

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5057634号
(P5057634)

(45) 発行日 平成24年10月24日(2012.10.24)

(24) 登録日 平成24年8月10日(2012.8.10)

(51) Int. Cl.	F 1				
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M	8/02			R
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M	8/10			
HO 1 M 8/12 (2006.01)	HO 1 M	8/12			

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-323817 (P2003-323817)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成15年9月17日(2003.9.17)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2004-111395 (P2004-111395A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成16年4月8日(2004.4.8)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成18年9月13日(2006.9.13)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	10/246,066	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成14年9月18日(2002.9.18)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(72) 発明者	ロナルド・スコット・バンカー
			アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、クリフトン・パーク・ロード、1372番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池構体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極(20)、陰極(30)及びそれらの間に配置された電解質(40)を備える少なくとも1つの燃料電池(50)と、

前記燃料電池(50)に流体を送るために前記少なくとも1つの燃料電池(50)の内部に配置された少なくとも1つの流体流路(95)と、

前記陽極(20)、前記陰極(30)又は前記電解質(40)に接触し、前記流体が前記流体流路(95)に導入されると前記流体の流れを分断し且つ前記流体と燃料電池構体(10)との間の熱伝達率を向上させるように前記流体流路(95)の中へ突出する流れ分断器(25)の少なくとも1つのアレイとを具備する燃料電池構体(10)であって、前記流れ分断器(25、32)が、前記陽極(20)、前記陰極(30)又は前記電解質(40)としての材料からなる、燃料電池構体(10)。

【請求項 2】

前記流れ分断器(25)のアレイは、前記電解質(40)から前記陰極(30)又は前記陽極(20)に延出する流れ分断器(32)の第2のアレイを更に具備する請求項1記載の燃料電池構体(10)。

【請求項 3】

前記燃料電池(50)は、固体酸化物燃料電池、プロトン交換膜燃料電池、熔融炭酸塩燃料電池、リン酸燃料電池、アルカリ燃料電池、ダイレクトメタノール燃料電池、再生燃料電池、亜鉛空気燃料電池及びプロトニックセラミック燃料電池より成る群から選択され

る請求項 1 又は 2 記載の燃料電池構体 (1 0) 。

【請求項 4】

前記燃料電池 (5 0) は、平面構造を有する少なくとも 1 つの燃料電池 (5 0) を具備する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池構体 (1 0) 。

【請求項 5】

前記燃料電池 (5 0) は、管状構造を有する少なくとも 1 つの燃料電池 (5 0) を具備する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池構体 (1 0) 。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの流体流路 (9 5) はオキシダント流路 (3 6) 及び燃料流路 (2 8) を具備し、前記流れ分断器 (2 5 、 3 2) のアレイは前記オキシダント流路 (3 6) 又は燃料流路 (2 8) の中へ突出する請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池構体 (1 0) 。

10

【請求項 7】

前記流れ分断器 (2 5 、 3 2) は、個別のピン、トリップ断片及びバッフル乱流装置より成る群から選択される請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の燃料電池構体 (1 0) 。

【請求項 8】

前記流れ分断器 (2 5 、 3 2) は、一定の横断面面積を有する請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の燃料電池構体 (1 0) 。

【請求項 9】

前記流れ分断器 (2 5 、 3 2) は、正方形、長方形、円、楕円及び環より成る群から選択される横断面形状を有する請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の燃料電池構体 (1 0) 。

20

【請求項 1 0】

前記流れ分断器 (2 5 、 3 2) は、0 . 5 1 mm ~ 6 . 4 mm (0 . 0 2 0 インチ ~ 0 . 2 5 インチ) の範囲の幅を有する請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の燃料電池構体 (1 0) 。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は一般に燃料電池等の発電機器に関し、特に、燃料電池、例えば、固体酸化物燃料電池の熱管理に関する。

