

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6543632号
(P6543632)

(45) 発行日 令和1年7月10日 (2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 M 8/0258 (2016.01)	H O 1 M 8/0258
H O 1 M 8/18 (2006.01)	H O 1 M 8/18
C 2 5 B 9/20 (2006.01)	C 2 5 B 9/20

請求項の数 13 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-544047 (P2016-544047)	(73) 特許権者	515024601
(86) (22) 出願日	平成26年9月22日 (2014.9.22)		ロッキード マーティン エナジー, エル
(65) 公表番号	特表2016-536769 (P2016-536769A)		エルシー
(43) 公表日	平成28年11月24日 (2016.11.24)		LOCKHEED MARTIN ENE
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/056766		RGY, LLC
(87) 国際公開番号	W02015/042520		アメリカ合衆国、20817 メリーラン
(87) 国際公開日	平成27年3月26日 (2015.3.26)		ド州、ベセスダ、ロックレッジ・ドライブ
審査請求日	平成29年8月23日 (2017.8.23)		6801
(31) 優先権主張番号	61/881,041	(74) 代理人	100129425
(32) 優先日	平成25年9月23日 (2013.9.23)		弁理士 小川 護晃
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100099623
			弁理士 奥山 尚一
		(74) 代理人	100087505
			弁理士 西山 春之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非伝導性の額フレームを用いたバイポーラプレート構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

非伝導性要素内に配置された伝導性中央要素と、
前記伝導性中央要素の外周を取り囲むものとして特徴付けられる前記非伝導性要素と、
を備え、

前記伝導性中央要素と前記非伝導性要素が相互に係合された場合にほぼ平坦な表面を画
定する、流体フローアセンブリであって、

前記伝導性中央要素及び前記非伝導性要素の各々がフローチャネルを備え、
前記フローチャネルが組み合わされると前記ほぼ平坦な表面上に相互に噛み合った形状
を有するフローパターンを形成し、

前記伝導性中央要素の前記フローチャネルが、前記非伝導性要素において又は前記非伝
導性要素の内部で、制限されるか、終端されるか、又は制限されると共に終端される、流
体フローアセンブリ。

【請求項 2】

前記非伝導性要素における又は前記非伝導性要素の内部での前記制限によって、前記平
坦な表面から実質的に離れた前記伝導性中央要素内の対流が生じる、請求項 1 に記載の流
体フローアセンブリ。

【請求項 3】

前記フローパターン全体が相互に噛み合った形状のフローパターンである、請求項 1 又
は 2 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 4】

前記伝導性中央要素が複数のほぼ平行なフローチャネルを備える、請求項 1 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 5】

前記複数のほぼ平行なフローチャネルの少なくとも一部がほぼ平行な側壁を有する、請求項 4 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 6】

前記ほぼ平行なフローチャネルの各々がほぼ平行な側壁を有する、請求項 4 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 7】

前記複数のほぼ平行なフローチャネルは、2 つ以上のツールが平行な切断を同時に実行することを伴う機械加工動作によって形成される、請求項 4 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 8】

前記複数のほぼ平行なフローチャネルが、ファイナルネットシェイプ又はニアネットシェイプへの成形によって形成される、請求項 4 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 9】

前記フローパターンが、
複数のほぼ平行なフローチャネルを備える前記伝導性中央要素と、
少なくとも 1 つのプレナムを備える前記非伝導性要素と、
前記伝導性中央要素の前記ほぼ平行なフローチャネルの 2 つ以上と流体連通している各プレナムと、
を備える、請求項 1 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 10】

前記非伝導性要素が成形プラスチックを含む、請求項 1 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 11】

前記伝導性中央要素はフロー媒体を受容するくぼみを有するプレートであり、
前記くぼみは、前記フロー媒体が隣接するプレートの平坦な側に押圧された場合に所望の程度まで圧縮されるような大きさに形成されている、請求項 1 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 12】

前記フロー媒体が、金属、炭素、ポリマー結合剤を含み、織布、不織フェルト、紙、発泡性若しくは網状ガラス質フォーム、有孔シート、又は拡張メッシュで構成されている、請求項 11 に記載の流体フローアセンブリ。

【請求項 13】

請求項 1 ～ 12 のいずれか一つに記載の流体フローアセンブリを備えるエネルギー貯蔵システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、2013 年 9 月 23 日に提出された米国特許出願第 61/881,041 号の優先権の利益を主張する。その内容は引用により全体があらゆる目的のために本願にも含まれるものとする。

【0002】

本発明は、フローバッテリー (flow battery) を含むエネルギー貯蔵デバイスにおいて用いるためのセパレータに関する。更に具体的には、本発明は、バイポーラセパレータプレート及びその構築のための方法に関する。

