

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4410965号
(P4410965)

(45) 発行日 平成22年2月10日(2010.2.10)

(24) 登録日 平成21年11月20日(2009.11.20)

(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 8/10

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2001-320984 (P2001-320984)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成13年10月18日(2001.10.18)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2003-123811 (P2003-123811A)		東京都大田区羽田旭町11番1号
(43) 公開日	平成15年4月25日(2003.4.25)	(74) 代理人	100097320
審査請求日	平成16年8月26日(2004.8.26)		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	100106437
			弁理士 加藤 治彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電システムによる発電方法及び燃料電池発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電解質を構成する固体高分子膜を有し、該固体高分子膜の一方の面側に燃料極及び該燃料極に水素を主成分とする燃料ガスを供給する燃料ガス通過路を有し、他方の面側に酸化剤極を有する燃料電池発電システムによる発電方法であって；

前記燃料ガスを前記燃料極に前記燃料ガス通過路を通じて低圧で供給する工程と；

前記酸化剤極に酸化剤ガスを低圧で供給する工程と；

前記供給された燃料ガスと酸化剤ガスとを電気化学的に反応させて発電を行う工程と；

前記燃料極における燃料利用率を前記燃料ガス通過路に水の凝縮による閉塞を生じさせないように制御する工程とを備え；

前記制御する工程は、前記発電が定格出力の0～20%のときに、前記発電が定格出力のときよりも前記燃料利用率が低い状態で、前記燃料極に供給する前記燃料ガスの流量を一定とするように構成された；

燃料電池発電システムによる発電方法。

【請求項2】

前記制御する工程は、前記発電が定格出力の75～100%のときに、前記燃料利用率が一定となるように制御する；

請求項1に記載の燃料電池発電システムによる発電方法。

【請求項3】

電解質を構成する固体高分子膜を有し、該固体高分子膜の一方の面側に燃料極を有し、

他方の面側に酸化剤極及び該酸化剤極に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス通過路を有する燃料電池システムによる発電方法であって；

前記燃料極に水素を主成分とする燃料ガスを低圧で供給する工程と；

前記酸化剤ガスを前記酸化剤極に前記酸化剤ガス通過路を通じて低圧で供給する工程と；

前記供給された燃料ガスと酸化剤ガスとを電気化学的に反応させて発電を行う工程と；

前記酸化剤極における酸化剤利用率を前記酸化剤ガス通過路に水の凝縮による閉塞を生じさせないように制御する工程とを備え；

前記制御する工程は、前記発電が定格出力の0～20%のときに、前記発電が定格出力のときよりも前記酸化剤利用率が低い状態で、前記酸化剤極に供給する前記酸化剤ガスの流量を一定とするように構成された；

10

燃料電池発電システムによる発電方法。

【請求項4】

前記制御する工程は、前記発電が定格出力の75～100%のときに、前記酸化剤利用率が一定となるように制御する；

請求項3に記載の燃料電池発電システムによる発電方法。

【請求項5】

電解質を構成する固体高分子膜と；

前記固体高分子膜の一方の面側に設けられた燃料極と；

前記燃料極に隣接して設けられた、水素を主成分とする燃料ガスを前記燃料極に低圧で供給する燃料ガス通過路と；

20

前記固体高分子膜の他方の面側に設けられた、酸化剤ガスを低圧で供給される酸化剤極と；

前記燃料極における燃料利用率を前記燃料ガス通過路に水による閉塞を生じさせないように制御する制御器とを備え；

前記供給された燃料ガスと酸化剤ガスとを電気化学的に反応させて発電を行うように構成され；

前記制御器が、前記発電が定格出力の0～20%のときに、前記発電が定格出力のときよりも前記燃料利用率が低い状態で、前記燃料極に供給する前記燃料ガスの流量を一定とするように構成された；

30

燃料電池発電システム。

【請求項6】

前記制御器は、前記発電が定格出力の75～100%のときに、前記燃料利用率が一定となるように制御する；

請求項5に記載の燃料電池発電システム。

【請求項7】

電解質を構成する固体高分子膜と；

前記固体高分子膜の一方の面側に設けられた、水素を主成分とする燃料ガスを低圧で供給される燃料極と；

前記固体高分子膜の他方の面側に設けられた酸化剤極と；

40

前記酸化剤極に隣接して設けられた、酸化剤ガスを前記酸化剤極に低圧で供給する酸化剤ガス通過路と；

前記酸化剤極における酸化剤利用率を前記酸化剤ガス通過路に水による閉塞を生じさせないように制御する制御器とを備え；

前記供給された燃料ガスと酸化剤ガスとを電気化学的に反応させて発電を行うように構成され；

前記制御器が、前記発電が定格出力の0～20%のときに、前記発電が定格出力のときよりも前記酸化剤利用率が低い状態で、前記酸化剤極に供給する前記酸化剤ガスの流量を一定とするように構成された；

燃料電池発電システム。

50

【請求項 8】

前記制御器は、前記発電が定格出力の75～100%のときに、前記酸化剤利用率が一定となるように制御する；

請求項7に記載の燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池発電システムによる発電方法及び燃料電池発電システムに関し、特に性能低下や局所的な材料劣化の生じにくい、また構成機器に広いターンダウン比を要しない燃料電池発電システムによる発電方法及び燃料電池発電システムに関するものである。 10

