

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4788989号
(P4788989)

(45) 発行日 平成23年10月5日 (2011. 10. 5)

(24) 登録日 平成23年7月29日 (2011. 7. 29)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 8/04 (2006. 01)

H O 1 M 8/04

H

H O 1 M 8/10 (2006. 01)

H O 1 M 8/04

J

H O 1 M 8/10

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2004-2172 (P2004-2172)
 (22) 出願日 平成16年1月7日 (2004. 1. 7)
 (65) 公開番号 特開2005-197085 (P2005-197085A)
 (43) 公開日 平成17年7月21日 (2005. 7. 21)
 審査請求日 平成18年9月19日 (2006. 9. 19)

(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 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100093861
 弁理士 大賀 眞司
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大貫 敏史
 (72) 発明者 吉田 尚弘
 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 山内 達人

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】

燃料ガスと酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、
 前記燃料電池のアノード入口への燃料ガス供給を遮断する燃料ガス供給遮断手段と、
 前記燃料電池のアノード出口からのアノードオフガスを遮断するアノードオフガス遮断手段と、

前記アノード出口から排気されたアノードオフガスの水素濃度を低減する水素濃度低減装置と、

前記燃料電池のカソード入口に酸化ガスを供給するための酸化ガス供給手段と、

前記燃料電池のカソード出口から排気されたカソードオフガスを前記水素濃度低減装置に導入するためのカソードオフガス流路と、を備え、

前記燃料ガス供給遮断手段はシステムの異常発生時に前記アノード入口への燃料ガス供給を遮断する一方で、

前記アノードオフガス遮断手段はシステムの異常が発生してから、前記燃料ガス供給遮断手段の下流側であって且つ前記アノードオフガス遮断手段の上流側のアノードガスチャンネルの内圧が所定圧力以下に達するまで前記アノード出口の開放を維持し、

前記酸化ガス供給手段はシステムの異常が発生してから前記アノード出口が開放されている期間において、前記カソード入口へ酸化ガスを継続的に供給することにより前記カソード出口から排気されたカソードオフガスを前記水素濃度低減装置に導入する、燃料電池システム。

10

20

【請求項 2】

燃料ガスと酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、
前記燃料電池のアノード入口への燃料ガス供給を遮断する燃料ガス供給遮断手段と、
前記燃料電池のアノード出口からのアノードオフガスを遮断するアノードオフガス遮断手段と、

前記アノード出口から排気されたアノードオフガスの水素濃度を低減する水素濃度低減装置と、

前記燃料電池のカソード入口に酸化ガスを供給するための酸化ガス供給手段と、

前記燃料電池のカソード出口から排気されたカソードオフガスを前記水素濃度低減装置に導入するためのカソードオフガス流路と、を備え、

前記燃料ガス供給遮断手段はシステムの異常発生時に前記アノード入口への燃料ガス供給を遮断する一方で、

前記アノードオフガス遮断手段はシステムの異常が発生してから所定時間経過するまで前記アノード出口の開放を維持し、

前記酸化ガス供給手段はシステムの異常が発生してから前記アノード出口が開放されている期間において、前記カソード入口へ酸化ガスを継続的に供給することにより前記カソード出口から排気されたカソードオフガスを前記水素濃度低減装置に導入する、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、

前記アノード出口から排気されるアノードオフガスを吸引する吸引手段を更に備え、

前記吸引手段は前記アノード出口が開放されている間は前記アノード出口から排気されるアノードオフガスを吸引する、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、

前記吸引手段は前記アノード出口から排気されたアノードオフガスを前記アノード入口に還流させるための循環ポンプである、燃料電池システム。

【請求項 5】

燃料ガスと酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池を備えた燃料電池システムの運転方法であって、

システムの異常発生時に前記燃料電池のアノード入口への燃料ガス供給を遮断する一方で、

システムの異常が発生してから、燃料ガス供給遮断手段の下流側であって且つアノードオフガス遮断手段の上流側のアノードガスチャンネルの内圧が所定圧力以下に達するまでアノード出口の開放を維持し、