【背景技術】

【0003】

セパレータ膜を用いたフローバッテリセルを含む電気化学セルは、隣接するセル間にバイポーラセパレータプレートを有するセルスタックに構成することができる。これらのバイポーラセパレータプレートは典型的に、チタン及びステンレス鋼のような様々な金属、又は黒鉛炭素／ポリマー複合物のような非金属伝導体から作製される。バイポーラセパレータプレートは、流体フローフィールド（fluid flow field）を材料の固体シートに成形又は機械加工することによって作製することができる。フローフィールドは、バイポーラセパレータプレート内で液体の通過を可能とする、概して蛇行した形状又は相互に噛み合った形状のフローフィールドにおける一連のチャンネル又は溝から構成することができる。ほとんどの場合、これらのパターン形成されたプレートは、その上に多孔性フロー媒体が重ねられて、電極の支持構造として機能するか又は電極自体として機能し、更に、隣接チャンネル間にある程度の流体の相互接続性を確保する。しかしながら、これらのフィーチャ（features）を有するフローフィールドの製造に伴う複雑さのため、フレームで囲まれたセパレータプレートの生産は今なお費用が高い。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、これらの欠点のいくつかに対処しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

20

本発明は流体フローアセンブリを対象とする。各アセンブリは、非伝導性要素内に配置された伝導性要素と、伝導性中央要素を取り囲むものとして特徴付けられる非伝導性要素であって、これらの要素が相互に係合された場合にほぼ平坦な表面を画定する、非伝導性要素と、を備え、伝導性要素及び非伝導性要素の各々がチャンネルを備え、これらのチャンネルが組み合わされるとほぼ平坦な表面上にフローパターンを形成し、チャンネルが非伝導性要素の内部のフィーチャによって相互接続されるか、制限されるか、終端されるか、又はそれらのいずれかの組み合わせが行われる。フローパターンは、蛇行形状又は相互に噛み合った形状のフローフィールドパターンを構成し得るが、アセンブリを特徴付けるのは、伝導性要素が実質的に一連のほぼ平行なチャンネルから成ることと、チャンネルの相互接続又はチャンネルの制限、終端、もしくは制限及び終端の双方に関連付けられたいかなるフィーチャも非伝導性要素内に位置付けられることである。

30

【図面の簡単な説明】

【0006】

本発明は、添付図面と関連付けて読むことによって更に理解される。主題を例示する目的で、主題の例示的な実施形態を図面に示す。しかしながら、ここに開示する主題は、開示する具体的な方法、デバイス、及びシステムに限定されない。更に、図面は必ずしも一定の縮尺通りに描かれていない。

【0007】

【図1A】バイポーラプレートの1つの例示的な実施形態の上面図を示す。

【図1B】バイポーラプレートの1つの例示的な実施形態の側面図を示す。

40

【図2A】非伝導性フレーム210によって取り囲まれた伝導性プレート200を備える、バイポーラプレートの相互に噛み合った形状のフローフィールドの上面図を示し、フローフィールドのチャンネルは非伝導性フレームに突き当たっている（220）。

【図2B】図2Aの斜視図を示す。

【図3A】非伝導性フレーム310によって取り囲まれた伝導性プレート300を備える、バイポーラプレートの相互に噛み合った形状のフローフィールドの上面図を示し、フローフィールドのチャンネルは非伝導性フレーム内で終端している（320）。

【図3B】図3Aの斜視図を示す。

【図4A】非伝導性フレーム410によって取り囲まれた伝導性プレート400を備える、バイポーラプレートの相互に噛み合った形状のフローフィールドの上面図を示し、フロ

50

ーフィールドのチャンネルは非伝導性フレーム内で幅が制限されている（４２０）。

【図４Ｂ】図４Ａの斜視図を示す。

【図５Ａ】非伝導性フレーム５１０によって取り囲まれた伝導性プレート５００を備える、バイポーラプレートの相互に噛み合った形状のフローフィールドの上面図を示し、フローフィールドのチャンネルは非伝導性フレーム内で高さが制限されている（段差による勾配を持つ）（５２０）。

【図５Ｂ】図５Ａの斜視図を示す。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

本開示は、全てが本開示の一部を形成する添付の図面及び例に関連付けて以下の記載を参照することによって、更に容易に理解することができる。本開示が本明細書に記載及び／又は図示する具体的な製品、方法、条件、又はパラメータに限定されないこと、並びに本明細書で用いる用語は一例としてのみ特定の実施形態を記載するためのものであって特許請求される開示を限定することは意図されないことは理解されよう。同様に、特に明記しない限り、改良のための可能な機構又はアクションのモード又は理由についての記載は例示のみを意図しており、本明細書における本発明は、そのような改良のための提案する機構又はアクションのモード又は理由の正確さ又は不正確さによって制約を受けない。本文書全体を通して、記載は、デバイス及びシステムを動作させる方法と、前記方法を提供

10

20

するデバイス及びシステムとの双方に言及することが認識される。すなわち、本開示がフローバッテリーを動作させるための１つ又は複数の方法を記載及び／又は特許請求する場合、これらの記載及び／又は特許請求は、これらの方法を達成するためのデバイス、機器、又はシステムも記載及び／又は特許請求することは認められよう。

【０００９】

本開示において、文脈上明らかに他の意味を示す場合を除いて、単数形「a（１つの）」、「an（１つの）」、及び「the（その）」には複数の言及も含まれ、特定の数値に対する言及は少なくともその特定の値を含む。このため、例えば「１つの材料」は、当業者に既知のそのような材料及びその均等物等の少なくとも１つに対する言及である。

