

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5118370号
(P5118370)

(45) 発行日 平成25年1月16日 (2013. 1. 16)

(24) 登録日 平成24年10月26日 (2012. 10. 26)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 M 8/04 (2006. 01)

HO 1 M 8/10 (2006. 01)

HO 1 M 8/04 J

HO 1 M 8/04 Y

HO 1 M 8/10

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-82805 (P2007-82805)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成19年3月27日 (2007. 3. 27)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-243617 (P2008-243617A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年10月9日 (2008. 10. 9)	(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	福岡 一教
			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	山田 晃
			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】 燃料電池のアノード系掃気システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノード電極に燃料ガス供給路を通して供給される燃料ガスとカソード電極に供給される酸化剤ガスとの反応により得られた電流を外部負荷回路に供給する燃料電池を有し、前記アノード電極およびその近傍の前記燃料ガス供給路を前記酸化剤ガスにより掃気処理を行う燃料電池のアノード系掃気システムであって、

前記燃料ガス供給路に設けられ、前記燃料電池の停止時に前記アノード電極への前記燃料ガスの供給を遮断する遮断手段と、

該遮断手段直後の燃料ガス供給路に接続され、第1の前記掃気処理時に前記カソード電極への酸化剤ガス供給路から前記酸化剤ガスを前記燃料ガス供給路に供給する第1導入部と、

前記第1の掃気処理時に前記第1導入部による前記酸化剤ガスの導入を可能とする一方、第2の前記掃気処理時に前記酸化剤ガスの導入を不可能とする第1弁と、

前記燃料ガス供給路に接続され前記第2の掃気処理時に前記酸化剤ガス供給路から前記酸化剤ガスを、前記燃料ガス供給路において前記遮断手段と前記アノード電極との間に設けられたエゼクタと前記アノード電極との間から前記アノード電極へ導入する第2導入部と、

前記第2導入部による酸化剤ガスの導入を可能とする第2弁と、

前記アノード電極から排出された燃料排出ガスを、前記エゼクタを介して前記アノード電極に循環させる循環流路と、

10

20

前記第 1 の掃気処理と前記第 2 の掃気処理とを制御する制御装置とを備え、
前記第 1 導入部は、前記遮断手段直後でかつ前記エゼクタよりも上流の燃料ガス供給路に接続され、

前記制御装置は、

前記第 1 の掃気処理時、前記遮断手段、前記第 2 弁を閉弁し、前記酸化剤ガスを前記第 1 導入部から前記遮断手段直後の燃料ガス供給路に供給し、

前記第 2 の掃気処理時、前記遮断手段を閉弁するとともに、前記第 2 弁を開弁し、前記酸化剤ガスを前記第 2 導入部から前記エゼクタ下流の前記燃料ガス供給路に導入して前記アノード電極に供給し、

前記燃料電池の発電停止時において、前記第 1 の掃気処理を行った後に前記第 2 の掃気処理を行うよう制御する

10

ことを特徴とする燃料電池のアノード系掃気システム。

【請求項 2】

前記第 1 弁は、前記第 1 の掃気処理時にのみ前記酸化剤ガスが連通可能な逆止弁であることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池のアノード系掃気システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池のアノード電極およびその近くの燃料ガス(水素)供給路を含むアノード系の残留水素を掃気する燃料電池のアノード系掃気システムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

一般に、燃料電池は、高分子電解質膜を挟んで一方側に空気中の酸素が供給されるカソード電極を区画するとともに他方側に水素が供給されるアノード電極を区画したセルを、多数直列に積層したスタック構造で構成されている。そして、燃料電池は、各セルの電気化学反応によってそれぞれ発電し、各セルを直列に接続したスタックの発電の電気エネルギーを負荷に供給している。なお、燃費を改善する等の理由により、燃料電池から排出した水素をスタック直前の燃料ガス供給路である水素供給路に配設したエゼクタ等を用いて再循環している。

【0003】

30

燃料電池は、電気化学反応を促進するため、電極に白金等の触媒を使用している。しかし、燃料電池の発電が停止された際、スタックの各セルに水素が残留すると触媒および高分子電解質膜の性能が劣化することから、カソードガス供給装置より、スタックおよびスタック近くのアノード系内に空気を供給して、スタックおよび該アノード系内の残留水素を排出する掃気が行われている。

【0004】

従来、アノード系内を掃気する際、掃気のための空気の流量を確保するため、スタックのカソード電極直前の空気供給路とスタックのアノード電極直前であってエゼクタ下流の水素供給路とを連結する管路に掃気弁を設置している。一方、燃料電池の発電停止時にスタックに連結されるアノード系内の管路を閉じる 2 次遮断弁は、エゼクタから上流の熱交換器、フィルタ、および 2 次レギュレータを介した水素供給路に配置している。

40

【0005】

なお、本願に係わる文献公知発明としては、下記の特許文献 1、特許文献 2 がある。

【特許文献 1】特開 2006-147213 号公報(図 1 参照)

【特許文献 2】特開 2005-302609 号公報(図 1 参照)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、前記従来の構成によれば、カソードガス供給装置から空気を供給する掃気により、スタックおよびエゼクタからスタックに続く管路内は掃気されるが、エゼクタから

50

上流の熱交換器、フィルタ、２次レギュレータ、および２次遮断弁に至る管路内の水素は、掃気時にも封じ込まれたままとなり掃気することができない。そのため、掃気後、封じ込まれた水素がスタック内に自然拡散してスタック内の水素ガス濃度が最大５％程度となることがある。

【０００７】

図７は、燃料電池システムが停止中のスタック内の水素ガス濃度[%](横軸)とカソード極電位[V](縦軸)の関係を示した図である。

【０００８】

図７に示すように、スタックに残留水素が所定濃度(例えば、ガス濃度０．５％)以上残っていると、スタックにおけるカソード極電位が大きく上昇する。すると、電極中の触媒の金属の一部がイオン化して高分子電解質膜内に移動する現象が発生し、高分子電解質膜内においてイオン化した金属と酸素および水素との化学反応によってOHラジカルが発生して高分子電解質膜を分解する。そのため、電極中の触媒の性能が劣化するとともに、高分子電解質膜が劣化する可能性がある。