30

【背景技術】

【0 0 0 2】

燃料電池は、イオン電導層を介して燃料とオキシダント (酸化体) を電気化学的に組み合わせることにより電気を発生するエネルギー変換装置である。高温燃料電池束、例えば、固体酸化物燃料電池束は、通常、平面形状を有する平坦な個々の部材から構成される。平面燃料電池は逆流、交差流及び平行流という異なる種類で実現可能である。典型的な平面燃料電池は、電池から電池へと電流を供給し、立方体構造又はスタックの内部に気体流路を提供する 3 層陽極 / 電解質 / 陰極構成要素を具備する。

【0 0 0 3】

40

固体酸化物燃料電池等の燃料電池は発電に関して効率が良く、汚染が少ないという潜在能力を持つことが実証されているが、温度管理に関連する問題、特に燃料電池構成要素の熱勾配を調整する場合の問題が残されている。燃料電池における動作温度を維持するためには、燃料とオキシダントの反応によって燃料電池で発生する熱エネルギーを除去するか、又は内部で使用することが必要である。燃料電池における冷却流路は、スタック温度を規定の限界以下に維持し且つ所定の熱勾配を維持するように廃熱を燃料電池からオキシダントへ伝達又は除去するのを助けるために、通常は空気等のオキシダントを使用する。燃料電池構体とオキシダント等の流体との温度差は、流体流路を通過して流れる流体と燃料電池構体で発生する熱流束との熱伝達特性として機能する。しかしながら、従来の燃料電池に適用するとき使用されるそのような流体流路の場合、流体流路とそこを流れる流体

50

との間の対流熱伝達係数は低い。

【特許文献 1】米国特許 4 9 7 7 0 4 1 号明細書

【特許文献 2】米国特許出願 1 0 / 2 1 2 5 4 1 号明細書

【特許文献 3】米国特許 5 9 9 3 9 8 5 号明細書

【特許文献 4】米国特許出願公開 2 0 0 4 / 0 1 9 7 6 3 3 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、当該技術においては、改善された熱伝達特性を提供する改善された流体流路を有する燃料電池が必要である。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一実施例は、少なくとも 1 つの燃料電池を備える燃料電池構体を提供する。燃料電池は、陽極、陰極及びそれらの間に配置された電解質と、燃料電池に流体を送るために少なくとも 1 つの燃料電池の内部に配置された少なくとも 1 つの流体流路と、陽極、陰極又は電解質に接触する流れ分断器の少なくとも 1 つのレイ（配列）を具備する。流れ分断器は、流体が流体流路に導入されると流体の流れを分断し且つ流体と燃料電池構体との間の熱伝達率を向上させるように流体流路の中へ突出する。

【0006】

20

本発明の以上の特徴、面及び利点、並びにその他の特徴、面及び利点は、以下の説明、請求の範囲及び添付の図面を参照することにより更に良く理解されるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

本発明は、典型的には、少なくとも 1 つの燃料電池 5 0 を備える燃料電池レイ、燃料電池束又は燃料電池スタックを具備する燃料電池構体 1 0、例えば、固体酸化物燃料電池（以下「SOFC」という）構体を提供する（図 1 を参照）。各燃料電池 5 0 は、直列又は並列に、あるいは直列及び並列に積層することができ、電気エネルギー出力を生成可能な燃料電池スタックシステム又は燃料電池スタック構造を構築する繰り返し燃料電池ユニット 5 0 である。

30

【0008】

燃料電池 5 0 は、固体酸化物燃料電池、プロトン交換膜燃料電池、熔融炭酸塩燃料電池、リン酸燃料電池、アルカリ燃料電池、ダイレクトメタノール燃料電池、再生燃料電池、亜鉛空気燃料電池又はプロトニックセラミック燃料電池等の、流路を必要とするどのような種類の燃料電池であっても良い。

