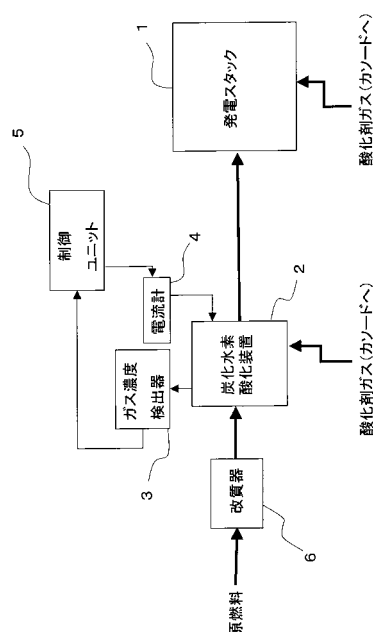




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池から成る発電スタックと、燃料ガスに含まれる炭素数が 2 以上の炭化水素を酸化する炭化水素酸化装置を備えた燃料電池システムであって、上記炭化水素酸化装置は、燃料供給路における発電スタックの上流側に配置されて、炭素数 2 以上の炭化水素を電気化学的に直接酸化、又は当該炭化水素を分解し、分解された炭素を電気化学的に酸化することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

上記発電スタックの作動温度が 300℃以上であ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】

上記炭化水素酸化装置が酸素イオン伝導材を有していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

上記炭化水素酸化装置が燃料極、空気極及び電解質から構成されていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 つの項に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

上記燃料極が炭素数 2 以上の炭化水素を酸化、又は分解・酸化する炭化水素処理触媒と酸素イオン伝導材を含んでい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。

【請求項 6】

燃料極中における上記酸素イオン伝導材の含有量が上記炭化水素処理触媒の含有量よりも多いことを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

上記炭化水素処理触媒が Ni, Co, Pd, Pt, Ru, Rh 及び Fe から成る群より選ばれたいずれかの金属、又は上記金属から成る群より選ばれた少なくとも 1 種の金属を含む合金であることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の燃料電池システム。

【請求項 8】

上記燃料極が炭素数 2 以上の炭化水素を酸化、又は分解・酸化する炭化水素処理触媒と、酸素イオン伝導材と、電子伝導材を含んでいることを特徴とする請求項 4～7 のいずれか 1 つの項に記載の燃料電池システム。

【請求項 9】

上記炭化水素酸化装置の出口側に、発電スタックに供給される燃料ガスに含まれる炭素数 2 以上の炭化水素の濃度を検出するガス濃度検出手段を備えたことを特徴とする請求項 1～8 のいずれか 1 つの項に記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

炭化水素酸化装置の出口側における炭素数 2 以上の炭化水素の濃度を検出し、該検出値に基づいて、炭化水素酸化装置の負荷電流値を調整し、酸化装置出口側における炭素数 2 以上の炭化水素濃度を低減することを特徴とする請求項 9 に記載の燃料電池システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料ガスとして、例えば、都市ガスや天然ガス、ガソリン、軽油などといった炭化水素系燃料をそのまま、あるいは必要に応じてこれらの改質ガスを用いて発電する燃料電池システムに係わり、さらに詳しくは、燃料電池スタックの燃料極に供給される燃料ガス中に炭素数が 2 以上の炭化水素が含まれていたとしても、燃料極における炭素質の析出を阻止して、電極性能の低下を防止することができる燃料電池システムと、このような燃料電池システムの制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

上記のような燃料電池には種々の燃料ガスが使用されるが、例えばガソリンや軽油などの燃料を一旦改質することによって得られる改質燃料や、都市ガスのような燃料には、基本的にメタン (CH_4) や水素 (H_2) が多く含まれる一方、炭素数が2以上の炭化水素、すなわちエタン (C_2H_6) やプロパン (C_3H_8)、ブタン (C_4H_{10}) など少量含まれている。