【０００９】

本発明は前記実状に鑑み、燃料電池システムが停止中のアノード系内の残留水素による触媒の性能の劣化および高分子電解質膜の劣化を防止し、性能および耐久性の向上を図れる燃料電池のアノード系掃気システムの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

前記目的を達成すべく、本発明に関わる燃料電池のアノード系掃気システムは、アノード電極に燃料ガス供給路を通して供給される燃料ガスとカソード電極に供給される酸化剤ガスとの反応により得られた電流を外部負荷回路に供給する燃料電池を有し、アノード電極およびその近傍の燃料ガス供給路を酸化剤ガスにより掃気処理を行う燃料電池のアノード系掃気システムであって、燃料ガス供給路に設けられ、燃料電池の停止時にアノード電極への燃料ガスの供給を遮断する遮断手段と、遮断手段直後の燃料ガス供給路に接続され、第１の掃気処理時にカソード電極への酸化剤ガス供給路から酸化剤ガスを燃料ガス供給路に供給する第１導入部と、第１の掃気処理時に第１導入部による酸化剤ガスの導入を可能とする一方、第２の掃気処理時に酸化剤ガスの導入を不可能とする第１弁と、燃料ガス供給路に接続され第２の掃気処理時に酸化剤ガス供給路から酸化剤ガスを、燃料ガス供給路において遮断手段とアノード電極との間に設けられたエゼクタとアノード電極との間からアノード電極へ導入する第２導入部と、第２導入部による酸化剤ガスの導入を可能とする第２弁と、アノード電極から排出された燃料排出ガスを、エゼクタを介してアノード電極に循環させる循環流路と、第１の掃気処理と第２の掃気処理とを制御する制御装置とを備え、第１導入部は、遮断手段直後でかつエゼクタよりも上流の燃料ガス供給路に接続され、制御装置は、第１の掃気処理時、遮断手段、第２弁を閉弁し、酸化剤ガスを第１導入部から遮断手段直後の燃料ガス供給路に供給し、第２の掃気処理時、遮断手段を閉弁するとともに、第２弁を開弁し、酸化剤ガスを第２導入部からエゼクタ下流の燃料ガス供給路に導入してアノード電極に供給し、燃料電池の発電停止時において、第１の掃気処理を行った後に第２の掃気処理を行うよう制御している。

【発明の効果】

【００１１】

本発明の請求項１に関わる燃料電池のアノード系掃気システムによれば、第１導入部および第１弁を設けたので、燃料電池のアノード電極およびその近傍の燃料ガス供給路を含むアノード系を掃気する際に、燃料ガス供給路内の遮断手段からスタック入口のアノード電極までの掃気が困難な燃料ガス供給路の残留水素を確実に掃気でき、スタックの膜劣化および触媒の劣化を防止可能である。

【００１２】

また、燃料電池のスタック内の掃気路の第２導入部と、燃料ガス供給路の遮断手段からスタック入口のアノード電極までの掃気路の第１導入部とに弁をそれぞれ分けて設置した

10

20

30

40

50

ことにより、それぞれの流路に対する掃気流量の調整および掃気タイミングの制御が可能であり、最適な掃気が行える。

【0014】

本発明の請求項2に関わる燃料電池のアノード系掃気システムによれば、第1弁が簡単な逆止弁で構成され、コストが低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

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。

【0017】

本発明を適用した実施形態の燃料電池システム1は、その全体構成概念図の図1に示すように、走行モータ等の外部負荷回路の負荷に電気エネルギーを供給する燃料電池2と、該燃料電池2のスタック(後記)2Sのカソード電極(酸素極)2cに酸化剤ガスの空気中の酸素を供給するカソードガス供給装置3と、燃料電池2のスタック2Sのアノード電極(水素極)2bに燃料ガスの水素を供給するアノードガス供給装置4と、両供給装置3、4および外部負荷回路等を制御する制御装置5とを備え構成されている。

10

【0018】

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)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、例えばセルが200枚直列に積層されたスタック2Sの構造に形成されている。前記セパレータには水素の通路、空気の通路、冷却水の通路が形成されており、カソードガス供給装置3、アノードガス供給装置4および冷却水循環装置(図示せず)からそれぞれ供給される空気、水素、水が混合しないように通流されている。

20

【0019】

この燃料電池2は、アノードガス供給装置4からアノード電極2bに水素が供給されるとともにカソードガス供給装置3からカソード電極2cに空気が供給され、負荷から電流が要求されることにより、水素と酸素との電気化学反応が進行し燃料電池2から負荷へ電流が取り出され、供給された水素及び酸素が消費される。なお、燃料電池2から電流が取り出されない場合は、供給された水素及び酸素は消費されることなく、そのまま燃料電池2から、排水素、排空気として排出される。また、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スタック直前の水素供給路に配設したエゼクタ(後記)を用いて再循環して使用している。

30

【0020】

ここで、燃料電池システム1においては、燃料電池2の発電停止中のスタック2Sおよびスタック2Sに接続する配管中の残留水素による触媒の劣化および高分子電解質膜の劣化に起因する燃料電池2の性能低下を防止することを目的として、燃料電池2の発電停止中にスタック2Sおよびスタック2S近くの水素供給路(燃料ガス供給路)内の残留水素を希釈ボックス(後記)に排出する掃気処理が行われている。

【0021】

[第1実施形態(参考実施形態)]

40

図2は、第1実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池2のスタック12Sとスタック12S近傍のアノードガス供給装置4廻りの構成、および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図である。

