

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第1区分
 【発行日】平成23年6月30日(2011.6.30)

【公表番号】特表2008-523560(P2008-523560A)
 【公表日】平成20年7月3日(2008.7.3)
 【年通号数】公開・登録公報2008-026
 【出願番号】特願2007-545467(P2007-545467)
 【国際特許分類】

H 0 1 M 8/02 (2006.01)

H 0 1 M 8/10 (2006.01)

H 0 1 M 8/00 (2006.01)

【F I】

H 0 1 M 8/02 R

H 0 1 M 8/02 E

H 0 1 M 8/10

H 0 1 M 8/02 B

H 0 1 M 8/02 C

H 0 1 M 8/00 Z

【誤訳訂正書】

【提出日】平成23年5月16日(2011.5.16)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池スタックであって、

燃料電池のスタックを含む活性領域であって、各燃料電池は、カソード側およびアノード側を有する膜電極アセンブリ(MEA)と、前記MEAの前記カソード側上のカソード側拡散媒体層と、前記MEAの前記アノード側上のアノード側拡散媒体層と、隣接する燃料電池内の対向する拡散媒体層間に配置される活性領域バイポーラプレートアセンブリとを含み、前記活性領域バイポーラプレートアセンブリは、カソード側流路およびアノード側流路を画定する入れ子式バイポーラプレートを含む活性領域と、

前記燃料電池のスタック内に前記MEAの一部を形成する膜のスタックと、供給領域バイポーラプレートアセンブリとを含む不活性供給領域であって、前記供給領域バイポーラプレートアセンブリは、カソード側流路およびアノード側流路を画定する非入れ子式バイポーラプレートを含み、前記供給領域内の前記カソード側流路は、前記活性領域内の前記カソード側流路に流体連通し、かつ、前記カソード側流路とほぼ同じサイズであり、前記供給領域内の前記アノード側流路は、前記活性領域内の前記アノード側流路に流体連通し、かつ、前記アノード側流路とほぼ同じサイズであり、前記燃料電池は、前記不活性供給領域内に拡散媒体層を含まない不活性供給領域とを備える燃料電池スタック。

【請求項2】

前記不活性供給領域内の前記膜に隣接して配置され、前記膜を支持するためのシムをさらに備える請求項1に記載の燃料電池スタック。

【請求項3】

前記入れ子式バイポーラプレートおよび前記非入れ子式バイポーラプレートは、打抜き

プレートである請求項 1 に記載の燃料電池スタック。

【請求項 4】

前記非入れ子式バイポーラプレートはまた、冷却水流路を画定し、前記入れ子式バイポーラプレートはまた、冷却水流路を画定し、前記不活性供給領域内の前記冷却水流路は、前記活性領域内の前記冷却水流路に流体連通する請求項 1 に記載の燃料電池スタック。

【請求項 5】

不活性供給領域内の前記冷却水流路は、前記活性領域内の前記冷却水流路の約 2 倍のサイズである請求項 4 に記載の燃料電池。

【請求項 6】

前記燃料電池スタックは、車両上にある請求項 1 に記載の燃料電池スタック。

【請求項 7】

膜および不活性領域バイポーラプレートアセンブリを有する不活性供給領域を備える燃料電池であって、前記不活性領域バイポーラプレートアセンブリは、カソード側流路およびアノード側流路を画定する非入れ子式バイポーラプレートを含み、前記不活性領域は、拡散媒体層を含まず、

活性領域バイポーラプレートアセンブリを含む活性領域をさらに備え、前記活性領域バイポーラプレートアセンブリは、カソード側流路およびアノード側流路を画定する入れ子式バイポーラプレートを含み、前記不活性領域内の前記カソード側流路は、前記活性領域内の前記カソード側流路に流体連通し、前記不活性領域内の前記アノード側流路は、前記活性領域内の前記アノード側流路に流体連通する、燃料電池。

