

(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2009-170131

(P2009-170131A)

(43) 公開日 平成21年7月30日(2009.7.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 T	5HO26
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/04 N	5HO27
	HO 1 M 8/04 K	
	HO 1 M 8/04 Y	
	HO 1 M 8/04 X	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-3999 (P2008-3999)
 (22) 出願日 平成20年1月11日 (2008.1.11)

(71) 出願人 00005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100097445
 弁理士 岩橋 文雄
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (74) 代理人 100109151
 弁理士 永野 大介
 (72) 発明者 梅田 孝裕
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 安本 栄一
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

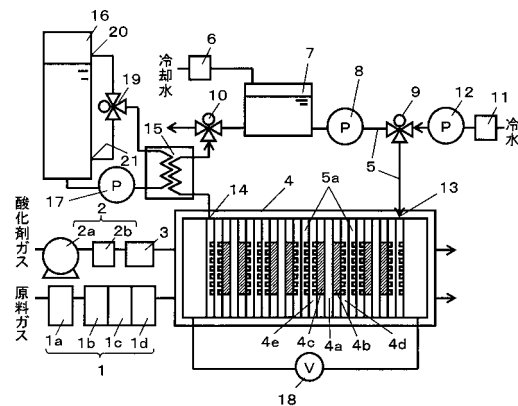
(54) 【発明の名称】 燃料電池発電システムおよびその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 発電効率および耐久性に優れた燃料電池発電システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池 4 と、冷却水を流通する冷却水流路 5 a と、冷却水を貯蔵する冷却水タンク 7 と、冷却水タンク 7 から冷却水流路 5 a に冷却水を供給する冷却水供給管 5 と、冷却水供給管 5 の経路に取り付けられ冷却水を低温の冷水に切り替える冷却水切り替え弁 9, 10 を備え、冷却水切り替え弁 9, 10 が冷却水を冷水に切り替えて燃料電池に運転温度より低い温度の冷水を冷却水流路 5 a に供給して燃料電池 4 の温度を速やかに低下させ、燃料電池 4 内に凝縮水を生成させ、電解質の含水率を増加させる。

【選択図】 図 1



- 1 燃料供給手段
- 2 酸化剤ガス供給手段
- 3 加湿手段
- 4 燃料電池
- 5 冷却水供給管
- 5a 冷却水流路
- 6 冷却水浄化手段
- 7 冷却水タンク
- 8 冷却水ポンプ
- 9, 10 冷却水切り替え弁
- 11 冷水浄化手段
- 12 流量制御手段
- 15 熱交換器
- 16 貯湯タンク
- 17 貯湯ポンプ
- 18 電圧検出手段
- 19 貯湯タンク切り替え弁
- 20 貯湯タンクの上部
- 21 貯湯タンクの下部

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料電池と、前記燃料電池を冷却する冷却水を流通する冷却水流路と、前記冷却水を貯蔵する冷却水タンクと、前記冷却水タンクから前記冷却水流路に前記冷却水を供給する冷却水供給管と、前記冷却水供給管の経路に取り付けられ前記冷却水を前記冷却水より低温の冷水に切り替える冷却水切り替え弁とを備えた燃料電池発電システム。

【請求項 2】

前記冷水は上水道水から供給する請求項 1 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 3】

前記冷水を浄化する冷水浄化手段を備えた請求項 1 に記載の燃料電池発電システム。

10

【請求項 4】

前記冷水の流量を制御する流量制御手段を備え、前記流量制御手段は前記冷却水流路の入口温度と出口温度の差が小さくなるように前記冷水の流量を制御する請求項 1 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 5】

前記燃料電池に供給された前記冷却水と熱交換する熱交換器と、前記熱交換器で熱交換したお湯を貯蔵する貯湯タンクと、前記貯湯タンクのお湯を循環させる貯湯ポンプを備え、前記貯湯ポンプは、前記冷却水流路に冷水が流通している間は停止する請求項 1 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 6】

前記燃料電池に供給された前記冷却水と熱交換する熱交換器と、前記熱交換器で熱交換したお湯を貯蔵する貯湯タンクと、前記貯湯タンクの上流側に配置した貯湯タンク切り替え弁を備え、前記貯湯タンク切り替え弁は、前記冷却水流路に前記冷却水が流通している間は熱交換したお湯を前記貯湯タンクの上部に導入し、前記冷却水流路に前記冷水が流通している間は前記熱交換器を流通したお湯を前記貯湯タンクの下部に導入するように切り替える請求項 1 に記載の燃料電池発電システム。

20

【請求項 7】

前記燃料電池の電圧を検出する電圧検出手段を備え、前記電圧検出手段が前記燃料電池の電圧が予め設定した閾値を一定時間以上越えたことを検出したとき、前記冷却水流路に冷却水より低温の前記冷水が供給されるように前記冷却水切り替え弁を切り替える請求項 1 に記載の燃料電池発電システム。

30

【請求項 8】

前記燃料電池の電圧を検出する電圧検出手段を備え、前記燃料電池が発電中で前記冷却水流路に前記冷却水より低温の前記冷水が供給されている間で、前記電圧検出手段が前記燃料電池の電圧が予め設定した下限値を越えたことを検出したとき、前記冷却水流路に前記冷却水が供給されるように前記冷却水切り替え弁を切り替える請求項 1 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 9】

燃料電池と、前記燃料電池を冷却する冷却水を流通する冷却水流路と、前記冷却水を貯蔵する冷却水タンクと、前記冷却水タンクから前記冷却水流路に前記冷却水を供給する冷却水供給管と、前記冷却水供給管の経路に取り付けられ前記冷却水を前記冷却水より低温の冷水に切り替える冷却水切り替え弁と、前記燃料電池に供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスを加湿する加湿手段とを備え、前記冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に供給された前記冷水により前記加湿手段で加湿された前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復する燃料電池発電システムの運転方法。

40

【請求項 10】

加湿された前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスの内、少なくとも前記酸化剤ガスの供給を停止して発電を停止し、前記燃料電池の電圧を降下させながら前記冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に供給された冷水で残存する前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガ

50

スを凝縮して凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復する請求項 9 に記載の燃料電池発電システムの運転方法。

