

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2021-511630

(P2021-511630A)

(43) 公表日 令和3年5月6日(2021.5.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/02 (2016.01)	HO 1 M 8/02	4 K O 2 1
HO 1 M 8/10 (2016.01)	HO 1 M 8/10 1 O 1	5 H 1 2 6
HO 1 M 8/0228 (2016.01)	HO 1 M 8/0228	
HO 1 M 8/0245 (2016.01)	HO 1 M 8/0245	
HO 1 M 8/0258 (2016.01)	HO 1 M 8/0258	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2020-539188 (P2020-539188)  
 (86) (22) 出願日 平成31年1月17日 (2019.1.17)  
 (85) 翻訳文提出日 令和2年9月9日 (2020.9.9)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2019/013950  
 (87) 国際公開番号 W02019/143781  
 (87) 国際公開日 令和1年7月25日 (2019.7.25)  
 (31) 優先権主張番号 62/618, 223  
 (32) 優先日 平成30年1月17日 (2018.1.17)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

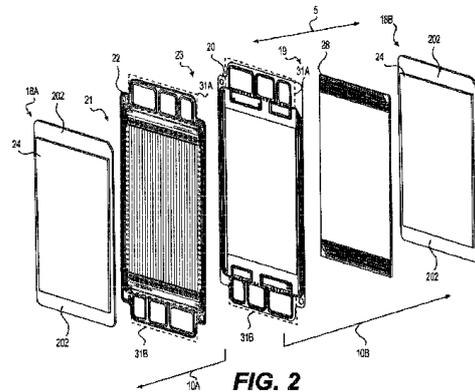
(71) 出願人 505163578  
 ヌヴェラ・フュエル・セルズ, エルエルシー  
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州01821, ビルリカ, コンコルド・ロード 129, ビルディング 1  
 (74) 代理人 100118902  
 弁理士 山本 修  
 (74) 代理人 100106208  
 弁理士 宮前 徹  
 (74) 代理人 100120112  
 弁理士 中西 基晴  
 (74) 代理人 100196508  
 弁理士 松尾 淳一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料セルプレートおよび流れ構造設計

(57) 【要約】

電気化学セルスタックは、長手方向軸に沿って積層される電気化学セルを有する。電気化学セルは、カソード触媒層、アノード触媒層、およびそれらのカソード触媒層とアノード触媒層との間の高分子膜を伴う膜電極接合体 (MEA) を有する。電気化学セルは、アノードプレートおよびカソードプレートであって、MEAが、それらのアノードプレートとカソードプレートとの間に介在させられる、アノードプレートおよびカソードプレートと、カソードプレートと触媒層との間のカソード流れ場とを有する。アノードプレートまたはカソードプレートは、コーティングされない316ステンレス鋼から形成される。カソードまたはアノードプレート的一部分は、約0.127 μm (5 μインチ) から約0.889 μm (35 μインチ) の算術平均粗さを有する。カソード流れ場は、多孔質構造である。MEAに面する多孔質構造の側の表面領域は、平滑であり、MEAのサブガスケットと位置合わせする。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

長手方向軸に沿って積層される複数の電気化学セルを備えた電気化学セルスタックであって、前記複数の電気化学セルのうちの1つまたは複数は、

カソード触媒層、アノード触媒層、および、前記カソード触媒層と前記アノード触媒層との間に介在させられる高分子膜を備えた膜電極接合体と、

アノードプレートおよびカソードプレートであって、前記膜電極接合体は前記アノードプレートと前記カソードプレートとの間に介在させられる、アノードプレートおよびカソードプレートと、

前記カソードプレートと前記カソード触媒層との間に配置されるカソード流れ場であって、多孔質構造を備えたカソード流れ場とを備えた、電気化学セルスタック。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記アノードプレートは、前記アノード触媒層に面するアノード流れ場を形成する複数のチャンネルを規定する、電気化学セルスタック。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記アノードプレートまたは前記カソードプレートのうちの少なくとも1つは、コーティングされない 316 ステンレス鋼合金から形成される、電気化学セルスタック。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記アノードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約  $0.3302 \mu\text{m}$  ( $13 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.7112 \mu\text{m}$  ( $28 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セルスタック。

## 【請求項 5】

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記アノードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約  $0.127 \mu\text{m}$  ( $5 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.889 \mu\text{m}$  ( $35 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セルスタック。

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記アノードプレートのすべての表面は、約  $0.3302 \mu\text{m}$  ( $13 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.7112 \mu\text{m}$  ( $28 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セルスタック。

30

## 【請求項 7】

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記カソードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約  $0.3302 \mu\text{m}$  ( $13 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.7112 \mu\text{m}$  ( $28 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セルスタック。

## 【請求項 8】

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記カソードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約  $0.127 \mu\text{m}$  ( $5 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.889 \mu\text{m}$  ( $35 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セルスタック。

40

## 【請求項 9】

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記カソードプレートのすべての表面は、約  $0.3302 \mu\text{m}$  ( $13 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.7112 \mu\text{m}$  ( $28 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セルスタック。

## 【請求項 10】

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記多孔質構造は、平滑である、前記多孔質構造の第 1 の側の1つまたは複数の表面領域を有し、前記1つまたは複数の表面領域は、前記膜電極接合体に面し、前記1つまたは複数の表面領域は、前記膜電極接合体のサブガスカートと合わせられた、電気化学セルスタック。

## 【請求項 11】

50

請求項 1 に記載の電気化学セルスタックであって、前記多孔質構造の第 1 の側は、前記第 1 の側の算術平均粗さが約  $2.54 \mu\text{m}$  ( $100 \mu\text{インチ}$ ) 未満であるように平滑であり、前記第 1 の側は、前記膜電極接合体に面する、電気化学セルスタック。

【請求項 1 2】

カソード触媒層、アノード触媒層、および、前記カソード触媒層と前記アノード触媒層との間に介在させられる高分子膜を備えた膜電極接合体と、

アノードプレートおよびカソードプレートであって、前記膜電極接合体は前記アノードプレートと前記カソードプレートとの間に介在させられる、アノードプレートおよびカソードプレートと、

前記カソードプレートと前記カソード触媒層との間に配置されるカソード流れ場であって、多孔質構造を備えたカソード流れ場とを備えた電気化学セル。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の電気化学セルであって、前記アノードプレートは、前記アノード触媒層に面するアノード流れ場を形成する複数のチャンネルを規定する、電気化学セル。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 に記載の電気化学セルであって、前記アノードプレートまたは前記カソードプレートのうちの少なくとも 1 つは、コーティングされない 316 ステンレス鋼合金から形成される、電気化学セル。

【請求項 1 5】

請求項 1 2 に記載の電気化学セルであって、前記アノードプレート上の 1 つまたは複数の表面の、1 つまたは複数の一部分は、約  $0.3302 \mu\text{m}$  ( $13 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.7112 \mu\text{m}$  ( $28 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セル。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 2 に記載の電気化学セルであって、前記アノードプレート上の 1 つまたは複数の表面の、1 つまたは複数の一部分は、約  $0.127 \mu\text{m}$  ( $5 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.889 \mu\text{m}$  ( $35 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セル。

【請求項 1 7】

請求項 1 2 に記載の電気化学セルであって、前記アノードプレートのすべての表面は、約  $0.3302 \mu\text{m}$  ( $13 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.7112 \mu\text{m}$  ( $28 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セル。

30

【請求項 1 8】

請求項 1 2 に記載の電気化学セルであって、前記カソードプレート上の 1 つまたは複数の表面の、1 つまたは複数の一部分は、約  $0.3302 \mu\text{m}$  ( $13 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.7112 \mu\text{m}$  ( $28 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セル。

【請求項 1 9】

請求項 1 2 に記載の電気化学セルであって、前記カソードプレート上の 1 つまたは複数の表面の、1 つまたは複数の一部分は、約  $0.127 \mu\text{m}$  ( $5 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.889 \mu\text{m}$  ( $35 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セル。

【請求項 2 0】

請求項 1 2 に記載の電気化学セルであって、前記カソードプレートのすべての表面は、約  $0.3302 \mu\text{m}$  ( $13 \mu\text{インチ}$ ) から約  $0.7112 \mu\text{m}$  ( $28 \mu\text{インチ}$ ) の算術平均粗さを有する、電気化学セル。

40

【請求項 2 1】

請求項 1 2 に記載の電気化学セルであって、前記多孔質構造は、平滑である、前記多孔質構造の第 1 の側の 1 つまたは複数の表面領域を有し、前記 1 つまたは複数の表面領域は、前記膜電極接合体に面し、前記 1 つまたは複数の表面領域は、前記膜電極接合体のサブガスケットと合わせられた、電気化学セル。

【請求項 2 2】

カソードプレートと膜電極接合体との間に配置されるカソード流れ場を備えた電気化学セ

50

ルであって、

前記カソード流れ場は多孔質構造を備え、

前記多孔質構造の第1の側の1つまたは複数の表面領域は平滑であり、

前記第1の側は前記膜電極接合体に面し、

前記1つまたは複数の表面領域のうちの少なくとも1つは、前記膜電極接合体のサブガスケットと合わせられた、

電気化学セル。

【請求項23】

請求項22に記載の電気化学セルであって、前記多孔質構造の前記第1の側全体は、平滑な表面である、電気化学セル。

10

【請求項24】

請求項22に記載の電気化学セルであって、前記1つまたは複数の表面領域は、約2.54 μm (100 μインチ)未満の算術平均粗さを有する、電気化学セル。

【請求項25】

請求項22に記載の電気化学セルであって、前記多孔質構造の第2の側は第1のカソード分配チャンネルおよび第2のカソード分配チャンネルを有し、該第1のカソード分配チャンネルおよび第2のカソード分配チャンネルは、前記カソードプレートに面する前記多孔質構造の表面内の凹所に据えられる、電気化学セル。

【請求項26】

請求項25に記載の電気化学セルであって、前記多孔質構造は、前記第1のカソード分配チャンネルおよび前記第2のカソード分配チャンネルの全体を通して形成される複数の支持特徴部を含む、電気化学セル。