【0009】

燃料電池 5 0、例えば、固体酸化物燃料電池の一例を図 1 に示す。例えば、空気等のオキシダント 3 8 は陰極 3 0 に供給される。陰極 3 0 で発生した酸素イオン (O^{2-}) は陽極 2 0 と陰極 3 0 との間に配置された電解質 4 0 を介して搬送される。例えば、天然ガス等の燃料 3 4 は陽極 2 0 に供給される。陽極 2 0 の側にある燃料 3 4 は、電解質 4 0 を通過して陽極 2 0 へ搬送されてきた酸素イオン (O^{2-}) と反応する。酸素イオン (O^{2-}) は脱イオンされて、外部電気回路（図示せず）に対して電子を放出する。従って、電子の流れは外部電気回路（図示せず）を介して直流電気を発生させる。その結果、この電気発生プロセスは一定の排気ガス及び廃熱を発生する。

40

【0010】

陽極 2 0 は、通常、燃料電池 5 0 に導入される燃料ガスの電気化学的酸化のための反応場所を提供する。従って、陽極 2 0 は燃料還元環境の中で安定していることが望ましく、適切な電子電導率を有することが望ましい。更に、陽極 2 0 は、燃料電池 5 0 の動作条件における燃料ガスの反応に対して触媒作用を促進することが望ましく、反応場所へのガス搬送を可能にする十分な多孔率を有することが望ましい。これらの特性を有する陽極 2 0

50

として適する材料は金属ニッケル、ニッケル合金、銀、銅、コバルト、ルテニウム、ニッケル-イットリア安定化ジルコニアサーメット(Ni-YSZサーメット)、銅-イットリア安定化ジルコニアサーメット(Cu-YSZサーメット)、Ni-酸化セリウムサーメット、セラミック又はそれらの組み合わせを含むが、それらには限定されない。

【0011】

陰極30は、通常、オキシダントの電気化学的還元のための反応場所を提供する。従って、陰極30は酸化環境の中で安定していることが望ましく、十分な電子電導率を有することが望ましい。更に、陰極30は、燃料電池50の動作条件におけるオキシダント気体の反応に対して触媒作用を促進することが望ましく、反応場所までのガス搬送を可能にする十分な多孔率を有することが望ましい。以上のような特性を有する陰極30として適する材料は灰チタン石添加マンガン酸ランタン(LaMnO₃)、ストロンチウム添加LaMnO₄(SLM)、スズ添加酸化インジウム(In₂O₃)、ストロンチウム添加PrMnO₃、LaFeO₃、LaCoO₃、RuO₂、イットリア安定化ジルコニア(YSZ)、ランタン輝コバルト鉱及びそれらの組み合わせを含むが、これらには限定されない。

10

【0012】

一般に、陽極20と陰極30は電気化学的反応を支援するのに十分な表面積を有する。陽極20及び陰極30に使用される材料は燃料電池構体10の典型的な最低動作温度と最高動作温度、例えば、約600 から約1300 の間で熱安定性を有する。

【0013】

図1において燃料電池50の一例を示す分解等角図に示されるように、電解質40は、通常、陽極20と陰極30との間に配置される。電解質40は、陰極30と陽極20との間で酸素イオン(O²⁻)等のイオンを搬送する。これに加えて、電解質40は燃料電池50内で燃料34をオキシダント38から分離する。従って、電解質40は燃料還元環境と酸化環境の双方において安定していることが望ましく、反応気体を透過しないことが望ましい。更に、電解質40は、燃料電池50の動作条件において十分な電導率を有することが望ましい。以上のような特性を有する電解質40として適する材料は酸化ジルコニウム、イットリア安定化ジルコニア(YSZ)、不純物添加酸化セリウム、酸化セリウム(CeO₂)、三二酸化ピスマス、パイロクロール酸化物、不純物添加ジルコン酸塩、酸化灰チタン石材料及びそれらの組み合わせを含むが、これらには限定されない。

