

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5199645号
(P5199645)

(45) 発行日 平成25年5月15日(2013.5.15)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 M 8/04 (2006.01)

HO 1 M 8/04 X

HO 1 M 8/10 (2006.01)

HO 1 M 8/04 Y

HO 1 M 8/04 J

HO 1 M 8/10

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-285764 (P2007-285764)
 (22) 出願日 平成19年11月2日(2007.11.2)
 (65) 公開番号 特開2009-117056 (P2009-117056A)
 (43) 公開日 平成21年5月28日(2009.5.28)
 審査請求日 平成21年9月16日(2009.9.16)

(73) 特許権者 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
 (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 森田 晋二郎
 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 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

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】

燃料ガス流路及び酸化剤ガス流路を有し、前記燃料ガス流路に燃料ガスが、前記酸化剤ガス流路に酸化剤ガスが、それぞれ供給されることで発電する燃料電池と、

前記燃料ガス流路に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、

前記燃料電池の発電停止後に、所定時間経過毎に、当該燃料電池のカソード電位に関する電位量を検出する電位量検出手段と、

前記電位量検出手段が検出した電位量を記憶する電位量記憶手段と、

今回の電位量と前回の電位量との差である電位量差を算出し、算出した電位量差が所定電位量差以上である場合、再起動によりカソード電位が上昇しても前記燃料電池の劣化しないカソード電位以下となるように、今回の電位量差に基づいて燃料ガスの目標供給量を算出し、算出した目標供給量の燃料ガスが前記燃料ガス流路に供給されるように、前記燃料ガス供給手段を制御する制御手段と、

を備え、

前記燃料電池の発電停止中、前記酸化剤ガス流路が外部と連通する

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記目標供給量は、今回の電位量差が大きいほど、多くなるように設定される

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】

前記目標供給量は、前記燃料電池の発電停止からの経過時間が短いほど、多くなるように設定される

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記目標供給量は、発電停止時における前記燃料電池の温度が高いほど、多くなるように設定される

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記燃料ガス供給手段は、燃料ガス源と、第 1 遮断弁と、圧力調整手段と、第 2 遮断弁とを備え、

前記燃料ガス源の燃料ガスが、前記第 1 遮断弁、前記圧力調整手段、前記第 2 遮断弁を順に介して、前記燃料ガス流路に供給され、

前記燃料電池の発電を停止させる場合、前記第 1 遮断弁及び前記第 2 遮断弁が閉じられ、

前記燃料電池の発電停止後において前記燃料ガス流路に燃料ガスを供給する場合、前記制御手段は、前記第 1 遮断弁を閉じたまま、前記第 2 遮断弁を開く

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記燃料電池の前記酸化剤ガス流路の下流に、前記酸化剤ガス流路内のガスの圧力を調整する背圧弁を備え、

前記燃料電池の発電停止後、前記制御手段は、前記背圧弁を閉じ、外部から前記酸化剤ガス流路への空気の流入を低減する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、水素（燃料ガス）がアノードに、酸素（酸化剤ガス）がカソードに、それぞれ供給されることで発電する固体高分子型燃料電池（Polymer Electrolyte Fuel Cell：PEFC）等の燃料電池の開発が盛んである。燃料電池は、その発電電力によって走行する燃料電池自動車や、家庭用電源など広範囲で適用されつつあり、今後もその適用範囲の拡大が期待されている。

【0003】

このような燃料電池の発電を停止させる場合、アノードへの水素供給、及び、カソードへの空気供給を停止することが一般的である。そして、燃料電池の再起動性を高める技術が提案されている（特許文献 1 参照）。

【0004】

【特許文献 1】特開 2006 - 139991 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、燃料電池の発電停止後、ある程度の時間が経過すると、アノード流路の水素が、電解質膜（固体高分子膜）を透過し、カソード流路にリークする。一方、カソード流路の空気（酸素）は、電解質膜を透過し、アノード流路にリークする。

ここで、アノード流路の上流及び下流は、一般に、燃料電池の発電停止中閉じられるが、カソード流路の上流及び下流、特に、コンプレッサ（酸化剤ガス供給源）に連通する上流は、燃料電池の発電停止中もコンプレッサを介して外部と連通していることが一般的である。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

(1)そして、このように燃料電池の発電停止中において、カソード流路が外部と連通していると、アノード流路からリークした水素が外部に流出すると共に、カソード流路には空気が外部から流入し、カソード流路は略空気で満たされることになる。

そうすると、空気で略満たされたカソード流路に基づくカソード電位は、水素と空気とが混在するアノード流路に基づくアノード電位よりも高くなる。そして、このようにカソード電位が高くなると、セル電圧（カソード電位とアノード電位との差）は、大きくなる。なお、水素と空気とが混在するアノード流路に基づくアノード電位は、略 0 である。

【 0 0 0 7 】

(2)その後、燃料電池の発電停止状態が継続すると、カソード流路の空気が電解質膜を透過し、アノード流路にリークする。そして、このようにアノード流路に空気がリークすると、リークした空気中の酸素がアノードの触媒下で電極反応を生成し、アノード電位が上昇し、カソード電位に近づき、その結果、セル電圧は低下する。

【 0 0 0 8 】

そして、前記した (1)、(2)のようにカソード電位が高い状況の場合において、燃料電池システムが再起動し、カソード流路に空気が供給されると、カソード電位がさらに上昇し、燃料電池（電解質膜、アノード、カソード等）が劣化する虞がある。