【0002】

【従来の技術】

家庭用など数kWクラス以下の小型の燃料電池発電システムにおいては、安全上の観点から、また補機動力の削減による効率向上を狙って、常圧乃至は低圧でガス供給を行う常圧作動型燃料電池発電システムが主流となっている。こうしたシステムにはコストダウンの可能性に鑑みて、また動作範囲が低温(60～80℃)であることなどから、固体高分子型燃料電池が用いられることが多い。

【0003】

固体高分子型燃料電池発電システムにおいては、水素等の燃料ガスと空気等の酸化剤ガスをそれぞれ燃料電池の燃料極、酸化剤極に供給し、両極間のガスを電気化学的に反応させて直流電力を発生させる。供給されるガスのうち実際に反応で消費されるガスの割合を利用率といい、この利用率が低い場合無駄になるガスが増えてシステムの発電効率は低くなり、また利用率が高すぎる場合には電池構成材料の劣化を引き起こす可能性があるため、燃料、酸化剤のそれぞれについてそれぞれ適正な値に制御される。 20

【0004】

従来の燃料電池発電システムにおいては、利用率は図9に示すように一定に制御されていた。すなわち、燃料および酸化剤供給量は、

$$\text{供給燃料ガス流量} = \text{燃料ガス消費量} \div \text{設定燃料利用率(一定値)}$$

$$\text{供給酸化剤ガス流量} = \text{酸化剤ガス消費量} \div \text{設定酸化剤利用率(一定値)}$$
 という関係になるよう制御されてきた。この場合供給燃料ガス流量あるいは供給酸化剤ガス流量と直流負荷電流との関係は図10に示すようになる。 30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしこのような従来の燃料電池発電システムでは、特にガス供給が低圧で行われる場合、燃料電池の設計定格運転点に比べて低い出力の運転を行うとき、性能低下が起こったり、局所的な材料劣化を引き起こすことがあった。

【0006】

また、低出力運転のためには構成機器に広いターンダウン比が要求され、コスト増が余儀なくされていた。こうしたことから低圧動作固体高分子型燃料電池発電システムにおいては低負荷へのターンダウン比は限定され、狭い運転範囲となっていた。 40

【0007】

そこで本発明は、性能低下や局所的な材料劣化の生じにくい、また構成機器に広いターンダウン比を要しない燃料電池発電システムによる発電方法及び燃料電池発電システムを提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に係る発明による燃料電池発電システムによる発電方法は、図3に示すように、電解質を構成する固体高分子膜11aを有し、固体高分子膜11aの一方の面側に燃料極21及び燃料極21に水素を主成分とする燃料ガス14aを供給する燃料ガス通過路14を有し、他方の面側に酸化剤極22を有する燃料電池発電 50

システムによる発電方法であって；燃料ガス14aを燃料極21に燃料ガス通過路14を通じて低圧で供給する工程と；酸化剤極22に酸化剤ガス15aを低圧で供給する工程と；前記供給された燃料ガス14aと酸化剤ガス15aとを電気化学的に反応させて発電を行う工程と；燃料極21における燃料利用率を燃料ガス通過路14に水の凝縮による閉塞を生じさせないように制御する工程とを備え；前記制御する工程は、前記発電が定格出力の0～20%のときに、前記発電が定格出力のときよりも前記燃料利用率が低い状態で、燃料極21に供給する燃料ガス14aの流量を一定とするように構成されている。なお、請求項2に記載のように、請求項1に記載の燃料電池発電システムによる発電方法では、前記制御する工程は、前記発電が定格出力の75～100%のときに、前記燃料利用率が一定となるように制御するとよい。

10

【0009】

ここで、酸化剤ガスは典型的には空気であり、燃料ガス通過路に水の凝縮による閉塞を生じさせないような制御とは、典型的には低出力運転時に燃料利用率を定格運転時のそれよりも低く制御することである。

【0010】

このように構成すると、燃料極に水素を主成分とする燃料ガスを燃料ガス通過路を通じて低圧で供給し、又酸化剤極に酸化剤ガスを低圧で供給するので、例えば家庭でも使用し易く、供給された燃料ガスと酸化剤ガスとを電気化学的に反応させて発電を行うので電気を発生することができ、燃料極における燃料利用率を燃料ガス通過路に水の凝縮による閉塞を生じさせないように制御するので、燃料電池発電システムの性能低下や局所的な材料の劣化を防止することができる。ここで低圧とは、燃料ガスについても酸化剤ガスについても、典型的には、0.1MPa以下の圧力である。

20

【0011】

上記目的を達成するために、請求項3に係る発明による燃料電池発電システムによる発電方法は、図3に示すように、電解質を構成する固体高分子膜11aを有し、固体高分子膜11aの一方の面側に燃料極21を有し、他方の面側に酸化剤極22及び酸化剤極22に酸化剤ガス15aを供給する酸化剤ガス通過路15を有する燃料電池システムによる発電方法であって；燃料極21に水素を主成分とする燃料ガス14aを低圧で供給する工程と；酸化剤ガス15aを酸化剤極22に酸化剤ガス通過路15を通じて低圧で供給する工程と；前記供給された燃料ガス14aと酸化剤ガス15aとを電気化学的に反応させて発電を行う工程と；酸化剤極22における酸化剤利用率を酸化剤ガス通過路15に水の凝縮による閉塞を生じさせないように制御する工程とを備え；前記制御する工程は、前記発電が定格出力の0～20%のときに、前記発電が定格出力のときよりも前記酸化剤利用率が低い状態で、酸化剤極22に供給する酸化剤ガス15aの流量を一定とするように構成されている。なお、請求項4に記載のように、請求項3に記載の燃料電池発電システムによる発電方法では、前記制御する工程は、前記発電が定格出力の75～100%のときに、前記酸化剤利用率が一定となるように制御するとよい。

