

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7695264号
(P7695264)

(45)発行日 令和7年6月18日(2025.6.18)

(24)登録日 令和7年6月10日(2025.6.10)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 1 M	8/0258(2016.01)	H 0 1 M	8/0258	
H 0 1 M	8/0263(2016.01)	H 0 1 M	8/0263	
H 0 1 M	8/0228(2016.01)	H 0 1 M	8/0228	
H 0 1 M	4/86 (2006.01)	H 0 1 M	4/86	M
H 0 1 M	8/10 (2016.01)	H 0 1 M	8/10	1 0 1
請求項の数 21 (全16頁)				

(21)出願番号	特願2022-562545(P2022-562545)	(73)特許権者	521007377
(86)(22)出願日	令和2年4月20日(2020.4.20)		エーホー・グループ・エンジニアリング・アーゲー
(65)公表番号	特表2023-522864(P2023-522864 A)		スイス・1 2 6 0・ニヨン・シュマン・ドゥ・ラ・ヴァルピリエール・2 7
(43)公表日	令和5年6月1日(2023.6.1)	(74)代理人	100108453
(86)国際出願番号	PCT/EP2020/060997		弁理士 村山 靖彦
(87)国際公開番号	WO2021/213613	(74)代理人	100110364
(87)国際公開日	令和3年10月28日(2021.10.28)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	令和5年2月8日(2023.2.8)	(74)代理人	100133400
			弁理士 阿部 達彦
		(72)発明者	マルデイト・マティアン
			スイス・1 1 9 7・プランジャン・シュマン・ドゥ・ラ・ヴィーニュ・2
		審査官	高木 康晴
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 流体案内アセンブリ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池のための流体案内アセンブリであって、

チャネル構造体(620、720)と、前記チャネル構造体(620、720)上に配置されたガス拡散層(5)とを備え、前記チャネル構造体(620、720)が、前記チャネル構造体(620、720)の第1の端部から前記チャネル構造体(620、720)の反対側の第2の端部まで延在する流れ場チャネル(62、72)を画定し、

前記チャネル構造体(620、720)の前記第1の端部及び前記反対側の第2の端部の両方に、前記チャネル構造体(620、720)の前記第1の端部及び前記反対側の第2の端部の両方の全幅にわたって延在する多孔質の分配器(63、73)が配置され、

前記分配器(63、73)の高さが、前記ガス拡散層(5)の高さと前記チャネル構造体(620、720)の高さとの合計と等しいことを特徴とする、流体案内アセンブリ。

【請求項 2】

前記分配器(63、73)が、一部品で形成され、10%~90%の有孔率を有する、請求項1に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項 3】

前記分配器(63、73)の幅にわたって有孔率が変化する、請求項1または2に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項 4】

前記分配器(63、73)の長さが前記流れ場チャネル(62、72)の長さの1%~

10%である、請求項1から3のいずれか一項に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項5】

前記分配器(63、73)の前記長さが0.1mm~20mmである、請求項4に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項6】

前記分配器(63、73)の高さが50μm~400μmである、請求項1から5のいずれか一項に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項7】

前記流れチャンネル構造体(620、720)と前記分配器(63、73)とが互いに恒久的に接続されている、請求項1から6のいずれか一項に記載の流体案内アセンブリ。

10

【請求項8】

前記ガス拡散層(5)と、前記流れチャンネル構造体(620、720)と、前記分配器(63、73)とが、互いに恒久的に接続されている、請求項1~6のいずれか一項に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項9】

前記分配器(63、73)が、開気孔フォーム、穴パターン(730)およびスリットパターン(731)からなるグループのうち少なくとも1つを備える、請求項1から8のいずれか一項に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項10】

前記分配器(63、73)が、円形の、楕円形の、または角度の付いた穴(730)を備える、請求項9に記載の流体案内アセンブリ。

20

【請求項11】

前記分配器(63、73)が、直線状の、湾曲した、または角度の付いたスリット(731)を備える、請求項9に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項12】

前記分配器(63、73)が、金属、プラスチックまたは樹脂で作製されている、請求項1から11のいずれか一項に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項13】

前記チャンネル構造体(620、720)が、直線状の、蛇行形状の、またはインターデジット型の流れ場チャンネル(62、72)を備える、請求項1から12のいずれか一項に記載の流体案内アセンブリ。

30

【請求項14】

前記チャンネル構造体(620、720)と前記分配器とが単一部分で一体形成されている、請求項7から13のいずれか一項に記載の流体案内アセンブリ。

【請求項15】

請求項1から14のいずれか一項に記載の流体案内アセンブリと、前記流体案内アセンブリを収容するための凹部を有するセパレータプレート(60、70)とを備える流れ場構造体(6、7)であって、

マニホールド(90、91)と、

前記チャンネル構造体(620、720)の前記第1の端部における前記分配器(63、73)にガスを供給するための、かつ前記チャンネル構造体(620、720)の前記第2の端部における前記分配器(63、73)からガスを収集するための分配チャンネル(61、71)と、

40

をさらに備える流れ場構造体(6、7)。

【請求項16】

請求項15に記載の第1の流れ場構造体(6)及び第2の流れ場構造体(7)によって補強された少なくとも1つの膜電極アセンブリ(2、3)を備える燃料電池(1)。

【請求項17】

第1の集電板及び第2の集電板並びに第1のバックングプレート及び第2のバックングプレートを備える燃料電池(1)であって、前記第1の集電板が前記第1の流れ場構造体(

50

6)に隣接して配置されており、前記第2の集電板が前記第2の流れ場構造体(7)に隣接して配置されており、前記第1のバックングプレートが前記第1の集電板に隣接して配置されており、前記第2のバックングプレートが前記第2の集電板に隣接して配置されている、請求項16に記載の燃料電池(1)。

