

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3690667号

(P3690667)

(45) 発行日 平成17年8月31日(2005.8.31)

(24) 登録日 平成17年6月24日(2005.6.24)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H O 1 M 8/02

H O 1 M 8/02

E

H O 1 M 8/10

H O 1 M 8/02

C

H O 1 M 8/02

R

H O 1 M 8/02

S

H O 1 M 8/10

請求項の数 3 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-559084 (P2001-559084)
 (86) (22) 出願日 平成13年2月8日(2001.2.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2001/000904
 (87) 国際公開番号 W02001/059864
 (87) 国際公開日 平成13年8月16日(2001.8.16)
 審査請求日 平成14年7月10日(2002.7.10)
 (31) 優先権主張番号 特願2000-30044 (P2000-30044)
 (32) 優先日 平成12年2月8日(2000.2.8)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2000-30045 (P2000-30045)
 (32) 優先日 平成12年2月8日(2000.2.8)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 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 100072431
 弁理士 石井 和郎
 (74) 代理人 100117972
 弁理士 河崎 真一
 (72) 発明者 小原 英夫
 大阪府交野市星田7-67-4
 (72) 発明者 松本 敏宏
 大阪府茨木市末広町8-31-501
 (72) 発明者 菅原 靖
 大阪府東大阪市長堂1-11-9-1301

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高分子電解質型燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の導電性セパレータ板、前記セパレータ板の間に挿入された電解質膜-電極接合体であって、周縁部が第1のガスケットで被覆された水素イオン伝導性高分子電解質膜、前記電解質膜の一方の面に接合されたアノード、および前記電解質膜の他方の面に接合されたカソードからなる電解質膜-電極接合体、並びに前記アノードおよびカソードにそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給・排出するガス供給・排出手段を具備し、前記導電性セパレータ板が、実質的に全長にわたって突条と溝とが交互に平行して設けられ、一方の面の突条および溝に対応する裏面にそれぞれ溝および突条を有する波形金属板とその周縁部に結合された第2のガスケットからなり、第1および第2のガスケットが、それぞれ共通の燃料ガスおよび酸化剤ガス各々のマニホールド穴を有し、第2のガスケットが、アノードと対向する面に、前記燃料ガスのマニホールド穴と前記波形金属板の溝とを連絡する誘導溝を有し、カソードと対向する面に、前記酸化剤ガスのマニホールド穴と前記波形金属板の溝とを連絡する誘導溝を有し、

前記の第2のガスケットを含む導電性セパレータ板が、前記波形金属板の溝の底を埋めるシール材を前記第2のガスケットと一体に有し、これにより前記波形金属板の溝の深さが、前記マニホールド穴と波形金属板の溝とを連絡するガス誘導溝の深さとほぼ同じとされている高分子電解質型燃料電池。

【請求項2】

突条と溝とが交互に平行して設けられ、一方の面の突条および溝に対応する裏面にそれぞ

れ溝および突条を有する波形金属板からなる複数の導電性セパレータ板、前記セパレータ板の間に挿入された電解質膜－電極接合体であって、周縁部がガスケットで被覆された水素イオン伝導性高分子電解質膜、前記電解質膜の一方の面に接合されたアノード、および前記電解質膜の他方の面に接合されたカソードからなる電解質膜－電極接合体、並びに前記アノードおよびカソードにそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給・排出するガス供給・排出手段を具備し、前記ガスケットは、その両面に、それぞれ対向する前記波形金属板の溝の長手方向の両端部を閉鎖するリブを有し、前記ガスの供給・排出手段が、前記ガスケットの前記リブより内側において、ガスケットの一方の面にガスケットの側面に開放するように設けられて前記金属板の溝と連通する燃料ガスの誘導溝、およびガスケットの他方の面にガスケットの側面に開放するように設けられて前記金属板の溝と連通する酸化

10

【請求項 3】

突条と溝とが交互に平行して設けられ、一方の面の突条および溝に対応する裏面にそれぞれ溝および突条を有する波形金属板からなる複数の導電性セパレータ板、前記セパレータ板の間に挿入された電解質膜－電極接合体であって、周縁部がガスケットで被覆された水素イオン伝導性高分子電解質膜、前記電解質膜の一方の面に接合されたアノード、および前記電解質膜の他方の面に接合されたカソードからなる電解質膜－電極接合体、並びに前記アノードおよびカソードにそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給・排出するガス供給・排出手段を具備し、前記ガス供給・排出手段が、前記波形金属板の電解質膜－電極接合体に対面する溝の部分に1つおきに設けられたマニホールド穴、および当該マニホールド

20

【発明の詳細な説明】**【0001】**

技術分野

本発明は、ポータブル電源、電気自動車用電源、家庭内コージェネレーションシステム等に使用される高分子電解質型燃料電池、特にその導電性セパレータ板の改良に関する。

【0002】

背景技術

高分子電解質膜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を電気化学的に反応させることにより、電力と熱とを同時に発生させる。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、および高分子電解質膜の両面に形成された一对の電極、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、通常、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、およびこの触媒層の外面に形成される、通気性と電子伝導性を併せ持つ拡散層からなる。

30

【0003】

電極に供給される燃料ガスおよ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、電極の周囲には高分子電解質膜を挟んでガスケットが配置される。ガスケットは、通常EPDMゴム、シリコンエラストマー、フッ素エラストマー等の耐薬品性の高いゴムまたはエラストマーが用いられる。このガスケットは、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の外側には、これを機械的に固定するとともに、隣接したMEAを互いに電氣的に直列に、場合によっては並列に、接続するための導電性のセパレータ板が配置される。セパレータ板のMEAと接触する部分には、電極面に反応ガスを供給し、生成ガス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、セパレータ板と別に設けることもできるが、セパレータ板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。

40

【0004】

50

これらの溝に燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給するためには、燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給する配管を、使用するセパレータ板の枚数に分岐し、その分岐先を直接セパレータ板の溝につなぐ配管治具が必要となる。この治具をマニホルドと呼び、上記のような燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給配管から直接つなぎ込むタイプを外部マニホルドと呼ぶ。このマニホルドには、構造をより簡単にした内部マニホルドと呼ぶ形式のものがある。内部マニホルドとは、ガス流路を形成したセパレータ板に、貫通した穴を設け、ガス流路の出入り口をこの穴まで通し、この穴から直接燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給するものである。

【0005】

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。冷却部をセパレータ板とセパレータ板との間に挿入する形式と、セパレータ板の背面に冷却水流路を設けて冷却部とする形式とがあり、後者が多く利用される。これらのMEAとセパレータ板および冷却部を交互に重ねて10～200セル積層し、その積層体を集電板と絶縁板を介して端板で挟み、締結ボルト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。