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明は、燃料電池の発電停止後におけるカソード電位の上昇を抑え、再起動時における燃料電池の劣化を防止可能な燃料電池システムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

前記課題を解決するための手段として、本発明は、燃料ガス流路及び酸化剤ガス流路を有し、前記燃料ガス流路に燃料ガスが、前記酸化剤ガス流路に酸化剤ガスが、それぞれ供給されることで発電する燃料電池と、前記燃料ガス流路に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、前記燃料電池の発電停止後に、所定時間経過毎に、当該燃料電池のカソード電位に関する電位量を検出する電位量検出手段と、前記電位量検出手段が検出した電位量を記憶する電位量記憶手段と、今回の電位量と前回の電位量との差である電位量差を算出し、算出した電位量差が所定電位量差以上である場合、再起動によりカソード電位が上昇しても前記燃料電池の劣化しないカソード電位以下となるように、今回の電位量差に基づいて燃料ガスの目標供給量を算出し、算出した目標供給量の燃料ガスが前記燃料ガス流路に供給されるように、前記燃料ガス供給手段を制御する制御手段と、を備え、前記燃料電池の発電停止中、前記酸化剤ガス流路が外部と連通することを特徴とする燃料電池システムである。

【 0 0 1 1 】

ここで、カソード電位に関連する電位量としては、例えば、カソード電位（vs SHE）、アノード電位（vs SHE）、セル電圧（カソード電位 - アノード電位）、酸化剤ガス流路における燃料ガス又は酸化剤ガスの濃度、発電停止後の経過時間が挙げられる。

【 0 0 1 2 】

このような燃料電池システムによれば、今回検出された電位量と、前回検出され電位量記憶手段に記憶されている電位量との差である電位量差が、所定電位量差以上である場合、制御手段が、再起動によりカソード電位が上昇しても燃料電池の劣化しないカソード電位以下となるように、今回の電位量差に基づいて算出される目標供給量の燃料ガスが燃料ガス流路に供給されるように、燃料ガス供給手段を制御する。

そうすると、燃料ガス流路に供給された燃料ガスは、電解質膜を透過して、酸化剤ガス流路にリークする。そして、酸化剤ガス流路における燃料ガスの量が増加し、カソード電位が低下する。

【 0 0 1 3 】

このようにして、燃料電池の発電停止後におけるカソード電位の上昇が抑えられるので、その後、システムが再起動し、酸化剤ガスがカソード流路に新たな供給され、カソード

10

20

30

40

50

電位が上昇しても、カソード電位が燃料電池の劣化する電位に到達することはない。その結果、燃料電池（MEA等）の劣化を防止できる。

【0014】

また、前記目標供給量は、今回の電位量差が大きいほど、多くなるように設定されることを特徴とする燃料電池システムである。

【0015】

このような燃料電池システムによれば、今回の電位量差が大きいほど、燃料ガスの目標供給量が多くなるように設定（補正）される。これにより、適切な量の燃料ガスを、燃料ガス流路に供給することができる。

【0016】

また、前記目標供給量は、前記燃料電池の発電停止からの経過時間が短いほど、多くなるように設定されることを特徴とする燃料電池システムである。

【0017】

このような燃料電池システムによれば、燃料電池の発電停止からの経過時間が短いほど、燃料ガスの目標供給量が多くなるように設定（補正）される。これにより、適切な量の燃料ガスを、燃料ガス流路に供給することができる。

【0018】

また、前記目標供給量は、発電停止時における前記燃料電池の温度が高いほど、多くなるように設定されることを特徴とする燃料電池システムである。

【0019】

このような燃料電池システムによれば、発電停止時における燃料電池の温度が高いほど、燃料ガスの目標供給量が多くなるように設定（補正）される。これにより、適切な量の燃料ガスを、燃料ガス流路に供給することができる。

【0020】

また、前記燃料ガス供給手段は、燃料ガス源と、第1遮断弁と、圧力調整手段と、第2遮断弁とを備え、前記燃料ガス源の燃料ガスが、前記第1遮断弁、前記圧力調整手段、前記第2遮断弁を順に介して、前記燃料ガス流路に供給され、前記燃料電池の発電を停止させる場合、前記第1遮断弁及び前記第2遮断弁が閉じられ、前記燃料電池の発電停止後において前記燃料ガス流路に燃料ガスを供給する場合、前記制御手段は、前記第1遮断弁を閉じたまま、前記第2遮断弁を開くことを特徴とする燃料電池システムである。

【0021】

このような燃料電池システムによれば、燃料電池の発電停止後において燃料ガス流路に燃料ガスを供給する場合、制御手段は、第1遮断弁を閉じたまま、第2遮断弁を開く。これにより、第1遮断弁と第2遮断弁との間に残留する燃料ガスを、燃料ガス流路に供給することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、燃料電池の発電停止後におけるカソード電位の上昇を抑え、再起動時における燃料電池の劣化を防止可能な燃料電池システムを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の一実施形態について、図1から図5を参照して説明する。