20

【請求項27】

請求項22に記載の電気化学セルであって、前記多孔質構造は、少なくともニッケルおよびクロムを含む、電気化学セル。

【請求項28】

請求項27に記載の電気化学セルスタックであって、前記多孔質構造は、約60質量%から約80質量%のニッケル濃度、および、約20質量%から約40質量%のクロム濃度を含み、前記多孔質構造の少なくとも1つの表面は、約3質量%から約50質量%のクロム濃度を含む、電気化学セルスタック。

30

【請求項29】

請求項27に記載の電気化学セルスタックであって、前記多孔質構造は、約3%から約6%のクロム濃度、約10%から約20%のスズ濃度、および、約74%から約87%のニッケル濃度を含む、電気化学セルスタック。

【請求項30】

請求項29に記載の電気化学セルスタックであって、前記多孔質構造の少なくとも1つの表面は、約10質量%から約45質量%のクロム濃度を含む、電気化学セルスタック。

【請求項31】

請求項27に記載の電気化学セルスタックであって、前記多孔質構造の第1の表面は、反対の第2の表面より高いクロム濃度を有する、電気化学セルスタック。

40

【請求項32】

請求項31に記載の電気化学セルスタックであって、前記第1の表面は、約3質量%から約50質量%の範囲に及ぶクロム濃度を有し、前記第2の表面は、約3質量%未満のクロム濃度を有する、電気化学セルスタック。

【請求項33】

請求項4から8のいずれか一項に記載の電気化学セルスタックであって、前記粗さは、前記アノードプレートまたはカソードプレート上へと、スタンピング、エッチング、研磨、または圧延加工される、電気化学セルスタック。

【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

[001]本出願は、2018年1月17日に出願された、米国仮出願第62/618,223号の利益を主張するものであり、その米国仮出願は、その全体が参照により組み込まれている。

## 【0002】

[002]本開示は、電気化学セル、より詳細には、改善されたプレートおよび流れ構造表面設計を伴う電気化学セルを対象とする。

## 【背景技術】

## 【0003】

[003]普通は燃料セルまたは電解セルと分類される電気化学セルは、化学反応から電流を発生させる、または、電流の流れを使用して化学反応を誘導するために使用されるデバイスである。例えば、燃料セルは、燃料（例えば、水素、天然ガス、メタノール、ガソリン、その他）および酸化剤（空気または酸素）の化学エネルギーを、電気、ならびに、熱および水の廃棄生成物へと変換する。基本的な燃料セルは、負帯電アノードと、正帯電カソードと、電解質と呼ばれるイオン伝導材料とを備える。

## 【0004】

[004]異なる燃料セル技術は、異なる電解質材料を利用する。プロトン交換膜（PEM）燃料セルは、例えば、電解質として高分子イオン伝導膜を利用する。水素PEM燃料セルにおいて、水素原子が、アノードにおいて電子およびプロトン（水素イオン）へと電気化学的に分けられる。電子は、次いで、回路を回ってカソードに流れ、電気を発生させ、一方で、プロトンは、電解質膜を回ってカソードに拡散する。カソードにおいて、水素プロトンは、電子および酸素（カソードに供給される）と組み合わせさせて、水および熱を生成する。

## 【0005】

[005]電解セルは、逆に動作させられる燃料セルを表す。基本的な電解セルは、外部電位が付与されるときに、水を水素および酸素ガスへと分解することにより、水素発生器として機能する。水素燃料セルまたは電解セルの基本的な技術は、電気化学的水素圧縮、精製、または膨張などの電気化学的水素操作に応用され得る。電気化学的水素操作は、水素管理に対して従前から使用される機械的システムに対する存立可能な代替案として出現した。エネルギー担体としての水素の成功裏の商業化、および、「水素経済」の長期の持続可能性は、主として、燃料セル、電解セル、および他の水素操作/管理システムの、効率およびコスト有効度に依存する。

## 【0006】

[006]動作において、単一の燃料セルは、一般的には、約1ボルトを発生させることができる。所望される量の電力を得るために、個々の燃料セルは、燃料セルスタックを形成するために組み合わせられ、燃料セルは、順次的に一体に積層される。各々の燃料セルは、カソードと、電解質膜と、アノードとを含み得る。カソード/膜/アノード接合体は、典型的にはバイポーラプレートにより両方の側で支持される、「膜電極接合体」すなわち「MEA」の構成物である。反応物ガス、すなわち、燃料（例えば、水素）および酸化剤（例えば、空気または酸素）が、流れ場を通してMEAの電極に供給される。機械的支持を提供することに加えて、バイポーラプレート（さらには流れ場プレートまたはセパレータプレートとして知られている）は、スタック内の個々のセルを物理的に分離し、一方で、それらのセルを電氣的に接続する。燃料セルスタックは、燃料および酸化剤を、アノードおよびカソード流れ場それぞれに導くための、マニホールドおよび入口ポートを含み得る。燃料セルスタックは、さらには、過剰燃料および酸化剤を駆逐するための、排気マニホールドおよび出口ポートを含む。燃料セルスタックは、さらには、燃料セルスタックにより発生させられる熱を駆逐する助けとなる冷却剤流体を循環させるためのマニホールドを含み得る。

## 【0007】

10

20

30

40

50

[007]製造のコストを減少しながら、燃料セルの信頼性、性能特性、および堅牢性を改善することの継続する必要性が存する。例えば、燃料セルスタック内の構成要素の間の接触抵抗を減少することがしばしば望ましく、そのことは、化学反応が燃料セルスタックの中で起こるレートを増大することができる。一部の先の燃料セルスタックにおいて、セルの中のプレートは、接触抵抗を低下させるためにコーティングされてきた。しかしながら、コーティングされたプレートは、普通、燃料セルスタックを製造するコストを増大する。一部の事例において、接触抵抗を減少するためにコーティングを塗布することは、法外なコストになり得る。そのようなコーティングに対する代替案が、それゆえに望ましくあり得る。

【0008】

10

[008]加えて、燃料セルのMEAにわたる燃料および/または酸化剤がリークすること（例えば、クロスオーバー）を防止するために、MEAを包囲するガスケットが、アノードおよびカソード区画を分離するために利用されてきた。しかしながら、ガスケットが、隣接する構造（例えば、流れ場構造）により破壊されるリスクを回避または低減するために、ガスケットの厚さが増大されてきたが、このことは、燃料セルの総体的な厚さおよび/または体積が増大することを結果的に生じさせることがある。より厚いガスケットを使用してガスケット破壊を防止することに対する代替案が、それゆえに望ましくあり得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

20

[009]開示される燃料セルプレートおよび流れ構造設計は、上記で論述された1つもしくは複数の問題、および/または、既存の技術に関する他の問題を克服することを対象とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

[010]1つの態様において、本開示は、電気化学セルスタックを対象とする。電気化学セルスタックは、長手方向軸に沿って積層される複数の電気化学セルを備え得る。複数の電気化学セルのうちの1つまたは複数は、カソード触媒層、アノード触媒層、およびカソード触媒層とアノード触媒層との間に介在させられる高分子膜を含む膜電極接合体を含み得る。複数の電気化学セルのうちの1つまたは複数は、さらには、アノードプレートおよびカソードプレートであって、膜電極接合体が、それらのアノードプレートとカソードプレートとの間に介在させられる、アノードプレートおよびカソードプレートと、カソードプレートとカソード触媒層との間に配置されるカソード流れ場とを含み得る。カソード流れ場は、多孔質構造を含み得る。アノードプレートは、アノード触媒層に面するアノード流れ場を形成する複数のチャンネルを規定し得る。アノードプレートまたはカソードプレートのうちの少なくとも1つは、コーティングされない316ステンレス鋼合金から形成され得る。アノードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約0.3302 μm (13 μインチ) から約0.7112 μm (28 μインチ) の算術平均粗さを有し得る。アノードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約0.127 μm (5 μインチ) から約0.889 μm (35 μインチ) の算術平均粗さを有し得る。複数の電気化学セルのうちの1つまたは複数は、すべての表面が約0.3302 μm (13 μインチ) から約0.7112 μm (28 μインチ) の算術平均粗さを有するアノードプレートを含み得る。複数の電気化学セルのうちの1つまたは複数は、約0.3302 μm (13 μインチ) から約0.7112 μm (28 μインチ) の算術平均粗さを有する、カソードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分を含み得る。複数の電気化学セルのうちの1つまたは複数は、約0.127 μm (5 μインチ) から約0.889 μm (35 μインチ) の算術平均粗さを有する、カソードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分を含み得る。複数の電気化学セルのうちの1つまたは複数は、すべての表面が約0.3302 μm (13 μインチ) から約0.7112 μm (28 μインチ) の算術平均粗さを有するカソードプレートを含

30

40

50

み得る。複数の電気化学セルのうちの1つまたは複数は、多孔質構造を含み得るものであり、その多孔質構造は、平滑である、多孔質構造の第1の側の1つまたは複数の表面領域を有し、1つまたは複数の表面領域は、膜電極接合体に面し、1つまたは複数の表面領域は、膜電極接合体のサブガセットと位置合わせする。多孔質構造の第1の側は、第1の側の算術平均粗さが約 $2.54\ \mu\text{m}$  ( $100\ \mu\text{インチ}$ )未満であるように平滑であり得るものであり、第1の側は、膜電極接合体に面し得る。

