

(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2006-164765

(P2006-164765A)

(43) 公開日 平成18年6月22日(2006.6.22)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)		
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M	8/02	B	5HO26		
HO 1 M 8/24 (2006.01)	HO 1 M	8/02	R			
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M	8/24	R			
	HO 1 M	8/10				

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2004-354872 (P2004-354872)
 (22) 出願日 平成16年12月8日 (2004.12.8)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (72) 発明者 乾 文彦
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 佐野 誠治
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 梶原 ▲隆▼
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

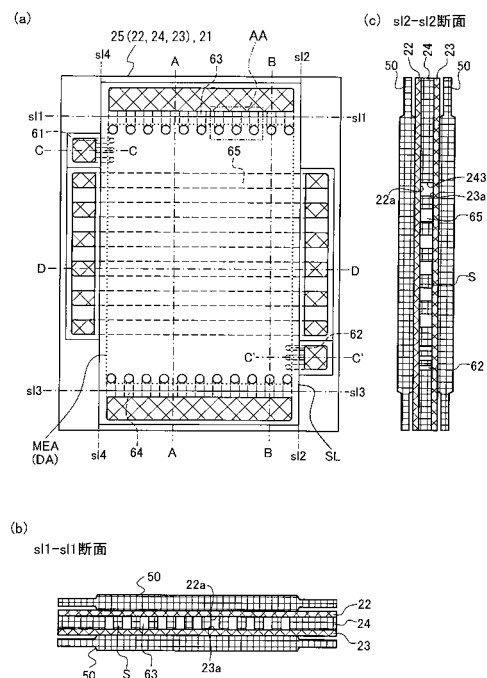
(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 燃料電池用フラットセパレータにおいて、反応ガスの供給を改善し、電池性能を向上させること。

【解決手段】 MEAとの対向部分が平面であるセパレータ25は、第1の電極対向プレート(例えば、カソード対向プレート22)と第2の電極対向プレート(例えば、アノード対向プレート23)と中間プレート24とを備える。セパレータ25は、反応ガス(例えば、酸化ガス)が供給される反応ガス供給マニホールドを備え、第1の電極対向プレートは、発電部の端部に形成される複数の反応ガス供給孔(例えば、酸化ガス供給孔225)を備え、中間プレート24は、一端が反応ガス供給マニホールドと連通し他端が複数の反応ガス供給孔の少なくとも1つと連通する反応ガス供給流路を形成する複数の反応ガス供給流路形成部(例えば酸化ガス供給流路形成部)を複数個備える。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

膜電極接合体の第 1 の電極に対向する発電部が平面である第 1 の電極対向プレートと、膜電極接合体の第 2 の電極に対向する発電部が平面である第 2 の電極対向プレートと、前記第 1 の電極対向プレートと前記第 2 の電極対向プレートとに挟持される中間プレートとを備える燃料電池用のセパレータであって、

前記第 1 および前記第 2 の電極対向プレートと、前記中間プレートは、それぞれに、

前記セパレータを厚さ方向に貫通すると共に反応ガスが供給される反応ガス供給マニホールドを形成する反応ガス供給マニホールド形成部を備え、

前記第 1 の電極対向プレートは、さらに、

前記第 1 の電極対向プレートを厚さ方向に貫通すると共に、前記発電部の端部に形成される複数個の反応ガス供給孔を備え、

前記中間プレートは、さらに、

前記中間プレートを厚さ方向に貫通すると共に、一端が前記反応ガス供給マニホールドと連通し、他端が前記第 1 の電極対向プレートに備えられた前記複数個の反応ガス供給孔の少なくとも 1 つと連通する反応ガス供給流路を形成する反応ガス供給流路形成部を複数個備えるセパレータ。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のセパレータにおいて、

前記反応ガス供給流路形成部は、前記複数個の反応ガス供給孔と同数個備えられ、

前記反応ガス供給流路形成部と前記反応ガス供給孔は 1 対 1 に対応しているセパレータ

20

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のセパレータにおいて、

前記反応ガス供給流路と前記複数個の反応ガス供給孔の形状および寸法によって、前記複数個の反応ガス供給孔から前記第 1 の電極に供給される反応ガスの流量が制御されるセパレータ。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のセパレータにおいて、

燃料電池を構成する際に、前記第 1 の電極と前記第 1 の電極対向プレートとの間に配置される拡散層が、前記反応ガスが流動する反応ガス流路として機能し、

前記反応ガス供給流路および反応ガス供給孔における反応ガスの圧力損失は、前記拡散層における反応ガスの圧力損失より大きく、前記反応ガス供給流路および反応ガス供給孔における反応ガスの圧力損失により、前記複数個の反応ガス供給孔から前記第 1 の電極に供給される反応ガスの流量が制御されるセパレータ。

30

【請求項 5】

請求項 3 または請求項 4 に記載のセパレータにおいて、

複数個の前記反応ガス供給流路形成部は、それぞれ同一の形状および寸法を有するセパレータ。

【請求項 6】

請求項 3 ないし請求項 5 のいずれかに記載のセパレータにおいて、

複数個の前記反応ガス供給孔は、それぞれ同一の形状および寸法を有するセパレータ。

40

【請求項 7】

請求項 5 ないし請求項 6 のいずれかに記載のセパレータにおいて、

複数個の前記反応ガス供給流路形成部は、それぞれが互いに平行に形成されているセパレータ。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のセパレータにおいて、

前記第 1 の電極対向プレートは、カソード電極に対向するカソード対向プレートであり

50

前記反応ガス供給マニホールドは、酸化ガスを供給する酸化ガス供給マニホールドであり、

複数個の前記反応ガス供給流路形成部は、前記酸化ガスが流動する酸化ガス供給流路形成部であって、前記発電部の一辺の一端から他端に亘って配置されているセパレータ。

【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載のセパレータにおいて、

前記第 1 および前記第 2 の電極対向プレートと、前記中間プレートは、さらにそれぞれに、

前記セパレータを厚さ方向に貫通すると共に反応ガスが排出される反応ガス排出マニホールドを形成する反応ガス排出マニホールド形成部を備え、

10

前記第 1 の電極対向プレートは、さらに、

前記第 1 の電極対向プレートを厚さ方向に貫通すると共に、前記発電部において前記反応ガス供給孔が形成された端部と反対側の端部に形成される複数個の反応ガス排出孔を備え、

前記中間プレートは、さらに、

前記中間プレートを厚さ方向に貫通すると共に、一端が前記反応ガス排出マニホールドと連通し他端が前記複数個の反応ガス排出孔の少なくとも 1 つと連通する反応ガス排出流路を形成する反応ガス排出流路形成部を複数個備えるセパレータ。

【請求項 10】

請求項 2 ないし請求項 9 のいずれかに記載の燃料電池において、

20

前記反応ガス供給孔または前記反応ガス排出孔の巾は、連通している前記反応ガス供給流路または前記反応ガス排出流路の巾より広いセパレータ。

【請求項 11】

請求項 1 ないし請求項 10 のいずれかに記載のセパレータにおいて、

前記第 1 の電極対向プレートと前記第 2 の電極対向プレートのいずれかまたは両方は、前記中間プレートとの当接面を有する第 1 の層と、前記燃料電池を構成する際に前記膜電極接合体との対向面を有すると共に前記第 1 の層より耐食性の高い材料で構成される第 2 の層とを備えるセパレータ。

【請求項 12】

請求項 11 のいずれかに記載のセパレータにおいて、

30

前記第 1 の層を構成する材料と前記第 2 の層を構成する材料の組み合わせは、

a) 第 1 の層がステンレス、第 2 の層がチタンまたはチタン合金

b) 第 1 の層がチタン、第 2 の層がチタンパラジウム合金

のいずれかであるセパレータ。

【請求項 13】

請求項 1 ないし請求項 12 のいずれかに記載のセパレータにおいて、

前記反応ガス供給マニホールド形成部および前記反応ガス供給孔および前記反応ガス供給流路形成部は、

打ち抜き加工によって形成されるセパレータ。

【請求項 14】

40

請求項 9 ないし請求項 13 のいずれかに記載のセパレータにおいて、

前記反応ガス排出マニホールド形成部および前記反応ガス排出孔および前記反応ガス排出流路形成部は、

打ち抜き加工によって形成されるセパレータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池用セパレータに関し、特に反応ガスの供給に関する。

【背景技術】

【0002】

50

燃料電池、例えば、固体高分子型燃料電池は、電解質膜を挟んで対峙する2つの電極（酸素極と燃料極）に、水素を含有する燃料ガスと酸素を含有する酸化ガスとをそれぞれ供給することにより、次式（1）および式（2）に示す反応が行なわれ、物質の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。

【0003】

カソード反応（酸素極）： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + (1/2)\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \dots (1)$

アノード反応（燃料極）： $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \dots (2)$

【0004】

かかる燃料電池の主要な構造として、略平板状の膜 - 電極アッセンブリ（MEA：Membrane-Electrode Assembly）およびセパレータを積層して、積層方向に締結する、いわゆるスタック構造のものが開発されている。 10