30

【0012】

酸化剤ガス通過路に水の凝縮による閉塞を生じさせないような制御とは、典型的には低負荷時の酸化剤利用率を定格運転時のそれよりも低く制御することである。

40

【0013】

さらに、水素を主成分とする燃料ガスを燃料極に供給する燃料ガス通過路が形成されており、また酸化剤ガスを酸化剤極に供給する酸化剤ガス通過路が形成されており、前記燃料ガス通過路における燃料利用率を前記燃料ガス通過路を閉塞させないように制御し、且つ前記酸化剤ガス通過路における酸化剤利用率を前記酸化剤ガス通過路を閉塞させないように制御するのが好ましい。

【0014】

上記目的を達成するために、請求項5に係る発明による燃料電池発電システムは、例えば図3及び図1に示すように、電解質を構成する固体高分子膜11aと；固体高分子膜11aの一方の面側に設けられた燃料極21と；燃料極21に隣接して設けられた、水素を

50

主成分とする燃料ガス14aを燃料極21に低圧で供給する燃料ガス通過路14と；固体高分子膜11aの他方の面側に設けられた、酸化剤ガス15aを低圧で供給される酸化剤極22と；燃料極21における燃料利用率を燃料ガス通過路15に水による閉塞を生じさせないように制御する制御器53とを備え；前記供給された燃料ガス14aと酸化剤ガス15aとを電気化学的に反応させて発電を行うように構成され；制御器53が、前記発電が定格出力の0～20%のときに、前記発電が定格出力のときよりも前記燃料利用率が低い状態で、燃料極21に供給する燃料ガス14aの流量を一定とするように構成される。また、請求項6に記載のように、請求項5に記載の燃料電池発電システムでは、制御器53は、前記発電が定格出力の75～100%のときに、前記燃料利用率が一定となるように制御するとよい。

10

【0015】

上記目的を達成するために、請求項7に係る発明による燃料電池発電システムは、例えば図3及び図1に示すように、電解質を構成する固体高分子膜11aと；固体高分子膜11aの一方の面側に設けられた、水素を主成分とする燃料ガス14aを低圧で供給される燃料極21と；固体高分子膜11aの他方の面側に設けられた酸化剤極22と；酸化剤極22に隣接して設けられた、酸化剤ガス15aを酸化剤極22に低圧で供給する酸化剤ガス通過路15と；酸化剤極22における酸化剤利用率を酸化剤ガス通過路15に水による閉塞を生じさせないように制御する制御器54とを備え；供給された燃料ガス14aと酸化剤ガス15aとを電気化学的に反応させて発電を行うように構成され；制御器54が、前記発電が定格出力の0～20%のときに、前記発電が定格出力のときよりも前記酸化剤利用率が低い状態で、酸化剤極22に供給する酸化剤ガス15aの流量を一定とするように構成されている。また、請求項8に記載のように、請求項7に記載の燃料電池発電システムでは、制御器54は、前記発電が定格出力の75～100%のときに、前記酸化剤利用率が一定となるように制御するとよい。

20

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、各図において互いに同一あるいは相当する部材には同一符号または類似記号を付し、重複した説明は省略する。

【0017】

図1、図2のフローチャートで、本発明による第1の実施の形態である燃料電池発電システムを説明する前に、図3の斜視図と断面図を参照して、本発明の実施の形態で使用する燃料電池スタックの基本的構造を説明する。

30

【0018】

図3は、燃料電池スタック10の構造を示す斜視図である。図中、複数の固体高分子膜11a-1、11a-2、11a-3とその一方の面側に設けられた燃料極（アノード）21と他方の面側に設けられた酸化剤極（カソード）22とを有する複数の膜電極接合体11-1、11-2、11-3（本図（a）には1枚だけ（b）には3枚を図示）が備えられている。膜電極接合体11-1、11-2、11-3は、セパレータ12-2、12-3（本図（a）（b）には2枚だけ図示）で隔てられている。（以下特に固体分子膜に個別に言及する必要がないときは符号は単に11aと、同様に膜電極接合体は11と、セパレータは12とする。）セパレータ12の一方の面、燃料極側の面には燃料ガス通過路14が、他方の面、酸化剤極側には酸化剤ガス通過路15が細い溝としてそれぞれ形成されている。各ガス通過路の溝は、それぞれが形成された面を満遍なくカバーするように形成されている。本固体分子型燃料電池は、このように膜電極接合体11とセパレータ12が交互に配列され多層構造をなしている。

40

【0019】

表面に溝の形成されたセパレータ12が、固体高分子膜11に密着して重ねられると、前記溝と固体高分子膜11の表面とで燃料ガスを通すことのできる通路、即ち燃料ガス通過路14が形成される。酸化剤ガス通過路15についても同様である。

50

【 0 0 2 0 】

ここで、燃料極 2 1、酸化剤極 2 2 は、それぞれ例えばカーボンペーパーのような多孔質導電性材料に白金等の触媒を保持させて作られるガス拡散電極であり、これをホットプレス等の方法により固体高分子膜 1 1 a に接合して膜電極接合体 1 1 を形成する。

