

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3923627号

(P3923627)

(45) 発行日 平成19年6月6日(2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月2日(2007.3.2)

(51) Int. Cl.	F I		
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M	8/04	N
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M	8/04	K
	HO 1 M	8/10	

請求項の数 1 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平9-322967	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成9年11月25日(1997.11.25)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開平11-162490		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成11年6月18日(1999.6.18)	(74) 代理人	100081961
審査請求日	平成14年8月19日(2002.8.19)		弁理士 木内 光春
		(72) 発明者	齊藤 和夫
			神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株
			式会社東芝 浜川崎工場内
		(72) 発明者	小上 泰司
			神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株
			式会社東芝 浜川崎工場内
		(72) 発明者	上野 三司
			神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株
			式会社東芝 浜川崎工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体高分子電解質型燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固体高分子から成る電解質膜が燃料極と酸化剤極との間に配置された単電池を少なくとも一つ有する電池スタックと、前記燃料極に燃料ガスを供給する燃料供給管と、前記酸化剤極に酸化剤ガスを供給する酸化剤供給管とを備えた固体高分子電解質型燃料電池システムにおいて、

前記燃料供給管及び前記酸化剤供給管の少なくとも一方に、水蒸気若しくは微粒化された水を供給する加湿手段が設けられ、

前記加湿手段は、前記燃料供給管内及び前記酸化剤供給管内の少なくとも一方に設けられた回転円盤と、前記回転円盤に向かって水を供給するノズルと、前記ノズルの上流側に水を供給するポンプとによって構成されていることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体高分子膜を電解質として用いた固体高分子電解質型燃料電池システムに係り、固体高分子膜の加湿状態の保持機能と、スペース効率に改良を施した固体高分子電解質型燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

10

20

燃料電池は水素などの燃料と空気などの酸化剤を電気化学的に反応させることにより、燃料のもつ化学的エネルギーを直接電気エネルギーに変換する装置である。その中でも、電解質に高分子イオン交換膜を用いた固体高分子電解質型燃料電池は、出力密度が高いこと、構造が単純であること、動作温度が比較的低いことなどの特徴があり、より一層の技術開発への期待が高まっている。

#### 【0003】

このような固体高分子電解質型燃料電池における単電池の基本構成を、図14に従って以下に説明する。すなわち、イオン導電性を有する固体高分子膜102を挟んで、アノード電極103、カソード電極104が配置され、単電池101が構成されている。アノード電極103は、アノード触媒層103aとアノード多孔質カーボン平板103bとによって形成されている。カソード電極104は、カソード触媒層104aとカソード多孔質カーボン平板104bとによって形成されている。

10

#### 【0004】

この単電池101の上下には、導電性を有するガス不透過性のセパレータ105が配置されている。このセパレータ105には、アノード電極103及びカソード電極104に反応ガスを供給するための溝103c, 104cが設けられている。

#### 【0005】

以上のような固体高分子電解質型燃料電池においては、アノード電極103に燃料ガスを、カソード電極104に酸化剤ガスをそれぞれ供給すると、単電池101の一对の電極間で電気化学反応により、以下のように起電力が生じる。すなわち、通常、燃料ガスとしては水素が使用され、酸化剤ガスとしては空気が使用されるが、まず、アノード電極103に水素、カソード電極104に空気をそれぞれ供給すると、アノード電極103では、供給された水素はアノード触媒層103aにおいて水素イオンと電子に解離する。そして、水素イオンは固体高分子膜102を通り、電子は外部回路を通過して、それぞれカソード電極104に移動する。

20

#### 【0006】

一方、カソード電極104においては、供給された空気中の酸素と上記水素イオンと電子がカソード触媒層104aにおいて反応して水を生成する。このとき、外部回路を通過した電子は電流となり電力を供給することができる。つまり、アノード電極103とカソード電極104においては、それぞれ以下の式1、式2に示す反応が進行する。なお、生成された水は、未反応ガスと共に電池外に排出される。

30

#### 【0007】

##### 【化1】

アノード反応： $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^- \dots$  式1

##### 【化2】

カソード反応： $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O \dots$  式2

ところで、単電池101の起電力は、1V以下と低いため、通常の実用型燃料電池システムは、数十～数百枚の単電池101を、上記セパレータ105を介して積層した電池スタックを有し、この電池スタックによる発電を行っている。そして、このような電池スタックは発電に伴って昇温することになるが、かかる昇温を制御するため冷却板が数枚の電池毎に挿入されている。

40

#### 【0008】

以上のような固体高分子電解質型燃料電池に使用されるイオン導電性を有する固体高分子膜102としては、例えば、プロトン交換膜であるパーフルオロカーボンスルホン酸（ナフィオン<sup>®</sup>：米国、デュボン社）が知られている。この膜は、分子中に水素イオンの交換基を持ち、飽和含水することによりイオン導電性電解質として機能すると共に、燃料と酸化剤を分離する機能も有する。逆に、膜の含水量が少なくなるとイオン抵抗が高くなり、燃料と酸化剤が混合するクロスオーバーが発生し、電池での発電が不可能となる。このため、固体高分子膜は飽和含水としておくことが望ましい。

#### 【0009】

50

一方、発電によりアノード電極で分離した水素イオンが固体高分子膜を通りカソード電極に移動する時に、水も一緒に移動するため、アノード電極側では固体高分子膜は乾燥する傾向にある。また、供給する燃料又は空気の含まれる水蒸気が少ないと、それぞれの反応ガス入り口付近で固体高分子膜は乾燥する傾向にある。上記の理由から、固体高分子電解質型燃料電池には、予め加湿した燃料と酸化剤を供給することが一般的に行われている。

#### 【0010】

この加湿方法としては、従来から様々な試みがなされている。最も一般的に知られているものとしては、米国特許US - 5, 284, 718に示されている燃料電池がある。これは、図15に示すように、電池スタック内部に加湿領域を設けたものである。すなわち、燃料ガスと酸化剤ガスは、電池部である反応領域に入る前に、加湿器による加湿領域において加湿される。この加湿方法は、水と反応ガスを半透膜を介して隣接させ、水分子が半透膜を通過することにより加湿を行うものである。加湿量は、水と反応ガスの圧力差、温度、半透膜固有の物性値、面積、厚み、枚数によって左右される。