【0022】

第1実施形態の燃料電池システムのスタック12Sとスタック12S近傍のアノードガス供給装置4は、図2に示すように、高圧水素タンク等の水素供給源からの水素供給路に設けられ水素の圧力調整を行う2次レギュレータ13と、2次レギュレータ13下流直近に設けられスタック12Sへの異物の混入を防ぐフィルタ14と、フィルタ14下流の水素供給路に設けられ供給される水素を燃料電池2の電気化学反応に適した温度に加熱する熱交換器15と、熱交換器15下流の水素供給路に設けられ燃料電池2の停止時に水素の

50

供給を遮断する２次遮断弁(遮断手段)１６と、２次遮断弁１６下流直近に設けられスタック１２Ｓから排出された水素を再循環するエゼクタ１７と、エゼクタ１７下流の配管が接続され供給される水素および供給される酸素との電気化学反応により発電するスタック１２Ｓと、スタック１２Ｓのアノード電極(水素極)１２ｂに水素を供給する配管Ｈ１に接続され掃気用の空気を供給する掃気用配管(第１導入部)Ｓ１と、掃気用配管Ｓ１に設けられ掃気時に開く入掃気弁(第１弁)１８と、スタック１２Ｓと希釈ボックスＢ間の配管に配設され掃気時に開いて掃気ガスを希釈ボックスＢに排出させる出掃気弁１９とを備え構成されている。

【００２３】

この第１実施形態の燃料電池システムにおける発電は、次のように行われる。なお、燃料電池２の発電中は、２次遮断弁１６は開かれ燃料ガスの水素が供給されるとともに、掃気処理は行われなため入掃気弁１８および出掃気弁１９は閉じられている。

10

【００２４】

水素供給源から２次レギュレータ１３に送られた水素は、２次レギュレータ１３において１ＭＰａに減圧されるとともにフィルタ１４により異物が除去された後、矢印に示すように、配管を通して熱交換器１５に送られる。熱交換器１５に送られた水素は、燃料電池２の電気化学反応に適した温度、例えば８０度～９０度に加熱され、矢印に示すように、配管を通して２次遮断弁１６に送られ、エゼクタ１７を介して、矢印に示すように、配管を通してスタック１２Ｓのアノード電極(水素極)１２ｂに送られる。なお、スタック１２Ｓのアノード電極(水素極)１２ｂに送られた水素は、１３０ｋＰａに減圧されている。

20

【００２５】

一方、カソードガス供給装置３から供給される空気は、配管を通して矢印に示すように、スタック１２Ｓのカソード電極(酸素極)１２ｃに送られる。そして、燃料電池２が負荷から電流を要求されると、スタック１２Ｓのアノード電極(水素極)１２ｂに供給された水素とカソード電極(酸素極)１２ｃに供給された空気中の酸素とがスタック１２Ｓ中の各セルで固体高分子電解質膜１２ａを介して電気化学反応を行い発電し、負荷に要求された電流を供給する。

【００２６】

次に、燃料電池システムの停止中に行われる掃気処理について説明する。なお、燃料電池システムは停止中であるので、２次遮断弁１６は閉じられ水素供給源からの水素の供給が停止されるとともに、掃気が行われるため入掃気弁１８および出掃気弁１９は開かれている。

30

【００２７】

掃気に際しては、掃気用の空気がカソードガス供給装置３から配管を通して、矢印a11に示すように、スタック１２Ｓのカソード電極(酸素極)１２ｃに送られるとともに、掃気用配管Ｓ１を通して、矢印a12に示すように、入掃気弁１８を介してエゼクタ１７下流の配管Ｈ１に送られ、矢印a13に示すように、スタック１２Ｓのアノード電極(水素極)１２ｂに送られる。

【００２８】

こうして、スタック１２Ｓに送られた掃気用の空気は、スタック１２Ｓ内の残留水素を掃気して、矢印a14に示すように、出掃気弁１９を介して配管を通して希釈ボックスＢに排出される。また、スタック１２Ｓに送られ掃気した空気の一部は、矢印a15に示すように、配管を通してエゼクタ１７に送られ、再び矢印a13に示すように、配管Ｈ１を通してスタック１２Ｓのアノード電極(水素極)１２ｂに送られ、掃気が行われる。

40

【００２９】

第１実施形態の構成によれば、図２に示すように、２次遮断弁１６をエゼクタ１７真近の水素供給路上流に配置するとともに、掃気処理の掃気をエゼクタ１７下流の配管Ｈ１に導く掃気用配管Ｓ１および入掃気弁１８を設け、発電停止時の残留水素の掃気システム(矢印a11、a12、a13、a14、a15の掃気の流れ)を、スタック１２Ｓの発電停止後に遮断される２次遮断弁１６下流真近に配置したシステムとしている。

50

【0030】

そのため、掃気時のエゼクタ17上流の水素供給配管の容積を事実上、無くすことができるので、アノード掃気する際に掃気が困難であった2次遮断弁16からスタック12Sの入口までの水素供給路内の残留水素を確実に掃気できる。従って、燃料電池2における高分子電解質膜の劣化および電極中の触媒の性能の劣化を防止可能であり、燃料電池2の性能の向上および耐久性の向上が図れる。

【0031】

〔第2実施形態〕

図3は、第2実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池2のスタック22Sとスタック22S近傍のアノードガス供給装置4廻りの構成および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図である。

10

【0032】

第2実施形態は、第1実施形態(図2参照)における2次遮断弁16の位置を変更するとともに、掃気用配管(請求項1の第1導入部)S21および追加入掃気弁(請求項1の第1弁)21を設けた構成であり、その他の構成は第1実施形態の構成と同じであるので、同様な構成要素には、第1実施形態の図2の付番の10の位を20の位の数に変更して示し、詳細な説明は省略する。

【0033】

図3に示すように、第2実施形態においては、2次遮断弁26を水素供給配管における2次レギュレータ23の上流に設けている。また、掃気用空気を供給する掃気用配管S21を、2次レギュレータ23および2次遮断弁26を接続する水素供給配管H21に接続するように配設し、この掃気用配管S21に追加入掃気弁21を設けている。