【請求項 8】

前記非入れ子式バイポーラプレートは、打抜きプレートである請求項 7 に記載の燃料電池。

【請求項 9】

前記入れ子式バイポーラプレートは、打抜きプレートである請求項 7 に記載の燃料電池。

【請求項 10】

前記不活性領域内の前記アノードおよびカソード流路は、前記活性領域内の前記アノードおよびカソード流路とほぼ同じサイズである請求項 7 に記載の燃料電池。

【請求項 11】

前記非入れ子式バイポーラプレートはまた、冷却水流路を画定し、前記入れ子式バイポーラプレートはまた、冷却水流路を画定し、前記不活性領域内の前記冷却水流路は、前記活性領域内の前記冷却水流路に流体連通する請求項 7 に記載の燃料電池。

【請求項 12】

前記不活性領域内の前記冷却水流路は、前記活性領域内の前記冷却水流路の約 2 倍のサイズである請求項 11 に記載の燃料電池。

【請求項 13】

前記膜に隣接して配置され、前記膜を支持するためのシムをさらに備える請求項 7 に記載の燃料電池。

【請求項 14】

燃料電池は、車両上の燃料電池スタックの一部である請求項 7 に記載の燃料電池。

【請求項 15】

燃料電池であって、

膜および不活性領域バイポーラプレートアセンブリを有する不活性供給領域であって、前記不活性領域バイポーラプレートアセンブリは、カソード側流路、アノード側流路、および冷却水流路を画定する非入れ子式打抜きバイポーラプレートを含み、前記不活性領域は、拡散媒体層を含まない不活性供給領域と、

活性領域バイポーラプレートアセンブリを含む活性領域であって、前記活性領域バイポーラプレートアセンブリは、カソード側流路、アノード側流路、および冷却水流路を画定する入れ子式打抜きバイポーラプレートを含み、前記不活性領域内の前記カソード側流路

は、前記活性領域内のカソード側流路に流体連通し、前記不活性領域内の前記アノード側流路は、前記活性領域内の前記アノード側流路に流体連通し、前記不活性領域内の前記冷却水流路は、前記活性領域内の前記冷却水流路に流体連通し、前記不活性領域内の前記冷却水流路は、前記活性領域内の前記冷却水流路の約2倍のサイズである活性領域とを備える燃料電池。

【請求項16】

前記膜に隣接して配置され、前記膜を支持するためのシムをさらに備える請求項15に記載の燃料電池。

【請求項17】

燃料電池は、車両上の燃料電池スタックの一部である請求項15に記載の燃料電池。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】コンパクトな燃料電池用の入れ子式打抜きプレートのための反応供給部

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、燃料電池スタック用の燃料電池に関し、より詳細には、燃料電池が、燃料電池の活性領域内に入れ子式流路を、燃料電池の不活性供給領域内に非入れ子式流路を含み、セル内の拡散媒体層が、不活性供給領域内で除去されて、非入れ子式流路についてより多くの空間が提供される、燃料電池スタック用の燃料電池に関する。

【背景技術】

【0002】

水素は、クリーンであり、燃料電池において電気を効率的に生成するのに使用されることができ、魅力的な燃料である。自動車業界は、車両用の電力源として水素燃料電池の開発にかなりの経営資源を費やしている。こうした車両は、内燃機関を採用する今日の車両に比べて、より効率的であり、かつ、より少ない排出物質を生成するであろう。

【0003】

水素燃料電池は、アノードおよびカソードを含み、両者の間に電解質を有する電気化学デバイスである。アノードは、水素ガスを受け取り、カソードは、酸素または空気を受け取る。水素ガスは、アノードで分離して、自由陽イオンおよび電子が発生する。陽イオンは、電解質を通過してカソードに達する。陽イオンは、カソードの酸素および電子と反応して、水が生成される。アノードからの電子は、電解質を通過することができず、そのため、負荷を通して送られ、カソードに送られる前に、仕事を行う。仕事は、車両を動作させるように働く。

【0004】

陽イオン交換膜燃料電池(PEMFC)は、一般に普及している車両用の燃料電池である。PEMFCは、一般に、パーフルオロスルホン酸膜などの固体ポリマ電解質陽イオン伝導性膜を含む。アノードおよびカソードは、通常、炭素粒子上に支持され、イオノマーと混合された触媒微粒子、通常、プラチナ(Pt)を含む。触媒混合物は、膜の対向する面上に堆積される。アノード触媒混合物、カソード触媒混合物、および膜の組合せは、膜電極アセンブリ(MEA)を画定する。MEAは、製造するのに比較的費用がかかり、実効のある動作には一定の条件を必要とする。これらの条件は、適切な水管理および加湿、ならびに一酸化炭素(CO)などの触媒汚染成分の制御を含む。

