

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3674580号
(P3674580)

(45) 発行日 平成17年7月20日(2005.7.20)

(24) 登録日 平成17年5月13日(2005.5.13)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H O 1 M 8/04

H O 1 M 8/04

Y

B 6 O L 11/18

H O 1 M 8/04

J

H O 1 M 8/00

H O 1 M 8/04

X

B 6 O L 11/18

G

H O 1 M 8/00

Z

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-373621 (P2001-373621)
 (22) 出願日 平成13年12月7日(2001.12.7)
 (65) 公開番号 特開2003-173809 (P2003-173809A)
 (43) 公開日 平成15年6月20日(2003.6.20)
 審査請求日 平成14年10月30日(2002.10.30)

(73) 特許権者 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 100075513
 弁理士 後藤 政喜
 (74) 代理人 100084537
 弁理士 松田 嘉夫
 (72) 発明者 ▲たか▼橋 直樹
 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

審査官 前田 寛之

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】

水素を含む改質ガスを生成する改質器と、改質ガスと酸化剤ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、燃料電池システム内で循環して燃料電池を冷却する冷却水循環系の水を貯留しうる蛇腹構造をもつ容量可変なアキュムレータとを備え、

低温環境下で燃料電池システムの運転を停止するときに前記アキュムレータを拡大して前記冷却水循環系の水を前記アキュムレータに抜き取って蓄え、

前記運転を再開するときに前記改質器からの高温ガスを前記アキュムレータの周辺に導いてアキュムレータ内を加熱し、かつアキュムレータ加熱後のガスを、前記燃料電池の冷却水循環系に導入して燃料電池を加温するようにしたことを特徴とする燃料電池システム

10

【請求項2】

前記改質器からの高温ガスを空気と共に燃焼器で燃焼させ、この燃焼ガスを前記アキュムレータの周辺に導くようにした請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】

前記改質器からの高温ガスを空気と混合器で混合し、この混合ガスを外表面に酸化触媒を担持させた前記アキュムレータの周辺に導くようにした請求項1または2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】

前記燃料電池システムの運転停止時には前記アキュムレータを拡大させてシステム内から

20

水を抜き取り、運転再開時にアキュムレータを加熱して解凍した後にアキュムレータを縮小させて水をシステム内に戻す請求項 1～3 のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記アキュムレータの周囲を所定の空間を介在させて覆うシュラウドを設け、このシュラウド内の空間に前記高温ガスを導入するように管路接続し、アキュムレータを伸縮させるアクチュエータをシュラウドの外部に備えた請求項 1～4 のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

この発明は燃料電池システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

燃料電池システムとして、炭化水素燃料を改質して水素含有ガスを生成する改質器を備え、この改質ガスを燃料電池に供給することにより発電する方式が広く知られている。

【0003】

燃料電池システムにあっては、発電が発熱を伴うので、内部を冷却するために冷却液を循環させており、この冷却液としては燃料電池内部での短絡を防ぎ、電極触媒の被毒を避けるために純水が用いられることが多く、また燃料電池の電解質膜には水分が含有されていなければならない、さらには供給される改質ガス、酸化剤ガス（空気）は加湿されることが多い。そこで発電に伴って発生する純水を排出ガスから回収し、前記加湿器に供給して、燃料電池システム内における純水の収支バランスをとったりしている。

20

【0004】

このように燃料電池システムの内部ではさまざま部位に純水が循環し、使用されているが、この燃料電池システムが自動車用のパワープラントに利用されたときなど、自動車が氷点下の環境下で運転を停止した状態で長時間放置されると、システム内の純水が凍結することがある。

【0005】

したがって燃料電池システムの低温からの起動時には、凍結した純水を解凍する必要がある、特開 2000-251915 によって、改質器で生成される高温のガスをを用いて純水を解凍することが提案されている。

30

【0006】

改質器で生成される改質ガスは比較的 to 高温となり、この高温ガスによって純水を蓄えるタンクや配管を暖め、凍り付いた純水を溶解するのである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、タンクや配管の外側から加熱しても、燃料電池内部に残った純水は簡単には解凍できず、この間は加熱のためにだけ改質器を運転することになり、燃料電池システムの燃費効率が悪化するのを避けられない。

【0008】

40

つまり、消費される炭化水素系燃料は発電のために使用されることなく、単に起動時の凍結解除のために消費されることになり、燃料電池システムとしての燃費が悪化するのである。

【0009】

また、燃料電池スタック内部に純水を残したまま凍結すると、水の体積変化によりスタックを破壊する可能性があるため、凍結が予想される場合はスタックから水を抜きたいという要求もある。