【請求項18】

流体案内アセンブリを製造するための方法であって、

チャンネル構造体(620、720)を設けるステップであって、前記チャンネル構造体(620、720)が、前記チャンネル構造体(620、720)の第1の端部から前記チャンネル構造体(620、720)の反対側の第2の端部まで延在する流れ場チャンネル(62、72)を画定する、ステップと、

前記チャンネル構造体(620、720)の前記第1の端部及び前記反対側の第2の端部の両方に、前記チャンネル構造体(620、720)の前記第1の端部及び前記反対側の第2の端部の両方の全幅にわたって延在する多孔質の分配器(63、73)を配置するステップと、

前記チャンネル構造体(620、720)上にガス拡散層(5)を配置するステップとを含み、

前記分配器(63、73)の高さが、前記ガス拡散層(5)の高さと前記チャンネル構造体(620、720)の高さとの合計と等しい方法。

【請求項19】

前記チャンネル構造体(620、720)と2つの前記分配器(63、73)とを互いに恒久的に接続するステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項20】

前記チャンネル構造体(620、720)と前記分配器(63、73)とを接続する前記ステップと同時に、またはその後、前記ガス拡散層(5)を、前記チャンネル構造体(620、720)および2つの前記分配器(63、73)に対して恒久的に接続するステップを含む、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

前記恒久的に接続するステップが、プレス、あるいは加熱およびプレスを含む、請求項19または20に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は流体案内アセンブリに関し、詳細には燃料電池においてガスおよび液体を案内することに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、化石燃料に基づいて動作する発電機に置き換わる主要な候補のうち1つであり、可動の用途や固定された用途を含むいくつかの用途で使用され得る。そのような燃料電池の1つには、70～80で動作するプロトン電解質膜(PEM)燃料電池がある。スタックアセンブリにおける各セルは、通常は薄膜である電解質、陽極側の触媒層および陰極側の触媒層を備え、このアセンブリは膜電極アセンブリ(MEA)と呼ばれる。通常は水素である燃料と通常は空気である酸化剤とが各層を通過し、電気化学反応が生じて電気を生成し、副産物として水を伴う。大抵の場合、MEAと、ガスを均一に分配するための特有の流れチャンネルを有する流れ場(FF)プレートとの間に挟まれた、多孔質カーボンファイバ製のガス拡散層(GDL)がある。触媒層において生成された水はGDLを通過してガスチャンネルに到達し、ここでセルから押し出される。燃料電池における相変化ならびに水および熱の管理は、過去数年の間に広く研究されており、それに関していくつかの特許が出願されている。しかしながら、簡素化、コスト削減、および容易な製造といった課題が残されている。現況技術の燃料電池技術の限界は、簡単な例を用いて説明され得る。特許文献1は、(主に)金属プレートに基づく自動車用途向けの燃料電池スタック

10

20

30

40

50

の設計および生産に関連するものである。約 1.1 mm のセルピッチを有する各セル上の、約 300 cm^2 の動作エリアが検討されている。各セルの厚さは、主にプレートの厚さによって規定される。よって、プレス加工技術の制約によって規定される。市場に、より競争力のある製品を提供するためには、スタックの「容積出力密度」を向上するとともに、よりコンパクトにすることが重要である。これは、金属プレート用の既存のプレス加工技術およびグラファイトプレート用の圧縮/射出成形では不可能であるため、他の生産手段を見つけ出すべきである。そのような流れ構造体の例は、たとえば特許文献 2 および特許文献 3 に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許出願第 9947943 号公報

【文献】米国特許出願公開第 20190242021 号明細書

【文献】米国特許出願公開第 20150118595 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、より薄い燃料電池の生産を可能にする流体案内アセンブリを提供することである。加えて、これらの燃料電池は、簡単な設計で、製造するのが容易であるべきである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この課題は、請求項 1 の特徴を有する流体案内アセンブリによって解決される。流体案内アセンブリのさらなる実施形態、流れ場構造体および燃料電池、ならびにその製造方法は、さらなる請求項の特徴によって定義される。

【0006】

本発明による燃料電池用の流体案内アセンブリは、チャンネル構造体と、チャンネル構造体上に配置されたガス拡散層とを備える。チャンネル構造体は、チャンネル構造体の第 1 の終端から反対側の第 2 の終端まで延在する流れ場チャンネルを画定する。チャンネル構造体の水平方向の第 1 の側から水平方向の反対側の第 2 の側まで、全幅にわたって延在するチャンネル構造体の両端に、多孔質分配器が配置されている。

【0007】

そのような設計を用いると、流体案内アセンブリの厚さを縮小することができ、したがって、流体案内アセンブリを使用する燃料電池の厚さを縮小することができる。ほぼ 50% の厚さ縮小が達成され得、同時にセルの性能が向上する。加えて、流体案内アセンブリのガス拡散および熱伝達率が大幅に向上する。またそのようなアセンブリの生産コストがより低減され、したがって、そのようなアセンブリを用いる燃料電池の生産コストもより低減される。

【0008】

一実施形態では、10% ~ 90% の有孔率を有する分配器が一部品で形成される。さらなる実施形態では、有孔率は 50% ~ 80% である。

【0009】

一実施形態では、有孔率は分配器の幅にわたって変化し、すなわち、燃料電池に流体案内アセンブリが導入される時、対応するマニホールドの近辺における有孔率は、そこから離れたものより低くなる。たとえば、マニホールドが水平方向の一方の側に配置されると、有孔率は、そこで最も低く、水平方向の反対側において最も高くなる。マニホールドが中央に配置されると、有孔率は、水平方向の両側において最も高く、中央において最も低くなる。