【 0 0 2 1 】

またセパレータ 1 2 はカーボンなどの導電性材料を用いて作られており、切削、プレス等によりその両面に燃料ガス通路 1 4 及び酸化剤ガス通路 1 5 が設けられる。

【 0 0 2 2 】

膜電極接合体 1 1 内の固体高分子膜 1 1 a は水分を含んで電解質を形成しており、イオン化した水素を選択的に透過する。燃料電池に燃料ガス及び酸化剤ガスを供給した場合、膜 1 1 a の表面に設けられた燃料極 2 1 と他方の表面上に設けられた酸化剤極 2 2 との間に起電力が生じ、さらに両極が外部負荷に接続された場合、前記燃料極上において燃料ガス中の水素は電子を放出してイオン化し、この水素イオンは前記固体分子膜 1 1 a を透過し、前記酸化剤極 2 2 上において電極 2 2 から供給される電子及び酸化剤ガス中の酸素 O_2 と反応して水を生成し、同時に外部負荷には電流が流れる。

10

【 0 0 2 3 】

斜視図では、セパレータ 1 2 の片面しか見えないので、燃料ガス通過路 1 4 だけが図示されているが、セパレータ 1 2 の反対側の面には、酸化剤ガス通路 1 5 がほぼ同様に形成されている。

【 0 0 2 4 】

以上説明したような構造を有する装置では、電子は燃料極で放出され酸化剤極でとり込まれるので、燃料極 2 1 を負極、酸化剤極 2 2 を正極とする電池を構成することになる。また複数の膜電極接合体 1 1 (固体高分子膜 1 1 a) とセパレータ 1 2 とを交互に重ねて多層構造とすることにより、全体として所望の電圧の燃料電池を構成することができる。

20

【 0 0 2 5 】

固体高分子型燃料電池においては、酸化剤極 2 2 では前記のような電気化学的反応の結果水が生じ、この水は固体高分子膜 1 1 a を透過して燃料極 2 1 側にも拡散する。また固体高分子膜 1 1 a の水素イオン透過性を保持するため、供給する各ガスは適度な水分を保つように加湿されるのが一般的である。電池内の水分は、一般的に電池運転温度において飽和となる程度に制御されており、過剰な水は各ガス流通路へと運ばれて電池反応に使われなかったガスによって外部に取り除かれる。

30

【 0 0 2 6 】

しかしながら、低圧における運転では、特にガスの流速が遅くなる低負荷運転時において、水分の除去がうまく行かずにガス通過路を閉塞することがある。通過路が閉塞された単電池(セル)には、十分な燃料ガス又は酸化剤ガスが供給されなくなるため、前記単電池の電圧は低下して出力が小さくなる。またそうした状況が放置されれば、電極などの電池構成材料が腐食される虞がある。本発明の実施の形態によれば、そのような性能低下や局所的な材料の劣化を防止することができる。

【 0 0 2 7 】

図 1 のフローシートに戻って、第 1 の実施の形態である燃料電池発電システムを説明する。図中、燃料電池スタック 1 0 の燃料極 2 1 に通じる燃料ガス入口孔 1 3 - 1 (図 3 参照)には、燃料ガス供給管 3 1 が接続されている。燃料ガス供給管 3 1 の途中には燃料ガスブロワが挿入配置されている。燃料ガス出口孔 1 3 - 3 (図 3 参照)には、燃料ガス排出管 3 2 が接続されている。

40

【 0 0 2 8 】

全く同様に、酸化剤極 2 2 に通じる酸化剤ガス入口孔 1 3 - 2 (図 3 参照)には、酸化剤ガス(空気)供給管 3 3 が接続されている。空気供給管 3 3 の途中には空気ブロワが挿入配置されている。空気出口孔 1 3 - 4 (図 3 参照)には、空気排出管 3 4 が接続されている。

【 0 0 2 9 】

50

燃料極 2 1 と酸化剤極 2 2 とは、直流電流回路 4 1 で接続され、直流電流回路 4 1 の途中には、直交流変換器 4 3 が挿入配置されている。直交流変換器 4 3 には、交流電流回路 4 2 が接続されている。また直流電流回路 4 1 には電流検出器 5 1 が設けられている。但し、電流検出器は、交流電流回路 4 2 に設けてもよい。

【 0 0 3 0 】

一方、燃料ガスブロワ 3 5 の回転数を調節することにより、燃料ガス 1 4 a の流量を制御する流量コントローラ 5 3 と、空気ブロワ 3 6 の回転数を調節することにより、空気 1 5 a の流量を制御する流量コントローラ 5 4 が備えられている。電流検出器 5 1 からの信号回路は、流量コントローラ 5 3 及び 5 4 に接続されている。

流量コントローラ 5 3、5 4 は、演算制御を行うものであり、電流値に応じて、適切な燃料流量、適切な空気流量を演算し、そのような流量になるようにブロワ 3 5、3 6 を回転数制御する。

【 0 0 3 1 】

図 2 のフローチャートを参照して、本発明の第 2 の実施の形態の燃料電池発電システムを説明する。この実施の形態では、第 1 の実施の形態に対して、加圧燃料ガス及び加圧空気が供給される場合である。