10

#### 【0011】

また、他の従来技術として、特開平7 - 29591において提案されている加湿方法が知られている。これは、一般にバブラー方式と呼ばれているものであって、図16に示すように、燃料ラインにヒータを備えた水タンクTを設置し、水の中に燃料ガスを通過させることにより加湿を行うものである。加湿量は燃料ガス量とタンク内の水の温度とタンクの幾何学的形状に左右される。

20

#### 【0012】

さらに、他の従来技術として、特開平6 - 231788において提案されている超音波振動子を用いたものが知られている。この方法は、図17に示すように、水のタンクTの内部に、パワーユニットPに接続された超音波振動子Sを設置し、超音波による水の霧化を行うことで、反応ガス入り口Iから入った反応ガスを加湿し、反応ガス出口Oから排出するものである。加湿量は超音波振動子Sの出力に左右される。

#### 【0013】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、以上のような従来の固体高分子電解質型燃料電池システムには次のような問題点があった。

30

#### 【0014】

##### (1) 半透膜を用いた加湿器方式による問題点

半透膜を用いた加湿器による方式では、電池スタック内部に加湿器を組み込む必要があるために、電池スタック全体が大きくなり重量化する。

#### 【0015】

また、加湿状態を最適なものとするためには、加湿量を運転状況に応じてコントロールする必要がある。しかし、燃料ガスと酸化剤ガスを反応領域に入れる前に加湿領域において加湿する方式では、加湿量のコントロールが非常に難しくなる。なぜなら、ある負荷条件が設定された場合には、温度や反応ガス圧力を大きく変化させることはできず、反応膜の面積や枚数を変化させることは、実用上不可能だからである。

40

#### 【0016】

従って、この方式においては、加湿量は常時相対湿度が100%となるように、余裕を持って設計することになり、運転状況に合わせて多少相対湿度が低いガスを流すことは不可能となる。また、かかる方式では、加湿量が多過ぎて、電池接触層のフラッシングによる電池性能の低下を起ししやすい。

#### 【0017】

##### (2) バブラー方式による問題点

バブラーによる加湿方式では、電池スタックには加湿部がないため、電池スタックの大型化や重量化の問題はない。しかし、加湿器としては、さらに大きな水タンクTが必要になるので、システム全体が大型化、重量化する。また、熱源として電気ヒータHを用いる

50

場合には、電池で発電した電気を使用することになるので、システムの効率を落とすという問題がある。また、熱源として電池で反応時に発生する熱を利用するには、大きな熱交換器が必要となる。

【0018】

さらに、加湿量のコントロールは、ある決められた負荷条件においては水タンクT内の水の温度を変えることで対応せざるを得ないが、水タンクT内の水の量が大きく、水タンクT自体の熱容量も大きいことから、良好な応答性が期待し難い。また、この方式の場合には、反応ガスの温度はバブラーの温度によって決まるので、自由にコントロールすることができない。

【0019】

(3) 超音波方式による問題点

超音波による加湿方式では、バブラー方式に比べて自由度が比較的大きく、加湿量は超音波振動子の出力でコントロールできるため、反応ガスの温度は独立して変化させることが可能である。しかし、水タンクTが必要であることには変わりなく、システム全体の大型化、重量化といった点に問題がある。また、超音波により微粒化された水を運ぶために、わざわざ水タンクT内に反応ガスを導いて、水滴と混合させたのち電池へ供給することになるので、バブラー方式ほどではないが、応答が遅くなる。

【0020】

(4) 共通の問題点

上記の3つの従来例は代表的なものであるが、これらの方式の共通の基本的な概念は、加湿器内に反応ガスを導入し、混合させた後、電池へと供給するものである。しかし、かかる方式にすると、水蒸気側にほとんど流れがないため、混合速度が遅くなる。従って、混合状態を十分なものとするためには、大きなスペースが必要となる。

【0021】

本発明は、上記のような従来技術の問題点を解決するために提案されたものであり、その目的は、固体高分子電解質膜に適度な水分を与え、負荷条件等作動条件が変化しても、燃料電池として最適な状態で動作できるように、反応ガスへの加湿量をコントロール可能な固体高分子電解質型燃料電池システムを提供することにある。

【0022】

また、本発明の他の目的は、小形化、軽量化及び低コスト化が可能な固体高分子電解質型燃料電池システムを提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明は、固体高分子から成る電解質膜が燃料極と酸化剤極との間に配置された単電池を少なくとも一つ有する電池スタックと、前記燃料極に燃料ガスを供給する燃料供給管と、前記酸化剤極に酸化剤ガスを供給する酸化剤供給管とを備えた固体高分子電解質型燃料電池システムにおいて、以下のような技術的特徴を有する。

【0024】

すなわち、請求項1記載の発明は、前記燃料供給管及び前記酸化剤供給管の少なくとも一方に、水蒸気若しくは微粒化された水を供給する加湿手段が設けられ、前記加湿手段は、前記燃料供給管内及び前記酸化剤供給管内の少なくとも一方に設けられた回転円盤と、前記回転円盤に向かって水を供給するノズルと、前記ノズルの上流側に水を供給するポンプとによって構成されていることを特徴とする。

【0025】

以上のような請求項1記載の発明では、加湿手段によって加湿量を任意にコントロールできるので、必要な時に必要な量だけ反応ガスを加湿することによって、応答性がよく確実な加湿が可能となり、電池スタックを常時最適な運転状態に維持することができる。さらに、燃料供給管内の燃料ガス、酸化剤供給管内の酸化剤ガス及び水蒸気には、十分に速い流速があり、混合速度が速くなるために、大きな加湿器や、大きなバブラーなどを必要

