

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5064785号
(P5064785)

(45) 発行日 平成24年10月31日(2012.10.31)

(24) 登録日 平成24年8月17日(2012.8.17)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/04	P
HO 1 M	8/10	(2006.01)	HO 1 M	8/04	Y
			HO 1 M	8/04	A
			HO 1 M	8/10	

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2006-344807 (P2006-344807)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成18年12月21日(2006.12.21)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2008-159318 (P2008-159318A)		東京都大田区羽田旭町11番1号
(43) 公開日	平成20年7月10日(2008.7.10)	(74) 代理人	100097320
審査請求日	平成21年10月28日(2009.10.28)		弁理士 官川 貞二
		(74) 代理人	100131820
			弁理士 金井 俊幸
		(74) 代理人	100096611
			弁理士 官川 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	100155192
			弁理士 金子 美代子

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】

商用電源に連系された燃料電池と；
 前記燃料電池が発電するために利用される付帯機器であって、前記燃料電池の発電を行うとき及び前記燃料電池の発電を行わないときに通電する常時通電機器と；
 前記燃料電池が発電するために利用される付帯機器であって、前記燃料電池の発電を行うときに通電する停止時不通電機器と；
 前記商用電源から前記停止時不通電機器に電力を供給するためのケーブルに配設された継電器と；
 前記燃料電池の発電を行わないときに、間歇的に前記停止時不通電機器に通電するように前記継電器を制御する、前記常時通電機器に属する制御装置と；
 前記燃料電池システムを構成する部材であって、前記燃料電池の発電を行わないときに内部の圧力が正圧に保たれる保圧構成部材と；
 前記燃料電池の発電を行わないときに前記保圧構成部材の内部を密閉する保圧構成部材密閉手段と；
 前記保圧構成部材の内部に保圧用ガスを供給する、前記停止時不通電機器に属する保圧用ガス供給手段とを備える；
 燃料電池システム。

【請求項2】

前記保圧構成部材の内部圧力を検出する、前記停止時不通電機器に属する保圧構成部材

10

20

圧力検出手段をさらに備え；

前記制御装置が、前記保圧構成部材圧力検出手段で検出した圧力が第1の所定の圧力以下のときに前記保圧用ガス供給手段を稼働させ、前記保圧構成部材の内部圧力を前記第1の所定の圧力よりも高い第2の所定の圧力以上とするように構成された；

請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】

前記保圧構成部材の内部温度を検出する、前記停止時不通電機器に属する保圧構成部材温度検出手段と；

前記燃料電池の発電を行わないときの時間経過と、前記保圧構成部材の内部が前記保圧構成部材温度検出手段で検出した温度で第3の所定の圧力の状態のときからの圧力低下との関係から、前記第3の所定の圧力から前記保圧構成部材の周囲の圧力以上の第4の所定の圧力に低下するまでの内圧低下時間を演算する演算部とを備える；

10

請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】

前記制御装置が、前記保圧構成部材圧力検出手段で検出した値が第5の所定の圧力以下のときは前記保圧用ガス供給手段で昇圧した後に前記演算部で前記内圧低下時間を算出させ、前記保圧構成部材圧力検出手段で検出した値が前記第5の所定の圧力を超えるときは前記保圧用ガス供給手段を稼働させずに前記演算部で前記内圧低下時間を算出させるように構成された；

請求項3に記載の燃料電池システム。

20

【請求項5】

前記制御装置が、前記内圧低下時間が経過したときに前記保圧構成部材圧力検出手段及び前記保圧構成部材温度検出手段に通電するように前記継電器を制御する；

請求項3又は請求項4に記載の燃料電池システム。

【請求項6】

前記保圧構成部材の内部温度を検出する、前記停止時不通電機器に属する保圧構成部材温度検出手段をさらに備え；

前記制御装置が、前記保圧構成部材温度検出手段で検出した温度が所定の温度以下のときに前記保圧用ガス供給手段を稼働させるように構成された；

請求項1に記載の燃料電池システム。

30

【請求項7】

前記保圧構成部材が、原料ガスと水とを導入し前記原料ガスを水蒸気改質して前記燃料電池に供給する水素を含む改質ガスを生成する改質器を含んで構成され；

前記保圧構成部材密閉手段が、前記改質器の内部を密閉する改質器内部密閉手段を含んで構成され；

前記保圧用ガス供給手段が、前記改質器に前記原料ガスを供給する原料ガス供給手段で構成された；

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。

【請求項8】

前記保圧構成部材が、前記燃料電池の燃料極を含んで構成され；

40

前記保圧構成部材密閉手段が、前記燃料極の内部を密閉する燃料極内部密閉手段を含んで構成された；

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、特に燃料電池の発電を行わないときは燃料電池の付帯機器の電力消費量をできるだけ抑制する燃料電池システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

50

燃料電池は、付帯機器を伴って燃料電池システムとして構築されるのが一般的である。付帯機器には、燃料電池に水素含有ガスを供給するブロワや燃料電池に冷却水を供給するポンプ等の補機類、燃料電池システムの状態を把握する各種のセンサ類、燃料電池システムの運転を制御する制御装置等が含まれる。また、燃料電池は、商用電源に連系されて各電力負荷や付帯機器に電力を供給することができるようになっているのが一般的である。燃料電池システムは、燃料電池システムの起動時から燃料電池の運転動作が確立するまでは商用電源から付帯機器に電力が供給され、燃料電池の運転動作が確立した後は燃料電池で発電される電力の一部が付帯機器に供給されるように構成されている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開2003-243011号公報（段落0002、図4等）

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

燃料電池システムは電力負荷等の状況により燃料電池での発電を停止して待機状態となる。待機状態のとき、燃料電池に水素含有ガスを供給するブロワ等は停止しているが、次の起動に備え、燃料電池システムの状態を把握するセンサ類は作動して電力を消費している。燃料電池の発電がないときに電力を消費すると、商用電源からの買電量が増加することとなる。

【0004】

本発明は上述の課題に鑑み、燃料電池の発電がないときは燃料電池の付帯機器の電力消費量をできるだけ抑制する燃料電池システムを提供することを目的とする。

20

【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、請求項1に記載の発明に係る燃料電池システムは、例えば図1に示すように、商用電源PPに連系された燃料電池30と；燃料電池30が発電するために利用される付帯機器であって、燃料電池30の発電を行うとき及び燃料電池30の発電を行わないときに通電する常時通電機器（図では100番台の参照符号が付されている機器）と；燃料電池30が発電するために利用される付帯機器であって、燃料電池30の発電を行うときに通電する停止時不通電機器（図では200番台の参照符号が付されている機器であり、本段落では符号「2XX」で表す）と；商用電源PPから停止時不通電機器2XXに電力を供給するためのケーブル91（例えば図3参照）に配設された継電器71（例えば図3参照）と；燃料電池30の発電を行わないときに、間歇的に停止時不通電機器2XXに通電するように継電器71（例えば図3参照）を制御する、常時通電機器に属する制御装置140とを備える。ここで、「燃料電池の発電を行うとき」とは、典型的には、燃料電池における実際の発電の有無にかかわらず、燃料電池で発電することを意図して付帯機器を稼働させているときである。「燃料電池の発電を行わないとき」とは、典型的には、燃料電池で発電することを意図しておらず付帯機器を停止させているときである。

30

【0006】

このように構成すると、燃料電池の発電を行わないときに、間歇的に停止時不通電機器に通電するように継電器を制御するので、燃料電池の発電がないときに停止時不通電機器で消費される電力量が抑制される。また、燃料電池が発電していなくても常時通電機器に電力が供給されるので、燃料電池システムの制御に支障をきたすことがない。

40

【0007】

また、請求項1に記載の発明に係る燃料電池システムは、例えば図1に示すように、燃料電池システム10を構成する部材であって、燃料電池30の発電を行わないときに内部の圧力が正圧に保たれる保圧構成部材20（30a）と；燃料電池30の発電を行わないときに保圧構成部材20（30a）の内部を密閉する保圧構成部材密閉手段222、223（223、15）と；保圧構成部材20（30a）の内部に保圧用ガスmを供給する、停止時不通電機器に属する保圧用ガス供給手段221とを備える。ここで、正圧とは、周