20

【0014】

配線部24は、一般に、1つの繰り返し可能燃料電池ユニット50の陽極20を隣接する燃料電池ユニット50の陰極30に電氣的に接続する(図1を参照)。更に、配線部24は均一な電流分布を示すべきであり、燃料ガス及びオキシダント気体を透過してはならない。配線部24は、燃料還元環境と酸化環境の双方で安定していることが望ましく、燃料電池50の多様な温度において電子流れを支援するために十分な電導率を有することが望ましい。以上のような特性を有する配線部24として適する材料はクロム系フェライトステンレス鋼、輝コバルト鉱、セラミック、クロム酸ランタン(LaCrO₃)、重クロム酸コバルト(CoCr₂O₄)、Inconel(商標)600、Inconel(商標)601、Hastelloy(商標)X、Hastelloy(商標)-230、Ducrolloy(商標)、Kovar(商標)、Ebrite(商標)及びそれらの組み合わせを含むが、これらには限定されない。

30

40

【0015】

図1を参照すると、固体酸化物燃料電池50等の燃料電池50は、陽極20と、陰極30と、それらの間に配置された電解質40とを具備する。少なくとも1つの流体流路95は、燃料電池50内に配置される。図1及び図2を参照すると、流れ分断器25の少なくとも1つのアレイは、陽極20、陰極30又は電解質40に連結する。図3に示す本発明の一実施例において、流れ分断器250、255は、電解質40から陽極20又は陰極30の表面を介して延出する。

【0016】

流体流路95は、通常、燃料電池50に配置される少なくとも1つのオキシダント流路28と少なくとも1つの流体流路36とを具備する(図1を参照)。他の実施例において

50

、図4～図6に示すように、流れ分断器25のアレイは流れ分断器32の第2のアレイを更に含む。流れ分断器25、32は、電解質40から陰極30又は陽極20に延出する。流れ分断器25、32は、一般に、個別のピン、トリップ断片及びバッフル乱流装置を具備するが、これらには限定されない。図1に示すように、これらの流れ分断器25、32は、オキシダント流路28又は燃料流路36の中へ突出し、例えばオキシダント流れ38、燃料流れ34、あるいはその両方の流体流れを分断する。図1に示される燃料電池50において、オキシダント流路28内部の典型的なオキシダント流れ38は、燃料流路36内部の燃料流れ34と同様に、臨界レイノルズ数よりも低いレイノルズ数特性を有する層流又は遷移流のいずれかである。図8に概略図の一例を示すように、流れ分断器25は、通常、各流れ分断器25の背後に非定常ウェーク27を生成する。非定常ウェーク27は、オキシダント流れ38等の流体流れと流れ分断器25との境界層の分離によって生成される。ここで使用される「非定常ウェーク」という用語は、図1に示すオキシダント流路28等の流体流路95を介して流体流路で生成される乱流を表す。オキシダント流路28等の流体流路95を介して流体流路で生成される乱流により、オキシダント流路28等の流体流路95を介して、オキシダント流れ38等の流体流れのヌセルト数が増加する。流体流路95を介して流体流れのヌセルト数が増加することにより、流体と燃料電池50との間の基線層流対流熱伝達特性を著しく超えて、対流熱伝達特性は改善される。熱伝達特性が向上することにより、熱をより効率良く且つより効果的に燃料電池50から除去する能力が向上する。燃料電池50とオキシダント38等の流体との温度差は、流体流路95を介して流れる流体の熱伝達特性として、また、図1の燃料電池50において発生する熱流束として機能する。このような熱伝達特性の向上により、複数の燃料電池50を具備する燃料電池構体10の冷却要求が改善される。また、燃料電池50の熱伝達特性の向上により、燃料電池50全体における所定の均一な熱勾配及び温度レベルの維持が保証される。燃料電池50を介して所定の均一な熱勾配を維持することにより、燃料電池構体10の異なる場所における潜在的な被加熱部の発生を避けることができる。図1の燃料電池構体10において、被加熱部は、燃料電池構体10の熱性能及び寿命を非常に悪化させる。従って、燃料電池構体10の熱伝達特性は、基線層流対流熱伝達特性を有する燃料電池構体と比較して、燃料電池構体10の熱性能及び寿命を著しく改善する。更に、基線層流対流熱伝達特性を有する燃料電池構体は、通常、図1に示されるオキシダント流路28を介したオキシダント流れ38等の流体流れがそれほど増加しない場合には、燃料電池構体10の付加的な冷却要求には対応しない。流れ分断器25、32は、オキシダント流路28を介して流れるオキシダント流れ38等の流体流れを増加させずに、燃料電池構体10の熱性能及び寿命を向上させる。

