

(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2004-207093
(P2004-207093A)

(43) 公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04	HO 1 M 8/04 Y	5 H O 2 6
HO 1 M 8/10	HO 1 M 8/04 G	5 H O 2 7
	HO 1 M 8/04 J	
	HO 1 M 8/04 P	
	HO 1 M 8/04 X	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-376016 (P2002-376016)	(71) 出願人	000001889
(22) 出願日	平成14年12月26日 (2002.12.26)		三洋電機株式会社
			大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
		(74) 代理人	100105924
			弁理士 森下 賢樹
		(72) 発明者	門脇 正天
			大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
		(72) 発明者	秋山 幸徳
			大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
		Fターム(参考)	5H026 AA06 CX05 HH08
			5H027 AA06 BA01 BA08 BA16 BA17
			CC06 DD06 KK41 KK52 MM16
			MM21

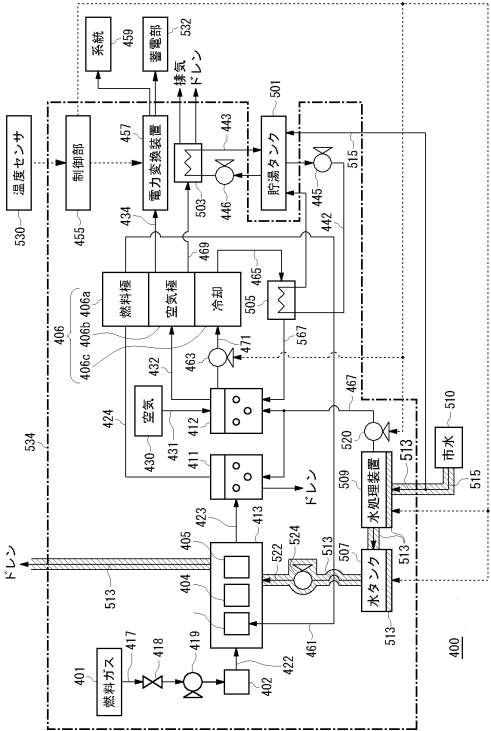
(54) 【発明の名称】 燃料電池システムおよびその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池が設置された場所の外気温度が低い場合でも、凍結等による燃料電池システムの破損を防止する。

【解決手段】 燃料電池システム400は、燃料電池406と、燃料電池406に水を供給する水供給ライン（たとえば配管467、水タンク411、水タンク412等）を含む。燃料電池システム400は、制御部455をさらに含み、制御部455は、燃料電池406の発電が行われていないときに、燃料電池406が収容された筐体534の外気温度がたとえば4℃程度の所定温度以下になった場合に、上記水供給ライン中の水の凍結を防止する凍結防止処理を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池と、当該燃料電池に水を供給する水供給ラインと、を含む燃料電池システムであって、

当該燃料電池システムにおいて、前記燃料電池の発電が行われていないときに、前記燃料電池が設置された場所の外気温度が所定温度以下になった場合に、前記水供給ライン中の水の凍結を防止する凍結防止処理を行う制御部を含むことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、

10

前記制御部は、前記外気温度が前記所定温度以下になった場合に、前記燃料電池の発電を開始することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の燃料電池システムにおいて、

前記制御部は、前記外気温度に応じて、前記燃料電池の発電量を制御することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 いずれかに記載の燃料電池システムにおいて、

前記制御部は、前記外気温度が前記所定温度以下になった場合に、前記水供給ラインへの前記水の供給を行うことを特徴とする燃料電池システム。

20

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 いずれかに記載の燃料電池システムにおいて、

前記燃料電池から発生する熱を冷却する冷却部をさらに含み、

前記水供給ラインは、前記冷却部に水を供給することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の燃料電池システムにおいて、

原燃料ガスを水素に改質する改質装置と、

前記改質装置から発生する熱を冷却する冷却部と、をさらに含み、

前記水供給ラインは、前記冷却部に水を供給することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 7】

30

請求項 1 乃至 6 いずれかに記載の燃料電池システムにおいて、

前記燃料電池は、固体高分子電解質膜と、前記固体高分子電解質膜を挟んで設けられた燃料極および空気極と、を含む固体高分子型燃料電池であって、

前記水供給ラインは、前記燃料極および前記空気極に供給する燃料および空気をそれぞれ加湿する水タンクに水を供給することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 いずれかに記載の燃料電池システムにおいて、