【0005】

ここで、燃料電池のセパレータとして、アノード側のプレートと、カソード側のプレートと、両プレートに挟まれた中間プレートとから構成された3層構造を有するものが知られている（例えば、特許文献1）。この3層構造のセパレータは、3つのプレートを貫通する反応ガスマニホールドと、中間プレートに設けられた受け渡し流路と、アノード側およびカソード側のプレートにおいてーフエッチング加工された反応ガス流路の端部に設けられた長孔形状の貫通孔とを備えている。そして、受け渡し流路から長孔形状の貫通孔を介して反応ガスを反応ガス流路に分配している。

【0006】

20

【特許文献1】特開2004-6104号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記従来技術では、アノード側およびカソード側のプレートに設けられた貫通孔が長孔形状であるため、アノード側およびカソード側のプレートに反応ガス流路を設けないセパレータ（以下、フラットセパレータという。）に適用する場合には、反応ガスの供給が不安定になるおそれがあった。すなわち、フラットセパレータでは、アノード側およびカソード側プレートに反応ガス流路を設けない分、これらのプレートを薄板化できる。かかる場合に、長孔形状の貫通孔が形成される部分の強度が不十分になり、変形等により反応ガスの供給が不安定になり、電池性能が低下するおそれがあった。また、フラットセパレータでは、アノード側およびカソード側のプレートに反応ガス流路がないので、反応ガス流路による反応ガスの分配の制御ができない。上記従来技術では、反応ガス流路を設けない場合における反応ガスの分配の均一化については、何等考慮されていない。このため、反応ガスの分配が不均一になり電池性能が低下するおそれもあった。 30

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、燃料電池用フラットセパレータにおいて、反応ガスの供給を改善し、電池性能を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

40

上記課題を解決するために本発明の態様は、膜電極接合体の第1の電極に対向する発電部が平面である第1の電極対向プレートと、膜電極接合体の第2の電極に対向する発電部が平面である第2の電極対向プレートと、前記第1の電極対向プレートと前記第2の電極対向プレートとに挟持される中間プレートとを備える燃料電池用のセパレータを提供する。本発明の態様に係るセパレータは、前記第1および前記第2の電極対向プレートと、前記中間プレートは、それぞれに、前記セパレータを厚さ方向に貫通すると共に反応ガスが供給される反応ガス供給マニホールドを形成する反応ガス供給マニホールド形成部を備え、前記第1の電極対向プレートは、さらに、前記第1の電極対向プレートを厚さ方向に貫通すると共に、前記発電部の端部に形成される複数個の反応ガス供給孔を備え、前記中間プレートは、さらに、前記中間プレートを厚さ方向に貫通すると共に、一端が前記反応ガ 50

ス供給マニホールドと連通し、他端が前記第1の電極対向プレートに備えられた前記複数個の反応ガス供給孔の少なくとも1つと連通する反応ガス供給流路を形成する反応ガス供給流路形成部を複数個備えることを特徴とする。

【0010】

本発明の態様に係るセパレータは、反応ガス供給流路と連通する反応ガス供給孔が複数個設けられているので、反応ガス供給孔が1つの長孔により形成される場合と比較して第1の電極対向プレートの貫通部面積が少なく強度が向上する。この結果、第1の電極対向プレートを薄板化した場合でも第1の電極に対して安定した反応ガスの供給を実現できる。

【0011】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記反応ガス供給流路形成部は、前記複数個の反応ガス供給孔と同数個備えられ、前記反応ガス供給流路形成部と前記反応ガス供給孔は1対1に対応している。こうすれば、中間プレートにおける貫通部面積を少なくできるため、さらに、セパレータの強度が向上する。この結果、さらに安定した反応ガスの供給を実現できる。

10

【0012】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記反応ガス供給流路と前記複数個の反応ガス供給孔の形状および寸法によって、前記複数の反応ガス供給孔から前記第1の電極に供給される反応ガスの流量が制御されても良い。こうすれば、各反応ガス貫通孔から供給される反応ガスの流量を容易に制御することができ、第1の電極に対する反応ガスの分配を安定させることができる。例えば、燃料電池を構成する際に、前記第1の電極と前記第1の電極対向プレートとの間に配置される拡散層が、前記反応ガスが流動する反応ガス流路として機能し、前記反応ガス供給流路および反応ガス供給孔における反応ガスの圧力損失は、前記拡散層における反応ガスの圧力損失より大きく、前記反応ガス供給流路および反応ガス供給孔における反応ガスの圧力損失により、前記複数の反応ガス供給孔から前記第1の電極に供給される反応ガスの流量が制御されても良い。こうすれば、制御困難な拡散層ではなく、セパレータ側で容易に、反応ガスの流量を制御することができる。

20

【0013】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、複数個の前記反応ガス供給流路形成部は、それぞれ同一の形状および寸法を有しても良い。こうすれば、各反応ガス供給流路における圧力損失を各反応ガス供給流路ごとに均一にできる。この結果、第1の電極に対する反応ガスの供給の均一性が向上する。さらに、複数個の前記反応ガス供給孔は、それぞれ同一の形状および寸法を有しても良い。こうすれば、複数個の反応ガス供給孔における圧力損失を各反応ガス供給孔ごとに均一にできる。この結果、各反応ガス供給流路および反応ガス供給孔を通る反応ガスの流量を均一化することができる。従って、第1の電極に対する反応ガスの供給の均一性が向上する。

30

【0014】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、複数個の前記反応ガス供給流路形成部は、それぞれが互いに平行に形成されていても良い。発電部に対する反応ガスの供給方向が一定になるので、反応ガスの供給が安定する。さらに、前記第1の電極対向プレートは、カソード電極に対向するカソード対向プレートであり、前記反応ガス供給マニホールドは、酸化ガスを供給する酸化ガス供給マニホールドであり、複数個の前記反応ガス供給流路形成部は、前記酸化ガスが流動する酸化ガス供給流路形成部であって、前記発電部の一辺の一端から他端に亘って配置されていても良い。こうすれば、燃料ガスより拡散性が悪い酸化ガスを、第1の電極の全体に亘り、均一に供給することができる。

40

【0015】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記第1および前記第2の電極対向プレートと、前記中間プレートは、さらにそれぞれに、前記セパレータを厚さ方向に貫通すると共に反応ガスが排出される反応ガス排出マニホールドを形成する反応ガス排出マニホールド形成部を備え、前記第1の電極対向プレートは、さらに、前記第1の電極対向プレートを

50

厚さ方向に貫通すると共に、前記発電部において前記反応ガス供給孔が形成された端部と反対側の端部に形成される複数個の反応ガス排出孔を備え、前記中間プレートは、さらに、前記中間プレートを厚さ方向に貫通すると共に、一端が前記反応ガス排出マニホールドと連通し他端が前記複数個の反応ガス排出孔の少なくとも1つと連通する反応ガス排出流路を形成する反応ガス排出流路形成部を複数個備えても良い。こうすれば、第1の電極における反応ガス排出孔部分の強度を向上することができる。

【0016】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記反応ガス供給孔または前記反応ガス排出孔の巾は、連通している前記反応ガス供給流路または前記反応ガス排出流路の巾より広くても良い。こうすれば、組み付け誤差等により中間プレートと第1の電極対向プレートとの間に面方向のずれが生じた場合に、反応ガス供給流路と反応ガス流通孔との連通面積の減少または消滅を抑制することができる。

10

【0017】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記第1の電極対向プレートと前記第2の電極対向プレートのいずれかまたは両方は、前記中間プレートとの当接面を有する第1の層と、前記燃料電池を構成する際に前記膜電極接合体との対向面を有すると共に前記第1の層より耐食性の高い材料で構成される第2の層とを備えても良い。こうすれば、腐食が生じやすい膜電極接合体と当接する面の耐食性を向上させることができる。例えば、前記第1の層を構成する材料と前記第2の層を構成する材料の組み合わせは、a)第1の層がステンレス、第2の層がチタンまたはチタン合金 b)第1の層がチタン、第2の層がチタン

20

【0018】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記反応ガス供給マニホールド形成部および前記反応ガス供給孔および前記反応ガス供給流路形成部は、打ち抜き加工によって形成されても良く、前記反応ガス排出マニホールド形成部および前記反応ガス排出孔および前記反応ガス排出流路形成部は、打ち抜き加工によって形成されても良い。こうすれば、上記態様に係る第1および第2の電極対向プレート、中間プレートを容易で生産性の高い加工法である打ち抜き加工によって加工することができる。従って、セパレータの生産性を向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0019】