20

【0034】

第2実施形態の燃料電池システムの燃料電池2の発電に際しては、水素を供給するために2次遮断弁26を開くとともに、入掃気弁28、出掃気弁29、および追加入掃気弁21を閉じる。そして、燃料ガスの水素を、アノードガス供給装置4を構成する2次遮断弁26、2次レギュレータ23、フィルタ24、熱交換器25、およびエゼクタ27を介して水素供給配管を通してスタック22Sのアノード電極(水素極)22bに供給するとともに、空気をカソードガス供給装置3からスタック22Sのカソード電極22c(酸素極)に供給し、スタック22S中の各セルで発電して負荷に電流を供給する。

30

【0035】

次に、第2実施形態の燃料電池システムの発電停止中に行われる掃気処理について説明する。

【0036】

発電が停止されているため、2次遮断弁26が閉じられており、アノードガス供給装置4からスタック22Sのアノード電極(水素極)22bへの水素の供給が停止されている。掃気に際しては、まず、水素供給配管の残留水素の掃気が行われる。すなわち、入掃気弁28を閉じるとともに出掃気弁29および追加入掃気弁21を開き、カソードガス供給装置3から空気を追加入掃気弁21を介して掃気用配管S21を通して、矢印a21、a22に示すように、2次レギュレータ23および2次遮断弁26を接続する水素供給配管H21に供給する。供給された空気は、その後、矢印a23に示すように、2次レギュレータ23、フィルタ24、熱交換器25、およびエゼクタ27を介して水素供給配管を通してスタック22Sのアノード電極(水素極)22bに送られ、2次遮断弁26下流の水素供給路が掃気される。その後、アノード電極(水素極)22bに送られた空気は、さらにスタック22S内を掃気した後、矢印a24に示すように、出掃気弁29を介して配管を通して希釈ボックスBに排出される。

40

【0037】

続いて、循環部の掃気が行われる。すなわち、追加掃気入弁21を閉じるとともに入掃気弁(請求項2の第2弁)28を開き、掃気用の空気を、カソードガス供給装置3から、矢印a25に示すように、配管を通してスタック22Sのカソード電極(酸素極)22cに送る

50

とともに、矢印 a26 に示すように、入掃気弁 28 を介して掃気用配管 (請求項 2 の第 2 導入部) S22 を通してエゼクタ 27 下流の配管 H22 に送り、矢印 a23 に示すように、配管 H22 を通してスタック 22 S のアノード電極 (水素極) 22 b に送る。その後、スタック 22 S に送られた掃気用の空気は、スタック 22 S 内の残留水素を掃気して、矢印 a24 に示すように、出掃気弁 29 を介して配管を通して希釈ボックス B に排出される。また、スタック 22 S に送られた掃気用の空気の一部は、スタック 22 S 内を掃気した後、再び矢印 a27 に示すように、配管を通してエゼクタ 27 に送られ、再び矢印 a23 に示すように、水素供給用配管 H22 を通してスタック 22 S のアノード電極 (水素極) 22 b に送られ、スタック 22 S 内の掃気が行われる。

【0038】

10

第 2 実施形態によれば、掃気処理において、まず、追加入掃気弁 21 を開き、掃気用の空気を配管 S21 を通して送り、2 次遮断弁 26 下流からスタック 22 S 入り口のアノード電極 (水素極) 22 b までの水素供給路を掃気し、その後、追加入掃気弁 21 を閉じるとともに入掃気弁 28 を開き、掃気用の空気によりスタック 22 S およびエゼクタ 27 を有する循環部を掃気する。そのため、残留水素が残る全系内の掃気が可能である。

【0039】

また、スタック 22 S を含む循環部の掃気と、2 次遮断弁 26 からスタック 22 S まで水素供給路内の掃気とを分けて、それぞれの掃気流路に入掃気弁 28 と追加掃気入弁 21 とを設置することにより、それぞれの掃気流路に対する掃気流量の調整および掃気タイミングを制御可能となり、最適な掃気が可能である。

20

【0040】

[第 3 実施形態 (参考実施形態)]

図 4 は、第 3 実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池 2 のスタック 32 S とスタック 32 S 近傍のアノードガス供給装置 4 廻りの構成および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図である。

【0041】

第 3 実施形態は、第 1 実施形態 (図 2 参照) における 2 次遮断弁 16 に代えて逆流防止弁 31 を設けた構成であり、その他の構成は第 1 実施形態の構成と同じであるので、同様な構成要素には、第 1 実施形態の図 2 の付番の 10 の位を 30 の位の数に変更して示し、詳細な説明は省略する。

30

【0042】

図 4 に示すように、第 3 実施形態においては、熱交換器 35 とエゼクタ 37 とを接続する水素供給配管に逆流防止弁 31 を設けており、2 次レギュレータ 33 の上流の水素供給路に遮断弁 36 を設けている。ここで、逆流防止弁 31 は、水素供給路上流の熱交換器 35 側から水素供給路下流のエゼクタ 37 側への流体の流入を可能とし、水素供給路下流のエゼクタ 37 から水素供給路上流の熱交換器 35 側への流体の流入を不可能とするものである。また、逆流防止弁 31 は、水素の供給停止時には、逆流防止弁 31 より上流の熱交換器 35 側の水素供給路内の水素が、逆流防止弁 31 より下流のエゼクタ 37 側の水素供給路に流れ込まないように設定されている。

【0043】

40

第 3 実施形態の燃料電池システムの燃料電池 2 の発電に際しては、水素を供給するために遮断弁 36 を開き、入掃気弁 38、出掃気弁 39 を閉じて、水素をアノードガス供給装置 4 を構成する遮断弁 36、2 次レギュレータ 33、フィルタ 34、熱交換器 35、およびエゼクタ 37 を介して水素供給配管を通してスタック 32 S のアノード電極 (水素極) 32 b に供給するとともに、空気をカソードガス供給装置 3 からスタック 32 S のカソード電極 32 c (酸素極) に供給して、スタック 32 S 中の各セルで発電して負荷に電流を供給する。

