

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4753580号
(P4753580)

(45) 発行日 平成23年8月24日(2011.8.24)

(24) 登録日 平成23年6月3日(2011.6.3)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/24 (2006.01)	HO 1 M 8/24 R
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/24 Z
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/02 B
	HO 1 M 8/02 R
	HO 1 M 8/04 X

請求項の数 19 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2004-532921 (P2004-532921)	(73) 特許権者	590001407
(86) (22) 出願日	平成15年8月20日(2003.8.20)		ゼネラル・モーターズ・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2005-537625 (P2005-537625A)		GENERAL MOTORS CORPORATION
(43) 公表日	平成17年12月8日(2005.12.8)		アメリカ合衆国ミシガン州48265-3
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/026041		000, デトロイト, ビー・オー・ボックス
(87) 国際公開番号	W02004/021473		ス 300, ルネッサンス・センター 3
(87) 国際公開日	平成16年3月11日(2004.3.11)		00, メール・コード 482-シー23
審査請求日	平成17年4月28日(2005.4.28)		-ビー21
(31) 優先権主張番号	10/230, 916	(74) 代理人	100089705
(32) 優先日	平成14年8月29日(2002.8.29)		弁理士 社本 一夫
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100076691
			弁理士 増井 忠式
		(74) 代理人	100075270
			弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池スタックデザイン及び作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池スタックであって、

少なくとも2つの第1及び第2の燃料電池セグメント34、36に分離された複数の第1及び第2の燃料電池40、50を備えており、2つの燃料電池セグメントの各々は、その中に位置する前記複数の燃料電池40、50を有しており、

前記少なくとも2つの第1及び第2の燃料電池セグメント34、36は、連続する上流側及び下流側の対のセグメントとして配置されており、

上流側の第1のセグメント34は、第1の燃料電池40と、第1のセグメント入口ヘッダ38と、第1のセグメント出口ヘッダ42とを有しており、

第1の燃料電池40は、複数の反応物ガス通路を有しており、

反応物ガスは、第1のセグメント入口ヘッダ38から入り、第1の燃料電池40の複数の反応物ガス通路を介して、第1のセグメント出口ヘッダ42に放出され、

下流側の第2のセグメント36は、第2の燃料電池50と、第2のセグメント入口ヘッダ48と、第2のセグメント出口ヘッダ52とを有しており、

第2の燃料電池50は、複数の反応物ガス通路を有しており、

第2のセグメント36の反応物ガスは、第2のセグメント入口ヘッダ48から入り、第2の燃料電池50の複数の反応物ガス通路を介して、第2のセグメント出口ヘッダ52に放出され、

前記上流側の第1のセグメント34と前記下流側の第2のセグメント36との間に位置

10

20

するセパレータセグメント 4 4 を有しており、前記セパレータセグメント 4 4 は、第 1 のセグメント出口ヘッダ 4 2 と第 2 のセグメント入口ヘッダ 4 8 との間を流体連通してあり

、
前記第 1 及び第 2 の燃料電池の前記複数の反応物ガス通路の各々は、アノード側及びカソード側の反応物ガスが、重力で補助されるほぼ下向きの流れとなるように、配置されている、ことを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料電池スタックにおいて、

前記少なくとも 2 つの燃料電池セグメント 3 4、3 6 が、前記セパレータセグメント 4 4 により分離された隣接するセグメントとして配列されており、前記セパレータセグメント 4 4 は、当該少なくとも 2 つの燃料電池セグメント間の連続的な構造上の接続部を形成してあり、

10

セパレータチャンネル 4 6 が、前記上流側のセグメント 3 4 の前記第 1 のセグメント出口ヘッダ 4 2 と前記下流側のセグメント 3 6 の前記第 2 のセグメント入口ヘッダ 4 8 との間に流体連通を提供するほぼ上方に方向決めされた流れ通路を有する、ことを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の燃料電池スタックにおいて、

前記複数の反応物ガス通路は、アノード通路のグループと、カソード通路のグループとを備えていることを特徴とする燃料電池スタック。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の燃料電池スタックにおいて、さらに、

アノード通路の前記グループは、前記第 1 及び第 2 のセグメント入口ヘッダ 3 8、4 8 を介して、スタックアノード入口ポートに流体連通してあり、

アノード通路の前記グループは、前記第 1 及び第 2 のセグメント出口ヘッダ 4 2、5 2 を介して、スタックアノード出口ポートに流体連通する、ことを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の燃料電池スタックにおいて、さらに、

カソード通路の前記グループは、前記第 1 及び第 2 のセグメント入口ヘッダを介して、スタックカソード入口ポートに流体連通し、

30

カソード通路の前記グループは、前記第 1 及び第 2 のセグメント出口ヘッダを介して、スタックカソード出口ポートに流体連通する、ことを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の燃料電池スタックにおいて、

カソード通路の前記グループの各通路が、アノード通路の前記グループの相手方通路に対して、横断流の関係で位置することを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の燃料電池スタックにおいて、

カソード通路の前記グループの各通路が、アノード通路の前記グループの相手方通路に対して、平行流関係で位置することを特徴とする燃料電池スタック。

40

【請求項 8】

請求項 3 に記載の燃料電池スタックにおいて、

さらに、各セグメント 3 4、3 6 の燃料電池 4 0、5 0 に設けられた冷却剤通路のグループを備えてあり、

冷却剤通路のグループは、共通の入口冷却剤通路を介してスタック冷却剤入口ポートに流体連通してあり、

冷却剤通路の前記グループは、スタック冷却剤出口ポートに流体連通することを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 9】

50

請求項 8 に記載の燃料電池スタックにおいて、

冷却材通路の前記グループの各通路が、アノード通路の前記グループ及びカソード通路の前記グループのうちの少なくとも 1 つの通路の相手方通路に隣接し、また、該相手方通路に対して平行流れ関係で位置することを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 10】

燃料電池スタックであって、

第 1 の面上のアノード触媒と第 2 の面上のカソード触媒とを各々有する複数の燃料電池組立体と、

複数のアノードガス通路とを備え、前記複数のアノードガス通路は、各々、前記複数の燃料電池組立体の前記第 1 の面の対応する 1 つに隣接して配置されており、

10

前記燃料電池スタックは、また、

複数のカソードガス通路を備えており、前記複数のカソードガス通路は、各々、前記複数の燃料電池組立体の対応する 1 つの前記第 2 の面の対応する 1 つに隣接して配置されており、

前記複数の燃料電池組立体は、少なくとも一対の隣接するセグメントとして配置され、当該複数の燃料電池組立体の前記複数のアノードガス通路及び前記複数のカソードガス通路は、前記スタックの前記隣接するセグメント内で、アノード側及びカソード側の反応ガスが、重力で補助されるほぼ下向きの流れとなるように設けられ、

前記少なくとも 2 つの隣接するセグメントが、それらの間に位置する少なくとも 1 つのセパレータセグメントを有し、

20

前記セパレータセグメントは、当該隣接するセグメントの前記複数のアノードガス通路及び前記複数のカソードガス通路を接続するためのほぼ上に向いた流れ通路を形成することを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の燃料電池スタックにおいて、さらに、