【００１０】

ある値が「約」という記述語の使用により近似値として明示される場合、その特定の値が別の実施形態を形成することは理解されよう。一般に、「約」という言葉の使用は、開示される主題が達成しようとする所望の特性に応じて変動し得る近似値を示し、それが用いられる具体的な文脈の中でその機能に基づいて解釈される。当業者はこれを慣例的なこととして解釈することができる。場合によっては、特定の値に用いられる有効桁数が、「約」という言葉の範囲を決定する１つの非限定的な方法となり得る。他の場合には、一連の値での段階的な変化を用いて、各値について「約」という言葉に使用できる対象範囲を決定することができる。存在する場合、全ての範囲は包括的であり組み合わせ可能である。すなわち、ある範囲内に示した値に対する言及はその範囲内の全ての値を含む。

【００１１】

リストが提示される場合、特に明記しない限り、そのリストの各要素及びそのリストの全ての組み合わせは別個の実施形態として解釈されることは理解されよう。例えば「A、B、又はC」と提示される実施形態のリストは、「A」、「B」、「C」、「AもしくはB」、「AもしくはC」、「BもしくはC」、又は「A、B、もしくはC」という実施形態を含むものとして解釈される。

【００１２】

明確さのために本明細書では別個の実施形態の文脈で記載する本発明のいくつかの特徴は、組み合わせて単一の実施形態で提供され得ることは認められよう。すなわち、明らかに両立できないか又は具体的に除外される場合を除いて、個々の実施形態は他のいずれかの実施形態（複数の実施形態）と両立可能であると考えられ、そのような組み合わせは別の実施形態であると見なされる。逆に、簡潔さのために単一の実施形態の文脈で記載する本発明の様々な特徴は、別個に又はいずれかのもっと小さい組み合わせ（s u b - c o m

10

20

30

40

50

b i n a t i o n) で提供され得る。更に、ある実施形態を一連のステップの一部として又はもっと一般的な構造の一部として記載することができるが、各前記ステップ又は一部はそれ自体が別個の実施形態であると見なすことも可能である。更に、本開示に記載する実施形態はフローバッテリーに関して記載するが、これらの実施形態は、限定ではないが密閉型バッテリー、燃料電池、及び電解槽を含むセルのスタックを必要とする他の構成の電気化学デバイスにおいて使用可能であることは認められよう。また、これには、フローバッテリーシステムにおいて再平衡化 (r e b a l a n c i n g) 機能を提供する電気化学デバイスも含まれる。

【0013】

本発明のいくつかの実施形態は、流体フローアセンブリを提供する。各アセンブリは、
非伝導性要素内に配置された伝導性要素と、

伝導性中央要素を取り囲むものとして特徴付けられる非伝導性要素又は複数の非伝導性要素であって、これらの要素が相互に係合された場合に少なくとも1つのほぼ平坦な表面を画定する、非伝導性要素と、

を備え、伝導性要素及び非伝導性要素の各々がチャンネルを備え、これらのチャンネルが組み合わされるとほぼ平坦な表面上にフローパターンを形成し、

チャンネルが、非伝導性要素におけるか又は非伝導性要素の内部のフィーチャによって、相互接続されるか、制限されるか、終端されるか、又はそれらのいずれかの組み合わせが行われる。別の実施形態では、チャンネルは、非伝導性要素における及び非伝導性要素の内部のフィーチャによって、相互接続されるか、制限されるか、終端されるか、又はそれらのいずれかの組み合わせが行われる。

【0014】

本明細書において用いる場合、「伝導性」及び「非伝導性」という言葉は、それぞれ導電性及び非導電性のことである。伝導性要素も非伝導性要素も、この導電性又は非導電性の特徴をそれぞれ達成する限り、構成材料の選択によって必ずしも制約を受けない。例えば、伝導性要素は炭素、金属、又は金属コーティングされた非伝導性基板又は複合物を含むことができ、この複合物は、伝導性の粒子又は小繊維（例えば炭素粒子もしくは小繊維又は金属粒子）を充填したポリマーを含み得る。非伝導性要素は典型的に有機ポリマーを含み、好ましくは成形可能ポリマー、更に好ましくは射出成形されたポリマーを含む。例示的な材料は、限定ではないが、ポリエチレン (P E) 、ポリ塩化ビニル (P V C) 、及びアクリロニトリルブタジエンスチレン (A B S) 等の射出成形可能な熱可塑性樹脂を含む。また、負荷のもとでクリープを最小限に抑えるため及び／又は伝導性要素との熱膨張の差を最小限に抑えるために添加された充填材料を含むポリマー複合物も含まれる。候補となる充填材利用は、限定ではないがガラス又は他の金属酸化物を含む。これらのプラスチック又はプラスチック複合物は、十分に剛性で、非伝導性で、安価な射出成形方法により製造可能であるという点で、優れた材料である。

【0015】

いくつかの実施形態では、伝導性要素のチャンネルは個別に又は複数個まとめて相互接続することができる。前者の場合、例えば交互に配置された隣接チャンネルを、フロー経路の各端部で、非伝導性要素内の個々の相互接続によって相互に接続することができる。後者の場合、多数のチャンネルを、各端部で、非伝導性要素内のプレナム又はマニホールドによって流体連通で接続することができる。「プレナム」又は「マニホールド」という言葉は交換可能に用いられ、第1の伝導性要素内の多数のフローチャンネルに供給される流体の共通プールを表すことができる。