10

【0006】

このような高分子電解質型燃料電池は、セパレータ板は導電性が高く、かつ燃料ガスに対して気密性が高く、更に水素／酸素を酸化還元する際の反応に対して高い耐食性を持つ必要がある。このような理由で、従来のセパレータ板は、通常グラッシーカーボンや膨張黒鉛などのカーボン材料で構成し、ガス流路もその表面での切削や、膨張黒鉛の場合は型による成型で作製されていた。しかしながら近年、従来より使用されたカーボン材料に代えて、ステンレス鋼などの金属板を用いる試みが行われている。

20

【0007】

従来のカーボン板の切削による方法では、カーボン板の材料コストと共に、これを切削するためのコストを引き下げることが困難であり、また膨張黒鉛を用いた方法も材料コストが高く、これが実用化のための障害と考えられている。

上述の金属板を用いる方法では、コスト低減のためプレス加工によるセパレータ板が提案されている。しかし、セパレータ板に加工されるガス流路パターンに制約が生じたり、プレス後の歪みを取り除くための後処理や伸展性に富む特殊材料を使用せざるを得なくなったりして結果的にコストメリットが低下するという問題があった。

30

【0008】

発明の開示

本発明は、基本的には、波形金属板を導電性セパレータ板として用い、ガasketとを組み合わせによりその表裏に形成されている溝をガスの流路に利用した、量産に適したガス供給・排出手段を提供することを目的とする。

【0009】

本発明は、突条と溝とが交互に平行して設けられ、一方の面の突条および溝に対応する裏面にそれぞれ溝および突条を有する波形金属板からなる複数の導電性セパレータ板、前記セパレータ板の間に挿入された電解質膜－電極接合体であって、周縁部がガasketで被覆された水素イオン伝導性高分子電解質膜、前記電解質膜の一方の面に接合されたアノード、および前記電解質膜の他方の面に接合されたカソードからなる電解質膜－電極接合体、並びに前記アノードおよびカソードにそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給・排出するガス供給・排出手段を具備し、前記ガス供給・排出手段が、前記波形金属板の一方の面の溝をとおしてアノードに燃料ガスを供給・排出し、前記波形金属板の他方の面の溝をとおしてカソードに酸化剤ガスを供給・排出する高分子電解質型燃料電池を提供する。

40

【0010】

本発明の好ましい形態において、前記ガス供給・排出手段が、ガスのマニホルド、および前記電解質膜－電極接合体（以下MEAという）のガasketに、前記マニホルドと前記波形金属板の溝とを連絡するように設けられたガス誘導溝を含んでいる。

50

本発明の他の好ましい形態において、前記ガス供給・排出手段が、前記波形金属板および前記MEAのガスケットに共通に設けられたマニホールド穴、および前記波形金属板に設置されたパッキンを含み、前記マニホールド穴および波形金属板の溝をとおしてアノードおよびカソードにそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスが供給・排出されるように構成されている。

【0011】

本発明においては、前記導電性セパレータ板が前記波形金属板およびその周縁部を被覆する第2のガスケットからなり、前記ガス供給・排出手段が、前記MEAのガスケットおよび第2のガスケットに共通に設けられたマニホールド穴、および前記第2のガスケットに設けられ、前記マニホールド穴と前記波形金属板の溝とを連絡するガス誘導溝を含んでいる。前記の第2のガスケットを含む導電性セパレータ板が、前記波形金属板の溝の底を埋めるシール材を有し、これにより前記波形金属板の溝の深さが、前記マニホールド穴と波形金属板の溝とを連絡するガス誘導溝の深さとほぼ同じとされている。

10

【0012】

本発明のさらに好ましい形態において、隣接するMEA間に2枚の波形金属板がそれらの溝および突条が相互に向き合うようにして挿入され、それら波形金属板の溝の間に形成される流路に一方の開口から他方の開口に向けて冷却水が流通されるように構成されている。

本発明の他の形態において、前記冷却水の流路となる前記波形金属板の溝の両端部側に、他の波形金属板と共通に冷却水のマニホールド穴が形成されている。

20

【0013】

発明を実施するための最良の形態

本発明は、前記のように、波形金属板を導電性セパレータ板として用い、MEAが備えるガスケットおよび／またはセパレータ板自体が備えるガスケットとの組み合わせにより、その表裏に形成されている溝をガスの流路に利用して、ガスの供給・排出手段を構成する。

【0014】

本発明の代表的な導電性セパレータ板の第1の形態では、波形金属板がMEAとほぼ同じ大きさであり、波形金属板がMEAと交互に積層されてセルスタックを構成する。第2の形態では、波形金属板にその周縁部を被覆するガスケットを結合して、MEAとほぼ同じ大きさの導電性セパレータ板を構成し、この導電性セパレータ板がMEAと交互に積層されてセルスタックを構成する。

30

【0015】

第1および第2の形態において、適宜冷却部がMEA間に挿入される。この冷却部は、第1の形態においては、2枚の波形金属板をそれらの溝が相互に向き合うように組み合わせられてMEA間に挿入される。冷却水の流路は、前記波形金属板の向き合う溝同士によって形成される。第2の形態においては、アノード側導電性セパレータ板とカソード側導電性セパレータ板がMEA間に挿入され、両導電性セパレータ板の間に、それらの波形金属板の溝によって冷却水の流路が形成される。

【0016】

上記の第1の形態の好ましい燃料電池は、波形金属板からなる複数の導電性セパレータ板、および前記セパレータ板の間に挿入されたMEAを具備する。そして、MEAのガスケットは、その両面に、それぞれ対向する前記波形金属板の溝の長手方向の両端部を閉鎖するリブを有する。ガスケットは、さらに、それらリブより内側において、一方の面に前記波形金属板の溝に燃料ガスを導く誘導溝をガスケットの側面に開放するように設け、他方の面に前記波形金属板の溝に酸化剤ガスを導く誘導溝をガスケットの側面に開放するように設けている。この構造によれば、前記誘導溝にそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスのマニホールドを組み合わせることにより、前記波形金属板と対向する位置にあるアノードおよびカソードへの燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給・排出手段を構成できる。

40

【0017】

50

前記燃料電池において、波形金属板の溝の端部を閉鎖するリブは、M E A のガスケットに設ける代わりに、波形金属板に射出成形などにより一体に結合しても良い。M E A の間に冷却部を設ける場合は、2枚の波形金属板をそれらの溝同士を向き合わせて組み合わせ、前記の溝で構成される流路に冷却水を流すようにする。

【0018】

さらに他の変形例においては、M E A のガスケットに設けたガスの誘導溝の代わりに、波形金属板に燃料ガスおよび酸化剤ガスのマニホルド穴を設ける。これらのマニホルド穴は、M E A に対面する溝の部分に1つおきに設けられる。そして、マニホルド穴を有する溝に流入するガスは、マニホルド穴を有しない溝に、両者間にある反対側に向いた溝の部分