前記隣接するセグメント内の前記アノードガス通路に流体連通して当該隣接するセグメント間に位置するアノードガスセパレータチャンネルと、

前記隣接するセグメント内の前記カソードガス通路に流体連通して当該隣接するセグメント間に位置するカソードガスセパレータチャンネルと、を備えることを特徴とする燃料電池スタック。

30

【請求項 12】

請求項 11 に記載の燃料電池スタックにおいて、

冷却剤通路が、前記複数の燃料電池組立体の任意の 2 つの連続する燃料電池の前記第 1 の面及び第 2 の面の各々の間に位置することを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の燃料電池スタックにおいて、

冷却剤セパレータチャンネルが、前記隣接するセグメント内で前記燃料電池組立体の前記冷却剤通路に流体連通して当該隣接するセグメント間に位置することを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 14】

40

請求項 10 に記載の燃料電池スタックにおいて、

電池の前記各セグメント内で形成された水が、少なくとも 1 つのスタックドレンへ排出されることを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 15】

燃料電池スタックであって、

第 1 の面上のアノード触媒と第 2 の面上のカソード触媒とを各々有する複数の燃料電池組立体と、

複数のアノードガス通路とを備え、前記複数のアノードガス通路は、各々、前記複数の燃料電池組立体の対応する 1 つの前記第 1 の面に接して配置されており、

前記燃料電池スタックは、また、複数のカソードガス通路を備えており、前記複数のカ

50

ソードガス通路は、各々、前記複数の燃料電池組立体の対応する1つの前記第2の面に隣接して配置されており、

前記複数の燃料電池組立体は、少なくとも2つの隣接するセグメントとして配置されており、

前記アノードガス通路及び前記カソードガス通路の各々の少なくとも1つは、前記セグメント間で直列に設けられており、当該アノードガス通路及び当該カソードガス通路の前記少なくとも1つは、前記スタックの各セグメント内で、アノード側及びカソード側の反応ガスが重力で補助されるほぼ下向きの流れとなるように、配置されており、

少なくとも1つの予め選択されたセグメント内の前記アノードガス通路及び前記カソードガス通路の各々が、当該アノードガス通路及びカソードガス通路の圧力降下を制御するように変化する形状を有する、ことを特徴とする燃料電池スタック。

10

【請求項16】

請求項15に記載の燃料電池スタックにおいて、

前記2つの隣接するセグメントは、上流側のセグメントと下流側のセグメントとを有しており、

下流側のセグメント内の燃料電池組立体の数が、上流側のセグメント内の燃料電池組立体の数より少数となっていることを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項17】

請求項16に記載の燃料電池スタックにおいて、

前記各セグメントが、圧力降下を有し、

前記下流側のセグメントの前記圧力降下が、前記上流側のセグメントの前記圧力降下に等しいか及びこれよりも小さいかのうちの一方である、ことを特徴とする燃料電池スタック。

20

【請求項18】

請求項1に記載の燃料電池スタックを組み立てる組立方法であって、

前記方法は、

隣接する対のセグメントを形成するように前記セグメントを配列する工程を備えており、前記隣接する対のセグメントは、各々、各セグメントの化学量論を変えるために各セグメント内の燃料電池の数を変化させた状態にある複数の燃料電池を有しており、

前記方法は、また、

前記複数の燃料電池のすべての前記反応物ガス通路を、前記スタックの前記各セグメント内で、アノード側及びカソード側の反応ガスが重力で補助されるほぼ下向きの流れとなるように、方向決めする工程と、

前記各セグメント対間に少なくとも1つのセパレータチャンネルを配置する工程と、

前記少なくとも1つのセパレータチャンネルにより、前記各セグメント対間で該複数の反応物ガス通路を接続する工程とを備えており、前記各セグメント内の前記反応物ガス通路は、並列に接続されており、当該各セグメントの当該反応物ガス通路は、隣接するセグメントに直列に接続されていることを特徴とする方法。

30

【請求項19】

請求項18に記載の方法において、さらに、

前記複数の燃料電池及び各セパレータチャンネルの双方から所定容積の水をセパレータドレン領域Nで収集する工程と、

前記所定容積の水を少なくとも1つのスタックドレンへ排出する工程と、
を備えることを特徴とする方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

{ 0001 }

本発明は燃料電池装置に関し、特に燃料電池スタック及び燃料電池スタックを作動させる方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

〔0002〕

燃料電池は多くの応用において動力源として使用されており、例えば、燃料電池は内燃エンジンと交換するように電気自動車の動力設備に使用するために提案されてきた。陽子交換膜（PEM）形式の燃料電池においては、水素が燃料電池のアノードに供給され、酸素はオキシダントとしてカソードに供給される。典型的なPEM形式の燃料電池及びその膜電極組立体（MEA）は、ゼネラルモーター社に普通に譲渡された1993年12月21日及び1994年5月31日にそれぞれ発行された米国特許第5,272,017号及び同第5,316,871号各明細書に記載されている。MEAは、陽子伝達性で薄い非導電性の中実ポリマー電解膜を有する。この中実ポリマー電解膜は、その一面にアノード触媒を備え他面にカソード触媒を備えている。

10

【特許文献1】米国特許第5,272,017号明細書

【特許文献2】米国特許第5,316,871号明細書

【0003】

〔0003〕

「燃料電池」という用語は、典型的には状況に応じて単一のセル（単一の電池）又は複数のセル（スタック）のいずれかを呼ぶために使用する。複数の個々のセル（電池）と一緒に共通に束ねることによって、燃料電池スタックを形成している。燃料電池スタック内の各セル（各電池）は、電圧のその増分を提供する膜電極組立体（MEA）すなわち膜電極アセンブリを備えている。スタック内の多数のセル（電池）の典型的な構成は、ゼネラルモーター社に譲渡された米国特許第5,763,113号明細書に記載されている。

20

【特許文献3】米国特許第5,763,113号明細書

【0004】

〔0004〕

MEAを挟む導電性の素子は、それぞれのカソード及びアノードの表面にわたって燃料電池のガス状反応物を分布させる、その面内のチャンネル又は溝の列を有することができる。燃料電池スタックにおいては、複数のセル（電池）は、ガス不透過性の導電性双極板により互いに分離された状態で、電氣的に直列に一緒に重ねられる。普通の単一の通過型デザインにおいては、反応物は、個々の入口マニホールド及びヘッダを通して、燃料電池へ供給される。入口ヘッダへ流れを提供する入口マニホールドから、反応物例えばアノード流れは、個々のセル（電池）へ供給する多数の流れ経路に分轄される。排気ガスとしてのすべての反応物（この場合はアノード流れ）は、個々のセル（電池）を去り、出口ヘッダ内で混合され、出口マニホールドを通過してスタックから出る。単一の通過型デザインにおいては、すべてのセル（電池）のアノード側は同じ入口水素濃度を有する。