【0010】

一実施形態では、分配器の長さは、流れ場チャンネルの長さすなわちチャンネル構造体の長

10

20

30

40

50

さの1%~10%である。

【0011】

一実施形態では、分配器の長さは0.1mm~20mmである。さらなる実施形態では、分配器の長さは1mm~10mmである。

【0012】

一実施形態では、分配器の高さはチャンネル構造体の高さと等しい。

【0013】

一実施形態では、分配器の高さはチャンネル構造体の高さよりも低い。

【0014】

一実施形態では、分配器の高さは、拡散層の高さとチャンネル構造体の高さとの合計と等しい。

10

【0015】

一実施形態では、分配器の高さはチャンネル構造体の高さよりも高い。

【0016】

一実施形態では、分配器の高さは50 μ m~400 μ mである。さらなる実施形態では、分配器の高さは200 μ m~400 μ mである。

【0017】

一実施形態では、流れチャンネル構造体と分配器とは、互いに恒久的に接続される。

【0018】

一実施形態では、ガス拡散層と、流れチャンネル構造体と、分配器とは、互いに恒久的に接続される。恒久的な接続は、コーティング、プレスまたはホットプレスによって実現され得る。

20

【0019】

一実施形態では、分配器は、開気孔フォーム、穴パターンおよびスリットパターンからなるグループのうち少なくとも1つを備える。

【0020】

一実施形態では、分配器は、円形の穴、楕円形の穴または角度の付いた穴を備える。

【0021】

一実施形態では、分配器は、直線のスリット、湾曲したスリットまたは角度の付いたスリットを備える。

30

【0022】

一実施形態では、分配器は、金属、プラスチックもしくは樹脂、またはそれらの組合せで作製される。

【0023】

一実施形態では、チャンネル構造体は、直線の流れ場チャンネル、蛇行した流れ場チャンネルまたは互いに組み合わされた流れ場チャンネルを備える。

【0024】

一実施形態では、チャンネル構造体と分配器とは、単一部分で一体形成される。

【0025】

流体案内アセンブリの前述の実施形態の特徴は、互いに矛盾しなければ任意の組合せで使用され得る。

40

【0026】

本発明による流れ場構造体は、前述の実施形態のうち1つによる流体案内アセンブリと、流体案内アセンブリを収容するための凹部を有するセパレータプレートとを備える。流れ場構造体は、チャンネル構造体の第1の端部において分配器にガスを供給して、チャンネル構造体の第2の端部において分配器からガスを収集するための、マニホールドおよび分配チャンネルをさらに備える。

【0027】

本発明による燃料電池は、前述の実施形態による2つの流れ場構造体によって補強された少なくとも1つの膜電極アセンブリを備える。

50

【 0 0 2 8 】

一実施形態では、燃料電池は2つの集電板および2つのバックアッププレートを備え、各流れ場構造体に隣接して1つの集電板が配置されており、各集電板に隣接して1つのバックアッププレートが配置されている。

【 0 0 2 9 】

さらなる実施形態では、2つのバックアッププレートはクランプ要素によって補強される。

【 0 0 3 0 】

本発明による流体案内アセンブリを製造するための方法は、

- チャネル構造体を設けるステップと、
- チャネル構造体の両端に多孔質分配器を設けるステップと、
- チャネル構造体上にガス拡散層を設けるステップと、

を含む。

【 0 0 3 1 】

一実施形態では、この方法は、チャネル構造体と2つの分配器とを互いに恒久的に接続するステップを含む。

【 0 0 3 2 】

一実施形態では、この方法は、チャネル構造体と分配器とを接続するステップと同時に、またはその後、チャネル構造体および2つの分配器に対してガス拡散層を恒久的に接続するステップを含む。

【 0 0 3 3 】

一実施形態では、恒久的に接続するステップは、プレス、あるいは加熱およびプレスを含む。

【 0 0 3 4 】

製造方法の前述の実施形態の機能は、互いに矛盾しなければ任意の組合せで使用され得る。

【 0 0 3 5 】

本発明の実施形態が、図を参照しながら以下でより詳細に説明される。これらは例示のみを目的とするものであり、限定として解釈されるべきではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 6 】

【 図 1 】 従来技術による流れ場プレートの上面図である。

【 図 2 】 本発明による流れ場構造体の上面図である。

【 図 3 】 図 2 の流れ場構造体の、切断線 X X に沿った部分的断面図である。

【 図 4 A 】 本発明による分配器の実施形態の断面図である。

【 図 4 B 】 本発明による分配器の実施形態の断面図である。

【 図 5 A 】 流れ場チャンネルの実施形態の部分的斜視図である。

【 図 5 B 】 流れ場チャンネルの実施形態の部分的斜視図である。

【 図 6 】 本発明による、2つの流れ場構造体によって補強された膜電極アセンブリの断面図である。

【 図 7 A 】 本発明による流体案内アセンブリの一実施形態の製造プロセスを説明する図である。

【 図 7 B 】 本発明による流体案内アセンブリの一実施形態の製造プロセスを説明する図である。

【 図 7 C 】 本発明による流体案内アセンブリの一実施形態の製造プロセスを説明する図である。

【 図 7 D 】 本発明による流体案内アセンブリの一実施形態の製造プロセスを説明する図である。

【 図 7 E 】 本発明による流体案内アセンブリの一実施形態の製造プロセスを説明する図である。

【 図 7 F 】 本発明による流体案内アセンブリの一実施形態の製造プロセスを説明する図で

10

20

30

40

50

ある。

【図 7 G】本発明による流体案内アセンブリの一実施形態の製造プロセスを説明する図である。

【図 7 H】本発明による流体案内アセンブリの一実施形態の製造プロセスを説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0037】

