

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3972832号
(P3972832)

(45) 発行日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(24) 登録日 平成19年6月22日(2007.6.22)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 M 8/02 (2006.01) HO 1 M 8/02 R
 HO 1 M 8/10 (2006.01) HO 1 M 8/02 C
 HO 1 M 8/10

請求項の数 4 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-32619 (P2003-32619) (22) 出願日 平成15年2月10日 (2003.2.10) (65) 公開番号 特開2004-247061 (P2004-247061A) (43) 公開日 平成16年9月2日 (2004.9.2) 審査請求日 平成17年6月8日 (2005.6.8)</p>	<p>(73) 特許権者 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 100083091 弁理士 田淵 経雄 (72) 発明者 水野 誠司 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 審査官 原 賢一 (56) 参考文献 特開2000-113897 (JP, A)) 特開2002-151111 (JP, A))</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

MEAと、MEAの一側に配置した、第1のガス流路となる凹溝と背面が第1の冷媒流路となる凸リブを有する第1のセパレータと、MEAの他側に配置した、第2のガス流路となる凹溝と背面が第2の冷媒流路となる凸リブを有する第2のセパレータとから、単セルが構成されており、一つのセルの第1のセパレータの第1の冷媒流路と隣りのセルの第2のセパレータの第2の冷媒流路がセル積層方向に互いに一致されて一体冷媒流路を形成している燃料電池であって、第1のセパレータの凸リブに第1のガスクロス溝が形成されており、第2のセパレータの凸リブに第2のガスクロス溝が形成されており、前記一体冷媒流路が該一体冷媒流路の伸長方向の何れの部位においても前記第1の冷媒流路の流路断面面積および前記第2の冷媒流路の流路断面面積の何れの流路断面面積以上の流路断面面積を有しており、第1のガスクロス溝の背面と第2のガスクロス溝の背面が前記一体冷媒流路に対して凸部となっており、第1のガスクロス溝の背面の凸部と第2のガスクロス溝の背面の凸部とが前記一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれているとともに前記一体冷媒流路の伸長方向に交互に位置しており、第1のガスクロス溝の背面の凸部が第1のセパレータの凸リブの全高にわたって突出しているとともに第2のガスクロス溝の背面の凸部が第2のセパレータの凸リブの全高にわたって突出しており、第1のガスクロス溝の背面の凸部と第2のガスクロス溝の背面の凸部とが前記一体冷媒流路を曲げている、燃料電池。

10

【請求項2】

第1のガスクロス溝と第2のガスクロス溝の一方のクロス溝はその両側の他方のクロス

20

溝のほぼ中央に位置している請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 3】

第 1 のセパレータと第 2 のセパレータはメタルセパレータであり、第 1 のセパレータと第 2 のセパレータに形成される凹溝、凸リブ、クロス溝は何れもプレス成形により形成されている請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 4】

凸リブの M E A と接する面積率が 20 ~ 40 % であり、凸リブ幅が 0.5 ~ 1.5 mm であり、ガスクロス溝ピッチが 2 ~ 50 mm であり、ガスクロス溝の凸リブ伸長方向長さが 0.5 ~ 3 mm であり、ガス凹溝幅が 0.5 ~ 3 mm であり、凸リブ高さが 0.3 ~ 0.6 mm である請求項 1 記載の燃料電池。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池、とくに固体高分子電解質型燃料電池、に関する。

【0002】

【従来の技術】

固体高分子電解質型燃料電池の単セルは、膜 - 電極アッセンブリ (M E A : Membrane-Electrode Assembly) とセパレータの積層体から構成される。M E A は、イオン交換膜からなる電解質膜と、この電解質膜の一面に配置された触媒層からなる電極 (アノード、燃料極) および電解質膜の他面に配置された触媒層からなる電極 (カソード、空気極) とからなる。M E A とセパレータ間には、拡散層が設けられる。セパレータには、アノード、カソードに燃料ガス (水素) および酸化ガス (酸素、通常は空気) を供給するための流体通路、または冷媒 (通常は冷却水) を流すための流路が形成される。少なくとも 1 つのセルからモジュールを構成し、モジュールを積層したセル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル、インシュレータ、エンドプレートを設置し、セル積層体の外側でセル積層方向に延びる締結部材 (たとえば、テンションプレート) にて締め付け、固定したものを燃料電池スタックを構成する。

20

固体高分子電解質型燃料電池では、アノード側では、水素を水素イオンと電子にする反応が行われ、水素イオンは電解質膜中をカソード側に移動し、カソード側では酸素と水素イオンおよび電子 (隣の M E A のアノードで生成した電子がセパレータを通してくる) から水を生成する反応が行われる。

30

アノード側 : $H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2 e^-$

カソード側 : $2 H^+ + 2 e^- + (1 / 2) O_2 \rightarrow H_2 O$

セパレータには凹溝、凸リブが形成され、セパレータの M E A 対向面の凹溝は燃料ガスまたは酸化ガスが流れるガス流路となり、凸リブは拡散層に接触され導電通路となる。セパレータが金属製のメタルセパレータでは、通常、凹溝、凸リブはプレス成形により形成され、凸リブの背面 (M E A 対向面と反対側の面) は冷媒流路となる。

特開 2001 - 196079 号公報は、メタルセパレータ面方向に多数の凸部が互いに隔離されて規則正しく配置され、凸部間にガスが流れる、分割凸部構造の燃料電池のセパレータ流路構造を開示している。

40

【0003】

【特許文献 1】

特開 2001 - 196079 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の燃料電池には、つぎの問題がある。