【0010】

本発明は燃料電池システムの運転停止時に内部に存在する純水を一時的にアキュムレータに貯留しておき、起動時にこの貯留した純水を集中的に解凍することにより、効率のよい

50

凍結解除が可能となる燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0011】

また、本発明は燃料電池スタックからの水抜きを容易に行える燃料電池システムを提供することをも目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

第1の発明は、水素を含む改質ガスを生成する改質器と、改質ガスと酸化剤ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、燃料電池システム内で循環して燃料電池を冷却する冷却水循環系の水を貯留する蛇腹構造をもつ容量可変なアキュムレータとを備え、低温環境下で燃料電池システムの運転を停止するときに前記アキュムレータを拡大して前記冷却水循環系の水を前記アキュムレータに抜き取って蓄え、前記運転を再開するときに前記改質器からの高温ガスを前記アキュムレータの周辺に導いてアキュムレータ内を加熱し、かつアキュムレータ加熱後のガスを、前記燃料電池の冷却水循環系に導入して燃料電池を加温するようにしたことを特徴とする燃料電池システム。第2の発明は、第1の発明において、前記改質器からの高温ガスを空気と共に燃焼器で燃焼させ、この燃焼ガスを前記アキュムレータの周辺に導くようにした。第3の発明は、第1または第2の発明において、前記改質器からの高温ガスを空気と混合器で混合し、この混合ガスを外表面に酸化触媒を担持させた前記アキュムレータの周辺に導くようにした。第4の発明は、第1から第3の発明において、前記燃料電池システムの運転停止時には前記アキュムレータを拡大させてシステム内から水を抜き取り、運転再開時にアキュムレータを加熱して解凍した後にアキュムレータを縮小させて水をシステム内に戻す。第5の発明は、第1～第4の発明において、前記アキュムレータの周囲を所定の空間を介在させて覆うシュラウドを設け、このシュラウド内の空間に前記高温ガスを導入するように管路接続し、アキュムレータを伸縮させるアクチュエータをシュラウドの外部に備えた。

【0020】

【作用・効果】

第1の発明にあっては、燃料電池システム内を循環する水をアキュムレータに抜き出しておき、運転再開時にこのアキュムレータを改質器から高温ガスで加熱することにより凍った水を解凍するので、システム内の水を効率よく短時間のうちに加熱解凍でき、燃料電池システムの燃費効率が改善される。この場合、改質器からのガスとしては、暖機運転中の比較的低温なガスまでも利用することが可能となる。アキュムレータは蛇腹により拡張する容量可変構成のため、システム内からの水の抜き取りもポンプなどを利用することなく行え、構成の簡略化が実現でき、また蛇腹の表面積が大きいことから、加熱時の熱の伝達効率も高く、さらに内部に蓄えた水が凍結したときには体積膨張を吸収して、その破損を自動的に回避できる。また、燃料電池を冷却する水を抜き取ることにより、燃料電池内での凍結による破損を回避でき、また、冷却水として不凍液などを含ませる必要がなく、燃料電池システム効率のよい純水の利用が可能となる。アキュムレータを加熱した後のガスを燃料電池の冷却系に導入することにより、廃熱を利用して燃料電池を加温予熱することができ、しかも冷却系はもともと熱交換のためのものであり、廃熱であっても効率のよい熱交換ができ、運転再開時の燃料電池の暖機の促進が図れる。第2の発明では、改質器からのガスを燃焼器で燃焼してさらに高温化したガスを導入することにより、アキュムレータの加熱をさらに効率よく行える。第3の発明では、アキュムレータの酸化触媒を担持させた面積の大きな蛇腹面で直接的に酸化発熱反応が起きるので、アキュムレータでの熱交換がきわめて高効率となり、燃費の改善が図れる。第4の発明では、アキュムレータを拡大縮小することにより、システム内から水を抜き取ったり、供給したりするので、このための特別な吸入、吐出機構が不要で、構造の簡略化が図れる。第5の発明では、アキュムレータの周囲にシュラウドを設けて加熱用の空間を形成するので、アキュムレータの加熱のための構造が簡単となり、またアキュムレータをシュラウドの外から伸縮動作させることで、加熱時の悪影響も回避できる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0029】

図1は第1の実施形態であり、本発明を自動車に搭載される燃料電池を動力源とするパワープラントシステムに適用した場合を示す。

【0030】

図中1は燃料電池スタックであり、そのアノード極1aには、ガソリンなどの炭化水素燃料を改質器2で改質して得られた水素含有ガスが供給され、またカソード極1bには、コンプレッサまたはブロア（図示せず）からの空気が供給され、これら水素含有ガスと空気中の酸素を電気化学反応させて発電する。