10

【0019】

上記の第2の形態においては、波形金属板およびその周縁部に結合されたガスケットにより導電性セパレータ板が構成される。このセパレータ板は、代表的な例では、カーボン板の切削加工などによるセパレータ板と同様に、マニホルド穴が設けられる。さらに、ガスケット部分に、マニホルド穴と波形金属板の溝とを連絡する誘導溝が設けられる。いずれの形態においても、単純な形の波形金属板が用いられるから、量産に適し、大幅な

20

【0020】

本発明の波形金属板の素材には、ステンレス鋼、チタンなどの導電性に優れ、かつプレス加工などにより容易に波形に形成できる厚み0.05~0.3mm程度の薄板が好適に用いられる。これらの金属薄板は、その表面に耐食性の導電性被膜を形成するのが好ましい。導電性被膜は、金、白金、導電性カーボン塗料、 RuO_2 、インジウムをドーブした酸化スズ $Sn(In)O_2$ 、 TiN 、 $TiAlN$ 、 SiC などの導電性の無機酸化物、窒化物、炭化物などから作るのが好ましい。これらの導電性被膜は、素材の金属板をプレス加工により波形にした後に形成するのが好ましい。導電性被膜を形成するには、真空蒸着法

30

【0021】

本発明のM E A および導電性セパレータ板のガスケットの素材は、熱可塑性樹脂または熱可塑性エラストマーが用いられる。好適な材料は、エチレン-プロピレン-ジエン三元共重合体配合物（以下E P D Mで表す）、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール、ポリアクリルアミド、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリアセタール、ポリウレタン、シリコーン、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、シンジオタクチック・ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトン、液晶ポリマー、フッ素樹脂、ポリエーテルニトリ

40

【0022】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。ここに用いられた図は理解を容易にするためのものであって、各要素の相対的な大きさや位置は必ずしも正確ではない。

【0023】

実施の形態1

図1はステンレス鋼などの金属板をプレス加工した波形金属板10を表す。本実施の形態

50

では、この波形金属板をそのまま導電性セパレータ板に用いる。波形金属板10は、一方の面に溝11と突条とを交互に有し、他方の面には、前記溝11および突条に対応して突条および溝12を有する。

【0024】

図2および図3は、上記の波形金属板からなる導電性セパレータ板と交互に積層されたセルスタックを構成するMEA20を表す。MEA20は、図3に示すように、高分子電解質膜2、膜2の周縁部を一体に被覆する熱可塑性樹脂または熱可塑性エラストマーからなるガスケット30、および膜2の露出面に接合されたカソード3およびアノード4からなる。カソードおよびアノードは、電解質膜側の触媒層とガス拡散層からなる。電解質膜2は、ガスケット30により自己支持性となり、取扱いが容易となっている。

10

【0025】

ここに示すMEA20は、金属板10と同じ大きさの長方形であり、長手方向の両端部に、金属板10と協働してガスの供給・排出手段を構成するための要素が設けてある。すなわち、ガスケット30は、カソード側の面に、側面に開放した酸化剤ガスの誘導溝33を有し、アノード側の面に、燃料ガスの誘導溝34を有する。ガスケット30は、さらに、カソード側の面に溝33より端部側に、金属板10の溝に嵌合するリブ32を有し、アノード側の面に溝34より端部側に、金属板の溝に嵌合する同様のリブを有する。

【0026】

図2は、MEA20の長手方向の一方の端部側を示しているが、他方の端部側にも同様のガス誘導溝やリブを有する。これについては、図9を参照されたい。図4にセルスタックを示す。この例では、2セル毎に冷却部が設けてある。この冷却部は、2枚の波形金属板をそれらの溝同士が向き合うように組み合わせる。前記の溝により形成される空隙部が冷却水の流路35となる。そして、冷却水は、図4においてセルスタックの上方から流路35に導入され、下方から排出される。

20

【0027】

金属板10とMEA20とを、MEAのリブ32が金属板10の溝11または12に嵌合するように、交互に積層して、セルスタックが構成されている。従って、MEA20とそのカソード側に積層された金属板10との間には、金属板10の溝11によって酸化剤ガスの流路が形成される。この流路は、図4において上方ではリブ32によって閉塞され、下方では同様のリブによって閉塞される。そして、MEA20の側面に開放するように設けられた溝33が酸化剤ガスの流路となる溝11に連通する。従って、セルスタックの側面に、酸化剤ガスのマニホルドを組み合わせることにより、酸化剤ガスは、図4の矢印Aに示すように、ガスケット30の誘導溝33から金属板の溝11に入り、ガスケット30の他方の誘導溝からマニホルドに排出される。

30

【0028】

一方、燃料ガスは、図4の矢印Bのように、セルスタックの側面に組み合わせたマニホルドからガスケット30の誘導溝34を経由して金属板10の溝12に入り、ガスケット30の誘導溝からマニホルドに排出される。

こうして酸化剤ガスおよび燃料ガスは、それぞれ波形金属板の溝11および12の部分において電極に拡散し反応にあずかる。そして、余剰のガスおよび生成物は、同じ溝の部分から出口側のマニホルドへ排出される。

40

【0029】

図5に示すように、MEAを挟む波形金属板は、それらの溝11と12が互いに向き合うようにするのがよい。これによって、電極部に過剰な剪断力がかからなくなる。

図6は上記のセルスタックを用いた燃料電池を示す。40はセルスタックを表し、図4におけるガスの入口側および出口側は、図6では上下に位置する。セルスタック40は、その積層方向の両端側に集電板41、絶縁板42および端板43を重ね合わせ、さらに上下にはマニホルド46を例えばシリコン樹脂からなるシール材47を介して結合している。そして、端板同士をロッド44で締結することにより燃料電池が組み立てられている。45はばねを表す。

50

【0030】

図2に示したMEA20のガスケット30に設けた誘導溝33および34には、カーボンペーパーなどのガス透過性の多孔体を設置してもよい。図2では、溝33および34内に平行な2本のリブ33'および34'を設け、これによってガスケットが金属板10の溝11または12内へ変形してガスの流通を阻害しないようにしている。これら誘導溝33および34内へ多孔体を設置するときには、前記のリブは省略することができる。前記の多孔体の代わりに波形金属板をスペーサとして設置することもできる。これら多孔体、および波形金属板のスペーサは、それらの表面を親水性処理するのが好ましい。この親水性処理は、電極に供給されるガス中の加湿水あるいは電極から排出される生成水などが前記の多孔体またはスペーサに結露して流路が閉塞されるのを防止するためである。

