

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-62044

(P2010-62044A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

|               |             |                  |               |             |             |                  |
|---------------|-------------|------------------|---------------|-------------|-------------|------------------|
| (51) Int. Cl. |             | F I              |               |             | テーマコード (参考) |                  |
| <b>HO 1 M</b> | <b>8/04</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>HO 1 M</b> | <b>8/04</b> | <b>T</b>    | <b>5 H O 2 6</b> |
| <b>HO 1 M</b> | <b>8/00</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>HO 1 M</b> | <b>8/04</b> | <b>J</b>    | <b>5 H O 2 7</b> |
| <b>HO 1 M</b> | <b>8/10</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>HO 1 M</b> | <b>8/00</b> | <b>Z</b>    |                  |
|               |             |                  | <b>HO 1 M</b> | <b>8/10</b> |             |                  |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

|           |                              |          |                      |
|-----------|------------------------------|----------|----------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-227548 (P2008-227548) | (71) 出願人 | 000000239            |
| (22) 出願日  | 平成20年9月4日 (2008.9.4)         |          | 株式会社荏原製作所            |
|           |                              |          | 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 |
|           |                              | (74) 代理人 | 100097320            |
|           |                              |          | 弁理士 宮川 貞二            |
|           |                              | (74) 代理人 | 100131820            |
|           |                              |          | 弁理士 金井 俊幸            |
|           |                              | (74) 代理人 | 100096611            |
|           |                              |          | 弁理士 宮川 清             |
|           |                              | (74) 代理人 | 100100398            |
|           |                              |          | 弁理士 柴田 茂夫            |
|           |                              | (74) 代理人 | 100134278            |
|           |                              |          | 弁理士 吉村 裕子            |
|           |                              | (74) 代理人 | 100106437            |
|           |                              |          | 弁理士 加藤 治彦            |

最終頁に続く

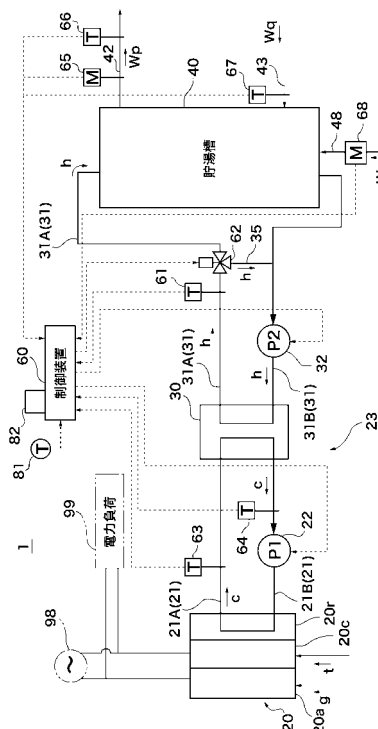
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

## (57) 【要約】

【課題】大型化を抑制しつつ燃料電池の排熱を有効に利用可能な燃料電池システムを提供すること。

【解決手段】燃料電池システム 1 は、水素と酸素との電気化学的反応により発電し発熱する燃料電池 20 と、燃料電池 20 で発生した熱を蓄える蓄熱槽 40 と、燃料電池 20 で発生した熱を媒体 c、h を介して蓄熱槽 40 に搬送すると共に燃料電池 20 を冷却する冷却排熱回収系 23 であって、媒体 c、h を流動させる流動装置 22、32 を有する冷却排熱回収系 23 と、発電をしているときの燃料電池 20 の温度が、春季又は秋季における温度よりも冬季における温度の方が第 1 の所定の温度高くなるように流動装置 22、32 を制御する制御装置 60 とを備える。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

水素と酸素との電気化学的反応により発電し発熱する燃料電池と；

前記燃料電池で発生した熱を蓄える蓄熱槽と；

前記燃料電池で発生した熱を媒体を介して前記蓄熱槽に搬送すると共に前記燃料電池を冷却する冷却排熱回収系であって、前記媒体を流動させる流動装置を有する冷却排熱回収系と；

発電をしているときの前記燃料電池の温度が、春季又は秋季における温度よりも冬季における温度の方が第 1 の所定の温度高くなるように前記流動装置を制御する制御装置とを備える；

燃料電池システム。

**【請求項 2】**

水素と酸素との電気化学的反応により発電し発熱する燃料電池と；

前記燃料電池で発生した熱を蓄える蓄熱槽と；

前記燃料電池で発生した熱を媒体を介して前記蓄熱槽に搬送すると共に前記燃料電池を冷却する冷却排熱回収系であって、前記媒体を流動させる流動装置を有する冷却排熱回収系と；

発電をしているときの前記燃料電池の温度が、春季又は秋季における温度よりも夏季における温度の方が第 2 の所定の温度低くなるように前記流動装置を制御する制御装置とを備える；

燃料電池システム。

**【請求項 3】**

前記蓄熱槽に蓄えられた熱量の消費量を検出する熱消費量検出手段を備え；

前記制御装置が、前記熱消費量検出手段で検出された熱量の消費量に応じて季節を区別するように構成された；

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】**

外気温度を検出する外気温度検出手段を備え；

前記制御装置が、前記外気温度検出手段で検出された外気温度に応じて季節を区別するように構成された；

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 5】**

暦を認識するカレンダーを備え；

前記制御装置が、前記カレンダーに基づいた暦に応じて季節を区別するように構成された；

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 6】**

前記冷却排熱回収系が、前記媒体が前記燃料電池に導入されて前記燃料電池を冷却する冷却水系と、前記媒体が前記蓄熱槽に導入されて前記蓄熱槽に熱を搬送する排熱回収水系と、前記冷却水系の媒体と前記排熱回収水系の媒体とで熱交換を行わせる熱交換器とを含んで構成され；