10

【0031】

燃料電池スタック1は発電により発熱するが、これを冷却するために、燃料電池スタック1内に形成した冷却水チャンネルに冷却水を循環させる冷却水循環系が構成される。このため、ポンプ7によって冷却水が管路8を経由して燃料電池スタック1内の冷却水チャンネルに送り込まれ、燃料電池スタック1を冷却したのち、管路9を介してアキュムレータ10に一時的に貯留される。アキュムレータ10を出た冷却水は熱交換器11で熱交換により冷却され、再びポンプ7へと導かれる。

【0032】

なお熱交換器11では燃料電池システムの二次冷却系12の冷媒と熱交換が行われ、燃料電池スタック1を直接的に冷却する冷却水循環系の冷却水を冷やす。

20

【0033】

冷却水循環系の冷却水は燃料電池スタック内での電氣的短絡を避けるために電気伝導度を低く保つ必要があり、通常は純水が用いられる。この純水は0℃以下で凍り、燃料電池システムの運転停止時など、凍結に伴う体積膨張で燃料電池スタック内が損傷を受けることのないように、運転停止時には冷却水を抜き取る必要がある。

【0034】

このために前記アキュムレータ10が利用される。アキュムレータ10はステンレススチールなどの金属製であり、薄い金属蛇腹10aをもつ円筒形に形成されており、その外側は空間27を介在させた状態でシュラウド13により覆われている。アキュムレータ10の下底板10cはボルト25によりシュラウド13に固定されるが、上底板10dにはロッド21が連結され、ロッド21がシュラウド上部を摺動自由に貫通し、図示しないアクチュエータ（シリンダ装置）と連結する。

30

【0035】

したがって、アクチュエータを駆動することにより、ロッド21が上昇するとアキュムレータ10の内部容積が拡大し、内部に入口管路23と、出口管路22を介して冷却水を吸い込むことが可能となっている。入口管路23は屈曲しやすい屈曲管24によりアキュムレータ10と接続し、アキュムレータ10の伸縮動作を妨げないようになっている。

【0036】

次に、前記改質器2とアノード極1aを結ぶガス供給ライン3の途中から切換弁5を介して分岐ガスライン14が分岐し、この分岐ガスライン14は燃焼器15を経由したのち、シュラウド13の下方の入口13aによりシュラウド内部の空間27と接続する。

40

【0037】

前記燃焼器15には、前記カソード極1bに空気を送り込む空気供給ライン4の途中から切換弁6を介して分岐した分岐空気ライン16が接続され、前記した燃料電池システムの運転再開時に、改質器2からの燃料ガス中に空気を混入することで燃焼させ、その燃焼ガスをシュラウド内に送り込み、運転停止中にアキュムレータ内の冷却水が凍結したときなどに、アキュムレータ10を周囲から加熱するようになっている。

【0038】

シュラウド13の上方には出口13bが設けられ、管路17により前記した冷却水の戻り側となる管路9に切換弁18を介して接続する。また、冷却水の行き側となる管路8から

50

はポンプ7の下流において切換弁19を介して大気側に連通させた管路20が分岐する。

【0039】

なお、前記各切換弁5、6、18、及び19はいずれも三方切換弁であり、通常は分岐されない元の通路を連通し、弁の切り換えにより分岐通路を元の通路の上流または下流と連通させる。

【0040】

これらにより、燃料電池スタック1の冷却水循環系から冷却水が抜き取られている状態で、かつアキュムレータ10の加熱のための燃焼ガスが供給されているときには、シュラウド13を通過した加熱用のガスを、管路9から燃料電池スタック内に導き、内部を暖めたのち、管路8より管路20を経由して排気系に排出させるようになっている。

10

【0041】

30は燃料電池システムの運転停止時の冷却水の抜き取りや、運転再開時に凍結があるときの冷却水の加熱を制御するコントローラであり、このコントローラ30が、前記各切換弁の切り換えを行い、またアキュムレータ10のアクチュエータの制御を行う。コントローラ30には燃料電池システムの運転状態を表す信号や温度センサ29からの信号が入力し、これらに基づいて運転停止中に凍結が予測されるときに冷却水の抜き取りや、運転再開後の解凍のための加熱を制御する。

【0042】

いま、この制御動作を含めてさらに詳しく説明する。

【0043】

20

燃料電池システムの運転終了時に外気温が低く、冷却水の凍結が予測される場合には、図2のBに示すように、アキュムレータ10を引き伸ばして容積を拡大し、冷却水循環系から冷却水をアキュムレータ10に吸引する。なお、この場合、アキュムレータ10の拡大動作中だけ、例えば切換弁19を管路20側に切り換えて大気と連通することにより、燃料電池スタック1の冷却水チャンネル内などに冷却水循環系に溜まった冷却水をアキュムレータ10に吸引し、保持することができる。