加圧燃料ガス供給管 3 1 の燃料電池スタック 1 0 上流側にコントロールバルブ 3 7 を設置し、燃料電池スタック 1 0 とコントロールバルブ 3 7 との間の燃料ガス供給管 3 1 に、燃料ガス流量検知器 6 1 を設置してある。同様に、加圧空気供給管 3 3 に、コントロールバルブ 3 8 と空気流量検知器 6 2 とを設けてある。

【 0 0 3 2 】

ここで加圧燃料ガスと加圧空気が供給される場合としたが、供給されるのが燃料電池スタック 1 0 で利用するには圧力の不足する低圧の燃料ガスであって、燃料ガスコントロールバルブ 3 7 の上流側の燃料ガス供給管 3 1 に不図示の燃料ガスブロワ 3 5 を設置するものとしてもよい。同様に低圧の空気が供給される場合は、コントロールバルブ 3 8 の上流側の空気供給管 3 3 に不図示の空気ブロワ 3 6 を設置すればよい。

【 0 0 3 3 】

本実施の形態では、電流検出器 5 1 で検出した電流値に応じて、演算制御器 6 3 で必要な燃料流量を演算し、流量検知器 6 1 で検知した流量が、前記演算された流量になるように、コントロールバルブ 3 7 を開閉して制御する。すなわち、流量コントロールの設定値が電流検出器 5 1 と演算制御器 6 3 の演算結果により定まり、その設定値に演算制御器 6 3 が制御する。いわゆるカスケード制御である。このようにして、第 1 の実施の形態と違って、さらに正確に所望の燃料流量に制御することができる。空気についても全く同様である。

【 0 0 3 4 】

なお第 1 の実施の形態でも、流量検知器 6 1、6 2 を設け、ブロワの回転数を調節するようにすることもでき、そのようにすれば第 2 の実施の形態と同様に正確な燃料流量、又は空気流量に制御することができる。

【 0 0 3 5 】

次に、図 4、図 5、図 6、図 7 の線図を参照して、図 1、図 2 に示す構成の実施の形態の燃料電池発電システムの作用を説明する。発生直流電流を電流検出器 5 1 により検出し、コントローラ（演算制御器）5 3 により、検出電流値から演算される流量の燃料を供給するようにブロワ 3 5 の回転数を制御する。同様に、検出電流値から演算される流量の空気を供給するようにブロワ 3 6 の回転数を制御する。

【 0 0 3 6 】

このとき、図 4 の負荷対水素利用率の線図、図 6 の負荷対空気利用率の線図に示されるように、各ガスの供給量は、水素即ち燃料ガス利用率と空気即ち酸化剤ガス利用率の一方または両方が、低出力時は低く定格運転点近傍では高くなるように設定される。

【 0 0 3 7 】

水素利用率は、負荷 1 0 0 % から 4 0 ~ 7 5 % までは一定とする。その際の水素利用率は

10

20

30

40

50

60～90%、好ましくは70～80%とする。また負荷が10～50%から0%の領域では燃料流量を一定とする。その際の燃料流量は定格時の20～60%、好ましくは30～40%とする。この際の利用率は0～60%、好ましくは0～40%とする。

【0038】

酸化剤ガスとしての空気利用率については、負荷100%から40～75%までは一定とする。その際の利用率は30～60%、好ましくは40～55%、さらに好ましくは45～50%とする。また負荷が10～50%から0%の領域では、空気流量を一定とする。その際の流量は定格時の20～60%、好ましくは25～50%、さらに好ましくは30～40%とする。この際の利用率は0～40%、好ましくは0～25%とする。

【0039】

また図5の負荷対水素流量の線図、図7の負荷対空気流量の線図に示されるように、燃料ガス流量と酸化剤ガス流量の一方または両方について最低値を設け、低負荷運転時に出力が低下しても燃料流量と酸化剤流量の一方または両方が減少せずに一定となるように演算制御器の設定を行うようにしてもよい。

【0040】

また図4、図6に示すように、燃料利用率と酸化剤利用率について、高出力時の一定水素利用率または一定酸化剤利用率と、低出力時の遞減利用率との間に、遞減率が低出力時よりも小さい領域を設けてもよい。

【0041】

これは、図5、図7の負荷対流量の線図では、高出力時の水素流量遞減率一定の領域と低出力時の水素流量一定の領域との間に、水素流量遞減率のゆるやかな領域があることに相当する。空気流量についても同様である。

【0042】

以上の制御においては、図4の負荷対水素利用率のカーブを予め設定して、演算制御器内のメモリーに保存しておき、検出された電流値に応じて水素利用率を演算するようにしてもよいし、図5の負荷対水素流量のカーブを予め設定して、同様に検出された電流値に応じて水素流量を演算するようにしてもよい。空気についても、同様に図6、図7のカーブを予め設定して演算するようにする。

【0043】

以上説明したように、本発明の実施の形態においては、あらかじめ目標値として設定する燃料ガス利用率と酸化剤ガス利用率の一方または両方が、低出力時は低く、定格運転点近傍では高くなるよう設定されることを特徴とする。場合によっては燃料流量と酸化剤流量の一方または両方について最低値を設け、出力が低下しても燃料と酸化剤の一方または両方が減少せずに一定となるように各目標利用率を設定する。

【0044】

このように制御すれば、低負荷になっても極端に燃料の流量が減少することがなく、図3を参照して説明した、燃料ガス通過路14あるいは酸化剤ガス通過路15に、水分が凝縮してこれらのガス通過路を閉塞することが回避できる。したがって、ガス通過路の閉塞によって引き起こされる電池の損傷を防止することができる。