50

困（対象領域外）よりも高い圧力である。

【0008】

このように構成すると、保圧用ガス供給手段が停止時不通電機器に属するので、燃料電池の発電を行わないときにこの機器で消費される電力量を抑制することができる。

【0009】

また、請求項2に記載の発明に係る燃料電池システムは、例えば図1に示すように、請求項1に記載の燃料電池システム10において、保圧構成部材20（30a）の内部圧力を検出する、停止時不通電機器に属する保圧構成部材圧力検出手段225（235）をさらに備え；制御装置140が、保圧構成部材圧力検出手段225（235）で検出した圧力が第1の所定の圧力以下のときに保圧用ガス供給手段221を稼働させ、保圧構成部材20（30a）の内部圧力を第1の所定の圧力よりも高い第2の所定の圧力以上とするように構成されている。

10

【0010】

このように構成すると、保圧構成部材圧力検出手段で検出した圧力が第1の所定の圧力以下のときに保圧用ガス供給手段を稼働させ、保圧構成部材の内部圧力を第1の所定の圧力よりも高い第2の所定の圧力以上とするので、保圧構成部材の内部が周囲の圧力よりも低くなることを防ぐことが可能となる。

【0011】

また、請求項3に記載の発明に係る燃料電池システムは、例えば図1に示すように、請求項2に記載の燃料電池システム10において、保圧構成部材20（30a）の内部温度を検出する、停止時不通電機器に属する保圧構成部材温度検出手段224（234）と；燃料電池30の発電を行わないときの時間経過と、保圧構成部材20（30a）の内部が保圧構成部材温度検出手段224（234）で検出した温度で第3の所定の圧力の状態のときからの圧力低下との関係から、第3の所定の圧力から保圧構成部材20（30a）の周囲の圧力以上の第4の所定の圧力に低下するまでの内圧低下時間を演算する演算部141とを備える。

20

【0012】

このように構成すると、内圧低下時間を演算することにより、適切なタイミングで停止時不通電機器に通電することが可能になり、燃料電池の発電がないときに停止時不通電機器に通電することを必要最小限にとどめることができる。

30

【0013】

また、請求項4に記載の発明に係る燃料電池システムは、例えば図1を参照して示すと、請求項3に記載の燃料電池システム10において、制御装置140が、保圧構成部材圧力検出手段225（235）で検出した値が第5の所定の圧力以下のときは保圧用ガス供給手段221で昇圧した後に演算部141で内圧低下時間を算出させ、保圧構成部材圧力検出手段225（235）で検出した値が第5の所定の圧力を超えるときは保圧用ガス供給手段221を稼働させずに演算部141で内圧低下時間を算出させるように構成されている。

【0014】

このように構成すると、保圧構成部材の内部が周囲の圧力よりも低くなることを防ぐことが可能となる。

40

【0015】

また、請求項5に記載の発明に係る燃料電池システムは、例えば図1を参照して示すと、請求項3又は請求項4に記載の燃料電池システム10において、制御装置140が、内圧低下時間が経過したときに保圧構成部材圧力検出手段225（235）及び保圧構成部材温度検出手段224（234）に通電するように継電器71（例えば図3参照）を制御する。

【0016】

このように構成すると、保圧構成部材の内部が周囲の圧力よりも低くなることを防ぎつつ、適切なタイミングで停止時不通電機器に通電することが可能になる。

50

【 0 0 1 7 】

また、請求項 6 に記載の発明に係る燃料電池システムは、例えば図 1 を参照して示すと、請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、保圧構成部材 2 0 (3 0 a) の内部温度を検出する、停止時不通電機器に属する保圧構成部材温度検出手段 2 2 4 (2 3 4) を備え；制御装置 1 4 0 が、保圧構成部材温度検出手段 2 2 4 (2 3 4) で検出した温度が所定の温度以下のときに保圧用ガス供給手段 2 2 1 を稼働させるように構成されている。

【 0 0 1 8 】

このように構成すると、単純な構成で、保圧構成部材の内部が周囲の圧力よりも低くなることを防ぐことが可能となる。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 7 に記載の発明に係る燃料電池システムは、例えば図 1 に示すように、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 1 0 において、保圧構成部材が、原料ガス m と水 s とを導入し原料ガス m を水蒸気改質して燃料電池 3 0 に供給する水素を含む改質ガス g を生成する改質器 2 0 を含んで構成され；保圧構成部材密閉手段が、改質器 2 0 の内部を密閉する改質器内部密閉手段 2 2 2、2 2 3 を含んで構成され；保圧用ガス供給手段が、改質器 2 0 に原料ガス m を供給する原料ガス供給手段 2 2 1 で構成されている。

【 0 0 2 0 】

このように構成すると、消費電力を抑制しつつ、改質器の内部の圧力が周囲の圧力よりも低くなることを防ぐことが可能となる。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 8 に記載の発明に係る燃料電池システムは、例えば図 1 に示すように、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 1 0 において、保圧構成部材が、燃料電池 3 0 の燃料極 3 0 a を含んで構成され；保圧構成部材密閉手段が、燃料極 3 0 a の内部を密閉する燃料極内部密閉手段 2 3 5、1 5 を含んで構成されている。燃料電池の発電を行わないとき、典型的には、燃料電池の空気極 3 0 c は周囲の圧力（典型的には大気圧）と同じ圧力になっている。

【 0 0 2 2 】

このように構成すると、消費電力を抑制しつつ燃料電池の燃料極と空気極との圧力差を許容範囲内に維持することが可能となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、燃料電池の発電を行わないときに、間歇的に停止時不通電機器に通電するように継電器を制御するので、燃料電池の発電がないときに停止時不通電機器で消費される電力量が抑制される。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 4 】

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。なお、図 1 中、一点鎖線は電気ケーブルを表す。

【 0 0 2 5 】

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 0 の機械的構成について説明する。図 1 は、燃料電池システム 1 0 の機械的構成の模式的系統図である。燃料電池システム 1 0 は、燃料電池 3 0 と、燃料電池 3 0 に供給する水素を含んだ改質ガス g を生成する改質器 2 0 と、燃料電池 3 0 が発電するために利用される付帯機器と、燃料電池システム 1 0 を制御する制御装置 1 4 0 とを備えている。付帯機器は、常時通電機器（図中、1 0 0 番台の参照符号が付されている）と、停止時不通電機器（図中、2 0 0 番台の参照符号が付されている）と、発電時通電機器に大別される。常時通電機器は、燃料電池 3 0 の発電状態にかかわらず通電する。停止時不通電機器は、燃料電池 3 0 の発電を行うときに通電し、燃料電池 3 0 の発電を行わないときはほとんど通電せずに間歇的に通

10

20

30

40

50

電する。発電時通電機器は、燃料電池30の発電を行うときに通電し、燃料電池30の発電を行わないときは通電しない。制御装置140は常時通電機器に属する。

【0026】

改質器20は、原料ガスmとプロセス水s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。原料ガスmは、典型的には、メタン、エタン等の鎖式炭化水素（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、LPG等）等の炭化水素を主成分とする混合物等を気化させた炭化水素系の燃料であり、加熱用の燃焼に適するものが用いられる。プロセス水sは水蒸気であってもよい。また、水素に富む改質ガスgとは、水素を主成分とするガスであり、水素を40体積%以上、典型的には70～80体積%程度含んだ、燃料電池30に供給するガスである。改質ガスg中の水素濃度は80体積%以上でもよく、すなわち燃料電池30に供給したときに酸化剤ガスt中の酸素との電気化学的反応により発電可能な濃度であればよい。

10

【0027】

ここで図2を参照して、改質器20の構成をより詳細に説明する。図2は、改質器20の模式的縦断面図である。改質器20は、改質部21と、変成部22と、選択酸化部23と、プロセス水導入管24と、加熱部25とを有している。改質部21と、変成部22と、選択酸化部23と、プロセス水導入管24とは連通しており、相互に内部の圧力変動の影響を受けるが、これらと加熱部25とは連通を遮断することができるように構成されている。改質器20は、保圧構成部材の一つであり、特に改質部21、変成部22、選択酸化部23が保圧されることが好ましい部分である。なお、保圧構成部材とは、内部の圧力を所定の範囲で保持することが好ましい、燃料電池システム10を構成する部材である。