図 1 は、従来技術による流れ場プレートの上図を示す。金属またはグラファイトなどの任意の材料で作製されたバイポーラプレート 7 は、プレートの外側部分に配置された、いくつかのガス/液体の入口/出口マニホールド 90、91、92 を備える。真下に特有の流れ場 (FF) を有するセルの中央に、触媒層を有する活性化領域 A が配置されている。流れ場は、活性化領域 A に対する均一で十分なガス供給を保証する。入口マニホールドと出口マニホールドとの間に、流れ分配チャンネル (FDC) があって、ガスを、流れ場および活性化領域に対して均一に分配するように案内する。燃料電池では、触媒層を通してガスを均一に分配するために、バイポーラ製造方法 (複合材グラファイトまたは金属のいずれか) に関係なく、活性化領域に対して均一なガス流れ場を有するのが一般的である。スタックアセンブリには、ガス供給のために、すべてのセルに入口マニホールドおよび出口マニホールドが接続されている。ガス/液体がセルに入った後、活性化領域に届く前に、セルの内部で均一な分布が必要である。通常、これは、活性化領域 A と対応する入口マニホールド 91 との間に配置された流れ分配チャンネル 71 で行われる。同様のやり方で、無益な背圧やセル上の流れの乱れを防止するために、活性化領域と出口マニホールドの間には特別な流れパターンがある。均一なガス流量分布、十分な水管理を得るため、また、触媒層に十分な量の反応物を供給するために、チャンネル構造体の上または中に、ガス流れチャンネルが設計されている。ガス流れチャンネルは、反応物を特定の方向に流すように案内し、セルから水分を除去するのを支援する。プレートの材料に依拠して、流れチャンネルまたはパターンのための様々な製造方法が使用される。たとえば、プレート/セパレータがグラファイト複合材料で作製される場合には、射出成形、圧縮成形または機械加工が使用される。プレートが金属プレートで作製される場合には、使用されているものでは、プレス加工が最も有望で採算の合う技術である。すべての単一のバイポーラ板アセンブリについて、通常は 2 つの個別のシートメタルがプレス加工され、レーザ溶接され、(プレス加工の前または後に) 保護皮膜でコーティングされる。場合によっては、レーザ溶接が省かれて、従来技術の封止が使用される。従来技術の設計の大きな短所の 1 つには、1 枚のプレートの厚さ低減の可能性の限界がある。このことは、組み立てられたスタックのサイズに直接影響し得、したがって容積出力密度に直接影響し得る。他方では、製造可能なチャンネルの幅および深さは、シートメタルの伸長または機械加工プロセスの制約によって制限される。ガスチャンネルは、ガス拡散層 (GDL) に接するリブによって互いに分離されている。電気化学反応によって生成された水は、GDL を通過して最後はガスチャンネルに入る。グラファイトまたはプレス加工技術によって製造されるプレートの主な制約の 1 つには、接触リブ (「ランド」と呼ばれることがある) の幅が 1 ~ 2 mm 未満に縮小され得ないことがある。結果として、リブが、セルにおける水の大きな蓄積源の 1 つになって、セルの性能が低下し、プレート上の腐食率が増加する。この問題を克服するために、ガス流れチャンネルとして多孔質媒体が使用される。しかしながら、そのような構造体にはガス流れの方向が制御されないという制約があり、特に動的負荷動作の状況で、セルの性能が制限され、(たとえばセルのコーナーにおける) デッドゾーンにおいて水の蓄積が増加する。代替として、細かいワイヤを平行に使用してガスチャンネルを製作すると、それらの上に他のいくつかのワイヤが垂直に取り付けられてガス拡散層 (GDL) として働き、メッシュを形成する。そのような設計では、ワイヤが活性化領域に接するところで、活性化領域の 50% が塞がってしまう。その上、そのような量の小さいワイヤを組み立てて互いに結合するのは、取付具を用いて自動化したとしても、非常に面倒で多大な時間を要する。金属ワイヤの場合の溶接や塑性ワイヤの場合の高温融合は、非常に困難な作業である。そのよ

10

20

30

40

50

うなアセンブリの品質管理は困難であり、チャンネル/穴のうちのいくつかが塞がってしまう可能性が高く、膜にホットスポットが生じて損傷する。その上、活性化領域およびメッシュにガスを伝えるために、別のガス配送機構が必要である。アセンブリの縁部においていくつかのワイヤが互いに接触すると、ガス流れが阻止されて、ガスの均一性が損なわれる。代替実施形態では、ガス拡散層としてメッシュ織物を使用される。そのような設計では、活性化領域内の均一なガス分配に制限がある。したがって、セルに出入りするガスの拡散も制限され、メッシュの構造体によって大きな圧力降下が生じ、その上、毛管力に対して影響を及ぼす。ガス拡散層(GDL)を製造する従来の方法は、GDLがセルアセンブリの触媒層と直接接触する側における、炭素繊維と細孔層との組合せである。Freudenbergerまたは東レのGDLは、市場における現況技術のうちのいくつかである。通常は、GDLは、バイポーラ板の流れチャンネルとアノード側およびカソード側における膜電極アセンブリ(MEA)との間で圧縮される。