【0045】

またプロワで制御すべきガス流量の範囲が広くなりすぎないので、このような機器の設計及び運転が容易となる。

【0046】

このように、本発明の実施の形態では燃料電池への供給ガスの利用率を適切に制御することにより低出力運転時における安定性を保証し、より広い範囲での運転を可能とする燃料電池発電システムを提供することができる。これは低負荷時において燃料利用率と酸化剤利用率のいずれかまたは両方を定格運転時と比較して低い値に制御することによって実現される。また上記手段の実施に際し、低負荷時において燃料と酸化剤のいずれかまたは両方の供給流量に最低値を設け、出力が下がっても供給流量一定にすることで、供給プロワや流量制御機器のターンダウン比を限定することができるため、これらの機器のコスト低

10

20

30

40

50

減が実現される。

【 0 0 4 7 】

以下具体的な実施例を説明する。本実施例は、セル積層数60枚、定格運転点を30A、1.25k WDCに設定した固体高分子型燃料電池発電システムである。燃料電池発電における燃料（ここでは水素）および酸化剤ガス（ここでは空気）の消費量は、化学量論比を考えることにより測定直流電流値より次のように求められる。

$$\text{消費水素量 (NL/min)} = \text{電流値 (A)} \times 22.4 \text{ NL/mol} \times 60 \text{ (sec/min)} \times \text{セル数} / (2 \times 96500 \text{ (C/mol)})$$

$$\text{消費空気量 (NL/min)} = \text{電流値 (A)} \times 22.4 \text{ NL/mol} \times 60 \text{ (sec/min)} \times \text{セル数} / (4 \times 96500 \text{ (C/mol)} \times 0.21)$$

10

【 0 0 4 8 】

ここで理想気体の標準状態での体積を22.4 L/molとし、標準状態換算体積をNLで表している。またファラデー定数を96500(C/mol)、空気中の酸素濃度を21%とした。したがってセル数60枚の場合、水素および空気の消費量は

$$\text{消費水素量} = \text{電流値 (A)} \times 0.418 \text{ (NL/min A)}$$

$$\text{消費空気量} = \text{電流値 (A)} \times 1.00 \text{ (NL/min A)}$$

と算出できる。

【 0 0 4 9 】

本実施例においては、低負荷領域で燃料および空気の利用率を低くすることを特徴としており、例えば負荷毎に水素および空気の利用率とガス流量を以下のように設定する。

20

a) 0-20% (0 ~ 6A)

$$\text{投入水素量} = 6.3 \text{ L/min(Normal)} \text{ 一定} \dots \text{利用率 } 0 \sim 40\%$$

$$\text{投入空気量} = 24 \text{ L/min(Normal)} \text{ 一定} \dots \text{利用率 } 0 \sim 25\%$$

b) 20-60% (6 ~ 18A)

$$\text{投入水素量} = \text{電流値 (A)} \times 0.2625 + 4.725 \text{ (L/min(Normal))} \dots \text{利用率 } 40 \sim 80\%$$

$$\text{投入空気量} = \text{電流値 (A)} \times 1.00 + 18.0 \text{ (L/min(Normal))} \dots \text{利用率 } 25 \sim 50\%$$

c) 60-100% (18 ~ 30A)

$$\text{投入水素量} = \text{電流値 (A)} \times 0.525 \text{ (L/min(Normal))} \dots \text{利用率 } 80\%$$

$$\text{投入空気量} = \text{電流値 (A)} \times 2.00 \text{ (L/min(Normal))} \dots \text{利用率 } 50\%$$

30

【 0 0 5 0 】

各負荷に対応する水素および空気の利用率設定値は、それぞれ図4、図6に、水素および空気流量設定値をそれぞれ図5、図7に表す通りである。

実施にあたって二つの事例を考える。まずシステムが図1の構成の場合、あらかじめプロワ回転数と供給ガス流量との関係のテーブルを用意するなどして、前述のとおり各負荷電流値に対して定めた水素流量および空気流量を供給するように各プロワを制御する。

【 0 0 5 1 】

図8の線図を参照して、電流密度対電池セル電圧の関係を説明する。図中破線で示すカーブは従来技術の場合の電池セル電圧の変化を、また実線は本発明の実施の形態の電池セル電圧の変化を表わす。本図に示されるように、本発明の実施の形態では、低負荷時において燃料利用率、又は空気利用率が従来技術と比べて低いので、電池セル電圧が低負荷時において従来技術よりも高くなっている。

40

【 0 0 5 2 】

またシステムが図2の構成の場合、負荷電流値と水素供給量あるいは空気供給量から算出する水素利用率あるいは空気利用率が前述のとおり各負荷電流値に対して定めた水素利用率および空気利用率設定値と等しくなるように各ガス流量を調節するか、あるいは出力電流を直交変換器への負荷指令によって調節する。このようにして本発明の特徴である低出力時に定格時よりも低い燃料あるいは空気利用率となるようなシステムが実現される。

【 0 0 5 3 】

50

以上説明したように、低圧（典型的には0.1MPa以下の圧力）で燃料ガスと酸化剤ガスを供給するいわゆる非加圧型の固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、低負荷運転時の燃料利用率と酸化剤利用率の一方あるいは両方を低くすることにより、ガス拡散を均一化し、また水分凝縮による流路閉塞を防止して電池損傷を防ぎ、安定した低負荷運転を実現し、広い運転範囲をもった燃料電池発電システムによる発電方法と燃料電池発電システムの提供が可能となった。同時に構成機器に要求されるターンダウン比を小さくすることにより、発電システム補機の選択の自由度が増し、コストダウンが可能となった。