前記冷却水系の前記燃料電池から導出された媒体の温度を検出する冷却水温度検出手段をさらに備え；

前記冷却水温度検出手段で検出された温度に基づいて前記流動装置を制御することにより、発電をしているときの前記燃料電池の温度を調節するように構成された；

請求項 1 乃至請求項 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し、特に大型化を抑制しつつ燃料電池の排熱を有効に利

10

20

30

40

50

用可能な燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年の地球環境保全意識の高まりを背景に、地球温暖化抑制に資する燃料電池の普及が期待されている。燃料電池は水素と酸素との電気化学的反応により発電する電力を取り出す装置であり、電気化学的反応を行う際に熱を発生する。燃料電池の発電を継続するには燃料電池を所定の温度に維持する必要があるため、冷却水を供給して発生した熱を奪うことが行われている。そして燃料電池で発生した熱を有効利用すべく、冷却水を供給して奪った熱を貯湯槽に蓄熱し、必要に応じて熱需要に供給するコージェネレーションシステムを構築するのが一般的である（例えば、特許文献1参照。）。多くの地域では、気温が他の季節の気温よりも低くなる冬季に熱需要が増加する傾向にある。従来の燃料電池を備えるシステムは、熱需要が増加する冬季に合わせて貯湯槽の容量を大きくするか、あるいは貯湯槽の容量を大きくせずに、蓄熱すれば利用可能な燃料電池の排熱の蓄熱できない分を棄てていた。

10

【特許文献1】特開2008-066016（図1等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、貯湯槽を大きくすると燃料電池を含むユニット全体が大きくなり、特に一般家庭に設置する際の自由度が小さくなってしまっていた。他方、貯湯槽を大きくしない場合は、燃料電池の排熱を有効に利用することができなかった。

20

【0004】

本発明は上述の課題に鑑み、大型化を抑制しつつ燃料電池の排熱を有効に利用可能な燃料電池システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様に係る燃料電池システムは、例えば図1に示すように、水素と酸素との電気化学的反応により発電し発熱する燃料電池20と；燃料電池20で発生した熱を蓄える蓄熱槽40と；燃料電池20で発生した熱を媒体c、hを介して蓄熱槽40に搬送すると共に燃料電池20を冷却する冷却排熱回収系23であって、媒体c、hを流動させる流動装置22、32を有する冷却排熱回収系23と；発電をしているときの燃料電池20の温度が、春季又は秋季における温度よりも冬季における温度の方が第1の所定の温度高くなるように流動装置22、32を制御する制御装置60とを備える。

30

【0006】

このように構成すると、発電をしているときの燃料電池の温度が、春季又は秋季における温度よりも冬季における温度の方が第1の所定の温度高くなるように流動装置を制御するので、蓄熱槽内の媒体の温度を高くすることができ、蓄熱槽に蓄えられた熱の利用可能な熱量（エクセルギー）が増大すると共に、蓄熱槽に蓄える単位熱量あたりの蓄熱槽の容積を小さくすることができる。

40

【0007】

また、本発明の第2の態様に係る燃料電池システムは、例えば図1に示すように、水素と酸素との電気化学的反応により発電し発熱する燃料電池20と；燃料電池20で発生した熱を蓄える蓄熱槽40と；燃料電池20で発生した熱を媒体c、hを介して蓄熱槽40に搬送すると共に燃料電池20を冷却する冷却排熱回収系23であって、媒体c、hを流動させる流動装置22、32を有する冷却排熱回収系23と；発電をしているときの燃料電池20の温度が、春季又は秋季における温度よりも夏季における温度の方が第2の所定の温度低くなるように流動装置22、32を制御する制御装置60とを備える。あるいは、上記本発明の第1の態様に係る燃料電池システム1において、制御装置60が、発電をしているときの燃料電池20の温度が、春季又は秋季における温度よりも夏季における温

50

度の方が第２の所定の温度低くなるように流動装置２２、３２を制御することとしてもよい。

【０００８】

このように構成すると、発電をしているときの燃料電池の温度が、春季又は秋季における温度よりも夏季における温度の方が第２の所定の温度低くなるように流動装置を制御するので、燃料電池の構成部材の耐久性が低下することを抑制することができ、燃料電池の寿命の低下を抑制することができる。

【０００９】

また、本発明の第３の態様に係る燃料電池システムは、例えば図１に示すように、上記本発明の第１の態様又は第２の態様に係る燃料電池システムにおいて、蓄熱槽４０に蓄えられた熱量の消費量を検出する熱消費量検出手段６５～６８を備え；制御装置６０が、熱消費量検出手段６５～６８で検出された熱量の消費量に応じて季節を区別するように構成されている。

10

【００１０】

このように構成すると、熱消費量検出手段で検出された熱量の消費量に応じて季節を区別するので、消費される分の熱量を蓄熱槽に蓄熱できる燃料電池の運転温度とすることができ、必要とされる蓄熱量に応じて燃料電池の運転温度を適切に調節することが可能となる。

【００１１】

また、本発明の第４の態様に係る燃料電池システムは、例えば図１に示すように、上記本発明の第１の態様又は第２の態様に係る燃料電池システム１において、外気温度を検出する外気温度検出手段８１を備え；制御装置６０が、外気温度検出手段８１で検出された外気温度に応じて季節を区別するように構成されている。

20

【００１２】

このように構成すると、外気温度検出手段で検出された外気温度に応じて季節を区別するので、燃料電池の運転温度の調節を簡便に行うことができる。

【００１３】

また、本発明の第５の態様に係る燃料電池システムは、例えば図１に示すように、上記本発明の第１の態様又は第２の態様に係る燃料電池システム１において、暦を認識するカレンダー８２を備え；制御装置６０が、カレンダー８２に基づいた暦に応じて季節を区別するように構成されている。