20

【0028】

改質部21は、原料ガスmと水としての水蒸気svとを導入し、水蒸気改質反応により、原料ガスmを準改質ガスr1に改質する。準改質ガスr1には、典型的には、水素が70体積%程度含まれており、一酸化炭素が10体積%程度含まれている。改質部21には改質触媒21cが充填されており、水蒸気改質反応を促進させるように構成されている。改質触媒21cは、典型的には、ニッケル系改質触媒やルテニウム系改質触媒が用いられる。

【0029】

また、改質部21には、内部の温度を検出する保圧構成部材温度検出手段としての改質部温度センサ224が配設されている。改質部温度センサ224は、典型的には改質触媒21cの下流側に配設されている。改質部温度センサ224は制御装置140と信号ケーブルで接続されており、検出した改質部21内の温度を信号として制御装置140に送信することができるように構成されている。

30

【0030】

また、改質部21で生成された準改質ガスr1が変成部22に送られるように、改質部21は、改質触媒21cより下流側で変成部22と接続されている。以下の説明において「接続され」とは、流路等を介して接続される場合も含む。また、改質触媒21cより上流側の改質部21には、原料ガスmを導入するための原料ガス導入管28が接続されている。原料ガス導入管28には、改質部21への原料ガスmの導入を遮断する入口電磁弁222が配設されている。

40

【0031】

変成部22は、改質部21から準改質ガスr1を導入し、準改質ガスr1に含まれる一酸化炭素を、同じく準改質ガスr1に含まれる水分と変成反応させて、二酸化炭素と水素とを生成することにより準改質ガスr1から一酸化炭素濃度が低減した変成ガスr2を生成する。変成反応は発熱反応である。変成部22には、変成触媒22cが充填されており、変成反応を促進させるように構成されている。変成触媒22cは、典型的には、鉄-クロム系変成触媒、銅-亜鉛系変成触媒、白金系変成触媒等が用いられる。変成部22で生成される変成ガスr2は、一酸化炭素濃度が5000～10000ppm程度に低減されている。変成部22は、変成部22で生成された変成ガスr2が選択酸化部23に送られ

50

るように、変成触媒 22c より下流側で選択酸化部 23 と接続されている。

【0032】

選択酸化部 23 は、変成部 22 から変成ガス r2 を導入し、系外から空気 a (以下「選択酸化空気 a」という。)を導入することにより酸素を導入して、変成ガス r2 中に残存した一酸化炭素と導入した酸素との選択酸化反応により、変成ガス r2 からさらに一酸化炭素濃度が低減した改質ガス g を生成する。選択酸化反応は発熱反応である。選択酸化部 23 には、選択酸化触媒 23c が充填されている。選択酸化触媒 23c は、典型的には、白金系選択酸化触媒、ルテニウム系選択酸化触媒、白金-ルテニウム系選択酸化触媒等が用いられる。選択酸化触媒 23c より上流側の選択酸化部 23 には、選択酸化空気 a を導入するための選択酸化空気管 69 が接続されている。選択酸化空気管 69 には選択酸化部 23 への選択酸化空気 a の導入を遮断する選択酸化空気電磁弁 27 が配設されている。

10

【0033】

選択酸化部 23 で生成される改質ガス g は、前述のように、水素を 40% 以上、典型的には 75% 程度含むガスである。改質ガス g 中の一酸化炭素濃度は、およそ 10 ppm 以下程度である。選択酸化触媒 23c より下流側の選択酸化部 23 には、改質ガス g を導出する改質ガス導出管 29 が接続されている。改質ガス導出管 29 には改質ガス g の流れを遮断する出口電磁弁 223 が配設されている。出口電磁弁 223 よりも上流側の改質ガス導出管 29 には、改質ガス g を加熱部 25 に導くバイパス管 66 が接続されている。バイパス管 66 には改質ガス g の流れを遮断するバイパス電磁弁 16 が配設されている。また、出口電磁弁 223 よりも上流側の改質ガス導出管 29 には、改質器 20 の内部の圧力を検出する保圧構成部材圧力検出手段としての内部圧力センサ 225 が設けられている。改質器 20 の内部とは、各触媒 21c、22c、23c が存在し、ガスが流通する部分であり、本実施の形態では、入口電磁弁 222、出口電磁弁 223、選択酸化空気電磁弁 27、バイパス電磁弁 16、後述するプロセス水電磁弁 26 の遮断で密閉となる空間である。つまり、本実施の形態では、入口電磁弁 222、出口電磁弁 223、バイパス電磁弁 16、プロセス水電磁弁 26、選択酸化空気電磁弁 27 で改質器内部密閉手段を構成している。

20

【0034】

プロセス水管 24 は、変成部 22 及び選択酸化部 23 に隣接すると共に、改質部 21 にも隣接して配設されている。変成部 22 及び選択酸化部 23 に隣接するとは、変成部 22 及び選択酸化部 23 における反応で発生した熱を、プロセス水管 24 内を流れる水 s が受熱する程度に近いことである。このときの受熱量は、液体の水 s が改質部 21 に流入する前に気体の水 (水蒸気 sv) になる程度であることが好ましい。また、プロセス水管 24 は、改質部 21 から受熱できるように配設されている。プロセス水管 24 を流れるプロセス水 s が改質部 21 に流入する前に気化するのに十分な熱を受けられない場合は加熱部 25 から受熱できるように加熱部 25 内あるいは加熱部 25 近傍にもプロセス水管 24 が配設されるようにするとよい。プロセス水管 24 にはプロセス水電磁弁 26 が配設されている。

30

【0035】

加熱部 25 は、典型的には、バーナー 25b を有しており、燃焼用燃料と、燃焼用空気 (不図示) とを導入し、燃焼用燃料を燃焼させて改質熱を発生する。燃焼用燃料は、例えば、原料ガス m (導入用の管の図示は省略している)、アノードオフガスライン 65 を介して導入されるアノードオフガス p、及び改質ガス g のうちの 1 種類あるいは 2 種類以上が用いられる。アノードオフガス p とは、燃料電池 30 (図 1 参照) から排出されるガスであって燃料電池 30 (図 1 参照) における電気化学反応に使われなかった水素を含んでいるガスである。加熱部 25 は、改質に利用する熱を改質部 21 に与えることができる程度に改質部 21 の近くに配設されており、好ましくは改質部 21 をその中央に空間が形成されるように竹輪状に形成した上で中央の空間内に配設されるようにすると、効果的に改質部 21 に改質熱を伝えることができる。

40

【0036】

50

再び図1を参照して説明を続ける。改質器20への原料ガスmの導入を遮断する入口電磁弁222には、原料ガスmを流す原料ガスライン61が接続されている。原料ガスライン61には、原料ガスmを圧送する原料ガス供給手段としての原料ガスブロワ221が配設されている。

【0037】

燃料電池30は、水素と酸素との電気化学的反応により発電する燃料電池であり、典型的には固体高分子型燃料電池である。燃料電池30は、改質ガスgを導入する燃料極30aと、酸化剤ガスtを導入する空気極30cと、電気化学的反応により発生した熱を奪う冷却部30rとを含んで構成されている。酸化剤ガスtは、典型的には空気である。燃料電池30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30aと空気極30cとで挟んで単一のセルが形成され、このセルを冷却部30rを介し複数枚積層して構成されている。燃料電池30では、燃料極30a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30cに移動すると共に電子が燃料極30aと空気極30cとを結ぶ導線を通して空気極30cに移動して、空気極30c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30には、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33が接続されている。パワーコンディショナー33は、電気ケーブルを介して商用電源PP及び電力負荷ELに接続されている。

【0038】

燃料極30aは、保圧構成部材の一つである。燃料極30aには、内部の温度を検出する保圧構成部材温度検出手段としての燃料極温度センサ234が配設されている。また、燃料極30aには、改質ガスgを流す改質ガスライン62が接続されている。改質ガスライン62の他端は出口電磁弁223に接続されている。また、燃料極30aと加熱部25とは、アノードオフガスライン65を介して接続され、アノードオフガスpを加熱部25に導入することができるようになっている。アノードオフガスライン65には、アノードオフガス電磁弁15が配設されている。アノードオフガス電磁弁15よりも下流側のアノードオフガスライン65には、バイパス管66が接続されている。出口電磁弁223及びアノードオフガス電磁弁15を閉じることにより燃料極30aの内部を密閉することができる。つまり、本実施の形態では、出口電磁弁223及びアノードオフガス電磁弁15で燃料極内部密閉手段を構成している。なお、燃料極30aの内部とは、改質ガスgあるいはアノードオフガスpが流通する部分であり、出口電磁弁223及びアノードオフガス電磁弁15の遮断で密閉となる空間である。典型的には、改質ガスライン62に、燃料極の内部圧力を検出する保圧構成部材圧力検出手段としての燃料極圧力センサ235が配設されている。燃料極圧力センサ235は、燃料極30aの内部圧力を検出することができれば、燃料極30aに設けられていてもよく、アノードオフガス電磁弁15より上流のアノードオフガスライン65に設けられていてもよい。