【請求項 1 1】

負荷を切断し一旦開回路状態にした後、加湿された前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスの内、少なくとも前記酸化剤ガスの供給を停止して発電を停止する請求項 9 または 1 0 に記載の燃料電池発電システムの運転方法。

【請求項 1 2】

前記冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に前記冷却水より低温の前記冷水を供給し、加湿された前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを供給して発電を開始し、前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して前記凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復した後、前記冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に前記冷却水を供給する請求項 9 に記載の燃料電池発電システムの運転方法。

10

【請求項 1 3】

前記冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に前記冷却水より低温の前記冷水を供給し、加湿された前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを供給し、一旦開回路状態にした後、発電を開始する請求項 9 または 1 2 に記載の燃料電池発電システムの運転方法。

【請求項 1 4】

加湿された前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスの内、少なくとも前記酸化剤ガスの供給を停止して発電を停止し、前記燃料電池の電圧を降下させながら前記冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に供給された前記冷水で残存する前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して前記凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給し、前記冷却水流路に前記冷水を供給したまま、加湿された前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを供給して発電を開始し、前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して前記凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復した後、冷却水切り替え弁を切り替えて冷却水を供給する起動停止を少なくとも一回以上行って前記燃料電池の活性を回復する請求項 9 ないし 1 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池発電システムの運転方法。

20

【請求項 1 5】

システムを設置した後、初回に発電させる時、前記冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に前記冷水を供給し、前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して前記凝縮水を生成し、前記凝縮水を燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復する起動停止を少なくとも一回以上行う請求項 9 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池発電システムの運転方法。

30

【請求項 1 6】

長期間システムを停止した後、発電させる前に前記冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に前記冷水を供給し、前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して前記凝縮水を生成し、前記凝縮水を燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復する起動停止を少なくとも一回以上行う請求項 9 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池発電システムの運転方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池の活性を回復し、システムの発電効率および耐久性の向上を図った燃料電池発電システムおよびその運転方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の一般的な燃料電池発電システムは、図 5 に示すように、燃料ガスを供給する燃料供給手段 1 0 1 と、酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段 1 0 2 と、燃料供給手段 1 0 1 から供給された燃料ガスおよび酸化剤ガス供給手段 1 0 2 から供給された酸化剤ガスを加湿する加湿手段 1 0 3 と、加湿手段 1 0 3 で加湿された燃料ガスおよび酸化剤ガスが

50

供給される燃料電池104と、燃料電池104を冷却する冷却水を循環させる冷却水供給管105とを備え、燃料ガスとしての水素および酸化剤ガスとしての空気を加湿して燃料電池104に供給することにより発電することができる。

【0003】

燃料電池104は、固体高分子電解質と、その両面に形成された一对の電極を備え、加湿された燃料ガスおよび酸化剤ガスを流すことにより、電解質が水素イオン伝導性を呈し、電解質中をプロトンが電極間を移動して電流が流れて発電する。

【0004】

しかし、燃料ガスおよび酸化剤ガスの加湿が不十分である、あるいは燃料電池104の冷却が不十分であるなどして電解質が乾燥気味になり、燃料ガスおよび酸化剤ガスが水分を十分に含まないとき、水素イオン伝導性が低下し、出力が低下するという課題があった。

10

【0005】

また、燃料電池104の製造中に使用される不純物や、システムに使用される部材に含まれる不純物、あるいは大気などの外部から混入する不純物が、燃料電池104の内部に侵入し、電極などに付着すると、発電に必要な化学反応が阻害され、出力が低下するという課題があった。

【0006】

したがって、出力が低下しないように、電解質の含水率を一定に保持する、不純物を除去するなどして燃料電池104の活性を保持する必要がある。また、時間を掛けて徐々に含水率が減少する、不純物が蓄積するなどして、徐々に出力が低下する場合もあるため、定期的あるいは出力が閾値を越えた場合、燃料電池104の活性を回復する必要がある。

20

【0007】

例えば、電解質の含水率を一定に保持するあるいは増加させる方法としては、供給する燃料ガスあるいは酸化剤ガスの加湿水分量を増加する、燃料ガスあるいは酸化剤ガスの利用率を高めて生成水の電解質との接触機会を高めるなどが挙げられる。

【0008】

また、図5に示したように電解質の含水率を増加させるため、燃料電池104に供給する冷却水の熱を、ラジエータ106などを用いて放熱し、温度を下げた冷却水を燃料電池104に供給することにより、燃料電池4の温度を低下させ、燃料ガスおよび酸化剤ガスの相対湿度を上げて電解質の含水率を増加させていた(例えば、特許文献1参照)。

30

【0009】

また、燃料電池104に不純物が混入することを防ぐ方法としては、製造する環境をクリーンに保持する、不純物を含有する部品や材料の使用を制限する、不純物を洗浄、吸着、分解などして除去するなどが挙げられる。

【0010】

例えば、燃料電池104に脱イオン水や弱酸性水などを導入して煮沸して、不純物を洗浄除去していた(例えば、特許文献2参照)。

【特許文献1】特許第3687530号公報

【特許文献2】特許第3469091号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、前記従来の燃料電池104に供給する冷却水の熱を、ラジエータ106などを用いて放熱し、温度を下げた冷却水を燃料電池4に供給することにより、燃料電池104の温度を低下させ、燃料ガスおよび酸化剤ガスの相対湿度を上げて電解質の含水率を増加させる方法では、冷却水が放熱するのに多くの時間を費やすため、電解質の含水率が安定するのに時間がかかるという課題があった。

40

【0012】

50

また、前記従来燃料電池104に脱イオン水や弱酸性水などを導入して煮沸して、不純物を洗浄除去する方法では、燃料電池発電システムに搭載した後に混入する不純物を除去することができないという課題があった。