システムの異常が発生してから前記アノード出口が開放されている期間は、カソード入口へ酸化ガスを継続的に供給することにより前記燃料電池のカソード出口から排気されるカソードオフガスにて、前記アノード出口から排気されたアノードオフガスの水素濃度を低減する、燃料電池システムの運転方法。

【請求項 6】

燃料ガスと酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池を備えた燃料電池システムの運転方法であって、

システムの異常発生時に前記燃料電池のアノード入口への燃料ガス供給を遮断する一方で、

システムの異常が発生してから所定時間経過するまでアノード出口の開放を維持し、

システムの異常が発生してから前記アノード出口が開放されている期間は、カソード入口へ酸化ガスを継続的に供給することにより前記燃料電池のカソード出口から排気されるカソードオフガスにて、前記アノード出口から排気されたアノードオフガスの水素濃度を低減する、燃料電池システムの運転方法。

【請求項 7】

請求項 5 又は請求項 6 に記載の燃料電池システムの運転方法であって、

前記アノード出口が開放されている期間は前記アノード出口から排気されるアノードオフガスを吸引する、燃料電池システムの運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は燃料電池システムに関し、特に、システム異常停止時におけるアノードオフガスの排気処理技術に関する。

【背景技術】

【0002】

10

燃料電池システムは可燃性の燃料ガス（水素リッチガス）を使用して電力発電を行うため、システムの異常発生時においては、燃料電池への燃料ガス供給を遮断してシステムの安全を確保する必要がある。例えば、特開昭 61-147465 号公報には、燃料電池の運転トラブルによる緊急停止時において、燃料電池スタックのアノード極及びカソード極の各々の入口及び出口に配設された電磁弁を閉弁するとともに、アノード極及びカソード極の各々を不活性ガスバッファタンクと連結するように構成し、緊急停止時に生じる両極間の差圧を最小限に抑えて燃料電池を保護する技術が提案されている。

【特許文献 1】特開昭 61-147465 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

しかし、燃料電池のアノードガスチャンネルが燃料ガスで加圧された状態でアノード入口及び出口の電磁弁が閉弁されると、燃料ガスが電解質膜を通過してカソードガスチャンネルへクロスリークする場合が生じ得る。また、このような場合、安全点検確認後にシステムを再起動する際に、エアコンプレッサでカソードガスチャンネルへ加圧エアを供給しても、カソードガスチャンネルにクロスリークした燃料ガスは十分な濃度に希釈されないまま押し出されるようにしてシステム外に排気される虞がある。

【0004】

そこで、本発明は上述の問題を解決し、システム異常停止時における燃料ガスのカソードガスチャンネルへのクロスリークを低減することを課題とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の課題を解決するため、本発明の燃料電池システムは燃料ガスと酸化ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、燃料電池のアノード入口への燃料ガス供給を遮断する燃料ガス供給遮断手段と、燃料電池のアノード出口からのアノードオフガスを遮断するアノードオフガス遮断手段と、を備え、燃料ガス供給遮断手段はシステムの異常発生時にアノード入口への燃料ガス供給を遮断する一方で、アノードオフガス排気遮断手段はシステムの異常が発生してから所定の条件が満たされるまでアノード出口の開放を維持する。このように、システム異常が発生すると、所定の条件が満たされるまでアノード出口の開放を維持することで、アノードガスチャンネル内の残存アノードガス（水素）を低減し、カソードガスチャンネルへのアノードガスのクロスリークを抑制できる。また、システム再起動時におけるカソードガスチャンネルからの高濃度水素ガスの排気を低減できる。ここで、「アノード出口の開放を維持する」とは、アノードオフガス遮断手段によるアノード出口の遮断を禁止することを意味する。また、「システム異常発生時」とは、燃料電池システムに係るシステム異常を検出したときだけでなく、システム異常を検出して燃料電池システムの異常対応モード（フェールセーフモード）を作動させたときを含むものとする。

40

【0006】

ここで、「所定の条件」とは、システム異常停止時に燃料電池内部（例えば、アノードガスチャンネル）に残留するアノードガスの残存量が所定量以下に達するための条件をいう。具体例として、例えば（１）アノードガスチャンネルの内圧が所定圧力以下に達する