【0039】

燃料電池30の空気極30cには、酸化剤ガスtを導入する酸化剤ガスライン63が接続されている。酸化剤ガスライン63には酸化剤ガスtを圧送する酸化剤ガスブロワ31が配設されている。また、空気極30cにはカソードオフガスを排出するカソードオフガスライン(不図示)が接続されている。カソードオフガスは、燃料電池30における電気化学的反応に使われなかった酸素を含んでいる、空気極30cから排出されるガスである。燃料電池30の冷却部30rには、冷却水cを流す冷却水ライン64が接続されている。冷却水ライン64は循環ラインとなっている。冷却水ライン64には放熱器(不図示)が配設されており、冷却部30rで熱を奪って上昇した冷却水cの温度を低下させることができるようになっている。放熱器(不図示)で冷却水cから奪われた熱は、典型的には蓄熱槽(不図示)に蓄熱され、給湯や暖房等の熱需要(不図示)において適宜利用される。冷却水ライン64には、冷却水cを循環させる冷却水ポンプ32が配設されている。

【0040】

制御装置 140 は、燃料電池システム 10 を制御する。制御装置 140 はタイマーを有している。また、制御装置 140 は、演算部 141 及び運転計画基板 142 と接続されている。演算部 141 及び運転計画基板 142 も、制御装置 140 と同様に、常時通電機器である。他方、停止時不通電機器に属する機器としては、上述の原料ガスプロワ 221、改質部温度センサ 224、内部圧力センサ 225、入口電磁弁 222、出口電磁弁 223、燃料極温度センサ 234、燃料極圧力センサ 235 があり、これら停止時不通電機器はそれぞれ信号ケーブルで制御装置 140 と接続されている。また、発電時通電機器に属する機器としては、酸化剤ガスプロワ 31、冷却水ポンプ 32、プロセス水電磁弁 26、選択酸化空気電磁弁 27、アノードオフガス電磁弁 15、バイパス電磁弁 16 があり、これら発電時通電機器はそれぞれ信号ケーブルで制御装置 140 と接続されている。

10

【0041】

原料ガスプロワ 221、酸化剤ガスプロワ 31、冷却水ポンプ 32 は、典型的には制御装置 140 からの指令を受けて起動及び停止（回転速度が調節可能な場合は回転速度の調節を含む）が行われるように構成されている。改質部温度センサ 224 及び燃料極温度センサ 234 は検出した温度を信号として制御装置 140 に送信することができ、内部圧力センサ 225 及び燃料極圧力センサ 235 は検出した圧力を信号として制御装置 140 に送信することができるように構成されている。入口電磁弁 222 及び出口電磁弁 223 は、典型的にはノーマリクローズ（非通電時閉）の電磁弁であり、それぞれ制御装置 140 から信号を受信して弁を開にすることができるように構成されている。また、プロセス水電磁弁 26、選択酸化空気電磁弁 27、アノードオフガス電磁弁 15、バイパス電磁弁 16 も、典型的にはノーマリクローズ（非通電時閉）の電磁弁であり、それぞれ制御装置 140 から信号を受信して弁を開にすることができるように構成されている。

20

【0042】

常時通電機器である運転計画基板 142 は、燃料電池システム 10 を高効率運転するために、燃料電池 30 が発電するタイミングを計画するものである。運転計画基板 142 は、典型的には、過去の運転実績に基づいて電力需要や熱需要を予測し、燃料電池システム 10 の運転状況（燃料電池 30 が発電中か否かや、蓄熱槽（不図示）の蓄熱状況等）を考慮して、高効率運転となるように燃料電池 30 を起動（発電）及び停止するタイミングを計画する。燃料電池 30 が発電するタイミングを計画する理由は、燃料電池 30 が停止している状態から発電されるまでには、改質器 20 において改質ガス g を生成し、燃料電池 30 を発電に適した温度に昇温させるため、燃料電池 30 の発電開始に先立って付帯機器を稼働させるからである。

30

【0043】

常時通電機器である演算部 141 は、燃料電池 30 の発電を行わないときの時間経過と改質器 20 内部の圧力低下との関係があらかじめ記憶されており、第 3 の所定の圧力から第 4 の所定の圧力に低下するまでの時間（内圧低下時間）を演算することができるように構成されている。ここでの、第 3 の所定の圧力は、典型的には、直ちに改質器 20 の内部圧力を昇圧しなくても改質器 20 の内部圧力を正圧に維持することができる圧力である。また、ここでの第 4 の所定の圧力は、典型的には、改質器 20 の内部圧力が正圧（改質器 20 の内部に周囲の空気が侵入しない圧力）を安全に維持できる圧力のうちの最も低い圧力であり、余裕分（閾値を下回ったら直ちに改質器 20 に悪影響が及ぶことがないようなバッファゾーン）が含まれている。内圧低下時間は、同じ第 3 の所定の圧力であってもその時の温度の違いにより異なる。例えば、第 3 の所定の圧力が 50 kPa（ゲージ圧）のときの改質器 20 内部温度が 600 の場合よりも、第 3 の所定の圧力が 50 kPa（ゲージ圧）のときの改質器 20 内部温度が 350 の場合の方が、内圧低下時間は長くなる。したがって、演算部 141 は、制御装置 140 から改質器 20 内部の温度及び圧力の値を取り込み、内圧低下時間を演算するように構成されている。燃料電池 30 の発電を行わないときの時間経過と改質器 20 内部の圧力低下との関係は、演算部 141 にテーブルとして記憶されていてもよく、あるいは数式として記憶されていてもよい。

40

【0044】

50

また、演算部 141 は、燃料電池 30 の発電を行わないときの時間経過と燃料極 30 a 内部の圧力低下との関係があらかじめ記憶されており、燃料極 30 a を密閉した際の圧力から第 1 の所定の圧力に低下するまでの時間（燃料極圧力低下時間）を演算することができるように構成されている。燃料電池 30 の発電を行わないときは、電極保護の観点から燃料極 30 a を密閉する。燃料極 30 a を密閉する際の圧力は、燃料電池 30 の発電を行わないときに開放されている空気極 30 c の圧力（燃料電池 30 の周囲の圧力に等しい、典型的には大気圧）よりも高く、その上限は、燃料極 30 a と空気極 30 c との間に存在する固体高分子膜を確実に損傷しない程度としている。ここでの第 1 の所定の圧力は、典型的には、燃料電池 30 の固体高分子膜を確実に損傷しないような空気極 30 c との圧力差の範囲で最も低い圧力であり、余裕分（閾値を下回ったら直ちに固体高分子膜が損傷することがないようにバッファゾーン）が含まれている。燃料電池 30 の発電を行わないときの時間経過と燃料極 30 a 内部の圧力低下との関係は、演算部 141 にテーブルとして記憶されていてもよく、あるいは数式として記憶されていてもよい。

10

【0045】

制御装置 140、演算部 141、運転計画基板 142 は、典型的には単一の筐体内に収納されているが、別々に配置されていてもよい。また、常時通電機器として、制御装置 140、演算部 141、及び運転計画基板 142 以外に、可燃性のガスの漏洩を検知するガスセンサ 151 や、寒冷地においては凍結防止措置の起動のタイミングを計るための外気温を検知する外部温度センサ 152 を備えていることが好ましい。燃料電池 30 の発電を行わないときの時間経過により改質器 20 あるいは燃料電池 30 の温度低下を推定することができるので、外部温度センサ 152 を備え、演算部 141 は、外気温により適宜補正して内圧低下時間や燃料極圧力低下時間を演算するとよい。内圧低下時間を演算する際は、外気温の他燃料極 30 a の温度も考慮して補正することが好ましい。なお、本実施の形態では、ガスセンサ 151 及び外部温度センサ 152 以外にも、例えば不図示の通信用電源や電力計測部電源、後述する各継電器に電力を供給する継電器電源等も常時通電機器に含まれる。