(i) ガスと冷媒の流れを両方ともに良好とすることは困難である。

(ii) セパレータのセル積層方向の寸法を小さくすることが困難であり、スタックのコンパクト化をはかることが困難である。

これらの問題が生じる理由をメタルセパレータの場合を例にとって説明すると、つぎの通

50

りである。

ガス、冷媒の流れに関しては、セル面内で局部的なフラッシングが生じた時に、ひとつのガス流路が閉塞してもそのガス流路から隣りのガス流路を通してガスが流れることができるようにガス流路間の凸リブにガスクロス溝が形成され、凸リブがガス流路伸長方向に分割されることが望ましい。その場合、凸リブ背面の冷媒流路はガスクロス溝によって深さ方向に狭められるか分断され、冷媒流れに問題が出る。したがって、フラッシング時のガスクロス溝によるガス流れの確保と、凸リブ背面の冷媒流路における冷媒流れの確保の両方を良好とすることは困難である。

セパレータの厚さ方向寸法に関しては、凸リブに形成されるガスクロス溝の深さを浅くしてガスクロス溝底背面に冷媒流路を確保しようとする、セパレータの厚さがガスクロス溝とその背面の冷媒流路深さの和となり、それらの深さを必要量確保しようとする、必然的にセパレータの厚さ方向寸法が大きくなる。その結果、スタックをセル積層方向にコンパクト化することが困難となる。

本発明の目的は、ガスと冷媒の流れを両方ともに良好とすることができる燃料電池を提供することにある。

本発明のもう一つの目的は、セパレータのセル積層方向の寸法を小に維持できる燃料電池を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明はつぎの通りである。

(1) MEAと、MEAの一側に配置した、第1のガス流路となる凹溝と背面が第1の冷媒流路となる凸リブを有する第1のセパレータと、MEAの他側に配置した、第2のガス流路となる凹溝と背面が第2の冷媒流路となる凸リブを有する第2のセパレータとから、単セルが構成されており、一つのセルの第1のセパレータの第1の冷媒流路と隣りのセルの第2のセパレータの第2の冷媒流路がセル積層方向に互いに一致されて一体冷媒流路を形成している燃料電池であって、第1のセパレータの凸リブに第1のガスクロス溝が形成されており、第2のセパレータの凸リブに第2のガスクロス溝が形成されており、前記一体冷媒流路が該一体冷媒流路の伸長方向の何れの部位においても前記第1の冷媒流路の流路断面積および前記第2の冷媒流路の流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有しており、第1のガスクロス溝の背面と第2のガスクロス溝の背面が前記一体冷媒流路に対して凸部となっており、第1のガスクロス溝の背面の凸部と第2のガスクロス溝の背面の凸部とが前記一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれていないとともに前記一体冷媒流路の伸長方向に交互に位置しており、第1のガスクロス溝の背面の凸部が第1のセパレータの凸リブの全高にわたって突出しているとともに第2のガスクロス溝の背面の凸部が第2のセパレータの凸リブの全高にわたって突出しており、第1のガスクロス溝の背面の凸部と第2のガスクロス溝の背面の凸部とが前記一体冷媒流路を曲げている、燃料電池。

(2) 第1のガスクロス溝と第2のガスクロス溝の一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置している(1)記載の燃料電池。

(3) 第1のセパレータと第2のセパレータはメタルセパレータであり、第1のセパレータと第2のセパレータに形成される凹溝、凸リブ、クロス溝は何れもプレス成形により形成されている(1)記載の燃料電池。

(4) 凸リブのMEAと接する面積率が20～40%であり、凸リブ幅が0.5～1.5mmであり、ガスクロス溝ピッチが2～50mmであり、ガスクロス溝の凸リブ伸長方向長さが0.5～3mmであり、ガス凹溝幅が0.5～3mmであり、凸リブ高さが0.3～0.6mmである(1)記載の燃料電池。

【0006】

上記(1)の燃料電池では、第1のセパレータの凸リブに冷媒流路を曲げる第1のガスクロス溝が形成されており、第2のセパレータの凸リブに冷媒流路を曲げる第2のガスクロス溝が形成されているため、セル面に局部的フラッシングが生じて一つのガス流路が

10

20

30

40

50

閉塞してもガスはガスクロス溝を通過して隣りのガス流路に流れることができ、ガスの流れが確保され、一つのガス流路全長にわたって発電不能になることはない。また、一体冷媒流路が、一体冷媒流路の伸長方向の何れの部位においても、第1の冷媒流路の流路断面積および第2の冷媒流路の流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有しているため、ガスクロス溝によって冷媒流路が分断されることがなく、冷媒流路における冷媒流れも良好に維持される。その結果、ガスの流れも冷媒の流れも、両方ともに、良好に保たれる。

また、第1のセパレータの第1のガスクロス溝と第2のセパレータの第2のガスクロス溝とは一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれているので、ガスクロス溝によって冷媒流路が分断されることがなく、冷媒流路における冷媒流れも良好に維持される。その結果、ガスの流れも冷媒の流れも、両方ともに、良好に保たれる。また、第1のセパレータの第1のガスクロス溝と第2のセパレータの第2のガスクロス溝とは一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれているので、冷媒流れを良好に保つのに、第1、第2のセパレータの冷媒流路深さ、したがって第1、第2のセパレータの厚さを大にする必要がない。したがって、ガスクロス溝を設けたにもかかわらず、スタックをセル積層方向に大きくする必要がなく、コンパクトにすることができる。

また、ガスクロス溝が凸リブの全高にわたって形成されており、それに重ねられるセパレータの対応部位にガスクロス溝が形成されないので、冷媒流路の流路断面積を維持したまま、セパレータをセル積層方向にコンパクトにすることができる。