10

【0038】

図2は、本発明による流れ場構造体7の上面図を示し、図3は、図2の流れ場構造体の、切断線XXに沿った部分的断面図を示す。本発明の構造体は、燃料電池の内部のいくつかの構成要素を、よりコンパクトかつより確実なやり方で一緒に組み合わせるものである。本発明の構造体は、類がない現況技術のチャンネル構造体720、ガス拡散層およびガス分配器73と一緒に備える。本発明の構造体は、現況技術に関する未解決の問題を克服するばかりでなく、燃料電池の性能を大幅に改善するものである。同時に、そのような設計によってセルアセンブリが簡単になり、したがってコンパクトさおよび信頼性をもたらし、燃料電池の生産におけるコストもかなり削減される。示された実施形態では、アセンブリの中央に、すなわち燃料電池の活性化領域Aに、流れ場チャンネル72を備えるチャンネル構造体720が配置されている。個別の分配器73が2つある。それぞれがチャンネル構造体720の一端に固定されている。分配器73は、生産プロセス中に機械的支持として働き、ガスを、活性化領域Aに入る前に均一に分配する。その上、チャンネル構造体720の上に、ガス拡散層5として働く薄層がある。この設計にはいくつかの機能性および利点がある。第1に、この設計は、既存の概念と比較して非常にコンパクトであり、製造するのがそれほど割高ではない。第2に、この設計は、活性化領域A用の整流器として働き、すなわち、ガスが活性化領域Aに入る前にガスの流量分布を一様にする。第3に、チャンネル構造体720がワイヤのような個別の部品で作製される場合には、この設計は機械的支持として働き、ワイヤに張力を与えて適所に保持する。第4に、この設計によって、プレートを含む全体的なセルアセンブリがより小さく、よりコンパクトになる。

20

30

【0039】

図3に示されるように、分配器73は、サイズおよび寸法設定の制約がなく、セル、セパレータプレート70および活性化領域Aのサイズに基づいて変化し得る。分配器73の長さは、流れ場チャンネル72の長さの、好ましくは1~30%であり、より好ましくは1~10%であるが、限定されるわけではない。たとえば、流れ場チャンネル72の長さが100mmであれば、分配器の好ましい長さは1~10mmであり得る。

【0040】

分配器73の厚さは、好ましくはチャンネル構造体720の厚さのうち1つに近い値であるか、またはそれよりも少し大きい。分配器73は、チャンネル構造体720に対する機械的支持および保持具として働き得るので、チャンネル構造体720との接合部が頂部に配置され得るように、少し厚くする必要性が生じる可能性がある。たとえば、チャンネル構造体720の厚さまたは高さが200 μ mであれば、分配器の厚さまたは高さは200~400 μ mの間で変化し得るが、限定されるわけではない。そのような設計により、特に分配器73が、触媒コーティングされた膜(CCM)もしくはサブガセットまたはセルアセンブリの任意の他の構成要素と直接接触するとき、セルアセンブリがより柔軟になる。そのような設計により、プレートが、したがってセルの外形寸法(活性化領域+まわりのサブガセット)がより小さくなり、原理的にスタックサイズおよび生産コストを低減する。図2は、本発明による分配器73を有するセルのレイアウトを示す。図1に示された元

40

50

のプレートの設計と比較して、セパレータプレート70の長さが短縮されている。図1のプレートと図2のプレートとの間の主な相違は、活性化領域Aおよびガス入口/出口マニホールド90、91、92は同一のままであるが、本発明による概念では、分配器が配置されている領域がかなり最適化されてより短くなっていることがある。たとえば、酸化剤は、酸化剤マニホールド91からセルに入り、図中の矢印で示されるように分配チャンネル71に分配される。その後、酸化剤は、分配器73に達し、そこでガス流れを調整して均質化してから、流れ場チャンネル72および活性化領域Aに入る。分配チャンネル71の長さは、設計およびセルの形状寸法に基づいて最適化される。高い背圧が生じるのを防止するために、分配チャンネル71は長すぎはいけない。同様に、分配チャンネル71が、触媒コーティングされた膜などの、上に組み立てられた層のように小さすぎると、サブガスケットが変形して分配チャンネル71が詰まってしまう可能性がある。あるいは、分配器は、チャンネル構造体720と対応するマニホールド91との間の分配チャンネルの全長にわたって延在することができる。設計パラメータは当業者によって調整され得る。

【0041】

図4A～図4Bは、本発明による分配器73の実施形態の断面図を示す。分配器73は、金属、アルミニウム、チタン、プラスチック、熱可塑性物質、樹脂または多孔質部品などの様々な材料から製造され得るが、限定されるわけではない。分配器の構造体は、これの生産に使用される材料に基づいて調整される。分配器の設計や製造方法に制約はない。分配器は、たとえば多孔質樹脂もしくは金属または他のもので製造され得る。分配器の有孔率は、セルの設計およびサイズに基づいて概算されるべきであり、好ましくは10～90%、より好ましくは50～80%であるが、限定されるわけではない。有孔率が高すぎると機械的安定性が低下し、有孔率が低すぎると、分配器にわたる圧力降下が、したがって燃料電池にわたる圧力降下が非常に大きくなるので、これらの有孔率は推奨されない。分配器が多孔質物質自体から製造されるのでなければ、3D印刷または注入/圧縮成形、積層法、浸食または他の方法などの他の生産技術が使用され得る。たとえば、有孔率は、分配器73を通して延在する複数のピン730、または分配器73を通して延在する複数のスリット731によってもたらされ得る。図4Aに表された実施形態では、ピン730は、分配器73の断面にわたって均一に分配されている。図4Bに表された実施形態では、蛇行形状のスリット731が、セパレータ73の断面の幅にわたって均一に分配されている。分配器73は、金属、グラファイトまたは他の材料で作製されたセパレータプレート70とともに使用され得る。分配器73の材料とチャンネル構造体720の材料とは、必ずしも同一である必要はない。たとえば、チャンネル構造体と対応するマニホールドとの間のチャンネルに、本発明による分配器を導入することにより、図1に示された従来の燃料電池の流路を縮小するかまたは解消することができる。