50

こと、(2)システムの異常が発生した時点から所定時間経過すること、(3)システム異常停止時にアノード出口から排気されるアノードオフガス流量の積算値が所定流量を超えたこと、(4)システム異常停止時にアノード出口から排気されるアノードオフガスの水素濃度が所定濃度以下に達したこと、(5)システム異常停止時にアノード出口から排気されるアノードオフガスの温度が所定温度以下に達したこと、等の条件を設定できる。フェールセーフモードの一例として、例えば、アノード入口への燃料ガス供給を遮断する場合、アノード入口への燃料ガス供給を遮断した時点から所定時間経過するまでアノード出口の開放を維持することを「所定の条件」としてもよい。

【0007】

上述の構成に加えて、アノード出口から排気されるアノードオフガスを吸引する吸引手段を更に備え、この吸引手段はアノード出口が開放されている間はアノード出口から排気されるアノードオフガスを吸引するように構成するのが好ましい。かかる構成により、アノード出口を開放している時間を短縮できる。

【0008】

この吸引手段としては、例えば、アノード出口から排気されたアノードオフガスをアノード入口に還流させるための循環ポンプが好適である。水素循環系に設置されている既存の循環ポンプを利用すれば、新たな装置を追加することなく、アノードオフガスの吸引を可能にできる。

【0009】

また、上述の構成に加えて、アノード出口から排気されたアノードオフガスの水素濃度を低減する水素濃度低減装置を更に備えるのが好ましい。かかる構成により、アノードオフガスの水素濃度を十分に低減した上でシステム外に排気できる。

【0010】

また、上述の構成に加えて、燃料電池のカソード入口に酸化ガスを供給するための酸化ガス供給手段と、燃料電池のカソード出口から排気されたカソードオフガスを水素濃度低減装置に導入するためのカソードオフガス流路を更に備え、酸化ガス供給手段はシステムの異常が発生してからアノード出口が開放されている期間において、カソード入口へ酸化ガスを継続的に供給することによりカソード出口から排気されたカソードオフガスを水素濃度低減装置に導入するように構成するのが望ましい。これにより、アノードオフガスを希釈又は燃焼するために必要なガスを水素濃度低減装置に供給することができ、アノード

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、システム異常が発生すると所定の条件が満たされるまでアノード出口の開放を維持することで、アノードガスチャンネル内の残存アノードガス圧を低減し、カソードガスチャンネルへのアノードガスのクロスリークを抑制できる。これによって、システム再起動時におけるカソードガスチャンネルからの高濃度水素ガスの排気を低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

図1は本実施形態の燃料電池システムの主要構成図を示している。

燃料電池システム10は燃料電池電気自動車(FCEV)に搭載されて電力発電を行うオンボード発電装置として構成されており、反応ガス(燃料ガス、酸化ガス)の供給を受けて電力発電を行う燃料電池20を備えている。

燃料電池20はフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜等から成る高分子電解質膜21の一方の面にアノード極22を、他方の面にカソード極23をスクリーン印刷等で形成した膜・電極接合体(MEA)24を備えている。膜・電極接合体24の両面はリブ付セパレータ(図示せず)によってサンドイッチされ、このセパレータとアノード極22及びカソード極23との間にそれぞれ溝状のアノードガスチャンネル25及びカソードガスチャンネル26を形成している。アノード極22では(1)式の酸化反

10

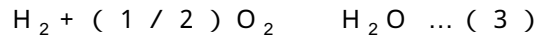
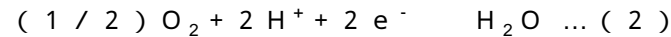
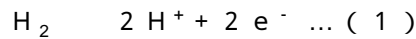
20

30

40

50

応が生じ、カソード極 23 では (2) 式の還元反応が生じる。燃料電池 20 全体としては (3) 式の起電反応が生じる。



尚、同図では説明の便宜上、膜・電極接合体 24、アノードガスチャンネル 25、及びカソードガスチャンネル 26 から成る単セルの構造を模式的に図示しているが、実際には上述したリブ付セパレータを介して複数の単セルが直列に接続したスタック構造を具備している。