10

20

30

40

50

とせず、コンパクトで軽量のシステム構成が可能となる。また、回転円盤を高速で回転させ、その円盤に水を供給することにより、遠心力による円盤からの水の剥離現象を利用して水を微粒化する。微粒化された水は周囲の反応ガス内で直ちに蒸発し、反応ガスを加湿する。反応ガス内部の速い流速で強制的に混合加湿されるため、拡散を主体とする加湿に比べて、加湿手段をはるかにコンパクトにすることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、図面に従って以下に説明する。

【0054】

(1) 本発明の実施の形態

10

(構成)

本発明の実施の形態を、図9に従って説明する。本実施の形態は、下記の第4の参考例とほぼ同様の構成であるが、回転霧化方式を採用している点異なる。すなわち、燃料供給管2内の一部には、霧化室29が設けられており、その中に、モータ28につながれた回転円盤27が配置されている。この回転円盤27には、テーパ部分が設けられ、テーパ部分に近接する位置に、水供給管22の先端部が配設されている。

【0055】

(作用)

以上のような本実施の形態では、モータ28によって回転円盤27が高速で回転する。そして、水供給管22から供給される水は、回転円盤27のテーパ部分によって、遠心力効果で回転円盤27端部へと移動し、当該端部から液滴となって燃料供給管2の一部である霧化室29へと散布される。散布された水は、下流側にいくに従って蒸発し、燃料ガスを加湿する。このときの加湿量は、下記の第4の参考例と同様の制御でコントロールされる。

20

【0056】

(効果)

以上のような本実施の形態によれば、下記第1の参考例と同様の作用効果が得られるとともに、幅広い水の流量に応じて、常に一定の粒径の液滴を供給することができるので、極めて安定した加湿を実現できる。

【0031】

(2) 第1の参考例

30

(構成)

第1の参考例を、図1及び図2に従って以下に説明する。すなわち、図1に示すように、固体高分子電解質型燃料電池の電池スタック1には、燃料ガスである水素を供給する燃料供給管2と、酸化剤ガスである空気を供給する空気供給管3が接続されている。また、電池スタック1には、冷却水供給管4が接続されている。

【0032】

これらの燃料供給管2と空気供給管3には、水蒸気を供給する水蒸気発生装置5が接続されている。ここで、図中の6, 7は、それぞれ水蒸気が燃料供給管2と空気供給管3に噴出される入り口を示している。水蒸気発生装置5から燃料供給管2及び空気供給管3への流路には、流量制御弁16, 17が設けられており、それぞれ燃料供給管2及び空気供給管3への加湿量をコントロールできる構成となっている。

40

【0033】

そして、水蒸気発生装置5には、水を供給するための水供給管8が接続されている。この水供給管8には、下流側の反応ガスの圧力条件によっては、ポンプを設ける場合もあり、加圧手段として、反応ガス上流側の圧力を利用して水を加圧する方法もある。

【0034】

また、電池スタック1には、電池スタック1内で反応しきれなかった燃料ガスと空気を排出する燃料ガス排出管10及び空気排出管9と、冷却水を排出する冷却水排出管11が接続されている。

50

## 【0035】

さらに、電池スタック1には、燃料電池の作動状態をモニターするセンサーとして、固体高分子電解質膜の電気抵抗値を検出する抵抗値センサー18と、燃料電池の出力電圧を検出する電圧センサー19とが組み込まれている。この抵抗値センサー18及び電圧センサー19は、制御装置12に接続されている。制御装置12は、電池の作動状態を判断し、水蒸気発生量を指示できるように、水蒸気発生装置5に接続されている。

## 【0036】

(作用)

以上のような本参考例の作用は以下の通りである。すなわち、電池スタック1に対して、燃料ガスである水素が燃料供給管2から供給され、酸化剤ガスである空気が空気供給管3から供給されることによって、発電が行われる。そして、冷却水供給管4から供給される冷却水によって、電池内部で発生する熱が、水の顕熱の形で吸収され、電池が適正な温度に保持される。さらに、電池スタック1内で反応しきれなかった燃料ガスと空気は、それぞれ燃料ガス排出管10、空気排出管9を通過して排出される。また、冷却水は冷却水排出管11を通過して排出される。

10

## 【0037】

このような発電過程において、燃料供給管2と空気供給管3には、水蒸気発生装置5からの水蒸気が入り口6,7から噴出され、燃料ガス及び空気が加湿される。制御装置12は、電池の作動状態を判断し、水蒸気発生装置5からの水蒸気供給量を制御する。

## 【0038】

より具体的には、電気抵抗値が高いと固体高分子電解質膜が乾燥状態にあるが、電気抵抗値が低く、かつ出力電圧が低いと固体高分子電解質膜がフラッディング気味で濡れすぎの状態にあることを表しているの、膜の濡れ状態は、電気抵抗値と出力電圧値によって知ることができる。従って、抵抗値センサー18によって検出された電気抵抗値と、電圧センサー19によって検出された出力電圧値に基づいて、制御装置12が水蒸気発生装置5に発生量を指示することにより、適切な濡れ状態が維持される。

20

## 【0039】

このような制御装置12による制御シーケンスの一例を、図2に示す。なお、膜抵抗値は $R$ 、電圧値は $V$ とし、それぞれのしきい値を $R_s$ 、 $V_s$ とする。すなわち、制御装置12に、抵抗値センサー18からの膜抵抗値 $R$ と電圧センサー19からの電圧値 $V$ が入力されると(ステップ201)。 $R$ がしきい値 $R_s$ よりも大きい場合には(ステップ202)、水蒸気発生装置5に対して加湿量増加指令が出される(ステップ203)。

30

## 【0040】

そして、 $R$ がしきい値 $R_s$ よりも小さく、電圧値 $V$ がしきい値 $V_s$ よりも小さい場合には(ステップ204)、水蒸気発生装置5に対して加湿量減少指令が出される。 $R$ がしきい値 $R_s$ よりも小さく、電圧値 $V$ がしきい値 $V_s$ よりも大きい場合には、水蒸気発生装置の加湿量は維持され、膜抵抗値 $R$ と電圧値 $V$ の入力待ちとなる(ステップ206)。

## 【0041】

(効果)