【0017】

本発明の他の実施例によれば、流れ分断器25、32のアレイは、約0.020インチから約0.25インチの範囲の幅52を有する(図3及び図5を参照)。更なる実施例によれば、流れ分断器25、32は、流れ分断器25、32のアレイ全体にわたる均一の熱伝達特性を一般的に保証するほぼ一定の横断面面積を有する。前述の実施例によれば、流れ分断器25、32は、正方形、長方形、円、楕円、環又は変則的な形状の横断面形状を有するが、これらには限定されない。改善された構造安定性及び構造強度を図1に示す燃料電池50の層に提供するように、当業者は流れ分断器25、32の幅52、横断面形状及び横断面面積を自在に選択できるであろう。更に、流れ分断器25、32は、陽極20、陰極30又は電解質40の層を通過する電気化学的反應速度が向上するように、通常、陽極20、電解質40又は陰極30のインタフェースにおいて増加した表面積を提供する。

【0018】

本発明の他の実施例によれば、図4～図6に示すように、流れ分断器25、32のアレイは、通常、インライン構成、千鳥配列構成、均一間隔構成及び変則的な間隔の構成を含む。図4は、流れ分断器25、32のアレイのインライン構成の一例を示す。一実施例において、図5に示されるように、後続の流れ分断器25、32の間の距離51は変則的で

10

20

30

40

50

ある。他の実施例において、後続の流れ分断器 25、32 の間の距離 53 は、不均一である。本発明の他の実施例において、図 6 は、流れ分断器 25、32 のアレイの千鳥配列構成を示す。流れ分断器 25、32 の構成及び間隔は、望ましい適用に基づいて変化してもよい。図 9 の一実施例は、アレイパターン 251 を有し、陽極 20、陰極 30 又は電解質 40 の表面周辺部に均等に分布する流れ分断器 25、32 の構成を示す。図 10 における他の一実施例は、アレイパターン 252 を有し、陽極 20、陰極 30 又は電解質 40 の表面にわたって不均等に広がる流れ分断器 25、32 の構成を示す。また、流れ分断器 25、32 の構成及び間隔は、図 8 において、非定常ウエーク 27 の相互作用又は再循環 253 の代表的領域を制御する。図 8 において流れ分断器の流れ特性の概略図の一例に示されるように、各流れ分断器 25 がオキシダント流れ 38 又は燃料流れ 34 にさらされる場合、これらの非定常ウエークは、各流れ分断器 25 からの流体の境界層分離によって発生する。非定常ウエーク 27 に対する相互作用又は再循環 253 の代表的領域の制御は、望ましい位置において、図 1 における燃料電池 50 の流体流路 95 の流体流路を介して、流体分布プロファイルを調整し、熱流体力学的な安定を維持する。従って、流れ分断器 25、32 の構成、間隔及び横断面形状は、通常、当業者によって、望ましい位置において、図 1 に示された燃料電池構体 10 の一例を介して熱勾配を調整するような方法で選択される。燃料電池構体 10 を介して望ましい位置で調整された熱勾配は、燃料電池構体 10 を介して望ましい熱ポテンシャルを維持することを保証する。