【0024】

燃料電池システムの構成

図1に示す本実施形態に係る燃料電池システム1は、図示しない燃料電池自動車（移動体）に搭載されている。燃料電池システム1は、燃料電池スタック10と、燃料電池スタック10を構成する単セル11のカソード電位を検出するための標準水素電極21及び電圧センサ23と、燃料電池スタック10のアノード14に対して水素（燃料ガス）を給排するアノード系（燃料ガス供給手段）と、燃料電池スタック10のカソード15に対して酸素を含む空気（酸化剤ガス）を給排するカソード系と、IG51（イグニッション）等

10

20

30

40

50

と、これらを電子制御する ECU 60 (Electronic Control Unit、電子制御装置) と、を備えている。

【0025】

<燃料電池スタック>

燃料電池スタック 10 は、複数 (例えば 200 ~ 400 枚) の固体高分子型の単セル 11 が積層して構成されたスタックであり、複数の単セル 11 は電氣的に直列で接続されている。なお、図 1 では、1 つの単セル 11 のみを記載している。

単セル 11 は、MEA 12 (Membrane Electrode Assembly: 膜電極接合体) と、これを挟み 2 枚の導電性を有するアノードセパレータ 16 及びカソードセパレータ 17 と、を備えている。MEA 12 は、1 価の陽イオン交換膜等からなる電解質膜 13 (固体高分子膜) と、これを挟むアノード 14 及びカソード 15 (電極) とを備えている。

10

【0026】

アノード 14 及びカソード 15 は、カーボンペーパー等の導電性を有する多孔質体から主に構成されると共に、アノード 14 及びカソード 15 における電極反応を生じさせるための触媒 (Pt、Ru 等) を含んでいる。

【0027】

アノードセパレータ 16 には、各 MEA 12 のアノード 14 に対して水素を給排するための溝や貫通孔が形成されており、これら溝及び貫通孔がアノード流路 16a (燃料ガス流路) として機能している。

カソードセパレータ 17 には、各 MEA 12 のカソード 15 に対して空気を給排するための溝や貫通孔が形成されており、これら溝及び貫通孔がカソード流路 17a (酸化剤ガス流路) として機能している。

20

【0028】

そして、アノード流路 16a を介して各アノード 14 に水素が供給され、カソード流路 17a を介して各カソード 15 に空気が供給されると、電極反応が起こり、各単セル 11 で電位差 (OCV (Open Circuit Voltage)、開回路電圧) が発生するようになっている。次いで、燃料電池スタック 10 と走行モータ等の外部回路とが電氣的に接続され、電流が取り出されると、燃料電池スタック 10 が発電するようになっている。

【0029】

<標準水素電極>

30

標準水素電極 21 (Standard Hydrogen Electrode: SHE) は、例えば、多孔質の水素拡散層からなる可逆水素電極 (Reversible Hydrogen Electrode: RHE) を用いることができる。これは、カソード電位 (カソード電位に関連する電位量) を検出するための基準電極である。標準水素電極 21 を構成するための水素は、例えば、後記する水素タンク 31 から、カソード電位の検出時に ECU 60 の指令に従って開かれる常閉型の開閉弁 (図示しない) を介して、導かれる。

【0030】

また、標準水素電極 21 を構成する電解質溶液が満たされた液路には、カソード 15 の一部が浸漬されており導通している。さらに、標準水素電極 21 の電極本体は、カソード電位の検出時に ON されるスイッチ 22、電圧センサ 23 (電位量検出手段) を介して、カソード 15 に接続されている。

40

【0031】

そして、カソード電位の検出時に、前記開閉弁が開かれ、スイッチ 22 が ON されると、電圧センサ 23 がカソード電位 (vs SHE) を検出し、これを ECU 60 に出力するようになっている。

【0032】

<アノード系>

アノード系は、水素タンク 31 (燃料ガス源) と、第 1 遮断弁 32 と、減圧弁 33 (圧力調整手段) と、第 2 遮断弁 34 と、エゼクタ 35 と、パージ弁 36 と、温度センサ 37 とを備えている。

50

水素タンク 3 1 は、配管 3 1 a、第 1 遮断弁 3 2、配管 3 2 a、減圧弁 3 3、配管 3 3 a、第 2 遮断弁 3 4、配管 3 4 a、エゼクタ 3 5、配管 3 5 a を介して、アノード流路 1 6 a の入口に接続されている。そして、E C U 6 0 の指令に従って第 1 遮断弁 3 2 及び第 2 遮断弁 3 4 が開かれると、水素が、水素タンク 3 1 から、第 1 遮断弁 3 2 等を経由して、アノード流路 1 6 a に供給されるようになっている。減圧弁 3 3 は、水素タンク 3 1 からアノード流路 1 6 a に向かう水素を、所定圧力に減圧させるものである。

【 0 0 3 3 】

すなわち、本実施形態では、配管 3 1 a、3 2 a、3 3 a、3 4 a、3 5 a によって、アノード流路 1 6 a に供給される水素（燃料ガス）の水素供給流路（燃料ガス供給流路）が構成されている。

10

【 0 0 3 4 】

アノード流路 1 6 a の出口には、配管 3 6 a、パージ弁 3 6、配管 3 6 b が順に接続されている。また、配管 3 6 a の途中は、配管 3 6 c を介して、エゼクタ 3 5 に接続されている。

【 0 0 3 5 】

パージ弁 3 6 は常閉型の電磁弁であって、パージ弁 3 6 が閉じている場合、アノード流路 1 6 a から排出された未反応の水素を含むアノードオフガスがエゼクタ 3 5 に戻され、その結果、水素が循環するようになっている。