【0042】

図5A～図5Bは、それぞれのチャンネル構造体720における流れ場チャンネル72の実施形態の部分的斜視図を示す。表された実施形態では、流れ場チャンネル72は、薄金属シートのプレス加工によって製造されている。この場合、チャンネル構造体720は、セパレータプレート70と単一部品で一体形成される。したがって、分配器73は、流れチャンネル構造体720またはセパレータプレート70とそれぞれ隣接する。燃料電池において、新規の酸化剤（主として空気）はガス拡散層を通して拡散し、触媒層に達する。触媒層上に生じた水は、ガス拡散層における毛管力によってチャンネルの方へ移動する。チャンネルの内部で、凝縮水と酸化剤とが混合され、生じた水はチャンネルから押し出される。新規の酸化剤の挙動、水の動き、またチャンネルの中で生じる混合現象に関する多くのことが、チャンネルにおけるガス速度によって説明される。燃料電池におけるガス流れは主に層流である。しかしながら、ガスと凝縮水との間には、レイノルズ数に基づく種々の混合機構が生じ得る。たとえば、レイノルズ数1000におけるガス/液体の混合は、500未満のレイノルズ数における混合とは異なる。ガス流速が高ければ、流れ場チャンネルから凝縮水を押し出す助けになる。しかしながら、ガス流速が高いと、複雑な混合効果のために、新鮮な空気が、活性化領域に、とりわけ水が蓄積しているチャンネル出口側の方へ、達するための

10

20

30

40

50

妨げになる恐れもある。この問題に対処するとともに、ガスチャネルにおける水管理を改善するために、従来の混合と拡散混合とを区別することが重要である。拡散混合では、液体とガスとは、遷移域の前および遷移域の間中、互いに分離されたままである。拡散混合は、流体流れ、レイノルズ数およびプラントル数に直接関連する。したがって、流れ場チャネル72およびガス拡散層5の寸法設定は、従来の混合および拡散混合の現象が考慮に入れられるように行われるべきである。よって、レイノルズ数とプラントル数の比は、たとえば0.01~1000に、より好ましくは0.05~500にするべきであるが、限定されるわけではない。

【0043】

図5Bの実施形態では、流れ場チャネル72を生成するために、いくつかのワイヤ720が互いに同一の距離で配列されている。2つの隣接したワイヤ間の距離は、好ましくは10~1000 μm であり、より好ましくは100~300 μm であるが、限定されるわけではない。ワイヤの好ましい断面は、丸、正方形または長方形のうち1つであるが、限定されるわけではない。丸いワイヤの場合には、好ましい直径は10~500 μm であり、好ましくは100~300 μm である。正方形のワイヤの場合には、好ましい辺長は10~500 μm であり、好ましくは100~300 μm であるが、限定されるわけではない。レーザ切断などの他の方法を使用して類似の構造体が作製され得るが、限定されるわけではない。ワイヤは様々な材料で作製され得、材料が導電性である限り制約はない。使用され得る材料のいくつかの例には、ステンレス鋼、アルミニウム、チタン、銅、またはPET、PEN、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、炭素、炭素繊維もしくは他のものなどの熱可塑性物質がある。使用される材料に関係なく、腐食を防止するために、耐食の保護皮膜が塗布されてよい。使用され得る特定の材料は、金、銀、銅、アルミニウム、白金ルテニウムを含み、DLC、CVDまたはPVDのコーティングなどが塗布され得る。その上、ワイヤが熱可塑性物質などの非導電材料で作製されている場合には、アセンブリにおいて機能するように導電性コーティングを適用するべきである。しかしながら、これは、材料で作製されたワイヤよりも導電性が低い可能性がある。導電性コーティングとして使用される材料に関する制約はない。たとえば、PVDFもしくはPTFEのようなバインダと組み合わせた炭素タイプ材料またはAu、Niもしくはパラジウムのような導電性粒子が使用され得るが、限定されるわけではない。

【0044】

図6は、燃料電池1に使用され得る、本発明による2つの流れ場構造体によって補強された、膜電極アセンブリの断面図を示す。膜電極アセンブリは、アノード電極層3およびカソード電極層4によって補強された膜2を備える。第1の流れ場構造体6および第2の流れ場構造体7は、それぞれ、セパレータプレート60、70、チャネル構造体620、720、分配器63、73、および対応する流れ場構造体における対応する凹部に配置されたガス拡散層5を備える。チャネル構造体620、720は、それぞれ、対応する流れ場チャネル62、72を備える。示された実施形態では、流れ場構造体6、7は、それぞれ、分配器63、73を対応するマニホール91に接続する分配チャネル61、71を備える。本発明で使用されるガス拡散層5は従来のガス拡散層よりも薄く、好ましい厚さは10~150 μm であり、より好ましくは25~65 μm であるが、限定されるわけではない。チャネル構造体720と触媒層3、4との間にガス拡散層を導入することにより、ガスおよび水が、ガス拡散層を塞ぐことなく通過するための十分な空間が得られるはずである。その上、層の間の接触リブが非常に狭いので、接触点における水の蓄積が完全に解消される。本発明で使用されるガス拡散層5は、チャネル構造体720に対する機械的支持として働き、またチャネル構造体720がガス拡散層5に対する機械的支持として働く。流れ場チャネル72を形成する構造体が非常に小さく、ガス拡散層5が薄いので、相互に支持し合う。理解され得るように、25~65 μm の層や、約200 μm の厚さを有する流れチャネルの取扱いおよび操作は、非常に面倒である。しかしながら、現在の構造体は、これを達成するための信頼できる手段を提供するものである。ガス拡散層は、触媒層との間の酸化剤および燃料の拡散のための多孔質組織を有する限り、任意の基板で作製