【0003】

例えば、固体酸化物形燃料電池 (SOFC) のように、ある程度高い温度で作動する電池においては、 CH_4 でも発電が可能である。

一方、炭素数が2以上の炭化水素燃料の場合は、C (カーボン) のモル数に対し、燃料極に供給される燃料ガス中に含まれる水蒸気のモル数がある程度以上 (例えば、 C_3H_8 の場合は、スチーム/カーボン比 (S/C) = 2 以上) に多くない場合には、燃料を完全酸化させることができなくなり、C が電極触媒の表面に析出し、これによって電極活性が低下してしまうことになる。

10

【0004】

そこで、このような炭素析出を防止するために、例えば特許文献1には、水蒸気供給装置を配設して、燃料極に水蒸気を供給し、水蒸気改質反応を生じさせて炭化水素を一酸化炭素 (CO) と水素 (H_2) に分解することが提案されている。

【特許文献1】特開2003-86225号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

しかしながら、この場合には、水蒸気供給装置には、当該装置に水を補給するための水タンクや、水を水蒸気にするための気化装置が必要となり、システムの大型化、複雑化が避けられない。

また、水蒸気が過剰に供給されると、電極の水蒸気酸化を引き起こすことから、水蒸気供給量の制御をも考慮する必要がある、このような制御装置も加えると、システムがさらに複雑になってしまうため、とりわけ、このような燃料電池システムを自動車に搭載することを考慮すると、水を導入する必要のないシステムが望ましいと言える。

【0006】

本発明は、炭素数が2以上の炭化水素が含まれる燃料ガスを使用する燃料電池システムにおける上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、複雑な装置や管理を必要とすることなく、燃料ガス中に炭素数が2以上の炭化水素が含まれていたとしても、燃料極への炭素質の析出を防止することができ、電池性能を長期に亘って保持することができる燃料電池システムと、このような燃料電池システムの運転・制御方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意検討を重ねた結果、燃料電池システムの燃料供給路における発電スタックの上流側に、燃料ガス中に含まれる炭素数が2以上の炭化水素を電気化学的に直接酸化、あるいは一旦分解し、分解された炭素をさらに酸化する炭化水素酸化装置を配設することによって、上記目的が達成できることを見出し、本発明を完成するに至った。

40

【0008】

すなわち、本発明の燃料電池システムは、燃料電池から成る発電スタックと、燃料ガスに含まれる炭素数が2以上の炭化水素を酸化する炭化水素酸化装置を備えたものであって、上記炭化水素酸化装置が燃料供給路における発電スタックの上流側に配置されて、炭素数2以上の炭化水素を電気化学的に直接酸化、又は当該炭化水素を分解し、分解された炭素を電気化学的に酸化することの特徴としている。

【0009】

また、本発明の燃料電池システムの制御方法においては、炭化水素酸化装置の出口側に

50

における炭素数 2 以上の炭化水素の濃度を検出し、この値に応じて炭化水素酸化装置の負荷電流値を調整し、酸化装置出口側における炭素数 2 以上の炭化水素の濃度を低減するようにしている。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、燃料電池から成る発電スタックへの燃料供給路の上流側に、燃料ガスに含まれる炭素数が 2 以上の炭化水素を電気化学反応を伴う反応によって酸化する炭化水素酸化装置を備えているため、炭素数が 2 以上の炭化水素が流入したとしても、炭化水素酸化装置によって除去されることから、発電スタックにおける炭素析出を抑えることができ、燃料電池性能の劣化を防止して、発電の安定性（耐久性）を向上させることができる
と共に、炭化水素酸化装置における酸化反応が電気化学反応（発電）を伴うため、燃料電池システムとしての出力が向上する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下に、本発明の燃料電池システムとその運転・制御方法について、さらに具体的かつ詳細に説明する。

【0012】

図 1 は、本発明による燃料電池システムの一実施形態を示すブロック図であって、図に示す燃料電池システムは、燃料電池から成る発電スタック 1 と、該発電スタック 1 に対する燃料供給路の上流側に配置された炭化水素酸化装置 2 から主に構成され、この炭化水素酸化装置 2 には、当該炭化水素酸化装置 2 の出口側燃料ガス、すなわち上記発電スタック 1 供給される燃料ガスに含まれる炭素数 2 以上の炭化水素の濃度を検出する手段としてのガス濃度検出器 3 と、当該炭化水素酸化装置 2 の負荷電流を測定する電流計 4 を備えており、これらの測定データが制御ユニット 5 に入力されるようになっている。