以上のような本参考例によれば、電池スタック1の作動状態を絶えずモニターしながら燃料ガス及び空気の加湿量をコントロールするので、作動条件が変化しても、この変化に合わせて固体高分子電解質膜の濡れ状態を良好なものとし、常に最適な運転状態を維持することができる。

40

## 【0042】

また、上記の従来技術のように電池スタック1内に加湿部分を設ける必要がないので、電池スタック1の小形化、軽量化が可能となる。さらに、燃料供給管2内の燃料ガス、空気供給管3内の酸化剤ガスには、十分に速い流速があり、供給される水蒸気との混合速度が速くなるので、大きな加湿器や大きなバブラーなどを必要せず、システム全体の小形化、軽量化が実現できる。

## 【0043】

50

(3) 第2の参考例

## (構成)

第2の参考例を、図3に従って以下に説明する。すなわち、本参考例は、燃料供給管2と空気供給管3に設けられた水蒸気の入り口6, 7の下流側に、それぞれ湿度センサー13, 14が設けられている。そして、湿度センサー13, 14は、制御装置12に接続されている。このように抵抗値センサー18及び電圧センサー19の代わりに湿度センサー13, 14を設けた以外の構成は、上記の第1の参考例と同様である。

## 【0044】

## (作用効果)

以上のような本参考例では、電池スタック1が作動中、燃料ガスと空気が予め設定された湿度に維持できるよう、湿度センサー13, 14によって測定される湿度をモニターしながら、制御装置12によって水蒸気発生装置5及び流量制御弁16, 17がコントロールされる。従って、第1の参考例と同様の作用効果が得られるとともに、燃料ガスと空気の湿度を直接測定するので、必要な加湿量をより正確にコントロールすることができる。

## 【0045】

(4) 第3の参考例

## (構成)

第3の参考例を、図4及び図5に従って説明する。すなわち、本参考例においては、燃料供給管2の内部に、噴霧ノズル21が設置されている。この噴霧ノズル21は、水供給管22を介して高圧ポンプ20に接続され、高圧ポンプ20は、外部から水を供給するための水供給管8に接続されている。そして、高圧ポンプ20は、その回転数が制御装置12によって制御可能に設けられている。このように水蒸気発生装置5、流量制御弁16, 17の代わりに、噴霧ノズル21及び高圧ポンプ20を設けた以外の構成は、上記の第1の参考例と同様である。

## 【0046】

## (作用)

以上のような本参考例では、水供給管8から供給された水は、高圧ポンプ20によって高圧となり、水供給管22を介して噴霧ノズル21に供給される。そして、図5に示すように、高圧水が微細孔を持つ噴霧ノズル21を通過する際、直径数十ミクロン程度の小さな液滴に微粒化され、燃料供給管2内へ散布される。微粒化された液滴は燃料ガス内で予め蒸発し、燃料ガスを加湿する。このときの加湿量は、第1の参考例と同様に、制御装置12において、燃料電池の作動状態から必要な加湿量を判断し、それを高圧ポンプ20の回転数へとフィードバックし、加湿量を増加したいときは回転数を上げ、低減したいときは回転数を下げる制御を行うことによってコントロールする。

## 【0047】

## (効果)

以上のような本参考例によれば、第1の参考例と同様な作用効果が得られるとともに、非常に単純な構造と小さな部材によって、加湿手段を構成することができるので、より一層コンパクトで軽量となる。

## 【0048】

(5) 第4の参考例

## (構成)

第4の参考例を、図6及び図7に従って説明する。すなわち、本参考例においては、燃料供給管内2内に、超音波ノズル24が設けられている。この超音波ノズル24には、流量制御バルブ23が設けられた水供給管22が接続されている。そして、水供給管22は、外部から水を供給するための水供給管8に接続されている。超音波ノズル24及び流量制御バルブ23は、制御装置12に接続されている。このように水蒸気発生装置5、流量制御弁16, 17の代わりに、超音波ノズル24及び流量制御バルブ23を設けた以外の構成は、上記の第1の参考例と同様である。

## 【0049】

10

20

30

40

50

(作用)

以上のような本参考例では、水供給管 8 から供給された水は、水供給管 2 2 を介して超音波ノズル 2 4 に供給される。超音波ノズル 2 4 においては、超音波による霧化作用により、供給水が直径数十マイクロンまで微粒化され、燃料供給管 2 内へ散布されて、燃料ガスを加湿する。このときの加湿量は、第 1 の参考例と同様に、電池スタック 1 の作動状態から必要な加湿量を判断し、それを流量制御バルブ 2 3 へとフィードバックすることにより制御される。つまり、加湿量を増加するときはバルブ開度を大きくし、低減したいときにはバルブ開度を小さくする制御を行うことによって、加湿量がコントロールされる。

【 0 0 5 0 】

(効果)

以上のような本参考例によれば、第 1 の参考例と同様の作用効果が得られるとともに、第 3 の参考例に示した高圧噴霧方式に比べて、高圧ポンプ 2 0 が不要となるので、さらに簡潔な構成とすることができ、より一層のコンパクト化が実現できる。

【 0 0 5 1 】

( 6 ) 第 5 の参考例

(構成)

第 5 の参考例を、図 8 に従って説明する。本参考例は、上記の第 4 の参考例とほぼ同様の構成であるが、燃料供給管 2 内には絞り部分 2 6 が設けられ、この絞り部分 2 6 に、超音波ノズル 2 4 ではなく水噴霧孔 2 5 が設けられている点が異なる。そして、この水噴霧孔 2 5 には、水供給管 2 2 が接続されている。

【 0 0 5 2 】

(作用)

以上のような本参考例では、高速噴流による水の吸引効果、つまり霧吹き効果によって、燃料ガスを加湿する。すなわち、燃料供給管 2 を通ってきた燃料は、絞り部分 2 6 に近づくにつれて流速を徐々に増すが、反対に圧力は徐々に下がり、絞り部分 2 6 において最低の圧力となる。すると、水供給管 2 2 から供給される水が、水噴霧孔 2 5 を通って吸引され、高速の燃料ガスによって微粒化されて、加湿される。このときの加湿量は、上記の第 4 の実施例と同様の制御でコントロールされる。