され得る。ガス拡散層はまた、層間の抵抗を低減するための優れた導電率特性を有するべきである。導電性粒子として使用され得るいくつかの基体がある。周知の現況技術材料のうちいくつかには、炭素、カーボンブラック、炭素粉、炭素粒子、またはカーボン紙/炭素布または他ものがある。混合物の中に疎水性を有する追加の基質があることも好ましい。疎水性基質は、混合物においてバインダとして働き、硬化後には構造体を維持する。また、疎水性基質は、ガスチャネルの方へ水を押し出す助けになる。使用され得る現況技術の疎水性粒子状物質のうちいくつかには、P V D F、P T F Eまたは類似の群からの他のものがある。混合物におけるバインダの量に対する明確な限界はない。しかしながら、推奨される質量百分率は、好ましくは5 ~ 80%であり、より好ましくは10 ~ 30%であるが、限定されるわけではない。導電率を向上するために、混合物に追加の基体を付加することが可能である。いくつかの例には、同一の族からの、金、白金、ルテニウムまたは他ものがある。以前に明示したように、ガス拡散層は薄いので、流れ場チャネルと一緒に製造するのが好ましい。ガス拡散層を製造するために使用され得る方法はいくつかある。たとえば、ガス拡散層は、タッチコーティング、スクリーン印刷、3D印刷または他の方法によって製造され得、ここで、使用される各機構向けに、混合物の構成および粘度が調整されるべきである。

10

【0045】

図7A ~ 図7Hは、本発明による流体案内アセンブリの一実施形態の製造プロセスの描写を示す。当業者なら、これは単なる例であり、他のいくつかの技法が提案され得ることを理解することができる。以下では、セルアセンブリの内部で直接使用され得る、チャネル構造体における流れ場チャネルと、ガス拡散層および分配器とを備える構造体を製造するために必要なステップが説明される。

20

【0046】

ステップ1 - 図7A：燃料電池用の流れ場チャネル72を形成するために、いくつかのワイヤが並んで配置される。チャネルの構造は限定されず、平行、蛇行形状、インターディジット型、またはそれらの組合せであり得る。

【0047】

ステップ2 - 図7B：ワイヤが適所に正確に配置して維持されるように、取付具が作製される。取付具を製造するためには、たとえば3D印刷、機械加工、または他もの、といったいくつかの方法がある。

30

【0048】

ステップ3 - 図7C：ワイヤが一旦固定され、張力をかけて維持されると、ワイヤの終端すなわち流れ場チャネル72の入口および出口に、2つの分配器73が置かれて固定される。

【0049】

ステップ4：部品を互いに融合させるために、使用される材料に基づいて、たとえばホットプレスといったいくつかの方法が使用され得る。それによって、アセンブリは一定期間にわたって固定温度で加圧される。

【0050】

ステップ5：部品を互いに融合させた後に室温まで冷却され、その後、ガス拡散層5が付付けられる。いくつかの可能性があり、たとえば、従来のガス拡散層5を使用すること、またはスクリーン印刷もしくは他の技法を用いて流れ場チャネル72の上にペーストを塗布することが可能である。

40

【0051】

ステップ6：ガス拡散層5を付けた後に、アセンブリは室温に保たれ、層および構造体の精度および均質を確認するために品質管理施策が実行される。

【0052】

ステップ7：アセンブリは硬化のためにオープンの中に置かれる。チャネル構造体72およびガス拡散層5の上に使用される材料に基づいて、いくつかの選択肢が利用可能である。たとえば、従来のオープンもしくは赤外線オープンまたはUV乾燥機が使用され得

50

る。ガス拡散層 5 としてペーストを使用する場合には、構造体は、混合物およびバインダを硬化させるために、たとえば約 350 まで加熱される。

【0053】

ステップ 8 : アセンブリを加熱した後に、オープンから出して室温まで冷却する。

【0054】

この構造体は、セルアセンブリに取り付けるための準備ができた。アノード側に使用されるアセンブリとカソード側に使用されるアセンブリとは、類似のものであり得、あるいは異なり得、たとえば、カソード側の構造体が圧力降下を低減するためにより大きい流れチャンネルを有してよく、または各種用途のために別々のガス拡散層を有してもよい。

【0055】

実施例として、 $50 \times 50 \text{ mm}^2$ の活性化領域を有する 1 つのセルアセンブリを製造するために、以下の構成要素が選択される。分配器 63、73 のために、高さ 2 mm、長さ 5 mm、幅 50 mm の、約 75 % の有孔率を有する樹脂タイプ材料が準備される。チャンネル構造体 620、720 のために、直径 0.4 mm で長さ 55 mm の炭素繊維ワイヤが準備され、互いに 0.3 mm の同一の距離で配置される。ガス拡散層 5 のために、カーボンブラック粉末、PTFE ディスパーションおよび界面活性剤が互いに混合され、カーボンブラックおよび PTFE の割合は 80 ~ 20 % に保たれた。これらの部品は、取付具を使用して互いに組み立てられる。チャンネル構造体の上に、スクリーン印刷機を使用してガス拡散層ペーストが塗布され、アセンブリは、オープンの中に、350 で 15 分間置かれる。セルのアノード側用の第 2 の構造体のために、類似のプロシージャが繰り返される。セパレータとして、平坦に圧縮された厚さ 4 mm のグラファイトプレートが使用される。加えて、アセンブリのために、EPDM 製の平坦な密封材が切断して準備される。膜電極アセンブリは以下のように製造される。電解質として、厚さ 0.15 mm のナフィオン膜が使用される。ナフィオン溶剤を使用して白金とカーボンブラックとを混合したものが、膜の両側に、それぞれ膜のカソード側に 0.4 mg/cm^2 、アノード側に 0.04 mg/cm^2 吹き付けられる。すべての層が、下から、グラファイトプレート、ガスケット、構造体 1、膜電極アセンブリ、構造体 2、ガスケット、グラファイトプレート、といった順に組み立てられた。アセンブリは、0.6 V の安定した電圧および 1.6 A/cm^2 の電流密度を用いて、約 75 で首尾よく試験された。