【0011】

[011]別の態様において、本開示は、電気化学セルを対象とする。電気化学セルは、カソード触媒層、アノード触媒層、およびカソード触媒層とアノード触媒層との間に介在させられる高分子膜を備える膜電極接合体を含み得る。電気化学セルは、さらには、アノードプレートおよびカソードプレートであって、膜電極接合体が、それらのアノードプレートとカソードプレートとの間に介在させられ、カソードプレートが、カソード触媒層に隣接して配置される、アノードプレートおよびカソードプレートを含み得る。電気化学セルは、カソードプレートとカソード触媒層との間に配置されるカソード流れ場であって、多孔質構造を含む、カソード流れ場を含み得る。アノードプレートは、アノード触媒層に面するアノード流れ場を形成する複数のチャンネルを規定し得る。アノードプレートまたはカソードプレートのうちの少なくとも1つは、コーティングされない316ステンレス鋼合金から形成され得る。アノードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約 $0.3302\ \mu\text{m}$  ( $13\ \mu\text{インチ}$ )から約 $0.7112\ \mu\text{m}$  ( $28\ \mu\text{インチ}$ )の算術平均粗さを有し得る。アノードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約 $0.127\ \mu\text{m}$  ( $5\ \mu\text{インチ}$ )から約 $0.889\ \mu\text{m}$  ( $35\ \mu\text{インチ}$ )の算術平均粗さを有し得る。電気化学セルは、すべての表面が約 $0.3302\ \mu\text{m}$  ( $13\ \mu\text{インチ}$ )から約 $0.7112\ \mu\text{m}$  ( $28\ \mu\text{インチ}$ )の算術平均粗さを有するアノードプレートを含み得る。カソードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約 $0.3302\ \mu\text{m}$  ( $13\ \mu\text{インチ}$ )から約 $0.7112\ \mu\text{m}$  ( $28\ \mu\text{インチ}$ )の算術平均粗さを有し得る。カソードプレート上の1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約 $0.127\ \mu\text{m}$  ( $5\ \mu\text{インチ}$ )から約 $0.889\ \mu\text{m}$  ( $35\ \mu\text{インチ}$ )の算術平均粗さを有し得る。電気化学セルは、すべての表面が約 $0.3302\ \mu\text{m}$  ( $13\ \mu\text{インチ}$ )から約 $0.7112\ \mu\text{m}$  ( $28\ \mu\text{インチ}$ )の算術平均粗さを有するカソードプレートを含み得る。多孔質構造は、平滑である、多孔質構造の第1の側の1つまたは複数の表面領域を有し得る。1つまたは複数の表面領域は、膜電極接合体に面し得る。1つまたは複数の表面領域は、膜電極接合体のサブガセットと位置合わせし得る。

【0012】

[012]別の態様において、本開示は、カソードプレートと膜電極接合体との間に配置されるカソード流れ場を伴う電気化学セルを対象とする。カソード流れ場は、多孔質構造を含み得る。多孔質構造の第1の側の1つまたは複数の表面領域は、平滑であり得る。第1の側は、膜電極接合体に面し得るものであり、1つまたは複数の表面領域のうちの少なくとも1つは、膜電極接合体のサブガセットと位置合わせし得る。多孔質構造の、第1の側全体は、平滑な表面であり得る。1つまたは複数の表面領域は、約 $2.54\ \mu\text{m}$  ( $100\ \mu\text{インチ}$ )未満の算術平均粗さを有する。多孔質構造の第2の側は、カソードプレートに面する多孔質構造の表面内の凹所に据えられる、第1のカソード分配チャンネルと、第2のカソード分配チャンネルとを有し得る。多孔質構造は、第1のカソード分配チャンネルおよび第2のカソード分配チャンネルの全体を通して形成される複数の支持特徴部を含み得る。多孔質構造は、少なくともニッケル、スズ、およびクロムを含み得る。多孔質構造は、約60質量%から約80質量%のニッケル濃度、および、約20質量%から約40質量%のクロム濃度を含み得るものであり、多孔質構造の少なくとも1つの表面は、約3質量%から約50質量%のクロム濃度を含み得る。多孔質構造は、約3%から約6%のクロム濃度、約10%から約20%のスズ濃度、および、約74%から約87%のニッケル濃度を有し得る。多孔質構造の少なくとも1つの表面は、約10質量%から約45質量%のクロム濃度を含み得る。多孔質構造の第1の表面は、反対の第2の表面より高いクロム濃度を有

10

20

30

40

50

し得る。第 1 の表面は、約 3 質量 % から約 50 質量 % の範囲に及ぶクロム濃度を有し得るものであり、第 2 の表面は、約 3 質量 % 未満のクロム濃度を有する。

【0013】

[013] 上述の全体的な説明、および、後に続く詳細な説明の両方は、請求される際、本開示について、単に例示的および解説的であり、限定的ではないということが理解されるべきである。

【0014】

[014] 本明細書に組み込まれ、本明細書の部分の構成物である、添付図面は、本開示の実施形態を例解し、説明とともに、本開示の原理を解説するように働く。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】 [015] 例示的な実施形態による、一体に積層される複数の電気化学セル（例えば、燃料セル）の側面概略図である。

【図 2】 [016] 例示的な実施形態による、図 1 の隣接する燃料セルの一部分の部分的に分解された側面斜視図である。

【図 3】 [017] 例示的な実施形態による、図 2 のアノードプレートの正面図である。

【図 4】 [018] 例示的な実施形態による、図 2 のカソードプレートの正面図である。

【図 5】 [019] 例示的な実施形態による、図 2 のカソード流れ場の正面図である。

【図 6】 [020] 例示的な実施形態による、図 2 のカソード流れ場の背面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

[021] 本開示の例示的な実施形態に対する言及が、今から詳細に為されることになり、それらの実施形態の例が、添付図面において例解される。可能である場合はいつでも、同じ参照番号が、同じまたは類する部分を指すために、図面の全体を通して使用されることになる。電気を発生させるための電気化学セルとの関係において説明されるが、本開示のデバイスおよび方法は、電解セル、水素精製器、水素エキスパンダ、および水素ポンプを含むが、それらに制限されない、様々なタイプの燃料セルまたは電気化学セルによって用いられ得るとということが理解される。

【0017】

[022] 本明細書の全体を通して、用語「概して平行な」および「概して垂直な」は、軸、平面、または、他の構成要素との関係において、1 つまたは複数の構成要素の配置構成を説明するために使用され得る。「概して平行な」または「概して垂直な」と配置構成を説明するときに許容され得る、平行および垂直からのずれの度は変動し得る。許されるずれは、例えば、約 10 度未満のずれ、約 5 度未満のずれ、および、約 3 度未満のずれ、約 2 度未満のずれ、および、約 1 度未満のずれなど、約 20 度未満の外れであり得る。

【0018】

[023] 図 1 は、例示的な実施形態による、燃料セルスタック 11 の少なくとも一部分を形成するために、長手方向軸 5 に沿って一体に積層される複数の電気化学セル、例えば、燃料セル 10 の側面概略側面図である。燃料セル 10 は、一括して膜電極接合体 (MEA) 18 と呼称され得る、さらには本明細書においてカソードと呼称され得るカソード触媒層 12 と、さらには本明細書においてアノードと呼称され得るアノード触媒層 14 と、カソード触媒層 12 とアノード触媒層 14 との間に配設されるプロトン交換膜 (PEM) 16 とを備えることができる。PEM 16 は、純粋な高分子膜、または、他の材料を伴う複合膜を含むことができ、例えば、シリカ、ヘテロポリ酸、層状金属リン酸塩、リン酸塩、およびリン酸ジルコニウムが、高分子マトリクス内に埋め込まれ得る。PEM 16 は、プロトンに対して透過性であり得るものであり、一方で、電子を伝導しない。カソード触媒層 12 およびアノード触媒層 14 は、触媒を内包する多孔質炭素電極を含むことができる。例えば、白金、白金 - コバルト合金、または非白金族金属であり得る触媒材料が、酸素および燃料の反応を増大することができる。一部の実施形態において、カソード触媒層 12 およびアノード触媒層 14 は、約 1  $\mu\text{m}$  の平均孔サイズを有し得る。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 9 】

[024]燃料セル10は、2つのバイポーラプレート、例えば、カソードプレート20およびアノードプレート22を備えることができる。カソードプレート20は、カソード触媒層12に隣接して配置され得るものであり、アノードプレート22は、アノード触媒層14に隣接して配置され得る。MEA18は、カソードプレート20とアノードプレート22との間に介在させられ、それらのプレートの中で囲繞され得る。カソード区画19が、MEA18とカソードプレート20との間に形成され得るものであり、アノード区画21が、MEA18とアノードプレート22との間に形成され得る。カソードプレート20およびアノードプレート22は、電流コレクタの役割を果たし、それぞれの電極表面（例えば、アノード触媒層14およびカソード触媒層12）への燃料および酸化剤に対するアクセス流れ通路を提供し、燃料セル10の動作の間に形成される水の除去のための流れ通路を提供することができる。カソードプレート20およびアノードプレート22は、さらには、冷却剤流体（例えば、水、グリコール、または、水グリコール混合物）に対する流れ通路を規定することができる。例えば、隣接する燃料セル10のカソードプレート20とアノードプレート22との間に、冷却剤区画23が形成され得るものであり、その冷却剤区画23は、隣接する燃料セル10の間で冷却剤流体を循環させるように構成される。燃料セル10により発生させられる熱は、冷却剤流体に伝達され、冷却剤流体の循環により別のところに搬送され得る。カソードプレート20およびアノードプレート22は、例えば、アルミニウム、鋼、ステンレス鋼、チタン、銅、Ni-Cr合金、グラファイト、または、任意の他の適した電気伝導性材料から作製され得る。

10

20

## 【 0 0 2 0 】

[025]一部の実施形態において、例えば、図1において例解されるように、燃料セル10は、さらには、MEA18の各々の側で、燃料セル10の中に、電気伝導性ガス拡散層（例えば、カソードガス拡散層24およびアノードガス拡散層26）を含み得る。ガス拡散層24、26は、セルの中でのガスおよび液体の輸送を可能にする拡散媒体として働き、電氣的にカソードプレート20、アノードプレート22と、MEA18との間の伝導を提供し、燃料セル10からの熱およびプロセス水の除去において助力となり、一部の事例において、PEM16に対する機械的支持を提供し得る。ガス拡散層24、26は、PEM16に面する側にコーティングされるカソード触媒層12およびアノード触媒層14を伴う、織布または不織布の炭素布を含むことができる。一部の実施形態において、カソード触媒層12およびアノード触媒層14は、隣接するGDL24、26またはPEM16のいずれか上へとコーティングされ得る。一部の実施形態において、ガス拡散層24、26は、約10 $\mu$ mの平均孔サイズを有し得る。