30

【００１４】

このように構成すると、カレンダーに基づいた暦に応じて季節を区別するので、燃料電池の運転温度の調節を簡便に行うことができる。

【００１５】

また、本発明の第６の態様に係る燃料電池システムは、例えば図１に示すように、上記本発明の第１の態様乃至第５の態様のいずれか１つの態様に係る燃料電池システム１において、前記冷却排熱回収系が、媒体ｃが燃料電池２０に導入されて燃料電池２０を冷却する冷却水系２１と、媒体ｈが蓄熱槽４０に導入されて蓄熱槽４０に熱を搬送する排熱回収水系３１と、冷却水系２１の媒体ｃと排熱回収水系３１の媒体ｈとで熱交換を行わせる熱交換器３０とを含んで構成され；冷却水系２１の燃料電池２０から導出された媒体ｃの温度を検出する冷却水温度検出手段６３をさらに備え；冷却水温度検出手段６３で検出された温度に基づいて流動装置２２を制御することにより、発電をしているときの燃料電池２０の温度を調節するように構成されている。

40

【００１６】

このように構成すると、燃料電池の耐久性に影響を与える冷却水系の媒体の温度を制御対象とすることができ、燃料電池の寿命の低下を抑制する制御を直接的に行うことが可能となる。

【発明の効果】

【００１７】

50

本発明によれば、発電をしているときの燃料電池の温度が、春季又は秋季における温度よりも冬季における温度の方が第１の所定の温度高くなるように流動装置を制御するので、蓄熱槽内の媒体の温度を高くすることができ、蓄熱槽に蓄えられた熱の利用可能な熱量（エクセルギー）が増大すると共に、蓄熱槽に蓄える単位熱量あたりの蓄熱槽の容積を小さくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において互いに同一又は相当する部材には同一あるいは類似の符号を付し、重複した説明は省略する。

【００１９】

まず図１を参照して、本発明の実施の形態に係る燃料電池システム１を説明する。図１は、燃料電池システム１の模式的系統図である。燃料電池システム１は、燃料電池２０と、冷却水系を構成する冷却水ライン２１と、排熱回収水系を構成する排熱回収水ライン３１と、冷却水ライン２１を流れる冷却水ｃと排熱回収水ライン３１を流れる排熱回収水ｈとで熱交換を行わせる熱交換器３０と、蓄熱槽としての貯湯槽４０と、制御装置６０とを備えている。冷却水ｃ及び排熱回収水ｈは、燃料電池２０で発生した熱を貯湯槽４０へと搬送する媒体として機能する。また、冷却水系及び排熱回収水系は、熱交換器３０と共に冷却排熱回収系２３を構成する。

【００２０】

燃料電池２０は、水素と酸素との電気化学的反応により発電し発熱するものであり、典型的には固体高分子型燃料電池である。燃料電池２０は、改質器（不図示）で生成された改質ガスｇを導入する燃料極２０ａと、酸化剤ガスｔを導入する空気極２０ｃと、電気化学的反応により発生した熱を奪う冷却部２０ｒとを含んで構成されている。改質器（不図示）は、原料とプロセス水とを導入し水蒸気改質反応により水素に富む改質ガスｇを生成する機器である。原料は、典型的には、メタン、エタン、ＬＰＧ等の鎖式炭化水素（天然ガスも含む）、あるいはメタノール、石油製品（灯油、ガソリン、ナフサ等）等の炭化水素を主成分とする混合物等の炭化水素系の原料である。改質ガスｇは、水素を４０％以上、典型的には７５％程度含み、一酸化炭素濃度がおよそ１０ｐｐｍ以下程度のガスである。改質ガスｇ中の一酸化炭素濃度をこのような値まで低減させるのは、一酸化炭素によって被毒する燃料極２０ａの電極触媒が、被毒しないようにするためである。酸化剤ガスｔは、典型的には空気である。燃料電池２０は、図では簡易的に示されているが、実際には、固体高分子膜を燃料極２０ａと空気極２０ｃとで挟んで単一のセルが形成され、このセルを冷却部２０ｒを介し複数枚積層して構成されている。

【００２１】

燃料電池２０では、燃料極２０ａに供給された改質ガスｇ中の水素が水素イオンと電子とに分解し、水素イオンが固体高分子膜を通過して空気極２０ｃに移動すると共に電子が燃料極２０ａと空気極２０ｃとを結ぶ導線を通して空気極２０ｃに移動して、空気極２０ｃに供給された酸化剤ガスｔ中の酸素と反応して水を生成し、この反応の際に発熱する。この反応で発生した熱は、冷却部２０ｒに供給される冷却水ｃによって除去される。換言すれば、燃料電池２０は冷却水ｃにより冷却される。また、この反応における、電子が導線を通ることにより、直流の電力を取り出すことができる。燃料電池２０は、直流電力を交流電力に変換するパワーコンディショナー（不図示）を介して、商用電源９８及び電力負荷９９とそれぞれ電氣的に接続されている。

【００２２】

固体高分子型の燃料電池２０は、一般に、発電を行っているときの温度（運転温度）が低い方が、固体高分子膜及びセルのシール材の耐久性の低下が抑制される（例えば、アレニウスプロットによる寿命予測に基づく）。発電を行っているときの燃料電池２０の温度は、典型的には、冷却水ｃとの交換熱量に依存する。