【0044】

極低温環境下で長時間放置され、アキュムレータ10に貯留された純水が凍結したとしても、金属蛇腹により凍結による体積膨張を吸収することが可能で、アキュムレータ10自身が損傷することはない。また、燃料電池スタック1や熱交換器11からは冷却水が抜き出されているので、これらも凍結による破損から免れられる。

30

【0045】

燃料電池システムの運転を再開するときは、まず改質器2による暖機運転が始まる。改質器2が定格運転に達するまでの間は、通常よりも低い温度（100～300℃）の改質（燃料）ガスが排出され、かつこの改質ガス中には未燃の一酸化炭素が含まれている。したがって、この状態では改質ガスを燃料電池スタック1に送り込むことはできず、従来は外部に排出していたのであるが、これを凍結したアキュムレータ10の解凍にあてる。

【0046】

このため運転開始時に、切換弁5を分岐ガスライン14側に切り換え、切換弁6を分岐空気ライン16側に切り換える。また、切換弁18を管路17側に切り換え、同じく切換弁19を管路20側に切り換える。

40

【0047】

これらにより、改質器2からの改質ガスが燃焼器15に送り込まれ、同時に導入される空気により、燃焼器15において改質ガスを燃焼させ、一酸化炭素も酸化させる。

【0048】

このようにして温度が上昇した燃焼ガスは、シュラウド13の内部の空間27に導かれ、アキュムレータ10を加熱して内部の純水を解凍する。このときアキュムレータ10は金属蛇腹による表面積が大きく、伝熱面積を十分に確保できるので、高温ガスのもつ熱がアキュムレータ内に効率よく伝達され、短時間のうちに凍結を解除できる。

【0049】

50

この熱交換により燃焼ガスの温度は低下するものの、外気温度に比較すると十分に高温（60～100℃）であり、このガスを管路17から燃料電池スタック1の内部に導入することにより、運転停止中に冷やされた燃料電池スタック1を予熱し、運転を開始できる程度に反応効率が高められる温度まで予熱できる。燃料電池スタック1を予熱した排気ガスは管路20から外部に排出される。

【0050】

暖機運転中に改質器2から出される一酸化炭素を多く含む改質ガスを燃料電池スタック1に流すと、電極触媒の被毒の問題が発生するが、燃焼器15により一酸化炭素は酸化し、また電極触媒と直接的に接触しない冷却水チャンネルを利用して燃焼ガスを導入するので、触媒の被毒は確実に回避できる。

10

【0051】

ただし、燃焼器15からの燃焼ガスは一酸化炭素を含まないので、アノード極側通路、カソード極側通路など電極触媒と直接接触する部位に導入して、燃料電池スタック1の温度を上昇させることも可能である。この場合には各電極側の反応ガス流路は排気通路と接続しているので、特別な通路を構成することなく、燃焼ガスをそのまま流すことが可能となる。

【0052】

アキュムレータ10の加熱中にアクチュエータを作動させて伸縮させると、解凍中に氷と水が混合攪拌され、これにより解凍を促進することもできる。

【0053】

このようにしてアキュムレータ10に貯留されている純水が加熱により解凍したら、前記切換弁5、6を元に戻し、つまり、改質器2から改質ガスをアノード極1aに、また空気をカソード極1bにそれぞれ供給するように切り換える。この時点では暖機運転が終了し、改質器2からのガス温度も上昇し、一酸化炭素をほとんど含まない改質ガスと空気が燃料電池スタック1に導入され、ただちに発電が行われる。

20

【0054】

また、切換弁18を元に戻し、管路9によりアキュムレータ10の内部と燃料電池スタック1とを接続し、冷却水循環系に純水が循環するように切り換える。そして切換弁19を管路20側に接続したままで、図2のAに示すように、アキュムレータ10をアクチュエータの駆動により縮小させると、解凍された純水が冷却水循環系に押し出されていき、管路20より一部が溢れ出る間際のところで、切換弁19を元に戻し、これにより管路8がポンプ7と燃料電池スタック1とを接続するようにする。

30

【0055】

この状態でポンプ7を駆動すると、冷却水循環系にアキュムレータ10からの純水が循環し、発電を始めた燃料電池スタック1の冷却が開始される。

【0056】

燃料電池システムには、燃料電池スタック1の冷却系だけでなく、燃料電池スタック排気ガスからの凝縮水の回収系統や、ガス・空気の加湿器、改質器への反応水の補給系統などにも純水が含まれる場合があり、これらについても上記と同様に適用して解凍システムを構成することができる。