30

## 【 0 0 2 1 】

[026]燃料セル10は、MEA18の各々の側に配置される流れ場をさらに含み得る。例えば、燃料セル10は、本明細書においてさらに説明されるように、カソードプレート20とGDL24との間に配置される多孔質構造を含み得るカソード流れ場28と、アノードプレート22により形成され得るアノード流れ場30とを含み得る。流れ場は、MEA18の各々の側の燃料および酸化剤が、場を通過して流れる、および、MEA18に達することを可能にするように構成され得る。これらの流れ場は、カソードおよびアノード触媒層12、14への、燃料および酸化剤の均一な分配を手助けし得る。触媒層12、14への、燃料および酸化剤の均一な分配は、燃料セル10の性能を増大し得る。GDL24は、カソード流れ場28からのカソード触媒層12の機械的保護を提供し得る。

40

## 【 0 0 2 2 】

[027]図1においての1つの燃料セル10のみが、カソード触媒層12、アノード触媒層14、プロトン交換膜16、膜電極接合体(MEA)18、カソード区画19、カソードプレート20、アノード区画21、アノードプレート22、冷却剤区画23、ガス拡散層24、ガス拡散層26、カソード流れ場28、およびアノード流れ場30に対する参照番号を含むが、スタック11の他の燃料セル10は、同じ要素を含み得るということが理解されるべきである。

50

## 【 0 0 2 3 】

[028]燃料セルスタック 1 1 は、さらには、燃料セル 1 0 の積層されるカソードプレート 2 0 およびアノードプレート 2 2 の系列により規定される長手方向軸 5 に沿って延びる複数の流体マニホールド 3 1 A、3 1 B を含み得る。流体マニホールド 3 1 A、3 1 B は、燃料（例えば、水素）および酸化剤（例えば、酸素）を各々の燃料セル 1 0 の M E A 1 8 にフィードし、反応物生成物（例えば、未反応の燃料、未反応の酸化剤、および水）を各々の燃料セルの M E A 1 8 から排出するために構成され得る。流体マニホールド 3 1 A、3 1 B は、さらには、冷却剤流体を、冷却剤区画 2 3 を通してフィードおよび排出するために構成され得る。流体マニホールド 3 1 A、3 1 B、カソード区画 1 9、アノード区画 2 1、および冷却剤区画 2 3 を通る流れの方向は変動し得る。例えば、一部の実施形態において、マニホールドおよび区画を通る流れは並流であり得るものであり、一方で、他の実施形態において、流れ経路のうちの 1 つまたは複数は向流であり得る。例えば、一部の実施形態において、アノード区画 2 1 を通る燃料の流れは、カソード区画 1 9 を通る酸化剤の流れに対して向流であり得る。流体マニホールド 3 1 A、3 1 B は、通路およびポートを介して M E A 1 8 に流体接続し得る。特定のマニホールド、通路、およびポートが、本明細書において「フィード」、「排出」、「入口」または「出口」として識別されることがあるが、これらの名称は、流れの方向に基づいて決定され得るものであり、流れの方向は、切り替えられ得るといことが理解されるべきである。流れの方向を変化させることは、これらの名称を変化させ得る。

10

## 【 0 0 2 4 】

[029]図 2 は、隣接する燃料セル 1 0 の一部分の部分的に分解された側面斜視図を示す。例えば、図 2 は、1 つの燃料セル 1 0 A の M E A 1 8 A、G D L 2 4 A、およびアノードプレート 2 2、ならびにさらには、隣接する燃料セル 1 0 B のカソードプレート 2 0、カソード流れ場 2 8、M E A 1 8 B、および G D L 2 4 B を示す。アノード区画 2 1 は、M E A 1 8 A とアノードプレート 2 2 との間に形成され得る。冷却剤区画 2 3 は、隣接するアノードプレート 2 2 とカソードプレート 2 0 との間に形成され得る。カソード区画 1 9 は、カソードプレート 2 0 と M E A 1 8 B との間に形成され得る。カソード区画 1 9 は、カソード流れ場 2 8 を内包し得る。図 2 において示されるように、燃料セル 1 0 は、さらには上部および下部流体マニホールドと呼称され得る、流体マニホールド 3 1 A、3 1 B を含み得る。流体マニホールド 3 1 A および 3 1 B は、長手方向軸 5 に沿って延び得る。M E A 1 8 A、1 8 B は、P E M 1 6 の周りにサブガスカート 2 0 2 を備え得る。サブガスカート 2 0 2 は、プラスチックから作製され得る。所与の M E A（例えば、M E A 1 8 A）のサブガスカート 2 0 2 は、アノード区画 2 1 の中の燃料が、M E A（例えば、M E A 1 8 A）の他方の側のカソード区画 1 9（図示せず）内へとリークすることを防止し得る。

20

30

## 【 0 0 2 5 】

[030]図 3 は、例示的な実施形態による、アノードプレート 2 2 の正面図である。図 3 において可視の側は、M E A 1 8 のアノード側（すなわち、アノード触媒層 1 4 およびガス拡散層 2 6）に面し、アノード区画 2 1 の 1 つの側を規定するように構成される側である（例えば、図 1 および 2 を確認されたい）。アノードプレート 2 2 は、いろいろなセクションを含み得る。これらのセクションは、例えば、第 1 のマニホールドセクション 3 1 A および第 2 のマニホールドセクション 3 1 B、第 1 のアノード分配チャネル 6 8 および第 2 のアノード分配チャネル 7 0 などの分配チャネルセクション、ならびに、アノード流れ場 3 0 を含み得る。図 3 において示されるように、アノードプレート 2 2 は、第 1 のマニホールドセクション 3 1 A 内に、アノードフィードマニホールド 3 2 と、カソード排出マニホールド 5 4 と、冷却剤フィードマニホールド 5 6 とを含み得るものであり、一方で、第 2 のマニホールドセクション 3 1 B は、アノード排出マニホールド 4 2 と、カソードフィードマニホールド 4 4 と、冷却剤排出マニホールド 6 2 とを含み得る。各々のマニホールドに対する入口および出口の名称は、例えば、燃料セル 1 0 を通る燃料、酸化剤、または冷却剤流体流れの、それぞれの流れ方向を切り替えることにより切り替えられ得ると

40

50

ということが理解されるべきである。

【0026】

[031]各々のマニホールドの断面積は変動し得る。例えば、図3において示されるように、カソードフィードおよび排出マニホールド44、54は、冷却剤フィードおよび排出マニホールド56、62より大きい断面積を有し得るものであり、一方で、冷却剤フィードおよび排出マニホールド56、62は、アノードフィードおよび排出マニホールド32、42より大きい断面積を有し得る。各々の通路の断面積は、例えば、セルの数、ピークパワー動作状況においての電流密度、反応物の設計化学量論、入口冷却剤温度と出口冷却剤温度との間の差、個々のセルの流れ抵抗、活性区域のサイズ、流体圧力、および、流体流れレートを含み、種々の変数に基づいて決定され得る。1つまたは複数の通路の断面積は、高い流体流れレートの間などの、電気化学セルスタックの長さに沿った流体圧力変動を最小化するようにサイズ設定され得る。

10

【0027】

[032]第1のマニホールドセクション31Aおよび第2のマニホールドセクション31Bの中のマニホールドの配置構成が、さらには変動し得る。図3において示されるように、マニホールドの配置構成は、第1のマニホールドセクション31Aと、第2のマニホールドセクション31Bとの間で異なり得る。1つの例解的な例において、図3において示されるように、冷却剤フィードマニホールド56は、アノードフィードマニホールド32と、カソード排出マニホールド54との間に配置され得るものであり、冷却剤排出マニホールド62は、アノード排出マニホールド42と、カソードフィードマニホールド44との間に配置され得る。一部の実施形態において、カソード排出マニホールド54は、冷却剤フィードマニホールド56の左であり得るものであり、アノードフィードマニホールド32は、冷却剤フィードマニホールド56の右であり得るものであり、一方で、カソードフィードマニホールド44は、冷却剤排出マニホールド62の右であり得るものであり、アノード排出マニホールド42は、冷却剤排出マニホールド62の左であり得る。第1のマニホールドセクション31Aと、第2のマニホールドセクション31Bとの間で、冷却剤マニホールドに相対的なアノードおよびカソードマニホールドの配置を取り替えることは、直線的横断流れよりむしろ、対角線交差向流の流れ、すなわち「z流れ」を助長し得る。対角線交差向流の流れは、アノード区画21およびカソード区画19内の、燃料および酸化剤の改善された一様な分配を提供し得るものであり、そのことは、燃料セル性能を改善し得る。性能は、対角線交差向流の流れが、利用される活性区域を最大化し得るので、改善され得る。z流れパターンにおいて、1つまたは複数の反応物に対する入口から出口までのストリーム経路距離は、流れ経路に関係なく、実質的に一様であり得る。この対称性は、流体が、流れ場の全体を通して一様に分布し流れることを結果的に生じさせ得る。流れ場30の全体を通しての一様な流れ(図3に関して下記でさらに論考される)は、反応物組成物および冷却剤温度の、より一様な、および/または線形の勾配を結果的に生じさせ得るものであり、そのことは、セル温度の一様な、および/または線形の勾配を結果的に生じさせ得る。このことは、より高い性能、および/または、セルの間の性能においてのより低い相違を結果的に生じさせ得る。

20

30

【0028】

[033]第1の流体マニホールド31Aおよび第2の流体マニホールド31Bの中央においての冷却剤マニホールド56、62の配置は、冷却剤区画の中央領域が、最も多い冷却剤流体流れを受けることを結果的に生じさせ得る。冷却剤区画の中央領域は、燃料セル10の活性区域の中央領域に対応し得る。燃料セル10の活性区域の中央領域は、増大される熱発生、および/または、活性区域の他の領域より高い動作温度に対する傾向に遭遇し得る。燃料セル10の側部は、周囲冷却により冷却され得る。一部の実施形態において、より高い温度で動作する傾向があり得る燃料セル10の領域は、最も多い冷却剤流体流れを受ける領域と対応し得る。