30

【0005】

〔0005〕

反応物ガスを導く単一の通過型デザインの欠点は、燃料電池スタックが、低い化学量論において、即ち一定の動力出力を満足させるのに必要な反応物の質量の流れ（マスフロー）の近傍において、安定して作動できないことである。それ故、有効な水素又は酸素の利用を達成するのが困難である。その結果、装置の効率は最適にならない。

40

【0006】

〔0006〕

上述の状況を部分的に修正するスタックデザインは、米国特許第5,478,662号明細書のスタックデザインのように、既知である。そのデザインのようなスタックにおいては、個々のグループの平行なセル（電池）は、各グループの各セル（各電池）内の流れが並列となり、各グループからのすべての流れがグループ間で直列に流れるように、配列される。1つの代表的なスタックデザインでは、各スタックグループは、入口及び出口マニホールドを有し、各出口マニホールドは、反応生成物として形成された水を収集するためにドレンを有する。排水されない場合は、後続のセル（電池）グループ内で水が渋滞する。

50

個々の燃料電池の数は、通常これらのスタックデザインにおいて変わり、この場合、セル（電池）の初期の即ち上流側のセグメントは最大数の個々の燃料電池を含み、各連続するセグメントは減少した量の燃料電池を提供する。この形式の形状では、セグメントのセットの最後のセグメントは通常最も少ない数の個々の燃料電池を有する。

【特許文献4】米国特許第5,478,662号明細書

【0007】

〔0007〕

普通にグループ分けされたスタックデザインの欠点は、改質油としての反応物ガスが、スタックを通して流れる不活性成分を有する場合に生じる。各グループのスタックにわたって保持される改質油燃料の不活性ガス部分は、各セグメント内の燃料電池の量が減少するにつれて濃縮し、スタックを通しての全体の圧力降下を制御する最終のスタックセグメントになることがある。通常、燃料電池スタックへ入る水素改質油ストリームは、約40%の容積の水素を含む。残りの容積は窒素及び他のガスである。水素のみが燃料電池スタックにより（水を形成するために）消費され、それ故、不活性ガスとしてのアノードガスの容積のうち60%は、各グループのスタックを通して流れる。この容積の不活性ガスは、最小のグループのスタックを横切る圧力降下を決定する。カソードガスとして空気を使用する場合、酸素の濃度は、通常、流れの容積の20%ないし40%である。カソード流れの約60%ないし80%の残りの容積は、他の不活性ガスを伴った窒素である。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0008】

〔0008〕

上述の直列/並列式のスタックデザインは、通常、スタックにわたって蛇行形式の流れパターンを提供する。蛇行流れ経路は、スタックにわたって水平であるか、または、1又はそれ以上の個々のセグメントに対して重力に打ち勝たねばならないアノード側及びカソード側の両方の反応物流れを生じさせる。燃料電池内での水の渋滞は、燃料電池の触媒材料との反応物の接触を阻止し、従って、スタックの効率を減少させてしまう。重力で補助されないグループ内に発生した水は、スタックから除去するために反応物ガスによりセル（電池）を通して強制送りしなければならないか、又は、反応物ガスに逆らって「逆流」を許容するようにしなければならない。しかしながら、これでは、スタックの効率を減少させてしまう。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

〔0009〕

燃料電池スタックについての上述の欠点は、本発明のスタックデザインにより克服される。本発明のスタックデザインは、各セグメント内で等価の又は異なる量の燃料電池素子となって配列された燃料電池素子の個々のセグメントを組み込んでいる。各セグメントは、重力で補助される方向において各燃料電池内に流れを提供するように配列される。この配列によって、各燃料電池内での流れが重力で補助され、これにより水の渋滞がなくなり、燃料電池スタックの作動の安定性を増大させる。

40

【0010】

〔0010〕

好ましい実施の形態においては、より大量のスタック燃料電池を通常有する第1のセグメントは、そのセグメントへ入る反応物をより多量に使い果たす。第1のセグメントは、各電池を通る下向きの即ち重力で補助される流れを提供するように配置される。第1のセグメントを出る反応物は、第2のセグメントへ導かれる。第2のセグメントは、その中に配置されたより少量の燃料電池を有し、また、重力で補助される流れを提供するように配置されている。この第2のセグメントは、反応物流れからの残りの燃料の大半と反応する。必要なら、セル（電池）の第3又はその他のセグメントを使用して、反応物流れからの水素及び酸素の利用度を最大化することができる。各セグメントは、並列に燃料電池を提

50

供し、反応物流れが、重力で補助されて、セグメントの各電池を通ることができるように配置される。

【 0 0 1 1 】

{ 0 0 1 1 }

セパレータセグメントは、各スタックセグメント間に位置し、先行するセグメントを出るすべての流れが、セパレータセグメントを通して送られるようにする。好ましい実施の形態においては、セパレータセグメントは、膜電極組立体 (M E A) の無い一対の双極板間に位置する。セパレータセグメントの目的は、燃料流れ内でいかなる反応をも伴わずにそれ故付加的な水を発生させずに、そのセグメントの出口即ち下方部分からのすべての流れを、次の後続のセグメントの入口即ち上方部分内へ導くことである。各セパレータセグメントは、燃料電池素子の個々のセグメントに隣接する構造上の部材である。別個のセパレータセグメントが、個々の流れグループ (即ち、アノード、カソード、及び冷却剤) 間で流れを個別に導くために、燃料電池の各 2 つのセグメント間に設けられる。各流れセグメントを出る流れは、そのスタックセグメントの下方部分において収集され、「カスケード形 (縦つなぎ) の」スタックデザインを形成するように、次の後続のセグメントの頂部の入口へほぼ上方に向き直らせる。これは、重力で補助される方向即ち下方向においてのみ、個々の燃料電池セグメントを通る流れを提供する。

10

【 0 0 1 2 】

{ 0 0 1 2 }

各個々のセグメント内で反応生成物として形成される水は、各次のセパレータセグメントの基部において集中的に又はひとまとめにして排水される。この量の水は、ドレンラインを通してスタック内の排出地点へ排出される。これは、スタックの各セグメント内に形成された水が、重力で補助される方向において各セパレータセグメントの基部で重力ドレン地点の方へ排出され、スタック内に発生する液体水のための有効な除去方法を提供することを保証する。