【0054】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、燃料極に水素を主成分とする燃料ガスを燃料ガス通過路を通じて低圧で供給し、又酸化剤極に酸化剤ガスを低圧で供給するので、例えば家庭でも使用し易く、供給された燃料ガスと酸化剤ガスを電気化学的に反応させて発電を行うので電気を発生することができ、燃料極における燃料利用率を燃料ガス通過路に水の凝縮による閉塞を生じさせないように制御するので、燃料電池発電システムの性能低下や局所的な材料の劣化を防止することができる燃料電池発電システムによる発電方法を提供することが可能となる。

10

【0055】

また、燃料ガスを燃料ガス通過路に低圧で供給し、又酸化剤極に酸化剤ガスを低圧で供給するので、例えば家庭でも使用し易く、供給された燃料ガスと酸化剤ガスを電気化学的に反応させて発電を行うので電気を発生することができ、燃料極における燃料利用率を燃料ガス通過路に水の凝縮による閉塞を生じさせないように制御する制御器を備えるので、性能低下や材料の劣化を防止することができる燃料電池発電システムを提供することが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態である燃料電池発電システムのフローチャートである。

【図2】第2の実施の形態である燃料電池発電システムのフローチャートである。

【図3】本発明の実施の形態で用いる燃料電池スタックの基本構造を示す斜視図と断面図である。

【図4】本発明の実施の形態の燃料電池発電システムによる発電方法における負荷対水素利用率の関係を示す線図である。

30

【図5】本発明の実施の形態の燃料電池発電システムによる発電方法における負荷対水素流量の関係を示す線図である。

【図6】本発明の実施の形態の燃料電池発電システムによる発電方法における負荷対空気利用率の関係を示す線図である。

【図7】本発明の実施の形態の燃料電池発電システムによる発電方法における負荷対空気流量の関係を示す線図である。

【図8】従来技術と本発明の実施の形態における電流密度対電池セル電圧の関係を説明する線図である。

【図9】従来の燃料電池発電システムによる発電方法における負荷対ガス利用率の関係を示す線図である。

40

【図10】従来の燃料電池発電システムによる発電方法における負荷対ガス流量の関係を示す線図である。

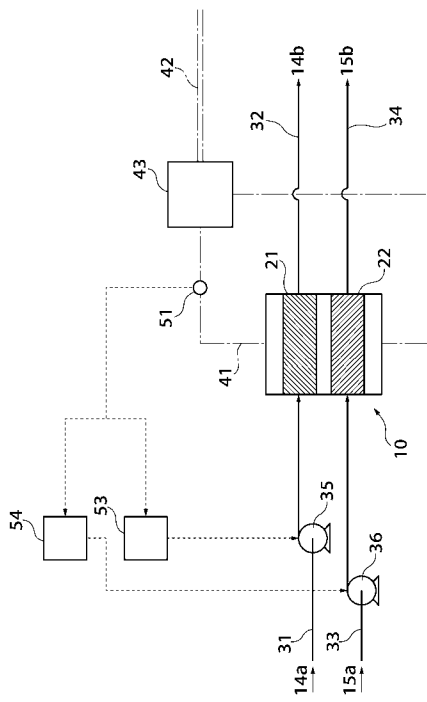
【符号の説明】

- 10 燃料電池本体
- 11 固体高分子膜
- 12 セパレータ
- 13 - 1 燃料ガス入口孔
- 13 - 2 空気入口孔
- 14 燃料ガス通過路
- 14 a 燃料ガス

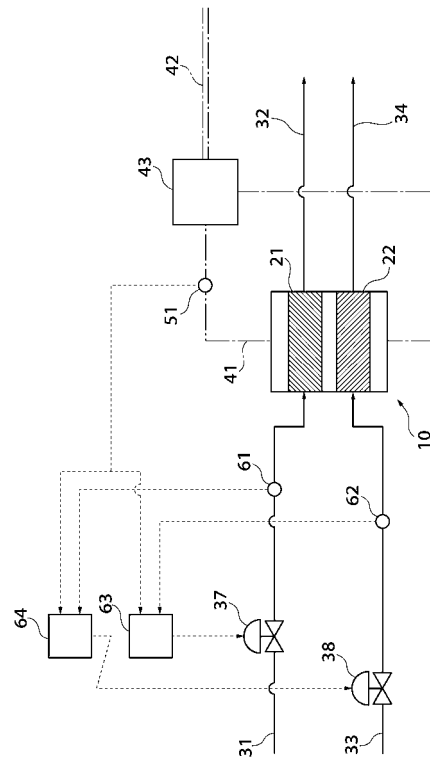
50

- 1 5 空気通過路
- 1 5 a 空気
- 2 1 燃料極
- 2 2 酸化剤極
- 3 1 燃料ガス供給管
- 3 3 空気供給管
- 3 5 燃料ガスブロワ
- 3 6 空気ブロワ
- 3 7、3 8 コントロールバルブ
- 4 1 直流電流回路
- 4 3 直交変換器
- 5 1 電流検出器
- 5 3、5 4、6 3、6 4 コントローラ
- 6 1、6 2 流量検知器