20

【0013】

なお、図に示した燃料電池システムにおいては、改質器 6 を介して原燃料を当該システムの炭化水素酸化装置 2 に供給する例を示したが、原燃料の種類によっては、そのまま炭化水素酸化装置 2 に導入することも可能であって、必ずしも改質器を必要としない。

すなわち、例えば都市ガスの場合は、直接燃料電池に導入するケースが多いが、ガソリンなどの炭素数が 8 程度の炭化水素を主成分とする燃料を使用する場合には、水を必要としない部分改質法（P O X 法）や、スチーム／カーボン比（S／C）が小さい水蒸気改質法による改質器を用いることによって簡易なシステムが構築でき、自動車への搭載に有利なものとなる。

30

【0014】

本発明の燃料電池システムに用いる燃料ガスとしては、上記の他に、アルコール系燃料、天然ガス、灯油等を用いることができる。但し、これらの燃料を用いる場合には、上記したガソリンの場合と同様に、炭化水素酸化装置 2 の前に改質器を配置することが望ましい。

【0015】

上記発電スタック 1 は、燃料極、空気極及び電解質から成る燃料電池の電池要素を 1 組以上備えたものであって、例えば固体酸化物形燃料電池（S O F C）や熔融炭酸塩形燃料電池（M C F C）を使用することができるが、作動温度が 3 0 0 ℃以上であることが望ましく、このような燃料電池のタイプとしては、固体酸化物形燃料電池を採用することができる。

40

これによって、当該発電スタック 1 に供給される燃料中に C H ₄ や C O が存在しても発電が可能になる。

【0016】

一方、上記炭化水素酸化装置 2 は、当該装置内を通過する燃料ガス中に含まれる C H ₄ や H ₂、C O に対して、炭素数が 2 以上の炭化水素を優先的に分解、酸化する機能を有するものであり、電気化学反応、すなわち発電することによって、原燃料中に含まれる炭素

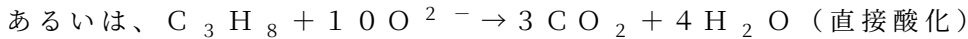
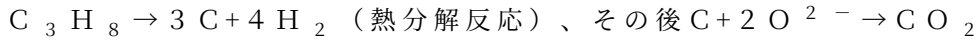
50

数 2 以上の炭化水素を除去する。

【0017】

本発明において、炭化水素酸化装置 2 としては、酸素イオン伝導材を有していることが望ましく、これによって、炭化水素酸化装置 2 内で炭素が析出したとしても、その場ですぐ酸素イオンによって酸化されるようになる。あるいは、酸素イオンにより炭素数 2 以上の炭化水素が直接酸化され、分解されることになる。

すなわち、炭素数 2 以上の炭化水素燃料は、酸素イオンによって除去されることとなるが、この時の反応としては、例えば C_3H_8 の場合、次のようになる。



10

【0018】

このような酸素イオン伝導材については、特に限定はなく、完全な酸素イオン伝導体でなくてもよい。

例えば、 CeO_2 、ランタンクロマイト ($LaCrO$)、あるいはこれの置換型 ($LaSrCrO$) のように、酸素分圧が低い際に電子伝導性も有する材料であってもよく、完全な酸素イオン伝導体、例えば Y ドープジルコニア、ランタンガレート ($LSGM$) のような材料でもよい。

【0019】

また、上記炭化水素酸化装置 2 は、燃料極、空気極及び電解質から構成され、燃料電池の基本構造を備えていることが望ましい。

20

すなわち、空気極にて、酸素が酸素イオンに還元され、酸素イオン伝導機能を有する電解質を通して、燃料極において、炭素数 2 以上の炭化水素が電解質を通して流れてくる酸素イオンと反応して、酸化・除去される。