20

【0046】

次に図 3 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 10 の電氣的構成について説明する。図 3 は、燃料電池システム 10 の電気系統の接続図である。燃料電池システム 10 は、ケーブル 81 を介して商用電源 PP に連系している。ケーブル 81 には、電力負荷 EL へ送電するケーブル 82 が接続されている。また、ケーブル 81 には、燃料電池システム 10 内のケーブル 83 及びケーブル 88 が接続されている。

30

【0047】

ケーブル 83 には、ケーブル 84（84a）とケーブル 91（91a）とが接続されている。ケーブル 84 には商用交流電源を直流電源にする直流安定化電源 73 が配設されている。直流安定化電源を用いると、入力変動や負荷変動による影響を受けにくくなるので好適である。直流安定化電源 73 より下流側のケーブル 84b には、ケーブル 85 とケーブル 86（86a）とが接続されている。

【0048】

ケーブル 85 は、制御装置 140、演算部 141、運転計画基板 142 に送電するケーブルである。図 3 では、簡略して、制御装置 140、演算部 141、運転計画基板 142 を一点鎖線で囲んで示しているが、この一点鎖線内で制御装置 140、演算部 141、運転計画基板 142 に対してそれぞれ別個のケーブルが敷設されて電力が供給されている。あるいは、制御装置 140 に送電し、制御装置 140 から演算部 141 及び運転計画基板 142 に送電してもよい。

40

【0049】

ケーブル 86 にはケーブル 87 が接続されている。ケーブル 87 は、ガスセンサ 151 及び外部温度センサ 152 や、不図示の通信用電源や電力計測部電源等に送電するケーブルである。ケーブル 87 以降も、典型的には、ガスセンサ 151 及び外部温度センサ 152 等へ個別にケーブルが敷設されている。また、ケーブル 86b は、電流を一次側から二

50

次側への一方向のみに流すブロッキングダイオード 77 に接続されている。燃料電池システム 10 は、複数のブロッキングダイオードを有しており、いずれのブロッキングダイオードについても「一次側」及び「二次側」という語を上記の意味で用いることとする。以上の点をふまえて、ケーブル 86b は、ブロッキングダイオード 77 の二次側に接続されている。

【 0050 】

ケーブル 83 に接続されたケーブル 91 には、継電器 71 が配設されている。継電器 71 は、典型的には a 接点（ノーマリオープン）のリレーである。継電器 71 より下流側のケーブル 91b は、直流安定化電源 74 に接続されている。直流安定化電源 74 の下流側にはケーブル 92 が接続されている。ケーブル 92 は、ブロッキングダイオード 78 の一次側に接続されている。また、ケーブル 92 には、a 接点のリレー 72 が配設されたケーブル 99 を介して、非常時（停電時）に放電するバッテリー 75 が接続されている。バッテリー 75 は必要に応じて設置すればよい。

10

【 0051 】

ブロッキングダイオード 78 の二次側にはケーブル 93 が接続されている。ケーブル 93 には、ケーブル 94、ケーブル 96、ケーブル 98 が接続されている。ケーブル 98 の他端はブロッキングダイオード 79 の二次側に接続されている。ブロッキングダイオード 79 の一次側にはケーブル 97 を介して燃料電池 30 が接続されている。ケーブル 97 の途中にはケーブル 89 が接続されており、ケーブル 89 の他端はパワーコンディショナー 33 に接続されている。また、パワーコンディショナー 33 にはケーブル 88 が接続されており、ケーブル 88 の他端は、上述のように、商用電源 PP に連系するケーブル 81 に接続されている。

20

【 0052 】

ブロッキングダイオード 78 の二次側のケーブル 93 に接続するケーブル 96 は、アノードオフガス電磁弁 15 等の発電時通電機器に接続されている。つまり、ケーブル 96 は発電時通電機器に送電するケーブルである。なお、図 3 では簡略して示しているが、典型的には、一点鎖線でそれぞれの発電時通電機器にケーブルが個別に敷設されている。個別に敷設されたケーブルには、典型的にはそれぞれに継電器（不図示）が配設されている。各発電時通電機器に対応するように継電器（不図示）が設けられていると、選択的に電力を供給することができるので、電力を供給する必要のない機器に電力が供給されることを防ぐことができる。

30

【 0053 】

他方、ブロッキングダイオード 78 の二次側のケーブル 93 に接続するケーブル 94 の途中には、ケーブル 95A 及びケーブル 95B が接続されている。ケーブル 95A は、改質部温度センサ 224、内部圧力センサ 225、燃料極温度センサ 234、燃料極圧力センサ 235 に送電するケーブルである。図 3 では、簡略して、各センサ 224、225、234、235 を一点鎖線で囲んで示しているが、この一点鎖線内で各センサ 224、225、234、235 に対してそれぞれ別個のケーブルが敷設されて電力が供給されている。各センサ 224、225、234、235 に接続される各ケーブル（不図示）のそれぞれに、継電器（不図示）が配設されていてもよい。ケーブル 95B は、原料ガスブロウ 221、入口電磁弁 222 及び出口電磁弁 223 に送電するケーブルである。図 3 では、簡略して、原料ガスブロウ 221、入口電磁弁 222 及び出口電磁弁 223 を一点鎖線で囲んで示しているが、この一点鎖線内で原料ガスブロウ 221、入口電磁弁 222 及び出口電磁弁 223 に対してそれぞれ別個のケーブルが敷設されて電力が供給されている。典型的には、原料ガスブロウ 221、入口電磁弁 222 及び出口電磁弁 223 に接続される各ケーブル（不図示）のそれぞれに、継電器（不図示）が配設されている。

40

【 0054 】

また、ケーブル 94 は、ブロッキングダイオード 77 の一次側に接続されている。以上のような電気系統の接続とすることにより、直流安定化電源 73 から供給される電力は常時通電機器（図中 100 番台の符号が付された機器）には供給されるが停止時不通電機器

50

(図中 2 0 0 番台の符号が付された機器) 及び発電時通電機器 (段落 0 0 4 0 参照) には供給されないように構成されている。また、燃料電池 3 0 で発電された電力及び直流安定化電源 7 4 から供給される電力 (非常時にバッテリー 7 5 から供給される電力も含む) は、常時通電機器、停止時不通電機器、及び発電時通電機器のいずれにも供給することができるようになっている。

【 0 0 5 5 】

引き続き各図を参照して、燃料電池システム 1 0 の作用を説明する。燃料電池 3 0 が発電していない状態で、運転計画基板 1 4 2 で作成された運転計画に基づいて制御装置 1 4 0 が燃料電池 3 0 の発電を開始する旨の指令を発すると、継電器 7 1 の接点が閉じられ、商用電源 P P から供給された交流電力が直流安定化電源 7 4 で直流電力に変換された上で停止時不通電機器及び発電時通電機器に向けて供給される。そして、制御装置 1 4 0 は、改質器 2 0 の加熱部 2 5 のバーナー 2 5 b を点火して、改質器 2 0 を加熱する。

10

【 0 0 5 6 】

改質部温度センサ 2 2 4 で検出した温度が原料ガス m の改質に適した温度 (例えば 6 0 0 程度) になったら、制御装置 1 4 0 は原料ガスブロワ 2 2 1 を起動し入口電磁弁 2 2 2 を開にして原料ガス m を改質部 2 1 に導入すると共に、プロセス水電磁弁 2 6 を開にしてプロセス水 s を導入する。改質器 2 0 では原料ガス m が水蒸気改質され水素に富む改質ガス g が生成されるが、改質を始めてしばらくは改質ガス g の組成が安定していない (典型的には、許容量以上の一酸化炭素を含んでいる) ので、改質ガス g の組成が安定するまでは出口電磁弁 2 2 3 を開にせずバイパス電磁弁 1 6 を開にして、バイパス管 6 6 を介して改質ガス g を加熱部 2 5 に導いてバーナー 2 5 b で燃焼させ、改質部 2 1 における水蒸気改質に利用する改質熱を発生させる。