10

【0031】

実施の形態2

実施の形態1においては、金属板10の端部とMEAとの間にガスの漏洩を生じるのを防止するため、MEAのガスケット30にリブ31、32などを設けた。実施の形態2では、それらのリブの部分の部分をガスケット30から金属板10側に移した側を示す。

【0032】

本実施の形態では、図7のように、ガスケット30のリブ31、32の代わりに、ガスケットと同じ素材からなるパッキン31a、32aを波形金属板10に射出成形などにより一体に結合している。このような金属板からなる導電性セパレータ板と組み合わせるMEA20aは、図8に示すように、平板状である。そして、ガスを誘導するための溝33a

20

および34aを有する。

【0033】

実施の形態3

MEA20bを図9に示す。このMEAは、マニホールドを設けた点が図2に示すMEAと異なり、他は同様の構造を有する。すなわち、ガスケット30bは、電極部1のカソードを挟んで酸化剤ガスを導くための一对の溝33b、金属板10の溝11の端部を閉塞するためのリブ32bを有する。同様にアノードを有する面には、燃料ガスを導く一对の溝(図2の溝34に相当する)および金属板10の溝12の端部を閉塞するためのリブを有する。

【0034】

ガスケット30bは、酸化剤ガスを導く溝33bおよび燃料ガスを導く溝の側面の部分に、酸化剤ガスのマニホールド37および燃料ガスのマニホールド38を有し、さらに両端部には冷却水のマニホールド39を有する。ガスケット30bは、さらに周縁部にはリブ31bを有する。

30

【0035】

このようなMEAを用いたセルスタックにおいては、一对のマニホールド37、および溝33bの一方から供給される酸化剤ガスは、金属板10の溝11の部分に形成されるガス流路からカソードに拡散し、余剰ガスおよび反応生成物は溝33bおよびマニホールド37の他方から排出される。

同様に燃料ガスは、一对のマニホールド38の一方側からアノードに供給され、他方側から排出される。また、冷却水は、マニホールド39の一方から一对の金属板の間に形成される水流路35に入り、他方のマニホールドから排出される。

40

【0036】

実施の形態4

本実施の形態では、図10に示すように、波形金属板10に冷却水のマニホールド穴39aを設けている。図示しないが、マニホールド穴は金属板の他方の端部側にも設けてある。そして、これらマニホールド穴39aより外側には、一对の金属板によって形成される水の流路の端部を閉塞するためのパッキンが設けられる。上記のマニホールド穴は、MEAのガスケットの部分、図2のMEA20で説明するなら、ガス流路の端部を閉塞するリブ32の部分を貫通するように設けられる。

50

【0037】

実施の形態1では、両端に開口する流路に、その一方の端部から水を供給し、他方の端部から排出するように構成している。本実施の形態では、一对のマニホールド穴39の一方側から各流路35へ水を供給し、マニホールド穴の他方側から排出する。マニホールド穴を流通する冷却水は、リブ32によって、酸化剤ガスおよび燃料ガスの流路内へ浸入することはない。

【0038】

実施の形態5

本実施の形態では、ガスおよび冷却水の流路を波形金属板およびこれに組み合わせたパッキンにより調整する。

10

図11は波形金属板10をアノード側からみた正面図である。波形金属板10には、図11において表側、すなわちアノードに接する突条の部分に、MEAの電極部1に近い側に、電極部を挟んで一对の冷却水のマニホールド穴15が設けられている。図11において表側に開放している溝12の底には、燃料ガスのマニホールド穴14と酸化剤ガスのマニホールド穴13とが交互に設けられている。マニホールド穴14は波形金属板10の端部側に位置し、マニホールド穴13はマニホールド穴14と15の中間に位置する。溝12内において、マニホールド穴13の両側にはパッキン27と29が設置されているから、マニホールド穴13を流れる酸化剤ガスは溝12内へは流入しない。

【0039】

一方、燃料ガスのマニホールド穴14を有する溝12内においては、マニホールド穴14の外側部分にのみパッキン28が設置されているから、供給側のマニホールド穴14を流れる燃料ガスは溝12内を流れ、他方のマニホールド穴14から排出される。さらに、溝12内へ流入したガスは、隣接する溝11内に設置されたパッキン26の中央にある切り欠き部26aおよびこれと連絡するように金属板に設けられた穴18を通して溝11を越えて次の溝12内へ流入する。このガスの流れは同様のパッキン26を有する部分から溝11を越えて元の溝12内へ入り、他方のマニホールド穴14から排出される。このガスの流れは図11に矢印にて示されている。

20

【0040】

このように、波形金属板10のアノードに面する溝12の底には、1つおきに燃料ガスのマニホールド穴14が形成されているが、溝12と溝12の間にある、反対側へ開放する溝11の穴18とパッキン26を利用して、マニホールド穴を有しない溝12内へ燃料ガスを分配して反応に供することができる。

30

一对のマニホールド穴15は、冷却水を流通させるもので、図示の波形金属板10に、溝11が向き合うに組み合わされる金属板との間に、溝11によって形成される流路に水を供給し、排出する。図示しないが、溝11の穴15より外側には水が漏れるのを防止するためにパッキンが設置される。

【0041】

図11の波形金属板10の表面にMEAを介して接合される波形金属板には、MEAに酸化剤ガスを供給するガス流路を形成する溝11を有している。そして、前記燃料ガスに述べたパッキン26と穴18に相当するものを溝12側に設けることにより、1つの溝11に供給される酸化剤ガスを、これに溝12を介して隣接する溝11に、溝12の部分を貫通させて分配することができる。

40

図14は上記の酸化剤ガス、燃料ガスおよび冷却水の流れをそれぞれ矢印A、BおよびCで表している。

【0042】

実施の形態6

本実施の形態では、波形金属板50およびその周縁部に結合したガスケットからなる導電性セパレータ板を用いる。ここに用いる波形金属板50は、実施の形態1で用いた波形金属板10と同様の構造を有するが、MEAの電極部とほぼ同じ大きさである点が異なる。

図15はアノード側からみたMEAを表す。このMEA60は、実施の形態1と同様に、

50

高分子電解質膜、その周縁部を支持するガスケット70、および電解質膜の露出面に接合されたアノードおよびカソードからなる。ガスケット70は、MEAの長手方向の両端部にそれぞれ酸化剤ガスのマニホールド穴73を有し、一方が入口側、他方が出口側である。ガスケット70は、さらに両端部にそれぞれ3個ずつの燃料ガスのマニホールド穴74および冷却水のマニホールド穴75を有する。