【0013】

本発明は、前記従来課題を解決するもので、燃料電池の温度を下げるため、冷却水を供給する冷却水供給管の経路に冷却水より低温の冷水に切り替える冷却水切り替え弁を備え、冷却水切り替え弁を冷水側に切り替えて、燃料電池の冷却水流路に冷水を供給し、速やかに燃料電池の温度を低下させ、生成した凝縮水で電解質の含水率を増加させ、不純物を洗浄除去することにより、燃料電池を活性化し、発電効率および耐久性に優れた燃料電池発電システムおよびその運転方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するために本発明は、燃料電池と、前記燃料電池を冷却する冷却水を流通する冷却水流路と、前記冷却水を貯蔵する冷却水タンクと、前記冷却水タンクから前記冷却水流路に前記冷却水を供給する冷却水供給管と、前記冷却水供給管の経路に取り付けられ前記冷却水を前記冷却水より低温の冷水に切り替える冷却水切り替え弁とを備えたものである。

【0015】

本発明の構成によれば、冷却水切り替え弁が冷却水を冷水に切り替えて燃料電池に運転温度より低い温度の冷水を冷却水流路に供給して燃料電池の温度を速やかに低下させ、燃料電池内に凝縮水を生成させ、電解質の含水率を増加し、不純物を洗浄除去することができ、燃料電池を活性化し、発電効率および耐久性に優れた燃料電池発電システムを得ることができる。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、上記構成により燃料電池の活性を回復することができるので、発電効率および耐久性に優れた燃料電池発電システムおよびその運転方法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】

【0017】

第1の発明は、燃料電池と、前記燃料電池を冷却する冷却水を流通する冷却水流路と、前記冷却水を貯蔵する冷却水タンクと、前記冷却水タンクから前記冷却水流路に前記冷却水を供給する冷却水供給管と、前記冷却水供給管の経路に取り付けられ前記冷却水を前記冷却水より低温の冷水に切り替える冷却水切り替え弁とを備えたことにより、冷却水切り替え弁が冷却水を冷水に切り替えて燃料電池に運転温度より低い温度の冷水を冷却水流路に供給して燃料電池の温度を速やかに低下させ、燃料電池内に凝縮水を生成させ、電解質の含水率を増加し、不純物を洗浄除去することができ、燃料電池を活性化し、発電効率および耐久性に優れた燃料電池発電システムを得ることができる。

30

【0018】

第2の発明は、第1の発明において、冷水を上水道水から供給することにより、市水などの常温の上水道水をタンクなどの貯蔵設備あるいはラジエータなどの熱交換器などを介することなく、直接冷却水流路に供給することにより、燃料電池の温度を速やかに低下させることができ、システムを簡素化できるだけでなく、熱交換器などに付随するファンや、冷却設備などの補機を必要としないので、消費する電力を省力化でき、システムの発電効率を向上することができる。

40

【0019】

第3の発明は、第1の発明において、冷水を浄化する冷水浄化手段を備えて、上水道水などの冷水中に含まれる金属イオンなどの不純物を浄化して供給することにより、冷水のイオン導電率が増加することを抑制するので、カーボン製のセパレータなどが電蝕して分解することを防止することができる。

50

【0020】

第4の発明は、第1の発明において、冷水の流量を制御する流量制御手段を備え、前記流量制御手段は冷却水流路の入口温度と出口温度の差が小さくなるように冷水の流量を制御することにより、速やかに燃料電池の温度を低下させることができるだけでなく、燃料電池の電極面内の温度分布が均一となり、面内全体が活性化されるので、発電効率の向上を図ることができる。

【0021】

第5の発明は、第1の発明において、燃料電池に供給された冷却水と熱交換する熱交換器と、前記熱交換器で熱交換したお湯を貯蔵する貯湯タンクと、前記貯湯タンクのお湯を循環させる貯湯ポンプを備え、前記貯湯ポンプは、冷却水流路に冷水が流通している間は停止することにより、貯湯タンク内のお湯の温度を低下させることなく、熱効率ロスの少ないシステムを得ることができる。

10

【0022】

第6の発明は、第1の発明において、燃料電池に供給された冷却水と熱交換する熱交換器と、前記熱交換器で熱交換したお湯を貯蔵する貯湯タンクと、前記貯湯タンクの上流側に配置した貯湯タンク切り替え弁を備え、前記貯湯タンク切り替え弁は、冷却水流路に前記冷却水が流通している間は熱交換したお湯を前記貯湯タンクの上部に導入し、前記冷却水流路に冷水が流通している間は前記熱交換器を流通したお湯を前記貯湯タンクの下部に導入するように切り替えることにより、冷たい水と熱いお湯を貯湯タンク内で上下に分離することができ、給湯するお湯の温度を低下させることなく、熱効率ロスの少ないシステムを得ることができる。

20

【0023】

第7の発明は、第1の発明において、燃料電池の電圧を検出する電圧検出手段を備え、前記電圧検出手段が前記燃料電池の電圧が予め設定した閾値を一定時間以上越えたことを検出したとき、冷却水流路に冷却水より低温の冷水が供給されるように冷却水切り替え弁を切り替えることにより、燃料電池の電圧が低下し、燃料電池の活性が低下したと判断したときだけ、冷却水流路に冷水を供給するので、温度の低い冷水による熱効率ロスを最小限に抑えることができる。

【0024】

第8の発明は、第1の発明において、燃料電池の電圧を検出する電圧検出手段を備え、前記燃料電池が発電中で冷却水流路に冷却水より低温の冷水が供給されている間で、前記電圧検出手段が前記燃料電池の電圧が予め設定した下限値を越えたことを検出したとき、前記冷却水流路に冷却水が供給されるように冷却水切り替え弁を切り替えることにより、凝縮水の生成量が多いときは燃料電池の温度を上げて凝縮水量を減らし、フラッシングなどの特性低下を抑制することができる。

30

【0025】

第9の発明は、燃料電池と、前記燃料電池を冷却する冷却水を流通する冷却水流路と、前記冷却水を貯蔵する冷却水タンクと、前記冷却水タンクから前記冷却水流路に前記冷却水を供給する冷却水供給管と、前記冷却水供給管の経路に取り付けられ前記冷却水を前記冷却水より低温の冷水に切り替える冷却水切り替え弁と、前記燃料電池に供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスを加湿する加湿手段とを備え、前記冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に供給された前記冷水により前記加湿手段で加湿された前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復する運転方法により、燃料電池の温度を速やかに低下させ、燃料電池内に凝縮水を生成させ、電解質の含水率を増加し、不純物を洗浄除去することができ、燃料電池を活性化し、発電効率および耐久性に優れた燃料電池発電システムを得ることができる。

