

(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2005-38845

(P2005-38845A)

(43) 公開日 平成17年2月10日(2005.2.10)

(51) Int.CI.<sup>7</sup>

H01M 8/24

F 1

H01M 8/24

テーマコード(参考)

H01M 8/02

R

5 H026

H01M 8/10

H01M 8/02

R

H01M 8/10

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2004-186824 (P2004-186824)  
 (22) 出願日 平成16年6月24日 (2004.6.24)  
 (31) 優先権主張番号 特願2003-179577 (P2003-179577)  
 (32) 優先日 平成15年6月24日 (2003.6.24)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100065868  
 弁理士 角田 嘉宏  
 (74) 代理人 100106242  
 弁理士 古川 安航  
 (74) 代理人 100110951  
 弁理士 西谷 俊男  
 (74) 代理人 100114834  
 弁理士 幅 慶司  
 (74) 代理人 100122264  
 弁理士 内山 泉  
 (74) 代理人 100125645  
 弁理士 是枝 洋介

最終頁に続く

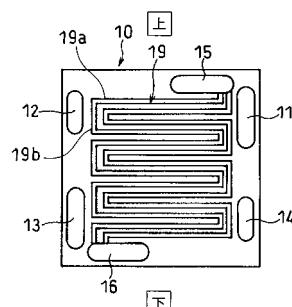
(54) 【発明の名称】高分子電解質型燃料電池

## (57) 【要約】

【課題】 フラッディング現象を抑制しようとすると、高分子電解質膜に乾きが発生し、耐久性が悪化する。

【解決手段】 水素イオン伝導性の高分子電解質膜と前記高分子電解質膜を挟むアノード及びカソードとを有するMEAと、正面が前記アノードに接触するように前記MEAの一方の側に配置され前記正面に燃料ガスが流れる燃料ガス流路が形成された板状のアノード側セパレータと、正面が前記カソードに接触するように前記MEAの他方の側に配置され前記正面に酸化剤ガスが流れる酸化剤ガス流路が形成された板状のカソード側セパレータ10とを有するセルと、複数の前記セルが積層されたセルスタックと、前記セルスタックの少なくとも所定のセルの前記アノード側セパレータ及びカソード側セパレータ10のすくなくともいずれかの背面に形成された冷却水が流れる冷却水流路19と、を備え、前記燃料ガス、前記酸化剤ガス、及び前記冷却水が、それぞれ、前記燃料ガス流路、前記酸化剤ガス流路、及び前記冷却水流路19において重力に逆らわないように流れる。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

水素イオン伝導性の高分子電解質膜と前記高分子電解質膜を挟むアノード及びカソードとを有するMEAと、正面が前記アノードに接触するように前記MEAの一方の側に配置され前記正面に燃料ガスが流れる燃料ガス流路が形成された板状のアノード側セパレータと、正面が前記カソードに接触するように前記MEAの他方の側に配置され前記正面に酸化剤ガスが流れる酸化剤ガス流路が形成された板状のカソード側セパレータとを有するセルと、

複数の前記セルが積層されたセルスタックと、

前記セルスタックの少なくとも所定のセルの前記アノード側セパレータ及びカソード側セパレータのすくなくともいずれかの背面に形成された冷却水が流れる冷却水流路と、を備え、

前記燃料ガス、前記酸化剤ガス、及び前記冷却水が、それぞれ、前記燃料ガス流路、前記酸化剤ガス流路、及び前記冷却水流路において重力に逆らわないように流れる、高分子電解質型燃料電池。

**【請求項 2】**

前記燃料ガス流路、前記酸化剤ガス流路、及び前記冷却水流路が、それぞれ、下流に向って水平又は下り勾配となるように形成されている、請求項1記載の高分子電解質型燃料電池。

**【請求項 3】**

前記燃料ガス流路、前記酸化剤ガス流路、及び前記冷却水流路の少なくともいずれかが、水平な部分と鉛直な部分とで実質的に構成されている、請求項2記載の高分子電解質型燃料電池。

**【請求項 4】**

前記カソード側セパレータにおいて、前記冷却水流路の入り口の近傍部に前記酸化剤ガス流路の上流部が位置している、請求項1記載の高分子電解質型燃料電池。

**【請求項 5】**

前記アノード側セパレータにおいて、前記冷却水流路の入り口の近傍部に前記燃料ガス流路の上流部が位置している、請求項1記載の高分子電解質型燃料電池。

**【請求項 6】**

前記カソード側セパレータにおいて、厚み方向から見て、前記冷却水流路と前記酸化剤ガス流路とが略全体的に重なり合うように形成されている、請求項1記載の高分子電解質型燃料電池。

**【請求項 7】**

前記アノード側セパレータ又は前記カソード側セパレータにおいて、前記冷却水流路に冷却水を供給する入口マニホールド孔が、前記セパレータを厚み方向に貫通しあつ対向する内周面の局部的な接近部からなる絞り部を有するように設けられ、前記絞り部の一方の側に位置する第1の部分が冷却水供給配管に連通し、前記絞り部の他方の側に位置する第2の部分が前記冷却水流路に連通している、請求項1記載の高分子電解質型燃料電池。

**【請求項 8】**

前記アノード側セパレータ又は前記カソード側セパレータにおいて、前記冷却水流路に冷却水を供給する入口マニホールド孔が、前記セパレータを厚み方向に貫通しあつ内周面の下部に周方向における段差を有するように設けられ、前記段差の下に位置する第1の部分が冷却水供給配管に連通し、前記段差の上に位置する第2の部分が前記冷却水流路に連通している、請求項1記載の高分子電解質型燃料電池。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ポータブル電源、電気自動車用電源、家庭内コーディネーションシステム等に使用する燃料電池に関し、特に高分子電解質を用いた高分子電解質型燃料電池に関する

10

20

30

40

50

る。

【背景技術】

【0002】

高分子電解質を用いた燃料電池は、水素を含有する燃料ガスと空気など酸素を含有する酸化剤ガスとを電気化学的に反応させることで、電力と熱とを同時に発生させるものである。この燃料電池は、基本的には、水素イオンを選択的に輸送する高分子電解質膜、及び高分子電解質膜の両面に形成された一対の電極、すなわちアノードとカソードから構成される。前記の電極は、白金族金属触媒を担持したカーボン粉末を主成分とし、高分子電解質膜の表面に形成される触媒層、及び触媒層の外面に形成される、通気性と電子導電性を併せ持つガス拡散層からなる。

10

【0003】

電極に供給される燃料ガス及び酸化剤ガスが外にリークしたり、二種類のガスが互いに混合したりしないように、高分子電解質膜の縁部以外の部分の両面にそれぞれ電極が形成され、高分子電解質膜の縁部に各電極を囲むようにガスシール材やガスケットが配置される。これらのガスシール材やガスケットは、電極及び高分子電解質膜と一体化してあらかじめ組み立てられる。これを、MEA(電解質膜電極接合体)と呼ぶ。MEAの両側には、MEAを機械的に固定するとともに、隣接するMEAを互いに電気的に直列に接続するための導電性のセパレータが配置される。セパレータのMEAと接触する部分には、電極面に反応ガスを供給し、生成水や余剰ガスを運び去るためのガス流路が形成される。ガス流路は、セパレータと別に設けることもできるが、セパレータの表面に溝を設けてガス流路とする方式が一般的である。

20

【0004】

このガス流路への反応ガスの供給及びガス流路からの反応ガス、生成水の排出は、セパレータにマニホールド孔と呼ばれる貫通した孔を設け、ガス流路の出入り口をこのマニホールド孔に連通して、マニホールド孔から各ガス流路に反応ガスを分配することによって行われる。燃料電池は、運転中に発熱するので、電池を良好な温度状態に維持するために、冷却水等で冷却する必要がある。通常、1～3セル毎に、冷却水を流す冷却部が設けられる。これらのMEA、セパレータ及び冷却部を交互に重ねていき、10～200セル積層した後、集電板と絶縁板を介して端板でこれを挟み、締結ロッドで両端から固定するのが一般的な積層電池の構造である。

30

【0005】

この種の電池の高分子電解膜質には、パーカルオロスルホン酸系の材料が使われてきた。この高分子電解質膜は、水分を含んだ状態でイオン伝導性を発現するため、通常は燃料ガスや酸化剤ガスを加湿して電池へ供給する必要がある。また、カソード側では、反応によって水が生成するため、電池の動作温度より高い露点となるように加湿されたガスが供給されると、電池内部のガス流路や電極内部で結露が発生し、水詰まりなどの現象によって電池性能が安定しなかったり、性能が低下したりする問題があった。通常、このような濡れすぎによる電池性能の低下や動作不安定が発現する現象はフラッディング現象と呼ばれる。一方、燃料電池を発電システム化する場合には、供給ガスの加湿などを含めたシステム化が必要である。システムの簡素化、システム効率の向上のためには、供給される加湿ガスの露点を少しでも低減することが好ましい。