以下、本発明に係るセパレータについて、図面を参照しつつ、実施例に基づいて説明する。

【0020】

A. 実施例

・燃料電池およびセパレータの構成：

図1～図3を参照して、実施例に係るセパレータおよび実施例に係るセパレータを用いて構成される燃料電池の概略構成について説明する。図1は、実施例に係るセパレータを用いて構成される燃料電池の外観構成を示す説明図である。図2は、実施例における燃料電池を構成するモジュールの概略構成を示す説明図である。図3は、実施例に係るセパレータの各構成部品およびシール一体型膜電極接合体（以下、シール一体型MEAという。）の平面図である。

40

【0021】

燃料電池10は、比較的小型で発電効率に優れる固体高分子型燃料電池である。燃料電池10は、モジュール20と、エンドプレート30と、テンションプレート31と、インシュレータ33と、ターミナル34とを備えている。モジュール20は、インシュレータ33およびターミナル34を挟んで、2枚のエンドプレート30によって挟持される。すなわち、燃料電池10は、モジュール20が、複数個積層された層状構造を有している。また、テンションプレート31がボルト32によって各エンドプレート30に結合されることによって、各モジュール20は、積層方向に所定の圧縮力で締結される。

50

【0022】

燃料電池10には、電池反応に供される反応ガス（燃料ガスと酸化ガス）と、燃料電池10を冷却する冷却媒体が供給される。簡単に説明すると、燃料電池10のアノードには、高圧水素を貯蔵した水素タンク210から、配管250を介して、燃料ガスとしての水素が供給される。水素タンク210の代わりに、アルコール、炭化水素などを原料とする改質反応によって水素を生成しても良い。配管250には、水素の供給を調整するため、シャットバルブ220および調圧バルブ230が配置されている。燃料電池10のアノードから排出された水素は、配管260を介して配管250に戻され、再び燃料電池10に循環される。配管260上には、循環のための循環ポンプ240が配置されている。

【0023】

燃料電池10のカソードには、エアポンプ310から、配管350を介して、酸化ガスとしての空気が供給される。燃料電池10のカソードから排出された空気は、配管360を介して大気中に放出される。燃料電池10には、さらに、ラジエータ420から、配管450を介して、冷却媒体が供給される。冷却媒体としては、水、エチレングリコール等の不凍水、空気等を用いることができる。燃料電池10から排出された冷却媒体は、配管460を介して、ラジエータ420に送られ、再び燃料電池10に循環される。配管460上には、循環のための循環ポンプ410が配置されている。

【0024】

モジュール20は、図2に示すように、セパレータ25とシール一体型MEA21を交互に積層して構成される。

【0025】

セパレータ25は、図2に示すように、シール一体型MEA21のカソード電極側に対向するカソード対向プレート22と、アノード電極側に対向するアノード対向プレート23と、カソード対向プレート22とアノード対向プレート23とに挟持される中間プレート24とを備えている。これらの3枚のプレートは重ね合わせて、ホットプレスすることにより接合されている。

【0026】

カソード対向プレート22は、略四角形の金属製の薄板である。金属製の薄板としては、例えば、チタン、チタン合金、SUS（ステンレス）板の表面に腐食防止のためのメッキを施したものをを用いることができる。カソード対向プレート22は、図3(a)に示すように、カソード電極と対向する部分（以下、発電部DAという。）が平面であり、酸化ガス流路は形成されていない。カソード対向プレート22は、発電部DAの外側の外周縁部に、セパレータ25を構成する際に各種マニホールドを形成する燃料ガス供給マニホールド形成部221aと、燃料ガス排出マニホールド形成部221bと、酸化ガス供給マニホールド形成部222aと、酸化ガス排出マニホールド形成部222bと、冷却媒体供給マニホールド形成部223aと、冷却媒体排出マニホールド形成部223bとを有している。カソード対向プレート22は、さらに、複数個の酸化ガス供給孔225と、複数個の酸化ガス排出孔226とを有している。複数個の酸化ガス供給孔225は、発電部DAの図3(a)における上端部に、発電部DAの左端から右端までに亘って、並んで配置されている。複数個の酸化ガス排出孔226は、発電部DAの酸化ガス供給孔225とは反対側の端部、つまり、図3(a)における下端部に、発電部DAの左端から右端までに亘って、並んで配置されている。これらの各種マニホールド形成部、酸化ガス供給孔225、酸化ガス排出孔226は、全てカソード対向プレート22を厚さ方向に貫通する貫通部として形成される。カソード対向プレート22は、これらの貫通部以外の部分は、未加工のままの平板である。従って、カソード対向プレート22は、略四角形の金属薄板に打ち抜き加工を施すだけで作製される。

【0027】

アノード対向プレート23は、カソード対向プレート22と同じ大きさの略四角形の金属製の薄板である。材料もカソード対向プレート22と同じものをを用いることができる。アノード対向プレート23は、図3(b)に示すように、カソード対向プレート22と同

10

20

30

40

50

様に、発電部 D A が平面であり、燃料ガス流路は形成されていない。カソード対向プレート 2 2 と同じ位置に、燃料ガス供給マニホール形成部 2 3 1 a と、燃料ガス排出マニホール形成部 2 3 1 b と、酸化ガス供給マニホール形成部 2 3 2 a と、酸化ガス排出マニホール形成部 2 3 2 b と、冷却媒体供給マニホール形成部 2 3 3 a と、冷却媒体排出マニホール形成部 2 3 3 b とを有している。アノード対向プレート 2 3 は、さらに、複数個の燃料ガス供給孔 2 3 7 と、複数個の燃料ガス排出孔 2 3 8 とを有している。複数個の燃料ガス供給孔 2 3 7 は、発電部 D A の図 3 (b) における左端部の上部に、並んで配置されている。複数個の燃料ガス排出孔 2 3 8 は、発電部 D A の燃料ガス供給孔 2 3 7 とは反対側の端部、つまり、図 3 (a) における右端部の下部に、並んで配置されている。これらの各種マニホール形成部、燃料ガス供給孔 2 3 7、燃料ガス排出孔 2 3 8 は、
10 全てアノード対向プレート 2 3 を厚さ方向に貫通する貫通部として形成される。アノード対向プレート 2 3 は、これらの貫通部以外の部分は、未加工のままの平板である。アノード対向プレート 2 3 は、カソード対向プレート 2 2 と同様に、略四角形の金属薄板に打ち抜き加工を施すだけで作製される。

【 0 0 2 8 】

中間プレート 2 4 は、カソード対向プレート 2 2 およびアノード対向プレート 2 3 と同じ大きさの略四角形の金属製の薄板である。材料もカソード対向プレート 2 2 およびアノード対向プレート 2 3 と同じものを用いることができる。中間プレート 2 4 は、図 3 (c) に示すように、カソード対向プレート 2 2 およびアノード対向プレート 2 3 と同じ位置に、燃料ガス供給マニホール形成部 2 4 1 a と、燃料ガス排出マニホール形成部 2 4
20 1 b と、酸化ガス供給マニホール形成部 2 4 2 a と、酸化ガス排出マニホール形成部 2 4 2 b とを有している。

【 0 0 2 9 】

中間プレート 2 4 には、図 3 (c) に示すように、酸化ガス供給マニホール形成部 2 4 2 a と一端が連通し、接合時にカソード対向プレート 2 2 に形成された酸化ガス供給孔 2 2 5 と他端が連通する長孔である酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 が複数個並んで形成されている。酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 は、酸化ガス供給孔 2 2 5 と 1 対 1 で対応するように、酸化ガス供給孔 2 2 5 と同数形成されている。そして、複数個の酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 は、それぞれが互いに平行に、発電部 D A の上辺に対して垂直に左端から右端に対応する範囲に亘って配置されている。また、中間プレート 2 4 は、酸化ガス供給
30 流路形成部 2 4 5 と同様な形状を有する長孔として、酸化ガス排出マニホール形成部 2 4 2 b と一端が連通し、接合時にカソード対向プレート 2 2 に形成された酸化ガス排出孔 2 2 6 と他端が連通する酸化ガス排出流路形成部 2 4 6 が形成されている。同様にして、燃料ガス供給マニホール形成部 2 4 1 a と一端が、アノード対向プレート 2 3 の燃料ガス供給孔 2 3 7 と他端が連通する燃料ガス供給流路形成部 2 4 7 と、燃料ガス排出マニホール形成部 2 4 1 b と一端が、アノード対向プレート 2 3 の燃料ガス排出孔 2 3 8 と他端が連通する燃料ガス排出流路形成部 2 4 8 とが形成されている。

【 0 0 3 0 】

中間プレート 2 4 は、さらに、中間プレート 2 4 の図 3 (c) における右側端部近傍から左側端部近傍に至る長孔である冷却媒体流路形成部 2 4 3 を有している。冷却媒体流路
40 形成部 2 4 3 は、図 3 (c) における上下方向に複数個並んで形成されている。

【 0 0 3 1 】

中間プレート 2 4 における上述した各種マニホール形成部と、各種流路形成部は、全て中間プレート 2 4 を厚さ方向に貫通する貫通部として形成される。中間プレート 2 4 は、これらの貫通部以外の部分は、未加工のままの平板である。従って、中間プレート 2 4 は、カソード対向プレート 2 2 およびアノード対向プレート 2 3 と同様に、略四角形の金属薄板に打ち抜き加工を施すだけで作製される。