【0044】

次に、第 3 実施形態の燃料電池システムの発電停止中に行われる掃気処理について説明する。

50

【0045】

発電が停止されているので、遮断弁36を閉じられており、アノードガス供給装置4からスタック32Sのアノード電極(水素極)32bへの水素の供給が停止されている。掃気処理に際しては、入掃気弁38を開き、掃気用の空気を、カソードガス供給装置3から、矢印a31に示すように、配管を通してスタック32Sのカソード電極(酸素極)32cに送るとともに、矢印a32に示すように、入掃気弁38を介して掃気用配管S3を通してエゼクタ37下流の配管H31に送り、配管H31を通して、矢印a33に示すように、スタック32Sのアノード電極(水素極)32bに送る。こうして、スタック32Sに送られた掃気用の空気は、スタック32S内の残留水素を掃気して、矢印a34に示すように、出掃気弁39を介して配管を通して希釈ボックスBに排出される。また、スタック32Sに送られた掃気の一部は、スタック32S内を掃気した後、再び矢印a35に示すように、配管(請求項3の循環流路)H32を通してエゼクタ37に送られ、矢印a33に示すように、配管H31を通してスタック32Sのアノード電極(水素極)32bに送られ、スタック32S内の掃気が行われる。この場合、エゼクタ37上流の水素供給用配管に逆流防止弁31が設けられており、掃気が逆流防止弁31より上流の水素供給用路に残留水素が流れ込む逆流が防止される。また、逆流防止弁31は、水素の供給が停止されているので、逆流防止弁31より上流の水素供給路内の水素が、逆流防止弁31より下流の水素供給路に流れ込むことを防止するので、逆流防止弁31より下流のスタック32S、エゼクタ37を含む循環部の掃気が円滑に行われる。

10

【0046】

20

第3実施形態によれば、逆流防止弁31により、掃気処理時にスタック32Sおよびエゼクタ37を有する循環部と逆流防止弁31より上流の水素供給路間の流体の行き来が遮断され、逆流防止弁31下流の循環部の残留水素が円滑に掃気され、逆流防止弁31より上流の水素供給路内の残留水素が循環部に拡散することを防止できる。すなわち、逆流防止弁31を設けた簡単な構成により、掃気が困難であった水素供給路の残留水素がスタック32S側へ拡散することを防止できる。

【0047】

[第4実施形態]

図5は、第4実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池2のスタック42Sおよびスタック42S近傍のアノードガス供給装置4廻りの構成および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図である。

30

【0048】

図5に示すように、第4実施形態は、第1実施形態(図2参照)における2次遮断弁16の位置を変更するとともに、掃気用配管S41および追加掃気チェック弁(請求項2の逆止弁)41を設けた構成であり、その他の構成は第1実施形態の構成と同じであるので、同様な構成要素には、第1実施形態の図2の付番中の10の位を40の位の数に変更して示し、詳細な説明は省略する。

【0049】

第4実施形態においては、2次遮断弁46を水素供給配管における2次レギュレータ43の上流に設けている。また、スタック42Sのカソード電極42c(酸素極)に接続され空気を供給する配管と2次レギュレータ43および2次遮断弁46を接続する水素供給配管H41とを接続する掃気用配管S41を配設し、この掃気用配管S41中に追加掃気チェック弁41を設けている。ここで、追加掃気チェック弁41は、水素供給路中の水素が掃気用配管S41を通して空気供給路側に流れることを防止している。また、追加掃気チェック弁41は、発電が停止され掃気用配管S41に掃気用空気を送る掃気時、空気供給路側の空気の圧力が水素供給配管H41を含む水素供給路の水素の圧力より大きくなり、掃気用空気が水素供給路側に流れるように構成されている。

40

【0050】

第4実施形態の燃料電池システムの燃料電池2を発電するに際しては、水素を供給するために2次遮断弁46を開くとともに、入掃気弁48および出掃気弁49を閉じる。そし

50

て、高圧水素タンク等の水素供給源の水素を、アノードガス供給装置 4 を構成する 2 次遮断弁 4 6、2 次レギュレータ 4 3、フィルタ 4 4、熱交換器 4 5、およびエゼクタ 4 7 を介して水素供給配管を通してスタック 4 2 S のアノード電極(水素極) 4 2 b に供給するとともに、空気をカソードガス供給装置 3 からスタック 4 2 S のカソード電極 4 2 c (酸素極) に供給して、スタック 4 2 S 中の各セルで発電して負荷に電流を供給する。

【0051】

ここで、発電中は、掃気用配管 S41 中の追加掃気チェック弁 4 1 を境として、掃気用配管 S41 の空気供給路側の空気の圧力より水素供給路側の水素の圧力の方が大きいので、追加掃気チェック弁 4 1 が閉じた状態を維持し、空気供給側の空気が掃気用配管 S41 を通して水素供給配管 H41 に流れ込むことが防止されている。

10

【0052】

次に、第 4 実施形態の燃料電池システムの燃料電池 2 の発電停止中に行われる残留水素の掃気処理について説明する。

【0053】

発電が停止されているので、2 次遮断弁 4 6 が閉じられ、アノードガス供給装置 4 からスタック 4 2 S のアノード電極(水素極) 4 2 b への水素の供給が停止されている。掃気処理に際しては、まず、2 次遮断弁 4 6 下流の水素供給路の掃気が行われる。すなわち、入掃気弁 4 8 を閉じた状態において、カソードガス供給装置 3 から掃気用の空気を、矢印 a41 に示すように、掃気用配管 S41 を通して追加掃気チェック弁 4 1 を介して、2 次遮断弁 4 6 および 2 次レギュレータ 4 3 を接続する水素供給配管 H41 に供給する。すると、掃気用の空気は、その後、矢印 a42、a43 に示すように、2 次レギュレータ 4 3、フィルタ 4 4、熱交換器 4 5、およびエゼクタ 4 7 を介して水素供給配管を通してスタック 4 2 S のアノード電極(水素極) 4 2 b に供給され、2 次遮断弁 4 6 下流のアノード電極(水素極) 4 2 b までの水素供給路内が掃気される。その後、掃気用の空気は、スタック 4 2 S 内を掃気して、矢印 a44 に示すように、出掃気弁 4 9 を介して配管を通して希釈ボックス B に排出される。