40

【0006】

以上のように、フラッディング現象の防止、システム効率の向上、システムの簡素化などの観点から、供給ガスは、電池温度に対して少し低めの露点となるように加湿して供給するのが通常であった。

【0007】

しかしながら、電池の高性能化のためには、高分子電解質膜のイオン伝導度を向上させる必要があり、そのためには供給ガスを相対湿度100%に近い湿度、又は相対湿度100%以上で供給することが好ましい。また、高分子電解質膜の耐久性の観点からも、供給ガスを高加湿で供給することが好ましいことがわかった。しかし、相対湿度100%に近

50

い湿度のガスを供給しようとする場合、前述のフラッディング現象の発生が問題となる。つまり、供給ガスの湿度を調整することによりフラッディング現象を好適に防止することはできない。

#### 【0008】

一方、フラッディング現象を回避するためには、供給ガスのセパレータ流路部分での流速を高くして、結露した水を吹き飛ばす手法が効果的であることが知られている。しかしながら、供給ガス流速を増加させるためには、高い圧力でガスを供給することが必要となり、システム化した場合のガス供給プロワ又はコンプレッサ等の補機動力を極端に増加させねばならないため、システム効率の悪化を招く。また、フラッディング現象がアノード側で発生すると、燃料ガスの欠乏を招き、これは電池にとって致命傷となってしまう。これは、燃料ガスが不足している状態で負荷電流が強制的に取られると、燃料のない状態で電子とプロトンを作るためにアノードの触媒を担持しているカーボンが雰囲気中の水と反応してしまうことによる。その結果、触媒層のカーボンの溶出により、アノードの触媒層が破壊されるのである。

10

#### 【0009】

また、積層電池を搭載したシステムでは、商品性を考慮すると、電池を定格出力条件で運転するだけではなく、電力需要に応じて出力を抑えた低負荷運転ができることが不可欠である。低負荷運転では、効率を維持するために、燃料ガスや酸化剤ガスの利用率を定格運転と同じ条件にする必要がある。すなわち、定格運転時に対して、例えば負荷を1/2に抑えた場合、燃料ガスや酸化剤ガスの流量も1/2程度に低減しなければ、余分な燃料ガスや酸化剤ガスを使用することになるため発電効率が低下する。しかし、ガスの利用率を一定にして低負荷運転を行うと、ガス流路内のガス流速が低下し、凝縮水や生成水をセパレータ外に排出できず、上述のようなフラッディング現象が発生し、電池性能が低下したり、不安定になったりするという問題があった。

20

#### 【0010】

また、このようなフラッディング現象は、ガス流路に重力に逆らって流れる部分が存在すると、その部分で凝縮水や生成水が滞留し、より発生し易くなることが知られている。この対策としては、酸化剤ガスあるいは燃料ガスを重力に逆らわない方向に流す方法が提案されている（特許文献1及び特許文献2参照）。この方法によれば、酸化剤ガスあるいは燃料ガスを重力に対して逆らわない方向に流すことによって、凝縮水や生成水の排出をスムーズに行い、フラッディングの発生を抑制することができる。

30

【特許文献1】特開平11-233126号公報

【特許文献1】特開2001-068131号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0011】

ところで、一般的に、酸化剤ガス及び燃料ガスは、セル入口から出口に向って、下流になるほどガス量が減少し生成水が増加するため、相対湿度が上昇する。また、相対湿度が100%を超える場合には、凝縮水となって水分量が増加する。これに対して冷却水は、セルへの入口部で最も温度が低く、出口部に向かうに従って高温となる。先にも述べたように、電池への供給ガスは相対湿度100%に近い加湿状態で供給されることが必要である。通常、この冷却水は、セパレータの反応ガスが流れる主面と反対側の主面に流れ、それによりセパレータを介して発熱する電極部が冷却される。ここで、もし、冷却水を反応ガスと互いに反対方向に流すと、高温の冷却水に対して相対湿度100%まで加湿した反応ガスを供給する必要がある。また、この供給された大量の加湿水は、冷却水の温度が低い反応ガス下流部分では全て凝縮水となるため、水詰まりなどによるフラッディング現象を発生し易くなる。さらに、実際のコーチェネレーションシステムにおいて、冷却水を用いて供給ガスの加湿を行う場合には、冷却水の出口温度と同じ温度までの加湿温度を上昇させることは不可能である。その結果、反応ガスの相対湿度を100%で供給できないため、ガス入口部で高分子電解質膜に乾きが発生し、耐久性が悪化するという問題を生じ

40

50

る。

【0012】

さらに、この冷却水を重力方向上側から積層スタックに供給して下方向に流すと、冷却水が重力に従って冷却水の入口マニホールド孔から各冷却水流路へ分岐されるため、冷却水のマニホールド孔への入口配管に近い側のセルほど多く冷却水が流れ、冷却水の等配性が悪化する。特に、部分負荷運転時には、発電反応による発熱量が低下するため、電池の温度を一定に維持するためには冷却水の流量を絞る必要があり、それよってさらに冷却水の等配性が悪化するという問題を生じる。

【0013】

本発明は上記のような課題を解決するためにされたもので、フラッディング現象に対するタフネスを向上し、かつガス入口部分での電解質膜の乾きの発生を抑制して燃料電池の耐久性を向上することが可能な高分子電解質型燃料電池を提供することを第1の目的とする。

【0014】

また、冷却水の当配性を向上することが可能な高分子電解質型燃料電池を提供することを第2の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記課題を解決するため、本発明に係る高分子電解質型燃料電池は、水素イオン伝導性の高分子電解質膜と前記高分子電解質膜を挟むアノード及びカソードとを有するMEAと、正面が前記アノードに接触するように前記MEAの一方の側に配置され前面に燃料ガスが流れる燃料ガス流路が形成された板状のアノード側セパレータと、正面が前記カソードに接触するように前記MEAの他方の側に配置され前面に酸化剤ガスが流れる酸化剤ガス流路が形成された板状のカソード側セパレータとを有するセルと、複数の前記セルが積層されたセルスタックと、前記セルスタックの少なくとも所定のセルの前記アノード側セパレータ及びカソード側セパレータのすくなくともいずれかの背面に形成された冷却水が流れる冷却水流路と、を備え、前記燃料ガス、前記酸化剤ガス、及び前記冷却水が、それぞれ、前記燃料ガス流路、前記酸化剤ガス流路、及び前記冷却水流路において重力に逆らわないように流れる。なお、燃料ガス、酸化剤ガス、及び冷却水が、マニホールド部分で重力に逆らって流れてもよい。

【0016】

前記燃料ガス流路、前記酸化剤ガス流路、及び前記冷却水流路が、それぞれ、下流に向って水平又は下り勾配となるように形成されていてもよい。

【0017】

前記燃料ガス流路、前記酸化剤ガス流路、及び前記冷却水流路の少なくともいずれかが、水平な部分と鉛直な部分とで実質的に構成されていてもよい。

【0018】

前記カソード側セパレータにおいて、前記冷却水流路の入り口の近傍部に前記酸化剤ガス流路の上流部が位置していてもよい。

【0019】

前記アノード側セパレータにおいて、前記冷却水流路の入り口の近傍部に前記燃料ガス流路の上流部が位置していてもよい。

【0020】

前記カソード側セパレータにおいて、厚み方向から見て、前記冷却水流路と前記酸化剤ガス流路とが略全体的に重なり合うように形成されていてもよい。

【0021】

前記アノード側セパレータ又は前記カソード側セパレータにおいて、前記冷却水流路に冷却水を供給する入口マニホールド孔が、前記セパレータを厚み方向に貫通しつつ対向する内周面の局部的な接近部からなる絞り部を有するように設けられ、前記絞り部の一方の側に位置する第1の部分が冷却水供給配管に連通し、前記絞り部の他方の側に位置する第

10

20

30

40

50

2の部分が前記冷却水流路に連通していてもよい。

#### 【0022】

前記アノード側セパレータ又は前記カソード側セパレータにおいて、前記冷却水流路に冷却水を供給する入口マニホールド孔が、前記セパレータを厚み方向に貫通しつつ内周面の下部に周方向における段差を有するように設けられ、前記段差の下に位置する第1の部分が冷却水供給配管に連通し、前記段差の上に位置する第2の部分が前記前記冷却水流路に連通していてもよい。

#### 【発明の効果】

#### 【0023】

本発明は、以上に説明したような構成を有し、第1に、高分子電解質型燃料電池において、フラッディング現象に対するタフネスを向上し、かつガス入口部分での電解質膜の乾きの発生を抑制して燃料電池の耐久性を向上できるという効果を奏する。 10

#### 【0024】

第2に、高分子電解質型燃料電池において、冷却水の当配性を向上することができるという効果を奏する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0025】

以下、本発明の好ましい実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

#### (発明の概念)

最初に本発明の概念を説明する。本件発明者は、酸化剤ガス、燃料ガス及び冷却水の電極の延在面と平行な面内における流れを重力に逆らわない方向に向けることで、凝縮水のスムースな排出を促進し、フラッディング現象に対するタフネスを向上し、かつ、ガス入口部分での電解質膜の乾きの発生を抑制し、燃料電池の耐久性を向上できるということを見いだした。本発明の第1の観点はこの知見に基づいてなされた。 20