【0005】

所望の電力を生成するために、通常、いくつかの燃料電池が、燃料電池スタック内で組合わされる。燃料電池スタックは、カソード入力ガス、通常、圧縮機によってスタックを通して強制される空気流を受け取る。酸素の全てが、スタックによって消費されるわけで

はなく、空気の一部は、スタック副産物として水を含む場合があるカソード排ガスとして出力される。燃料電池スタックはまた、スタックのアノード側に流れるアノード水素入力ガスを受け取る。

【 0 0 0 6 】

燃料電池スタックは、スタック内のいくつかの M E A 間に配置された、一連の流れ場プレートまたはバイポーラプレートを含む。バイポーラプレートは、スタック内の隣接する燃料電池用のアノード側およびカソード側を含む。アノードガス流路は、バイポーラプレートのアノード側に設けられ、アノードガスが、各 M E A のアノード側に流れることを可能にする。カソードガス流路は、バイポーラプレートのカソード側に設けられ、カソードガスが、各 M E A のカソード側に流れることを可能にする。バイポーラプレートは、ステンレス鋼などの導電性材料で作られるため、燃料電池によって発生する電気を、1つのセルから次のセルへ伝導させると共に、スタックの外へ伝導させる。

【 0 0 0 7 】

燃料電池の活性領域内で流路を入れ子にすることによって、燃料電池スタックの厚さまたは反復距離を減少させることができることが、2003年9月12日に出願された、「Nested Stamped Plates for a Compact Fuel Cell」という名称の米国特許出願第10/661,195号において本発明者等によって過去に提案された。図1は、この提案されたデザインを示す燃料電池スタック10のある部分の断面図である。燃料電池スタック10は、スタック10内の隣接する燃料電池について2つの M E A 12 および 14 を含む。各 M E A 12 および 14 は、先に参照したタイプの膜、ならびにアノード側触媒層およびカソード側触媒層を含む。アノード側ガス拡散媒体層16は、M E A 12 に隣接して配置され、カソード側ガス拡散媒体層18は、M E A 14 に隣接して配置される。拡散媒体層16および18は、M E A 12 および 14 への入力ガス搬送ならびに M E A 12 および 14 からの水搬送を可能にする多孔性層である。触媒層を、M E A 12 および 14 内の膜上に、または、拡散媒体層16および18上に堆積させる種々の技法が、当技術分野で知られている。

【 0 0 0 8 】

バイポーラプレートアセンブリ20は、拡散媒体層16と18との間に配置される。バイポーラプレートアセンブリ20は、図示するように、入れ子式構成で一緒に組み立てられた2つの打抜き金属バイポーラプレート22および24を含む。入れ子式プレート22および24は、平行アノードガス流路28および平行カソードガス流路30を画定し、アノード流路28は、M E A 12 のアノード側への水素の流れを提供し、カソード流路30は、M E A 14 のカソード側への空気流を提供する。さらに、プレート22および24は、冷却水流路32を画定し、当技術分野で十分に理解されるように、燃料電池スタック10を冷却するために、冷却水流路32を通して冷却用流体が流れる。このデザインでは、冷却水流路32のサイズは、従来技術の非入れ子式打抜きプレートで設けられる冷却流路のサイズより減少し、燃料電池スタック10の反復距離の低減を可能にする。知られている冷却流路と比べて冷却水流路32のサイズを低減することは、冷却流路の冷却能力にそれほど影響を与えない。それは、大きな流路が、必要な冷却を提供するのに十分以上のものであったためである。冷却水容積の低減は、システム始動中に加熱されなければならない熱質量も低減する。

【 0 0 0 9 】

アノード流路28は、燃料電池スタック10の各端部においてアノード流路ヘッドに流体連通し、1つのヘッドは、アノードガス流を受け取って、アノードガス流路28に分配し、別のアノードヘッドは、アノード流路からアノード排ガスを受け取る。同様に、カソードガス流路30は、スタック10の各端部においてカソード流路ヘッドに流体連通し、冷却用流路32は、スタック10の各端部において冷却水流路ヘッドに流体連通する。しかし、アノード流路28をアノード流路ヘッドに、カソード流路30をカソード流路ヘッドに、また、冷却水流路32を冷却水流路ヘッドに結合するために、スタックの不活性供給領域内で、プレート22および24を分離し、かつ、入れ子でないようにする必要があ