20

【0054】

ここで、この掃気中は、2 次遮断弁 4 6 が閉じられており、掃気用配管 S41 中の追加掃気チェック弁 4 1 を境として、掃気用配管 S41 の水素供給路側の水素の圧力より掃気用配管 S41 の空気供給路側の空気の圧力の方が大きいので、空気供給側の掃気用の空気が、追加掃気チェック弁 4 1 を介して、掃気用配管 S41 を通して水素供給配管 H41 に流れ込む。

30

【0055】

その後、スタック 4 2 S およびエゼクタ 4 7 を含む循環部の掃気が行われる。すなわち、掃気用の空気を、カソードガス供給装置 3 から、矢印 a45 示すように、配管を通してスタック 4 2 S のカソード電極(酸素極) 4 2 c に送るとともに、矢印 a46 に示すように、入掃気弁 4 8 を開き、入掃気弁 4 8 を介して掃気用配管 S42 を通してエゼクタ 4 7 下流の配管 H42 に送り、矢印 a43 に示すように、配管 H42 を通してスタック 4 2 S のアノード電極(水素極) 4 2 b に送る。こうして、スタック 4 2 S に送られた掃気用の空気は、スタック 4 2 S 内の残留水素を掃気して、矢印 a44 に示すように出掃気弁 4 9 を介して配管を通して希釈ボックス B に排出される。また、スタック 4 2 S に送られた掃気用の空気の一部は、スタック 4 2 S 内を掃気した後、再び矢印 a47 に示すように、配管を通してエゼクタ 4 7 に送られ、再び矢印 a43 に示すように、配管 H42 を通してスタック 4 2 S のアノード電極(水素極) 4 2 b に送られ、スタック 4 2 S 内の掃気が行われる。

40

【0056】

第 4 実施形態によれば、2 次遮断弁 4 6 および 2 次レギュレータ 4 3 を接続する水素供給配管 H41 に、掃気用の空気を供給する掃気用配管 S41 を接続し、この掃気用配管 S41 に追加掃気チェック弁 4 1 を設ける。そして、この追加掃気チェック弁 4 1 により、掃気時に 2 次遮断弁 4 6 および 2 次レギュレータ 4 3 を接続する水素供給配管 H41 に、掃気用空気を追加掃気チェック弁 4 1 を介して送るため、掃気が困難であった 2 次遮断弁 2 6 からスタック 2 2 S 入り口のアノード電極(水素極) 4 2 b までの水素供給路内の残留水素の掃

50

気が可能である。

【0057】

また、簡単な逆止弁である追加掃気チェック弁41で、第2実施形態で例示した追加入掃気弁21を代替でき、コスト低減が行える。

【0058】

[第5実施形態(参考実施形態)]

図6は、第5実施形態の燃料電池システムに係わる燃料電池2のスタック52Sおよびスタック52S近傍のアノードガス供給装置4廻りの構成および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図である。

【0059】

図6に示すように、第5実施形態は、第2実施形態(図2参照)における2次遮断弁16の位置を変更するとともに、新たに掃気用配管S51および追加出掃気弁51を設けた構成であり、その他の構成は第1実施形態の構成と同じであるので、同様な構成要素には、第1実施形態の図2の付番中の10の位を50の位の数に変更して示し、詳細な説明は省略する。

【0060】

第5実施形態においては、2次遮断弁56を水素供給配管における2次レギュレータ53の上流に設けている。また、2次遮断弁56および2次レギュレータ53を接続する水素供給用配管H51と出掃気弁59および希釈ボックスBとを接続する配管とを接続する掃気用配管S51を配設し、この掃気用配管S51中に追加出掃気弁51を設けている。

【0061】

第5実施形態の燃料電池システムの燃料電池2を発電するに際しては、水素を供給するため2次遮断弁56を開き、入掃気弁58、出掃気弁59、および追加出掃気弁51を開じる。そして、高圧水素タンク等の水素供給源の水素を、アノードガス供給装置4を構成する2次遮断弁56、2次レギュレータ53、フィルタ54、熱交換器55、およびエゼクタ57を介して水素供給配管を通してスタック52Sのアノード電極(水素極)52bに供給するとともに、空気をカソードガス供給装置3からスタック52Sのカソード電極52c(酸素極)に供給して、スタック52S中の各セルで発電して負荷に電流を供給する。

【0062】

次に、第5実施形態の燃料電池システムの燃料電池2の発電停止中に行われる残留水素の掃気処理について説明する。

【0063】

発電が停止されているので、2次遮断弁56が閉じられ、アノードガス供給装置4からスタック52Sのアノード電極(水素極)52bへの水素の供給が停止されている。そして、掃気を行うため、入掃気弁58、出掃気弁59、および追加出掃気弁51を開き、カソードガス供給装置3から掃気用の空気を、矢印a51に示すように、スタック52Sのカソード電極52c(酸素極)に流すとともに、矢印a52に示すように、入掃気弁58を介して掃気用配管(請求項5の第2導入部)S52を通して、エゼクタ57とスタック52Sとを接続する水素供給用配管H52に流す。この水素供給用配管H52に送られた掃気用の空気は分流され、矢印a53に示すように、スタック52Sのアノード電極(水素極)52bに流されるとともに、水素供給用路を、波線の矢印a54に示すように逆流して、エゼクタ57、熱交換器55、フィルタ54、2次レギュレータ53を介して水素供給配管を通して水素供給路の上流に向かって流される。