【 0 0 5 3 】

(効果)

以上のような本参考例によれば、第 1 の参考例と同様の作用効果が得られるとともに、第 4 の参考例に比べて、超音波ノズル 2 4 が不要となるので、さらに構造を単純にすることができる。また、流量制御弁 2 3 の制御以外には、水を霧化するための電力を必要としないので、より高い発電効率を得ることができる。

【 0 0 5 7 】

( 7 ) 第 6 の参考例

(構成)

第 6 の参考例を、図 1 0 に従って説明する。本参考例は、第 1 の参考例とほぼ同様の構成であるが、加湿水として電池の冷却水を用いる点が異なる。すなわち、電池スタック 1 の冷却水排出管 1 1 は、ポンプ 3 0 を介してラジエータ 3 1 に接続されている。このラジエータ 3 1 は、戻り管 3 3 を介して冷却水供給管 4 に接続されている。冷却水供給管 4 には、補給用バルブ 3 2 が設けられている。また、冷却水排出管 1 1 は、ポンプ 3 0 を介して水蒸気発生器 5 にも接続されている。

【 0 0 5 8 】

(作用)

以上のような本参考例では、電池スタック 1 から排出された冷却水は、ポンプ 3 0 によって送られてラジエータ 3 1 に入り、設定温度まで冷却された後、戻り管 3 3 を通って再度電池スタック 1 へ供給され、循環する。そして、循環水の一部は、水蒸気発生器 5 に導かれ、反応ガスの加湿に用いられる。このときの加湿量は、上記の第 1 の実施例と同様の制御でコントロールされる。冷却水量は加湿に用いられると徐々に減ってくるので、補給

10

20

30

40

50



用バルブ 3 2 を開き、足りない分を補給する。

【 0 0 5 9 】

( 効果 )

以上のような本参考例によれば、第 1 の参考例と同様の作用効果が得られるとともに、加湿水が予め電池の廃熱により加熱されるので、水蒸気発生器 5 における加熱ヒータ等に必要なエネルギーを節減できる。従って、システムの発電効率がより一層向上する。

【 0 0 6 0 】

( 8 ) 第 7 の参考例

( 構成 )

本発明の第 7 の参考例を、図 1 1 に従って説明する。本参考例は、上記の第 6 の参考例とほぼ同様の構成であるが、燃料電池内部で反応時に生成された生成水を加湿水として用いる点異なる。すなわち、電池スタック 1 の空気排出管 9 には、気液分離器 3 4 が設けられている。この気液分離器 3 4 は、ポンプ 3 0 を介して水蒸気発生器 5 に接続されている。

10

【 0 0 6 1 】

( 作用 )

以上のような本参考例では、電池スタック 1 からの排出空気は、気液分離器 3 4 を通り、空気及び余分な水分が排出管 9 を通って外部へと排出される。気液分離器 3 4 において分離された液体すなわち水は、ポンプ 3 0 によって水蒸気発生器 5 に導かれ、水蒸気となって反応ガスの加湿に用いられる。このときの加湿量は、上記の第 4 の実施例と同様の制御でコントロールされる。

20

【 0 0 6 2 】

( 効果 )

以上のような本参考例によれば、第 1 の参考例と同様の作用効果が得られるとともに、加湿水が予め電池の廃熱により加熱されるので、水蒸気発生器 5 における加熱ヒータ等に必要なエネルギーを節減できる。従って、システムの発電効率を一層向上させることができる。

【 0 0 6 3 】

さらに、加湿水は燃料電池の生成水の量で十分足りるので、外部より水を補給する必要がなく、より単純なシステム構成が可能となり、コンパクト化、軽量化が実現できる。

30

【 0 0 6 4 】

( 9 ) 第 8 の参考例

( 構成 )

本発明の第 8 の参考例を、図 1 2 に従って説明する。本参考例の基本構成は、第 1 の参考例と同様であるが、複数の電池スタックからなるシステムである点異なる。すなわち、増設された電池スタック 3 5 には、燃料供給管 2、空気供給管 3 及び冷却水供給管 4 からの分岐部 3 7、3 8、3 9 が接続されている。水蒸気の入り口 6、7 は、分岐部 3 7、3 8 の上流側に設けられている。また、電池スタック 3 5 からの空気排出管 3 0 0、燃料ガス排出管 3 0 1、冷却水排出管 3 0 2 は、電池スタック 3 5 からの燃料ガス排出管 9、空気排出管 1 0、冷却水排出管 1 1 に接続されている。

40

【 0 0 6 5 】

( 作用 )

以上のような本参考例では、水蒸気の入り口 6、7 は、分岐部 3 7、3 8 の上流側に設けられているので、一つの加湿器で複数の電池スタック 1、3 5 の加湿をまかなうことができる。そして、制御装置 1 2 は、第 1 の参考例と同様に、電池スタック 1 の抵抗値センサー 1 8 によって検出される固体高分子電解質膜の電気抵抗値と、電圧センサー 1 9 によって検出される電池スタック 1 の出力電圧をモニターし、電池の作動状態を判断して加湿量を決定する。制御装置 1 2 は水蒸気発生器 5 へ必要な加湿量を指令し、これに従って反応ガスが加湿されることになる。

【 0 0 6 6 】

50

(効果)

以上のような本参考例によれば、複数の電池スタック 1, 35 を有する燃料電池であっても、各電池スタックごとに加湿手段を設ける必要がないので、大幅なコンパクト化が可能となる。また、部品点数も大幅に少なくなり、製造コストも大きく低減できる。

【0067】

(10) 第9の参考例

(構成)

本発明の第9の参考例を、図13に従って以下に説明する。本参考例の基本構成は、第1の参考例と同様であるが、反応ガスを電池スタック1内を通して予熱した後、加湿するようにしている点異なる。すなわち、燃料ガス供給管2及び空気供給管3は、電池スタック1内に設けられた予熱ダクト40, 41を貫通している。そして、予熱ダクト40, 41から出た燃料ガス供給管2及び空気供給管3には、水蒸気の入り口6, 7が設けられ、さらに電池スタック1内に導かれている。