【0020】

ここで、空気極材料については、特に限定されるものではなく、例えば、 LSM ($LaSrMnO$)、 SSC ($SrSmCoO$)、 LSC ($LaSrCoO$) などの電子・酸素イオン導電酸化物、あるいは Pt 、 Ag のような金属材料を挙げることができる。

また、燃料極材料としては、例えば $Ni-YSZ$ 、 $Ni-SDC$ 、 $Ni-SSZ$ 等を挙げることができ、電解質材料としては、 YSZ 、 SDC 、 SSZ などを挙げることができるが、特にこれらに限定される訳ではない。

30

【0021】

さらに、炭化水素酸化装置 2 の燃料極には、上記した酸素イオン伝導材と共に、炭素数 2 以上の炭化水素を直接酸化、あるいは分解、酸化する炭化水素処理触媒が含まれていることが望ましく、このような触媒の存在によって、炭素数が 2 以上の炭化水素燃料が優先的に吸着され、吸着された燃料が熱分解をしたり、直接酸化反応を起こしたりすることができ、 CH_4 、 H_2 、 CO 、炭素数 2 以上の炭化水素ガスが混合された状態においても、 $C-C$ 結合のある炭素数 2 以上の炭化水素燃料ガスが優先的に吸着され、反応させることができる。

なお、このような炭化水素処理触媒というのは、炭素数 2 以上の炭化水素燃料が吸着しやすく、上記のような熱分解反応や直接酸化反応を起こし易くする機能を備えた材料と言うことができる。

40

【0022】

このような炭化水素の処理触媒としては、例えば Ni 、 Co 、 Pd 、 Pt 、 Ru 、 Rh 又は Fe 、あるいはこれらの金属から選ばれた少なくとも 1 種の金属を含む合金を用いることができる。

但し、炭素数 2 以上の炭化水素処理触媒として、 Co のみを使用する際には、酸素イオン伝導材として電子伝導性もある Sm ドープ CeO_2 (SDC) のような材料を用いる必要がある。また、当該炭化水素酸化装置 2 が固体酸化物形燃料電池の場合は、分解触媒として Ni を用いるのが最も一般的である。

【0023】

50

さらに、上記炭化水素処理触媒の粒径としては、微粒子、特にナノオーダーの超微粒子とすることが最も望ましく、このような超微粒の触媒が酸素イオン伝導材の表面に高度に分散された状態に付着していることが好ましい。

すなわち、炭化水素処理触媒の粒径がナノ粒子の場合、炭化水素を多量に吸着することができ、炭素数 2 以上の炭化水素の除去を効率的に行うことができるようになる。

【0024】

一方、酸素イオン伝導材は、上記したように、完全な酸素イオン伝導性のものでも、電子・酸素イオンの混合伝導材でも良く、基本的に酸素イオン伝導性が高ければ、触媒表面に吸着される炭化水素燃料を素早く除去することができる。

但し、電極としては、電子伝導性の機能も必要のため、触媒材料は基本的に金属系材料であるか、電子伝導性を有する材料であることが好ましい。触媒材料が電子伝導性のないものが使用される場合は、完全な酸素イオン伝導材を使用することなく、電子・酸素イオンの混合伝導性のものが必須となる。

【0025】

そして、上記燃料極に含まれる酸素イオン伝導材の含有量については、共存する炭素数 2 以上の炭化水素処理触媒の含有量よりも多いことが望ましい。なお、ここで言う含有量とは体積比を意味する。

すなわち、燃料極中に、酸素イオン伝導材が炭化水素処理触媒より多く含まれることによって、触媒の周りに酸素イオン伝導材が存在する確率が高くなり、炭素数 2 以上の炭化水素燃料が熱分解することによって、触媒上にカーボンが生成したとしても、近くに流れてくる酸素イオンによって速やかに電気化学酸化され、除去することができるようになる。

【0026】

また、炭化水素酸化装置 2 の燃料極には、上記した酸素イオン伝導材や炭素数 2 以上の炭化水素の処理触媒に加えて、さらに電子伝導材が含まれていることが望ましい。

すなわち、上記した触媒と酸素イオン伝導材のみでは、電子伝導性が得られない場合、あるいは不十分な場合には、電子伝導性を有する材料を添加する必要がある。但し、この場合の電子伝導性材料は、触媒機能がない方が望ましい。つまり、触媒機能を有する材料の含有量は、酸素イオン伝導材の含有量より少なくすることが望ましいことから、電子伝導材としては、Cu のような電子伝導材であって、炭化水素に対する触媒活性の低いものが好ましい。