40

【0029】

[034]図3において示されるように、第1および第2のマニホールドセクション31A

50

、 3 1 B とアノード流れ場 3 0 との間に配設されるのが、第 1 および第 2 のアノード分配チャンネル 6 8、7 0 である。第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 は、アノードフィードマニホールド 3 2 から供給される燃料を、アノード入口ポート 3 6 を経て、アノード流れ場 3 0 に分配するように構成され得る。第 2 のアノード分配チャンネル 7 0 は、アノード流れ場 3 0 からの燃料（例えば、未反応の燃料）を収集し、燃料を、アノード出口ポート 3 8 を通し、アノード排出マニホールド 4 2 に導くように構成され得る。第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 および第 2 のアノード分配チャンネル 7 0 は、M E A 1 8 とアノードプレート 2 2 との間のサンドイッチであり、M E A 1 8 およびアノードプレート 2 2 により規定され得る。第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 および第 2 のアノード分配チャンネル 7 0 の周辺部は、図 3 において例解されるように、表面ガスケット 4 3 により封止され得る。表面ガスケット 4 3 は、シリコン、V i t o n、B u n a、ポリエチレン、ポリプロピレンなどの高分子もしくはエラストマ材料、または、任意の他の適した封止材料から作製され得る。ガスケットの断面形状は、矩形、三角形、半円形、多歯（三角形）、または放物線状であり得る。形状は、容認可能なリークレート、動作圧力、許容誤差編成、または、他の有意な封止設計パラメータにより決定され得る。表面ガスケット 4 3 は、射出成形、圧縮成形、ピックアンドプレース、ロボットディスペンシングなどの任意の知られている方法によって付与され得るものであり、成形プロセスを通して、または、感圧もしくは感温接着剤の助力によって、直接的に接着され得る。表面ガスケット 4 3 の硬化は、熱硬化、紫外光硬化、または湿度硬化などの知られているプロセスにより成し遂げられ得る。一部の実施形態において、第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 の幅、および、第 2 のアノード分配チャンネル 7 0 の幅は、アノード流れ場 3 0 の幅に概して等しくあり得る。

10

20

#### 【 0 0 3 0 】

[035] 第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 は、アノード入口ポート 3 6 を通して供給される燃料が、第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 にわたって分配され、複数の開口部 7 4 を通してアノード流れ場 3 0 に導かれ得るように構成され得る。一部の実施形態において、各々の開口部 7 4 は、第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 の中で燃料へのいくらかの背圧を生成するためのオリフィスとして構成され得る。背圧は、第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 の中で燃料の分配を助長し得るものであり、以て、第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 が燃料によって十二分に充満させられるということを確認にする。一部の実施形態において、第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 を十二分に充満させることは、燃料が、開口部 7 4 の実質的にすべてを通過してアノード流れ場 3 0 の実質的にすべてのチャンネルに送達されることを可能にし得る。一部の実施形態において、第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 を十二分に充満させることは、アノード流れ場 3 0 を通る最も少ない抵抗の経路に沿って燃料の流れを短絡させることを防止し、または、その短絡させることのリスクを低減し得るものであり、その短絡させることは、利用されている活性区域の低減に起因して、燃料セル 1 0 の性能を低減することがある。一部の実施形態において、オリフィス開口部 7 4 は、第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 を十二分に充満させることを確認するために必要とされる最小量の背圧を可能にするようにサイズ設定され得る。図 3 において例解されるように、第 2 のアノード分配チャンネル 7 0 は、第 1 のアノード分配チャンネル 6 8 と同じに構成され得るものであり、複数のオリフィス形状の開口部 7 4 が、アノード流れ場 3 0 のチャンネル、および、第 2 のアノード分配チャンネル 7 0 を流体接続する。開口部 7 4 は、アノード流れ場 3 0 内の対応するチャンネルより小さい断面積を有し得る。アノード流れ場 3 0 内のチャンネルは、直線的経路として示されるが、波状またはジグザグ経路であってもよい。アノード流れ場 3 0 内のチャンネルは、概して正方形、半円形、放物線状、または、任意の他の形状である断面積を有する。

30

40

#### 【 0 0 3 1 】

[036] 接合の間の燃料セル 1 0 の圧縮、および、動作の間維持される圧縮された状態が、分配チャンネルの中の流れ経路完全性を損なうことがある。例えば、燃料セル 1 0 の圧縮は、分配チャンネルの体積が減少することを引き起こし得るものであり、そのことは、燃料セル 1 0 を通しての燃料、酸化剤、および冷却剤の流れを限定し、燃料セル 1 0 にわたっ

50

て圧力降下を増大することがある。燃料セル 10 が圧縮されるときに、第 1 のアノード分配チャンネル 68 および第 2 のアノード分配チャンネル 70 の縮小または崩壊を、防止または最小化するために、第 1 のアノード分配チャンネル 68 および / または第 2 のアノード分配チャンネル 70 は、一部の実施形態において、分配チャンネルの全体を通して広げられる複数の支持特徴部 76 を含み得る。支持特徴部 76 は、アノードプレート 22 の統合された特徴部として形成され得る。支持特徴部 76 は、第 1 のアノード分配チャンネル 68 および第 2 のアノード分配チャンネル 70 の全体を通して均一に隔置され得る。

#### 【0032】

[037] 図 4 は、例示的な実施形態による、カソードプレート 20 の正面図である。図 4 において可視の側は、隣接するアノードプレート 22 に面するように構成される側である (例えば、図 2 を確認されたい)。カソードプレート 20 は、アノードプレート 22 に類して、第 1 のマニホールドセクション 31A と、第 2 のマニホールドセクション 31B とを含み得る。図 4 において示されるように、カソードプレート 20 は、第 1 のマニホールドセクション 31A 内に、アノードフィードマニホールド 32 と、カソード排出マニホールド 54 と、冷却剤フィードマニホールド 56 とを含み得るものであり、一方で、第 2 のマニホールドセクション 31B は、アノード排出マニホールド 42 と、カソードフィードマニホールド 44 と、冷却剤排出マニホールド 62 とを含み得る。各々のマニホールドに対する「入口」または「出口」の名称は、例えば、燃料セル 10 を通る燃料、酸化剤、または冷却剤流体の流れ方向を切り替えることにより切り替えられ得るということが理解されるべきである。

10

20

#### 【0033】

[038] カソードプレート 20 は、カソード区画 19 およびカソード流れ場 28 を、カソード入口通路 46 を介してカソードフィードマニホールド 44 と流体接続するように構成される、複数のカソード入口ポート 48 を含み得る。カソードプレート 20 は、さらには、カソード区画 19 およびカソード流れ場 28 を、カソード出口通路 52 を介してカソード排出マニホールド 54 と流体接続するように構成される、複数のカソード出口ポート 50 を含み得る。カソード入口および出口通路 46、52 は、隣接する燃料セル 10 のアノードプレート 22 とカソードプレート 20 との間に位置し得る。カソード入口および出口通路 46、52、ならびに、カソードフィードおよび排出マニホールド 44、54 の周辺部は、図 4 において例解されるように、表面ガスケット 43 により封止され得る。

30

#### 【0034】

[039] カソード入口および出口ポート 48、50 は、図 4 において例解されるように、概して矩形の形状のものであり得る。カソードプレート 20 は、図 4 において例解されるように、互いに概して垂直に配置構成され得る少なくとも 2 つの - 例えば、一部の実施形態において、3 つの - カソード入口ポート 48 を有するように構成され得る。カソードプレート 20 は、図 4 において例解されるように、互いに概して垂直に配置構成される少なくとも 2 つのカソード出口ポート 50 を有するように構成され得る。カソードプレート 20 は、カソード入口通路 46 の反対の両端部において配置される少なくとも 1 つのカソード入口ポート 48 を有するように構成され得る。カソードプレート 20 は、カソード出口通路 52 の反対の両端部において配置される少なくとも 1 つのカソード出口ポート 50 を有するように構成され得る。カソードプレートは、カソード入口通路 46 の 1 つの端部において配置される 2 つのカソード入口ポート 48 と、反対の端部において配置される 1 つのカソード入口ポート 48 とを有するように構成され得る。1 つの端部において配置される 2 つのカソード入口ポート 48 は、互いに概して平行であり、カソード入口通路 46 の反対の端部において配置されるカソード入口通路 46 に概して垂直であり得る。本明細書において説明されるような、カソード入口ポート 48 の形状および配置構成は、酸化剤の、それがカソード区画 19 内へと流れる際の分配を助長し得る。一部の実施形態において、ポートの面積に対するポートの周長の比率を増大することは、ポートにわたる圧力降下を減少し得る。一部の実施形態において、ポートの垂直な配置構成は、ポートにわたる、より低い圧力降下を結果的に生じさせ得る。

40

50

## 【 0 0 3 5 】

[040]複数のカソード入口ポート48の総合的な入口面積は、カソード出口ポート50の総合的な出口面積より大であり得る。総合的な入口面積未満の総合的な出口面積を有するカソード出口ポート50は、カソード区画19およびカソード流れ場28を通る酸化剤流れへの背圧を生成することができる。そのような背圧は、カソード区画を横断する酸化剤の配分を助長し得る。

## 【 0 0 3 6 】

[041]図4において示されるように、カソードプレート20は、表面特徴部、例えば、カソード流れ場28の側部に沿って、カソードプレート20からMEA18の方に、外に突出するカソード流れ場境界88を含み得る(例えば、図2を確認されたい)。図4において示されるように、カソード流れ場境界88は、カソードプレート20の反対の両側部に沿って、第1の流体マニホールド31Aと、第2の流体マニホールド31Bとの間にまたがり得る。カソード流れ場境界88は、カソード流れ場28を通してカソード触媒層12に流れることよりむしろ、カソード流れ場28の外側に沿って流れることにより、カソード流れ場28およびカソード触媒層12を迂回する酸化剤の流れを防止する、または、その流れの量を低減するように構成され得る。例えば、カソード流れ場境界88は、カソード流れ場28の各々の側部で境界壁の役割を果たすことができ、以て、カソード流れ場28を通る酸化剤流れを強制する。カソードプレート20は、カソード流れ場境界88の間の距離がカソード流れ場28の幅にほぼ等しいように構成され得る。カソード流れ場境界88は、カソード流れ場28の深さに等しい量で、カソードプレート20から突出するように構成され得る。カソード流れ場境界88は、図4において示されるように、丸みを付けられた、または面取りされた外方隅部を伴う、概して矩形の形状のものであり得る。カソード流れ場境界88は、流体が、実質的に開放の流れ面積を経由して、カソード流れ場28の長さに沿って流れることを防止するために、カソード流れ場28の縁部に沿って障壁を提供するように配置構成され得る。カソード流れ場境界88は、(図4において示されるように)カソードプレート20内へと形成され得るものであり、および/または、第2の材料をカソードプレート20に付与することにより形成され得る(例えば、プレートにボンディングされる、高分子またはエラストマ)。