【0043】

図16および図17は、一方の面がアノードに接し、他方の面がカソードに接する導電性セパレータ板80を示す。このセパレータ板80は、波形金属板50とその周縁部に結合したガスケット81からなり、ガスケット81は、MEA60と共通の酸化剤ガスのマニホールド穴83、燃料ガスのマニホールド穴84および冷却水のマニホールド穴85を有する。セパレータ板80は、そのアノード側の面には、金属板50の溝54により形成される燃料ガスの流路、この流路の端部とマニホールド穴84とを連絡する誘導溝88を有する。同様にセパレータ板80のカソード側の面には、金属板50の溝53により形成される酸化剤ガスの流路、この流路の端部とマニホールド穴83とを連絡する誘導溝87を有する。

10

【0044】

図18には、セパレータ板80を図17の18-18線で切った断面図が示されている。マニホールド穴83から供給される酸化剤ガスが誘導溝87により波形金属板50の溝53内へ導かれることがよくわかるであろう。ここで、金属板50のガス流路となる溝53はその約2/3の深さがガスケット81と一体のシール材57で埋められ、これにより金属板のガス流路53とガスケット81のガス誘導溝87とが同じ深さとなり、段差なく連ら

20

【0045】

図23に示すように、燃料ガスの流路を形成する波形金属板50の溝54は、同様にシール材58でその深さの約2/3が埋められ、ガス流路54はガスケット81のガス誘導溝88と段差なく連らなるようになっている。

図24は、別の実施の形態の導電性セパレータ板を図17の18-18線に相当するところで切った断面図である。この例では、波形金属板の溝は、シール材で埋められていない。従って、ガスケットの誘導溝と波形金属板の溝との間には段差が生じる。

【0046】

次に、冷却部を構成するセパレータ板について説明する。

30

図19はアノード側セパレータ板の正面図、図20はその背面図である。このセパレータ板80aは、そのガスケット81aが、酸化剤ガス、燃料ガスおよび冷却水の各マニホールド穴を有し、アノード側の面にマニホールド穴84と金属板50のガス流路溝とを連絡する誘導溝88を有する点はセパレータ板80と全く同じである。異なるのは、背面に、マニホールド穴85と金属板50の冷却水の流路とを連絡する誘導溝89を有することである。

【0047】

上記のセパレータ板80aと組み合わせて冷却部を構成するカソード側セパレータ板80bを図21および図22に示す。酸化剤ガス、燃料ガスおよび冷却水のマニホールド穴を有し、カソード側にマニホールド穴83と金属板のガス流路を連絡する誘導溝87を有する点はセパレータ板80aと同じであり、その背面はセパレータ板80aと同じくマニホールド穴85と金属板の水流路とを連絡する誘導溝89を有する。アノード側セパレータ板80aおよびカソード側セパレータ板80bにおいても、それらの向き合う面に形成されている水の誘導溝89の深さと、波形金属板の水流路の深さとは同じにしてある。このことは図23からも明らかであろう。

40

【0048】

上記に示した誘導溝87、88、および89には、実施の形態1において説明したような多孔体または波形金属板のスペーサを設置し、ガスケットが電池の締結圧によりこれらの溝内へ変形してガスまたは冷却水の流通を阻害しないようにすることができる。

【0049】

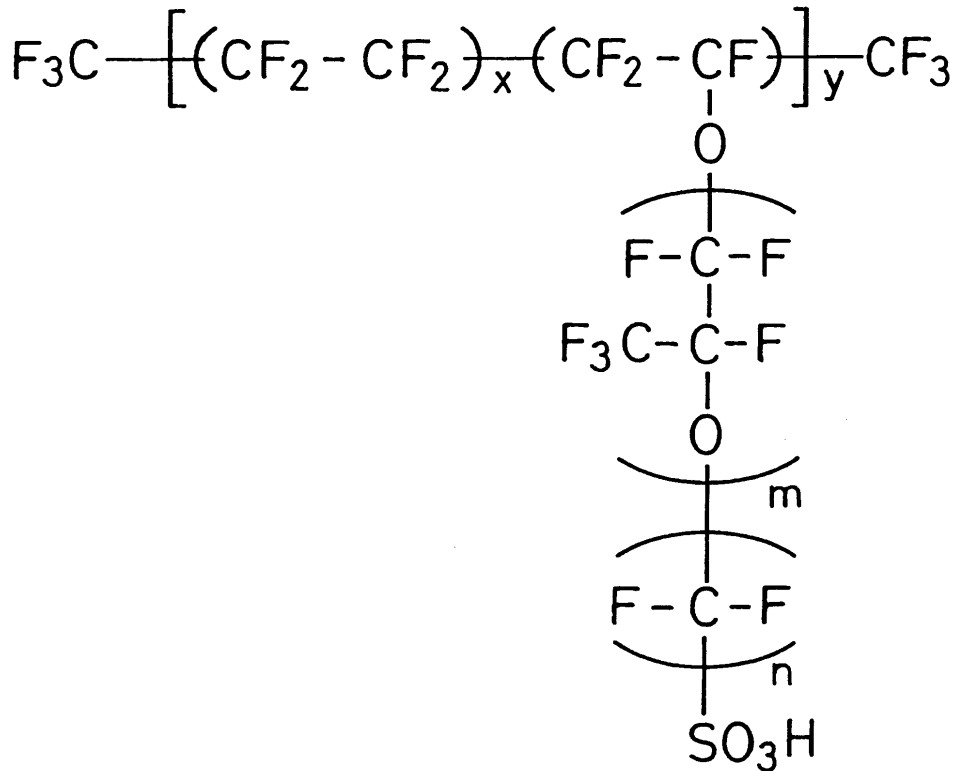
50

実施例 1

アセチレンブラックに、平均粒径約 30 Å の白金粒子を重量比 3 : 1 の割合で担持した触媒粉末を調製した。この触媒粉末のイソプロパノール分散液と、以下の式

【0050】

【化 1】



10

20

【0051】

(式中 $m=1$ 、 $n=2$ 、 $5 \leq x \leq 13.5$ 、 $y=1000$ である。) に示す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とを混合し、ペースト状にした。厚み 250 μm のカーボン不織布の一方の面に、このペーストをスクリーン印刷法で塗布して触媒層を形成した。前記ペーストの塗布量は、電極中に含まれる白金量が 0.5 mg/cm²、パーフルオロカーボンスルホン酸の量が 1.2 mg/cm² となるように調整した。

30

【0052】

こうして得た同一構成のカソードとアノードをこれらより一回り大きい面積を有する水素イオン伝導性高分子電解質膜の中心部の両面に、触媒層が電解質膜側に接するようにホットプレスによって接合して、電解質膜-電極接合体 (MEA) を組み立てた。水素イオン伝導性高分子電解質膜として、前記の式 (ただし式中 $m=2$ 、 $n=2$ 、 $5 \leq x \leq 13.5$ 、 $y=1000$ である。) で表されるパーフルオロカーボンスルホン酸を 25 μm の厚みに薄膜化したものを用いた。