上記(2)の燃料電池では、第1のガスクロス溝と第2のガスクロス溝の一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置しているため、冷媒流路の流路断面積が、冷媒流路伸長方向に、ほぼ一定に保たれ、冷媒流れが良好に維持される。

上記(3)の燃料電池では、第1のセパレータと第2のセパレータがメタルセパレータであっても、セパレータにガスクロス溝を形成しそれらを冷媒流路の伸長方向に交互に位置させてあるので、ガス流れも、冷媒流れも良好とすることができる。

上記(4)の燃料電池では、形状寸法の一例を示している。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の燃料電池を図1～図12を参照して、説明する。ただし、図12は比較例(比較例は本発明に含まず)を示す。

本発明が適用される燃料電池は固体高分子電解質型燃料電池10である。該燃料電池10は、たとえば燃料電池自動車に搭載される。ただし、自動車以外に用いられてもよい。

【0008】

固体高分子電解質型燃料電池10の単セル19は、図1～図11に示すように、膜-電極アッセンブリ(MEA: Membrane-Electrode Assembly)とセパレータ18とを重ねたものからなる。MEAは、図2に示すように、イオン交換膜からなる電解質膜11とこの電解質膜11の一面に配置された触媒層12からなる電極14(アノード、燃料極)および電解質膜11の他面に配置された触媒層15からなる電極17(カソード、空気極)とからなる。電極14とセパレータ18との間には拡散層13が設けられ、電極17とセパレータ18との間には拡散層16が設けられる。セパレータ18には、図3～図6に示すように、電極14、17に燃料ガス(水素)および酸化ガス(酸素、通常は空気)を供給するための反応ガス通路27、28および燃料電池冷却用の冷媒(通常、冷却水)が流れる冷媒流路(冷却水流路ともいう)26が形成される。冷媒流路26はセル毎に、または複数のセル毎に、設けられる。セルを1層以上重ねてモジュールを構成し(図示例では、1セルで1モジュールを構成している)、モジュールを積層してモジュール群とする。図1に示すように、セル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル20、インシュレータ21、エンドプレート22を配置し、セル積層体をセル積層方向に締め付け、セル積層体の外側でセル積層方向に延びる締結部材24(たとえば、テンションプレート、スルーボルトなど)とボルト25またはナットで固定して、燃料電池スタック23を構成する。

【0009】

10

20

30

40

50

触媒層 12、15 は白金 (Pt)、カーボン (C)、電解質からなる。拡散層 13、16 はカーボン (C) からなる。

セパレータ 18 は、図 3 ~ 図 9 に示すように、第 1、第 2 のセパレータ 18 A、18 B と、燃料電池発電部対応部 29 (燃料電池の発電部に対応する部分) に中抜き穴をもつ第 1、第 2 の樹脂フレーム 18 C、18 D とに、分割形成されている。

【0010】

第 1 のセパレータ 18 A、第 1 の樹脂フレーム 18 C は、MEA の燃料極側に配置されている部材であり、第 1 のセパレータ 18 A は燃料ガスと冷却水とを区画している。第 2 のセパレータ 18 B、第 2 の樹脂フレーム 18 D は、MEA の空気極側に配置されている部材であり、第 2 のセパレータ 18 B は、酸化ガスと冷却水とを区画している。

10

第 1、第 2 のセパレータ 18 A、18 B は金属製で、以下、メタルセパレータ 18 A、18 B ともいう。第 1、第 2 の樹脂フレーム 18 C、18 D は (非導電性) 樹脂製である。

【0011】

MEA はセパレータ 18 で挟まれる。セパレータ 18 で MEA を挟む際、樹脂フレーム 18 C、18 D をメタルセパレータ 18 A、18 B の MEA 側にそれぞれ配置して、メタルセパレータ 18 A、樹脂フレーム 18 C、MEA、樹脂フレーム 18 D、メタルセパレータ 18 B の順に積層する。

燃料電池発電部対応部 29 では、図 4、図 5 に示すように、樹脂フレーム 18 C、18 D が中抜きされているので、メタルセパレータ 18 A、MEA、メタルセパレータ 18 B の順で積層されている。樹脂フレーム 18 C、18 D の部分では、図 8、図 9 に示すように、メタルセパレータ 18 A、樹脂フレーム 18 C、樹脂フレーム 18 D、メタルセパレータ 18 B の順で積層されている。

20

【0012】

図 3 ~ 図 6 に示すように、単セル 19 において、第 1 のセパレータ 18 A、第 2 のセパレータ 18 B には、プレス成形で凹凸 (凹溝、凸リブ) が形成される。第 1 のセパレータ 18 A には、MEA 側に第 1 のガス流路 (燃料ガス流路) 27 が形成され、MEA 側と反対側に冷媒流路 26 が形成される。第 2 のセパレータ 18 B には、MEA 側に第 2 のガス流路 (酸化ガス流路) 28 が形成され、MEA 側と反対側に冷媒流路 26 が形成される。燃料ガス流路 27、酸化ガス流路 28 は、たとえば、複数の流路を並列にした流路群からなる。図 3 は、流路がストレート流路の場合を示している。

30

【0013】

また、図 3 に示すように、セパレータ 18 の燃料電池発電部対応部 29 の燃料ガス流路 27 への燃料ガス入口と燃料ガス出口とはセパレータの燃料電池発電部対応部 29 を挟んで互いに反対側に位置している。同様に、セパレータ 18 の燃料電池発電部対応部 29 の酸化ガス流路 28 への酸化ガス入口と酸化ガス出口とはセパレータの燃料電池発電部対応部 29 を挟んで互いに反対側に位置している。