40

【0026】

また、発電により生成する生成水も冷水で凝縮され、さらに相対湿度を増加させるので、さらに燃料電池が活性化され、発電効率と耐久性に優れた燃料電池発電システムを得る

50

ことができる。

【0027】

第10の発明は、第9の発明において、加湿された燃料ガスおよび酸化剤ガスの内、少なくとも前記酸化剤ガスの供給を停止して発電を停止し、燃料電池の電圧を低下させながら冷却水切り替え弁を切り替えて冷却水流路に供給された冷水で残存する前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復する運転方法により、燃料電池の発電停止時に、凝縮水が電解質の含水率を増加し、不純物を洗浄除去することができ、燃料電池を活性化すると同時に、酸化剤ガスが供給されていた電極の電位を低下させ、電極中の触媒を還元するので燃料電池をさらに活性化することができる。

10

【0028】

第11の発明は、第9または10の発明において、負荷を切断し一旦開回路状態にした後、加湿された燃料ガスおよび酸化剤ガスの内、少なくとも前記酸化剤ガスの供給を停止して発電を停止する運転方法により、開回路状態で酸化剤ガスが供給されていた電極の電位を上昇させ、電極中の触媒に付着していた不純物を酸化し、除去しやすくして、凝縮水の洗浄効果を促進するので、燃料電池をより活性化することができる。

【0029】

第12の発明は、第9の発明において、冷却水切り替え弁を切り替えて冷却水流路に給して発電を開始し、前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復した後、冷却水切り替え弁を切り替えて前記冷却水流路に冷却水を供給する運転方法により、燃料電池の発電開始時に、凝縮水が停止中に乾燥した電解質の含水率を増加し、停止中に付着した不純物を洗浄除去することができ、燃料電池を活性化するので、発電開始時より高い電圧を保持することができ、発電効率と耐久性に優れた燃料電池発電システムを得ることができる。

20

【0030】

第13の発明は、第9または12の発明において、冷却水切り替え弁を切り替えて冷却水流路に冷却水より低温の冷水を供給し、加湿された燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給し、一旦開回路状態にした後、発電を開始する運転方法により、開回路状態で酸化剤ガスが供給される電極の電位を上昇させ、電極中の触媒に付着していた不純物を酸化し、除去しやすくして、凝縮水の洗浄効果を促進するので、燃料電池をより活性化することができ、発電開始時より高い電圧が保持され、発電効率と耐久性に優れた燃料電池発電システムを得ることができる。

30

【0031】

第14の発明は、第9ないし13のいずれか1つの発明において、加湿された燃料ガスおよび酸化剤ガスの内、少なくとも前記酸化剤ガスの供給を停止して発電を停止し、燃料電池の電圧を低下させながら冷却水切り替え弁を切り替えて冷却水流路に供給された冷水で残存する前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給し、前記冷却水流路に前記冷水を供給したまま、加湿された前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを供給して発電を開始し、前記燃料ガスおよび前記酸化剤ガスを凝縮して凝縮水を生成し、前記凝縮水を前記燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復した後、冷却水切り替え弁を切り替えて冷却水を供給する起動停止を少なくとも一回以上行って前記燃料電池の活性を回復する運転方法により、凝縮水による含水率の増加の効率や不純物の洗浄効果が向上し、起動停止による電位の昇降が触媒を酸化還元して活性化を促進するので、発電効率と耐久性に優れた燃料電池発電システムを得ることができる。

40

【0032】

第15の発明は、第9ないし14のいずれか1つの発明において、システムを設置した後、初回に発電させる時、冷却水切り替え弁を切り替えて冷却水流路に冷水を供給し、燃料ガスおよび酸化剤ガスを凝縮して凝縮水を生成し、前記凝縮水を燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復する起動停止を少なくとも一回以上行う運転方法により、システ

50

ムを設置してから実際に使用するまでの間で、凝縮水が停止中に乾燥した電解質の含水率を増加し、停止中に付着した不純物を洗浄除去することができ、燃料電池を活性化するので、ユーザーが初めて使用するときから高い電圧を保持することができ、発電効率と耐久性に優れた燃料電池発電システムを得ることができる。

【0033】

第16の発明は、第9ないし14のいずれか1つの発明において、長期間システムを停止した後、発電させる前に冷却水切り替え弁を切り替えて冷却水流路に冷水を供給し、燃料ガスおよび酸化剤ガスを凝縮して凝縮水を生成し、前記凝縮水を燃料電池に供給して前記燃料電池の活性を回復する起動停止を少なくとも一回以上行う運転方法により、システムを使用しない期間が長期となり、その間で、凝縮水が停止中に乾燥した電解質の含水率を増加し、停止中に付着した不純物を洗浄除去することができ、燃料電池を活性化するので、長期間放置後も高い電圧を保持することができ、発電効率と耐久性に優れた燃料電池発電システムを得ることができる。

10

【0034】

以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によってこの発明が限定されるものではない。

【0035】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における燃料電池発電システムの概略構成図を示すものである。

20

【0036】

本発明の実施の形態1の燃料電池発電システムは、メタンなどの炭化水素を含む都市ガスなどの原料ガスを改質して燃料ガスを供給する燃料供給手段1と、酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段2と、酸化剤ガスを加湿する加湿手段3と、加湿された燃料ガスおよび酸化剤ガスが供給される燃料電池4と、燃料電池4を冷却する冷却水を循環させる冷却水供給管5を備えている。

【0037】

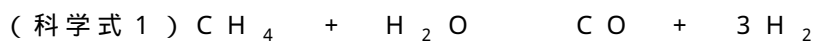
燃料供給手段1は、付臭剤などに含まれる硫黄化合物を吸着除去する脱硫部1aと、メタンなどの炭化水素を含む原料ガスを改質する改質部1bと、改質反応で発生する一酸化炭素(CO)を变成するCO变成部1cと、さらにCOを酸化除去するCO除去部1dで構成され、少なくとも水素を含む燃料ガスを燃料電池4のアノード側に供給している。

30

【0038】

原料ガスは、まず脱硫部1aで脱硫され、その後、改質部1bで改質されて水素を含む燃料ガスとなる。原料ガスにメタンを用いた場合、改質部1bでは、水蒸気を伴って(化学式1)で示した反応が起こり、燃料ガスである水素とともに約10%のCOを発生する。