導電性セパレータ板は、厚さ 0.1 mm のステンレス鋼 SUS 304 板をプレス加工して、深さ約 1.5 mm、幅約 1.5 mm の溝をピッチ 3 mm で有するように波形に形成した。波形金属板の表面に金を真空電子ビーム蒸着法により 0.01 μm の厚さに形成した。蒸着時の真空度は 5×10^{-6} Torr の Ar ガス雰囲気中で金属板温度 200 °C で行った。

40

【0053】

MEA は、高分子電解質膜の周縁部に、EPDM からなるガスケットを有する。このガスケットは、電極を接合する前に、電解質膜に成形温度 170 °C で結合した。このようにしてガスケットを一体にした、図 2 に示すような構造の MEA を作製した。

上記の導電性セパレータ板と MEA を交互に積層し、2 セル毎に 2 枚の波形金属板をそれらの溝が向き合うように組み合わせて MEA 間に挿入した。こうして図 4 ~ 6 に示すような構造の 50 セルが積層された積層電池を組み立てた。積層電池の締結圧は 20 kgf /

50

cm^2 とした。

【0054】

この燃料電池を、 85°C に保持し、アノード側に 83°C の露点となるよう加湿・加温した水素ガスを、カソード側に 78°C の露点となるように加湿・加温した空気をそれぞれ供給した。その結果、電流を外部に出力しない無負荷時には、 50V の電池開放電圧を得た。この電池を燃料利用率 80% 、酸素利用率 40% 、電流密度 $0.5\text{A}/\text{cm}^2$ の条件で発電試験を行ったところ、 990W ($22\text{V}-45\text{A}$)の電池出力を維持することが確認された。

この例では、誘導溝33、34が複数の平行する溝で構成されている。これらの溝部に親水性処理したカーボンペーパーを設置しても同様の効果が得られた。カーボンペーパーの親水性処理は、波長 365nm の超高圧水銀ランプを用いて $100\text{mW}/\text{cm}^2$ の強度で5分間紫外線照射を行うことで実施した。

【0055】

実施例2

実施例1と同様の電極、電解質膜、およびガスケット材を用いて図15に示すようなMEAを作製した。一方、導電性セパレータ板は、実施例1と同様の波形金属板の周縁部にシリコンゴムからなるガスケットを成形した。導電性セパレータ板は、実施の形態6で説明した3種を作製し、前記のMEAと組み合わせて50セル積層した燃料電池を組み立てた。冷却部は2セル毎に挿入した。導電性セパレータ板は、そのガスケット部分において、その外周部およびマニホールド穴外周部には高さ 0.1mm の突部を設け、積層電池としたとき、導電性セパレータ板とMEAとの間のシール性を確保するようにした。セパレータ板に形成されたガス流路となる溝およびガスケット部に形成した誘導溝の深さは 0.5mm とした。

この燃料電池を実施例1と同様の条件で作動させたところ、実施例1とほぼ同様の特性を示した。

【0056】

産業上の利用の可能性

本発明によれば、従来のカーボン板の切削工法に替わり、ステンレス鋼などの金属材料を切削加工しないでセパレータ板を構成できるので、量産性に優れ、大幅なコスト低減が図れる。また、セパレータ板を一層薄くできるので、積層電池のコンパクト化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の導電性セパレータ板を構成する波形金属板の例を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施例におけるMEAの要部の斜視図である。

【図3】図2の3-3線断面図である。

【図4】セルの積層体を示す斜視図である。

【図5】同積層体を図2の5-5線で切った断面図である。

【図6】同積層体を含む電池装置の正面図である。

【図7】波形金属板の他の実施例を示す斜視図である。

【図8】MEAの他の例を示す要部の斜視図である。

【図9】MEAのさらに他の例を示す正面図である。

【図10】波形金属板のさらに他の例を示す斜視図である。

【図11】波形金属板のさらに他の例を示す一部を断面にした正面図である。

【図12】図11の12-12線断面図である。

【図13】同波形金属板に組み合わせたパッキンの斜視図である。

【図14】ガスおよび冷却水の流れを説明する略図である。

【図15】MEAのさらに他の例を示す正面図である。

【図16】他の例の導電性セパレータ板のアノード側の正面図である。

【図17】同セパレータ板のカソード側の正面図である。

【図18】図17の18-18線断面図である。

10

20

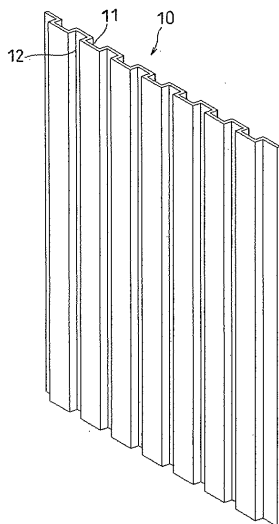
30

40

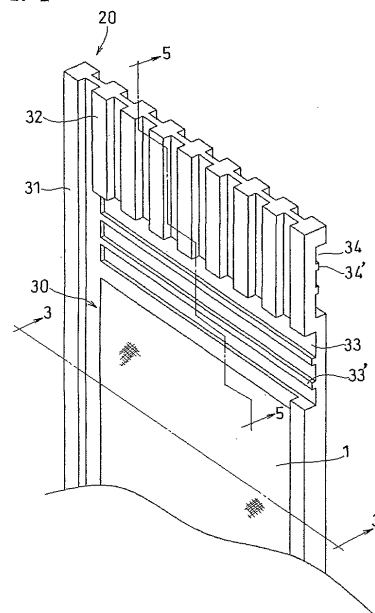
50

- 【図 1 9】 さらに他の例の導電性セパレータ板のアノード側の正面図である。
 【図 2 0】 同セパレータ板の背面図である。
 【図 2 1】 他の例の導電性セパレータ板のカソード側の正面図である。
 【図 2 2】 同セパレータ板の背面図である。
 【図 2 3】 セルの積層体の他の例を示す断面図である。
 【図 2 4】 導電性セパレータ板のさらに他の例を示す要部の断面図である。