【0013】

燃料電池システム 10 の酸化ガス供給系統には、カソードガスチャンネル 26 に酸化ガスを供給するための酸化ガス流路 41 と、カソードガスチャンネル 26 から流出するカソードオフガス（酸素オフガス）を排気するためのカソードオフガス流路 42 が配管されている。カソードオフガスとは、カソード出口から排気される排気ガスをいう。酸化ガス流路 41 にはカソード入口に流入する酸化ガスを遮断するカソード入口バルブ B1 が配設され、カソードオフガス流路 42 にはカソード出口から流出するカソードオフガスを遮断するカソード出口バルブ B2 が配設されている。これらのバルブ B1 ~ B2 は、例えば、シャットバルブ（電磁弁）等から構成されている。バルブ B1 はカソード入口への酸化ガス供給を遮断する酸化ガス供給遮断手段として機能し、バルブ B2 はカソード出口からのカソードオフガス排気を遮断するカソードオフガス排気遮断手段として機能する。エアフィルタ 51 を介して大気から取り込まれたエアは、モータ M2 によって駆動されるエアコンプレッサ（酸化ガス供給手段）C2 にて加圧された後、加湿器 52 にて適度に過湿され、酸化ガス流路 41 を経由してカソードガスチャンネル 26 に流れ込む。加湿器 52 では燃料電池 20 の電池反応で生じた生成水によって高湿潤状態となったカソードオフガスと、大気より取り込んだ低湿潤状態の酸化ガスとの間で水分交換が行われる。カソードオフガス流路 42 を流れるカソードオフガスは車外に排気される。

【0014】

一方、燃料電池システム 10 の燃料ガス供給系統には、アノードガスチャンネル 25 に燃料ガスを供給するための燃料ガス流路 31 と、アノードガスチャンネル 25 から排気されるアノードオフガス（水素オフガス）をアノード極 22 に還流させるための循環流路 32 が配管されている。アノードオフガスとは、アノード出口から排気される排気ガスをいう。燃料ガス流路 31 と循環流路 32 とによって水素循環系統が構成されている。燃料ガス流路 31 には、水素高圧タンク 53 のタンクバルブ（元栓バルブ）A1 と、燃料ガスの圧力調整を行うレギュレータ A6 と、水素高圧タンク 53 から燃料ガス流路 31 への燃料ガス供給 / 遮断を制御する供給バルブ A2 と、アノード入口へ流入する燃料ガスを遮断するアノード入口バルブ A3 と、アノードガスチャンネル 25 の内圧（ガス圧）を検出する圧力センサ P が配設されている。これらのバルブ A1 ~ A3 は、例えば、シャットバルブ（電磁弁）等から構成されており、アノード入口への燃料ガス供給を遮断する燃料ガス供給遮断手段として機能する。

【0015】

循環流路 32 には、アノード出口から流出するアノードオフガスの排気を遮断するアノード出口バルブ A4 と、アノードオフガスを燃料ガス流路 31 に還流させる循環ポンプ C1 が配設されている。アノードガスチャンネル 25 を通過する際に圧力損失を受けたアノードオフガスはモータ M1 によって駆動される循環ポンプ C1 によって適度な圧力にまで昇圧され、燃料ガス流路 31 に導かれる。循環流路 32 には、循環水素に含まれる水素以外の成分濃度が高くなった時点でアノードオフガスの一部を循環流路 32 からシステム外にパージするためのアノードオフガス流路 33 が分岐配管されている。アノードオフガスのパージ操作はアノードオフガス流路 33 に設置された水素排気バルブ A5 によって調整できるように構成されている。循環流路 32 とアノードオフガス流路 33 とによって、アノードオフガスの排気系統が構成されている。上述のバルブ A4 ~ A5 は、例えば、シャ

10

20

30

40

50

ットバルブ（電磁弁）等から構成されており、アノード出口からのアノードオフガスの排気を遮断するアノードオフガス遮断手段として機能する。

【 0 0 1 6 】

アノードオフガス流路 3 3 の経路上には、アノードオフガス（被希釈ガス）とカソードオフガスの一部（希釈ガス）を混合希釈することによって、アノードオフガスの水素濃度を低減するための希釈器 5 4 が配設されている。カソードオフガス流路 4 2 には希釈器 5 4 に連通する分岐流路 4 3 が分岐配管されており、カソードオフガスの一部を希釈エアとして希釈器 5 4 に導いている。アノードオフガスの排気系統に設置される水素濃度低減装置としては、上述した希釈器 5 4 の他に、例えば、触媒燃焼器（水素燃焼器）等も好適である。