る。

【0010】

流路28、30、および32の非入れ子式構成は、流路28、30、および32の入れ子式構成より多くの空間を必要とするため、入れ子式構成によって提供されるスタック10の厚さの低減は、不活性領域内で既知の非入れ子式構成を使用することによってなくなるであろう。流路28、30、および32が、入れ子式構成で使用されるよりも多くの空間を使用しないように、非入れ子式不活性領域内で、流路28、30、および32のサイズを低減することが可能である。しかし、こうした流路28、30、および32のサイズの低減は、流路の両端における圧力低下を生じ、流量およびスタック10の性能に悪い影響を及ぼすであろう。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、流路のサイズを減少させることなく、または、スタックの厚さを増加させることなく、バイポーラプレートを、入れ子式構成から非入れ子式構成へ移行させることに対する解決策を提案する。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の教示によれば、入れ子式プレートによって提供されるスタックの厚さの減少を放棄することなく、または、流路のサイズを変更することなく、スタックの活性領域内の入れ子式バイポーラプレートからスタックの不活性領域内の非入れ子式バイポーラプレートへの移行を可能にする燃料電池スタック内の燃料電池が開示される。特に、スタックの燃料電池内の拡散媒体層は、バイポーラプレートが非入れ子式である不活性領域内で除去され、それにより、流路のサイズを維持するのに必要な容積が、隣接するMEA間の距離を増加する必要無しに提供される。さらに、MEAの膜は、不活性領域で触媒作用が及ぼされないであろう。膜が、流路に侵入すること、および、反応流を遮断することを防止するために、拡散媒体層が除去されたところで膜を支持するための薄いシムが、不活性領域内の膜とプレートとの間に設けられることができる。

【0013】

本発明のさらなる利点および特徴は、添付図面と共に考えられると、以下の説明および添付特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

燃料電池デザインを対象とする本発明の実施形態の以下の説明は、本質的に例示であるに過ぎず、本発明あるいはその応用または用途を制限することを決して意図しない。本発明によれば、燃料電池の活性領域内に入れ子式打抜きバイポーラプレートを、燃料電池の不活性供給領域内に非入れ子式打抜きバイポーラプレートを含む燃料電池デザインが述べられる。図2は、燃料電池スタック40の不活性供給領域を通る部分断面図である。スタック40は、隣接する膜42および44を含み、膜42および44は、スタック40内の2つの隣接するMEAの一部である。燃料電池スタック40はまた、2つの打抜き非入れ子式バイポーラプレート48および50を有するバイポーラプレートアセンブリ46を含む。プレート48および50は、アノード流路52、カソード流路54、および冷却水流路56を画定するように打抜かれる。

【0015】

入力ガスおよび冷却用流体が、分離され、適切な多岐管ヘッダに結合されることができるよう、プレート48および50は、スタック40の供給領域内で入れ子でなくされることが必要である。燃料電池スタック40は、燃料電池スタック40の活性領域と不活性領域との間に、以下で説明する、移行領域を含むことになり、移行領域では、アノード流路52はアノード流路28に流体連通し、カソード流路54はカソード流路30に流体連通し、冷却水流路56は冷却水流路32に流体連通する。

【0016】

本発明によれば、非入れ子式流路52および54のサイズは、燃料電池スタック40の不活性供給領域内の拡散媒体層16および18をなくすことによって、それぞれ、入れ子式流路28および30のサイズと同じか、または、ほぼ同じである。不活性供給領域では、MEA12および14の触媒層もまたなくされることになり、サブガasket膜42および44が残る。MEA12および14は、通常、活性領域の外側にサブガasket(図示せず)を含むことになることに留意されたい。サブガasketは、プレート48および50またはシールに対するイオノマー膜の直接接触を防止する。サブガasketは、通常、Kaptonまたは他の適したプラスチックの0.25 μ mフィルムであるであろう。したがって、燃料電池スタック40の活性領域内の拡散媒体層16および18によって使用された容積を使用して、不活性領域内に非入れ子式バイポーラプレート48および50が収容され、それにより、流路のサイズは、スタック40の反復距離を増加させることなく維持することができる。拡散媒体層16および18は、全体が、約0.2mm厚であり、必要な空間を提供するのに十分である。

