

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5632468号
(P5632468)

(45) 発行日 平成26年11月26日(2014.11.26)

(24) 登録日 平成26年10月17日(2014.10.17)

(51) Int.Cl.

F 1

HO 1 M	8/24	(2006.01)	HO 1 M	8/24	R
HO 1 M	8/02	(2006.01)	HO 1 M	8/02	R
HO 1 M	8/12	(2006.01)	HO 1 M	8/12	
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/24	E

HO 1 M 8/04 J

請求項の数 12 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-518784 (P2012-518784)
(86) (22) 出願日	平成22年7月1日(2010.7.1)
(65) 公表番号	特表2012-532429 (P2012-532429A)
(43) 公表日	平成24年12月13日(2012.12.13)
(86) 國際出願番号	PCT/EP2010/003867
(87) 國際公開番号	W02011/003519
(87) 國際公開日	平成23年1月13日(2011.1.13)
審査請求日	平成25年6月28日(2013.6.28)
(31) 優先権主張番号	PA200900825
(32) 優先日	平成21年7月6日(2009.7.6)
(33) 優先権主張国	デンマーク(DK)
(31) 優先権主張番号	61/223,297
(32) 優先日	平成21年7月6日(2009.7.6)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	505360328 トプサー・フューエル・セル・アクチエゼ ルスカベット デンマーク国、2800 コンゲンス・リ ングビー、ニマレベエイ、55
(74) 代理人	100069556 弁理士 江崎 光史
(74) 代理人	100111486 弁理士 鍛治澤 實
(74) 代理人	100139527 弁理士 上西 克礼
(74) 代理人	100164781 弁理士 虎山 一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料電池スタック又は電解質セルスタックにおける組み合わされたフローパターン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

層状に亘りの上に配置された複数の燃料電池又は電解セルを含むセルスタックであって、前記セルのそれぞれが、アノード、電解質及びカソードを含み、セルの各層が、各セルの間に一つずつの、複数のインターフェクトによって分離され、該インターフェクトには、隣接するセルのアノード側又はカソード側に面する各面上にガスチャネルが設けられていて、該ガスチャネルは、前記セルのインレット部分からアウトレット部分まで走行していて、各セルのアノード側のアノードインレット部分からアノードアウトレット部分までの実質的な方向が、各セルのアノードガスフロー方向を画定し、そして、各セルのカソード側のカソードインレット部分からカソードアウトレット部分までの実質的な方向が、各セルのカソードガスフロー方向を画定し、前記スタック中の各セルは、

- ・ 前記カソードガスフロー方向に関する、前記アノードガスフロー方向の内部並行フロー、又は
- ・ 前記カソードガスフロー方向に関する、前記アノードガスフロー方向の内部交差フロー、又は
- ・ 前記カソードガスフロー方向に関する、前記アノードガスフロー方向の内部対向フロー、

のいずれか一つを有し、

インターフェクトの両側に隣接するセルの接合面が、

- ・ インターフェクト並行フロー、

10

20

- ・インターネット交差フロー、又は
 - ・インターネット対向フロー、
のいずれかに配向され、

その際、前記スタックされたセルは、個々のセル及び隣接するセルのそれぞれが、前記アノードガス方向の、前記カソードガスフロー方向に関する前記内部並行フロー、内部交差フロー、又は内部対向フローの組み合わせを個々のセルのそれぞれにおいて内在的に有し、かつ、前記インターロネクト並行フロー、インターロネクト交差フロー、又はインターロネクト対向フローの組み合わせを隣接するセルの2つの接合面の間に有するように配置され、

その際、少なくとも一組の第一のセル及び一組の第二のセルを含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも1つの第二のセルのアノードインレット部分に再分配され、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、第二のセルフロー通過を行い、

その際、全ての第一のセルのアノードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配されるか、又は、全ての第一のセルのカソードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配されるか、又は、全ての第一のセルのアノードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配され、かつ、全ての第一のセルのカソードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配され、それにより、該第一のアノードアウトレットガス又は第一のカソードアウトレットガス、又は第一のアノードアウトレットガス及び第一のカソードアウトレットガスの両方が、第二のセルフローー通過を行い、そして、

その際、前記少なくとも 1 つの第一のセルのアノードガス及びカソードガスのインレット部分及びアウトレット部分が、少なくとも 1 つの第一のセルが、該第一のセルが内在的に対向フローを有するよう、第一の方向におけるアノードガスフロー及び該アノードガスフロー方向に対して実質的に対向する第二の方向におけるカソードガスフローを有し、そして、該少なくとも 2 つの隣接する第二のセルが、該少なくとも 2 つの隣接する第二のセルが内在的に並行フロー（“ I ”）を有するよう、前記第二の方向におけるアノードガスフロー及び前記第二の方向におけるカソードガスフローを有するように配向される、上記のセルスタック。

【請求項2】

前記セルが固体酸化物形燃料電池である、請求項1に記載のセルスタック。

【請求項3】

前記セルが固体酸化物形電解セルである、請求項 1 に記載のセルスタック。

【請求項4】

少なくとも一組の第一のセル及び一組の第二のセルを含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも1つの第二のセルのカソードインレット部分に再分配され、それにより、該第一のカソードアウトレットガスが、第二のセルフロー通過を行う、請求項1～3のいずれか一つに記載のセルスタック。

【請求項5】

少なくとも一組の第一のセル及び一組の第二のセルを含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも1つの第二のセルのアノードインレット部分に再分配され、かつ、少なくとも1つの第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも1つの第二のセルのカソードインレット部分に再分配され、それにより、前記第一のアノードアウトレットガス及び第一のカソードアウトレットガスが、第二のセルフロー通過を行う、請求項1～3のいずれか一つに記載のセルスタック。

【請求項 6】

各第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも1つの隣接する第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配されるか、又は各第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも1つの隣接する第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配されるか。

トガスが、少なくとも 1 つの隣接する第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配されるか、又は、各第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの隣接する第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配され、かつ、各第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの隣接する第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配され、それにより、各第一のセルの第一のアノードアウトレットガス又は第一のカソードガスアウトレットガス、又は第一のアノードアウトレットガス及び第一のカソードアウトレットガスの両方が、少なくとも 1 つの隣接する第二のセルにおいて第二のセルフロー通過を行う、請求項 4 または 5 に記載のセルスタック。

【請求項 7】

前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 1 つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの第二のセルのアノードインレット部分に方向付けられ、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、前記第二のセルを通る第二のフロー通過を行い、そしてそれにより、前記少なくとも 1 つの第一のセルが、該第一のセルが内在的に対向フローを有するよう、第一の方向におけるアノードガスフロー及び該アノードガスフロー方向に対して実質的に対向する第二の方向におけるカソードガスフローを有し、そして、少なくとも 1 つの第二のセルが、該少なくとも 1 つの第二のセルが内在的に並行フロー（“ H ”）を有するように、前記第二の方向におけるアノードガスフロー及び前記第二の方向におけるカソードガスフローを有するように配向される、請求項 6 に記載のセルスタック。

【請求項 8】

前記スタックが、第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 1 つの第一のセルが、該第一のセルが対向フローを内在的に有するように、第二の方向におけるアノードガスフロー及び該アノードガスフローに対して実質的に対向する第一の方向におけるカソードガスを有し、該少なくとも 1 つの隣接する第二のセルが、その少なくとも 1 つの第二のセルが内在的に並行フロー（“ C ”）を有するように、前記第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向におけるカソードガスフローを有する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載のセルスタック。

【請求項 9】

前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 1 つの第一のセルが、該第一のセルが内在的に並行フローを有するように、第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向におけるカソードガスを有し、そして、前記少なくとも 1 つの隣接する第二のセルが、該少なくとも 1 つの第二のセルが内在的に並行フロー（“ A ”）を有するように、前記第一の方向に実質的に対向する第二の方向におけるアノードガスフロー及び前記第二の方向におけるカソードガスフローを有する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載のセルスタック。

【請求項 10】

前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 1 つの第一のセルが、該第一のセルが内在的に並行フローを有するように、第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向におけるカソードガスフローを有し、そして、前記少なくとも 1 つの隣接する第二のセルが、該少なくとも 1 つの第二のセルが内在的に対向フロー（“ B ”）を有するように、前記第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向に対して実質的に対向する第二の方向におけるカソードガスフローを有する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載のセルスタック。

【請求項 11】

前記スタックが、第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 2 つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、1 つの第一のアノードアウトレットガスフロー中にマージされ、そして少なくとも 1 つの第二のセルのアノードインレット部分へ方向付けられ、それにより、前記第一のアノードアウトレットガスが、前記第二のセルを通る第二のフロー通過を行い、そして該少なくとも 2 つの第一のセルが、該第一のセルが対向フローを内在的に有するように、第一の方向におけるアノードガスフ

10

20

30

40

50

ロー及び該第一の方向に対して実質的に対向する第二の方向におけるカソードガスフローを有し、そして、前記少なくとも1つの第二のセルが、該少なくとも1つの第二のセルが、並行フロー（“J”）を内在的に有するように、前記第二の方向におけるアノードガスフロー及び該第二の方向におけるカソードガスフローを有する、請求項6に記載のセルスタック。

【請求項12】

請求項1～11のいずれか一つに記載のセルの組が、組み合わせた複数の組を含むスタッツク中へ組み合わされる、請求項1～11のいずれか一つに記載のセルスタッツク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、セルスタッツク、特に、各セル内部におけるアノードガスに対するカソードガスのフロー方向、並びに、隣接するセルのガスのフロー方向が、スタッツクの別々のセル層を介して組み合わされる、固体酸化物形燃料電池（SOF C）スタッツク又は固体酸化物形電解質セル（SOEC）スタッツクに関する。更に、カソードガス又はアノードガス、あるいはその両方は、排気される前に一つより多くのセル通過することができ、そして複数のガス流は、第一のセルを通過した後に、そして第二のセルを通過する前に分割又は合流させることができる。これらの組み合わせは、セル及び全スタッツクにわたって電流密度を増大させ、そして熱勾配を最小限にする役割を果たす。

【背景技術】

20

【0002】

以下では、本発明を SOFC に関連して説明する。従って、SOFCにおいて、カソードガスは酸化ガスであり、そしてアノードガスは燃料ガスである。しかしながら、本発明はまた、すでに言及したように、SOEC のようなその他の型のセルや、高分子電解質型燃料電池（PEM）や直接メタノール型燃料電池（DMFC）にも使用できる。

【0003】

SOF C は、酸素イオンを誘導する電解質、酸素が還元されるカソード、及び水素が酸化されるアノードを含む。SOFCにおける全体の反応は、水素及び酸素が電気化学的に反応して電気、熱及び水を生じさせるものである。SOFCの運転温度は、650～1000、好ましくは750～850 の範囲である。SOFCは、標準的な運転で約0.8Vの電圧を生み出す。全電圧の出力を増加させるために、燃料電池はインターフェクトプレートを介して電気的に接続されるスタッツクに組み立てられる。

