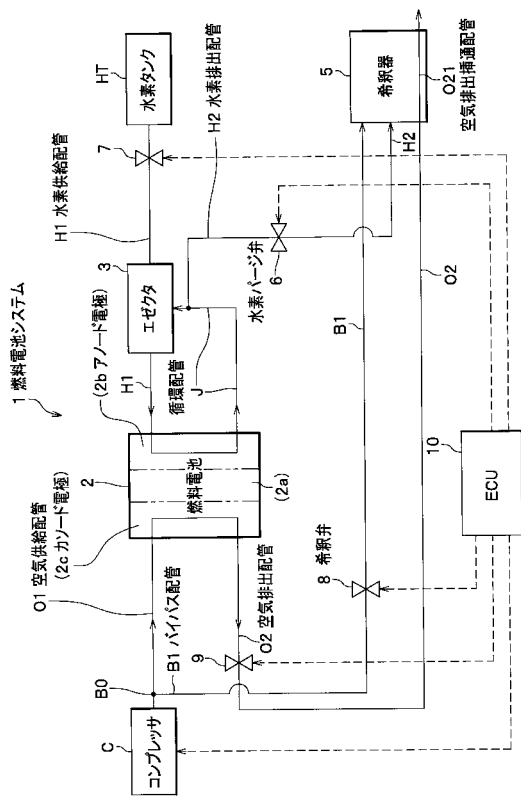
20

30

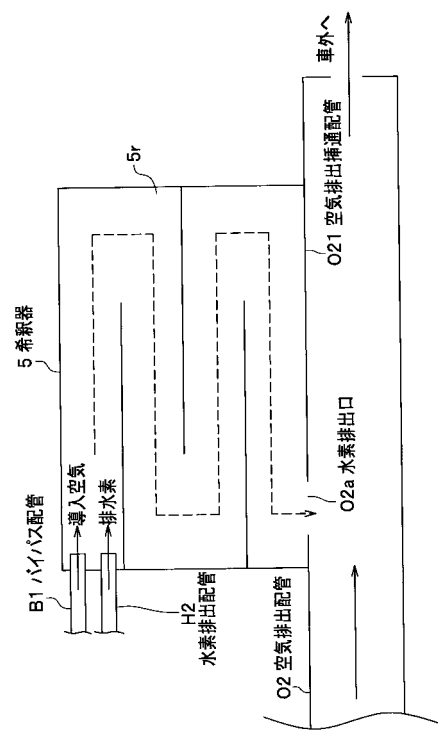
40

50

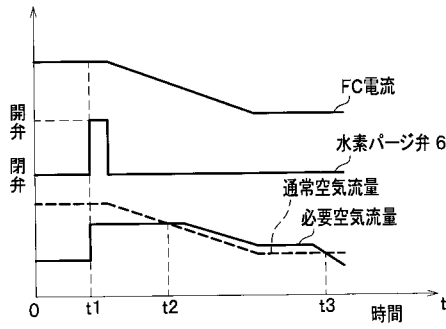
【図1】



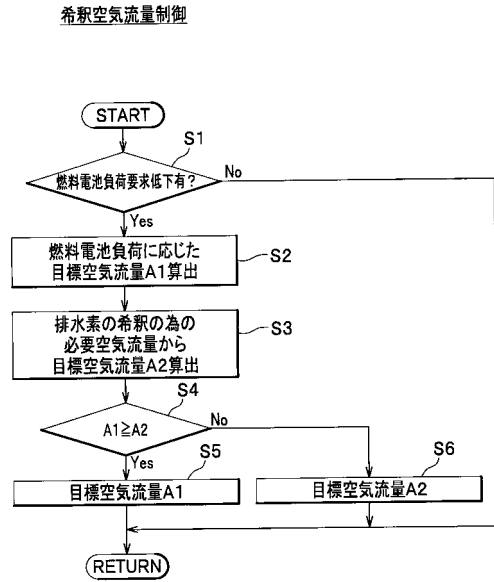
【図2】



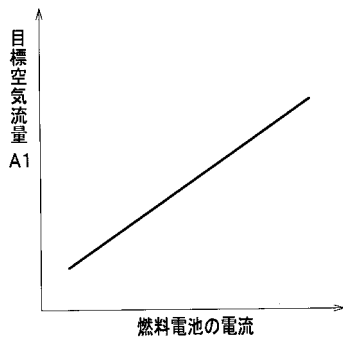
【図3】



【図4】

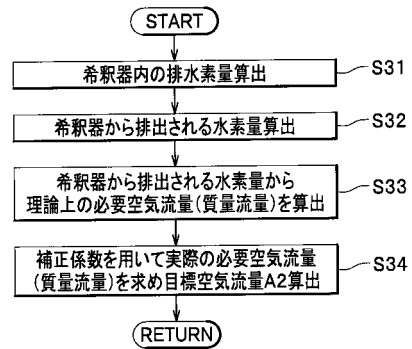


【図5】

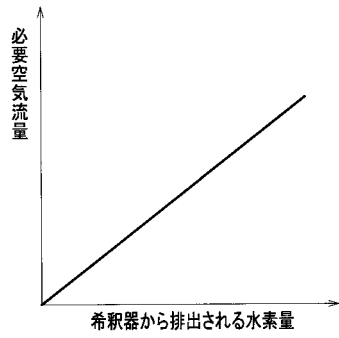


【図6】

必要空気流量からの目標空気流量A2算出

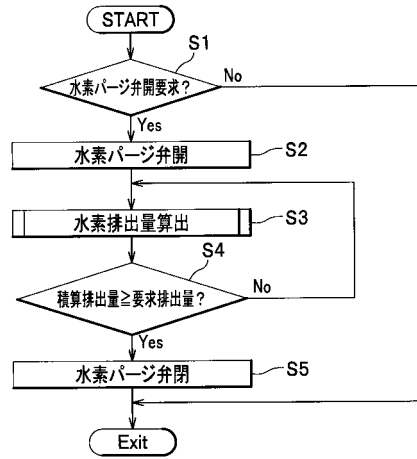


【図7】