40

【0057】

次に他の実施形態について図3により説明する。

【0058】

この実施形態では、前記した燃焼器15の代わりに改質（燃料）ガスと空気を混合する混合器31を設けている。そして、アキュムレータ10の蛇腹の外周面10aには酸化触媒を担持し、これによりアキュムレータ10の解凍時に混合器31で混合したガスと空気の混合体をシュラウド13の内側の空間27に送り込み、アキュムレータ10の表面の酸化触媒によって酸化反応させ、この反応熱を利用してアキュムレータ10を加熱している。

【0059】

50

上記したように、燃料電池システムの起動時に、改質器 2 で生成されるガスは 100～300℃ と比較的溫度が高く、混合器 3 1 で空気と混合されたガスはシュラウド内部の酸化触媒の働きにより容易に酸化反応を起こす。

【0060】

酸化触媒を担持する蛇腹の表面積は大きく、したがって十分な伝熱面積が確保され、しかもこの反応熱によりアキュムレータ 1 0 を直接的に加熱するので、効率よく解凍することができ、また燃焼器 1 5 に比較して単純な混合器 3 1 を備えることで、システム全体が簡略化、低コスト化できる。

【0061】

本発明は上記の実施の形態に限定されずに、その技術的な思想の範囲内において種々の変更がなしうことは明白である。 10

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態を示す概略構成図である。

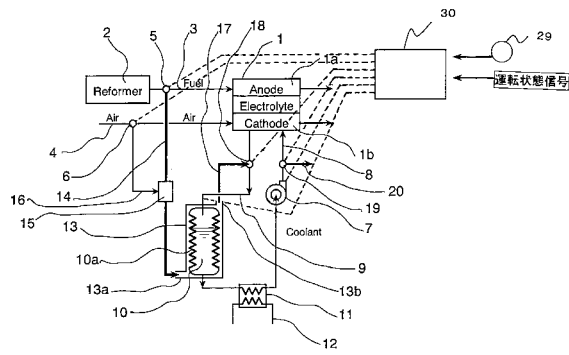
【図 2】アキュムレータの断面図であり、(A) はアキュムレータの収縮時、(B) はアキュムレータの伸長時を表す。

【図 3】第 2 の実施形態を示す概略構成図である。

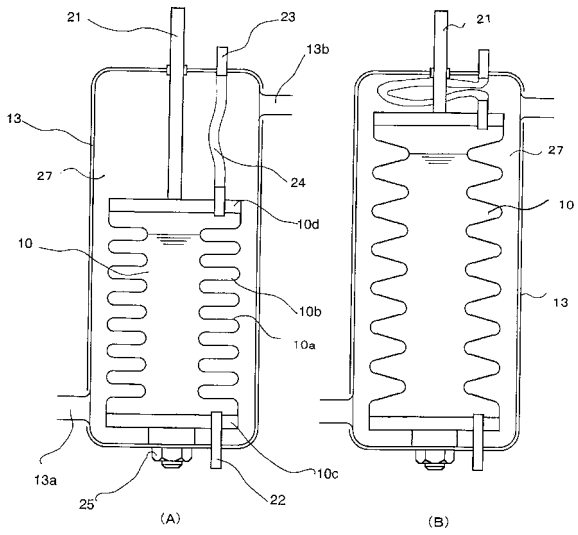
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 1 a アノード極
- 1 b カソード極 20
- 2 改質器
- 3 ガス供給ライン
- 4 空気供給ライン
- 5 切換弁
- 6 切換弁
- 7 ポンプ
- 8 管路
- 9 管路
- 1 0 アキュムレータ
- 1 1 熱交換器 30
- 1 3 シュラウド
- 1 4 分岐ガスライン
- 1 5 燃焼器
- 1 6 分岐空気ライン
- 3 0 コントローラ
- 3 1 混合器

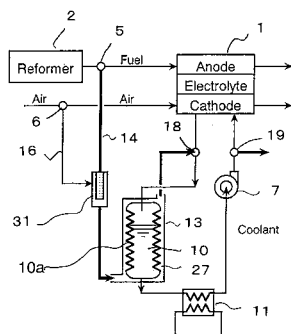
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09-147892 (JP, A)
特開平01-132062 (JP, A)
特開2000-251915 (JP, A)
特開2001-210350 (JP, A)
国際公開第01/045192 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01M 8/04

H01M 8/00

B60L 11/18