## 【 0 0 3 7 】

[042]アノードプレート22および/またはカソードプレート20は、316Lステンレス鋼などの合金から製造され得る。一部の実施形態において、合金は、コーティングされない316Lステンレス鋼合金などのコーティングされない合金、または、316、304、304L、および/もしくは310などの、別のコーティングされないステンレス鋼合金であり得る。アノードプレート22および/またはカソードプレート20の、1つまたは複数の表面は、1つまたは複数のプレート表面と、他の表面との間の、より低い電気接触抵抗を手助けし得る表面粗さを有し得る。1つまたは複数のプレート表面と、他の表面との間の、より低い電気接触抵抗は、化学反応が燃料セルスタック11の中で起こるレートを増大し得る。化学反応が燃料セルスタック11の中で起こるレートを増大することは、燃料セルスタック11の電流および/または電圧能力を増大し得る。MEA18A上のGDL26と、アノードプレート22との間の、より低い電気接触抵抗は、アノード触媒層14からGDL26を通してアノードプレート22への電子の流れを増大し得る。アノードプレート22とカソードプレート20との間の、より低い電気接触抵抗は、隣接するアノードプレート22とカソードプレート20との間の電子の流れを増大し得る。カソードプレート20とカソード流れ場28との間の、より低い電気接触抵抗は、カソードプレート20からカソード流れ場28への電子の流れを増大し得る。カソード流れ場への電子の増大流れは、MEA18B上のGDL24からの水素イオンが、水分子へと、酸素原子および電子と組み合わせるレートを増大し得る。

## 【 0 0 3 8 】

[043]アノードプレート22および/またはカソードプレート20の表面粗さは、例えば、1つまたは複数の前に述べられたインターフェイスにおいてを含めて、プレートの表

10

20

30

40

50

面にわたって実質的に一様であり得る。一部の実施形態において、アノードプレート 22 および / またはカソードプレート 20 の異なる表面は、異なる粗さパラメータを有し得る。一部の実施形態において、アノードプレート 22 および / またはカソードプレート 20 の、1つまたは複数の表面の、1つまたは複数の一部分は、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.254  $\mu\text{m}$  (10  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.381  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.508  $\mu\text{m}$  (20  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.635  $\mu\text{m}$  (25  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.762  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.762  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.635  $\mu\text{m}$  (25  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.508  $\mu\text{m}$  (20  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.381  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.254  $\mu\text{m}$  (10  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.254  $\mu\text{m}$  (10  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.762  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.3302  $\mu\text{m}$  (13  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.7112  $\mu\text{m}$  (28  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.254  $\mu\text{m}$  (10  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.635  $\mu\text{m}$  (25  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.381  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.508  $\mu\text{m}$  (20  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4064  $\mu\text{m}$  (16  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.4826  $\mu\text{m}$  (19  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4318  $\mu\text{m}$  (17  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.4572  $\mu\text{m}$  (18  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4445  $\mu\text{m}$  (17.5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.4699  $\mu\text{m}$  (18.5  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4445  $\mu\text{m}$  (17.5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.4572  $\mu\text{m}$  (18  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4445  $\mu\text{m}$  (17.5  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4572  $\mu\text{m}$  (18  $\mu\text{インチ}$ )、または約 0.4699  $\mu\text{m}$  (18.5  $\mu\text{インチ}$ ) の範囲に及ぶ算術平均粗さを有し得る。表面粗さは、例えば、形成する前、間、または後の、アノードプレート 22 および / またはカソードプレート 20 の、スタンピング、エッチング、研磨、または圧延加工を含む、種々の適した方法により生成され得る。一部の実施形態において、例えば、表面性状がアノードプレート 22 および / またはカソードプレート 20 内へとスタンピングされ得る場合、前に述べられたインターフェイスは、アノードプレート 22 および / またはカソードプレート 20 の隆起させられた特徴部 (例えば、高い点) において一般的には起こるので、隆起させられた特徴部に対応する表面性状を伴って構成されるダイが利用され得る。このことは、工具複雑さを低減するのに有利であり得る。

#### 【0039】

[044]一部の実施形態において、アノードプレート 22 および / またはカソードプレート 20 のすべての表面は、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.254  $\mu\text{m}$  (10  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.381  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.508  $\mu\text{m}$  (20  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.635  $\mu\text{m}$  (25  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.762  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.889  $\mu\text{m}$  (35  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.762  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.635  $\mu\text{m}$  (25  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.508  $\mu\text{m}$  (20  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.381  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.127  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.254  $\mu\text{m}$  (10  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.254  $\mu\text{m}$  (10  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.762  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.3302  $\mu\text{m}$  (13  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.7112  $\mu\text{m}$  (28  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.254  $\mu\text{m}$  (10  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.635  $\mu\text{m}$  (25  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.381  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.508  $\mu\text{m}$  (20  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4064  $\mu\text{m}$  (16  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.4826  $\mu\text{m}$  (19  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4318  $\mu\text{m}$  (17  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.4572  $\mu\text{m}$  (18  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4445  $\mu\text{m}$  (17.5  $\mu\text{インチ}$ ) から約 0.4699  $\mu\text{m}$  (18.5  $\mu\text{インチ}$ )、約 0.4445 から約 0.4572  $\mu\text{m}$  (約 17.5 から約 18  $\mu\text{インチ}$ )

チ)、約0.4445 μm(17.5 μインチ)、約0.4572 μm(18 μインチ)、または約0.4699 μm(18.5 μインチ)の範囲に及ぶ算術平均粗さを有し得る。例えば、アノードプレート22の1つの側の表面は、約0.3302 μm(13 μインチ)から約0.7112 μm(28 μインチ)の算術平均粗さを有し得る。一部の実施形態において、1つまたは複数のプレート表面は、約0.127 μm(5 μインチ)から約0.889 μm(35 μインチ)の、1つまたは複数の算術平均粗さを有し得る。本明細書において開示される表面粗さ値は、標準スタイラス - 先端部半径: 2 μm、先端部角度: 60°を使用して、JIS B0601-2001によって測定され得る。

#### 【0040】

[045] 図5は、例示的な実施形態による、カソード流れ場28の正面図である。図5において可視の側は、隣接するカソードプレート20に面するように構成される側である(例えば、図2を確認されたい)。カソード流れ場28は、多孔質構造、特に、多孔質3次元ネットワーク構造を有する多孔質金属製発泡体構造を含み得る。多孔質構造は、2つの反対向きの表面を伴うシート形状のものであり得る。多孔質構造は、2つの反対向きの表面を伴うシート形状のものであり得る。多孔質構造は、スクリーン、エキスパンデッドメタルメッシュ、および/または、穴あけ加工された金属シートであり得る。一部の実施形態において、多孔質金属製発泡体構造は、約50 μmから約500 μmの平均孔サイズを有し得る。一部の実施形態において、電気化学セルスタック内の第1の電気化学セルの多孔質構造の平均孔サイズは、電気化学セルスタック内の少なくとも1つの他の多孔質構造の、多孔質構造の平均孔サイズより約5%から約50%大であり得る。カソード流れ場28は、カソードプレート20に面する多孔質金属製発泡体構造の表面内の凹所に据えられる、第1のカソード分配チャンネル90と、第2のカソード分配チャンネル92とを含み得る。カソード流れ場28は、約0.2 mmから約1.5 mmの厚さを有し得るものであり、第1のカソード分配チャンネル90および/または第2のカソード分配チャンネル92は、構造の厚さの約10%から構造厚さの約75%だけ、カソード流れ場内の凹所に据えられる。

#### 【0041】

[046] 第1のカソード分配チャンネル90は、カソード流れ場28の底部縁部に沿って、カソード流れ場28の一方の側から他方の側に概して延び得る。第2のカソード分配チャンネル92は、カソード流れ場28の頂部縁部に沿って、カソード流れ場28の一方の側から他方の側に概して延び得る。カソード流れ場28がカソードプレート20に隣接して配置されるとき、カソード入口ポート48は、第1のカソード分配チャンネル90と位置合わせされ得るものであり、カソード出口ポート50は、第2のカソード分配チャンネル92と位置合わせされ得る。

#### 【0042】

[047] カソード流れ場28は、第1のカソード分配チャンネル90および/または第2のカソード分配チャンネル92の全体を通して形成される複数の支持特徴部94を含み得る。支持特徴部94は、概して円柱形、ディンプル形状のもの、または、他の適した形状であり得る。1つまたは複数の支持特徴部94の高さは、第1のカソード分配チャンネル90および/または第2のカソード分配チャンネル92の凹所深さにほぼ等しくあり得る。第1のカソード分配チャンネル90、第2のカソード分配チャンネル92、および支持特徴部94は、カソード流れ場28を形成する多孔質金属製発泡体構造を、スタンピングする、圧延加工する、または、他の形で塑性変形させることにより形成され得る。

#### 【0043】

[048] 第1のカソード分配チャンネル90および第2のカソード分配チャンネル92は、酸化剤が多孔質金属製発泡体構造の孔内へと流れる前に沿って流れるための開放流れ経路を提供することにより、カソード流れ場28の幅に沿った酸化剤の様な流れ分配を助長するように構成され得る。支持特徴部94は、第1のカソード分配チャンネル90および第2のカソード分配チャンネル92内へのカソードプレート20の変形またはたわみを、防止または低減することにより、燃料セル10が圧縮されるときに、第1のカソード分配チャネ