【0027】

そして、上記炭化水素酸化装置 2 の作動状況を把握し、システムを適切にコントロールする観点から、当該酸化装置 2 から発電スタック 1 に供給される燃料ガスに含まれる炭素数 2 以上の炭化水素の濃度をモニターするために、図 1 にも示したように、炭化水素酸化装置 2 の出口側に上記炭化水素濃度を検出するガス濃度検出手段 3 を設けることが望ましく、これによって、炭化水素酸化装置 2 から排出され、発電スタック 1 に供給される燃料ガスに含まれる炭素数 2 以上の炭化水素の含有量が常に所定量を超えることがないように、炭化水素酸化装置 2 の運転状況を制御し、もって炭素析出による発電スタック 1 の発電性能低下を防止し、当該燃料電池システムを長期に亘って安定に運転することができるようになる。

【0028】

なお、炭素数 2 以上の炭化水素の含有量に関する上記所定量としては、通常の制御においては、その閾値を 0.1% として制御するようにするが、一般に、炭素数 2 以上の炭化水素の含有量が 0.5% 以下であれば、水蒸気が少なくても、炭素の析出によるセル劣化が生じないことが確認されている。

また、上記ガス濃度検出手段 3 としては、例えば赤外線式センサ、気体熱伝導式センサ、半導体式センサ、接触燃焼式センサ等のセンサを用いることができる。

【0029】

本発明の燃料電池システムの運転に際しては、上記炭化水素酸化装置 2 の出口側におけ

10

20

30

40

50

る炭素数 2 以上の炭化水素濃度によって、当該酸化装置 2 から取り出す電流値を調整し、その燃料極側に流す酸素イオンの量をコントロールすることができる。

具体例としては、炭素数 2 以上の炭化水素濃度が多い場合は、炭化水素酸化装置 2 の負荷電流値を大きくし、酸素イオンを多量に供給することによって、出口側炭化水素濃度を下げることができる。負荷電流をモニターするには、図 1 に示したように電流計 4 を酸化装置 2 に配設しておくことが望ましい。

【0030】

また、上記のように調整することによって、炭化水素酸化装置 2 の発電量が変化し、発電反応の生成物である水蒸気の発生量も変化してくるが、この生成水蒸気は、発電スタック 1 に供給される。特に、燃料電池の上流においては、水蒸気が少ないため、 CH_4 の内部改質反応や、 CO のシフト反応に必要な水蒸気として、酸化装置 2 における生成水を利用することができる。

10

さらに、この生成水の量は、燃料電池の上流に必要となる H_2O 量に応じて、炭化水素酸化装置 2 の負荷電流を調整することによりコントロールできるため、当該燃料電池システムの性能が向上する。

【0031】

図 2 は、本発明の燃料電池システムにおける運転・制御要領を説明するフローチャートであって、燃料電池システムの運転がスタートし、ステップ S 1 において当該システムの要求出力が決まると、要求発電量が決まり、予め入力されている原燃料の改質条件と生成するガス組成の相関データや、生成ガスの組成と発電量の相関データなどから、ステップ S 1 においてシステムに供給される燃料の量が算出・決定され、ステップ S 3 において燃料供給が開始される。

20

【0032】

燃料供給が開始されると、制御はステップ S 4 に移行し、炭化水素酸化装置 2 から発電スタック 1 に供給される燃料ガスに含まれる炭素数 2 以上の炭化水素の濃度、すなわち炭化水素酸化装置 2 の出口側に設けたガス濃度検出器 3 による検出値が所定の濃度以上（例えば 0.1%）か否かが判定される。

ステップ S 4 において、炭素数 2 以上の炭化水素の酸化装置出口側濃度が所定値以上（YES）と判定された場合には、ステップ S 5 に移行し、制御ユニット 5 によって炭化水素酸化装置 2 の発電電流を増加させるべく制御が行われる。