前記水供給ラインに配設されたヒータをさらに含み、

前記制御部は、前記外気温度が前記所定温度以下になった場合に、前記ヒータをオンにすることを特徴とする燃料電池システム。

40

【請求項 9】

燃料電池と、当該燃料電池に水を供給する水供給ラインと、を含む燃料電池システムを運転する方法であって、

当該燃料電池システムにおいて、前記燃料電池の発電が行われていないときに、前記燃料電池が設置された場所の外気温度が所定温度以下になった場合に、前記水供給ライン中の水の凍結を防止する凍結防止処理を行うことを特徴とする燃料電池システムの運転方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の燃料電池システムの運転方法において、前記凍結防止処理は、前記燃料電池の発電の開始、前記水供給ラインへの水の供給、および前記水供給ラインの加熱の少なくとも一つを含むことを特徴とする燃料電池システムの運転方法。

50

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は燃料電池システムおよびその運転方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、エネルギー変換効率が高く、かつ、発電反応により有害物質を発生しない燃料電池が注目を浴びている。こうした燃料電池の一つとして、100℃以下の低温で作動する固体高分子電解質型燃料電池（PEFC：Polymer Electrolyte Fuel Cell）が知られている。

10

【0003】

固体高分子電解質型燃料電池は、固体高分子電解質膜を燃料極と空気極との間に配した基本構造を有し、燃料極に水素、空気極に酸素を供給し、以下の電気化学反応により発電する装置である。

燃料極： $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (1)

空気極： $\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (2)

【0004】

燃料極および空気極は、触媒層とガス拡散層が積層した構造からなる。各電極の触媒層が固体高分子電解質膜を挟んで対向配置され、燃料電池を構成する。触媒層は、触媒を担持した炭素粒子がイオン交換樹脂により結着されてなる層である。ガス拡散層は酸素や水素の通過経路となる。発電反応は、触媒層における触媒、イオン交換樹脂および水素のいわゆる三相界面において進行する。

20

【0005】

燃料極においては、供給された燃料中に含まれる水素が上記式(1)に示されるように水素イオンと電子に分解される。このうち水素イオンは固体高分子電解質膜の内部を空気極に向かって移動し、電子は外部回路を通過して空気極に移動する。一方、空気極においては、空気極に供給された酸化剤に含まれる酸素が燃料極から移動してきた水素イオンおよび電子と反応し、上記式(2)に示されるように水が生成する。このように、外部回路では燃料極から空気極に向かって電子が移動するため、電力が取り出される。

【0006】

近年、このような固体高分子電解質型燃料電池を家庭用電源として用いる試みがなされている。特許文献1には、家庭用電源として固体高分子電解質型燃料電池を用いた例が記載されている。ここでは、図3に示すように、たとえば、固体高分子電解質型燃料電池を含む燃料電池電源装置Aが屋外に設置され、都市ガス等の原燃料ガスを供給して発電し、インバータBで直流を交流に変換して屋内の電気機器に電力が供給される。

30

【0007】

このような燃料電池システムにおいて、燃料電池では発熱が起こるため、発生した熱を冷却するために、燃料電池に冷却水が流される。また、燃料極に供給する水素を改質するために改質装置を用いる場合、改質装置においても発熱が起こるため、改質装置にも冷却水が流される。このとき、熱交換器を利用して冷却水が吸収した排熱により市水から温水が生成される。この温水は、屋内の台所・洗面所・風呂場等の水回りに給湯される。そのため、燃料電池システムには貯湯タンクCが接続されている。

40

【0008】

前記貯湯タンクCには市水が供給され、この市水の一部が燃料電池電源装置A内に配設された複数の熱交換器に送り込まれて温水とされ、この温水が貯湯タンクCに戻されて貯湯される。給湯時には貯湯タンクCから温水が取り出されて屋内の水回り箇所に利用される。

【0009】

また、固体高分子電解質型燃料電池において、高い電流密度の領域では高分子電解質膜内でイオンの流れにより、燃料極側から水の持ち去りが起こり、膜が乾燥してしまう。その

50

結果、電気抵抗の増大によって出力密度が低下することがある。そのため、膜の乾燥を抑えるために、水分管理が重要となる。水分管理の一例として、燃料電池の燃料極および空気極に、水をバブリングさせた水タンクを介して水素および酸素をそれぞれ供給する方法が行われる。これにより、高分子電解質膜の乾燥を避けることができ、出力密度の低下を抑えることができる。

【0010】

【特許文献1】

特開2002-216810号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

10

しかし、たとえば夜間に燃料電池システムの運転を停止するDSS(Dairy Start Stop)方式や週末に燃料電池システムの運転を停止するWSS(Weekly Start Stop)方式の燃料電池システムにおいて、または年末年始等に燃料電池システムを運転しないとき等に外気温度が下がると、冷却水として用いる水の配管や水タンク中の水が凍結してしまうことがある。このような場合、配管が破裂するおそれがある。また、燃料電池を収容する容器が破裂する可能性もある。さらに、高分子電解質膜が凍ってしまうと、その後解凍されても、性能が低下してしまうおそれもある。