また、本発明の第2の観点によれば、冷却水入口マニホールド孔に絞りや段差を設けることによって、冷却水の分配性を確保することができる。

#### 【0026】

燃料電池発電システムの商品性を高めるためには、電力需要に応じた燃料電池の負荷を、発電効率を低下させることなく変動できるようにすることが望まれる。そのためには、定格出力に対して負荷を増大させる場合には、それに見合った流量に燃料ガス及び酸化剤ガスの流量を増大させ、定格出力に対して負荷を減少させる場合には、それに見合った流量に燃料ガス及び酸化剤ガスの流量を減少させて運転する必要がある。通常、燃料電池に用いられる導電性セパレータに設けられたガス流路は、定格出力において最も適したガス流速となるように設計されている。従って、電力負荷を増大させた場合には、ガス流量の増大に伴って流路のガス流速が増大し、電力負荷を減少させる場合には、ガス流量の減少に伴って流路のガス流速が減少する。流路のガス流速が増大した場合には、供給ガスの圧力損失が増大するため、補機動力の増大により発電効率が若干は低下するものの、流路のガス流速が増大するため、セパレータのガス流路内の結露水や生成水はむしろ効率よく除去可能となり、フラッディング現象が発生することはない。 30

#### 【0027】

しかしながら、電力負荷を減少させる場合には、ガス流量の減少に伴って流路のガス流速も減少する。流路のガス流速が減少した場合には、ガス流速の減少度合いによって、セパレータのガス流路内の結露水や生成水を効率よく除去することが困難になり、フラッディング現象が発生する。このとき、電力負荷を減少したにもかかわらず、供給ガスの流量を減少させなければ、発電出力に対する補機動力の割合が相対的に大きくなり、発電システム全体での発電効率が低下する。また、このとき燃料電池の温度を一定に維持するためには、冷却水の流量も電力負荷の増減に合わせて変化させる必要があり、特に低負荷時に冷却水の流量を絞った場合には、冷却水の等配性が損なわれる。

#### 【0028】

本発明は、酸化剤ガス流路、燃料ガス流路及び冷却水流路の全ての流れを重力に逆らわ 50

ない方向に流すことで、凝縮水のスムースな排出を促進してフラッディングを防止し、かつガス入口部での電解質膜の乾きを解消し、耐久性を向上する。例えば、最高負荷発電出力と最低負荷発電出力の比を4対1とする場合、ガスの利用率を一定でガス量を低下させると、流速は1/4となる。従来のセパレータでは、ガス流速が低下すると、凝縮水を重力に逆らって排出することができず、フラッディング現象が発生していた。これに対して、本発明では、酸化剤ガス及び燃料ガスが常に重力に逆らわない方向に流れるため、凝縮水のスムースな排出が可能となりフラッディングを発生しないことを見出した。また、セパレータの厚み方向から見て、最も相対湿度が低くなるガス入口部分と冷却水の入口部分を一致させることによって、電解質膜の乾きを解消できるため、耐久性を向上できることを見出した。

10

## 【0029】

さらに、冷却水入口マニホールド孔に絞りを設けることによって、セルスタックに供給された冷却水を、セルスタック内の複数の冷却水流路に分配する際に、冷却水の等配性を向上できることが判った。さらに、冷却水入口マニホールド孔から冷却水を各流路に分配するための各流路の入口を、冷却水入口マニホールド孔に冷却水を供給する位置よりも重力方向で高く位置させることによって、冷却水の流量を絞った場合においても、等配性を確保することが可能であり、より安定した運転が可能であることを見出した。

## 【0030】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

## 《実施の形態1》

図12は本発明の実施の形態1に係る高分子電解質型燃料電池(以下、単に燃料電池という)の概略の構成を示す斜視図、図13は図12のXIII-XIII平面に沿った断面図である。

20

## 【0031】

図12においては、燃料電池における上下方向を、図における上下方向として表している。なお、これは、後述する図1乃至図6においても同様である。

## 【0032】

図12に示すように、本実施の形態の燃料電池はセルスタック1を有している。セルスタック1は、板状の全体形状を有するセル2がその厚み方向に積層されてなるセル積層体101と、セル積層体101の両端に配置された第1及び第2の端板3A, 3Bと、セル積層体2と第1及び第2の端板3A, 3Bとをセル2の積層方向において締結する図示されない締結具とを有している。また、第1及び第2の端板3A, 3Bには集電端子がそれぞれ配設されているが図示を省略している。

30

板状のセル2は、鉛直面に平行に延在しており、従って、セル2の積層方向は水平方向となっている。

## 【0033】

セル積層体101の一方の側部(以下、第1の側部という)の上部には、該セル積層体101を積層方向に貫通するように酸化剤ガス供給マニホールド4が形成されている。酸化剤ガス供給マニホールド4の一端は第1の端板3Aに形成された貫通孔に連通し、この貫通孔に酸化剤ガス供給配管51が接続されている。酸化剤ガス供給マニホールド4の他端は第2の端板3Bによって閉鎖されている。また、セル積層体101の他方の側部(以下、第2の側部)の下部には、該セル積層体101を積層方向に貫通するように酸化剤ガス排出マニホールド7が形成されている。酸化剤ガス供給マニホールド7の一端は第1の端板3Aによって閉鎖されている。酸化剤ガス排出マニホールド7の他端は第2の端板3Bに形成された貫通孔に連通し、この貫通孔に酸化剤ガス排出配管52が接続されている。

40

セル積層体101の第2の側部の上部には、該セル積層体101を積層方向に貫通するように燃料ガス供給マニホールド5が形成されている。燃料ガス供給マニホールド5の一端は第1の端板3Aに形成された貫通孔に連通し、この貫通孔に燃料ガス供給配管53が接続されている。燃料ガス供給マニホールド5の他端は第2の端板3Bによって閉鎖されて

50

いる。また、セル積層体 101 の第 1 の側部の下部には、該セル積層体 101 を積層方向に貫通するように燃料ガス排出マニホールド 6 が形成されている。燃料ガス排出マニホールド 6 の一端は第 1 の端板 3A によって閉鎖されている。燃料ガス供給マニホールド 5 の他端は第 2 の端板 3B に形成された貫通孔に連通し、この貫通孔に燃料ガス排出配管 54 が接続されている。

#### 【0034】

酸化剤ガス供給マニホールド 4 の上部の内側には、セル積層体 101 を積層方向に貫通するように冷却水供給マニホールド 8 が形成されている。冷却水供給マニホールド 8 の一端は第 1 の端板 3A に形成された貫通孔に連通し、この貫通孔に冷却水供給配管 30 が接続されている。冷却水供給マニホールド 8 の他端は第 2 の端板 3B によって閉鎖されている。また、酸化剤ガス排出マニホールド 7 の下部の内側には、セル積層体 101 を積層方向に貫通するように冷却水排出マニホールド 9 が形成されている。冷却水排出マニホールド 9 の一端は第 1 の端板 3A によって閉鎖されている。冷却水排出マニホールド 9 の他端は第 2 の端板 3B に形成された貫通孔に連通し、この貫通孔に冷却水排出配管 31 が接続されている。冷却水供給マニホールド 8 及び冷却水排出マニホールド 9 は、ここでは、水平方向に長い長孔形状（矩形の対抗する直線の 2 辺が半円の 2 辺に置換された形状）の断面形状を有している。

#### 【0035】

図 13 に示すように、セル 2 は、板状の M E A 4 3 と、M A 4 3 の両主面に接触するように配置されたカソード側セパレータ 10 及びアノード側セパレータ 20 とで構成されている。そして、互いに隣接するセル 2、2 において、一方のセル 2 のカソード側セパレータ 10 の背面と他方のセル 2 のアノード側セパレータ 20 の背面とが接触するようにして、セル 2 が積層されている。M E A 4 3、カソード側セパレータ 10、及びアノード側セパレータ 20 は、互いに同じ大きさの同じ形状（ここでは矩形）に形成されている。そして、M E A 4 3、カソード側セパレータ 10、及びアノード側セパレータ 20 には、互いに対応する所定の箇所に、これらを厚み方向に貫通する、酸化剤の入口マニホールド孔、酸化剤の出口マニホールド孔、燃料の入口マニホールド孔、燃料の出口マニホールド孔、冷却水の入口マニホールド孔、及び冷却水の出口マニホールド孔が形成され、全てのセル 2 における M E A 4 3、カソード側セパレータ 10、及びアノード側セパレータ 20 の、酸化剤の入口マニホールド孔、酸化剤の出口マニホールド孔、燃料の入口マニホールド孔、燃料の出口マニホールド孔、冷却水の入口マニホールド孔、及び冷却水の出口マニホールド孔が、それぞれ繋がって、酸化剤供給マニホールド 4、酸化剤排出マニホールド 7、燃料供給マニホールド 5、燃料排出マニホールド 6、冷却水供給マニホールド 8、及び冷却水排出マニホールド 9 が、それぞれ形成されている。