【0064】

こうして、スタック52Sのアノード電極(水素極)52bに送られた一方の掃気用の空気は、カソード電極52c(酸素極)に送られた掃気用の空気とともに、スタック52S内の残留水素を掃気して、矢印a55に示すように、出掃気弁59を介して配管を通して希釈ボックスBに排出される。また、スタック52Sに送られた掃気用の空気の一部は、スタック52S内を掃気した後、再び矢印a56に示すように、配管を通してエゼクタ57に送られ、再び矢印a53に示すように、水素供給用配管H52を通してスタック52Sのアノード

10

20

30

40

50

ド電極(水素極) 5 2 b に送られ、スタック 5 2 S 内の掃気が行われる。

【0065】

一方、波線の矢印 a 54 に示すように、水素供給路の上流に向かって流された他方の掃気用の空気は、エゼクタ 5 7、熱交換器 5 5、フィルタ 5 4、2 次レギュレータ 5 3 を介して水素供給配管を通った後、矢印 a 56 に示すように、追加出掃気弁 5 1 を介して掃気用配管 S 51 を通って、出掃気弁 5 9 と希釈ボックス B を接続する配管に流され、希釈ボックス B に排出される。

【0066】

第 5 実施形態によれば、掃気処理において、掃気用の空気によって、残留水素が抜けにくい 2 次遮断弁 5 6 下流の水素供給路のエゼクタ 5 7、熱交換器 5 5、フィルタ 5 4、2 次レギュレータ 5 3 およびこれらを接続する水素供給配管から、残留水素を系外に排出することができる。

【0067】

また、エゼクタ 5 7、スタック 5 2 S を含む循環部が掃気できるので、循環部と掃気が困難な水素供給路の両方の掃気が可能である。

【0068】

なお、出掃気弁は、燃料電池 2 から排出された水素をエゼクタに導く循環経路の途中に設けられるパージ弁を兼ねるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図 1】本発明に関わる実施形態の燃料電池システムを示す全体構成概念図。

【図 2】第 1 実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池のスタックとスタック近傍のアノードガス供給装置廻りの構成、および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図。

【図 3】第 2 実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池のスタックとスタック近傍のアノードガス供給装置廻りの構成、および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図。

【図 4】第 3 実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池のスタックとスタック近傍のアノードガス供給装置廻りの構成、および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図。

【図 5】第 4 実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池のスタックとスタック近傍のアノードガス供給装置廻りの構成、および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図。

【図 6】第 5 実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池のスタックとスタック近傍のアノードガス供給装置廻りの構成、および配管内の水素、空気、および掃気の流れを矢印で表した概念的構成図。

【図 7】燃料電池システムが停止中のスタック内の水素ガス濃度[%](横軸)とカソード極電位[V](縦軸)の関係を示した図。

【符号の説明】

【0070】

- 2 燃料電池
- 1 2 b アノード電極(水素極)
- 1 2 c カソード電極(酸素極)
- 1 6 2 次遮断弁(遮断手段)
- 1 8 入掃気弁(第 1 弁)
- 2 1 追加入掃気弁(請求項 2 の第 1 弁)
- 2 8 入掃気弁(請求項 2 の第 2 弁)
- 3 1 逆流防止弁(請求項 3 の逆止弁)
- 3 7 エゼクタ(請求項 3 の循環手段)
- 4 1 追加掃気チェック弁(請求項 4 の逆止弁)

10

20

30

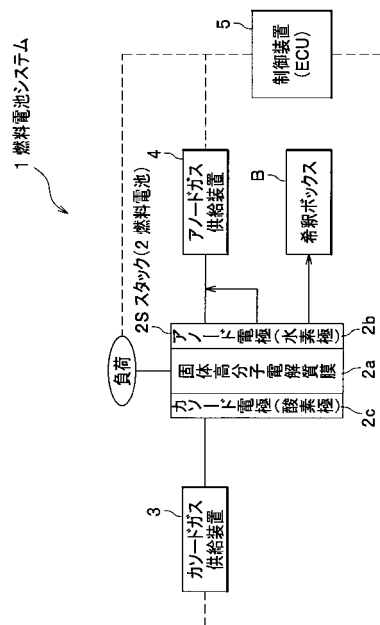
40

50

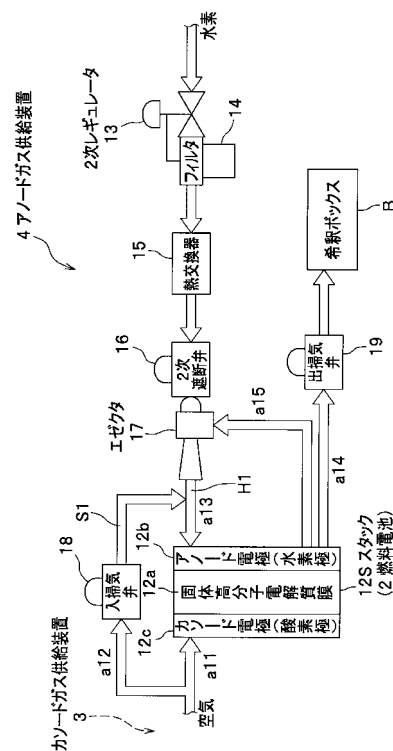
- 5 1 追加出掃気弁(請求項 5 の第 3 弁)
- 5 6 2 次遮断弁(請求項 5 の遮断手段)
- 5 8 入掃気弁(請求項 5 の第 2 弁)
- 1 2 b アノード電極(水素極)
- 1 2 c カソード電極(酸素極)
- H32 配管(請求項 3 の循環流路)
- S 1 掃気用配管(第1導入部)
- S21 掃気用配管(請求項 2 の第1導入部)
- S22 掃気用配管(請求項 2 の第 2 導入部)
- S51 掃気用配管(請求項 5 の排出部)
- S52 掃気用配管(請求項 5 の第 2 導入部)