【0012】

こうした事情に鑑み、本発明は、燃料電池が設置された場所の外気温度が低い場合でも、燃料電池システムに供給する水供給ラインの凍結等による燃料電池システムの破損を防止

20

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、燃料電池と、当該燃料電池に水を供給する水供給ラインと、を含む燃料電池システムであって、当該燃料電池システムにおいて、燃料電池の発電が行われていないときに、燃料電池が設置された場所の外気温度が所定温度以下になった場合に、水供給ライン中の水の凍結を防止する凍結防止処理を行う制御部を含むことを特徴とする燃料電池システムが提供される。

【0014】

ここで、所定の温度とは、その温度において水が凍結するおそれのある温度、または当該温度より数度高い程度の温度とすることができる。所定の温度は、たとえば約4℃とすることができる。また、凍結防止処理は、燃料電池の発電の開始、水供給ラインへの水の供給、および水供給ライン等の加熱の少なくとも一つを含むことができる。このようにすれば、燃料電池システムの外気温度が所定温度以下になっても、水供給ライン中の水の凍結を防ぐことができる。また、所定の温度を、水が凍結するおそれのある温度より数度高い温度としておけば、凍結防止処理の開始指令が行われてから実際に凍結防止処理が行われるのに時間を要する場合であっても、燃料電池システムの水供給ラインの凍結を防ぐことができる。また、ここで、燃料電池本体は筐体内に設けられてよく、この場合、燃料電池が設置された場所の外気温度とは、筐体外部の温度とすることができる。また、燃料電池システムは、たとえばボイラー室等の建物内に設置されてよく、この場合、燃料電池が設置された場所の外気温度とは、ボイラー室等の建物内の温度とすることができる。

30

40

【0015】

本発明の燃料電池システムにおいて、制御部は、外気温度が所定温度以下になった場合に、燃料電池の発電を開始することができる。

【0016】

このようにすれば、燃料電池自体の発熱により、水供給ライン中の水の凍結を防ぐことができる。ここで、発電の開始とは、燃料電池自体の発電に加えて、燃料ガスの投入、燃料ガスの改質処理の開始、空気の供給の開始等を含むことができる。また、凍結防止処理としては、燃料電池の発電量が最小となる程度に燃料電池を発電させれば充分である。

【0017】

50

本発明の燃料電池システムにおいて、制御部は、外気温度に応じて、燃料電池の発電量を制御することができる。

【0018】

制御部は、たとえば外気温度が低い場合は、燃料電池の発電量をより高くすることができる。このようにすれば、外気温度が低い場合であっても、燃料電池システムの水供給ライン中の水の凍結を防ぐことができ、燃料電池システムの損傷を防止することができる。

【0019】

本発明の燃料電池システムにおいて、制御部は、外気温度が所定温度以下になった場合に、水供給ラインへの水の供給を行うことができる。

【0020】

水供給ラインへの水の供給を継続的に行うことにより、外気温度が所定温度以下であっても、水供給ライン中の水の凍結を防止することができる。

【0021】

本発明の燃料電池システムは、燃料電池から発生する熱を冷却する冷却部をさらに含むことができ、水供給ラインは、冷却部に水を供給することができる。

【0022】

ここで、冷却部は、燃料電池の空気極および燃料極のいずれか一方、または両方を冷却するように構成することができる。

【0023】

本発明の燃料電池システムは、原燃料ガスを水素に改質する改質装置と、改質装置から発生する熱を冷却する冷却部と、をさらに含むことができ、水供給ラインは、冷却部に水を供給することができる。

【0024】

本発明の燃料電池システムにおいて、燃料電池は、固体高分子電解質膜と、固体高分子電解質膜を挟んで設けられた燃料極および空気極と、を含む固体高分子型燃料電池であってよく、水供給ラインは、燃料極および空気極に供給する燃料および空気をそれぞれ加湿する水タンクに水を供給することができる。

【0025】

本発明の燃料電池システムは、水供給ラインに配設されたヒータをさらに含むことができ、制御部は、外気温度が所定温度以下になった場合に、ヒータをオンにすることができる。

【0026】

ここで、燃料電池は、筐体内に収容することができ、この場合、ヒータは、水供給ラインのうち、筐体外部および筐体外部に近い側に設けられたものに配設することができる。さらに、ヒータは、排水ラインに配設してもよく、制御部は、外気温度が所定温度以下になった場合に、排水ラインに設けられたヒータをオンにすることもできる。