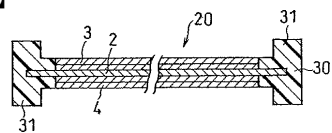
【図 1】
FIG. 1

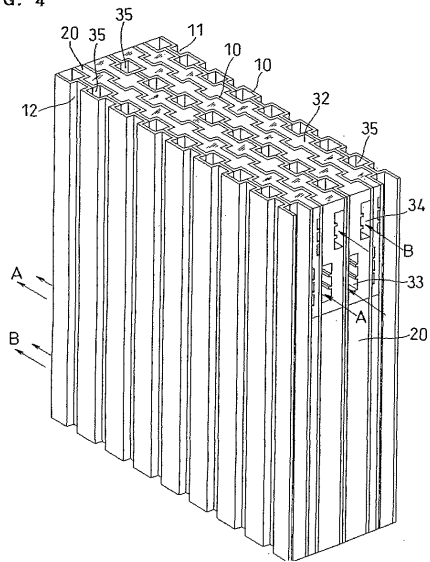
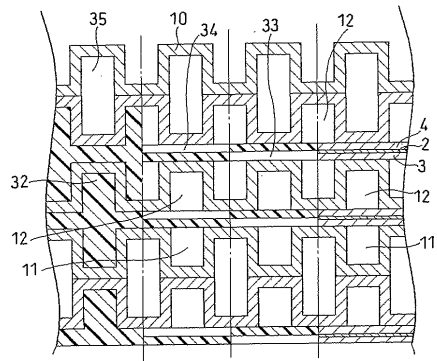
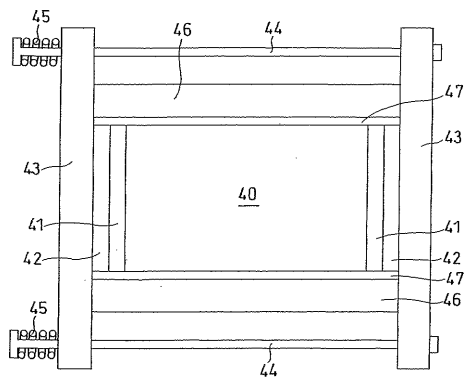
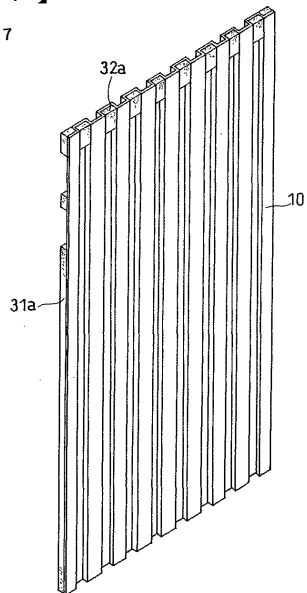
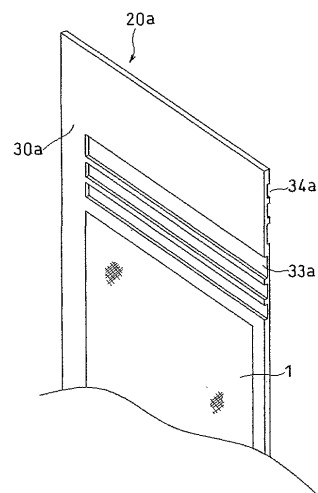


【図 2】
FIG. 2



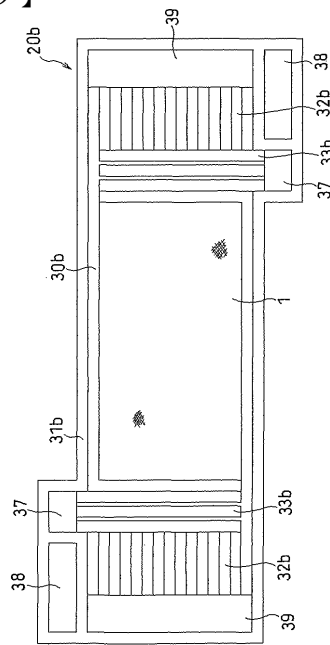
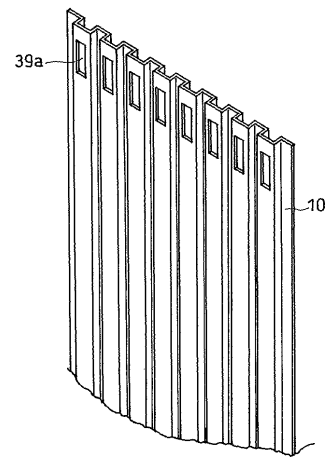
【図 3】
FIG. 3



【図 4】
FIG. 4【図 5】
FIG. 5【図 6】
FIG. 6【図 7】
FIG. 7【図 8】
FIG. 8

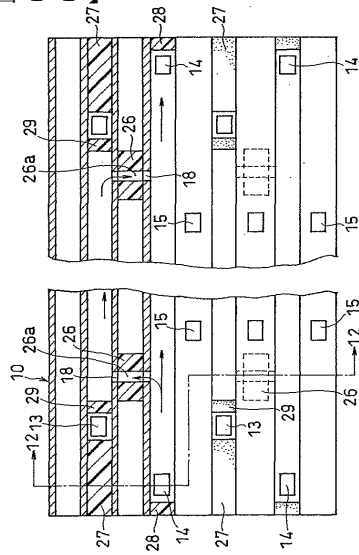
【図 9】

FIG. 9

【図 10】
FIG. 10

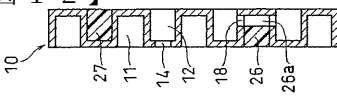
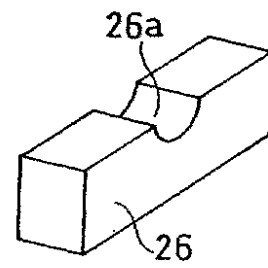
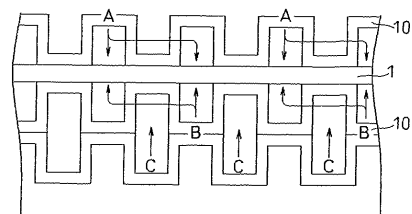
【図 11】