【 0 0 3 2 】

シール一体型 M E A 2 1 は、図 3 (d) に示すように、M E A 部と M E A 部の外周縁部に接合されたシール部 5 0 を備えている。M E A 部は、図 2 に示すように、イオン交換膜
50

からなる電解質膜 2 1 1 と、電解質膜 2 1 1 の一方の面に配置された触媒層からなる電極（例えば、アノード電極、図示せず）、電解質膜 2 1 1 の他方の面に配置された触媒層からなる電極（例えば、カソード電極、図示せず）、各触媒層のセパレータ対向面に配置された拡散層 2 1 2 とを備えている。拡散層 2 1 2 は、比較的内部の空孔率が高く、反応ガス（酸化ガスや燃料ガス）が内部を流動する際の圧力損失が小さいものが用いられる。拡散層 2 1 2 は、カソード側の拡散層 2 1 2 を金属製（例えば、チタン）多孔体を用い、アノード側の拡散層 2 1 2 をカーボン製多孔体を用いて構成されている。拡散層 2 1 2 については、後述する。

【0033】

シール部 5 0 は、例えば、シリコンゴム、ブチルゴム、フッ素ゴム等の樹脂材料が用いられる。シール部 5 0 は、金型のキャビティに M E A 部の外周端部を臨ませて、樹脂材料を射出成形することによって作製される。こうすることで、膜電極接合体 2 1 とシール部 5 0 とが隙間なく接合され、酸化ガスと燃料ガスが接合部から漏れ出すことを防止できる。シール部 5 0 は、カソード対向プレート 2 2、アノード対向プレート 2 3 と同様に、酸化ガス供給マニホールド形成部 5 0 1 a、酸化ガス排出マニホールド形成部 5 0 1 b、燃料ガス供給マニホールド形成部 5 0 2 a、燃料ガス排出マニホールド形成部 5 0 2 b、冷却媒体供給マニホールド形成部 5 0 3 a、冷却媒体排出マニホールド形成部 5 0 3 b を有している。シール部 5 0 は、図 2 に示すように、燃料電池 1 0 を構成する際に、一方の面に当接する一のセパレータ 2 5 と他方の面に当接するセパレータ 2 5 との間をシールしている。シール部 5 0 は、図 3 (d) に示すように、M E A 部の外周すなわち燃料電池の発電部 D A の外周と、各マニホールドの外周を囲むようにシールしている。図 3 (d) では、図を見やすくするため、シール部 5 0 のセパレータ 2 5 と当接部を結ぶシール線 S L のみを示している。

10

20

【0034】

図 4 ~ 図 7 を参照して、セパレータ 2 5 に形成される各種流路の構成について説明する。図 4 は、実施例に係るセパレータとシール一体型 M E A を重ねた様子を示す平面図および断面図である。図 5 は、図 4 における B - B 断面を示す断面図である。図 6 は、図 4 に A A 部を拡大して示す説明図である。図 7 は、図 4 における D - D 断面を示す断面図である。また、上述した図 2 は、図 4 における A - A 断面に対応している。

【0035】

セパレータ 2 5 には、図 4 (a) においてハッチングで示すように、厚さ方向に貫通する各種マニホールドが形成される。すなわち、上述したカソード対向プレート 2 2、アノード対向プレート 2 3、中間プレート 2 4 にそれぞれに形成された燃料ガス供給マニホールド形成部 2 2 1 a、燃料ガス供給マニホールド形成部 2 3 1 a、燃料ガス供給マニホールド形成部 2 4 1 a とによって、燃料ガス供給マニホールドが形成される。セパレータ 2 5 には、同様にして、燃料ガス排出マニホールド、酸化ガス供給マニホールド、酸化ガス排出マニホールド、冷却媒体供給マニホールド、冷却媒体排出マニホールドがそれぞれ形成される。

30

【0036】

セパレータ 2 5 には、図 4 および図 5 に示すように、中間プレート 2 4 に形成された酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 と、アノード対向プレート 2 3 における中間プレート 2 4 との当接面 2 3 a と、カソード対向プレート 2 2 における中間プレート 2 4 との当接面 2 2 a とによって、酸化ガス供給流路 6 3 が形成される。酸化ガス供給流路 6 3 は、一端が酸化ガス供給マニホールドと連通し、他端がカソード対向プレート 2 2 に形成された酸化ガス供給孔 2 2 5 と連通している。

40

【0037】

ここで、図 6 に示すように、中間プレート 2 4 に形成された各酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 は、それぞれ同一の形状および寸法を有している。具体的には、酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 において、図 6 に示すように、酸化ガス供給マニホールドと連通する一端から酸化ガス供給孔 2 2 5 と連通する他端までの長さ L 1 は、それぞれ同じであり、流路巾 W

50

1もまた、それぞれ同じである。さらに、複数個の酸化ガス供給孔225もまた、それぞれ、同一の形状および寸法を有している。具体的には、本実施例では、同じ径を有する円径の貫通孔となっている。この結果、酸化ガス供給マニホールドから酸化ガス供給流路63および酸化ガス供給孔225を通り拡散層212に至るまでの経路（以下、酸化ガス供給経路という。）における酸化ガスの圧力損失は、各経路ごとに等しくなる。

【0038】

セパレータ25には、図4および図5に示すように、中間プレート24に形成された酸化ガス排出流路形成部246と、アノード対向プレート23における中間プレート24との当接面23aと、カソード対向プレート22における中間プレート24との当接面22aとによって、酸化ガス排出流路64が形成される。酸化ガス排出流路64は、一端が酸化ガス排出マニホールドと連通し、他端がカソード対向プレート22に形成された酸化ガス排出孔226と連通している。

10

【0039】

図示は省略するが、図4(a)におけるC-C断面およびC'-C'断面は、図5に示すB-B断面と、同様の構造を有している。すなわち、セパレータ25には、図4(a)に示すC-C部において、上述した酸化ガス供給流路63と同様にして、中間プレート24に形成された燃料ガス供給流路形成部247と、アノード対向プレート23における中間プレート24との当接面23aと、カソード対向プレート22における中間プレート24との当接面22aとによって、燃料ガス供給流路61が形成される。そして、図4(a)におけるC'-C'部において、上述した酸化ガス排出流路64と同様にして、中間プレート24に形成された燃料ガス排出流路形成部248と、アノード対向プレート23における中間プレート24との当接面23aと、カソード対向プレート22における中間プレート24との当接面22aとによって、燃料ガス排出流路62が形成される。そして、酸化ガス供給流路形成部245および酸化ガス供給孔225と同様に、各燃料ガス供給流路形成部247および各燃料ガス供給孔237は、燃料ガスの圧力損失がそれぞれの燃料ガス供給経路で等しくなるように、それぞれが同一の形状および寸法を有している。

20

【0040】

セパレータ25には、図4および図7に示すように、中間プレート24に形成された冷却媒体流路形成部243と、アノード対向プレート23における中間プレート24との当接面23aと、カソード対向プレート22における中間プレート24との当接面22aとによって、冷却媒体流路65が形成される。冷却媒体流路65は、一端が冷却媒体供給マニホールドと連通し、他端が冷却媒体排出マニホールドと連通している。

30

【0041】

また、図4(a)に示すように、燃料ガス供給マニホールド、燃料ガス排出マニホールド、酸化ガス供給マニホールド、酸化ガス排出マニホールドは、それぞれ、図4(a)においてシール線SLで示すシール部50とセパレータ25との当接部のうち燃料電池の発電部DAの外周を囲む当接部（以下、発電部外周シール部という。）の外側に位置している。一方で、酸化ガス供給孔225、酸化ガス排出孔226、燃料ガス供給孔237、燃料ガス排出孔238は、それぞれ、発電部DAの端部すなわち上述した発電部外周シール部の内側に位置している。この結果、上述した燃料ガス供給流路61、燃料ガス排出流路62、酸化ガス供給流路63、酸化ガス排出流路64は、それぞれ、発電部外周シール部をセパレータ25の内部からトンネルする。また、冷却媒体流路65も、発電部外周シール部の外側にそれぞれ位置する冷却媒体供給マニホールドおよび冷却媒体排出マニホールドと連通しているため、発電部外周シール部をセパレータ25の内部からトンネルしている。

40

【0042】

図4(b)は、発電部外周シール部上におけるセパレータ25およびシール一体型MEA21の切断面（図4(a)におけるs11-s11断面）を示している。図4(b)に示すように、発電部外周シール部上における断面は、酸化ガス供給流路63が形成されている部分（空間部）と、緻密部Sとが交互に並んでいる。これによって、緻密部Sが支持

50

体となり、シール圧によるカソード対向プレート 22 およびアノード対向プレート 23 の変形を抑制している。なお、図 4 (a) における s 13 - s 13 断面も同様の構成となっている。