【0014】

メタルセパレータ 18 A、18 B と樹脂フレーム 18 C、18 D の、燃料電池発電部対応部 29 を挟んで対向する対向部 30、31 には、マニホールド部が形成されている。マニホールド部には、冷媒マニホールド 32、燃料ガスマニホールド 33、酸化ガスマニホールド 34 が形成されている。

40

燃料電池発電部対応部 29 を挟んで互に対向する対向部 30、31 の一方 30 には、入り側の冷媒マニホールド 32 a、出側の燃料ガスマニホールド 33 b、出側の酸化ガスマニホールド 34 b が設けられ、他方 31 には、出側の冷媒マニホールド 32 b、入り側の燃料ガスマニホールド 33 a、入り側の酸化ガスマニホールド 34 a が設けられる。

【0015】

図 7 (図 7 は樹脂マニホールド 18 D の場合を示すが、樹脂マニホールド 18 C の場合も樹脂マニホールド 18 D に準じる) に示すように、樹脂マニホールド 18 C、18 D には、マニホールド部とガス流路部とを連通するガス流路連通部が形成されている。ガス流路連通部に

50

は、ガスの流れの方向をいったん対向部 30、31 を結ぶ方向と直交する方向に向けるとともに、ガス流路部との間のガスの流入・流出を対向部 30、31 を結ぶ方向と直交する方向に均一化させるガス整流部 35、36 が形成されている。ガス整流部 35 が入り側のガスマニホールドから流入するガスをガス流路部の全幅に均一に拡げてガス流路部へ流出させ、ガス流路部 36 がガス流路部から流入するガスをガスマニホールド長に縮小してガスマニホールドへ流出させる。

【0016】

図 8、図 9 に示すように、セル間は、隣り合うメタルセパレータ間にゴムガスケット 39 を配して、冷媒マニホールド 32、燃料ガスマニホールド 33、酸化ガスマニホールド 34 を、互いからシールする。ゴムガスケット 39 は Oリング等を用いてもよい。

10

図 7、図 8、図 9 に示すように、樹脂フレーム 18C、18D には、セル積層方向に、隣り合う部材（メタルセパレータまたは樹脂フレーム）との間をシールして、冷媒マニホールド 32、燃料ガスマニホールド 33、酸化ガスマニホールド 34 を、互いからシールするために、接着剤が塗布された接着剤シール部 38（図 7 で斜線を施した部分）が形成されている。

【0017】

本発明のセパレータは、つぎのように構成されている。

図 3 ~ 図 6 に示すように、単セル 19 の燃料電池発電部対応部 29 において、MEA の一側に配置した第 1 のセパレータ 18A は、燃料ガス流路 27 となる凹溝 18Ag と背面が第 1 の冷媒流路 26a となる凸リブ 18Ap を有しており、MEA の他側に配置した第 2 のセパレータ 18B は、酸化ガス流路 28 となる凹溝 18Bg と背面が第 2 の冷媒流路 26b となる凸リブ 18Bp を有している。凹溝 18Ag と凹溝 18Bg とは MEA に向かって開口しており、凸リブ 18Ap と凸リブ 18Bp は凸の頂面が拡散層に接触している。

20

【0018】

一つのセル 19 の第 1 のセパレータ 18A の第 1 の冷媒流路 26a と隣りのセル 19 の第 2 のセパレータ 18B の第 2 の冷媒流路 26b はセル積層方向に互いに位置が一致されて一体冷媒流路 26 を形成している。すなわちメタルセパレータ 18A の燃料電池発電部対応部の MEA 側と反対側の面の冷媒流路 26 と、隣りのセルのメタルセパレータ 18B の燃料電池発電部対応部の MEA 側と反対側の面の冷媒流路 26 とは、セル積層方向に隔

30

てられることなく、連通している。一つのセル 19 において、燃料ガス流路 27 と酸化ガス流路 28 とは、MEA を挟んで互いに対応している。

【0019】

第 1 のセパレータ 18A の凸リブ 18Ap に第 1 のガスクロス溝（燃料ガスクロス溝）18Ac が形成されており、第 2 のセパレータ 18B の凸リブ 18Bp に第 2 のガスクロス溝（酸化ガスクロス溝）18Bc が形成されている。燃料ガスクロス溝 18Ac は凸リブ 18Ap の両側の燃料ガス流路 27 となる凹溝 18Ag を連通している。酸化ガスクロス溝 18Bc は凸リブ 18Bp の両側の凹溝 18Bg を連通している。

一体冷媒流路 26 は、一体冷媒流路 26 の伸長方向の何れの部位においても、第 1 の冷媒流路 26a の流路断面積および第 2 の冷媒流路 26b の流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有している。すなわち、冷媒流路 26 の流路断面積は、冷媒流路 26a の流路断面積以上であり、冷媒流路 26b の流路断面積以上である。

40

【0020】

図 4 に示すように、第 1 のセパレータ 18A の凸リブ 18Ap に形成された燃料ガスクロス溝 18Ac と第 2 のセパレータ 18B の凸リブ 18Bp に形成された酸化ガスクロス溝 18Bc とは、一体冷媒流路 26 の伸長方向に互いに位置がずれている（互いにオフセットしている）。

さらに詳しくは、図 4 に示すように、第 1 のセパレータ 18A の燃料ガスクロス溝 18Ac と第 2 のセパレータ 18B の酸化ガスクロス溝 18Bc とは、一体冷媒流路 26 の伸長

50

方向に交互に位置しており、燃料ガスクロス溝 18 A c と酸化ガスクロス溝 18 B c の一方のクロス溝は、その両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置している。

【0021】

第1のセパレータ 18 A と第2のセパレータ 18 B はメタルセパレータであり、第1のセパレータ 18 A と第2のセパレータ 18 B に形成される凹溝、凸リブ、ガスクロス溝は何れもメタルセパレータをプレス成形することにより形成されている。