【0016】

これらの実施形態のいくつかにおいて、チャンネルは、非伝導性要素内のフィーチャによって制限されるか、終端するか、又は制限されると共に終端する。他の実施形態では、これらの制限フィーチャ、終端フィーチャ、又は制限及び終端の双方のフィーチャによって提供されるアセンブリは、動作中、平坦な表面から実質的に離れた、すなわち伝導性要素上に重ねられた多孔性電極アセンブリ内への、伝導性要素内の対流を促進する。このアセ

10

20

30

40

50

ンブリの全体的なフローパターンは、例えば蛇行形状のフローフィールドパターン、相互に噛み合った形状のフローフィールドパターン、又はそれらの組み合わせを構成し得るが、本発明のアセンブリを特徴付けるのは、伝導性要素が実質的に一連のほぼ平行なチャンネルから成ることと、チャンネルの相互接続又はチャンネルの制限、終端、もしくは制限及び終端の双方に関連付けられたいかなる要素も非伝導性要素内だけに位置付けられることである。

【0017】

本明細書で用いる場合、「相互に係合された場合にほぼ平坦な表面」という言葉は、伝導性要素及び非伝導性要素の少なくとも1つの表面が事実上相互に同一平面上にある幾何学的形状のことである。伝導性表面と非伝導性表面は厳密に平面である必要はなく、実際には、相互に係合された場合に伝導性要素のチャンネルと非伝導性要素のフィーチャとの間に流体連通が存在するならば、伝導性表面は非伝導性表面内でわずかにくぼんでいる可能性がある。場合によっては、非伝導性表面に対してわずかにくぼんで、流体拡散媒体を上重ねて置くことができる伝導性要素を設けることが望ましい。このくぼみは、フロー媒体がスタックアセンブリ内で圧縮された場合に所望の程度まで圧縮されるような大きさに形成されている。場合によっては、伝導性要素と実質的に非平面である非伝導性フレーム要素を設けることが望ましい。非伝導性フレーム要素は、要素間に流体連通が存在する限り、例えばセル位置合わせフィーチャ又は流体輸送を向上させるフィーチャを提供する連結フィーチャを有することができ、これらが組み合わせされるとアセンブリを個別アセンブリのスタックに構成することができる。フロー媒体は金属、炭素、ポリマー結合剤を含むことがあり、織布、不織フェルト、紙、発泡性又は網状ガラス質フォーム、有孔シート、又は拡張メッシュで構成することができる。フロー媒体は、黒鉛化ポリアクリロニトリル(PAN)繊維で形成し、これらを黒鉛化樹脂によって結合して不織構造にするか、又は、ある程度の樹脂結合を含むことも含まないこともある織布もしくはフェルト構造にすることができる。あるいは、フロー媒体を伝導性要素の上面に接合することも可能である。

【0018】

いくつかの実施形態では、非伝導性フレームは、フレーム構造内に少なくとも1つの内部トンネル又はトンネルシステムを備えている。そのような実施形態では、フレームは平坦な外面を形成することができ、伝導性要素のフローチャンネルの基部が非伝導性フレームのこれらの内部フローフィーチャの基部と整合するように、更に任意選択的にフローチャンネルの上部がフレームの平坦な外部領域と整合するように構成することができる。非伝導性フレーム内のそのようなトンネルを形成するには、個別のプラスチックシートを重ね合わせるか、又は3Dフォトリソグラフィ、ロストコア射出成形、又はインベストメント鋳造を用いればよい。

【0019】

「相互に係合された場合」という言葉は、伝導性要素と非伝導性要素が組み立てられるまで別個の要素として存在し得ることを意味する。これらの異なる要素は、接着剤、スナップ嵌め、もしくは他の留め具(例えばねじもしくはピン)によって係合するか、例えばレーザもしくは超音波溶接もしくはエポキシ等の接着剤を用いて永久的にもしくは半永久的に接合するか、又は、多数のアセンブリを相互に隣接させて積層することで単に所定位置に保持すればよい。伝導性表面と非伝導性表面との間の流体連通が意図される目的には充分であることを保証するために、この程度の係合で充分であることは明らかである。また、係合の性質にもよるが、バイポーラフローバッタリスタックはバイポーラセパレートプレートの反対側に異なる流体を含むので、対象の流体をその面内に維持するためにエラストマ密閉を用いてもよい。

【0020】

伝導性要素が非伝導性要素の内部空間とほぼ一致するエリアを画定するように、非伝導性要素が第1の伝導性要素の外周を取り囲むことが考えられる。代替的な実施形態では、伝導性要素内のチャンネル端部が非伝導性要素の必要な相互接続フィーチャ、制限フィーチャ、又は終端フィーチャに向けられる(address)ならば、非伝導性要素は2つ又