10

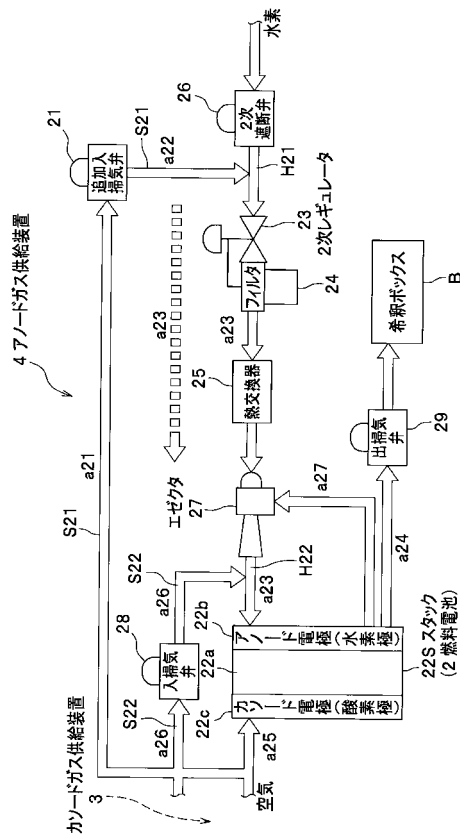
【図 1】



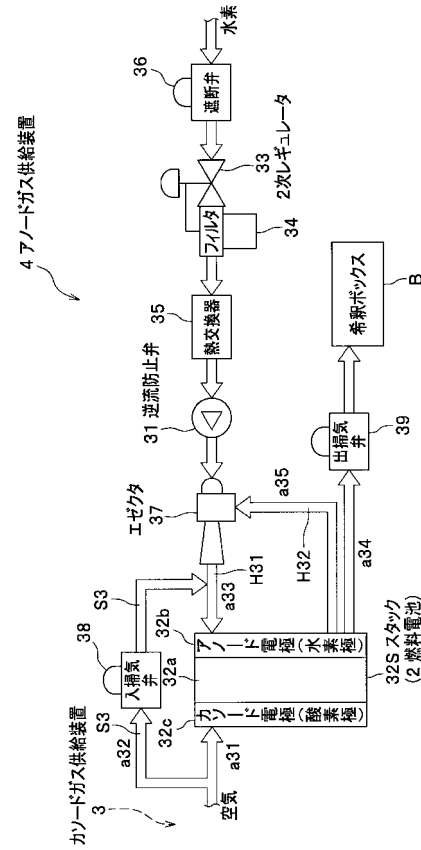
【図 2】



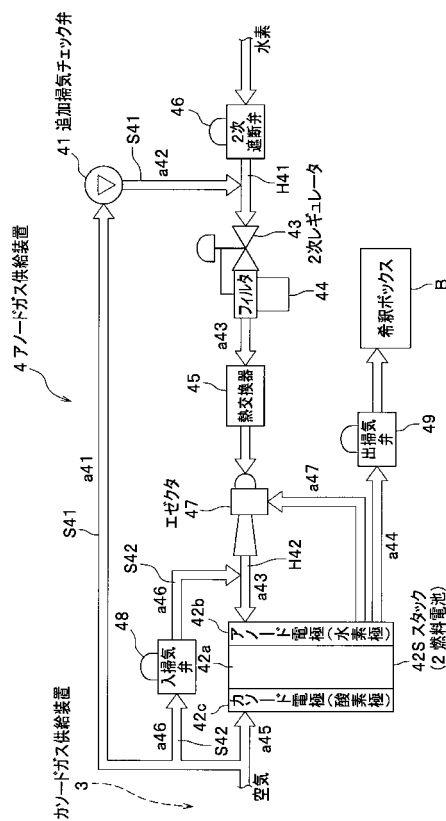
【図 3】



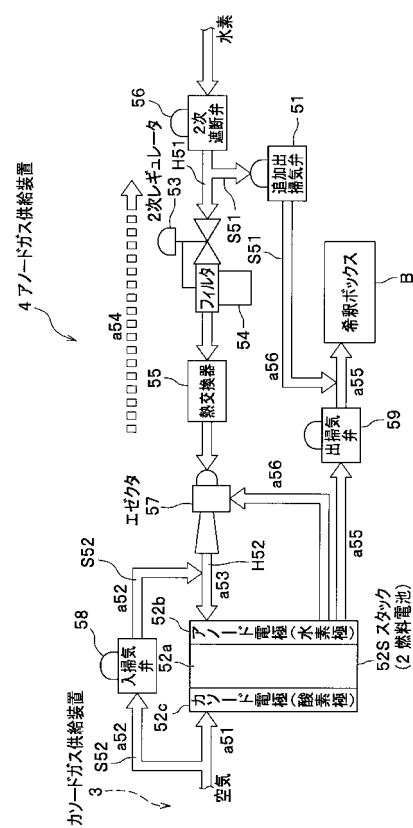
【図 4】



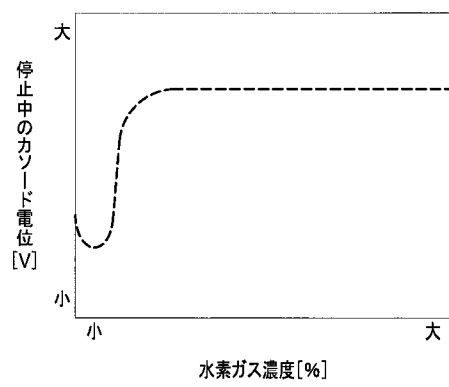
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 菅原 竜也
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 高野 純
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2005-251441 (JP, A)
特開2006-019184 (JP, A)
特開2005-116269 (JP, A)
特開2006-156180 (JP, A)
特開2006-134670 (JP, A)
特開2004-311241 (JP, A)

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