【００２３】

熱交換器３０は、燃料電池２０を冷却する冷却水ｃと、燃料電池２０で発生した熱を貯

10

20

30

40

50

湯槽 40 に蓄える媒体である排熱回収水 h との間で熱交換を行う機器であり、典型的にはプレート型熱交換器が用いられる。熱交換器 30 は、冷却水 c と排熱回収水 h とが混合することがないように構成されている。熱交換器 30 は、燃料電池 20 から受熱して温度が上昇した冷却水 c と冷却水 c よりも温度が低い排熱回収水 h とがカウンタフローにより熱交換し、燃料電池 20 で発生した熱を冷却水 c から排熱回収水 h に伝達するように構成されている。熱交換器 30 を用いて冷却水 c と排熱回収水 h とを別系統の流れとすることにより、冷却水 c 及び排熱回収水 h の水質を個別に管理することが可能となる。

#### 【0024】

貯湯槽 40 は、燃料電池 20 における電気化学的反応の際に発生した熱を、排熱回収水 h を媒体として蓄える機器である。貯湯槽 40 は、典型的には鉛直方向に長く耐食性に富む容器で形成されている。鉛直方向に長く形成されていることにより、内部に貯留される排熱回収水 h の温度が上部から下部に向かうにしたがって低くなる温度成層の形成が容易になる。なお、排熱回収水 h を媒体として貯湯槽 40 に蓄えられた熱は、給湯や暖房機器（床暖房やファンコイルユニット等）などの熱需要（不図示）にて任意の時間に利用される。貯湯槽 40 には、蓄えられている排熱回収水 h を供給温水 Wp として給湯や暖房機器などの熱需要に供給するための温水往管 42 が上部に、暖房機器等で熱が利用されて温度が低下した戻り温水 Wq を導入する温水還管 43 が下部に、給湯等で消費された温水分の水を補充するために補給水 Ws（例えば市水等）を導入する補給水管 48 が下部に、それぞれ接続されている。供給温水 Wp、戻り温水 Wq、及び排熱回収水 h は、用途に応じて呼称を区別したものであり、物質として見れば同じものであって、貯湯槽 40 内では混合される。

#### 【0025】

温水往管 42 には、典型的には、熱需要に向けて供給される供給温水 Wp を加熱昇温する不図示の加熱器（例えば追い焚き器）が配設されている。また、温水往管 42 には、熱需要に向けて供給される供給温水 Wp の流量を検出する流量計 65 が設けられている。また、加熱器（不図示）よりも下流側の温水往管 42 には、熱需要に向けて供給される供給温水 Wp の温度を検出する温水往管温度センサ 66 が設けられている。温水還管 43 には、熱需要において熱が利用され温度が低下して貯湯槽 40 へ戻ってきた戻り温水 Wq の温度を検出する温水還管温度センサ 67 が設けられている。補給水管 48 には、貯湯槽 40 に補充される補給水 Ws の量を計測する水量検出手段としての量水器 68 が設けられている。なお、温水往管 42 から導出された供給温水 Wp と補給水管 48 から導入される補給水 Ws の量と同じになる場合は、補給水管 48 及び量水器 68 を設けなくてもよい。

#### 【0026】

燃料電池 20 の冷却部 20r と熱交換器 30 とは、内部に冷却水 c を流す冷却水ライン 21 で接続されている。燃料電池 20 と熱交換器 30 とが冷却水ライン 21 で接続されることにより、冷却水 c がこれらの間を循環する循環流路が形成される。冷却水ライン 21 は、燃料電池 20 から熱交換器 30 へと冷却水 c を流す第 1 冷却水ライン 21A と、熱交換器 30 から燃料電池 20 へと冷却水 c を流す第 2 冷却水ライン 21B とを有している。以下、第 1 冷却水ライン 21A と第 2 冷却水ライン 21B とを特に区別する必要がない場合はこれらを総称して単に「冷却水ライン 21」という。第 1 冷却水ライン 21A には、冷却部 20r から導出された冷却水 c の温度を検出する冷却水温度検出手段としての冷却水出口温度センサ 63 が設けられている。冷却水出口温度センサ 63 は、冷却部 20r 近傍の第 1 冷却水ライン 21A に設けられていることが好ましい。あるいは、冷却水出口温度センサ 63 は、冷却水 c の出口部分の冷却部 20r に設けられていてもよい。第 2 冷却水ライン 21B には冷却水 c を循環させる流動装置としての冷却水ポンプ 22 が挿入配置されている。なお、冷却水ポンプ 22 は第 1 冷却水ライン 21A に挿入配置されてもよいが、燃料電池 20 保護の観点から冷却部 20r が負圧になることを回避するために第 2 冷却水ライン 21B に挿入配置されることが好ましい。また、第 2 冷却水ライン 21B には、冷却部 20r に導入される冷却水 c の温度を検出する冷却水入口温度センサ 64 が設けられている。本実施の形態では、冷却水入口温度センサ 64 が、冷却水ポンプ 22 と熱交

換器 30 との間の第 2 冷却水ライン 21B に設けられているが、冷却部 20r 近傍の第 2 冷却水ライン 21B に設けられていてもよく、冷却水 c の入口部分の冷却部 20r に設けられていてもよい。

#### 【0027】

熱交換器 30 と貯湯槽 40 とは、内部に排熱回収水 h を流す排熱回収水ライン 31 で接続されている。熱交換器 30 と貯湯槽 40 とが排熱回収水ライン 31 で接続されることにより、排熱回収水 h がこれらの間を循環する循環流路が形成される。排熱回収水ライン 31 は、熱交換器 30 から貯湯槽 40 へと排熱回収水 h を流す第 1 排熱回収水ライン 31A と、貯湯槽 40 から熱交換器 30 へと排熱回収水 h を流す第 2 排熱回収水ライン 31B とを有している。以下、第 1 排熱回収水ライン 31A と第 2 排熱回収水ライン 31B とを特に区別する必要がない場合はこれらを総称して単に「排熱回収水ライン 31」という。第 1 排熱回収水ライン 31A は、好ましくは貯湯槽 40 の上部で、より好ましくは貯湯槽 40 の頂部で貯湯槽 40 に接続されており、第 2 排熱回収水ライン 31B は、好ましくは貯湯槽 40 の下部で、より好ましくは貯湯槽 40 の底部で貯湯槽 40 に接続されている。このように接続されることで、貯湯槽 40 の内部に貯留される排熱回収水 h の温度成層の形成が容易になる。第 2 排熱回収水ライン 31B には排熱回収水 h を循環させる流動装置としての排熱回収水ポンプ 32 が挿入配置されている。なお、排熱回収水ポンプ 32 は第 1 排熱回収水ライン 31A に挿入配置されてもよい。