【0019】

流れ分断器 25、32 は、燃料還元環境及び酸化環境の双方において安定していることが望ましく、オキシダント気体を透過しないことが望ましい。更に、流れ分断器は、燃料電池 50 を通過する熱流束に耐えることが望ましい。一実施例において、流れ分断器 25、32 は、セラミック材料を含む。他の実施例において、流れ分断器は、陽極 20、陰極 30 又は電解質 40 としての材料を含む。以上のような特性を有する流れ分断器 25、32 として適する材料は、金属ニッケル、銀、銅、コバルト、ルテニウム、ニッケル-イットリア安定化ジルコニアサーメット (Ni-YSZ サーマット)、銅-イットリア安定化ジルコニアサーメット (Cu-YSZ サーマット)、Ni-酸化セリウムサーメット、灰チタン石添加マンガン酸ランタン (LaMnO_3)、ストロンチウム添加 LaMnO_4 (SLM)、スズ添加酸化インジウム (In_2O_3)、ストロンチウム添加 PrMnO_3 、 LaFeO_3 、 LaCoO_3 、 RuO_2 、イットリア安定化ジルコニア (YSZ)、ランタン輝コバルト鉱、酸化ジルコニア、イットリア安定化ジルコニア (YSZ)、不純物添加酸化セリウム、酸化セリウム (CeO_2)、三二酸化ビスマス、パイロクロール酸化物、不純物添加ジルコン酸塩、酸化灰チタン石材料、過フッ化スルホン酸及び複合材料を含むが、これらには限定されない。しかしながら、流体流路 95 の中へ突出する流れ分断器 25、32 は、望ましくは、配線部 24 との電気機械的接触を回避し、燃料電池 50 を介して起こりうるいかなる電氣的短絡も防止するべきである (図 1 を参照)。

【0020】

本発明は、図 1 から図 6 において平面構造を示す一実施例の適用に関して述べているが、このような発明が、管状燃料電池を含むがそれには限定されない燃料電池の他の実施例において利用可能であることが理解されるであろう。例えば、図 7 は管状燃料電池用の流れ分断器 25 の構成の一例を示す。

【0021】

以上、複数の実施例によって本発明を説明した。しかしながら、本発明の範囲を逸脱せずに様々な変形及び変更を行なうことが可能であるため、本発明は上述の実施形態に制限することを必ずしも意図しない。また、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】本発明の一実施例による平面燃料電池の個々のユニットの一例を示す分解等角図