FIG. 11

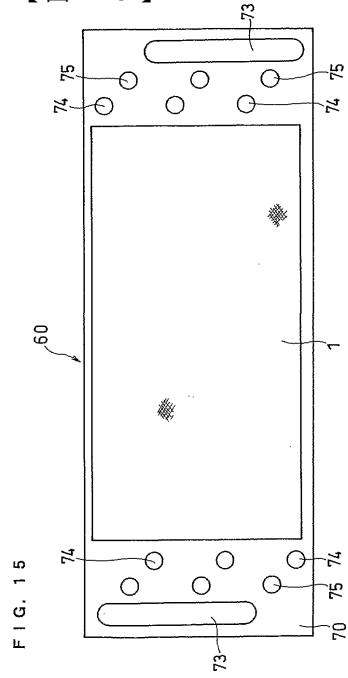


【図 12】

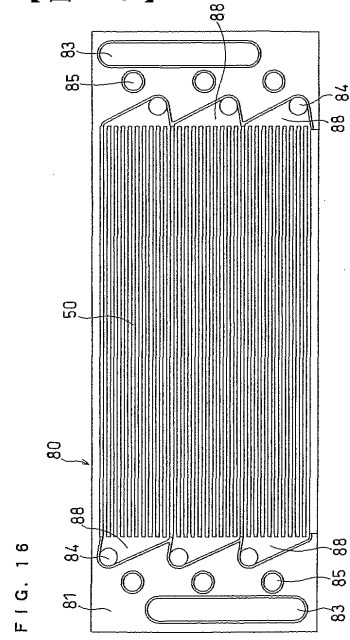
FIG. 12

【図 13】
FIG. 13【図 14】
FIG. 14

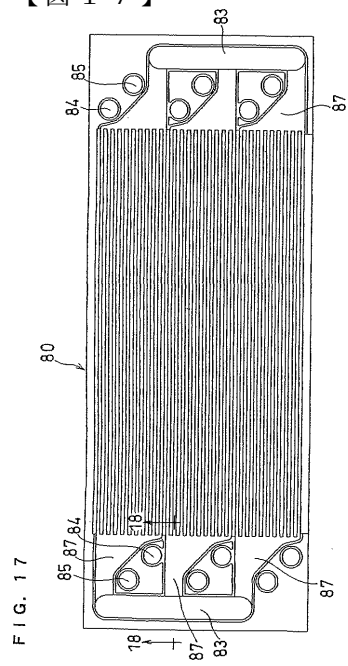
【図 15】



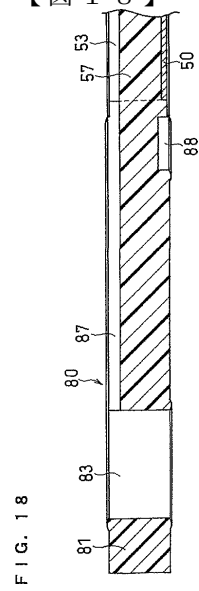
【図 16】



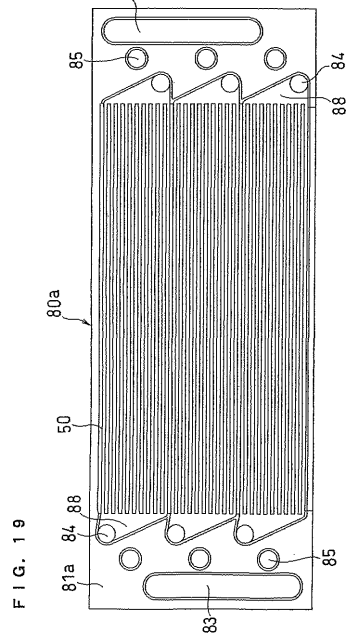
【図 17】



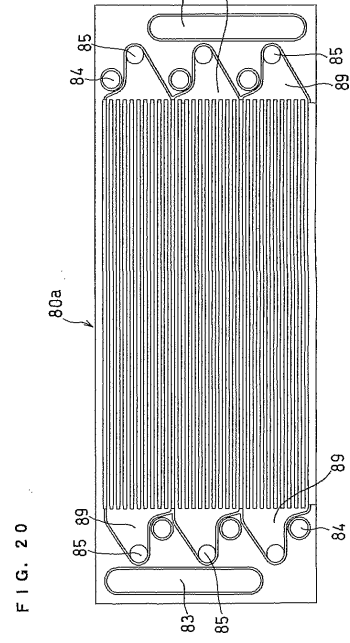
【図 18】



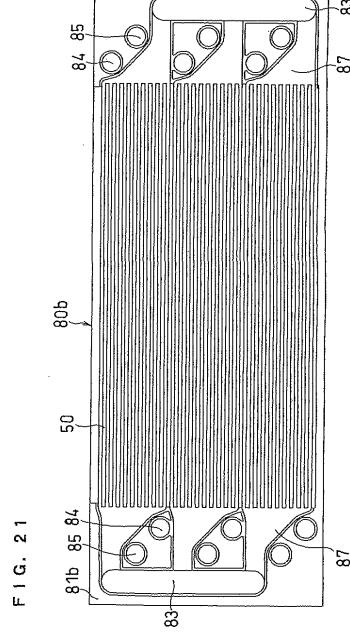
【図 19】



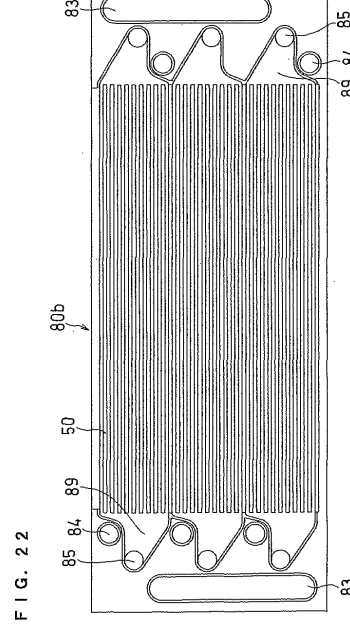
【図 20】

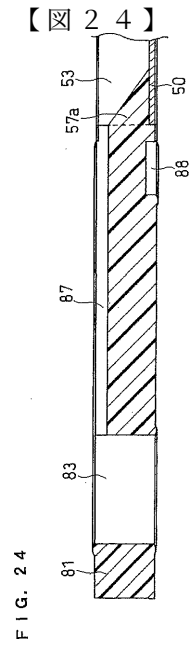
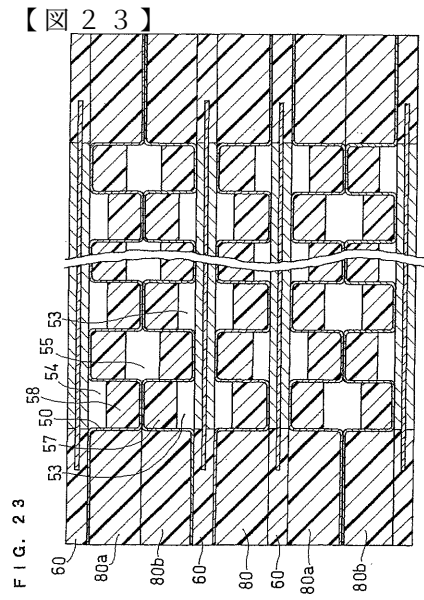


【図 21】



【図 22】





フロントページの続き

- (72)発明者 山崎 達人
大阪府守口市八雲東町2-23-14-406
- (72)発明者 新倉 順二
大阪府枚方市藤阪元町2-27-15
- (72)発明者 羽藤 一仁
大阪府大阪市城東区新喜多1-2-7-2610
- (72)発明者 神原 輝壽
大阪府豊中市宮山町2-19-6

審査官 前田 寛之

- (56)参考文献 特開平11-354142 (JP, A)
特開平11-345620 (JP, A)
特開平11-345624 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01M 8/02
H01M 8/10