10

【 0 0 1 7 】

制御部 6 0 はシステム全体を制御するとともに、システム異常の発生時においては、後述するアノードオフガスの排気処理手順に従って、圧力センサ P からのセンサ信号に基づいてアノードガスチャンネル 2 5 の内圧を監視しつつ、必要に応じてモータ M 1、M 2 を駆動制御して循環ポンプ C 1、エアコンプレッサ C 2 の回転数を調整し、上述したバルブ A 1 ~ A 6 の閉弁操作（ガス遮断操作）を行うことにより、システム停止処理を実行する。

【 0 0 1 8 】

次に、システム異常発生時におけるアノードオフガスの排気処理について、その概要を説明する。

20

（１）燃料電池システム 1 0 の主要装置又は補機部品等が温度、圧力、電圧、電流、水素安全、高電圧安全等に関する異常診断において異常と判断され、システム停止が行われる場合、制御部 6 0 は燃料ガス供給系統に配設されたバルブ A 1 ~ A 3 を閉弁して、燃料電池 2 0 への燃料ガス供給を遮断する。

（２）制御部 6 0 はアノードガスチャンネル 2 5 の内圧が所定圧以下まで降圧するか、又はシステムの異常が発生した時点から所定時間経過する迄の間（例えば、バルブ A 1 ~ A 3 の閉弁時から所定時間経過する迄の間）、アノード出口を強制的に開放する。システム停止時にアノード出口を暫らく強制的に開放することにより、アノードガスチャンネル 2 5 に滞留するアノードオフガスは高分子電解質膜 2 1 を透過してカソードガスチャンネル 2 6 にクロスリークすることなく、電池外に排気される。電池外に排気されたアノードオフガスは希釈器 5 4 に流入する。システム異常停止時にカソードガスチャンネル 2 6 にクロスリークした水素ガスがシステム再起動時にカソードガスチャンネル 2 6 から高濃度水素ガスとして排気されないように十分に希釈することはシステムの安全性等を確保する上で必要な課題であるから、アノードオフガスを上述のように排気処理することによって、この課題を解決することもできる。

30

（３）システム停止を行う場合、全ての補機類は作動を停止させるのが望ましいが、エアコンプレッサ C 2 が作動可能な状態では、エアコンプレッサ C 2 を作動させて加圧エアを希釈器 5 4 に導入するのが望ましい。これによって、希釈器 5 4 に滞留しているアノードオフガスを十分な濃度まで希釈できる。

（４）更に、循環ポンプ C 1 の下流側に水素排気バルブ A 5 が設置されているようなシステム構成（例えば、図 1 に示すようなシステム構成）であって、かつ循環ポンプ C 1 を作動できる状態では、循環ポンプ C 1 を作動させてアノードオフガスの電池外への排気を促進する（強制排気を行う）のがより好ましい。このように、アノードオフガスを強制排気することで、アノード出口を開放している時間を短縮することが可能となり、システム停止処理を短時間で行うことができる。循環ポンプ C 1 はアノード出口から強制的にアノードオフガスを吸引する吸引手段として機能する。

40

但し、循環ポンプ C 1 の上流側に水素排気バルブ A 5 が設置されているようなシステム構成（例えば、図 1 の位置 D に循環ポンプ C 1 が設置されているようなシステム構成）では、循環ポンプ C 1 を作動させてもアノードオフガスを強制排気できないため、循環ポンプ C 1 を作動させる必要はない。

50

(5) アノードガスチャンネル25の内圧がクロスリークを起こさない圧力まで十分に低下したならば、バルブA4～A5を閉弁し、アノードオフガスの排気系統を遮断する。これにより、システム停止処理が完了する。