ガスクロス溝 18 A c、18 B c は、それぞれ、凸リブ 18 A p、18 B p の全高にわたって形成されている。

【0022】

凹溝、凸リブ、ガスクロス溝の具体的な形状、寸法の関係は、つぎのように定められることが望ましい。

各凸リブ 18 A p、18 B p の M E A と接する面積率は、リブと電極との接触抵抗を下げ、ガスと電極が接する反応面積を確保し、性能を確保するために、20 ~ 40 % とされる。その理由は、20 % より小であると接触電気抵抗ロスが大きくなり過ぎ、40 % より大であると拡散層のうちリブで押されている部分へのガスの拡散が悪くなって発電性能が低下するからである。

【0023】

各凸リブ 18 A p、18 B p の幅 W p はリブと電極が接する領域へのガス拡散を確保するために、0.5 ~ 1.5 mm とされる。その理由は、0.5 mm より小であると M E A を挟んで対向する凸リブ 18 A p、18 B p がずれた時に M E A を挟めなくなるおそれがあるからであり、1.5 mm より大であると拡散層のうちリブで押されている部分へのガスの拡散が悪くなるからである。

各ガスクロス溝 18 A c、18 B c のピッチ P は 2 ~ 50 mm とされる。その理由は、2 mm よりピッチが小であると凸リブ 18 A p、18 B p の拡散層との接触面積が少なくなって接触抵抗ロスが増えるからであり、50 mm より大きいと生成水が生じた時にガス流れが悪い所が増えるからである。

各ガスクロス溝 18 A c、18 B c の凸リブ伸長方向長さ L は 0.5 ~ 3 mm とされる。その理由は、0.5 mm より小さいとガスクロス溝 18 A c、18 B c が水で閉塞されたりして迂回路を構成しにくくなるからであり、3 mm より大きいと、凸リブ 18 A p、18 B p で押さええないところが長くなり過ぎてその部位で拡散層が M E A から浮き上がる方向に撓むおそれがあるからである。

【0024】

各ガス凹溝 18 A g、18 B g の幅 W g は、ガス拡散反応面積確保と拡散層のバックアップ、電子伝導、熱伝導を考慮して 0.5 ~ 3 mm とされる。その理由は、0.5 mm より小であると、ガス拡散反応面積確保が困難になるからであり、3 mm より大きいと拡散層のバックアップが難しくなるからである。

各凸リブ 18 A p、18 B p の高さ H はガスの流速、圧損、排水性、プレス成形性を考慮して 0.3 ~ 0.6 mm とされる。その理由は 0.3 mm より小であると圧損が大になり過ぎ、0.6 mm より大であるとプレスの成形性が悪くなり、スタックが長くなり過ぎるからである。

【0025】

つぎに、本発明の燃料電池の作用を説明する。

第1のセパレータ 18 A の凸リブ 18 A p に燃料ガスクロス溝 18 A c が形成されており、第2のセパレータ 18 B の凸リブ 18 B p に酸化ガスクロス溝 18 B c が形成されているため、セル面に局部的フラッディングが生じて一つのガス流路 27、28 が閉塞してもガスはガスクロス溝 18 A c、18 B c を通って隣りのガス流路 27、28 に流れることができ、ガスの流れが確保され、一つのガス流路 27、28 が全長にわたって発電不能になることはない。フラッディングが生じてもガス流路 27、28 の閉塞が局部的に制限され、ガス流路 27、28 におけるガス流れは、局部的なフラッディング部を除き、良好に維持される。

10

20

30

40

50

【0026】

また、一体冷媒流路26が、一体冷媒流路26の伸長方向の何れの部位においても、第1の冷媒流路26aの流路断面積および第2の冷媒流路26bの流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有しているため、ガスクロス溝18Ac、18Bcによって一体冷媒流路26が分断されることがなく、一体冷媒流路26における冷媒流れも良好に維持される。

具体的には、第1のセパレータ18Aの燃料ガスクロス溝18Acと第2のセパレータ18Bの酸化ガスクロス溝18Bcとは一体冷媒流路26の伸長方向に互いに位置がずれているので、ガスクロス溝18Ac、18Bcによって冷媒流路26が分断されることがなく、冷媒流路26における冷媒流れも良好に維持される。

10

その結果、燃料ガス、酸化ガスの流れも冷媒の流れも、ともに、良好に保たれる。

【0027】

具体的には、第1のセパレータ18Aの燃料ガスクロス溝18Acと第2のセパレータ18Bの酸化ガスクロス溝18Bcとは一体冷媒流路26の伸長方向に互いに位置がずれているので、第1、第2のセパレータ18A、18Bの何れか一方のセパレータの冷媒流路26a、26bがガスクロス溝18Ac、18Bcによって分断されても、他方のセパレータの冷媒流路を通して良好に冷媒が流れることができる。そのため、冷媒流れを良好に保つのに、第1、第2のセパレータの冷媒流路深さ、したがって第1、第2のセパレータの厚さを大にする必要がない。したがって、ガスクロス溝を設けたにもかかわらず、スタック23をセル積層方向に大きくする必要がなく、コンパクトに維持できる。

20

図12の比較例(比較例は本発明に含まず)に示すように、ガスクロス溝18Ac、18Bcの位置が冷媒流路26の伸長方向に一致している場合には、冷媒が流れるようにするには、ガスクロス溝18Ac、18Bcの深さを浅くして溝底背面に冷媒流路を残す必要がある。しかし、その場合は冷媒の流れがガスクロス溝18Ac、18Bcの間で悪くなったり、また流路断面積の大小ができて冷媒中に気泡が生じやすくなったりするという問題が生じる。本発明ではガスクロス溝18Ac、18Bcの位置が冷媒流路26の伸長方向に互いにずれているので、図12の比較例のような問題は生じない。