は3つの側面で伝導性要素の境界となることができる。

【0021】

上述のようにいくつかの実施形態では、伝導性要素は複数のほぼ平行なフローチャネルを含むか又は実質的にそれらから成る。これらのチャネルの寸法は理論上は重要でないが、高い流体密度という実際的な理由のため、好ましくはミクロン又はミリメートルスケールの幅を有する（例えば約100から約1000ミクロン、約1ミリメートルから約10ミリメートル、又はそれらの何らかの組み合わせの範囲）。あるいは、例えば10ミリメートルから約100ミリメートルのような極めて広い幅のチャネルを比較的少数だけ展開することも可能である。いくつかの実施形態では、複数のほぼ平行なフローチャネルの少なくとも一部、好ましくは全てが、ほぼ平行な側壁を有する。これらのフローチャネルは、チャネル内で疎水性又は親水性のコーティングで覆って、流速又は乱流を増大させてもよい。構成の材料に応じて、複数のほぼ平行なフローチャネルの形成は、ギャングミリング（gang milling）によって、又は最終的な正味の形状又は正味の形状に近い形状への成形によって行うことができる。ギャングミリングは、多数のカッタを用いて部品に平行フィーチャを生成するプロセスである。ギャングミリングは、機械加工の時間及びコストを劇的に軽減するが、極めて単純な幾何学的形状が必要である。本明細書に記載するアセンブリの構造を除けば、蛇行形状のフローフィールドも相互に噛み合った形状のフローフィールドもギャングミリングで効率的に形成することはできない。また、ほぼ平行なフローチャネルは成形の複雑さの軽減を図ることができ、これによって成形コスト削減と成形摩耗の低減が得られる。

【0022】

本発明のセル設計の例は、図2A～図2B、図3A～図3B、図4A～図4B、及び図5A～図5Bに示すものを含む。これらの図面に示すように、非伝導性フレーム（200、300、400、及び500）は、アクティブエリア（210、310、410、及び510）の外側のセル全体を構成する。これは、アクティブエリアの外側のバイポーラプレート材料を、上述のような安価なプラスチック又はプラスチック複合材料で安価な成形方法によって製造可能なコンポーネントに置き換えることによって、スタックコンポーネントのコストを削減する。射出成形されたプラスチックから作製される非伝導性フレームを用いるセル設計では、例えばシャント電流を最小限に抑えるためのマニホールド、貫通孔、及びポートのような追加のフィーチャを、極めて少ない追加コストでプラスチックコンポーネントに追加することができる。機械設備のコストはわずかに高くなり得るが、これらは、数十又は数百のセルを含む典型的なフローバッテリスタックの反復部分で大量に用いられるので極めて迅速に償却される。隣接フローチャネルはすでに拡散層を介して接続されているので、バイポーラプレートと非伝導性セルフレームとの間の嵌合は、流れを妨げるのに十分な強固さがあればよい。バイポーラプレートと非伝導性セルフレームとの界面における流体抵抗は、ダウンチャネル流体抵抗より小さくしなければならず、拡散層を介した隣接フローチャネルに対する流体抵抗とほぼ同じとすればよい。

【0023】

図3A～図3B、図4A～図4B、及び図5A～図5Bは、非伝導性要素内でチャネルを制限又は終端する概念を具体的に示し、図2A～図2Bのフィーチャと比較される。具体的には、読者は図2A、図3A、図4A、及び図5A～図5Bのそれぞれの要素220、320、420、及び520を参照されたい。図2Aは、非伝導性要素210によって取り囲まれた伝導性要素200を備えるデバイスを示す。伝導性要素200は、ほぼ平行なフローチャネル（陰影付き通路として示す）を備えている。フローフィールドのフローチャネルは非伝導性フレーム220に突き当たって終端するが、非伝導性フレーム内には位置しない（220）ので、相互に噛み合った形状のフローフィールドを提供する。流体がこの陰影付きチャネルを通過する際、各チャネルの端部に近付くと減速する。流体が伝導性バイポーラプレート上の電気化学的にアクティブなエリアに送出される一貫性を向上させるためには、これを回避することが有利である。これに対して、図3A、図4A、及び図5Aは、相互に噛み合った形状のフローフィールドが320、420、及び520に

よって画定されたデバイスを示す。これらの場合、対応する終端又は制限がそれぞれ非伝導性要素によって与えられる。図3A、図4A、及び図5Aの各々において、流体の行き止まりはアクティブエリアの外側で生じる。これは流体分散の均一性の向上に役立つ。図4A及び図5Aにおいて、要素420及び520はそれぞれ、図2A又は図3Aに示される流体フローの完全な遮断でなく部分的な制限を示している。図4Aの場合はチャンネルの幅が制限されている。幅の制限の程度（段差の数又は制限の程度による）は、各チャンネルについて同一であるか又は異なる場合があることは認められよう。図5A～図5Bは、非伝導性要素内でチャンネル高を単一の段差で制限することを示す。この場合も、高さ制限の数、程度、又は数と程度の双方は、各チャンネルについて同一であるか又は異なる場合があることは認められよう。また、少なくとも1つの段差と連続的な勾配との他の組み合わせによって、所与のチャンネルの高さ内で制限を提供し得ることも認められよう。更に、水平方向（幅）及び垂直方向（高さ）の段差又は勾配のいかなる組み合わせによっても本明細書に記載する制限を提供し得ることも認められよう。更に、この制限の程度が各チャンネルの幅又は高さを縮小する量は、各チャンネルの幅又は高さに対して、幅もしくは高さ又はそれら双方の約10%から約90%までの範囲内とすることができる。他の実施形態では、この制限の程度が幅もしくは高さ又はそれら双方を縮小する量は、約20%から約40%、約40%から約60%、約60%から約80%、又はそれらの組み合わせの範囲内とすることができる。この勾配の概念は、公称液量（a nominal amount of fluid）を平坦な表面から離して拡散媒体を通過させながら、セルにおける全圧力損失を軽減するのに有利である。非伝導性要素によって与えられる例示的な終端又は制限は必ずしも一定の縮尺通りに描かれていないことに留意すべきである。