【 0043 】

図 4 (c) は、発電部外周シール部上におけるセパレータ 25 およびシール一体型 ME A 21 の切断面 (図 4 (a) における s 12 - s 12 断面) を示している。本断面においても、冷却媒体流路 65 および燃料ガス排出流路 62 が形成されている部分 (空間部) と、緻密部 5 とが交互に並んでいる。これによって、緻密部 5 が支持体となり、シール圧によるカソード対向プレート 22 およびアノード対向プレート 23 の変形を抑制している。なお、図 4 (a) における s 14 - s 14 断面も同様の構成となっている。

10

【 0044 】

・ 燃料電池の動作 :

同じく、図 4 ~ 図 7 を参照して、実施例に係るセパレータおよび実施例に係るセパレータを用いて構成される燃料電池の動作について説明する。

【 0045 】

燃料電池 10 に供給された酸化ガスは、図 5 において矢印で示すように、酸化ガス供給マニホールド - 酸化ガス供給流路 63 - 酸化ガス供給孔 225 という経路 (上述した酸化ガス供給経路) を通って、カソード側の拡散層 212 に供給される。拡散層 212 に供給された酸化ガスは、カソード電極において電気化学反応に供される。その後、酸化ガスは、図 5 において矢印で示すように、酸化ガス排出孔 226 - 酸化ガス排出流路 64 - 酸化ガス排出マニホールドを通して外部に排出される。ここで、上述したように、拡散層 212 は、空孔率が高く、酸化ガスが流動する際の圧力損失が十分に低いものを用いているため、各酸化ガス供給経路を通してカソード極に供給される酸化ガスの流量の分配は、各酸化ガス供給経路におけるそれぞれの圧力損失に依存する。そして、酸化ガス供給経路の圧力損失は、ほぼ、酸化ガス供給流路形成部 245 と酸化ガス供給孔 225 の形状および寸法によって決定される。したがって、各酸化ガス供給経路を通してカソード極に供給される反応ガスの流量の分配は、酸化ガス供給流路形成部 245 と酸化ガス供給孔 225 の形状および寸法によって制御されることになる。

20

【 0046 】

本実施例では、図 6 を参照して説明したように、各酸化ガス供給経路の圧力損失は等しくなるように、酸化ガス供給流路形成部 245 と酸化ガス供給孔 225 の形状および寸法を同一にしているので、各酸化ガス供給経路を通してカソード極に供給される酸化ガスの流量が酸化ガス供給経路ごとに等しくなる。

30

【 0047 】

酸化ガスと同様にして、燃料電池 10 に供給された燃料ガスは、燃料ガス供給マニホールド - 燃料ガス供給流路 61 - 燃料ガス供給孔 237 という経路 (上述した燃料ガス供給経路) を通って、アノード側の拡散層 212 に供給される。拡散層 212 に供給された燃料ガスは、発電部 DA 全体に亘って拡散し (図示は省略) アノード電極において電気化学反応に供される。その後、燃料ガスは、酸化ガスと同様にして、燃料ガス排出孔 238 - 燃料ガス排出流路 62 - 燃料ガス排出マニホールドを通して外部に排出される。

40

【 0048 】

燃料ガス供給経路も同様に、各燃料ガス供給流路形成部 247 と各燃料ガス供給孔 237 の形状および寸法をそれぞれ同一にしているので、各燃料ガス供給経路を通してアノード極に供給される燃料ガスの流量が燃料ガス供給経路ごとに等しくなる。

【 0049 】

燃料電池 10 に供給された冷却媒体は、図 7 において矢印で示すように、冷却媒体供給マニホールド - 冷却媒体流路 65 - 冷却媒体排出マニホールドを通して、外部に排出される。冷却媒体は、主として冷却媒体流路 65 内を流動中に燃料電池 10 の熱エネルギーを吸収して燃料電池 10 を冷却する。

【 0050 】

50

以上説明したように、本実施例に係るセパレータ 2 5 は、酸化ガス供給孔 2 2 5 が 1 つの長孔でなく、酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 ごとに複数個設けられているので、酸化ガス供給孔 2 2 5 部分の強度が高くなり、酸化ガスの供給が安定する。さらに、酸化ガス供給孔 2 2 5 部分の強度を確保できることで、カソード対向プレート 2 2 を薄板化できるので、燃料電池 1 0 の小型化が可能となる。さらに、一の酸化ガス供給孔 2 2 5 と、これと隣り合う酸化ガス供給孔 2 2 5 との間の領域（図 6 においてハッチングで示す部分）においても、拡散層 2 1 2 と接触するため、MEA の上述したハッチング部分に対応する領域においても、発電部 DA の中央部分と同様に発電が行われるので、電池性能が向上する。また、セパレータ 2 5 の上述のハッチング部分において、拡散層 2 1 2 を押さえることによって、拡散層 2 1 2 の変形を抑制できる。すなわち、酸化ガス供給孔 2 2 5 が 1 つの長孔である場合には、拡散層 2 1 2 部分の折れ等の変形が生じ得るが、本実施例では、これが抑制される。この結果、酸化ガス供給孔 2 2 5 部分およびその周辺部分において、拡散層 2 1 2 - セパレータ 2 5 間の接触抵抗を低減でき、電池性能が向上する。

10

【0051】

さらに、酸化ガス排出孔 2 2 6、燃料ガス供給孔 2 3 7、燃料ガス排出孔 2 3 8 部分についても、酸化ガス供給孔 2 2 5 と同様の構造となっているので、酸化ガス排出孔 2 2 6 部分、燃料ガス供給孔 2 3 7 部分、燃料ガス排出孔 2 3 8 部分についても、同様の作用・効果が得られる。

【0052】

また、従来のセパレータにおいて、ハーフエッチング加工によってカソード対向プレート 2 2 の発電部 DA 全体に形成されている酸化ガス流路が、本実施例では形成されておらず拡散層 2 1 2 が酸化ガス流路としての役割を果たしている。かかる場合、酸化ガスの均一な供給を実現するための、酸化ガスの分配の制御が課題となる。すなわち、従来のセパレータでは、ハーフエッチング加工により形成された酸化ガス流路の形状（巾、深さ等）により、酸化ガスが流動する際の圧力損失をコントロールして、発電部 DA の各部分に流れる酸化ガスの流量を均一化できる。しかしながら、本実施例において、従来の酸化ガス流路の役割を果たす拡散層 2 1 2 の圧力損失を発電部 DA の各部分において均一に制御することは困難である。多孔体である拡散層 2 1 2 に形成されている微細孔の大きさや分布を制御することが困難だからである。

20

【0053】

そこで、本実施例では、拡散層 2 1 2 として空孔率が十分に高いものを用いて、拡散層 2 1 2 における圧力損失を十分に低くしている。これによって、上述した酸化ガス供給経路（酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 と酸化ガス供給孔 2 2 5）における圧力損失が発電部 DA の各部位に供給される酸化ガスの流量を決める主要因となる。すなわち、酸化ガス供給経路の圧力損失を決める酸化ガス供給流路 6 3 と酸化ガス供給孔 2 2 5 の形状および寸法によって、供給される酸化ガスの流量が制御される。この結果、拡散層 2 1 2 における圧力損失のパラッキに影響されず、発電部 DA への安定した酸化ガスの供給が可能となる。

30

【0054】

さらに、本実施例では、酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 および酸化ガス供給孔 2 2 5 の形状および大きさを同一にして、複数の酸化ガス供給経路における圧力損失を同一にし、複数の酸化ガス供給孔 2 2 5 から供給される酸化ガスの流量を酸化ガス供給孔 2 2 5 ごとに等しくしている。この結果、酸化ガスの供給を発電部 DA 全体に亘り均一にすることができる。

40

【0055】

さらに、本実施例では、複数個の酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 をそれぞれ平行に、発電部 DA の一辺の一端から他端に亘って（図 4 における例では、発電部 DA の上辺の左端から右端に亘って）配置されているので、酸化ガスの発電部 DA への供給は、より均一化される。

【0056】

50

なお、本実施例では、燃料ガス供給流路形成部 247 は、発電部 DA の一辺の一端から他端に亘って、形成されていない。燃料ガスである水素は、酸化ガスである空気における酸素と比較して拡散速度が速い（拡散速度は、拡散係数および濃度勾配に主として依存する。水素は拡散係数が酸素の約 4 倍である。また、燃料ガスは、純水素（水素濃度約 100%）を用いるのに対し、酸化ガスは空気（酸素濃度約 20%）を用いる。このため、酸化ガス中の酸素の拡散速度は、燃料ガス中の水素と比較してかなり低いことがわかる。）。このため、発電部 DA の一辺の一部に燃料ガス供給孔 237 を形成すれば、十分に電池反応に必要な水素が供給可能であるからである。言い換えれば、燃料電池の電気化学反応は、酸素分子の拡散速度が遅いため、一般的に、カソード極の 3 相界面における反応（ $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + (1/2)\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ）に律速される。従って、酸化ガスの供給性を重視した流路配置とすることが、より電池性能の向上に繋がるからである。