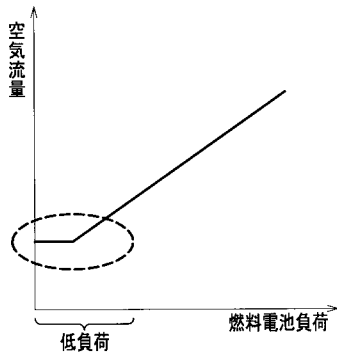
【図8】

水素バージ制御

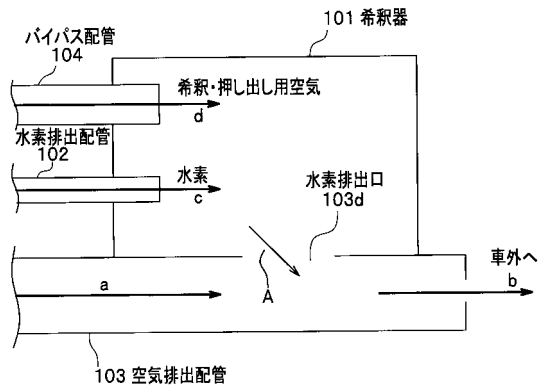


【図9】

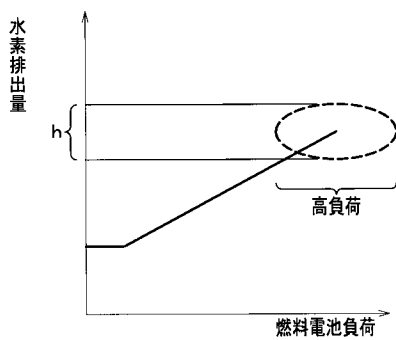
(a)



【図10】



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 松本 裕嗣
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

審査官 永石 哲也

(56)参考文献 特開2005-353360(JP,A)
国際公開第2007/046545(WO,A1)
特開2004-171842(JP,A)
特開2004-127621(JP,A)
特開2004-281237(JP,A)

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