【0027】

本発明の燃料電池システムにおいて、燃料電池は筐体内に設けることができ、当該燃料電池システムは、筐体の外部に設けられた温度センサをさらに含むことができ、制御部は、温度センサにより測定された温度に応じて凍結防止処理を行うことができる。

【0028】

本発明の燃料電池システムにおいて、燃料電池から発生する熱を回収して外部から導入された水を加熱する熱交換器をさらに含むことができる。

【0029】

このようにすれば、本発明の燃料電池システムを、燃料ガスの改質装置や燃料電池から排出される蒸気・温水を回収して、冷暖房や給湯、その他種々のものに利用するコージェネレーションタイプの燃料電池システムとすることができる。

【0030】

本発明の燃料電池システムは、電力蓄積部、または電力消費部をさらに含むことができる。ここで、電力消費部は、燃料電池システムから排出される熱を温水として貯蔵する貯湯

10

20

30

40

50

タンクに設置したヒータ、または貯湯タンクに供給される水を加熱するためのヒータとすることもできる。なお、凍結防止処理を行った際に発生した電力を使い切るためのダミーヒータとすることもできる。また、たとえば積雪する寒冷地においては、融雪用の加熱手段を電力消費部とすることもできる。

【0031】

本発明によれば、燃料電池と、当該燃料電池に水を供給する水供給ラインと、を含む燃料電池システムを運転する方法であって、当該燃料電池システムにおいて、燃料電池の発電が行われていないときに、燃料電池が設置された場所の外気温度が所定温度以下になった場合に、水供給ライン中の水の凍結を防止する凍結防止処理を行うことを特徴とする燃料電池システムの運転方法が提供される。

10

【0032】

本発明の燃料電池システムの運転方法において、凍結防止処理は、当該燃料電池の発電の開始、水供給ラインへの水の供給、および水供給ラインの加熱の少なくとも一つを含むことができる。

【0033】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【0034】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施の形態における燃料電池システムの構成を示す図である。

20

本実施の形態における燃料電池システム400は、前述した図3に示したような住宅や、アパートやマンション等の集合住宅に配設される。

【0035】

燃料電池システム400は、固体高分子電解質型燃料電池の燃料電池406を含む。また、燃料電池システム400は、燃料電池406の発電において生じる熱を有効的に利用するコージェネレーションシステムの形態をも採用している。

そのための構成として、燃料電池システム400は貯湯タンク501を含む。

【0036】

燃料電池システム400は、燃料電池406および貯湯タンク501に加えて、燃料供給源401と、脱硫器402と、改質装置413と、空気供給源430と、水タンク411と、水タンク412と、水処理装置509と、水供給源510と、水タンク507と、熱回収用熱交換器503と、熱回収用熱交換器505と、ヒータ513と、電力交換装置457と、制御部455と、系統459と、温度センサ530と、蓄電部532と、を有する。

30

【0037】

燃料供給源401は、天然ガス、都市ガス、メタノール、LPG、ブタン等の燃料ガスを燃料電池406の燃料の供給源として供給する。脱硫器402は、燃料ガスから硫黄成分を除去する。改質装置413は、改質器403と、CO変成器404と、CO除去器405とを含む。改質器403は、燃料ガスから水素、二酸化炭素及び一酸化炭素を含む改質ガスを生成する。ここで、図示していないが、改質器403における化学反応は吸熱反応であるので、改質器403にはバーナを設け、常時加熱しながら化学反応を行うのが好ましい。

40

【0038】

CO変成器404は、改質器403により生成された改質ガスに含まれる一酸化炭素を二酸化炭素に変成する。CO除去器405は、CO変成器404により変成されたガス中の未変成の一酸化炭素を除去する。ここでも図示していないが、CO変成器404およびCO除去器405では発熱反応が行われるため、CO変成器404およびCO除去器405にも、発熱反応により発生した熱を冷却する冷却部を設けることもできる。

【0039】

燃料供給源401と脱硫器402とは、ガス管417により接続される。ガス管417に

50

は、電磁開閉弁 4 1 8 および昇圧ポンプ 4 1 9 が設けられる。また、脱硫器 4 0 2 と改質装置 4 1 3 とはガス管 4 2 2 により接続される。ここで、図示していないが、改質装置 4 1 3 において、改質器 4 0 3、CO 変成器 4 0 4、および CO 除去器 4 0 5 はそれぞれガス管により接続されている。

【0040】

燃料電池 4 0 6 は、燃料極 4 0 6 a および空気極 4 0 6 b を含む。燃料電池 4 0 6 は、改質ガスと酸素とを反応させて電力を発生させる。燃料極 4 0 6 a には燃料である水素（改質ガス）が、空気極 4 0 6 b には空気中の酸素が供給され、これにより燃料電池 4 0 6 において電気化学反応が起こり、電力を取り出すことができる。燃料電池 4 0 6 から取り出された電力は、配線 4 3 4 を介して電力交換装置 4 5 7 に伝達される。