【0057】

また、発電部外周シール部をセパレータ 25 の内部をトンネルする燃料ガス供給流路 61、燃料ガス排出流路 62、酸化ガス供給流路 63、酸化ガス排出流路 64 によって、反応ガス（酸化ガスおよび燃料ガス）の供給、排出を行うので、シール材との当接部が平面となりセパレータ - セパレータ間のシール性が優れている。

【0058】

また、冷却媒体流路 65 をセパレータ 25 の内部に備え燃料電池 10 の発電部（MEA）を冷却するので、MEA の劣化を抑制することができる。

【0059】

さらに、図 4（b）（c）を参照して説明したように、発電部外周シール部上における断面において、空間部と緻密部とが交互に配置されるように、燃料ガス供給流路 61、燃料ガス排出流路 62、酸化ガス供給流路 63、酸化ガス排出流路 64、冷却媒体流路 65 がシール方向に並んで複数個配置されている。この結果、カソード対向プレート 22 およびアノード対向プレート 23 のシール圧による変形が抑制される。従って、カソード対向プレート 22 およびアノード対向プレート 23 の変形による、これら流路 61 ~ 65 の閉塞およびシール性の悪化を抑制することができる。なお、上述した変形の抑制は、カソード対向プレート 22 やアノード対向プレート 23 の薄板化を可能とする。

【0060】

また、セパレータ 25 の MEA との対向面（カソード対向プレート 22 およびアノード対向プレート 23 の MEA 側表面）は平面であるので、MEA - セパレータ 25 間の接触性が良い。すなわち、MEA の全面に亘りセパレータ 25 と接触しているので面内において接触圧を均一化できる。さらには、形状を成形しないため、セパレータ 25 ごとの製造ばらつきを抑えることができ、燃料電池 10 に含まれる各 MEA - セパレータ接触面間の接触圧のばらつきを抑制できる。この結果、MEA - セパレータ 25 間の接触抵抗が低減され電池性能が向上する。

【0061】

さらに、必要な積層方向の圧縮圧を下げるのが可能になり、燃料電池 10 の構成部品（MEA やセパレータ）に対する圧縮圧によるダメージが低減される。したがって、燃料電池 10 の耐久性が向上する。

【0062】

さらに、セパレータ 25 は、3 枚の平板（カソード対向プレート 22、アノード対向プレート 23、中間プレート 24）を接合しているので、各平板間の接合性が良い。この結果、セパレータ 25 内の接触抵抗が低減され電池性能が向上する。本実施例では、3 つの板は、ホットプレスにより接合しているが、これ以外にも、拡散接合、ロウ付け、溶接等、種々の接合方法が用いられる。特に、本実施例は、3 つの板が全て平板であるので、接合が容易であり接合方法の選択の幅が広がっている。

【0063】

さらに、本実施例に係る燃料電池 10 は、MEA 部とシール部 50 が一体化されたシール一体型 MEA 21 を用いているので、モジュール 20 は、セパレータ 25 とシール一体

型 M E A 2 1 を交互に積層された簡易な構造となる。したがって、燃料電池の生産性が向上する。

【 0 0 6 4 】

・変形例：

図 8 を参照して、第 1 変形例に係るセパレータ 2 5 について説明する。図 8 は、第 1 変形例に係るセパレータ 2 5 の平面図である。図 8 (a) は、セパレータ 2 5 全体の平面図を示している。図 8 (b) は、図 8 (a) における一部分 A A の拡大平面図を示し、図 8 (c) は、図 8 (a) における一部分 B B の拡大平面図を示している。また、他の態様については、上述した実施例に係るセパレータ 2 5 と異なる構成部分のみについて説明し、同一の構成部分については説明を省略する。

10

【 0 0 6 5 】

図 8 (b) に示すように、第 1 変形例に係るセパレータ 2 5 のカソード対向プレート 2 2 において、酸化ガス供給孔 2 2 5 は、略四角形に形成されている。そして、酸化ガス供給孔 2 2 5 の巾は、酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 の巾（酸化ガス供給流路 6 3 の巾）よりも $2 \times h$ だけ広く形成されている。したがって、3つの平板を接合してセパレータ 2 5 を形成した際に、組み付け誤差により、中間プレート 2 4 に対して、カソード対向プレート 2 2 が図 8 (b) における左右方向にずれたとしても、ずれ量が左右両方向にそれぞれ h 以内であれば、酸化ガス供給流路 6 3 と酸化ガス供給孔 2 2 5 との連通面積が減少しない。また、複数個の酸化ガス供給流路 6 3 は、上述したシール圧による変形抑制のため、間隔が、ある程度必要であるが、このように酸化ガス供給孔 2 2 5 の巾を少し広くすることで、カソード側の発電部 D A において、供給される酸化ガスの分布をより均一にすることができる。

20

【 0 0 6 6 】

さらに、酸化ガス供給流路形成部 2 4 5 における組み付け時に酸化ガス供給孔 2 2 5 と連通する方向（図 8 (b) の下方向）の最端部は、酸化ガス供給孔 2 2 5 における同方向の最端部より、平面視において同方向に h だけ突出している。したがって、3つの平板を接合してセパレータ 2 5 を形成した際に、組み付け誤差により、中間プレート 2 4 に対して、カソード対向プレート 2 2 が図 1 4 (b) における下方向にずれたとしても、ずれ量が下方向にそれぞれ h 以内であれば、酸化ガス供給流路 6 3 と酸化ガス供給孔 2 2 5 との連通面積が減少しない。

30

【 0 0 6 7 】

図 8 (c) に示すように、アノード対向プレート 2 3 における燃料ガス供給孔 2 3 7 と、中間プレート 2 4 における燃料ガス供給流路形成部 2 4 7 も、同様の構成になっている。拡大図示は省略するが、酸化ガス排出孔 2 2 6 と酸化ガス排出流路形成部 2 4 6、および、燃料ガス排出孔 2 3 8 と燃料ガス排出流路形成部 2 4 8 も、同様の構成になっている。したがって、第 1 変形例に係るセパレータ 2 5 では、3つの平板を接合してセパレータ 2 5 を形成した際に、組み付け誤差により、中間プレート 2 4 に対して、カソード対向プレート 2 2 またはアノード対向プレート 2 3 が上下方向または左右方向にずれた場合に、各反応ガス流路（6 1 ~ 6 4）と、対応する各反応ガス供給または排出孔（2 2 5、2 2 6、2 2 7、2 2 8）との連通面積の減少または消滅を抑制することができる。

40

【 0 0 6 8 】

図 9 を参照して、第 2 変形例に係るセパレータ 2 5 について説明する。図 9 は、第 2 変形例に係るセパレータ 2 5 を、シール一体型 M E A 2 1 と共に積層して構成されたモジュール 2 0 の断面図である。上述した実施例に係るセパレータ 2 5（図 2 参照）と異なり、第 2 変形例に係るセパレータ 2 5 は、カソード対向プレート 2 2 およびアノード対向プレート 2 3 が、2 層構造を有するクラッド材を用いて構成されている。クラッド材とは、異種金属を圧延等によって接合した異種金属複合材をいう。

【 0 0 6 9 】

クラッド材であるカソード対向プレート 2 2 は、中間プレート 2 4 との当接面を有する第 1 の層 2 2 A と、M E A 部との対向面を有する第 2 の層 2 2 B を備えている。同じくク

50

ラッド材であるアノード対向プレート 23 は、中間プレート 24 との当接面を有する第 1 の層 23 A と、MEA 部との対向面を有する第 2 の層 23 B を備えている。第 2 の層 22 B、23 B は、それぞれ第 1 の層 22 A、22 B よりも耐食性の高い材料で構成されている。例えば、第 1 の層 22 A、22 B がステンレス (SUS) 材で構成され、第 2 の層 22 B、23 B がチタンまたはチタン合金で構成される。また、第 1 の層 22 A、22 B がチタンで構成され、第 2 の層 22 B、23 B がチタンパラジウム合金で構成されても良い。

【0070】

燃料電池における電気化学反応では、水素イオンが発生するので、生成水は酸性になる。カソード対向プレート 22 およびアノード対向プレート 23 における MEA 部との対向面側は、かかる生成水に触れるので、発電により電位がかかると腐食しやすい。他の態様 8 に係るセパレータ 25 によれば、MEA 部との対向面側の層が耐食性の高い材料で構成されているので、耐食性が向上する。また、クラッド材を用いることにより別体で耐食材を用いる場合より接触抵抗の増大を抑制することができる。