30

【0004】

必要とされる水素を生成するために、アノードは、通常、炭化水素、特に天然ガスを水蒸気改質するための触媒活性を有することにより、水素、二酸化炭素及び一酸化炭素を発生させる。天然ガスを主成分とするメタンの水蒸気改質は、以下の等式で説明できる。



【0005】

40

運転の間、空気のような酸化剤が固体酸化物形燃料電池に、そのカソード領域において供給される。水素のような燃料は、その燃料電池のアノード領域において供給される。あるいはまた、メタンのような炭化水素燃料がアノード領域に供給され、そこでそれは上記の反応により水素及び炭素酸化物に転化される。水素は、多孔質のアノードを通してアノード／電解質界面において、カソードガス側で生じ、そして電解質を通って誘導された酸素イオンと反応する。酸素イオンは、セルの外部回路からの電子を受け取った結果として、カソード側において生じる。

【0006】

インターフェクトは、アノードと、隣接するセルユニットの燃料側とを分離すると同時に、アノードとカソードとの間に電流を誘導させることができる。インターフェクトには

50

、通常、インターフェクトの一方の側で燃料を、そして他方の側で酸化剤ガスを通すための複数のチャネルが設けられる。燃料ガスのフロー方向は、セルユニットの燃料インレット部分から燃料アウトレット部分までの実質的な方向として画定される。同様に、酸化剤ガス、カソードガスのフロー方向は、セルユニットのカソードインレット部分からカソードアウトレット部分までの実質的な方向として画定される。それ故、セルは、燃料ガスフロー方向がカソードガスフロー方向と実質的に同じ場合には並行フローを、燃料ガスフロー方向がカソードフロー方向に対して実質的に垂直である場合には交差フローを、あるいは燃料ガスフロー方向がカソードフロー方向に対して実質的に対向する場合には対向フローを、内在的に有することができる。

【0007】

10

従来、セルはそれぞれの最上部上に完全に重なり合うよう積み重ねられてスタックが得られ、例えば、並行フローが、そのスタックの一方の側における全ての燃料インレット及び酸化剤インレット及び対向する側における全て燃料アウトレット及び酸化剤アウトレットを有する。電気化学プロセスの発熱に起因して、アウトレットガスは、インレット温度よりも高い温度で出る。例えば 750 で運転される SOFC スタックと組み合わされる場合、スタックにわたって顕著な温度勾配が生じる。そのスタックを冷却するのにある程度必要であるが、空気冷却が、その温度勾配には釣り合っているため、大きな熱勾配によってスタック中に熱応力が引き起こされ、これは非常に望ましくなく、そして電流密度及び電気抵抗において差を生じさせる。従って、SOFC スタックの熱管理の問題は、熱勾配を、許容できない応力を回避するのに十分低減することにあるが、インレットガス温度と比較した場合のアウトレットガス温度の差が、それらガスでスタックを冷却できるほど十分に大きい熱勾配を有する。

20

【0008】

米国特許第 6,830,844 号明細書（特許文献 1）は、燃料電池アッセンブリーにおける熱管理、特に、カソードにわたる空気流方向を定期的に反転させて、それにより、カソードの供給縁部と排出縁部を交代させることによってカソードにわたる 200 以上の温度勾配を防ぐためのシステムを記載している。

【0009】

30

米国特許第 6,803,136 号明細書（特許文献 2）は、スタックを構成するセル間で部分的な重なり合いを有することによって、セルの全体的ならせん形状が得られる燃料電池スタックを記載している。このセルは互いに角度的にオフセットしていて、それによつてマニホールド化及び熱管理が容易になる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献 1】米国特許第 6,830,844 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6,803,136 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

40

本発明の目的は、燃料電池スタック、特に、スタックにわたって向上された熱管理を備えた固体酸化物形燃料電池スタックを提供することである。

【0012】

本発明の更なる目的は、従来技術の SOFC スタックと比べて低減された電気抵抗を有する固体酸化物形燃料電池スタックを提供することである。

【0013】

本発明の更に別の目的は、従来の SOFC と比べて、スタック中の各セルのより大きな部分にわたって、より大きな電力出力を有する SOFC スタックを提供することである。

【0014】

本発明の更なる目的は、燃料ガスを分割又はマージするか、あるいは燃料ガスを分割又

50

はマージせずに、第一の燃料電池フロー通過後の第二の燃料電池フロー経路に燃料フローを再分配させることによって達成される、従来のS O F Cスタックと比べてより高い最大燃料利用係数を有するS O F Cスタックを提供することである。

【0015】

これら及びその他の目的は、本発明によって解決される。

【0016】

本発明者らは、米国特許第6,803,136号明細書（特許文献2）のらせん状スタックシステムが、明らかにスタック中の各セルが隣接するセルに対してわずかしか回転しないことから、スタックにわたる温度勾配を低減することにおいてそれほど効率的でないことを発見した。10

【0017】

従って、本発明者らは、平面において互いに平行に、それぞれの最上部に積層して配置された複数の平坦なセルを含む固体酸化物形燃料電池スタックを提供するものであり、その際、各セルユニットは、アノード、電解質及びカソードを含み、そして隣接するセルのアノード及びカソードは、各セルに対する燃料ガス及び酸化剤ガスの通過のためのインレット部分及びアウトレット部分が設けられたインターフェクトによって互いに分離されており、その際、各セル中のそして隣接するセル間中の燃料ガス及び酸化剤ガスの並行フローパターン及び対向フローパターンの組み合わせが内在的に提供され、そして、燃料ガス及びカソードガスは、スタックから排出される前に第一の燃料電池だけを通って流れるか、又は第一のセルを通って流れた後に、排出される前に更に第二のセルを通って流れることができ、一つ又はより多くの第一のセルを通る時、スタックに中の一つ又はより多くの第二のセルに続く前に、燃料ガス及びカソードガスは、複数のフロー流から単一の流にマージされるか、又は一つのフロー流から複数のフロー流へ分割することができます。20

【0018】

ここで“組み合わせ（combination）”とは、スタック中の各セルが、並行フロー、対向フロー又は交差フローのいずれかのパターンを内在的に有することができ、そしてスタック中の各セルを、隣接するセルがその隣接するに対して並行フロー、対向フロー又は交差フローを受けるように、その隣接するセルに対して交互の順に配置することができる。そのため、本発明によれば、スタック中の全セルが、例えば、燃料ガスとカソードガスとの間の並行フローを内在的に有することができ、それにより、そのスタック中の各隣接するセルが、あるセルがその隣接セルに対して対向フローを受けるような交互の順に配置される。30

【0019】

従って、本発明は、S O F Cスタックにおける広範囲のフローパターンを提供するものである。その結果、スタックにわたって向上された熱管理が得られる。

【0020】

本発明による各セル及び隣接するセルにおける内在的なフローパターンの組み合わせ、並びに、一つ又はより多くのセル間のガスフローの一回及び複数回の通過の組み合わせ、更に、ガスフロー流の分割及びマージの組み合わせにより、個々のセル及び完成したスタックにわたる有利な温度プロファイル及び電力出力プロファイルが得られる可能性が提供される。それ故、大型でかつ比較的高温の領域から電流が引き出されると同時に、カソードガスアウトレットの高い温度を確保することによってカソードガスでの効率的な冷却が得られるため、低い面積抵抗（A S R）が得られる。更に、いくつかの組み合わされたパターンにより、燃料ガスフローをスタック中で内在的に混合することによるか、あるいはC M R、また、代替的に、燃料側で直列に連結された二つ又はより多くのセルに対する、個々のセルそれぞれの圧力低下における分配変更によって、向上された最大燃料利用係数が与えられる。40

【0021】

燃料電池スタック中の内在的な並行フロー、交差フロー又は対向フローは、従来技術において知られているように、それぞれが異なる特徴及び利点を有する。交差フローは、所50

との最大スタック温度において並行フロー及び対向フローのいずれよりも低い電流密度を有し、これは、主として、セルにわたる並行フロー配分及び対向フロー配分の温度及び電流出力がより良好であるためである。対向フロー及び並行フローを比較すると、それらはそれぞれ、各々の利点を有する。並行フローのスタックよりも高い程度の対向フローのスタックは、比較的高温である電流出力を有し、これは、比較的低い内部抵抗（ASR：面積比抵抗（Area Specific Resistance））であることを意味し、一方、並行フローのスタックは、カソードガスインレット温度と比べてより高いカソードガスアウトレット温度（T）を有し、それ故、最も効率的な冷却を有するが、より高い程度の比較的低温である電流出力を有さなくてはならず、これはより大きなASRを意味する。

10

【0022】

説明したような本発明によれば、一般に、スタック全体にわたるフローパターン及びスタック中のセルにおける内在的なフローパターンを組み合わせることによって、様々な利点を組み合わせることができる。更に、上述したフロー流のマージ又は分割並びに一つより多くのセルを通るガスフロー流は、より高い燃料利用係数の更なる利益を提供する。従って、本発明の3つの主要な利点は次のように定義される。

【0023】

利点1：セルのより大きな部分からの電流出力による、特に高温領域において低減された電気抵抗（セラミック導電体におけるより低い電気抵抗及び電極におけるより低い分極抵抗）。

20

利点2：カソードインレットガス温度に比べて高いカソードアウトレットガス温度、T。これは、スタックカソードガスによって冷却される時に向上された冷却を与える。

利点3：一つより多くのセルフロー経路に燃料を再分配させることによる、より高い最大燃料利用係数であり、第一のフローの通過と第二のフローの通過との間のフロー流を分割又はマージすることを含み得る。

【0024】

これらの利点は、通常、セットアップ、つまり、対向フロー、並行フロー及び直列に連結されたスタックの一つにそれぞれ関連する。しかしながら、本発明は、3つ全ての利点を組み合わせることが可能であることによる解法を提供し、そして対向フローの利点を、従来技術によるものをはるかに超えて向上させることができる。

30

【0025】

上述したように、本発明は、ガスフロー流のマージ、分割及び多数のセル通過の組み合わせ、並びにスタック中の各セルにおける内在的な、及び隣接セル間ににおけるガスフロー方向パターンの組み合わせのいずれか（並行フロー、交差フロー及び対向フロー）を提供する。以下において、本発明による実施形態の範囲が例のあいて説明され、それらの利点が分析される。