一方、循環する水素に同伴する水蒸気等の不純物が増加し、セル電圧モニタ（図示しない）を介して単セル 1 1 の電圧（セル電圧）が所定セル電圧以下となった場合、E C U 6 0 によりパージ弁 3 6 が開かれ、水蒸気等の不純物が、配管 3 6 b を介して、車外に排出されるようになっている。

20

【 0 0 3 6 】

温度センサ 3 7（燃料電池温度検出手段）は、配管 3 6 a に配置されており、アノード流路 1 6 a から排出されたアノードオフガスの温度を、燃料電池スタック 1 0 の温度として検出し、E C U 6 0 に出力するようになっている。

ただし、燃料電池スタック 1 0 の温度を検出する温度センサ 3 7 の位置は、これに限定されず、カソードオフガスが流通する配管 4 2 a、燃料電池スタック 1 0 から排出された冷媒が流通する配管（図示しない）、燃料電池スタック 1 0 の筐体に配置する構成としてもよい。また、温度センサ 3 7 を複数設け、誤検出を防止してもよい。

30

【 0 0 3 7 】

< カソード系 >

カソード系は、コンプレッサ 4 1（酸化剤ガス供給手段）と、背圧弁 4 2（圧力調整手段）とを備えている。

コンプレッサ 4 1 は、配管 4 1 a を介して、カソード流路 1 7 a の入口に接続されており、E C U 6 0 の指令に従って作動すると、酸素を含む空気を取り込み、カソード流路 1 7 a に供給するようになっている。なお、配管 4 1 a には、カソード流路 1 7 a に向かう空気を適宜に加湿する加湿器（図示しない）が設けられている。

【 0 0 3 8 】

カソード流路 1 7 a の出口には、配管 4 2 a、背圧弁 4 2、配管 4 2 b が接続されており、カソード流路 1 7 a から排出されたカソードオフガスが、配管 4 2 a 等を介して車外（外部）に排出されるようになっている。背圧弁 4 2 は、E C U 6 0 の指令に従って、背圧、つまり、カソード流路 1 7 a 内のガスの圧力を調整するようになっている。

40

【 0 0 3 9 】

< I G >

I G 5 1 は、燃料電池自動車及び燃料電池システム 1 の起動スイッチであり、運転席周りに設けられている。また、I G 5 1 は E C U 6 0 と接続されており、E C U 6 0 は I G 5 1 の ON / OFF 信号を検知するようになっている。

【 0 0 4 0 】

< E C U >

50

ＥＣＵ６０（制御手段、電位量記憶手段）は、燃料電池システム１を電子制御する制御装置であり、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ、各種インタフェース、電子回路などを含んで構成されており、その内部に記憶されたプログラムに従って、各種機器を制御し、各種処理を実行するようになっている。

なお、ＥＣＵ６０による具体的制御内容は、図２のフローチャート等を参照して、以下詳細に説明する。

【００４１】

燃料電池システムの動作

次に、図２を主に参照して、燃料電池システム１の動作を、ＥＣＵ６０に設定されたプログラム（フローチャート）の流れと共に説明する。

10

なお、ＩＧ５１がＯＦＦされると、図２に示す処理がスタートする。また、初期状態（ＩＧ５１のＯＦＦ前）において、第１遮断弁３２及び第２遮断弁３４は開くと共に、コンプレッサ４１は作動しており、燃料電池スタック１０は発電している。

【００４２】

ステップＳ１０１において、ＥＣＵ６０は、第１遮断弁３２及び第２遮断弁３４を閉じ、アノード流路１６ａへの水素の供給を停止する。また、ＥＣＵ６０は、コンプレッサ４１を停止し、カソード流路１７ａへの空気の供給を停止する。さらに、ＥＣＵ６０は、燃料電池スタック１０と走行モータ等を含む外部回路との接続をＯＦＦし、燃料電池スタック１０の発電を停止させる。

また、ここでは、燃料電池スタック１０の発電停止後において、背圧弁４２が開放される場合を例示する。

20

【００４３】

ステップＳ１０２において、ＥＣＵ６０は、温度センサ３７を介して、発電停止時における燃料電池スタック１０の温度を検出し、これを内部メモリ（ＲＡＭ等）に記憶する。

【００４４】

ステップＳ１０３において、ＥＣＵ６０は、内部クロックを利用して、ステップＳ１０１、後記するステップＳ１０５の判定結果がＮｏ、又は、後記するステップＳ１０９の後、所定時間 t 経過したか否かを判定する。所定時間 t １（例えば５分）は、燃料電池スタック１０の発電停止後、カソード電位の上昇を抑えるべく、カソード電位を定期的に検出する時間であり、事前試験等により求められ、ＥＣＵ６０に予め記憶されている。

30

なお、所定時間 t １を可変、例えば、燃料電池スタック１０の発電停止からの時間が経過するにつれて、所定時間 t １を徐々に長くする構成としてもよい。

【００４５】

所定時間 t １経過したと判定された場合（Ｓ１０３・Ｙｅｓ）、ＥＣＵ６０の処理はステップＳ１０４に進む。一方、所定時間 t １経過していないと判定された場合（Ｓ１０３・Ｎｏ）、ＥＣＵ６０の処理はステップＳ１０３の判定を繰り返す。