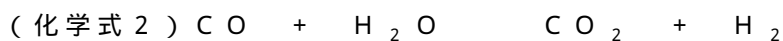
【0039】



燃料電池の運転温度域においてアノードに含まれる白金触媒はわずかなCOでも被毒しその触媒活性が低下するため、改質部1bで発生したCOは(化学式2)で示すようにCO变成部1cで二酸化炭素に变成され、その濃度は約5000ppmまで減少する。下流側のCO除去部1dではCOだけでなく、燃料ガスの水素まで酸化されてしまうので、CO变成部1cにおいてできるだけCO濃度を低下させる必要がある。

40

【0040】



さらに残ったCOは(化学式3)で示すようにCO除去部1dで空気中に含まれる酸素と反応して酸化され、その濃度はアノードの触媒活性の劣化を抑制できる約10ppm以下まで減少する。

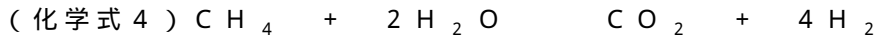
【0041】



50

全反応式を（化学式４）に示す。

【００４２】



酸化剤ガス供給手段２は、酸化剤ガスを取り込むブロワ２aと、酸化剤ガス中の不純物を除去する不純物除去手段２bで構成され、加湿手段３で加湿した酸化剤ガスを燃料電池４のカソード側に供給している。

【００４３】

酸化剤ガスとは、少なくとも酸素を含む（あるいは酸素を供給することのできる）ガスの総称であり、例えば、大気（空気）が挙げられる。

【００４４】

燃料電池４は、水素イオン伝導性を有するパーフルオロカーボンスルホン酸ポリマーからなる膜状の固体高分子電解質４aと、電解質４aの両面に形成された一对の電極、アノード４bおよびカソード４cと、アノード４bおよびカソード４cの周囲に設けられガスの混合やリークを防止する一对のガスケット（図示せず）と、アノード４bおよびカソード４cにそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給排出するガス流路を有するカーボン製の導電性的一对のセパレータ板４dおよび４eからなる単位セルと、複数の単位セルと冷却水を供給排出する冷却水流路５aを交互に積層して、両端に集電板、絶縁板および大きな荷重に耐えられる強度の高い金属からなる端板を備え、締結ロッドで強固に締結され、放熱を防止し、温度を安定して保持する断熱材を周囲に配置して構成される。

【００４５】

アノード４bおよびカソード４cは、多孔質カーボンに白金などの貴金属を担持した触媒および水素イオン伝導性を有する高分子電解質との混合物からなる触媒層と、その触媒層の上に積層した通気性および電子伝導性を有するガス拡散層からなる。アノード４bには、耐CO性を有する白金-ルテニウムなどの合金触媒を用いた。また、ガス拡散層には撥水処理を施したカーボンペーパーあるいはカーボンクロスを用いた。

【００４６】

冷却水供給管５の上流には、冷却水中に含まれる不純物や金属イオンを除去する冷却水浄化手段６と、冷却水を貯蔵する冷却水タンク７と、冷却水の流量を制御し循環させる冷却水ポンプ８で構成され、冷却水供給管５を介して冷却水を燃料電池４の冷却水流路５aに供給し、燃料電池４の温度を運転温度に制御している。冷却水浄化手段６は活性炭やイオン交換樹脂などを備え、冷却水を浄化して冷却水の導電率を低く保持している。

【００４７】

さらに、本発明の実施の形態１の燃料電池発電システムは、燃料電池４の温度を運転温度より低い温度に制御する冷水を供給するために、冷却水供給管５の経路に冷却水と冷水の切り替えを行う冷却水切り替え弁９および１０を備え、冷却水切り替え弁９を冷水側に切り替えて、燃料電池４の温度を速やかに低下させることができる構造としている。また、燃料電池４に冷水を供給している間は、冷却水の温度が低下しないように冷却水切り替え弁１０を排出側に切り替えて、冷水の冷却水タンク７への混入を防止することができる構造としている。

【００４８】

冷水には市水などの常温の上水道水を用い、タンクなどの貯蔵設備あるいはラジエータなどの熱交換器などを介することなく、冷水を燃料電池４の直接冷却水流路５aに供給しているので、燃料電池４の温度を速やかに低下させることができ、システムを簡素化できるだけでなく、熱交換器などに付随するファンや、冷却設備などの補機を必要としないので、消費する電力を省力化でき、システムの発電効率を向上することができる。

【００４９】

また、冷水を供給する経路には、活性炭やイオン交換樹脂などからなる冷水浄化手段１１を備え、冷水中に含まれる不純物や金属イオンを除去して冷水の導電率を低く保持しているので、カーボン製のセパレータ板４dおよび４eなどが電蝕して分解することを防止することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

また、冷水浄化手段 1 1 の下流には冷水の流量を制御する流量制御手段 1 2 を備え、燃料電池 4 の冷却水流路 5 a の冷却水入口 1 3 の温度と冷却水出口 1 4 の温度の差が小さくなるように冷水の流量を制御しているので、速やかに燃料電池 4 の温度を低下させることができるだけでなく、電極 4 b および 4 c の面内の温度分布が均一となり、面内全体が活性化されるので、発電効率の向上を図ることができる。

【 0 0 5 1 】

さらに、燃料電池 4 の冷却水出口 1 4 の下流には、冷却水と熱交換することができる熱交換器 1 5 が設けられており、熱交換器 1 5 で熱交換したお湯を貯湯する貯湯タンク 1 6 と、貯湯タンク 1 6 のお湯を循環させる貯湯ポンプ 1 7 を備え、燃料電池 4 に冷水が供給されている間、貯湯ポンプ 1 7 を止めて、お湯が循環しない構成とした。