【0017】

冷却水流路56のサイズは、入れ子式構成から非入れ子式構成になると、実際に約2倍のサイズに増加するが、冷却水流路移行によって提供される圧力低下は、スタック40の性能に悪い影響を及ぼさない。さらに、非入れ子式プレートを有する不活性供給領域は、活性領域についてプレート有効面積を増加させるが、入れ子式プレートによって提供されるスタック高さの減少のために、スタックの総容積が減少する。

【0018】

膜42および44は、スタック40の供給領域内の拡散媒体層16および18によって支持されないため、流路52および54内に侵入する傾向を有する場合がある。MEAは、通常、活性領域を超えて、十分な厚さを有するサブガasketを含むため、サブガasketは、供給領域において適切な膜支持を提供することができる。図3は、燃料電池スタック40と類似の燃料電池スタック60の断面図であり、同じ要素は、同じ参照数字で識別される。燃料電池スタック60は、膜42とプレート48との間に配置される薄いシム62、および、膜44とプレート50との間に配置される薄いシム64を含む。シム62および64は、膜42および44が、それぞれ、流路52および54内に侵入することを防止する。シム62および64は、所定場所に位置決めされることができる、すなわち、それぞれ、膜42および44に接合されるか、または、それぞれ、プレート48および50に接合されることができる。シム62および64はまた、ガasketキャリアとして機能してもよい。シム62および64は、金属またはプラスチックなどの任意の適した材料で作ることができ、所望の支持を提供するために、0.025 μ mなどの適した厚さを有することができる。

【0019】

図4は、燃料電池スタック70の活性領域78内の入れ子式バイポーラプレート74および76と、燃料電池スタック70の不活性供給領域84内の非入れ子式バイポーラプレート80および82との間の移行領域72の例を示す燃料電池スタック70のある部分の断面図である。燃料電池スタック70は、活性領域78と不活性領域84の全域にわたって延びる膜86および88を含む。ガス拡散媒体層90および92は、活性領域78において、それぞれ、膜86および88に隣接して設けられる。シム94および96は、不活性領域84において、それぞれ、非入れ子式プレート80および82と、膜86および88との間に配置される。不活性領域84および活性領域78内のアノードおよびカソード流路98および100の相対的なサイズは、実質的に同じである。活性領域78内の流路102は、アノード流路、カソード流路、または冷却水流路の任意の流路を表すことができる。

【0020】

図5は、燃料電池スタック112内のバイポーラプレートアセンブリ110の平面図である。燃料電池スタック112は、先の説明と整合性がある、入れ子式である打抜きバイ

ポーラプレート[®]を有する活性領域 1 1 4、ならびに、活性領域 1 1 4 の対向端にある、非入れ子式である打抜きバイポーラプレート[®]を有する不活性供給領域 1 1 6 および 1 1 8 を含む。打抜きバイポーラプレート[®]は、先に説明した種々の流路を含む。燃料電池スタック 1 1 2 の一端にある、カソード入口ヘッダ 1 2 0 は、カソード空気を、不活性領域 1 1 6 内のカソード流路内に送る。カソード空気は、不活性供給領域 1 1 6 内のカソード流路を通り、活性領域 1 1 4 内のカソード流路を通り、不活性領域 1 1 8 内のカソード流路を通過して流れる。カソード排ガスは、カソード出口ヘッダ 1 2 2 によって収集される。

【 0 0 2 1 】

燃料電池スタック 1 1 2 の一端にある、アノード入口ヘッダ 1 2 6 は、水素ガスを、不活性領域 1 1 8 内のアノード流路内に送る。水素ガスは、不活性供給領域 1 1 8 内のアノード流路を通り、活性領域 1 1 4 内のアノード流路を通り、不活性領域 1 1 6 内のアノード流路を通過して流れる。アノード排ガスは、アノード出口ヘッダ 1 2 8 によって収集される。この非制限的な実施形態では、アノードガスとカソードガスは、対向流である。