10

【0041】

燃料電池 4 0 6 で行われる電気化学反応では、活性化過電圧、濃度過電圧、抵抗過電圧により熱が発生する。そのため、本実施の形態における燃料電池システム 4 0 0 において、燃料電池 4 0 6 は、空気極 4 0 6 b で発生した熱を冷却する冷却部 4 0 6 c をさらに含む。

【0042】

燃料極 4 0 6 a には、改質装置 4 1 3 で改質された改質ガスが配管 4 2 4 を介して供給される。ここで、上述したように、燃料電池 4 0 6 の高分子電解質膜の乾燥を避けるために、改質ガスは水タンク 4 1 1 を通過した後に燃料極 4 0 6 a に供給される。また、空気極 4 0 6 b には、空気供給源 4 3 0 から空気中の酸素が配管 4 3 1 および配管 4 3 2 を介して供給される。ここでも、燃料電池 4 0 6 の高分子電解質膜の乾燥を避けるために、酸素は水タンク 4 1 2 を通過した後に空気極 4 0 6 b に供給される。空気極 4 0 6 b は、配管 4 6 9 を介して熱回収用熱交換器 5 0 3 に接続される。熱回収用熱交換器 5 0 3 には、排気ダクトおよびドレン水配管（ともに不図示）が接続される。燃料極 4 0 6 a からの改質ガスは、再び改質器 4 0 3（改質器 4 0 3 に設けられたバーナ）に循環され、熱源として利用される。

20

【0043】

冷却部 4 0 6 c には、水タンク 4 1 2 から昇圧ポンプ 4 6 3 を介して水が供給される。なお、ここでは、冷却部 4 0 6 c が空気極 4 0 6 b を冷却する構成としているが、冷却部 4 0 6 c が燃料極 4 0 6 a を冷却する構成とすることもできる。この場合、冷却部 4 0 6 c には、水タンク 4 1 1 から昇圧ポンプを介して水が供給される構成とすることもできる。また燃料極 4 0 6 a および空気極 4 0 6 b の両方を冷却する構成とすることもできる。冷却部 4 0 6 c を通過した水は配管 4 6 5 を介して熱回収用熱交換器 5 0 5 に導入される。熱回収用熱交換器 5 0 5 に導入された水は熱回収用熱交換器 5 0 5 を通過し、水タンク 4 1 2 に帰還する。なお、図示していないが、配管 5 6 7 にはドレン水配管が接続されてもよい。

30

また、このドレン水配管は配管 4 6 1 に接続されてもよい。

【0044】

水処理装置 5 0 9 は、水供給源 5 1 0 から供給された市水を純水にする処理を行う。水タンク 5 0 7 は、水処理装置 5 0 9 において処理された純水を貯留する。水処理装置 5 0 9 において処理された純水は、昇圧ポンプ 5 2 0 により、配管 4 6 7 を介して水タンク 4 1 1 および水タンク 4 1 2 に搬送される。水タンク 5 0 7 と改質装置 4 1 3 との間は昇圧ポンプ 5 2 4 が設けられた配管 5 2 2 により接続され、改質装置 4 1 3 には、水タンク 5 0 7 からの純水が供給される。また、水供給源 5 1 0 からの水は、水道管 5 1 5 を通じて貯湯タンク 5 0 1 にも供給される。

40

【0045】

貯湯タンク 5 0 1 は、昇圧ポンプ 4 4 6 により温水配管 4 4 3 を介して熱回収用熱交換器 5 0 3 と接続されているとともに、昇圧ポンプ 4 4 5 により温水配管 4 4 2 を介して熱回収用熱交換器 5 0 5 と接続されている。空気極 4 0 6 b から配管 4 6 9 に導出された空気は、燃料電池 4 0 6 の発熱反応によって温度上昇しており、この温度上昇した排気空気は

50

、熱回収用熱交換器 503 で熱回収される。これにより、貯湯タンク 501 から循環された水が温められ、温水配管 443 を介して貯湯タンク 501 に帰還する。同様に、冷却部 406c を通過した水は発電の際に生じる熱を吸収して温度上昇しており、この温度上昇した水は熱回収用熱交換器 505 において、温水配管 442 を介して導入された貯湯タンク 501 からの水と熱交換する。そのため、貯湯タンク 501 の水が温度上昇し、水タンク 412 の水の温度が低下する。これにより、水タンク 412 の水が冷却部 406c を循環して、燃料電池 406 を冷却することができる。また、貯湯タンク 501 の水は発電の際に生じる熱を利用して温度上昇させることができるため、この熱を利用して市水から温水を生成し、この温水は、家庭において図示しない風呂やキッチン等に供給することができる。