10

【 0 0 5 2 】

貯湯ポンプ 1 7 を止めることにより、貯湯タンク 1 6 のお湯の温度が低下しないので、熱効率ロスの少ないシステムを得ることができる。

【 0 0 5 3 】

また、燃料電池 4 の両端に燃料電池 4 の電圧を検出する電圧検出手段 1 8 を接続し、電圧検出手段 1 8 が燃料電池 4 の電圧が予め設定した閾値を一定時間以上越えたことを検出した時、冷却水流路 5 a に運転温度より低い温度に制御する冷水が供給されるように冷却水切り替え弁 9 および 1 0 を切り替えることができるようにした。したがって、燃料電池 4 の電圧が低下し、燃料電池 4 の活性が低下したと判断したときだけ、冷却水流路 5 a に冷水を供給するので、温度の低い冷水による熱効率ロスを最小限に抑えることができる。

20

【 0 0 5 4 】

さらに、電圧検出手段 1 8 は、燃料電池 4 が発電中で冷却水流路 5 a に運転温度より低い冷水が供給されている間、電圧検出手段 1 8 が燃料電池 4 の電圧が予め設定した下限値を越えたことを検出した時、冷却水流路 5 a に運転温度に制御する冷水が供給されるように冷却水切り替え弁 9 および 1 0 を戻すことができるようにした。したがって、燃料電池 4 の温度が低く、凝縮水の生成量が多く、燃料電池 4 の電圧が下限値を越えるほど低いときは、燃料電池 4 の温度を上げて凝縮水量を減らすことができ、フラッシングなどの特性低下を抑制することができる。

【 0 0 5 5 】

上記構成の本発明の燃料電池発電システムの動作について説明する。アノード 4 b およびカソード 4 c にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給して負荷を接続すると、アノード 4 b に供給された燃料ガス中に含まれる水素はアノード 4 b と電解質 4 a の界面で電子を放って水素イオンとなる、この反応式は (化学式 5) のようになる。

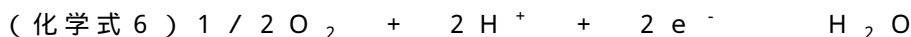
30

【 0 0 5 6 】



水素イオンは電解質 4 a を通ってそれぞれカソード 4 c へと移動し、カソード 4 c と電解質 4 a の界面で電子を受け取り、カソード 4 c に供給された酸化剤ガス中に含まれる酸素と反応し、水を生成する。この反応式は (化学式 6) のようになる。

【 0 0 5 7 】



全反応を (化学式 7) に示す。

40

【 0 0 5 8 】



このとき負荷を流れる電子の流れを直流の電気エネルギーとして利用することができる。また、一連の反応は発熱反応であるため、反応熱を熱エネルギーとして利用することができる。

【 0 0 5 9 】

ここで、燃料ガスあるいは酸化剤ガスの加湿が不十分である、燃料電池 4 の冷却が不十分であるなどして、電解質 4 a や触媒層中に含有される高分子電解質が乾燥気味になり、

50

水分を十分に含まない場合、水素イオン伝導性が低下し、発電性能が低下することがある。また、初期運転時や、長期放置した場合なども含水率が低下して、発電性能が低下する場合がある。

【0060】

しかし、本発明の実施の形態1の燃料電池発電システムは冷却水切り替え弁9および10が冷却水を冷水に切り替えて燃料電池4に冷水を供給するので、燃料電池4の温度を速やかに低下させることができ、燃料電池4内に凝縮水を生成し、生成した凝縮水で電解質4aの含水率を増加することができる。

【0061】

また、燃料電池4に各種有機溶剤、界面活性剤、油脂などの有機物などの不純物が混入すると、上記化学反応が阻害されるため燃料電池4の電圧が低下したり、電解質4aおよび触媒層中に含有される高分子電解質の濡れ性（水に対する濡れ性）が低下したり、イオン交換特性が低下して、発電性能が低下することがある。

10

【0062】

例えば、燃料電池4の製造過程において、電極4bあるいは4cの触媒層形成用の塗工インクなどの溶媒成分であるアルコールなどの有機溶媒が触媒層内に残存した場合、製造中、大気中の油脂が電極表面などに付着した場合、あるいは燃料電池4の発電中、停止中および保存中にシール材料、樹脂材料などの構成材料から有機物などの不純物が混入する場合、外部から有機物などの不純物が酸化剤ガスと一緒に運ばれて混入する場合が挙げられる。

20

【0063】

しかし、本発明の実施の形態1の燃料電池発電システムは冷却水切り替え弁9および10が冷却水を冷水に切り替えて燃料電池4に冷水を供給するので、燃料電池4の温度を速やかに低下させることができ、燃料電池4内に凝縮水を生成し、生成した凝縮水で電極4bおよび4cなどに付着した不純物を洗浄除去し、排出することができる。

【0064】

次に、本発明の実施の形態1の燃料電池発電システムの運転方法について図2のフローチャートを用いて説明する。

【0065】

図2は、燃料電池4の発電中に燃料電池4を活性化するときのシーケンスを示している。

30

【0066】

まず、燃料電池4が発電しており、冷却水流路5aには燃料電池4を運転温度に制御する冷却水が冷却水タンク7から供給されていることを確認する（ステップ101）。

【0067】

そして、電圧検出手段18により燃料電池4の電圧が予め設定した閾値以下であることが検出されると（ステップ102）、冷却水切り替え弁9が、燃料電池4の運転温度より低い冷水側に切り替わり、燃料電池4の冷却水流路5aに冷水が供給される（ステップ103）。

【0068】

このとき冷却水出口14の冷却水切り替え弁10は、冷水が冷却水タンク7に混入しないように、排出側に切り替わる。予め設定した時間が経過したら（ステップ104）、冷却水切り替え弁9および10を冷却水側に切り替えて活性化終了としている（ステップ105）。

40

【0069】

上記シーケンスにより発電中に、燃料電池4に冷水を供給して速やかに温度を低下させることにより、凝縮水が生成し、燃料電池4を活性化させることができる。図3に、冷水を供給して燃料電池4を活性化する前後での電圧変化を示す。活性化後、燃料電池4の電圧は4～5%上昇し、発電効率が上がることが判った。

【0070】

50

したがって、本発明の実施の形態 1 の燃料電池発電システムおよびその運転方法により、凝縮水が生成し、電解質 4 a の含水率が増加し、不純物が洗浄除去されるので、燃料電池が活性化され、発電効率および耐久性に優れた燃料電池発電システムを得ることができる。