【0026】

1. 層状に互いの上に配置された複数の燃料電池又は電解質セルを含むセルスタックであって、前記セルのそれぞれが、アノード、電解質及びカソードを含み、セルの各層が、各セルの間に一つずつの、複数のインターフェクトによって分離され、該インターフェクトには、隣接するセルのアノード側又はカソード側に面する各面上にガスチャネルが設けられていて、該ガスチャネルは、前記セルのインレット部分からアウトレット部分まで走行していて、各セルのアノード側のアノードインレット部分からアノードアウトレット部分までの実質的な方向が、各セルのアノードガスフロー方向を画定し、そして、各セルのカソード側のカソードインレット部分からカソードアウトレット部分までの実質的な方向が、各セルのカソードガスフロー方向を画定し、前記スタック中の各セルは、

40

- ・ 前記カソードガスフロー方向に関する、前記アノードガスフロー方向の内部並行フロー、又は
- ・ 前記カソードガスフロー方向に関する、前記アノードガスフロー方向の内部交差フロー、又は

50

・ 前記カソードガスフロー方向に関する、前記アノードガスフロー方向の内部対向フロー、

のいずれか一つを有し、

インタークロネクトの両側に隣接するセルの接合面が、

- ・インタークロネクト並行フロー、
- ・インタークロネクト交差フロー、又は
- ・インタークロネクト対向フロー、

のいずれかに配向され、

その際、前記スタッツされたセルは、個々のセル及び隣接するセルのそれぞれが、前記アノードガス方向の、前記カソードガスフロー方向に関する前記内部並行フロー、内部交差フロー、又は内部対向フローの組み合わせを個々のセルのそれれにおいて内在的に有し、かつ、前記インタークロネクト並行フロー、インタークロネクト交差フロー、又はインタークロネクト対向フローの組み合わせを隣接するセルの2つの接合面の間に有するように配置される、上記のセルスタッツ。

【0027】

2. 前記セルが固体酸化物形燃料電池である、上記の特徴1に記載のセルスタッツ。

【0028】

3. 前記セルが固体酸化物形電解質セルである、上記の特徴1に記載のセルスタッツ。

【0029】

4. 少なくとも一組の第一のセル及び一組の第二のセルを含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも1つの第二のセルのアノードインレット部分に再分配され、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、第二のセルフロー通過を行う、上記の特徴1～3のいずれか一つに記載のセルスタッツ。

【0030】

5. 少なくとも一組の第一のセル及び一組の第二のセルを含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも1つの第二のセルのカソードインレット部分に再分配され、それにより、該第一のカソードアウトレットガスが、第二のセルフロー通過を行う、上記の特徴1～3のいずれか一つに記載のセルスタッツ。

【0031】

6. 少なくとも一組の第一のセル及び一組の第二のセルを含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも1つの第二のセルのアノードインレット部分に再分配され、かつ、少なくとも1つの第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも1つの第二のセルのカソードインレット部分に再分配され、それにより、前記第一のアノードアウトレットガス及び第一のカソードアウトレットガスが、第二のセルフロー通過を行う、上記の特徴1～3のいずれか一つに記載のセルスタッツ。

【0032】

7. 全ての第一のセルのアノードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配されるか、又は、全ての第一のセルのカソードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配されるか、又は、全ての第一のセルのアノードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配され、かつ、全ての第一のセルのカソードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配され、それにより、該第一のアノードアウトレットガス又は第一のカソードアウトレットガス、又は第一のアノードアウトレットガス及び第一のカソードアウトレットガスの両方が、第二のセルフロー通過を行う、上記の特徴4～6のいずれか一つに記載のセルスタッツ。

【0033】

8. 各第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも1つの隣接する第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配されるか、又は各第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも1つの隣接する第二のセルのカソードインレットガス部分に再

10

20

30

40

50

分配されるか、又は、各第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも1つの隣接する第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配され、かつ、各第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも1つの隣接する第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配され、それにより、各第一のセルの第一のアノードアウトレットガス又は第一のカソードガスアウトレットガス、又は第一のアノードアウトレットガス及び第一のカソードアウトレットガスの両方が、少なくとも1つの隣接する第二のセルにおいて第二のセルフロー通過を行う、上記の特徴4～6のいずれか一つに記載のセルスタック。

【0034】

9. 前記少なくとも1つの第一のセルのアノードガス及びカソードガスのインレット部分及びアウトレット部分が、少なくとも1つの第一のセルが、該第一のセルが内在的に対向フローを有するよう、第一の方向におけるアノードガスフロー及び該アノードガスフロー方向に対して実質的に対向する第二の方向におけるカソードガスフローを有し、そして、該少なくとも2つの隣接する第二のセルが、該少なくとも2つの隣接する第二のセルが内在的に並行フロー(“I”)を有するよう、前記第二の方向におけるアノードガスフロー及び前記第二の方向におけるカソードガスフローを有するように配向される、上記の特徴7又は8に記載のセルスタック。

【0035】

10. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも1つの第二のセルのアノードインレット部分に方向付けられ、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、前記第二のセルを通る第二のフロー通過を行い、そしてそれにより、前記少なくとも1つの第一のセルが、該第一のセルが内在的に対向フローを有するよう、第一の方向におけるアノードガスフロー及び該アノードガスフロー方向に対して実質的に対向する第二の方向におけるカソードガスフローを有し、そして、少なくとも1つの第二のセルが、該少なくとも1つの第二のセルが内在的に並行フロー(“H”)を有するよう、前記第二の方向におけるアノードガスフロー及び前記第二の方向におけるカソードフローを有するように配向される、上記の特徴7又は8に記載のセルスタック。

【0036】

11. 前記スタックが、第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも1つの第一のセルが、該第一のセルが対向フローを内在的に有するよう、第二の方向においてアノードガスフロー及び該アノードガスフローに対して実質的に対向する第一の方向におけるカソードガスフローを有し、該少なくとも1つの第二のセルが、その少なくとも1つの第二のセルが内在的に並行フロー(“C”)を有するよう、前記第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向におけるカソードガスフローを有する、上記の特徴1～3のいずれか一つに記載のセルスタック。

【0037】

12. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも1つの第一のセルが、該第一のセルが内在的に並行フローを有するよう、第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向におけるカソードガスを有し、そして、前記少なくとも1つの隣接する第二のセルが、該少なくとも1つの第二のセルが内在的に並行フロー(“A”)を有するよう、前記第一の方向に実質的に対向する第二の方向におけるアノードガスフロー及び前記第二の方向におけるカソードガスフローを有する、上記の特徴1～3のいずれか一つに記載のセルスタック。

【0038】

13. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも1つの第一のセルが、該第一のセルが内在的に並行フローを有するよう、第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向におけるカソードフローを有し、そして、前記少なくとも1つの隣接する第二のセルが、該少なくとも1つの第二のセルが内在的に対向フロー(“B”)を有するよう、前記第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向に対して実質的に対向する第二の方向におけるカソード

10

20

30

40

50

ガスフローを有する、上記の特徴 1 ~ 3 のいずれか一つに記載のセルスタック。

【 0 0 3 9 】

14. 前記スタックが、第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 2 つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、1 つの第一のアノードアウトレットガスフロー中にマージ (merge) され、そして少なくとも 1 つの第二のセルのアノードインレット部分へ方向付けられ、それにより、前記第一のアノードアウトレットガスが、前記第二のセルを通る第二のフロー通過を行い、そして該少なくとも 2 つの第一のセルが、該第一のセルが対向フローを内在的に有するように、第一の方向におけるアノードガスフロー及び該第一の方向に対して実質的に対向する第二の方向におけるカソードガスフローを有し、そして、前記少なくとも 1 つの第二のセルが、該少なくとも 1 つの第二のセルが、並行フロー (“J”) を内在的に有するように、前記第二の方向におけるアノードガスフロー及び該第二の方向におけるカソードガスフローを有する、上記の特徴 7 又は 8 に記載のセルスタック。

10

【 0 0 4 0 】

15. 特徴 9 ~ 14 のいずれか一つに記載のセルの組が、組み合わせた複数の組を含むスタック中へ組み合わされる、上記の特徴 9 ~ 14 のいずれか一つに記載のセルスタック。

【 0 0 4 1 】

16. 層状に互いの上に配置された複数の燃料電池を含む燃料電池スタックであって、前記燃料電池のそれぞれが、アノード、電解質及びカソードを含み、ここで、燃料電池の各層が、各燃料電池の間に一つずつの、複数のインターフェクトによって分離され、ここで、該インターフェクトには、一つの燃料電池から隣接する燃料電池へ電気的に接続し、そして、該インターフェクトは、両側にガスチャネルが設けられていて、各インターフェクトの一方の側にアノードガスチャネルが、各インターフェクトの他方の側にカソードガスチャネルが設けられ、その際、該ガスチャネルは、前記インターフェクトのインレット部分からアウトレット部分まで走行していて、各インターフェクトのアノード側のアノードインレット部分からアノードアウトレット部分までの実質的な方向が、各インターフェクトのアノードガスフロー方向を画定し、そして、各インターフェクトのカソード側のカソードインレット部分からカソードアウトレット部分までの実質的な方向が、各インターフェクトのカソードガスフロー方向を画定し、ここで、前記スタック中の各燃料電池は、

20

- ・ 前記カソードガスフロー方向に関する、前記アノードガスフロー方向の並行フロー、又は
- ・ 前記カソードガスフロー方向に関する、前記アノードガスフロー方向の交差フロー、又は

・ 前記カソードガスフロー方向に関する、前記アノードガスフロー方向の対向フロー、のいずれか一つを有し、

その際、両側に隣接する燃料電池の接合面が、

- ・ 並行フロー、
- ・ 交差フロー、又は
- ・ 対向フロー、

のいずれかに配向され、

30

その際、前記スタックされた燃料電池は、個々のセル及び隣接するセルのそれぞれが、前記アノードガス方向の、前記カソードガスフロー方向に関する前記並行フロー、交差フロー、又は内部対向フローの組み合わせを個々の燃料電池のそれぞれにおいて有し、かつ、前記並行フロー、交差フロー、又は対向フローの組み合わせを隣接するセルの 2 つの接合面の間に有するように配置される、上記の燃料電池スタック。

40

【 0 0 4 2 】

17. 前記燃料電池が、平坦な燃料電池であり、それらの燃料電池に続く各層が、一つの燃料電池のアノード側が、隣接する燃料電池のカソード側に面し、そして一つの燃料電池のカソード側が隣接する燃料電池のアノード側に面するように配置され、隣接する燃料

50

電池の接觸しているアノード側及びカソード側が、

- ・カソードガスフロー方向に関するアノードガスフロー方向の並行フロー、又は
- ・カソードガスフロー方向に関するアノードガスフロー方向の交差フロー、又は
- ・カソードガスフロー方向に関するアノードガスフロー方向の対向フロー、