10

【0046】

電力交換装置 457 は、昇圧コンバータとインバータとを含む。昇圧コンバータは、燃料電池 406 により発電された電力をインバータに必要な電圧にまで昇圧する。インバータからの電力は系統 459 および蓄電部 532 に送られる。

【0047】

系統 459 は、たとえば単相 3 線の 100V/200V の電源として図示しない電気配線を介して家庭に供給される。また、電力交換装置 457 のインバータは、貯湯タンク 501 へも電氣的に接続されている。

【0048】

温度センサ 530 は、燃料電池システム 400 本体の外部に設けられ、燃料電池システム 400 が設けられた場所周辺の外気温度を測定する。燃料電池システム 400 が屋外に設置される場合、温度センサ 530 は屋外の温度を測定する。

20

また、たとえば、燃料電池システム 400 がボイラー室に設けられた場合、温度センサ 530 は、ボイラー室内に設けられる。また、温度センサ 530 は、貯湯タンク 501 に配設して設けられてもよい。燃料電池 406 の運転時には、燃料電池システム 400 の筐体 534 内の温度は約 60℃ 程度まで上昇するので、必ずしもヒータ 513 を設ける必要はないが、たとえば水供給源 510 からの水道管 515 や水タンク 507、水処理装置 509、配管 522 等の水供給ラインや改質装置 413 からのドレン水配管等、筐体 534 外部と接続された配管や装置、筐体 534 外部付近に設けられた配管や装置等にはヒータ 513 を配設するのが好ましい。通常、水は 0℃ で凍結し始めるが、冬季の乾燥時期には、風が吹くと 0℃ 以上の約 4℃ 程度であっても水面の気化熱が奪われ、表面から凍結が開始される。そのため、ドレン水配管等では 4℃ 程度でも結露しやすいため、ヒータ 513 を設けるのが好ましい。

30

【0049】

制御部 455 は、温度センサ 530 の温度に基づき、外気温度が所定温度以下になった場合、燃料電池システム 400 の配管等の水供給ラインの凍結を防止する凍結防止処理を行う。凍結防止処理としては、(i) 燃料電池 406 の発電開始、(ii) 水の供給開始、(iii) ヒータ 513 のスイッチオン等を行うことができる。蓄電部 532 は、凍結防止処理時に燃料電池 406 により発電された電力を蓄積する二次電池とすることができる。このようにして蓄電された電力は、商用電力やダミーヒータに利用することができる。また、蓄電された電力は、家庭内で消費される電力のうち、負荷変動が激しく、燃料電池システム 400 の出力変動がその負荷変動に追従できない場合に利用することができる。なお、蓄電部 532 の代わりに直接ダミーヒータ等に電力が供給されるような構成とすることもできる。また、とくに積雪する寒冷地においては、凍結防止処理時に発電された電力を融雪用の加熱手段の電力源として用いることができる。また、この電力は、たとえばヒータ 513 を加熱したり昇圧ポンプ等を駆動するための電力源として用いることもできる。

40

【0050】

図 2 は、制御部 455 による凍結防止処理の手順を示すフローチャートである。

まず、制御部 455 は、燃料電池システム 400 が通常運転状態であるか否かを判断する

50

(S10)。燃料電池システム400が通常運転とは、たとえば日中等、燃料電池406の発電処理が行われていることをいう。燃料電池システム400が通常運転状態である場合(S10のYes)、制御部455は凍結防止処理を終了する。燃料電池システム400が通常運転状態でない場合(S10のNo)、制御部455は、温度センサ530により測定された温度に基づき、外気温度が所定温度以下であるか否かを判断する(S12)。ここで、所定温度にとくに限定はないが、たとえば4℃とすることができる。このような温度において、水が凍結し始めるからである。また、後述するように、制御部455は、凍結防止処理開始の指令を行うが、凍結防止処理開始の指令を行ってから実際に凍結を防止するための処理が開始されるまでには一定の期間を要することがあるため、この所定温度は4℃より高い温度とすることもできる。

10

【0051】

ステップ12において、外気温度が所定温度以下の場合(S12のYes)、制御部455は、凍結防止処理開始の指令を行う(S14)。制御部455は、たとえば電力交換装置457を制御して燃料電池406の発電開始を行わせる。

また、制御部455は、昇圧ポンプ520や昇圧ポンプ463を制御して、冷却部406cへの冷却水の供給開始を行わせる。また、制御部455は、ヒータ513のスイッチをオンにして水タンク507、水処理装置509、配管522等を加熱させる。