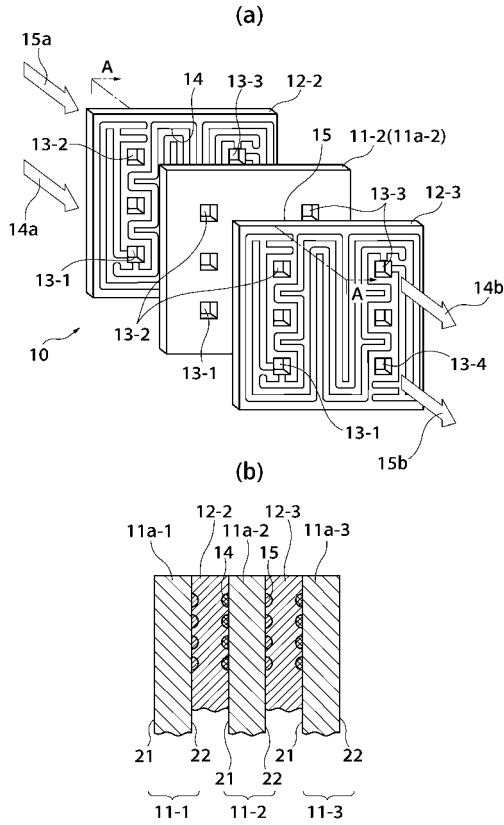
【図 1】



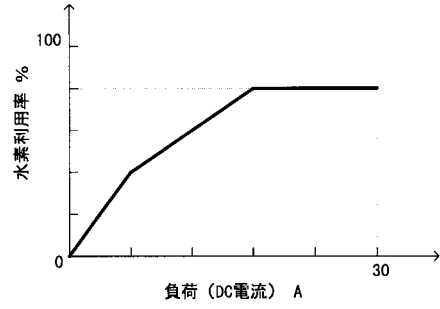
【図 2】



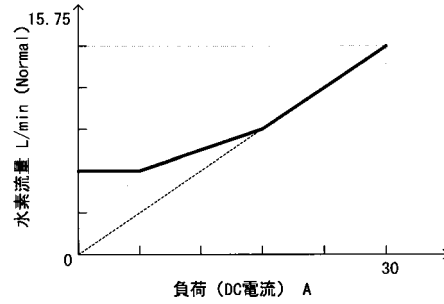
【図3】



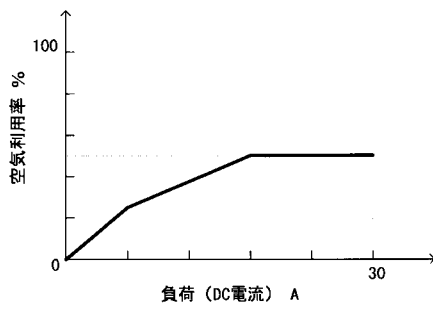
【図4】



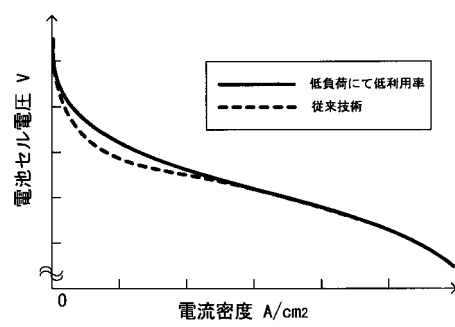
【図5】



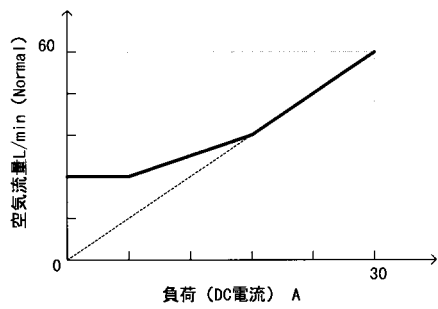
【図6】



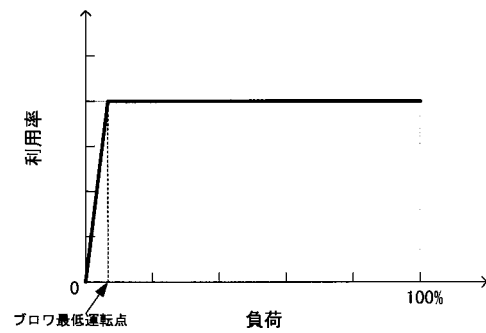
【図8】



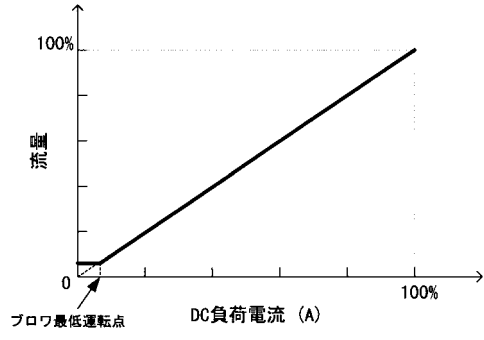
【図7】



【図9】



【図10】



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 村山 邦彦

東京都港区港南 1 - 6 - 3 4 荏原バラード株式会社内

審査官 小川 進

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 1 4 3 7 3 2 (J P , A)

特開平 0 6 - 0 2 0 7 1 3 (J P , A)

特開平 0 4 - 0 6 5 0 6 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01M 8/04

H01M 8/10