のいずれかに配向されていて、

その際、前記スタックされた燃料電池は、各個々のセル及び隣接するセルが、各個々のセル及び隣接するセルの接合している二つの面の間における前記カソードガスフロー方向に関する前記アノードガス方向の前記並行フロー、交差フロー又はフローの組み合わせを有するように配置される、上記の特徴 16 の燃料電池スタック。

【0043】

10

18. 前記燃料電池が固体酸化物形燃料電池である、上記の特徴 16 又は 17 に記載の燃料電池スタック。

【0044】

19. 少なくとも一組の第一のセル及び一組の第二のセルを含み、その際、少なくとも 1 つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの第二のセルのアノードインレット部分に再分配され、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、第二の燃料電池フロー通過を行う、特徴 16 又は 17 又は 18 に記載の燃料電池スタック。

【0045】

20. 少なくとも一組の第一のセル及び一組の第二のセルを含み、その際、少なくとも 1 つの第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの第二のセルのカソードインレット部分分に再分配され、それにより、該第一のカソードアウトレットガスが、第二の燃料電池フロー通過を行う、上記の特徴 16 又は 17 又は 18 に記載の燃料電池スタッ�。

20

【0046】

21. 少なくとも一組の第一のセル及び一組の第二のセルを含み、少なくとも 1 つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの第二のセルのアノードインレット部分に再分配され、かつ、少なくとも 1 つの第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの第二のセルのカソードインレット部分に再分配され、それにより、前記第一のアノードアウトレットガス及び第一のカソードアウトレットガスが、第二の燃料電池フロー通過を行う、上記の特徴 16 又は 17 又は 18 に記載の燃料電池スタッ�。

30

【0047】

22. 全ての第一のセルのアノードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配されるか、又は、全ての第一のセルのカソードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配されるか、又は、全ての第一のセルのアノードアウトレットガスが集められ、混合され、そして全ての第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配され、それにより、該第一のアノードアウトレットガス又は第一のカソードガスアウトレットガス、又は第一のアノードアウトレットガス及び第一のカソードガスアウトレットガスの両方が、第二の燃料電池フロー通過を行う、上記の特徴 19 ~ 20 のいずれか一つに記載の燃料電池スタッ�。

40

【0048】

23. 各第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの隣接する第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配されるか、又は各第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの隣接する第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配されるか、又は、各第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの隣接する第二のセルのアノードインレットガス部分に再分配され、かつ、各第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの隣接する第二のセルのカソードインレットガス部分に再分配され、それにより、各第一の燃料電池の第一のアノードアウトレット

50

ガス又は第一のカソードアウトレットガス、又は第一のアノードアウトレットガス及び第一のカソードアウトレットガスの両方が、少なくとも1つの隣接する第二の燃料電池において第二の燃料電池フロー通過を行う、上記の特徴19～21のいずれか一つに記載の燃料電池スタック。

【0049】

24. 第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも1つの隣接する第二のセルのアノードインレット部分に再分配され、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、第二の燃料電池フロー通過を行う、上記の特徴17又は18に記載の燃料電池スタック。 10

【0050】

25. 少なくとも1つの第一のセルのアノードアウトレットガスが分割され、そして少なくとも2つの隣接する第二のセルのアノードインレット部分に再分配される、上記の特徴24に記載の燃料電池スタック。

【0051】

26. 少なくとも2つの第一のセルのアノードアウトレットガスがマージされ、そして少なくとも1つの隣接する第二のセルのアノードインレット部分に再分配される、上記の特徴24に記載の燃料電池スタック。

【0052】

27. 第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのカソードアウトレットガスが、少なくとも1つの隣接する第二のセルのカソードインレット部分に再分配され、それにより、前記第一のカソードアウトレットガスが、第二の燃料電池フロー通過を行う、上記の特徴1～26のいずれか一つに記載の燃料電池スタック。 20

【0053】

28. 少なくとも1つの第一のセルのカソードアウトレットガスが分割され、そして少なくとも2つの隣接する第二のセルのカソードインレット部分に再分配される、上記の特徴27に記載の燃料電池スタック。

【0054】

29. 少なくとも2つの第一のセルのカソードアウトレットガスがマージされ、そして少なくとも1つの隣接する第二のセルのカソードインレット部分に再分配される、上記の特徴27に記載の燃料電池スタック。 30

【0055】

30. 第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのアノードアウトレットガスが2つの第一のアノードアウトレットガスフローに分割され、そして、前記少なくとも1つの第一のセルの両側に配置された少なくとも2つの隣接する第二のセルのアノードガスインレット部分に方向づけられ、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、該第二の燃料電池を通過する第二のフロー通過を行う、上記の特徴16又は17又は18に記載の燃料電池スタック。

【0056】

31. 前記少なくとも1つの第一の燃料電池のアノードガス及びカソードガスのインレット部分及びアウトレット部分が、前記少なくとも1つの第一の燃料電池が対向フローを内在的に有するように、第一の方向にアノードガスフロー、及び該アノードガスフロー方向に関して実質的に対向する該第二の方向にカソードガスフローを有し、かつ、前記少なくとも2つの隣接する第二の燃料電池が、その少なくとも2つの隣接する第二の燃料電池が並行フロー(“I”)を内在的に有するように、第二の方向にアノードガスフロー、及び該第二の方向にカソードガスフローを有するように配向される、上記の特徴30に記載の燃料電池スタック。 40

【0057】

32. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、そ 50

の際、少なくとも 1 つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの隣接する第二の隣接セルのアノードインレット部分に方向づけられ、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、前記第二の燃料電池を通過する第二のフロー通過を行い、そしてそれにより、該少なくとも 1 つの第一の燃料電池が、前記第一の燃料電池が対向フローを内在的に有するように第一の方向にアノードガスフローを、かつ、該アノードガスフローの方向に関して実質的に対向する第二の方向にカソードガスフローを有し、かつ、前記少なくとも 1 つの第二の燃料電池が並行フロー（“ H ”）を内在的に有するように、該少なくとも 1 つの隣接する第二の燃料電池が、前記第二の方向にアノードガスフローを、かつ、前記第二の方向にカソードガスフローを有する、上記の特徴 16 又は 17 又は 18 に記載の燃料電池スタック。

10

【 0 0 5 8 】

33. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 1 つの第一の燃料電池が、前記第一の燃料電池が対向フローを内在的に有するように第二の方向にアノードガスフローを、かつ、該アノードガスフロー方向に関して実質的に対向する第一の方向にカソードガスフローを有し、かつ、前記少なくとも 1 つの第二の燃料電池が並行フロー（“ C ”）を有するように、前記少なくとも 1 つの隣接する第二の燃料電池が前記第一の方向にアノードガスフローを、かつ、前記第一の方向にカソードガスフローを有する、上記の特徴 16 又は 17 又は 18 に記載の燃料電池スタック。

20

【 0 0 5 9 】

34. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 1 つの第一の燃料電池が、該第一の燃料電池が並行フローを内在的に有するように、第一の方向におけるアノードガスフローを、かつ、前記第一の方向におけるカソードガスを有し、そして、前記少なくとも 1 つの隣接する第二の燃料電池が、該少なくとも 1 つの第二の燃料電池が並行フロー（“ A ”）を内在的に有するように、前記第一の方向に実質的に対向する第二の方向におけるアノードガスフローを、かつ、前記第二の方向におけるカソードガスフローを有する、上記の特徴 16 又は 17 又は 18 に記載の燃料電池スタック。

【 0 0 6 0 】

35. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 1 つの第一の燃料電池が、該第一の燃料電池が並行フローを内在的に有するように、第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向におけるカソードガスフローを有し、そして、前記少なくとも 1 つの隣接する第二の燃料電池が、該少なくとも 1 つの第二の燃料電池に対向フロー（“ B ”）を内在的に有するように、前記第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向に対して実質的に対向する第二の方向におけるカソードガスフローを有する、上記の特徴 16 又は 17 又は 18 に記載の燃料電池スタック。

30

【 0 0 6 1 】

36. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも 1 つの第一のセルのアノードアウトレットガスが、少なくとも 1 つの隣接する第二の隣接セルのアノードインレット部分に方向づけられ、それにより、前記第一のアノードアウトレットガスが、前記第二の燃料電池を通過する第二のフロー通過を行い、そしてそれにより、該少なくとも 1 つの第一の燃料電池が、該第一の燃料電池が並行フローを内在的に有するように、第一の方向におけるアノードガスフロー及び該第一の方向におけるカソードガスフローを有し、そして、前記少なくとも 1 つの隣接する第二の燃料電池が、該少なくとも 1 つの第二の燃料電池が、対向フロー（“ D ”）を内在的に有するように、前記第二の方向に関して実質的に対向する第二の方向におけるアノードガスフロー及び該第一の方向におけるカソードガスフローを有する、上記の特徴 16 又は 17 又は 18 に記載の燃料電池スタック。

40

【 0 0 6 2 】

50

37. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも1つの第一のセルのアノードアウトレットガスが少なくとも1つの隣接する第二のセルのアノードインレット部分に方向付けられ、そして前記第一のセルのカソードアウトレットガスが、前記第二のセルのカソードインレット部分に方向付けられ、それにより、第一のアノードアウトレットガス及びカソードアウトレットガスが、前記第二の燃料電池を通過する第二のフローを行い、そしてそれにより、該少なくとも1つの第一の燃料電池が、該第一の燃料電池が並行フローを有するように第一の方向におけるアノードガスフロー及び該第一の方向におけるカソードフローを有し、かつ、前記少なくとも1つの隣接する第二の燃料電池が、その少なくとも1つの第二の燃料電池が内在的に並行フロー（“E”）を有するように、前記第一の方向に関して実質的に対向する第二の方向におけるアノードガスフロー及び前記第二の方向におけるカソードガスフローを有する、上記の特徴16又は17又は18に記載の燃料電池スタック。10

【0063】

38. 前記少なくとも1つの第一の燃料電池のアノードガスインレット部分及びカソードガスインレット部分、及び、アノードガスアウトレット部分及びカソードガスアウトレット部分が、該少なくとも1つの燃料電池が内在的に並行フローを有するように、前記少くとも1つの第一の燃料電池が、第一の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向におけるカソードガスフローを有し、かつ、前記少なくとも2つの隣接する燃料電池が、それら少なくとも2つの隣接する燃料電池が内在的に対向フロー（“F”）を有するように、前記第一の方向に関して実質的に対向する第二の方向におけるアノードガスフロー及び前記第一の方向におけるカソードフローを有するように配向される、上記の特徴30に記載の燃料電池スタック。20