【００４６】

ステップＳ１０４において、ＥＣＵ６０（電位量記憶手段）は、電圧センサ２３を介して、カソード電位（今回カソード電位）を検出する。そして、ＥＣＵ６０は、検出された今回カソード電位を、内部メモリ（ＲＡＭ等）に記憶する。

40

【００４７】

なお、この後、後記するステップＳ１０５の判定結果がＮｏ、又は、ステップＳ１０９の後、ステップＳ１０３の判定結果がＹｅｓとなりステップＳ１０４に進んだ場合も、ＥＣＵ６０は、再び、カソード電位を検出し、これを記憶する。

【００４８】

すなわち、燃料電池スタック１０の発電停止後、所定時間 t １が経過する毎に、ステップＳ１０４の処理が実行される。そして、ＥＣＵ６０には、初回を除き、今回のステップＳ１０４で検出されたカソード電位（今回カソード電位）と、前回のステップＳ１０４で検出されたカソード電位（前回セル電圧）とが記憶される。

【００４９】

50

ステップ S 1 0 5 において、E C U 6 0 は、内部メモリに記憶されている、今回カソード電位と前回カソード電位との差が、所定値（所定電位量差）以上であるか否かを判定する。

今回カソード電位と前回カソード電位との差が、所定値以上であると判定された場合（S 1 0 5 ・ Y e s ）、E C U 6 0 の処理はステップ S 1 0 6 に進む。一方、今回カソード電位と前回カソード電位との差が、所定値以上でないと判定された場合（S 1 0 5 ・ N o ）、E C U 6 0 の処理は、ステップ S 1 0 3 に進む。

なお、ステップ S 1 0 5 における初回判定では、判定結果が N o となるように設定されている。

【 0 0 5 0 】

10

ここで、燃料電池スタック 1 0 の発電停止後におけるアノード電位（vs SHE）、カソード電位（vs SHE）、セル電圧（カソード電位 - アノード電位）の動きを、図 5 を参照して説明する。

アノード電位は、発電停止時において略 0 である。そして、発電停止後、カソード流路 1 7 a からアノード流路 1 6 a に空気がリークするが、アノード電位は、継続して略 0 を示す。

【 0 0 5 1 】

カソード電位は、発電停止時においては、M E A 1 2 の仕様、カソード流路 1 7 a の設定圧力等に応じて、例えば、0 . 7 ~ 0 . 9 V 程度を示す。その後、時間が経過すると、アノード流路 1 6 a に残留する水素が、電解質膜 1 3 を透過して、カソード流路 1 7 a にリークし、リークした水素がカソード 1 5 に含まれる触媒下で電極反応すると、カソード電位及びセル電圧が低下する。

20

【 0 0 5 2 】

そして、カソード流路 1 7 a の上流及び下流は、開いたままの背圧弁 4 2 等を介して車外（外部）に開放されているので、リークした水素は車外に流出すると共に、車外からカソード流路 1 7 a に空気が流入する。このようにカソード流路 1 7 a に空気が流入すると、空気中の酸素がカソード 1 5 の触媒下で電極反応し、カソード電位及びセル電圧が上昇する傾向となる（図 5 の符号 A、B 参照）。

次いで、カソード流路 1 7 a の空気は、電解質膜 1 3 を透過し、アノード流路 1 6 a にリークし始める。

30

【 0 0 5 3 】

アノード流路 1 6 a に空気がリークすると、リークした空気中の酸素がアノード 1 4 の触媒下で電極反応し、アノード電位が上昇する傾向となる（図 5 の符号 C 参照）。これに対して、カソード電位は上昇したままであるので、アノード電位が上昇すると、セル電圧が低下する傾向となる（図 5 の符号 D 参照）。

【 0 0 5 4 】

そして、このようにカソード電位が上昇している状態で、I G 5 1 が O N され、この O N 信号を検知した E C U 6 0 が、燃料電池システム 1 を再起動するべく、コンプレッサ 4 1 を作動させ、カソード流路 1 7 a に新たに空気を導入すると、この導入された空気中の酸素が電極反応し、カソード電位が上昇し（図 5 の符号 E 参照）、燃料電池スタック 1 0 及び M E A 1 2 の設計時に予定されていた上限カソード電位 V 1 よりも高くなる。

40

一方、アノード流路 1 6 a には、水素が新たに供給され、この水素が電極反応するので、アノード電位は低下する（図 5 の符号 F 参照）。

【 0 0 5 5 】

そうすると、セル電圧が大きく上昇し（図 5 の符号 G 参照）、設計時に予定されていた上限セル電圧 V 1 よりも高くなる。そして、このような状態で電流が取り出されると、予定よりも大きな電流が流れ、M E A 1 2 等が劣化する虞がある。

【 0 0 5 6 】

また、カソード電位の上昇程度は、カソード 1 5 に含まれる触媒の活性の程度に関係し、触媒の活性が高いほど、つまり、触媒の温度が高いほど、カソード電位は大きく上昇す

50

る傾向となる。したがって、発電停止時における燃料電池スタック 10 の温度が高いほど、また、発電停止からの経過時間が短いほど、カソード電位は大きく上昇する傾向となる。