10

#### 【0028】

第 1 排熱回収水ライン 31A と、排熱回収水ポンプ 32 よりも上流側の第 2 排熱回収水ライン 31B とは、バイパスライン 35 で接続されている。バイパスライン 35 は、第 1 排熱回収水ライン 31A を流れる排熱回収水 h を、貯湯槽 40 に流入させずに（貯湯槽 40 をバイパスして）第 2 排熱回収水ライン 31B へ導く流路である。第 1 排熱回収水ライン 31A とバイパスライン 35 との接続部分には、第 1 排熱回収水ライン 31A を流れる排熱回収水 h を貯湯槽 40 に流入させるのと、貯湯槽 40 をバイパスして第 2 排熱回収水ライン 31B に流入させるのを切り替える切替手段としての三方弁 62 が配設されている。三方弁 62 は、三方弁 62 と貯湯槽 40 との間の距離ができるだけ短くなるように配設されていることが好ましい。三方弁 62 は制御装置 60 からの信号を受信して電動で流路を切り替えることができるように構成されている。第 1 排熱回収水ライン 31A には、三方弁 62 の直近上流に、排熱回収水 h の温度を検出する温度検出器としてのバイパス温度センサ 61 が設けられている。

20

30

#### 【0029】

制御装置 60 は、燃料電池システム 1 の運転を制御する。制御装置 60 は冷却水ポンプ 22 及び排熱回収水ポンプ 32 とそれぞれ信号ケーブルで接続されており、冷却水ポンプ 22 及び排熱回収水ポンプ 32 の発停や回転数をそれぞれ制御することができるよう構成されている。また、制御装置 60 は三方弁 62 と信号ケーブルで接続されており、信号を送信して三方弁 62 の流路を切り替えることができるように構成されている。また、制御装置 60 はバイパス温度センサ 61、冷却水出口温度センサ 63、冷却水入口温度センサ 64、温水往管温度センサ 66、温水還管温度センサ 67 とそれぞれ信号ケーブルで接続されており、各温度センサ 61、63、64、66、67 から温度信号をそれぞれ受信することができるよう構成されている。また、制御装置 60 は流量計 65 及び量水器 68 とそれぞれ信号ケーブルで接続されており、流量計 65 及び量水器 68 から流量信号をそれぞれ受信することができるよう構成されている。燃料電池システム 1 は、外気温度を検出する外気温度検出手段としての外気温度センサ 81 を備えている。制御装置 60 は外気温度センサ 81 と信号ケーブルで接続されており、外気温度センサ 81 から温度信号を受信することができるよう構成されている。また、燃料電池システム 1 は、暦を認識するカレンダー 82 を備えている。カレンダー 82 は、典型的にはコンピュータに組み込まれ、データとして時を刻むように構成されている。制御装置 60 はカレンダー 82 との間でデータの授受を行うことができるように構成されている。制御装置 60 とカレンダー 82 とは一体に構成されていてもよい。

40

50

## 【 0 0 3 0 】

引き続き図 1 を参照して、燃料電池システム 1 の作用を説明する。まず、燃料電池システム 1 の中間季（春季又は秋季）の作用について説明する。電力負荷 9 9 において電力需要が発生すると、制御装置 6 0 は燃料電池 2 0 が発電を行うように燃料電池システム 1 を制御する。このとき燃料電池 2 0 には、燃料極 2 0 a に改質ガス g が導入され、空気極 2 0 c に酸化剤ガス t が導入されて、燃料電池 2 0 では改質ガス g 中の水素と酸化剤ガス t 中の酸素との電気化学的反応により発電が行われる。燃料電池 2 0 で発電された電力は直流電力であるため、パワーコンディショナー（不図示）にて交流電力に変換された後に電力需要 9 9 に供給される。制御装置 6 0 は、典型的には電力需要 9 9 における消費電力よりも所定の容量（例えば 1 0 0 w）だけ少ない電力を燃料電池 2 0 で発電するように燃料電池 2 0 に導入される改質ガス g 及び酸化剤ガス t の流量を制御する。電力需要 9 9 が燃料電池 2 0 から電力の供給を受けてなお不足する電力は、商用電源 9 8 から供給を受けることで補われる。燃料電池 2 0 は、その性質上、電力需要の急峻な変動に追従することが困難であるため、電力需要 9 9 における消費電力よりも所定の容量だけ少ない電力を発電することにより、燃料電池 2 0 で発電した電力が商用電源系統に逆潮流することを防いでいる。なお、仮に燃料電池 2 0 における発電電力が電力需要 9 9 の消費電力を上回った場合に対応するため、上回った分の電力（余剰電力）を熱に変換することで余剰電力を逆潮流させずに消費させる電気ヒータ（不図示）を設けてもよい。