【0064】

39. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも2つの第一のセルのアノードアウトレットガスが一つの第一のアノードアウトレットガスフローにマージされ、そして、前記少なくとも2つの第一のセルの間に配置される少なくとも1つの隣接する第二のセルのアノードインレット部分に方向付けられ、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、前記第二の燃料電池を通過する第二のフロー通過を行い、そして、該少なくとも2つの第一の燃料電池が、それら少なくとも2つの第一の燃料電池が並行フローを内在的に有するように、第一の方向におけるアノードガスフローを、かつ、前記第一の方向におけるカソードガスフローを有し、かつ、前記少なくとも1つの隣接する第二の燃料電池が、その少なくとも1つの隣接する第二の燃料電池が、対向フロー（“G”）を内在的に有するように、前記第一の方向に関して実質的に対向する第二の方向におけるアノードガスフローを、かつ、前記第一の方向におけるカソードガスフローを有する、上記の特徴16又は17又は18に記載の燃料電池スタック。30

【0065】

40. 前記スタックが第一のセル及び隣接する第二のセルの少なくとも一組を含み、その際、少なくとも2つの第一のセルのアノードアウトレットガスが一つの第一のアノードアウトレットガスフローにマージされ、そして、前記少なくとも2つの第一のセルの間に配置される少なくとも1つの隣接する第二のセルのアノードインレット部分に方向付けられ、それにより、該第一のアノードアウトレットガスが、前記第二の燃料電池を通過する第二のフロー通過を行い、そして、該少なくとも2つの第一の燃料電池が、それら少なくとも2つの第一の燃料電池が対向フローを内在的に有するように、第一の方向におけるアノードガスフローを、かつ、前記第一の方向に関して実質的に対向する第二の方向におけるカソードガスフローを有し、かつ、前記少なくとも1つの隣接する第二の燃料電池が、並行フロー（“J”）を内在的に有するように、前記第二の方向におけるアノードガスフローを、かつ、前記第二の方向におけるカソードガスフローを有する、上記の特徴16又は17又は18に記載の燃料電池スタック。40

【0066】

41. 上記の特徴30～40のいずれか一つに記載の燃料電池の組が、組み合わせた複数の組を含むスタック中へ組み合わされる、上記の特徴30～40のいずれか一つに記載の燃料電池スタック。

【0067】

以下、添付図面を参照しながら、本発明をより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】**【0068】**

【図1】図1は、従来技術による内部並行フロー燃料電池の繰り返し要素のガスフロー原理を示す概略図である。

10

【図2】図2は、従来技術による内部対向フロー燃料電池の繰り返し要素のガスフロー原理を示す概略図である。

【図3】図3は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせA)

【図4】図4は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせB)

【図5】図5は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせC)

【図6】図6は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせD)

20

【図7】図7は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせE)

【図8】図8は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせF)

【図9】図9は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせG)

【図10】図10は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせH)

【図11】図11は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせI)

30

【図12】図12は、本発明による異なるフローパターンの組み合わせの繰り返し要素を示す図である。(組み合わせJ)

【図13】図13は、フローパターンの組み合わせ“A”～“D”及び“F”～“J”、及び燃料として天然ガスを用いた、スタック中のセル当たりの電力出力を示す図である。

【図14】図14は、フローパターンの組み合わせ“A”～“D”及び“F”～“J”、及び燃料として水素ガスを用いた、スタック中のセル当たりの電力出力を示す図である。

【図15】図15は、フローパターンの組み合わせ“A”～“D”及び“F”～“J”、及び燃料として天然ガスを用いた、スタック中のASRを示す図である。

【図16】図16は、フローパターンの組み合わせ“A”～“D”及び“F”～“J”、及び燃料として水素ガスを用いた、スタック中のASRを示す図である。

40

【図17】図17は、フローパターンの組み合わせ“A”～“D”及び“F”～“J”、及び燃料として天然ガスを用いた、スタック中のカソードガスの(カソードガスアウトレット温度からカソードガスインレット温度を差し引いた)Tを示す図である。

【図18】図18は、フローパターンの組み合わせ“A”～“D”及び“F”～“J”、及び燃料として水素ガスを用いた、スタック中のカソードガスのTを示す図である。

【図19】図19は、フローパターンの組み合わせ“A”～“D”及び“F”～“J”、及び燃料として天然ガスを用いた、スタック中の平均セル電圧を示す図である。

【図20】図20は、フローパターンの組み合わせ“A”～“D”及び“F”～“J”、及び燃料として水素ガスを用いた、スタック中の平均セル電圧を示す図である。

【図21】図21は、従来の並行フローセルスタック及び対向フローセルスタックと比較

50

した場合の、燃料として天然ガスを用いたフローパターンの組み合わせ“C”のフロー方向に沿ったセル温度を示す図である。

【図22】図22は、従来の並行フローセルスタック及び対向フローセルスタックと比較した場合の、燃料として天然ガスを用いたフローパターンの組み合わせ“C”のフロー方向に沿った電流密度を示す図である。

【図23】図23は、従来の並行フローセルスタック及び対向フローセルスタックと比較した場合の、燃料として天然ガスを用いたフローパターンの組み合わせ“H”のフロー方向に沿ったセル温度を示す図である。

【図24】図24は、従来の並行フローセルスタック及び対向フローセルスタックと比較した場合の、燃料として天然ガスを用いたフローパターンの組み合わせ“H”のフロー方向に沿った電流密度を示す図である。10

【図25】図25は、従来の並行フローセルスタック及び対向フローセルスタックと比較した場合の、燃料として天然ガスを用いたフローパターンの組み合わせ“I”のフロー方向に沿ったセル温度を示す図である。

【図26】図26は、従来の並行フローセルスタック及び対向フローセルスタックと比較した場合の、燃料として天然ガスを用いたフローパターンの組み合わせ“I”のフロー方向に沿った電流密度を示す図である。

【図27】図27は、二種の第一の燃料電池及び第二の電池による、CMR（回収、混合、再分配）の原理を描いた図である。

【図28】図28は、二つの第一のセル及び二つの第二のセルのアノード側の直列接続の原理を描いた図である。20

【発明を実施するための形態】

【0069】

以下では、組み合わされたフローパターンの範囲、すなわち、組み合わされたセル内部フローパターン、スタック中の隣接するセルの間の交互のフローパターン、並びに、ガスフローがマージ又は分割されて、あるいはマージ又は分割されずに、スタックからガスが排出される前に、単一のセル又は直列に接続された複数のセルのいずれかを通るカソードガスフロー経路及びアノードガスフロー経路の組み合わせが示されている。パターン“A”から“J”までの本発明の以下の実施形態がほとんどであるが、それらが全てではない。請求項1に記載の本発明は、広範囲にわたるフローパターンの組み合わせに及ぶものであり、実施形態の以下の例は、本発明の範囲を限定するものと解されるべきではない。30

【0070】

図1及び図2は、燃料電池の従来の二つのガスフローの原理を示している。カソードガス、例えば空気、が実線の矢印で示され、そしてアノードガス、例えば天然ガス又は水素ガス、が点線の矢印で示されている。アノード、カソード及び電解質を含む燃料電池は実線で示されている。これらの原理図からわかるように、アノードガス及びカソードガスは、燃料電池の対向する側上で流れる。アノードガスインレット及びカソードガスインレットは、本発明の本質的な部分ではないため、示されていない。重要なのは、カソードガスに対するアノードガスの実質的なフロー方向である。その実質的なフロー方向は、インレット部分からアウトレット部分までの実質的な方向として画定される。ここで、“実質的な”という用語が用いられる場合、インレット部分及びアウトレット部分が一つの点である必要はないが、例えば、側部マニホールド化の際に用いられるある程度の広がりを有することができるものと理解されるべきである。従って、フロー方向は、一点から他の点まで、常に正確に画定できるものではなく、むしろ、インレット部分及びアウトレット部分内部におけるインレットの平均中央点からアウトレットの平均中央点までの“実質的な”方向として画定することができる。更に、“実質的な”フロー方向は、アノードガス及びカソードガスが、本発明を定義するのに十分な、並行フロー、対向フロー又は交差フローという概念に相当する、全体として同じ方向、対向する方向、又は直交する（垂直）方向のいずれかを決定するのに十分正確に画定される。故に、図1は、従来の並行フロー燃料電池を示し、図2は従来の対向フロー燃料電池を示していて、それぞれ上述したように固4050

有の特徴及び利点を有する。

【0071】

複数の燃料電池をスタックに組み立てる時、各セルは、一つのセルのアノードフローガスをその隣接するセルのカソードフローガスから分離するよう(とりわけ)機能するインターフローコネクトによって分離される。従来の燃料電池スタックにおけるように、図1に示すように複数の並行フローセルを積層すると、各セルにおける内在的な並行フロー及びインターフローコネクトの各側上で隣接するセルの並行フローを有するスタックがもたらされ、以下、これを“インターフローコネクト”並行フローと称する。対応して、図2による複数の対向フローセルを積層させると、内部セル対向フロー及びインターフローコネクト対向フローを有するスタックがもたらされる。

10

【0072】

図3から図12までは全て、本発明の異なる実施形態を示しており、ここで並行フロー経路及び対向フロー経路並びに複数のガスフロー経路(再分配)、ガス流のマージ及び分割が組み合わされている。図3において、第一のセル及び隣接の第二のセルは、(細い点線で示されている)インターフローコネクトで分離されて示されている。第一のセル並びに第二のセルは内在的並行フローを有する。しかしながら、第一のセルのフロー方向は、隣接する第二のセルのフロー方向に対向している。従って、図に見られるように、二つのセルはインターフローコネクト対向フローを有する。そして全体として、図3によるフローパターンの組み合わせ“A”は、内在的並行フローとインターフローコネクト対向フローとが組み合わされた内在的並行フローを有する。かくして、利点1が特に対向フローに関連しており、そして利点2が特に並行フローに関連しているため、フローパターンの組み合わせ“A”は、利点1と利点2とを組み合わされるものと予想されるべきである。同様に、そのようなスタックの電力出力は、低いASRによってスタックにおける電力損失が小さいことから、高いものであると期待される。低いASRは、第一のセル及び第二のセルの温度プロファイルの平均化によって得られる比較的平坦な温度プロファイル及び高い平均温度に起因する。しかしながら、試験結果によれば、そのようなスタックからの電力出力は比較的低く、これは、組み合わせ“A”的Tが小さいためにカソード空気による熱除去があまりにも少ないことが原因となっている。従って、組み合わせ“A”は利点2を有さないが、明らかな利点1を有する。そのため、異なる、フローパターンの可能な組み合わせの効果及び利点を予想することは簡単ではなく、試験結果によってしか、どの組み合わせが燃料電池スタックの最適な性能をもたらすかを明らかにすることがでない。以下に見られるように、上記の利点は、より複雑なフローパターンの組み合わせによって最適化されたより複雑であることさえできる。