20

【 0 0 5 7 】

なお、改質器 2 0 内の作用は以下のようなになる。まず、原料ガス m と水蒸気 s v とが改質部 2 1 に導入され、加熱部 2 5 から改質熱を受熱して原料ガス m が水蒸気改質され、水素に富むが一酸化炭素を含む準改質ガス r 1 が生成される。準改質ガス r 1 は、例えば、水素が 7 0 体積 % 程度、一酸化炭素が 1 0 体積 % 程度、その他水蒸気等のガスが含まれている。

【 0 0 5 8 】

準改質ガス r 1 は、改質部 2 1 から変成部 2 2 に送られ、変成触媒 2 2 c の作用により水蒸気との変成反応が行われて、変成ガス r 2 が生成される。変成ガス r 2 は、一酸化炭素濃度が 5 0 0 0 ~ 1 0 0 0 0 p p m 程度にまで低減されている。変成部 2 2 における変成反応は発熱反応であり、変成部 2 2 で発生した熱はプロセス水導入管 2 4 内を流れるプロセス水 s の加熱に用いられる。

30

【 0 0 5 9 】

変成ガス r 2 は、変成部 2 2 から選択酸化部 2 3 に送られる。同時に、選択酸化部 2 3 には、選択酸化空気電磁弁 2 7 が開とされて選択酸化空気 a が導入される。選択酸化部 2 3 では、導入された変成ガス r 2 中の一酸化炭素と選択酸化空気 a 中の酸素とが反応し (選択酸化反応) 二酸化炭素が生成されることにより、変成ガス r 2 よりも一酸化炭素濃度が低減した改質ガス g が生成される。選択酸化反応により生成された改質ガス g は、一酸化炭素濃度が 1 0 p p m 以下程度にまで低減されている。選択酸化部 2 3 における選択酸化反応も発熱反応であり、選択酸化部 2 3 で発生した熱はプロセス水導入管 2 4 内を流れるプロセス水 s の加熱に用いられる。

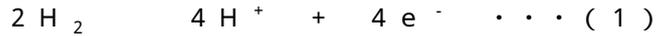
40

【 0 0 6 0 】

改質を始めてしばらくして改質ガス g の組成が安定したら、制御装置 1 4 0 は、バイパス電磁弁 1 6 を閉じ、出口電磁弁 2 2 3 を開にして改質ガス g を燃料電池 3 0 の燃料極 3 0 a に供給すると共に、酸化剤ガスブロワ 3 1 を起動して酸化剤ガス t を空気極 3 0 c に供給する。燃料電池 3 0 では燃料極 3 0 a に導入された改質ガス g 中の水素と、空気極 3 0 c に導入された酸化剤ガス t 中の酸素とによる電気化学的反応が行われる。電気化学的反応は、燃料極 3 0 a 側では以下の (1) 式に示す反応が行われ、空気極 3 0 c 側では以

50

下の(2)式に示す反応が行われる。



この電気化学的反応によって発電し、発熱すると共に水分が生成される。さらに説明を加えると、燃料極30a側の電子が外部電気回路を通過して空気極30c側に移動する際に直流の電力を得ることができる。燃料極30a側の水素イオンは固体高分子膜を通過して空気極30c側に移動し、酸素と結合して水分が発生する。この電気化学的反応は発熱反応である。

【0061】

また、制御装置140は冷却水ポンプ32を起動して、燃料電池30における電気化学的反応により発生した熱を冷却水cで除去し、燃料電池30の温度を適切な運転温度(例えば80程度)に維持する。燃料電池30の発熱を除去して温度が上昇した冷却水cは、放熱器(不図示)で他の熱媒体(典型的には水)に放熱し、この熱は蓄熱槽(不図示)に蓄熱され、給湯や暖房等の熱需要(不図示)において適宜利用される。

10

【0062】

燃料電池30で実際に発電が行われ、燃料電池30で発生した電力で停止時不通電機器及び発電時通電機器の消費電力を賄えるようになると、制御装置140は継電器71の接点を離して、商用電源PPから直流安定化電源74への電力の供給を停止させる。また、燃料電池30で発生した電力で常時通電機器の消費電力を賄えるようになると、直流安定化電源73は、商用電源PPからの受電を拒否する。また、燃料電池30で発電された電力は、パワーコンディショナー33で交流に変換された後、電力負荷ELに供給される。電力負荷ELには、典型的には商用電源PPからの電力も供給される。

20

【0063】

さて、燃料電池30が発電している状態で、制御装置140は、運転計画基板142で作成された運転計画を参照し、燃料電池システム10の状態(例えば、蓄熱槽(不図示)の蓄熱量)や、電力負荷ELの状態を考慮して、燃料電池30の発電を停止すべきと判断したときは、燃料電池30の発電を停止する動作に移行する。

【0064】

燃料電池30の発電を停止する際は、酸化剤ガスブロワ31を停止する。燃料電池30の発電を行わないときは、空気極30cは大気に開放される。他方、燃料電池30の発電を停止する際の燃料極30a側は、まずアノードオフガス電磁弁15を閉にし、次いで出口電磁弁223を閉にすることにより、燃料極30aの内部に改質ガスgが封入される。その後、原料ガスブロワ221を停止すると共に入口電磁弁222、プロセス水電磁弁26、選択酸化空気電磁弁27を閉にして、改質器20へのプロセス水s、原料ガスm、選択酸化空気aの供給を停止する。これにより、改質器20の内部が準改質ガスr1等で封入される。なお、バイパス電磁弁16は、改質ガスgを燃料極30aに供給する際に閉じており、燃料電池30の発電を停止する際にもバイパス電磁弁16閉の状態を継続する。このように、改質器20の内部を、準改質ガスr1等で封入してその外部(典型的には大気)よりも正圧にすることにより、改質器20の内部への外気の侵入を防ぎ、改質触媒21c、変成触媒22c、選択酸化触媒23cが酸素に触れることに起因して劣化することを防いでいる。

30

40

【0065】

ところで、定常運転時の改質器20の温度は上述のように約600程度であるが、燃料電池30の発電の停止に伴い改質器20が停止すると、改質器20の温度が低下する。改質器20の内部を密閉した状態で改質器20の温度が低下すると改質器20の内部の圧力が低下し、負圧になると外気が侵入する場合があります。外気が侵入すると内部の触媒、特に変成触媒22cが劣化することとなる。これを防ぐために、制御装置140は、改質器20の内部の圧力が第1の所定の圧力以下のときに継電器71の接点を閉じ、入口電磁弁222を開けると共に原料ガスブロワ221を起動する。このとき、原料ガスブロワ221及び入口電磁弁222に通電するために継電器71以外の不図示の継電器があるときは

50

、制御装置 140 はそれらの継電器の接点も閉じる。入口電磁弁 222 を開けると共に原料ガスブロワ 221 を起動することにより改質器 20 の内部に原料ガス m を導入し、改質器 20 の内部圧力を第 2 の所定の圧力以上とすることにより、正圧を維持する。原料ガス m を用いて改質器 20 の内部を正圧に維持するようにすると、他のガスを用いる場合に必要となる特別な設備が不要となり、システムを簡略化することができる。ここでの、第 1 の所定の圧力は、典型的には、前述の第 4 の所定の圧力（段落 0043 参照）と同じ圧力である。また、ここでの第 2 の所定の圧力は、典型的には、改質器 20 を損傷させることなく改質器 20 の内圧をできるだけ高めた圧力である。前述の第 3 の所定の圧力（段落 0043 参照）をここでの第 2 の所定の圧力と同じ圧力としてもよい。

【0066】

燃料電池 30 での発電がないとき、停止時不通電機器である原料ガスブロワ 221 は、改質器 20 の内部圧力を正圧に維持するために起動する際に通電する（間歇的に通電する）ので、電力消費量を抑制することができる。また、燃料電池 30 での発電がないとき、発電時通電機器であるノーマリクローズの各電磁弁 15、16、26、27 は通電がなく、停止時不通電機器であるノーマリクローズの入口電磁弁 222 及び出口電磁弁 223 は、改質器 20 の内部圧力を正圧に維持するために起動する際に通電する（間歇的に通電する）ので、電力消費量を抑制することができる。また、燃料電池 30 での発電がないとき、停止時不通電機器である、改質器 20 の内部圧力が第 1 の所定の圧力以下か否かを検出する内部圧力センサ 225 は、改質器 20 の内部圧力を正圧に維持するために起動する際に通電する（間歇的に通電する）ので、電力消費量を抑制することができる。