【 0 0 2 2 】

燃料電池スタック 1 1 2 の一端にある、冷却水入口ヘッダ 1 3 2 は、冷却用流体を、不活性領域 1 1 6 内の冷却水流路内に送る。冷却用流体は、不活性供給領域 1 1 6 内の冷却水流路を通り、活性領域 1 1 4 内の冷却水流路を通り、不活性領域 1 1 8 内の冷却水流路を通過して流れる。冷却用流体は、冷却水出口ヘッダ 1 3 4 によって収集される。

【 0 0 2 3 】

図 6 は、入れ子式バイポーラプレート[®]を有する活性領域 1 4 2 および非入れ子式バイポーラプレート[®]を有する不活性供給領域 1 4 4 を含む燃料電池スタック 1 4 0 のソリッドモデル斜視図である。領域 1 4 2 と領域 1 4 4 との間の移行領域 1 4 6 は、入れ子式構成から非入れ子式構成への流路の移行を可能にする。冷却水ヘッダ (図 6 に示さず) からの冷却用流体は、不活性領域 1 4 4 内の流路 1 4 8 に送られ、アノードヘッダ (図 6 に示さず) からの水素ガス流は、不活性領域 1 4 4 内の流路 1 5 0 に送られ、カソードヘッダ (図 6 に示さず) からのカソードガスは、不活性領域 1 4 4 内の流路 1 5 2 に送られる。この実施形態では、アノードガスとカソードガスは、並行流である。

【 0 0 2 4 】

以下の表 1 は、入れ子式プレートデザイン、非入れ子式プレートデザイン、およびハーフハイト流路を含む入れ子式プレートデザインについての、先に説明した種々のパラメータの比較を示す。このデータは、 360 cm^2 活性面積、200セル、66 kW 出力電力、 1.5 A cm^2 電流密度、および低圧を含む燃料電池スタックからのものである。入れ子式デザインは、冷却水容積が小さいため、より小さく (より高い kW/l)、27 から $19\sim 20\text{ kJ/K}$ への一層大きな熱質量の低減がある。ハーフハイト供給領域は、供給領域が活性領域であることができるため、入れ子式の本発明より小さいスタックを提供する。しかし、これらの非常に浅い供給流路による圧力低下は、許容できないほど大きな圧力低下をもたらす (カソード側で 85 kPa 対 30 kPa)。

【 0 0 2 5 】

【表 1】

	入れ子式(本発明)	非入れ子式	入れ子式 (ハーフハイト供給流路)
流路深さ (mm)	0.34	0.35	0.34
An ch 深さ (mm)	-	0.31	-
流路深さ (mm) (領域無し GDM)	0.37	-	0.37
反復距離 (mm)	0.97	1.29	0.97
An dP (kPa)	13	13	30
Ca dP (kPa)	30	30	85
冷却水 dp (kPa)	57	22	106
電力密度 (kW/l)	6.0	4.8	6.3
熱質量 (kJ/K) (冷却水による)	20	27	19

【0026】

先の説明は、本発明の例示的な実施形態を開示し、述べるに過ぎない。添付特許請求項に規定される本発明の精神および特許請求の範囲から逸脱することなく、本発明に、種々の変更、修正、および変形を行うことができることを、当業者は、こうした説明から、また、添付図面および特許請求項から容易に認識するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】入れ子式打抜きパイポーラプレートを採用する燃料電池スタックの活性領域の部分断面図である。

【図 2】本発明の一実施形態による、ガス拡散媒体層が除去された、非入れ子式打抜きパイポーラプレートを採用する燃料電池スタックの不活性領域の部分断面図である。

【図 3】本発明の別の実施形態による、ガス拡散媒体層が除去され、シムが追加された、非入れ子式打抜きパイポーラプレートを採用する燃料電池スタックの不活性領域の部分断面図である。

【図 4】本発明による、燃料電池スタックの不活性供給領域と活性領域との間の移行部の部分断面図である。

【図 5】本発明の一実施形態による、燃料電池スタック内のプレートの平面図である。

【図 6】入れ子式打抜きパイポーラプレートを有する活性領域および非入れ子式打抜きパイポーラプレートを有する不活性領域を含む燃料電池スタックのソリッドモデルである。