20

【0073】

図3に示される原理は、積層された複数のセル(二つ以上)が、内部並行フロー及びスタック中の各インターフローコネクトの対向する側でフロー方向が変わる際にインターフローコネクト対向フローを有するように、スタック全体に適用できるものと理解すべきである。更に、図3のフロー原理は、図1～図2及び図4～図12におけるフロー原理のいずれとも組み合わせることができる。

30

【0074】

図4は、フローパターンの組み合わせ“B”を示しており、ここでは内部対向フローを有する第一のセルが、内部並行フローを有する第二のセルに隣接し、そして分離しているインターフローコネクトのそれぞれの側におけるフロー流が実質的に同じ方向で、二つの燃料電池上を流れている。しかしながら、より多くのセルの組を組み合わせ“B”に従って積層する場合、いくつかはインターフローコネクト並行フローを有し、そのいくつかはインターフローコネクト対向フローを有する。かくして、フローパターンの組み合わせ“B”は、内部並行フローと組み合わされた内部対向フロー、及びインターフローコネクト並行フローとインターフローコネクト対向フローと組み合わされた内部対向フローを有する。また、図示されている全てのフローパターンの組み合わせと同様に、図4において二つのセルについて示されている原理は、複数のセルを含むスタック全体にわたって繰り返すことができるか、あるいは、例

40

50

えば、その前又は後の図面に示されているような他のフローパターンの組み合わせと組み合わせることができる。

【0075】

図5には、フローパターンの組み合わせ“C”が示され、これは、組み合わせ“B”とは異なっていて、“C”が、交互するアノードフロー方向であるのに対して、“B”は交互するカソードフロー方向を有する。

【0076】

図6に示されているフローパターンの組み合わせ“D”は、燃料側で直列に接続された二つのセルを有する場合の原理を含んでいる。図示されるように、アノードガスは、第一のセルを通る第一の通過と、アノードガスが排出される前に隣接する第二のセルを通る第二の通過を行う。このように、燃料の利用係数は、燃料が燃料電池スタックを通って酸化される範囲が大きくなるにつれて益々増大する。かくして、“D”は、内部並行フロー、内部対向フロー及びアノードガス再分配の組み合わせを有する。

10

【0077】

“D”に関連する更なる実施形態が図7に示されていて、つまりフローパターンの組み合わせ“E”であるが、図7に示されており、ここでもまた、カソードガス流が、アノードガス側だけでなく、カソードガス側においても、第一のセルが第二のセルと直列に連結されるように再分配されている。しかしながら、組み合わせ“E”では、両方のセルが、組み合わせ“E”が総じて、内部並行フロー、インターロネクト対向フロー、アノードガス再分配及びカソードフロー再分配を有するように、内部並行フローを有する。

20

【0078】

図8は、フローパターンの組み合わせ“F”を示していて、ここでは更なる可能性、すなわち、第一のフロー通過後に第一のガスフロー流れを、二つの流に分割し、その後、その二つの流れを、二つの隣接する第二のセルを通る第二のフロー通過を行うように再分配する原理が利用されている。組み合わせ“F”では、これはアノードガスに対して行われる。図に見られるように、全体で、組み合わせ“F”は、内部並行フロー、内部対向フロー、インターロネクト並行フロー、インターロネクト対向フロー及びアノードガス分割及び再分配の組み合わせを包含している。

【0079】

図9は、“F”とはほぼ反対の実施形態、すなわち、フローパターンの組み合わせ“G”を示しており、これは、二つの第一の燃料電池を通る第一のセルフロー通過後に、二つの第一のアノードガス流を一つの流れにマージし、その後、そのマージされたアノードガス流が第二の燃料電池に誘導され、そこでそれは第二のフロー通過を行う。図示されているように、二つの第一のセルは、カソードガスに関するアノードガスの内部並行フローを有し、そして第二の燃料電池は対向フローを有する。かくして、組み合わせ“G”は、内部並行フロー及び内部対向フロー、インターロネクト対向フロー及びインターロネクト並行フロー、及びアノードガスマージ及び再分配を有する。複数のセルを含むスタック全体に対する組み合わせ“G”的原理が適用される場合、第一のセルの対はインターロネクトで分離されて互いに隣接しているものと理解される。用途に応じて、これらの第一のセルは、インターロネクト並行フロー又は対向フローのいずれかを有することができる。

30

【0080】

フローパターンの組み合わせ“H”が図10に示されている。ここでは、第一のセルから第二のセルへのアノードガスの再分配が、第一のセル中の内部対向フロー、第二のセル中の内部並行フローと組み合わされる。

40

【0081】

図11には、組み合わせ“I”が示されており、ここでは、第一の燃料電池のアノードガスフロー流が、第一の燃料電池を通過した後に、二つの流れに分割される。二つの第二のアノードガスフロー流は、その後排出される前に、二つの第二の燃料電池を通る第二のフロー通過を行う。第一の燃料電池は、内部対向フローを有する一方で、第二の燃料電池は内部並行フローを有する。それ故総括すると、組み合わせ“I”は：第一のセル中の内

50

部対向フロー、第二のセル中の内部並行フロー、インターフローコネクト並行フロー、インターフローコネクト対向フロー及びアノードガス分割及び再分配を有する。

【0082】

図12は、最後の例示される本発明による実施形態を示している。組み合わせ“J”は、二つの第一のアノードガスフロー流の、一つの第二のアノードガスフロー流へのマージを有する。更に、“J”は、第一の燃料電池の内部対向フロー、第二の燃料電池の内部並行フロー及びインターフローコネクト並行フロー並びにインターフローコネクト対向フローを有する。

【0083】

フローパターンの組み合わせ“A”～“J”的性能を比較できるようにすべく、一定のプロセスパラメーターが選択される：

カソードガスインレット温度： $T_{in} = 700$

最大温度： $T_{max} = 827$

- 一定の燃料利用係数及びカソードガス利用係数

【0084】

これらの一定の運転パラメーターに対し、結果として得られる各フローパターンの組み合わせについての電流出力I及び平均セル電圧Uが観察される。その結果は、平均電力 $P_{r.c.e.l.l}$ 、 $P = U * I$ 及びASR(面積比抵抗)としても述べることができる。改質燃料及び非改質燃料の両方についてこれらの結果が得られるのは興味深いことである。従って、異なるフローパターンの組み合わせの結果は、燃料としての天然ガス及び水素の両方について観察される。組み合わせ“E”に関する試験結果が、この組み合わせの T が低すぎて有意の試験結果が得られないため、示されていないことに注意されたい。

【0085】

本発明の重要な目的は、一つの燃料電池当たり可能な最も高い電力を達成できるようにすることであり、それにより、一定の電力出力を得るのに一つのスタック当たりより少ないセルだけが必要とされ、かくして低費用で達成される。各フローパターンの組み合わせ“A”～“J”的電力出力、並びに、二つの従来技術による参照“RefCof(並行フローパターンのための参照)”、及び“Refcou(対向フローパターンのための参照)”が、アノードガスとして天然ガスについての図13、及び水素ガスについての図14中で、棒グラフとして見られる。電力は、棒グラフのY軸に一つの燃料電池当たりのワット数、W/cellで示される。最大電力出力を与えるフローパターンの組み合わせは、主として二つの理由、すなわち、“利点1”に関連する低いASR、及び“利点2”に関連する高いT(カソードアウトレット温度からカソードインレット温度を差し引いたもの)を与える。

【0086】

図15～図18には、異なるフローパターンの組み合わせについてのASR及びTが、天然ガス及び水素のそれぞれについて示されている。図15及び図16において、ASRは、天然ガスについての“ng”、そして水素ガスについての“h2”に関して、Y軸にミリオーム平方センチメートル($m^2 cm^2$)で付されている。フローパターンの組み合わせ“D”～“J”は、燃料CMRの更なる利点、つまり“利点3”を有する。

【0087】

図17及び図18は、ガスアウトレット温度とガスインレット温度との差、Tを、アノードガスとしての天然ガス“ng”及び水素ガス“h2”的両方について、別々に示されたフローパターンの組み合わせに関するTを摂氏度(Y軸)に示している。

【0088】

図19及び図20は、平均セル電圧を、アノードガスとしての天然ガス“ng”及び水素ガス“h2”的両方について、別々に示されたフローパターンの組み合わせに関してボルトで(Y軸に)示している。

【0089】

図13～図20に見られるように、フローパターンの組み合わせ“C”、“H”、“I”及び“J”は、従来技術のフローパターン、並行フロー及び対向フローよりも大きな電

10

20

30

40

50

力出力を有する。アノードガスとしての天然ガスを用いた場合、組み合わせ“ I ”は、従来の対向フローよりも 15 %高い電流密度、そして対向フローよりも 31 %高い電力密度を有する。“ H ”、“ I ”及び“ J ”は、スタック中の燃料 C M R を内在的に可能にする更なる利点（“ 利点 3 ”）を有する。

【 0090 】

これらの利点を理解するための例は、図 13 ~ 図 20 のデータを比較する場合に理解することができる。例えば、組み合わせ“ C ”を見ると、これは並行フローと対向フローとの間のハイブリッドである組み合わせである。その電流出力は、従来の対向フローの場合と同様に、最も高温領域からの最大電流出力が得られるように適切に分布されている。これは、結果として低い A S R （並行フローよりも低いが、対向フローよりそれほど大きくはない - “ 利点 1 ”）を与える。同時に、組み合わされたフローパターンは結果として、カソードガスについてより高い T を与え、これは、セルのより効率的な冷却（“ 利点 2 ”）を意味する。そのより効率的な冷却は、一定の T_{max} に到達する前の、より大きな電流出力を意味する。

10

【 0091 】

例示するために、組み合わせ“ C ”についての温度及び電流密度分布が図 21 及び図 22 に、従来の並行フロー及び対向フローと比較して示されている。“ 利点 1 ”は、電流出力の幅広い分布として見られ、これは同時に、温度分布（ Out A 及び Out B は、組み合わせ“ C ”の第一のセル及び第二のセルを表し、Y 軸は、華氏で示される温度、及び 1 平方メートル当たりのアンペア（ A / m² ）で示される電流密度である）との良好なコンバージェンスを有する。“ 利点 2 ”は、カソードガスアウトレット温度として見られ、これは、対向フローと比べて増大されている。

20

【 0092 】

図 23 ~ 図 26 は、組み合わせ“ H ”及び“ I ”についてのみ、同じ温度及び電流密度分布を示している。これらの二つの組み合わせに関してもまた、幅広く分布された電流密度が観察され、これは、温度分布（“ 利点 1 ”）及び高い T_{out} による効率的な冷却（“ 利点 2 ”）と良好に合致している。組み合わせ“ H ”及び“ I ”の両方とも、燃料 C M R （“ 利点 3 ”）を有する。これらの図から、組み合わせ“ I ”が、“ H ”よりも僅かに良好な性能を有することがわかる。“ I ”及び“ H ”がほぼ等しい、低い A S R を有するため、“ I ”のより良好な性能は、僅かにより効率的な冷却に元来寄与しなければならない。