#### 【0036】

カソード側セパレータ 10 の正面及び背面には、それぞれ、酸化剤ガス流路 17 及び冷却水流路 19 が形成されている。酸化剤ガス流路 17 は後述するように、酸化剤ガスの入口マニホールド孔と酸化剤ガスの出口マニホールド孔とを連絡するように形成され、冷却水流路 19 は後述するように、冷却水の入口マニホールド孔と冷却水の出口マニホールド孔とを連絡するように形成されている。そして、カソード側セパレータ 10 は、正面が M E A 4 3 に接触するように配置されている。

#### 【0037】

アノード側セパレータ 20 の正面及び背面には、それぞれ、燃料ガス流路 28 及び冷却水流路 29 が形成されている。燃料ガス流路 28 は後述するように、燃料ガスの入口マニホールド孔と燃料ガスの出口マニホールド孔とを連絡するように形成され、冷却水流路 29 は後述するように、冷却水の入口マニホールド孔と冷却水の出口マニホールド孔とを連絡するように形成されている。そして、アノード側セパレータ 20 は、正面が M E A 4 3 に接触するように配置されている。

#### 【0038】

各流路 17、19、28、29 はカソード側セパレータ 10 又はアノード側セパレータ 50

20の正面に形成された溝で構成されている。また、各流路17、19、28、29は、図13では、それぞれ、2つの流路で構成されているが、多数の流路で構成されていてもよい。

#### 【0039】

また、隣接するカソード側セパレータ10の冷却水流路19とアノード側セパレータ20の冷却水流路29とは、セル2が積層されたとき互いに合わさる(接合する)ように形成されており、両者で1つの冷却水流路が形成されている。

また、カソード側セパレータ10の背面及びアノード側セパレータ20の背面には、冷却水の入口マニホールド孔及び出口マニホールド孔並びに冷却水流路と、酸化剤の入口マニホールド孔と、酸化剤の出口マニホールド孔と、燃料の入口マニホールド孔と、燃料の出口マニホールド孔とを、それぞれ、囲むようにOリング収容溝が形成され、その溝にOリング47がそれぞれ配置されている。これにより、前記のマニホールド孔等が互いにシールされている。10

#### 【0040】

M E A 4 3 は、高分子電解質膜41と、カソード42Aと、アノード42Bと、一対のガスケット46と、を有している。そして、高分子電解質膜41の縁部以外の部分の両面にそれぞれカソード42A及びアノード42Bが形成され、高分子電解質膜41の縁部の両面にカソード42A及びアノード42Bをそれぞれ囲むようにガスケット46が配置されている。一対のガスケット46、カソード42A、アノード42B、及び高分子電解質膜41は互いに一体化されている。20

#### 【0041】

また、カソード42Aと、アノード42Bと、カソード側セパレータ10における酸化剤ガス流路17が形成された領域及び冷却水流路19が形成された領域と、アノード側セパレータ20における燃料ガス流路28が形成された領域及び冷却水流路29が形成された領域とは、セル2の積層方向から見て、互いに、実質的に全体的に重なり合うように配設されている。

#### 【0042】

次に、カソード側セパレータ及びアノード側セパレータについて詳しく説明する。

#### 【0043】

図1はカソード側セパレータの正面図、図2はその背面図、図3はアノード側セパレータの正面図、図4はその背面図である。30

#### 【0044】

図1に示すように、カソード側セパレータ10は、酸化剤ガスの入口マニホールド孔11及び出口マニホールド孔13、燃料ガスの入口マニホールド孔12及び出口マニホールド孔14並びに冷却水の入口マニホールド孔15及び出口マニホールド孔16を有する。セパレータ10は、さらに、カソードと対向する面に、マニホールド孔11と13とを連絡するガス流路17を有し、背面には、冷却水のマニホールド孔15と16を連絡する流路19を有する。

#### 【0045】

図1において、酸化剤ガスの入口マニホールド孔11はセパレータ10の一方の側部(図面左側の側部:以下、第1の側部という)の上部に設けられ、出口マニホールド孔13はセパレータ10の他方の側部(図面右側の側部:以下、第2の側部という)の下部に設けられている。燃料ガスの入口マニホールド孔12は、セパレータ10の第2の側部の上部に設けられ、出口マニホールド孔14はセパレータ10の第1の側部の下部に設けられている。冷却水の入口マニホールド孔15は酸化剤ガスの入口マニホールド孔11の上部の内側に設けられ、出口マニホールド孔16は酸化剤ガスの出口マニホールド孔13の下部の内側に設けられている。冷却水マニホールド孔15、16は、水平方向に長い長孔形状に形成されている。40

#### 【0046】

酸化剤ガス流路17は、本実施の形態では2つの流路で構成されている。もちろん、任

意の数の流路で構成することができる。各流路は、水平方向に延びる水平部 17 a と、鉛直方向に延びる鉛直部 17 b とで実質的に構成されている。具体的には、酸化剤ガス流路 17 の各流路は、酸化剤ガスの入り口マニホールド孔 11 の上部からセパレータ 10 の第 2 の側部まで水平に延び、そこから下方にある距離延び、そこから水平にセパレータ 10 の第 1 の側部まで水平に延び、そこから下方にある距離延びている。そして、そこから、上記の延在パターンを 2 回繰り返し、その到達点から酸化剤ガスの出口マニホールド孔 13 の下部に至るように水平に延びている。そして、各流路の水平に延びる部分が水平部 17 a を形成し、下方に延びる部分が鉛直部 17 b を形成している。これにより、酸化剤ガス流路 17 では、酸化剤ガスが、水平部 17 a と鉛直部 17 b とを交互に通過するようにして蛇行しながら重力に逆らわずに流れ、その結果、フラッディングが抑制される。

10

## 【0047】

なお、各流路は、ここでは水平部 17 a と鉛直部 17 b とで構成されているが、ガスの通流方向に向かって水平又は下り勾配（垂直を含む）となるように形成されればよい。但し、各流路を水平部 17 a と鉛直部 17 b とで構成すると、酸化剤ガス流路 17 を高密度で形成することができる。

## 【0048】

図 2において、冷却水流路 19 は、2つの流路で構成されている。各流路は、水平方向に延びる水平部 19 a と、鉛直方向に延びる鉛直部 19 b とで実質的に構成されている。具体的には、冷却水流路 19 の各流路は、冷却水の入り口マニホールド孔 15 の、酸化剤ガスの入り口マニホールド孔 11 に近い方の端部からある距離下方に延び、そこから、セパレータ 10 の第 2 の側部（図面左側の側部）まで水平に延び、そこから下方にある距離延び、そこから第 1 の側部（図面右側の側部）まで水平に延びている。そして、そこから、上記の延在パターンを 2 回半繰り返し、その到達点から冷却水の出口マニホールド孔 16 の、酸化剤ガスの出口マニホールド孔 13 に近い方の端部に至るように下方に延びている。そして、各流路の水平に延びる部分が水平部 19 a を形成し、下方に延びる部分が鉛直部 19 b を形成している。これにより、冷却水流路 19 では、冷却水が、水平部 19 a と鉛直部 19 b とを交互に通過するようにして蛇行しながら重力に逆らわずに流れれる。

20

## 【0049】

そして、ここで重要なことは、以下の点である。すなわち、冷却水の入口マニホールド孔 15 と酸化剤ガスの入口マニホールド孔 11 とが近接して設けられ、冷却水の出口マニホールド孔 16 と酸化剤ガスの出口マニホールド孔 13 とが近接して設けられ、かつセパレータ 10 の厚み方向から見て、冷却水流路 18 が酸化剤ガス流路 17 と実質的に重なるように形成されており、その結果、冷却水と酸化剤ガスとがセパレータ 10 を挟んで実質的に同じ方向に流れるという点である。このように構成することにより、セパレータ 10 の厚み方向から見て、最も相対湿度が低くなる酸化剤ガス入口部分と冷却水の入口部分とがほぼ一致するので、高分子電解質膜の乾きを解消することができ、ひいては高分子電解質膜の耐久性を向上することができる。

30

## 【0050】

なお、各流路は、ここでは水平部 19 a と鉛直部 19 b とで実質的に構成されているが、冷却水の通流方向に向かって水平又は下り勾配となるように形成されればよい。但し、各流路を水平部 19 a と鉛直部 19 b とで構成すると、冷却水流路 19 を高密度で形成することができる。

40

## 【0051】

アノード側セパレータ 20 は、酸化剤ガスの入口マニホールド孔 21 及び出口マニホールド孔 23、燃料ガスの入口マニホールド孔 22 及び出口マニホールド孔 24 並びに冷却水の入口マニホールド孔 25 及び出口マニホールド孔 26 を有する。セパレータ 20 は、さらに、アノードと対向する面に、マニホールド孔 22 と 24 とを連絡するガス流路 28 を有し、背面には、冷却水のマニホールド孔 25 と 26 を連絡する流路 29 を有する。