20

【 0 0 1 3 】

{ 0 0 1 3 }

本発明の更なる態様は、また、各燃料電池セグメント内での燃料電池素子のための修正された流れストリーム幾何学形状の選択された使用を提供する。流れ経路の幾何学形状を修正することにより (即ち、少なくとも 1 つの選択されたセグメント内の燃料電池の流れ通路の寸法又は長さを増大させることにより) 、不活性ガス (単数又は複数) の異なる容積割合を有する反応物の異なる改質ストリームを使用することができる。改質燃料ストリームは、通常、反応物ガス即ち水素の容積に比べて、一層大きな不活性ガス容積を備えている。例として、望ましい改質燃料ストリームは、最初、約 40 % の容積の水素と、約 60 % の容積の不活性ガスとを備えている。前記ストリームがスタックを横断し、水素が水を形成するように反応すると、水は、ストリーム内に増大する容積の不活性ガスを残して排水される。それ故、減少する水素容積に基づいて、連続するセグメント内の燃料電池の数を減少させるのが望ましい。燃料電池の寸法を維持しながら燃料電池の量を減少させると、下流側のセグメント内の圧力降下が増大し、従って、スタックを通る燃料ストリーム流れを制御又は制限する。選択された下流側のセグメント (単数又は複数) における燃料電池の流れ通路の横断面を増大させることにより、圧力降下は、セル (電池) の数が減少するにつれて、増大しない。その結果は、減少したコストで効率が增大する。その理由は、正味の流量が保持される間、一層少数の燃料電池が使用されるからである。それ故、燃料電池スタックにより反応しない不活性ガスは、スタックを横切る全体の圧力降下を制御しない。

30

40

【 0 0 1 4 】

{ 0 0 1 4 }

本発明の別の態様においては、個々のセグメントを冷却剤が連続して流れる (直列の流れ) 。冷却剤は、反応物ガスがスタックに入る付近でスタックの端部へ入り、燃料ストリーム流れに続く。直列の流れまたは連続した流れの利点は、最も乾いた反応物ガスがスタ

50

ックへ入る地点において、最も低い温度での冷却剤がスタックに入り、これによって、最大の反応物ガス温度降下を提供し、それ故、入口ガスのための最も高い相対湿度を提供することである。入来する反応物ガスのために最も低い温度を提供すると、その露点が減少し、スタックを通る燃料ストリーム流れのための所望の100%の相対湿度を達成するためにほんの少量の水蒸気生産で済む。通常、スタックの各セグメントにおいて約100%の相対湿度(RH)を提供するのが望ましい。その理由は、水が連続的に発生し、過剰の液体水が、流れ及び水素の燃料電池への接触を妨げるからである。

【0015】

{0015}

本発明の適用の更なる領域は、以下に提供される詳細な説明から明らかとなろう。詳細な説明及び具体的な例は、本発明の好ましい実施の形態を示すが、説明のみを目的とすることを意図し、本発明の範囲を限定する意図ではないことを理解すべきである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

{0021}

好ましい実施の形態(単数又は複数)の次の説明は本質的に単なる例示であって、本発明、その応用又は使用を限定する意図のものではない。

【0017】

{0022}

図1を参照すると、スタックハウジング4を有する蛇行式の燃料電池スタック2の単一の反応物部分が示されている。第1のセル(電池)グループ6は、入口ヘッダ8を有する。入口ヘッダ8は、入口流れを、複数の平行な第1の燃料電池(フューエルセル)の各々へ提供する。各第1の燃料電池10を通る流れは、第1の組み合わせたヘッダ12内へ放出される。第1の組み合わせたヘッダ12は、更に、第2のセル(電池)グループ16の複数の平行な第2の燃料電池14の各々へ入口流れを提供する。各第2の燃料電池14を通る流れは、第2の組み合わせたヘッダ18内へ放出される。第2の組み合わせたヘッダ18は、第3のセル(電池)グループ22の複数の平行な第3の燃料電池20の各々へ入口流れを提供する。第3の燃料電池20を通る流れは、出口ヘッダ24へ放出される。出口ヘッダ24は、燃料電池スタック2のスタックハウジング4からのこの反応物流れを排出する。

【0018】

{0023}

アノード流れ又はカソード流れのいずれかは、図示のように、下方の流れ方向Aにおいて燃料電池スタック2へ入る。入口ヘッダ8から、入口流れは、複数の第1の燃料電池10の間で分割され、第1のセル(電池)グループ6内の流れは、図示のように、上向きの流れ方向Bに従う。第1の組み合わせたヘッダ12においては、第1のセル(電池)グループ6のすべての流れは、図示のように流れ方向Cへ向け直される。第2のセル(電池)グループ16の第2の燃料電池14内の流れは、下向きの流れ方向Dとなる。第2の組み合わせたヘッダ18においては、第2のセル(電池)グループ16のすべての流れは、図示のように、下方の流れ方向Aへ再度向け直される。第3のセル(電池)グループ22の第3の燃料電池20内の流れ方向は、第1のセル(電池)グループ6内の流れ方向と同様であるか又は図示のような上向きの流れ方向Bである。第3の燃料電池20は出口ヘッダ24内へ放出し、出口ヘッダ24内の組み合わせた流れは、図示のように出口流れ方向Eにおいてスタックを出る。

【0019】

{0024}

図1に示すように、各隣接するセル(電池)グループ内の流れは、反対方向である。各セル(各電池)グループの各セル(各電池)が重力で補助される方向即ち下向きの流れ方向Dに流れるように、燃料電池スタック2を方位決めすることはできない。図1の代表的な構成においては、第2のセル(電池)グループ16内の流れのみが下向きの重力で補助

10

20

30

40

50

される流れ方向である。第1のセル(電池)グループ6及び第3のセル(電池)グループ22の双方の各セル(電池)内の流れは、重力に抗し、それ故これらのセル(電池)内に形成された水は、反応物ガスの流れに逆らって排水するか又は反応物ガスの流れにより各セル(各電池)を通して押し出されなければならない。これは、燃料電池スタック2内で水の処理にとってあまり望ましくない構成を提供し、それ故、燃料スタック2内での湿度制御が比較的により困難になる。

【0020】

{0025}

ここで図2を参照すると、本発明の原理に従った代表的な燃料電池スタックを示す。図2は、カスケード形(縦つなぎ)のスタック本体32を有する、カスケード形(縦つなぎ)デザインの燃料電池スタック30を提供する。カスケード形のスタック本体32は、更に、第1のセグメント34と第2のセグメント36とを有する。アノード反応物のための代表的な流れが、示されている。

10

【0021】

{0026}

第1のセグメント34は、更に複数の第1のセグメント燃料電池40に流体連通する第1のセグメント入口ヘッダ38を有する。第1のセグメント燃料電池40の各々は、互いに並列に配置されている。第1のセグメント燃料電池40の各々は、反応物流れを有する。前記反応物流れは、第1のセグメント入口ヘッダ38から入り、第1のセグメント出口ヘッダ42内へ放出される。第1のセグメント出口ヘッダ42は、セパレータセグメント44に流体連通する。

20

【0022】

{0027}

セパレータセグメント44は、第1のセグメント34を第2のセグメント36に機械的に且つ流体連通可能に結合する。セパレータチャンネル46が、第1のセグメント出口ヘッダ42と第2のセグメント入口ヘッダ48との間を流体連通している。