【0057】

本実施形態では、このようなアノード電位、カソード電位、及び、セル電位の動きを考慮した上で、今回カソード電位と前回カソード電位との差が、所定値以上である場合（S105・Yes）、アノード流路 16a に水素を供給し、水素をカソード流路 17a にリークさせ、カソード電位の上昇を抑えることを特徴とする。

【0058】

そして、システムが再起動し、カソード流路 17a に空気が新たに供給され、カソード電位が上昇しても、カソード電位が上限カソード電位 V1 以下となるように、つまり、発電停止後から再起動前のカソード電位が、発電停止後から再起動前の上限カソード電位 V2 以下となるように、カソード電位の上昇を抑えることを特徴とする。

なお、発電停止後から再起動前の上限カソード電位 V2 は、例えば、上限カソード電位 V1 から、再起動時におけるカソード電位の上昇量（V5）を減じた電位に設定される。

【0059】

したがって、ステップ S105 において判定基準となる所定値は、ステップ S103 における所定時間 t1 と関係すると共に（所定時間 t1 が短くなると、所定値は小さくなる）、MEA12 等の仕様に関係し、IG51 が ON され、システムが再起動し、カソード電位が V5 上昇しても、上昇後のカソード電位が上限カソード電位 V1 以下となり、MEA12 等が劣化しない値に設定される。そして、このような所定値は、事前試験等により求められ、ECU60 に予め記憶されている。

【0060】

図 2 に戻って説明を続ける。

ステップ S106 において、ECU60 は、今回カソード電位と前回カソード電位との差（電位量差）及び発電停止時の燃料電池スタック 10 の温度と、図 3 のマップとに基づいて、アノード流路 16a に供給すべき水素の量（目標供給量）、及び、第 2 遮断弁 34 の開時間 t2（水素供給時間、目標供給量）を算出する。次いで、発電停止からの時間と図 4 のマップとに基づいて補正係数 X を求め、第 2 遮断弁 34 の開時間 t2 に補正係数 X を乗算し、補正する。

【0061】

なお、図 3 及び図 4 のマップは、事前試験等により求められ、ECU60 に予め記憶されている。

図 3 に示すように、今回カソード電位と前回カソード電位との差が大きいほど、発電停止時における燃料電池スタック 10 の温度が高いほど、第 2 遮断弁 34 の開時間 t2 が長くなるように、つまり、アノード流路 16a に供給され、カソード流路 17a にリークする水素供給量が多くなるように設定されている。

【0062】

図 4 に示すように、補正係数 X は、発電停止時は 1 であり、発電停止から時間が経過するにつれて徐々に大きくなるように設定されている。これにより、発電停止から時間が経過するほど、第 2 遮断弁 34 の開時間 t2 が長くなり、カソード流路 17a にリークする水素が多くなるように設定されている。

【0063】

ステップ S107 において、ECU60 は、第 1 遮断弁 32 を閉じたまま、第 2 遮断弁 34 を開く。

ここで、アノード流路 16a の残留水素は、電解質膜 13 を透過して、カソード流路 17a にリークしているので、アノード流路 16a を含む第 2 遮断弁 34 の下流側の圧力は、第 1 遮断弁 32 と減圧弁 33 との間における圧力（減圧弁 33 の一次側圧力）よりも低い状況となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

このような状況において、第2遮断弁34が開かれると、減圧弁33が開き、配管32a内の残留水素が、減圧弁33の下流に流れ込み、アノード流路16aに水素が供給される。

すなわち、本実施形態において、配管32aは、燃料電池スタック10の発電停止後に、アノード流路16aに供給する水素を一時的に貯溜するためのバッファ部として機能している。よって、配管32aを例えば部分的に太くし、水素の貯溜量を大きくする構成としてもよい。

【 0 0 6 5 】

次いで、アノード流路16aに供給された水素は、電解質膜13を透過し、カソード流路17aにリークする。そうすると、カソード流路17aにおける水素濃度が高くなると共に、水素の一部は、カソード15の触媒下で反応し、その結果、カソード電位及びセル電圧が低下する(図5の符号H、I参照)。

10

【 0 0 6 6 】

ステップS108において、ECU60は、内部クロックを利用して、ステップS107で第2遮断弁34を開いた後、ステップS106で算出された補正後の開時間 t_2 が経過したか否かを判定する。

補正後の開時間 t_2 経過したと判定された場合(S108・Yes)、ECU60の処理はステップS109に進む。補正後の開時間 t_2 経過していないと判定された場合(S108・No)、ECU60の処理はステップS108の判定を繰り返す。

20

【 0 0 6 7 】

ステップS109において、ECU60は、第2遮断弁34を閉じる。

その後、ECU60の処理は、ステップS103に進む。

【 0 0 6 8 】

燃料電池システムの効果

このような燃料電池システム1によれば、次の効果を得る。

燃料電池スタック10の発電停止後において、所定時間 t_1 経過毎に、繰り返して、今回カソード電位を検出し、今回カソード電位と前回カソード電位との差が所定値以上である場合、アノード流路16aに水素を供給し、水素をカソード流路17aにリークさせるので、カソード電位の上昇を抑えることができる。

30

これにより、その後にIG51がONされ、燃料電池システム1が再起動し、カソード流路17aに新たに空気が供給されたとしても、カソード電位及びセル電圧が、MEA12等が劣化する上限カソード電位V1及び上限セル電圧 V1よりも高くなることは、防止される。