10

【0071】

図 10 を参照して、第 3 変形例に係るセパレータ 25 について説明する。図 10 は、第 3 変形例に係るセパレータの各構成部品およびシール一体型 MEA の平面図である。上記実施例では、上述したように、カソード対向プレート 22 に形成された酸化ガス供給孔 225 と、中間プレート 24 に形成された酸化ガス供給流路形成部 245 が同数であり、酸化ガス供給孔 225 と酸化ガス供給流路形成部 245 が 1対1 で対応している。これに対して、第 3 変形例に係るセパレータ 25 では、カソード対向プレート 22 に 2n 個 (偶数個) の酸化ガス供給孔 225 が形成されており、中間プレート 24 に n 個の酸化ガス供給流路形成部 245 が形成されている。そして、1つの酸化ガス供給流路形成部 245 の 1 端に、2つの酸化ガス供給孔 225 がそれぞれ連通している。すなわち、酸化ガス供給孔 225 と酸化ガス供給流路形成部 245 が 2対1 で対応している。かかる場合には、形成される酸化ガス供給流路 63 の流路巾を広く設定できる利点がある。このように、酸化ガス供給孔 225 と酸化ガス供給流路形成部 245 との対応関係は、必ずしも 1対1 でなくても良く、変形を抑制するために必要な強度の確保と、必要な流路巾の確保のバランス等を考慮して設定すれば良い。

20

【0072】

以上、本発明の実施例および変形例について説明したが、本発明はこれらの実施例および変形例になんら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において種々の態様での実施が可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図 1】実施例に係るセパレータを用いて構成される燃料電池の外観構成を示す説明図。

【図 2】実施例における燃料電池を構成するモジュールの概略構成を示す説明図。

【図 3】実施例に係るセパレータの各構成部品およびシール一体型 MEA の平面図。

【図 4】実施例に係るセパレータとシール一体型 MEA を重ねた様子を示す平面図および断面図。

40

【図 5】図 4 における B - B 断面を示す断面図。

【図 6】図 4 に A A 部を拡大して示す説明図。

【図 7】図 4 における D - D 断面を示す断面図。

【図 8】第 1 変形例に係るセパレータの平面図。

【図 9】第 2 変形例に係るセパレータを、シール一体型 MEA 21 と共に積層して構成されたモジュール 20 の断面図。

【図 10】第 3 変形例に係るセパレータの各構成部品およびシール一体型 MEA の平面図。

【符号の説明】

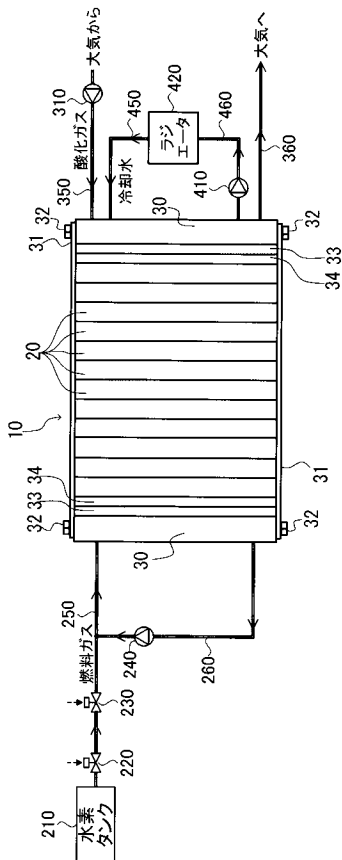
【0074】

50

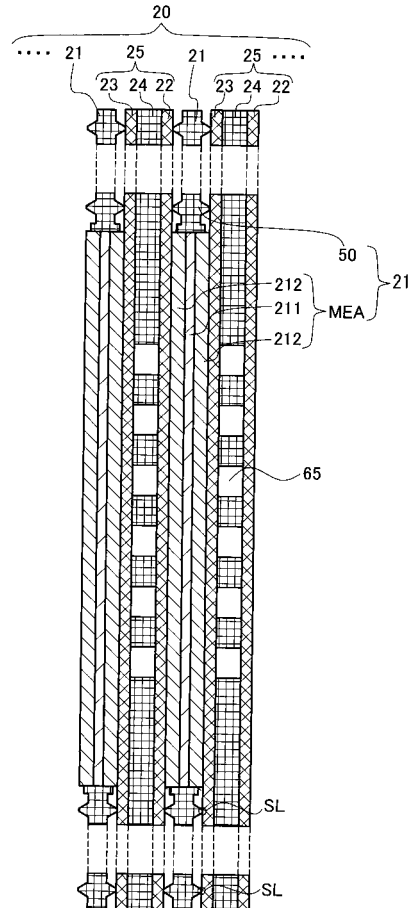
1 0 ... 燃料電池	
2 0 ... モジュール	
2 1 ... シール一体型 M E A	
2 1 1 ... 電解質膜	
2 1 2 ... 拡散層	
2 2 ... カソード対向プレート	
2 2 A ... 第 1 の層	
2 2 B ... 第 2 の層	
2 2 1 a ... 燃料ガス供給マニホールド形成部	
2 2 1 b ... 燃料ガス排出マニホールド形成部	10
2 2 2 a ... 酸化ガス供給マニホールド形成部	
2 2 2 b ... 酸化ガス排出マニホールド形成部	
2 2 3 a ... 冷却媒体供給マニホールド形成部	
2 2 3 b ... 冷却媒体排出マニホールド形成部	
2 2 5 ... 酸化ガス供給孔	
2 2 6 ... 酸化ガス排出孔	
2 3 ... アノード対向プレート	
2 3 A ... 第 1 の層	
2 3 B ... 第 2 の層	
2 3 1 a ... 燃料ガス供給マニホールド形成部	20
2 3 1 b ... 燃料ガス排出マニホールド形成部	
2 3 2 a ... 酸化ガス供給マニホールド形成部	
2 3 2 b ... 酸化ガス排出マニホールド形成部	
2 3 3 a ... 冷却媒体供給マニホールド形成部	
2 3 3 b ... 冷却媒体排出マニホールド形成部	
2 3 7 ... 燃料ガス供給孔	
2 3 8 ... 燃料ガス排出孔	
2 4 ... 中間プレート	
2 4 a ... カソード対向プレート当接面	
2 4 b ... アノード対向プレート当接面	30
2 4 1 a ... 燃料ガス供給マニホールド形成部	
2 4 1 b ... 燃料ガス排出マニホールド形成部	
2 4 2 a ... 酸化ガス供給マニホールド形成部	
2 4 2 b ... 酸化ガス排出マニホールド形成部	
2 4 3 ... 冷却媒体流路形成部	
2 5 ... セパレータ	
3 0 ... エンドプレート	
3 1 ... テンションプレート	
3 2 ... ボルト	
3 3 ... インシュレータ	40
3 4 ... ターミナル	
5 0 ... シール部	
5 0 1 a ... 酸化ガス供給マニホールド形成部	
5 0 1 b ... 酸化ガス排出マニホールド形成部	
5 0 2 a ... 燃料ガス供給マニホールド形成部	
5 0 2 b ... 燃料ガス排出マニホールド形成部	
5 0 3 a ... 冷却媒体供給マニホールド形成部	
5 0 3 b ... 冷却媒体排出マニホールド形成部	
6 1 ... 燃料ガス供給流路	
6 2 ... 燃料ガス排出流路	50

- 6 3 ... 酸化ガス供給流路
- 6 4 ... 酸化ガス排出流路
- 6 5 ... 冷却媒体流路
- 2 1 0 ... 水素タンク
- 2 2 0 ... シャットバルブ
- 2 3 0 ... 調圧バルブ
- 2 4 0、4 1 0 ... 循環ポンプ
- 2 5 0、2 6 0、3 5 0、3 6 0、4 5 0、4 6 0 ... 配管
- 3 1 0 ... エアポンプ
- 4 2 0 ... ラジエータ
- S L ... シール線
- D A ... 発電部