【0023】

{0028}

第2のセグメント36は、更に、複数の第2のセグメント燃料電池50に流体連通する第2のセグメント入口ヘッダ48を備えている。第2のセグメント燃料電池50の各々は、互いに並列に配置されている。第2のセグメント燃料電池50の各々は、反応物流れを有する。この反応物流れは、第2のセグメント入口ヘッダ48から入り、第2のセグメント出口ヘッダ52内へ放出される。この実施の形態においては、第2のセグメント出口ヘッダ52は、燃料電池スタック30からのすべての流れを収集し、排出する。

30

【0024】

{0029}

本発明の燃料電池スタック30のセグメントは、連続する対のセグメントとして配列される。第1のセグメント34は、上流側のセグメントとして作用している。この場合、流れは、第1のセグメント34から第2のセグメント36へ下流側に、燃料電池スタック30を横断する。第3(又はそれ以上の)セグメントを使用する場合、第2のセグメント36は第3のセグメント(図示せず)等に関して上流側のセグメントとなる。

40

【0025】

{0030}

(図示の)アノード流れは、第1のセグメント入口流れ方向Fにおいて、カスケード形の燃料電池スタック30へ入る。カソード流れ(図示せず)は、図2に示すものと同様である。第1のセグメント入口ヘッダ38から、アノード流れは、図示のように、第1のセグメント流れ方向Gとなるように第1のセグメント燃料電池40内へ向け直される。燃料電池スタック30へのすべての入口流れは、第1のセグメント燃料電池40を横断する。第1のセグメント燃料電池40からの排出物は、第1のセグメント出口方向Hとなるように第1のセグメント出口ヘッダ42へ入る。

50

【 0 0 2 6 】

〔 0 0 3 1 〕

第1のセグメント34を出るすべての流れは、セパレータセグメント44のセパレータチャンネル46へ入り、向き直し流れ方向Jへ向き直される。セパレータチャンネル46から、すべての流れは、第2のセグメント36の第2のセグメント入口ヘッダ48へ向き直される。第2のセグメント入口ヘッダ48から、流れは、第2のセグメント入口流れ方向Kから第2のセグメント流れ方向Lへ向き直される。第2のセグメント36内のすべての流れは、第2のセグメント燃料電池50内を流れる。第2のセグメント燃料電池50の排出物は、第2のセグメント出口ヘッダ52内へ至る。第2のセグメント出口ヘッダ52内の組み合わせあった流れは、スタック出口方向Mに向けて、燃料電池スタック30を出る

10

【 0 0 2 7 】

〔 0 0 3 2 〕

カスケード形（縦つなぎ）の燃料電池スタック30は、以下に示す利点を提供する。すなわち、すべての燃料電池が、重力で補助されるほぼ下向きの流れ方向（第1のセグメント流れ方向G及び第2のセグメント流れ方向Lとして示されている方向）としてここでは定義される「一定方向の」流れとして流れを提供するように、配列される。重力で補助される方向においてのみ、一定方向の流れが、活動中の燃料電池を通るようにすることにより、反応工程で発生する水は、それぞれ燃料電池を通るガスの流速と、個々のセグメント出口ヘッダ42、52内への重力との双方により、強制的に送り出される。図示のように第1のセグメント34と第2のセグメント36との間にセパレータセグメント44を配置することにより、セパレータセグメント44は、隣接するスタックセグメントからの伝導性熱伝達と、スタック反応物及び冷却剤流れからの対流的な熱伝達とにより、燃料電池スタック30の平均作動温度に達する。

20

【 0 0 2 8 】

〔 0 0 3 3 〕

使用において、燃料電池スタックは、スタック上方部分54を構成するように形成されている。スタック入口オリフィス56が、スタック上方部分54に隣接して配置されている。同時に、本発明の燃料電池スタックは、スタック出口オリフィス60が位置するスタック下方部分58を構成するように形成されている。アノード流れ又はカソード流れは、スタック上方部分54内に位置するオリフィスを通して入り、スタック下方部分58を通して出る。冷却剤流れは、好ましくは、スタック上方部分54を通して入り、スタック下方部分58を通して出るように同様に構成される。

30

【 0 0 2 9 】

〔 0 0 3 4 〕

燃料電池の反応工程により発生する水を、スタック下方部分へ導くことにより、水は、効果的に排出される。本発明の図2の実施例において、水は、ドレン（図示せず）により、燃料電池スタックから排出される。ドレンは、下方のセパレータセグメント62のセパレータドレン領域Nに接続されている。各セパレータセグメントは、下方のセパレータセグメント62のドレン領域Nと同様のドレン領域を有する。セパレータドレン領域N内の水ドレンの位置によって、各スタックセグメントにより発生する水の主力部分が排出される。相対湿度は、次のセグメントへ入る前に、すべて又は大半の液体を除去することにより、ほぼ100%の相対湿度にセグメント間で制御される。

40

【 0 0 3 0 】

〔 0 0 3 5 〕

ここで図3を参照すると、本発明の燃料電池スタックの2つの分離されたセグメントを示す単純化した図が提供されている。複数の燃料電池からなるより大きな第1のセグメント70を有する好ましい実施の形態が、より少数の燃料電池を有する第2のセグメント72に隣接して示してある。簡略化のため、セパレータセグメントはこの図に示さない。第1のセグメント70は、その入口面79上に、カソード入口74、冷却剤入口76、及び

50

アノード入口 78 をそれぞれ有する。また、第 1 のセグメント 70 上に示すものは、それぞれ出口面 85 上の、アノード出口 80、冷却剤出口 82 及びカソード出口 84 である。

【 0031】

{ 0036 }

同様に、第 2 のセグメント 72 は、入口面 91 上に、カソード入口 86、冷却剤入口 88、及びアノード入口 90 をそれぞれ有する。第 2 のセグメント 72 は、また、出口面 97 上に、アノード出口 92、冷却剤出口 94、及びカソード出口 96 をそれぞれ有する。図 3 に示される凡例は、それぞれ、アノード、冷却剤、及びカソード流れストリームのための、寸法の大きい順に示した代表的なオリフィスである。

【 0032】

{ 0037 }

ここで図 4、5 を参照すると、図 3 に示した 2 つのセグメント燃料電池スタックを更に詳細にする。改質燃料 (reformate fuel : リフォーマートフューエル) のための好ましい実施の形態の流れ経路が、示されている。改質燃料の使用について、好ましい実施の形態では、カソード流れ入口及びアノード流れ入口の双方が、燃料電池スタックの各セグメントの上方部分内に設けられている。これによって、スタックの頂部からスタックの底部に向けて、アノード反応物及びカソード反応物が流れる。即ち、各スタックセグメント内で下向きの一定方向流れが生じる。

【 0033】

{ 0038 }

図 4 を参照すると、カソード流れは、入口面 79 のカソード入口 74 に入り、アノード流れは、入口面 79 のアノード入口 78 に入る。第 1 のセグメント 70 のアノード側及びカソード側のための流れは、第 1 のセグメント 70 の上方部分から第 1 のセグメント 70 の下方部分へ的一方を向いた方向すなわち重力で補助される方向となる。カソード流れは、出口面 85 上のカソード出口 84 を介して流出し、アノード流れは、出口面 85 上のアノード出口 80 を介して流出する。