30

【 0093 】

フローパターンの組み合わせ“ C ”、“ H ”、“ I ”及び“ J ”は、アノードガスとしての天然ガス及び水素の両方で、並行フローと同じか、又は並行フローよりも高いセル電圧を有する。従って、“ C ”、“ H ”、“ I ”及び“ J ”がより高い平均電力密度を有する場合でさえ、並行フローの場合よりも低いセル劣化が予期されなければならない。対向フローを比較した場合、“ C ”、“ H ”及び“ I ”は、著しく高い平均電力密度を有するが、低いセル電圧も有する。これは、 T_{in} 及び T_{max} が一定である一方で、電圧及び電流が変化するという比較の所定条件に起因している。従って、より高い劣化速度もまた、これらの運転パラメーターに影響を与えることも可能である。

40

【 0094 】

本発明の、組み合わされたフローパターンの明らかな欠点とは、燃料電池スタックのためのより複雑なガスマニホールド化システムが明らかに必要であるということであり、これは、燃料電池の活性領域を低減させる場合がある。しかしながら、簡単な幾何学上の検討は、この低減された効率は、電流密度における増加からの利益よりも小さいものであることを示している。更に、“ C ”、“ H ”、“ I ”及び“ J ”のいずれの組み合わせも、カソードガス側マニホールドで実現できる。

【 0095 】

組み合わせ“ A ”及び“ B ”が、非改質燃料（例えば、水素）でも低い A S R （“ 利点 1 ”）の可能性をもたらすことは注目すべきである。これは、第一のセルと第二のセルの

50

対向するカソードフロー方向に起因しており、ここでは、その結果、平坦な温度プロファイルをもたらす。カソードガス以外のその他の手段での冷却を組み合わせることにより、これは、特に、非改質燃料で高い電気効率及び高い収率を与えることができる。

【0096】

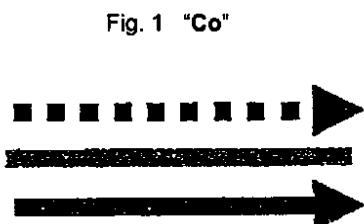
図27及び図28は、高い最大燃料利用係数を可能にする二つの実施形態を示している。図27は、CMR(収集、混合、再分配)を示しており、これは、複数のセルからのガスアウトレットフロー流が、複数の第二の燃料電池を通る第二のフロー通過を行う複数のガスフロー流に再び分割される前に一つの共通する中間ガスフロー流に集められる。これは、稀ではあるが、スタックのいくつかの単一セルへの燃料供給における深刻な欠陥に対するスタックの許容誤差を向上させる。

10

【0097】

図28は、直列に接続された別々の第一のセルから別々の第二のセルへガスが流れる実施形態を示しており、ここでは、セルにわたる第二のフロー通過は、そのガスによって行われる。かくして、直列に接続された二つのセルへの燃料供給は、該二つのセルにわたる全圧力損失に依存し、そしてそれ故、個々のセルの圧力損失の変化の部分的な均一化が達成される。この実施形態は、あまり深刻ではないが、より頻繁な欠陥に対するスタックの許容誤差を向上させる。

【図1】



【図2】

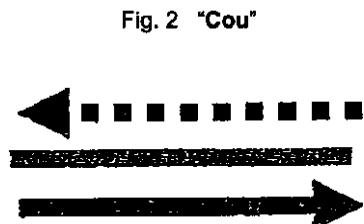


Fig. 2 "Cou"

【図3】

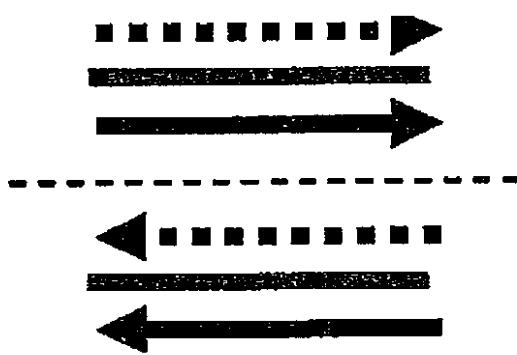
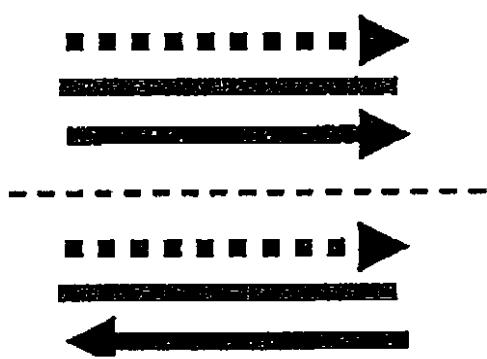


Fig. 3 "A"

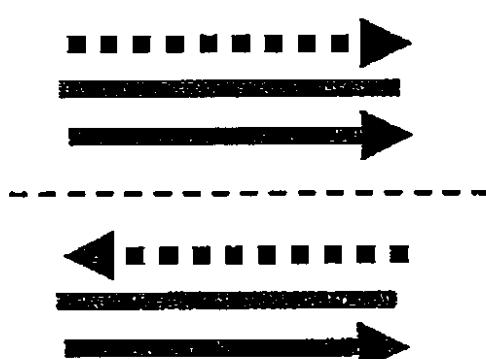
【図4】

Fig. 4 "B"



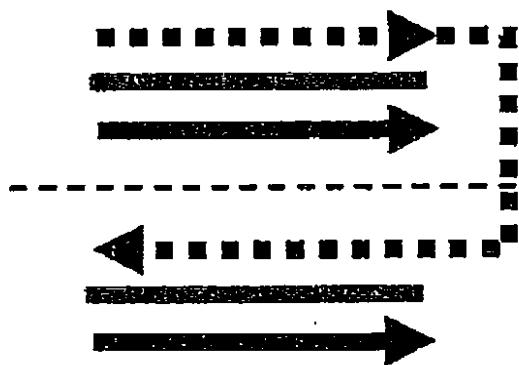
【図5】

Fig. 5 "C"



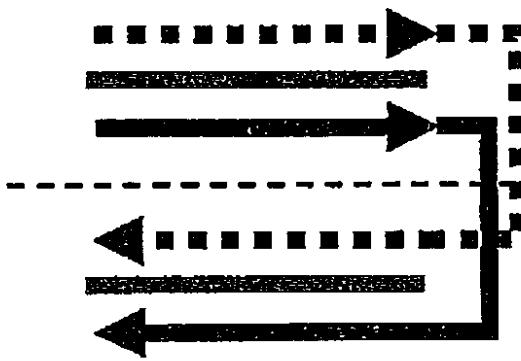
【図6】

Fig. 6 "D"



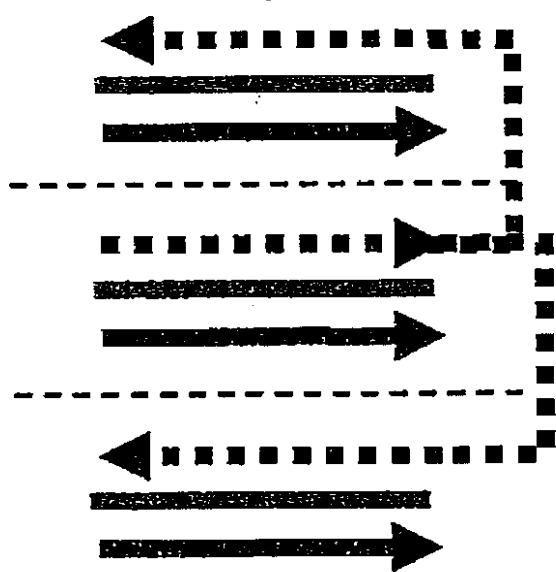
【図7】

Fig. 7 "E"



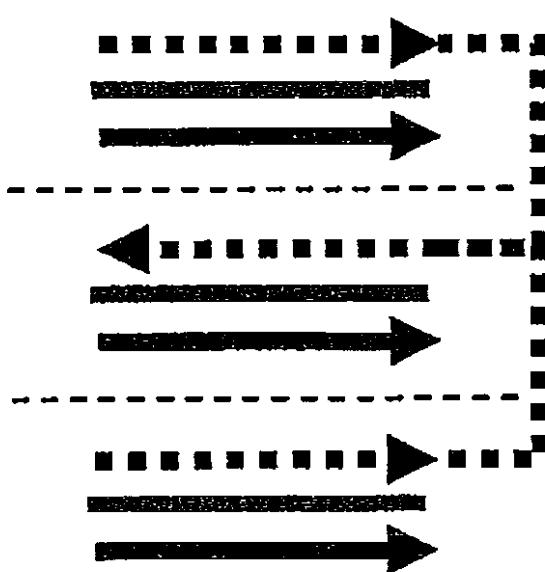
【図 8】

Fig. 8 "F"



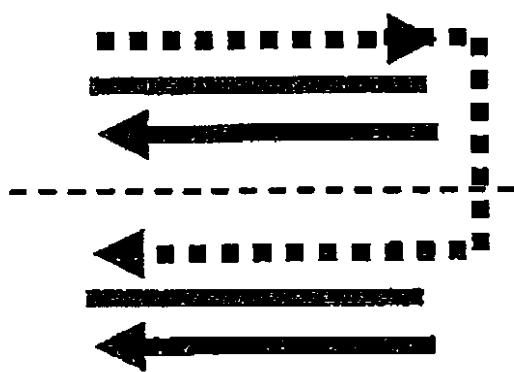
【図 9】

Fig. 9 "G"



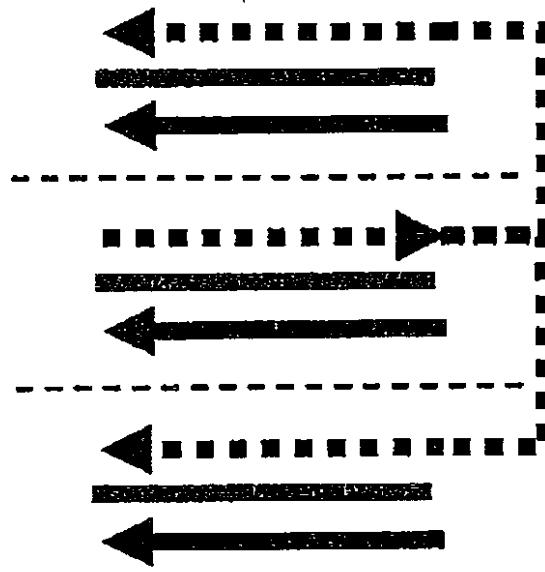
【図 10】

Fig. 10 "H"