【符号の説明】

【0056】

- 1 燃料電池
- 2 膜
- 3 アノード電極層
- 4 カソード電極層
- 5 ガス拡散層
- 6 第 1 の流れ場構造体
- 60 セパレータプレート
- 61 分配チャンネル
- 62 流れ場チャンネル
- 620 チャンネル構造体
- 63 分配器
- 7 第 2 の流れ場構造体
- 70 セパレータプレート
- 71 分配チャンネル
- 72 流れ場チャンネル
- 720 チャンネル構造体
- 73 分配器
- 730 穴
- 731 スリット

10

20

30

40

50

- 9 0 燃料マニホールド
- 9 1 酸化剤マニホールド
- 9 2 冷媒マニホールド
- A 活性化領域

【図面】

【図 1】

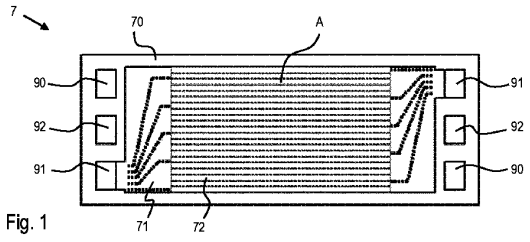


Fig. 1

【図 2】

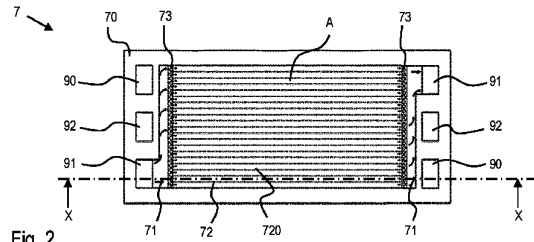


Fig. 2

【図 3】

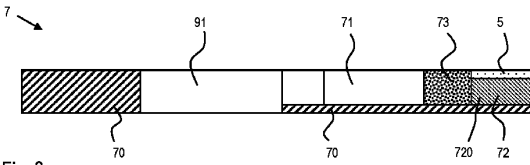


Fig. 3

【図 4 A】

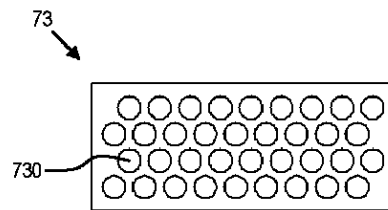


Fig. 4A

10

20

30

40

50

【 図 4 B 】

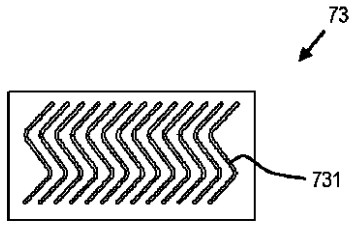


Fig. 4B

【 図 5 A 】

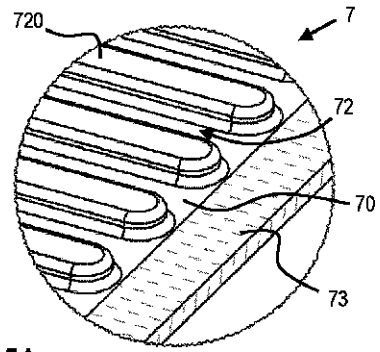


Fig. 5A

【 図 5 B 】

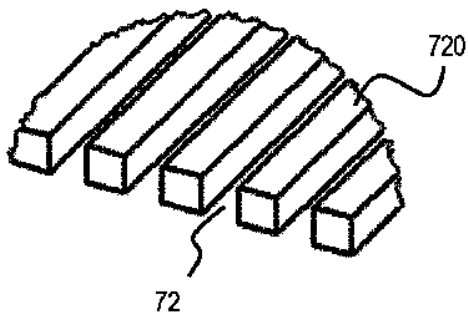


Fig. 5B

【 図 6 】

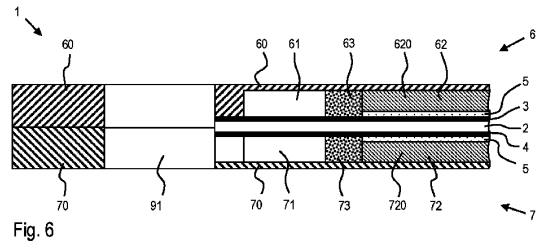


Fig. 6

10

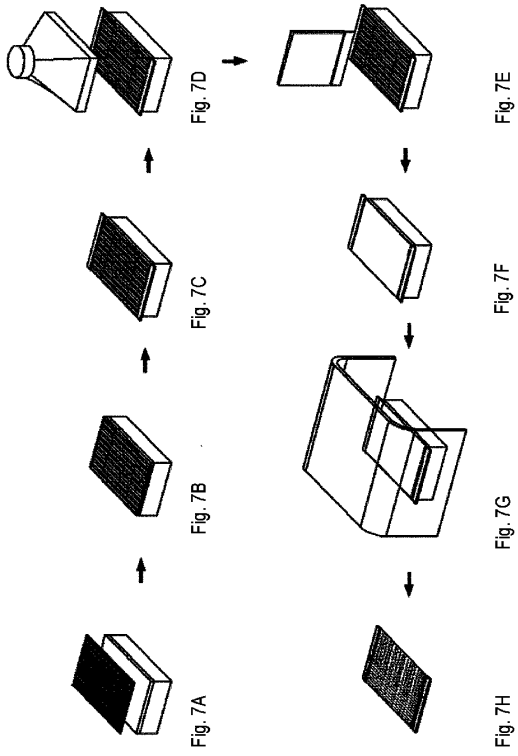
20

30

40

50

【 7 A - 7 H 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-141695(JP,A)
特開2011-076823(JP,A)
特開2010-257869(JP,A)
特開2013-206636(JP,A)
特開平06-290795(JP,A)
特表2008-523561(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01M 8/02
H01M 4/86 - 4/98
H01M 8/10