## 【0052】

図 3において、酸化剤ガスの入口マニホールド孔 21 はセパレータ 20 の一方の側部（

50

図面右側の側部：以下、第1の側部という）の上部に設けられ、出口マニホールド孔23はセパレータ20の他方の側部（図面左側の側部：以下、第2の側部という）の下部に設けられている。燃料ガスの入口マニホールド孔22は、セパレータ20の第2の側部の上部に設けられ、出口マニホールド孔24はセパレータ20の第1の側部の下部に設けられている。冷却水の入口マニホールド孔25は酸化剤ガスの入口マニホールド孔21の上部の内側に設けられ、出口マニホールド孔26は酸化剤ガスの出口マニホールド孔23の下部の内側に設けられている。冷却水マニホールド孔25、26は、水平方向に長い長孔形状に形成されている。

#### 【0053】

燃料ガス流路28は、本実施の形態では2つの流路で構成されている。各流路は、水平方向に延びる水平部28aと、鉛直方向に延びる鉛直部28bとで実質的に構成されている。具体的には、燃料ガス流路28の各流路は、燃料ガスの入り口マニホールド孔22の上部からセパレータ20の第1の側部まで水平に延び、そこから下方にある距離延び、そこから水平にセパレータ20の第2の側部まで水平に延び、そこから下方にある距離延びている。そして、そこから、上記の延在パターンを2回繰り返し、その到達点から燃料ガスの出口マニホールド孔24の下部に至るように水平に延びている。そして、各流路の水平に延びる部分が水平部28aを形成し、下方に延びる部分が鉛直部28bを形成している。これにより、燃料ガス流路28では、燃料ガスが、水平部28aと鉛直部28bとを交互に通過するようにして蛇行しながら重力に逆らわずに流れ、その結果、フラッディングが抑制される。

#### 【0054】

なお、各流路は、ここでは水平部28aと鉛直部28bとで実質的に構成されているが、ガスの通流方向に向かって水平又は下り勾配（垂直を含む）となるように形成されればよい。但し、各流路を水平部28aと鉛直部28bとで構成すると、燃料ガス流路28を高密度で形成することができる。

#### 【0055】

図4において、冷却水流路29は、図2のカソードセパレータ10の背面に形成された冷却水流路19と図面における左右が反対になるように形成されている。すなわち、各流路は、水平方向に延びる水平部29aと、鉛直方向に延びる鉛直部29bとで実質的に構成されている。具体的には、冷却水流路29の各流路は、冷却水の入り口マニホールド孔25の、酸化剤ガスの入り口マニホールド孔21に近い方の端部からある距離下方に延び、そこから、セパレータ20の第2の側部（図面右側の側部）まで水平に延び、そこから下方にある距離延び、そこから第1の側部（図面左側の側部）まで水平に延びている。そして、そこから、上記の延在パターンを2回半繰り返し、その到達点から冷却水の出口マニホールド孔26の、酸化剤ガスの出口マニホールド孔23に近い方の端部に至るように下方に延びている。そして、各流路の水平に延びる部分が水平部29aを形成し、下方に延びる部分が鉛直部29bを形成している。これにより、冷却水流路29では、冷却水が、水平部29aと鉛直部29bとを交互に通過するようにして蛇行しながら重力に逆らわずに流れれる。

#### 【0056】

そして、ここで重要な点は、以下の点である。すなわち、冷却水の入口マニホールド孔25と燃料ガスの入口マニホールド孔22とが共にセパレータ20の上部に設けられ、冷却水の出口マニホールド孔26と燃料ガスの出口マニホールド孔24とが共にセパレータ20の下部に設けられ、かつセパレータ20の厚み方向から見て、冷却水流路29が燃料ガス流路28と実質的に重なるように形成されており、その結果、冷却水と酸化剤ガスとは水平方向においてはセパレータ20を挟んで互いに反対方向に流れるもの、鉛直方向においては、全体としては、共に、上から下へと同じ方向に流れるという点である。このように構成することにより、最も相対湿度が低くなる燃料ガス流路28の上流部分が、セパレータ20の鉛直方向において、冷却水の入口部分が設けられて最も温度が低い上部に位置するので、高分子電解質膜の乾きの解消に寄与し、ひいては高分子電解質膜の耐久性

10

20

30

40

50

の向上に寄与する。

【0057】

なお、各流路は、ここでは水平部29aと鉛直部29bとで実質的に構成されているが、冷却水の通流方向に向かって水平又は下り勾配となるように形成されればよい。但し、各流路を水平部29aと鉛直部29bとで構成すると、冷却水流路29を高密度で形成することができる。

【0058】

既述のように、上記のカソード側セパレータ10とアノード側セパレータ20とによりMEAを挟むことによりセルが構成される。従って、隣接するセル間には、カソード側セパレータ10とアノード側セパレータ20とがそれらの冷却水の流路19と29を向き合わせて配置され、冷却部が構成される。複数セル毎に冷却部を設ける場合は、前記のような複合セパレータの代わりに、一方の面がカソード側セパレータ、他方の面がアノード側セパレータとして働く単一のセパレータが適宜用いられる。10

【0059】

次に、以上のように構成された燃料電池の燃料ガス、酸化剤ガス、及び冷却水の通流動作を説明する。

【0060】

図1乃至図6、図12、及び図14において、燃料ガスは、燃料ガス供給配管43を通じてセルスタック1の燃料ガス供給マニホールド5に供給される。この供給された燃料ガスは、燃料ガス供給マニホールド5から、各セル2の入口マニホールド孔22に流入し、燃料ガス流路28を通流する。そして、この間に、アノード、高分子電解質膜、及びカソードを介して酸化剤ガスと反応して消費され、消費されなかった燃料ガスがオフガスとして出口マニホールド孔24から燃料ガス排出マニホールド6に流出し、燃料ガス排出配管44を通じてセルスタック1から排出される。20

【0061】

一方、酸化剤ガスは、酸化剤ガス供給配管41を通じてセルスタック1の酸化剤ガス供給マニホールド8に供給される。この供給された酸化剤ガスは、酸化剤ガス供給マニホールド4から、各セル2の入口マニホールド孔11に流入し、酸化剤ガス流路17を通流する。そして、この間に、カソード、高分子電解質膜、及びアノードを介して燃料ガスと反応して消費され、消費されなかった酸化剤ガスが出口マニホールド孔13から酸化剤ガス排出マニホールド7に流出し、酸化剤ガス排出配管42を通じてセルスタック1から排出される。30

【0062】

また、冷却水は、冷却水供給配管30を通じてセルスタック1の冷却水供給マニホールド8に供給される。この供給された冷却水は、冷却水供給マニホールド8から、各セル2の入口マニホールド孔15, 25に流入し、冷却水流路19, 29を通流する。そして、この間に、カソードセパレータ10及びアノードセパレータ20を介してカソード及びアノードを冷却するとともにこれらから熱を回収して、出口マニホールド孔16, 26から冷却水排出マニホールド9に流出し、冷却水排出配管31を通じてセルスタック1から排出される。40

【0063】

そして、この過程において、燃料ガス及び酸化剤ガスは、それぞれ、燃料ガス流路28及び酸化剤ガス流路17を、重力に逆らわないように流れ、それにより、フラッディングが防止される。

【0064】

また、各セパレータ10, 20において、冷却水の入口近傍部に、相対湿度が最も低くなる、燃料ガス流路28又は酸化剤ガス流路17の上流部が位置していることから、高分子電解質膜の乾燥が防止される。

《実施の形態2》

図5は本発明の実施の形態2に係る燃料電池のアノード側セパレータの背面図である。

10

20

30

40

50

図5において、図4と同一符号は同一又は相当する部分を示す。

【0065】

本実施の形態では、図12に示す実施の形態1のセルスタック1において、冷却水供給マニホールド8が、図5に示すアノード側セパレータ20Aの冷却水の入り口マニホールド孔25Aと同じ断面形状を有している。

図5に示すように、アノード側セパレータ20Aは、冷却水の入口マニホールド孔25Aが、絞り部32によって、第1の部分31aと第2の部分31bに区画されている。そして、図示されないが、カソード側セパレータ及びMEAの冷却水の入口マニホールド孔もこのアノード側セパレータ20Aの冷却水の入口マニホールド孔25Aと同じ形状に形成されている。この入口マニホールド孔25Aの第1の部分31aは、冷却水供給配管30から冷却水供給マニホールド8に供給される冷却水の流通するところであり、第2の部分31bは、冷却水流路29へ冷却水を供給するところである。本実施の形態は、この他の点は、実施の形態1と同様である。