【0067】

燃料電池 30 での発電がないとき、内部圧力センサ 225 に通電する延べ時間が短いほど電力消費量を抑制することができる。そこで、制御装置 140 は、内部圧力センサ 225 で改質器 20 の内部圧力を検出すると共に改質部温度センサ 224 でその時の改質部 21 の温度を検出して、演算部 141 にて内圧低下時間を演算させる。制御装置 140 は、演算部 141 で算出した内圧低下時間が経過したときに、継電器 71 の接点を閉じて内部圧力センサ 225 及び改質部温度センサ 224 に通電する。このようにすると、内部圧力センサ 225 及び改質部温度センサ 224 の電力消費量を必要最小限に抑制することができる。

【0068】

なお、改質器 20 の内部に水蒸気が存在する場合は、予想した圧力の減少勾配が当てはまらない場合がある。また、その他の事情により、内圧低下時間と改質器 20 の内部圧力低下との割合が演算部 141 で算出した値からずれる場合がある。そこで、制御装置 140 は、内圧低下時間が経過する途中で 1 回又は複数回内部圧力センサ 225 及び改質部温度センサ 224 に通電し、改質器 20 の内部圧力及び改質部 21 の温度を検出することとしてもよい。制御装置 140 は、内部圧力センサ 225 で検出した圧力が第 5 の所定の圧力以下のときは原料ガスブロワ 221 で改質器 20 の内部に原料ガス m を導入して改質器 20 の内部圧力を第 3 の所定の圧力（段落 0043 参照）以上、好ましくは第 2 の所定の圧力（段落 0065 参照）に上昇させた後に内圧低下時間を算出させ、内部圧力センサ 225 で検出した圧力が第 5 の所定の圧力を超えているときは原料ガスブロワ 221 を起動させずに内圧低下時間を算出させるとよい。ここでの第 5 の所定の圧力は、本実施の形態では、上述の第 3 の所定の圧力と同じ圧力である。

【0069】

また、上述のように、改質器 20 の内部に水蒸気が存在する等の場合は、内圧低下時間と改質器 20 の内部圧力低下との割合が演算部 141 で算出した値からずれる場合があるので、内部圧力センサ 225 に通電せずに、改質部温度センサ 224 で検出した温度に基づいて原料ガスブロワ 221 の間歇動作をさせてもよい。この場合は余裕を多めにとって（すなわちより改質器 20 内部が負圧にならないような安全を見て）原料ガスブロワ 221 を起動するとよい。また、内部圧力センサ 225 を利用しない場合は、内部圧力センサ 225 を設けなくてもよい。

【 0 0 7 0 】

また、改質器 2 0 のほか、燃料電池 3 0 の燃料極 3 0 a の内部圧力が、温度の低下や内部に残存する水素と酸素とが反応すること等により、低下する場合もある。定常運転時の燃料電池 3 0 の温度は約 8 0 程度であるが、燃料電池 3 0 の発電を停止すると燃料電池 3 0 の温度が低下する。燃料電池 3 0 の温度が低下すると停止時に密閉した燃料極 3 0 a の内部圧力が低下し、停止時に開放状態の空気極 3 0 c との圧力差が大きくなる。燃料極 3 0 a と空気極 3 0 c との差圧が大きくなると固体高分子膜が損傷する場合があるので、これを防ぐために、制御装置 1 4 0 は、燃料極 3 0 a の内部の圧力が第 1 の所定の圧力以下のときに継電器 7 1 の接点を閉じ（出口電磁弁 2 2 3 に通電するために継電器 7 1 以外の不図示の継電器があるときはその継電器の接点も閉じる）、出口電磁弁 2 2 3 を開ける。出口電磁弁 2 2 3 を開けると改質器 2 0 の内部に封入されていた改質ガス g が、改質器 2 0 の内部よりも低い圧力の燃料極 3 0 a に流入してくる。このとき、制御装置 1 4 0 は燃料極圧力センサ 2 3 5 にも通電して燃料極 3 0 a の内部圧力を検出し、燃料極 3 0 a の内部圧力が第 2 の所定の圧力になったら出口電磁弁 2 2 3 を閉じて再び燃料極 3 0 a の内部を密閉する。このようにして、燃料極 3 0 a の内部を、固体高分子膜を損傷しないような圧力（第 2 の所定の圧力（ここでは典型的には燃料極 3 0 a の内部を密閉する際の圧力））に保持する。本実施の形態の場合、出口電磁弁 2 2 3 が保圧用ガス供給手段となり、改質器 2 0 の内部に密封されていたガス（改質ガス g 等）が保圧用ガスとなる。

10

【 0 0 7 1 】

なお、改質器 2 0 の内部に密封されていたガスが燃料極 3 0 a に流入すると改質器 2 0 の内部圧力が低下することになるが、この場合は入口電磁弁 2 2 2 を開にすると共に原料ガスブロウ 2 2 1 を起動して、改質器 2 0 の内部圧力を回復させる。また、出口電磁弁 2 2 3 を開にするだけでは燃料極 3 0 a の内部圧力を第 2 の所定の圧力に昇圧できない場合は、出口電磁弁 2 2 3 を開にしたまま入口電磁弁 2 2 2 を開にすると共に原料ガスブロウ 2 2 1 を起動して、まず燃料極 3 0 a を第 2 の所定の圧力に昇圧し、出口電磁弁 2 2 3 を閉じた後に原料ガス m を改質器 2 0 の内部に供給して改質器 2 0 の内部を正圧に維持すればよい。この場合は出口電磁弁 2 2 3 のほか、原料ガスブロウ 2 2 1 や入口電磁弁 2 2 2 も保圧用ガス供給手段となる。

20

【 0 0 7 2 】

燃料極 3 0 a の保圧制御をするときも、燃料電池 3 0 での発電がないときに、停止時不通電機器である出口電磁弁 2 2 3（必要に応じて原料ガスブロウ 2 2 1 及び入口電磁弁 2 2 2 も含む）は、燃料極 3 0 a の保圧をするために開ける際に通電する（間歇的に通電する）ので、電力消費量を抑制することができる。また、燃料電池 3 0 での発電がないとき、燃料極圧力センサ 2 3 5 に通電する延べ時間が短いほど電力消費量を抑制することができるので、制御装置 1 4 0 は、燃料極 3 0 a の内部圧力を第 2 の所定の圧力としたときの温度を燃料極温度センサ 2 3 4 で検出して、演算部 1 4 1 にて燃料極圧力低下時間を演算させ、制御装置 1 4 0 は、演算部 1 4 1 で算出した燃料極圧力低下時間が経過したときに、継電器 7 1 の接点を閉じて燃料極温度センサ 2 3 4 及び燃料極圧力センサ 2 3 5 に通電するようにしてもよい。このようにすると、燃料極温度センサ 2 3 4 及び燃料極圧力センサ 2 3 5 の電力消費量を必要最小限に抑制することができる。

30

40

【 0 0 7 3 】

これまで述べた以外にも、燃料電池 3 0 での発電がないときに、好ましくは、燃料電池システム 1 0 のガスセンサ 1 5 1 を常時作動させておき、可燃性ガスの漏洩の有無を監視するとよい。ガスセンサ 1 5 1 は可燃性ガスの漏洩を検出したときに信号を制御装置 1 4 0 に送信し、信号を受けた制御装置 1 4 0 は、燃料電池システム 1 0 を停止させる。また、好ましくは、凍結のおそれがある気象状況の下で温度センサ 1 5 2 を常時作動させておき、必要に応じて凍結防止措置（不図示凍結防止ヒータを作動させる、あるいは管内の流体を動かす等）を講ずるとよい。