10

【0068】

(作用)

以上のような本参考例では、燃料ガス供給管2及び空気供給管3より供給された燃料ガスと空気は、電池スタック1内に設けられた予熱ダクト40, 41を通過して予熱される。そして、電池スタック1の外部にて水蒸気発生器5により加湿された後、電池スタック1内に導かれ、反応する。

【0069】

20

(効果)

以上のような本参考例によれば、反応ガスが予熱され温度が高い状態で水蒸気が供給されるため、反応ガス内に噴出された水蒸気は凝縮しにくくなり、より広範囲の温度領域で効果的な加湿が可能となる。また、反応ガスの予熱には、電池スタック1の発電により生じた熱を用いるので、効率的である。

【0070】

(11) 他の参考例

以上のような参考例では、各部材の構成は以下のとおり適宜変更可能である。例えば、第2の参考例における湿度センサー13, 14の代わりに、電池スタック1の電流を測定する電流センサーを用いても、加湿量決定のための情報とすることができる。すなわち、加湿量はほぼ負荷量に比例するため、予め比例常数を設定すれば、最適な湿度とするために必要な加湿量を算出できることになる。

30

【0071】

さらに、システム上、負荷量は利用する側から決定される場合が多いので、その場合には、制御装置12が負荷量を把握していることになり、センサーを用いない場合であっても、ある程度の制御が可能となる。

【0072】

また、湿度センサーの代わりに燃料ガスの流量センサーを用いても、加湿量決定のための情報とすることができる。すなわち、加湿量はほぼ燃料流量に比例するため、予め比例常数を設定すれば、最適な湿度とするために必要な加湿量を算出できることになる。空気流量についても全く同様のことが言える。

40

【0073】

さらに、システム上、負荷量は利用する側から決定される場合が多く、負荷量はまた反応ガス量にほぼ比例するので、その場合は制御装置12が反応ガス量を把握していることになり、センサーを用いない場合であっても、ある程度の制御が可能である。

【0074】

また、上記の第3の参考例における加圧ポンプ20の代わりに、水蒸気発生装置5を設けることも可能である。また、上記の第3～5の参考例では、燃料ガス側の加湿を行っているが、同様の方法で空気側の加湿を行うことも可能である。また、上記の第8の参考例では、電池の作動状態として、代表的な電池スタック1の状態をモニターしているが、複

50

数の電池スタック 1, 3, 5 の平均の値を採用してもよい。また、加湿状態をモニターする手段としては、第 2 の参考例で述べたような湿度センサーを用いてもよく、流量センサーを用いてもよい。さらに、加湿手段としては、図 1 2 に示す水蒸気発生器に限定されることはなく、第 3 ~ 5 の参考例で述べたような種々の加湿手段が適用できる。

【0076】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、固体高分子電解質膜に適度な水分を与え、負荷条件等作動条件が変化しても、燃料電池として最適な状態で動作できるように、反応ガスへの加湿量をコントロール可能な固体高分子電解質型燃料電池システムを提供することができる。また、小形化、軽量化及び低コスト化が可能な固体高分子電解質型燃料電池システムを提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】 固体高分子電解質型燃料電池システムの 第 1 の参考例 を示す構成図である。