【0024】

このため、流体アセンブリはほとんど個別に記載したが、それらは好ましくは、少なくとも2つ、約50、約100、又は約200を超える流体フローアセンブリデバイスの構成において、相互に積層され得ることは認められよう。更に、そのようなアセンブリを用いて、燃料電池、フローバッテリー、電気分解スタック、及びそれらの組み合わせを含む電気化学デバイスにおいて、気体又は液体又はそれらの組み合わせを循環させることができる。相互に積層する際、場合によっては、電極及びセパレータと共に単一セルを含む隣接アセンブリを垂直方向に向けて、1つのアセンブリのほぼ平行なチャンネルのアレイが隣接アセンブリのほぼ平行なチャンネルのアレイに対して斜めに、好ましくは90度になるように位置決めすることが好ましい。あるいは隣接アセンブリは、チャンネルを垂直又は水平の向きに整合させるように配置することができる。そのような場合、1つのアセンブリは対向する隣接アセンブリよりも幅広のチャンネル寸法を有し、チャンネルを幅広のチャンネル内で整合させることができる。

【0025】

別の実施形態において、流体フローアセンブリデバイスは、燃料電池、フローバッテリー、及び電気分解スタックを含む電気化学デバイス内に組み込むことができ、それらのデバイスはもっと大型のシステム内に組み込まれる。この大型システムは、例えばセルスタック、電解質を収容及び輸送するための貯蔵タンク及び配管、制御ハードウェア及びソフトウェア（安全システムを含み得る）、並びに少なくとも1つの電力調節ユニットを、エネルギー貯蔵システムの一部として含む。そのようなシステムにおいて、貯蔵タンクは電気活性材料を収容する。制御ソフトウェア、ハードウェア、及び任意選択的な安全システムは、フローバッテリー又は他のエネルギー貯蔵システムの安全で自律的かつ効率的な動作を保証するためのあらゆるセンサ、緩和装置、及び電子／ハードウェア制御装置及び安全装置を含む。

【0026】

そのような貯蔵システムは、エネルギー貯蔵システムの最前部に電力調節ユニットも含んで、入力及び出力する電力をエネルギー貯蔵システム又はその用途のために最適な電圧及び電流に変換することができる。配電網に接続されたエネルギー貯蔵システムの例では、充電サイクルにおいて、電力調節ユニットは入力AC電気を電気化学スタックに適した電圧及

び電流のDC電気に変換する。放電サイクルにおいて、スタックはDC電力を生成し、電力調節ユニットは配電網の用途に適した電圧及び周波数のAC電力に変換する。本発明のそのようなエネルギー貯蔵システムは、数時間の持続的な充電又は放電サイクルによく適している。そのため、本発明のシステムは、エネルギー供給／受容プロファイルを平滑化すること、及び（例えば再生可能エネルギー源からの）間欠的な発電資産の安定化機構を提供することに適している。本発明の様々な実施形態は、そのような長い充電又は放電時間が貴重である場合の電気エネルギー貯蔵用途を含むことは認められよう。例えば、そのような用途の限定でない例には、本発明のシステムを配電網に接続したものが含まれ、再生可能エネルギー統合（renewables integration）、ピーク負荷シフト、配電網の安定化（grid firming）、ベースロード発電／消費、エネルギー裁定取引、伝送及び配電資産繰り延べ、弱い配電網のサポート、及び／又は周波数調整を可能とする。更に、本発明のデバイス又はシステムを用いて、配電網又はマイクログリッド（micro-grid）に接続されていない用途のために安定した電力を提供することができる。そのような用途は、例えば遠隔キャンプ、前進作戦基地、オフグリッド電気通信、又は遠隔センサのための電力源である。

10

【0027】

以下の実施形態は、すでに記載した実施形態を置換するのではなく補足することを意図している。

【0028】

実施形態1。

20

非伝導性要素内に配置された伝導性要素と、

伝導性中央要素を取り囲むものとして特徴付けられる非伝導性要素であって、これらの要素が相互に係合された場合にほぼ平坦な表面を画定する、非伝導性要素と、を備え、伝導性要素及び非伝導性要素の各々がチャンネルを備え、これらのチャンネルが組み合わせられるとほぼ平坦な表面上にフローパターンを形成し、