10

20

30

40

50

【図2】配置された複数の流れ分断器を示す図1における燃料電池構成要素の一例を示す等角図。

【図3】図2におけるX - Xに沿った断面図。

【図4】本発明の一実施例による個々の燃料電池における流れ分断器の構成の一例を示す図。

【図5】本発明の一実施例による個々の燃料電池における流れ分断器の構成の一例を示す図。

【図6】本発明の一実施例による個々の燃料電池における流れ分断器の構成の一例を示す図。

【図7】本発明の一実施例による配置された複数の流れ分断器を有する管状燃料電池の一例を示す分解等角図。

10

【図8】流れ分断器の流れ特性の一例を示す概略図。

【図9】本発明の一実施例による個々の燃料電池における流れ分断器のアレイパターンの一例を示す図。

【図10】本発明の他の実施例による個々の燃料電池における流れ分断器のアレイパターンの一例を示す図。

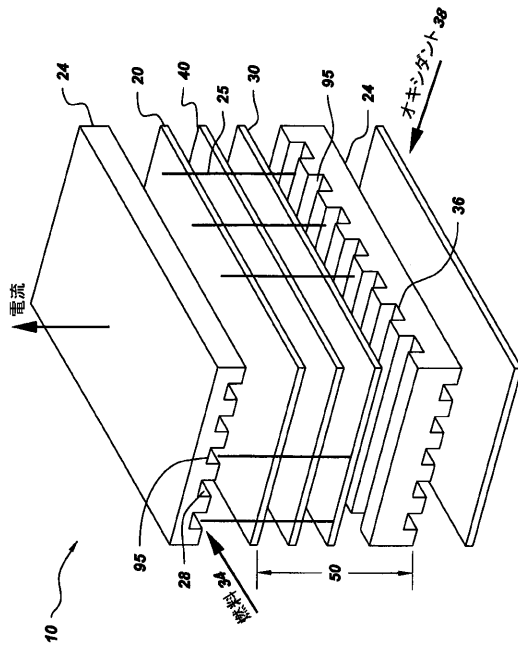
【符号の説明】

【0023】

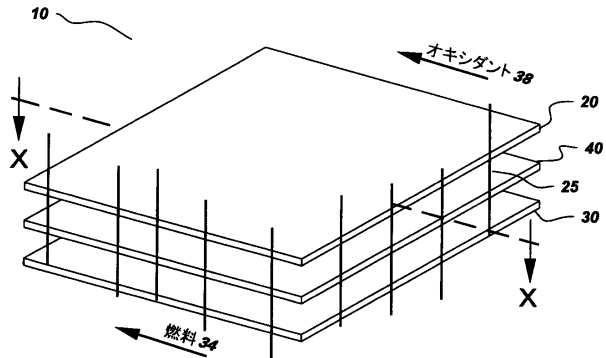
10...燃料電池構体、20...陽極、25...流れ分断器、30...陰極、40...電解質、50...燃料電池、95...流体流路