【0066】

図12及び図5を参照すると、以上のように構成された本実施の形態の燃料電池では、冷却水が、冷却水供給配管30から冷却水供給マニホールド8の、入口マニホールド孔25Aの第1の部分31aに対応する部分に供給される。そして、この供給された冷却水は、セルスタック1の積層方向に流れながら各セル2に分配される。ここで、入り口マニホールド孔25Aに絞り部32がない場合は、重力の影響によって、冷却水が冷却水供給配管30に近いセルほど多く流れる傾向にあった。本実施の形態では、絞り部32の効果によって、冷却水の入口マニホールド孔25Aに供給される冷却水は、一度絞り部32の上流側、すなわち第1の部分31a内に充満してから第2の部分31bを経由して各セル2の冷却水流路29に供給される。そのため、冷却水供給配管30に最も近いセル2から最も遠いセル2まで均等に冷却水を分配することが可能となる。ここで、絞り部32の冷却水が通過する方向の断面積は、冷却水流路29の各流路の断面積の合計値に対して1~10倍の範囲で設計するのが好ましい。なお、絞り部32の冷却水が通過する方向は、図5の矢印Xの方向、すなわち、セル2(ひいてはセパレータ20A)の延在面内における水平方向である。

《実施の形態3》

図6は本発明の実施の形態3に係る燃料電池のアノード側セパレータの背面図である。図6において、図4と同一符号は同一又は相当する部分を示す。

【0067】

本実施の形態では、図12に示す実施の形態1のセルスタック1において、冷却水供給マニホールド8が、図6に示すアノード側セパレータ20Bの冷却水の入り口マニホールド孔25Bと同じ断面形状を有している。

【0068】

このセパレータ20Bでは、冷却水の入口マニホールド孔25Bが、底の深い第1の部分41aと底の浅い第2の部分41bとを有するように底が2段に構成されている。換言すれば、入口マニホールド孔25Bは、内周面の下部に周方向における段差47cを有し、段差47cの下に位置する第1の部分41aと段差57cの上に位置する第2の部分41bとを有するように形成されている。そして、図示されないが、カソード側セパレータ及びMEAの冷却水の入口マニホールド孔もこのアノード側セパレータ20Bの冷却水の入口マニホールド孔25Bと同じ形状に形成されている。そして、この入口マニホールド孔25Bの第1の部分41aは、冷却水供給配管30から冷却水供給マニホールド8に供給される冷却水の流通するところであり、第2の部分41bは、冷却水流路29へ冷却水を供給するところである。

【0069】

セパレータ20Bでは、冷却水の入口マニホールド孔25Bから冷却水を各流路に分配するための第2の部分41bが、冷却水供給配管30から冷却水が供給される第1の部分41aよりも鉛直方向において高い位置に形成されている。冷却水の入口マニホールド孔

10

20

30

40

50

25Bをこのような形状にすることによって、第2の部分41bの上流側である第1の部分41aに充満した冷却水は第2の部分41bでセパレータ20Bの延在面内における水平方向に流速を速め、その流速を維持するようにして各流路に分配されるため、さらに冷却水の等配性を向上することができる。また、実施の形態2のように、第2の部分31bの入口側に単に絞り32を設ける構成であると、部分負荷運転時において冷却水の流量を絞った場合には、絞りの効果が低下し、冷却水の等配性が悪化する危惧がある。しかしながら、本実施の形態では、下流側に位置する第2の部分41bの底が上流側に位置する第1の部分41aの底より浅くなっているので、冷却水の流量が少ない場合にも、冷却水供給配管30から供給される冷却水は、第1の部分41aに一度溜まってから、冷却水流路29の各流路に連通する第2の部分41bに流れていくため、等配性を確保できる。さらに、冷却水中に異物などが混入した場合には、これが第1の部分41aにおいて沈殿するため、これが冷却水流路29に流れ込むのを防止でき、異物などによる冷却水詰まりを防止することができる。10

#### 【実施例】

##### 【0070】

以下、本発明の実施例を説明する。

##### 《実施例1》

アセチレンブラック系カーボン粉末（電気化学株式会社製DENKA BLACK FX-35）、平均粒径約30 の白金粒子を25重量%担持させた。これをカソードの触媒とする。また、アセチレンブラック系カーボン粉末（電気化学株式会社製DENKA BLACK FX-35）に、平均粒径約30 の白金・ルテニウム合金（Pt : Ru = 1 : 1（重量比））粒子を25重量%担持させた。これをアノードの触媒とする。これらの触媒粉末のイソプロパノール分散液に、パーフルオロカーボンスルホン酸粉末のエチルアルコール分散液（旭硝子株式会社製Flemion FSS-1）を混合し、ペースト状にした。これらのペーストを原料としスクリーン印刷法を用いて、それぞれ厚み250 μmのカーボン不織布（東レ工業株式会社製TGP-H-090）の一方の面に電極触媒層を形成した。このようにして形成された電極の触媒層に含まれる白金量は0.3 mg / cm<sup>2</sup>、パーフルオロカーボンスルホン酸の量は1.2 mg / cm<sup>2</sup>とした。20

##### 【0071】

これらの電極は、触媒材料以外の構成はカソード・アノード共に同一構成である。これらの電極を、電極より一回り大きい面積を有するプロトン伝導性高分子電解質膜（米国デュポン社製NAFION 122）の中心部の両面に、印刷した触媒層が電解質膜側に接するようホットプレスによって接合した。また、電極の外周に露出する高分子電解質膜の周縁部は、厚さ250 μmのフッ素系ゴム（旭硝子株式会社製アフ拉斯（登録商標））のシートからなるガスケットで挟み、ホットプレスによって接合一体化させた。こうして、電解質膜電極接合体（MEA）を作製した。プロトン伝導性高分子電解質膜として、パーフルオロカーボンスルホン酸を30 μmの厚みに薄膜化したものを用いた。30

##### 【0072】

本実施例では実施の形態1に示す構造の導電性セパレータを用いた。図はこのセパレータを積層した燃料電池が実際の運転時に設置された状態で、重力に対して上になる方向を上方向としている。この導電性セパレータは、厚さ3 mmの等方性黒鉛板に機械加工によってガス流路及びマニホールド孔を形成した。ガス流路17及び28の溝幅は2 mm、深さは1 mm、流路間の幅は1 mmとし、それぞれ2本パスの流路構成とした。冷却水の流路は溝の深さを0.5 mmにした他はガス流路と同様である。この電池の定格運転条件は、燃料利用率75%、酸素利用率40%、電流密度0.3 A / cm<sup>2</sup>である。40

##### 【0073】

以上のようなカソード側セパレータとアノード側セパレータでMEAを挟んだセルを50セル積層した。隣接するセル間には、両セパレータ板により冷却水の流路が形成される。このセル積層体を、表面に金メッキした銅製集電板とポリフェニレンサルファイド製の絶縁板を介してステンレス鋼製の端板で挟み、両端板を締結ロッドで締結した。締結圧は50

電極の面積当たり  $10 \text{ kgf/cm}^2$  とした。また、運転時は図で示したセパレータの上部が上となるよう積層電池を設置した。

#### 【0074】

このように作製した本実施例の燃料電池を  $70^\circ\text{C}$  に保持し、アノードに  $70^\circ\text{C}$  の露点となるよう加湿・加温した燃料ガス（ $80\%$  水素ガス /  $20\%$  二酸化炭素 /  $10 \text{ ppm}$  一酸化炭素）を、カソードに  $70^\circ\text{C}$  の露点となるよう加湿・加温した空気をそれぞれ供給した。この電池を定格の  $25\%$  の低負荷となる電流密度  $0.075 \text{ A/cm}^2$  から定格負荷となる  $0.3 \text{ A/cm}^2$  まで電流密度を変化させて電流・電圧特性を評価した。ただし、試験中の利用率は定格条件と同等とした。その結果を図7に示す。図7には比較例の燃料電池の特性も併記した。比較例の燃料電池は、冷却水の入口・出口を実施例1とは逆にして、ガスは入口部で相対湿度  $100\%$  に加湿されるようにした。図より、本実施例の燃料電池では、比較例の燃料電池がガス流速の低下によってフラッディングを発生して運転が困難となっていた  $0.075 \text{ A/cm}^2$  付近においても、フラッディングを発生せず、安定した運転ができていることがわかる。本実施例では、冷却部をそれぞれ隣接するセルのアノード側セパレータとカソード側セパレータとの間に設けたが、冷却部を複数セル毎に配置しても同様の効果が得られる。  
10

#### 《実施例2》

本実施例では、実施の形態2で説明したセパレータを用いた。絞り部32の冷却水が通過する方向の断面積は、各冷却面における冷却水の流路の断面積の合計値に対して  $1 \sim 10$  倍の範囲で設計した。本実施例では、冷却水の流路2本の合計断面積は  $4 \text{ mm}^2$  であるため、絞り部32の断面積は  $4 \sim 40 \text{ mm}^2$  の範囲で設計した。  
20