【図 2】 図 1 の参考例 における加湿制御の基本シーケンスを表す流れ図である。

【図 3】 固体高分子電解質型燃料電池システムの 第 2 の参考例 を示す構成図である。

【図 4】 固体高分子電解質型燃料電池システムの 第 3 の参考例 を示す構成図である。

【図 5】 図 4 の参考例 における噴霧ノズル近傍の燃料ガス供給管を示す断面図である。

【図 6】 固体高分子電解質型燃料電池システムの 第 4 の参考例 を示す構成図である。

【図 7】 図 6 の参考例 における超音波ノズル近傍の燃料ガス供給管を示す断面図である。

20

【図 8】 固体高分子電解質型燃料電池システムの 第 5 の参考例 における絞り部近傍の燃料ガス供給管を示す断面図である。

【図 9】 本発明の固体高分子電解質型燃料電池システムの実施の形態における回転霧化装置近傍の燃料ガス供給管を示す断面図である。

【図 10】 固体高分子電解質型燃料電池システムの 第 6 の参考例 を示す構成図である。

【図 11】 固体高分子電解質型燃料電池システムの 第 7 の参考例 を示す構成図である。

【図 12】 固体高分子電解質型燃料電池システムの 第 8 の参考例 を示す構成図である。

【図 13】 固体高分子電解質型燃料電池システムの 第 9 の参考例 を示す構成図である。

【図 14】 従来の燃料電池の単電池構造の一例を表す断面図である。

【図 15】 電池スタック内部に加湿部分を持つ従来の燃料電池システムの一例を示す側面図である。

30

【図 16】 加湿装置としてバブラーを備えた従来の燃料電池システムの一例を示す構成図である。

【図 17】 加湿装置として超音波霧化装置を備えた従来の電池スタックの一例を示す断面図である。

【符号の説明】

1, 3, 5 ... 電池スタック

2 ... 燃料供給管

3 ... 空気供給管

4 ... 冷却水供給管

40

5 ... 水蒸気発生装置

6, 7 ... 水蒸気入り口

8, 22 ... 水供給管

9, 300 ... 空気排出管

10, 301 ... 燃料ガス排出管

11, 302 ... 冷却水排出管

12 ... 制御装置

13, 14 ... 湿度センサー

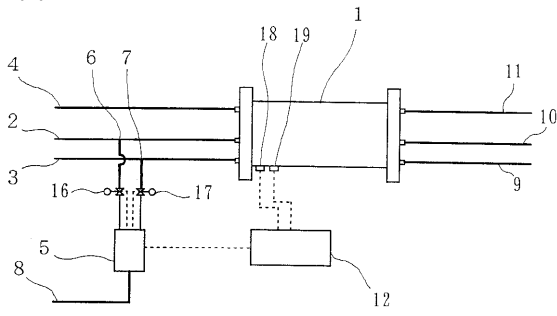
16, 17, 23, 32 ... 流量制御弁

18 ... 抵抗値センサー

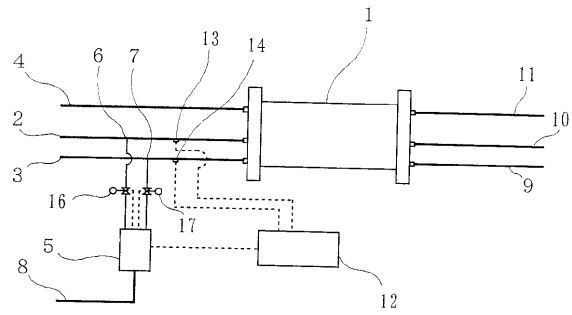
50

1 9 ... 電圧センサー	
2 0 ... 高圧ポンプ	
2 1 ... 噴霧ノズル	
2 4 ... 超音波ノズル	
2 5 ... 水噴出口	
2 6 ... 絞り部	
2 7 ... 回転円盤	
2 8 ... モーター	
2 9 ... 霧化室	
3 0 ... 循環ポンプ	10
3 1 ... ラジエーター	
3 3 ... 冷却水戻り管	
3 4 ... 気液分離器	
3 7 , 3 8 , 3 9 ... 分岐部	
4 0 , 4 1 ... 予熱ダクト	
1 0 1 ... 単電池	
1 0 2 ... 固体高分子膜	
1 0 3 ... アノード電極	
1 0 3 a ... アノード触媒層	
1 0 3 b ... アノード多孔質カーボン平板	20
1 0 3 c ... 燃料供給溝	
1 0 4 ... カソード電極	
1 0 4 a ... カソード触媒層	
1 0 4 b ... カソード多孔質カーボン平板	
1 0 4 c ... 酸化剤供給溝	
1 0 5 ... セパレータ	