20

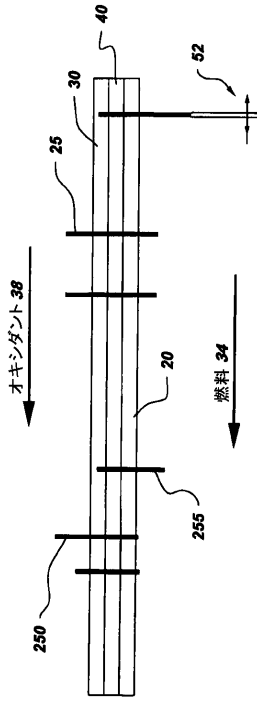
【図1】



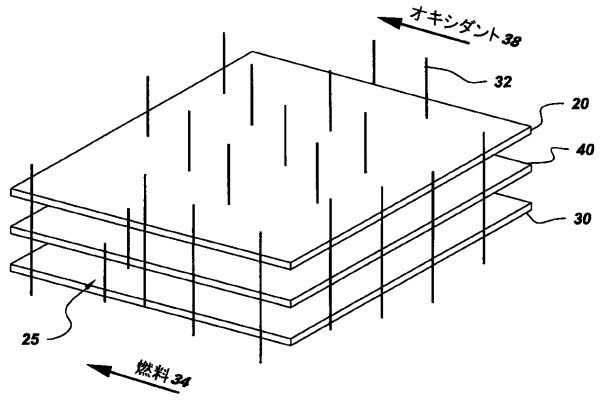
【図2】



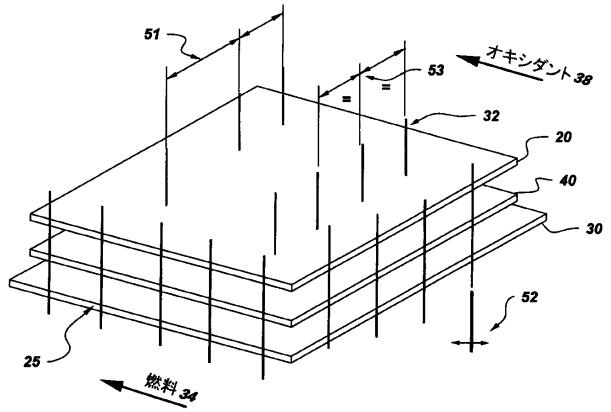
【図3】



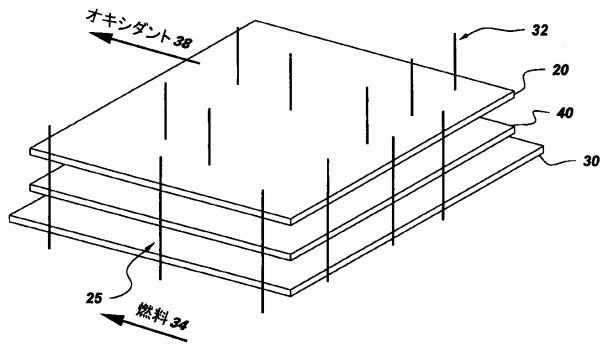
【図4】



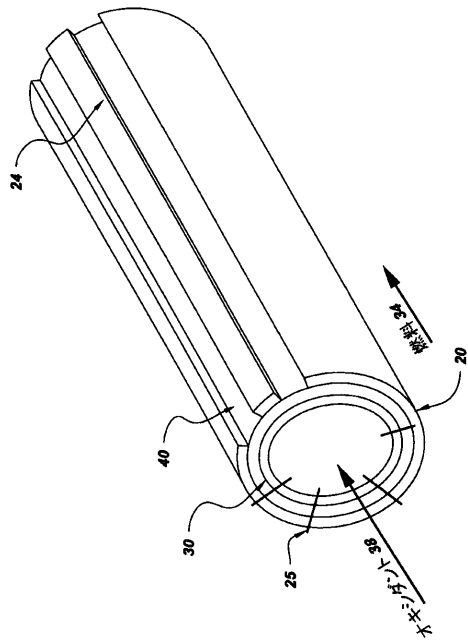
【図5】



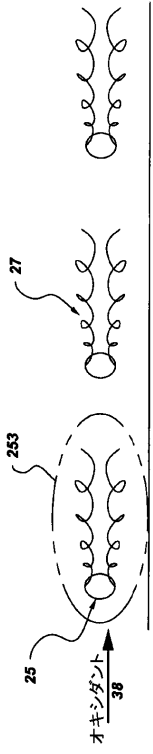
【図6】



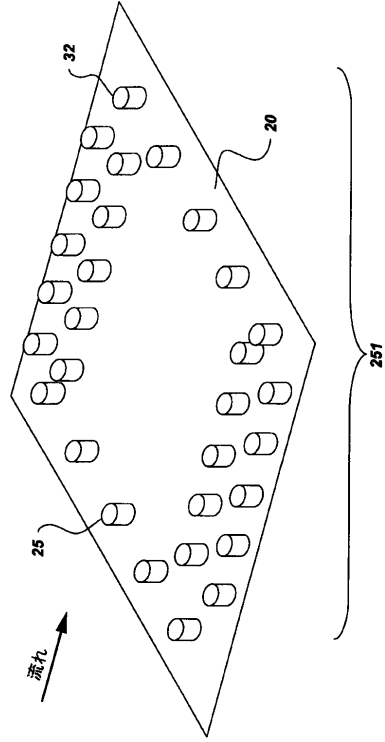
【図7】



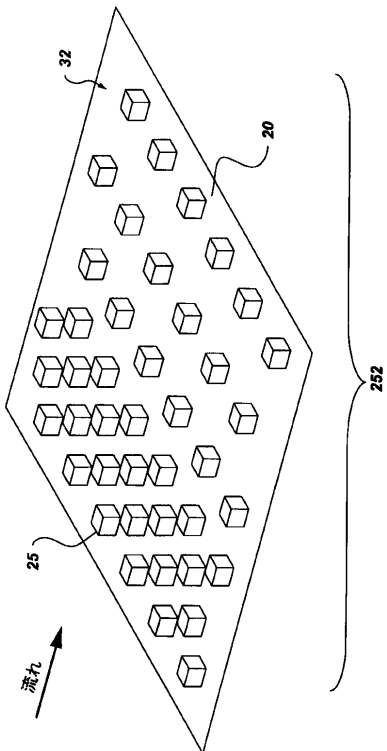
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

審査官 渡部 朋也

- (56)参考文献 特開平11-297341(JP,A)
特開2002-025585(JP,A)
特開2004-071568(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/00-8/24