10

20

30

40

50

ル90および第2のカソード分配チャンネル92により提供される開放流れ経路を維持するために、適切な支持を提供するように構成され得る。支持特徴部94は、電気化学コールスタックの機械的圧縮の間の支持を提供し得る。

【0044】

[049]カソード流れ場28を作り上げる多孔質構造は、1つまたは複数の、金属および/または合金を含み得る。例えば、多孔質構造は、少なくとも、ニッケル(Ni)およびクロム(Cr)(例えば、NiCr)、または、ニッケル、スズ(Sn)、およびクロム(例えば、NiSnCr)の組合せを含み得る。多孔質構造のNiCr実施形態に対して、クロムの質量による濃縮物は、約20%から40%の範囲に及ぶことができ、一方で、ニッケルは、残りの残量 - 60%から80%を占め得る。多孔質構造のNiSnCr実施形態に対して、クロムの濃度は、約3%から6%の範囲に及ぶことができ、スズの濃度は、約10%から20%の範囲に及ぶことができ、一方で、ニッケルは、残量 - 74%から87%を占め得る。多孔質構造は、チタンまたは鋼を含み得る。

10

【0045】

[050]一部の実施形態において、多孔質構造の少なくとも1つの表面は、約3質量%から約50質量%のクロム濃度を含む。例えば、カソード流れ場28を形成する多孔質構造の、1つまたは両方の表面のクロム濃度は、約3質量%から約50質量%、約5質量%から約40質量%、または、約7質量%から約40質量%の範囲に及び得る。多孔質金属体の表面のクロム濃度を増大することは、酸性環境において多孔質構造の耐食性を増大し得る。例えば、カソード流れ場28を形成する多孔質金属体の表面のうちの少なくとも1つが、約3質量%から約50質量%の範囲に及ぶクロム濃度を有するとき、多孔質金属体に隣接するパイポーラプレートは、カソードプレート20においての実質的に酸性の環境において高耐食性であり得る。本明細書において説明されるような多孔質構造により提供され得る耐食性は、カソードプレート20が、コーティングされないステンレス鋼から形成されることを可能にし得る。

20

【0046】

[051]一部の実施形態において、多孔質構造の一方の表面は、多孔質構造の他方の表面より高いクロム濃度を有し得る。そのような実例において、より高いクロム濃度を有する表面は、より高耐食性であり得る。より高いクロム濃度を有する表面は、MEA18に面するように配置構成され得る。一部の実施形態において、多孔質構造の、より高耐食性の表面は、約3質量%から約50質量%の範囲に及ぶクロム濃度を有し得るものであり、一方で、金属多孔質構造の、より少ない耐食性表面は、約3質量%クロム未満のクロム濃度を有し得る。

30

【0047】

[052]多孔質構造は、1つまたは複数の電気めっきプロセスにより形成され得る。例えば、樹脂成形体が、初期に、3次元ネットワーク構造に対する基板として使用され得る。樹脂成形体は、ポリウレタン、メラミン、ポリプロピレン、ポリエチレン、または類するもののうちの、1つまたは複数を含み得る。樹脂成形体は、その3次元ネットワーク構造内に孔を含み得る。一部の実施形態において、樹脂成形体は、約80%から約98%の空隙率を有し得るものであり、約50 $\mu$ mから約500 $\mu$ mの孔サイズを有し得る。一部の実施形態において、樹脂成形体は、約150 $\mu$ mから約5,000 $\mu$ m、約200 $\mu$ mから2,000 $\mu$ m、または、約300 $\mu$ mから約1,200 $\mu$ mの厚さを有し得る。

40

【0048】

[053]多孔質構造を形成するために、金属層が、樹脂成形体上へとめっきされ得る。多孔質構造のNiCr実施形態に対して、例えば、ニッケル層およびクロム層が、樹脂成形体上へとめっきされ得る。多孔質構造のNiSnCr実施形態に対して、例えば、ニッケル層、スズ層、およびクロム層が、樹脂成形体上へとめっきされ得る。樹脂成形体は、ニッケル粒子、スズ粒子、および/または炭素粒子などの伝導性金属の、無電解めっき、蒸気堆積、スパッタリング、および/または塗布などの電氣的伝導処置を受けさせられ得る。ニッケル層および/またはスズ層が、処置された樹脂成形体の3次元構造またはスケル

50

トンの表面上に電氣的にめっきされ得る。例えば、樹脂成形体が伝導性層によってコーティングされるとき、ニッケル層が、電気めっきプロセスによって、樹脂成形体のスケルトン上に形成され得る。ニッケル層が形成される後、スズ層が、引き続いて、別の電気めっきプロセスによって、樹脂成形体のスケルトン上に形成され得る。代替的には、樹脂成形体が伝導性層によってコーティングされるとき、スズ層が最初に電気めっきされ、ニッケル層の電気めっきが後に続き得る。一部の実施形態において、化学蒸気堆積が、クロムを実質的にニッケルの構造に付加するために使用され得る。

#### 【0049】

[054] 一部の実施形態において、ニッケル層および/またはスズ層などの、1つまたは複数の金属層が、樹脂成形体のスケルトン上へとめっきされる後、クロム層が、電気めっきプロセスによって付加され得る。クロムめっき層は、多孔質構造の少なくとも1つの表面のクロム濃度が、約3質量%から約50質量%になるように形成され得る。クロムめっき層がめっきされた後、または、ニッケルおよび/もしくはスズめっき層がめっきされる後、多孔質構造は、熱処置により初期の樹脂成形体を除去することにより形成され得る。例えば、多孔質構造は、約900 から約1300 の範囲内の温度で、不活性雰囲気、または、還元雰囲気内で加熱され得る。一部の実施形態において、多孔質構造は、ニッケルおよびクロムを含むが、スズを欠くことがある。

#### 【0050】

[055] 図6は、例示的な実施形態による、カソード流れ場28の背面図である。図6において可視の側は、隣接するMEA18Bに面するように構成される側である(例えば、図2を確認されたい)。カソード流れ場28の少なくとも1つの側は、MEA18Bを破壊することを防止するために、実質的に平滑であり得る。カソード流れ場28は、例えば、その厚さを低減する、および/または、その側のうちの1つもしくは複数平滑化するために、圧延ミル内で圧延加工され得る。一部の実施形態において、カソード流れ場28の領域102は、MEA18Bのサブガスカート202を押し得る。一部の実施形態において、カソード流れ場28の領域102は、カソード流れ場28の他の領域より平滑であり得る。カソード流れ場28の領域102を、より平滑にすることは、サブガスカート202を破壊することを防止し得る。領域102は、例えば、領域102が平滑であり得るように、スタンピングダイによって平滑にスタンピングされ得る。領域102は、例えば、平滑にスタンピングされることの代わりに、または、そのことに加えて、それらの領域102の平滑さを増大するために、圧延ミル内で圧延加工プロセスを経ることがある。領域102は、領域102との接触を為す、圧延機の一部上の、特殊な特徴部を伴う、専用化された圧延ダイを使用して、初期の圧延加工プロセスの間に、カソード流れ場28の他の領域より平滑にされ得る。一部の実施形態において、領域102は、約2.54 $\mu\text{m}$ (100 $\mu\text{インチ}$ )未満の算術平均粗さを有し得る。結果として、領域102は、流れ場28の後部表面の他の一部分の粗さと異なる粗さを有し得る。一部の実施形態において、流れ場28の、全体の後部表面は、実質的に等しい粗さを有し得る。例えば、一部の実施形態において、流れ場28の、全体の後部側の残りとともに、領域102は、平滑な表面であり得る。流れ場28の、全体の後部表面は、約2.54 $\mu\text{m}$ (100 $\mu\text{インチ}$ )未満の算術平均粗さを有し得る。

#### 【0051】

[056] 上述の説明は、例解の目的のために提示されたものである。その説明は、網羅的ではなく、開示される寸分変わらない形式または実施形態に限定されない。実施形態の修正および適合が、本明細書の考察、および、開示される実施形態の実践から明白であろう。

#### 【0052】

[057] なおまた、例示的な実施形態が本明細書において説明されたが、範囲は、本開示に基づく均等な要素、修正、省略、組合せ(例えば、様々な実施形態にわたる態様の)、適合、および/または改変を有する一切の実施形態を含む。特許請求の範囲においての要素は、特許請求の範囲において用いられる文言に基づいて広範に解釈されるべきであり、本明細書において、または、本出願の手続処理の間に説明される例に限定されるべきでは

10

20

30

40

50

なく、それらの例は、非排他的と解されるべきである。さらに、開示される方法のステップは、ステップを並べ替えること、および/または、ステップを挿入もしくは削除することを含む、任意の様式で修正され得る。

【0053】

[058]用語「約」または「近似的に」は、本明細書において使用される際、当業者により決定されるような、個別の値に対する容認可能な誤差範囲の中を意味し、その誤差範囲は、部分的には、どのように値が測定または決定されるか、例えば、測定システムの制限に依存することになる。例えば、「約」は、当技術分野においての慣例によって、1または1を超える標準偏差の中を意味することがある。代替的には、「約」は、所与の値の10%まで、5%まで、および、1%までなど、20%までの範囲を意味することがある。