#### 【0075】

この燃料電池を実施例1に示した運転条件で、定格負荷運転をしたときの各セルの電圧を測定した。この結果を図8に示す。図8には実施例1の燃料電池の各セルの電圧も併記した。ここで、冷却水はセル番号1番の側から供給され、マニホールド、冷却水流路を通って、セル番号50番の側に排出される構成となっている。実施例1の燃料電池は、冷却水の入口側で電圧値が高く、出口に近づくにつれて低下していることがわかる。これは、冷却水の流量が不均一になつたために、温度の低いセルと高いセルができたためである。これに対して、本実施例の燃料電池では、冷却水の等配性が向上したため、温度分布が均一となり、セル電圧が均一化されていることがわかる。さらに、図9はこれらの燃料電池を  $1000$  時間運転した後に比較した結果を示している。図9より、実施例1の電池では、冷却水の出口近辺のセル電圧の劣化率が大きいのに対し、本実施例の電池では、全てのセルにわたつて極端な劣化が見られないことがわかる。セル電圧の劣化は、冷却水の流量が少なくなったセルの温度が上昇し、電解質膜の乾きによる劣化が発生したためと考えられる。従つて、本実施例による冷却水の等配性の向上が、耐久性劣化の抑制にも効果的であることがわかる。  
30

#### 《実施例3》

本実施例では、実施の形態3のセパレータを用いた。入口マニホールド孔25Bの流路に連通する部分41bの入口側の絞り部の断面積は、実施例2と同様の方法で設計した。

#### 【0076】

この燃料電池を実施例1に示した運転条件で、定格の  $1/4$  の負荷で運転をしたときに、冷却水を定格流量の  $1/4$  まで絞った時の各セルの電圧を測定した。この結果を図10に示す。図10には実施例2で示した燃料電池の各セルの電圧も併記した。ここで、冷却水はセル番号1番の側から供給され、マニホールド、冷却水流路を通って、セル番号50番の側に排出される構成となっている。図10より、実施例2及び本実施例の電池とも、 $1/4$  負荷運転においても、安定した運転が可能であることがわかる。また、実施例2の電池は、冷却水の流量を  $1/4$  まで絞った場合には、冷却水の等配性が悪化し、若干ではあるがセル毎の電圧バラツキが増大する傾向にあることがわかる。これに対して、本実施例の電池では、冷却水の流量が低下したにも拘わらず、セル電圧は均一に保たれていることがわかる。これは、入口マニホールド孔25Bにおいて、その上流側の部分41  
40

a に冷却水が一度溜まってから、下流側の第 2 の部分 41b を経由して流路 29 に供給されるために、冷却水量が低い時の等配性が向上したためと考えられる。

#### 【0077】

図 11 は、これらの電池を低負荷運転条件の下で 1000 時間運転した後に、セル間の電圧を比較した結果を示している。図 11 より、実施例 2 の電池では、冷却水の出口近辺のセル電圧の劣化率がわずかに大きいのに対し、本実施例の電池では、セル電圧の低下率が一様であることがわかる。セル電圧の劣化は、冷却水の流量が少なくなったセルの温度が上昇し、電解質膜の乾きによる劣化が発生したためと考えられる。本実施例による冷却水の等配性の向上が、耐久性の劣化の抑制にも効果的であることがわかる。特に、低負荷運転時の冷却水の流量を絞って運転する時間が長いシステムに対しては、本実施例のようなマニホールド形状とすることが効果的であることがわかる。10

#### 【0078】

以上のように本発明によれば、セパレータにおける酸化剤ガス、燃料ガス、及び冷却水の全ての流れを重力に逆らわない方向にすることにより、凝縮水のスムースな排出を促進し、低負荷運転時においてもフラッディングを生じず、高効率で安定した運転が可能となり、かつガス入口部での電解質膜の乾きを解消し、耐久性を向上することが可能となる。

#### 【0079】

また、冷却水の入口マニホールド孔に絞りを設けることによって、セルを積層した際に、冷却水の等配性を向上でき、セル間の温度分布を低減できるため、セル電圧のバラツキを低く抑えることができる。さらに、温度の高いセルが発生しないために、耐久性の劣化を低減できる。20

#### 【0080】

さらに、冷却水の入口マニホールド孔から冷却水を各流路に分配するための連通部の接続部を、冷却水入口マニホールド孔に冷却水を供給する位置よりも重力方向で高い位置にすることによって、低負荷運転時に冷却水の流量を絞った場合においても、等配性を確保することが可能であり、温度分布の増大による電圧バラツキの増大を抑制することができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0081】

本発明の高分子電解質型燃料電池は、ポータブル電源、電気自動車用電源、家庭内コードジェネレーションシステム等に使用する燃料電池として有用である。30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0082】

【図 1】本発明の実施の形態 1 の燃料電池に用いたカソード側セパレータの正面図である。。

【図 2】同じくカソード側セパレータの背面図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 の燃料電池に用いたアノード側セパレータの正面図である。。

【図 4】同じくアノード側セパレータの背面図である。

【図 5】本発明の実施の形態 2 の燃料電池に用いたアノード側セパレータの背面図である。40

【図 6】本発明の実施の形態 3 の燃料電池に用いたアノード側セパレータの背面図である。。

【図 7】本発明の実施例 1 及び比較例 1 の燃料電池の電流 - 電圧特性を示す図である。

【図 8】本発明の実施例 1 及び実施例 2 の燃料電池のセル番号とセル電圧の関係を示す図である。

【図 9】本発明の実施例 1 及び実施例 2 の燃料電池の耐久試験後のセル番号とセル電圧の関係を示す図である。

【図 10】本発明の実施例 2 及び実施例 3 の燃料電池のセル番号とセル電圧の関係を示す図である。50

【図11】本発明の実施例2及び実施例3の燃料電池の耐久試験後のセル番号とセル電圧の関係を示す図である。

【図12】本発明の実施の形態1に係る高分子電解質型燃料電池の概略の構成を示す斜視図である。

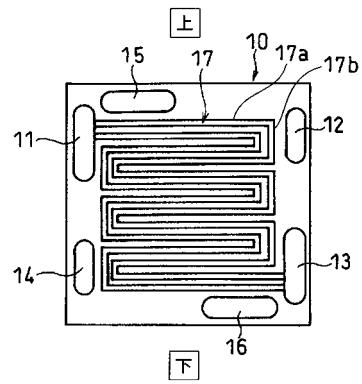
【図13】図12のXIII-XIII平面に沿った断面図である。

【符号の説明】

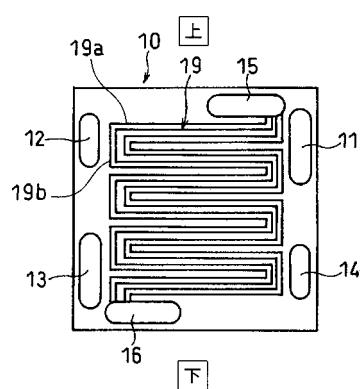
【0083】

- |                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1 セルスタック                    | 10 |
| 2 セル                        |    |
| 3 A, 3 B 端板                 |    |
| 4 酸化剤ガス供給マニホールド             |    |
| 5 燃料ガス供給マニホールド              |    |
| 6 燃料ガス排出マニホールド              |    |
| 7 酸化剤ガス排出マニホールド             |    |
| 8 冷却水供給マニホールド               |    |
| 9 冷却水排出マニホールド               |    |
| 10 カソード側セパレータ               |    |
| 11、21 酸化剤ガスの入口マニホールド孔       |    |
| 13、23 酸化剤ガスの出口マニホールド孔       |    |
| 17 酸化剤ガスの流路                 | 20 |
| 20 アノード側セパレータ               |    |
| 12、22 燃料ガスの入口マニホールド孔        |    |
| 14、24 燃料ガスの出口マニホールド孔        |    |
| 15、25、25A、25B 冷却水の入口マニホールド孔 |    |
| 16、26 冷却水の出口マニホールド孔         |    |
| 19、29 冷却水の流路                |    |
| 28 燃料ガスの流路                  |    |
| 30 冷却水供給配管                  |    |
| 31a 第1の部分                   |    |
| 31b 第2の部分                   | 30 |
| 32 絞り部                      |    |
| 41a 第1の部分                   |    |
| 41b 第2の部分                   |    |
| 42A カソード                    |    |
| 42B アノード                    |    |
| 43 MEA                      |    |
| 46 ガスケット                    |    |
| 47c 段差                      |    |
| 48 Oリング                     |    |
| 49 高分子電解質膜                  | 40 |
| 51 酸化剤ガス供給配管                |    |
| 52 酸化剤ガス排出配管                |    |
| 53 燃料ガス供給配管                 |    |
| 54 燃料ガス排出配管                 |    |
| 55 冷却水排出配管                  |    |