30

【0033】

この後、制御はステップ S 4 に戻って、上記炭化水素の酸化装置出口側濃度の判定が行われ、ステップ S 5 の発電電流の増加が有効に作用して、当該濃度が所定値よりも少なくなった場合には、ステップ S 4 に戻って、炭化水素の濃度の判定が繰り返されることになる。

【0034】

このように、発電スタック 1 に供給される燃料ガスに含まれる炭素数 2 以上の炭化水素が所定の値を超えないように制御されるので、発電スタック 1 の燃料極に炭素の析出がなく、安定な発電性能を長期間保持することができる。また、発電スタック 1 に流れるガスの組成（ CH_4 、 H_2 、 CO 、 CO_2 、 H_2O ）を正確にコントロールでき、システム全体としての性能が向上する。

40

さらに、炭化水素酸化装置 2 で生成する水蒸気を有効に利用することができ、特に起動時における発電スタック 1 の上流側での発電が円滑なものとなると共に、発電スタック 1 に過剰な水蒸気が供給されることがなく、燃料極の水蒸気酸化が起こり難くなる。

【実施例】

【0035】

以下、本発明を実施例に基づいて具体的に説明するが、本発明は、これら実施例によって何ら限定されるものではない。

【0036】

（実施例 1）

50

発電スタック 1 として、SSC（ストロンチウム－サマリウム－コバルト複合酸化物）空気極と、8YSZ（8モル％イットリウム安定化ジルコニア）電解質と、7：3の重量比のNi－YSZ（イットリウム安定化ジルコニア）サーメット燃料極から成るSOFCセルを30段に積層したものを使用すると共に、炭化水素酸化装置 2 として、同じくSSC空気極と、8YSZ電解質と、2：8の重量比のNi－YSZサーメット燃料極から成るSOFCセルを5段に積層したものを使用し、図 1 に示したような燃料電池システムを構成した。

【0037】

（比較例 1）

図 3 に示すように、炭化水素酸化装置を配設することなく、発電スタック 1 として、上記実施例 1 と同様の構造のものを用い、改質器 6 から燃料ガスが直接発電スタック 1 に供給されるようになった燃料電池システムを構成した。

【0038】

〔性能試験〕

上記実施例及び比較例の燃料電池システムについて、原燃料としてイソオクタンを用い、発電スタック 1 及び炭化水素酸化装置 2 の発電温度を 600℃とした時に、発電スタック 1 に供給される燃料ガス中の炭素数 2 以上の炭化水素含有率について調査すると共に、200時間の耐久試験（SOFC電圧：0.8V）を実施し、発電スタックの200時間経過後における出力減少率を比較した。

【0039】

原燃料としてこれらシステムに供給されるイソオクタンは、まず、改質器 6 において、温度 400℃で部分改質され、改質後の燃料ガスの成分組成は表 1 に示すとおりのもとなった。

【0040】

【表 1】

原 燃 料	改 質 後 の ガ ス 組 成 (%)				
	H ₂	CO	CH ₄	CO ₂	C ₃ H ₈
イソオクタン	53	42	2	2	1

【0041】

したがって、炭化水素酸化装置 2 を具備していない比較例のシステムにおいては、上記組成の改質ガスが燃料ガスとして発電スタック 1 に供給されるのに対し、本発明の燃料電池システムにおいては、上記改質ガスが炭化水素酸化装置 2 を通過し、ここで電気化学反応を生じ発電することによって、改質ガス中の C₃H₈ が分解、酸化され、1％から 0.01％に減少することがガス濃度検出器 3 によって検知され、発電スタック 1 には、C₃H₈ 含有量が 0.01％の燃料ガスを供給できることが確認された。

【0042】

そして、200時間の耐久試験を行い、耐久運転後の発電スタック 1 の出力低下率を調査した結果、1％の C₃H₈ を含有する燃料ガスによって発電する比較例のシステムにおいては、30％の出力低下が認められたのに対し、改質器 6 と発電スタック 1 の間に炭化水素酸化装置 2 を配置することによって、C₃H₈ 含有量を 0.01％に減じた燃料ガスを用いて発電するようにした本発明の燃料電池システムにおいては、出力低下がほとんど認められず、低下率が実質的に 0％であることが確認された。