【 0 0 6 9 】

また、第2遮断弁34の開時間 t_2 、つまり、カソード流路17aにリークさせる水素の量は、今回カソード電位と前回カソード電位との差、発電停止時における燃料電池スタック10の温度、発電停止からの時間に基づいて、適切に求めることができる。

【 0 0 7 0 】

さらに、燃料電池システム1は、燃料ガス源である水素タンク31からアノード流路16aに向かって順に、第1遮断弁32、減圧弁33、第2遮断弁34を備えるので、第2遮断弁34を開くことにより、アノード流路16aに水素を供給することができる。

40

【 0 0 7 1 】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は前記実施形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、例えば次のように変更することができる。

【 0 0 7 2 】

前記した実施形態では、燃料電池スタック10の発電停止後(燃料電池システム1の停止後)、背圧弁42が開放される構成を例示したが、燃料電池スタック10の発電停止後、背圧弁42を閉じ、外部から配管42b等を介してカソード流路17aへの空気の流入を低減する構成に、本発明を適用してもよい。

50

この構成の場合、カソード流路 17 a に流入する空気が減少するので、カソード電位の上昇が遅れることになる。ただし、停止中に氷点下等の低温環境に曝される場合、背圧弁 42 が完全に閉じたまま凍結することを防止するため、背圧弁 42 は小さい開度にて開いたままにすることが好ましい。

【0073】

前記した実施形態では、発電停止後にカソード電位が上昇した場合、第 2 遮断弁 34 を開き、配管 32 a 内の残留水素をアノード流路 16 a に供給する構成を例示したが、さらに、第 1 遮断弁 32 を開き、水素タンク 31 内の水素を供給する構成としてもよい。

また、例えば、配管 35 a から分岐するように、水素を一時的に貯溜するタンクを設け、このタンクからアノード流路 16 a に水素を供給する構成としてもよい。

10

【0074】

前記した実施形態では、発電停止後に、水素をアノード流路 16 a に供給し、そして、水素をカソード流路 17 a にリークさせることで、カソード電位の上昇を抑える構成としたが、その他に例えば、適宜な配管を介して、カソード流路 17 a に水素を直接供給する構成としてもよい。

【0075】

前記した実施形態では、発電停止後におけるアノード流路 16 a への水素供給を、第 2 遮断弁 34 の開時間（水素の供給時間）に基づいて制御したが、その他に例えば、配管 32 a に圧力センサを設けて、圧力変化に基づいて制御してもよい。また、第 1 遮断弁 32 を開き、水素タンク 31 から水素を供給する場合、例えば、配管 31 a に圧力センサを設けるとよい。

20

また、アノード流路 16 a の圧力を検出する圧力センサを設けて、アノード流路 16 a の圧力が所定圧力に到達した場合（所定圧力上昇した場合）、水素が供給されたと予想して、水素供給を停止する構成としてもよい。

【0076】

前記した実施形態では、発電停止後にカソード電位を検出し、カソード電位の変化量に基づいて水素を供給する構成としたが、その他に例えば、発電停止後にアノード流路 16 a に空気がリークし、アノード電位が上昇した場合、カソード電位も上昇していると予想されるので、アノード電位の変化量、つまり、アノード電位が上昇したとき、水素を供給する構成としてもよい。

30

【0077】

また、発電停止後、カソード電位の低下に伴って、セル電圧が低下し、その後、カソード電位の上昇に伴って、セル電圧が上昇するので、セル電圧が一旦低下した後に上昇した場合、カソード電位が上昇していると予想して、水素を供給する構成としてもよい。

【0078】

さらに、カソード流路 17 a へのリークにより、カソード流路 17 a の水素濃度が一旦高くなった後、水素が車外に流出し、水素濃度が低下すると、カソード電位が上昇するので、カソード流路 17 a における水素濃度を検出する水素センサを適所に設け、水素濃度の変化に基づいて、水素供給を制御する構成としてもよい。

【0079】

さらにまた、発電停止後、カソード電位は一旦低下した後に上昇するので、発電停止から所定時間経過した後、カソード電位は上昇していると予想して、発電停止からの経過時間に基づいて水素供給を制御する構成としてもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図 1】本実施形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 2】本実施形態に係る燃料電池システムの動作を示すフローチャートである。