【 0034】

{ 0039 }

第 1 のセグメント 70 を出るカソード流れ及びアノード流れの双方は、セパレータチャンネル (図示せず) により、第 2 のセグメント 72 の上方部分へ導かれて、第 2 のセグメント 72 の入口面 91 上のカソード入口 86 及びアノード入口 90 へそれぞれ入る。アノード流れ及びカソード流れの双方は、第 2 のセグメントの上方部分から第 2 のセグメントの下方部分へ第 2 のセグメント 72 を横断する。アノード流れは、アノード出口 92 を介して第 2 のセグメント 72 から流出し、カソード流れは、カソード出口 96 を介して第 2 のセグメント 72 から流出し、これら両方の出口は、出口面 97 上に位置する。冷却剤は、図 4 の燃料電池スタックの両方のセグメントを横断する。すなわち、入口面 79 上の冷却剤入口 76 から、第 1 のセグメント 70 の出口面 85 上の冷却剤出口 82 へ流れ、次いで、セパレータチャンネル (図示せず) により入口面 91 上の冷却剤入口 88 へ導かれ、第 2 のセグメント 72 の出口面 97 上の冷却剤出口 94 を通して排出される。

【 0035】

{ 0040 }

図 4 は、本発明の代表的な 2 つのセグメント燃料電池スタックを通る反応物及び冷却剤のための好ましい流れ経路を示す。空気及び改質ガスが、燃料ストリームとして使用される。アノードガス及びカソードガスの双方は、通常、その全体の容積のかなりの (容積で 20% 以上の) 部分として不活性ガスを含む。アノード燃料ストリーム及びカソード燃料ストリームの双方は、好ましくは、最初に、最大量の燃料電池を有するセグメントを流れて、水素を酸素と反応させて水を形成し、電流を発生させる。それ故、第 1 のセグメント 70 は、最大割合の燃料を消費する。それ故、第 1 のセグメント 70 は、最大の電圧を発生させる。低減した量の燃料電池を有する第 2 のセグメント 72 は、アノード流体及びカソード流体の双方と更に反応し、残りの水素の大半を抽出する。それ故、第 2 のセグ

10

20

30

40

50

メント72は、第1のセグメント70よりも低い電圧を発生させる。第1のセグメント70及び第2のセグメント72からの全体の平均電圧は、単一のセットの燃料電池を通る平行流れを有する燃料電池スタックよりも大きい。

【0036】

{0041}

図4に更に示すように、カソードガスは、カソード出口84を通過して第1のセグメント70から退出する。ここで、随伴された水は、水セパレータ98により分離され、その後、カソードガスは、カソード入口86で第2のセグメント72内へ進入する。アノードガスは、アノード出口80を通過して第1のセグメント70を出る。第1のセグメント70と第2のセグメント72との間で、アノードストリーム内の随伴された水は、同様に、水セパレータ100を介して除去される。水セパレータ98及び水セパレータ100は、第1のセグメント70のそれぞれカソード出口及びアノード出口上で個々のセパレータセグメント(図示せず)内に設けられる。

10

【0037】

{0042}

図5を参照すると、燃料電池スタックの別の実施の形態の斜視図を示す。図5の燃料電池スタックは、セパレータセグメントの流れチャンネル内の反応物流れが、図4に示すようなほぼ垂直な上向き流れ形状ではなく、後に定義するような「横断流(cross flow: クロスフロー)」形状となるように、図4に示すものから、流れチャンネル内の反応物流れの方向を修正する。アノードガスの代表的な流れは、アノード入口78において流れ矢印Oで概ね示されている第1のセグメント70の上方部分で流入する。アノード入口78から、アノードガスは、第1のセグメント入口ヘッダ104へ入る。第1のセグメント入口ヘッダ104の末端は、セパレータセグメント106により遮断されており、これにより、第1のセグメント入口ヘッダ104内のすべての流れは、複数の第1のセグメントセル(セグメント電池)108内へ強制的に圧送される。すべての入口流れは、第1のセグメントセル108を下方に横断し、第1のセグメント出口ヘッダ110内へ放出される。第1のセグメント出口ヘッダ110から、前記流れは、セグメント出口オリフィス112で第1のセグメント70から退出し、セパレータセグメント106のセパレータ流れチャンネル114へ入る。セパレータ流れチャンネル114は、第2のセグメント72の第2のセグメント入口ヘッダ116へ上方に向けて、前記流れの方向を変える。第2のセグメント入口ヘッダ116の末端は、付加的なセパレータセグメント106又は遮断部材(図示せず)により遮断されており、これによって、第2のセグメント入口ヘッダ116内のすべての流れが、複数の第2のセグメントセル(セグメント電池)118内へ強制的に圧送される。第2のセグメント入口ヘッダ116からのすべての流れは、第2のセグメントセル118を下方に横断し、第2のセグメント出口ヘッダ120内へ放出される。流れは、流れ矢印Pで示すように、第2のセグメント出口ヘッダ120から第2のセグメント72を出る。

20

30

【0038】

{0043}

図5に最も良く示されているように、代表的な第1のセグメント70に関して、アノード入口78及び第1のセグメント入口ヘッダ104は、好ましくは、入口面79のうち、カソード入口74及びそのカソード入口ヘッダ122(明瞭のために一点鎖線で示す)からは反対の側に位置する。第1のセグメントセル108を通るアノードガス流れは、図示のように、斜めの方向又は対角線方向で下方に向く。カソードガス流れ(図示せず)は、また、カソード及びアノード流れが互いに関して「横断流(cross flow: クロスフロー)」形状となるように、カソード入口ヘッダ122からカソード出口ヘッダ124へ斜め方向又は対角線方向で下方に向く。別の好ましい実施の形態(図示せず)においては、アノード入口78及びカソード入口74の双方は、入口面79の同じ側に位置決めされている。この実施の形態においては、アノード流れ及びカソード流れの双方は、互いに関して「平行流(parallel flow: パラレルフロー)」、例えば入口面79から見て左上から右

40

50

下への流れ形状となる。アノード/カソード流れ、即ち「横断流」及び「平行流」の双方の両方の実施の形態においては、アノード流れ及びカソード流れの双方は、第1のセグメント70及び第2のセグメント72に関して各燃料電池内で常に一定方向即ちほぼ下向きの流れ方向である。

【0039】

{0044}

冷却剤通路は、好ましくは、カソード流れ通路に対して平行流れ関係で配置される。それ故、各スタックセグメント内のアノード通路に関して、冷却剤通路は、また、上述した平行流又は横断流形状のいずれかで配置することができる。冷却材通路は、また、スタックの各セグメントに関して、一定方向の流れ方向、即ちほぼ下向きの流れ方向をたどることが好ましい。しかしながら、冷却剤通路は、図2のセパレータドレン領域Nのような低地点ドレン領域を必要としない。それゆえ、冷却剤通路は、複数の形状として配置することができる。