【0019】

図2はシステム異常停止時の制御手順を記述した第一の制御ルーチンである。

同制御ルーチンは循環ポンプC1の下流側に水素排気バルブA5が設置されているようなシステム構成であって、かつ循環ポンプC1を作動できる状態を想定している。

主制御プログラムの中で同制御ルーチンが呼び出されると、制御部60はシステム異常発生の有無をチェックする(S101)。システム異常発生の有無は温度、圧力、電圧、電流、水素安全、高電圧安全等に関する異常診断プログラムによってチェックされる。ここで、「異常あり」と判断されると(S101; YES)、制御部60はバルブA1～A3を閉弁し、燃料ガス供給系統を遮断する(S102)。このとき、アノード出口は開放された状態にある。次いで、循環ポンプC1を作動させて、アノードオフガスを希釈器54へ強制排気する(S103)。

10

【0020】

次いで、エアコンプレッサC2が作動可能であるか否かをチェックする(S104)。作動可能であるならば(S104; YES)、エアコンプレッサC2を作動させ、希釈器54に希釈エアを導入してアノードオフガスを希釈する(S105)。次いで、圧力センサPが検出したアノードガスチャンネル25の内圧PAと、予め定められた閾値Ptとを比較し、PA < Ptであるか否かをチェックする(S106)。閾値Ptとしては、アノードオフガスがクロスリークしない程度の圧力値に設定するのが好ましい。内圧PAが閾値Pt以下となると(S106; YES)、アノードオフガスの排気系統に配設されているバルブA4～A5を閉弁し、アノードオフガスの排気を遮断する(S107)。次いで、エアコンプレッサC2と循環ポンプC1を順次停止させる(S108, S109)。

20

【0021】

一方、エアコンプレッサC2が、例えば電源系の異常等によって作動不能である場合には(S104; NO)、エアコンプレッサC2が停止したままの状態、内圧PAと閾値Ptとを比較し、PA < Ptであるか否かをチェックする(S110)。内圧PAが閾値Pt以下となると(S110; YES)、制御部60はバルブA4～A5を閉弁し(S111)、更に循環ポンプC1を停止させる(S109)。

30

【0022】

図3はシステム異常停止時の制御手順を記述した第二の制御ルーチンである。

同制御ルーチンのS201～S211は第一制御ルーチンのS101～S111に対応している。

主制御プログラムの中で同制御ルーチンが呼び出されると、制御部60はシステム異常発生の有無をチェックする(S201)。ここで、「異常あり」と判断されると(S201; YES)、制御部60はバルブA1～A3を閉弁し、燃料ガス供給系統を遮断する(S202)。このとき、アノード出口は開放された状態にある。次いで、循環ポンプC1を作動させて、アノードオフガスを希釈器54へ強制排気する(S203)。次いで、エアコンプレッサC2が作動可能であるか否かをチェックする(S204)。作動可能であるならば(S204; YES)、エアコンプレッサC2を作動させ、希釈器54に希釈エアを導入してアノードオフガスを希釈する(S205)。

40

【0023】

次いで、燃料ガス供給系統を遮断した時点からの経過時間tと、予め定められた閾値t1を比較し、t < t1であるか否かをチェックする(S206)。閾値t1としては、アノードオフガスがクロスリークしない程度の時間に設定するのが好ましい。経過時間tが閾値t1以上となると(S206; YES)、アノードオフガスの排気系統に配設されているバルブA4～A5を閉弁し、アノードオフガスの排気を遮断する(S207)。次いで、エアコンプレッサC2と循環ポンプC1を順次停止させる(S208, S209)。

【0024】

50

一方、エアコンプレッサC2が、例えば電源系の異常等によって作動不能である場合には(S204; NO)、エアコンプレッサC2が停止したままの状態、燃料ガス供給系統を遮断した時点からの経過時間tと、予め定められた閾値t2を比較し、t < t2であるか否かをチェックする(S210)。閾値t2としては、エアコンプレッサC2が作動不能であることを考慮して、閾値t1よりも長めの時間に設定するのがよい。経過時間tが閾値t2以上となると(S210; YES)、アノードオフガスの排気系統に配設されているバルブA4~A5を閉弁し(S211)、次いで、循環ポンプC1を停止させる(S209)。