【図 3】今回カソード電位と前回カソード電位との差と、第 2 遮断弁の開時間 t_2 と、発電停止時における燃料電池スタックの温度との関係を示すマップである。

【図 4】燃料電池スタックの発電停止からの経過時間と、補正係数 X との関係を示すマッ

50

プである。

【図5】本実施形態に係る燃料電池システムの一動作例を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

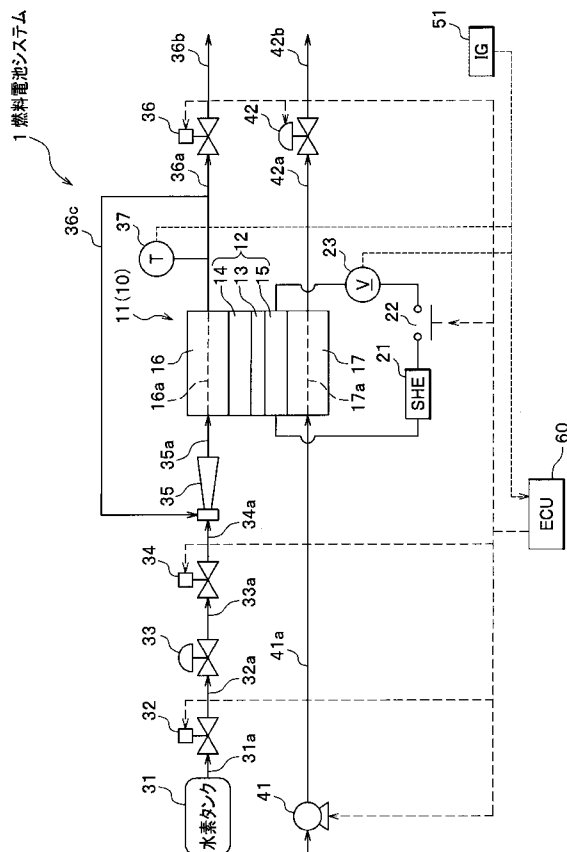
【0081】

- 1 燃料電池システム
- 10 燃料電池スタック
- 11 単セル
- 12 M E A
- 13 電解質膜
- 14 アノード
- 15 カソード
- 16 a アノード流路（燃料ガス流路）
- 17 a カソード流路（酸化剤ガス流路）
- 21 標準水素電極
- 23 電圧センサ（電位量検出手段）
- 31 水素タンク（燃料ガス源、燃料ガス供給手段）
- 32 第1遮断弁（燃料ガス供給手段）
- 33 減圧弁（圧力調整手段、燃料ガス供給手段）
- 34 第2遮断弁（燃料ガス供給手段）
- 37 温度センサ（燃料電池温度検出手段）
- 60 E C U（電位量記憶手段、制御手段）
- V1 起動時における上限カソード電位
- V2 発電停止中における上限カソード電位
- V1 起動時における上限セル電圧
- t2 第2遮断弁34の開時間（水素供給時間、目標供給量）

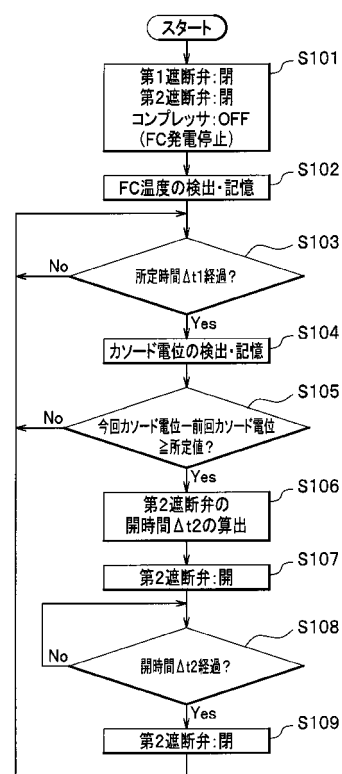
10

20

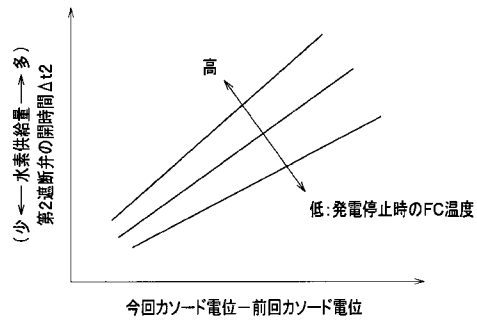
【図1】



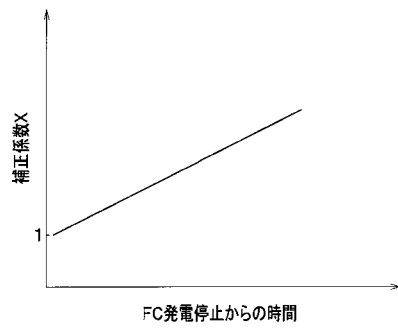
【図2】



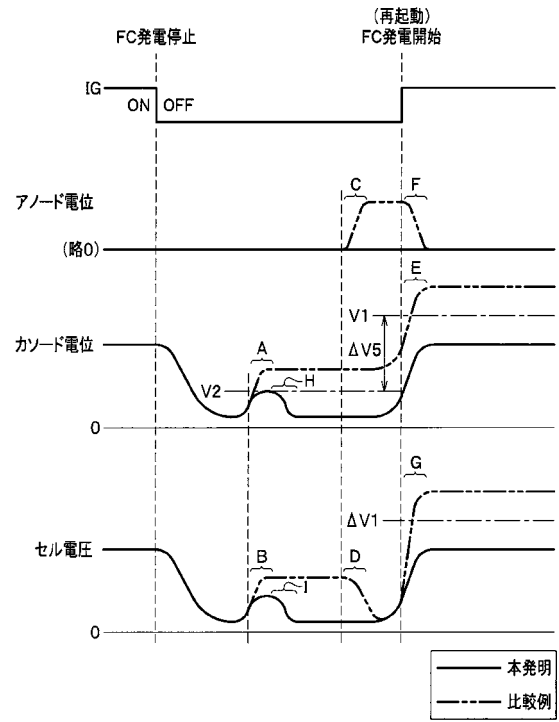
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 山崎 薫
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 谷本 智
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 鴻村 隆
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 原 賢一

- (56)参考文献 特開2005-251434(JP,A)
特開2007-026808(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/04-8/06, 8/10