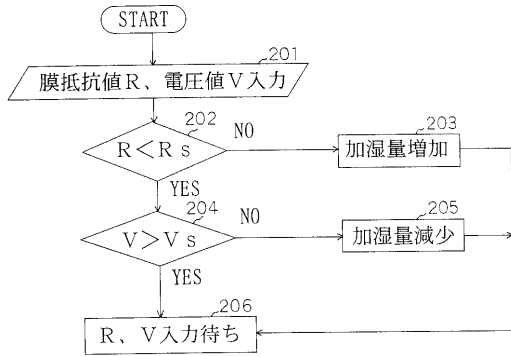
【 図 1 】



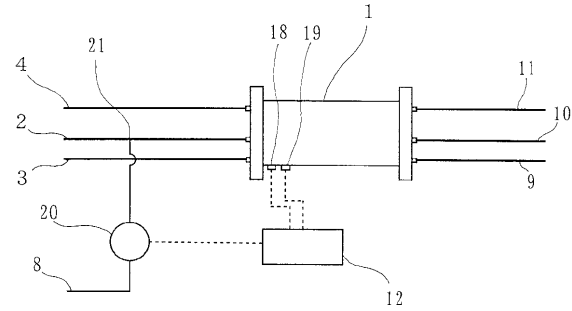
【 図 3 】



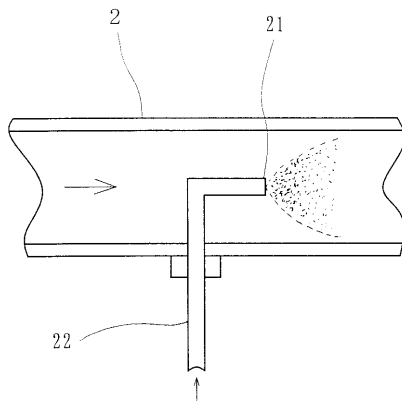
【 図 2 】



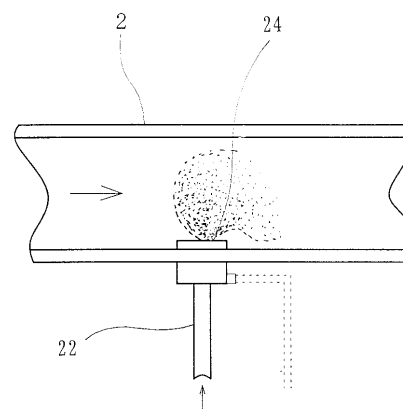
【 図 4 】



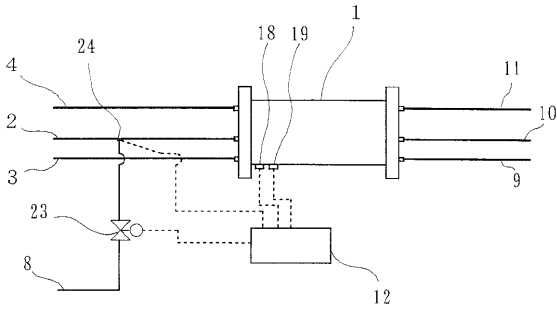
【 図 5 】



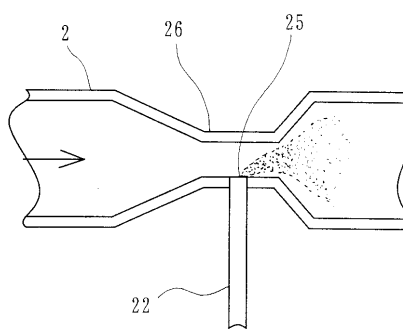
【 図 7 】



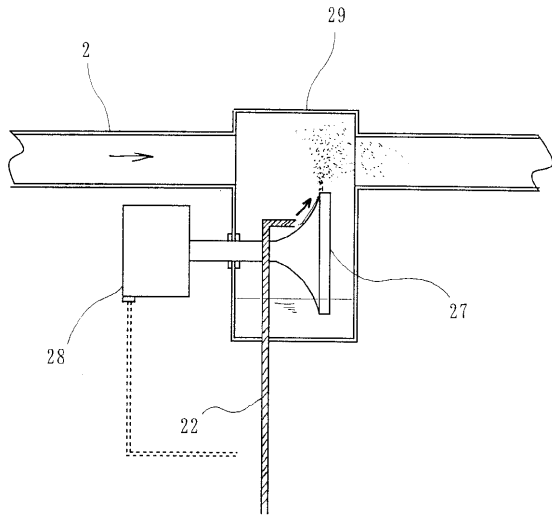
【 図 6 】



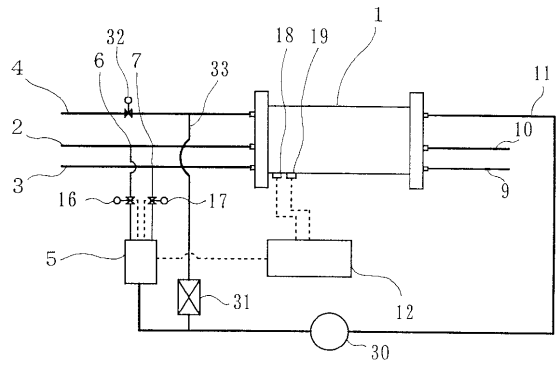
【 図 8 】



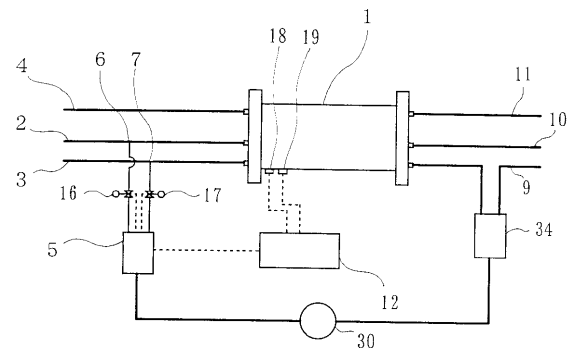
【 図 9 】



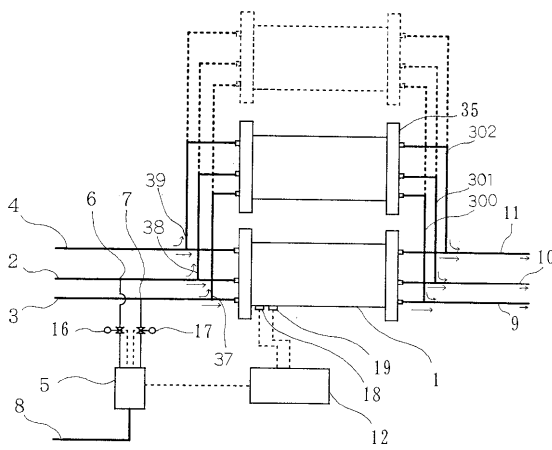
【 図 10 】



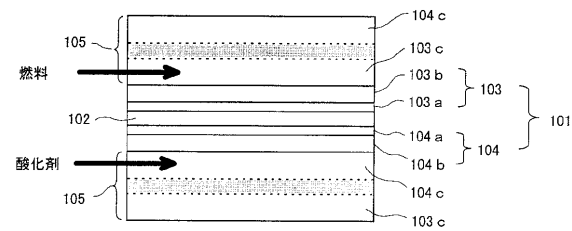
【 図 11 】



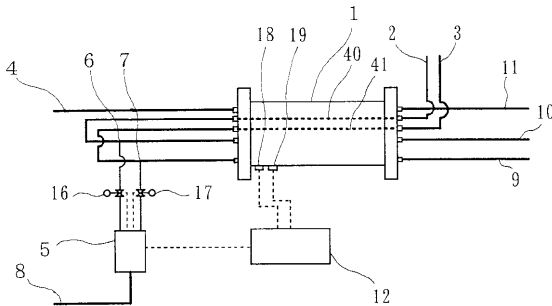
【 図 12 】



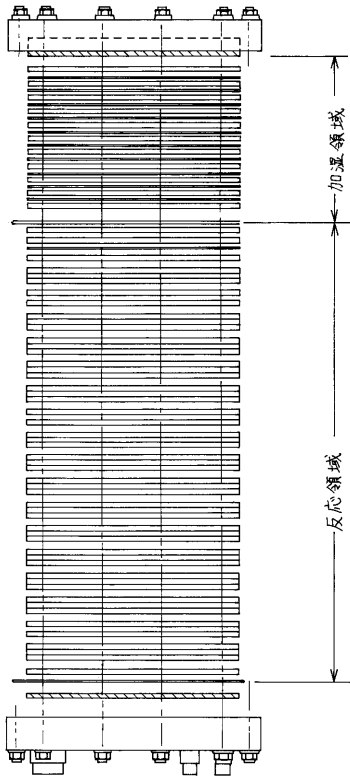
【 図 14 】



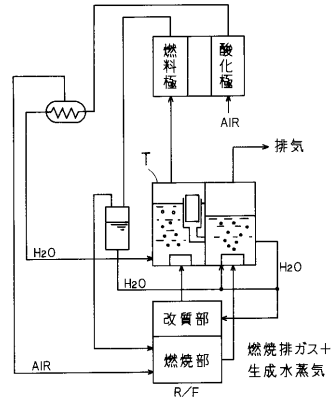
【 図 13 】



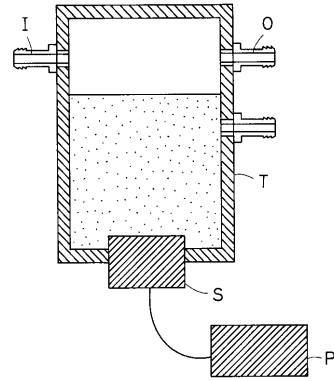
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 知沢 洋

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株式会社東芝 浜川崎工場内

審査官 小川 進

(56)参考文献 特開平05 - 047394 (JP, A)

特開平05 - 054900 (JP, A)

特開平06 - 260198 (JP, A)

特開平07 - 263010 (JP, A)

特開平03 - 095868 (JP, A)

特開平07 - 235322 (JP, A)

特開平08 - 102326 (JP, A)

特開平09 - 283162 (JP, A)

特開平03 - 015161 (JP, A)

特開平06 - 132038 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04

H01M 8/10