【0052】

この際、制御部455は、外気温度に応じて、たとえば燃料電池406の発電量(出力)や、冷却水の流量、ヒータの加熱温度を制御することができる。制御部455は、外気温度が低ければ低いほど、燃料電池406の発電量がより高く、冷却水の流量がより多く、ヒータの加熱温度がより高くなるように制御するのが好ましい。なお、以上の(i)～(iii)の処理は、いずれか一つのみを行うこともできるが、適宜組み合わせで行うこともできる。この場合、たとえば、ヒータ513を加熱するための電力源や昇圧ポンプ520や昇圧ポンプ463等のポンプ等を駆動するための電力源として燃料電池406により発電された電力を用いることができる。また、凍結防止処理において、過剰な電力が発生した場合には、蓄電部532に蓄積したり、ダミーヒータ等、ダミーの抵抗を設けて電力を消費させるようにすることもできる。

20

【0053】

また、ステップ12において、外気温度が所定温度以下でなかった場合(S12のNo)、凍結防止処理を終了する。制御部455は、所定条件を満たすまで(S16のYes)凍結防止処理を行う。所定条件とは、たとえば凍結防止処理の開始から一定時間の経過や温度センサ530により測定された外気温度が所定温度以上になった場合とすることができる。所定条件を満たすと(S16のYes)、凍結防止処理を終了するが、温度センサ530は常に外気温度を測定しており、制御部455は、所定時間毎に、図2に示した凍結防止処理の判断を行う。

30

【0054】

なお、凍結防止処理は、ある程度の長時間にわたって連続的に行うこともできるが、たとえば比較的短い一定時間毎に間欠的に行うこともできる。この場合、制御部455は、温度センサ530により測定された外気温度に応じて、間欠的な凍結防止処理の間隔を変更する等の制御を行うことができる。たとえば、外気温度が0℃程度の場合は、間欠的に凍結防止処理を行うが、外気温度が-20℃程度まで下がった場合は、凍結防止処理を連続的に行うようにしてもよい。凍結防止処理として、燃料電池の発電を行う場合、燃料供給源401における燃料ガスの投入から燃料電池406から実際に電力が取り出されるまでに必要な時間がかかること、また起動時に比較的大きなエネルギーが必要等の理由から、外気温度が常に所定温度以下であるような寒冷地においては、連続的に凍結防止処理を行う方が好ましいこともある。

40

【0055】

次に、燃料電池システム400を運転させたときの通常運転状態の動作を説明する。

燃料電池システム400の運転が開始されると、燃料供給源401から燃料ガスが、電磁

50

開閉弁 418 を介して昇圧ポンプ 419 に入り、昇圧ポンプ 419 にて昇圧されて、脱硫器 402 に供給される。脱硫器 402 において、燃料ガスから硫黄成分が除去される。脱硫器 402 に、たとえば活性炭等の吸着反応を利用した触媒を使用した場合、常温で、硫黄成分を除去することができる。この脱硫器 402 を経た燃料ガスは、ガス管 422 を介して改質装置 413 の改質器 403 に供給される。改質器 403 では、水素、二酸化炭素及び一酸化炭素を含む改質ガスが生成される。

【0056】

改質器 403 を経たガスは、CO 変成器 404 に供給され、ここでは改質ガスに含まれる一酸化炭素が二酸化炭素に変成される。CO 変成器 404 を経たガスは、CO 除去器 405 に供給され、CO 変成器 404 を経たガス中の未変成の一酸化炭素が除去される。CO 除去器 405 を経た一酸化炭素が除去された後の水素が、ガス管 423、水タンク 411 および配管 424 を介して燃料電池 406 の燃料極 406a に供給される。

10

【0057】

他方、空気供給源 430 から供給された空気は水タンク 412 を介して空気極 406b に供給される。これにより、燃料極 406a に供給された水素と、空気極 406b に供給された酸素とが反応し、電力が発生する。このとき、化学反応により生じ燃料極 406a に一部残存した水及び改質装置 413 において生じたドレン水は、ドレン水配管（不図示）により外部に排出される。また、化学反応により生じた排気は排気ダクト（不図示）を通じて外部に放出される。

【0058】

20

このとき、熱回収用熱交換器 503 および熱回収用熱交換器 505 での熱交換によって、貯湯タンク 501 の水が温度上昇する。また、燃料電池 406 の化学反応において生じた水は、温度上昇した排気空気中に水蒸気として存在しているため、熱回収用熱交換器 503 にて貯湯タンク 501 から循環された水と熱交換する際に凝縮され、ドレン水としてドレン水配管（不図示）より外部に排出される。