チャンネルが、非伝導性要素において又は非伝導性要素の内部で、制限されるか、終端されるか、又は制限されると共に終端される、流体フローアセンブリ。

【0029】

実施形態2。非伝導性要素における制限によって、平坦な表面から実質的に離れた伝導性要素内の対流が生じる、実施形態1に記載の流体フローアセンブリ。

30

【0030】

実施形態3。フローチャンネルの少なくとも1つ又はフローパターン全体が相互に噛み合った形状のフローパターンである、実施形態1又は2に記載の流体フローアセンブリ。

【0031】

実施形態4。伝導性要素が複数のほぼ平行なフローチャンネルを備える、実施形態1から3のいずれか1つに記載の流体フローアセンブリ。

【0032】

実施形態5。複数のほぼ平行なフローチャンネルの少なくとも一部がほぼ平行な側壁を有する、実施形態4に記載の流体フローアセンブリ。

【0033】

40

実施形態6。ほぼ平行なフローチャンネルの各々がほぼ平行な側壁を有する、実施形態4に記載の流体フローアセンブリ。

【0034】

実施形態7。複数のほぼ平行なフローチャンネルが、寄せフライス等、平行な切断を同時に実行する2つ以上のツールを伴う機械加工動作によって形成される、実施形態4から6のいずれか1つに記載の流体フローアセンブリ。

【0035】

実施形態8。複数のほぼ平行なフローチャンネルが、最終的な正味の形状又は正味の形状に近い形状への成形によって形成される、実施形態4から6のいずれか1つに記載の流体フローアセンブリ。

50

【0036】

実施形態9。フローパターンが、
複数のほぼ平行なフローチャネルを備える第1の伝導性要素と、
少なくとも1つのプレナム又はマニホールドを備える第2の非伝導性要素と、
第1の伝導性要素のほぼ平行なフローチャネルの2つ以上と流体連通している各プレナム又はマニホールドと、
を備える、実施形態1から8のいずれか1つに記載の流体フローアセンブリ。

【0037】

実施形態10。非伝導性要素が成形プラスチック、成形プラスチック複合物、又はそれらの組み合わせを含む、実施形態1から9のいずれか1つに記載の流体フローアセンブリ。

10

【0038】

実施形態11。伝導性プレートが流体拡散媒体を受容するくぼみを有し、くぼみは、フロー媒体が隣接するプレートの平坦な側に押圧された場合に所望の程度まで圧縮されるか、又は所望のように伝導性プレートに取り付けられるような大きさに形成されている、実施形態1から10のいずれか1つに記載の流体フローアセンブリ。

【0039】

実施形態12。フロー媒体が、金属、炭素、ポリマー結合剤を含み、織布、不織フェルト、紙、発泡性若しくは網状ガラス質フォーム、有孔シート、又は拡張メッシュで構成されている、実施形態11に記載の流体フローアセンブリ。

20

【0040】

実施形態13。実施形態1から12のいずれか1つに記載の流体フローアセンブリを備えるエネルギー貯蔵システム。

【0041】

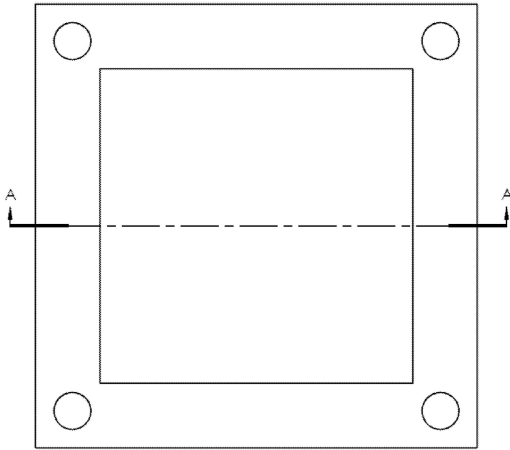
これらの教示に照らし合わせて本発明の多数の変更及び変形が可能であること、それらが全てこれにより考慮されることは当業者によって認められよう。例えば、本明細書に記載した実施形態に加えて、本発明は、本明細書に引用した本発明の特徴と、本発明の特徴を補足する引用した従来技術のものと組み合わせから得られる発明を考慮し特許請求する。同様に、記載した材料、特徴、又は物品 (a r t i c l e) のいかなるものも他のいずれかの材料、特徴、又は物品と組み合わせ使用可能であり、そのような組み合わせが本発明の範囲内にあると見なされることは認められよう。