【0071】

(実施の形態 2)

次に、本発明の実施の形態 1 と同じ燃料電池発電システムを用いて、停止および起動時に燃料電池 4 を活性化する方法について、図 4 のフローチャートを用いてステップ毎に動作を説明する。

【0072】

図 4 において、まず、燃料電池 4 が発電しており、冷却水流路 5 a には燃料電池 4 を運転温度に制御する冷却水が冷却水タンク 7 から供給されていることを確認する (ステップ 201)。

【0073】

そして、電圧検出手段 18 により燃料電池 4 の電圧が予め設定した閾値以下であることが検出されると (ステップ 202)、冷却水切り替え弁 9 が、燃料電池 4 の運転温度より低い冷水を供給する側に切り替わり、燃料電池 4 の冷却水流路 5 a に冷水が供給される (ステップ 203)。このとき冷却水出口 14 の冷却水切り替え弁 10 は、冷水が冷却水タンク 7 に混入しないように、排出側に切り替わる。

【0074】

そして、燃料電池 4 に接続されている負荷を切断し、発電を停止する (ステップ 204)。このときアノード 4 b およびカソード 4 c にはそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスが流通している。

【0075】

そして、電圧検出手段 18 が燃料電池 4 の電圧が開回路状態であることを検知した後 (ステップ 205)、カソード 4 c に供給されている酸化剤ガスの供給を停止する (ステップ 206)。開回路状態にすることにより、カソード 4 c の触媒表面の電位が上昇し、カソード 4 c に付着していた不純物を酸化し、凝縮水に溶解しやすくして洗浄効果を高めることができる。

【0076】

そして、酸化剤ガスの供給を停止すると、酸化剤ガス中の酸素はアノード 4 b 側からクロスリークしてくる燃料ガス中に含まれる水素と反応して、消費されてなくなるので、カソード 4 c の電位が下がり、カソード 4 c の触媒表面を還元して、触媒活性を上げることができる。

【0077】

そして、電圧検出手段 18 が停止時の電圧が予め設定した閾値以下であることを検出する (ステップ 207)。ステップ 207 までが燃料電池 4 の停止時に行う活性化方法で、ここで、燃料ガスを停止し、システムを立ち下げても同様の効果が得られる。

【0078】

図 4 では、続けて起動を行い、起動時にも活性化を行う場合のステップを示しており、発電を開始するために、アノード 4 b に燃料ガスが供給されている状態で酸化剤ガスの供給を開始する (ステップ 208)。

【0079】

このとき冷却水切り替え弁 9 および 10 は冷水側になっており、燃料電池 4 の冷却水流路 5 a には冷水が供給され、燃料電池 4 は低温となっている。そして、電圧検出手段 18 が燃料電池 4 の電圧が開回路状態であることを検知した後 (ステップ 209)、負荷を接続し、発電を開始する (ステップ 210)。

【0080】

発電直前に開回路状態にすることにより、カソード 4 c の電位が上昇し、カソード 4 c の触媒に付着していた不純物を酸化し、除去しやすくして、凝縮水の洗浄効果を促進する

10

20

30

40

50

ことができる。そして、発電を停止してから再び発電するまでのサイクルの数を一回とし、終了したらサイクル数をカウントアップする（ステップ 2 1 1）。

【 0 0 8 1 】

そして、ステップ 2 0 4 からステップ 2 1 1 までのステップを繰り返し、サイクル数が予め設定した回数に到達したら（ステップ 2 1 2）、冷却水切り替え弁 9 および 1 0 を冷却水側に切り替えて（ステップ 2 1 3）、燃料電池 4 の活性化を終了としている。

【 0 0 8 2 】

上記シーケンスにより、燃料電池 4 に冷水を供給しながら、停止と発電を繰り返して、カソード 4 c の電位を升降させるので、不純物の洗浄効果が高まり、さらに燃料電池 4 を活性化することができる。

10

【 0 0 8 3 】

（実施の形態 3）

本発明の実施の形態 3 の実施の形態 1 と異なる点は、貯湯タンク 1 6 の上流に貯湯タンク切り替え弁 1 9 を備え、冷却水供給管 5 が燃料電池 4 に冷却水を供給している間は熱交換器 1 5 で熱交換したお湯を貯湯タンクの上部 2 0 に、燃料電池 4 に冷水が供給されている間は熱交換器 1 5 を流通したお湯を貯湯タンクの下部 2 1 に導入するように貯湯タンク切り替え弁 1 9 を切り替えるように構成した点である。

【 0 0 8 4 】

上記構成によれば、熱いお湯と冷たい水は比重が異なるため、熱いお湯は貯湯タンクの上部 2 0 に、冷たい水は貯湯タンクの下部 2 1 に分離することができ、貯湯タンク 1 6 の上流側に配置された貯湯タンク切り替え弁 1 9 は、燃料電池 4 の運転温度で熱交換した熱いお湯を貯湯タンクの上部 2 0 に、熱交換できなかった冷たい水を貯湯タンクの下部 2 1 に導入するように切り替えることができる。

20

【 0 0 8 5 】

したがって、燃料電池 4 に温度の低い冷水が流れた時も、熱交換器 1 5 で熱交換して貯湯タンク 1 6 に貯湯することができるので、給湯するお湯の温度を低下させることなく、熱効率ロスの少ないシステムを得ることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 6 】

本発明の燃料電池発電システムおよびその運転方法は、電解質の含水率の増加と、不純物の洗浄除去による燃料電池の活性化を実現し、発電効率と耐久性の向上という効果を有し、高分子型固体電解質膜を用いた燃料電池、燃料電池デバイスに有用である。また、上水道水を直接使用できる定置用燃料電池コジェネレーションシステムにも利用可能である。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 7 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 における燃料電池発電システムの概略構成図