【0059】

本実施の形態においては、外気温度が所定温度以下になった場合であっても、燃料電池システム 400 に供給される水が凍結しないような凍結防止処理が施されるため、燃料電池システム 400 の損傷を防ぐことができる。さらに、凍結防止処理時に発電された電力も種々の用途に有効に利用することができ、省エネルギー化を実現することができる。また、燃料電池システム 400 が、コージェネレーションシステムの形態をとるので、エネルギーの有効活用が図られる。したがって、高い総合熱効率が得られるので、原燃料の消費量が減少し、二酸化炭素の排出量を低減することもできる。

30

【0060】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形が可能で、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。以下、そうした例を述べる。

【0061】

以上の実施の形態においては、非通常運転時には燃料電池システム 400 を停止しておき、外気温度が所定の温度以下になった場合に凍結防止処理を行う例を説明したが、たとえばいわゆる寒冷地等、夜間には常に水が凍結するような温度の地域においては、非通常運転時にも燃料電池システム 400 を稼働させておき、外気温度が所定の温度以上になった場合に燃料電池システム 400 の運転を停止するような手順の処理を行うようにすることもできる。

40

【0062】

また、以上の実施の形態において、温度センサ 530 により外気温度を常に測定し、外気温度が所定の温度以下になった場合に凍結防止処理を行う例を説明したが、必ずしも温度センサ 530 を設ける必要はなく、季節や地域に応じて、所定の時間になったら凍結防止処理を行うようにすることもできる。

50

【0063】

また、たとえば、複数の家庭にそれぞれ設置された燃料電池システム400をネットワークを介して接続し、図2に示したような凍結防止処理を行う際の制御方法等の設定は、統括して行うようにすることもできる。

【0064】

また、以上の実施の形態において図示していないが、改質器403の排気系には、図示しない熱交換器が接続されてよく、水タンク507の水が昇圧ポンプ524を介して供給されると、熱交換器で水蒸気化し、この水蒸気が、原燃料と混合して改質器403に供給されてもよい。さらに、改質器403にバーナを設けた場合、改質器403のバーナでの燃焼排ガスをも熱交換に利用することができる。

10

【0065】

なお、以上の実施の形態において、空気極406bおよび冷却部406cには水タンク412からの水が供給される形態を説明したが、これらはそれぞれ別々に供給してもよく、その場合、冷却部406cに供給する冷却水としてはたとえば電解質等を含む不凍液を用いることもできる。

【0066】

水タンク507、水処理装置509、水タンク411、および水タンク412等の内部の水の凍結防止処理としては、これらの装置内に攪拌機を設け、水を攪拌させることによって行うこともできる。

【0067】

さらに、温度センサ530は、たとえば燃料電池406が収容された筐体内の配管等に配設して設けられてもよく、その部分の温度が所定温度以下になった場合に、凍結防止処理を行うようにしてもよい。

20

【0068】

なお、以上の実施の形態においては、燃料ガスを改質装置413により改質させた改質ガスを燃料電池406に供給するとして説明したが、燃料電池システム400は、改質装置413を有しない構成とすることもでき、直接水素ガスが供給されてもよい。

【0069】

【発明の効果】

本発明によれば、外気温度が低い場合でも、燃料電池システムに供給する水供給ラインの凍結等による燃料電池システムの破損を防止することのできる技術を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る燃料電池システムを示すブロック図である。

【図2】制御部による凍結防止処理の手順を示すフローチャートである。

【図3】家庭用電源として固体高分子電解質型燃料電池を用いた例を示す図である。

【符号の説明】

400 燃料電池システム、 401 燃料供給源、 402 脱硫器、 403 改質器、 404 CO変成器、 405 CO除去器、 406 燃料電池、 406a 燃料極、 406b 空気極、 406c 冷却部、 411 水タンク、 412 水タンク、 413 改質装置、 417 ガス管、 418 電磁開閉弁、 419 昇圧ポンプ、 422 ガス管、 423 ガス管、 424 配管、 430 空気供給源、 431 配管、 432 配管、 434 配線、 442 温水配管、 443 温水配管、 445 昇圧ポンプ、 446 昇圧ポンプ、 455 制御部、 457 電力交換装置、 459 系統、 461 配管、 463 昇圧ポンプ、 465 配管、 467 配管、 469 配管、 471 配管、 501 貯湯タンク、 503 熱回収用熱交換器、 505 熱回収用熱交換器、 507 水タンク、 509 水処理装置、 510 水供給源、 513 ヒータ、 515 水道管、 520 昇圧ポンプ、 522 配管、 524 昇圧ポンプ、 530 温度センサ、 532 蓄電部、 534 筐体、 567 配管。

50

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H O 1 M 8/10