10

【0040】

{0045}

各セグメント内の燃料電池の量は、調整でき、反応物の形式により予め決定される。各反応物流れは、一定方向即ち重力で補助される方向に各セグメントのセル(電池)を通過し、反応物は、各セグメントを通して徐々に使い果たされる。任意の一定の合計入口及び出口流れに関して、複数又は多数セグメントスタックの各セグメントの化学量論は、すべてのセル(電池)が1ユニットのセル(電池)として供給されるような単一の貫通式のスタックのものよりも大きい。本発明のカスケード形の燃料電池スタックの全体の化学量論は、カスケード形でないスタックのものと同様である。しかしながら、本発明のカスケード形のスタックの各セグメント内の化学量論は、一層大きい。燃料電池デザインは、普通、水素燃料の約10%ないし11%が消費されないものと仮定している。従って、110単位の水素がスタックへ入った場合、約100単位が電流を発生させるために反応し、約10単位は未消費水素としてスタックを出る。それ故、化学量論は $110 / 100 = 1.1$ である。

20

【0041】

{0046}

100個のセル(電池)からなる1つのスタックが、67個のセル(電池)からなる第1のセグメントと33個のセル(電池)からなる第2のセグメントとを有するように、カスケード形のスタックがさらに分割された場合、双方のセグメントは、スタックの合計とは異なり、これよりも大きな化学量論を有する。代表的な構成において、上述と同じ水素の流れと仮定すれば、1.1の包括的なスタック化学量論が依然として存在する。第1のセグメント内には、110単位の水素が入るが、67単位のみが消費され、それ故、第1のセグメントの化学量論は $110 / 67 = 1.64$ となる。水素の残りの43単位は第2のセグメントへ入り、ここでは、33単位が消費され、そのため、第2のセグメントの化学量論は $43 / 33 = 1.30$ となる。最適なデザインは、約1.4ないし1.5の化学量論で生じる、1セグメント当たり同じ化学量論を提供する。代表的な第1のセグメント内のセル(電池)の数は、両方のセグメントにおいて1.4ないし1.5の化学量論を生じさせるように増大させることができる。

30

40

【0042】

{0047}

カスケード形のスタックデザインを使用することにより、包括的なスタック化学量論を維持したまま、スタックの全体の電圧が増大する。例えば、上述の例においては、67個のセル(電池)を有する第1のセグメントは、第2のセグメントよりも大きな電圧を発生させる。その理由は、反応物の全容積が、第1のセグメントを横断するからであり、また、第1のセグメント内の流速が、より少ない数のセル(電池)のために、より高くなるからである。増大した流速及び改善された水の除去は、単一の貫通型スタックデザインを備えた複数のセルからなる同様のグループの電池に比べて、水素及び酸素の反応を改善する

50

。第2の又はその後のスタックセグメントの電圧は、一般に、平均で一層小さくなる。その理由は、第1のスタックセグメントが、利用できる水素の最大量と反応してしまっているからである。しかし、本発明の改善では、各セグメントの効率が改善される。

【0043】

〔0048〕

改質燃料のための好ましい実施の形態においては、アノード流れ及びカソード流れは、第1のスタックセグメントの上方部分においてスタックへ入る。各セグメントを通る流れは、各流体に対して、一定方向即ち重力で補助されるほぼ下向き方向である。任意のアノード素子又はカソード素子内で発生する水は、収集され、上述のように各セパレータチャンネルの底部で排出される。セパレータチャンネルが、スタックセグメント間に位置するので、チャンネルの温度は、冷却剤の温度により自動的に制御される。それ故、セパレータチャンネル内の水蒸気が、チャンネル/冷却剤の露点に達し、任意の過剰な液体水がセパレータドレンへ落ちるまで、任意のセパレータチャンネル内のガスの温度は、冷却剤の温度に調整される。この「自動」温度制御の利点は、各セグメントへ入る反応物ガスが約100%RHになることである。

【0044】

〔0049〕

連続するセグメントへの入口に達するアノードガス及びカソードガスの各々は、ほぼ100%の相対湿度であり、各セグメントに飽和した流れを提供する。これは、各セグメントのための付加的な外部の温度制御を提供する必要性を排除する。燃料が各個々のセグメント内で反応すると、前記流れの平均温度は、1つのセグメントから次のセグメントにかけて上昇し、相対湿度は約100%RHに維持される。その理由は、液体水が、セグメントの重力で補助される流れ経路及びセパレータチャンネルの使用により、セグメント間で有効に除去されるからである。

【0045】

〔0050〕

本発明の燃料電池スタックはいくつかの利点を提供する。本発明の燃料電池スタックの各セグメントは、重力で補助される流れを提供し、各セグメント間に位置するセパレータセグメントは、スタックから水を有効に除去すると共に、スタック内の湿度を制御する。各セグメント内に重力で補助される流れを提供することにより及び異なる量の燃料電池素子の個々のセグメントを提供することにより、本発明は、燃料電池スタックが、個々のセグメント間で変化する化学量論で作動し、一層大きな作動効率を提供するのを許容する。本発明の燃料電池スタックの平均電圧出力は、素子の1つのセグメントのみを通る全体の流れを有する燃料電池スタックにわたって増大する。全体の平均スタック電圧も、また、カスケード形でないスタックよりも一層大きくなる。

【0046】

〔0051〕

本発明の説明は本質的に単なる例示であり、従って、本発明の要旨から逸脱しない変形は本発明の範囲に入るものとする。このような変形は本発明の精神及び範囲から逸脱するものとみなすべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】〔0016〕 図1は、スタックを通る蛇行流れを有する代表的な3つのグループの燃料電池スタックを通る単一の燃料ストリームの図である。

【図2】〔0017〕 図2は、本発明の原理に従った代表的な2つのセグメント燃料電池スタックを通る単一の流れストリームの断面立面図である。

【図3】〔0018〕 図3は、明瞭にするためにセパレータセグメントを取り除いた状態での、燃料電池の一層大きな第1のセグメント及び燃料電池の一層小さな第2のセグメントを有する本発明の好ましい実施の形態を提供するブロック斜視図である。