【 図 2 】 同システムの運転方法を示すフローチャート

【 図 3 】 同システムによる活性化前後における電圧変化を示す特性図

【 図 4 】 本発明の実施の形態 2 における燃料電池発電システムの停止および発電時の運転方法を示すフローチャート

40

【 図 5 】 従来の燃料電池発電システムの概略構成図

【 符号の説明 】

【 0 0 8 8 】

- 1 燃料供給手段
- 1 a 脱硫部
- 1 b 改質部
- 1 c CO 変成部
- 1 d CO 除去部
- 2 酸化剤ガス供給手段

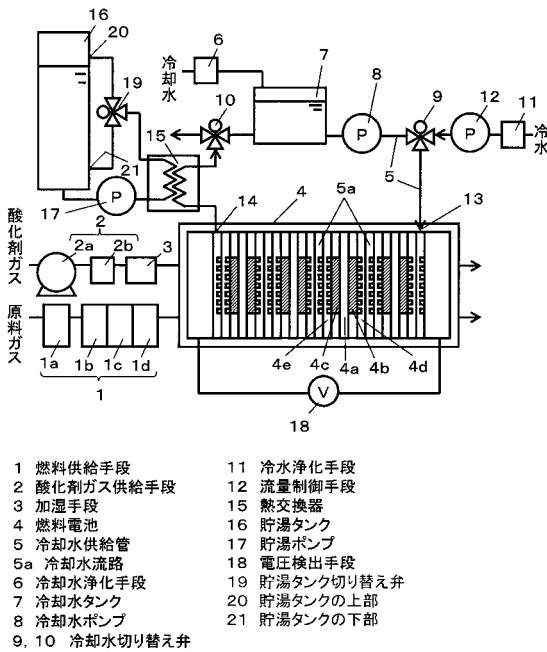
50

- 2 a ブロワ
- 2 b 不純物除去手段
- 3 加湿手段
- 4 燃料電池
- 4 a 固体高分子電解質
- 4 b アノード
- 4 c カソード
- 4 d , 4 e セパレータ板
- 5 冷却水供給管
- 5 a 冷却水流路
- 6 冷却水浄化手段
- 7 冷却水タンク
- 8 冷却水ポンプ
- 9 , 10 冷却水切り替え弁
- 11 冷水浄化手段
- 12 流量制御手段
- 13 冷却水入口
- 14 冷却水出口
- 15 熱交換器
- 16 貯湯タンク
- 17 貯湯ポンプ
- 18 電圧検出手段
- 19 貯湯タンク切り替え弁
- 20 貯湯タンクの上部
- 21 貯湯タンクの下部

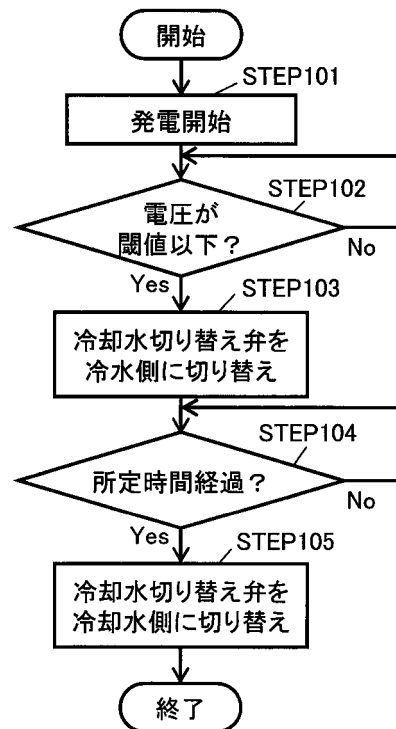
10

20

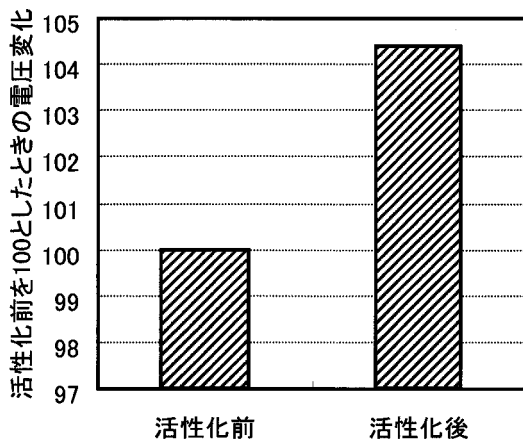
【 図 1 】



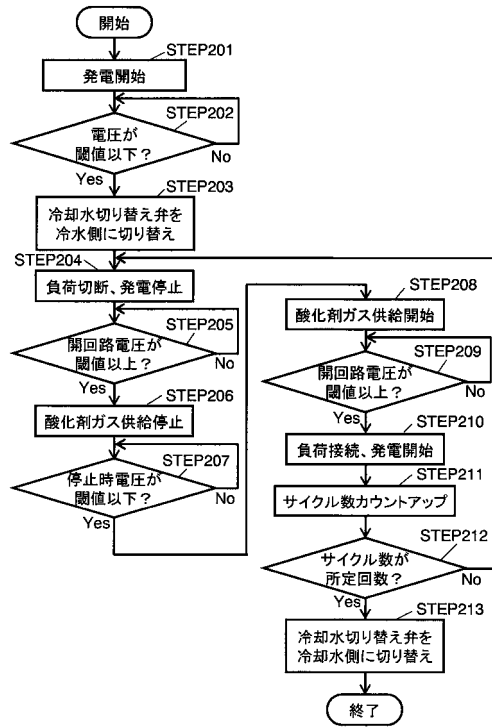
【 図 2 】



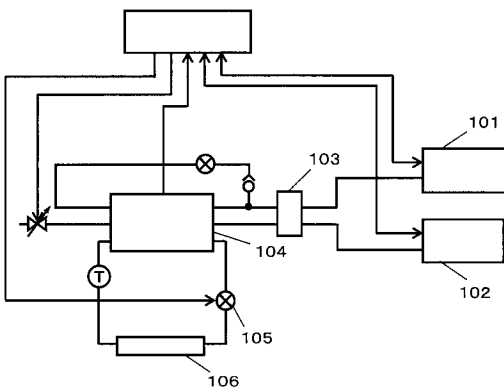
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



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 8/10

(72)発明者 鶴木 重幸
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
(72)発明者 菅原 靖
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
(72)発明者 柴田 礎一
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
(72)発明者 森田 純司
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
(72)発明者 酒井 修
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
Fターム(参考) 5H026 AA06
5H027 AA06 CC06 DD06 KK41 KK54 MM03 MM08 MM16 MM26