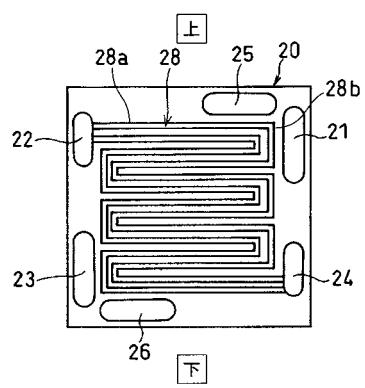
【図1】



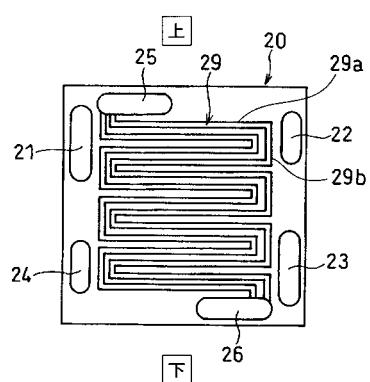
【図2】



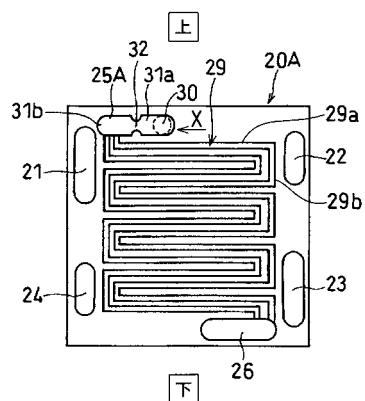
【図3】



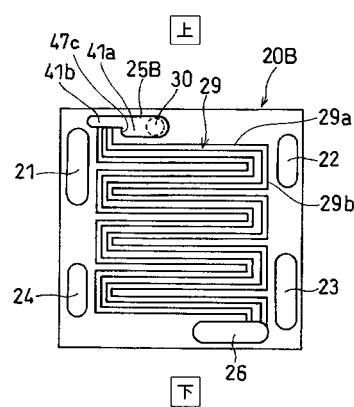
【図4】



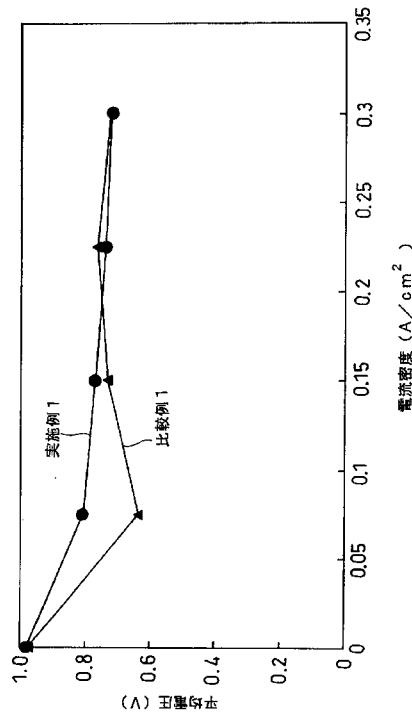
【図5】



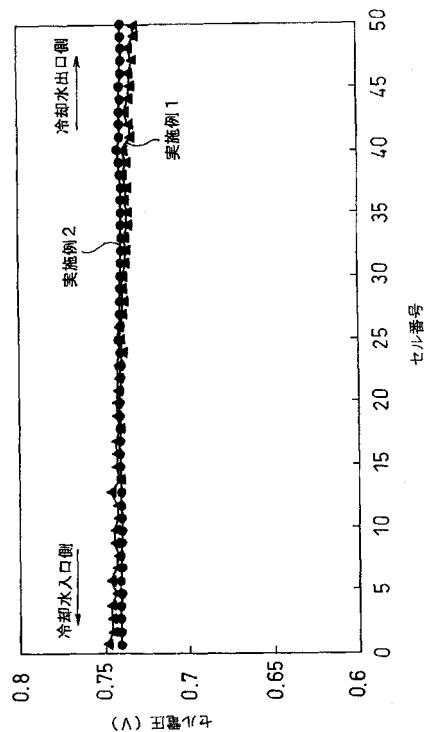
【図6】



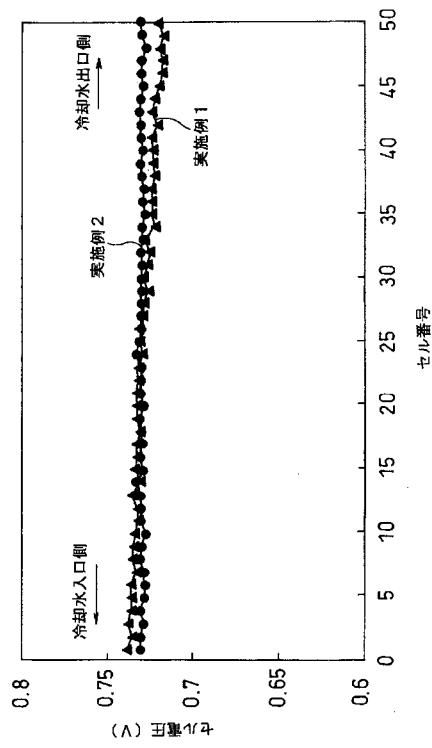
【図7】



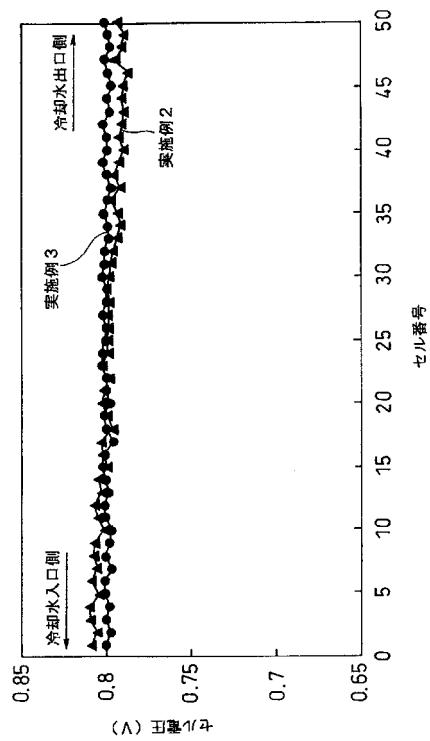
【図8】



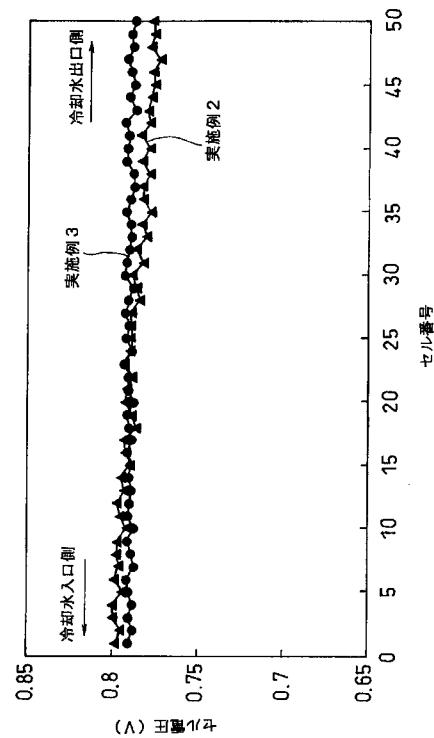
【図 9】



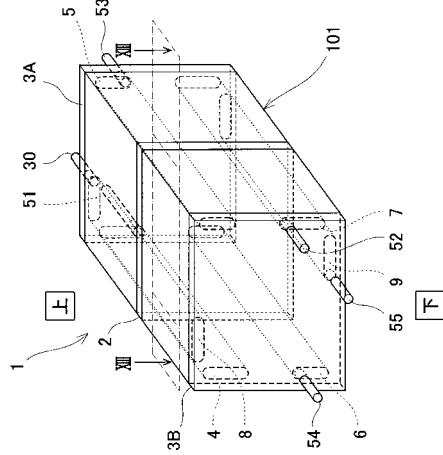
【図 10】



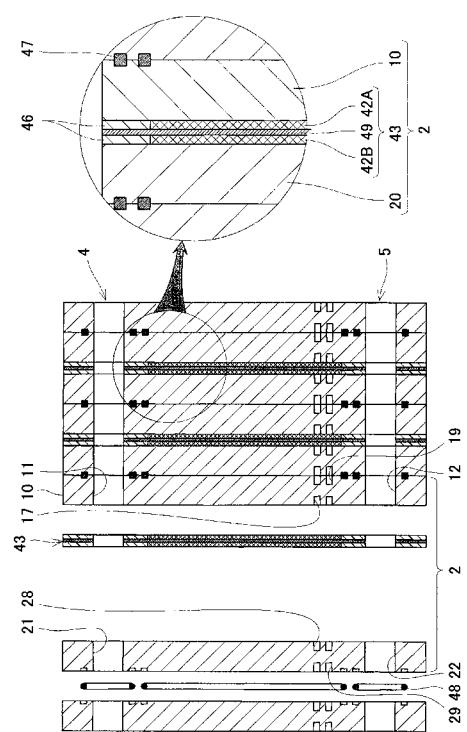
【図 11】



【図 12】



【図13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 日下部 弘樹  
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 羽藤 一仁  
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 小原 英夫  
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 竹口 伸介  
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 柴田 礎一  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 富澤 猛  
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 松本 敏宏  
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

F ターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC08 CX04 EE18 HH03

【要約の続き】