【0028】

また、図4に示すように、第1のセパレータ18Aの燃料ガスクロス溝18Acと第2のセパレータ18Bの酸化ガスクロス溝18Bcとが、一体冷媒流路26の伸長方向に交互に位置しており、燃料ガスクロス溝18Acと酸化ガスクロス溝18Bcの一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置しているため、冷媒流路26の流路断面積が、冷媒流路26伸長方向に、ほぼ一定に保たれ、冷媒流れが良好に維持される。第1のセパレータ18Aと第2のセパレータ18Bがメタルセパレータであっても、セパレータ18にガスクロス溝18Ac、18Bcを形成しそれらを冷媒流路26の伸長方向に交互に位置させることにより、ガス流れも、冷媒流れも良好とすることができる。

30

【0029】

ガスクロス溝18Acが凸リブ18Apの全高にわたって形成されており、ガスクロス溝18Bcが凸リブ18Bpの全高にわたって形成されており、それに重ねられるセパレータの対応部位にはガスクロス溝が形成されないことにより、冷媒流路26の流路断面積を維持したまま、セパレータ18をセル積層方向にコンパクトにすることができる。もしも、重ねられる2つのセパレータのガスクロス溝の冷媒流路方向の位置が一致すると、ガスクロス溝底背面間に冷媒流路を形成しようとする凸リブ高さを高くしてガスクロス溝底背面間に冷媒流路が残るようにしなければならないが、凸リブ高さを高くすると、セパレータ18をセル積層方向にコンパクトにすることができず、スタック長が大となってしまう。

40

【0030】

凸リブ18Ap、18BpのMEAと接する面積率を20~40%であり、凸リブ18Ap、18Bpの幅を0.5~1.5mmとし、ガスクロス溝18Ac、18Bcのピッチを2~5.0mmとし、ガスクロス溝18Ac、18Bcの凸リブ伸長方向長さを0.5

50

～3 mmとし、ガス凹溝 18 A g、18 B gの幅を0.5～3 mmとし、凸リブ 18 A p、18 B pの高さを0.3～0.6 mmとすることにより、ガス、冷媒の流れが良好で、かつ、セル厚、スタック長が小の燃料電池が得られる。

【0031】

つぎに、形状寸法を種々に変えて、燃料電池の性能を評価してみた。

図10は、(イ)ガスクロス溝 18 A c、18 B cを冷媒流路 26 伸長方向にオフセットさせ(図4)、ガスクロス溝 18 A c、18 B cを0.5 mmにし、凸リブの高さを0.5 mmにした場合(本発明)の電圧-電流密度特性と、(ロ)ガスクロス溝 18 A c、18 B cを冷媒流路 26 伸長方向に同位置とし(図12)、ガスクロス溝 18 A c、18 B cを0.25 mmにし、凸リブの高さを0.5 mmにした場合(比較例)の電圧-電流密度特性とを、示している。図10からわかるように、本発明では、生成水が多く生じる高電流密度域でも、ガス流れが良好で電圧低下が少ないが、比較例では、高電流密度域でフラッシングによりガス流れが阻害され、電圧低下が大になる。

10

【0032】

また、図11は、ガスクロス溝 18 A c、18 B cのピッチを10 mm分割、50 mm分割、100 mm分割、分割なし(ストレートのまま)と種々に変えた時の電池性能の変化を示している。図11からわかるように、凸リブの分割がある場合(本発明)は、フラッシングによってガス溝が詰まっても、そのガス溝の全長にわたってガス流れが止まることはないので、電圧低下が少ないのに対し、分割なしの場合(従来)は、フラッシングによってガス溝が詰まると、そのガス溝の全長にわたってガス流れが止まるため、電圧低下が大である。

20

【0033】

【発明の効果】

請求項1の燃料電池によれば、第1のセパレータの凸リブに冷媒流路を曲げる第1のガスクロス溝(燃料ガスクロス溝)が形成されており、第2のセパレータの凸リブに冷媒流路を曲げる第2のガスクロス溝(酸化ガスクロス溝)が形成されているため、セル面に局部的フラッシングが生じてもガスはガスクロス溝を通して隣りのガス流路に流れることができ、ガスの流れが確保される。また、一体冷媒流路が、一体冷媒流路の伸長方向の何れの部位においても、第1の冷媒流路の流路断面積および第2の冷媒流路の流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有しているため、ガスクロス溝によって冷媒流路が分断されることがなく、冷媒流路における冷媒流れも良好に維持される。その結果、ガスの流れも冷媒の流れも、両方ともに、良好に保たれる。

30

また、第1のガスクロス溝と第2のガスクロス溝とは一体冷媒流路の伸長方向に互いに位置がずれているので、ガスクロス溝によって冷媒流路が分断されることがなく、冷媒流路における冷媒流れも良好に維持される。その結果、ガスの流れも冷媒の流れも、両方ともに、良好に保たれる。また、第1のガスクロス溝と第2のガスクロス溝とが互いに位置がずれているので、冷媒流れを良好に保つのに、第1、第2のセパレータの厚さを大にする必要がなく、その結果、ガスクロス溝を設けたにもかかわらず、スタックをセル積層方向にコンパクトにすることができる。

また、ガスクロス溝が凸リブの全高にわたって形成されており、それに重ねられるセパレータの対応部位にガスクロス溝が形成されないため、冷媒流路の流路断面積を維持したまま、セパレータをセル積層方向にコンパクトにすることができる。