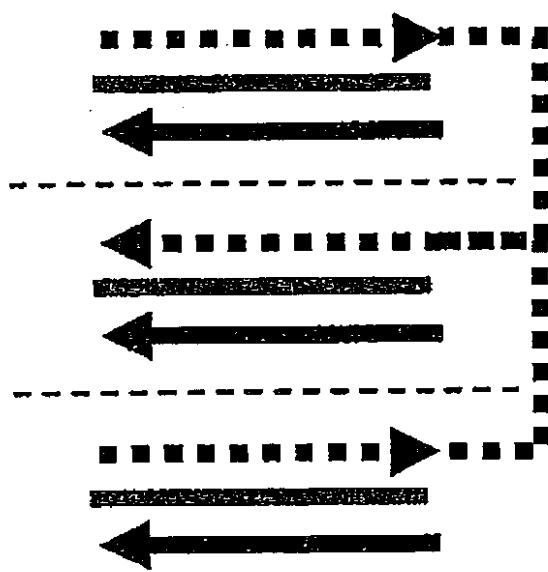
【図 11】

Fig. 11 "I"



【図12】

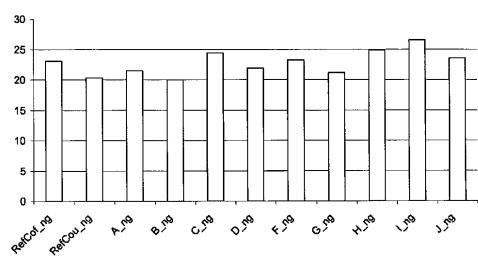
Fig. 12 "J"



【図13】

Fig. 13

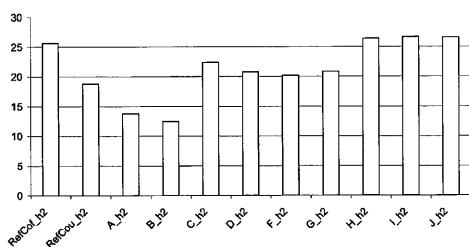
P ng / (W/cell)



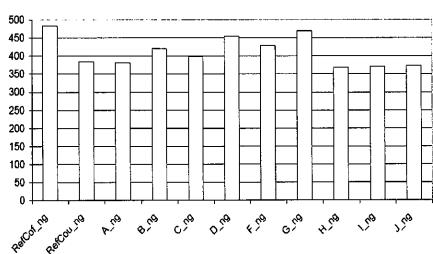
【図14】

Fig. 14

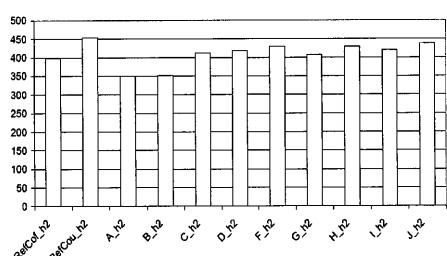
P H2 / (W/cell)



【図15】

Fig. 15
ASR ng / (mΩ cm³)

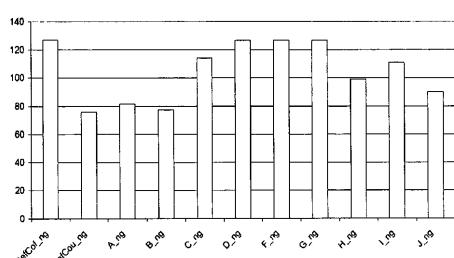
【図16】

Fig. 16
ASR H2 / (mΩ cm³)

【図17】

Fig. 17

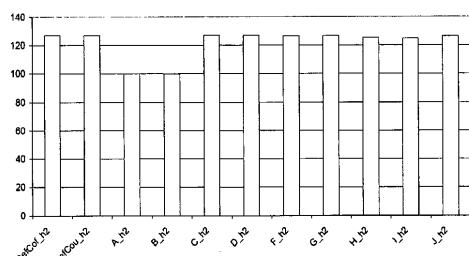
ΔT ng / deg. C



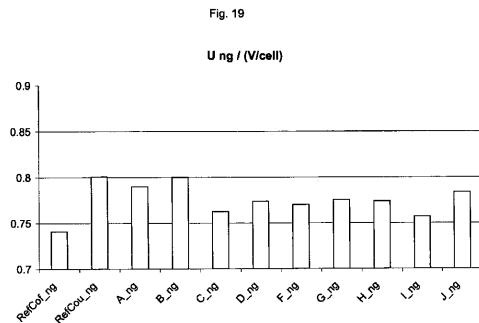
【図18】

Fig. 18

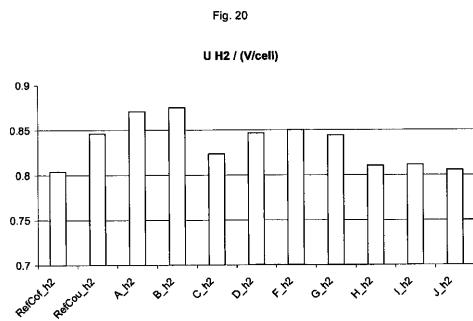
ΔT H2 / deg. C



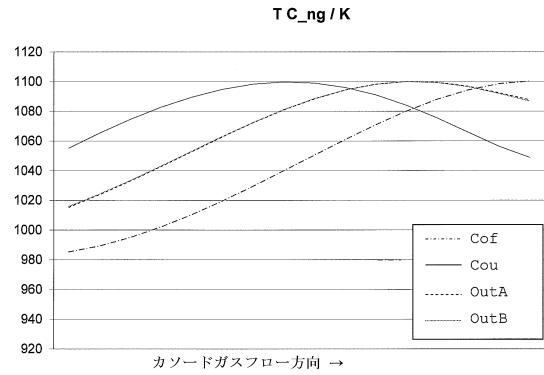
【図 19】



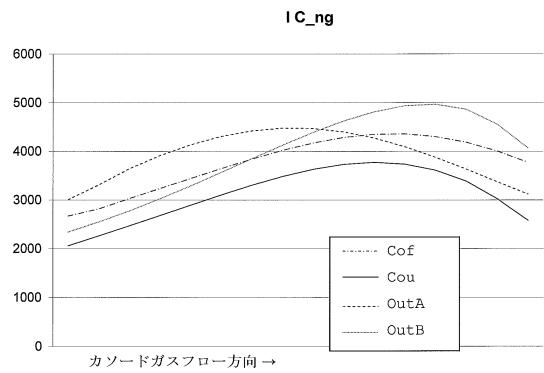
【図 20】



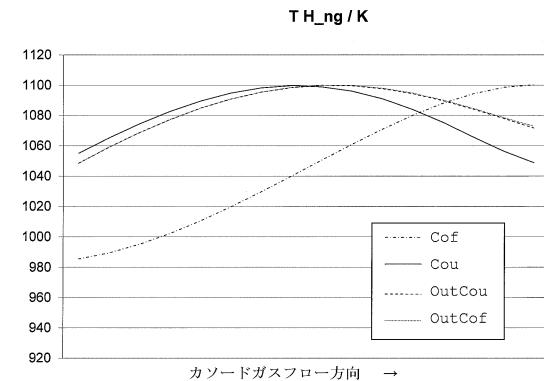
【図 21】



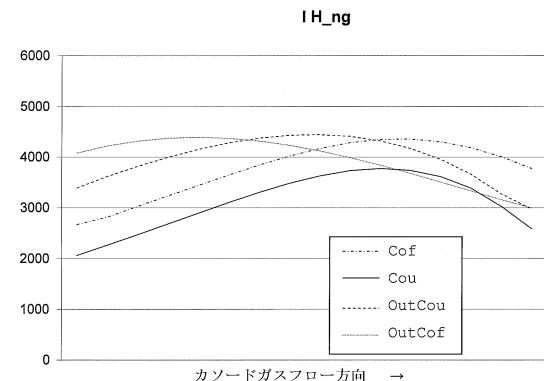
【図 22】



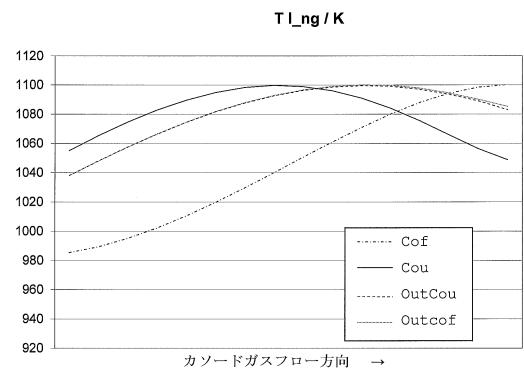
【図 23】



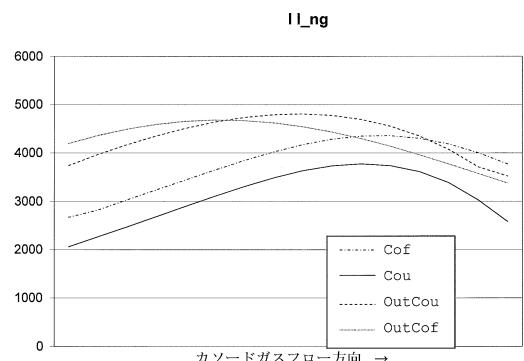
【図 24】



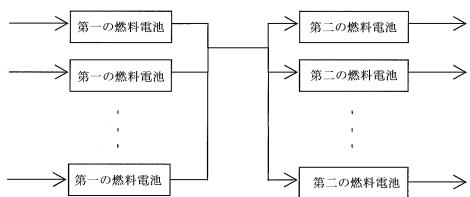
【図 25】



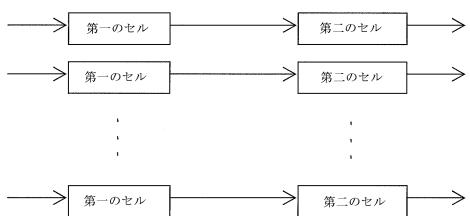
【図 26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(72)発明者 ダネ・スネ
デンマーク国、2880 バウスペア、ゼフセ、22

(72)発明者 マドセン・フィンド・マズ
デンマーク国、2700 ブレンスホイ、エステ・テヴェ、ブレンスホイヴェイ、81

(72)発明者 ニールセン・イエンス・ウルリク
デンマーク国、2860 セーボー、4・テヴェ、ティングホイヴェイ、59・ベ

(72)発明者 ウステルド・ハラルド
デンマーク国、2970 ヘルスホルム、グレンセヴェイ、9

審査官 守安 太郎

(56)参考文献 特開平11-067258(JP,A)
特開2005-310510(JP,A)
特開2002-260710(JP,A)
特開平06-196195(JP,A)
特開2003-282081(JP,A)
特開昭62-055873(JP,A)
特開2004-039483(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/24
H01M 8/02