【 0 0 7 4 】

以上の説明では、保圧構成部材として改質器 2 0 及び燃料電池 3 0 の燃料極 3 0 a につ

50

いて説明したが、燃料電池システム10を構成する他の部材（例えば脱硫器、加湿器、管路、凝縮水タンク、ブロワ、熱交換器等）を必要に応じて保圧構成部材としてもよい。

【0075】

以上の説明では、保圧構成部材温度検出手段として、保圧構成部材の内部温度を直接的に検出する改質部温度センサ224及び燃料極温度センサ234を用いることとしたが、当該保圧構成部材の温度変化が反映される他の部分の温度（他の保圧構成部材の温度を検出するセンサや外部温度センサ152等で検出される温度を含む）から計算によって求める等、保圧構成部材の内部温度を間接的に検出するようにしてもよい。また、保圧構成部材圧力検出手段として、保圧構成部材の内部圧力を直接的に検出する内部センサ225及び燃料極圧力センサ235を用いることとしたが、間接的に検出するようにしてもよい。

10

【0076】

以上の説明では、改質器の内部温度を検出するセンサが改質部21の温度を検出する改質部温度センサであるとしたが、変成部22の温度を検出する変成部温度センサあるいは選択酸化部23の温度を検出する選択酸化部温度センサとしてもよい。しかしながら、改質器20の運転中最も高温となる改質部21の温度を検出する改質部温度センサとすると、改質器20の内部圧力の変化を予測しやすくなり好適である。

【0077】

以上の説明では、加熱部25はバーナー25bを有しているとしたが、改質部21における水蒸気改質反応に用いる改質熱を発生させることができれば、バーナー25bに代えて例えば電気ヒータ等の公知の発熱手段を用いてもよい。

20

【0078】

以上の説明では、燃料極30aの保圧用ガスとして、改質器20に封入されているガスを用いることとしたが、別途保圧用のガスを燃料極30aの内部に供給することとしてもよい。この場合は、保圧用ガス供給手段として、例えばブロワを別途設けることとなる。このようにすると、燃料極30aの内部を保圧することによって改質器20の内部圧力が影響を受けることがない。

【0079】

以上の説明では、燃料電池30の発電を行わないときに、改質器20の内部圧力を正圧に維持する制御と、燃料電池30の燃料極30aの内部圧力を固体高分子膜が損傷しないような圧力に保圧する制御とを行うこととして説明したが、燃料電池30の発電を行うときの温度が高く、発電を停止したときに温度低下に伴う内部圧力の低下がより顕著に表れる改質器20の内部圧力を正圧に維持する制御を行い、燃料極30aの内部を保圧する制御を行わないようにしてもよい。この場合は、出口電磁弁223を、停止時不通電機器ではなく、発電時通電機器とすることができ、電力消費量を抑制することができる。

30

【0080】

以上の説明では、改質器20と燃料極30aとを別々に密閉することとして説明したが、改質器20と燃料極30aとを一括して（改質器20と燃料極30aとが連通した状態で）密閉してもよい。また、燃料電池システム10を構成する他の部材（例えば脱硫器、加湿器、管路、凝縮水タンク、ブロワ、熱交換器等）をも必要に応じて一括して密閉してもよく、適切な単位で密閉することとしてもよい。

40

【0081】

以上の説明では、燃料電池30が固体高分子型燃料電池であるとして説明したが、りん酸型燃料電池等の固体高分子型燃料電池以外の燃料電池であってもよい。しかしながら、固体高分子型燃料電池とすると、比較的低温で運転することができ、装置を小型化できるので、一般家庭等に設置するのに適している。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】本発明の実施の形態に係る燃料電池システムの機械的構成の模式的系統図である。

【図2】改質器の模式的縦断面図である。

50

【図3】本発明の実施の形態に係る燃料電池システムの電気系統の接続図である。

【符号の説明】

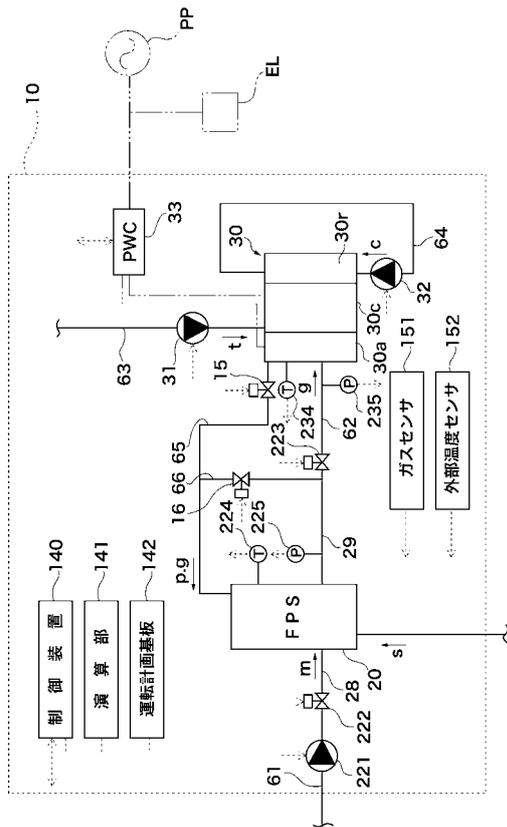
【0083】

- 10 燃料電池システム
- 15 アノードオフガス電磁弁
- 20 改質器
- 30 燃料電池
- 30 a 燃料極
- 71 継電器
- 91 ケーブル
- 140 制御装置（常時通電機器）
- 141 演算部（常時通電機器）
- 221 原料ガスプロワ（原料ガス供給手段）
- 222 入口電磁弁
- 223 出口電磁弁
- 224 改質部温度センサ
- 225 内部圧力センサ
- 234 燃料極温度センサ
- 235 燃料極圧力センサ
- g 改質ガス
- m 原料ガス
- s 水
- P P 商用電源

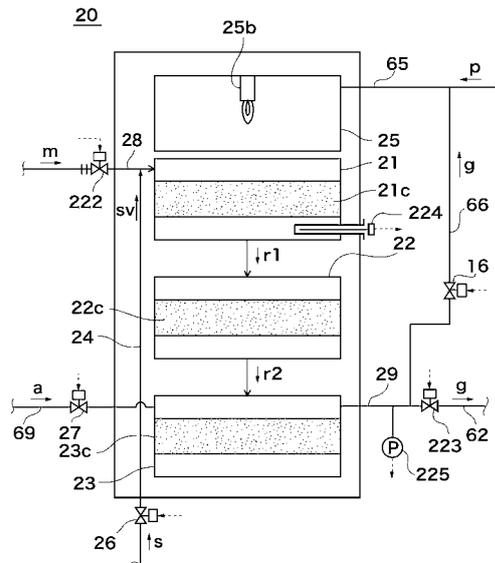
10

20

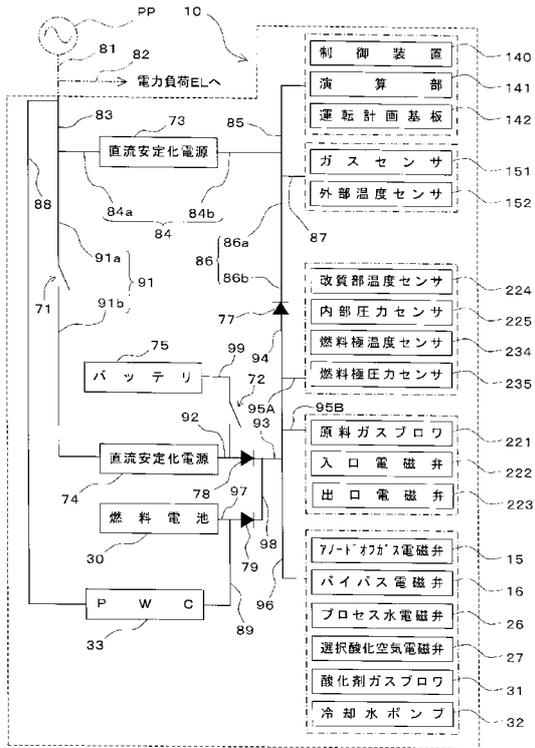
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (72)発明者 渡邊 崇之
東京都大田区羽田旭町 1 1 - 1 荏原バロード株式会社内
- (72)発明者 渡辺 学
東京都大田区羽田旭町 1 1 - 1 荏原バロード株式会社内
- (72)発明者 関口 孝志
東京都大田区羽田旭町 1 1 - 1 荏原バロード株式会社内
- (72)発明者 加藤 芳樹
東京都大田区羽田旭町 1 1 - 1 荏原バロード株式会社内

審査官 八木 誠

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 2 8 0 7 9 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4