10

【0054】

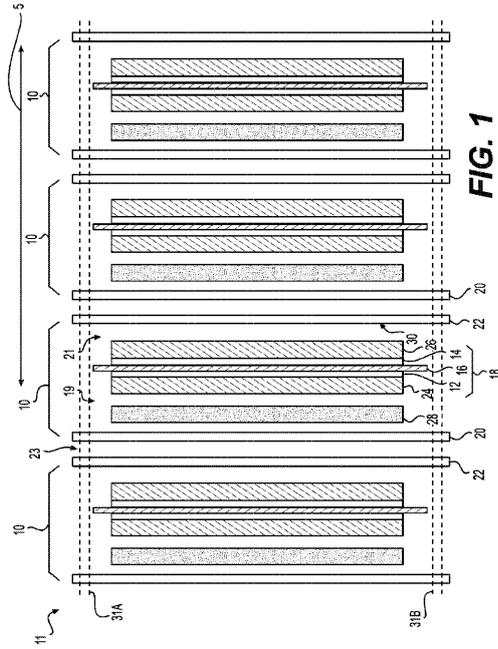
[059]本開示の特徴部および利点は、詳細な明細書から明白であり、かくして、添付される特許請求の範囲は、本開示の真の趣旨および範囲の中に収まる、すべてのシステムおよび方法を包含するということが意図される。本明細書において使用される際、不定冠詞「a」および「an」は、「1つまたは複数の」を意味する。同様に、複数形用語の使用は、その用語が所与の文脈において曖昧さのないものでない限り、必ずしも複数を表象するとは限らない。「および」または「または」などの単語は、別段に具体的に指図されない限り、「および/または」を意味する。さらに、数多くの修正および変更が、本開示を考究することから、たやすく浮かぶことになるので、本開示を、例解および説明される、そのままの構築物および動作に限定することは所望されず、よって、本開示の範囲の中に収まる、すべての適した修正および均等物が、頼むところにされることがある。

20

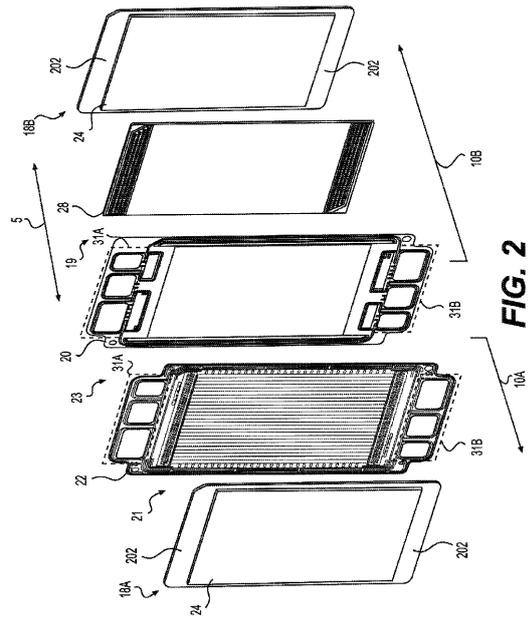
【0055】

[060]本開示の他の実施形態が、本明細書の考察、および、本明細書においての本開示の実践から、当業者には明白であろう。本明細書および例は、単に例示的と考えられ、本開示の真の範囲および趣旨は、後に続く特許請求の範囲により指示されるということが意図される。

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

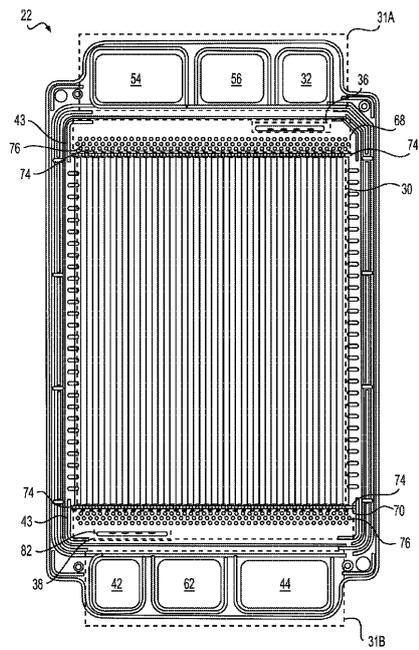


FIG. 3

【 図 4 】

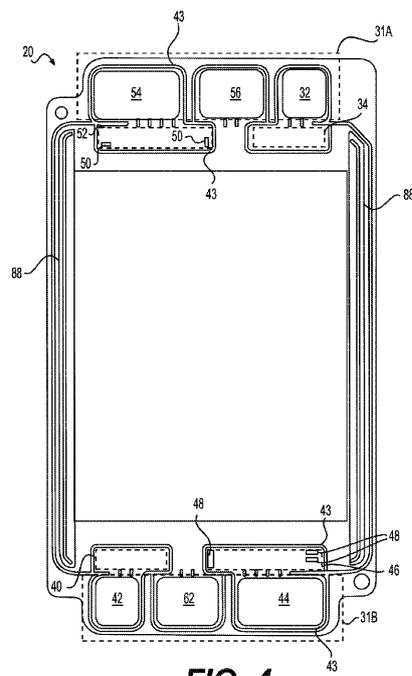


FIG. 4

【 図 5 】

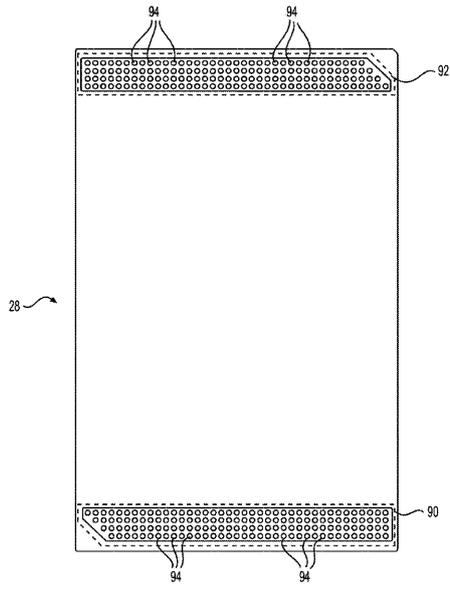


FIG. 5

【 図 6 】

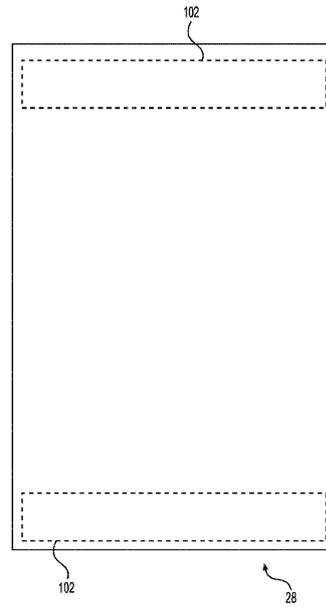


FIG. 6

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2019/013950

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H01M8/0232 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/337366 A1 (BLANCHET SCOTT [US] ET AL) 19 December 2013 (2013-12-19)	1,2, 10-13,21
Y	paragraph [0017] paragraphs [0023] - [0025] -----	2-9, 13-20
Y	EP 1 305 836 A1 (INEOS CHLOR ENTPR LTD [GB]) 2 May 2003 (2003-05-02) paragraph [0030] - paragraph [0032] -----	2,3,13, 14
Y	EP 1 046 723 A1 (SUMITOMO METAL IND [JP]) 25 October 2000 (2000-10-25) paragraph [0003] paragraph [0014] paragraph [0152] - paragraph [0157]; tables 5, No 63 paragraph [0157] -----	2,4-9, 13,15-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search <b>21 March 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>04/06/2019</b>
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  <b>Goldbacher, Ute</b>

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2019/013950**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
  
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-21

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ US2019/ 013950

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-21

Electrochemical cell or stack with porous cathode flow field structure and anode and cathode plates having a defined roughness

---

2. claims: 22-33

Electrochemical cell with porous cathode flow field having a smooth surface aligned with a subgasket

---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2019/013950

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2013337366	A1	19-12-2013	BR 112014031304 A2	27-06-2017
			CA 2875821 A1	19-12-2013
			CN 104704664 A	10-06-2015
			EP 2862221 A1	22-04-2015
			ES 2698062 T3	30-01-2019
			JP 2015526840 A	10-09-2015
			KR 20150020675 A	26-02-2015
			US 2013337366 A1	19-12-2013
			WO 2013188568 A1	19-12-2013
			-----	
EP 1305836	A1	02-05-2003	AT 283552 T	15-12-2004
			AU 7266401 A	18-02-2002
			AU 2001272664 B2	16-02-2006
			BR 0112955 A	08-07-2003
			CA 2417753 A1	14-02-2002
			CN 1446383 A	01-10-2003
			DE 60107437 T2	15-12-2005
			DK 1305836 T3	14-03-2005
			EP 1305836 A1	02-05-2003
			ES 2232646 T3	01-06-2005
			JP 2004506301 A	26-02-2004
			KR 20030023734 A	19-03-2003
			NZ 523622 A	30-04-2004
			WO 0213300 A1	14-02-2002
-----				
EP 1046723	A1	25-10-2000	AT 264409 T	15-04-2004
			CA 2305839 A1	19-10-2000
			CN 1271027 A	25-10-2000
			DE 60009781 T2	24-03-2005
			EP 1046723 A1	25-10-2000
			ES 2218081 T3	16-11-2004
			KR 20000071568 A	25-11-2000
			US 6379476 B1	30-04-2002
-----				

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 M 8/021 (2016.01)	H 0 1 M 8/021	
H 0 1 M 8/0273 (2016.01)	H 0 1 M 8/0273	
H 0 1 M 8/0247 (2016.01)	H 0 1 M 8/0247	
H 0 1 M 8/0232 (2016.01)	H 0 1 M 8/0232	
C 2 5 B 9/23 (2021.01)	C 2 5 B 9/10	
C 2 5 B 9/70 (2021.01)	C 2 5 B 9/18	

(81) 指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72) 発明者 ガンビーニ, フィリップ  
アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 1 0 9, ボストン, デボンシャー・プレイス 1, アパートメント 2 0 1 4

(72) 発明者 バード, パトリック  
アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 1 5 2, ウィンスロップ, レビア・ストリート 3 7 5, ユニット・ナンバー 2

(72) 発明者 ドミット, エドワード  
アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 8 8 6, ウェストフォード, ノース・ヒル・ロード 3 0

(72) 発明者 バーガー, アンドリュー  
アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 1 3 5, ブライトン, セルカーク・ロード 8, アパートメント 3

F ターム(参考) 4K021 AA01 BA02 CA01 DB06 DB43 DB49 DB53 EA07  
5H126 AA02 AA08 AA12 AA13 BB06 DD02 DD05 DD12 DD14 EE11  
EE22 EE23 EE25 GG08 HH00 HH02 HH10 JJ03 JJ05