【図4】〔0019〕 図4は、本発明の改質油燃料電池スタックのための流れ経路を更

10

20

30

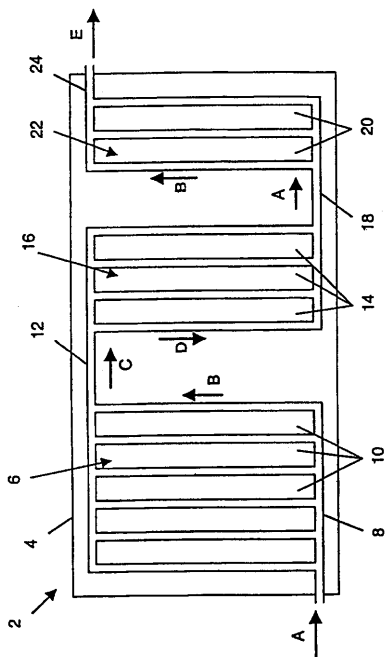
40

50

に示す図3に基づく斜視図である。

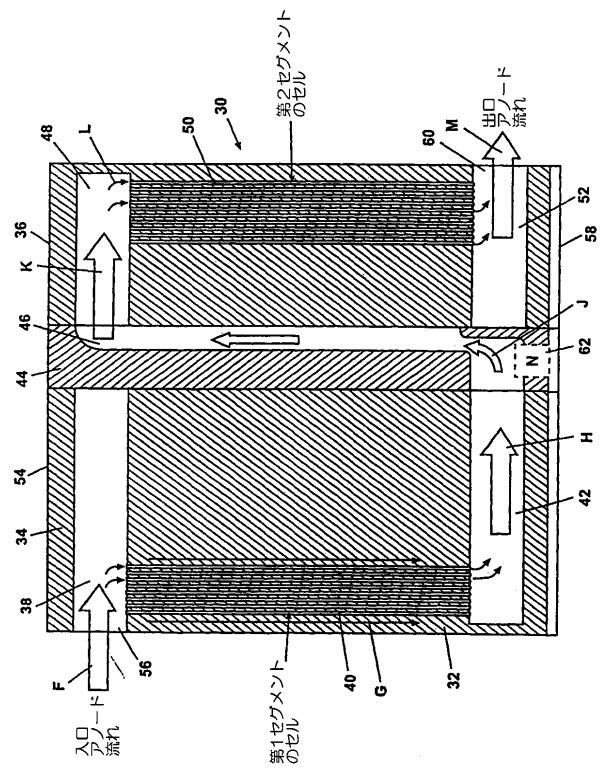
【図5】〔0020〕 図5は、本発明の原理に従った代表的な2つのセグメント燃料電池スタックを通る単一の流れストリームの部分断面斜視図である。

【図1】

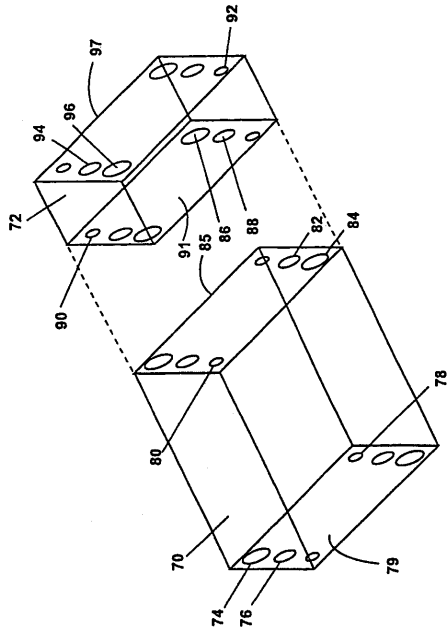


従来技術

【図2】

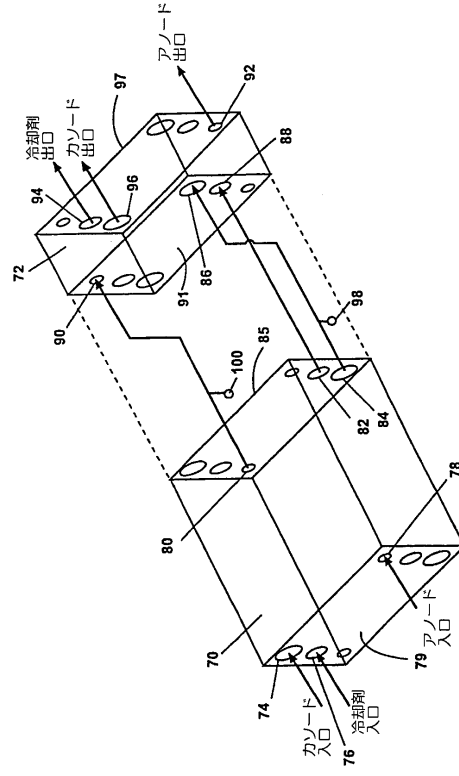


【図3】



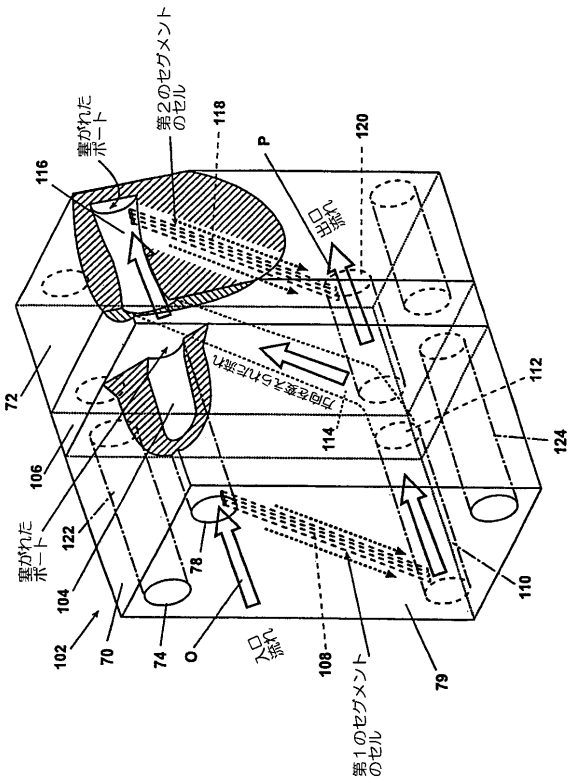
説明
 アノード : ○
 冷却剤 : ○
 カソード : ○

【図4】



説明
 アノード : ○
 冷却剤 : ○
 カソード : ○

【図5】



フロントページの続き

- (74)代理人 100080137
弁理士 千葉 昭男
- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (74)代理人 100092967
弁理士 星野 修
- (72)発明者 ラパポート, ピンカス・エイ
アメリカ合衆国ニューヨーク州14450, フェアポート, ホイットニー・リッジ・ロード 30
- ビー2
- (72)発明者 ロック, ジェフリー・エイ
アメリカ合衆国ニューヨーク州14450, フェアポート, サミット・ストリート 21
- (72)発明者 ボスコ, アンドリュー・ディー
アメリカ合衆国ニューヨーク州14625, ロチェスター, ウエスト・フィールド・コモンズ 2
1
- (72)発明者 サルヴァドール, ジョン・ピー
アメリカ合衆国ニューヨーク州14526, ペンフィールド, ヒルクレスト・ドライブ 42
- (72)発明者 ガシュタイガー, フーバート
アメリカ合衆国ニューヨーク州14607, ロチェスター, マーシャル・ストリート 61, アパ
ートメント ナンバー 1
- (72)発明者 ペイン, レスリー・エイ
アメリカ合衆国ニューヨーク州14624, ロチェスター, ウィンドミル・トレイル 104

審査官 高木 康晴

- (56)参考文献 特開2003-157864(JP, A)
特開平06-203862(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/02
H01M 8/04
H01M 8/24