【図面の簡単な説明】

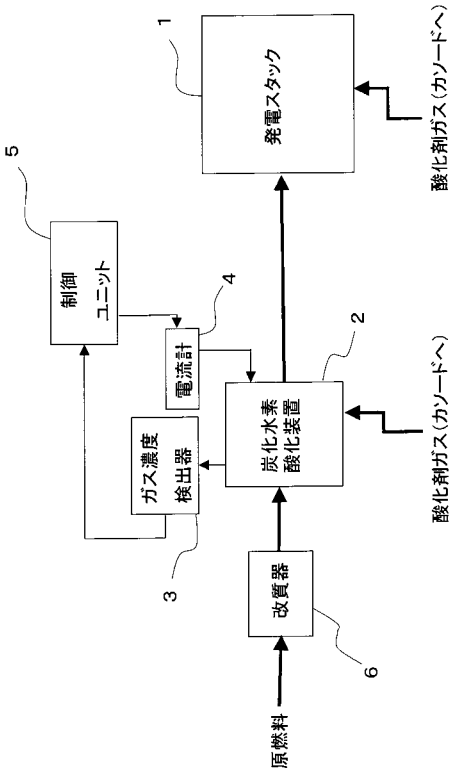
【0043】

【図 1】本発明の一実施形態による燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

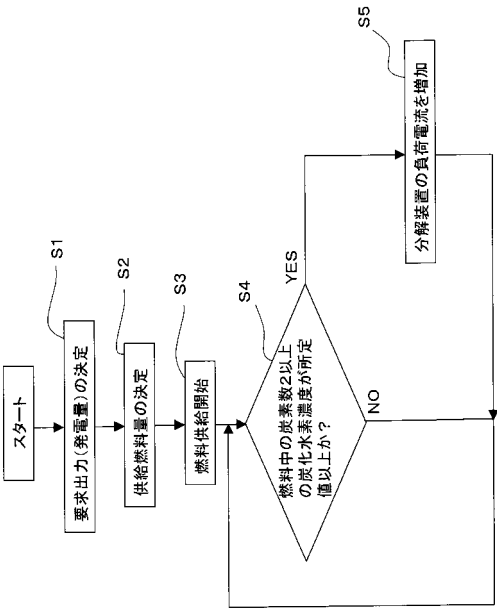
【図 2】本発明による燃料電池システムの制御方法の一例を示すフローチャートである。

【図 3】 比較例に用いた従来の燃料電池システムの構成を示すブロック図である。
【符号の説明】
【0044】
1 発電スタック
2 炭化水素酸化装置
3 ガス濃度検出器（ガス濃度検出手段）

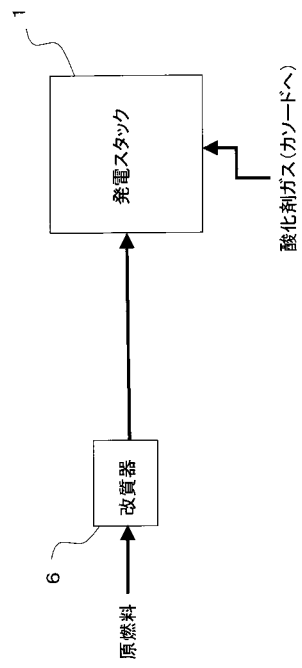
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H 0 1 M 8/12 (2006.01) H 0 1 M 8/12

(72)発明者 竹内 和史

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内

F ターム (参考) 4G140 DA03 DB05

4G169 AA03 BA05B BB02A BB02B BB04B BC40B BC66A BC67A BC68A BC68B

BC70A BC71A BC72A BC75A CC04 CC32 DA06

5H026 AA06 EE02 EE08 EE12 HH03 HH05 HH06 HH08

5H027 AA06 BA01 BA02 BA11 BA16 DD00 DD01 DD05 KK31 KK46

KK56 MM08