【0025】

このように、燃料ガス供給遮断手段(バルブA1~A3)を制御して、アノード入口への燃料ガス供給を遮断する一方で、アノード出口を強制的に暫らく開放しておき、アノードガスチャンネル25の内圧が所定圧力Pt以下に達した後、又は所定時間t1(若しくはt2)を経過した後にアノード出口からのアノードオフガスの排気を遮断するようにアノードオフガス遮断手段(バルブA4~A5)を制御することで、アノードガスチャンネル25内の残存水素圧を低減し、カソードガスチャンネル26へのアノードオフガスのクロスリークを抑制できる。これにより、システム再起動時におけるカソードガスチャンネル26からの高濃度水素の排気を抑制することが可能となる。

【0026】

また、アノードオフガスの排気系統に設置された循環ポンプC1のポンプ作用(吸引作用)によって、アノード出口からアノードオフガスを吸引し、電池外へ強制的に排気できるため、アノード出口の開放時間を短縮できる。また、アノードオフガスの排気系統に希釈器54等の水素濃度低減装置を設置することで、アノードオフガスの水素濃度を十分に低減した上でシステム外に排気できる。即ち、システム異常停止時には、タンクバルブA1、供給バルブA2、及びアノード入口バルブA3を閉弁するとともに、アノード出口バルブA4と水素排気バルブA5を開弁し、循環ポンプC1を作動させてアノード内の残留ガスを電池外に排出させる。循環ポンプC1が作動している間はカソード入口バルブB1とカソード出口バルブB2を開弁状態に維持しつつ、エアコンプレッサC2を作動させることによって、カソードガスチャンネル26にエアを供給し、カソード下流に配設された希釈器54に希釈エアを導入するのが好ましい。これにより、システム異常停止時に希釈器54に流入したアノードオフガスを十分に希釈できる。アノードガスチャンネル25内部のアノードガス残存量が所定量以下に低減したならば、アノード出口バルブA4と水素排気バルブA5を閉弁するとともに循環ポンプC1を停止させる。

【0027】

尚、本実施形態においては(1)アノードガスチャンネルの内圧が所定圧力以下に達すること、又は(2)システムの異常が発生した時点から所定時間経過することを条件として、システム異常停止時における燃料電池内部のアノードガスの残存量が所定量以下に達したか否かをチェックする場合を例示したが、本発明はこれに限られるものではなく、アノードガスの残存量に関連する物理量を検出することによって、アノードガスの残存量が所定量以下に達したか否かを判定してもよい。例えば、(3)システム異常停止時にアノード出口から排気されるアノードオフガス流量の積算値が所定流量を超えたこと、(4)システム異常停止時にアノード出口から排気されるアノードオフガスの水素濃度が所定濃度以下に達したこと、(5)システム異常停止時にアノード出口から排気されるアノードオフガスの温度が所定温度以下に達したこと、などを条件として、システム異常停止時における燃料電池内部のアノードガスの残存量が所定量以下に達したか否かをチェックしてもよい。

【0028】

また、本実施形態の構成において循環流路32や循環ポンプC1を省略し、アノードオフガス遮断手段(バルブA4又はA5の少なくとも何れか一つ)を介してアノードオフガスをシステム外に排気するようにシステム構成を変形してもよい。また、アノード出口が開放されている期間では循環ポンプC1の作動を停止してもよい。また、循環流路32の

10

20

30

40

50

上流にシステム外に連通するバイパス通路を設けておき、システム異常停止処理中にこのバイパス通路を開放してもよい。また、希釈器 54 の代わりにコンバスタ（触媒）を設置してもよい。更に、カソード側のエアコンプレッサ C2 の作動や、希釈器 54 へのカソードオフガスの供給をそれぞれ省略してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本実施形態の燃料電池システムの主要構成図である。