30

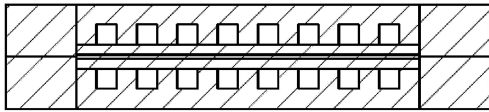
【0042】

本文書において引用又は記載した各特許、特許出願、及び公報の開示は、引用により各々が全体的に本願にも含まれるものとする。

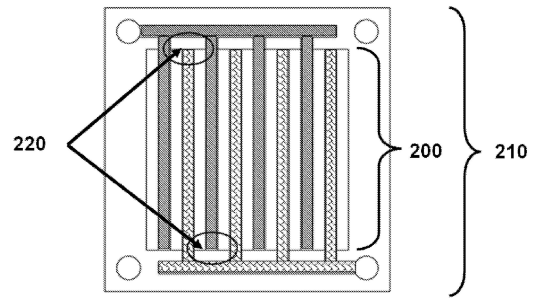
【図 1 A】



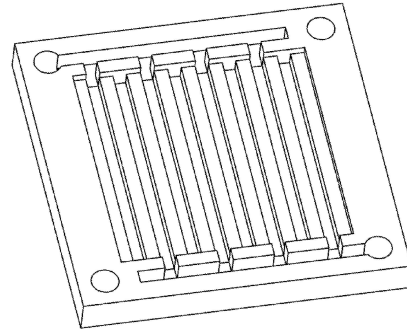
【図 1 B】



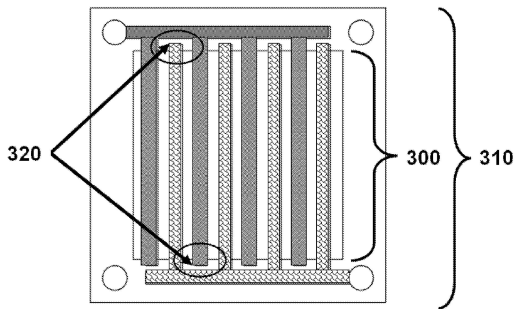
【図 2 A】



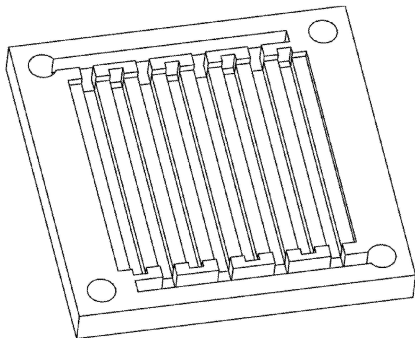
【図 2 B】



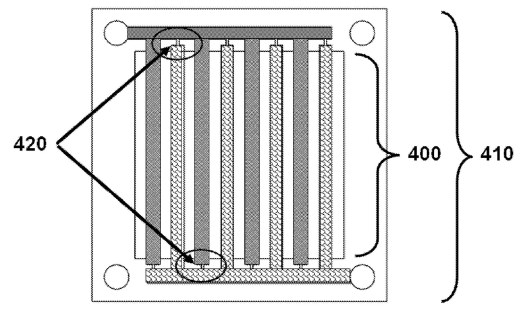
【図 3 A】



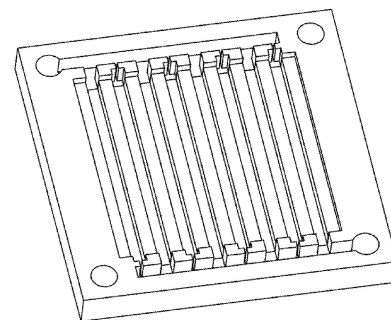
【図 3 B】



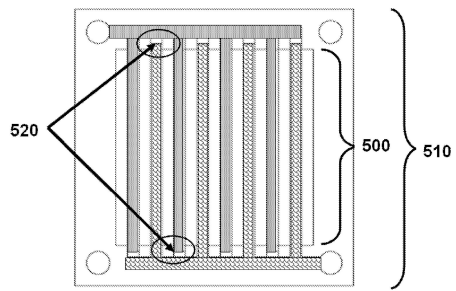
【図 4 A】



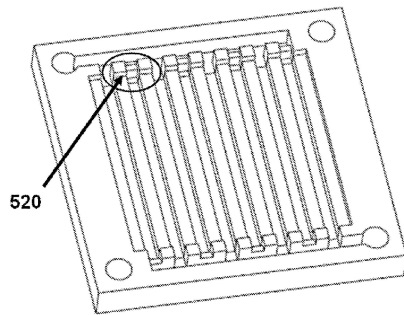
【図 4 B】



【図 5 A】



【図 5 B】



フロントページの続き

- (74)代理人 100168642
弁理士 関谷 充司
- (74)代理人 100096769
弁理士 有原 幸一
- (74)代理人 100107319
弁理士 松島 鉄男
- (74)代理人 100114591
弁理士 河村 英文
- (72)発明者 ウォリントン, カーティス
アメリカ合衆国、01720 マサチューセッツ州、アクトン、イーサン アレン ドライブ 3
- (72)発明者 グレベニユク, オレグ
アメリカ合衆国、01770 マサチューセッツ州、シャーボーン、プロスペクト ストリート 57
- (72)発明者 バドリーナラヤナン, パラヴァーストゥ
アメリカ合衆国、02451 マサチューセッツ州、ウォルサム、スターンズ ヒル ロード 2302
- (72)発明者 マッデン, トーマス, エイチ.
アメリカ合衆国、06033 コネチカット州、グラストンベリー、ヘブロン アベニュー 2767

審査官 小森 重樹

- (56)参考文献 国際公開第2012/177255 (WO, A1)
特開平06-290795 (JP, A)
特開2011-228059 (JP, A)
特表2014-520382 (JP, A)
特開2008-078104 (JP, A)
特開2008-091110 (JP, A)
特開2008-166260 (JP, A)
特開2012-252955 (JP, A)
特開2008-047313 (JP, A)
欧州特許出願公開第02557621 (EP, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H01M | 8/0258 |
| C25B | 9/20 |
| H01M | 8/18 |