10

## 【 0 0 3 1 】

燃料電池 2 0 は、発電が行われるのに伴い熱が発生する。制御装置 6 0 は、改質ガス g 及び酸化剤ガス t が燃料電池 2 0 に導入されたら、冷却水ポンプ 2 2 及び排熱回収水ポンプ 3 2 を起動する。また、制御装置 6 0 は、三方弁 6 2 に信号を送信して、当初は排熱回収水 h がバイパスライン 3 5 を流れるように三方弁 6 2 の通水方向を設定し、バイパス温度センサ 6 1 で検出された温度が熱需要で利用可能な温度（例えば 4 5 ~ 5 0 の任意の温度）以上のときは貯湯槽 4 0 に流入するように三方弁 6 2 の通水方向を切り替える。冷却水ポンプ 2 2 が起動されることにより冷却水 c が冷却水ライン 2 1 を循環する。これにより、燃料電池 2 0 の冷却部 2 0 r に導入された冷却水 c は燃料電池 2 0 から熱を奪って温度が上昇し、他方、燃料電池 2 0 は冷やされる。燃料電池 2 0 は、冷却水 c で冷却されることにより発電に適した温度に維持される。燃料電池 2 0 の熱を奪って温度が上昇した冷却水 c は、熱交換器 3 0 で排熱回収水 h と熱交換して燃料電池 2 0 を冷却可能な程度に温度が低下し、他方、排熱回収水 h の温度は上昇する。温度が低下した冷却水 c は、再び冷却部 2 0 r に導入されて燃料電池 2 0 で発生した熱を奪う、というように冷却水ライン 2 1 を循環する。このとき、制御装置 6 0 は、冷却水出口温度センサ 6 3 で検出された温度が中間季の所定の温度（例えば 7 5 ）になるように冷却水ポンプ 2 2 の吐出流量を調節し、冷却水入口温度センサ 6 4 で検出された温度が中間季の所定の温度（例えば 6 5 ）になるように排熱回収水ポンプ 3 2 の吐出流量を調節する。このように調節することで、燃料電池 2 0 の温度を安定させることができ、燃料電池 2 0 を安定して運転させることができる。

20

30

## 【 0 0 3 2 】

熱交換器 3 0 で冷却水 c と熱交換することにより温度が上昇した排熱回収水 h は、その後貯湯槽 4 0 の上部に流入する。他方、貯湯槽 4 0 の下部からは、熱交換器 3 0 に導入される冷却水 c よりも温度が低い排熱回収水 h が導出される。貯湯槽 4 0 の下部から導出された排熱回収水 h は、熱交換器 3 0 に導入され、冷却水 c と熱交換を行って温度が上昇する。貯湯槽 4 0 には温度が高い排熱回収水 h が上部から導入されることにより、温度成層が形成される。なお、形成された温度成層をできるだけ乱さないようにする観点から、貯湯槽 4 0 に導入される排熱回収水 h の動圧はできるだけ小さい方がよい。

40

## 【 0 0 3 3 】

貯湯槽 4 0 に蓄えられた温度が高い排熱回収水 h は、温水往管 4 2 を介して給湯や暖房機器（床暖房やファンコイルユニット等）などの熱需要（不図示）に供給温水 W p として供給される。熱需要に供給される供給温水 W p の温度が熱需要において利用される温度よ

50

りも低下している場合は、加熱器（不図示）で加熱される。熱需要に供給された供給温水  $W_p$  は、例えば、暖房機器等の熱を利用して物質としての水を消費しない場所に供給された場合は、暖房機器等において熱が利用されて温度が低下した後に戻り温水  $W_q$  として温水還管 43 を介して貯湯槽 40 の下部に戻される。給湯等の物質としての水の消費を伴う場所に供給された場合は、給湯等に利用されて消費された分の水が補給水  $W_s$  として補給水管 48 を介して貯湯槽 40 の下部に補充される。これらにより、貯湯槽 40 の下部から流出する排熱回収水  $h$  は、熱交換器 30 に導入される冷却水  $c$  よりも温度が低くなる。貯湯槽 40 に補給された水量の情報は、信号として制御装置 60 に送信される。

#### 【0034】

ここで、貯湯槽 40 に貯留される排熱回収水  $h$  は、熱利用の観点からは温度が高いほど利用価値が高くなる。貯湯槽 40 に流入する排熱回収水  $h$  の温度が上昇すると、貯湯槽 40 への蓄熱量を増やすことができ、あるいは蓄熱量を変えずに貯湯槽 40 を小さくすることができると共に、利用可能な熱量（エクセルギー）が増大することとなるからである。貯湯槽 40 に流入する排熱回収水  $h$  の温度は、燃料電池 20 の運転温度を高くすることによって高くすることができる。しかしながら、上述のように、燃料電池 20 の運転温度が低い方が、固体高分子膜及びセルのシール材の耐久性の低下が抑制される。例えば一般家庭用の燃料電池システムは、少なくとも 10 年の耐久性を有することが好ましいところ、寿命を延ばす観点から、燃料電池の耐久性の低下を抑制する運転を行うことが好ましい。燃料電池システム 1 では、上記の相反する利点を最大限に生かすため、以下のような制御を行う。