40

請求項2の燃料電池によれば、第1のガスクロス溝と第2のガスクロス溝の一方のクロス溝はその両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置しているため、冷媒流路の流路断面積が、冷媒流路伸長方向に、ほぼ一定に保たれ、冷媒流れが良好に維持される。

請求項3の燃料電池によれば、第1のセパレータと第2のセパレータがメタルセパレータであっても、セパレータにガスクロス溝を形成しそれらを冷媒流路の伸長方向に交互に位置させてあるので、ガス流れも、冷媒流れも良好とすることができる。

請求項4の燃料電池のように諸寸法を選定すれば、ガス、冷媒の流れが良好で、かつ、セル厚、スタック長が小の燃料電池を得る。

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明が適用される燃料電池の、セル積層方向を上下方向とした姿勢での、全体概略図である。

【図 2】 図 1 の燃料電池の電解質膜 - 電極アッセムブリの一部拡大断面図である。

【図 3】 本発明の燃料電池の平面図である。

【図 4】 本発明を具現した単セルの一部の断面図であり、図 3 の A - A 断面図である。

【図 5】 図 4 の燃料電池を C 方向から見た断面図である。

【図 6】 本発明の燃料電池の一部の斜視図である。

【図 7】 本発明の燃料電池の、セパレータの樹脂フレームの平面図である。

【図 8】 図 3 の D - D 断面図である。

10

【図 9】 図 3 の B - B 断面図である。

【図 10】 (イ) 本発明であるクロス溝オフセットの場合と(ロ)比較例であるクロス溝同位置の場合の、電圧 - 電流密度特性図である。

【図 11】 本発明の凸リブ分割ピッチを 10 mm 分割、50 mm 分割、100 mm 分割と変えた場合と、分割なし(従来)の場合の、電圧 - 電流密度特性図である。

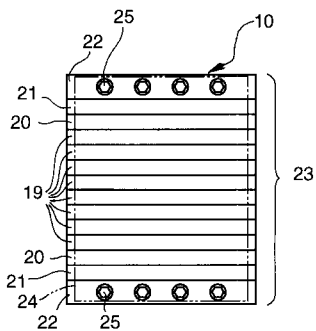
【図 12】 比較例(クロス溝同位置)のセパレータの一部の断面図である。

【符号の説明】

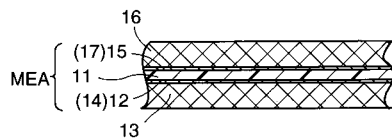
- | | | |
|------|----------------------------|----|
| 10 | (固体高分子電解質型)燃料電池 | |
| 11 | 電解質膜 | |
| 12 | 触媒層 | |
| 13 | 拡散層 | |
| 14 | 電極(アノード、燃料極) | |
| 15 | 触媒層 | |
| 16 | 拡散層 | |
| 17 | 電極(カソード、空気極) | |
| 18 | セパレータ | |
| 18A | 第1のメタルセパレータ | |
| 18B | 第2のメタルセパレータ | |
| 18C | 第1の樹脂フレーム | |
| 18D | 第2の樹脂フレーム | 30 |
| 18Ap | 第1のセパレータの凸リブ | |
| 18Bp | 第2のセパレータの凸リブ | |
| 18Ag | 第1のセパレータの凹溝 | |
| 18Bg | 第2のセパレータの凹溝 | |
| 18Ac | 第1のガスクロス溝(燃料ガスクロス溝) | |
| 18Bc | 第2のガスクロス溝(酸化ガスクロス溝) | |
| Wp | 凸リブ18Ap、18Bpの幅 | |
| P | ガスクロス溝18Ac、18Bcのピッチ | |
| L | 各ガスクロス溝18Ac、18Bcの凸リブ伸長方向長さ | |
| Wg | 各ガス凹溝18Ag、18Bgの幅 | 40 |
| H | 各凸リブ18Ap、18Bpの高さ | |
| 19 | セル | |
| 20 | ターミナル | |
| 21 | インシュレータ | |
| 22 | エンドプレート | |
| 23 | スタック | |
| 24 | 締結部材(テンションプレート) | |
| 25 | ボルトまたはナット | |
| 26 | 冷媒流路(冷却水流路) | |
| 26a | 第1の冷媒流路 | 50 |

- 26b 第2の冷媒流路
- 27 第1のガス流路（燃料ガス流路）
- 28 第2のガス流路（酸化ガス流路）
- 29 燃料電池発電部対応部
- 30、31 対向部
- 32 冷媒マニホールド
- 32a 入り側の冷媒マニホールド
- 32b 出側の冷媒マニホールド
- 33 燃料ガスマニホールド
- 33a 入り側の燃料ガスマニホールド
- 33b 出側の燃料ガスマニホールド
- 34 酸化ガスマニホールド
- 34a 入り側の酸化ガスマニホールド
- 34b 出側の酸化ガスマニホールド
- 35 ガス整流部
- 36 ガス整流部
- 38 接着剤シール部
- 39 ゴムガスケット