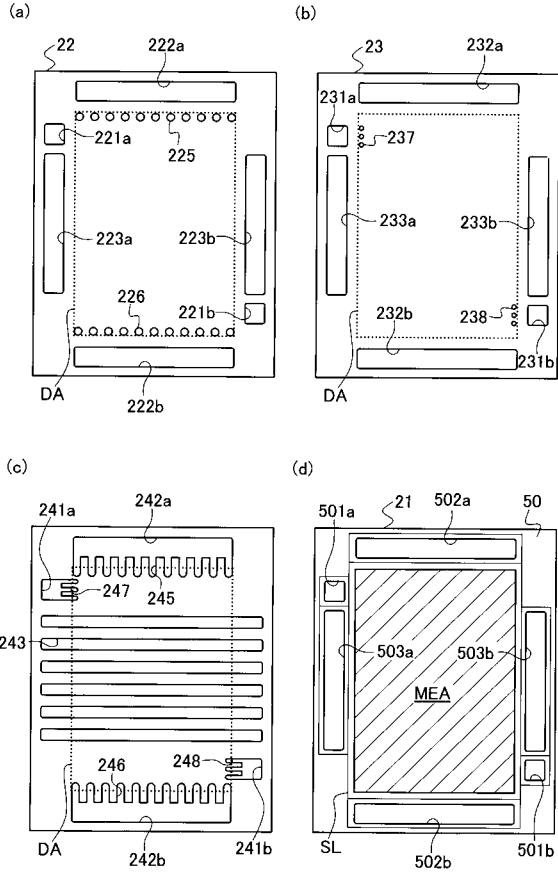
【 図 1 】



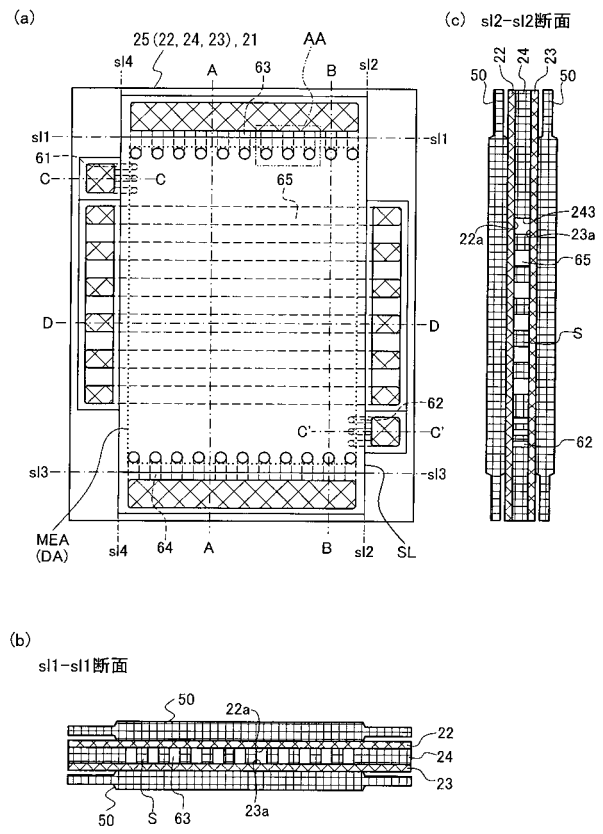
【 図 2 】



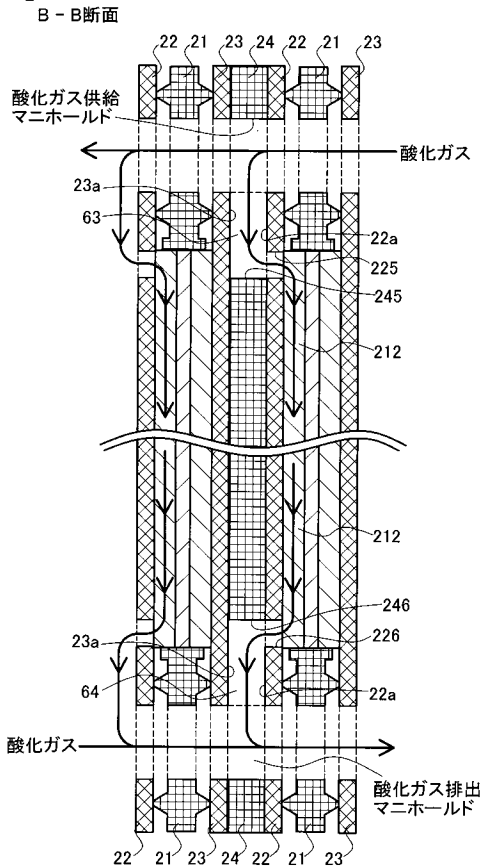
【図3】



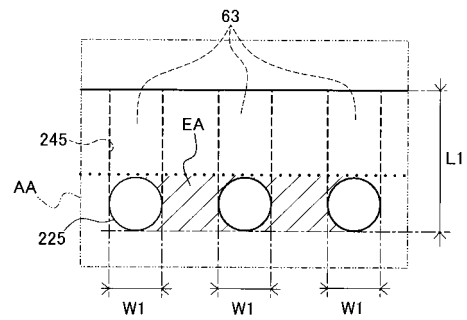
【図4】



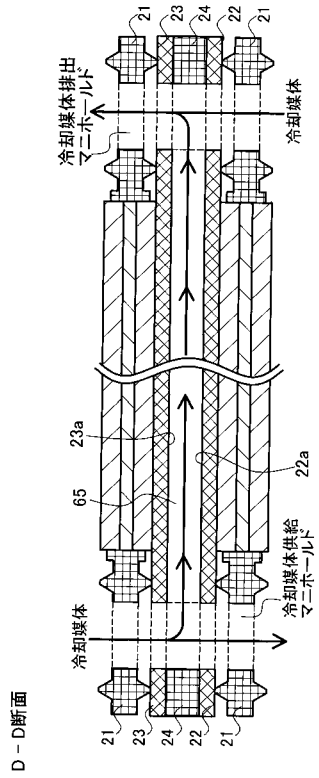
【図5】



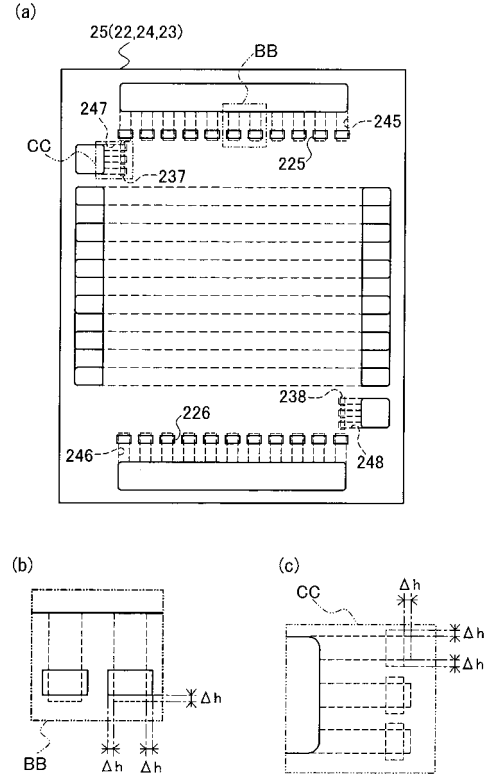
【図6】



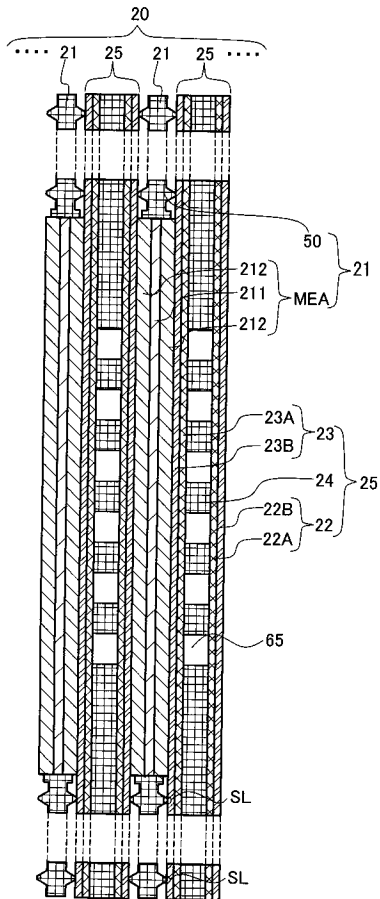
【 図 7 】



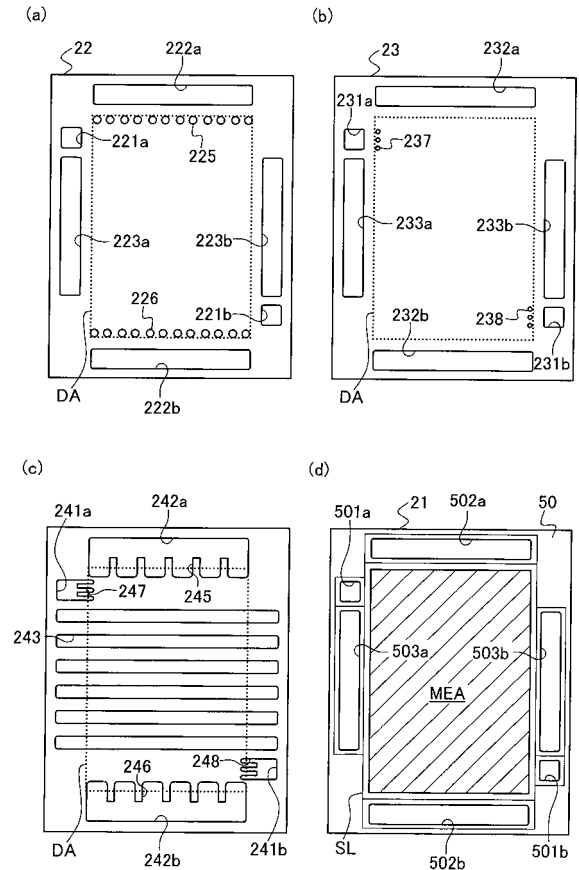
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (72)発明者 宇佐美 祥
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 上野 真
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 八神 裕一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 中村 徳彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 佐藤 博道
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 大田 佳史
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC08 CC10 EE02 EE08