#### 【0035】

図 2 は、燃料電池システム 1 の制御を説明するフローチャートである。燃料電池システム 1 は、一般的に熱需要が増加する冬季に燃料電池 20 の運転温度を中間季（春季及び秋季）の温度よりも第 1 の所定の温度高くなるようにし、一般的に熱需要が減少する夏季に燃料電池 20 の運転温度を中間季の温度よりも第 2 の所定の温度低くなるようにしている。燃料電池 20 の運転温度の変動幅と、貯湯槽 40 に流入する排熱回収水  $h$  の温度の変動幅とを同じにした場合は、貯湯槽 40 に流入する排熱回収水  $h$  の温度も燃料電池 20 の運転温度に応じて上昇又は低下する。また、「第 1 の所定の温度」は、任意の値とすることができるが、燃料電池 20 の上限運転温度内で、熱需要で消費できる範囲の蓄熱量とする排熱回収水  $h$  の最高温度にできるだけ近づけつつ、燃料電池 20 に導入される冷却水  $c$  の温度を、燃料電池 20 の耐久性に過度の悪影響を及ぼすことなく燃料電池 20 を継続して運転可能に冷却できる温度とすることができる範囲で決定するのが好ましい。「第 2 の所定の温度」は、任意の値とすることができるが、熱需要の消費熱量をできるだけ燃料電池 20 の排熱で賄えるようにすること（燃料電池 20 の運転温度を高くする方向に働く）と、固体高分子膜及びセルのシール材の耐久性の低下の抑制の効果をできるだけ高めるようにすること（燃料電池 20 の運転温度を低くする方向に働く）とのバランスを考慮して決定するのが好ましい。燃料電池 20 の運転温度を冬季に高くして、冬季以外は中間季の運転温度以下にすることにより、燃料電池システム 1 の大型化を抑制しつつ燃料電池 20 の排熱を有効利用でき、また年間を通じて燃料電池 20 の運転温度を高くするよりは燃料電池 20 の寿命を延ばすことができる。また、燃料電池 20 の運転温度を夏季に低くして、夏季以外は中間季の運転温度以上にすることにより、燃料電池 20 の寿命を延ばすことが可能になる。

#### 【0036】

燃料電池システム 1 の運転中、制御装置 99 は、温水往管温度センサ 66 で検出された温度と温水還管温度センサ 67 で検出された温度との差、及び流量計 65 で検出された供給温水  $W_p$  の流量、並びに量水器 68 で検出された補給水  $W_s$  の流量及びあらかじめ制御装置 99 に記憶されている季節ごとの補給水  $W_s$  の温度から熱需要で消費された熱量を算出し、算出された熱量の値をあらかじめ制御装置 99 に記憶されている季節ごとの消費熱量と比較して、冬季か否かを判断する（ST1）。冬季であれば、冷却水出口温度センサ 63 で検出された冷却水  $c$  の温度が中間季よりも第 1 の所定の温度（本実施の形態では 1

10

20

30

40

50

0 ) 高くなるように冷却水ポンプ 2 2 及び排熱回収水ポンプ 3 2 の吐出流量を調節する ( S T 2 ) 。本実施の形態では、冷却水出口温度センサ 6 3 で検出された温度が 8 5 になるように冷却水ポンプ 2 2 の吐出流量を調節し、冷却水入口温度センサ 6 4 で検出された温度が 7 5 になるように排熱回収水ポンプ 3 2 の吐出流量を調節している。このようにすると、貯湯槽 4 0 への蓄熱量を増大すること又は蓄熱量を変えずに貯湯槽 4 0 を小さくすることができると共に貯湯槽 4 0 内の排熱回収水 h の温度が上昇するため供給温水 W p の温度を高くすることができ、利用可能な熱量を増大させることができる。

【 0 0 3 7 】

冬季か否かを判断する工程 ( S T 1 ) において冬季でないと判断したら、上述した要領により、熱需要において消費された熱量を算出し、算出された熱量の値をあらかじめ制御装置 9 9 に記憶されている季節ごとの消費熱量と比較して、夏季か否かを判断する ( S T 3 ) 。夏季であれば、冷却水出口温度センサ 6 3 で検出された冷却水 c の温度が中間季よりも第 2 の所定の温度 ( 本実施の形態では 1 0 ) 低くなるように冷却水ポンプ 2 2 及び排熱回収水ポンプ 3 2 の吐出流量を調節する ( S T 4 ) 。本実施の形態では、冷却水出口温度センサ 6 3 で検出された温度が 6 5 になるように冷却水ポンプ 2 2 の吐出流量を調節し、冷却水入口温度センサ 6 4 で検出された温度が 5 5 になるように排熱回収水ポンプ 3 2 の吐出流量を調節している。このようにすると、燃料電池 2 0 の固体高分子膜及びセルのシール材の耐久性の低下を抑制することができ、燃料電池システム 1 の寿命を延ばすことができる。

【 0 0 3 8 】

夏季か否かを判断する工程 ( S T 3 ) において夏季でないと判断したら、設定温度の変更は行わず、冷却水出口温度センサ 6 3 で検出された冷却水 c の温度を中間季の設定温度に維持する ( S T 5 ) 。本実施の形態では、冷却水出口温度センサ 6 3 で検出された温度が 7 5 になるように冷却水ポンプ 2 2 の吐出流量を調節し、冷却水入口温度センサ 6 4 で検出された温度が 6 5 になるように排熱回収水ポンプ 3 2 の吐出流量を調節している。冷却水 c の温度を調節することにより貯湯槽 4 0 に流入する排熱回収水 h の温度を中間季よりも第 1 の所定の温度高くする工程 ( S T 2 ) 、冷却水 c の温度を調節することにより貯湯槽 4 0 に流入する排熱回収水 h の温度を中間季よりも第 2 の所定の温度低くする工程 ( S T 4 ) 、又は中間季の設定温度に維持する工程 ( S T 5 ) の後は、それぞれ再び冬季か否かを判断する工程 ( S T 1 ) に戻る。