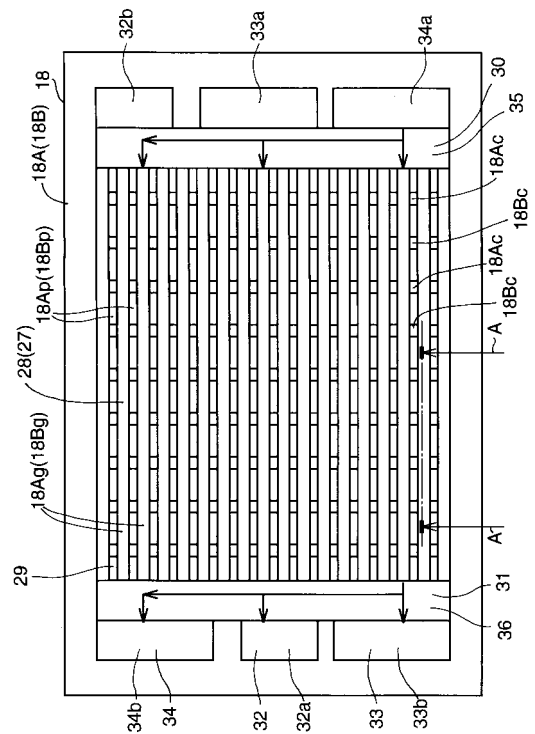
【図1】



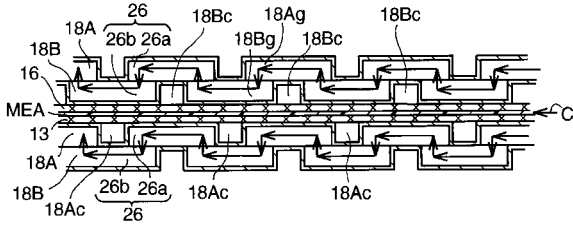
【図2】



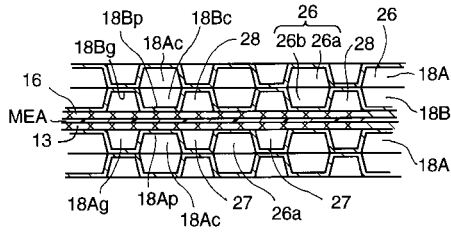
【図3】



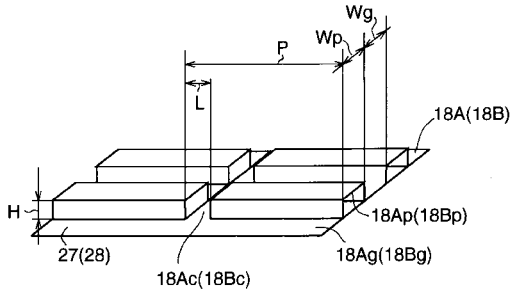
【 図 4 】



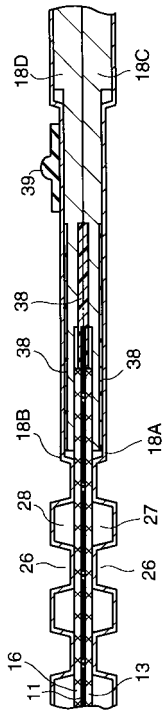
【 図 5 】



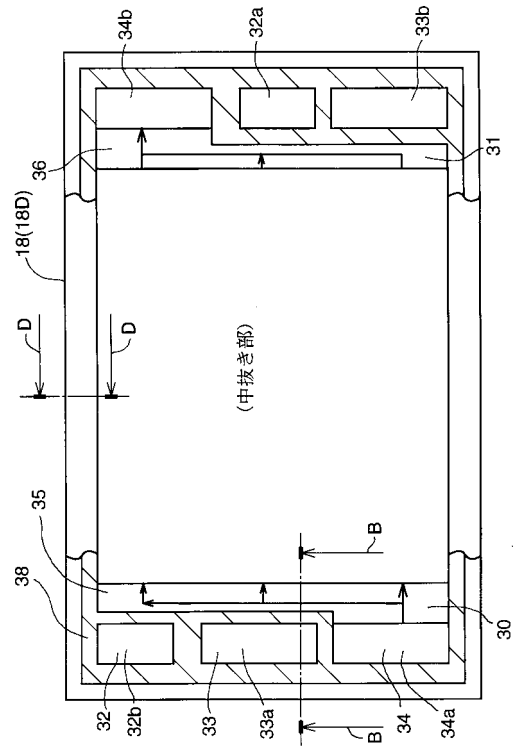
【 図 6 】



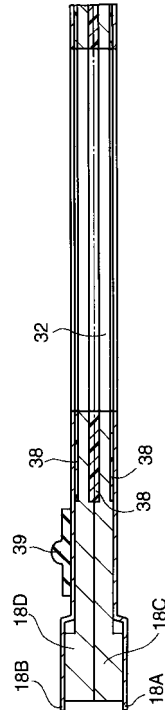
【 図 8 】



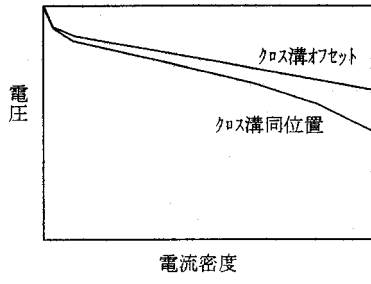
【 図 7 】



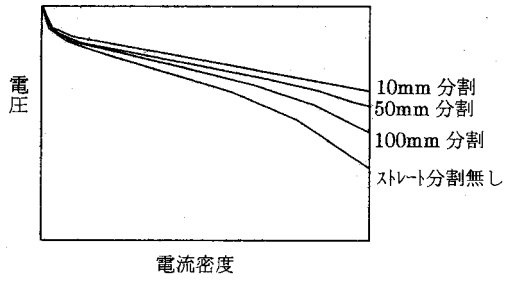
【 図 9 】



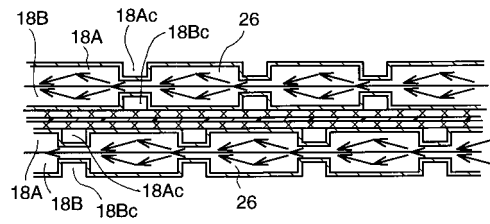
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H01M 8/02,8/10