【図2】アノードオフガスの排気処理手順を示す第一の制御ルーチンである。

【図3】アノードオフガスの排気処理手順を示す第二の制御ルーチンである。

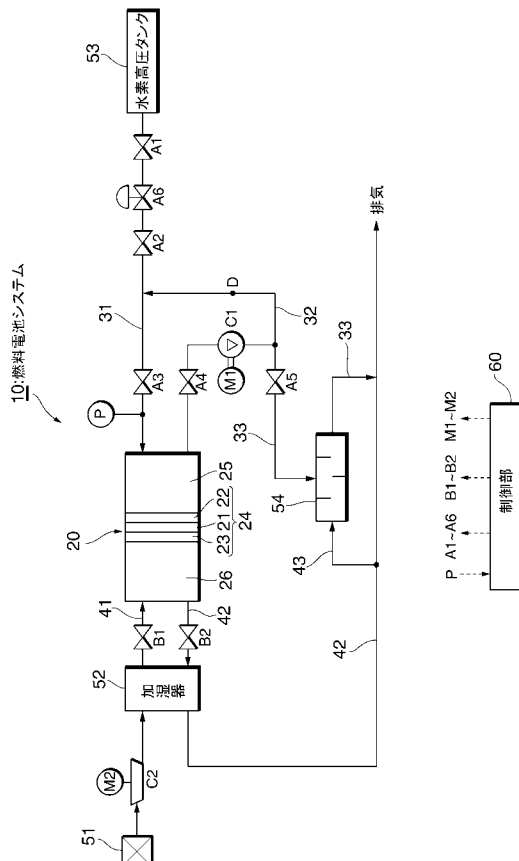
【符号の説明】

【0030】

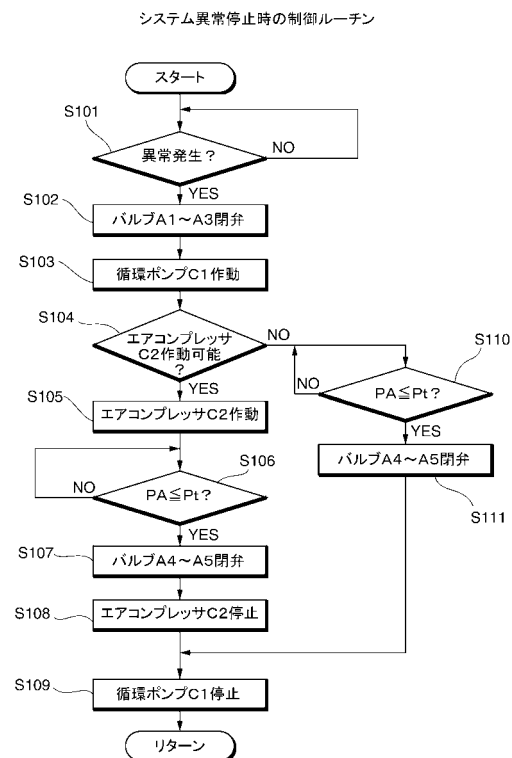
10...燃料電池システム 20...燃料電池 31...燃料ガス流路 32...循環流路 33...アノードオフガス流路 41...酸化ガス流路 42...カソードオフガス流路 43...分岐流路 54...希釈器 A1...タンクバルブ A2...供給バルブ A3...アノード入口バルブ A4...アノード出口バルブ A5...水素排気バルブ A6...レギュレータ

10

【図1】

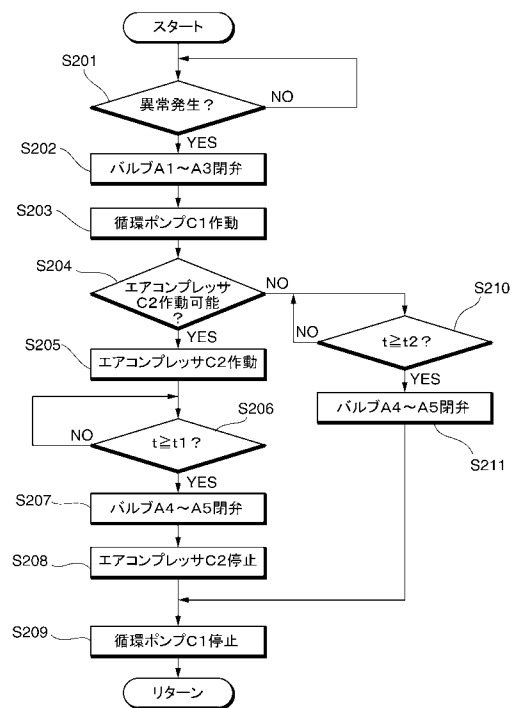


【図2】



【図 3】

システム異常停止時の制御ルーチン



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 8 - 1 2 4 5 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 8 9 2 3 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4