【 0 0 3 9 】

以上の説明では、熱需要で消費された熱量を算出し、算出された熱量の値をあらかじめ制御装置 9 9 に記憶されている季節ごとの消費熱量と比較して季節を判断することとしたが、熱需要の消費熱量に基づいて季節を判断することに代えて、外気温度センサ 8 1 で検出した温度をあらかじめ制御装置 9 9 に記憶されている季節ごとの外気温度と比較して季節を判断することとしてもよく、あるいはカレンダー 8 2 で把握される暦をあらかじめ制御装置 9 9 に記憶されている季節と暦との対応関係と比較して季節を判断することとしてもよい。熱需要の消費熱量に基づいて季節を判断すると、燃料電池 2 0 の運転を消費熱量とバランスのとれた温度で行うことができ、この場合は外気温度センサ 8 1 及びカレンダー 8 2 を省略してもよい ( 設けなくてもよい ) 。外気温度に基づいて季節を判断する場合は、流量計 6 5 、温水往管温度センサ 6 6 、及び温水還管温度センサ 6 7 、並びにカレンダー 8 2 を省略することができ、季節を判断するために必要な構成が簡便になる。カレンダー 8 2 に基づいて季節を判断する場合は、流量計 6 5 、温水往管温度センサ 6 6 、及び温水還管温度センサ 6 7 、並びに外気温度センサ 8 1 を省略することができ、季節を判断するために必要な構成が簡便になる。

【 0 0 4 0 】

以上の説明では、夏季の場合に設定温度を中間季よりも第 2 の所定の温度低くすることとしたが、例えば夏季であっても熱需要が減少しない場合は、図 2 におけるフローチャートの夏季か否かを判断する工程 ( S T 3 ) 及び設定温度を中間季よりも第 2 の所定の温度低くする工程 ( S T 4 ) を省略して、冬季か否かを判断する工程 ( S T 1 ) において冬季

でないと判断した場合に中間季の設定温度に維持する工程（ＳＴ５）に進むように構成してもよい。つまり、夏季における燃料電池２０の運転温度を、第２の所定の温度低くせずに、中間季と同じ温度としてもよい。

【００４１】

また、例えば冬季であっても熱需要が増加しない等、利用可能な熱量を増やさなくてもよい場合は、図２におけるフローチャートの冬季か否かを判断する工程（ＳＴ１）及び設定温度を中間季よりも第１の所定の温度高くする工程（ＳＴ２）を省略して、夏季か否かを判断する工程（ＳＴ３）から制御を始めて、設定温度を中間季よりも第２の所定の温度低くする工程（ＳＴ４）、又は中間季の設定温度に維持する工程（ＳＴ５）の後に、それぞれ再び夏季か否かを判断する工程（ＳＴ３）に戻るよう構成してもよい。つまり、冬季における燃料電池２０の運転温度を、第１の所定の温度高くせずに、中間季と同じ温度としてもよい。この場合、夏季に燃料電池２０の運転温度を第２の所定の温度低くするので、燃料電池２０の寿命を延ばすことが可能になる。

10

【図面の簡単な説明】

【００４２】

【図１】本発明の実施の形態に係る燃料電池システムの模式的系統図である。

【図２】本発明の実施の形態に係る燃料電池システムの作用を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

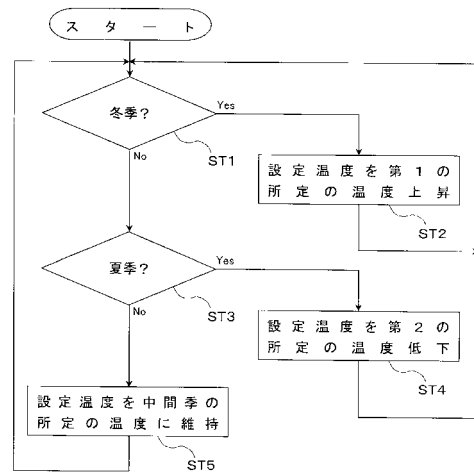
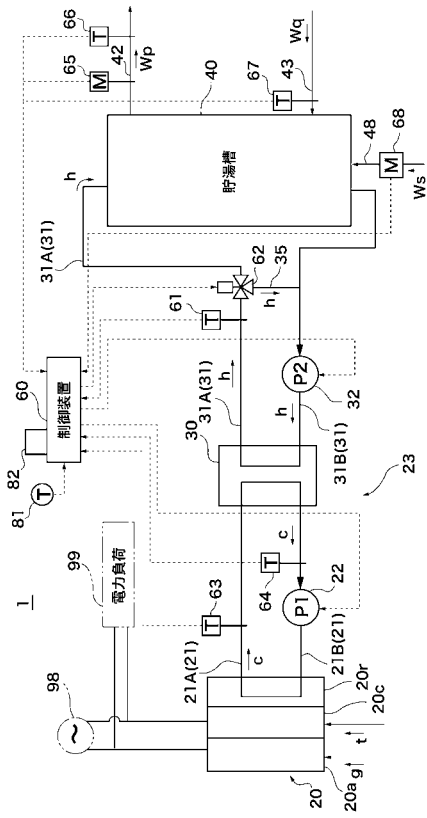
【００４３】

20

- １ 燃料電池システム
- ２０ 燃料電池
- ２２ 冷却水ポンプ
- ２３ 冷却排熱回収系
- ３０ 熱交換器
- ３２ 排熱回収水ポンプ
- ４０ 蓄熱槽
- ６０ 制御装置
- ６３ 冷却水出口温度センサ
- ６５ 流量計
- ６６ 温水往管温度センサ
- ６７ 温水還管温度センサ
- ６８ 量水器
- ８１ 外気温度センサ
- ８２ カレンダー
- c 冷却水
- h 排熱回収水

30

【 図 2 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100155192

弁理士 金子 美代子

(72)発明者 前原 和巳

神奈川県藤沢市本藤沢 4 - 2 - 1 荏原バロード株式会社内

(72)発明者 清水 進

神奈川県藤沢市本藤沢 4 - 2 - 1 荏原バロード株式会社内

(72)発明者 古林 俊彦

神奈川県藤沢市本藤沢 4 - 2 - 1 荏原バロード株式会社内

(72)発明者 加藤 芳樹

神奈川県藤沢市本藤沢 4 - 2 - 1 荏原バロード株式会社内

F ターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 CC06 DD06